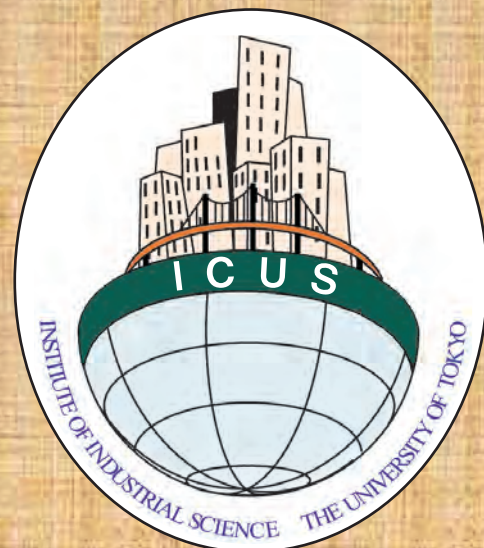




東京大学生産技術研究所

都市基盤安全工学国際研究センター

第14回 ICUSオープンレクチャ
地球温暖化は都市にどのような影響を及ぼすか？
2008年5月9日（金）

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

第 14 回 ICUS オープンレクチャ

地球温暖化は都市にどのような影響を及ぼすか？

2008 年 5 月 9 日（金）

三村 信男，花木 啓祐，沢田 治雄，安岡 善文

ICUS Report No. 32

2009 年 1 月

都市基盤安全工学国際研究センター

What impact does global warming have on the city?

9 May, 2008

By

Nobuo Mimura, Keisuke Hanaki, Haruo Sawada, Yoshifumi Yasuoka

ICUS Repot No. 32, January 2009

第 14 回 ICUS オープンレクチャ

目次

1. 開会の挨拶（目黒 公郎）	1
2. 趣旨説明（安岡 善文）	3
3. 「地球温暖化の影響とその適応策」（三村 信男）	5
3.1 紹介と概要	6
3.2 IPCC 第四次報告書の内容ーアジア・太平洋地域への影響と適応策ー	7
3.3 国際的動きとわが国の対応	32
3.4 まとめと課題	35
4. 「温室効果ガス削減のための都市対策」（花木 啓祐）	39
4.1 紹介と概要	39
4.2 CO ₂ の排出削減の目指すもの	41
4.3 2050 日本低炭素社会プロジェクトの考え方	44
4.4 脱温暖化社会に求められるものは何か？	47
4.5 2つの社会像、理想像、問題点	48
4.6 低炭素社会の実現と道筋	56
4.7 低炭素都市への戦略と視点	59
4.8 都市計画面の低炭素社会化	70
5. 「地球温暖化の森林への影響とその対策」（沢田 治雄）	73
5.1 紹介と概要	74
5.2 世界の森林	75
5.3 衛星による地球環境の観測	79
5.4 温暖化と森林の係に係わる研究	81
5.5 京都議定書における森林分野の対応	90
5.6 京都議定書に対応する日本の森林に炭素固定量算出法	93
5.7 ポスト京都議定書：森林減少と劣化への対策	98
5.8 まとめ	105
6. まとめと閉会の挨拶（安岡 善文）	107

付録：プログラム

1. 開会の挨拶

目黒公郎（ICUS センター長）

（安岡） 第14回のICUSオープンレクチャーを始めさせていただきます。私は司会を務めます、安岡と申します。私は国立環境研究所で理事をやっています。この司会をなぜやるかという、この3月まで私も生産技術研究所におりまして、このICUSに勤めておりました。ちょうど今から1月半ほど前にこの部屋で最終講義をやらせていただいたわけですが、その流れで、今日このICUS第14回オープンレクチャーの司会を仰せつかりました。

まず、プログラムに従いまして、都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）のセンター長の目黒からご挨拶をさせていただきます。

（目黒） 皆さん、こんにちは。ただ今ご紹介いただきましたICUSのセンター長を仰せ付かっております目黒と申します。今日はお忙しい中、第14回オープンレクチャーにご参加いただきまして誠にありがとうございます。

見渡しますと、いつもこの会に来てくださる方々に加えて、今日は、今回初めて参加していただいている方もいらっしゃるようですので、私どものセンターがどんなことを行っているかをごく簡単に紹介させていただきたいと思います。

私どものセンターは2001年に設立されました。研究分野としては、「サステナブル・エンジニアリング」、「都市防災・安全工学」、「都市基盤情報ダイナミクス」の3つの分野を持っています。最初のサステナブル・エンジニアリング部門は、社会インフラ、あるいは地盤といったものの特性のモニタリング・劣化・非破壊検査等を行う研究分野です。二つ目の都市防災・安全工学は、例えば地震防災、あるいは水災害などに対する対策が主たる研究テーマになっています。最後の都市基盤情報ダイナミクスは、宇宙から、鳥の目から、さらにはずっと近づいていって虫や蟻の目から、いろいろな視点やスケールで都市あるいは都市基盤を見て、そこからいろいろな情報をくみとって、他の二つの分野が行う研究活動を支援する研究を行っています。

この三つはそれぞれ広い研究分野ですから、相互の情報交換が必要です。私たちとしては、今回皆さんに集まっていただきました公開講演会をその一つの機会として位置付けており、非常に大切な活動と考えています。さまざまな分野が融合して新しい研究分野を作ったり、新しい研究成果をあげようとしているので、異なった各分野の知見を持っている

方々に集まっていただき、活発な情報交換ができればと考えています。さらには、最終的にわれわれが目指すものは都市の安全ですから、市民の方々にも現状の課題や解決策等について分かっていただかなくてはなりません。ですから、専門家と一般市民の方々とをうまく結ぶ場、情報交換の場になってほしいという願いもあります。特に安全、防災といった分野の情報に関しては、必ずしも正しい情報だけが社会に伝わっているわけではないので、こういう機会に、専門家の話す正確な情報に接し、またご質問等をして理解を深めていただきたいと願っております。

簡単ですが、私の挨拶とさせていただきます。今日はどうもありがとうございます。

2. 主旨説明

安岡善文（国立環境研究所理事）

（安岡） 主旨説明をごく簡単にさせていただきます。

私は1月半ほど前に最終講義をやりました。そのときの講義では、宇宙から地球を観測し、さらに現象をモデル化して、将来どうなるかを予測する、というような研究内容について紹介させていただきました。例えば温暖化現象は進み始めていますし、今、対策を取らないと、大変なことが起きるだろうと感じられます。ただ、これがどのように変わっていくか、それに対してどういう対策を取ったらいいかというところまで踏み込めませんでした。今日のレクチャーはそこからつながっていき、地球は現在までどうなってきたかということから一歩踏み込んで、将来どうなり、将来の悪い影響を防ぐためにどうしたらいいか、を考えたいと思います。その主旨から、「地球温暖化は都市にどのような影響を及ぼすか？」というタイトルのセミナーにさせていただいたわけです。

2007年には、温暖化というキーワードでいいますと非常に大きなことがありました。ゴア元アメリカ副大統領と IPCC のパチャウリ博士のお二人がノーベル賞を受賞されました。その IPCC の第4次レポートが出まして、ここでは、温暖化が人間の活動による影響である可能性が非常に高いということが、確率的にはありますけれども示されたわけです。IPCCには三つのワーキンググループがありますけれども、主として第1ワーキンググループの活動として、人間影響によるものが強いということが言われたわけです。IPCCでは第2ワーキンググループで、その影響は一体どうなるのか、それに対してどう適応するのかということ、そして第3ワーキンググループでは、緩和策としてどういうことを取らなければならないかということ、についての評価も行われています。

今日のお話は三先生にさせていただきますが、どうなっていくか、その影響はどんなのか、それに対して対策はどうしたらいいか、というあたりの話をさせていただくことになっています。

本日は、まず、温暖化の影響が一体どうなるのか、そのための適応策はどんなものがあるかということをお話を三村先生にまずお話しさせていただきます。

三村先生は東京大学のご卒業で、現在は茨城大学の地球変動適応科学研究機関の機関長

をされています。さらに学長特別補佐もされておりますし、東京大学が中心になって作っておりますサステナビリティ学連携研究機構というものがありますが、その茨城大学の代表でもいらっしゃいます。さらに IPCC のワーキンググループ 2 のリードオーサーをやっているらしいまして、多分、三村先生には IPCC がノーベル賞を取った時に、代表のパチャウリさんから IPCC への貢献の証明書が届いていると思います。三村先生は IPCC ノーベル賞受賞の貢献者の一人であります。そういうこともありまして、まずは三村先生から特に都市への影響についてご紹介いただきます。

休憩の後に、温室効果ガスをどうして削減していったらいいかということ、やはりこの分野のご専門の花木先生にご紹介いただきます。花木先生は、東京大学ご卒業の後、幾つかの大学を経て、現在、都市工学科の教授をされています。都市問題のご専門でいらっしゃいますけれども、特に最近温暖化による影響ということで、都市における対策を研究されています。東京大学のサステナビリティ学連携研究機構の中心的なメンバーの一人でもいらっしゃいます。

その後で、少し都市からは離れますが、温暖化の影響が非常に強いと思われる森林への影響について、沢田治雄先生にご紹介いただきたいと思います。沢田先生は東京大学農学部林学科のご卒業で、農林水産省所管である研究所である森林総合研究所に長いことお勤めになられまして、この 4 月から ICUS の教授として着任されました。森林の宇宙からの観測といった分野のご専門でいらっしゃいます。

私が感じますに、この 3 人の先生方は、影響を知る、対策を考える、という上では最高のメンバーだろうという気がいたします。ぜひお話を聞いていただければと思います。

3. 「地球温暖化の影響とその適応策」

講師 三村 信男（茨城大学教授）

【略歴】

1979 年 3 月	東京大学大学院工学系研究科博士課程修了（工学博士）
1983 年 1 月	東京大学工学部土木工学科 助教授
1984 年 4 月	茨城大学工学部建設工学科 助教授
1987-1988 年	カリフォルニア工科大学研究員
1995 年 4 月	茨城大学工学部都市システム工学科 教授
1997-2000 年	東京大学大学院工学系研究科 教授（併任）
1997 年 5 月	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 教授
2004 年 9 月～	茨城大学学長特別補佐（兼任）
2006 年 5 月～	茨城大学地球変動適応科学研究機関 機関長（兼任）

国連「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」に専門家として参加。APN、国際 EMECS センター、START 等の科学政策委員、国際学術雑誌の編集委員等。わが国のほか、南太平洋諸国やタイ、中国などにおいて気候変動・海面上昇の影響評価の調査研究に従事。

内閣府総合科学技術会議環境プロジェクトチーム委員。外務省、文部科学省、環境省、国土交通省、農林水産省、茨城県などの委員。土木学会地球環境委員会、海岸工学委員会、日本沿岸域学会会員など。



3-1 紹介と概要

(司会) それでは、第1の演者の三村先生にお願いしたいと思います。

第14回ICUSオープンレクチャー

気候変動の影響とその適応策

2008年5月9日

茨城大学 地球変動適応科学研究機関(ICAS)
三村信男

スライド 3-1 タイトル

(三村) 茨城大学の三村でございます。安岡先生からお話がありまして、温暖化、気候変動の影響と、特に適応策についてお話をするようにということでした。

話の内容

1. IPCC 第4次報告書の内容
ーアジア・太平洋地域への影響と適応策
2. 国際的動きとわが国の対応
3. まとめと課題

スライド 3-2 テーマ

都市だけでは少し範囲が狭くなるのと、私自身がどちらかというと都市よりもアジアの海岸や沿岸域を専門にしているものですから、そのような話を中心に今日はお話をさせていただきます。

今日のお話は、IPCCが現在の温暖化問題のいろいろな認識や対策の基礎を与えているということで、先ほどご紹介がありましたように、IPCCに参加したものですから、少しバックグラウンドの話を含めてお話をしたいと思います。

それから、国際的にはどのような動きがあるのか。わが国はそれに対してどう対応しようとしているのか。どうもわが国はいろいろ言われているわけですが、どの程度ははっきりしているのか、そういう話もさせていただこうかと思います。

3-2 IPCC 第4次報告書の内容 -アジア・太平洋地域への影響と適応策-

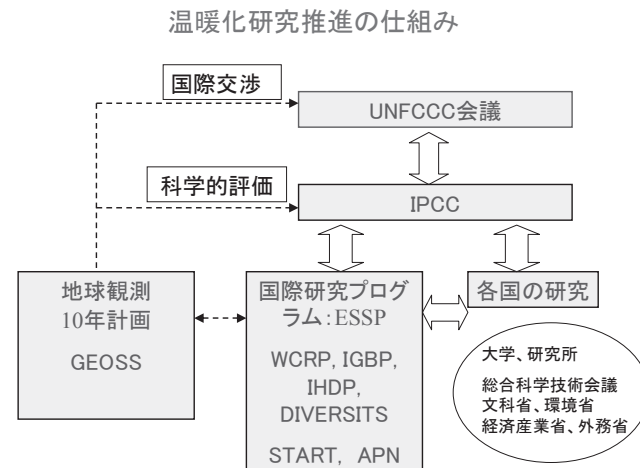
2. IPCC 第4次報告書の内容

- 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
1988年に世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)によって設立。気候変動問題に関する科学的評価を担当。
- IPCC第4次報告書
1990年 第1次評価報告書
1995年 第2次評価報告書
2001年 第3次評価報告書
2007年 第4次評価報告書(11月に統合報告書)
- IPCC第4次報告書—3つの作業部会(WG)
第1WG 「気候変動の自然科学的根拠」
第2WG 「影響、適応策、脆弱性」
第3WG 「気候変動の緩和策」

スライド 3-3 IPCC 第4次報告書の内容

IPCC は 1988 年に設立され、気候変動問題に関する科学的な評価を担当するということで、90 年、95 年、2001 年、昨年（2007 年）と 4 回、総括的な報告書を発表しています。私自身はたまたま 1989 年頃から、海岸の問題で少しレポートを見てほしい、書いてほしいということ言われて、第 2 次報告書のときから、リードオーサーというのですが、実際に執筆者として参加するようなことになりました。

第 4 次報告書は三つ作業部会があります。第 1 作業部会が「気候変動の自然科学的な根拠」、第 2 作業部会が「影響、適応策、脆弱性」、第 3 作業部会が「気候変動の緩和策」で、これは社会経済的、あるいは技術的な対策を網羅的に評価する、このような三つになっているわけです。世の中でよく紹介されているのは、それぞれに付いている要約や、さらにそれをまとめた統合報告書で、全体としては何が分かったかというようなことが簡潔に紹介されているわけです。けれども、この報告書それぞれは実はぎっしり書いた英文の 1000 ページぐらいのレポートです。



スライド 3-4 温暖化研究推進の仕組み

では、IPCC の位置はどんなところか。今 COP 会議やアメリカを中心にした会議など、いろいろな形で国際交渉がされています。国際的な気候変動の政策は、国連などで交渉しながら合意点を見つけていくということです。しかし、温暖化自体は非常に科学的に多岐にわたる問題ですし、複雑な問題だということで、現在の知識に関する科学的な評価をするものとして IPCC は作られたわけです。ですから、IPCC 自体は自分では研究しないのです。研究成果をまとめるという役目で、その下に、安岡先生も積極的に進めておられる地球の観測、GEOSS や、国際的な研究プログラム、各国の研究など膨大な研究がありまして、第 4 次報告書の中では 1 万数千～2 万件といわれるような論文を読んでみんなが報告をまとめたわけです。



スライド 3-5 第 2 作業部会

第 4 次報告書のプロセスは、2003 年の夏ぐらいだったと思うのですが、モロッコの

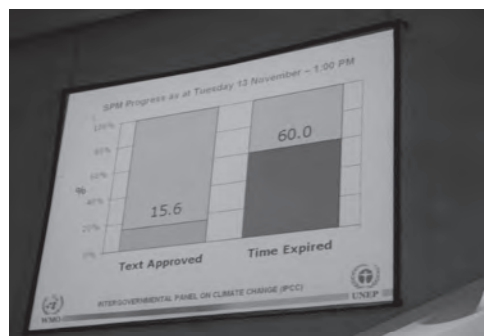
マラケシュで、スコーピング会合、要するに第4次報告書はどういうようなことをターゲットにしてどんな構成でやればいいかというような会合があり、それから4年ぐらいかけて作りました。第2作業部会（影響、適応策、脆弱性）は20章ありまして、第1、第2、第3合わせて全部で五百数十人の人が執筆者になったといわれています。

1回目のドラフトを2004年ぐらいに書いたのですが、書きますと、政府や専門家に意見を求めるわけです。そうすると、私自身は第16章小島嶼（しょうとうしょ）の担当でしたが、1章に、1回のコメントが500ぐらい来るのです。それに対して、もし却下した場合には却下と書いて、その理由を書くわけです。そして第2回目のドラフトを書くと、やはり同じように500ぐらい来るわけですので、またそれをいろいろ入れ込んで直していきます。そのようなことを4回繰り返して、最後のレポートになったわけです。そのプロセスで3000人ぐらいの研究者が査読に関与したのではないかと思います。



スライド 3-6 IPCC 総会会場（2007 年 11 月）

昨年は、確か2月だったと思いますが、第1作業部会のレポートの発表に始まって、順々に各作業部会の報告書を発表し、11月にスペインのバレンシアでIPCCの総会が開かれ、ここで最後の統合報告書が承認されました。



スライド 3-7, 8 IPCC 総会

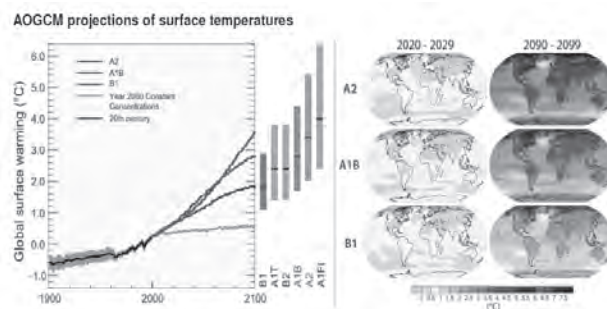
IPCC とは、日本語訳は「気候変動に関する政府間パネル」ということなので、正規のメンバーは政府です。ですから、百何十カ国の 300 人ぐらいの政府代表者が並んでいる前でサマリーだけを承認するのですが、20 ページぐらいのサマリーを一文一文承認していく。すべての意見がなくなるまで議論をするということです。

そうすると、20 ページのサマリーの承認のために 4 日間取ってあったのですが、3 日目の最終日に議長が、「われわれは 60% の時間を使ったのに、承認したのは 15.6% だ」「まだすごく残っているの、もうあまり意見を言わないで、もうちょっと協力的にやってくれ」とか、いろいろなことを言って督促をするわけです。私自身はこれにも出ましたし、5 月のブリュッセルの第 2 ワーキンググループの総会にも出ました。これは 4 日間ですぐには終わらず、最後の日は徹夜になって、次の日の 10 時まで夜を徹して、侃々諤々の議論をしました。科学の結論を政府の代表の人と一緒にまとめていくというのは大変なものだなと思いました。

ただ、これは実は非常に意味があることで、そのようにして承認されたものは、最後は、政府の文書になるわけです。ということは、政府が承認したということです。今後の政策はそれを基礎にやっていかなくてはなりません。ですから、単なる科学レポートではなくて、政府自体が自分たちの政策の基礎として認めた文書を作るプロセスだというわけです。

WGI 報告書

- ・温暖化は現実。最近の温暖化の原因は人為的活動
- ・全球平均気温は 2100 年までに 1.8 から 4.0°C 上昇



スライド 3-9 WG I 報告書

報告書のエッセンスだけかいつまんで紹介しようと思います。

まず第 1 作業部会の報告書は、温暖化は既に起こっている、特に 20 世紀後半以降の温暖

化の原因は人為的な活動によるものだとすることを 90%以上の確信度で断定したということです。将来予測は、全球平均気温は 2100 年までに 1.8℃から 4.0℃上昇する。先ほど安岡先生がお示しになった東大や国立環境研究所の結果も含めて、世界で 20 個ぐらい信頼できる全球気候モデルがあります。それを平均すると、もしも比較的持続可能な方向で世界の経済活動が進むと、一番下のブルーの線のように進みます。そうすると、今世紀の末ぐらいにはだんだん安定化の展望が見えてきて、そのころは 1.8℃まで気温が上がるということです。

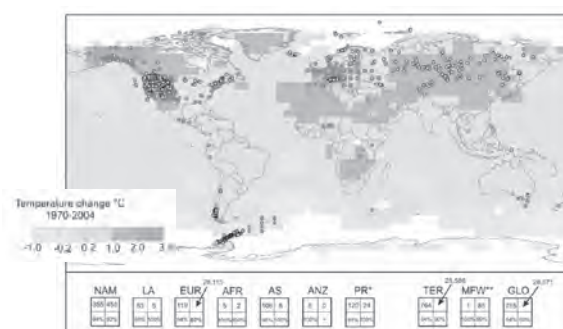
しかし、もしも化石燃料をどんどん使って、エネルギーをどんどん使うような形で社会が進行すれば、もっと違った経路を取り、その場合には 4.0℃ぐらいまで上がって、まだ安定化の展望が見えないというわけです。

同時に、幾つものモデルが走っているわけですから、モデルによって出力が違うわけです。同じ 21 世紀の終わりに 4℃になるといっても、一番高いのは 6.4℃ぐらいの気温の上昇があるだろうということですが、全球平均気温で 6.4℃です。北極や大陸の内部は特に気温の上昇が大きいのです。そうすると、北極圏では 10℃以上の気温の上昇が予測されるということになります。

南半球に比べて、北半球の昇温が大きい。熱帯地方に比べて北極圏の昇温が大きい。海洋に比べて内陸部の昇温が大きいということは、どのモデルでも共通した特徴になっています。

WGII 報告書(1)

・温暖化の影響は、物理環境・生物に既に現れている



スライド 3-10 WGII 報告書(1)

そういうことに対して、第 2 ワーキンググループ「影響・脆弱性・適応策」は、影響自体が既に現れているということを最初にアピールしました。実は第 3 次報告書的时候には、

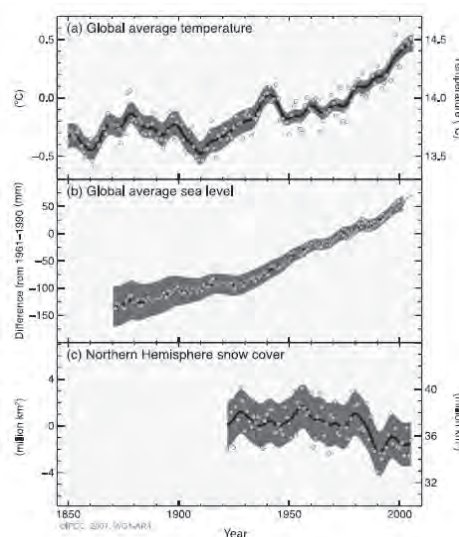
実際に影響が現れているかどうかということについては、1 章の中に、挿入された形でしか書いていないのです。それは、議論をしている最中に、もう影響が出ているのではないかということアメリカの研究者が提起して、そんなことはまだ分からないではないかという議論を侃々諤々やったのです。しかし、文献を調べてもしそういう証拠を見つけて、そういう部分を作りたいということで、アドホックなグループができて、それで検出できた論文で書けたものが1 ページか2 ページぐらいだったのです。

ところが、第4次報告書では、既に現れている影響の章が第1章で一番長い章になりました。この章では、世界中で長期にいろいろな現象が観測されている地形や生物の記録のデータセットが2万9000 データセット調べられて、そのうち1000 は地形データ、2万8000 は生物のデータですが、例えば2万8000 の生物のデータの中の90%に温暖化で予測される影響と整合的な影響が含まれているということです。

しかしそこで問題なのは、現れている場所の、ほとんどが北米とヨーロッパに分布しているのです。日本でも気象庁の植物季節 (Phenology) に関する長期観測のデータなど非常に貴重なデータセットがあるのですが、そのようなものが必ずしも活かされていない。それから、熱帯の途上国の領域は非常に大きな空白になっている。そういう問題はあるのですけれども、われわれが観測していて、それがペーパーになっている分野では、かなり高い確信を持って既に影響が現れているということがいえると言ったのです。

温暖化の進行

- ・温暖化は既に起きている
- 気温上昇: $+0.74^{\circ}\text{C}$
(過去100年)
- 海面上昇: $+17\text{cm}$
(過去100年)
- 北極海の海水、永久凍土
山岳氷河の融解

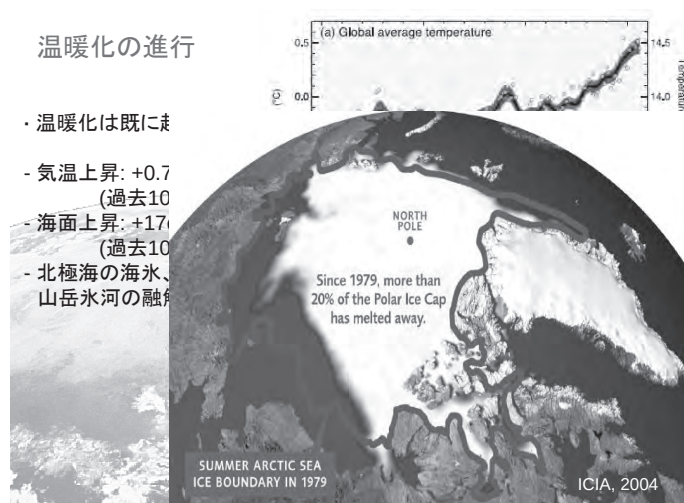


スライド 3-11 温暖化の進行

実際の温暖化の進行について見ておきます。これは1850年から2000年まで、一番上が

平均気温で、20 世紀の間にはいろいろ変動があったのですが、特に前世紀の後半以降、かなり加速度的に上昇し、過去 100 年間で 0.74°C 上がっているというわけですが、特に 20 世紀後半の気温上昇は、人為的な温室効果ガスの排出を考慮に入れない限り再現できないということです。海面もずっと上がっており、過去 100 年で 17cm 上昇したということです。ですから、1 年に 1.7mm ですが、現在の赤い線で示されている上昇速度は 3.2mm/年ということになっていまして、最近では海面上昇の速度も若干上がっています。

