

病院環境と微生物

柳 宇

国立保健医療科学院 建築衛生部

Hospital environment and microorganisms

U Yanagi

Department of Architectural Hygiene and Housing,
National Institute of Public Health

I. 緒言

環境微生物は細菌 (0.5~10 μm)、真菌 (2~100 μm)、ウイルス (0.02~0.3 μm) に大別される。室内空気中での微生物粒子の挙動は感染症の感染経路に深く関わり、その粒子の密度のほか、粒径に左右される。しかし、空気中微生物の粒径に関しては生物学と環境工学の見方が必ずしも同じではない。

例えば、生物学上では黄色ブドウ球菌の大きさは約0.8 μm とされている。しかし、0.8 μm は単体(裸)の幾何径であり、必ずしも空中で浮遊する大きさ(空気力学径)ではない。実際に、微生物粒子が単体で空中を浮遊することは全くないわけではないが、今までの共通認識として、多くの微生物は複合体で、または非生物粒子に付着して空中を浮遊するとされている¹⁾。従って、付着する粒子径によって、空中での微生物粒子(微生物+粒子)の挙動は大きく異なる。このことは筆者らが行っ

た測定結果、即ち、フィルタ上流の空中、表面、下流の空中、またはアングセンサンプラーの異なる捕集ステージに同じ種類の *Cladosporium*、*Penicillium* などが検出されることから説明できる²⁾。また、SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome、重症呼吸器症候群) コロナウイルスの大きさが80~160nm と小さいが、保菌者の咳で吐き出されるものは、そのSARSウイルスの単体よりも、水滴を含んだウイルスのかたまりと考えた方が自然であり、飛沫感染が主な感染経路であることもその根拠を裏付けている。

上記のように、微生物に対する生物学の見方と環境工学の見地が大きく異なっている。本報では、まず、建築環境中の微生物濃度構成のメカニズムについて述べる。次に、病院環境における細菌と真菌の汚染実態を報告するほか、SARSウイルスの例を挙げ、病院環境と感染症、とくに微生物の感染経路を中心に述べる。最後に、病院環境を

《Key words》 室内環境、病院、細菌、真菌、ウイルス

別刷請求先：柳 宇

〒351-0197 和光市南2-3-6 国立保健医療科学院 建築衛生部

Reprint Requests to U Yanagi, Department of Architectural Hygiene and Housing, National Institute of Public Health 2-3-6 Minami Wako-shi, Saitama 351-0197 Japan

含めた建築環境における微生物汚染の対策を示す。

II. 建築物室内微生物濃度構成のメカニズム

室内空气中浮遊微生物粒子の濃度は、空中への発生量とそれを希釈・除去するための換気量・捕集量とのバランスによって決まる。定常状態においては、室内に侵入する量に加える室内での発生量が室内から排出される量と等しくなり、図1のモデルではそれを式1と式2より表すことができる。また、式1中の室内濃度Cと給気濃度Csを比較すれば、微生物の主な発生源についての検討が可能になる。すなわち、 $C \approx C_s$ であれば、Mを無視することができることになり、室内に主な発生源がないことになる。一方、 $C \gg C_s$ となれば、室内に汚染源Mが存在することを意味する。

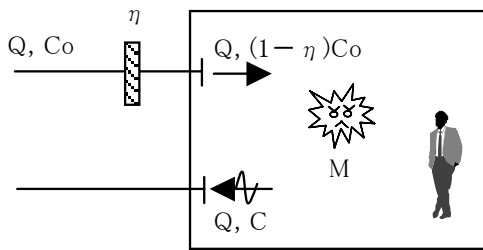


図1 室内空気汚染の概念図

$$C = C_s + \frac{M}{Q} \quad [1]$$

$$C_s = C_o(1-\eta) \quad [2]$$

$$\frac{C}{C_s} = 1 + \frac{M}{C_s Q} \quad [3]$$

ここで、

C：室内空中微生物濃度 [CFU/m³]

C_o：外空中微生物濃度 [CFU/m³]

Q：換気量 [m³/h]

η：エアフィルタの捕集率 [%]

M：室内微生物発生量 [CFU/h]

