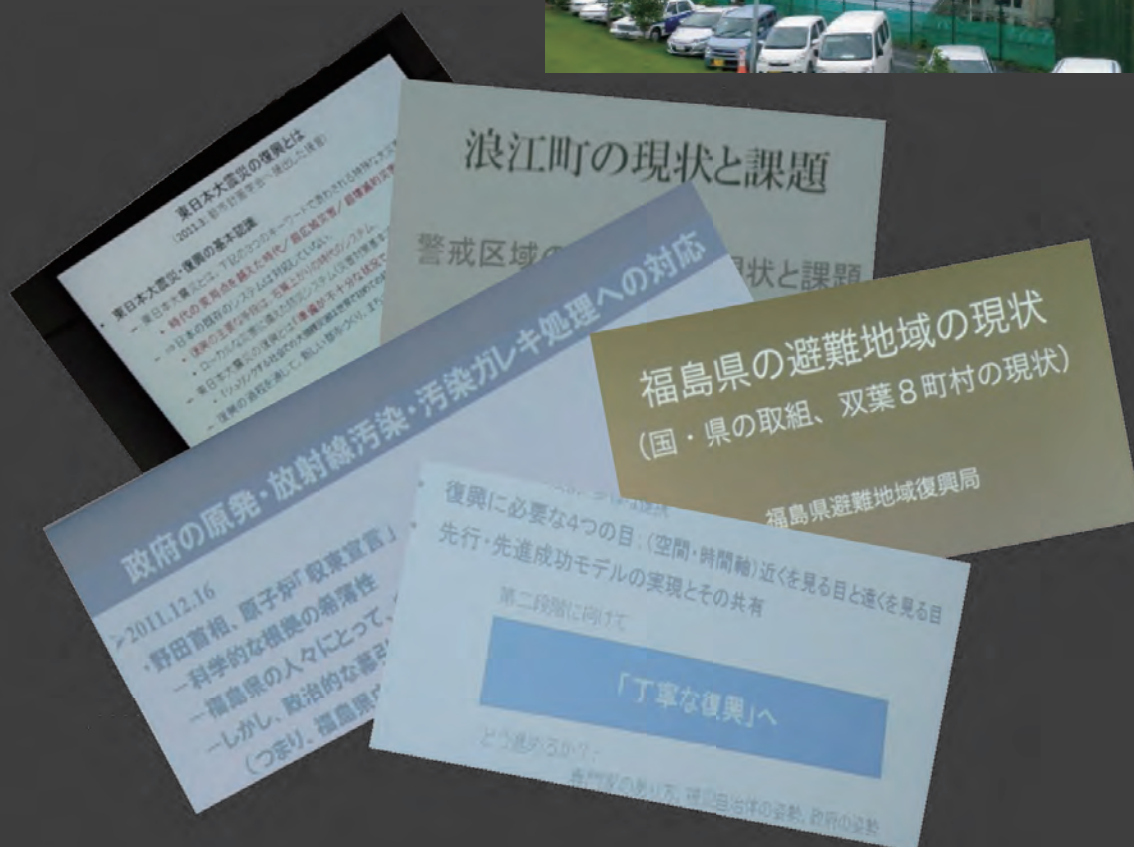


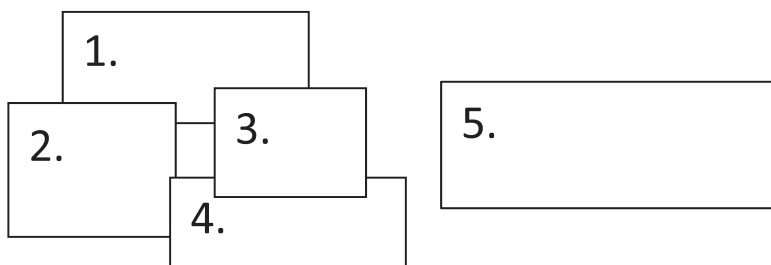
ICUS東日本大震災関連記録集

(2)

2013. 05



カバーの写真説明：



1. 釜石仮設商店街
2. 女川仮設商店街
3. 南三陸町志津川袖浜（わかめ加工）
4. 南三陸町役場仮庁舎
5. 第22回ICUSオープンレクチャ会場の様子

ICUS 東日本大震災関連記録集 (2)

ICUS Report 71

2013.5

東京大学生産技術研究所

都市基盤安全工学国際研究センター

ICUS 東日本大震災関連記録集

(2)

目次

発表論文等

1. 中尾悠士, 沢田治雄 :
高分解能衛星データを用いた津波浸水域把握手法の開発 (生産研究 64 巻 4 号 (2012)) 1
2. 越智士郎, 古関潤一, 宮下千花, 沢田治雄 :
高分解能衛星画像を利用した液状化噴砂地の抽出 (生産研究 64 巻 4 号 (2012)) 6
3. 石川達也, 沢田治雄 :
高解像度衛星画像を用いた液状化地帯判別の有効性
(広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集, 22, pp.21-28) 10
4. 越智士郎, 石川達也, 宮下千花, 古関潤一, 沢田治雄, 李雲慶 :
RapidEye 画像による液状化噴砂の検出手法の検討
(広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集, 22, pp.29-30) 18
5. Haruo SAWADA :
Review of activities on remote sensing for the Great Earthquake and tsunami in Japan (12p, 2012) 20
6. 腰原幹雄 :
東日本大震災における木造校舎の被害 (生産研究 64 巻 4 号 (2012)) 32
7. 近藤伸也, 目黒公郎 :
東日本大震災における関連学会の活動成果の評価 (生産研究 64 巻 4 号 (2012)) 38
8. 近藤伸也・目黒公郎 :
東日本大震災から一年間における関連学会の活動動向分析
(安全工学シンポジウム 2012 講演予稿集) 43
9. 澤田義人, 遠藤貴宏, 沼田宗純, 目黒公郎, 沢田治雄 :
災害に関連したテキストデータの可視化手法の開発 (生産研究 64 巻 4 号 (2012))
ー東日本大震災関連報道記事の解析ー 47

10. 沼田宗純, 目黒公郎 :	
Investigation on Fukushima Minpo Newspaper articles by running spectrum analysis	
(生産研究 64 巻 6 号 (2012))	55
11. 川崎昭如, ヘンリー マイケル, 目黒公郎 :	
東日本大震災後の外国人の災害情報収集過程 その 1 : 日本人と外国人の情報収集比較分析	
(生産研究 64 巻 4 号 (2012))	63
12. 川崎昭如, ヘンリー マイケル, 目黒公郎 :	
東日本大震災後の外国人の災害情報収集過程 その 2 : 退避行動の違いによる分析	
(生産研究 64 巻 4 号 (2012))	71
13. マイケル ヘンリー, 川崎昭如, 目黒公郎 :	
Foreigners' disaster information gathering behavior after the 2011 Tohoku Earthquake	
part 3: analysis of foreign students considering their post-disaster action	
(生産研究 64 巻 4 号 (2012))	76
14. 川崎昭如, Henry, M., 目黒公郎 :	
言語能力の違いに着目した東日本大震災後の外国人の災害情報収集分析	
(地域安全学会論文集 No.18, 2012)	83
15. Henry, M., 川崎昭如, 目黒公郎 :	
東日本大震災後の外国人退避の意思決定と災害情報収集過程の関係	
(地域安全学会論文集 No.18, 2012)	93
16. 色田彩恵・加藤孝明・Maria Bernadet Karina DEWI, 松尾一郎, 度会清治, 関谷直也 :	
東日本大震災における被災住民の生活再建に関する潜在的な選択肢の調査	
(地域安全学会論文集 No.31, 2012)	101
17. 塩崎由人, 加藤孝明 :	
自然災害と関連分野におけるレジリエンス, 脆弱性の定義について	
(生産研究 64 巻 4 号 (2012))	105
18. 山本了平, 大原美保, 目黒公郎 :	
東日本大震災における企業の緊急地震速報の利用状況に関する調査報告	
(生産研究 64 巻 6 号 (2012))	109

19. 大原美保, 目黒公郎, 田中 淳 :	
全国で発表された緊急地震速報 (警報) の地域傾向に関する分析	
(生産研究 64 巻 6 号 (2012))	114
20. 大原美保, 牧之段浩平, 佐原孝紀 :	
津波避難場所および津波避難ビルの減災効果に関する一考察	
ー宮城県南三陸町におけるケーススタディー (生産研究 64 巻 6 号 (2012))	119
21. 大原美保 :	
震災時の駅周辺における帰宅困難者対応の課題	
ー東京都内の駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会の活動に基づく考察ー	
(生産研究 64 巻 6 号 (2012))	123
22. 藤生 慎, 沼田宗純, 大原美保, 目黒公郎 :	
東日本大震災における自治体の建物被害認定調査の実施状況に関する考察	
(生産研究 64 巻 4 号 (2012))	127
23. 松下朋子・沼田宗純・目黒公郎 :	
被災者への住宅供給システムについての考察 東日本大震災の事例より	
(土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集 (2012))	132
24. 高野 佑, 沼田宗純, 目黒公郎 :	
応急仮設住宅供給業務へのプロジェクトマネジメント手法適用の検討	
(生産研究 64 巻 6 号 (2012))	137
25. 大原美保 :	
ジェンダーの視点から見た災害応急対応の課題 (生産研究 64 巻 4 号 (2012))	141
26. 陳 勲・沼田宗純・目黒公郎 :	
東日本大震災における電力復旧優先順位に向けた検討	
(土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集 (2012))	146
27. 沼田宗純・目黒公郎 :	
災害対策フェーズを用いた災害対策状況の可視化手法の提案	
～災害報道を利用したモニタリングを事例として～	
(土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集 (2012))	150

28. 野田哲司・藤生 慎・沼田宗純・目黒公郎：	
東日本大震災における自治体間の職員派遣の実態分析	
(土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集 (2012))	153
29. Muneyoshi Numada and Kimoro Meguro:	
<i>News coverage concentration on specific municipalities: Analysis of TV report contents</i>	
<i>at 2011 Tohoku Earthquake (USMCA2012)</i>	158
30. Akiyuki Kawasaki, Michael Henry and Kimiro Meguro:	
<i>Analysis of disaster information gathering behavior and language ability</i>	
<i>after the 2011 Tohoku earthquake (USMCA2012)</i>	166
31. Sae Shikita, Maria Bernadet karina Dewi and Takaaki Kato:	
<i>Reconstruction of Kamaishi City after the 2011 Tohoku earthquake and tsunami (USMCA2012)</i>	175
32. Yuto Shiozaki and Takaaki Kato:	
<i>Review on the definitions of vulnerability, resilience, and adaptation (USMCA2012)</i>	180
33. Takaaki Kato:	
<i>Relation between urbanization and natural disaster risk in mega cities</i>	
<i>-lessons from Tokyo- (USMCA2012)</i>	190
34. Shinya Kondo and Kimiro MEGURO:	
Development of a web-based trend analysis system of earthquake disaster researches presented	
at the past world conferences on earthquake engineering (15 WCEE LISBOA 2012)	198
35. Akiyuki Kawasaki, Michael Henry and Kimiro Meguro:	
Comparing the disaster information gathering behavior and post-disaster actions of Japanese	
and foreigners in the Kanto area after the 2011 Tohoku Earthquake (15 WCEE LISBOA 2012)	208
36. Muneyoshi Numada, Kimiro Meguro:	
Analysis of the concentration of TV news coverage to the specific municipalities	
on the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (15 WCEE LISBOA 2012)	217

37. Miho Ohara, Kimiro Meguro and Atsushi Tanaka: A study on people's awareness of earthquake early warning before and after the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Japan (15 WCEE LISBOA 2012).....	227
38. 加藤孝明 : 都市における防災の基本と今後の防災対策の方向性 (機関誌『経済人』, 18-19, 関西経済連合, 2013)	234
39. 加藤孝明 : 首都直下地震における火災リスクと広域避難の課題 (火災誌 322 号 (VOL.63, No.1), 2013)	236
40. 加藤孝明 : メガシティ東京の災害リスクと防災都市づくり (建築雑誌, vol.127, No.1638, 日本建築学会, 2012)	240
41. 加藤孝明 : 東日本大震災の復興を俯瞰して, これからの防災・減災まちづくりを考える (都市計画, vol.299, p32-36, 日本都市計画学会, 2012)	244
42. 加藤孝明 : 震災から 2 年目, 今こそ落ち着いて考えるべき (Planners, No.70, p2-3, 日本都市計画家協会, 2012.6)	249
43. 「現場知」共有座談会 (Planners, No.70, p8-12, 日本都市計画家協会, 2012.6)	251
44. 加藤孝明 : 季刊まちづくり 35 号 :『特別企画／次の広域・巨大災害に備えて これからの津波減災まちづくりの論点』(p102-105, (株) 学芸出版社, 2012.4)	256
45. 加藤孝明 : 「防災まちづくり」パネルディスカッション (市政 vol.61, p25-30, 発行所 : 公益財団法人 全国市長会館, 2012.5)	258

46. 加藤孝明：	
大規模水害メガ・ハザードに地域社会が挑むー東京・新小岩ー	
（「しぶとい都市」のつくり方 脆弱性と強靱性の都市システム p319-322, 発行：東京大学・都市持続再生研究センター, 2012）	264
47. 加藤孝明：	
時代変化と木造密集市街地ー東京ー	
（「しぶとい都市」のつくり方 脆弱性と強靱性の都市システム p309-311, 発行：東京大学・都市持続再生研究センター, 2012）	268
48. 加藤孝明：	
自然災害リスクと脆弱性の構造ー今後の都市のリスクマネジメントの方向性ー	
（「しぶとい都市」のつくり方 脆弱性と強靱性の都市システム p055-056, 発行：東京大学・都市持続再生研究センター, 2012）	271

ICUS オープンレクチャーの記録

OL1：第22回 ICUS オープンレクチャー「復興を俯瞰して考える」	273
OL2：【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム	
第1回「被災地からみた復興の現状」	275
OL3：【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム	
第2回「復興の全体像を考える」	276
OL4：【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム	
第3回「福島の現状：復興課題を共有する」	278
OL5：【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム	
第4回「神戸から東北、そして東南海に備える」	279
OL6：【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム	
第5回「南三陸町の現状と課題：市民目線から」	280

高分解能衛星データを用いた津波浸水域把握手法の開発

Tsunami-Inundated Area Estimation Using High Resolution Satellite Data

中 尾 悠 士*・沢 田 治 雄**

Yushi NAKAO and Haruo SAWADA

1 は じ め に

津波による被害は時として国境を超える広範囲に及び、災害発生直後の被災状況を把握することが重要でありながら困難である [Eguchi et al., 2003]³⁾。現在津波被害把握の方法としては、被害想定・シミュレーション・リモートセンシング・現地調査などがあげられる [Matsuoka, et al., 2010]⁷⁾, [中央防災会議, 2011]⁸⁾。以下にそれぞれの特徴をまとめた。いずれの場合も浸水ラインを最も基本的な情報のひとつとしてとらえている。

・被害想定

あらかじめ過去の記録などから起こりうる地震を想定し、これらの内津波を発生させる可能性のある断層について津波の数値シミュレーションを行うもの。沿岸に到達する津波の高さや到達までの時間といった結果が得られる。この結果を利用した浸水域等の具体的な被害の算定などが行われ、ハザードマップとして公表されることもある。

しかし被害想定に用いる地震は数百年間の記録などを基にしたもので、想定やシナリオには限界がある。このため、実際の被災地域が想定浸水域を大きく上回ることもある。例えば 2005 年に政府中央防災会議の下に設置された専門調査会が日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震について、物的・人的・ライフライン・交通および経済の被害について定量的に算定していた。一方で東日本大震災では実際の地震動の範囲、津波高、津波の範囲、浸水域、人的・物的被害等において想定をはるかに超える結果となり、ハザードマップ上で津波が来ないとされていた地域にも大きな被害が生じた。

・シミュレーション

震度計からの震度情報や GPS 波浪計からの情報などを利用し、沿岸に到達する津波を予報する。

ただし、現在日本ではこの観測結果から直接津波を計算するのではなく、上記事前予測の計算結果を津波予報データベースに保存・蓄積したものを利用する。地震発生時はこのデータベースから、発生した地震の位置や規模などに

対応する予測結果を即座に検索することで、沿岸に対する津波警報・注意報の迅速な発表を実現している。出力される結果は津波の沿岸での高さや到着時間で、気象庁では津波の高さとして 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10m 以上といった、具体的な数字での発表をしている。

・リモートセンシング

航空機や人工衛星から地上を撮影したデータを使う。広範囲を素早く、また比較的安価に取得可能という特徴がある [Adams, 2004]¹⁾, [JAXA, 2011]⁶⁾。2004 年に発生したスマトラ沖の巨大地震では、インド洋全域にわたって津波被害が発生し、被害の甚大さから国際チャーターによる衛星の集中観測も行われた。このため比較的多くの活用事例が残されている [ICUS, 2009]⁵⁾。

被災直後においては航空機による測量で被災地の状況を把握することが、天候や回帰周期に左右されないために有効である。一方で航空機による撮影では、広範囲にわたる津波被害に対し、国境を越えた撮影などが難しい場合もある。

得られた画像を利用できる情報にするには加工が必要で、津波被害の把握としては、画像を技術者が目視で判読、解析するために時間がかかる。また、この方法では被害を受けた範囲が倍になればその分時間も倍かかる。東日本大震災の場合、被災地ほぼ全域の津波浸水ラインが報道発表されたのは 3 月 18 日のことである [GSI, 2011]⁴⁾。

・現地踏査

もっとも精度が高いものの、広範囲を網羅するには大勢の人手が必要でコストも高い。被災直後の混乱の中、すべての地域において素早く被災地域を一括して把握することは非常に困難である。また、被害が大きい地域ほど現地踏査が難しい。例えば、本研究の対象地として取り上げた宮城県山元町は以前から出入りのあった測量会社に依頼をして数日のうちに結果を入手できたが、近隣市町村では同様の期間内には現地踏査を実現できていない。

つまり津波被害の影響を受けた可能性がある世帯等の把握に必要な津波浸水域情報は、事前の想定やシミュレーションから求めたものは津波発生直後に入手できるものの精度が低く、精度が高い航空写真の目視判読や現地踏査の結果は初期段階には提供されない状況である。つまり、比較

*山九株式会社

**東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

研 究 速 報

の精度が高く、素早く広範囲の被害を把握する仕組みが不足している [CAO, 2001]²⁾。以上を踏まえ、本研究は人工衛星から撮影された画像を用いて津波浸水域を半自動で把握する手法を開発し、被害把握の迅速化に資することを目的とした。

2 手 法

本研究では航空写真での津波浸水域目視判読時に主な判断材料として利用した瓦礫を用いた浸水域の自動判読を行う。すなわち、瓦礫が分布している範囲を津波による浸水域とする。

(1) 瓦礫の識別

瓦礫を抽出する際、本研究では利用する衛星画像の解像度が 0.5m と高いことからオブジェクトベースの土地被覆分類を行う。これは高解像度の画像をピクセルごとに分類する方法では多数のノイズが発生するためである。ピクセルベースとオブジェクトベースの土地被覆分類の特徴を以下にまとめる。適切にオブジェクト化を行うことで、より正確な土地被覆分類が可能になる。

・ピクセルベース

ピクセル単体で土地被覆を分類する。各ピクセルの持つスペクトル情報のみを基に分類を行う。空間解像度の比較的低い画像を利用して土地被覆分類を行うのに適している。

・オブジェクトベース

隣り合うピクセルの輝度差などを用いることで複数の隣接するピクセルから構成されるオブジェクトを生成し、オブジェクトの属性を用いて土地被覆分類を行う。スペクトル情報の他、面積や形といった空間情報も分類に利用でき、高解像度の画像を分類するのに適している。

今回使用した ENVI 画像処理ソフトでは、細かさという 1 つの変数のみを用いてオブジェクトの生成を行う。また、一度エッジ検出と細かさの指定により分割したオブジェクトに対し、再度隣り合うオブジェクト同士を結合することが可能になっている。図 1 に画像のオブジェクト化の実例を示す。道路や家屋といった特徴が適切に捉えられているのがわかる。また、瓦礫に関してもそれ以外と明確に区別されてオブジェクト化されていることが見て取れる。本研

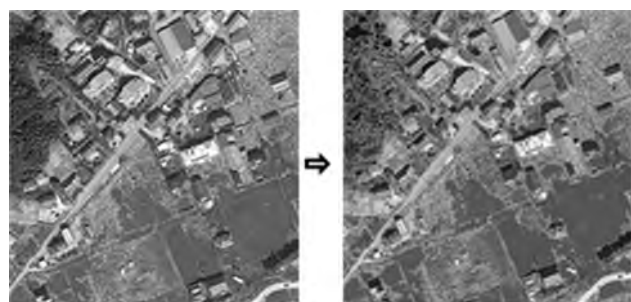


図 1 画像のオブジェクト化

究では画像をオブジェクトに分割する細かさを 30/100、その後結合する度合いを 90/100 とすることで適切な結果が得られた。

瓦礫オブジェクトは実際には複数の木材などの集合である。このため輝度で分ける今回の手法を用いると木材の色の違いや含まれる車両などからオブジェクト内部に複数の別オブジェクトが生成される。こういった空間的な情報も土地被覆分類に利用できるのがオブジェクトベースの分類手法の特徴である。瓦礫に特徴的な「オブジェクト内の穴の数」の割合が図 2 のように得られた。

また、各オブジェクトの特徴を示す数値として正規化植生指数 (NDVI) に着目した。正規化植生指数とは以下の数式で計算され、-1 から 1 の値をとる。数字が大きければ大きいほど緑色の植生が濃いことを表す。

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

ここで NIR: 近赤外スペクトルデータ, R: 赤色スペクトルデータ

各オブジェクトの正規化植生指数の出現パターンに特徴があることが分かった (図 3)。以上から、瓦礫の識別にスペクトル情報 (特に NDVI) とオブジェクト内の異質オブジェクトの数が有効と予想された。そこで、本研究では NDVI 値、バンド 1 (青)、バンド 2 (緑)、オブジェクト内の異質オブジェクト数の 4 つの属性によってオブジェクトを瓦礫と瓦礫以外にわけることとした。実際に衛星画像を確認すると、瓦礫の各スペクトル値等は撮影条件やその地域における瓦礫の種類によって多少左右されていることが分かった。そこで画像の対象範囲を細かく区切ることで、その地域に応じた瓦礫とそれ以外を分けるための各種属性のしきい値を決定することとした。

上記のような画像の特徴と対象とした山元町の地形状況から南北方向に 1 分 (約 1.8km) ごとに分割して解析することが妥当と判断した。そこで、次のような処理手順で瓦礫を識別する処理を施した。

1) 分割した被災後の画像 (Strip) ごとにオブジェクト分

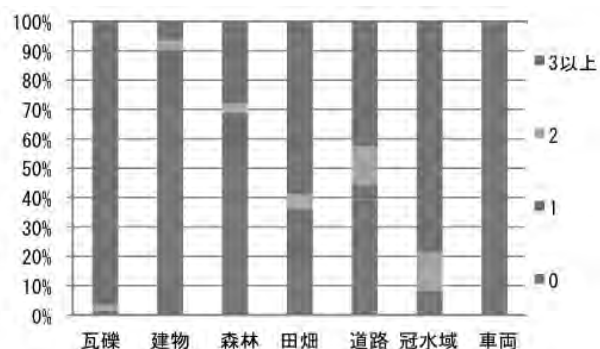


図 2 オブジェクト内オブジェクト数

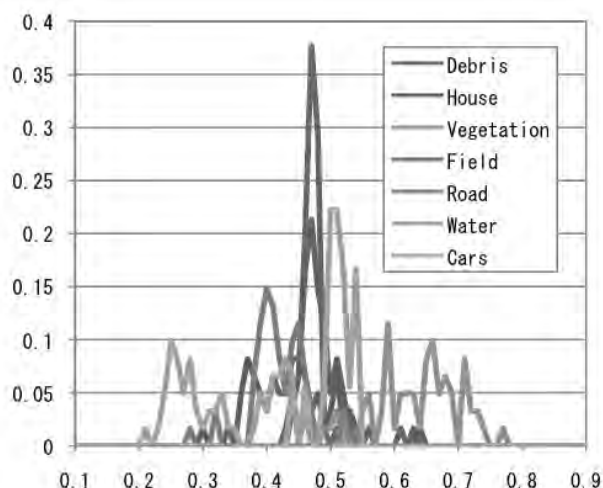


図3 各オブジェクトのNDVI値出現頻度



図4 瓦礫オブジェクト抽出の結果

類を行い、瓦礫に相当するオブジェクトを10個選ぶ。

2) これらの瓦礫オブジェクトのNDVI・バンド1・バンド2の最小値以上、最大値以下およびオブジェクト内異質オブジェクト数3個以上という条件で瓦礫を抽出する。

図4に得られた瓦礫の分類結果を示す。分類が適切に行われている例を青色の丸、瓦礫以外のオブジェクトが瓦礫として分類されている例を緑色の丸、瓦礫が瓦礫として分類されていない例を赤色の丸でそれぞれ示す。

(2) 浸水域の判定

瓦礫とされるオブジェクトの抽出に続き、津波による浸水域の決定を行う。浸水域には瓦礫が散在するため、瓦礫の存在する範囲を浸水域として扱うことは得られた画像ではおおむね妥当である。ところが前項図4に示されるとおり、瓦礫として分類されたものの中には津波による瓦礫以

外のオブジェクトも含まれている。そこで、瓦礫として分類されたオブジェクトが津波によるものであるかどうかの識別に標高データを利用することとした。ある標高より不連続的に高い位置にある「瓦礫」は津波による瓦礫ではないと考え、その標高以下の「瓦礫」のみ津波による瓦礫として扱う判定法を加えた。

まず、抽出した瓦礫オブジェクトの標高を、2008年に国土地理院より提供開始された全国10mメッシュ標高モデルを利用して求める。なお、一部の都市計画区域についてはより高精度な5mメッシュ標高モデルも整備されている。図5はあるStrip内の瓦礫とされたオブジェクトについて横軸に標高、縦軸に0から40mの0.1m間隔の各標高における瓦礫オブジェクトの出現頻度を表わしたグラフである。標高3m以下の低地にたくさんの瓦礫が広がっている様子と標高5m付近に瓦礫が集中する様子がグラフからわかる。標高5m付近については、津波が最終的に到達した部分に堆積した瓦礫を表わしている。従って、このStrip内においては、標高5mより高い位置にある瓦礫とされるオブジェクトについて津波による瓦礫ではない可能性が高い。

続いてしきい値となる標高の求めかたについて検討した。前記のように、しきい値としたい標高はStrip毎、すなわち地形によって変化する。そこでしきい値とする標高を上げていった際、その標高より下に瓦礫オブジェクトの全体の何パーセントが含まれているか、という累積含有率に注目した。図5の赤い線の傾きが緩やかになる標高を津波が到達した標高とすることが妥当であることが確認された。図6にこの仕組みを示す。この模式図では累積含有率が10%

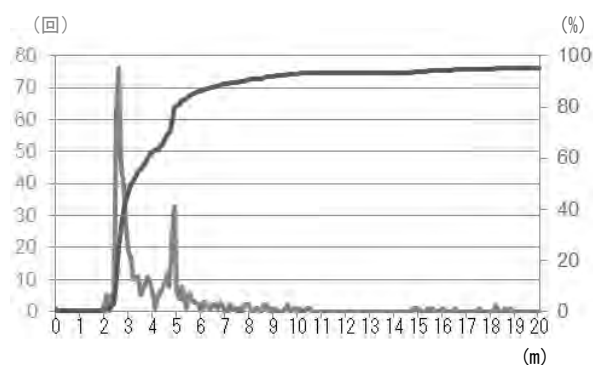


図5 標高に対する瓦礫オブジェクトの出現頻度と累積含有率の例

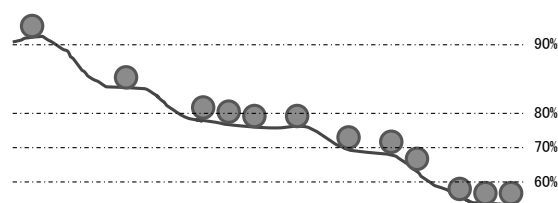


図6 瓦礫の標高に対する分布の断面模式図

研 究 速 報

増えることになる標高差が、津波の到達した境界を機に大きくなっている。

本研究においては累積含有率 40% から 1 % 毎に増やしていき、1 % の増加が標高差 1 m 以上に対応するときの標高をしきい値とすると、おおむね妥当であることが判読から確認できた。そこで、この処理を各 Strip に対して実施した。図 7 にしきい値とした標高より上にある瓦礫オブジェクトを除いた津波到達域の画像を示す。

しきい値とした標高をつなぐことで、図 8 に示すように自動判別による津波浸水域が生成される。このときの自動判別による浸水域の誤差を図 9 に示す。標高をしきい値に用いているため、丘などの標高が大きく上昇する箇所で津波による浸水がとまった場所は自動判読と実地踏査の浸水

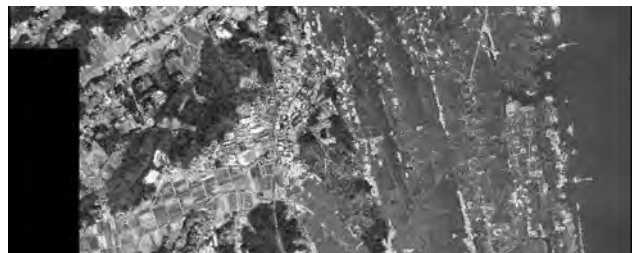


図 7 抽出された瓦礫(黄色)と破棄された「瓦礫オブジェクト」(赤)の例

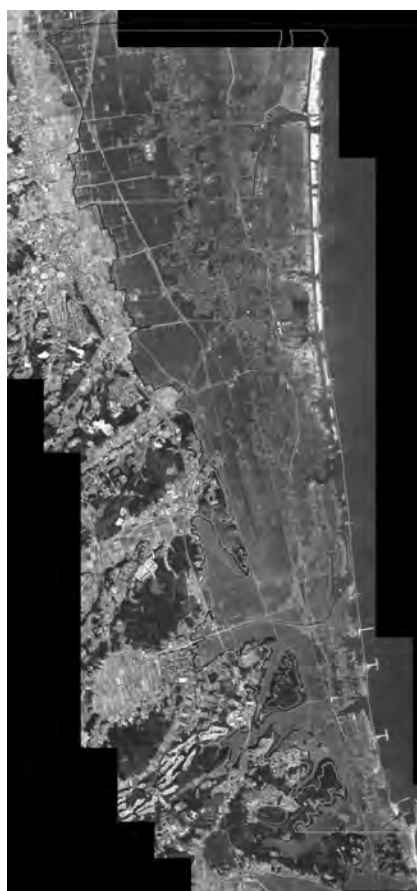


図 8 実地踏査(青)と自動判読(緑)によって得られた津波浸水域線

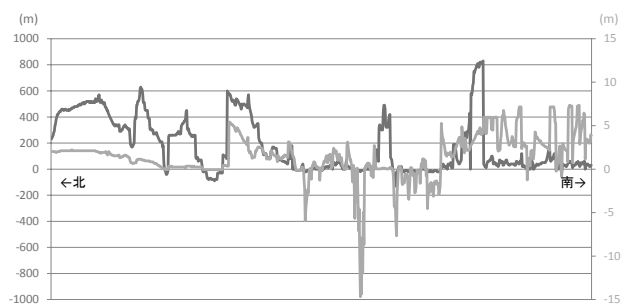


図 9 実地踏査浸水域線に対する自動判読浸水域線の水平方向の差(紫)と垂直方向の差(橙)

線がおおむね一致している。一方、標高がなだらかに変わる地形では自動判読による浸水域線が浸水域を正確に捉えられていない。

4 本 研 究 の 成 果

本研究ではリモートセンシングを利用して津波浸水域を自動で判読する手法を開発した。これにより広域にわたる津波災害発生後の初期段階で被害把握の精度向上が見込まれる。以下に本研究より得られた成果を示す。

- ・リモートセンシングによって得られた高解像度の画像を目視判読することで津波の浸水域を把握できることが示された。この際、地面の色彩変化とともに、特に津波の到達線付近では瓦礫の有無が重要な判断材料となる。
- ・リモートセンシングによって得られた高解像度の光学衛星画像を自動処理することで津波の浸水域の概況を把握できることが示された。ごく初期のシミュレーションと後日の実地踏査との間を精度および処理時間の観点から埋めることで、現場からの情報がなくとも津波被害の全体像把握が災害発生後初期段階で可能となる。
- ・国際災害チャーターなどの枠組みを利用することにより自前で処理能力を持たない地域や、複数の国や地域にまたがる災害発生時にも有効に機能する可能性が示された。

5 今 後 の 課 題

本研究より得られた成果を踏まえ、今後の課題について以下に列挙する。

- ・瓦礫と標高以外に複数の指標や被災前の画像を効果的に使うといった手法を組み合わせることによる精度向上を目指すことが必要。
- ・本研究では宮城県山元町の東日本大震災による津波被害[山元町, 2011]⁹⁾について解析を行った。今後別の地域や異なる津波災害についても研究を進める必要がある。
- ・抽出された瓦礫を有効に使い、道路等の情報を組み込むことで寸断された道路ネットワークの検出などが考えられる。復旧計画や物資の輸送計画に役立てられる。

(2012 年 5 月 21 日受理)

参 考 文 献

- 1) [Adams, 2004] Improved disaster management through post-earthquake building damage assessment using multitemporal satellite imagery., Proceedings of the ISPRS 20th Congress Volume XXXV. 6p
- 2) [CAO, 2001] 内閣府, 2001. 平成13年度版防災白書
- 3) [Eguchi et al., 2003] Eguchi R., Huyck C., Adams B., Mansouri B., Houshmand B., and Shinozuka M., 2003. Resilient disaster response: Using remote sensing technologies for post-earthquake damage detection. Research Progress and Accomplishments 2001-2003, pp.125-137, 2003
- 4) [GSI, 2011] 国土地理院応用地理部, 東日本大震災に対する応用地理部の取り組み. 国土地理院時報2011 No.122, pp91-96
- 5) [ICUS, 2009] 東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター, 日本リモートセンシング学会, 2009. 大規模災害におけるリモートセンシング技術活用事例に関する調査報告書
- 6) [JAXA, 2011] 宇宙航空研究開発機構, 東日本大震災対応報告書～地球観測衛星及び通信衛星による対応の記録～
- 7) [Matsuoka, et al., 2010] Matsuoka M., Koshimura S. 2010. Tsunami Damage Area Estimation for the 2010 Maule, Chile Earthquake Using ASTER DEM and PALSAR Images on the GEO Grid, 2010. Proc. 8th International Workshop on Remote Sensing for Disaster Response, EERI, MCEER and TokyoTech, 7p
- 8) [中央防災会議, 2011] 内閣府中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 2011. 中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告(案)
- 9) [山元町, 2011] 山元町, 2011. 復興まちづくり土地利用構想(案). 「山元町震災復興基本方針」に関する住民説明会配布資料9p

研究速報

高分解能衛星画像を利用した液状化噴砂地の抽出

Detection of liquefied sand boil using high resolution satellite images

越 智 士 郎*・古 関 潤 一*・宮 下 千 花*・沢 田 治 雄*

Shiro OCHI, Junichi KOSEKI, Yukika MIYASHITA and Haruo SAWADA

1. は じ め に

1.1 背景

2011 年東北地方太平洋沖地震では広域多所で液状化が発生し、その全容が明らかになるまでには多大な時間を要した。将来においても同様な広域液状化被害の発生が懸念される中、その調査・復旧計画を迅速に策定するうえでは、地震後早期の段階で発生箇所を把握することが重要となる。従来の液状化被害地判定は、被災後の航空写真による目視判読が一般的であった。しかし、広域処理のためには、人的資源、費用の制約の点からも、検出精度と処理速度の両面を満足する処理の自動化・標準化が求められる。そこで本研究では、比較的簡便な方法で、専門家と同程度の検出精度を得る手法について検討する。ここでは、千葉県我孫子市布佐・都地区を対象に、検出方法の違いによる検出精度の比較を現地調査結果を踏まえて考察した。

1.2 検討対象箇所の状況

千葉県我孫子市布佐・都地区では、2011 年東北地方太平洋沖地震により液状化が生じた地点と生じない地点が混在して出現した。その概略位置を旧地形図（1928 年測量）上に加筆したものを図 1 に示す（古関ら，2011）。液状化が生じた地点は旧地形図における沼地とその近傍に位置していた。文献（原田，2004）によれば、1870 年（明治 3 年）の洪水で利根川堤防が決壊した際にこれらの沼地が形成され、その後、1952 年（昭和 27 年）から行われた利根川改修による浚渫土砂で埋め立てられた。

液状化による噴砂の発生状況の例を図 2 に示す。これらはいずれも比較的広範囲に噴砂した箇所である。以下の分析にあたっては地点 A、B（図 1）付近からトレーニングエリアを取得した。

2. 方 法

2.1 使用データ

本研究では噴砂の検出に World-View-2（以下 WV2）画像を利用した。表 1 に日本国内で普及している主な高分解

能衛星画像の特徴を示す。観測幅が狭い高分解能衛星画像では、必要地点の撮影が行われるかどうかは、そのタイミングで撮影可能な軌道上に衛星があるかどうかという偶然性にも依存する。本研究では、被災後数日以内で雲量等が少なく分析に利用出来る画像として WV2 に限定された。



図 1 我孫子市布佐地区の過去の土地利用と2011年東北地方太平洋沖地震による液状化地点の分布



図 2 地点 A、B における噴砂の発生状況
(2011 年 3 月 13 日撮影)

表 1 国内で流通している主な高分解能衛星画像

名称	分解能(m) (Pan/Multi)	バンド 数	撮影幅	運用期間	運用機関
World View-2	0.5/2.0程度	8	16km	09年10月～	Digital Globe社(米国)
GeoEye-1	0.5/2.0程度	4	15km	09年2月～	GeoEye社(米国)
IKONOS	1.0/4.0程度	4	11km	00年～	GeoEye社(米国)
SPOT 5	2.5/10程度	4	60km	02年5月～	SPOT Image社(仏)
ALOS(PRISM/AVNIR2)	2.5/10程度	4	70km	06年～11年	JAXA(日本)
Rapid Eye (5機体制)	～/5.0程度	5	77km	08年8月～	RapidEye社(独)

*東京大学生産技術研究所

表 2 WV2 の観測波長帯

バンド	観測波長nm(名称)
Band 1	400-450(Coastal)
Band 2	450-510(Blue)
Band 3	510-580(Green)
Band 4	585-625(Yellow)
Band 5	630-690(Red)
Band 6	705-745(Red Edge)
Band 7	770-895(NIR1)
Band 8	860-1040(NIR2)

分析対象地域は、A 地点（図 1）付近を中心とした 1 km 四方（1 km²）とした。使用した画像データは、① 2011 年 3 月 18 日撮影の被災後 WV2 画像と② 2011 年 2 月 7 日撮影の被災前 WV2 画像である。表 2 に WV2 画像の 8 バンドの観測波長域を示す。各シーンは、解像度 0.5m、8 バンドのパンシャープン (PS) 画像として使用した。PS 画像とは、マルチバンド画像（解像度 2.0m、8 バンド）とパンクロマチック画像（解像度 0.5m）から合成される解像度を高めた疑似的なマルチバンド画像である。また、⑤被災後 PS 画像と⑥被災前 PS 画像を重ね合わせた統合画像（16 バンド）を⑦とした。二つのシーンは撮影視野角度が異なるため、両者の重ね合わせには微妙な位置ズレが生じる。このズレが後の分析で誤分類の原因の一つとなっている。

2.2 処理手順

噴砂地検出手順として、以下に示す 7 種類（A ～ G）の手順で処理し、その検出結果の妥当性、手順の簡便性、再現性を検討した。図 3 に処理手順を示す。

- (A) ⑤被災後画像によるクラスタ分類
- (B) ⑦被災前後統合画像によるクラスタ分類
- (C) ⑧オブジェクト画像によるクラスタ分類
- (D) ⑦による決定木法分類
- (E) ⑧を利用した決定木法分類
- (F) ⑦による最尤法分類
- (G) ⑧を利用した最尤法分類

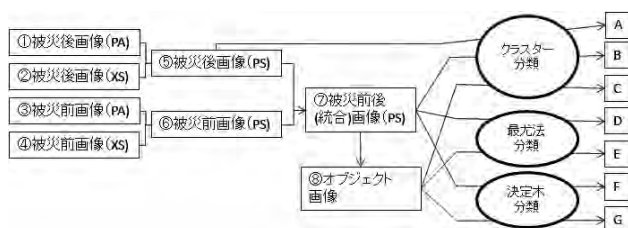


図 3 処理の流れ

オブジェクト画像とは、画像上の均質な領域をひとまとまりの画像オブジェクトとして認識し、元画像を画像オブジェクトの集合体としてとらえたものである。画像オブジェクトごとに統計量を計算し、オブジェクト単位に分類を行うことをオブジェクト指向分類と呼び、高分解能衛星画像で適用事例が多い（越智，2009）。本研究では、画像オブジェクトの生成に、市販ソフトウェア『Definiens Professional 5.0』（Definiens 社製）を使用した。ソフト上で画像オブジェクトの大きさの目安となる SP（スケールパラメータ）は 30 とした。この数値は、一カ所の噴砂発生地点（50m²程度～）が 1 から数個の領域に分割できるように調整しながら決定したものである。



図 4 被災後画像（切り出し）

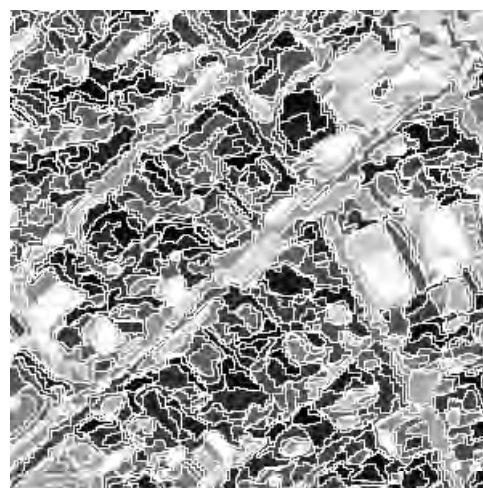


図 5 オブジェクト画像（切り出し）

図 4 は⑤被災後カラー画像（Red=Band5, Green=Band3, Blue=Band2）で、地点 A, B（図 1）を含む地区（約 300m×300m）を切り出したものである。図 5 は図 4 と同じ領域の⑧オブジェクト画像である。

3. 結果と考察

3.1 クラスタ分類

クラスタ分類は、(A) 被災後画像単独、(B) 被災前後の統合画像、(C) 統合画像から作成したオブジェクト画像、の3種類の画像データを分析対象とした。クラスタ分類には市販ソフトウェア『IDRISI Selva』(Clark Lab. 製)によるISODATA クラスタ分類を適用し、ソフト上で出力クラス数は50に設定した。

(A)、(B)の出力画像を重ね合わせ比較したものを図6に示す。(A)では、液状化による噴砂地点(砂)と液状化以前からの砂状土壌の区別ができず、噴砂地点として過大検出された(図6の⑤のみと⑤⑦両方を合わせた部分)。一方、(B)統合画像では、コンクリート面・モルタル状の建築物の一部が液状化による噴砂と同じクラスとして過大検出された(図6の⑦のみと⑤⑦両方を合わせた部分)。誤分類した建築物の一部は、2画像の重ね合わせ時のズレによって生じた部分と思われる。両方同時に検出⑤⑦された領域が液状化による実際の噴砂地点と一致性が比較的高い結果となった。しかし、クラスタ分類では、注目するクラスの出現頻度(面積)と出力クラス数の両方が分類結果に強く影響するため、安定した精度で液状化による噴砂地点を検出するためには、画像全体に対する検出対象の出現頻度を考慮しながらクラス数を調整する必要がある。手順を標準化するためにはより詳細な検討が要求される。

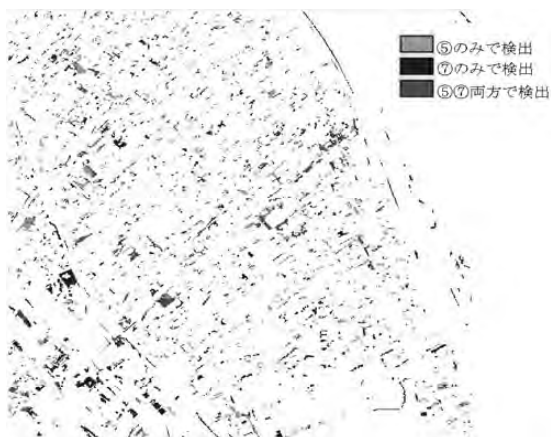


図6 クラスタ分類結果の比較

3.2 決定木法分類

決定木法分類および最尤法分類(次項)を行うため、地点A、B(図1)にある道路上の噴砂地点から計10個の画像オブジェクトをトレーニングエリアとして取得した。2シーン(計16バンド)のスペクトル特性を図7に示す。被災前データは相対的に反射輝度が低い。これは、トレーニングエリアが被災前には道路(アスファルト)であることや、撮影時の気象・大気状態が異なることなどが考えられ

る。図7より、被災後データでは、Band1(図中A1、B1)がBand2(図中A2、B2)より高いこと、Band3(図中A3、B3)がBand4(図中A4、B4)より低いことなどが把握できた。

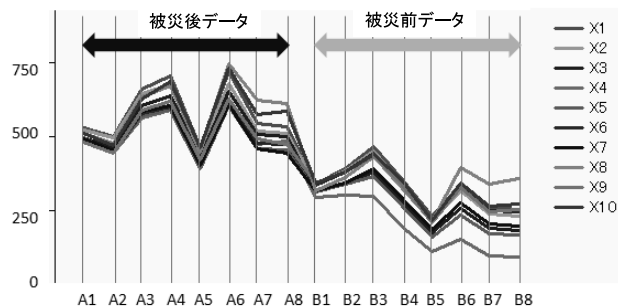


図7 トレーニングデータのスペクトルの特徴

トレーニングデータが示す16バンドの最小値、最大値を利用した簡単な決定木法により噴砂地点を抽出した(図8)。トレーニングエリア自体は正確に検出されるものの、多くの微小領域が誤検出された。また、トレーニングエリア以外での明らかな噴砂地点が検出されなかった。精度の高い結果を得るためには、トレーニングデータの代表性を確認しながらトレーニングエリアを順次増やす必要があるが、同時に過大検出が増大することが予想される。



図8 決定木分類結果

3.3 最尤法分類

前項のトレーニングデータを利用し、最尤法により被災後画像から噴砂地点を抽出した(図9)。最尤法分類には前出の『IDRISI Selva』を利用した。すべてのトレーニングエリアが検出されるようにクラス間最小尤度を調整し0.2とした。検出地点を被災後画像上で確認すると、微小領域の多くが過大検出されているものの、比較的面積が大きい領



図9 最尤法分類結果



図10 最尤法結果（スクリーニング後）

域は噴砂地である可能性が高いと判断できた。そこで、画像オブジェクトの大きさが400ピクセル（100m²）以上の領域のみをスクリーニング（抽出）した（図10）。画像下部の検出領域のいくつかは、現地調査で噴砂の確認ができ

た。またその他の領域も被災後画像上でも噴砂の可能性は高いと判断できた。一方、画像上部地域では液状化が確認されておらず、過大検出と考えられる。ただしこれらの検出領域には裸地や砂利敷き駐車場等が含まれ、地震前後で土地利用の状況が大きく変化した可能性もある。画像上のスペクトル特徴の変化と実際の土地利用形態の変化の形態を詳細に把握する必要がある。

4. ま と め

液状化を原因とする噴砂の検出を自動化・標準化するため、いくつかの代表的な分類手順を比較・検討した。分類方法として、クラスタ分類、決定木分類、最尤法分類をとりあげ、分類対象としての画像をピクセルベースとオブジェクト画像ベースで比較した。結果の妥当性を高めるためには、クラスタ分類と決定木法分類では最尤法に比べ、処理プログラム（ソフトウェア）上でパラメータを調整しながらの作業が煩雑化することが予想される。均一精度で広域を分類するためには、試行した3つの分類法の中では最尤法分類が最も実用性が高いと考えられた。また、また分類画像を領域面積の大きさとスクリーニングすることで分類結果の可読性が向上することから、オブジェクト画像ベースで分類を進めた方が実用性が高まると言える。ただし、トレーニングエリアの代表性の確認方法、スクリーニング手法など、作業の自動化・標準化するためには、より多くの事例検証が必要である。

（2012年5月22日受理）

参 考 文 献

- 1) 原田慶子(2004), 切所沼と我孫子の治水, "我孫子 - みんなのアルバムから - "(みんなのアルバム同好会発行).
- 2) 古関潤一・宮下千花・DENG, J.・荒木裕行・桑野玲子(2011), 東日本大震災による利根川下流域(千葉県我孫子市～香取市)での液状化, 日本地震工学会年次大会, pp.90-91.
- 3) 越智士郎(2009), 画像オブジェクトに基づく高分解能衛星画像での土地被覆分類手法の検討, 東南アジア研究, Vol46, No.4, pp578-592.

高解像度衛星画像を用いた液状化地帯判別の有効性

石川 達也 (東京大学生産技術研究所)

isikawa@iis.u-tokyo.ac.jp,

沢田 治雄 (東京大学生産技術研究所)

sawada@iis.u-tokyo.ac.jp,

<http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp>

1. 序論

1.1 背景と目的

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震(M_J9.0)により、日本は東北地方を中心に甚大な被害を受け、現在も復旧の目処がついていない地域もある。液状化は様々な震災被害のうちの一つで、関東地方を中心に、主に河川や湾に隣接する地域において甚大な被害をもたらした現象である。例として、東京湾周辺においては、少なくとも42km²の面積において液状化現象が発生したという報告がある。このように広大な地域で発生した液状化により、道路や住宅、工業施設や水道施設等の様々な公共設備が被害を受け、一部の地域では未だに復旧の見通しさえ立っていない。

震災被害に対して緊急時の対応や復旧計画の策定を行うには、まず被害地域の範囲や被害程度を把握することが必要不可欠である。液状化被害に対する発生地域の範囲や被害程度の把握は、現在主に二つの手法により行われている。一つは現地踏査で、被害を受けたと思われる地域に直接調査に赴く手法である。この手法は実際に調査員

が被害を見て調査するため、調査地点に関しては精度の良い結果を得ることが可能である。しかし、対象範囲が広がるほど人手と時間が必要となるため、今回の震災による液状化被害のような広大な範囲に亘るものに対しては有効な手法とは言い難い。また、もう一つの手法として航空写真判読が挙げられるが、こちらも広い地域を判読するには人手と時間が必要である上、判読結果が個々人の判読スキル等に左右されやすい。また、使用する航空写真は、可視光域内のスペクトル情報しか活用できないといった欠点を有している。

一方、日本においては、1995年の阪神・淡路大震災以降、様々なリモートセンシング技術が災害予測や事後処理に利用されている。また、衛星画像の撮影技術は進化し続けており、地表を広域かつ高精度で撮影することも可能となってきた。

そこで本研究では、震災に際して、広域に亘る液状化被害の範囲と被害程度を迅速かつ正確に把握する手段として、高解像度衛星画像による判別に着目した。高解像度を有する衛星画像を判別手段として用いることにより、多大な人手と時間の必要性、

結果の個人依存と可視光限定の判別という上記二つの手法の欠点を克服することができると考えた。以上の理由より、本研究では高解像度衛星写真を用いた液状化地域の判別手法の有効性の検証と、その確立を目的として定めた。

また、本研究では、衛星画像処理ソフトとして ENVI を、GIS データセットの編集ソフトとして ArcMap を使用した。

1.2 既往の研究

阪神・淡路大震災以降、我が国ではリモートセンシング技術が様々な形で防災の分野において利用されるようになった。利用方法としては、大きく、災害前の状況の把握と災害発生後の被害状況の把握の 2 通りがある。特に震災に関しては、先述の阪神・淡路大震災を筆頭に、2004 年の新潟県中越地震や 2008 年の中国四川地震、2008 年の岩手・宮城内陸地震等において、リモートセンシング技術による災害予測や研究が活発に行われている。このように防災分野においてリモートセンシング技術の利用が増加した要因としては、各衛星のセンサの空間分解能が近年大きく上昇していることによる精度の向上や、撮影時のポインティング機能の付加による観測頻度の向上が挙げられる。

しかしながら、液状化被害に対してリモートセンシング技術を利用した研究は未だ事例が少ない。その中で代表的なものとしては、2001 年の松岡らの研究が挙げられる。この研究は、1995 年の阪神・淡路大震災の被災地を対象に、液状化を含む各被害の判別を目的に行われたものであり、震災前後に Landsat/TM によって撮影された衛星画

像を比較し、その画素値の違いにより被災地域を判別するといった内容である。この研究においては、大きな地理的スケールでの判別には概ね成功しており、衛星画像による被害地域判別の有効性を示す結果を残している。しかし、この研究において使用された Landsat/TM による衛星画像は、解像度が 30m と日本の一地域を対象とするには低く、地域レベルでの的確な被害対応や計画策定を行うにあたっての有効性は示すことができていない。

また、高解像度衛星画像を用いた被害地域の把握に関するものとして、東北地方太平洋沖地震の津波浸水域の判別を研究テーマとして取り扱った 2012 年の中尾らの研究が挙げられる。この研究では、高解像度衛星画像を用いた自動判読により、高い精度での浸水域の検出に成功している。

本研究では、これらの研究を参考に、震災前後に撮影された高解像度衛星画像を用いて、地域レベルでの高精度な被害地域の検出を目指した。

2. 研究内容

2.1 対象地域

本研究では、対象地域として茨城県潮来市を選定した。

選定の理由として、まずこの地域が東北地方太平洋沖地震による液状化被害を多大に受けているという点が挙げられる。当該地域では震災により発生した液状化による噴砂や地盤沈下によって、道路や電柱、水道等の様々なインフラが甚大な被害を受けている。これは、この地域に埋め立てにより造成された地区が多く含まれていること

や、周囲に河川や水田が多く分布していることに起因しているものと考えられる。

また、この地域では、震災直後(3月17日)に古関教授・清田准教授(共に東京大学)による現地調査が部分的に実施されており、液状化発生地域のある程度の特定制や、当時の被害地域の様子をまとめた資料の作成が為されている(内部資料)。そのため、この現地調査による結果により、衛星画像によって判別された被害地域と実際の被害発生地域の整合性をある程度検証することが可能となっている。このように、今回の手法による判別精度の検証に対して、非常に有効な資料が存在しているという点も、選定理由の一つである。

また、調査結果より、潮来市日の出地区、及び潮来駅周辺が、特に液状化被害が激しかった地区として報告されている(図2-1)。本研究では特にこの二つの地域に注目した。

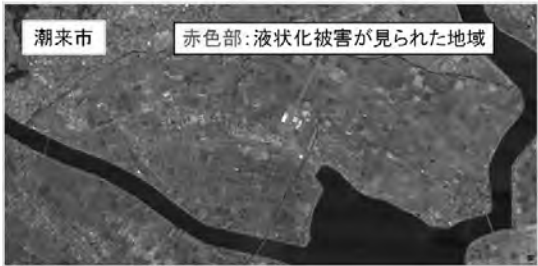


図2-1：古関教授らによる現地調査結果

2.2 衛星画像

本研究では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の前後に撮影された GeoEye-1 衛星画像を用い、震災後撮影されたもので最も早い時期のものと震災前年の同時期に撮影されたものを使用した。表2-1～2-2に各衛星画像のスペック及び撮

影データを一覧する。

今回用いた GeoEye-1 衛星画像は高解像度であり、空間解像度が 1.64m と非常に高いものとなっている。しかしながら、GeoEye-1 衛星は同じ地域を撮影する頻度が低く、今回使用した震災後の画像も、震災発生から 2 週間後のものとなっている。また、震災前の画像に関しても、同年に対象地域を撮影したものが存在しなかったため、季節的なスペクトルの変化を考慮し、前年の同時期に撮影された画像を選択した。

なお本研究では、GeoEye-1 衛星画像において、元画像のデジタルナンバーの最小値を差し引く最低限の大気補正を施し、その後、デジタルナンバーを大気上反射率へと変換したものを使用した。

表 2-1：GeoEye-1 衛星画像スペック

回帰日数	11 日
バンド数	4
解像度(マルチバンド)	1.64m
観測幅	15km
バンド波長域	青:450-510nm 緑:510-580nm 赤:655-690nm 近赤外:780-920nm

表 2-2：GeoEye-1 使用衛星画像情報

撮影時期	撮影年月日	撮影時刻
地震前	2010 年 3 月 13 日	AM 10:25
地震後	2011 年 3 月 26 日	AM 9:55

2.3 研究フロー

本研究では、高解像度衛星画像を用いた液状化発生地帯の判別手法の有効性を検証

するにあたり、大きく 3 つの活動を連携して行う。以下に 3 つの主要活動の概要を説明する。

1. 衛星画像解析

本研究の根幹となる活動である。

先述の GeoEye-1 衛星画像及び RapidEye 衛星画像を用いた画像解析を行うことにより、高解像度衛星画像を用いた液状化地帯判別の有効性を示すことを目的とする。最終的には、対象地域の液状化発生地帯を可能な限り人の手を使わず速やかに精度よく検出する手法の確立を目指す。

2. 計測実験

衛星画像解析によって検出された液状化発生地帯のスペクトル特性の妥当性を、室内及び現地にて、スペクトルメータを用いてそのスペクトル特性を計測、比較することによって検証する。

また、衛星画像解析に必要なデータ収集も目的の一つとする。

3. 現地調査

衛星画像解析によって液状化発生地帯と判別されたエリアと、実際に液状化が発生したエリアとの整合性を、現地へ赴きヒアリングを行うことによって情報を収集し、検証する。

研究の流れとしては、まず目視判読による画像解析により、高解像度衛星画像による液状化地帯の判別が可能であることを示し、液状化発生地帯の分布図を作成。その後、実験や聞き取り調査等によって得られたデータを活用しつつ、半自動的な判読による液状化地帯判別手法の確立を目指した。

3. 画像解析(目視判読)

液状化発生地帯を衛星画像で判別する際に、最も有効な指標として噴砂が挙げられる。噴砂とは、液状化発生の際に地中から地上へ噴き出してくる砂であるが、これが地上にある物体を覆うことによって、衛星画像上では画素値に大きな変化が現れるものと考えられる。

本研究では震災後の噴砂を抽出する際の指標として、当該地域の道路に着目した。道路の、特にアスファルトの部分は、基本的に同一画像上ではほぼ一律の画素情報を有していると考えられる。対象地域における噴砂は道路を激しく覆うほどに発生しているため、道路を指標として噴砂を判別することで、液状化地帯の判別が可能であると考えられる。

本研究では、目視による道路画素抽出に加えて、道路位置情報を取得しマスキングに利用することで、道路画素抽出の精度向上を図った。マスキングに利用する道路位置情報サービスとしては、OpenStreetMapに着目した。OpenStreetMap(以下 OSM)は、誰でも利用できるよう、フリーの道路地図などの地理情報データを作成することを目的としたプロジェクトである。この OSM により提供されている道路位置情報データを、閾値によって道路画素を抽出した画像に重ねることにより、精度の良い道路マップを作成可能であると考えた。

そこでまず、OSM より本研究の対象地域の道路位置情報データを取得。その後、ピクセルサイズの調整やラスタ変換等の処理を行い、今回のマスキングに使用する画像

を作成した(図 3-1)。この画像を目視による閾値によって抽出した道路画素抽出画像に重ねて作成した画像が図 3-2 である。

震災後の画像にて道路上の噴砂画素のサンプルを目視により抽出し、それによって噴砂画素の閾値を決定(表 3-1)。その後、閾値によって抽出された画素に、目視による閾値と OSM によって作成した道路画素抽出画像を重ねることにより、道路上の噴砂画素の高精度な検出を目指した。結果を図 3-3 に示す。なお、図において検出された噴砂判別画素は黄色で示している。

OSM を利用することにより、精度の高い道路画像の作成に成功した。その結果、この道路画像を用いて噴砂画素を検出した図 3-3 の画像では、液状化発生地域を集中的に検出することができている。OSM は未だ整備途上の段階であり、将来的に道路位置情報の改善が成される可能性が十分に考えられ、OSM のマスキングへの利用は非常に有効なものと考えられる。本研究では目視による閾値と OSM を併用したこの結果を、半自動的な判別手法を検証する上での一つの指標とすることとした。

表 3-1：噴砂画素反射率閾値(%)

2011	Red	Green	Blue	NIR
Max	15.07	11.27	8.97	21.38
Min	10.86	7.33	5.56	13.30



図 3-1：OSM による道路位置情報



図 3-2：目視判読と OSM を併用した道路画素抽出結果

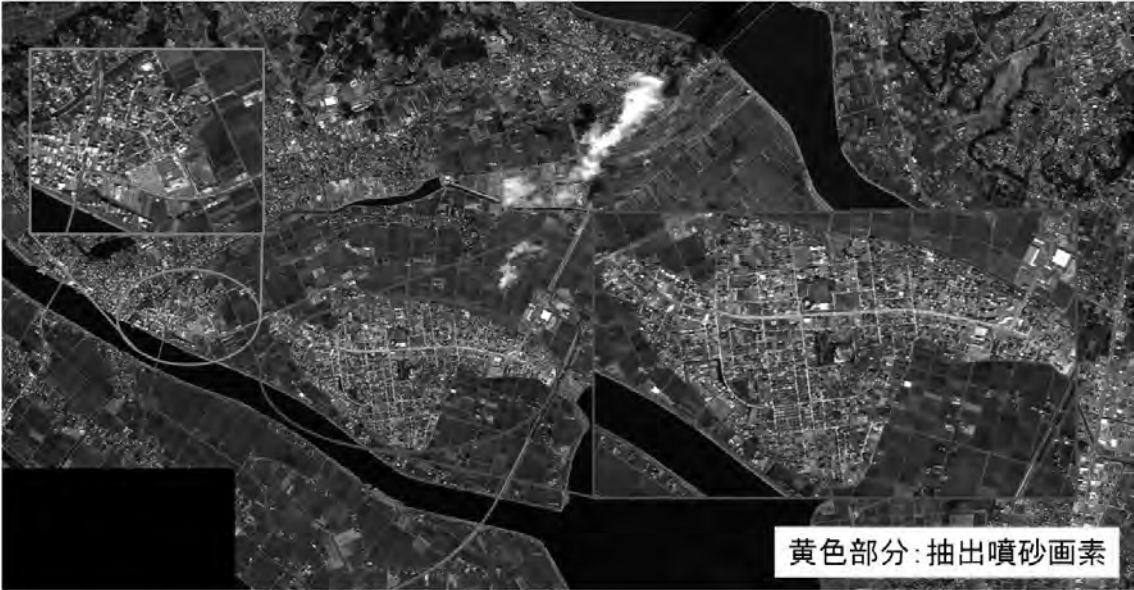


図3-3：目視判読による噴砂画素検出結果

4. 計測実験と現地調査

本研究では以下の 2 点を目的として、スペクトルメータによる計測実験を行った。

- スペクトルメータによる計測によって得られた反射率データを衛星画像データと比較することで、噴砂として検出された画素データの妥当性を検証する
- 計測データより、衛星画像判読に反映させる噴砂のスペクトル特性を得る

室内及び現地にて砂試料及び道路の反射率を計測した結果が図 4-1 である。また、図 4-1 では、衛星画像上での道路画素値の反射率と計測による道路反射率を基準として補正をかけることにより、砂試料の計測反射率データと目視判読時の衛星画像上での噴砂判別画素値の関係性が表されており、検出された画素が噴砂のものとして妥当であることが示されている。

また、現地市役所にてヒアリングを行うことにより、以下のことが確認された。

- 道路上における噴砂分布はほぼ検出結果と整合
- 実際の災害時において、衛星画像を用いた即時的広範囲な状況把握は有用

以上の 2 つの検証により、目視判読により衛星画像上で噴砂として検出された画素の妥当性と、噴砂が発生したとして判別された地域と実際の状況との整合性が示されたと言える。

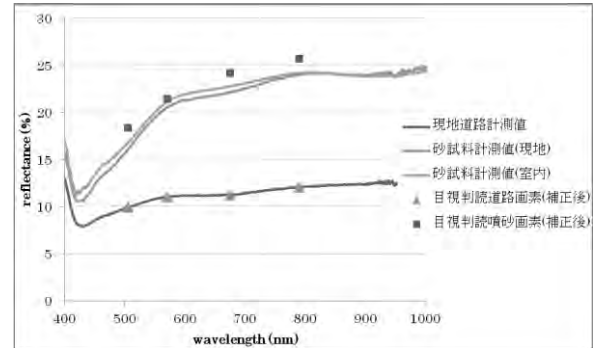


図 4-1：道路画素を基準とした補正後の各画素値と計測値の比較

5. 画像解析(自動判読)

衛星画像による液状化被害地域の自動判別を行う際、本研究では ISODATA 法による教師なし分類を利用した。ISODATA 法によるクラスタリングを、まずは対象地域に、OSM による道路位置データによるマスキングを施しただけの状態で行った。その結果、道路位置データ上の画素は 6 つのクラスタに分類された。

噴砂画素の自動判別手法に ISODATA 法によるこの分類結果を利用するためには、まず各クラスタの特徴を検証し、噴砂画素として分類されたと考えられるクラスタを何らかのデータに基づき自動的に特定することが必要である。本研究では実験計測によって得られたデータのフィードバックを行うことにより、クラスタの特定を行った。

分類された道路データ内の各クラスタの反射率平均値と、現地砂試料の計測値に補正をかけた反射率を比較した結果が図 5-1 である。図より、計測値の傾向に最も整合しているのはクラスタ 5 であることがわかる。そこで本研究ではこのクラスタ 5 を噴砂クラスタとして選択した。

また、判読精度向上を目的としたフィルタリング条件を、計測結果より得られた現地砂の反射率特性より設定した。まず、計測により得られた現地砂試料の反射率特性として、短波長域から長波長域に移るに従い反射率も上昇するという傾向、及び短波長域と長波長域における反射率の大きな差が挙げられる。

また、図 5-1 では、実際の砂試料計測画素に比べ、クラスタ 5 の反射率は赤色域及び近赤外域において高いものとなっていることから、クラスタ 5 内の NDVI に注目し(図 5-2)、実際の計測結果や画像上の反射率と照らしあわせて閾値を設けた。

以上の検証結果より、フィルタリング条件を設定し、道路画像によるマスキングに加えてフィルタリングを施し、ISODATA 法による教師なし分類を行った結果が図 5-3 である。

図 5-3 では、日の出地区や潮来駅周辺といった被害地区の噴砂判別画素が重点的に検出され、目視判読による参考結果との一致率は 80%であった。このことから、

本手法による自動判読は有効であると考えられる。

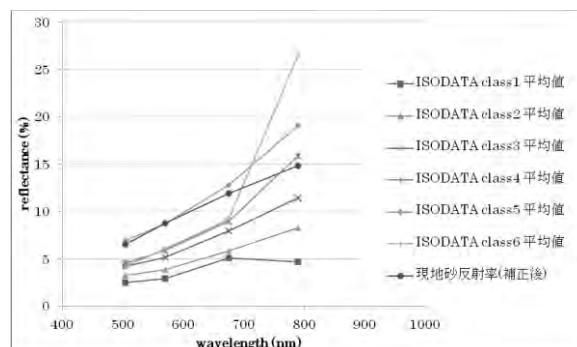


図 5-1 : ISODATA 法による各クラスタの平均反射率と計測反射率比較

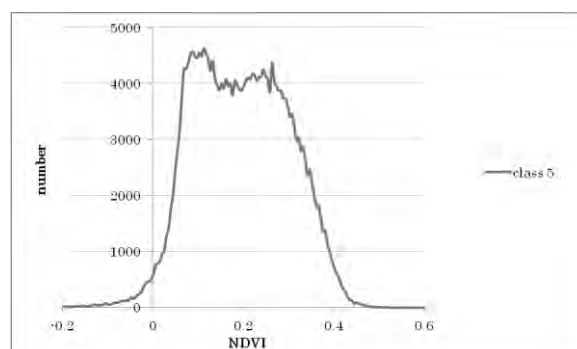


図 5-2 : クラスタ 5 内 NDVI とその画素数

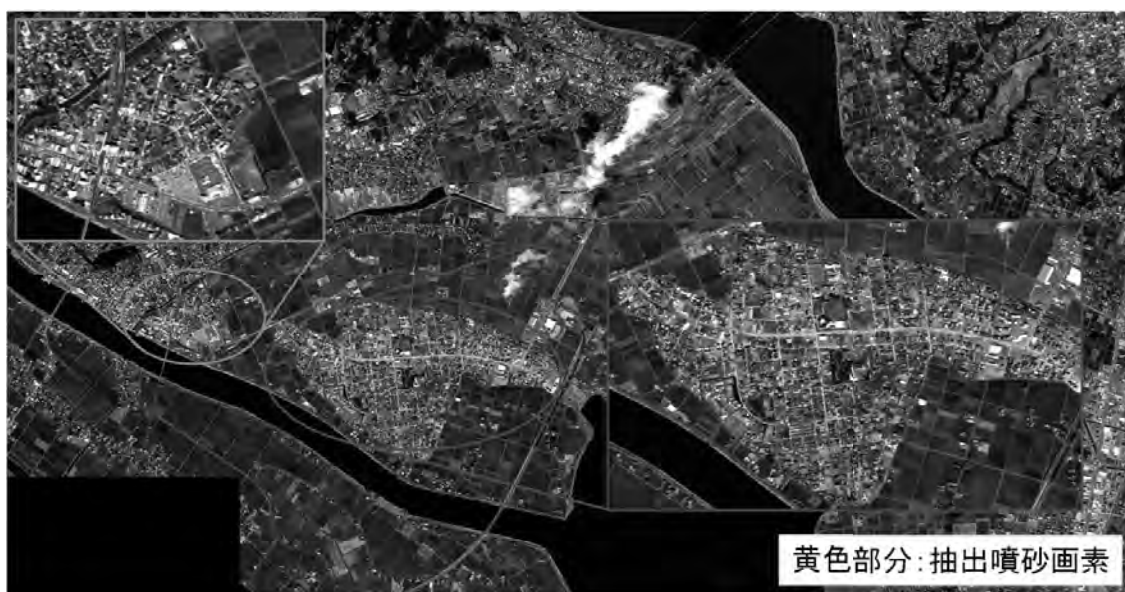


図5-3: フィルタリングしたISODATA法による自動検出結果

6. 結論

6.1 本研究の成果

本研究では、リモートセンシング技術を用いた、震災後初期段階での液状化地帯の判別手法を示し、その有効性を検証した。

以下に本研究の成果を示す。

- 高解像度衛星画像(GeoEye-1)による地区レベルでの液状化地帯判別が可能であることを示した
- 道路上の噴砂を液状化地帯判別の際の指標とする判別手法の有効性を示し、**OpenStreetMap** をマスキングに使用することによる精度の向上を示した
- 計測実験によって得られたスペクトルデータのフィードバックによって、教師なし分類における利用クラスタの決定及びフィルタリング条件の設定を行い、結果として液状化地帯の半自動的判別の精度の向上に成功した

6.2 今後の課題

本研究によって得られた成果を踏まえ、今後試行されるべき課題を以下に列挙する。

- 災害直後(1~3 日後)の衛星画像で、**GeoEye-1** 級の解像度のものを取得し、噴砂画素内でのスペクトルの違いと実際の噴砂量の関係を調べることで、含水率による噴砂のスペクトル特性の変化をフィードバックさせることが可能かどうか検証する
- **OpenStreetMap** の整備を推進し、道路位置情報をより正確なものとする
- 液状化発生が予測される地域において、その地域の土壌のスペクトル情報を確保・整備しておく
- 本研究で茨城県潮来市のみを対象とし

て行った液状化地帯の判別が、他の地域においても適用可能か否かを検証する

- 道路以外の判別指標も組み込み、被害地域のより詳細な把握を目指す

参考文献

多賀直恒, 城野博, (2006). “衛星画像を用いた災害の被害情報の取得と活用” 福岡大学工学集報, 第 77 号, pp.83-95.

松岡昌志, 山崎文雄, (2001). “1995 年兵庫県南部沖地震での建物被害地域における人工衛星 SAR 強度画像の特徴” 日本建築学会構造系論文集, No.546, pp.55-61.

石出貴大, 山崎文雄, (2010). “ALOS/AVNIR-2 画像を用いた 2008 年岩手・宮崎内陸地震における斜面崩壊の検出” 日本地震工学会論文集, 第 10 巻 3 号, pp.12-24.

多賀直恒, 城野博, (2007). “地震被害把握における衛星画像処理と活用” 福岡大学工学集報, 第 78 号, pp.23-34.

三浦弘之, 翠川三郎, (2007). “高分解能衛星画像と数値標高モデルを用いた 2004 年新潟県中越沖地震での斜面崩壊地の検出” 日本地震工学会論文集, Vol.7, No.5, pp.1-14.

松岡昌志, 山崎文雄, 翠川三郎, (2001). “1995 年兵庫県南部地震での被害地域における人工衛星光学センサ画像の特徴” 土木学会論文集, No.668/ I -54, pp.177-185.

小川直樹, 山崎文雄, (2000). “航空写真を用いた兵庫県南部地震における建物被害の目視判読” 地域安全学会論文集, Vol.2, pp.119-128.

三富創, 松岡昌志, 山崎文雄, 谷口仁士, 小川雄二郎, (2002). “航空機 MSS の多バンド画像を用いた 1995 年兵庫県南部地震の建物被害地域の抽出” 第 11 回日本地震工学シンポジウム, pp.2323-2328.

中尾悠士, 沢田治雄, (2012). “高分解能衛星データをを用いた津波浸水域把握手法の開発” 生産研究, Vol.64, No.4, pp.455-459.

吉見吉昭, (1991). “砂地盤の液状化” 技報堂出版,

RapidEye 画像による液状化噴砂の検出手法の検討

東大生研 ○越智士郎・石川達也・宮下千花・古関潤一・沢田治雄
日本スペースイメージング 李雲慶

1. はじめに

3.11 東日本大震災では関東地方でも様々な地震被害が発生した。中でも液状化被害は東京湾沿岸や利根川に近い低地帯で多数発生し、ライフラインが深刻なダメージを受けた地域も多い。

衛星画像により液状化被害を把握する目的は、震災後速やかに被害の実態とその空間的な広がりを把握することにある(越智他 2012)。東日本大震災後の液状化被害の調査では、震災の数日後に撮影された航空写真の目視判読により液状化(噴砂)被害地を識別し、現地調査の情報とすりあわせながら、被害地の特定が行われた。しかし、被災後画像を単独に用いる方法では、被災前後での地表面状態の変化が考慮されず、また被災後から撮影日までの時間差により、被災現場が片付けられるなどして、液状化被害地の識別精度は高いとは言えない。

本研究では、地上分解能が約 5m でありながら、5 機の運用体制で撮影周期の短い RapidEye 衛星画像を利用して、液状化被害地(噴砂)の検出方法を検討する。

2. データ

2.1 Rapideye 衛星画像

RapidEye 衛星は、同一仕様のセンサ(表 1)を搭載した衛星 5 機で運用されており、解像度約 5m で時間解像度の高い撮影を行っている。東日本大震災後 10 日以内の北関東地域を撮影した画像で、比較的雲量が少ないのとして、2011 年 3 月 12 日、3 月 17 日、3 月 19 日の 3 シーンが入手可能であった。地上分解能が 0.5m 程度の GeoEye 画像や WorldView2 画像では、同じ期間内に北関東地域で入手できる画像は、地域内の一部の地域に限られる。RapidEye 画像を利用することで広域での液状化被害状況の把握が可能になることが期待される。図 1 は 2011 年 3 月 12 日撮影の画像である。画像下方部に雲・霞がかかり一部不鮮明となっている。

表 1 RapidEye 衛星センサの特徴

衛星運用者	RapidEye 社(ドイツ)
打ち上げ日	2008 年 8 月 29 日
回帰日数	5.5 日
再訪日数	毎日
波長域	青(440-510nm) 緑(520-590nm) 赤(630-680nm) レッドエッジ(630-680nm) 近赤外(760-850nm)
地上分解能	6.5m(製品分解能 5m)
撮影幅	77km
情報量	12 ビット

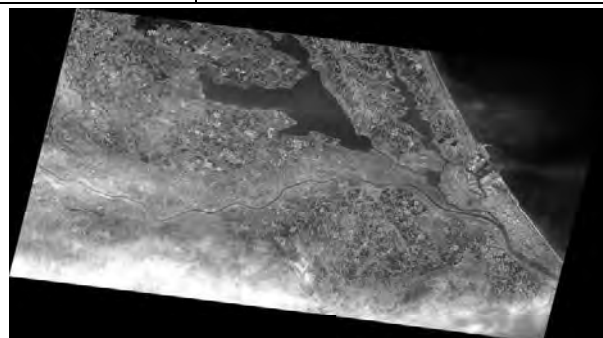


図 1 RapidEye 画像(2011 年 3 月 12 日撮影)

2.2 道路マップ

今回は道路上の噴砂の検出を主目的として研究を進めた。道路マップには OpenStreetMap (OSM)を利用した。OSM は、フリーの地理情報データを作成することを目的としたプロジェクトで、自由に利用する事が出来る。ただし、市街地を中心にデータが整備されているため、市街地以外の地域では記載されていない道路も多い。

3. 分析方法

本研究におけるデータ処理の流れを図 2 に示す。RapidEye 画像は Level1B データで位置精度が高くないため、位置精度の高い GeoEye 画像(マルチスペクトル・地上分解能 2m)に重ね合わせるこ

を目的に、UTM 座標系への座標変換、画像マッチングによる幾何補正、リサンプリングを行った。また、被災前後での地表面の状態を比較するため、被災前画像(2010 年 9 月 3 日撮影)と被災後画像(2011 年 3 月 12 日撮影)の合成画像を作成し、クラスタリング分類を行った。その後、GeoEye 画像で作成された噴砂地画像をトレーニング除法として、噴砂地クラスを特定した。最後に、道路領域マスクをかけ、RapidEye 画像による噴砂地画像とした。



図2 データ処理の流れ

4. 結果と考察

図3は噴砂被害が多く見られた被災地に RapidEye 画像である。分解能 0.5m の GeoEye 画像に比べ、市街地内の道路と住宅の区別が見分けにくく、クラスタリング分類では、道路と住宅が混在して分類される結果となった。図4(左)は GeoEye 画像で作成した噴砂地画像である。この画像をトレーニング情報として、クラスタリング分類された RapidEye 画像から噴砂クラスを抽出した。GeoEye 画像に比べ過小な検出結果となった。図5は道路マスク後の検出結果である。広域に展開する場合は道路マスクが存在しない地域もあり、噴砂地クラスの段階で閾値の調整が重要となる。クラスタリング分類で使用するパラメータの設定法などが標準化できれば、トレーニング情報無い場合でも適用できると考えられる。



図3 RapidEye 画像(被害地)



図4 GeoEye 噴砂地(左)と
RapidEye による噴砂地クラス(右)

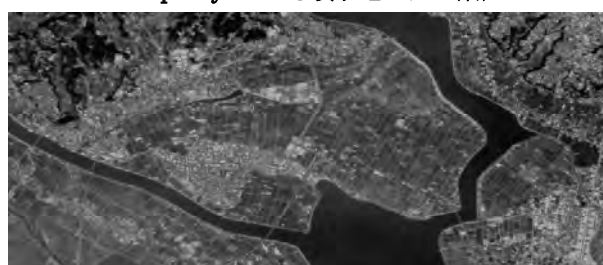


図5 道路マスク後の RapidEye 噴砂地画像

謝辞：本研究は、科学研究費（挑戦的萌芽研究）助成事業「地震前後の衛星画像による広域液状化発生範囲の早期把握手法の開発」の一環として行われた。現地調査等をお手伝いいただいた関係者の皆様のご協力に感謝いたします。

参考文献

越智士郎・古関潤一・宮下千花・沢田治雄, 高分解能衛星画像を利用した液状化噴砂地の抽出, 生産研究(東京大学生産技術研究所), VOL.64, No.4, 25-28, 2012

Review of activities on remote sensing for the Great Earthquake and tsunami in Japan

Haruo Sawada

Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Tokyo, Japan

Abstract

Thousands of digital aerial photos were taken by private survey companies after the Tohoku Earthquake, conducted under the special agreement in case of disaster between GSI (Geospatial Information Authority of Japan) and the air-survey group of Japan. While these pictures were exceedingly useful in identifying damage levels of the tsunami by visual interpretation, the process of interpreting the whole damaged area required plenty of time and manpower. Meanwhile, with regards to satellite remote sensing data, International Disaster Charter (IDC), together with Sentinel Asia, made contributions, offering few thousand or more satellite images. JAXA continuously produced PALSAR images of inundation caused by tsunami until the satellite stopped its operation in April 2011. High-resolution satellite images were used in identifying the damages, with the comparison of pre- and post- quake images enabling us to identify the reality of the destruction. In such ways, remote sensing data hold potential in the field of large earthquake disaster management. However, their products were seldom used in tsunami damaged sites. These real situations have shown us the importance of appropriate preparation for making remote sensing data useful to a large tsunami disaster.

Keywords: the Tohoku Earthquake; aerial photography; satellite remote sensing; tsunami

1. Introduction

The Great M9.0 Tohoku Earthquake, occurred on 11 March 2011, was the biggest earthquake known ever to have hit Japan. It directly devastated buildings, houses, dams, railways, roads and other vital infrastructure, as it triggered the huge tsunami that reached heights of up to 40 meters. The disaster gave direct and serious damage to eleven prefectural governments. According to the report by the National Police Agency on 5 September 2012, the number of the dead, missing and injured totalled 15,870, 2,846 and 6,110, respectively. The number of those missing indicates the

destructive power of the tsunami and characterizes the event of the Tohoku Earthquake. The number of fully, half and partially collapsed residential houses were 129,291, 264,004 and 725,918, respectively. In addition, 63,574 non-residential houses were also damaged. Serious destruction of roads, bridges, railways and levees were reported 4,200, 116, 29 and 45 places, respectively. Out of 300km of coastal levees, approximately 190km was damaged. Various remote sensing data have been introduced for the purpose of gathering information for damage assessment (H. Sawada 2012, Tonooka 2011). The data

was also applied in rehabilitation plans. This report summarizes how remote sensing data were used for the Tohoku Earthquake and presents lessons learned and recommendations for improvement in operational use of remote sensing technology.

2. Aerial photography

2.1 Aerial photogrammetry

In 2005, GSI (Geospatial Information Authority of Japan) signed a contract with APSAT (Association of Precise Survey and Applied Technology) on taking emergency aerial photographs. Forty-four minutes after the earthquake hit Tohoku, GSI called APSAT, unofficially asking them to stand ready for shooting. Then, ten minutes later, GSI officially requested for emergency aerial photographs (Tanioka et al. 2011). Following this call, APSAT immediately contacted the 22 contracting survey companies to fly over to Tohoku. However, because both GSI and APSAT offices were located in the damaged areas, the telephone line between the two was unstable, with only one-way communication from GSI to APSAT available. The survey airplane had to fly for a longer distance, about 250km to 550km, from the base airport because Sendai Airport, the main airport in the Tohoku area, had also been destroyed by tsunami. The next day, six survey companies immediately started taking aerial photos according to the agreement with GSI, and within two days covered majority of the damaged area of about 4,820 km². Unfortunately, due to weather conditions, the crew had to wait until on March 19 to cover 100% of the tsunami damaged area.

2.2 Distribution of aerial photos

GSI owns an aircraft called KUNIKAZE for aerial photographing use, but the plane happened to be under periodic inspection until the end of March 2011. Therefore, it was not until April 1st that GSI could start flying KUNIKAZE.

Aerial photos were taken by digital and conventional cameras, depending on their availability suitable for 1/10,000 scale images. The geocoded photos (with Japanese coordinate system) were distributed via GSI website. On the next day of shooting, these aerial photos were converted to orthophotos and opened to public via website in digital format with 50cm resolution. Printed images were applied for governmental use. Furthermore, higher-resolution digital images were available upon request.

2.3 Products and other activities by GSI

Our staffs and students interpreted the tsunami lines on the orthophotos immediately after GSI opened them on the web and started offering the “tsunami aerial photo map” with 1/10,000 scale. The major key for interpretation was debris (Kishi et al. 2012). Few weeks later, GSI published a tsunami affected area map with 1/25,000 scale (Masaharu and Nagayama 2011).

The ground level is important information for rehabilitation of the area. Seven survey companies used LiDAR to create DEM with 5m spatial resolution conformed to the contract with GSI in emergency. The total mapping area of the seven flights was about 10,980km². Ground sinks caused by the earthquake were found in numerous coastal areas, further worsening the tsunami aftermath. Therefore the new control point survey was required for making new geographic maps in this region.

Mukouyama et al. (2011) mentioned that a tsunami simulation was useful in quickly and accurately identifying the damaged areas on remote sensing images. However, lack of machines and electric power made their work difficult because their office was also damaged by the earthquake and electricity was limited under governmental control. The lesson to be learned is that we must think of ways to continue operations under crisis, particularly in the rescue phase of a disaster.

Aerial photo survey was conducted again through May to November 2011. These aerial photos have often been used by the local governments and residents as an important information source for damage assessment and rehabilitation plans. GSI provided base maps with the scales of 1/25,000, 1/50,000 and 1/200,000. The digital web mapping system on the web was also introduced for further uses.

GSI dispatched a team to the Cabinet Office to serve at the “Emergency Mapping Center” for six weeks. Another team (TECFORCE), equipped with large printing systems, was sent to Sendai City in Tohoku, to help the disaster management center by distributing aerial photos and their products (Furuya et al. 2012).

3. Satellite data

3.1 Capability of satellite data

Satellite images were extremely helpful in over-viewing the whole picture of tsunami damages along the coastal lines of 600km (Nakajima 2011), even over Fukushima where the troubles of atomic power plants caused much severe conditions and only the UAV could take aerial photos (Yamazaki 2011). The text analysis of the news reports for two weeks showed that the word “satellite image” was

used in 1.3% of news and, in contrast, the word “aerial photo” was used in only 0.04% of news (Y. Sawada et al. 2012; 2012b).

Flood water brought by tsunami remained in a wide area of rice fields and other agricultural lands for a long period of time. Satellite images made large contributions in mapping these inundated areas. Even MODIS was useful to detect tsunami debris (Aoyama 2012).

High-resolution satellite images were particularly useful in identifying damages. The GeoEye image with 50cm resolution detected debris caused by the tsunami. Its object-type classification, combined with elevation data, enabled us to semi-automatically delineate the tsunami affected areas (Nakao and Sawada 2012; 2012b).

The effective comparison of pre- and post- quake images helped us to easily identify damage situations (Ishidate et al. 2011). Therefore, we strongly suggest that the image dataset of the usual, non-emergency conditions be developed and stored as database nationwide. While remote sensing data have much potential for large earthquake disaster management, the Tohoku Earthquake has clearly shown us that appropriate preparation for remote sensing data is a crucial matter.

3.2 Private survey companies

In response to the tsunami disaster, the industry-government-academic group was formed as Emergency Mapping Team and the Emergency Mapping Center (EMC) was established at Cabinet Office in order to standardize the situational awareness at the national level (Furuya et al. 2012).

Beside this activity, private survey companies conducted their contribution

activities. The Asia Survey Corporation reported that the pan-sharpen AVNIR-2 image was highly useful in identifying large buildings washed away by tsunami; nevertheless identifying the damage levels of the remaining buildings was not an easy task. The Hitachi Solutions Corporation offered both the Cabinet Office and local governments GeoPDF files which were mapped from QuickBird, WorldView1 and 2. The Image One Corporation used Radarsat-2 to show the land cover changes and damages to fisheries caused by tsunami. The Japan Space Imaging Corporation started the formulation of emergency structure, successfully obtaining satellite images: e.g. COSMO SkyMed on 12 March, GeoEye-1 on 13 March and IKONOS on 12 March (Li et al. 2011). While the state of emergency continued until the end of April 2011, the KKG (Kokusai Kogyo Group) presented aerial and satellite images, other data and tsunami simulation CG videos. PASCO Corporation showed panoramic photos, inundation map derived from TanDEM-X, TerraSAR-X, EROS-B images, topographic change maps and other information related to nuclear power plant problems.

Some survey private companies offered their remote sensing data and products through internet. For example, the Asia Survey Corporation used the LVSquare for providing aerial photos, airborne LiDAR data, SAR data, geographic maps and snapshots of the ground (Ogawa et al. 2011).

4. International activities

4.1 IDC: International Disaster Charter

IDC stands for: “the Charter on Cooperation to Achieve the Coordinated Use of Space Facilities in the Event of Natural or

Technological Disaster”. IDC aims at providing unified system of space data acquisition and delivering them to those affected by natural or man-made disasters through Authorized Users. Each member agency has committed its resources to support the provisions of the Charter and thus helping to mitigate the disaster effects on human life and property. Established in 1999, IDC started its activities in 2000. JAXA, as the Japanese representative, participated in 2005, and the number of participating institutions has now reached 21 organizations in 2012. There are tens of requests every year from various regions. Looking back at 2011, thirty-one actions were taken, including that for the Tohoku Earthquake.

4.2 IDC Activity for Tohoku Earthquake

JAXA requested IDC to activate emergency observation on 11 March 2011. Few days later, the following IDC products appeared on the web: WorldView (33 products), RapidEye (32 products), SPOT (17 products), Landsat (9 products), TerraSAR-X (9 products), GeoEye (8 products), IKONOS (7 products), QuickBird (4 products), Radarsat (4 products), Formosat (1 product).

The images were observed from on 12 March to 14 April 2011. In total, 94 satellite image maps were uploaded on the website and high-resolution images came to be frequently used. The actual observation dates differed by each satellite system; WorldView: 6 days, SPOT: 3 days (12 to 14 March), RapidEye: 2 days (12 and 13 March), IKONOS: 2 days (12 and 14 March), and GeoEye: 2 days (13 and 19 March). Over 5,000 satellite images that were not uploaded on the web were also sent directly to JAXA. These images were the true success

of the IDC program. Its timing is also worthy of note. As one of the many examples, the SPOT image of 12 March was uploaded on the website the following day, already processed as an image showing the tsunami damages with the scale of 1/100,000 (Charter call ID359, Product No. 05). It is exceedingly quick compared with the average of 7.8 days in IDC in last ten years.

4.3 Use of IDC products

Although there was huge demand for maps indicating damaged zones, only very few were actually available. Hand-drawn maps often had to be used to show damaged sites at the local offices. Regrettably, IDC products were hardly used by local government or volunteer staff on site for the following reasons:

- The name of IDC not recognized enough by local government. Even ALOS was seldom known by local government (Kakuta et al. 2012)
- Printed images not available (Since no electric power was supplied, printing-out was not possible at the time.)
- Only English language shown on maps (labels need to be transliterated into Japanese)
- Awkward data access: Difficult to reach the digital images (On the other hand, GSI ortho-photos were available on the web)

We faced many challenges in introducing the IDC products directly to the local government. If only had there been volunteers to transliterate English into Japanese right after the publish, these products would have been very helpful. Otherwise, the products are only useful to English-speakers who are away from the disaster site with no limitation for electricity use or Internet access. In addition,

we felt that the duration period of IDC activation was much too short -- most of the emergency observation activities were ceased within a few weeks. We particularly felt so after the ALOS stopped its operation in April 2011. In case of huge disasters, government should have some agreement with foreign institutions to continue satellite observation for a certain period of time. And the agreement must be signed ahead of the disaster.

5. Actions of Japanese remote sensing organizations

5.1 Satellite observation

JAXA played an important role in supporting the Cabinet Office disaster management center, providing not only diverse satellite data, but also offering satellite communication system to both the Cabinet and local governments (Takahashi et al. 2011).

JAXA revised the ALOS operation soon after the earthquake, thereby offering about 450 scenes during 72 paths (Ishidate et al. 2011). On 12 March, JAXA brought into the Cabinet Office seventy satellite geographic maps that had been produced by overlaying digital maps on existing ALOS images. After emergency observations by ALOS, satellite images and products (e.g. statistical information about tsunami inundation areas) were uploaded on their website 33 times. The inundation map produced from the AVNIR-2 on 12 March, along with the pre-event PRISM image and the inundation map that derived from FORMOSAT-2, were also released only two days after the earthquake.

The GeoGrid opened up a website from on 1st April to 16 July 2011, to offer ASTER image data and information derived from ALOS data. ASTER images are often

used in Japan now because no other Japanese satellite has such high-resolution sensors to observe land cover.

5.2 Damage assessment

The total thirty-three times of uploads on the JAXA website included images from each satellite as follows: PRISM: 3 times, AVNIR-2: 17 times, PALSAR: 17 times, TerraSAR-X: twice and RapidEye: once. Most of them showed tsunami damages. JAXA also provided pre-disaster satellite images and the comparison of pre- and post-disaster images clearly showed the tsunami damage situations. As for other events, liquefaction, for example, was reported 10 days later.

AVNIR-2, being an optical sensor, is often affected by cloud and atmospheric conditions. Nevertheless, its images under good weather clearly demonstrated the tsunami impact. Cyclic satellite observation, equipped with high-resolution optical sensors, was useful in monitoring the aftermaths.

Coastal pine forests were very popular in Japan and created scenic beauty in Tohoku. Sometimes, their widths were wider than 300 meters and worked for protecting winds and sands from sea side. Tsunami destroyed these forests as well as seawall. Forestry Agency conducted an assessment of their damages by field survey and satellite image processing. Comparison of Landsat images between pre- and post- event clearly showed the damage levels of coastal forest caused by the tsunami (Ochi et al. 2012).

6. Synthetic Aperture Radar (SAR)

6.1 SAR data

SAR is considered a good tool to observe ground even in bad weather condition.

COSMO-SkyMed, Terra-SARX, TanDEM-X, RADARSAT-2, and ALOS X, C and L band satellite SAR data were available when the Tohoku Earthquake happened. Radar data were often used to delineate inundated areas caused by the tsunami. The TerraSAR-X of StripMap mode with 3 m ground resolution well identified the inundated area (Yoshikawa et al. 2011). SAR data has high potential to provide the damage information with appropriate timing.

6.2 PALSAR

Since PALSAR is little affected by cloud and haze, it was effective in capturing the inundation areas. JAXA sent these inundation data to the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries every week. SAR however, faced some difficulty in clearly detecting the tsunami damaged areas. Since the quake struck in early March, an off season for paddy fields, the inundated agricultural fields were identified as tsunami damaged areas. But then, how can the damaged areas during the paddy growing season be distinguished? Analysis of PALSAR conducted by JAXA indicated that the flooded area was only a half of the damaged areas. Therefore, further study is required to detect tsunami affected urban or residential areas. That improvement makes the information more helpful for rescue purposes in cities, in addition to monitoring damages in farmlands.

6.3 Floating objects

Huge amount of floating debris were carried to the ocean by the tsunami. JAXA explained on 23 March that PALSAR was useful in precisely detecting drifting objects, applying the data of 13 March 2011. They explained that the image helped to navigate ships to take their routes. As

mentioned before, one tragic feature of the tsunami disaster is the large number of missing people. On hearing the news that a dog was found at sea after three weeks surviving on a floating object, we, as well as many others, came up with the idea of applying latest image from PALSAR or other remote sensors to detect floating objects for rescue purposes. Even in the case of ships, image of ten days before is not good enough to find safe routes.

These stories showed that it would be meaningless to determine only the potentiality of remote sensing data for disasters. Data obtained by remote sensing is extremely useful as practical information. Therefore, we strongly recommend the disaster management groups create an operational way in processing and delivering satellite remote sensing data for large disasters.

7. Academic societies

Workshops and seminars were held nationwide as well as in Tohoku. Academic societies, such as AJG (The Association of Japanese Geographers), GISAJ (GIS Association of Japan), JASDIS (Japan Society for Disaster Information Studies), JSCE (Japan Society of Civil Engineering), JSPRS (Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing), and RSSJ (The Remote Sensing Society of Japan) have launched various projects and opened up websites to present their activities. JSPRS published a journal special edition, featuring a list of remote sensing data (Tsuru 2012), including lists of vertical air photographs, oblique photographs, elevation data derived from aerial laser, vehicle installation field measurement data, optical satellite data, SAR data. Activities of private companies were also summarized in a special edition (Vol. 50 - No.

4, 2011). RSSJ (2011) also published a special edition journal, featuring the usage of high-resolution satellite images.

The FCMG (Forest Conservation and Management Group) observed all coastal forests by using satellite remote sensing data, and proposed rehabilitation plans according to site conditions. They used Landsat and SPOT-5 for the comparison of pre- and post- disaster situations.

8. Discussion

The information requirements for the tsunami disaster summarized by Kakuta et al. (2012) were as follows;

- Overview: within one hour after a disaster event
- Estimation of debris: within a week
- Traffic route: every day or every 2-3 days depending on the road class
- Remote sensing images: interpretation result is also required

It must be necessary to offer the information according to these requirements. The overview was obtained from the airplane of the self-defence when the tsunami was attacking the coastal area. The Japanese information satellite, may be, collected images. These information were sent to the disaster management center in the Cabinet Office. However, normal citizens could not see the information.

Hundreds of digital aerial photos were taken by private survey companies under the special agreement in case of disaster. Their geocoded photos (with Japanese coordinate system although it was not suitable for international collaboration) were distributed through the GSI website. Even though they were useful in identifying the damage level by

visual interpretation of debris, it took time and manpower to interpret the whole damaged area. The amount of debris was quite difficult to estimate even by the LiDAR data.

Many other survey companies also made contributions by offering satellite images. The International Disaster Charter, as well as the Sentinel Asia, contributed, offering several thousands of satellite images. However, because the product labels and directions were shown in English only, the people in disaster-stricken areas had difficulty to understand its instructions. Furthermore, supporting actions were ceased only few weeks after the quake. For these reasons, it is regrettable that remote sensing data made little contribution to help the victims. While international collaboration such as the partnership with IDC continues to be important and useful, we firmly suggest its operations and activities be strengthened and improved further. If the daily requirements were set, for example, monitoring of road network and/or detection of collapsed houses, the satellite information providers could help to produce such images and information.

We wish to add two other proposals. The first is to establish collaboration under normal situations; the second is the standardization of related remote sensing products. As for collaboration, we are very much amazed and encouraged by many websites in which volunteers are involved in analysing remote sensing images. Remote sensing data must be open to public as soon as it is obtained; anyone is free to participate and make contributions in any phase of disaster mitigation. The “satellite observation calendar”, which shows observation possibilities of all orbital satellites on the web, is also a promising project. We wish to highlight the immediate

need to start collaborative networks or agreements among related institutions and local governments ahead of the next large disaster because there is difficulty to build up a new collaboration framework during the rescue and evacuation phase. If an agreement exists, we can start helping quickly with appropriate aid supplies. Unfortunately, aid supplies and volunteers were not proportional in the Tohoku Earthquake.

With regards to product standardization, a list of information requirements should be prepared, as it responds to the necessity of each disaster stage and location. Spatial information required vary depending on disaster types and phases -- before event, during event (rescue stage), after event (evacuation stage), and rehabilitation stage. The standard products must be established to meet the requirement list so that both product manufacturers and users know beforehand the features of each item: geocoding type, scale, color, language etc. These products should be used in disaster drills to get people familiar with remote sensing products.

References

- Aoyama, Takashi, 2012, Monitoring of debris flowing to the ocean by mega-tsunami caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Proceedings of the 52nd Conference of the Remote Sensing Society of Japan*, 23-24 May. Tokyo, Japan:IIS, 269 -270.
- Furuya, Takashi, Reo Kimura, Munerari Inoguchi, Keiko Tamura and Haruo Hayashi, 2012, Visualization skill for common operational picture aimed for the effective disaster response - Via

- practical activities in Tohoku district Pacific Ocean earthquake emergency mapping team in cabinet office, *Journal of Disaster Information Studies*, No. 10, 68 -76.
- Ishidate, Kazuna, Ken Tsutsui, Ryuichi Furuta and Hiroyuki Takeda, 2011 Making and distributing satellite imagery map using pre- and post- earthquake data observed by ALOS and THEOS, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and remote sensing*, 50(4), 206-209.
- Kakuta, Satomi, Naoki Ogawa, Yoichi Nakamura, Yuuki Okuma, Ryoza Yokoyama, Masami Sugiura and Kengo Aizawa, 2012, *Proceedings of the 52nd Conference of the Remote Sensing Society of Japan*, 23-24 May. Tokyo, Japan:IIS, 159-160.
- Kishi, Hironori, Ryotarou Takeda, Dai Yamazaki, Kanya Tokunaga, Yoshito Sawada, Shiro Ochi, Takahiro Endo and Haruo Sawada, 2012, Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake – Response and recovery for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake-, *Proceedings of 21st Forum on Global Environment and Disaster Risk Information*, 12-13 March. Tokyo, Japan:IIS, 43-46.
- Li Yunqing, Mamoru Sugawara and Jun Shibata, 2011, Disaster monitoring of the great east Japan earthquake using high-resolution satellite, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and remote sensing*, 50(4), 210- 215.
- Masaharu, Hiroshi and Toru Nagayama, 2011, Countermeasures of the Geospatial Information Authority of Japan against the Great East Japan Earthquake, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and remote sensing*, 50(4), 179-184.
- Mukouyama, Sakae, Yoichi Murashima, Noritoshi Kamagata, Yukio Akamatsu and Yasuteru Imai, 2011, Rapid extent grasp of the disaster area by The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake through tsunami simulations and multiple satellite image analyses, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 50(4), 192-197.
- Nakajima, Teruyuki, 2011, The Japan Earthquake Disaster Observed by Geostationary Satellite “HIMAWARI”, *Journal of the Remote Sensing Society of Japan*, 31(3), 338-343.
- Nakao, Yushi and Haruo Sawada, 2012, Tsunami-inundated area estimation using high resolution satellite data, *Seisan-Kenkyu*, 64(4), 29-33.
- Nakao, Yoshi and Haruo Sawada, 2012b, Study on identification of tsunami damaged area by remote sensing, *Proceedings of 21st Forum on Global Environment and Disaster Risk Information*, 12-13 March. Tokyo, Japan:IIS, 37-42.
- Ochi, Shiro, Haruo Sawada, Naoki Mitsuzuka, Yoshinobu Nonoguchi, 2012, Remote Sensing application to damage assessment of coastal forest damaged by the Tsunami in 2011, *Proceedings of 21st Forum on Global Environment and Disaster Risk Information*, 12-13 March. Tokyo, Japan:IIS, 33-36.
- Ogawa, Kiichiro, Tatsuya Ikeda, Kazuo Oda, Yoshiki Muto, Tomoo Ooga and Akihiro Nakazawa, 2011, LVSquare:

- Broadcast of disaster information after Tohoku region Pacific coast Earthquake via internet, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 50(4), 219-226.
- RSSJ, 2011, High-resolution satellite remote sensing concerning the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and Tsunami Disaster, *Journal of the Remote Sensing Society of Japan*, 31(3), 344-367.
- Sawada, Haruo, 2012, Contribution of remote sensing data for the Tohoku Earthquake, *Proceedings of 21st Forum on Global Environment and Disaster Risk Information*, 12-13 March. Tokyo, Japan:IIS, 29-32.
- Sawada, Yoshito, Takahiro Endo, Muneyoshi Numada, Tetsuya Ishikawa, Kimiro Meguro and Haruo Sawada, 2012, Development of visualization methodology of text data related to disaster, *Proceedings of 21st Forum on Global Environment and Disaster Risk Information*, 12-13 March. Tokyo, Japan:IIS, 53-60.
- Sawada, Yoshito, Takahiro Endo, Muneyoshi Numada, Tetsuya Ishikawa, Kimiro Meguro and Haruo Sawada, 2012b, A visualization method for text data by self-organizing maps – Analysis of news texts which are related to the Great East Japan Earthquake -, *Seisan-Kenkyu*, 64(4), 49-56.
- Takahashi, Masuo, Masanobu Shimada, Yousuke Miyagi, Masato Ohki, Noriyuki Kawano, Tomohiro Shiraishi and Takeshi Motohka, 2011, Disaster monitoring for Japan Earthquake with satellite by JAXA, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and remote sensing*, 50(4), 198-205.
- Tanioka, Seiichi, Hideaki Takenaka, Hideaki, Takashi Y Nakajima, Hiroaki Kuze, Tamio Takamura, 2011, An urgent air photographing for the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 50(1), 185 -191.
- Tonooka, Hideyuki, 2011, Great east Japan earthquake seen in ASTER nighttime thermal infrared imagery, *Journal of the Remote Sensing Society of Japan*, 31(3), 334-337.
- Tsuru, Kosuke, 2012, Activity report of photogrammetric engineers for the Tohoku Earthquake, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 51(1), 4-37, <http://www.jsprs.jp/action.html>.
- Yamazaki, Kengo, 2011 Aerial Photographing activity by unmanned aerial vehicle against great east Japan earthquake, *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and remote sensing*, 50(4), 216-218

Referenced web sites

AA: Aero Asahi Corporation (in Japanese)
<http://ec2-175-41-208-71.ap-northeast-1.compute.amazonaws.com/>

AAS: Asia Air Survey Corporation
http://www.ajiko.co.jp/bousai/touhoku2011/touhoku_eng.htm

- AIST: The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
(AIST): Global Earth Observation Grid
ASTER data distribution through WMS,
ASTER time series data, PALSAR InSAR
for crustal deformation
<http://disaster.geogrid.org/>
- ATR-Promotions Inc.
Software and data set distribution for iPad
<http://eq.stroly.com/maps/support>
- AJG: The Association of Japanese Geographers
http://www.ajg.or.jp/disaster/201103_Tohoku-eq.html
- DCRC: Disaster Control Research Center, Tohoku University
Building damage map derived from the interpretation of post- and pre-event aerial photos
http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/tohoku2011/mapping_damage.html
- Center for Satellite Based Crisis Information, DFD, Germany
TerraSAR-X Change Analysis of Sendai Area, Japan
<http://www.zki.dlr.de/article/1893>
Interactive view of RapidEye satellite images on ZKI GIS-Viewer
http://www.zki.dlr.de/flexviewer2.5/index.html?config=config_japan201103.xml
- FCMG: Forest Conservation and Management Group
<http://www.hozen-ken.jp/index.html>
- GISAJ: GIS Association of Japan
Aerial photographs, tectonic activity, geographic base maps, DEM, Tsunami affected area map, traffic information
<http://rarmis.jp/dpgissig/>
- GSI: Geospatial Information Authority of Japan, Ministry of Land, Infrastructure Transport and Tourism (in Japanese)
http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html
- HU: Harvard University
Japan Sendai Earthquake Data Portal
<http://cegrp.cga.harvard.edu/japan/?q=content/home>
Digital archive of 2011 Tohoku Earthquake
<http://worldmap.harvard.edu/japanmap/>
- IDC: International Disaster Charter
<http://www.disasterscharter.org/home>
http://www.disasterscharter.org/web/chart/activation_details?p_r_p_1415474252_assetId=ACT-359
- IIS: Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
PNG and KML files of GSI aerial photo, KML and SHP files of the Tsunami line interpreted by the laboratory
http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/eq_data/index_e.html
- JASDIS: Japan Society for Disaster Information Studies
<http://www.jasdis.gr.jp/11link/index.html>
- JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency
ALOS and other satellite images
/emergency
<http://www.eorc.jaxa.jp/imgdata/practical/natural/earthquake/east-japan-20110311.php>
Image gallery 3) Disaster
http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/gallery/lib_data/j3disaster.htm
Summary of the activities for the Tohoku Earthquake
http://www.jaxa.jp/info_support_j.html

JFA: Forest Conservation and Management
Research Group

<http://www.hozen-ken.jp/menu/2012-01siryu4.pdf>

JSCE: Japan Society of Civil Engineering

<http://committees.jsce.or.jp/2011quake/>

JSI: Japan Space Imaging Corporation

<http://www.spaceimaging.co.jp/EastJapanEarthquake/tabid/576/Default.aspx>

JSPRS: Japan Society of Photogrammetry and
Remote Sensing

<http://www.jsprs.jp/action.html>

KKG: Kokusai Kogyo Group (in Japanese)

http://www.kk-grp.jp/english/csr/disaster/201103_touhoku/index.html

Mapion

Aerial Photo and Information on Land
marks

<http://www.mapion.co.jp/feature/eq2011/hisaichi.html>

NICT: National Institute of Information and
Communications Technology

airborne Pi-SAR2 images on 2011/03/12
and 2011/03/18

<http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h22/announce110312/index.html>

NARO: National Agriculture and Food
Research Organization

GSI aerial photo distribution through WMS

<http://www.finds.jp/independent/tohoku/index.html>

NIED: National Research Institute for Earth
Science and Disaster Prevention

Aerial photos and ALOS data distribution
through WMS (tentative)

<http://bosai-drip.jp/alos/wms.htm>
Satellite images, aerial photography,
traffic information, map of evacuation
center, other geographic maps, list of
related sites

<http://all311.ecom-plat.jp/>

NPA: National Police Agency

<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/index.htm>

NTNU: National Taiwan Normal University
Web Map Service

http://140.122.82.87/2011_Japan_Earthquake/index.htm

PASCO Corporation (in Japanese)

http://www.pasco.co.jp/disaster_info/110311/

RSSJ: Remote Sensing Society of Japan

<http://www.rssj.or.jp/sinsaihenotorikumi/sinsaihenotorikumi.htm>

Tokyo University of Information Science

MODIS support of SAR and Nuclear
pollution for 3.11 quake disaster

<http://e-asia2.tuis.ac.jp/browse/Sanriku/indexSanriku>

東日本大震災における木造校舎の被害

Damage to Timber School Buildings in Great East Japan earthquake

腰 原 幹 雄*

Mikio KOSHIHARA

1. 背景と目的

1.1 はじめに

木造校舎の構造の変遷については、既報「木造校舎の耐震改修」¹⁾で、整理を行っており、本報では、2011年東北地方太平洋沖地震における木造校舎の被害について報告をする。

1.2 木造学校施設と耐震化率

今回の被災地である東北、関東の木造校舎数は、表 2.1 のようになっており、岩手県、福島県で多くの木造学校施設がある。このうち、岩手県、宮城県、福島県には昭和 56 年以前の木造施設が比較的多く残っている。

木造の学校施設は、比較的古い製材を用いた校舎と集成材等を用いた新しい校舎に 2 分される。

比較的古い製材を用いた校舎は、構造設計の簡略化を目的に 1956 年に日本工業規格 (JISA3301) として制定され、83 年に改正された木造校舎の構造設計標準に基づいて建築されているものが多い。

一方、集成材を用いた校舎では、金物接合、丸鋼ブレースの使用など個別に構造設計がされている。

校舎とは別に体育館も、製材を用いた古いタイプと、集

成材を用いた新しいタイプのものがある。

木造学校施設の耐震化率は、表 2.1 のようになっており、宮城県、福島県で 60% を切っており低迷している。

岩手県では耐震化率 80.8% と高い値を示しているが、昭和 57 年以降の建物が多く、昭和 56 年以前の建物の耐震化率は 5 % にとどまっている。さらに、福島県、茨城県、栃木県、群馬県で昭和 56 年以前の建物の耐震化率は 0.0% と、耐震補強が実施されていない。宮城県、千葉県では、昭和 56 年以前の建物に耐震補強がされている。

1.3 被災度判定方法の概要

被災度判定は、「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針」(財団法人日本建築防災協会)の木造編に基づいて実施した。本書は、木造住宅を基本とされており、大型木造建築が多い文教施設では適宜読み替えを行いながら実施することとした。

被災度判定基準では、損傷率と損傷状況という 2 つの観点から実施する。各部位 (基礎、床組、軸組、耐力壁、仕上材、屋根) 毎に、損傷率、損傷状況から被災度ランク (Ⅰ軽微、Ⅱ小破、Ⅲ中破、Ⅳ大破、Ⅴ破壊) に区分される。

損傷率から決まる被災度ランクと損傷状況から決まる被災度ランクが異なる場合は、被災度の大きい方のランクを当該部位の被災度とする。全部位の被災度の平均値をもって建築物の被災度とする。

ただし、基礎、軸組、耐力壁のいずれかの一つでも被災度がⅣ (大破) 以上の場合は、建築物の被災度はⅣ (大破) 以上とする。

2. 木造校舎の被害

2.1 木造文教施設の被害

木造文教施設の被害は、東北地方から関東地方にかけて、広く分布しており、被害の原因としては、振動によるもの、地盤破壊 (地滑り、液状化) によるもの、津波被害によるものに大別される。

地域別の被害の特徴をみると、茨城県、福島県、宮城県では、上部構造の振動被害が多く見られ、宮城県、岩手県の沿岸部で津波被害、千葉県、宮城県で液状化による上部構造被害が多く見られた。

表 2.1 公立学校施設数 (平成 21 年 4 月 1 日現在)

県名	全棟数	S57 年以降	S56 年以前	耐震化率	S56 年以前建物の耐震化率
岩手県	99	79	20	80.8%	5.0%
宮城県	18	7	11	55.6%	27.3%
福島県	39	17	22	43.6%	0.0%
茨城県	11	8	3	72.7%	0.0%
栃木県	17	11	6	64.7%	0.0%
群馬県	10	7	3	70.0%	0.0%
千葉県	5	2	3	60.0%	33.3%
全 国	1,089	708	381	67.6%	7.3%

出典：文部科学省資料「公立学校施設の耐震改修状況調査の結果について」【発表資料 平成 22 年 7 月 21 日】

資料 16 耐震診断実施率・耐震化率 (木造) (都道府県別データ) 【幼・小中・高・特別支援】

*東京大学生産技術研究所 人間・社会系部門

研 究 速 報

2.2 木造文教施設の振動被害

2.2.1 振動被害の概要

振動による被害は、外壁モルタルなどの仕上材の損傷と柱、壁など構造体の損傷に大別されるが、木造校舎では、構造体への損傷は少なかった。

2.2.2 I 農業高校（福島県）

(1) 建物の概要

福島県の I 農業高校には複数の木造校舎がある。

食品製造実習室は、昭和 24 年築の平屋建てで、方杖を用いた当時の典型的な学校建築となっている。竣工以降、教室の用途変更により改修は行われていたが、特別に耐震補強はされていなかった。

その北側に建つ農業実習室は、昭和 37 年築の平屋建、化学実験室は、昭和 33 年築の平屋建てである。

3 月 11 日の本震時の震度は震度 VI 弱である。

(2) 被害概要

① 食品製造実習室

写真 2.2.2.1、図 2.2.2.3 のように、大半の柱が折損、大半の壁においてモルタル塗壁が剥落、 $1/10\text{rad}$ 以上の残留変形角を生じており、深刻な被害である。被災度は「倒壊」と判定され、大半の部位に損傷を生じており、「改築」の基準に該当した。

今回の地震により、北側に大きく傾斜しており、ほとんど全ての柱が、方杖下の接続部分で折損している。

なお、隣接する鉄筋コンクリート校舎も大破していたが、地盤崩壊や液状化は発生しておらず、純粋な振動による被害と考えられる。建物の立地は小高い丘の上であるが、丘のふもとの地域での建物被害はほとんど見られないため、周辺部に比べて局地形により地震動の増幅が生じた可能性がある。

食品製造実習室（S.39）の柱の折損（図 2.2.2.1）から応答加速度を逆算すると、以下のようになり、 500gal 以上の応答加速度が生じたと推定される。



図 2.2.2.1 方杖付き柱の曲げ破壊

屋根重量の算定

$$m=25.48 \times 9.1 \times 0.06=13.91 \quad (\text{tf})$$

柱折損荷重の算定

柱 120×120 (mm) (スギと仮定)

$Z=288000$ (mm^3) (断面欠損ナシと仮定)

$F_b=27$ (N/mm^2)

$$M_{bu}=27 \times 288000 = 7.77 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\text{方杖高さ } h_1=400\text{mm}$$

$$Q_u=7.77 / 2.3=3.38 \quad (\text{kN})$$

$$\text{柱本数 } 11 \times 2=22 \quad (\text{本})$$

$$\Sigma Q_u=3.38 \times 22=74.36 \quad (\text{kN})$$

応答加速度 a

$$a=74.36 \times 10^3 / (13.91 \times 9.8) = 545 \quad (\text{gal})$$

一方、地震観測では、観測点が離れているが K-NET いわきで最大加速度 436.8gal 、勿来で 387gal が観測されている。



(1) 外観



(2) 内部 方杖付き柱の曲げ破壊

写真 2.2.2.1 I 農業高等学校食品製造実習室

② 農業実習室

写真 2.2.2.2 のように、大半の壁において、モルタル塗壁が剥落、 $1/50\text{rad}$ の残留変形角を生じており、深刻な被害である。被災度は「大破」と判定され、大半の部位に損傷を生じており、「改築」の基準に該当した。

③ 化学実験室

写真 2.2.2.3 のように大半の壁において、モルタル塗壁が剥落、 $1/50\text{rad}$ の残留変形角を生じており、深刻な被害である。被災度は「大破」で、大半の部位に損傷を生じており、「改築」の基準に該当した。



柱径 120 角，図中矢印は柱の傾斜

図 2.2.2.3 I 農業高等学校 食品製造実習室 平面



写真 2.2.2.2 農業実習室の被害



写真 2.2.2.3 化学実験室の被害



が生じており，布基礎の換気開口部から大きなひび割れが多数生じ，基礎が不同沈下している．写真 2.2.3.2 のようにバットレス脚部接合部の破壊や，基礎コンクリートが割れ，アンカーボルトの露出などの損傷が見られた．室内では，多くの土壁が崩落するなどの被害が見られた(写真 2.2.3.3)．基礎の不同沈下により建物がやや振れており，変形角で北方向に最大 $1/20\text{rad}$ 程度，東方向には $1/100\text{rad}$ 程度傾斜していた．



写真 2.2.3.1 校舎全景

2.2.3 F 小学校（宮城県）

(1) 建物概要

建物は，2 階建ての木造校舎（南校舎・北校舎）である．竣工年はそれぞれ 1931 年，1929 年であり，老朽化が著しく耐震性が低下していると考えられる．3 月 11 日の本震で観測された震度は VI 強である．

(2) 被害概要

写真 2.2.3.1 に校舎全景を示す．

片廊下式の一文字型の校舎であり，南側の構面の妻方向にはバットレスが設けられている．周辺地盤では，液状化



写真 2.2.3.2 バットレスの損傷状況



写真 2.3.2.1 体育館内部



写真 2.2.3.3 土壁の破壊状況



写真 2.3.2.2 妻壁の被害

2.3 木造体育館の振動被害

2.3.1 被害の概要

木造体育館には、古いタイプで製材を用いた近代木造の構法で建築された建物と新しいタイプで集成材などの大断面の部材で建築されたものがある。

古いタイプの体育館では、仕上げ材の剥落とともに大きな残留変形が見られ、新しいタイプでは、柱脚アンカー部分でコンクリート基礎の被害が見られた。

2.3.2 S 小学校屋内運動場（福島県）

(1) 建物概要

建物は、昭和 35 年築の木造 2 階建ての建物で、写真 2.3.2.1 のように木造の柱・壁に鉄骨造のトラス屋根が架けられている。

なお、3 月 11 日の本震で観測された震度は VI 弱である。

(2) 被害概要

建物外壁の大部分を損傷していると共に、妻面に $1/30\text{rad}$. 程度の大きな残留変形を生じており、深刻な被害であった。被災度は「中破」と判定され、写真 2.3.2.2 のように建物外壁の大部分を損傷していると共に、多くの部材に腐朽がみられる。妻面に面外方向に $1/30\text{rad}$. 程度の大き

な残留変形を生じており、補強により所要の耐震性能を得ることが困難であり、改築とすることが妥当であった。

2.2.2 U 小学校体育館（茨城県）

(1) 建物概要

建物は、昭和 60 年代に建設された湾曲集成材を用いた体育館である。

なお、3 月 11 日の本震で観測された震度は VI 強である。

(2) 被害概要

大断面集成材の被害はないが、鋼製ブレースの伸び・座屈、ブレース定着部のコンクリート基礎のひび割れ、破損が見られた。隣接する木造校舎でも筋かいの外れなどの被害が見られている。

2.4 木造文教施設の地盤被害

2.4.1 地盤被害に伴う建物被害

木造文教施設でも、地震による地盤被害に起因する上部構造の被害が多く見られた。地盤被害は、崖地での地滑り、低地での液状化によるものがあつた。

2.4.2 F 学校 T 分校（福島県）

(1) 建物概要



写真 2.3.3.1 体育館外観



写真 2.4.2.2 建物のずれ、約 20mm.



