

られた。このように吹き出し口での真菌数の増減は、明らかに空調機の作動及び点検口の開閉といった因子に強く影響を受けるものといえた。

この真菌数の変化を真菌種でみると、その動きがより明確である。すなわち、真菌数が多くなる時は *Cladosporium* と *Penicillium* の両菌か、いずれかの菌の増加する傾向が見られる。このことからこれら真菌の発生源はある程度特定できる^{5,6)}。*Cladosporium* は本来土壌由来または植物由来であり、環境での外的因子としてかかわってくる。しかし *Penicillium* はどちらかというところ、起源は土壌であるが、環境の外的因子として室内やダクトに飛散し、付着しながらダクトに生息し続けている。そのため2真菌のCFUがどのようなものであるか今後も注意深く検討していく必要がある。

二) 清掃前・後の比較

空調ダクト清掃前後での真菌数を施設 00-08、00-09 を例に挙げまとめる。

施設 00-08、00-09 での吹き出し口及び室内での真菌数の結果をみると清掃前での真菌数は、清掃後に比べて多い傾向が確認された。この結果はその後に実施した、施設 00-11、00-12 及び施設 00-10 の真菌数比較でも明確であり、真菌数減少の傾向は清掃によるものと推測された。ただし真菌数の減少は際だった差をみるほどではなかった。

ホ) 粉じん量及び細菌との関連

粉じん量、粉じん粒径及び細菌と真菌を空調ダクト吹き出し口で比較した。対象ビルとして、施設 00-11、00-12 を選んだ。

粉じん量、粉じん濃度 (0.3、0.5、1.0、2.0 及び $5.0\mu\text{m}$) を空調機作動の状況に合わせて検討したところ、空調機作動時に最も粉じん量が多くなり、その後次第に減少した。なおこれを粒径別でみると $2\mu\text{m}$ 及び $5\mu\text{m}$ の減少が最も顕著となっていた。

具体的に施設 00-11 の清掃前では、空調機作動により $2\mu\text{m}$ 粒子は、200-300CFU/L から 400-600 CFU/L となり、一方真菌数は 4-8 CFU/L から 10-20 CFU/L となった。 $5\mu\text{m}$ 粒子状物質でも同様の結果であった。このことから2~3倍の増加を示した粉じん量と真菌数は相関しながら増加しているものと判断された。つまり、この結果から分かるようにダクト及び室内空気中の微生物調査をする場合、直接、微生物を測定せずとも、微粒粉じん濃度及び粒径分布濃度を調査測定することによってダクトを介した室内空気的环境管理ができるものと結論された。

(3) 今後の問題点

今回の調査件数は、室内環境及びダクトの浮遊微生物を総合評価の指標として結論づけるあたり必ずしも多いとはいえないが、概略的な傾向をつかむことができた。しかし微生物及び浮遊粉じんを併せて考慮した場合、以下のような問題点が明らかとなった。

- ①ダクト中にみられる真菌は *Cladosporium*、*Penicillium* が主体であったが、この発生原因をさらに特定する必要がある。すでに記したように 2 真菌は環境中での主要真菌であるため、室内空気汚染の指標となるだけに今後の調査でさらに検討する必要がある。
- ②空調機作動変化による浮遊粉じんと真菌を含めた微生物の関係を明確に検証する。定量的な差の生じる要因について検討する必要がある。
- ③外気とダクト・室内での粉じん粒径、粉じん量及び微生物分布及び定量の関連性を総合的に比較検討する必要がある。
- ④課題である微生物汚染の実態調査から真菌数と細菌数のデータに相関しない部分があり、その要因を詳細に検討する必要がある。
- ⑤ダクト清掃前後での粉じん濃度、微生物数について総括的な解析をするために調査を継続する必要がある。

3-3-3 の引用文献

- 1) 高鳥浩介監修：かび検査・操作マニュアル テクノシステム出版 (1991)
- 2) 高鳥浩介：カビによる建築汚染空気清浄 37 (5):376-379. (2000)
- 3) K. Takatori, Hun-Jun Lee, T. Ohta and T. Shida: Health Implication of Fungi in Indoor Environments (Ed. R. A. Samson) Composition of the house dust mycoflora in Japanese houses. 93-101, Elsevier Publ. (1994)
- 4) 小竿真一郎：空気調和設備内微生物（特に真菌）汚染の実態、クリーンテクノロジー 4 (4) : 70-75 (1994)
- 5) 高鳥浩介：住環境にみるカビと健康障害 公衆衛生研究 47 :13-18 (1998)
- 6) 高鳥浩介：真菌アレルギー 真菌誌 (印刷中)

3. 3 第3章のまとめ

室内空気環境を調和する空調システムの適応管理の在り方について微生物調査研究を行った。対象はビル施設室内及びダクトであり、施設環境にみる微生物(細菌・真菌)の動態を調査し、以下のとおりまとめた。

(1) ダクト吹き出し口及び室内の微生物数

ダクト吹き出し口と室内の微生物数をそれぞれサンプラー及び落下法により検討した。測定法は異なるものの吹き出し口と室内の微生物数はほぼ相関する結果が得られた。

(2) ダクト及び室内の菌種

ダクト吹き出し口及び室内にみられる菌種を比較した。細菌では *Micrococcus*、真菌では *Cladosporium*, *Penicillium* が主要であり、普遍的な動態を示した。主要菌種はダクト及び室内いずれからも検出され吹き出し口と室内の微生物は相関した。これら主要微生物は、ヒト、ダクト内及び室内中に存在する基質に由来するものと推測された。

(3) 空調機作動変化による微生物数変化

ダクトの空調機作動状態による微生物変化の影響を検討した。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。

空調機作動直後に細菌数、真菌数ともに増加した。さらに定常運転時は細菌数、真菌数ともに減少し、一定の値で推移した。しかし作動停止により真菌数は依然と一定のままであったが、細菌数は逆に増加傾向を示した。すなわち作動停止により細菌と真菌の CFU は吹き出し口、室内ともにまったく異なる現象がみられた。このような細菌、真菌の CFU 増減は、ダクト及び室内空気中に存在する微生物に因るものと推測された。細菌での増加は、*Micrococcus* が少なからず関与しているものと思われた。