III. 病院環境における微生物汚染の実態

1. 病院における空気環境の管理方法

病院は多数の人の集まる場所であり、空気汚染しやすい場所でもある。日本医療福祉設備協会のHEAS-02-1998規格では表1に示すように、用途別の室を区域別に区画し、それぞれの室に対して、微生物濃度の参考指標または目標値が定められていると同時に、それを達成するための空調設備設計の指針を与えている。この規格の考え方は前記の式1と式2より容易に理解できる。すなわち、室内濃度は参考指標または目標値を満たすために、式1中のCを制御する必要がある、Mの低減（汚染度合いの異なる室の区画など）、換気量、風量Qの確保、エアフィルタによる除去（式2中のη）といった対策を施す必要がある。

2. 病院環境における微生物汚染の実態^{3~5)}

1) 調査1 - 全国7国立病院

筆者らが、2002年に表2~3に示す7病院に対して、業務内容の異なる病室、外来待合、及び集中治療室における室内浮遊微生物濃度と換気回数の測定を行った。図2~5にその測定結果を示す。

換気回数の測定結果では、G病院の病室は比較的低い換気回数（1回/h）を示したが、ほかはほぼHEAS-02-1998規格を満足した。

浮遊総菌と真菌濃度については、空調設備が備えられていないA病院の集中治療室を除けば、全ての病室、外来待合室内の浮遊総菌数はHEAS-02-1998規格（表1）の目標値200~500CFU/m³、集中治療室内の浮遊総菌数は同規格の参考指標値200CFU/m³以下であった。浮遊真菌数については、外気濃度の如何に拘わらず、A病院の病室、外来待合、集中治療室のどれも高い値を示した（図2、図3）。

一方、給気中浮遊総菌数及び浮遊真菌数は殆ど全てが外気中のそれに比べて低くなっていることから、空気清浄装置の有効性が確認された（式2を参照）。また、浮遊総菌については、給気濃度に比べ、室内濃度が殆ど全て高くなっていることから、室内、とりわけ在室者からの発生が認められた。（図4、図5、式1）

病院内空気清浄度の設計は気流計画のほか、主

表1 日本医療福祉設備協会規格 (HEAS-02-1998)

清浄度クラス	名称	摘要	該当室 (代表例)	最小換気回数 [回/h]		最終フィルターの捕集率*	参考指標 (平常作業時の微生物数平均)
				外気量	全風量		
医療ゾーン							
I	高度清潔区域	層流方式による高度な清浄度が要求される区域 周辺室に対して正圧を維持する	バイオクリーン手術室	5*1	*2	DOP 計数法 99.97%	10CFU/m ³ 以下*9
			バイオクリーン病室	5			
II	清潔区域	必ずしも層流方式でなくてもよいが、Iに次いで高度な清潔度が要求される 正圧を維持する	一般手術室	5*1	20	(DOP 計数法 95%以上)	200CFU/m ³ 以下
			手術用配盤室	5	20		
			清潔廊下	5	15	比色法 90%以上	
			材料部門の既滅菌室	5	15		
			無菌製剤室	5	20		
			開創照射室*3	5	15		
			手洗いコーナー	5	15		
III	準清潔区域	IIよりもやや清浄度を下げてもよいが、一般区域よりも高度な清浄度が要求される IV以後の区域よりも正圧を保つ	手術部周辺区域 (回復室など)	3	10	(比色法 90%以上)	
			NICU・ICU・CCU	3	10	比色法 80%以上	
			未熟児室	3	10		
			特殊検査・治療室*4	3	10		
			分娩室・調乳室	3	10		
IV	一般清潔区域	原則として開創状態でない患者が在室する一般的な区域 ほぼ等圧でよい	一般病室	2*5	6	比色法 60%以上	200~500CFU/m ³ 目標
			デイルーム	2	6		
			診察室	2	8		
			待合室	3	8		
			玄関ホール	2	6		
			材料部・検査部の一般区域諸室	3	10		
			X線撮影室、内視鏡室	2	8		
			人工透析室	3	10		
			通常新生児室	3	10		
			物理療法室	3	8		
			調剤室	3	10		
			V	汚染管理区域	室内で有害物質を扱ったり、臭気の発生が多い室で、室内空気の室外への漏出防止のため、負圧を維持する		
細菌検査室	全排気	12					
			感染症病室診察室*7	全排気	10		
			解剖室	全排気	15*8		
			霊安室	全排気	10		
			患者用便所	-	15	-	
			使用済みネン室	-	5	-	
			汚物処理室	-	15	-	
B. 一般ゾーン							
VI	一般区域	病院特有ではない一般的な居室、作業室の空調	事務室	2	6	比色法 60%以上	-
			医局	2	6		
			会議室・講堂	2	6		
			食堂	2	8		
VII	汚物拡散防止区域	臭気や粉じんなどが多量に発生する室で、室外への拡散を防止するため負圧を維持する	一般用便所	-	10	-	-
			一般用ごみ処理室	-	15		

