

図 2-20 ビルの経年数と粉じん堆積量

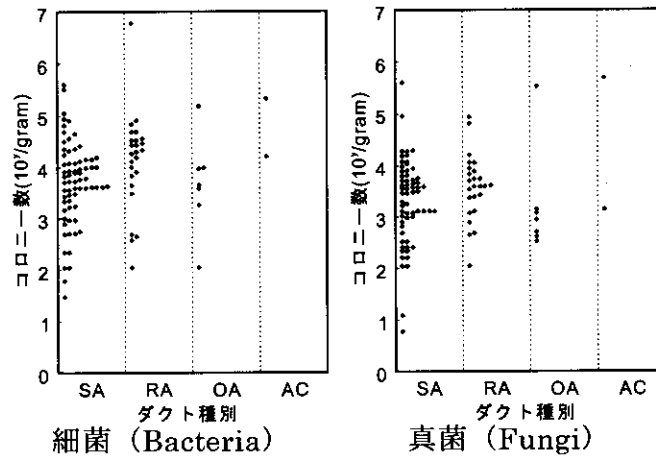


図 2-21 粉じん中の細菌・真菌量

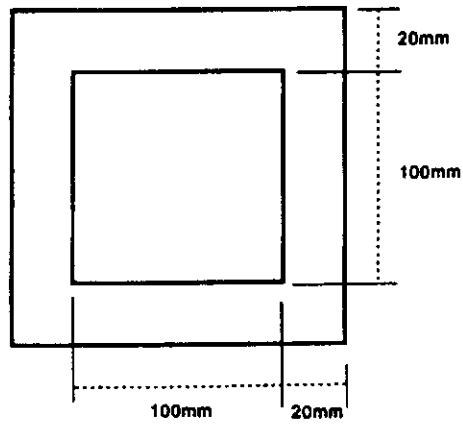


図 2-22 マグネット型枠

表 2-4 ダクト用途別汚染状況



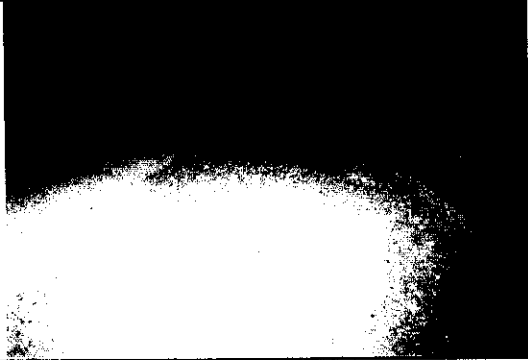
用途	組成と堆積の特徴	付着・堆積状況
給気用ダクト	ダクトの底面および気流の当たる変形部や突出部に主として堆積し、全体の堆積量は少ない。	
還気用ダクト	ダクトのほぼ全面に付着・堆積し、繊維質が多く燃焼性が高い。	
外気取り入れ用ダクト	ダクトのほぼ全面に付着・堆積するが、砂等の重いものは底面に堆積し堆積量も多い。砂等の結晶質、炭素質が多く燃焼性は低い。	

表 2-5 矩形ダクト内部別付着粉じん

建物	ダクト 下面	ダクト 側面	ダクト 上面
A	24.32	10.44	3.28
B	13.88	5.32	3.20
C	28.90	15.50	6.00
D	44.24	3.48	3.56
E	13.80	10.40	6.86

単位：g/m²

3. ダクト清掃作業施工中のビルの室内環境中及びダクト内の浮遊微生物実測調査

3. 1 目的

空調設備の普及は、ビル環境で働く人々に対して快適さを提供している。このことは、微生物に対しても生育に適した環境を提供していることに他ならない。微生物と人間との共存がビル環境で均衡を保たれる限り、人間への微生物の脅威は考えられないが、もしこの均衡が破られるようなことが起これば、思わぬ感染事故が発生しないとは限らない。このために、近代化されたビル環境にどのような微生物が共存しているのかを調べるのが重要な意味を持ってきている。特に、ダクト内には多量の微生物の発生源となる粉じんが堆積しやすく、ダクト内の粉じんやそこに棲息している真菌、細菌などの微生物が室内の空気質に与える影響は少なくない。

しかしながら、微生物汚染問題が極めて切迫した状況にある医療機関、滅菌製品製造所などの限られた場所以外は、オフィスビルなどの一般環境における微生物汚染に関する実態調査は、ほとんど行われていないのが実状である。

そこで、ダクト清掃を施工しているオフィスビルにおいて、浮遊粉じんや浮遊微生物の汚染レベル、浮遊菌の種類、ダクト清掃の効果などについて実態調査を実施したので報告する。

3. 2 調査方法

3. 2. 1 調査対象施設

調査対象施設を表 3-1 に示す。いずれのビルにおいてもダクト清掃を施工中で、実測対象室内には原則として、居住者はいない。

表 3-1 調査対象施設

試料番号	所在地	主用途	延床面積	竣工年月	空調方式
00-01	東京都中央区	事務所	5,730m ²	S41/05	単一ダクト
00-02	東京都中央区	事務所	20,457m ²	S35/06	各階ユニット
00-03	東京都中央区	事務所	4,164m ²	S61/04	各階ユニット
00-04	神奈川県川崎市	事務所	15,078m ²	S60/04	各階ユニット
00-05	神奈川県川崎市	事務所	15,078m ²	S60/04	各階ユニット
00-06	神奈川県川崎市	事務所	15,078m ²	S60/04	各階ユニット
00-07	神奈川県川崎市	事務所	15,078m ²	S60/04	各階ユニット
00-08	東京都港区	事務所	7,646m ²	S40/05	各階ユニット
00-09	東京都港区	事務所	7,646m ²	S40/05	各階ユニット
00-10	東京都中央区	事務所	1,613m ²	S48/07	各階ユニット
00-11	東京都中央区	事務所	2,605m ²	S45/12	各階ユニット
00-12	東京都中央区	事務所	2,605m ²	S45/12	各階ユニット
00-13	東京都千代田区	事務所	1,490m ²	S59/04	各階ユニット