最後は北半球の雪氷圏の面積です。それは減少しているということです。



スライド 3-12 温暖化の進行（北極圏）

具体的な例として、これは北極圏の氷の面積で、ここは北極です。赤い線が 1979 年のときの北極の氷の面積、白いところは 2004 年の面積です。去年の夏はもっと縮小して、2050 年までには北極の夏には氷が全然なくなってしまうのではないかという話まで出るようなことになっているわけです。

北極で氷がなくなると、いいこともあります。北極航路ができて、遠回りしなくても物流が自由にできるようになります。しかし、この北極海に眠る膨大な地下資源などを含めて各国が資源争奪戦をやり始めるということもあるわけです。最終的な影響として、国際的な不安定を生むのではないかという懸念もあります。



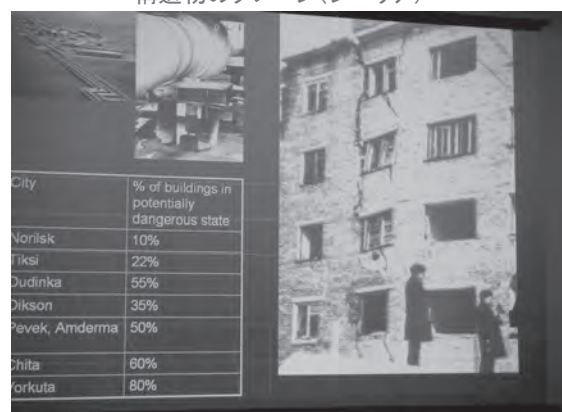
アラスカ西部のシシュマレフ島
海水の期間が短くなり、波による海岸侵食が激化している
(2006年7月撮影:朝日新聞提供)

スライド 3-13 シシュマレフ島(アラスカ)

これはアラスカのシシュマレフ島の様子で、朝日新聞の方に頂いたものです。こちらが北極海で、これが砂の島です。こういう砂の海岸の侵食は、外力は波なわけです。氷が張っているときには波が起こらないですから、そうすると永久凍土の部分もあるし、波も起こらないから守られていた。それが、氷が溶けると波が起こるようになったのです。これはアラスカだけではなく、カナダの研究者もかなり早い時期から、最近おかしいと言っていました。

この村の一番端っこのところでは、家が転がり落ちるぐらいまで浸食されました。これはもう非常に分り易い形で浸食が進行しているということです。

構造物のダメージ(シベリア)



スライド 3-14 構造物のダメージ(シベリア)

これはロシアの研究者のスライドからもらったものです。永久凍土は非常に固くて基礎と

して非常にいいのだそうで、シベリアの永久凍土のところに家を建てただけけれども、永久凍土が溶け始めて、建物にひびが入って住めなくなったとか、あるいは北極海のパイプラインの基礎の部分が沈下してパイプラインがゆがんでしまったとか、社会的なレベルで影響が出始めているということです。

今のお見せした写真は IPCC の報告書にあるわけではなくて、書いてあることを分かっていただくためにいろいろ持ってきたものです。

WGII 報告書(2)

温暖化による厳しい影響を予想 ・ 水資源 ・ 生態系 ・ 食料生産 ・ 沿岸域 ・ 人の健康・社会	もっとも危険な地域 ・ 北極圏 ・ アフリカ・サブサハラ地域 ・ 小島嶼 ・ アジアのメガデルタ
--	--

・ 影響は地域によって差がある（影響自体の差、適応力の差）
 ・ 平均気温の上昇が1990年レベルから1～3℃^o の場合、悪影響と共に好影響も起こりうる。
 平均気温の上昇が1990年レベルから2～3℃の場合、全ての地域で経済に悪影響が発生
 ・ 影響を避けるために、適応策は不可欠
 ・ 適応策だけでは悪影響は抑止できず、緩和策＝排出削減策との組み合わせが必要

スライド 3-15 WGII 報告書(2)

第2作業部会の報告書の中で、今度は将来の予測ということでは、温暖化によって厳しい影響が予想される。それは特に水資源、生態系、食料生産、沿岸域、人の健康・社会、そういうものを全部まとめた社会活動にいろいろな形で影響が現れる。これは非常に具体的に書いてありますので、すべてをこの場で紹介するのは難しいのですが、そういうことです。

今回の特徴は、特にその中でも最も脆弱な地域を四つ特定したことです。一つは北極圏です。既に影響が現れ始めている。そして予測でも、どの地域よりも早く高く気温が上がるということです。もう一つはアフリカのサブサハラ地域です。これは今でも雨が非常に少ないということですから、それがさらに変化してしまうと、かなり致命的になる。それから小島嶼です。これはわれわれの章でしたが、海面上昇などいろいろな影響があるのに対して、小さいが故に適応能力が弱い。これは後で具体的な例をご紹介します。それから、アジアのメガデルタです。これは報告書の最後の段階で、私やイギリスの研究者が言って、最終的に四つ目に入るようになったわけですが、将来、人口急増が予想されていて、しかも非常に低平で、台風や豪雨・洪水の被害を受けやすい。折しもミャンマーのイワラジ川

の河口で非常に大きな被害が出ている。そのようなことです。

全体的にいうと、今から 1℃から 3℃ぐらいの範囲では悪影響とともに良い影響も起こる地域もある。けれども 2℃から 3℃を超えるとすべての地域で経済活動に悪影響が発生する。従って、この 2℃、3℃ぐらいをどう見るかというところが温暖化のクリティカルな気温上昇レベルとして問題になるということです。

そういう影響を避けるためには、適応策が不可欠です。けれども一生懸命、適応策や防災策だけですべての悪影響を押しとどめようと思っても、それはできないので、緩和策とうまく組み合わせて、緩和策を進めながら、必要なところでは適応策を取るという対策が必要だというのが全体的なメッセージになっています。

事例1: 南太平洋の島嶼国(ツバル)

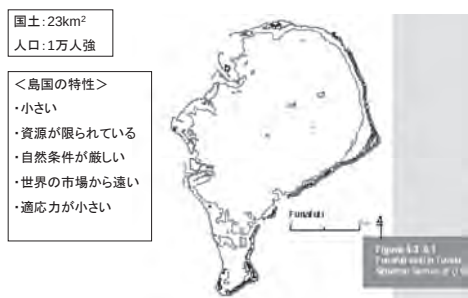


スライド 3-16 事例 1: 南太平洋の島嶼国 (ツバル)

ここから先はちょっと IPCC の話から外れるのですが、具体的に危ないところの調査もいろいろやってきましたので、少し事例をお示しします。

温暖化で海面上昇といえはすぐツバルが出てくるようになって、ツバルの人は最近すごくびっくりしているのです。日本からも記者やマスコミの人が何でこんなに来るようになったのだと言っているようですが、ツバルは南緯 8 度ぐらいのところにある小さな島国です。

ツバル フナティ環礁



スライド 3-17 ツバルフナティ環礁

ツバルは国土が 26km² という非常に小さい島です。人口が 1 万人強で、環礁がラグーン（中海）を囲んでいます。普通は島があって、その周りにさんご礁があるのですが、ツバルは真ん中に島がないタイプで、全体としてはサンゴ礁の紐のような地形だけです。

こういう島国は、何しろ小さい。そのために資源が限られている。海面上昇も含めて、台風だとか自然条件が厳しい。世界の市場から遠いためになかなか経済的に自立できない。それらを含めて適応力が小さい。そういう国にどういう影響が出て、どう対応したらいいのだろうかという話です。



朝日新聞提供

スライド 3-18 環礁（写真）

こういう写真はなかなかないので朝日新聞の人に頂いたのですが、これが環礁で、本当に紐みたいなものがつながっているのです。この中は 50m ぐらいの水深のラグーンで、こちら側は海底が 3000m ぐらいのところまで落ちている。だから、海の中に富士山が伸びて、

てっぺんだけちょろっと見えているというような、ものすごく変な地形です。ここがちょっと膨らんでいますけれども、これはフナフチで、飛行場があります。フィジーから 1.5 時間ぐらい飛んでいくと、こういう島に着くわけです。



共同通信提供

スライド 3-19 海岸線 (ツバル)

紐みたいなところにどうやって住んでいるのかというと、幅が 100m か数十 m ぐらいのところに人が住んでいまして、南緯 8 度ですから、2 年に 1 回ぐらい台風が来るのです。飛行機の上から見ていて、台風が来たらどうなるのかと思って聞いてみたら、「波が横切ります」と言われて、すごいところに人が住んでいるなと思いまして、「そんなので大丈夫ですか」と言ったら、「いや、こんないいところはない」と言うわけです。誰でも住めば本当にそうだと思います。



スライド 3-20 海岸 (ツバル)

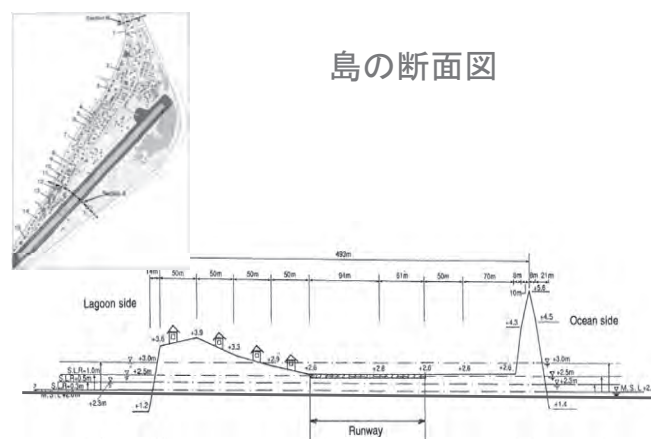
確かに、素晴らしいところです。何も人工的なものはないのですが、海岸浸食がどんどん進んでいます。これは10年前の写真ですが、昔はここにヤシの木が並んでいて、ヤシは彼らの非常に貴重な食料でもあるし、まきでもあるし、繊維を取るものでもあるし、重要なものなのですが、それが全部流されて倒れて、重いものは何でもいいから置いてしまおうみたいなやり方になっていました。



共同通信提供

スライド 3-21 タンク (ツバル)

こういう島の下には塩水がずっと浸透しているのですが、その上に淡水レンズという薄い地下水の層があり、そこから水をくんでいたのですが、ついに最後の水が枯れたとこの人は言っているわけです。では、どうするかというと、幸いに雨が多いものですから、それを直径2m ぐらいのタンクにためて、天水をわかつて飲んでいっているような状態です。

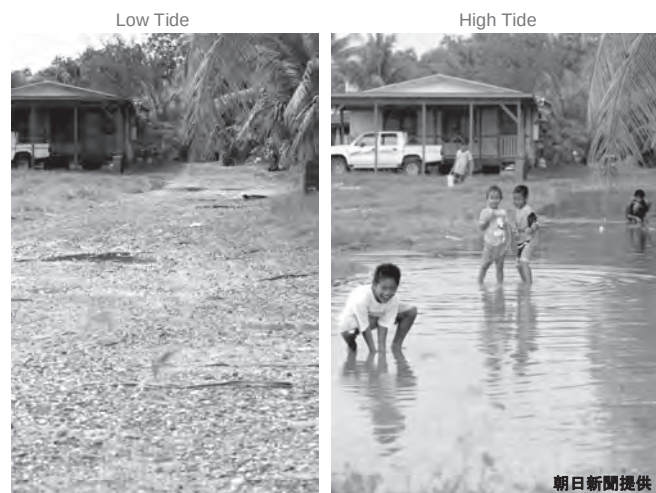


島の断面図

スライド 3-22 島の断面図 (ツバル)

この島は地形図がなかったので、持って行った簡易測量器具で測量しました。そうしますと、ラグーン側が平均海面上 2m ぐらいあって、滑走路のところは平均海面上 50cm. 一番高いところは 3m ぐらいあるのですが、これは石ころの山でとても人が住めないようなところです。ここが最後のさんご礁でどーんと海底まで落ちている。こういう形なのです。

この島の洪水は、水面が上がってきて、水が下からわいてくるのだそうです。というのは、さんご礁は非常に空隙が多くて、水は地下を染み通ってくるわけです。



スライド 3-23 干潮と満潮（ツバル）

従って、干潮のときには水がないのだけれども、満潮になると、下からわいてきて、こんなふうになります。大潮で一番大きなキングタイドという時期には、人の腰ぐらいまで来ることがあるということです。この家の床は高床式になっていて、胸ぐらいの高さになっているわけです。よく誤解されるのは、ではそれは海面上昇のせいかというのですが、先ほど言いましたように、年間 3.2mm ずつ上がっているわけですから、急にあふれるほど海面上昇で水が来ることはないわけです。それは潮汐の変化がこの島の周辺で生じているということだと思います。



スライド 3-24 ビティレブ島 (フィジー)

これはもっと大きなフィジーのビティレブ島です。1000m ぐらいの山があるような大きなところでも、ほとんどの人は海岸べりに住んでいまして、ここが海面で、護岸があって、その奥が土地ですが、明らかに海の方が高いのです。そういうところにも人は住んでいます。



スライド 3-25 村の撤退 (フィジー)

彼らは、既に体験から危険を分かっている、昔は海岸に集まって住んでいたのが、どんどん後退し始めているのです。IPCC でも撤退というのは一つの対策だと言っているのですが、そういうことを言う前に、彼ら自身がそういう行動を取り始めているのです。



スライド 3-26 村の撤退（フィジー）

これはもっとドラスティックで，ここにあった村が，高いところに逃げなくてははいけないということで，どんどん移り住み始めているということです．

事例2:モルジブの護岸対策



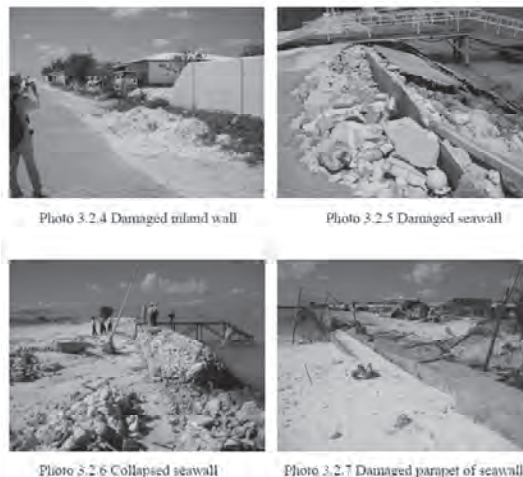
スライド 3-27 事例 2：マレ島（モルジブ）の護岸対策

幾つか事例を駆け足でお見せしようと思うのですが，モルジブのケースはちょっと話が違います．これはモルジブのマレ島ですが，全部囲ってあります．これは日本の JICA の援助です．これには賛否両論ありました．



スライド 3-28 インド洋の津波(2006 年 12 月 26 日)

けれども、2006 年のインド洋の津波のときに、3 時間後に津波が来たときに、マレ島では一人も死人が出なかったのです。どんどん押し寄せて来たのだけれども、護岸や防波堤があったために、浸水はしましたが、死人は出ませんでした。



(Preliminary Report of Survey Team, JSCE, April 2005)

スライド 3-29 空港島 (マレ島北側)

一方、その北の方にあった、今造っている空港島、これも人工島ですが、そこは水があふれて砂が散乱する形で一時使えなくなったというようなことが起こりました。



Photo 3.2.1 Male' International Airport inundated by the tsunami. ©Mr. Todd Rempel

(Preliminary Report of Survey Team, JSCE, April 2005)

スライド 3-30 空港島（マレ島）

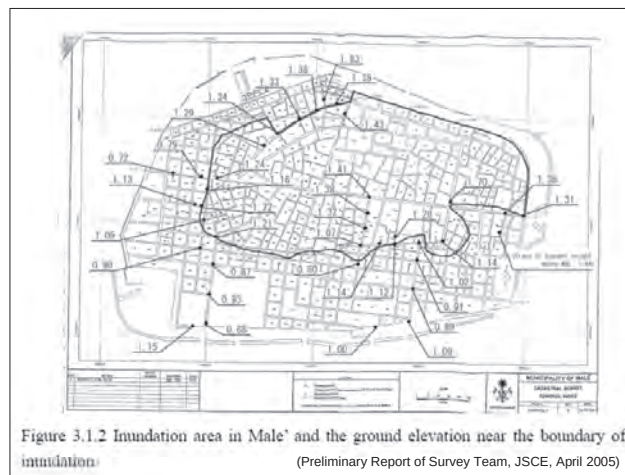


Figure 3.1.2 Inundation area in Male' and the ground elevation near the boundary of inundation.
(Preliminary Report of Survey Team, JSCE, April 2005)

スライド 3-31 埋め立て以前のマレ島の地形図

なぜ、マレ島の護岸が必要だったか。実はマレ島自体は、昔はこのような形をしていて、その周りはリーフだったのです。リーフがあるときにはこの島はすごく安全だったのです。というのは、浅いリーフがあると、波はここまで来ないわけです。非常にいい天然の防波堤だったのですが、人口が増えて、どんどん埋め立てていって、ついに最後のところまで来てしまった。そうすると、人々が暮らしているところが海に直に面するようになったので援助してほしいというのが、そのときのモルジブ政府からの要請でした。これは1989年に始まりました。



埋め立て地と浸水地域の分布 (Preliminary Report of Survey Team, JSCE, April 2005)

スライド 3-32 埋め立て地と浸水地域の分布(マレ島)

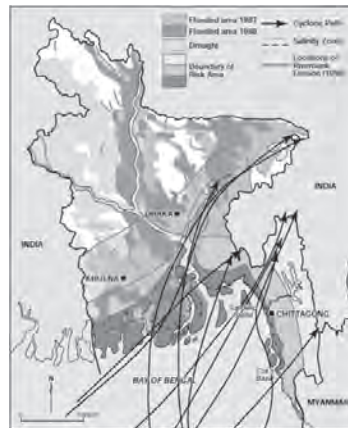
それならばということで、13年かけて防波堤を造ったのです。それが非常に役に立ったのですが、実際に津波のときに浸水した範囲を見ると、元の島のところは結構安全だったのに、埋め立てたところがかかなり浸水したというようなことになっているわけです。



スライド 3-33 マレ島護岸建設計画(第1次～4次)

小さな島一つ一つを構造物で守っていくことがいいかどうかは別にして、今後さらに増えてくる海面上昇や高潮に対する対策を考える一つの先行事例になっています。

事例3: バングラデシュの防災



スライド 3-34 事例 3: バングラデシュの防災

3 番目はアジアのメガデルタで、バングラデシュの例です。バングラデシュはミャンマーの隣にありまして、ブルーのところは 1m 以下、国土の 13% が 1m 以下のところなんです。しかも非常に強いサイクロンが襲うことでよく知られています。実はミャンマーのイラワジ川が非常に危険なところだということは私たち自身も認識していたのですが、サイクロンはそんなに頻繁に行かないのです。だから、今回は驚きがあります。インド洋のベンガル湾のサイクロンといえば、バングラデシュかインドの東岸を襲うと思っていたのです。

サイクロン被害の記録

日付け	最大風速 (m/s)	最大風速半径 (km)	高潮偏差 (m)	死者 (人)
30 Oct 1960	57.5	74	4.57-69.10	5,179
9 May 1961	40.8	64	2.44-3.05	11,468
28 May 1963	55.6	74	4.27-5.18	11,520
11 May 1965	58.1	74	3.66	19,279
31 May 1965	44.7	64	6.10-7.62	12,000
23 Oct 1966	40.3	64	6-6.67	850
12 Nov 1970	61.7	74	6.10-9.14	500,000
24 Nov 1974	44.7	64	2.8-5.2	200
9 Nov 1983	33.3	64	3.05-4.57	11,069?
25 May 1985	42.5	64	3.05-4.57	11,069?
29 Nov 1988	44.4	64	1.52-3.05	5708
29 Apr 1991	62.5	74	6.10-7.62	138,000
25 Nov 1995	58.3	74	-	650
19 May 1997	55.6	74	4.6	126
26 May 1997	41.7	74	3.0	70
16 May 1998	45.8	74	1.83-2.44	-

スライド 3-35 サイクロン被害の記録(バングラデシュ)

バングラデシュでは 1970 年に 30 万人とも 50 万人ともいわれる死者を出したすごく大きな台風が来まして、そのときには高潮が 9m でした。日本の記録は伊勢湾台風の 3.6m です。9m の水の壁が半日ぐらいずっと押し寄せ続けるという事態が起きたわけです。

1991 年には東部のチッタゴンを中心に 14 万人ぐらいが亡くなるような非常に大きな被害がありました。このときにも 7.6m の高潮が起きたわけです。それ以降、被害の人が減っています。去年、サイクロン・シドルという、70 年のときと同じぐらいの大きなサイクロンだったのですが、被害は 3500 人です。私は二つ要因があると思っているのですが、一つは、気象レーダーを配置してサイクロンがどう動くかをバングラデシュの気象庁、政府自体が観測できるようになり、それをラジオを通してみんなに知らせるようになったことです。そういう early-warning ができるようになりました。

サイクロンシェルター(Chittagong Port City)



スライド 3-36 サイクロンシェルター（バングラデシュ）

もう一つが、サイクロンシェルターを国中に造ったということです。バングラデシュは非常に支川の多いデルタですから、全部堤防で囲うなんてことは不可能なわけです。それで、サイクロンシェルターを造って、サイクロンが来たら 2 階 3 階に逃げる。1000 人ぐらい収容できるということですが、今全国に 3500 あるのだそうです。バングラデシュの人たちと協力して調査しているのですが、8500 必要という説があつて、足りないのですけれども、結構整ってきて、みんなの命を救えるようになったわけです。

海岸堤防
(Patenga in Chittagong District with afforestations)



サイクロンシェルターへの避難路(盛り土した道路)
(South-west coastal region of Bangladesh)



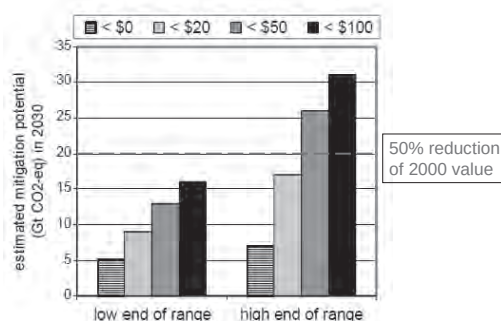
スライド 3-37 海岸堤防

スライド 3-38 サイクロンシェルターへの避難路

海岸にも堤防を造ったり、シェルターに行くときに波に洗われてはいけけないので、避難路も高く上げているということです。これが、適応策といわれるものの非常にプリミティブな形はどうなっているかという話です。

WGIII 報告書

- ・大気中のGHG濃度は利用可能な技術と政策の組み合わせで安定化可能である

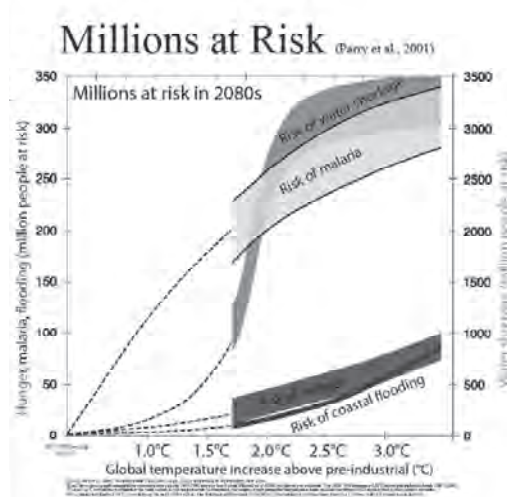


スライド 3-39 WGIII報告書

第3 ワーキンググループの報告はこの後詳しいご報告があるので、一つだけ言っておくと、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させる、それを通じて温暖化の気温上昇をあるレベルに落ち着かせるというのが目標ですが、技術と政策の組み合わせをすればそれは可能だというのが IPCC のメッセージです。しかしそれをやるためには、1t の炭酸ガスを削減するのに 50~100 ドル、場合によってはそれ以上のお金をかける必要がある。そのための技術開発をする必要があるということです。

最後に、今回の第4次報告書は結局どういうことを言ったのかということをちょっと考えてみます。

温暖化の危険な水準と削減目標

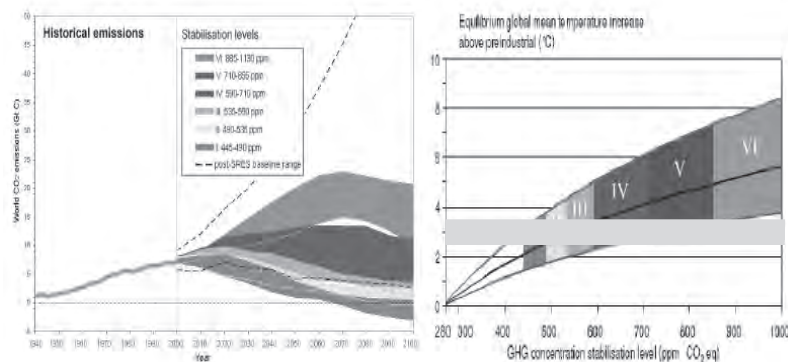


スライド 3-40 温暖化の危険な水準と削減目標

温暖化対策をするというのは、世界が、もうこれ以上は耐えられないという危険にならない範囲で温暖化の気温の上昇をとどめるということです。そうすると、これは一つの模式図ですが、気温が上昇するに従って、飢えに苦しむ人は伸びていきます。マラリアの人も増える。ところが、水で苦しむ人はどんどん上がって行って、1.5°Cから2.5°Cぐらいのところでびよんと跳ね上がる。そうすると、世界全体で見ると、どうも1.5°Cとか2.0°Cぐらいのところに、これ以下に止めないといけないという限界値があるのではないか。こういう温暖化の危険な水準をわれわれはどう考えるかが重要だと思うのです。