* 最終フィルターの捕集率欄で () 内は望ましい仕様を示す。
 * 1 余剰麻酔ガスやレーザーメス使用時の臭気を排除するため、10回/h以上を要求される場合もある。
 * 2 吹出し風速を垂直層流式0.35m/s、水平層流式0.45m/s程度とする。
 * 3 照射部周辺では高度な清浄度を確保するため、手術室に準じた吹出し方式、風量を適用する。
 * 4 特殊検査室には心臓血管造影室、心臓カテーテル検査室、膀胱鏡室などが含まれる。
 * 5 各室分散便所などの場合、その必要排気量によって外気量が決まることもある。
 * 6 実際に必要換気量は、取り扱う放射線物質の種類や量、取り扱い方に対して、有効な希釈量を考慮して決定する。
 * 7 空気感染の危険性がある患者を対象とした病室や診察室。
 * 8 感染症例を扱う場合などでは20回/h以上とする。
 * 9 CFU: Colony forming unit. 空気の単位容積中に含まれる微生物の集落数(コロニー数)に相当する。
 なお、ちゅう房については当協会発行の「病院給食システムの設計管理指針」(1994年6月)によることとする。

表2 測定対象室の概要

病 院 名		A	B	C	D	E	F	G
病院の概要	所在地	北海道	中 部	関 東	関 西	中 国	中 国	四 国
	延床面積 [m ²]	17,635	26,498	68,588	17,622	47,253	26,264	35,426
	一般床数	220	385	650	304	580	330	440
対象室の概要	病 室	4床室	4床室	6床室	4床室	4床室	4床室	1床室
	外来待合室	1 F	2 F	1 F	1 F	3 F	1 F	2 F
	集中治療室	ICU	測定せず	CCU	測定せず	ICU	ICU	NICU
調 査 月 日		10/7、8	10/17、18	10/28、29	11/6、7	11/18、19	11/28、29	12/5、6

表3 測定対象の空調設備概要

対 象 室	病 院	空調方式	エアフィルタ捕集率		運転時間
			前 段	後 段	
病 室	A	なし	なし	なし	なし
	C	AHU+ダクト	85% ¹⁾	90% ²⁾	4:00~22:00
	F	外調機+FCU	70% ¹⁾	65% ²⁾	24h
	G	AHU+ダクト	80% ¹⁾	60% ²⁾	24h
外 来 待 合	A	なし	なし	なし	なし
	C	AHU+ダクト	85% ¹⁾	90% ²⁾	8:00~15:00
	F	外調機+FCU	50% ¹⁾	65% ²⁾	7:00~17:00
	G	AHU+ダクト	80% ¹⁾	60% ²⁾	7:30~17:30
集中治療室	A	なし	なし	なし	なし
	C	AHU+ダクト	85% ¹⁾	90% ²⁾	24h
	F	PAC+ダクト	50% ¹⁾ +60% ²⁾	99.97% ³⁾	24h
	G	AHU+ダクト+PAC	80% ¹⁾	90% ²⁾	24h

1) 重量法。 2) 比色法。 3) DOP法

4) FCU: ファンコイルユニット; AHU: エアハンドリングユニット; PAC: パッケージ型空調機

として換気回数と空気清浄装置の捕集率の両面より行われている。筆者らの調査結果、換気回数と空気清浄装置の捕集率がHEAS-02-1998に定められている規準を満足すれば、室内浮遊総菌濃度は同規格の指標値または参考指標以下に抑えられることがわかった。

