

表 3.4.8 VOC成分毎の相当換気量(機器 AC-4)

| 分類        | Name                   | 相当換気回数(1/h) |      |      | 相当換気量(m <sup>3</sup> /h) |       |       |       |
|-----------|------------------------|-------------|------|------|--------------------------|-------|-------|-------|
|           |                        | 1回目         | 2回目  | 3回目  | 1回目                      | 2回目   | 3回目   | 平均値   |
| 脂肪族炭化水素   | hexane                 | 3.11        | 3.49 | 3.67 | 15.47                    | 17.37 | 18.24 | 17.03 |
|           | 2,4-dimethylpentane    | 3.33        | 3.55 | 3.96 | 16.60                    | 17.67 | 19.71 | 17.99 |
|           | heptane                | 3.12        | 3.57 | 4.08 | 15.52                    | 17.76 | 20.31 | 17.87 |
|           | octane                 | 3.38        | 4.32 | 4.37 | 16.82                    | 21.49 | 21.74 | 20.02 |
| 芳香族炭化水素   | benzene                | 3.56        | 3.58 | 3.54 | 17.73                    | 17.82 | 17.63 | 17.73 |
|           | toluene                | 4.53        | 3.77 | 3.84 | 22.57                    | 18.75 | 19.09 | 20.14 |
|           | ethylbenzene           | 4.34        | 4.27 | 4.21 | 21.59                    | 21.23 | 20.95 | 21.26 |
|           | m,p-xylene             | 4.82        | 3.84 | 4.20 | 24.00                    | 19.13 | 20.90 | 21.34 |
|           | o-xylene               | 4.63        | 4.45 | 6.38 | 23.04                    | 22.17 | 31.74 | 25.65 |
| ハロゲン類     | dichloromethane        | 1.40        | 2.00 | 1.64 | 6.95                     | 9.96  | 8.16  | 8.36  |
|           | chloroform             | 2.75        | 2.91 | 3.03 | 13.67                    | 14.47 | 15.07 | 14.40 |
|           | 1,1,1-trichloroethane  | 2.91        | 2.66 | 3.50 | 14.49                    | 13.24 | 17.44 | 15.05 |
|           | carbon tetrachloride   | 2.80        | 2.81 | 3.09 | 13.93                    | 13.99 | 15.37 | 14.43 |
|           | 1,2-dichloroethane     | 2.98        | 3.53 | 2.66 | 14.86                    | 17.59 | 13.22 | 15.22 |
|           | trichloroethylene      | 3.13        | 3.58 | 3.29 | 15.59                    | 17.83 | 16.38 | 16.60 |
|           | 1,2-dichloropropane    | 3.12        | 3.22 | 3.70 | 15.54                    | 16.00 | 18.41 | 16.65 |
|           | dibromochloromethane   | 2.56        | 2.72 | 3.99 | 12.74                    | 13.54 | 19.87 | 15.39 |
|           | tetrachloroethylene    | 3.19        | 3.78 | 3.87 | 15.88                    | 18.82 | 19.24 | 17.98 |
| エステル類     | ethylacetate           | 1.96        | 3.81 | 3.56 | 9.75                     | 18.99 | 17.71 | 15.48 |
| アルコール類    | ethanol                | 0.61        | 1.94 | 2.82 | 3.02                     | 9.68  | 14.05 | 8.92  |
| アルデヒドケトン類 | acetone                | 1.67        | 2.51 | 1.48 | 8.31                     | 12.50 | 7.38  | 9.39  |
|           | methyl ethyl ketone    | 2.82        | 3.37 | 3.28 | 14.06                    | 16.75 | 16.32 | 15.71 |
|           | methyl isobutyl ketone | 4.69        | 5.19 | 5.81 | 23.35                    | 25.83 | 28.90 | 26.03 |
|           | TVOC                   | 2.78        | 3.12 | 3.19 | 13.84                    | 15.53 | 15.89 | 15.09 |

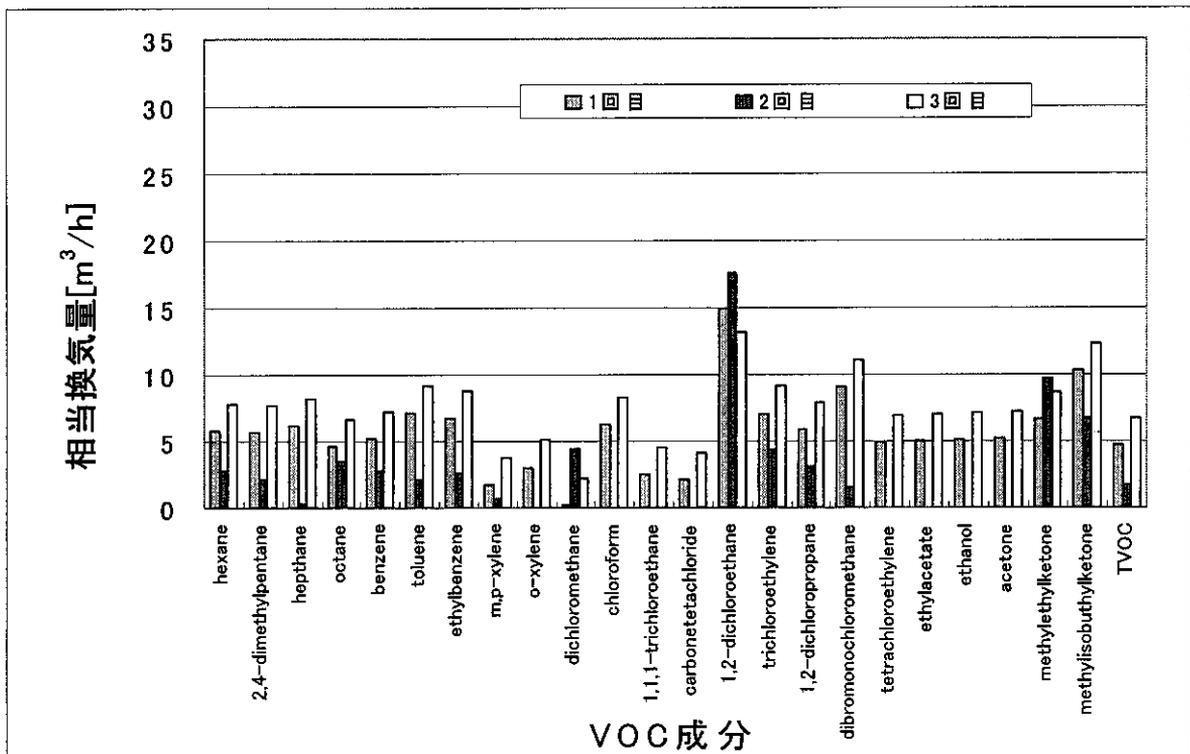


図 3.4.11 VOC成分毎の相当換気量(機器 AC-4)

表 3.4.9 VOC成分毎の相当換気量(機器 AC-5)

| 分類       | Name                   | 相当換気回数(1/h) |      |      | 相当換気量(m <sup>3</sup> /h) |       |       |       |
|----------|------------------------|-------------|------|------|--------------------------|-------|-------|-------|
|          |                        | 1回目         | 2回目  | 3回目  | 1回目                      | 2回目   | 3回目   | 平均値   |
| 脂肪族炭化水素  | hexane                 | 2.83        | 5.26 | 2.98 | 14.07                    | 26.17 | 18.24 | 19.50 |
|          | 2,4-dimethylpentane    | 2.37        | 4.67 | 3.28 | 11.81                    | 23.24 | 19.71 | 18.25 |
|          | heptane                | 2.08        | 4.88 | 3.46 | 10.35                    | 24.30 | 20.31 | 18.32 |
|          | octane                 | 3.34        | 4.14 | 3.84 | 16.61                    | 20.60 | 21.74 | 19.65 |
| 芳香族炭化水素  | benzene                | 2.07        | 5.41 | 2.86 | 10.29                    | 26.90 | 17.63 | 18.28 |
|          | toluene                | 2.31        | 5.17 | 3.53 | 11.52                    | 25.73 | 19.09 | 18.78 |
|          | ethylbenzene           | 2.99        | 5.91 | 3.46 | 14.89                    | 29.40 | 20.95 | 21.75 |
|          | m,p-xylene             | 3.57        | 4.20 | 3.50 | 17.77                    | 20.90 | 20.90 | 19.86 |
|          | o-xylene               | 3.48        | 4.52 | 3.68 | 17.30                    | 22.47 | 31.74 | 23.84 |
| ハロゲン類    | dichloromethane        | 0.37        | 2.24 | 1.47 | 1.85                     | 11.15 | 8.16  | 7.06  |
|          | chloroform             | 1.27        | 3.64 | 2.45 | 6.30                     | 18.10 | 15.07 | 13.15 |
|          | 1,1,1-trichloroethane  | 2.71        | 5.28 | 2.07 | 13.49                    | 26.29 | 17.44 | 19.08 |
|          | carbon tetrachloride   | 2.42        | 4.63 | 1.93 | 12.02                    | 23.03 | 15.37 | 16.81 |
|          | 1,2-dichloroethane     | 1.19        | 3.65 | 3.03 | 5.95                     | 18.19 | 13.22 | 12.45 |
|          | trichloroethylene      | 2.51        | 5.14 | 2.90 | 12.48                    | 25.58 | 16.38 | 18.14 |
|          | 1,2-dichloropropane    | 2.98        | 5.16 | 3.76 | 14.82                    | 25.69 | 18.41 | 19.64 |
|          | dibromochloromethane   | 2.36        | 5.21 | 4.50 | 11.72                    | 25.95 | 19.87 | 19.18 |
|          | tetrachloroethylene    | 3.01        | 5.06 | 3.32 | 14.99                    | 25.20 | 19.24 | 19.81 |
| エステル類    | ethylacetate           | 3.99        | 6.38 | 4.32 | 19.85                    | 31.74 | 17.71 | 23.10 |
| アルコール類   | ethanol                | 0.85        | 0.37 | 2.55 | 4.24                     | 1.86  | 14.05 | 6.72  |
| アルテドケトン類 | acetone                | 1.39        | 3.14 | 1.77 | 6.93                     | 15.64 | 7.38  | 9.98  |
|          | methyl ethyl ketone    | 2.80        | 5.23 | 2.42 | 13.92                    | 26.04 | 16.32 | 18.76 |
|          | methyl isobutyl ketone | 3.47        | 4.51 | 2.81 | 17.27                    | 22.46 | 28.90 | 22.88 |
|          | TVOC                   | 2.16        | 4.50 | 2.71 | 10.75                    | 22.40 | 15.89 | 16.35 |

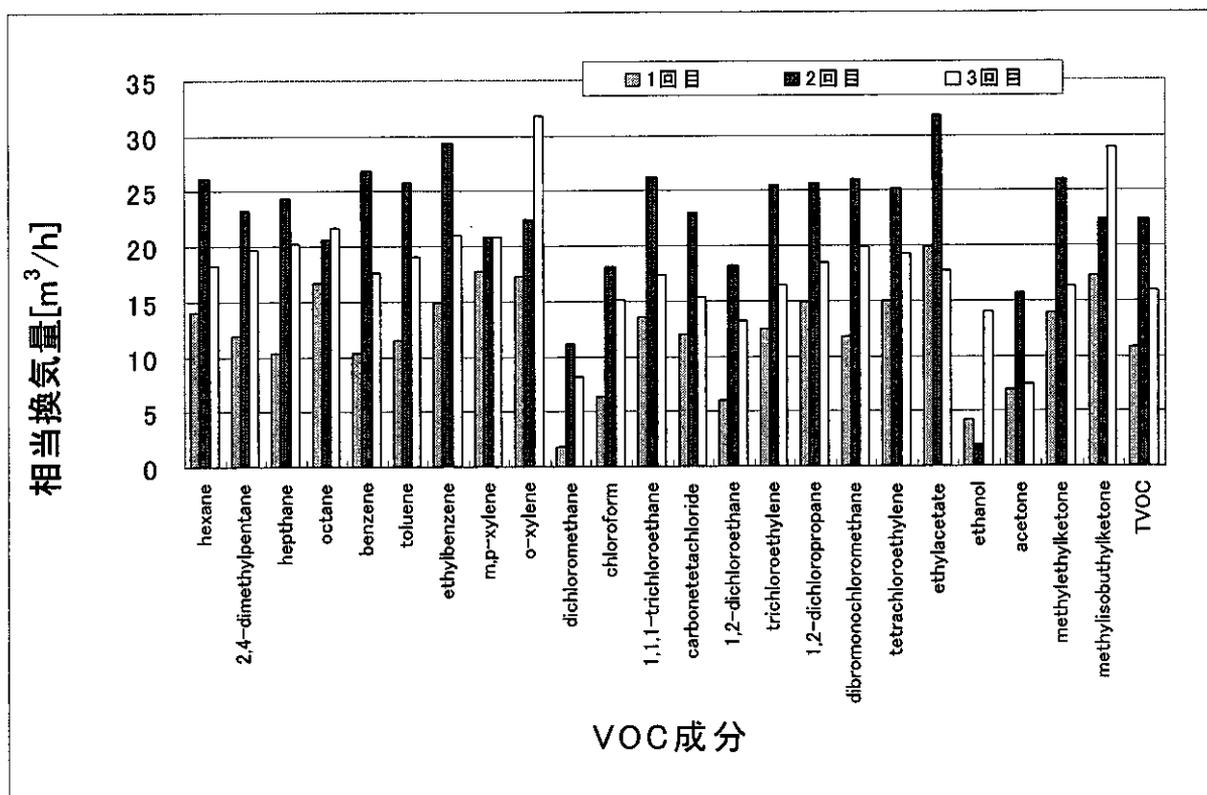


図 3.4.12 VOC成分毎の相当換気量(機器 AC-5)