気温上昇とGHG安定化濃度

平均気温の上昇が1990年レベルから2 ～ 3℃の場合、全ての地域で経済に悪影響が発生



スライド 3-41 気温上昇と GHG 安定化濃度

先ほど、第2ワーキンググループの報告書の中で、気温が2℃から3℃上昇したときにすべての地域で経済的に悪影響が発生する。そこが限界だと仮に考えようというわけです。そうすると、こちら側に気温の上昇量、こちら側に大気中の温室効果ガスの濃度を取ると、2.5℃から3.5℃、これは90年レベルですから、産業革命以降にするために0.5℃分足してあるのですが、2.5℃から3.5℃ぐらいの範囲に入る。温室効果ガスの濃度が増えていくと、気温もずっと上がっていく。こういうことになるわけです。不確実性の幅もあります。そうすると、2.5℃から3.5℃の範囲に入るには、黄色ぐらいのところにいなくては駄目だと。将来、500ppmぐらいに大気中の温室効果ガスの濃度を安定化するためには、排出の仕方をどうするか考えようということになるわけです。

今まで通り排出すると、きっとこんなふうになってくる。だけど、この黄色の範囲をターゲットにして安定化するためには、今後ずっと上がっていったものを、どこかでピークアウトして、ぐうっと下げて、ある安定な出し方にすりつけていかななくてはいけない、この排出パスを見えるようにしようというのが非常に大きな課題だったわけです。

実はその研究は幾つかありまして、昨年5月に安倍前総理大臣が2050年までに世界の温室効果ガス、炭酸ガスの排出を50%以下にしようという「Cool Earth 50」を提案したときのバックデータは、この黄色のカーブに近い研究例です。2050年には今と比べて半分の量まで落とさなければ、この上昇は止められないという認識だったわけです。

長期的な安定化シナリオとその効果(IPCC AR4)

分類	平衡時の CO ₂ 濃度 (2005 = 379 ppm)	平衡時の CO ₂ と同等 なGHG濃度 (2005 = 375 ppm)	CO ₂ 排出 のピーク時 点	2050年にお けるCO ₂ 排出からの 変化(%)	産業革命以 降の気温上 昇	熱膨張だけ を考えた海 面上昇	モデルの 数
	ppm	ppm	Year	Percent	° C	metres	
I	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 to -50	2.0 – 2.4	0.4 – 1.4	6
II	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 to -30	2.4 – 2.8	0.5 – 1.7	18
III	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 to +5	2.8 – 3.2	0.6 – 1.9	21
IV	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 to +60	3.2 – 4.0	0.6 – 2.4	118
V	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 to +85	4.0 – 4.9	0.8 – 2.9	9
VI	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 to +140	4.9 – 6.1	1.0 – 3.7	5

スライド 3-42 長期的な安定化シナリオとその効果

IPCC の今回の報告の総まとめの表です。これは I・II・III・IV・V・VI という六つのパターンを示していきまして、第 I パターンだと、ちょうど平衡するときの炭酸ガスの濃度が 400ppm ぐらいになる。そのときにほかの温室効果ガスもあるので、大気中の温室効果ガスの濃度は 450ppm ぐらいになるだろうというものです。そうするためには、2015 年までには頂上を打って、2050 年にはマイナス 85～50% ぐらい排出を減らさなくてはならない。こういう出し方をすると、長期的には温度上昇は 2℃から 2.4℃に止まってくれて、最終的な海面上昇は 0.4m から 1.4m になります。

さて、この 2.4℃、1.4m というのは、影響評価をした人たちにとって耐えられる温暖化の影響だと判断しますかという話なのです。つまり、今まで 4 回レポートが出ましたが、こういうまとめのテーブルを作ることによって初めて温暖化がどう進行するのか、将来どうなるのか、そのためにどういう影響が出るのか、危険でない水準以下に影響を抑えるためにはどういう出し方をしなければいけないのかという、温暖化に対する認識が一つの閉じた輪になりました。こういう一つの閉じた認識を示したのが、今回の第 4 次報告書の一番大きな意味だったのではないかと考えているわけです。

今、福田総理大臣が言っている、2050 年に 50% の削減をするというのは、この表でいくと、I や II の間ぐらいのところを指すのです。ところが実際に産業界で一生懸命努力されている方には、とても省エネでやってもそんなにいかないだろう。それだと経済活動がものすごく困ってしまうのではないかといった意見も片方で当然あります。

それに対して EU は、そういう出し方をするように逆にターゲットを決めて、それに向か

って、20 年にはどうする、30 年にはどうするというような計画的な削減をやるということが必要なのではないかと主張して、そのために排出量取引のような経済的なメカニズムもフルに活用しようということを提案しているわけです。その議論は、結局このテーブルで示したどのシナリオを選ぶのか、そのときわれわれの世界はどうなるのかというような認識に基づいて展開されているということになります。これが IPCC のレポートの非常に大まかな意味です。

3-3 国際的動きとわが国の対応

2. 国際的動きとわが国の対応

2007年	
3月	EU首脳会議 2020年までにGHG排出量を1990年比20%削減
2～5月	IPCC第4次報告書 発表
4月	外務省適応援助に関する提言発表 国連安保理の気候変動に関する公開討論 気候変動は資源争奪や急激な人口移動といった安全保障問題
5月	「環境立国戦略」発表。Cool Earth 50
6月	ハイリゲンダムサミット 2050年までにGHG50%削減を真剣に検討
8月	国土交通省、農水省、環境省など適応策の検討を開始
9月	国連総会ハイレベル会合
11月	IPCC統合報告書発表
12月	COP13(インドネシア、バリ)
2008年	
1月	ダボス会議
3月	外務省気候変動分野での開発協力に関する提言発表
4月	ブッシュ大統領2025目標提案
6月	洞爺湖サミット

何が必要か？

わが国はどのようなスタンスをとろうとしているのか？

スライド 3-43 国際的動きとわが国の対応

最後に、そういうものに対して国際的にはどういうレスポンスが起きてきているのかということについて簡単にお話をしたいと思います。

私の認識では、2007 年は温暖化問題で世界の潮流が 180 度変わった年だったと思います。それまではなかなか温暖化問題に対して腰が重かったわけです。ところが、3 月に EU の首脳理事会があつて、そこで 2020 年までに温室効果ガスの排出を 1990 年比 20%削減という数値目標を掲げたわけです。その後、IPCC の報告書の発表やいろいろあり、5 月のわが国の「Cool Earth 50」の提案もあつて、ハイリゲンダム・サミットで 2050 年までに温室効果ガスの 50%削減を真剣に検討する目標として考えるという首脳の合意ができたわけで

す。世界の首脳の間でこういう合意ができたということは非常に画期的で、「Cool Earth 50」は、個人的には、日本が温暖化問題で世界に非常にクリアなイニシアティブを発揮した唯一の瞬間、唯一と言うと語弊があるかもしれませんが、それがはっきり目立った瞬間だったと思います。それが国際的な議論の土台になって、COP13 や今年の洞爺湖サミットにつながっていくという流れになっているわけです。

技術論としては、それが達成可能なのかどうか、いろいろな国の経済に影響はないのか、あるいは逆にそんな悠長なことでは、ミャンマーでもあんなのが起きてしまったし、もっとひどいことが起きるのではないかなど、いろいろな議論はあると思います。でも、今説明したようなストーリーが今の世界の温暖化交渉のベースになっている議論ということだと思います。

わが国の緩和・適応策と途上国支援

(1) わが国の緩和策

京都議定書の目標達成

Cool Earth 50: 全ての国の参加

ポスト京都議定書の枠組み: 排出量取引の是非

中長期的な削減目標の設定: 低炭素社会の設計

(2) わが国の適応策

省庁レベルでの検討

全国的な統合の欠如

(3) 適応のための途上国支援

2007年4月 外務省適応援助に関する提言発表

(4) 気候変動分野での途上国支援

2008年3月 外務省気候変動分野での開発協力に関する提言発表

スライド 3-44 わが国の緩和・適応策と途上国支援

わが国が取る対策はどういうものか。考え方としては、わが国自身が取らなくてはいけない対策と、国際的に果たさなくてはいけない責任、対策と二つあります。同時に対策自体には、温室効果ガスを減らす緩和策と、悪影響に対応する適応策があるので、2 掛ける 2 で、4 あるわけです。

簡単に順番に見ていくと、わが国の緩和対策では、京都議定書の目標を達成するのが第一歩で、これは難しいといわれていますが、頑張らなくてはなりません。「Cool Earth 50」は、すべての国が参加して長期的な目標を達成しようという非常に志の高い呼びかけだったわけです。これに基づいて、ポスト京都議定書の枠組みをどう検討するかということが、

今、国際的に検討されているわけです。最終的には、このような枠組みを通して世界的に炭酸ガスの排出が少ない低炭素社会をどう設計していくかというのが非常に大きな課題になると思います。

ですから、京都議定書の目標達成という目標と、低炭素社会の将来像を描いて、その設計図の上でポスト京都議定書の枠組みをどうやるかという、直近のものと長期的なものの二つが問題です。この後の花木先生のお話は、恐らく都市の中でこういうものをどう設計するかということに対しての非常に示唆的なものではないかと思います。

わが国の適応策ということでいうと、これは昨年から一斉に各省庁で取り組みが始まりました。後でご説明しますが、各省庁ベースで始まったので、国全体としてどのように安全な国土を作っていくかという意味での統合がまだ欠けていると思います。

それから、中国やインドは排出削減に加わってもらわなくてはいけないけれども、百何十カ国の途上国のほとんどは、温室効果ガスはあまり出してないのですが、影響はすごく受けてしまうという国なのです。そういう国にとっての温暖化対策は明らかに適応策です。そうすると、温暖化問題での途上国援助のかなりの部分は、適応のための援助ということが必要になるわけです。これに対しては、昨年4月に外務省が有識者会議の提言を受けて方針を発表しました。さらに適応だけではなくて、緩和も含めた気候変動分野全体での途上国支援については、今年3月に再び提言を発表しました。

わが国は何をもたもたしているのか、もっとはっきりしたことを言わないのかとか、マスコミなどでいわれているわけですが、私の知る範囲では、昨年の世界の大きな潮流の変化を受けて、国全体として政策の転換・体系化が図られているということだと思います。

温暖化対策・適応策に関する課題と国内の対応

1. 課題 ・観測 ・気候予測の高度化 ・影響予測 ・緩和策・適応策の政策化 ・普及・広報 ・研究 ・途上国支援	2. 対応状況 ・学術会議：課題別委員会 ・CSTP：第3次科学技術基本計画 環境PT ・官 邸：環境有識者会議 ・外務省：有識者パネル ・環境省：影響・適応検討委員会 ・国土交通省：河川・土砂・海岸災害 水資源 ・農林水産省：対応基本方針 地球温暖化対策研究推進委員会 ・文科省：地球環境科学技術委員会
---	--

スライド 3-45 温暖化対策・適応策に関する課題と国内の対応

最後に、この温暖化対策の適応策に関する課題について、各省庁がどのようにやっているかということについて簡単にお示しします。

このような課題に対して、学会会議や総合科学技術会議が研究面で対応しています。首相官邸で環境有識者会議が作られ、外務省、環境省、国土交通省、農林水産省、文科省それぞれで適応も含めた対策の検討会が持たれて、先ほど言ったような四つの分野に関する対応が検討され始めているというような状況です。

3-4 まとめと課題

3. まとめと課題

1. 既に温暖化は影響を与えつつある。アジア・太平洋地域への影響は著しい。
目標は、温暖化の進行を危険な水準以下に抑えること。
2. 今後20～30年間は、0.2℃/10年のペースで気温上昇が予想される。
その後の昇温は対策次第で決まる。
3. 気候変動の影響を避けるために適応策は不可欠。
適応策だけでは影響は抑止できず、緩和策との組み合わせが必要である。
4. わが国の中長期排出削減目標が必要。
適応も政策課題である。わが国では、実績も技術もあるが、100年安心・安全をめざす予防的総合的な政策を検討すべき。
5. 途上国では、開発政策と気候変動対策の融合が必要である。
多くの分野で資金的・技術的支援が必要とされている。
6. 気候変動対策は、わが国が世界に貢献できる重要な分野である。

スライド 3-46 まとめと課題

具体的な中身に入らなくて申し訳なかったのですが、今申し上げたような話は後の資料に書いてありますので、最後に今日お話をした話のまとめを簡単にさせていただきます。

温暖化は影響を既に与えつつある。アジア太平洋地域に対する影響は非常に著しいものがある。今日は海岸・沿岸域の影響を示しましたがけれども、それにとどまらず、農業、水資源、健康、いろいろな分野で非常に激しい。地域的な差異も大きいというようなことがあります。

温暖化対策の具体的な目標がいろいろ議論されているのですが、最終的には温暖化が進行することは避けられない。それを危険な水準以下にどうやって押さえ込むことができるかということが温暖化対策の目標だと思うのです。そのために適応策と緩和策を組み

合わせる必要があるということです。

予測を見ると、今後 20 年から 30 年間は 10 年で 0.2°C のペースで気温上昇が予想されます。これは前の方の IPCC のグラフを見ていただくと、どのシナリオを取っても今後 20 年は同じようなところに線が重なっているのです。なぜかという、炭酸ガスは平均すると七十数年大気中にたまっているのです。ということは、今起きている、あるいは今後 20 年ぐらいの間に起きる温暖化は過去に出たものの効果が非常に大きい。だから、今後 20 年ぐらいは過去のものが尾を引いて起きる温暖化を覚悟しなくてはいけないということだと思います。では 20 年後に対策を始めるかという、それでは 20 年から先が間に合いません。20 年後、30 年後の昇温がどうなるかは今の対策で決まります。それが、待ったなしという意味なわけです。

3 番目は、気候変動のこうした悪影響を避けるための適応策が不可欠だと思います。しかし、適応策だけでは影響は抑止できないので、緩和策とのベストの組み合わせが必要です。わが国の中長期排出削減目標は出さなくてはならない、はっきりさせなくてはならないと思うのです。わが国で緩和策・適応策、それぞれ課題があるということを言いましたけれども、適応策も政策課題だと思います。

わが国では長くいろいろな災害に苦しめられて、それが二度と起きないように対策を取ってきました。ところが、安岡先生が紹介されたように、科学技術の進歩によって将来何が起こるかということがだんだんははっきり分かるようになってきたわけです。ということは、今からやる対策は予防的、つまり過去に起きたことに対して二度と起きないようにという意味ではなくて、将来起きると予想して先手を打っていくという新しい対策になるのだと思うのです。そういう意味で、新しい政策課題ということです。ただ、対策のやり方は実績も技術もあるので、今後 100 年、安心・安全ができるような予防的、総合的な対策を考える必要があります。今は各省庁レベルの対策になっていますが、やがて国全体で日本の国土の将来図をどう描くかという話に結び付いていくのだと思います。

アジアの途上国は、経済開発、あるいは社会開発が絶対必要です。もっといい世の中にする、もっと豊かな社会にすることは絶対に必要です。しかし、それはそれ、気候変動対策は別とやっていたら、二重にお金をかけなくてはならないわけです。あるいは、将来の気候変動の影響を考えずに途上国の道路を造っていたら、雨がたくさん降ったら道路が流されるようなことになってしまうわけです。ですから、開発政策と気候変動政策の融合が必要です。そういう点では非常に大きな分野で資金や技術的な支援が必要とされています。

途上国の人と話をすると、自国のどこが危ないのか、どう対策すればいいのか教えてくれという要望がものすごく強い。そういう意味で、気候変動対策、あるいはそれも含めた途上国支援は、わが国が世界に貢献できる重要な分野だと考えています。

準備したスライドのすべてをご紹介できませんでしたが、「気候変動の影響とその適応策」ということで、ご紹介した中身が今後の議論に少しでも活かされていけば大変幸せです。どうもありがとうございました。

(司会) 三村先生、どうもありがとうございました。

4. 「温室効果ガス削減のための都市対策」

講師 花木 啓祐（東京大学教授）

【プロフィール】

東京大学において大学院工学系研究科都市工学専攻教授を務め、サステナビリティ学連携研究機構(IR3S)の教授を兼任。人の生活の質を高く保ち、環境への負荷が低いような社会や都市をどのようにすれば作り出せるか、その解決をめざして研究を進めている。専門は温暖化対策、廃棄物や物質フロー解析、水環境問題、ヒートアイランド対策、などを中心とした都市環境工学で、地球温暖化問題を基本として都市の物質代謝の問題、環境の価値の評価などに取り組んでいる。また、サステナブルキャンパス活動を推進している。日本水環境学会会長、環境科学会理事、廃棄物学会評議員などを務める。著書に「都市環境論」（岩波書店）などがある。



4-1 紹介と概要

（司会） 2 人目の演者は花木啓祐先生です。花木先生は東京大学の都市工学科をご卒業されて、現在、都市工学科の教授もされています。サステナビリティ学連携研究機構というものが東京大学にもございますけれども、この中心的なメンバーのお一人でいらっしゃいます。現在は温暖化対策、まさに今日の話の分野になりますが、そこでさまざまなご発言をされていますし、実際の研究も進めていらっしゃいます。水環境学もご専門で、現

在は日本水環境学会の会長もされています。花木先生、よろしくお願いいたします。



温室効果ガス削減のための 都市の対策

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
同 サステナビリティ学連携研究機構(IR3S)

花 木 啓 祐

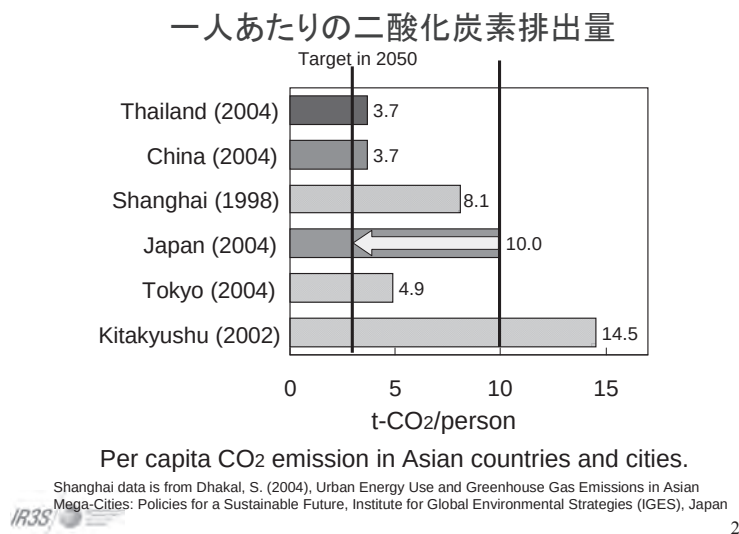
第14回ICUSオープンレクチャー
2008年5月9日

スライド 4-1 タイトル

(花木) 皆さん、こんにちは。花木です。先ほど三村先生が適応策の話をして、最後に環境省の地球科学研究総合推進費の S-4 という話をされましたけども、私は S-3 の方に入っていて、今日の話には S-3 の活動の部分も含めてお話ししたいと考えています。

今日は、特に都市に絞ろうということで、「温室効果ガスの削減のための都市の対策」というテーマにしました。温室効果ガスを削減するということを考えると、実際にはさまざまな技術を応用していくということが最初に頭に浮かぶわけですが、技術を応用するにしても、われわれの社会に対して応用しなければいけないので、それは実際の都市の場を考えなければいけない。もちろん、製造業へのさまざまな省エネ技術はそれはそれで進むのですけども、実際にはわれわれが暮らしているところに導入しようとする、われわれの生活も変わる、あるいは町の姿も変わる。特にそういう部分に焦点を当てて、今日はお話をしたいと考えています。

4-2 CO₂の排出削減の目指すもの



スライド 4-2 一人あたりの二酸化炭素排出量

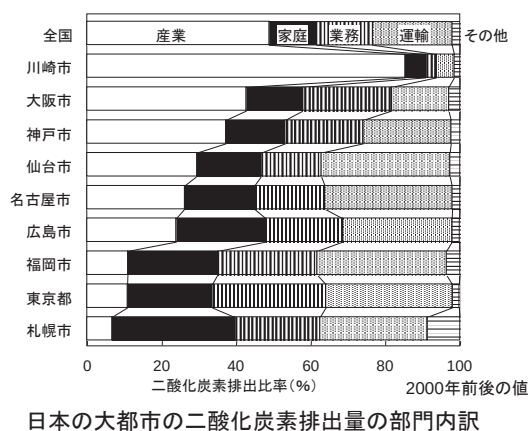
最初にこのスライドを持ってきたのは、われわれはどの辺りの CO₂ の排出削減を目指さなければいけないかという意味でここに挙げてあるわけです。一人当たりの二酸化炭素の排出量と書いていますけれども、普通こういうものを比べると大体アメリカやドイツのグラフが出てくるのですが、ここではタイ、中国をあえて出しています。

下の方に三つ日本の値がありますが、日本の平均の数字は、一人当たりでいうと非常に覚えやすい数字で、CO₂ で 10t です。この 10t というのも、実は日本の中でも都市によって相当に違います。ここに掲げているのは東京の例で 4.9t、半分ぐらいです。一方で北九州は 15t ぐらいということですから、東京の 3 倍ぐらいあるわけです。これは北九州の人の暮らし方が違うということではなくて、簡単に想像がつく通り、北九州の場合には、新日鉄もありますし、さまざまなエネルギーを使う産業があります。一方で東京の場合には東京都の中に重工業はないということもあって、これだけ大きい違いになっているわけです。

ところが、実は東京の活動がもたらしている CO₂ が本当にこの 4.9t だけで済んでいるかというと、そうではありません。東京はさまざまなものを外から持ってきます。もっと具体的にいうと、北九州で造られた鉄を東京が使っている。だけど、鉄を造るときに北九州で CO₂ が出ている。そういう関係があるものですから、見かけ上は小さくても、実際の東京の活動に起因する部分はこのようには小さくないという部分があります。

ここで見てほしいのは上海の数字です．8.1t という数字が出してあって，実は上海の数字は東京よりも一人当たりの CO₂ 排出量が大きく，さらに日本平均に近いのです．けれども，中国全部でいうとまだ少ない．といっても，もう東京に近いぐらいです．特に中国のような国の場合には，都市部の CO₂ の排出量が大きい．そういうところでは特に都市の CO₂ をどうやって減らすかということが大きいポイントになってきます．

なぜ上海の CO₂ が中国の平均に比べて大きいかというと，中国の中のさまざまな暮らしぶりを考えたときに，上海の人々の暮らしぶりと農村の方々の暮らしぶりが違うのです．上海というと，ほとんど先進国の暮らしぶりです．また，上海の市の区域の中には製造業もあり，そのおかげで人々の雇用がそこに存在しているというようなこともありますから，東京とはちょっと様子が違います．製造業を基盤として雇用を生み出しているという部分がある．三つ目に上海の CO₂ が大きい理由は，エネルギー源の問題です．よくいわれるように，中国の場合は石炭への依存度が大きい．一方，日本の場合には石炭への依存は非常に低くて，特に電力の場合には原子力，水力，ガスが中心になっているということもあって，日本の場合には低いということですが，このような差があります．



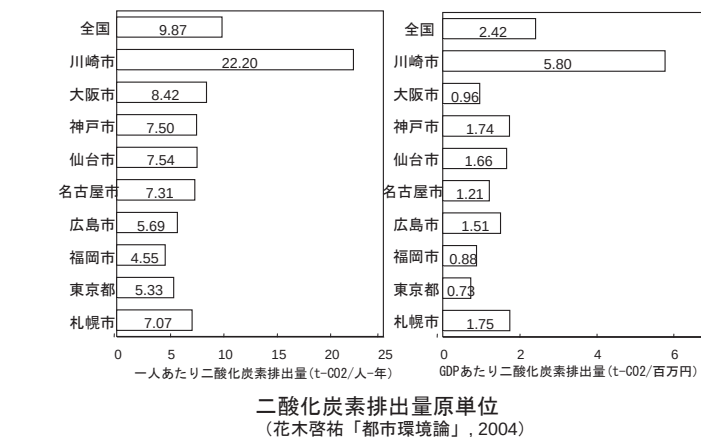
スライド 4-3 日本の大都市の二酸化炭素排出量の部門内訳

今日のテーマは，もう少し都市の活動を詳しく見ていこうということですので，次のスライドは日本の中での比較です．先ほど北九州を言いました．ここにはちょっと北九州はないのですが，似た都市として川崎が入っています．これは CO₂ の排出の内訳です．日本平均の内訳は，製造業から出るものが大ざっぱに言えば半分です．それから，家，オフィス，大学，お店などから出る分を合わせると 4 分の 1 ぐらいです．そして運輸，この中に

は自家用車由来のものが大きいのですが、これが4分の1ぐらいです。

川崎を見ると、製造業が非常に大きく、その比率が85～86%になります。一方で東京は製造業がなくて、家庭部門、業務部門、運輸部門がそれぞれ大きい。札幌はさらに家庭部門が非常に大きい。その理由は寒さです。暖房に必要なエネルギーが東京とは全然違う。東京の場合にはヒートポンプを使ったかなり効率のいい暖房が可能です。札幌ぐらゐ寒くなってくるとヒートポンプというわけにもいかず、従来型の暖房で灯油を使って暖めるので、それによって大きいわけです。また、東京の場合には交通由来のCO₂が比較的小さい。これは鉄道によってみんな通勤・通学できるということもあります。そのようなことを考えると、それぞれの都市でCO₂の排出削減の計画を立て、それがだんだんそれぞれの都市での義務になってきているわけですが、その中身が当然違います。

だから、東京の場合には、家庭と業務をターゲットにしています。最後に東京のカーボンマイナスプロジェクトをご紹介しますが、家庭部門のCO₂の排出削減と事業所の削減の中でキャップ・アンド・トレードを考えています。削減義務を与えて、あとは取引をするという仕組みを条例を作って入れようとしているわけですが、その背景は、東京としてはここが鍵だと考えるからです。



4

スライド 4-4 二酸化炭素排出量源単位

先ほどは内訳の話をしてしまいましたが、実は絶対量で見ても相当違います。全国では一人当たり10tですが、川崎は22.20tと高く、東京、札幌はそれぞれ5.33t、7.07tという数字に

なっています.