一方、真菌数の増加する変化を真菌種でみると、*Cladosporium*, *Penicillium* の両菌がいずれかが関係しており、これら真菌の発生源は、ダクトのダストあるいは空気によるものと思われた。

(4) 清掃前・後の比較

空調ダクト清掃前後での微生物数を検討した。

吹き出し口及び室内での微生物数をみると清掃前は、清掃後に比べて多い傾向が確認された。微生物数の減少傾向は明らかに清掃によるものと判断された。つまり清掃前では、ダクトのダストが影響しており、清掃後での CFU は多くはないが依然としてダストの微生物が影響しているものと思われた。

(5) 粉じんと微生物との関連

粉じん量、粉じん粒径と微生物の関係を比較した。

粉じん量、粉じん濃度(0.3、0.5、1.0、2.0 及び 5.0 μm)を空調機作動の状況に合わせて検討したところ、空調機作動直後に最も粉じん量が多くなり、その傾向が顕著であった粉じんの粒径は、2 μm であった。

空調機作動から停止により 2 μm 粒子及び細菌は、著しく増加傾向を示した。この結果から粉じん濃度、粉じん粒径と細菌の関連性を明らかにする必要がある。したがって、ダクト及び室内空気中の微生物測定をする場合、微生物の測定によらずとも、微粒粉じん濃度及び粒径分布濃度を調査測定することにより、ダクトを介した室内空気的环境管理ができるものと結論された。

4. ダクト清掃施工中ビルの空調ダクトにおける化学物質汚染測定

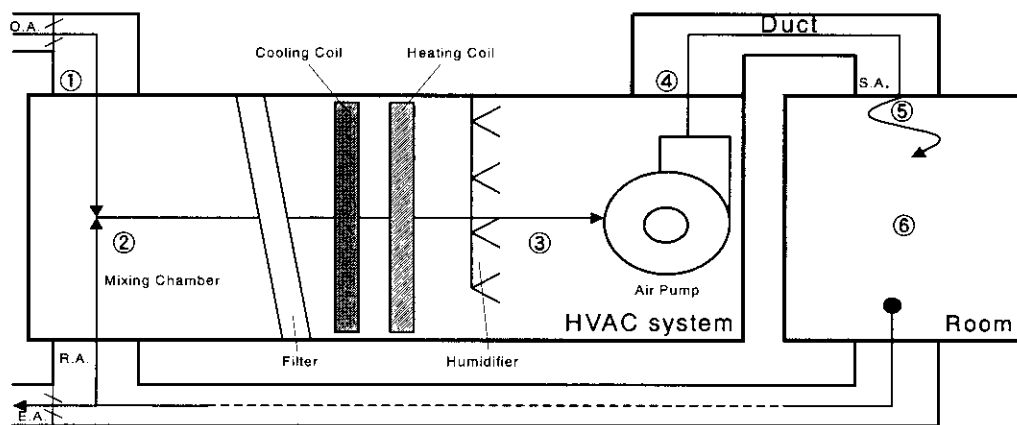
4. 1 調査対象及び測定方法

4. 1. 1 空調ダクト中の化学物質測定

本調査では室内空気環境の管理側面から、空調ダクトを含む空気調和機における化学物質汚染実態とその室内への影響について検討することを目的とした。ダクト及び空気調和機の汚染について微生物の他に微生物から発生する化学物質に着目し調査を行った。表4-1に調査対象建築物とその概要を、図4-1には化学物質の測定場所を示す。実測調査では、導入外気(OA)、混合空気(MA)、ダクト入口(SA)とダクト出口(ED)、そして室内における空気中の化学物質を測定した。

表4-1 測定対象建物

建物分類名	測定場所	測定日	ダクト掃除の有無
00-02	7階	2000年6月3日	掃除前
		2000年6月24日	掃除後
00-03	8階	2000年6月24日	掃除前
		2000年7月1日	掃除後
00-04	3階	2000年7月15日	掃除前
		2000年7月29日	掃除後
00-05	4階	2000年7月15日	掃除前
		2000年7月29日	掃除後
00-10	7階	2000年11月25日	掃除前
		2000年12月9日	掃除後
00-11	4階	2000年12月1日	掃除前
		2000年12月11日	掃除後
00-12	5階	2000年12月1日	掃除前
		2000年12月11日	掃除後



測定場所	
① 導入空気(Outside Air, OA)	② 混合空気(Mixing Chamber Air, MA)
③ 空調機内空気(Handling Air, HA)	④ ダクト導入口空気(Supply Air, SA)
⑤ ダクト出口空気(Supply Air at Room, ED)	⑥ 室内空気(Indoor Air, IA)

図4-1 化学物質の測定場所

化学物質の測定では、固体吸着材(Tenax-TA、Charcoal)を利用し空気中の化学物質のサンプリングを行った。化学物質の分析では GC-MSD を用いて定性・定量分析を行った。表 4-2 に各分析方法の内容を示す。図 4-2 に GC-MSD における分析概要を示す。

表 4 - 2 化学物質の測定と分析方法

捕集条件	
捕集方法	常温吸着法
捕集剤	Tenax-TA(20/35mesh, 0.1g) / Charcoal tube
捕集量	15L (0.5L/min)
分析条件	
項目	GC-MS
抽出方法	加熱脱着方法 / 溶媒(CS ₂)抽出方法
加熱脱着温度	350℃ (15 min 分間)
検出器	MSD (Mass selective Detector)
キャリアガス	He (2mL/min)
キャピラリーカラム	HP-5 Phenyl methyl Siloxane 60m × 250 μm × 1.0 μm
カラムオープン	40℃ (5分保持) → 加熱(10℃/min) → 250℃ (10分保持)