### 3.4.4 結果と考察

機器非運転期間において、約5000[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]から2500[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]までのVOCの濃度変位を測定し、機器運転期間においては、約4800[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]から1500[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]までの濃度変位を測定した。

機器運転期間の直線で回帰できる範囲にある測定値を(3)、(4)、(5)式に代入して、相当換気回数 $N$ [1/h]を求めた。さらに、実験的に得られたこれらの相当換気回数の平均値を(6)式に代入して、機器の平均的な相当換気量 $Q_{eq}$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]を求めた。

表-3.4.5～3.4.9に示したように、フィルタ濾過式の機器AC-1、AC-2、AC-5の相当換気量 $Q_{eq}$ は、22.40～11.49[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (相当換気回数 $N$ :4.50～2.31[1/h])であり、比較的大きな除去効果が示された。しかし、AC-4に関しては、他のフィルタ濾過式の機器と比較して、除去効果が小さかった。分類別に見ると、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素に分類される成分が、比較的多く除去されている。

静電集塵式の機器AC-3では、相当換気量 $Q_{eq}$ はゼロに等しく、VOCに対する除去効果は、全く期待できない結果となった。この主要な原因として、除去方式がフィルタ濾過式である家庭用空気清浄機は、フィルタ部における吸着剤の使用量に依存した除去効果が期待できるものの、静電集塵式の機器では、このような除去効果がほとんど無かったものと考えられる。

AC-1、AC-2、AC-5については、ビル管法における必要換気量20～30[ $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$ ]に近い値を示し、これらの空気清浄機は、室内空気環境の改善に寄与できるものと考えられる。

### 3.4.5 本章のまとめ

本研究では、以下の知見を得ることが出来た。

- 1) 野崎らが提案した「相当換気量」という機器の評価指標を用いて、家庭用空気清浄機に関するVOC除去効果について求めた。
- 2) VOCの除去効果に関して、フィルタ濾過式の空気清浄機では、相当換気量 $Q_{eq}$ が22.40～11.49[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]であり、室内濃度低減効果を期待できうるものであった。一方、静電集塵式の空気清浄機に関しては、相当換気量はゼロに等しく、除去効果は認められなかった。
- 3) 家庭用空気清浄機のVOC除去特性に関する基礎的資料を得ることができた。

### 3.4.6 今後の課題

今後の課題として各種共存汚染物質が機器のホルムアルデヒド、VOC除去特性に及ぼす影響を把握することが挙げられる。

### 3.4.7 引用文献

- 1) 吉澤晋、菅原文子、小竿真一郎：空気清浄装置の粉塵捕集率と室内浄化性能、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.799～800、1988年
- 2) M.Ohmura, T.Irie, K.Ikeda et al.: On Comparison of Performance between Filter Type and Ion Type Domestic Air Purifiers, Proc.of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol.2, pp.185～188, 1996
- 3) 日本電気工業会：家庭用空気清浄機、JEM-1467、1995年
- 4) 野崎淳夫、吉澤晋：家庭用空気清浄機汚染物質除去特性に関する研究、日本労働衛生工学会、講演抄録集、pp.81～82、1998年
- 5) 野崎淳夫、池田耕一、吉澤晋、入江建久、飯倉一雄：家庭用空気清浄機におけるガス状物質の除去特性に関する研究、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.61～64、1997年
- 6) 野崎淳夫、池田耕一、吉澤晋、入江建久、飯倉一雄：我が国における室内化学汚染物質汚染低減化対策の現状について、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、II巻、pp.621～624、1998年
- 7) 羽田崇秀、長谷川麻子、小峯裕己：家庭用空気清浄機によるホルムアルデヒド(HCHO)除去性能の評価に関する研究、(その1)化学物質除去基本性能評価用試験装置の性能について、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.521～524、2000年
- 8) L.Erdinger, M.Durr, F.Hammes, H.G.Sonntag: Performance of a Modular Room Air Cleaner, Proc. of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol.4, pp.193～198, 1996

- 9) 環境庁大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル、pp. 41～46、1996年
- 10) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄機によるホルムアルデヒドの除去特性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年
- 11) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄機による室内化学物質の除去特性に関する研究、空気調和・衛生工学学会大会学術講演論文集、2001年
- 12) 吉澤晋他：衣服と住まいの健康学、大修館書店、1984年
- 13) 野崎淳夫、飯倉一雄、池田耕一、吉澤晋：オゾン発生源による室内空気汚染に関する研究（第2報）、日本空気清浄協会第19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、pp. 273～274、2000年
- 14) R. R. Arnts, S. B. Tejada: 2,4-Dinitrophenylhydrazine-coated Silica Gel Cartridge Method for Determination of Formaldehyde in Air, Identification of an Ozone Interference, Environmental Science Technology, Vol. 23, pp. 1428～1430, 1989
- 15) 野崎淳夫、飯倉一雄、吉澤晋、池田耕一、堀雅宏：室内化学物質汚染低減化対策としてのベイクアウトの効果(その1)、室内VOC、ホルムアルデヒド汚染に関する研究(その2)、日本建築学会計画系論文集、No. 530、pp. 61～66、2000年
- 15) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄のガス状物質除去特性に関する研究(その1)ホルムアルデヒドに対する除去効果、日本建築学会計画系論文集 No. 554、pp. 35～40、2002年
- 16) 野崎淳夫、飯倉一雄、吉澤晋、大澤元毅：庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去特性室内空気環境とその快適性に関する研究(その2)、第9回大気環境学会北海道東北支部総会講演集、pp. 38～39、2002年
- 17) 野崎淳夫、吉澤晋、大澤元毅、大懸崇史、家庭用空気清浄機のVOC除去特性室内空気環境とその快適性に関する研究(その3)、第9回大気環境学会北海道東北支部総会講演集、pp. 40～41、2002年

#### 3.4.8 謝辞

本研究を遂行するに当たり、協力を頂いた工藤彰訓君（当時東北文化学園大学卒論生）に深謝いたします。

要約

第5章 家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去特性に関する研究

野崎淳夫 (東北文化学園大学)

1. 研究の背景

家庭用空気清浄機は、室内のタバコ煙 (ETS) の除去を主目的として開発されたものである。現在、除去対象汚染物質はタバコ煙のみならず、ガス状物質に変移してきている。しかしながら、アレルゲン物質の花粉の除去に関する学術的研究報告はなく、科学的知見が求められている。そこで、本研究では市販されている家庭用空気清浄機の花粉除去特性について明らかにすることを目的とするものである。

2. 実験概要

2-1 測定対象機器

測定対象とした家庭用空気清浄機は、カタログ中に花粉除去が記載されているものから、除去方式やフィルタの違いを考慮して選定した。対象汚染物質、風量、フィルタの構造等の仕様は表-1に示される。

2-2 実験室の概要

実験は東北文化学園大学の人工気象室内に設置された実験チェンバーで行われた。実験チェンバーは、4.977 (m<sup>3</sup>) の気積を有し、温湿度と換気量制御が可能である。実験チェンバーの概要を図-1に示す。尚、実験チェンバー内には、一様拡散状態を得る為に、小型拡散ファンを設置した。

2-3 測定機器及び使用機器

- i) デジタル粉塵計 (RION社製, Model: KC-01C型)
- ii) 電子天秤 (METTLER TOLEDO社製, Model: AG204型)
- iii) 温湿度計 (SATO社製, Model: SK-100THP型)

2-4 実験対象物質

実験で用いた花粉は、スギの雄花から放出直後を採取したものである。

2-5 実験方法

花粉を室内に放出した直後、一様拡散ファンを3分間運転する場合と一様拡散ファン常時運転する場合の2つの条件で実験を行った。

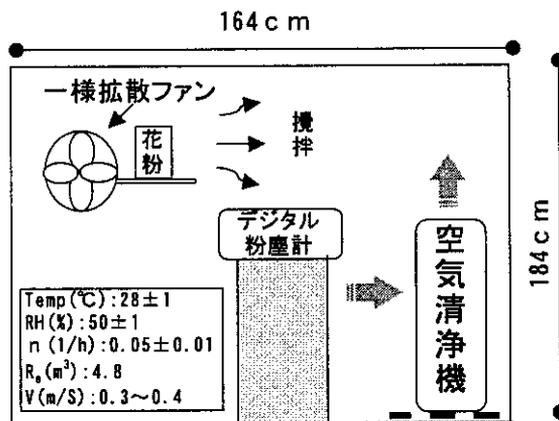


図-1 実験チェンバーの概要図

2-6 実験手順

- 1) ステンレスチェンバー内に空気清浄機、デジタル粉塵計、一様拡散ファンを設置する。
- 2) チェンバー内を数時間換気した後、人工気象室及びチェンバー内の温湿度を調整する。また、有効な空気清浄機を運転して浮遊粒子状物質のバックグラウンド濃度の低減を図る。
- 3) 一定量の花粉 (0.1g) を一様拡散ファンの前にセットし散布する。
- 4) 室内を一様拡散ファンで攪拌する。
- 5) 浮遊粒子状物質 (花粉) をデジタル粉塵計でモニタリングし、対象浮遊粒子状物質の自然減衰時 (機器非運転時) の濃度を15分間測定する。
- 6) 次に、空気清浄機を運転 (機器運転時) し、室内浮遊粒子状物質の機器運転時の濃度を15分間測定する。

表-1 実験対象の空気清浄機の仕様

| 機種   | 除去対象汚染物質  | 風量 (m <sup>3</sup> /h) |     |     |     |    | 消費電力 (W) |    |    |     |     | 外形寸法 (mm) |     |     | フィルタの構成   | 除去原理           | 運用床面積 (畳) | 製造 (年) |
|------|---|------------------------|-----|-----|-----|----|----------|----|----|-----|-----|-----------|-----|-----|---|----------------|-----------|--------|
|      |   | 超急速                    | 急速  | 強   | 標準  | 弱  | 超急速      | 急速 | 強  | 標準  | 弱   | 高さ        | 幅   | 奥行  |   |                |           |        |
| AC-1 | ウイルス/カビ菌/NOx/タバコ煙/タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ/チリ/HCHO | 312                    | 246 | 156 | 72  | 36 | 42       | 26 | 15 | 9   | 7.5 | 806       | 380 | 260 | プレフィルタ+活性炭フィルタ+プラズマUVPAフィルタ                               | プラズマ方式+フィルタ+濾過 | ~24       | 2002   |
| AC-2 | ウイルス/カビ菌/ダニの死骸/ホコリ/チリ/花粉/生活臭/体臭/ペット臭/タバコ煙/タバコ煙/花粉       | /                      | 238 | 180 | 120 | 78 | /        | 18 | 12 | 9   | 7   | 554       | 415 | 234 | プレフィルタ+活性炭フィルタ+イオン交換樹脂+カチオン+負電イオン+脱臭フィルタ+脱臭フィルタ+ゼオライト+活性炭 | プラズマ方式+フィルタ+濾過 | ~20       | 2002   |
| AC-3 | ウイルス/カビ菌/NOx/タバコ煙/タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ/チリ      | /                      | 240 | 180 | 102 | 30 | /        | 36 | 17 | 6   | 2   | 572       | 415 | 201 | プレフィルタ+再生活性炭フィルタ+イオン交換樹脂+カチオン+負電イオン+脱臭フィルタ+UVPAフィルタ       | 陰イオン+フィルタ+濾過   | ~19       | 2002   |
| AC-4 | ウイルス/カビ菌/花粉/NOx/タバコ煙/タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ/チリ   | /                      | 240 | 182 | 105 | 36 | /        | 29 | 18 | 13  | 9   | 686       | 270 | 320 | プレフィルタ+活性炭フィルタ+活性炭フィルタ                                    | プラズマ方式+フィルタ+濾過 | ~18       | 2002   |
| AC-5 | VOGTLERエン、ベンゼン、HCHO等/ウイルス/カビ菌/チリ/ホコリ/チリ/花粉/ダニの死骸        | /                      | /   | 110 | 95  | 75 | /        | /  | 9  | 6.1 | 5.2 | 450       | 410 | 220 | プレフィルタ+脱臭剤+活性炭+活性炭フィルタ                                    | フィルタ+濾過        | /         | 2002   |

3. 家庭用空気清浄機の汚染物質除去特性の評価法<sup>5)</sup>

家庭用空気清浄機汚染物質除去特性指標の「相当換気量  $Q_{eq}$  (m<sup>3</sup>/h) (ECAR)」を用いた。図-2に、相当換気量による評価法について示す。

実験チェンバー内に汚染物質を導入し、空気清浄機非運転時の対象汚染物質濃度の濃度減衰により得られる換気回数(機器非運転期間の換気回数:  $N_1$  (1/h))と空気清浄機を運転する場合の汚染物質の濃度減衰による換気回数(機器運転期間の換気回数:  $N_2$  (1/h))を求めるものである。 $N_1$ 、 $N_2$ と相当換気回数  $N$ は、次式にて表わされる。

$$N_2 = N_1 + N \quad (1)$$

換気回数  $N_1$  (機器非運転期間の換気回数)、 $N_2$  (機器運転期間の換気回数)は、トレーサーガスを用いた濃度減衰法により、(2)、(3)式にて求まる。

$$N_1 = 2.303 \times \frac{1}{t_1} \times \log \left\{ \frac{(C_1 - C_0)}{(C_2 - C_0)} \right\} \quad (2)$$

$$N_2 = 2.303 \times \frac{1}{t_2} \times \log \left\{ \frac{(C_3 - C_0)}{(C_4 - C_0)} \right\} \quad (3)$$