4-3 2050 日本低炭素社会プロジェクトの考え方

2050日本低炭素社会シナリオ: 温室効果ガス70%削減可能性検討

2007年2月公表

「2050日本低炭素社会」プロジェクトチーム

国立環境研究所・京都大学・立命館大学

東京工業大学・みずほ情報総研

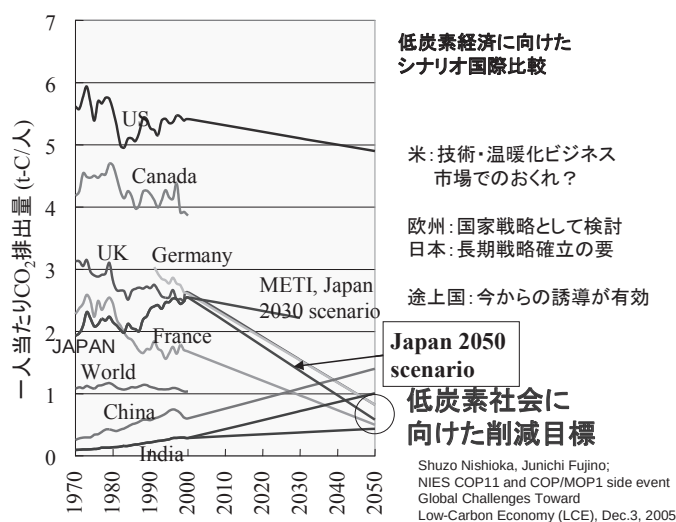


5

スライド 4-5 2050 日本低炭素社会プロジェクト

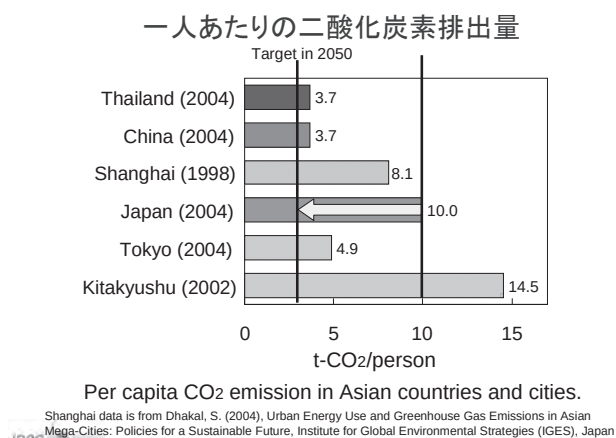
さて、先ほど S-4 の話が三村先生から出ましたが、S-3-3 というグループがあつて、地球環境研究総合推進費の中で、温室効果ガス 70%削減が可能であるかどうか、それを示そうというプロジェクトをやっています。2007 年 2 月に、「2050 日本低炭素社会」プロジェクトチームが、まず全体として、2050 年の段階までにどういう技術を入れ、またどういうエネルギー源を使うと 70%削減可能であるかということを示しました。

今年度 (2008 年度)、5 月か 6 月あたりに、どうやればそこに行けるのかという道筋を公にしようということで、今準備をしています。5 月か 6 月というのは、洞爺湖のサミットに間に合わないという意味がないだろうということで、恐らく 5 月中にはそれを発表するということで動いているわけですが、今日お話しするのは昨年 2 月の部分です。



スライド 4-6 低炭素経済に向けたシナリオ国際比較

日本の将来的な削減目標はどれくらいか。これは世界として 50%削減が必要だというよう
なことがいわれるわけですが、そのためには先進国はもっと減らさないといけないでし
ょう。中国、インドは増えていくことを予想せざるを得ないのです。



スライド 4-7 一人あたりの二酸化炭素排出量

現状で中国、タイがこんな数字ですから、この 50%削減はかなり低い。そこまで下がる
とはなかなか思いがたい。最終的に、日本はこれくらいをターゲットにし、各国もこれく
らいをターゲットにすると、まあまあ何とか収まるのではないかな。もしここがターゲット
だとすると、中国でいうと 2 割ぐらいの削減です。50%にはなりません。そして日本は 7
割減ぐらいです。それぐらいの相場観、量の感じがあって、その 70%をどうやれば達成で
きるのかということです。

これは一人当たりの水準でいうと、中国、インドを逆転する低い水準までしなければいけません。

脱温暖化社会(低炭素社会)とは

- 京都議定書は短期の目標
 - 第一約束期間(2008-2012年)
- 長期対策を同時並行で立て、実行
- 社会全体の変革が必要



低炭素社会(Low Carbon Society)

先進国の問題(高福祉高負担など)を抱えながら、
一人ひとりが生き活きと生きる／働けるよう
みんなが協力して、脱温暖化を実現する社会
(脱温暖化2050プロジェクトより)



7

スライド 4-8 脱温暖化 2050 プロジェクト

それを考えたときに、最近よく言われる「低炭素社会 (Low-carbon society)」というものを作らなければいけません。このプロジェクトの最初には「脱温暖化社会」という言葉を使っていましたが、その後、「低炭素社会」という言葉がだんだん世の中に定着してきました。最初、低炭素社会というのは結構舌をかむ言葉で、低酸素社会なんて言ってしまうことがあったのですが、やっと私も低炭素社会と言えるようになりました。

低炭素社会とは何かというと、もちろん言葉通り、CO₂の排出量が少ない。それはそうなのですが、それだけが目的である社会ではありません。なぜそういうことを言うかという、CO₂だけを目標として社会図を描くと、それはうまくいかないだろう、人々は受け入れないであろう。実現しないことを考えていてもあまり意味がない。そうすると、ある種、理想的な姿であっても、将来の2050年あたりをターゲットとして、日本を含めた先進国の問題、高福祉、高負担の問題、そして一人一人の生きがいをどこに見つけるかと模索しているわけです。今、日本はそういう状況です。もはや、あまり物ばかりがあっても必要ないというような思いが増えてきました。その中で、社会自身を変えていこう、その中でCO₂も減らすし、実は物質消費も減らすし、また生態系との調和も図っていこう。そういう姿をまず描かないといけないだろうというのがこのプロジェクトの考え方です。

4-4 脱温暖化社会に求められるものは何か？

脱温暖化社会に求められるもの

- 技術的な対策導入というよりは望ましい社会の実現
- 温暖化問題解決のみが目標ではない
- 循環型社会の実現
- 環境共生型社会の実現
- 高い生活の質の実現
- 社会の活力の維持



8

スライド 4-9 脱温暖化社会に求められるもの

ここでは脱温暖化社会、低炭素社会と同じですが、そこに求められるものは何か。

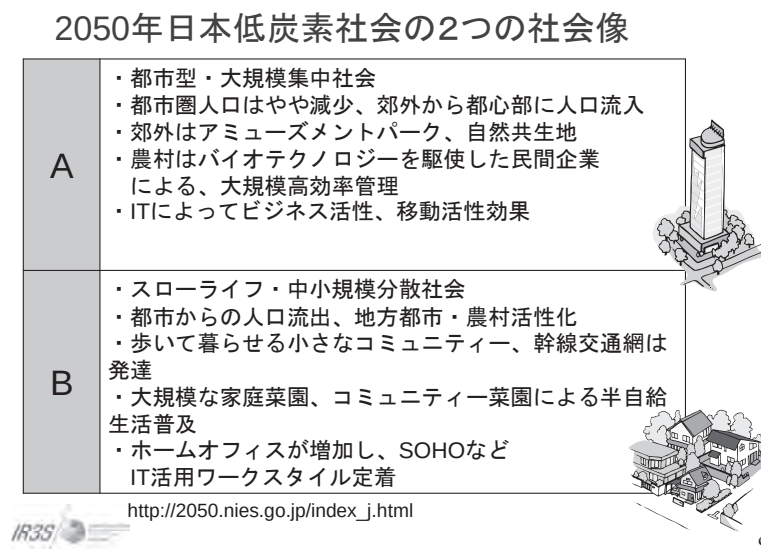
1 番は、CO₂ の対策として書いているのですが、技術的にどんどん対策を導入していく。もちろんそれが必要ですが、それを積み上げていっても、今のわれわれの暮らしぶりを変えないと 70%は減りません。それは、ライフスタイルを変えてけちけちするという意味ではなくて、そもそもわれわれが働くときに会社に行かなければいけないのか、いや、会社に行かなくてもいいのではないのか。あるいは、われわれが活動するときに長距離を動き回ることには価値を見いだすのか、必ずしもそうではなくてもいいのではないのか。あるいは、非常に忙しい社会になるとしても、今のようなスタイルの社会なのか、ビジネスのスタイルなのか。そこも含めて考えていこうということになると、技術はもちろん基本として必要ですけれども、望ましい社会というものを考えなくてはなりません。

今申し上げた通り、温暖化問題の解決のみが目標ではないのです。具体的にいえば、循環型社会も考えなければなりません。これも今の日本、あるいはほかの先進国にとって大きい課題になっています。資源を使いすぎているという問題と同時に廃棄物の問題が出ています。循環型社会を作るために法律もあるわけですが、循環型社会と低炭素社会を同時に達成することが望ましい。理想は当然そうです。

もう一つは、環境共生型社会です。われわれの社会、あるいは人間活動と環境をうまく折り合いをつけていかないといけません。環境だけがすべてというのではありませんし、

当然われわれの生活だけが大事だというのではいけません。われわれ自身の身の回りのことを考えると、高い生活の質を維持する。ここでいう生活の質は、単に十分に食べ物があ
る、冷房・暖房があるということではなくて、そもそもわれわれはどこに生きがいを見い
だすのかということも含みます。ずっと働き続けるのがいいというわけではないでしょう。
みんなそう思いますね。かといって、ずっと遊んでいるのもいいわけでもない。どうやっ
てそれぞれが自分の生きがいを見いだしながら、環境負荷も低くし、循環型社会を作っ
ていくかというところなのですが、そちらの方に舵を切っていかなければいけない段階に
来ています。特に日本の場合に問題になるのは、社会の活力の維持です。人口が減ってき
ています。その減り方が均等ではありません。今の傾向は、大都市はあまり減らないけども、
小都市あるいは町村はぐっと人口が減りつつある。もう始まっています。今、既に限界集
落という言葉が使われるようになってきました。人口が非常に減ってくると、非常に負担
が大きいから、基本的な医療・福祉・教育のサービスが提供できなくなってきました。そ
ういうところでの活力をどうやって維持するのかということも併せて考えないと、日本と
しては立ち行かない。これを全部考えなくてはいけないということです。

4-5 2つの社会像、理想像、問題点



スライド 4-10 2050 年日本低炭素社会の 2 つの社会像

さて、それを考えるとき、ちょっと青臭くても理想像をまず描かなくてはいけないだろ

うということで、理想像を描いています。その理想像というのは一つに決められないので、ここでは二つの姿、理想とっていいかどうか分からないですが、今のわれわれがずっと暮らしていったら 2050 年、40 年ちょっと先になるときに、A という社会、B という社会の二つ可能性が、幅が広いものとしてあるだろうというわけです。実際はこの A と B の間に多分なるのでしょうけれど、その両方の幅を見ておけば、それぞれの社会のスタイルの中で温暖化対策をどうすればいいかということが分かります。

簡単にいうと、A の社会は忙しい社会、B はゆったりした社会です。忙しい社会というのは、今われわれは明らかにそちらの方に動いていると思いますが、グローバル化でどんどん競争が厳しくなってくる、ちょっとでも油断すると会社はつぶれる、大学も統合しなければいけない。そういう中では、大きい都市は勝つ。東京は勝つ。あるいは東京大学は勝つかどうか分からないけども、実は東大もそういう路線に今行っていますね。共存共栄というよりは、とにかく競争して自分が勝とうと、大きい会社がさらに統合しなければいけないのかと思うけれども、競争力というものを突き詰めるとそこに行く。そういう社会もまた、あり得るのです。

そういう社会の中で、どうやって脱温暖化、低炭素を達成するかというと、これは必ずしも悲観的ではないのです。競争するということは、技術も競争でどんどん導入されていく、CO₂を削減する技術も開発が早くてコストが下がっていくということです。ただ、みんな忙しい中で技術に依存しています。

もう一つの B という社会は、いわゆるスローライフの社会、あるいはロハスの社会です。年齢が 40 才、50 才になってくると、忙しい生活はもういいので、少しゆったり暮らしたい、地方都市で暮らしたい。これは実際に世論調査をやってみると、かなりの人が、理想としてはそうだけれど、実際は現状で田舎へ行くと仕事があるわけではないので行かない。そういうことがあるわけです。田舎に仕事を作れば、人々は動く可能性がある。そういう中では、忙しく働き回るというのではなくて、もう少しゆったり暮らす。しかし、これは収入は低いのです。A の方は、忙しくてどんどん働くわけだから収入は高い。B はゆったりして時間はあるけれども、お金は少ない。どちらがいいかというと、価値観は両方あるので、どちらかになるとは決められません。だから今は二つ考えようというわけです。

2つのビジョンの下での国土(1)

キーワード	ビジョンA	ビジョンB
国内人口移動 人口減少社会の下あらゆる地域で人口減少	都市居住選好志向や利便性・効率性の追求から都心部への人口・資本の集中が進展。 2050年の総人口は9500万人	ゆとりある生活を求めて、都心から地方・農山村への人口流出が進み、人口や資本の分散化が進展。2050年の総人口は1億人
都心部(大都市)		
中心	土地の高度利用(高層化、地下化)が進む。職住近接が可能になり、郊外から利便性が高い中心部に移り住む人々の比率が増加。	自らのライフスタイルに合った地域に移り住む人が増加し中心部の人口減少。首都など主要都市においては適正な規模と密度が維持されており、過度なインフラ投資は行わない。
郊外	都心部へ人口が流出するが、計画的で効率の良い都市計画により、アミューズメント施設や自然共生地を適切に配置。	地方への人口・資本流出が大幅に進む。この結果、都市部郊外というよりは独立性高い都市としての再生が図られる。



10

スライド 4-11 2つのビジョンの下での国土(1)

今日は都市の話をしていますので、それぞれの状況で日本の国土はどんな姿になっているかを予測しないと、対策の効果も見えないし、評価できないので、まずこのチームでは予測をしています。人口は、Aのシナリオは9500万、Bは1億、これは2050年の数字です。今が一億二千何百万ですから、減っていくのは減っていくのだけでも、減り方はAの方が激しい。

なぜこういうシナリオになっているかというと、Aは忙しいので結婚しない、結婚しても子供は産まない。現実にも今、どんどんそちらの方へ来ていますね。それを突き詰めていくと、こうなります。Bは、もう少しゆったりと暮らそう、広いところに暮らそう。単身赴任ではなくて、夫婦一緒に暮らそうという社会ですから、ある程度は人口が増えるというか、減らないことが想定できます。実はそういうところまで想定してさまざまな予測をしています。こういう種類の予測は、IPCCのそもそものCO₂の将来予測のところでも取られている手法です。「SRESシナリオ」など、聞かれたことがあるかもしれません。

そのシナリオがかつての予測と何が違うかというと、叙述シナリオ、あるいはストーリーライン・シナリオといって、ストーリーを描くのです。昔の将来予測は、GDPが何%増えますよ、人口が何%増えますよと、数字が並んでいたのです。そのときにわれわれはどんな暮らしをしているか分からないのです。それでは将来のことは分かりません。ストーリーラインというのは、将来こんな姿になって、IPCCの場合は世界全体を考えますから、

グローバル化がどんどん進んで、発展途上国は先進国に追いつこうとしているという社会か、あるいはそれぞれの地域、アフリカならアフリカが大事だ、その中で自立していこうという社会か、あるいは国際的な自由貿易を非常に重視する社会か、若干保護貿易的になっても地域性を優先する社会か、あるいはわれわれのライフスタイルの価値観をどこに求めるか。そういうシナリオに基づいてやるわけですが、これもある種のストーリーライン・シナリオです。叙述シナリオとして、「日本の中でこういう暮らしぶりになっていきますよ」、それが、中心地ではどんどん高層ビルができるというのがAだし、自分の好きなところに住むというのがBのシナリオであるわけです。

2つのビジョンの下での国土(2)

地方都市	ビジョンA	ビジョンB
中心	人口が大幅に減少するため、中核都市としての機能を果たせない都市が増加するが、土地や資源を利用したビジネス(大規模農業、発電プラント等)の拠点として再生される都市も現れる。	地方においても十分な医療サービスや教育を受けることが可能になり、人口の減少がある程度抑制される。地域の独自性や文化が前面に出され、活気ある地方都市が数多く現れる。地域社会の意思決定の過程には、NGOや市民が積極的に参加し、理想の地域を自ら作る意欲に満ち溢れている。
農地・山間	農地、山間部においては過疎化が進み、人口が大幅に減少する。地域の特性に応じた、土地や資源の効率的な利用に向けた取り組みが進められる。農業・林業・漁業などは民間会社などによって大規模経営され、機械化などによって大幅に省力化される中、ヒト・モノ・カネといった資源の効率的な利用が進む。一方で、国立公園に指定される地域も増加する。	農林水産業に対する魅力が高まり、農村や山村、漁村への人口回帰が進む。低い地価を利用した個人・地域経営のもと、工夫を凝らした「おもしろい」一次産業を営む人も現れる。農業を職業として営む人のみならず、自然が豊かな地域に自宅とオフィスを構え、SOHOによって収入を得ながら、自ら家庭菜園を営み、おいしく、安全な食と健康的な生活を求める家族も現れる。



11

スライド 4-12 2つのビジョンの下での国土(2)

細かいこといろいろ書いてありますが、またこれは時間があれば見ていただければいいですが、Bの方は「おいしく安全な食」など、要するにこの辺に価値を見いだすということです。

人口・世帯に関わる二つのシナリオ(1)

	A (活力)	B (ゆとり)
出生率	競争社会を勝ち抜くため、20～30歳代は自己鍛錬に注力する。結婚生活は自分の時間を奪うものと考え、多く、晩婚化・未婚化の傾向は変わらない。その結果、 出生率は人口研・低位ケース程度で推移する。	ワークシェアリングの導入により労働時間は短縮される。仕事関係以外のコミュニティを大切にする人が増える。時間にゆとりができ、また、様々な人に出会う機会も増え、晩婚化・未婚化の傾向に歯止めがかかる。その結果、 出生率は人口研・中位ケース程度で推移する。
外国人居住者	政府は外国人労働者を積極的に受け入れる環境を整備する。また、国民の意識も外国人労働者に対して好意的になる。2050年には 全人口の約10%程度を外国人が占める 。純入国者数は年間18万人程度。	外国人労働者を受け入れる環境は整備されるものの、Aシナリオほどは外国人労働者は増加しない。2050年には 全人口の約5%程度を外国人が占める （人口研想定程度）。純入国者数は年間10万人程度。
日本人	グローバル化の進展により、海外企業・研究機関への就職・転職、海外拠点の転勤、海外留学が増加し、Bシナリオの2倍程度の日本人が海外に出国する。純出国者数は年間4～6万人程度。	現状程度の日本人の海外出国は現状程度（人口研想定程度）である。純出国者数は年間2～3万人程度。
生残率	(人口研想定程度)	(人口研想定程度)



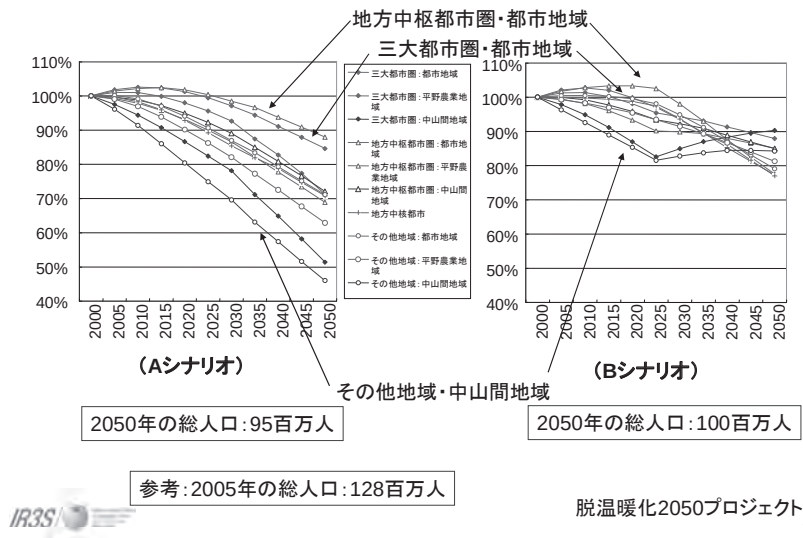
脱温暖化2050プロジェクト

12

スライド 4-13 人口・世帯に関わる二つのシナリオ (1)

青い字のところだけちょっと見ましょう。人口の予測を適当にやっているわけではなく、これは社会保障・人口問題研究所が将来の推計というものをしています。中位推計、低位推計、高位推計とありますが、実際は低位推計よりも日本の人口はずっと低い。社会保障・人口問題研究所の予測の仕方自体はかなり検討されているものなので、そこにわれわれのライフスタイルの数値、あるいは将来の予測を入れて予測してみるということをしています。そのときの出生率の設定が、低位ケースで推移する、中位ケースで推移する。それから、外国人がどれぐらい入ってくるか。これはヨーロッパに旅行などをしてみると、かなりその国ではない人が増えているということに気が付かれると思いますが、スイスやスウェーデンなどのかなり成熟した国の人口があまり減っていません。その分、ほかの国から人が入ってきたということがあられるわけですが、そういうところも推定するといったことをして予測していくわけです。

土地利用区分別人口の推移(2000年=100)



14

スライド 4-14 土地利用区分別人口の推移

A を見てください。2005 年の 1 億 2800 万人が、先ほど見た通り、9500 万人、あるいは 1 億人になるわけですが、その中身が違います。忙しいシナリオ（A のシナリオ）は、2000 年を 100% としたときに、2050 年に何% ぐらいに人口が減っているか。その他地域・中山間地域とは、大都市でない、平たくいえば田舎に近いところですが、そういうところは激しく人口が減り、5 割以下になる。そして、札幌などの地方中枢都市圏や東京を含む三大都市圏は、減るのですが 9 割ぐらいで止まっているので、そんなに変わりません。9 割までしか減らないのと、半分になってしまうのでは、現状で人口の差が大きいわけですから、ますます競争力の差が大きくなる。これは簡単に想像できます。競争力以外に、実際に都市の対策を立てるときに、特に交通面の対策を考えると、ある程度人口密度が高くないと鉄道は入らない、そもそも商売として鉄道が成り立たないということがあります。大きい都市の方は可能性が出てくるし、今も鉄道を使っています。ですから、両極端に分かれてくるとというのが A のシナリオです。

B はモデル計算上、途中で折れ曲がっていますが、全体として人口が 8 割ぐらいになります。おしなべて 8 割ぐらいになるということで、この地方の小都市もそれなりに人口を維持しています。それは、これからのロードマップを描くときに、どうやって人口を維持できるような仕事をそこに考えていくかということは必要なのですが、B は基本的にはみんな割と分かれて住むのが好きという価値観ですから、ここに住んでいくわけです。

両ビジョンの問題点

ビジョンA(活力)

- 中規模以下の都市のサービス水準(医療、上下水道、防災・・・)

○ 地域の活力

ビジョンB(ゆとり)

- 国際的競争力
- 能力を生かし切れない社会



15

スライド 4-15 両ビジョンの問題点

この二つによって、対策も違うし、CO₂の排出量の予測も違います。ここであえて問題点を書いています。

ビジョンAは、大都市はいいとして、もちろん混雑するとかそういう問題はあるのですが、けれども、最低限の医療・教育はオーケーですが、中規模以下の都市のサービス水準、今でも産婦人科の問題や救急車の問題が出ていますが、それがますますひどくなってきます。それから、上下水道、防災です。どこまで守るのかという問題になってくるのです。費用便益分析を突き詰めていくと、地方の人口が減ってきたときに、すべて守るのか、いや、ここはもう守らないのでその覚悟で住んでくださいということをあるところで言い始めるのか。その辺りが問題になってきます。

私もちょっと下水道に近いので、下水道の具体例をお話すると、下水道計画は従来はとにかく拡大する計画でした。それが今、変わってきています。というのは、将来の人口が減ると分かっているところで、今下水道が入っていないところに、いつまでも「ここは計画で必ず入りますよ、下水道をやるので浄化槽は入れないでください」と言うのは合理的ではないだろうということがだんだん現実の問題になってきたのです。下水道を整備する計画区域を縮小することを本気で今、国土交通省は考えているし、そこに浄化槽を持ってくるというようなことがあるわけですが、都市間の格差が激しくなってくると、提供するサービスの違いが出てくるのです。

それから、地域の活力です。小さい町は、人口は減るし、当然年齢も高い年齢の人しか

いない。そこをどうするのか、日本全体として本当にそれでいいのか、強い人が勝つだけでいいのかという問題です。格差社会があまりにも強くなると、それにみんな危機感を持って、選挙でもそういうものが反映されたりというのがありました。われわれはそういうある種のバランス感覚を持っているわけですが、そのバランス感覚から見ると、ちょっとやりすぎだというのがAです。

Bは、ゆとりがあって、みんな平和に暮らしています。それはハッピーに見えるわけですが、実はなかなか問題があります。国際的競争力です。われわれの世界は今、日本だけで成立していません。東京での競争が緩くなって、みんな地方に住む。大企業間の合併はあまりせずに、みんな共存共栄でやっている。しかし一方では、海外の会社と競争していかなければいけない。下手をすると日本の会社が負けるということが起きるわけです。世界全体がBのシナリオに行ってくればいいのですが、世界は競争型社会のときに、日本だけ、「いやいや、うちは競争せずにゆったりやりますよ」というのがかつての護送船団方式で、それは今、あまりよくないということになっています。また、個人の能力を活かしきれない社会です。Aの社会は競争するので、もちろんそれによるひずみも出るのですが、能力がある人はどんどん活かしていく、それが日本を伸ばすという社会ですが、Bは、まあまあゆっくりいきましょうという社会なので、そういう問題もあります。

そういうことを見ると、AもBもやりすぎると問題があるので、実際はこの間になるのだろうとみんな思うわけですが、ここではAとBと両方の姿で対策を導入したときにどうなるかを見ようというのが力点です。

