

表 4 - 1 調査ビル及び測定条件

Yビル			
ダクト清掃前		ダクト清掃後	
測定位置	測定回数	測定位置	測定回数
OA 上流側	3 回	OA 上流側	3 回
MA		MA	
SA 上流側	4 回	SA 上流側	3 回
SA 吹出口		SA 吹出口	
RA 吸入口	3 回	RA 吸入口	3 回
RA 下流側		RA 下流側	
計	10 回	計	9 回

表 4 - 2 化学物質の測定及び分析条件

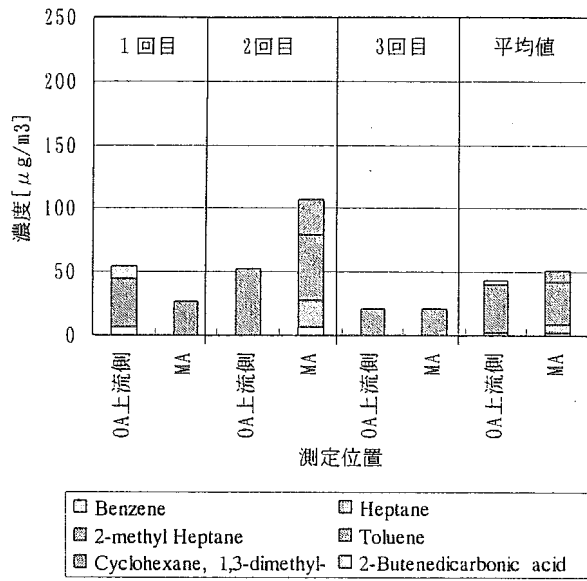
捕集方法	常温吸着法
捕集剤及び捕集量	Charcoal tube、10L (0.5L/min、20min サンプルング)
抽出方法	溶媒抽出(二硫化炭素)
分析機器	GC-MS
カラム	5% PH ME Silicone(60.0m×250 μ m×1.00 μ m)
移動相	He (1mL/min)

4. 2 調査結果

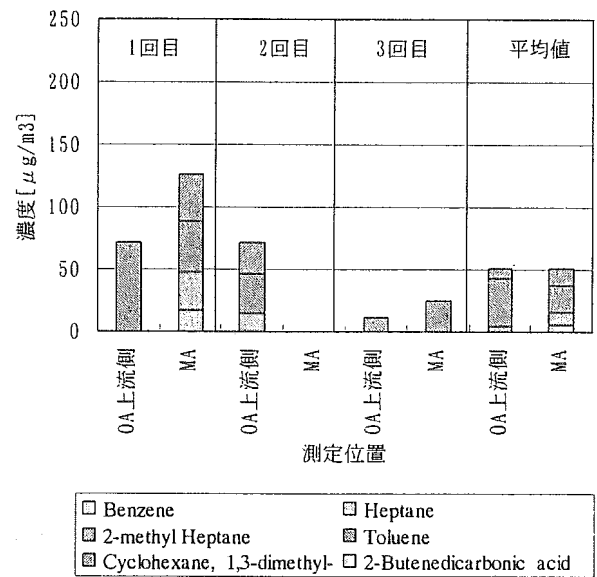
図 4 - 2 (1) ~ (2) には、清掃前後における各空調系統別化学物質濃度分布を示す。各空調系統で検出された物質についてみると、清掃前後による差はなく、OA 上流側から MA では微量ではあるが、トルエンとベンゼン等が、SA 上流側から RA 吸入口まででは測定位置によっては多少の差はあるものの、トルエンとベンゼンに加えてヘプタン、オクタン、ノナン、テトラデカン等の脂肪族炭化水素とアルコール・ケトン類が検出された。清掃前におけるトルエン濃度は、OA 上流側で 20~49 μ g/m³、MA で 21~50 μ g/m³ と外気導入部ではそれほど大きな濃度差はない。空調機とダクトを通過した後では SA 上流側で、40~86 μ g/m³、SA 吹出口で 48~79 μ g/m³ と外気導入部より若干高くなっている。清掃後では空調機を通過した後も外気導入部のトルエン濃度とほぼ同じレベルであった。他の物質においても同様な傾向がみられ、清掃前後においては各空調系統で検出される物質に大きな違いはないものの、清掃後では SA 上流側と SA 吹出口の化学物質濃度が清掃前より低くなっていた。

RA 吸入口と RA 下流側についてみると、清掃前後共に RA 下流側で化学物質濃度が低くなっている。これは RA 下流側の場合、複数の室の RA 吸入口からの空気が混ざっていることやダクト表面での化学物質吸着の影響もあると考えられるが、今後詳しい検討が必要である。なお、清掃前の 2 回目の測定で SA 吹出口濃度が他の測定値よりかなり高くなり、その影響により RA 吸入口と MA でも化学物質濃度が大きく増加したが、