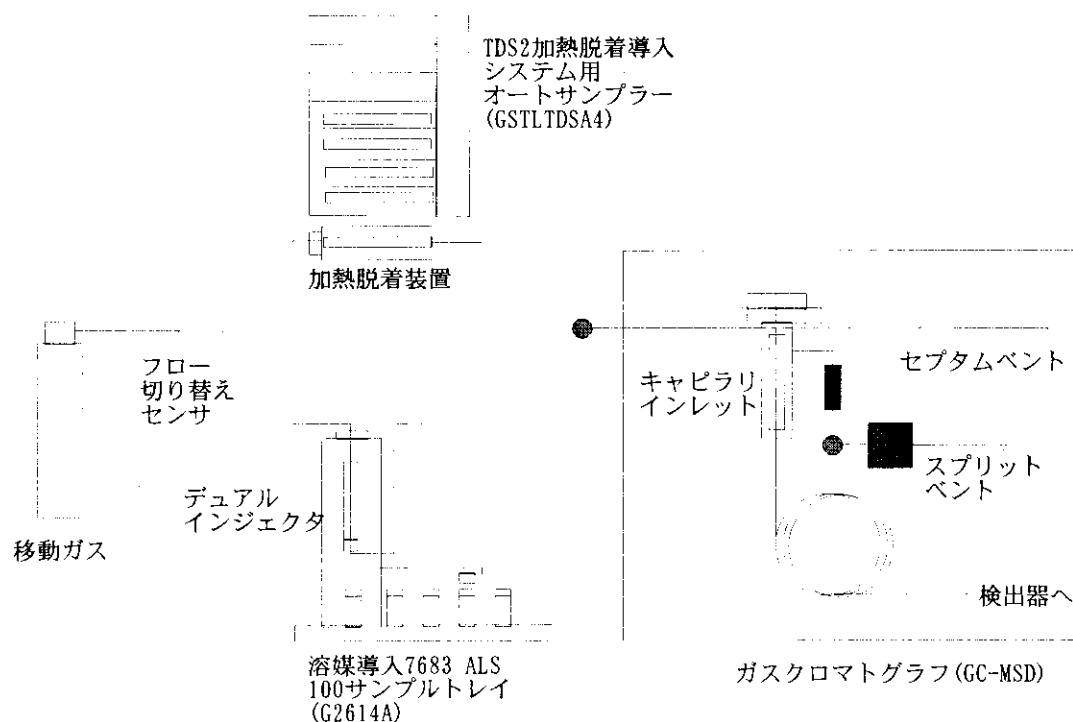


図 4 - 2 化学物質の分析装置概要

4. 1. 2 微生物由来の化学物質に関する実験

本実験では、ダクトと空気調和機における微生物汚染に着目し、微生物から発生する化学物質とその室内への影響について検討した。空調ダクト汚染実態調査によるダクト及び空気調和機に生息する主な微生物について表 4-3 に示す真菌を対象に実験を行った。実験では、図 4-3 に示すように温湿度の調節可能なチャンバーの中にアンダセンサンプラーを設置し、その各段で同属の真菌を培養するとともに同じに真菌から発生する有機化学物質の測定を行った。微生物から発生する化学物質のサンプリングには、空調ダクトの化学物質測定と同様に固体吸着材(Tenax-TA、Charcoal)を使用して測定した。各微生物を 7 日間に培養しながら、化学物質のサンプリングを行った。

表 4-3 実験対象真菌

真菌属	種類
<i>Aspergillus</i>	<i>Flavus</i> , <i>A. Ochraceus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>A. restrictus</i>
<i>Penicillium</i>	<i>P. citrinium</i>
<i>Cladosporium</i>	<i>C. cladosporioides</i> , <i>C. sphaerospermum</i>
<i>Alternaria</i>	<i>Alternaria</i>