4-6 低炭素社会の実現と道筋

低炭素社会の実現の道筋

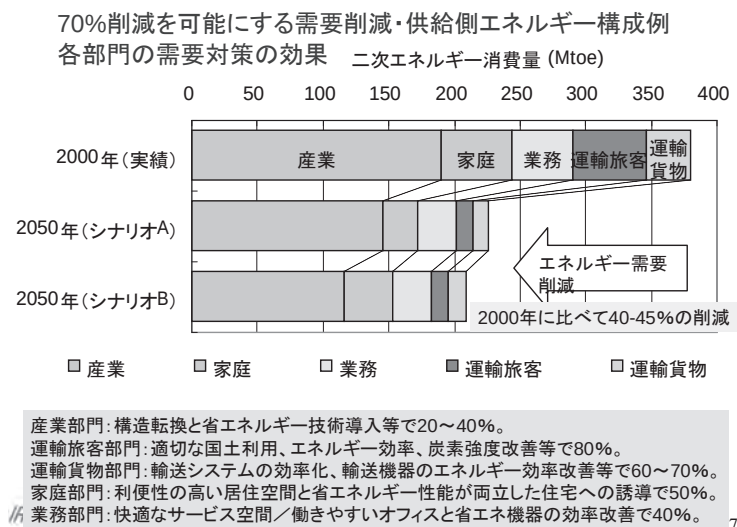
- 現状のサービスレベルを確保・改善しながら、合理的な利用でエネルギー需要の40～45%の削減、供給側の低炭素エネルギー選択で、2050年にCO₂排出量を70%削減することは実現可能である。



16

スライド 4-16 低炭素社会の実現の道筋

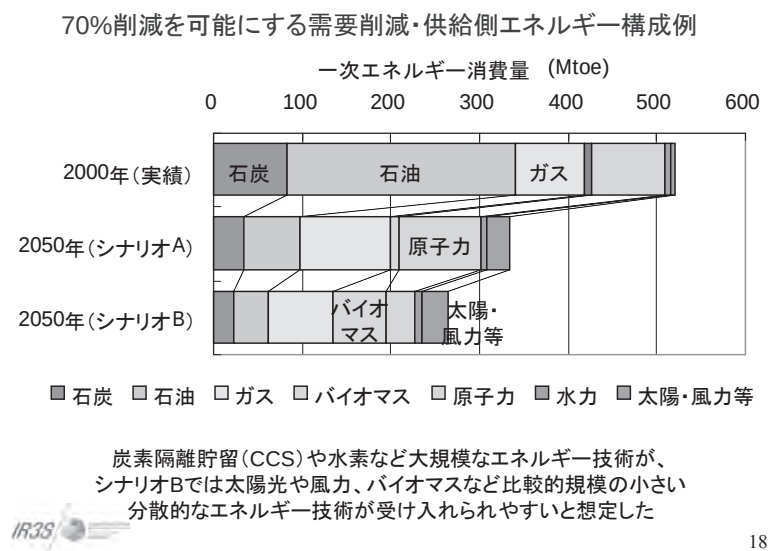
さて、どういう道筋を描くかという、大ざっぱにこれぐらいの数字の感じです。すなわち、2050年を考えたときに、エネルギー消費量を7割減らすというのではなく、エネルギー消費量を4割から4割5分ぐらい減らす。それは需要側で減らすということになります。あるいは、新たなエネルギー供給を持ってくる。需要側は半分ぐらいです。そして、エネルギーの種類を変えていく。ここに再生可能エネルギーが入ってきます。同じエネルギーを使っても、CO₂が少なければ温暖化の問題は解決できるということです。エネルギー源を低炭素のものにしていくことで全体として7割にしていこうというわけです。



スライド 4-17 二次エネルギー消費量

具体的にどんなイメージかというと、似たような形の絵がこの後、2枚あります。最初の絵は、日本全体でエネルギーを末端で使う量、つまり二次エネルギー消費で、われわれが家で電力を使うと何キロワットアワーという数字です。しかし、われわれが家で1kWhの電力を使うと、日本全体としては1kWhではなくて実は2kWh余りのエネルギーを使っているのです。なぜかという発電効率が四十何%ですから、それをカウントしなければいけないのですが、ここは末端で見えています。現状は、先ほど都市の比較であった通り、産業が半分、家庭と業務の合計が2〜3割ぐらいですね。

これに対して、AのシナリオとBのシナリオ、忙しいシナリオとゆとりのあるシナリオで、少し違うけれども、何とか4割程度落とせるだろうというものです。どこが違うかを見ると、これもまた結構面白いのですが、家庭部門で見ると、Aの方はかなり小さくなります。Aはかなりの人が都市部に住む。狭いので集合住宅に住みます。それでまた省エネ技術がどんどん入ります。Bはみんなそれぞれ分かれて割とゆったりと暮らしますので、どうしてもエネルギー消費が増えてしまいます。産業は、Aの方は産業活動が盛んで、GDPの伸びも大きい。だから産業のところは、Aは大きくてBは小さい。おおよそのイメージでいうとそういう姿ですが、大事なものは、いずれにせよ、減らすことが可能だということです。



18

スライド 4-18 一次エネルギー消費量

見た目は同じような形の絵ですが、これは一次エネルギー消費ですから、日本として使ったエネルギーの量です。今見たいのは内訳です。ちょっと分かりにくいのですが、これ

は CO₂ のグラフではなくてエネルギーのグラフなので、A、B で 3 割になっているという絵ではありません。見ていただくと、同じエネルギー当たりの CO₂ の排出量が多いのが、左から石炭、石油、ガス、そして原子力は CO₂ ほとんどゼロというわけですが、カーボンニュートラルの CO₂ が出ないものがこれぐらいあります。これが現状です。

A のシナリオは、原子力が、増えはしないけども頑張っていって、今と同じぐらい原子力発電をする。今と同じぐらい原子力発電をするというのは、実は原子力の方から見ると簡単ではないのです。なぜかというところ施設の更新が来るのです。ここはまさしく社会の状況との関係ですが、今の社会の状況だと、原子力発電所が古くなって、そこにまた同じものを建てるというときに、うまくいくかどうか分からないのです。ここではそれはうまくいって更新されていくということを想定しています。

一方、B の方は、原子力よりもバイオマスの方を増やそうという想定になっています。あとはガス、石炭、この辺りは産業活動によって若干違いがあります。

実はそれぞれにウィークポイントがあるのですが、ウィークポイントを言う前に、この内訳でエネルギーを供給すると、数字としては 70% が可能と出ます。A の方のウィークポイントは、炭素隔離・貯留 (CCS) です。CCS とは、発電所なら発電所で CO₂ が出るわけですが、そのように大量に出る場所で CO₂ を薬品で集めて地中に戻す技術です。これは今かなり注目されていて、コスト的にもそんなに高くないだろうといわれているわけですが、では、日本はどこに戻すのか。日本でない国だと、内陸の陸地に戻す、あるいは産油国だと油が出ているところに戻すというのはあるのですけれど、日本の場合はどこに戻すのかという問題があります。実はここではこの炭素隔離を想定しています。石炭などを使って発電して、その CO₂ を吸収するということが想定されています。

シナリオ B は、バイオマスがこんなに大きい。これはかなり理想的に思えるのですが、本当にバイオマスがこれだけ提供、供給できるかというところは保証されていません。このシナリオではバイオマスの輸入も考えているのです。倫理的に、輸入したバイオマスを使ってエネルギーを供給していいかという問題が出てきます。要するに、日本として CO₂ を減らしたいので、海外からバイオマスを持ってきて、例えば木材をどんどんさらに輸入して発電して、CO₂ は出ないと主張できるかという種類の問題が実はここにあります。

しかし、このバイオマス、あるいはそういう木材のことでいうと、そもそも今、相当量の木材を輸入しています。例えば今、家を壊したときの廃材を使って発電する。それはバイオマスなので CO₂ はゼロだというのですが、元をただすと輸入の木材だったりするので

す。食べ物だってそうです。自給率がこんなに低いんだから、食べ物から出る廃棄物、食べ物ごみ、食品ごみからエネルギーを作るのは、カーボンニュートラルで CO₂ ゼロなのだけれど、実はこれは日本の中から出てきたものではないという話もあって、非常にややこしいのですが、この辺りを今後どう詰めていくかということが課題になっています。

4-7 低炭素都市への戦略と視点

低炭素都市への戦略

- 戦略1 物質とエネルギーの消費を減らす
 - 技術的な対応とソフト対応
 - 都市の構造との関連(交通…)
- 戦略2 物質・エネルギー変換技術の改良
 - 新技術開発(燃料電池…)
 - 地域によるインフラ技術の導入適性
 - 対策の連携導入、相互効果
- 戦略3 都市の構造を変えていく
 - 都市構造と環境負荷の関係
→コンパクトシティ



19

スライド 4-19 低炭素都市への戦略

低炭素都市への戦略ということです。これは今お話しした 70%の話とは切り離して、そもそも都市という場で CO₂ が出ないようにするにはどういう面から対策を取るのか。幾かの考え方が必要になってきます。ここに今三つ書いています。

戦略1は、とにかく使う量を減らす。エネルギーを使うと、再生可能エネルギーでない限りは CO₂ が出る。これは分かりやすいです。同時に、物質を使うのを減らす。先ほど東京と北九州の比較を出しました。東京は、CO₂ は少ないけれども、実は物はいっぱい使っています。その物を作っているのは北九州だったり川崎だったりします。東京が物を使うから、ほかのところで CO₂ が出ると考えると、使う量を減らさないと結局 CO₂ も減りません。実際のわれわれの社会を変えるということを考えたときに、当然そこまで考えないといけないのです。われわれが家の省エネをします。けれども、ごみは山のように出す。それは東京の中での CO₂ は、プラスチック以外はほとんどノーカウントです。それだと実は別のところで問題が生じているということです。これは合わせて考えないといけないとい

うことです。

それから、戦略2は技術です。そうやって使うエネルギーを減らすということはもちろんするのですが、どうしてもエネルギーが必要になってくる。そこは技術的な対策を組み合わせるということが必要になってきます。

戦略3は、都市の構造を変えていく。この対策は期待が大きく、われわれもこれは非常に大きいのですよと言うのですが、実は話は簡単ではありません。実はあまり減らないのではないかと思ったりもするのです。ちょうど今、新しい温対法の話を読んでいたのですが、都市計画をするときに温暖化対策を組み入れる、考慮するということが今度は必須になってきます。実は今の都市計画を行っているそれぞれの都市、あるいは国土交通省は非常に低炭素社会ということを意識しています。半年ぐらい前までそんなことを言っていなかったのが、今はすごくそのようになっていて、また環境モデル都市の提案がちょうど今行われようとしています。そういう意味では、都市自身を変えていくということが非常に希望を持って語られるわけですが、一方で、それに対して実際どれぐらい減るかという辺りの評価が追いついていないというのが今の状況です。ただ、要素としては非常に重要であることは間違いありません。

必要な視点1 LCA的アプローチ

- 直接・誘発環境負荷の発生原因の特定
- 都市域外の誘発負荷の評価
リサイクルによる環境負荷低減効果の評価
- 対策技術の効果の評価
トレードオフ1(製造時負荷と運用時負荷)
太陽電池のCO2ペイバックタイム
- トレードオフ2(異なる環境負荷間)
環境改善技術



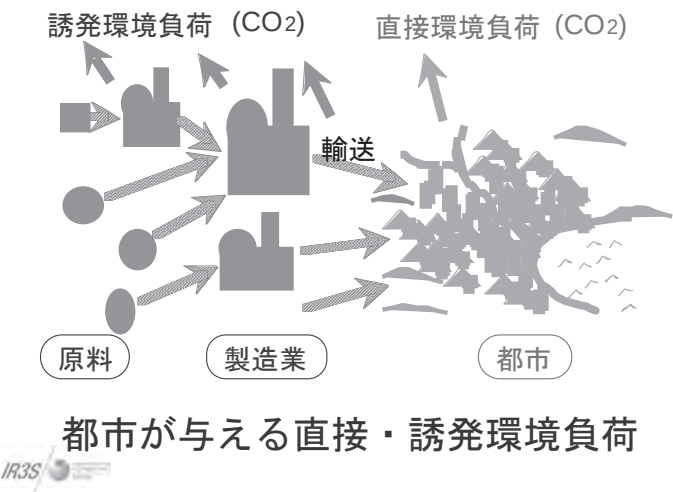
20

スライド 4-20 必要な視点1 LCA 的アプローチ

この三つの戦略とは別に、ひねった言い方ですが、視点、物の見方もまた幾つか必要です。都市という場所を相手にしたときに、いろいろな見方が必要だということです。

一つは、ライフ・サイクル・アセスメント的なアプローチです。繰り返しになりますが、東京で物をどんどん使うとCO₂が出ます。物を使うことのCO₂排出、誘発誘発効果を評価し

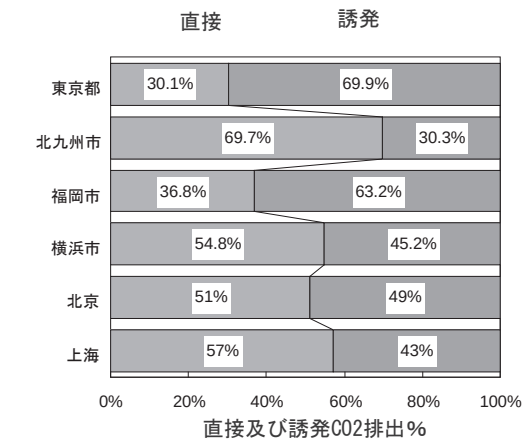
なくてはなりません。あるいはトレードオフ、これはいろいろな技術の間で片一方を立てると片一方が駄目になるといったことを考えなければいけないという問題です。



21

スライド 4-21 都市が与える直接・誘発環境負荷

具体的に、これは東京と考えてもらっていいのですが、東京でどんどん活動する。東京の中で車が走ってガソリンを燃やすと、直接 CO₂ としてカウントします。それは分かりやすいのですが、東京に入ってくる食べ物、物が原因となって出てくる CO₂ は、普通、東京の CO₂ としてカウントしないのです。



都市活動から発生する二酸化炭素の直接排出と誘発排出分の比率
東京都は吉田ら、北九州、福岡、横浜は金川ら、北京、上海はIGESによる



23

スライド 4-22 直接及び誘発 CO2 排出%

このオレンジのところとブルーのところの割合がどれくらいになっているか。東京の場合には、東京の活動が原因となって発生する CO₂ の 3 割だけが東京の場で発生し、7 割はほかの場で発生します。実はこの中に発電も入っていて、東京電力が東京都の中に持っている発電所はなく、ほとんど外なので、それもここにカウントされます。ところが北九州は、誘発分もあるのですが、直接自分のところから出る分が非常に大きい。さらにもう一歩進んだ解析だと、ほかの都市の活動を支えるために北九州で出ている分も大きい。そんなことが分かってきます。これは都市の産業連関表の解析から分かるのです。実はわれわれのところで行ったデータではなくて、ほかのところでされたデータを持っているのですが、北京や上海もこのような試算がされています。

何でこんなややこしいことを言うかというと、3 割、7 割という、こんなアンバランスがあるからです。北九州のように自分のところから排出する CO₂ が大きければ、ややこしい計算をしなくても、自分のところから出ている CO₂ を比べて「減った、減った」「増えた、増えた」と言っていればいいのだけれど、東京の場合は実はここだけ見ても本質的な都市活動の健全さは分かりません。そういう見方が大事だというのが一つ目の視点です。

必要な視点2 都市内の活動分布の考慮

- 都市活動(エネルギー消費、物質消費、熱利用、人工排熱発生)の密度とその分布
- 地区(密度)による対策導入効果の相違
地域冷暖房、コジェネレーション、清掃工場熱利用
- 熱環境(ヒートアイランド)の解析と改善
(人工排熱、地表面特性)
- 交通需要の発生



24

スライド 4-23 必要な視点2 都市内の活動分布の考慮

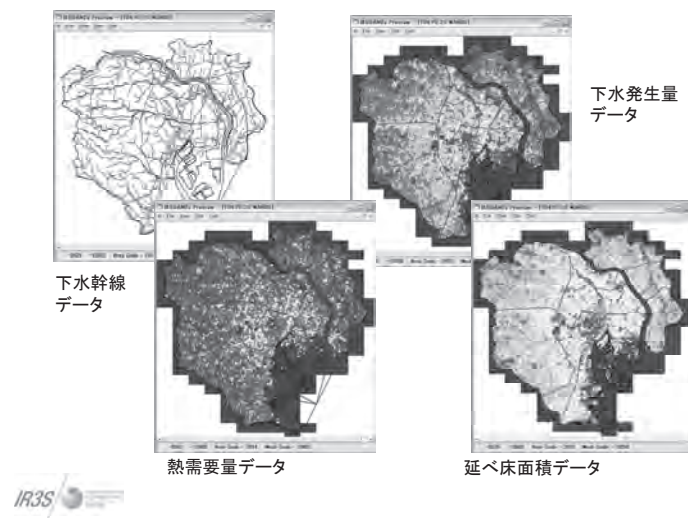
二つ目の視点は、都市の中での活動は当然均一ではないということです。都心部があり、住宅地があり、郊外がある、メリハリがある。メリハリがない都市は、それはそれで機能が分化していないのでよくないわけですが、都市活動の密度と、どこにあるかという分布に合わせて対策を入れていかなくてははいけません。特に地域冷暖房、コジェネレーションや清掃工場の廃熱は場所が大事なのです。実は地域冷暖房を導入するというのが対策と

していろいろなところで挙げられているわけですが、地域冷暖房をただ導入しただけでCO₂が減るという保証は全くないのです。なぜかという、今、地域冷暖房を導入しなくても、家庭で使っているエアコンなどは非常に効率がなくて、その元の電力に原子力や風力が入ってきているので、電力はクリーンなのです。クリーンな電力を使って効率が高いエアコンを動かしているのが一軒一軒の家で、それはマンションでも同じです。それをまとめて地域冷暖房にして供給したからといって、単純に考えると減る理由がありません。個別の方が非常に成績が悪いのなら、まとめてやることによってすごく減るといえるのですが、実は個別で既に成績がいいとなると、ただまとめただけでは良くない。まとめることによって、実際には個別にやるときの無駄を省く。そういうことを考えると、ある程度密度が高くて需要がたくさんないと、そういう効果が出てきません。

もう一つ、地域冷暖房が有効なのは清掃工場の熱を使うという場合です。清掃工場でごみを焼いて熱が出る。それを使えば、それはエネルギーを投入しなくて得られる熱ですから、当然CO₂は減る。ただ、このときに問題になるのは場所です。清掃工場は普通の都市の場合には郊外にあります。そこで周りに熱を供給するといっても、公園しかない。何もないから温水プールを作るといようなことをやるわけですが、そうすると実際の都市のCO₂はなかなか減りません。東京の場合には清掃工場が幾つか都心部にあります。目黒・渋谷にありますが、そういうところだと使ってCO₂が減るわけですが、場所をよくよく見ないと、ただ単純に入れれば良いというものではないわけです。

あとは、ヒートアイランドによって、夏は暑くなってエネルギーをたくさん使うという問題もあるのですが、それも分布が大事です。どういうまとまりを都市として持っているかということが大事になってきます。

そして、当然一番大きいのは交通需要の発生です。都市の中でどこに人が住んでいて、どこにオフィスがあるかということで人がどう動くかが決まります。あるいは、鉄道が導入しやすいような都市かそうでない都市か。それは都市内の活動分布、家とオフィス、あるいは商業施設の分布が非常に大きいです。さらにいうと、こういう環境負荷を減らす技術、あるいは環境負荷を小さくするように活動分布を変えていくということが必要になります。これは都市構造を変えるという意味です。それによって、公共交通が入りやすくなります。あるいは、清掃工場を密度が高いところに持ってきて、周辺には大気汚染の影響を与えないようにしてエネルギーを使う。そういう考え方が大事になってきます。



スライド 4-24 下水熱の解析例

これは一つ解析した例で，下水熱を使うという考え方があるのです．下水の場合には，ごみを焼いたときほどは温度が高くない．それは想像できますね．けれども，冬にかなり温度が高い．それはみんなお湯を使うからです．皮肉なことに，家でみんなどんどんお湯を使うようになって，それは家庭部門の CO_2 を増やしているのだけでも，下水の温度が上がって，今度はその熱を回収することによって CO_2 を減らすことができるのです．

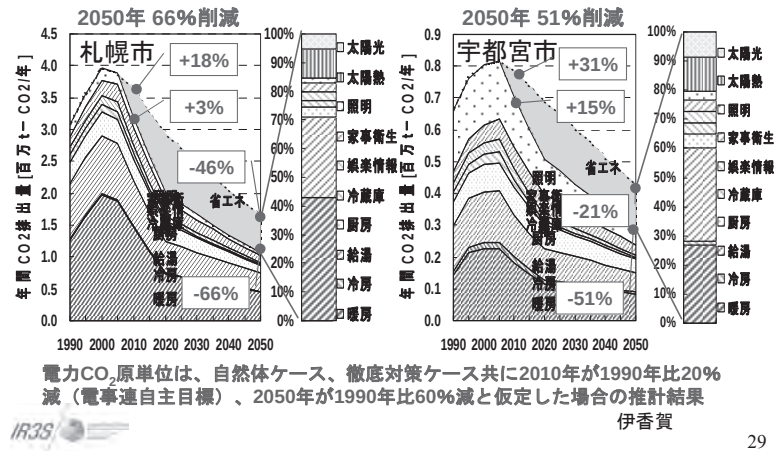
でも，下水の温度が高いといっても，冬にせいぜい 15°C とか 20°C です．それを熱交換して送っても暖房にならないので，ヒートポンプを組み合わせで地域冷暖房をすることが必要になってきます．

そうすると，場所，立地が大事になってくるのです．それぞれの場所ではどれくらいの下水の量が得られて，下水からどれだけ熱が得られるか．そういうシミュレーションをするときには，下水管のネットワークを見て，下水がどれだけ発生するか，そして一方で，熱はどこで使われるか評価する．場所による違いがあるわけです．こういうものを組み合わせて評価していくことによって，どの場所に下水熱を使った地域冷暖房を入れるといいかが評価できます．

三つ目の視点です。需要側の対策、供給側の対策、いろいろあります。それぞれの対策があまり入らない場合、例えば 1%だけ入りましたという場合は足し算できるわけです。東京全体の CO₂ のうち 1%が家庭部門の何かの削減で減りました、一方で東京電力が CO₂ の原単位を変えて 1%減らしました、そうすると合わせて 2%減ります。それは足し算できるのです。ところが、1%ではなくて 50%となると、足し算できないのです。一番分かりやすい例は電気の場合です。家庭で照明器具を変える、あるいはエアコンを変える。それで 50%減ったとします。みんな導入すると 50%減ります。一方で、電力の供給側で CO₂ の原単位を 50%減らすとします。50 足す 50 で 100 にならないのです。なぜかという、電力の原単位が 50%減っているわけです。家庭部門でいうと、対策を取らないときの CO₂ が既に半分になっているので、CO₂ が何トン減ったかと数字でいうと、対策を取る前に既にクリーンになっているので、対策による効果も少なくなるのです。こういうお互いに相殺する効果を見ていかないとはいけません。どんどん突き詰めていくと、一番極端な場合は、電力の CO₂ がゼロになったとします。原子力も含めて、再生可能エネルギーで全部電力を賄ったとすると、節電しても CO₂ は全く減らないということになります。これはあえて皮肉な例として言っているわけです。けれども、実はそういうことではなく、再生可能エネルギーあるいは原子力を入れて電力の CO₂ の排出原単位をぐっと下げようとする、需要が減らないと無理です。全体の使う量が減ってこそ初めて再生可能エネルギーで賄える比率が大きくなるわけです。というのは、再生可能エネルギーは、太陽にしろ、風力にしろ、限りがあります。電力を使う量がどんどん増えていくと、化石燃料を使わざるを得なくなります。

ですから、お互い助け合わないと電力もクリーンになってこないのです。お互い、いい面で持ちつ持たれつの面もあるけども、直接的な対策効果でいくと、CO₂ が 50t 減るはずだったのが、電力がクリーンになっているので 30t しか減っていないというようなことも出てきます。その辺は考えなくてはいけないということです。

(1)住宅の対策

札幌市と宇都宮市の民生家庭部門CO₂の排出量と削減量の将来推計

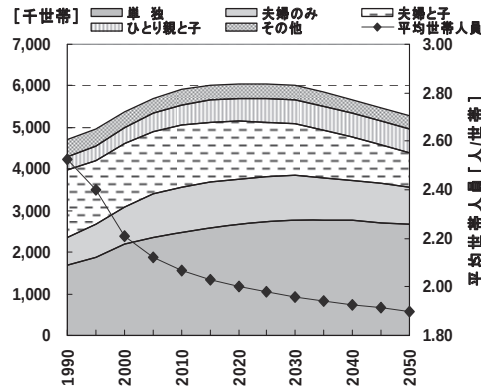
29

スライド 4-27 住宅の対策

対策が書いてありますが、ここに一つの例が書いてあります。これは電力による CO₂ の削減も含めて、住宅でどれだけ減るかということ、札幌、宇都宮で比較したものです。これは前、生研にいらっしゃって、今は慶應に移っておられる伊香賀先生のシミュレーションの結果です。これは CO₂ の排出量がみんな下がっています。実は藤色の上のラインは、住宅で何も対策をしなくても、電力がクリーンになったらここまで下がるという数字です。これは、シナリオとしてまずそれを考えて、省エネは藤色の部分だというシミュレーションの結果です。ですから、こういう絵を示すときも、この注をちゃんと付けないといけません。住宅で一気に 66%減ると思われがちですが、実は電力の助けがないとこれだけ減らないのです。

それはさておき、内訳が札幌と宇都宮で違います。札幌だと暖房・給湯に対策を取ります。もともとそこが大きいからです、その効果が当然大きい。一方、那覇だと暖房なんてほとんどない。けれども冷房の効果が大きい。冷房は宇都宮ぐらいでもわずかです。年間を通じたエネルギー消費量でいうと、家庭部門の冷房は、これぐらいの気候のところだと大きくない。オフィスだと冷房が大きいのですが、家は少ないのです。こういうものを住宅の場合には見ていくわけです。

家族構成の変化

東京都の例
(伊香賀による)

