ICUS REPORT 2006-08



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

第11回ICUSオープンレクチャ

建築物衛生の危機管理のあり方 2006年9月25日

池田 耕一、加藤 信介、伊藤 雅喜、柳 宇、大岡 龍三

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

ISBN 4-904661-07-5 Serial Number 20

第 11 回 ICUS オープンレクチャ

建築薬物衛生の危機管理のあり方 2006 年 9 月 25 日(月)

池田 耕一, 加藤 信介, 伊藤 雅喜, 柳 宇, 大岡 龍三

ICUS Report No. 20 2007年3月

都市基盤安全工学国際研究センター

	•		

Risk management of hygiene for architectural equipments

25 September, 2006

by

Koich Ikeda, Shinsuke Kato, Masaki Ito, U Yanagi, Ryouzo Oooka

ICUS Repot No. 1, March 2007

ABSTRACT

After the September 11 terrorist attacks, victims due to anthrax-filled letters in Florida, New York, and Washington DC were confirmed. The confusion caused by these events spread from US to the rest of the world. Although most of victims were infected during mailing operations, innocent ordinary people were also collaterally involved. Almost anybody may be a terrorism target.

Toxic agents used in biochemical terrorist attacks diffuse in the air decreasing their concentration. Therefore, enormous amounts of toxic agents are required to kill many people. Air conditioning systems in confined spaces such as buildings are very effective to spread them and may be used in terrorist attacks. The theme of the Open Lecture is "Risk management of hygiene for building equipments" and will focus on countermeasures to reduce victims in case of terrorist attacks. We hope you can attend it.

1	開	会の挨拶と趣旨説明(大岡 龍三)	1
2.	ブ	プロジェクト趣旨説明(池田 耕一)	
:	2.1	紹介と趣旨説明	3
3.	建	皇築内における健康影響危険物の拡散(加藤 信介)	
3.	.1	紹介と概要	
3.		危険物質の放散について	
3.		センサーについて	
3.		バイオアッセイセンサーについて	
3.		空気流動解析について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
3.	.6	まとめ	· 27
4.	餀	対料水の安全確保(伊藤 雅喜)	
4.	.1	紹介と概要	
4.	.2	建築物内の給水について	
4.	.3	給水装置の具体例	
4.	.4	建物内での問題点 事例—1	
4.	.5	事例—2·····	
4.	.6	事例—3·····	
4.		厚生労働省が行っている調査・研究	
4.	.8	WHO の取り組み ····································	· 45
5.	建	皇築物衛生の危機管理のあり方(池田 耕一)	
5.	.1	研究の概要	· 47
5.	.2	行政府の危機管理体制	· 48
5.	.3	具体例—厚生労働省の施策	· 49
5.	.4	空調機エアフィルタの汚染発生問題	· 53
5.	.5	知覚空気質の研究の事例	· 56
5.	.6	まとめと課題	· 63
6.	廷	建築内における生物化学テロ対策(柳 宇)	
6.		研究の概要	
6	2	NRC 武器の特徴	. 60

6.3 日本政府における生物・化学テロ対策 70
6.4 海外の研究動向74
6.4.1 海外研究現状 ····································
6.4.2 免疫ビルシステム技術77
6.5 建築環境における生化学物テロ対策
6.5.1 エアフィルタによるろ過
6.5.2 外気取入れ口の設置箇所95
6.5.3 地下鉄サリン事件96
6.5.4 バイオテロ対策99
7. 閉会の挨拶(目黒 公郎)102

1. 開会の挨拶と趣旨説明 魚本健人(ICUS センター長)

(大岡)

本日はお忙しいところお集まりいただきまして、どうもありがとうございます。それでは、第11回のオープンレクチャを始めたいと思います。私は司会を務めさせていただきます東京大学生産技術研究所の大岡と申します。

本日は「建築物衛生の危機管理のあり方」ということで、国立保健医療科学院の池田耕一先生を中心としたグループの研究成果の内容を発表させていただきます。あまり内容についてお話しすると趣旨説明とかぶってしまいますので、私からのあいさつはこれぐらいにして、お手元のプログラムに従って進行を進めたいと思います。それでは、まず開会のあいさつを魚本先生からよろしくお願いいたします。



(魚本)

皆さん,こんにちは. 今紹介いただきました ICUS のセンター長をさせていただいている魚本と申します. ICUS オープンレクチャは今回で第 11 回になります. 実は我々のセンターでは,年に 2 回ずつオープンレクチャを開催させていただいており,今回は 6 年目に入ったところの第 1 回めということになります.

本日はお忙しい中たくさんの方々にお集まりいただきまして、ありがとうございます. 地震、津波、火災、台風による土砂崩れ等々、いろいろな自然災害が起こってますが、昨 今ではそういう問題ばかりでなく、さらに我々が日ごろ注意しなければならない、健康に 影響を及ぼすような危険因子の問題について取り上げなければならない時期に入っている と思います. そういうこともありまして、今回は、主に国立保健医療科学院の諸先生がたに中心になってもらいまして、特に建物の中における種々の問題、特に化学的問題、生物的問題等もお話しいただくことになってます。皆さんも今日のお話を伺えば、どのように大変なのかということがお分かりいただけるのではないかと考えております。

このオープンレクチャでは、皆様がたのご了解を得て、お話しいただいたものを冊子にしてます。受付の左側のところに、前回第 10 回のオープンレクチャの冊子があります。無料ですので、ご興味のあるかたはお持ちください。また、今回も先生がたにお願いして、冊子を作らせていただこうと思っています。多くの方に聞いていただきたいのですが、ウィークデーの昼間の時間帯なので、必ずしも大勢来ていただけるとは限らないところがございますので、このような方法を採らせていただいています。

なお、本日最後に5時半から懇親会を行うことになっています.このすぐ裏側のところで懇親会がありますので、ぜひご参加ください.参加費用は1000円と、非常に安うございます.お急ぎでないかたは、ぜひご参加いただけたらと思っている次第です.

それでは、私が長々しゃべっても意味がありませんので、私の開会のあいさつは以上と させていただきます。本日はどうもありがとうございます(拍手)。

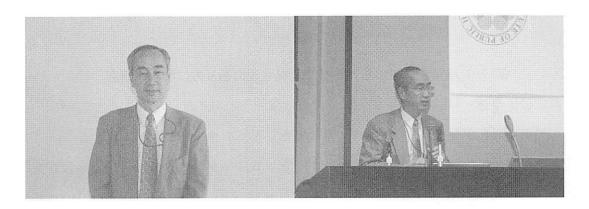


2. プロジェクト趣旨説明

池田 耕一 (いけだ こういち)氏(国立保健医療科学院 建築衛生部長)

1975年 3 東京大学 建築学 工学博士取得

専門分野:建築環境工学、空気環境、室内空気汚染



2.1 紹介と趣旨説明

(大岡)

それでは、早速始めさせていただきたいと思います。まずプロジェクトの趣旨説明を、国立保健医療科学院建築衛生部長の池田先生からご説明願えればと思います。

池田先生の簡単なご略歴をご紹介いたしますと,1970年に早稲田大学建築学科を卒業いたしまして,1975年に東京大学大学院博士課程建築学専攻を修了,博士号を取得されました。その後,国立公衆衛生院で,主に建築衛生について研究を進めてこられました。2003年からは名前が変わり,国立保健医療科学院ですが,そこの建築衛生部長。建築関係のトップで精力的にお仕事をなさっている先生です。それでは,よろしくお願いいたします。

(池田)

ご紹介いただきました国立保健医療科学院の池田です. 私もこれからお話しする加藤先生や大岡先生と同じように,大学院のころはこの東大生研で勉強させていただきました. その当時はこの場ではなくて,六本木の今再開発が行われているところでしたが,そういう関係でお招きいただいたのだろうと思いまして,大変ありがたいことだと思っております.



建築物衛生における健康危機 管理のあり方に関する研究

プロジェクト趣旨説明



国立保健医療科学院

池田耕一

第日回ICUSオープンレクチャー

図 2-1 建築物衛生における健康危機管理のあり方に関する研究

それでは、早速、「建築物衛生における健康危機管理のあり方」ということで、私ども 厚生労働科学研究費を頂いて研究しましたことをご報告させていただきます.

そもそも厚生労働科学研究費とは何かというと、厚生労働省が所管している研究費で、昭和 26 年ごろから開始されたそうです。一応公募制で、平成 16 年度では 1400 件以上、420 億円の研究支援を行っています。もしこれにご応募なさるかたは、オープンで厚生労働省のホームページから入ることができると思いますので試してみてください。大きく四つのテーマがありまして、行政政策研究、厚生科学基盤研究、疾病・障害対策研究、私どもが頂いたのが健康安全確保総合研究です。やはり厚生労働省ですから、どうしても「疾病」などが応募しやすいのですが、「健康安全確保」となりますと比較的広い範囲がありますので、応募してください。



研究組織

》池田耕一:国立保健医療科学院

▼加藤信介:東京大学生産技術研究所

√柳 宇 :国立保健医療科学院

《鍵 直樹:国立保健医療科学院

並木則和:金沢大学

伊藤雅喜:国立保健医療科学院

第日回KUSオーブンレクチャー

図 2-2 研究組織

そういうことででき上がった研究組織が、今のこのような組織です. 私が一応代表をさ

せていただきまして,これからご講演いただく加藤信介先生の部下の柳室長,鍵技官,あと金沢大学の並木先生.それから,私どもは建築衛生部ですが,水道工学部という水のことを研究している部があります.そこの室長の伊藤先生にも入っていただきまして,水の研究をしております.



研究の背景

- 建築環境に関連した健康ハザードが頻発
- ₹1995年東京地下鉄サリンテロ事件
- ₹2002年宮崎県温泉レジオネラ症集団感染
- ₹ 2003年中国、重症呼吸器症候群(SARS)
- ✓ メカニズムに関連した十分な検討が行われていない
- ▼現在においても多くの不明な点が残る。

第日側iCUSオープンレクチャー

図 2-3 研究の背景

研究の背景としましては、先ほど大岡先生からもありましたように、建築環境に関連した健康についてもいろいろな問題が起こっております。比較的古いところでは地下鉄サリン事件がありますし、9・11の世界貿易センタービルで始まる一連の同時多発テロの一つとして、炭疽菌などが各機関に送られたようなことがよく知られております。そのようなことで、建物の中に病原菌あるいは化学物質がまかれるようなことが起こる、あるいは意図的にまいたのではないにしても、SARS が3年前に起こって大騒ぎになったことも記憶に新しいところだと思います。

それらのことについては、研究がされていろいろなことが分かってきたのですが、まだ 十分に分からないところもありますし、現在において不明な点も残るということで、この 研究費で研究させていただきました.



研究の概要

建築物での予測せぬ健康ハザードが発生した場合の対策をまとめること文献調査と予備試験実験的研究マニュアルの作成

第日回ICUSオープンレクチャー

図 2-4 研究の概要

本研究の概要としては、建物で発生した予測できないいろいろな問題点への対応です. 具体的には文献調査と予備試験、それから実験的研究、最終的にはそれらを踏まえてマニュアルを作成しようとしています. 平成 17~19 年度にかけての 3 年度の研究で、今日ご報告できるのは、その 1 年度めのところです.



(2)実験的研究

模擬実験による空調設備を介した汚染物質の室内空中での挙動を把握実大実験とCFD解析による汚染物質の室内空間への拡散範囲と居住者の被曝量の関係についての検討汚染物質に対するフィルタ捕集性能と脱着特性の把握

第11回ICUSオーブンレクチャー

図 2-5 実験的研究

まずは、文献研究と予備研究に関しては、伊藤先生に、今年度、飲料水の安全確保に関する文献研究のお話しをしてもらいます。それから、予備試験としては、これは金沢大学の並木先生にお願いしますが、そこではエアフィルタの捕集性能の経年変化に関する研究の話しがあります。

それから、空調設備を介した微生物汚染の室内の挙動を解析した柳先生に後でお話を願いたいと思います。それから、CFD解析での汚染物質の室内拡散については、加藤先生からいろいろな興味深い資料が示されると思います。そして最後に、これは私が鍵に代わっ

てお話しさせていただきますが、フィルタの捕集性能と脱着特性などについての研究をお 話ししたいと思います.



(3)マニュアルの作成

多数の人が利用する建築物において健康 危機が発生した際に活用できる対応マ ニュアルの作成

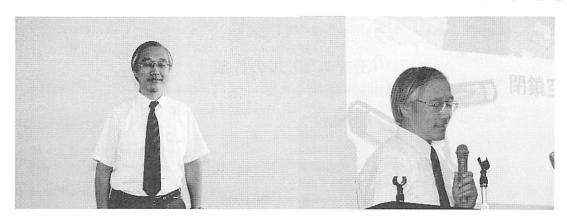
第11回ICUSオーブンレクチャー

図 2-6 マニュアルの作成

これらのものを踏まえて、最終的にはマニュアルを作成することになっております.

3. 建築内における健康影響危険物の拡散

加藤 信介(かとう しんすけ) 氏(東京大学生産技術研究所 教授)



1975年 3月 東京大学工学部建築学科卒業

1980年 3月 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻博士課程修了・工学博士

1980年 5月~81年10月 東京大学工学部建築学科 助手

1981年11月~85年7月 東京大学生産技術研究所 助手

1985年 8月~87年 4月 東京大学生産技術研究所 講師

1987年 5月~99年 3月 東京大学生産技術研究所 助教授

1999年 4月~現在 東京大学生産技術研究所 教授

2004年 4月~現在 東京大学生産技術研究所附属計測技術開発センター長

専門分野:都市・建築環境調整工学(空気環境)・建築環境工学・環境感性工学・ 建築火災工学・都市火災安全解析について研究

3-1 紹介と概要

(大岡)

それでは、今ご紹介があった4件の発表から、まず東京大学生産技術研究所の加藤信介教授に、「建築内における健康影響危険物の拡散」ということで発表をしていただきます。加藤先生のご略歴を簡単にご紹介しますと、1975年に東京大学工学部建築学科を卒業されまして、1980年同大学院博士課程を修了、工学博士を授与されました。その後、東京大学工学部建築学科助手、生産技術研究所助手を経て、現在、東京大学生産技術研究所教授、ならびに附属計測技術開発センターのセンター長をしておられます。

それでは、よろしくお願いいたします.



図 3-1 建築内における健康影響危険物の拡散

(加藤)

今ご紹介にあずかりました加藤です。東京大学生産技術研究所にある計測技術開発センターのセンター長をおおせつかっております。計測技術開発センターというのは、環境に関する物理的、化学的、いろいろな計測法を開発することを目的に設置されたセンターです。池田先生からご紹介がありました「建物内における健康影響危険物の拡散」に関して、ご一緒に研究させていただいている内容に、若干、計測技術開発センターで行っている研究も加味して、30分お話しさせていただきます。



図 3-2 テロと災害

これは先ほど池田先生からご紹介があったところなので重複することですが、検討自身はテロと災害ということで、ここにありますように、閉鎖空間内でということが非常に大

きなポイントであります. 建築で扱うときには、危険物質、汚染物質が建物の外、風が吹いているところで出た場合と、比較的閉鎖されていて、一度放出された危険物質がなかなか希釈されない状況での危険に対する考え方と、二とおりに大きく分ける必要がありますが、今回は閉鎖空間内について述べます.

サリン散布テロは建物ではなくて地下鉄の駅でしたが、これも我々の範囲内に入るかと 思います。もう一つ、これは少し毛色が変わっているのですが、火災のときにもやはり一 酸化炭素や青酸ガスなど、いろいろな猛毒の物質が出るので、そういったものに対応して、 それが建物内をどのように巡るかということを予測して、これを安全なように制御するこ とが求められます。

概要

- 建物内において、故意や事故により生じた急性毒の拡 散に対処する検討を建築環境工学的側面から行う
- 急性毒の建物内の放散を防ぐことが第一義に重要であるが、次善の対策として放散が生じてしまった場合の被害を最小限とする手段を考える
- ・ まず危険物質の建物内放散を覚知する
- 危険物質を検知するシステムの開発
- 次に危険物質の建物内の拡大を正確に予測し、これを 効果的に防御する
- 複雑な建物内の空気流通を解析するシミュレーションの 開発が急務



図 3-3 概要

本日の私の話ですが、故意 (テロ) や事故により生じた急性毒の建物内の拡散に対して、 建築環境工学の側面から対処するというものです。慢性毒、急性毒がありますが、これは すぐ効果がある、すぐといっても、病原菌だと1日単位になるかもしれませんが、一応そ ういう短期的な毒をやります。短期的といわれると、長期的な毒はあるのかと言われるか もしれませんが、これは皆様がたご承知のとおり、シックハウスという言葉でよく表され ている、非常に低濃度でも長期的に曝露されることによって健康影響が生ずるという、建 物内の気中の毒もあります。それについても建築環境工学のほうでは検討させていただい ていますが、今回は急性毒のほうです。

急性毒の建物内での対処法ですが、これは後ほど柳先生、それから池田先生ご自身からより詳しい内容の発表があると思います。私のほうからは少しだけ申し上げますが、まず建物内での放散を防ぐことが大切です。要するにテロを起こさせないとか、事故を起こさ

せないというのが第一義で、本当は行政や研究者にとって、この建物内で放散させないというところの研究がいちばん大事です。我々の研究は、放散させてしまった、毒が出てしまったときにどうするかということですので、これは次善の対策になります。次善の対策として被害を最小化するにはどのようにしたらよいかということを検討しています。

そのために必要なのは、まず危険物質が建物内で放散されたかどうかを覚知することです. 知るということがものすごく大事で, 特に火災のようなものははっきりしていまして、これが危険であるということをいつ認識するかということです. 認識しなければ対応もしませんので、速やかに建物内で起きた放散を覚知することが重要です.

そういうことで、被害を最小化するためには、危険物質を覚知、検知するシステムを開発することが重要になってきます。これに関してはいろいろなかたがたが検討されていますので、計測技術開発センターで特にこういう検討をしているわけではありませんが、関連する検討を後で少しご紹介します。

その次に、危険物質が建物内にどのように拡大するかを予測し、これを効果的に防御することが重要です。拡大というか、希釈とも言い換えられるので、よい意味では希釈、悪い意味では拡大して被害が増えていく訳ですが、その拡大、もしくは希釈を正確に予測して、これに対応して効果的に防御する方法を考えることになります。効果的に防御するためには、やはり正確に建物内でどのように広がっているかを予測する必要があるということで、建築環境工学的には、建物内で汚染物質、危険物質がどのように拡大、輸送されていくかということを検討することが重要になります。それで池田先生のプロジェクトの中で、私どもも、いろいろな建物内で危険物質がどのように拡大していくか、輸送されていくかを正確に予測するところに力点を置いた検討を行っています。建物内の空気流通を解析するシミュレーションの開発が大事になってくるということで、ここを行うということです。すなわち、放散を防ぐことや危険を認識する為のセンサーということであり、大事さからいけば、防御というのはかなりあとのほうの話になるかとは思いますが、私の話はそういうところに位置づけられています。

3-2 危険物質の放散について

危険物質の放散

- 危険物質の放散は、テロなどによる故意の場合と、事故などによる不可抗力の場合を考える
- ・ 被害の拡大は、建物内に放散された危険物資の建物内 の拡大に対応するものと考えられる
- 被害の最小化は、危険物質の建物内の拡大・輸送を防ぐことにある
- 中央式の空調設備など建物全体をカバーする空調システム内で危険物質が放散された場合がもっとも被害拡大が大きくなる
- 中央式の空調設備がない場合でも、建物内の水平方向 (廊下など)や鉛直方向(階段、エレベータシャフトなど)を 介した空気流動により危険物質が輸送され被害が拡大 する。



図 3-4 危険物質の放散

危険物質の拡散が故意によるときには、やはり効果的なところに入れるので、どこに入れるかということをまず考えます。玄関に置いておくということもあるかもしれませんが、建築ですと空調の設備があります。空調の設備に入れてやれば、冷房でしたら、ちゃんと除湿をして冷たくした空気をダクトで建物じゅうに運ぶわけですから、そこに毒を入れてやれば一緒に運んでくれるわけです。いちばん効果的に毒を配るには、空調設備に入れるのがいちばんよいというのは分かりきったことであり、ここでお話ししたから、だれかがやるということではないと思いますが、そういうことで、空調システムの中に入れられたときにどのようになるかを考えることが大事になります。

他方,事故などの不可抗力ということになりますと,これは事前に予測することが難しいのですが,例えば火災ですと,人間が常日ごろ見ているようなところ,歩いているところで火事が起きても,まだちょろちょろと燃えている段階で見付けて大事に至ることはほとんどありません.大事に至るような火事は人が見えないところで始まります.