写真 2.3.3.2 コンクリート基礎の破損

教室棟とろう教室棟があり、教室棟は昭和 33 年築の 2 階建、ろう教室棟は昭和 32 年築の 2 階建てとなっている。(写真 2.4.2.1)

なお、3 月 11 日の本震による震度はⅥ弱となっている。

(2) 被害概要

教室棟は、地震以前から外壁や基礎にクラックがあったが、教材室南側で内壁の破損と外壁モルタルの亀裂が発生しており、被災度〔小破〕と判定された。

ろう教室棟では、北側の地盤が移動しており、そのため、

建物内部の工作室付近の廊下から階段室付近で床に写真 2.4.2.2 のように最大 20mm 程度の隙間が見られた。その影響で工作室の柱に割れが生じ、10/1000 程度の傾斜が確認された。各教室の内壁にわずかなひび割れも確認されたが、構造的には問題ない。現時点では特に問題はないが、階段室付近の地盤の移動の経過観察の必要であった。

2.4.3 I 農業高等学校弓道場（福島県）

(1) 建物概要

2.2.2 の建物群と同じ敷地の斜面部に建つ、平屋建ての建物である。

(2) 被害概要

斜面下側に向かって、地割れに伴い基礎が完全に割れて分断され、不同沈下とともに 1 階床の端部が 30cm ほど口があいて危険な状況となっている。1/10rad. を超える残留変形となっている。

2.4.4 S 中学校（千葉県）

(1) 建物概要

本校舎は、昭和 36 年築の 2 階建て（延べ面積 795m²）である。

なお、3 月 11 日の本震では、震度Ⅴ強であった。



写真 2.4.2.1 建物全景（ろう教室棟）



写真 2.4.3.1 弓道場全景

研 究 速 報

(2) 被害概要

上部構造に直接的な振動被害は見られないが、地盤の液状化により、校舎が約 70cm 沈下し写真 2.4.4.2 のように基礎が破壊、建物の一部を大きく傾斜させている。



写真 2.4.3.2 地割れ



写真 2.4.4.1 S 中学校校舎全景



写真 2.4.4.2 基礎の破壊

3. ま と め

(1) 被害の概要

木造校舎において、振動被害、地盤変状に伴う上部構造被害が見られた。木造校舎の数が少ないため統計的なデータを示すことはできないが、今回の地震では、これまでの大型木造建築の地震被害と同様にさまざまな被害性状を非常に広い地域で見ることとなった。

振動被害としては、古いタイプの木造校舎では、モルタル外壁の亀裂、剥落といった仕上げ材の被害が多く、構造躯体への被害は、土壁の剥落、方杖付き柱などこれまでの地震被害と同様の被害が見られたが、数は少なかった。大断面集成材を用いた新しい木造校舎では、柱脚部や丸鋼プレースのコンクリート基礎部での損傷が見られたが、構造体への大きな被害は見られなかった。

地盤変状に伴う被害は、斜面崩壊によって上部構造が引きずられる傾斜被害や、液状化による建物の大きな傾斜が見られた。

(2) 推定される被害原因と当面の対応

振動被害については、古いタイプの木造校舎では、これまでの地震被害での木造校舎の地震被害と同様で、全体的な耐震要素の不足、柱の曲げ性能不足、不十分な接合部性能に起因している。また、地盤の安定性に関する検討、対策が十分ではなかったと推察される。新しいタイプの木造校舎では、丸鋼プレース、RC 造基礎接合部など他構造材料の接合部の検討が不十分であったためと考えられる。

当面の対応としては、現行の耐震診断マニュアルにそった耐震補強を普及させることが重要であるとともに、地盤調査などにより、斜面崩壊、液状化の可能性を調査し、可能性がある場合は地盤改良などの対策を行う必要がある。

(3) 今後の課題

古いタイプの木造校舎では、統廃合予定や児童の減少などで校舎全体の教室を活用していない場合もあり、校舎の部分的な耐震補強方法の検討も必要である。また、地盤被害対策としては、安価な地盤改良工法の開発が必要である。

新しい木造校舎では、プレースや水平プレース、RC 造基礎といった木部と他の構造材料との接合部位の性能についての検証方法を整備する必要がある。

謝 辞

本調査において、日本建築学会災害委員会、文教施設委員会、木質構造運営委員会関係者から情報提供をいただきました。ここに感謝の意を記します。

(2012 年 6 月 5 日受理)

参 考 文 献

- 1) 腰原幹雄：木造校舎の耐震改修，生産研究2010年 no.6, pp.599-602, 2010

東日本大震災における関連学会の活動成果の評価

Evaluation of Contents of Academic Societies after 2011 Great East Japan Earthquake

近 藤 伸 也*・目 黒 公 郎*

Shinya KONDO and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

我が国では、地震、津波や豪雨水害をはじめとした自然災害が多発しており、大学や研究機関等に所属する研究者は、災害からの被害、およびその影響を少しでも軽減するために防災に関する研究を行っている。災害は自然現象のみならず社会に様々な影響を与えることから、防災に関連する学術分野も多岐にわたる。それぞれの研究者による研究成果は、研究者が所属する学会で発表されているが、学会の数が多く全体像がつかみにくい。

東日本大震災の発生から一年以上が経過し、その間多数の学会による被災地の調査/支援、および提言の発信など様々な支援が行われてきた。これらの活動を振り返り、総合的に俯瞰することで、学会間の連携の必要性和各学会における今後の活動の方向性について検討する必要がある。

本稿では、学会がウェブで情報発信している東日本大震災に対する活動成果の内容の動向を、防災に関連する視点から分析することを試みる。これにより各学会の活動の動向を防災の視点から俯瞰するとともに、今後の活動の方針について検討する環境を整備できる。

2. 分析データと分析手法

(1) 分析データ

今回は、学会のウェブページで公開している東日本大震災に関連する調査研究活動や提言を分析する。学会の会員の上に公開されているデータは分析の対象外とした。例えば、日本地震工学会は「東日本大震災特集号」など震災に関連する内容を記載した会誌をウェブで公開しているが、関連する号は会員のみ公開となっている（2012年5月現在）。

東日本大震災を受け、2011年5月に日本の国土・社会・産業基盤に関わる24学会が集まり「東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会」を結成した。2012年5月現在、この連絡会は29学会で構成されている¹⁾。各学会で公開されているデータは、東日本大震災における被害や現地での支援をはじめとしたこれまでの状況を取りまとめた「活動

表1 分析の対象とした学会と各学会がウェブで発信した東日本大震災に関する活動成果の編数

I D	名称	活 動 報告等	提言等
1	日本建築学会	99	2
2	日本自然災害学会	7	0
3	地盤工学会	57	1
4	地域安全学会	4	0
5	土木学会	146	13
6	日本地震学会	0	1
7	日本地震工学会	0	0
8	日本災害情報学会	0	11
9	こども環境学会	0	1
10	日本機械学会	0	1
11	日本原子力学会	1	21
12	日本集団災害医学会	0	1
13	空気調和・衛生工学会	1	10
14	日本造園学会	3	1
15	日本都市計画学会	32	35
16	農業農村工学会	7	10
17	廃棄物資源循環学会	13	3
18	日本コンクリート工学会	15	1
19	地理情報システム学会	0	0
20	日本水環境学会	0	0
21	日本地域経済学会	0	0
22	日本計画行政学会	0	0
23	日本火災学会	2	0
24	日本地すべり学会	26	0
25	日本応用地質学会	3	1
26	砂防学会	0	0
27	日本活断層学会	0	0
28	環境システム計測制御学会	0	0
29	日本森林学会	0	0

報告等」と、我が国全体から市民一人一人までが今後行うべきことを取りまとめた「提言等」に分類した。表1は東日本大震災委員会に参画している29学会の名称と「調査報告等」と「提言等」の編数を示したものである。実際には

*東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

研 究 速 報

20 学会がウェブで活動成果を発信していた。この表にある ID 番号が今後の分析結果における学会を示す番号となる。

一方で日本学術会議は、東日本大震災発生後に関連する対応を審議、検討する東日本大震災対策委員会を設置した²⁾。また 2011 年 10 月より東日本大震災からの復興及び福島第一原子力発電所事故への対応に関する事項などの審議を目的とした東日本大震災復興支援委員会とその分科会を設置している²⁾。当委員会とその分科会は、2012 年 4 月 9 日に 5 つの提言を公表した (表 2)。本研究では、これらの提言についても分析を行った。

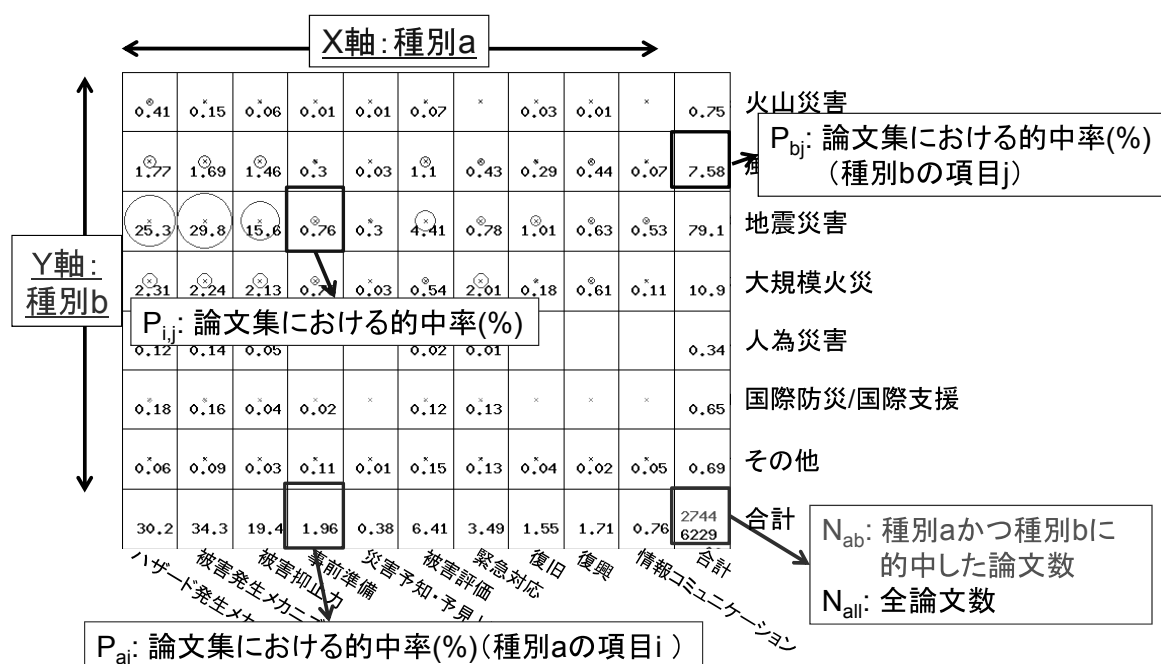
表 2 日本学術会議による提言

ID	名称	提言等
S1	東日本大震災復興支援委員会	学術からの提言 —今、復興の力強い歩みを—
S2	東日本大震災復興支援委員会	災害廃棄物の広域処理のあり方について
S3	東日本大震災復興支援委員会 災害に強いまちづくり分科会	二度と津波犠牲者を出さないまちづくり —東北の自然を生かした復興を世界に発信—
S4	東日本大震災復興支援委員会 産業振興・就業支援分科会	被災地の求職者支援と復興法人創設 —被災者に寄り添う産業振興・就業支援を—
S5	東日本大震災復興支援委員会 放射能対策分科会	放射能対策の新たな一歩を踏み出すために —事実の科学的探索に基づく行動を—

(2) 分析手法

分析手法は、近藤・目黒³⁾が提案する防災関連学会の研究分野の動向を分析する手法を用いる。本手法は論文データベースと、あらかじめ設定した視点に該当するキーワード集を構築する。次に論文データベースにある論文・報告等を全文検索して防災に関連する論文を抽出する。そして抽出された論文の内容があらかじめ設定した視点から分類できる研究分野にどのような割合で配分されているかを算出し、学会別の研究分野の動向を比較分析するものである。

今回は表 1 の 16 学会で発表された活動成果と日本学術会議の提言からそれぞれの論文データベースを構築し、分析の視点の種別としては、既往の研究と同じく「災害」、「対策」と「災害による影響」を設定する。これらの種別に該当し、防災関連学会 (日本建築学会、日本自然災害学会、地盤工学会、地域安全学会、土木学会、日本地震学会、日本地震工学会) の 2007 年度梗概集に含まれるものをキーワード集として構築した。そして、キーワードの出現数に基づいて種別からなる研究分野に配分する的中率を算出することで、学会別の研究動向の分析を行った。的中率は学会ごとの「活動報告等」と「提言等」、および日本学術会議の提言ごとに算出されるものとする。図 1 は種別 a と種別 b からなる的中率の分布図の例である。X 軸に種別 a の項目 i、Y 軸に種別 b の項目 j が設定されている。項目 i と項目 j で構成されたマス目に、それぞれの論文集における的中率 (%) が記載されている。マス目にある円の面積は分布図における的中率の最大値を最も広くして、的中率の高さに比例させている。分析する種別を組み合わせることにより下記の 3 通りの分析が可能となる。



- ・分析①：「災害」と「対策」
- ・分析②：「対策」と「災害による影響」
- ・分析③：「災害による影響」と「災害」

3. 各学会の最重点活動分野の比較

本研究では、東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に参加した学会がウェブで公表した東日本大震災に関連する活動成果を前章で示した3通りの分析を行った。本章では各学会で最的中率の高い研究分野を、各学会の最重点活動分野として整理した結果を示す。

図2は分析①における各学会の「活動報告等」の最重点活動分野を示したものである。「災害」に着目すると多くの学会が地震災害を最重点活動分野としていることがわかる。一方で、日本原子力学会（11）が人為災害を対象としている。これは福島第一原子力発電所事故に関する活動が多いことを示している。廃棄物資源循環学会（17）は風水害を対象としている。これは報告の内容に海面処分場の護岸に関する記述が多く、キーワードとしての護岸が風水害であると設定されているためである。日本火災学会（23）は大規模火災のハザード発生メカニズムを最重点活動分野とし

ている。これは学会ウェブページに学会の事業内容として記載されている「日本火災学会は、火災に関する科学および技術の研究の促進および交流をはかり、もって学術・技術の発展と社会の福祉に寄与することを目的としています。」⁴⁾に準じている。

分析②における各学会の「活動報告等」の最重点活動分野を示したものが図3である。この分析では各学会における活動報告の内容の特徴が現れる。例えば「対策」が被害評価の学会に着目すると日本建築学会（1）は「災害による影響」として構造物被害（建築）を最重点活動分野としている。同様に地盤工学会（3）は地盤の変状、地域安全学会（4）は被災者、空気調和・衛生工学会はライフライン・システム障害を最重点活動分野としている。図2と図3の「対策」に着目すると学会ごとに事前準備、災害予知・予見と警報、予見と警報と情報コミュニケーション以外の分野に拡散していることがわかる。

図4は分析③における各学会の「活動報告等」の最重点活動分野を示したものである。土木学会（5）と日本建築学会（1）がそれぞれ地震災害の土木構造物と建築物の被害を対象としていることがわかる。

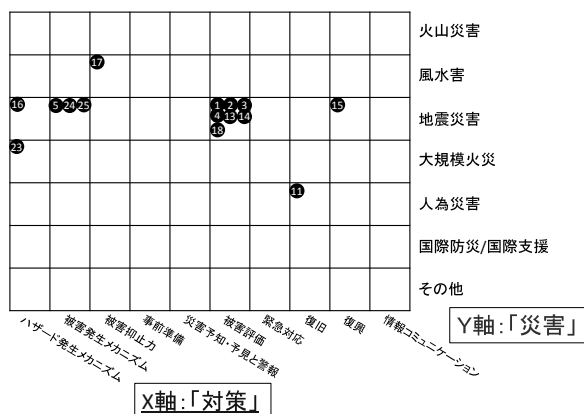


図2 各学会の最重点活動分野
(活動報告等：分析①)

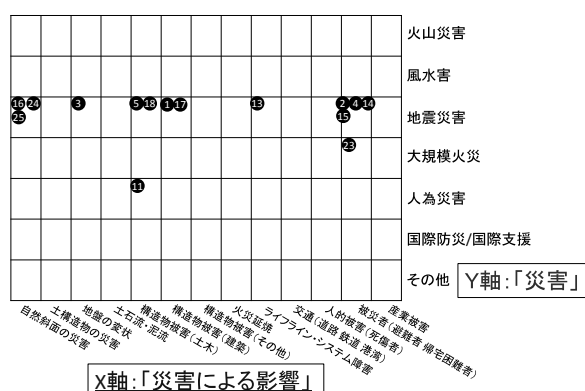


図4 各学会の最重点活動分野
(活動報告等：分析③)

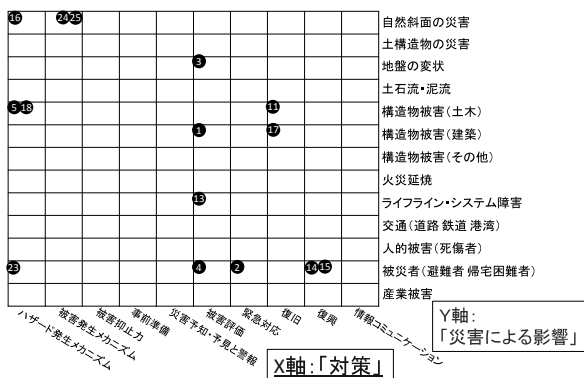


図3 各学会の最重点活動分野
(活動報告等：分析②)

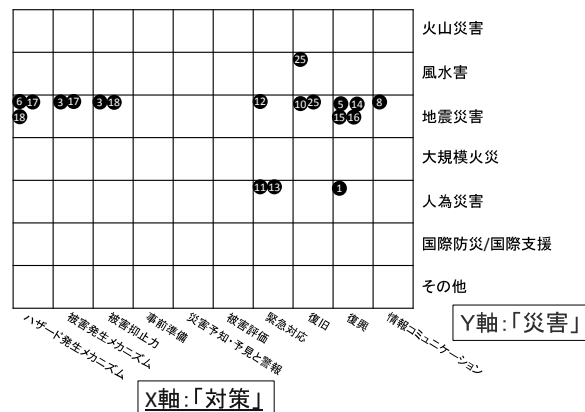


図5 各学会の最重点活動分野
(提言等：分析①)

研 究 速 報

図5は分析①における各学会の「提言等」の最重点活動分野を示したものである。「災害」に着目すると、3学会(1, 11, 13)が人為災害を対象としており、それ以外の学会は地震災害を対象としている。ただし日本応用地質学会(25)は風水害も対象としている。これより東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に参加している学会の多くは、東日本大震災による地震災害そのものを対象として提言等を発信しており、福島第一原子力発電所事故を対象としている学会が少ないことがわかる。

分析②における各学会の「提言等」の最重点活動分野を示したものが図6である。被災者の復興を最重点活動分野としている学会が6学会(1, 5, 9, 14, 15, 16)あるほかは、自然斜面の災害、土構造物の災害、ライフライン・システム障害など学会が主な研究対象としている分野について提言等を発信していることがわかる。

図7は分析③における各学会の「提言等」の最重点活動分野を示したものである。「災害」に着目すると11学会が地震災害に着目した情報発信を行っていることがわかる。日本原子力学会(11)が人為災害を最重点活動分野にしているほか、災害情報学会(8)は風水害、空気調和・衛生工

学会(13)は大規模火災を対象としていることが読み取れる。

また土木学会(5)と日本建築学会(1)は図6と図7より地震災害の被災者の復興を対象とした提言等を発表していると読み取れるが、図5の分析①から見ると日本建築学会は人為災害の復興、土木学会は地震災害の復興とある。これは土木学会と比較して日本建築学会の提言等には、福島第一原子力発電所事故による影響を受けた地域の復興に関してより明確に記述されているためである。

4. 日本学術会議の提言における最重点活動分野

図8は分析①における日本学術会議による提言の最重点活動分野を示したものである。丸数字は表2のID番号に対応している。「災害」に着目すると人為災害を対象としているもの(S1, S2, S5)と地震災害を対象としているもの(S3, S4)があることがわかる。これは地震と津波による被害を受けた地域に向けた提言と福島第一原子力発電所事故に向けた提言があることを示している。人為災害に着目すると「対策」が緊急対応や復旧を対象としている提言があることから、福島第一原子力発電所事故による影響は未だ

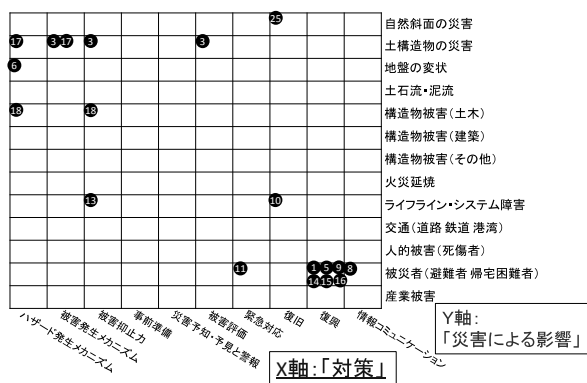


図6 各学会の最重点活動分野
(提言等：分析②)

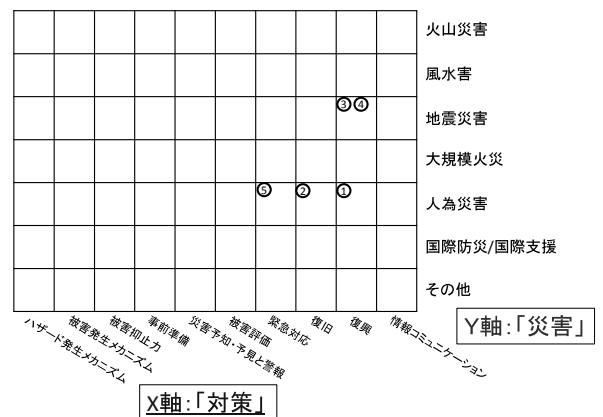


図8 日本学術会議による提言の最重点活動分野
(分析①)

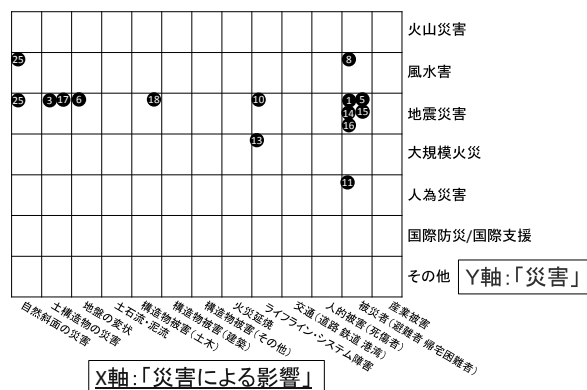


図7 各学会の最重点活動分野
(提言等：分析③)

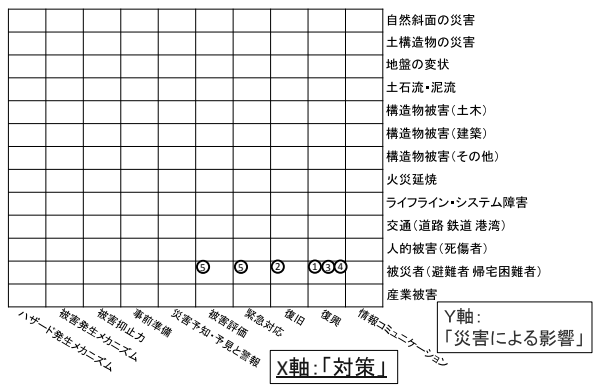


図9 日本学術会議による提言の最重点活動分野
(分析②)

に続いている認識であることを示している。

分析②における日本学術会議による提言の最重点活動分野を示したものが図 9 である。「災害による影響」に着目するとすべての提言が被災者を最重点活動分野としているが、「対策」に着目すると 3 提言 (S1, S3, S4) が復興を対象としているのに対し、「災害廃棄物の広域処理のあり方について」(S2) が復旧、「放射能対策の新たな一歩を踏み出すために一事実の科学的探索に基づく行動を一」(S5) が被害評価と緊急対応を対象としていることがわかる。これは災害廃棄物処理が「対策」としては復旧に位置づけられていること、他の分野が復興を見据えている一方で放射能対策が未だ被災者の被害評価と緊急対応の段階にあることを示している。

図 10 は分析③における日本学術会議による提言の最重点活動分野を示したものである。すべての提言が「災害による影響」の視点からは被災者を最重点活動分野としてお

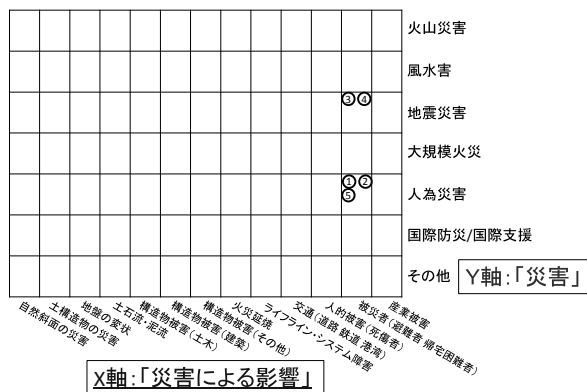


図 10 日本学術会議による提言の最重点活動分野
(分析③)

り、「災害」に着目すると人為災害を対象としているもの (S1, S2, S5) と地震災害を対象としているもの (S3, S4) があることがわかる。提言が地震と津波による被害と福島第一原子力発電所事故によって影響を受けた被災者を対象としていることがわかる。

このことから、日本学術会議から平成 24 年 4 月に発表された提言は、「災害」では地震災害と人為災害、「災害による影響」は被災者、「対策」は地震災害を対象としているものが復興としているのに対し、人為災害を対象としているものは緊急対応から復旧・復興を対象としていることがわかる。これら提言の主旨は東日本大震災からの復興の諸課題に対し、被災者および被災地の住民はじめ国民が必要とする知見を、学術の諸分野が結集して具体的に提供すること⁵⁾とされている。東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に参加している学会を含めた学術関係者は、今回の分析結果を踏まえ、東日本大震災からの復興に貢献する学術的研究を進める必要があるだろう。

(2012 年 6 月 11 日受理)

参 考 文 献

- 1) 例えば土木学会：三十学会・共同声明 国土・防災・減災政策の見直しに向けて－巨大災害から生命と国土を守るために－, 2012, <http://committees.jsce.or.jp/2011quake/node/129>
- 2) 日本学術会議：東日本大震災への対応, <http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/shinsai/shinsai.html>
- 3) 近藤伸也, 目黒一郎：防災関連学会の研究分野の動向分析に関する基礎的研究, 生産研究, 63, pp.457-460, 2011.
- 4) 日本火災学会：事業内容, <http://www.jafse.org/archives/2010/02/post-108.html>
- 5) 日本学術会議：提言「学術からの提言—今, 復興の力強い歩みを一」(要旨), <http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/shinsai/pdf/kohyo-22-t-shien1-2.pdf>

東日本大震災から一年間における関連学会の活動動向分析

○近藤伸也（東京大学生産技術研究所）

目黒公郎（東京大学生産技術研究所）

1. はじめに

我が国では、地震、津波や豪雨水害をはじめとした自然災害が多発しており、大学や研究機関等に所属する研究者は、災害からの被害、およびその影響を少しでも軽減するために防災に関する研究を行っている。災害は自然現象のみならず社会に様々な影響を与えることから、防災に関連する学術分野也多岐にわたる。それぞれの研究者による研究成果は、研究者が所属する学会で発表されているが、学会の数が多く全体像がつかみにくい。

東日本大震災の発生から一年以上が経過し、その間多数の学会による被災地の調査/支援、および提言の発信など様々な支援が行われてきた。これらの活動を振り返り、総合的に俯瞰することで、学会間の連携の必要性和各学会における今後の活動の方向性について検討する必要がある。

本稿では、学会がウェブで情報発信している東日本大震災に対する活動成果の内容の動向を、防災に関連する視点から分析することを試みる。これにより各学会の活動の動向を防災の視点から俯瞰するとともに、今後の活動の方針について検討する環境を整備できる。

2. 分析データと分析手法

(1) 分析データ

今回は、学会のウェブページで公開している東日本大震災に関連する調査研究活動や提言を分析する。学会の会員のみに公開されているデータは分析の対象外とした。対象とする学会は安全工学シンポジウム 2012¹⁾に共催、および協賛として参加している 48 学会とした。各学会で公開されているデータは、東日本大震災における被害や現地での支援をはじめとしたこれまでの状況を取りまとめた「活動報告等」と、我が国全体から市民一人

一人までが今後行うべきことを取りまとめた「提言等」に分類した。表 1 は安全工学シンポジウムに参加している 48 学会のうち東日本大震災に対する活動成果をウェブページで発信している 15 学会の名称と「調査報告等」と「提言等」の編数を示したものである。この表にある ID 番号が今後の分析結果における学会を示す番号となる。

表 1 分析対象の学会とウェブで発信した東日本大震災に関する活動報告の編数

ID	名称	活動報告等	提言等
1	日本建築学会	99	2
2	地域安全学会	4	
3	土木学会	146	7
4	日本機械学会		1
5	日本原子力学会	1	21
6	廃棄物資源循環学会	13	3
7	日本火災学会	2	
8	安全工学会		4
9	化学工学会		12
10	日本リスク研究学会		36
11	日本ロボット学会		1
12	日本化学会	3	
13	日本技術士会	57	3
14	日本人間工学会	1	
15	日本船舶海洋工学会	11	

(2) 分析手法

分析手法は、近藤・目黒²⁾が提案する防災関連学会の研究分野の動向を分析する手法を用いる。本手法は論文データベースと、あらかじめ設定した視点に該当するキーワード集を構築する。次に論文データベースにある論文・報告等を全文検索して防災に関連する論文を抽出する。そして抽出された論文の内容があらかじめ設定した視点から分類できる研究分野にどのような割合で配分されているかを算出し、学会別の研究分野の動向を比較分析するものである。

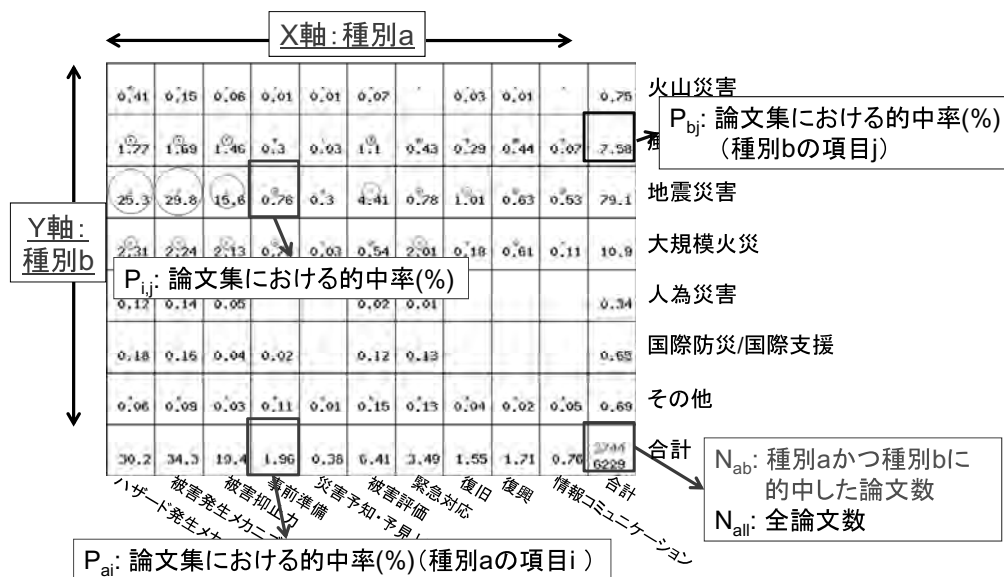


図1 的中率の分布図の記載例

今回は表1の16学会で発表された活動成果から論文データベースを構築し、分析の視点の種別としては、既往の研究と同じく「災害」、「対策」と「災害による影響」を設定し、これら種別に該当し、防災関連学会（日本建築学会、日本自然災害学会、地盤工学会、地域安全学会、土木学会、日本地震学会、日本地震工学会）の2007年度梗概集に含まれるものをキーワード集として構築した。そして、キーワードの出現数に基づいて種別からなる研究分野に配分する的中率を算出することで、学会別の研究動向の分析を行った。的中率は学会ごとの「活動報告等」と「提言等」で算出されるものとし、図1のように示される。この図は種別aと種別bの分布図に示した例である。X軸に種別aの項目i、Y軸に種別bの項目jが設定されている。項目iと項目jで構成されたマス目に、それぞれの論文集における的中率（%）が記載されている。マス目にある円の面積は分布図における的中率の最大値を最も広くして、的中率の高さに比例させている。分析する種別を組み合わせることにより下記の3通りの分析が可能となる。

- ・ 分析①：「災害」と「対策」
- ・ 分析②：「対策」と「災害による影響」
- ・ 分析③：「災害による影響」と「災害」

3. 各学会の最重点活動分野の比較

本研究では、表1の16学会がウェブで公表した東日本大震災に関連する活動成果を前章で示した3通りの分析を行った。本章では各学会で最もの中率の高い研究分野を、各学会の最重点活動分野として整理した結果を示す。

図2は分析①における各学会の「活動報告等」の最重点活動分野を示したものである。「災害」に着目すると多くの学会が地震災害を最重点活動分野としていることがわかる。一方で、日本原子力学会(5)が人為災害を対象としている。これは福島第一原子力発電所事故に関する活動が多いことを示している。廃棄物資源循環学会(6)は風水害を対象としている。これは報告の内容に海面処分場の護岸に関する記述が多く、キーワードとしての護岸が風水害であると設定されているためである。日本火災学会(7)は大規模火災のハザード発生メカニズムを最重点活動分野としている。これは学会ウェブページに学会の事業内容として記載されている「日本火災学会は、火災に関する科学および技術の研究の促進および交流をはかり、もって学術・技術の発展と社会の福祉に寄与することを目的としています。」³⁾に準じている。

分析②における各学会の「活動報告等」の最重

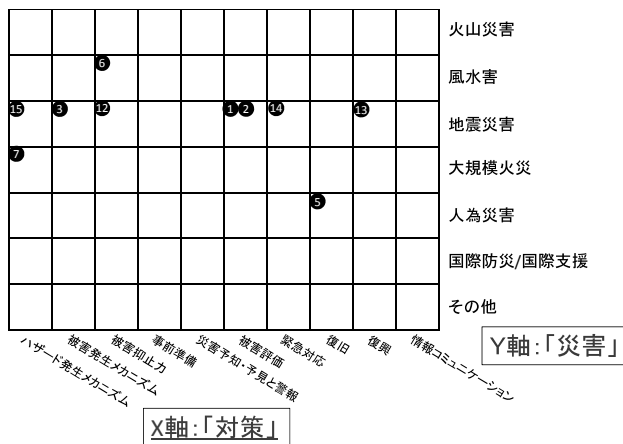


図2 各学会の最重点活動分野
(活動報告等：分析①)

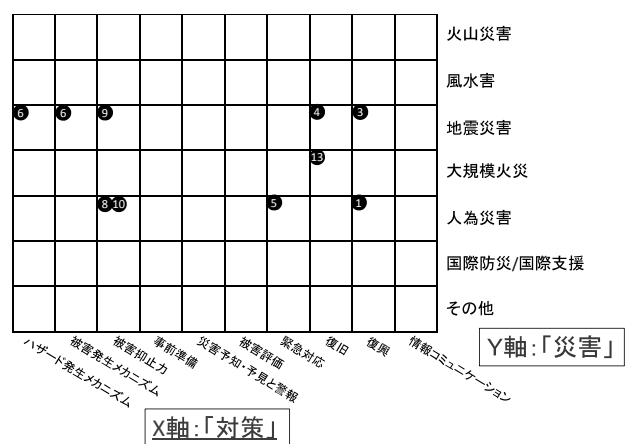


図5 各学会の最重点活動分野
(提言等：分析①)

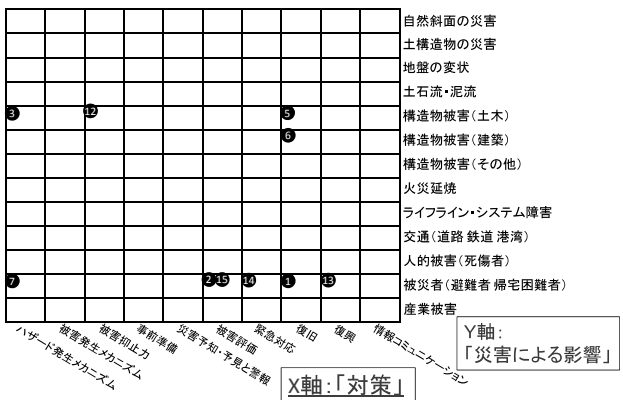


図3 各学会の最重点活動分野
(活動報告等：分析②)

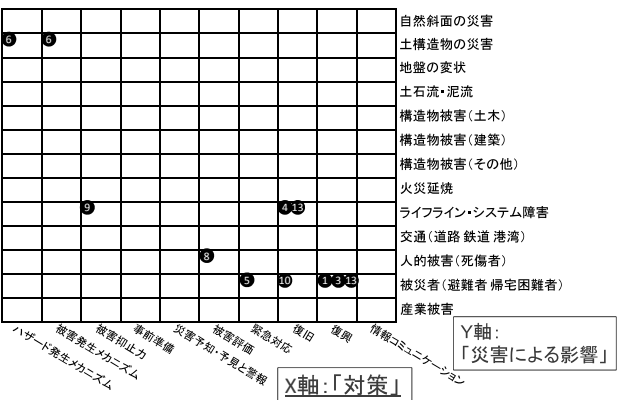


図6 各学会の最重点活動分野
(提言等：分析②)

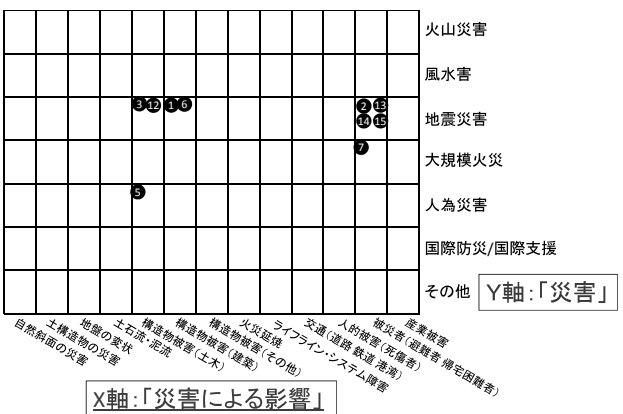


図4 各学会の最重点活動分野
(活動報告等：分析③)

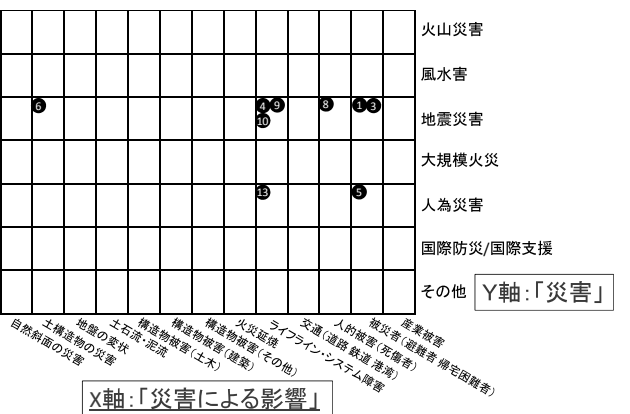


図7 各学会の最重点活動分野
(提言等：分析③)

点活動分野を示したものが図3である。「災害による影響」に着目すると土木学会(3)、日本原子力学会(5)と日本化学会(12)が構造物被害(土木)を、廃棄物資源循環学会(6)が構造物被害(建築)を対象としているほかは、被災者を最重点活動分野としていることがわかる。日本化学会(12)が構造物被害(土木)の被害抑止力を最重点活動分野にしているのは報告の内容が学校の耐震や免震を中心としているためである。図2と図3の「対策」に着目すると学会ごとにハザード発生メカニズムから被害評価、復興まで分野が拡散していることがわかる。

図4は分析③における各学会の「活動報告等」の最重点活動分野を示したものである。土木学会(3)と日本建築学会(1)がそれぞれ地震災害の土木構造物と建築物の被害を対象としていることがわかる。

図5は分析①における各学会の「提言等」の最重点活動分野を示したものである。「災害」に着目すると、4学会(3, 4, 6, 9)が地震災害を対象としており、別の4学会(1, 5, 8, 10)が人為災害を対象としているなど、東日本大震災による地震災害そのものを対象としている学会と福島第一原子力発電所事故を対象としている学会があることがわかる。日本技術士会(13)は大規模火災を最重点活動分野としているが、これはある提言が冬の節電に関する内容であり、そこに「災害」に関するキーワードとして火災のみが含まれていたためである。

分析②における各学会の「提言等」の最重点活動分野を示したものが図6である。「災害による影響」に着目すると5学会(1, 3, 5, 10, 13)が被災者を対象としており、3学会(4, 9, 13)がライフライン・システム障害を対象としていることから、被災者の緊急対応から復興について対象としている学会と、電力不足による節電について検討している学会があることが読み取れる。

図7は分析③における各学会の「提言等」の最重点活動分野を示したものである。「災害」に着目

すると日本原子力学会(5)と日本技術士会(13)が人為災害を対象としている。日本技術士会(13)には原子力・放射線部があり、彼らの活動が反映されていると考えられる。

また土木学会(3)と日本建築学会(1)は図6と図7より地震災害の被災者の復興を対象とした提言等を発表していると読み取れるが、図5の分析①から見ると日本建築学会(1)は人為災害の復興、土木学会は地震災害の復興とある。これは土木学会と比較して日本建築学会の提言等には、福島第一原子力発電所事故による影響を受けた地域の復興に関してより明確に記述されているためである。

本稿では、安全工学シンポジウムに参画している学会を分析対象とした。今後は、分析対象とする学会を拡大するとともに、分析結果を各学会の大会梗概集からわかる研究動向と比較する必要がある。これにより近い将来に発生すると想定される大地震災害に向けて、各学会でできることを抽出することが可能となる。

参考文献

- 1) 安全工学シンポジウム 2012 幹事学会：安全工学シンポジウム 2012, <http://www.csj.jp/es/anzen2012/>
- 2) 近藤伸也・目黒公郎：防災関連学会の研究分野の動向分析に関する基礎的研究，生産研究，63，457-460，2011.
- 3) 日本火災学会：事業内容，
<http://www.jafse.org/archives/2010/02/post-108.html>

災害に関連したテキストデータの可視化手法の開発

－東日本大震災関連報道記事の解析－

A visualization method for text data by Self-Organizing Maps

－ Analysis of news texts which are related to the Great East Japan Earthquake －

澤 田 義 人*・遠 藤 貴 宏*・沼 田 宗 純*
目 黒 公 郎**・沢 田 治 雄*

Yoshito SAWADA, Takahiro ENDO, Muneyoshi NUMADA

Kimiro MEGURO and Haruo SAWADA

1. は じ め に

2011 年は 3 月 11 日に起きた東日本大震災では地震による被害もさることながら、地震によって発生した津波の遡上高は最大で 40.5 メートルにも達し、その被害は激甚であった¹⁾。この津波は従来のハザードマップなどで想定した地域よりもはるかに内陸まで到達しており²⁾、ハザードマップの改訂など、今回の震災を踏まえた防災計画の見直しが急務となっている。

また、東日本大震災では発災直後に被害の全容を把握することは容易ではなかったため、報道に取り上げられた市町村が偏っていたことが明らかになっている³⁾。データの解析によってさまざまな情報を二次元上に可視化することができれば、現在行われている活動について俯瞰するとともに、その後の救援活動をどのように展開すべきかを検討するための材料にもなり得ると考えられる。そこで本研究では、災害発生直後のテキストデータについて可視化を行うことを目的として、一連の解析手法の開発を行った。本研究では、東日本大震災の発生直後（一部発震前を含む）の報道記事について解析した。

2. 解 析 手 法

テキストデータは、多数の中から異なる 2 つを選び出して比較することは容易であるが、多数の文書を比較することはかなり難しい性質があり、本研究では統計言語的解析を行った。形態素解析には MeCab⁴⁾を、統計処理は R 言語⁵⁾を用いて行った。R 言語にはライブラリとして“RMeCab”⁶⁾が存在し、R 言語から直接に MeCab を呼び出すことで形態素解析、結果の統計処理や可視化などの一連の解析処理を R 言語で実行することが可能である。

文書分類には Self-Organizing Map(SOM)⁷⁾を用い、その

初期配置は Distance Geometry 法⁸⁾と多次元尺度法 (MDS 法)⁹⁾を用いて発生させた。対象となる文書数が多いため、これらの処理プログラムは自作した。

分類結果の可視化は自作のスクリプトで行った。

3. 文書データの解析結果

3.1. 東日本大震災発生直後の報道記事の解析

インターネットを通じて人力で収集された報道記事を解析の対象とした (収集期間: 2011 年 3 月 9 日～23 日, 14019 記事)。

3.1.1. 記事データの統計量

記事の日付別、発信元別の記事数を図 1 に示す。

記事データ本文の形態素解析を行った後、単語の出現頻度が Wikipedia 日本語版全体でのそれとどの程度異なるかを調べる目的で、単語毎の Z スコアを求めた (表 1)。数値は Wikipedia 日本語版の unigram 解析結果¹⁰⁾を利用して計算した。

3.1.2. 単語の出現率の時間変動

単語の出現頻度が時間によってどのように変化するかについて調べた。

解析対象とした単語は「名詞」「形容詞」のみとした。動詞については記事中で複合動詞として現れることが多く、それらの抽出には bigram 解析が必要となることから解析から除外した。単語の出現頻度を日付別に集計し、記事全体の出現頻度分布を基にした Z スコアを計算した。

特徴的な時間変化をする単語を抽出した例を図 2 に示す。「地震」は発震後一週間の Z スコアが大きく、相対的な出現頻度が大きかったことがわかる。「津波」は 3 月 11 日～14 日の間で多く出現している。福島第一原子力発電所の事故に関連した「停電」「爆発」のどちらも 3 月 14 日が突出してスコアが大きい。「停電」については、3 月 14 日からの計画停電について一斉に報道されたことが、「爆発」について

*東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

**東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
／東京大学大学院 情報学環

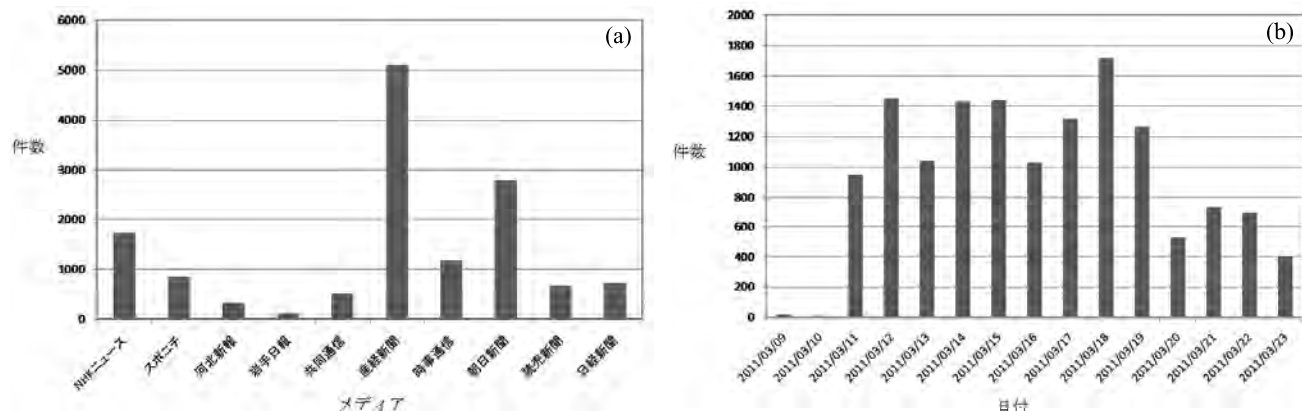


図1 記事数 (a: 発信元別 b: 日別)

表1 Zスコアの高い単語一覧

順位	単語	スコア	順位	単語	スコア	順位	単語	スコア	順位	単語	スコア
1	被災	194.8	31	再開	51.6	61	仙台	34.2	91	原子	28.3
2	福島	187.3	32	停止	51.5	62	日本	34.2	92	対策	27.7
3	地震	187.2	33	市	50.9	63	会見	34.0	93	ら	27.5
4	原発	178.1	34	東北	50.9	64	相	34.0	94	気仙沼	27.5
5	大震災	159.3	35	工場	50.7	65	原子力	33.9	95	作業	27.2
6	停電	153.7	36	省	50.7	66	警察庁	33.9	96	救援	26.9
7	東日本	130.7	37	億	49.1	67	キロ	33.0	97	建屋	26.7
8	特集	122.8	38	午前	45.4	68	検討	32.9	98	県内	26.7
9	避難	119.2	39	供給	45.2	69	情報	32.8	99	派遣	26.0
10	東電	98.3	40	放水	44.9	70	復興	32.4	100	炉心	26.0
11	義援金	97.0	41	被害	44.2	71	災害	31.9	101	水	25.9
12	円	96.2	42	放射	43.4	72	菅	31.4	102	RSS	25.7
13	日	92.8	43	物資	43.3	73	自衛隊	30.5	103	放射能	25.5
14	県	90.6	44	放射線	43.1	74	震度	30.4	104	市場	25.3
15	支援	85.7	45	延期	42.9	75	時	30.3	105	分	25.2
16	宮城	83.6	46	所	42.9	76	東京	30.3	106	住民	25.2
17	地	80.7	47	者	42.0	77	募金	30.3	107	発電	25.1
18	人	78.0	48	事故	41.5	78	枝野	30.3	108	さん	25.0
19	津波	75.9	49	要請	41.3	79	茨城	30.2	109	燃料	25.0
20	震災	74.8	50	東京電力	39.8	80	政府	30.2	110	確認	24.6
21	万	74.8	51	影響	39.7	81	実施	30.2	111	東北電力	24.5
22	号機	66.8	52	国交	39.4	82	対応	29.9	112	全力	24.1
23	計画	66.4	53	輪番	38.3	83	爆発	29.9	113	被ばく	24.0
24	岩手	62.7	54	首相	37.6	84	性	29.7	114	不明	23.4
25	動画	61.7	55	操業	36.8	85	物質	29.6	115	緊急	23.3
26	中止	58.5	56	官房	35.7	86	気象庁	29.3	116	容器	23.2
27	米	53.2	57	節電	35.5	87	プロ	28.9	117	冷却	22.9
28	写真	53.1	58	野球	35.2	88	長官	28.9	118	溶融	22.7
29	午後	52.8	59	炉	35.2	89	電力	28.7	119	佐藤	22.6
30	復旧	51.8	60	救助	35.0	90	退避	28.6	120	活動	22.6

は、福島第一原子力発電所1号機が3月12日に、3号機が14日に爆発したが、それらの事象に対応して単語出現の相対頻度も変化している。

3.1.3. 記事データの分類処理

記事見出しにある単語の出現頻度に基づき SOM アルゴリズムによって記事を分類した。SOM アルゴリズムは、Kohonen らが連想記憶の研究で開発したものであり、教師

なしニューラルネットワークのひとつであるとされている⁷⁾。このアルゴリズムは多次元データを二次元上に配置されたノードに非線形射影するもので、得られた二次元マップでは、データの類似性を反映して、類似したデータは同じあるいは近傍のノードに射影される性質があり、クラスタリングと可視化の両方の性質を持った結果が得られる利点がある。本研究では、この利点を活用して SOM を用いて文書の分類と可視化を行った。

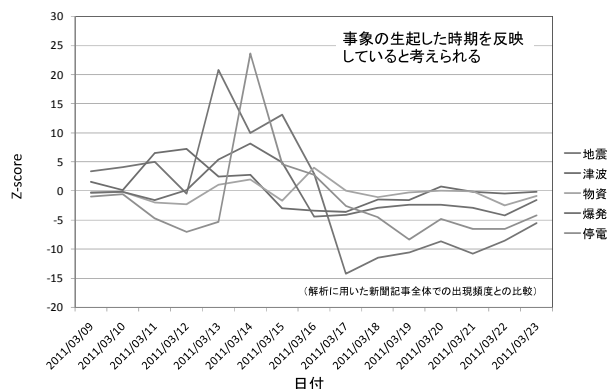


図 2 単語の Z スコアの時間的変動

SOM の初期配置は以下の方法で作成した：

- i) 記事見出しデータに含まれる単語のうち「名詞」「形容詞」(12003 単語) を抽出
- ii) tf-idf の値を計算し、「文書-単語行列」を作成（行列要素は tf-idf スコア）
- iii) 文書間の Euclid 距離を計算して距離行列を作成
- iv) Distance Geometry 法⁸⁾ で文書を二次元に射影。
- v) iv) で得られた 2 次元座標を多次元尺度法⁹⁾ によって再配置し、SOM の初期配置を計算

SOM の繰り返し回数は 100 回、SOM サイズは 10×10 と設定した。

計算の結果、10×10 の SOM ノード上に解析対象とした 14019 記事が配置された結果が得られた。得られた SOM に関する統計値は、記事見出しデータは用いず、記事本文についての値で計算した。

3.1.4. 分類結果の解釈

解釈のため、SOM の各ノードに対し、以下の量を計算した：

- A) 該当ノードに所属する記事数
 - B) 該当ノードに所属する記事で出現する単語の種類と頻度の総計（名詞、形容詞のみ）
 - C) 記事全体の単語の頻度分布に対する、単語の Z スコア
- 続いて、ひとつの単語に着目し、10×10 の SOM 上での Z スコアを可視化し、どのノードで統計的に優位に出現するかについて調べた。この作業をいくつかの単語で繰り返すことで、SOM 上でのトピックの配置を明らかにすることができる。着目した単語の Z スコアを SOM 上にマップした結果を図 3 に示す。単語は表 1 を参照して解析者が選択した。

図 3 から主に以下のことを読み取ることができる。それらの内容を要約したものが図 4 である。

- ① SOM の左上～左では「地震」「津波」の出現頻度が高く、「震度」の頻度も高いことから「地震」「津波」そのものに関するトピックであること

- ② 「原発」「放水」「ベクレル」などが SOM の右～右下で頻度が高く、この部分は原発事故および放射能関連のトピックであること
- ③ 「計画」「停電」「運行」などが SOM の上～右上で頻度が高く、これらのノードは（東京電力の）計画停電に関連したトピックであること
- ④ SOM の左下では「避難」「物資」の頻度が高く、この部分は「避難生活」に関連するトピックであること

主に救援活動の担い手に着目すると、

- ⑤ 「自衛隊」の頻度が高いノードは「原発事故」のトピックに位置しており、原発事故対応にあたる自衛隊についての報道が多かったこと
- ⑥ 「警察」は特定のノードで非常に頻度が高いこと
- ⑦ 「消防」は原発事故関連の記事と、避難生活関連の記事が多いこと
- ⑧ 「ボランティア」は避難生活に関連している記事が多いこと

さらに、地域（地名）や企業名に着目すると、

- ⑨ 「福島」「宮城」「岩手」「東京」はそれぞれ高頻度を示すノードの位置は異なっており、「福島」は主に原発事故、「東京」は計画停電の影響についての記事と関連すること
- ⑩ 「東京電力」は、高頻度のノード分布が SOM 上で明確に二つに分かれており、それぞれ原発事故関連と計画停電関連の記事であること

などを読み取ることができる。「警察」が高頻度で出現するノード（⑥）には身元判明者一覧の記事が特異的に所属していた。また、写真を主とした解説記事も連日掲載され、SOM ノードの中央付近にはそれらの記事が所属していた。さらに、SOM の左下で高頻度となる単語としては「物資」「紙おむつ」「毛布」「不足」「寒い」があり、避難生活で物資が不足していること、避難生活を寒く感じていることも読み取ることができる。

今村は防災力の向上のために大きな役割を担っているのが防災情報であり、それら防災情報とは、リスクマップなどの事前情報から、現況・観測データなどの事中情報および復旧などの事後情報であるとしている¹¹⁾。文献 11 では災害直後で住民に必要な災害情報の種類として

- 災害因（震度・震源・波高）
- 被害情報
- 危険度／警報
- 避難情報（避難指示）
- 行動指示
- 生活情報
- 安否情報・安否関連情報
- 救援物資・ボランティア

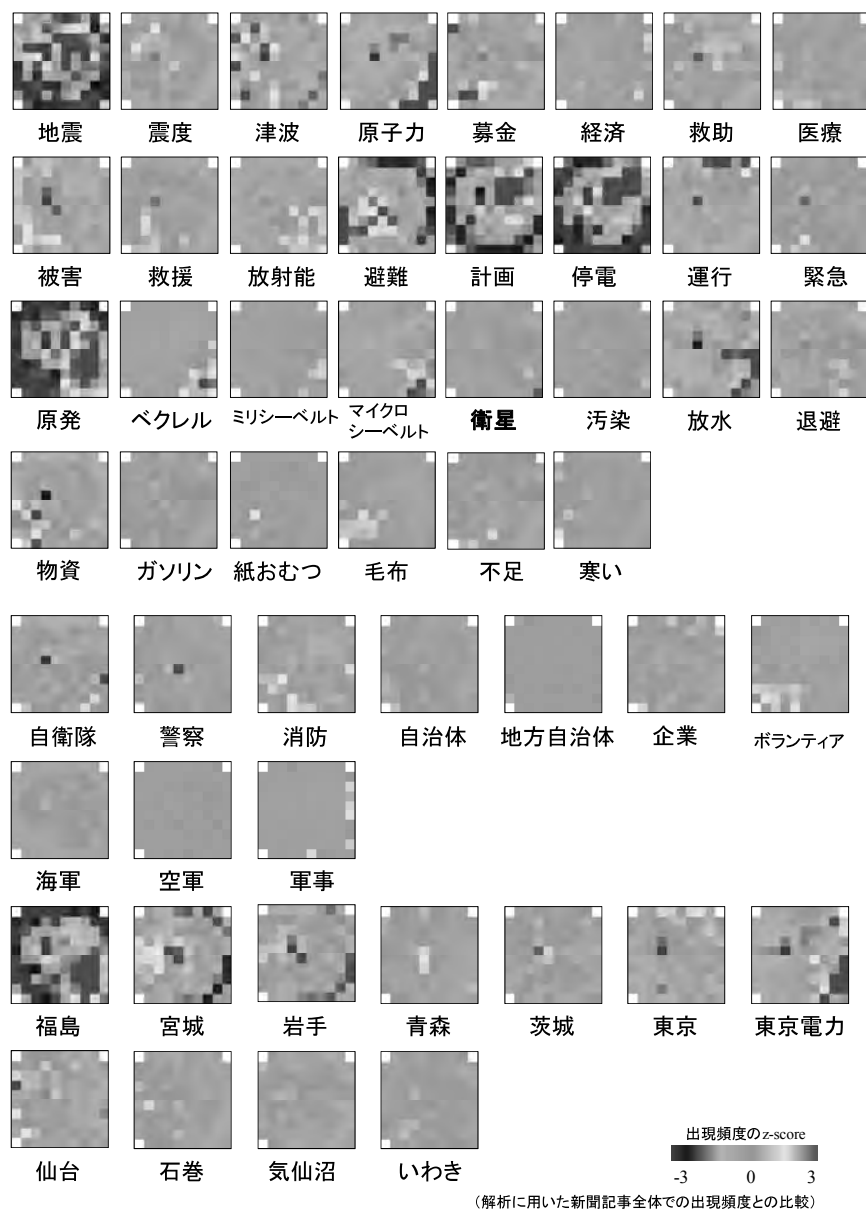


図3 各ノードでの単語の出現頻度

の8つを挙げている。文献11の表1と各ノードでZスコアの大きな単語を見比べることで、これら8つのうち「災害因」「被害情報」「避難情報」「生活情報」「安否情報・安否関連情報」「救援物資・ボランティア」は容易にSOM上にマップすることが可能である(図5)。

「生活情報」に該当する情報も、避難所と東京電力管内では当然のことながら内容が異なるが、SOM上でも異なった位置にある。文献11の表1には今回のような原子力事故を想定したものではないが、SOMを用いてトピックを分類することで、種類の全く異なる未経験の災害であっても情報の分類と整理が可能であることを示している。

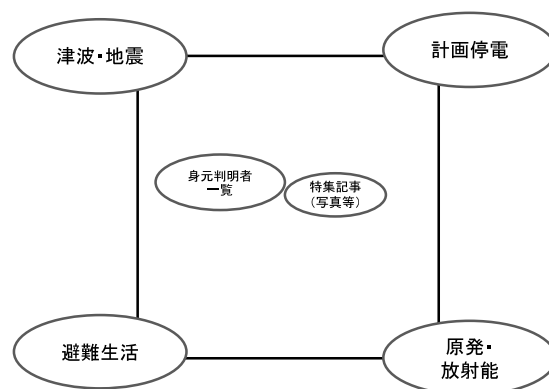


図4 SOM上でのトピックの位置

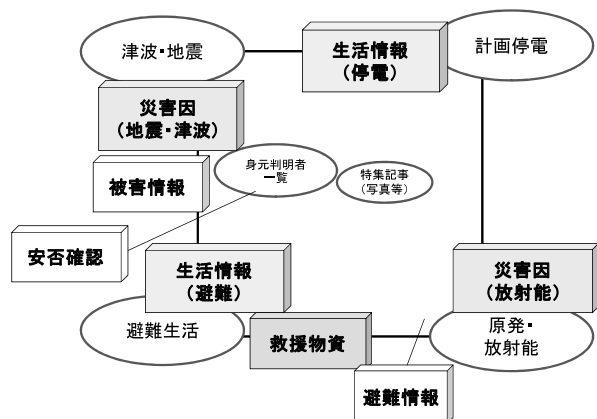


図5 SOM上にマップした情報の種類(文献11による)

3.1.5. 各ノードに所属する記事数の時間変動

それぞれのノードに所属する記事について、日付毎に計数した結果を図6に示す。事態の展開に対応するように主要なトピックが変化している。前震とされる地震が起きた3月9日には地震そのものの記事だけであり、3月10日も同じ内容の記事があったことがわかる。主要トピックは、3月13日までは災害因とされる地震や津波の規模のトピックが多数であるが、3月14日には計画停電関連となり、その後は原子力関連のトピックが多数になる。これとは別に、3月14日以降、避難生活関連のトピックも増えている。トピックの変化を模式的に表したものを図7に示す。

3.1.6. 「物資」に関連した記事の解析

今回の災害でも救援物資の調達は大きな問題となってい

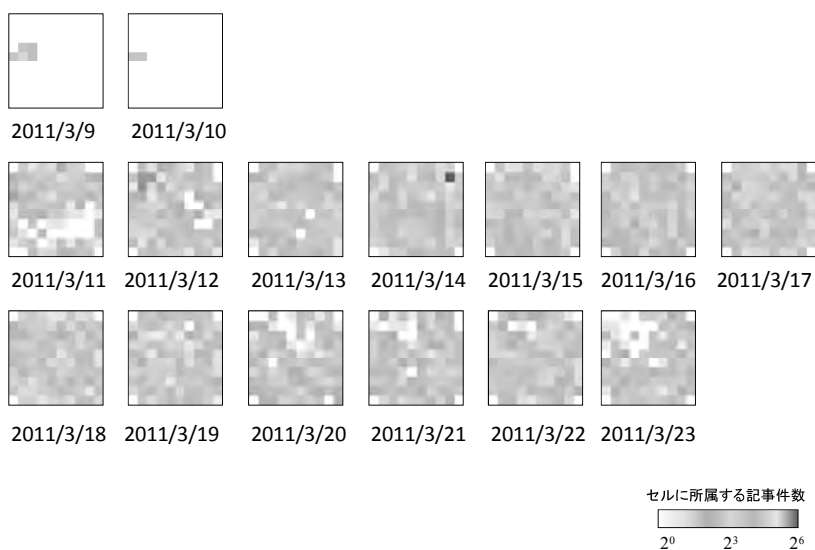


図6 記事数の時間変動

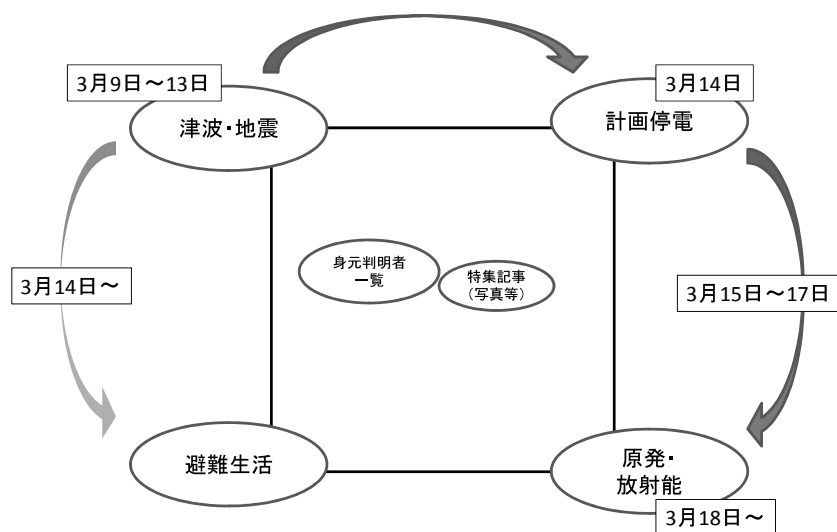


図7 主要トピックの時間的变化

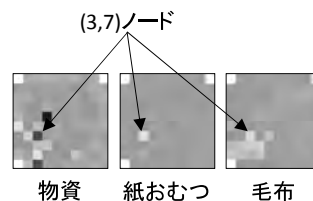


図8 「物資」関連ノード

研 究 速 報

る。震災直後の救援物資の流れを記事データから抽出可能かの検討を目的として解析を行った。解析は「物資」「紙おむつ」「毛布」の単語がともに高頻度で出現した(3,7)ノードを対象とした(図8)。

(3,7)ノードには115件の記事が所属し、名詞および形容詞で1768種の単語が出現した。これらの記事データについて bigram (同一文中で連続する2語) 解析を行った。

「物資」を含む bigram を表2に示す。これら55個の bigram について記事の出現日毎に可視化した結果を図9に示す。

記事では、出現日の前日に事象が起きたと推定できる(図10は記事の日付)。発災翌日の12日には東京等で支援物資が用意・準備され、13日に出発、14日に受け入れられた流れが推測できる。

表2 「物資」関連 bigram 一覧

rank	word1	word2	freq.	rank	word1	word2	freq.	rank	word1	word2	freq.
1	支援	物資	36	21	物資	石橋	2	41	物資	宮城	1
2	救援	物資	32	22	物資	多く	2	42	物資	個人	1
3	物資	受け付け	12	23	物資	庁	2	43	物資	受給	1
4	物資	一部	5	24	物資	追加	2	44	物資	集約	1
5	提供	物資	5	25	物資	東京	2	45	物資	出発	1
6	物資	トラック	4	26	物資	発送	2	46	物資	提供	1
7	物資	ミネラルウォーター	4	27	物資	搬送	2	47	物資	燃料	1
8	物資	企業	4	28	物資	被災	2	48	物資	派遣	1
9	物資	集積	4	29	会員	物資	2	49	一元化	物資	1
10	出発	物資	4	30	義援	物資	2	50	関連	物資	1
11	物資	輸送	4	31	行政	物資	2	51	空港	物資	1
12	物資	エネルギー	3	32	市民	物資	2	52	場所	物資	1
13	物資	政府	3	33	内	物資	2	53	調整	物資	1
14	物資	ところ	2	34	備蓄	物資	2	54	発表	物資	1
15	物資	開始	2	35	必要	物資	2	55	類	物資	1
16	物資	岩手	2	36	毎日	物資	2				
17	物資	義援金	2	37	物資	北信	2				
18	物資	区	2	38	物資	満杯	2				
19	物資	受け入れ	2	39	物資	用意	2				
20	物資	人	2	40	物資	一	1				

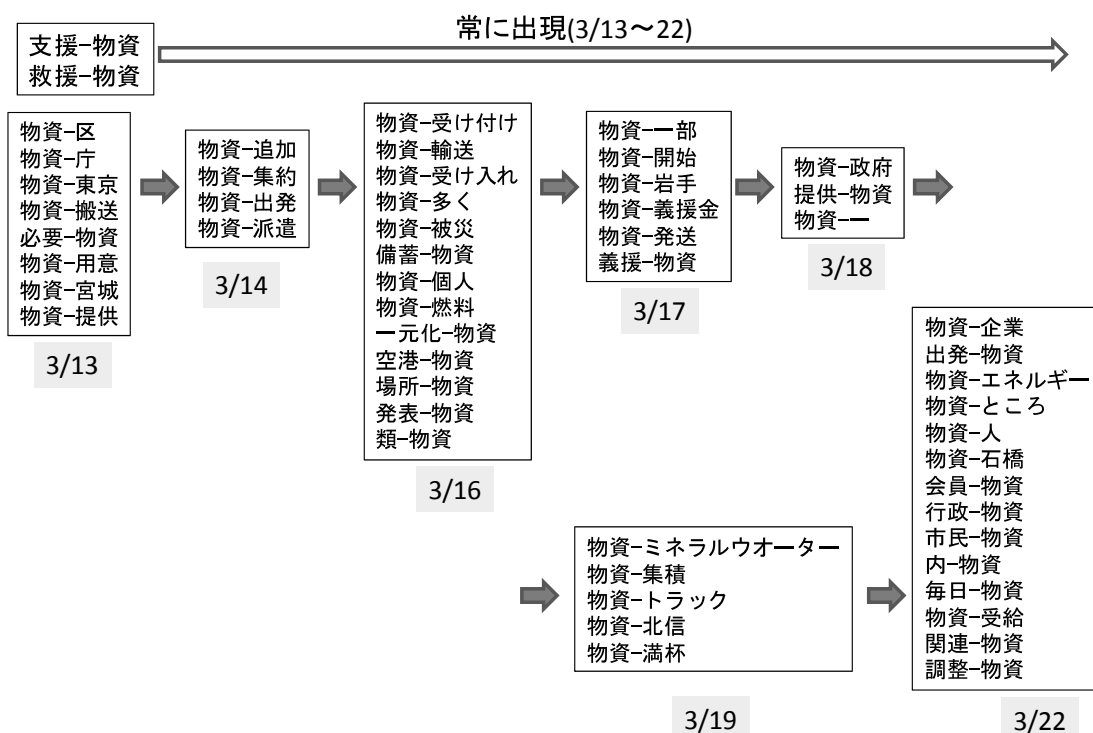


図9 「物資」関連 bigram の出現日

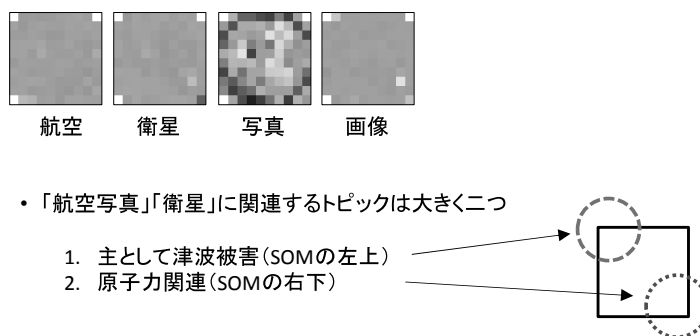


図 10 リモートセンシングデータに関連した単語の出現頻度

3.1.7. リモートセンシングデータの活用に関して

今回は被災地域が東北から中部地方におよぶ非常に広い範囲にわたっている。これまでも広域災害では被害状況の把握に人工衛星や航空写真などによるリモートセンシングデータが活用される事例も多い。近年、国際災害チャーターの枠組みも整備され、チャーター発動件数も年々増加している。

3月11日の東日本大震災関連した記事で、人工衛星データや航空写真がどのような形で記事に現れたかを解析した。

「航空写真」という語が出現した記事は5件（全体の約0.04%）で、「人工衛星」「衛星画像」では181件（全体の約1.3%）であった。3.1.3.節に述べたSOMでの分類の結果で、リモートセンシングデータに関連すると考えられる単語のZスコアを図10に示す。図10では色の違いがほとんどなくわかりにくいですが、SOMの左上で「航空」「写真」の両方の頻度が高いノードがある。これは津波による浸水面積の航空写真による推定を記事で取り上げているのが主である（ALOS/AVNIR-2やMODISを取り上げた記事も少数ながら存在）。

一方で、「衛星」はSOMの右下（10,10）のノードに特異的に表れている。これは原子力関連で、放射能のため飛行禁止区域となった福島第一発電所、特に水素爆発前後の画像を記事で扱っている。

記事中でのリモートセンシングデータの扱いをみると以下のA）、B）のように大きく2つに分けることが可能である。

A) 「画像を見せる」ことを主眼とした使われ方（主に超高分解能衛星画像）

- 超高分解能衛星（IKONOSやGeoEyeなど）は福島第一原発関連の記事で頻出
- 上空撮影画像の代替（発電所周囲30km以内は飛行禁止措置が取られたため）
- 記事をわかりやすくする目的で図として利用

B) 「専門家の解析結果・コメントとともに示す」使われ方

- 専門家による解析結果を示す（航空写真）

● 専門家のコメントとともに示す（ALOSやMODIS）

超高分解能衛星以外のリモートセンシングデータは、専門家の解釈やコメントなしでは記事に登場していないのが現状であった。リモートセンシングの災害活用を広げる目的でも、すぐにユーザーが使えるプロダクトの迅速な提供が必要であると考えられる。

4. 考 察

本研究では、単語の出現頻度に基づいて新聞記事の分類を行い、各ノードでの単語の出現頻度（Zスコア）からSOM上でのトピックを決定する方法を用いた。分類の結果は、類似した内容の記事は同じか近傍のノードに配置されており、トピックの決定もさほど困難ではなかった。決定したトピックは、文献11にある「情報の種類」に対応していることから妥当なものであると考えられる。特に、福島第一原発の事故のようにこれまでに類のない事象に関する記事についても情報の種類とトピックの対応が取れたことはこの方法の利点をよく表していると言える。

しかし、今回の解析は以下に挙げる点で改良する余地があると認識している：

（ア）解析対象となる記事データの収集法について

提供された記事データは収集の段階で人力によってスクリーニングされており、これに伴うデータの偏りが含まれている。データを自動で収集するなど、データ収集に伴うバイアスを軽減する工夫が必要である。また、図1(a)に示すように報道機関別のデータ収集件数にも大きな偏りがあり、報道機関別の記事の特徴などについては解析していない。今後の防災報道を考えるうえでは、どの報道機関がどんな情報をどれだけ提供したかを解析し、改善すべき点を見つけ出すことが必要であるが、本研究ではそこまで踏み込めなかった。特に、地方紙は発行地域特有の情報や社会傾向を強く反映した紙面づくりがなされていることから、資料価値の高い媒体であるとされている¹²⁾。全国紙と地方紙あるいは地方紙間の報道内容の違いを解析することが期待される。

研 究 速 報

(イ) コントロールデータの適切さについて

解析の基準となる Z スコアの算出は, Wikipedia 日本語版データの unigram 解析結果¹⁰⁾に基づいている。これは解析時点 (2011 年 4 月) で, 無料で利用できる大規模コーパスや unigram 解析データが見当たらなかったためであるが, これは Wikipedia に特有のバイアスを含んでいる可能性が非常に高い。したがって, 本研究での Z スコアの値は, 出現頻度の目安にはなるものの, 統計的検定などの詳細な解析に耐える数値ではない。震災前の平時の新聞記事で単語の出現頻度を調査しておくなど, 災害時だけでないデータの蓄積が必要である。

(ウ) SOM 上のトピックの決定について

記事分類の結果からトピックを抽出する作業は, 単語の出現パターンを SOM 上で確認しながら目視で行なった。本研究ではトピック数も主観で決めているが, これについては改善の余地が大いにある。SOM の分類結果を利用してクラスタ数を自動で決定する方法は田中らも提案しているが¹³⁾, 今回の「文書-単語行列」は 1 万 × 1 万以上の規模であり, 田中らの方法では類似した内容の記事を別クラスタに所属させてしまうなどの不具合がみられたため採用しなかった。文献 11 の表 1 には「情報の種類」ごとにキーワードとなる単語がいくつか挙げられている。この単語を seed としてトピックを自動抽出するなどの手法も今後は検討したい。

当然のことながら, 解析の結果やその解釈が適切であったか, 他の情報元や現地調査などでの確認, 検証が必要がある。

リモートセンシングデータは空撮写真の代替として超高分解能衛星画像がよく使われたことが特徴的であった。しかし, それ以外では専門家の解析結果やコメントとともに画像が掲載された記事が少数あった。リモートセンシングデータの災害情報としての活用範囲が拡大したとは言いがたく画像提供の方法も含めて検討する必要がある。

5. お わ り に

本研究では, 多数の単語が出現する大量のテキストデータを分類してトピックを抽出, 解析を行なう一連の方法を開発した。形態素解析から SOM によるクラスタリングや可視化までは, 人手を解さない自動処理も可能になるように各段階で留意し, 処理系を組み立てた。

福島第一原発の事故のようにこれまでに類のない事象に関する記事についても情報の種類とトピックの対応が取れたことはこの方法の利点をよく表している。

トピックの抽出は自動化には程遠いのが現状であるが, トピックごとに探索の seed となるキーワードを列挙しておけば, それらのキーワードと同じノードや近傍のノードで統計的に有意に頻出する単語を拾い出すことは可能であり, この処理を逐次的に行なうことで, トピックとキーワ

ードの両方の候補を列挙するシステムの構築も十分可能であると考えられる。

今回は「地名」に主眼を置いた解析は行っていない。これは固有表現の抽出が一般に困難であることが理由である。実際に「仙台湾」は形態素解析で抽出できず「仙-台湾」とした結果が得られた。地名を抽出するには, あらかじめ地名を形態素解析の辞書データに組み込む方法があるが, 地名と人名(苗字)に共通するものが多いことなどから実効性があるかは未知数である。しかしながら, 地名が抽出できればジオコーディングシステムを介して地理座標を得ることが可能となり, テキストデータの内容に関連する GIS データやリモートセンシングデータの提示まで行なえるため, 情報集約の上で有益なシステムを構築する道が開ける。

本研究で開発した手法をベースにすれば, 災害に関連する大量のテキストデータを随時自動分類し, 情報の提示やキーワード抽出を行なうシステムの実現が可能であると考えている。

(2012 年 5 月 10 日受理)

参 考 文 献

- 1) 岡田義光, 2012. 「2011年東北地方太平洋沖地震の概要」, 東日本大震災調査報告 防災科学技術研究所 主要災害調査, 48, pp. 1-14. (2012年5月9日閲覧)
- 2) 岸ら, 2011. 「大規模震災における空間情報技術の応用 - 東北地方太平洋沖地震への初動対応-」, 日本リモートセンシング学会第50回(平成23年度春季)学術講演会論文集, pp.83-86.
- 3) 沼田ら, 2011. 「『効果的な災害対応に貢献する報道モデル』の構築に向けた2011年東日本大震災直後の WEB ニュースの基礎的分析」, 生産研究, 63(4), pp. 555-561.
- 4) MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer. <http://mecab.sourceforge.net/> (2012年5月9日閲覧)
- 5) RMeCab <http://rmecab.jp/wiki/index.php?RMeCab> (2012年5月9日閲覧)
- 6) The R Project for Statistical Computing <http://www.r-project.org> (2012年5月9日閲覧)
- 7) Kohonen, T., 2000. "Self-Organizing Maps(2nd ed.)", Springer, Berlin, chapter 3.
- 8) Hou, J., et al., 2003. "A global representation of the protein fold space", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 100(5), pp. 2386-2390.
- 9) Kruskal, J. B., et al., 1978. "Multidimensional Scaling", Sage University Paper series on Quantitative Application in the Social Sciences, 07-011. Beverly Hills and London: Sage Publications.
- 10) wikipedia ダンプから Ngram と IDF データを作りました http://d.hatena.ne.jp/toilet_lunch/20100522 (2012年5月9日閲覧)
- 11) 今村, 2007. 「災害情報の期待と課題 - 津波を中心にして-」, 学術の動向, 2007.11, pp. 48-55.
- 12) 鈴木ら, 2012. 「自然災害情報室における東日本大震災関連資料の収集と公開」, 東日本大震災調査報告 防災科学技術研究所 主要災害調査, 48, pp. 161-191. (2012年5月9日閲覧)
- 13) 田中ら, 1996. 「自己組織化マップを利用したクラスタリング」, 電子情報通信学会論文集, J79-D-II(2), pp. 301-304.

INVESTIGATION ON FUKUSHIMA MINPO NEWSPAPER ARTICLES BY RUNNING SPECTRUM ANALYSIS

Muneyoshi NUMADA* and Kimiro MEGURO*

Abstract

Huge amount of digital data of the Great East Japan Earthquake is provided by the highly-developed digital data delivery system and storage technology. But as of now, the method and/or technique for analysis is not yet satisfactory. This paper proposes a running spectrum technique of text data for the purpose of analyzing changes or trend along the disaster management cycle. For verification of this technique, news reported by the newspaper *Fukushima Minpo* has been used. The result shows the characteristics of data change in the time domain.

INTRODUCTION

Huge amount of digital information related to the Great East Japan Earthquake has been released or published by newspapers, wire agencies and TV stations. The volume of information, by far, exceeds that of past disasters because tools to send out information have dramatically changed: websites, Twitter, Facebook and other Internet-based platforms are now widely used as popular sources for news updates. The contents covered include many different kinds of events and problems that were caused simultaneously by the earthquake. Reports on regional damage induced by the earthquake and tsunami, economical problems in the Tokyo metropolitan area, the Fukushima nuclear power plant accident and much other information spread out at the same time.

By using the cloud computing technology, more and more digital contents can be produced and stored in the digital world. This new innovative environment, incorporating powerful delivery data system and storage capacity, enables us to use information more easily for different purposes. Yet, the quality of data analysis technique in the disaster management field is far from enough. We need efficient means to distinguish important events out of the vast amount of information, to get the grasp of movements within a certain time frame, to know the changes occurring in the disaster management phase and so on.

Some algorithms in document/ literature evaluation method

suggest using association rules such as TF-IDF, Z-score and MMI. The association rules and TF-IDF are based on term co-occurrence frequencies, while Z-Score and Mutual Information Measure (MIM) are based on term co-occurrence probabilities [1]. The characteristics of disaster-related-information change or shift in accordance with each disaster management cycle phase, which are namely damage mitigation, preparedness, prediction and early warning, damage assessment, emergency disaster response, recovery, and reconstruction/restoration.

When handling this kind of information with characteristics that depend on time-changing/shifting, it is necessary to make analysis within a certain time span. Therefore, we propose a dynamic analysis technique of document/literature/text with considerations on time series to offer proper and appropriate responses. This paper shows the overview of proposed techniques. News from the newspaper *Fukushima Minpo* has been used for its verification. The proposed technique is a powerful tool to effectively analyze the huge amount of digital data, thereby responding to the upcoming society with growing volume of information.

RUNNING SPECTRUM ANALYSIS OF TEXT DATA

Running spectrum analysis

Running spectrum analysis is a method widely used in the seismic ground motion analysis for understanding the wave characteristics in time and frequency domain. It is an approach that shifts a time interval as the analysis point to conduct analysis within a certain time frame. In our research, the target is further expanded to the document/ literature/ text field.

*東京大学生産技術研究所

Moving-average method is used for dynamic analysis (see Fig. 1).

Flow of text data running spectrum analysis

Fig. 2 shows the flow of running spectrum analysis text data proposed in this research.

Firstly, Japanese Kanji letters, Katakana letters, numbers and alphabets are extracted from the documents separately as keywords. For this purpose, we have developed an "extract-keyword-program (EKP)". The EKP can extract each keyword individually and accurately. For example, "hinan" ("evacuation" in English) and "hinansya" ("evacuee" in

English) are identified as different keywords within the same document. The EKP can also count the frequency of appearance within one certain day or all the days during the specified period. Users can freely reset the period depending on purposes.

Secondly, keywords are reviewed and analyzed. The weights of all extracted keywords are calculated, respectively. Suggested algorithms for keyword analysis are: Clustering, TF-IDF, LSI, and Co-occurrence. Our proposed system can choose the most suitable weighing approach according to the purposes and requirements of each user. In this paper, we have used TF-IDF (Term Frequency-Inverse Term Frequency) in the time span B for verification as shown in Fig. 3. TF-IDF is a statistical measurement method to evaluate the degree of importance of a specified keyword in a document among a collection of numerous documents. The importance level is determined by the frequency and distribution within the collection of all documents [1].

Thirdly, after the evaluation of the importance of each

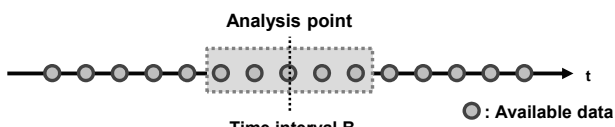


Fig. 1 Time interval B of moving average method

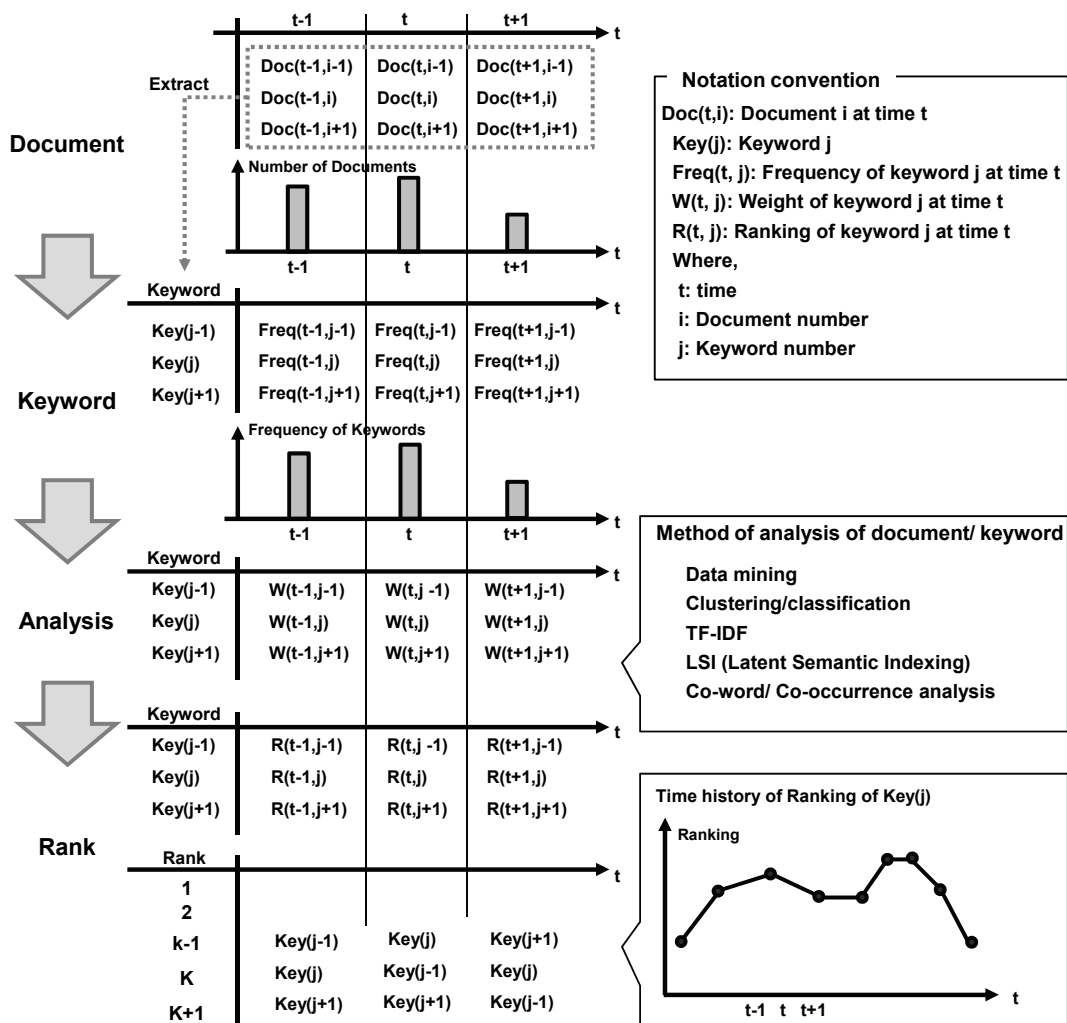


Fig. 2 Flow of running spectrum technique proposed

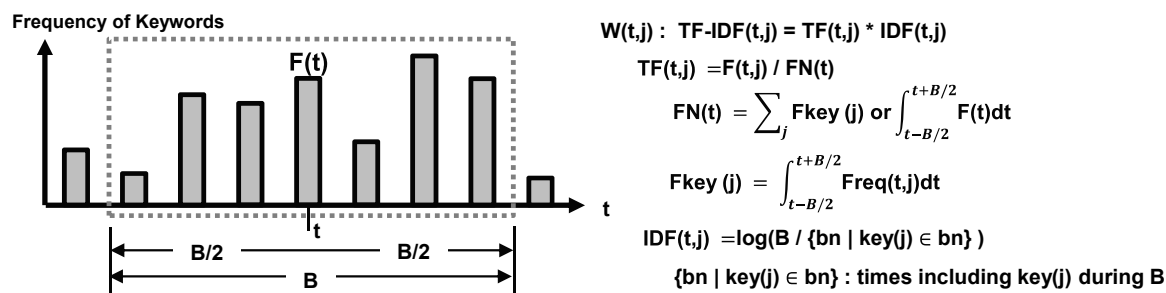


Fig. 3 TF-IDF of running spectrum technique

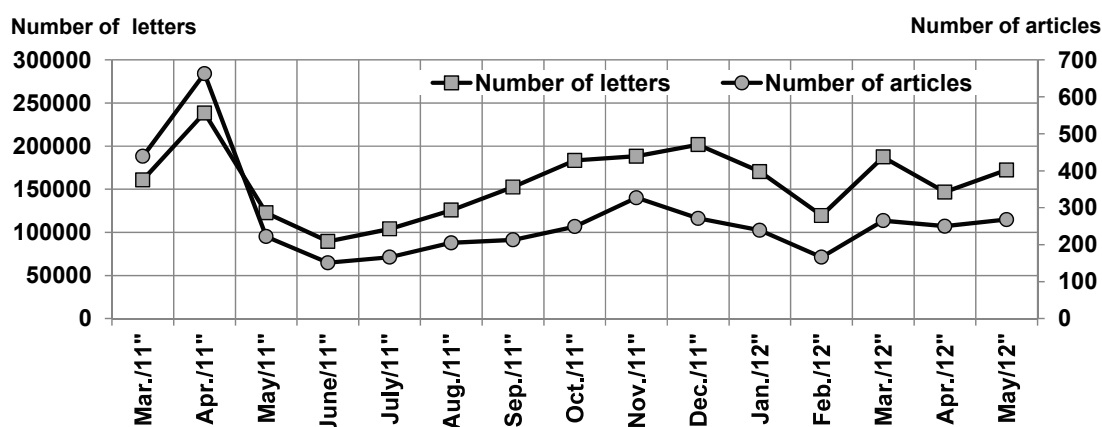


Fig. 4 Archives of Fukushima Minpo newspaper

keyword in certain time span B , all keywords are ranked according to its weights.

CASE STUDY OF FUKUSHIMA-MINPO NEWSPAPER

Newspaper data

Fukushima Minpo is a local newspaper, with circulation of 250 thousand copies per day, the largest in Fukushima Prefecture [2]. This paper repeatedly reports on nuclear power plant accidents as the company office is located near the site. Fig. 4 shows news report archives from March 2011 to May 2012, analyzing articles by the running spectrum approach described above.

Extracting keywords

Fig. 5 shows the number of keyword items and its frequency. A total of 67,881 different keywords have been extracted. Frequency is shown as "1" in 44,022 items (64.85% of the total), indicating that the keyword appears only one time. Most newspaper articles report the name, gender and age of those dead or injured, therefore the number of keywords with only one-time appearance equals the number of items.

Fig. 6 represents keywords with high frequency. "Refuge" is

listed as the most frequently used keyword with 1,696 appearances, followed by "residents" with 1,614 times over the period from March 2011 to May 2012. Keywords related to nuclear power accidents such as "decontamination", "nuclear power plant accident", "influence", "radioactive material", "children", "dose of radiation" etc. are ranked high. In this case study, one-letter words have been omitted because the keyword alone often has no meaning by itself and therefore should be interpreted within idioms, phrases and contexts.

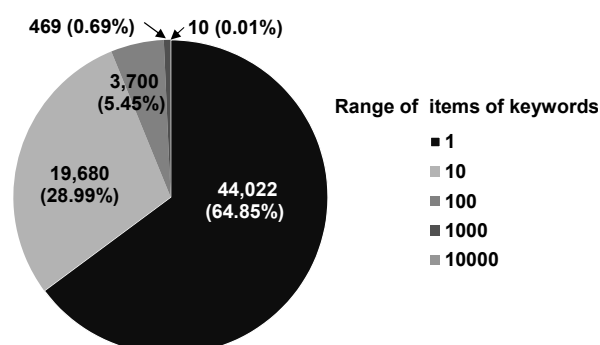


Fig. 5 The number of keyword items and its appearance within a certain range

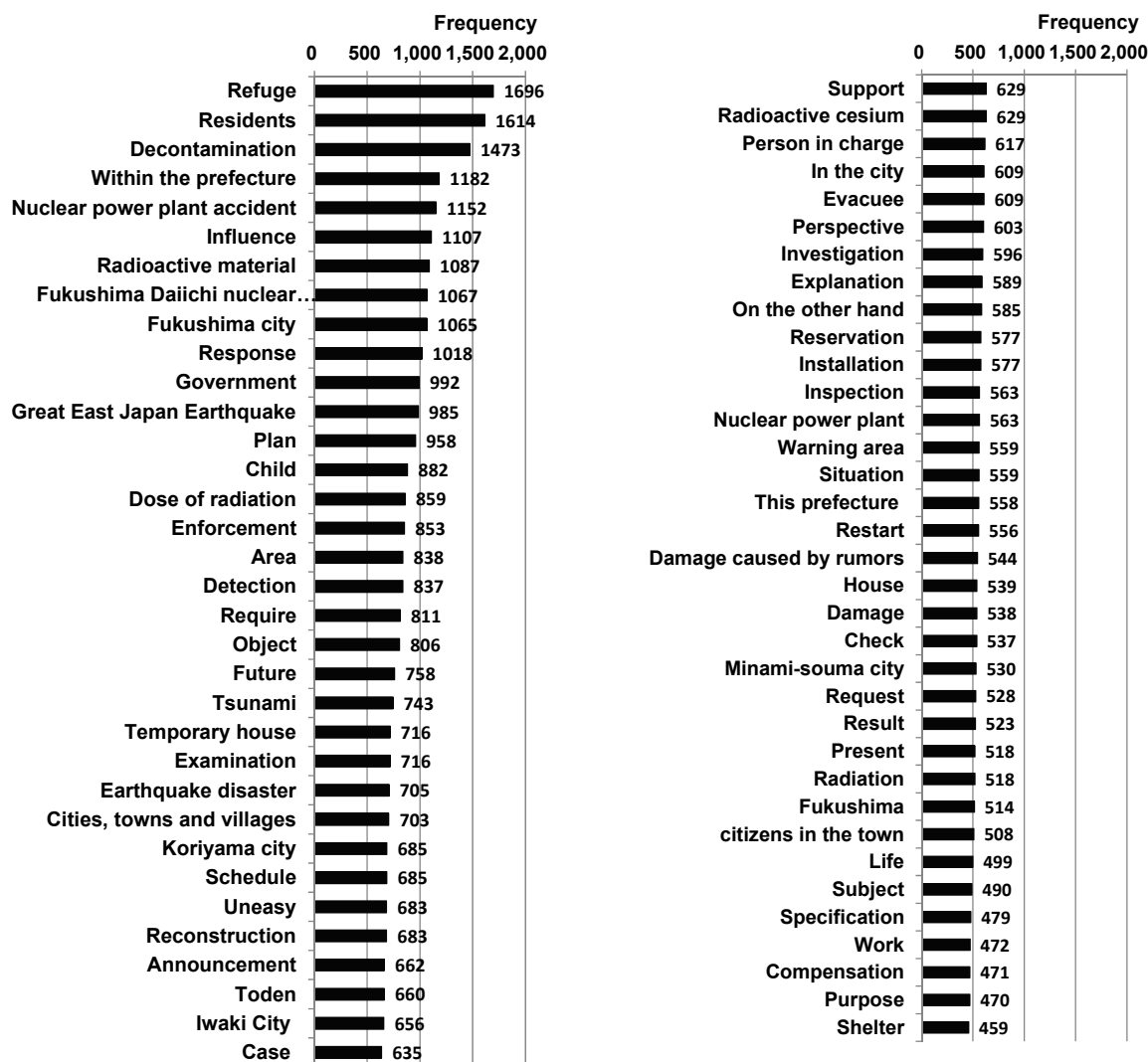


Fig. 6 List of Keywords and its appearance frequency (high frequency part)

Results of running spectrum analysis

By using the proposed analysis technique, all keywords have been ranked respectively according to the results of a weighting algorithm on daily or monthly level, and have been listed in order of the ranks. We get to understand which keywords received attention at the time, also tracing down the hottest keywords changing with the circumstances of the moment.

Time-chart of the top ranked keywords

Table 1 shows the time chart of the top three ranked keywords in March 2011 as a sample period for B=3, 7 and 31 days respectively due to space limit of paper.

Taking a look at the B=3 cases, frequently used keywords in this emergency period immediately after the quake include “tsunami”, “evacuation”, “disaster victim” and “debris”. “Blanket” was another important word since the earthquake occurred during the winter season and blankets were strongly

required by the evacuees. On March 19th, due to worries about the spread of radiation from the nuclear power plant accident, the word “pregnant” was seen for the first time, On March 30th, “temporary home return” was ranked top. This was when the evacuees who had to leave their hometown for fear of radiation were allowed to pay a brief visit home just to bring their valuables.

The B=7 case, which is similar to the B=3 case, covers the time when the earthquake hit. Keywords described as emergency terms such as “tsunami”, “evacuation” and “debris” are seen. On March 16th and 17th, “pregnant” was ranked top indicating the serious concerns of radiation by pregnant women as in the B=7 case. As for B=31, “evacuation” and “refuge” were the most used keywords for some days during emergency period. From March 22nd, “election” was ranked high because the nationwide local elections in April were also another issue of attention.

Effect of different time interval B

Comparing the short and long time intervals in terms of “B”, we see that top ranked keywords change day by day in B=3 (in which the target time interval days are shorter). On the other hand, some specific keywords, such as “*evacuation*”, “*refugee*”,

“*acceptance*” and “*election*”, tend to be ranked higher in the longer time intervals. Therefore, as the time interval B becomes longer, the analysis data is used from wide range period along with the smoothing effect.

The characteristics of the duration effect of time interval B

Table 1 Time chart of ranking of keywords: The number of each keyword shows the ranking in a day

		B=3			B=7			B=31		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
2011/3/11	Keyword	Fukushima city	Tsunami	Center	Tsunami	Evacuation	Disaster victim	Evacuation	Refugee	Response
	TF-IDF	0.015883551	0.015883551	0.015883551	0.018548882	0.017122045	0.014268371	0.011379498	0.008301542	0.00700664
2011/3/12	Keyword	Tsunami	Center	Evacuation	Koriyama city	Disaster victim	Evacuation	Evacuation	Refugee	Response
	TF-IDF	0.015694461	0.015694461	0.013078718	0.012867705	0.012432837	0.010567912	0.010424237	0.007525328	0.006362433
2011/3/13	Keyword	Center	Generating	Offer	Disaster victim	Koriyama city	Evacuation	Evacuation	Refugee	Acceptance
	TF-IDF	0.0078379	0.006531583	0.006531583	0.010186057	0.007477532	0.007099373	0.009608205	0.006706398	0.005774015
2011/3/14	Keyword	Koriyama city	Disaster victim	Suffering a calamity	Disaster victim	Evacuation	Koriyama city	Evacuation	Refugee	Acceptance
	TF-IDF	0.013906485	0.00812641	0.005794369	0.004954192	0.004816576	0.004577634	0.00848648	0.005924964	0.005415054
2011/3/15	Keyword	Koriyama city	Debris	Business	Debris	Acceptance	Activity	Evacuation	Refugee	Acceptance
	TF-IDF	0.004075026	0.003943332	0.003943332	0.003477323	0.003367127	0.003134146	0.007611582	0.005316452	0.005158004
2011/3/16	Keyword	Business	Work	Part	Pregnant	Debris	Niigata prefecture	Evacuation	Acceptance	Refugee
	TF-IDF	0.003505464	0.002804371	0.002804371	0.004234184	0.003024417	0.003024417	0.006875769	0.004735527	0.004667562
2011/3/17	Keyword	Directions	Woman	Blanket	Pregnant	Numerical value	Detection	Evacuation	NPPA	Acceptance
	TF-IDF	0.002985359	0.002985359	0.002985359	0.003365795	0.002512373	0.002476428	0.005917921	0.004134774	0.004134774
2011/3/18	Keyword	Pregnant	Citizen	Niigata prefecture	Last spring	Detection	Citizen	Evacuation	Acceptance	NPPA
	TF-IDF	0.004227755	0.003019825	0.003019825	0.002929957	0.002916061	0.002287094	0.005238582	0.003820034	0.003746572
2011/3/19	Keyword	Detection	Pregnant	Postponement	Last spring	Citizen	Detection	Evacuation	Acceptance	NPPA
	TF-IDF	0.003803307	0.003803307	0.003259977	0.002766884	0.002753761	0.002046127	0.00515258	0.00375732	0.003432535
2011/3/20	Keyword	Last spring	Goods	water supply	Citizen	Restart	Holding	Evacuation	Acceptance	NPPA
	TF-IDF	0.002856718	0.002711134	0.002448616	0.002561441	0.002291816	0.002167283	0.00449686	0.003282702	0.003125135
2011/3/21	Keyword	Student	Successful applicant	Citizen	Citizen	Postponement	Holding	Evacuation	NPPA	Acceptance
	TF-IDF	0.004139459	0.003725513	0.003311567	0.002102648	0.002102648	0.001895543	0.003872551	0.002961342	0.002884521
2011/3/22	Keyword	Difficulty	Aizuwakamatsu	Holding	Holding	Last spring	Postponement	Evacuation	Election	NPPA
	TF-IDF	0.002420517	0.002420517	0.002117953	0.001622171	0.001622171	0.001522268	0.003243887	0.002655386	0.002600224
2011/3/23	Keyword	Postponement	Holding	Life in refuge	Student	Holding	Last spring	Evacuation	Election	Acceptance
	TF-IDF	0.001975951	0.001873851	0.001606158	0.001690023	0.00159819	0.00159819	0.003220538	0.002636273	0.002519098
2011/3/24	Keyword	Holding	Large scale disaster	Life in refuge	Student	Holding	Last spring	Evacuation	Election	Acceptance
	TF-IDF	0.00155485	0.001332728	0.001332728	0.001740252	0.001645689	0.001645689	0.00319999	0.002619453	0.002503025
2011/3/25	Keyword	Restoration	Tokyo metropolitan	Large scale disaster	Student	Holding	Election	Evacuation	Election	Acceptance
	TF-IDF	0.0018989	0.001624766	0.001624766	0.001907318	0.001803677	0.001704338	0.00272265	0.002608714	0.002492764
2011/3/26	Keyword	Attendance	Tomioka	Tokyo metropolitan	Election	Reservation	Holding	Election	Acceptance	Detection
	TF-IDF	0.0031762	0.002117467	0.002117467	0.002433493	0.001899479	0.001778247	0.002572594	0.002458249	0.002356063
2011/3/27	Keyword	Radioactive material	Tomioka	Sea water	Election	Reservation	Acceptance	Election	Acceptance	Detection
	TF-IDF	0.004758472	0.003568854	0.003568854	0.002680526	0.002052694	0.001967165	0.002538725	0.002425886	0.002325045
2011/3/28	Keyword	Acceptance	Investigation	Residents	Attendance	Acceptance	Radioactive material	Election	Acceptance	Detection
	TF-IDF	0.006747479	0.003680443	0.003169465	0.002555711	0.002283299	0.001885678	0.00255324	0.002439756	0.002338339
2011/3/29	Keyword	Reservation	Fukushima	Accident	Hotel	Victim	Japanese style hotel	Election	Acceptance	Postponement
	TF-IDF	0.002895657	0.002895657	0.002778622	0.004084614	0.003681503	0.003155574	0.002503027	0.002391774	0.002221838
2011/3/30	Keyword	Temporary back-home	Inside Shelter	Accident	Victim	Hotel	Japanese style hotel	Election	Postponement	Acceptance
	TF-IDF	0.002825649	0.002825649	0.002711444	0.004174883	0.003578471	0.003227033	0.002442267	0.002418047	0.002333715
2011/3/31	Keyword	Victim	Hotel	Restart	Victim	Hotel	Japanese style hotel	Postponement	Election	Acceptance
	TF-IDF	0.005894993	0.005359084	0.003751359	0.004514461	0.003869538	0.003489515	0.002507653	0.002359851	0.002214332

can be explained by how many kinds of keywords were ranked No.1 at least once as shown in Fig. 7. When observing different time intervals $B = 3, 7$ and 31 days, fewer keywords have been ranked in the longer time intervals of B . For example, the $B=31$ case shows only 42 kinds of keywords ranked No.1 while the $B=3$ case shows as many as 248.

Keywords ranked No.1

Fig. 8 shows the keywords which were ranked No.1, and how many times the keyword has reached the No.1 position. The most frequently ranked as No.1 include: “decontamination” with 15 times for $B=3$ days, “sludge” with 22 times for $B=7$ days and “planting” with 36 times for $B=31$ days. From this result, we see that specific keywords were constantly listed high for the longer B due to the effect of soothing.

Table 2 shows the time-history of keywords that remained No.1 for a month. By reviewing this table, we can observe the timeline of events. Unfortunately, only the top three are shown

in this table due to the limitation of paper space even though many keywords remained in the No.1 position for a month. Let us focus on the $B=31$ case as we look at the top keywords of the months in chronological order. “Evacuation” was the most important keyword in March 2011, followed by “disaster victim” (April), “temporary payment” (May), “sludge” (June), “specification” (July), “compensation” (August), “two points” (September), “forest for disaster mitigation” (October), “compost” (November), “rice” (December). Moving onto 2012, “rice” (January), “planting” (February), “center” (March) and “detection” (April and May). By following the top keywords, we can see the outline and the stream of this complex disaster despite the intertwined problems and difficulties.

Trend of each keyword

This system also helps us see the trend of specific keywords that a system user might take interest in.

Fig. 9 shows the time history of the word “planting.” The case $B=3$ shows high discontinuity, while continuity is clearly shown in $B=31$ due to the soothing effects. From around October 2011, the problems related to “planting” constantly emerge as shown in the $B=31$ case.

KEYWORD TIME CHART DATABASE

All results analyzed by this technique are collected into the database. A keyword, with its time history of weight value, can be easily and quickly searched by category and immediately

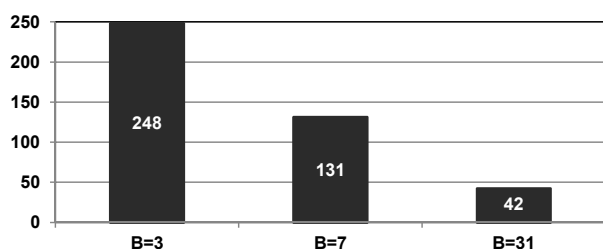


Fig. 7 Comparison of items of keywords ranked No.1.

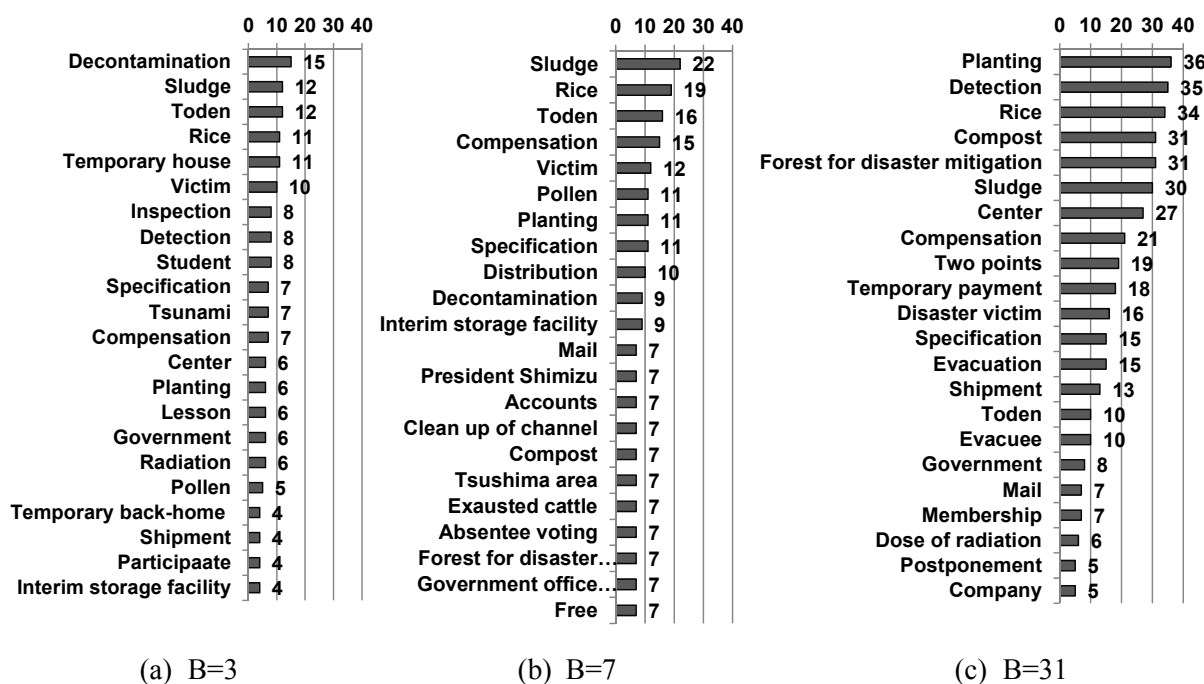


Fig. 8 Keywords ranked as No.1 and its frequency

Table 2 Time-history of keywords that ranked as No.1 with its frequency

Year	Month	B=3		B=7		B=31	
		Keyword	Number of No.1	Keyword	Number of No.1	Keyword	Number of No.1
2011	3	Center	3	Last spring	3	Evacuation	15
		Pregnant	2	Student	3	Election	5
		Tsunami	2	Pregnant	2	Postponement	1
	4	Student	3	President Shimizu	7	Disaster victim	12
		Move in	3	Danger	4	Evacuee	5
		Vegetables	2	Move in	4	Request	5
	5	Japan Agriculture	3	Temporary payment	5	Temporary payment	18
		Temporary back-home	3	Toden	5	Government	8
		Temporary payment	3	Japan Agriculture	4	Toden	5
	6	Sludge	3	Sludge	7	Sludge	19
		Temporary house	3	Clean up of channel	7	Company	5
		Clean up of channel	3	Measurement	5	Temporary back-home	2
	7	Specification	4	Specification	9	Specification	15
		Participate	3	Shipment	4	Shipment	13
		Ratio of adjustment	3	Beef cattle	4	Farmhouse	3
	8	Student	3	Sludge	3	Compensation	11
		Specification	3	Compensation	3	Evacuee	5
		Pension for survivor	2	Announcement	3	Refugee	5
	9	Reconciliation	3	Two points	6	Two points	16
		Prime minister Noda	3	Compensation	5	Compensation	6
		Mediation	3	Guardian	4	Temporary place	4
	10	Rice	3	Rice	7	Forest for disaster mitigation	23
		Landslide	3	Forest for disaster mitigation	7	Two points	3
		Forest for disaster mitigation	3	Interim storage facility	4	Compensation	3
	11	Wild boar	3	Compost	7	Compost	22
		Compost	3	Absentee voting	7	Forest for disaster mitigation	8
		Absentee voting	3	Government office building	7	—	—
	12	Golf course	3	Tsushima area	7	Rice	13
		Sludge	3	Bark	6	Compost	9
		Recycle	3	Membership	6	Membership	7
2012	1	Decontamination	6	Toden	7	Rice	21
		Hanami yama mountain	3	Rice	4	Planting	5
		Government	3	Decontamination	4	Donation	2
	2	Rice	4	Victim	7	Planting	29
		Subsidy for reconstruction	3	Pollen	6	—	—
		Planting	3	Subsidy for reconstruction	5	—	—
	3	Free	3	Accounts	7	Center	27
		Area where is difficult to return	3	Distribution	7	Planting	2
		Distribution	3	Free	7	Iodine	1
	4	Exhausted cattle	3	Mail	7	Detection	12
		Mail	3	Exhausted cattle	7	Mail	7
		Personnel	3	Pollen	4	Exhausted cattle	5
	5	Cherry blossom	3	Sludge	7	Detection	23
		Sludge	3	Yanagisawa	7	Sludge	8
		Subsidy	3	Buying credit	4	—	—

visualized. The six categories: time, place, actor, society, space and event are prepared by the following WBS (Work Breakdown Structure) methodology. If you are interested in the trend of keywords related to society, the database can show the time history of the related keywords. “Planting” in Fig. 9, belonging to the “society” category, suggests that a serious problem lies ahead in growing new rice and other farm products due to the nuclear power plant accident. The transition of ranking positions can also be visualized in graphs and charts.

CONCLUSIONS

We have proposed the running spectrum system for analyzing text data in the advanced society that has digital data delivery and storage environment. The news reported by Fukushima Minpo newspaper is used for the verification of the technique.

The result shows the dynamic characteristics of the data that change in the time domain. As time goes on, more digital data/information on natural disasters will become available. Then, the proposed technique serves efficient and effective to analyze huge amount of digital information, thus providing appropriate understanding of the events and occurrences in chronological order.

(Manuscript received. October 22, 2012)

REFERENCES

- 1) Meliha Yetisgen-Yildiz, Wanda Pratt. (2009). “A new evaluation methodology for literature-based discovery systems.” *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 42, Issue 4, pp. 633-643.
- 2) Fukushima-Minpo Co. “Tohoku earthquake reports”, <http://www.fukushimaminponews.com/about.html>. [Acceded at 2012.6.28]

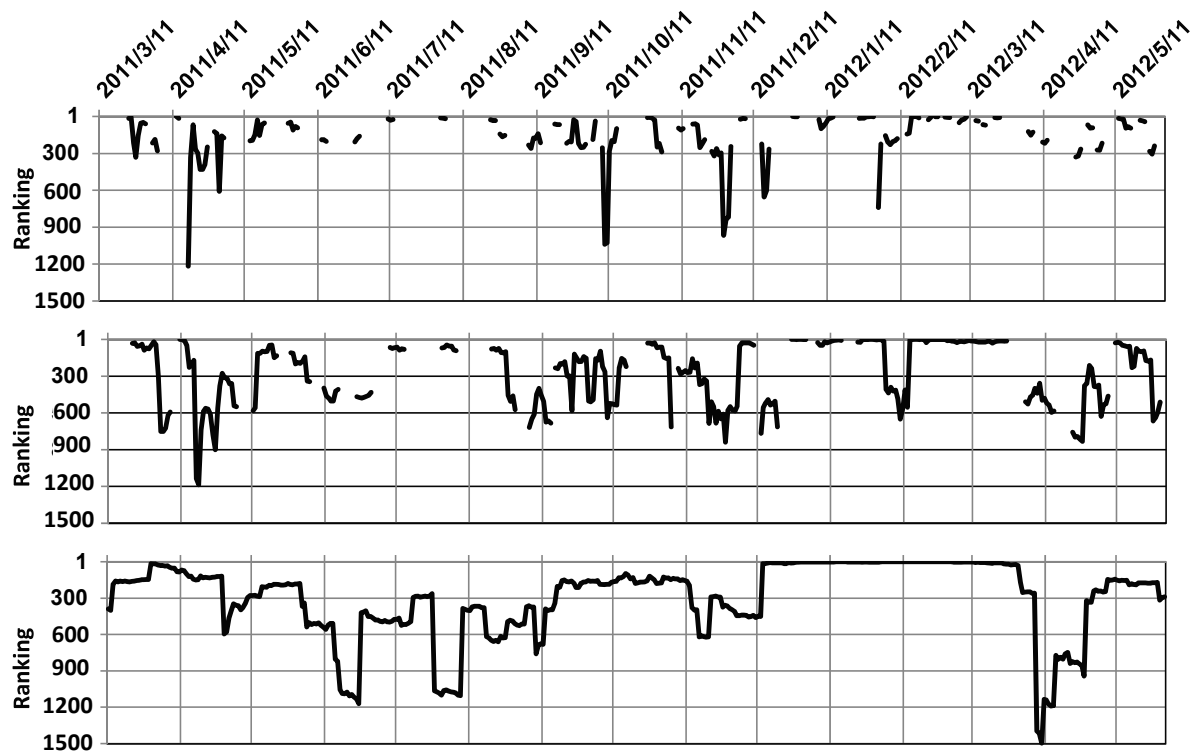


Fig. 9 Time history of ranking of "Planting" (Top: B=3, Middle: B=7, Bottom: B=31)

東日本大震災後の外国人の災害情報収集過程 その 1 : 日本人と外国人の情報収集比較分析

Foreigners' disaster information gathering behavior after the 2011 Tohoku Earthquake

Part 1: Information disparity between Japanese and foreigners

川 崎 昭 如*・マイケル・ヘンリー**・目 黒 公 郎*
Akiyuki KAWASAKI, Michael HENRY and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分、太平洋三陸沖を震源としてマグニチュード 9.0 の「東北地方太平洋沖地震」が発生し、東日本を中心に、後に「東日本大震災」と呼ばれる甚大な被害を及ぼした。東日本大震災は、我が国観測史上最大の地震による激しい揺れに加え、巨大な津波が東北－関東地方の太平洋沿岸を襲ったことによるが、この地震動と津波は、福島第一原子力発電所の冷却システムにも被害を与え、炉心溶融と放射性物質の放出など一連の原発危機の発端となった。

東日本大震災発生から 5 分後には、金融情報やニュースを 24 時間英語で国際的に配信する Bloomberg Television が“日本で巨大地震”の第一報を流し、その 21 分後には CNN International でも報じられるなど^{1), 2)}、震災のニュースが即時に世界中に配信された。国内外の多様な情報源から情報が配信される中、国内と海外のメディアから配信された情報には、内容が不一致であったり、矛盾するものが含まれていたことが指摘されている^{1), 3), 4)}。このような状況下、多くの外国人は急きょ一時的や長期的に国内退避や国外退避を行ったケースが報告された⁴⁻¹⁰⁾。実際の外国人の災害後の行動には多様な理由が潜んでおり、その原因追求は難しいが¹¹⁾、日本人と外国人との間に生じた情報格差が何らかの影響を与えたと考えられる。

そこで本稿では、東日本震災後の日本人と在日外国人の災害情報収集過程、および情報のニーズと実際の取得についての共通点と差異を分析した。そして、分析結果をもとに、情報伝達不足や事実誤認を防ぐことを目的とした、在日外国人への災害情報発信の改善に資する提言を行った。

NHK 放送文化研究所では、東日本大震災後の我が国の在京 3 局と海外 7 カ国 8 番組の報道内容分析により、日本と海外で東日本大震災がどう報道されたのかを実証的に分析

し、報道量やニュース項目などの違いを明らかにした^{1), 12)}。しかし、情報の受けである被災国の外国人を対象に、災害情報収集過程を調査し、そして、被災国民とどのような違いがあったのかを比較調査した事例は、国外の文献を含めてこれまでに報告されていない。1995 年の阪神・淡路大震災を契機に、災害時の外国人支援問題も注目されるようになったが¹³⁻¹⁵⁾、その実態について定量的な分析はほとんど行われていない。

2. 調査方法とサンプルの概要

(1) 調査概要

本調査では、震源地から離れた関東 1 都 7 県（東京都、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県）に震災発生時に在住していた日本人および外国人を対象としたインターネット上でのオンライン調査を行った。2009 年の我が国の外国人登録者は 2,186,121 人であり、その約半数の 979,570 人がこれらの関東 1 都 7 県に集中している¹⁶⁾。アンケート調査概要を表 1 に、質問項目を表 2 に示す。関東地区で外国人登録者が多い国や国外退避勧告を出した国などからのサンプルを集めるべく、表 1 に示した 9 カ国語の調査ページを用意した。

表 1 アンケート調査概要

方式	インターネットでの無記名回答
期間	2011 年 5 月下旬～6 月下旬
対象	震災当時、関東 1 都 7 県（東京都、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県）に在住していた日本人および外国人
配布方法	対象地の 99 大使館や 48 大学の留学生センター等へメールや電話で依頼
言語	9 カ国語 （日本語、英語、中国語、韓国語、仏語、ポルトガル語、ネパール語、タイ語、ベトナム語）
回答数	1,357 サンプル （74 ケ国、うち日本人 497 サンプル）

*東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

**北海道大学 大学院工学研究院 環境フィールド工学部門

表 2 質問項目

	質問
震災発生後の 情報収集 について	地震発生後の2週間、あなたが最も信頼をおいた情報源は何ですか？
	地震発生後の2週間、あなたが最も信頼をおけなかった情報源は何ですか？
	地震発生後の2週間、情報収集のためにどのメディアを利用しましたか。また、その言語を教えてください。
	今回の地震と津波に関する災害情報は、どのメディアから収集できればいいと思いましたか？
	災害発生当日および発生から1週間目、2週間目において、どの情報が特に重要でしたか？
	災害発生当日および発生後1週間、2週間において、どの情報が入手できなかったり、不明確であったり、もしくは理解しづらいものと思いましたか？
	上述の情報が不明確、あるいは理解しづかった原因は何ですか？
	不明確あるいは理解しづらい情報に直面した際、その問題解決のために、どのメディアを活用しましたか？
	今回の災害時、緊急地震速報はご存知でしたか？
震災後の意思決定に 影響を与えた情報 について	計画停電に関する情報を適切に入手できましたか？
	災害発生後から2週間以内に、関東外の国内もしくは国外へ退避しましたか？ その理由は何ですか？
	上述のような意思決定をする際、震災関連情報は、どの程度役に立ちましたか？
回答者の 属性情報	関東外や国外へ避難した方は、それをいつ決定しましたか？
	国籍、地震発生時の居住地、年齢、性別、職業、年収
	日本での滞在期間、日本語および英語の習熟度
	日本人の配偶者、あるいは身近に日本語を訳してくれる人がいますか？

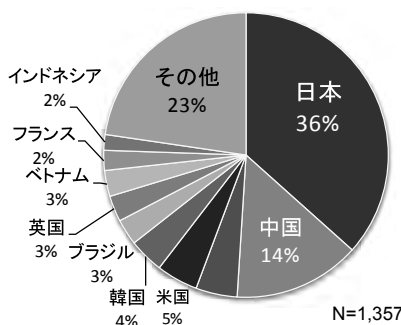


図 1 国籍

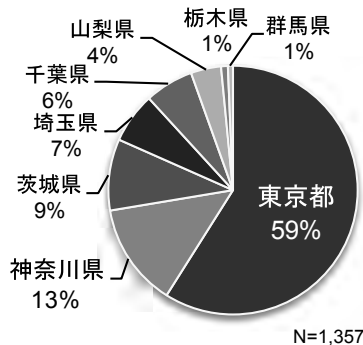


図 2 震災時の居住地

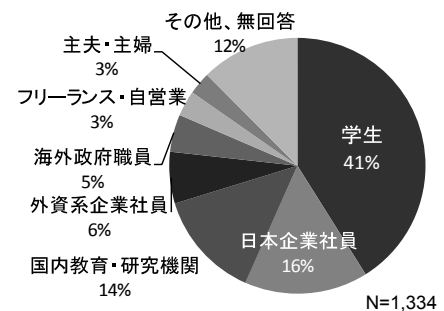


図 3 職業

(2) サンプルの概要

本稿では、日本人 497 人、外国人 860 人からの総計 1,357 サンプルを解析対象とする。主な回答者の国籍を図 1 に示す。回答者の震災発生時の居住地は東京都が 59% を占め、次に神奈川県と茨城県が続いた(図 2)。回答者の主な職業は、学生が 41%、日本企業の社員が 16%、日本の教育・研究機関の職員が 14%、外資系企業の社員が 6%、海外政府職員が 5% であった(図 3)。回答者の年齢は、20 代以下が 43%、30 代が 32%、40 代が 15%、50 代が 7%、60 代以上が 2%、無回答が 1% であった。本稿では表 2 の質問項目に対する回答を、外国人と日本人に分けて分析した。

3. 分 析 結 果

(1) 信頼をおいた情報源

3 月 11 日の地震発生後の 2 週間に、外国人が信頼をおいた情報源は、“日本政府”(含む、地方自治体)が最多で、それとほぼ同等に、日本の“国内報道”が 2 番目に挙げられた。次に、国際原子力機関 (IAEA) や赤十字 (Red Cross) などの“国際機関”“国内学術研究機関”“海外報道”が続いた(図 4 上)。日本人が信頼をおいた情報源は、“国内報道”

が最も高く、続いて、“日本政府”“国内学術研究機関”“家族・友人・知人”“海外報道”が続いた。

それぞれの上位 5 つを比べると、外国人は“国際機関”が 2 番目であり、日本人は“家族・友人・知人”が 4 番目に挙がっていた点以外は、同様の順位で選択されていた。しかし全体的な傾向で見ると、日本人は国内の情報源に対して高い信頼度をおいていたが(国内情報源合計 65%、海

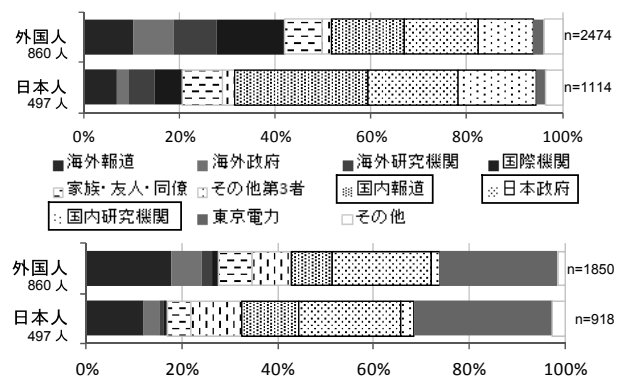


図 4 信頼をおいた情報源(上, N=3,588)と信頼のおけなかった情報源(下, N=2,768) (複数回答)

外情報源 21%)、外国人の国内と海外の情報源の信頼度はほぼ同等であり（それぞれ 44%と 42%）、その割合には大きな違いは見られた。

一方、信頼のおけなかった情報源は日本人、外国人ともに“東京電力”“日本政府”“国内報道”“海外報道”“家族・友人・知人以外の第三者”であり、上位 5 つは同じであった（図 4 下）。“東京電力”への不信感は日本人、外国人ともに高かったが、全体の傾向をみると、国内情報源への不信感は日本人の方が高く、海外情報源への不信感は外国人の方が高かった。

“日本政府”“国内報道”“海外報道”は、信頼をおいた情報源とおけなかった情報源の両方で上位 5 以内に選定されており、信頼できる情報源としての賛否が分かれた。一方、“国内学術研究機関”は、日本人と外国人の両方から高い信頼を置かれていた唯一の情報源といえる。

これらの結果を回答数の多かった上位 8 カ国に分けたものが図 5 である。国別のサンプル数は偏りがあり十分ではないが、国籍により国内と海外の情報源への信頼度には違いが見られる。海外の情報源に高い信頼をおいていた国の中で、フランスと英国は海外政府への信頼度が特に高い。各国の大使館は、主に東北に在住する自国民に対してのみ注意の喚起や避難支援などの対応をしたが、フランスと英国は東京在住の自国民に対しても退避の勧告を行った¹⁷⁾。例えば、フランスは観光客や帯同の家族を含めた東京在住の自国民に対して、特段の理由がない限り、関東外へ退避

することを勧告し、その後も、パリの原子力安全防護研究所（ISRN: L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire）が作成する福島原発の状況や放射能汚染のリスクに関する報告書を毎日（後に毎週）送りつづけるなど、自国民に対する積極的な情報提供を行った¹⁷⁾。本アンケート結果には、東京在住の自国民にも勧告を行った 2 国の対応が如実に反映されていると言える。

また、韓国も海外の情報源への信頼度が高いが、その中でも“海外報道”の割合が特に高く、かつ日本の情報源への不信度は 8 カ国中最も高い。NHK 放送文化研究所の 7 カ国 8 番組比較調査では、韓国で最も視聴率の高いニュース番組は、他国の番組に比べて、音楽や効果音を多用して、不安を煽るような表現や主観的な表現など、誇張表現の目立つ報道姿勢であったと指摘している¹⁾。

本アンケート結果から、各国政府の対応や報道の違いが各国民の情報源への信頼度にある程度の影響を与えたことが窺えるが、その詳細については更なる検証が必要である。

(2) 情報収集に利用したメディアと言語

地震発生後 2 週間の情報収集に、外国人が実際に最も利用したメディアは、ウェブサイトや情報ポータルサイトなどの“従来型インターネット（英語）”であり、それとほぼ同等に、“テレビ（日本語）”が利用されていた（図 6 上）。以下、“従来型インターネット（日本語）”と“テレビ（英語）”であり、日本語と英語による“従来型インターネット”と“テレビ”が主要な情報収集メディアであることが確認された。

従来型インターネットについては、前述のように、防災

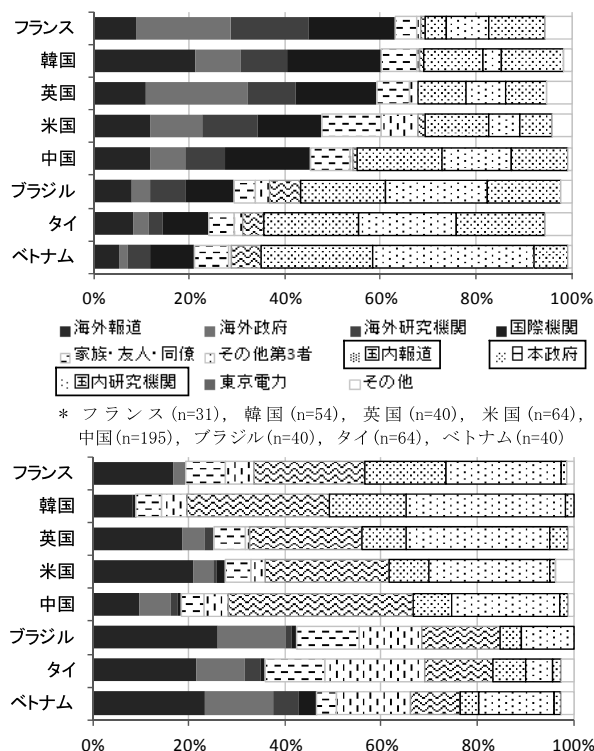


図 5 主要国別の信頼をおいた情報源(上)と信頼のおけなかった情報源(下)（複数回答）

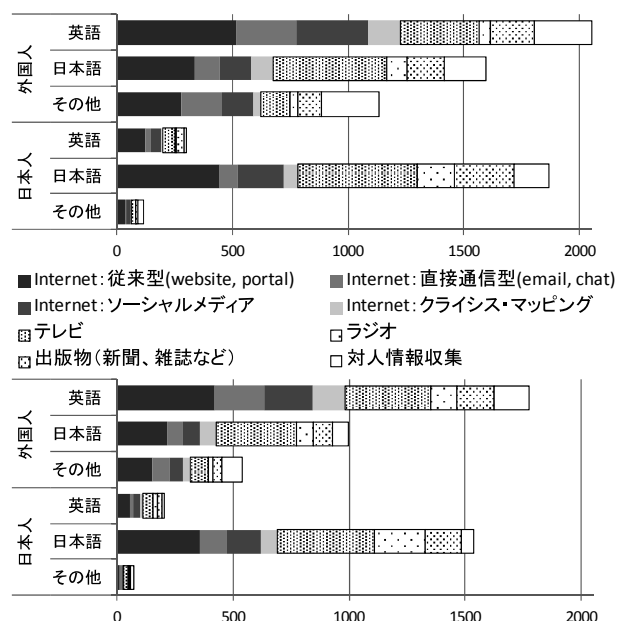


図 6 実際に利用したメディアと言語(上, N=7,071)および利用しなかったメディアと言語(下, N=5,135)（複数回答）

研 究 速 報

後 30 分以内に Bloomberg や CNN International などが国際放送した直後には、ロイターなど国際通信社のウェブサイトでも英語ニュース記事が一斉に配信され、それらの通信社や新聞社、テレビ局などのホームページをインターネットで閲覧した外国人が多かったと考えられる。

外国人が利用したメディアの 2 番目と 4 番目に、それぞれ日本語と英語のテレビが挙げられた。テレビは、速報性や情報伝達の範囲の広さ、被害状況を映像で伝えて視覚的に訴える点で、有事の際は重要な役割を担っており、東日本大震災直後から地震や津波の甚大な被害や深刻化する原発事故問題を報道し続けた¹⁸⁾。アンケート選択肢の“テレビ（日本語）”は日本国内のテレビ番組であるが、“テレビ（英語）”が日本国内テレビ番組の 2 カ国語放送を指すのか、ケーブルテレビ等による海外テレビ番組の視聴を指すのか、もしくは、インターネットによって海外の新聞社やニュース番組などが配信している動画ニュースを視聴したのかは、本アンケート調査の項目からは区分できない。例えば、NHK 総合テレビの通常の 2 カ国語放送のニュース番組は、毎日 19:00～19:30 の「NHK ニュース 7」、および月～金 21:00～22:00 の「ニュースウオッチ 9」の 2 番組であるが、東日本大震災後は「おはよう日本」(毎日 7:00～)、「正午ニュース」(毎日 12:00～)でも同時通訳を付けて、かつ通常の放送枠を広げて 2 カ国語放送を行っていた¹⁹⁾。また、生中継で入ってくる「総理大臣会見」と「東京電力会見」も NHK では英語の同時通訳で放送した。さらに、NHK 総合や、通常は海外でしか視聴できない 24 時間英語放送の「NHK ワールド」を、東日本震災後の当面の間、ユーストリームやニコニコ動画、Yahoo などインターネット同時配信を行ったり²⁰⁾、国内のケーブル会社に依頼してケーブルを経由して日本国内でも視聴できるようにするなどの対応を行った。これらのように、東日本大震災後は、国内のニュース番組（特に NHK）を英語で視聴できる多様な選択肢が用意されていたが、どの程度国内の外国人が周知していたのかは今後の調査課題である。何れにしても、日本人のみならず、在日外国人にとっても、テレビの存在価値が再認識された。次いで、“ソーシャルメディア（英語）”、“従来型インターネット（他言語）”が主要なメディアとして利用されていた。

日本人が利用したメディアは“テレビ”と“従来型インターネット”が大きな割合を占め、次に、新聞・雑誌などの“出版物”、そして、“ソーシャルメディア”と“ラジオ”が続いた。執行^{18), 21)}のインターネットユーザを対象とした調査では、地震発生後に最初に利用したメディアは、東北の被災地では停電の影響のためラジオという回答が半数を占めたが、関東甲信越地方ではテレビという回答が多かった。本アンケート調査も関東地方のインターネットユーザが対象であるが、テレビの社会的影響力の大きさが確認できた。インターネットの利用に関しては、ツイッターやミ

クシィ、フェイスブックなどのソーシャルメディアよりも、グーグルやヤフーなどのポータルサイトや新聞社やテレビ局などの“従来型インターネット”の割合が 2 倍以上大きかった。東日本大震災後は、ヤフーやグーグルの震災特設サイトが開設され、その利用が高かったことが反映されている。当然であるが、日本人のメディア利用は日本語が圧倒的多数である。しかし、政府の発表などに懐疑的な人は、ロイターや BBC など海外報道機関の英語情報を収集している人も多かった^{18), 21)}。

本サンプルの中で、英語を母国語とする回答者は 10% 程度であるが、外国人の“インターネット”利用においては、日本語やその他言語よりも、英語での利用が圧倒的に多かった。一方、外国人は対人情報収集の割合が比較的高く、特に、英語・日本語を除いたその他の言語ではその比率が高い。本調査では英語を母国語をしない外国人からのサンプルも多く、それらの層は利用できる情報源が限られているため、“対人”による情報収集が重視されていたと考えられる。

図 6 下は、災害時に情報収集に利用したかったメディアと言語についての回答である。外国人は“従来型インターネット（英語）”が一番であり、次に日本語と英語の“テレビ”が続いた。外国人は、実際と同様に、テレビと従来型インターネットでの情報収集を望んでいることが分かった。災害時のソーシャルメディアの活用に対する期待は高まっているが²²⁾、本アンケートの回答からその傾向は十分に高いとは言い難い。また、テレビを除いて、全てのメディアで英語での災害情報の収集の望む意見が多かった。英語を母国語としない回答者の割合を考えると、その他の言語（自国語）での情報収集を希望する回答の増加が想定されるが、反対の結果となった。これは外国人が信頼する情報源の 2 番目に“国際機関”が挙げられていることと関係があり、例え自国語ではなくても、信頼できる機関から確実な情報を入手したい、という思いを反映しているように考えられる。日本人の回答と比較して、“ラジオ”や“出版物”の利用を望む意見は少ないが、これらのサービスが一般的に日本語のみで提供されている現状を反映した回答といえる。

他方、日本人が災害情報を収集したかったメディアは、実際の場合と同様に、“テレビ”と“従来型インターネット”が高い割合を示した。実際に使われた割合に比べて、ラジオは比較的高い割合であり、震災時のラジオの利用に関する期待が高いことを示している。また実際に利用した言語と比べて、日本人は全般的により日本語での情報収集の望んでいる点が、外国人の回答とは異なる。

(3) 重要だと考えられていた情報

災害発生日、外国人が重要だと考えた情報は家族や知人の“安否確認”が最も重要であり、次に“交通網運行状

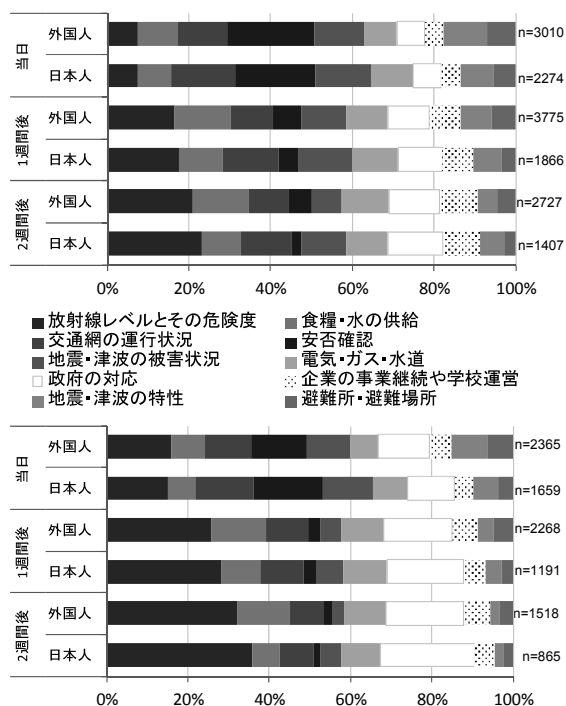


図7 発災当日、1～2週間後に重要であった情報(上、N=15,059)と不明確であった情報(下、N=9,866) (複数回答)

況”“地震と津波の被害状況”が続き、日本人と同様の傾向であった(図7上)。外国人の“交通網運行状況”の重要度は日本人に比べて若干低かったが、“食糧・水の供給”に対する重要度は高かった。

一週間後、日本人は“安否確認”の重要度が減少し、“放射線レベルとその危険度”が大きく上昇したが、一日目と同様に、“地震と津波の被害状況”と“交通網の運行状況”が占める重要度の割合は高いものであった。

一方、外国人も“放射線レベルとその危険度”の重要性が大幅に増加したこと加えて“食糧・水の供給”“政府の対応”“電気・ガス・水道”“企業の事業継続や学校運営”など生活情報を中心とした多様な項目での情報の重要度が上昇した。“放射線レベルとその危険度”以外の、これらの情報は日本人にとっては、比較的入手しやすかったためか、あまり重要との認識はなかった。しかし、言語の問題などで、これらの情報を適切に入手できなかった外国人にとっては、その入手の困難さがゆえに、高い重要度で認識されていたと考えられる。“放射線レベルとその危険度”と同様に、入手したくてもできなかった情報ほど、重要な情報として認識されていたと考えられる。

2週間後、外国人は“放射線レベルとその危険度”に関する重要度が僅かに上昇し、“政府の対応”に対する重要度はあまり変わらず、2番目に最も重要な情報にと認識されていた。他の情報の重要度は減少したが、生活の基盤となる“食糧・水の供給”の占める割合は高いままであった。日本人は“食糧・水の供給”の項目以外は、ほぼ同様の傾

向であった。

一方、入手できなかったり、不明確であった情報として、外国人は発災当日から“放射線レベルとその危険度”が一番であり、以下“安否確認”“政府の対応”が続いた(図7下)。日本人の発災当日は“安否確認”“放射線レベルとその危険度”“交通網の運行状況”“地震と津波の被害状況”が挙げられた。日本人に比べて、外国人の“交通網の運行状況”の選択は少なかった。

1週間後、外国人は“放射線レベルとその危険度”“政府の対応”“食糧・水の供給”“電気・ガス・水道”の重要性が増加した。日本人は“放射線レベルとその危険度”と“政府の対応”が増加し、他の情報は減少した。2週間後、日本人、外国人ともに、不明確であった情報は減少を続けたが、“放射線レベルとその危険度”と“政府の対応”の重要性は変わらず高いレベルで、重要であるが、入手できなかったり、理解しづらい情報と認識されていた。

(4) 情報が不明確、あるいは理解しづらかった原因

外国人が情報が不明確であったり、理解しづらかった理由は“錯綜する情報に困惑した”が最多であり、次に“停電や携帯電話の回線混雑などにより、情報を入手できなかった”が続き、3番目に“言語力の問題により、情報を理解できなかった”が挙げられた(図8)。日本人も、“情報の錯綜”が最大の理由であり、“停電や携帯電話の回線混雑”が続いた。“馴染みのない難しい専門用語により、情報を理解できなかった”や“情報の検索が難しかった”と理由は、日本人、外国人ともに同程度の割合であった。

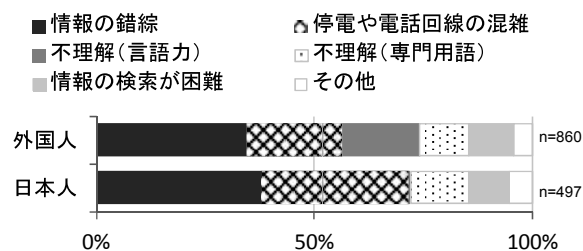


図8 情報が不明確や理解しづらかった原因 (複数回答)

災害発生直後、国内のテレビ局などでは、限られた情報源から不十分な情報しか入らないことに、苛立ちを明している最中¹²⁾、相次ぐ福島第一原子力発電所内での水素爆発などについて、日本政府や東京電力の情報公開に対する不満や不信の度合いが高まり、厳しい論調を展開する海外メディアも現れ、各番組では直接的、間接的に東京電力や日本政府の対応に苛立ちや批判を表明した事が確認されている¹⁾。これらの、日本政府や東京電力への不信感等を含めた、国内外での報道およびそれにもとづく憶測などの錯綜する情報に、多くの日本人および外国人が困惑していたことが確認できた。

研 究 速 報

(5) 問題解決のために使用したメディア

外国人は“従来型インターネット（英語）”の利用が最多であり、以下“テレビ（日本語）”“ソーシャルメディア（英語）”、英語と他の言語の“従来型インターネット”が続いた（図9）。選択されたメディアの種類は日本人と同様の傾向であったが、“テレビ”を除いて英語が選択されていた。また、他言語の利用に関しては“対人”の割合も高かった。

日本人は“従来型インターネット（日本語）”に続いて、“テレビ（日本語）”の利用が圧倒的に多かった。日本語以外では“従来型インターネット（英語）”が挙げられていたが、日本語メディアに比べると少数であった。

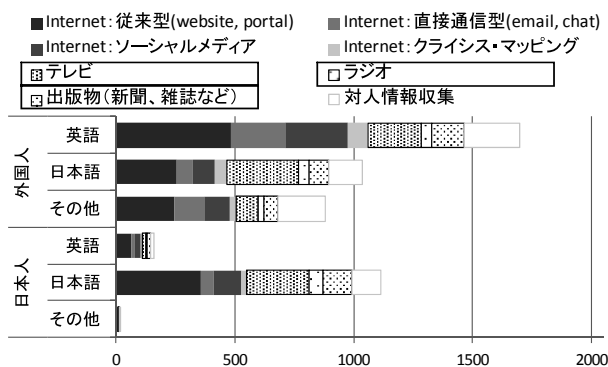


図9 問題解決に利用したメディア (N=4,915) (複数回答)

(6) 緊急地震速報の認知度

緊急地震速報は主に日本語で配信されているためか、外国人の認知度は半数以下の43%に留まった（図10）。国際ナショナル・スクールや大使館を対象とした外国人向け英語版緊急地震速報サービスも2010年より開始されているが²³⁾、有料かつ導入機関に限られているためか、外国人の認知は限定的であった。一方、日本人の緊急地震速報の認知度は外国人に比べて大幅に高く84%であったが、既存の調査結果^{24), 25)}に比べると若干少ない割合であった。

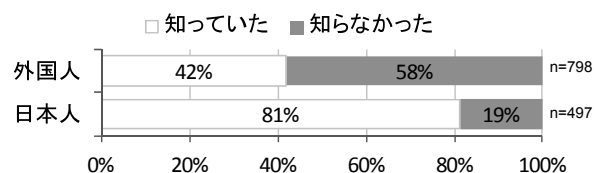


図10 緊急地震速報の認知度

(7) 計画停電の情報

震災後、東京電力のホームページでは計画停電に関する情報を日・英・中・韓の4カ国語で提供したり、また、第3者グループが計画停電情報を英語標記でGoogle CalendarやGoogle Mapsなどで視覚的に分かりやすく表示するウェブ

ページが作成された²⁶⁻²⁷⁾。これらによって、インターネットを使えば比較的簡単に計画停電に関する他言語での情報が入手できたため、日本人と外国人の計画停電に関する情報の入手状況は同様の傾向で、半数以上が計画停電の情報を適切に入手できた（図11）。すなわち、多言語で情報を提供するウェブページを用意しておくことで、インターネットユーザに対しては、日本人と同様のレベルでの情報伝達ができる可能性も高い。しかし、適切に入手できなかった回答者も日本人・外国人ともに25～26%に達しており、十分な情報伝達できていたとはいえない。

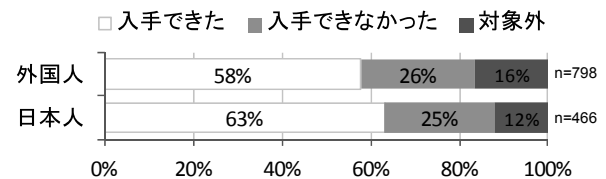


図11 計画停電に関する情報の入手

4. お わ り に

(1) まとめ

日本人は国内の情報源に対して高い信頼度をおいていたが、外国人の国内と海外の情報源の信頼度はほぼ同等であり、その割合には大きな違いは見られた。特に“日本政府”“国内報道”“海外報道”は、信頼できる情報源としての賛否が分かれたが、“国内学術研究機関”は日本人と外国人の両方から高い信頼を置かれていた唯一の情報源であった。また、各国政府の対応や報道の違いなどにより、国籍により国内と海外の情報源への信頼度には違いが見られたが更なる検証が必要である。

情報収集に利用した言語とメディアは、日本語と英語による“従来型インターネット”と“テレビ”が主要な情報収集メディアであった。英語を母国語とする回答者は10%程度であるが、外国人の“インターネット”利用においては、日本語や他の言語よりも、英語での利用が圧倒的に多かった。ラジオは比較的高い割合であり、震災時のラジオの利用に関する期待が高いことを示している。

外国人は日本人であれば比較的簡単に入手できるような、生活情報を中心とした多様な項目での情報が重要であったと認識しており、それらのニーズに対応できる情報伝達が必要である。外国人が情報が不明確であったり、理解しづらかった理由は“錯綜する情報に困惑した”が最多であり、次に“停電や携帯電話の回線混雑などにより、情報を入手できなかった”が続き、3番目に“言語力の問題により、情報を理解できなかった”が挙げられた。

(2) 提言

A. テレビとインターネットの連動強化

本調査はインターネット上で行ったため、日常的にインターネットを活用する人々が対象となっている。それにも関わらず、日本人および外国人の両方が、実際にはテレビでの災害情報収集が中心であった。今後もテレビでの災害情報収集を望む意見も多く、テレビへの期待、社会的影響はとて高いことが確認できた。しかし、テレビで提供できる情報は限定的であり、特に東日本大震災のような広域災害では、生活情報や被災者情報に関する割合はとて低い。文献¹²⁾によると東日本大震災発生後の72時間の放送時間全体で、NHK 総合、日本テレビ、フジテレビが最も多く伝えた生活関連情報は「交通情報」であり、各局それぞれ音声で、3.8～7.6%程度であった。次いで、各局とも、停電の様子を多く伝えていたが、水道・ガス、電話・通信網などのインフラ情報や病院、医療情報の割合は極めて低く、音声で0.5%以下であった¹²⁾。このような状況下で、外国人が必要とする生活情報などを英語などで配信するのは極めて難しい。地域の生活情報を英語等で入手できるウェブサイトのURLを、テレビのL字画面等から定期的に表示するとともに、二カ国語報道を行っているニュース番組の動画を外国人向けの震災用ポータルサイトから容易に見られるようにするなど、テレビとインターネットの連携を強化することが有効である。

B. 多様な情報伝達手段での外国語番組の組み合わせ配信

東日本大震災時に日本人が利用しなかったメディアとして、「ラジオ」の割合が、実際の利用よりも若干高かった。東日本大震災後は、災害史上最多の27局の臨時災害放送局（中継局2局を含む）が開局されるなど、停電が続きテレビを見ることができない被災地などでは、地域ごとの情報収集と伝達をきめ細かく行う手段を地域ラジオ局が担うケースも報告されている²⁸⁾。これらの地域ラジオ局では、ほぼ毎日生放送が行われていたが、放送時間が1回あたり平均1時間程度の番組が一日1～3回程度流れて、それ以外の時間は再放送か音楽などが流れるという運営状況である。つまり、全国放送などのテレビ番組と違って、地域の生活情報などを放送する十分なタイムテーブルの余裕があり、外国語の情報配信を組み込む余地は十分にあることが多い。実際、陸前高田災害FMでは、週に一度1時間の英語と中国語による外国語放送の時間を設けている²⁸⁾。地域ラジオ局自体の機材調達や維持管理、運営資金、災害後の時間経過にともなうリスナー離れなど、地域ラジオ局の運営自体に多くの課題が残る中、外国語放送の組み込みまでを考えるには難しい状況かもしれないが、外国人への生活情報を提供する場としての地域ラジオ局の活用も選択肢の一つとして考慮に入れることは重要である。特に、停電が発生した際には前述のテレビとインターネットは使えなくなる可能性が高く、ラジオの担う役割は高い。

C. 大学・研究機関による国際的な情報配信の強化

日本人と外国人の両方にとって、日本（被災地域）の研究機関は、とて高く信頼されている情報源の一つであり、日本人・外国人の両方から、信頼をおけなかった情報源としてはほとんど選択されていない。すなわち、被災地域の研究機関は、被災地内外の両方から、信頼できる中立的な機関として認識されており、今後、国内のみならず、国外に対しても、積極的に情報提供を行うことが期待される。

D. 国際機関との情報伝達に関する連携

外国人は、国際機関に対してとて高い信頼性をおいている。国際機関は世界中の多様な国々の人々に対して支援を提供するなどの経験があるため、外国人は国際機関を頼ったのかもしれない。従って、多様な外国人への情報伝達機関として、国際機関を活用することが有効であり、そのための事前の提携や連携が必要である。

謝 辞

本稿記載の「平成23年 東北地方太平洋沖地震発生後の災害情報収集に関するアンケート調査」の配布および回答にご協力いただきました皆様に、心より感謝の意を表します。
(2012年6月5日受理)

参 考 文 献

- 1) 木幡洋子, 斉藤正幸, 柴田厚, 杉内有介, 田中孝宜, 田中則広, 中村美子, 新田哲郎, 広塚洋子, 山田賢一: 海外のテレビニュースは東日本大震災をどう伝えたか - 7カ国8番組比較調査 - , 放送研究と調査, 62(3), pp.60-85, 2012.
- 2) Kim Andrew Elliott: Reporting on International Broadcasting, 3.15.2011.
<http://kimelli.nfshost.com/index.php?id=10901>
- 3) Sanchanta, M.: Japanese, foreign media diverge. The Wall Street Journal, 3.19.2011. Available from:
<http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703512404576209043550725356.html> (2.9.2012)
- 4) 東洋経済新聞社: 外資系企業を悩ます「フライジン」, 大震災と原発事故で脱出外国人が続出, 機能不全に, 東洋経済, 3.29.2011.
- 5) 経済産業省通商政策局: 東日本大震災から垣間見える我が国と世界の通商・経済関係, 平成23年度版通算白書, 2011.
- 6) 河北新報社: 東北大, 留学生国外避難の余波, 5.1.2011.
http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1062/20110501_17.htm
- 7) 朝日新聞: 留学生続々帰国 8割去った千葉の大学「経営に影響も」, 4.11.2011.
<http://www.asahi.com/national/update/0411/TKY201104110198.html>
- 8) 朝日新聞社: 震災前後で14%減 被災3県の外国人, Globe, 12.18.2011. <http://globe.asahi.com/feature/111218/memo/01.html>
- 9) BusinessWeek: Number of foreigners leaving Japan soars 8-fold, Bloomberg, 3.25.2011.
- 10) 米澤彰純: 大震災後の留学生政策をどう再構築するか, 留学交流2011年4月号, 独立行政法人日本学生支援機構, 2011.
<http://www.jasso.go.jp/about/documents/akiyohsiyonezawa.pdf>

研 究 速 報

- 11) 川崎昭如, Michael Henry, 目黒公郎: 東日本大震災後の外国人の災害情報収集過程 その2: 退避行動の違いによる分析, 生産研究, 64(4), 2012.
- 12) 田中孝宜, 原由美子: 東日本大震災発生から72時間 テレビが伝えた情報の推移 - 在京3局の報道内容分析から, 放送研究と調査, 62(3), pp.2-21, 2012.
- 13) 佐々木建: 阪神・淡路大震災と外国人問題, 経営研究 46(3), pp.105-114, 1995.
- 14) 防災情報新聞: 外国人への災害情報提供・災害時支援をどうする?, 11.4.2008. http://www.bosaijoho.jp/topnews/item_1456.html
- 15) 財団法人愛知県国際交流協会: 外国人に対する防災対策調査, 2005. <http://www2.aia.pref.aichi.jp/kikaku/j/chousakenkyuu/gaikokujinnbousaichousa.pdf>
- 16) 法務省: 登録外国人統計統計表 2009年年報, 2010.
- 17) 在京の各国大使館に email で問い合わせ.
- 18) 執行文子: 東日本大震災・ネットユーザーはソーシャルメディアをどのように利用したか, 放送研究と調査, 61(8), pp.2-13, 2011.
- 19) NHK 放送文化研究所・田中孝宜氏より.
- 20) 村上聖一: 東日本大震災・放送事業者はインターネットをどう活用したか～放送の同時配信を中心に～, 放送研究と調査, 61(6), pp.10-17, 2011.
- 21) 執行文子: 東日本大震災・被災者はメディアをどのように利用したか～ネットユーザーに対するオンラインインタビュー調査から～, 放送研究と調査, 61(9), pp.18-30, 2011.
- 22) 川崎昭如, 目黒公郎: ウェブマッピングによる大規模災害対応支援の新動向: 2010年ハイチ地震の分析と考察, 地域安全学会論文集, No.13, pp.233-242, 2010.
- 23) 株式会社エイター: 外国人向け 英語版緊急地震速報サービス. http://files.value-press.com/data/14829_SbqSTvz11C.pdf
- 24) 気象庁: 平成20年度 地震及び火山に関する防災情報の満足度調査 調査結果. http://www.jma.go.jp/jma/press/0903/11a/20manzokudo_gaiyou.pdf
- 25) 大原 美保, 目黒 公郎, 田中 淳: 東日本大震災前後における緊急地震速報に対する住民意識の比較分析, 生産研究, 63(6), pp.811-816. http://www.jstage.jst.go.jp/article/seisankenkyu/63/6/811/_pdf-char/ja/
- 26) 東京電力: Planned Blackout. <http://www.tepco.co.jp/en/keikakuteiden/>
- 27) 東京電力 計画停電カレンダー <https://sites.google.com/a/creco.net/teiden-calendar/>
- 28) 村上圭子: ポスト東日本大震災の市町村における災害情報伝達システムを展望する～臨時災害放送局の長期化と避難情報伝達手段の多様化を踏まえて～, 放送研究と調査, 62(3), pp.32-59, 2012.

