

## 第1章 建築衛生学的課題

SARSの感染防止という意味から、建築環境的課題を考えなおして見る必要がある。感染のメカニズムが必ずしも確立しているわけではないが、ここでは消化器系の汚染や呼吸器系の汚染の被曝によって感染が生ずるという仮定を考えておく。

消化器系の汚染については、排水管からの漏洩や、飛沫などが汚染を衣類・人体に付着して感染が起きる意外に、フラッシュなどによってエアロゾル化し、空気の漏洩・交流によって他の室内にいる人を汚染させることも不可能ではないと考えられ、排水系の影響を検討する必要がある。

呼吸器系の汚染によって汚染被曝がおき、感染が発生することがもっとも予測しやすい。

一般の汚染物質の被曝については、被曝の全量を考えるためにある時間の全被曝量すなわち平均値が検討される場合が多い。しかし、SARSの場合には、在来の感染症に比して僅かの被曝で感染が起きる可能性が考えられ、平均値では危険側となるかもしれない。

一般の空調設計などでは、平均的な濃度について判定が行われており、あるポイントで発生した汚染があるポイントに与える被曝が問題になる可能性がある。とくに、これまでも結核の集団発生などで、ある初発患者の下流に着席する者の感染が報告されている。

今後は、室内で発生する汚染物質の、同じ室内に対する被曝量の予測方法の確立が急務である。また、このための建築学的な対策を樹立せねばならない。

現在の建築や生活などはかなりレベルが高くなっていて、感染事故その他の事故などはそう簡単には起きなくなっている。事故の発生には、われわれが未だ意識していない原因や、不用意な不手際・怠慢の重なりが関係している場合が多い。したがって、今回のSARS発生について、先ず発生があった中国などにその実状を検討し、これまでの建築衛生の分野の知見を見直した。さらに、

室内における被曝量の定量的な把握を実験的、理論的に努めた。さらに、被曝の防止に必要な機器類の概念設計を行い、現時点での建築衛生学的な対応マニュアルを作成した。

## 第2章 諸外国における SARS 流行期間の現状と対策に関する調査

### 2.1 研究目的

世界初の新型肺炎“重症呼吸器症候群”(Severe Acute Respiratory Syndrome, 以降 SARS と呼ぶ)の感染者は2002年11月16日中国広東省仏山で“原因不明の肺炎”とされた患者であった。2003年2月11日広東省衛生庁の発表によれば、2002年11月16日から2003年2月9日の間広東省同様な症例数は死亡の5例を含めて305例があり、その多くは広州軍区総医院、中山大学医学院附属第二医院、広州呼吸病研究所に入院していた。2月のある日に、中山大学医学院附属第二医院12階呼吸内科にてあるスーパースプレッダー(Super spreader)に対して緊急処置を施した際に、換気不良との環境上の原因もあって、同フロアに居た多くの医療従事者(Health Care Works, HCWs)が感染され、その中に腎臓内科の教授(男性、65歳、以降A氏と呼ぶ)が含まれていたという<sup>1)</sup>。A氏は後に香港のTHE METROPOLE HOTEL(メトロポールホテル)で泊まり、SARS感染症のグローバル化のインデックス症例(Index patient)となる。

本章では、主として中国におけるSARS流行期間の現状と対策に関する調査を行った結果について述べる。

### 2.2 研究方法

WHOの統計データによれば、中国大陸と香港特別行政区の症例数は圧倒的に多く、全体の約9割(7082例、死亡率9.2%)を占めている<sup>2)</sup>。

本研究では、筆者らが中国の現地で行った聞き取り調査およびWHO、CDC、中国大陸、台湾などが公表した文献などに基づいて、まず、中国のSARS症例数が最も多い北京市(2521例)、人口1600万人であるのにもかかわらず症例数が僅か

8例の上海市、及び4月中旬からSARSの流行が急に拡大した台湾を取り上げ、SARSの流行期間とその後における諸事情について紹介する。次に、代表的な3つの感染事例、即ち香港メトロポールホテルの事例、香港アモイガーデンE棟の事例、北京大学人民医院救急外来と観察室の事例について述べる。最後に、建築物衛生の観点からのSARS予防について触れる。

### 2.3 研究結果

#### 2.3.1 北京市の場合

##### (1) 北京市のSARS感染ルート

北京市は中国の首都であり、中国内でSARSの症例が最も多い都市である(図-1)。中国CDCの疫学研究者らが北京市のSARS感染ルートについて行った調査結果によれば、北京市の全症例数の約1/3は以下に示す2つのルートに関係がある。

① 山西省の宝石商人(以降B氏と呼ぶ)による感染ルート: B氏は仕事の関係で発病する前に広東省に行っていた。山西省に戻ってから具合が悪くなったため、医療施設の整っている北京市の病院に行った。最初はSARSと診断されなかったため、B氏は山西省と北京市の間に病気を見てもらうために数回往復し、その間に大勢のヒトに感染させた。

② 香港からの飛行機による感染ルート: 香港から北京への飛行機CA112に乗っていた乗客中16人がSARSに感染していたことが後の調査により分かった。この16人が北京空港に到着後タクシーを乗ったり、友人と会ったりしている内にSARSの感染を拡大させた。

一方、大半の感染者の感染ルートは把握できなかった。それは、以下に示す北京市に特有な行政組織構造上の事情があるほか、初期段階における行政対応の不手際があった。

##### (2) 行政の対応

北京市が当初SARS感染の拡大を有効に防げなかった原因について、2003年4月20日中国衛生部(厚生省)の高強次官が国内外記者の前で以下

のように述べている<sup>3)</sup>：

今日公表した北京の SARS 患者または疑似患者 (Suspect case) 数が先日公表した数とは大きく変わったのは 3 つの原因がある。即ち、

① SARS 感染は突発的な災害であり、今まで人類にとってまだ完全に認識されていない難病であるため、診断するのに時間を要した。

② 北京地区に二級以上の病院は 175 ある。そのうち、北京の市、区、県の所管は 131 病院、衛生部、教育部 (文部省) の所管は 14 病院、軍隊、武装警察の所管は 16 病院、その他業界の所管は 14 病院がある。これらの病院は互いに有効な連携を取れず、また統一した行政命令もなく、情報の交換がなされていなかった。現在 SARS 患者または疑似患者は 70 以上の病院に入院されているが、北京市政府が全面かつ正確なデータを把握できていない。

③ 衛生部は突発的な公衆衛生事件に対する準備が不足していた。感染防止体系は弱く、SARS 発生後、直ちに全国の感染状況に対して統一した収集、集計、報告制度を出せなかった。また、衛生部が出した要求が不明確で、指導力に欠けていた。

上記の記者会見は当時 SARS に関する情報を公開したことで、国、地方政府、国民が本格的に SARS 感染の対策に取り組む契機となった。

一方、当時、空調衛生の専門家は一つの切迫した問題に直面していた。時期的にはそろそろ空調 (冷房) が始まるが、それにどう対処したらよいか？ 実は当時「空調が SARS 感染の拡大に拍車をかけたのではないか」との新聞報道が多く見られた。このような背景で、中国政府は専門家の協力を得て以下の通達、規準を制定し、公布した。

- a. 建設部・衛生部・科技部 (2003 年 5 月 16 日)：「SARS を予防するための建築空調換気システムにおける安全使用の応急管理措置」。
- b. 衛生部 (2003 年 6 月 18 日意見公募)：「中央空調システムの衛生的規準」
- c. 中華人民共和国国家標準：「GB 19210-

## 2003 空調換気システムの洗浄規準」

### (3) 学会の役割

SARS 流行の初期段階で、北京市冷凍学会が組織した「北京 SARS 感染防止時期冷凍空調システム専門家研究班」が多くの実務的な仕事をした。その主な内容を以下に示す。