事故などで何か汚染物質がまかれてしまうときには、大体危険物質がどこの位置にあるかとか、どのように起こるかを事前に予測することは一応可能です。そういうことなので、 我々も対応の方法があるということです。

被害の拡大というのは、当然、建物内に毒物が拡大していくことに対応していますので、この輸送を防ぐことが重要です。 先ほどの空調の話ですと、空調が毒を配るので、これは 火災のときなども当然ですが、まず空調設備を止めることがいちばん大事になります。中 央式の空調設備がない、個別、局所的に空調をすべてやっていて、郵便配達のように大き く配ってくれる設備がない場合には、その分、安全といえば安全ですが、建物内には空調設備以外にも水平方向(廊下など)や、鉛直方向(階段、エレベータシャフトなど)に、空気の流通するいろいろな空間があります。こういったところに空気が流通すると、一緒に毒物が流れていきますので、これを予測することが必要になります。

対象とする危険物質

- 気中に放散され、建物内を移動する空気と共に 輸送されるガス状もしくは浮遊微粒子状の危険 物質を対象とする
- 空気感染する可能性のある天然痘ウィルス、たんそ菌、鳥インフルエンザウィルス
- サリンやタブンなどの毒ガス
- 火災時の不完全燃焼に伴う一酸化炭素、青酸ガス



図 3-5 対象とする危険物質

最初に対象とする危険物質ですが、これは具体的な名前を挙げると面白いのですが、それは柳先生や別のかたがやられますので、私のほうはもう少し原理的な分類のしかたです。 気中に放散されて、建物内を移動する空気とともに輸送される危険物質、毒物ということなので、これは固体であることはほとんどなく、ガス状物質、もしくは浮遊微粒子状の危険物質ということで、二つあるということです。

浮遊微粒子のほうには、当然毒物もありますし、今バイオテロということで天然痘ウイルスとか、炭疽菌は空気感染かもしれませんから、そちらはいいかもしれませんが、天然痘ウイルスを空気感染と書くとしかられそうですが、こういった病原菌などがあります。それから、ガス状物質、火災の燃焼時の毒ガスもあるということで、こういったものに対応する必要があるということです。

私が言うのも不適当で、柳先生に話していただいたほうがいいと思いますが、一応、我々の中で空気感染と飛沫感染は区別されています。空気中に毒物が出た場合は、希釈されて薄まるということで、どちらかというと、非常に毒性が高いものが空気感染しやすいといえます。要するに、希釈されて濃度が低くなったらもう安全だというものは、毒といっても大した毒ではないということで、空気感染するのは非常に猛毒のものです。

飛沫感染というのは、せきなどで特定のところにくっついてしまうと、その表面にくっ

ついたものは別に動きません.動かないところを、だれかが後で触って、触った汚い手で口や目を触って感染するということですので、飛沫感染のほうは、実は簡単といえば簡単だし、難しいといえば難しいといえます。何が難しいかというのは、希釈過程がないという意味で、特徴があると思います。

3-3 センサーについて

空気汚染を感知するカナリア

- 危険物質の検知、センサーの開発
 - 化学物質に関しては、分子を認識するガスセンサーの開発など
 - より一般的な煙センサー、臭いセンサーなど
 - 細菌、ウィルスに関しては、遺伝子センサー の開発など
 - バイオアッセイー



図 3-6 空気汚染を感知するカナリア 1

次にセンサーのほうの話ですが、我々は昔からセンサーを使っていまして、皆さんご存じだと思いますが、鳥のカナリアをよく使います. これは昔、炭鉱で、空気が悪いと人間が死んでしまうので、先にカナリアを入れておいて、カナリアがちゃんと元気な間は人間も入っていても大丈夫と判断しました. 空気の汚染というか、酸素がないとか、二酸化炭素がたくさん出ていることを感知するのにカナリアを使って、人間がやられる前にカナリアにセンシングしてもらうということをやっていました.

今はやりのものは、化学物質、毒ガスなどに関しては、分子レベルで認識するということで、毒ガスの分子の特徴的なものをセンシングするセンサーを、今頑張っていろいろな人が開発しています。うちの研究所の中でも、そういったことに近い人もいらっしゃるようです。

しかし、我々はこういうものを開発しているわけではなく、より一般的な煙センサー、においセンサーです。分子を認識する、種類を認識するということではなくて、接触燃焼など、大まかに可燃物であるとか、有機化合物であるということをセンシングするセンサーなどが、今一般的に建築には使われています。

細菌、ウイルスに関しては、今は遺伝子でみんな分析することになるわけですが、昔に 比べるとものすごく早くなっていて、今は何かあると、すぐ遺伝子を培養というか、山の ように複製して、これはどこで出た炭疽菌かとかを判断します.私が聞いた話では、天然 痘も日本で飼っている天然痘と、ロシアで飼っているもの、アメリカで飼っているもの、 みんなちゃんと特徴があって、もしかりに天然痘が出てくると、それはどこの国から出て きた天然痘かすぐ分かるそうです.ただ、今のところはまだ1日、2日という時間がかか るかもしれませんが、これが数分、数十分で分析ができるような状況にあると聞いていま す.

3-4 バイオアッセイセンサーについて

バイオアッセイは、バイオセンサーと同じ言葉ですが、我々は生物そのものを使って危 険物質を感知しようということをやっています.

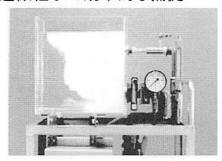
空気汚染を感知するカナリア

- 東大生研の計測技術開発センターでは、バイオアッシーセンサーの開発を進める
 - 上水のバイオアッシーとして、魚類が使われる(水中生物の利用)
 - バイオアッシーセンサーとして「カナリア」も有効(気中生物の利用)
 - まずは上水での経験の深い魚類を気中の危 険物質覚知センサーとして利用する方法を検 討(長野のサリン散布テロでは池の鯉も死

図 3-7 空気汚染を感知するカナリア 2

うちの計測センターでは、バイオアッセイセンサーをやろうということで、ここら辺が 先ほどの化学センサーと比べると寂しいのですが、魚類を使います。これは上水の中に魚 類を入れて上水の危険を検知するのが、非常に経験があっていいということで、我々も空 気のセンサーが必要なのですが、空気中に生きている生物を入れて毒をかがせるよりは、 水中生物を使ったほうが簡単ということで、今それを試みています。これは長野でしたか、 サリン散布テロでも池のコイが死んだとか、カメが死んだとか、いろいろ報道されていま したので、水中生物も一応役立つだろうということです。

マイクロバブルによる気中ガス・ 浮遊微粒子の効率的な捕捉





マイクロバブルは、バブル径が数μm以下でガスの液中 溶解が極めて効率的に行われる: 現在試験中

図 3-8 マイクロバブルによる気中ガス・浮遊微粒子の効率的な捕捉

これは今研究中なので、ここでは不適当かもしれませんが、我々は空気中の毒物を液中に溶け込ませて、水中生物をこの中で泳がせて反応を見ようということを試みています. (ビデオ映写)

これはメダカセンサーです。メダカは上水のバイオアッセイとして使われているので気中の危険物質覚知センサーとしてもよいのではないかと思います。これは毒が入っていないもので、メダカが元気に水面近くを泳いでいる絵です。特徴としては、水面近くを元気よく泳いでいます。これでは水槽の下の方にいますが、毒を少し水に溶かしてやったものです。具体的には、我々はシックハウスの関連で、殺虫剤に使うホルムアルデヒドを使って、それの検知ということでまずはやっています。ホルムが少し入った水、要するにホルマリン水ですが、その中でメダカを泳がせると、メダカは上を泳がずに床面近くをはいつくばって泳いでいます。明らかに健康な状態とは違うということで、いつもと違うというところで毒が検知できるのではないかということです。

いろいろな場所にメダカを飼っておいて、メダカはえさをやれば大丈夫ですから、それをじっとにらんでいて、メダカがいつもと違ったら、何か毒でもまかれたかと思うという ものを我々はやっているということです。

3-5 空気流動解析について

建物内の空気流動解析

- 都市環境・安全シミュレーション「EVE SYFA」 の開発
 - 屋外の気象条件・ビル内の空気の流通する空間の条件を知って、建物内の空気流動を3次元的、回路網的に解析し、更に人の避難シミュレーションを連成するシステムを開発
 - リアルタイムシミュレーションを可能とするため計算負荷の小さい回路網シミュレーションを主とし、空間内の3次元的空気流動、輸送が重要な場所に関しては予め、流れ場の3次元シミュレーションを行い、その流れ性状を回路網シムレーションに反映させる方針



図 3-9 見物内の空気流動解析

今まではうちの研究所の中でやっている話でしたが、肝心の空気流動解析の話を致します。これは池田先生のプロジェクトと同時進行で、文科省のプロジェクトがあります。それは大規模な計算機シミュレーション・ソフトを開発するもので、具体的には、流体シミュレーションとか、それから第一原理といっていますが、いろいろな物質のシュレディンガー方程式をまじめに解いて、どこに分子がくっつくといったことをやるシミュレーションを開発しているプロジェクトです。そういう大規模計算のプロジェクトの中に、今、国の指針として「安全・安心」も大事だから、都市環境シミュレーションも入れたらいいと言われて、我々の研究所の中にあるプロジェクトの中で、「EVE SYFA」という名前のシミュレーション・ソフトですが、都市環境・安全シミュレーションの開発を行っています。

これは屋外の気象条件、今日は風がどちらの方向からどのくらいの強さで吹くという条件をもらうと、あとは建物内の空気流動を 3 次元的、3 次元的というのは流体シミュレーショで解くという意味ですが、流体シミュレーションのほか、ダクトの中などは 1 次元の流れが仮定できるので、そんなところまで 3 次元シミュレーションをやると大変なので、回路網シミュレーションを併用して、さらに人間の避難シミュレーションも入れて、総合的な建物内のシミュレーションを作るプロジェクトが走っています。我々もたまたまそれに参加していますので、それの知見も頂いています。

この3次元シミュレーションは大変けっこうなのですが、流体シミュレーションはばく だいな時間がかかります. 例えば火災シミュレーション一つやるにも、普通の計算機を使 って、ワークステーションを使って、数日とか数週間動かさないとちゃんとした結果が出 てきません. そういうことだとリアルタイムでシミュレーションすることが, 現状の計算機能力では難しいのです. これは 10 年たったらできるかという人がいるかもしれませんが, 10 年たって計算機能力が 1000 倍になったとしてもできません. 例えば 1 万倍とか, 1 億倍ぐらいになれば可能性があるかもしれませんが, 現状では計算機のシミュレーション能力というのは, ここ数十年あってもだめなのではないかという気がしています.

そういう状況で、やはりリアルタイム・シミュレーションには軽いシミュレーションが必要で、回路網シミュレーションが主体になるだろうと思います。これは専門的になるかもしれないので、あまり説明を用意していないのですが、一言でいうと1次元の流れを仮定するというのが回路網シミュレーションを端的に表しています。

要するに、ダクトの中や廊下の中の流れは、風速が一つ決まるだけで、ダクトの上下方 向の風速は全体からいけば全然意味がなくて、ダクトの進行方向に空気がどれくらい動い たかだけが大事なのです。そういう1次元の流れを大事にするシミュレーションは、回路 網シミュレーションでよいことになります。

池田先生のプロジェクトの中で我々が担っているのは、建物内の空気流動を3次元的、 回路網的に解析し、人の避難シミュレーションを連成するシステムを開発することです。 実は回路網シミュレーションだけで危険物質が建物内を移動するということをシミュレー ションしても、例えば、この空間などは床面近くと天井面付近では違う方向に空気が流れ ていて、汚染物質の流れ方も違うので、やは93次元的な流れを解析しないと、正しく危 険物質の輸送が把握できません。そういう3次元的な流れが特徴的な領域も、この回路網 シミュレーションに入れるための工夫を、今、我々の研究室で進めています。

システム構成図

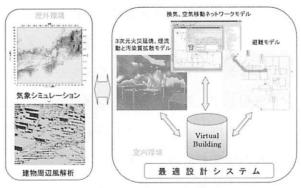


図 3-10 システム構成図

これは「EVE SYFA」というものです。これは文科省のプロジェクトのほうですが、一言

でいうと、実はVirtual Buildingと書いたデータベース駆動にしているのが特徴です.



図 3-11 仮想ビルディングデータベース

これは、「仮想ビルディングデータベース」とありますが、「検討中のデータベース」と書いてあるところに、一言でいうと、建物のデータベースだけではなくて、建物の中の物理量もデータベースの中に記載した総合データベースであるということです。これは詳しい説明は省きますが、オブジェクト指向ということを考えていて、シミュレーションという手続きも一つのプロパティを表すということで、シミュレーション・プログラム自身もプロパティと考えた総合的なデータベースです。こういうデータベースを考えることによって、建物のデータと建物の中の情報を上手にリンケージを取ってシミュレーションをやろうというのが、今、私どものやっていることです。

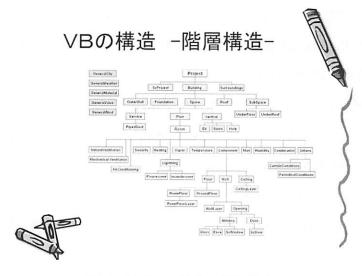


図 3-12 VB の構造 -階層構造-

これも説明を省かせていただきますが、階層構造、それからオブジェクト指向でクラス 概念を導入したデータベースの中に、建物の空間的なつながり、この建物は廊下とつなが

っているとか,ダクトとつながっているとか,隣の部屋には何があるといったデータ構造, 建物の空気のつながり構造が分かると,そのあとは,その中での空気の流動,物理的性状が,同じくデータとして中に入っています.

それは建物間の情報が、例えば窓が開いたとか、ダクトが止まったということになると、 自動的にプロパティとしてシミュレーション・プログラムが参照されて、中の状態量が書 き換わります。口でいうと簡単ですが、そういう仕組みを今組み立てています。

回路網解析に適した濃度応答法による非定常汚染質濃度計算

- 空調される建物内など定常な流れ場においては、 移流・拡散方程式が線形であることから、有限な 時間幅のパルスに対する応答係数を用いて、畳 み込み計算によって非定常濃度応答の計算が 可能
- 流れ場をセルに分割しCFDを適用すれば、任意のセルで発生した汚染質パルスに対して、各セル毎の濃度応答係数を算出できる
- ・ テロ等を想定した室内汚染質発生時の濃度応答シミュレーションシステムを開発



図 3-13 回路網解析に適した濃度応答法による非定常汚染質濃度計算

そういうシミュレーションの中で、先ほど申し上げたように、3次元シミュレーションをまじめに入れるのは大変なので、我々は、実は回路網解析に適した汚染物の輸送方程式を解こうとしています。一言でいうと、実はこの心は、流れ場は一度解いて、あとは解かないということです。3次元の流れ場という意味ですが、3次元の流れ場というのは、空調が動いているときに3次元の流れ場が形成されるということで、それは決まった条件の中で流れ場を一度解いておけば、あとはその流れ場によって危険物質が輸送されるので、実は3次元シミュレーションというのは、建物が竣工したとき、もしくは設計が完了したときに一度やれば、あとはもうやらないという考え方です。

シミュレーションをやるもの自身は、実は汚染質のシミュレーションなので、汚染質輸送のシミュレーションに関しては、インパルス応答関数というか、応答係数法を用いて解こうというのが、我々が今開発しているソフトの特徴です。これは空調される建物内など、定常的な流れ場においては、危険物質の移流拡散は線形な関係を持ちますので、有限な時間幅のパルスによる応答係数を用いて、畳み込み積分によって非定常の濃度応答の計算が可能です。この一言がすべてを表していますが、これを今、開発して、プログラムとして

作成したということです.

この応答係数ですが、これは熱とか1次元の微分方程式で表されるものだと、ラプラス変換とか、いろいろなものを使って解析解が出るのですが、3次元の流れ場での応答係数というのは、やはり実際にシミュレーションしないとできないので、この応答係数自身は、実は流れ場を固定しておいて、さらに汚染質パルスを発生させて、その応答係数をまじめに全部計算します。ただ、その応答係数を一度計算しておけば、あとは汚染物質がどこで出ても、その非定常の濃度応答が計算できるということです。

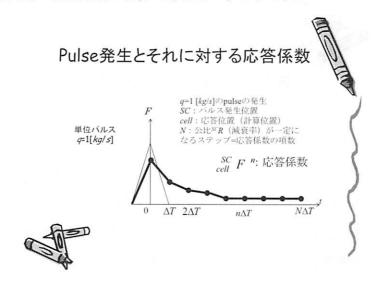


図 3-14 Pulse 発生とそれに対する応答計数

この図はイメージです. 応答係数法というのは,これは建築で昔から三角波,これは非 定常の熱負荷計算がこういう体系で計算しておりまして,インパルスではなくて,三角波 の,励起に対して,その応答係数がどのようになるかということをここで計算します.

これは、パルスの発生位置、それから cell と書いてありますが、応答位置(計算位置)によって、全部必要になりますので、実はパルスの発生位置と cell の位置、それから時間です。時分割 ΔT の間に、どれだけ応答係数が出ていくかというので、データ量としては、一つの応答係数がパルス位置と、その計測位置と、それから時間というので、非常に大きいデータ量になります。しかし、一度この計算をしておけば、あとは濃度計算が楽になるということです。

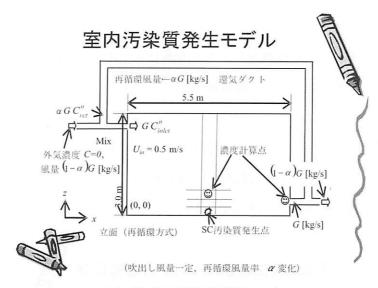


図 3-15 室内汚染質発生モデル

これは昨年度やったことですが、池田先生に報告書として提出させていただいたものです。これは立面と書いてありますが、部屋のつもりです。5.5mの、高さが3mの部屋を作りました。そこにダクトで空気が入ってきます。これは外気導入量が、外気は濃度がゼロで、部屋の中にはG(kg/s)と書いてありますが、1秒間に何kgの空気が入ってくると。またG(kg/s)の量で、部屋の中から空気が外へ出ていくのですが、建物の空調というのは、一部分は必ず空調機に戻ってきます。これは循環空気といいますが、循環空気を戻して、また部屋の中に入れます。

建築に関係ない人は、どうしてこんなばかなことをしているのだと思われるかもしれませんが、建物の暖房負荷、冷房負荷というのはかなり大きいので、空気で部屋の中を冷房、暖房しようとすると、尋常の空気を送っていたのでは足りなくて、たくさんの空気を送ってやらなくてはいけません。たくさんの空気を送ってやらないと、実は温度差がものすごくいります。要するに、例えば部屋を 26° に冷房したいというときに、 24° の冷房空気を送っていたのでは風量がどれだけあっても足りません。足りない風量は、この循環空気に入れて、また元に戻してやるということで、再循環ということを必ずします。今 2° と言ったのは実際的ではなくて、実際の空調では 10° ぐらいの温度差をつけるのですが、それでも、再循環空気がたくさん要ります。

そういうことで再循環が行われているので、例えば汚染がこういうところで発生すると、この汚染物質が部屋の中でどんなふうに行くかというのは、部屋の中での拡散のしかたと、 それからここで排出されたものがまた再循環で、この吹き出し口からまた入ってくるという関係になってしまいます。これを先ほどの応答係数の中に組み込むことにより、濃度計 算ができるようになりました.

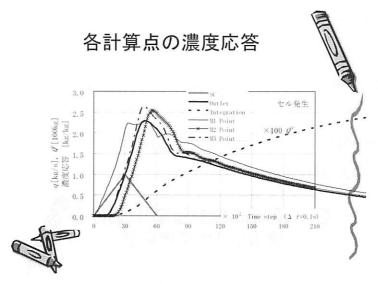


図 3-16 各計算点の濃度応答

これが、その例です。この赤印の三角は、 ΔT が 0.1 秒と書いてありますが、こういうステップで汚染発生が生じたときに、いろいろな線が書いてありますが、これは場所を表しています。 黒線の Outlet と書いてあるのは排気口で、M1 Point、M2 Point というのは、実は部屋の中に平面的に、M1 というのは汚染質、SC はソースポイントですが、ソースポイントのすぐ上に濃度計算点と書いてあります。いろいろな点で、汚染物質が出たら、これは流体シミュレーションと引き続いて行った応答関数法で求めた濃度計算の結果ですが、各地点で汚染質の濃度がどのように上がっていくかということが、こうやって計算ができます。

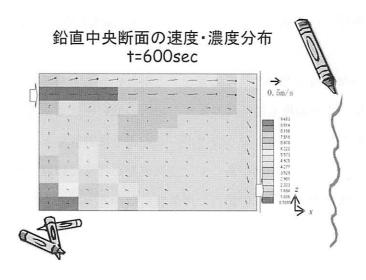


図 3-17 鉛直中央断面の速度・濃度分布

これは、ちなみにこの部屋全体を流体シミュレーションと、それから濃度シミュレーシ

ョンで解いたのではなくて、応答係数法で 600 秒後の部屋の中の濃度分布はどうなるのかというのを解いた図です。ここら辺で汚染物質が出ていて、吹き出しがこのように吹いていて、部屋の中にこういう循環流ができます。ここで出た汚染物質はこちら側に運ばれるので、ここら辺が相対的に濃くなっています。それから、吹き出し空気は当然のことながら清浄になっているということです。清浄になっているのですが、完全に清浄ではなくて、これは 0.3 という値になっています。これは一部分がリターンエアで戻されてきて、ここに来るということで、室内よりは清浄ですが、汚れた空気がまた部屋の中に入っています。

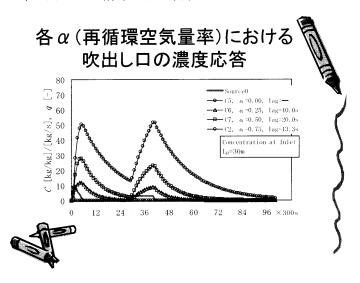


図 3-18 各α (再循環空気量率) における吹き出し口の濃度応答

これが時系列でどのようになるかということが出ています.これは当たり前の話ですが,再循環量を減らしていけば,部屋の中の濃度応答はどんどん小さくなるということで,この丸印, α (再循環率)が 0.75 と書いてありますが,部屋の中にたくさん戻ってくれば,当然ながら・・・.これは,この赤い印にあるように,ソースポイントで汚染物を出したときに,いろいろな場所でどんな濃度応答をするかということを示しています.循環率が高くなれば,部屋の中の濃度も高くなります.でも,低いときもあると.それが部屋の中でいろいろな濃度を示しているということが,このように計算できるということです.