2) 調査2-外来待合室内浮遊細菌濃度

外来待合室は、院内感染の恐れる場所であり、時と場所によって空中浮遊細菌濃度が大きく変動する。図6に東京都内にある病院(延床面積約28,500m²、一般床数535)の外来待合室内の浮遊細菌濃度の経時変化を示す。室内浮遊細菌濃度は在室者数の変化に伴って上下することを図6より読み取れる。

この測定結果、すなわち、室内の浮遊細菌数が在室者の挙動に大きく左右されることから、外来待合室は院内感染のリスクが潜んでいる場所であることがわかる。

IV. 病院環境と感染症^{6,7)}

ここでは、2003年SARS流行期間中に中国北京大学人民医院で起きたSARS感染の例を取り上げ、病院環境と感染症、とくに微生物の感染経路について述べる。

1. 事例-北京大学人民医院

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4に示す。当時、整形外科と外科各4名の医者が普段通り仕

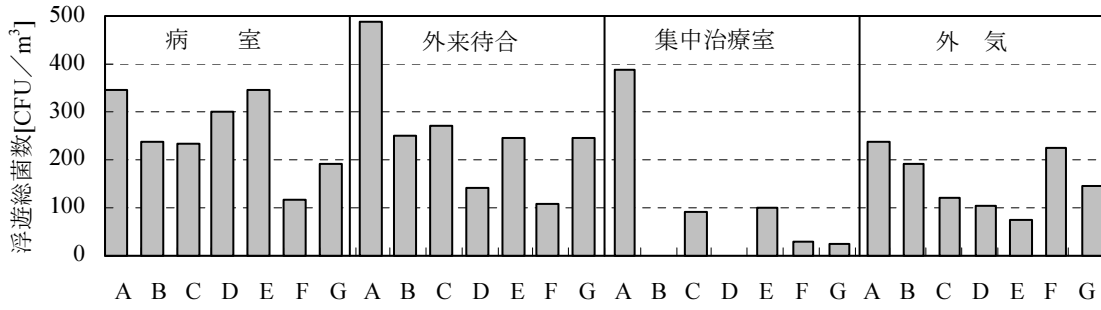


図2 各病院の室内浮遊総菌濃度

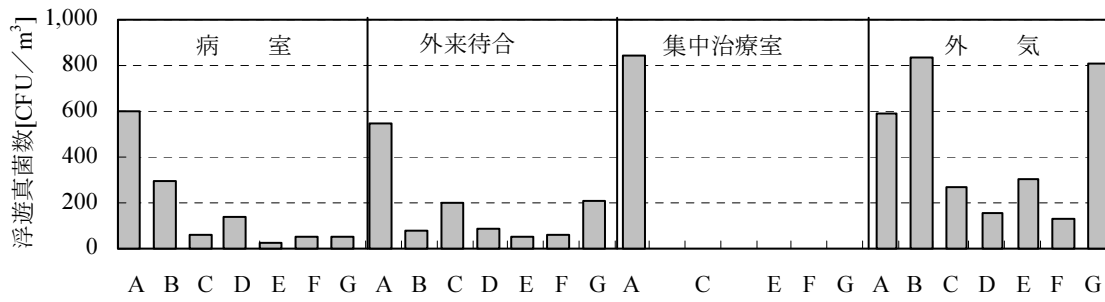


図3 各病院の室内浮遊真菌濃度

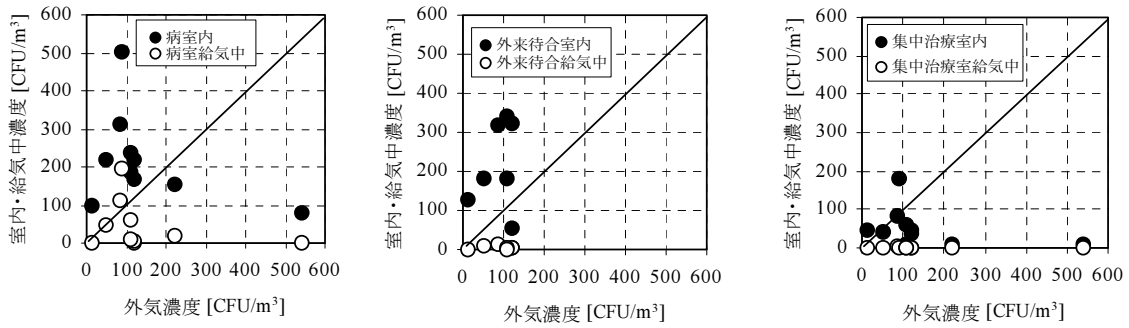


図4 外気中・給気中・室内の浮遊総菌の比較 (C、E、F、G病院)