- ① 国が制定する諸基準への参画。
- ② 市民向けの電話ホットラインの開設。
- ③ 多くの建築物における空調システムを調査し、居住者らが抱えている疑問点に回答した。
- ④ 空調システムに対する正確な認識を市民に情報を発信した。たとえば、SARS 感染流行期間、無闇に空調システムに対する消毒 (消毒液、紫外線消毒、オゾン消毒等) が行われていた。専門家研究班が臨時刊行物を発行し、正しい知識、知見を発信した。また、以下に示す応急措置を発表した<sup>4)</sup>。

#### <突発性 SARS 感染時の応急措置>

- a. 感染者の部屋を閉鎖し、空調運転を止める。
- b. 感染防止関係の専門職員により部屋と空調システム、ドレン排水システムの消毒を行う。
- c. 関連する空調システムのエアフィルタを消毒した後、交換する。
- d. 空調機を密閉し、塩素系消毒液で消毒し、1 時間後高圧水により粉じんと残薬を洗浄する。
- e. ファンコイルユニットとルームエアコンの消毒は、噴霧消毒した後、水を噴霧し残薬を洗浄する。
- f. 取外せる構成物品は、取り外してから 500mg/L の塩素含有消毒液で消毒を行う。
- g. 取外せない構成物品は、1000mg/L の塩素含有消毒液にて、3 回拭き取りした 30 分後、水で拭き取る。
- h. 消毒時、居住者はその場に居てはならない。残存する消毒液が人と設備に与える害を取り除くため、消毒後適時に洗浄し、換気を

行う。

- i. 全ての消毒剤は衛生許可をもらった有効期限内のものとし、使用時取扱説明書に従う。

北京市は当初の不手際を教訓にし、結果的に SARS 感染の拡大を抑えた。因みに、筆者の一人が 2003 年 8 月に北京で開かれた「空調と健康室内な環境に関するフォーラム」に出席していた間に、最後の SARS 患者 9 名が入院先の「地壇医院」と別れを告げ、普段の生活に戻った。

## 2.3.2 上海市の場合

### (1) 上海市の SARS 感染ルート

中国内で最も経済発展を成し遂げている人口 1600 万人（うち滞在期間半年未満のいわゆる流動人口 300～400 万人を含む）の上海市では SARS の感染者が僅か 8 名であった。第 1 例は香港から帰ってきた C 氏であった。3 月 31 日に C 氏が香港から上海に戻り、彼女が何かを悟っているように自宅に入らず玄関で荷物を置き、その足で病院に駆けつけた。検査の結果すぐに SARS の疑似患者として入院し、観察、治療を受けた後、SARS 患者であることが診断された。4 日後 C 氏の父（68 歳）が発熱の症状が現れたため、隔離観察治療を受け、4 月 17 日に上海の第 2 例の SARS 感染者として確定された。C 氏の父は見舞いに行っているうちに感染されたという<sup>5)</sup>。その他の 6 例は北京、広東省等から来た者であった。

### (2) 行政の対応

上海市は 3 段階の対策を施した。

始動：広東省の状況を参考に、2 月から内々で対策を検討し始めた。

緊張：4 月に入って北京の感染者が急に拡大したことで、緊張感を持って臨戦態勢を整えた。その 1 つの表れとして、前述の高強次官による記者会見が行った 4 月 20 日の翌日、上海市政府が「上海市における SARS の予防と制御の予案（試行）」を公布した。

発動：いくつかの場面を以下に示す<sup>3)</sup>。

空港 ①「健康申告表」を書かないと、搭乗券

がもらえない。② 5～6 時間置きに空港内重点区域を消毒する（消毒液を噴霧）。③ 空港の職員が全て仕事でマスクをする。④ 出発と到着の乗客の体温を測る。（写真-1 参照）

駅 上海駅では毎日約 12 万人の出入りがある。上海駅に SARS を説明する職員を配置するほか、① 全ての乗客に「健康申告表」を記入させる。② SARS の感染地域である北京市、広東省、山西省、香港から来た乗客に対して全員の体温を測定する。

高速道路 広東省、北京市、山西省、内モンコから来た車に対して重点的に検査を行う。それは、乗客の体温を測るほか、車内を消毒する内容であった。発熱の乗客がいれば、即時に関係部門に送り、詳細検査を行った。

タクシー 上海市では毎日 3～4 万台のタクシーが走っている。SARS 流行期間中タクシーには毎日 2 回の消毒が義務づけられ、違反する者は罰金された。タクシーの消毒はカーエアコンと車内であり、消毒済みの証拠を乗客が分かるように明示した（写真-2、3）。

上海市 CDC の責任者に聞いたところ、上海市が SARS 感染の拡大を防げた理由について以下の数点を挙げてくれた。

- ① 広東省、北京市の感染情報を基に、早期に準備ができた（2 月から準備し始めた）。
- ② 大量、多ルートの宣伝（テレビ、新聞、雑誌、自治会）。
- ③ 他の都市と連絡する交通要塞（高速道、空港、港、電車内、駅）での厳密検査。
- ④ 病院内に「発熱門診」の設置。（注：発熱門診とは、臨時設置した外来のことをいい、来院する者に対して、まずそこで体温を測定し、その結果によって普通外来と SARS 関連外来に分ける。）
- ⑤ 市民自治体の活用。
- ⑥ スーパースプレッダーが居なかった。これは幸運としか言いようがない。

“大都市の上海市はなぜ SARS 感染の拡大を防げたのか”と疑問視した WHO の専門家らも上海

市に対して調査を行った。調査は直前までに公表せず、病院側にも到着 5 分前までに通知しないとの方法を取った。WHO の専門家ら 4 月 25 日に上海で記者会見を行い、5 日間の調査結果を発表した。Dr. Keiji Fukuda は記者の質問“上海の症例数が少ない原因は何か”に対して以下のように答えている<sup>3)</sup>：

上海市が成功した理由は以下の 3 点がある。

- ① まず、幸運な部分があると言える。
- ② 次に、上海市政府が最初の患者に対して、有効な処置を施した。
- ③ SARS が上海市に“入る”前に、上海市が必要な予防体系を整っていた。

### (3) 学会の役割

上海市の学会や専門家らは、上海市衛生局・上海市質量技術監督局・上海市科学技術委員会・上海市建設と管理委員会が共同制定の「SARS 流行期間における空調の安全使用の提案」の原案づくりに貢献した。なお、この提案は 5 月 19 日の新聞“新民晩報”に全文掲載された。また、以下の技術提案も行った。

- a. 上海市感染性 SARS 肺炎期間の公共場所の空調における安全使用の技術提案。
- b. 上海市感染性 SARS 肺炎期間の公共交通及び関連場所の空調における安全使用の技術提案。
- c. 上海市感染性 SARS 肺炎期間の専門家らによる家庭用空調における安全使用の技術提案。

## 2.3.3 台湾の場合<sup>6)</sup>

### (1) 台湾の感染ルート

WHO の統計によれば、台湾の SARS 症例数は 346 例、死亡数は 37 例(死亡率 10.7%)である<sup>2)</sup>。台湾における SARS の流行状況は、4 月中旬までの個別感染と、4 月中旬から 5 月末までの集団感染による流行の拡大との 2 段階に分けることができる。以下にそれぞれの概況について述べる。