東日本大震災後の外国人の災害情報収集過程 その 2 : 退避行動の違いによる分析

Foreigners' disaster information gathering behavior after the 2011 Tohoku Earthquake

Part 2: Focusing on foreigners' post-disaster relocation or evacuation from Japan

川 崎 昭 如*・マイケル・ヘンリー**・目 黒 公 郎*
Akiyuki KAWASAKI, Michael HENRY and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

東日本大震災後の 2011 年 3 月中旬～下旬にかけて、多くの外国人が海外へ退避すべく、成田や関西などの国際空港へ殺到した。入国管理局では一時帰国手続き(再入国許可)を求めて通常の数十倍の長蛇の列ができるなど、大量の外国人が出国を急ぐ様子やその混乱が国内外で報道された^{1)~3)}。そのような外国人を揶揄して“flyjin”(海外へ脱出する外国人)という言葉も造りだされた^{4)~6)}。また、出国はしなくとも、東日本から西日本へ国内退避した外国人も多かった^{1), 4)}。

本稿では、東日本大震災後の外国人の退避問題の実態を把握することを目的として、震災後の外国人の災害情報収集過程と退避行動との関係性をアンケート調査より明らかにした。海外や西日本などの国内他地域へ退避した外国人と、退避しなかった外国人の特性を比較することで、性別や年齢、職業などの個人属性と震災後の情報収集過程の違いが、その後の退避行動に与えた影響を分析した。

2. 震災後の外国人流出の実態

震災前後の外国人入出国者数の推移を図 1 に示す⁷⁾。震災前(3/5-11)の外国人出国者数は 14 万人であったが、震災直後の 1 週間(3/12-18)は 24 万 4 千人に急増した。特に、再入国許可を有する(再入国時に必要とされる査証が免除される)外国人の出国が震災前の約 3 万人から約 12 万人に激増した。その後も、同手続きを受けた外国人の出国は、1 週間ごとに約 11 万人、約 5 万人、約 3 万人となっており、3 月中の同外国人の出国者数は震災以前よりも多い状態が続いた。また、観光客や出張者などの再入国許可を有さない外国人は震災直後(3/12-18)に 12.4 万人が出国した後は、これらの入国数自体が減少していたため、出国者数も減少した。

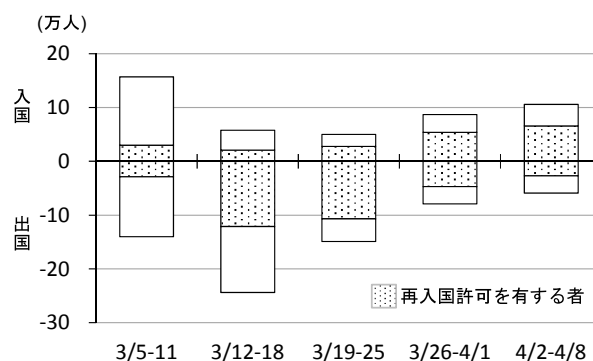


図 1 震災前後の外国人入出国者数の推移⁷⁾

入国に関しては、震災前は約 15.7 万人であったが、震災直後の 3/12-18 は 5.8 万人に急減した。特に、震災前は 12.7 万人であった再入国許可を有しない短期の観光や出張などの外国人の入国者数は震災直後に 3.8 万人へ激減し、その後も 1 週間ごとに 2 万人、3.7 万人、3.6 万人と低い状態が続いた。一方、再入国許可を有する者の入国者数は 3 月 26 日以降、震災以前の水準より増えており、この頃から震災直後に退避した外国人が日本に戻りはじめたと考えられる。

しかし、出国した再入国許可保有者の大部分は、4 月上旬の時点では日本へ戻ってきていない。この理由の一つに、震災後、家族全員で日本国外へ退避し、日本に就労または就学している外国人のみが単身で戻ってきたことが考えられる⁷⁾。また、4 月上旬では観光客や出張者などの短期滞在の入国者数はほとんど回復していない。2011 年 4 月を底に減少幅は徐々に縮小傾向にあるが、2011 年 11 月の訪日外客数(推定値)は、前年同月比 13.1% 減の約 55.2 万人で、3 月以降 9 カ月連続でマイナスとなった⁸⁾。

3. サンプルの概要

本調査では総計 1,357 サンプルを入手したが、本稿では日本人 497 サンプルを除外した、860 の外国人サンプルを分析対象とした。860 人の回答者の国籍は 73 カ国におよび、その上位 10 カ国を図 2 に示す。中国からの回答が最も大き

*東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

**北海道大学 大学院工学研究院 環境フィールド工学部門

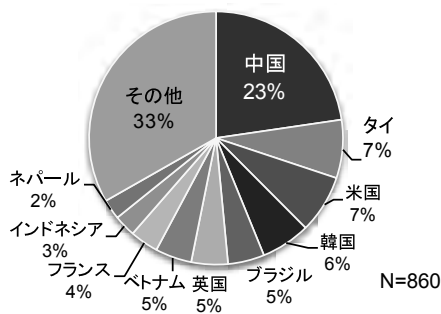


図2 国籍

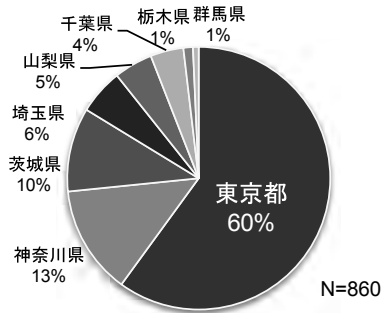


図3 震災時の居住地

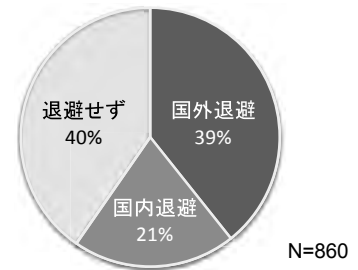


図4 震災後2週間以内の退避行動

な割合を占め、上位10カ国以外の63ヶ国からの回答（“その他”）が全体の33%を占めた。回答者の震災発生時の居住地は東京都が60%を占め、次に神奈川県と茨城県が続いた（図3）。本サンプルの特徴として、回答者の51%を学生が占め、海外企業の社員（9%）、日本企業の社員（8%）、日本の教育・研究機関の職員（7%）が続いた。回答者の年齢は、29歳以下が48%を占め、年代が上がるにつれて回答数は低下した。

4. 国内外退避の意思決定とその理由

(1) 退避の意思決定とその理由

「災害発生から2週間以内に、関東以外の日本国内もしくは国外へ退避したか？」という問いに対し、860人の回答者の39%が国外へ退避し、21%が関東以外の国内へ退避しており、退避せず関東に残っていたのは40%であった（図4）。本稿では、これらの災害後の退避行動の違いに与えた影響を分析すべく、回答者を「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループに分けて、地震発生後の情報収集過程や個人属性との比較分析を行った。

「国外退避」および「国内退避」をしたグループの中で、最も多かった退避の理由は、“家族・親戚からの要望”であり、それぞれの45%、39%の理由として挙げられた（図5）。次の退避理由として挙げられたのが、“個人の判断”であり（それぞれ32%、36%）、3番目は“乳児や子供たちへの配慮”であった（それぞれ12%、13%）。本調査では、学生や20代から回答が多かったため、乳児や子供を持つサンプルは少なかったが、他の職業や高い年齢層のサンプルが増えれば、この

理由を選択する割合はそれに従い増加すると考えられる。

一方、「退避せず」のグループでは、“個人の判断”が半数を超え（55%）、2番目に“業務命令”（26%）が選択されていた点で、退避したグループとは傾向が異なる。また、“乳児や子供たちへの配慮”が2%ほど挙げられているが、これは子供たちが通っている幼稚園や学校の継続性を懸念していたと考えられる。そして、「退避せず」のグループには、“退避したかったが退避できなかった”という回答が10%含まれていた。その理由として、「退避するためのお金がなかった」や「避難しないことが日本企業への忠誠心を示すような雰囲気の中、退避は難しかった」などが自由回答欄に記載されていた。

(2) 退避の意思決定のタイミング

「国外退避」と「国内退避」のグループが、退避の意思決定を行った時期を図6に示す。発災当日の3月11日、日本政府は19時過ぎに原子力緊急事態宣言を発令し、21時過ぎに福島第一原子力発電所1号機の半径3km以内の住民に避難命令、半径3kmから10km圏内の住民に対し屋内待機の指示を出した。発災当日は「外部への放射能漏れは確認されていない」と報道されていたせいか、もしくは安否確認等に追われていたせいか、退避の意思決定をした人は少なかった。しかし、発災翌日に1号炉付近で水素爆発が発生し、3日後の3月14日には3号機の建屋も水素爆発を起こし、大量の煙が上がった。これらの報道の影響か、災害発生から3日以内に「国外退避」と「国内退避」の意思決定を行ったのはそれぞれ33%と36%に達した。その

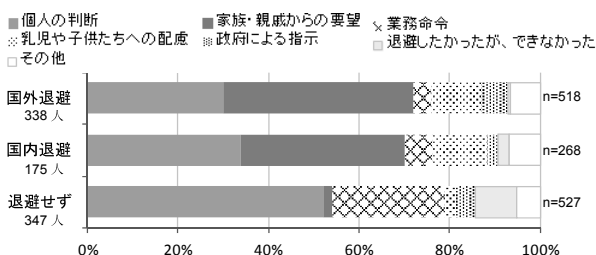


図5 退避に関する意思決定の理由 (複数回答, N=1,313)

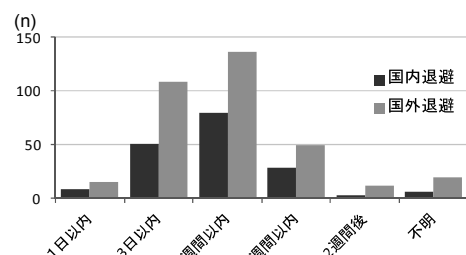


図6 退避の意思決定の時期 (N=513)

後、1週間以内にはそれぞれ79%、77%に達し、2週間以内にはそれぞれ95%と91%が既に退避したり、退避の意思を固めていた。

また、退避の意思決定を行った際に、震災関連情報がどの程度役に立ったかについては、“とても役立った”と答えた割合は、「国外退避」(19%)と「国内退避」(21%)のグループに比べて、「退避せず」のグループは約2倍の39%であった(図7)。一方、“役立たなかった”や“わずかに役立った”という回答の割合は、「国外退避」では39%、「国内退避」では33%であったが、「退避せず」のグループでは22%に留まるなど、退避したグループとしなかったグループで、震災関連情報の役立ち具体の認識に差があった。発災後時間経過に伴い情報の役立ち具合がどの程度変化したのかを分析することは今後の検討課題である。

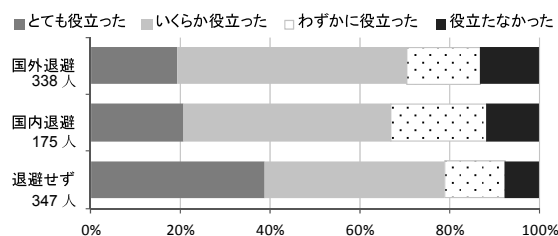


図7 意思決定と震災関連情報との関係 (N=860)

5. 災害情報収集過程との関係性分析

(1) 発災当日と1-2週間後に重要であった情報

災害発生当日および発生から1~2週間後の時点で外国人にとって重要であると考えられていた情報を図8に示す。これらの質問に対する「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループ間の回答は同様であったため、図8は外国人全体の傾向を示す。

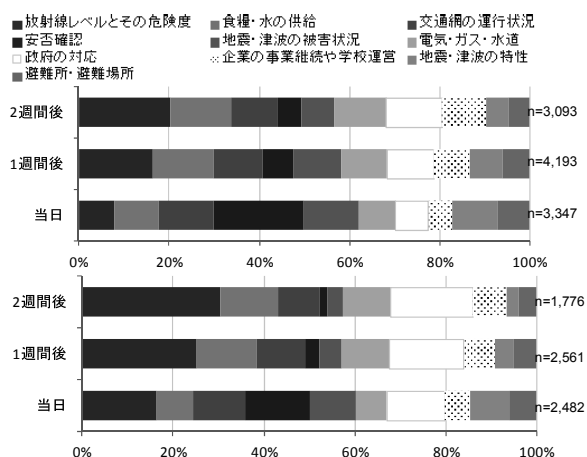


図8 発災当日、1-2週間後に重要であった情報(上, N=10,633)と、入手できなかったり、不明確であった情報(下, N=6,819) (複数回答)

3月11日の発災当日は、“家族や友人の安否確認”が最重要であると考えられていたが(20%)、1週間後には大幅に減少した(7%)。同じく、“地震・津波の被害状況”、“地震・津波の特性”に関する情報を重要とみなす割合も時間経過に伴い低下した。

“放射線レベルとその危険度”は、発災当日から高い関心を持たれていたが(n=265)、発災当日は“安否確認”(n=688)や“交通網の運行状況”(n=471)、“地震・津波の被害状況”(n=417)、“地震・津波の特性”(n=348)、“食糧・水の供給”(n=345)、“電気・ガス・水道”(n=289)への関心の方が高かった。しかし、時間の経過に伴い、“放射線レベルとその危険度”の重要性は増していき、1週間後と2週間後では最も重要な情報と考えられていた。同様に、災害に対する“政府の対応”および“企業の事業継続や学校運営”の情報の重要度も、1週間後、2週間後と次第にその重要性が増していった。

一方、入手できなかったり、不明確であった情報は、発災当日は“安否確認”が最大であったが、その後大幅に減少した。“放射線レベルとその危険度”に関しては、重要であると考えられていたにもかかわらず、正確な情報が入手できなかったり、不明確であるとする回答者が、発災からの日数が経つにつれて増加した。また、災害に対する“政府の対応”も同様の傾向が見られ、時間が経つにつれて不明確であるとの認識を持たれていき、1週間後、2週間後には“放射線レベルとその危険度”に続いて、2番目に入手できなかったり、不明確な情報と認識されるに至った。

また、「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループで、前述の情報が不明確であったり、理解しづらかった原因として選択した回答は同じ傾向であり、その総計を図9に示す。

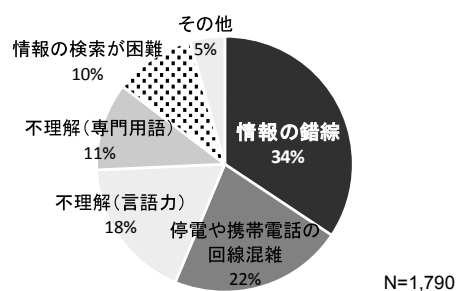


図9 情報が不明確や理解しづらかった原因 (複数回答)

情報が不明確であったり、理解しづらかった最大の原因は“錯綜する情報に困惑した”であった。次に、“停電や携帯電話の回線混雑などにより、情報を入手できなかった”という設備面や情報メディアに関する理由が挙げられ、続いて、“言語力の問題により、情報を理解できなかった”、“馴染みのない難しい専門用語により、情報を理解できなかった”、“情報の検索が難しかった”という理由が続いた。

研 究 速 報

本設問では、発災当日、1週間後、2週間後といった各時点での不明確な情報を尋ねておらず、各時点での不明確や理解しづらかった原因が時間的に混在している。例えば、“停電や携帯電話の回線混雑”は発災直後に集中し、“情報の錯綜”は時間の経過とともに増大したと考えられる。情報の錯綜や不理解が時系列でどのように変化したのかを調査することが今後の課題である。

(2) 信頼をおいた情報源とおけなかった情報源

「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループで、災害発生後2週間に信頼をおいた情報源および信頼のおけなかった情報源に違いが見られた(図10)。「国外退避」のグループは“海外報道”や“海外政府”、“海外研究機関”、“国際機関”など、日本国外の情報源に高い信頼性をおき、その合計は50%に達した。しかし、“国内報道”や“日本政府”、“国内研究機関”、“東京電力”など、日本国内の情報源への信頼性は35%に留まった。

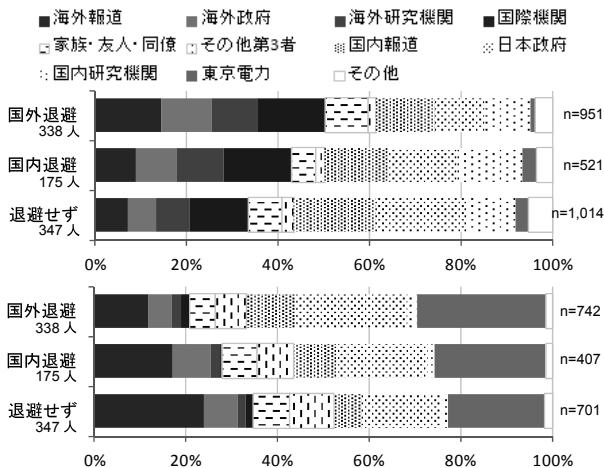


図10 信頼をおいた情報源(上, N=2,468)と信頼のおけなかった情報源(下, N=1,850) (複数回答)

他方、「退避せず」のグループでは、日本国内の情報源への信頼性が51%、海外情報源への信頼性は34%であり、「国外退避」のグループと正反対の傾向が見られた。「国内避難」のグループはこれらの中間に位置し、信頼をおいた情報源の43%は海外であり、国内の情報源が僅かに上回っていた(46%)。また、3つのグループで共通して、信頼する情報源としての“家族・友人・同僚”は7~9%、“その他第三者”は2~3%であり全般的に低い割合であった。

同様に、「海外退避」グループが最も信頼のおけなかった情報源は“東京電力”(28%)であり、2番目に“日本政府”(25%)が挙げられた。次いで、“海外報道”(12%)、“国内報道”(11%)が挙げられており、「海外退避」グループの中でも、“海外報道”に対して、ある程度の不信が持たれていたことが分かった。

「退避せず」のグループでは、信頼のおけなかった情報源として“海外報道”(24%)が最大であるが、次いで“東京電力”(21%)、“日本政府”(17%)へも同様に信頼性を置いていなかった。

これらのように、国内外へ退避したグループと退避しなかったグループとでは信頼する情報源が反対であった。これらのことから、国内と海外の情報源では、発信する情報の内容や方向性、危機感のレベルが異なっており、それが図9のような情報の錯綜を引き起こしたと考えられる。

退避行動の違いにより信頼をおいた情報源に異なる傾向が見られたという結果からも、国内と海外で発信された情報の内容は異なったもので、それが情報の錯綜の大きな原因であったと考えられる。

3つのグループの総数を見ると、“日本政府”は最も信頼されていた情報源であり、次に“国内報道機関”、“国際機関”が続いた。すなわち、退避したグループからも、日本の政府や報道機関はある程度信頼を得られていた。

一方、信頼をおけなかった情報源は、全体でみると“東京電力”が最多であるが、そのあとに“日本政府”、“海外報道”、“国内報道”が続いている。これらのことから、多くの外国人は情報の錯綜と混乱の中、退避の意思決定を迫られたと考えられる。

全般的に“家族・友人・同僚”や“その他第三者”に対する情報の信頼性は高くなく、特に“その他第三者”の情報に対しては低い信頼性がおかれていた。

6. ま と め

本稿では、東日本大震災後の外国人の災害情報収集過程と退避行動との関係を明らかにすべく、日本を除く75ヶ国860人からのアンケート調査結果を分析した。その結果、以下の実態が明らかになった。

対象サンプル860人のうち、震災後6割が国内外に退避しており、その理由は①“家族・親戚からの要望”、②“個人の判断”、③“乳児や子供たちへの影響”の順であった。「退避せず」の理由は、①“個人の判断”、②“業務命令”が回答の8割を占め、約1割は“退避したかったが退避できなかった”との回答であった。

退避の意思決定は、回答者の約1/3が震災後3日以内に決めており、震災後1週間以内には約8割に達していた。また、意思決定をする際、震災関連情報がどの程度役に立ったか、という設問に対して、“とても役立った”との回答は、退避したグループに比べて、「退避せず」グループはその2倍であった。

発災当日、1~2週間後に重要であった情報と、入手できなかったり、不明確であった情報にはギャップがあった。そして、それらの情報が不明確であったり、理解しづらかった原因は“情報の錯綜”“停電や携帯電話の回線混雑”、“言語力の問題による不理解”が挙げられた。また、これらの

設問に対する退避と退避せずのグループの回答は同様の傾向であった。

謝 辞

本稿記載の「平成23年 東北地方太平洋沖地震発生後の災害情報収集に関するアンケート調査」の配布および回答にご協力いただきました皆様に、心より感謝の意を表します。
(2012年6月5日受理)

参 考 文 献

- 1) 読売新聞：外国人の日本脱出続く…大使館機能の大阪移転も, 3.18.2011. <http://www.yomiuri.co.jp/feature/20110316866921/news/20110318-OYT1T00358.htm>
- 2) 千葉日報：“脱出”外国人が殺到 震災逃れ一時母国へ 東京入管 千葉出張所, 3.17.2011. <http://www.chibanippo.co.jp/news/>

- chiba/local_kiji.php?i=nesp1300325489
- 3) BusinessWeek: Number of foreigners leaving Japan soars 8-fold, Bloomberg, 3.25.2011. <http://www.businessweek.com/ap/financialnews/D9M681N80.htm>
- 4) 東洋経済新聞社：外資系企業を悩ます「フライジン」、大震災と原発事故で脱出外国人が続出、機能不全に、東洋経済, 3.29.2011. <http://www.toyokeizai.net/business/society/detail/AC/726a57c78201ac03753425a14c41f40b/>
- 5) The New York Times: Flyjin, Schott's Vocab, 3.24.2011. <http://schott.blogs.nytimes.com/2011/03/24/flyjin/>
- 6) Flyjin: <http://flyjin.com/>.
- 7) 経済産業省通商政策局：東日本大震災から垣間見える我が国と世界の通商・経済関係, 平成23年度版通算白書, 2011.
- 8) 産経新聞：11月の訪日外国人, 13.1%減 中国人観光客は35%増と急回復, 12.16.2011 <http://sankei.jp.msn.com/economy/news/111216/biz11121617590016-n1.htm>

Foreigners' disaster information gathering behavior after the 2011 Tohoku Earthquake part 3: analysis of foreign students considering their post-disaster action

Michael HENRY*, Akiyuki KAWASAKI** and Kimiro MEGURO***

INTRODUCTION

On March 11, 2011, a magnitude 9.0 earthquake occurred off the Pacific coast of the Tohoku region of Japan. This earthquake triggered a tsunami which inundated the eastern seaboard of Tohoku, caused widespread destruction of coastal communities, and also led to a nuclear crisis which culminated with the confirmed meltdown of three reactors at the Fukushima Daiichi nuclear power plant.

During and after this triple disaster, people living in Japan began to seek disaster-related information in order to stay abreast of the situation and to make decisions on their post-disaster action. However, there emerged a growing disparity between Japanese and foreigners residing in Japan regarding their perception of the post-earthquake situation. While Japanese people in general continued life as usual, foreign communities reacted much differently, with many foreigners relocating within Japan or leaving the country altogether. This difference in post-disaster action may have been affected by the disparity between information obtained from domestic sources and that which was obtained from overseas sources.

The possible effect of this information disparity on the post-disaster action of foreigners living in Japan has led to questions regarding disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake and how improving disaster information dissemination may reduce negative post-disaster issues such as the broad evacuation of foreigners from Japan. Therefore, in order to improve disaster information dissemination after future disasters, a survey was conducted which examined the disaster information gathering behavior of people living in the Kanto

region of Japan at the time of the 2011 Tohoku Earthquake. In this paper, the results of the survey are presented focusing specifically on foreign students, with the objective of understanding the differences in foreign students' disaster information gathering behavior considering their post-disaster action.

SURVEY METHODOLOGY

Survey design & distribution

Data on disaster information gathering behavior were collected using an online survey. This survey was provided in nine different languages (Japanese, English, Chinese, Korean, Portuguese, Nepalese, French, Thai, Vietnamese), and the contents were designed to clarify respondents' information gathering activities, their information-related difficulties and their post-disaster actions. The survey was distributed via two methods: first, through social and professional contacts of the authors; and second, through direct requests for cooperation with various entities such as business communities, universities, embassies, and so forth. Responses were gathered for two weeks beginning roughly 10 weeks after the earthquake occurred.

Sample characteristics

The survey received a total of 1357 responses, of which foreign students made up 32.2% (N = 437). The distribution of foreign students by country is shown in Figure 1, with the largest number of students from China, Thailand, South Korea, and Vietnam. 48.3% of the respondents were male and 51.3% female (no response = 0.4%), and 77.1% were 20-29 years old (no response = 0.7%, 10-19 = 1.6%, 30-39 = 20.6%). The Japanese and English language ability of respondents is shown in Figure 2.

POST-DISASTER ACTION

Foreign students' post-disaster actions were evaluated by

*Assistant professor, Division of Field Engineering for the Environment, Faculty of Engineering, Hokkaido University

**Project associate professor, International Center for Urban Safety Engineering (ICUS), Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

***Professor, International Center for Urban Safety Engineering (ICUS), Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

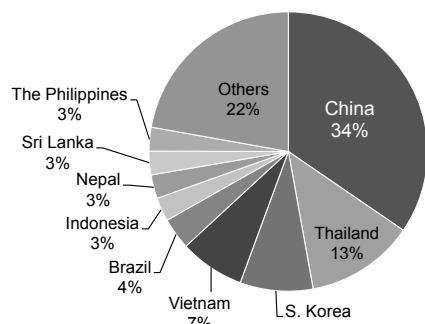


Figure 1. Country of origin

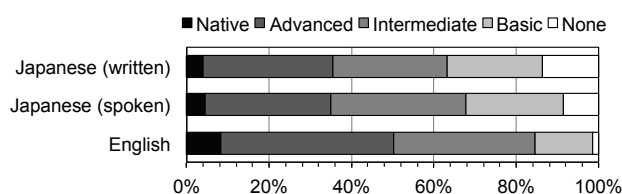


Figure 2. Japanese and English language ability

whether they remained in the Kanto region, relocated from the Kanto region or left Japan. As shown in Figure 3, it can be seen that more than two-thirds of the respondents chose to relocate (N = 100) or leave entirely (N = 198), whereas less than one-third chose to remain (N = 139).

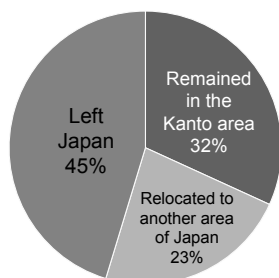


Figure 3. Post-disaster action

The reasons for the post-disaster action are shown in Figure 4 by whether the respondents chose to remain, relocate, or leave. For foreign students who chose to remain in the Kanto region, “personal decision” was the most-cited reason; however, for

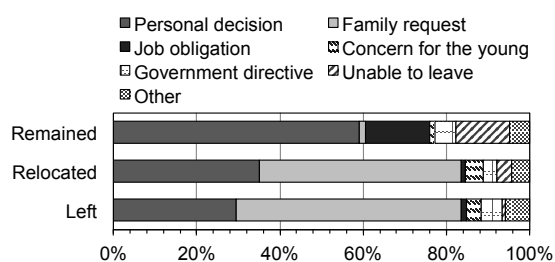


Figure 4. Reason for post-disaster action

those who relocated or left, “family request” was cited the most. In addition, “job obligation” and “unable to leave” were the second most-cited reasons for those who remained, whereas “personal decision” was the second most-cited reason for those who relocated or left.

The usefulness of disaster information for making the choice to remain, relocate or leave is shown in Figure 5. Nearly 90% of foreign students who remained in the Kanto region said that disaster information was either somewhat or very useful for their decision, compared to 68% and 75.3% for those who relocated or left, respectively. The percentage of respondents who said disaster information was not useful was fairly similar regardless of post-disaster action.

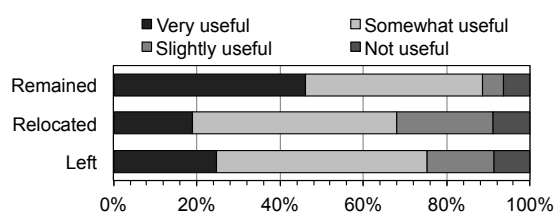


Figure 5. Usefulness of disaster information

DISASTER INFORMATION GATHERING BEHAVIOR

Most- and least-trusted information sources

The distributions of most- and least-trusted information sources for foreign students are shown in Figure 6 by their post-disaster action. For most-trusted sources, the number of responses for overseas sources increased from remained to relocated to left; conversely, the number of responses for Japanese (domestic) sources decreased in the same order. In other words, those foreign students who remained in the Kanto region or relocated within Japan trusted domestic sources more than overseas sources, whereas those who left trusted overseas sources more than domestic sources. For those who remained and relocated, Japanese news sources and the Japanese government were the most trusted sources of information; for those who left, overseas news sources and international organizations were the most trusted.

For least-trusted sources, the opposite of the above trend could be observed – that is, the number of responses for domestic sources generally increased and the number of responses for overseas sources decreased in the order of remained, relocated, and left. Those foreign students who remained or relocated appeared to distrust overseas sources more than those who left Japan and also distrusted overseas sources more than domestic sources (excluding TEPCO as a

domestic source), whereas those who left Japan overwhelmingly distrusted domestic sources relative to overseas sources. Foreign students who remained in the Kanto region or relocated to another area of Japan distrusted overseas news sources and TEPCO the most, whereas those who left Japan distrusted TEPCO and the Japanese government the most.

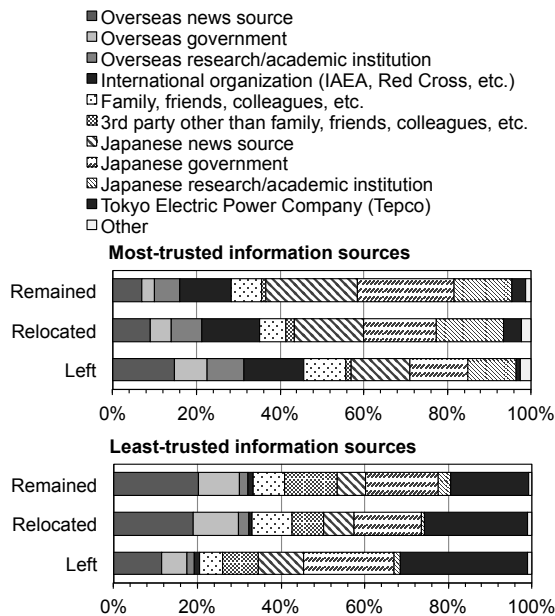


Figure 6. Most- and least-trusted information sources

Utilized media & language

The distributions of utilized media and language for foreign students are shown in Figure 7. When comparing the utilized media for a given language, very little difference can be seen between the foreign students considering their post-disaster action. Respondents who utilized Japanese language media tended to turn to television, followed by traditional internet media (websites, information portals, etc.), regardless of what their post-disaster action was; however, when utilizing the English language, they turned to traditional internet media the most, followed by television and social media (social networking sites, blogs, etc.); and when utilizing other languages, they turned to inter-personal communication (face-to-face, telephone, etc.) and traditional internet media.

However, when comparing the utilized language by post-disaster action (comparing “n” values, which indicate the total number of responses for each category), it can be seen that foreign students who remained in the Kanto region primarily utilized Japanese-language media (n = 315), followed by English (n = 223) and other languages (n = 169). Foreign students who chose to relocate, however, primarily used English-language media (n = 236), whereas those who left

Japan used both Japanese (n = 444) and other language (n = 446) media the most.

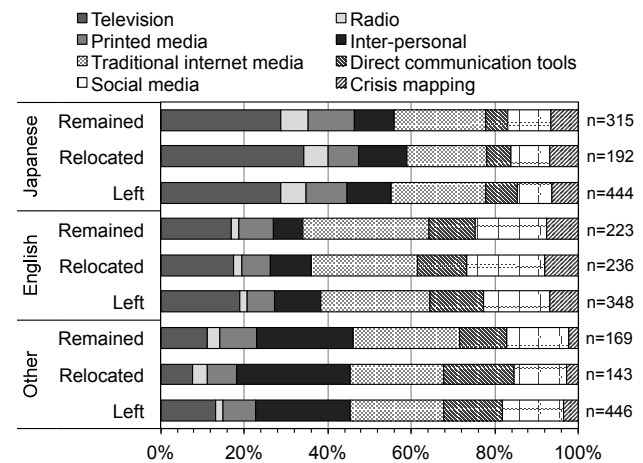


Figure 7. Media and language for information acquisition

Information importance

The importance of information over time is shown in Figure 8. When comparing important information for a given time period, once again little difference could be seen between foreign students considering their post-disaster actions. For the first day, information on the safety of family, friends, etc. was the most important, followed by transportation systems and earthquake and tsunami damage, regardless of the post-disaster action. By the first week, the most important information had become radiation level and risk, followed by food and water supply, and this trend continued for the second week as well. The trend for overall information importance (comparing “n” values) was also similar regardless of post-disaster action: the total number of responses peaked at the first week, then dropped below the first day’s level for the second week.

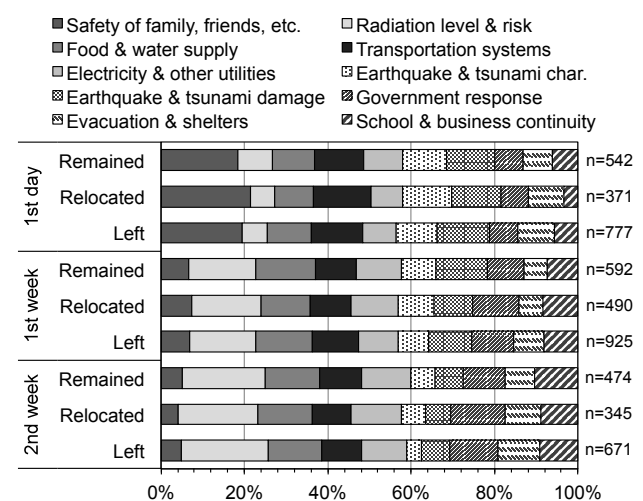


Figure 8. Information importance over time

研究 速 報

Information difficulties

Figure 9 shows what information was unavailable, unclear, or hard to understand over time. Similar to results for the importance of information over time, there was little difference between foreign students considering their post-disaster action when comparing the information for a given time period. For the first day, the most difficulty appeared to be had with information on the safety of family, friends, etc. and radiation level and risk. Difficulties related to radiation level and risk grew from the first day to the first week, and government response became the second most-difficult information, and these two remained the information types with the most difficulty for the second week as well.

Also similar to the results for the importance of information over time, the trend for overall information difficulties (comparing “n” values) did not differ greatly depending on the post-disaster action. However, in this case the information difficulties generally tended to decrease over time from the first day to the second week.

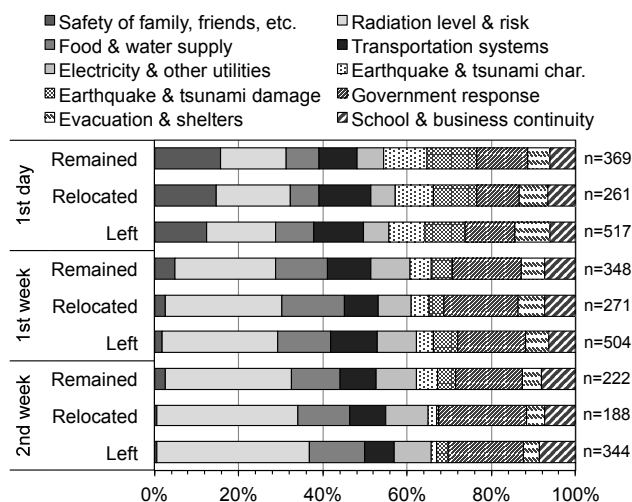


Figure 9. Unavailable, unclear, or hard to understand information over time

The reasons why this information was unavailable, unclear, or hard to understand for foreign students are given in Figure 10. It can be seen that, again, there is little difference considering the post-disaster action. Confusion caused by conflicting or differing information was the top reason cited by respondents, followed by inability to access information due to mobile congestion, power outage, etc. and inability to understand information due to a lack of language comprehension.

Figure 11 shows what media and language were utilized when clarifying information difficulties. There is little difference between foreign students considering their post-

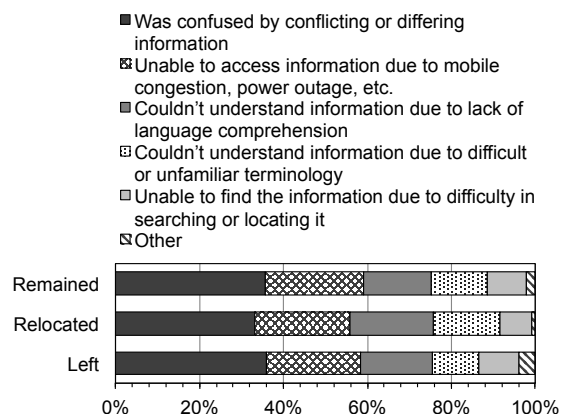


Figure 10. Reasons why information was unavailable, unclear, or hard to understand

disaster action in the utilized media when looking at a given language. For Japanese language, television and traditional internet media were the most utilized media; for English language, the most utilized were traditional internet media, social media, and television; and for other languages, traditional internet media and inter-personal communication were the most utilized. These results are similar to the results of the media used for acquiring disaster information, as was introduced in Figure 7.

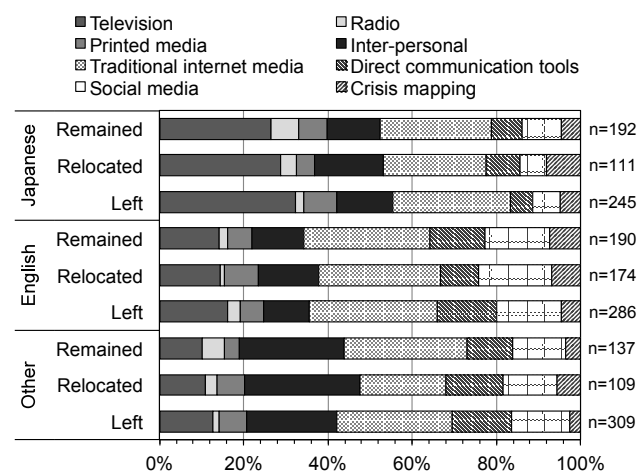


Figure 11. Media and language for clarifying information difficulties

When comparing the utilized language by post-disaster action (comparing “n” values), it can be seen that foreign students who remained in the Kanto region primarily turned to Japanese (n = 192) and English (n = 190) media, those who relocated used English (n = 174) the most, and foreign students who left Japan utilized media in other languages (n = 309) the most. Unlike the results of the media used for acquiring disaster information, foreign students who left Japan turned much less to Japanese media for clarifying their information problems than they did

for their disaster information acquisition.

DISCUSSION

Disaster information gathering behavior

When examining the disaster information gathering behavior of foreign students based upon their post-disaster action – that is, whether they chose to remain in the Kanto region, relocate to another part of Japan, or leave Japan entirely – only a few differences emerged. First was the difference between most- and least-trusted sources. It was found that those who remained in the Kanto region or relocated within Japan trusted domestic sources more than overseas sources and distrusted overseas sources more than domestic sources; conversely, those who left trusted overseas sources more than domestic ones and distrusted domestic sources more than overseas sources. Furthermore, although all groups distrusted TEPCO more than other sources, foreign students who left Japan tended to distrust TEPCO more than those who remained or relocated. However, as this survey did not evaluate the reason why a specific information source was trusted or distrusted, it is difficult to make connections between sources and post-disaster action beyond the results found here.

The second difference was in the language used for acquiring disaster information. While there was not a large difference in the types of media used, those who remained in Kanto tended to utilize Japanese-language media the most, whereas those who relocated primarily used English-language media and those who left used both Japanese and other-language media. To examine whether this difference was caused by a difference in language ability, the Japanese and English language abilities were examined considering the post-disaster action. It can be seen in Figure 12 that those who remained in the Kanto region did not have a significantly higher level of Japanese ability; however, those who relocated to another area of Japan did appear to have

higher English ability. Foreign students who left Japan had similar language abilities as students who remained in the Kanto region.

The third difference between foreign students considering their post-disaster action was the language utilized for clarifying information problems. Again, although there was not a large difference by the type of media utilized, students who remained in the Kanto area primarily used Japanese-language media, those who relocated utilized English-language media, and those who left Japan turned to other language media. However, as was illustrated in Figure 12, the language abilities of the three groups did not differ greatly, except for the high English ability of the foreign students who chose to relocate within Japan. This seems to indicate that the difference in post-disaster action may not have been directly related to or affected by the language utilized for acquiring disaster information.

Post-disaster action

Perhaps the most significant difference between the three groups was not their disaster information gathering behavior, but rather the reason for their post-disaster action. Those who chose to relocate or leave Japan entirely strongly indicated that they made their decision as a result of a family request. In order to verify whether this trend could be observed for foreigners as a whole or just for foreign students, an additional analysis of non-student foreigners focusing on their reasons for post-disaster action was conducted. Figure 13 shows the comparison between non-student foreigners and foreign students, and it can be seen that, although “family request” was a bigger reason for those who relocated or left than for those who remained in the Kanto region, the trend was not as pronounced as it was for foreign students. Furthermore, it can be seen that reasons such as “job obligation” (for those who remained) and “concern for the young” (for those who relocated or left) were much more

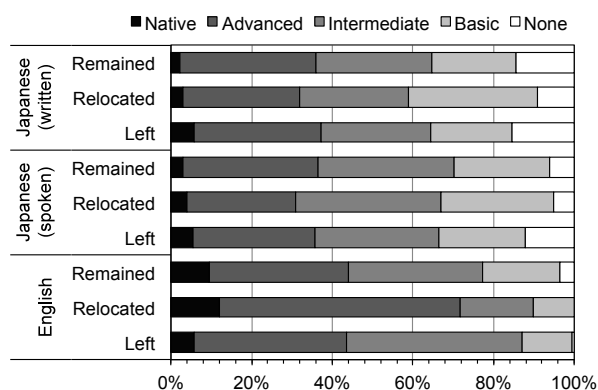


Figure 12. Comparing the Japanese and English language ability by post-disaster action

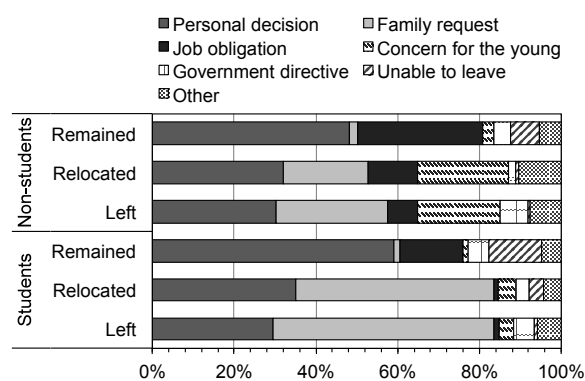


Figure 13. Comparing the reasons for post-disaster action between non-student and student foreigners

研究速報

strongly cited by non-students than by students.

It is not unreasonable to assume that foreign students' families were relying primarily upon the information disseminated in their own country and that, furthermore, that information may not have been the same across different countries. This raises the question of whether the post-disaster response of students was different by country. Additional analysis given in Figure 14 clearly shows that there was a large difference in response between the students from the four countries with the most foreign students. Roughly 70% of the students from China and around 80% of the students from Thailand and South Korea chose to either relocate or leave; in the cases of Thailand and South Korea, those who outright left Japan made up more than 70%. However, in stark contrast to the other three countries, more than 65% of the students from Vietnam chose to remain in the Kanto area.

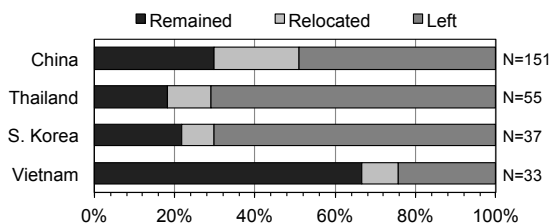


Figure 14. Comparing the post-disaster actions of foreign students by country

To better understand the reason for the discrepancy between the post-disaster actions of the foreign students in the above four countries, the reasons for the post-disaster action were examined by country (Figure 15). It can be clearly seen that, for all countries, “family request” was a strong factor with regards to the decision to relocate or leave. In the case of Thailand, South Korea, and Vietnam, however, the sample sizes for those who relocated (and left, in the case of Vietnam) were very small, as most respondents either mostly left (Thailand and South Korea) or remained (Vietnam). For foreign students from Vietnam who chose to remain, “personal decision” was the most-cited reason, followed by “unable to leave” and “job obligation.” This response is similar to the case of Chinese foreign students who elected to remain in the Kanto region as well. When comparing the cases of foreign students who decided to leave Japan, “family request” appeared to be a much stronger factor for students from China and Thailand, whereas South Korean students cited “personal decision” and “family request” roughly the same.

From these results, it's clear that there were a variety of factors which led to foreign students' decision to remained in the Kanto region, relocate to another area of Japan, or leave

Japan entirely. As “family request” was strongly cited by those who relocated or left, disaster information dissemination not only in Japan but also in overseas countries may have a large effect on the post-disaster decision making of foreign students inside Japan. However, as was shown here, students from different countries exhibited widely different post-disaster actions. Further research focusing on foreign students should therefore consider not only the relationship between foreign students in Japan and disaster information dissemination in their home countries, but also the difference in how information on Japanese disasters is disseminated between foreign countries.

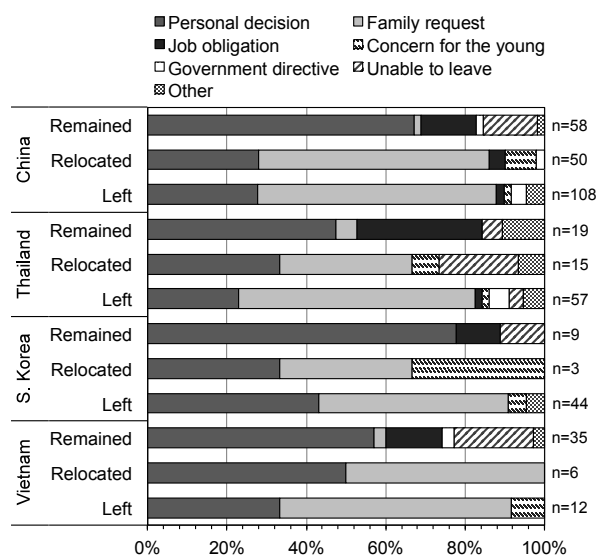


Figure 15. Comparing the reasons for post-disaster action between foreign students by country

CONCLUSION

In this paper, the disaster information gathering behavior of foreign students was examined considering their action after the Tohoku Earthquake. It was found that foreign students' disaster information gathering behavior was similar regardless of their post-disaster action with the exception of three cases: their most- and least-trusted information sources, their utilized language for acquiring disaster information, and their utilized language for clarifying information difficulties. In the case of the utilized language, additional analysis found that the differences in utilized languages may not be related to the actual language abilities of the foreign students, with the exception of students who chose to relocate within Japan, whose English ability was much higher than the other groups of foreign students.

Perhaps the most significant difference between foreign students who remained, relocated, or left was the reason for their post-disaster action. The request of students' families

appeared to be a strong contributing factor for those who relocated or left Japan, implying that the disaster information disseminated in overseas countries may have indirectly affected foreign students in Japan. The response of foreign students was not the same when examining different countries, however, as it was found that while students from some countries, such as Thailand or South Korea, overwhelmingly relocated, students

from Vietnam overwhelmingly remained in the Kanto region. Therefore, it will be necessary to consider the effect of overseas news and the difference between news in overseas countries in order to better understand the factors affecting the post-disaster action of foreign students.

(Manuscript received. May 14, 2012)

言語能力の違いに着目した 東日本大震災後の外国人の災害情報収集分析

Disaster information collection of foreigners after the 2011 Great East
Japan Earthquake considering the difference in language ability

川崎 昭如¹, ヘンリー マイケル², 目黒 公郎¹

Akiyuki KAWASAKI¹, Michael HENRY², and Kimiro MEGURO¹

¹ 東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

International Center for Urban Safety Engineering (ICUS), Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

² 北海道大学 大学院工学研究院 環境フィールド工学部門

Division of Field Engineering for the Environment, Faculty of Engineering, Hokkaido University

Breaking news of the "Great Earthquake in Japan" was spread all over the world just five minutes after the Great East Japan Earthquake struck on March 11, 2011. During the great flurry of information from both domestic and overseas sources, how did foreigners residing in Japan collect disaster-related information? On which information sources did they rely? Did the difference in language ability for Japanese and English have an influence on their information collection behavior? In order to answer these questions, we conducted a questionnaire survey of foreigners and Japanese who were residing in the Kanto region at the time the earthquake occurred. Five sample groups were created based on the respondents' language ability, and their disaster information collection behavior was analyzed. The results illustrate the channels of information dissemination among foreigners during the disaster, and measures for improving disaster information dissemination to foreigners were proposed.

Keywords: information sources, media, foreigner, Japanese, English

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

2011年3月11日14時46分、太平洋三陸沖を震源としてマグニチュード9.0の「東北地方太平洋沖地震」が発生し、東日本を中心に、後に「東日本大震災」と呼ばれる甚大な被害を及ぼした。東日本大震災は、我が国観測史上最大の地震による激しい揺れに加え、巨大な津波が東北-関東地方の太平洋沿岸を襲ったことによるが、この地震動と津波は、福島第一原子力発電所の冷却システムにも被害を与え、炉心溶融と放射性物質の放出など一連の原発危機の発端となった。

東北地方太平洋沖地震から5分後には、金融情報やニュースを24時間英語で国際的に配信するBloomberg Televisionが“日本で巨大地震”の第一報を流し、その21分後にはCNN Internationalでも報じられるなど^{1), 2)}、震災のニュースは即時に世界中に配信された。その後、国内外の多様な情報源から大量の情報が発信されたが、国内と海外のメディアから配信された情報には、危機に対する切迫性のレベルが異なっていたり、内容の不一致や矛盾するものが含まれていたことが指摘されている^{1), 3), 4)}。このような状況下、大勢の外国人が急きょ短期～長期的な国内退避や国外退避を行ったことが報告された^{4)~10)}。

震災後、国内外の情報源から大量の情報が飛び交う中、

日本に居住する外国人はどのように情報を収集し、どの情報源に信頼をおいたのだろうか。また日本語と英語の言語能力の違いがそれらの行動にどのような影響を与えたのだろうか。国内外の外国人に対する災害情報の伝達を拡充するためには何を改善すべきだろうか。本研究では、外国人への災害情報伝達に関するこれらの問題解決に資する資料の提示を目的に、震災時に関東地方に居住していた日本人と外国人へのアンケート調査を実施した。そして、日・英の言語能力の違いにより回答者を5つのグループに分類して分析を行った。

はじめに、東日本大震災時の災害情報収集過程の実態調査として、利用したメディアと言語、信頼をおいた情報源、重要と認識していた情報について、各グループの集計結果を示した。次に、集計結果とアンケートの自由回答欄の分析により、各グループ間で震災後の災害情報がどのように伝播したのかを考察した。最後に、今後の外国人への災害情報伝達の強化に関する提言を整理した。

(2) 既往研究との比較による本研究の位置づけ

NHK放送文化研究所では、東日本大震災後の我が国の在京3局と海外7カ国8番組の報道内容分析により、国内と海外で震災がどう報道されたのかを実証的に分析した¹¹⁾。しかし、情報の受信者として外国人の災害情報収集過程について調査した事例は、国外の文献を含めて、こ

れまでに報告されていない。1995年の阪神・淡路大震災を契機に、災害時の外国人支援問題も注目されるようになったが^{12)・14)}、その実態について定量的な分析はほとんど行われていない。今後のグローバリゼーションの進行を鑑みると、我が国に滞在・居住する外国人への災害対策は喫緊の課題であり、その基本資料を提示するという点で本稿の有用性は高い。

2. 調査方法とサンプルの概要

(1) 調査概要

本研究では甚大な被害を受けて日常生活が困難な状況にある東北地域ではなく、隣接する関東 1 都 7 県（東京都、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県）に震災発生時に在住していた日本人および外国人を対象としてインターネット上でのアンケート調査を実施した。調査概要を表 1、質問項目を表 2 に示す。

関東地方では、地震被害による首都圏での広域な交通機関の麻痺により、震災当日に多くの住民が帰宅困難に陥るとともに¹⁵⁾、福島第一原子力発電所からの放射線汚染の危険性が早い段階から懸念されていた。関東 1 都 7 県には、2010 年時点で、我が国の外国人登録者 2,134,151 人のうち、約半数にあたる 954,936 人が集中しており¹⁶⁾、その多くが東北地方太平洋沖地震やその後の原発危機、そしてそれに伴う首都圏での社会的混乱で何らかの影響を受けたと考えられる。本研究では、これらの日本人および外国人からの回答を取得すべく、関東 1 都 7 県を研究対象地とした。

そして、関東地区で外国人登録者が多い国や、例えば

フランスや英国のように震災直後に東京在住の自国民に対して国内外への退避勧告を出した国からのサンプルを集めるべく、表 1 に示した 9 カ国語の調査票を用意した。本調査では、異なる言語間の調査票の翻訳の適切性を確保すべく、以下の手順で調査票を作成した。はじめに、著者らで英語と日本語で調査票を作成した。そして、この調査票をベースにして、その他の 7 ケ国語のいずれかを母国語とし、かつ英語または日本語が堪能な留学生などに、各言語への翻訳を依頼した。その際、各言語で 2 名の翻訳者を確保して、第 1 翻訳者の翻訳の後に、第 2 翻訳者が内容の確認と修正を行うことで、異なる言語間の翻訳の適切性を確保できるよう努めた。

(2) 言語能力によるサンプルの分類と抽出

本調査では、日本人 497 人と 73 カ国の外国人 860 人から総計 1,357 サンプルを入手した。そして、5 段階（母国語 - 上級 - 中級 - 基礎 - なし）に区分された日本語（話す、聞く）と英語の習熟度に対する回答者の自己評価にもとづき、図 1 のようにサンプルを分類した。言語能力の違いによる情報収集の差異を明らかにすることが本稿の目的のため、日本語と英語の習熟度がそれぞれ上位および下位の 2 段階を選択した回答者を、その言語が「できる」サンプルと「できない」サンプルと定義した。そして、日本語と英語の両方の習熟度が高い回答者を「日英可」、英語の習熟度は高いが日本語の習熟度が低い回答者を「英語可」、その逆を「日本語可」、英語と日本語の両方の習熟度が低い回答者を「日英不可」と分類した。

全回答者のうちの 98%が日本語か英語かの何れか一方、または両方が中級以上であり、日本語も英語もほとんどできずに自国語しか理解できない「日英不可」は僅か 10

表 1 アンケート調査概要

方式	インターネットでの無記名回答
期間	2011年5月下旬～6月下旬
対象	震災当時、関東1都7県（東京都、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県）に在住していた日本人と外国人
依頼と回答の方法	関東48大学の留学生センターや教員、在京の99大使館や企業、団体等へメールや電話により、アンケート調査用のURLを各団体のメーリングリストで転送したり、ホームページやソーシャルメディア上で告知することを依頼。回答者は各自で指定URLにアクセスして、オンラインで質問に回答
言語	9カ国語（日本語、英語、中国語、韓国語、仏語、ポルトガル語、ネパール語、タイ語、ベトナム語）
回答数	1,357サンプル（74ヶ国、うち日本人497サンプル）

		英語の習熟度				
		母国語	上級	中級	基礎	なし
母国語	母国語	日英可 F:198, J: 76		F:74 J:135	日本語可 F:42, J:236	
	上級			F:57, J:1	F:30, J: 1	
	中級	F:152				
	基礎	英語可 F:215		F:56	日英不可 F:9, J:1	
	なし					

図 1 日英の言語能力によるサンプルの分類
(F: 外国人, J: 日本人, N=1,357)

表 2 質問項目

	質問
震災発生後の 情報収集 について	地震発生後の2週間、あなたが最も信頼をおいた情報源は何ですか？
	地震発生後の2週間、あなたが最も信頼を置けなかった情報源は何ですか？
	地震発生後の2週間、情報収集のためにどのメディアを利用しましたか。また、その言語を教えてください。
	今回の地震と津波に関する災害情報は、どのメディアから収集できればいいと思いましたか？
	災害発生当日および発生から1週間目、2週間目において、どの情報が特に重要でしたか？
	上述の情報が不明確、あるいは理解しづらかった原因は何ですか？
	不明確あるいは理解しづらい情報に直面した際、その問題解決のために、どのメディアを活用しましたか？
	今回の災害時、緊急地震速報はご存知でしたか？
震災後の意思決定に 影響を与えた情報 について	計画停電に関する情報を適切に入手できましたか？
	災害発生後から2週間以内に、関東外の国内もしくは国外へ退避しましたか？ その理由は何ですか？
	上述のような意思決定をする際、震災関連情報はどの程度役に立ちましたか？
回答者の 属性情報	関東外や国外へ避難した方は、それをいつ決定しましたか？
	国籍、地震発生時の居住地、年齢、性別、職業、年収
	日本での滞在年数、日本語および英語の習熟度
	日本人の配偶者、あるいは身近に日本語を訳してくれる人がいますか？

サンプルに留まった。従って、本アンケートの回答者の多くは、各国での比較的言語能力の高い層からの回答が中心であると考えられる。

最終的には、日本語と英語の言語能力の違いに着目した分析を行うべく、図 1 のグレー部分に該当するサンプルを除外して、外国人[日英可]、日本人[日英可]、外国人[英語可]、外国人[日本語可]、日本人[英語不可]の 5 つのグループに分類された計 767 サンプルを抽出し、本稿の分析対象とした。

抽出した外国人サンプルの出身地域と国籍を表 3 に示す。日本人を含めて、本稿で抽出した回答者が回答に利用した言語と国籍を表 4 に示すとともに、回答者の震災時の居住地と職業をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。

3. 分析結果

(1) 情報収集に利用したメディアとその言語

地震発生後の 2 週間に、各グループが災害情報の収集に使用したメディアと言語を図 4 に示す。日本語と英語の両方の習熟度が高い外国人[日英可]は、情報収集に日本語での“テレビ”を利用した割合が 87%におよび、英語での“テレビ”の利用は半数以下の 41%、その他の言語の“テレビ”の利用はさらにその半数以下の 18%であった。しかし、ホームページやポータルサイトなどの“従来型”のインターネットの利用に関しては日本語と英語とも 70%が利用していたが、その他の言語では 33%であった。“テレビ”や“ラジオ”では日本語の利用割合が多いが、新聞や雑誌などの“出版物”や電話をかけたり、直接会話したりする“対人”においては、日本語と英語の利用はほぼ同程度であり、その他の言語との差

も小さい。インターネットの利用は、“従来型”以外は、日本語よりも英語利用の割合が多いことが特徴的である。しかし、日本語やその他の言語でのインターネットもある程度の割合で利用されており、このグループは日本語と英語の高い言語能力を活かして、日・英を中心として広範な情報収集を展開していたと考えられる。

一方、日本語の能力が低く、英語能力の高い外国人[英語可]は、当然のことながら、全メディアで英語の利用が中心であったが、自国語と思われるその他の言語も限定的に利用していた。しかし、“テレビ”を除いて日本語でのメディア利用はほとんど行っていない。

また、英語能力は低い、日本語が理解できる外国人[日本語可]は、全てのメディアで日本語の利用が中心であるが、その他の言語も比較的多く利用していた。特に、“従来型”のインターネットと“対人”ではその他の言語の利用の割合は多く、全体として英語の利用はほとんどない。

このように外国人が利用したメディアとその言語には、言語能力で分類した 3 つのグループ間に異なる傾向が見られた。

日本人[日英可]は、日本語のメディア利用が圧倒的に多く、英語は最も利用されていた“従来型”のインターネットでも 41%に留まり、次いで Facebook や Twitter などの“ソーシャルメディア”は 24%、“テレビ”は 18%であった。このグループは、日本語と英語の両方の情報にアクセスできる能力があるにも関わらず、実際の情報収集は日本語でのメディア利用が多くを占めていた。

英語の習熟度が低い日本人[英語不可]は日本語利用の傾向が一層強くなり、情報収集に利用した言語はほぼ日本語のみであり、“テレビ”と“従来型”のインターネットはそれぞれ 97%と 86%であった。

表 3 外国人の出身地域と国籍 (N=767)

地域・国籍	回答者	地域・国籍	回答者
アジア 20カ国208人 (46%)		北米 2カ国51人 (11%)	
中国	60	米国	42
大韓民国	23	カナダ	9
ベトナム	21	中南米 2カ国33人 (7%)	
インドネシア	14	ブラジル	24
タイ	14	アルゼンチン	9
スリランカ	13	大洋州 2カ国18人 (4%)	
その他13カ国	63	オーストラリア	14
欧州 26カ国134人 (30%)		ニュージーランド	4
英国	29	アフリカ 6カ国9人 (2%)	
フランス	22	タンザニア	4
スイス	14	その他5カ国	5
ドイツ	10	中東 2カ国2人 (0.4%)	
イタリア	10	アフガニスタン	1
その他21カ国	49	イスラエル	1

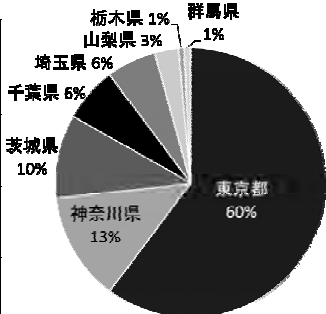


図 2 震災時の居住地 (N=765)

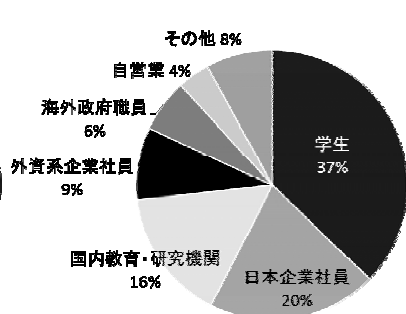


図 3 職業 (N=695)

表 4 本アンケートの回答者が回答に利用した言語と国籍

	日本	米国	英国	中国	フランス	ブラジル	韓国	ベトナム	タイ	ネパール	その他	計
日本語	307 (491)		1 (1)	17 (38)		3 (3)	3 (8)	0 (1)	1 (2)		11 (15)	343 (559)
英語	4 (4)	42 (64)	27 (38)	1 (2)	4 (5)	3 (4)	2 (2)	4 (5)	2 (6)	4 (8)	190 (280)	283 (418)
中国語	1 (1)		1 (1)	42 (155)							1 (5)	45 (162)
フランス語					18 (26)						5 (8)	23 (34)
ポルトガル語	0 (1)					18 (33)					2 (2)	20 (36)
韓国語							18 (44)					18 (44)
ベトナム語								17 (34)				17 (34)
タイ語									11 (56)			11 (56)
ネパール語										7 (14)		7 (14)
計	312 (497)	42 (64)	29 (40)	60 (195)	22 (31)	24 (40)	23 (54)	21 (40)	14 (64)	11 (2)	209 (310)	767 (1,357)

左側の数値は本稿で抽出した回答者の内訳、右側 () の数値は本アンケートの全回答者の内訳

これらの結果から、日本人は英語能力の違いにより、情報収集に利用したメディアと言語の比率に若干の差異が見られるが、両グループとも日本語の情報収集が中心であった点で類似している。

全体的な傾向として、日本語でのメディア利用は“テレビ”が最も多く、次に“従来型”のインターネットが続き、その後“出版物”や“ソーシャルメディア”、“ラジオ”の順となった。英語でのメディア利用は“従来型”のインターネットと“テレビ”が中心であり、次いで“ソーシャルメディア”やEメールやチャットなどの“直接通信型”のインターネットや“出版物”が続いた。その他の言語では“従来型”のインターネットに次いで、“対人”からの情報収集が多く利用されていた点が特徴的である。

(2) 国内と海外の情報源の信頼度

地震発生後の2週間に、5つのグループが信頼をおい

た情報源を図5に示す。外国人[日英可]と外国人[英語可]が信頼をおいた情報源は、同様の傾向であった。すなわち、“国際機関”と日本の“国内報道”、“日本政府”に対して比較的高い信頼がおかれた。そして“海外報道”、“海外政府”、“海外研究機関”といった海外の情報源への信頼度も、他の3グループに比べて高かった。しかし、何れの情報源に対しても信頼をおいた割合は50%未満であることから、これらのグループが信頼する情報源は海外と国内の両方に分散していたといえる。

一方、外国人[日本語可]が信頼をおいた情報源は“国内報道”が最も高く64%であった。外国人[日英可]と外国人[英語可]のグループに比べると、海外の情報源への信頼をおいた割合は低いが、“日本政府”や“国内研究機関”への信頼度は同程度であった。日本人[日英可]の信頼のおいた情報源は、外国人[日本語可]と同様の傾向であったが、“国際機関”への信頼は10%低かった。日本人[英語不可]は“国内報道”に信頼をおいた割合が

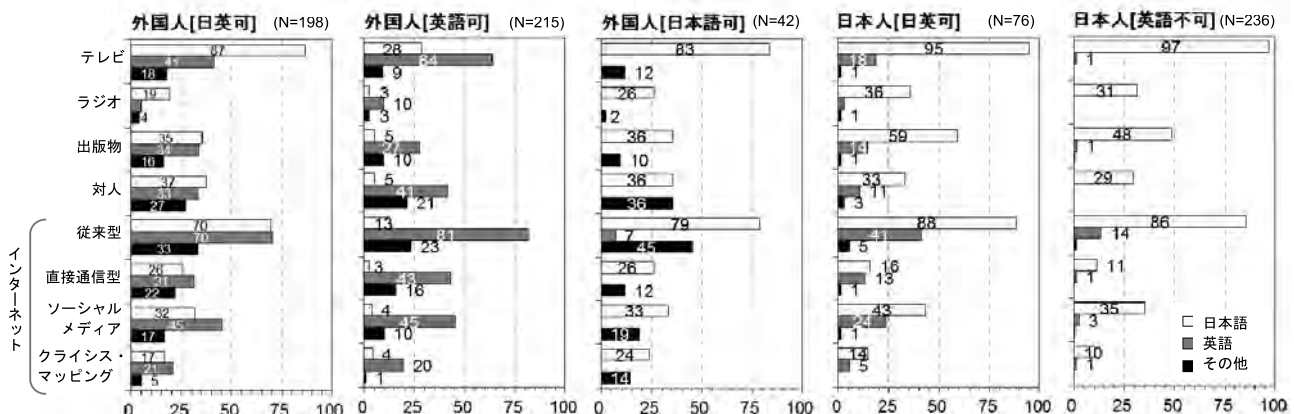


図4 情報収集に利用したメディアと言語（複数回答、%：回答者中の各項目に対する回答割合）

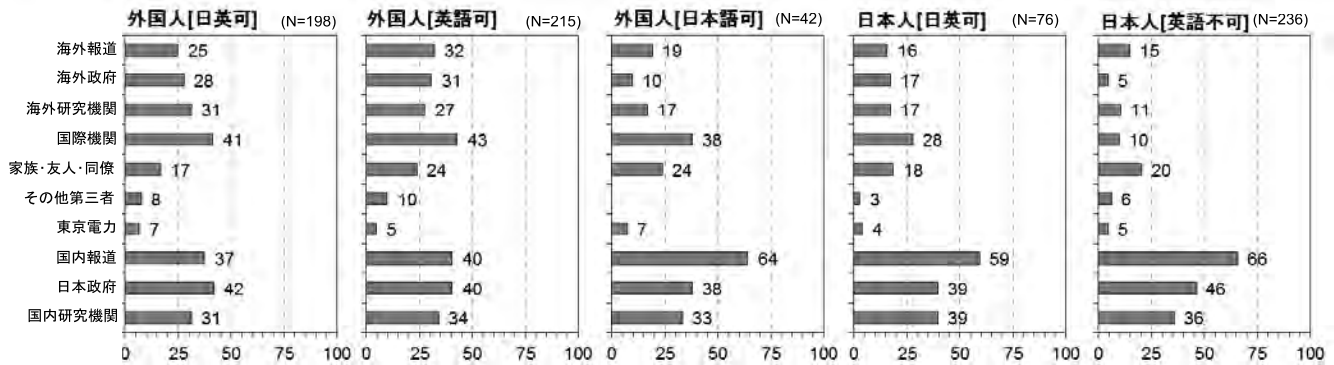


図5 信頼をおいた情報源（複数回答、%：回答者中の各項目に対する回答割合）

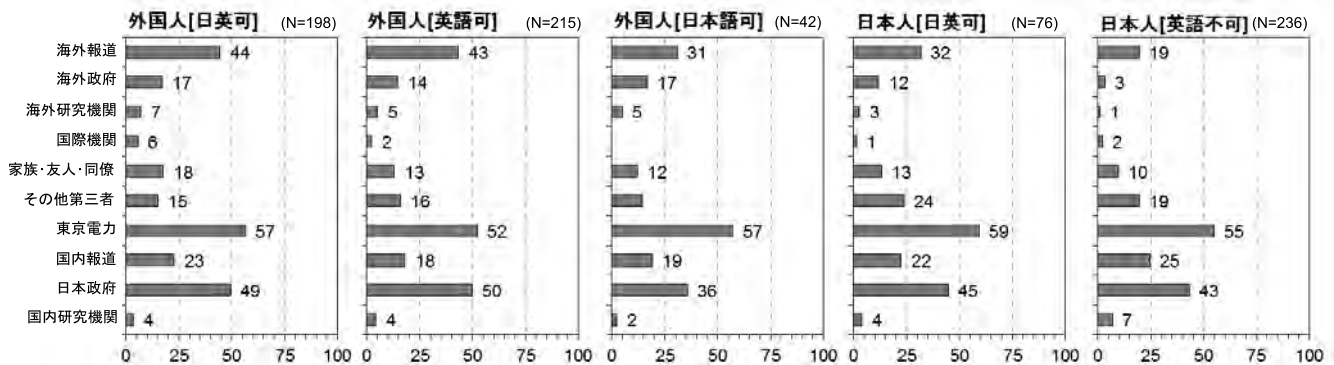


図6 信頼のおけなかった情報源（複数回答、%：回答者中の各項目に対する回答割合）

66%であり、他のグループに比べて“日本政府”を信頼した割合も比較的高い。“国際機関”や海外の情報源に信頼をおく割合は5つのグループの中で最も低い、図4に示す通り、このグループはそもそも英語でのメディア利用をほとんど行っていないことがその一因と考えられる。

他方、地震発生後の2週間に信頼のおけなかった情報源は、全グループで“東京電力”を選択した割合が半数を超え最多となった(図6)。外国人[日英可]と外国人[英語可]はここでも同様の傾向を示し、各グループの約半数は“日本政府”にも信頼をおかなかった。そして、“海外報道”に対して信頼をおかない割合が比較的高いことも、これらの2つのグループの特徴である。“海外報道”を信頼した人の割合が少ないこと以外は、日本語が理解できる3つのグループはほぼ同様の傾向であった。

(3) 発災当日、1週間後、2週間後に重要な情報

震災当日は、全てのグループにおいて、安否確認が最も重要な情報であると回答した人が最多であった(図7)。「日英可」と「英語不可」とともに日本人は6割を超える割合で“交通網の運行状況”を重要な情報と認識しており、外国人[日英可]も約半数が同様の認識を持っていた。日本人と同様に、外国人[日英可]も次に“地震・津波の被害状況”を重要と考えたが、外国人[英語可]と外国人[日本語可]の認識はそれほど高くなった。“電気・ガス・水道”に関する情報は日本人の方が重要と認識する割合が高かった。

震災1週間後は、“放射線レベルとその危険度”に関

する情報を重要と考える外国人[日英可]と[英語可]の割合が大幅に高くなり、8割を超える回答者がこれらを重要な情報であると認識していた(図8)。一方、外国人[日本語可]と日本人[英語可]の“放射線レベルとその危険度”を重要と考える割合も67%まで上昇したが、日本人[英語不可]の認識は52%に留まった。なお日本政府は、発災当日の3月11日19時3分に原子力緊急事態宣言を発出し、21時過ぎには福島第一原子力発電所から半径3km以内の市町村長に対し避難を、半径3~10km圏内の市町村長に対して屋内退避を指示した。発災当日、国内では「外部への放射能漏れは確認されていない」と報道されたり、テレビでの原発事故に関する放送量は比較的小なかつたが¹¹⁾、海外の情報源では既に原発危機に対する切迫性の高い情報が流れており¹²⁾、それが1週間後の認識の違いに影響を与えた可能性がある。

また、外国人[日英可]と[英語可]は“食料・水の供給”に関する情報を重要と考える人が65%を超えるとともに、“政府の対応”に関する情報も半数を超える人が重要と認識していた。他の3つのグループがこれらの情報を重要と認識する割合は相対的に低い。さらに“避難所”の情報を重要と認識する割合は、外国人[日英可]と[英語可]は25%を超えるが、他の3つのグループはその半数以下であり、各情報に対する重要性の認識の違いが見られた。

震災2週間後、各項目の情報を重要と考える割合は全般的に低下したが、1週間目に引き続き“放射線レベルとその危険度”を重要な情報と認識する人が最も多かった(図9)。外国人は“食料・水の供給”についての情報を重要と考える人がこの時点でも半数近く存在してお

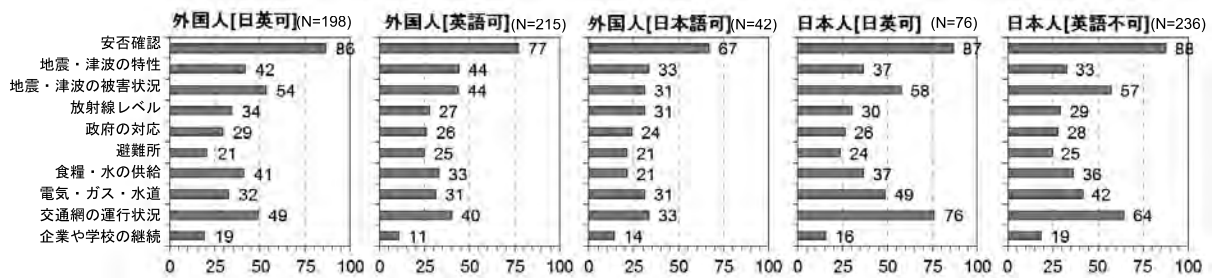


図7 発災当日に重要であった情報(複数回答, %: 回答者中の各項目に対する回答割合)

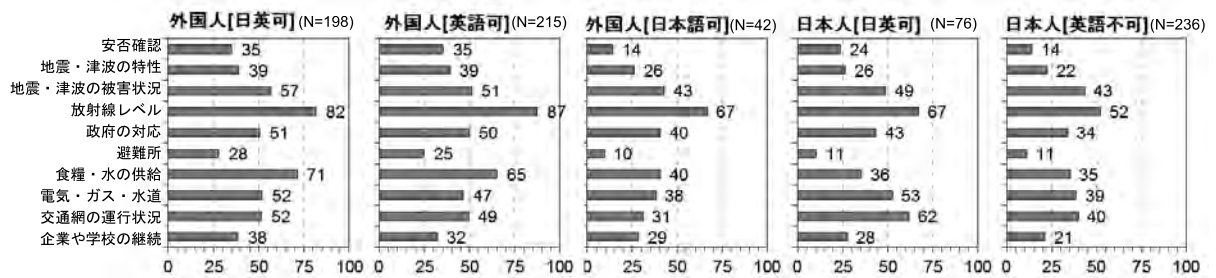


図8 発災1週間後に重要であった情報(複数回答, %: 回答者中の各項目に対する回答割合)

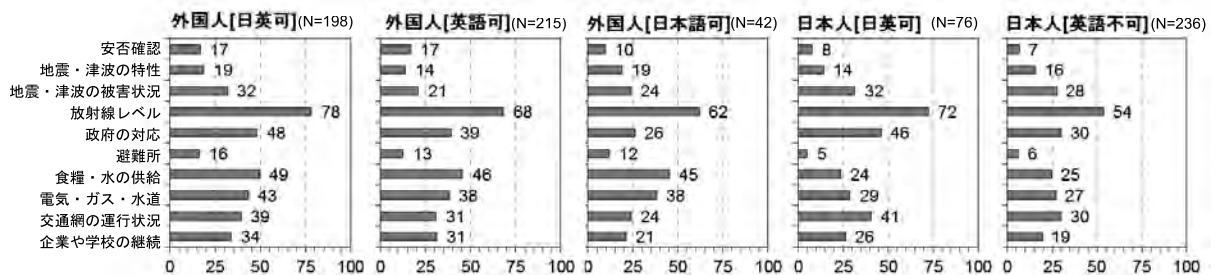


図9 発災2週間後に重要であった情報(複数回答, %: 回答者中の各項目に対する回答割合)

り、25%程度の日本人と違いが見られた。“政府の対応”についても比較的高い割合で重要と認識していた。

(4) 情報が不明確や理解しづかった原因

震災の発生から2週間以内に、各グループで情報が不明確であったり、理解しづかった原因を図10に示す。危機に対する切迫性のレベルが異なっていたり、内容の不一致や矛盾が含まれる情報が複数の情報源から発信されることに起因する“錯綜する情報に困惑”した人が全てのグループで7割を超えていた。また、外国人[英語可]のみが“言語力の問題”による情報の不理解が7割を超えており、日本語の分からない外国人は日本語で飛び交う情報を十分に理解できないことに対して、ストレスを抱えていたことが窺える。一方、英語ができない日本人の中で“言語力の問題”を選択したのは1%であり、このグループは海外の情報を自ら積極的に収集しようとしていなかったと推察される。

英語ができる外国人[日英可]と外国人[英語可]、日本人[日英可]は“情報の検索が困難”を、他の2つのグループよりも高い割合で選択していた。これらのグループは多様な情報にアクセスできるが故に、正確な情報の検索に困難を感じたと考えられる。また、馴染みのない難しい“専門用語”により情報を理解できなかったが、全てのグループで18~27%の割合を占めており、これはほとんどが原発危機に関連した用語であったと推測される。

(5) 緊急地震速報の認知度

既往の調査^{17), 18)}によると、日本人の緊急地震速報の認知度は約9割に及ぶが、東日本大震災時の外国人による認知度はどの程度であったのだろうか。本調査の結果では、外国人[日英可]の53%は緊急地震速報を認知していたが、それ以外の外国人の認知度は半数を下回り、特に外国人[英語可]は34%に留まった(図11)。緊急地震速報は主に日本語で配信されている。大使館や国際ナショナル・スクールを対象とした英語版緊急地震速報サービスも2010年より開始されたが¹⁹⁾、有料かつ導入機関が限定されているため、あまりその周知には貢献していなかったと考えられる。本調査での日本人の緊急地震速報の認知度は既往調査結果よりも若干低く81~86%であった。

(6) 退避行動の有無

震災発生から2週間以内の、外国人による関東以外の日本国内もしくは国外への退避行動の有無を図12に示す。日本語ができない外国人に比べて、日本語ができる外国人(外国人[日英可]、外国人[日本語可])の方が、退避しなかった割合は若干高かった。全体として本稿の調査対象の外国人の59%が退避していたが、本回答者属性の職業で“学生”が37%を占めている点はその割合に影響していると考えられる。

4. 考察

(1) 英語による日本語情報の外国人への伝播

東日本大震災後、国内の情報源から発信された情報は関東に居住する外国人にどの程度伝わったのであろうか。日本語が分かる外国人のみが国内情報源からの情報を利用し、日本語が分からない外国人には国内の情報は伝わっていないのだろうか。本考察の結論として、国内情報源から発信された主要な情報は、英語を介して多くの外国人にも伝わっていたと推察する。すなわち、外国人[英語可]も、外国人[日英可]とほぼ同等に国内から発信された日本語の情報を入手でき、それにより図5と図6のように、日本語能力に違いのある外国人[日英可]と外国人[英語可]の信頼をおいた情報源と信頼のおけなかった情報源がほぼ同じ比率になったと考えられる。

しかし図4のように、外国人[日英可]は日本語と英語の両方のメディアによる情報収集を行っていたが、外国人[英語可]は英語での情報収集が中心であり、日本語での情報収集の割合はとても少ない。従って、「東日本大震災後の国内情報源からの情報は、英語で外国人にも伝わっていた」と考えられる。本アンケートの自由回答欄の分析により、主に以下の3つの経路で、国内情報源の情報が英語で外国人に伝わっていたことが確認できた。

一つはNHKである。通常のNHK総合テレビの2カ国語放送のニュース番組は「NHKニュース7」(毎日19:00~19:30)および「ニュースウオッチ9」(月~金21:00~22:00)の2つであるが、東日本大震災後は「おはよう日本」(毎日7:00~)や「正午ニュース」(毎日12:00~)でも同時通訳を付けて、かつ通常の放送枠を広げて2カ国語放送を行った²⁰⁾。また、生中継で

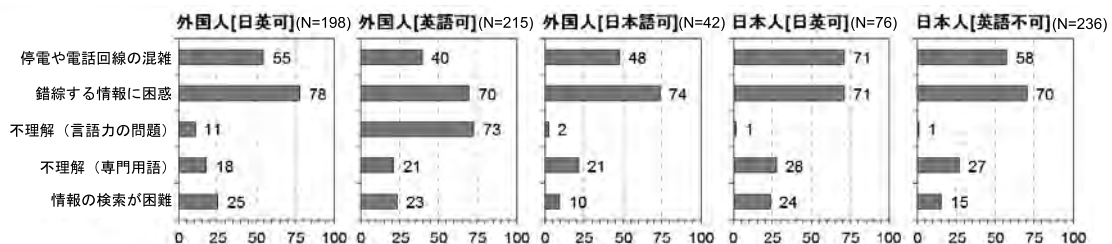


図10 情報が不明確や理解しづかった原因(複数回答, %: 回答者中の各項目に対する回答割合)

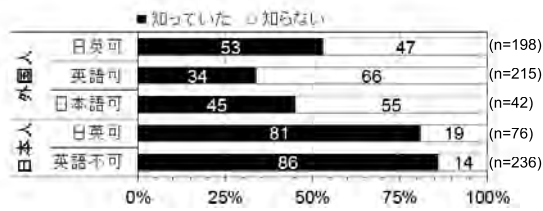


図11 緊急地震速報の認知度

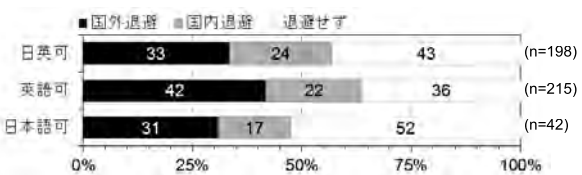


図12 震災2週間以内の外国人の退避行動の有無

入ってきた「総理大臣会見」と「東京電力会見」も NHK では副音声により英語の同時通訳で放送した。さらに、通常は海外でしか視聴できない 24 時間英語放送の「NHK ワールド」を、東日本震災後の当面の間はユーストリームやニコニコ動画、Yahoo などインターネットで同時配信したり²¹⁾、国内のケーブル会社に依頼してケーブル経由で日本国内でも視聴できるようにした。NHK を中心としたこれらの対応により、東日本大震災後は国内のニュース番組を英語で視聴できる多様な選択肢が用意されていたといえる。外国人[英語可]の日本語と英語でのテレビの利用率はそれほど高くないが(図 4)、英語での有益な国内情報源の一つとしてテレビが重要な役割を担っていたと考えられる。

二つ目は、Facebook などのソーシャルメディアを通して、第 3 者が英語に翻訳した国内情報を入手するという経路である。本アンケートの自由回答欄では Fukushima Reactor Feed が震災後に役立った情報源として挙げられた。これは国内に居住する一外国人が発災翌日の 3 月 12 日正午に立ち上げた Facebook ページであり、主に国内を中心とした福島原発危機に関するテレビ報道の内容やニュース記事などを、参加者たちが自発的に英語に翻訳し、原発危機に関する情報を共有することを目的としている。中には、原文にたどれるように情報源の参照 URL を記載したものもあるが、単に国内のテレビ報道やニュース記事の内容を独自に意識しただけの情報も見受けられ、精度が異なる英訳情報が集約されている。同様に、個人やグループで日本語情報を英訳して情報提供を行うブログやウェブサイトも作成されており、このような非公式の第 3 者により翻訳された国内情報をインターネット経由で収集することは比較的容易であった。

3 つ目はインターネットブラウザの翻訳機能やパソコンの翻訳ソフトウェアを利用して、日本語テキストから英語へ自動翻訳するという手段である。この場合、日本語文章から英語文章へ厳密に翻訳することは難しいが、「ポイントとなりそうな単語を翻訳することで、大よその意味を理解できた」という意見もあった。

以上のように、東日本大震災後は日本語が分からなくても、英語によって原発危機を中心とした日本政府や東京電力の対応、国内報道の内容を 2 次情報としてある程度把握できる環境が、インターネット上で構築されていたといえる。それにより、外国人[英語可]も、外国人[日英可]とほぼ同等に日本語の情報を英語で入手でき、それによって、二つのグループの国内情報への信頼度が同様の結果になったと考えられる。

(2) なぜ英語のできる外国人は海外情報に重きをおいたか

それでは、実際に日本語でも国内情報を多く収集していた外国人[日英可]と、主な国内情報を英語で入手できた外国人[英語可]の 2 つのグループは、他の 3 つのグループと比べて、なぜ海外の情報源(“海外報道”、“海外政府”、“海外研究機関”)に対して高い信頼をおいたのだろうか。この問題に関連して、自由回答欄に記入された国内情報源の情報提供に対する外国人が抱いた主な意見を以下に挙げる。

a) 消極的な情報公開の姿勢

- ・ 予防原則にもとづく先を見越した情報提供の欠如
- ・ 例えば「福島第一原発上空に大きな煙が見える」、「〇〇は現在××ミリシーベルト」といった事実の報告に終始しており、分析や評価、検証、予測の情

報がなく、自分たちの判断や行動を起こすことに役立つ情報が少なかった

- ・ 風向きなどの気象予測を考慮した放射線の拡散予測などの短～長期的な放射線レベルの見込みや、放射能汚染への対応など中～長期的に起こりうるリスク、最悪のシナリオに関する情報提示がなかった
- ・ 分析の結果をもっとオープンにすべきであった

b) 繰り返し、曖昧・無意味な情報

- ・ 例えば「〇〇が起きなかったという事実は除外できない」といった断定を避ける日本的な曖昧表現が多用されていたため、意味の汲み取りが難しかった
- ・ 情報の一貫性がなく、矛盾する情報も溢れていた
- ・ 同じ情報や画像を何回も繰り返し放送することが散見された

c) 日本政府の原発危機への対応に対する失望

これは日本政府の危機管理の在り方に関する根本的問題であるが、本アンケートの自由回答欄に多く寄せられた意見であるので、日本に居住する外国人から見た政府の危機管理に対する印象として併せて記載したい。「原発問題は国家的危機であるにも関わらず、一公益企業である東京電力に事態収拾を委ね、政府が深く介入しない状況が理解できない」、「政府の介入が遅い」、「予防原則の欠如」、「状況を過小評価していた」、「土壌や水、食物などの放射能汚染に対する科学的根拠が示されずに、政府が「安全」と言うことことに困惑した」という意見が挙げられた。また日本政府と東京電力で情報を隠蔽しているとの懸念も大きかった。

本アンケートの自由回答欄に記述されたこれらの外国人のコメントを読み解くことで、外国人[日英可]と外国人[英語可]の 2 つのグループが海外の情報源に対して比較的高い信頼をおいた理由が以下のように導かれる。

「日本語と英語の情報が入手できた外国人[日英可]と外国人[英語可]は、国内の実情とのギャップを感じ、時にはセンセーショナルな内容を含んだ、切迫感が高い海外からの情報に若干の違和感や不安感を覚えていた。さらに、日本政府や東京電力の原発危機への対応や消極的な情報公開の姿勢に対して不信感を覚えた。しかし、国内の公的機関からの信頼できる英語情報は不足していたことから、これらの不安を解消することはできず結果として海外情報源を信頼するに至った」と考えられる。

(3) 日本語での情報収集

外国人[日本語可]が情報収集に利用したメディアは日本語が中心であり、英語以外の自国語と思われるその他言語による限定的な情報収集も行ったが、英語の利用はほとんどなく(図 4)、国内の情報源に比較的高い信頼をおいていた(図 5)。これは、国際機関への信頼の比率を除いては、日本人[日英可]とほぼ同等の割合である。

日本人[日英可]が情報収集に利用した言語は日本語が圧倒的に多く、英語の利用は限定的であった。日本人[日英可]は、言語能力的には英語情報も利用可能であったにもかかわらず、基本的に海外からの情報をあまり収集していなかったため、結果として海外情報源への信頼は低くなった。日本人[英語不可]はこの傾向がより大きい。

外国人[日本語可]は、国内報道とは危機の切迫性が異なった英語以外の自国語の情報もある程度取り入れていた。同じく日本人[日英可]も、英語での海外の情報も限定的に収集していた。これらの日本語を中心とした同様の情報収集の仕方により、結果として、各情報源に対して同様の信頼度を抱くことになったと考えられる。

5. 外国人への災害情報伝達の拡充に向けた提言

(1) 災害時の英語でのオフィシャルな情報提供

本稿の考察より、東日本大震災後は国内の日本語の報道やニュースなどを、第3者が英語に翻訳してインターネット上で共有する活動が積極的に行われたことが確認できた。これにより日本語が分からない外国人でも国内情報源から発信される情報にアクセスすることができた。一方、非公式な第3者の翻訳から得られた情報にはバイアスがかかっている可能性もあり、その信憑性に疑いをもちながら、それらの情報を利用していた外国人も多かったと考えられる。本アンケートの自由回答欄には、「日本政府や東京電力、報道機関、研究機関などの国内情報源から発信された情報は日本語ばかりで、利用可能な英語情報は非常に限定的であり、英語による情報が不足していた」、「政府や自治体、メディアからのオフィシャルな英語情報の発信が必要である」との意見が記載されており、多くの外国人は公的機関による信頼できる情報の提供を強く望んでいた。しかし、それらの情報が十分に利用できなかったために、図10の外国人[英語]が「情報が不明確や理解しづらかった」最多の理由が「言語力による不理解」となった。また、オフィシャルな英語情報がホームページ上で発表されていても、更新頻度が低いために、古い情報がいつまでも掲載されていたという指摘もあった。

1990年に1,075,317人であった我が国の外国人登録者は、2000年に1,686,444人、2009年に2,186,121人に達し、過去20年間で約2倍に増加した²²⁾。総人口に占める外国人の割合も1990年の0.9%から2000年の1.3%、2009年には1.7%へ上昇した。昨今のグローバリゼーションの急速な進行を鑑みると、我が国の長期・短期の外国人滞在者はより増加することが予想され、外国人への防災対策や災害情報の提供も、重要な検討課題となっている。

国際語である英語での情報発信はもはや必須であり、平時を含めて、最新情報を常に英語で提供し続けることの重要性は高まりつつある。東日本大震災後に海外の報道機関がその情報源として、日本国内に居住する外国人へのFacebookページのコメントや、日本から退避した外国人へのインタビューを行い、それらのコメントを使って日本の状況を伝えていたことも報告されている。海外のマスメディアが日本の状況を報道する際に、国内情報源からの利用可能な英語情報が不足していたことがこれらの状況を招き、さらには誤報による海外での風評被害の拡大にもつながったと考えられる。

国内からオフィシャルに英語情報が発信されることで、それが海外報道の重要な情報源となり、海外での情報発信をリードすることになる。それにより事実とかけ離れたセンセーショナルで誤った情報配信を防ぐことにも大きく貢献すると考えられる。

(2) 明確な日本語での意思決定支援に資する情報の提供

前述の通り、国内の公的機関による英語でのオフィシャルな情報提供が最優先で望まれるが、災害などの危機対応に迫られる中、全ての政府機関や自治体、報道機関で最新情報を英語で提供し続けるのは容易ではない。一方、本調査結果で示されたように、国内で日本語を使える外国人の割合も高いことに加え、ソーシャルメディアの専用ページや翻訳アプリケーションなどを通して、外国人でも英訳された日本語情報を利用できる環境が構築

されている。東日本大震災後のように、ソーシャルメディアを中心にそれらの情報がインターネット上で拡散されていた事実を考えると、例え日本語でも適切な情報が明確に発信されれば、インターネット経由で、日本語は分からないが英語ができる外国人にも情報が伝達されることが期待できる。つまり第3者により英訳されることを意識して、回りくどい表現を避けた明確な日本語を用いて、事実関係だけではなく、多くの外国人が必要とするような意思決定や具体的な行動につながる情報を、公式のウェブサイトで、日本語のテキスト情報として頻繁に発信するのである。

東日本震災後のこのような活動は主に英語に限られていたが、関東地方に居住する外国人の人口分布を考えると、中国語、韓国語、ポルトガル語、カタログ語などは同様の活動を実現するのに十分な人口規模であると考えられる。さらに関東地域のみならず、日本全体や国外の同言語の支援者も考慮に入れば、英語以外の言語でも同様の活動が展開されることも十分に期待できる。

(3) 信頼性の高い情報を集約・発信する機関の必要性

政府や公共機関からのオフィシャルな英語情報の提供に加えて、東日本大震災後に問題になったのは信頼性の高い情報を独自に提供する機関の必要性である。外国語の情報発信に特化した組織を政府機関などに設置するのが望ましいが、日本人と外国人の両方にとってある程度の信頼をおかれていた日本（被災国）の研究機関がその役割を担うことも一つの選択肢である。図6のように、国内の研究機関は信頼をおけなかった情報源としてはほとんど選択されていない。すなわち、被災国の研究機関は被災地内外の両方から、中立的な機関として認識されており、今後は国内のみならず、国外に対しても積極的に情報提供を行うことが期待される。例えば、国内の主要機関の情報発信を大学研究機関が集約して、有益な情報を英訳して信頼性の高い2次情報としてインターネットで公開するのも有効であると考えられる。

東日本大震災後は、東京大学医学部附属病院放射線治療チームや東京大学大学院理学系研究科・早野龍五教授などの専門家が、原発事故に関する科学的知見や医学的知識を一般の人にも分かりやすい言葉で、ツイッターやブログなどを使って積極的な情報発信を行った。このようなかたちで、専門的知識をもとに研究者や研究機関が現象を科学的知見にもとづき分かりやすく解説したり、その対応についての情報提供を行うことも有意義である。

(4) テレビとインターネットの連動強化によるきめ細かい地域情報の提供

本調査はインターネット上で行ったため、日常的にインターネットを活用する人々が対象であった。それにも関わらず、日本人、外国人ともに災害情報収集メディアとしてテレビの利用割合がとても高かった（図4）。自由回答欄には今後もテレビでの災害情報収集を望む意見も多く、テレビへの期待、社会的影響は非常に高いことが確認できた。しかし、テレビで提供できる情報は限定的であり、特に東日本大震災のような広域災害で、外国人が必要とするような地域の生活関連情報を英語などで配信するのは極めて難しい。

しかし、テレビとインターネットの連携を強化することで、地域の生活情報を英語等で入手できるウェブサイトのURLをテレビのL字画面等から定期的に表示するとともに、二カ国語報道を行っているニュース番組の動画

を外国人向けの震災用ポータルサイトから容易に見れるようにするなど、外国人を支援する情報の配信も技術的には可能であり検討の余地がある。

6. おわりに

本アンケート調査の集計結果と自由回答欄のコメントを分析することで、外国人の多くは震災後の混乱期に国内と海外で飛び交う情報をかき集めて、パズルを解くように状況把握に努めていたことが分かった。外国人は多様な情報の渦に巻き込まれながら、日本人とは異なる種類の混乱とプレッシャーにさらされていたと推察できる。昨今ではインターネット上で、外国人同士でも自発的に日本語の情報を収集、共有できる環境が整ってきた。それにより多くの外国人が多様な情報を共有できたという正の面もあるが、一方では海外のセンセーショナルな情報や誤った情報も混在したかたちで情報が拡散されることにもつながり、混乱を大きくした可能性もある。

本稿では、外国人への災害情報伝達の拡充に向けた提言を示したが、根本的には情報発信源としての日本政府の信頼度を上げることが喫緊かつ最重要の課題である。日本政府の危機管理対応能力に対する外国人の評価は厳しく、予防原則の行動を期待する外国人も多いことが本調査から明らかになった。

本アンケート調査は原発危機の発生から2ヵ月経った2011年5月下旬から実施されたが、その直前に東京電力は福島第一原子力発電所1号機が地震発生から15時間後に炉心溶融（メルトダウン）し、その後2号機、3号機でもメルトダウンが起きていたことを発表した。この事実が明らかになったことで、国内居住の外国人のみならず、海外の日本政府に対する反応が厳しくなったことは必至である。同様に、日本国民から失われた信頼も大きく、自由回答欄には「震災直後から未曾有の大惨事に対応していた日本政府および国内報道を全面的に信じてきたが、その2ヵ月後に、メルトダウンなど大袈裟とも思えた海外報道の方が結局は正しかったことを考えると残念である」との意見も挙げられた。

日本政府は震災後の海外での風評被害を踏まえ、国外への発信力を強めるための方策として2012年1月より外務大臣の記者会見を日本語と英語の同時通訳付きにした²³⁾。グローバリゼーションが急速に進行する中、我が国は世界経済の拠点の一つとして、より一層の国際化を目指すのであれば、災害などの有事の際には日本人とほぼ同等の情報提供が外国人にも一様に行われる環境を喫緊に整備することが重要な課題である。その際には、本稿で明らかになった言語能力の違いによる情報収集過程の違いなどを考慮した検討が必要である。

謝辞

本稿記載の「平成23年 東北地方太平洋沖地震発生後の災害情報収集に関するアンケート調査」では、多くの方々にアンケートの配布と回答で多大なご協力をいただきました。NHK放送文化研究所・田中孝宜氏には東日本大震災後の外国語放送に関してご教示いただきました。データ集計では、東京大学大学院工学系研究科・居山拓矢氏にご協力をいただきました。査読者の方々からは多く

の有益なご指摘をいただき、本稿の改善に大いに役立ちました。心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 木幡洋子、斉藤正幸、柴田厚、杉内有介、田中孝宜、田中則広、中村美子、新田哲郎、広塚洋子、山田賢一：海外のテレビニュースは東日本大震災をどう伝えたか - 7 カ国 8 番組比較調査、放送研究と調査、62(3)、pp.60-85、2012。
- 2) Elliott, K.A.: Reporting on international broadcasting, 3.15.2011. <http://kimelli.nfshost.com/index.php?id=10901>
- 3) Sanchanta, M.: Japanese, foreign media diverge. The Wall Street Journal, 3.19.2011. <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703512404576209043550725356.html>
- 4) 東洋経済新聞社：外資系企業を悩ます「フライジン」、大震災と原発事故で脱出外国人が続出、機能不全に、東洋経済、3.29.2011。
- 5) 経済産業省通商政策局：東日本大震災から垣間見える我が国と世界の通商・経済関係、平成23年度版通算白書、2011。
- 6) 河北新報社：東北大、留学生国外避難の余波、5.1.2011. http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1062/20110501_17.htm
- 7) 朝日新聞社：留学生続々帰国 8割去った千葉の大学「経営に影響も」、4.11.2011. <http://www.asahi.com/national/update/0411/TKY201104110198.html>
- 8) 朝日新聞社：震災前後で14%減 被災3県の外国人、Globe、12.18.2011. <http://globe.asahi.com/feature/111218/memo/01.html>
- 9) BusinessWeek: Number of foreigners leaving Japan soars 8-fold, Bloomberg, 3.25.2011。
- 10) 米澤彰純：大震災後の留学生政策をどう再構築するか、留学交流4月号、独立行政法人日本学生支援機構、2011. <http://www.jasso.go.jp/about/documents/akiyohsiyonezawa.pdf>
- 11) 田中孝宜、原由美子：東日本大震災発生から72時間 テレビが伝えた情報の推移 - 在京3局の報道内容分析から、放送研究と調査、62(3)、pp.2-21、2012。
- 12) 佐々木建：阪神・淡路大震災と外国人問題、経営研究、46(3)、pp.105-114、1995。
- 13) 防災情報新聞：外国人への災害情報提供・災害時支援をどうする？、11.4.2008. http://www.bosaijoho.jp/topnews/item_1456.html
- 14) 財団法人愛知県国際交流協会：外国人に対する防災対策調査 2005. <http://www2.aia.pref.aichi.jp/kikaku/j/chousakenkyuu/gaikokujinnbousaichousa.pdf>
- 15) 廣井悠、関谷直也、中島良太、藁谷俊太郎、花原英徳：東日本大震災における首都圏の帰宅困難者に関する社会調査、地域安全学会論文集、15、pp.343-353、2011。
- 16) 法務省：登録外国人統計統計表 2009 年年报、2010。
- 17) 気象庁：平成20年度 地震及び火山に関する防災情報の満足度調査 調査結果、2009. http://www.jma.go.jp/jma/press/0903/11a/20manzokudo_gaiyou.pdf
- 18) 大原美保、目黒公郎、田中淳：東日本大震災前後における緊急地震速報に対する住民意識の比較分析、生産研究、63(6)、pp.811-816、2011. http://www.jstage.jst.go.jp/article/seisankenkyu/63/6/811/_pdf-char/ja/
- 19) 株式会社エイツー：外国人向け 英語版緊急地震速報サービス、2010. http://files.value-press.com/data/14829_SbqSTvz11C.pdf
- 20) NHK 放送文化研究所・田中孝宜氏より。

- 21) 村上聖一：東日本大震災・放送事業者はインターネットを
どう活用したか～放送の同時配信を中心に～，放送研究と調
査，61(6)，pp.10-17，2011.
- 22) 法務大臣官房司法法制調査部調査統計課：在留外国人統計，
出入国管理統計年報，2010.
- 23) 朝日新聞：外相会見，英語の質問どうぞ 1 千万円かけ通訳
付きに，2012.01.19. <http://www.asahi.com/politics/update/0118/>

TKY201201180606.html

(いずれの URL も 2012.05.16 に最終アクセス)

(原稿受付 2012.5.26)

(登載決定 2012.7.21)

東日本大震災後の外国人退避の意思決定と 災害情報収集過程の関係

Foreigners' post-disaster relocation or evacuation from Japan and their disaster
information gathering behavior after the 2011 Great East Japan Earthquake

ヘンリー マイケル¹, 川崎 昭如², 目黒 公郎²

Michael HENRY¹, Akiyuki KAWASAKI², and Kimiro MEGURO²

¹ 北海道大学 大学院工学研究院 環境フィールド工学部門

Division of Field Engineering for the Environment, Faculty of Engineering, Hokkaido University

² 東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

International Center for Urban Safety Engineering (ICUS), Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

After the March 11 Great East Japan Earthquake, people living in Japan were faced with confusing and conflicting messages from differing information sources which created an atmosphere of uncertainty and led many people, particularly foreigners, to relocate to western Japan or leave the country entirely. In order to improve the dissemination of information after future disasters, a survey was conducted to understand how foreigners in the Kanto region received their disaster-related information and how it affected their decisions in the aftermath of the disaster. Through the survey, it was found that the role of domestic information sources versus overseas information sources could have contributed to the confusion foreign respondents experienced and led to their relocation or evacuation from Japan.

Keywords: *foreigner, Kanto, relocation to another area of Japan, leaving Japan, information source, media*

1. はじめに

東日本大震災後の2011年3月中旬～下旬にかけて、多くの外国人が海外へ退避すべく、成田や関西などの国際空港へ殺到した。入国管理局では一時帰国手続き（再入国許可）を求めて通常の数十倍の長蛇の列ができるなど、大量の外国人が出国を急ぐ様子やその混乱が国内外で報道された^{1)~3)}。そのような外国人を揶揄して“flyjin”（海外へ脱出する外国人）という言葉も造りだされた^{4)~6)}。また、出国はしなくとも、東日本から西日本へ国内退避した外国人も多かった^{1), 4)}。

短期間に大量の外国人が国内外へ退避したことで、日本国内の社会経済活動に広範な影響がでた（表1）。例えば、ドイツ、スイス、オーストリア、ネパール、ケニア、エクアドルなど32カ国の大使館が一時閉鎖または東京以外の場所へ移動するなど、一部政府機能が東京から撤退した。外資系企業では日本拠点の一時閉鎖や機能移転により、社内外での混乱が発生したり生産性が低下した。そして、サプライチェーン全体または一部の海外移転が加速したり、人材が流出したことも報じられた。また、日本企業でも、外国人労働者の短期・長期の流出により、社内の混乱と生産性の低下を招いた。岩手、宮城、福島

の被災3県では、水産加工業などの外国人研修生や実習生、留学生の帰国が相次いだことが要因の一つとなり、2011年9月時点で、外国人登録者数は震災前（2010年12月）に比べ14%（28,846人）減少した⁷⁾。茨城県は震災後に人口が1万人減少したが、その3割は外国人の研修生や労働者であり人口減少へも影響を与えた⁸⁾。

教育・研究分野へ与えた影響も大きい。東北地方の大学では留学生の8割が一時帰国したり、そのまま戻らなかったことが報告された^{9), 10)}。これらの影響は関東や関西、九州にも及び、正規留学や交換留学生などの来日キャン

表 1 外国人退避による影響

外国人流出の事例	被害の波及先
在京大使館の一時的閉鎖 や機能移転	政治・外交への影響
外資系企業日本拠点の 一時閉鎖や機能移転	経済活動への影響 ・社内外での混乱、生産性の低下 ・サプライチェーン全体または一部の 海外移転が加速した可能性
外国人労働者や 実習生が退避	・人材流出の可能性 ・人口減少
留学生が退避	研究・教育現場での混乱。留学キャンセルによる学校経営への影響
観光客・出張者が退避	観光・ホテルサービス業の売上低下
国際会議・展示会の 中止・延期	観光・ホテルサービス業の売上低下 研究・開発、展示拠点としての地位低下

セルも相次いだ。千葉県のある大学では学生の約2割を占める留学生の8割が震災後に一時帰国したため、学生が戻ってこなかったり、留学が中止された場合の大学経営への影響を懸念するところもあった¹⁰⁾。

「観光立国」を目指す我が国は、2010年に訪日外国人が過去最高の860万人に達したが、震災後はホテルの宿泊やツアーのキャンセルが相次ぎ、九州も含めた日本全国の観光業へ大きな打撃を与えた。同様に、開催が予定されていた国際会議や展示会も延期や中止が相次ぎ、経済的損失のみならず、研究・開発や展示の拠点としての我が国の国際的地位低下も懸念される。

筆者らは、東日本大震災後の外国人の災害情報収集の実態把握を目的としたアンケート調査を実施し、本稿では外国人の退避行動に着目した分析を行った。震災後、国内と海外の情報源から発信された情報には、危機に対する切迫性のレベルが異なったり、内容の不一致や矛盾するものが含まれていたことから、これらの錯綜する情報に困惑した外国人も多かったと報じられた。しかし、その実態に関する調査分析はほとんど行われていない。また震災後の短期間に、多くの外国人が国内外へ退避したが、全ての外国人がそのような行動ができる訳ではなく、年齢や性別、職業、収入などの個人属性も何らかの影響を与えていたと考えられる。そこで本稿では、海外や西日本などの国内他地域へ退避した外国人と、退避しなかった外国人とに分類して、震災後約2週間の情報収集や個人属性の違いが、その後の退避行動に与えた影響を分析した。

これまで2001年の米国同時多発テロの際のニューヨーク・ワールドトレードセンター・ビル災害の際に、多くの外国人が国外脱出したことが報じられたが、その動向を詳細に分析した研究はない。東日本大震災は、巨大地震と津波、そして原発危機が重なった複合的大災害であり、それによって大量の外国人が短期間に国外へ流出したという、これまでほとんど例のない事例である。この震災を経験した外国人からの回答を入手し、退避行動に影響を与えた要因を明らかにすることで、今後我が国で想定される巨大地震発生時の外国人問題を考える上での基礎資料を提示することが本稿の目的である。

2. 震災後の外国人流出の実態

震災前後の外国人入出国者数の推移を図1に示す¹¹⁾。震災前(3/5-11)の外国人出国者数は14万人であったが、震災直後の1週間(3/12-18)は24万4千人に急増した。特に、再入国許可を有する(再入国時に必要とされる査証が免除される)外国人の出国が震災前の約3万人から約

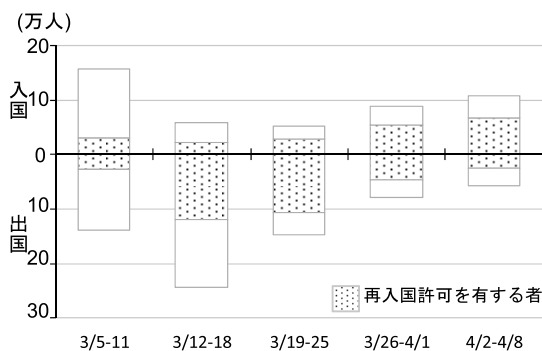


図1 震災前後の外国人入出国者数の推移¹¹⁾

12万人に激増した。その後も、同手続きを受けた外国人の出国は1週間ごとに約11万人、約5万人、約3万人となっており、3月中の同外国人の出国者数は震災以前よりも多い状態が続いた。また、観光客や出張者などの再入国許可を有さない外国人は震災直後(3/12-18)に12.4万人が出国した後は、これらの入国数自体が減少していたため出国者数も減少した。

入国に関しては、震災前(3/5-11)は約15.7万人であったが、震災直後の3/12-18は5.8万人に急減した。特に、震災前は12.7万人であった再入国許可を有しない短期の観光や出張などの外国人の入国者数は震災直後に3.8万人へ激減し、その後も1週間ごとに2万人、3.7万人、3.6万人と低い状態が続いた。一方、再入国許可を有する者の入国者数は3月26日以降、震災以前の水準より増えており、この頃から震災直後に退避した外国人が日本に戻りはじめたと考えられる。

しかし、出国した再入国許可保有者の大部分は、4月上旬の時点では日本へ戻ってきておらず、観光客や出張者などの短期滞在の入国者数もほとんど回復していない。

2011年4月を底に入国者の減少幅は徐々に縮小傾向にあるが、最終的な2011年の外国人入国者数は、過去最高であった2010年の944万人を大きく下回り、24%(231万人)減の714万人となった。この中で、再入国者を除いた新規入国者数は545万人であり、2010年に比べ31%(247万人)減少した¹²⁾。このような外国人入国者数および新規入国者数の減少幅は過去最大であったが、東日本大震災の影響に加え、過去最高水準の円高であったこともその一因であったと考えられる。

3. 調査方法とサンプルの概要

(1) 調査概要

2009年の我が国の外国人登録者は2,186,121人であるが、その約半数に当たる979,570人が関東1都7県(東京都、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県)に集中する¹³⁾。本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震発生の際、これらの1都7県に在住していた日本人および外国人を対象としたインターネット上でのオンライン調査を行った。アンケート調査概要を表2に、質問項目を表3に示す。1都7県の外国人登録者数の分布を表4に示す^{13), 14)}。関東地区で外国人登録者が多い国や、例えばフランスや英国のように震災直後に東京在住の自国民に対して国内外への退避勧告を出した国などからのサンプルを集めるべく、表2に示した9カ国語の調査票を用意した。

表2 アンケート調査概要

方式	インターネットでの無記名回答
期間	2011年5月下旬～6月下旬
対象	震災当時、関東1都7県(東京都、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県)に在住していた日本人と外国人
依頼と回答の方法	関東48大学の留学生センターや教員、在京の99大使館や企業、団体等へメールや電話により、アンケート調査用のURLを各団体のメーリングリストで転送したり、ホームページやソーシャルメディア上で告知することを依頼。回答者は各自で指定URLにアクセスして、オンラインで質問に回答
言語	9カ国語(日本語、英語、中国語、韓国語、仏語、ポルトガル語、ネパール語、タイ語、ベトナム語)
回答数	1,357サンプル(74ヶ国、うち日本人497サンプル)

(2) サンプルの概要

本調査では総計 1,357 サンプルを入手し、日本人と外国人の災害情報集に関する多角的な分析を進めてきた¹⁵⁾、¹⁶⁾。これらの分析過程で、震災後に関東以外の国内や国外へ退避した日本人は回答者の 10%であったが¹⁵⁾、外国人は 60%に及んでいたことが分かった¹⁶⁾。そこで本稿では、退避した 60%の外国人とそれ以外の外国人との特性の違いを明らかにすべく、日本人 497 サンプルを除いた、860 の外国人サンプルを分析対象とした。860 人の回答者の国籍は 73 カ国におよび、その上位 10 カ国を図 2 に示す。中国からの回答が最も大きな割合を占め、上位 10 カ国以外の 63 ヶ国からの回答（“その他”）が全体の 33%を占めた。回答者の震災発生時の居住地は東京都が 60%を占め、次に神奈川県と茨城県が続いた（図 3）。本サンプルの特徴として、回答者の 51%を学生が占め、海外企業の社員（9%）、日本企業の社員（8%）、日本

の教育・研究機関の職員（7%）が続いた。回答者の年齢は、29 歳以下が 48%を占め、年代が上がるにつれて回答数は低下した。

4. 国内外退避の意思決定とその理由

(1) 退避の意思決定とその理由

「災害発生から 2 週間以内に、関東以外の日本国内もしくは国外へ退避したか？」という問いに対し、860 人の回答者の 39%が国外へ退避し、21%が関東以外の国内へ退避しており、退避せず関東に残っていたのは 40%であった（図 4）。本稿では、これらの災害後の退避行動の違いに与えた影響を分析すべく、回答者を「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の 3 つのグループに分けて、地震発生後の情報収集過程や個人属性との比較

表 3 質問項目

	質問
震災発生後の情報収集について	地震発生後の2週間、あなたが最も信頼をおいた情報源は何ですか？
	地震発生後の2週間、あなたが最も信頼をおけなかった情報源は何ですか？
	地震発生後の2週間、情報収集のためにどのメディアを利用しましたか。また、その言語を教えてください。
	今回の地震と津波に関する災害情報は、どのメディアから収集できればいいと思いましたか？
	災害発生当日および発生から1週間目、2週間目において、どの情報が特に重要でしたか？
	上述の情報が不明確、あるいは理解しづらかった原因は何ですか？
	不明確あるいは理解しづらい情報に直面した際、その問題解決のために、どのメディアを活用しましたか？
震災後の意思決定に影響を与えた情報について	今回の災害時、緊急地震速報はご存知でしたか？
	計画停電に関する情報を適切に入手できましたか？
	災害発生後から2週間以内に、関東外の国内もしくは国外へ退避しましたか？ その理由は何ですか？
回答者の属性情報	上述のような意思決定をする際、震災関連情報はどの程度役に立ちましたか？
	関東外や国外へ避難した方は、それをいつ決定しましたか？
	国籍、地震発生時の居住地、年齢、性別、職業、年収
	日本での滞在年数、日本語および英語の習熟度
	日本人の配偶者、あるいは身近に日本語を訳してくれる人がいますか？

表 4 1都7県の外国人登録者数（2008 年）¹³⁾、¹⁴⁾

	東京都	神奈川県	埼玉県	千葉県	茨城県	群馬県	栃木県	山梨県	1都7県
総人口	12,769,200	8,917,000	7,113,000	6,122,000	2,964,000	2,012,000	2,011,000	871,000	42,779,200
外国人登録者数	415,098	173,039	123,600	115,791	56,362	44,906	34,216	16,558	979,570
主な国籍別の登録者数	中国	156,844	55,095	46,556	44,458	15,757	7,358	8,485	338,525
	韓国	114,273	34,233	19,750	18,853	5,822	3,150	3,160	201,777
	フィリピン	31,567	18,447	16,854	17,278	8,021	6,080	3,565	103,822
	ブラジル	4,439	13,091	12,301	6,004	10,200	15,324	7,710	73,387
	米国	18,568	5,266	1,830	2,174	689	446	527	29,775
	タイ	7,193	4,256	2,711	5,492	4,950	903	1,799	28,043
	ベトナム	3,381	5,741	3,528	1,541	722	1,683	839	17,630
	米国	6,904	1,774	685	867	235	113	131	10,779
	ネパール	6,383	854	734	863	203	244	133	9,478
	インドネシア	2,643	1,557	1,220	1,167	1,666	637	349	9,433
外国人の割合	3.3%	1.9%	1.7%	1.9%	1.9%	2.2%	1.7%	1.9%	2.3%

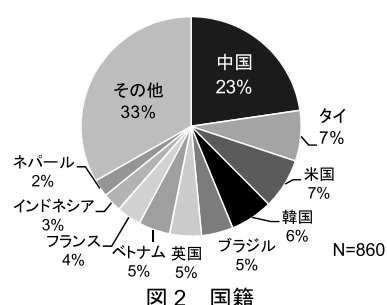


図 2 国籍

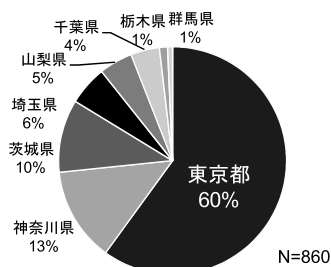


図 3 震災時の居住地

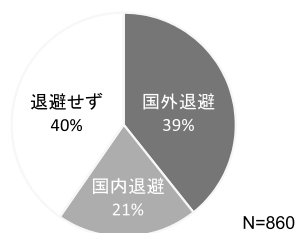


図 4 震災後 2 週間以内の退避行動

分析を行った。

「国外退避」および「国内退避」をしたグループでは、それぞれの69%、60%が退避の理由として“家族・親戚からの要望”を選んだ（図5）。次に“個人の判断”もそれぞれ49%と55%という高い割合で選択されていた。3番目に多かったのは“乳児や子供たちへの配慮”で、それぞれ18%と20%であった。本調査では学生や20代から回答が多かったため、乳児や子供を持つサンプルは少なかったが、他の職業や高い年齢層のサンプルが増えれば、この理由を選択する割合も増加すると考えられる。

一方、「退避せず」のグループでは“個人の判断”が84%に達し、その他の理由よりも圧倒的に多かった。そして2番目に多かったのは“業務命令”で40%に達していた点で、退避したグループとは傾向が異なる。また、“乳児や子供たちへの配慮”が4%ほど挙げられているが、これは子供たちが通っている幼稚園や学校の継続性を懸念していたと考えられる。そして、「退避せず」のグループには“退避したかったが退避できなかった”という回答が15%含まれていた。その理由として、「退避するためのお金がなかった」や「避難しないことが日本企業への忠誠心を示すような雰囲気の中、退避は難しかった」などが自由回答欄に記載されていた。

(2) 退避の意思決定のタイミング

「国外退避」と「国内退避」のグループが、退避の意思決定を行った時期を図6に示す。発災当日の3月11日、日本政府は19時3分に原子力緊急事態宣言を発出し、21時過ぎに福島第一原子力発電所の半径3km以内の市町村長に対し避難を、半径3kmから10km圏内の市町村町に対し屋内待機を指示した。発災当日に退避の意思決定をした外国人は少なく、退避した外国人全体の5%であった。しかし、発災翌日に1号炉付近で水素爆発が発生し、3日後の3月14日には3号機の建屋も水素爆発を起こし、大量の煙が上がった。これらの報道の影響もあり、災害発生から3日以内に「国外退避」と「国内退避」の意思決定を行ったのはそれぞれ退避外国人全体の39%と35%に達した。その後、1週間以内にはそれぞれ累計82%、81%に達し、2週間以内にはそれぞれ97%と98%が既に退避したり、退避の意思を固めていた。

また、退避の意思決定を行った際に、震災関連情報がどの程度役に立ったかについては、“とても役立った”と答えた割合は、「国外退避」と「国内退避」のグループに比べて「退避せず」のグループは約2倍であった（図7）。一方、“役立たなかった”や“わずかに役立った”という回答の合計は「国外退避」では29%、「国内退避」では33%であったが、「退避せず」のグループでは22%に留まるなど、退避したグループとしなかったグループで震災情報が役立ったかどうかに対する認識に差が見られた。ただし当質問は4段階評価であり、“どちらでもない”という中間値の選択肢がなかったことに注意すべきである。

5. 災害情報収集過程との関係性分析

(1) 発災当日と1週間後、2週間後に重要であった情報

「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の各グループで、災害発生当日および発生から1週間後と2週間後の時点で外国人にとって重要と考えられていた情報をそ

れぞれ図8～図10に示す。

3月11日の発災当日は、全てのグループで約8割が“家族や友人の安否確認”が重要と考えていたが、1週間後には3割程度、2週間後には2割以下へ減少した。同じく“地震・津波の被害状況”，“地震・津波の特性”に関する情報も震災直後は比較的高い割合で重要と見なされていたが、時間経過に伴いその割合は低下していった。また

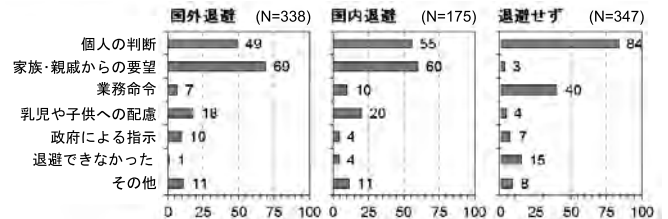


図5 退避に関する意思決定の理由（複数回答，%⁽¹⁾）

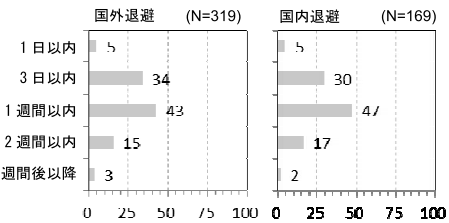


図6 退避の意思決定の時期（%）

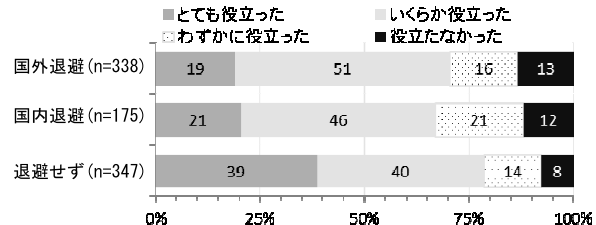


図7 意思決定と震災関連情報との関係（N=860）

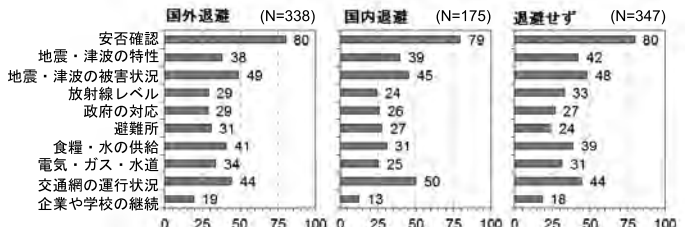


図8 発災当日に重要であった情報（複数回答，%⁽¹⁾）

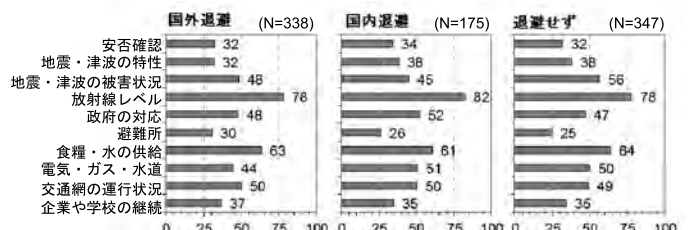


図9 1週間後に重要であった情報（複数回答，%⁽¹⁾）

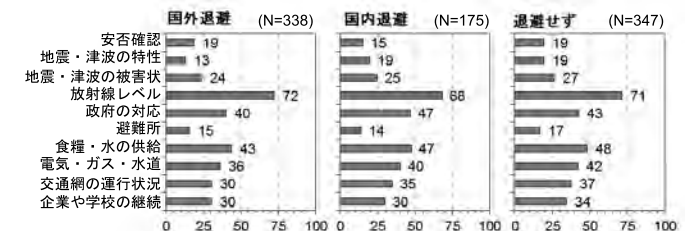


図10 2週間後に重要であった情報（複数回答，%⁽¹⁾）

“交通網の運行状況”は発災当日から1週間後まで各グループの約半数によって重要と認識されており、2週間後に少し低下した。

“放射線レベルとその危険度”は、発災当日から24%～33%の外国人が重要な情報と認識していた。3月11日の発災当日、国内では「外部への放射能漏れは確認されていない」と報道されていたり、テレビでの原発事故に関する放送量は比較的少なかったが¹⁷⁾、海外のメディアでは既に原発危機に対する切迫性の高い情報が流れていた¹⁸⁾。これにより、ある程度の外国人が震災当日から“放射線レベルとその危険度”の情報が重要であると捉えていたと考えられる。1週間後に、この情報を重要と認識する割合は3つのグループとも8割前後まで上昇し、2週間後も7割前後が重要と認識していた。

また、“食糧・水の供給”、“電気・ガス・水道”、“政府の対応”および“企業の事業継続や学校運営”に関する情報は、発災当日よりも1週間後にそれらを重要と考える割合が増え、2週間後には若干低下するという傾向であった。

「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループが発災当日と1週間後、2週間後に重要と考える情報はほぼ同じ傾向が見られた。また、これらの3つのグループで、前述の情報が不明確であったり、理解しづかった原因を図11に示す。全グループにおいて、情報が不明確であったり、理解しづかった原因として、複数の情報源から発信される情報の危機に対する切迫性のレベルが異なっていたり、内容の不一致や矛盾するものが含まれていたことに起因する“錯綜する情報に困惑”したを選択した外国人は約7割に及んだ。その次に多かったのは“停電や電話回線の混雑”により情報を入手できなかったという設備面や情報メディアに関する理由であり、続いて、“言語力の問題”により情報を理解できなかった、馴染みのない難しい“専門用語”により情報を理解できなかった、“情報の検索が困難”であったという理由が続いた。ここでも3つのグループはほぼ同様の傾向を示しており、明確な差異は見られなかった。

(2) 信頼をおいた情報源

「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループが、災害発生後2週間に信頼をおいた情報源を図12に示す。“海外報道”や“海外政府”に信頼をおいた割合は「国外退避」>「国内退避」>「退避せず」の順で高かった。一方、“国内報道”や“日本政府”に信頼をおいた割合は「国外退避」<「国内退避」<「退避せず」の順で高かった。