その具体的な理由については不明である。

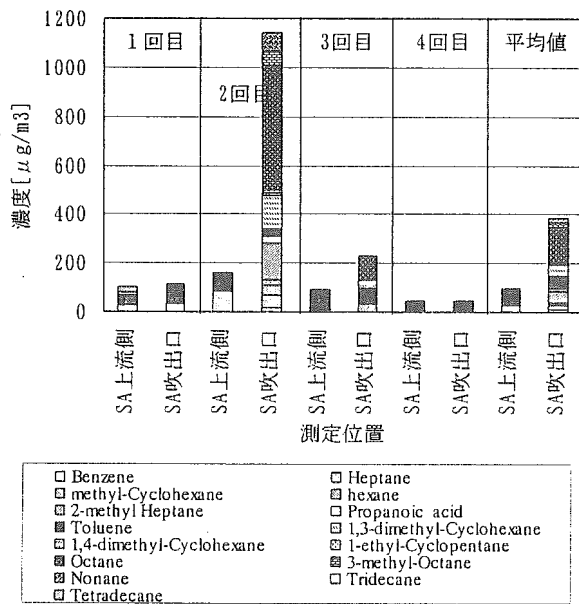


(a) 清掃前

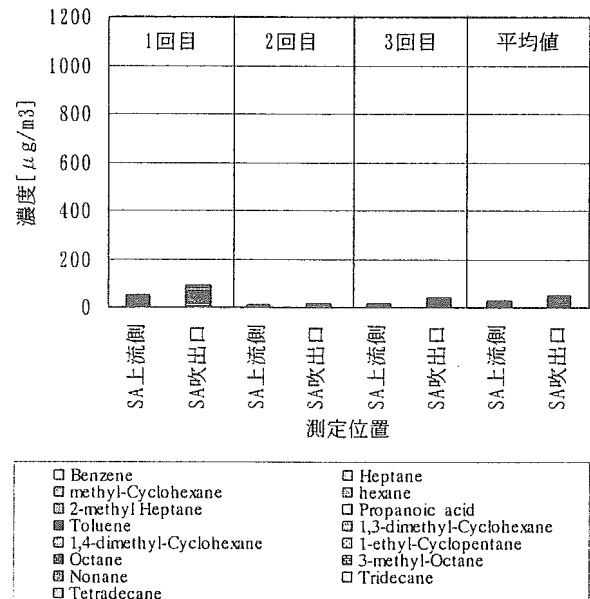


(b) 清掃後

(ア) OA 上流側と MA、



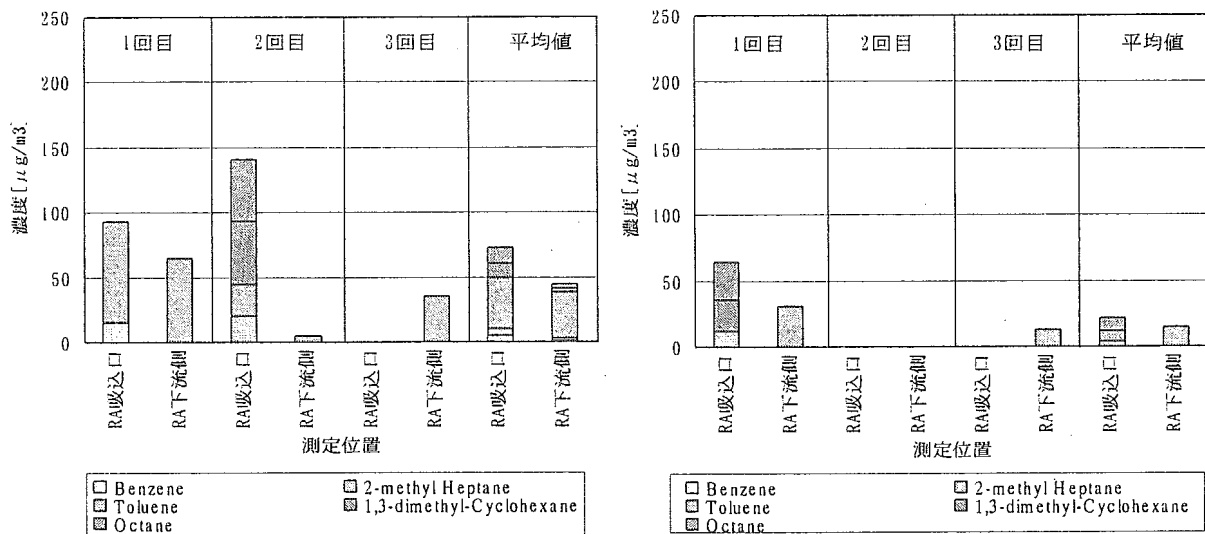
(a) 清掃前



(b) 清掃後

(イ) SA 上流側と SA 吹出口

図 4-2 (1) 清掃前後における各空調システムの化学物質濃度分布



(a) 清掃前

(b) 清掃後

(ウ) RA 吸込口と RA 下流側

図 4 - 2 (2) 清掃前後における各空調系統の化学物質濃度分布

図 4 - 3 には定性された各物質の合計濃度の平均値を、図 4 - 4 には各空調系統別合計濃度の揺らぎを示す。なお、図 4 - 3 では桁外れの値を示した SA 吹出口の 2 回目のデータを除いて平均値を求めた。

清掃前の全化学物質合計濃度は $40 \sim 130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度分布を示し、0A 上流側から SA 吹出口に行くにつれて化学物質濃度が増加する傾向があった。清掃後では全測定位置で $20 \sim 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と、掃除前よりは若干低い値となっている。なお、掃除前と掃除後ともに室内空気の吸込口 (RA 吸込口) で SA 吹出口により全化学物質合計濃度が低くなっているが、これは調査の際に建物の一部で窓を開けていたためであると考えられる。清掃前後における空調系統別化学物質濃度変化についてみると、0A 上流側と MA では濃度の揺らぎを考慮した場合、清掃前後におけるそれほどの大きな濃度差はなく、主に SA 上流側、SA 吹出口で清掃前後における化学物質の濃度差がみられ、SA 上流側、SA 吹出口では清掃後に化学物質の濃度が全体的に低くなり、濃度の揺らぎも小さくなっていた。しかし、今回の調査は一つの建物を対象として結果であり、ダクトの清掃による化学物質汚染除去効果を評価するためには、今後更にデータを蓄積する必要があると考えられる。

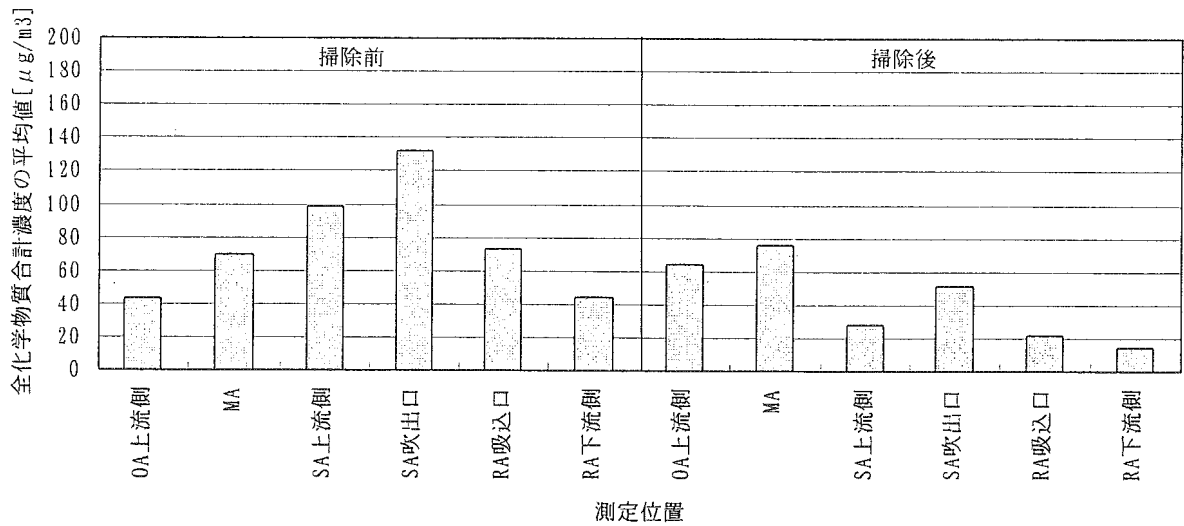
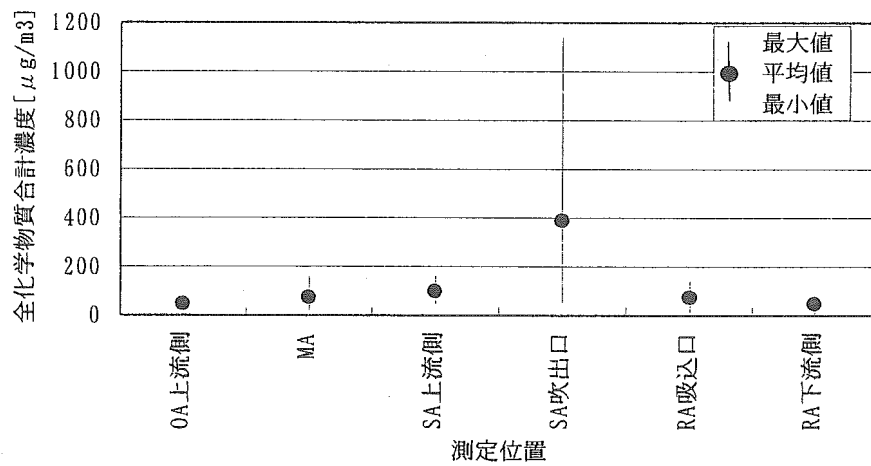
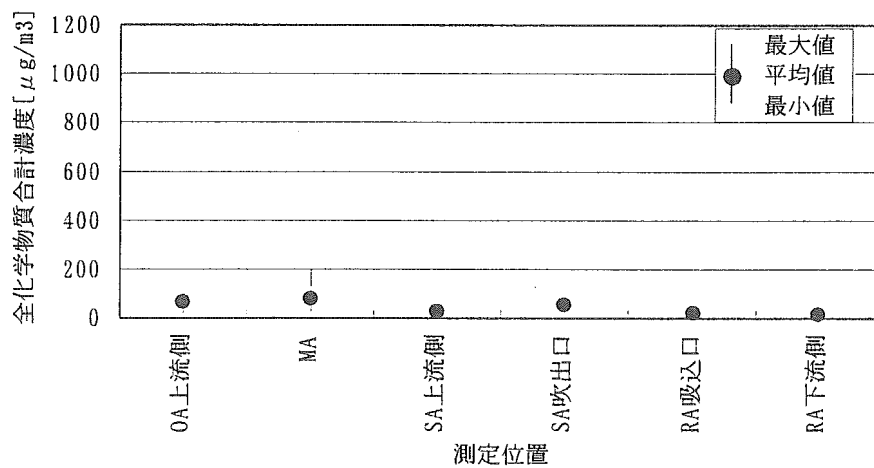


図 4 - 3 各空調系統別の全化学物質合計濃度の平均値分布



(a) 清掃前



(b) 清掃後

図 4 - 4 各空調系統別における全化学物質合計濃度の分布

4. 3 まとめ

本調査では、ダクトを含む空調機における化学物質レベルとダクトの清掃前後における化学物質濃度変化特性について検討を行い、以下の結果を得た。

- 1) 全化学物質合計濃度は $40\sim 130\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度分布を示し、0A 上流側から SA 吹出口に行くにつれて化学物質濃度が増加する傾向がみられた。
- 2) ダクトの掃除後では主に SA 上流側、SA 吹出口で掃除前後における化学物質の濃度差がみられ、SA 上流側、SA 吹出口では掃除後に化学物質の濃度が全体的に低くなり、濃度の揺らぎも小さくなっていた。