初期の個別症例に共通したのは、患者が 2 月か

ら 3 月上旬の間に中国大陸や香港に行ってきた点である。台湾における最初の SARS 症例は商人の勤氏夫婦である。2003 年 3 月 8 日に勤氏が中国大陸から台湾に戻ってきた際に咳き、高熱の症状が現れたため、台大医院に入院した。その後の 3 月 14 日勤氏夫婦が SARS 感染者であることが確認された。ほぼ同じ時期に、宜蘭県の女性は擬似症状が現れた。彼女が 2 月中広東省に行った後、3 月 15 日に香港経由で台湾に戻ったという。また、嘉義県の商人王氏が 3 月上旬上記の女性と同じルートで 3 月 18 日に台湾に戻ってから症状が現れた。台湾では、3 月 8 日から 4 月 22 日間の SARS 累積症例数は 29 例であった。このように初期の段階では個別症例がいくつかが見られるものの、大規模の流行はなかった。しかし、4 月下旬に入ると状況は急に変わった。

4 月 22 日に台北市立の和平医院で起きた SARS 集団感染事件が台湾における SARS 大規模流行の発端となった。当時 7 名の HCWs と行政職員が SARS に感染したため、24 日の午前 11 時緊急処置として当院が閉鎖された。しかしその後、SARS の流行が北台湾をはじめ、台湾全土まで拡大した。4 月下旬から 5 月末までの間台湾における SARS 感染がピークを迎える(図-2)。その間に以下に示すいくつかの院内感染事例が SARS 大規模流行の大きな原因となっている。

① 和平医院事件：4 月 22 日、和平医院 7 名 HCWs および行政職員の SARS 集団感染。一部の患者は病院封鎖前に下記の仁済医院に転院し、仁済医院集団感染の感染源となる。

② 仁済医院事件：4 月 25 日、6 名 HCWs 高熱が出た。4 月 29 日、仁済医院 20 名 HCWs および疑似者 SARS 集団感染。

③ 台大医院事件：5 月 14 日、台大医院院内集団感染。

④ 高雄長庚事件：5 月 2 日、高雄長庚医院院内集団感染。5 月 9 日、高雄長庚医院二度目の院内集団感染。

⑤ 関渡医院事件：5 月 19 日、関渡医院 6 名の

## SARS 集団感染。

⑥ 陽明医院事件：6月6日、台北市立陽明医院院内 SARS 集団感染。

上記の事件の中、とくに台湾南部にある高雄長庚医院の感染事件には病院側の不手際な対応があった。4月末台北市の仁済医院から転院してきた患者林氏が感染源となり、その後の集団感染事件につながった。林氏は4月26日～30日長庚医院で診察してもらう際に、自分が仁済医院で暴露したことがあることを医師に言わなかったという。さらにその後、病院側が1500名強の入院患者の緊急退院を阻止しなかったという決定的なミスを行った。それによって、患者らが高、屏地区で自由に移動でき、その結果大高雄地区は5月に入ってSARS流行緊急応戦状態に突入せざるを得なかった。

### (2) 行政の対応

台湾では、3月8日の症例(勤氏)が始めてであるが、SARSの大規模な流行は4月22日台北市立の和平医院の集団感染事件が発端となった。台湾行政院衛生署は早くも3月27日にSARSを第四類法定伝染病と指定した。また、世界中流行拡大傾向の対応、境外からSARS移入の全面防止の対策を施すべく、中央、地方政府に拘わらず、医療、隔離、経済、教育、環境保護、交通旅行、人事、経費補助など各方面において一連の対策を実施した。中央方面においては、各種政策を遂行するほか、異なるSARS流行の状況に応じて防止対策を施した。それは、「常態管理」、「一級管理(動員)」、「二級管理(動員)」、「三級管理(動員)」との4つのSARS対策計画を立てた。一方、地方政府方面においては、北・中・南の各地域にSARS緊急対応班の設立、市民諮問ホットラインの開設、特別外来の開設、市民の自己健康管理のキャンペーン、多項目活動及び政策の遂行のほか、中央が施行している各政策と歩調を合わせて相乗効果を狙う。

個別例として高雄市をあげてみる。高雄市政府は早くも3月8日の第一例境外移入者勤氏台湾商

人個別事件から早くも多くの対策を施した：

- ① 3月17日：市民向けのSARS諮問ホットライン開設。
- ② 3月18日：衛生局管理处緊急対応班設立。
- ③ 3月27日：公務員大陸旅行の延期。
- ④ 4月4日：高雄市SARS対策班設立。
- ⑤ 4月25日：違法者の重罰。
- ⑥ 4月25日：咳嗽、高熱特別外来の開設。
- ⑦ 5月3日：連合防疫会報
- ⑧ 5月7日：自己健康管理キャンペーン。
- ⑨ 5月12日：在宅隔離監視設備の装着。
- ⑩ 5月14日：SARS防疫対策センター設立。
- ⑪ 5月15日：患者診察変更の制限。
- ⑫ 5月17日：健保ICカードによる診察の提案。
- ⑬ 5月26日：高雄高熱選別観察医院の設立。

いろいろな対策を施してから、徐々にその効果が現れ、5月27日まで高雄都会区の流行がコントロールされ、社会全体の生活秩序が回復された。その後の6月6日に台北市立医院の陽明医院の院内感染事件が発生したが、有効な対策を施した結果、6月中旬に入って、台湾でのSARS流行の静まりが見せ、6月17日旅行禁止区域、7月5日感染区域(症例集中区域)から除名された。

### 2.3.4 SARS後の中国

世界中で多くの国が衛生関連の法律を持っている。例えば、日本では、「検疫法」(1951年6月6日に制定、2003年10月16日第5回改定)、「感染症法(感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律)」(1998年10月2日制定)がある。また、アメリカでは、9・11テロ事件とその後の炭疽菌事件を契機に、公衆衛生関係の立法に力を入れている。2002年に上下両院がアメリカ合衆国を代表して「生物恐怖及び突発性公衆衛生事件の予防に関する法案」を公表した。当該法案は行政、技術、法律など多岐にわたってきめ細かく相応な対策を決めている。

中国はこれまで感染防止体系が弱かった。しか

し、今回の SARS 流行を契機に公衆衛生体系を整え、関連法律の整備もなされた。2003 年 5 月 9 日中国国务院（日本の内閣府相当）が「中華人民共和国突発公衆衛生事件に関する応急条例」を公表した。該条例は憲法と法律の範囲内で 20 項以上の制度と処置を制定した。当該条例は以下に示す 6 章から構成される。

第 1 章 総則；第 2 章 予備と応急準備；第 3 章 報告と情報発表；第 4 章 応急処理；第 5 章 法律責任；第 6 章 付則。

2003 年 3 月上旬北京市で一例めの輸入性 SARS 患者が確認されてから、症例数が急に増えたため 4 月下旬緊急処置として北京市郊外の小湯山で 1000 床の臨時隔離施設を建設したとの報道が記憶に新しい。その後、中国では 200 万人以上の都市において、500 床の隔離病棟を建設するようになり、現在も建設中である。

現時点で、まだ SARS ウィルスの発生源は特定されていない。しかし、中国の関係者との交流の中で、SARS が再発したとしても、必要な準備ができており、前回のような事態にはならないだろうと皆が口を揃えている。

1976 年多数の生命を奪った唐山地震を契機に、中国の建築技術が飛躍的に進歩したことと同様に、今回 SARS を制圧した経験を生かすことによって、今後公衆衛生の更なる発展が期待されよう。

### 2.3.5 感染事例

#### (1) 事例 1—メトロポールホテル(香港)

SARS 感染症のグローバル化は香港九龍にあるメトロポールホテルから始まった。冒頭で述べた中山大学医学院附属第二医院 12 階呼吸内科で、あるスーパースプレッダーに対する緊急処置を施した際に感染した A 氏は結婚式に出席のため、香港を訪問した。A 氏は 2003 年 2 月 21 日メトロポールホテルをチェックインし、9 階の 911 室に滞在した。実は A 氏はその前の 2 月 15 日既に発熱、呼吸器症状が見られたが、その後改善していたという。ホテルにチェックインした翌日の 22 日に