これはダクト系があって、建物があって、空気流動が非常に複雑になったときに、3次元性も考慮して、建物内のすべての地点で汚染質放散があったときに、その濃度が計算できます。しかも、それが昔に比べれば、死ぬほど早くというのは大げさですが、早く精度よく計算できるようになったということです。

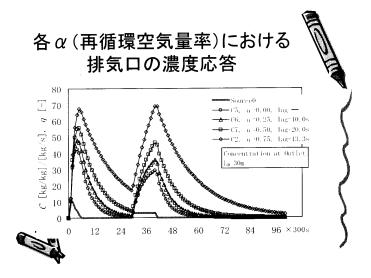


図 3-19 各 α (再循環空気量率) における排気口の濃度応答 これは吹き出し口ではなくて排気口での応答です.

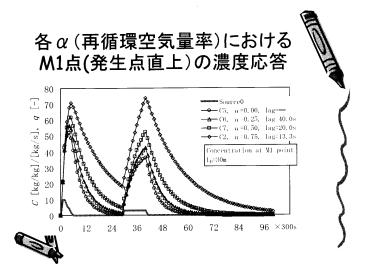


図 3-20 各 α (再循環空気量率)における M1 点 (発生点直上)の濃度応答これは直上での応答を示しています.

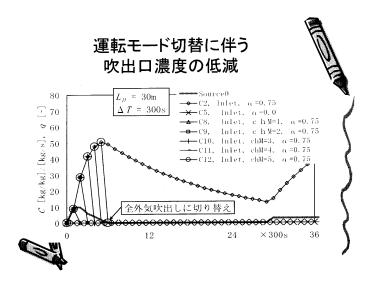


図 3-21 運転モード切替に伴う吹出口濃度の低減

全外気運転に替えると書いてあるのは、再循環をやめてしまったら、ちゃんときれいになるというのを示しています。こういう濃度応答があったものを、突然そこで全外気運転に替えてしまうと、部屋の中は急速にきれいになるということを示しています。

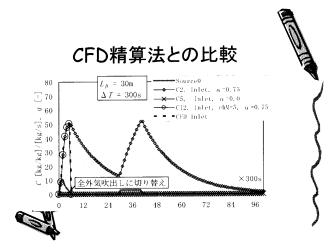


図 3-22 CFD 精算法との比較

あとは流体シミュレーションで、これはまじめに1週間かけて計算できるのですが、そ ういう計算法と比較しても非常によい精度で計算ができます.

3-6 まとめ

まとめ 1

- 建物内において、故意や事故により生じた急性毒の拡 散に対処する検討を建築環境工学的側面から行う
- 危険物質放散が生じないことが基本であるが、起こって しまった場合には、危険物質放散を速やかに検知することがまず重要
- 次に建物内の危険物質濃度輸送を正確に予測・把握できる技術が重要
 - 東大生研 計測技術開発センターでは建物内の危険物質輸送 総合解析システムを開発中



図 3-23 まとめ 1

まとめとして、建築環境工学の側面というのは、テロを防ぐとか、そういうところがなくて、テロが起きてしまったあとから考えるということで、ちょっと受動的で頼りないのですが、一応、危険物質が放散された場合の対策に関して検討を行っています。センサーとしては、うちの研究所ではバイオアッセイセンサーなども考えております。それから、建物内での濃度輸送に関しては、これをリアルタイムですぐ、しかも3次元性を考慮してできます。これは8760時間(1年間)の熱の計算とか、湿気の計算などにも応用できるのですが、汚染物質の1日の間の濃度変化も計算できるシステムを開発したということです。

まとめ 2

- 汚染質濃度の移流・拡散方程式は線形であり、畳み込み 積分を利用した応答係数法による濃度応答計算が可能
- 東大生研 計測技術開発センターでは、この汚染質の建物内拡散に関する濃度応答計算を開発
- 有限な時間幅のパルスに対する応答係数は、流体解析 コードを使用して算出
- この応答係数を用いた畳み込み計算にり濃度応答を計算
- 開発された手法とCFDによる精算法の比較は、応答係数の時間刻み毎のステップにおいて十分によい対応
- ・ リアルタイムの建物内の汚染拡散解析も容易となる

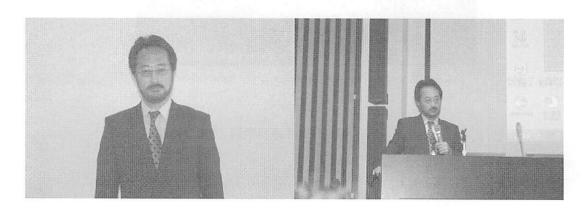


図 3-24 まとめ 2

これは流体シミュレーションのあと、応答係数を一応計算して、その応答係数の畳み込み積分でやる方法であるということです.

以上です. どうもご清聴ありがとうございました (拍手).

4. 建築物内における飲料水の安全性 伊藤 雅喜 (いとう まさき)氏(国立保健医療科学院 水道工学部水道計画室長)



国立保健医療科学院 水道工学部 水道計画室 室長

1983年 4月 北海道大学工学部 助手

1987年 3月 国立公衆衛生院衛生工学部 研究員

1993年 7月 国立公衆衛生院水道工学部 主任研究官

2000年 4月 国立公衆衛生院水道工学部 水道計画室長

2002年 4月 国立保健医療科学院水道工学部 水道計画室長

(組織統廃合により所属組織変更)

専門分野:建築環境工学、建築設備学、空気環境、室内空気質

4-1 紹介と概要

(大岡)

次に、国立保健医療科学院水道工学部水道計画室長の伊藤雅喜先生に、「建築物内における飲料水の安全性」というテーマでご発表をお願いしたいと思います。簡単なご略歴をご紹介いたします。北海道大学工学部助手を経て、国立公衆衛生院に入所なされまして、現在、国立保健医療科学院水道工学部水道計画室長です。

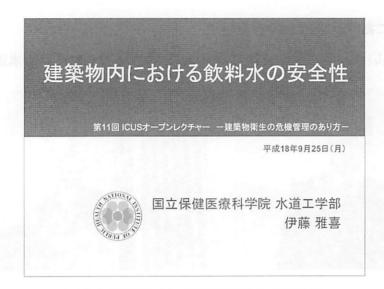


図 4.1 建築物内における飲料水の安全性

(伊藤)

ご紹介いただきました国立保健医療科学院水道工学部の伊藤と申します。今日は危機管理まで話がつながるかどうか若干自信はございませんが、建築物内における飲料水の衛生確保の全体的なお話、位置づけを、法的、制度的な面、実際に建築物内でどんな飲料水に関係する事故があったかという事例のご紹介、それから、厚生労働科学研究などでやっております安全性の確保についての研究の例などについて、ご説明をさせていただきたいと思います。

4-2 建築物内の給水について



図 4-2 水道と建築物内の給水方式

まず建物の中の水の話です.この図は横浜市水道局のホームページに示されているもの をお借りしました.水道水を建物の中に持っていくわけですから、水道水自体は、基本的 には水道局の、浄水場で作って持ってきます。簡単なのは、いちばん左にあります一軒家のような場合ですと、道路の下からパイプを取り出して、メーターを経て配る。もともと水道管というのは最低 15m ぐらいの水圧を持っていますので、小さなアパートぐらいですとそのまま配水管につないでも 3 階ぐらいまでは十分配れます。ところが、大きくなって高くなってしまうと、もともと水道管が持っている圧力だけでは上まで水を配ることができませんので、これまでよくあったのは、1回受水槽という水槽に水をためます。それをポンプで、上にある高置水槽とか高架水槽に送って、このヘッドを利用して各階に配るということをやっています。ところが、あまりここで水をためておくとよくないということで、最近では直結増圧型といって、水道管から取り出したものにポンプを間に入れて、ダイレクトに直結するような形もあります。または、受水槽がある場合でも、2回水槽を通すのではなくて、受水層で1回受けるのですが、それをポンプで直接各階に配ってしまうという形もあります。



図 4-3 建築物内給水方式と管理

こちらの図は倉敷水道局のものをお借りしています.これも同じようなものですが、左側は先ほどいった受水槽型のタイプです.右側は直結型です.水道局の財産としては、道路の下に入っている配水管までで、そこから取り出したところは、それぞれの建物の所有者の財産になっています.建物ですから、建物の中を含めて所有者の財産ということになります.

では、水質はだれが保証するのかというと、一軒家のような直結の場合は、どこにも水がたまるところがないですから、これについては蛇口の水まで水道局が責任を持つことになっています。受水槽のほうは、受水槽の中で蛇口みたいになっていまして、必ず空間があります。縁が切れるようになっています。そうすると、この受水槽に入るところの水ま

でが水道局の責任です. 受水槽の水を管理するのは所有者の責任になります. 先ほどの直結型もそうですが, 直結型の場合は水をためませんから, 最終的な水質は水道局が全部責任を持つことになっています. 同じような建物でも, 管理をだれがするかということでだいぶ変わってきます.

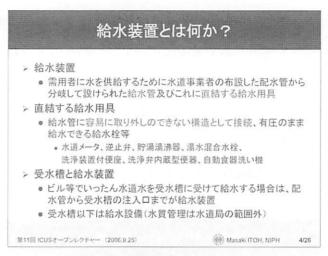


図 4-4 給水装置とは何か?

用語の説明をさせていただかないと、多分混乱すると思いますが、給水装置という言葉があります。法律用語では、「需用者に水を供給するために水道事業者の布設した配水管から分岐して設けられた給水管およびこれに直結する給水用具」という定義になっています。ですから、先ほどの図で見ましたように、この管もそうですし、このメーターもそうですし、例えば水を止める止水栓もそうですし、最終的な蛇口もそうです。管は給水管といいますし、それ以外に管に直結されているものについては給水用具という言葉を使います。これらの両方合わせて給水装置といっています。

直結する給水用具の定義ですが、蛇口の先に浄水器をつけたりする場合には直結型にはならないので給水用具にならないのですが、例えば台所のシンクの下に管を分岐して浄水器をつけて、そのまま蛇口が出るようなタイプは直結型の給水装置になります。ここにありますが、有圧のまま給水できる給水栓、それから先ほど言った水道メーターもそうですし、途中で水が逆流しないように、あちこちに逆止弁がついていますが、こういうものも給水装置です。

それから、イメージしやすいものとしては、おふろにお湯を張ったり、追いだきしたり するものも、水道管から直接入ってきて、冷水と適当に混ぜて循環させたりするというこ とですので直結です。それから、トイレの場合は普通はタンクがあります。タンクは直結 ではないので、給水装置にはならないのですが、最近、洗浄型便座があります。あれは管から直接つながっています。ですから、洗浄装置つき便座も給水装置ですし、最近増えてきているタンクレス・トイレという直接管につながっているタイプのものもあります。

それから、ビルなどですと、昔はトイレの上にタンクがありましたが、最近はバルブで オン・オフしてしまう。あれもそういう意味では給水装置になります。台所の自動食器洗いなどもそのようなものです。

ですから、家の中で使われたいろいろな水が、場合によっては戻ったりする恐れが出てくるわけです。用具的には全く同じですが、受水槽を介している場合は、受水槽以下については給水設備という用語を使っていまして、実は水道法はこちらまでは関係ない。ユーザーとしては全く同ものを使っているのですが、法律的には水質の担保は水道局とは関係ないというのが実情です。

貯水槽水道の衛生対策に関する法体系

- > 簡易専用水道(貯水槽有効容量が10m3を超える)
 - 水道法の規制を受ける
 - 各自治体の供給規定(水道条例)
 - 特定建築物はビル管法の規制を受ける
- 小規模貯水槽水道(貯水槽有効容量が10m3以下)
 - 水道法の規制を受けない
 - 各自治体の供給規定(水道条例)
 - 特定建築物はビル管法の規制を受ける
 - → 都道府県等の衛生部局が対策を講じる
 - → 管理は簡易専用水道に準ずる
- + ビル管法適用建築物

延べ床面積3,000m2以上の特定建築物(百貨店、図書館など) ビル管法「建築物における衛生的環境の確保に関する条例」

第11回 iCUSオーブンレクチャー (2006.9:25)

Masaki ITOH, NIPH

図 4-5 貯水槽水道の衛生対策に関する法体系

水道に関して、特にビルに関する水道の部分ですが、水道法の中で水道とか簡易水道というのがありまして、これは給水人口で分けていますが、その中に、これは比較的新しくできたのですが、簡易専用水道という言葉があります。これはもともと最初にできたときは、先ほど言った受水槽が 20m³以上だったのですが、それだと数が少なくてちゃんと管理ができないケースが多いということで、途中で 10m³以上のものに変わりました。これは水道法の適用を受けますので、管理者は1年に1回清掃するというようなことをしなければいけなくなっています。

ただ、そうすると、今度は逆に、それよりもっと小さい受水槽を持った小規模のところが、全然管理がされていないということが出てきまして、3年ほど前の水道法の改正のときに、これも含めて、貯水槽水道という用語を作りました。その中で、一つは前からある

簡易専用水道で、これは水道法の規定があります。もう一つは小規模貯水槽水道という用語を作りまして、これについては水道法では規定をしないけれども、水道事業者はこれに対しているいる指導することができるという、供給規定というのがありまして、この中で指導するということができると決められています。ただ、実際の衛生管理については、都道府県の衛生部局、具体的にいうと、出先では保健所が管理することになっています。

実際の使っているところは今の分け方になっているのですが、それ以外の法律では、建物関係の「建築物における衛生的環境の確保に関する条例」ということで、特に床面積の大きい特定の建築物について規定したものがあります。これについては、建物の中で水質悪化をしないことという程度にしか決められていませんが、一応そのような法律が関係しています。

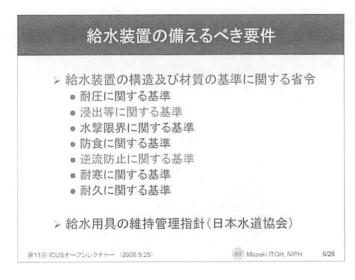


図 4-6 給水装置の備えるべき要件

4-3 給水装置の具体例

少し具体的に給水装置の話に移りますと、給水装置については、「給水装置の構造及び 材質の基準に関する省令」があり、先ほど言った給水管や蛇口、ふろの湯沸かし装置など について、この省令で定めています。

項目としては耐圧,浸出,これは溶出といってもいいのですが、水に浸っていて変なものが出てこないかという話です。それから水撃限界、これは蛇口などをぎゅっと閉めてしまうと、そこで水撃圧が出ますので、それで壊れないよう一定の水撃圧以下になるようにするということです。それから、腐食に対する基準、逆流防止、耐寒、耐久に関する基準が決められています。

特に水質に関するものでいえば、装置自体から変なものが出てこないこと。特に浄水器 みたいなものはいろいろなものが入っている場合がありますので、そこから変なものが出 てこないこともありますし、もうちょっと別な話をすれば、以前は、家の中は鉛管がよく 使われました。鉛は水と接触していると、やはりちょっとずつ溶けてきますので、朝の一 番の水は鉛がけっこう高いのです。それが分かりやすい例でしょうが、同様に何か特定の ものが出てこないかということについての基準があります。

それから、水質に関していえば、もう一つは、汚れた水が元に戻らないように、要するに、直結しているものから、例えば自動食器洗い機の中の水は元の方へ戻るか戻らないかを一応ちゃんと試験をして、戻らないということが分かったうえで品質認証がなされます。 構造がちゃんとうまくできていないと、中にたまった水が戻るおそれがある。それから、先ほどのタンクレス・トイレなどもそうですが、どういう形で水を出すかによって変わるということもあります。

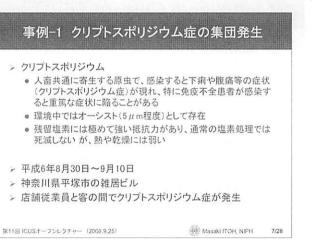


図 4-7 事例-1 クリプトスポリジウム症の集団発生(1)

4-4 建物内での問題点 事例-1

では、具体的に建物の中でどんな問題があったかということを三つほどご紹介いたします。いちばんひどかったのがクリプトスポリジウム症の集団発生で、水道システムの中でも実は一度起こっているのですが、ここでの話はあくまでも建物の中、しかも受水槽以下の話ですので、当初は厚生労働省は直接これに関与していませんでした。保健所が直接対応していたのですが、中身としてはまさに今日のお話になりますのでご紹介します。

まず、クリプトスポリジウムという原虫ですが、通常は環境中でオーシストという形で 存在しています、卵みたいなものですが、これがやたら塩素に強い、水道の場合はろ過の 前段がありますが、ろ過をすると、基本的には細菌類も取れるのです。ただ、確率的に漏れる可能性れるのです。ふるいの目で取ったようなものではありませんから、確率的に漏れる可能性がある。処理が悪いと、当然漏れてくる。通常は、一般の細菌類は塩素には極めて弱いので、塩素を入れることによって生物学的安全性を担保する。ところが、このクリプトスポリジウムはとりわけ塩素に強いということで、きっちり取ってやらないと、後ろで残ってしまうと非常に問題がある。

通常の健康な人では、下痢、腹痛で 1~2 週間ぐらいで収まるのですが、アメリカのミルウォーキーの水道で出たときは、免疫不全患者でたしか 400 人程度亡くなっているはずです。実際の事件としては、平成 6 年 8 月末に、神奈川の平塚の雑居ビルで患者が発生しました。患者を調べていきますと、店舗の従業員と客の間でクリプトスポリジウムが発生している。

事例-1 クリプトスポリジウム症の集団発生

- > 集団発生の起こったビル
 - 昭和45年建設
 - 地上6階、地下1階
 - 飲食店10店舗、洋品店1店舗、ダンス教室、 特定郵便局、従業員の宿舎

> 調査結果

- 736人中461人に症状あり(疫学調査)
- ビルの1階(郵便局と洋品店)を除くすべての階 の関係者で下痢、腹痛患者が発生
 - → 水道の関与が疑われる

第11回 ICUSオープンレクチャー (2006.9.25)

Masaki ITOH NIPH 8/2

図 4-8 事例-1 クリプトスポリジム症の集団発生(2)

このビル自体は昭和 45 年につくられたもので、要するに建築基準法から行くと古いビルです. 地上 6 階、地下 1 階で飲食店が 10 店舗、洋品店、ダンス教室、郵便局と. それから、上のほうは従業員の宿舎が入っていたようです.

疫学調査の結果,736人への調査で461人が症例ありで,ビルの1階に関係した人では 発症例がなかったというのが特徴です.

事例-1 クリプトスポリジウム症の集団発生

- 水道の方式(2系統)
 - 1階:配水管から直結
 - 2階以上: 地下の受水槽に貯め、高置水槽を 経由して給水
- 地下の受水槽
 - コンクリート製の造り付け
 - 汚水槽、雑排水槽、地下水湧水槽とコンクリート壁で隔離
 - コンクリート壁上部に穴
 - ・使途不明:受水槽が一杯になったときに汚水槽へ オーバーフローさせるものと思われる
 - 当該方式の受水槽は現在の基準では許可されていない

第11回 iCUSオーブンレクチャー (2006.9.25)

Masaki ITOH, NIPH

9/26

図 4-9 事例-1 クリプトスポリジウム症の集団発生(3)

では、何か水道が関係あるのだろうということで調べてみると、実は水道の方式というのがちょっと面白い方式でした.1 階部分のみは、水道の配水管から直結して配水をしている.2 階以上は地下の受水槽にうけてから上に水を上げて高置水槽から落としてくるという方式で配っている.受水槽の資料がちゃんと残っていなくて、絵や写真がないのですが、いろいろ話を聞くと、コンクリートで造りつけになっていて、コンクリート壁で区切られているという構造で、四つの槽があった.これが直列に並んでいるのか、四つ四角に並んでいるのかよく分からないのですが、受水槽があって、トイレの汚水層、それから台所系だと思いますが雑排水槽、それから地下水がわいてくるので、それをためる槽があったようで、四つあったということです.

特徴は、それぞれを仕切っている壁に、多分、受水槽のほうだけかもしれませんが、少なくとも受水槽と汚水槽の間に、コンクリートの仕切壁の上のほうに穴が開いているのです。これは目的がよく分からないと、一応報告書には書いてあります。ただ、どうも受水槽のほうに水がいっぱい入ってきたときに、オーバーフローして隣の排水槽に流すためではないかといわれています。ちゃんとは書いていませんが、どうもそうだろうということのようです。通常は汚水槽が一定水位になると、排水ポンプが働いて排水することになっていたのです。

今はそういう形の受水槽の造り方は禁止されていますので, もうないのですが, 古いと きにはそれがあったようです.