3. 2. 2 測定方法

①項目及びサンプリング条件

測定項目は、室内及びダクト内における浮遊粉じん濃度及び浮遊微生物濃度であり、サンプリング条件は、以下のとおりである。

- ・空調ダクト定常運転時の空調ダクト内及び室内の同時測定
- ・空調ダクト非定常運転時の空調ダクト内及び室内の同時測定

②サンプリングに使用した機器

浮遊微生物の測定にはミドリ安全(株)製空中浮遊菌測定器 BIOSAMP MBS-1000 を使した。BIOSAMP は浮遊微生物に対して高い捕集率を示すことが確認されているピンホールサンプラーやスリットサンプラー等の定置型空中浮遊菌測定器^{1),2)}と同等の捕集性能を有する携帯型空中浮遊菌測定器^{3),4)}で、バッテリーを搭載しているため現場測定でAC電源を確保する必要がない。90mmφ標準シャーレにより、自作培地や市販捕集培地の使用が可能である。

浮遊粉じんの測定には、リオン(株)製光散乱式自動粒子計数器 KC-01 を使用した。

③サンプリング位置

サンプリングの状況を写真 3-1 及び 3-2 に示す。

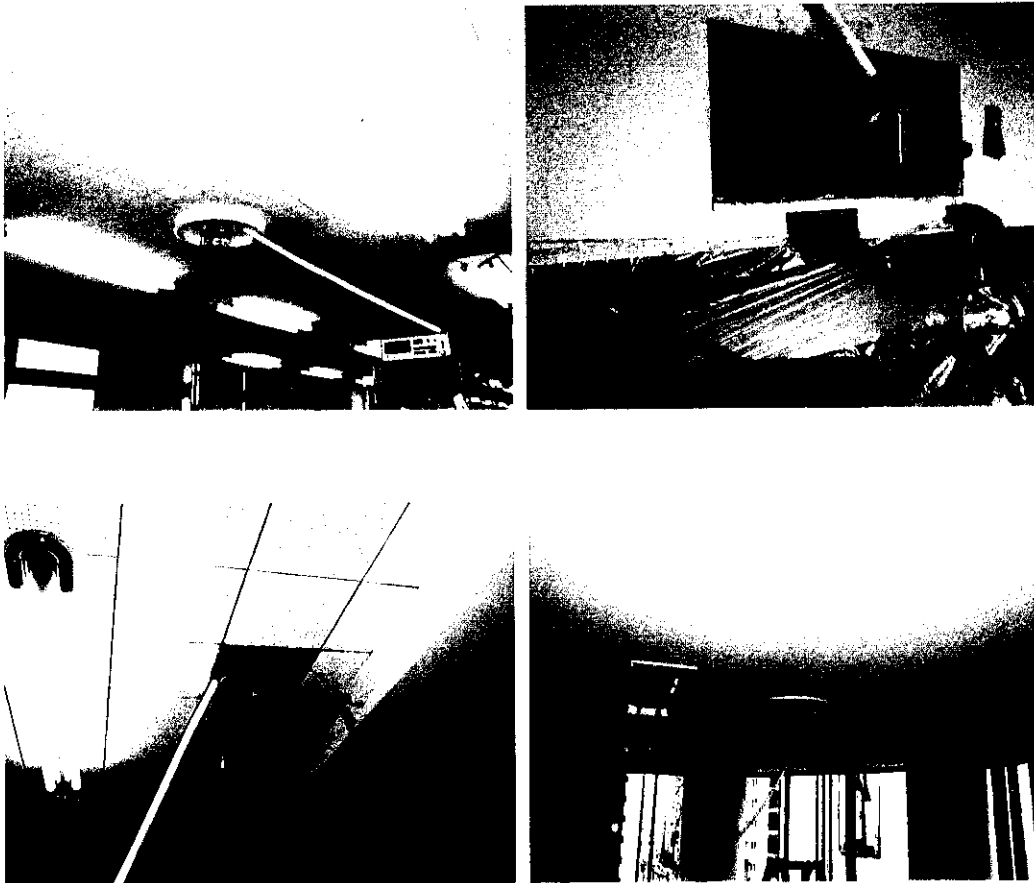


写真 3-1 浮遊微生物における空調ダクト汚染測定風景

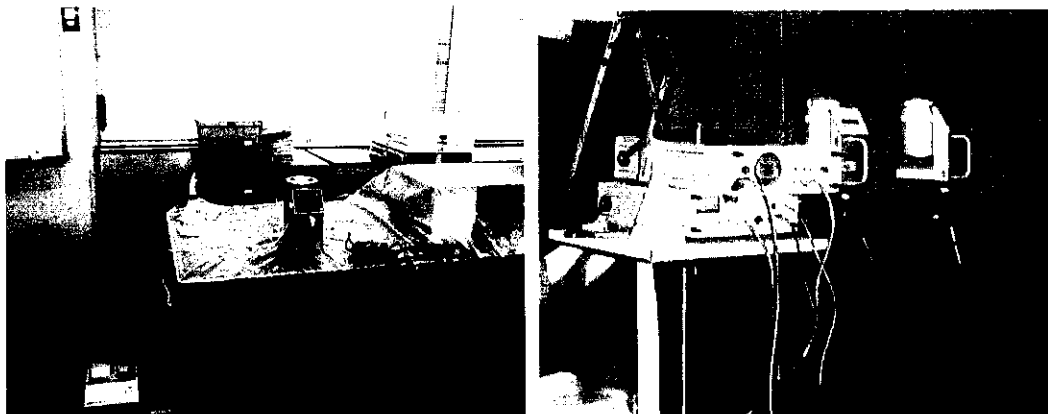


写真 3-2 室内浮遊微生物及び浮遊粉じんのサンプリング

空調ダクト内の汚染物質による室内への汚染の影響について評価する場合、空調ダクト内浮遊微生物及び浮遊粉じんのサンプリング位置は室内に影響を及ぼす空調ダクト系の中で最も汚染された場所に配置することが理想である。そこで、今回の測定ではサンプリング位置を空調用供給ダクト系の最下流部吹出口とした。さらに吹出口外部の気流の巻き込みを考慮して、BIOSAMP の吸込部分と KC-01 のサンプリングチューブは吹出口内部に配置した。

引せずに測定者の影響が出にくい場所に配置することが理想である。しかし、現場ごとに室内の容積や吹出口等の配置は異なるため、今回の測定では吹出口からの水平距離（約室内浮遊微生物及び浮遊粉じんのサンプリング位置は空調ダクト吹出気流を直接吸 2 m）と床面からの高さ（1 m）を一定にし、サンプリング位置は現場ごとに適宜決定した。

④サンプリング方法

Ⅰ. ダクト定常運転時の浮遊微生物及び浮遊粉じんのサンプリング方法

浮遊微生物測定の場合、サンプル空気量が多すぎると 1 シャーレ当たりのコロニー数が多くなり観測誤差を生じやすくなり、逆に少なすぎると統計的なバラツキ誤差が発生する。実際のところ、1 シャーレあたりに数十個のコロニー数であることが適当である。今回の測定ではサンプル空気量を細菌で 200L/min、真菌で 100L/min 及び 50L/min とした。