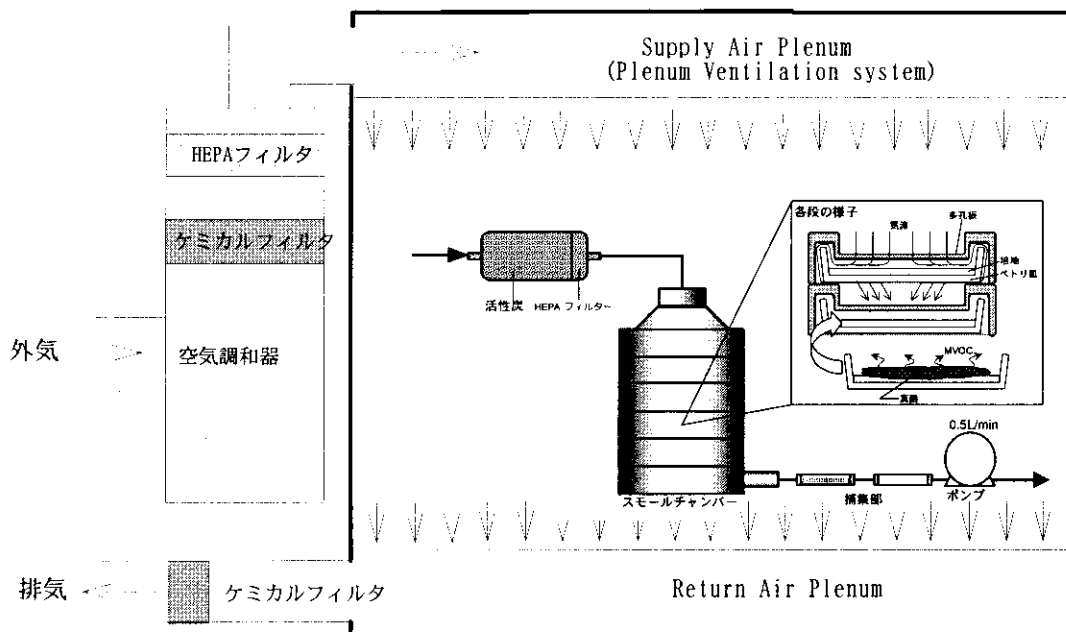


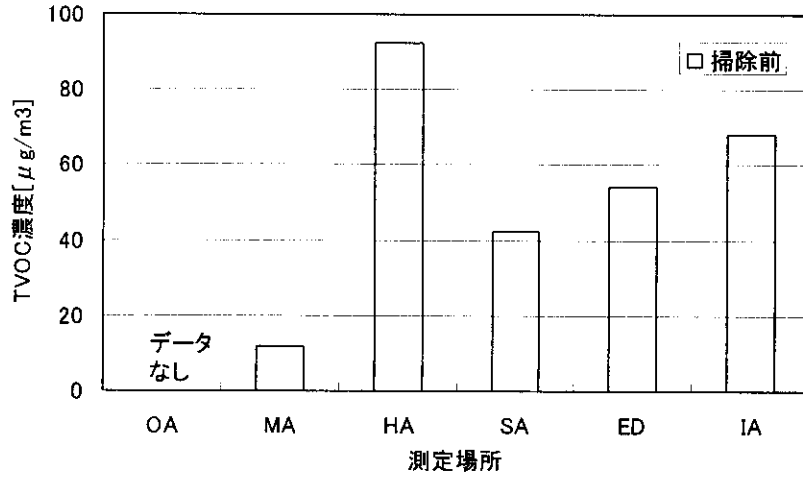
図 4-3 微生物由来の化学物質測定装置

4. 2 測定結果

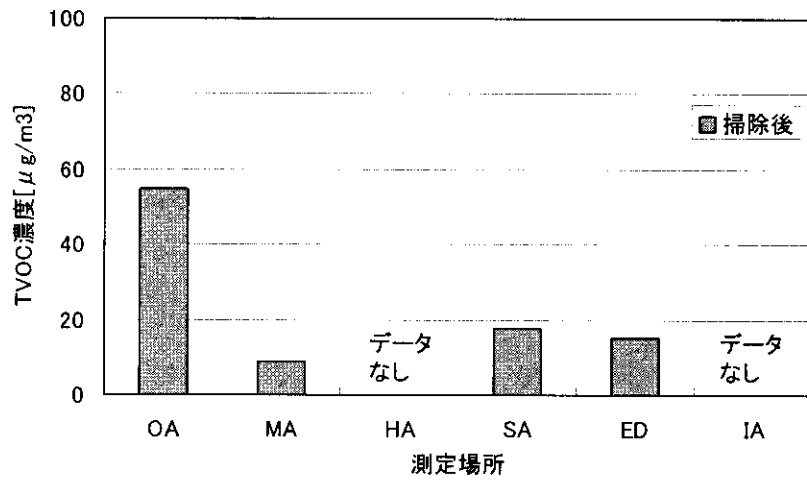
4. 2. 1 空気調和機における化学物質

実測調査の結果を表 4-4 に示す。ダクトを含む空気調和機では芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、ハロゲン、アルコール、エーテル、エステル、ケトン類が存在しており、個々の物質では約 76 の有機化合物が検出された。

図 4-4 に各測定場所における TVOC (Total VOC) 濃度を示す。TVOC 濃度は検出された全ての化学物質のトルエン換算濃度を用いた。室内への導入空気は空気調和機とダクトを通過した後、室内への給気までに化学物質濃度が増加していく傾向がみられた。空気調和機の冷却・加熱コイル前後では多くの化学物質濃度が高くなり、空気調和機からダクトを通る際に化学物質の濃度が約 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ほど増加した。しかし、ダクトの掃除後では各測定点における化学物質濃度が多少減少しており、空気調和機の維持管理によっては新鮮な空気を室内に導入するはずの空気調和機が室内化学物質の一つの発生源にもなりうる可能性があることが示唆された。しかし、これだけのデータではダクトを含む空気調和機と室内化学物質汚染の関係について明確に分析することは難しく、今後さらにデータを増やす必要があると考えられる。



(a)ダクト掃除前(00-04ビル)



(b)ダクト掃除後(00-04ビル)

(OA : 導入空気、MA : 混合空気、HA : 空気調和後の空気、
 SA : ダクト導入空気、ED : ダクト出口空気、IA : 室内空気)

図4-4 空気調和機と室内におけるTVOC濃度

4. 2. 2 微生物由来の化学物質とダクト汚染

表 4-5 に各微生物から発生した化学物質とその濃度比を示す。図 4-5 は各微生物から発生した化学物質のスペクトルを示す。各微生物からはケトンを始め、アルコール、テルペン類が放散されることが確認された。微生物から発生する有機化学物質は微生物の種類によって多少異なり、発生する化学物質構成にも違いが見られた。特に 2-Pentanone、3-Methyl-1-Butanol、2-Methyl-1-Butanol、Methyl Isobutyl Ketone 等は全ての真菌から共通して発生している。図 4-6 には真菌由来の化学物質を用いたダクトの真菌汚染の例を示す。これより、真菌由来の化学物質を指標とすることにより、空気調和機と室内における真菌汚染を評価することが可能であると考えられる。

表 4-5 真菌由来の化学物質とその濃度構成比

	2-methyl-1-Propanol	2-Pentanone	3-methyl-1-Butanol	2-methyl-1-Butanol	Methyl Isobutyl Ketone	Dimethyl disulfide	1-Octen-3-ol	3-Octanone	Limonene
<i>Aspergillus</i>	24.2	6.7	42.9	17.2	4.9	1.8	2.2	n.d.	n.d.
<i>Penicillium</i>	n.d.	33.2	11.9	3.2	1.6	8.4	24.0	n.d.	17.7
<i>Cladosporium</i>	19.0	19.3	32.6	14.0	9.4	5.8	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Alternaria</i>	53.3	3.9	10.1	15.2	1.8	3.0	7.5	5.2	n.d.