事例-1 クリプトスポリジウム症の集団発生

- 事件発生当時、排水ポンプの故障を確認
- 受水槽、高置水槽、などからクリプトスポリジウムオーシストを確認
- → オーシストに汚染された水道水が原因と特定 • オーシストの由来は不明

第11回 ICUSオープンレクチャー (2006.9.25)

Masaki ITOH, NIPH

10/26

図 4-10 クリプトスポリジウム症の集団発生(4)

実際に当時の事件のことを調べますと、排水ポンプが故障していたのがはっきり分かりました. 受水槽やほかの水槽、高置水槽、それから患者の便も含めて調べると、クリプトスポリジウムのオーシストがあったということで、感染源は水道水だろうと. ただし、どこからそれが来たのか、だれが持ち込んだかというようなことに関しては、結局は分からなかったという事例があります.

事例-2 浴槽水の逆流事故

- > 平成13年2月、築7年のマンション
- > 8階の住居の蛇口から黄色い水が出た
- 6階居室の浴槽に、黄色の入浴剤入りの残り湯あり
- 事故発生直前に当該マンションにおいて停電発生 ーマンション内の立管内で負圧発生
 - ◆復旧後、最初に使用したのが8階住居だったもよう
- 風呂釜内蔵の逆止弁、バキュームブレーカー、水道メーター 直前の逆止弁すべての逆流防止器が作動しなかったか、十 分な逆流防止効果を発揮しなかったものと考えられた

第11回 iCUSオープンレクチャー (2006.9.25)

Masaki ITOH, NIPH

11/26

図 4-11 事例-2 浴槽水の逆流事故(1)

4-5 事例-2

二番めとしては、浴槽水の逆流事故で、東京都のマンションで起こった例です。事件そのものは平成13年に築7年のマンションで、発端は、8階の住居の蛇口から黄色い水が出た。見ると、どうも入浴剤が入った水のようだった。6階の居室の浴槽にそういう水が入ったところがあった。これが事実関係です。

そのときの背景としては、事故の発生直前にマンション内で停電があった.これは地域的な話なのかマンションだけなのかよく分かりませんが、当該マンションで停電があった. 先ほどのいちばん最初の図にありましたように、マンションなどには立管というのがあって、それで水を上げていますが、その立管内の水が一気に抜けてしまって、負圧が多分発生したのだろうと言われています. その負圧が起こったときに、立管内に6階の居室からの水が戻ってきて、復旧した後に8階で蛇口を開いとき、押し上げるようになって出たのだろうと推定されています.

これについては、原因がいろいろ考えられています。要するに、いちばんふろに近いところは、ふろがま内臓の貯湯給湯器の中に、小さいものですが逆止弁構造のものが入っています。それから、バキュームブレーカーみたいなものも入っています。それから、各戸の水道メーターのところにも逆止弁はあるのですが、どうもどれもちゃんと働いていなかったといわれています。

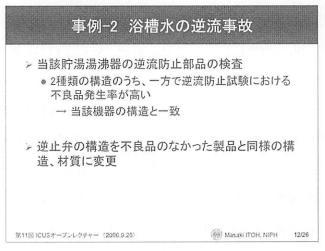


図 4-12 事例-2 浴槽水の逆流事故 (2)

いちばん疑われたのが、貯湯湯沸かし器の逆止弁部品のところです。これについて、関連協会でいろいろな製品を全部調べたところ、実は2種類の構造と材質がありまして、片方で不良品が発生する率が高いという結果が出ています。それは事故のあとにやったのですが、その不良品の発生率が高いものと、事故のあったところで使っていた機器の構造が一致していましたので、別な構造、材質のほうにすべて取り替えるということで、一応の対応をしていますが、本当にどこで何がどんな故障があったのかということ自体は、詳細については、これ以上は分かっていません。



図 4-13 事例-3 クロスコネクションによる水質異常(1)

4-6 事例—3

三つめです。これは、先ほどのもそうですが、健康被害があったわけではありません。 事故自体は、ホテルの近くの住民から「水質がおかしいのではないか」という苦情があった。 たそうです。どういう苦情かは書いていませんのでよく分かりませんが、苦情があった。

これも調べてみたところ、ホテルの給水方式が1~2階と3階以上が違うのです。正直、私も給水装置関連の仕事を始めてから、こんなにいろいろあるのかと思ったぐらいですが、1~2階は水道水直結。それから、それ以上の上のほうは自分の井戸でくんで、塩素を入れて配っているという方式だったようです。それ自体でしたら、ちゃんと自家用水で管理していれば、それはそれで別に法的な問題はないのです。これはどこで起こったかということも書いていないのですが、夏場の渇水時期で水道水が不足したときに、自己水で1~2階も全部賄おうとして、2階と3階のパイプの間に連絡管を造ってしまったのです。クロスコネクションということで認められていないのですが、これを造ってしまった。

造ったら一体何が起こったかというと、これはポンプで上まで上げていますので、けっこう高圧になるわけです。水道水のほうが弱いと、周辺の家庭に逆に押し込んでしまうことがおこったのではないか。これは想像ですが、多分塩素がきつかったのではないか。ここで塩素を入れていますから、ちょっと塩素臭がきついのがこちらに混ざったのではないかと思うのですが、水道本管のほうにこちらの井戸水が回っていったという事故がありました。

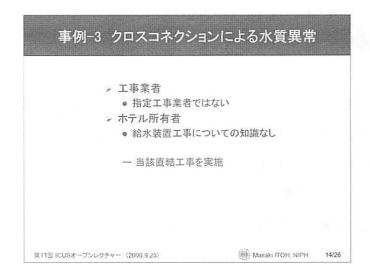


図 4-14 事例-3 クロスコネクションによる水質異常 (2)

これは法的なことでいえば、工事は指定業者がやらなければいけないということですし、 ホテルの所有者も、本当はこの給水装置工事について何をしてはいけないのかということ が分かっていなければいけないのですが、こういうことについての知識がなかったために 当該の工事をしてしまったということで、こういう事件が発生しています.

4-7 厚生労働省が行っている調査・研究

今度は、今こういった給水装置関係で、私がかかわっているものも含めて、厚生労働省と してどんな調査・研究が行われているかということと、そのほかの事例をご紹介させてい ただきます。

厚生労働科学研究費による調査・研究

- ► 給水装置の異常監視及び異常管理に関する研究
 - ●トレンド出力型モニタを用いた水質異常検出システムの開発
 - 水道水質の変動と水質監視・管理への補完的活用に関する 検討
 - 音・振動等異常現象の検出システムの構築とその実用化
 - 貯水槽水道における給水管ネットワークの水量異常の検出 方法に関する基礎的研究
 - 逆流防止装置異常検知手法の開発と応用に関する研究

第11回 ICUSナーフンレクチャー (2006.9.25) Masa

図 4-15 厚生労働科学研究費による調査・研究(1)

一つは、私もかかわっているものですが、給水装置の異常監視および管理に関する研究です。これは、幾つかの分担研究者に分かれてやっていますが、ひとつはトレンド出力型

モニタを用いた水質異常検出システムの開発ということで、簡単にいうと、建物の中の管の中で変なものが流れてきたらすぐ分かるようにしようという話です.

それから、水道水質の変動と水質監視・管理への補完的活用に関する検討.これは浄水場で作った水と、こちらの出口の水と、統計的な処理でどんな相関があるかといったことから、管理指標みたいなのを出せないかということで検討しているものです.

次の音・振動等異常現象の検出システムの構築とその実用化.これは水道の栓を、家の中で時々変なところを急に閉めたりすると、ガンガンと鳴ったりします.ああいうものがどこで起こるかとか、起こりやすいところを検出して、どう対策をしようかという話です.

次は、貯水槽水道における給水管ネットワークの水量異常の検出方法に関する基礎的研究.これは、水質というよりは家の中、もうちょっといえばビルの中でもいいのですが、変なところから水が常に漏れているような状況を検出しようという話です.

それから、最後のところに書いてあります逆流防止装置異常検知手法の開発と応用に関する研究。これが私どもの水道工学部でやっているところです。

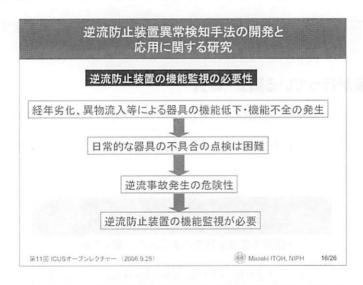


図 4-16 逆流防止装置異常検知手法の開発と応用に関する研究

具体的には、逆流防止装置は何で監視しておかなければいけないのかというと、逆にいうと全く監視していないのです。皆さん家の中で、どこに逆止弁がついているかは分かっていないですよね。でも、あちこちにあるのです。ただ、それがちゃんと動いているかということもよく分からない。実は点検は定期的に業者に頼んだりすることになっていますが、実際にはなかなか見えない。最後にちょっと統計をお見せしますが、実はやはり逆止弁が不良になっているケースはないわけではないのです。そういうことで、ちゃんと見られるような逆止弁を作ってみようではないかということです。

逆止弁自体は非常に単純なものです。流れるときは水圧で弁を開けて水が流れる。反対側に流れると、中にバネがついていて、閉まるようになっている。こういうものがちゃんと動いているかどうかを、圧力や流量を見て、どのようになっているときが正しいのかということを見てやろうということでやっています。

実は、弁にやはり物が引っかかったりするのです。実際にそれは事例があります。例えば、水道管のさびこぶみたいなものが入ってきた。それから、管と管をつないだとき使うシール材のかけらみたいなものが入っていたようなこともありますし、いろいろなものが詰まっている場合があります。もちろん、弁座自体のパッキンが弱ってきて変形しているといったこともあります。そのようなことで物が詰まった状態を針金を挟み込んで擬似的に作ったり、弁座を少し傷つけたりして実験もしましたが、いろいろなことをやってみました。そうすると逆圧で正常時は全然漏れませんが、当然何か不良がありますと、すぐに漏れます。こちらは早急にアラームを出すしかないのですが、正圧のときには、バネの強さによって状況は違いますが、通常ですと、ある一定の圧力までは水が流れないのですが、やはりすき間があれば、当たり前ですが、早くから水が漏れてくる。ここでは逆流は起きていませんが、この辺りを見てやることによって、多分、弁の異常が分かるだろうと考えています。ただ、弁自体も二重になっていたり、もっと別の構造がついているものがありますから、これをどのようにほかの弁まで応用するかというのは、これからの課題です。

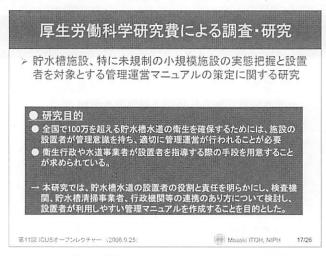


図 4-17 厚生労働科学研究費による調査・研究 (2)

この研究は私が直接ではありませんが、うちの部で担当している者がいます。これはいわゆる貯水槽水道の安全性をどのように確保するか、どのようにみんなに管理をしてもらうかということで、行政支援的な研究です。小さい水道になりますと、先ほどの貯水槽水道ですが、10m³未満になると 100 万を超えるといわれています。これを適切に管理してもら

うために、いろいろなことをやっています.

第11回 ICUSナーブンレクチャー (2006.9.25)

Masaki ITOH, NIPH 18

図 4-18 小規模著推奨水道の管理運営マニュアルの策定に関する研究

貯水槽水道の現状の研究,それから簡易専用水道,これは少し大きなもので,それなりに ちゃんと法的に枠が決められています.どのようになっているか,改善効果がどうなのか. それから,いわゆるマンションの小さいところで,法的には1年に1回の点検などが義務 づけられておりませんので,こういうところで水道事業体がどう関与できるか,現状がど のようにやれるのか.それから,受け手のほうはどういう意識があるのかというようなこ とを調査して,最終的には小規模の貯水槽水道を管理するためのマニュアルを作ろうとい うところを目標にやっている研究です.

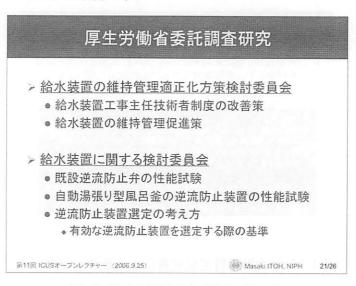


図 4-19 厚生労働省委託調査研究

これは厚生労働省からの委託調査研究で実際には水道協会や給水工事技術振興財団で受 託していまして、私もそれに入っています.

例えば、給水装置の維持管理適正化方策検討委員会です. これは制度的な話ですが、給

水装置工事をやるのは主任工事技術者という資格が必要です。これが一度名前を登録する とそれっきりで、そのレベルをどう維持していかなければいけないかとか、先ほど言った 給水装置の維持管理そのものをどうするのかというような話もあります。

もう一つは、給水装置に関する検討委員会で、既設、実際に使っていた逆止弁を掘り出 してきて性能評価したり、先ほどありましたが、おふろの給湯器から逆流したので、同じ ような型のものを 10 種類ぐらい持ってきていろいろ調べたりしています。

一例としては、逆流防止や負圧の実験をする逆流防止は、二次側のほうから逆圧で水を送ってやるのです。それから、負圧は一次側のほうで、空気で引っ張って真空にしてやる。要するに、どちらにしろ反対側に力が働かせて水が戻らないかを調べる。その測定基準としては、逆圧だと 3kPa とか、1.5MPa とあって、いろいろな逆止弁の種類がありまして、3年使ったもの、5年使ったもの、8年使ったものまで調べました。

いろいろあるのですが、トータルとして逆流防止で 3kPa の実験では、試験基準としてですが、36%が不合格. それから、負圧試験でも 30%が不合格という結果が出ています. やはり適切な維持管理や交換をどうしたらいいかというのは、これから考えなければならないと思います.

4-8 WHO の取り組み

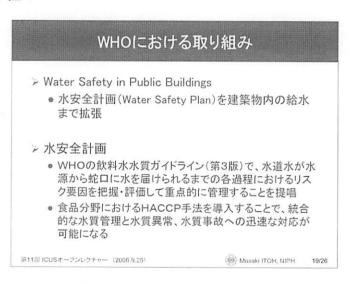


図 4-20 WHO における取り組み

最後に、WHOでもこれに近い取り組みをしています。Water Safety in Public Buildings (2007年2月の会議で Water Safety in Building に変更された)ということで、今ドキュメントを作る作業をしています。これも私が入っています。昨年ボンで1回会議があり

ました.これは、水安全計画(Water Safety Plan)というのがありまして、WHOの飲料水水質ガイドラインの中で、原水から蛇口まで水のすべてのところを、リスク要因を把握して管理しようというものです。これは食品分野における HACCP の手法をそのまま適用したものです。要するに、蛇口までということですから、いちばん最後の建築物内のところにおいても同じように水安全計画を適用してやろうということで、昨年からスタートしたところです。

そういう意味では、世界的にも建築物内の飲料水の安全についてはだいぶ機運が高まっているのではないかと認識しています。具体的にエマージェンシーの部分が、どこまで入ってくるかというのはまだはっきりしないところがありますが、いずれにせよ建築物内における飲料水の最終的な蛇口までの保証については、こんなことで国内、国外含めて取り組みがなされています。

ちょっとあちこちに話が飛びましたが、建物物内の水に関する全体的なご紹介をさせていただくということで、これで終わりにさせていただきます。どうもありがとうございました(拍手).

5. 演題 建築物衛生の危機管理のあり方 講師 池田 耕一 氏(国立保健医療科学院 建築衛生部長)

5.1 研究の概要

(大岡)

それでは、お時間になりましたので、後半の部を開始いたします。国立保健医療科学院 建築衛生部長の池田耕一先生から、「建築物衛生の危機管理のあり方」ということでお話を いただきます。池田先生の紹介は先ほど最初にさせていただきましたので、省略いたしま す。それでは池田先生、よろしくお願いいたします。

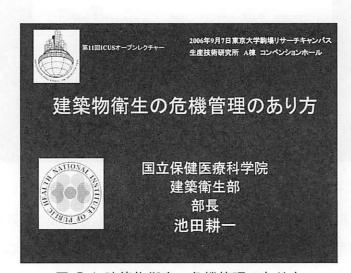


図 5-1 建築物衛生の危機管理のあり方

(池田)

「建築物衛生の危機管理のあり方」などというすごいタイトルをもらってしまいまして, 実は私自身, 危機管理の研究をする者ではありませんので, どうしようかと思っていると ころです.

一応、国がとっている、バイオテロが起こったときの危機管理のことをご紹介することによって、とにかく加藤先生もおっしゃっていたとおり、そういうことが起こったときにどうするか、そのあとがどうなるかということを我々としては予測し、それに対応するぐらいしかできないだろうと思います。そういうことが起こらないようにどうするかということになりますと、どちらかというと政策的なこと、場合によっては政治的な話にもなってきますので、一応その辺のちょっとしたご紹介だけをさせていただくということでお願いします。

それだけですと時間が十分すぎますので、残った時間で、この研究でやりました、フィルタから汚染物質が発生するようなことがあった場合、困るわけですから、そちらの話をさせていただくということで、お許し願いたいと思います.

5.2 行政府の危機管理体制

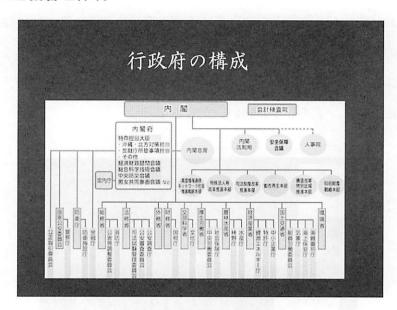


図 5-2 行政府の構成

行政府というのはそもそも, 我が国の内閣があって, その直属の機関として内閣府があって, その下に国家公安委員会や防衛庁, それから総務省から始まって, 私どもの厚生労働省, 国土交通省などといった省庁が並んでいるわけです.



図 5-3 内閣官房の危機管理体制

この政府の中でどのような危機管理がなされているかというと、例えば内閣官房. 内閣官房というのは省庁の上に位置されている感じです. それぞれのところに何人かの担当者がいるのですが、内閣危機管理室などで危機管理態勢をとっているということです. こういったところで社会情勢が不安にならないようにすること、また、そのような問題が起った場合にはどうするかということを一生懸命頑張ってやっているのだろうと思います.

危機管理体制が整えられている省庁 首相官邸、内閣府、外務省、厚生労働省、 警察庁、防衛庁、総務省消防庁、文部科 学省、経済産業省、国土交通省、気象庁

図 5-4 危機管理体制が整えられている省庁

危機管理に対応している省庁は、首相官邸、内閣府、外務省、我々の厚生労働省、国土 交通省、気象庁などがあります。

5.3 具体例一 厚生労働省の施策

厚生労働省健康危機管理基本指針

「健康危機管理」とは、医薬品、食中毒、感染症、飲料水その他何らかの原因により生じる国民の生命、健康の安全を脅かす事態に対して行われる健康被害の発生予防、拡大防止、治療等に関する業務であって、厚生労働省の所管に属するものをいう。

図 5-5 厚生労働省健康危機管理基本指針

これらの省庁がとっている具体的な対応等についてお話ししていきたいのですが、すべてについてのお話しをすると長くなりますので、その中でも特に厚生労働省についてお話

しします. 厚労省がとっている施策には基本指針が出ています. 健康に関する危機管理とは, 医薬品や食品, 飲料水, あと空気が入るのだろうと思いますが, それらについて, 何らかの原因により国民の生命や健康の安全を脅かすような事態, これは人為的であれ偶然であれ, 両方入ると思いますが, それに対し, 発生を予防して, 拡大を防止し, どうしても起こってしまった場合, 健康被害が生じてしまった場合は, それを治療等するための業務などが対象となります. それらを「健康危機管理」といっています. その中で我々の研究では, 拡大防止のあたりのことをやっているとご理解願いたいと思います.

厚生労働省の対応					
掲載日	オエル協省の内心				
2005/4/5	医療機関、衛生検査所、地方衛生研究所、保健所等における病原性微生物等の管理の強化について				
2004/8/5	天然痘对策指針				
2003/12/18	国内のテロ事件発生に係る対応について				
2003/12/18	病原性微生物等の管理の強化について				
2003/12/16	国内のテロ事件発生に係る対応について				
2003/3/20	国内のテロ事件発生に係る対応について				
2002/11/6	感染症の診断・治療ガイドライオンの追補改訂版の送付について(平成14年8月29日通知)				
2002/11/0	SENSORS IN THE NAME AND REPORT OF STATE				

図 5-6 厚生労働省の対応

厚生労働省としてどんなことに対応していたかということを幾つかご紹介したいと思います。最初にあるのは厚生労働省の厚生科学課や医政局、健康局から都道府県や地方自治体に最近出された通達です。医療機関や衛生検査所、地方衛生研究所、保健所等で病原性の微生物を扱っているところがあるわけですが、それらについて、まずは管理を見直して、管理が徹底されているかどうかをよろしくという通達が出されています。2番めは天然痘などの病原菌の管理に関してですが、かなり膨大な指針が出されまして、全部で90ページ余りという非常に大部なものになっています。そもそも天然痘というのは、昔は天然痘のワクチンを接種して防いでいたわけですが、1977年にソマリアで最後の感染が確認されて以来起こっていないわけです。したがって、最近では天然痘のワクチンはほとんど使っていません。なぜかというと、天然痘ワクチンを使うと、100万人に一人ぐらい副作用で死亡するという事故が起こるわけですから、それより低い率でしか天然痘で死ぬ人がいないときは、逆に使うのはおかしいわけです。

ただ、今、天然痘自体が自然に流行することはないのですが、天然痘の菌はそれぞれ研

究用に保管していますから、それをだれかが盗み出して意図的にばらまくようなことをされた場合に困ります.