真菌の捕集量を 2 通りにした理由は、空調ダクト内に真菌が多く存在していた場合、シャーレの許容コロニー数を超してしまう恐れがあるためである。

サンプリング培地の枚数については定常状態での測定であり、測定差が少ないことを考慮し、細菌、真菌それぞれ、所定のサンプル空気量ごとに 2 枚とした。

なお、空調ダクト内微生物及び室内浮遊微生物のサンプリングは、空調ダクトと室内の相関を調べるために併行して同時に行った。

浮遊粉じんの測定は微生物測定の間、連続測定を行った。

Ⅱ. 空調ダクト非定常運転時の浮遊微生物及び浮遊粉じんのサンプリング方法

空調ダクトに同一負荷を与えても同じ状況になるとは限らないため、捕集培地が細菌、真菌で異なる場合には 2 つの試験を同時に行う必要がある。今回の測定ではサンプリング位置に細菌用 1 台、真菌用 1 台の計 2 台の空中浮遊菌測定器<BIOSAMP>を設置し行

った。また、空調ダクトと室内の相関を調べるために、空調ダクト内浮遊微生物及び室内浮遊微生物のサンプリングを同時に行った。

サンプル空気量は空調ダクト定常運転時の真菌の捕集結果を考慮し、細菌、真菌ともに 200L/min にし、空調ダクト負荷は空調機の on/off、点検口の開閉、ダクトを叩くの 3 通りとした。

浮遊粉じんの測定はサンプリング位置にて光散乱式自動粒子計数器により微生物のサンプリングと同時に連続して測定を行った。

⑤浮遊微生物数の計数方法

サンプリング後の捕集培地を所定条件で培養した後に発育したコロニー数を計数した(表 3-2)。

表 3-2 浮遊微生物用の捕集培地、培養条件一覧

種別	捕集培地	培養温度	培養時間
細菌	トリプトソイ寒天培地	32℃	3 日間
真菌	クロラムフェニコール 50mg/・含有 ポテトデキストロース寒天培地	25℃	7 日間

⑥細菌の同定方法

細菌の同定は以下の手順で行った。

分離と純培養:浮遊細菌を採取したトリプトソイ寒天平板培地から、コロニーを釣菌し、新たなトリプトソイ寒天平板培地に移し換え、培養した。培養条件は、温度 31℃で 3~5 日とした。培養後、他の菌での汚染がないかを確認した。この確認後、再度純培養(31℃, 1~2 日)し、得られたコロニーについて同定を行った。なお、他の菌での汚染が認められた場合には、再々度 SCD 寒天平板培地に植え、汚染の確認を行い、汚染が認められない場合には、純培養・同定へと進んだ。

顕微鏡所見:純培養したコロニーをスライドガラス上の水滴に懸濁し、グラム染色を行った。倍率 1,000 倍において、グラム染色反応として陽性または陰性の判定を行い、あわせて形状として桿菌または球菌の確認を行った。特に、グラム陽性で桿菌の場合には、胞