※割合 [%] = (個々の化学物質/各属で発生した全化学物質) × 100

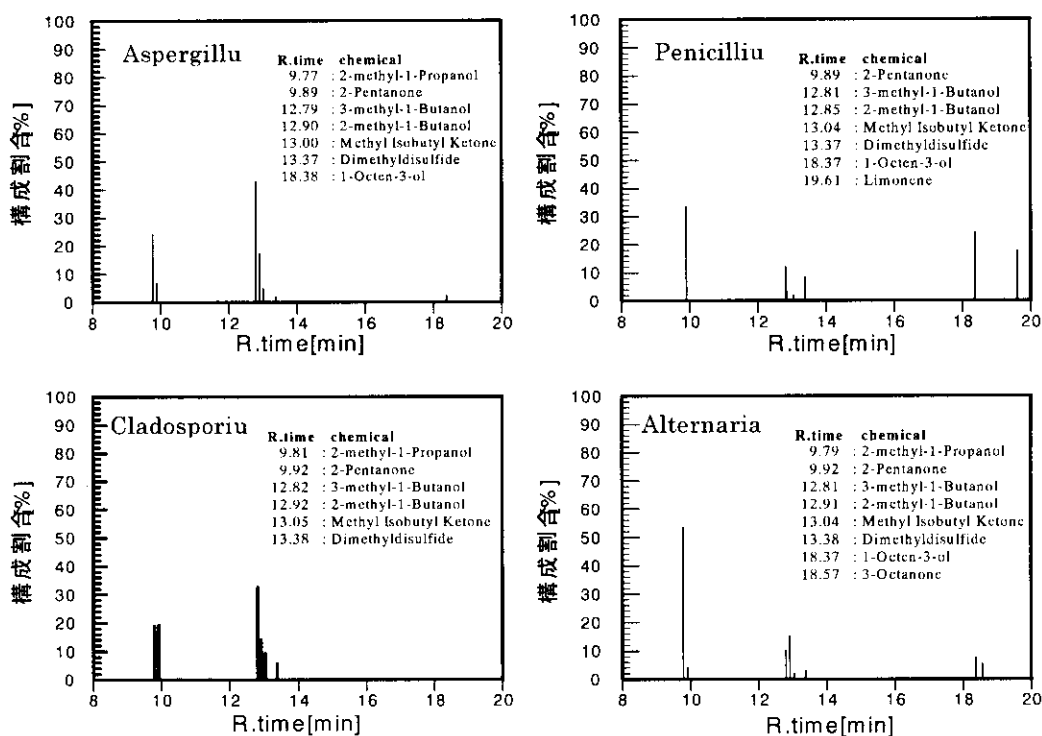


図 4-5 各微生物から発生した化学物質のスペクトル

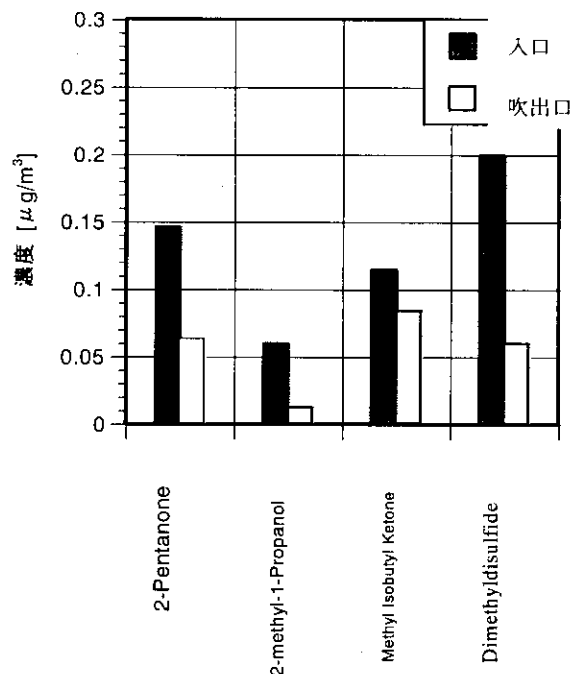


図4-6 ダクト前後における Cladosporium 由来の化学物質の一例

4.3 第4章のまとめ

本調査では、空調ダクトを含む空気調和機における化学物質汚染の実態とその室内への影響について検討を行い、以下の結果を得た。

- (1) ダクトを含む空気調和機では芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、ハロゲン、アルコール、エーテル、エステル、ケトン類が存在しており、個々の物質では約76の有機化合物が検出された。TVOC濃度は空気調和機とダクトを通過した後、室内への給気までに増加していく傾向がみられた。
- (2) 空気調和機の冷却・加熱コイル前後では多くの化学物質濃度が高くなり、空気調和機からダクトを通る際に化学物質の濃度が約 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ ほど増加するなど、空気調和機の維持管理によっては新鮮な空気を室内に導入するはずの空気調和機が室内化学物質の一つの発生源にもなりうる可能性があることが示唆された。
- (3) 各微生物からは、ケトンを始め、アルコール、テルペン類が放散されることが確認された。微生物から発生する有機化学物質は微生物の種類によって多少異なり、発生する化学物質構成にも違いが見られた。特に2-Pentanone、3-Methyl-1-Butanol、2-Methyl-1-Butanol、Methyl Isobutyl Ketone等は全ての真菌から共通して発生して

おり、これらの真菌由来化学物質を指標とすることにより空気調和機と室内における真菌汚染を評価することが可能であると考えられる。

今後、ダクトを含む空気調和機と室内化学物質汚染の関係について明確に分析するためには、さらにデータを蓄積する必要があると考えられる。

5. 居住状態にあるビルにおける実測調査

5. 1 調査概要

調査の方法は、ビル衛生管理法に基づく立入検査(3日間を要する精密立入検査)の際に併せて実施した。法適用外施設(社会福祉施設)については、施設側の了解を得たうえ、立入検査に準じた内容で調査を行った。