信頼のおけなかった情報源を示した図13では、ほぼ反対の傾向が見られた。つまり“海外報道”に信頼を置いていなかった割合は「国外退避」<「国内退避」<「退避せず」の順であった。“東京電力”や“国内報道”、“日本政府”に信頼を置いていなかった割合は「国外退避」>「国内退避」>「退避せず」であった。

“国際機関”と“国内研究機関”は、信頼をおいた情報源として比較的高い評価を得るとともに、信頼をおけなかった情報源としてはほとんど選択されていない。また、各グループ間での差異も少ない。すなわちこれらの機関は全てのグループから、中立的にある程度の信頼を得ていたと考えられる。一方、“家族・友人・同僚”や“その他第三者”に対しての情報の信頼性の評価は、全てのグループにおいてもほぼ同様に低いものであった。これらの結果から、退避行動の違いにより信頼をおいた情

報源に異なる傾向があったことが明らかになった。

(3) 情報収集に利用したメディアと言語

「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループが、情報収集に利用したメディアと言語を図14に示す。3つのグループで共通して、日本語の“テレビ”と英語でのホームページや情報ポータルなどの“従来型”のインターネットの利用率が特に高く、次に英語の“テレビ”と日本語の“従来型”のインターネットの利用が高かった。日本語と英語による情報収集で利用したメディアの割合は3つのグループともにほぼ同様の傾向であり、大きな差異は見られなかった。しかし、“ラジオ”を除いた7つのメディアでの“その他の言語”の利用率は「国外退避」>「国内退避」>「退避せず」の順で高いという傾向が見られた。その他の言語では、人に直接聞く、

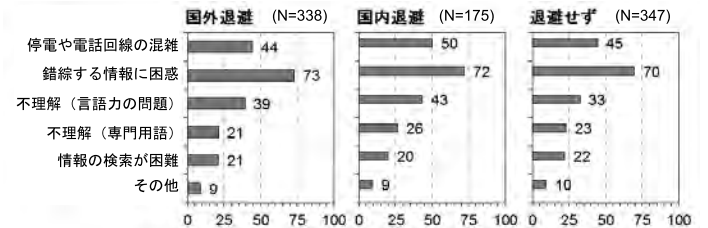


図 11 情報が不明確や理解しづかった原因 (複数回答, %⁽¹⁾)

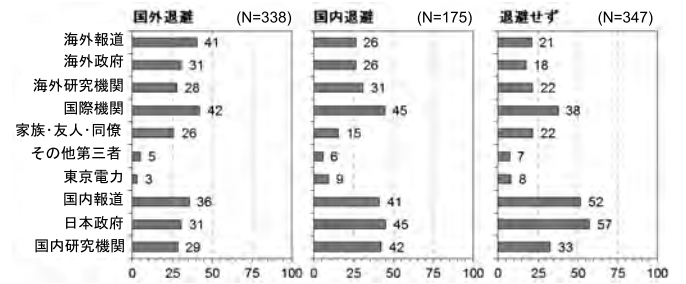


図 12 信頼をおいた情報源 (複数回答, %⁽¹⁾)

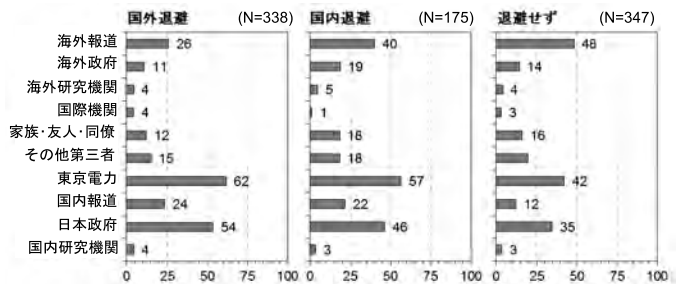


図 13 信頼のおけなかった情報源 (複数回答, %⁽¹⁾)

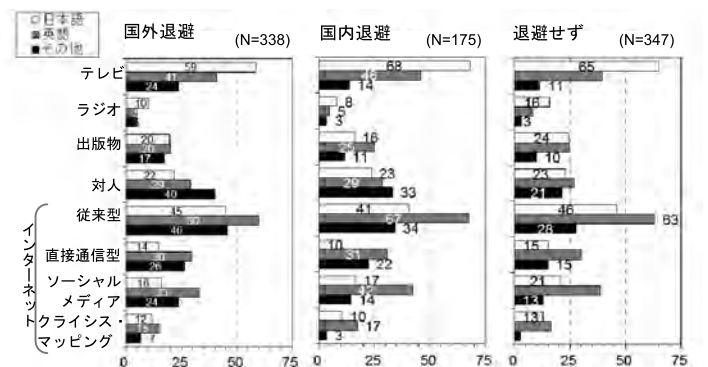


図 14 情報収集に利用したメディアと言語 (複数回答, %⁽¹⁾)

電話で聞くなどの“対人”の割合が特に高く、“従来型”のインターネットに続いて、2番目に利用されたメディアとなっている。その他の言語のメディア利用の傾向は、日本語と英語のそれとは異なるものであり、その他の言語で発信された情報が「国外退避」と「国内退避」にある程度の影響を与えた可能性を示唆している。

6. 言語レベルや個人属性との関係

(1) 言語レベルや日本語アクセスとの関係

回答者の日本語の習熟度と退避行動との関係を図15に示す。全般として、日本語を母国語としたり、習熟度が上級と回答したのは全体の37%であるが、日本語の習熟度が基礎レベルやほとんど分からないという回答者は42%に及んだ。他方、英語は母国語として利用していたり、習熟度が上級と回答した人は全体の67%におよび、日本語よりも大幅に高い習熟度である(図16)。なお本稿では国籍から外国人を抽出した。そのため、日本語を母国語とする回答者は、居住実態が日本にある在日外国人である場合や、両親は日本人であるが本人は外国籍を取得している場合などが含まれると考えられる。図15と図16より日本語と英語の習熟度により退避行動に若干の差異が生じていたが、明確な違いは見られなかった。

また、日本人と結婚している人ほど、退避しなかった割合は高いが、結婚していても38%が退避していた(図17)。また、周りに日本語を訳してくれる人がいる場合とそうでない場合での退避行動の割合には大きな違いは見られなかった。

(2) 個人属性との関係

性別による退避行動の違いとして、「国外退避」をしたのは男性の32%に対して女性は49%におよび、本サンプルの女性は約半数が海外へ退避していた(図18)。「国内退避」の割合はそれぞれ22%、18%と男女同様の

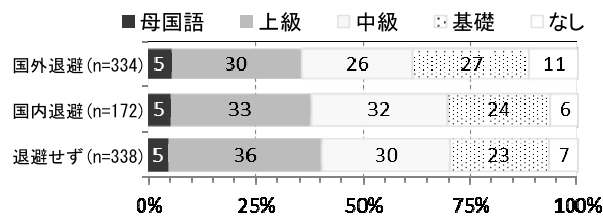


図 15 日本語の習熟度と退避行動との関係 (N=844)

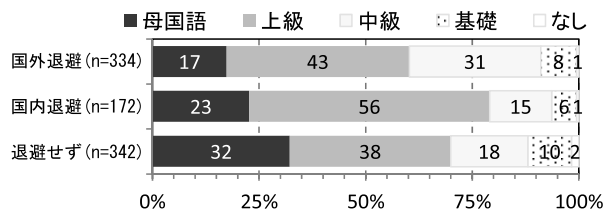


図 16 英語の習熟度と退避行動との関係 (N=848)

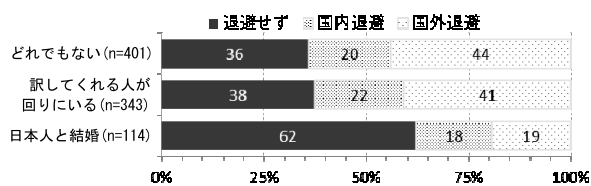


図 17 日本語へのアクセスと退避行動との関係 (N=858)

割合であったが、「退避せず」の割合は男性は46%、女性は33%であった。

そして、年齢が高いほど退避しなかった割合が高く、逆に年齢が低いほど国内外への退避の割合が高かった(図19)。また、日本での滞在年数と退避行動との関係も同様の傾向がみられ、滞在年数が短いほど退避の割合が多くみられた。年齢と滞在年数の関係は、年齢が上がるにつれて滞在年数が長い人が増える傾向にある(図20)。年齢が若いほど、日本での滞在年数は短い傾向にあり、そのような人達が多く退避したと考えられる。

職業ごとの退避行動の傾向として、“学生”や“外資系企業の社員”はそれぞれ45%、43%が国外退避し、23%、24%が国内退避しており、退避しなかったのは約3割であった(図22)。一方“日本企業の社員”や“海外政府の職員”、“フリーランス”等の職業は6割以上が退避せずに、関東に留まり業務を継続していたと考えられる。

“日本の教育・研究機関”の職員や主夫・主婦等の無職層は、退避と退避せずの割合はほぼ半々であった。

さらに、年収と退避行動の意思決定との関係は、年収が高いほど、もしくは年収が低いほど、国内外へ退避した割合は高く、中間層である695~900万円の層が最も退避しなかった割合が高かった(図23)。職業と年収によって退避の割合に違いが見られたため、職業と年収の関係性を図24で示した。

7. おわりに

本稿では、東日本大震災後の外国人の退避行動と災害情報収集過程との関係を明らかにすべく、日本を除く75ヶ国860人からのアンケート調査結果を分析した。対象サンプルを「国外退避」、「国内退避」、「退避せず」の3つのグループに分けて分析した結果、以下の実態が明らかになった。

災害情報収集過程との関係性分析から、“震災当日から1週間後、2週間後に重要であった情報”や“それらの情報が不明確であったり、理解しづらかった原因”は、退避行動の違いに関わらず、3つのグループの回答はほぼ同じ傾向であった。しかし、信頼をおいた情報源と信頼のなかった情報源は3つのグループで差異が見られ、“海外報道”と“海外政府”を情報源として信頼した割合は、「退避せず」グループに比べて「国外退避」グループが高い割合を示した。また「国外退避」グループが“東京電力”、“国内報道”、“日本政府”からの情報を信頼しなかった割合も「退避せず」グループに比べて高く、「国内退避」グループはその中間であった。

また、情報収集に利用したメディアと言語の分析から、その他の言語が退避の意思決定にある程度の影響を与えた可能性が示めされた。一方、言語レベルと退避行動の関係は、ある程度の関連性がみられたが、明確な差異はなかった。ただし、外国人が日本人と結婚している場合は、「退避せず」の割合が若干高かった。個人属性との関係では、性別や年齢、滞在年数、職業による違いによって退避行動の割合に違いが見られた。

以上のように、退避行動の意思決定には多様な要因が影響を与えていたことが分かったが、その中でも“家族や親戚からの要望”の影響が最も大きかったと考えられる。これらの家族や親戚は日本国外に在住であり、主に海外のメディアから配信された危機に対する切迫性の高

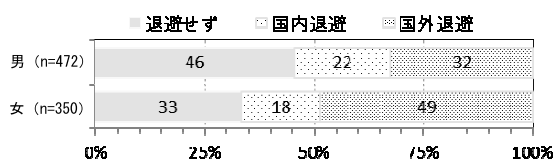


図 18 性別と退避行動との関係 (N=822)

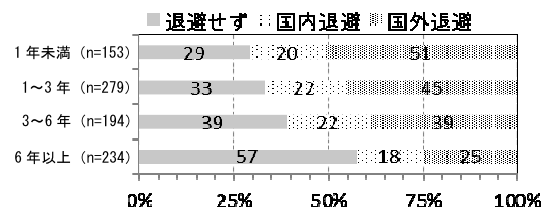


図 21 滞在年数と退避行動との関係 (N=860)

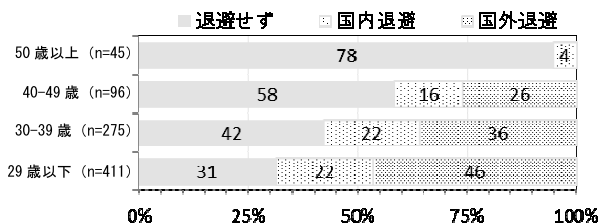


図 19 年齢と退避行動との関係 (N=827)

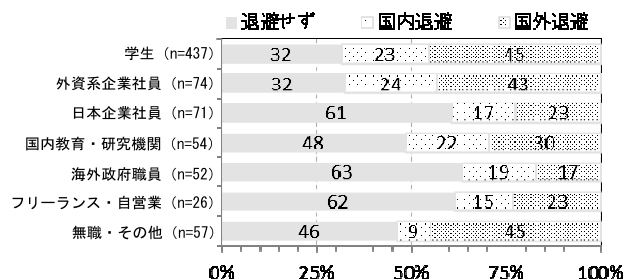


図 22 職業と退避行動との関係 (N=791)

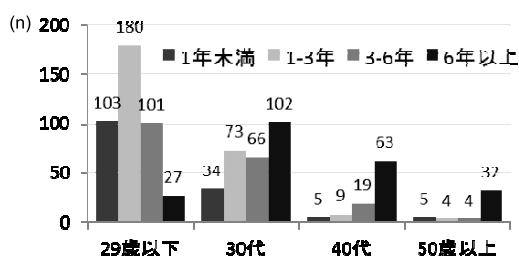


図 20 年齢と日本滞在年数との関係 (N=827)

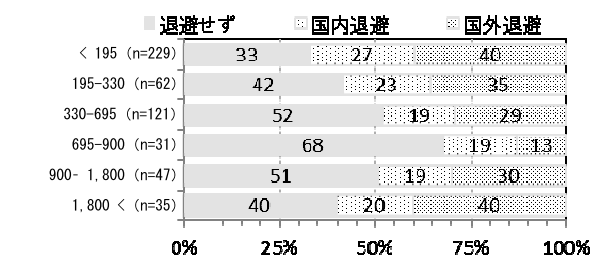


図 23 年収(単位:万円)と退避行動との関係 (N=525)

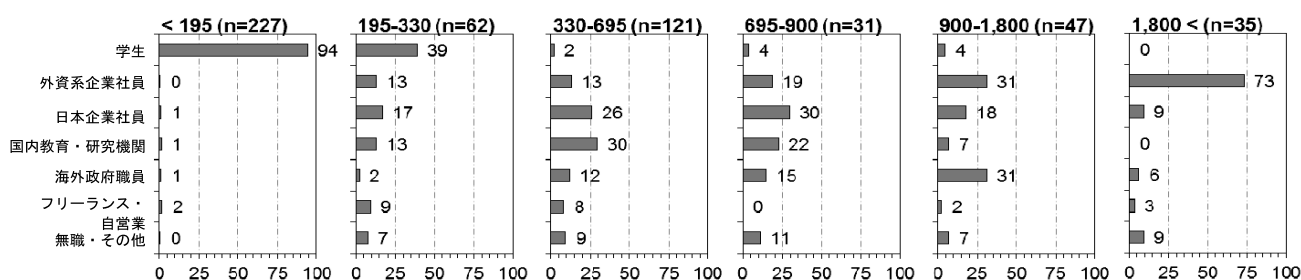


図 24 職業と年収(単位:万円)との関係 (%)

い情報や間違いや誇張などを含んだ情報を頼りにしたり、または十分な情報がない中で、日本在住の家族や親戚に対して、帰国を促していたと考えられる。風評被害の防止を含めて、海外に在住する在日外国人の家族や親戚をも意識して、正確で有益な情報発信を行うことの重要性を再確認する必要がある。

また、退避の意思決定に“個人の判断”を選択した割合が、「退避せず」グループでは 84%、「国内退避」グループでは 55%、「国外退避」グループでは 49%であったことにも注目すべきである。すなわち、外国人が重要であると考えられる情報を適切に提供することで、多くの外国人が個人で状況判断をできる状況になれば、国外に在住する家族や親戚からの要望よりも、自分で退避の意思決定をする割合が増加する可能性も考えられる。

これらの情報発信をする際は、日本での訪問者数や居住者数を考慮して、中国語や韓国語などの英語以外の言語での情報発信も検討する必要がある。また、図 6 のように、退避者の退避の意思決定は震災後の非常に早い時期に行われており、外国人への情報提供は迅速性が求められる。

本稿の分析から、外国人の退避行動の意思決定には、情報収集に利用した言語との間にある程度の関係性が見られたが、日本語と英語の習熟度との関係性は明確ではなかった。また、個人属性の違いも国内外の退避行動の意思決定の割合にある程度関連していたことが明らかになった。しかし、本稿の分析からは災害情報収集過程と個人属性のどちらが退避の意思決定により影響を及ぼしたかまでを言及することは難しい。実際は、災害情報収集と個人属性の様々な要因が総合されて意思決定が行われる。本研究の今後の課題として、多変量解析などを用いて、複数の要因の中での影響の大きさを定量的に分析する必要がある。

また、本稿では単純集計とクロス集計を組み合わせアンケート調査の回答を分析したが、これらの解析結果をより理解しやすいかたちで表現するために、各項目を指標化する手法の検討も今後の課題である。例えば、本稿では信頼をおいた情報源と信頼をおかなかった情報源をそれぞれ別個に評価したが、情報源ごとに平準化された信頼度の値の差を計算することで、機関ごとの総合的な信頼度が算出できると考えられる。

今後の我が国の大規模災害時に起こることが想定される外国人問題の軽減に資するべく、73 カ国 1,377 名から得られた東日本大震災後の貴重なデータをより有効に活用するための分析手法を継続的に検討する必要がある。

謝辞

本稿記載の「平成23年 東北地方太平洋沖地震発生後の災害情報収集に関するアンケート調査」では、多くの方々にアンケートの配布と回答で多大なご協力をいただきました。データ集計では東京大学 大学院工学系研究科 居山 拓矢氏にご協力をいただきました。査読者の方々からは多くの有益なご指摘をいただき、本稿の改善に大いに役立ちました。心より感謝の意を表します。

補注

- (1) %は回答者中の各項目に対する回答割合を示す。

参考文献

- 1) 読売新聞社：外国人の日本脱出続く...大使館機能の大阪移転も, 3.18.2011. <http://www.yomiuri.co.jp/feature/20110316866921/news/20110318-OYT1T00358.htm>
- 2) 千葉日報社：“脱出”外国人が殺到 震災逃れ一時母国へ 東京入管千葉出張所, 3.17.2011. http://www.chibanippo.co.jp/news/chiba/local_kiji.php?i=nesp1300325489
- 3) BusinessWeek: Number of foreigners leaving Japan soars 8-fold, Bloomberg, 3.25.2011. <http://www.businessweek.com/ap/financialnews/D9M681N80.htm>
- 4) 東洋経済新聞社：外資系企業を悩ます「フライジン」、大震災と原発事故で脱出外国人が続出、機能不全に、東洋経済, 3.29.2011. <http://www.toyokeizai.net/business/society/detail/AC/726a57c78201ac03753425a14c41f40b/>
- 5) The New York Times: Flyjin, Schott's Vocab, 3.24.2011. <http://schott.blogs.nytimes.com/2011/03/24/flyjin/>
- 6) Flyjin: <http://flyjin.com/>.
- 7) 朝日新聞社：震災前後で 14%減 被災 3 県の外国人, Globe,

- 12.18.2011. <http://globe.asahi.com/feature/111218/memo/01.html>
- 8) 読売新聞社：茨城人口、震災後 1 万人減る…3 割が外国人, 9.16.2011. <http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20110916-OYT1T00403.htm>
- 9) 河北新報社：東北大、留学生国外避難の余波, 5.1.2011. http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1062/20110501_17.htm
- 10) 朝日新聞社：留学生続々帰国 8 割去った千葉の大学「経営に影響も」, 4.11.2011. <http://www.asahi.com/national/update/0411/TKY201104110198.html>
- 11) 経済産業省通商政策局：東日本大震災から垣間見える我が国と世界の通商・経済関係, 平成 23 年度版通算白書, 2011.
- 12) 法務省入国管理局：平成 23 年における外国人入国者数及び日本人出国者数について（確定値）, 2011. http://www.moj.go.jp/nyuukokukanri/kouhou/nyuukokukanri04_00017.html
- 13) 法務省：登録外国人統計統計表 2009 年年報, 2010.
- 14) 総務省 統計局：都道府県、男女別人口及び人口性比－総人口、日本人人口（平成 20 年 10 月 1 日現在）
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2008np/index.htm>
- 15) Kawasaki, A., Henry, M., Meguro, K.: Disaster information gathering behavior of people in the Kanto region after the Tohoku Earthquake: General overview. Proceedings of the Tenth International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, pp.45-56, Chiang Mai, Thailand, Oct. 2011.
- 16) Henry, M., Kawasaki, A., Meguro, K.: Disaster information gathering behavior of people in the Kanto region after the Tohoku Earthquake: Foreign students. Proceedings of the Tenth International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, pp.149-162, Chiang Mai, Thailand, Oct. 2011.
- 17) 木幡洋子, 斉藤正幸, 柴田厚, 杉内有介, 田中孝宜, 田中則広, 中村美子, 新田哲郎, 広塚洋子, 山田賢一：海外のテレビニュースは東日本大震災をどう伝えたか－7 カ国 8 番組比較調査, 放送研究と調査, 62(3), pp.60-85, 2012.
- 18) 田中孝宜, 原由美子：東日本大震災発生から 72 時間 テレビが伝えた情報の推移－在京 3 局の報道内容分析から, 放送研究と調査, 62(3), pp.2-21, 2012.
(いずれの URL も 2012.05.16 に最終アクセス)

(原稿受付 2012.5.26)

(登載決定 2012.7.21)

東日本大震災における被災住民の生活再建に関する 潜在的な選択肢の調査

An Investigation on the potential choices of livelihood rehabilitation
from the Great East Japan Earthquake

○色田 彩恵¹, 加藤 孝明², Maria Bernadet Karina DEWI¹,
松尾 一郎³, 渡会 清治⁴, 関谷 直也⁵
Sae SHIKITA¹, Takaaki KATO², Maria Bernadet Karina DEWI³,
Ichirou MATSUO⁴, Seiji WATARAI⁵ and Naoya SEKIYA⁶

¹ 東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

International Research Center for Urban Safety, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

² 東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授

Associate Professor, International Research Center for Urban Safety, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

³ NPO法人 環境防災総合政策研究機構 (CeMI) 理事

Director, NPO Crisis & Environment Management Policy Institute (CeMI)

⁴ NPO法人 日本都市計画家協会 副会長

Vice-chairperson, NPO Japan Society of Urban and Regional Planners

⁵ 東洋大学 社会学部メディアコミュニケーション学科 准教授

Associate Professor, Department of Media and Communications, Faculty of Sociology, Toyo University

Villages within the jurisdiction of Kamaishi Eastern Fishery Association, located in the north coast of Kamaishi City, Iwate Prefecture, were damaged by the Great East Japan Earthquake. Citizen participation in the process of reconstruction is gaining popularity among the locals. This paper analyzes information on eighteen households from each village through interviews on damages suffered, economic situations, relationships with their neighborhoods, and awareness on disaster risks, and this information is necessary to discussion on regional reconstruction plan. And information from announcement of administrative organization, newspapers and websites about the reconstruction situation is also analyzed to find out the problems of the regional reconstruction.

Keywords : *the Great East Japan Earthquake, Kamaishi City, reconstruction, rehabilitation, citizen participation, interview*

1. 対象地域の概要と震災での被害

(1) 地域の概要、旧来の課題

岩手県釜石市は面積441.43km², 2010年時点での人口は39,574人¹の都市である。日本の近代製鉄発祥の地としての歴史をもち、かつては「鉄と魚のまち」として鉄鋼業、漁業を主要産業として発展したが、1960年代半ば以降、鉄鋼業の衰退や鉱山の閉鎖に伴って人口は急減し、現在ではピーク時92,123人の半分を下回っている。就業者数の減少も続いており、特に第1次産業で顕著である。なお、2010年には総務省により過疎地域に指定されている。²

今回調査分析の対象とした、釜石東部漁業協同組合（以下、東部漁協）管内の地域は、釜石市の都心部よりも北側の沿岸に位置する箱崎半島を中心に、室浜、片岸、根浜、箱崎、白浜、仮宿、桑の浜、両石の8つの集落で構成されている（図1参照）。そのうち7つはそれぞれ漁港をもち、住民の大半が漁業を主な職業、あるいは副業としている。漁業においては65歳を超えても操業を続けることが一般的で、他の業種に比べると高齢者の就業率は高いと考えられる。一方で、少子高齢化は市域全体の平

均に比べると深刻である。

現地での聞き取り調査によると、集落の若い世代は、多くが仕事を求めて市中心部あるいは市外へ流出している模様である。漁業を継ぐという選択肢は、漁業は多大な労力を要する仕事であり、近年魚価の低迷により経済的な状況も悪化していることから、敬遠されたり親世代も子供が漁業に就くことを望まなかったりという状況がある。

また、白浜など半島上にある一部の集落では、震災以前から道路事情の悪さが住民の間で不満の種となっていた。すなわち、内陸部へアクセスするための道路が、海岸線ぎりぎりを通り、ときには波を被るような細い道路しかなく、街灯も不十分で危険であるということである。一方で、半島南側の付け根に位置する両石地区では、震災直前の2011年3月5日に三陸縦貫道が開通しており、震災時には避難路として役立ったという経緯がある。³

(2) 東日本大震災での被災状況

釜石市では、沿岸の全域が津波により甚大な被害を受けている。釜石港では、津波の最大波の高さは9.3mと推

定されている。死者・行方不明者は市内全域で931人に上り、このうち6割以上が65歳以上の高齢者である。なかでも、東部漁協管内エリアの含まれる鶴住居地区の死者・行方不明者は、市全体の62.6%に相当する583人となっている。また、建物被害についても、全壊・大規模半壊した建物が市全体では3,343棟であるのに対し、鶴住居地区ではその48.3%を占める1,614棟となっており、市の中でも特に大きな被害を受けていることがわかる。⁴なお、市内で発生した震災廃棄物の量は820,000tと推定されている。⁵

漁村地域では、漁船や加工施設、冷蔵施設などの漁業施設も大きな被害を受け、漁業は中断することとなった。東部漁協管内の集落では、白浜のように半数近くの家屋が流されずに残った集落もあるが、両石のように2-3軒を残して家屋のほとんどが流失した集落もあり、その被害は深刻である。



図 1 釜石市と東部漁協管内 (出典: Google Map)

2. 復旧・復興の経過

(1) 応急対応・復旧の状況

ライフラインの復旧は、電気は5月上旬、水道は7月中旬、都市ガス・固定電話は4月中旬までに、ほとんどの地域で復旧している。⁴一方で鉄道は、市の沿岸部を南北に走るJR山田線と三陸鉄道南リアス線については、2012年9月現在も運休が続いている。

避難者は市内避難所で最大9,883人を数えたが(2011年3月17日時点)¹、2011年8月には避難所はすべて閉鎖された。また同年11月初旬までには、応急仮設住宅が3,164戸の仮設住宅が建設され、うち入居戸数は3,102戸である。このほか、被災者の仮住まいとしては市営・県営住宅、民間賃貸住宅が利用されている。⁴

震災以前も毎年600-700人の人口減少が見られていた釜石市であるが、震災後8か月で2052人の減少が見られている。ここから死亡者数を除くと658人となり、特に転出者数は前年の同時期と比較すると790人増加している。この間に、対象地域の含まれる鶴住居地区では、死者・不明者数を除くと1,229人が転出している。これは、震災前の人口6,630人に対して18.5%に相当し、死者・不明者数も

含めると27.3%ともなる。⁴

震災廃棄物の仮置き場への搬出状況は、2012年8月末で廃棄物全体の88%となっている一方で、処理・処分率は7%にとどまっている。なお目標期日は平成26年3月とされている。⁵

(2) 復興の経過

a. 行政主体の動き

岩手県では2011年8月に復興基本計画および復興実施計画が策定された。また、釜石市は同年4月中旬には復興まちづくり基本方針を発表しているものの、復興基本計画の策定には時間を要しており、骨子案の発表は6月下旬、中間案は10月下旬、最終的な計画の決定は12月下旬となっている。この間、市では復興基本計画案の検討のための複数の協議・検討機関が設置されている。このうち中心となっているのは3つの会議・委員会であり、市長や市職員によって構成される「災害復興プロジェクト推進本部会議」、市総合審議会の委員や関係団体・行政機関の役職員、有識者で構成され、推進本部会議のメンバーも出席している「復興まちづくり委員会」、そして建築家や大学関係者、関係団体の役職員によって構成される「復興プロジェクト会議」である。その他、一般の市民が発言する場として、「釜石復興まちづくり集中ワークショップ」、「復興まちづくり懇談会」、「復興地域会議」などが開催された。このように市民が意見や質問を発することのできる場は用意されていたが、その内容がどの程度復興計画の策定プロセスで生かされたかは不明瞭である。たとえば、インターネット上で公開されている復興まちづくり委員会の議事録によると、復興まちづくり懇談会でなされた議論のまとめは復興まちづくり委員会に配布されているが、委員会ですらに関連した議論はほとんど行われていない。また、復興地域会議は、釜石市のホームページでも活動の情報が掲載されておらず、その実態は不明である。また、中心的に働いていたと組織の一つと考えられる復興プロジェクト会議についても、開催日程は公開されているものの、会議の詳しい内容および議事録は市のホームページでは公開されていない。

震災後、2011年12月に制定された国の復興交付金制度の対象となる事業の決定は各自治体で漸次的に行われている。岩手県と釜石市では、復興交付金事業計画が、現在までのところ2012年3月、7月、9月にそれぞれ決定されている。具体的には、都市公園整備事業や区画整理事業、漁業集落防災機能強化事業、道路事業などの既存の事業の適用に加え、津波復興特区整備事業といった、2011年12月に制定された復興特区法によって新たに創設された事業も導入された。これらの事業は復興交付金制度の要綱に従い、平成23年から27年までの5年間を計画期間としている。

b. 東部漁協内の住民組織

東部漁協内の地域で、地域住民が自立的に復興を考える動きは、両石の住民が避難所の体育館で、自らの集落の復興の絵を描き、実現のために地主と交渉するなど実際に動き出していたところから始まった。そこへ、東京に本拠地を置き災害関連の調査を行っている NPO 法人環境防災総合政策研究機構 (CeMI) の職員が、2011 年 5 月に震災当時の状況についての調査に訪れた。それ以降、この NPO の協力のもと、地域住民は復興に向けた組織化へと動きだした。

はじめは両石のみで復興まちづくりのためのワークショップを行っていた。しかし、次第に、道路や生活関連

施設の配置など、復興は半島全体で考える必要性があるという考えが生じ、6月以降、箱崎半島の他の地域も巻き込むようになっていった。その結果、もともと箱崎半島全体を含む地域を管内としていた東部漁協が中心となつて、CeMIや都市計画の専門家を交えながら管内すべての集落の代表者を含む地域会議をひらくようになった。

箱崎半島周辺の地域では、震災後、上記の動き以外にも様々な復興関連で団体が組織されたり、集落それぞれで専門家を招いて独自のプラン作りを行ったりする動きが生まれていた状況であった。こうした中、両石から始まった東部漁協管内の住民会議も、単なる自主的な地域会議という立場では、市をはじめとする行政組織に対して発言力が弱いということで、NPO法人化することを目指すようになった。そして、2012年3月にはNPO法人釜石東部漁協管内復興市民会議（おはこぎき市民会議）として正式にNPO法人化された。その理事や事務局長は、東部漁協関係者や町内会長などが中心となっている。

この住民会議の2011年内の動きを見る限りでは、NPOとしての目的は明確になっていなかった。しかし震災から1年以上が経った最近では、4つのワーキンググループに分かれて検討作業をするという方針が経っており、NPOとしての本格的な活動に入ろうとしている。4つのワーキンググループとは、集落ごとの復興まちづくり支援や減災対策などのプランを考える「復興・減災まちづくり・ひとづくり事業検討WG」、「新産業と雇用の創出事業検討WG」、「防災教育と記録伝承事業検討WG」、「おはこぎき観光、特産品の開発と販売促進事業検討WG」である。

3. インタビュー調査

(1) 調査の目的

復興プランの策定においては、長期的・地区全体的な視点が優先される傾向にある。これは行政主導の協議組織、おはこぎき市民会議などの市民組織いづれにおける検討にもあてはまると言える。

しかし、短期的・局所的な視点で生活再建を考えれば、人によっては選択可能な選択肢が限られている場合がある。これは、経済的な理由やモビリティ、都市機能へのアクセシビリティなどによって決まってくるものである。そのような制限のかなりやすいと考えられる高齢者がこの地域では高い割合を占めていたり、復興プランを考える動きに、小さな子供を養育しているような若い層が入りづらかったりする状況では、出来上がった復興プランについていけず、集落に戻らない、戻れない人が多く出るという可能性がある。

また、中にはすでに集落には戻らないことを考えている人々もいる可能性はある。特に、他の地域での暮らしに適応しやすい若年層に、こういった考え方が存在すると予想される。このため、多くの人が集落に戻るという前提に立って作った復興プランが、実際には成り立たなくなるということもあり得ないとは言えない。

さらには、自分たちの意思や希望として持っていたり表明したりしている生活再建の選択肢が、その世帯や地域の状況を客観的に考えれば選択不可能であったり、逆に選択可能な選択肢を考慮にいれていなかったりする場合もある。このような状況下で、表面的な希望調査アンケートを行ったところで、地域の将来像を描くための基礎となる情報としての確かなものは得難いと考えられる。

以上のような理由から、地域に適切な復興プランを考える土台の一部となる資料とするため、復興の取り組みには積極的に参加していない住民の現状や思惑を調査し、そうした人たちが今後とることのできる選択肢の範囲を客観的に分析することが調査の目的である。これにより、地域の復興の展望の柔軟性を確保し、検討の過程に総合的な視点を組み込むことを最終的なねらいとする。

(2) 調査・分析の方法

今回の調査では、両石と白浜2つの集落について、仮設住宅に入居している集落ごとの被災者に、対面でインタビューを行った。各戸では、アンケート票を調査者が持った状態で質問し、聞き取った内容を調査者が書き取るという形式で調査を行った。

各戸へのインタビューでの質問は、アンケート票に記載した質問項目に沿って行った。ただし、白浜でのインタビュー実施後、実施の経験を踏まえてアンケートの内容の改良を行ったため、白浜と両石では質問の内容が異なる部分がある。また、質問の順番や内容はそれぞれの世帯での会話の進み方に応じて変えており、必ずしもフォーマット通りには行わなかった。

白浜については、2011年10月9日から10日にかけて調査を行った。訪問した仮設住宅は白浜の集落内に位置し、入居していた白浜の住民約20世帯のうち、8世帯に対してインタビューを行った。世帯主の年齢分布は、40代が1人、60代・70代がそれぞれ3人、80代が1人であった。

両石については、同年12月1日から2日にかけて、集落からは少し離れた甲子地区および鶴住居地区（日向地区）の2箇所の仮設住宅に入居していた両石の住民合計10世帯に対してインタビューを行った。世帯主の年齢分布は、30代・50代がそれぞれ1人、60代が3人、70代が5人であった。

質問項目は、年齢や性別、世帯構成などの世帯属性、収入や貯蓄、借入金など経済的な項目、集落との関わりや居住継続意思、恒久住宅の希望形態など住宅再建に関する項目、災害リスクに対する許容度、求める防災対策の程度など防災に関する項目、その他復興まちづくりに望むことなどである。

インタビュー結果の分析方法としては、まず世帯ごとの情報から、その世帯の状況や考え方を鑑みた上で、生活再建に関してあり得るシナリオを客観的、網羅的に予想し、ある程度の条件がそろえば生活再建の選択肢とすることができるもの、およびその条件を列挙した。次に、インタビューで得られた情報や、世帯ごとの分析によって出された選択肢集合を、集落ごとに集計し、集落の置かれた状況、課題を考察した。

(3) 分析結果

a. 白浜

8世帯のうち1世帯を除いて、希望としては戸建て住宅の再建を考えていた。しかし、このうち3世帯は、集落に復興公営住宅が建つなどしない限り、自力では集落で暮らし続けることが出来ないと考えられた。この理由としては、この3世帯はすべて高齢世帯であり、貯金や収入が少なかったり、生業である養殖業の復旧に費用が掛かりすぎるという経済的なことが挙げられる。また、それ以外の5世帯についても自力再建には条件があると考えられ、漁業復旧や宅地取得への補助が不十分など、条件がそろわなければ、さらに3世帯が集落での単独再建は難しくな

る。いずれも60代以上の世帯である。

よく聞かれた回答内容として、インタビューを行った全ての世帯から、道路に関する抜本的な整備の要望や不安、不満が聞かれた。震災前からの道路事情への不満と、震災時に道路の寸断によって孤立したという経験から、このような回答になったと考えられる。また、津波に対する安全性を求める声も全ての世帯から聞かれた。しかしこれらは、今回調査対象となった高齢者に関しては、必ずしも集落に戻るという選択肢をとるための必要条件ではないことが分かった。道路に関しては、高齢者は自分たちが戻るために必要、というよりは、若い人たちが住みつくためには不可欠、というように考えているためである。また、集落の津波防災対策については、すでに集落の高台に土地をもっているため、追加的に必要な条件にならない場合があった。さらに、どちらかといえば安全性よりも収入の安定を重視する世帯が3世帯ある。

以上の結果から、白浜については、震災前より高規格の道路や、堅固な津波対策だけに力点を置くのではなく、個々の世帯に対する生活再建の補助が、今後自力再建できずに集落を去らざるを得ない世帯を減らす上では重要になると考えられる。

b. 両石

条件によっては戸建て住宅を選択肢にいれることができる世帯が7世帯あった。その条件は、離れて住む家族の支援や、土地取得など再建にかかる費用への補助である。

また、インタビューによって察することのできた両石の住民たちの考え方に基くと、半数の世帯には、集落に戻るためには安心できるだけの津波防災対策が必要条件になると考えられる。この集落は震災時、247軒中推定220軒が流失しており、白浜と違って高台に宅地として利用できる平地が少ない。これらのことが、安全性に対する要求をより切実なものとしていっていると考えられる。「想定外は再び起こり得る」という認識を持っている世帯もあり、その結果、「もう集落には住みたくない」と考える人と、「災害リスクを受け入れても住みたい」と考える人の双方がいた。

また、復興に時間がかかるなら集落以外の場所での再建も考えるという世帯も複数あった。この理由としては、ほとんどの世帯から聞かれた復興・再建の目的が立たないことに対する不安や、集落がいずれ復興しても、もと住んでいた人の多くが出て行ってしまうのでは戻っても仕方ないという考え方によるものであった。この点については、震災からの経過時間によっても回答が変わると予想され断定はできない。しかし、復興の目的が立つまでにあまりに時間が経てば、人口流出が増大する可能性はある。実際に今回の調査では、半数の世帯が、早期に復興の目的が立たない、あるいは住み始められる条件が整わない場合、集落外へ出ていくと考えられた。

以上のことから、両石では生活の安全性と早期の安定という2つの条件を満たすため、集落を離れる選択をする世帯が少なくない可能性があると考えられる。

4. 復興へ向けての課題

東部漁協管内の地域において、議論をするための土台は出来上がってきた。しかし、復興プランづくりに向けては依然として課題がある。おほごきき市民会議のメンバーは、CeMIや専門家を除いては、総合的・広域的な視点が必要となるまちづくりの議論の経験がない。このた

め、議論がメンバー個々の出身の集落に関する要望や、津波に対する完全な防御、また従前から不満のあった道路改善の陳情といった個々の事案に偏りがちである。

今後、震災以前から地域に存在した少子高齢化や雇用の不足などの問題に対応し、持続可能な地域を実現する形での復興を目指すためには、予算の有限性や、地域の置かれた現状を踏まえた上で、総合的な視点と柔軟な発想をもち、地域にとって本当に必要な施策を提案していくことができるかが重要である。

その現状の一部として、本研究で扱ったような調査結果を、基礎的な資料として把握することが必要である。現在おほごきき市民会議では、堅固な防波堤などの津波防災対策や高規格の道路などの必要性が議論されている。しかし、住民個々に焦点をあてると、防災対策への要求には世帯差がある。また、元の集落に戻るという選択肢を取らない、あるいは取るできないと考えられる世帯も多く存在する。そうした中で、予想される将来の集落の人口規模と、インフラ整備の規模とのバランスを考慮し、さまざまな方策を検討したうえで、地域にとって適切な選択肢をとることを考える必要がある。

さらに、現在不足しているインフラを補うという視点だけでなく、より長期的に地域の将来像を予想し、持続可能性の実現のために必要な取り組みを模索していくことも求められる。

また、現在のところ、NPOおほごきき市民会議の活動の、復興プロセスの上での位置づけが明確になっていない。住民団体が行政に対して要望を陳情するという構図から抜け出して、市民会議が担う役割を明確化し、一つの主体となってまちづくりを行うという感覚をもつことが求められる。

5. まとめ

今回研究の対象とした地域は、過去の三陸津波でも被害を受け、そこから復興してきた場所である。しかし、過去に使われた復興手法は現在では通用しない。地方分権と住民参加、縮小社会という、現代の日本の多くの地方都市が直面するこれまでにない課題を抱えつつ、大災害からの復興を果たさなければならない。

しかし、こうした状況だからこそ、他の地方都市のモデルとなるような、持続可能な地域の育成プロセスを作り上げる好機でもある。とくに住民組織のまちづくりにおける主体的なはたらきが、地域の再生の上でどのような役割をはたすことができるのか、その可能性は広いと考えられる。今後の活動を継続的に観察し、将来の災害で生かすことのできるモデルケースとするべく、研究を継続したい。

参考文献

- 1) 内閣府統計局：平成22年国勢調査
- 2) 釜石市：釜石市の概要, p1-2, 17, 2011
- 3) 公明党：http://www.komei.or.jp/news/detail/20110413_4972, 2012/2/4
- 4) 釜石市：釜石市復興まちづくり基本計画 スケラムがまいし復興プラン, p6-7, 14-17, 2011
- 5) 環境省：災害廃棄物処理の進捗状況, 2012

自然災害と関連分野におけるレジリエンス、脆弱性の定義について

Definitions of Resilience and Vulnerability in Natural Disaster Research and Related Fields

塩 崎 由 人*・加 藤 孝 明**

Yuto SHIOZAKI and Takaaki KATO

1. は じ め に

近年、気候変動や自然災害等の環境変化に関して、「レジリエンス」、「脆弱性」という用語が頻繁に使われている。これらの用語は、英語圏の自然災害 (Natural Hazard)、生態システム (Ecosystem)、地球環境変化 (Global Environmental Change) に関する学術分野において発達してきた “resilience”, “vulnerability” の概念から導入されたものであると考えられる。これらの概念は、何らかの環境変化に対するシステム¹ の変化や挙動を説明するものであり、生態システム、社会システム (Social System)²、社会生態システム (Socio-ecological System)³ に適応されてきた。学際的・包括的な枠組みを形成する概念となり得る一方、その定義は多様であり、統一的な定義が存在するわけではないため、定義が曖昧なまま使用されると混乱を招く恐れがある。

本論では、このような不要な混乱を避ける一助となるべく、英語圏の自然災害、生態システム、地球環境変化の分野における「レジリエンス (resilience)」、「脆弱性 (vulnerability)」の概念の発達の経緯とその多様な定義について整理する。

2. 環境変化とハザード

先述したように、レジリエンス、脆弱性は、環境変化に対するシステムの変化を説明する概念であるため、まず環境変化について整理する必要がある。

Turner ら (2003) によると、環境変化には突発的な変化と慢性的な変化がある。突発的な変化とは、システムの通常の変動性を超えて短期間のうちに生じる変化であり、高潮、台風などがある。また、慢性的な変化とは、システムの通常の変動性の中で継続的に徐々に高まっていく変化であり、土壌劣化などがある。この突発的な変化や慢性的な変化と、その結果としてシステムにもたらされる脅威がハザード (Hazard) である⁴。

3. レジリエンス (resilience)

3.1. 経緯

レジリエンスは、元来は材料工学 (material science) の分野で、「原点へと戻る、跳ね返る」という意味として使われていた (De Bruijn ほか, 2007)。Holling (1973) は、環境変化に対する生態システムの特質を表す概念として、レジリエンスを導入した。当初、レジリエンスは集団生態学 (population ecology) の分野や生態システムの管理の研究において用いられ、数理モデル指向の概念であった。1980 年代後半からは人間社会と自然環境の相互作用に着目した社会生態システムの分野でも用いられている (Janssen, 2006)。現在では、人間社会やコミュニティに重点を置き、社会システム (social system) のみにレジリエンスの概念を適用する研究も見られる (Wilson, 2011)。

3.2. 定義

Holling (1973, 1999) は、生態システムの特質として、「工学的レジリエンス (engineering resilience)」と「生態学的レジリエンス (ecological resilience)」という 2 つのレジリエンスの概念を提示している⁵。まず、これらの概念が前提としている、環境変化に対するシステムの変化の挙動について説明する。平衡状態 (equilibrium) にあるシステムを想定すると、環境変化に対してシステムは次の 4 つの変化のうちいずれかの挙動を示すとされる (De Bruijn, 2004)。

- (1) システムは全く影響を受けず変化しない。
- (2) システムは変化するがすぐに平衡状態へと戻る。
- (3) システムが変化し、別の特質を有する安定な状態へと変質してしまう。
- (4) システムは常に揺れ動き、不安定な状態となる。

システムが環境変化を吸収してしまい、全く変化を見せないのが (1) である。(2) ではシステムは環境変化により一時的に影響を受けるものの再び平衡状態へと到る。システムは動的に変化するものとする、従前と全く同じ状態に回帰することはないが、(2) ではシステムの主要な性質が維持される範囲内 (「安定領域 (stable domain)」⁶) で変化し平衡状態へと到るものと考えられる。(3)、(4) は、システ

*東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻

**東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

研 究 速 報

ムが環境変化によってその主要な性質を維持できなくなるほど変化してしまう場合である。(3)では、その変化の結果として、システムは従前とは異なる性質を有する状態へと変質することになる。(4)は、システムがいかなる安定領域にも落ち着かず、変化し続ける場合である。

工学的レジリエンスは、上記の(2)の状態、つまり平衡状態の近傍にある状態において重要となる特質であり、「一時的な環境変化の後、システムが平衡状態へと戻る能力」と定義されている。また、工学的レジリエンスは、平衡状態に戻る速度によって測定される。

一方、生態学的レジリエンスは「システムがその説明変数の変化を吸収し、持続し続ける能力」⁸、つまり、システムが環境変化を受けた際、その主要な性質を維持する能力である。生態学的レジリエンスは、システムが別の安定領域に変質するまでに許容することができる環境変化の大きさによって測定される。

あるシステムが環境変化の影響を受けて、現状の安定領域を越えて変化し、別の性質を有する状態へと変質してしまう現象は「レジーム・シフト (regime shift)」と呼ばれている (Scheffer & Carpenter, 2003)。一度レジーム・シフトが生じると、従前の安定領域に戻ることは困難であると考えられており、システムを望ましい安定領域に管理する上で、レジーム・シフトが生じる状況、プロセスの把握が重要となる。生態システムにおけるレジーム・シフトの例としては、透明度の高い湖沼において、栄養度が上昇していくとある閾値を境にして藻類が急激に増殖し、濁った状態になってしまう現象があげられる (Scheffer ほか, 2001)。

Holling (1973) の提唱した生態学的レジリエンスの概念は、社会生態システム、社会システムの分野にも適用され、その後、概念が拡張されている。社会生態システムの分野では、レジリエンスについて、(1) システムが構造や機能を維持可能なまま許容できる変化の総量、(2) システムが自己組織化する能力、(3) システムの学習・適応能力、などの定義が存在する (Cumming, 2005)⁹。

社会システムの分野では、Adger (2000) が人間社会やコミュニティの有するレジリエンスに着目し、これを「社会的レジリエンス (social resilience)」と呼び、「社会的、政治的、環境的な変化の結果として生じた外的なストレスや変化に対処する集団、コミュニティの能力」¹⁰と定義している。また、Cutter ら (2008) は、レジリエンスを「災害に対応し、回復する社会システムの能力であり、災害の影響を吸収し、対処する固有の性質や、ある脅威に応じて再編成し、変化し、学習する社会システムの能力を高める適応プロセスを含むもの」¹¹であるとしている。

4. 脆弱性 (vulnerability)

4.1. 経緯

脆弱性はラテン語の“vulnerare”に由来し「傷つきやすさ」という意味がある (Dow, 1992)。システムにおける脆弱性の概念は自然災害の分野に端を発しており、社会システムと自然環境との関係に着目した概念であると言える。1990年代から自然災害の研究者たちは環境の変化、とりわけ気候変動に対する人間社会の脆弱性に着目するようになった。レジリエンスと比較すると脆弱性に関する研究では数理的モデルに着目した研究は少ないが、事例に関する比較分析は多い (Janssen, 2006)。

4.2. 定義

脆弱性には様々な定義が存在するが、Dow (1992) は大きく分けて、2つの定義があるとしている。1つ目の定義は、災害等、環境変化への「曝露 (exposure)」を脆弱性とみなすものであり、2つ目の定義は環境変化に対する「対処能力 (coping ability)」の有無やその程度によって脆弱性を測ろうとするものである。

脆弱性を環境変化への曝露とみなす考え方では、災害が発生した場合に想定される人的被害やインフラストラクチャーや建物、資産への物的被害の大きさを脆弱性とみなしている。

一方、脆弱性を環境変化に対する対処能力とみなす考え方では、環境変化への曝露は所与のものとみなし、システムを構成する要素やその状態によって、被害の大きさに差が生じることに着目している。被害の大きさに差が生じる理由として、システムが、(1) 環境変化を吸収し、その機能を維持する能力と (2) 環境変化による被害から回復する能力 (回復力) を有していることがあげられている。システムが有するこの2つの能力について、Dow (1992) は前者を「レジスタンス (resistance)」とし、後者を「レジリエンス (resilience)」と定義している。

脆弱性の定義には、上記の2つの定義を併せたものも存在する。この定義では、環境変化による脅威に曝されている地理的な領域に、環境変化への対処能力が低い社会システムが構築されている状態が最も「脆弱 (vulnerable)」であるとする (Cutter, 1996)。社会システムの状態とその地理的立地に着目した考え方であると言える。

また、Adger (2006) によると、脆弱性の概念は、(1) 曝露 (exposure)、(2) 感応性 (sensitivity)、(3) 適応力 (adaptive capacity) という3つの要素によって表されることが多いとされる。(1) 曝露は「システムが被る環境変化の質と量」¹²、(2) 感応性は「システムが環境変化によって変質あるいは影響される程度」、(3) 適応力は「システムが環境変化に適応し、変化に対処する容量を拡大するために進化する能力」¹³である。

Gallopín (2006) は、曝露はシステムとそれを取り巻く環

境の関係により決まるものであり、システム自体の特質ではないと考え、システムの脆弱性は感応性と対処能力 (capacity of response) によって決定されるとしている。Gallopín (2006) による対処能力とは、「環境変化に適応し、潜在的な被害を軽減し、環境変化を好機として活用し、システムの変質の結果に対処する能力」¹⁴である。

5. ま と め

以上で見てきたように、レジリエンス、脆弱性の概念には、統一的な定義があるわけではなく、様々な定義が存在する。これらは、環境変化に対するシステムの変化や挙動をレジリエンス、脆弱性という用語によって表現しているものである。環境変化に対するシステムの変化や挙動は、これまで説明してきたレジリエンス、脆弱性の概念に関する要素によって説明することができると考えられる。以下では、自然災害などの突発的な環境変化に対する都市システムなどの社会システムの変化や挙動を念頭に整理を行う。

図1は、環境変化の規模とシステムが受ける影響の大きさの関係を概念的に表したものである (Mens ほか, 2011)。横軸はシステムが潜在的に抱えている環境変化の規模 (曝露に相当する) を示しており、縦軸はある規模の環境変化に対してそのシステムがどの程度の影響を受けるかを示している。システムの環境変化に対する感応性を示したものであると言える。

この図を見ると、ある規模の環境変化まではシステムは全く影響を受けていない。例えば、都市部において洪水が発生したとしても既存の治水施設で処理できる規模であるため、都市への被害は生じない場合がこれに相当する。このようにシステムはある規模の環境変化までは影響を受けない特質を有していることも考えられる。Mens ら (2011) は、この特質をレジスタンス (resistance) としている。

環境変化の規模がある規模を超えるとシステムに影響が生じるようになるが、システムへの影響と環境変化の規模の関係は図1で示されているように不連続に変化し、変化の傾きは一定ではないと考えられる。さらに、環境変化の規模が大きくなると、システムへの影響が大きくなり、システムの既存の枠組みが崩壊し、従前のシステムへと回復不可能となる「レジーム・シフト」が生じる (Mens ほか, 2011)。

レジーム・シフトを生じさせる環境変化の規模まではシステムは回復可能であるとする、回復の速度、つまり工学的レジリエンスが重要になると考えられる。また、レジーム・シフトが生じるまでにシステムが許容することができる環境変化の規模、つまり生態学的レジリエンスを把握し、システムを管理する視点も重要となる。

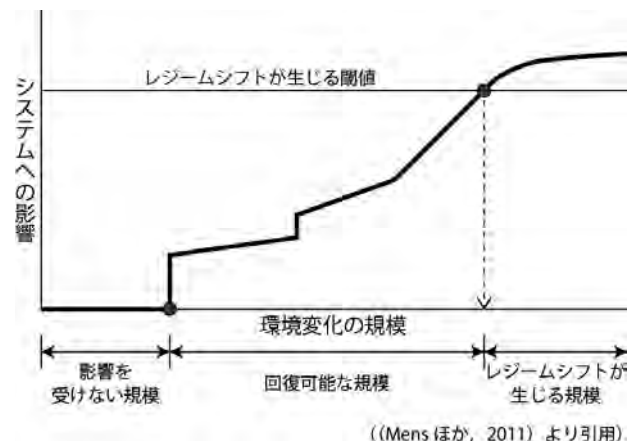


図1 環境変化の規模とシステムへの影響の関係

6. 今 後 の 展 開

本論では、レジリエンス、および脆弱性の定義について整理し、環境変化に対するシステムの変化や挙動は、レジリエンス、脆弱性の概念に関する「曝露」、「感応性」などの要素によって説明できることを示した。今後、それらの要素を決定する要素についてさらに分類し、システム全体の特質とより詳細に分類した要素との関係性について整理を試みる。

また、英語圏でのシステムに関する研究において、“resilience”, “vulnerability” と並んで用いられることの多い概念である “adaptability” (適応力) についても同様の整理を行うものとする。

注 釈

- 1 複数の要素が相互に関係しあい、全体としてまとまった機能を発揮している要素の集合体 (a group of related parts that work together as a whole for a particular purpose) (Longman Dictionary of Contemporary English 5th).
- 2 人間の関わるシステムで、家計、地域コミュニティ、都市、国など、様々な規模のシステムを指すものとする。
- 3 社会システムと生態システム (あるいは自然環境) の相互作用を有するシステム。
- 4 Hazards are defined as threats to a system, comprised of perturbations and stress (and stressors), and the consequences they produce. A perturbation is a major spike in pressure (e.g. a tidal wave or hurricane) beyond the normal range of variability in which the system operates. Perturbations commonly originate beyond the system or location in question. Stress is a continuous or slowly increasing pressure (e.g. soil degradation), commonly within the range of normal variability. Stress often originates and stressors (the source of stress) often reside within the system (Turner ほか, 2003).
- 5 Holling (1973) は、当初、上述の「工学的レジリエンス」を “stability”, 「生態学的レジリエンス」を “resilience” と定義していた。
- 6 システムの現状の主要な性質を維持することのできる変化

研 究 速 報

の範囲を「安定領域」とする。

- 7 Stability is the ability of a system to return to an equilibrium state after a temporary disturbance (Holling, 1973)
- 8 Resilience ... is a measure of the ability of these systems to absorb change of state variable, driving variables, and parameters, and still persist (Holling, 1973).
- 9 Resilience has been defined as (1) the amount of change that a system can undergo while still maintaining the same controls on structure and function; (2) the system's ability to self-organize; and (3) the degree to which the system is capable of learning and adaptation (Cumming ほか, 2005).
- 10 the ability of group or communities to cope with external stresses and disturbances as a result of social, political and environmental change (Adger, 2000)
- 11 Resilience is the ability of a social system to respond and recover from disasters and includes those inherent conditions that allow the system to absorb impacts and cope with an event, as well as post-event, adaptive processes that facilitate the ability of the social system to re-organize, change, and learn in response to a threat (Cutter ほか, 2008).
- 12 the nature and degree to which a system experiences environmental or socio-political stress (Adger, 2006)
- 13 the ability of a system to evolve in order to accommodate environmental hazards or policy change and to expand the range of variability with which it can cope (Adger, 2006)
- 14 In general, capacity of response is the system's ability to adjust to a disturbance, moderate potential damage, take advantage of opportunities, and cope with the consequences of a transformation that occurs (Gallopín, 2006).

(2012 年 6 月 5 日受理)

参 考 文 献

- 1) Adger, N., 2000. Social and ecological resilience: are they related?. *Progress in Human Geography*, 24[3], pp. 347-364.
- 2) Adger, N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 第 16 卷, pp. 268-281.
- 3) Cumming, G. S. ほか, 2005. An Exploratory Framework for the Empirical Measurement of Resilience. *Ecosystems*, 第 8 卷, pp. 975-987.
- 4) Cutter, S. ほか, 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 第 18 卷, pp. 598-606.
- 5) Cutter, S. L., 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20[4], pp. 529-539.
- 6) de Bruijn, K. M., 2004. Resilience and flood risk management. *Water Policy*, 第 6 卷, pp. 53-66.
- 7) de Bruijn, K. M., Green, C., Johnson, C. McFadden, L., 2007. Evolving Concepts in Flood Risk Management: Searching for a Common Language. 著 :: S. Begum, M. J. Stive J. W. Hall, 共同編集者 *Flood Risk Management in Europe*. Dordrecht: Springer, pp. 61-75.
- 8) Dow, K., 1992. Exploring Differences in Our Common Future(s): the Meaning of Vulnerability to Global Environmental Change. *Geoforum*, 23[3], pp. 417-436.
- 9) Gallopín, G., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 第 16 卷, pp. 293-303.
- 10) Holling, C. S., 1973. Resilience and Stability of Ecological System. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 第 4 卷, pp. 1-23.
- 11) Holling, C. S., 1996. Engineering Resilience versus Ecological Resilience. 著 :: P. C. Schulze, 編 *Engineering Within Ecological Constraints*. Washington DC: The National Academy of Sciences, pp. 31-43.
- 12) Janssen, M., Schoon, M., Ke, W. Börner, K., 2006. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change*, 第 16 卷, pp. 240-252.
- 13) Longman, P., 2009. *Longman Dictionary of Contemporary English*. 5 編 Harlow: Longman ESL.
- 14) Mens, M. J., Klijn, F., de Bruijn, K. M. van Beek, E., 2011. The meaning of system robustness for flood risk management. *Environmental Science & Policy*, 第 14 卷, pp. 1121-1131.
- 15) Scheffer, M. ほか, 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 第 413 卷, pp. 591-596.
- 16) Scheffer, M. Carpenter, S. R., 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18[12], pp. 648-656.
- 17) Turner II, B. L. ほか, 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100[14], pp. 8074-8079.
- 18) Wilson, G., 2011. *Community Resilience and Environmental Transitions*. 1 編 New York: Routledge.

東日本大震災における企業の緊急地震速報の利用状況に関する調査報告

A Survey on Use of Earthquake Early Warning by Companies during Great East Japan Earthquake

山 本 了 平*・大 原 美 保**・目 黒 公 郎**
Ryohei YAMAMOTO, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

緊急地震速報は、地震時の人的・物的被害を軽減できる手段として期待されている。緊急地震速報には、一般向けの緊急地震速報（警報）と高度利用者向け緊急地震速報（予報）という 2 種類があり、緊急地震速報（警報）は、最大予測震度が 5 弱以上の場合に予測震度 4 以上の地域に向けて発表される。緊急地震速報（予報）は「P 波または S 波の振幅が 100 ガル以上となった場合」、および「計算されたマグニチュードが 3.5 以上、または最大予測震度が 3 以上である場合」に発表される。緊急地震速報（予報）は、緊急地震速報（警報）より低い予測震度での情報利用や猶予時間の把握が可能であるため、企業における様々な被害軽減効果が期待されている。しかし、企業における緊急地震速報の利用はごく一部に限られており¹⁾、更なる普及が望まれる。

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に、M9.0 という日本の観測史上最大となる東北地方太平洋沖地震が発生し、この地震以降に数多くの緊急地震速報が発令された。2011 年 3 月 1 日～2011 年 8 月 31 日のわずか 6 カ月の間で、緊急地震速報（警報）は 89 回、緊急地震速報（予報）は 3182 回発表された²⁾。図 1 に、3 月～8 月の月別の予報・警報の発表

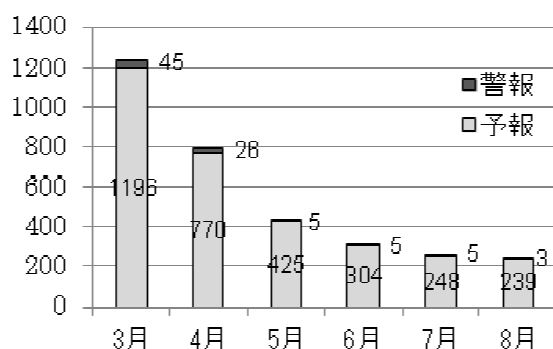


図 1 緊急地震速報の発表回数

回数を示す。本研究では、アンケート調査に基づいて、企業がこれらの地震時に緊急地震速報をどのように活用したのかという実態を把握するとともに、今後更に緊急地震速報の活用を拡大するための普及策について検討を行った。

2. アンケート調査の概要

緊急地震速報を活用しているか、関心が高いと判断される企業を抽出し、調査票を郵送した。調査期間は 2011 年 7 月 22 日～8 月 29 日であり、配布数は 398 部である。対象企業は REIC（リアルタイム地震情報利用協議会）の会員、緊急地震速報利用者協議会の会員、緊急地震速報端末の販売代理店の HP において導入事例として紹介されていた企業、気象庁主催の緊急地震速報を利用した防災訓練を実施した企業³⁾である。

3. アンケート結果

アンケートの返送部数は 151 部（回収率 38%）であった。業種の割合は図 2 の通りである。製造業が 47%、電気・ガス・熱供給・水道業が 26.5%、建設業が 7.3%、サービス業が 6.6%、卸売・小売業が 5.3%であった。

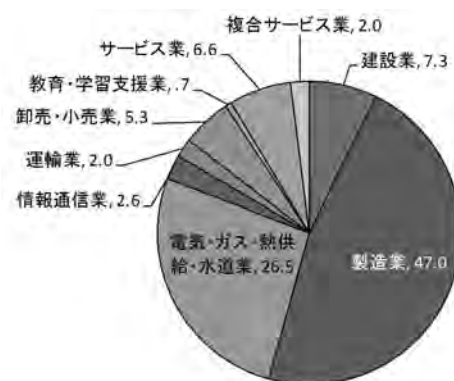


図 2 業種分類 (N=151)

回答した企業の本社が立地する地域は図 3 の通りである。関東が 71 企業、東海が 21 企業、近畿が 19 企業となった。以下にアンケートの回答結果を述べる。

*元東京大学大学院工学系研究科

**東京大学大学院情報学環／東京大学生産技術研究所

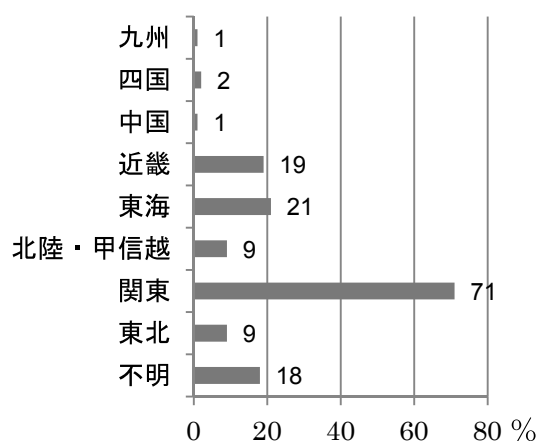


図3 本社立地場所 (N=151)

3.1 緊急地震速報端末の利用状況

回答を得た 151 社のうち、61 社が緊急地震速報の受信端末を導入していた。受信端末の設置場所を尋ねたところ、図 4 に示す通り、本社が 46 社 (75.4%)、全てまたは一部の支社および事業所が 22 社 (36%)、全てまたは一部の生産施設 (工場) が 12 社で 19.7% であった。本社に導入していた 46 社のうち、全ての支社および事務所に導入していたのは 10 社、一部の支社および事務所に導入したのは 4 社、全ての工場等の生産施設に導入したのは 4 社、一部の工場等の生産施設に導入したのは 2 社となった。即ち、全てまたは一部の生産施設 (工場) に導入していた 12 社のうち、

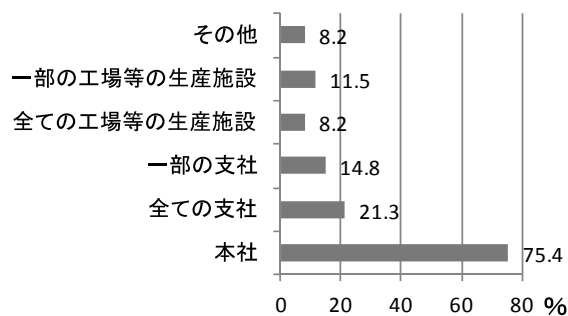


図4 業種別の速報受信端末の設置場所 (N=61)

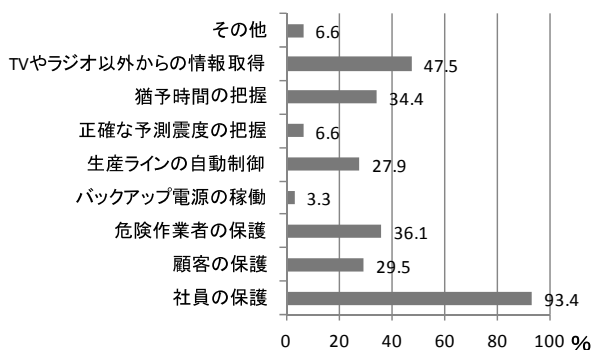


図5 業種別の速報受信端末の利用目的 (N=61)

本社にも導入したのは 6 社となり、半分であった。また、受信端末の導入理由を尋ねたところ、図 5 に示す通り、社員の保護が 93.4% と最も多く、続いて TV やラジオ以外からの緊急地震速報の取得、危険作業者の保護となった。

図 6 は、本社および支社・事業所に受信端末を設置している 52 社、生産施設に設置している 12 社による緊急地震速報の利用状況である。受信後に自動で館内放送を流している割合が最も高く、本社および支社・事業所に設置している企業の 76.9%、生産施設に設置している全ての企業となった。いずれの企業においても、続いて、警報機 (パトライト等) の稼働、機械・生産ライン等の手動停止の順に多かった。生産施設に設置している企業 12 社のうち、機械・生産ライン等の手動停止を行っている企業は 4 社 (33.3%)、自動停止を行っている企業は 1 社 (8.3%) となり、生産ラインの自動制御装置はあまり普及していないことがわかった。

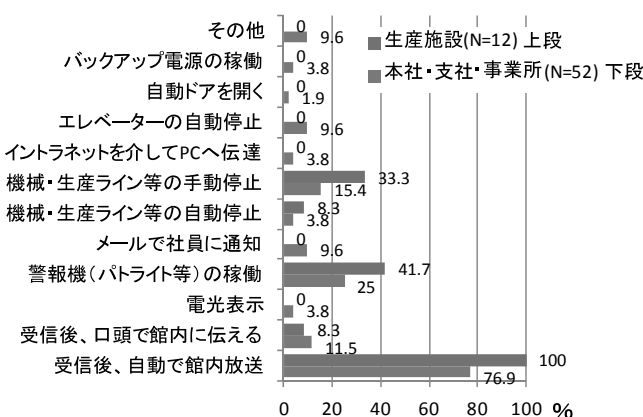


図6 速報受信端末の利用状況

図 7 は、本社および支社・事業所で館内放送を行っている 41 社、生産施設で館内放送を行っている 12 社による館内放送の設定震度である。本社および支社・事業所では震度 5 弱と震度 4 が 31.7% で最も多くなり、生産施設では震度 5 弱が 41.7% と最も多かった。想定震度 5 以上に設定している割合は、本社等が 4.9% であるのに対し、生産施設では 25% と多くなり、生産施設では放送基準が高いことがわかった。緊急地震速報 (警報) は最大想定震度 5 以上に設定している時に、想定震度 4 以上の地域に対して、テレビ・ラジオ／携帯電話等を通じて発表される。これに対して、緊急地震速報 (予報) は、専用受信端末の導入により、予測震度が 3 以上で受信できる。このため、館内放送基準を震度 5 弱以上に設定している場合、放送基準が緊急地震速報 (警報) よりも高いため、緊急地震速報 (予報) を受信するメリットを活かしていない。また、館内放送基準を震度 5 弱以上に設定している場合、設置場所の地盤条件にもよるが、社員の携帯電話には緊急地震速報 (警報) が通知されるが、館内放送がかからない事態が起こりうる。

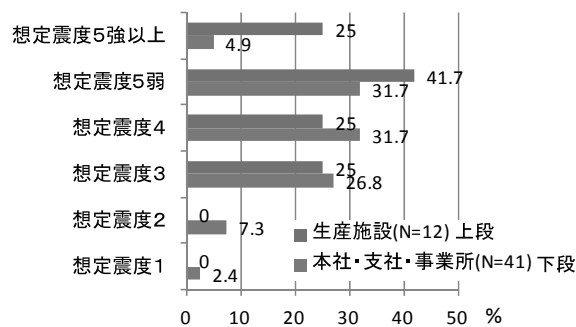


図7 館内放送の設定震度

3.2 東日本大震災での受信状況と受信効果

2011年3月11日の本震やその後の余震の際の緊急地震速報の受信状況を尋ねたところ、図8の通りとなった。緊急地震速報端末を導入していた61企業のうち、本社・支社・事業所・生産施設などのいずれかで受信した企業は59.0% (36社) となった。本社に端末を導入していた46社のうち、本震や余震で受信した割合は56.5% (26社) となった。支社および事業所に導入していた22社のうち、全ての箇所で受信した割合は1.8% (7社)、一部で受信した割合は45.5% (10社) となった。生産施設に導入していた12社のうち、全ての箇所で受信した割合は8.3% (1社)、一部で受信した割合は25% (3社) となり、他と比べて受信しなかった割合が多かった。緊急地震速報を受信した生産施設は全て製造業であった。これらの立地場所は茨城県、埼玉県、千葉県、静岡県であり、東北地方の生産施設で受信したという回答はなかった。

緊急地震速報の受信端末を導入していたが受信しなかった理由としては、「想定震度が受信端末の受信基準未満だった」が本社および支社・事業所の60.9%、生産施設の75%となった。「当該地域では緊急地震速報が発表されなかった」が本社および支社・事業所の26.1%、生産施設の25%となった。

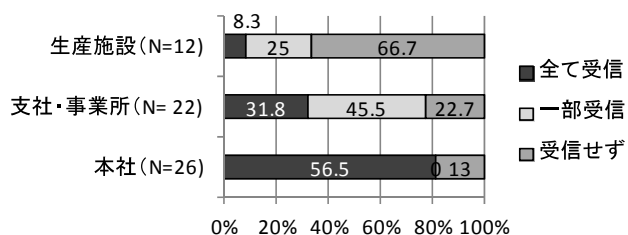


図8 東日本大震災の本震・余震での受信状況

本社・支社・事業所に端末を導入していた52社のうち、東日本大震災の本震や余震でいずれかの場所で緊急地震速報を受信したと回答した29社に対して、緊急地震速報を受信したことによりどのような効果があったかを尋ねた。一方、生産施設の端末を導入していた12社のうち、本震や余震で緊急地震速報を受信した4社に対して、同様に尋

ねた。図9に示す通り、生産施設で受信した企業では、社員の人命保護、危険作業者の安全確保、製品中の製品の保護が非常に高くなり、被害軽減効果無しという回答が見られなかった。本社・支社・事業所で受信した企業では、79.3%が人命保護と回答したが、34.5%は被害軽減効果無しと回答した。生産施設での回答は4企業に限られているが、これらの企業では被害軽減効果が高いという認識であったと考える。

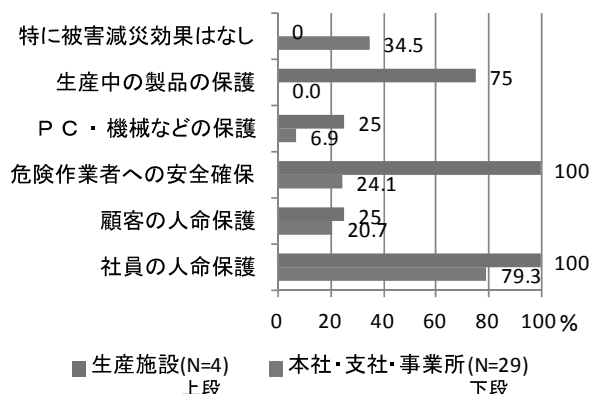


図9 東日本大震災の本震・余震での受信効果

3.3 緊急地震速報の空振りに関する対応

2011年3月11日以降の余震や誘発地震では、同時に発生した複数の地震を分離できない等の理由から緊急地震速報の精度が低下し、空振りが多発した。気象庁の発表⁴⁾によると、3月11日～4月28日に発表された70事例の警報のうち、44事例では発表した地域の中で震度2以下の地域があり、17事例では発表した地域のすべてが震度2以下であった。44事例のうち、同時に発生した地震を分離処理できずに適切に発表できなかった事例が32、停電や通信回線の途絶による地震計数の減少や震源推定の誤差などにより適切に発表できなかった事例が12であった。なお、これらの課題の一部は、8月10日時点でのソフトウェアの改修により改善された⁵⁾が、緊急地震速報の効果に関する意識には影響を及ぼしたと考える。

このような空振りの多発による企業への不利益について尋ねたところ、本社・支社・事業所・生産施設などのいずれかで受信した36社のうち、「多大なる不利益が生じた」という企業はゼロで、「少し不利益が生じた」と回答した企業が8社 (22.2%) であった。不利益の内容は、「停止した生産ラインや機械等の再起動までの時間の損失」が83.3%と最も多く、続いて「社員の混乱」33.3%、「顧客の混乱」および「会議等の中断」16.7%となった。その他の意見として「緊急地震速報への不信感」も挙げられた。

本社・支社・事業所・生産施設などのいずれかで受信した36社のうち、22社 (61.1%) は特に空振りへの対応をしていないと回答した。一方、受信端末の設定基準を変えた企業は5社あり、続いて館内放送の基準を上げた企業が3

研 究 速 報

社となった。機械等や生産ラインの停止基準を上げた企業も、各1社あった。受信を止めるよう社内からクレームが出た企業が2社あったが、実際に受信をやめた企業はなかった。空振りに対して何らかの対応を行ったのは一部に限られたと言える。

3.4 緊急地震速報の有効性に関する認識

次に、受信端末を導入していた企業61社に対して、緊急地震速報は揺れによる被害等の減災するためには有効な手法であると思うかを尋ねた。質問の際には、「2011年3月以降、緊急地震速報のしくみが改善され、空振りが発生する可能性は震災直後よりは低くなっている」旨の説明を加えた。回答は、「とても有効である」が26.2%、「まあまあ有効である」が57.4%となり、8割強は肯定的な意見であった。一方で、「全く有効ではない」が9.8%となった。「あまり有効ではない」という回答はなかった。

図10は、有効性の認識と、本社・支社・事業所・生産施設などのいずれかでの受信の有無との関係を示したものである。カイ二乗検定の結果、 $p=0.049 < 0.05$ となり、受信の有無による有効性の認識の差には、統計的な有意差が見られた。受信した企業36社のうち、33.3%は「とても有効である」と回答したが、13.9%は「全く有効ではない」と回答しており、評価が2極化していることがわかる。

前章で述べた緊急地震速報による不利益を被ったかどうかと有効性の認識の関係も調べたが、カイ二乗検定では $p=0.435 > 0.05$ となり、統計的な有意差は見られなかった。有効性の評価が2極化しているのは、不利益が生じたためではないと言える。図10の通り、受信したが「全く有効ではない」が13.9%となった点については、期待したほどの明確な効果が見られず、有効性が低くなったと推測される。これには、図3に示した通り、今回の回答には東北地方の企業の回答が少ないことも関係していると考えられる。

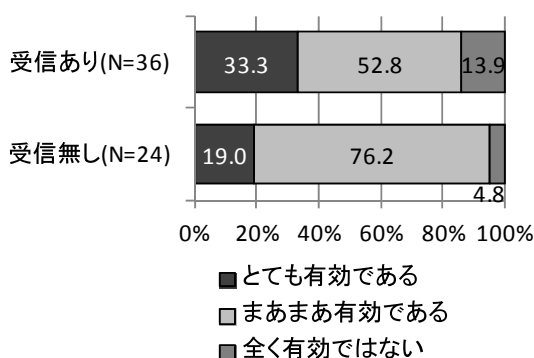


図10 緊急地震速報の受信の有無と有効性の認識

3.5 緊急地震速報の更なる活用に向けた普及策

最後に、今後更に緊急地震速報の活用を拡大するための普及策について検討した。図11は、受信端末の導入を促進するために必要だと考える施策について、端末の導入の有

無に応じて集計した結果である。端末導入した企業としていなかった企業ともに、最も望む施策は「緊急地震速報受信端末の低コスト化」であった。続いて、「予測震度の精度向上」「速報受信料の低コスト化」「猶予時間の精度向上」という回答が多くなった。緊急地震速報の普及には、受信端末および受信料のコストの問題だけでなく、速報事態の信頼性の課題が大きいことがわかった。

「空振りの回避」は、端末を導入している企業で著しく高くなり、カイ二乗検定の結果、 $p=0.005 < 0.01$ で統計的な有意差が見られた。端末を導入している場合は特に、更なる普及には空振りの回避が重要と考えていることがわかった。これ以外の項目については、端末導入の有無に応じた有意差は見られなかった。

現在、内閣府は受信端末の導入促進のために減税制度を実施している。これは、「地震防災対策用資産の取得促進税制」として平成21年度税制改正より開始されたものであり、対象地域における法人または個人事業者が緊急地震速報受信装置を取得する際に、所得税又は法人税および固定資産税に関わる優遇措置を受けることができる。図11では、「更なる税の優遇」が必要であるという回答は、端末導入に関わらず約9%と低く、端末導入のインセンティブとしての期待が低かった。

図12は、この減税制度への関心について、端末の導入時期が本制度の開始前か後かにより集計した結果である。制度開始後に端末を導入した企業24社のうち、8.3%は「メリットがあると考えて導入した」と回答したものの、4.2%が「制度を利用しているが、あまりメリットを感じない」と回答し、75%が「制度を知らず利用していない」と回答した。減税制度の魅力が不十分であるだけでなく、制度自体の認知度が低いことが明らかとなった。今後は、制度の周知と共に、より魅力的なインセンティブの提供が必要であると考えられる。

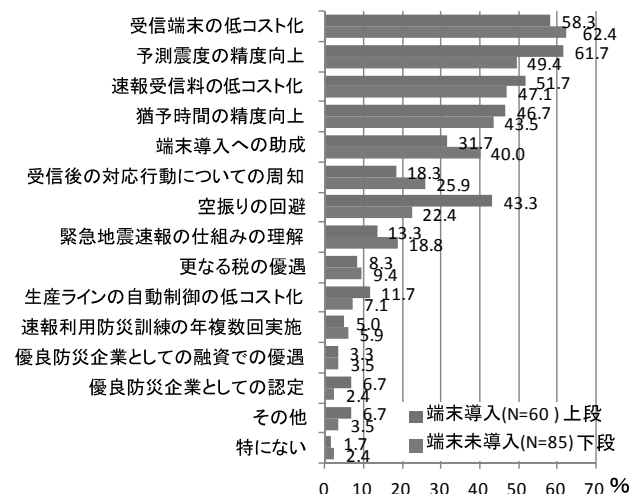


図11 更なる端末促進に必要と考える施策 (N=145)

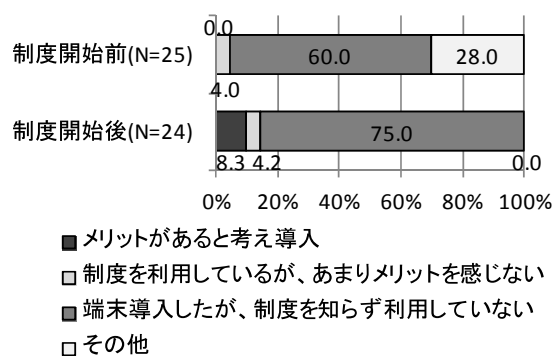


図 12 減税制度への関心 (N=49)

4. お わ り に

本研究では、東日本大震災における企業の緊急地震速報の利用状況を把握することを目的としてアンケート調査を行い、企業による緊急地震速報の利用状況、利用上の問題点、更なる普及策への関心について把握することが出来た。企業の多くが緊急地震速報受信後に館内放送を行っているが、放送基準を高めに設定しているため、緊急地震速報(予報)のメリットを十分に活かしていない点が把握できた。東日本大震災では、特に生産施設で緊急地震速報を受信した企業では「被害減災効果がなかった」という回答はなく、緊急地震速報には一定の効果があったと考えられる。震災後には数多くの空振りが生じたが、特に対応をしていない企業が多いため、空振りによる不利益は小さかったものと判断できる。

更なる端末促進に必要と考える施策としては、受信端末

および受信料のコストの問題だけでなく、速報事態の信頼性の課題が大きいことがわかった。現行の減税制度は認知度が低く、導入のためのインセンティブがうまく働いていないことが伺える。今後、減税制度を周知するとともに、図 11 で回答率の高かった施策を推進することで、企業における緊急地震速報の活用を拡大することができると考える。

謝 辞

アンケート調査に際しては、多くの企業の担当者の皆様にご協力いただきました。この記して、感謝の意を表します。

(2012 年 9 月 14 日受理)

参 考 文 献

- 1) 日本経済新聞：「緊急地震速報、普及へ税優遇」～工場や商業施設 受信機設置など～, 朝刊, 2009.1.8
- 2) 気象庁：緊急地震速報の発表状況,
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html>
- 3) 気象庁：気象庁主催の緊急地震速報を利用した防災訓練を実施した企業リスト, 2011年
- 4) 気象庁：報道発表資料「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震以降の緊急地震速報(警報)の発表状況について」, 2011.4.28.
- 5) 気象庁：報道発表資料「緊急地震速報の改善について」, 2011.8.10.
- 6) 内閣府：地震防災対策用資産の取得促進税制の改正について～緊急地震速報受信装置等の普及促進～,
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_sonota/pdf/jishin_zeisei/seido_new.pdf

全国で発表された緊急地震速報（警報）の 地域傾向に関する分析

A Study on regional tendency of Earthquake early warning
provided to the public in all area of Japan

大 原 美 保*・目 黒 公 郎*・田 中 淳**
Miho OHARA, Kimiro MEGURO and Atsushi TANAKA

1. は じ め に

2007 年 10 月 1 日から、一般向けの緊急地震速報（警報）が運用されている。緊急地震速報（警報）は、予測震度が 5 弱以上と推定される地域がある場合に、予測震度が 4 以上の地域に発令される。気象庁の緊急地震速報のホームページによれば、2011 年 3 月 11 日の東日本大震災前に発表された緊急地震速報（警報）は 18 回であるのに対し、東日本大震災後から 2012 年 3 月までに発表された回数は 105 回であった¹⁾。東日本大震災を機に発表数が飛躍的に増え、一般市民が緊急地震速報を見聞きする機会が格段に増えたと言える。しかし、これらの緊急地震速報は、東日本大震災の余震や誘発地震に関するものが多いため、東日本地域を対象としたものが多く、地域的な偏りが生じていると考えられる。また、東日本大震災後には空振りや見逃しが多発し、緊急地震速報への信頼感にも影響を与えた。気象庁ホームページには、今までの各緊急地震速報の個別情報や合計発表数は掲載されているが、地域別の集計結果などは掲載されていない。よって、本研究では、緊急地震速報（警報）の全国における発表履歴を分析することにより、発表数や空振り・見逃し等の地域傾向を分析する。

なお、緊急地震速報には、一般向けの緊急地震速報（警報）の他に、高度利用者向け緊急地震速報（予報）がある。予報は「P 波または S 波の振幅が 100 ガル以上となった場合」、および「計算されたマグニチュードが 3.5 以上、または最大予測震度が 3 以上である場合」に発表され、専用受信端末等により受信可能である。2011 年 3 月 1 日～2011 年 8 月 31 日の半年間で、緊急地震速報（警報）89 回に対して、緊急地震速報（予報）は 3182 回発表された¹⁾。しかし、緊急地震速報（予報）は、受信地点の地盤条件に応じて様々であるため、本研究では緊急地震速報（警報）に限定した分析を行う。

また、東京大学大学院総合防災情報研究センターは、災害情報に対する住民意識の把握を目的として、毎年 1 回の全国調査を行っている。緊急地震速報（警報）の発表数と、この定点調査における緊急地震速報に関する調査結果をあわせて分析することにより、緊急地震速報の認知度に関する経年変化を把握する。これらの分析に基づいて、全国において緊急地震速報への対応力を向上させるための方策の検討に示唆を与えることを目指す。

2. 緊急地震速報（警報）の地域傾向の分析

気象庁ホームページ¹⁾には、今までのそれぞれの緊急地震速報に関する、発表日時や発表地域、想定マグニチュード、猶予時間などの詳細情報のデータベースが掲載されている。よって、2007 年 10 月 1 日の発表開始から 2012 年 3 月末日までの発表数を集計することにより、今までの緊急地震速報（警報）の地域傾向を分析した。

図 1 に全国における緊急地震速報（警報）の発表数を示す。東日本大震災が発生した 2011 年 3 月は 45 回、翌月の 4 月には 26 回発表された。2011 年 3 月は、1 日～11 日 14 時 46 分の本震の前までは発表されていないため、3 月中のものは全てが東日本大震災の本震以降に発表されたものである。東日本大震災の余震や誘発地震についての緊急地震速報が多数発表され、発表数が飛躍的に増えた。

緊急地震速報は、全国を約 200 に分けた予報区に対して発表される。例えば、宮城県は宮城県北部・中部・南部という 3 区に分けられる。図 2 は、北海道地方から関東・甲信越地方までの全ての予報区における緊急地震速報（警報）の発表数を、東日本大震災前後に分けて集計した結果である。図中の黒字は震災前、灰色字は震災後の数を示す。東日本大震災以降に最も多く発表された予報区は、茨城県北部で 60 回である。続いて福島県浜通りで 54 回、福島県中通りで 52 回となった。予報区ごとの発表数をもとに、都道府県別の平均発表数を算出したところ、図 3 の通りとなった。平均発表数は茨城県で最も多く 52 回であった。続いて、福島県 47 回、栃木県 30 回、千葉県 28 回、宮城県 26

*東京大学大学院情報学環／生産技術研究所

**東京大学大学院情報学環

研 究 速 報

回となった。津波で著しい被害を受けた岩手県・宮城県よりは、福島県や茨城県が多かった。一方で、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、鳥取県、岡山県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県では、今までに発表されたことがない。福井県、愛知県、和歌山県、島根県、広島県では、東日本

大震災前に発表されたことはなかったが、震災後に平均 1 回発表された。鹿児島県、沖縄県では逆に、震災前に平均 1 回発表されたが、震災後は発表されていない。これらの地域では、緊急地震速報の認知度が低いのではないかと推測される。

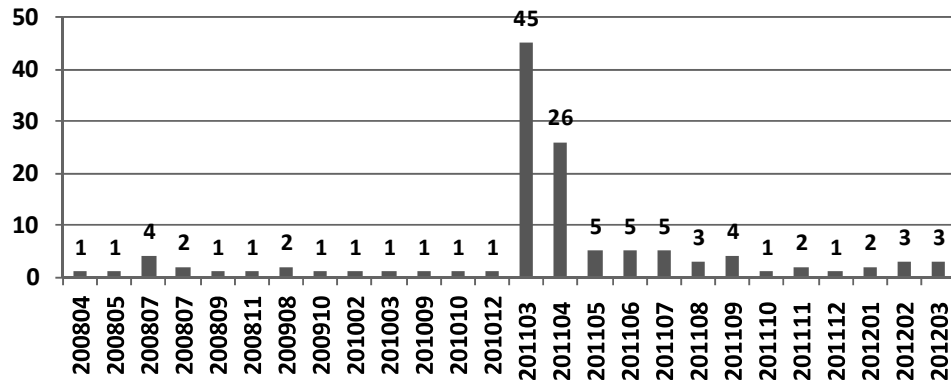


図1 全国における緊急地震速報（警報）の発表数

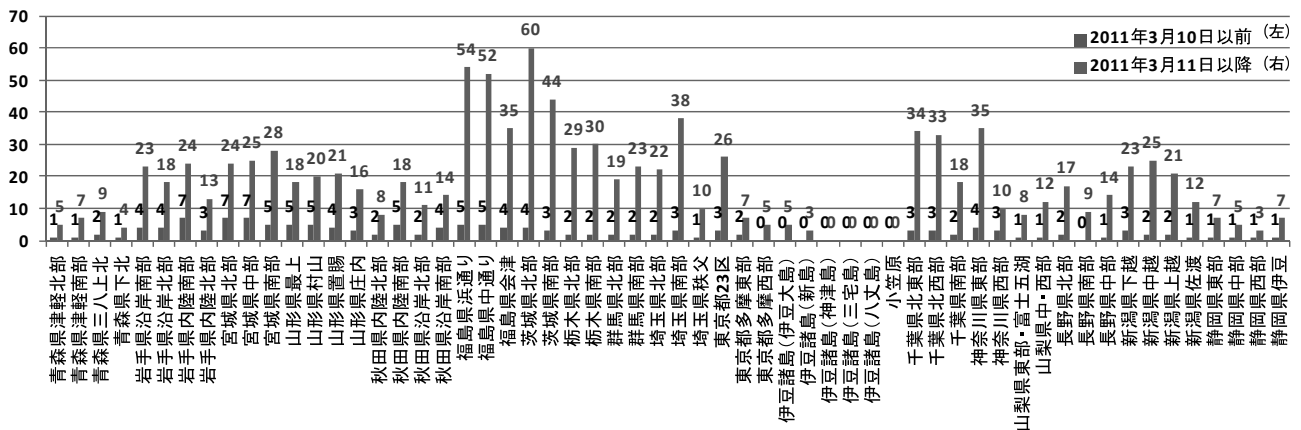


図2 予報区別に見た緊急地震速報（警報）の発表数

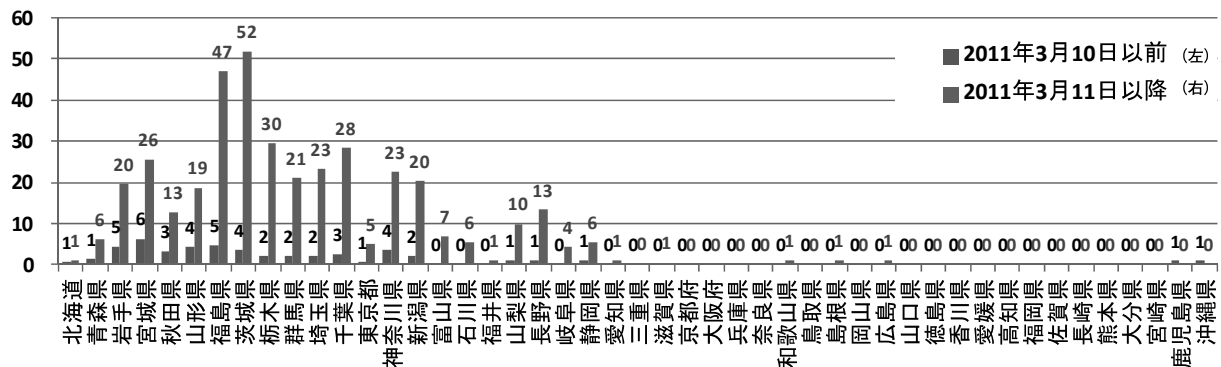


図3 都道府県別に見た緊急地震速報（警報）の平均発表数

3. 緊急地震速報（警報）の確からしさの分析

2011年3月11日以降の余震や誘発地震では、同時に発生した複数の地震を分離できない、停電や通信回線の途絶のため使用できる地震計の数が減少した等の理由から緊急地震速報の精度が低下した。気象庁の発表²⁾によれば、3月11日～4月28日に発表された70事例の警報のうち、44事例（63%）では発表地域の中で震度2以下の地域があり、17事例（24%）では発表地域の全てが震度2以下となり空

振りであった。また、最大震度5弱以上を観測した地震46回のうち、26事例（57%）に対しては緊急地震速報（警報）を発表できたものの、20事例（43%）では発表できずに見逃した。これらの課題の一部は、8月10日時点でのソフトウェアの改修により改善された³⁾というが、緊急地震速報への信頼感には影響を与えたと考えられる。

緊急地震速報への信頼感には、発表された地域における的中・空振り・見逃しの発生率による影響を受けていると推測される。よって、緊急地震速報と実際の観測震度を照合

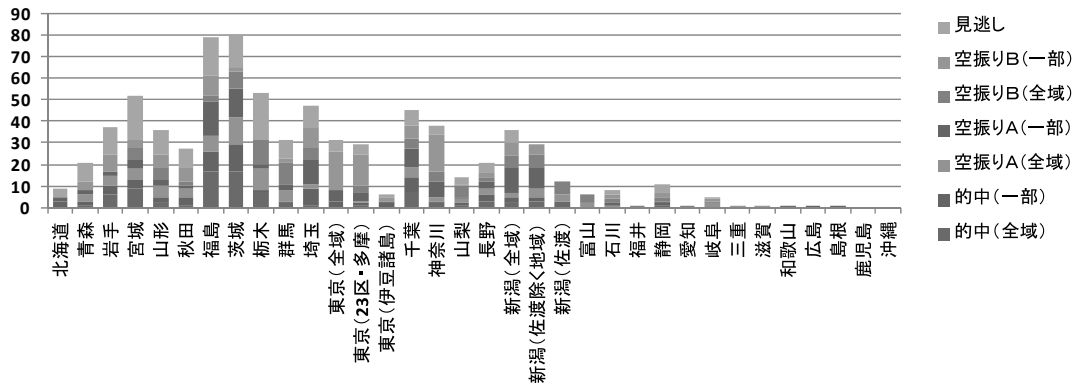


図4 2011年3月11日以降の緊急地震速報（警報）の的中・空振り・見逃し回数

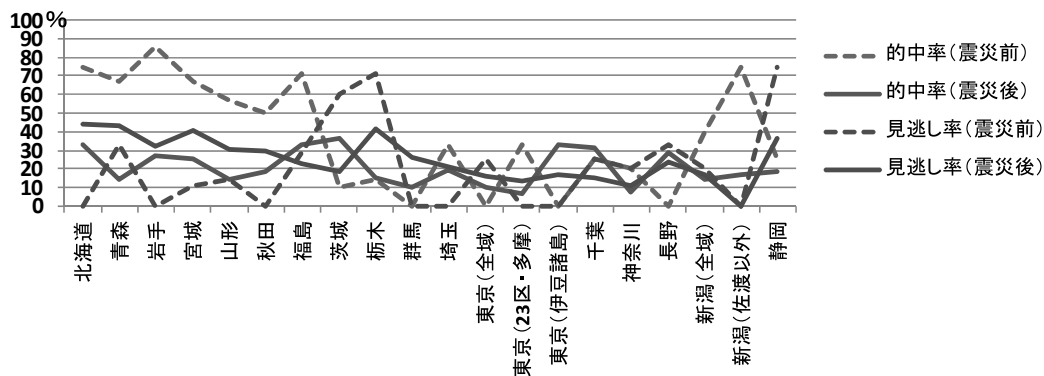


図5 2011年3月11日前後での的中率と見逃し率

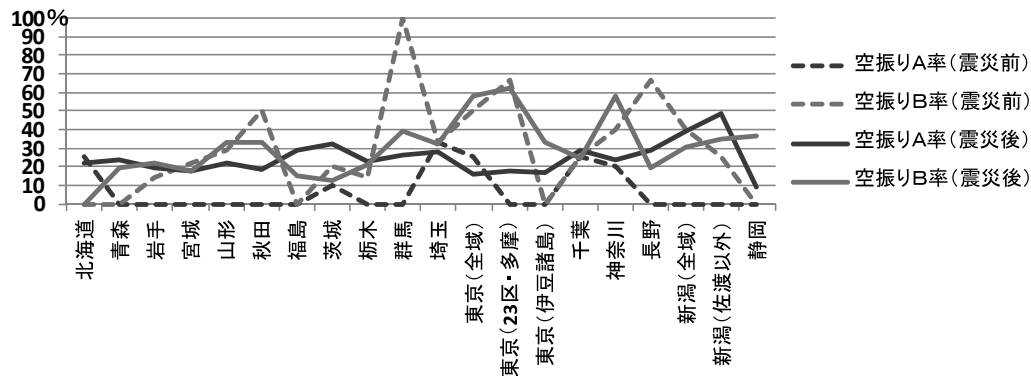


図6 2011年3月11日前後での空振り率

研 究 速 報

することにより、緊急地震速報の確からしさの地域傾向を分析した。実際の観測震度は、気象庁の震度データベース⁴⁾から緊急地震速報発表時の地震データを検索することにより把握した。

図4は、2011年の東日本大震災以降の緊急地震速報（警報）での的中・空振り・見逃しの回数を都道府県別に集計したものである。緊急地震速報（警報）は、予測震度が5弱以上と推定される地域がある場合に、予測震度が4以上の地域に発令される。よって、全国のいずれかの地域で震度5弱以上を観測した地震について、ある都道府県の全域に対して実際に緊急地震速報（警報）が発表されるとともに、この都道府県内で震度4以上の揺れを観測したものを「的中（全域）」と定義する。同様にして、ある都道府県の一部の地域に対して実際に発表されるとともに、震度4以上の揺れを観測したものを「的中（一部）」と定義する。また、ある都道府県の全域／一部に対して発表されたが、日本全国いずれの地域も揺れていないものを「空振りA（全域／一部）」とする。ある都道府県の全域／一部に対して発表されたが、この地域は震度4以上では揺れず、別の都道府県内で揺れたものは「空振りB（全域／一部）」とする。ある都道府県において震度4以上が観測されたものの、緊急地震速報（警報）が発表されなかったものは「見逃し」と定義する。的中回数が最も多かったのは茨城県であり、全域での的中が17回、一部地域での的中が12回であった。続いて福島県が全域での的中17回、一部での的中9回となり、多かった。全域または一部地域での空振りAおよび空振りBが最も多かったのも茨城県の36回であり、続いて福島県の35回となった。見逃しが最も多かったのが栃木県の22回であり、続いて宮城県の21回となった。

図5および図6は、2011年3月11日の東日本大震災前後での緊急地震速報（警報）での的中・空振り・見逃し率を算出したものである。震災前および後の緊急地震速報の発表数が1回だけの都道府県は除外した。また、伊豆諸島と佐渡島は、都県の他地域とは異なる傾向を示すため、図4～図6では別途表示した。的中率（全域および一部地域の

合計率）の平均値は、震災前は37.4%であったのに対し、震災後は20.6%に低下した。多くの地域で震災後の的中率が下がり、特に、岩手県、新潟県の佐渡以外の地域、青森県では的中率が50%以上下がった。一方、伊豆諸島、長野県、茨城県など、震災後の方が的中率が高くなった地域もあった。

見逃し率の平均値は、震災前後で20.9%から25.0%に増加した。特に、北海道、岩手県、秋田県、宮城県で著しく増加した。岩手県・宮城県での見逃しの増加は、沿岸での使用可能な地震計の減少による影響が大きかったためと推測される。空振りA率の平均値は6.9%から24.4%に増加し、空振りB率の平均値も29.8%から30.0%と微増した。空振りAが震災前後で著しく増えたのは、新潟県の佐渡以外の地域、福島県、長野県である。新潟県の佐渡以外の地域では、震災後の空振りA率も48.3%と最も高かった。空振りBが著しく増えたのは静岡県、東京都の伊豆諸島である。東京23区および多摩地方では、震災後の空振りB率が62.1%と最も高く、震災前にも高かった。これらの地域では、緊急地震速報への信頼感が減少した可能性があると推測される。

4. 緊急地震速報の発表数と受信経験率の分析

東京大学大学院総合防災情報研究センターは、災害情報に対する住民意識の把握を目的として、毎年12月に全国調査を行っている。調査方法はインターネットアンケート調査である。調査対象は20歳～69歳の男女であり、2010年、2011年の回答者はそれぞれ2000人、3000人である。各都道府県のサンプル数は、人口構成比により比例配分した。図7は、緊急地震速報を実際に受信したことがあるかを尋ねた結果である。全国での平均受信経験率は、2010年、2011年でそれぞれ27%、54.7%となり、東日本大震災の前後で大幅に増加した。2011年において最も受信率が高かったのは宮城県の95.7%であり、東北地方や関東甲信越地方では西日本に比べて受信経験率が高くなった。2010年から受信経験率が40%以上高まった都道府県が11あり、多

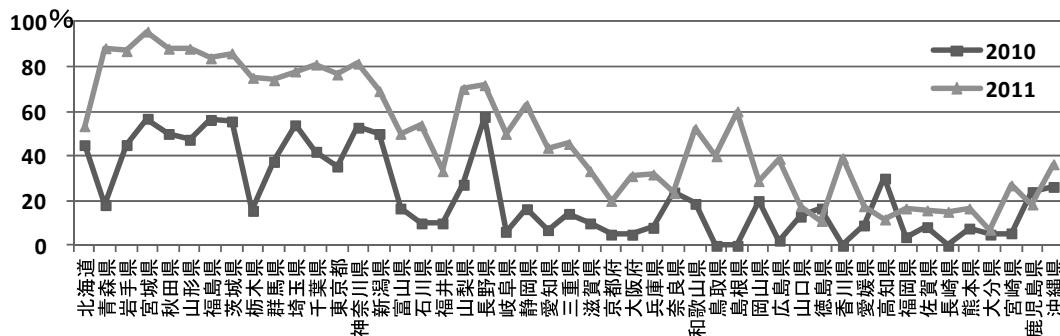


図7 2010年12月および2011年12月時点での緊急地震速報の受信経験率

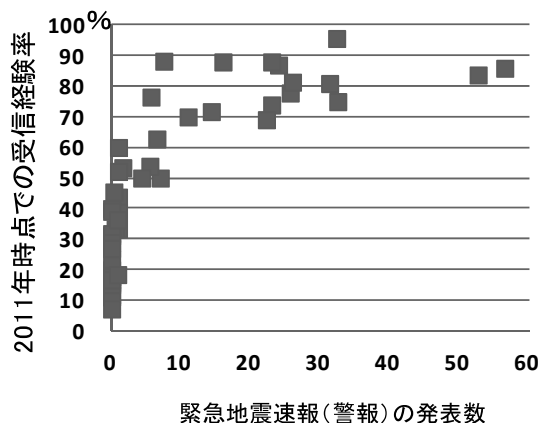


図8 緊急地震速報の発表数と受信経験率の関係

数の地域で受信経験者が増加した。

図8は、都道府県ごとの緊急地震速報（警報）の2012年3月末日までの平均発表数と、2011年の回答での受信経験率の関係をプロットしたものである。平均発表数が11以上の都道府県では、受信経験率が約7割を超えた。発表数が増えることで、受信経験率が飛躍的に高まったと言える。平均発表数が0または1の都道府県においては受信経験率が10～60%となり、回答がばらついた。

四国地方の徳島県・高知県・愛媛県、九州地方の福岡県・佐賀県・長崎県・大分県・熊本県では発表数がゼロであり、受信経験率も10%強と低かった。一方、中国地方や近畿地方では、発表数がゼロまたは1であるのに対し、受信経験率は20%から60%程度までばらついた。緊急地震速報（警報）はテレビやラジオ等により発表される。テレビでは全国放送が行われている場合には、ある地域に対して緊急地震速報が発表されていなくても、全国放送により他地域への緊急地震速報を目にすることができる。これらの

影響により、中国地方や近畿地方では実際に発表された回数が非常に少ないにも関わらず、受信経験率が高くなったと考えられる

5. お わ り に

本研究では、一般向けの緊急地震速報（警報）の全国における発表履歴を分析することにより、発表数などの地域傾向を分析した。この結果、東日本大震災以降、茨城県北部で60回の警報が発表されるなど、多数の警報が発表された地域がある一方で、一般向け発表開始以降に一回も発表されなかった地域も存在し、発表数には地域差があることがわかった。震災後の空振り・見逃し率も同様に地域差が見られた。また、全国意識調査の結果と発表履歴をあわせて分析することにより、平均発表数が11以上の都道府県では受信経験率が約7割を超え、受信経験率が飛躍的に高まったことがわかった。緊急地震速報の発表数が少なく、受信経験率が低い地域においては、緊急地震速報訓練や教材などにより、緊急地震速報への対応力の向上を図る必要性が高いと言える。

(2012年9月27日受理)

参 考 文 献

- 1) 気象庁：緊急地震速報のページ，
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/joho/joho.html>
- 2) 気象庁：報道発表資料「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震以降の緊急地震速報(警報)の発表状況について」，2011.4.28
- 3) 気象庁：報道発表資料「緊急地震速報の改善について」，2011.8.10.
- 4) 気象庁：震度データベース検索のページ，
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html

津波避難場所および津波避難ビルの減災効果に関する一考察

—宮城県南三陸町におけるケーススタディー—

A Study on Effect of Tsunami Evacuation Space and Buildings

— A Case Study in Minamisanriku Town, Miyagi Prefecture, Japan —

大 原 美 保*・牧之段 浩 平**・佐 原 孝 紀***

Miho OHARA, Kohei MAKINODAN and Takanori SAWARA

1. は じ め に

2011 年東日本大震災以降、全国で津波避難計画の見直しが進んでいる。国土交通省が沿岸等市区町村 610 団体に対して行った「津波避難ビル等に関する実態調査」¹⁾では、地方公共団体が自ら地域防災計画等において位置づけている津波避難ビル等は 2011 年 6 月 30 日時点で 1,876 棟であったのに対し、10 月 31 日時点では 3,986 棟になり、急速に増えた。本研究は、このような現状を踏まえて、GIS データに基づいて東日本大震災での津波避難場所・ビルの効果と課題を検証し、今後の津波避難場所・ビルの空間配置に関する示唆を得ることを目的とする。分析対象は、津波避難場所だけでなく津波避難ビルも指定していた宮城県南三陸町志津川地区とした。

2. 南三陸町での津波避難場所の指定状況と分析方法

東日本大震災による南三陸町での被害は、2012 年 3 月 13 日時点で死者 565 人、行方不明者 280 人、住家の全壊被害 3,142 棟、半壊被害 169 棟、一部損壊 1,214 棟である²⁾。平成 23 年 2 月 1 日時点での人口は 17,382 人、浸水範囲内の人口は 14,389 人であり³⁾、総人口の約 82.8%が浸水範囲内に居住し、3.25%が犠牲者となった。

南三陸町の津波ハザードマップ⁴⁾では、想定宮城県沖地震では地震後 34.5 分後に最高水位 6.7 m の津波が来襲すると予測されていた。これに対して、南三陸町志津川地区では、7ヶ所の津波避難場所と 4ヶ所の一次避難場所が指定されていた。表 1 にこれらの一覧を示す。一次避難場所は津波避難ビルに相当し、志津川公立病院、志津川漁協屋上、町営松原団地、プライダルパレス高野会館である。

本研究では震災後に現地調査を行い、津波避難場所・ビル等の被災状況の確認を行った。続いてこれらの建物を GIS 上にプロットし、ボロノイ分割により各避難場所・ビ

ルの勢力圏を設定するとともに、各勢力圏に含まれる建物からの避難場所・ビルへの避難距離を算出した。加えて、国土交通省による浸水深さの現地調査データ⁵⁾に基づいて各建物の浸水深さを算出することにより、津波避難場所・ビルの潜在的な減災効果を分析した。用いた人口・建物データは ESRI 社の詳細地図⁶⁾である。これらの結果から、津波避難場所・ビルの設置の際に注意すべき点について考察した。図 1 は、ボロノイ分割の例である。大きい丸印は高台などの避難先、小さな点は建物であり、メッシュは浸水範囲を示し浸水深さに応じて着色されている。

表 1 津波避難場所・一次避難場所の一覧

分類	名称
津波避難場所 (7ヶ所)	上の山都市緑地
	東山公園
	大森高台
	志津川小学校高台
	ボランティアセンター高台
	大久保高台
一次避難場所 (4ヶ所)	スポーツ交流村
	公立病院屋上
	志津川漁協屋上
	町営松原団地
	プライダルパレス高野会館



図 1 志津川地区のボロノイ分割

*東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター／東京大学生産技術研究所

**元東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士課程

***東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士課程

3. 津波避難場所・ビルの震災時の状況

震災後の 2011 年 4 月末、11 月末の 2 回に渡り、東北地方の被災地の被害調査を行い、南三陸町の津波避難場所・ビルの被害状況を調査した。以下に、表 1 に挙げた津波避難場所・ビルの状況について記す。

津波避難場所のうち、上の山都市緑地、東山公園、志津川小学校高台、大久保高台、スポーツ交流村では、現地調査からは大きな被害は見られず、津波避難場所として機能していたと考えられる。ボランティアセンター高台および大森高台には津波到達の痕跡があり、津波避難場所としては機能していなかったと考えられる。2011 年 11 月末の調査時点では、大久保高台には仮設住宅が建設されていた。

(1) 津波避難場所：ボランティアセンター高台

ボランティアセンター高台は、志津川地区廻館の南三陸ボランティアセンター周辺である。ボランティアセンターは、図 2 に示す通り平屋建ての建物であるが、現地調査からは約 2 m の浸水の痕跡が確認された。高台には更なる高台に続く階段があり、高台全体が浸水した際にこの階段を上り助かった被災者もいたと考えられるが、階段までのアクセスがわかりにくく、このために津波に流された被災者もいたのではないかと考えられた。



図 2 ボランティアセンター

(2) 津波避難場所：大森高台

現地調査の結果、大森高台においても浸水痕跡が確認され、高台にある住家も被災していた。大森高台に至る道路の上には案内標識があったものの、避難場所としてのオープンスペース位置がきちんと示されておらず、アクセスがわかりにくかった。

(3) 津波避難ビル：志津川公立病院屋上

志津川公立病院は、RC 5 階建ての西棟と RC 4 階建ての東棟からなり、西棟の屋外には螺旋階段も設置されていた。一次避難場所に指定されていたものの、建物 4 階まで津波が到達していた。東棟 4 階上には屋上があったが、屋上へ抜ける階段は 1 m 程度と狭く、避難時の混雑や寝たきり患者の搬送の困難が予想された。河北新報⁹⁾によれば、停電でエレベーターが停止する中、職員が患者を上層階に移動

したもののマンパワーの限界があり、東西棟の 3・4 階にいた入院患者 107 人のうち 72 人が死亡・行方不明となった。勤務していた看護師と看護助手計 3 人も亡くなった。近隣住人 120 人も避難していたという⁷⁾。



図 3 志津川公立病院東棟

(4) 津波避難ビル：志津川漁協屋上

志津川漁協は、図 4 の通り、志津川漁港に面して建てられた RC 2 階建て建物である。一次避難場所に指定されていたものの、屋上を超える津波を受け、壊滅的な構造被害を受けた。一次避難場所としては機能しなかったと考えられるが、ここでの犠牲者は報告されていない。



図 4 志津川漁協

(5) 津波避難ビル：町営松原団地

町営松原団地は、志津川漁協建物と同様に、漁港に面して建てられた RC 4 階建て建物である。既存建物を利用したのではなく、津波避難ビルを目的とした町営団地として建設されたため、階段が建物の両端・真ん中という 3 箇所に設置されているなど避難しやすい設計となっていた。建物 4 階の玄関前の廊下にも瓦礫が残っており、建物 4 階まで津波が到達したことがわかる。テレビ報道⁸⁾によれば、管理人が屋上への鍵を開け、松原住宅の居住者 23 人、近

所の住民 4 人、そして近くの公民館で部活動をしていた志津川高校の卓球部の生徒 17 人の、合わせて 44 人が屋上まで避難した。津波は屋上に避難した人々の腰下くらいまでに達し、屋上のフェンスに掴まって身を支えることで流されずに済んだという。



図 5 町営松原団地

(6) 津波避難ビル：ブライダルパレス高野会館

ブライダルパレス高野会館は、RC 4 階建ての結婚式場である。屋上に続く外階段もあり、施錠されていないため、誰でも利用可能な状況であった。マスコミ報道によれば、およそ 330 人が避難していたという。一次避難場所に指定されており、現地調査の結果、志津川地区にある既存の民間建物の中では最も避難ビルに適した建物であった。付近にあるサンポート、ハウス K.Y.3 号館などの民間建物も RC 3 階建て以上であるが、現地調査の結果、屋上まで津波が到達していた。



図 6 ブライダルパレス高野会館

4. 津波避難場所・ビルの空間配置に関する分析

4.1 津波避難場所の効果

南三陸町志津川地区において津波避難場所を母点としてボロノイ分割を行い、各避難場所の勢力圏を算出した。図 7 は避難場所までの避難距離を、図 8 は各勢力圏での建物の浸水深さを集計したものである。東山公園・志津川小学校高台・上の山都市緑地・大森高台へは約 8 割前後の建物から 400 m 程度で避難が可能である。特に、上の山都市緑

地周辺は、約 9 割の建物で浸水深さが 10 m 以上となり、避難場所の指定効果が高かった。ボランティアセンター高台周辺は、避難距離が 400m 以上の建物が約 6 割、1km 以上が約 1 割あり、避難場所としては遠い。大久保高台周辺も同様に、避難距離が 400m 以上の建物が約 8 割あった。これらの両地域では、約 6 割の建物で浸水深さが 6.6m 以上であり、移動が困難な高齢者等に多くの犠牲が生じた可能性が考えられる。

東日本大震災後、中央防災会議の「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」は、「津波到達時間が短い地域では概ね 5 分程度で避難が可能となるよう、避難場所・津波避難ビル等や避難路・避難階段を整備すべき」⁹⁾ との見解を示した。歩行速度を分速 80m と仮定すると、徒歩 5 分での避難距離は 400m となる。徒歩 5 分で避難できたのは全建物の 52.3% であり、特に、ボランティアセンター高台や大久保高台周辺では、更に近い避難先を確保しておく必要性が高かったと言える。

なお、前章で述べた通り、ボランティアセンター高台では約 2 m の浸水の痕跡があり、更に小高い場所へ避難した者が助かっていた。ここでは高台の高さが不十分だったという課題もあった。

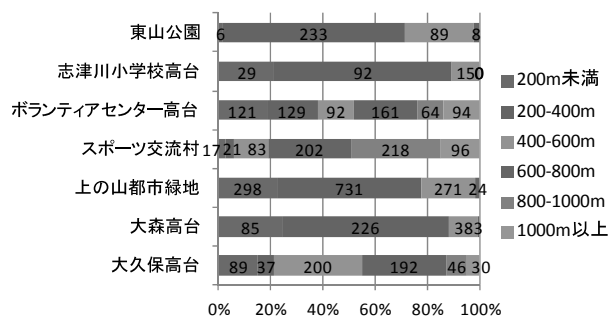


図 7 津波避難場所ごとの避難距離

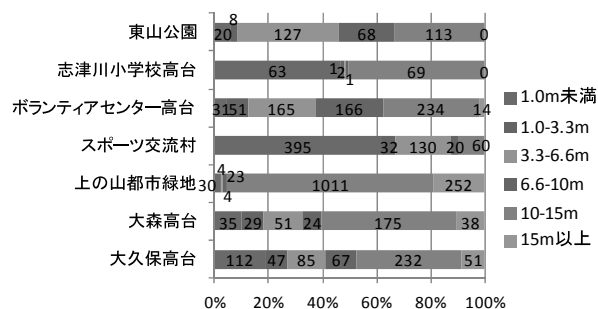


図 8 津波避難場所ごとの浸水深さ

4.2 津波避難ビルの効果

前章で考慮した 7 ケ所の津波避難場所に加えて、3 ケ所の津波避難ビル（一次避難場所）も母点として、再度ボロノイ分割を行い、各避難場所・ビルの勢力圏を算出した。なお、前章で述べた通り、志津川漁協は一次避難場所に指定

研 究 速 報

されていたものの、屋上を超える津波を受け、壊滅的な構造被害を受けたため、プロットからは除外した。図9は、横軸に津波避難場所のみの場合の避難距離を、縦軸に津波避難場所に加えて津波避難ビルも指定した場合の避難距離をとり、各建物の値をプロットしたものである。1:1直線上は、津波避難ビルを指定しても避難距離が減少しない建物群である。津波避難ビルの指定は、津波避難場所への距離が400-600mの地域での避難距離を減少させた。これらの地域はほぼ浸水深さ10m以上であり、津波避難ビル指定の効果は非常に高かったと言える。しかし、津波避難場所への避難距離が800m以上の地域では効果が見られなかった。

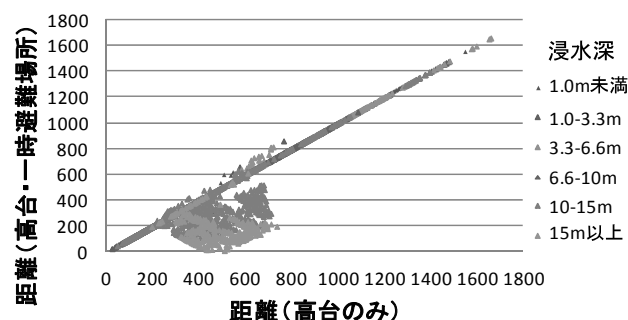


図9 津波避難ビル指定による避難距離の変化

4.3 その他の建物の効果

地域内には、津波避難ビルには指定されていなかったものの、高い建物がいくつか存在した。そこで、さらに、公共建物3ヵ所（志津川消防署宿舍・宮城県南三陸合同庁舎・南三陸警察署）、およびアパートなどの民間建物3ヵ所（サンポート・ハウスK.Y 3号館・オートプラザ志津川・マツダオートザム志津川）も避難先として追加した場合を考えた。これらは震災前には避難場所・ビルには指定されていないため、あくまで仮想的な検討である。

前章と同様にこれらも加えてボロノイ分割を行い、避難距離を比較したところ、図10の通りとなった。横軸は、高台と一時避難場所を考慮した場合の避難距離、縦軸は公共・民間建物も含めた場合の避難距離である。避難先の追加により、津波避難場所への避難距離が800m以上の地域

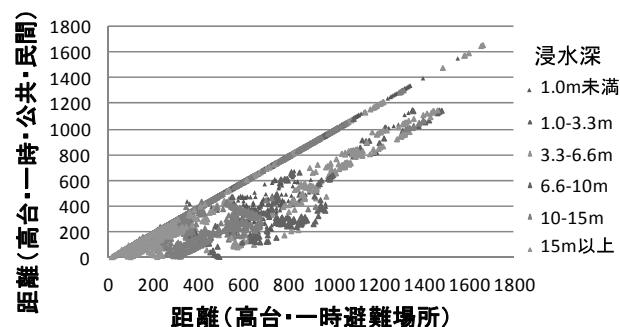


図10 その他の建物の活用時の避難距離の変化

でも、避難距離を減少させることができた。しかし、全建物のうち61.5%は避難距離が変わらず、そのうち51.6%は浸水10m以上の地域にある。既存の公共・民間建物は必ずしも最適な位置に存在するとは限らないため、既存建物の活用だけでは避難距離を大幅に短縮させるのは難しいことが明らかとなった。

5. お わ り に

本研究では、宮城県南三陸町志津川地区を対象として、東日本大震災での津波に対する津波避難場所・ビルの潜在的な効果を検証した。この結果、既存の津波避難場所への避難距離には地域差があった点、津波避難ビルは避難距離の減少には効果を発揮した点、さらに既存の公共・民間建物を活用したとしても減災効果には限界があった点が明らかとなった。

中央防災会議 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会⁹⁾が提言する「概ね5分程度での避難」を実現するためには、既存の公共・民間建物を利用した津波避難ビルの増強だけでなく、津波避難ビルになりうる公共建物の新規建設や、民間建物の誘致、高所移転などの土地利用転換が必要である。この際、新たな避難先の指定により、どのような想定浸水域のどの程度の避難距離の建物群（住民）に対して減災効果を発揮しうるかを十分に分析した上で、新たな津波避難施設計画を決定する必要があると考える。

謝 辞

本分析にあたっては、平成23年度夏学期全学自由研究ゼミナール 学部学生のための研究入門コースUROP (Undergraduate Research Opportunity Program) 受講生の榊原佑利君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

(2012年10月3日受理)

参 考 文 献

- 1) 国土交通省:「津波避難ビル等」に関する実態調査結果について、記者発表資料(平成23年12月27日), 2012年。
- 2) 消防庁災害対策本部:平成23年東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について, 第145報, 2012年3月13日。
- 3) 東日本大震災復興構想会議:復興への提言〜悲慘のなかの希望〜, 資料編, 第12回会議資料, 2011年。
- 4) 宮城県南三陸町:津波ハザードマップ。
- 5) 国土交通省・東京大学空間情報センター:復興支援調査アーカイブ, <http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>。
- 6) ESRI社:詳細地図 東北版, 2011。
- 7) 河北新報:動けぬ患者, 迫り来る水, 2011年6月7日朝刊, 2011年。
- 8) 例えば, テレビ朝日:ニュースステーション, 2012年。
- 9) 中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会:東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 2012年。

震災時の駅周辺における帰宅困難者対応の課題

－東京都内の駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会の活動に基づく考察－

Issues on response to travellers who have difficulty returning home in urban district near terminal stations during earthquake disaster

－ Based on of support corps, activities in Tokyo during the 2011 Great East Japan Earthquake －

大 原 美 保*

Miho OHARA

1. は じ め に

2011 年の東日本大震災は、首都圏における震災時の膨大な帰宅困難者に対応するには、行政だけでなく、地域や事業所が連携して対応にあたることの必要性を示唆した。首都圏のターミナル駅のうち、東京駅・有楽町駅、飯田橋駅、四ツ谷駅、秋葉原駅周辺では、2004 年から 2009 年にかけて千代田区による駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会が設立され、地域と事業所等が連携した帰宅困難者対応に向けた体制整備が行われてきた。震災後に東京都が発表した東京都防災対応指針¹⁾では、「多様な主体が防災力を高めるとともに、主体間の連帯を強化する」との目標が掲げられ、「地域の先進的取組の東京都防災隣組としての認定」、「帰宅困難者に関する条例の制定」などの方針が挙げられている。今後は更に、地域や事業所等が連携した防災の取組みが求められる。よって、本研究では、東日本大震災での駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会の活動に関するヒアリング調査を行い、地域や事業所と連携した帰宅困難者対応に関する課題を明らかにするとともに、今後期待される役割について考察した。

2. 駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会をめぐる動き

2.1 東日本大震災以前の状況

2006 年 3 月に発表された首都直下地震の被害想定²⁾では、東京湾北部地震が発生した場合に東京全体で約 391 万人、千代田区内で約 57 万人の帰宅困難者が発生すると予測され、ターミナル駅周辺には膨大な数の人々が滞留し、混乱が生じることが懸念されていた。これに対し、東京都は、新宿、渋谷、池袋、上野、品川、蒲田、北千住、八王子という 8 つのターミナル駅に、駅周辺事業者等による協議会を設置し、駅前滞留者対策訓練の開催を行ってきた。

一方、千代田区では、独自の対策により、帰宅困難者問題に取り組んできた。千代田区では、昼間人口約 85 万人に対して、夜間人口は約 3.6 万人と少なく、昼夜の差は 20 倍

を超えており、帰宅困難者対策への問題意識は特に高い。これらの帰宅困難者問題に対して、地域や事業所等の自助・協力による対策を推進することを目的として、千代田区では「駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会」の設置を進めてきた。平時には防災訓練等を通じて地域防災力の向上に取り組み、大地震時には、大量の帰宅困難者に対して、区と連携・協力して帰宅のための情報提供等の支援を行うこととされている。まず初めに、2004 年 1 月に東京駅・有楽町駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会が設置された後、2005 年 12 月に富士見・飯田橋駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会、2006 年 11 月に四ツ谷駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会、2009 年 4 月に秋葉原駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会が設置された。東京駅・有楽町駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会は、「東京駅周辺防災隣組」という別名も有する。各地域協力会の活動に対しては、千代田区から年間 100 万円の助成が行われている。会の活動はこの助成金により運営されており、地域の企業等が地域協力会に参加する際は、会費徴収などの金銭的負担はない。千代田区では、2003 年度から 2010 年度にかけて毎年 1 月 17 日に「帰宅困難者避難訓練」を実施しており、地域協力会はこれらの訓練に参加してきた。なお、2011 年 3 月の東日本大震災を契機に、千代田区は地域の多数の住民が同時に行う一斉防災訓練（シェイクアウト訓練）を中心として開催するように方針転換したが、地域協力会と連携した訓練も併せて行っている。

2.2 東日本大震災以降の状況

東日本大震災以降、帰宅困難者問題に関しては様々な動きが見られる。東京都はまず、震災後の 2012 年 8 月に、「東日本大震災における東京都の対応と教訓」³⁾をまとめ、これを踏まえて 11 月に東京都防災対応指針¹⁾を発表した。前述の通り、主体間の連携の強化が目標とされ、具体的な施策として、防災隣組の認定、帰宅困難者対策条例の制定、官民あがての一時待機施設の拡大、などの方針が掲げられている。防災隣組は、2012 年 3 月に第 1 回認定⁴⁾が行われ、千代田区内の 4 つの地域協力会を含む、全 31 団体が認定さ

*東京大学大学院情報学環／東京大学生産技術研究所

研 究 速 報

れた。東京都が8つのターミナル駅周辺に設置した協議会は、防災隣組には認定されていない。帰宅困難者対策条例⁵⁾は、2012年3月に制定され、2013年4月から施行の予定である。この条例には、事業者を対象とした一斉帰宅の抑制対応、3日分の備蓄、一時滞在施設の提供などの内容が含まれている。

また、2012年7月には都市再生特別措置法が改正され⁶⁾、都市再生安全確保計画制度が創設された。この制度では、都市再生緊急整備地域（全国63地域）での自治体・鉄道事業者・大規模ビル所有者等からなる協議会が、大規模地震に備えたハードとソフト両面での対策（退避経路、備蓄倉庫等、通信機器整備、避難訓練など）に関する安全確保計画を作成し、その事業に対する予算支援を受けることができる。

3. 各地の駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会の東日本大震災前までの状況

各地域協会事務局や周辺企業へのヒアリングを行い、東日本大震災前までの状況を調査した。各地域協会の状況については、以下に記す。

3.1 東京駅周辺での活動

東京駅周辺では、2002年10月に東京駅周辺・防災対策のあり方検討委員会⁷⁾において、地元企業が地区の防災活動に対応する必要性が指摘されたことをきっかけとして、防災隣組設立に向けた活動が開始された。その後、2004年1月に千代田区からの指定を受けて、東京駅・有楽町駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会（東京駅周辺防災隣組）が設立された。地域協会には、三菱地所をはじめとする東京駅・有楽町駅周辺の各社が参加し、事務局は丸ビル内に立地する都市防災研究所が担当している。

地域協会では、DCP（District ContinuityPlan）⁸⁾ というコンセプトの下、平常時からのパトロールなどの防災まちづくり活動と、防災訓練を通じた帰宅困難者の誘導や情報発信などの非常時のための活動という双方に力を入れている。平常時の活動としては、街区の案内板にQRコードを掲載し、パトロールや災害時に地域協会から発信される防災情報を閲覧できるシステムを導入した。また、災害時第二通信網の活用を提唱してきた。千代田区帰宅困難者避難訓練には、設立当初から参加しており、特に、外国人の帰宅困難者の誘導への訓練も開催してきた。

3.2 富士見・飯田橋駅周辺での活動

富士見・飯田橋駅周辺では、2005年12月に地域協力を設立した。会員は表1の通りである。様々な企業や団体が参画しているが、中心的な活動は、大型商業施設であるアイガーデン地区の建物内に立地する企業群が担っている。参加会員には交通機関が入っていない。事務局はこれらの

企業の一つである日建設計が担当し、参加会員による隔月での定期会合を行っている。設立後、2006年1月から千代田区帰宅困難者避難訓練を共催し、駅から支援場所への帰宅困難者の誘導訓練、徒歩での帰宅訓練、人命救助の訓練などを行ってきた。千代田区助成金は訓練開催に活用している他、地域協会としてのHPも開設している。また、地震時に行うべき行動を記した名刺サイズの携帯カード（サポートカード）を作成し、会員団体および地域に配布した。地域内の区政会館には防災行政無線が設置されている。

表1 富士見・飯田橋駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会の参加会員

分類	参加会員
組合等	飯田橋駅西口地区市街地再開発組合
企業（交通機関）	なし
企業（交通機関以外）	株式会社日建設計、株式会社大塚商会、株式会社角川グループホールディングス、KDDI株式会社、日本ホテル株式会社ホテルメトロポリタンエドモント、株式会社熊谷組 など
その他団体	麹町郵便局、公益財団法人特別区協議会（東京区政会館）、東京通信病院、学校法人法政大学、靖国神社
町内会等	千代田区富士見地区町会連合会

3.4 四ツ谷駅周辺での活動

四ツ谷駅周辺では、2006年11月に地域協力を設立した。会員は表1の通りであり、様々な企業や団体が参加しているが、交通機関の団体は参加していない。事務局は地区内に立地するランドブレイン株式会社が担当し、隔月での定期会合を開催している。2007年以降の帰宅困難者訓練では、帰宅困難者の誘導、災害時要援護者の搬送訓練、徒歩帰宅訓練などを実施した。参加会員であるホテルニューオータニには、区の防災備蓄品の倉庫が設置されており、地域協会が千代田区助成金を活用して購入したヘルメット等の備蓄品も、同倉庫の一部のスペースに保管されている。2007年には、富士見・飯田橋地区と同様に、地震時に行うべき行動を記した名刺サイズの携帯カード（サポートカード）を作成し、会員団体および訓練参加者に配布した。このカードは、日本語と英語の2タイプ作成した。

3.4 秋葉原周辺での活動

秋葉原周辺では、2009年4月に地域協力を設立した。会員は、表1の通りであり、隔月での定期会合を行っている。参加会員には交通機関各社も含まれる。事務局は、秋葉原駅構内に立地する秋葉原タウンマネジメント株式会社がやっている。千代田区助成金を活用して、発電機・テント等を備蓄しているが、地域協会としての食料等の備蓄はない。維持費用への懸念などから、2012年9月時点では

表 2 四ツ谷駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会の参加会員

分類	参加会員
組合等	なし
企業(交通機関)	なし
企業(交通機関以外)	ランドブレイン株式会社, 株式会社セブン & アイホールディングス, 飛鳥建設株式会社, 日本工営株式会社, 株式会社ニューオータニ, など
その他団体	財団法人東京消防協会スクワール麹町, 学校法人上智学院上智大学, 聖イグナチオ協会, 財団法人主婦会館, アイルランド大使館, など
町内会等	麹町出張所地区連合町会

地域協力会としての独自の HP は開設していない。

設立後, 2010 年 1 月および 2011 年 1 月帰宅困難者訓練避難訓練では, 秋葉原駅東側・西側広場周辺において, 帰宅困難者を駅構内からロータリーへ誘導したり, ロータリーに設営したテントで支援物資を渡すなどの訓練を行った。帰宅困難者役には, 地域協力会の参加企業の社員等が参加した。帰宅困難者に対する情報提供を目的として, 周辺案内地図を掲載した日本語と英語のパンフレットを作成し, 帰宅困難者避難訓練で配布していた。

表 3 秋葉原駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会の参加会員

分類	参加会員
組合等	秋葉原電気街振興会, 秋葉原駅前商店街振興組合, 秋葉原商店街振興組合, 秋葉原中央通商店街振興組合
企業(交通機関)	首都圏新都市鉄道(株), 東京地下鉄(株)上野駅務管区秋葉原地域, 東日本旅客鉄道(株)秋葉原駅
企業(交通機関以外)	秋葉原UDX総合管理事務所, (株)クロスフィールドマネジメント, ダイビル (株), 阪急阪神ビルマネジメント(株), 富士ソフト(株), ヤマギワ(株), NTT都市開発(株), など
町内会等	万世橋地区町会連合会, 秋葉原東部町会連合会

3.5 各地域協力会の共通点

各地域協力会に共通する点は, 毎月や隔月での定期会合, 年に一度の千代田区帰宅困難者避難訓練への協力, ヘルメットやテントなどの備蓄であった。地域協力会として参加会員企業・団体の災害時の活動に関する拘束力は持っておらず, 災害時の担当者の参集義務や, 災害時の活動に関する役割分担の事前の取り決めは見られなかった。参加会員の企業・団体は地域に散在しているため, 駅舎や駅施設の配置によっては, 会員の間には距離がある。また, 駅を挟んで他区になっている場合には, 他区内に立地する交通機関や企業などが参画していない, という問題点もあった。

千代田区の助成金を活用して地域協力会としての資機材の備蓄は行っているが, 保管場所確保の問題や場所が参加企業から遠く実際には使いづらい, などの課題も見られた。

4. 各地の駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会の地震当日とその後の状況

各地域協力会事務局や周辺企業へのヒアリングから把握できた地域協力会の 3 月 11 日の地震当日の動きとその後の状況について, 以下に記す。

4.1 東京駅周辺での活動

3 月 11 日当日は東京駅・有楽町駅周辺には多数の帰宅困難者が集まった。当日夜には, 東京駅前の丸の内ビルディング(以下, 丸ビル)に約 500 人, 新丸の内ビルディングに約 500 人, 東京国際フォーラムに約 4000 人が滞在した。有楽町駅にて駅係員が国際フォーラムに誘導したことから, とりわけ多数の帰宅困難者が滞留することとなった。丸ビル地下には千代田区防災倉庫が設置されている。当日は, 防災行政無線により千代田区の詳細を得た上で, 地域協力会関係者が, 丸ビル地下の滞留者に対して備蓄品のカーペット約 700 枚を配布した。一部は新丸ビル滞留者にも配布された。営業を停止した飲食店が自主的にスープ等を配布するなどの活動は見られたが, 震度が 6 弱未満であったため, 食料の配布やマンホールトイレの組み立てなどの活動は行わなかった。

4.2 富士見・飯田橋駅周辺での活動

3 月 11 日の地震直後, 飯田橋駅周辺では著しい混雑は見られなかった。著しい混乱はなかったため, 地域協力会としての活動は行わず, 参加会員ごとに対応していた。東京メトロ飯田橋駅では帰宅困難者用に通路に段ボールを敷くなどの対応を行った他, 地域内のホテルエドモントが 1 階の開放を行った。会員の企業各社は, 平常時から社員数 3 日分を目標に備蓄を行っており, 地震当日はこれらを活用した。ホテルエドモントでは, 震災後, 利用客の避難方法の見直しを行った。落下物の危険性を考慮し, 建物外ではなく建物内に避難するための防災訓練や, 防災センターやフロント同士の情報連携を行うための防災訓練を開始した。

4.3 四ツ谷駅周辺での活動

3 月 11 日の地震直後は, オフィスビルから屋外に避難した人々で, 駅周辺の道路は大混雑していた。ホテルニューオータニでは帰宅困難者を受け入れ, 自前で備蓄していた食料や水などの提供を行った。地域協力会としての参集や支援活動は行っていない。しかし, 地域協力会の会員同士がメールにより情報交換を行うことはできた。震災後は, 地域協力会としてのトランシーバーを 5 台購入し, 災害時の情報連携を強化したいと考えている。四ツ谷駅周辺では,

研 究 速 報

会員企業が地域に散在しているため、地域の状況把握が難しかった。しかし、参加会員が自分の周辺の状況を報告しあうことで、地域の状況把握につながるのではないかといい期待は感じられた。参加会員の間では、HP の掲示版を介した情報交換を行いたいとの意見も挙がっている。

4.4 秋葉原周辺での状況

3 月 11 日の地震直後、秋葉原駅は駅通路のシャッターを下ろして閉鎖したため、駅周辺には多数の帰宅困難者があふれた。特に、各ビルが閉鎖する中、駅前にある複合ビルの UDX にはレストラン等があり平常時から閉鎖時間が遅かったため、多数の帰宅困難者が集まった。結果的に、終夜の施設開放を行うこととし、約 500 人の帰宅困難者を収容した。特に、ツイッターで UDX が施設開放しているという口コミが広まってからは、より多数の人たちが集まったという。なお、JR の対応にはマスコミ批判が大きく、震災後に秋葉原駅では、今後の大地震時には中央改札口を開放し、一部の駅通路を帰宅困難者滞留スペースとして提供しよう方針転換している。

地域協会の事務局である秋葉原タウンマネジメント株式会社には 4 人の社員が常駐するが、直後は地域協会参加会員が集まらず、平素の帰宅困難者避難訓練で行っていたテントの設営などの対応は人手不足のためにできなかった。しかし、当日夕方以降に集まった会員 7 名と事務局職員で、事前に印刷していた周辺案内地図を 2000 部配布した。地震後は電話の不通や駅通路の封鎖のため、駅の反対側の状況把握が難しく、会員間での情報交換は全くできなかった。事務局は JR 秋葉原駅構内にあるものの、JR 駅職員に鉄道の運行状況を聞きに行く余裕もなく、帰宅困難者に対して鉄道の運行状況を知らせることはできなかった。

これらの状況を踏まえ、震災後に地域協会では、会員間での連絡のためのトランシーバー 8 台の購入を購入した。また、地震時に周辺案内地図には、駅周辺しか表示していなかったが、千葉県・埼玉県などに向かう帰宅困難者も多かったことから、より広域まで含んだ地図を作成した。今回の教訓から、印刷した地図を配布しても、その人にしか役立たず、さらに何枚印刷しておくべきかという見通しも立たないため、B 2 程度の大きさにして町角などに掲示することを検討している。また、今回は鉄道情報を周知することができなかったため、鉄道の運行状況を記入して各ビルに掲示できる用紙の作成を検討している。

5. 今後の地域協会の役割に関する考察

本研究では、東日本大震災での駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会の活動に関するヒアリング調査を行い、地域や事業所と連携した帰宅困難者対応に関する課題を検討した。ヒアリングの結果、各地域協会ともに、震災前から会員に対する参集義務や役割分担は課していなかったが、

地震当日は各会員が自らの活動にせいっぱいとなってしまったため、地域協会への参集や人員提供が困難であったことがわかった。また、電話が不通になったため、相互の情報連絡や、帰宅困難者への情報提供などの活動も難しかった。これらに関して、震災後に通信手段を確保するなどの対応が行われているが、各会員から何の情報をもらい、地域協会から各会員や帰宅困難者に対して何の情報を提供するか、という点はまだ十分に体制が整備されていない。特に、交通機関と地域協会の間での情報連携は強化する必要がある。帰宅困難者は目の前の駅だけではなく、自らの帰宅先方面の広域の情報を必要としているため、駅周辺だけでなく、どのようにして広域の情報を提供できるか、も課題である。

地域協会では、会員に対する役割分担は課していないが、駅周辺には会員企業・団体が散在しており、一か所での活動はそもそも難しい。よって、地域をいくつかのブロックに分けて、周辺の会員企業・団体がブロックを担当して支援活動にあたるなどの分業は必要であると考えられた。ヒアリングでは、一部の企業や企業内の担当者に大きな負荷がかかっているという印象を受けたため、これらの分業により、会員間の負荷を平均化することも重要である。また、地域協会の会員には、町会連合会などの住民組織も含まれているが、今回は地域住民と協同した活動は見られなかった。様々な会員団体でどのような連携が可能であるかは、さらに検討の余地があると考ええる。

本調査を踏まえて、今後の引き続き、地域と事業所が連携した災害時対応の検討を進める予定である。

謝 辞

本研究では、東京駅・有楽町駅、富士見・飯田橋駅、四ツ谷駅、秋葉原駅の駅周辺地区帰宅困難者対策地域協会事務局や会員団体の皆様に、ヒアリング調査へのご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

(2012 年 10 月 11 日受理)

参 考 文 献

- 1) 東京都：東京都防災対応指針, 2012.
- 2) 東京都：首都直下地震による東京の被害想定, 2006.
- 3) 東京都：東日本大震災における東京都の対応と教訓, 2012.
- 4) 東京都総務局：「東京防災隣組」第一回認定団体の決定及び平成 24 年度地域防災力向上モデル地区の指定について, 2012.
- 5) 東京都：帰宅困難者対策条例, 東京都広報 2012 年 3 月増刊 12 号, 2012.
- 6) 国土交通省：報道発表資料「都市再生特別措置法の一部を改正する法律案について」, 2012 年 2 月 7 日版, 2012.
- 7) 東京駅周辺・防災対策のあり方検討委員会：大丸有地区防災の基礎的考え方 帰宅困難者と企業セキュリティ, 2002.
- 8) 東京都 DCP 構想モデル地区検討委員会：DCP(District Continuity Plan)の時代 ～移動市民のための防災論～, 2008.