子染色を行い、孢子形成の有無を確認した。

1次鑑別としての生化学的性状試験：1次鑑別としての生化学的性状試験では、運動性試験、カタラーゼ試験、オキシダーゼ試験、OFテストを行った。

2次鑑別としての試験：1次鑑別を行った結果をもとにして、市販の迅速同定キットを用いて2次鑑別を行った。なお、用いた同定キットは、好気性グラム陽性菌用のBBL CRYSTAL GP同定検査キット(日本ベクトン・ディッキンソン(株)製)、グラム陽性球菌用のアピスタフ(日本ビオメリュー(株)製)、グラム陽性桿菌用のアピコリネとアピ50CH(共に日本ビオメリュー(株)製)である。

3. 3 測定結果

3. 3. 1 細菌の場合

細菌の同定には多くの時間と労力がかかるため、予備調査とフィールド調査の測定個所を限定して行った。予備調査には、2カ所のビル施設(試料番号00-02、00-03)、フィールド調査には4カ所のビル施設(試料番号00-10から00-13)について行った。

(1) 予備調査

ビル環境の空気中に生存している細菌の特徴を推測してみると以下の事項が挙げられる。

- ①空中より細菌を分離するために、好気性細菌が多い。
- ②室内には水分が少ないため、乾燥状態に強い細菌が生き残っている可能性が高い。この代表的な微生物として、*Bacillus*属のように孢子形成菌が考えられる。
- ③人、物品に付着している細菌によって室内が汚染している可能性が高いので、人や物品に定着している細菌が考えられる。
- ④靴によって室内の汚染が考えられるので、土壌由来の細菌が多い。

そこで、上の推測のもとで予備調査(試料番号00-02、00-03)を行った。その結果、室内からは、*Bacillus*属、*Micrococcus*属、*Staphylococcus*属などが、またダクトからは*Bacillus*属、*Micrococcus*属などが分離された。

*Bacillus*属は、孢子を形成し、乾燥状態に強い菌種である。また、*Micrococcus*属や*Staphylococcus*属は環境や人体からよく分離され、また乾燥に比較的強い菌種である。

このようにビル環境から好気性菌を中心とした微生物が分離された。しかし、環境から分離した細菌を同定してみると、種まで明らかにすることができない微生物が多々見つ

った。この理由としては、微生物学における種の同定は臨床細菌学をもとにして、病原性微生物の判別のための研究開発が盛んに行われているが、環境微生物に対しては十分な研究開発が行われず、臨床細菌学に用いられている同定方法を便宜的に利用しているに過ぎないからである。このため、環境から分離した微生物を同定しても、菌種を特定できないのが現状である。今回の予備調査においても、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌と判定されたが、それ以上の詳細な菌種まで同定できない微生物が認められた。

(2) 本調査

a. 細菌の同定結果

試料番号 00-10 から 00-13 の 4 カ所の調査対象施設の室内及びダクトから分離した細菌について同定を行った。この結果を表 3-3 に示す。表には分離した細菌の同定結果の一覧を示す。

表 3-3. ビル環境から分離された微生物の種類

染色性	形態	菌 種
グラム陽性	球菌	<i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus lylae</i> , <i>Micrococcus roseus</i> <i>Micrococcus</i> spp, <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus intermedius</i> , <i>Staphylococcus capitis</i> <i>Staphylococcus haemolyticus</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> <i>Staphylococcus cohnii</i> , <i>Staphylococcus</i> spp, 特定できず
グラム陽性	桿菌	<i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus sphaericus</i> <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Bacillus circulans</i> <i>Bacillus</i> spp, <i>Corynebacterium</i> spp, 特定できず

表より明らかなように、分離された細菌はほとんどがグラム陽性菌であり、形態的には球菌と桿菌で占められていた。

球菌では、*Micrococcus* 属(ブドウ糖を酸化的に分解またはそれらの酸を産生しない球菌)と *Staphylococcus* 属(ブドウ糖を嫌氣的に発酵する球菌)に分けられたが、分離頻度では *Micrococcus* 属が多く認められた。特に、*Micrococcus* 属では、黄色い色素産生菌である *Micrococcus luteus* が多く分離された。また、*Staphylococcus* 属では、コアグララーゼ陰性ブドウ球菌である CNS がほとんどを占めていたが、コアグララーゼ陽性球菌である

Staphylococcus aureus (黄色ブドウ球菌)が同定した細菌の中から1株見つかった。その他球菌としては *Aerococcus* 属などがあるが、特定までにはいたらなかった。なお、*Streptococcus* 属や *Enterococcus* 属の球菌は分離同定されなかった。

桿菌では、孢子形成菌である *Bacillus* 属が多く分離され、そのうち *Bacillus megaterium* (巨大菌)、*Bacillus subtilis* (枯草菌)、*Bacillus sphaericus* などが多く分離された。分離される頻度は少ないが、*Bacillus cereus*、*Bacillus circulans* も同定された。なお、*Bacillus cereus* と同定された菌では、*Bacillus mycoides* または *Bacillus thuringiensis* の可能性も否定できない。

その他の桿菌では、非孢子形成菌である *Corynebacterium* 属が分離されたが、種までは特定できなかった。また、グラム陽性桿菌と判定された菌株のうち、属を特定できない菌株も多く認められた。特に、発育速度が遅い分離菌株、すなわち培養期間5日でようやく小さなコロニーの形成が認められた菌の中で同定できないものが多く認められた。