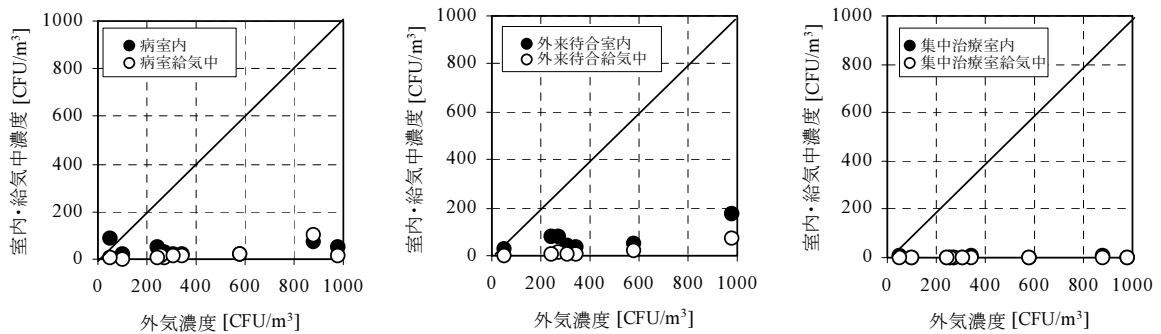


図5 外気中・給気中・室内の浮遊真菌の比較 (C、E、F、G病院)

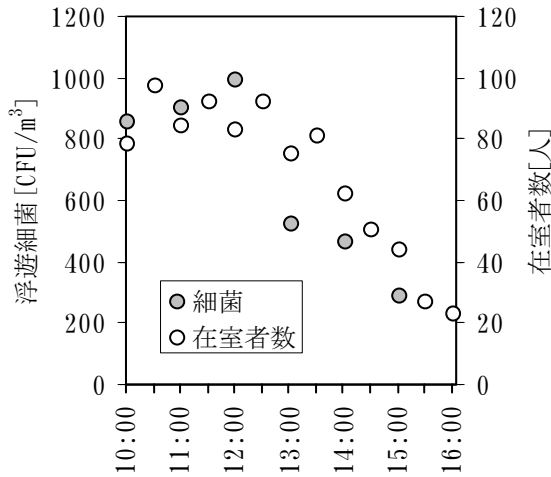


図6 室内浮遊細菌濃度の経時変化

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、整形外科と外科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（図7）。

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その後当時の状況を再現し、CFD による解析とトレーサガス SF₆ による実験的な検証を行った。その結果、図8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9、写真1）。2003年4月7～16日の間 SARS 感染者と擬似患者計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9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」に来られ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1を参照）全ては内部廊下に面しているドアを閉じ、

表4 人民医院感染事例の状況経過

日付	状況概要
3月14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7に示す。
17～23日	上記十数名の患者が廊下で観察・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 ウィ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。

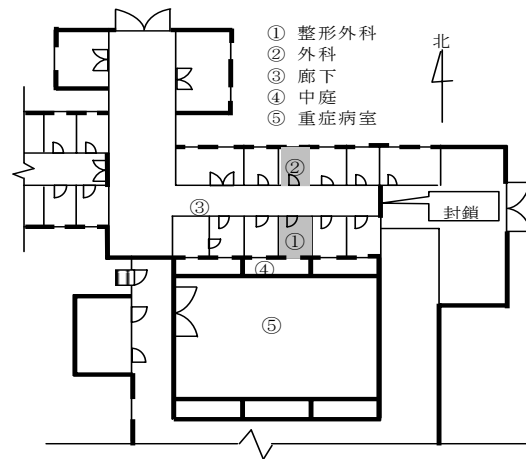


図7 北京大学人民医院救急外来平面図

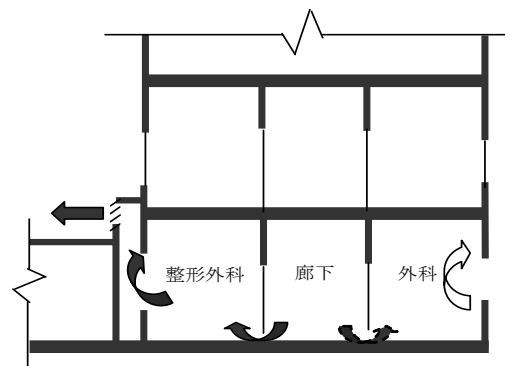


図8 北京大学人民医院救急外来気流の流れ

窓(計96)を開けていた(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医療従事者(Health Care Workers、以降HCWsと呼ぶ)、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。