東日本大震災における自治体の建物被害認定調査の実施状況に関する考察

Study on Implementation of Building Damage Assessment of Local Governments
after The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

藤 生 慎*, 沼 田 宗 純**, 大 原 美 保***, 目 黒 公 郎***
Makoto FUJII, Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北地方を中心として、莫大な数の建物被害が生じた。岩手県、宮城県、福島県の沿岸部では莫大な数の津波による全壊被害が生じた。一方、内陸部では、莫大な数の地震動による建物被害が生じた。今回の地震での建物被害認定では、特例的に被害エリアを津波被害エリア、津波・地震動被害エリア、地震動被害エリアの 3 つに分けて判定を行った¹⁾。津波被害エリアは、航空写真判定と浸水エリアを用いた比較検討により一括全壊判定が行われた。津波と地震動被害エリアは、浸水深と多少の被害程度を考慮して被害認定が実施された。地震動エリアは、内閣府の指針に基づき、建物被害認定作業が従来通り実施された。しかし、今回の地震では、被害エリアが広がったことにより、建物被害認定作業の対象となる建物数も莫大になり、調査の実施は困難を極めた。その結果、今回の地震では、調査方法に特例措置を設けて調査を実施することになった。これは、建物被害認定のみならず、地震保険の損害査定でも特例的な方法を採用し、判定を実施することとなった²⁾。東北地方太平洋沖地震では、全壊・半壊は、東北地方を中心として数百棟から数千棟単位で発生し、一部損壊についても、東日本の太平洋側の広範囲に渡り各都県とも数万棟単位で発生している。

このように、東北地方太平洋沖地震で被害を受けた住家に対する建物被害認定は、莫大な数への対応、広域的な対応、長期的な調査期間、応援職員による調査、被害形式の混在、国の建物被害への対応方針の変更など複雑な条件下で実施された。そのため、各市町村とも建物被害認定調査の実施に大きな影響が出たものと推察できる。また、被災した住民の生活再建には、建物被害認定を通じて発行される罹災証明書が用いられる。今回の地震のように、大規模

かつ広域的な災害である場合には、生活再建が大幅に遅れる可能性と被災程度に市町村間でばらつきが生まれ、受けられる支援の内容にばらつきが生まれる。

建物被害認定に関する同様の問題点は、村尾ら³⁾の研究でも指摘されており、1995 年に発生した兵庫県南部地震において、応援職員の不足や判定精度に不公平感を感じる住民への対応が課題として挙げられている。また、2004 年に発生した新潟県中越地震を対象とした既往研究には、重川ら⁴⁾、堀江ら⁵⁾、吉富ら⁶⁾が挙げられる。重川ら⁴⁾は、調査方法や判定基準が明確に定められていないことや調査員の数や質に問題があることを指摘している。また、堀江ら⁵⁾は、自治体により異なった被害認定方法であったため研修が難しいことを指摘している。さらに、2007 年に発生した新潟県中越沖地震を対象とした既往研究には、田中⁷⁾の研究があり、継続的な調査員の確保の問題や、建築士の視点と内閣府の指針の相違が問題点として挙げられている。建物被害認定作業は、これまでに発生したいくつかの地震で運用指針に基づいて行われているが、これまでに様々な問題点が指摘されている^{3), 4), 5), 6), 7)}。そこで、本研究では、東北地方太平洋沖地震で実施された建物被害認定調査の調査方法や調査期間などについてアンケート調査を通じて明らかにし、その特徴を明らかにし、今後、発生が想定されている大規模地震災害時の建物被害認定の実施方法への示唆を与えることを目的とした。

2. 建物被害認定調査方法に関する分析

(1) アンケート調査概要

本研究では、内閣府の定める特定被災区域⁹⁾(222 市町村)つまり、災害救助法の適用市町村(帰宅困難者対応を除く)又は、被災者生活再建支援法の適用市町村(全壊世帯数が 0 のものを除く)である地域を対象として東北地方太平洋沖地震時の建物被害認定の実施内容についてアンケート調査を実施した。調査実施期間は、2012 年 3 月 1 日から 3 月 20 日である。調査方法は、特定被災区域に指定されている市町村に対して FAX で依頼状・質問状を送付し、FAX で

*東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻

**東京大学生産技術研究所

***東京大学大学院情報学環/生産技術研究所

研 究 速 報

回収する方式とした。調査内容（表1）は、建物被害認定調査の基礎的情報として、判定結果の種類・原因・調査の実施期間などを質問項目とした。建物被害認定調査の進捗に関する情報として、支援職員の有無・市町村数・調査実施体制などを質問項目とした。建物被害認定調査の方法・手法に関する情報として、調査の実施方法（1次判定、2次判定、再調査の実施の有無など）・調査結果の保管方法・利用データ（課税台帳・建物現況図・住宅地図）の有無などを質問項目とした。さらに、建物被害認定調査のトレーニングに関する情報として、事前トレーニングの実施状況、トレーニング内容などを質問項目とした。

(2) 建物被害認定調査の実施日程に関する分析

東北地方太平洋沖地震で被災した建物に対して自治体による建物被害認定調査が実施されている。その調査実施日程は、津波浸水エリアの有無や地震動による建物被害の多寡により大きく影響を受ける。ここでは、建物被害認定調査の実施日程について考察する。図1に津波浸水面積割合と被害程度別の建物被害発生棟数、建物被害認定調査期間を示す。なお、建物被害認定調査の開始日は定義することが可能であるが、終了日は一部損壊などを対象とした調査が継続されるため定義できないためグラデーションで示した。ほとんどの市町村で、3月中に調査を開始していることがわかる。津波による大規模な被害を受けた南三陸町、女川町、塩竈市などでは、開始が若干遅れている傾向があることがわかる。

(3) 建物被害認定調査の実施方法に関する分析

東北地方太平洋沖地震では、被害が広範囲かつ大規模であるため、内閣府の指針に則った調査を行うことは難しい場合が考えられる。そこで、東北地方太平洋沖地震で実施されていた建物被害認定の実施方法を明らかにする。建物被害認定には、1次調査、2次調査、再調査の3つの調査ステップがある。それぞれのステップの東北地方太平洋沖地震での運用状況を図2、図3に示す。図2は1次調査と2次調査の運用状況を示している。被災した自治体では、半数以上が1次調査と2次調査を同時に実施していた。この原因は、地震動による住家の被害は、1次判定の判定項目である外観・傾き・屋根・壁・基礎には表れにくく、住家内部に現れるため、被災住家の持ち主は、内部調査を望み自治体もそれらの事情を考慮し2次調査も同時に実施したと推察される。また、1次調査と2次調査を分けて実施するよりも、同時に実施した方が、自治体にとって複数調査を実施することによる時間的損失を削減できる理由も考えられる。一方、1次調査の本来の意義である、スクリーニング的な調査が実施されていないことも明らかとなったが、現在の1次調査の仕組みでは、スクリーニングという意味合いよりも本調査の実施という意味合いが強いため、

表1 質問内容

調査項目	調査内容
建物被害認定調査の基礎的情報	建物被害認定結果の種類、建物被害の原因、調査実施期間、調査ステップの進展による判定結果の変更、罹災証明書発行枚数
建物被害認定調査の進捗に関する情報	支援職員の有無・市町村数・調査実施体制・延べ支援職員数、支援職員の交代頻度
建物被害認定調査の方法・手法に関する情報	各判定の実施の有無（1次・2次・再調査）、調査実施項目、調査結果の保管状況、調査に使用したデータ（建物現況図、課税台帳、住宅地図）
建物被害認定調査のトレーニングに関する情報	調査前トレーニング実施の有無・内容、支援職員へのトレーニング内容、地震前のトレーニングの有無・内容、支援の種類

都道府県	市町村名	津波浸水 面積割合	被害の発生数(棟)				調査期間		
			全壊	大規模 半壊	半壊	一部損壊	3月	4月	それ以降
青森県	おいらせ町	1%	22	14	32	73	3/16		
	八戸市	3%	600	407	1014	711	3/16	3/22	
	三沢市	5%	97	18	29	19	3/16	4/7	
岩手県	岩泉町	-	177	10	13	8	3/16		
	釜石市	2%	3395	546	441	1035	3/21		
	紫波町	-	1	0	0	124	3/16		
	住田町	-	0	0	0	15			3/30～2012/3/9
	滝沢村	-	1	5	7	195	3/31		
	田野畑村	1%	225	22	23	11	3/16～4/10		
	遠野市	-	2	4	17	808	3/23		
	二戸市	-	3	0	0	22	3/14		
	野田村	2%	311	136	32	35	3/23		
	八幡平市	-	0	0	1	24			3/27
	花巻市	-	43	25	61	892	3/11		
	洋野町	1%	81	21	38	48	3/16		
	菅代村	1%	91	6	2	0	3/12～28		
	山田町	2%	2762	202	203	200	3/19～30	4/1～20	
	陸前高田市	6%	57	10	24	4709	3/22～7/25	4/18	
	金ヶ崎町	-	1	1	1	198	3/12～7/30		
	矢巾町	-	0	0	0	119	3/18		

■ 1次調査 ■ 2次調査

図1 建物被害認定の実施期間（一部抜粋）

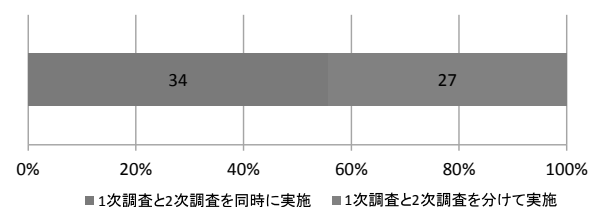


図2 調査方法

2次調査を同時に実施された可能性も高い。図3に示す調査方法と被災棟数の関係から、1次判定と2次判定を同時に実施している自治体は、被災棟数が調査を別々に実施している自治体と比べて多いことがわかる。これは、調査棟

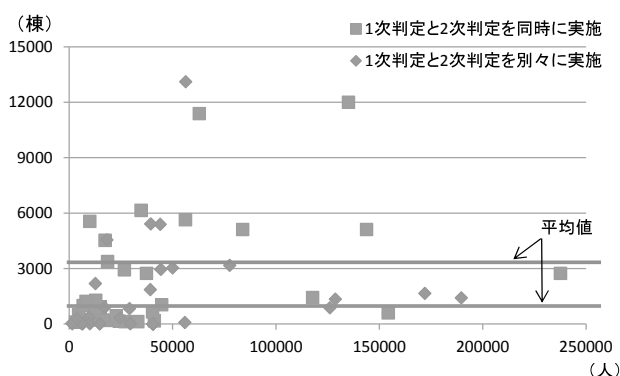


図3 人口規模と判定棟数の関係

数が多いために、効率的に調査を実施しようとしていることと推察できる。一方、被災住家棟数が少ない場合には、1次判定と2次判定を別々に実施していることが明らかになった。この原因は、調査の効率性が原因と推察することができる。

(4) 建物被害認定調査の実施手法に関する分析

建物被害認定調査実施時には、調査時に使用する必要がある建物現況図、住宅地図、課税台帳の使用状況について集計した結果、建物現況図は約60%が使用し、住宅地図は約85%が使用し、課税台帳は、約70%が利用していることが明らかとなった。これらの情報は、建物被害認定調査を実施する際には、いずれの自治体でも必須の情報であると推察される。また、デジタルデータの使用状況は、住宅地図、建物現況図ともに、デジタルデータでの使用率が低い。一方、課税台帳は、日頃から課税の際の基礎データとして用いられていることからデジタルデータで整備されており、建物被害認定調査でもデジタルデータを活用することが可能であったと考えられる。

(5) 建物被害認定調査の実施時の応援体制に関する分析

東北地方太平洋沖地震では、建物被害認定を実施する際に、小規模な自治体では被災地外からの支援を受け建物被害認定調査を実施する必要がある。図4に支援を受けた自治体と認定調査棟数の関係を示す。その結果、被害が特に甚大な被害が発生し、莫大な数の調査棟数である仙台市では、88の自治体から支援を受けていることが明らかとなった。一方、いわき市、気仙沼市、塩釜市、女川町などでは、判定棟数も多いが、支援は10以下自治体から受けていることが明らかとなった。なお、仙台市では2011年3月31日現在も建物被害認定調査の2次調査を実施している。また、判定棟数だけで支援の数が決まっているわけではないことも明らかとなった。気仙沼市、塩釜市、女川町などと同様の判定棟数の自治体は多数存在するが、これらの自治体は支援を受けていない。地震動や津波による被害の程度の多寡によっても支援を求めるか否かが決定されている可能性がある。

(6) 建物被害認定調査のトレーニングに関する分析

建物被害認定調査を実施する際に、事前のトレーニングは、その判定結果に大きな影響を及ぼす。これらについては、既往研究^{4), 5), 7)}でも指摘されているように、住民の判定結果への信頼度や結果の精度に大きな影響を及ぼすことになる。したがって、日頃からのトレーニングや調査実施前の本格的なトレーニングが望まれる。しかし、それらの実施は十分でないことがこれまでの地震災害での建物被害認定作業で指摘されている。東北地方太平洋沖地震でのトレーニングの実施状況について図5、図6、図7に示す。

図5は、地震発生前の日常的な建物被害認定調査トレーニングの実施状況を示す。本研究で分析対象とした被災自治体では90%以上が日常的に建物被害認定トレーニングを実施していないことが明らかとなった。このことから、地震後に調査を開始する前にマニュアル（内閣府の運用指針）の参照や講師による講義を受けた後に調査を実施している実態が明らかとなった（図6）。

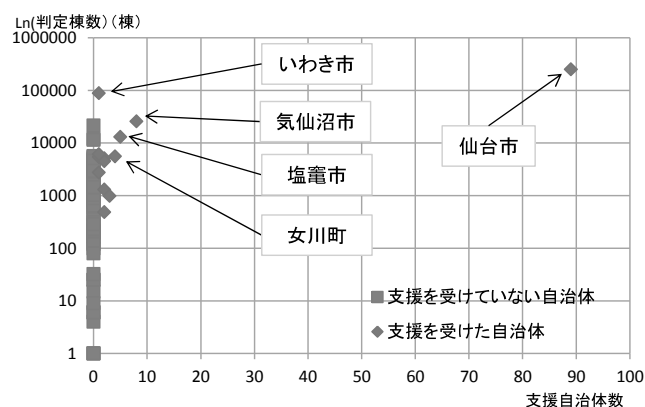


図4 支援自治体数と判定棟数の関係

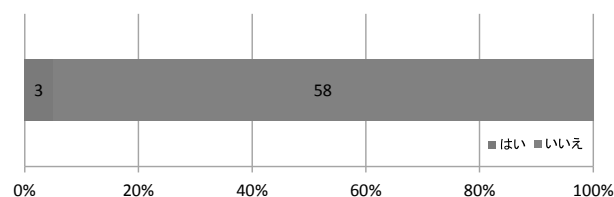


図5 地震前の建物被害認定トレーニングの実施状況

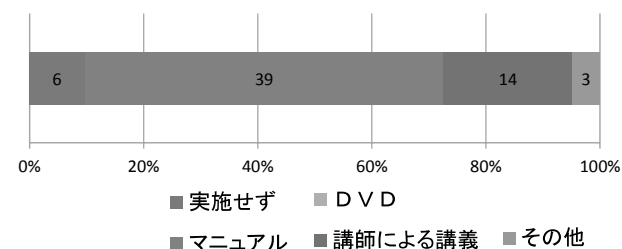


図6 調査前の建物被害認定トレーニングの実施状況

研 究 速 報

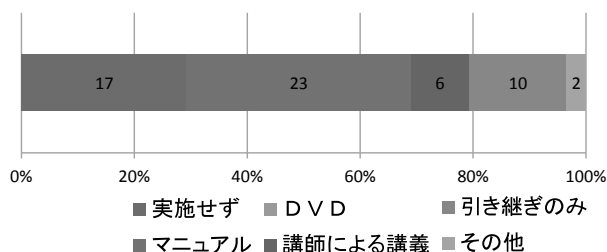


図7 調査要員交代時のトレーニングの実施状況

(7) 東北地方太平洋沖地震における建物被害認定の特例措置に関する分析

本節では、建物被害認定における特例措置について整理する。東北地方太平洋沖地震による津波・地震動被害はその範囲が広く、被害が甚大であることから内閣府や国土交通省による各種の東北地方太平洋沖地震における特例措置が取られた。表2には地震前後の調査内容の比較を示す。すべての項目で地震前の運用とは異なる新たな措置が取られた。さらに、高速道路無料化キャンペーンは東北地方太平洋沖地震ではじめて実施された施策である。この結果、被災自治体の調査現場では、何度も調査を繰り返すことや住民からの問い合わせに応じる必要が生じ建物被害認定作業や罹災証明書の発行に大きな影響が生じたとの回答を複

数の自治体から得ている。また、高速道路無料化キャンペーンの実施により、一部損壊の判定を求める住民からの調査依頼が殺到し本来調査すべき被災住家への対応が遅れるなどの問題も発生したとの回答を複数の自治体から得ている。

3. ま と め

本研究では、東北地方太平洋沖地震で被災し内閣府により特定被災地域に指定された市町村を対象として建物被害認定調査の実施状況をアンケート調査により把握した。その結果、1次判定と2次判定を同時に実施している自治体は、被災棟数が調査を別々に実施している自治体と比べて多いことが明らかとなった。これは、調査棟数が多いために、効率的に調査を実施しようとしていることと推察できる。一方、被災住家棟数が少ない場合には、1次判定と2次判定を別々に実施していることが明らかになった。この原因は、調査の効率性が原因と推察することができる。また、1次判定と2次判定を別々に実施した場合には、調査に長期間を要する一方、1次判定と2次判定を別々に実施した場合には、調査期間が短い場合と、同程度の場合の2パターンが存在することが明らかとなった。この原因は、一部損壊や半壊などが想定される住家の持ち主からの建物

表2 東北地方太平洋沖地震前後の建物被害認定に関わる特例措置

調査項目	実施日	地震前	地震後
外観	2011年3月31日 策定（内閣府） 2011年4月12日 改定（内閣府）	運用指針の通り	住家被害認定調査損害割合イメージ図を用いて被災した住家の屋根・壁・基礎の外観目視調査を行い、住家の損害割合を算定し被害の程度を判定。
傾斜			
部位（屋根）			
部位（壁）			
部位（基礎）			
液状化への対応		運用指針の通り	以下の、2点を追加して判定を実施。 ①傾斜による判定の追加（不同沈下の場合） 1/80～1/20の傾斜：大規模半壊 1/100～1/60の傾斜：半壊 ②基礎等の潜り込みによる判定の追加 潜り込み量1mまで：全壊 潜り込み量が床まで：大規模半壊 潜り込み量基礎の天端下25cmまで：半壊 *全壊判定については従来通り。
津波への対応		なし	以下の①、②、③のプロセスで判定を実施。 ①航空写真または衛星写真を活用して、対象住家が津波により流出したかどうか確認。 ②流出した住家については「全壊」と判定。 ③流出しなかった住家については、「住家被害認定調査票 津波」に基づいて外観目視調査のみで全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊の被害程度の判定する。
一部損壊への対応	2011年6月20日 （月）から 1年間	なし	高速道路無料化キャンペーンの実施。 （罹災証明書の提示により東北地方を発着とする全車種を対象として無料開放を行った）。

被害認定調査への依頼が長期間に渡り存在することが原因であると推察された。

建物被害認定のトレーニングに関する分析からは、地震前の日常的なトレーニング、調査前の事前トレーニング、交代要員へのトレーニングのすべてにおいてほとんどの自治体で十分なトレーニングが行われていないことが明らかとなった。特に、調査前と交代要員へのトレーニングは、ほとんどの自治体で応急的にマニュアルを読むなどにより対応されていたことが明らかとなった。この結果、既往研究でも指摘されているような問題が生じていた可能性が考えられる。東北地方太平洋沖地震で取られた特例措置は、調査の迅速さと調査に従事する人材に煩雑な判定を大量に実施させないように工夫することを目的として実施された可能性が高いが、実施開始時期が発災後3週間であることや、約1か月後に改定されるなどして、すでに建物被害認定調査を開始している自治体場を混乱させた感は否めない。このことは、複数の自治体からも調査方針の一貫性が欠けていたと回答を得ている。東北地方太平洋沖地震における建物被害認定調査は、今後発生が大規模な被害が想定されている、首都直下地震、東海地震、東南海地震、南海地震に向けて解決すべき多くの課題を突き付けたと言える。今後は、調査のあり方、事前のトレーニング、罹災証明書の取り扱いはもちろんのこと、想定される被害を予測した建物被害認定調査手法を予め構築し、発災後に被災者への支援

に滞りが生じないように工夫することが求められる。

(2012年6月7日受理)

参 考 文 献

- 1) 内閣府 防災情報 HP 平成23年東北地方太平洋沖地震に係る住家被害認定の調査方法(平成23年3月31日策定,平成23年4月12日改定)
- 2) 社団法人日本損害保険協会 HP
- 3) 村尾修,山崎文雄:兵庫県南部地震における建物被害の自治体による調査法の比較検討,日本建築学会計画系論文集,第515号,pp.187-194,1999.
- 4) 重川希志依,田中聡,堀江啓,林春男:新潟県中越地震における建物被害認定調査の現状と課題,地域安全学会論文集(7),pp.133-140,2005.
- 5) 堀江啓,重川希志依,牧紀男,田中聡,林春男:新潟県中越地震における被害認定調査・訓練システムの実践的検証:小千谷市のり災証明書発行業務への適用:地域安全学会論文集(7),pp.123-132,2005.
- 6) 吉富望,林春男,浦川豪,重川希志依,田中聡,堀江啓,松岡克行,名護屋豊,藤春兼久:災害対応業務の効率化を目指したり災証明書発行支援システムの開発:新潟県中越地震災害を事例とした新しい被災者台帳データベース構築の提案,地域安全学会論文集(7),pp.141-150,2005.
- 7) 田中聡:2007年新潟県中越沖地震における建物被害認定調査プロセスに関する考察:柏崎市における再調査の事例,地域安全学会梗概集(22),pp.35-38,2008.

被災者への住宅供給システムについての考察 東日本大震災の事例より

松下 朋子¹・沼田 宗純²・目黒 公郎³

¹博士課程1年 東京大学大学院工学系研究科 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

Email: matsushita-t@risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp

²正会員 准教授 東京大学生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

Email: numa@iis.u-tokyo.ac.jp

³正会員 教授 東京大学生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

Email: meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

東日本大震災という大規模災害を機に、被災者への応急仮設住宅供給の新しい在り方が提示された。ひとつは、民間賃貸住宅を仮設住宅とみなす「みなし仮設」の活用であり、もうひとつは地域を支える地元の建設業者による木造応急仮設住宅の建設である。この2つの取り組みの共通点でもある特徴は既存ストックやシステムを利用しているところにある。人口減少、少子高齢化の進む日本における災害対策の在り方として、新しいものを作るだけではなく、限りあるものを賢く使っていく、それを防災対策としていかに実践していくかということが今後重要になってくると思われる。本稿ではこの2つの新しい取り組みをしっかりと評価することで、これからの防災対策に活かすことを目的とし、特に地元業者による仮設住宅建設に重点を置き、そのプロセス、結果、今後の課題を整理した。

Key Words : Temporary Housing, Recovery, Reconstruction

1. はじめに

防災対策の根幹となる法制度は、大規模災害の直後に制定されてきたという歴史的事実が示すように、災害は防災に関する新たな法制度を制定する契機にもなる¹⁾。災害時の応急仮設住宅の供給においては、昭和22年(1946年)におきた南海地震を契機として翌年の昭和23年(1947年)に制定された災害救助法に基づいて、その基本的方針が定められている。平成7年(1995年)の阪神・淡路大震災においては、同法律に基づき、住宅を失った被災者に対して約5万戸の応急仮設住宅が供給された。東日本大震災では被害の甚大さから、主流であったプレハブ建築協会によるプレハブ仮設住宅の一括供給だけでは被災直後の需要の高さに応えることが困難であった。したがって従前の枠を超えた対応が必要とされ、発災後まもなく、被災者のための応急仮設住宅供給における新たな2つのアプローチが取られた。

ひとつは、民間賃貸住宅を仮設住宅とみなす「みなし仮設」の活用であり、もうひとつは地域を支える地元の建設業者による木造応急仮設住宅の建設である。これらの取り組みは空き家・空き室等既存ストックの利用、地元で活動してきた地域工務店の参画を促したという点で、

既にあるものを有効利用している部分で共通している。

人口減少、少子高齢化の進む日本における災害後の応急的住宅対策の在り方として、新しいものを作るだけではなく、限りあるものを賢く使っていくことが必要とされており、それを防災対策としていかに実践していくかということが今後重要になってくると思われる。現代日本がおかれた状況の下でのこれらの取り組みは、今後の応急仮設住宅供給に関する制度の抜本的な見直しにつながる可能性を示し、冒頭で述べたような、制度改正の契機になるのではないかと考える。

阪神・淡路大震災以来特に仮設住宅に関しては多くの研究がなされてきたが、本稿では2つの新しい取り組みに着目し、評価することで、これからの防災対策に活かすことを目的としている。また地元業者による仮設住宅建設参画に重点を置き、そのプロセスと結果を整理し、それらから導かれる今後の課題を考察した。

2. 東日本大震災以前から指摘されてきた問題

なぜ東日本大震災における新たな試みが注目に値するのか。それは既に多くの専門家等によって指摘されてき

た応急仮設住宅供給に関する問題に対する解決の糸口を示しているからであると考え、その中でも特に筆者らが問題視するのは、応急仮設住宅の建設にかかっている多大な財政負担と、それにもかかわらず建設されたものは原則として2年3ヶ月の使用期限が定められストックとして残らないという点である。

国土交通省によると東日本大震災で建設された応急仮設住宅の平均コストは1戸あたり602万円と報告されており、建設された約5万3千戸を単純計算すると約3180億円にかかっている²⁾。それらの建設された膨大な量の「仮住まい」については、被災者が退去した後の利用についての定めはない。また、退去した被災者については、もとの場所で生活を希望する場合は、国が準備する公営住宅へ入居するか、被災者生活再建支援法に基づき最大で300万円の国からの支援金と自己資金を足し合わせて自力で自宅を再建をする、という選択肢がある。どちらにしても「応急的」な仮設住宅の供給と、「恒久的」な住宅再建の間に連続性はない。仮設住宅の供給と、供給後の管理・運営にかかる行政負担、加えて被災者生活再建支援法による住宅再建に支給される分を合計すると、被災者への住宅供給に費やされる財政負担は多大である。

また、それだけの財政負担を課す一方で、そもそも「応急的な住居」という概念自体が、豊かになった現代の日本の実情にあっていない。戦後間もなく制定された災害救助法は、原則として「現地にて、現物（現金でなく）を支給する」という考えに基づいているが、現在それらが厳密に守られているわけではない。しかしそれらを見直すような抜本的な制度改正まで至っていない、というのが現状である。

3. 東日本大震災における新しい取組みの概要

2011年3月11日14時46分、我が国の観測史上最大規模であるモーメントマグニチュード9.0の海溝型地震が三陸沖を襲い、宮城県北部で最大の震度7.0、東京都や神奈川県においても震度5強を記録した³⁾。人的被害は、死者・行方不明者合計約1万8000人、建物被害は全壊約13万戸、半壊約26万戸と報告されており⁴⁾、全国の避難者総数は約34万人を超え、約12万戸の応急仮設住宅が供給された⁵⁾。

地震発災の15分後、事前に取り決めされていた通り国土交通省住宅生産課はプレハブ建築協会に対して協力を要請し、3月14日には国土交通大臣からの社団法人住宅生産団体連合会に対して「概ね2カ月で3万戸程度の供給ができるようお願いしたい」という要請が出された。壊滅的な被害を受けた岩手・宮城・福島の前3県において

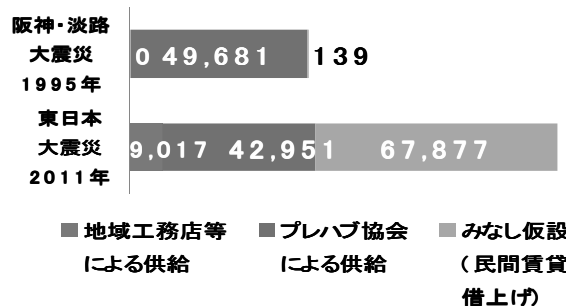


図-1 阪神・淡路大震災と東日本大震災における応急仮設住宅供給の内訳²⁾

はプレハブ建築協会のみによるプレハブ仮設住宅の供給では需要に追いつかないということが判明し、借り上げ仮設住宅の弾力的運用と、公募による地元建設業者による仮設住宅建設への参画という2つの新しい取り組みが遂行された。結果として、東北3県を中心に合計約12万戸の応急仮設住宅が供給された⁶⁾。

図-1は1995年の阪神・淡路大震災と東日本大震災における応急仮設住宅供給体制を比較したグラフである。1995年の阪神・淡路大震災では約5万戸の応急仮設住宅が供給されたが、そのうち既存アパートの仮設住宅としての利用はたったの139戸であった。しかし16年後に起こった東日本大震災では全供給数約12万戸中、半数以上の57%（約68,000戸）が、みなし仮設住宅であった。この劇的な増加の要因として考えられるのは、少数ながらも阪神・淡路大震災で実現された経験を踏まえ、みなし仮設住宅の可能性が多く専門家らの研究によって検証されてきたことに一因があるのではないかと考える。

一方、地域工務店等による応急仮設住宅建設についてはどうだろうか。阪神・淡路大震災での前例はなく、東日本大震災において初めて実現し、その割合は全体の7%と1割にも満たないが、実に多種多様な応急仮設住宅が建設され、今後その積極的活用がおおいに期待されるところである。阪神・淡路大震災後におけるみなし仮設がそうであったように、地域工務店による参画が今後の応急仮設住宅供給のあり方において、さらに大きな役割を担っていく可能性があるのではないかと考える。

4. 地域工務店の参画による応急仮設住宅の供給

前章で述べたように東日本大震災以前は応急仮設住宅の供給において地域建設業者が携わることはなかった。その理由として考えられるのは、①全47都道府県と（社）プレハブ建築協会との間で「災害時における応急仮設住宅の建設に関する協定」が締結していたこと、また、②「応急的」と定義される仮設住宅に対して、プレハブ小屋以上の恒久性のあるものを建設するというこ

自体、災害救助法の「原則」に沿わないがゆえに、プレハブ以外の事前対策をとらなかったとも考えられる。

東日本大震災で建設された応急仮設住宅は、その大部分は従来同様、プレハブ建築協会の規格建築部会による軽量鉄骨製の現場小屋タイプであったが、その他ハウスメーカーによるアパートタイプ、地元業者による木造（在来工法、枠組壁工法、ログハウス、伝統工法（板倉造り））、輸送コンテナを改造し、積み上げてできた3階建てアパート、トレーラーハウス、介護機能付きタイプ、などと実に多様な「応急仮設住宅」が供給された。これらの新しいタイプの仮設住宅建設の試みは、従来型のプレハブ仮設住宅にはなかった、①居住性の向上、②再利用の可能性、そして③地元貢献という新しい価値観を仮設住宅供給システムにもたらした。

この地域工務店の参画によってもたらされたポジティブな側面について、それに至ったプロセスと、その結果を評価することで今後の対策に活かすことができればと考える。

5. 業者選定のプロセス：公募の概要

東日本大震災では応急仮設住宅の建設において初めて「公募」という形式がとられ、岩手、宮城、福島 の3県から県内建設業者に対して協力要請がなされた。結果として、全体供給量に対して岩手県では17.8%、宮城県では2.4%、福島県では25.3%（2次募集分は含んでいない）が、公募によって選ばれた地域建設業者によって建設されることになった。

これまで仮設住宅に関しては、QCD（Quality, Cost and Delivery）のうち、Deliveryつまり供給のスピードが最も重視されてきた。そのためにプレハブ建築協会との協定が締結され、災害時には被災していない全国のプレハブ建築協会の会員会社らが被災地において応急仮設住宅の供給を担い、一括で行うことによって諸手続きの省略など時間の短縮を図ってきた。

しかし今回の公募においては、プレハブ建築協会による均一な仮設住宅供給のかわりに、県産材の利用、地元職人の雇用、木材の再利用性や環境への配慮など、これまでの応急仮設住宅の建設においてほとんど重視されてこなかった「質」が求められた。このことが結果として様々なアイデアや取り組みを生み出したと同時に、被災地の建設業者による応急仮設住宅供給が可能であるという点を示した点で画期的かつ意義深い活動であったといえる。

岩手、宮城、福島 の3県において公募が行われたが、実際のところ各県によって公募の行い方や対応は異なり、結果にもその違いが顕著であった。以下各県での状況を

まとめる。

(1) 公募方針の違い

岩手県と福島県においては概ね方針が似ており、どちらも県が主体となって公募を行い、その選定評価項目としては、施工能力、品質などの条件以外に、県産材の利用、県内事業者等の雇用、居住性・環境・再利用性などの「質」を高く評価していた。そしてそれらの評価項目に基づいて事業者を選定し、公表し、実際仮設住宅の発注をしている。

一方宮城県では様相が異なり、公募業務そのものを一般社団法人すまいづくりまちづくりセンター連合会に外部委託し、県は選定等について主体的に関わっていない。岩手県や福島県に比べて公募条件は簡易で、前述のような「評価項目」は公表されておらず、選定結果についても非公開であった。また、宮城県の場合は業者が選定されても直接受注につながるわけではなく、公募によって選定された事業者のリストが市町村に提供された。結果として地元事業者による応急仮設住宅の建設を行ったのは南三陸町と山元町だけであった。それ以外については県がプレハブ建築協会へ発注をした。

なぜこのような方針の違いがあるのか？宮城県の被害は他県に比べて大きく、応急仮設住宅業務にかかる作業量が膨大になることが予測され、それにかかる手間を削減するためにもプレハブ建築協会に一括発注したということは理由のひとつとして考えられる。これに関しては地元建設業者による応急仮設住宅供給における規模による対策を検証する必要がある。

(2) 事業者選定における評価基準

岩手県と福島県においては前述のとおり公募の際に詳細にわたる評価基準が提示された。

a) 応募者要件（適合・不適合判定のため）

応募団体の適合・不適合を決める条件には、応急仮設住宅の供給能力（供給可能戸数、施工期間）、過去の実績などの施工能力問うと共に、申請事業者が県内事業者であることも含まれた。これにより、被災地外からの参加を難しくしたが、地元の建設業者の参加を促進するのに効果があったと思われる。

b) 評価項目（適合者の中から最適な業者を選定するための指標）

要件を満たした適合者の中からさらに選定するために評価指標が提示された。中でも地元雇用・県産材の利用など地元経済活性への配慮、再利用性・居住性・計画性など環境および質への配慮が配点において大きな割合を占めていた。

例えば福島県においては次の8つの評価項目が挙げられた：①確実な住宅供給能力と体制、②適正な販売契

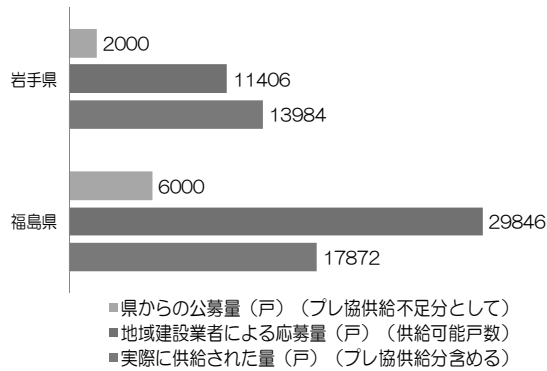


図-2 岩手県と福島県における応急仮設住宅建設に関する公募数と応募数および全体供給量の比較

約価格、③供給住宅の性能及び品質、④県内企業の活用計画、⑤震災被災者の雇用計画、⑥県産材の活用計画、⑦住宅の解体及び移築方法、⑧仮設住宅計画案・モデル団地提案書における配慮事項⁷⁾。このうち④～⑧は地元雇用、再利用性、居住性の向上と関わるものであり、100点満点中75点の配点を占めており、これらの新しい価値に置かれた比重が大きいことがわかる。軽量鉄骨のプレハブにはDeliveryの側面（工期）では劣るが、Quality（質）の評価をしっかりと行うことで木造によるメリットが大いに活かされる評価項目となっている。

また福島県では福島第一原子力発電所の事故の影響により、建設場所や必要戸数が不確定な状態が続いたこともあり、2回にわけて公募が行われた。そのおかげで2次募集では1次募集での経験を踏まえて、県側の事業者に対する評価内容が若干修正されている。また同じく応募する事業者側も、1次での建設経験の教訓を踏まえて、プランや工法においてさらに工夫することで改善改良が可能となった。実際、1次と2次両方で応募し選定された事業者で、1次の教訓を活かして2次では工期を1週間短縮できたり、再利用のために金物を使用したりなど、実際改善されたことが調査からわかった。

(3) 公募数をはるかに超えた応募数

図-2に岩手県と福島県における、県による公募数に対して応募した建設業者の数および実際供給された全戸数をグラフで示した。この結果から、各県が提示した公募者数をはるかに上回る建設業者が応募したことが分かる。両県において公募数の約5～6倍の応募数があり、その応募数だけみれば必要な戸数を全て地域の工務店によって建設できたのではないかと、思われる。しかし実際の建設に参画した建設業者への聞き取り調査や報告書等によると、適切な土地がない、資材や職人が不足しているなど、担い手がいても実際に作業する大工や建設に必要な部品、または土地そのものがないという深刻な問題があることがわかった。したがって今後の課題はそういつ

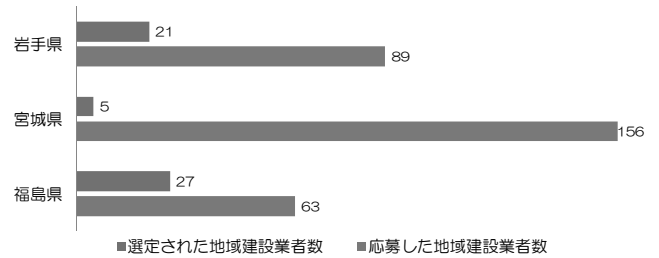


図-3 公募結果：応募数と選定された業者数

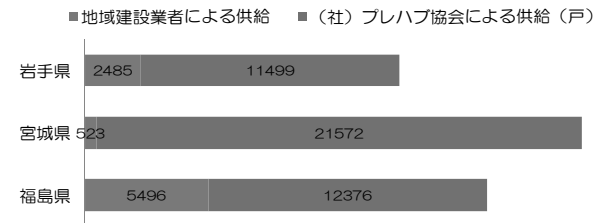


図-4 3県における応急仮設住宅の全供給戸数に占める地域事業者とプレハブ協会の割合

た災害時の資材、職人等の手配についての準備および土地不足に対する解決策の検討が必要である。

(4) 各県の結果

以上、公募による結果を図-3、図-4に示す。図-3からは各県において多くの地域建設業者が応募していることがわかる。特に宮城県は156者の応募に対して、実際に発注に至ったのは5者のみであった。図-4からプレハブ建築協会が供給している割合はいずれの3県においても高いことがわかる。これについては岩手県と福島県においては、プレハブ建築協会が供給できない戸数のみを公募したために、応募数にかかわらず実際建設されたのは公募数を若干上回る程度であった。宮城県においては、もともと公募数が公表されなかったためにプレハブ建築協会による不足分がどれほどであったのかはわからないが、発注された5者により供給された量は約500戸にとどまった。

岩手県の活動記録報告書によると、事業者選定時に価格面だけでなく技術面等の質的な側面も評価するように評価項目を設けたが、実際は技術面での差がつきにくく、結果として価格により選定された業者が多かったという。「価格がやや高かったことにより、技術評価が高かったものの残念ながら落選となった事業者もあった。競争率が時間的な制約から評価基準等を簡素化せざるをえず、やむをえない面もあったが、工夫の余地があるのではないかと考えられる」とある⁸⁾。

独創性や質的な評価項目について福島県と岩手県を比較すると、福島県の方がより応募者による創意工夫を促す内容であったといえる。

また岩手県では福島県と比較して団体（Joint

Venture) による応募が少なかった。理由として考えられるのは、福島県は「県内に本社」がある業者を公募の条件としていた為に本社がない業者は他の業者と組まなくてはならなかったが、岩手県は「県内に営業所」があればよく、県外から参加する業者がJVを組む必要性が低かったからといえる。

さらには福島県で建設された木造仮設住宅と比較した時に、岩手県で建設された仮設住宅の多くは外観上はプレハブ建築協会によって作られた建物とあまり変わらないものが多かった。これについても事前に県より提示された条件設定によるものが大きいと思われる。

宮城県においては、スピードを重視してプレハブ協会への一括発注を貫いたという解釈ができるが、公募の実用性について疑問が残った。福島県については、当初より原子力発電所の事故の影響で、居住地の選定、また期間について不確かな部分が多いため、単純な比較はできない。

6. 結論と今後の課題

東日本大震災では、被災者のための住宅供給として2つの新たな取り組みが試みられた。みなし仮設の活用は、法制度の弾力的運用によって、被災者の半数以上が利用するに至り、今後のさらなる有効利用が可能であると思われるが、今後の課題としては、みなし仮設入居者に対する行政サポートを徹底する必要があるといえる。

被災地の地域建設業者による木造応急仮設住宅建設への参画に関しては、これまで公募のプロセスと結果について述べてきたことを次に結論としてまとめる。

(1) 新しい価値の創造

公募という客観性のあるプロセスを経た、応急仮設住宅の建設は、従来型のプレハブ仮設住宅にはなかった①

居住性の向上、②再利用の可能性、そして③地元貢献という新しい価値観を仮設住宅供給システムにもたらした。またその公募条件および評価項目の設定により供給内容に差があったことがわかった。

(2) 地域の担い手による参画可能性と今後の課題

地域建設業者の応募数の多さからも決して現地での供給が不可能ではないことを示したが、同時に適切な土地、資材や職人の不足は深刻であったことがわかり、今後の課題として災害時の資材、職人等の手配および土地不足に対する解決策の検討が必要である。

謝辞：本稿を執筆する上で貴重な経験を共有させて下さった福島県の佐久間建設工業様、株式会社ナイス様、綿密に行われた現地調査データを共有させて下さった森林総合研究所様、東京大学藤田松村研究室様、御礼申し上げます。

9. 参考文献

- 1) 内閣府政府統括官：わが国の災害対策, p.7, 2002.3
- 2) 国土交通省：応急仮設住宅建設必携中間とりまとめ, p.17, 2012.5
- 3) 復興庁：復興の現状と取組, 2012.5.21
- 4) 警察庁：警察庁緊急災害警備本部広報資料, 2011.7.18
- 5) 復興庁：全国の避難者等の数, 2011.7.11
- 6) 国土交通省：応急仮設住宅着工・完成状況, 2012.7.2, <http://www.mlit.go.jp/common/000140307.pdf>
- 7) 福島県応急仮設住宅建設事業候補者（2次募集）選考委員会：福島県応急仮設住宅建設事業候補者の公募（2次募集）に関する審査結果について, 2012
- 8) 岩手県・岩手県東日本大震災津波対応の活動記録（永久保存版）, 2011.11.30

(2012.?? 受付)

STUDY OF SYSTEM FOR PROVIDING POST-DISASTER HOUSING: FROM THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE

Tomoko MATSUSHITA, Muneyoshi NUMADA and Kimiro MEGURO

The massive-scale disaster of Great East Japan Earthquake in 2011 brought an opportunity for two new attempts to be made in providing post-disaster housing. One is the extensive use of existing housing stocks and the other is the participation by the local builders to join the construction of temporary housing. They share a common characteristic that both try to make use of the existing stocks and systems. In a contemporary Japanese society with decreasing birthrate and aging population, it is important to take an advantage of our existing resources in a wise manner, to learn how to use what we already have, not only to generate new things as effective disaster prevention measures. This paper tries to evaluate the process and results of the participation by the local builders and suggest our remaining tasks for the future in order to be better prepared for the future disasters.

応急仮設住宅供給業務への プロジェクトマネジメント手法適用の検討

Application of Project Management Methodology for
Construction and Supply of Temporarily shelters after the 2011 East-Japan Earthquake

高 野 佑*・沼 田 宗 純**・目 黒 公 郎**
Yu TAKANO, Muneyoshi NUMADA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、人的被害は死者 16,131 人、行方不明者 3,240 人、建物被害は全壊 128,497 棟、半壊 240,090 棟¹⁾ など、非常に甚大な被害が発生し、避難者数は最大で約 47 万人に上った²⁾。

震災によって住居を失った人々はまずは避難所で生活することになるが、長期間の生活は大きな困難を伴う。避難所に次ぐ応急の住居としては、見なし仮設住宅としての公営住宅の空戸利用や家賃補助による民間賃貸住宅の利用と、応急仮設住宅の供給が挙げられる。大規模災害の場合には既存の住宅では戸数が足りず、応急仮設住宅の供給が必要となる。

応急仮設住宅については、阪神・淡路大震災を始めとする過去の災害でも大きな問題となった。今回の震災では従来以上に見なし仮設住宅が利用されたが、一方でこれまでと同様の問題も繰り返されてしまった。近い将来には首都直下地震や東海・東南海・南海地震などの大規模災害の発生が予想されており、一時的な住居確保の手段として、速やかな応急仮設住宅の供給が求められることは明かである。今後発生し得る災害に対処するためにも、適切な対応について検討しておく必要がある。

応急仮設住宅の供給では、市町村、都道府県、住宅メーカーなどの協力が必要である。それぞれに役割があり多くの業務が発生するが、各地の地域防災計画を参照すると、一般的に建設を除く業務の大部分は市町村が担うことになっている。

そこで本研究では、プロジェクトマネジメント手法を用いた市町村業務の改善の検討から、応急仮設住宅の効率的、効率的な供給の実現を目的とする。具体的には応急仮設住宅の供給が遅かった石巻市を対象として、実際に行われた業務を分析した上で、問題点を洗い出し、改善策を提案、検証する。

2. 石巻市の事例

石巻市では、他の被災市町村と比べても被害は甚大で、死者 3,182 人（人口比約 2 %）、行方不明者 595 人の人的被害と、全壊 22,357 棟、半壊 11,021 棟の住宅被害が発生している³⁾。石巻市提供の資料によると、避難所の数は最大で 250、避難者数は 5 万人にも達した。

2011 年 5 月 16 日の時点で、宮城県では被災 15 市町村全体の必要戸数に対する着工済み戸数の割合が 60.8%となっていた。しかし、被害の大きかった地域では対応が遅れ、市町村による差が顕著に見られた。被害が最も甚大で、必要戸数も約 8,000 戸と最多だった石巻市では、着工済み戸数が必要戸数の 45%にとどまっていた。更に、完成戸数を見るとわずか 341 戸であり、これは必要戸数の約 4 %であった⁴⁾。最終的に、石巻市では 7,297 戸の応急仮設住宅が供給

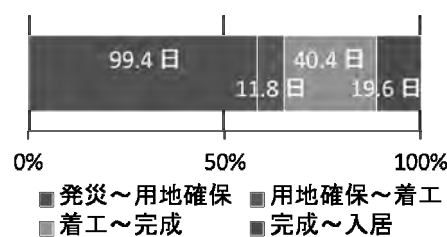


図1 用地ごとの平均所要日数

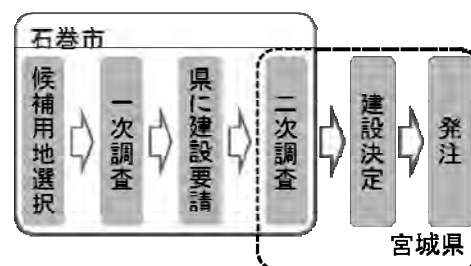


図2 用地確保業務フロー

*東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻

**東京大学生産技術研究所

研 究 速 報

されたが、全戸が完成したのは地震から7ヶ月後の10月13日である。

市役所の業務記録が十分整理されていないので、それぞれの業務の詳細な作業量や所要時間を具体的に示すことができない。しかし、石巻市役所で行ったヒアリング結果や図1より、石巻市の応急仮設住宅供給業務において、効果的・効率的な業務を実現するためには、建設用地の調査・確保の改善が最も重要であることが分かった。建設用地の調査・確保フローは図2の通りであり、以下に具体的に改善すべき点を示す。

(1) 一次調査と二次調査の関係

市が最初に行う一次調査と、県の調査部隊に同行して行う二次調査は、調査内容が重複しており、市が両者を同様の労力をかけて行う必要はないと考えられる。責任の所在の観点からは、県に二次調査を要請するところまでが市の責任で、二次調査は県の責任であるので、二次調査に市が同行する必要はない。

市がどうしても、二次調査に同行する必要性が高ければ、一次調査にかかる労力を軽減することも考えられる。GISなどを利用することで、実際に現場に行かなくとも面積や利用状況、インフラの整備状況などは発災前の資料から読み取ることが可能だ。これに被害状況を重ね合わせることで、ある程度の情報の把握と用地を絞り込むことができる。

(2) リソースの不足

石巻市では、応援職員が派遣された6月中旬までは、わずか3人の職員で調査を行っていた。建設用地の確保ができなければその後の業務が進められないため、ここがボトルネックとなって業務全体が遅れた。調査業務により多くのリソースを投入する必要があることがわかる。

また、(1)と関連して、一次調査を簡略化する場合、専門的な知見を持つ建築課だけでなく、その他の職員による対応も可能であったので、これも改善策となったと思われる。

(3) 民有地の利用

今回は民有地の利用に関しては、所有者からの申し出があった用地についてのみ対応した。そのため、調査時期が遅くなり、それに伴って供給も遅れる結果となった。

この問題は事前に、災害発生時に応急仮設住宅の建設用地として利用可能な土地を把握し、契約を結んでおくことで、発災直後からの調査が可能となり、供給時間を短縮することができる。

3. 業務進捗推定モデル

プロジェクトとは「特定使命を受けて、資源、状況などの制約条件のもとで、特定期間内に実施する将来に向けた

価値創造事業」⁵⁾であり、個別性、有期性、不確実性といった属性を持つ。このようなプロジェクトに対して、専門職能を駆使して、公正な手段で効率的・効果的に遂行し、確実な成果を獲得する実践的能力を適用することをプロジェクトマネジメントという。

プロジェクトの目標を達成するために、必要な作業と資源を時間という制約の中で最適化することが、タイムマネジメントである。タイムマネジメントを行っていく上では、最も効率的な業務手順を計画し、その計画に沿って進捗を管理し、発生するリスクや変更に対して迅速な対応をとることが重要である。タイムマネジメントによって、実際の状況が計画とどの程度乖離しているのか、また、その状況にいかに対応すべきかを検討することができる。

本研究ではこの考え方をうけ、調査開始日と必要な用地数、実施可能な作業量を設定することで、調査業務の進捗や、必要用地数全てに対する建設の発注完了日を推定するモデルを構築する。

制約条件は以下の通りとする。

- ・県への要請は週に1回
- ・要請日前日までの一次調査通過分を要請可能
- ・要請翌日から二次調査を開始



図3 モデルの再現性

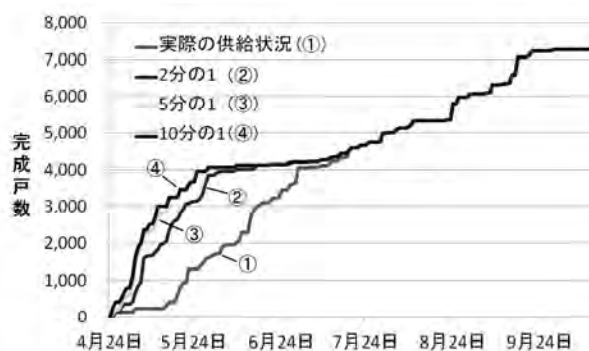


図4 一次調査を簡略化した場合の結果

- ・一次調査に対して二次調査を優先

以上の設定に基づいて、モデルを用いて実際の業務を評価し、実際の供給状況と比較すると、図3のような結果が得られた。発注から完成の期間は変わらないと仮定している。モデルによってほぼ正確に実際の供給状況を表すことができおり、以降の分析では、このモデルによって算出された数値を実際の供給状況として扱う。

4. 改善策の検証

(1) 一次調査の簡略化

実際に現場には行かずに、情報を元に一次調査を行うことで、一次調査に要する作業量を削減することができる。一次調査に要する作業量を2分の1から10分の1まで変化させた結果を図4に示す。

作業量を削減すると完成は大幅に早くなるが、10分の1程度に削減すると、短縮の効果は頭打ちとなる。その要因は、二次調査の実施可能量を超過して一次調査が完了するためである。

(2) 二次調査を県に一任

二次調査を県に一任し、市がこれに同行しない状況を、二次調査の作業量をゼロとして分析した結果を図5に示す。

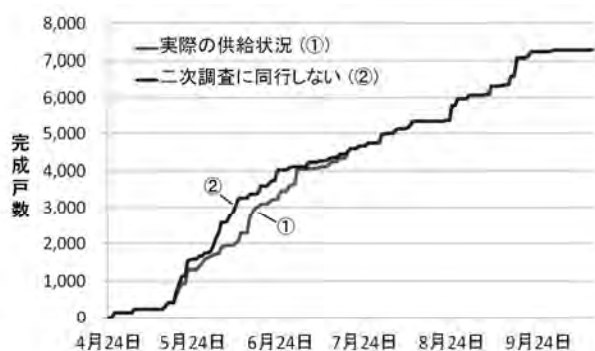


図5 二次調査を県に一任した場合の結果

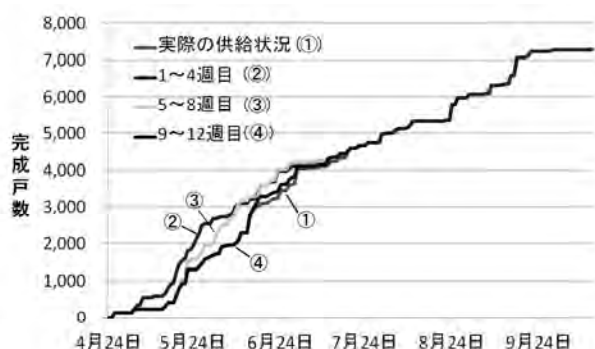


図6 リソースを追加した場合の結果

二次調査に同行しないことで、短縮の効果があることが分かる。しかし、一次調査の簡略化に比べるとその効果は限定的である。ただ、二次調査に同行しない場合、通過確率が低下することが想定される。二次調査の通過確率の低下が70%までであれば、同行しないことによる短縮の効果があるが、50%まで低下すると逆効果となり供給が遅れてしまう。

(3) 人的リソースの追加

対応に当たる人的リソースを追加することで、実施可能な調査数が増え、仮設住宅供給までの期間を短縮することができる。調査開始から、1~4週目、5~8週目、9~12週目のそれぞれについて、リソースを2倍にした結果を図6に示す。

リソースの追加は、時期が早ければ早いほど短縮の効果が大きいことが分かる。

(4) 民有地利用の事前調整

今回は所有者からの申し出が調査開始の制約となっていたが、これは事前の調整によって改善できる。民有地利用の事前調整による短縮効果を分かりやすくするため、一次調査を簡略化した想定の上で、民有地利用の事前調整をしていた場合の結果を図7に示す。

前述の通り、一次調査の簡略化のみでも短縮の効果は得られるが、民有地利用の事前調整があった場合には、その効果が更に大きくなることが分かる。民有地の利用に関する制約が無くなっているため、一次調査の簡略化によって短縮できる用地の数が増えることが要因である。

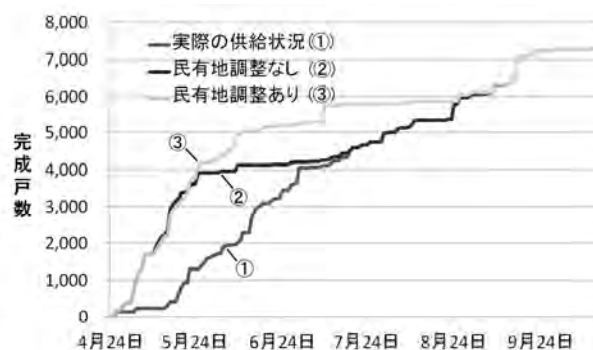


図7 民有地利用の事前調整があった場合の結果
(一次調査を10分の1に簡略化)

5. モデルの活用

(1) 完了時期の推定

今回の検証と同様に、必要な用地数と投入可能なリソースを入力することで、用地調査や発注の進捗や完了日を推定することができる。

研 究 速 報

また、通過確率や二次調査の実施可能量によって、改善策の効果は変化するため、実際の状況に則して設定することで、効果的な対応に役立てることが可能となる。

(2) 必要となる人的リソースの推定

今回の検証とは逆に、発注を完了すべき期限を設定することで、投入しなければならない人的リソースを推定することも可能だ。例えば、「厳寒地において、冬になるまでに避難所からの移動を完了させる必要がある。」といった場合には、このような活用法が有効である。

また、この手法を用いることによって発注までの進捗が把握できるため、その後に発生する建設やインフラの整備、入居手続きなどの業務についても、どの時期にどの程度の業務が発生するかを推定することができる。事前に必要な人的リソースを把握することができれば、余裕を持ってその準備を行うことが可能となり、効率的な業務の実施につながる。

6. まとめと今後の課題

東日本大震災後、石巻市において行われた応急仮設住宅供給業務の分析を行った結果、建設用地の確保が供給の遅れの最大の要因であったことが分かった。また、建設用地の確保に関する問題として、一次調査と二次調査の関係が明確でないこと、対応に当たる人的リソースが不足していたこと、民有地の利用に関して事前の調整がなされていなかったことの3点が挙げられた。

そこで、今回の石巻市での状況を踏まえ、プロジェクトマネジメント手法に基づいて、業務の進捗を推定するモデルを構築し、上記の問題に対して提案する改善策の効果を検証した。

このモデルは、制約条件を設定することで他の状況でも活用することができる。また、完了日を設定することで必要なリソースを予測することもでき、期限が定められている場合の計画策定等にも用いることができる。

今後の課題としては、まずは、建設用地の確保だけでなく、応急仮設住宅供給業務の全体を網羅したモデルにしていくことが挙げられる。

今回の検討は、発注後に行われる建設、入居手続きなどについては、実際の状況と同様に行われると仮定をしたが、災害発生からの時期によって、対応可能な作業量は変化すると考えられる。建設用地の確保が大幅に短縮された場合には、別の段階が遅れの主な要因となることも起こり得るので、応急仮設住宅供給業務の全体での最適な業務の実行を考える必要がある。

また、本研究では業務プロセスのみに着目したが、被災者の視点や財務の視点からの評価も行うことで、多角的な分析が可能となる。更には、応急仮設住宅供給だけでなく、恒久住宅への移行なども含めた、災害発生後の住宅の適切な供給という観点での議論も必要である。

(2012年9月18日受理)

参 考 文 献

- 1) 消防庁:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)(第143報), 2012.1.13.
- 2) 内閣府:防災に関してとった措置の概況平成23年度の防災に関する計画, p39, 2011
- 3) 宮城県:東日本大震災における被害等状況, 2012.1.25.
- 4) 河北新報:「仮設進捗に地域差 宮城全体60.8%, 石巻45%」, 2011.5.20.
- 5) 日本プロジェクトマネジメント協会:P2M プロジェクト & プログラムマネジメント標準ガイドブック:2007.12.

ジェンダーの視点から見た災害応急対応の課題

Issues on Disaster Emergency Response from the Perspective of Gender Equality

大 原 美 保*

Miho OHARA

1. は じ め に

地域に潜在しているジェンダーに関わる要因は、災害時に「役割分担の強い固定化」として表出し、災害応急対応や復旧・復興における問題として発現する。本報告ではまず、災害応急対応においてジェンダーに配慮する上での課題を述べる。次に、東日本大震災における男女のニーズと実際の対応に関する調査結果を踏まえ、具体的にを行うべき課題の検討を行う。

2. 災害応急対応における課題

1995 年阪神・淡路大震災では、男女のニーズの差に関する様々な問題が指摘された。女性のニーズに関する問題は、大きく分けて、①当事者としての女性に関わるもの、②災害時要援護者の関係者としての女性に関わるもの、③社会の構成員としての女性に関わるものに区分される。図 1 にこれらの区分を図示し、過去の災害での応急対応期や復旧・復興期において既存の文献等^{1)・2)}で指摘されている問題を加筆した。

2011 年東日本大震災の被災地においても、男女のニーズ差に関する様々な問題が指摘され、内閣府男女共同参画局や NPO 等からの注意喚起が行われている³⁾。東日本大震災では「農業・漁業関係者である女性の失業・雇用」が新たな問題として挙げられるが、図 1 に示した問題は今回の震災でも多くの地域で指摘されており、過去の災害の教訓が十分には生かされていないと考えられる。本章では、特に災害応急対応に焦点を当て、ジェンダーへの配慮がなぜ浸透しないかについて考察する。

(1) 立場の違いを踏まえた共通概念の不足

女性は、年齢、家族構成等に応じて様々な顔を持つ。このため、女性のニーズに関する問題は、図 1 の通り、当事者としての問題と災害時要援護者の関係者としての問題に分けられる。しかし、一般にこれらが混在したまま「女性の問題」として漠然と語られるため、どのような立場の女性がどのような深刻な問題に直面しうるかという具体的な共通概念が浸透していない。また、立場ごとの女性の数や

分布を踏まえた議論もなされていない。

(2) 対象者・ニーズに関する定量的データの不足

一般に、緊急物資の配布や災害医療などの応急対応のニーズは、発災からの時間経過やライフラインの復旧状況などに応じて変動する。男女のニーズに関しても同様であり、配慮や支援を必要とする対象者数は時々刻々と変動する。特に、災害直後ほど人数や属性の正確な把握は困難であり、対象者がどこにどのくらい存在するかを把握した上で、ニーズに即した配慮や支援を行うのは難しい。災害時にこれらの対象者を迅速に把握するための人員配置や連絡体制を、平常時から検討しておくことが重要である。

また現状では、災害状況や時間経過に応じてどのような配慮や支援がどの程度必要となるかという基準があいまいである。これは、過去の災害対応業務の定量的分析が不十分であったことにも起因する。このため、ジェンダーに配慮した災害対応に必要な人員配置や資機材の計画立案は難しく、結果的に地域防災計画に記載されなかったり、記載されていても「配慮する」というような曖昧な表現になり具体的な対応イメージが持てない状況にある。東日本大震災の対応も含め、今後の災害時における被災地でのニーズと対応業務量に関する定量的データを蓄積し、必要な業務に関する共通概念を醸成していく必要がある。

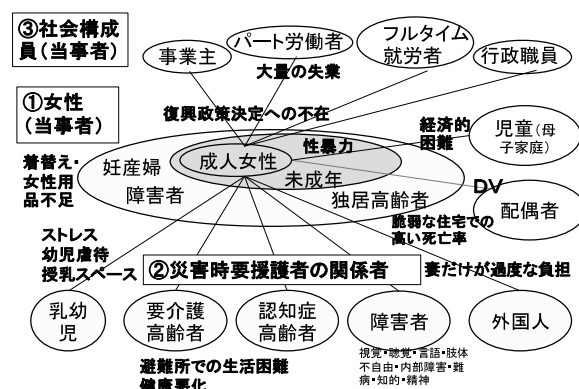


図1 女性の視点で見た災害時の課題

*東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター

研 究 速 報

(3) 細分化された縦割り行政

近年は、行政サービスが細分化されている。災害対応は主として消防局（課）・防災局（課）・危機管理局（課）などが担当し、自治体としての災害対策本部も設置されるが、個別の対応については平常時からの部署が担当することも多い。このため、図1に示した問題はほとんどが異なる行政部署の所轄となる。例えば、妊産婦・乳幼児関係では子育て支援課、要介護高齢者は介護保険課、障害者は障害者支援課などが個別対応を行う。前述の通り、対応に際してはまず、配慮・支援を必要とする対象者を把握することが重要である。多数の部署間でばらばらに対象者把握を行うのは非効率であるため、迅速な状況把握とともに、複数の部署間でいかにしてリアルタイムに情報共有を行うかも重要となる。多くの自治体で、多様な部署を横断的につなぐ組織として男女共同参画局（課）が設置されている。男女共同参画局（課）の災害時の役割として、配慮や支援が必要な対象者の分布情報の一元的管理にも期待したい。

3. 東日本大震災における男女のニーズと応急対応に関する分析

本章では、東日本大震災での宮城県仙台市の状況を事例として、男女のニーズに配慮した災害応急対応における具体的な課題を検討する。

(1) 避難所でのニーズと対応

避難所で特別な配慮や支援を必要とする人数は、ライフラインや物流の復旧状況、親戚宅等への移動の可否により大きく変動する。図2は仙台市⁴⁾の報告による避難者数と避難所数の推移である。避難者数は地震翌日12日の10,947人が最大となった。避難所数は3月14日の288箇所が最大となり、7月31日に全てが閉鎖した。災害規模が想定外であったため、被災者への応急対応に際しては、地域防災計画（平成19年3月）⁵⁾からの大幅な計画変更を迫られた。避難所には、仙台市・区および応援職員が常駐し、少なくとも避難所内の人数の把握には努めたが、男女や年齢、健康状態等に応じた人数の把握は行われなかった。こ

れらの情報の取得・管理には手間がかかるが、ニーズに配慮する上で非常に重要であると考えられる。

避難所への食料・日用品などの救援物資の調達・配送は、地域防災計画では健康福祉部などいくつかの部署の担当であったが、急遽、経済局に一元化された。さらに、3月15日からは陸上自衛隊が配送を担当することとなった。避難所では毎日、必要な物品名と項目を「配送依頼書」に記入し、この依頼に基づいて、陸上自衛隊が配送拠点である宮城県消防学校から各避難所へと物資を配送した。陸上自衛隊の協力を得て輸送力が向上し、市としては物資管理に注力することができたため、円滑な物資配送が可能となった。筆者らの研究グループでは、仙台市の協力を得てこれらの「配送依頼書」と実際の「配送指示書」の記載内容を分析した⁶⁾。図3に、一例として、生理用品の依頼量と配送量を示す。仙台市では地震前の平成22年4月から、みやぎ生活協同組合と幼児用・大人用紙おむつ、生理用品、おしりふきに関する流通備蓄の協定⁷⁾を結んでいた。災害直後に協定通りに生理用品14,500枚が避難所に届けられたものの、避難所からの更なる依頼は3月23日にピークに達した。図3からは、備蓄の欠乏により、依頼通りに提供できていなかったことがわかる。市がマスコミを通じて物資提供を呼びかけた結果、全国の市町村から応援物資が届き、ようやく3月28日以降に支給をすることができた。仙台市の流通備蓄協定は政令指定都市としては初めての取り組みであり、この点は高く評価すべきである。また、避難所における男女や年齢など属性に応じた人数把握は行っていないものの、毎日の配送依頼書によるニーズの抽出は行うことができた。一方で、筆者による仙台市へのヒアリングによれば、配送依頼書を記入する避難所リーダーや常駐の行政職員には男性が多かったため、避難所内の女性が生理用品や間仕切りなどのニーズを申し出にくかったという状況もあった。

全国知事会による調査（2008）⁸⁾によれば、備蓄品の決定に際しての災害時要援護者やその関係者、女性等の意見を参考としたのは、都道府県で10.6%、市町村で4.2%と低かった。今回の教訓を活かして、備蓄すべき品目・量の再検討を行う必要がある。また、同調査によれば、防災・危機管理局における女性職員数は都道府県で6.8%、市町村で6.1%と低い。仙台市での物資配送に際しては、女性ボランティアが参画したことにより、下着のサイズ別の仕分けなど女性の視点から見た物資の整理ができて助かったとの声が挙げられた。このような災害対応プロセスに女性が参画することも重要である。

大規模災害になるほど、避難が長期化し、災害後の物資の調達も困難になる。直後に必要なものは常時備蓄・地域内の流通備蓄で確保するとともに、それらを消費した後、被災地外からの応援物資が到着する前までに、いかにして物資を欠乏させないかが課題である。今回の教訓を活かし

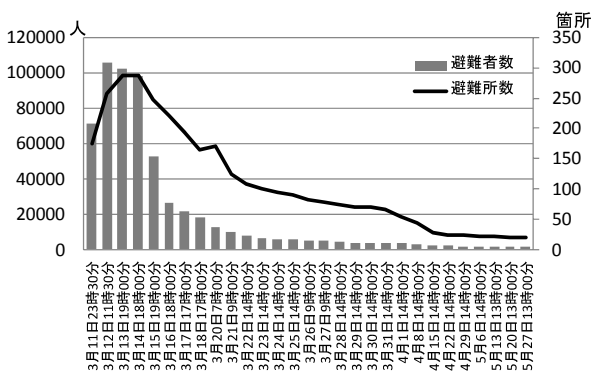


図2 仙台市の避難者数と避難所数の推移

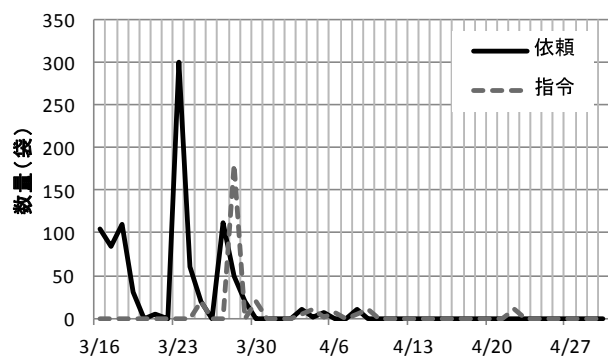


図3 避難所での生理用品のニーズと提供量

て物資を欠乏させないための常時備蓄・流通備蓄の配分を検討しておく必要がある。

(2) 福祉避難所でのニーズと対応

仙台市では40の福祉避難所を設置し、288名を受け入れた。特別養護老人ホーム、老人福祉センター、障害者福祉センターなど事前に協定を結んでいた福祉避難所指定施設26施設に加えて、事前に協定の無かった認知症高齢者グループホームや介護老人保健施設等の14施設も開設した。協定を結んでいた施設は52あったが、施設自体の被災、職員の不足などにより、実際の開設は26施設にとどまった。これらの福祉避難所は10月6日までに閉鎖した。

今回の震災において、仙台市内では津波が到達していない地域においても、ライフラインの途絶やガソリン不足により生活の維持が困難となった。このような状況では、普段は福祉施設に入居せずに在宅で生活していたとしても、食料調達等が困難となり、避難所に避難せざるを得なくなる。しかし、一般の避難所の集団生活になじめず自宅に戻ってしまい、生活環境が悪化する場合も多い。事前に福祉避難所の設置計画を検討する際には、平常時から施設に入居している者だけでなく、ライフライン途絶時に避難が必要となる在宅生活者の存在も考慮しておく必要がある。なお、仙台市においては、急遽開設した14施設は自衛隊の物資配送システムから漏れてしまい、健康福祉局介護保険課・障害者支援課が独自に食料等の配送を行った。また、健康福祉局介護予防推進課では地域包括支援センターを介して在宅高齢者への食料等の配布を行った。しかし、ヒアリングによれば、福祉避難所にならなかった障害者の作業所等においては、ライフラインの途絶により日常生活が困難な障害者が集まっていたが、物資の支援は行われていない。災害時には健常者も生活支障に直面するため、どこまで支援を広げるべきかは議論の余地がある。しかし、女性はこれらの要援護者の家族として問題に直面する場合が多いため、過度な負担にならないよう、生活支援も含めた配慮が必要である。

一般の避難所に避難していた要援護者については、避難所を巡回する保健師が状態を確認し、必要に応じて福祉避

難所への移動を勧めた。地元医師会も避難所の巡回を行っていたが、医師会の医師からの情報は残念ながら反映されていない。避難所を巡回する医師・看護師・保健師等は、避難所の常駐職員とは異なり、各避難所を比較・評価できるため、これらの関係者に定期的にモニタリングしてもらった意見を活用することは有意義である。市へのヒアリングでも、他地域からの応援職員の意見は役立ったとの意見があった。これらの多角的な視点を取り入れるための体制整備も重要である。

(3) 避難所外でのニーズと対応

最後に、避難所以外の一般住民のニーズについて述べる。仙台市では地震後に約84万戸が停電したものの、津波が到達した若林区・宮城野区を除く3区では、地震から1週間後の3月17日までに復電した⁴⁾。水道は最大で23万戸が断水し、地震から19日目の3月29日にはほぼ復旧した。ガスは4月16日に約31万戸の復旧を完了した。これらのライフラインの途絶に伴い、家屋が津波被害を受けなかった住民の多くも困難な生活を強いられた。

筆者が兼務する東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター(CIDIR)では、津波被害を受けなかった住民の生活支障に関するWebアンケート調査を行った。回答者は、20歳～69歳の男女989人(男女・年齢別に100人、ただし60歳代女性は89人)であり、調査時期は2012年2月17日～26日である。回答者が電気・水道・ガスの供給停止を受けた割合は、それぞれ98.9%、76.9%、80.2%であった。表1は、翌日以降までの供給停止を受けた回答者が答えたライフラインの平均停止日数である。平均停止期間が1週間以内であったものは電気と携帯電話であり、最も停止期間が長かったのはガスであった。回答者が「生活が元通りになった」と実感した時期は平均して地震後59日目となり、ライフラインが復旧後もなかなか生活が元通りになったとは感じられていなかった。

表1 ライフライン停止期間の回答結果

ライフラインの停止	日数	停止した人
電気	6	98.8%
水道	11.7	76.9%
ガス	29.4	80.2%
ガソリン	21.5	69.6%
固定電話	8.9	81.6%
携帯電話	6.3	78.4%
家のパソコンのインターネット	8.6	95.4%
携帯電話のインターネット	6.4	43.9%
ATM	12.1	82.8%
物流	28.4	—

これらの回答者に対して、「震災当日から3日後まで」「震災4日後から1週間後まで」「震災1週間後から1ヶ月後まで」という3つの時期に関して、①住まいや生活について

研 究 速 報

困ったこと、②健康について困ったことを尋ねた。

図4は、住まいや生活について困ったことである。最も困ったことは、震災3日後までは「散乱したガラスなどの掃除に困った」51.8%であり、震災4日後から1週間後まででは「下着の洗濯ができなかった」52.5%、震災1ヶ月まででは「入浴できなかった」64.5%と変化した。2番目に困ったことは常に「食事が偏って困った」であり、約45%前後を推移した。「入浴できなかった」は震災1ヶ月後までで急増しており、長期に渡るガスの停止が大きな影響を及ぼしたと言える。生ゴミの処理、行列に長く並べない、保育園・幼稚園の休園の問題も、時間に応じて微増し、約1ヶ月たっても軽減されなかった。保育園・幼稚園の休園は全体での割合は低い、「保育園児・幼稚園児」がいる回答者72人中での割合は約3割～4割に相当しており、若年層にとっては長期に渡り影響を及ぼす項目と言える。行列に長く並べないも同様に、乳幼児や要介護者がいる回答者の割合でみると多くなる。男女での回答差に着目すると、震災3日後までの「食事が偏って困った」、「入浴できなかった」、「下着の洗濯ができなかった」で、男性より女性が約10%多くなった。これらは、カイ二乗検定の結果、1%の有意確率で統計的な有意差が確認された。これらの男女差は時間経過に応じて無くなるため、災害直後ほど女性にとっての問題意識が高いと考えられる。統計的にみて男性が多くなる項目はなかった。

図5は健康について困ったことである。最も困ったことは、震災3日後までと1週間後まででは「よく眠れなかった」であり、それぞれ34.8%、30.8%となった。震災1ヶ月後まででは、「気が重くて憂鬱になった」が38.1%と急増し、変化が大きい。「常備薬が入手困難、一般医薬品が入手

困難、病院・診療所に通えない、持病が悪化、気が重くて憂鬱になった、イライラ、家族とのけんか」は、時間に応じて微増し、約1ヶ月たっても軽減されなかった。男女での回答差に着目すると、全ての時期において、「よく眠れなかった」・「気が重くて憂鬱になった」が男性より女性で約10%多くなり、カイ二乗検定により1%の有意確率で統計的な差が確認された。「家族とのけんかが増えた」も、全ての時期で女性が男性の約2倍となり、女性での問題意識が高かった。統計的にみて男性が多くなる項目はなかった。本調査は、津波被害を受けなかった住民を対象としているにも関わらず、生活支障に加えて、長期に渡る健康への影響を受けたことがわかった。避難所への保健師の巡回は行われたが、避難所外の住民は分散しているため、一括した対応は難しい。しかし、中には非常に深刻な状況に直面している場合もあると考えられるため、相談窓口を設置してアクセス方法を周知するなど、配慮や支援を必要とする人々が放置されることのないように体制を整備する必要がある。

4. ジェンダーに配慮した災害対応の標準化

震災から1年を経て、国の防災基本計画が修正されるとともに、多数の自治体において、地震津波被害想定とそれに基づく地域防災計画の見直しが行われている。前章で述べた通り、被災地でのニーズと対応業務量に関する定量的データを蓄積し、必要な配慮や支援の内容・量に関する共通概念を醸成する必要がある。一般に、災害対応計画の策定においては、下記に示す6W1Hが必要となる。今までの災害事例を定量的に分析し、6W1Hを明確にした標準的な災害対応モデルを用意しておくことで、実効力のあ

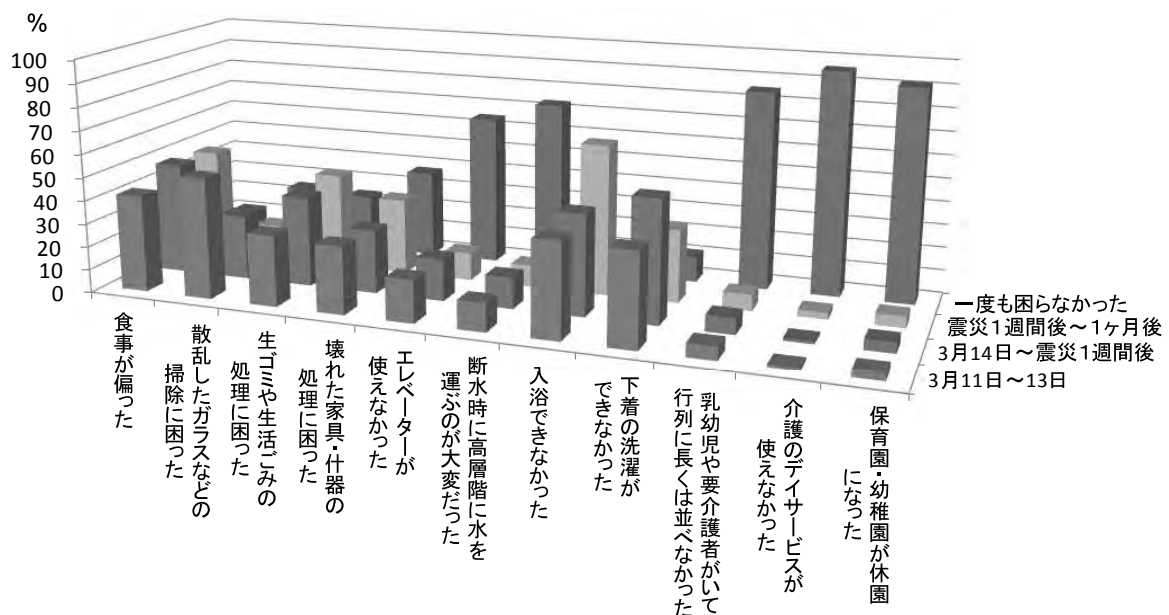


図4 住まいや生活について困ったことの時系列変化

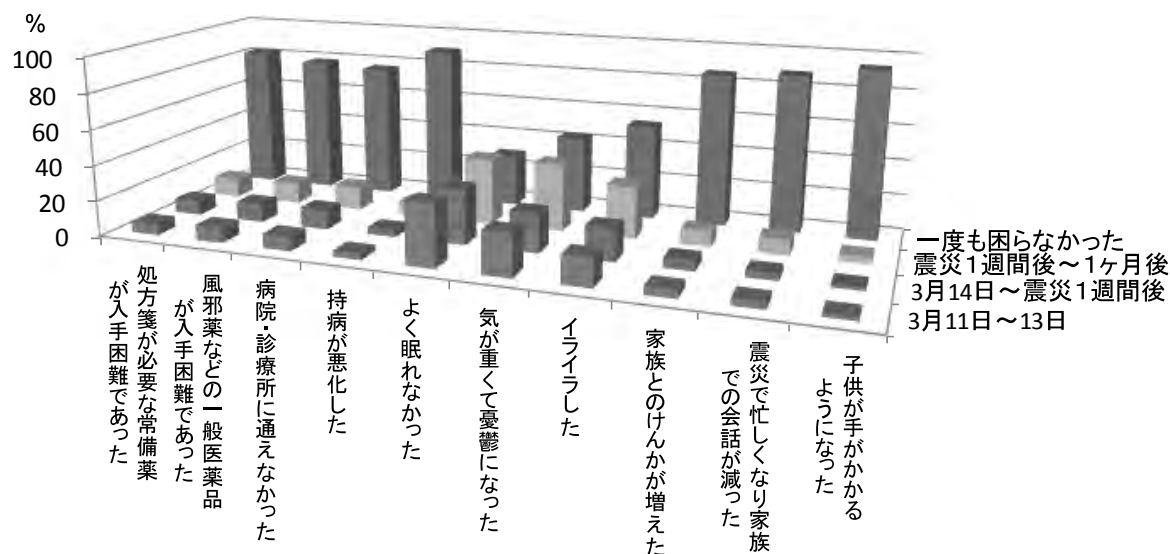


図5 健康について困ったことの時系列変化

る計画策定につながると考える。この際、災害現象（例えば津波や大規模火災の有無など）や災害規模に応じて対応は異なるため、これらの条件に応じた複数の標準的なモデルが必要となる。これらの標準的な対応モデルを、地域特性を踏まえて修正・活用することで、地域防災計画等に具体的な対応記述しやすくなる。これにより、全国的な自治体の災害対応力の底上げを図ることが可能となる。また、Who は必ずしも行政だけに留まらない。地域の事業者団体、医師会、NPO や地域外からのボランティアなど、様々な団体とどのような連携が可能かについても検討しておく必要がある。

When：いつ

Where：どこで

Whom：誰に

Who：誰が

What：何を

Why：なぜ

How：どのようにして

謝 辞

第3章 (1)(2) では、仙台市経済局および関連部署の皆様にヒアリングおよびデータ提供にご協力いただいた。ま

た、データ分析に際しては、東京大学生産技術研究所目黒研究室沼田宗純助教、東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター地引泰人助教にもご協力いただいた。記して感謝の意を表する。

(2012 年 6 月 18 日受理)

参 考 文 献

- 1) 例えば、ウィメンズネットこうべ：女たちが語る阪神大震災、木馬書館、1995。
- 2) 内閣府：阪神・淡路大震災教訓情報資料集
- 3) 内閣府男女共同参画局：女性や子育てのニーズを踏まえた災害対応について、2011.3.16。
- 4) 仙台市：東日本大震災 1 年の記録 ともに、前へ 仙台、2012。
- 5) 仙台市：地域防災計画(地震災害対策編)、平成19年3月修正版。
- 6) 早乙女愛・沼田宗純・目黒公郎：2011年東日本大震災における緊急支援物資の数量推移に関する研究－仙台市の救援物資を事例として－、土木学会論文集 A1, Vol.67, No.4, 2012。
- 7) 仙台市 HP：災害に備え新たな備蓄方式を導入しました－流通在庫備蓄方式の導入－、2010.4.15。
- 8) 全国知事会：女性・地域住民からみた防災施策のあり方に関する調査報告、2008。

東日本大震災における 電力復旧優先順位に向けた検討

陳 勲¹・沼田 宗純²・目黒 公郎³

¹学生会員 中央大学 理工学部土木工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

E-mail: chen@risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学 生産技術研究所(〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1)

E-mail: numa@iis.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学 生産技術研究所(〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1)

E-mail: meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

電力は、我々が日常生活を効率的・生産的に安定して営むために、必要不可欠なものである。その一方で、ひとたび停電が発生すると、都市生活に与える影響は極めて大きい。特に、災害時に配送電施設が被害を受けると、一部の地域では数日間も電力が使えない状態になる可能性もある。本研究では、配送電施設の被害が生じた場合、より効果的な電力復旧の優先順位を検討する。

Key words: *Earthquake, Electric power, Restoration, Priority*

1. はじめに

2011 年(平成 23 年)3 月 11 日 14 時 46 分、太平洋の三陸沖を震源とする地震「東北地方太平洋沖地震」が発生した。この地震により、東北から関東にかけての東日本一帯に甚大な被害をもたらした。その中で、電力設備被害や原発事故に伴う電力供給力の低下により、東北電力や東京電力管内で輪番停電の実施を伴う電力危機が発生した。長時間に亘る停電により、公的機関や一般市民など、さまざまな社会的な機能に影響を与えた。一方、電力会社は復旧資源が有限であるため、電力設備をすべて同時に復旧することは困難である。従って、復旧作業に優先順位を付け復旧戦略を立案することが重要である。

原則として復旧の順位は、人命にかかわる施設、対策の中核である官公署、県民生活の安定のために

重要な報道機関、避難場所等の施設について優先的に復旧計画をたてる。本稿では、電力の供給停止の影響を最小限にすることを目的とし、上記に加え、災害の状況、施設、復旧の難易度も考慮し、電力供給上復旧効果の大きいものから先に復旧するための方策を検討する。

2. 評価エリア

本研究では、評価エリアの単位として、配電用変電所供給エリア(以下では配電エリアという)を用いる。電力は発電所から需要家に供給するまで、送電電圧に応じていくつかの変電所を経由するが、配電用変電所は変電所としては末端にあたり、一般需要家を対象として電力供給を行っている。(図-1)

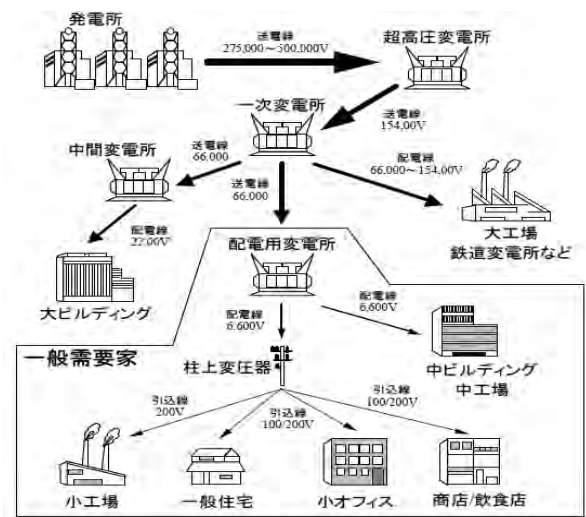


図-1 電力設備の系統

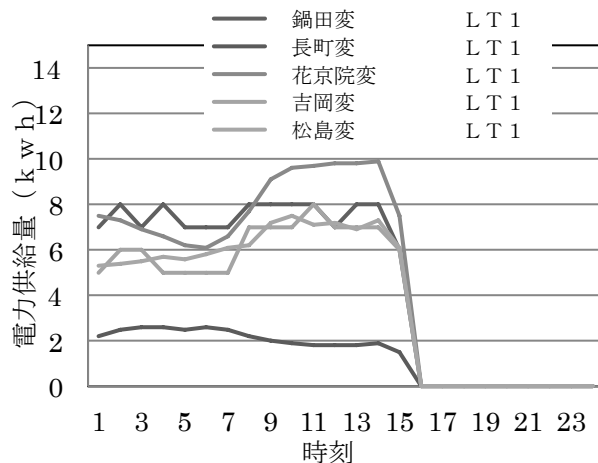


図-2 3月11日の電力供給量の変化

3. 震災直後の電力供給量変化

震災直後の東北電力管内配電用変電所の電力供給量の変化を図-2に示す。震災直後から一部の電力供給量が落ちて、16時にゼロになったことが分かる。ここで、16時までゼロにならない理由は送電設備自体の被害が小さいことと考えられる。そして、地震発生翌日の午前6時に柳町通変を始めに東北電力の復旧作業が開始された（図-3）。

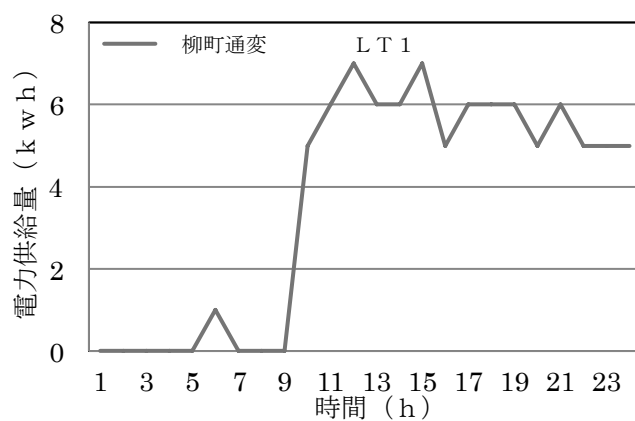


図-3 柳町通変の3月12日の電力供給量の変化

4. 電力の復旧状況

震災直後に、東北電力は「東日本大震災総合対策本部」、「原子力地点対策班」、「発電対策班」、「流通・配電対策班」と「業務機能対策班」を設置した。その中で、復旧作業は、主に「発電対策班」と「流通・配電対策班」が行った。

図-4に停電復旧率を示す。これによると、秋田県と山形県は系統切替等により地震から30時間以内に、青森県は50時間以内に100%復旧できたことが分かった。一方、岩手県、福島県と宮城県は、完全に復旧するまでには少し時間がかかり、特に、宮城県の復旧活動が遅いことが分かった。

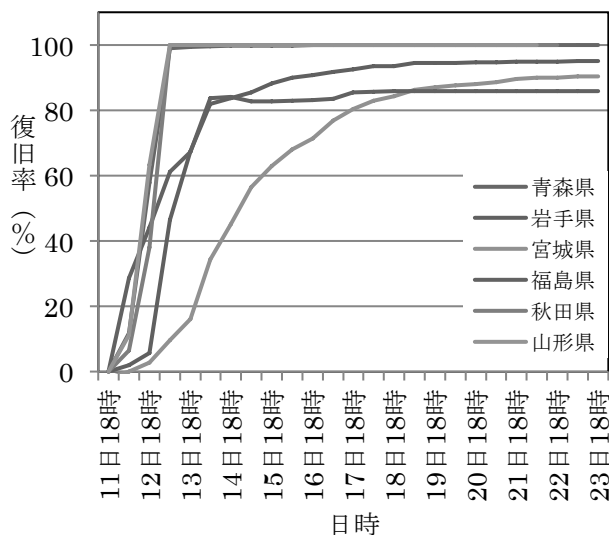


図-4 停電復旧率

5. 復旧優先順位に向けた検討

ここでは、震災地の中で最も復旧が遅れていた宮城県に着目して、電力の復旧優先順位について検討する。

3月12日に35カ所、3月13日に33カ所、14日に48カ所、15日に34カ所の配電用変電所が復旧を開始した。その中で、13日午前1時に復旧し始めた大町変電所の電力需要は直ぐに回復する傾向を見せた。一方で、例えば、12日24時に復旧し始めた古川変電所は、電力需要量は増えていったが、その増加量は直ぐにはではなく、徐々に増えていく傾向を示した(図-5)。

ここで、大町変電所と古川変電所の復旧優先順位を入れ替えると、より電力供給の復旧効果が大きいと考えられる。ただし、大町変電所に関して、早く復旧しても、同じような復旧効果が得られるとは限らない。そこで、復旧優先順位を変更する上で考慮すべき視点とその効果を次に述べる。

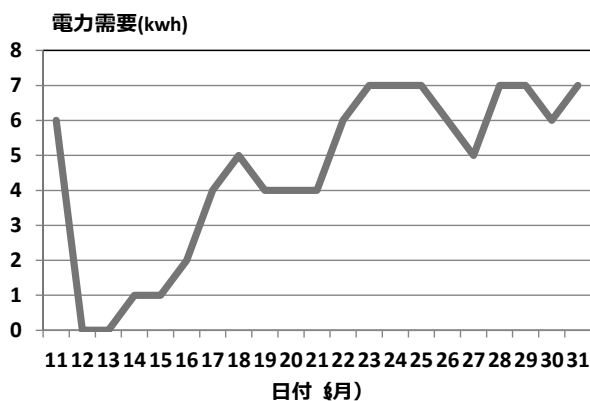


図-5 古川変電所の3月11日以降の電力需要量の変化(15時時点の電力需要量をプロット)

6. 復旧優先順位の調整と効果

復旧期日を変更するに伴い、同じ復旧効果を得るためには、下記の二つの条件が必要である。

- I. 送電側が同じ供給ができること
- II. 配電側が同じ需要家であること

Iに関しては、宮城県に電力を提供している発電所から一次変電所までの復旧作業が12日にすべて完了したため、安定的な供給を提供できたと考えられる。

IIに関しては、図-6に示すように、宮城県の3月12日と13日の避難人数はいずれも約228,200人であった。また、大町変の復旧図(図-7)から、復旧開始直後に電力需要が一気に上がることは大町変の供給エリア内の建物被害が少ないと考えられ、電力供給ができれば、すぐに電力を使用できる状況であったと考えられる。

また、図-8のように、大町変は変電所3として、古川変は変電所2だとしたら、IとIIの条件が同時に満たす場合、大町変と古川変がお互いに復旧優先順位を入れ替えることができると考えられる。そして、同じ手法を繰り返して、次のステップは大町変は変電所1と比較して、変電所4は古川変と比較することになる。

図-9は、配電用変電所の復旧の順番を入れ替えた場合の復旧状況を比較したものである。3月13日頃から電力需要が大きく改善されていることが分かる。今後は、この検討を踏まえ、どの変電所を優先的に復旧するのかのインプット要素を明らかにする必要がある。

7. まとめと今後の課題

本稿では、配電施設の被害に対しより損失が少なくなる電力復旧優先順位を検討した。その結果、大町変を事例に述べたように、復旧優先順位を入れ替えると、より早く、より多くの人々が電力を使えるようになることが分かった。

本稿では、実際の復旧状況を把握した上で、分析を行った。今後は、電力需要が事前に把握し、それに応じて、復旧の優先順位を考慮した電力復旧モデルを構築する。

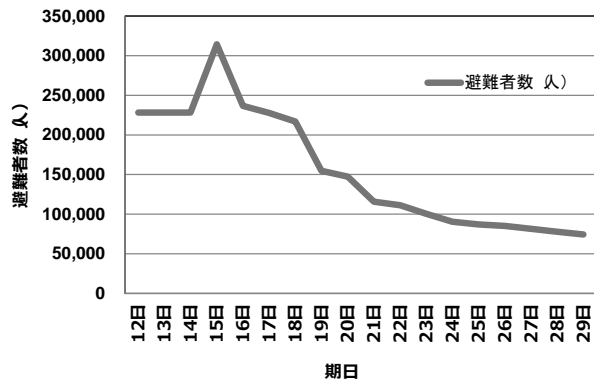


図-6 2011年3月における宮城県の避難者数の推移

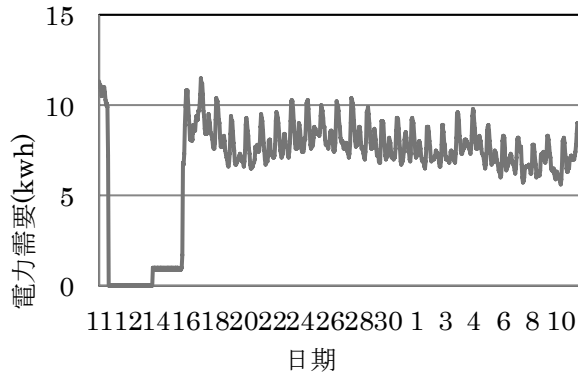


図-7 大町変復旧推移図

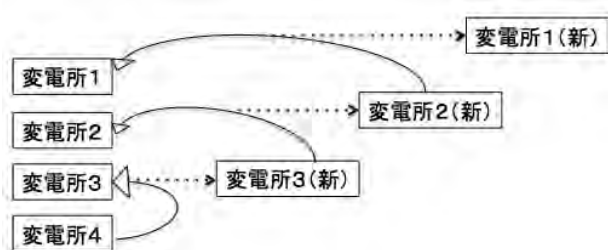


図-8 分析手法フロー図

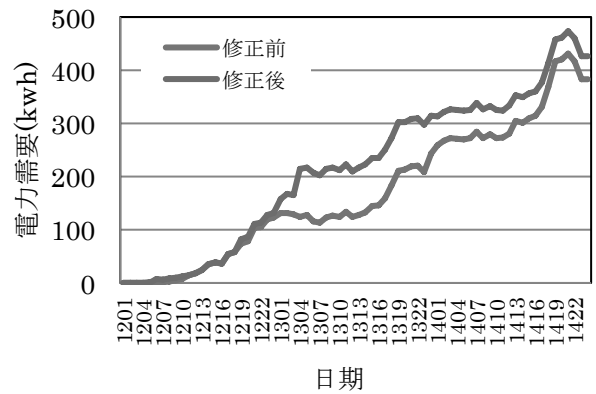


図-9 宮城県の電力復旧優先順位の修正比較

謝辞

本稿で使用したデータは、東北電力株式会社 電力流通本部 電力システム部からご提供頂きました。

参考文献

- 1) 目黒公郎, 副島紀代, 山崎文雄, 片山恒雄: 電力需要特性から見た都市の地域分類, 土木学会論文集, No. 507/I-30, pp. 255-263, 1995.
- 2) 飯田亮一, 秦康範, 目黒公郎: 被災度に応じた地震後の地域別電力需要予測モデルの構築, 第61回土木学会年次学術講演概要集, 4-176 (CD-ROM), 2006
- 3) 山口紀行, 秦康範, 目黒公郎: 電力供給量の変動を利用した被害把握手法における停電エリアの補間, 第60回土木学会年次学術講演概要集, I-651 (CD-ROM), 2005
- 4) 東北電力: CSR レポート, 2012
- 5) 東北電力: 東日本大震災後の当社の状況報告書, 2012

The Priority of Electric Power Restoration in the East Japan Earthquake

Xun CHEN , Muneyoshi NUMADA and kimiro MEGURO

Power is essential for operating our production is stable and efficient day-to-day life. On the other hand, once a power outage occurs, the impact on urban life is extremely large. In particular, the electric delivery facilities are damaged in the event of a disaster, there is a possibility that the state can not use the power in some areas for several days . If there is damage of electric delivery facilities, in this paper, we examine the priority of power restoration more effective.

災害対策フェーズを用いた 災害対策状況の可視化手法の提案 ～災害報道を利用したモニタリングを事例として～

沼田 宗純¹・目黒 公郎²

¹東京大学生産技術研究所助教 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: numa@iis.u-tokyo.ac.jp

²東京大学大学院情報学環／生産技術研究所教授 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

本研究では、効果的な災害対策を実現することを目的に、「被害抑止、被害軽減、災害予知と早期警報、被害評価、災害対応、復旧、そして復興」の合計7つの災害対策のフェーズに対し、現状のフェーズがどの段階なのかを可視化する手法を提案する。これにより、災害対策の担い手が、現状の対策がどの段階なのかを認識することができ、総合的に災害対策をマネジメントすることが可能となる。

本稿では、その基礎的な検討として、東日本大震災後の災害報道を利用し、災害対策の各フェーズをモニタリングし、時系列に各フェーズの変化を示す。

Key Words : *disaster management, disaster cycle, visualization system*

1. はじめに

2011年東日本大震災は、広範囲かつ多様な被害であったため、災害の全容を掴むことは容易ではなかった。そして、発災後の応急対応、復旧、そして復興へとその対応や対策は長期間に及んでいる。

災害対策は、大きくは事前対策と事後対策に分けられる。事前についてはリスク・マネジメント、事後についてはクライシス・マネジメントによって、対策の立案・進捗管理などが行われる。これらの事前及び事後の対策は、発災時点を境に事前に、被害抑止、被害軽減、そして災害予知と早期警報の3つ、事後に、被害評価、災害対応、復旧、そして復興の4つ、合計7つのフェーズに分けることができる。そして、復旧や復興は次の発災に対する被害抑止へと繋がるので、発災以前の現況に戻すだけの復旧を行うことは適切でなく、被害再発を防ぐ観点から改良復旧や復興によってスパイラル的に災害に強い国土や社会構造へと変えていく必要がある¹⁾。

効果的な災害対策を実現するためには、災害対策の従事者が、これら7つのフェーズの視点に立ち、自分たちが今どのフェーズに置かれているのか、対策が不十分なフェーズはどこか、今後優先的に行うべき対策はどのフェーズなのか等、現状の災害対策の状況を把握し、総合的に災害対策をマネジメントすることが必要である。

そこで、本研究では、効果的な災害対策に結びつ

けることを目的に、上述の7つのフェーズに対し、現状のフェーズがどの段階なのかを可視化する手法を提案する。これにより、災害対策の担い手が、現状の対策がどの段階なのかを認識することができ、総合的に災害対策をマネジメントすることが可能となる。

その基礎的な検討として、本稿では、東日本大震災後の災害報道を利用し、災害対策の各フェーズをモニタリングし、時系列に各フェーズの変化を示す。

2. 7つの災害対策を表すキーワードの設定

災害対策の7つのフェーズを分類するために、各フェーズを表すキーワードを設定した(表-1)。また、各フェーズには、大区分としてハードとソフト、中区分として構造物や土地利用等の内容を分類した。

なお、本稿では、マクロ的な視点で災害対策の各フェーズをモニタリングすることを考え、災害報道を用いることが有効であると考えた。ここで用いた災害報道データは、JCC株式会社の「ドキュメント・アナライザー」である。これは、1日24時間365日、番組の内容をテキストデータ化したものである。

表-1 各フェーズを表すキーワード（一部）

フェーズ	大区分	中区分	キーワード	key2
被害抑止力	ハード	構造物	住宅耐震補強	
被害抑止力	ハード	構造物	L型擁壁	
被害抑止力	ハード	構造物	グラウンドアンカー	
被害抑止力	ハード	構造物	パイプロハンマー	
被害抑止力	ハード	構造物	防潮堤	
被害抑止力	ハード	構造物	安全率	
被害抑止力	ハード	構造物	安定材	
被害抑止力	ハード	構造物	安定処理	
被害抑止力	ハード	構造物	液状化対策	
被害抑止力	ソフト	土地利用	街づくり条例	

3. 災害対策の可視化

ここでは、NHK総合で放送された東日本大震災関連の報道内容を用いた分析結果を示す。これは、日別に報道された内容を各フェーズに分類し、一日の災害報道時間全体の中で、各フェーズが占める割合を示したものである。

これによると、2011年3月12日（図-1）は、発災直後であり、人命救助、消火活動、二次災害の抑止などの初動対応の段階であることが示されている。発災から時間が経過すると、緊急対応から復旧段階に入り、図-2に示すようにインフラ施設やライフラインの早期復旧等の復旧に関するステージに入ってくるのが分かる。さらに時間が経過すると、復興に関する対応が加わってくる（図-3）。

そして、さらに時間が経過すると、被害抑止、被害軽減といったフェーズに入ると考えられる。「被害抑止」は、建物や各種構造物の耐震補強、粘り強い構造への補強、液状化対策、宅地耐震化等、「被害軽減」は、津波避難ビル等の避難施設、停電に対するバックアップシステムの整備等である。

各フェーズの可視化により、被害抑止や被害軽減が相対的に低ければ、7つの災害対策の中で、これらを強化するようにマネジメントし、次の災害へ備えるように誘導することが可能となる。

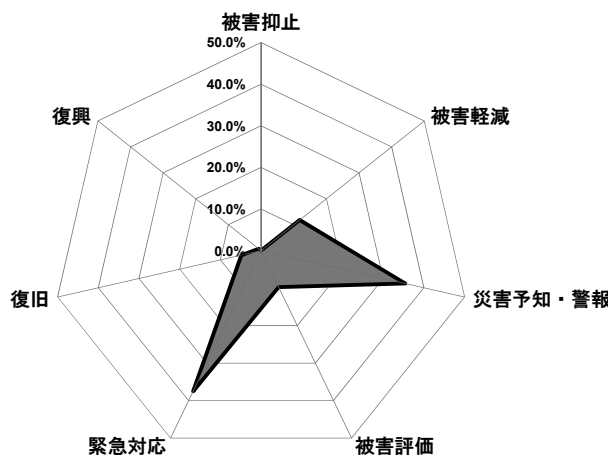


図-1 2011年3月12日の各フェーズの放送割合

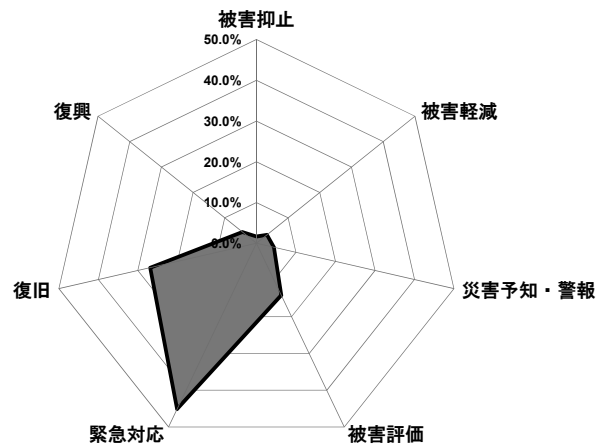


図-2 2011年3月19日の各フェーズの放送割合

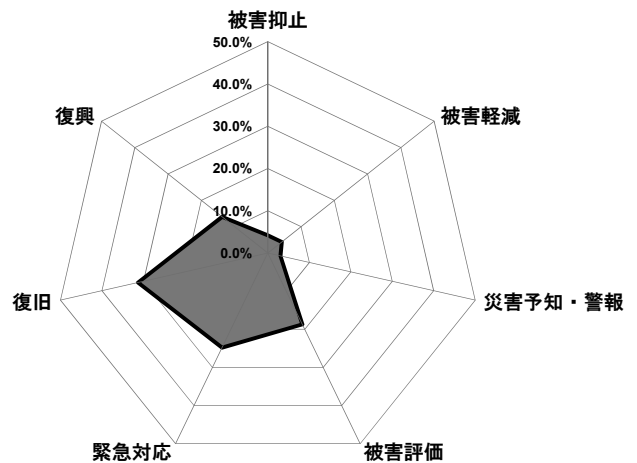


図-3 2011年4月19日の各フェーズの放送割合

4. おわりに

本研究は、災害報道を利用し災害対策のフェーズをモニタリングし、7つの災害対策の視点から総合的に災害対策を実現するためのマネジメント手法を紹介した。

今後は、各フェーズを分類するキーワードの設定精度を向上させ、また、地域別に災害対策フェーズをモニタリングするシステムを開発する。

参考文献

- 1) 土木学会東日本大震災特別委員会 地域防災計画特定テーマ委員会：地域防災計画特定テーマ(委)中間とりまとめ(案)20111219 版.pdf, 2011年12月

PROPOSAL OF THE VISUALIZATION OF DISASTER-COUNTERMEASURE-
SITUATIONS BY USING DISASTER MANAGEMENT CYCLE
- CASE STUDY OF DISASTER MEDIA REPORT -

Muneyoshi NUMADA and Kimiro MEGURO

This research proposes the visualization system of the stage/phase of disaster countermeasures condition by using seven index of “Mitigation, Preparedness, Prediction & Early Warning, Assessment, Response, Recovery and Reconstruction” for the purpose of effective countermeasures against the disaster. As the basic analysis, in this paper, the change of each phase is visualized in a time series. The reports reported by mass media during Tohoku earthquake in 2011 are used for that analysis.

Professionals, Specialists and Governments etc. who are engaged in the disaster measurements can understand the stage/phase of their current measurement's condition, and it is possible to manage effective or necessary countermeasures in the point of the seven stages/phases.

東日本大震災における自治体間の 職員派遣の実態分析

野田 哲司¹・藤生 慎²・沼田 宗純³・目黒 公郎⁴

¹学生会員 東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail:noda@risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail:fujiiu@iis.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学生産技術研究所 助教 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail:numa@iis.u-tokyo.ac.jp

⁴正会員 東京大学大学院情報学環／生産技術研究所 教授 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail:meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

東日本大震災では、東北地方太平洋沿岸に位置する多くの市町村が甚大な被害を受け、機能不全に陥った。そのため、県境をまたいだ全国的な被災地支援が求められた。

このような状況に対し、被災した自治体を応援するため、全国の自治体から大人数の自治体職員が被災地入りし、災害対応業務をこなした。甚大な被害を受け、機能不全に陥った被災自治体が抱える大量の震災処理を支援し、被災地復興に向けての大きな力となった。一方で、応援側の自治体からの職員派遣の中には、防災工学上合理的になされているとはいえない事例もあった。

本研究では、2011年に起きた東日本大震災にて実施された自治体間での職員派遣の実態を分析した。分析に基づき、東日本大震災にて実施された職員派遣の傾向を明らかにするとともに現状の支援の問題点を考察した。

分析結果から、一つの被災自治体に対し複数の自治体から支援が行われている状態である事が分かった。また、一つの自治体が複数の被災自治体に対し支援を行っている状態であると分かった。本研究に続く今後の課題は、職員派遣に関わる問題点の明確化と検証である。

Key Words : *the Great East Japan Earthquake, dispatch of local government staff, mutual support*

1. はじめに

東日本大震災では、東北地方太平洋沿岸に位置する多くの市町村が甚大な被害を受け、災害対応において中心的な役割を果たすことが期待された市町村が機能不全に陥った。また、岩手・宮城・福島が同時に甚大な被害を受ける等、県境をまたいだ災害対応が求められた。

前述のような状況に対し、全国の自治体から大人数の自治体職員が被災地入りし、災害対応業務をこなした。機能不全に陥った被災自治体が抱える大量の震災処理を支援し、被災地復興に向けての大きな力となった。その一方で、応援側の自治体からの職員派遣の中には、防災工学上合理的になされているとはいえない事例もある。例えば、一つの自治体から多くの自治体へ支援を行う一対多の応援がなされた事例が多かったが、このような支

援は特定の自治体に絞った支援と比較し、様々な問題が予想される。特に、支援の際の責任の明確化、被災地とのコネクション形成、被災地での支援活動のノウハウ蓄積などを達成するうえでは非合理的である。他にも、自治体による職員派遣に関わる問題点は、東日本大震災において多く発生していると考えられ、問題点を明確にし、整理する事が求められている。

東北地方太平洋沖地震において行われた支援の傾向を把握し、問題点を把握し対策を練るために、震災にて行われた職員派遣を分析することが必要不可欠である。しかし、今回の震災で実施された職員派遣を俯瞰的に分析した研究はほぼなされていない。そこで、本研究では、各自治体が実施した被災地への職員派遣の状況を筆者らが提案した指標を用いて分析を行った。分析を通じ、現状の支援傾向の把握、問題点を明確にした。

表 1 職員派遣に関する各調査の概要

	東日本大震災 ペアリング支援	総務省による地方公務員 の派遣状況の集計	各自治体の詳細な 職員派遣状況	各自治体からの累積職 員派遣人数
調査時期	東日本大震災直後から 1 週 間程度	2011 年 7 月 1 日, 10 月 1 日, 2012 年 1 月 4 日の三回	派遣開始より随時	2011 年 7 月 1 日, 10 月 1 日, 2012 年 1 月 4 日の三回
発表時期	2011 年 3 月 28 日	2012 年 6 月 12 日	随時	未発表
調査主体	日本学術会議	総務省	各自治体	総務省
掲載内容	各自治体から被災地への支 援内容	被災自治体から受け入れた職員の 累積人数	各自治体が行っている詳細な 支援内容を掲載	各自治体からの被災自治体へ の職員派遣人数
調査方法	各自治体の HP より	各自治体からの報告	各自治体の集計	各自治体からの報告
入手方法	参考文献にまとめて記載			独自に入手

2. 本研究に使用したデータ

本研究では、総務省が集計している、各自治体から被災地への職員派遣状況をまとめたデータを用いて分析を行った。既往の、自治体間の応援に関する調査の概要は表-1に示した。

東日本大震災では、物的支援、人的支援、避難者受け入れなど様々な種類の支援が行われた。本研究では、職員派遣のみに絞り、分析を行った。

本研究で使用したデータは、表-1に示すデータと比較し、より詳細な事柄が分かるデータである。HPなどで発表されているデータでは、各自治体に掲載の決定が委ねられており、全ての自治体のデータを集計することはできない。また、総務省が発表している資料は集計したデータの一部のみである。それに対し、本研究で使用しているデータには、全国の全ての自治体それぞれについて、対応業務別の職員派遣累積人数とその派遣先の自治体が掲載されている。また、派遣先の自治体としては、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県の6県及び、それら6県に含まれるすべての自治体を対象とした。

尚、ここでの累積人数とは延べ人数（人工）ではなく、職員派遣一回を単位とした累積人数である。例えば、仙台市に5人チームが一週間派遣された場合、累積人数には5人とカウントされている。

また、東日本大震災においては、様々なスキームに基づき被災地支援が行われた。主な支援のスキームは、被災地からの要請に基づく支援、従前の自治体間相互応援協定に基づく支援である。他にも、各自治体が独自の判断で被災地調査をし、支援を決定した事例、関西広域連合内で自治体間の調整を行い支援を行った事例などもあ

った。本研究では、元のデータの性質上、そのような支援スキームの区別は行わず、全て同じスキームによる支援として分析を行った。

3. 支援先自治体数の分析

(1) 分析の概要

本章では、自治体による職員派遣先の自治体数を分析した。この分析の目的は、現状一つの自治体がいくつの自治体に対して支援を行っているかを把握することである。

(2) 仮説

災害時の被災地支援は、原則として被災地からの要請を全国知事会⁴⁾、全国市長会⁵⁾が調整して行う。しかし、東日本大震災では被災自治体の行政自体が甚大な被害を受けたり、膨大な震災対応業務に追われていることを考慮し、自発的に調査隊を送り支援を決定した自治体もあった。

このような事例が増加したことで、自治体間の調整があまり行われず、一つの被災地に同時に複数の自治体から支援が行われている事例が増加していると考えられる。また、特定の自治体に絞って支援を行う体制が構築された事例があったが、関西広域連合⁶⁾などのきわめて限定的な事例である。そのため、複数の自治体に職員派遣を行い、特定の自治体に支援を絞っていない事例が多いと予想される。本章では、この仮説に関する検証を行った。

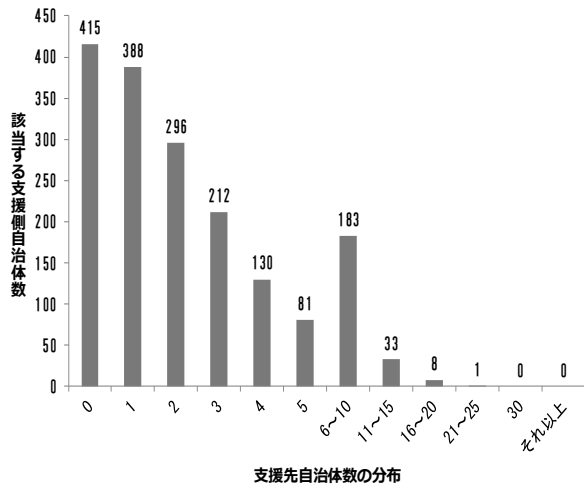


図-1 支援先自治体数の分布（市区町村から市区町村へ）

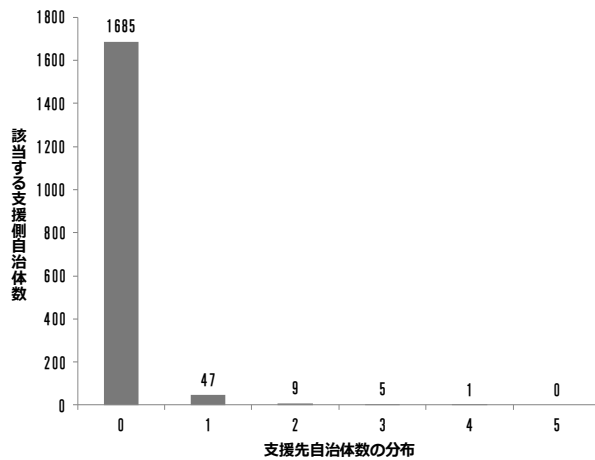


図-3 支援先自治体数の分布（市区町村から都道府県へ）

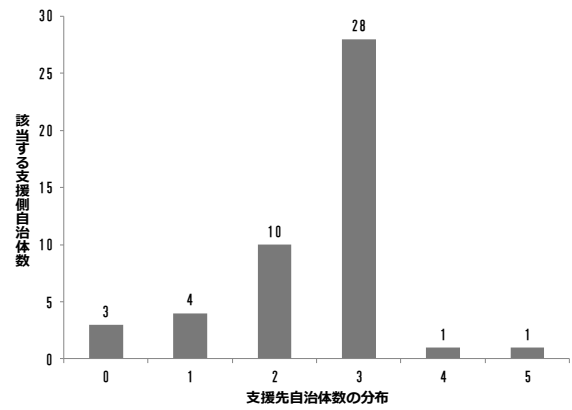


図-2 支援先自治体数の分布（都道府県から都道府県へ）

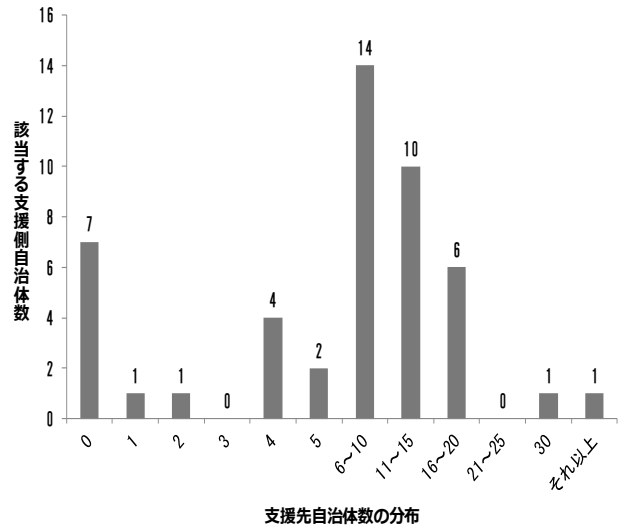


図-4 支援先自治体数の分布（都道府県から市区町村へ）

(3) 支援先自治体数の分布の分析結果

a) 支援側から見た支援先自治体数の分布

本項では、各自治体がいくつの自治体に対して支援を行っているのかを分析し、ヒストグラムにまとめた。自治体の区分は市区町村レベルと都道府県レベルに分けた。市区町村レベル同士の職員派遣分析は図-1、都道府県レベル同士の職員派遣分析は図-2、市区町村レベルから都道府県レベルへの職員派遣分析は図-3、都道府県レベルから市区町村レベルへの職員派遣分析は図-4に示した。横軸は支援先自治体の数を示し、縦軸にはその数に該当する自治体の数を示した。

図-1より、市区町村レベルの自治体から市区町村レベルの自治体に対しては、大半が支援を行っていないか、一つの被災自治体へのみ支援を行っていた事が見て取れた。しかし、中には10以上の被災自治体へ支援を行っている自治体も存在している。名古屋市の支援先自治体数

が最多で、24の自治体に職員派遣を行っている。都道府県レベル同士での支援では、単一の自治体のみへ支援を行っているケースはあるが、大半の都道府県は3つの都道府県に対して職員派遣を行っている。

市区町村レベルと都道府県レベルの関係をみると、大半の市区町村は都道府県に対しては支援を行っていない。逆に、都道府県から市区町村レベルの自治体への派遣は多く行われており、愛知県からの33市区町村への職員派遣が最多であった。

b) 被支援側から見た支援側自治体数の分布

本項では、前項と同様の分析を被支援側の自治体の立場から行った。つまり、一つの被災自治体がいくつの自治体から支援を受けているのかをヒストグラムにまとめ、支援側自治体数の分布を可視化した。

市区町村レベル同士の職員派遣分析は図-5、都道府県レベル同士の職員派遣分析は図-6、市区町村レベルから

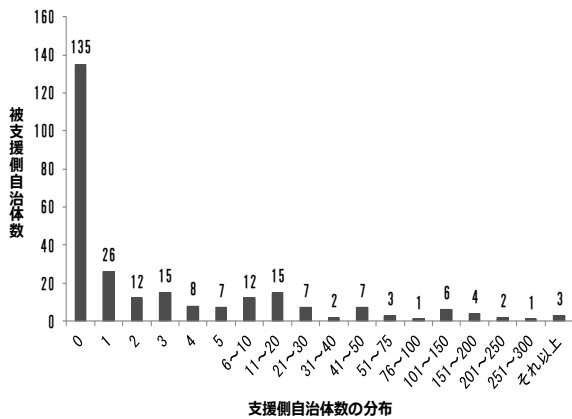


図-5 被支援側自治体から見た支援側自治体数の分布（市区町村から市区町村へ）

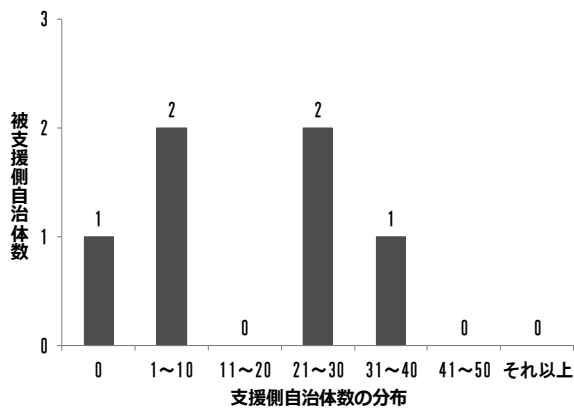


図-1 被支援側自治体から見た支援側自治体数の分布（市区町村から都道府県へ）

都道府県レベルへの職員派遣分析は図-7、都道府県レベルから市区町村レベルへの職員派遣分析は図-8に示した。横軸は支援側自治体の数を示し、縦軸には横軸の数値分の支援側自治体数を持つ被支援側自治体の数を示した。

図-5より、本データで扱った6県に含まれる自治体の中には、職員派遣を全く受けていない自治体が全体の50%強存在している。支援を受けている自治体の中には、1つ、2つと少ない自治体からの支援しか受けていない自治体も存在した。その一方で、100を超える自治体からの支援を受けている自治体が全体の6%ほどあり、中には300を超える自治体から支援を受けている自治体も存在する。この中で、石巻市は全自治体中最多の419もの自治体から職員派遣を受けていた。

また、図-6より、岩手県が36、宮城県が35、福島県が42の都道府県から支援を受けていた。

(4) 考察

支援先自治体数の分布を見て分かる通り、現状では

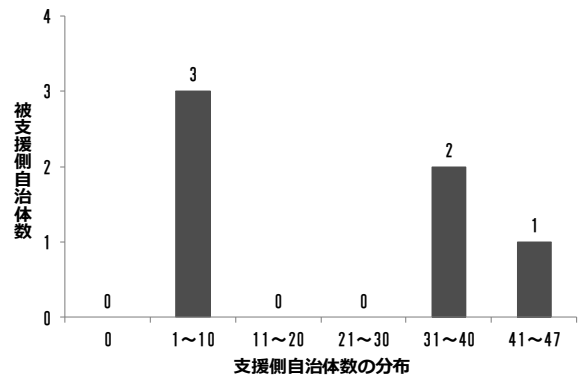


図-6 被支援側自治体から見た支援側自治体数の分布（都道府県から都道府県へ）

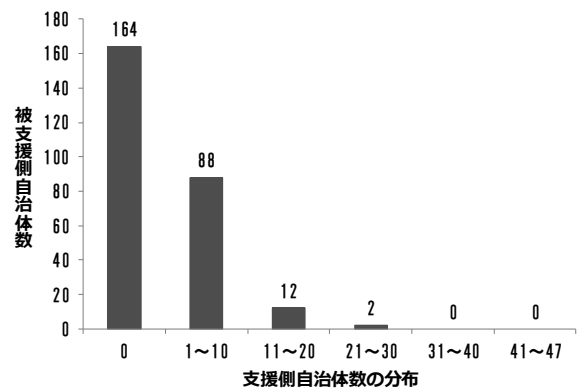


図-8 被支援側自治体から見た支援側自治体数の分布（都道府県から市区町村へ）

一つの市区町村から複数の市区町村へ派遣を行う一対多の支援が多く行われていた。以上の結果から、各自治体は、支援対象の自治体を絞り切れず、複数の被災自治体へ広く浅く支援を行っていた事が予想出来る。

また、ある被災自治体に職員を派遣している自治体数の分布を見ると、多くの自治体が複数の自治体から職員を派遣されていることが分かった。以上の分析結果より、一対多で支援を行っている自治体が複数ある一方で、多対一で支援を受けている自治体も存在することが明らかになった。

4. まとめ

本研究では、東日本大震災にて行われた自治体による被災地への職員派遣を、支援先の自治体数、支援自治体と被支援自治体間の距離など、様々な指標で分析した。

一つの自治体に多くの自治体からの支援が行われる多対一の状況では、様々な問題が発生していると考えられ

- る。例をあげると、以下のようなものが挙げられる。
- ① 一つの被災地で活動する自治体が多く互いの連携が取り難い。
 - ② それに関連し、各自治体の責任の所在が不明瞭になる。
 - ③ 特定の自治体を定めず支援を行うことで、支援先の自治体とのコネクション構築や、その自治体での支援ノウハウの蓄積が難しくなる。
 - ④ このような支援の形態は、ある自治体からの職員派遣が複数の自治体に分散してしまうために、ある特定の自治体を集中的に支援する事が難しくなる。

前述した問題点も含め、本研究で得られた分析結果から予想される問題点を整理する事は必要不可欠である。更に、被災地へのヒアリングなどにより問題点の確認をし、考察を裏付ける事が重要である。そして最も重要なことは、明らかにした傾向、問題点を基に、自治体間相互応援協定の合理的な締結方法の確立に応用するなど、想定される災害に対する対策を練るための教訓として活用することである。

謝辞：総務省地域力創造グループ地域政策課 より東日本大震災において、自治体から被災地へと派遣された職員の累積人をまとめた貴重なデータを頂いた。ここに記

して謝意を表する次第である。最後に、東北地方太平洋沖地震において犠牲となった被災者の方々にご冥福をお祈り申し上げると共に、被災地の一日も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。

参考文献

- 1) 日本学十会議：ペアリング支援，2011
http://www.epd.tu-tokyo.ac.jp/sinsai/2011-03-29_report.pdf
- 2) 総務省：被災自治体への地方公務員の派遣状況，2012
http://www.soumu.go.jp/main_content/000167574.pdf
- 3) 各自治体：被災地支援データ
各自治体の HP を参照
- 4) 全国知事会：都道府県相互の広域応援体制について，2011
http://www.nga.gr.jp/news/h231220tjikaigi_houkoku8-1.pdf
- 5) 総務省：全国市長会の東日本大震災への主な対応，市町村職員の派遣スキーム（全国市長会版），2011
http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h24/tikoutai/01/shiryo_04.pdf
- 6) 関西広域連合：平成 23 年東日本大震災への関西広域連合の対応
<http://www.kouiki-kansai.jp/contents.php?id=219>

Analysis of the dispatch of local government staff conducted in the Great East Japan Earthquake

Satoshi NODA, Makoto FUJIIU, Muneyoshi NUMADA and Kimiro MEGURO

In the Great East Japan Earthquake, many local governments along the Pacific Ocean in the East Japan are heavily damaged and result in a dysfunction. Local governments damaged heavily need support from governments all over Japan.

Many local staff go to the damaged areas and deal with to support damaged local governments to support local governments damaged heavily. Governmental staff sent from all over Japan helped local governments damaged heavily to deal with a lot of task. However, there are many cases that government staff dispatch isn't conducted based on the disaster mitigation principle.

In this research, we analyze staff dispatch by local governments in the 2011 Great East Japan Earthquake. Based on this analysis, we clarify the tendency of the staff dispatch and examine the problems concerning support to the local governments damaged heavily.