今後、ダクトの清掃による化学物質汚染低減効果を定量評価するためには、更に多くのデータを蓄積する必要があると考えられる

5. ダクト汚染評価・ダクト清掃評価方法

室内空気中の微生物汚染防止対策に関する研究委員会内にダクト清掃・評価方法作成WG会(以後WGと略す)を設けて、ダクト汚染の評価並びにダクト清掃の評価方法を検討した。

ダクト清掃時期の判断基準の1要因として建物の経過年数を検討したが、建物に使用されている空調用フィルターのグレードがまちまちであること、建物の立地条件などがダクト内汚染に影響を与えるなどの理由から、建物の経過年数を直接の判断基準としないこととした。

5. 1 ダクト清掃・清掃評価方法の考え方

ダクト清掃はその内表面に付着した粒子状物質(微生物粒子を含む)を除去するために行われるものであり、室内空気質の向上に寄与するものになる。従って、ダクト清掃を行うか否か、あるいは、ダクト清掃が適正に行われたかどうかを判断するために、ダクト内の汚染状況、あるいはダクト清掃の効果を評価する必要がある。また、ダクト清掃は通常、休日を利用して行い、清掃後直ちに入居するケースが多いことから、なるべく現場で測定を容易に行える方法が望まれる。

以上のことから、WGでは、①ダクト内汚染を直接に評価できること、②ダクト汚染に起因するダクト内の空気の汚染を評価できることの視点から、清掃評価方法の検討を重ねてきた。本章では、定性評価法、定量評価法、および測定方法について述べる。

5. 2 定性評価法

定性評価法とは、目視での対象部の直接観察、カメラによる撮影、ファイバースコープやCCDスコープによる観察などである。いずれも、ダクト内汚染状況に関してある程度の情報をその場で得られるため、しばしばダクト清掃時期の判断や清掃効果の定性的な評価に用いられている。しかし、上記の何れの方法もダクト内汚染状況を直接に「見える」利点を持つ反面、その汚染を定量的に評価することができないため、ダクト清掃時期の判断や清掃効果の評価には5.3に述べる定量評価法が必要になる。

表5-1 ダクト内汚染の定性的な評価方法

対象箇所	内容概要	必要器具	特徴
ダクト系終端	制気口を外して汚染状況を診断。	カメラ、ビデオ。	即時判定が可能である反面、ダクト内部の観察はできない。
ダクト内部	制気口または点検口を介して、ファイバースコープによる診断。	ファイバースコープ、カメラ、ビデオ。	即時判定ができるが、ある程度の熟練度が必要。
	点検ロボットをダクト内に入れ、ダクト内汚染状況をモニターで診断。	点検ロボット、モニター、カメラ、ビデオ、など。	即時判定ができるが、ダクトの形状やサイズに制限される。

5. 3 定量評価法

5. 3. 1 評価指標

評価指標は、ダクト清掃評価に用いられるものであり、前述した通りダクト内表面汚染を直接に評価でき、または、ダクト汚染に起因する空気汚染を評価できることが要求される。WGでは、第3章に示す今までの研究結果、現存の測定技術、操作の容易さなど多方面から検討した結果、①ダクト内下面に付着した粉じん量、②ダクト内浮遊する総菌数、の2項目を評価指標とした。ここでは、それぞれについて述べる。

(1) 付着粉じん量

ダクト清掃は付着粉じんとその中に含まれる付着微生物粒子を除去し、室内空気環境を改善するために行われるものである。付着粉じん量に対して、今まで拭き取り法に基づいた多くの実測例が報告されており、ダクト内汚染の評価指標として定着されている。また、付着粉じん量を用いればダクト内汚染を直接に評価できることから、WGは評価指標として取り上げることになった。一方、付着菌については、本来なら付着粉じんと同時に評価指標とするべきであるが、以下の理由より、現段階では評価指標とするのが難しいと判断した。ただし、これからの研究成果や測定技術の進歩によって、付着菌を評価指標とするかどうかの検討を行うことが望ましい。

①付着微生物数と付着粉じん量が相関関係にあることが報告されているが、報告例が少ないため、更なるデータの蓄積が必要である。

②現在、ダクト内における表面微生物汚染を定量的に、正確かつ簡便に測定できる方法はまだない。

(2) 浮遊総菌数

室内空気汚染の視点から、ダクト内の浮遊汚染物質を指標として用いることが最も望ましい。今までの研究結果から、ダクト内浮遊じん・菌と付着粉じん・菌の関係は必ずしも明確にされていないが、「室内環境中及びダクト内の浮遊微生物に関する委員会」における1年間の研究結果に示されるように、ダクト清掃後においてダクト内浮遊総菌数の明確な減少が確認されている（詳細について第3章を参照）。即ち、浮遊総菌数をダクト清掃の評価指標として使用し得ることが示唆されている。このようなことを踏まえて、前記のダクト内付着粉じんとともに、ダクト内浮遊総菌数をダクト清掃評価指標として取り上げることになった。一方、ダクト内浮遊じん濃度は、バックグラウンド濃度に大きく左右されるため、評価指標として適性に欠けると判断した。

5. 3. 2 評価基準

(1) 付着粉じん量

ダクト内表面に付着する粉じん量は時間が経つにつれて指数関数的に増えることが報告されている¹⁾。給気ダクト内の付着粉じんが一定量に達すると、その付着粉じんが空調気流によって再飛散し、室内空気汚染の一因となる。日本ダクトクリーニング協会の調査結果から、給気ダクトの底面に付着した粉じん量は $5\text{g}/\text{m}^2$ 以上になると、吹き出し口から「ほこり」が飛散する傾向にあることが分かっている²⁾。

ダクト清掃を行うかどうかの判断は、室内の空気質から、ダクト内に付着した粒子が再飛散し始めた時期に行うべきであると思われる。上記の $5\text{g}/\text{m}^2$ はダクト内汚染が

既に室内空気質に影響を及ぼす目安値であり、空気汚染を未然に防ぐとの観点から $5\text{g}/\text{m}^3$ より小さい値をダクト清掃時期の判断基準にするべきである。

図5-1に日本ダクトクリーニング協会より提供されたデータを基に作成した築年数別のダクト内付着粉じん量を示す。ビルの立地条件、空気清浄装置の捕集率、室内使用状況によって、ダクト内汚染状況が異なってくる。これは、図5-1に示す付着粉じん量と経過時間との相関関係は必ずしも高くないことより説明できる。

図5-2に長期測定結果に基づいた付着粉じん量の経時変化の予測を示す。一例ではあるが、図5-1に示す付着粉じん量の少ない実測結果とほぼ一致している。

室内空気汚染を防ぐとの視点から、また上記の研究結果を勘案してダクト清掃時期の判断基準を $3\text{g}/\text{m}^2$ とした。因みに、図5-1、図5-2によれば、 $3.0\text{g}/\text{m}^2$ の粉じんがダクト内底面に付着するのにビルによって異なるが、数年から20年がかかる。これは、ビルの立地条件や使用条件、空調機のフィルターの性能、メンテナンス状況に差があり、それに応じて汚染の進行度も大きく異なるためである。また、空調機内部もダクト汚染の大きな発生源であることから、予防保全の観点から、また、保全計画立案のための基礎資料としても、数年(3~5年)に1回、定期的に汚染状況の測定を行い、ダクト清掃時期の判断を行うことが望ましい。

注：(財)建築保全センター発行の建築保全業務共通仕様書において、ユニット型空調機の機能点検は年1回とされている。またダクトの機能点検は6ヶ月に1回とされており、項目としては、吹出口および吸入口について「汚れの有無を点検する。汚れがある場合は清掃を実施する」が含まれている。