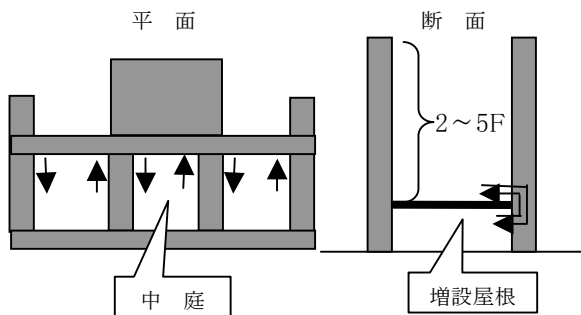


図9 診察室の平面と断面
(図中の矢印は取入れ外気と排気を示す)



写真1 診察室屋上の風景

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。

北京大学人民醫院の事例に関して、研究内容の詳細についてまだ議論する余地はあるが、いわゆる危険濃度と安全濃度の差が約10倍であることに

は大変興味深い。

2. SARS ウィルスの感染経路について

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。感染経路には、空気感染、飛沫感染、接触感染、経口感染、昆虫媒介感染、人畜共通感染などがあるが、表5に空気感染、飛沫感染とその感染症の概要を示す。SARSの病原体は80~160nmの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、「(香港の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⁸⁾。

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⁹⁾。

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。

表5 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 μ 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 μ 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。

Rao ら¹⁰⁾ 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わかる。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ものとされている(表5参照)。逆に言えば、患者から1~2mを離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。

しかし、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、香港のアモイガーデンE棟の感染事例なそ多くのSSE(Supersprteading envents, SSEs, スーパースプレディング事件)より示された。

V. 室内空气中微生物汚染の制御方法

室内空气中微生物汚染の制御は、室内濃度を低減することであり、式1に示す換気(Q)による希釈・除去、エアフィルタによる捕集(η)、及び汚染発生量(M)の抑制との方法が用いられている。

1. 換気

換気量または給気量Qを増やせば増やすほど室内濃度は低くなることは式1に示している通りである。一方、換気量だけではなく、換気の質、すなわち、室内気流計画も重要である。ここでは、病院環境の気流計画の例について述べる。

1) 病棟内の気流計画

一般病棟においては、図10示しているように、病室は廊下に対して正圧、廊下は便所や汚物処理室に対して正圧を保つような計画は一般的である。一方、結核病棟の場合、空気感染の病原菌である