ここで、 $t_1$ : 機器非運転期間の測定時間 (h)、 $t_2$ : 機器運転期間の測定時間 (h)、 $C_1$ : 機器非運転期間の測定開始時における汚染物質濃度 (ppm)、 $C_2$ : 機器非運転期間の測定開始から  $t_1$  時間後の汚染物質濃度 (ppm)、 $C_3$ : 機器運転期間の測定開始時における汚染物質濃度 (ppm)、 $C_4$ : 機器運転期間の測定開始から  $t_2$  時間後の汚染物質濃度 (ppm)、 $C_0$ : チェンバー供給空気汚染物質濃度 (ppm)とする。  
 上式により、機器の汚染物質除去性能が明らかとなる。  
 さらに、実験チェンバーの気積  $R_v$  (m<sup>3</sup>)と実験によって求まる相当換気回数  $N$  (1/h)を用いて、空気清浄機の浄化力を室換気量に相当させることができる。  
 尚、このときの室換気量を相当換気量  $Q_{eq}$  (m<sup>3</sup>/h)と云い、(4)式にて表す。

$$Q_{eq} (m^3/h) = N \times R_v \quad (4)$$

図-2 相当換気量を用いた空気清浄機の汚染物質除去特性の評価法

4. 結果と考察

図-3に空気清浄機の機器非運転期間(自然減衰期間)と機器運転期間における花粉濃度の経時変化の一例を示す。縦軸の浮遊粒子状物質は0.01 (CF)中の個数を表したものである。次に、図-2に示される  $C_0 \sim C_4$ を前述の評価式(1)~(4)に代入して、各浮遊粒子状物質における機器の相当換気量  $Q_{eq}$ を求めた。(結果を表-2に示す。)

実験対象とした機器AC-1の実験結果を以下に示す。室内空気を一様拡散ファンで三分間のみ攪拌した場合(一様拡散ファン非運転時)の経時変化と一様拡散ファンを運転し続けた場合(一様拡散ファン運転時)の経時変化を図-3、図-4に示す。浮遊粒子状物質濃度の変化を比較すると、機器非運転期間では、両者共時間経過に伴い小さな減衰が認められた。それに比較し、機器運転期間には、一様拡散ファン運転時の方が大きい減衰が認められた。相当換気量  $Q_{eq}$  (m<sup>3</sup>/h)は、前者の場合、18.64~22.03であった。一様拡散ファン運転時の結果からは、5(μm)を除くと31.23~44.52の  $Q_{eq}$  (m<sup>3</sup>/h)が得られた。一様拡散ファン非運転時の実験から最も除去できる浮遊粒子状物質の粒径は1(μm)であり、一様拡散ファン運転時の実験から最も除去できる浮遊粒子状物質の粒径は2(μm)であることが示された。

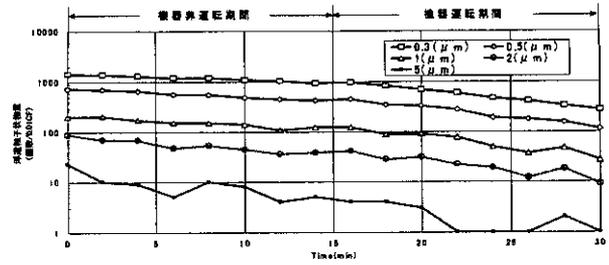


図-3 浮遊粒子状物質の経時変化 (機器AC-1 一様拡散ファン非運転時)

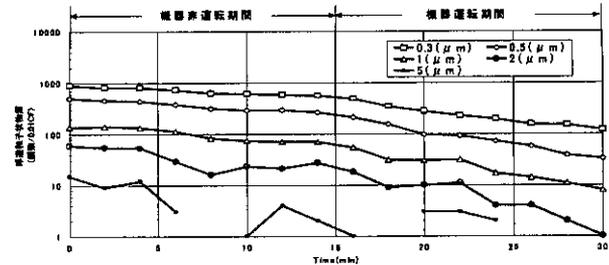


図-4 浮遊粒子状物質の経時変化 (機器AC-1 一様拡散ファン運転時)

表-2 AC-1の花粉に対する除去特性 (相当換気量  $Q_{eq}$ )

| 浮遊粒子状物質の粒径  | 0.3(μm) | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
|-------------|---------|---------|-------|-------|-------|
| 一様拡散ファン非運転時 | 19.10   | 18.64   | 20.47 | 22.03 |       |
| 一様拡散ファン運転時  | 31.23   | 31.69   | 33.44 | 44.52 |       |

5. まとめ及び今後の課題

家庭用空気清浄機の花粉除去性能について、除去指標の相当換気量  $Q_{eq}$  (m<sup>3</sup>/h)を用いて明らかにした。対象粒径が0.3(μm)~1(μm)までは  $Q_{eq}$ が約31~33(m<sup>3</sup>/h)であり、2(μm)の粒径では44(m<sup>3</sup>/h)程度の  $Q_{eq}$ が示された。一様拡散ファン非運転時と一様拡散ファン運転時を比較すると、後の方が顕著な除去効果が認められた。今後、更に多くの機器について花粉の除去特性に関する実験を行い、現時点での花粉除去特性に関わる総括的資料を得たい。

6. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、直接御指導頂いた野崎淳夫助教授(東北文化学園大学)、清澤裕美(東京美装株式会社)、並びに関係各位に謝意を表す。

7. 参考文献

- 菅原 文子、宮沢 博、岡部 かおり: 住宅内侵入スギ花粉エアロゾルに関する研究、日本建築学会計画系論文第515号、pp.75-81、(1999年1月)
- 大橋 えり他: スギ花粉による室内空気汚染(3) 空気調和・衛生工学会講演論文集、pp.1237~1240 (2001)
- 清澤 裕美、吉澤 晋: 住宅等における花粉の侵入と被曝量、日本建築学会計画系論文第548号 pp.63-68 (2001年10月)
- 清澤 裕美、吉澤 晋: 住宅等への花粉搬入量、日本建築学会計画系論文第558号 pp.37-42 (2002年8月)
- 大橋 えり他: スギ花粉による室内空気汚染(2)、日本建築学会大会梗概集 pp.939~940 (2001)
- 野崎 淳夫、飯倉 一雄、大澤 元毅、吉澤 晋: 家庭用空気清浄機の花粉除去特性に関する研究(その1) 日本建築学会計画系論文第554号 pp.35~45 (2002年4月)

## 第5章 家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去特性に関する研究

野崎淳夫（東北文化学園大学）

## 3.5.1 はじめに

## (1) 本研究の背景と目的

家庭用空気清浄機は、室内のタバコ煙(ETS)の除去を主目的として開発されたものである。現在、除去対象汚染物質はタバコ煙のみならず、ガス状物質に変移してきている。しかしながら、アレルゲン物質としての花粉の除去に関する学術的研究はなく、科学的知見が求められていた。花粉はほとんど風媒花で、風で運ばれるため、開花期には大量の花粉が飛散し花粉症の原因になる。

花粉症とは、原因となる花粉を吸い込んだために起こる病気であり、空気中を飛散している花粉が鼻から吸い込まれたり、目に付着して、くしゃみ、鼻水、鼻づまり、そして目のかゆみなど典型的症状が起こる。その他に、のどや気管の粘膜に付着した花粉がのどのかゆみや咳の発作を起こしたり、露出している皮膚に花粉が付着すると顔がほてったり、湿疹や皮膚炎が起こります。そして、鼻や口からのどに入った花粉を飲み込むと、胃や腸などがアレルギーを起こし、消化不良や食欲不振が起こることもある。

そこで、本研究においては、市販の空気清浄機における花粉の除去特性を明らかにすることであり、花粉の濃度減衰状態の把握、それに対する空気清浄機の機種別効果比較について求めることを目的とする。

## (2) 既往の研究

花粉に関する既往研究例を①～②に示す。

## ①住宅等への花粉搬入量

## 室内居住環境の花粉による汚染防止に関する研究2

清澤 裕美、吉澤 晋

日本建築学会計画系論文集 第558号

pp. 37-42 (2002年8月)

## 1. はじめに

本研究は、スギ花粉が室内へ侵入し、あるいは搬入されて、居住者が暴露される状態を定期的に把握、予測し、技術的なコントロールを行うための基礎資料を得ることを目的とする。

## 2. 実験概要

被験者の方に数日間採取バッチをつけて生活してもらい、そのバッチを一日毎に取り替えてシャーレに保存した。被験者には外出時間、外出状況を別紙に記録してもらった。

## 3. 実験結果及び考察

## 3.1 人が外出した時に付着する花粉量

## (i) 被験者1

被験者1は比較的外出状況の多い学生で、毎日数時間外出している。そのため他の学生より比較的多数の花粉付着が見られた。

## (ii) 被験者2

被験者2は採取期間中、ほとんど外出しておらず、外出時間が0になっている。しかし、少量ではあるが花粉の付着が見られる。

## (iii) 被験者3

被験者3は、毎日ほぼ同じ時間に外出する主婦である。外出する時間帯も昼間が多いため付着量も他と比べて多くなっている。

## (iv) 被験者4.6.7.8

被験者4.6.7は、毎日の外出がほとんど学校の登下校と、昼休み程度の学生で、測定期間中はほぼ同じ生活をしてきた。ほぼ屋外飛散量の10%~12%であった。被験者8のみ17%と付着量が多いのは他の学生より外出時間が少し多かったと考えられる。

## (v) 被験者5.9

被験者5.9の屋外飛散量はどちらも約30%から40%程度と高い値となった。

## 4. 洗濯物に付着する花粉量

本実験は洗濯物に付着した花粉を把握することにより、建物に持ち込まれる花粉量の現状を明らかにすることを目的とする。

## 4-1 実験概要

本実験は洗濯物を想定し、布製品を室内、屋外にそれぞれ時間放置する形で花粉の採取を行った。

## 4-2 結果と考察

採取日によりかなり付着量に増減があることが分かる。3/16は1999年でもっとも花粉の飛散量が多かった日であり、3/12の5倍の飛散量であった。

このことにより、洗濯物の付着には屋外飛散量により、かなり影響を受けることが明らかになった。

## 5. 寝具を屋外に干した時に付着する花粉量

寝具に付着した花粉を把握することにより、建物に持ち込まれる花粉量の現状を明らかにすることを目的とする。

## 5-1 実験概要

3戸(K宅、YN宅、YM宅)の住宅に協力していただき、晴れた日に家族の方にそれぞれ寝具を干してもらった。

## 5-2 実験結果及び考察

実験番号J~T、VWは測定限界の20(ng/lg fine dust)未満であったため、確かなアレルゲンを確認できなかった。20(ng/lg fine dust)以上の量を確認できたのは被曝時間が5時間以上のものが多かった。

## 6. まとめ

本研究では、室内花粉のメカニズムに於いて定性的にいわれている定量的に示した。これにより次の知見を得た。

- ①人、洗濯物、および布団に付着して室内に搬入される花粉の量を測定した。
- ②種々の要因が関係するが、人には外出により、飛散花粉量の10%から30%が付着する可能性があることがわかった。
- ③付着量は外出時間と飛散量に関係し、これらがわかれば付着量が予測できるものと思われる。
- ④洗濯物には外部飛散に比例して付着する。
- ⑤一度付着したものが落下するなどの条件から、付着量は洗濯物を干す時間の長さには必ずしも比例しない。
- ⑥取り込む前に洗濯物を振ることにより平均50%減少した。
- ⑦屋内で干す場合、戸外に比して1/10程度の値になる。
- ⑧付着量は生地によって大きく異なり、木綿のハンカチに比して、麻では10倍、ナイロンなどでは平均1/2~1/5倍であった。
- ⑨干された布団表面塵のアレルゲン量は20以下~160ng/lg fine dust程度であり、取り入れにあたってたたくことにより、表面塵中アレルゲン濃度として1/2~1/3に減少する。

## ②住宅当における花粉の侵入と被曝量

室内住居環境の花粉による汚染防止に関する研究

清澤 裕美、吉澤 晋

日本建築学会計画系論文集第548号

pp.63-68 (2001年10月)

## 1. はじめに

近年、アレルギー性疾患は年々増加し、特にすぎ花粉は今や10人に1人は発症していると言われるほど急増している。

本報では、実際に人の住む普通の住宅や、事務所ビルの建物内において花粉粒子の測定を行い、室内にスギ花粉がどのような状態で存在するかを調査したものである。

また、それに基づいて室内におけるスギ花粉の存在状況、住宅の条件等による存在状況の違いを明らかにし、スギ花粉の室内の濃度を予測した。

## 2. 結果及び考察

## 2.1 屋外における測定

15階建て高層住宅の6階を除くと他は階が高くなる毎に、やや落下量に高くなる傾向が見られた。この高層集合住宅は何棟も並んで立っているという規模の大きな集合住宅であるため、その間を吹き抜ける風の影響が強いと考えられ、6階が大きな値になったのも乱気流が生じた影響ではないかと考えられる。

## 2.2 室内における垂直分布

2つの住宅どちらも、屋外とは反対高さが低いほど、床面に近くなるほど落下量率が高く、呼吸線1から1.5mの値に対して2倍程度になっているのがわかる。これは室内に侵入してきた花粉の落下度の影響が大きいと考えられる。