発病したため、香港の病院に入院し、その翌日に死亡した<sup>7)</sup>。

A 氏はこのホテルに 1 日しか滞在していないが、同ホテルの滞在者の 12 人にも感染させたという。そのうち、10 人は同じ日に滞在しており、11 階と 14 階の各 1 人を除いた 8 人が A 氏と同じ 9 階に滞在していた。図-3 に 9 階の平面図を示す。図中塗りつぶしているのは感染した者が泊まっていた部屋である。感染者らはエレベータから部屋までの間は A 氏と同じ廊下を歩いていたことが分かる。なお、938 室に泊まっていた 2 人は、上記感染者 10 人中の 3 人と同時期に滞在していた<sup>7), 8)</sup>。

メトロポールホテルで感染した 12 人が後に、香港を始め、ベトナム、シンガポール、ドイツ、アメリカ、アイルランド、カナダへと感染を拡大させた。因みに、香港の Prince of Wales Hospital で感染した人の中には次に紹介するアモイガーデン感染事例のインデックス患者となる D 氏が含まれていた。

#### (2) 事例 2—アモイガーデン E 棟(淘大花園、香港)

2003 年 3 月 31 日香港特区政府は香港法律 141 章「伝染病拡散防止条例」第 24 条に基づき、アモイガーデン E 棟に対して“隔離命令”を発動した。2003 年 3 月 31 日朝 6 時から 4 月 9 日夜 12 時までの 10 日間、香港衛生署主任の書面許可がない限り、当ビルの出入りは禁止とされる。アモイガーデン E 棟が隔離命令最初の対象となったのは、当時このビルの 700 名強の住民中 SARS 患者または疑似患者が 100 名を超えていたためであった<sup>3), 5)</sup>。“隔離命令”が発動された翌日、香港政府は更なる厳しい措置を取った：E 棟の全住民を専門の“隔離所”へ移管させた。因みに、E 棟の住民が自宅に戻れたのは、当ビルにおいて消毒が全部終わった 4 月 9 日以降になる。

アモイガーデンにおける SARS 感染のインデックス患者は、前記の Prince of Wales Hospital で感染した中国深圳に住む 33 歳の男性 D 氏であっ

た。D氏は慢性腎臓病を持っており、3月13日に Prince of Wales Hospital で一日入院した翌日の14日にアモイガーデン E棟に住む弟夫婦を訪ねた。当時D氏は下痢症状があったため、弟宅のトイレを使用していた。D氏が訪問した後、まもなく弟夫婦がSARSを発病した。

図-4に3月14日から3月27日間アモイガーデンE棟におけるSARS感染拡大の状況を示す<sup>9)</sup>。D氏が訪問した10日後感染者数がピークを迎えることが読み取れる。また、E棟のSARS感染者は7号室、8号室に集中し、低層階に比べ、10階以上での発生が多かったことが分かる。アモイガーデンE棟の感染経路については、香港衛生署の調査報告は次のように述べている<sup>10)</sup>：

- ① アモイガーデン15棟の内、E棟は患者が最も多く(41%)、C棟は15%、B、D棟は各13%、その他18%である。
- ② E棟の感染は流行初期に見られ、他の棟は3日ほど遅て見られた。
- ③ 患者の内66%は下痢症状があり、多くの感染者の排便中にSARSウィルスが検出された。
- ④ 浴室の床清掃は水を流すのではなく、モップがけが多く見られるため、下水管につながるUトラップ内の水が蒸発し、水封の役割を失っていた。事後の調査では、“トイレ内に悪臭がある”との調査結果が得られていた。(筆者注：アモイガーデンでは、トイレが浴室内にある)
- ⑤ 現地調査の結果では、浴室のドアを閉じ、換気扇を運転させた場合、浴室床にある排水口経由で下水からの空気の流入が認められた。(図-5参照)
- ⑥ SARS患者が使っていた便器の内側のへり、ねずみの糞、ゴキブリの体からのSARSウィルスが検出された。
- ⑦ オイル飛沫を用いた可視化実験の結果、光井(ライトウェル)内における飛沫のパフ(気団)が確認され、風の状況によるが、飛沫が数分間で横に広がりながら、建物の上端部に

達した。この結果は同時に行われたトレーサガスSF<sub>6</sub>の試験からも確認された。

上記の報告が発表された約1ヵ月後の5月16日にWHOの調査チームから調査報告が発表された<sup>11)</sup>。WHO調査チームの見解は基本的に上記香港衛生署の報告と同じであるが、E棟の8号室のトイレフラッシュが2003年3月21日に断水となり、バケツで水を汲んで汚物を流したため、トイレ内で汚物の飛沫を発生させたほか、8号室の汚物が配管に多く貯留し、流したときに飛沫が生じやすい状況にあったことも指摘している。

2003年11月WHOから出されたSARS流行に関するコンセンサスドキュメントでは、この感染事例について以下のように述べている<sup>12)</sup>。

浴室床排水口に接続している乾燥したUトラップは、汚染された下水の飛沫が室内に侵入するための通り道を与えた。下水システム内では、下痢に伴って排出されたSARSウィルスの量が増える。ウィルスは非常に狭いバスルーム内(約3.5m<sup>2</sup>)にエアロゾル化し、吸入、摂取、またエアロゾルが付着している媒介物との接触によって間接的に感染される。

### (3) 事例3—北京大学人民医院<sup>13)、14)、15)</sup>

#### ① 救急外来—感染する事例

救急外来の事例に関する状況概要を表-1に示す。当時、整形外科と外科各4名の医師が普段通り仕事を行い、仕事上SARS患者との接触がなかった。また、その間SARS患者が廊下に居たため、整形外科もその廊下に面しているドアを閉じ、窓を開けていたという。外科の窓が建物の外壁(北)に、整形外科の窓が中庭に面している。

この事例に関して、清華大学・中国CDC・北京大学人民医院の研究グループは当時の状況を再現し、CFDによる解析とトレーサガスSF<sub>6</sub>による実験的な検証を行った。その結果、図-7に示す経路で整形外科医師4名が感染したという。また、当時廊下に居たSARS患者の呼出濃度を1とした場合(相対濃度)、整形外科診察室内の濃度は平均し



て 800ppm (約 1000 倍希釈) であったと報告されている。

## ② 観察室—感染しない事例

2002 年 11 月中庭(18m×18m)の 3m 高さで天井を設け、救急外来の観察室として使用し始めた(図-8、写真-4)。

4 月 7~16 日の間 SARS の擬似症例計 20 人が観察室(24 床)に入院していた。観察室には外窓がないため、図-8 に示すように屋上に給気口と排気口を取っていた。一方、当時「発熱門診」に来た患者数は多い時に 1 日当たり 200 名を超え、病院内で騒いでいたため、中庭に面している 2~5 階の室(写真-4 を参照)全てが窓(計 96)を開け、内部廊下に面しているドアを閉じていた(後の聞き取り調査より判明)。即ち、上記の 96 窓の室内 SARS 濃度は観察室内から排出された SARS の量と当時の気候条件に左右されることになる。しかし、当時中庭に面している室内の HCWs、一般患者、訪問者は数百人も居たにもかかわらず、SARS に感染したのは HCWs の 2 名のみであった。この事例について、救急外来と同様な方法を用いて検証を行った結果、当時中庭中の濃度は 50~80ppm (患者の呼出濃度を 1.2~2 万倍希釈)であったと報告されている。

同研究グループは以上 2 つの事例から、救急外来の濃度を危険濃度(患者呼出濃度を 1~2 千倍)、観察室屋上の濃度は安全濃度(患者呼出濃度を 1.2~2 万倍以上希釈)とした。

北京大学人民医院の事例に関して、研究内容の詳細についてまだ議論する余地はあるが、危険濃度と安全濃度の差が約 10 倍であることは大変興味深い。

## 3. 考察

### 3.1 SARS の感染経路について

表-2 に感染経路別の諸感染症の概要を示す<sup>16)</sup>。感染症が成り立つには、感染源(病原体)と感受性宿主のほか、感染経路という重要な要素がある。