このように、室内及びダクトから分離した細菌は、予備調査に見られたように、乾燥条件に強く、かつ好気性菌を中心とした微生物であった。そして、球菌はダクトよりも室内から多く分離されていた。球菌が多く認められることは人的な要因によって室内が汚染されているためと考えられる。逆に、ダクトから熱等に抵抗性の強い孢子形成菌 *Bacillus* 属が多く見つかるのも肯けるものがある。

そこで、自然界に多く存在している球菌としては *Micrococcus* 属 (菌種として *Micrococcus luteus*) に、桿菌としては *Bacillus* 属に注目して、室内及びダクトより分離した細菌について2属の特定を行った。

なお、*Micrococcus* 属 (菌種として *Micrococcus luteus*) は、環境菌または正常な皮膚の常在菌としてみられ、感染症でみられることはごくまれである。特に、*Micrococcus luteus* は、レモン黄色で、多様な構造の盛り上がったコロニーを形成するところに特徴がある。このため、目視的に判別ができる場合もある。

一方、*Bacillus* 属は、環境中からよく分離される菌である。物品の汚染菌としてもよく分離される。感染症の面からは、*Bacillus cereus* と *Bacillus anthracis* (炭疽菌) の2菌種が特に問題視されている。しかし、後者は嫌気性菌であるため、今回の採取条件では分離できない。*Bacillus* 属は、顕微鏡下で孢子形成の有無を調べることによって判別が可能である。

b. 空調機作動変化による *Micrococcus* 属と *Bacillus* 属の分離頻度

1) 室内の場合

室内から分離した浮遊微生物に占める *Micrococcus luteus* と *Bacillus* 属の割合を調べた。この結果の1例を図3-1に示す。図の縦軸には、分離された総菌数に占める特定菌の割合を示し、横軸には分離したときの空調機の操作(作動)条件を時系列的に示した。

測定箇所は、試料番号の00-10である。

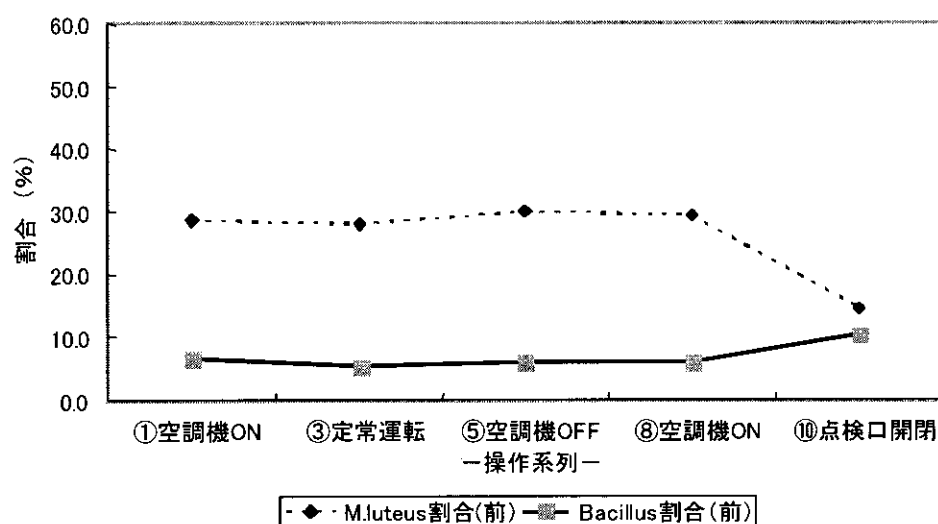


図3-1 室内の浮遊細菌に占める特定菌の割合(試料番号00-10)

図3-1の測定結果では、*Micrococcus luteus*の占める割合が*Bacillus*属の割合よりも高いことが認められた。そして、空調機の操作による2菌種の占める割合の変動を見ると、空調機の操作によって割合はほとんど変化が認められないが、⑩の点検口開閉操作によって2菌種の占める割合が同じレベルまで近づいた。

同じような傾向が試料番号00-11でも認められ、*Micrococcus luteus*の占める割合は*Bacillus*属より多かった。しかし、空調機の操作によって、2菌種の占める割合は変動した。

試料番号00-12と試料番号00-13では、図3-1とは異なる結果が得られた。特に00-13では、*Micrococcus luteus*と*Bacillus*属が同じレベルで推移した。この理由としては、調査対象箇所の汚染菌数レベルがはじめから低かったため、顕著な差として表れなかったものと考えられた。

ロ) ダクトの場合

ダクトから分離した浮遊微生物に占める *Micrococcus luteus* と *Bacillus* 属の割合を調べた。この結果を図 3-2 に示す。なお、測定箇所は、室内に対応する試料番号 00-10 である。

図 3-2 からわかるように、室内の場合と比較して見ると、*Micrococcus luteus* の占める割合は少し低くなり、逆に *Bacillus* 属の占める割合は多くなる傾向が認められた。同じような傾向が試料番号 00-12 でも認められた。しかし、試料番号 00-11 では、*Micrococcus luteus* の占める割合は減らなかったが、*Bacillus* 属の占める割合は少し増加する傾向が認められた。そして、空調機の操作によって大きな変動が認められたケースがあった。これはダクト内の浮遊菌が空調操作によって影響を受けたためと考えられた。

