

(2) 空気環境測定

建築物衛生法に準じた測定器及び手法により実施した。測定器はホルムアルデヒドを除く建築物衛生法6項目（移動測定）に関しては、IES-3000（SIBATA製）を用いた。連続測定は表2-1-3による。

移動測定：一酸化炭素濃度，二酸化炭素濃度，浮遊粉じん濃度，温度，相対湿度，気流速度，浮遊細菌，浮遊真菌の8項目を午前と午後各1回，HCHO（ホルムアルデヒド）濃度を午前1回の測定を行った。

定点連続測定：一酸化炭素濃度，二酸化炭素濃度，浮遊粉じん質量濃度，温度，相対湿度，気流速度，浮遊粒子の粒径別個数濃度，浮遊細菌，浮遊真菌の9項目の連続測定を行った。なお，浮遊細菌と浮遊真菌の測定は2006年の冷房期のみで行った。外来待合室においては，測定期間中の在室者数を30分ごとに数えた。また，待合室・外気中の浮遊細菌と浮遊真菌については，10:00～15:00の毎正時に測定を行い，それぞれの分類（グラム染色）と同定（形態学）を行った。

なお，細菌の測定にトリプトソーヤ寒天培地（以降SCDと略す）を用いた。真菌の測定にCP加ポテトデキストロース寒天培地（以降PDAと略す）を用いた。本研究ではPDA培地培養後の観察コロニー数を計数と同定を行った。培地の培養条件は32℃・2日間（SCD）と25℃・3日間以上（PDA）とした。

表2-1-3 測定概要

測定対象	測定機器	測定時間
温度	IAQモニターMODEL2211（日本カノマックス製）	10時00分～16時00分の連続想定
相対湿度		
CO濃度		
CO ₂ 濃度		
気流		
浮遊粉塵	クリモマスターMODEL6531（日本カノマックス製）	
	デジタル粉じん計LD-3B型（SIBATA製） パーティクルカウンターKR-12A（RION製）	
VOCs	TenaxTA捕集材	A～Iは午前の1回、D～I待合のみ 午前、正午、午後の3回（流量は1回 0.167L/minで30分間の計5L
	吸引ポンプ（SIBATA製）	
	GC/MS:HP6890 カラム: Inert Cap 5MS/sil 5% phenyl methyl silicone 0.25mm φ×30m×0.25μm	
アルデヒド類	GL-Pak mini AERO DNPH 300mg（GL-Science製）	A～Iは午前の1回、D～I待合のみ 午前、正午、午後の3回（流量は1回 1.0L/minで30分間の計30L
	吸引ポンプ（SIBATA製）	
	HPLC カラム: ZORBAX Eclips XDB-C184.6×250mm	

(3) 水質調査

飲料水，中央循環式給湯水，冷却塔水について建築物衛生法に準じた方法で水質検査を実施した。

(4) 聞き取り調査

病院全体の概要，空調設備・給排水・給湯設備の概要と管理の実態，清掃・ねずみ害虫等の管理計画と実施実態に関する調査票を事前に対象病院の担当者に手渡し，測定の当日に病院の担当者らに調査内容を確認し，調査票を回収した。

3.結果

3.1 実態調査

3.1.1 空気質

①冬季における測定結果

一酸化炭素、浮遊粉じん、ホルムアルデヒドは全て建築物衛生法の基準値以内であった。5室(19%)の室内二酸化炭素濃度が建築物衛生法の1000ppmを超過した。そのうち、B病院の外来待合では、1400ppmと比較的高かったが、換気設備があるものの、この場所は2階部分の廊下が待合スペースとなっており、玄関の出入りによる換気が期待できないほか、測定当日の外来者数が多かったことが原因であると考えられる。また、D病院の測定対象室はいずれにおいても機械換気設備が備わっておらず、冬季であることから積極的な窓開け換気を行っていなかったことが原因であると考えられる。

②夏季における測定結果

一酸化炭素、浮遊粉じん、ホルムアルデヒドは全て建築物衛生法の基準値以内であった。二酸化炭素濃度はB病院外来待合で1170ppm、M病院事務室で1930ppm、O病院外来待合で1130ppmと基準値の1000ppmを超えていた。B病院の外来待合は冬季に調査を行った際も同様に高濃度であり、居住者数に対して換気量不足が考えられる。O病院の外来待合についても外来患者が多いことによる換気不足が、M病院の事務室は手元の換気扇の電源を入れていないことによる。午後には換気設備を作動させたが、排気ファンの容量不足が原因である。

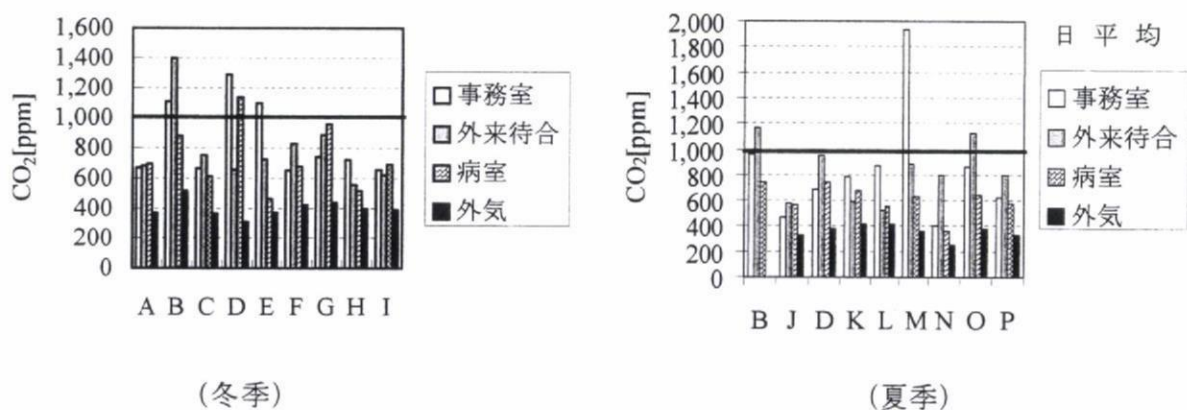


図 3-1-1 二酸化炭素濃度平均値の結果

他の VOCs については、待合室においてジクロロベンゼンが比較的高い濃度を示しており、建物以外の発生源、例えば外来者の防虫剤を使用した衣服の影響などが考えられる。ホルムアルデヒド以外の化学物質については、事務室では α -ピネンの濃度が比較的高く、事務室の半数では $0.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $3.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対し、病室の半数は $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、待合室の半数は $0.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。 α -ピネンは芳香剤や殺虫剤、防虫剤などに用いられているだけでなく、木材中に存在するものである。

病室では TVOC が比較的高濃度であった。この中で、2-(2-エトキシエトキシ)エタノー

ルの濃度が比較的高かった。この物質は病室の半数が $1.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $8.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間であるのに対し、事務室の半数は $0.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間で待合室の半数は $1.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $4.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間と他のエリアに比べ比較的高く、ほとんどの施設で事務室に比べ高濃度であり、さらに外気では検出されなかった。この物質は樹脂ワックスなどとして使用されることから、事務室に比べ消毒などの掃除が行われることが多い病室において濃度が高かったものと考えられる。

待合室では、比較的低濃度であることが多かった。しかし、p-ジクロロベンゼンの濃度が比較的高く、待合室の半数が $8.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $17.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間であるのに対し、事務室の半数は $3.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $5.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間で病室の半数は $0.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $4.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間と他のエリアに比べ約2倍と比較的高濃度であった。p-ジクロロベンゼンは衣類用防虫剤やトイレの消臭剤に含まれており、在室者から発生したものと考えられる。

③冬季・夏季の比較

図 3-1-2,3 に二酸化炭素濃度、浮遊粉じん濃度の平均濃度について示す。二酸化炭素濃度については、冬・夏季共に病院 B の外来待合で基準値 1000ppm を超過した。ここは2階にあるため、他の多くの病院のように1階に配置され、玄関の出入りによる換気が期待できない他、両測定日については外来者数が非常に多く、恒常的に換気不足となっているものと考えられる。病院 D については、機械換気設備を特に備えていないが、夏季に改善が見られた。また午前及び午後の病院 B の外来待合については、外来者が多い午前中の時間帯に二酸化炭素濃度が高くなる傾向は、冬・夏季共に同様の傾向であった。浮遊粉じん濃度は、基準値 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下を満足しているものの、冬・夏季で異なる傾向となっているが、いずれも低濃度であった。