一方、ダクト清掃前の汚染状況の如何に拘わらず、清掃後の付着粉じん量を同じレベルに保つことは重要である。清掃前の基準値 ($3\text{g}/\text{m}^2$) から、本来清掃後は1桁低いレベルの値を設定すべきであるが、現状の清掃技術や評価方法を勘案して、当面清掃後の基準値を $1\text{g}/\text{m}^2$ 、努力目標を $0.5\text{g}/\text{m}^2$ とした。

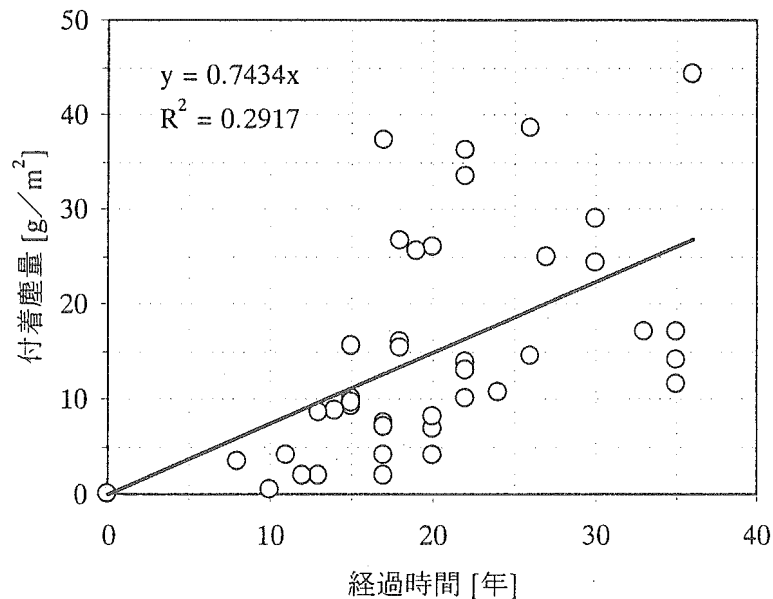


図5-1 築年数別のダクト内付着粉じん量

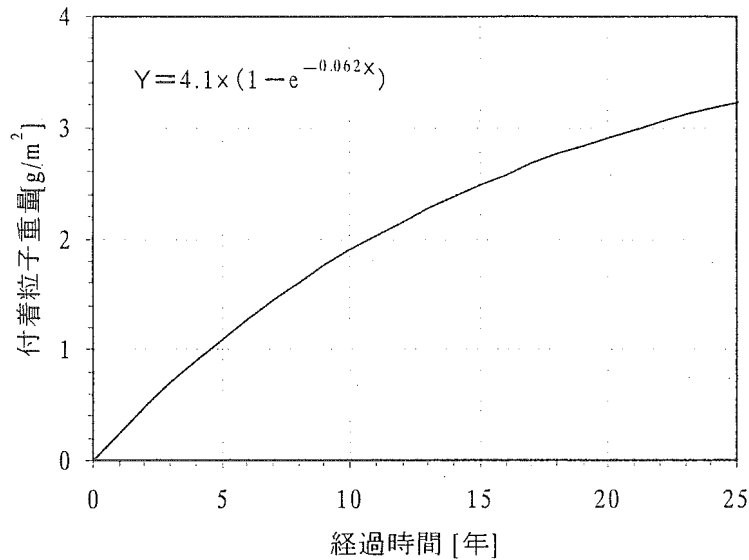


図5-2 ダクト内付着粉じん量の経時変化¹⁾

(2) 浮遊総菌数

ダクト内に付着している粒子中にカビや細菌などの微生物粒子が含まれている。今までの研究結果から 1g の付着粉じんには多い場合は数万個の細菌³⁾ やカビ^{3, 4, 5)} が含まれることが分かっている。その微生物粒子は付着粒子の再飛散に伴って室内に入り、空気汚染の原因となる。微生物汚染を低減することは、室内空気質の向上に大きく寄与するものである。第3章に示した研究結果すなわち、建物 112ヶ所について行った空調機通常運転時のダクト内浮遊総菌数測定では(図5-3)ダクト内空気 1000L 中の総菌数は平均 83.4CFU であり、その多くが 50CFU から 99CFU の間にあったが、50CFU 以下、並びに 100CFU 以上と 3つの山に分かれた。

また清掃によってそれが 30CFU/m³ まで減少することが分かった。この研究結果を基に、ダクト清掃時期の判断基準を浮遊総菌数 100CFU/m³ 以上とし、清掃後の判断基準を 30CFU/m³ 以下とした。

表5-2 にダクト清掃時期の判断基準と清掃後の基準を示す。

表5-2 ダクト清掃時期の判断基準と清掃後基準

清掃前	清掃後
付着粉じん 3 [g/m ²], または、 浮遊総菌数 100 [CFU/m ³]	付着粉じん 1 [g/m ²], かつ、 浮遊総菌数 30 [CFU/m ³] 努力目標: 付着粉じん 0.5 [g/m ²]

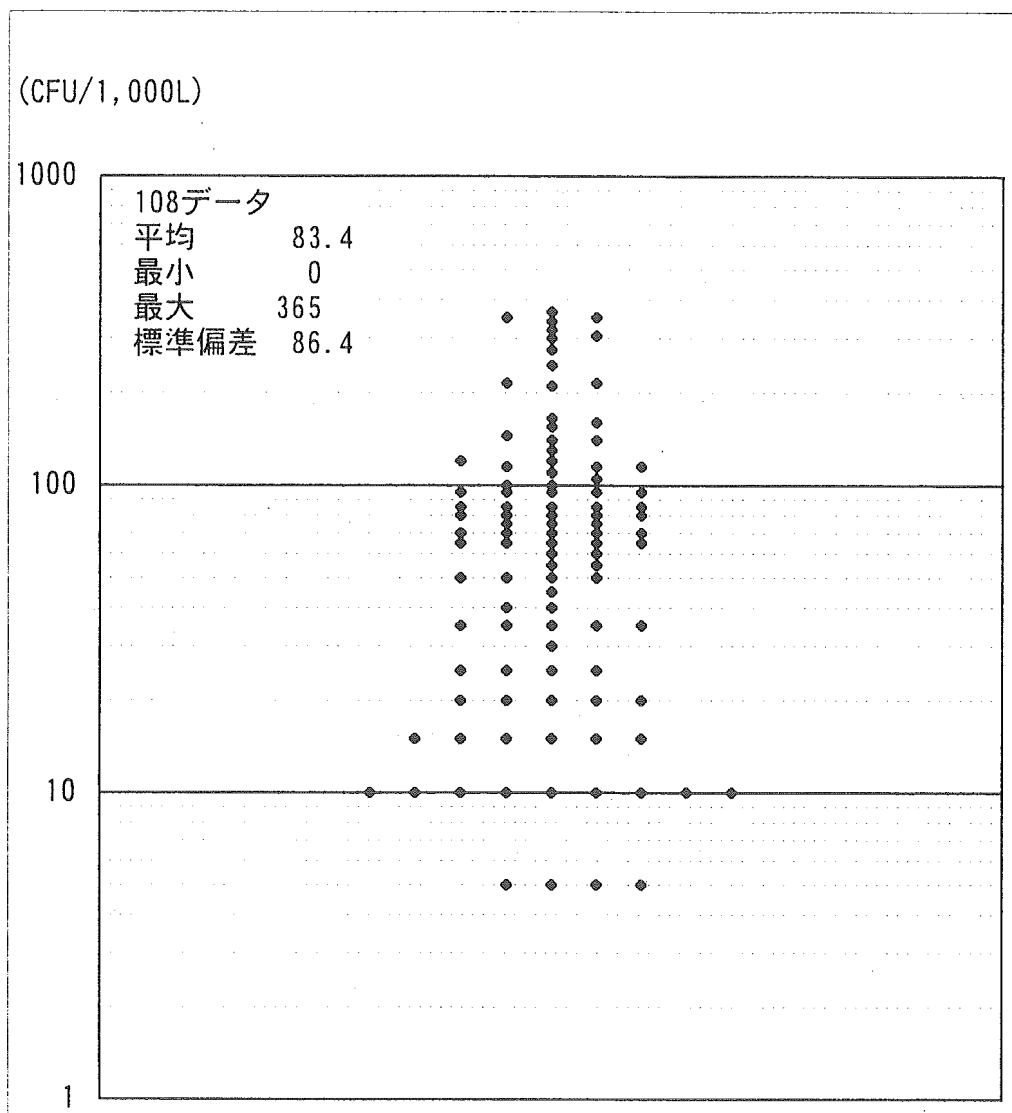


図5-3 通常運転時のダクト内浮遊細菌濃度

5. 4 測定方法

5. 4. 1 付着粉じんの測定方法

測定前に、ダクト系統図をチェックし、1系統に付き代表的な2~3箇所を選定してから測定を行う。測定値はその2~3箇所の平均値とする。なお、定期的にダクト内汚染を診断するため、同じ箇所の測定を避けなければならない。