According to this analysis, many local governments dispatch governmental staff to one local government. On the other hand, one local government dispatch staff to many local governments. Future issues are clarification and verification of the problems concerning the dispatch of staff.

News Coverage Concentration on Specific Municipalities: Analysis of TV Report Contents at 2011 Tohoku Earthquake

Muneyoshi NUMADA¹ and Kimiro MEGURO²

¹ Research Associate, ICUS, IIS, The University of Tokyo, Japan
numa@iis.u-tokyo.ac.jp

² Professor, ICUS, IIS, The University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

Following the 2011 Tohoku Earthquake in Japan, we have noticed that TV coverage highly emphasized certain municipalities, repeatedly reporting its damage and disaster response activities. Nuclear power plant accident was also extensively highlighted. The news coverage focusing on specific regions induced aid and support – e.g. distribution of relief supplies and donations -- to certain areas only. This problem of unbalanced press coverage has also been witnessed in the past disasters -- Hokkaido Nansei Oki Earthquake in 1993, Hokkaido Toho Oki Earthquake in 1994, and the Southern Hyogo prefecture earthquake in 1995. While the same issue arose again in the 2011 Tohoku Earthquake, lopsided media coverage again failed to offer disaster overview or enhance understanding the total damage, both of which are crucial in times of such massive earthquake. We believe that TV media bears heavy responsibility and should therefore play the leading role in providing information that helps people to make appropriate decisions and judgments.

The purpose of this research is to conduct a quantitative analysis of the municipalities that were repeatedly featured in TV news reports. Media coverage rate by municipalities was analyzed to find out the relationship between media coverage amount and damage level.

The result showed that even if the damage levels were equal, the amount of TV news coverage among the municipalities differed -- a common and distinctive feature among all TV stations. One of the reasons can be explained by the fact that TV crew was unable to reach certain cities and towns due to damaged roads and traffic. However, another reason and perhaps the essential problem lie in the longtime tendency of Japanese TV stations: to follow and conform to successful reports which has given impact and sensation. The unbalance occurs because each TV station is driven by the fear of missing out on a scoop. The results of this study, based on quantitative analysis, are an indication of these alarming phenomena.

Keywords: TV news coverage, TV media, disaster information, Tohoku earthquake

1. INTRODUCTION

1.1 Overview of the 2011 Tohoku Earthquake

At 14:46 JST (5:46 UTC) on March 11th, 2011, an earthquake of a moment magnitude 9.0, the largest earthquake ever recorded in Japan, struck off the shore of the Sanriku area in the Tohoku Region. The “*mega tsunami*” followed, deeply hitting indented coastal areas and bringing enormous and devastating damage to many cities and villages in the area. Damage by the “*mega tsunami*” was not only limited to buildings, but the resulting fires destroyed many communities, taking lives of thousands. Moreover, nuclear power plant (NPP) facilities suffered complicated and serious damage. This earthquake was later officially named “*The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake*” by the Japan Meteorological Agency (JMA).

1.2 Importance of TV programs

In this earthquake, people faced difficulty in grasping the full scope of the disaster since the damage was extremely widespread and diverse. To obtain information on damage conditions, safety confirmation, news and announcements from municipalities, all kinds of media were used. In addition to the conventional television, radio and the Internet, new types of information-sharing tools such as Twitter and Facebook were utilized. The Internet TV news sites, such as USTREAM and NICO-NICO DOUGA, were also capable of broadcasting NHK (Japan Broadcasting Corporation) programs and commercial TV stations at no charge. Furthermore, people could watch TV programs in the open air by receiving one-segment broadcasting services.

According to a survey (Nomura Research Institute, Ltd. 2011) on “*trends in media contact associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake*”, TV was ranked no.1 and no.2 as the important information source. On acquiring earthquake information, about 80.5% considered “*NHK TV*” and 56.9% considered “*commercial TV stations*” as important. “*Newspaper*” and “*Internet*” both ranked below TV.

Likewise, another survey (My Voice Communications, Inc. 2011) shows “*how people gathered information on the 2011 Tohoku earthquake*”. Here again, TV was ranked top at 93.5%, followed by newspapers at 44.9%, Internet news sites at 44.8%, Internet portal sites (e.g. Yahoo) at 42.8% and radio at 31.1%. These results evidently show that the majority relied on TV as the main tool to get information.

According to the Article 108 of the Broadcasting Act and Disaster Countermeasure Basic Act (Tanaka 2008), broadcasting organizations are obliged to provide useful services in order to prevent and minimizing disasters. Also, the Ministry of Internal Affairs and Communications has requested NHK and the National Association of Commercial Broadcasters in Japan to provide accurate and detailed information to the public as quickly as possible (Ministry of Internal Affairs and Communications 2011).

Considering the above, we can say that the expected role of TV news is not just reports on damages but also to provide useful information that prevent further damage. TV news is indeed counted on as one of the “disaster prevention

organizations” – to make appropriate contributions in disaster management.

1.3 Problems of TV programs

Immediately after the 2011 Tohoku Earthquake, certain affected areas, where TV reporters could easily reach, were repeatedly exposed from an early stage, leaving strong impact on the viewers. Obviously, specific municipalities were intensively covered by TV news than others. High emphasis was also placed on the nuclear power plant accident. We can say that the news coverage was pretty much unbalanced, especially when considering the vast extent of the affected areas. This unfairness eventually led to the uneven allocation of aid activities, with distribution of relief supplies and donations concentrated to limited municipalities while other areas were left neglected.

Although this problem of media coverage concentration has been repeatedly pointed out in the past earthquakes (Nakamori 1995) such as Hokkaido Nansei Oki Earthquake in 1993, Hokkaido Toho oki Earthquake in 1994, and the Southern Hyogo prefecture earthquake in 1995, the same issue arose again in the 2011 Tohoku Earthquake (Nakamori 2011). Unbalanced media coverage on certain topics and areas does not offer the audience comprehensive views or understanding of total damage, both of which are crucial especially at the time of such massive disaster. TV media is heavily responsible for providing information to the public so that they can make correct decisions and take appropriate actions.

Previous studies on TV news coverage and contents after the Tohoku earthquake include: chronological analysis of TV news contents (NHK 2011), verification of early media coverage, confused and disordered reports of the nuclear power plant accident, and analysis of foreign media reports (General incorporated association of Tokyo-sya 2011). But never before had there been any quantitative analysis of TV news coverage unbalance conducted.

1.4 Purpose of this research

The purpose of this study is to conduct a quantitative verification of the unbalance in media coverage by municipalities during the emergency period after the Tohoku earthquake. The correlation between media coverage and damage level during the first ten days after the disaster was analyzed.

2. TV news data

In this study, we selected six major TV stations, namely NHK, NTV, TBS, Fuji TV, TV Asahi, and TV Tokyo. TV content analysis generally requires text data from each program section. Especially for this study, we adopted a database called "*Document-Analyser*" by JCC Corporation, which allowed us to obtain text data of all six TV stations for 365 days a year, 24 hours a day and by the unit of seconds. The database enabled us to comprehend the full details of when, what, where, and how each TV stations reported. Table 1 shows an example of the text data of NHK on March 12th.

The target period of this research covers the ten days from March 11th to 20th, considering the importance of TV news reports at an early stage immediately after the disaster. We paid attention to how the damage situation became apparent

along with how much influence the news reports gave on supply of relief goods.

Table 1: Example of the text data of the TV program (259 characters)

<p>In Miyagi Prefecture, by the earthquake, 53 people were killed. The details is 17 people in the <u>Higashimatsushima</u> city, 12 people in the <u>Kesennuma</u> city, 8 people in the <u>Shichigahama</u> town and 5 people in the <u>Sendai</u> city. In the coastal town of <u>Minamisanriku</u> where was attacked by the tsunami, many buildings and houses were washed away by the tsunami except the hospital building constructed by concrete, and many people were missing. In the area along with the port of <u>Kesennuma</u> in <u>Kesennuma</u> city, the large-scale fire occurred caused by the outflowing oil from the tank at the port. The video of <u>Kesennuma</u> city. (March 12, NHK)</p>

3. Concentration of TV PROGRAMS

Contents of news programs broadcasted by each TV station were more or less similar; no big difference or distinctive feature was observed from the reports produced during the ten days after the disaster.

3.1 Index “C” Definition: Concentration-ratio of municipality news coverage

This chapter analyses by text data the way each TV station focused its reports on specific municipalities. “Concentration-Ratio of the News Coverage on Municipality” is defined as Index “C”. The “C” is indicated by the ratio of “*the total number of all municipalities each TV station has picked up*” and “*the number of each municipality each TV station has picked up*.” Here, the definition of “*pick up*” implies the appearance of municipality name in text data as underlined in Table 1. For example, Higashimatsushima City marked “1”, Kesennuma City “4”, Shichigahama Town “1”, Sendai City “1”, and Minami-Sanriku Town “1” respectively in the text given in Table 1.

If the Index C scores high, it indicates that the TV station has made intensive reports focusing on a particular municipality. If the Index C is low, it suggests that no specific municipality has received unusual attention. If the Index C is zero, then municipalities got no coverage at all.

3.2 Correlation between “C” value and damage level

In this section, we discuss the relationship between the “C” value and damage level. Although previous studies have conducted a quantitative analysis of correlation between newspaper coverage and damage level (Matsumura 1998), the relationship between the TV report coverage and damage level has not yet been studied.

The definition of “*earthquake coverage rate*” is indicated by the ratio of quake-related reports in all newspaper articles excluding advertisements. The result suggests a high correlation between “*earthquake coverage rate*” and the number of casualties, but not much correlation with the number of totally collapsed buildings.

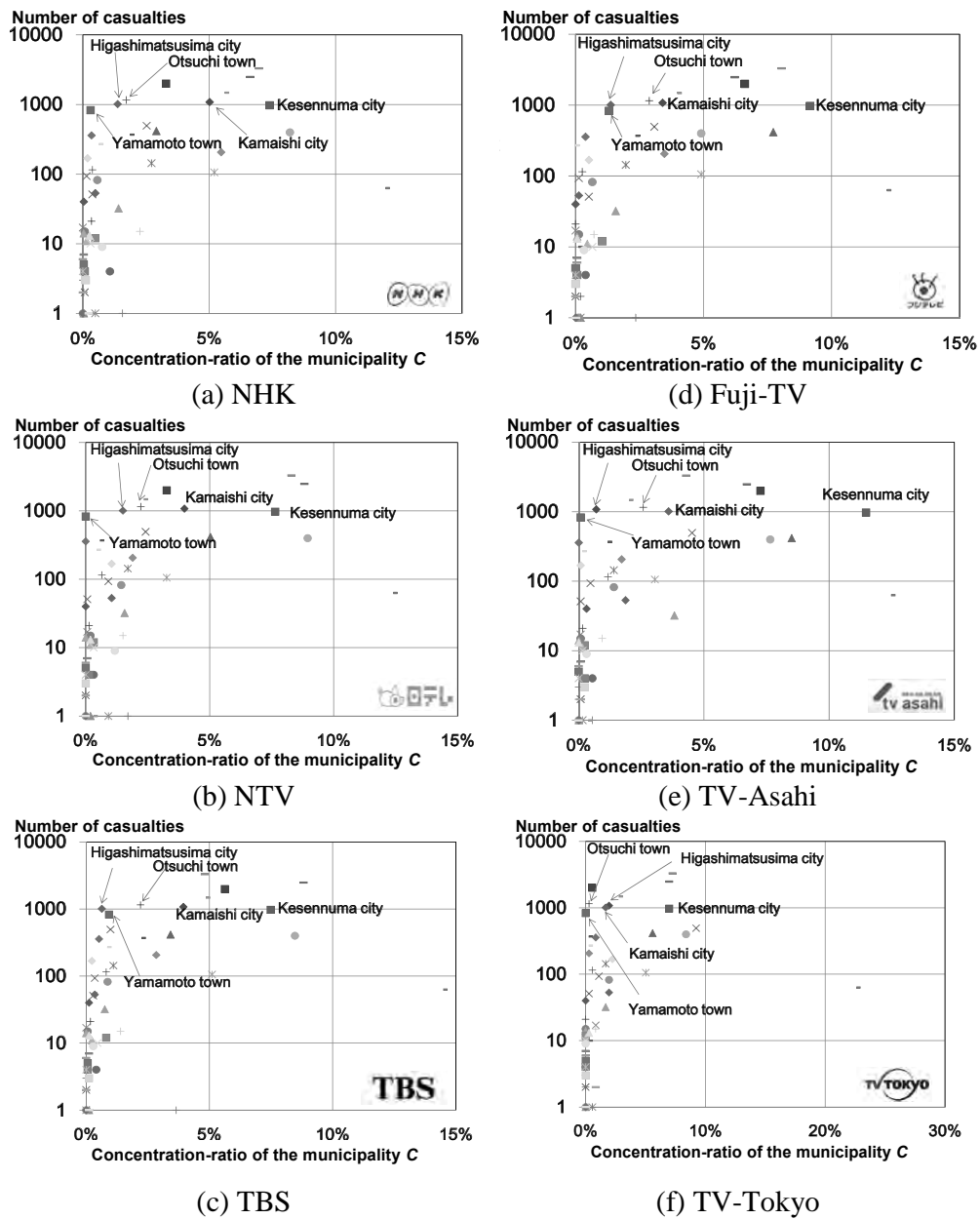


Figure 1: Relationship between the number of casualties and the concentration-ratio of the municipality

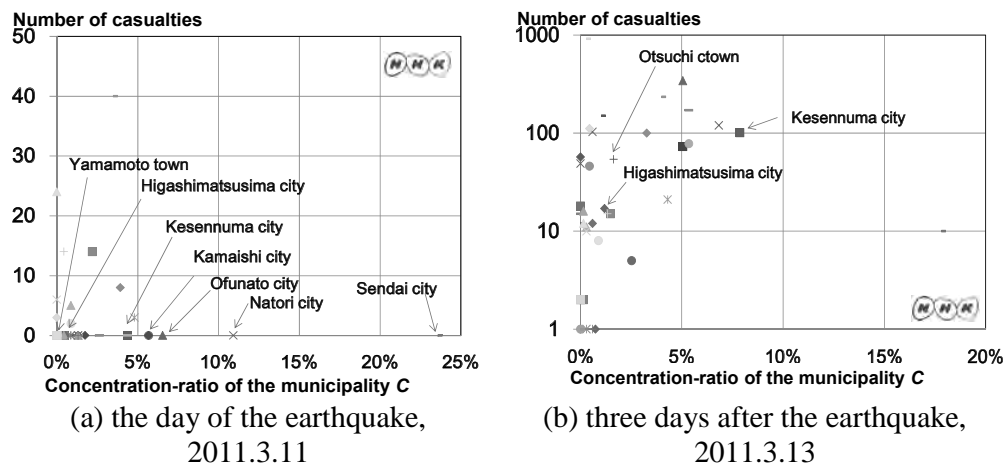


Figure 2: Relationship between the number of casualties and the concentration-ratio of the municipality of NHK

Using the above result as reference, this paper analyses the relationship between casualties and the Index C of TV news coverage. The number of total casualties used here represents the sum of the missing and the dead.

Figure 1 shows the relationship between casualties and the Index C on March 11th. In calculating the Index C here, the total number of news coverage on municipalities from March 11th to 20th is used, and the number of casualties referred to those confirmed by March 20th.

Focusing on the municipalities with over 1,000 casualties, NHK showed the highest Index C score for Kesennuma City, followed by Kamaishi City, Otuchi Town, Higashimatsushima City and Yamamoto Town. This result shows that even though the number of casualties is similar, significant difference is seen in the amount of TV news coverage on municipalities.

Similarly, when looking at Nihon-TV's reports on municipalities with over 1000 casualties, the Index C of Kesennuma shows high value, while Yamamoto and Higashimatsushima show relatively low value. The same tendency is observed in other TV stations. This tendency can also be observed from the chronological analysis as given in Table 2 (a) and (b). On March 14th, in Higashimatsushima City, 152 dead and 400 missing people were found, likewise on March 15th in Yamamoto, 111 dead and 638 missing people were found. Despite these findings of high number of casualties, no obvious reaction was observed in the Index C.

Figure 2 shows the relationship between casualties and the Index C of NHK on the day the earthquake hit, the third and the tenth day after disaster. The C is calculated by the number of coverage on March 11th, the day of the earthquake, the sum of the coverage of the third and the tenth days respectively. The number of casualties used is the sum of dead and missing people on the day of the earthquake, by the third and tenth days since March 11th respectively.

The Index C of the Sendai and Natori cities on the day of the earthquake is high, subsequently followed by Ofunato City, Kamaishi City, Kesennuma City, Higashimatsushima City and Yamamoto Town. At this stage, Otsuchi Town is not covered as seen in Figure 2 (a). Now, we will discuss by comparing two municipalities of Kesennuma City and Otsuchi Town.

On the third day (Figure 2 (b)), both Kesennuma and Otsuchi showed increase

in the number of casualties. Nevertheless, the Index C of Kesennuma rose while that of Otsuchi remained unchanged. By the tenth day, the number of casualties of both reached almost the same level, yet a large gap in Index C is observed.

These results have proved quantitatively that difference exists in Index C, despite the fact that the casualty level is the same. Therefore, the figures indicate that the news report coverage is unbalanced, and this tendency is common among all TV stations. Of course, one of the reasons may be explained by the accessibility to certain municipalities due to road conditions. However, another reason may be that TV stations tend to conform with reports by major successful TV stations which have managed to deliver news with strong impact because they are driven by the fear of missing out on a scoop. The results of this study, based on quantitative analysis, are an indication of these alarming phenomena.

4. CONCLUSIONS

The concentrated news coverage induced the unfair allocation of relief supplies and donations to some specific areas. This problem has repeatedly happened in the past disasters. This research has proved quantitatively that difference exists in Index C, regardless whether the casualty level is the same or not. This fact has shown the fact that news report coverage is unbalanced among all TV stations. One of the reasons may be the accessibility to certain municipalities due to the road conditions. However, another reason may be that the TV stations have the tendency to conform with reports by major successful TV stations which managed to deliver news with strong impact, and they are driven by the fear of missing out on a scoop. The results of this study, based on quantitative analysis, are an indication of these alarming phenomena.

Led by these results, we propose the following strategy to improve the standard of fairness in TV news reporting ahead of the next disaster. Considering the limited time and human resources at TV stations, we strongly advise them to: (1) grasp the overall damage conditions and perspective accurately, (2) provide information that corresponds to the direct needs of the audience, and (3) promote cooperation among TV stations, pay respect to press freedom, avoid unbalanced news coverage focusing on specific municipalities only, and lastly, improve access to obtain necessary information.

With regards to the role of the press, TV stations are expected to provide useful information, thereby contributing to appropriate disaster response, both from inside and outside the disaster-affected areas (Cabinet Office of Japan 2008). The above-mentioned strategy will serve as the guideline for improvement in this aspect.

In the next phase of this study, we will develop similar analysis using the amount of reporting time, then verifying the difference from text data. Moreover, we will carry out further study to find out what kinds of subject matters were reported intensively.

ACKNOWLEDGEMENT

This research has been supported by Mr. Takatoshi Ishii of JCC Corporation.

REFERENCE

- General incorporated association of Tokyo-sya (2011). Journalism of unprecedented disaster and tribulation, Journal of general journalism research, No.217, pp.9-18, 26-51
- Japan Cabinet Office of Japan (2008). Basic Disaster Management Plan, pp.48-49.
- Kazuo Matsumura (1998). Reaction of society against the earthquake disaster reported by the newspaper, Journal of Architectural Institute of Japan. 511, pp.61-67.
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2011). The request for Japan Broadcasting Corporation and National Association of Commercial Broadcasters in Japan about the information providing of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu07_01000018.html. [Accessed at 2011.4.1]
- My Voice Communications, Inc. (2011). Questionnaire survey on "How to gather information about the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake ", <http://www.myvoice.co.jp/biz/surveys/15417/index.html>. [Accessed at 2011.5.30]
- Nakamori H., (1995). Problems about initial and regional-detail information focused on the city of Hanshin region, Journal of the Institute of Social Safety Science (5), pp.21-28.
- Nakamori H., (2011). Problems of news and mass media in the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. Journal of Urban problems, Vol.102, pp.4-9.
- NHK (2011). What kinds of contents did TV stations provide in the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, NHK broadcasting studies, Vol. 61, No.5, pp.2-7.
- NHK (2011). What kinds of contents did TV stations provide in the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (2), NHK broadcasting studies, Vol. 61, No.6, pp.2-9.
- Nomura Research Institute, Ltd. (2011). Research on trends in media contact associated with the earthquake, <http://www.nri.co.jp/news/2011/110329.html>. [Accessed at 2011.3.29.]
- Tanaka H., and Yoshii A., (2008). Introduction to Disaster Information Theory, Koubundou, pp.164-165, 218-227.

Analysis of disaster information gathering behavior and language ability after the 2011 Tohoku Earthquake

Akiyuki KAWASAKI¹, Michael HENRY², and Kimiro MEGURO³

¹Project associate professor, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan
akiyuki@iis.u-tokyo.ac.jp

²Assistant professor, Division of Field Engineering for the Environment,
Faculty of Engineering, Hokkaido University, Japan

³Professor and Director, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

After the March 11 Tohoku Earthquake, people living in Japan were faced with confusing and conflicting messages from differing information sources which created an atmosphere of uncertainty and led many people, particularly foreigners, to relocate to western Japan or leave the country entirely. In order to improve the dissemination of information after future disasters, a survey was conducted to understand how people in the Kanto region – the most populous area of Japan and border the Tohoku region – received their disaster information, what difficulties they encountered related to disaster information and how these may have affected their post-disaster decisions. This paper presents analyses and discussions on the relationship between language ability and disaster information gathering behavior, information difficulties, and demographic characteristics.

Keywords: 2011 Tohoku Earthquake, disaster information, language ability

1. INTRODUCTION

At 14:46 on March 11th, 2011, a magnitude of 9.0 earthquake with a hypocenter in the Pacific Ocean off the Sanriku area of Tohoku struck, causing enormous damage mainly in the eastern area of Japan. This earthquake (which shall be referred to as the “Tohoku Earthquake”) was not only the largest earthquake recorded in Japan and resulted in a massive tsunami which hit the Tohoku and Kanto regions, but also triggered a nuclear power plant crisis which included core meltdown and the release of radioactive material.

The news of this earthquake was immediately delivered all over the world, but differences in the reported urgency level of the crisis and disagreements and contradictions between the contents of overseas and domestic media after the earthquake soon emerged. Under these circumstances, a large number of foreigners residing in Japan hurriedly evacuated for short- or long-term periods either inside the country or outside Japan. This evacuation had broad implications

on socio-economic activities. These effects include the withdrawal of foreign government functions in Japan due to the relocation or closure of embassies, reduction in productivity due to the relocation or stoppage of foreign companies' functions, relocation of supply chain or human resources outside of Japan, and so forth. The educational field was particularly hard-hit, as up to 80% of foreign students in the Tohoku region returned to their country, and many did not return to Japan; this effect was also felt in the Kanto region and other areas of Japan, and the withdrawal of large numbers of foreign student had a large impact on some universities' economic situation. The tourism industry was also affected by the cancellation of trips, tours, conferences, and so forth.

After the Tohoku Earthquake, many important questions about disaster information dissemination – particularly as it relates to foreigners – were raised. How did foreigners residing in Japan collect disaster information? Which sources did they trust when faced with a wide variety of information released from both domestic and overseas sources? Did differences in their Japanese and English language ability affect their information collection behavior or which information sources they trusted the most or least? What aspects of disaster information may have contributed to the widespread flight of foreigners? What should be done to improve disaster information dissemination to foreigners after future disasters?

To contribute to solving these issues, we conducted a questionnaire survey targeted at Japanese and foreigners residing in the Kanto region at the time of the earthquake. Previous analyses have introduced general results focusing on the differences between Japanese and foreigners (Kawasaki et al., 2011; Henry et al., 2011). In this paper, we examine the disaster information gathering behavior and related difficulties considering the language ability in order to better understand how we may improve disaster information dissemination in the future.

2. SURVEY METHODOLOGY & SAMPLE CATEGORIZATION

2.1 Survey design & distribution

We carried out an online questionnaire survey focusing on people in the Kanto region, which is the most populous area in Japan and includes Tokyo and seven surrounding prefectures. In order to collect samples from the major foreign nationalities, we prepared the survey in nine different languages. A detailed overview of the survey contents is provided in Kawasaki et al. (2011) and Henry et al. (2011). The survey was distributed via two methods: first, through social and professional contacts; and second, through direct requests for cooperation with entities such as business communities, universities, embassies, and so forth. Responses were gathered for two weeks beginning roughly 10 weeks after the earthquake occurred.

2.2 Categorization by language ability

A total of 1,357 responses were collected in this survey, of which 497 were from Japanese and 860 were from foreign nationals representing 73 countries. We first

categorized the respondents into groups according to their self-assessed Japanese speaking and listening and English proficiency levels, as summarized in Table 1. Language proficiency was classified into five levels: “native,” “advanced,” “intermediate,” “basic,” and “none.” The purpose of this analysis is to investigate how the difference in language ability levels affected disaster information collection behavior, so the respondents who chose the upper or lower two levels were defined as “skilled” or “unskilled,” respectively. They were then divided into three categories based on language proficiency as follows: “JPN+ENG” for high proficiency in both Japanese and English, and “ENG only” or “JPN only” for high proficiency in only English or only Japanese. This resulted in the extraction of 767 respondents, who were then divided into five groups depending on their language ability category and nationality (Japanese or foreigner).

Table 1: Categorization of respondents according to language ability

		English proficiency				
		Native	Advanced	Intermediate	Basic	None
Japanese proficiency	Native	JPN+ENG		F:74	JPN only	
	Advanced	F:198 J:76		J:135	F:42 J:236	
	Intermediate	F:152		F:57 J:1	F:30 J:1	
	Basic	ENG only		F:56	F:9 J:1	
	None	F:215				

3. ANALYSIS BY LANGUAGE ABILITY

3.1 Disaster information sources

The most-trusted disaster information sources are shown in Figure 1 by nationality and language ability. For foreigners [JPN+ENG] and [ENG only], the most-trusted sources were International Organization, Japanese news source, and Japanese government. For foreigners [JPN only], however, the most-trusted source was Japanese news source, followed distantly by Japanese government and international organization. For Japanese respondents, the most-trusted source was Japanese news sources, followed by the Japanese government and Japanese research/academic institutions.

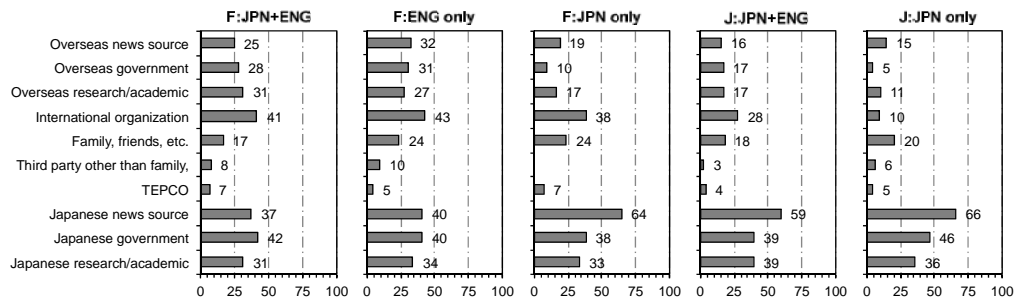


Figure 1: Most-trusted disaster information sources

Figure 2 shows the least-trusted disaster information sources. A similar trend can be seen for foreigners [JPN+ENG], [ENG only], [JPN only] and Japanese [JPN+ENG], with the top least-trusted information source being the Tokyo Electric Power Company (TEPCO), followed by the Japanese government and overseas news sources. For Japanese [JPN only], TEPCO is still the top least-trusted source, followed by the Japanese government and Japanese news sources.

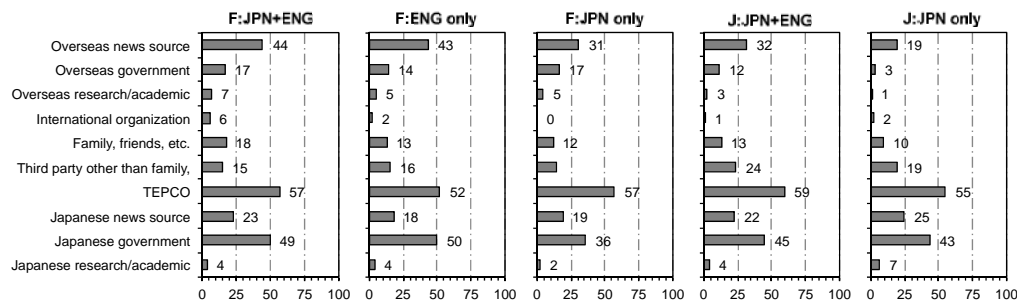


Figure 2: Least-trusted disaster information sources

In order to evaluate the net trust-worthiness of information sources, the percentage of respondents who found a source to be un-trustworthy was subtracted from the percentage who found a source to be trust-worthy. These results are summarized in Figure 3. For foreigners [JPN+ENG] and [ENG only], the source with the highest net trust-worthiness was international organization, and for foreigners [JPN only] and Japanese [JPN+ENG] and [JPN only], the source with the highest net trust-worthiness was Japanese news source. The source with the lowest net trust-worthiness for all groups was TEPCO. Large differences by language ability could be seen for international organization and Japanese news sources: in the case of the former, the net trust-worthiness was much lower for Japanese [JPN only] than for the other groups; conversely, for Japanese news source, the net trust-worthiness was much lower for foreigner [JPN+ENG] and [ENG only] than for the other groups.

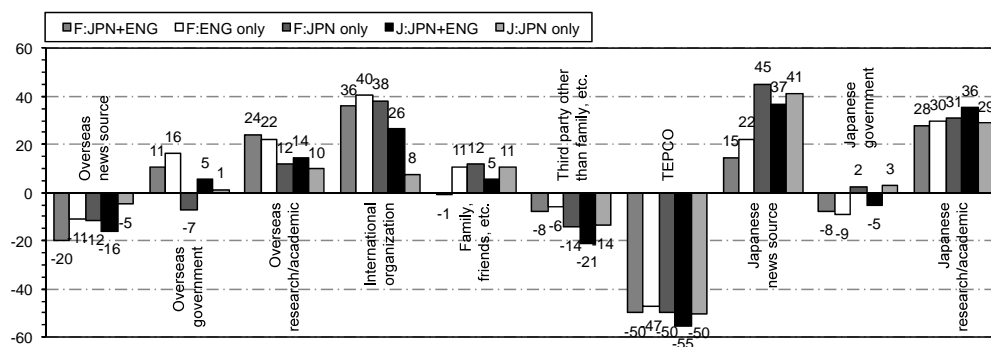


Figure 3: Net trust-worthiness of disaster information sources

3.2 Media & language for disaster information acquisition

The media and language utilized for acquiring disaster information is shown in Figure 4. Foreigners [JPN+ENG] used Japanese TV the most, followed by traditional internet in both English and Japanese. These respondents also tended to

use Japanese more for non-internet media modes and English more for internet media modes. For foreigner [ENG only], however, English was overwhelming used for all media modes, with traditional internet and TV being the most-used. Conversely, foreigners [JPN only] showed the opposite trend, with Japanese being the most-utilized language for nearly all media modes. In this case, Japanese television was the most-used mode, followed by Japanese traditional internet and traditional internet in other languages. The media and language usage pattern for Japanese [JPN+ENG] and [JPN only] was fairly similar, with Japanese television, traditional internet, and printed media as the most-used media modes. Japanese [JPN+ENG] did, however, tend to use English in addition to Japanese much more than Japanese [JPN only].

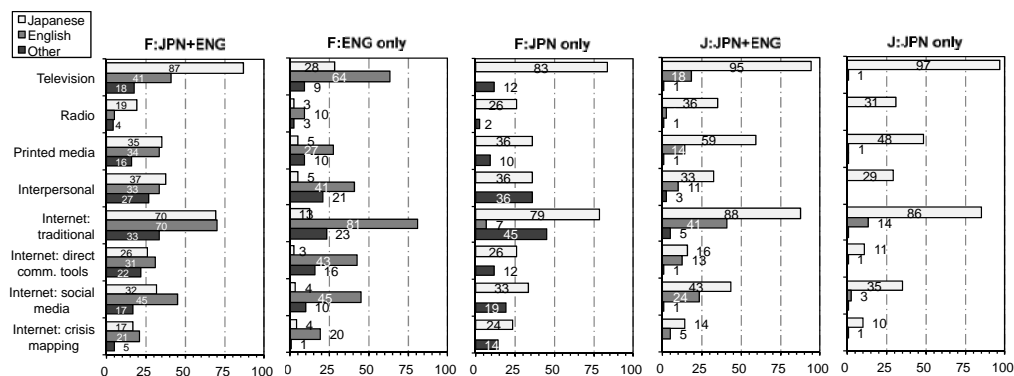


Figure 4: Utilized media and language for acquiring disaster information

3.3 Problems related to disaster information acquisition

Figure 5 shows the reasons why respondents encountered difficulties related to information acquisition. Confused by conflicting or differing information was the reason cited by the highest percentage of respondents for all groups except for foreigners [ENG only], for whom language comprehension was the largest problem, and Japanese [JPN+ENG], for whom inability to access information was just as highly rated as conflicting or differing information. The differences based on nationality and language ability were relatively small for most reasons except for inability to access information and language comprehension. For the former, Japanese respondents appeared to have more trouble with accessing information due to mobile congestion, power outage, and so forth than foreigners did. For the later, foreigners [ENG only] – the only group not skilled in Japanese – cited language comprehension difficulties much more than the other groups.

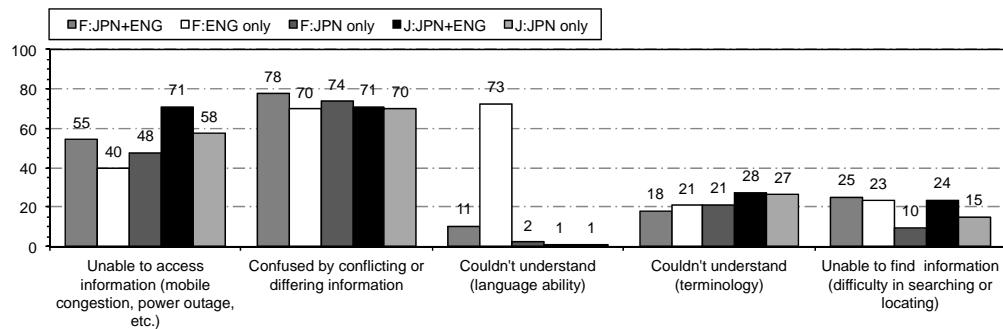


Figure 5: Reasons for problems related to disaster information acquisition

4. DISCUSSION

4.1 Dissemination of disaster information to foreigners in English

After the Tohoku Earthquake, to what extent did information originating from domestic (Japanese) sources get disseminated to foreigners residing in the Kanto region? Were foreigners who can understand Japanese the only ones able to utilize information from domestic sources, whereas those less skilled in Japanese were unable to receive domestic information? We propose the hypothesis that major Japanese information provided by domestic information sources was somehow transmitted to many foreigners in English. If so, then even Foreigner [ENG only] was able to obtain the same Japanese-language information delivered from domestic information sources as Foreigner [JPN+ENG], and this fact led to both groups having a similar pattern for most- and least-trusted information sources. However, Foreigner [JPN+ENG] tended to collected information from both Japanese and English media, whereas Foreigner [ENG only] collected information mainly in English with a very low percentage of information collection in Japanese. Therefore, the hypothesis that “information related to the Tohoku Earthquake provided by domestic information sources was disseminated to foreigners in English” arises. By analyzing the “open response” part of our survey, we found that there were primarily three means by which the information from domestic information sources was disseminated to foreigners in English.

The first was via NHK (Japan Broadcasting Cooperation), Japan’s only public broadcaster. For regular NHK General TV programs, two news programs are translated in English simultaneously using alternative audio, however, after the Tohoku Earthquake two additional news programs were also translated in English simultaneously with extended airtime. In addition, NHK also broadcast the news briefings of TEPCO and press conferences of the Prime Minister with simultaneous English translation using alternative audio. Furthermore, “NHK World,” a 24-hour English news program which normally can only be viewed overseas, was delivered after the earthquake via the Internet and via cable TV in Japan through special arrangements with domestic cable TV companies. Through these supporting activities led primarily by NHK, there were a variety of Japanese news programs choices which could be viewed in English for a period after the Tohoku Earthquake. Although the utilization of television in both Japanese and

English by Foreigner [ENG only] was not as high as other media modes (as shown in Fig. 2), we believe that TV played an important role as one of the useful domestic information sources in English.

The second means was through the use of social media such as Facebook to collect or find domestic information translated into English by a third party. Several respondents cited the “Fukushima Reactor Feed” as a helpful and important information source after the earthquake in their open response comments. The Fukushima Reactor Feed was a Facebook page launched at noon on March 12th by a foreigner residing in Japan, with the intention of sharing information on the nuclear power plant crisis by translating news broadcasts and articles related to situation in Fukushima. Some of this information included URLs referring back to the original information source, whereas some information was from other individuals’ translation of domestic TV broadcasts and news articles. As a result, information translated with a wide range of accuracy was available to many foreign audiences. Similarly, some individuals and groups provided Japanese information by translating it into English on their blogs and websites.

The third means was automatic translation of Japanese text into English using translation software or translation applications via a web browser. In this case, it is difficult to obtain an exact translation of a Japanese sentence into a English one, but some people may believe consider it is possible to understand the approximate meaning by identifying keywords from the translation result.

As described here, an environment was built on the Internet which allowed foreigners to understand the circumstances by collecting secondary English translations of Japanese information or by translated broadcast contents. Thus, Foreigner [ENG only] was able to obtain similar information as Foreigner [JPN+ENG], which may explain why their reliability on domestic information sources was similar.

4.2 Reliance of foreigners skilled in English on overseas information sources

Why did Foreigner [JPN+ENG], who collected domestic information in both Japanese and English, and Foreigner [ENG only], who collected domestic information mainly in English, both tend to place higher reliability on overseas information sources, and why did they both tend to distrust domestic information sources? Through analysis of the open responses provided by foreigners the following reasons were derived.

Both groups (Foreigner [JPN+ENG] and Foreigner [ENG only]) may have felt discomfort or anxiety due to a gap between the actual situation in Japan and the overly urgent and sensationalist reports coming from overseas. In addition, as a result of the Japanese government’s low awareness of crisis management, foreigners may also have distrust in the Japanese government’s and TEPCO’s response due to the government’s lack of involvement or intervention at the nuclear power plant along with a distinct lack of active publishing of specific information. Furthermore, these feelings of anxiety and so forth may have been

exacerbated by the shortage of reliable English information from public institutions. These reasons may have produced higher distrust of domestic information sources (albeit the difference was small) and greater trust in overseas information sources.

The major opinions of foreigners provided in the open response section as related to information from domestic sources are summarized below.

a) Passive attitude of information disclosure to the public

- A lack of proactive information provision based on the precautionary principle. For example, the continual reporting of facts such as “we can see a large amount of smoke in the sky above the Fukushima Daiichi nuclear power plant” or “currently, the measured radiation level is ○○ millisievert” without any analysis, evaluation, verification, or prediction, which forced people to make decisions or take action based on less useful information

- No information about the worst-case scenario and risks which might occur over the medium- to long-term time period, such as response to radioactive contamination, nor information about the expected radiation levels such as the prediction of short- to long-term dispersion considering weather conditions such as wind direction

- Analysis results should have been open and transparent

b) Repetitious, meaningless and ambiguous information

- Difficult to understand the actual meaning due to the high frequency of ambiguous expressions used by many Japanese to avoid being assertive, such as “we can’t exclude the fact that ○○ did not occur”

- No consistency in information or large amounts of contradictory information

- Repeated broadcasting of the same images and information seen and given after earthquake

c) Disappointment in the Japanese government’s response to the nuclear power plant crisis

- This is a fundamental problem related to the Japanese government’s crisis management, but many opinions were received in the open response section of questionnaire: “even if the nuclear power plant problem is a national crisis, it is hard to understand why the Japanese government entrusted the resolution of the nuclear problem to TEPCO, which is just a public company – why wasn’t the government more deeply involved;” “the Japanese government was too slow in getting involved;” “we were confused because the government said that it was safe without showing any scientific evidence about the radioactive contamination of soil, water, and food.” From these actions of the government, it gave the impression to many foreigners that the Japanese government lacked the precautionary principle, and that the government underestimated the situation due to poor crisis management ability. In addition, foreigners were very concerned whether the Japanese government and TEPCO were hiding information.

4.3 Reliance of foreigners skilled in Japanese on domestic Japanese information sources

Contrary to other groups of foreigners based on language ability, Foreigner [JPN only] mainly used Japanese media or, in some cases, their native language (except

English) for collecting information, but they rarely used English (Fig. 3). There is a large difference between this group's reliance on domestic information sources (57%) versus overseas information sources (32%).

A similar level of reliance (based on percentage) could also be observed for Japanese [JPN+ENG]. The majority of Japanese [JPN+ENG] collected information in Japanese, although there was some limited use of English. Even when the amount of information collected from overseas information sources was small, even if they were able to collect using both English and Japanese language, it resulted in low trust in overseas information sources; this tendency was even greater for Japanese [JPN only].

Foreigner [JPN only] appeared to collect some information in their native language (excluding English), in which the urgency of crisis may have been different from domestic broadcasts. Japanese [JPN+ENG] also collected overseas information in limited manner. As both of these groups collected information in a similar manner in Japanese, both Foreigner [JPN only] and Japanese [JPN+ENG] also tended to trust similar information sources. However, Japanese [JPN only] only collected domestic information, and as such their evaluation of trustworthiness was biased towards domestic information sources.

REFERENCES

- Kawasaki, A., Henry, M., Meguro, K., 2011. Disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake Part 1: Results of Japanese respondents. *2011 New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia (ICUS Report 2011-02)*, Chiang Mai, Thailand, 45-56.
- Henry, M., Kawasaki, A., Meguro, K., 2011. Disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake Part 2: Results of foreign respondents. *2011 New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia (ICUS Report 2011-02)*, Chiang Mai, Thailand, 149-161.

Reconstruction of Kamaishi City after the 2011 Tohoku Earthquake and Tsunami

Maria Bernadet Karina DEWI¹, Sae SHIKITA², Takaaki KATO³

¹ Graduate Student, ICUS, IIS, The University of Tokyo, Japan
dewi@iis.u-tokyo.ac.jp

² Undergraduate Student, ICUS, IIS, The University of Tokyo, Japan
sae.shikita@gmail.com

³ Associate Professor, ICUS, IIS, The University of Tokyo, Japan
kato-t@iis.u-tokyo.ac.jp

ABSTRACT

Hakozaki Peninsula, Kamaishi city, consists of eight villages, located alongside the coastal area of Iwate Prefecture. During the 2011 Tohoku earthquake and tsunami, the casualties were 1,061 dead and missing, 2,954 completely destroyed houses, and 687 partially destroyed houses. Currently, the population lives in temporary houses in scattered locations. As other cities in the Tohoku affected area, this city faces the very significant problem of a declining society, as well as other problems.

Kamaishi city'd population data and economic and governance systems are resources that should be considered with regard to reconstruction. Since the 2011 Tohoku earthquake the process of reconstruction with the involved stakeholders—the national government, municipalities, communities, NPOs, and others has been ongoing. This paper analyzes the current situation of the recovery, community activities for reconstruction, and relation between these activities, then finding problem between the process and involved stakeholders.

Keywords: reconstruction, Kamaishi city, Hakozaki Peninsula, community participation, problems, solution.

1. BACKGROUND – KAMAISHI CITY BEFORE THE DISASTER

Kamaishi city is located in the southeastern part of Iwate Prefecture, along the coastal line towards the Pacific Ocean, with total area of 441.43 square kilometers. Kamaishi city was well known for its fishery and iron industry. In 1857, Nambu Domain constructed the Ohashi blast furnace at Kamaishi as the first western-style blast furnace in Japan. In 1934, the Meiji Government established Nippon Steel, the city's population at that time reached 40,388. At the same time, roads and railways were developed, and the role of Kamaishi Port became significant.

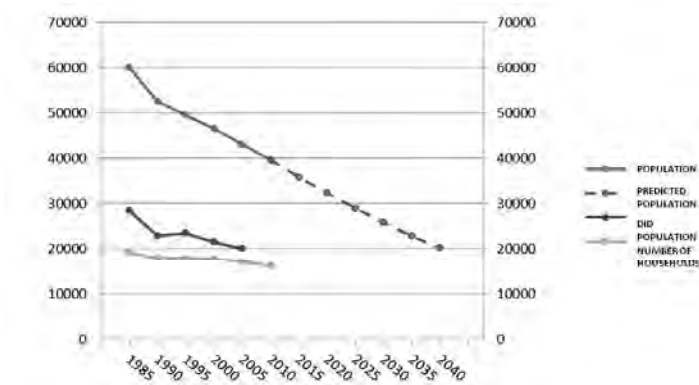


Figure 1: Changes in population and the number of households in Kamaishi (Source: National Census)

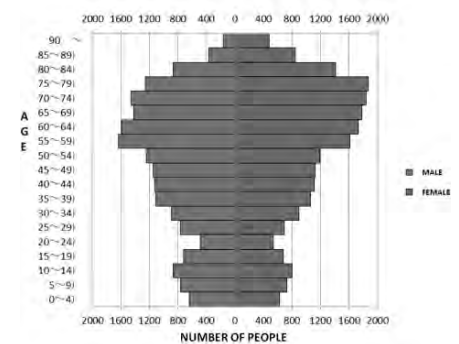


Figure 2: Population pyramid of Kamaishi City in 2010 (Source: National Census)

Figure 1 shows the population trend in Kamaishi City, the densely inhabited district (DID) population, and the number of households, with the data obtained from the National Census. The population is estimated from 2010 until 2040. From this graph, it can be assumed that population will greatly reduce in the future. The decrease can be seen in the general population, as well as in the urbanized area. On the other hand, the declining household rate is smaller compared to rate of population decline. Figure 2 explains how the population has been subject to a declining birth rate with the majority of the population between age of 55 and 79.

The situation of industry in Kamaishi City in 2007 was decreasing, with primary industry becoming 3.8%, secondary industry 33.3%, and tertiary industry 67.6%. The number of employees had been declining about 30% from 1990 until 2010. In particular, the decline of the primary industry was significant, having halved in 20 years. Agriculture has decreased about 65% among others. Though the number of fish caught has not decreased much, the revenue of the fishery industry has been declining, especially from 2000 until 2009.

2. CASUALTIES AND DAMAGE CAUSED BY THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE AND TSUNAMI

Kamaishi City suffered great tsunamis in 1896, 1933, 1960 and most recently in 2011. With the highest tsunami wave reaching 10.1 m at Kamaishi harbor during the Great East Japan Earthquake and Tsunami on March 11, 2011, Kamaishi City suffered 885 fatalities, with 176 missing, 9,883 evacuees to other areas, and 633 evacuees inside the city (Kamaishi, 2011). The number of dead and missing in Kamaishi City was the third largest in Iwate Prefecture, after Rikuzentakata and Otsuchi Town. The number of totally collapsed buildings is 2,954, with 396 highly destroyed, 291 partially destroyed, and 907 damaged.

3. CURRENT SITUATION

Refugee location was completed by October 8th, 2011, and temporary housing was completed by August 5, 2011 with 3,164 relocated to 50 sites. An estimated 50% of debris from the total amount of 762,000 tons was removed by April 2012 with a process of 3% (23,000t). Currently, the population is living in temporary housing in scattered locations.

4. RECONSTRUCTION

4.1. AUTHORIZED RECONSTRUCTION PLAN BY THE GOVERNMENT

In September 2011, the Basic Policy for Reconstruction was enacted, which initially consisted of a policy and Reconstruction Plan timetable. Then in December 2011, the Basic Reconstruction Plan (Figure 3) was enacted. However, the detailed landscape plan and land use will be decided after consultation with communities (Figure 4).

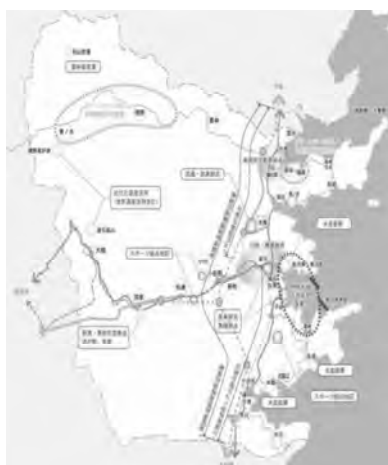


Figure 3: The ideal image of the city as per the Basic Reconstruction Plan
(Source: Kamaishi, 2011)

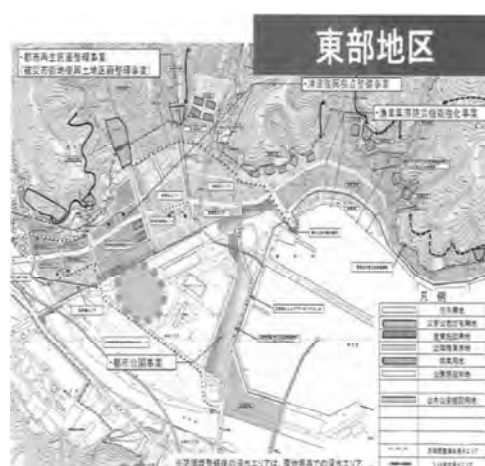


Figure 4: Draft of land use plan for the central area
(Source: Kamaishi, 2012)

4.2. COMMUNITY PARTICIPATION

Sets of interviews were conducted regarding the settlement of Ryoishi and Shirahama by the Crisis & Environmental Management Policy Institute (CeMI) and Kato Takaaki Laboratory of ICUS, the University of Tokyo in order to understand the conditions and expectations of the communities in terms of the reconstruction process. The interviews were conducted with people who had moved to temporary housing, in the reconstruction target area, especially those who left the town right after the earthquake. To reverse the stem the decline is as important as ensuring citizens to live in it. The basic reconstruction of Kamaishi City was organized and meets the needs of stakeholders. However it was not sufficiently transparent in assuring the opinion of representative organizations and citizens, regarding the details of the residential area plan and disaster prevention measures. Therefore, it should be a matter of policy that residents' awareness

Reconstruction of Kamaishi City after the 2011 Tohoku Earthquake and Tsunami

plays a role in achieving stakeholders satisfaction.

Community participation across Hakozaki Peninsula is becoming more effective, and the community bond between districts is becoming stronger. This movement began in June 2011 with the combined involvement of four villages, mainly held by fishermen in Ryoishi Village with support from Non-Profit Organization (NPO) CeMI. Community members and NPOs had been working together for the reconstruction process, including discussing the reconstruction plan. Then in October 2011, events were held mainly by residence of Katagishi Village to raise awareness and encourage residents' participation. In March 2012, a new NPO was established, named O-Hakozaki Shimin Kaigi (Community Association of Hakozaki Peninsula) consisting of community members and professionals. The involved community is located across the following villages: Ryouishi, Kuwanohama, Kariyado, Shirahama, Hakozaki, Nebama, Katagishi, and Murohama.

Starting in August 2012, O-Hakozaki Shimin Kaigi's activities are conducted via four working groups. Working Group 1 manages community recovery for the future, including physical, social, and human factors; Working Group 2 addresses economic issues, creating job opportunities and new industries related to fishery; Working Group 3 focuses on human capacity building such as disaster mitigation and response; and Working Group 4 focuses on economic development, based on the resources of this area, and product marketing and value addition.

5. DISCUSSION

Challenges and problems

During the reconstruction process, there have been several challenges for all stakeholders. One positive note is that the community has been quite adaptable to the scattered location of temporary housing and has formed a new community in their new location.

Top-down planning strategies have been applied in this area from the very beginning. Citizens trust the government to develop and implement the reconstruction plan. However, differentiation in the reconstruction division has posed a challenge, since there is no sufficient cohesion between all of the divisions. For example, reconstruction is mainly focused on the physical aspects with some considering the other aspects such as social and economic. However, such interlinked functioning is needed to have a comprehensive approach to the reconstruction process, and to bridge the involved stakeholders. Possible solutions are achievable through citizen participation.

The second challenge is that there has not been much chance for the community to participate and share their aspirations. The reconstruction plan management planned to have consensus building with community, and a public hearing for the plan was held. The other difficulty is the community has a short-term view regarding their economic, social, and built-environment situation, while the local

government has a long-term view. In the area, fishermen and fisheries dominate with local fishermen participating in a cooperative union aimed for their working purpose. The profile of community in the area is fishermen and fisheries industry, with their fishermen cooperative union which aimed for their working purpose.

Japan, now a developed , needs to adopt a different approach for reconstruction than those that were implemented after prior disasters during the developing period. The next challenge is overcoming the issue of the ageing population of Kamaishi City, as well as the deteriorating economic condition. The majority of community leaders and most of the people are aged 70 years old. However, a young generation does exist in Shirahama to support the reconstruction process. In addition, the community members who are elderly tend to stay in their previous place and/or city, and do not want to move to other cities. The interviews result that the community has a strong attachment to the area. The future of the cities lies in ensuring that safety and sustainability issues are addressed in comprehensive ways; how to attract the people to stay in this area also needs to be taken into account. Considering the formation of a compact, smaller town, is also important to maintain the population and sustainability in the future.

6. CONCLUSION

Currently Kamaishi City and the other affected area in Japan are in the early phase of reconstruction. Considering the past of Kamaishi City, and the present situation of the ageing society, Kamaishi City has several challenges to face during the reconstruction process, especially related to the developed state of Japan and the currently applied planning system, as well as in the character of the community to adapt to the new situation.

Further study is necessary to analyze the challenge of the reconstruction process, including finding influencing factors, considering the needs of citizens, and ensuring citizen involvement, and consensus between all stakeholders. Then, analysis can be aimed to find possible suggestions to achieve a comprehensive reconstruction process.

REFERENCES

- Kamaishi City. 2011. *Reconstruction Plan Kamaishi. Basic Town Plan*. Iwate Prefecture, Japan: Kamaishi City. Data obtained on December 22nd, 2011.
- Kamaishi City. <http://www.city.kamaishi.iwate.jp/index.cfm/8,0,76,425>, html
- Iwate Prefecture. 2012. *Iwate Prefecture NPO activities*.
[http://www.pref.iwate.jp/~hp0301/npo-info/ninsho/sinsei-ninshodantaiichiran/ichiran-10\(451-500\).htm](http://www.pref.iwate.jp/~hp0301/npo-info/ninsho/sinsei-ninshodantaiichiran/ichiran-10(451-500).htm). Data obtained on June 2012.
- Website of Reconstruction from the Central Government
<http://reconstruction.go.jp>. Data obtained on June 2012.
- Japan Non-Profit Organization . 2012.
nonprofitjapan.home.jgc.org/npo/mpojp.html. Data obtained on June 2012.

Review on the Definitions of Vulnerability, Resilience, and Adaptation

Yuto SHIOZAKI¹ and Takaaki KATO²

¹ PhD candidate, Department of Urban Engineering,
The University of Tokyo, Japan
yuto@iis.u-tokyo.ac.jp

² Associate Professor, ICUS, IIS, The University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

The concepts of resilience, vulnerability, and adaptation are increasingly used in the fields of global climate change, natural disasters, and ecological and social systems. However, each of the concepts has different definitions. This paper reviews the definitions of vulnerability, resilience, and adaptability, and shows that the concepts can be categorized based on some attributes. First, there are two major definitions for the concept of vulnerability: the exposure to hazards and the degree of coping capacity. Most vulnerability concepts involve exposure, sensitivity, and adaptability. Criticality is also an important concept in vulnerability. Second, the concept of resilience is classified into engineering resilience, ecological resilience, and social resilience. Regime shift is also an important concept in ecological resilience. Social resilience includes the aspects of learning and adaptation in addition to engineering resilience and ecological resilience. Third, the concept of adaptation/adaptability is classified into the context of the target to be operated, the degree of system modification, as well as the timing and duration. As a result, the concept is grouped into coping capacity, adjustment capacity, and transformability. Finally, the linkages between the three concepts are demonstrated using a scenario of a city exposed to a natural disaster.

Keywords: vulnerability, resilience, adaptation, catastrophic regime shift, criticality, natural disaster

1. INTRODUCTION

In the recent years, the concepts of resilience, vulnerability, and adaptation have been increasingly used in the context of global climate change, natural disasters, and ecological and social systems. The perspectives of the three concepts are used as approaches for understanding how and why a system responds to hazards. These concepts have been applied to ecological systems, social systems, and socio-ecological systems (coupled human-environmental systems). These concepts can form an interdisciplinary and comprehensive framework. However, since no unified definition exists for these concepts, and the existing definitions are different, the use of these terms may lead to confusion. In Japan, especially after the Great East Japan Earthquake in 2011, these terms have often been used when discussing natural disaster management and reconstruction,

but without clear definitions. As a result, the discussions in this field are subject to confusion.

To prevent such confusion, this work first highlights the fundamental definitions and components of the three concepts by reviewing relevant articles and reports in the fields of global climate change, natural disasters, and ecological and social systems. These components represent the aspects of a system's behavior in response to hazards. Therefore, understanding them is considered to be useful for establishing a framework for analyzing and managing a system. Second, this article uses a scenario of a city responding to a rapid natural disaster to demonstrate the components. This example clarifies the linkage between the three concepts and facilitates a discussion on the focal points of urban analysis and management in preparation for natural disasters.

2. SYSTEM AND HAZARD

The concepts of resilience, vulnerability, and adaptation are used to represent the manner in which a system responds to hazards. Hence, it is necessary to clarify the definitions of system and hazard before the definitions and components of vulnerability, resilience, and adaptation are explained.

2.1 System

A system is generally “a group of related parts that work together as a whole for a particular purpose” (Longman, 2009). Systems focused upon in this work are generally ecological systems, social systems, and socio-ecological systems. The definitions of a system are listed in Table 1. For example, a lake or forest is an ecological system, in which many animal and plant species interact with each other. A community, city, or country are types of social systems. Examples of social-ecological systems are a fishing village or an agricultural community, in which people are both dependent on and influence their surrounding ecological systems. Any system is generally associated with subsystems and higher-order systems (e.g. a tree-patch-forest system or a household-community-city system).

2.2 Hazard

According to Turner et al. (2003), “hazards are defined as threats to a system, comprising perturbation, stress (and stressors), and the consequences they produce. A perturbation is a major spike in pressure beyond the normal range of variability in which the system operates. Perturbations commonly originate beyond the system or location in question. Stress is a continuous or slowly increasing pressure, commonly within the range of normal variability. Stress often originates and stressors (the source of stress) often reside within the system.”

In other words, there are two types of hazards: perturbation and stress. The former is a rapid environmental change that occurs in the short term (e.g., a tidal wave or hurricane), and the latter is a chronic environmental change that influences a system over the long term (e.g., sea level rise, soil degradation). As a result, hazards might cause damage to the system. In social systems, in addition to environmental change, political or social changes may also act as hazards, such as political upheaval, war, and aging of the society.

Table 1: Definitions of Systems

System	Definition
Ecological system (Ecosystem)	All the animals and plants in a particular area, and the way in which they are related to each other and to their environment (Longman, 2009).
Social system	The people in a society are considered as a system organized by a characteristic pattern of relationships (Miller, 1995).
Social-ecological system	A social-ecological system consists of a bio-geo-physical unit and its associated social actors and institutions. Social-ecological systems are complex, adaptive, and delimited by spatial or functional boundaries surrounding particular ecosystems and their problem context (Glaser et al., 2008).

3. VULNERABILITY

3.1 Background of Vulnerability

The word “vulnerability” has been derived from the Latin word “vulnare,” which means “to wound” (Dow, 1992). The concept of vulnerability has its roots in the study of natural disasters (Janssen et al., 2006). It is considered to focus on the relationship between a social system and its surrounding natural environment. From the 1990s, research on natural disasters started to focus on the vulnerability of social systems to environmental change, and particularly, to climate change.

3.2 Definitions of Vulnerability

There are many different definitions of vulnerability, but Dow (1992) has pointed out that there are two major definitions. In the first definition, vulnerability is defined as *exposure* to the hazards of natural disasters and environmental changes. In the second definition, vulnerability is defined as the lack of *coping capacity* to hazards.

In the first definition, the vulnerability of a system can be measured by the degree of potential or actual hazards that the system is exposed to. For example, exposure is the degree of estimated or actual damage to humans, infrastructure, buildings, and other properties in the case of a natural disaster.

In the second definition, the exposure of a social system is a given condition, and the coping capacity, depending on the components or the condition of the social system, is assumed to affect the degree of damage caused to the system by a hazard. Coping capacity is considered to be composed of two types of social system abilities. One is the ability to absorb the impact of hazards and continue to function, and the other is the ability to recover losses. Dow (1992) defines the former ability as *resistance*, and the latter, as *resilience*.

Additionally, there is a combined definition that encompasses those described above, in which a social system with low coping capacity and high hazard exposure is assumed to be the most vulnerable (Cutter, 1996).

According to Adger (2006), the concept of vulnerability is most often conceptualized by three components: *exposure*, *sensitivity*, and *adaptive capacity*.

Exposure is “the nature and degree to which a system experiences environmental or socio-political stress.” Sensitivity is “the degree to which a system is modified or affected by perturbations.” Adaptive capacity is “the ability of a system to evolve in order to accommodate environmental hazards or policy change and to expand the range of variability with which it can cope.”

Gallopín (2006) defines the three components of vulnerability in a similar manner: exposure, sensitivity, and capacity of response. His definitions of exposure and sensitivity are the same as those of Adger (2006), and he defines the capacity of response as “the system’s ability to adjust to a disturbance, moderate potential damage, take advantage of opportunities, and cope with the consequences of a transformation that occurs.”

Turner et al. (2003) also defined exposure and sensitivity in a similar manner, although they distinguish the capacity to cope/respond from the capacity of adaptation, in their framework of vulnerability analysis. Capacity to cope/respond is the ability of a system to moderate potential damage immediately after an environmental change, and to influence the recovery situation of system. On the other hand, capacity of adaptation is the ability of a system to restructure itself after the coping/response action is taken.

Finally, the concept of *criticality* is introduced, which is related to the concept of vulnerability. Even if a system is exposed to a hazard, the system can cope to a certain degree because of its adaptability or capacity to cope/respond. However, the system is considered to be deteriorated in the case of the occurrence of a hazard whose magnitude is beyond the adaptability or the capacity of the system to cope/respond. Kaspersen et al. (1996) defined such a situation as *criticality*, which refers to a situation in which the extent or rate of environmental degradation precludes the continuation of the current system or levels of human well-being, given feasible adaptations and societal capabilities to respond.

4. RESILIENCE

4.1 Background of Resilience

The term resilience was originally used in the field of material science, where it meant “to bounce back to the original point” (De Bruijn et al., 2007). It was introduced by Holling (1973) as a concept for representing an ecological system’s responses to environmental change. At first, resilience was used in the field of population ecology and in the study of ecosystem management, and it was mathematically based and model oriented. Since the late 1980s, the concept has been used increasingly in the analysis of social-ecological interactions and applied to human systems under the umbrella of social-ecological system studies. At present, there are studies in which the concept is applied to only social systems, focusing more on human society or communities than on ecological systems (Janssen et al., 2006; Wilson, 2011).

4.2 Definitions of Resilience

There are also many definitions of resilience; however, they can be grouped under three general categories: (1) *engineering resilience*, (2) *ecological resilience*, and (3) *social/community resilience* (Holling, 1996; Adger 2000;

Wilson, 2011). In this section, we first explain how a system responds to an environmental change and then present the definition for each category.

Assuming that a system is in an equilibrium condition, the system may respond to environmental change in any of the following manners (De Bruijn, 2004):

- i) The system does not react at all.
- ii) The system reacts but soon returns to the equilibrium condition.
- iii) The system reacts and switches to another stable condition.
- iv) The system enters an oscillating unstable condition.

In the first case, the system completely absorbs the impact of environmental change. In the second case, assuming that a system is always dynamically changing, the system is not expected to completely return to the same condition, but the system is expected to change within the domain, wherein its fundamental structure of variables and processes that control system behavior are maintained, and to return to an equilibrium condition. Such a domain is called the domain of attraction of equilibrium. In the third and fourth cases, the system changes to such a great extent that it cannot maintain its fundamental structure. In the third case, as a result, the system switches to another domain of attraction where the fundamental structure of the system is different. In the fourth case, the system does not settle in any domain of attraction.

Engineering resilience is an important attribute in the second case, when a system can return close to the initial equilibrium point after an environmental change. Engineering resilience is defined as the ability of a system to return to the equilibrium situation after an environmental change (Holling, 1973). It can be measured by the time required for a system to return to the equilibrium situation.

Ecological resilience is defined as the ability of a system to persist despite absorbing changes in state variables, driving variables, and parameters (Holling, 1973). In other words, it is the ability of a system to maintain its fundamental structure while undergoing environmental change. Ecological resilience can be measured by the magnitude of environmental change that can be absorbed before the system changes to another domain of attraction. In ecological systems, if a system changes to another domain of attraction by environmental change, the system will restructure by changing the variables and processes that control its behavior. This phenomenon is called *regime shift* (Scheffer & Carpenter, 2003). For example, the abrupt change from a clear-water lake to an algae-dominated lake occurs when the ratio of a nutrient reaches the threshold in the process of eutrophication. Once a regime shift occurs in a system, it is difficult for the system to return to the previous domain of attraction. Understanding the conditions and processes of regime shift is required in order to maintain a system in a desired state, and hence, the concept of ecological resilience is important for the management of a system.

The concept of ecological resilience has been applied to the field of social-ecological systems. The concept is expanded in this field, and it is described as (1) the amount of environmental change a system can absorb and still remain within the same state, (2) the degree to which the system is capable of self-organization (versus lack of organization, or organization forced by external factors), and (3) the degree to which the system can build and increase the capacity for learning and adaption (Folke, 2006).

In the field of social systems, Adger (2000) focuses on the resilience of human society and communities, terming it *social resilience*. Cutter et al. (2008) defines social resilience as “the ability of a social system to respond and recover from disasters and includes those inherent conditions that allow the system to absorb impacts and cope with an event, as well as post-event, adaptive processes that facilitate the ability of the social system to re-organize, change, and learn in response to threat.” Social resilience has the attributes of engineering resilience and ecological resilience. Additionally, the aspects of learning and adaptation of social systems are more emphasized in social resilience.

5. ADAPTATION

5.1 Background of Adaptation

According to Smit and Wandel (2006), the term “adaptation” has its roots in natural science, and specifically, in evolutionary biology. The definition of adaptation in natural science is “the development of generic or behavioral characteristics, which enable organisms or systems to cope with environmental changes in order to survive and reproduce.” The term “adaptation” is used in the context of anthropology, in which cultures or societies that can cope with environmental change quickly and easily are considered to have high adaptability. Since the late 1990s, the concept of adaptation has been used in the study of climate change. The concept of adaptation/adaptability is usually included in the concept of vulnerability and resilience.

5.2 Definition of Adaptation

In the field of climate change, adaptive capacity is defined as “the ability of a system to adjust to climate change, to moderate potential damages, to take advantages of opportunities, or to cope with the consequences” (Gallopín, 2006). Adaptation is defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) as follows: “(it is the) adjustment in ecological, social, or economic systems in response to actual or expected stimuli and their effects or impacts. This term refers to changes in processes, practices, or structures to moderate or offset potential damages or to take advantage of opportunities associated with changes in climate. It involves adjustments to reduce the vulnerability of communities, regions, or activities to climatic change and variability” (Macarthy et al., 2001).

Adaptability is synonymous with some terms such as adaptive capacity, coping capacity (capacity to cope), and response capacity (capacity to respond). Adaptation also has some synonyms: mitigation and adjustment. These synonymous terms are used with the same definitions as adaptability or adaptation in some cases, but they use different definitions in other cases. In the case of different definitions, the synonymous terms are often used to distinguish adaptability or adaptation in the context of the target to be operated, the degree of system modification, as well as the timing and duration.

In the context of the target to operate on, IPCC differentiates between adaptation, by defining it as “actions that operate upon the system itself,” and mitigation, by defining it as “actions that operate upon the origin and attributes of the environmental change” (e.g., greenhouse gases reduction) (Gallopín, 2006).

In the context of the degree of system modification, adjustment can be distinguished from adaptation. Adjustment is the action of a system in response to environmental change that does not essentially alter the system itself, and it tends to result in a short-term and minor system modification. On the other hand, adaptation is the action of a system in response to environmental change that fundamentally alters the system itself, and it shifts the system to a new state (Gallopín, 2006). The definition of adaptability and transformability by Walker et al. (2004) is considered to be related to this viewpoint. For them, adaptability is the collective capacity of the human actors in the system to manage the sensitivity and ecological resilience of system, given that the fundamental characteristics of system are maintained. Transformability is “the capacity to create a fundamentally new system when ecological, economic, or social (including political) conditions make the existing system untenable.”

In the context of timing and duration, coping capacity can be distinguished from adaptive capacity. Coping capacity is the relatively short-term ability of a system to survive crises, whereas adaptive capacity is the ability of a system to achieve more sustainable and relatively long-term adjustment (Smit & Wandel, 2006). Gallopín (2006) indicates that there are generally two types of components in the concept of adaptive capacity. The first is “the capacity of the system to cope with environmental contingencies (to be able to maintain or even improve its condition in the face of changes in its environment(s)).” This is assumed to be a relatively short-time ability and to be manifested immediately after an environmental change. The second is “the capacity to extend the range of environments to which it can adapt.” This is assumed to be a long-term ability and is expected to manifest before an environmental change or after the first one occurs.

As described above, this article classifies the concepts of adaptation into three groups: (1) coping capacity, (2) adjustment, and (3) transformability. (1) Coping capacity is the relatively short-time ability of a system to survive a crisis and cope with contingencies during or immediately after environmental change. This is the ability of a system to prevent the existing fundamental structure from collapsing in an emergency situation. It is also related to resistance and resilience, which Dow (1992) defined, and to engineering resilience. (2) Adjustment is the relatively long-term ability to modify a system, while its fundamental structure is maintained, in preparation for expected environmental changes or after an actual environmental change. The adjustment after an actual environmental change can be also called *learning*. Adjustment includes the ability to extend coping capacity, described as (1). (3) Transformability is the ability to create a fundamentally new system when the existing system is untenable (in the case of a regime shift or criticality).

6. LINKAGE OF THE THREE CONCEPTS

The definitions and components of vulnerability, resilience, and adaptation have been explained. Now, the linkages between the concepts and components are discussed for a city exposed to a rapidly occurring natural disaster.

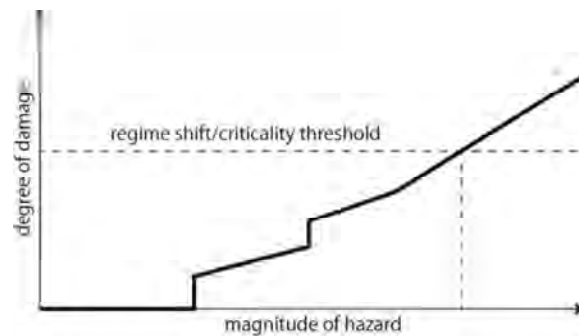


Figure 1: Relationship between the magnitude of a hazard and the degree of damage

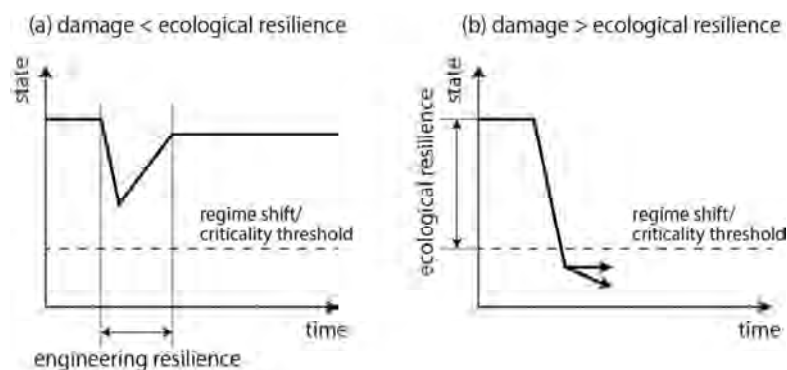


Figure 2: Engineering resilience and ecological resilience

Figure 1 conceptually represents the relationship between the magnitude of a hazard and the degree of damage to a system. The horizontal axis indicates the magnitude of a hazard to which the system is potentially exposed (*exposure*). The magnitude of the hazard gradually increases towards the right, although it is generally thought that a larger magnitude hazard tends to occur with lower probability. The vertical axis indicates the degree of damage that the system undergoes because of the hazard. The function of figure 1 is to indicate the extent to which a system may be damaged if it is subjected to hazards of various magnitudes (Mens et al., 2011).

As the figure shows, the system undergoes no damage up to a certain degree of hazard. For example, assuming that a city is protected against floods by dikes, the city would suffer no damage from small-scale flooding as the dikes can cope with floods to a certain degree. The system starts to undergo damage at a certain magnitude of hazard. In figure 1, the trajectory of the function shown can be discontinuous, and the gradient of the trajectory may not be constant, although it is a continually increasing function. This function corresponds to *sensitivity*, which is a component of vulnerability. The higher the *resistance* of a system is, the more gradual the trajectory of the function becomes. In this context, *sensitivity* is related to *resistance*.

Assuming that there is a threshold point of regime shift/criticality, the system can maintain the existing fundamental structure, provided the degree of damage does not reach the threshold. In this case, the system can recover or regenerate

from the damage without losing its structure. The time taken for recovery is the *engineering resilience* or *resilience*, which Dow (1992) has defined (see figure 2.a). After the process of recovery, *adjustment* may be used in preparation for the next hazard. *Adjustment* can also be used before an anticipated hazard. This ability of a system is assumed to improve *sensitivity*, *engineering resilience*, and *ecological resilience*.

Conversely, a system cannot continue and recover if the degree of damage is beyond the threshold. In this case, the system loses its structure and cannot continue to persist. The maximum degree of damage that the system can withstand without resulting in a regime shift or criticality is *ecological resilience* (see figure 2.b). The system enters an untenable situation if a regime shift or criticality occur. In such a case, the system requires to fundamentally modify itself to create a new system. This ability corresponds to *transformability*.

7. CONCLUSION

The concepts of vulnerability, resilience, and adaptability have originated in different fields. However, these concepts have been applied to ecological systems, social-ecological systems, and social systems, and linked with each other. All these concepts are used as approaches for understanding how and why a system responds to environmental change and for managing the system in an appropriate and efficient manner.

Each of the concepts can be divided into some components. There are two major definitions of the concept of vulnerability, while the concept is generally composed of *exposure*, *sensitivity*, and *adaptability*. A system can collapse if the magnitude of a hazard exceeds the adaptability of the system. This situation is called *criticality*. Further, the concept of resilience is classified into *engineering resilience*, *ecological resilience*, and *social/community resilience*. Engineering resilience is the speed of system recovery when the system returns to equilibrium conditions. Ecological resilience is the ability of a system to maintain its existing fundamental structure while undergoing environmental change. *Regime shift* is also an important concept in ecological resilience, and it is similar to *criticality*. Social resilience includes the aspects of learning and adaptation in addition to engineering resilience and ecological resilience. Finally, the concept of adaptation/adaptability is classified based on the target to operate on, the degree of system modification, and the timing and duration. As a result, the concept is divided into three groups: coping capacity, adjustment capacity, and transformability. Finally, the linkages between the three concepts are discussed in the case of a city exposed to a rapid natural disaster.

REFERENCES

- Adger, N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, vol. 16, pp. 268-281.
- Adger, N., 2000. Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24[3], pp. 347-364.
- Cutter, S. et al., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, vol. 18, pp. 598-606.

- Cutter, S. L., 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20[4], pp. 529-539.
- de Bruijn, K. M., 2004. Resilience and flood risk management. *Water Policy*, vol. 6, pp. 53-66.
- de Bruijn, K. M., Green, C., Johnson, C. McFadden, L., 2007. Evolving Concepts in Flood Risk Management: Searching for a Common Language. In: S. Begum, M. J. Stive J. W. Hall (Eds.), *Flood Risk Management in Europe*. Dordrecht: Springer, pp. 61-75.
- Dow, K., 1992. Exploring differences in our common future(s): The meaning of vulnerability to global environmental change. *Geoforum*, 23[3], pp. 417-436.
- Folke, C., 2006. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological system analyses. *Global Environmental Change*, 16[3], pp. 253-267.
- Gallopin, G., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, vol. 16, pp. 293-303.
- Glaser, M. et al., 2008. Human/nature interaction in the Anthropocene: Potential of social system analysis. *GAIA*, 17[1], pp. 77-80.
- Holling, C. S., 1973. Resilience and stability of ecological system. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, vol. 4, pp. 1-23.
- Holling, C. S., 1996. Engineering Resilience versus Ecological Resilience. In: P. C. Schulze (Eds.), *Engineering Within Ecological Constraints*. Washington DC: The National Academy of Sciences, pp. 31-43.
- Janssen, M., Schoon, M., Ke, W. Börner, K., 2006. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change*, vol. 16, pp. 240-252.
- Kasperson, J. X., Kasperson, R. E., Turner II, B. L., 1996. Regions at risk: Exploring environmental criticality. *Environment*, 38[10], pp. 4-15, 26-29.
- Longman, P., 2009. *Longman Dictionary of Contemporary English*. 5th edition. Harlow: Longman ESL.
- McCarthy, J. J. et al. (Eds.), 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, Vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mens, M. J., Klijn, F., de Bruijn, K. M. van Beek, E., 2011. The meaning of system robustness for flood risk management. *Environmental Science & Policy*, vol. 14, pp. 1121-1131.
- Miller, G. A., 1995. WordNet: A lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38[11], pp. 39-41.
- Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16[3], pp. 282-292.
- Scheffer, M., Carpenter, S. R., 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18[12], pp. 648-656.
- Turner II, B. L. et al., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100[14], pp. 8074-8079.
- Walker, B. et al., 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9[2], art. 5 [online], URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>
- Wilson, G., 2011. *Community Resilience and Environmental Transitions*. 1st edition. New York: Routledge.

Relation between urbanization and natural disaster risk in mega cities - Lessons from Tokyo -

Takaaki KATO

Associate Professor, ICUS, IIS, the University of Tokyo, Japan

kato-t@iis.u-tokyo.ac.jp

ABSTRACT

At present, the Tokyo metropolitan region has two kinds of natural mega hazards: M.7 class inner-plate earthquakes and large-scale floods. The Central Disaster Prevention Council, which is the supreme organization of disaster affairs in Japan, has warned about both in published reports. It stated that Tokyo has enormous exposed risks, and tremendous amounts of damage were estimated in the disasters. The present natural hazard risk in Tokyo is closely related to the process of urbanization in the city. As for earthquake disasters, Tokyo has broad wooden crowded areas that are vulnerable to the spread of post-disaster urban fires. The risk has accumulated in two periods of rapid urbanization. The reason primarily lies with urban planning, which does not include the concept of natural hazard risk management—that is to say, urban planning yields to the high pressure of urbanization. This problem has been the main issue with urban earthquake disaster planning in Tokyo for the last four decades. On the other hand, the risk of large-scale floods is not apparent at present. Tokyo has not experienced a large-scale flood for the last century thanks to river management; however, the risk will surely grow in response to climate change. Tokyo has what is called a “below-sea-level city,” which is hugely vulnerable. I can point to two failures that account for why it has been generated: urban planning and hazard control. These cases show that urban planning is significant in natural hazard risk management. In this study, I show the structure of natural hazard risk in mega cities and discuss the role of urban planning in risk management, as well as present necessary countermeasures to consider in urban planning.

Keywords: urbanization, natural disasters, urban vulnerability

1. MEGA-HAZARD IN TOKYO

Tokyo has two kinds of mega hazards: earthquakes and large-scale floods corresponding to climate change. The earthquake probability in the next thirty years is estimated at 70% by the government. On the other hand, large-scale floods present only a small risk at present, thanks to flood control by river management, but the risk will surely increase in response to forthcoming climate change. A few decades from now, it will be a serious problem.

1.1. Earthquake Hazard

In Japan, earthquake damage estimation is a common feature of a municipality's disaster prevention plan and includes the latest damage estimation by the Tokyo metropolitan government. In this estimation, four earthquakes are assumed as an earthquake scenario. The damage situation is influenced by time and weather conditions; for example, they may be assumed as occurring at 18:00 in winter under a wind velocity of 8m/s. Figure 1 shows the results of ground shaking for a Northern Tokyo Bay earthquake scenario, which creates maximum damage. Maximum intensity will be JMA Seismic Intensity upper 6, which is the level at which tremendous damage occurs. The area of intensity upper 6, colored orange in the figure, covers 70% of the entire ward districts where urban stock is concentrated. Most of the area covers the eastern region of Tokyo, in which the possibility of liquefaction is also greater. We understand that the cause for this is that the ground structure in the east area of Tokyo is relatively weak.

Ground shaking and liquefaction cause buildings to collapse. The spatial distribution of building damage is shown in figure 2 and is concentrated in east Tokyo. Two reasons for this are the high seismic intensity and the possibility of liquefaction. Another reason is the unplanned accumulation of many crowded old wooden houses in the highly dense area. Vulnerability to building damage is seen in structures in which the buildings were constructed on weak ground.

Moreover, post-earthquake urban fire spread might occur in a mega-city. The firefighting power in Tokyo is adequate; however, the number of fires that break out after an earthquake is estimated to be much greater than the available firefighting power, resulting in an enormous amount of fire damage. Burnt areas in Tokyo are estimated to total approximately 100 square kilometers. For reference, the 1995 Hanshin-Awaji earthquake disaster resulted in some amount of damage being caused by post-earthquake urban fire spreading; however, it was approximately 65 ha, which was much less than the estimated amount of damage in Tokyo. Figure 3 shows pictures of the current situation of the typical vulnerable districts to post-earthquake urban fire. Large numbers of flammable houses were built and spread with narrow roads across wide-ranging areas. The spatial distribution of fire damage is different from collapsed buildings. It distributes in a doughnut-shaped pattern, centering on CBD of Tokyo.

The history of urbanization in Tokyo shows that it has had two periods of rapid urbanization. The first is a recovery period that occurred after the Kanto earthquake disaster in 1923. Many fires broke out after the earthquake, and due to strong winds, the fires spread, burning down most of the urbanized areas in Tokyo and Yokohama. A lot of people lost their houses, and an absolute shortage of houses occurred. To supply temporary residences for the large number of evacuees became a priority issue. At the same time, the government had to reconstruct the central district of Tokyo and therefore could not afford to plan and construct urban infrastructure. As a result, the fringe of the central district, which had been farmland, had been urbanized by huge numbers of poor-quality houses.

The second period was a high economic growth period that began in the early 1960s, after World War II. In the war, Tokyo was burned down again by bomb attacks. The situation was similar to the 1923 Kanto earthquake disaster. Tokyo had suffered from a lack of housing. Furthermore, Japan entered into a high economic growth period after the Korean War in the early 1950's Tokyo's economic growth promoted immigrants from across the country to flock to Tokyo.

The situation caused the housing shortage to worsen. Tokyo had to continue to provide temporary housing for residents for a long time. In the same manner as the 1923 Kanto earthquake disaster, numerous poor-quality houses began accumulating in the absence of urban planning.

The areas formed in these periods are nearly equal to the current vulnerable areas, as shown in Figure 4; therefore, we can say that Tokyo failed to control vulnerability in the periods of rapid urbanization. There are two reasons for this failure. The first is that, at the time, urban planning commissions had little knowledge about how to control for disaster risks because economic growth had taken priority.

The second is that the speed of urbanization was so high that there was no time or ability to make urban plans and construct urban infrastructures. As a result, urban planning for disaster mitigation adopted a style that assumed it would always be able to keep pace with problems as they occurred. Up until now, as I mentioned, the problems have not yet been solved. It takes a long time to solve past urban problems.

A lesson learned from Tokyo is that it is important to prevent problems before they occur or to mitigate problems when they occur. Japan should have had long-range plans and should have incorporated the concept of risk management into urban planning in a period of rapid urbanization.

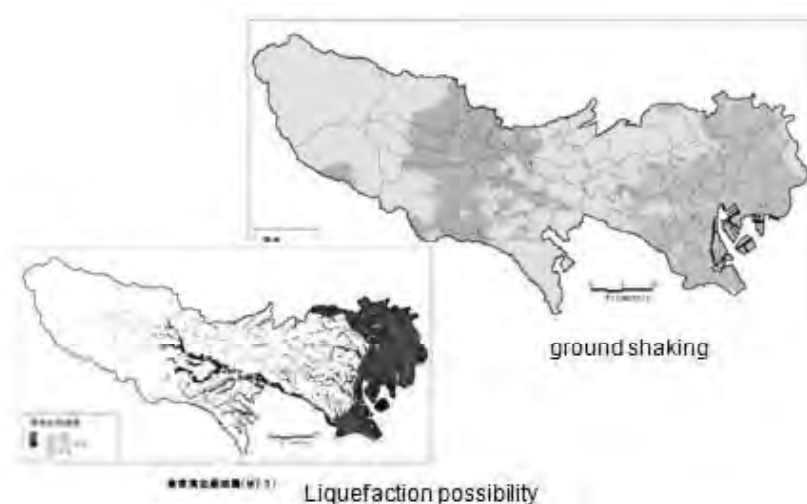


Figure 1 Spatial distribution of ground shaking and the possibility of liquefaction in Tokyo in an earthquake scenario (TMG, 2012)



Figure 2 Spatial distribution of collapsed buildings in Tokyo (TMG, 2012)

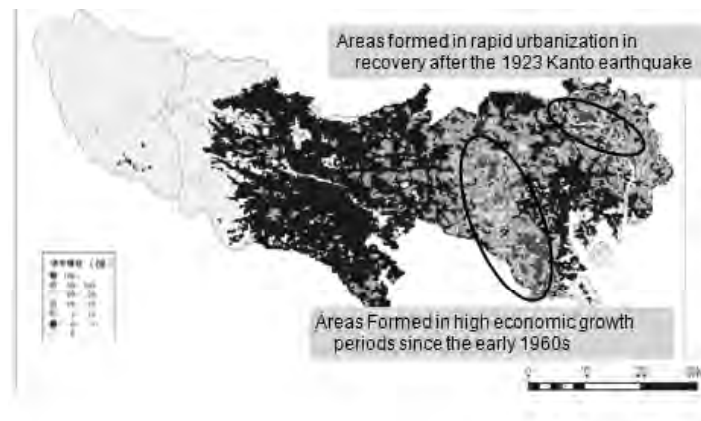


Figure 2 Spatial distribution of post-earthquake urban fire spreading in Tokyo (TMG, 2012) and in urbanization areas in two rapid urbanization periods.

1.2. Large-Scale Floods

Tokyo has below-sea-level areas in the eastern area, as shown in Figure 4. The pink area in the figure is under sea level. The deep pink shows the area under the low tidal level. This area has an accumulation of low-rise buildings and approximately two million people live in the area. Tokyo is obviously very vulnerable to flooding. Figure 5 is a zoom shot of the area. It has many black or red buildings, which are estimated to be under water in case of flooding. In the picture on the right, the red arrows show the water level in the event of a flood. It can be understood that the water level will reach very high levels if a flood occurs.

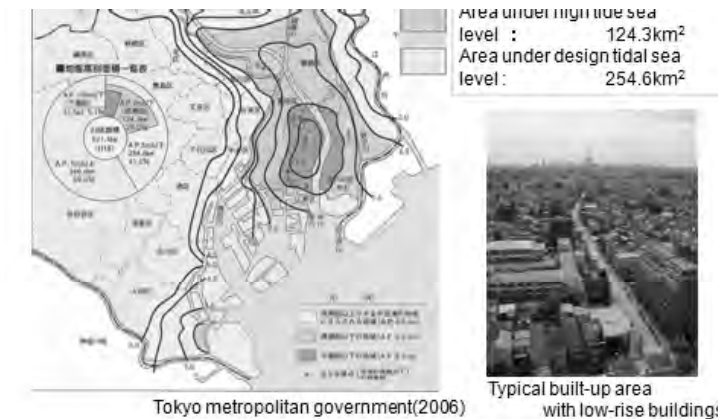


Figure 4 Ground level in Tokyo and a picture of a typical area in Tokyo



Figure 5 Inundation of below-sea-level city in case of flood, focusing on buildings

At present, the municipality has a legal obligation to publish a hazard map. A hazard map of Katsushika city, which is located in the east area of the Tokyo metropolitan area, shows that there is no evacuation space in the neighborhood because the entire city area will be inundated in the event of a flood. Approximately 300,000 people should evacuate to another city located more than 10km from their hometowns. Mass transit such as buses and railways is the planned means of transportation. It is nearly impossible for huge numbers of citizens to evacuate because of the capacity limitation of transportation. Moreover, even if evacuation is successful, they will have to remain in the evacuation area for a long period of time; estimations suggest they will remain in the evacuation area for more than 20 days after the bank is repaired. The current situation means that the city fundamentally has no acceptable solution for a below-sea-level city.

Failure to control large-scale flooding is the result of two past failures related to industrialization and urbanization. One is ground subsidence corresponding to industrialization. The graph in Figure 6 shows a history of ground subsidence. Subsidence continued until thirty years ago, when regulations were established to forbid ground water pumping. Regulations came too late, however. The maximum length of subsidence is about 5 meters on the report, but it may actually be longer. The second reason for failure is urbanization. Figure 7

shows maps from 100 years ago to the present. The current urbanized area was a rural zone until only sixty years ago. It is already a recognized ground subsidence in this region. In spite of this situation, urbanization in the form of low-rise houses had expanded into the area under sea level for these sixty years. If urban planning in those days had included the concept of risk management for flooding, or if urban planning had prevented urbanization in the areas, or if urban planning had built up the area with high-rise buildings, the present risk would likely be dramatically smaller. We can say that failures of hazard control and urban planning created a “below-sea-level city.” The reasons for a large-scale flood risk are basically the same as for an earthquake.

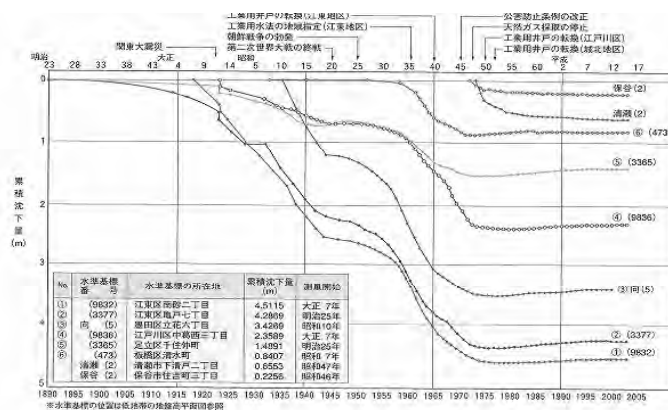


Figure 6 Historical record of ground subsidence in Tokyo (TMG)

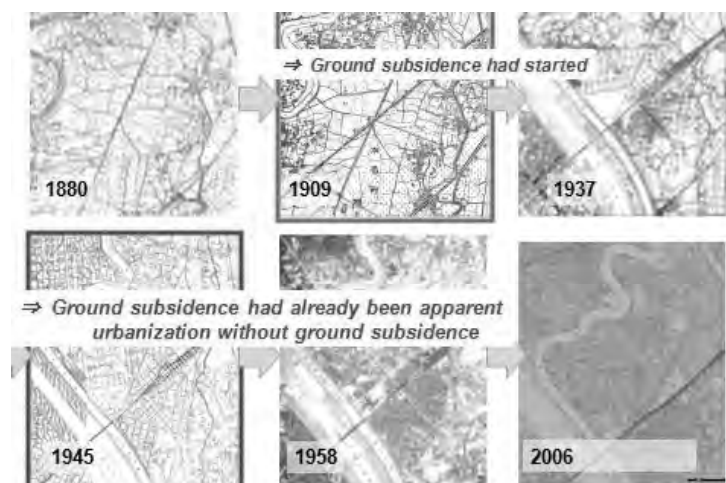


Figure 7 Urbanization in a typical area of Katsushika city over the past 100 years

2. STRUCTURE OF DISASTER RISK

It is understood that the current risk in Tokyo is related to past urbanization. I consider the structure of disaster risk in a mega city. Natural disaster risk can primarily be explained by four factors, as shown in Figure 8: hazard control, a city's location, accumulation, and vulnerability.

Hazard existence is the fundamental factor. Japan must consider earthquakes and floods as hazards.

The first risk factor is hazard control, such as construction of a river dike in the event of flooding, but it obviously has limitations. Hazard control for earthquake hazards is inherently impossible, although control for large-scale floods has proved valid. In fact, large-scale floods have occurred for over the past fifty years; however, climate change will wreak limitations. The amount of risk that hazard control cannot cover is pushed to urbanized areas.

Risk in urbanized areas can be explained by three factors: location, accumulation, and vulnerability. The second risk factor is the location of the urbanized area. If an urbanized area overlaps the spatial distribution of the hazard, it produces a risk. The typical cases involve urbanized areas that are located in flood-prone areas and in weak ground that produces earthquake shaking, as previously mentioned. Expansion of urbanization should be controlled by urban planning.

The third risk factor is accumulation of urban stock, such as building facilities and lifelines. If accumulation is small, the entire amount of damage will necessarily be small. If the entire amount of damage is small, it is easy to rescue the afflicted area and support its recovery. However, accumulation is one of the fundamental and unique characteristics of mega cities; therefore, it is appropriate to consider that it is uncontrollable. In addition, the functions of urban planning include density control of urbanized areas; therefore, controlling accumulation would be possible.

The term, “exposure risk,” which is generally used to explain the process, is considered to be equivalent to location multiplied by accumulation.

The fourth and most important risk factor is vulnerability—in other words, the quality of the urbanized area from the viewpoint of disaster risk. Vulnerability can be explained by balancing two factors: physical fragility, such as building fragility and lifeline fragility; and the resilience and response abilities of society, such as the firefighting and evacuation abilities of local communities. For example, an old town is generally fragile, but if young people work and live there, their resilience and response abilities are high; therefore, we can say that the town may be not vulnerable. In contrast, if old people, who are vulnerable in terms of physical strength, live in modern buildings, such as high-rise apartments, they will suffer from even slight outages of lifelines. Moreover, the resilience and response abilities of society are supported by two factors: physical factors, such as evacuation areas, roads, and firefighting facilities; and social systems, such as evacuation planning and community-based education. Recent urban planning includes community-based improvements, management, and activities for the future, which are called *machidukuri* in Japanese. It deals with all of the abovementioned sub-factors. Urban planning can control vulnerability.

I consider these four factors basically as explanatory parameters of mega risk in a mega city. All of the factors, except hazard control, are parameters that can be controlled by urban planning; therefore, I can say that the present actual disaster mega risk is capable of being solved in theory by urban planning. Therefore, we should consider future urban planning by focusing on this viewpoint over the next decades. At the same time, we should pay attention to the current balance of these factors and the monitoring system of disaster risk that will be needed in planning.

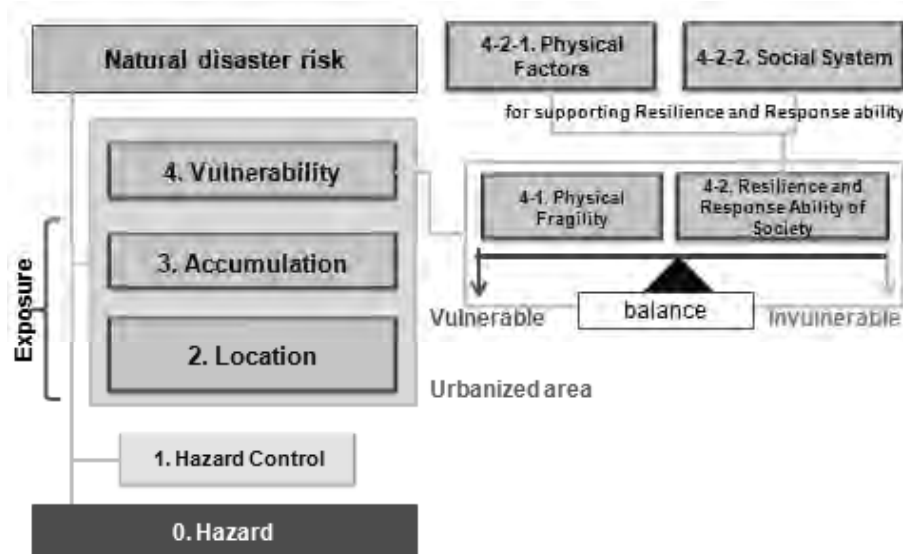


Figure 8 Structure of Natural Disaster Risks

3. CONCLUSION AND DISCUSSION

The important lessons learned from Tokyo are that rapid urbanization without urban planning would itself result in disaster risk, which means that disaster risk is closely related to urbanization. More attention should be paid to the rapid urbanization period. Whether urban planning includes the concept of risk management or not at this time will determine future disaster risks. In the case of a city having no concept of risk management, the city will have a huge amount of risk. Long-range plans are needed to consider this fact.

The structure of natural disaster risk can be constructed with four main keywords: hazard control, a city's location, accumulation, and vulnerabilities, including physical fragility and the resilience and response activities of local communities. All keywords, except hazard control, can be controlled by urban planning. The role of urban planning is significant in disaster risk management.

Developing cities, including Ulaanbaatar, are presently facing rapid urbanization. Present urban planning may be readjusted if based on the above context. However, urban planning should inherently be comprehensive; disaster risk management is also an important issue that urban planning should consider. Better direction should be pursued in balance with other urban planning issues.

REFERENCES

- Tokyo Metropolitan government. 2012. Report on earthquake damage estimation. Tokyo Metropolitan government, Japan.
Cabinet Office. 2005. Report on Tokyo inner-plate earthquake damage estimation, Japan.

Development of a Web-based Trend Analysis System of Earthquake Disaster Researches Presented at the Past World Conferences on Earthquake Engineering

Shinya Kondo

*Project Researcher, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan*

Kimiro Meguro

*Professor, Director of International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan*



SUMMARY:

In this study, the authors propose a web-based system aiming to analyse trends of past disaster researches. In particular, the authors plan to build “research paper database” and a “collection of keywords.” The research paper database will consist of contents of research papers published in the Proceedings of the past World Conferences on Earthquake Engineering (WCEEs) with information regarding the authors. Each keyword in the collection of keywords will describe the research field on disaster and has set indexes such as “type of disaster,” “type of countermeasures,” and “type of object of damage.” The disaster list will consist of disaster happened in the past and in the future. Furthermore, the proposed system has three functions and a full-text search of a research paper database: “trend analysis of disaster research,” “impact analysis of disaster,” and “search for related research.”

Keywords: trend analysis, web-based system, the World Conference on Earthquake Engineering

1. INTRODUCTION

In our world, many disasters (earthquake, volcanic disaster, flood, etc.) occurred and cause extensive damage. Till date, many researchers from various academic fields have studied disaster and disaster countermeasures, aiming to decrease negative impact due to disasters.

Disaster research has wide fields from pure to practical sciences, and structural and non-structural measures. Researchers tend to make presentations on their research results at the conferences and meetings that their primary academic societies hold. Therefore, even if there are many useful research outcomes for disaster management, it is very difficult to overlook them from bird-eye as the number of societies is many and they are divided into many small fields. There is a need to establish an environment to overlook all related researches from bird-eye and share them.

In recent years, the service for research result searching and sharing has been developed in various fields and it becomes possible to check and get necessary information from libraries by remote. Google has opened a service of Google Scholar and it provides a simple way to broadly search for academic literature. From the Google Scholar, users can search across many sources in different fields: articles, papers and reports, books, abstracts and opinions, from academic publishers, professional societies, online repositories, universities and other web sites. Thomson Reuters is offering Web of Science. This service, which provides users with a search function with high speed citations and can easily identify author information can be easily identified, has been utilized researchers, administrators, university faculty, and students. And this service can be subject to important publications and influential journals more than 11,600 around the world dating back to 1900, to analyze the citation pattern to perform a search across the fields.

As above mentioned, general environment that can share the results of individual studies has been established. However, in order to use efficiently disaster research results for disaster management

around the world, we should grasp an overall picture and characteristic of disaster related researches.

In this study, as the first step of the research, the authors propose a web-based system aiming to understand an overall picture of earthquake disaster researches. This system has a function to analyse trends of past researches from the various viewpoints of disaster management. Furthermore, users can grasp the impact on the study of disasters, and it becomes possible to search related researches. In this paper, the authors try to build a prototype of proposed system using the research papers published in the proceedings of all the past World Conferences on Earthquake Engineering (WCEEs), and some results of analysis are introduced.

2. BUILDING DATABASE FOR PROPOSED SYSTEM

2.1. Research Paper Database

In order to make full-text search and mining of research papers and reports possible, we have established a research paper database using research papers published in the proceedings of all the past WCEEs. These papers are obtained from the website which National Information Centre of Earthquake Engineering (2009) has opened. Table 2.1 shows the number of research papers published in the proceedings of each conference. Each research paper is saved as a PDF file, and text data were extracted using “Adobe Acrobat 9.0” as OCR software.

Table 2.1. The Number of Research Papers Published in the Proceedings of the Past WCEEs

<i>Conference</i>	<i>Number of papers</i>
1st, United States, 1956	42
2nd, Japan, 1960	134
3rd, New Zealand, 1965	165
4th, Chile, 1969	167
5th, Italy, 1974	452
6th, India, 1977	669
7th, Turkey, 1980	743
8th, United States, 1984	845
9th, Japan, 1988	1004
10th, Spain, 1992	1191
11th, Mexico, 1996	1437
12th, New Zealand, 2000	1519
13th, Canada, 2004	2341
14th, China, 2008	3008

2.2. Collection of Keywords

In this section, the collection of appropriate keywords from disaster management viewpoints set in advance is described. Keywords are selected based on disaster prevention glossary in Japan and added from the proceedings of the disaster-related academic societies in Japan. Furthermore, the opinions of researchers in disaster fields are reflected to the collection of keywords. Keyword that is difficult to recognize the meaning in terms of disaster management in a single word, such as "rock", "water", "stress", etc. are removed. And keyword such as "disaster management" that has a broad concept and is difficult to classify research fields are excluded. Finally, the total number of keywords is 1,392.

To each keyword, indexes, such as "type of disaster," "type of countermeasures," and "type of object of damage" are set as shown in Table 2.2. "Type of disaster" means a kind of hazards, such as earthquake, volcano, flood, etc. that may become cause of damage and disaster (Table 2.3). "Type of measures" is a classification based on the concept of disaster life cycle (Meguro and Murao, 2008) as shown in Table 2.4. "Type of object of damage" means the target of disaster countermeasures and object of damage (Table 2.5).

Table 2.2. Example of indexes setting

<i>Keywords</i>	<i>Disaster</i>	<i>Countermeasures</i>	<i>Disaster effects</i>
Tsunami warning	Earthquake (Tsunami)	Disaster prediction and warning	
Disaster prevention learning		Preparation	
Dangerous area of slope failure		Mitigation	Natural slope (Landslide)

Table 2.3. The number of keywords set with the indexes “Type of Disaster”

<i>Index name</i>	<i>Number of keywords</i>
Volcanic disasters	58
Storm and flood	167
Earthquake	307
Large scale fire	126
Man-made disaster	10
International disaster relief	10
Others	8

Table 2.4. The number of keywords set with the indexes “Type of Countermeasures”

<i>Index name</i>	<i>Number of Keywords</i>
Hazard mechanism	288
Damage mechanism	313
Mitigation	153
Preparedness	105
Prediction and early warning	27
Damage assessment	49
Emergency disaster response	72
Recovery	36
Reconstruction	48
Information and communication	26

Table 2.5. The number of keywords set with the indexes “Type of object of damage”

<i>Index name</i>	<i>Number of keywords</i>
Natural slope (Landslide)	33
Earth structure (Embankment)	16
Ground deformation (Liquefaction)	10
Debris flow	13
Structure damage (Civil infrastructure)	55
Structure damage (Building)	53
Structure damage (Others)	3
Fire spread	12
Lifeline and system	21
Transportation (road, railway, harbor)	12
Human loss	13
Affected people (refugees)	24
Industrial damage (Business interruption)	11

3. DISTRIBUTION OF FIELD OF RESEARCH PAPERS

In this chapter, the distribution of research papers is calculated. The full-text search of the research paper database extracts keywords which consist of the collections of keywords. In this study, MeCab (Kyoto University and NTT communications) is used for full-text search. MeCab is the software for morphological analysis of Japanese text.

One research paper has been allocated to the research field based on the number of appearance of the keyword. In this study, this value is defined as the hitting ratio (Eqn. 3.1). Research fields are composed by items in two indexes. Two indexes (index “a” and index “b”) are selected from “type of disaster,” “type of countermeasures,” and “type of object of damage.”

$$\sum_i \sum_j m_{i,j,l} = 1 ; \quad (3.1)$$

($m_{i,j,l}$: Hitting ratio in item "i" (index "a") and item "j" (index "b") of paper "l")

Hitting ratio of the research paper is expressed as a product of the value of item "i" of index "a" and item "j" of index "b". This value is the number of appearance of the keyword divided by the total number of keywords (Eqn. 3.2).

$$m_{i,j,l} = \frac{x_{i,l}}{\sum x_{i,l}} \times \frac{y_{j,l}}{\sum y_{j,l}} \quad (3.2)$$

$$x_i = \frac{\text{The number of appearance of keywords (index "a", item "i")}}{\text{The total number of keywords (index "a", item "i")}}$$

$$y_j = \frac{\text{The number of occurrences of keywords (index "b", item "j")}}{\text{The total number of keywords (index "b", item "j")}}$$

The sum of hitting ratio of the research paper in a proceedings is the number of research papers considering hitting ratio in a proceedings (Eqn. 3.3).

$$M_{i,j} = \sum_{l=1}^{N_{ab}} m_{i,j,l} ; \quad (3.3)$$

($M_{i,j}$: The number of research papers considering hitting ratio in a proceedings in item "i" (index "a") and item "j" (index "b"))

(N_{ab} : The number of research papers having keywords (index "a" and index "b"))

The number of research papers considering hitting ratio in a proceedings divided by the number of research papers with keywords (index "a" and index "b") is the hitting ratio of a proceedings (Eqn. 3.4).

$$P_{i,j} = M_{i,j} / N_{ab} ; \quad (3.4)$$

($P_{i,j}$: Hitting ratio of a proceedings in item "i" (index "a") and item "j" (index "b"))

4. OUTLINE OF FUNCTIONS

The proposed system has three functions to analyse trends of past researches from the viewpoint of disaster management: “trend analysis of disaster research,” “impact analysis of disaster,” and “search for related research.”

4.1. Trend Analysis of Disaster Research

Using the function “trend analysis of disaster research,” users can see the hitting ratio of researches published in a proceedings. Figure 4.1 shows a distribution diagram of the hitting ratio of a proceedings. X-axis is set index “a”, and Y-axis is set index “b”. In this figure, the hitting ratio (%) of a proceedings in item “i” (index “a”) and item “j” (index “b”) is described at the respective area composed of item “i” and item “j”. Area of the circle in respective area is proportional to the hitting ratio. In this study, three indexes are set. Therefore, users can analyse the trend of disaster research from the following three viewpoints.

- Analysis A: “type of disaster” and “type of countermeasures”
- Analysis B: “type of countermeasures” and “type of object of damage”
- Analysis C: “type of disaster” and “type of object of damage”

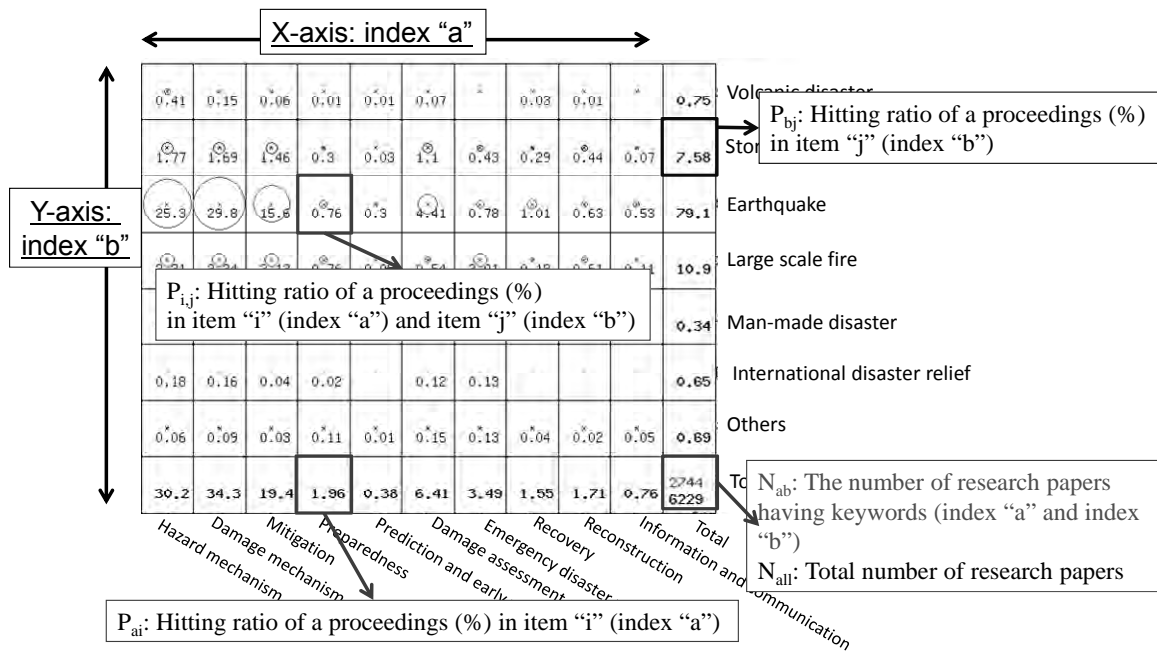


Figure 4.1. A distribution diagram of the hitting ratio of a proceedings

4.2. Impact Analysis of Disaster

In order to prepare for future disasters, it is necessary to organize problems and research results about past disasters. “Impact analysis of disaster” is intended to analyse how long one disaster keeps impact on disaster research. Using this function, users can see the time series variation of the number of research papers related to past disasters. Specifically, a “disasters list” which is the summary of the name of past disasters is built, and research papers with the name of disaster are extracted by the full-text search of research paper database. In this paper, earthquake disasters occurred since 1900 killing more than a thousand people (United States Geological Survey: USGS) are used to a “disasters list”. The number of disasters extracted is 125.

4.3. Search for Related Research

In order to take advantage of a research paper on disaster countermeasures, it is necessary to extract also research papers related to its contents. The function “search for related research” is intended to search related research papers which have keywords or the name of past disasters. When users view the page of a certain research paper, they can see the list of research papers related to its contents.

5. APPLICATION (WCEE)

In this paper, two results are described. The first is the result of trend analysis of disaster research papers published in the proceedings of the all past WCEEs using the function "trend analysis of disaster research". The second is the extraction result of research papers related to the past earthquake disaster using the function "impact analysis of disaster."

5.1. Trend Analysis of Disaster Research

Figure 5.1 shows distribution diagrams of the hitting ratio from the 1st to the 14th WCEE proceedings. The X-axis shows "type of countermeasures" and the Y-axis shows "type of disaster effect." Contents observed from these distribution figures are as below.

- In all conferences, the main research fields are composed of "Structure damage (building)" and four types of countermeasures such as "Hazard mechanism", "Damage mechanism", "Mitigation", and "Damage assessment."
- Research field of WCEE is getting wider comparing to before.
- The most popular research field consists of "Structure damage (building)" and "Damage mechanism" until 2000, since 2004, it has become "Structure damage (building)" and "Mitigation."

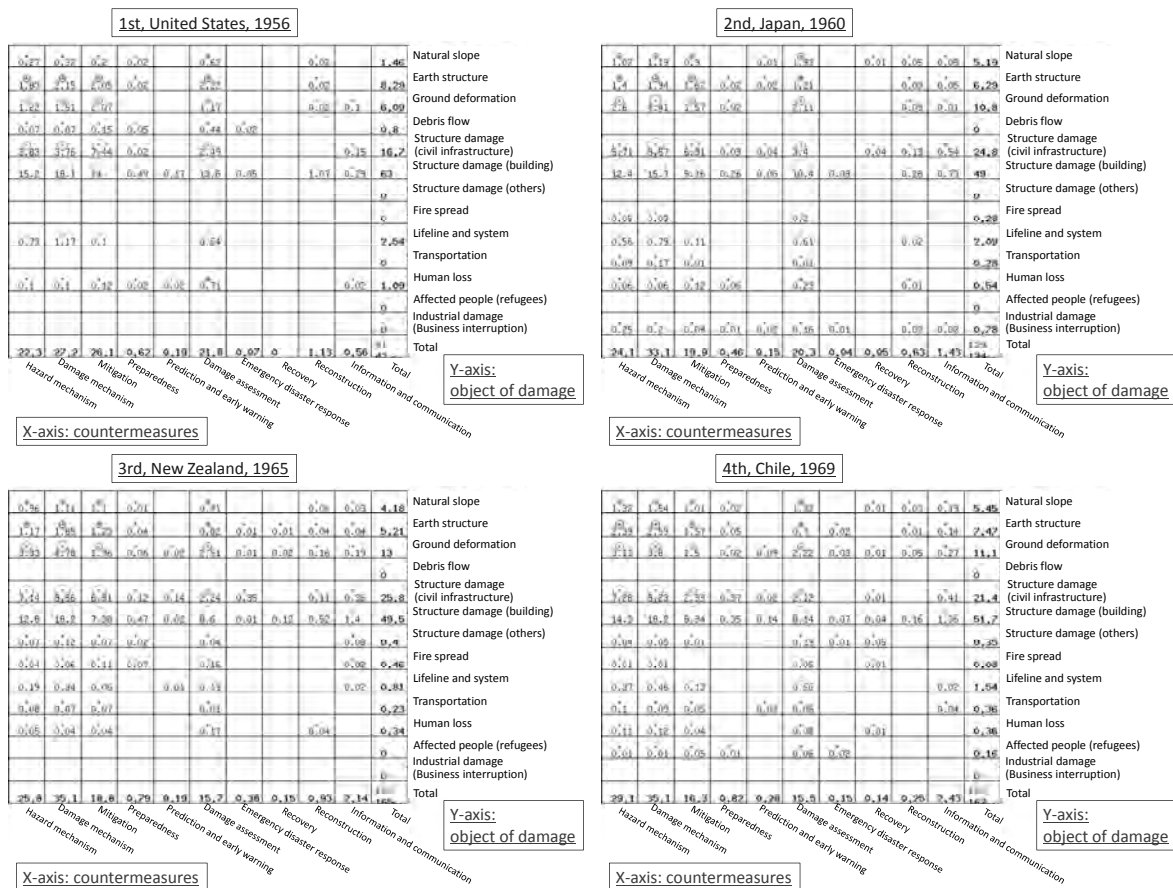


Figure 5.1 (a). Distribution diagrams of the hitting ratio of all the past WCEE proceedings

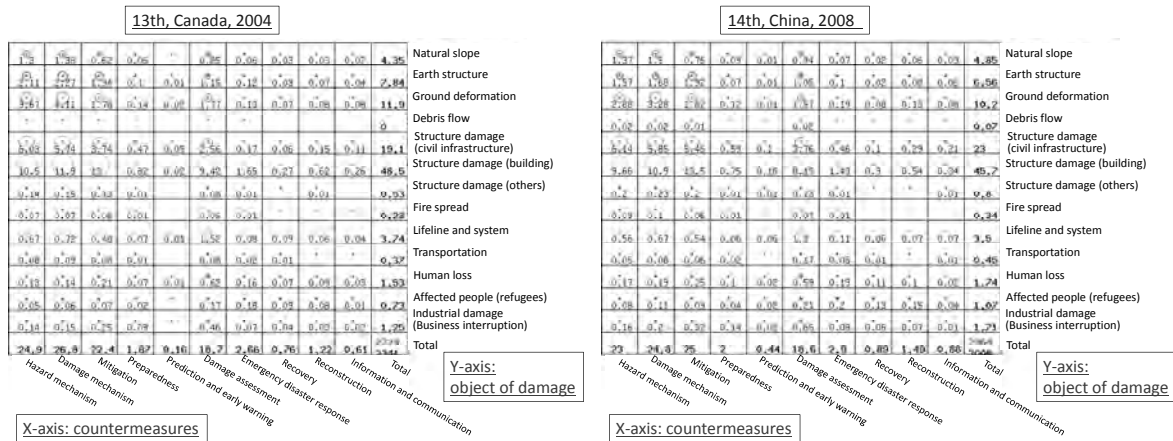


Figure 5.1 (c). Distribution diagrams of the hitting ratio of all the past WCEE proceedings

5.2. Impact Analysis of Disaster

Figure 5.2 shows the number of research papers related to the past earthquake disaster in descending order using the function "impact analysis of disaster." This is intended for disaster with 5 papers or more. The number of research papers related to the 1995 Kobe Earthquake in Japan is the largest. And other earthquakes in Japan such as the 1923 Kanto Earthquake and the 1948 Fukui Earthquake are well-researched.

Figure 5.3 shows the process of the number of research papers which are presented at each conference. The target earthquake disasters have related research papers more than 20. Study of the 1995 Kobe Earthquake has been an increase in the number of research papers from 1996. Research about earthquake that occurred before the 1st conference tends to be continuously until 14th conference. Many researchers presented research papers related to the 1976 Tangshan Earthquake at the 14th China conference.

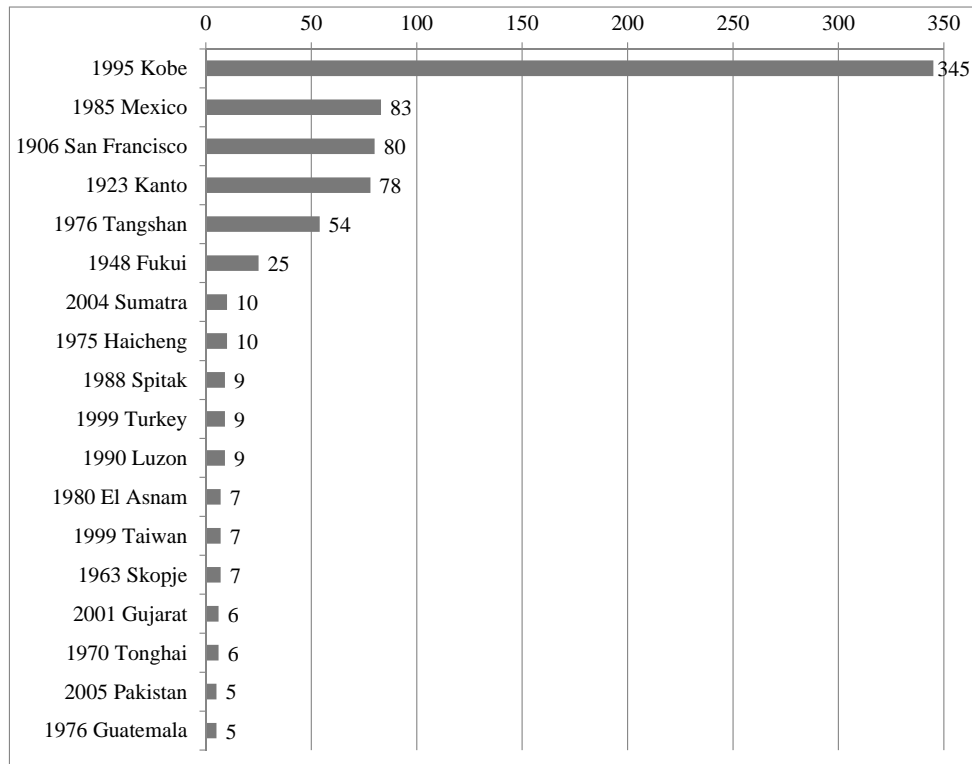


Figure 5.2. The number of research papers related past earthquake disaster

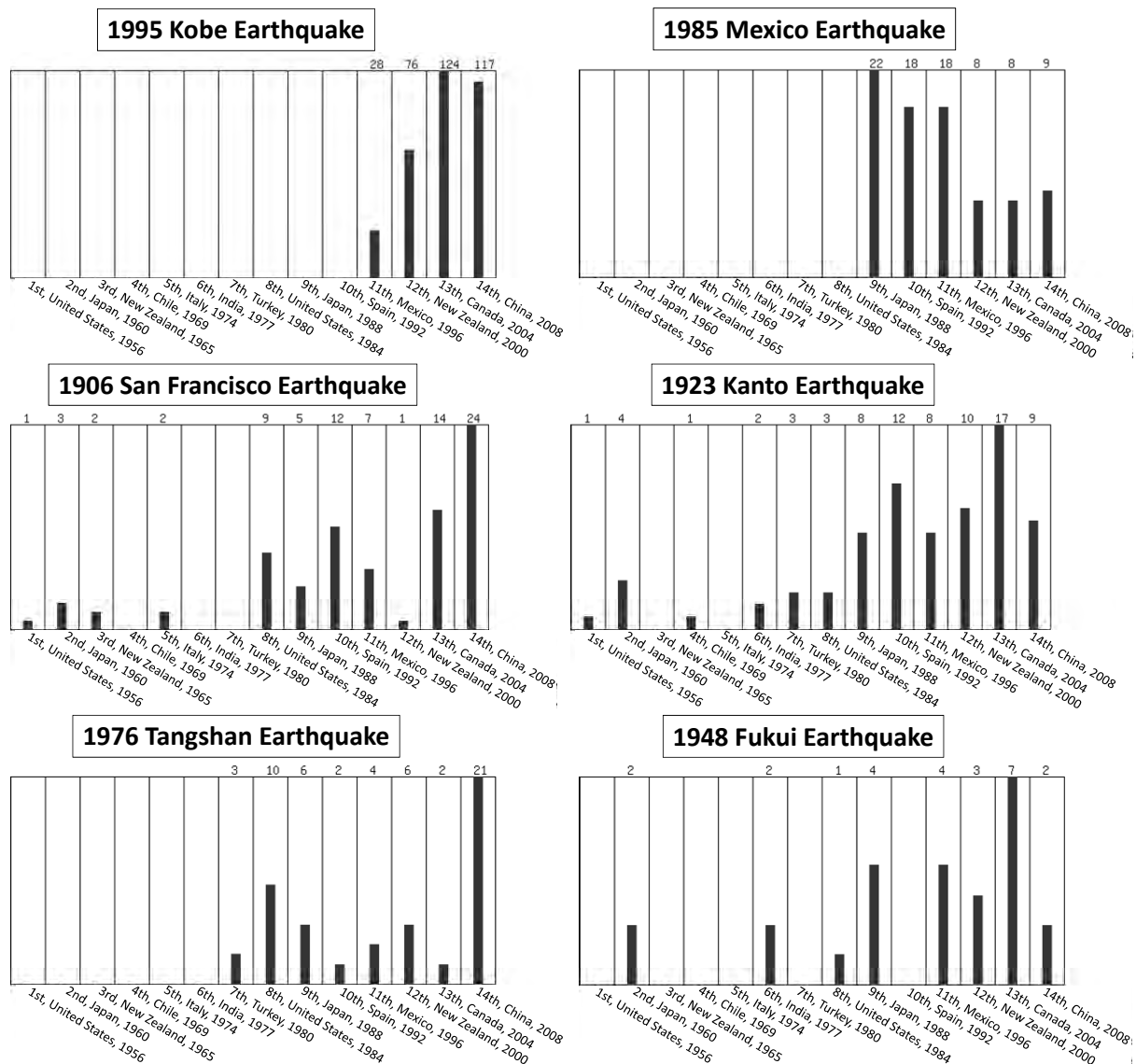


Figure 5.3. The process of the number of research papers which are published in each proceedings

6. CONCLUSIONS

In this study, the authors proposed a web-based system aiming to understand and grasp overall picture of disaster researches from bird-eye. Using this system, users can analyse the trend of disaster research and grasp the changes of the number of research papers related to past earthquakes. In this paper, the authors tried to apply the proposed system to analyse all research papers published in the proceedings of all past WCEEs. As a result, the trend of disaster research field and research on past disasters from the 1st to the 14th conferences become clear. In the future, the proposed system will be improved to assist implementation of proper disaster countermeasures using disaster research database.

REFERENCES

- Google (2004). Google Scholar, <http://scholar.google.co.jp/schhp?hl=en>
 Thomson Reuters. Web of Science,
http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?locale=en_US&last_prod=WOS&SID=Y1p%40DG%40EoaPf863f8gk&product=WOS&highlighted_tab=WOS&search_mode=GeneralSearch
 National Information Centre of Earthquake Engineering (2009). WCEE ONLINE PROCEEDINGS,
<http://www.nicee.org/wcee/>

Kimiro Meguro and Osamu Murao (2008). Urban city and disaster prevention, The Open Univeristy of Japan, Japan.
Kyoto University and NTT Communications. MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer,
<http://mecab.googlecode.com/svn/trunk/mecab/doc/index.html>
United States Geological Survey (2012). Earthquakes with 1,000 or More Deaths since 1900,
http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/world_deaths.php

Comparing the disaster information gathering behavior and post-disaster actions of Japanese and foreigners in the Kanto area after the 2011 Tohoku Earthquake

A. Kawasaki & K. Meguro

*International Center for Urban Safety Engineering (ICUS),
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan*

M. Henry

*Division of Field Engineering for the Environment,
Faculty of Engineering, Hokkaido University, Japan*



SUMMARY:

After the March 11 Tohoku earthquake, people living in Japan were faced with confusing and conflicting messages from differing information sources which created an atmosphere of uncertainty and led many people, particularly foreigners, to relocate to western Japan or leave the country entirely. In order to improve the dissemination of information after future disasters, a survey was conducted to understand how people in the Kanto region – the most populous area of Japan and bordering the Tohoku region – received their disaster-related information and how it affected their decisions in the aftermath of the disaster. This paper compares the results of Japanese and foreigners and discusses some initial impressions of the disaster information gathering behavior and post-disaster actions. It was found that the role of domestic information sources versus overseas information sources could have contributed to the confusion foreign respondents experienced and led to their relocate or evacuation from Japan.

Keywords: Tohoku Earthquake, disaster information, media, foreigners, Japan

1. INTRODUCTION

At 14:46 Japan Standard Time (05:46 UTC) on March 11, 2011, a magnitude 9.0 earthquake occurred off the Pacific coast of the Tohoku region of Japan. This earthquake not only caused strong ground motion but also triggered a massive tsunami which inundated the eastern seaboard of Japan and caused widespread destruction. The earthquake and tsunami also knocked out the cooling systems at the Fukushima Daiichi nuclear power plant in Fukushima Prefecture, sparking a nuclear-related crisis which culminated with the confirmation of nuclear meltdown in three of the reactors.

In the wake of this triple disaster, people living in Japan began to seek disaster-related information in order to keep pace with the evolving situation and to make decisions regarding their post-disaster actions. As previous research shows, the primary source of information after environmental or man-made disasters is generally the mass media (Greenberg et al., 2002), and although this information was traditionally accessed via television, radio, or printed media, internet-based media are becoming the predominant means for people to access and communicate disaster-related information (Boyle et al., 2004; Lu et al., 2007), with social media in particular emerging as an important communication tool (Palen, 2008; Qu et al., 2009; Yates and Paquette, 2010; Kawasaki et al., 2012).

After the Tohoku Earthquake and during the unfolding of the nuclear crisis, there emerged a growing disparity between the information given by domestic Japanese sources and overseas sources (Sanchanta, 2011), which may have contributed to the wide gap in perception of the situation between Japanese and foreigners residing in Japan. While Japanese people in general continued life as usual, foreign communities reacted much differently, with many foreigners relocating within the country or leaving Japan altogether (Associated Press, 2011). The difference in post-disaster actions between Japanese and foreigners supports previous evidence which suggests that increased attention must be given to populations which have specific needs during times of disaster (Spence, 2007). Therefore, in order to improve disaster response and recovery, it is necessary to understand disaster information gathering behavior considering different needs and perspectives.

The objective of this paper is to examine and clarify the information gathering behavior and post-disaster actions after the Tohoku Earthquake considering the difference between Japanese and foreigners. This study focused on people living in the Kanto region of Japan, which lies to the south of the Tohoku region, and includes Tokyo along with seven surrounding prefectures (Fig. 1).

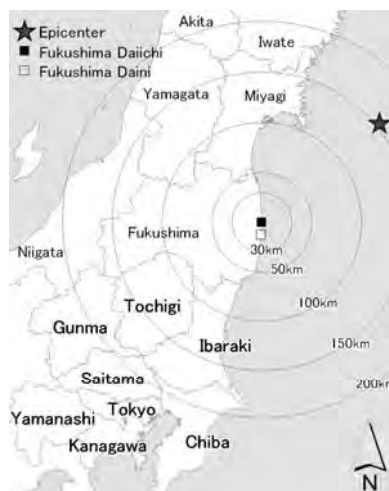


Figure 1. Map of Tohoku and Kanto regions of Japan

2. METHODOLOGY

2.1. Survey design & distribution

Data on disaster information gathering behavior were collected using an online survey. This survey was provided in nine different languages (Japanese, English, Chinese, Korean, Portuguese, Nepalese, French, Thai, Vietnamese), and the contents were designed to clarify respondents' information gathering activities, their information-related difficulties and their post-disaster actions. A summary of the survey questions is given in Table 1. The survey was distributed via two methods: first, through social and professional contacts of the authors; and second, through direct requests for cooperation with various entities such as business communities, universities, embassies, and so forth. Responses were gathered for two weeks beginning roughly 10 weeks after the earthquake occurred.

Table 1. Survey questions

Theme	Questions
Information gathering activities	What information sources did you trust the most / the least during the two weeks following the earthquake?
	During the two weeks following the earthquake, which media did you use to acquire information and in what language?
	What types of information were most important for you during the first day, first week, and second week after the earthquake?
Information difficulties	What types of information were unavailable, unclear, or difficult for you to understand during the first day, first week, and second week after the earthquake?
	In general, what were the reasons why the above information was unclear or difficult to understand?
	When faced with unclear or difficult to understand information, what media did you utilize in order to clarify or better understand that information?
Post-disaster action	Within the first two weeks after the earthquake, did you choose to remain in the Kanto area, relocate to another area of Japan, or leave Japan?*
	What was the reason for your choice?
	At that time when you made your choice, how useful, if at all, was disaster-related information in making that choice?*

* Questions were restricted to a single response; other questions allowed multiple responses

2.2. Sample characteristics

The survey received 1357 responses representing 74 countries. Japanese respondents alone made up 36% (N=497), and the distribution of foreign respondents (N=860) by country is shown in Fig. 2. Questions asking for gender, age and occupation were voluntary, with overall response rates of 94.8%, 94.9%, and 93.9%, respectively. For gender, 67.8% of Japanese respondents were male and 32.1% female, whereas 57.5% of foreign respondents were male and 42.5% female. The distributions for age and occupation are given in Fig. 3 and Fig. 4, respectively.

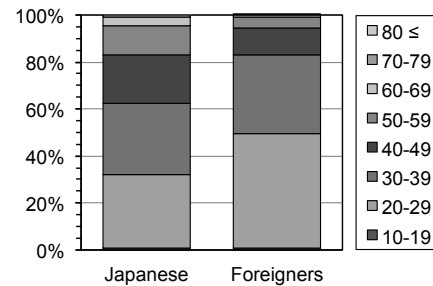
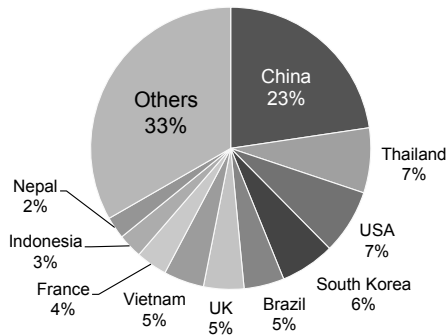


Figure 2. Distribution of foreign respondents by country

Figure 3. Distribution of respondents by age

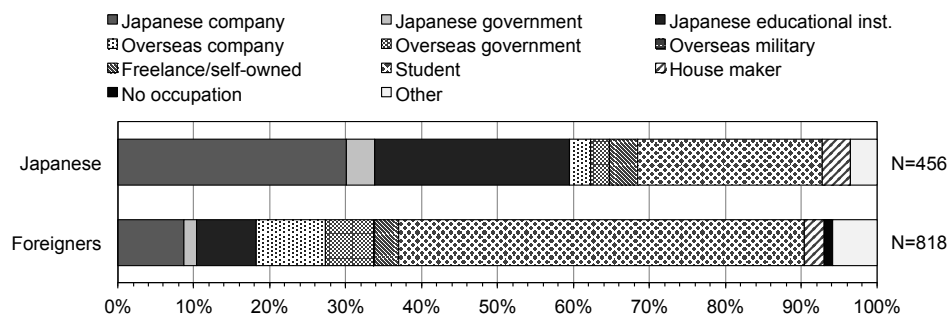


Figure 4. Distribution respondents by occupation

3. RESULTS

3.1. Information sources

The distributions of most- and least-trusted disaster information sources for Japanese and foreign respondents are shown in Fig. 5. For Japanese respondents, the most-trusted sources were based in Japan, such as Japanese news sources, the Japanese government, and Japanese research and academic institutions. Foreign respondents tended to trust overseas sources more than Japanese respondents, particularly international organizations such as the IAEA or Red Cross. Distrust of Japan-based sources was similar between Japanese and foreign respondents, with both groups showing the greatest distrust of information from the Tokyo Electric Power Company (TEPCO). However, foreign respondents tended to distrust overseas sources more than Japanese respondents.

Furthermore, some sources that were highly trusted were also highly distrusted for both groups. For example, for Japanese respondents the Japanese government was the second most-trusted source, behind Japanese news sources. However, the Japanese government was also the second least-trusted source for Japanese respondents, ranking only behind TEPCO. A similar result could be observed for foreign respondents.