なお、調査は精密立入検査の第2日目に実施している。精密立入検査は3日間を要し、原則として、第1日目は帳簿・設備の検査、連続測定機器の設置など、第2日目は1日3回の空気環境測定、第3日目は特殊調査や補足調査、機材の撤去などを内容とする。微生物調査は、第2日目の空気環境測定の合間に、環境調査とともに実施した。

5. 2 調査時期及び規模

調査は下の表5-1に示す15施設について、夏期(冷房期)6施設、冬期(暖房期)9施設とに分けて実施した。

夏期に実施したのは表5-1のA～F施設であり、冬期はG～O施設である。調査日時は、夏期は平成12年7月6日(A～C施設)及び7月12日(D～F施設)、冬期は平成13年1月16日(G～K施設)及び1月23日(L～O施設)である。

施設の所在地は23区内14施設(事務所・地下街)、多摩地区1施設(社会福祉施設)である。

表 5-1 実測対象施設

施設	所在地	主用途	延床面積	竣工年	空調方式	備考
A	千代田区	事務所	11,500㎡	平成元年	各階ユニット	
B	港区	事務所	10,400㎡	昭和61年	各階ユニット	
C	杉並区	事務所	21,300㎡	平成12年	天埋方式	
D	港区	事務所	14,400㎡	昭和62年	各階ユニット	
E	文京区	事務所	23,000㎡	平成4年	天埋方式	
F	新宿区	事務所	52,300㎡	昭和60年	天埋方式	
G	千代田区	事務所	14,300㎡	平成11年	各階ユニット	
H	港区	事務所	48,200㎡	昭和47年	単一ダクト	
I	中央区	店舗	31,200㎡	昭和44年	単一ダクト	地下街
J	新宿区	事務所	15,200㎡	昭和41年	単一ダクト	
K	八王子市	社会福祉施設	4,500㎡	平成8年	天埋方式	法適用外
L	千代田区	旅館・事務所	33,300㎡	平成11年	単一・PAC	
M	港区	事務所	27,700㎡	昭和41年	各階ユニット	
N	中央区	事務所	135,500㎡	平成元年	複数階ユニット	
O	杉並区	事務所	13,500㎡	昭和63年	各階ユニット	

5. 3 調査項目及び調査方法

5. 3. 1 室内浮遊微生物

室内微生物は浮遊細菌・浮遊真菌、落下細菌・落下真菌について、それぞれ室内及び外気について調査した。

浮遊細菌及び浮遊真菌は室内・外気とも BIOSAMP MBS-1000 を用いた。サンプリング量と捕集時間は浮遊細菌については夏期・冬期とも 200L/min を 2 分で捕集した。浮遊真菌について夏期は 100L/min を 1 分で、冬期は 200L/min を 2 分で捕集した。浮遊真菌のサンプリング時間が夏期と冬期で異なるのは、夏期の結果で、100L/min では十分な捕集が行えないと判断されたことによる。これらの条件は、室内・外気ともに同じである。

落下細菌及び落下真菌はいずれも定法である培地入りシャーレの開放により捕集した。開放時間は夏期と冬期の落下細菌、夏期の落下真菌は 5 分間、冬期の落下真菌は 10 分間の開放である。夏期と冬期の落下真菌の開放時間が異なるのは、上記と同じ理由による。

なお、浮遊・落下とも、すべての場合について、2 検体ずつ採取した。また、培地は別にブランク分を取りおき、異常のないことを確認した。

調査場所は、事務室の場合は室中央あるいは壁際であるが、執務者や通行者の影響があると判断される場所は避けている。地下街は公共通路での、社会福祉施設は集会室での調査である。

外気は屋上または地上(出入り口近く)であるが、できるだけ空調の外気取入れ口に近く、かつ排気等の影響を受けない場所を選定した。

5. 3. 2 室内環境項目及びその調査結果

室内浮遊微生物以外に、通常の室内環境項目についても測定・調査を行った。これは、室内浮遊微生物の調査結果の解析に当たり、室内環境との関連等を把握する必要があると考えられたためである。

調査内容は、①調査場所の空気環境(温度・湿度・気流・炭酸ガス・一酸化炭素・浮遊粉じん)、②外気の状態(温度・湿度・炭酸ガス・一酸化炭素・浮遊粉じん)、③在室人員数・喫煙者数、④調査フロア面積、⑤その他(気積・換気回数・OA/RA/SA の風量、外気導入率)などである。また、施設の属性として、建築年次・延床面積・空調方式・加湿方式・エアフィルタの種類と性能(カタログ値)などを調べている。

これらのうち、空気環境は調査時点での値、在室人員は 1 日 3 回実測した平均を用いた。

また、風量・外気導入率などは測定が技術的に難しい施設が多かったため、実施例は少ない。

なお、夏期2施設(B・D施設)と冬期2施設(H・M施設)については、空気環境調査の一環としてパーティクルカウンターによる浮遊粉じんの粒径別測定も実施した。

5. 4 調査結果

5. 4. 1 室内環境項目

室内環境項目調査結果のうち主要なものを表5-2に示す。

表5-2a 室内環境項目の測定結果(その1) (「-」は欠測)

施設	A	B	C	D	E	F	G	H
温度(℃)	25.5	25.5	26.5	26.2	24.6	25.2	23.0	26.0
相対湿度(%)	63	58	-	44	60	60	39	31
気流(m/sec.)	0.07	0.14	0.14	0.09	0.16	0.10	0.13	0.11
CO ₂ (ppm)	890	660	590	1150	1090	610	630	870
CO(ppm)	0.8	0.9	1.1	1.5	5.1	1.1	0.3	0.6
浮遊粉じん量 (mg/m ³)	0.008	0.026	0.008	0.032	0.014	0.002	0.002	0.012
在室人員(人)	49	8	13	55	65	25	17	33
気積(m ³ /人)	27.4	30.8	47.2	21.1	15.4	37.5	34.2	12.4
換気回数(回/h)	6.3	4.8	11.4	2.0	2.4	7.7	3.4	2.2
フロア面積(m ²)	560	97	264	494	416	375	256	185
外気導入率(%)	40	-	-	43	20	-	-	66