SARS に関して、病原体は 80~160nm 新種コロナウイルス(SARS-CoV)であるが、その感染経路の全貌についてはまだ把握できていない。

WHO は、「SARS の主な感染経路は、感染者の呼吸系の粘液(目、鼻、口)または感染した媒介物との直接接触によるものである。」と指摘していると同時に、「(アモイガーデンのような)特殊の条件において SARS-CoV 拡散を拡大させることもある。」と述べている<sup>12)</sup>。

また、CDC は「SARS の主な感染経路は緊密接触である」としながらも、「空気感染またはまだ知られていない方式の感染の可能性もある」と指摘している<sup>17)</sup>。

空気感染と飛沫感染の違いは、病原体が感受性宿主(ヒト)に与える毒性と、病原体における空中の大きさ、とりわけ病原体の影響範囲の 2 点である。

Rao ら<sup>18)</sup>は被験者 5 人が咳をした際に放出された粒子の大きさを測定した結果、 $0.6\mu\text{m}$  以下から  $2.5\mu\text{m}$  以上の 6 段階の粒径において全て測定され、数的には平均で  $1\mu\text{m}$  以上の粒子に比べ、 $1\mu\text{m}$  以下の方が 5~10 倍の値を示した。この研究結果から、咳に伴って放出される粒子はある粒度分布を持っていることが分かる。いわゆる飛沫感染は、浮遊距離 1~2m の  $5\mu\text{m}$  以上の大きい粒子を吸入した場合発生するとされている(表-2 参照)。逆に言えば、患者から 1~2m を離れれば感染しないということは、その場合、病原体を吸入したとしても、粒子が小さく、被曝量が少ないためである。このことは、いわゆる量・影響関係(Dose-effect relationship)より容易に解釈できる。

SARS の感染経路は主として飛沫感染であるが、特殊の環境条件において、小さい粒子(病原体)が集まり、いわゆる SARS-CoV のパフが形成され、飛沫感染と異なる特性を示す。このことは、アモイガーデン E 棟の感染事例より示された。

### 3.2 建築物衛生の観点からの予防

感染症の予防方法はその感染経路によって異なる。SARSの主な感染経路は接触と飛沫感染であるが、場合によってはそれと異なる特性を有する。前者に関しては、感染者との距離を置くことや、マスクをすることなど従来の方法より有効な対策が取られる。ここでは、後者について、建築物衛生の観点から触れてみる。

SARS-CoVに限って言えば、そのパフを形成させない対策が重要である。そのためには、室内の適正な気流計画、とりわけ換気方式の適正化と換気量の確保が必要になる。

現状では室内気流分布は給気によって決まるとの考えの基で、換気方式は給気口を中心とした設計が行われている。しかし、室内で発生する汚染を拡散する前に排出すると言う意味では、排気口が重要な要素となり、排気口の数を出るだけ多く設置するのが望ましい。

今回のSARS流行の一つ特徴としてHCWsの感染者が多いことが挙げられる。WHOの統計によれば、HCWsの症例は全症例8098例の約2割(1707例)を占めている。これは、当初病原体の正体が分からないことの他に、病院内の建築環境、とりわけ気流計画が適正に行われていないのが一因である。例えば、香港PMH病院(Princess Margaret Hospital)の場合、本来患者の便宜を図るために、HCWsは中央に、患者の病床はその回りに配置していた。しかし、空調の還気を室の中央から取っているため、患者から排出された汚染物質がHCWsの居る区域を通過してから排出されることになり、結果的に院内感染事件につながった<sup>6)</sup>。このように、HCWsと患者の位置関係を考慮した上での気流計画が必要である。

一方、気流計画と同時に必要換気量の確保は重要である。換気量が十分であれば、SARS-CoV濃度が希釈され、SARSを感染しない。このことは、北京大学人民医院観察室の事例を始め、ほかのいくつかの事例より説明できる。例えば、中国の広州では、医療設備のよいICUで働くHCWsのSRAS感染例が多く見られたのに対して、窓のガ

ラスもない(結果的には換気がよい)臨時病室で働くHCWsの感染例がないとの報告がある<sup>19)</sup>。

今まで空調システム経由のSARS感染事例が報告されていないということは、換気によるSARS感染の予防が可能であることを示唆している。

#### 4. 結論

70年代には、アメリカ公衆衛生局長官が感染症は過去の解決済みのものであると宣言した。しかし、80年代に入ってエイズが発生し、感染症のグローバル化の様子を呈してきている。2003年猛威を振るったSARS感染症がまさに人類に再度警鐘を鳴らした。SARSを正確に認識し、その予防策を施すことがきわめて重要である。

本研究では、SARS感染例が最も多い中国を中心とした調査を行った結果以下の事柄を明らかにした。

- [1] 北京市と台湾における当初SARS流行の拡大には、人為的なミスという大きな要因があった。一方、上海市のように十分な備えがあればSARS流行を防止できることがわかった。
- [2] SARS-CoVの主な感染経路は接触と飛沫であり、マスクの着用や患者の隔離などといった従来の対策が有効である。
- [3] 香港のアモイガーデンと北京大学人民医院の事例に示唆されたように、特殊の場合において、SARS-CoVは高濃度・広範囲に拡散することがある。この場合において、換気(適正な気流計画と十分な換気量)による対策が有効になる。

現段階において、SARSの感染経路は飛沫と接触のほかには何かがあるかは必ずしも明らかにされていない。今後、建築衛生の視点から更なる調査及び気流解析と実験による検証を行う必要があると思われる。

#### 謝辞

本調査に当たりご理解ご協力下さいました同済

大学の範存養教授、龍惟定教授、中国暖通学会会長の呉元偉教授、清華大学江億教授、中国 CDC 戴自祝教授、北京大学人民医院のサン景安副院長、上海 CDC 郭常義副主任、台湾洪玉珠氏など関係者各位に深く御礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 1) SARS 与突發公眾衛生事件应对策略、中国科学出版社發行 (2003.9)
- 2) <http://www.who.int/csr/sars/country/table20030923/en/>
- 3) “非典”全記錄：中国学林出版社發行、2003年5月。
- 4) 北京制冷学会・北京防治“非典”制冷空調系統專家小組編：防“非典”時期建築制冷空調技術快報 (第3期)、2003.5
- 5) 搏擊 SARS 風暴—来自中国香港和新加坡第一線的分析：上海科学術教育出版社發行、2003年4月。
- 6) 洪玉珠、李憶農：高雄市 SARS 疫情緊急應變措施之探討-期末報告 (2003.7)
- 7) CDC. Outbreak of severe acute respiratory syndrome-worldwide, 2003. MMWR 2003. 52(12); 241-248
- 8) Tsang T. Environmental issues. WHO Global Conference on Severe Acute Respiratory Syndrome, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-18 June 2003
- 9) Yeoh EK. SARS Response from Hong Kong. WHO Global Conference on Severe Acute Respiratory Syndrome, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-18 June 2003
- 10) Department of Health (Hong Kong). Outbreak of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) at Amoy Gardens, Kowloon Bay, Hong Kong. Main Findings of the Investigation. 17, April 2003. 1-6
- 11) Regional Office for the Western Pacific,