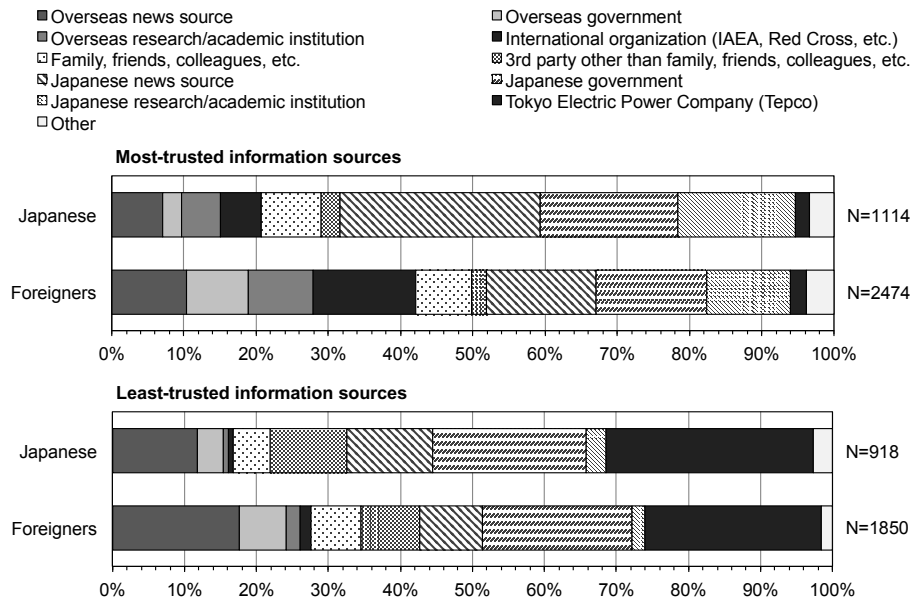


Figure 5. Most- and least-trusted information sources

3.2. Media & language for information acquisition

The distributions of media and language utilized for disaster information acquisition for Japanese and foreign respondents are shown in Fig. 6. Understandably, Japanese respondents overwhelmingly used Japanese-language media, with nearly half being “traditional” forms of media such as television, radio, and printed media such as magazines, newspapers, and so forth. The usage pattern of Japanese-language media by foreign respondents was relatively similar to Japanese respondents; however, foreign respondents turned more to internet-based forms of media when using English or other languages. In particular, inter-personal communication such as face-to-face, telephone, and so forth was more highly utilized in other languages than in Japanese or English for foreign respondents.

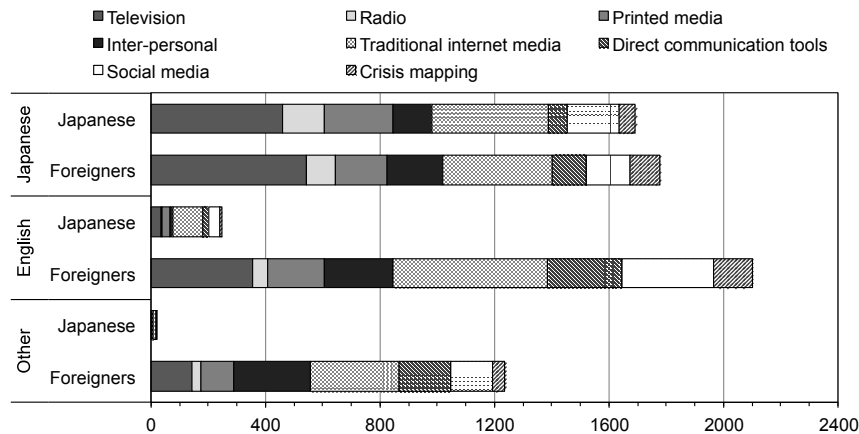


Figure 6. Media and language for information acquisition

3.3. Importance of information

The importance of information over time is shown in Fig. 7. Overall, there was little difference between Japanese and foreign respondents for all three time periods. On the first day, information on the safety of family, friends, etc. was the most important type of information, followed by information on earthquake and tsunami damage and on transportation systems. By the first week, however, the importance of information on radiation level and risk and on food and water supply, along with

information on transportation systems, became the most important types of information; by the second week, these were joined by information on government response. For both Japanese and foreign respondents, the relative importance of information on radiation level and risk increased consistently from the first day to the first and second weeks, along with the importance of information on the government’s response and on school and business continuity. Conversely, the relative importance of information on the safety of family, friends, etc. and on the earthquake and tsunami damage tended to decrease over time.

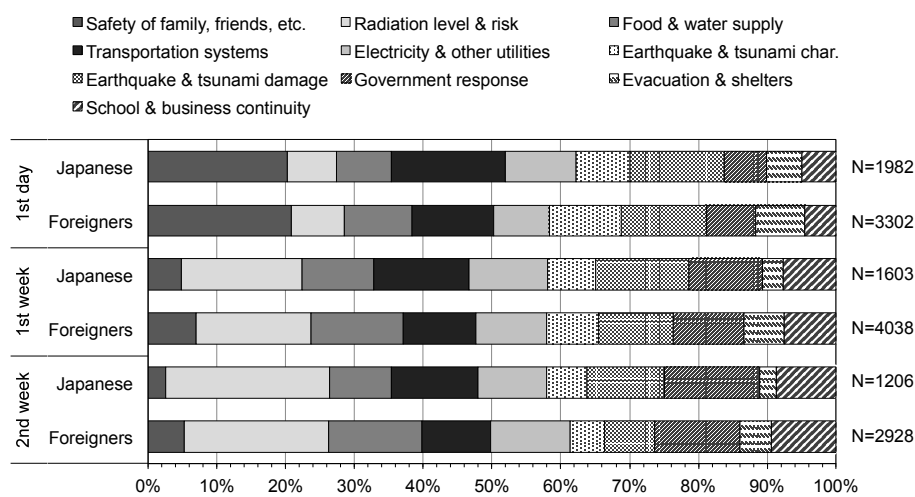


Figure 7. Importance of information over time

3.4. Difficulties related to information

Fig. 8 shows what information was unavailable, unclear, or hard to understand over time. Again, the distribution for Japanese and foreign respondents was mostly similar, although Japanese respondents tended to have more difficulties with earthquake and tsunami damage and on government response than foreign respondents. Conversely, foreign respondents tended to have more difficulties with information on food and water supply. For both groups, the most difficulty on the first day was with information on safety of family and friends, on radiation level and risk, and on transportation systems. By the first and second weeks, radiation level and risk had become the information with most difficulties, along with government response. Over time, information difficulties increased for radiation level and risk, food and water supply, and government response, and decreased for safety of family and friends, earthquake and tsunami damage, and evacuation and shelters.

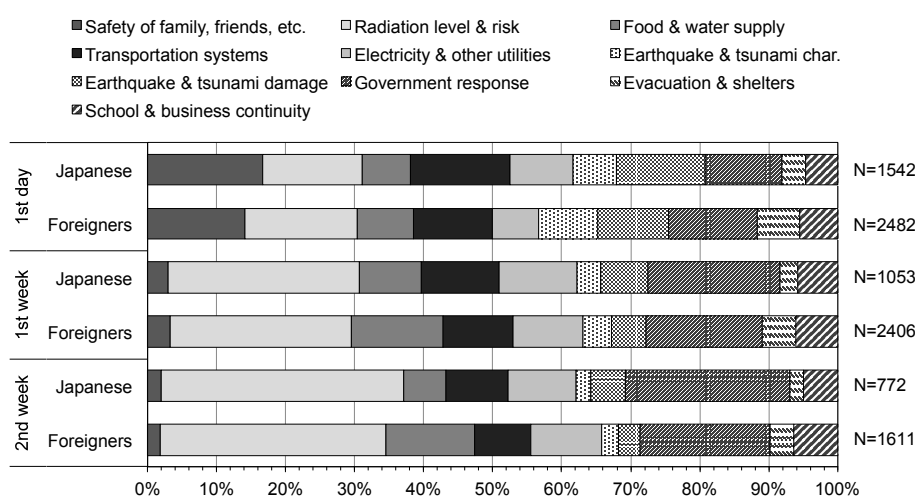


Figure 8. Unavailable, unclear, or hard to understand information over time

The reasons why this information was unavailable, unclear, or hard to understand are shown in Fig. 9. For both Japanese and foreign respondents, the primary reason for information difficulties was due to confusion caused by conflicting or differing information, followed by inability to access information due to mobile congestion or power outages. However, for foreign respondents, lack of language comprehension was another source of information difficulties, whereas very few Japanese respondents cited this as a problem.

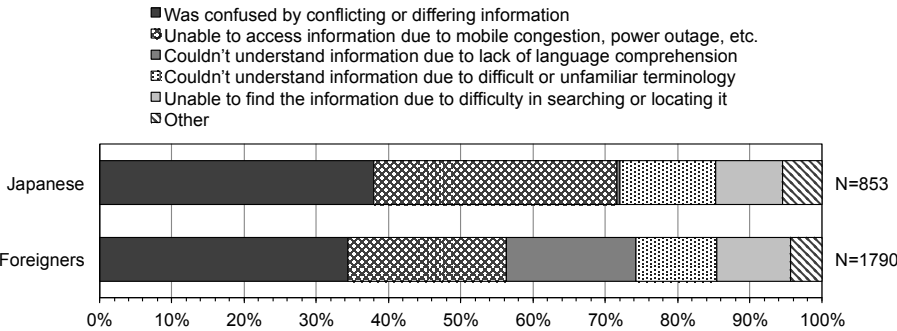


Figure 9. Reasons why information was unavailable, unclear, or hard to understand

Fig. 10 shows the media and language utilized when clarifying information difficulties. Japanese respondents again utilized primarily Japanese-language media, with traditional internet media such as information portals being the most-utilized media. Foreign respondents' usage of Japanese-language media was again similar, although they used television, inter-personal communication, and crisis mapping slightly more than Japanese respondents. Their utilized media in English and other languages, however, differed in that foreign respondents tended to use direct communication tools such as email and chat and social media such as social networking sites and blogs much more in English and other languages than in Japanese. Furthermore, inter-personal communication in other languages was used relatively more than in English or Japanese.

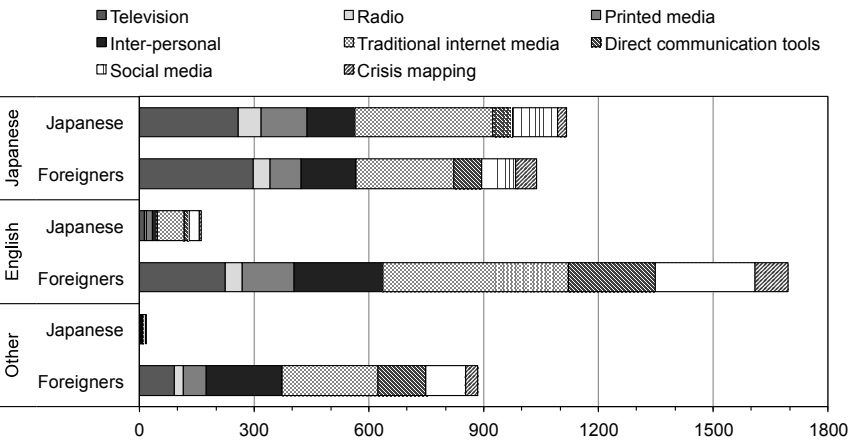


Figure 10. Media and language for clarifying information difficulties

3.5. Post-disaster actions

The respondents' post-disaster actions were evaluated by whether they relocated from the Kanto region or left Japan. Within this survey's sample, just over 90% of the Japanese respondents elected to remain in Kanto, whereas nearly 60% of the foreign respondents chose to leave Kanto. Of the foreign respondents who chose to leave Kanto, 34% relocated to another area of Japan, while the other 66% left Japan entirely.

The distribution of reasons for choosing to remain in Kanto, relocate to another area of Japan, or leave Japan entirely is shown in Fig. 11. For Japanese respondents, the main reason for their choice was that it was a personal decision. However, for foreign respondents, while personal decision was also cited, other primary reasons included family request and job obligation. Relative to Japanese respondents, a larger percentage of foreign respondents also cited concern for the young and government directive.

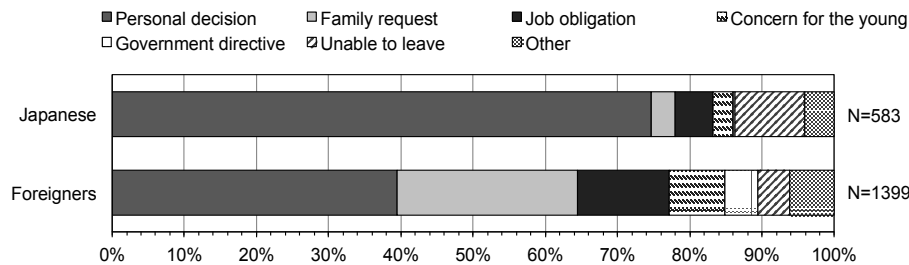


Figure 11. Reason for post-disaster relocation

When asked about the usefulness of disaster information for making the choice to remain, relocate or leave, more than 70% of both Japanese and foreign respondents stated that disaster information was somewhat to very useful, with only slightly more than 10% of each group finding disaster information to be not useful for their decision-making. The percentage of foreign respondents who found disaster information to be very useful was about 28%, which was more than the 21% of Japanese respondents.

4. DISCUSSION

When comparing the disaster information gathering behaviour of Japanese and foreign respondents, the largest differences could be seen in which sources were trusted and which media and language were utilized for acquiring disaster information. In the case of the Japanese respondents, they trusted domestic sources more than overseas sources but also distrusted domestic sources more than overseas sources. When looking at the language used for acquiring information, however, it can be seen that Japanese respondents turned primarily to Japanese-language forms of media; therefore, their relative trust and distrust of domestic sources versus overseas sources may be attributed to their lack of utilization of overseas (non-Japanese language) media. In the case of foreign respondents, Japanese, English, and other language media were all utilized, and it could also be seen that foreign respondents tended to trust domestic and overseas sources relatively equally, but distrusted overseas sources more than domestic sources. The overlap between sources which were ranked highly as both trusted and distrusted could be seen for both Japanese and foreign respondents, and indicates that there was a large disparity between individuals regarding which sources were or were not trusted – that is, one person’s most-trusted source may be another person’s least-trusted source. Considering the responses of both groups, it would appear that Japanese and overseas academic and research institutions and international organizations may be a good means for disseminating disaster information in the future, as they both had good trust levels and little distrust for both Japanese and foreign respondents.

For information importance and information difficulties over time, little difference between the responses of Japanese and foreigners was observed. However, the reasons why respondents encountered information difficulties differed; while both groups cited conflicting information as the primary reason, foreign respondents appeared to encounter more difficulties with language, whereas Japanese respondents focused more on inability to access information. Conflicting information and language difficulties may not be completely independent, however, as Japanese respondents could be assumed to have had conflicting information in Japanese alone, whereas foreign respondents may have encountered conflicting information more broadly and in different languages, as they utilized English and other languages more than Japanese respondents. This reason for information disparity may lie within the role which the mass media fulfills in disseminating disaster information. After a disaster, during the “response” and “recovery” phases, the information transmitted by the mass media is

generally focused on the affect areas in order to assist with recovery, but in the long-term “mitigation” phase the mass media help provide information to raise awareness and improve preparation, often through coverage of non-local disasters (Quarantelli, 1996). Therefore, in the aftermath of the Tohoku Earthquake, it can be said that the domestic coverage was intended to support recovery activities but overseas coverage was focusing on lessons for disaster mitigation in their own countries. As a result, foreigners in Japan who turned to overseas media, perhaps due to language comprehension or other problems, encountered disaster information for which they were not the target audience; that is, they needed local information but the sources they could turn to were not providing them with the information they needed.

By far, the largest difference between Japanese and foreign respondents could be observed in the post-disaster action; that is, whether the respondents elected to remain in the Kanto area or relocated. A large majority of the Japanese respondents chose to remain in the Kanto area, with “personal decision” being the most-cited reason for this choice. For foreigner respondents, however, the reasons were more varied but perhaps the largest differences in reasons is the “family request.” The cause of this large difference may also be related to the previous discussion on the target audience of domestic versus overseas coverage of the disaster. Families of foreigners living in Japan may not have been able to receive information about their family member’s local situation, instead only receiving information which focused on the broader issues. As a result, they may have passed on information they were receiving from their overseas sources to their family members in Japan, thus creating conflicting information for those residing in Japan who were receiving domestic information. As this difference in post-disaster response is the largest observed between Japanese and foreign respondents, and was also a critical issue post-disaster as reported in various news sources as mentioned earlier, the next step in the analysis of the survey data will be to examine the characteristics and differences between foreign respondents who remained in Japan and those who chose to relocate.

5. CONCLUSION

In this paper, disaster information gathering behaviour and post-disaster actions were investigated through an online survey targeting people who were residing in the Kanto area of Japan at the time of the 2011 Tohoku Earthquake, and specifically compares the results of Japanese and foreigners. From the results, the largest difference could be seen in the post-disaster actions, where it was found that a much larger percentage of foreigners than Japanese chose to relocate from the Kanto area rather than stay and, for foreign respondents, the request of family members to relocate was more highly cited as the reason for the post-disaster action than for Japanese respondents. In addition, foreign respondents tended to encounter more language difficulties when trying to collect disaster information than Japanese respondents. These factors may be affected by the roles of the domestic versus overseas sources; for foreign respondents who could not understand local coverage due to language issues, they were forced to turn to overseas sources, but these sources were not reporting the type of localized recovery information which was necessary for their situation, and possibly caused confusion when this coverage or information conflicted with other information. It could also be seen that foreign respondents turned to media provided in Japanese, English, and other languages, whereas Japanese utilized primarily Japanese-language sources.

REFERENCES

- Associated Press. (2011). Number of foreigners leaving Japan soars 8-fold. *Bloomberg Businessweek*. <http://www.businessweek.com/ap/financialnews/D9M681N80.htm> (17 April 2012)
- Boyle, M., Schierbach, M., Armstrong, C.L., Mcleod, D.M., Shah, D.V., and Pan, Z. (2004). Information seeking and emotional reactions to the September 11 terrorist attacks. *Journalism and Mass Communication Quarterly*. **181**, 155-167.
- Greenberg, B.S., Hofschire, L., and Lachlan, K. (2002). Diffusion, media use and interpersonal behaviors. In: *Communication and Terrorism: public and media response to 9/11*, Hampton Press, Cresskill, U.K., 3-16.
- Kawasaki, A., Berman, L.B., Guan, W. (2012) Emerging web and geospatial technology revolutionizes disaster

- response with public involvement. *Disasters*, **37:2**, accepted
- Lu, H.Y., Case, D.O., Lustria, M.L.A., Kwon, N., Andrews, J.E., Cavendish, M.A., and Floyd, B.R. (2007). Predictors of online information seeking by international students when disaster strikes their countries. *CyberPsychology and Behavior*. **10:5**, 709-712.
- Palen, L. (2008). Online social media in crisis events. *Educause Quarterly*. **3**, 76-78.
- Qu, Y. We, P.F., and Wang, X. (2009). Online community response to major disaster: a study of Tianya Forum in the 2008 Sichuan Earthquake. *42nd Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Quarantelli, E.L. (1996). The future is not the past repeated: projecting disasters in the 21st century from current trends. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. **4:4**, 220-240.
- Sanchanta, M. (2011). Japanese, foreign media diverge. *The Wall Street Journal*.
<http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703512404576209043550725356.html> (17 April 2012)
- Spence, P.R., Lachlan, K., Burke, J.M., and Seeger, M.W. (2007). Media use and information needs of the disabled during a natural disaster. *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*. **18**, 394-404.
- Yates, D. and Paquette, S. (2010). Emergency knowledge management and social media technologies: a case study of the 2010 Haitian Earthquake. *International Journal of Information Management*. **31**, 6-13.

Analysis of the concentration of TV news coverage to the specific municipalities on the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

Muneyoshi Numada

Research Associate, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan

Kimiro Meguro

Professor, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan



SUMMARY

In the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, we observed a concentration of news coverage on the damage and disaster response activities of specific municipalities and a high emphasis on the nuclear power plant accident. The concentrated news coverage induced the concentration of aid activities such as distribution of relief supplies and donations to the specific area. This problem has repeatedly happened in the past disasters. The purpose of this research is to conduct a quantitative analysis of the municipalities that were repeatedly covered by the TV news reports during the emergency period after the Tohoku earthquake. This research defined the media coverage rate on municipalities in order to analyse the relationship between the amount of media coverage and the level of damage caused by the disaster. The result showed that even if the damage level is equally high, there was a difference in the amount of TV news coverage among the municipalities.

Keywords: The Pacific coast of Tohoku Earthquake, Concentration of news program, TV program, Disaster information

1. INTRODUCTION

At 14:46 JST (5:46 UTC) on March 11th, 2011, an earthquake of a moment magnitude 9.0, the largest earthquake ever recorded in Japan, struck off the shore of the Sanriku area in the Tohoku Region. The following “mega tsunami” hit deeply indented coastal areas and brought extensive and devastating damage to many cities and villages in this area. Mega tsunami damage was not only limited to buildings, but the resulting fires destroyed many communities and nuclear power plant (NPP) facilities have suffered complicated and serious damage. This earthquake was later named “The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake” by the Japan Meteorological Agency (JMA).

In this earthquake, it was difficult to grasp the full scope of the disaster since the damage was widespread and diverse. In order to obtain information about the damage condition, safety confirmation, news and announcement from municipalities, a variety of media, not only conventional tools such as television, radio and the Internet but also new types of information-sharing tools such as Twitter and Facebook were used. Also the Internet TV news sites such as USTREAM and NICO-NICO DOUGA were able to broadcast programs from NHK (Japan Broadcasting Corporation) and commercial TV stations at no charge. In addition, people could watch the TV programs in the open air by receiving one-segment broadcasting services.

According to the survey (Nomura Research Institute, Ltd. 2011) on trends in media contact associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, TV was ranked no.1 and no.2 as an important source of information, as 80.5% of the people considered “information from TV coverage (NHK)” and 56.9% considered “information from commercial TV stations” as important in acquiring information about the earthquake. And “information from the newspaper” and “information from the portal sites on the Internet” ranked after TV. In addition, according to the survey (My Voice Communications, Inc. 2011) on “How one gathered information about the 2011 off the Pacific coast of

Tohoku earthquake", the TV was ranked top as 93.5% of the people chose TV, 44.9% chose newspapers, 44.8% chose internet news sites, 42.8% chose portal site (such as Yahoo) and 31.1% chose radio. From these results, it is evident that many people used TV as a main tool for obtaining information.

According to the article 108 of the Broadcasting Act and Disaster Countermeasure Basic Act (Tanaka 2008) broadcasting organizations are obliged to provide useful services in order to prevent and reduce the disaster. Also, the Ministry of Internal Affairs and Communications requested NHK and the National Association of Commercial Broadcasters in Japan to provide accurate and detailed information to the public as quickly as possible (Ministry of Internal Affairs and Communications 2011).

From these results, it can be said that the TV news is not only to report damage situation but also it is expected to provide useful information that can prevent further damage and contribute to an appropriate disaster management as one of the "disaster prevention organizations".

In the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, some areas were easily accessible by the news reporters or broadcasted heavily at an early stage which left a strong impact. As a result, some municipalities were intensively covered by the TV news reports than others. There was also a high emphasis on the nuclear power plant accident. It can be said that the news coverage was unbalanced considering the scale of affected areas and as a result it induced the aid activities to be concentrated at certain areas while other areas were neglected, causing unbalanced distribution of relief supplies and donations

Although this problem of media concentration has been repeatedly pointed out (Nakamori 1995) in the past earthquake such as Hokkaido Nansei Oki Earthquake in 1993, Hokkaido Toho oki Earthquake in 1994, and the Southern Hyogo prefecture earthquake in 1995, the same problem occurred again (Nakamori 2011). Unbalanced media coverage on certain topics and areas cannot provide the viewers with comprehensive views and understanding of a total damage especially at the time of such extensive disaster as the Tohoku earthquake. The TV media has a responsibility and an important role to provide information to influence people's decision-making and proper evaluation.

Previous studies regarding the TV news coverage and its contents after the Tohoku earthquake include the chronological analysis of the contents of TV news (NHK 2011), the verification of early media coverage, the confused reports of the nuclear power plant accident, and the analysis of the foreign media reports (General incorporated association of Tokyo-sya 2011). However, the quantitative analysis of the unbalanced TV news coverage has not yet been conducted.

The purpose of this study is to conduct a quantitative verification of unbalanced media coverage during the emergency period after the Tohoku earthquake. The relationship between the media coverage and the level of damage caused by the disaster for the first 10 days after the disaster was analyzed.

2. TV NEWS DATA

In this study, we selected six major TV stations for the analysis, namely NHK, NTV, TBS, Fuji TV, TV Asahi, and TV Tokyo. In order to analyse the TV contents, normally the text data from each section of the program is required. In this study, we have employed the database called "Document-Analyser" by JCC Corporation. This allowed us to obtain the text data of all six TV stations for 365 days a year, 24 hours a day by the unit of seconds. Also it is possible for us to comprehend when, what, where, and how each TV station did report. **Table 1** shows an example of the text data of NHK on March 12th.

This paper uses the target period of 10 days from March 11th to 20th, considering the importance of the TV news reports in the early stage immediately after the disaster, with regards to the understanding

of damage situation and the level of influence it has on a supply of relief goods. **Figure 1** shows the number of characters obtained from the text data. The number of characters was recorded approximately 100,000 from 11th to 13th of March, but from 14th to 18th, the number was more than doubled to 200,000.

Figure 2 shows the total characters obtained during 10 days from each TV stations. From this figure, NHK has the highest number of characters, followed by TBS and NTV.

Table 1. Example of the text data of the TV program (259 characters)

In Miyagi Prefecture, by the earthquake, 53 people were killed. The details is 17 people in the Higashimatsushima city, 12 people in the Kesennuma city, 8 people in the Shichigahama town and 5 people in the Sendai city. In the coastal town of Minamisanriku where was attacked by the tsunami, many buildings and houses were washed away by the tsunami except the hospital building constructed by concrete, and many people were missing. In the area along with the port of Kesennuma in Kesennuma city, the large-scale fire occurred caused by the outflowing oil from the tank at the port. The video of Kesennuma city.
(March 12, NHK)

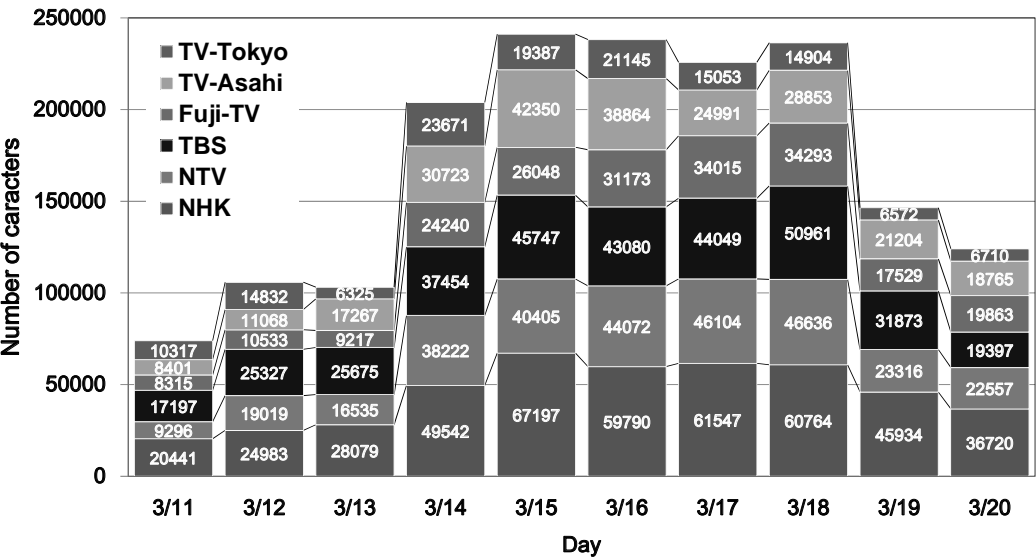


Figure 1. Number of characters of text data of TV news coverage

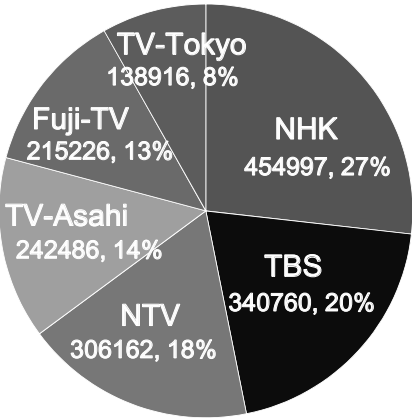


Figure 2. Breakdown of text data of TV news coverage

3. ANALYSIS OF THE CONCENTRATION OF TV

The news programs broadcasted by each TV station were similar and there was no big difference or distinctive characteristic observed from their reports made during 10 days after the disaster.

This chapter analyses how each TV station concentrated its reports on specific municipalities by using the text data. This study defines “concentration-ratio of the news coverage on municipality C ”. This is indicated by the ratio of "the total number of all the municipalities each TV station picked up" and "the number of each municipality each TV station picked up." Here the definition of the word "picked up" is used when the name of a particular municipality is included in the text data as underlined in **Table 1**. According to this definition, Higashimatsushima city marked “1”, Kesennuma city “4”, Shichigahama town “1”, Sendai city “1”, and Minami-Sanriku town “1” as shown in **Table 1**.

If the index C is high, it indicates that the TV station has reported on the particular municipality intensively. On the other hand, if the index C is low, it indicates that the particular municipality has not been reported as much. If the index C is zero, it indicates that the municipality did not get covered at all.

Table 2 (a) and (b) shows the transition of the index C in a chronological order. The three prefectures with especially heavy damage - Iwate, Miyagi and Fukushima – are selected to obtain the news reports coverage rate on daily basis. Due to space limitations in this paper, some municipalities with low-value C are excluded and the value after the decimal point is omitted.

According to the table, the index C of Sendai city is high and it is evident that each TV station concentrated on reporting about Sendai city. For Ishinomaki city, the index C varied during the period of 11th to 15th of March however the value became high after the 16th of March. The index C of Minami-sanriku town is low during the period of 11th to 12th of March, but the value became high for all the TV stations from 13th to 16th of March. Miyako city was intensively reported from the 11th through 14th of March except for TV Tokyo. Similarly, Ofunato city, Rikuzentakata city, Kamaishi city and Kesennuma city are the cities that were intensively reported by most TV station. Using this method, we have succeeded to quantitatively evaluate the concentration and disparity of TV news coverage on municipalities by TV stations.

Next, we discuss the relationship between the C value and the level of damage. In the previous studies, there has been a quantitative analysis of the relationship between the newspaper coverage and the damage level (Matsumura 1998), however the relationship between the TV report coverage and damage level has not yet been studied. The definition "Earthquake coverage rate" is indicated by the ratio of earthquake related reports in all the news reports in the newspaper excluding advertisement. The result indicates that there is a high correlation to the number of casualties and the “Earthquake coverage rate” rather than to the number of totally collapsed buildings.

Using the above result as reference, this paper analyses the relationship between casualties and the index C of TV news coverage. The number of total casualties used here represents the sum of the missing and dead people.

Figure 3 shows the relationship between the casualties and the index C on March 11th. In calculating the index C here, the total number of news coverage on municipalities from March 11th to 20th is used and the number of casualties referred to those confirmed by March 20th.

Focusing on the municipalities with 1,000 casualties such as Kesennuma city, Kamaishi City, Otsuchi town, Higashimatsushima city, and Yamamoto town, NHK showed the highest number of index C for Kesennuma city, followed by Kamaishi city, Otuchi town, Higashimatsushima city and Yamamoto town. This result shows that even though the number of casualties is similar, there is a difference in the amount of TV news coverage on municipalities.

Table 2 (a) Time history of “concentration-ratio of the municipality C” (2011.3/11-15)

Pref.	Municipality	2011/3/11						2011/3/12						2011/3/13						2011/3/14						2011/3/15						
		TV station						TV station						TV station						TV station						TV station						
		N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	
Iwate	Morioka city	2	6	3	3	4	0	1	0	0	1	1	0	1	2	0	0	1	0	1	1	2	0	1	3	2	0	1	0	1	0	
	Miyako city	4	11	14	6	14	0	5	1	9	8	5	1	7	5	5	7	8	2	1	4	3	5	8	0	2	2	3	7	1	0	
	Ofunato city	7	4	3	5	20	5	5	12	3	13	9	3	3	5	1	9	11	4	4	4	6	10	10	16	2	4	5	9	7	0	
	Hanamaki city	1	1	3	2	1	5	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	
	Kuji city	6	2	3	2	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Tono city	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Rikuzentakata city	0	1	2	1	2	0	7	3	12	6	4	9	9	6	9	6	5	14	9	8	11	6	5	4	7	13	9	6	7	16	
	Kamaishi city	6	0	2	1	1	7	3	8	1	0	1	0	4	4	2	1	0	0	7	4	2	2	1	1	2	3	3	4	0	0	
	Otsuchi city	0	1	1	0	2	0	2	2	0	1	0	0	3	1	2	3	0	0	1	2	0	2	3	1	1	1	4	5	7	0	
	Yamada town	1	4	1	0	2	0	1	0	4	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	2	2	1	0	
Miyagi	Sendai city	24	21	21	14	23	33	13	18	17	18	22	22	18	6	12	11	10	16	14	11	12	13	12	14	11	13	6	6	7	26	
	Ishinomaki city	3	4	1	4	1	0	7	4	3	1	3	1	7	8	5	2	0	6	8	9	5	7	5	5	7	6	6	10	4	0	
	Shiogama city	1	0	0	1	7	7	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
	Kesennuma city	4	1	4	11	1	0	10	8	11	14	10	13	10	9	9	14	8	12	8	8	10	10	12	5	8	13	8	8	14	5	
	Natori city	11	0	1	2	0	14	3	5	2	6	7	14	7	4	1	3	5	8	5	4	2	7	7	10	1	1	0	6	12	0	
	Kakuda city	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Tagajo city	0	0	1	2	0	7	0	2	1	1	3	0	1	2	1	0	1	0	2	1	1	0	2	0	0	0	2	0	2	5	
	Iwanuma city	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5	1	2	0	3	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	
	Kurihara city	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	
	Higashimatsushima	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	2	2	1	1	8	4	2	4	2	3	7	4	2	1	1	3	1	0	
	Watari town	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
	Yamamoto town	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	5	0	0	
	Matsushima town	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	0	2	2	1	1	9	4	2	4	2	3	7	4	2	1	1	3	1	0	
	Shichigahama town	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	1	5	
	Rifu town	1	1	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Onagawa town	1	4	4	3	5	5	2	0	2	2	1	3	2	2	2	3	1	2	4	2	1	2	2	0	5	1	0	2	2	0	
	Minamisanriku town	0	0	0	0	2	0	7	2	6	6	1	3	9	7	13	13	8	12	10	12	14	7	10	13	8	14	10	8	13	26	
	Fukushima	Fukushima town	1	0	6	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	1	1	3	1	1	11
		Aizuwakamatsu city	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Koriyama city		4	8	6	2	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	2	1	3	0	
Iwaki city		4	1	3	6	1	0	3	3	0	0	1	0	3	1	0	2	0	0	1	0	0	4	1	0	7	1	3	3	1	0	
Shirakawa city		2	2	3	3	0	0	2	1	1	6	1	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	
Sukagawa city		1	2	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
Kitakata city		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soma city		5	2	5	3	0	7	6	8	7	5	5	14	2	2	8	5	3	4	4	2	4	5	2	1	5	2	4	3	1	0	
Nihonmatsu city		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	1	0	
Tamura city		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	30	0	0	
Minamisoma city		3	2	4	3	0	0	5	3	7	5	1	12	4	0	7	3	1	0	5	1	4	3	1	1	6	1	3	25	0	0	
Okuma city		1	0	0	1	0	0	2	4	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	20	0	0	0	
Futaba town		0	1	0	1	1	0	3	5	3	1	3	0	1	5	4	3	1	6	0	1	1	1	0	0	0	0	15	0	0	0	
Namie town		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	
Kuzuo village		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
Shinchi town		0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Iitate village	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0		

Note: The number is rounded off to the closest whole number

Table 2 (b) Time history of “concentration-ratio of the municipality C” (2011.3/16-20)

Pref.	Municipality	2011/3/16					2011/3/17					2011/3/18					2011/3/19					2011/3/20									
		TV station					TV station					TV station					TV station					TV station									
		N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o	N H K	N T V	T B S	F u j i	A s a h i	T o k y o
Iwate	Morioka city	1	1	1	1	0	0	4	1	0	2	0	6	4	3	2	2	1	0	2	3	3	2	0	0	1	1	1	3	3	0
	Miyako city	7	1	4	8	6	0	3	1	6	8	6	0	1	4	3	5	2	0	2	3	2	8	7	0	1	2	5	3	3	0
	Ofunato city	2	3	5	2	6	0	1	3	4	7	8	0	3	7	4	7	1	0	1	9	1	9	10	7	1	2	1	6	3	0
	Hanamaki city	0	2	0	1	0	11	1	2	1	0	0	0	0	0	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kuji city	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	Tono city	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Rikuzentakata city	5	12	8	5	12	0	6	4	6	7	9	0	9	13	10	5	7	0	6	14	8	11	13	7	6	10	12	12	8	16
	Kamaishi city	6	7	5	5	2	0	5	2	7	6	2	6	5	3	7	6	1	8	6	5	8	3	0	3	6	6	9	1	0	0
	Otsuchi city	1	4	5	6	6	0	3	5	2	3	2	0	2	1	2	2	1	0	2	0	5	1	3	0	4	2	5	4	3	0
	Yamada town	2	1	2	9	1	0	2	0	3	6	2	0	4	1	2	0	3	0	5	0	2	1	3	0	2	0	0	1	0	0
Myagi	Sendai city	11	9	13	8	7	33	10	13	21	15	8	44	8	10	16	14	17	38	7	17	15	13	10	21	10	20	12	13	17	11
	Ishinomaki city	6	10	5	12	5	17	7	12	7	10	4	31	9	8	2	9	8	15	4	9	5	8	3	10	13	6	18	14	17	26
	Shiogama city	0	0	0	0	1	11	1	2	1	0	2	6	1	3	1	0	2	0	0	1	2	0	3	0	0	4	0	0	3	0
	Kesennuma city	8	7	7	9	18	0	7	9	5	4	18	0	6	7	6	9	11	0	5	8	6	12	11	14	8	1	6	4	5	0
	Natori city	0	3	1	1	2	0	0	3	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	10	1	1	2	0	2	5
	Kakuda city	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tagajo city	0	4	0	2	1	0	1	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	0	0	1	2	11
	Iwanuma city	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kurihara city	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1	0	0	3	0	0	0	4	0	0	5
	Higashimatsushima	2	2	1	2	1	0	2	1	1	1	2	0	1	1	0	1	2	0	0	1	0	2	0	3	1	1	0	0	3	0
	Watari town	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0
	Yamamoto town	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Matsushima town	2	2	1	2	2	0	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	2	0	0	1	0	2	0	3	1	1	0	0	3	0
	Shichigahama town	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Rifu town	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	Onagawa town	3	2	0	1	0	6	5	2	0	1	0	0	2	2	1	4	2	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
	Minamisanriku town	9	12	15	8	13	11	11	8	6	3	5	0	9	7	4	2	6	0	8	11	7	0	5	10	8	6	9	0	10	11
Fukushima	Fukushima town	2	2	7	4	2	0	2	4	7	6	2	0	4	3	4	2	0	0	1	0	6	2	2	0	2	1	0	1	2	0
	Aizuwakamatsu city	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Koriyama city	0	5	3	2	3	0	0	0	2	1	2	0	1	2	1	2	1	8	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
	Iwaki city	3	2	2	0	2	0	9	2	3	5	8	0	13	5	10	6	4	8	5	0	8	3	0	0	1	2	4	7	0	0
	Shirakawa city	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sukagawa city	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kitakata city	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Soma city	9	3	3	6	0	0	3	4	7	5	4	0	5	7	4	5	9	0	7	1	3	7	7	0	3	1	1	4	0	5
	Nihonmatsu city	1	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0
	Tamura city	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0		30	
	Minamisoma city	10	3	4	6	0	0	4	3	7	4	4	0	4	7	4	5	9	0	7	1	3	6	7	0	6	1	1		25	
	Okuma city	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		20	
	Futaba town	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	9	2	2	1	3	0	9	4	2		15	
	Namie town	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	2													5	
	Kuzuo village	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		Concentration-ratio of the municipality C (%)										1		
Shinchi town	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0			
Iitate village	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	13	0	0	0	0	

Note: The number is rounded off to the closest whole number

Similarly, in Nihon-TV, for the municipalities with 1000 casualties, the index C of Kesennuma city shows high value, while Yamamoto town and Higashimatsushima city show relatively low value. The same tendency is observed in other TV stations. This tendency can also be observed from the chronological analysis of **Table 2 (a)** and **(b)**. On March 14th in Higashimatsushima city, 152 dead and 400 missing people were found, likewise on March 15th in Yamamoto town, 111 dead and 638 missing people were found. Despite these findings of high number of casualties, no obvious reaction is observed in the index C .

Figure 4 shows the relationship between casualties and the index C of NHK on the day of the earthquake, the third and tenth day from the occurrence of earthquake.

The C is calculated by the number of coverage on the day of the earthquake, the sum of the coverage by the third and tenth days since March 11th respectively. The number of casualties used is the sum of dead and missing people on the day of the earthquake, by the third and tenth days since March 11th respectively.

The index C of Sendai and Natori city on the day of the earthquake is high, subsequently followed by Ofunato city, Kamaishi city, Kesennuma city, Higashimatsushima city and Yamamoto town. Otsuchi town is not covered at this stage as seen in **Figure 4 (a)**. We will discuss by comparing two municipalities of Kesennuma city and Otsuchi town.

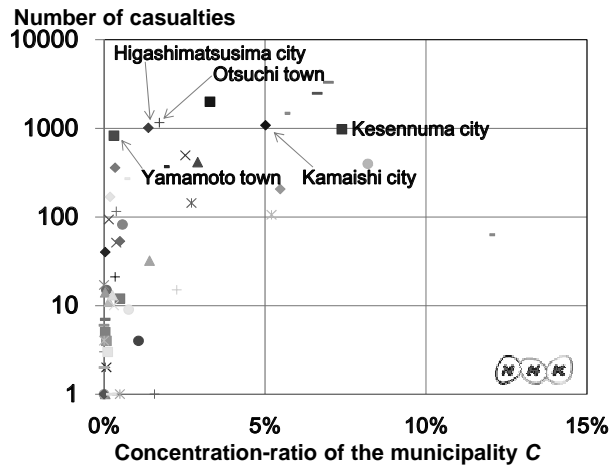
On the third day (**Figure 4 (b)**), both Kesennuma city and Otsuchi town showed increase in the number of casualties, however the index C of Kesennuma city has increased while that of Otsuchi town has not changed. By the tenth day since the earthquake, the number of casualties of both Kesennuma city and Otsuchi town reached almost the same level, yet a big difference of index C is observed.

These results proved quantitatively that there is a difference in the index C despite the fact that the casualty level is the same and it indicated that the news reports coverage is unbalanced. This tendency is common among other TV stations. One of the causes for this may be explained by the accessibility to certain municipalities due to the road condition. However another cause may be that the TV stations have tendency to comply with reports by successful TV stations which managed to deliver news with strong impacts, driven by the mentality to avoid missing out on a scoop. The results of this study are important for it indicated these phenomena by using quantitative analysis.

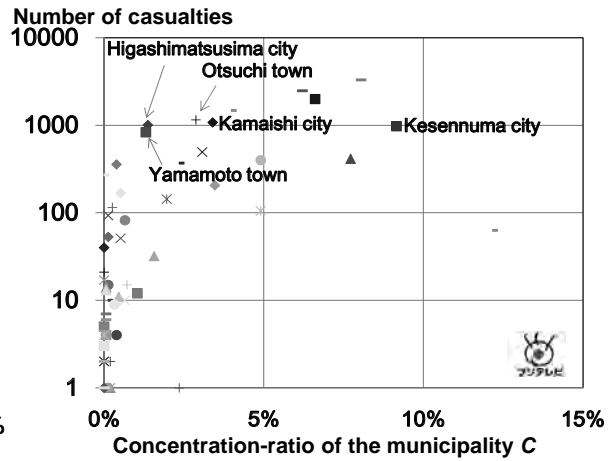
4. CONCLUSION

The concentrated news coverage induced the concentration of aid activities such as distribution of relief supplies and donations to the specific area. This problem has repeatedly happened in the past disasters. This research proved quantitatively that there is a difference in the index C despite the fact that the casualty level is the same and it indicated that the news reports coverage is unbalanced. This tendency is common among other TV stations. One of the causes for this may be explained by the accessibility to certain municipalities due to the road condition. However another cause may be that the TV stations have tendency to comply with reports by successful TV stations which managed to deliver news with strong impacts, driven by the mentality to avoid missing out on a scoop. The results of this study are important for it indicated these phenomena by using quantitative analysis.

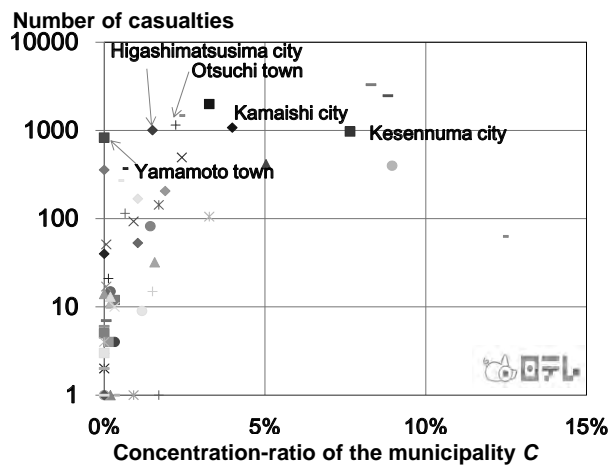
From these results, we propose the following strategy to improve the TV news reports for the next disaster. Under the condition of limited time and human resources of TV stations, it is advisable to (1) grasp the overall damage condition properly, (2) provide information that corresponds to the needs of the audience, and (3) promote the cooperation among the TV stations, with respect to freedom of the press, in order to avoid unbalanced news coverage to specific municipalities and to make it more accessible to obtain necessary information.



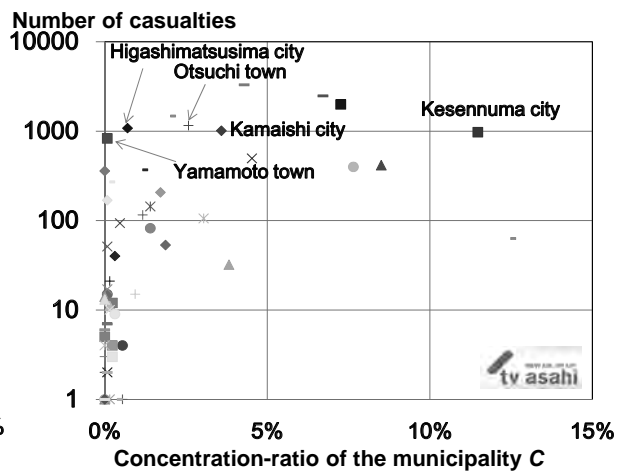
(a) NHK



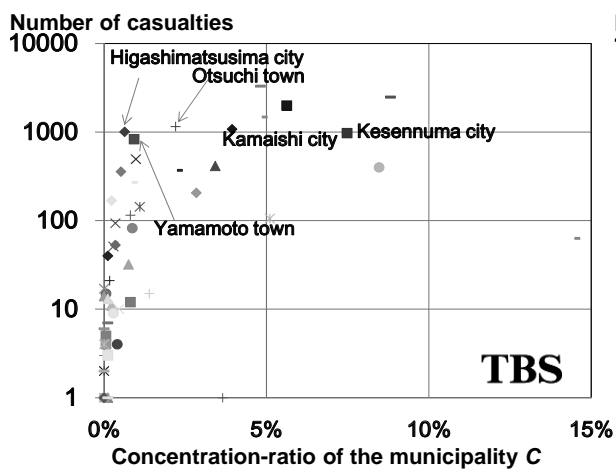
(d) Fuji-TV



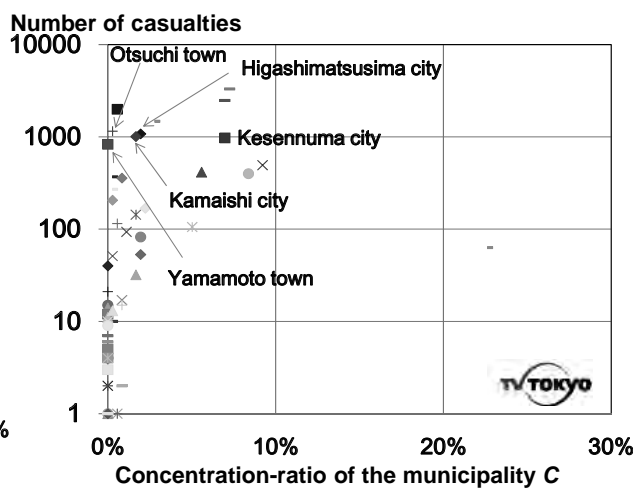
(b) NTV



(e) TV-Asahi



(c) TBS



(f) TV-Tokyo

Figure 3. Relationship between the number of casualties and the concentration-ratio of the municipality

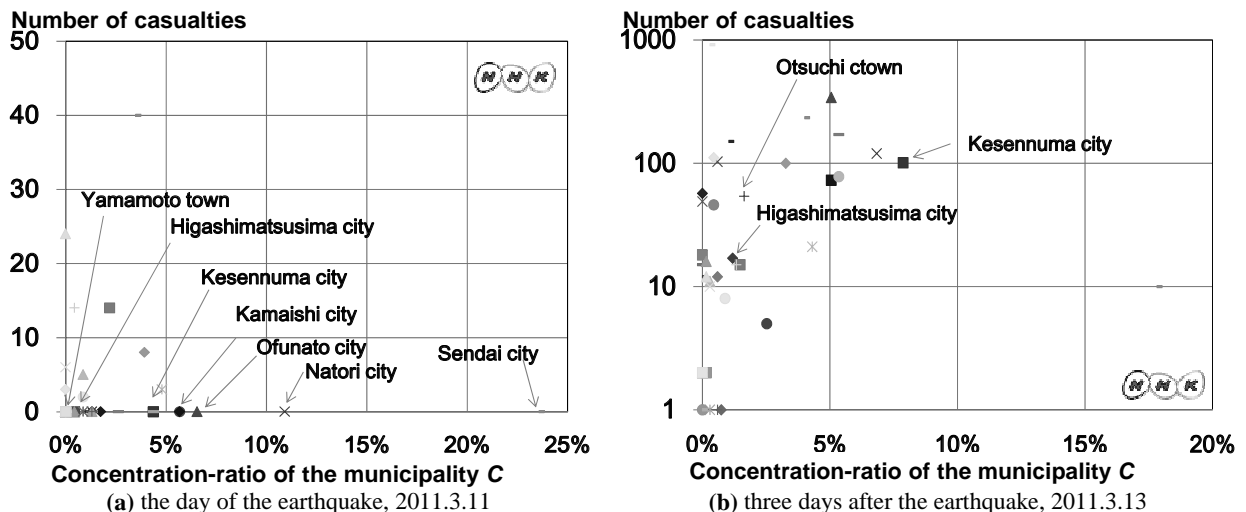


Figure 4. Relationship between the number of casualties and the concentration-ratio of the municipality of NHK

At the time of disasters with extensive damage as seen in the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, it is difficult to evaluate the whole scope of the damage and consequently there was an unbalanced TV news coverage. As a result, there were some municipalities that received more support than others as discussed in this paper. From this study it can be said that the TV news coverage made a big impact on the disaster response both for those who support and are supported thus it is important to consider the above-mentioned strategy for improvement.

Regarding to the role of news organizations, the TV stations are expected to provide useful information in order to contribute to the realization of appropriate disaster response, both from inside and outside of the disaster-affected area (Cabinet Office 2008) and it is important to consider the above-mentioned strategy for improvement from this point of view as well.

For the next activities of this study, we will make similar analysis using the amount of reporting time and verify the difference from the text data. Moreover, we will make further study to find out what kinds of subject matters were reported intensively.

AKCNOWLEDGEMENT

This research is supported by Mr. Takatoshi Ishii of JCC Corporation.

REFERENCES

- Nomura Research Institute, Ltd.(2011). Research on trends in media contact associated with the earthquake, <http://www.nri.co.jp/news/2011/110329.html>. accessed at 2011.3.29.
- My Voice Communications, Inc. (2011). Questionnaire survey on "How to gather information about the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake ", <http://www.myvoice.co.jp/biz/surveys/15417/index.html>. accessed at 2011.5.30.
- Tanaka H., and Yoshii A., (2008). Introduction to Disaster Information Theory, Koubundou, pp.164-165, 218-227.
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2011). The request for Japan Broadcasting Corporation and National Association of Commercial Broadcasters in Japan about the information providing of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu07_01000018.html. accessed at 2011.4.1.
- Nakamori H., (1995). Problems about initial and regional-detail information focused on the city of Hanshin region, *Journal of the Institute of Social Safety Science* (5), pp.21-28.
- Nakamori H., (2011). Problems of news and mass media in the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. *Journal of Urban problems*, Vol.102, pp.4-9.
- NHK (2011). What kinds of contents did TV stations provide in the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku

Earthquake, NHK broadcasting studies, **Vol. 61, No.5**, pp.2-7.
NHK (2011). What kinds of contents did TV stations provide in the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (2), NHK broadcasting studies, **Vol. 61, No.6**, pp.2-9,
General incorporated association of Tokyo-sya (2011). Journalism of unprecedented disaster and tribulation. *Journal of general journalism research*, **No.217**, pp.9-18, 26-51
Kazuo Matsumura (1998). Reaction of society against the earthquake disaster reported by the newspaper, *Journal of Architectural Institute of Japan*. **511**, pp.61-67.
Cabinet Office (2008). Basic Disaster Management Plan, pp.48-49.

A Study on People's Awareness of Earthquake Early Warning before and after the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Japan

Miho Ohara

Institute of Industrial Science /Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Japan

Kimiro Meguro

Institute of Industrial Science /Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Japan

Atsushi TANAKA

Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Japan



SUMMARY:

After the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake on March 11, 2011, Earthquake Early Warning (EEW) was frequently provided. However, some of the warning at aftershocks failed to estimate intensity properly due to technical limitation. In this paper, questionnaire surveys were conducted to understand people's awareness of EEW before and after the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and change of their awareness was analyzed comparing both results. Their behavior after receiving the warning was also analyzed and suggestions for enhancing their capacity to take proper actions after EEW were obtained.

Keywords: Great East Japan earthquake, early warning, awareness, capacity building, questionnaire survey

1. INTRODUCTION

The Japan Meteorological Agency (JMA) began to provide the service of earthquake early warning (EEW) to the public on October 1, 2007. This is a new system that quickly analyses seismic wave data observed by seismographs near the epicenter and provides prompt alerts before the arrival of strong tremors (S-waves) as shown in fig.1. For public use, EEW is provided to the regions where the intensity of shaking was expected to be greater than JMA 4 in case the maximum estimated intensity is 5 lower. This system aims to mitigate earthquake-related damage by enabling individuals to protect themselves quickly in various environments such as houses, offices and factories. A warning is widely broadcasted by television, radio, mobile phone and loudspeakers.

The Iwate-Miyagi Inland Earthquake occurred in the southern inland region of Iwate Prefecture, Japan at 8:43 JST, June 14, 2008. It was the first earthquake since October 2007 for which EEW could be successfully broadcasted before the arrival of strong tremors. The lead time between the warning and the arrival of strong tremors was around 10-25 seconds in the area surrounding its epicenter. After this, a small earthquake occurred in Fukushima Prefecture at 16:59 JST on September 29, 2010. EEW was broadcasted in the eastern area of Japan as the expected intensity exceeded 4. It was broadcasted also in the Tokyo metropolitan area although observed intensity was less than 4. Recently, the percentage of the people who can get EEW by mobile phones is increasing. At this earthquake, a lot of people received the warning by mobile phone in the Tokyo metropolitan area for the first time and it became a good opportunity for making people familiar with EEW.

The 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake occurred at 14:46 JST on March 11, 2011 and numerous aftershocks continued. EEW was successfully provided in Tohoku area at the main shocks. On the other hand, in the Tokyo metropolitan area, EEW failed at the main shock but was frequently announced at aftershocks. Figure 2 shows the number of EEW that was provided to each prefecture in Japan during March 2011 and April 2012. 45 warnings was provided in March. The number of broadcasted EEW from March 2011 to August 2011(6 months) was 87 although that number from October 2007 to February 2011(41 months) was 17. However, some of the numerous warning at aftershocks failed to estimate intensity properly because several earthquakes occurred at the same time

could not be identified separately or some seismometers were unusable due to long-time power outage after the earthquake. These problems were due to technical limitation of EEW and some of them were solved by program modification after March 2011.

In this paper, two questionnaire surveys were conducted to understand people's awareness of EEW. The first one was done after the earthquake in September 2010 for the people who received the warning by mobile phone. The second one was done after the earthquake in Tohoku region in March 2011. The change of their awareness was analyzed comparing both results. Their behavior after receiving the warning was also analyzed and suggestions for enhancing their capacity to take proper actions after EEW were obtained.

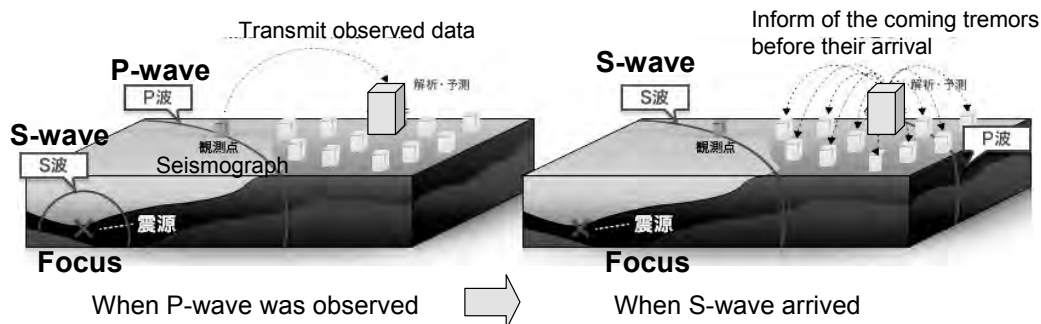


Figure 1. Concept of Earthquake Early Warning

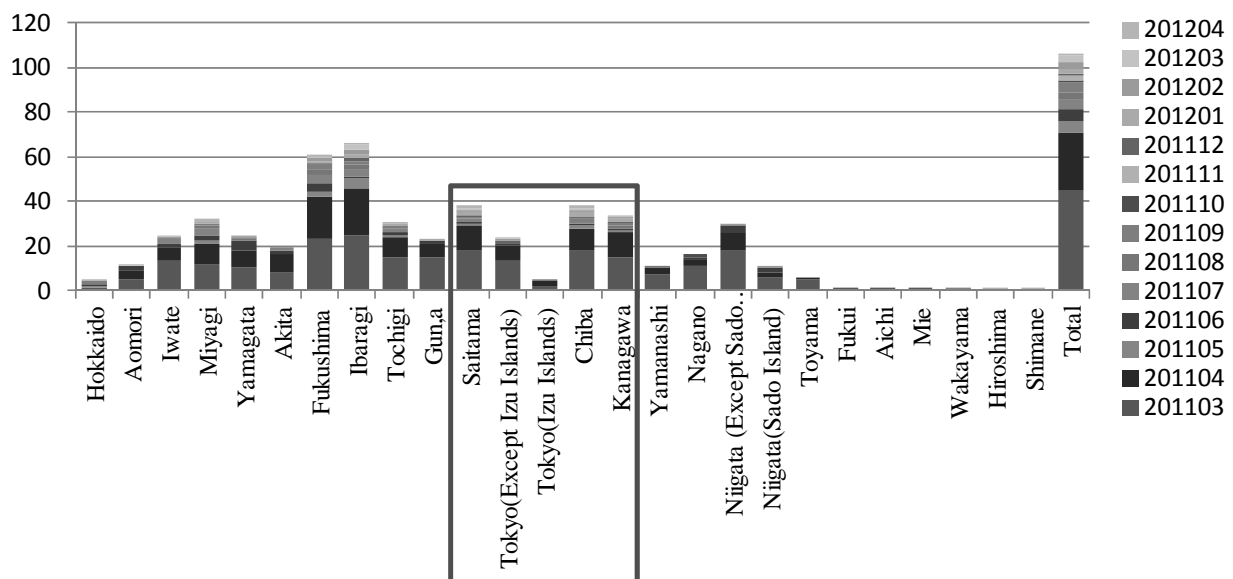


Figure 2. Number of Earthquake Early Warning Provided to Each Prefecture during March 2011 and April 2012.

2. OUTLINE OF TWO QUESTIONNAIRE SURVEYS

The first questionnaire survey was done after the earthquake in Fukushima Prefecture on September 29, 2010. Survey period was from November 5-11, 2010. Main target of the survey was the people with 30-60's living in the Tokyo Metropolitan area (Tokyo, Saitama, Chiba, Kanagawa Prefectures) who received the warning by their own mobile phone or neighbor's mobile phones. The number of respondents in each group was shown in table 1.

The second survey was done after the earthquake in Tohoku region in March 2011. Survey period was from August 9-16, 2011. A questionnaire sheet was sent to the same respondent as the first survey. The number of EEW that was provided to Tokyo, Saitama, Chiba Kanagawa Prefectures was shown

within red line in fig. 2. The total number of EEWs in Tokyo(Except Izu Islands), Saitama, Chiba Kanagawa Prefectures from March 2011 to July 2011(5 months) were 21, 32, 31, 28, respectively. The ratio of the respondents who answered the second survey was 76.6%(613 people among 800). The number of the group A respondents who answered the survey in 2011 was 153. Among them, 11 people changed their mobile phones and could not receive EEW as of March 2011. The number of the respondents in each group who answered the survey in 2011 and could receive EEW as of March 2011 was shown in table 1.

Table 1. Number of respondents for surveys in 2010 and 2011

	2010 Survey		2011 Survey					Ratio of the respondents who answered the second survey
			Could receive EEW by mobile phone as of March 2011			Could not receive EEW by mobile phone as of March 2011	total	
A	Received EEW by their own mobile phones	200	142	118	91	11	153	76.5
B	Received EEW by their neighbors' mobile phones	200	70	48	42	81	151	75.5
C	Received EEW by their own mobile phones and experienced the stop of train	200	119	65	52	31	150	75
D	Didn't receive or listen EEW	200	71	49	36	88	159	79.5

3. RESPONDENTS' KNOWLEDGE OF EARTHQUAKE EARLY WARNING

At first, change of respondents' knowledge of EEW was analyzed comparing the results of two surveys. All the groups had the same tendency between 2010 and 2011. Figure 3 shows the result of group A for example. After the earthquake in September 2010, 50.3% knew both the name of EEW and that it forecast a strong tremor just before its arrival. After the experience of the main shock and aftershocks of Tohoku earthquake in 2011, the ratio increased to be 89.5%. At the survey in 2011, the respondents who knew neither its name nor its meaning were drastically decreased to be 2.0%. Figure 4 shows the respondents' knowledge of methods or conditions of EEW broadcasting. It is a result of group A for example as all the groups had the same tendency between 2010 and 2011. The ratio of the respondents who knew that EEW is broadcasted on TV or by mobile phone increased after 2010 and exceeded 90% in 2011. On TV, the name of the area where strong tremors are expected and the warning message are shown. On the other hand, neither expected intensity nor lead time before the arrival of strong tremors is explained. The knowledge on expected intensity or lead time was low in 2010 but increased especially in 2011. However, knowledge of criteria on intensity at which EEW is broadcasted was still low. In addition, change in the knowledge of special receiving devices was very small although the special receiving devices are important tools for receiving expected intensity or lead time at home. Enhancing these knowledges is necessary.

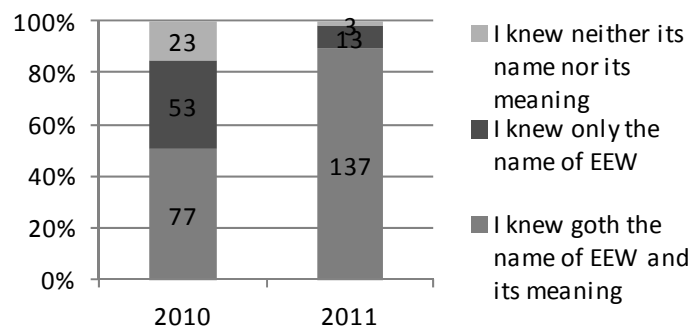


Figure 3. Respondents' knowledge of EEW

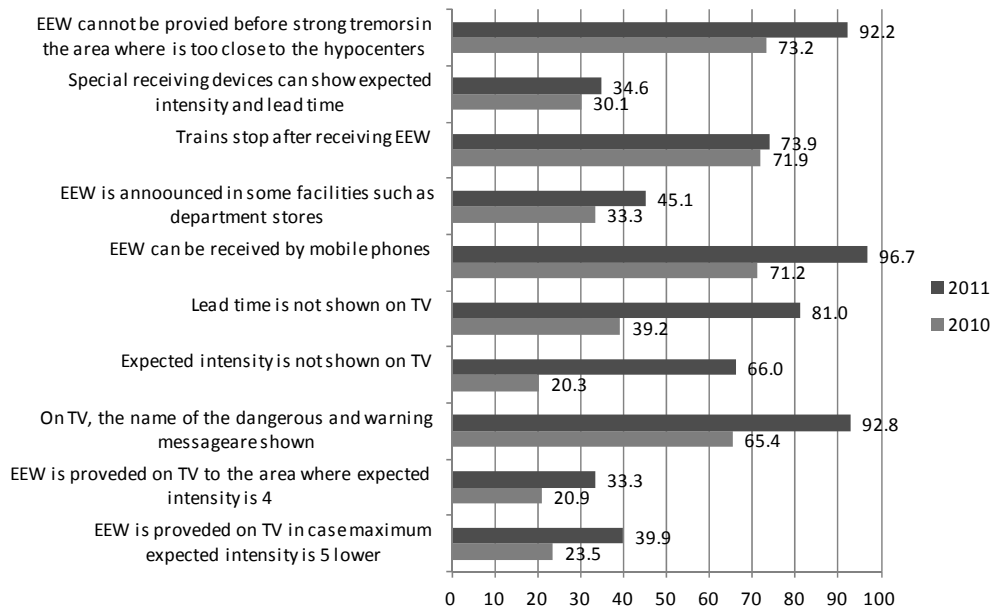


Figure 4. Respondents' knowledge of methods or conditions of EEW broadcasting

4. RESPONDENTS' RESPONSE TO EARTHQUAKE EARLY WARNING

Next, respondents' response to EEW after EEW was investigated. More than 80% of each group watched EEW on TV at home after March 2011. The ratio of the respondents who received EEW at home was highest in group A. 88.4% of group A watched EEW on TV and 80.3% received by mobile phone at home. 59.4% received by mobile phone outside home. The feeling of respondents in group A after receiving EEW at home was investigated. Figure 5 is the comparison of their feeling after earthquakes in 2010 and 2011. The ratio of the respondents who thought that strong tremor would come soon drastically increased from 34% to 86.7%. It shows that experience of receiving many EEW after March 2011 led to high awareness of warning message.

Figure 6 shows what respondents in group A did immediately after receiving EEW at home at the both earthquakes. Most frequent response after both earthquakes was to get earthquake information from television or radio. The second one was to wait. The ratio of the response for informing their children or people near them was drastically increased from 2010 to 2011. The ratio of holding furniture or valuables, hiding in a safe place and protecting my body, protecting children or elderly people, opening a door or window were also increased in 2011. The aim of EEW service is to enable residents to quickly protect themselves before the arrival of strong tremors. Considering this aim, it is said the experiences of receiving many EEW after March 2011 enhanced their capacity to take actions for protecting themselves or family members.

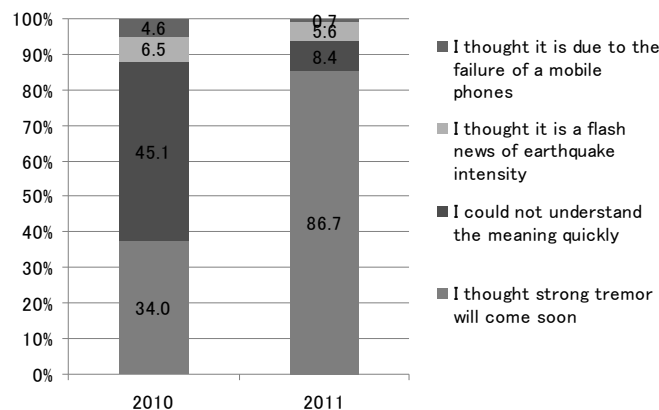


Figure 5. Respondents' feeling after receiving EEW

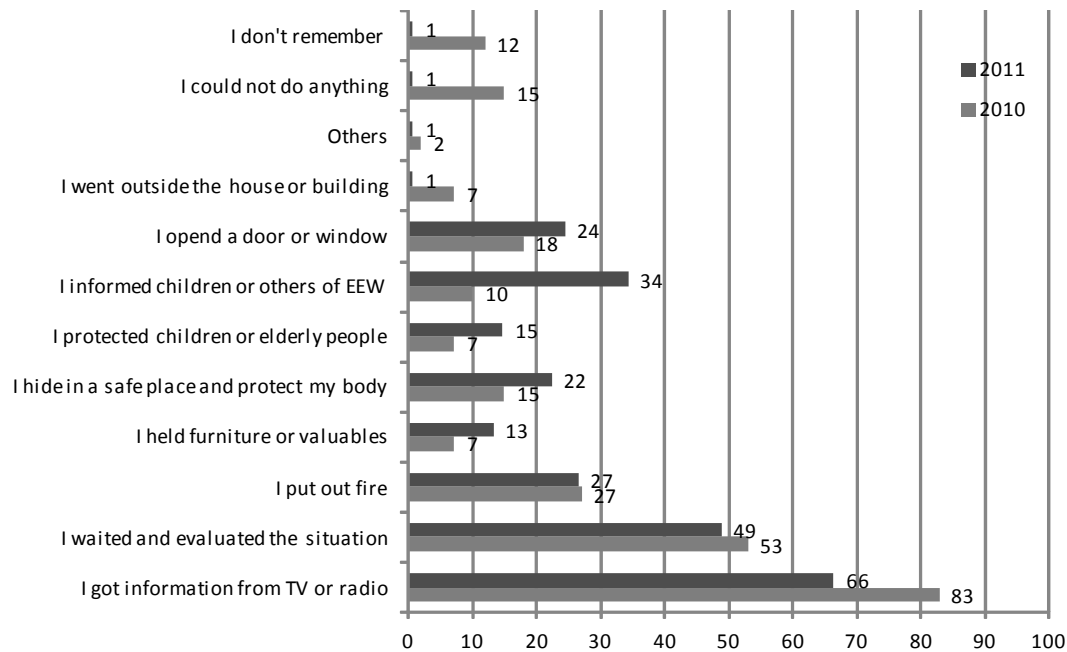


Figure 6. Ratio of Respondent's action after receiving EEW

5. RESPONDENTS' ATTITUDE TOWARD FAILURE OF EARTHQUAKE EARLY WARNING

After the earthquake on March 11, 2011, numerous EEW was provided to the public due to continuous aftershocks. However, some of them failed to estimate intensity properly because several earthquakes at the same time could not be identified separately or some seismometers were unusable due to long-time power outage after the earthquake. These problems were due to technical limitation of EEW and were announced beforehand by Japan Meteorological Agency. Here, the knowledge of technical limitation before the earthquake and their attitude toward the failure of EEW were analyzed. 36.5% of the respondents among all knew the technical limitation before March 2011 that actual intensity can be more or less than the expected intensity within the range of intensity 1. About 90% of the respondents wished to use EEW even if it has a risk of failure regardless of whether they knew technical limitation before the earthquake or not. 55.4% of the respondents with the knowledge of technical limitation answered that they would like to use EEW aggressively even if they have a risk of failure. The ratio decreased to be 35.0% without the knowledge. It was verified that familiarization with technical limitation before the event is important in order to increase positive attitude in case that EEW fails.

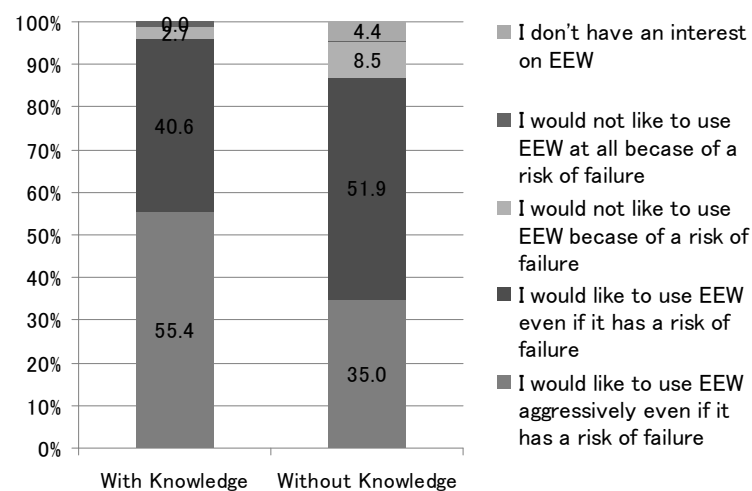


Figure 7. Respondents' attitude toward failure of EEW

6. RESPONDENTS' OPINION ON EFFECTIVENESS OF EARTHQUAKE EARLY WARNING

Finally, their opinion on effectiveness of EEW was investigated. The ratio of the respondents who thought EEW was very effective for mitigating seismic damage was about 40% at the both survey in 2010 and 2011. Including the respondents who thought it is effective, the total ratio of positive respondents amounted to be about 90%. When we focused on the relationship between their opinion and the experience of receiving EEW after March 2011, the ratio of the respondents who thought to be very effective was 38.5% as shown in fig.8. It was verified that real experience of receiving EEW enhanced the understanding of effectiveness of EEW. Figure 8 is the relationship between their opinion and the knowledge on technical limitation before the earthquakes. In the chapter four, we found that familiarization with technical limitation before the event increased positive attitude toward the failure of EEW. In fig. 9, the ratio of the respondents who thought to be very effective was 54.5% in case they had knowledge on technical limitation before the earthquake. This value was almost twice of the ratio in case of respondents without the knowledge. It is concluded that making people familiar with technical limitation led to their positive attitude toward EEW and it can increase high evaluation on the effectiveness of EEW.

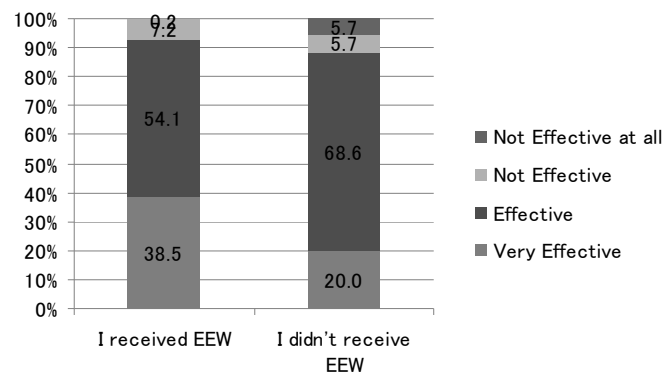


Figure 8. Relationship between understanding of effectiveness and the experience of receiving EEW

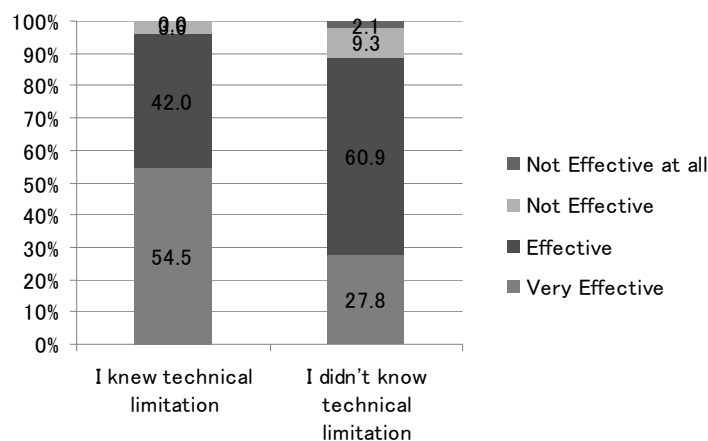


Figure 9. Relationship between understanding of effectiveness and the knowledge on technical limitation

7. CONCLUSIONS

In this paper, two questionnaire surveys were conducted to understand people's awareness of EEW. The first one was done after the earthquake in September 2010 for the people who received the warning by mobile phone. The second one was done after the earthquake in Tohoku in March 2011.

The change of their awareness was analyzed comparing both results.

After the experience of the main shock and aftershocks of Tohoku earthquake in 2011, knowledge of EEW among residents drastically increased. Some of the knowledges were low still in 2011 and required to be enhanced. Their behavior after receiving the warning was also analyzed. The ratio of the respondents who thought that strong tremor would come soon drastically increased from 34% in 2010 to 86.7% in 2011. It shows that experience of receiving many EEW after March 2011 led to high awareness of warning message. In 2011, the ratio of the response for informing their children or people near them, protect their bodies, protect their children or elderly family members increased, compared with the answers in 2010. The experiences of receiving many EEW after March 2011 enhanced their capacity to take actions for protecting themselves or family members. People's awareness level and capacity can decrease easily as time passes after the disaster. It is very important to keep their awareness level by education or training in the future.

After the earthquake on March 11, 2011, numerous EEW was provided to the public due to continuous aftershocks. However, some of them failed to estimate intensity properly due to technical limitation. From the survey, familiarization with technical limitation before the earthquakes increased positive attitude in case that EEW failed. It also increased high evaluation of the effectiveness of EEW. Continuous information dissemination on technical limitation is important for positive attitude for taking action after receiving EEW.

REFERENCES

- The Japan Meteorological Agency. (2011). A List of Past Earthquake Early Warning, <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/joho/joho.html>
- The Japan Meteorological Agency. (2011). Earthquake Early Warning provided after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. *JMA News Release*, Japan.
- The Japan Meteorological Agency. (2011). Improvement of Earthquake Early Warning. *JMA News Release*, Japan.

都市における防災の基本と 今後の防災対策の方向性



東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター准教授

加藤 孝明 かとう たかあき

- POINT**
- 1 低成長、少子高齢化といった時代の潮流をふまえ社会制度もモデルチェンジすべきである。東京スタンダードから脱却して、各地域の特性に応じた新しい防災モデルを創出することが必要である。
 - 2 自律的で持続的な自助・共助・公助のシステムを作ることが社会の安全化のために不可欠であり、その際に重要なのは、災害イメージを高め、現状の防災性についての共有認識を持つということである。
 - 3 業務地区の防災まちづくりにおいては、安全であることを付加価値とした発展戦略づくりが必要である。また、業務地区の特殊性や地域特性をふまえた新しい型のシステムを作ることが求められている。

時代の潮流と3.11以降の社会の 雰囲気

低成長、人口減少、少子高齢化、市街地が縮退する逆都市化といった社会の変化が進行している。一方で、財政難や地方分権によって行政機能はシュリンクし、社会のニーズに十分に対応することができなくなっているのが時代の潮流である。防災についても、行政機能のみでの対応は不可能であり「新しい公共」として多様な人材や組織が連携して対応することが必要となっている。時代が「山を登る時代」から「山を下る時代」へと変化しているなか、社会も制度もモデルチェンジすべきで、大都市成長型の東京スタンダードから脱却して各地域の特性に応じた新しい防災モデルを創出することが必要である。

2011年3月11日の東日本大震災以降、災害あるいは復興に対するイメージが固定化してしまっている。本来、地域や災害の状態が変われば違う現象が起こるということを再認識する必要がある。被害想定はインフレ傾向にあるが、不確実性や科学の限界があることを認識すべきである。社会の雰囲気は、何があっても高台移転しなければならない、など短絡的でリスクを許容しない安全至上主義が支配している。危機管理のための災害想定であると位置づけ直し、社会の中にそれをどのように組み込んでいくのかということを考えていく必要がある。

防災の基本： 災害に強いまちをつくるための要点

■人間の本質を理解した上で考える

都市が「安全」であることを無批判に前提とすると、そこから人の思考は始まる。知識として危険性がわかっているにもかかわらず自分の問題としてとらえようとしない。人間は本質的に「自発的には防災に取り組まないもの」ということを前提とした上で、社会の防災性を高める「防災まちづくり」を進めていく努力をする必要がある。「防災「だけ」まちづくり」は不可能であり、「防災「も」まちづくり」として、いろいろな活動の中に防災も上手に組み込んでいくことが「防災まちづくり」の方向性となる。

■自助・共助・公助のあるべき姿を理解する

自助・共助・公助は、防災を考える際に必ずいわれることであり、社会の安全化に不可欠なシステムであるが、肝心なのはこれのあるべき姿に近づけることである。そのためには、地域に起こりうる被災状況を自助・共助・公助のおのおのを担う者で共有した上で、相互の責任、役割分担について事前に合意しておくことが重要である。現状の防災性についての共有認識を持つことによって、自律的で持続的な自助・共助・公助を実現することができる。

■災害イメージを高める

災害イメージを高めるにあたっては、過去の事例や

被害想定が素材となる。過去の災害から学ぶ際の注意点は、阪神・淡路大震災や東日本大震災の災害状況像に引きずられないということである。災害状況像は「当時の時代の空間、システム、人」や「気象条件」という限定条件付きであることを意識し、今の時代、そして自分の地域に即した翻訳作業が必要である。

また、被害想定についても、工学的に解明されていない事象は定量化できないといったことからくる不確実性や誤差を含んでいることを理解すべきである。被害想定はあくまで参考値であるとして地域の災害状況像を描き出す努力が必要で、そのためには、「環境・人を見る目」と「創造力」が重要である。

業務地区の防災まちづくり

大阪駅周辺での滞留人口は約40万人／日である。このように大都市中心部の業務地区は、就業者や来街者を含め人口が集中する重要なエリアでありながら、これまで業務地区を対象とした防災まちづくりについては、制度的に取り組みれてこなかった。2012（平成24）年7月に都市再生特別措置法が改正され、都市再生緊急整備地域に指定された業務地区を対象とする「都市再生安全確保計画制度」が創設された。

■「内向き」に加え「外向き」の情報発信を意識

業務地区の防災に関する情報については、「災害の危険性がある」という国内向けの啓発のための情報発信に加え、「災害への備えが万全である」という外向き（外国向け）の情報を意識して発信すべきである。

中国の天津市では1990年代後半に防災計画管理システムの開発を行っていたが、その目的は「経済特区」として内外から投資を集めるために、災害への備えが万全であることを付加価値として打ち出すことであった。浅草においても「YOKOSO! ASAKUSA 外国人観光客安心向上プロジェクト～災害時にも安心のおもてなし～」という取り組みを行っている。業務地区では、このように安全であることを付加価値とした発展戦略づくりが必要である。

■都市再生安全確保計画について

都市再生安全確保計画では、官民の連携によるハード・ソフト両面にわたり「都市の安全確保計画を策定することができる」とされている。防災計画ではなく「安全確保計画」とする理由は、計画策定が義務づけられていないことや、官主導で策定しても、民主導で官

が支援し策定しても構わないという自由度が持たされているといったことがあげられる。従来の義務的な防災計画ではなく、官民で創造的な取り組みを行うことにより、地域の付加価値を高めつつ地域の発展につながるような安全確保計画を作るということが、この制度創設の思想的な背景である。

■帰宅困難者問題という「現象」

東日本大震災の際、東京では帰宅困難者が大量に発生した。「帰宅困難者問題」といわれるが、「問題」が現出したととらえるのではなく、人の滞留や混乱といった「現象」が存在しただけであると認識すべきである。「帰宅困難者問題」ありきで議論をスタートさせるのではなく、そもそも「帰宅困難者問題」の何が問題であるのかを、それぞれの地域に当てはめて考える必要がある。

小学校などの公共施設を帰宅困難者へ開放すべきというマスコミの論調があるが、地域社会に根付いたシステムで対応することは困難で、新たな問題を発生させる結果となることが予想される。「帰宅困難者問題」という現象を制御するには、帰宅困難者が大量化することを防止することが第一であり、企業や知人などのつてがない「根なし草」的な滞留者への対応に限定できるようにすべきである。そのためには、対症療法的な対応ではなく、現象の中に潜む問題の構造を明らかにし、社会システム全体で対応することが不可欠である。

■業務地区の特殊性：これまでにない類の「防災」

業務地区の「安全確保計画」はこれまでにない防災であり、次のような特殊性を持っている。①地区内に県庁所在地並みの人口が高集積している、②地域特性が極めて顕著で、全国標準マニュアルは通用しない、③業務地区の構成員が多様である。多種多様な企業群が存在するため、横並びで対応を決めることが困難である、④従来の災害対策本部的な組織のような指揮命令系統が存在しない。主体はあくまで企業単位となるので、コーディネーター型の防災システムが必要となってくる。

官民連携による地域独自の新しい型のシステム作りが求められている。

〔本稿は、2012年12月7日の関経連「都市創造・観光委員会／首都機能検討特別委員会」における講演の要旨である。〕

表2 回答の中で多かった事例（地震関連火災）

津波は水等により接近不能（現場に到着できない）	報告数
事後周知（鎮火してしばらくして告知）	21
水利が断水等により確保できなかった	20
津波警報により避難などで活動を中断した。	15
消防職員・団員が発見した。	13
消火できず、自然鎮火した。	11
消防活動が困難であった。（困難と表現しているものに限る）	10
長期にわたる活動した。	9
緊急消防援助隊、自衛隊、警察官と協力した。	7
※地震、津波の影響を受けた火災のみ抽出（n=352）	6

した』のように泥水や海水を使わざるを得ない状況であった。さらに『消防水利（河川）が遠方であつたため、火点直近の消防車両まで中継送水するのに消防車両2台を要した』『瓦礫で車両進入困難なため消防団の小型ポンプで放水』『ポンプ車の水利部署出来る場所がなかったため、火災現場近くの沼から小型ポンプを用いて放水し鎮火した』など水利確保に苦労していた状況がうかがえる。可搬式のポンプを水利まで徒手で搬送し、何とか水利部署しても『付近一帯が水没して消火活動は困難で、高台への延焼防止活動を実施した』『建物2棟以上が全焼している火災でも、消防隊1隊、団員数名で対応せざるを得なかった』と活動の困難が報告された。

『車や瓦礫の山を越えて向かった』『津波警報発令で、消防活動と退避を繰り返しながら長時間対応した』『警報が出れば、簡先をその場に捨てて、すぐに高台へ避難した』と危険な状況下での活動を強いられていた状況もうかがえる。

『住宅30棟以上、林野1.6haが延焼し、消防隊と消防団、自衛隊、ヘリで消火活動し、鎮火まで22日かかった(表1No.6)』『200棟以上の市街地火災、3日間にわたり消火活動した』と大規模かつ長期の活動もあった。『津波被害で現場に向かえず、ホース延長も不可能だった(表1No.23)』『車両1500台が流出した。そのうち713台が焼損、津波と液状化で当日は手を付けられなかった(表1No.33)』『津波被害で孤立し、地元消防団のみで消火活動(表1No.5)』など活動が困難であった事例が多数報告された。『線路を防火線帯とし、津波で退避を繰り返しながら、翌日緊急援助隊と大型ヘリと13日間にわたり活動(表1No.20)』『発災時、津液による

瓦礫のために現場まで行くことができなかった。さらに管轄消防署及び消防団の車両、機材流出のため消防活動が行えず、道路啓開後の13日朝から消防署、消防団、緊急消防援助隊、自衛隊ヘリコプターによる空中消火が行われ、16日7時に鎮火した。(表1No.9)』と厳しい状況下での各種応援隊との連携活動の記載もある。通常の消防活動とは異なり、過酷なものであったことが分かる。また、がれきや浸水により消火活動ができなかったとジェンマと思われる記載もあった。自由記載欄では、緊急援助隊や警察官、自衛隊の支援があった地域ではその活動内容がしっかりと記載されており、応援隊が現地で期待され、貢献していたのかを読み取ることができる。

3. おわりに

アンケート回答結果のうち、消防活動に関連して、火災の覚知状況、焼損面積、部隊運用隊数、その他自由記述欄による活動状況について分析を行った。その結果、覚知方法の多様性および地震関連火災での覚知が、地震関連火災以外に比べると遅れることが明らかになった。しかしながら、覚知が遅いからといって、焼損面積が増えている事は少なく、津波浸水域で手が付けられなかった場合や出台台数、出場人員が足りなかった場合などに限られていた。また、浸水内地域では対応にあたる出場隊数が他のケースに比べ少なかったことや、応援隊の到着によってその収束が図られたことも明らかになった。今回は、消防本部を中心にしたヒアリングであるので、応援部隊の活動状況についてはわからないが、応援隊の活動および当時の地震火災性状の状況を重ねて検討できれば、応援隊の効果的な投入方法を導き出し、被災を最小限にすることができると考えている。

参考文献

- 総務省消防庁・平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について（第1～61報）
- 村田明子，北後明彦：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の出火状況アンケート調査（その1調査の概要と出火要因），火災，Vol.63，No.1,pp.1-6, 2013.

瓦礫のために現場まで行くことができなかった。さ

首都直下地震における火災リスクと広域避難の課題

Post-disaster Urban Fire Spread and Wide Scale Evacuation Problems

加藤 孝明*
Takaaki Kato

表1 整備地域・重点整備地域の不燃領域率の推移⁴⁾

	1996年	2006年
23区	65%	70%
整備地域	49%	56%
重点整備地域	48%	56%

数に対する焼失棟数の割合をみると、上位から品川区32%、大田区24%、目黒区21%、杉並区20%、墨田区20%と壊滅的な被害をもたらすことが示された。一方、出火の少ない時間帯では、被害は相対的に小規模である。冬5時、風速4 m/sの場合、焼失棟数は約2万棟である。それでも阪神・淡路大震災の焼失棟数の約7千棟を上回る規模である。

東京の市街地では、表1にみるように市街地の難燃化、不燃化は確実に進んでいる。しかし、地震火災のリスクは依然として高い。東京の市街地の最大の特殊性である密集市街地が広い範囲で連坦していることがその主因である。図2は、神戸市長田区と東京都内の山の手の典型的密集市街地を比較したものである。建物のグレースケールの着色は「延焼運命共同体³⁾」とも呼ぶべき建物群を表わしている。同じグレースケールの建物群内から出火すると、最終的には同じグレースケールのすべての建物が焼失することを意味する。東京の市街地は広幅員道路が疎なため、延焼運命共同體は分断されず、ひとたび地震火災が発生すると、延々と拡大していくのである。それに対して神戸市では幹線道路の密度が高い。阪神・淡路大震災の被災では風が弱いという幸運な気象条件にも助けられ、地震火災は小規模に留まり、結果的に火災から広域避難するという現象はみられなかった。しかし東京の場合、地震火災からの広域避難が不可欠な状況となり得る。

1. 首都直下地震における火災リスク

首都直下地震における東京の地震火災リスクは非常に高いとされている。2005年の中央防災会議・首都直下地震被害想定¹⁾において、東京湾北部を震源域とする「東京湾北部地震」では、冬18時、風速15 m/sで首都圏全体の焼失棟数65万棟、死者1万1千人、風速3 m/sでも同29万棟、同2千4百人とされた。

2012年4月、東京都は新たな地震被害想定²⁾を公表した。首都直下地震の震源域になると想定されるフィリピン海プレートの上面の深さが従来の認識よりも約10 km浅いことが得られたことを受けたものである。

東京の揺れは、震度6強の範囲が従来と比べ、区部西南部にも拡大し、区部全体の約7割に及ぶという推定結果となった。火災に関しては、従来同様、甚大な被害が報告された。出火件数は、冬の18時の場合、火元住民による初期消火後の出火件数で約800件、その約95%が区部で発生すると報告された。延焼については、冬18時、風速8 m/sの場合、焼失棟数約20万棟、死者約4千人という推定結果であった。全被害に対する火災被害の割合をみると、物的被害では約6割、人的被害では約4割を占めた。東京の地震による人的被害、物的被害については火災被害がより甚大であることを改めて示した。被害の分布はいわゆる「木造密集市街地」に集中し、東京都心を取り囲むという従来の傾向を踏襲した(図1)。ただし、従来の結果と比べ、区部北部では相対的に減少し、区部西南部で増加する傾向となった。これは、西南部では、揺れが強くなったことにあわせて、出火件数も増加したことによるものである。区別に全棟

* 東京大学生産技術研究所

2. 地震火災を対象とした防災都市計画の現状

地震火災は、昭和40年代から現在に至るまで東京の都市防災の課題の中心であり続けている。現在東京都では、地震火災に対する防災都市計画として「防災都市づくり推進計画」⁴⁾ (図3) が定められている。この計画は、1981年の「都市防災施設基本計画」を原型とし、1995年に阪神・淡路大震災をふまえて地区(街)レベルの改善手法を拡充し、「防災都市づくり推進計画」として全面改訂された。その後、2003年と2009年の2度の改訂を経て現在に至っている。

防災都市づくり推進計画の主要な計画要素は、①避難場所の確保・整備による人命の安全確保、②延焼遮断帯の整備による延焼被害の局所化、③重点整備地域・整備地域における防災まちづく

り、の3つである。昭和40年代以降、概ね下記に示すように拡充、発展した。

- 第Ⅰ期 (概ね昭和40年代) : ①避難場所の確保
- 第Ⅱ期 (概ね昭和50年代) : ②延焼遮断帯の整備による都市防火区画の形成
- 第Ⅲ期 (概ね昭和60年代) : ③地区(街)レベルの市街地整備による難燃化
- 第Ⅳ期 (阪神・淡路大震災以降) : ③整備地域・重点整備地域の指定による地区(街)レベルの市街地整備による難燃化の発展

3つの計画要素が揃った現在から過去を振り返っていくと、防災都市計画には、地震火災に対する「多重のフェールセーフ」が組み込まれているという見方をすることができ。即ち、①密集市街地から出火しても気象条件や出火地点等、火災の発生条件が

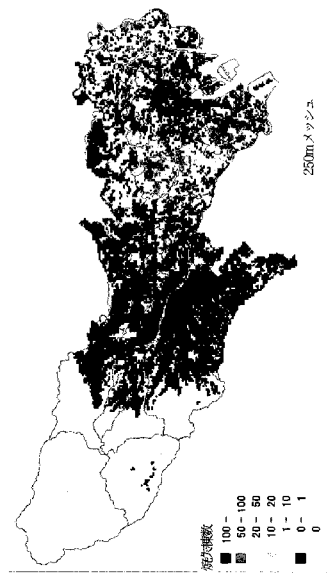


図1 東京湾北部地震における焼失棟数分布 (冬18時, 風速8m/s)²⁾



図2 神戸市の延焼区域と東京山手の密集市街地

良ければ、大規模火災に成長せず、小規模な火災で留まる、②大規模火災に成長したとしても広幅員道路と沿道の耐火建築物で形成された延焼遮断帯で延焼拡大は阻止される、さらに③延焼遮断帯で延焼拡大阻止に失敗したとしても全市民の命を守ることができ避難場所が確保されている、というものである。つまり、難燃化された市街地、延焼遮断帯という2段階の延焼遅延・阻止のしくみ、そして「最後の砦」としての避難場所という段階構成となっている。これは、東日本大震災の復興計画において津波防災の計画論として語られる「多重防御」の概念と同じである。この意味においては防災計画の計画論としての完成度は高いと言える。長い時間の積み重ねの成果である。

現状では、避難については、後述するように昼間、夜間を問わず、都内の人口を収容できる安全なオープンスペースが避難場所として確保されており、量的にはほぼ充足している。また延焼遮断帯についても、東京消防庁の調査によれば、地域的な偏在はあるものの、区部の87%、多摩地域の89%の路線で「焼け止まり効果」があるとされている⁵⁾。ただし、木造密集市街地の改善については、着実に進んでいるものの、目標不燃領域率65%に照らして十分な水準に達していない(表1)。

3. 避難場所の計画の位置づけ

避難場所は、地震火災に対する「最後の砦」で

ある。避難場所の指定方法は、基本的に「最後の砦」としての役割に対応したものととなっている。

避難場所の指定に際しては、すべての避難場所候補地を対象に、浜田稔の輻射熱理論をベースとする工学的な手法に基づいて市街地大火火に対する安全性を検証し、その上で避難場所を指定している。市街地の変化、居住者数の変化を反映するため、概ね5年毎に見直しを行っている。現在改訂作業中だが、直近の2007年度の改訂では、避難場所189か所、「地区内残留地区」33地区約90 km²、避難道路77系統、総延長78.5 kmが指定されている⁶⁾。なお、地区内残留地区とは、「地区の不燃化が進んでおり、万が一火災が発生しても、地区内に大規模な延焼火災の恐れがなく、広域的な避難を要しない区域」と定義される。

避難場所の指定手順の概要は次の通りである。避難場所の指定は、①避難場所候補地に對して「避難有効面積」を算定し、②避難圏域の設定を行う、という手順で進められる。

避難場所候補地の避難有効面積の算定については、すべての避難場所候補地が市街地火災で囲まれていることを大前提としている(図4)。まず、避難場所候補地の隣接市街地に延焼エリアを設定し、その区域が炎上したときの炎の規模を算定する。次に炎からの輻射熱を避難場所候補地内で計算し、人間が耐えられる熱量である2,050 kcal/m²h (2,384 kW/m²に相当)を基準として、それを下回る区域を「安

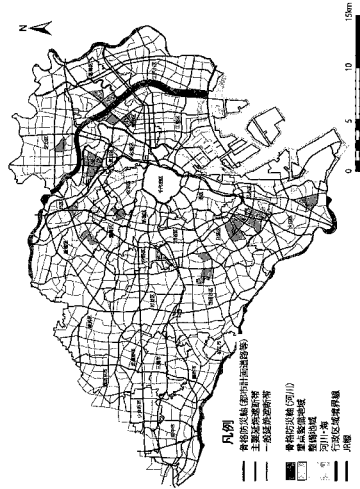


図3 防災都市づくり推進計画 (延焼遮断帯、整備地域・重点整備地域)

全面積」域、あるいは、「準安全全面積」域とし、避難場所として利用できる面積（避難有効面積と呼ぶ）を算定する。安全全面積は、避難場所候補地の四方を同時に炎で囲まれても熱量が基準以下の区域、準安全全面積は、直近の炎に対しては基準熱量を超えるが、それ以外の炎に対しては基準熱量を下回る区域と定義される。避難有効面積は、安全全面積と準安全全面積×1/2の和から、池や遮蔽空間等の物理的に利用できない区域を除いた面積と定義される。

避難圏域の設定については、算定された有効安全全面積に対して、避難距離を3 km以下、一人当たりの避難有効面積1 m²以上とすることを原則として設定される。ただし、圏域設定において避難距離が3 kmを超える地域に対しては安全な道路を「避難道路」として指定し、避難の安全性を確保するとしている。対象人口は、昼間人口、夜間人口の多い方を採用しており、昼夜間問わず、収容できることが確認されている。なお、「地区内残留地区」では、地震火災の恐れがないので、避難場所を指定しない。

以上のように現在の避難場所の指定では、東京都内の昼間・夜間を問わず、すべての市民の命を地震火災から守ることができるようになっている。しかしながら、これはあくまでも「理屈の上」で生命の安全確保であるとも言える。すなわち、「すべての市民がそれぞれ指定された避難場所に避難を完了すること」を前提としている点に留意する必要がある。

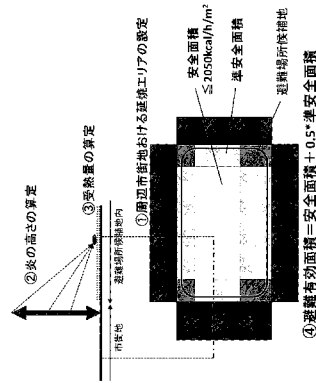


図4 避難有効面積の算定方法の概略

4. 避難計画の穴

2012年8月24日の朝日新聞朝刊に室崎益輝神戸大学名誉教授の「地震火災を甘くみるな」というタイトルのインタビュー記事が掲載された。「甘くみるな」という論調に対しては、自省を込めて基本的には賛同できる。前述のとおり、現在の計画は計画論として完結しているが、現状では下記に挙げるような基本的な問いに対して十分答えるものになっているとは言えない。

- 地震火災からの逃げまどいによる大量死はあり得るか否か？
 - 実際に避難者を避難場所に収容しきれるか？
 - 避難場所内での群衆を誘導、管理できるか？
- ただし、計画の前提として、あらゆる避難場所が炎に囲まれることを仮定した「市民の一斉避難」という厳しい前提をおいていること、候補地の抽出条件の一つとして一定の面積以上という条件や安全面積ゼロの避難場所を許していない等、ある種の安全率が組み込まれている。また、現在の平均一人当たり面積は3.36 m²であり、基準ぎりぎり指定されているわけではない。したがって、上記の問いかけは、単なる杞憂である可能性はある。しかし想定外が許されない時代背景の中、検証しておく必要があると思われる。

4.1 地震火災からの逃げまどいによる大量死はあり得るか否か？

一般論として、出火点の密度が高い、延焼が速い、歩行速度が遅い、あるいは、延焼遮断帯が疎な場合、「逃げまどい」による死のリスクは存在する。事実、関東大震災や戦災では、避難途上で市街地火災に囲まれる、いわゆる「逃げまどい」による大量死が発生した。現在の市街地ではどうであろうか。皆と比べれば、市街地の難燃化に伴って延焼速度は確実に減少している。また延焼遮断帯は当時と比べて格段に増え、性能も向上している。ただ、一方で密集市街地は当時よりも拡大している。現状では、逃げまどいによる「大量死はあり得ない」と答えられるほど自明な問いではない。

この問いに対する正確な解答は、学術的にも実務的にも明確に示されているわけではない。学術

研究については、大量死に着目した研究は、最近では停滞している。1970年代に理論研究が始まり、1980年代には、コンピュータの汎用化に伴って延焼拡大と避難行動を連動させたシミュレーション技術の開発が進められた。しかし1990年代に入るとそれは衰退し、研究の「空白期」を迎える。これは1995年の阪神・淡路大震災では、広域避難を要するような状況にはならなかったことが影響したものと推察される。その後、2000年代に入ると、いくつかが散見されるようになるが、逃げまどいによる「大量死」の可能性を検証しようとするものは多くない。また実務的には、地震被害想定調査では「逃げまどい」による人的被害が想定されているが、詳細な検討を行っているわけではない。過去の数少ない地震火災と平時の大火の事例における、死者数と焼失棟数、あるいは、時間当たりの焼失棟数のデータをもとに、両者の関係を説明できる曲線（あるいは直線）を作成し、それを使って推定するという簡便な方法がとられている。市街地状況や気象条件、出火の状況などの各々の事例の違いについて考慮されておらず、当然、その結果の精度には限界がある。

逃げまどいによる大量死を避けるためには、地震火災のリアルタイムの状況把握とそれに基づいた避難誘導が重要なキーとなるが、防災計画において記載はあるものの、未だ検討の余地が大きい。都及び区の地域防災計画によると、避難誘導は基本的に各区役所の役割となっているが、地震直後の混乱期において実効性があるものかどうか、検証が必要である。緊急時において大量の群衆を誘導する具体的な方法、消防、警察、区役所、都の役割分担についても検討の余地は大きい。

想定外の状況が許されない中、学術的にも実務的にも地震火災による大量死の可能性について検証が必要である。

4.2 避難場所に収容しきれるか？

現在の避難場所の考え方では「すべての人が指定された避難場所に逃げる」ことを前提としている。しかし実際には避難場所と避難所の区別すらついていない都民が多い。現状では、当然、すべ

ての人が指定された避難場所に行くとは思えない。また、平均一人当たり避難有効面積は3.36 m²であるが、最低基準の1 m²/人ぎりぎりのところも散見される。避難計画人口に余裕のない避難場所では、場合によっては避難場所から避難者が溢れる事態が生じる可能性はある。

4.3 避難場所内での群衆を誘導、管理できるか？

避難有効面積は、前述のとおり、「安全全面積＋準安全全面積×1/2」である。利用可能面積として準安全面積の半分がカウントされているということは、延焼火災が避難場所に迫った時、その状況に応じて避難場所内で群衆を移動させることを前提としていると捉えられる。しかし避難場所内での群衆の管理については、東京都の地域防災計画においては区役所が行うこととなっているものの、実質的には施設管理者に委ねられることにならざるを得ない。公共空間については各避難場所の避難計画人口は平均でみても約5万人である。更に多い避難場所もあり、数万人規模の群衆に区役所の少ない人員で対応することは困難になるであろう。実際の避難場所が火災に囲まれた時には、クリティカルなオペレーションが求められる場面が想起されるが、その準備は十分と言えない。かといって、警察、消防等の他組織についても本来業務に人員が割かれるため、とって代わることも難しい。すぐに思いつく代替案がないのも事実である。

5. 今後の研究課題・政策課題

東京都の避難場所の計画は長い歴史があり、その過程で、ある意味「定型」として完成されたとも言える。しかし、ここで述べてきたように積み残され続けている課題はある。ある意味「定型」に陥っているという側面があるのかもしれない。市街地が確実に安全な方向に変化しているのかの「安心感」がこの傾向に拍車をかけていたのかもしれない。結果として、広域避難の大量死の可能性については、十分な検証を終えないまま、現在に至ってしまったのかもかもしれない。学術的にも実務的にも、一旦「定型」から脱却することを意

識し、古典とも言える地震火災からの広域避難と
いう問題を再考し、避難誘導や避難場所内でのマ
ネジメント等の未着手の課題をふくめ取り組む必
要があると思われる。

現行の避難場所の計画策定は、一斉避難という
極めて厳しい前提を置いて組み立てられているが、
延焼遮断帯の整備率も高まっていること、現在、
想定されている出火密度をふまえると、一斉避難
が必要となるような状況には至らない、即ち、現
在の計画が内包する安全率は十分高いとみなせる
のではないかと感じるが都市計画の専門家の中
にも散見される。この点をふまえれば、地震火災
による大量死のリスクはそれほど大きくない可能
性もある。しかし仮に可能性が低くとも、悪い条
件が重なって大量死を招く可能性は否定されるも
のではない。危機管理という意味においても精緻
な検証を行う必要があるとすれば、その被
害規模、その発生条件を明らかにする必要がある。
ただし、その際には、研究の重要なツールである、
出火、延焼、人間行動の各モデルの中には、不確
実性、誤差がそもそも存在すること、また飛び火
や未知の出火要因のように評価モデルの中に組み
入れられていない要素があることに十分留意する
必要がある。想定外の状況が許されない時代背景
の中で使命感を持って取り組むべき研究課題であ
ると言える。

また、避難における大量死を防ぐためには、出
火防止対策、延焼遅延・阻止のための市街地整備、
消火力による消火対策、避難対策を行政の縦割り
を越えて効果的に組み合わせ、総合的な視点から
最適化を図っていく必要がある。そのためには、
出火点密度、延焼速度、歩行速度、道路ネットワ
ーク（迂回路の有無）、焼け止まり路線、避難誘導と
いった要素と広域避難の成否との関係構造を明ら
かにする必要があると考えられる。

6. 最後に～市街地の変化の趨勢～

最後に都市の変化の趨勢について述べたい。地
震火災のリスクに関しては、市街地の難燃化、延

焼遮断帯の整備が着実に進んでおり、改善してい
る。さらに2011年度から東京では「木密地域不燃
化10年プロジェクト」が始まり、一層の不燃化の
促進が図られている。一方で、避難場所の確保に
ついては、今後精査が必要とされることが、必ずしも
プラスの方向性で推移しているとは言いきれない。
最近の避難場所指定を見限り、拡充しているか
のよう見えるが、多くは「地区内残留地区」の増
加による部分が大きいと推察される。マイナスを要
因としては、最近の人口の都心回帰に伴う避難人
口の増加傾向が挙げられる。加えて、昨今の経済
状況をうけて、民間企業のグラウンド等、避難場
所として指定されていた民有地が売却されること
によって避難場所の指定から外れる、あるいは、
都市開発によって利用可能面積が減少するという
傾向があるものと推察される。新規の整備につい
ては、延焼危険の高い地域において大規模な用地
がほとんどないこと、財政の制約もあり積極的に
購入するような状況ではないことからあまり期待
できない。

以上のように市街地の変化に関しては、プラス
とマイナスの両面がある。今後の趨勢を注視しつ
つ、総合的な見地から今後の都市づくりを検討す
る必要がある。

参考文献

- 1) 中央防災会議首都直下地震対策専門調査会：
首都直下専門委員会資料，2005。
- 2) 東京都：首都直下地震等による東京の被害想定，
2012。
- 3) 加藤孝明ほか：建物単体データをを用いた全ス
ケール対応・出火確率統合型の地震火災リスク
の評価手法の構築，地域安全学会論文集，No. 9，
pp. 279-288，2006。
- 4) 東京都都市整備局：防災都市づくり推進計画，
2009。
- 5) 東京消防庁：東京都の地震時における路線別
焼け止まり効果測定（第3回），2003。
- 6) 東京都都市整備局：震災時火災における避難
場所及び避難道路等の指定，2008。

姫路市内アクリル酸製造工場で発生した爆発事故について —高分子製品原料モノマーの反応性と事故事例—

The Explosion Accident which Occurred at the Acrylic Acid Production Factory in Himeji City
—Polymerization of Vinyl Monomers and some Accidental Cases due to their Runaway Reaction—

塚目 孝裕*，尾川 義雄*，桑原 一徳*，渡会 俊幸*，渡邊 洋介*

Takahiro Tsukame, Yoshio Ogawa, Kazunori Kuwabara, Toshiyuki Watarai, Yosuke Watanabe

1. はじめに

2012年9月29日に姫路市内の臨海工業地帯で、
アクリル酸を含む液体を保管していた70 m³のタ
ンクが爆発する事故が発生した。この事故は、消
防職員1名の殉職のほか多数の負傷者を出す災害
となった。爆発に伴い発災タンク周辺の他のタン
クに延焼し、姫路市消防局を中心とした消火活動
により、鎮圧まで約8時間、鎮火までは約25時間
を要する事故となった。事故原因は現在調査中で
あるが、本報では事故概要と、発災タンクの内容
物であったアクリル酸の物性と重合、さらに類似
構造を持った化合物の事故事例に関して述べる。

2. 事故概要¹⁾

2.1 発生日時・場所等

覚知日時：2012年9月29日 14時05分

鎮圧日時：2012年9月29日 22時36分

鎮火日時：2012年9月30日 15時30分

発生場所：姫路市網干区日本触媒姫路製造所

2.2 被害状況

人的被害：死者1名、負傷者36名

物的被害：焼損面積等確認中

事故にあたり、姫路市消防局は車両44台、人員
160人を出動させ火勢鎮圧、救助にあたり、また
近隣の消防本部、県等からも消防車、救急車、防
災ヘリ等の応援を受け、総力を挙げて対応にあたっ
た。

発災現場である事業所の所在地は、姫路臨海特
別防災区域に指定されており、また危険物製造所
にも指定されている。姫路市では事故を受け2012

* 消防庁消防研究センター

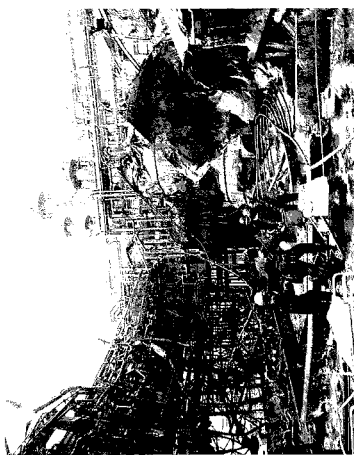


写真1 発災タンク現場付近の様子

第2部

加藤孝明

Takaki Kato

メガシティ東京の災害リスクと防災都市づくり

Tokyo's Disaster Risk and Urban Planning for Disaster Resistant City For the Future

東京大学生産技術研究所准教授(地域安全システム学)／1967年生まれ。東京大学卒業。同大学大学院修了。地域安全システム学・都市計画。共著に『日本建築学会叢書7 大震災に備えるシリーズ1 大震災に備える』。2001年日本建築学会奨励賞、地域安全学会論文賞(2007年)、日本都市計画家協会楠本洋二賞優秀賞(2009年)受賞

東京が抱えるメガリスク

東京は自然災害に対して大きなリスクを抱えている。メガリスクと言ってもよい。例えば、2002年のミュンヘン再保険会社の報告によれば、世界のメガシティのなかで格段に高い自然災害リスクが存在しているとされている。

地震については、首都直下地震の切迫性が高いと言われている。2012年4月には東京都より首都直下地震の被害想定^①が発表された。今回の見直しでは、東京湾直下のプレート境界がこれまでの認識よりも10km浅いという科学的知見をもとに想定がなされ、「東京湾北部地震M7.3」では東京23区の大半が震度6強、冬18時、風速8m/sの場合、建物被害30万棟、人的被害9,700人と報告された。経済被害については今回想定されていないが、2005年の中央防災会議の被害想定^②によれば、直接被害は、東日本大震災をはるかに上回る50～67兆円とされる。首都直下地震はM7クラスと言われており、その影響範囲はせいぜい半径20km圏域に留まる小さな地震である。しかし、被害は莫大である。この意味において首都直下地震は巨大災害である。

大規模水害リスクも存在する。東京は、江戸時代の利根川東遷事業、大正・昭和初期の荒川掘削にみるように大規模な治水事業によって守られてきたが、今後の気候変動をふまえれば、大規模水害リスクは、徐々にではあるが確実に高まる。すでに気候変動に伴う極端な降雨が増加傾向にある^③。2010年内閣

府の大規模水害の被害想定にみるように東京都心が水没するというシナリオもありえなくはない。その場合、甚大な人的・物的被害をもたらすことになる。

東京の減災・防災・復興を考えるにあたっては、上記の首都直下地震と大規模水害の2種類のメガリスクに対応する必要がある。メガリスクの根本原因は高集積にあるが、高集積は東京の東京たる所以である。高集積とリスク低減を両立させることが今後の対応の基本である。

時代の潮流と東京の特殊性

低成長、人口減少、逆都市化(市街地の縮退)、超高齢社会、少子高齢化、協働、新しい公共。時代の潮流を表す代表的なキーワードである。戦後からバブル崩壊までの右肩上がりの時代においては、東京が都市づくりの日本の模範であり、防災都市づくりにおいても東京がスタンダードとされた。しかし、右肩下がりの現在は逆に地方が時代の先端にあり、東京はもはやスタンダードではありえず、特殊なモデルとして議論する必要がある。

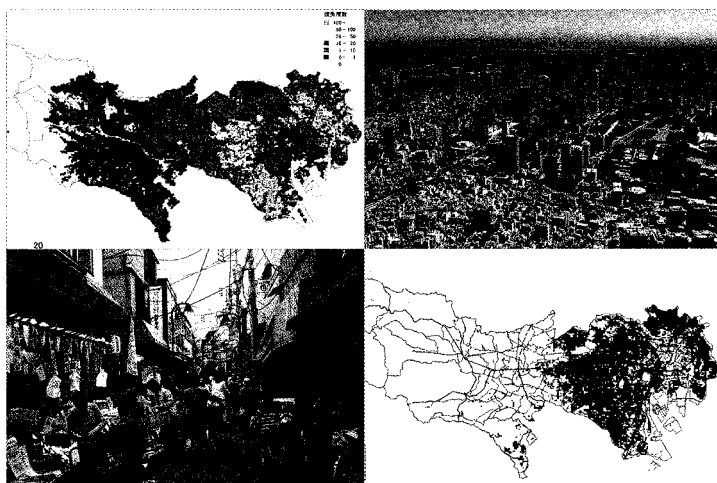
東京は、世界都市として今後も経済集積が進み、さらに発展するであろうし、発展させるべきであろう。人口動向についても、マクロにみれば当面増加基調であるし、高齢化率についても地方都市と比べれば当面低い。市街地の更新力についても力強い。シュリンクする時代のトレンドのなかでも東京はこの意味において特殊である。

かつての東京の防災都市づくりの原

動力は、時代の要請の後押しと都市が成長するエネルギー、変化する力であったと総括することができる。都市の発展と防災が表裏一体、あるいは、両輪であったと言える。避難場所の整備は、公園不足の解消という時代の要請に答え、東京からの工場移転という都市の変化を活用して進められた。また、延焼遮断帯の整備は、モータリゼーションへの対応という時代の要請から、建築需要を活用して進められた。防災都市づくりは、防災単独の目的で達成されてきたわけではない。今後もこの基本原理は変わらない。ただし、時代のトレンドは東京といえども明らかに変化している。来る時代に合わせてこの基本原理を再解釈し、防災都市づくりをバージョンアップする時代に入ったと言える。

東日本大震災以降の社会の風潮とあるべき姿

3.11の巨大津波を目の当たりにし、かつ、東京では帰宅困難や停電等の混乱を経験した。その被害と社会的影響の大きさに驚愕し、防災・減災に対して社会全体が浮足立っているように見受けられる。マスコミはたびたび、首都直下地震を取り上げ、首都圏の脆弱性を指摘している。危機感を煽って対策推進を促そうとするものであろう。また、防災計画の前提として地震被害想定調査が進められつつある。3.11の巨大津波をふまえて「想定以上」をなくす、あるいは、最悪の事態に備えるという危機管理の視点から想定レベルが引き上げられる傾向にある。



左下：焼失棟数(東京湾北部地震冬18時 風速8m/s)[出典：『首都直下地震等による東京の被害想定報告書』東京都、2012.4]、右上：世界経済をけん引する東京業務地区[提供：三菱地所]、左下：賑わいのある東京下町商店街[筆者撮影]、右下：全壊棟数(東京湾北部地震)[出典：『首都直下地震等による東京の被害想定報告書』東京都、2012.4]

いわば被害想定「インフレ」ともいえる状況となりつつある。

こうした社会の雰囲気に対応して、矢継ぎ早に防災計画の改訂、防災対策が打ち出されている。例えば、東京都は、2011年11月防災対応指針を示し、2012年4月発表の地震被害想定をふまえて、地域防災計画の見直しが進められている。他の自治体でも同様の対応がなされている。しかし、これまで防災対策が必ずしも十分な成果を挙げられていないことがその証左であるが、巨大ハザードに対して決め手となる解決策が存在しないのも事実である。現在の防災に対する盛り上がりは、むしろ対策を講じる側に焦燥感を与え、市民に「あきらめ感」と行政への依存心を醸成させているだけかもしれない。

こういうときこそ、一定のリスクの存在を意識したうえで、長期的な視点に立つて将来の都市像を見据え、着実に対策を進められる持続的な体制をつくる必要がある。スピード感を求めるあまり、結果として拙速にならないよう意識することが重要である。

さらに、3.11以降、「科学的」な知見を元にした情報が流布しているが、正しく社会に伝わっていない。減災・防災を考える前提として、現在の科学技術の限界をふまえたうえで、自然災害リスクを正しく

理解する必要がある。

例えば、2012年1月に報道された「首都直下地震4年で70%」という報道が大手新聞¹⁾からなされた。その後、マスコミは連日、首都直下地震を「東京湾北部地震」として、その切迫性を指摘したが、「首都直下地震＝東京湾北部地震」ではない。東京湾北部地震は、本来、対策立案のために設定されたもので、起こりうる地震の一例である。東海地震や南海トラフの地震については震源域がある程度特定できるが、首都直下地震については、どこで起こるかわからない。地震の発生確率についても現在の科学の水準ではその精度は低いが、この精度感が社会に正しく伝わっているか疑わしい。また、被害想定結果は、科学的工学的な知見に基づいているが、不確実性と誤差を含んでおり、幅のある値として理解されるべきものである。発生場所、規模、地震の特性といった地震発生に関する不確実性、工学モデルが内包する誤差、経験的に構築された工学モデルの現在の市街地への適用限界、データの制約をふまえた正しい理解が必要である。

東京における減災・防災の方向性

東京における減災・防災の方向性は、

①これまで通りの地道な減災・防災対策、②東日本大震災での経験をふまえた新たな防災対策、③時代の潮流をふまえた発想の転換の模索、の三本柱であるとする。

不燃化や耐震改修、防災教育、地域の防災力の向上等、今後もこれまで取り組んできた地道な対策を持続的に進めていく必要があることは言うまでもない。こうした従来型の地道な防災対策は劇的に進展しないということを前提としたうえで、促進する方法を検討する必要がある。少なくとも防災単独目的では限界があることは、阪神・淡路大震災後のこの17年間で実証しているとも言える。地域の活性化や福祉との連携等、より総合的な視点からのアプローチが鍵であろう。

東日本大震災での経験をふまえた新たな方向性は多様である。大きくは二点あげられる。第一に、想定以上、想定外の事態への対応、想定以上や想定外を念頭においた防災計画のあり方の検討である。抽象的には、「フェールセーフ」の厚みをつけ、「レジリエンス」を高めていくことが重要であると言えるが、「想定外」の発生が社会的に許されない状況のなかで、具体的に防災計画やリスクコミュニケーションのなかに低頻度巨大災害をどう織り込んでいくか、検討、議論の余地は大きい。第二に、東京での混乱への対応である。帰宅困難者、物流麻痺、広域停電への対応等である。想定はなされていたものの、現象としては初めて現れたものである。すでに行政での対策検討においてある程度、方向性が明らかになりつつある。ここでは、こうした現象に対して客観的かつ冷静に理解を深め、対策を講じることが重要である。同時にこうした問題だけが突出することなく、他の施策とのバランス、問題の全体系のなかにおける個別問題の相対的な位置を理解することが重要であることをあらためて指摘しておきたい。

時代の潮流をふまえた発想の転換の模索については今後、社会的に大いに

議論する必要があると考えている。東京には依然、変わる力が存在している。それをどう防災に活かせるか、という防災都市づくりの基本原理は変わらない。しかし、その中身については、時代の変化に合わせてバージョンアップ、あるいは、新しい要素を付加する必要があると考えられる。例えば、問題市街地である木造密集市街地を、カーフリーの省エネルギー・省資源といった価値観で再定義することによって、新たな時代の新たな都市居住のあり方として提言することが可能であろう。そうすることによって問題解消の速度を速め、同時に新しい住宅地像を実現することができる可能性がある。

東京の特殊性は、日本経済のみならず、世界経済をリードする立場にある。とかく自然災害リスクを強調することは、一見、マイナス情報であるが、リスクに見合う十分な備えが準備されていたとするならば必ずしもマイナスではない。防災への備えを付加価値として位置付け、世界にアピールするという視点がその一例として考えられる。例えば、2012年7月改正都市再生法がその例である。業務地区において「安全確保計画」を策定する新たな枠組みが創設された。地方の県庁所在都市の人口に匹敵する数十万人レベルの人口が集積するターミナル駅において、官民協働してハード・ソフト対策両面で取り組んでいくという新たな枠組みである。これは、既存の防災計画の枠外にあった昼間人口集積地区の防災を考える枠組みととらえられるだけではなく、業務地区の付加価値として「安全確保」を位置付けるというものである。従来の「防災」の枠を超えた新しい動きである。今後、各地区の特性に応じた創意工夫に満ちた試みが進められることになるだろう。これにより、リスクの大きさを上回る万全の体制が構築され、東京の経済発展の礎となることが期待される。東京駅周辺、あるいは、新宿駅周辺の今後の取組みの行方を注視したい。これ以外にも新たな発想の転換を期待したい。

東京における復興の課題

①災害復興の六つの法則

災害復興においては、六つの法則が存在する。世界の復興事例のレビューを通して筆者なりにまとめたものである。

【法則1】どこにでも通用する処方箋はない。

復興の処方箋は多種多様である。地域、時代、地域の社会的物理的特性が変われば、復興の方法は異なる。

【法則2】災害・復興のプロセスは社会のトレンドを加速させる。

例えば、過疎化している地域では過疎化が加速するし、成長する地域では成長が加速する。社会のトレンドを細かく見れば、いろいろなトレンドで構成されている。復興を考える際は、よいトレンドと悪いトレンドを峻別し、理解することが重要である。

【法則3】災害・復興は従前の問題を深刻化させて噴出させる。

現れる復興課題は新しいものではない。従前からの地域の課題が深刻化した状態で同時に現れるだけである。つまり、事前に復興課題を理解することができる。

【法則4】復興で用いられた政策は過去に使ったことのあるもの(あるいは、少なくとも考えたことがあるもの)。

被災後、それまでにない新しい政策が適用された事例は見当たらない。時代が一本調子のトレンドのときには過去に使ったことのある政策を適用しても問題はないが、時代の変局点を越えた時代の場合、過去の政策が前提とする時代背景と異なるため齟齬が生じる。事前に考えておくことが重要である。

【法則5】成功の必要条件：復興の過程で被災コミュニティ、被災者の力が引き出されていること。

成功事例をみると、コミュニティの力が引き出されている。

【法則6】成功の必要条件：復興に必要な四つの目のバランスのよさ+α。

四つの目は、時間軸で近くを見る目

と遠くを見る目、空間軸で近くを見る目と遠くを見る目である。時間軸に関しては、被災者救済の視点とよい街を創造するという視点とも言い換えることができる。αは、外部の目である。四つの目のバランスのよさがよい復興の必要条件である。

②東日本大震災の復興の現状と教訓

東日本大震災のこれまでの復興に対しても上記法則はおおむね成り立ちそうである。法則2、3は、被災地で現象としてすでに現れている。現在、被災地では多様な復興課題が現れているが、基本的にはその根本問題は、法則4に帰結していると解釈できる。超広域壊滅的災害、原発災害という未経験の状況に対応できる復興施策を日本社会は持っていなかった。被災地における悩みは、右肩上がりの、かつ、一般的な災害に適用される復興施策を適用していることが根本問題であると解釈できると考えている。問題を解消するためには、法則4から外れることになるが、現在進められている復興プロセスを「新しい復興施策」を創造する過程と位置付けるべきであろう。東日本大震災の復興の特徴は、被災前の地域主権の流れに則った「被災者・被災地主義(主体)」にあり、被災地でこれから構築されるであろう地域主権を基盤とする復興施策の体系は、次の大規模災害の復興のひな型になるであろう。

また、法則6に照らすと、既存の復興施策をベースとしているため、被災者救済の視点が強い。法則4にみるように、区画整理事業等、右肩上がりの時代感覚に基づいた復興が志向されているように見受けられる。被災を契機に抜本的に地域の体質を改善し、次の時代にあつた地域を創造するという視点が相対的に弱いと感じられる。

現段階での教訓としては、「どこにでも適用できる処方箋はない」ことを前提として、未経験の復興課題に対応するため、事前に復興施策を検討しておくことの重要性が再認識されたことがあげられる。また、地域主権を基盤とする復興

施策が超広域壊滅的災害にどこまで適用できるのか、また右肩下がりの時代にどこまで対応できたか、十分な検証が必要とされる。

③東京の特殊性をふまえた復興課題

首都圏の市街地は、都市構造、市街地特性、社会特性ともに特殊である。それゆえ、首都直下地震での復興状況は、過去の災害では現れなかったものになる可能性が高い。

市街地特性としては、世界的にみれば、低容積であり、開発余地が大きいこと、社会特性としては、日常の生活圏が広域であること、「埼玉都民」、あるいは、「神奈川都民」のように居住地域への帰属意識の乏しい住民が存在していること、そもそも日頃からの居住地の流動性が高いこと、被災特性に関しては、東日本大震災とは異なり、物的被害に占める民間所有の割合が多いこと、それに伴う大量の住宅喪失世帯の発生、膨大な間接的経済被害、被害の波及範囲が広範に及ぶことが挙げられる。被災したとしても世界経済から日本が取り残されることがないとすれば、首都圏の投資の吸引力は依然として将来にわたって維持されるであろう。

こうした特性をふまえると、被災を契機とした大量広域の住み替え、都心被災地域における地上げとマンション乱開発、インセンティブによるマンション再建支援による過大な床供給による住宅市場の不安定化、それに伴う非被災地域の空洞化、駅前再開発の乱立による共倒れ等、が容易に挙げられる。被災者の生活を元の状態に戻すということが必ずしも必然ではない可能性があること、地震のインパクトが被災していない地域にも広範に波及する可能性があること等、過去の復興事例では現れない様相となることが示唆される。また、総需要が限られたなかで、大量の被災市街地を抱えるがために発生する問題が想起される。投資が二極分化し、投資がなされない地域、いわば、復興弱者ならぬ「復興弱地域」が現れる可能性がある

こと、また、右肩上がりの社会を前提とした計画手法、事業手法では対応できない可能性があることが指摘できる。経済の中心である東京では、復興の原動力として、ここ数十年の復興事例で主役を務めた公的セクションに代わって、民間が主役を務める可能性も示唆される。その場合、民間投資の制御が新たな対策課題として浮上する可能性があり、同時に民間投資の力を復興計画ツールと位置付け、それを復興に有効にどう活かすかという論点が重要になるであろう。

さらに、戦後の需要の後追いの都市づくりから、被災を契機として地域の計画的かつ抜本的な再構築を行う意図を持って復興に取り組む必要がある。首都直下地震の復興をどのように考えるにしても、こうした時代背景をふまえる必要がある。すなわち、新しい時代に対応した50年先、100年先を見据えた「最適」な復興を考えるという発想がありうるのではないかという考え方である。震災復興、戦災復興がそうであったように、今後の首都圏で描かれるべき都市復興では、都市形成の時代の要請に応え、時代を先取りした「未来想像図」を構想することが求められていると言える。

東京都、埼玉県等では、復興準備¹⁾が進められている。しかし、いずれもコミュニティを単位とする復興まちづくりを前提としている。東京で想起されるダイナミックな復興課題に十分対応しうるものかどうか、十分な検討が必要である。少なくとも、コミュニティを越える空間スケールでのグランドデザインが不可欠であると考えられる。さらに東日本大震災の今後の復興を通して「定型」として構築されるであろう地域主権の時代の復興方式が首都直下地震からの復興に適用しうるものかどうかについても検証が必要である。地域主権を越える、あるいは、その欠点を補完する復興計画のシステムの構築を検討することも必要となろう。

東京は、巨大ハザードが存在する地域に繁栄した世界唯一の都市圏であり、

すでに独自の災害文化が形成されており、今後、さらに高度な災害文化が形成される可能性を有しているという見方ができる。

3.11で経験した混乱は、これまでの東京の災害文化を一層、拡充させるよい機会とみなせる。これまでの対策を地道に着実に進めることは当然のこととして、現在の社会の雰囲気を一過性のもので終わらせず、持続的に防災力が向上する仕組みとして社会のなかに組み込み、新たな災害文化の創出につなげることが望まれる。一方で、災害リスクをプラス情報に転換させていく必要がある。

今後進められる防災への投資を安全だけへの投資と矮小化すべきではない。未来を創る投資と積極的に位置付け、その過程のなかで安全性を確保していくという発想が重要である。少なくとも未来を創る投資として再解釈ができるような形で進められるべきである。

防災・減災のフェールセーフとしての復興準備は、既存の事例にとらわれすぎることなく東京の特殊性をふまえ再考する必要がある。

注

1. 例えば、神奈川県津波被害想定。理論上最大とも言える津波被害を想定している。
2. 墨田区燃えない・壊れないまちづくり会議では、福祉を含め、総合的な視点からの街の体質改善を模索している。
3. 本稿では、二つの用語、「復興準備」と「事前復興」を使い分ける。「復興準備」とは、被災後の復興を円滑に進めるための事前の準備という意味で用いる。例えば、復興の体制、手順、必要とされる復興施策の検討を指す。「事前復興」とは、「復興準備」を含み、それに加えて、被災後の復興まちづくりを被災前に取り組む、防災・減災まちづくりを包含する概念として用いる。

参考文献

- A. 東京都「首都直下地震等による東京の被害想定」(2012)
- B. 内閣府「首都直下地震の被害想定」(2008)
- C. 気象庁「気候変動監視レポート」(2011, 2012)
- D. 読売新聞「M7級首都直下地震、4年内70%…東大地震研」(2012年1月23日03時04分)
<http://www.yomiuri.co.jp/science/news/20120122-OYT1T00800.htm>
- E. 加藤孝明・中村仁「首都直下地震における復興課題と復興状況イメージトレーニングの必要性」(『日本災害復興学会論文集』No.1, 2010.3)

東日本大震災の復興を俯瞰して、これからの防災・減災 まちづくりを考える

Consideration on Recovery from Great East Japan Earthquake from the Broader Perspective and Discussion on Disaster Mitigation Planning for Future

加藤孝明 東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター

Takaaki KATO Associate Professor of ICUS, IIS,
the University of Tokyo

The fact that the existing institutions for recovery, which constructed in the past time of growth, have discrepancy in a trend for decentralization and shrinking results in most problems in recovering planning in the affected areas by Great East Earthquake Disaster. The current situation should be completely transited for the process to create new system of development and governance for the future. On the other hand, planners should prepare for the next mega natural disasters to be expected, in consideration of keywords from the current lessons: comprehensiveness, total time management, diversity and uncertainty of disaster.