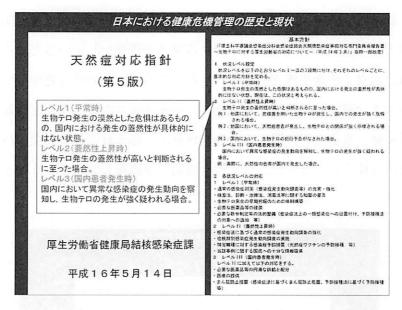


図 5-7 天然痘対応指針

それについてどうするかということで指針がつくられました、今、第5版になっていますが、かなり膨大なものです。全部ご紹介すると大変なことになりますが、要点を申し上げますと、レベル1からレベル3までには対応しようとしています。レベル1が平常時の対応です。レベル2が生物テロが発生した可能性が高いときです。レベル3になると、実際に感染症が発生して、相当強く疑われる状況。このような三つの段階に分けて、それぞれどうするかということが記されています。

このように、何か問題が起こったときの対応を細かく分けています.

日本における健康危機管理の歴史と現状					
	厚生労働省の対応(続き1)				
掲載日	9 ብ· A				
2002/10/31	国内のテロ事件発生に備えたテロ対策の再点検等について(平成11年10月29日科発第1029003号等通知)				
2002-10/31	国内のテロ事件発生に備えたテロ対策の再点検等について(平成14年10月29日科発第1029003 -2,3)				
2002/6/3	感染症の診断・治療ガイドライオンの追補改訂版の適付について				
2002/6/3	厚生科学審議会感染症分科会感染症部会 大規模感染症事前対応専門委員会報告書~生物テロに対する原生労働者の対応について~				
2002/1/11	炭疽菌等の汚染のおそれのある場合の対応について				

図 5-8 厚生労働省の対応 (続き 1)

次は国内でのテロにかかわって、二つ同じようなものが日にちがずれて出されています.これも厚生科学課から厚生労働省の国立医薬品食品衛生研究所と国立感染症研究所の長にそれぞれ出されたわけです。国立医薬品食品衛生研究所というのは、昔、国立衛生試験所といった部門で、医薬品や食品の衛生に関する試験や研究をしているところですし、国立感染症研究所は国立予防衛生研究所といわれたところで、いわゆる感染症の研究をしています。二つの大きな研究所それぞれの所長に、バイオテロのようなことが起こった場合、救急医療や感染症、水道などに関する危機管理を、一応それぞれの機関で持っているのですが、それを再点検するとともに、引き続き適切な準備をしておくようにという通達を出しています。

	日本における健康危機管理の歴史と現状
	厚生労働省の対応 (続き2
路載日	* () · ·
2001-12-27	感染症の診悟が治療が不 行するいの理論なが数であれた。まで1
2001-11-10	的编码数据的记忆的指导来的影响的变形或 1. 透明板1500mm 100000 的 11月10日年产业第271万元和6
2001-10-26	(第20m数位) / 2014年 東部沿路 (大工 東東西 + 5) (一) (一)
1001 10:26	. 内基 (AM) (A) (A) (A) (A) (A) (A) (A) (A) (A) (A
(red 16-19	「福戸県内郵便局で発見され、下蓋で刺送れ、対して学生の勝省の対応
2001-10-18	- 西南南等市场交流的工程中的大概的特殊。 अस्ति चार चार्चाक्रिक्षणाच्याचित्रक्रेता चित्राच व (वर्षा) अस्ति चार्चाक्रिक्षणाच्याच्याच्याच्याच्याच्याच्याच्याच्याच्य
2001-10-18	TOWNSHIP ON BUTHERAL BUTE FOLLOWS IN THE STATE OF THE STA
2001-10-15	・ 中が開発を検査が12間でも裏が全一型が11 。 2 年代10年10年17日 90年
2001-10-16	病物性微生物等の管理で発化されて、からいか知りでは特を流行の技術を
201-10-15	3.400.200 (100.00) (100.00) (100.00) (100.00)
201-10-15	「利益的 時多後 者の同時で多り組織等。」例如「自由のおり財闘の破壊を持ちた」。
2001-10-12	- 网络公司 15 克克斯斯 15 克克克 15 克克克 15 克克克斯 15 克克克克克克克斯 15 克克克克斯 15 克克克克克克克克克克
2001-10-9	「414年8月多春中央大學集」「1545年2011年20日東京第二十四日第一日第二日 1648年日東京日本 (1655年)
2001-10-5	

図 5-9 厚生労働省の対応 (続き2)

そのようにして、炭疽菌等々に関し、たくさんの通達を出しています.いずれにしても、それぞれの研究所や都道府県の衛生部局に対し、一応、確認をしなさいという通達です.このようにして、それぞれみんな1件1件に詳細なマニュアル・解説等が出ていますが、これは内容を詳しく知りたければ、インターネットのホームページにアクセスして、皆さんでも見ることができるかと思います.そのように制度上は体制を整えています、ですから、一応安心してくださいということだろうと思います.

あと、伊藤先生がおっしゃっていたのですが、例えば水に何か危険な微生物などをばらまくとすれば、相当多くばらまかないといけないということがあるわけです。普通に考えると、大勢の人に何か病気を起こさせるほどの危険な細菌等をばらまくといっても、発病がすぐに起こって、人がばたばた死ぬということには、そう簡単にはならないと思います。

むしろ炭疽菌は、一見普通の粉と変わらないような、白い粉が送られたというだけで大騒ぎになる。実際に炭疽菌がその中から検出されることもありますが、ただの白い粉というだけで大騒ぎになるということがあるわけです。むしろ、社会がそうやって騒ぐことをテロをする人たちはねらっているわけですから、国のほうでもそれなりに一生懸命やっていますので、あまりいたずらに騒がないことのほうが大事なのだろうと思います。

不幸にしてそのようなことが起こった場合,どういう対応をしたらいいかということは, 先ほどの加藤先生は室内の空気の中を汚染物質がどう広がるかということを研究していま すし,後で説明します柳室長は微生物の汚染問題をやっています.

以上で健康危機管理のお話は終えます.

5.4 空調機エアフィルタの汚染発生問題



2006年9月7日東京大学駒場リサーチキャンパス 生産技術研究所 A棟 コンベンションホール

空調機エアフィルタの汚染 物質の捕集と発生



鍵 直樹,柳 宇,池田耕一(国立保健医療科学院)

図 5-10 空調機エアフィルタの汚染物質の捕集と発生

次に、私どもの鍵研究員が行った空調機用のエアフィルタからの汚染発生問題についてお話しします。エアフィルタというのは、本来、空調機の中にある汚染物質を除去するもののはずなのですが、それ自身が本当にどれくらい除去するのか必ずしもよくわかっているとは言えないなら場合があります。あるいは、逆にエアフィルタ自体が化学物質のようなものを発生させたりすることがあるわけです。さらには、エアフィルタに意図的に何か変なものを、テロリストが入り込んでいたずらをすると、そこが発生源になるだろうということも考えまして、フィルタからどんなものが発生するかを調べてみようということの第一段階をやった実験です。

研究の背景

- ・室内環境中の揮発性有機化合物(VOCs)の発生源として、 内装材料などの種々の建築材料からの放散に関する多く の検討が行われている。
- ・オフィスビルなどの建築物や住宅にも換気が行われることにより、空調機由来のVOCsの発生についても考慮に入れる必要があると考えられる。
- ・特にオフィスビルなどに使用されるエアフィルタについては、外気及び環気空気がエアフィルタを必ず通過し、 室内環境中へ供給されることから、それからの発生に注 目する必要がある。

図 5-11 研究の背景

室内にはいろいろな VOCs(揮発性有機化合物)と呼ばれる発生源があるわけですが,建 材や家具などから出るものについては,シックハウス問題ということで,かなり研究され ています.エアフィルタは,むしろそれらをきれいにするものということになっているわ けですが,エアフィルタを通過することによって,本当に空気がきれいになるのだろうか ということと,エアフィルタ自体,フィルタのシステムとして組み上がるときに,化学物 質を使った接着剤等を使ったものもあるということで,その辺のことも少し考えなければ いけないだろうということです.

エアフィルタからのVOC発生

エアフィルタについては通常、メディアはガラス繊維又は高分子樹脂などで加工されている素材を接着剤などでつないでフィルタろ材としていること、ユニットして枠材・パッキンなど使用しているため、VOCsの発生が危惧される。

エアフィルタから発生するホルムアルデヒド及びその他のVOC測定方法と許容濃度指針作成委員会新品フィルタユニットからのVOCs発生量測定方法

図 5-12 エアフィルタからの VOC 発生

それで、そのエアフィルタから発生する VOC について調べてみたということです。その 辺のことを先取りして、国土交通省は、日本空気清浄協会という社団法人に、エアフィル タから発生するホルムアルデヒド等の VOCS に関する許容濃度や許容発生量などの指針を 作るための検討する研究委員会をつくりました。その研究結果について, ご報告したいと 思っております。

研究の動向

既往の研究では使用されダストを捕捉しているエアフィルタから発生する臭気成分について、独自の装置を用いて評価(知覚空気)を行っている。

図 5-13 研究の動向

まず、従来からの研究の動向を調べてみたのですが、フィルタから何か出るということはあまり考えられていなかったのか、研究例は多くありません。特に新品のフィルタから何かが出るという話になると、ほとんどなくて、鍵研究員が、2003 年に開かれた Healthy Building という国際会議のプロシーディングス(proceedings)の中から調べてみたら、2件ぐらいあった程度でした。しかも、いずれもかなり使用された古いフィルタから出る、いわゆるかび臭さみたいな意味での、いろいろなフィルタにトラップされたもの自体から出るにおいです。においというのは機械では測れないので、人間の鼻の評価による方法がとられます。これを知覚空気質というのですが、人が評価するにおいの強さでの研究が2件ぐらいあったので、それらをご紹介します。

5.5 知覚空気質の研究事例

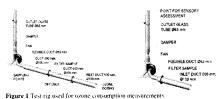


Figure 2 Testing used for sensory assessments by facial exposure

G. Beko et.al: Initial studies of oxidation processes on filter surfaces and their impact on perceived air quality, 156-162, Healthy Building 2003

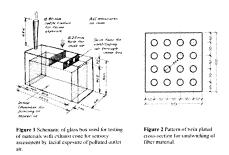
フィルター: 100mm φ 面風速: 12.7〜2.5cm/s

使用済みフィルタ後流側のオゾン及び知覚空気質の評価

図 5-14 知覚空気質の研究-1

1 件はこういうもので、オゾンをトラップするためのフィルタです.フィルタ前後で確かに濃度が減るのかどうか、オゾン濃度、オゾンに関する知覚空気質が減るのかどうかを調べた結果です.

この論文からは、確かに最初はオゾンを除去したとはいえます.しかし、オゾンの除去能力は、時間がたつにつれてだんだん減ってくることが分かりました.そして、さらに時間がたつと、再放散するようなところがあります.問題なのは、オゾン以外のものの濃度が増えてくるという報告があったということです.



P. Stream-Tejsen et al.: Sensory pollution load from a used ventilation filter at different airflow rates, 257-261, Healthy Building 2003

面風速:3m/s

使用済みフィルタの知覚空気質の評価

図 5-15 知覚空気室の研究-2

もう 1 件は、やはり使用済みのフィルタから、どんなものが出るかということですが、 風速と出てくるにおいの強さの関係です。 主要な結果ですが、風速がだんだん高くなると、知覚空気質の評価がどんどん悪くなるという、かなりきれいな直線の関係が得られると言っています。これは濃度ではなくて、フィルタ単位面積当たりの olf (オルフ) という、最近お亡くなりになってしまったのですが、デンマークのファンガー先生の提案されている臭気の強度というか、におい物質の放散量の単位で表したものです。古いフィルタについては、かなり流速との関係があります。しかも、きれいなリニアの関係があるという結果が出ています。この結果を使って、私どもも考えようかということです。

研究の目的

- ・新品及び使用中フィルタから発生するVOCsの測定方法について検討
- ・ステンレス小形チャンバーを用いて、新品及び使用 したエアフィルタメディアについて放散量の測定
- ・フィルタ表面の面風速を考慮し、チャンバー法とは 異なるフィルタ発生ガス測定装置を製作し、新品及び 使用したエアフィルタについての発生ガス試験
- ・このエアフィルタを含んだ実空調機通過空気の上流・下流のVOCsの実測

図 5-16 研究の目的

私どものものは、新品や使用中のフィルタから発生する VOCs の測定方法について、どのような測定をしようかということです. いわゆる建材等, 家具から出るものについては、シックハウス問題で、小型チャンバーという 20L から 1000L ぐらいの試験用のチャンバーの中にテストしようとする建材を入れて、その中の濃度を測ることによって放散量を決定するということです. これは加藤先生はじめ、建材から出る化学物質によるシックハウス問題の研究者のかたたちがたくさんのデータを積んでいまして、JIS の規格さえできるくらいの、かなり進んだ分野です.

フィルタについても同じようにやることも考えられるのですが、フィルタの場合は、ただそっと置いておくだけで出る量だけを評価したのでは不十分ということは分かると思います。なぜかといえば、フィルタの使われ方は、フィルタの中を空気を通すわけです。ですから、ただそっとしておくだけでは、予測としては危険側の予測しかできないのではないかということで、これをどうするかということも含めて評価をしてみようということです。

小形チャンバー法を用いた試験

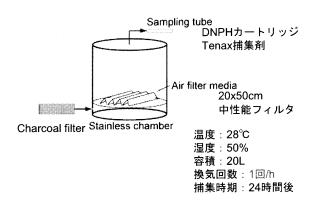
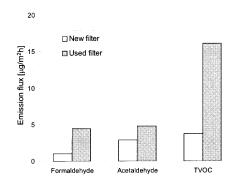


図 5-17 小形チャンバー法を用いた試験

そこで、まずは今までいちばんよくやられている小型チャンバー法による試験で、フィルタから出る量を調べてみようということです。これは JIS の建材を調べるのとほとんど同じ条件を使って実験しました。ただし、JIS では、換気回数が $0.5\,\text{回/h}$ だったと思うのですが、この実験では、 $1\,\text{回/h}$ と少し多めにして調べていますが、それ以外は建材を調べるのと同じようにして調べた結果です。

2種類のフィルタの発生量



Used filter: 3ヶ月使用(ガラス繊維フィル

タ)

New filter: 上記新品フィルタ

図 5-18 2 種類のフィルタの発生量

結果を見ますと、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、TVOCという三つの項目についてやってみたのですが、やはり新品は古いフィルタに比べるとあまり出ていない。逆にいうと、古いフィルタからはたくさん出るということがこれで分かるわけです。といって、これが絶対的な意味でどのくらい多いのか、幾つ以下だったらいいのかというのは、また

今後の話になってくると思います. 恐らく TVOC が古いフィルタに多いのは,フィルタの上にトラップされたものからいろいろな化学物質が出たり,あるいはそこにかびなどが生えれば,MVOC (Microbiological VOC) という,かび類が出す化学物質です.かびはなぜ化学物質を出すのかと思っていたら,要するに種族間の勢力争いをするときに,自分たちは大丈夫だけれども,相手を滅ぼすような化学物質を出して攻撃するらしいです. 化学戦をやっているらしくて,そういったことから,あのようなかび臭さが出るのだということで,とにかく化学物質が出ます.

小形チャンバーを用いた問題点

- ・空気がフィルタメディアを通過していない
- ・フィルタユニットとしての評価が困難
- チャンバーの換気量・LFの意味

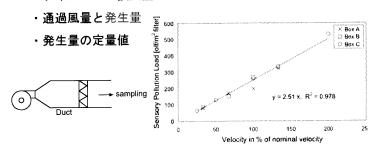


図 5-19 小形チャンバーを用いた問題点

一応、それでフィルタからの放散量の評価はできるようにはなるわけですし、それだったら何も改めてやらなくても分かっているようなことですが、実際にはこのような格好で使われるわけですから、そっと置いておくよりは、もっとたくさん出るだろうと考えられます。その場合、しかも風速が多いほど、例えば先ほどの例のように、風速と放散量が比例関係にあるのではないかということも考えられるということで、その辺の意味など。あと、ローディング・ファクターといって、チャンバーの中にどれくらいの大きさのものを持ち込むのが適当かといったことも決める必要があります。建材の場合はこの辺いろいろ苦労して決めたのですが、フィルタの場合どうするのかということも考えなければいけません。

フィルタ発生ガス測定用装置 84mm φ Activated carbon Sampling tube Air filter media 温度: 28°C 湿度: 50% 流量: 1~5 L/min

図 5-20 フィルタ発生ガス測定用装置

フィルタのメディアを風が通るということで実験するとなると、ここにフィルタメディアを挟んで、こちらから化学物質を含まない風、すなわち活性炭か何かで科学物質を除去したきれいな空気を通してやって、フィルタの風下でサンプリングして、風上と比べてやればいいだろうと考えるわけです。ただ、幾つか難しい問題があって、フィルタから出る量が少ないと、風下で測っても高い濃度が出なくて、測定器の検出下限以下にしかならないと正しい評価ができないということもあります。

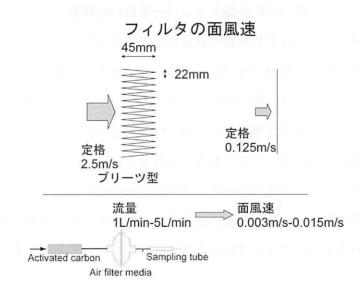


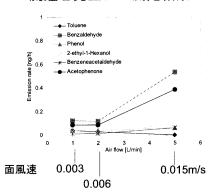
図 5-21 フィルタの面風速

また、フィルタというのは、ものによっては畳んであるものがあるわけです。そうする と、畳んであるフィルタ固定部分を通過するときの風速は、定格ではその風の向きに対す る見付面積当り 2.5m/s ぐらいで通過するのですが、実際、フィルターメディアは、もっと 広い面積をしていますので、たたんであるフィルターメディアを引き延ばした状態での風速を考えると、もっと非常にゆっくり風が通過することになるので、その辺のこともいろいる考慮しなければいけないということです。

流量による発生ガス測定結果

図 5-22 流量による発生ガス測定結果

そのようなことも一応考慮して,通過風速とそこから出てくる濃度の関係を調べてみました. そうすると,風速が遅いときは濃度は高いわけです.風速をどんどん増やしていくと,濃度はとりあえず減るのですが,減ると同時にまた放散量も増えてくるので,何とも言えないような,濃度だけを比べると訳の分からないものが出ます.



流速と発生ガス測定結果

図 5-23 流速と発生ガス測定結果

風量と濃度の関係から放散量という格好で見ると,確かに風速が増すほど放散量が高く

なるという結果がある程度出ました。まだあまりきれいな結果は出ていないのですが, 一 応そういうことです。

図 5-24 空調機から発生する VOCs の測定

今まではチャンバー試験だけだったのですが、実際の空調機ではどういうことになっているのだろうかということです。空調機の中にあるフィルタ、こちらから入って出ていくとき、その前後でどうなるかを調べました。

空調機の上・下流空気の測定結果

Compounds	Upstream Conc.[µg/m3]	Downstream Conc.[µg/m3]	Ratio	
Formaldehyde	2.2	1.6	0.71	
Acetoaldehyde	3.3	3.5	1.07	
Toluene	35.1	30.8	0.88	
Hexanal	1.5	1.2	0.80	
Ethylbenzene	13.8	12.0	0.87	
Xylene	13.0	11.1	0.86	
Styrene	6.3	5.8	0.92	
1SalphaPinene	2.6	2.2	0.85	
Benzene, 1,2,3-trimethy	2.1	2.3	1.12	
Decane	2.4	2.6	1.10	
1-Hexanol, 2-ethyl-	5.3	3.7	0.69	
Heptadecane	4.9	5.3	1.07	
TVOC	130	117	0.90	

6月 上流側温湿度: 25.3℃,63.8%RH

図 5-25 空調機の上・下流空気の測定結果

本来フィルタを通ったあとですから、いろいろな化学物質の濃度は減ってもらわなければいけません。前後比を取れば 1.0 以下になってもらわなければいけないのですが、我々が調べたところでは、物によっては、アセトアルデヒド濃度は下流のほうがかえって高くなっています。

まとめ

エアフィルタから発生するVOCsについて、発生 量試験及び実測を行った。

- ・小形チャンバーを用いたフィルタの測定では、新フィルタ及び使用済みフィルタにおいて、測定することはある程度可能であることが分かった。 各物質の発生量として、使用されたフィルタの方が若干多く検出された。
- ・フィルタの面風速を早めた測定装置により。面風速により発生量に影響を与えていることを明らかにした。

・空調機において前後流の空気の測定を行い、物質に よって増加する、減少するものがあった。TVOCにつ いては、エアフィルタの粒子の堆積により発生量が増 加していることが考えられる。

図 5-26 まとめ

5.6 まとめと課題

まとめますと、エアフィルタから発生する VOCs について実験を行ってみました。そうすると、新しいフィルタと使用済みフィルタで大体このくらい、それぞれ小型チャンバー法で一応測れることも分かりました。それから面風速によって、そこを通過する風速が放散量にどうも影響を与えるようだということは分かりました。その辺がきれいな直線関係にあるかどうかは、まだもう少し研究しなければいけないということです。

実際の空調機の前後においても、物質によっては減少するものと増加するものがあった ということですから、フィルタ自体から変なものが出る可能性もあるわけで、この辺につ いても、今後対応をとらなければいけないだろうということです。

今後の課題

- ・フィルタ発生速度と面風速の関係
- ・面風速を維持した発生量測定方法
- ・検出下限以上の濃度を測定できる方法
- ・発生量の基本単位(通過風速) g/m²h, g/unit・h...