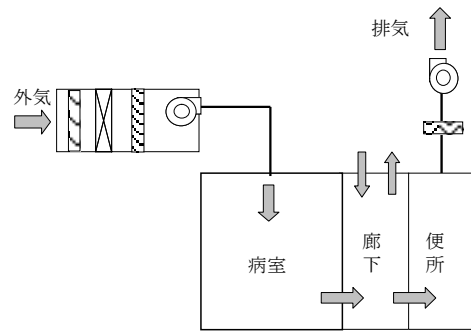


図10 一般病棟の気流計画例

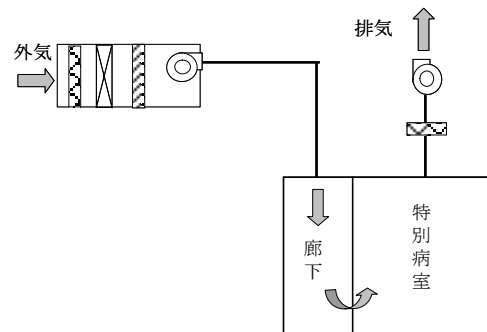


図11 結核病棟の気流計画例

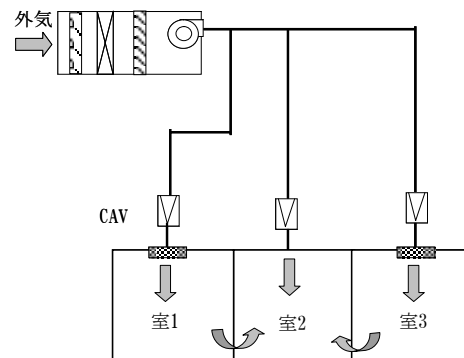


図12 手術室の気流計画例

結核菌を放出する患者は図11に示す特別室に収容する必要がある。それは、患者から放出される結核菌を他の場所に拡散しないためである。

2) 手術室

手術室そのものはバイオクリーンルームであり、室内浮遊粒子状物質の濃度を低く抑えるようになっているが、室間の圧力バランスが崩れると、隣室

から汚染物質が侵入し、感染のリスクを高めることがある。手術室の気流計画例を図12に示す。手術室1と3は隣室2に対して正圧を保つように、給気ダクトにCAV(定風量ユニット)が設置されることがある。

2. エアフィルタによる捕集

取り入れ外気中の微生物をエアフィルタによる捕集は室内濃度の低減になる。そのエアフィルタの捕集率が高ければ高いほど、取り入れ外気中の微生物が多く除去される(式2)。

図13に中性能エアフィルタによる細菌、真菌、ウイルスの捕集性能を示す¹¹⁾。エアフィルタは0.2 μm を底としたU字型の捕集特性を有する。

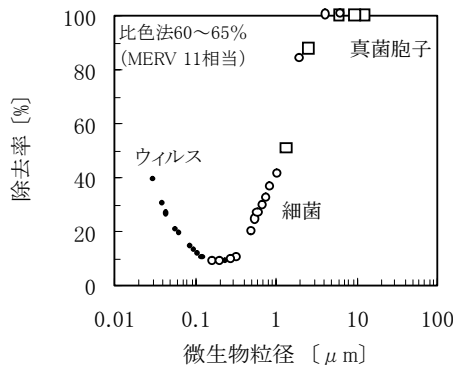


図13 エアフィルタによる微生物粒子の捕集率

図14に筆者らが現場で行った、中性能エアフィルタに対する浮遊細菌と真菌の捕集率の測定結果を示す¹²⁾。中性能エアフィルタによる浮遊細菌と真菌の捕集率は経時的に変動するものの、いずれも80%以上の値を示した。

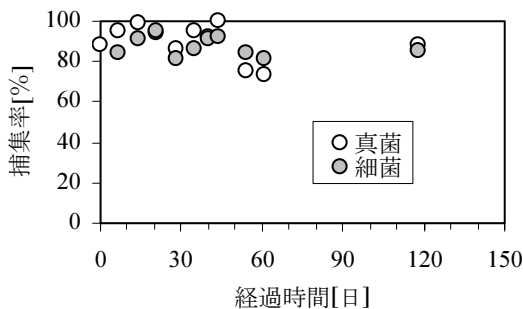


図14 浮遊細菌と真菌の捕集率

一方、医療施設のバイオクリーンルームなどでは、高性能フィルタが設置されている。高性能フィルタが設置されれば、そこを通過する空気中の浮遊細菌と真菌がほぼ100%捕集される。即ち、式2中の η が1(100%)になるため、給気による微生物の侵入がなくなる。実際にバイオクリーンルームの給気中に浮遊細菌、真菌が検出されないことは多く報告されている。この場合室内濃度が発生量と給気量のみによって決まるため、給気量を多くすればするほど、室内濃度が低くなる。バイオクリーンルームの給気量 Q を多くするのはこのためである(式1)。

3. 発生量の低減

建築環境においては、建築環境と居住者自身の清潔を保つことは重要である。一方、微生物は生き物であるゆえに、その環境によって生育し増殖する場合がある。微生物の生育に栄養源、温湿度などの環境条件が必要であり、建築環境は不適切な管理によって、微生物汚染の助長要因となる。建築環境内結露しやすい場所、言い換えれば、湿度が高くなりやすい場所は微生物の生育、増殖にとって好環境となる。また、加湿器病、レジオネラ症、過敏性肺臓炎などに代表されるいわゆるビル関連病(Building-related illness、BRI)のほとんどは、空調設備の不適切な管理に起因するものである。病院における空調システムに起因する微生物汚染の対策が極めて重要である。