## 3. まとめ

本研究により以下の知見を得た。

- 1) 人の居住している木造2階建て住宅、中層ビル、高層集合住宅、超高層住宅にて、花粉粒子の落下量を計測した。
- 2) 落下量の垂直分布を計測したが、室内においては、床面の落下量が呼吸線に比して1.5～2と高かった。
- 3) 室内では平面分布が著しく、窓際の花粉尘子量率は室内中央の5～6倍の高さであった。
- 4) 室内での落下量率は、中央では0.4～0.8(個/c m<sup>3</sup> day)、窓際では1.9～2.8(個/c m<sup>3</sup> day)であった。
- 5) 内外の単純なる落下量の比である内外比1～2%であった。
- 6) 花粉進入率は、室内中央は約1.6%、3.1%、常時開いている場所では約26%となった。
- 7) 室内での被曝量は、屋外の1%～2%程度であり、窓際はその約2倍、常時窓等を開いている場所では室内中央の10倍～20倍ほど高かった。

## 3.5.2 実験概要

## (1) 実験室の概要

本実験は東北文化学園大学の人工気象室内に設置された実験チェンバーで行われた。実験チェンバーは、4.98m<sup>3</sup>の気積を有し、温湿度と換気量制御が可能である。外部からの浮遊粒子状物質の侵入を防ぐため換気経路にフィルタをした。実験チェンバーの概要を図-3.5.1、写真-3.5.1に示す。

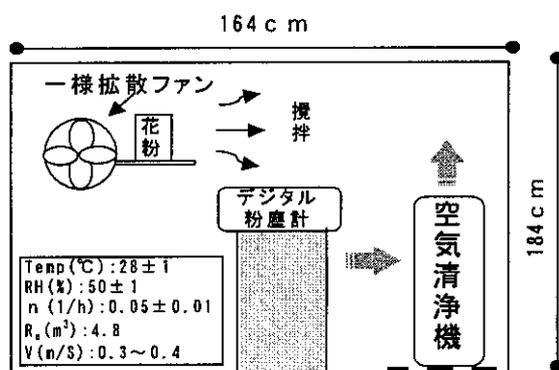


図-3.5.1 実験チェンバーの概要

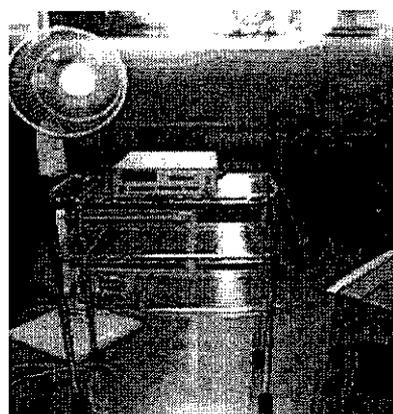


写真-3.5.1 実験チェンバー内

(2) 実験対象物質

実験で用いた花粉は、スギの雄花から放出直後を採取したものである。(写真-3.5.2 参照)

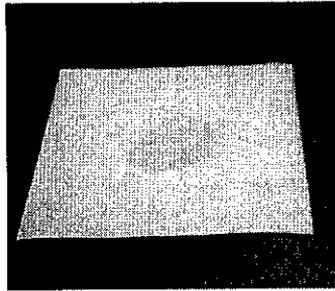


写真-3.5.2 スギ花粉

(3) 測定対象機器

本研究で使用する空気清浄機は、カタログ中に花粉除去効果が記載されているものの中から、除去方式やフィルタの違いを考慮し選定した。対象とした機器の仕様を表-3.5.1、写真-3.5.3～3.5.25に示す。

表-1 空気清浄機の仕様

| 機器   | 除去対象汚染物質  | 風量(m <sup>3</sup> /h) |     |     |     |    | 消費電力(W) |    |    |     |     | 外形寸法(mm) |     |     | フィルタの構成  | 除去原理           | 適用床面積(畳) | 製造年  |
|------|---|-----------------------|-----|-----|-----|----|---------|----|----|-----|-----|----------|-----|-----|--|----------------|----------|------|
|      |   | 超急速                   | 急速  | 強   | 標準  | 弱  | 超急速     | 急速 | 強  | 標準  | 弱   | 高さ       | 幅   | 奥行  |  |                |          |      |
| AC-1 | ウイルス/カビ孢子/NO <sub>x</sub> /タバコ臭/タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ・チリ/HCHO | 312                   | 246 | 156 | 72  | 36 | 42      | 26 | 15 | 9   | 7.5 | 808      | 360 | 260 | プレフィルタ+活性炭フィルタ+プラズマULPAフィルタ                        | プラズマ方式+フィルター濾過 | ~24      | 2002 |
| AC-2 | ウイルス/カビ孢子/ダニの死骸/ホコリ・チリ/花粉/生活臭/体臭/ペット臭/タバコ臭/タバコ煙/花粉                    | /                     | 258 | 180 | 120 | 78 | /       | 18 | 12 | 9   | 7   | 554      | 415 | 234 | プレフィルタ+除菌フィルタ(バイオ除菌&カテキン)+集塵フィルタ+脱臭フィルタ(ゼオライト&活性炭) | プラズマ方式+フィルター濾過 | ~20      | 2002 |
| AC-3 | ウイルス/カビ孢子/NO <sub>x</sub> /タバコ臭/タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ・チリ      | /                     | 240 | 180 | 102 | 30 | /       | 36 | 17 | 6   | 2   | 572      | 415 | 201 | プレフィルタ+再生活性炭フィルタ+アパタイト抗菌フィルタ+ULPAフィルタ              | 除菌イオン+フィルター清浄  | ~19      | 2002 |
| AC-4 | ウイルス/カビ孢子/花粉/NO <sub>x</sub> /タバコ臭/タバコ煙/生活臭/体臭/ペット臭/花粉/ダニの死骸/ホコリ・チリ   | /                     | 240 | 162 | 108 | 36 | /       | 29 | 18 | 13  | 9   | 666      | 270 | 320 | プレフィルタ+URPAフィルタ+活性炭フィルタ                            | プラズマ方式+フィルター濾過 | ~18      | 2002 |
| AC-5 | VOC(トルエン、ベンゼン、HCHO等)/ウイルス/カビ孢子/ホコリ・チリ/花粉/ダニの死骸                        | /                     | /   | 110 | 95  | 75 | /       | /  | 9  | 6.1 | 5.2 | 450      | 410 | 220 | プレフィルタ+殺菌酵素フィルタ+活性炭フィルタ                            | フィルター清浄        | /        | 2002 |

\* 上記の仕様はカタログより抜粋したものをまとめたものである。

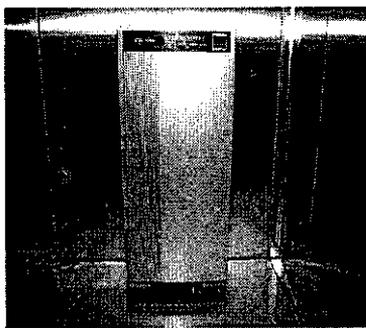


写真-3.5.3 機器 AC-1

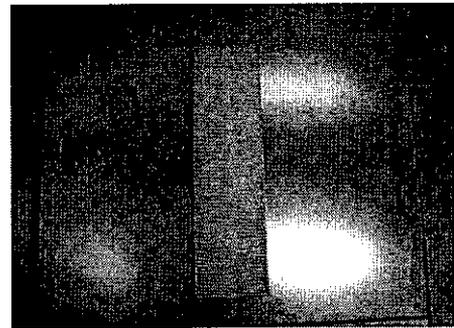


写真-3.5.4 プラズマ HEPA フィルタ(活性炭充填)  
(AC-1)

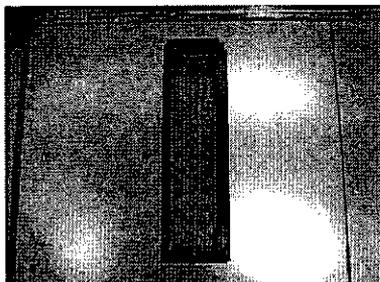


写真-3.5.5 プラズマ放電部  
(AC-1)

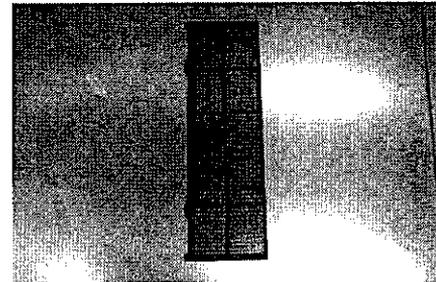


写真-3.5.6 プレフィルタ  
(AC-1)

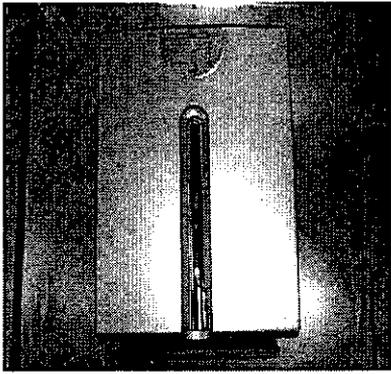


写真-3.5.7 機器 AC-2

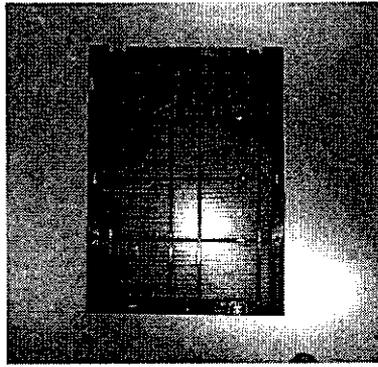


写真-3.5.8 プレフィルター  
(AC-2)

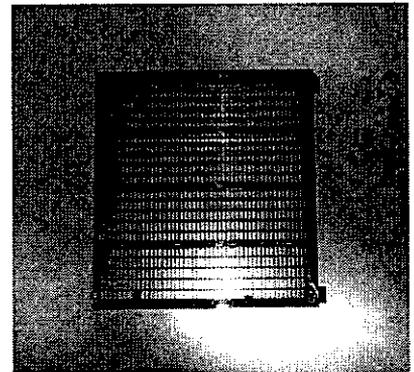


写真-3.5.9 放電ユニット  
(AC-2)

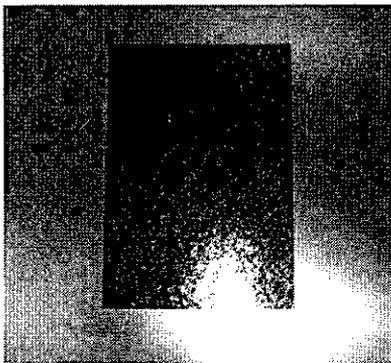


写真-3.5.10 除菌フィルター  
(AC-2)

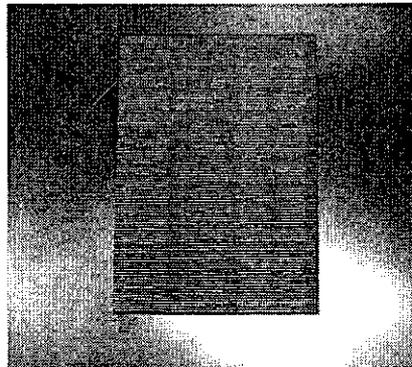


写真-3.5.11 集塵フィルタ  
(AC-2)

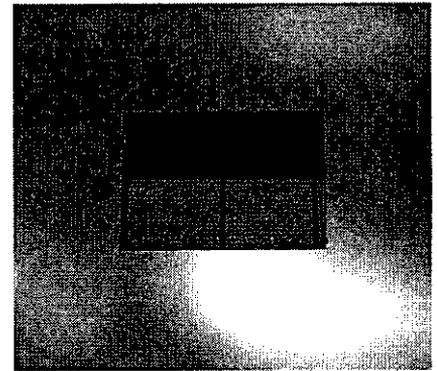


写真-3.5.12 脱臭フィルター  
(緑・ゼオライト、黒・活性炭)  
(AC-2)

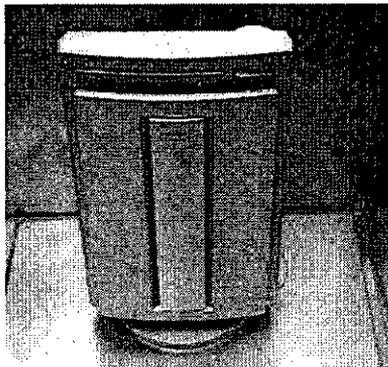


写真-3.5.13 機器 AC-3

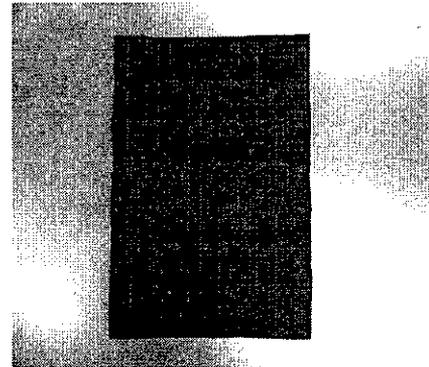


写真-3.5.14 再生活性炭フィルター  
(AC-3)

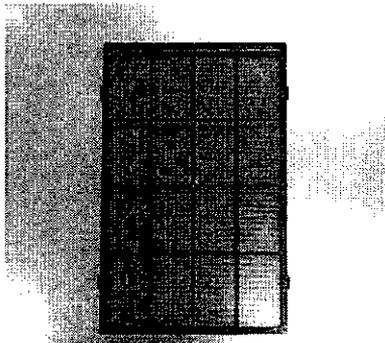


写真-3.5.15 プレフィルター  
(AC-3)