図 3-1-4 にホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド濃度を示す。病院 C の外来待合を除き、夏季と冬季では濃度に大きな変化はなく、建築物衛生法のホルムアルデヒドの基準値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び厚生労働省の指針値 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ を満足していた。室内の日中の温度が、夏季・冬季共に変わらないことから、建材由来であれば濃度への影響が少ないことになる。

ただし、病院 C の外来待合ではホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド共に、夏季の方が高かった。他に一酸化炭素濃度、気流速度については、冬・夏を通じて建築物衛生法の基準値を満足していた。

④二酸化炭素濃度の高濃度の傾向

冬・夏を通じた二酸化炭素濃度の場所別の統計値を図 3-1-5 に示す。冬季の事務室で高い値となっているが、これは M 病院の濃度が極端に高かったためで、中央値は外来・事務室共に 800ppm 程度であった。1000ppm の基準値を超過する要因として、換気能力に対して居住者が多いことが第一に挙げられる。図 3-1-6 に示すように在室者数と二酸化炭素濃度には、外来待合、事務室毎に良い相関があることから、在室者数に対して換気量が不足していることは明らかである。また、図 3-1-7 は各居室における換気方式毎の二酸化炭素濃度の統計値である。部屋の規模によって在室者数も異なっているので単純に比較はできないものの、平均値では第一種換気設備が低濃度となり、第三種換気では後付の排気換気扇も含まれているが、高い濃度の部屋も存在するため若干高い傾向となった。

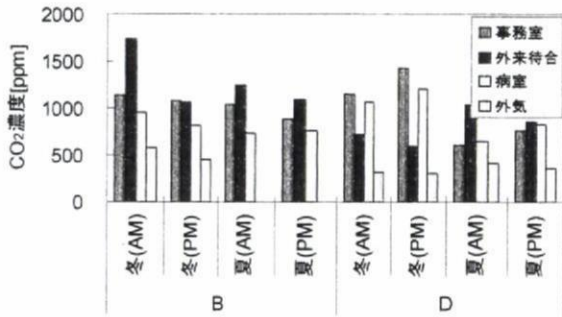


図 3-1-2 冬・夏季における二酸化炭素濃度

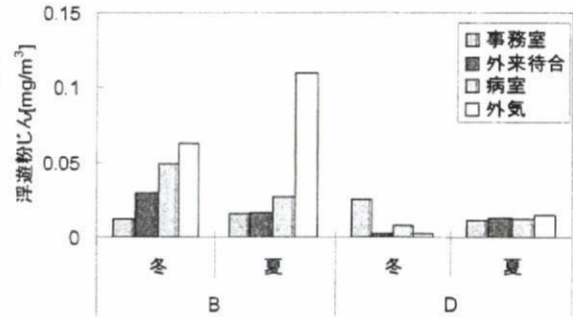


図 3-1-3 冬・夏季における浮遊粉じん濃度

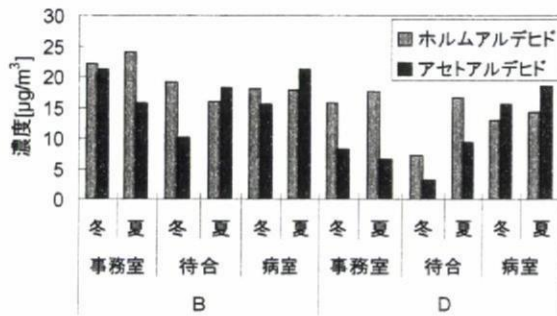


図 3-1-4 冬・夏季における化学物質濃度

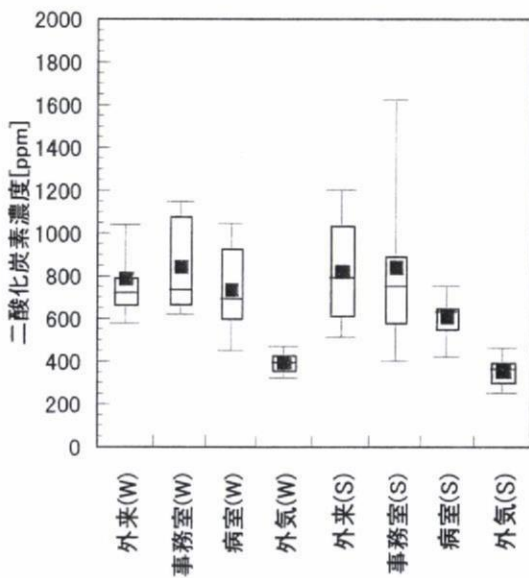


図 3-1-5 季節別の各部屋の二酸化炭素濃度統計値

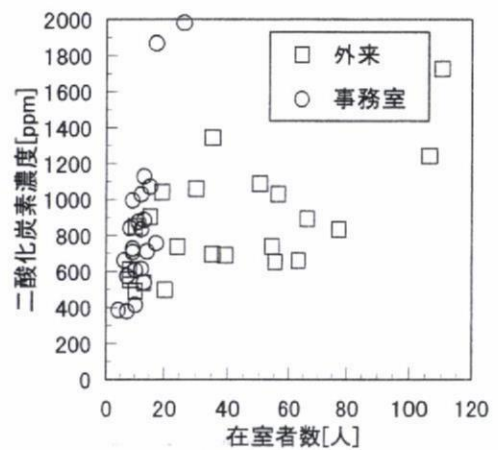


図 3-1-6 在室者数と二酸化炭素濃度の関係

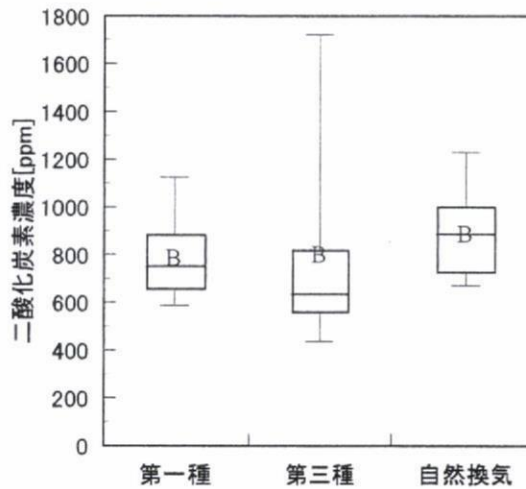


図 3-1-7 換気方式と二酸化炭素濃度

3.1.2 温熱環境

図 3-1-8 は平均温度エリア別分布を、表 3-1-1、3-1-2 は平均温度測定結果を示したものである。図 3-1-1~2 において、(W)と示したものは冬季、(S)と示したものは夏季での測定結果を表す。また分布図における外れ値は各”25%点”及び”75%”から外側に”75%点から25%点を引いたものを1.5倍した値”だけ離れているものを軽度な外れ値、”75%点から25%点を引いたものを3.0倍した値”だけ離れているものを極端な外れ値とする。夏季の測定においては7月から8月の測定ということもあり、平均温度27.7℃から35.1℃と外気が最も高いことが分かる。また病室と待合室は全て25.0℃以上で事務室に比べ全体的に平均温度が高めであることが分かる。しかし、エリア内での差は外れ値を除くと事務室3.6℃、病室2.5℃、待合室3.4℃と大きく、同一エリアでも施設により温度環境が異なっていることが分かった。

冬季は、夏季に較べて病室での温度差が目立つ結果となっている。また、外来待受が意外と安定している事などが見て取れる。施設毎の平均温度は、医療施設Dの様に全般に低めの温度を示している所も見受けられる。また、病室の平均値としては、最高と最低との間で7.4℃の差が見られる。病室についてはその使用状況にもよるが、かなりの差がある様に見受けられる。また、図 3-1-9 は平均相対湿度エリア別分布を、表 3-1-3、表 3-1-4 は平均相対湿度測定結果を示したものである。夏季の測定は、室内エリアにおいて病室の相対湿度が事務室と待合室に比べ高いことが分かる。また、事務室と待合室は施設により若干の違いはあるものの比較的分散の様子が似ていることから温熱環境としてはあまり変わらないと考えられる。冬季については、基準である相対湿度40%を満たしている場合が殆どなく、冬季の低湿度の問題が明らかとなった。