VI. まとめ

本報では、建築環境中の微生物濃度構成のメカニズム、病院環境内浮遊微生物汚染の実態および対策について述べた。

病院環境内微生物汚染については、換気とエアフィルタの捕集率がHEAS-02-1998規格に定められている規準を満足すれば、室内浮遊総菌の濃度は同規格の参考指標または目標値以下に抑えられることは既に述べた通りである。数事例ではあるが同規格の妥当性を見ることができた。しかし現状では、エビデンスに基づいた内容への改定として、この規格が見直され、HEAS-02-2004に至っている。HEAS-02-2004には室内浮遊微生物濃度

の参考指標と目標値を削除された。本文で述べたとおり、適切な設備が備えられていない病院（病院 A）の室内濃度は顕著に高い値を示すことがある。また、適切な設備が設置されても、ヒトからの微生物（病原体）の発生が多い場合、室内空中濃度は上昇することになる。病院環境、とくに微生物汚染を制御することは院内感染のリスクの低減においても重要であり、室内浮遊微生物の管理規準を再検討されるが望まれている。

院内感染については、本文では SARS の例を挙げ、主としてその感染経路に関する医学的な見方と環境工学の見地を述べた。SARS の感染経路は主として飛沫感染であっても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、空気感染の特性を示す。このことは、香港のアモイガーデン、北京の人民医院の感染事例より示され、量-影響関係（Dose-response relationship）より容易に解釈される。このように、在来医学分野での感染経路に関する分類は、必ずしも病原体粒子の空中での挙動を反映していない。更に一例を挙げれば、在来飛沫感染の影響範囲は 1～2 m であると言われているが、加藤ら¹³⁾が行った研究の結果、咳で噴出された粒子が 2 m より遠く拡散していることが明らかになっている。

筆者らの調査結果では、外来待合室内の細菌濃度が外来者の挙動に左右されていることから、換気、フィルタによる捕集など適切な対策を施す必要がある。

謝辞

本文中の成果の一部は厚生労働科学研究（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、研究代表者：池田耕一）、文部科学研究補助金基盤研究（C）（建築物を対象とした生化学物テロの対策に関する基礎研究、研究代表者：柳宇）の補助によるものである。

文献

- 1) NAFA, 2001. NAFA Guide to Air Filtration (Third edition). 1998
- 2) Yanagi U, Ikeda K: In Situ Tests about Removal Performance of Airborne Microbe Particules by an Air Filter. Proceeding of the 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate China: 3000-3004, 2005
- 3) 柳宇、山崎省二、他：医療施設における室内浮遊微生物に関する研究. 平成15年度空気調和・衛生工学会講演論文集：1917-1920, 2003
- 4) Yanagi U, Ikeda K, et al: A Study on Indoor Airborne Microbes in Japanese Medical Facilities. Proceeding of the 8th international symposium on building and urban environmental engineering: 379-384, 2006
- 5) 柳宇：病院における室内浮遊微生物汚染の実態調査（中間結果報告）. 厚生労働科学研究「建築物における環境衛生管理に関する研究」、2006
- 6) 柳宇、池田耕一、他：中国における SARS 対策. 空気調和・衛生工学会78：51-59, 2004
- 7) 柳宇、池田耕一：感染症と室内環境-空調・換気設備の関与. 平成16年度日本環境管理学会・室内環境学会合同研究発表会講演集：406-407, 2004
- 8) Consensus document on the epidemiology of severe acute respiratory syndrome (SARS), WHO/CDS/CSR/GAR/2003.11
- 9) CDC. Outbreak of severe acute respiratory syndrome-worldwide, 2003. MMWR 52: 241-248, 2003
- 10) Rao S Papineni, Frank S Rosenthal: The size distribution of droplets in the exhaled breath of healthy human subjects. J Aerosol Med 10: 105-116, 1997
- 11) W J Kowalski: Immune Building System Technology. 2002
- 12) 柳宇、山田花菜、他：エアフィルタによる細菌と真菌の捕集特性に関する研究（その1）捕集率の経時変化. 第24回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会：60-62, 2006
- 13) S Kato: Indoor diffusion of the infectiousness of a microbe by a cough. Proceeding of SIEJ: 404-405, 2004