30

スライド 4-28 家族構成の変化

実は住宅の将来図を考えると、箱物だけ考えていては駄目で、そこに人がどうやって住むかというのが大事です。これが A シナリオ、B シナリオで実はそれぞれ違うのですが、基本的に、1 軒の家に住む人がどんどん減ってきています。平均世帯人員と書いてありますが、1 軒の家に何人住んでいるか。1990 年には 2.7 人ぐらいですが、2050 年には 1.9 人です。家があって、住む人が減る。家の面積は少しずつ大きくなっている。一人当たりの面積は大きくて、ゆとりを持って住めるわけですが、それは想像できる通り、照明、冷房によって増える部分があります。省エネでその増える部分を打ち消さなくてはならないという問題があります。

地域冷暖房、これは先ほど言いましたので省略しましょう。

(3) 太陽電池の設置によるCO2削減

屋根への設置を想定

→高密度都市よりも低密都市戸建て住宅に

太陽電池の導入可能量の設定

○可能面積による推定では過大評価？

- 系統側の受容可能制限
- 建物用途による制限
- 政策的な導入量の決定

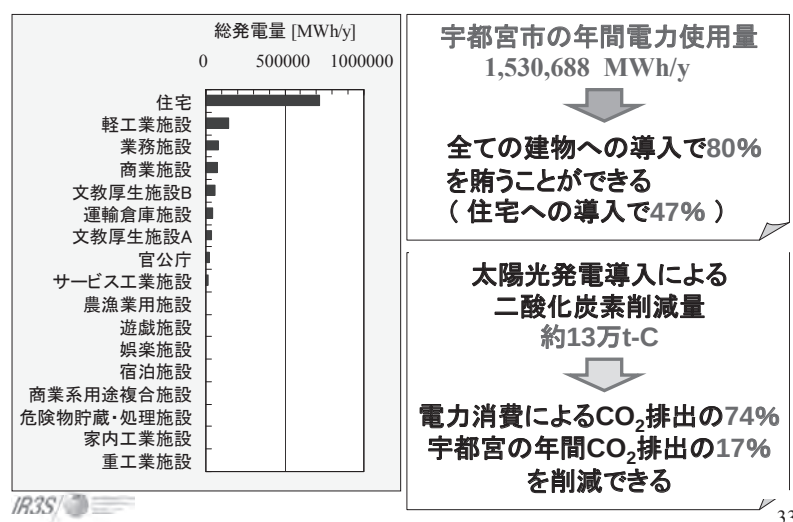


32

スライド 4-29 太陽電池の設置による CO2 削減

太陽電池もまた非常に議論が難しいところなのです。まず、現状で太陽電池は、コストが高い最大のネックになっているわけですが、太陽電池をもしどんどん増やしていったときに、日本の都市、あるいは日本の全体の電力のどれだけを賄えるか。そこで、技術的な問題が幾つか出てきます。これが 1%のときには問題になりません。それは全体の電力供給に影響がないからです。けれども、太陽電池で 5 割、6 割を賄おうとすると、全体の電力の供給との系統連系が問題になってくるし、太陽電池は昼しか発電しませんから、蓄える手段を持たないと夜の分は賄えません。そういう種類の問題があるのです。

宇都宮市の太陽光発電ポテンシャル計算 高橋伸英による

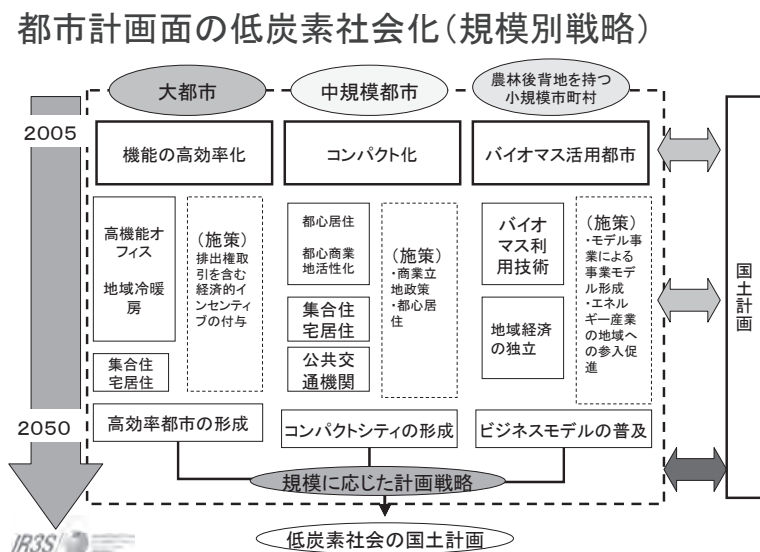


33

スライド 4-30 宇都宮市の太陽光発電ポテンシャル計算

ここにあるのは宇都宮市の例です。宇都宮をわれわれがやっている理由は、東京・大阪はいろいろな例があって、大体どういう対策が有効かが分かるのです。宇都宮のような規模の都市が、日本には実は数としては多い。そういう都市に対して処方箋を書かないと、日本全体としてCO₂が減っていかないだろうというわけです。宇都宮は、交通システムも、現状は入っていないけれども、入らなくはない。でも、入ってもみんな車から乗り換えてくれるかどうか。まさにその辺りが鍵になるぐらいの都市なのです。宇都宮だと、住宅を相手に太陽電池を入れるというのが大きいわけですが、それによってかなりのエネルギーを賄うことができます。このようなシミュレーションがあるわけですが、実際にこれを導入するための道筋としては、先ほどの系統連系といった問題を入れていかななくてはならないということです。

4-8 都市計画の低炭素社会化



42

スライド 4-31 都市計画の低炭素社会化(規模別戦略)

最後に、スライドの 31 だけちょっとご説明します。

都市の規模によって戦略が違います。大都市の東京・大阪・札幌といったところは、高効率でいくのが賢いでしょう。それはイメージすれば分かりますが、オフィスビルの効率をどんどん高めていく、住宅も高めていく、交通機関も効率を高めていく。それでいこう、そして集合住宅を促進しましょうということです。

中規模になりますと、先ほどの宇都宮などがそうですが、ばらばらに住んでいるという都市構造を何とかコンパクトなものにしたい、まとめることによって鉄道を入れたいということが出てきます。

もっと小さい都市になってくると、人口が少ないからコンパクト・シティは無理です。効率を求めるといっても現実的ではない。むしろこういう都市の場合には、バイオマスはどうやって使うか。農業・林業のポテンシャルは豊かなので、それを使うことによってエネルギーを生み出す。そのビジネスモデルを何とか作れないかという辺りが戦略になってくるのではないのでしょうか。

そのようなことを、今、S-3 のグループで考えているところです。幾つか細かい話がありますが、時間になりましたので、ここで終わらせていただきます（拍手）。

（司会） 花木先生、どうもありがとうございました。

5. 「地球温暖化の森林への影響とその対策」

講師 沢田 治雄（ICUS 教授 前森林総合研究所国際研究コーディネータ）

【略歴】

1976 年 3 月 東京大学農学分林学科卒業

1978 年 3 月 東京大学農学系研究科修士課程 林学専攻 修了

1978 年 4 月 農林水産省林野庁林業試験場に採用

1981 年 11 月 科学技術庁併任
長期在外研究員として米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校に派遣

1982 年 10 月 農林水産省林野庁林業試験場に職場復帰

1986 年 7 月 科学技術庁併任 長期在外研究員としてフランス政府給費留学制度によりフランス・ポールサバチエ大学付属国際植生図研究所に派遣

1987 年 8 月 農林水産省林野庁林業試験場に職場復帰

1988 年 10 月 農林水産省林野庁森林総合研究所遠隔探査研究室長

1990-1994 年 非常勤講師（東京大学農学部）併任（毎年半年間）

1994 年 4 月 同 企画調整部海外森林環境変動研究チーム長

1996-03 年 非常勤講師（筑波大学）併任（毎年4ヶ月間）

2001 年 4 月 独立行政法人森林総合研究所 海外研究領域長

2003 年 4 月 同 研究管理官（海外研究担当）

2006 年 4 月 同 研究コーディネータ（国際研究担当）

2008 年 4 月 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教授現在に至る



5-1 紹介と概要

(司会) 最後の発表になりますが、沢田治雄先生にお話をいただきたいと思います。

沢田先生は、この4月から東京大学の都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）の教授として移ってこられました。われわれは都市というキーワードを使っておりますけれども、沢田先生は森林ということをやっております。ただ、都市における緑というのは一つの大きな社会基盤になります。そういう基盤をどうやって維持していけるか。特に近郊になるとなかなか難しいと思いますが、そういうことも含めてお話をいただければと思います。特に温暖化影響というところに今日は焦点を合わせてお話をいただくことになっております。沢田先生、よろしくお願いいたします。



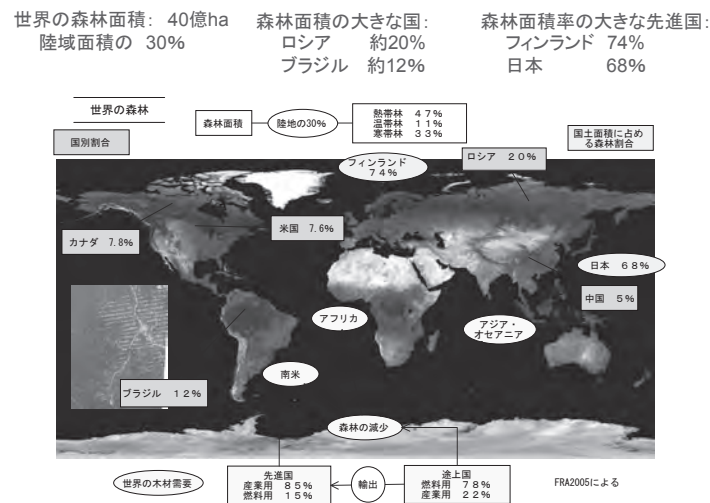
スライド 5-1 タイトル

(沢田) 沢田でございます。これまで森林総合研究所に30年ほどおりまして、森林を対象にして研究をしていましたが、今日はICUSで発表できるということで、感謝しております。本当に初めてお会いする方々ばかりですが、よろしくお願いいたします。今日は「地球温暖化の森林への影響、またその対策」（スライド 1-1）という課題で語らせていただきたいと思います。

京都議定書絡みの問題は2008年から2012年、今年から5年間ということで京都議定書対応が始まってまいりました。日本の場合は2008年といいましても、この4月からということですので、まさに先月から京都議定書絡みの対策が始まりました。日本の場合、1990年に対して6%の二酸化炭素を減少させるということですが、そのうちの約6割に当たる3.8%は森林の吸収で賄うということが京都議定書の中で言われていますので、特に森林分野ではその対応に真剣に取り組んでいるところです。

5-2 世界の森林

世界の森林の概要



スライド 5-2 世界の森林の概要

まず、世界の森林のことをご紹介しながら話を進めたいと思います(スライド 2-1)。

世界の森林面積は約 40 億 ha です。これは陸域の約 3 割です。そのうち面積として大きいのは、ロシア 20%、ブラジル 12%などですが、熱帯地帯に約 47%の森林があります。この分野では、熱帯林の減少の問題、そして特に温暖化に関しては高緯度地帯の森林問題があります。森林が熱帯と高緯度地帯に実際に多いわけですが、そういったところで事象のことなる大きな問題が起きているわけです。

ちなみに日本の森林率は 67%で、先進国の中では極めて高いです。そういう我が国が世界の森林問題を提起していくときに、「何だ、日本は森林率がそんなに高かったのか」と、途上国の方々にもよく言われます。それは、取りも直さず、森林資源を日本は非常に多く使っていて、北米、東南アジア、あるいはロシアからの木材の輸入に支えられているというのが現状だからです。したがって、日本が世界の森林問題で果たすべき役割も大きいと思っています。

世界森林資源評価(FRA)2005

世界の森林資源評価は
FAOが行ってる。

FAOの森林の定義:

面積:0.5ha以上、
樹冠率:10%以上
樹高:5m以上



Comparison of forest area estimates in FRA 2005 and FRA 2000

Region	FRA 2005 estimates			FRA 2000 estimates		
	Forest area (1 000 ha)		Annual change (1 000 ha/yr)	Forest area (1 000 ha)		Annual change (1 000 ha/yr)
	1990	2000		1990	2000	
Africa	699 361	655 613	-4 375	702 502	649 866	-5 262
Asia	574 887	566 562	-792	551 448	547 793	-364
Europe	989 320	998 091	877	1 030 475	1 039 251	887
North and Central America	710 790	707 514	-328	555 002	549 304	-570
Oceania	212 514	208 034	-448	201 271	197 623	-365
South America	890 818	852 796	-3 802	922 731	885 618	-3 711
World	4 077 291	3 988 610	-8 868	3 963 429	3 869 455	-9 391

スライド 5-3 世界森林資源評価

そういった背景を含めてご紹介しておきます。

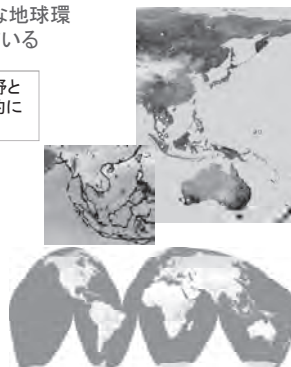
世界の森林資源に関する情報は FAO が提供しています(スライド 2-2)。これは国際連合食糧農業機関で、本部がローマにあります。FAO が世界の森林の状況を調べ、またこれだけ減少しているという報告をしています。そのときの森林の定義に関しては、FAO には FAO の定義があります。「面積は 0.5ha 以上あるものを森林とする。しかも樹冠率(木が覆っている割合)が 10%以上、樹高は 5m 以上である。」こういった条件を満たすところを森林としています。ですから、森林が森林でなくなった、森林が減少したといったことに関しては、この定義に当てはまらなくなったことを意味しているわけです。例えば 0.5ha といいますと、1ha が 100m×100m ですから、100m×50m という塊よりも小さくなったら、それは森林ではないと見なされて森林減少にカウントされます。植林の場合でも、0.5ha を一度に植えるということは日本ではなかなかありませんから、日本で森林を新しく造成したとしても、0.5ha 以下であれば、森林ではないといわれてしまうということもあります。いずれにしても、このような世界的な共通理解(定義)のもとでいろいろな森林問題が議論されてきています。

森林と地球環境との関わり

森林は炭素量だけではなく様々な地球環境分野と大きなかかわりを持っている

総合科学技術会議で地球観測重点分野とされている15分野のうち、森林と直接的にかかわりが大きな分野

- (1) 地球温暖化
- (2) 水循環
- (4) 生態系(生物多様性)
- (5) 風水害
- (6) 大規模火災
- (9) 森林資源
- (13) 土地利用および人間活動に関する地理情報



スライド 5-4 森林と地球環境との関わり

今日は地球温暖化との関連ということで、二酸化炭素との関係がメインとなると思います。ただ、「森林が存在することによって、森林そのものでいろいろなことを感じる」という人もいますし、水循環や生物多様性、あるいは風水害に対するさまざまな機能を持っているのが森林ですので、森林が持っている多様な面も忘れることはできないと思っています。つまり、地球温暖化に関しては炭素固定能が非常に注目されていますが、森林関係の分野では、生物多様性こそ重要な問題であるといっている者もあります。そういったことから、森林と地球環境、地球温暖化との関連という点に関して、いろいろな論点があるのが現状です。



アジア東部の多様な森林

スライド 5-5 アジア東部の森林（1）

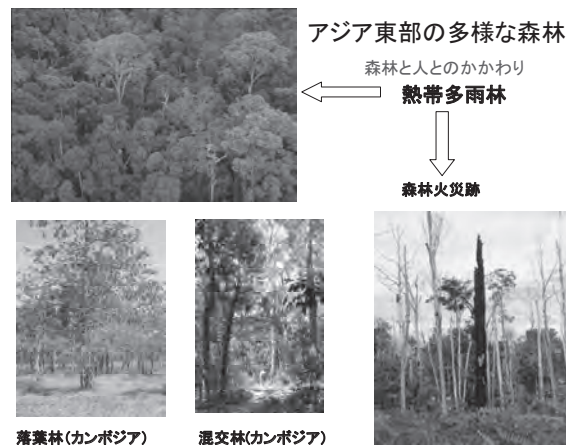
初めに森林型に関して若干ご紹介しておきます。

左上がシベリアのカラマツ林です。紅葉時期の写真ですが、人工林のように同じ木が一

斉に生えています。これは凍土地帯の上にある森林で、植えたものではありません。天然でもこのように一斉の林です。その代わり、一本一本の間に非常に広い隙間が空いていて、日本のように密な森林にはならないといった特徴があります。しかも、この土壌では、温度が低いために、葉や枝などが落ちたまま残っていますので、温暖化によって分解が促進されるとすると、その影響は非常に大きいだろうといわれています。

これはマングローブの林です。このような形で根を出して自らを支えています。

こちらはスマトラの泥炭湿地林です。非常に高い木が生えます。40m, 50m, 時には 60m といった木もあります。こういった泥炭地では、森林火災や火入れを行う開拓等が問題になっています。落葉、落枝が泥炭の中、こちらの場合は水の中に落ち込むために、分解されずにありますが、乾燥して、この泥炭地が森林火災に見舞われると非常に大量の炭素が放出されます。

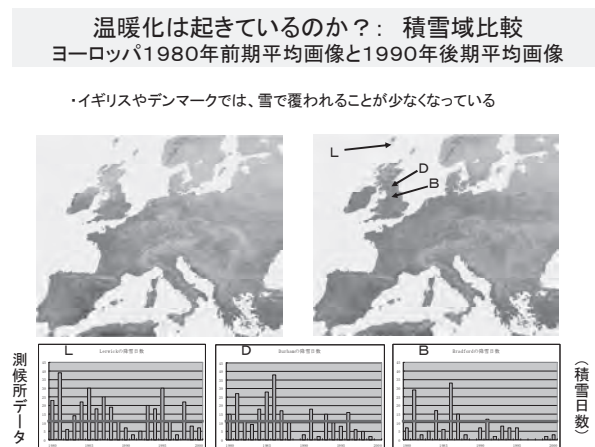


スライド 5-6 アジア東部の森林（2）

こちらは熱帯降雨林で、いわゆるジャングルといわれている森林に相当します。私どもがよく研究の対象としている東南アジアでは、こういった常緑の森林や、落葉林、あるいは常緑と落葉が混交した林があります。

このように、さまざまな森林のタイプがアジア東部地域にも見られます。そのため一口に森林と言いましても、そこにはさまざまな温暖化の影響が生じてきます。

5-3 衛星による地球環境の観測



スライド 5-7 積雪域比較（ヨーロッパ）

今日は既に温暖化が起きているということを示した IPCC の第4次報告も出てきているという話がありました。私の専門分野は森林ですが、リモートセンシングのデータを使います。その画像で見えてくるものがあります(スライド 2-5)。

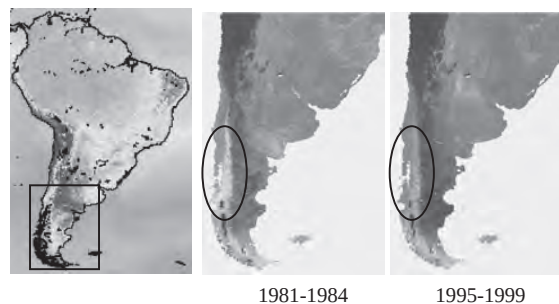
左側は 1980 年前期の約 5 年間のデータを平均したものです。右側は 1990 年の 5 年間のデータを平均したものです。白いところは雪に覆われているところです。1980 年の前期では、イギリスのところまで白いものが見えていますし、デンマークも真っ白です。ところが 1990 年の後半には、イギリスにもデンマークにもほとんど雪が見られません。雪が全く降らないという意味ではありませんが、この 5 年間の平均で画像を合成するとこのように見えてきます。

こういった積雪の様子を見ても、温暖化が植生あるいは人間環境に与えてきている影響が明らかに見られる地域はあるのだろうと思っています。

下のグラフは同じ場所の測候所の積雪データで、降雪量の減少を示しています。こういったデータと合わせても温暖化の現象が、いろいろな場所に見えてきていることがわかります。特に衛星データで簡単に把握できるのは積雪域の減少地域です。

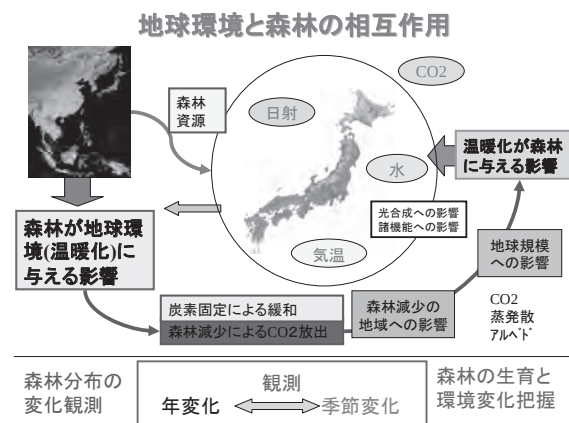
積雪域比較 アンデス南部

アンデス南部のチリにも15年間で同様な変化が見られる



スライド 5-8 積雪域比較（アンデス南部）

北半球では北緯 50 度あたりに帯状に見えています。同じようなことは南米でも見えていて、南緯 45° 付近は 1980 年代前半まで雪が降ったところですが、90 年後半にはほとんど降らなかったということを示し、20 年近くの間には積雪の分布域が変わってきたことを示しています。こういったことを見ると、北半球と南半球とで少し緯度が違うようで、海流等の問題もあると思いますが、確実に温暖化の影響がこれらの地域に現れているだろうと思っています。



スライド 5-9 地球環境と森林の相互関係

地球環境と森林との関係に関してここでご説明します。二つの側面があります。

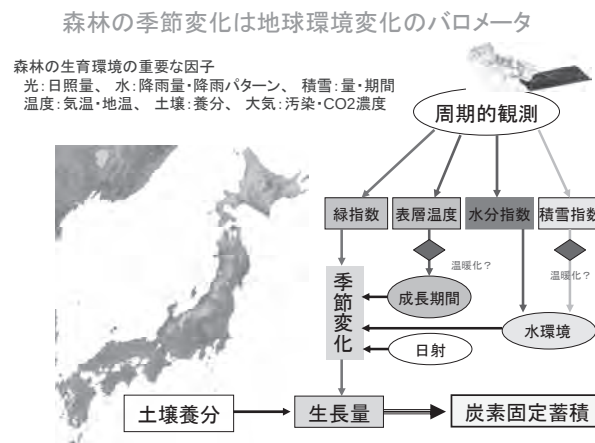
一つは森林が地球環境に与える影響です。伐採や火災等によって森林が減少することによって CO₂ が放出される、それが地域への影響、さらに地球規模への影響を及ぼしています。もうひとつの面は、温暖化が森林に影響を与えているということです。これらのふた

つの関係がサイクル化してくることが懸念されているわけです。

最近大きな話題となっているのは、森林の減少によって放出される二酸化炭素の量が、その他の人間活動から出る量と比べてそんなに小さくはないということです。大気中のCO₂の放出量の約2割は森林減少に由来するといった報告を IPCC 第4次報告書は取り上げています。ですから、森林分野にとっては、今まで森林で炭素を吸収するのだと言っていたわけですが、そうとばかりは言っていないかもしれません。森林分野としても CO₂ 放出側の対策を取らなければいけないといったことが大きな問題になってきています。

今日は、温暖化が与える影響とともにこのサイクルを断ち切るための対策の必要性をご紹介します。森林が地球環境に与える影響に関しては、毎年どのように森林が減ってきているかといった年ごとの変化で事足りますが、森林が地球環境によってどのような影響を受けているかに関しては、地球が温暖化しても、すぐに森林が減るとか枯れるといったことではなく、まず季節変化に現れてきます。例えば、芽吹き of 時期、落葉の時期です。春から秋までの成長期間の長さが変わって植生に対する影響が大きくなってくるわけで、それが季節変化に現れてくることになります。

5-4 温暖化と森林の関係にかかわる研究



スライド 5-10 森林の季節変化は地球環境変化のバロメータ

例えば、「桜前線の進行具合」というようなことも地球温暖化と関連付けて見られてくるわけです。つまり、森林の季節変化は地球環境変化のバロメータであると考えられます。森林の生育環境の重要な因子としては、日照量、降雨、それに降雨のパターンがあります。

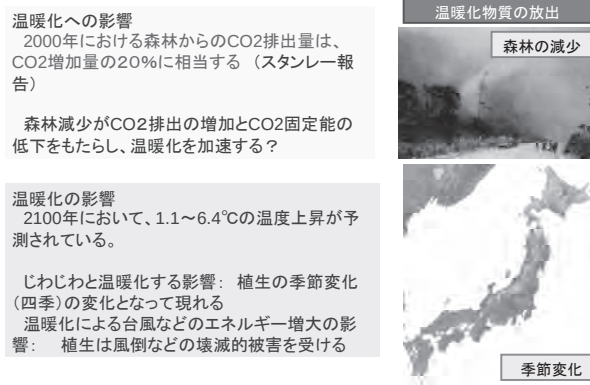
梅雨のように降る場合もありますし、東南アジア等では非常に激しく降り、また集中してある期間だけ降る。このようなパターンも森林生態系へ大きな影響を与えます。また、積雪の量と期間、地表の気温、地温などが大きな因子となってきます。もちろんそのほかに土壌の養分や大気中の CO_2 の濃度、あるいは大気汚染といったローカルな環境も影響しているわけです。

こちらは、SPOT 衛星の VEGETATION というデータの 1 年間のアニメーションです。今、緑が鮮やかになっていますが、これは春です。それから秋になって紅葉が見られ、白いのは雪ですけれども、積雪域がだんだん南下して、春になって南から雪が溶けていきながら鮮やかな緑が回復してくる。こういった日本列島全体の動きが見えています。

衛星画像では緑の濃さだけではなくて、そのほかに、例えば表層の温度や、積雪の分布、水分の様子などが見えてきます。こういった周期的な観測能力を持つ衛星データを使うことで季節変化を見ていきます。それが森林の成長にかかわるパラメータで、土壌との関係でさらに炭素固定の推定を可能にするわけです。