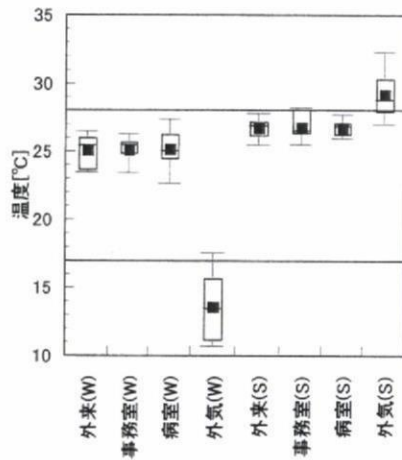


図 3-1-8 エリア別温度分布

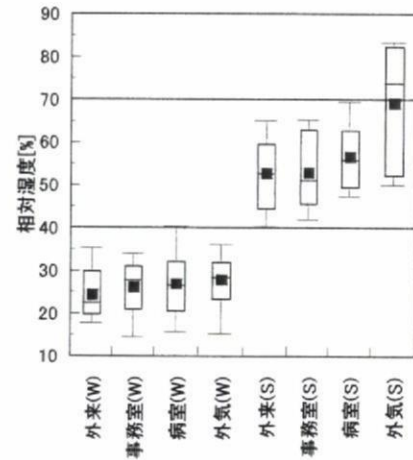


図 3-1-9 エリア別湿度分布

表 3-1-1 平均温度 (冬季)

建物名	測定場所(冬季)		
	事務室	病室	待合室
医療施設A	25.6 °C	24.8 °C	26.0 °C
医療施設B	26.7 °C	27.5 °C	25.9 °C
医療施設C	25.7 °C	26.7 °C	24.0 °C
医療施設D	24.4 °C	22.4 °C	24.4 °C
医療施設E	23.9 °C	24.5 °C	25.2 °C
医療施設F	25.9 °C	28.2 °C	25.0 °C
医療施設G	26.5 °C	23.1 °C	24.0 °C
医療施設H	26.6 °C	29.8 °C	25.6 °C
医療施設I	26.7 °C	26.1 °C	26.0 °C

表 3-1-2 平均温度 (夏季)

建物名	測定場所(夏季)			
	外気	事務室	病室	待合室
医療施設B	- °C	23.9 °C	26.0 °C	26.4 °C
医療施設J	29.6 °C	24.6 °C	25.8 °C	25.6 °C
医療施設D	27.8 °C	27.5 °C	24.9 °C	25.9 °C
医療施設K	35.1 °C	25.2 °C	26.1 °C	27.4 °C
医療施設L	27.9 °C	27.7 °C	27.0 °C	26.8 °C
医療施設M	32.2 °C	26.6 °C	25.2 °C	25.1 °C
医療施設N	27.7 °C	24.8 °C	31.7 °C	28.5 °C
医療施設O	31.8 °C	25.5 °C	27.4 °C	25.5 °C
医療施設P	33.0 °C	25.3 °C	25.4 °C	25.5 °C

表 3-1-3 平均湿度 (冬季)

建物名	測定場所(冬季)		
	事務室	病室	待合室
医療施設A	35.4 %	33.6 %	36.9 %
医療施設B	36.6 %	30.7 %	35.4 %
医療施設C	20.5 %	16.4 %	24.0 %
医療施設D	29.8 %	35.0 %	26.7 %
医療施設E	38.0 %	36.5 %	42.3 %
医療施設F	25.7 %	28.2 %	30.8 %
医療施設G	13.3 %	20.6 %	20.9 %
医療施設H	35.1 %	19.5 %	30.1 %
医療施設I	28.5 %	44.0 %	25.8 %

表 3-1-4 平均湿度 (夏季)

建物名	測定場所(夏季)			
	外気	事務室	病室	待合室
医療施設B	- %	65.9 %	79.0 %	63.1 %
医療施設J	70.3 %	65.7 %	69.9 %	57.0 %
医療施設D	52.6 %	45.5 %	63.0 %	50.1 %
医療施設K	47.0 %	58.3 %	58.0 %	49.2 %
医療施設L	85.2 %	62.0 %	74.9 %	71.3 %
医療施設M	68.6 %	50.7 %	73.1 %	68.4 %
医療施設N	70.8 %	72.0 %	64.6 %	53.9 %
医療施設O	51.9 %	58.2 %	64.5 %	58.2 %
医療施設P	46.1 %	54.7 %	63.3 %	58.0 %

3.1.3 浮遊微生物

(1) 各測定対象室の浮遊微生物濃度

① 病室

図 3-1-10 に各病室の浮遊細菌濃度、浮遊真菌濃度、浮遊総菌（ここでは、細菌と真菌を合計したものを総菌とした）濃度を示す。なお、B 病院の測定対象は病棟の談話室であったが、ここでは、参考としてその測定結果を併記する。図 3-1-11 に各病院の浮遊細菌濃度と浮遊真菌濃度の室内外濃度比 (I/O 比) を示す。細菌濃度については、B 病院の談話室内の濃度が最も高かった。他の病室は 100~500cfu/m³ の範囲にあった。J と P 病院の病室の浮遊細菌濃度の I/O 比は 1 前後であったが、他は 2~5 の範囲に分布し、主な発生源

が室内に（在室者）あることが推測された。

真菌濃度については、最も低いP病院の $20\text{cfu}/\text{m}^3$ に対して、最も高いL病院は30倍以上の $623\text{cfu}/\text{m}^3$ を示し、病院によって大きな差が見られた。I/O比についてみると、全ての病室が1を下回る値を示した。浮遊総菌濃度については、B病院は細菌、E病院は真菌の濃度が高いため、それぞれの微生物濃度も高かった。D, K, M病院 HEAS-02-1998 参考指標の $500\text{cfu}/\text{m}^3$ よりやや高い値を示したが、ほかは同参考指標を満足した。

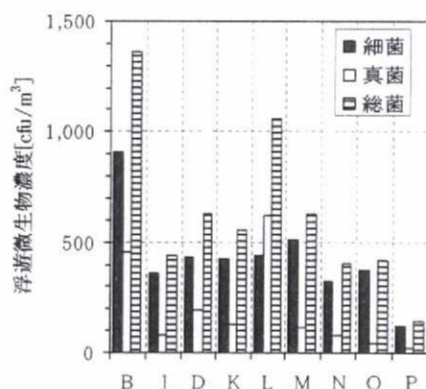


図 3-1-10 浮遊微生物濃度（病室）

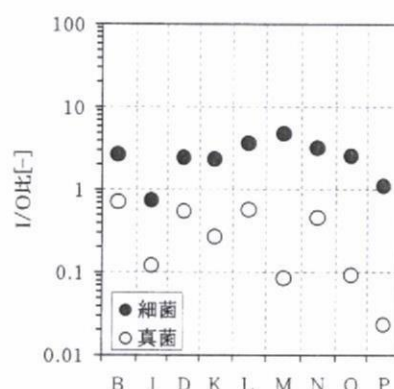


図 3-1-11 浮遊細菌と真菌の I/O 比（病室）

② 管理事務室

図 3-1-12 に各病院の管理事務室の浮遊細菌濃度、浮遊真菌濃度を示す。図 3-1-13 に各管理事務室の I/O 比を示す。細菌については、全ての病院が AIJ 規準の $500\text{cfu}/\text{m}^3$ を満足した。I/O 比については、1 前後か 1 より高い値を示した。真菌については、O 病院と P 病院は AIJ 規準値の $50\text{cfu}/\text{m}^3$ を満足した。D, K, M 病院は $65\sim 80\text{cfu}/\text{m}^3$, J, O は $125\text{cfu}/\text{m}^3$ であり、やや高い値を示した。これらに対して、最も高い値を示した L 病院は AIJ 規準値の 10 倍以上 ($670\text{cfu}/\text{m}^3$) の値を示した。L 病院の管理事務室は窓が開放されたため、室内濃度が外気の影響を受けている。このことは、I/O 比 (≈ 1) よりも説明できる。