はじめに

東日本大震災は、超広域的被害、超壊滅的災害であることもさることながら、変局点を越えた時代の大災害であることが最大の特徴である。すでにシュリンクする社会となつて久しい。右肩上がりの時代に築かれた諸制度を適用しても、地域の課題の抜本的な解消には結びつきにくい。災害・復興は、社会トレンドを加速させる。このことも課題の解消をさらに難しくさせている。つまり、今回の復興は、「地域づくり・まちづくりの『新しい』モデルを創造するプロセス」に他ならない。時代の潮流をふまえた根本的な発想の転換が必要とされる。

現在、被災地では、放射能汚染地域を除けば、宮城・岩手両県内の復興計画策定は昨年度中に終了し、復興予算の執行期限に合わせた事業スケジュールに則って事業計画の議論が佳境を迎えている。しかし、着々と復興が進んでいるとは誰も思えない状況である。ある種の不自由さ、矛盾を感じながら、淡々、着々と復興手続きを進めているといった印象である。

一方、今回の東日本大震災の復興状況によって日本の既存の防災・減災システムが根本的に巨大災害への対応に対応できないことが、ある意味、実証されたと言える。首都直下地震、南海トラフでの地震をはじめとする次の震災に備えて、中央防災会議、都道府県、市町村で地震被害想定の見直し、地域防災計画の抜本的な見直し等が進められている。特に2012年8月末に内閣府より発表された「南海トラフ

巨大地震」という前代未聞の巨大地震・津波の被害想定は社会に大きなインパクトを与えた。2012年度中には「首都直下地震」の被害想定が発表されることになっている。東日本大震災を契機として日本の防災・減災が拡充することは好ましいことではあるが、一方で慎重に議論すべきことも多いと感じる。

本稿では、二つのテーマを取り上げる。第一に、東日本大震災の現状の問題の構造を解釈し、現段階での教訓について議論する。都市計画の専門家は、筆者も例に漏れないが、様々な立場で復興まちづくりの現場に関わっている。復興まちづくりの現場では、直面する問題を解く努力の一方で、直面する問題の構造を客観視し、常に相対化して理解することが重要である。このことを踏まえ、ここでは、詳細は割愛し、俯瞰的に論考したい。

第二に、3.11以降の社会の反応を受け、防災・減災まちづくりの今後の方向性、そして、都市計画の専門家に必要とされる基本スタンスについて考える。

なお、前者のテーマについては、超広域災害であるがゆえ、各地域の実態に基づいて実証的に記述することは困難である。復興実務に携わる方、都市計画の専門家として様々な立場で活動する方の中で、本論に対して異論のある方もいるであろう。是非ご指摘いただきたい。

時代の潮流

日本は、変局点を越えた時代の真ただ中にいる。すで

に経済の低成長は20年以上続き、一人当たりのGDPは80年代の国際順位に落ちている。人口のピークもすでに越え、地方のみならず、大都市域においてもミクロにみれば超高齢化、人口減少が課題となりつつある。過疎地域自立促進特別措置法の「過疎地域」の定義によれば、過疎地域の面積は国土の過半以上を占めるに至っている。空き家・空き地の問題、逆都市化、或いは、市街地の縮退が都市の課題となっている。さらに財政難によって行政の縦割り機能がシュリンクし、新たな課題に対して身動きが取りにくい構造になっている。

一方、新しい時代に対応するためのキーワードとして、地域主権、最近では、「新しい公共」が掲げられ、現在、そしてこれからの時代の社会システムへ転換を模索しつつある状況である。

以上のように、日本は、変局点を越えた時代にあり、新しい時代に向けた社会システムのモデルチェンジの過渡期にある。しかし都市計画制度にみるように議論はあるものの、モデルチェンジを成し遂げられていないのが現状である。

東日本大震災とは

東日本大震災の特徴は、「時代の変局点越え」、「超広域性」、「超壊滅性」という3つのキーワードで表わされる。既存のシステムが「時代の変局点越え」に対応できていない状況であることが根本的な問題であることは冒頭で述べたとおりである。それに加え、既存の防災システム、復旧・復興システムは、今回のような超広域災害、超壊滅災害を前提としていない。都市機能がすべて失われ、都市機能全体を再生する必要に迫られている。にもかかわらず、現在の復旧・復興システムは、縦割り型の事業の羅列、すなわち、対症療法の積み重ねを基本構造としており、都市機能全体を創るために不可欠な「総合化」を行うメカニズムを有していない。逆に、これまでに経験した規模の災害であれば、それでも対応できたということである。

つまり、東日本大震災は「準備が不十分な状況での未経験の大規模災害」であり、それゆえ、そこからの震災復興は「地域づくり・まちづくりの『新しい』モデルを創り上げていくプロセス」であると位置付けられる。阪神淡路大震災では、当時あった制度をいかに工夫し、上手に使いこなすかが課題であったのと対照的である。

このような状況に対して、日本の採った選択は、地域主権の流れをふまえた「被災地主体・被災地主義」である。いわ

ば、ボトムアップで復興を進めるという方針である。

同じ超広域・超壊滅的災害であった2008年中国四川地震の復興は世界でも特異なトップダウン型の事例だが、今回の東日本大震災の復興はボトムアップ型の特異な事例と位置づけられる。

復興の現状

今回、「被災地主体・被災地主義」というボトムアップの方法が採られたが、地域主権は道半ばにあり、実態としては被災自治体への過度な負担をもたらしている。「被災者に寄り添う」という言葉が氾濫したが、その意味は被災者の声を聞くことではない。「被災地が主体的に考えられる状況、環境」をつくることであるべきである。しかし被災地では、人手、情報、技術、すべてが足りない状況が続いており、結果として被災地に責任を押し付けていると言える状況になっている。地域主権と言う一方で、十分な議論を進める間もなく、政治主導による「高台移転」という基本方針が決定され、その一方で復興の道具は、従来の縦割りの復興事業群にはほぼ限定された。地元負担の無い復興予算は、地域で主体的に考えて調整するという積極的な動機を失わせ、さらに復興予算の厳格な執行期限は、結論の焦点を事業論に集約させ、結論を急がせることにつながっている。結果として被災地から主体的に議論する時間を奪い、時間のトータルマネジメントを抜きにした締切主義と言える状況となっている。

現状は、結局のところ、従来の縦割りの事業が地域で十分な調整することなく並び、土木施設の復旧、箱（住宅）づくりが先行し、市民生活に直結する生業、医療、福祉といった都市機能全体としての総合的視点が欠如した状況が続いている。

被災地では、様々な復興課題が噴出している。しかしそのほとんどは被災前に解けなかった地域課題が噴出しているだけである。右肩上がりのトレンドを前提とした既存のしくみを基礎とした方法で、つまり、これまで十分な効果が挙げられなかった方法で、今の問題が解決できるとは思えない。抜本的に発想を転換し、新たな方法論を創出することを改めて意識する必要がある。

今、被災地で「復興の目的とは何か」と問えば、「復興事業をスケジュール通りに進めること」と返される。本来なら、その答え、従前の地域課題を抜本的に解決し、「持続性のある明るい未来を描き、実現すること」のはずである。しかし、被災地では、事業計画の議論が復興予算の執行期限か

ら逆算された事業スケジュールに則って先行しており、復興計画として議論すべきことに十分に時間がかけられているとは言えない。この雰囲気は、行政だけではなく、被災者にも共通している。十分な時間をとって本来の復興を考えるとというメカニズムが存在しない。被災者が感じる「急いで欲しい」という思いは、人生の先行きが見えない中での不安感に起因している。つまり、人生のビジョンが実感できないことが被災者の焦燥感の源である。逆に言えば、地域住民がビジョンを語り、共有することができれば、この焦燥感は相当、緩和されるにちがいない。復興には時間軸、空間軸で近くを見る目と遠くを見る目のバランスが不可欠である。現在、空間的にも時間的にも近視眼的な議論が先行している。手戻りさせると言う意味ではなく、本来の計画論を市民と議論し、復興に必要とされるバランスを再度取り戻すきっかけが必要と思われる。

東日本大震災の復興に必要な視点

現在は従来のしきみを基礎とした縦割り型の事業が地域に落とし込まれている状況である。それを地域での「丁寧な」議論を重ね、地域で横につないで総合化していく必要がある。そのためには、復興の時間を長期に見据えてトータルにマネジメントするという意識を持ち、急ぐべきことは急ぎ、時間をかけるべきことは時間をかける必要がある。丁寧に議論を重ねる時間を確保することが重要である。同時に俯瞰的視点、長期的視点を付加していく必要がある。被災地では、そのための人材が圧倒的に不足している。NPO等、多様な担い手が現れ、育っているが、被災者に寄り添える専門家の支援、大量かつ確実な投入が不可欠である。現在、都市計画学会員を含め、専門家がボランティアでその任を担っているが、しきみとして拡充する必要がある。「丁寧な」復興を進められる環境をつくる必要がある。

一方、地域主権の流れの中で自治体が閉じて検討する構造になっているが、地域主権とそれをつなげる地域連携が必要である。各自治体、各地で問題意識を共有し、各地で進められる様々な工夫を共有し、新しいモデルの創出につなげる必要がある。そのための場づくりを拡充する必要がある。

現段階での教訓

4つ挙げられる。第一に平時こそ時代を先取りした政策検討が極めて重要であることが再確認されたことである。今回の復興における根本問題の一つは、変局点を越えた時代

に対応していない既存の復旧・復興システムを原則、適用していることである。被災時に噴出する復興課題の大半は結局のところ被災前の地域課題が深刻化して噴出しているだけである。災害・復興が社会のトレンドを加速させることをふまえると、平時における問題の先送りが復興時に状況に対応できる政策的道具がないというクリティカルな問題につながっている。

第二に、被災後の「事態」に柔軟に対応するという危機管理的なしきみを復興システムに組み込む必要性が明確になったことである。もう一つの根本問題は、被災後に生じた「事態」に対して対応し得ないことが分かったとしても、既存のシステムが変わらない、変えられない構造にあったことである。災害規模、災害の様相、時代、地域特性によって復興に必要とされる処方箋は異なる。意思決定のしきみを含め、復興システムの変容性、柔軟性を高めるためのしきみを組み込むことが必要である。

第三に、準備対策として復興準備の必要性が再確認されたことである。復興計画の初期段階では、総合計画としての復興計画の策定、復興の手順の確認に追われる。時間のトータルマネジメントという意味では、復興準備を進めることによって効果的な時間短縮が期待できる。すでに先進自治体では復興準備は防災対策として進められている。復興体制と復興手続き・手順を事前に定めておく東京都の事例、復興課題を事前に理解し、必要とされる政策を事前に検討しておく埼玉県の事例等がある。いずれも今回の復興の経験をふまえてバージョンアップする必要があるが、こうした「復興準備」を当たり前の防災対策として位置づける必要がある。

第四に、地域での問題解決力、構想力の醸成が必要なことである。このことは、阪神・淡路大震災以降、言われていることであるが、今回も再確認されている。

参考までに、震災前の復興研究、災害復興事例レビュー、震災後の関係者との議論を通して筆者なりに整理した、災害復興とも呼べる6法則を表1に示しておく。

3.11以降の社会の動きと防災・減災まちづくりに向けた方向性

東日本大震災以降、非被災地でも次の震災に向けた動きが急速に展開している。こうした社会の動きに対して、都市計画の専門家というよりも防災の専門家としての立場から4点指摘したい。

表1 災害復興の6法則

法則 1	災害復興において、どこにでも通用できる処方箋はない。
法則 2	災害・復興は社会のトレンドを加速させる。
法則 3	災害は、従前の問題を深刻化させて噴出させる。
法則 4	復興で用いられた政策は過去に使ったことのあるもの（少なくとも考えたことがあるもの）。
法則 5	成功の必要条件：復興の過程で被災コミュニティ・被災者の力を引き出すことができること
法則 6	成功の必要条件：復興に必要な4つの目の良いバランス+外部の目

第一に、災害・復興のイメージの定型化への危惧である。建物被害は相対的に小さく、津波災害は突出した今回の災害イメージが次の海溝型地震の被害イメージとして固定化し、それが次の震災への備えの弊害となる恐れがある。今回の場合、地震波の特性によって建物被害が小さかったが、次の震災もそうなる訳ではない。津波のない地震、あるいは、大規模災害等、他のハザードも存在していることを忘れてはならない。

復興に関しても、今回の復興が一段落したときには、今回の方法が今後の災害復興の雛型となるであろう。しかし果たしてすべての災害に対して今回のようなボトムアップ方式が適用可能かどうか慎重な検証が必要である。例えば首都直下地震に対して地区スケールの積み上げで構成される復興方式が適しているかどうか検討の余地がある。

第二に、震災への備えの速度感覚である。3.11以降の次の災害への備えはスピード感のある対応がなされており、矢継ぎ早に防災計画の見直しが進められているが、一方で拙速とならないようにする必要がある。従来のスピード感覚からすると数倍早い。例えば、地震被害想定調査は、新たな知見、視点を組み入れるために、本来数年かけるべき内容と考えているが、最近では実質、数カ月で行われる事例も多い。災害の切迫感が高まったとしても、復興同様、時間をかけるべきところにはかけるといった時間のトータルマネジメントが不可欠である。

第三は、被害想定「インフレ」である。東日本大震災の津波被害をふまえ、「想定以上」をなくすという視点から想定レベルが引き上げられる傾向にある。従来、被害想定は、防災計画の前提として、いわば「敵を知る」目的で行われてきたものである。しかし、想定レベルが引き上げられるこ

とによって、例えば、数分で津波高20m以上といった現実的な解決策を提示することができない対策困難地域が生じる。「あきらめ感」の醸成につながる恐れが極めて高い。現在の被害想定「インフレ」傾向にあわせて被害想定の意味を再考する必要がある。インフレする被害想定を防災計画の前提という従来の延長線上で捉えるべきものか、あるいは、危機管理のための想定として再定義すべきか、計画論として十分な議論が必要である。

第四は、目指すべき安全水準について慎重な議論が必要である。二度と悲惨な災害を繰り返してはならないという意識に基づいてあらゆる自然災害に対して安全でなければならないという感覚が社会に醸成されていると感じられる。しかし想定する災害が大きくなれば、当然、目指すべき安全水準は高くなる。いずれリスクを受容するという議論がごく近い将来、必要とされるであろう。東日本大震災では被災直後の社会的感情から冷静な議論がなされなかったが、減災街づくりにおいて必要不可欠なステップとなる。

次の巨大災害に向けた基本スタンス

東海地震、南海トラフ巨大地震、首都直下地震、国家の行く末を左右する巨大災害への備えが求められている。復興においては計画についての十分な議論を行うことは難しいが、災害の切迫性が高いといっても、事前対策の計画づくりにおいては十分な時間を取った議論を行うことが可能である。以下に、都市計画の専門の立場から必要とされる基本スタンスについて述べる。

・被害想定に内在する不確実性について認識の共有が不可欠

計画の前提として被害想定は不可欠である。それゆえ被害想定のもつ特性について十分に理解する必要がある。元来、被害想定は不確実性と誤差を内包している。例えば、同じ震源域でも、地震発生のパラメーターが変われば、結果は大きく変わる。例えば、2012年8月末の内閣府・南海トラフ巨大地震の被害想定では、津波計算のために同じ震源域に対して11パターンで計算がなされている。しかしその結果はパターン毎に大きく異なる。地震被害想定は工学モデルによって被害状況が描出されるが、工学モデルは誤差を内包しているし、用いるデータの精度による誤差も大きい。津波災害の大きさをL1、L2の2つのレベルとする計画論^注では、それに対応して市街地側に2本の線が描かれる。しかし、元来、その線はそれぞれ相当の幅を持っていることに留

意する必要がある。減災に携わる都市計画の専門家には、被害想定が内包する不確実性、誤差について十分な見識を持つことが求められる。

・地域の特性に応じた多様な解決策があることを前提とすることが不可欠

津波災害＝高台移転といった公式的な理解ではなく、ハザードのレベル、地域社会の社会的・物的特性、地域社会におけるリスクの受容レベル等、多様な地域特性に応じた多様な解決策があることを前提として、地域特性をふまえた減災まちづくりの方向性を地域社会とともに追求するという姿勢が重要である。地域に即した解決策を導くため、リスクの受容レベルとあわせて柔軟な議論を行える社会の枠組みが必要である。

・ハード対策とソフト対策の良いバランス

東日本大震災の復興予算が復興債で賄われたことから分かるように、財政的な制約によるハード対策の限界はすでに見えている。特に南海トラフ巨大地震の想定被害が及ぶ地域では、大規模地震対策措置法の対象となっている静岡県を除けば、現段階でのハードの整備水準は低い。かといって、避難計画等のソフト対策だけに頼るのにも限界がある。海側のハードの限界を市街地側で負担するという構図が想起されるが、地域特性に応じた適正な負担を探る必要がある。そのための議論の方法、計画の立て方を巨大ハザードに対するリスクの許容の議論とあわせて構築する必要がある。

・地域づくりとしての総合性、包括性が必要

巨大災害への切迫感が高まり、それに呼応して防災に対する意識が高まっている。しかし、河川堤防等の土木施設を除けば、防災だけで計画が進んだ事例はほとんど見られない。時代の要請をふまえた他の目的とセットで市街地の安全化は進んできたのである。例えば、東京の防災計画では、延焼遮断帯はモータリゼーションへの対応と床需要に応えるためでもあり、避難場所の確保は工場移転という都市の変容のチャンスを捉えた公園・緑地不足の解消でもあった。これからの防災・減災への投資を、明るい未来を創る地域づくりのための投資ととらえる必要がある。災害に対する安全確保だけに矮小化してとらえることを避けるべきである。

・対策の長期的なロードマップが不可欠

一朝一夕で巨大ハザードへの対応は不可能である。一方で、災害発生に対する切迫感が高まることによって短期的な対策に偏重する傾向にあるが、短期的対策と長期的対策の

両にらみが必要である。さらに、いつ襲来するか不確実な災害に対して、自助、共助を持続させる必要があり、そのためのしくみづくりを減災・防災まちづくりの中に明確に位置付ける必要がある。

終わりに

復興の現場は時々刻々と変化している、地域づくりの新しいモデルの萌芽も見え始めている。それを発掘し、横につながり、新しいモデルにつなげることが今、求められている。

都市計画の専門家の役割は、現行の枠組みを前提に復興まちづくりの現場で努力することであろうが、同時に、被災地での復興を俯瞰的に眺める目を持つことも重要である。それが、復興まちづくりの現場へのフィードバックにつながり、かつ、被災地での経験を次の大災害につなげることになるであろう。

次の巨大災害への備えとして、都市計画の専門家は浮足立つことなく、落ち着いて取り組む必要がある。減災、防災における都市計画の役割は、土地利用規制によるハザードからの退避、形態規制や道路計画による市街地のヴァルナビリティの制御等、大きな役割を担えるはずである。しかしこれまでの都市づくりにおいてその力を十分発揮したとは言いがたい。現在の風潮を単なる「防災バブル」に終わらせることなく、従来の地震火災のみならず、津波、大規模水害に対する都市防災計画論を時代の潮流をふまえて構築する必要がある。

参考文献

- 1) NPO日本都市計画家協会編、プランナーズ、70号、2012.6
- 2) 加藤孝明・中村仁：首都直下地震における復興課題と復興状況イメージトレーニングの必要性、日本災害復興論文集、No.1、2010.3
- 3) 市古太郎、饗庭伸、佐藤隆雄、中林一樹：事前復興対策としての都市復興図上訓練の現状と考察—8回目を迎えた東京区市行政職員向け都市復興図上訓練から—、日本都市計画学会学術研究論文集41、2006.11

注

- L1…津波防護レベル。数十年から百数十年に1度の津波を対象とし、人命、資産を守るレベル。主に海岸保全施設で対応する。
- L2…津波減災レベル。海岸保全施設のみならずまちづくりと避難計画をあわせて対応する。L1をはるかに上回り、構造物対策の適用限界を超過する津波。



●特集主旨

震災から2年目、今こそ

■落ち着いた考える最後の機会

「時代の変局点を越えた時代」、「超広域災害」、「超壊滅的災害」、東日本大震災を表わすキーワードである。この未曾有の大災害に対して、既存の社会システムは基本、対応していない。既存の社会システムは、前の時代に培われたものであり、今の社会のトレンドに対応しきるには至っていない。かつ、防災のシステムは、今回のような広域、壊滅災害を前提としたものではない。今回の復興は、地域主権という既存のトレンドに則って、既存のシステムを援用し、進められていると理解できる。ただし、復興特区法、津波防災地域づくり法等が立法され、一応、拡充しつつあるように見える。

復興の進捗については、すでに昨年度中に宮城・岩手両県内の復興計画がオーソライズされ、今年度からは事業計画に焦点が移っている。すでに大きな船がゆっくりと動き始めた状況である。この状況に対して、計画を作る側、被災者である市民、満足しているかどうか？行政も、作業を担当するコンサルタントも、そして被災者も疑問を感じていないわけではない。疑問を持ちつつ、動き始めた船を止めることも、その向きを変えることも誰もできないという雰囲気すら感じる。

被災からの一年間は、考える間もなく走り続けた一年間であった。二年目を迎える今、一旦、立ち止まって復興の本質、あるべき計画像、プロセス像について改めて考える必要があるのではないだろうか。復興まちづくりの現場で直面する問題を解きつつ、一方で現状を常に客観視し、相対化して理解することが重要であろう。事業のスケジュールを考えると、落ち着いた議論を喚起する最後の時期である。

■「災害復興の6法則」に照らして考える

世界の災害復興事例を振り返ると、その共通点として6つの法則が浮かび上がる。今回の復興にもあてはまる。復興を考える際、この6法則を意識することが重要である。

Planners 70 CONTENTS

【特集・東日本大震災 復興特集号】

- 2 特集主旨 加藤 孝明
 - 4 被災地から見た復興の現状と今後について～現場からの報告①
 - 岩手県大槌町の被災と復興の取り組み 内山 征
 - 岩手県大船渡市の被災と復興の取り組み 渡会 清治
 - 宮城県女川町の被災と復興の取り組み 中川 智之
 - 福島県新地町の被災と復興の取り組み 井上 忠佳
 - 三陸・漁村計画の計画課題 高鍋 剛
 - 【総括】復興に向けた取り組みの到達点とこれから 鈴木 俊治
 - 8 「現場知」共有座談会～現場からの報告②
 - 13 JSURPの復興支援の取り組み 渡会 清治
 - 14 丁寧な復興への時間マネジメント 渡会 清治
 - 15 復興プランニングを問う！
 - 基盤復興から創造的・立体的復興への構造転換 小泉 秀樹／内山 征
 - 18 地域の個性を活かした地域単位の復興のあり方 高鍋 剛
 - 20 暮らし再生の観点から多様な選択肢を示す
 - 住まいの復興ビジョンを 米野 史健／中川 智之
 - 22 復興を支える知と情報の共有 江井 仙佳
 - 24 時代の変局点を乗り越えていくために 渡会 清治
-
- 26 書評
 - 『東日本大震災からの復興まちづくり』 高畑 恒志
 - 『シェアする道路ードイツの活力ある地域づくり戦略』 鈴木 俊治
 - 28 協会動向
 - 全国まちづくり会議 2012 in KOBE へのお誘い
 - 日本都市計画法協会 楠本洋二賞
 - 29 本部 NEWS (事務局)
 - 30 支部 NEWS (北海道／静岡／関西／横浜／福岡)
 - 31 会員の動向

裏表紙 2011年12月1日～2012年5月26日 協会の動向

落ち着いて考えるべき

東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター JSURP タスクフォース 加藤 孝明

法則1：どこにでも通用する処方箋はない。過去の復興事例を適用することの限界を理解した上で、過程は新しいモデルを創出する過程であることを意識する必要がある。特に今回は「縮む時代」における大規模災害である。これは世界で初めての経験であるため、対応する処方箋は存在しない。

法則2：災害、そして復興は社会のトレンドを加速させる。抑制すべきトレンドと伸ばすべきトレンドを峻別し、復興における様々な活動の中で意識する必要がある。

法則3：復興は従前の問題を深刻化させて噴出させる。復興課題は、結局、従前の問題に過ぎない。復興は、災害という時代の不連続点を活かして、従前からの地域の問題を抜本的に解消するプロセスと捉えることができる。

法則4：復興で用いられた政策は過去に使ったことのあつたもの（少なくとも考えたことがあるもの）。一本調子の時代においては、問題は生じにくい。しかし時代の変局点を越えた時代においては歪が生じる。今の時代の潮流に前の時代に培われた政策が適用されることになるからである。

法則5：成功の必要条件：復興の過程でコミュニティの力を引き出すことができること。被災地、被災者に寄り沿いつつ、地域を主体とするまちづくりのアプローチが重要である。

法則6：成功の必要条件：復興に必要な4つの目の良いバランス+α。時間軸と空間軸で近くを見る目と遠くを見る目が4つの目が必要であり、かつ、そのバランスが重要である。被災者に寄りそうことは重要であるが、それを意識するあまり、長期的な視点、広域的な視点の相対的に欠如してはならない。「+α」は外部の目である。外からの支援の力、外の視点が復興の刺激となって創発する可能性がある。

■復興の今、そして今後

今の時代は、地域主権への過渡期である。被災地では、中途半端な縦割りと中途半端な地域主権が共存した状態である。現在の被災地の計画は、既存の事業・制度を援用したことから、結果として縦割りを地域に落とし込んだものとなっている。また被災者主義、被災地主体と声高に言われているものの、短時間での策定が結果として被災者の声を十分汲みとったものとなっているかどうか、検証の余地が大きい。総合性、包括性の欠如については当初から指摘されているところである。いろいろな意味で計画の工夫、調整の余地がある状況である。現在の計画を地域で横につなげ、総合化していくことが必要である。そのためには、その時間を取るか、或いは、それが可能なプロセスをデザインしていく必要がある。事業スケジュールがさし迫っている状況の中においても、明確に位置付けていく必要がある。

■持続性の高い新しい地域づくりのモデルを創造すべきとき

今回の復興は、時代の変局点を越えた時代にあるがゆえ、使える政策は多くはない（法則4）、かつ、復興にはどこにでも通用する処方箋はない（法則1）。現在の復興プロセスは、持続性の高い新たな地域づくりのモデルを創造する過程なのである。地域主権の流れの中で、今後各地で様々な工夫、試みが進められるであろう。その中から次の時代を切り拓く先進モデルが創造されることが期待される。プランナーの役割は、それを支え、実現することである。さらに各地の「経験」を社会資産として形成する場を提供することもその一つである。

数十年代に歴史家が振り返ったとき、この時代にプランナーは存在していなかったと言われないよう、今、私たちは情報を発信し、行動すべきである。

現場からの報告②

いくかということを含め、行政側が何をすべきがわかっていない感じでしたね。

E: 私の関わった自治体では、町長は周囲の意見をよく聞いて合議によって結論を出すタイプだったのですが、なかなか決断をすることができなかった。

2. 言葉だけの「スピード感」を持って、スピード感と拙速

E: よく現場で言われていたのが「スピード感」という言葉。その言葉に従って、とにかく最速で仕事をこなしてきました。ただ、今から振り返ってみると、早くに復興全体の見通しが立っていれば、全体として時間を短縮できたのではないかと考えています。

G: あまり復興に時間がかかってしまっただけは街を出ていく人を止めることができないので、見通しを立てることは重要ですね。

B: 全体の見通しを立てて、時間を短縮するための方法を考えるのは国の役割だと思うんだけど、具体的な指示はなかったんでしょうか？

E: そういうのは全然なくて、精神論として、ただ「スピード、スピード」という言葉が使われていましたね。

A: 今、東京や他の地域の防災対策の見直しにも「スピード感を持って」という言葉が使われているんですが、実際のところスピードというよりも拙速になっ

てしまっている気がします。

B: そもそも「スピード感」という抽象的な言葉で現場に伝えることがナンセンス。国が具体的な言葉で提示しなくてはいけない。

A: やはり最初スケジュール感が誰にも見えていないことが問題で、全体のスケジュール感が見えていれば、「スピード感」という言葉でなく、全体の中でマネージメントができたはず。

3. 無駄な時間の存在 ～時間のトータルマネジメントが不可欠

E: どの自治体でも同じような時期に同じようなことで悩んでいて、復興計画策定のために住民の意向を聴くアンケートでも結局どの自治体でも同じようなアンケートをつくってしまっている。ほかの自治体と情報共有ができれば、時間を短縮できた面もあったと思うが、全て県を通じてしか情報が入ってこないの、時間が無駄になっていた。

防災集団移転促進事業についても当初事業制度の全容が見えておらず、既存事業をどのように援用するかということを議論していた。今考えてみると、国には早くこれを示してほしかった。

B: 今、平成27年度までということ、何年度までに何をやるというスケジュールが示されているけど、現場



「現場知」共有座談会

ではどの程度のリアリティを持っているのか？高台の土地を造成するだけでも山を削るわけだから相当な時間がかかると思う。

F：地域の会議に行っても住民から「何mも山を削って高台をつくるというけど何年かかるのか？」という質問をよく受けます。国で示しているスケジュールを説明しますが、住民は納得した顔はしていなかった。うすうすスケジュール通りには無理だと感じているはずです。

B：こういうことを含めて時間のトータルマネジメントをしないと、住民にも不信感が芽生えてしまう。

4. 復興を早めるための事前（平時）の準備は可能。

E：今回の災害は想定外とは言われているが、普段からの心構えがなかったことが問題なのではないか。災害に備えて平時からのトレーニングが必要で、自治体職員、住民、専門家だけでなく、企業もトレーニングもしておく必要があると思う。

（今回のような災害を）予想することは難しいが、（どのような災害が起きえるか）山をかけて、自分の街にあわせた対応を準備しておくことを勉強しなくてはいけない。

今回の災害を振り返っても、住民との合意形成で行った懇親会、アンケート調査事前については、どのようなメニューが必要になるか事前から用意しておくことはできると思う。

B：災害時は、平時から付き合っている街づくりコンサルタントの存在が大きいと思う。以前からの状況を把握しており、人間関係も構築されているので、素早く動くことが可能である。今後はこのような関係性をつくることも重要ではないか。

■計画内容の充実

5. 災害ユートピアの時期をどう活かすか。

E：被災直後は、誰もが互いに協力的なのであるが、時間が経つにつれて普段の関係に戻ってしまう。当初はどの地権者もどこの土地でも協力するという態度だったのに、今ではあり得ない値段で吹っかけてく

るという話も聞く。被災直後の期間にもう少し話を進めておけばよかったのではないかな。

B：被災後、早い段階で自治体の方針を示すことができれば、被災直後の期間を有効に活用することができる。S町では町長がはっきりと町の方針を示していたことが大きかった。

F：自分の自治体では、町長は自ら決定するというよりも住民の声を大事にするので、なかなか決定することができず、決定が遅れてしまった。

B：やはり市長のリーダーシップが影響してくるというかな。

6. 町医者のプランナー、技術者が必要

B：生活再建の方向性を決めるために、住民に対してアンケート調査が行われているが、住民の本音をきちんと拾えているのか？

A：そのようなアンケートは基本的には選択方式で、住民の潜在的な選択肢を把握できていないと思う。

F：実際に、アンケートの結果は、自治体で決めた移転候補地のボリュームが多少変わるくらいであり、住民の本当の希望は反映されていないと思う。

E：住民の中には、防災集団移転促進事業でもお金がかかるということがわかっていない人もいる。こういった情報をきちんと伝えると同時に、住民が生活再建をシミュレーションできるようにコスト面での条件も示すことが必要だと思う。

G：防災集団移転では、60代の住民たちが土地を持っている山奥に移転したいという例があったが、10年



現場からの報告②

後に70代になって車を運転できなくなったら誰が面倒を見るのか?将来のことも考えなくてはいけない。

- D: 防災集団移転の要件を満たしていれば制度上は移転が認められている仕組みになっていることが問題。誰かがその良し悪しを評価する必要がある。

7. 仕様書と計画の包括性・総合性とのギャップの存在

- B: そもそも都市ビジョンをどうするかという議論は行われているのか?
- E: 私がいた自治体の人口は減少傾向にあり、コンパクトにしていくという議論はあるが、復興総合計画では現在の人口の倍以上を見込んでしまっている。
- G: 自分の自治体でも復興ビジョンは示されているが、コンサルタントが出席している会議では個別具体的な話しか議論されない。
- F: うちの自治体では、入っている複数のコンサル会社にも地域や分野ごとに役割分担ができていた。全体を考えるという視点はなかった。地域ごとのプランをつくる際、住民参加の議論の場でも役場職員はまずは「住まい」について議論することが目的であるという、産業の話は一切しなかった。

8. 安全水準をどうするか、未だ消化不良

- E: 安全水準について、いまだに煮え切らないところがある。計画策定が遅れているのは、防潮堤の安全水準が決まらないからだとう話があったが、決まると本当にこれでいいのか疑問である。津波のシミュレーション結果は結構いい加減なもので初期条件を変えると結果は大きく変わってしまう。こんなもので堤防の高さを決めることが果たしてできるのだろうか?
- B: 防潮堤に関して言えば、本来だれが責任を持たなくてはいけないかということが問われている。地元からすれば、あまり高い堤防では、観光、漁業が成り立たないという話もある。
- A: 安全を確保する手段が防潮堤だけで語られるが、



本来、市街地側での対策を含めた議論をする必要がある。

- B: このような話を市民と共有することはなかなかできていない。

■計画の策定過程の充実、円滑化

9. 地域を越えた情報交換、共有の場が必要

- B: 平時は近隣の市町村間と連携をしながら計画をつくることもあると思うが、復興過程では何か連携はなかったのか?
- E: オフィシャルなつながりはなかった。他の市町村の情報は、知り合いのコンサルから聞くなどしていた。普段から広域で連携しておいた方がよいと感じた。
- B: 県が情報の共有の場を設ける等、調整役として機能しなかったのか?
- G: 私の関わっている自治体では、県、市、コンサルと一緒に会議をしていたが、県は防災道路など、県の事業になりそうなものだけを扱い、情報の共有という発想はなかった。
- E: 近隣の市町村と情報共有の会を提案したが、業務が忙しく実現できなかった。タイムマネジメントやアンケート調査について同じような悩みを抱えているが、全ての情報が県を通してしか伝わってこないで、時間のロスが生じてしまった。
- F: うちの自治体では、アンケートの実施が遅かったこともあり、隣の自治体のアンケート結果を参考にした。他の自治体の情報は参考になると思うので、情報共有ができる仕組みが必要である。

「現場知」共有座談会

現場からの報告②

10. オープンに議論し、仕事をすすめる 雰囲気づくりが不可欠

- B: これだけ情報技術が発展している世の中で情報共有は簡単にできるはずなのに、今回、閉鎖的になってしまったのはなぜだろうか？
- E: 普段からコンサルタントは閉鎖的になってしまう傾向はある。
- C: 計画や図面を表に出すことで住民の誤解を招くことを行政が恐れていた面もある。そのせいで情報共有、意向調査にも遅れが生じたのではないか。
- B: 多少誤解が生じて、新たな情報を出すことで住民の理解を補正していく努力もできたはずである。

■計画策定体制

11. 技術者連携、オールジャパンとして 適材適所が必要

- E: 高台移転の図面にしても当初は常識では考えられないほど山を削ってしまうような図面を描いていた。どの程度山を削れるのか、盛土できるのかという技術的なことがわからなかった。技術的な確証を持ってから現場に入らないと、住民の人には応えられない。会社によって得意な分野はそれぞれ違うので技術的な連携ができればもっと効率が良かったと思う。

12. 被災地に共通する問題を検討する体制、 それを支える技術者集団が必要

- D: 高台移転のために、山を削って新たな宅地を造成するのではなく、被災しなかった既存集落の空いている場所に移転していくという手法も考えられる。

E: このような手法は被災地の中でも適応することのできる自治体があると思う。ただ、他の自治体との情報共有もない中で、なかなか共通の問題を検討することは難しいと感じた。

A: 被災地では工夫の余地があるが、時間と余裕がないので新たな解決策を思いつかないのではないかと。このような話を現場ではなく余裕のある人が考えて、委細地全体で共有する仕組みが必要である。

■その他

13. 視察公害、調査公害

- E: 視察公害、調査公害というのは、実際あると思う。東北の人は「遠くからありがとう」と心から言っているが、視察が業務の妨げになっていると見受けられた。有名な建築家が来ている場合も扱いが難しい。自治体の職員は丁寧に應對するが、その分現場の戦力が削がれることになる。
- ボランティアも呼ぶとたくさんの方が来てくれるが、現場で必要なこととかみ合っていないこともある。
- F: 地元の人にとっては何が必要かと聞かれることも負担になってしまう。
- E: こういったときにどれだけ役に立つことができるかは、普段から他人のことをどれだけ考えているかが大切だということ。



これからの津波減災まちづくりの論点

加藤孝明（東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター）

はじめに

東日本大震災の復興がままならぬ中、次の広域・巨大災害が迫っている。東海地震、東南海地震、南海地震である。さらに二連動、三連動の発生も可能性が指摘されている。2011年大津波防災地域づくり法が施行され、対策ツールは拡充されたかのように見える。一方、次の広域・巨大災害での津波被災想定地域では、超高齢化、世帯減という深刻な右肩下りの時代の圧力に晒されている。地震発生への切迫性に対してとり得る手段に限界があるのも事実である。

次の広域・巨大災害に都市計画、まちづくりの立場からどう備えるべきか、どう備えられるか、本稿では論点の提示を試みる。以下では、基本姿勢と前提、計画論、個別論点の3分類で論点を示す。

復興事業が完了するであろう10数年後、日本全体を俯瞰すると、国民が抱える自然災害リスクが地域的にアンバランスな状態となるであろう。東日本大震災の被災地では、復興により安全な市街地が創出されているにちがいない。その一方で、次の広域・巨大災害の被災地を待つ西日本では、依然として高い津波被災リスクを抱えたままであろう。この状態が社会として健全かどうか、国民的な議論が必要と考えられる。国土政策的な観点からこのアンバランスを是正することも選択肢の一つと考えられる。

望まれる国土像は、自然災害リスクの許容量のシムルニミウム（最大基準）が設定され、すべての国民がシムルニミウム以上の環境で生活を営まれる状況だと考えている。少なくとも議論の俎上に乗せるべきテーマである。

(4) 安全確保のための方法論の総合化

ハザードからの回避、ハザードによる防御、地域社会による対応とそれを支えるしくみ、の二つが主要な方法論である。リスクの存在を前提と

基本姿勢と前提

(1) 安全確保よりもリスク許容に焦点をあてた議論を

東日本大震災をふまえ、二度と災害を防ぐという意味で安全を重視することは当然のことではある。しかし、その一方で安全至上主義に陥っていないか、改めて自問する必要がある。想定以上の災害の経験から最も学ばべきことは、リスクゼロはありえないということである。もちろん想定以上の災害に備えることを否定するわけではない。しかし安全よりもむしろリスクの方に着目し、災害リスクを地域社会、或いは、個人でどこまで許容するか、許容できるかという議論を社会的に徹底的に行う必要がある。その上で、現実的にとり得る対策、取り組みを進めていく必要がある。

安全確保だけを至上課題とするこ

とがプランニングを硬直化し、とり得る選択肢の幅を狭めることにつながりかねない。逆に一定のリスクの許容を認めることが結果として、まちづくり、対策の自由度、多様性の確保につながり、他の地域課題の解消と整合する現実性の高いソリューションをもたらすものと考えられる。

(2) インフレする被害想定への対応

東日本大震災が想定以上、想定外の状況になったことから、その反省に基づいて、「計画的安全側（被害が大きくならない側）で被害想定を行うのが一般的になりつつある。いわば想定インフレと言っても良い。今後もこの傾向が続くものと思われる。インフレ傾向の想定結果に対して安全確保を至上課題とすると、結局、ソリューションが見当たらないという状況になりかねない。

十分に「最悪」な事態を描出して

おくことの意義は存在する。対策のフェールセーフの厚みを増し、レジリエンスの高い準備を可能にするであらう。その意味において重要である。しかしその一方で被害想定は、地震防災戦略にみるように計画・対策目標の設定のためにも使われる。計画策定、減災まちづくりと密接に関わっている。

被害想定がインフレすることによって、この二つの異なる目的の画立させることが困難になりつつある。被害想定を行う側とプランニングする側とが相互に十分なコミュニケーションを行う必要がある。その上で、まちづくり、プランニングの側が必要とする被害想定のある方を積極的に発言していく必要がある。

計画論

(3) 抱える自然災害リスクのアンバランスの是正

した上で、地域特性に応じた最適な組み合わせを探索するという姿勢が重要である。ただし、その際、予断を排除することが重要である。

東日本大震災における復興計画の議論においても果たして十分な総合的検討が十分になされたかどうか、今後の検証が必要と思われる。後世の都市計画史家に記すことかもしれない。

(5) 不確実性を計画論に組み込む方法論の構築

被災地では、津波シミュレーションに基づいた堤防の高さを前提とし、市街地側の計画が策定されつつある。科学的、工学的な評価に基づいてプランニングを行うことは否定されない。むしろ望ましいことである。リスク評価に基づく計画策定は、計画論としても十分な説明力をもって成立していると言える。

しかし一般にシミュレーションの中には不確実性が内在する。特に地震発生に関わる不確実性は多い。例えば、傾斜角等の地震のパラメータを事前に特定することは困難である。同じ大きさのマグニチュードの

地震でもパラメーターが変わるだけで、津波高さは大きく変わる。次の地震での津波高さは、シミュレーションの結果通りにはなるとは限らない。

計画策定においては、津波の想定浸水高の基準 L1（頻度の高い津波）、L2（最大クラスの津波）に見るように確定的に取り扱われるをえない。しかし、そこに内在する不確実性を市街地の計画の中にどう埋め込むか、その方法論の構築が必要である。その具体的な方法についてはまだ分からないが、少なくとも工学シミュレーションに内在する不確実性についてプランナーが十分理解していることが必要とされる。まだ、不確実性を組み込むこと、さらにリスク許容について議論することによって、科学的、工学的な評価に基づいた一見硬直化しているプランニングに柔軟性が与えられることになると思われる。

個別論点

(6) 地震発生への切迫性と規制・誘導と時間感覚のずれの緩和

津波防災地域づくり法では、ハードによる防御の限界をふまえ、土地利用規制と容積率緩和等による誘導による対応の枠組が提示されている。しかし地震発生への切迫性と規制による時間感覚のずれが気になるところである。今後30年での発生確率は、東海地震87%、東南海地震60%、南海地震50%と言われている。いずれも高い数字であり、切迫性は高い。

一方、被災想定地域の多くの市街地、集落は、過疎化に悩む地域が多い。市街地の変化の速度は遅々としている。規制・誘導を主とする方法は、市街地の変化が旺盛な時代であれば効果的だが、現在の時代のトレンドでは期待できない。ましてや過疎地域において容積率緩和というインセンティブの効果が低いとは思えない。

もしも想定被災地域に対して次の広域・巨大災害までにリスクの軽減を図ろうとすれば、規制、誘導だけではおそらく間に合わない。もつと強力な手段が不可欠である。新たな事業手法の創出も視野に入れる必要がある。津波防災地域まちづくり法

では、「津波防災拠点整備事業」が創設された。しかし被災地の復興では、一定の財源が措置されているが、被災地外での財源措置はない。(3)で指摘した論点とあわせて議論する必要がある。

(7) 災害危険区域等による規制の意味：居住禁止ではなく、工夫して暮らす

3・11以降、土地利用規制による被害抑止の必要性について論じられている。津波防災地域づくり法においても津波災害警戒区域や同特別警戒区域を指定し、土地利用規制が行えることになっている。建築基準法による災害危険区域による規制もある。

ここでいう土地利用規制の意味は、居住禁止ではなく、災害の危険性をふまえて「工夫して暮らす」ための規制と解釈すべきである。その工夫の中に居住禁止が含まれると理解すべきである。建て方、生活の仕方、街の使い方の工夫を組み合わせていくことによってリスクを最小限に抑えていくという考え方である。

これまで災害危険を理由に土地利

用規制を行った例として名古屋市の著名である。既成市街地が「災害危険区域」に指定されているが、平屋から2階建てへの建て替え動向をにらみ、居室を2階に設け、基礎を上げるという工夫によつて、避難空間を確保し、かつ、物的被害を軽減しようとするものであった⁽⁴⁾。伊勢湾台風後の復興市街地での指定ではあるが、その主眼は、居住禁止ではない。むしろ、安全な住宅の建て方を普及、定着させることにあつたと解釈できる。

津波災害警戒区域、同特別警戒区域、災害危険区域、いずれも否定的な響きがあるのは事実である。既存事例は、名古屋の事例を除けば、土砂災害、火山災害に対するごく限定的な指定しかなされていないことがその証左である。区域指定に躊躇するのも理解できる。

今、必要なことは、「工夫して暮らす」方法を普及促進させることである。そのためには、もつと導入しやすくした方がよいのではなかろうか。「災害危険があるので暮らした方を工夫する区域」というような用語

に変えた方がよいと思える。

(8) 防災がまち・集落の息の根を止める？

防災はもちろん重要であるが、地方においては、防災の地域課題全体の中での相対的な地位は明らかに低下している。むしろ集落の存続そのものが問題となっている地域も少なくない。

そうした中で防災に偏重した発想から戦略なしでの乱暴な方策、例えば、居住禁止、建築禁止の適用を進めることは、地域の息の根を止めることにつながりかねない。これまで存続のための可能性を模索している多様な努力を無にすることになり兼ねない。

(9) 防災都市・集落づくりを進めるために不可欠な「原動力」は何か？

ハード整備を伴う防災都市づくりを振り返ってみると、時代を背景とした原動力が必ず存在した。その原動力とは、その時代に必要とされた施策と市街地の変化の存在である。地震火災の拡大を防ぐ延焼遮断帯は道路と沿道の不燃建築の集積で形成するものである。これはモータ

リゼーションへの対応としての道路建設と都市への集中に伴う増床圧力の存在があつてのことである。避難場所の確保については、公園不足の解消という時代の要請と、工場の郊外移転という市街地の変化が存在した。一方、木造密集市街地の整備は遅々としたままである。それは原動力がないからである。

翻つて、津波被災想定地域において、原動力が存在するのか？ 原動力が存在するとすれば、それは何か？ 正直なところ、前向きな原動力は見当たらない。強いてあげるとすれば、世帯減により市街地・集落が縮小する力をどう使うか、具体的な方策は提示できないが、検討の余地は大きい。少なくとも動かない市街地よりもアクションの余地は大きい。

まとめ

高いハザードの存在 それに対して現実的にとり得る選択肢は、正直なところ乏しいと言わざるを得ない。ともすると、あきらめ感の醸成につながりかねない状況である。

次の被災地では東海地震の強化地域を除けば、これまでも十分な財源措置はなされないうまま、コミュニティレベルの地道な努力が積み上げられてきた地域である。端的な例をあげれば、地元住民の「共助」による避難路の手作り建設といった具合である。

実現性、妥当性はともかくとして、極端な二つの道筋は見える。一つは、一定のリスクを許容することを前提として、これまでの延長線上で地道

な減災まちづくり活動を継続することである。いわばリスクを覚悟した上での体質改善である。

一方、全国民共通の災害リスクのシミュレーションを設定し、被災を待つ津波被災想定地域に対してインパクトのある政策を国土政策の視点から行うという方向もありえる。いわば、トリアタラン型の外科的手術である。現在被災地で計画されているものと同等の、地域構造を根本的に変革する計画を明るい未来への投資と

いう観点から一定の財源の裏付けを与えて強力に推進するといふものである。もちろん今の環境でできると思つて書いてはいない。実現に必要なとされるであろう、政治的リーダーシップ、財源、裏付けとなる広域計画のしくみ、いずれも存在しない。ただ、思考実験としてはあり得るものとして述べている。

体質改善か、外科手術か、或いは、その中間的方法か？ 現実的に容易な選択肢は多くないものの、進むべき道はあるに違いない。科学の力により、地域の抱える災害リスクは顕わになっている。このこと自体は進歩である。災害リスクを認識した上で何ができるか、どこに進むか、日本社会の英知を集める必要がある。

以上の論点提示は、問題提起をしただけ過ぎない。最適ソリューションが「地震が来ないことを祈る」となつては甚だ馬鹿馬鹿しい。次の災害まで残された時間はある。恐れすぎず、侮りすぎず、着実に次の広域・巨大災害に備えていくため、多様な紙上を通して議論する必要がある。

●参考文献

- (1) 加藤孝明「災害リスク評価と防災まちづくり」、ガバナンス (126)、朝経、うせい、2011・10
- (2) 堀崎由人・加藤孝明・中村に「建築物の規制・誘導による既成市街地での大規模災害に関する事例研究」日本建築学会技術報告集17(36)、2011・6
- (3) 地域安全学会編「時代の潮流をふまえた防災まちづくりのあり方に関する研究」、都市防災美化協会 2011・6

●注

- *1 不確実性の存在については、津波シミュレーションに限つた話ではなく、地震被害想定を構成するすべての要素に内在する。著者の経験では、シミュレーションを行う側より、受け手側の方がシミュレーションの誤差や不確実性を過小計画する傾向にある。
- *2 地域活性のために各地で多様な努力、工夫がなされている。名古屋郊外の最先端をいく試みと位置付けられる。それをむしろ大切にすべきと思える。
- *3 首都圏の大きさ100km四方、直下地震の強震範囲半径20km、地震は、首都圏内では一様ランダムに発生すると仮定して計算した結果である。解説は<http://kato-sss.iis.u-tokyo.ac.jp>を参照のこと。

●緊急コラム：M7級首都直下地震4年以内に70%との報道をどう理解すべきか？

東京大学地震研究所の試算を読んだ新聞が1月23日に報道したものである。連日マスコミは、2005年に中央防災会議が発議した全壊全焼85万棟、死者1万1千人の被害をもたらし「東京湾北部地震」が4年以内に70%の確率で発生すると報道しているが、これは誤りである。首都圏内の「どこか」でM7級地震が起こる確率が4年・70%という理解が正しい。一般に直下地震の強震範囲はそれほど大きくない。せいぜい20km程度が範囲である。首都圏内の「どこ」でM7地震が起こつて

も影響はほとんどない。そういう地震も含めて4年で70%なのである。自分の居住地に影響する地震だけに限れば、4年で10・20%、30年で70%程度である。このことは、確率論の教式展開で容易に理解できる。

防災対策では短期と長期の対策の両にらみが重要である。「首都直下地震4年で70%」という数字の一人歩きは、短期対策偏重、長期対策不要論につながりかねない。まちづくりのような長期的視点にたった防災対策も依然として重要であることを強調したい。

パネルディスカッション

防災まちづくり

■コーディネーター

ごとうはるひこ

後藤春彦 日本都市計画学会副会長・早稲田大学創造理工学部長／教授

■パネリスト

しげかわ き し え

重川希志依 富士常葉大学大学院教授

かとうたかあき

加藤孝明 東京大学生産技術研究所准教授

ほんだとしあき

本田敏秋 遠野市長

なかがいむねはる

中貝宗治 豊岡市長

まつもとけんじ

松本憲治 安芸市長

防災まちづくりの
今後の方向性

後藤 昨年は、東日本大震災をはじめ、新潟・福島豪雨、台風12号・15号、豪雪など、大きな災害に見舞われた年でした。それを踏まえて、これからの防災対策は従来のようなハード整備だけでなく、避難計画や防災教育といったソフト面を組み込んだ総合的な防災対策、防災まちづくりの必要性が指摘されるようになりました。

先ほど3市長からは、自治体による防災まちづくりの最前線の状況をつぶさにご紹介いただきましたが、これを受けてそれでは、まず重川先生と加藤先生に、各市長の講演を聞かれた上でのコメント、あるいは防災まちづくりに対するお考えなどについて、お聞きしたいと思います。

重川 市民の命をあく責任あるお立場ですから、各市長のご発言は一言一言大変重みがありました。それに対するコメントといえば、おこがましいですが、防災の専門家の一人として、東日本大震災以降私自身が感じている事柄も踏まえ、お話ししたいと思っています。

私は防災について語るとき、まずその言葉の定義をしつかりすべきだと考えています。防災にはその段階に応じて、4つの具体的な対策があります。

1つ目は災害に対する理解です。地震はなぜ起こるのか。気象災害の発生原因は何か。それを把握することで災害パターンを類型化し、被害規模を予測します。

2つ目は、その被害予測を前提とした被害抑止対策の推進です。防潮堤をどれくらいの高さにするのか。構造物の耐震性の基準をどこに置くのか。その基準に基づいて、ハード整備を進めます。

3つ目は、被害軽減対策です。いくら被害予測に基づいた防潮堤をつくっても、想定を超えた災害が起こる可能性があります。そのときには、「避難」を含め、被害を軽減する対策が必要です。

4つ目は、災害対応です。災害が発生した際に、市民、行政、自衛隊、消防など、災害にかかわるすべての人や組織が、適切に対応しなければいけません。この4つの柱を同時に整え、災害に備えることで、効果が発揮されます。

この中で、私が最も懸念しているのは防



コーディネーター

後藤春彦

日本都市計画学会副会長・早稲田大学創造理工学部長／教授



重川希志依
富士常葉大学大学院教授

対策のすべての前提となる、災害に対する理解です。なぜなら、これが非常に難しいからです。ご存じの通り、国の中央防災会議が、さまざまなシミュレーションを行い、被害予測を出しますが、完璧な予測などというものはありません。実のところ、どんな被害想定も、仮定の条件を重ねた上の類推でしかないのです。その仮設に基づいた前提の下に、すべての対策、マニュアルが決められてしまう現在の災害対策の仕組みに、私はいささか疑問を感じています。

2つ目の被害抑止対策についても、申し上げたいことがあります。東日本大震災後、想定外の津波被害により、ハード対策の限界が指摘されるようになりました。確かにその通りですが、ハード整備がまったく役に立たなかったかという点、そんなことはありません。

東日本大震災の被害状況を見ると、建物の下敷きになって命を落とされた方は、極めて少ない。耐震基準が厳格化されたことも理由の一つでしょう。宮古市田老地区で

も、確かに海に近い第二堤は跡形もなく崩れましたが、万里の長城とも称される第一堤は残りました。それによって、どれだけ津波の力が弱められたか、市民の避難時間を確保できたか。そうした点にも、着目すべきではないかと思っています。その意味でいえば、従来の防災対策も十分機能したといえるのではないかと考えています。

加藤 今の時代状況を考えると、防災まちづくりの今後の方向性についても、しっかりと議論すべきだと思います。これまでとってきた対策を、これからの地道にやり続けることはもちろん必要です。同時に右肩下りの時代に入っているのですから、新しい防災まちづくりの在り方も模索すべきだと思います。つまり、バージョンアップ、モデルチェンジの必要性が出てきているということだと思います。

これまでは、先端地域の東京の方式をスタンダードに据えて、それを全国に浸透させるのが、防災対策の一般的な在り方でした。しかし、右肩下りの時代における先端地域は東京ではありません。むしろ、各地方で工夫しながら取り組まれている対策を持ち寄って、日本社会全体で共有し、その対策を、総合的なまちづくりの中に組み込んでいく。このような形が、これからの時代の防災まちづくりの主流になっていくのではないかと考えています。

また、これだけ財政的にも厳しくなり、



行政機能が縮小する中では、ボランティアやコミュニティの力をいかに引き出すかという視点も重要になるでしょう。

重川 私も防災に関する情報を、全国で共有することは非常に大切だと思います。

特に、現在の東日本大震災の被災地には私たちが学ぶべき重要な情報が数多く存在します。それを目に見える形で記録化し、活用できるようにしてほしいですね。結果や体裁だけを美しくまとめた報告書ではなく、復興に向けて活動する市役所職員や、地域のコミュニティのリーダーの苦労など



加藤孝明
東京大学生産技術研究所准教授

も盛り込んだ生々しい情報が網羅されれば、非常に参考になると思います。

もう一つ申し上げたいことは、次代の災害対応の主役であり、復興を支えることになるであろう子どもたちへの教育です。特に今回の東日本大震災で起きている現実を、子どもたちに分かりやすく伝える。そういった防災教育を行うことも、次の災害に備えるになると思います。

加藤 東日本大震災をつぶさに検証することは、次の災害に備える上でも欠かせません。東日本大震災の教訓の一つは、災害対策基本法を枠組みとした現行スキームの限界が露呈したということです。

災害対策基本法が成立した昭和36年以降、この分野だけは市町村主体の地方分権の考え方が徹底されてきました。それから半世紀以上が経過し、ある程度機能してきましたが、今回の震災を通して、超広域災害には対応できないという、根本的な問題が明らかにになりました。

その一方で、自治体同士のネットワーク、

支え合いが機能したことも事実です。しかし、裏を返せば、現行制度の不備を補うために自治体が相互に支援する仕組みが自然発生的に生まれたとも解釈できます。

今回はそれがうまく機能したわけですが、次も同じような形にするのか、それとも確固たる仕組みを新たにつくるべきなのか、これから議論すべき課題ではないかと思います。

また、リスクとの共生をいかに考えるかということも、教訓の一つでしょう。重川先生がおっしゃったように、リスクの中には、さまざまな不確実性が入っています。それを織り込んだ上で、どのような対応があるのか、考えることが重要です。

想定外の大震災を経験して、今や全国的に被害想定が否応なく上がる「インフレ状態」を迎えている気がします。しかし、想定外に対応しよう、対応しようとすればするほど、計画が硬直化し、次の一手が打てなくなる場合もあります。今こそ、一度立ち止まって、リスクと共生するための国、都道府県、市町村の役割、さらには都市計画の体系について議論する必要があると思います。

防災対策の効果を高める施策

後藤 それでは、次に、各市長にお聞きします。重川先生、加藤先生のコメントやご

指摘、あるいはそれぞれの市の取り組みなども踏まえながら、効果的な防災対策に対するお考えをお聞かせください。

本田 加藤先生がおっしゃるように、戦後60数年を経て、時代に合わなくなった制度も多々あります。そのような中で、人口3万人ほどの遠野市が、自らの身の丈に合せて、後方支援の構想をまとめ、新たにその仕組みをつくり上げることができたのは、非常に意義があったのではないかと思います。現場から仕組みをつくるのが大事なのです。

大げさに思われるかもしれませんが、震災直後の被災地はローソク一本、粉ミルク一さじ、ガソリン一滴すら事欠く状態でした。そうした状況下で、命をつなぐために、各市町村とも連携して活動し、役割を果たしました。これは、私たちにとても大きな体験でした。

確かにそうした連携は自然発生的にできた部分もありますが、今後はこの体験を生かして、法律的にも制度的にも、新しい仕組みと



本田敏秋
遠野市長



中貝 宗治
豊岡市長

して位置付けていくべきだと思います。

中貝 現行制度は超広域災害には対応できていないとのご指摘がありました。それでも災害対応は、普段から住民と密着し、地域のことも熟知している市町村が主体性を持たなければ、うまくいかない。その意味で、国や都道府県は、一つ一つの市町村をどのように支えるかという観点から対策を考えていただきたいですね。結局、超広域災害とはいっても、個々の自治体の取り組みの総和でしか、全体の対応は図れないのです。

被災地では「今の政権は心がない」との批判の声が出ているようですが、それもこの辺りに理由があるのだと思います。政府は東日本をどうするか、日本をどうするかということばかりを優先し、一つ一つの自治体の状況、被災地一人一人の暮らしにまで目が行き届いていない。それぞれの住民の暮らしを立て直すために、国は、都道府県はどのようにフォローするのかという視点が足りないのです。

松本 不確実な部分を前提とした「被害想定」を市町村が準拠することの危うさについてご説明いただきました。確かに、被害想定をそれこそ金科玉条のごときものとして、必要以上に依拠し過ぎるのも問題でしょう。加藤先生がおっしゃるように、被害想定が大きくなるたびに、対応策も事業費もインフレ状態になってくるという現実的な問題も発生しています。

しかし、そうだとしても、私ども市町村長としては、国の想定がなければ、対策の打ちようがないのが実情です。やはり、国の被害想定を信頼し、取り組みを積み重ねていくしかないのです。

また、基調講演で中林先生がお話しになった事前復興の考え方には驚かされました。現状では、まだ津波をどのようにしのぐかということとで精一杯の状態ですが、ぜひ参考にしたいですね。

迅速な避難行動を促すための方策

後藤 災害対策には大きく分けて、「自助」「共助」「公助」の3つの種類があります。先ほどの市長講演では、とりわけ市民の避難、つまり「自助」の大切さについてご発言されていました。それでは、各市ではいかに市民の避難をスムーズに行おうとされているのか、その具体的対策をお聞かせください。

中貝 まずは、市民に適切に正確な情報を

伝えることでしよう。豊岡市でも情報を伝えるツールを積極的に整備しています。市域をカバーする防災行政無線はもちろんですが、場所によっては聞き取りづらい地区もあるかもしれない。そこで、同時にコミュニティFMでも同様の音声情報を流すほか、市の費用負担の下で、インターネット方法も開始しました。エリアメールの活用も進めています。

ただし、市民に情報が伝わったからといって、それで十分ではありません。市民の避難行動に結びつかなければ意味がないのです。

実のところ、台風23号の台風水害でも、市が出す情報は大部分の市民に伝わっていました。にもかかわらず実際に避難した市民は少なかった。それが被害を大きくしたのです。以来、早期避難を促すような効果的な伝え方についても、研究を重ねています。

松本 災害が起きる前に、いかに市民に危機意識を持つてもらおうか。そうした啓発活動も大切でしょうね。南海地震は揺れの長さに特徴があるといわれています。市民にとって最



松本 憲治
安芸市長



も長い揺れを経験した地震は阪神・淡路大震災でしょうが、あれはせいぜい1分程度。それよりも長かったら、メディアの情報に頼らず、すぐに避難するように伝えていきます。

以前の国の情報では、20分程度で第一波が来ると予想されていましたが、さらにその想定も早まるかもしれません。津波が来る前にどれくらい逃げられるかが勝負です。そのため、わが市では5分で到達できる避難タワーなども整備しているのです。

先日、東日本大震災で被害を受けた佐々木・名取市長が講演にいらっしゃったのですが、その話が衝撃的でした。震災前、ある地区では津波の高さを80cmとハザードマップで想定していたのに、実際には8mの津波が押し寄せたとおっしゃったのです。実は、私も名取市の被災現場を訪れましたが、見れば見るほど安芸市と似た環境ですから、気がでない。より一層市民に対する啓発活動に力を入れなければいけないと考えています。

本田 住民の避難をスムーズに行う上で、重要なのは地域コミュニティです。遠野市は明治期の1町10村時代のコミュニティがいまだに生きていて、その行政単位ごとに地区センターを置き、市の職員も配置しています。震災時には、この地区センターが避難所となったのですが、大変機能しました。地域の基盤であるコミュニティを強化することが、結果的に震災対応にも結び付くのです。

情報の発信ツールとしては、全世帯の8割が利用しているケーブルテレビが力を発揮しました。震災直後は、市の情報番組で、災害対策本部から午前・午後2回ずつ放映。これで情報の共有が図れました。

震災を経験して、改めて明確になった課題は、お年寄りをはじめとした災害弱者の方への対応です。避難所に行きたくても、ベッドから起き上がれない。そうした方々

に対するきめ細かなフォローを、官民挙げて行う体制やルールをつくらなければいけないと思います。

より重要となる自治体連携、市民の意識啓発

後藤 それでは最後になりますが、これからの災害対策の在り方、展望などについてお聞かせください。

重川 私自身としては国も都道府県も、あまりにも被害想定にお金を使い過ぎていて思っています。前提とする震源モデルが異なれば、結果が変わってしまう被害想定を、そこまで信用していいのかということです。

実のところ、多少被害想定が上がるとうと、市が行う防災対応の内容はそれほど変わりません。地域防災計画の内容も大きく変わることはないのです。

むしろ被害想定にかかわらず、普遍的な備えを、行政も市民も積極的に行うことが大切なのです。そのためにも、まずは今回の東日本大震災の実態を詳しく知ることから始めるべきでしょう。

例えば瓦礫処理一つとっても、どれだけの敷地が必要で、そのために何をしておかなければいけないのか、一つ一つの業務のプロセスを、被災地の記録から読み取って備えていくことが大切なのだと思います。

加藤 私も同感です。私は災害のシミュレー

シオンも、リスク評価も、被害想定も行う、数少ない専門家の一人ですが、自分で試算していながら、私自身それほど細かい数値にこだわっていない。皆さんが思うほど、精度の高いものではないことを知っているからです。

ただし、それでも、被害想定は災害のイメージを高めるために、非常に役に立ちます。あれがあるからこそ、自分自身の想像力を加えて、地域に合った災害イメージを思い浮かべることができるのだと思います。

大事なことは、私たちは自然災害とかかわりながら暮らしていることを認識することです。そのことさえ忘れなければ、より実効性のある防災まちづくり、防災対策を進めていくことができるのだと思います。

松本 東日本大震災で明らかになったように、被災時にはハイテク機器は役に立ちません。いざとなったら、ローテク、つまり人間の本能や勘のようなものが重要です。それに基づいて訓練もしていくべきだと考えています。その場、その場で判断して考えるということです。

もちろん、ハザードマップなどの資料も大切ですが、私は常に「災害は、予期せぬことも起こるのだから、思い込みはよくないよ」と強調しています。その意識が大切なのだと思います。

本田 われわれ基礎自治体は、ないものね

だりはやめるべきです。県がやるんだ、国がやるんだという姿勢ではなく、お互い特性を生かし、そして足らざるものを補う、連携と交流こそが大切だと思います。

また、普段のまちづくりに限らず、震災が起けると、官民協働は欠かせません。行政がすべて担わなければいけないという意識を変え、民間に対して思い切った頼るところは頼る姿勢も重要になると思います。

中貝 災害対策は徹底したリアリズムが必要ですが、実際にはめったに経験することはできません。いかに、平時から想像力を働かせて、イメージトレーニングしておくかが重要です。

真夜中、自宅にいたとき、大地震が起きたらどうすべきか。市役所に行かなければならないのに、妻がケガをし、母が命を落としていた。そのときにどうするか。一歩家を出たら、子どもが助けを求めている。そういうときでも、振り切って市役所に行かなければいけない。

大変しんどい作業ですが、何度も頭の中でイメージしておかないと、いざというときに対応できません。大変な状況で、冷静に対応するための平時からの教育、訓練こそが大切でしょう。

事前復興の話が出ましたが、復興に関してはいかにまちのアイデンティティを後世につなげていくのか、連続性を確保するのかがい

う視点が重要になってきます。市内の城崎温泉は1925年の北但大震災で壊滅的な被害を受けました。復興の際にはもちろん、新たに防災対策を行ったものの、木造3階建ての旅館街は、当時のままに復元しました。それが今の繁栄につながっています。

被災した東北地方も、新しい工夫と同時に自分たちが受け継いでいくべきものは何なのか、大切なものは何なのかを明確にして、合意形成を図ることが大切になると思います。

後藤 本日は、防災まちづくりをテーマにしたパネルディスカッションでしたが、非常に内容の詰まった討論となりました。自治体間の連携や市民への啓発など、予想される大災害に対する、具体的な対応策が数多く出たと思います。

併せて、市長と語る機会はとても重要だと改めて感じました。市民の命を守るといふ市長のメッセージをわれわれもしっかりと受け止めながら、都市計画の専門家として役割を担っていかねければならないと感じた次第です。本日は長時間でございましたが、最後までお付き合いいただき、ありがとうございました。

(平成24年2月21日全国都市会館にて実施)

大規模水害メガハザードに地域社会が挑む —東京・新小岩—

加藤孝明(都市計画・地域安全システム学)

1. 大規模水害のリスクの高まり

気候変動に伴って水害リスクが高まっている。例えば、2009年、台湾を襲った台風 Morakot は、連続降雨量 3,000mm という驚異的な数値を残した。東京の年間降水量の約2倍である。気象研究所の将来の気候変動シミュレーションによれば、台風を発生させる地球のエネルギーは変わらないまま、台風の年間発生個数は減少するという結果が得られている。つまり、台風の大型化が予想されているのである。今後、気候変動がすすむことを考えると、大型台風を含む極端な気象現象が常態化し、現在と比べ水害リスクは確実に高まる。

2. 広域ゼロメートル市街地が抱えるメガハザード

私たちの研究グループが「広域ゼロメートル市街地」と呼ぶ市街地がある。主に三大都市圏に存在する海拔ゼロメートル地帯に広範にひろがる高密度市街地のことである。

洪水時の一般的な対策は、近隣の安全な避難場所に逃げることである。しかし、広域ゼロメートル市街地では、市街地が広範に水没するため、近隣に逃げ場所を見つけれない。仮に中高層の公共施設を避難場所にしたとしても、人口密度が高いため、到底収容しきれない。

2005年の水防法の改正に伴い、自治体には、

国土交通省作成の浸水想定区域図に基づいた「ハザードマップ」の作成が義務づけられている。ハザードマップには浸水深の他、避難場所、避難方法等、避難行動に関する情報の掲載が義務付けられている。広域ゼロメートル市街地でもハザードマップの作成が進められているが、避難については長距離避難を余議なくされている。例えば、葛飾区の荒川洪水ハザードマップでは、荒川沿川の地域では約26万人が10km程度の遠距離避難を行うことになっている (Fig.1)。東京都の指定する避難場所は地震火災に対するものだが、この計画の中では3kmを越えると遠距離避難としていることに照らすと、広域ゼロメートル市街地における避難距離が如何に遠いかが分かる。荒川増水時には、葛飾区のほか、荒川沿川の江戸川区、足立区、墨田区、江東区も避難指示や勧告をほぼ同時に発令することをふまれば、遠距離避難は100万人を越えることになるであろう。避難判断水位(避難指示や勧告の目安となる河川の水位)から#氾濫危険水位に至るまでには数時間と見込まれている。即ち、多人数、遠距離、短時間での避難が必要とされているのである。これだけの人数の、ほぼ同時の遠距離避難はかつて経験したことがない。これが実際に可能かどうかについても十分検証されたわけではない。

現状の対策に対して批判することは簡単だが、これに代わる適切なソリューションは見当たらないのが現実である。つまり、社会として未だ妥当な解答を持ち合わせていないという点が広域ゼロメートル市街地における大規模水害というメガハザードの難しさである。

3. 広域ゼロメートル市街地が成立した経緯

さて、広域ゼロメートル市街地の形成史をみてみよう。広域ゼロメートル市街地は、昔から存在していたわけではない。実は、近代化の過程で、地盤沈下と市街化という二つの人為的な行為によって作り出されてきたのである。

日本の大都市が立地する沖積平野では、近代化、産業化の過程で地盤沈下が進行した (Fig.2、東京の事例)。明治時代後期の産業化が始まった時代に始まり、昭和40年代後半まで一貫して沈み続けている。地盤沈下が止まったのは、地下水と天然ガスの地下からの汲み上げが禁止されたからである。観測記録では、最大値は#m程度であるが、観測開始時点ですでに地盤沈下が進行していたとすれば、実際の沈下量はもっと大きいにちがいない。現在70代の地元の方の回顧によれば、「昔は家の2階から川面が見えたがいつのまにか見えなくなった」という発言がでる。それくらい地盤沈下の速度、沈下量は大きかったのである。

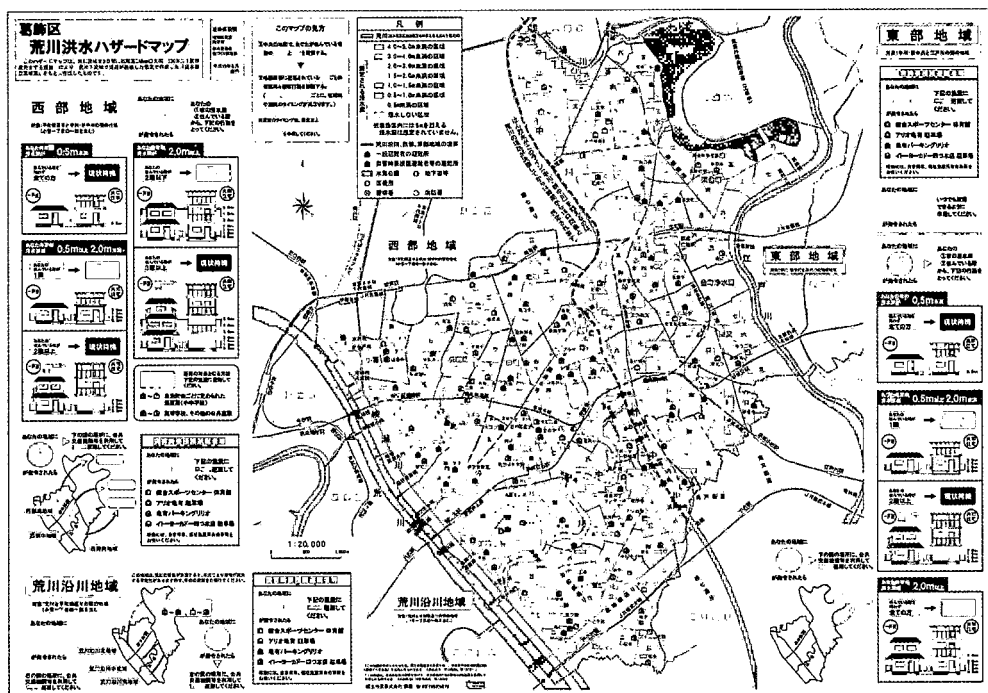


Fig.1 Hazard Map in Case of Arakawa River Flooding by Katsushika

一方、市街地の形成をみてみよう。荒川放水路の外側は、江戸の穀倉といわれた米作地帯であった。その原風景は最近まで続き、市街化が本格化したのは高度経済成長期（1955～1970頃）であった。この時期は、すでに地盤沈下が進んでおり、地盤沈下について認識されていたと推察される。にもかかわらず、海拔ゼロメートル地帯に市街化が進展し、かつ、低層の建物が立地していったのである（Fig.3）。仮にその土地が持つハザードを考慮し、市街化そのものを抑制したとすれば、或いは、浸水を想定し、垂直方向の避難を念頭におき、中高層の建物で市街化していたとすれば、今日のような高いリスクに曝されずに済んだと考えられる。

すでに時代の変局点を越えた今、過去の都市化の時代に蓄積されたリスクを市街地の質、地域社会のあり方を再考することによって減らしていくことが求められているのである。

4.大規模水害というメガハザードにどう取り組むべきか

メガハザードに対して、行政は積極的に対応しにくい。対応策を予め準備できなければ、リスク情報をだすことはできないといえるからである。無責任さを感じる読者もいるかもしれないが、私には良く理解できる。行政が解決策なしにリスク情報を市民に提示した場合、市民側は混乱し、行政に対して解決策を求めることは自然の流れである。ここで行政が何ら回答できなければ、その場にいる行政は吊るしあげられ、それ以上有効な回答を得られないと悟った市民は、あきらめを感じざるを得ない。結局のところ、対策なしでのリスク情報の提供は、社会全体にあきらめ感を醸成するだけとなる。広域ゼロメートル市街地における大規模水害は、まさにこれに該当する。

このメガハザードに対して誰がどう挑むべきかが今、問われている。行政がコスト、労力の制約を取っ払って果敢に挑むという方法があるが、前述の問題に加え、財政難とそれに伴ってシュリンクしている縦割り行政の中では、限界がある。一方、リスクを抱える当事者である地域社会が自分たちを守るためにメガハザードに対して立ち上がって活動を展開し、それに対して行政が支援するという新しい方法がある。「地域社会先行、行政の後追い」という形である。地域社会が自分たちの抱えるリスクを理解し、自分たちができる対策をすすめるという状況となっていれば、前述の問題は起こり得ず、行政、地域社会が丸となってメガハザードに対して立ち向かうことができるのである。この方法では、地域社会主体の取り組みが将来に渡って持続し、その取り組みがメガハザードに対して一定の効果が見られるのであれば、適した方法と言える。

このメガハザードに対して誰がどう挑むべきかが今、問われている。行政がコスト、労力の制約を取っ払って果敢に挑むという方法があるが、前述の問題に加え、財政難とそれに伴ってシュリンクしている縦割り行政の中では、限界がある。一方、リスクを抱える当事者である地域社会が自分たちを守るためにメガハザードに対して立ち上がって活動を展開し、それに対して行政が支援するという新しい方法がある。「地域社会先行、行政の後追い」という形である。地域社会が自分たちの抱えるリスクを理解し、自分たちができる対策をすすめるという状況となっていれば、前述の問題は起こり得ず、行政、地域社会が丸となってメガハザードに対して立ち向かうことができるのである。この方法では、地域社会主体の取り組みが将来に渡って持続し、その取り組みがメガハザードに対して一定の効果が見られるのであれば、適した方法と言える。

5.東京都葛飾区新小岩北地区の取り組み

東京都葛飾区新小岩北地区では、地域社会が果敢にメガハザードに挑んでいる。

現在、地元住民で構成される町会、地元活動拠点を持つNPO、そして研究者グループ

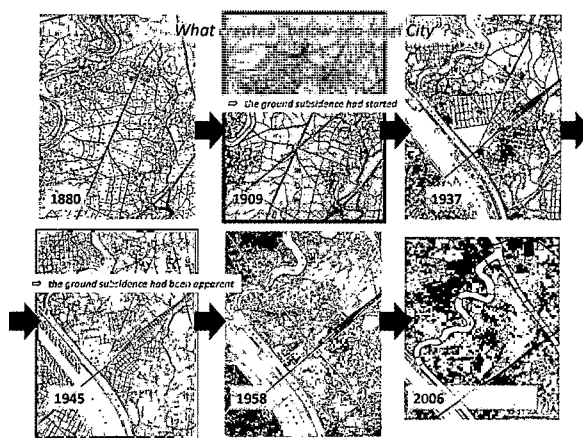


Fig.3 Expansion of Urbanization

が三位一体となって取り組んでいる（Fig.4）。取り組みが始まったのは、2004年度頃からである。NPOからの地域への刺激、研究者グループの技術の提供、それに応える町会、さらに主体的に行動する町会、それを支えるNPO、それを見守り、応援する研究者グループと、その役割分担を適宜、微修正しながら現在に至っている。

これまで9回のワークショップを実施し、避難行動をどうするかといった短期的な対策から安全な街を構想するといった長期的な視点の対策検討を行っている。GISやシミュレーション技術を活用した新しい技術を使った知識習得、長距離避難訓練、炊き出し訓練、ボート訓練等の実地訓練を実施している。さらに町会毎に防災計画の策定とそれに基づいた訓練も行われるようになってきている。

町会主催のワークショップでは、町会長クラスの高齢者が自らGISを操って地域住民に対して地域のリスクを説明するといったレベルまで展開している（Fig.5）。

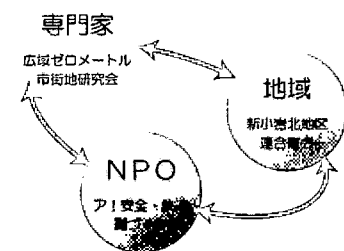


Fig.4 the Concerned Parties

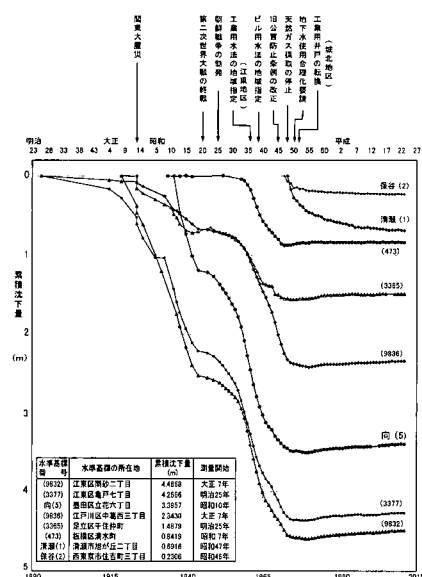


Fig.2 Cumulative Amount of Subsidence

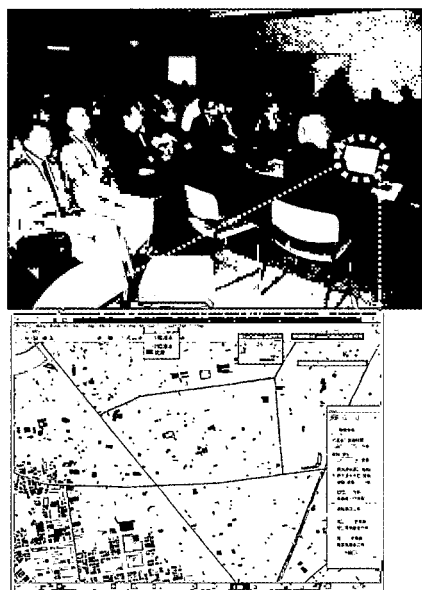


Fig.5 Workshop by the Residents for the Residents with GIS

これまで地域での問題意識と方向性を共有するため、シンポジウムを開催しており、ここでは、新小岩宣言、新小岩行動宣言Ⅰの二つの宣言を地域住民で採択している。

さらに最近では、近隣に安全な空間を確保するための方策を検討することを目的とする勉強会を行政とNPOを事務局に組織し、浸水に対応できる市街地づくりの方法について研究、検討をすすめているところである。地域住民、NPO、行政が平等な関係者として議論を行っている。新たな公共の萌芽である。

6. 持続的に取り組むために

地域社会主体の取り組みには持続性が不可欠である。持続性を高めるための工夫として「浸水と親水」、「次世代への承継」をキーワードに活動が進められている。



Fig.6 Opening Ceremony of the Riverside Terrace



Fig.7 Flood Simulation on Google Earth

本来、川は、人々の生活に恵みと脅威を与える存在である。近代化の過程を通して、川の恵みに対して脅威が増長し、川と市街地の関係性が崩れている。いつのまにか高い堤防が川と市街地を隔て、市街地は川を背にして形成され、人々の生活もまた川を背にしたものに変化している。リスク認知のアンケート調査によれば、川に日ごろから親しんでいる人は、川のリスクについても認識が高い。つまり、親水性を高めることが浸水に強い地域社会をもたらすのである。この視点から、親水性を高めることも地域社会の活動に位置づけられている (Fig.6)。川でのボート訓練、海でのボート遊び、親水テラスでのイベント等、ある種の「楽しさ」を取り入れることにより活動の持続性が高められている。

町会役員の構成員は高齢化が多い。円滑な世代交代とともに、町会活動に参加しない若年層への活動の浸透を図る必要があり、そのための工夫ある取り組みが進められている。Google Earthを用いたシミュレーションツールによる水害リスクの可視化を行い、中学生と高齢者が一緒に対策検討を行うワークショップがその一例である。ツールを容易に使いこなす中学生、水害経験もあり現在の大規模水害リスクの知識の高齢者が、それぞれの持ち味を活かして、平等の立場で議論する場がつけられた (Fig.7, 8)。

今後同様の取り組みが進められ、持続的な活動が展開されることが期待される。

7. 今後の展開

大規模水害が気候変動の影響によるものとすれば、残された時間は多い。現在の取り組みをさらに発展させ、数十年後には大規模水害に対応することのできる地域社会と市街地を着実に実現していくことが期待される。

他方、近隣地域もまた同じ問題を抱えている。いわば運命共同体である。現在のこの地域の取り組みを周辺へ広げ、より広い社会全体でこの問題に取り組んでいく環境づくりをすすめていくことが課題である。さらには、濃尾平野や大阪平野等に存在する「広域ゼロメートル市街地」と連携し、国民的な社会運動として展開されることが期待される。[9]

(生産技術研究所)



Fig.8 a Scene of natural Intergenerational Discussion

Challenge of Local Communities for Mega-Hazard : Shinkoiwa, Tokyo

Takaaki Kato (Urban Planning/Social Safety System)

1. Risk of huge scale flood will increase

Flood risk has been increasing according to climate change. Marakot Typhoon which hit Taiwan in 2009 recorded more than 3,000 mm in rain-fall amount, which should be surprised. It is twice amount as one in Tokyo. A climate change simulation said that energy that creates typhoon will not change, but number of typhoons will increase. It means that typhoon will be made stronger. In the near future, climate change will progress and the extreme climate phenomena will become close to the usual.

2. Mega-hazard which exists in BSLC

"Below Sea-Level City (BSLC)", we call, exists in Japan. It means widespread urbanized area under the sea level, which exist in three major metropolitan areas: Tokyo, Nagoya and Osaka. The general countermeasure is to evacuate for safe evacuation area before flooding. However, any safe area for evacuation doesn't exist in the neighborhood in BSLC because whole area is submerged. High-rise public buildings cannot accommodate all the afflicted people at all because of high population density.

The only option in BSLC is to go to the far-distant .evacuation area. For example, in case of dike break the Arakawa River, Katsushika city, which is located in BSLC of Tokyo, instructs more than 260 thousand people to evacuate a park more than 10km in direct distance away from their hometown (See Fig.1). By comparison, evacuation plan in case of an earthquake of Tokyo set an evacuation distance to be less than 3 kilometer. In case of Arakawa River flood, total evacuees will be more than one million in bordering cities. Our society must solve the very difficult evacuation problem for huge amount of evacuee in long distance.

3. How were BSLCs created?

BSLCs were created in the process of two artificial activities: industrialization and urbanization. The river plain where mega-cities are located had subsided because of groundwater overdraft as shown in fig.2. The subsidence had continued consistently from the beginning of industrialization in 1900' until early 1970's when was prohibited to groundwater drafting. On the other, urbanization was late in comparison to the subsidence. It has begun since only 50 years ago and changed from rice field to urbanized area. It is inferred that the subsidence was already recognized. However, urbanization had expanded and low-houses had accumulated in below sea-level area (see fig.3). If urban planning in those day had the concept of risk

management to flood, if urban planning would control urbanization into the areas, or if urban planning would built up the area with high-rise building, the present risk must be dramatically smaller.

4. How should we do for the problems?

We can consider that administration authority should take countermeasures; however, there are some difficulties. Solution based on hardware such as dike enlargement cannot be adopted for huge amount construction under financial difficulty. The only option is a method that local communities which potential evacuees belong to works in the launch and the administration authority support them. We can say that is a method that administration authority follows local community. Local communities understand the size of risk they have properly, and consider some countermeasure that they can do. Administration authority supports their activities as needed. In this method, the community-based activities have to sustain for the future and they have to be made effective against flood risk.

5. Challenge of Shin-Koiwa community in Katsushika city

Shin-koiwa community in Katsushika city has challenged against mega-hazard since 2005. This district has not experienced flood disaster in the past 60 years. Therefore, the residents had little interest in flood disaster.

The present activities has been promoted by three concerned parties.: The first is a community association called "CHOKAI", which is common institution in Japan, The second is NPO based on the district, and the last is experts' group which constituted with various fields: urban planning, housing policy, river management, and community-based activities (See Fig.4). Each party has different role in the earliest years. NPO and experts group play as project managers. NPO acts as a total coordinator, and experts group gives various kinds of know-how, knowledge, and technology. The community association is participants of workshops. However, the role sharing has been changing. At present, the community association had already moved to the central stage of the activities, and our roles are for supporting them.

Through several workshops and events in the period, they considered the wide range of countermeasures: correction of risk awareness, the short-term countermeasure such as evacuation plan in the community, and the long-term countermeasures such

as making vision of the community from the viewpoint of spatial planning. Not only consideration on the desk but some practices such as long-distant evacuation training has implemented. They have started to consider new methods for adaptation to make BSLC safer involving administration authority.

6. To keep sustainability of the activities

To keep sustainability is difficult, but the most important. It needs some kinds of ingenuity. The activities set up two key words: "bless and threat of the river" and "transfer to the next generation" to keep sustainability. Threat of the river has been attached too much importance through the process of urbanization. As result, our life has become unrelated to the river. According to a research of one of our members, persons having more interest in the river have more proper risk awareness with flood and more high ability to response in case of flood. We have to gain more bless of the river in our lives. The correction of the relation to the river, which means some kinds of activities to feel closer and familiar to the river, have been built into their activities (see fig.6).

On the other hand, main members are elderly and they tend to be fixed. They involved junior high school students in collaboration with school and set a chance to learn each other through the introduction of new tools: simulation system on Google Earth (See fig. 7). That was wonderful opportunity that students who can operate tools and the elderly who have high knowledge could teach each other and discuss naturally (See fig. 8).

Both activities gave us some kind s of fun. These ingenuities will drive them out of a rut and secure sustainability of the activities. **S**

(IIS)

時代変化と木造密集市街地 —東京—

加藤孝明(都市計画・地域安全システム学)

1. 古くて新しい課題: 木造密集市街地

木造密集市街地の解消は都市計画の重要課題の一つである。都市計画の教科書には、問題地域の一つとして必ず記載されている。

木造密集市街地の問題は何か? 「密集」に起因する住環境問題、そして「老朽木造」と「密集」に起因する防災問題である。

阪神淡路大震災においては、木造密集市街地に被害が集中したと指摘されている。建物の倒壊被害だけではなく、延焼火災も発生し、合計65ha程度の市街地が焼失した。

東日本大震災でも火災は、全国で345件発生し、震央から約300km以上離れた東京でも30余件を記録した。つまり、現在の市街地においても、現在のライフスタイルにおいても、地面が大きく揺れれば火災は必ず発生するのである。火災件数が消防戦力を上回れば、延焼拡大し、市街地を焼失させるのである。

2001年の国土交通省の集計によれば「地震時等において大規模な火災の可能性がある重点的に改善すべき密集市街地」は、全国で8,000ha、東京と大阪で各2,300ha存在しているといわれている。その集計から10年経とうとしているところだが、解消率は50%に届かない。木造密集市街地は、20世紀の負の遺産とも言われるが、21世紀にもなお存続しつづけている。

木造密集市街地は、脆弱市街地の典型である。ここでは、東京下町の木造密集市街地に焦点をあて、過去、現在を描き、未来を展望する。

2. 木造密集市街地の本質的問題は何か?

ある中国人留学生と准教授の会話。

中国人留学生「防災の視点から日本の市街地の問題点について勉強したい」、准教授「いいね。では、過去30年の論文、論説をレビューしよう」。こうして輪講は始まった。彼は来日間がなく、日本語の微妙なニュアンスはまだ読み取れない。しかし一生懸命に日本語を読みこなしていった。

1970年代後半の文献では、「木造密集市街地の改善は遅々としている。その理由として、所有権が輻輳しているため更新が進まない、狭小敷地のため建替えが困難、接道不良のため建替えが困難である。」地域社会については「高齢化が進展し、それへの対応が必要である」と指摘されている。それから約20年後の1995年の阪神淡路大震災以降の論文では、実は全く同じことが指摘されているのである。

そこで留学生が一言、「先生、これまで何をしていたのですか?」、鋭いつっこみである。

10年程前、中国から専門家が日本の防災対策を調査するために来日した。私はシミュレーション技術をベースとした町の危険性を評価する最先端技術の説明を行った。そこで専門家から質問、「君の説明で東京下町が危ないことが分かった。ところで君は何をしているのか?」この質問の真意はこうだ。危ないことが分かっているのであれば、すぐに手を打つべきであり、危ないことが分かっているのに何もしていないのは不思議だ。70年代の文献が指摘する問題を説明したが、なかなか分かってもらえなかったことが鮮明な記憶として残っている。

木造密集市街地は、経済成長の過程の中で投資から取り残されたところである。だからこそ、変化せず、木造は老朽化し、密集市街地のまま、未だ残っているのである (Fig.1)。

木造密集市街地を改善しようとすることは、変化する潜在力のない地域に対して変化を強いるようにしている。つまり、トレンドを逆向きにしようとしているのである。都市の変化の過程において、一般にトレンドを後押しすることは容易だが、向きを変えるのは難しい。

3. 今、木造密集市街地で何が起きているか?

木造密集市街地は物理的に脆弱なまま、改善が難しいとばかり言っていられない。今、木造密集市街地を取り巻く環境は変化している。

木造密集市街地に学生を引率した准教授と女子大生の会話。「わー、昭和の匂いがする!」観光地に来たかのようにしゃぐ女子大生に対して、准教授「君の彼がこの街の出身で『結婚したらここに住もう』と言われたどうする?」、女子学生、「絶対、無理です!」。間髪いれずに女子学生、「じゃー先生はどうなのよ」、それに対して准教授、しばし考えた後、「離婚したら住むよ」。准教授は山の手郊外一戸建てに住む二児の父である。もちろん離婚する予定はない。



Fig.1 DWBA in the Inner-cities of Tokyo

この会話の意味するところはこうだ。住宅地として若い人を惹きつけない。人恋しい中年男を惹きつけるが、子育て環境としてはあまり魅力的ではない。

木造密集市街地の存続性そのものが問われている状況なのだ。防災という災害時の問題もさることながら、もっと根本的な平常時の問題が存在しているのだ。確かに1960年代の木造密集市街地には、子どもが溢れ、防災上の問題、住環境の問題が解消すれば、活気のある良い街であった。しかし現在は、そうではない。木造密集市街地の自然災害に対する脆弱性は依然として残ったまま、地域社会の担い手であった商店主、工場経営者、住民、すべてが高齢化し、地域の活力は失われてきたのである。

4. 木造密集市街地は悪か?

木造密集市街地の自然災害に対する脆弱性は説明するまでもなく存在している。

一方で、「それでもやっぱり木密に住みたい」(学芸出版社)というタイトルの本が最近出版された。木造密集市街地は、必ずしも一般向けではないが、先の准教授も含め、一部の層にとっては「それでもやっぱり」魅力があるのだ (Fig.2)。

木造密集市街地で生活する人々の気さくな人柄、ライフスタイル、コミュニティの強さ等、ある種の居心地の良さを感じるのは確かである。都心に近く、通勤時間がかからない。伝統に裏付けられたお祭り等があり、郊外住宅地では味わえない地域文化を楽しむことができる。

5. 東京都下町のかつてのチャレンジ

東京の密集市街地は約2,300haと言われている。東京都防災都市づくり推進計画(2009)によれば、密集市街地と言われているものは、東京都心を取り巻くように分布している (Fig.3)。



Fig.2 DWBA in the Inner-cities of Tokyo

同じ木造密集市街地に分類される市街地だが、その形成史は異なる。東部は、関東大震災時当時は田畑だったところであったが、震災後の復興で、住宅を失った被災者の受け皿となったのである。基盤未整備のまま、長屋が無計画、かつ、大量に供給され、この大量の被災者を受け入れたのである。一方、西部は、戦後の経済成長に伴って東京に若年層がなだれ込んだ。昭和30年代の集団就職列車の風景が背景である。若年層の受け皿として木造賃貸住宅（木賃住宅）が大量に、やはりここでも基盤未整備のまま、無計画に供給され、現在の木造密集市街地の原型を形成した。

いずれも東京には人口を吸引する大きなポテンシャルがあったからこそ、木造密集市街地が形成されたのである。東京の木造密集市街地には生活者のエネルギーが溢れていたのである。

東京の木造密集市街地の防災問題が着目されたのは、昭和30年代終わりである。関東大震災（1923年）69年周期説がまことしやかに語られた昭和30年代終わり頃、東京の防災問題に焦点があたった。ちょうど、オリンピックを終え、次の都市計画的課題が模索されていた頃である。つまりポスト・オリンピックの都市づくりの一大テーマとして防災が取り上げられたのである。

当時、江東デルタ地区とよばれた、墨田区、江東区では、関東大震災の再来時には、市街地すべてが焼き尽くされる可能性が指摘された。それに対して、1969年「江東防災拠点再開発基本構想」が描かれた。これは、地震時に市街地はやむをえないとし、人命を守るた

めに地震火災から安全な避難空間を確保することを主眼としていた。

他方、街が焼失するというリスクに対しては、延焼遮断帯の形成により対処してきた。延焼遮断帯は、幹線道路と沿道不燃化により、地震火災が起こっても延焼遮断帯により火災を止め、地震火災による焼失被害を局所化することができるようにするためのものである。延焼遮断帯は、二つの方法で形成されてきた。東京の継続的な経済成長の過程において、幹線道の沿道は、高い容積率指定に支えられて継続的に建物の建替えが進んだ。この活力を利用し、沿道不燃化をすすめた。一方、木造密集市街地を分断する都市計画道路を建設することにより、延焼遮断帯が形成された事例も多い。その結果、完成まであと一歩という状況に至っている（Fig.4）。この時期の防災施策は、経済成長に支えられた都市が変化するエネルギーを活かして進められたと言える。

それに対して、幹線道路に囲まれた区域については、ある意味、経済成長から取り残され、大きな更新はない。前述した理由により、その歩みは遅々としたままである。しかしローカルにみれば、生活主要道路と呼ばれる災害時に基幹的な役割をする道路の確保、建替えが進み、また街の中に小さなオープンスペースが確保されつつあるが、地震時の延焼火災の危険性は未だ大きい。

6. これからの時代のチャレンジ

しかし、かつて活気のある街も今や見る影もない。超高齢、人口減少に拍車がかかっている。高齢者福祉、商工業の衰退、居住者の減少、地域の持続性そのものが問われている状況である。木造密集市街地が抱える課題の中における防災の相対的な地位は低下している。仮に街の安全が確保されても、街の持続性そのものが危ういのである。

一部地域では芸術家が住む等、新たな動き

がみられるものの、広範な密集市街地の変化の主流にはなり得ていない。今の街の課題を網羅する総合的なアプローチが不可欠である。高齢者福祉施策との連携、住宅のバリアフリー化と耐震改修、防耐火改修の組み合わせ、空店舗を活用した耐震改修の展示場開設といった試みも行われている。

まちづくりを支える担い手についても、変わりつつある。行政主導から、行政、地域住民の協働へ、さらに地元建築業者の組織、高齢者福祉団体、NPO等の多様な組織の連携が動き始めている。墨田区では、「燃えない壊れない街づくり会議」を設置し、設計、施工に関わる建築業界、市民団体、福祉関連従事者、まちづくりの専門家集団とともに議論し、新しい総合的なアプローチを検討しているところである。

近いうちに、墨田区から新しい都市防災を目指した新しい成果が目に見える形であられるに違いない。

7. 今後の展開と期待

密集市街地は古くて新しい課題であるが、その質は変化している。少なくとも防災一辺倒では限界があるのは間違いない。総合的なアプローチが時代の要請である。

今後は、ここに留まらず、さらに、木造密集市街地の現代的、近未来的な価値観に基づいた再評価が重要と考える。木造密集市街地の迷路のような狭隘道路は、少なくとも自動車社会には対応していない。しかし、自動車が入れないが故、他の街と比べ街全体の歩行者空間は実は大きい。歩行者中心のカーフリーの街ということが言えるかもしれない。さらに生活の中心が徒歩であることで「健康都市」という評価もあり得るかもしれない。細街路に玄関が面した低層住宅群は、そもそも高齢者に優しいユニバーサルな街とも言えるかもしれない。更に密集市街地を構成する木造住

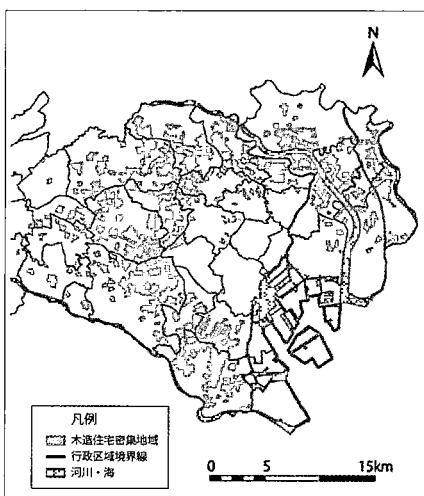


Fig.3 Spatial Distribution of DWBA in Tokyo

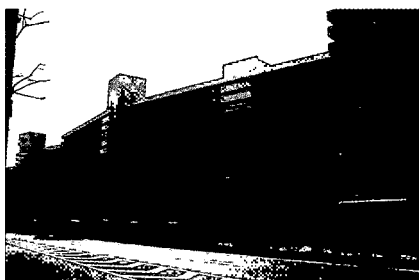


Fig.4 Evacuation Area Developed in 1970: the evacuation area is located behind the apartments which secure the safety from heat radiation of urban fire



Fig.5 An Urban Fire Compartment

Challenges of the Densely Wooden Built-Up Area in Tokyo

Takaaki Kato (Urban Planning/Social Safety System)

宅は、今後の増改築、新築での木造需要を考えると、炭素を固定する省CO2型の街と言えるかもしれない。先のカーフリーの街と合わせて地球環境配慮型の先進的な空間のあり方の一つを示しているかもしれない。

東京下町は、防災まちづくりの総合化にとどまることなく、更なる脱却を期待したい。S
(生産技術研究所)

1. A classic yet new urban problem

The problems of "densely wooden built-up area (DWBA)" are classic yet new ones in urban planning of Japan. The problems are explained necessarily in any textbooks on urban planning. The fundamental problems are as follow. The first is a living environmental problem caused by "high housing density". The other is a vulnerability to earthquake caused by "old houses" and "high density of wooden houses". 1995 Great Hanshin-Awaji earthquake disaster hit DWBA in inner city of Kobe. There occurred huge number of houses collapse and some post-earthquake urban fire spreading. 2011 Great East Japan earthquake disaster also caused totally 345 fire breakouts. The fact was confirmed that firebreaks follow an earthquake. According to a report of Ministry of land, infrastructure and transportation in 2001, there was totally 2,300 ha area of DWBAs which have potential to be burned down by a post-earthquake fire spreading. The rate of improvement cannot reach less than 50 percent nevertheless ten years passed. DWBAs was said to be a negative heritage of 20th century, however, the existence of them continues in 21st century. DWBAs are one of typical vulnerable cities. This article describes history and prospective with a focus on DWBAs in inner-city of Tokyo.

2. What are the fundamental problem of DWBAs?

The improvement of DWBAs has been fundamentally difficult because they had not been renewed even in the process of economic growth. The reasons are as follow: complication of property ownership rights, and the existence of small plots of land and narrow roads. In short, DWBAs has little potential to change by themselves, therefore the improvement of DWBA has not progressed drastically in comparison to the continuous effort. (See Fig.1)

3. What is the contemporary changing in DWBAs?

DWBAs were teeming with many children in the previous times of the great economic era in Japan. At present, children were substituted by elder people. The

problems described above remain serious; however, another problem has been creeping. It concerns sustainability. The present trend of local community aging will threaten sustainability of itself. All players such as residents, owners of retail store, and owners of small factory who leads local economy or activities has been aging and most of them have already retired. Population has decreased and local activities have been depressed. DWBA needs to invite young families to activate itself, however this situation shuts away young families.

4. Is there only something bad in DWBA?

On the other hand, there surely exists some kind of attractions. The factors on social characteristics such as frank personality and lifestyle of residents, and strong association in local community make us comfortable. Most of DWBA in Tokyo are located near downtown or CBD. It is convenient to commute. Moreover there are many events of local community based on traditional local culture, which cannot exist in new resident districts in suburban area. (See Fig.2)

5. The traditional challenge of the inner-cities of Tokyo

DWBAs in inner-cities are located in the east of Tokyo (See Fig.3). They originated with 1923 Kanto earthquake, which burned down almost urbanized area of Tokyo. They were functioned as supplying area with houses for afflicted people burned out by post-earthquake urban fire. The urbanization in those days formed the present basic structure of DWBA. Tokyo including them was burned down in WW2. However, these areas were built up as keeping the previous form because of high pressure to supply houses for afflicted people. The challenge of DWBAs started as important theme of urban planning in post-Tokyo-Olympic. Many kinds of measures to improve the vulnerability which is "high density of wooden houses" have been implemented for approximately the past forty years. In those days, houses density was much higher and wooden houses was also much more burnable than ones at present. DWBAs were exposed by higher risk of post-earthquake urban fire-spreading. The measures have focused on secure of evacuation space from urban fire. Tokyo Metropolitan government presented the vision for secure of evacuation area, and had developed as shown in fig.6. With respect to mitigate risk of urban fire-spreading, Urban Fire Compartments has been developed. They are constituted with wide roads and fire-proof building

along the road. The measures are road construction and promotion to construct fire-proof buildings. They have been implemented supported by high floor-area ratio regulation and growing economic power in Tokyo. The performance to stop urban fire has become much higher than the previous situation. As contrasted, built-up areas surrounding by the wide roads had not been improved as a whole although some improvement such as widening of streets, construction of small parks and retrofit of old houses are remarkable. They got left from economic growth with little investigation of private sector. The limitations of the methods based on the economic powers were demonstrated.

6. The future challenge of the inner-cities of Tokyo

The trend of the times has been changing. The important problems except the traditional ones would be left even if DWBA secured the safety against earthquake. There are other problems such as aging of local community and activation of local economy. The initiative of governments which promoted the various kinds of the measures has been weakened because of financial difficulty. A comprehensive approach corresponding on all kinds of problems and collaboration of various parties will essential for the near future. Sumida city in Tokyo has been challenging. It set "Machidukuri collaboration committee for resistant city against earthquake and fire-spreading", which various kinds of organizations such as organizations for health care or nursing for the elder, association of building companies for earthquake retrofit, groups of architectures, NPO and academic experts participates in. the committee practically discuss the comprehensive approach for the future. Sumida city will show us the outcome to be new model for disaster mitigation soon.

7. The further discussion

I think that DWBAs should be redefined from the viewpoint of the near future sense of values. DWBAs are not suitable for motorization; however, this situation may be redefined as car-free town. Low-rise houses facing on the street may be redefined as a regardful town for the elderly based on the concept of universal design. Furthermore, high dense wooden houses in DWBA may be suitable for carbon fixation. DWBA has potential to show an advanced model for the global environment. I hope that the concerned parties in DWBA will continue the further challenges for new directional movements. S

(IIS)

自然災害リスクと脆弱性の構造 今後の都市のリスクマネジメントの方向性

加藤孝明 (都市計画・地域安全システム学)

都市が抱える自然災害リスクの基本構造

都市が抱える自然災害リスクは、①災害の要因 (Hazard) の存在を前提とし、②人口の集積 (Accumulation)、市街地の脆弱性 (Vulnerability)、④ハザードと市街地の空間的な重なり (Location)、の4要素の掛け合わせで説明される。自然災害リスクを低減させるには、この4つの要素を制御すればよい。堤防の築造といったハザード制御、市街地の密度の制御、市街地の質の管理、市街地の空間的配置の制御である。

都市化を通して自然災害リスクはどう変化したか？ 例えば、水害については、東京、大阪、名古屋には我々が「広域ゼロメートル市街地」と呼ぶ市街地が存在する。海拔ゼロメートル地帯に広がる市街地のことである。産業の近代化を通して地盤沈下が発生した。さらにそれまでは田園地帯であった地域が市街化され、木造二階建てを主体とする低層高密度な市街地が広範囲に形成された。地盤沈下による水害ハザードの増大、人口の集積、水害に弱い低層市街地の形成、ハザードの高い地域への市街化、つまり、すべての要素の制御に失敗し、現在、高いリスクを抱えることになったのである。さらに今後の気候変動をふまえると、潜在的なハザードは増大することが予想される。郊外においては、支流・本流の合流点等、周辺の氾濫原と比べてハザードの高い地域に市街地がスプロールしている事例が散見される。市街地の空間的配置の失敗である。地震災害については、大都市の密集市街地をあげられる。急速な経済成長に伴う大都市へ集中する人口の受け皿として、基盤整備を行わないまま木造建物による高密度な市街地が形成され、その結果、20世紀の負の遺産とも言われる地震時の大規模火災の危険性の高い、かつ、自然更新されにくい市街地を抱えるに至った。歴史に「たられば」はないが、4つの要素、特にハザードを除く3つの要素に配慮して都市化の時代を経ることができれば、現在ほどのリスクを抱えなくて済んだに違いない。

日本の場合、都市化を通して都市が抱える自然災害リスクは高まってきた。都市化の時代を含め、都市が変化する時代には自然災害リスクをコントロールするという発想が極めて重要であり、そのための技術的道具である都市計画技術、社会基盤技術、建築技術の担うべき役割は大きい。

都市の脆弱性

前述の4つの要素のうち、人口の集積は都市化の必然である。ハザードと都市域の重なりは、

都市域にダイナミズム、即ち都市域の拡大、或いは、縮小する趨勢が無ければ、そもそも制御は困難である。そう考えると、脆弱性、すなわち、市街地の質の管理が最も重要となる。ここでは、市街地の災害に対する脆弱性について考えてみたい。

市街地の脆弱性は、災害という自然の外力に対する壊れやすさ (fragility) と、壊れた後の対応力・回復力 (resilience) のバランスで決定されると考えられる。脆弱性の解消策としてハード対策、ソフト対策と分けて説明されることが多い。市街地の構成要素である物理的ストック、地域社会やそこで営まれる人々のライフスタイルを含む社会的なしくみと換言される。物理的なストックは、近代化を通して、集積、高度化した。技術の向上により、対策が施され、壊れやすさは低下し、平時の信頼性は向上した。しかし一方で、システムが大規模化、複雑化することにより、想定以上の外力が加わった場合の回復には時間を要する。一方、地域社会、そこで営まれる人々の暮らしについては、都市化の過程で新たに形成された物理的ストックの存在を前提として変化し、物理的ストックへの依存度を高めつつ、個人レベルの住まい方、ライフスタイル、さらに地域の慣習等地域社会そのものが変化した。以前の地縁型の地域コミュニティは力を失い、地域社会は変質し、個人の生活においては、代替手段を持たないまま、電気、ガス、情報インフラに依存したライフスタイルが定着した。さらに、ハザードコントロールや物理的ストックの耐災性の向上により、災害の頻度が低下するに従い、防災意識は希薄化した。さらに最近では、地域社会の高齢化により、被害を受けやすい層の増大と対応力と回復力の担い手そのもののマンパワーの不足が顕在化している。

例えば、地方都市の中心市街地のように歴史のある市街地をみると、木造建物が密集しており、ストックは壊れやすく、抱える自然災害リスクは高い。しかし、現在に至る数百年の歴史を刻んできたのである。災害に遭わなかったのではな

く、幾多の災害を乗り越えて、他と比べ非常に強い地域社の対応力と回復力により、維持されてきたのである。つまり、壊れやすさを対応力・回復力の高さで補ってきたのである。しかし、近年、空洞化に伴う、若年層の流出による超高齢化により、対応力・回復力は著しく低減している。もはや壊れやすさとのバランスが崩れ、街の脆弱性は著しく高まっている。「地域防災力」の向上が防災対策の主要な柱の一つとして位置づけられているところだが、市街地の脆弱性を改善するためには、壊れやすさと対応力・回復力のバランスを見据えた対応が不可欠である。

これからの時代の自然災害リスク管理の方向性

現在日本の置かれた状況はいろいろな意味で時代の変局点にあると言える。さらに進む高齢化、世帯減少による市街地の縮減等、これまでの時代が経験していない状況に入りつつある。右肩上がり前提とした社会的なしくみはもはや制度疲労を起こしている。新たな時代に対応した、かつ、自然災害リスクの構造に即した施策体系への再構築が必要である。さらに、気候変動によるハザードの増大に対して長期的視点にたった対応が不可欠である。その前提として、都市が抱えるリスクの構造を理解した上で、脆弱性、即ち、壊れやすさと回復力・対応力のモニタリングを行い、その結果を社会的に広く共有し、さらに都市、環境、社会へ何らかのアクションを行う際、都市が抱える自然災害リスクにどのようなインパクトを与えるか、把握することが不可欠である。

世界に目を転ずれば、都市化のフェーズにある国は多い。こうした国々と日本の都市化の過程での経験と教訓を共有することが大切である。日本はこれらの国に先んじて逆都市化のフェーズへと突入しようとしている。日本の今後のあり方は、いわば先行試験であり、日本を舞台に次の時代に備えた議論を国際的にすすめていく必要がある。 [S]

(生産技術研究所・都市工学)

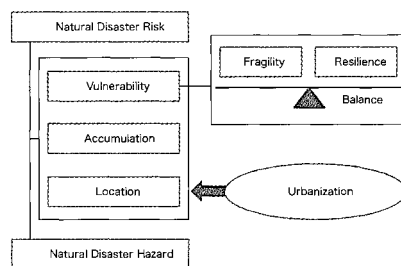


Fig. 1 Structure of Natural Disaster Risk

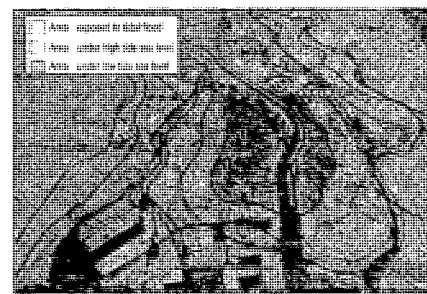


Fig. 2 Below-Sea-Level City in Tokyo created by coincidental progression of ground subsidence and urbanization.

Structure of Natural Disaster Risk and Vulnerability

How should Urban Risk Management be?

Takaaki Kato (Urban Planning and Engineering for Social Safe System)

Fundamental structure of natural disaster risk

Natural disaster risk is constituted of the following four factors: 1) the existence of a hazard 2) accumulation of urban stock and population, 3) vulnerability of the built-up area, and 4) spatial overlapping of hazard and built-up area. These are variables that need to be controlled to reduce risk. Hazard control such as embankments, urban planning for density control and quality, and location control of urbanization are examples.

How has natural disaster risk changed?

There are what we call “below sea level cities”, within megacities such as Tokyo, Osaka, and Nagoya in Japan. They mean densely built-up regions which expand at lower than sea level. Subsidence had happened due to the industrial modernization in these regions. In the same period, urbanization had changed them from rural zones to built-up areas of wooden low-rise buildings. We can say that there was a failure to control any of the factors mentioned above: there was an increase of flood hazard due to subsidence, an accumulation of urban stock and population, formation of vulnerable built-up areas, and urbanization into highly hazardous areas. Moreover, climate change in the near future will aggravate the flood disaster risk of cities. Also, the suburbs have districts vulnerable to flooding as they have sprawled into more hazardous areas in flood plains such as the confluence of rivers. This represents a failure to control the location of urbanization.

With respect to earthquake disasters, we have wooden and crowded built-up districts in megacities.

Rapid urbanization without planning took place due to the movement of rural migrants to cities in the period of rapid economic growth. It has resulted in the formation of districts vulnerable to and un-renewable after post-earthquake urban fires, and has been called “the negative heritage of the 20th century”. There is no “if” in history, but if we had experienced the urbanization period whilst considering the four factors, we would not have had so high a risk as we have at present.

In the case of Japan, natural disaster risk has increased through urbanization. The concept of risk control is very important in periods where the form of a city is changing including periods of urbanization. The role of city planning, architecture, and civil engineering in this risk

control is very significant.

Vulnerability in a city

Accumulation of urban stock and population is unavoidable in urbanization. Spatial overlapping of hazard and built-up areas is controllable only when there is dynamism in an urban area, i.e. expansion or shrinkage. Control of vulnerability, i.e. quality of a city, is the most important of these three factors in the sense that it is always controllable. In this section, we discuss urban vulnerability to disaster.

We can state that urban vulnerability is constituted through fragility with respect to an external force of nature and post-disaster urban resilience. It is generally said that there are two kinds of countermeasures to reduce vulnerability: one for hardware and one for software. In other words, they can be defined as physical urban stock and social institutions including individual lifestyle and the customs of local communities.

Modernization has increased the performance of physical urban stock and has reduced fragility. Systems which constitute the modern urban stock have reached a large-scale and have become sophisticated. Amenity and reliability has increased in most cases. However, much time has come to be necessary for post-disaster recovery, whilst the structure of local community and the lifestyle of people has become more dependent on renewed and upgraded physical urban stock. Especially, in mega-cities, traditional local communities based on territorial connection have been disrupted. An individual life has changed from a stand-alone system based on low technology to a style supported by huge systems such as electronic power, gas supply, and information communication without alternate means. The success of hazard control and reinforcement against disasters reduced frequency of disasters, and the risk perception of people has been depressed. Moreover, in recent times, aging of local communities has increased the vulnerable segment of communities and made inherent resilience weaker.

Districts in inner city areas with wooden and crowded districts are good examples. These districts are vulnerable to natural disasters because of the high fragility of the physical urban stock. However, they have sustained a long history up to the present. This is not because they have

never experienced any disasters, but because they had higher resilience than other areas. High resilience covered high fragility through a long history. However, the present super-aging community has reduced resilience severely and has been destroying this balance completely. Vulnerability is at the highest level in these districts at present. It is said that “Local community power against disasters” is one of the most important disaster prevention countermeasures; however, we need to pay attention to the balance between fragility and resilience in order to reduce vulnerability.

Perspective of natural disaster risk management in the forthcoming period

We can say that Japan stands at an inflection point in its history at present and is heading into uncharted territory such as with respect to further aging in the future, population decrease and the shrinking of built-up areas. The present social institutions built on the assumption of an ever-growing economy will not come to work more effectively. We must reconstruct them fundamentally with consideration of the structure of disaster risk. Moreover, we must prepare for increased hazard from climate change from a long-term viewpoint. On this premise, we need to understand the structure of urban disaster risk and monitor vulnerability i.e. the balance between fragility and resilience. It is necessary to share the results of this monitoring throughout society and to assess the impacts on urban disaster risk of actions taken for cities, the environment and society.

In an international context, there are many countries in an urbanization phase in Asia. The lessons from Japan’s period of urbanization should be shared with these countries. At present, Japan is going to the next period of reverse-urbanization as a top runner. Near future adaptation in Japan will serve as a trial study for other countries. Therefore there should be international discussion on preparedness for the future in Japan as a common concern. **S**
(Institute of Industrial Science, Urban Engineering)



ICUS

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science The University of Tokyo

ICUS（都市基盤安全工学国際研究センター） 第22回オープンレクチャーのご案内 「復興を俯瞰して考える」

日本社会は、この一年間、未曾有の超広域・壊滅的巨大大害からの復興という未経験の課題に奮闘している。未だ、取り組むべき様々な課題が山積している。被災地での寄り添った復興支援とともに、被災地域全体を俯瞰した議論も重要である。本オープンレクチャーでは、被災地の現状をふまえた上で、被災地全体を俯瞰し復興のあり方について改めて考える。

- 日 時： 平成24年 4月16日（月）13:30～17:30（13:00開場）
- 場 所： 東京大学・駒場リサーチキャンパス（東京大学生産技術研究所）
An棟2F コンベンションホール
(地図：http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp/wwwj/announcements/ol_map.pdf)
- 主 催： 東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター
- 入場無料，要申込み【定員：200名】 ※終了後（17:30～）意見交換会（¥1,000）を開催

プログラム

【第一部】13:30-16:00

- 主旨説明：加藤孝明（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授）
「復興を俯瞰して考えることの意義」
- 基調講演1：室崎益輝（関西学院大学教授，日本災害復興学会会長）
「あるべき復興と減災の哲学」
- 基調講演2：鈴木浩（福島大名誉教授，福島県復興ビジョン策定委員会委員長）
「福島復興の課題と展望」
- 基調講演3：中林一樹（明治大学特任教授）
「二元復興論（仮題）」
- 基調講演4：川上征雄（国土交通省大臣官房審議官（国土政策局））
「復興・減災と国土政策」

【第二部】16:15-17:30

- パネルディスカッション：
室崎益輝＋鈴木浩＋中林一樹＋川上征雄（コーディネーター：加藤孝明）
- 閉会挨拶：目黒公郎（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター長 教授）

■申込み

e-mail: icus@iis.u-tokyo.ac.jp FAX: 03-5452-6476

■問合わせ：担当 吉本英子

e-mail: yosimoto@iis.u-tokyo.ac.jp TEL: 03-5452-6472

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター

基調講演者プロフィール

	<p>■室崎益輝 関西学院大学復興制度研究所所長・総合政策学部教授。神戸大学教授，総務省消防科学研究所所長，同消防科学研究センター長を経て2008年4月より現職。神戸大学名誉教授。災害復興学会会長。専門は，都市防災，建築防火，中央防災会議専門委員等を務める。1993年日本火災学会賞，1998年日本建築学会賞(論文)，2007年都市住宅学会賞(論文)</p>
	<p>■鈴木浩 福島大学名誉教授。東北大学大学院工学研究科博士課程（建築学専攻）修了後、東北大学工学部助手、国立小山工業高等専門学校 助教授、文部省在外研究員（ロンドン大学）などを経て、1990年 福島大学行政社会学部 教授、2006年 福島大学共生システム理工学類 教授、2010年に定年退職。専門は，地域計画、地域居住政策。福島県復興ビジョン検討委員会座長。福島県総合計画審議会会長、福島県商業まちづくり審議会会長などを務める。</p>
	<p>■中林一樹（なかばやし 一樹） 明治大学大学院政治経済学研究科特任教授。首都大学東京教授を経て2011年4月より現職。首都大学東京名誉教授。専門分野は，都市防災，自然災害科学，都市計画・建築計画。中央防災会議「首都直下地震避難対策等専門調査会」座長、同専門委員，東京都防災会議地震部会委員なども務める。災害復興学会副会長。南三陸復興計画策定委員会委員。</p>
	<p>■川上征雄（かわかみ ゆきお） 国土交通省大臣官房審議官。北海道大学大学院環境科学研究科修了。国土庁入庁。1994年東京都企画審議室計画担当課長。1996年国土庁大臣秘書官。2001年国土交通省国土計画局計画官。2004年国土交通省大臣官房参事官、内閣府政策統括官付参事官(社会基盤担当)、2008年国土交通省国土計画局総合計画課長等を経て2011年より現職。博士(工学)。</p>
	<p>■加藤孝明（かとう たかあき） 東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター・准教授。東京大学工学部都市工学科卒業，東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻助手・助教を経て2010年4月より現職。専門は，都市計画，都市防災，地域安全システム学。市街地の防災性評価技術の開発，防災まちづくりの実践，復興準備，四川地震での復興計画支援等の研究を行う。東京都防災会議地震部会委員も務める。評価技術に関して2001年日本建築学会奨励賞，2007年地域安全学会論文賞，理論と実践に関して2009年日本都市計画家協会楠本洋二賞優秀賞。</p>



ICUS

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science The University of Tokyo



jsurp 日本都市計画家協会

【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム第1回 (第23回 ICUS オープンレクチャ) 「被災地からみた復興の現状」

「右肩下がり」の時代における超広域巨大災害からの復興・再生は、世界で初めての経験である。被災地では、復興を支える社会のしくみが依然として混沌とする中、復興へ向けての模索が続けられている。被災地の再生、復興をすすめていくためには、社会に存在する様々な経験、知を共有し、そこでの議論を通して得た知見を復興の現場へフィードバックしていくことが大切な第一歩と考える。

被災から二年目を迎え、一年目の「手探りの復興」から「丁寧な復興」へ向けて舵を切るときである。この一年間、行政、地域住民、専門家は、それぞれの立場で様々な経験を重ねながら、復興まちづくりに向けた努力を進めてきた。第1回は、復興まちづくりの現場からの報告をもとに、復興の現状とこれまでの復興の現場での経験を共有し、二年目のプランニングの課題について議論を深めることを目的として開催する。

※【経験の共有】震災復興・連続シンポジウムは、東京大学生産技術研究所 ICUS と日本都市計画家協会の共同主催で開催します。

《開催概要》

- 日 時：平成24年5月20日（日） 13:00～17:30 （12:30 開場）
- 会 場：東京大学・駒場リサーチキャンパス（東京大学生産技術研究所）
An棟 コンベンションホール
（地図：<http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/access/access.html>）
- 主 催：東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
特定非営利活動法人 日本都市計画家協会
- 入場無料、要申し込み ※終了後（17:30～）懇親会（会費制 2000 円）を開催

《プログラム》

1. 開会挨拶 目黒公郎（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター長・教授）
2. 趣旨説明 加藤孝明（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授）
3. 被災地の復興の現状 ※講演者等は予定。変更可能性有り
岩手県大槌町 臂 徹（一社 おらが大槌夢広場）
岩手県大船渡市 佐藤隆雄（独 防災科学技術研究所）
宮城県女川町 久坂斗了（UR 都市機構 震災復興支援室宮城震災復興支援事務所）
福島県新地町 井上忠佳（NPO 日本都市計画家協会）
岩手・宮城県の漁村 高鍋剛（(株) 都市環境研究所）
4. パネルディスカッション・意見交換
コーディネーター 加藤孝明
パネリスト 臂、佐藤、久坂、井上、高鍋、渡会清治（NPO 日本都市計画家協会副会長）
5. 閉会挨拶 小林英嗣（NPO 日本都市計画家協会会長）

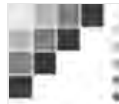
《問合わせ・申し込み》

申込み・問い合わせ：吉本英子（東大生研 ICUS） E-mail: yosimoto@iis.u-tokyo.ac.jp
TEL：03-5452-6472, FAX: 03-5452-6476



jsurp 日本都市計画家協会

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター



jsurp 日本都市計画家協会

112名の参加

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター

【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム第2回

「復興の全体像を考える」

「右肩下がりの時代における超広域巨大災害」からの復興・再生は、世界で初めての経験である。被災地では、復興を支える社会のしくみが依然として混沌とする中、復興へ向けての模索が続けられている。被災地の再生、復興をすすめていくためには、社会に存在する様々な経験、知を共有し、そこでの議論を通して得た知見を復興の現場へフィードバックしていくことが大切と考える。

第2回シンポジウムでは、第1回における個々の現場での課題の議論をふまえて、被災から1年余を経ているにもかかわらず殆ど語られていない「復興の全体像」について、かつての国土計画・広域圏計画等の経験、阪神淡路大震災からの復興の経験を持つ先行世代の経験を後続世代に伝え、共有することを目的として開催する。

※【経験の共有】震災復興・連続シンポジウムは、日本都市計画家協会と東京大学生産技術研究所 ICUS との共同主催で開催します。

《開催概要》

- 日 時：平成24年6月16日（土） 15:30～17:30 （15:00 開場）
- 会 場：建築家会館大ホール（東京都渋谷区神宮前 2-3-1）
アクセス：http://www.kenchikuka-kaikan.jp/index_map.html
- 主 催：特定非営利活動法人 日本都市計画家協会
東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
- 入場無料、要申し込み ※終了後（17:30～）懇親会（会費制）を開催

《プログラム》

1. 開会挨拶 小林英嗣（NPO 日本都市計画家協会会長）
2. 趣旨説明 渡會清治（NPO 日本都市計画家協会副会長）
3. 基調講演：大村虔一：アーバンデザイナー、元東北大学教授
4. パネルディスカッション
大村虔一：アーバンデザイナー、元東北大学教授
土井幸平：都市計画家、元大阪市立大学教授
小林郁雄：日本都市計画家協会理事・関西支部長、神戸山手大学教授
加藤孝明：日本都市計画家協会理事、東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター准教授
コーディネーター 姥浦道生：東北大学大学院准教授
5. 閉会挨拶 石川岳男（NPO 日本都市計画家協会副会長）

《問合わせ・申し込み》

申込み・問い合わせ：（NPO）日本都市計画家協会 事務局 E-mail: info@jsurp.net



ICUS

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science The University of Tokyo



jsurp 日本都市計画家協会

■パネリストプロフィール

◆大村虔一（おおむらけんいち）

アーバンデザイナー、NPO 都市デザインワークス顧問、NPO とうほく PPP・PFI 協会会長、元東北大学教授、元宮城大学副学長、前宮城県教育委員会委員長、前宮城県都市計画審議会会長

1938 年生まれ。東京大学大学院建築学専攻終了。（株）都市計画設計研究所を南條道昌氏、土井幸平氏とともに 1967 年に設立。1996 年東北大学教授に就任。

宮城県復興まちづくり検討会委員、名取市新たな未来会議会長、亘理町震災復興会議会長として東日本大震災復興まちづくりに尽力

◆土井幸平（どいこうへい）

都市計画家、元大阪市立大学教授、元大東文化大学環境創造学部長
東京都豊島区都市計画審議会会長

1939 年生まれ。東京大学大学院建築学専攻終了。（株）都市計画設計研究所を南條道昌氏、大村虔一氏とともに 1967 年に設立。1993 年、大阪市立大学工学部教授、大阪府等の都市計画審議会委員などを歴任。阪神・淡路大震災の際、兵庫県復興 10 年委員会委員として復興まちづくりに尽力。

◆小林郁雄（こばやしいくお）

神戸山手大学教授、まちづくり株式会社コー・プラン アドバイザ、阪神大震災復興市民まちづくり支援ネットワーク世話人

1944 年生まれ。神戸大学卒、大阪市大大学院了。（株）都市・計画・設計研究所を経て、まちづくり株式会社コー・プランを設立、代表取締役を経て現職。阪神・淡路大震災の際、民間プランナーを中心とした「阪神大震災復興市民まちづくり支援ネットワーク」を立ち上げ、復興まちづくりの支援活動に尽力。

NPO 日本都市計画家協会理事・関西支部長

◆加藤孝明（かとう たかあき）

東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター准教授

1967 年生まれ。東京大学工学部都市工学科卒業、東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻助手・助教を経て 2010 年 4 月より現職。東京都防災会議地震部会委員他、専門は、都市計画、都市防災、地域安全システム学等。復興準備（復興イメトレ）、四川地震での復興計画支援等の研究を行う。NPO 日本都市計画家協会理事、災害復興まちづくり特別委員会委員長。

◆姥浦道生（うばうらみちお）

東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻准教授

専門は都市計画・建築計画

1973 年生まれ、東京大学法学部第一類を経て東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻博士課程満期退学。豊橋技術科学大学、大阪市立大学助手を経て 2008 年より現職。

塩釜市震災復興会議委員、名取市新たな未来会議委員、宮古市国交省調査監理委員等



ICUS

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science The University of Tokyo



jsurp 日本都市計画家協会

【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム第3回 (第24回 ICUS オープンレクチャー) 「福島の実況：復興課題を共有する」

原発災害からの復興は初めての経験である。被災地では、様々な悩み、思いが交錯する中、結果として復興の議論がローカルなものになっているように見受けられる。この未経験の課題に対し適切な解決策を得るためには、社会の英知を集めて取り組む必要がある。そのためには、関心と支援のすそ野を拡げ、支援のネットワークを形成していく必要がある。

第3回は、福島の現状を理解し、復興課題を共有することを目的とし開催し、福島支援を志向する専門家のネットワークの形成を図るきっかけとしたい。

※【経験の共有】震災復興・連続シンポジウムは、東京大学生産技術研究所 ICUS と日本都市計画家協会の共同主催で開催します。

《開催概要》

- 日 時：平成24年7月28日（土） 13:30～17:30 （13:00 開場）
- 会 場：東京大学・駒場リサーチキャンパス（東京大学生産技術研究所）
An棟 コンベンションホール
（地図：<http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/access/access.html>）
- 主 催：東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
特定非営利活動法人 日本都市計画家協会
- 入場無料、要申し込み ※終了後（17:30～）意見交換会（会費制）を開催

《プログラム》

1. 開会挨拶 目黒公郎（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 長 教授）
2. 趣旨説明 加藤孝明（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授）
3. 福島県の復興の現状（国、県の取り組み、双葉8町村の現状）
安齋睦男（福島県企画調整部避難地域復興局次長）
4. 浪江町の現状
玉川啓（浪江町復興推進課 主幹）
5. 被災地の暮らしの現状
高村美春（南相馬市民）
7. NPO の役割と今後（仮）
星野珙二（福島大学名誉教授、ふくしま NPO ネットワークセンター 理事長）
6. 福島の復興課題と今後
鈴木浩（福島大学名誉教授、福島県復興ビジョン策定委員会委員長）
8. パネルディスカッション・意見交換
コーディネーター：加藤孝明（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授）
9. 閉会挨拶 渡会清治（NPO 日本都市計画家協会副会長）

※講演者等は予定。已む無く変更の場合はご了承ください

《問合わせ・申し込み》

申込み・問い合わせ：吉本英子（東大生研 ICUS） E-mail: yosimoto@iis.u-tokyo.ac.jp
TEL：03-5452-6472, FAX: 03-5452-6476



jsurp 日本都市計画家協会

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター

【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム第4回

「神戸から東北、そして東南海に備える」

我が国は各種の巨大災害に見舞われる国であるが、近年では、阪神淡路大震災、中越沖地震、東日本大震災を経験してきた。そして今、首都直下地震、南海トラフ巨大地震の発生が予測される状況である。

災害にはそれぞれ特性があり、各災害復興の経験が直ちに今後発生する巨大災害の復興に適用できるわけではないが、復興にかかるこれまでの我が国の経験のストックを振り返り、今後発生する巨大災害で想定される被害、今後予測される社会トレンド、現状の政治経済状況等を勘案し、今、東南海地域が備えておくべきこととして、プランナーの役割及びそれを支える社会的仕組みは何かを討議する。

※【経験の共有】震災復興・連続シンポジウムは、日本都市計画家協会と東京大学生産技術研究所 ICUS との共同主催で開催します。

《開催概要》

- 日 時：平成24年9月29日（土） 15:45～17:55
- 会 場：デザイン・クリエイティブセンター神戸
（JSURP 主催「全国まちづくり会議 2012 in KOBE」開催会場内）
- 主 催：特定非営利活動法人 日本都市計画家協会
東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
- 入場無料

《プログラム》

1. 趣旨説明：加藤孝明（東京大学准教授）
2. 基調講演「神戸から中越、そして東北へ～我々は何を学んだか」
鳴海邦碩（大阪大学名誉教授）
3. 「東北、陸前高田での経験から学ぶ」 中井検裕（東京工業大学教授）
4. パネルディスカッション
コーディネーター：加藤孝明
パネリスト：越山健治（関西大学）、佐々木晶二（内閣府）、中井検裕、鳴海邦碩
5. まとめ：加藤孝明（5分）

《問合わせ・申し込み》

申込み・問い合わせ：（NPO）日本都市計画家協会 事務局 E-mail: info@jsurp.net



ICUS

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science The University of Tokyo



jsurp 日本都市計画家協会

【経験の共有】震災復興・連続シンポジウム第5回 (第25回 ICUS オープンレクチャー) 「南三陸町の現状と課題：市民目線から」

被災集落では、順次、防災集団移転事業等の事業決定が進み、復興・再生にむけて次のフェーズに入りつつある。復興計画策定以降、粛々と行政手続きが進む中、市民レベルでは今後の地域づくりの担い手が現れ、復興まちづくりに向けた多様な取り組みが現れている。その動きは、次の時代の地域づくりの先行モデルにつながるであろう。

第5回【経験の共有】震災復興・連続シンポジウムは、市民に焦点をあてる。宮城県南三陸町から4名の方を招き、市民目線から南三陸町の復興の現状と課題について情報提供をいただき、現状を共有した上で、今後の復興まちづくりの方向性について議論を深める。各地で進められている市民レベルの復興まちづくりにむけた議論、その中での悩み、新たな試みを被災地全体で共有することによって、新たな工夫を生み出す契機となることを期待する。

専門家のみならず、一般市民の参画を期待します。

※【経験の共有】震災復興・連続シンポジウムは、東京大学生産技術研究所 ICUS と日本都市計画家協会の共同主催で開催します。

《開催概要》

- 日 時：平成25年3月24日（日） 10:00～13:00 （9:30 開場）
- 会 場：東京大学・駒場リサーチキャンパス（東京大学生産技術研究所）
An棟 301/302 大会議室
(地図：<http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/access/access.html>)
- 主 催：東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
特定非営利活動法人 日本都市計画家協会
- 入場無料、要申し込み

《プログラム》

1. 趣旨説明 加藤孝明（東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授）
2. パネルディスカッション・意見交換
コーディネーター：渡辺喜代美（広域ゼロメートル市街地研究会、ア！安全快適街づくり）
コーディネーター：高鍋剛（NPO 都市計画家協会理事）
小野寺寛：南三陸町 すばらしい歌津をつくる協議会 会長
後藤一磨：南三陸町 宮城大学「地域連携センター」復興まちづくり推進員
佐藤徳郎：南三陸町 仮設中瀬町自治会長・集落全員同行避難仮設入居実践の区長
内海明美：南三陸町 仮設田尻畑自治会長・「ガレキの中にできたカフェ」の担い手
※冒頭に南三陸町の復興の現状についての説明あり。
3. 閉会挨拶 渡会清治（NPO 日本都市計画家協会副会長）

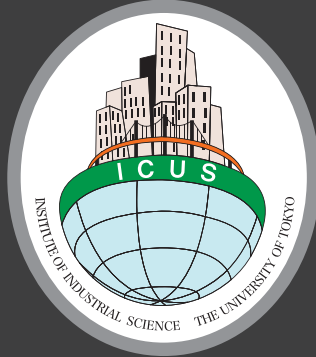
《問合わせ・申し込み》

申込み・問い合わせ：吉本英子（東大生研 ICUS） E-mail: yosimoto@iis.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5452-6472, FAX: 03-5452-6476



jsurp 日本都市計画家協会

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター



International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

4-6-1 Komaba, Meguro-ku,

Tokyo 153-8505, Japan

Tel: +81-3-5452-6472

Fax: +81-3-5452-6476

<http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp>

E-mail: icus@iis.u-tokyo.ac.jp

ISBN 4-903661-66-0