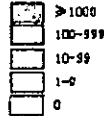
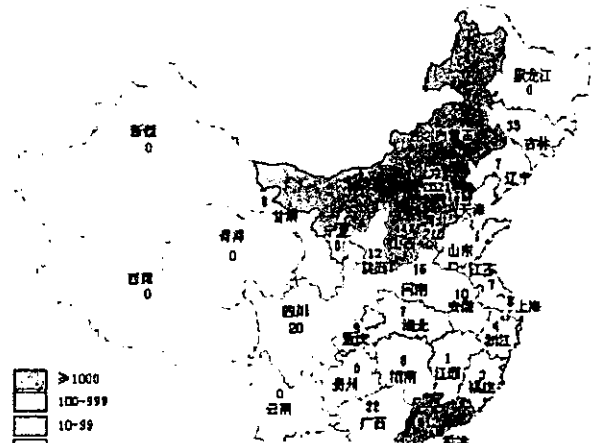
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO Environmental Health Team Reports on Amoy Gardens. May 16 2003. 1-3.
- 12) Consensus document on the epidemiology of severe acute respiratory syndrome (SARS), WHO/CDS/CSR/GAR/2003.11
  - 13) 江億：空調系統的安全性評估、空調与健康室內環境高峰論壇 (北京、2003.8)
  - 14) Yufeng Zhang, Xiaofeng Li, Yingxin Zhu, Yi Jiang, Research on infectious concentration of airborne SARS virus, the 4<sup>th</sup> international symposium on HVAC, 164-171(Beijing、2003.10)
  - 15) Yi Jiang, XiaoFeng Li, Bin Zhao, ZhiQin Zhang, and YuFeng Zhang. SARS and ventilation. the 4<sup>th</sup> international symposium on HVAC, 27-36(Beijing、2003.10)
  - 16) 感染と微生物の教科書、研成社發行、2003年4月。
  - 17) <http://www.cdc.gov/ncidod/sars/faq.htm>
  - 18) Rao S. Papineni, Frank S. Rosenthal. The size distribution of droplets in the exhaled breath of healthy human subjects. J Aerosol Med. 1997 Summer; 10(2):105-16
  - 19) 殷平：室內環境的安全性和獨立新風系統、暖通空調 HV&AC (33) (2003.6)

図-1 中国大陸 SARS 感染例 (計 5,327 例)



①: 乗客写真とり位置、②赤外線カメラ、③体温チェック

写真-1 上海浦東空港



筆者注: 10月4日に台湾より以下の訂正を行った。症例数: 665→346; 死亡数: 180→37

- (1) 和平医院事件
- (2) 仁濟医院事件
- (3) 台大医院事件
- (4) 高雄長庚事件
- (5) 關渡医院事件

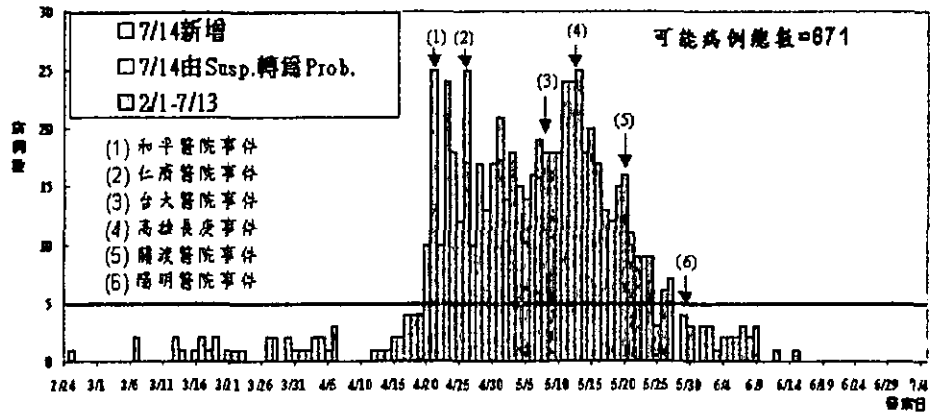


圖 6 台灣地區 SARS 可能病例流行曲線



- 凡例
- |   |       |   |       |   |       |
|---|-------|---|-------|---|-------|
| □ | 0 ケース | ▨ | 1 ケース | □ | 2 ケース |
| ■ | 3 ケース | ■ | 4 ケース | ■ | 5 ケース |