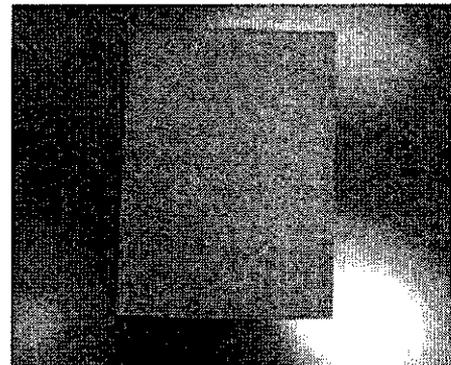


写真-3.5.16 ULPA フィルター  
(AC-3)

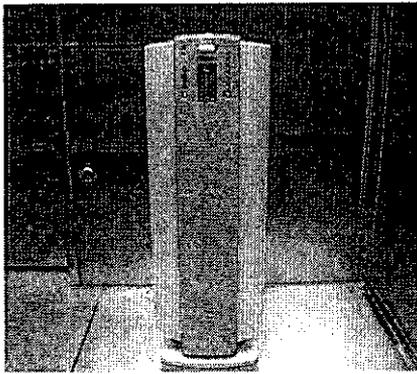


写真-3.5.17 機器 AC-4

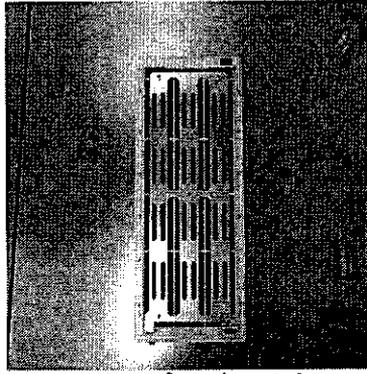


写真-3.5.18 プラズマイオンユニット (AC-4)

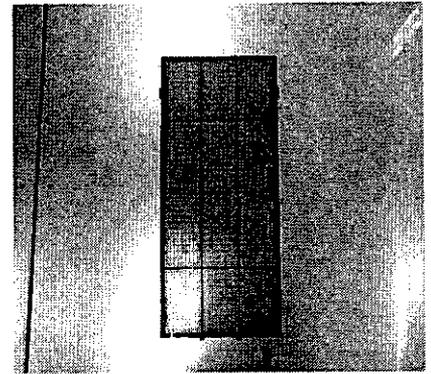


写真-3.5.19 プレフィルター (AC-4)

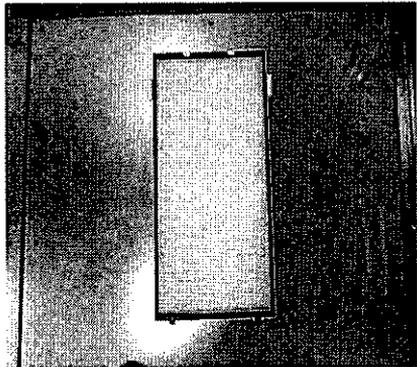


写真-3.5.20 ULPA フィルター (AC-4)

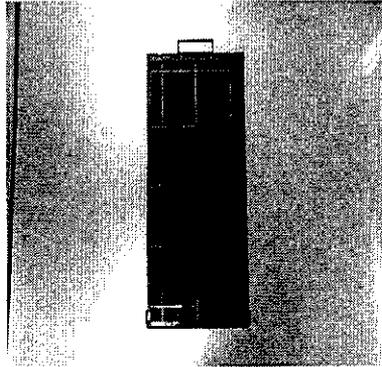


写真-3.5.21 活性炭フィルター (AC-4)

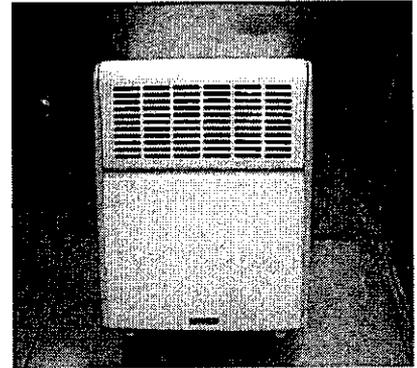


写真-3.5.22 機器 AC-5

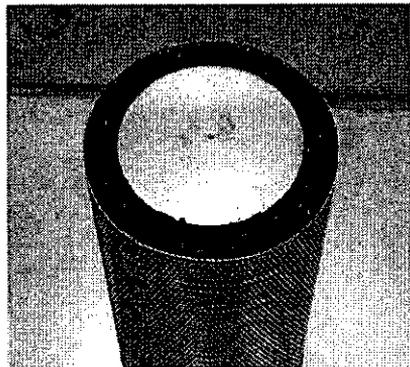


写真-3.5.23 活性炭カートリッジ (AC-5)

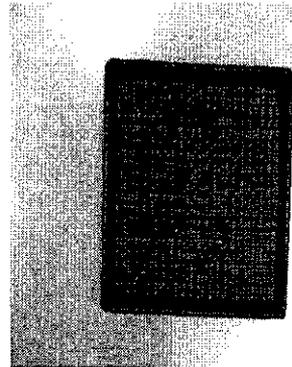


写真-3.5.24 ラフフィルター (AC-5)

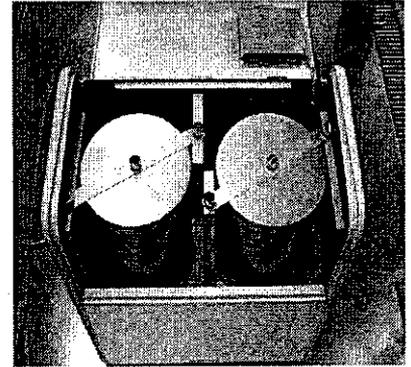


写真-3.5.25 活性炭カートリッジ 上部 (AC-5)

(4)測定方法

(a)測定機器(写真3.5.26～3.5.28参照)

- 1) デジタル粉塵計 (RION社製、Model: KC-01C型)
- 2) 電子天秤 (METTLER TOLEDO社製、Model: AG204型)
- 3) 温湿度計 (SATO社製、Model: SK-100THP型)

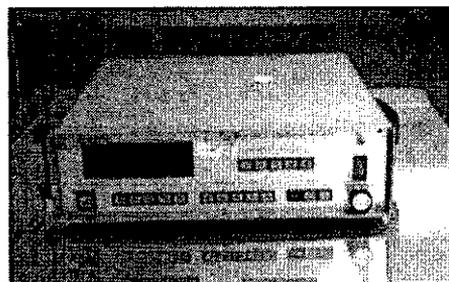


写真-3.5.26 デジタル粉塵計

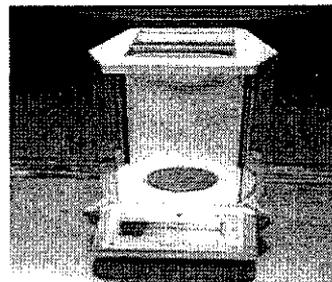


写真-3.5.27 電子天秤

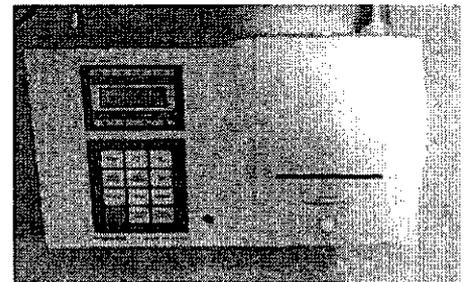


写真-3.5.28 温湿度計

## (b) 実験手順

花粉を室内に散布した直後、一様拡散ファンを開始3分間運転する場合(一様拡散ファン非運転期間)と一様拡散ファン常時運転する場合(一様拡散運転期間)の2つの条件で実験を行った。

実験の手順を以下に示す。

- 1) ステンレスチェンバー内に空気清浄機、デジタル粉塵計、一様拡散ファンを設置する。
- 2) チェンバー内を数時間換気した後、人工気象室及びチェンバー内の温湿度を調整する。また、有効な空気清浄機を運転して浮遊粒子状物質バックグラウンド濃度の低減を図る。
- 3) 一定量の花粉(0.1g)を一様拡散ファンの前にセットし散布する。
- 4) 室内を一様拡散ファンで攪拌する。
- 5) 浮遊粒子状物質(花粉)をデジタル粉塵計でモニタリングし、対象浮遊粒子状物質の自然減衰時(機器非運転時)の濃度を15分間測定する。
- 6) 次に、空気清浄機を運転(機器運転時)し、室内浮遊粒子状物質の濃度を15分間測定する。

(c) 家庭用空気清浄機の汚染物質除去特性の評価法<sup>6)</sup>

空気清浄機によるガス状物質の除去に関しては、相当換気量を用いた。相当換気量の定義と本指標を用いた評価法を以下に示す。

空気浄化設備を有する室内の定常濃度  $C_{ss}$  (ppm) は、次式にて表される。

$$C_{ss} = C_0 + \frac{M}{(Q + F)} \quad (1)$$

ここで、 $C_0$ : 外気濃度 (ppm)、 $M$ : 発生量 (mg/h)、 $Q$ : 室換気量 ( $m^3/h$ )、 $F$ : 空気浄化能力 ( $m^3/h$ ) とする。

一般の空調システムにおいて、 $F$  はフィルター部の浄化能力を示すものであり、汚染物除去率に通過風量に乗ずることにより求まる。ところが、家庭用の空気清浄機では、フィルター部における室内空気の通過回数が多いため、One pass による除去性能を求める意義は小さい。そこで、家庭用空気清浄機の評価に用いられるのが、相当換気回数である。相当換気回数は、実験により一義的に得られる器具の浄化指標である。

すなわち、実験チェンバー内の換気回数(自然減衰:  $N_1$  (1/h))、空気清浄機運転時の換気回数 ( $N_2$  (1/h)) を用いて、次式 (2) 式より表わされる。

$$\text{相当換気回数} \quad N (1/h) = N_1 - N_2 \quad (2)$$

換気回数  $N_{1,2}$  は、トレーサーガス濃度減衰法により、(3) 式より求め、各種汚染物質に対する器具の除去性能が明らかとなる。

$$N_1 = 2.303 \times \frac{1}{t_1} \times \log \left\{ \frac{(C_1 - C_0)}{(C_2 - C_0)} \right\} \quad (3)$$

ここで、 $n$ : 換気回数 (1/h)、 $t$ : 測定時間 (h)、 $C_1$ : 測定開始時の対象汚染物濃度 (ppm)、 $C_2$ :  $t$  時間後の対象汚染物濃度 (ppm)、 $C_0$ : 外気中の対象汚染物濃度 (ppm) とする。

さらに、実験チェンバーの気積  $R_e$  ( $m^3$ ) と実験値である  $N$  (1/h) を用いて、空気清浄機の浄化力を換気量に相当させることが出来る。尚、このときの換気量を相当換気量  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) と言い、次式にて表される。

$$Q_{eq} (m^3/h) = N \times R_e \quad (4)$$

ちなみに、(1) 式中の  $F$  (空気浄化能力) が  $Q_{eq}$  と等しくなる。

3.5.3 実験結果

(1) 機器AC-1の除去特性

表-3.5.2 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |
| バックグラウンド値 | 48         | 16      | 6     | 3     | 0     |         |
| 0         | 1426       | 733     | 200   | 88    | 23    | 機器非運転期間 |
| 2         | 1382       | 705     | 206   | 69    | 10    |         |
| 4         | 1300       | 658     | 172   | 68    | 9     |         |
| 6         | 1189       | 570     | 153   | 47    | 5     |         |
| 8         | 1196       | 557     | 151   | 53    | 10    |         |
| 10        | 1092       | 487     | 141   | 44    | 8     |         |
| 12        | 1040       | 455     | 108   | 36    | 4     |         |
| 14        | 935        | 429     | 123   | 38    | 5     |         |
| 16        | 972        | 451     | 123   | 41    | 4     |         |
| 18        | 823        | 350     | 88    | 28    | 4     |         |
| 20        | 697        | 332     | 90    | 31    | 3     |         |
| 22        | 595        | 280     | 77    | 22    | 1     |         |
| 24        | 470        | 193     | 50    | 19    | 1     |         |
| 26        | 418        | 178     | 37    | 12    | 1     |         |
| 28        | 338        | 155     | 47    | 18    | 2     |         |
| 30        | 279        | 114     | 27    | 9     | 1     |         |

表-3.5.3 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |        |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |        |
| バックグラウンド値 | 44         | 14      | 4     | 2     | 0     |         |        |
| 0         | 893        | 496     | 135   | 59    | 15    | 機器非運転期間 |        |
| 2         | 808        | 451     | 140   | 54    | 9     |         |        |
| 4         | 802        | 431     | 132   | 53    | 12    |         |        |
| 6         | 724        | 374     | 113   | 29    | 3     |         |        |
| 8         | 625        | 312     | 83    | 16    | 0     |         |        |
| 10        | 609        | 287     | 74    | 23    | 1     |         |        |
| 12        | 582        | 291     | 70    | 21    | 4     |         |        |
| 14        | 561        | 265     | 70    | 27    | 2     |         |        |
| 16        | 490        | 212     | 54    | 18    | 1     |         | 機器運転期間 |
| 18        | 345        | 154     | 31    | 9     | 0     |         |        |
| 20        | 275        | 97      | 30    | 10    | 3     |         |        |
| 22        | 228        | 92      | 31    | 11    | 3     |         |        |
| 24        | 193        | 72      | 17    | 4     | 2     |         |        |
| 26        | 154        | 57      | 14    | 4     | 0     |         |        |
| 28        | 149        | 38      | 11    | 2     | 0     |         |        |
| 30        | 119        | 33      | 8     | 1     | 1     |         |        |