表5-2b 室内環境項目の測定結果(その2) (「-」は欠測)

施設	I	J	K	L	M	N	O
温度(℃)	17.7	25.6	25.3	25.4	25.1	25.4	21.1
相対湿度(%)	12.6	31.3	10.0	39.0	24.0	26	23.0
気流(m/sec.)	0.42	0.19	0.16	0.03	0.07	0.09	0.14
CO ₂ (ppm)	540	420	500	750	610	600	880
CO(ppm)	2.0	0.7	0.1	0.4	1.1	0.4	0.7
浮遊粉じん量 (mg/m ³)	0.018	0.029	0.002	0.001	0.009	0.002	0.017
在室人員(人)	-	17	94	8	19	26	7
気積(m ³ /人)	-	29.4	8.0	31.5	28.1	94.7	18.7
換気回数(回/h)	-	-	1.5	9.8	-	5.9	-
フロア面積(m ²)	-	212	278	94.4	232	985	135
外気導入率(%)	-	-	-	-	41	28	-

5. 4. 2 室内及び屋外の浮遊微生物(細菌)

細菌の同定方法：同定方法は3.1.2に同じである。

細菌の同定結果：屋外及び室内から分離された細菌の同定結果を表5-3に示す。

表5-3 屋外及び室内での浮遊微生物実態調査における同定結果

採取場所	室内／屋外	菌 種
①	屋外	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus cereus</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、 <i>Micrococcus</i> spp、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌、酵母
	室内	<i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌
②	屋外	<i>Bacillus circulans</i>
	室内	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus cereus</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌、酵母
③	屋外	測定せず
	室内	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Bacillus cereus</i> 、 <i>Bacillus circulans</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌
④	屋外	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Bacillus spaericus</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌
	室内	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Bacillus</i> spp、 <i>Micrococcus luteus</i> 、 <i>Micrococcus</i> spp、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌、酵母
⑤	屋外	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Bacillus cereus</i> 、 <i>Bacillus circulans</i> 、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌、酵母
	室内	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Bacillus spaericus</i> 、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌、酵母
⑥	屋外	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus lentus</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Bacillus spaericus</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、グラム陽性球菌
	室内	測定せず
⑦	屋外	<i>Bacillus spaericus</i> 、 <i>Bacillus</i> spp、グラム陽性球菌
	室内	<i>Micrococcus luteus</i> 、グラム陽性球菌
⑧	屋外	<i>Bacillus megaterium</i> 、 <i>Bacillus spaericus</i> 、 <i>Bacillus circulans</i> 、 <i>Micrococcus luteus</i> 、 <i>Staphylococcus epidermidis</i> 、 <i>Staphylococcus</i> spp
	室内	測定せず
⑨	屋外	<i>Bacillus sphaericus</i> 、 <i>Bacillus pumillus</i> 、 <i>Bacillus cereus</i>
	室内	測定せず

細菌の種類としては、表 3-3 とほぼ同様の菌種が分離された。また、採取場所①～⑨の 9 カ所の測定結果を見ても、採取場所による相違は認められず、グラム陽性桿菌の *Bacillus* 属やグラム陽性球菌の *Micrococcus* 属が多く分離された。ただ、室内と屋外の菌種に着目すると、屋外から *Bacillus circulans* や *Bacillus sphaericus* が分離されているところに大きな特徴が認められた。これらの菌は土壌や汚れ由来の微生物のため、屋外で多く見つかったものと考えられた。

ここの実態調査において *Bacillus* 属と *Micrococcus* 属に注目して、総菌数に占める 2 属の割合を調査した。この結果を図 5-1 に示す。この図から明らかなように、屋外で *Bacillus* 属の割合が高く、室内では *Micrococcus* 属の割合が高いことがわかった。この傾向は、物件 10～13 の室内と吹き出し口の測定箇所の違いによる結果とよく類似していた。

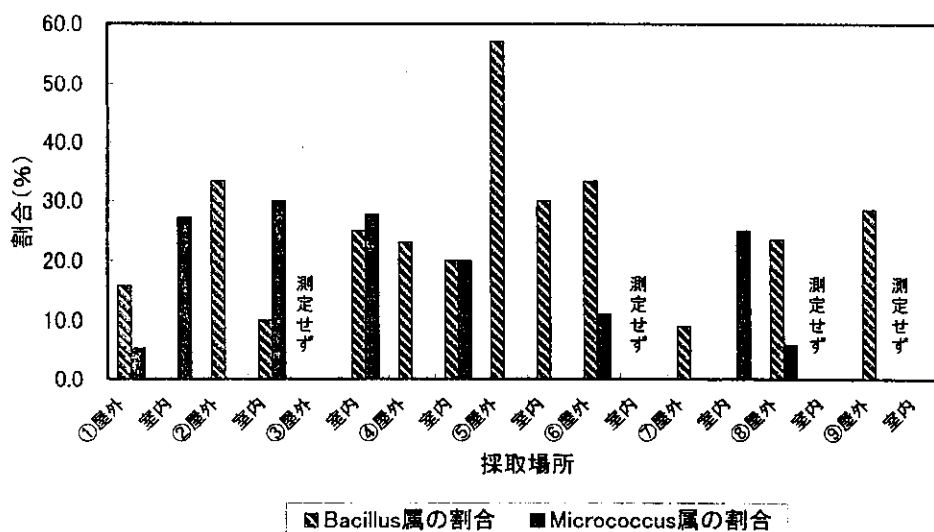


図 5-1 浮遊菌に占める特定菌の割合

また、③（室内）では *Bacillus* 属と *Micrococcus* 属の割合がほぼ同じ値であった。これは、③が地下街での測定のため、屋外（土壌）と室内（人的）の両方の影響を受けたものと思われる。