なお、試料番号 00-13 のダクトの結果では、*Bacillus* 属の割合が低かった。これは、空

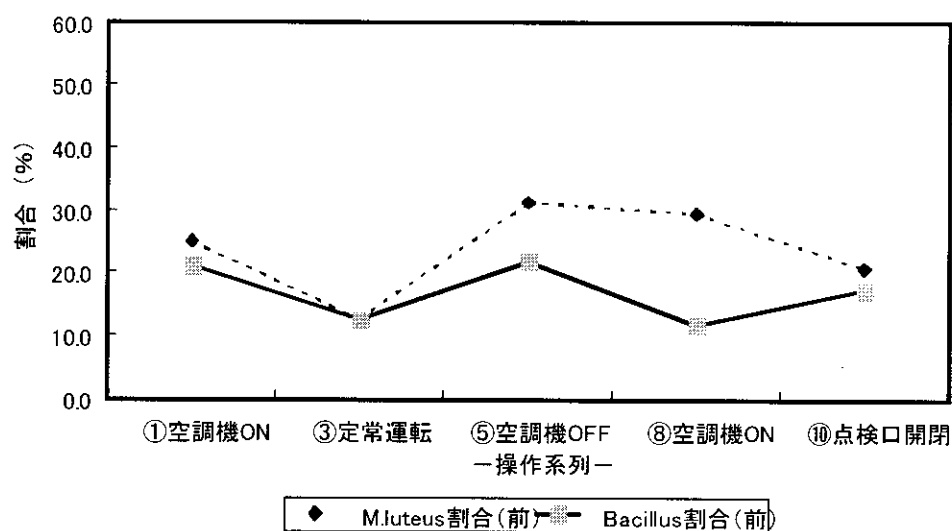


図3-2 ダクトの浮遊細菌に占める特定菌の割合(試料番号00-10)

調設備が清浄で、分離された総菌数が少なかったためと考えられた。

図 3-3 にダクト清掃前後の室内の浮遊細菌、すなわち *Micrococcus* 属と *Bacillus* 属の分離頻度を示した。

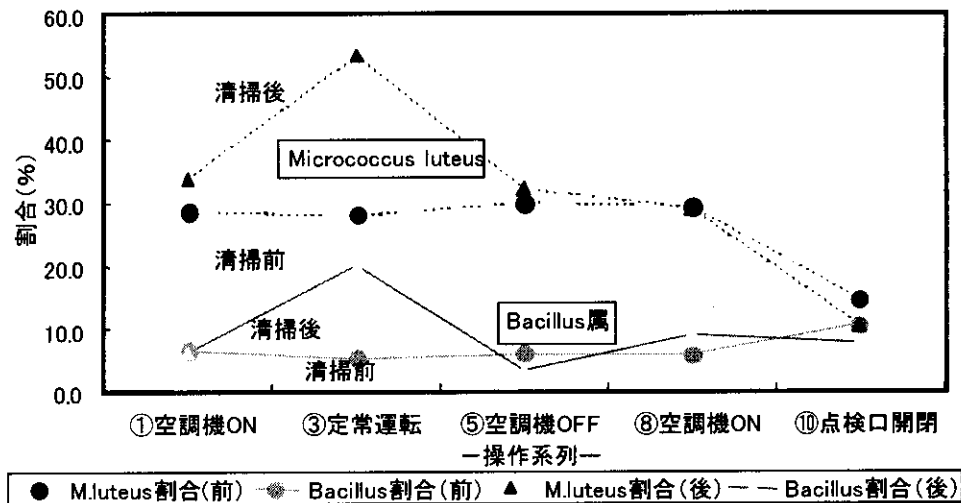


図3-3 室内の浮遊菌細菌に占める特定菌の割合(試料番号00-10)

Micrococcus 属と *Bacillus* 属の分離頻度によってダクト清掃の効果を明確に断言することは困難である。特に、室内の測定においては、その空中浮遊菌の測定時のいろいろな条件によって大きく影響されるため、ダクト清掃の影響を明らかにすることは不可能に近い。

しかしながら、図 3-4 のダクト内浮遊菌の結果を見てみると、ダクトを清掃することによって *Bacillus* 属の占める割合が少し減少する傾向が認められた。これは、ダクトの清掃にともなって、汚れが除去され、この汚れの中に生き残っていた *Bacillus* 属が排除された可能性が高いものと考えられた。

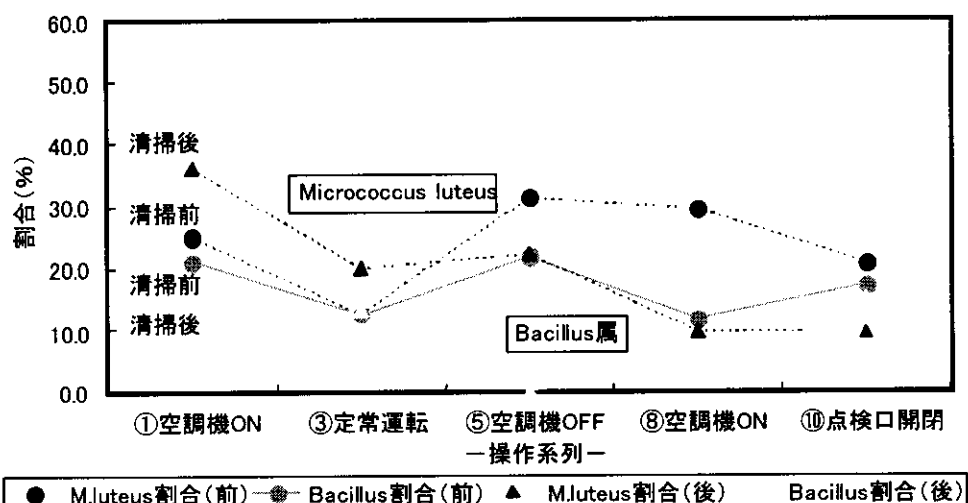


図3-4 ダクトの浮遊細菌に占める特定菌の割合 (試料番号00-10)