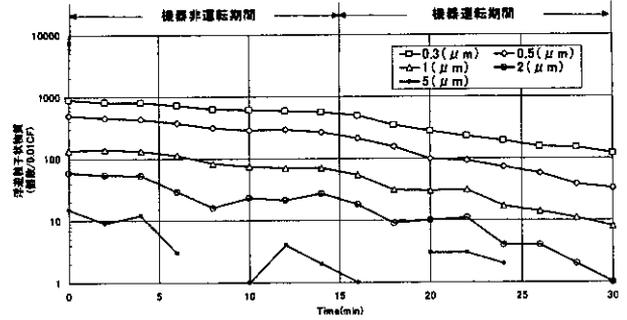
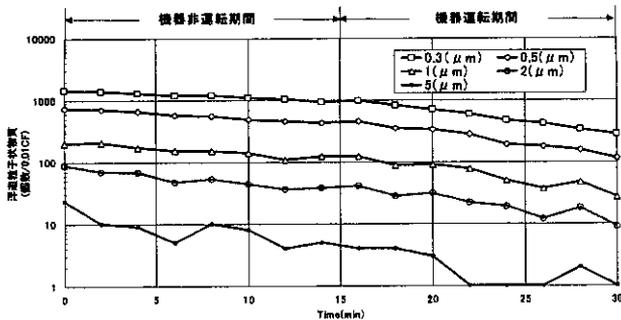


図-3.5.3 浮遊粒子状物質の経時変化  
(機器AC-1 一様拡散ファン非運転時/1回目)

図-3.5.4 浮遊粒子状物質の経時変化  
(機器AC-1 一様拡散ファン運転時/1回目)

表-3.5.4 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |        |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |        |
| バックグラウンド値 | 41         | 5       | 4     | 3     | 0     |         |        |
| 0         | 1040       | 655     | 200   | 85    | 26    | 機器非運転期間 |        |
| 2         | 998        | 625     | 173   | 68    | 17    |         |        |
| 4         | 939        | 564     | 162   | 54    | 7     |         |        |
| 6         | 954        | 560     | 182   | 58    | 9     |         |        |
| 8         | 922        | 527     | 185   | 53    | 6     |         |        |
| 10        | 858        | 489     | 111   | 39    | 3     |         |        |
| 12        | 856        | 476     | 130   | 34    | 2     |         |        |
| 14        | 810        | 433     | 114   | 38    | 5     |         |        |
| 16        | 747        | 405     | 96    | 27    | 5     |         | 機器運転期間 |
| 18        | 717        | 355     | 92    | 32    | 2     |         |        |
| 20        | 615        | 321     | 83    | 30    | 3     |         |        |
| 22        | 487        | 252     | 61    | 13    | 2     |         |        |
| 24        | 473        | 238     | 70    | 25    | 3     |         |        |
| 26        | 371        | 187     | 39    | 10    | 0     |         |        |
| 28        | 328        | 152     | 39    | 12    | 3     |         |        |
| 30        | 317        | 134     | 40    | 14    | 0     |         |        |

表-3.5.5 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/2回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |        |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |        |
| バックグラウンド値 | 84         | 9       | 1     | 0     | 0     |         |        |
| 0         | 1268       | 710     | 218   | 69    | 15    | 機器非運転期間 |        |
| 2         | 1126       | 617     | 182   | 67    | 15    |         |        |
| 4         | 1121       | 586     | 174   | 56    | 7     |         |        |
| 6         | 1042       | 527     | 140   | 50    | 4     |         |        |
| 8         | 929        | 399     | 100   | 32    | 2     |         |        |
| 10        | 879        | 404     | 112   | 34    | 3     |         |        |
| 12        | 855        | 387     | 88    | 33    | 6     |         |        |
| 14        | 841        | 334     | 71    | 22    | 4     |         |        |
| 16        | 793        | 278     | 73    | 25    | 1     |         | 機器運転期間 |
| 18        | 689        | 231     | 68    | 33    | 6     |         |        |
| 20        | 584        | 164     | 46    | 13    | 3     |         |        |
| 22        | 495        | 122     | 31    | 7     | 1     |         |        |
| 24        | 415        | 113     | 21    | 9     | 3     |         |        |
| 26        | 432        | 83      | 21    | 9     | 1     |         |        |
| 28        | 394        | 95      | 34    | 14    | 5     |         |        |
| 30        | 318        | 66      | 18    | 8     | 0     |         |        |

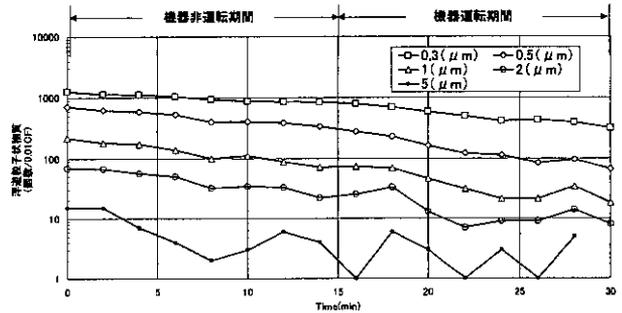
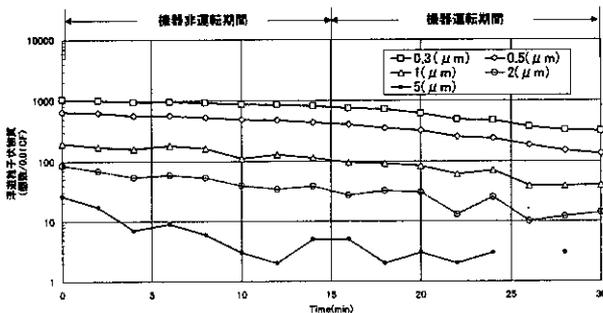


図-3.5.5 浮遊粒子状物質の経時変化  
(機器AC-1 一様拡散ファン非運転時)

図-3.5.6 浮遊粒子状物質の経時変化  
(機器AC-1 一様拡散ファン運転時)

表-3.5.6 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 20         | 5       | 2     | 1     | 0     |
| 0         | 1124       | 868     | 190   | 86    | 26    |
| 2         | 1047       | 602     | 185   | 61    | 9     |
| 4         | 971        | 537     | 154   | 52    | 9     |
| 6         | 1032       | 597     | 163   | 61    | 7     |
| 8         | 975        | 534     | 132   | 41    | 5     |
| 10        | 967        | 532     | 143   | 48    | 5     |
| 12        | 881        | 473     | 109   | 32    | 4     |
| 14        | 885        | 457     | 123   | 45    | 5     |
| 16        | 859        | 448     | 119   | 29    | 4     |
| 18        | 677        | 338     | 98    | 22    | 2     |
| 20        | 675        | 348     | 77    | 25    | 3     |
| 22        | 536        | 277     | 66    | 15    | 1     |
| 24        | 456        | 234     | 53    | 18    | 3     |
| 26        | 371        | 190     | 52    | 9     | 1     |
| 28        | 289        | 137     | 35    | 14    | 1     |
| 30        | 247        | 120     | 30    | 10    | 0     |

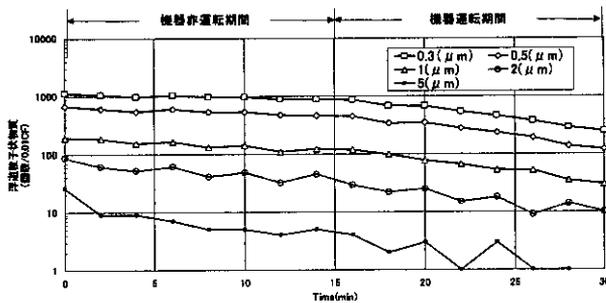


図-3.5.7 浮遊粒子状物質の経時変化  
(機器AC-1 一様拡散ファン非運転時/3回目)

表-3.5.7 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/3回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 57         | 20      | 4     | 2     | 0     |
| 0         | 1402       | 714     | 194   | 81    | 12    |
| 2         | 1346       | 661     | 168   | 57    | 13    |
| 4         | 1407       | 611     | 151   | 46    | 11    |
| 6         | 1282       | 520     | 121   | 41    | 2     |
| 8         | 1211       | 468     | 124   | 43    | 2     |
| 10        | 1197       | 435     | 95    | 29    | 3     |
| 12        | 1134       | 397     | 91    | 28    | 4     |
| 14        | 1027       | 334     | 82    | 25    | 3     |
| 16        | 972        | 295     | 75    | 12    | 0     |
| 18        | 824        | 210     | 46    | 7     | 0     |
| 20        | 648        | 183     | 41    | 15    | 0     |
| 22        | 489        | 121     | 28    | 7     | 0     |
| 24        | 391        | 95      | 21    | 4     | 0     |
| 26        | 332        | 78      | 24    | 6     | 1     |
| 28        | 328        | 71      | 24    | 4     | 1     |
| 30        | 261        | 41      | 9     | 3     | 0     |

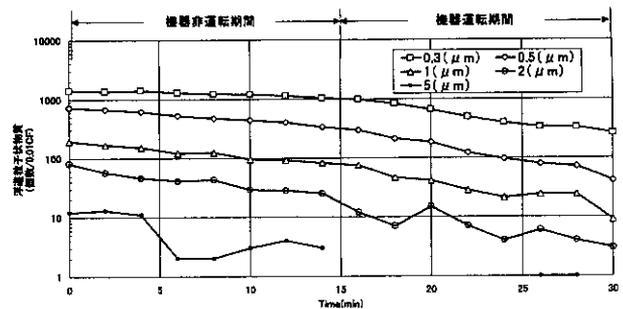


図-3.5.8 浮遊粒子状物質の経時変化  
(機器AC-1 一様拡散ファン運転時/3回目)

(2) 機器AC-2の除去特性

表-3.5.8 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 40         | 12      | 5     | 2     | 0     |
| 0         | 1609       | 582     | 152   | 63    | 16    |
| 2         | 1574       | 573     | 140   | 47    | 13    |
| 4         | 1574       | 536     | 126   | 41    | 8     |
| 6         | 1459       | 504     | 147   | 57    | 9     |
| 8         | 1424       | 478     | 137   | 57    | 9     |
| 10        | 1356       | 443     | 115   | 44    | 10    |
| 12        | 1271       | 393     | 90    | 22    | 3     |
| 14        | 1241       | 366     | 87    | 28    | 3     |
| 16        | 1116       | 350     | 85    | 28    | 3     |
| 18        | 1021       | 320     | 87    | 32    | 1     |
| 20        | 827        | 248     | 69    | 21    | 5     |
| 22        | 567        | 159     | 40    | 12    | 1     |
| 24        | 363        | 124     | 22    | 9     | 0     |
| 26        | 237        | 61      | 19    | 8     | 0     |
| 28        | 135        | 49      | 9     | 3     | 0     |
| 30        | 93         | 33      | 3     | 2     | 0     |

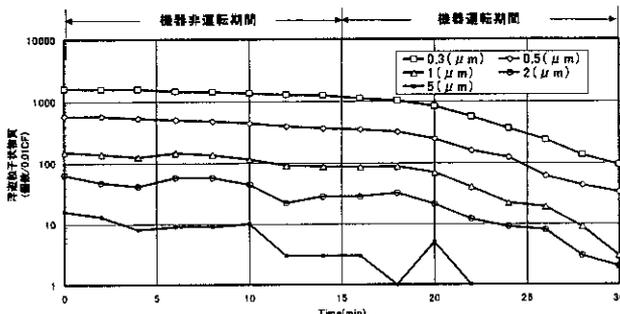


図-3.5.9 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

表-3.5.9 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 18         | 11      | 0     | 0     | 0     |
| 0         | 781        | 526     | 169   | 61    | 11    |
| 2         | 695        | 466     | 130   | 53    | 8     |
| 4         | 648        | 373     | 126   | 45    | 9     |
| 6         | 620        | 305     | 75    | 20    | 4     |
| 8         | 635        | 313     | 86    | 26    | 3     |
| 10        | 544        | 260     | 83    | 22    | 4     |
| 12        | 553        | 216     | 58    | 12    | 2     |
| 14        | 543        | 210     | 49    | 16    | 2     |
| 16        | 409        | 124     | 28    | 7     | 0     |
| 18        | 267        | 88      | 17    | 5     | 2     |
| 20        | 192        | 58      | 18    | 5     | 1     |
| 22        | 130        | 33      | 5     | 3     | 1     |
| 24        | 106        | 29      | 7     | 2     | 1     |
| 26        | 70         | 12      | 4     | 1     | 0     |
| 28        | 47         | 11      | 2     | 1     | 0     |
| 30        | 44         | 6       | 1     | 1     | 0     |

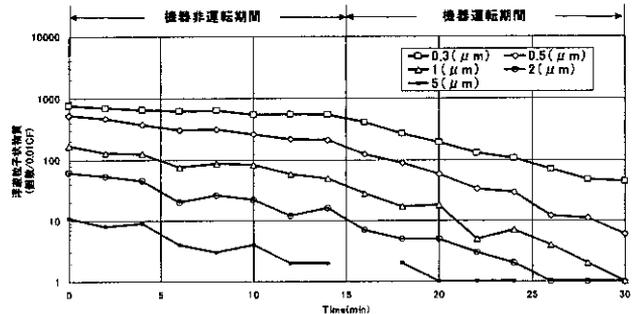


図-3.5.10 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

表-3.5.10 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 22         | 9       | 6     | 1     | 0     |
| 0         | 1406       | 941     | 264   | 95    | 20    |
| 2         | 1311       | 892     | 232   | 80    | 17    |
| 4         | 1255       | 813     | 211   | 72    | 10    |
| 6         | 1252       | 839     | 244   | 85    | 9     |
| 8         | 1154       | 746     | 189   | 55    | 5     |
| 10        | 1126       | 743     | 185   | 39    | 2     |
| 12        | 1142       | 736     | 188   | 68    | 7     |
| 14        | 1085       | 725     | 178   | 58    | 6     |
| 16        | 857        | 552     | 146   | 48    | 2     |
| 18        | 527        | 348     | 89    | 27    | 5     |
| 20        | 297        | 197     | 47    | 14    | 1     |
| 22        | 200        | 125     | 36    | 15    | 1     |
| 24        | 126        | 76      | 19    | 5     | 1     |
| 26        | 67         | 42      | 11    | 2     | 0     |
| 28        | 40         | 24      | 4     | 1     | 0     |
| 30        | 25         | 13      | 2     | 0     | 0     |