このような形で成長期間や様々なパラメータの季節変化を調べることによって各地域、全国規模、あるいは地球規模での炭素固定量の推定が研究されてきています。また、こういったことを通して、地球環境変化が各植生帯へ与える影響が定量的に計測されるということになります。

温暖化への森林の影響と温暖化の森林への影響



スライド 5-11 温暖化への森林の影響と温暖化の森林への影響

ある 1 点を見ることによって、植生が温暖化の影響を受けていると言い切ることは困難です。というのは、その地域が温暖化以外の影響を受けている可能性があるからです。ですから、面的に広い地域を見ることによって初めて温暖化の影響がどの程度来ているのか、

あるいはどの地域に集中しているのかが見えてきます。今ご紹介しましたように、森林の温暖化への影響と、温暖化の森林への影響という二つの側面で森林と温暖化の問題は見ていくべきだろうと思っております。

さて森林の温暖化への影響に関しては、森林減少に起因する CO₂ 排出量は大気中の CO₂ 増加量の 20%に相当すると推定されていますので、森林の減少で CO₂ の排出量が増加し、同時に森林が減少することによって地球規模での CO₂ 固定能が減少することで温暖化が一層加速することが懸念されるわけです。

また、温暖化の森林への影響に関しては、じわじわと温暖化する影響は植生への季節変化になって現れますが、温暖化することで、あるエネルギーの塊、例えば台風が大きくなるとか、その頻度が増すということに関しては、植生は壊滅的な影響を受ける、ということが指摘できます。このように森林分野では温暖化に関して危惧していることが数多くあります。今のままでは、森林が二酸化炭素を固定する、だから温暖化を緩和できるのだとは言いきれません。CO₂ 固定量と森林消失量との関係がこういった形で実際に現れてくるのが非常に危惧されているところです。

地球温暖化問題と森林

温暖化の森林への影響

- 1) 森林における温室効果ガスの収支観測
 - 森林フラックスタワー観測：環境変化への応答解明
 - 2) 森林における炭素収支モデルの開発と活用
 - 全球の純一次生産量(NPP)の推定
 - 3) 温暖化予測にもとづく森林生態系生存可能域の変化
 - 気象環境変化が森林植生の分布域に及ぼす影響予測
- 森林分野における温暖化への対策
- 4) 温暖化対策1：京都議定書第一約束期間
 - 日本の森林バイオマスが吸収・蓄積している炭素量
 - 5) 温暖化対策2：ポスト京都議定書のために
 - 森林伐採・劣化がもたらす温室効果ガス排出の低減
 - 木質バイオマスの利用

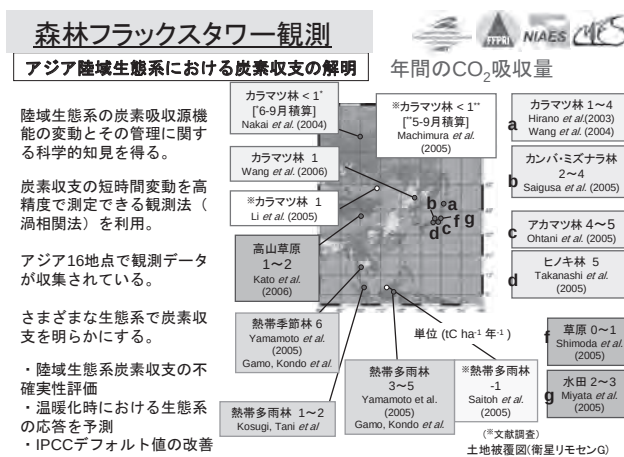
スライド 5-12 地球温暖化問題と森林（温暖化の森林への影響）

温暖化の森林への影響と、森林分野における温暖化への対策ということを中心に、さらに少しご紹介いたします。



スライド 5-13 森林フラックスタワー観測 (1)

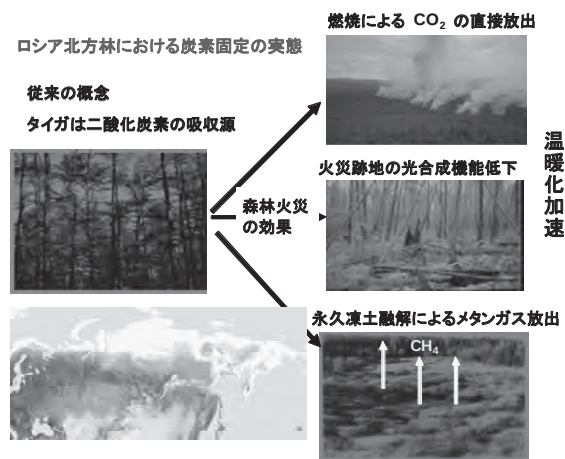
森林のフラックスの観測が行われています。これが森林の CO₂ 収支の解明では基本となっている情報です。森林のフラックスタワーサイトでは、タワーに様々な測器を付けて、二酸化炭素の収支や気象データを蓄積しています。毎日、あるいは何秒おき、何分おきというようにデータを蓄積することによって、例えば、今日と昨日は温度が 1℃ 違った場合、どういう反応を生態系がしたかというデータが蓄積されてくるわけです。そうすると温度が 1℃ 上がった場合、その森林が平均的にどういう応答を示すか予測できることになります。つまり、フラックスタワー観測のデータで、温暖化の森林への影響が見えてきます。



スライド 5-14 森林フラックスタワー観測 (2)

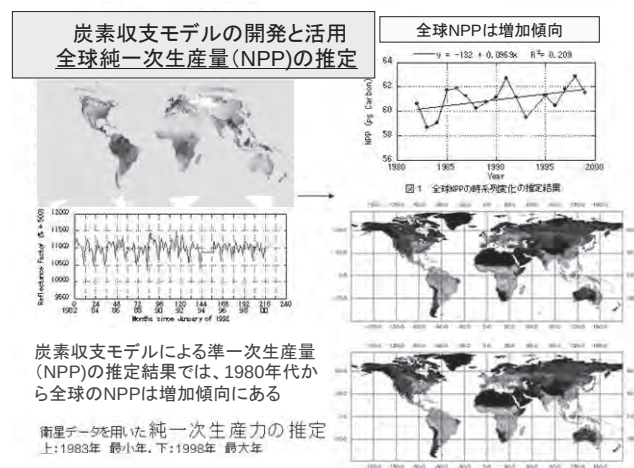
このような研究では、日本の多くの研究所でタワーを管理して、データを蓄積しています。ここで示しますように、さまざまな森林でフラックスタワーが建てられて、観測されています。

ロシアにもタワーを設置しています。森林といいましても、それがカラマツ林であるか、



スライド 5-16 ロシア北方林における炭素固定の実態

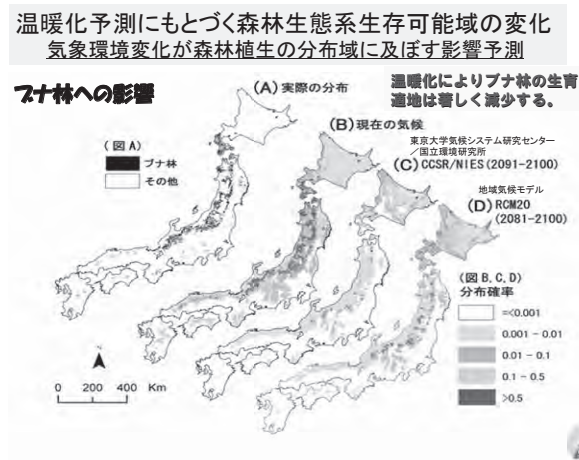
ロシアなどでは、森林火災、特に非常に大きな火災が起きればそれだけ林床の有機物が分解され、 CO_2 が放出されます。また、永久凍土が温暖化によって溶けることによって、メタンが発生することで、さらに極めて大きな影響を与えてくる。つまり、いっそう温暖化を加速することになって、それがさまざまな形で、そこ以外の森林地帯にも影響を与えることが懸念されているわけです。



スライド 5-17 炭素収支モデルの開発と活用

フラックスタワーの観測データを用いたりしながら、炭素の収支モデルが開発され、全球での NPP (全球純一次生産量) が計算されています。NPP のこれまでのトレンドとしては炭素の固定量は上昇しているのではないかと思います。けれども、必ずしも安定的にそれが増加するというものではないでしょう。現在までのところは、温暖化によって、森林

あるいは植生の活性度が高まる地域がある程度はあるから、CO₂吸収量が多くなるのだろうと考えられているわけです。けれども、それはいつまで続くのか疑問が残ります。



スライド5-18 温暖化予測にもとづく森林生態系生存可能域の変化

植生は、気温が上がったからといって自分の適切な環境のところにすぐ動いていくことができません。それを示したものが、この図です。ブナ林が温暖化によってどのような影響を受けるか示しています。これが現在のブナ林の分布域です。これを基にしてブナ林が生育可能な分布域を、気象パラメータ等を使って求めました。分布確率を現存の分布状況から評価して、それが地球温暖化したときにどのようになっていくかを示したものです。

シナリオが幾つかあって、2100 年のときの温度上昇にかかわるパラメータが異なっていますけれども、いずれの場合もブナ林はほとんど成立できないかもしれません、できたとしても非常に限られたところであることを示しています。分布確率として北海道にも分布可能なところが出てくるという図にはなっていますが、実際にはここまでブナが飛んでいけるわけではありません。ということで、温暖化の程度が低くても、ブナ林の分布域はかなり限られた分布になってしまうだろうということが予測されています。ブナ林だけではなく、例えば日本では人工林が約 4 割あり、その多くはスギ林ですが、温暖化の影響によって、例えば瀬戸内海付近のスギは水分の問題からかなりダメージを受けるといったことが予測されています。

今、いろいろな樹種に関して温暖化に対する影響がマッピングされてきています。このように見てきますと、日本の三大美林地の存続だけではなくて、天然林に依存している地域への影響は大きいでしょう。先ほどバイオマスエネルギー利用の話もありましたが、本当に森林がバイオマスエネルギーとして継続的に利用可能であるのかどうか、森林はすぐ

に別の生態系に変わることができませんので、温暖化が継続することによって、森林衰退も継続するところが多くあるでしょう。それが生態系の遷移の有り様ですので、バイオマスイエネルギーに大きな期待をするということでは、温暖化の進行と生態系の劣化とどちらが先になるかで、大きな問題が出てくるのではないかと私は思っています。

東南アジア熱帯林の環境変化への応答観測

背景：アジアモンスーン地帯の森林の生育は水環境に左右されている。しかし、森林水文に関する観測データは乏しい。特にメコン河流域ではデータ空白域が広がっている。

活動：

- 1) カンボジアとの共同研究により、観測サイトを設計し、2003年に60mの気象観測タワーを熱帯常緑林に建設して観測を継続
- 2) 研究者の能力向上も進み、現在は信頼性の高いデータを継続的に提供

計画：熱帯落葉林での同様な観測を予定

気象観測タワーサイト
周辺の植生・土壌・水
位集中観測



スライド 5-19 東南アジア熱帯林の環境変化への応答観測（1）

このように、森林の問題としてはバイオマスイエネルギー利用の問題もありますが、温暖化が熱帯ではどのような影響を示してくるのかといったこと、大気中の CO_2 の量だけではなく、降雨の分布、降雨のパターンといった水環境が実際にどのような影響を与えてくるのかも重要です。そのため、これはカンボジアの例ですが、こういったタワーを建てて、森林の生態系の応答パラメータを観測する観測網システムを作っています。

東南アジア熱帯林の環境変化への応答観測

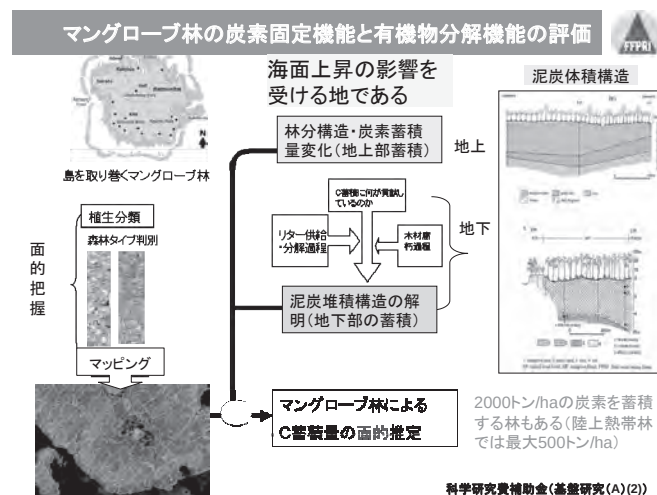


スライド 5-20 東南アジア熱帯林の環境変化への応答観測（2）

降雨も、森林の中に本当に入る雨はどのくらいか。木のてっぺん（樹冠）で雨が止まっ

て、そこで蒸発してしまうものもありますし、幹を伝わって流れてくるものもありますし、また直接落下するものもあります。その割合は森林生態系の維持機構の解明に重要です。

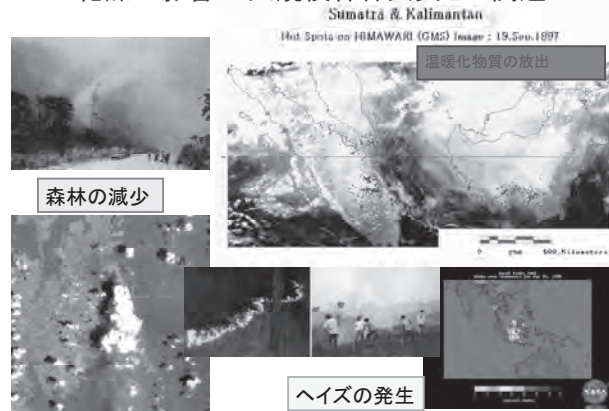
森林の降雨の影響はこのように詳細な研究をすることで、水との関係で森林が生き残れるかどうか、生態系が変わっているかが分かってきます。この研究は今アジア東部地域でネットワークを組んで進められているところです。



スライド 5-21 マングローブ林の炭素固定機能と有機物分解機能の評価

こういったデータを基にしながら、温暖化が日本、あるいは東南アジア、熱帯地域でどのような影響を示してくるのかということを見ています。これはマングローブ林の例です。マングローブ林では、森林の地下の部分に非常に大きな炭素の蓄積層があります。マングローブは海と陸との接点に生育するものですから、海面上昇によって林床が流れてしまう、そしてその生態系が崩れるといった問題が大きく取り上げられています。これは直接的な気温上昇の問題ではなくて、気温の上昇がもたらす海面上昇がこの生態系に影響を与えるというわけです。そういう意味で、温暖化がもたらす地球環境の変化が、さまざまな形を取って生態系に大きな影響を与えてくることが危惧されます。

乾燥の影響：大規模森林火災との関連



スライド 5-22 大規模森林火災との関連（カリマンタン/インドネシア）

これは1997年から98年にかけてのカリマンタン(インドネシア)の大規模森林火災です。エルニーニョによる乾燥の影響が大きいと言われています。大気の温度上昇による温暖化とは直接関係ないかもしれませんが、乾燥の問題です。温暖化したときにエネルギーの塊の動きによって気象に大きな影響が出てくるでしょう、しかし、たとえ大規模な乾燥が起きたとしても、森林火災は防がなければならないということで、その対策が必要となっています。森林火災も森林減少の大きな要因のひとつです。

5-5 京都議定書における森林分野の対応

地球温暖化問題と森林

温暖化の森林への影響

- 1) 森林における温室効果ガスの収支観測
 - 森林フラックスタワー観測：環境変化への応答解明
- 2) 森林における炭素収支モデルの開発と活用
 - 全球の純一次生産量(NPP)の推定
- 3) 温暖化予測にもとづく森林生態系生存可能域の変化
 - 気象環境変化が森林植生の分布域に及ぼす影響予測

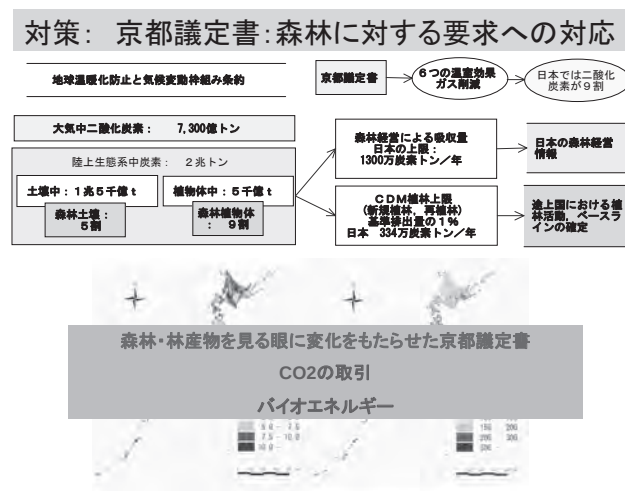
森林分野における温暖化への対策

- 4) 温暖化対策1: 京都議定書第一約束期間
 - 京都議定書への森林分野の対応
- 5) 温暖化対策2: ポスト京都議定書のために
 - 森林伐採・劣化がもたらす温室効果ガス排出の低減
 - 木質バイオマスの利用

スライド 5-23 地球温暖化問題と森林（森林分野における温暖化への対策）

この後は、森林分野における温暖化対策の話を進めていきたいと思います。

温暖化対策として、京都議定書第一約束期間が始まったこと、これは5年間という期間が確定した問題ですが、さらに今後、ポスト京都議定書に対して話題とされていることを含めて少し話を進めていきたいと思います。



スライド5-24 京都議定書：森林に対する要求への対応

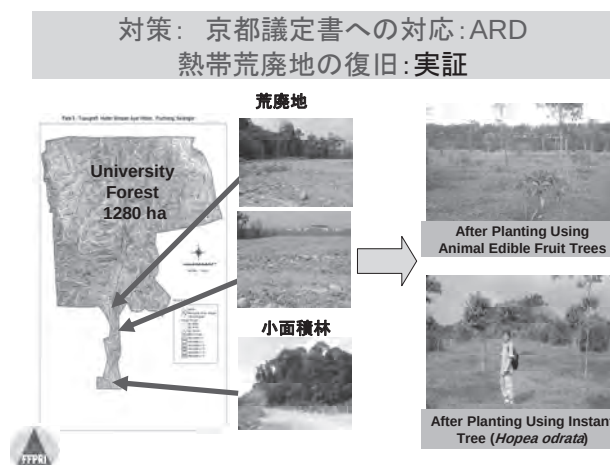
当初、京都議定書の中に森林が吸収する CO_2 量を含めるということに関しては、研究者側としてはだいぶ異論もありましたけれども、政策として入ったと私は思っています。日本は対 1990 年比で、6%の CO_2 排出量削減を約束しました。その中で、60%に相当する、炭素量として 1300 万 t を森林が吸収することを見込んで京都議定書第一約束期間をカバーしようというのが現在の方針です。日本は国土の 67% が森林ですので、この後、森林を増やすという余地はほとんどないだろうということで、途上国で植林を行う CDM (Clean Development Mechanism) 植林というものも一つの方策として考えていましたが、これはほとんど認められていません。もう一つは日本の森林に関して、森林管理をすることによって炭素の固定量を世界に認定してもらおうということが、京都議定書への対応として考えられてきています。

京都議定書の問題を通して、森林の話題がよく新聞に載り、皆さんの目につくようになってきましたが、 CO_2 の取引、あるいはバイオマスエネルギーが話題となってきたのも、この京都議定書絡みだったのではないかと思います。



スライド 5-25 京都議定書への対応：ARD 開発途上国の荒地回復手法の開発

京都議定書対応での一つは、先にもふれましたように森林を増やすことです。途上国に森林を増やすことを、この中で認めてもらう。これは CDM に入るわけですけども、京都議定書の場合は、放っておいて森林になるような場合はカウントしません。かなりの労力をかけてはじめて森林が再生するところで、その炭素固定量をカウントするということです。荒地に森林を再生させるといったことが申請されているようですが、植林に使うエネルギーと炭素固定量の差が本当にプラスとしてカウントできるのかどうかということが問題になって、CDM 植林として認められたものは、今のところ一つしかないというのが現実です。



スライド 5-26 京都議定書への対応：ARD 熱帯荒地の復旧

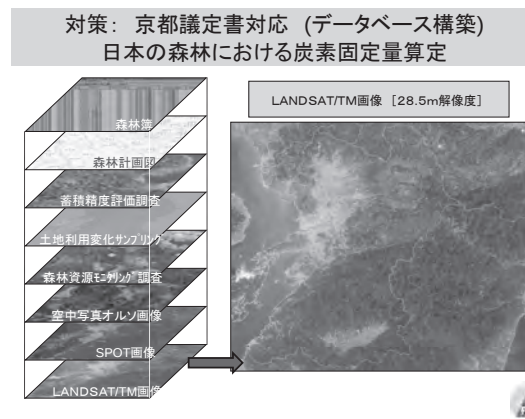
このような荒れた土地に対して植林をして成功させている場所も実際にあります。ただ、エネルギーの面からいうと、確かに植林にエネルギーを使いすぎているのかもしれない。

5-6 京都議定書に対応する日本の森林の炭素固定量算出法

このようなことから、日本はほかの国での植林活動によって日本の森林での炭素吸収分を賄うようなことはほとんど今考えていません。現在実行しているのは、日本の森林を管理することによって CO₂ 固定量を京都議定書の中でカウントしてもらうというものです。そのために何をしているかという、まず実際の森林データをそろえることです。日本の森林は、民有林でも国有林でも森林管理図が作られて、林班、小班という単位ごとに台帳管理されています。京都議定書では、日本は当初このように台帳管理しているのだから、この森林で吸収されている CO₂ をカウントして欲しいとしたわけですが、これは認められませんでした。というのは、人工林に関しては誰がいつ何本植えたかということまで記録にあるわけですが、それが、例えば 10 年後、20 年後、実際にどのように成長しているかということを、きちんと調査しているわけではなかったからです。10 年前に植えたものは、直径、樹高そして、材積がこのくらいだから、二酸化炭素の固定量はこのくらいであるといったものがモデルで計算されていました。

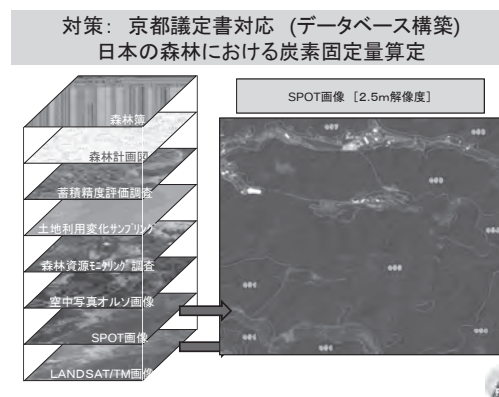
しかし京都議定書では実測値が求められました。ただ、日本としては森林簿を利用した管理手法が確立していますので、これを崩して京都議定書に対応することはできないということから、折衷案が持たれています。これは日本の森林管理のためのデータベース、管理図といったものをベースにしながらも、衛星データを使って、あるいはまたフィールドチェックをしてデータ評価したものに関しては管理している森林と認めようというようになりました。

日本の中で地球温暖化によって影響を受けた森林はどこにあるのかといわれると、実際はまだほとんど分かっていない状況です。ほかの国、例えば温暖化の影響が激しいロシアに関してはいろいろなパラメータや、有意な数値が指摘されていますけれども、日本で、本当に温暖化の影響を示しているといった森林は、現在判定されていないというのが実際のところですね。このような背景から、京都議定書に対応して森林域での CO₂ 固定量を算出するために、林野庁はデータベースを構築しました。



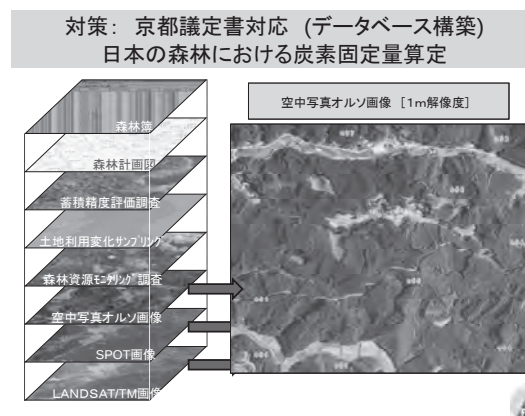
スライド 5-27 京都議定書対応（データベース構築）LANDSAT の TM 画像

これは LANDSAT の TM 画像で、分解能は 28.5m に編集して全国をカバーしているデータです。



スライド 5-28 京都議定書対応（データベース構築）SPOT 画像

また、これは SPOT のデータで、2.5m の分解能でデータを蓄積してあります。これは 2000 年代のデータです。

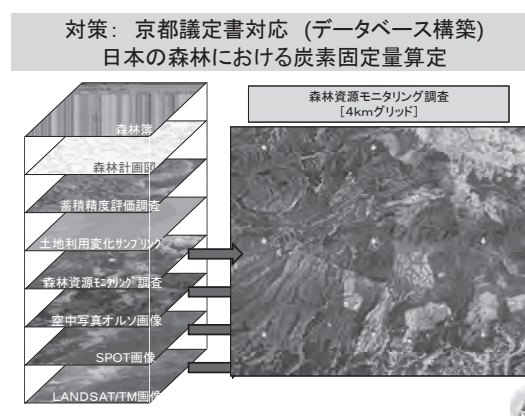


スライド 5-29 京都議定書対応(データベース構築) 空中写真オルソ画像

これが分解能 1m のオルソフォト（正射写真図）です。日本は、森林地帯は林野庁が、都市域は国土地理院が、ほぼ 5 年周期で航空写真を撮っています。京都議定書の場合は、1990 年以降のアクティビティが評価されるということです。1990 年前後の航空写真で、1m 分解能で作りました。

こういったものが日本全国のデータとして作られました。リモートセンシングデータも各種蓄積しています。これらによって、今までモデルで推定されてきた日本の森林データの質をクロスチェックできることになっています。