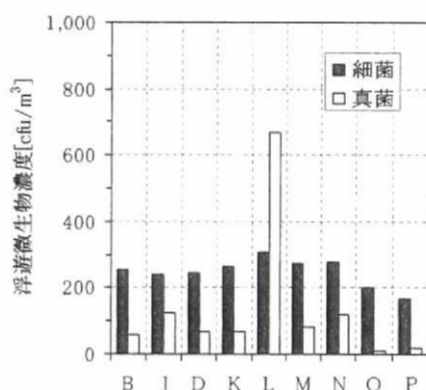


図 3-1-12 浮遊微生物濃度（事務室）

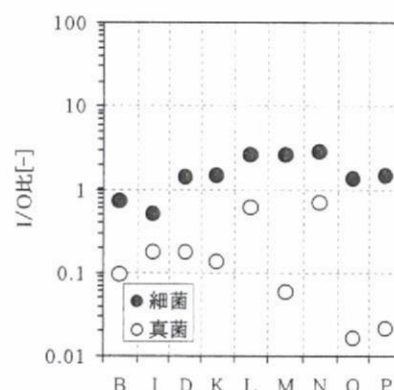


図 3-1-13 浮遊細菌と真菌の I/O 比（事務室）

③ 外来待合室

図 3-1-14 に各病院の待合室の浮遊細菌濃度、浮遊真菌濃度、浮遊総菌濃度を示す。図 3-1-15 に各待合室の I/O 比を示す。

細菌濃度については、K、L病院は約 230cfu/m³と比較的低い値を示した。K病院は 1Fの端にある小さいテレビのある空間で、患者が寛ぐ場所であった。L病院は入院専門の病院で、待合室は 1Fの玄関からの入ったところにあり、測定当日はあまり患者がいなかった。なお、両病院の待合室在室者数は測定者を含め多いときでも 10名程度であった。

M病院は最も高い値を示した(1500cfu/m³)。M病院の外来待合室は 9病院中最も広く、しかも測定場所は玄関から人の通りの途中にあり、人からの影響を受けて浮遊細菌濃度が高くなっていると推察される。このことは I/O 比の結果からも示された。その他の病院は 500~800cfu/m³の範囲にあった。病院の待合室の I/O 比は全体的に、病室と管理事務室より高くなっており、在室者の活動が影響しているものと考えられる。

真菌濃度については、最も高い L病院は 988cfu/m³、2番目高い M病院は 743 cfu/m³を示したが、他は 40~270 cfu/m³の範囲にあり、病院によって大きな差が見られた。L病院の浮遊真菌濃度が高くなっているのは、玄関に近いため、即ち外気の影響を受けていることが I/O 比は最も高い 0.9 になっていることから解釈できる。

総菌濃度について、K病院は HEAS 参考指標を満足したが、他のすべては同参考指標を上回った。中では、D、L病院は参考指標の 2 倍、M病院は 4 倍以上の値を示した。

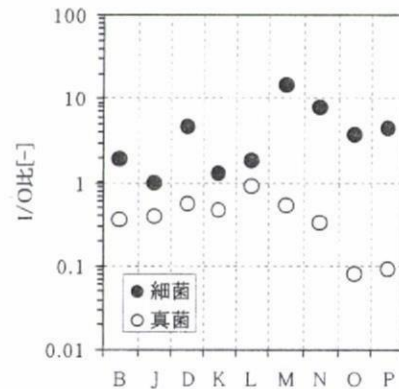
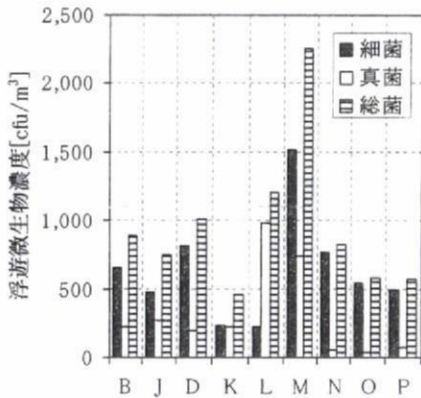


図 3-1-14 浮遊微生物濃度 (待合室) 図 3-1-15 浮遊細菌と真菌の I/O 比 (待合室)

(2) 浮遊微生物濃度の経時変化

図 3-1-16 に浮遊細菌各病院における毎正時で測定した室内浮遊細菌濃度と在室者数の関係を示す。

B、J、D、N 病院において両者間に有意な相関関係が認められ (p<0.05)、待合室内浮遊細菌の汚染源は在室者であることが示唆された。室内濃度と外気濃度との関係については、何れの病院においても両者間に有意な相関関係が認められなかった。

以上の結果では、前述した特例の K と L を除けば、残り 7 病院中 B、J、D、N 病院においては、浮遊細菌濃度と在室者数の間に有意な相関関係が認められた。すなわち、人の数が多いときに浮遊細菌濃度が高くなるのが分かった。室内浮遊細菌の主な発生源が在室者であり、室内浮遊細菌濃度の上昇は在室者に起因するものと思われる。

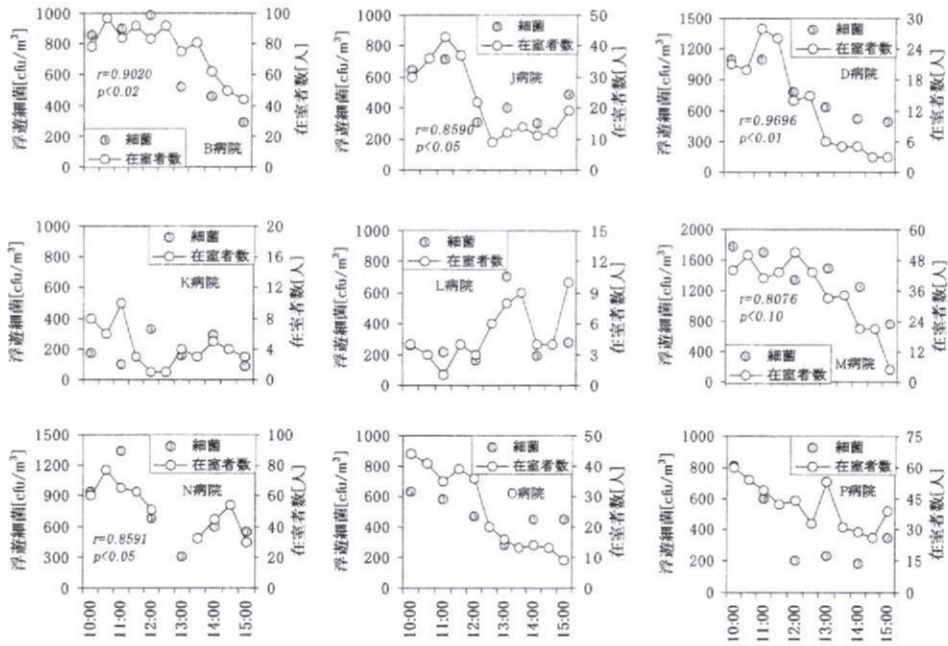


図 3-1-16 浮遊細菌濃度と在室者数の関係 (待合室)

図 3-1-17 に待合室内浮遊真菌濃度と外気中浮遊真菌濃度の経時変化を示す。本調査の結果では、室内浮遊真菌濃度と屋外浮遊真菌濃度の関係は、①両者間に有意な相関関係がある (M, N 病院)、②午前中だけ両者間に有意な相関関係にある (J, D, L 病院)、③両者間に有意な相関関係がない (B, K, O, P 病院)、の 3 つのグループに分類される。