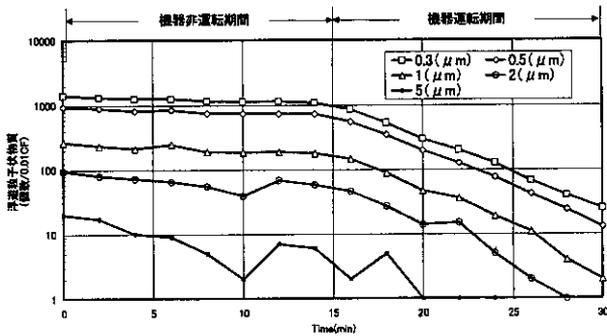


図-3.5.11 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

表-3.5.11 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 20         | 4       | 3     | 1     | 0     |
| 0         | 1385       | 911     | 262   | 108   | 37    |
| 2         | 1295       | 812     | 209   | 64    | 7     |
| 4         | 1240       | 775     | 216   | 75    | 17    |
| 6         | 1209       | 781     | 224   | 70    | 12    |
| 8         | 1091       | 652     | 195   | 74    | 6     |
| 10        | 1142       | 704     | 188   | 52    | 7     |
| 12        | 1145       | 732     | 191   | 54    | 6     |
| 14        | 1024       | 585     | 150   | 39    | 10    |
| 16        | 857        | 514     | 149   | 40    | 5     |
| 18        | 535        | 362     | 86    | 28    | 2     |
| 20        | 343        | 188     | 52    | 18    | 1     |
| 22        | 208        | 131     | 32    | 12    | 1     |
| 24        | 133        | 88      | 26    | 8     | 0     |
| 26        | 75         | 45      | 13    | 4     | 1     |
| 28        | 43         | 20      | 6     | 3     | 0     |
| 30        | 24         | 11      | 6     | 1     | 0     |

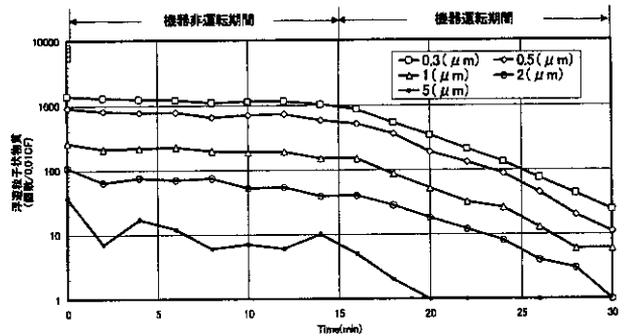


図-3.5.12 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

(3) 機器 AC-3 の実験結果

表-3.5.12 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 16         | 2       | 2     | 0     | 0     |
| 0         | 793        | 540     | 186   | 70    | 21    |
| 2         | 763        | 516     | 155   | 63    | 9     |
| 4         | 750        | 482     | 145   | 62    | 14    |
| 6         | 689        | 460     | 135   | 52    | 6     |
| 8         | 654        | 423     | 116   | 52    | 7     |
| 10        | 614        | 398     | 107   | 38    | 6     |
| 12        | 616        | 409     | 131   | 45    | 3     |
| 14        | 586        | 354     | 128   | 49    | 9     |
| 16        | 288        | 157     | 46    | 18    | 2     |
| 18        | 96         | 60      | 13    | 4     | 1     |
| 20        | 41         | 16      | 6     | 3     | 1     |
| 22        | 14         | 3       | 0     | 0     | 0     |
| 24        | 8          | 0       | 0     | 0     | 0     |
| 26        | 4          | 0       | 0     | 0     | 0     |
| 28        | 7          | 2       | 0     | 0     | 0     |
| 30        | 5          | 0       | 0     | 0     | 0     |

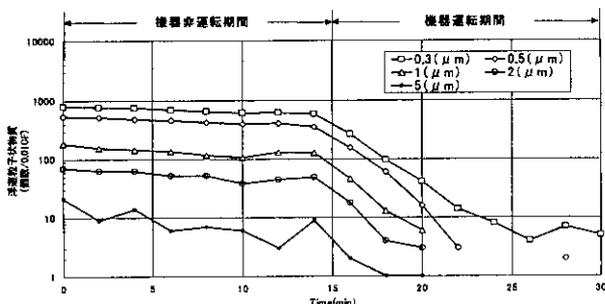


図-3.5.13 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時)

表-3.5.13 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 5          | 0       | 0     | 0     | 0     |
| 0         | 977        | 677     | 200   | 74    | 25    |
| 2         | 816        | 532     | 157   | 55    | 9     |
| 4         | 775        | 505     | 141   | 54    | 2     |
| 6         | 623        | 373     | 109   | 37    | 0     |
| 8         | 561        | 328     | 92    | 38    | 3     |
| 10        | 569        | 295     | 71    | 20    | 1     |
| 12        | 534        | 263     | 76    | 17    | 1     |
| 14        | 464        | 221     | 57    | 17    | 1     |
| 16        | 222        | 90      | 27    | 7     | 2     |
| 18        | 81         | 24      | 5     | 1     | 0     |
| 20        | 52         | 10      | 2     | 2     | 0     |
| 22        | 46         | 6       | 2     | 1     | 1     |
| 24        | 44         | 6       | 2     | 0     | 0     |
| 26        | 25         | 4       | 1     | 1     | 1     |
| 28        | 50         | 4       | 3     | 1     | 1     |
| 30        | 64         | 4       | 1     | 0     | 0     |

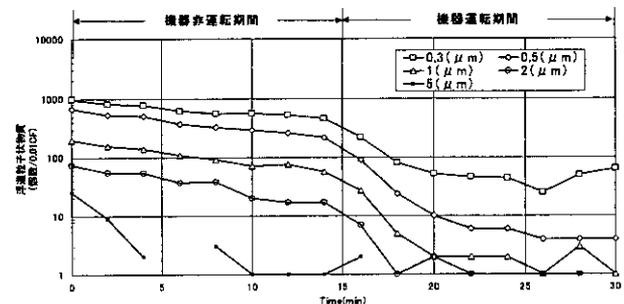


図-3.5.14 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン運転時)

表-3.5.14 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

| TIME(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |
| バックグラウンド値 | 16         | 1       | 1     | 1     | 0     |         |
| 0         | 1416       | 908     | 257   | 110   | 34    | 機器非運転期間 |
| 2         | 1297       | 785     | 211   | 74    | 7     |         |
| 4         | 1254       | 757     | 191   | 68    | 8     |         |
| 6         | 1227       | 729     | 185   | 56    | 9     |         |
| 8         | 1250       | 729     | 187   | 45    | 15    |         |
| 10        | 1203       | 673     | 178   | 59    | 7     |         |
| 12        | 1191       | 653     | 171   | 51    | 5     |         |
| 14        | 1185       | 627     | 171   | 48    | 4     |         |
| 16        | 569        | 306     | 72    | 17    | 4     |         |
| 18        | 150        | 85      | 24    | 12    | 1     |         |
| 20        | 50         | 20      | 6     | 2     | 1     |         |
| 22        | 28         | 10      | 7     | 3     | 2     |         |
| 24        | 7          | 1       | 0     | 0     | 0     |         |
| 26        | 6          | 2       | 0     | 0     | 0     |         |
| 28        | 4          | 1       | 0     | 0     | 0     |         |
| 30        | 5          | 2       | 0     | 0     | 0     |         |

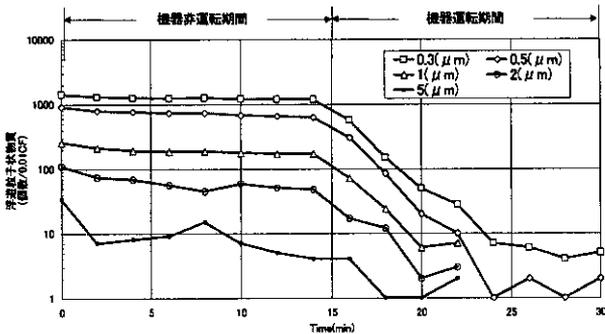


図-3.5.15 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

表-3.5.15 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

| TIME(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |        |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |        |
| バックグラウンド値 | 7          | 2       | 0     | 0     | 0     |         |        |
| 0         | 1501       | 940     | 283   | 108   | 30    | 機器非運転期間 |        |
| 2         | 1445       | 913     | 261   | 89    | 12    |         |        |
| 4         | 1328       | 808     | 224   | 72    | 9     |         |        |
| 6         | 1308       | 777     | 220   | 70    | 7     |         |        |
| 8         | 1298       | 746     | 197   | 53    | 8     |         |        |
| 10        | 1286       | 735     | 200   | 59    | 8     |         |        |
| 12        | 1304       | 755     | 195   | 53    | 4     |         |        |
| 14        | 1262       | 670     | 163   | 25    | 3     |         |        |
| 16        | 654        | 348     | 102   | 7     | 3     |         | 機器運転期間 |
| 18        | 187        | 83      | 27    | 1     | 1     |         |        |
| 20        | 57         | 23      | 5     | 1     | 0     |         |        |
| 22        | 26         | 5       | 1     | 1     | 0     |         |        |
| 24        | 8          | 6       | 4     | 0     | 1     |         |        |
| 26        | 4          | 0       | 0     | 0     | 0     |         |        |
| 28        | 2          | 1       | 0     | 0     | 0     |         |        |
| 30        | 2          | 0       | 0     | 0     | 0     |         |        |

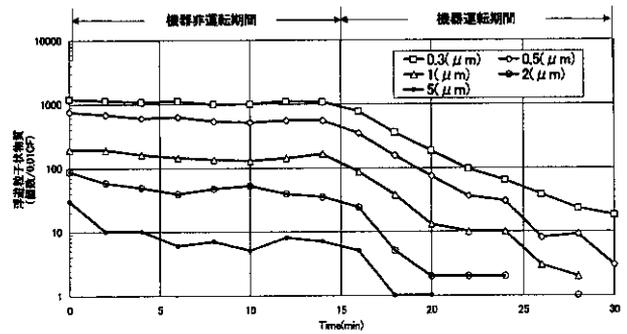


図-3.5.16 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

(4) 機器AC-4の除去特性

表-3.5.16 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

| TIME(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |        |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |        |
| バックグラウンド値 | 13         | 3       | 1     | 0     | 0     |         |        |
| 0         | 792        | 587     | 173   | 64    | 16    | 機器非運転期間 |        |
| 2         | 677        | 458     | 140   | 66    | 22    |         |        |
| 4         | 688        | 491     | 133   | 45    | 7     |         |        |
| 6         | 631        | 442     | 126   | 34    | 9     |         |        |
| 8         | 643        | 459     | 132   | 46    | 13    |         |        |
| 10        | 610        | 427     | 127   | 39    | 5     |         |        |
| 12        | 590        | 403     | 116   | 41    | 3     |         |        |
| 14        | 621        | 421     | 119   | 33    | 5     |         |        |
| 16        | 387        | 270     | 79    | 18    | 4     |         | 機器運転期間 |
| 18        | 241        | 169     | 47    | 19    | 3     |         |        |
| 20        | 183        | 133     | 36    | 13    | 1     |         |        |
| 22        | 122        | 80      | 22    | 5     | 0     |         |        |
| 24        | 90         | 55      | 14    | 6     | 0     |         |        |
| 26        | 76         | 48      | 17    | 6     | 2     |         |        |
| 28        | 53         | 26      | 7     | 1     | 0     |         |        |
| 30        | 36         | 22      | 8     | 2     | 0     |         |        |

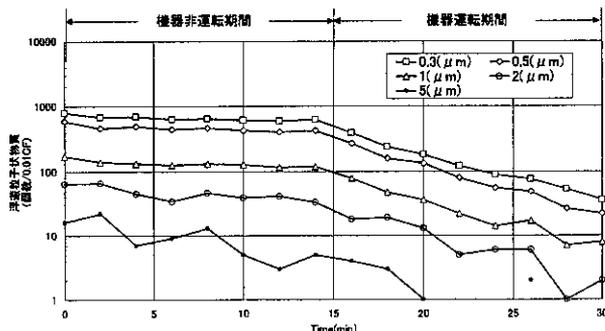


図-3.5.17 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

表-3.5.17 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

| TIME(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |        |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |        |
| バックグラウンド値 | 30         | 4       | 1     | 0     | 0     |         |        |
| 0         | 971        | 630     | 200   | 80    | 30    | 機器非運転期間 |        |
| 2         | 879        | 528     | 134   | 39    | 7     |         |        |
| 4         | 853        | 492     | 145   | 41    | 5     |         |        |
| 6         | 745        | 405     | 127   | 39    | 2     |         |        |
| 8         | 691        | 365     | 101   | 30    | 3     |         |        |
| 10        | 612        | 309     | 92    | 30    | 2     |         |        |
| 12        | 520        | 233     | 74    | 26    | 2     |         |        |
| 14        | 547        | 242     | 71    | 21    | 1     |         |        |
| 16        | 667        | 156     | 45    | 12    | 0     |         | 機器運転期間 |
| 18        | 182        | 74      | 19    | 5     | 1     |         |        |
| 20        | 108        | 51      | 15    | 2     | 1     |         |        |
| 22        | 73         | 19      | 4     | 0     | 0     |         |        |
| 24        | 58         | 14      | 6     | 3     | 0     |         |        |
| 26        | 38         | 7       | 1     | 1     | 0     |         |        |
| 28        | 38         | 13      | 5     | 3     | 1     |         |        |
| 30        | 23         | 3       | 0     | 0     | 0     |         |        |