さらに、京都議定書とは直接関係はないのですが、新たな全国レベルの森林調査データも併用されました。



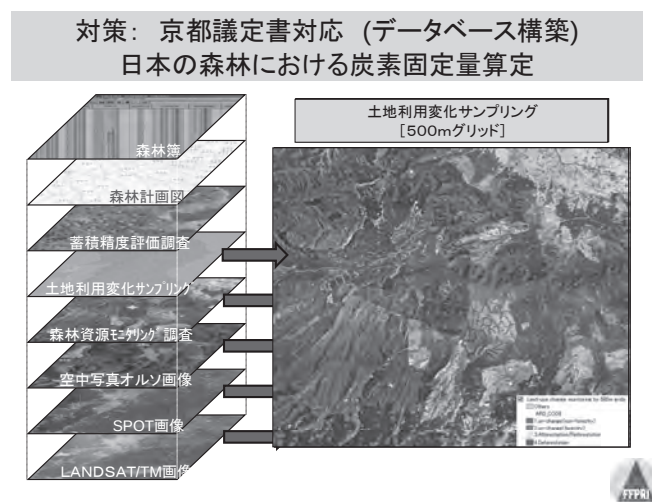
スライド 5-30 京都議定書対応（データベース構築）森林資源モニタリング調査

簡単に紹介しますと、これは 4km のメッシュを空中写真の上に置いたものですが、

4km のメッシュを全国にかぶせて、その交点のところを人間が調査に行く．そしてプロットを設定して、木の直径、高さ、どんな木であるのかを記録するといったことをしています．これが日本の国家森林資源モニタリング調査です．こういった形でシステムティックサンプリングによって日本の森林の状況が分かってきています．

これは 1999 年から始まったもので、5 年で全国を調査して、今 2 巡目です．これを続けることで、どこにどのような変化が出てきているのかといったことが統計的に示されてくることになります．この 2 巡目が終わるにはあと数年かかりますが、そのときには、成長量の地域的な差も見えてくるものですので温暖化との関係を示すことも期待できるでしょう．

ただ、京都議定書絡みの問題では、4km メッシュではあまりに粗すぎます．京都議定書では、管理されている森林かどうかということが問題で、管理されていると見なしたところだけ CO₂ の吸収量をカウントします．つまり放っておいたままの森林は京都議定書では対象外です．どんなに森林面積が多かろうと、「それは自然の状態でしょ」というわけです．CO₂ の固定を助長するという人間のアクティビティがあったところに関してだけカウントするわけです．

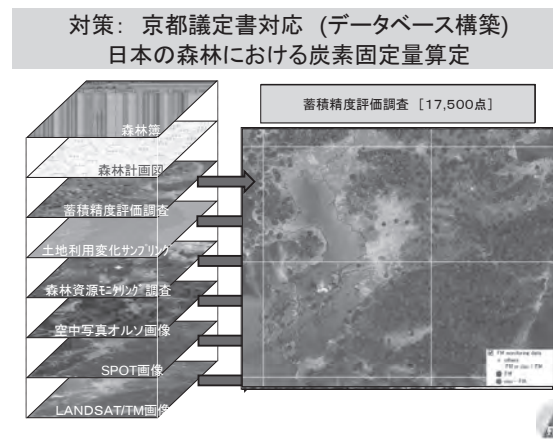


スライド 5-31 京都議定書対応（データベース構築）土地利用変化サンプリング

そこで、京都議定書対応の場合 500m のグリッドを全国に設定しました．500m のグリッド交点は多すぎてさすがに人間が行けませんので、航空写真と SPOT 衛星のデータで読み込んでいくという作業をしました．

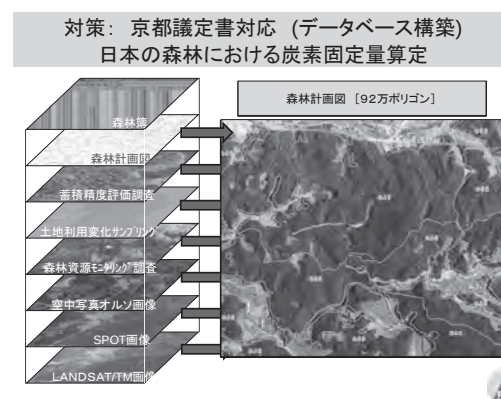
2000 年のデータで、試行して、成功したので、評価委員会へそれを持ち込んで、日本の

方法として認められました。ですから、1990年に森林であったとか、森林がなかったところに森林ができたとか、管理のされている森林であるかどうかがこのデータセットの中で判読されて、情報として提供可能となりました。



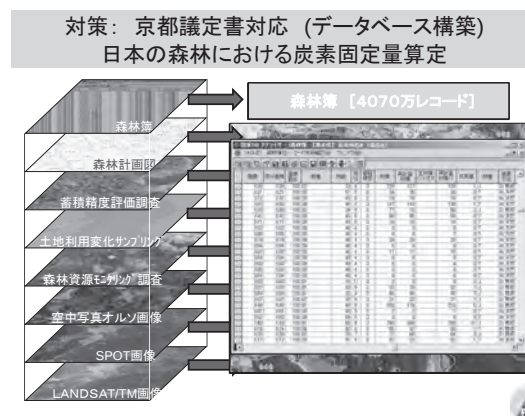
スライド 5-32 京都議定書対応（データベース構築）蓄積精度評価調査（熊本県）

これは熊本（九州）です。まずは日本独自に評価して確認してから世界に手法を認めてもらう必要がありましたので、衛星で読み取ったものと実際に現場調査したものとの対応をレポートの形でまとめ、認めてもらったという経緯があります。



スライド 5-33 京都議定書対応（データベース構築）森林計画図（ポリゴン）

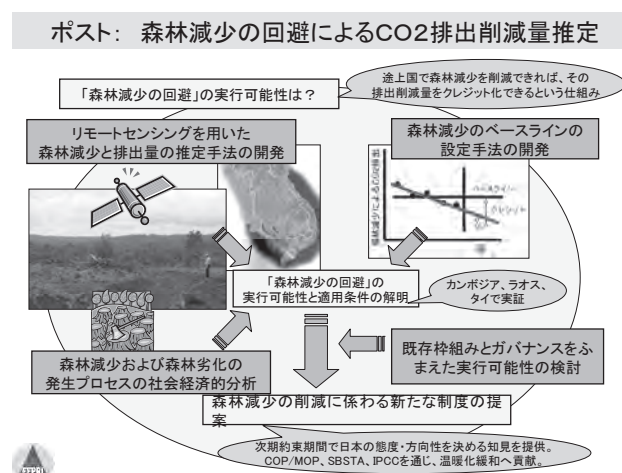
そのほか、京都議定書対応で作成してきたデータベースには、日本の森林管理単位である林班、これはポリゴン（線情報）として加えています。さらにこの林班の中に細かく小班という管理単位が入っています。



スライド 5-34 京都議定書対応（データベース構築）森林簿

管理単位のエリアを示した基本図や、管理単位ごとの森林調査の履歴は、約 4000 万の森林に対して記録されていて、本数、樹種、成長量などの森林簿データとなっています。これらのデータを利用して、今年から始まった京都議定書の第一約束期間における CO_2 の吸収量が集計されることになっています。

5-7 ポスト京都議定書：森林減少と劣化への対策

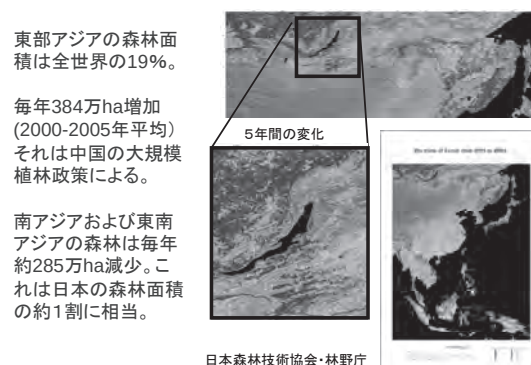
スライド 5-35 森林減少の回避による CO_2 排出削減量推定

ここで、ポストというのは京都議定書第一約束期間以降、つまり 2013 年以降のことです。森林の減少あるいは劣化から、 CO_2 が放出されている、それが大気中の CO_2 増加量の 2 割にも相当するということが非常に大きな問題とな

っていて、まずそれを減らすことを優先すべきであるということです。そのために森林減少を減らすプロジェクトが開始されていますが、2009年の12月までに温暖化対策として、国際的な大きな枠組みを決めることになっています。森林の減少をトレンドとして捕え、それに対してある政策を施すことによって国内の森林減少が止まる、あるいは減少するならば、その政策に対して、過去のトレンドとの差に相当する炭素量を何らかの形で金に代えて渡すというようなもので REDD (Reduce Emission from Deforestation and forest Degradation) と呼ばれています。森林減少が激しい国では、減少を止める努力によって森林減少が減速するならば、その分お金がもらえることになります。木を伐らなくてお金が手に入るということで、積極的に乗ってくる途上国もあります。逆に、既に減少がほとんど止まっているような国は効果が出にくいので、あまり面白くないというもあって、まだいろいろな課題を持っています。しかし、この REDD 対策はなるべく早い段階から組み入れていく必要があるという議論になっています。

つまり、京都議定書第二約束期間、2013年のポスト京都まで待たずに、第一約束期間内でもこの対策を進めるべきだということが話題となってきていますので、今年の G8 でもどこまでこの話が出てくるか、森林関係者も今見守っているといっているかと思います。

アジア東部地域の森林の変化



スライド 5-36 アジア東部地域の森林の変化

実際にどれほど森林が減少してきているのか見てみますと、これは林野庁事業で日林協が衛星画像で調査したのですが、アジア東部という地域で見ても森林減少の進行がわかります。これは5年間で森林が減少したロシアの部分ですけれども、こういったところがすぐに目につくほど数多くあります。

FAO の 2005 年森林資源評価 (Forest Resources Assessment 2005) によると、東部アジア

の森林は毎年 384 万 ha 増加していますが、それはほとんど中国の大規模植林政策によるものです。ただ、これも大寒波で一時期危ういというニュースがありましたので、現在のところは分からない部分があるのですけれども、FAO の 2005 年の統計では増えてきています。一方、南アジアおよび東南アジアの森林は毎年 285 万 ha ほど減少が続いています。つまり日本の森林の 1 割に相当する森林が毎年減少しているわけで、それを少しでも止めることが REDD の枠組みでできるのではないかと考えられています。

国際的なパートナーシップ
アジア森林パートナーシップ (AFP) では？

- ・ 衛星データを用いた森林経営の基礎資料の提供
- ・ 森林火災の防止と抑制のための研究、情報交換、衛星データ・地図の活用
- ・ 荒廃地の復旧のための植林の推進
- ・ 環境に配慮した伐採や違法伐採対策ガイドラインの策定・実施
- ・ 違法伐採に対処するための追跡能力の強化や証明制度の導入
- ・ 違法伐採木材の輸出入廃絶の効果的手段推進
- ・ 人材育成や組織能力の強化



スライド 5-37 国際的なパートナーシップ

こういった問題に関しては国際的なパートナーシップを発動させていて、アジア地域では、アジア森林パートナーシップ (AFP) が活動を担っています。森林火災の防止、荒廃地復旧、そして違法伐採対策といった 3 つのテーマをターゲットとして共同で行われている活動です。



スライド 5-38 東南アジア地域の森林火災早期発見・通報システム

森林火災に関して、これは DMSP (米国軍事気象衛星プログラムの衛星) で、都市開発の発見によく使われるデータです。新しい都市ができれば光が増えるので、それによって都市開発が分かるということですが、火災発見にも使えます。DMSP 衛星のデータや NOAA 衛星のデータを組み入れながら、森林火災を発見して、それを現地に即時に通報することで消火対策に利用できるものでした。



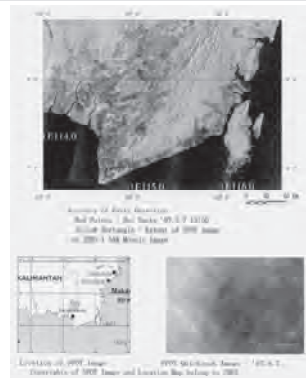
スライド 5-39 日本の林野火災情報提供システム

日本の森林に関しても触れておきます。NOAA や TERRA・AQUA といった衛星が 1 日に 10 回ぐらいは日本全域を観測しています。提供情報のひとつは、TERRA・AQUA の両衛星に搭載されている MODIS のデータを使った乾燥予測情報です。基本的に衛星データは、「観測時にはこうだった」という過去のデータですが、リモセンのデータを連続的に見ていくことによって、来週の乾燥状況を示す予測データを提供することが行われています。これによって、全国の乾燥予測情報を毎週自動更新させて、各県の林務や消防に連絡しています。

提供情報のもう一つはホットスポット情報で、森林からの火災であれば、各県、または林務部等に即刻通報するシステムです。

日本では、森林火災でも都市の近くで起きた火災でしたら、人がすぐ通報するので衛星データは特に有効とは言えません。しかし、山奥に人が入って行って、火の不始末をすると、あまり人のいないところで火災が起きることになります。また、人の目がとどかないようなところをこの衛星で見張っていようというものです。毎年、日本では 2000 カ所ぐらいで林野火災があって、被害総額が 9 億円に上りますので、それに対する一つの対策として位置付けています。

ポスト: SARによる森林被害(伐採・火災)把握と迅速な対応
(ALOS衛星PALSARデータの利用)



(Hotspots on JERS-SAR)

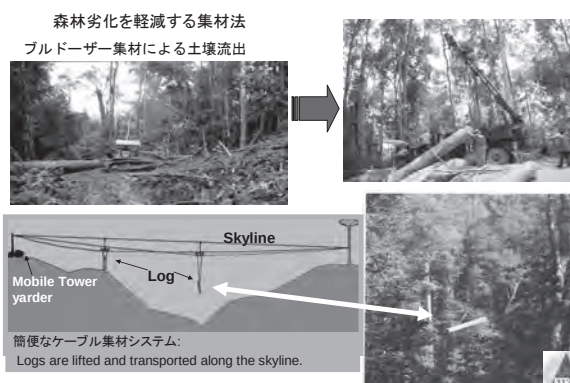
雲や煙を透過して地上を観測できる合成開口レーダを使うことで、森林火災が適時にモニタリングできるようになると期待されている。

特に、被害程度の確認での利用が期待されています。

スライド 5-40 SAR による森林被害把握と迅速な対応

東南アジア等では、大規模火災が発生した場合は全く地上が見えない、あるいは被害地の様子、被害の程度がよく分からないということが起こります。REDD に関しては、被害の面積だけではなく、被害地のバイオマス量、CO₂あるいは炭素量としてどのくらいになるかといったことも重要なデータになりますので、合成開口レーダー (SAR) を利用した調査法も今、研究されてきています。

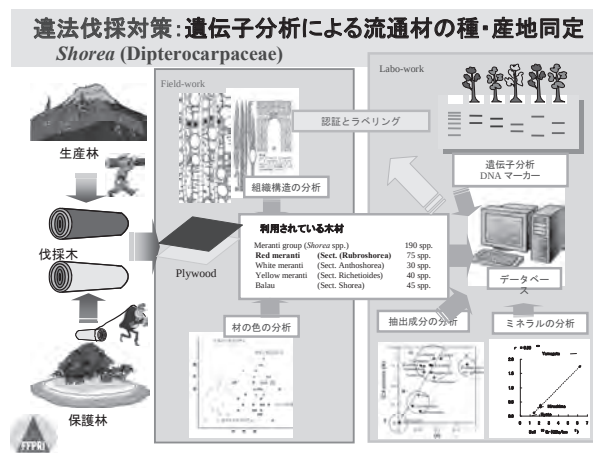
ポスト: 環境に配慮した伐採法: 低インパクト集材



スライド 5-41 環境に配慮した伐採法

アジアから日本に来る南洋材は約 1000 万 m³ になります。実際に木材を全く使わないということではできません。そういう中で、伐採にあたって日本でも従来行われている技術のような、環境に配慮した伐採の手法を各地で導入する試験を進めています。

これはマレーシアで行われたタワーヤーダーの例です。このように森林劣化を少しでも食い止める方法を導入することも求められています。



スライド 5-42 違法伐採対策

付け加えることになりますが、違法伐採が森林分野では大きな問題になっています。例えば、インドネシアでは流通している材の半分は違法伐採材だといわれています。今は認証制度がありますので、違法伐採材が直接日本に入ってくることは少ないかもしれませんが、ほかの国を回って加工されて日本に入ってくるということが起きてくる。そういったことに関して、かなり厳しい目を持って世界は動いています。特にヨーロッパでは違法伐採材の利用は大きな問題とされています。日本でもいろいろな形で対策を取っているところです。日本に入ってくる違法伐採材を水際で見破るために、違法伐採材の認証書、これはどこそこの木であるということを示す書類が本物であるかどうかを確認するために、遺伝子分析によってその材の産出地を特定しようという研究も進められています。

ポスト： 森林減少に由来する温室効果ガス排出削減に向けた土地利用モニタリング手法及び最適な土地利用システムの開発

根本的な解決のために

- 1. 土地利用情報の迅速な収集法の開発**
森林開発の準リアルタイムモニタリング
土地利用変化モニタリング
- 2. 土地利用変化と炭素収支の関係解明**
土地利用変化に伴う炭素収支の短期・長期変動
森林開発による炭素放出量推定
- 3. 農林業地としての生産性評価手法の開発**
林地の農地としての最適利用評価法
林地の成長量評価と最適な森林への誘導法

・WSSDIにおいて発足したアジア森林パートナーシップ (AFP) : 違法伐採対策を含む持続可能な森林経営への取り組みを推進する
・京都議定書第2期約束期間に向けた世界の取り組みCOP13 (REDD: 森林伐採・劣化による炭素放出の軽減)

違法伐採材輸入による国内木材価格の低迷と林業の破壊

プロジェクトの効果

農林地の適切な利用
・生産性の向上
・林地開発の減少

持続的農林業

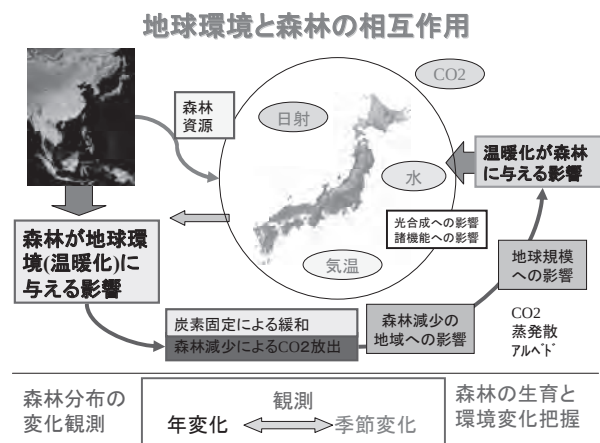
GHGガス排出減少

スライド 5-43 土地利用モニタリング手法及び最適な土地利用システムの開発

ただ、木材を使うこと自体が悪いわけではないということから、場合によっては、例えば都市に CO₂ を固定した木材を蓄積するということも考えられます。もともと多くは森林だった所で、そこを開発して都市を造り、森林の面積がどんどん減っていったという歴史があります。そこで、例えばこのホールや生産研究所のすべての壁に木材を張り付けて木の壁にする。そういうことをすると、そこは木材の蓄積場つまりは CO₂ の蓄積の場になるわけです。森林はもちろん葉っぱで光合成をしていますけれども、光合成しない木部の蓄積ができるという形で、炭素固定の場となります。森林分野では、木材を蓄積することに対して、CO₂ 蓄積としてカウントするという方法を考えてきています。ただ、それが違法伐採であると、持続可能な森林が保証されないということになりますので、そういった問題点を含め、適切な木材の利用がどんなものなのかということを考える必要があるでしょう。

これが最後になりますが、ポスト京都議定書問題では、温暖化環境下における森林問題の抜本的な解決策あるいは方向を示すべきだと思います。人が増えてくれば森林へのアクセスがどうしても増えてきます。そこで最適な利用をするためには、その森林がどのように利用されるべきであるかといったことを再評価する必要があります。これは農林水産省で考えているプロジェクトの一つですけれども、重要な点は土地利用変化と炭素収支の関係の解明です。そして、農林業地としての生産性の再評価手法を開発するということです。これは、その森林が木材生産に適しているのか、土砂崩壊防止機能や水の涵養機能などの機能に注目するのか。あるいは、農地にしたときに、どんな農業をしたらよいのか、例えば酪農がベターなのか、豆を作ることなのか、オイルパームを作ることなのか。そういったそれぞれの土地利用に対して、CO₂ 収支も含めて、立地環境を評価した土地利用法の再評価をしようとしています。

最適な土地利用を提言しないと、抜本的な解決にはならないでしょう。森林を伐るなどということだけでは何も変わりません。この森林はこう使うべきであるという提言ができる必要があります。現在のところ、土地利用の評価では、基本的には経済的な面で評価されることがありますので、その中で炭素収支もクレジットとしてお金に換算できることとなります。このようにして、炭素収支を含めた土地利用の最適化法を検討しようとしているところです。農林業は実学の世界ですので、経済的にも理にかなっていないと推進は困難です。



スライド 5-44 地球環境と森林の相互作用

5-8 まとめ

地球環境と森林の相互利用の話に戻りますが、森林の有無は地球環境にも影響を与えています。特に、人間が森林を使うことによって大きく減少させることの影響が問題です。森林減少に起因する CO₂ 排出量は、他の人間活動からの排出による CO₂ 増加の 2 割に相当する量だと IPCC 報告書にあります。2 割というのはかなり大きいと思いますが、これは温暖化を進める作用を持ちます。その温暖化はまた森林に様々な影響を与えるわけです。これは、熱帯での森林減少が高緯度地方の森林環境へ影響を及ぼしていることになります。場所は違いますが、森林自らがこのように自分の仲間の首を絞めるような形であると、このサイクルが止まらなくなってくる可能性もあります。自然環境に依存する人間にとりましても、そういうことではたいへん困ることですので、これを断ち切ることが REDD の課題であらうかと思っています。

都市は周辺の森林を含めた植生、自然環境によって支えられているものだと思います。都市周辺の自然環境が崩れることによって、都市という物理的な世界が壊れていくのか、あるいは人間の心が壊れてくるのか、その関係は明確には言うことができないかもしれませんが、後者はすでに大きな問題となっていると思います。都市を取り巻く自然が戦後の荒廃期のようにならないように、持続的に森林を維持・再生していくことが、私たちがしなければならないことだと思います。

行って気持ちがいいと思うような自然がなければ、都市集中型の生活というものとは日本では存続し得ないでしょうし、また周りに森林を含む自然が残っていないところでは、分

散型都市も成立しないのではないかと思います。

そういう意味で、都市と自然環境の関係は、日本においては周辺の自然環境が維持されていることを前提に都市に人がいる、そういう関係であろうと思います。その自然環境を維持するためにも、森林減少と温暖化の関係に見られるサイクルを断ち切る活動に今後も力を入れていきたいと思っています。

ご清聴ありがとうございました。

(司会) 沢田先生、どうもありがとうございました。

6. まとめと閉会の挨拶

安岡 善文（国立環境研究所理事）

（安岡） 京都議定書の第1期が始まったわけですが、私は、京都議定書は森林を減らさない方向へ行くための一つのインセンティブだったと思っています。ところが、近年、バイオマス燃料の話が出てきたものですから、両者の間のトレードオフが非常に難しくなってしまったと思っています。

ですから、ここのところ話が二転三転して、政策絡みとなって起きています。森林が減るかどうかというのは、一に政策にかかっていますから、政策で森林を減らさないようなインセンティブを与えないと、これはやはり減ってきます。人口が増えれば、やはり減りますから、それを減らさない方向に行くための仕組みを二重三重にかけていかないと多分駄目だろうと思います。

例えば都市の関連でいくと、百年住宅とか二百年住宅とよくいわれますけれど、そういう形で木を活かして二酸化炭素にしないという努力も要るわけです。切った木はなるべく長く使うことが非常に重要で、やはりこれも政策だと私は思います。その辺の二重三重の仕組みをどうやって考えていくかがポイントではないでしょうか。言うのは簡単で、やるのは非常に大変だなという気はします。ということで、その話で今日のセミナーの総括にさせていただきたいと思います。ぜひ懇親会で活発な議論をいただければと思います。沢田先生、どうもありがとうございました（拍手）。

私の最後に締めるべき話を先にしてしまいましたが、温暖化ということに関して、その影響、それに対する対策は決して易しくないと思います。洞爺湖サミットに向けて、いろいろな議論がされていますし、私どもの研究所もその渦中にあります。この分野では研究者がやっていることが政策に近くなっています。逆にいうと、大学人も含めて、国の研究者も民間の研究者も含めて、研究者が注意しないと大変なことになってしまう、ということにまで来てしまいました。これは温暖化が非常に難しい問題であるということの裏返しになると思います。

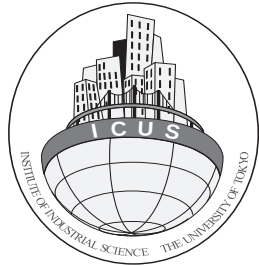
科学技術が政策にすごく近くなっています。必要以上に近くなることを私は恐れていますが、そうも言っていられないので、これから頑張ってやらなければいけないだろうという気がします。

今回のレクチャーなどを通じて、そういうところが共有できればいいなと思います。懇

親会でもぜひお話をしたいと思います。よろしくお願いします。今日はどうもありがとうございました（拍手）。

第 14 回 ICUS オープンレクチャーご案内

地球温暖化は都市にどのような影響を及ぼすか？



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
センター長 目黒 公郎

プログラム

司会 安岡 善文（国立環境研究所理事）

13:00～ 受付開始

13:30～ 開会の挨拶 目黒 公郎（ICUS センター長/教授）

13:40～ 主旨説明 安岡 善文（国立環境研究所理事）

13:50～ 地球温暖化の影響とその適応策 三村 信男（茨城大学教授）

14:50
～ 休憩

15:10～ 温室効果ガス削減のための都市の対策 花木 啓祐（東京大学教授）

16:10～ 地球温暖化の森林への影響とその対策
沢田 治雄（ICUS 教授 前森林総合研究所国際研究コーディネータ）

17:10～ まとめと閉会の挨拶 安岡 善文（国立環境研究所理事）

17:30～ 懇親会

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
〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1
<http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp/>
E-mail: icus@iis.u-tokyo.ac.jp

Tel: (+81-3)5452-6472

Fax: (+81-3)5452-6476