図-4 アモイガーデン E 棟 SARS 感染の拡大

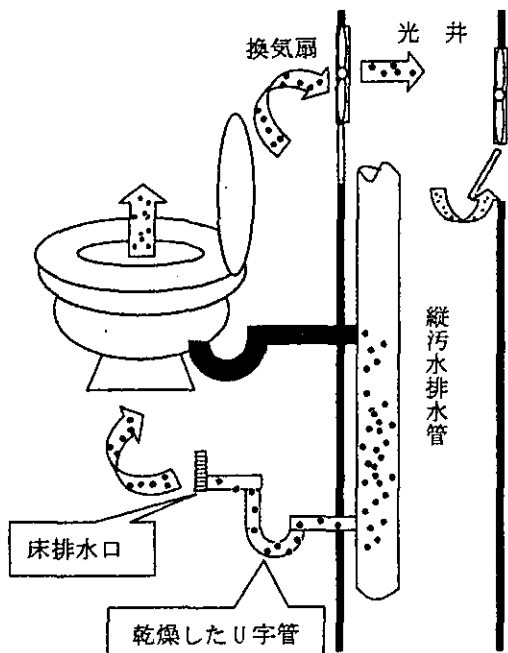


図-5 浴室の排水システムと汚染拡散イメージ

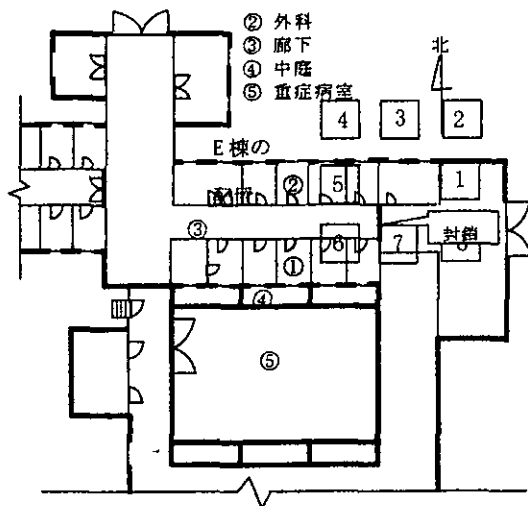


図-6 北京大学人民医院救急外来平面図

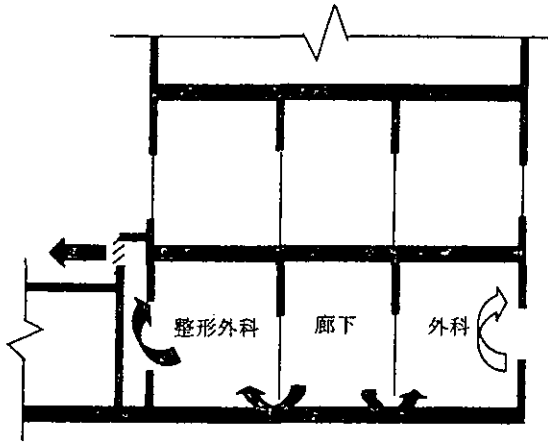


図-7 北京大学人民医院救急外来気流の流れ

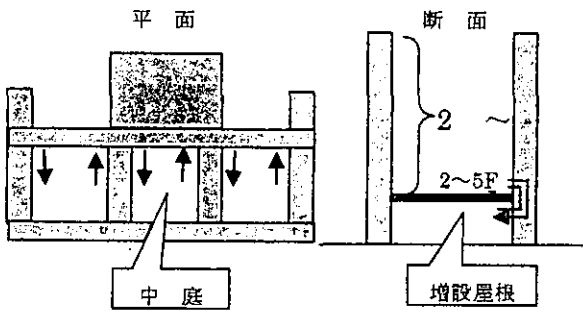


図-8 診察室の平面と断面

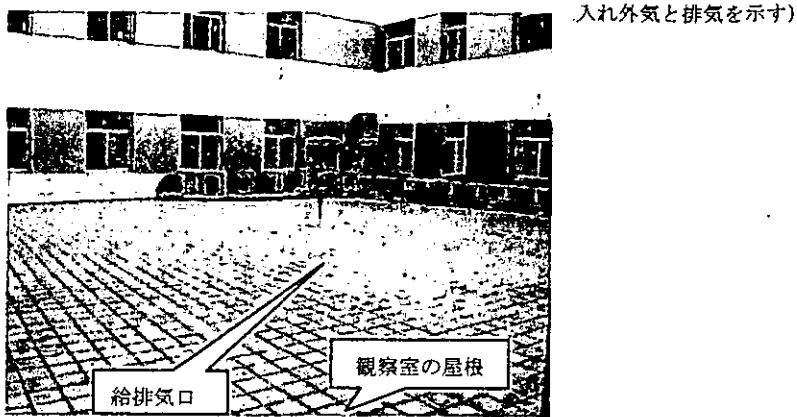


写真-4 診察室屋上

表-1 人民医院感染事例の状況経過

状況概要	
4月17日	病院内SARS患者または疑いのある者が多くなったため、その内の十数名が急診（救急外来）の廊下へ移動させられた。廊下を挟んで建物の外壁側に外科診察室、中庭に整形外科診察室がある。それぞれの診察室に4名の医者が居た。 廊下、整形外科、外科の位置関係を図-6に示す。
17～23日	上記十数名の者が廊下で観察・治療を受けていた。
24日	全員が「地壇医院」へ移送され、完全隔離の処置を施された。
25日	整形外科の4名医者が全てSARSウイルスに感染したことが診断されたのに対して、外科の4名が何れも感染されなかった。

表-2 感染症に関わる感染経路の概要

感染経路	概要と感染病原体
空気感染	咳、くしゃみに伴って経口放出される粒子の一部が水分蒸発によって、5 $\mu$ m以下の微小粒子（飛沫核）となり、この飛沫核に付着した病原体を吸い込むことによって感染するを空気感染という。 病原体：結核菌、レジオネラ属菌、アスペルギルス、クロプトコッカス、麻疹ウイルス。
飛沫感染	咳、くしゃみに伴って経口放出される病原体を含む5 $\mu$ m以上の粒子（飛沫）を吸い込むことによって感染することを飛沫感染という。水分を含んだ大きい粒子であるため、飛沫の空中浮遊距離は1～2mとされる。 病原体：インフルエンザウイルス、百日咳菌、マイコプラズマ、風疹ウイルス。
接触感染	直接的に皮膚同士の接触によって感染することを接触感染という。 病原体：MRSA、ジフテリア菌（皮膚）、腸管出血性大腸菌、ロタウイルス、ヒゼンダニ。
経口感染	病原体に汚染された食物、飲料水、装置・器具などによって媒介され、経口によって感染することを経口感染という。 病原体：サルモネラ、赤痢菌、コレラ菌。
昆虫媒介感染症	カ、ハエ、ノミなどの節足動物による接触や吸血によって感染することを昆虫媒介感染という。 病原体：ウエストナイルウイルス、日本脳炎ウイルス、ペスト菌、リッケチア、マラリア原虫。
人畜共通感染	本来動物だけに感染する病原体が感染動物の接触と摂取によって感染することを人畜共通感染という。 病原体：パストレラ属菌、炭疽菌、リステリア菌。



### 第3章 建築空間における感染防止

建築の室内空間における感染防止は、古くから課題であって、かなりの関心もたれている。建築環境工学的な定量的被曝量の予測という意味では必ずしも十分なデータが得られていたわけではなかった。英国で1948年日発表された Medical Research Council の “Studies on Air Hygiene” は、第2次大戦中の防疫を対象とした研究資料が発表されたもので、被曝量についての研究、潜水艦などの閉鎖空間における感染、測定法などについての最もまとまった最初の報告であろう。

定量的研究が少なかった一つの原因は、空中浮遊菌の、あるいは付着菌の定量的評価方法があいまいであったことにも起因すると思われる。空中菌は物理的には微粒子であり、微粒子の定量的評価は労働衛生工学、エアロゾル科学の立場から難しい課題であった。さらに、生物粒子として生物学的な種属、増殖・死滅などの問題が入ってくるので、複雑な問題であり十分な研究がなされてこなかった。

空間内の微生物汚染の評価は、主として実測によるデータの蓄積であり、その主観的あるいは相対的な尺度による判定が行われてきた。これらの測定結果は、医学施設、食品・薬品施設に多く蓄積され、日常の環境的管理に大きく貢献してきたことは間違いないだろう。ただ、この実測結果も必ずしも合理的な判断が行われたとは限らない。もちろん感染や生物学的汚染の発生についての定量的な判定基準がない以上、専門家としての経験と判断が頼られても仕方がなかったと思われる。

補強する必要がある。

#### 3.1 建築空間における感染防止に関する既往文献

感染防止に関する文献について、建築空間の制御に直接関連したものを、原著、論説、規制等にかかわらず列挙する。ただし、検索したものが限られているので、完全なものでなく、更に

## 論文

- 1) 秋葉朝一郎、風間美佐夫: 空気中の細菌数測定法について、衛生試験所彙報、45,33/42(1935)
- 2) Berry, C.M.: An electrostatic method for collecting bacteria from air, PHRep.56, pp2041-2051 (1941)
- 3) Bourdillon, R.B., et al: A Slit Sampler for Collecting and Counting Airborne Bacteria, J. of Hyg., 41, 197 (1941)
- 4) May, K.R.: The Cascade Impactor ; An Instrument for Sampling Coarse Aerosols ; J.Sc.Instr. 22 (10), 187-195 (1945)
- 5) C.N.Davies: The Sedimentation of Small Suspended Particles. Symp. on Particle Size Analysis .The Inst. of Chemical Engineers, 25-39, 1947
- 6) 東京復興都市衛生研究会: 冬季における混雑時省線電車内の衛生調査報告、公衆衛生学雑誌 2(2), pp81-90 (1947)
- 7) Lidwell, O.M.: Notes on the ventilation and sedimentation of small particles with particular reference to airborne bacteria; Studies in Air Hygiene, Spec. Res. Ser. MRC No.262, HMSO, 1948
- 8) USAEC: Handbook on Aerosols 発刊
- 9) 斎藤功他: 東京都興業場の空気汚染状況(第2回調査成績)、東京都立衛生試験所年報Ⅲ, pp69-76, (1951-52)
- 10) Kethley, T.W. et al: A Thermal Precipitator for Aerobacteriology, Science, 116, pp 368-369 (1952)
- 11) Ranz, W.E. and Wong, J.B. : Jet Impactors for Determining the Particle-Size Distribution of Aerosols: Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine 5, pp464-477 (1952)
- 12) 斎藤功他: 東京都内理・美容所の衛生状態と環境監視成績との対照、(第1報) 冬季における成績、東京都立衛生研究所年報Ⅳ, pp81-90 (1952-52)
- 13) Decker, H.M. et al: A Slit Sampler for Collecting Airborne Microorganisms, Appl. Microbiol. 2, pp267-269, (1954)
- 14) Wolf, H.W. et al: Sampling Microbiological Aerosols P.H. Monogr. No.60, US Public Health Service, (1954)
- 15) 無菌モルモット長期飼育達成(宮川)
- 16) 佐守信男: 空中細菌の一定量の検査法、グルタミン酸ソーダによる捕菌器について(第1報)、大阪大学医学雑誌 6(1) pp33-42 (1954)
- 17) 石堂正三郎他: 住宅内の空気条件について、とくに塵埃数及び細菌数についての考察、大阪市大家政学部紀要, 3(4), pp127-135 (1955)
- 18) Andersen, A.A. : New Sampler for the Collection, Sizing, and Enumeration of Viable Airborne Particles: J.Bact. 76, 471-84, (1958)
- 19) 樺崎正也: 室内発生塵あいの沈降実験(無換気室の場合)、日本建築学会論文報告集、(63-2), pp93, 1959
- 20) 菰田太郎他: 普通室内環境における空中浮遊粒子の測定法に関する研究(V)、衛生化学, 8(1)
- 21) 金子ふさ: 都市における市民集合場所の空気性状に関する衛生学的研究(第1報)、日本公衆衛生雑誌