付着粉じんの測定には拭き取り法を用いる。図5-4に示すマグネット製の型枠を所定ダクトの下面に設置し、その枠内(10cm×10cm)の付着粉じんを化学雑巾にて拭き取り、秤量する。

主な使用機材

- ① 化学雑巾（クリンルーム用ワイパ）
- ② チャック付ビニール袋
- ③ サンプルング用マグネット製型枠
- ④ 精密天秤（精度 0.1mg）

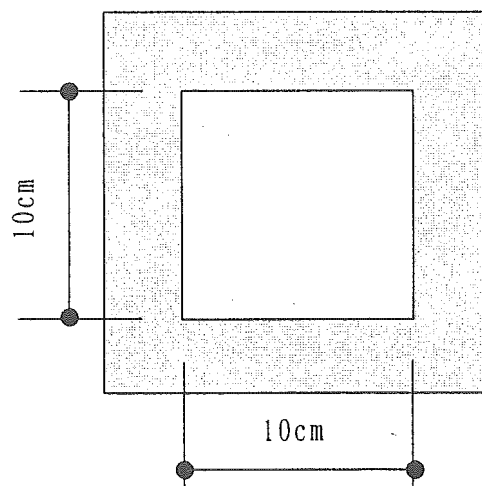


図5-4 拭い取り法用マグネット製型枠

拭い取り法は現行評価基準レベルにおいては十分適用できる。しかし、努力目標値 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ においては、天秤の精度から正確に計れないことがある。 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ の付着粉じん量は図5-4に示す型枠内における拭き取る付着粉じん量は $5\text{mg}/100\text{cm}^2$ になり、湿度による化学雑巾重量変化量と同程度であり、正確に付着粉じん量を評価できない。従って、少ない付着粉じん量を評価するために新しい評価方法を開発する必要がある。この評価方法を劉¹⁾らは、デジタル画像法の有効性を述べている。

5. 4. 2 浮遊総菌数の測定方法

(1) 測定方法と測定装置

1) 落下法と空中浮遊菌測定法⁶⁾

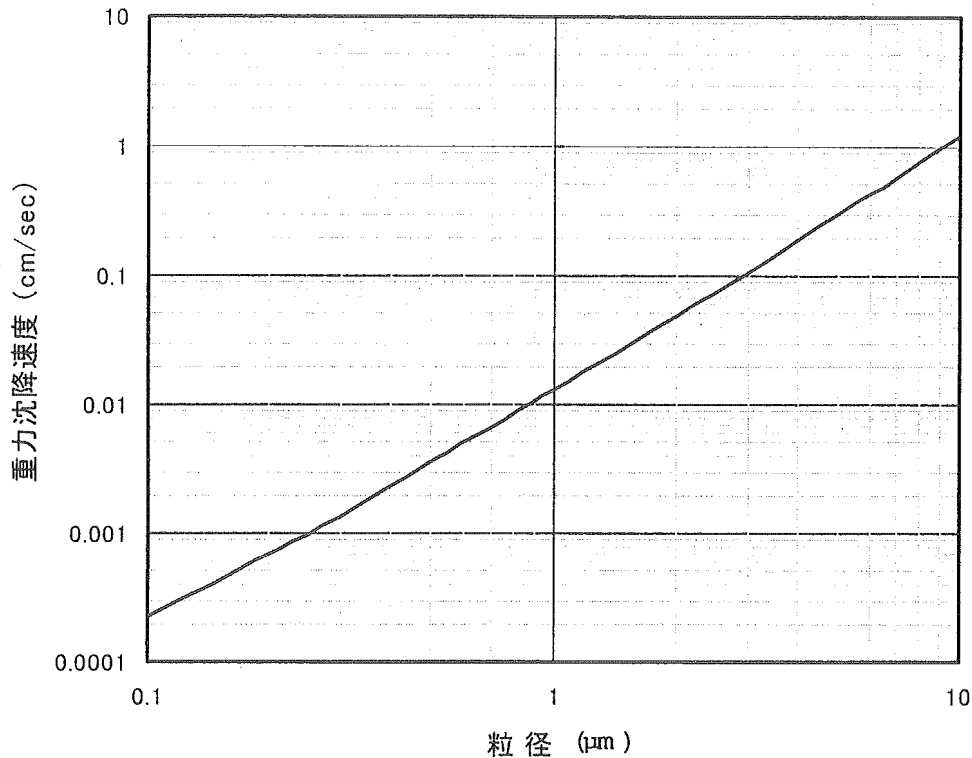
空中微生物を測定する方法として、落下法と空中浮遊菌測定法がある。

落下法は培地を空間に一定時間開放放置し、自然落下する微生物を捕集・培養する測定方法である。空中浮遊菌測定法は一定容量の空気を強制的に採集し培地上に微生物を捕集・培養する測定方法である。落下法は測定装置が不要なため操作が簡便かつ安価等の利点をもっている。しかし、その捕集原理が自然落下（重力沈降）によるため測定結果は粒子の大きさ、環境条件による影響をうける。落下法は同一測定現場の経時的変化の調査に適し、異なった現場（環境条件）ではその環境条件を考慮しなくてはならない。

① 粒子（微生物）の大きさ

落下法は微生物が重力による落下を用いた捕集法である。図5-5⁷⁾に粒子径

別の自然に落下する速度（重力と抗力がつり合った平衡速度・重力沈降速度）を示す。粒子径 $10\mu\text{m}$ は $1\mu\text{m}$ の 100 倍の落下速度であり、このため落下法では大きな粒子（微生物）が選択的に培地上に捕集される傾向がある。



(図-1) 重力沈降速度 (20°C、1気圧の空气中)