d. 本調査のまとめ

測定条件が一樣でないため、測定毎に異なる結果となっているが、4カ所の測定結果をもとにして、特徴的な点をまとめてみると、

- ・ 浮遊微生物の占める割合は、*Bacillus* 属より *Micrococcus luteus* の方が多い。この傾向は、ダクトの採取箇所よりも室内の採取箇所でも顕著に認められた。この理由は、室内は人的影響で汚染される可能性が高い。このため、人に多く汚染している *Micrococcus* 属で汚染したものと考えられる。
- ・ ダクトを清掃することによって、ダクト内空気の採取場所での浮遊微生物の占める割合で、*Bacillus* 属の占める割合が低くなった。
- ・ 空調機の ON-OFF 操作によって、ダクトの採取箇所の測定において室内からの空気を吸い込む可能性があることがわかった。このことは、吹き出し口の採取箇所での測定において、室内に汚染している *Micrococcus luteus* を吸い込んでいる可能性が高いことが示唆された。

(3) 今後の問題点

今回は、*Micrococcus luteus* と *Bacillus* 属を中心として解析を行ったが、ビル環境にはさらに多くの種類の微生物が存在している。ビル環境におけるこれら微生物の生態を明らかにすることによって、ビル環境の改善が図れると考える。

このためには、

- ①環境中の微生物の同定技術を確立すること。
- ②ビル環境中の微生物の実態調査を大規模に詳細に行うこと。
- ③ビル環境中の微生物の実態調査を定時定点的（継続的）に行い、経時的なデータの変化を見ること。

などが重要と考えられた。

3-3-1 の引用文献

- 1) 山崎他, 空中細菌測定器の捕集性能試験方法に関する研究, 第12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予稿集(1993) p207-210
- 2) YAMAZAKI, S. et al. : Method for Evaluation of Bacterial collection Efficiencies of Biological Aerosol Samplers, 12th ICCCS procedures(1994), p499-502
- 3) 仲田他, 携帯型空中浮遊菌サンプラーの開発, 第17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予稿集(1999) p113-116
- 4) NAKATA, Y. et al. : Development of Portable Airborne Bacteria Sampler, 15th ICCCS procedures(2000), p499-502

3. 3. 2 真菌の場合

ビル室内環境の空气中及びダクト内にみられる真菌調査を行った結果は以下のとおりである。調査にあたり、調査条件の設定が必要であったため、予備調査と本調査に分けて実施した。

(1) 予備調査

予備試験調査を行った施設は、細菌の場合と同様、以下のとおりである。

施設 00-01	測定日 平成 12 年 4 月 1 日
施設 00-02	測定日 平成 12 年 6 月 3 日
	測定日 平成 12 年 6 月 24 日
施設 00-03	測定日 平成 12 年 6 月 24 日
	測定日 平成 12 年 7 月 1 日

上記ビルにおいて今回のフィールド調査を行うための基礎調査を行った。すなわち調査場所としてはダクトを中心として、さらにその周辺環境を測定すること、測定時におけるサンプラーの選定及び捕集量の決定、落下法の採用の是非及び使用する場合の条件設定を目的として実験を行った。

サンプラーは、BIOSAMP MBS-1000(ミドリ安全株)を用い、真菌は、25L/min、50L/min、及び100L/minで予備試験を行った。真菌量は0.12-0.2CFU/Lと少なく、捕集量が量的に少ない傾向がみられた。真菌の場合1平板あたりの生菌数(CFU)は多くて100であり、それを考慮するとサンプラーの捕集量は100L/minが望ましいものと判断された。

ただしビル環境は個々に異なることから場合によっては200Lになることも含ませて検討することとした。

落下法による浮遊真菌測定時間は、今後の調査の妨げにならないよう5、10分と設定した。その結果からフィールド試験に望ましい曝露時間は明確にならなかったため5、10分のいずれかとするに決した。今までの浮遊真菌測定は10分を基準としており室内真菌を大まかながら測定できたこと、及びビル室内という特定環境を考慮するとその時間前後とすることであれば5分でも可能であり、しばらく試験的に実施することとした。

今後のフィールド試験により、主要検出真菌は明確になるが、予備試験でみる限り*Cladosporium*(クロカビ)、*Penicillium*(アオカビ)が多い傾向にある。

なお真菌試験に用いる培地であるが、ポテト・デキストロース(PD)寒天培地が通常用

いられ、これに細菌の発育抑制を目的として抗生物質のクロラムフェニコールを 50g/L 添加した培地とした¹⁾。真菌培地にはサブロー・デキストロース寒天培地も汎用されるが、腐生真菌としては PD 寒天培地が望ましい。また対象とする環境や基質によっては、好稠・好乾性真菌もあるが^{2,3)}、空気中の腐生真菌を対象とする限りここでの試験は断りがない限りすべて PD 寒天培地とした。

日本ダクトクリーニング協会では従来ローダックプレートによる培地直接貼付法及びローズベンガル培地による RCS サンプラー測定を行っていたが、今回の測定項目としないこととした。さらに調査の精度を考慮して、フィールド調査ではサンプル数を 2 (N=2) とすることに決定した。