- 8(9),pp709-718,(1961)
- 22)金子ふさ:都市における市民集合場所の空気性状に関する衛生学的研究(第2報),日本公衆衛生雑誌,8(11),pp773-782(1961)
- 23)榑崎正也:空調時における室内塵あい濃度の変動,日本建築学会論文報告集,(69)pp101,1961
- 24)瀬沼勲:一様分布の状態における室内塵あいの沈積について(室内における塵あいの沈積に関する研究)日本建築学会論文報告集(78)pp25,1962
- 25)瀬沼勲:室内における発じん量の推定について,日本建築学会研究報告(57),1961,(60),1962
- 26)甲田一馬:院内感染の管理について(第1編),医療,17(4),pp164-175(1963)
- 27)甲田一馬:院内感染の管理について(第2編),医療,17(5),pp213-236(1963)
- 28)NASA SP-108 Spacecraft Sterilization Technology,
- 29)NASA CR-890 Bacteriology of Clean Rooms
- 30)NHB 5340.2NASA Standards Microbiologically Controlled Environment
- 31)橋本栄介,吉沢 晋,小林陽太郎,山崎省二:動物実験中央研究室における環境測定(2)(空中細菌の測定について):日本建築学会関東支部第39回研究報告集,81-84(1968)
- 32)菅原文子他:室内の微生物汚染防止について,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp155-156(1969)
- 33)山崎省二:実用新案登録1012723,ピンホールサンブラ(出願昭45/12/16,登録昭48/8/29)
- 34)菅原文子:建築学における室内空気汚染(浮遊塵あい)防止に関する文献抄録(1)昭30~42,空気清浄8(2),pp47-61(1970)
- 35)本田えり他:空中細菌による汚染の防止に関する研究,日本建築学会大会梗概集,pp33-34(1970)
- 36)Yocom,J.E.,Clink,W.L.,Cot,W.A.:Indoor/Outdoor Air Quality Relationships. JAPCA 21,251(1971)
- 37)菅原文子:建築学における室内空気汚染(浮遊塵あい)防止に関する文献抄録(2)昭11-30,空気清浄9(2),pp56-66(1971)
- 38)菅原文子:建築学における室内空気汚染(浮遊塵あい)防止に関する文献抄録(3)昭39-43,空気清浄10(7),pp33-42(1972)
- 39)本田えり他:地下街環境における空中細菌の実態について,日本建築学会近畿支部研究報告集(環境工学),pp41-44(1972)
- 40)病院の空気浄化設計に関する研究(一測定例を中心として) 吉澤晋,山崎省二,入江建久,菅原文子,本田えり,田中康雄,内山満 空気調和・衛生工学,47(6),505~518,(1973)
- 41)本田えり:我が国における空中浮遊菌・落下菌の実測資料,空気清浄,10(7) pp11-32(1973)
- 42)本田えり:室内空気の細菌汚染に関する環境工学的研究(大阪地下環境における空中細菌),空気調和衛生学会誌,47(12)(1973)
- 43)環境庁特殊環境調査委員会(委員長 木村 宏)特殊環境調査報告書(1974)
- 44)American Hospital Association(1974): Hospital Engineering Handbook. American Hospital Association, Chicago.
- 45)山崎省二:食品工場における空気環境の衛生管理の意義とその細菌検査法:ジャパノードサイエンス,14(4),436-443(1975)
- 46)松田良夫:空中真菌相に関する研究:第1編 空中真菌相把握のための方法論:関西医大誌,21(3),

pp1—14 (1975)

- 47) 空調室内における空気汚染濃度の不均一分布の実態について 吉澤 晋, 小林陽太郎, 入江建久  
空気清浄, 14(1), 1~28, (1976)
- 48) 吉澤 晋: 無菌環境と計測: 空気調和・衛生工学, 51(1), 15~21, (1977)
- 49) 吉澤 晋(1977): 室内の空気環境調査と汚染源. 空気調和・衛生工学. 第 52 卷 (第 3 号), p.276-
- 50) 室内微生物汚染に関する研究 (その2) 吉澤 晋・菅原文子: 日本建築学会論文報告集, 234 号, 81~87, (1979)
- 51) 室内微生物汚染に関する研究 (その1) 吉澤 晋・菅原文子 日本建築学会論文報告集, 233 号, 133~141, (1979)
- 52) 寺山和幸、平田史子、河原林忠雄: 室内における Bacterial aerosol の解析: 在室者からの細菌放出速度: 日本公衆衛生雑誌 第 39 回日本公衆衛生学会総会講演集(千葉) pp 797 (1980)
- 53) 吉澤 晋: (第 9 章測定法、9.13 細菌)、空気調和・衛生工学便覧(第 10 版),(共著), 空気調和・衛生工学会, (1981)
- 54) 室内発生大型粒子の拡散範囲について 入江建久, 吉澤 晋, 菅原文子, 正田浩三 粉体工学会誌, 18(12), 909~914, (1981)
- 55) 寺山和幸・平田史子・大野秀樹・河原林忠男・横田正義・青井陽・中田秀彦(1981): Bacterial Aerosol に関する研究 第 6 報 在室者から放出された空中ブドウ球菌の生物型および生物学的性状. 日衛誌, 36(4), 718-725.
- 56) Lundholm, Monica I.: Comparison of Methods for Quantitative Determinations of Airborne Bacteria and Evaluation of Total Viable Counts, Appl. Environ. Microbiol. 44(1) 179—183(1982)
- 57) On the Fluctuation of Airborne Microbiological Particle Concentration Fumiko Sugawara, Susumu Yoshizawa. Proc. of 6th International Symp. Contamination Control, Tokyo, 271~274, (1982)
- 58) Placencia, A.M., Peeler, J.T., Oxborrow, G.S. and Danielson, J.W.: Comparison of Bacterial Recovery by Reuter Centrifugal Air Sampler and Slit-to-agar Sampler, Appl. Environ Microbiol. 44pp512—513 (1982)
- 59) 寺山和幸・平田史子・大野秀樹・河原林忠男・横田正義・青井陽・中田秀彦(1982): Bacterial Aerosol に関する研究 第 7 報 空中ブドウ球菌および人の身体の常在ブドウ球菌が産生する DNase 活性. 日衛誌, 37(4), 701-706.
- 60) Macher, J.M. and First, M.W. : Reuter Centrifugal Air Sampler, Measurement of Effective Airflow Rate and Collection Efficiency: Appl. Environ. Microbiol. 45 1960—1962 (1983)
- 61) Microbiological Contamination of Subway Stations. Susumu Yoshizawa, Fumiko Sugawara: Proc. of 76th Ann. Meet. of the Air Pollution Control Assoc. (1983)
- 62) 一事業所内における結核の集団発生 箕輪真澄, 吉澤 晋, 池田耕一, 宮地秀樹, 志毛ただ子, 菅原文子, 日本公衆衛生雑誌, 30(2), 77~86, (1983)
- 63) 宮前卓之、古橋正吉、狐塚正夫: 病院用エアフィルタシステムの評価手法(2); エアサンプラの細菌捕集効率: 第 1 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (1983)
- 64) 地下鉄駅構内の空中微生物汚染, 吉澤 晋, 菅原文子 日本防菌防黴学会誌, 11(4), 137~149, (1983)