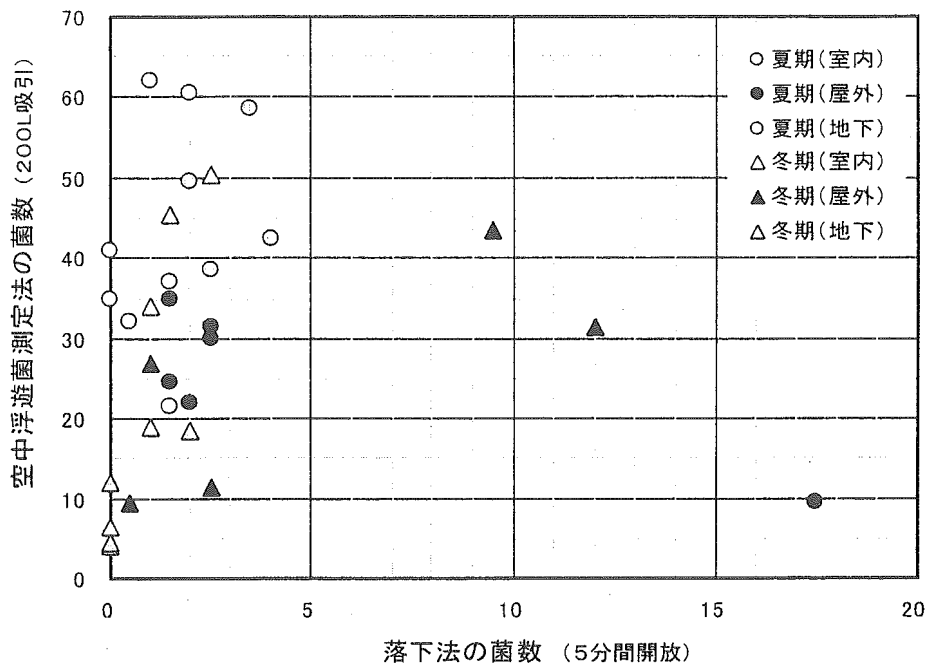
② 環境条件

測定場所の環境条件として、気流の影響、天井高さ、粒子径分布等が報告されている。

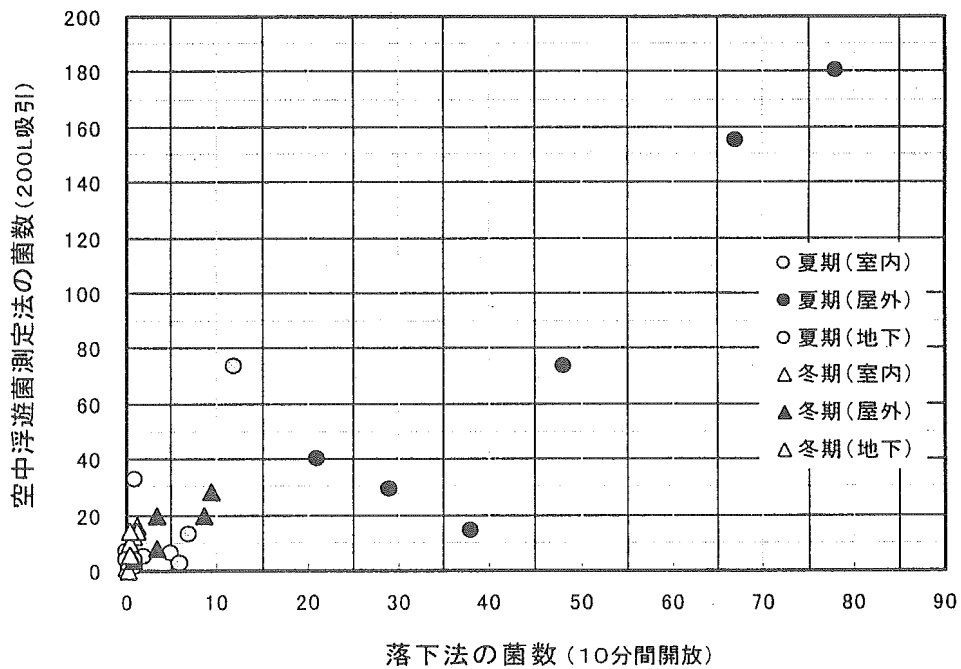
③ 落下法と空中浮遊菌測定の比較例

本調査で落下菌と空中浮遊菌が同時測定された結果の相関を図5-6、図5-7に示す。

落下法は空中浮遊菌測定に比して菌数が少なく、特に室内・地下での落下法の菌数は少ないため空中浮遊菌との相関は認められなかった。また屋外測定は環境条件が不安定なためか測定値が大きくばらついていた。



(図-2) トリプトソイ寒天培地 32°C 3日間培養
(細菌、真菌の総菌数)



(図-3) ポテトデキストロース寒天培地ロラムフェニコール50mg含有
25°C 7日間培養

2) 空中浮遊菌測定装置の選定

室内空気中の微生物を測定する装置は、対象微生物・測定場所の多種多様性に対応しかつ現場測定に適したものでなくてはならない。具体的には携帯性・捕集効率・使用培地の選択性が選定の条件となる。

① 携帯性

従来から用いられている基準器的存在であるスリットサンプラー、ピンホールサンプラー、アンダーセンサンプラーはポンプ、流量計を要しシステムが大がかりである。室内空気中の微生物調査における測定場所は建築物の室内もしくは空調機吹出口でまた測定数も多く測定装置は可搬性が良く、設置が簡便なことが要求される。

すなわち吸引ポンプ、流量調整が内蔵され小型で軽量かつバッテリー駆動する装置が選定の条件となる。

② 生物粒子捕集効率

現在一般的に使用される浮遊菌測定は、培地に試料空気を吹き付け慣性衝突の原理を用いて微生物を含む粒子を培地表面に捕集し、それを培養し微生物のコロニー数を計数し吸引空気量で除して浮遊菌濃度を算定している。浮遊菌測定装置は、ストークス数をパラメーターとした捕集原理より粒径別捕集効率性能（ここでの粒径は幾何学的な径ではなく空気力学的径を意味する）を持っており、ある粒径以下の粒子捕集効率が急激に低下する傾向がある。捕集効率の評価法は、「JIS K 3836 空中浮遊菌測定器の捕集性能試験方法」⁸⁾により規定されており、生物粒子と非生物粒子の両者に対する粒子捕集率試験法が規定されている。非生物粒子での粒子捕集効率は各粒径区分における捕集効率を評価することができ、図5-8⁹⁾にピンホールサンプラーと現在市販数社の携帯型サンプラーの粒径別捕集率を示す。

室内空気中の微生物は細菌・真菌等で、その粒径範囲は1 μ m以下のサブミクロンから数 μ mの範囲であり、測定装置はその粒径範囲で良好な捕集性能を有することが選定の条件となる。少なくとも枯草菌芽胞に対し90%以上の捕集性能が要求される。

③ 使用培地の選択性

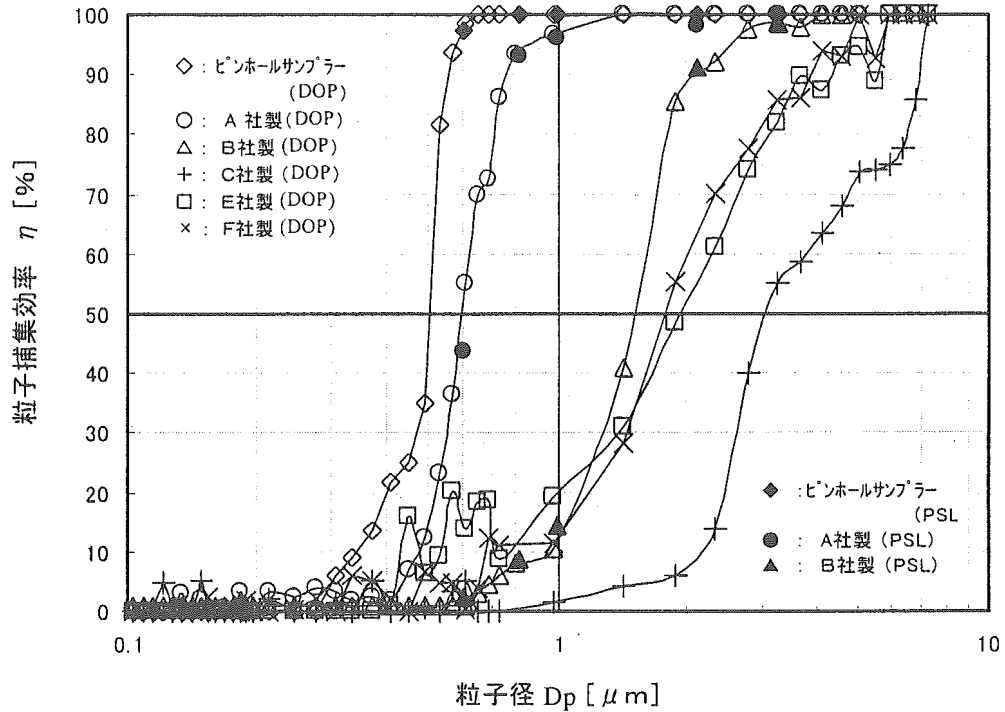
採取に使用する培地は、調査する対象微生物により培地種類が選択できる必要がある。培地メーカーより一般的に市場供給されている培地サイズ(90mmシャーレ品)が使用できることも選定の条件となる。

90mmシャーレにおいては培地を自家調整することが比較的容易にでき、測定に際して特殊な調合(例えば、ポテトデキストロース寒天培地にクロラムフェニコールを含有する)が可能となるほか、市場品購入より培地を安価に準備できる等のメリットもある。

3) 本調査研究での測定法および測定装置

今回の調査研究では、環境条件がことなる現場での測定となるため落下法ではな

く、空中浮遊菌測定法を採用した。また測定装置としては、選定条件を検討し空中浮遊菌測定装置<BIO SAMP> MBS-1000 型を選定した。その製品仕様及び粒径別捕集効率¹⁰⁾を表5-3、図5-9に示す。