浮遊真菌については、玄関の出入りなどによる外気からの侵入による濃度の上昇が見られた。室内温湿度を適切に管理し、真菌の増殖を防ぐための対策が必要である。

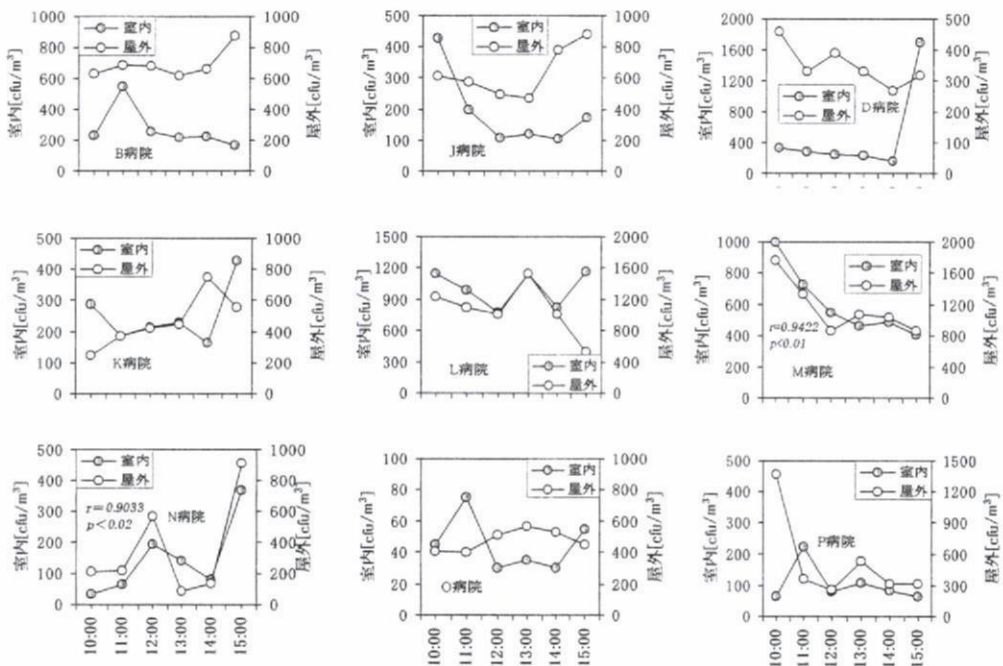


図 3-1-17 浮遊細菌濃度と在室者数の関係 (待合室)

図 3-1-18 にパーティクルカウンタ IMD で測定した $2\mu\text{m}$ 以上の浮遊粒子濃度と MG サンプラーで測定した浮遊細菌濃度の関係を示す。なお、J, K, O 病院においては、IMD の故障のために測定ができなかった。また、D, N, P 病院の浮遊微生物の測定においては培地扱いのミスが生じたため、一部のデータが欠落している。

B, M, P 病院における浮遊粒子と浮遊細菌の間に有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$)。E 病院では、13:00 までの間においては浮遊粒子と浮遊細菌の間に有意な相関が認められた ($r = 0.6331$, $p < 0.01$)。

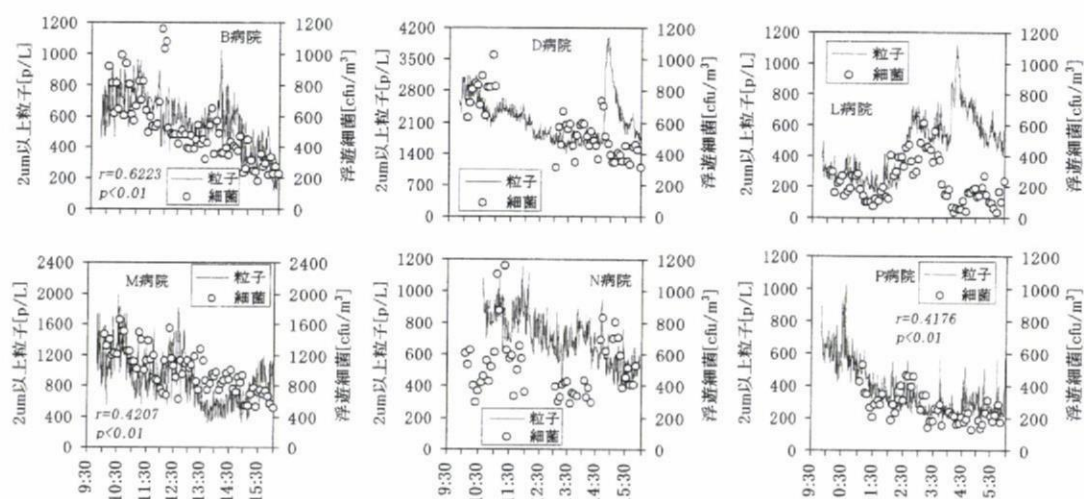


図 3-1-18 浮遊細菌と浮遊粒子の関係 (待合室)

(3) 浮遊微生物の種類

① 浮遊細菌

培養した浮遊細菌コロニーについて行ったグラム染色の結果、病室、管理事務室、外来待合室の何れにおいても、グラム陽性球菌が最も多かった。また、芽胞菌も多く検出されたが、ほかは殆ど検出されなかった。待合室において測定した各種浮遊細菌濃度の経時変化の結果から、浮遊細菌の殆どはグラム陽性球菌であることが分かる。

② 浮遊真菌

浮遊真菌について同定した結果、*Cladosporium* 属菌と *Penicillium* 属菌が最も多く検出された。その次に多く検出されたのは *Aspergillus* 属菌、*Yeast* であった。一般常在菌として知られている *Alternaria* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Eurotium* 属菌などは検出されなかった。

3.1.4 水質

遊離残留塩素濃度は、飲料水では全施設全系統で 0.1mg/l 以上保持されていた。給湯水では 2 施設 2 系統で水温が 55°C 未満、遊離残留塩素濃度も 0.1mg/l 未満であった。濁度は飲料水では全施設全系統で水質基準に適合していたが、給湯水では 1 施設 1 系統で水質基準不適合であった。消毒副生成物は飲料水では全施設全系統で水質基準に適合していたが、給湯水では 2 施設 2 系統でジクロロ酢酸がそれぞれ 0.048mg/l , 0.043mg/l と水質基準不適合であった。レジオネラ属菌は、飲料水では 16 件全て不検出であったが、給湯水では

13 件中 1 件から検出された。また、冷却塔水では 17 件（今回の調査対象施設のうち 8 施設で水冷式冷却塔を合計 17 基使用）中 4 件からレジオネラ属菌が検出された。

3.1.5 聞き取り調査

介護・療養型の病院である L 病院を除き保健所の立ち入り調査が行われていることが分かった。また、日常の維持管理の業務に関しては、一部または全部委託している病院が多かった。特に害虫消毒の業務は全ての病院で全部委託しているとの回答であった。

また、ほとんどの病院で設備専門職員数は全職員数に対して、およそ 1~2% であり 24 時間稼働体制であることを考えると少ない人数で管理業務を行っている。

空調設備の維持管理に関する書類の整備状況については、空調設備の維持管理記録は半数で備えられていないものもあったものの、冷却塔については D 病院以外で全てそろっていた。また空気環境測定を行っている病院は、B 及び K のみで不定期の実施であった。D 病院は FCU しか備えていないため、日常の維持管理が行われていないことを除けば、空調設備、冷却塔の維持管理は行われていると考えられる。但し、冷却塔のレジオネラ属菌検査を行っていない病院もあった。

表 3-1-5 空調設備に関する維持管理調査結果

	維持管理記録の整備状況		維持管理状態 空気環境の測定 の実施
	空調設備の維持 管理記録	冷却塔の管理記 録	
A	○	○	
B	○	○	○
C		○	
D			
E		○	
F		○	
G		○	
H		○	
I	○	○	
J	○	○	
K		○	○
L	○	—	
M	○	○	
N	○	○	
O	○	○	
P	○	○	

建築物衛生法を対照とした維持管理記録類の整備状況や、維持管理頻度の遵守状況は給水設備、給湯設備及び排水設備については給水設備は高得点であったのに対して、給湯設備と排水設備は低得点であった。また、給水設備における法定検査の実施率は非常に高いことが分かった。

3.2 国内外における病院の空気環境の管理規準

現在日本では、病院の室内環境を維持管理するための国の規制などは定められていない。従って、病院の室内環境を維持管理するうえでの総合的な管理規準の設置を検討する必要があると考えられるため、国内外における病院の室内環境の維持管理規準の現状をまとめた。

3.2.1 海外の管理基準

(1) 米国

米国では、関係省庁や関係団体等が個別に病院の室内環境管理に関する基準やガイドラインを定めているが、法的拘束力はない。代表的なものは、(1) アメリカ建築家協会(American Institute of Architects: AIA)、(2) アメリカ暖房冷凍空調学会(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.:ASHRAE)、(3) 医療施設認定合同委員会(The Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations: JCAHO)、(4) 疾病対策センター(Centers for Disease Control and Prevention: CDC)である。