図 5-27 今後の課題

今後の課題としては、フィルタの発生速度と面風速の関係を合わせた格好で実験しなけ

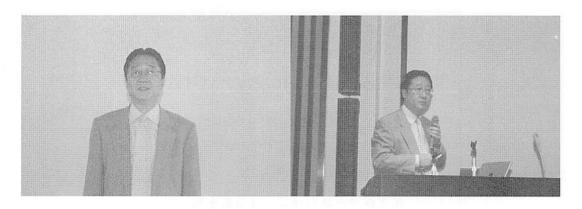
ればいけないだろうと. それから,フィルタを1回通すだけで評価するワンパス評価だけですと,どうしても前後での濃度上昇が非常に少ない場合があるわけです. ただ,実際に使われているフィルタは繰り返しそこを通ります. 今後その辺のところをどう考えていかなければいけないかを考えなければいけません.

また発生量についても、建材のようなものの場合だと単位面積当たりでいいのですが、シックハウス問題でパソコンやテレビなどから出るような場合は、ユニット当たりの放散量でやっています。フィルタの場合も、単にフィルタの単位面積当たりだけでいいのか。あるいは、システム、ユニットと考えて、ユニット当たりにするのか。そこに通過風速をどう絡めていくのか。そのようなことも、今後検討していかなければいけない課題だろうと考えています。

以上,この部分は狭い話で申し訳なかったのですが、一応これでお話を終わります(拍手).

6. 演題 建築環境における生化学物テロ対策

講師 柳 宇 (やなぎ う)氏(国立保健医療科学院 建築衛生部 建築物衛生室 室長)



1985年 7 月 同済大学(中国) 機械工程学部 卒業 工学学士

1985 年 7月~88 年 3月 上海鉄道大学 助手

1992年 3月 国立公衆衛生院(日本) 専門課程終了 Master of Public Health

1992年 4月 ~2002年 8 新日本空調㈱ 技術研究所 研究員

1996年 3月 国立公衆衛生院(日本)研究課程終了 Doctor of Public Health

2002年 9月 ~2005年 3月 国立保健医療科学院 建築衛生部 主任研究官

2005年3月東京大学大学院博士課程修了工学博士

2005年 4月~ 国立保健医療科学院 建築衛生部 建築衛生室 室長

2005年 日本空気清浄協会 会長奨励賞

2005年 日本空気清浄協会 論文賞

2005年 日本建築学会奨励賞

2005年 Indoor Air 2005 Best Power Award

専門分野:建築環境工学、建築設備学、空気環境、室内空気質

6-1 紹介と概要

(大岡) それでは、本日最後のご講演になります。国立保健医療科学院建築衛生部、建築物衛生室室長の柳宇先生にご講演をお願いしたいと思います。講演タイトルは「建築環境における生化学物テロ対策」ということで、非常にセンセーショナルなタイトルなのです。

簡単に柳先生のご略歴をご紹介します. 1985 年に中国上海にございます同済大学の機械 工学部をご卒業になり、上海鉄道大学等に勤められた後、1992 年から国立公衆衛生院、新 日本空調等々を経由し、現在、国立保健医療科学院建築衛生部、建築物衛生室室長です. 2005年には東京大学大学院の工学博士を授与されております.

それでは柳先生、よろしくお願いいたします.

第11回ICUS₁ - アンモッチャー、2006.9.25

建築環境における生化学物テロ対策

柳宇

国立保健医療科学院 建築衛生部

図 6-1 建築環境における生科学物テロ対策

(柳)

ご紹介ありがとうございます. 国立保健医療科学院の柳です.

内容概要

- 背景
- ・日本における健康危機管理の歴史と現状
- ・海外の研究動向
- ・建築環境における生化学物テロ対策

図 6-2 内容概要

まず、今日のお話の内容は背景と日本の現状、これは先ほど池田先生がだいぶ詳しく説明されたのですが、その一部の補足、それから建物に焦点を当てた場合、どのように管理されているのかということと、何といってもこの研究に関してはアメリカが大変進んでおりますので、アメリカの研究成果を中心にご紹介したうえで、最後は私どもの研究の位置づけについてお話ししたいと思います。



図 6-3 背景- 9.11 米国の同時多発テロ

背景ですが、化学物質戦争は実は紀元前 400 年から記録があります。最近のことではないのですが、第一次世界大戦でもそういう記録があります。今申し上げている生化学物テロは、何といってもこちらに示している 5 年前の 9・11 同時多発テロ事件が一つの大きなきっかけとなっています。

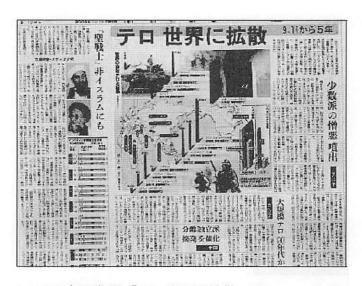


図 6-4 朝日新聞「テロ世界に拡散」2006.9.9 掲載

これは今月9日の「朝日新聞」に掲載された、「テロ世界に拡散」という記事です。ちょうど9・11テロ以来5年がたちましたが、この5年間の総まとめという記事が載っています。こちらの記事は、どちらかといえば建築物というよりも、自爆テロや国と国レベルのそういうことの記述です。

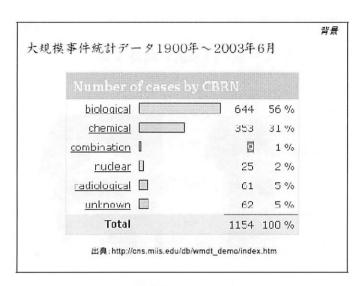


図 6-5 大規模事件統計データ(1900-2003)

日本のサリン事件など、実は世界中で、このように化学テロや生物テロがあちこちで起こっています。比較的規模の大きいテロから言うと、これは1900年から2003年6月までの103年間に世界規模で起きたCBRN、Cはケミカル(化学)、Bはバイオロジカル(生物)、Rは放射線、Nは核と、このようなテロの記載があり、ごらんのとおりいちばん多いのは生物テロで、全体の56%。化学物質によるテロを合わせると9割弱、87%です。

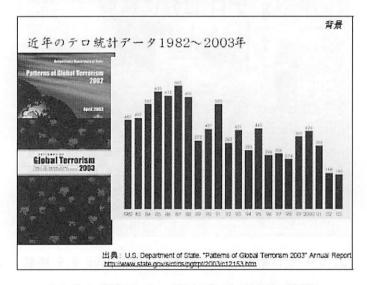


図 6-6 近年のテロ統計データ(1982-2003)

もう少し新しいデータをこちらに示しています. これは 1982 年から 2003 年のアメリカ の年間報告ですが,82 年から 2003 年に世界で起きたテロです. これは規模が小さいもの も含まれていますが,かなりの数が毎年あちこちで起きています. これは「(Patterns of) Global Terrorism」という,インターネットサイトで読めるようになっています.

6-2 NBC 武器の特徴

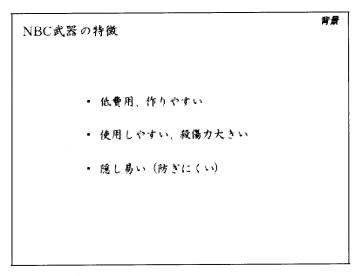


図 6-7 NBC 武器の特徴(1)

なぜテロが多いかということで、生化学物テロには特徴があり、先ほど水系統はどうかということがあったのですが、水系統はいろいろな研究の結果、難しいことが分かっています. 殺傷力から言うと非常に難しい. 空気がいちばん手っ取り早いといわれているのは、費用が安い、作りやすい、こういうデータがあります.

例えば、一般の兵器だと、1km²の殺傷力を持つのに大体 2000US ドルかかるのに対して、核兵器になると半分以下の 800US ドル、化学だと 600US ドルで、生物兵器を作るのに 1US ドルで同じ殺傷面積ができるということになっています。 あとは使用あるいは運搬しやすく、殺傷力が大きい。 米ソ冷戦のとき、ロシアは天然痘ウイルスを 2 トン、いつでも大陸間弾道ミサイルに積めるようにしていたという報告があります。 もちろん、発射した形跡はないのですが、非常に運びやすい、遠くまで届く。 また、殺傷面積から言っても、生化学物は非常に殺傷面積が大きい。 あとは隠しやすく、防ぎにくいということで、テロリストからは非常に目をつけられやすいところです。

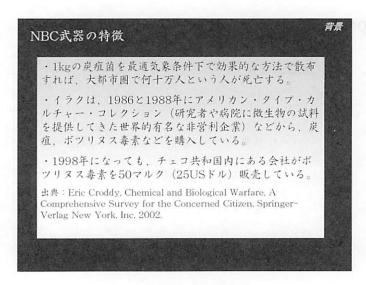


図 6-8 NBC 武器の特徴 (2)

もう一つ例を申し上げますと、例えば 1kg の炭疽菌を最適の気象条件下で、こちらはアメリカのちゃんとした報告があるわけですが、効果的な方法で散布すれば、大都市では何十万人が死亡すると予測されているわけです。

第一次湾岸戦争の前,1986年と1988年,アメリカン・タイプ・カルチャー・コレクションという,もともと研究者あるいは病院関係者に微生物の試料を提供する世界的に有名なNPO法人からイラクが炭疽菌とボツリヌス毒素を購入したという実績があります.

1988年になっても、チェコ共和国の中にある会社が、この毒素をたったの 50 マルク、25US ドルで販売しています。先ほど申し上げましたが、これは非常に安く、入手して増やせばそのまま武器になります。

6-3 日本政府における生物・化学テロ対策

このような背景で日本の話に移りますが、こちらはご承知のとおり、9·11 直後にアメリカで起きた郵便物炭疽菌事件です。実はこの事件によって、アメリカでは5人が亡くなっています。なぜ炭疽菌が使われているかというと、この菌が確保しやすく、しかも安定していて運びやすい。条件さえよければまた増やせるという、一つの大きな理由があります。もう一つ、ヒトは炭疽菌の胞子を1000 個ぐらい吸い込めば病気にかかるという報告もあります。これは多分試算だと思います。

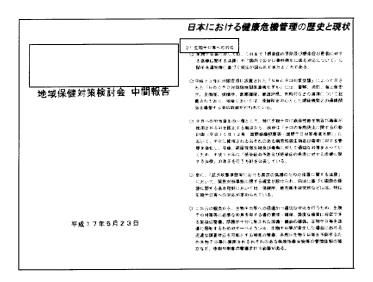


図 6-8 地域保健対策検討会中間報告

「地域保健対策検討会中間報告」というものが平成17年5月に出ているのですが、その中に詳細に生化学物テロについて記載があります。国としての対応です。

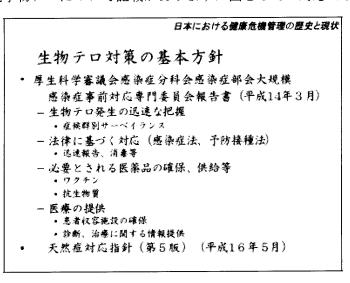


図 6-9 生物テロ対策の基本方針

「生物テロ対策の基本方針」. このように、まず状況を早く把握して、法律に基づく対応. これは感染症法と予防接種法です. 感染症法もご承知のとおり改訂され、一応対応できるようになっています. あと、必要とされる医薬品の確保と供給、ワクチンと抗生物質、医療の提供です. こちらは、どちらかというとお医者さんレベル、行政と一緒レベルの話です. こちらについては、先ほど申し上げました天然痘の対応などで、池田先生からも話がありましたので省かせていただきます.

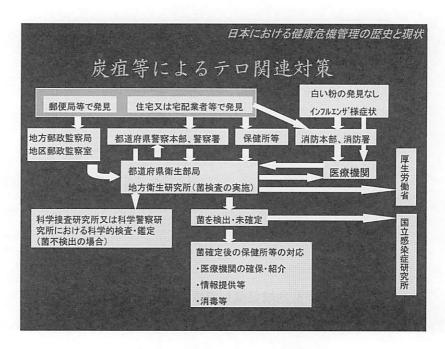


図 6-10 炭疽等によるテロ関連対策

一例を挙げますと、例えば炭疽菌については、日本で郵便物として発見した場合、あるいは住宅で発見した場合どうなるかというと、一連のシミュレーションを行った結果、このようになります。例えば、住宅で発見したら消防署に行くか保健所に行くか、あるいは都道府県の警察署に行くかという流れになっていますが、保健所に行った場合、都道府県の衛生局で菌の検査をするわけです。こちらは科捜研に行く場合です。これは菌が検出されない場合、このままで終わるのですが、検出した場合あるいは未確定の場合は、さらに対応すると同時に、国立感染研に同定を依頼します。同時に情報も厚労省に行くようになっています。



図 6-11 国立保健医療科学院ホームページ

これは私どもの国立保健医療科学院のホームページです。日本の厚生行政は、ご承知のように保健所あるいは地方衛生研究所のネットワークになっていまして、その連携プレーが非常に大事です。その連携プレーの中で、情報の一元化管理というのがあるのですが、この管理を私どもの国立保健医療科学院で行っています。このホームページを見ていきますと、健康危機管理支援情報システムというものがあります。そこをクリックしますと、このような画面が出てきます。もちろん、だれでも中身を見られるわけではないのですが、一応、ここにあるように、各地域の担当者に、ユーザーIDがあってパスワードが与えられて、これは緊急時、あるいは平常時でもクリックすると、今言った国のいろいろなバイオテロに関する対策の情報を見られるようになっています。

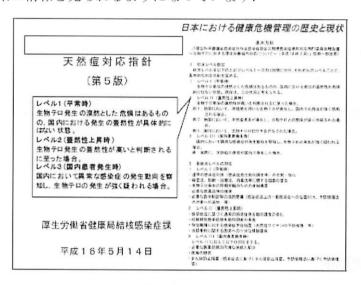


図 6-12 天然痘対応指針

これは先ほどの話にありましたので省略します.

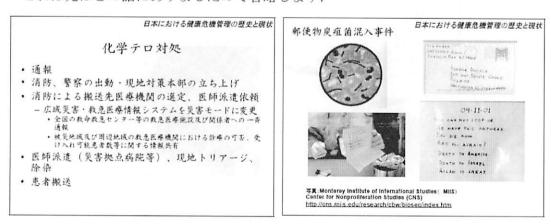


図 6-13.14 科学テロ対処

化学テロの対策ですが、基本的に通報、消防、これも先ほどの一連の流れと同じように なっています。

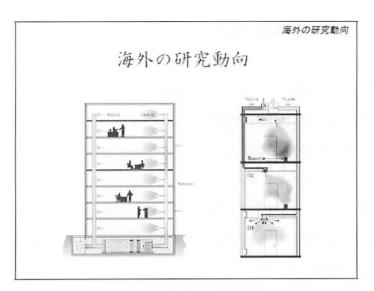


図 6-15 海外の研究動向

ところで、今申し上げましたように、日本政府の対策は、先ほどの池田先生にもその 1、その 2、その 3 という表がありましたが、9・11 のあと、厚生労働省は絶えずに情報を公に出しています。基本的に、これはどちらかといえば国の行政レベルの対応、あるいは保健所の横の連携です。まだ建物に関してはそこまで行っていないので、建物について、我々の研究テーマのタイトルになっていますが、建築物そのものが標的にされた場合どうするかというのは、まさに我々の研究テーマです。

6-4 海外の研究動向



図 6-16 9.11 同時多発テロ→炭疽菌混入事件

そして、海外はどうやっているかということについてご紹介します.

6-4-1 海外研究現状

海外の研究動向

海外研究现状

- 1998年, LBNLは関連研究を開始
- 1999年, DARPA, Pennsylvania State University
- ・ 9.11同時多発テロ事件後急に関心が高まった。
- ・ 政府の後押しと費用面の援助
- ・ 2001年末、多くの研究プロジェクトが開始
- ・ 軍、研究機関、大学、専門業界、企業の連携研究
- 多くの研究結果は緊急時の対応方法に関するものである
- ・ 平常時の研究成果が待たれる

図 6-17 海外研究現状-テロ対策に関する研究

実は、アメリカはテロ対策に関して、研究をだいぶ前から行っていまして、9・11の前に、例えば1998年、ローレンス・バークレー国立実験室、大変有名なところなのですが、関連の研究が始まっているわけです。その翌年、DARPAというアメリカの国防省の中にある先端プロジェクトの一つの局やペンシルバニア州立大学などが、先駆的に研究を始めています。そのあとの2001年、9・11同時多発テロ事件を受けて、アメリカ全国で非常に関心が高まり、政府も後押しして、費用の面もたくさんの支援を行っています。したがって、同じ年の年末、いろいろな関連の研究プロジェクトが開始しました。この中には、今日あとでご紹介します建築物に関する大きなプロジェクトも入っています。また軍や研究機関、大学、専門業界、企業との共同研究も行っています。こちらの研究は、建物に限って言えば、どういう建物がねらわれやすいか、まずテロリストの立場に立って非常にインパクトの大きいものということになると、軍の施設か非常に有名な施設になるので、このような施設をとりあえず対策しておけばいいのではないかという考えです。つまり、全部やるとたくさんの数があるので、経済的にも多分無理があると思いますが、とりあえず緊急を要する建物に関して、どのような対応方法があるかという研究を行っています。

海外の研究動向

海外研究現状

- ・ 国家職業健康と完全協会(NIOSH)
- ・ 疾病予防と対策センター (CDC)
- 米国国防省先端研究プロジェクト局 (DARPA)
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE)
- ・ 米国環境保護局(EPA)
- · 米国総務管理局 (GSA)
- · 米国中央情報局(CIA)
- ロレンス・バクレー国家実験室(LBNL)

図 6-18 海外研究現状-関連機関 (1)

幾つかの関連機関をご紹介しますが、大変有名なアメリカの機関です。例えば国立労働安全衛生研究所 (NIOSH) や CDC、EPA、CIA、また先ほど申し上げたローレンス・バークレー国家実験室 (LBNL).

海外の研究動向

海外研究現状

- 連邦施設委員会 Federal Facilities Council(FFC)
- · 米国建築士学会(AIA)
- · 米国暖房、冷房、空調学会 (ASHRAE)
- · 米国工業協会 (ASIS)
- · 国際物業管理協会 (IFMA)
- · 国家建築科学学会 (NIBS)

図 6-19 海外研究現状-関連機関 (2)

あるいは、アメリカの建築学会と、先ほど話が出ました ASHRAE (空調学会) のようなと ころもあります. このようなたくさんの機関が 2001 年末から、いろいろな国のプロジェク トに参加して、たくさんの研究を行っています.

6-4-2 免疫ビルシステム技術



図 6-20 免疫ビルシステム技術

今日は時間の関係で、建築物に関してどのような研究が行われているのかについて簡単 にご紹介します.

ご承知のように、今の建築物は火災が発生した場合、防災システムを作動して、ちゃんと対応できるようになっていると思いますが、同じような発想で、病原体あるいは毒性のある化学物質がまかれた場合、建物をどうしたらよいかというのは、少なくとも 2001 年までは何も方法がなかったのです。したがって、火災の防災と同じような発想で、ビルに免疫を持たせるという思想で、免疫ビルシステムという概念が提唱されています。



図 6-21 免疫ビルシステム技術-免疫ビル計画

こちらは先ほど申し上げた、米国国防省先端研究プロジェクト局(DARPA)というものがあるのですが、この下に特別プロジェクト室があります。SPO(Special Projects Office)というものですが、ここがメインになって免疫ビル計画を進めています。

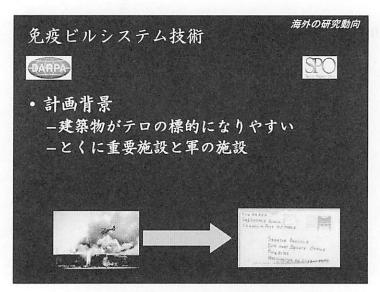


図 6-22 免疫ビルシステム技術-計画背景

この計画の背景は、今申し上げたように、建築物がテロの標的になりやすいことです. あちこちにあるからなりやすい. 特に重要な施設、政府の施設あるいは軍の施設です.