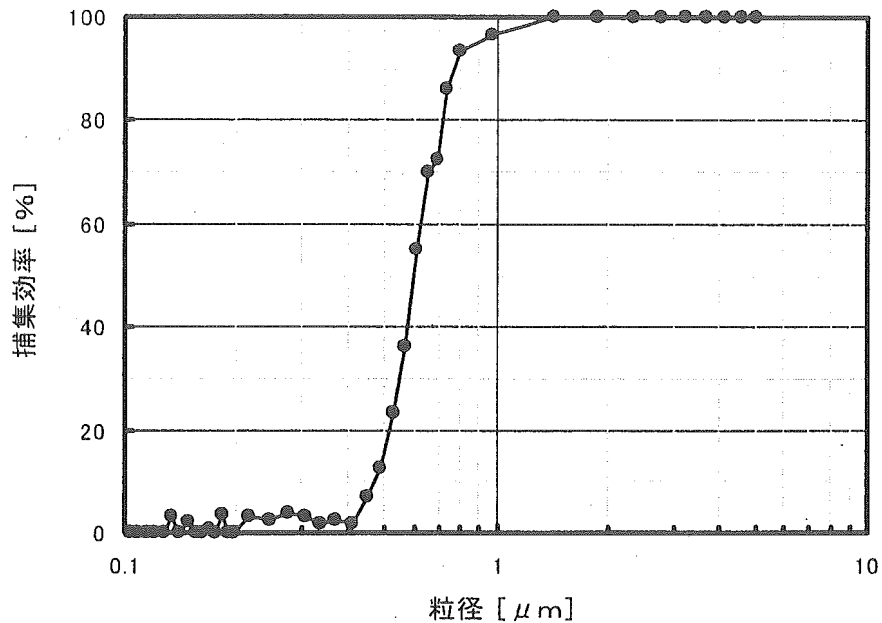


(図-4) 市場品各社浮遊菌測定装置の粒径別捕集効率
(非生物粒子、PSL標準粒子)

表5-3 測定装置の仕様

サンプリング方式	慣性衝突法
使用培地	90mm シャーレ寒天培地
捕集効率	99% ※1
サンプリング流量	100L/min
電源	充電式ニッケル水素電池、 または専用アダプターにて AC100V 50/60Hz
本体重量	2.6Kg

※1 JIS K 3836 「空中浮遊菌測定器の捕集性能試験方法」準拠
(ミドリ安全(株)BIO SAMP カタログより抜粋)



(図-5) 粒径別捕集性能

(2) 培地

培地環境中の多くの細菌・真菌を発育させることのできる物として、具体的に最も多く使用されているSCD寒天培地を選択した。

(3) ダクト内の浮遊微生物測定に関する培養条件の検討

浮遊微生物の測定は、従来細菌と真菌に分けそれぞれの培養条件によって実施してきた。しかし室内環境現場で浮遊微生物を測定するためにはなるべく簡易でより精度の高い測定方法であることが望まれる。そこで、浮遊微生物測定するための条件として、①短期間で測定可能であること、②細菌と真菌を同時に測定可能であること、③培養条件をなるべく統一することによって室内環境での浮遊微生物、すなわち生菌数(CFU)を測定するための試験方法を検討する。その結果に基づいて、簡易で、精度の高い一定の培養条件を規定する。

1) 材料および方法

- ① 測定日 : 平成 14 年 4 月 15 日
- ② 測定場所 : 東京都渋谷区会社ビル 4F 事務所
- ③ 温湿度 : 24℃, 39%RH
- ④ 測定方法 : ビル事務所内にエアサンプラー (流量 100 L/分) を設置し、300 L 吸引法により測定した。n = 5 であった。結果では CFU の平均値で示した。
- ⑤ 培養条件

a) 供試培地：

- ・ リ化・ン・カ'イン・ダ'イ'ェスト (SCD) 寒天培地およびクロラムフェニコル含有 SCD 寒天培地
主に細菌用として用いられる。しかし真菌培養にも用いることがある。
- ・ PD 寒天培地

真菌培養に用いる。抗生物質添加してあることから細菌の発育は認めない。

b) 培養温度および期間：

培養は、培養温度 25, 30, 32, 35℃、培養期間 3, 4, 7 日間とし、それぞれ CFU を測定し、最終的には同定を行った。

2) 結果および考察

① 培養温度差による浮遊微生物測定

SCD 寒天培地および PD 寒天培地を用いてビル事務所内の浮遊微生物数を測定した。サンプラー吸引量は 300L であった。その結果を SCD 寒天培地で比較した (図 5-10)。25, 30, 32, 35℃毎にまとめ、経日的に観察した。すなわち 3, 4, 7 日後に CFU を測定した。また図で B・Y：細菌・酵母、M：カビを示す。

浮遊微生物数の推移をみると、相対的に 3 日後の結果は 4, 7 日後でもほぼ同じであった。つまり、培養温度による CFU 差はあるが、3 日ですでに CFU をほぼ確認できるものといえた。培養温度による差は明瞭であり、30, 32℃で CFU が多くなり、25, 35℃ではやや少ない傾向にあった。また微生物種による違いをみると、30℃で細菌酵母数が多くなり、カビ数は少なかった。この傾向は 32℃でもほぼ同様であった。25℃での成績をみると、7 日後でも 3, 4 日後とほぼ同じ CFU であったが、30℃に比べ、1/2~1/3 であった。また、35℃では細菌酵母はどうか発育するが、カビはほとんど発育せず、このことから培養温度として明らかに 30℃が好ましいといえた。

ただし、30, 32℃の両温度を比較すると、32℃が好結果のようにみえるが、検出された微生物、特に真菌種を合わせて考察すると、32℃ではやや高温性の真菌が多く、一般ビルにみる真菌と異なっているように思われ、32℃での成績を考慮することは難しいものと思われた (表 5-4)。このことから、25, 30, 35℃での比較により、明らかに 30℃が培養温度として望ましいものといえた。

一方、真菌用培地である PD 寒天培地での成績を図 5-11 にまとめた。ここでは抗生物質添加してあることから、細菌は検出されず、培養によって Y：酵母、M：カビに限られる。培養日数による比較をすると、3, 4, 7 日後での CFU に差がほとんどなく、CFU のみであれば、すでに 3 日後で大まかなながら CFU を判定できる。培養温度での比較から 25, 32℃での CFU は多く、次いで 30℃であった。35℃での真菌はほとんど認められなかった。ちなみに、検出真菌からみると 32℃では、表 5-4 にみる SCD 同様に、プレート No11, 12 で外気か不可抗力によると思われるような真菌が多数検出され、ここでのデータとしての信頼性は低い (表 5-5)。

したがって真菌培養温度として、25 または 30℃が適していると結論された。

SCD と PD 寒天培地の比較から、浮遊微生物数をみると SCD での生菌数 CFU は、細菌、酵母、カビともに培養 3 日後で確認でき、CFU は 7 日培養後での CFU を反映する良好な結果が得られた。

② 真菌の発育温度比較

上記の成績を確認するために空中に広く生息する真菌 2 種 *Penicillium citrinum*, *Aspergillus ochraceus* を用いて、25, 30, 32, 35℃における PD 寒天培地での発育性を確認した(図 5-12)。その結果、培養 7 日間での集落形成性はいずれも 35℃では発育せずか著しく弱い発育であり、さらに 32℃では発育するものの菌糸形成性の集落であった。一方、25, 30℃ではいずれも集落形成性および孢子産生性は良好であり、環境性真菌に適温であるといえた。このように PD 寒天培地に限らず、真菌の多くは 30℃以下で十分な発育を示すものであり、温度に最も影響を受けやすい真菌を考慮すると浮遊微生物での培養温度は 30℃が適温と結論された。

3) 結論

室内環境及びダクト内の浮遊微生物(細菌および真菌)測定に関する適培養条件を培地、培養温度、培養日数について比較検討した。

その結果、簡易かつ精度の高い培養条件として SCD 寒天培地、30℃、3 日間(72 時間)で細菌および真菌を同時に測定できるものと判断された。したがって、室内環境の浮遊微生物数測定試験法の培養条件として規定するに値するものと結論された。