AIA のガイドラインの前進は、1947年に制定された米国保健省(Department of Health and Human Services: DHHS)の基準にまでさかのぼる。この基準は1984年に規制からガイドラインへ変更された。そしてさらに、1987年からAIAが所管することとなり、現在に至っている。AIAのガイドラインは、病院を含む医療施設(Health Care Facilities)の新築や改築に関連する建築家、技術者、医療従事者向けに作成されたものである。42の米国州政府、JCAHO、CDCなどのアメリカ連邦機関がこのガイドラインをそれぞれのガイドラインや認定基準に引用している。また、ASHRAEが病院を含む医療施設の換気基準を作成中であるが、AIAのガイドラインを参考としている。以下、それぞれの基準やガイドラインについて概説する。

1) アメリカ建築家協会 (AIA)

AIAの施設ガイドライン研究所(Facility Guidelines Institute: FGI)が2006年に「Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities」¹⁾を公表している。このガイドラインの中で、室内環境管理規準に関わる場所として、「Part 1-1.2 介護環境(Environment of Care)」がある。ここでは、「A3.1.5 室内空気質(Indoor Air Quality)」に以下のガイドラインが明記されている。

A3.1.5 室内空気質

「カーペット、室内装飾品、塗料、接着剤、合成木質建材は、ホルムアルデヒドやベンゼンなどの揮発性有機化合物(VOCs)を放散する可能性がある。ホルムアルデヒド、発がん性物質、刺激性物質を含む建材は、低VOCsあるいはゼロVOCs塗料、ステイン、接着剤、シーラントなどの建材に置き換えること。かびの成長を防止するため、建築時には通気性の建材が湿気に曝露しないようにすること。大容量のコピー機、携帯可能な殺菌機器、揮発性の薬剤は、医療施設における室内空気汚染の重要な汚染源とみなされている。家事室、コピー室、殺菌区域など、化学物質が使用される全ての特殊区域では、それぞれ専用の排気が必要。」

Part 2以降に各施設に関する詳細なガイドラインが明記されている。室内環境管理規準に関わるガイドラインとしては、換気および空調システムのフィルター効率、換気等の基準がある。それらの基準を表3-2-1～表3-2-3に示す。

換気等の基準は、医療施設内の区域ごとに、室内圧の正負、最小外気量、最小全風量、外気への直接排気の要否、室内循環機器設置の可否、温度、相対湿度が定められている。これらの基準の目的は、主に感染対策(Infection Control)である。

外科や救命救急の処置室，防護環境室，無菌作業室，清潔なリネンの保管室など，クリーンな空気が要求される区域では，陽圧が要求される。しかし，化粧室，空気感染隔離室，汚染除去室，汚れたリネンの保管室，緊急治療室の待合室など，汚れた空気や感染拡大防止が要求される区域では，陰圧が要求される。

入院患者の病室，看護施設の在住者の部屋や食事室などの一般区域では，最低 2 回/h 以上の最小外気量が規定されている。分娩室，外科や救急救命の処置室など特に外気量が必要とされる区域では，最小外気量は 3 回/h となっている。最小全風量は，区域ごとに 2～20 回/h と幅が大きい。分娩室，外科や救急救命の処置室など特に大きな全風量が要求される区域の最小全風量は 15 回/h である。しかしながら，病室や診察室は 6 回/h，看護施設の在住者の部屋では 2 回/h である。相対湿度は，ほとんどの区域が 30～60% となっている。設計温度は 20～26℃の範囲の中で，それぞれの区域ごとに 21～24℃，20～23℃，22～26℃と若干範囲を限定している。

ここで換気基準が規定されていない区域は，ASHRAE Standard 62 (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality)やASHRAE Handbook (HVAC Applications)に従った換気設計が要求される。

表 3-2-1 病院および外来患者施設における換気等の基準

機能別分類		室内圧の 正負	最小外気量 回/h	最小全風量 回/h	外気への 直接排気	室内循環機器 設置の可否	相対湿度 %	設計温度 ℃
看護区域	病室	-	2	6	-	-	-	21-24
	化粧室	陰圧	-	10	要	-	-	-
	新生児育成特別室	-	2	6	-	否	30-60	22-26
	防護環境室	陽圧	2	12	-	否	-	24
	空気感染隔離室	陰圧	2	12	要	否	-	24
	隔離、控室	陰/陽	-	10	要	否	-	-
産科施設	患者が使用する廊下	-	-	2	-	-	-	-
	分娩室	陽圧	3	15	-	否	30-60	20-23
	陣痛/搬送/回復	-	2	6	-	-	-	21-24
外科、救命救急	陣痛/搬送/回復/分娩後	-	2	6	-	-	-	21-24
	手術/外科の膀胱鏡検査室	陽圧	3	15	-	否	30-60	20-23
	回復室	-	2	6	-	否	30-60	21-24
	救命救急、集中治療	-	2	6	-	否	30-60	21-24
	中間看護	-	2	6	-	-	-	21-24
	新生児集中治療	-	2	6	-	否	30-60	22-26
	治療室	-	-	6	-	-	-	24
	トラウマ室	陽圧	3	15	-	否	30-60	21-24
	気管支鏡検査	陰圧	2	12	要	否	30-60	20-23
	トリアージ	陰圧	2	12	要	-	-	21-24
	緊急治療室の待合室	陰圧	2	12	要	-	-	21-24
	処置室	陽圧	3	15	-	否	30-60	21-24
	レーザー眼科室	陽圧	3	15	-	否	30-60	21-24
	X線(外科処置/救命救急/カテーテル)	陽圧	3	15	-	否	30-60	21-24
サポート区域	麻酔ガス貯蔵庫	陰圧	-	8	要	-	-	-
	投薬室	陽圧	-	4	-	-	-	-
	清潔な作業室、収容室	陽圧	-	4	-	-	-	-
診断・治療区域	汚れた作業室、収容室	陰圧	-	10	要	否	-	-
	診察室	-	-	6	-	-	-	24
	治療室	-	-	6	-	-	-	24
	理学療法、水治療	陰圧	-	6	-	-	-	24
	消化器内視鏡検査室	-	2	6	-	否	30-60	20-23
	内視鏡処理室	陰圧	-	10	要	否	-	-
	X線(診断・治療)	-	-	6	-	-	-	24
	暗室	陰圧	-	10	要	否	-	-
	画像診断の待合室	陰圧	2	12	要	-	-	21-24
	試験室、一般	-	-	6	-	-	-	24
	試験室、生化学	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、細胞	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、ガラス洗浄	陰圧	-	10	要	-	-	-
	試験室、組織	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、微生物	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、核医学	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、病理	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、血清	陰圧	-	6	要	否	-	24
	試験室、消毒	陰圧	-	10	要	-	-	-
	検死解剖室	陰圧	-	12	要	否	-	-
非冷凍人体収容室	陰圧	-	10	要	-	-	21	
サービス区域	薬局	陽圧	-	4	-	-	-	-
	調理センター	-	-	10	-	否	-	-
	商品洗浄	陰圧	-	10	要	否	-	-
	食糧貯蔵庫	陰圧	-	2	-	-	-	-
	洗濯、一般	-	-	10	要	-	-	-
	汚れたリネンの仕分け、保管	陰圧	-	10	要	否	-	-
	清潔なリネンの保管	陽圧	-	2	-	-	-	-
	汚れたリネンやごみの落とし部屋	陰圧	-	10	要	否	-	-
	患者用トイレ	陰圧	-	10	要	-	-	-
	浴室	陰圧	-	10	-	-	-	24
	家事室	陰圧	-	10	要	否	-	-
消毒用備品	ETO消毒剤室	陰圧	-	10	要	否	30-60	24
	消毒剤備品室	陰圧	-	10	要	-	-	-
主な内科/外科用備品	汚染除去室	陰圧	-	6	要	否	-	20-23
	無菌作業室	陽圧	-	4	-	否	30-60	24
	無菌貯蔵庫	陽圧	-	4	-	-	最大70	-