また、⑤の室内での測定で、*Micrococcus* 属が認められなかったのは、測定時人的な影響を受けない条件下であったためと考えられた。

以上をまとめてみると、

- ・ 屋外の測定では、浮遊微生物の占める割合で *Bacillus* 属が多い。
- ・ 室内の測定では、浮遊微生物の占める割合で *Micrococcus* 属が多い。

の2点である。

5. 4. 3 室内浮遊微生物調査成績

室内の微生物の実態を把握するためビル室内において調査を行った。対象は、ビル衛生管理法該当建築物などであり、調査地点を事務室内とし、比較として室外の微生物の動態を検討した。さらに調査時期を夏期及び冬期で比較することも目的として調査を進めた。

(1) 夏期調査 (表 1, 2 夏期)

①調査日

下記調査の調査日は以下の通りである。

平成 12 年 7 月 6 日 (施設 A-C)

平成 12 年 7 月 12 日 (施設 D-F)

②サンプリング

対象ビル室内及び室外の空気捕集量を 100L/min とし、落下真菌の測定曝露時間は 5 分とした。

真菌用培地は、いずれもポテト・デキストロース寒天培地(90mm)N=2 で測定した。なお空気捕集のための装置は、BIOSAMP MBS-1000(ミドリ安全株)を用いた。なお調査に用いた 2 枚の平板の真菌数は、ともに近似であったことからそれぞれの成績を反映しているものと判断した。

③結果及び考察

a. 室内

室内での測定結果をみると、いずれのビルでも 0~9CFU/100L であり、相対的に真菌数は多くはなかった。真菌種は、酵母が最も多く、次いで *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* であった。特徴としてビル環境室内の真菌としてやや酵母が多い程度であった。

つまり、室内での真菌としては一般に酵母は多く検出されず、今回の成績を考察するにはさらに調査が必要である。

同じく室内落下真菌をみると 5 分間曝露という条件では、真菌を検出できる時間といえずデータとして活用されないことがわかった。次回調査する場合は、さらに時間を長くして曝露する必要がある。

b. 室外

ビル環境室外での捕集真菌について検討した。真菌数は、ビル環境によって異なるが、8~34CFU/10Lであった。検出真菌をみると *Cladosporium* が最も多く、他に *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Arthrinium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma* 等多種であった。こうした真菌の多くは土壌由来であり、それが反映されたものといえる。

室外落下真菌をみると、ビル環境の1施設で著しく多かった他は、0~7CFU/5分であった。この成績でも室外の真菌数は少ないが、サンプラー法のそれに似た傾向を示した。

(2) 冬期調査成績(表 3, 4, 5 冬期)

①調査日

冬期調査の調査日は以下の通りである。

平成13年1月16日(施設G-K)

平成13年1月23日(施設L-0)

②サンプリング

対象ビル室内及び室外の夏期調査で、空気捕集量を100L/minに、落下真菌の測定曝露時間を5分としたところいずれも真菌数は少なく、調査において信頼性のある結果が望めないこと、さらに、冬期は一般に真菌数が減少することからサンプリング捕集量を200L/min、曝露時間10分とした。

真菌用培地は、いずれもポテト・デキストロース寒天培地(90mm)N=2で測定した。なお、空気捕集のための装置は、BIOSAMP MBS-1000(ミドリ安全(株))を用いた。

なお、調査に用いた2枚の平板の真菌数は、ともに近似であったことからそれぞれの成績を反映しているものと判断した。

③結果及び考察

a. 室内

室内での測定結果をみると、いずれのビルでも多少のばらつきは認められたものの真菌数は、0~15CFU/200Lであり、夏期同様に相対的に真菌数は多くはなかった。この傾向が冬期であることに起因するかどうかはさらに調査が必要である。真菌種は *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* 及び酵母が多かった。ビル環境室内の真菌に

において夏期の特徴として酵母を認めたが、冬期ではそうした傾向がみられなかった。

同じく室内の落下真菌をみると 10 分曝露でも有効な情報が得られる時間といえずデータとして活用されなかった。

b. 室外

ビル環境室外での捕集真菌について検討した。真菌数はビル環境によって異なるが、0～25CFU/200L であった。検出真菌をみると *Cladosporium* が最も多く、次いで *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Arthrinium*, *Aureobasidium*, *Chaetomium* 等多種にわたった。こうした真菌の多くはいずれも土壌由来であり、それが反映されたものといえる。

室外落下真菌をみると、ビル環境の I 施設(施設 I)で著しく多かった他は、0～7CFU/10 分であった。この成績でも室外の真菌数は少ないが、真菌種はサンプラー法のそれに似た傾向を示した。

なお、施設 I での屋外、屋内の真菌を比較すると、捕集法での成績ではいずれも同程度であったが、落下法では前者が著しく多く、そのほとんどを *Cladosporium*, *Penicillium* が占めた。捕集法と落下法でこれほどの差異が生じたこと、及び落下法の屋外で著しく多量の真菌が検出されたことの要因ははっきりせず、今後こうした調査ケースについてさらに検討しておく必要がある。

(3) 夏期及び冬期調査結果比較

ビル環境は一般住宅環境と異なり場所により室内空気質 (IAQ) が異なる。これは、住環境は外気を直接取り入れることに比べ、ビル環境は外気をそれぞれの空調方式で強制的に取り込み、ダクトを介して室内に送風する設計となっている。ビル室内での空気質はヒトの健康を管理するうえで重要な因子であり、そのためビル衛生管理法の規制対象となっている。しかしながらビル環境での IAQ については、微生物学的観点からの衛生管理及び季節別検索などを含めほとんど調査されていないのが現状である。そこでビル室内・室外での微生物、特に真菌での動態を夏期及び冬期で比較検討した。

夏期及び冬期におけるビル環境での室内での真菌をみると、ともにほぼ同じ傾向にあった。すなわち真菌数はいずれも多くなく、また真菌種も少なく、主要な真菌として酵母、*Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* であった。

同じく室内落下真菌をみると 10 分曝露で比較してみたが、検出菌数は著しく少なくデ