5. 5 測定時期の検討

第 3 章 3.5 でダクト清掃後のダクト内空中浮遊細菌濃度を経時的に測定し、清掃直後は多量の菌が測定され、経時的に減少し 4 時間後に安定することが知られた。この傾向は球菌、桿菌、真菌それぞれにも認められた。(図 5-6、図 5-7)

このことから、ダクト清掃後のダクト内空中浮遊細菌量の測定は空調機運転 4 時間後に行うこととした。

5. 6 まとめ

1) ダクト清掃時期の評価基準

数年(3~5 年)に 1 回、定期的にダクト内の付着粉じん量とダクト内空中浮遊菌量を測定する。付着粉じん量 $3\text{g}/\text{m}^2$ 以上もしくは、総菌量 $100\text{CFU}/\text{m}^3$ 以上の場合はダクト清掃を行う。

2) ダクト清掃後の評価基準

ダクト内付着粉じん量とダクト内空中浮遊菌量を測定する。

付着粉じん量 $1\text{g}/\text{m}^2$ 以下、総菌量 $30\text{CFU}/\text{m}^3$ 以下とする。なお、空中浮遊菌測定はダクト清掃後空調機を運転し、4 時間後に行う。

付着粉じん量の測定は拭い取り法を用い、空中浮遊菌の測定は空中浮遊菌測定器を用いる。また、空中浮遊菌測定器は枯草菌芽胞に対し、90%以上の捕集性能を有するものを用いる。

培地は SCD 寒天培地を用い、培養は 30℃で 72 時間とする。

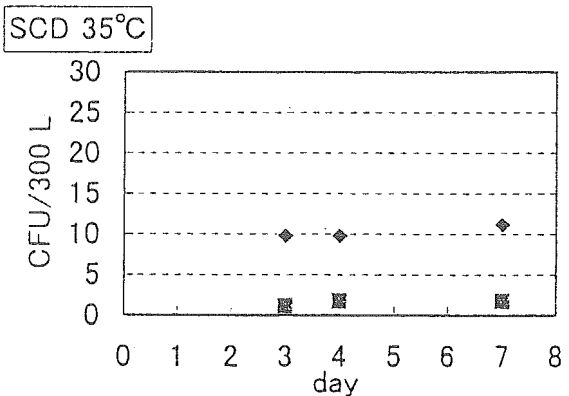
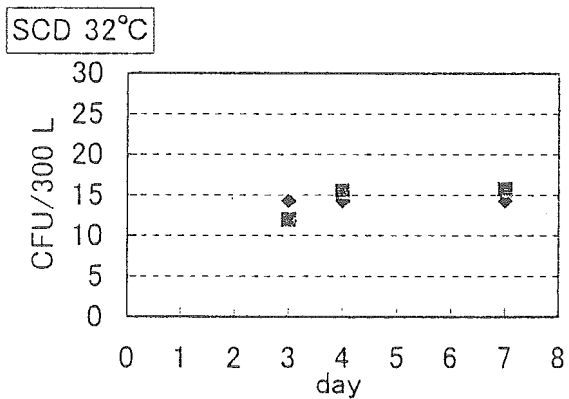
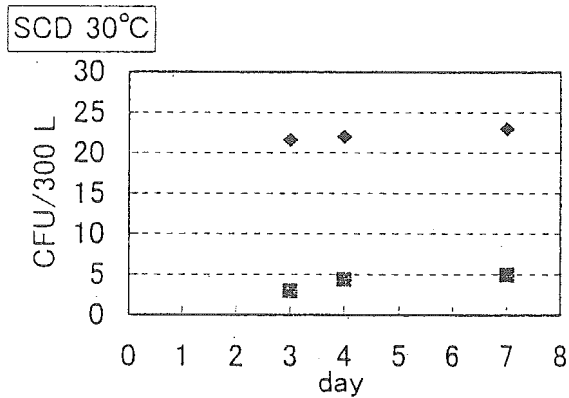
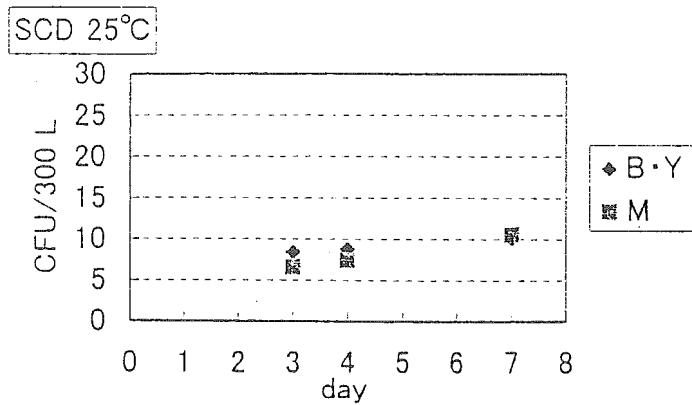


図5-10 培地及び培養温度による生菌数経日推移

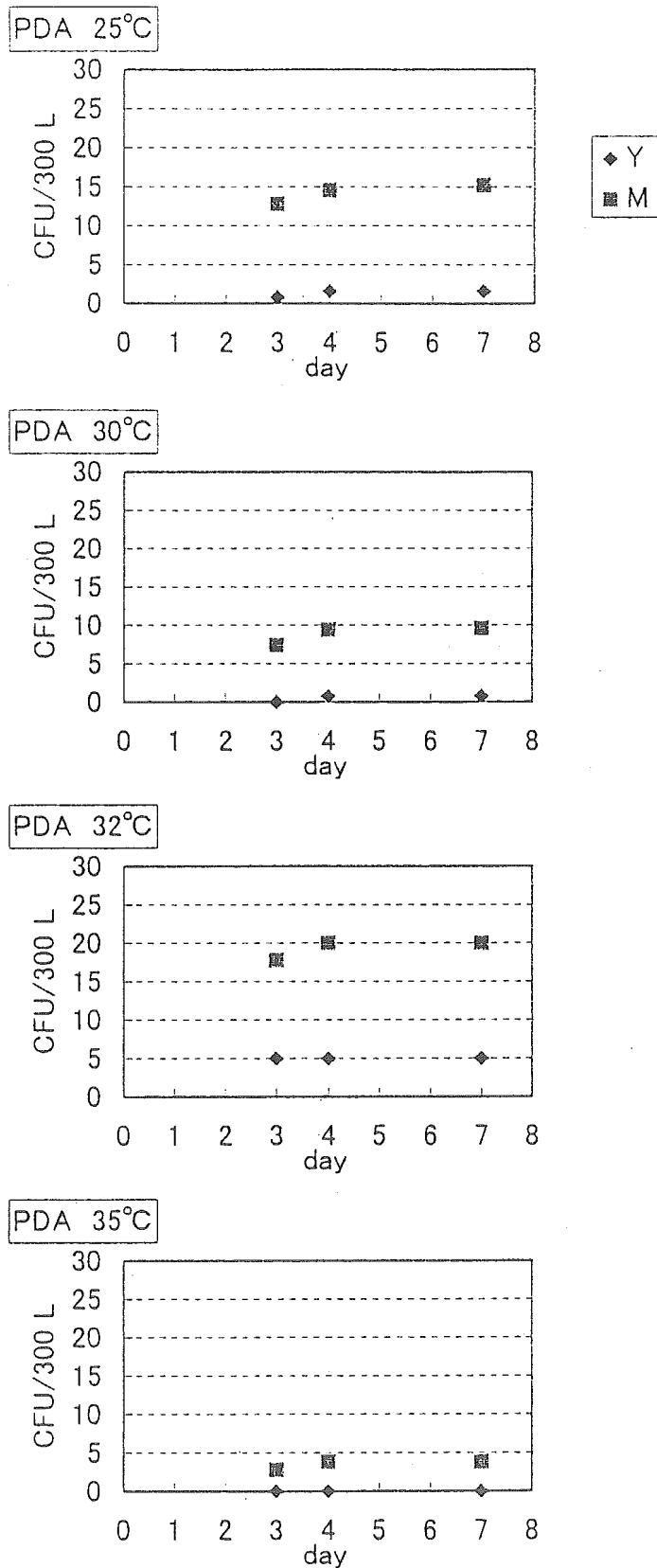


図5-11 培地及び培養温度による生菌数経日推移