表 3-2-2 看護施設における換気等の基準

機能別分類		室内圧	最小外気量	最小全風量	外気への	室内循環機器	相対湿度	設計温度
		正負	回/h	回/h	直接排気	設置の可否	%	℃
居住区域	居室	-	2	2	-	-	-	21-24
	居住区域の廊下	-	-	4	-	-	-	-
	居住者の集会区域	-	4	4	-	-	-	-
居住生活区域	化粧室	陰圧	-	10	要	否	-	-
	食事室	-	2	4	-	-	-	24
	活動室	-	4	6	-	-	-	-
診断・治療用区域	個人サービス(理容/美容)	陰圧	2	20	要	否	-	-
	理学療法	陰圧	2	6	-	-	-	24
サポート区域	作業療法	陰圧	2	6	-	-	-	24
	汚れた作業室、収容室	陰圧	2	10	要	否	-	-
	清潔な作業室、収容室	陽圧	2	4	-	-	最大70	24
サービス区域	浴室	陰圧	-	10	要	否	-	24
	消毒剤排出室	陰圧	-	10	要	否	-	-
	リネンやごみの落とし部屋	陰圧	-	10	要	否	-	-
	洗濯、一般	-	2	10	要	否	-	-
	汚れたリネンの仕分け、保管	陰圧	-	10	要	否	-	-
	清潔なリネンの保管	陽圧	-	2	要	否	-	-
	調理施設	-	2	10	要	可	-	-
	食糧洗浄	陰圧	-	10	要	可	-	-
	食糧貯蔵区域	-	-	2	要	否	-	-
家事室	陰圧	-	10	要	否	-	-	

表 3-2-3 中央換気・空調システムのフィルター効率

医療施設	区域	フィルター数	フィルター効率	
			No.1 (MERV, %)	No.2 (MERV, %)
一般病院	入院患者の治療・処置・診断用の全区域および直接サービス・無菌備品・消毒・無菌処理用の関連区域	2	8 (30%)	14 (90%)
	防護環境室	2	8 (30%)	17 (99.97%)
	試験室	1	13 (80%)	-
	管理部門、貯蔵庫、汚染物の収容区域、調理区域、洗濯室	1	8 (30%)	-
外来患者施設	患者の治療・処置・診断用の全区域および直接サービス・無菌備品・消毒・無菌処理用の関連区域	2	8 (30%)	14 (90%)
	試験室	1	13 (80%)	-
	管理部門、貯蔵庫、汚染物の収容区域、調理区域、洗濯室	1	8 (30%)	-
看護施設	在住者の治療・処置・診断用の全区域および直接サービス・無菌備品用の関連区域	2	7 (30%)	13 (80%)
	管理部門、貯蔵庫、汚染物の収容区域、調理区域	1	7 (30%)	-

1) 75%以上の効率が要求されるフィルターには粗フィルターやプレフィルターを使用

2) ASHRAE 52.2に基づく最小効率報告値 (Minimum Efficiency Reporting Value: MERV)

2) アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE)

ASHRAE は、2005年9月に医療施設の換気基準「Ventilation of Health Care Facilities, Standards 170」²⁾を公表した。9月に公表された基準は、ドラフト段階のもので、パブリックコメントを経て最終的な基準が確定する。2007年7月に3回目のパブリックコメントが募集されており、最終的な基準はまだ確定されていない。この基準の策定には、アメリカ医療工学会(American Society for Healthcare Engineering: ASHE)という施設管理の専門家の団体が共同作業に加わっている³⁾。

従来、米国の医療施設における換気基準に関しては、「ANSI/ASHRAE Standard 62-1989」, 「ASHRAE Applications Handbook, Chapter 7」, AIAの「Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities」を原典としてきた。しかしな

がら、これらの原典には長所や欠点があった。そこで、医療施設における換気設計の基準となる単一の文書を作成するために、この基準の作成が開始された。この基準の目的は、医療施設における快適性、無菌、臭気のための環境管理を提供する換気システムの設計基準を規定することである。室内環境管理に関わる基準として、エアフィルター、換気等の基準がある。草稿では、これらの多くが前述の AIA の基準とほぼ同じである。

3) 医療施設認定合同委員会 (JCAHO)

JCAHO は、これまで約 19,000 の医療施設やプログラムの評価・認定を行ってきた米国最大の独立した非営利組織である。米国の医療関連施設を評価する権威ある評価機構である。JCAHO の認定には、500 項目を越える医療施設の安全管理や質評価の指標がある。JCAHO の認定を受けるかどうかは任意であるが、高齢者と障害者医療保険のメディケアや生活困窮者医療保険のメディケイドなどの医療保険適用対象の医療機関となるには、大多数のアメリカ州政府が JCAHO の認定を条件としている。国際的な活動も展開されており、フランス、スペイン、スイス、ハンガリー、アフリカや南米諸国など 25 ヶ国以上の国々に対して認定活動を支援している^{4),5)}。

JCAHO の認定マニュアルの中で、環境管理に関わる項目として「介護環境の管理 Management of the Environment of Care (EC)」がある⁶⁾。介護環境とは、建物・機器・人の3つを基本的な構成要素としている。介護環境を効果的に管理するためには、環境に関わるハザードやリスクの削減及び制御、事故や怪我の防止、患者・スタッフ・来訪者の安全状態の維持、快適性・社会的交流・気分転換といった患者の要求に配慮した環境の維持、患者・スタッフ・来訪者への不要な環境ストレスを最小限とする環境の維持に関わるプロセスや活動が必要となる。

ここで室内環境管理規準に関わる項目としては、ユーティリティ管理(EC.7.10)、環境の維持管理(EC.8.30)の評価基準がある。しかしながら、室内環境管理のための具体的な管理基準値等は明記されていない。

a) ユーティリティ管理(EC.7.10)

冷却塔や温冷水システムにおける病原性微生物の発生抑制対策、微生物・ガス・ダストなどの空気汚染物を管理するために、必要に応じた圧力方向・換気効率・フィルター効率を有する、あるいは換気システムを設置することと明記されている。

b) 環境の維持管理(EC.8.30)

改装、改築、新築の際には、AIA のガイドライン「Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities」を使用することが規定されている。

4) 疾病対策センター (CDC)

米国保健省の疾病対策センター(Centers for Disease Control and Prevention: CDC)が、「医療施設における環境感染対策ガイドライン: Guidelines for Environmental Infection Control in Health Care Facilities」⁷⁾を 2003 年に公表している。

このガイドラインは、CDC がそれまでに公表していた「院内肺炎予防ガイドライン: Guideline for Prevention of Nosocomial Pneumonia」および「ミコバクテリウム結核予防ガイドライン: Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium

Tuberculosis」を改訂したものであり、AIA や ASHRAE のガイドラインや基準が参考にされている。

病院等における空気取り扱いシステムに関しては、「州または地域の規則が病院等の新築または改修における換気システム的设计と建築に関して整備されていない場合、最低限の基準として AIA のガイドラインを使用すること。」が規定されている。

(2) カナダ

病院の室内環境管理に関する情報として、カナダ保健省の「オフィス・学校・病院の空気質に関する労働者への指針；Office Air: A Worker's Guide to Air Quality in Offices, Schools, and Hospitals」⁸⁾がある。このガイドブックは、換気、温湿度、一酸化炭素、ホルムアルデヒド、揮発性有機化合物(VOCs)、粒子状物質、微生物等に関する一般的な室内空気質の情報が明記されている。しかしながら、具体的な基準やガイドラインは明記されていない。

室内環境管理規準に関連するものとしては、カナダ規格協会(Canadian Standards Association: CSA)の CAN/CSA-Z317.2-01 「医療施設における冷暖房空調システムの特殊要件：Special Requirements for Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) Systems in Health Care Facilities」⁹⁾がある。この規格では、換気等の基準が定められており、医療施設内の区域ごとに、室内圧の正負、最小外気量、最小全風量、外気への直接排気の要否、温度、相対湿度が定められている。これらの多くが前述の AIA や ASHRAE の基準とほぼ同じである。

(3) ドイツ

ドイツでは、病院における感染防止を目的とした換気設備や空調設備に関するガイドラインが、ドイツの病院衛生学会(German Society for Hospital Hygiene; Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene: DGKH)¹⁰⁾、ドイツ技術者協会(Association of German Engineers; Verein Deutscher Ingenieur: VDI)^{11), 12)}から公表されている。しかしながら、これらのガイドラインは、手術関連施設に関するものである。