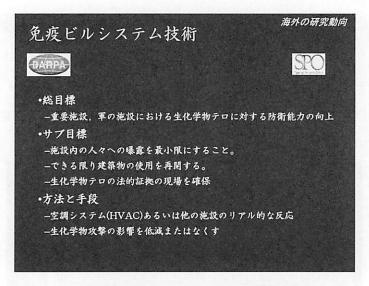


図 6-23 免疫ビルシステム技術-目標

この免疫ビル計画プログラムの中で、総目標とサブ目標が定められています。総目標というのは、要するに重要施設、軍の施設における生化学物テロに対する防衛能力の向上です。サブ目標としては、施設の中の人々への曝露を最小限にすることです。これは多分、最初の加藤先生のお話の中で、生化学物テロが発生した場合、いかに汚染を最小限にするかという一つのコンセプトになるかと思います。あとは攻撃を受けたあと、できるだけ早く使用の再開をするということが一つ。それから、生化学物テロ対策の法的な根拠、アメリカはこういうところは強いですが、法的な証拠となる現場の確保方法を検討しています。

実際、どのような方法と手段をやっているかというと、ご承知のとおり、空調システム

におけるリアルタイムな対応が非常に大事になって来ます. 建物といっても、結果的には空調システムになります. なぜなら、これは中央方式ですが、このビルの中で、空調専門の方に言うまでもないのですが、空気を取り入れてダクトを通して、あちこちに快適な空気を運んでいるわけです. この建物をヒトに例えると、ダクトはヒトの呼吸器系に当たるわけです. ですから、例えばこちらで何かの化学物質がまかれることになると、空調システムで全体に広がることになります. したがって、結論から申し上げますと、免疫ビルは結果的には免疫空調システムという技術になろうかと思います.



図 6-24 免疫ビルシステム技術-DARPA 財政予算

こちらは DARPA の研究予算, これは免疫ビルだけに関する予算なのですが, 大体百十何 億円ぐらいを出しています. しかも, スケジュールが全部ちゃんと決まっています. これ は実際に使った予算分なのですが, 全部インターネット上でオープンになっています.

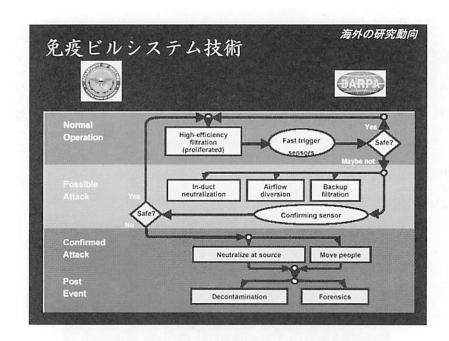


図 6-25 免疫ビルシステム技術-センサーを使った計測機器

これは非常に大事です。考え方として、まず平常時、日本の天然痘の体制も同じなのですが、我々は今、平常時の状況にあると思います。平常時の場合、これは重要施設ですので、効率の高いエアフィルタを使います。フィルタが非常に大事です。ふだんはフィルタはいろいろな微生物を取ってくれるのでフィルタで対処します。

あとはトリガーセンサーをつけて安全であるかどうかを確認します。安全であればこの まま平常時の運転になるわけですが、安全でない場合どうなるかというと、今度は攻撃を 受けた可能性がある段階に一段階引き上げるわけです。要するにこちらで同じようにもう 一つ、精度のいいターゲットを定めたセンサーかと思いますが、このセンサーによって検 知して、あるいはダクト内を、毒がある場合中和する。あるいは消毒という言い方もしま す。

もう一つ, 気流の流れ. これはまさに先ほどの加藤先生のご研究の中でいちばん大事な ところで, 曝露した場合, 建物の中でどのような気流を計画すればいいかという話です.

これで安全であれば、また一段階戻るのですが、これでもだめだということになると、 今度は確実に生化学物テロの攻撃を受けたということで一段階上げます。そうすると、今 度はソースを消毒しないといけないので、たしか先ほどの加藤先生の話では、2 点間での 測定の値から計算すればソースを見付けることができるということであれば、まさにソー スの対策と同時に、人を動かして安全な方に避難するということになります。

これが全部終わって、消毒するとかの段階に入ります.

ごらんのとおり、まずコアの技術となるのはセンサーの技術です。なぜならば、化学物質は分子レベルで検出可能ですが、微生物に関しては、細菌や真菌の場合、今までは培養してからどんなものかを調べるのに時間を非常に要しました。このセンサーがその場で感知できればいちばんいいのではないかというのが一つのコアの技術です。

先ほど、DNA の話もありますが、もう一つ、最後にちょっと触れますが、最近はリアルタイムで測れるものもあります。私どももこのようなセンサーを使った計測機器について、まだ β 版機ですが、検証を行っています。

もう一つ大きな仕事が残っているのは、このあとの処理です。平常時、生化学物テロだけではなくても、普通、集団感染が起きた場合、そのあとどう処理したらいいかという技術も非常に大事になってきます。バイオテロに対する免疫ビルの技術は、基本的にこのような考え方です。

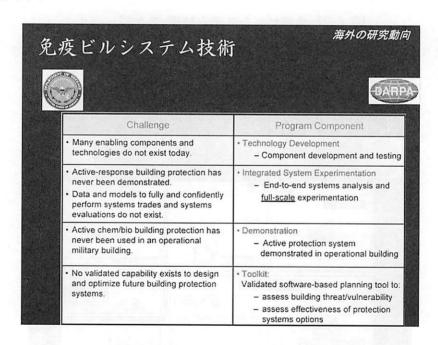


図 6-26 免疫ビルシステム技術-プログラム

免疫ビルシステムのプログラムは、今までにない技術を開発するとか、あるいは今まで 技術があっても、総合的な評価、総合的な実験的な検証が必要です。あとは実際のビルに おいて、これはフルスケールの実験なのですが、実際のビルを造って検証を行います。

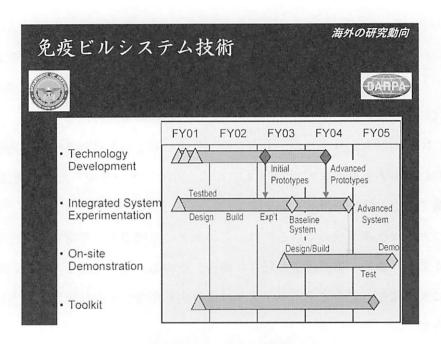


図 6-27 免疫ビルシステム技術-スケジュール

こちらはスケジュールなのですが、先ほどの4段階で、01年から05年まで、1億USドルを使ってこのような研究を進めています。

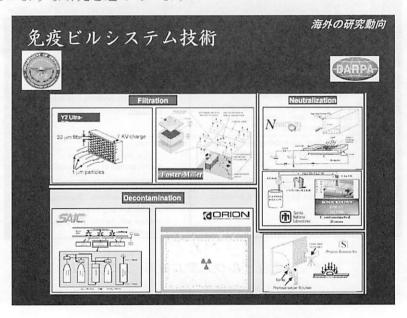


図 6-28 免疫ビルシステム技術-事例

実際の例を幾つか示します.例えば、この中で何かの病原体が発生した、検知したということになると、どうしたらいいかという話になります.天井にこのような ULPA という HEPA よりさらに効率のいいフィルタがあるのですが、ULPA フィルタが微生物を全部取ってしまう.もし化学物質であればチャコールフィルタで取って排気するというようなものが考案されました.また、ダクトの中でまかれた場合、どうしたらいいかということで、気

流が流れていくと、ダクトのところに非常に能力の高い紫外線による殺菌を行います.このようなものをくっつけたり、室内では例えば、これは液体になるわけですが、天井の辺にあって噴霧するとか、室内の消毒のようないろいろな技術がこの研究の中で生まれて、在来の技術もあるかと思いますが、少し改善して使えるようにしています.



図-6-29 総合システム実験チーム

この研究のすごいところはビルを建ててしまうのです。先ほどのスケジュールにもあったのですが、ネバダに実際にこの免疫ビルを建てています。ネバダというのは、ご承知のように 1951 年に核実験を行った所です。場所的にはアメリカの西海岸で、ラスベガスから100km ぐらいのところにあります。こんなところにいろいろなものを建て、建物そのものは検証できるような実験施設になっています。スケジュールはこちらのように、02 年は場所を探す。これはもう決まっています。施工して、試験と最適化をして、05 年は、いろいろな最後の検証ということになっています。こちらは先ほどの、もう一つのほうの CFD、解析、予測なのですが、これもかなり加藤先生のグループの研究と似ている内容です。建築するモデルや空調システムの関係、部屋と部屋の関係というようなプログラムを作って、発生した場合、被害を最小限にするのにどのようにしたらいいかという検証をしています。ところで、今申し上げているのは重要な施設であって、あるいは政府や軍の施設なのですが、一般の施設は到底こんなことはできないので、どうしたらいいかということなのです。

6-5 建築環境における生化学物テロ対策

建築環境における生化学物テロ対策

建築物における生化学物テロ対策

- ・ 人々は生活時間の80~90%以上室内で過ごしている
- * 建築物がバイオテロの標的になりうる。
- 建築物内の空調システムを介したバイオテロが危惧 されている。

図 6-30 建築物における生化学物テロ対策

これは私たちの研究に入ります.「建築物における生化学物テロ対策」ということですが、我々はご承知のように、大体1日の8~9割以上、室内で過ごしていますので、建築物がバイオテロの標的になりえます.標的にされる場合、いちばん使われそうなのは何かといったら、やはり空調システムであるということになります.

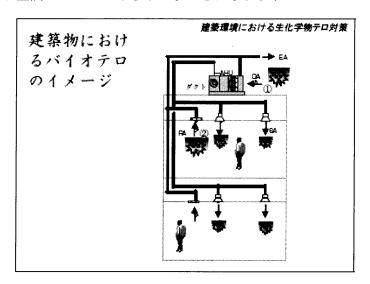


図 6-31 建築物におけるバイオテロのイメージ

こちらはイメージです. 例えば空調システム, 一つは外気のところで全部入れるか, そうでなくてもこちらのように部屋の中で発生させれば, ガス状物質はあっという間に広がります. 結核菌のような小さい微生物や, フィルタでなかなか取れないものは, フィルタを簡単に透過します. このように室内で発生してもダクトを通して, また別の部屋まで拡散するので, 空調システムが非常に大きな要素になるということです.

直葉環境における生化学物テロ対策 自然界に何千もの病原体および毒素があるが、このうち、約160だけが人間を傷つける力があると判断され、さらにそのうち約30だけが生物剤となりうると考えられている。 出典:Eric Croddy, Chemical and Biological Warfare, A Comprehensive Survey for the Concerned Citizen, Springer-Verlag New York, Inc, 2002.

図 6-32 自然界の病原体及び毒素

自然界に何千種類もの病原体および毒素があるといわれており、このうち約 160 だけが 我々ヒトに有害だと判断されています. さらに今、その 160 種類の中で、生物剤として使 えないとバイオテロの使いものにならないので、生物剤となりうるものが 30 種類ぐらいあ るといわれています.

建築環境における生化学物テロ対策

Bioterrorism Agents/Diseases

Category A Diseases/Agents

The U.S. public health system and primary healthcare providers must be prepared to address various biological agents, including pathogens that are rarely seen in the United States. High-priority agents include organisms that pose a risk to national security because they can be easily disseminated or transmitted from person to person; result in high mortality rates and have the potential for major public health impact; might cause public panic and social disruption; and require special action for public health proparedness.

Category B Diseases/Agents

Second highest priority agents include those that are moderately easy to distaminate; result in moderate morbidity rates and low morbility rate; and require specific enhancements of CDC's diagnostic capacity and enhanced disease surveillance.

Category C Diseases/Agents

Third highest priority agents include emerging pathogens that could be engineered for mass dissemination in the future because of availability, ease of production and dissemination; and potential for high morbidity and mortality rates and major health impact.

Centers for Disease Control and Prevention

図 6-33 Bioterrorism Agents/Diseases (1)

どんなものがあるかということなのですが、こちらはアメリカ CDC で三つのカテゴリー に分類しています. いちばんリスクの高いものと真ん中と3番めということです.

建築環境における生化学物テロ対策

Bioterrorism Agents/Diseases

Category A

Anthrax, Botulism, Plague, Smallpox, Tularemia, Viral hemorrhagic fevers and arenaviruses

Category B

Brucellosis, Q fever, Food safety threats (Escherichia coli O157), Water safety threats (Cryptosporidium parvum)...

Category C

Emerging Infection diseases such as Nipan virus and hantavirus

Canters for Disease Control and Prevention

図 6-34 Bioterrorism Agents/Diseases(2)

どんなものがあるかというと、こちらは炭疽菌、あるいは先ほどの毒素、これはペストと天然痘など、こちらがいちばん有毒です。真ん中のランクは、基本的に食べ物あるいは水を介するものです。これは2番めです。これは先ほど伊藤先生の話の中で出てきた汚染のものです。テロリストの発想では、多分こちらは可能性が低いのですが、生物戦争となると、相手を無力化するというのも一つの目的です。すぐ死ななくてもいずれ戦闘力を失うということを考えると、こちらは非常に使いやすいということでBになっているわけです。こういう3ランクがあります。

Art are welcto or forh	716	al Airberne Bi	Lagrage		WGI	1050	14.16	10.00
		er reactor	Character	l k	Field		Fence	Lorens
			LEN	11.			Says	
Facilia entite spires	fire tests	Antro	1118	200001	761	22.200	1 33	90
[ngsin	n-cirds	Fing of code	1 797.5	-		1177	T :	
Chiary dis preumon-as	Bands		3548				1 7	
Countum perfengens	Detene	Tea:s cam	1 X X 0	a onni	13		1 4	1
Cornar arkeun det buen		Decementa	C 303	3 (0)(1) C 30(071)	(Z		1.2	1
Corellabineti	Battens	Q Pat	C 293	0.001535		1	1021	•
Frame and Literate	Am tent	Titamenta	CXB	•		34	1-10	10
Keeks of a sensor months	Bætte	:	6 171	· ·			1 .	1
Leachete see	Batter	1	G 520	2 00162	12		22	
My : star berief totorceform	Hartres.		C XI	con in the			21	
National mentional s	9 ac lents	1	0.775				7.3	;
Project mones makes	Backer	Garcas	C 574	amorre	(21)			1
I'ver eterregen: proceptantel el	Hacketta		r eit	11 121 77'8				
Et reptor to C. IS STOLEMONTO	Bactery	i	6.707	000/12	CO.		15	7
Y050-2 1974	3:ctres	PACEDIONE JOSAN	0.737	,		370	1.7	
Cre mrauska krarakie	luna	Cocianiarwenza	3 444			1150	29	
I securación capacitation	פרטי	Hickoryssmous	2 236				1	
Dischibation also diferenterant	ישרטיל		5 323	•				
Currests (SE)	enn.	1	0.223	0.001123	70			
Cities Senciment for	15.5	PARTICIPATE TOWN	0 120				3-15	
rtoa St;	V 8.12	HOTOTTONE UND	0 119					
lunar Vis	78.4		0 365	•			1421	15
Influence a	V 6.75	Mercs	0.398	900119	0.21		1 23	
uiti	JAS	Harristone face	0:35				2.5	17.5
12514	1.7.2	LASSA PAYE	1 0:22				25	. 3.
Mathia	100	Hermanage Season	0.335				r	n
val35	18.5	Snatos	0.224	0.00183			7.16	Ţ,
eer pre neer	1.5-3	EHWANTIS	0.351	0.000272	40	X	5 15	
Atabian	Spein.	Tonice b	2 742	144	•"	303× xs	7.84	
P:Daner	70017	Timeronb	2.342	124		012 pc	14	
lor:t	FOR IT	Carrost	2.41	194		21.0	NA.	
Technite cere my col como	Toesn	STREET.	2.746	145			784	

図 6-35 Potential Airborne Biological Weapons

これは、いろいろなものがリスト・アップされていて、どのような性質があるかを記しています.

建築環境における生化学物テロ対策

バイオテロー使用可能な生物兵器

1. 天然痘(サルボックスウィルス)

(張沫感染致死本:20~30% 潜伏期間: 11~14日)

2. 炭疽(炭疽菌)

(空氣感染致患率:80%、潜伏期間:1~7日)

3. ベスト (ベスト菌)

- (ベスト菌を含む空気感染共化4:5~15%, 滞伏期間: 2~7日

4. ボツリヌス毒素 (ボツリヌス菌)

(経口感染: 致死本: 20%, 潜伏期間: 14日)

など

参考: 啓染症ファイル、竹内書房、2000

図 6-36 バイオテロ-使用可能な生物兵器

では、バイオテロで使用される可能性が高いものは何かといったらそれは天然痘です。 天然痘は空気感染ではなく飛沫感染です。飛沫感染か空気感染か、多分、毒性の問題と、 あとはエアロゾルとしてみた場合は、さほど大きな意味はないかもしれませんが、医学上 では飛沫感染と定義しています。1977年、ソマリアの人が最後の患者となって、その翌年、 イギリスの研究所でまた二人の患者が出ていたわけですが、そのあとは出ていないという ことで、1980年に天然痘根絶宣言が出されたわけです。米軍は1989年まで生物戦争に備 えてまだワクチンをやっていたのですが、そのあとはアメリカ軍もワクチンをやめていま す。ということで、基本的に今生きている多くの人が免疫力を持っていないということが 一つの大きな理由です。あとは培養しやすい、そういう点から問題が幾つかあります。

炭疽菌も先ほど申し上げたように、非常に使われやすい. 多分、この二つがいちばん使われやすいのですが、あとはペスト菌やボツリヌス毒素というようなものです.

建築環境における生化学物テロ対策

バイオテロの対策-平常時

- ・希釈・除去-気流計画
- ・ろ過…エアフィルタ
- ·生化学物污染对策--段前·消毒
- ・空調システムの適正な維持管理
- 外気取り入れ口の管理など

図 6-37 バイオテロの対策-平常時

バイオテロの対策. 建築環境におけるバイオテロの対策なのですが、建築物というよりも、先ほど申し上げたように、どちらかといえば空調システムを研究のターゲットにしないといけないので、まず一つ、希釈と除去、これは気流計画の問題です. これに関する研究は加藤先生がやられています. 先ほどのフィルタから発生する問題もありますが、実際、我々の平常時、一般のオフィスビルや病院など、ほとんど中性能フィルタが使われていますので、その中性能フィルタが実際どのくらい微生物を取れるかという検証を行っています. 生化学物汚染の対策. これは殺菌・消毒. これも今年度、行う予定にしています. あとは適切な管理という研究です.

6-5-1 エアフィルタによるろ過

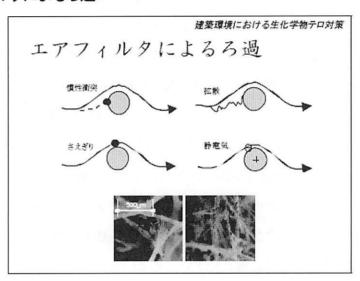


図 6-38 エアフィルタによるろ過-四つのメカニズム

フィルタによる微生物の捕集というのは、四つのメカニズムによって捕集しているわけですが、一つ大きな粒子が、こちらは1本1本のろ材の断面と見ていただいて、これを粒子と見ていただければ、流れで曲がりきれずに、大きな粒子の慣性力でぶつかっていく、それは慣性力による衝突です。あまり小さいものだと拡散によってランダムにぶつかってくるという拡散のメカニズムです。そして、慣性衝突ではないのですが、いちばん線が近いところで遮られる。あとは静電気です。この四つのメカニズムでエアフィルタは粒子を捕集しているわけです。

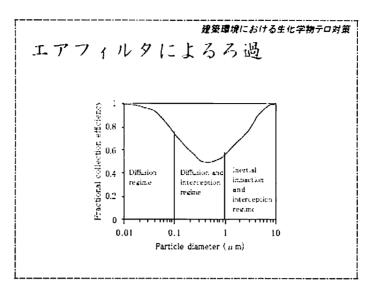


図 6-39 エアフィルタによるろ過-捕集率

横軸にパーティクルの粒径,縦軸に捕集率を示して取っていくと,基本的に小さければ小さいほど,先ほどの拡散が効いてきますので捕集率も高い.大きい粒子だと慣性力が効いていますから,これも捕集率が高くなります.いずれにしても,このトータルの捕集率は,これは少し図が悪いのですが,0.2 ミクロンのところはエアフィルタがいちばん苦手としている粒径なので,0.2 ミクロンのものを非常に取りにくく,捕集率が低いということです.