以下本調査は、ダクト清掃前・清掃後での真菌調査をさまざまな角度から実施することとした。

(2) 本調査

a. 概要

平成12年6月はじめまでの予備調査に基づいて本調査を以下の表3-4に示すビル環境で実施した。

表 3-4 調査施設及び調査日

調査施設	清掃前・後	測定日
00-04	前	平成12年7月15日
	後	平成12年7月29日
00-05	前	平成12年7月15日
	後	平成12年7月29日
00-06	前	平成12年7月15日
	後	平成12年7月29日
00-07	前	平成12年7月15日
	後	平成12年7月29日
00-08	前	平成12年9月15日
	後	平成12年9月24日
00-09	前	平成12年9月15日
	後	平成12年9月24日
00-10	前	平成12年11月25日
	後	平成12年12月9日
00-11	前	平成12年12月1日
	後	平成12年12月11日
00-12	前	平成12年12月1日
	後	平成12年12月11日
00-13	前	平成12年12月13日
	後	平成12年12月21日

b. 調査地点及び調査条件

調査は、原則としてダクト吹き出し口及びその室内とした。

サンプラー捕集空気量を試験的に50、100L/minとしていたが、浮遊真菌濃度は0-0.2CFU/Lにあった。調査時は空気中の真菌が一般には多く検出される時期であるが、それを考慮しても1平板あたり実測可能なCFUは100以下であることから今後の空気捕集量は200L/minで十分捕集測定が可能であることがわかった。サンプル数(N)は今まで1で

あったが、本試験では2として実施した。N=2で行った結果をみるとCFUはほぼ一定であり、N=2で試験を行うことが望ましいと判断された。

c. 測定結果及び考察

室内環境及びダクト中にみる主要な微生物として細菌・真菌があり、特に真菌による汚染は様々な問題を含んでいる⁴⁾。したがってここでは真菌に焦点をあわせて調査した結果を考察する。この結果を考察するにあたり以下の項目毎にデータをまとめることとした。

i) ダクト及び室内の真菌数

ダクト吹き出し口と室内真菌数について7月に実施した施設00-04～00-07の4施設を例に検討した。

空気量100L/minでの真菌数をまとめてみると、表3-5に示すとおりであった。

表 3-5 空気量 100L/min での真菌数 (CFU)

施設	吹出口	室内
00-04	1-8	1 8
00-05	0-3	9-14
00-06	2-5	2-3
00-07	0-1	6-10

この表に示すように、多少の差が認められるが、ほぼ10以下の真菌数であった。このことから空気捕集量は細菌と同じように200Lで今後進めていくこととした。

ii) ダクト及び室内の真菌種

ダクト及び室内に存在する真菌の種の違いがみられるか比較した。すなわちダクトの影響がそのまま室内に及ぶかを知ることは真菌種を比較することにより判別でき、しかもダクト由来の真菌がどの程度生息するかを予測できる。そこで上記と同様に施設00-04～00-07の4施設での吹き出し口と室内の主だった真菌種を表3-6にまとめた。

表 3-6 4 施設での吹き出し口と室内の主だった真菌種

00-04	吹き出し口	<i>Fusarium</i> , <i>Mycelia</i> , <i>Cladosporium</i>
	室内	<i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i>
00-05	吹き出し口	酵母
	室内	酵母, <i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i>
00-06	吹き出し口	酵母, <i>Penicillium</i>
	室内	酵母
00-07	吹き出し口	酵母, <i>Penicillium</i>
	室内	酵母, <i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Mycelia</i>

この真菌種を考察するとダクト及び室内の真菌は比較的相関の高い結果となっている。すなわち、*Cladosporium*、*Penicillium* は室内にみられる常在真菌であり、それに酵母が普遍的に検出された。室内にみられる真菌は外来性の土壌に由来し、そこから飛散して室内に生息分布するとされている。空調ダクト・室内での真菌もほぼ同じような伝播様式に基づくものと推察されるが、酵母の検出に関しては今後の調査情報の収集に努めることによって解明されるものといえる。

ハ) 空調機作動変化による真菌調査結果

空調ダクトからの真菌測定を吹き出し口と室内で実施してきたが、このときの測定は、通常運転中に行っており、この場合での真菌数及び真菌種の評価であった。実際には、作動状態による微生物動態の影響が詳しく検討されているものではなく、ダクト空調機の作動による影響をみておく必要がある。

そこでダクトの空調機作動状態の変化による真菌数への影響を検討した。ここでの調査は、空調機作動直後から、経時的に測定を行い、さらに空調機作動停止、空調機室ドア開閉、点検口開閉といった作業による影響を測定した。実際には9月以降の調査で、対象は00-08～00-13の6施設で測定した。測定位置は吹き出し口及び室内であるが、結果をみる限りほぼ同様の傾向があることから、吹き出し口を中心に結果をまとめる。

調査結果から、空調機作動直後に真菌数が増加し、1平板あたりCFUが100前後になったが、この調査においてCFUのほとんどが2桁範囲にあり、200Lでの捕集量が調査で妥当な条件であった。運転開始10分後には真菌数の減少がみられ、以後運転中はCFUは一定の値で推移した。しかし運転後の30分経過後、一旦運転を停止し再度運転を開始したところ、真菌数は増加し、さらに点検口の開閉を行ったところ、やや真菌数が増加する傾向が認め