(4) イギリス

イギリス保健省の国民保健サービスの施設部門(National Health Service Estates: NHS Estates)が医療施設における健康に関する技術的な規約「Health Technical Memorandum」を作成している。この規約には、医療施設における設備類の設計、据え付け、運転に関する指針が明記されている。この中に、室内空気環境管理に関わる規約として、「Health Technical Memorandum 2025: Ventilation in Healthcare Premises」¹³⁾がある。この規約の中に、換気等の基準が明記されている「Design considerations, ISBN: 0113217528」がある。この規約では、一般区域および手術関連施設における換気等の基準が定められている。一般区域に関しては、化粧室、浴室/シャワー室、試験室、処置室、スタッフ更衣室、コーヒーラウンジ、バー、汚物処理室、無菌室の区域ごとに、室内圧の正負、最小外気量、最小全風量、温度等が定められている。スコットランドの NHS が同様に「Scottish Health Technical Memorandum 2025: Ventilation in healthcare

premises」¹⁴⁾を公表している。

内容的には、NHS Estates の規約とほぼ同じである。

イギリス保健省は、医療に伴う感染症(Health Care Associated Infection)の予防と管理を目的とした新しい法律「The Health Act」¹⁵⁾を2006年10月1日に制定している。この法律は、2003年から2004年にかけて、NHSの病院内で多数の院内感染が発生したことに対する施策として制定されたものである。(1)管理・組織・環境、(2)臨床のプロトコール、(3)保健医療従事者の3つの分野ごとに予防と管理の基準が規定されているが、具体的な室内環境管理規準は規定されていない。

(5) 韓国

韓国では、室内空気質管理法¹⁶⁾ (다중이용시설등의 실내공기질관리법: 制定:2003.5.29, 施行:2004.5.30)が2003年に制定されている。この法律の適用対象の1つは、延床面積2,000m²以上、入院診療病床数100以上の医療施設である。

室内空気質の維持管理基準と勧告基準が施設および汚染物質ごとに規定されている。また、空調または換気設備の設置が義務化され、違反時は改善命令などの制裁措置が可能となっている。その概要を表3-2-4に示す。医療施設は、病床数100個以上で延べ床面積2,000m²以上の施設が対象である。特徴としては、総浮遊細菌の維持管理基準が規定されている。維持管理基準に違反した際には罰金を与えるなど制裁措置がある。外部に汚染源がある等の理由で危険度が比較的低い物質に勧告基準が定められている。施設の管理責任者は、維持基準の汚染物質は年1回、勧告基準の汚染物質は2年に1回測定し、その結果を毎年1月31日まで市道知事に報告する義務がある。

表 3-2-4 室内空気質の維持および勧告基準，換気の勧告基準

対象施設	維持基準					勧告基準					換気回数 (回/h)	換気量 (m ³ /人・h)
	PM10 (μg/m ³)	CO ₂ (ppm)	HCHO (μg/m ³)	総浮遊細菌 (CFU/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/l)	TVOC (μg/m ³)	石綿 (個/cc)	オゾン (ppm)		
医療施設 老人医療施設 保育・出産施設	100	1,000	120	800	10	0.05	4	4,000	0.01	0.06	0.7以上	25以上

3.1.2 国内の管理基準

1989年に日本医療設備規格協会(現,日本医療福祉設備協会)が「病院空調設備の設計・管理指針」(HEAS-02)において,清浄度ごとに分類した各室の換気条件を規定している。2004年10月改訂版¹⁷⁾が最新版(HEAS-02-2004)である。この指針の中から,病院の各区域における清浄度クラスと換気条件(代表例)を表3-2-5に示す。

表 3-2-5 清浄度クラスと換気条件(代表例)

清浄度クラス	名称	摘要	該当室(代表例)	最小外気量 回/h	最小全風量 回/h	室内圧	給気最終 フィルター効率			
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	バイオクリーン手術室	5	—	陽	DOP計数法 99.97%			
			易感染患者用病室	2	15	陽				
II	清潔区域	必ずしも層流方式でなくてもよいが、Iに次いで高度な清浄度が要求される区域	一般手術室	3	15	陽	比色法 90%以上 (DOP換算 約65%以上)			
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区域	未熟児室	3	10	陽	比色法 80%以上			
			膀胱鏡・血管造影室	3	15	陽				
			手術手洗いコーナー	2	6	陽				
			NICU・ICU・CCU	2	6	陽				
			分娩室・調乳室	2	6	陽				
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	一般病室	2	6	等	比色法 60%以上			
			新生児室	2	6	陽				
			人工透析室	2	6	等				
			診察室	2	6	等				
			救急外来(処置・診察)	2	6	等				
			待合室	2	6	等				
			X線撮影室	2	6	等				
			内視鏡室(消化器)	2	6	等				
			理学療法室	2	6	等				
			一般検査室	2	6	等				
			材料部	2	6	等				
			手術部周辺区域(回復室)	2	6	等				
			調剤室	2	6	等				
			製剤室	2	6	等				
V	汚染管理区域	有害物質を扱ったり、感染性物質が発生する室で、室外への漏出防止のため、陰圧を維持する区域	RI管理区域諸室	全排気	6	陰	比色法 60%以上			
			細菌検査室・病理検査	2	6	陰				
			隔離診察室	2	12	陰				
			感染症用隔離病室	2	12	陰				
			内視鏡室(気管支)	2	12	陰				
			解剖室	全排気	12	陰				
			拡散防止区域	不快な臭気や粉塵などが発生する室で、室外への拡散を防止するため陰圧を維持する区域	患者用便所	—		10	陰	—
					使用済みネン室	—		10	陰	
					汚物処理室	—		10	陰	
					霊安室	—		10	陰	

参考文献

- 1) American Institute of Architects (2006) *Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities*, ISBN: 157165013X, the Facility Guidelines Institute and the AIA Academy of Architecture for Health with assistance from the U.S. Department of Health and Human Services
- 2) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2005) *Proposed New Standard 170, Ventilation of Health Care Facilities, BSR/ASHRAE/ASHE Standard 170P*, First Public Review, Complete Draft for Full Review, September 2005
- 3) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2006) *ASHRAE, ASHE Partner to Ensure Healthy Health Care Facilities*, press release, February 2, 2006
- 4) 一戸真子 (1998) 医療における医療評価システムについて, -質の評価の観点から-, 大原社会問題研究所雑誌, No.477, pp. 19-40
- 5) 畑中綾子 (2004) 医療事故情報システムの機能要件 -米国の不法行為改革等との連関に着目して-, 社会技術研究論文集, 2, pp. 293-302
- 6) Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (2005) *Comprehensive Accreditation Manual for Hospitals: The Official Handbook*, 2005 camh
- 7) Centers for Disease Control and Prevention (2003) *Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities*, Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), Atlanta, GA 30333
- 8) Health Canada (1995) *Office Air: A Worker's Guide to Air Quality in Offices, Schools, and Hospitals*, A Report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, 93-EHD-174
- 9) Canadian Standards Association (2003) *Special Requirements for Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) Systems in Health Care Facilities*, A National Standard of Canada, CAN/CSA-Z317.2-01, February
- 10) Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (2002) Guidelines (draft): Designing and Operating Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) in Hospital, *Hyg. Med.*, 27, Jahrgang 2002 - Heft 3, pp. 114-120
- 11) Brunner, A. (2005) *New guidelines for hospitals in Switzerland and in Germany: Nieuwe ziekenhuis richtlijn in Zwitserland en Duitsland*, TVVL magazine, pp. 6-10
- 12) Verein Deutscher Ingenieur (2004) *Technische Gebäudeausrüstung von Krankenhäusern Heizungs- und Raumlufttechnik*, VDI 2167, Blatt 1, Entwurf
- 13) NHS Estates (1994) *Health Technical Memorandum 2025: Ventilation in Healthcare Premises*. London: HMSO, April
- 14) NHS Scotland (2001) *Scottish Health Technical Memorandum 2025: Design considerations, Ventilation in healthcare premises*, P&EEx, June
- 15) Department of Health (2006) *The Health Act 2006, Code of Practice for the Prevention and Control of Health Care Associated Infections*
- 16) 생활공해과장 (2004) 실내공기질관리의 정책방향, -중장기관리정책을중심-, 환경부, 2004.10