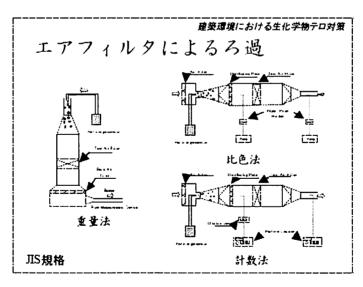


図 6-40 エアフィルタによるろ過-JIS 規格

日本の JIS の場合,大きな粒子を主とした重量法で,いわゆる粗塵用フィルタは重量法で,あるいは半導体工場や液晶工場,病院,バイオクリーンルームなどが使っている HEPA フィルタ,あるいは ULPA フィルタでは個数法で,その間でよく使われているのは,真ん中の比色法といい,このような 3 段階の方法でフィルタが評価されています。比色法という

のは、フィルタの上流側と下流側にろ紙でポンプを引いて、粉じんがいっぱいくっつくと 光が通らないので、その透光度の比で捕集率を出しているわけです。それが分かって80% と言われても、微生物がどのくらい取れるか全く分かりません。我々はこのような試験を しています。

	1 1 5000	E/ANIOT CO	A CIT TO A	
	ndard 52.2	E/ANSI Sta	ASHKA	
広園		MERV"		
	0.3 to 1 a m	1 to 3 am	З to 10 и п.	NEAV
住宅用			<20%	
左拍	-		<20%	2
堆積ダニアレルケ	-		<20%	3
	-		<20%	4
を集団	-		20-10%	5
投票			35-50%	6
かど		-	60-70%	7
株子	-	-	>70%	8
度基用	-	<50%	>85%	9
レジオネス英語	-	50-65%	>85%	10
投塞		65-80%	>80%	11
	- 11	>80%	>90%	12
ARCH .	<75%	>90%	>90%	13
たば:僅	75-85%	>90%	>90%	14
総施	85-95%	>90%	>90%	15
	>95%	>95%	>95%	16
クラーンルーム	29991%	-	-	17
94	292.95%	_		18
生化学物	≥99.999%	-		19
ウィルス	≥ 99.9995%	_	-	20

図 6-41 ASHRAE(計数法)

アメリカは日本と同じでこの3種類の試験方法でやっていましたが,1999年,三つの方法,いわゆる重量法,比色法,計数法を一本化し,全部計数法にしました.1から20のランクをつけ,こちらは粒径別に分かれますので,どのぐらいの粒径がどのぐらいのパーセンテージで取れているかと,これはASHRAEの新しい規格をそのまま訳しているものです.このような情報を提供されれば、微生物の大きさが分かっていれば、大体どのぐらい取れるかを予測できます.

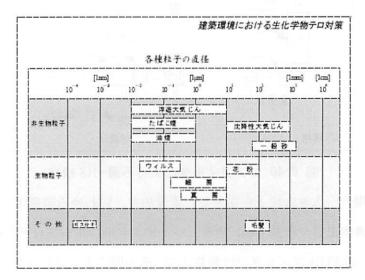


図 6-42 各種粒子の直径

こちらは粒子の大きさを示しています. ウイルスがいちばん小さくて, 20 から 300 ナノメートルぐらい. 細菌は 0.5 から 10 ミクロン. かびのほうは昔は $2\sim3$ ミクロンから大きいものは 100 ミクロンまでもあるのですが, 電子顕微鏡で見てみると, やはりかびも胞子は 1 ミクロンぐらいと小さいので, 大体 1 から 100 ミクロンぐらいという大きさです. 花粉はもう少し大きくて 30 ミクロンぐらい.

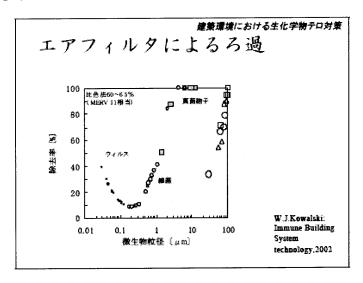


図 6-43 エアフィルタによるろ過-捕集性曲線

このような微生物が分かっていれば、先ほどの捕集性の曲線が分かってくる.これは実際、MERV11に相当するのですが、そうしますと大体このフィルタを使うとウイルスはどのぐらい取れるかという、予測がある程度つきます.細菌の大きさはこの辺りです.横軸が粒径になっていますが、かびが大きいからこのぐらい取れるという予測がつきます.

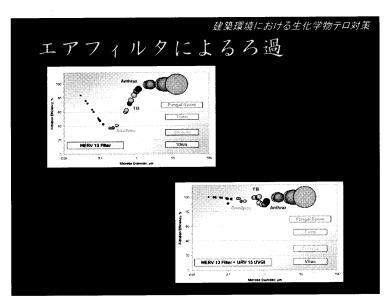


図 6-44 エアフィルタによるろ過-捕集予測

こちらは先ほどの予測で、これは別の見方なのですが、炭疽菌は細菌ですからこの辺です。 天然痘はウイルスですからこの辺です。 かびは大きいからここです。

必ず取れにくい部分があります.この部分はどうしたらいいかというと,アメリカ的なやり方というか,その研究の一環として,どうしてもここも取りたいということで,右下にありますように,フィルタで取るのと紫外線を併用してこの部分を取る.紫外線が得意とする分野で,この部分は紫外線のある波長を出すと非常に効果があるという報告があります.

	Filter	Rating		MER/	MERV &	MERV 10	MERV 13	MERU 15	MEH	Y 15
	Bacili	is anthrax spons	, tá	15.5	35.7	39.2	96.3	90.979	93.5	181
	15 ba	dl, 5		7.4	18.1	19.5	78.5	03.0	93	1
	Small	por vin.e. %		27	7.4	7.9	39.5	53.0	70	5
	Entill	ri.m toxin, %		34.5	93.9	78.3	99.936	108	11	0
1	tflas	nzi A virus, %		62	11.2	12.0	46.229	71	7	-
	LWGI :	System Rating		UEV 6	URN B	URV 10	UHV 13	URV 15	URV	116
炭疽菌	1	1.118		5.5 7.4	38.7 18.1	39.2 19.5	98.3		979	99.981
44 bet die			100000000000000000000000000000000000000		10.	10.0	10.5	, 9	0	80.1
結核菌 天然瘤				3.7	7.4	7.9	39.6	5 6	8	70.6
天然症	*	0.224		3.7 34.8	7.4 89.9	7.9 76.3	39.6 99.98		8	70.6
結核菌 天然症 ポパリヌス書 インフルエ		0.224	3			The state of the s		86 1	00	

図 6-45 エアフィルタの捕集性能

このように、先ほどの毒素でどのぐらい取れるかですが、アメリカのランキングでいくと、大体どのフィルタでどのぐらい取れるか、ある程度の予測がつきます.

Filter Batting	MERV 6	MERV &	MERU 10	MERV 13	MERU 15	METER 1
Bacifus anthrox sports, %	15.5	30.7	39.2	96.3	90 979	90.981
TS bacifi. %	7.4	18.1	19.5	78.6	03.0	98.1
Smalloon wills, %	3.7	7.4	7.9	39.5	63.0	70.6
Batulinum taxio, %	34.6	89.9	78.3	99.930	100	100
Influenza A weas, %	62	11.2	12.0	46.220	71	75
LIVE System Rating	URU 6	EW8	URV 10	URV 13	URV 15	URV 16
Average intensity, µW/czi 2	75	150	900	2,000	4,000	5,000
Dose (t = 0.5 s) pW-slam2	37.5	75	250	1,000	2.000	2,500
Bacillas anthrax aponts, %	0.4	0.8	1,5	3.1	6.0	5.9
TB bacil, %	23.A	41.2	55.6	88.1	93.5	90.8
Smallporvina, %	17,4	31.5	53.4	78.3	95.3	99.0
Botalinum toxin, %	9	D	0	n	g	D
Influenza A virus, %	13.8	25.7	448	69.5	91.7	97.2
MERY/URV Rating	8.8	8/8	10/10	13/13	15/15	15/16
Bacillus anthrax spores, %	15.9	37.2	40.2	\$6.4	99,980	90.983
T3 bacil, %	29.1	52,0	828	97.5	99.972	20.927
Smalpacvine, %	20.4	36.8	57.1	86.9	93.5	99.7
Batalinum taxin, %	34.6	59.9	76.3	99.986	100	100
Influenza A vinas, 56	19.2	312	51.4	32.590	107	93

図 6-46 紫外線併用の場合の捕集率

今,紫外線の話を申し上げましたが、例えばこちらは炭疽菌、炭疽菌は紫外線を入れなくても96%、紫外線を加えても大体同じぐらいで、大して変わらない。こちらの天然痘に関しては、普通のフィルタだと40%しか取れないけれども紫外線を併用すると87%に上ります。今,このような研究もたくさんされています。

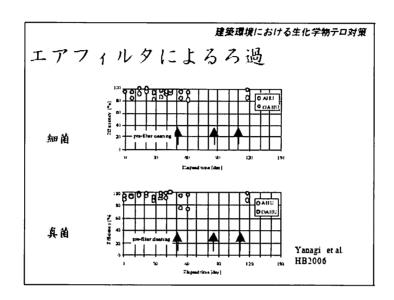


図 6-47 エアフィルタによるろ過-オフィスビルの中の捕集率

これは私どもの、実際のオフィスビルの中で、フィルタでどのぐらい微生物が取れるかという結果なのですが、細菌やかびに対する捕集率が高いことが分かります。しかも、先ほど質問もありましたが、フィルタの経時変化もあるのですが、経時変化を取っていくと、最初に新品で入れて清掃しないようにしても、あまり変わらない。ここは定期的な清掃が入っていても、あまり変わらない。一般の中性能フィルタでも細菌とかびが、ウイルスは我々は測れないのでデータがないのですが、このぐらい、80%、90%以上取れるということです。

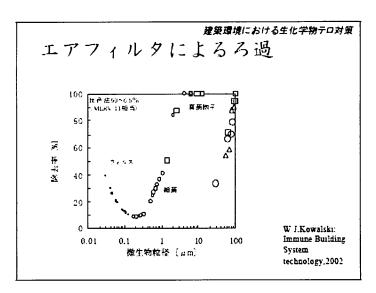


図 6-43 エアフィルタによるろ過-捕集性曲線

ところで、こちらのグラフは、あくまでもウイルスあるいは細菌が、単体で浮いている場合は予測がつくのですが、実際ウイルスは単体で浮いているわけではないのです。例えば SARS ウイルスは、WHO は飛沫感染と言っています。飛沫感染というのは、空気中に浮いて、核が 5 ミクロン以上になった場合の感染で、SARS ウイルスの大きさが 80~160 ナノメートルといわれています。そういう電子顕微鏡写真があります。

では、どういうことかというと、基本的に SARS ウイルスは固まりで人からせきが出て、 その固まりで空中を浮遊しています。あるいは、細菌やかびでもそうなのですが、その同 志の固まりか、非生物粒子にくっついて浮遊しているかということなので、これを使うと ウイルスに関しては危険側になります。ウイルスは単体でこの大きさですが、実際の大き さはもう少し右のほうに大きくなっているので、捕集率はこんなに高くない。危険側にな るのですが、細菌とかびのほうは単体でもこのぐらい取れますから、実際、もう少し大き くなればもっと取れるということで、安全側になります。

6-5-2 外気取入れ口の設置箇所

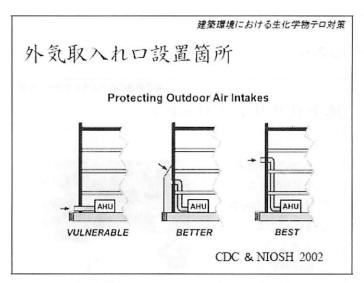


図-6-48 外気取入れ口設置箇所(1)

これは外気取り入れ口設置の箇所です。先ほど申し上げたように、この空調システムは中央方式なのですが、我々の呼吸系に相当します。そうすると、呼吸系がやられないためにいちばん大事なのは、例えば花粉が飛んでいる時期にみんなマスクをします。入り口を防ぐのがいちばん大事なので、それと同じように、空調の入り口の管理が非常に大事です。こちらはだめです。これがいちばんいい。これはまあまあベター、要するに、この高さです。人の手の届くところに外気口があると、何かまかれても分からないのです。



図 6-49 外気取入れ口設置箇所(2)

こちらも先ほどの CDC などのマニュアルで書いてありますように、人の高さもありますが、こちらはそのまま入れられますし、このような斜めの高さだと投げても入る。やはりもう少し高いところにあったほうがよいです。路上に外気の取り入れ口がある、こんなと

ころが実際,世の中にはあります.

6-5-3 地下鉄サリン事件



図 6-50 地下鉄サリン事件-概要

大体私は微生物を中心としてお話をさせていただきましたが、テロが起きた場合、微生物と化学物質はとどこが違うかということです。加藤先生からもサリン事件の話が出たのですが、この事件はご承知のように1995年、午前8時ごろに起こりました。被災者は結果的に5500名、重体が53名で死者が12名、かかわっている搬送機関はトータルで267もあります。

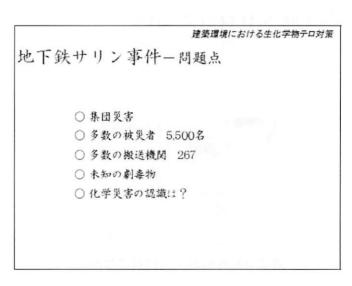


図 6-51 地下鉄サリン事件-問題点

問題点として集団の災害. 多数の被害者が出ました.

建築環境における生化学物テロ対策

地下鉄サリン事件 -症状からの原因物質推察

- ○830頃、咽喉痛、目の痛みの患者
- ○8:40. 最初の教急車搬送結膜の充血 → 刺激性ガスの爆露縮瞳 → 有機リン系中毒
- ○9:15 硫酸アトロビン投与開始
- 10:50 検査結果 Ch-E低下

化学剤の認識 → 臨床現場

図 6-51 地下鉄サリン事件-賞状からの原因物質推察

時系列を追っていくと、大体、化学物質テロに対する認識が分かります。これはまさに化学物質テロなのですが、有機リン系のサリンは蒸発しますので、傘で破ってその場で蒸発させるという、ある意味ではけっこう巧妙な手口ではあります。非常にサリンを知り尽くしたやり方です。8時30分に最初に咽頭痛と目の痛みを感じる患者が出て、その10分後、最初の救急車で搬送しています。非常に早いのです。結膜の充血から、刺激性ガスの曝露ということが分かります。要するに、結膜の充血という臨床上の症状を見ると、当時の救急車の人の知識でも、これが刺激性ガスの曝露を受けたことが判断できた。縮瞳、瞳孔縮小ということが、これは有機リン系中毒の典型的な症状なので、有機リン系であるということでがこの段階でもう分かっているのです。

9時15分,硫酸アトロピン投与. 私も分からないのですが,多分,これの対応の薬かと思います. 10時50分,検査の結果,これも私はお医者さんではないので,関連の試験をしたと思うのですが,Ch-Eが低下.このときに大事なことは,化学剤の認識が臨床上で分かるということです. 症状はその場で出て,その場で判断して,知識があればできるということです.

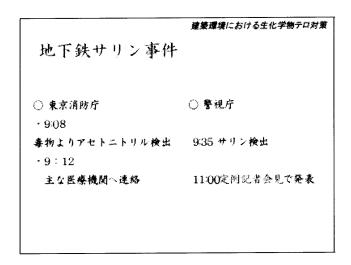


図 6-52 地下鉄サリン事件の報道発表

例えば、東京消防庁と警視庁の発表を見ますと、11 時に定例記者会見で発表しているわけです。8 時から非常に短い時間で分かった。

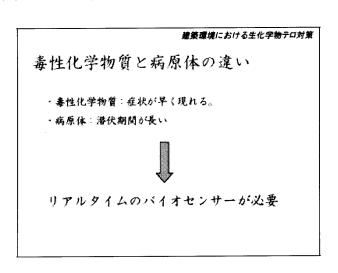


図 6-53 毒性化学物質と病原体の違い

これは化学物質を使っているから症状がすぐ出るということで、微生物は先ほど申し上げたように潜伏期間があります。短くても1日、長いものは1週間とかあります。

例えば、飛行機に乗って微生物がまかれて、飛行機を下りてからもまだ症状が出ていないわけです。次の日に出たとして、もうあちこち拡散しているので、非常にやっかいです。

何が大事かというと、こういう話にまた戻りますが、リアルタイムのバイオセンサーが 非常に大事です。その場でどんなものか分からなくても、とりあえず微生物関連の濃度が 急にすごく増えたと検知したうえで、第一次、第二次、検知したうえで、どう対処したら いいかという話につながるわけです。 このようなセンサーがアメリカでは開発されていて、先ほど加藤先生がおっしゃっていた DNA 検査ではなくて、私どもが今検証を行っているのは、生物体にある波長の紫外線を与えると蛍光を放出するという 20 年も前から知られているメカニズムを利用してある波長の紫外線を与えて蛍光を測る。蛍光で測ることによって、これがバイオ粒子であるか非バイオ粒子であるかをリアルタイムで測れます。

6-5-4 バイオテロ対策

建築環境における生化学物テロ対策

バイオテロの対策-緊急時

- ① 暴露者数を最小限にする:被暴者を特定し,必要な処置を施す。
- ② 空調運転を停止する。全てのダンパと空調機に 連動していないファンを止める。
- ③ 外気による階段の加圧を行い、避難通路を確保 する。
- ④ 被暴者を隔離する。

LBNL/PUB-51959, 2003.

図 6-54 バイオテロの対策-緊急時

このようなものが本当に環境の中で使えるかどうか検証しています.その前に,緊急時の対応が今までのすべての話につながっているのですが,まず被曝を最小限にするというのは,特定し,必要な処置を施す.検知して,空調機を止めることが大事です.例えば,これはローレンス・バークレー国家実験室が提案しているものなのですが,外気による階段の加圧,要するに避難通路を確保する.人はまだビルの中にいるので,どう逃げたらいいか分からないので,階段をきれいにしたうえで,その階段から逃げていくというレポートがあります.被曝者を隔離します.いずれにしても,こちらのセンサーが非常に大事になってくるということなのです.このセンサーは,まだ今検証を行っている最中です.

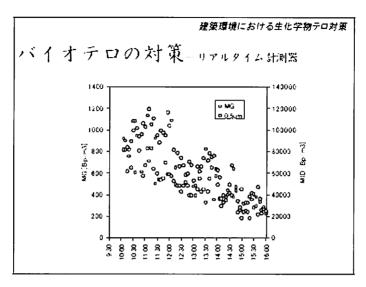


図 6-55 バイオテロの対策-リアルタイム計測器

こちらに示しているのは、横軸が時間、縦軸、左のほうを見ていただくと、これはスリットサンプラーという培地を使って、一周回転して、その中でスリットから噴き出して、そうすると経時変化が分かる。もちろん培養は必要です。これが朝から夕方まで1時間に1枚ずつ、ずっとバクテリアを測っているわけですが、これはある病院のデータです。2日後、その中で細菌を計測して、その細菌のデータがこれです。

これと同時に、今申し上げたアメリカで開発されたセンサーを組み込んだ測定機器で同じ場所で測っています。それも1分間単位で測れます。これは、ある程度幅がないと、微生物のコロニーの大きさがあるので、5分間ずつのデータをまとめて、これに合わせてこちらの蛍光のものも大体同じ傾向を示しています。

ただ、値を見ていただくと、大体 100 倍になっているのです。まだ確証がないのですが、一つ考えられるのは、世の中培地で測れる微生物はたったの僅かであるといわれており、我々が測れないものがほとんどです。オーダー的には妥当なオーダーかなとは思うのですが、すべて細菌と同じ挙動をするかどうか、疑問を持っていますので、これからいろいろな環境で、この研究の一環として今行っているわけですが、住宅の環境とか、あるいは分かっている限りの噴霧をした場合、実験室レベルでどのように応答してくるのか。そのようなさらなる研究を、この 2 年めに進めています。

備えあれば憂いなし

"備えあれば憂いなし", 私のお話を終わらせていただきます(拍手).

7. 閉会の挨拶

目黒 公郎 氏(ICUS 教授)

(大岡)

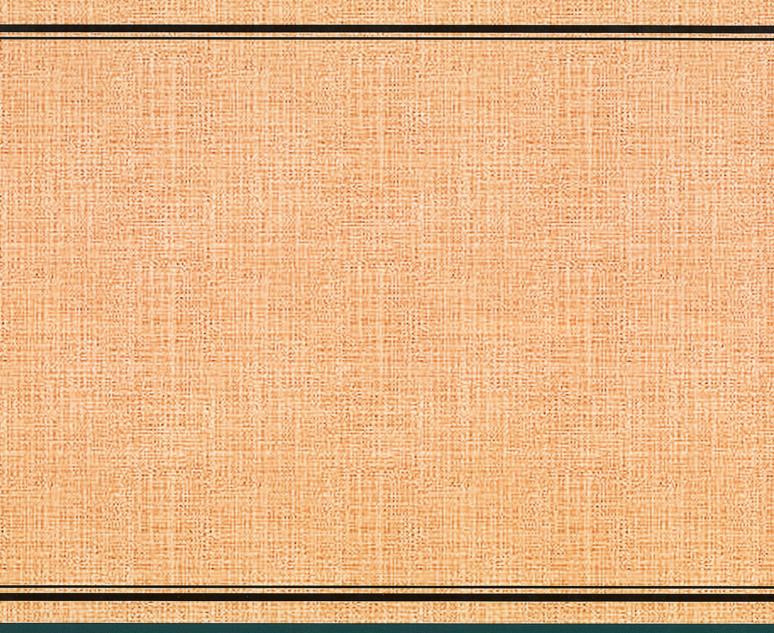
最後に目黒先生から閉会のごあいさつをいただきます.

(目黒)

以上で「第11回 ICUS オープンレクチャ」をお開きとさせていただきたいのですが、今日は「建築物衛生の危機管理のあり方」ということで、国立保健医療科学院の先生がたを中心として講演をしていただきました。池田先生、生研の加藤先生、伊藤先生、柳先生には、大変貴重で日ごろはなかなかお聞きすることのできないお話を伺って、大変勉強になりました。その後の質問等々も活発にしていただき、どうもありがとうございます。先生がたにも ICUS のシンパシーの何人かの常連のお客さんからの難しい質問もありましたが、それにもお答えいただき、どうもありがとうございます。

今日はお忙しい中,「第 11 回 ICUS オープンレクチャ」にご参加いただき,まことにありがとうございました. これでお開きとさせていただきます. どうもありがとうございました (拍手).





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