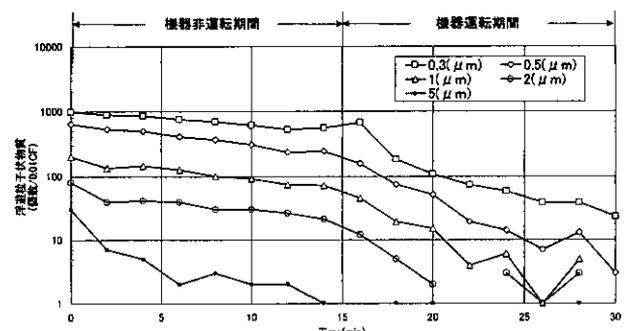


図-3.5.18 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

表-3.5.18 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |
| バックグラウンド値 | 21         | 2       | 2     | 1     | 0     |         |
| 0         | 1766       | 1056    | 346   | 132   | 29    | 機器非運転期間 |
| 2         | 1850       | 967     | 287   | 102   | 21    |         |
| 4         | 1517       | 879     | 259   | 93    | 12    |         |
| 6         | 1497       | 859     | 253   | 90    | 10    |         |
| 8         | 1445       | 817     | 242   | 92    | 8     |         |
| 10        | 1495       | 836     | 263   | 81    | 13    |         |
| 12        | 1477       | 826     | 216   | 73    | 11    |         |
| 14        | 1429       | 743     | 199   | 79    | 4     |         |
| 16        | 906        | 488     | 145   | 47    | 4     |         |
| 18        | 461        | 230     | 50    | 16    | 5     |         |
| 20        | 237        | 121     | 29    | 9     | 1     | 機器運転期間  |
| 22        | 148        | 70      | 16    | 2     | 0     |         |
| 24        | 65         | 27      | 7     | 2     | 0     |         |
| 26        | 53         | 16      | 6     | 1     | 1     |         |
| 28        | 36         | 10      | 2     | 1     | 0     |         |
| 30        | 21         | 4       | 0     | 0     | 0     |         |

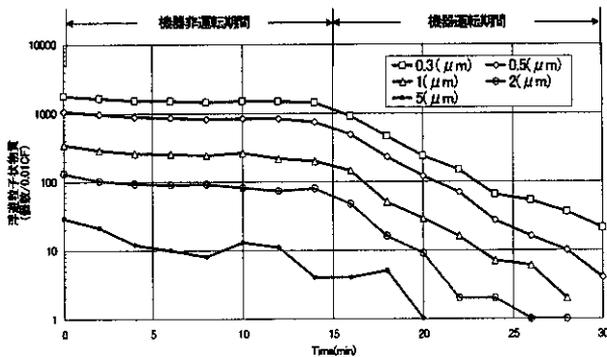


図-3.5.19 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

表-3.5.19 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

| TIME(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |
| バックグラウンド値 | 15         | 6       | 3     | 2     | 0     |         |
| 0         | 1185       | 747     | 192   | 87    | 30    | 機器非運転期間 |
| 2         | 1118       | 675     | 191   | 58    | 10    |         |
| 4         | 1063       | 596     | 161   | 49    | 10    |         |
| 6         | 1095       | 621     | 144   | 39    | 6     |         |
| 8         | 987        | 536     | 135   | 47    | 7     |         |
| 10        | 996        | 510     | 129   | 52    | 5     |         |
| 12        | 1092       | 545     | 142   | 39    | 8     |         |
| 14        | 1066       | 546     | 165   | 35    | 7     |         |
| 16        | 761        | 349     | 87    | 24    | 5     |         |
| 18        | 356        | 156     | 38    | 5     | 1     |         |
| 20        | 184        | 74      | 13    | 2     | 1     |         |
| 22        | 95         | 36      | 10    | 2     | 0     |         |
| 24        | 64         | 30      | 10    | 2     | 0     |         |
| 26        | 38         | 8       | 3     | 0     | 0     |         |
| 28        | 23         | 9       | 2     | 1     | 0     |         |
| 30        | 18         | 3       | 0     | 0     | 0     |         |

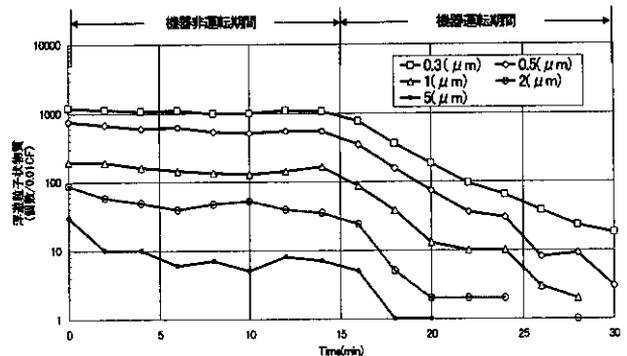


図-3.5.20 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

(5) 機器 AC-5 の除去特性

表-3.5.20 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |
| バックグラウンド値 | 105        | 5       | 1     | 0     | 0     |         |
| 0         | 1185       | 698     | 209   | 97    | 34    | 機器非運転期間 |
| 2         | 1041       | 630     | 201   | 60    | 9     |         |
| 4         | 1016       | 558     | 179   | 71    | 16    |         |
| 6         | 957        | 518     | 152   | 57    | 11    |         |
| 8         | 946        | 520     | 160   | 54    | 9     |         |
| 10        | 920        | 451     | 126   | 39    | 4     |         |
| 12        | 883        | 434     | 112   | 42    | 2     |         |
| 14        | 925        | 431     | 120   | 42    | 3     |         |
| 16        | 834        | 381     | 90    | 25    | 3     |         |
| 18        | 848        | 359     | 99    | 28    | 2     |         |
| 20        | 798        | 311     | 75    | 21    | 1     |         |
| 22        | 738        | 289     | 75    | 26    | 1     |         |
| 24        | 725        | 262     | 72    | 18    | 1     |         |
| 26        | 849        | 226     | 56    | 13    | 1     |         |
| 28        | 636        | 181     | 57    | 17    | 1     |         |
| 30        | 662        | 193     | 48    | 7     | 0     |         |

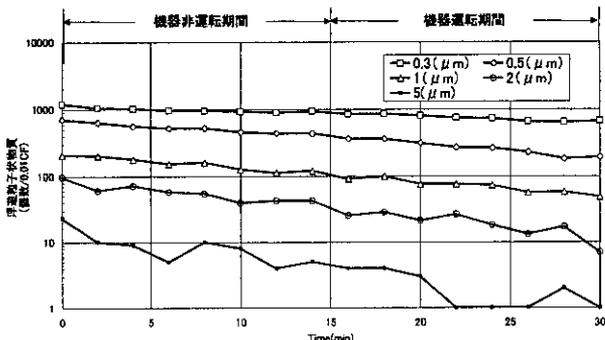


図-3.5.21 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時)

表-3.5.21 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン運転時/1回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |         |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|---------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |         |
| バックグラウンド値 | 87         | 12      | 5     | 5     | 0     |         |
| 0         | 1109       | 675     | 203   | 70    | 21    | 機器非運転期間 |
| 2         | 986        | 558     | 148   | 46    | 7     |         |
| 4         | 923        | 489     | 123   | 35    | 5     |         |
| 6         | 845        | 436     | 121   | 38    | 4     |         |
| 8         | 810        | 393     | 90    | 32    | 3     |         |
| 10        | 806        | 356     | 92    | 29    | 1     |         |
| 12        | 766        | 305     | 73    | 17    | 2     |         |
| 14        | 696        | 252     | 71    | 28    | 0     |         |
| 16        | 728        | 256     | 67    | 13    | 2     |         |
| 18        | 695        | 256     | 61    | 18    | 2     |         |
| 20        | 662        | 209     | 54    | 18    | 2     |         |
| 22        | 645        | 200     | 38    | 9     | 1     |         |
| 24        | 603        | 193     | 51    | 13    | 1     |         |
| 26        | 610        | 160     | 34    | 7     | 0     |         |
| 28        | 573        | 152     | 42    | 13    | 0     |         |
| 30        | 550        | 142     | 23    | 2     | 1     |         |

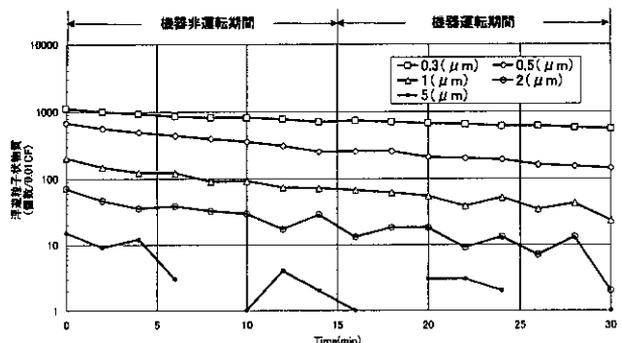


図-3.5.22 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン運転時)

表-3.5.22 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 49         | 2       | 0     | 0     | 0     |
| 0         | 1792       | 993     | 266   | 92    | 18    |
| 2         | 1861       | 871     | 231   | 75    | 12    |
| 4         | 1724       | 934     | 266   | 84    | 10    |
| 6         | 1707       | 875     | 239   | 83    | 10    |
| 8         | 1609       | 831     | 188   | 45    | 7     |
| 10        | 1591       | 778     | 219   | 74    | 6     |
| 12        | 1567       | 758     | 213   | 69    | 7     |
| 14        | 1555       | 725     | 201   | 56    | 6     |
| 16        | 1556       | 722     | 174   | 47    | 3     |
| 18        | 1418       | 650     | 172   | 51    | 3     |
| 20        | 1420       | 631     | 144   | 44    | 2     |
| 22        | 1295       | 556     | 140   | 33    | 0     |
| 24        | 1328       | 570     | 152   | 38    | 1     |
| 26        | 1228       | 490     | 126   | 30    | 3     |
| 28        | 1107       | 432     | 103   | 22    | 0     |
| 30        | 1038       | 415     | 100   | 18    | 0     |

表-3.5.23 各浮遊状物質の測定結果  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

| Time(min) | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|
|           | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| バックグラウンド値 | 61         | 3       | 1     | 0     | 0     |
| 0         | 1591       | 912     | 283   | 83    | 20    |
| 2         | 1533       | 839     | 241   | 72    | 19    |
| 4         | 1539       | 841     | 231   | 63    | 11    |
| 6         | 1499       | 850     | 218   | 54    | 13    |
| 8         | 1443       | 847     | 203   | 49    | 12    |
| 10        | 1513       | 854     | 245   | 42    | 10    |
| 12        | 1390       | 822     | 211   | 37    | 4     |
| 14        | 1377       | 813     | 193   | 34    | 8     |
| 16        | 1352       | 795     | 185   | 41    | 5     |
| 18        | 1341       | 782     | 192   | 33    | 4     |
| 20        | 1290       | 758     | 187   | 35    | 7     |
| 22        | 1299       | 717     | 173   | 31    | 3     |
| 24        | 1275       | 723     | 172   | 31    | 0     |
| 26        | 1187       | 697     | 169   | 27    | 2     |
| 28        | 1208       | 671     | 152   | 25    | 0     |
| 30        | 1174       | 645     | 148   | 19    | 1     |

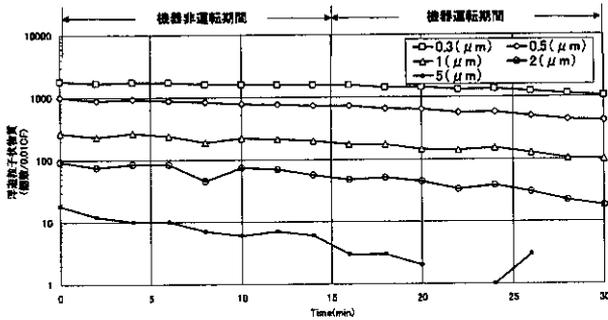


図-3.5.23 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/2回目)

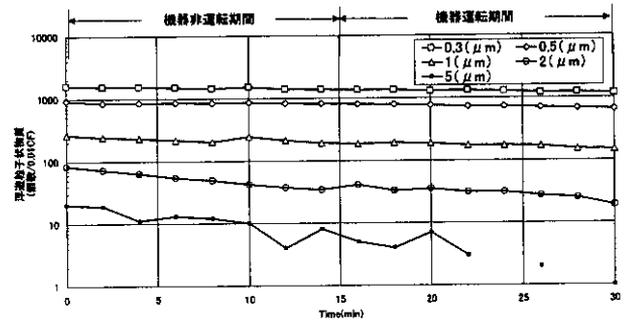


図-3.5.24 浮遊粒子状物質の経時変化  
(一様拡散ファン非運転時/3回目)

- (6) 各機器の花粉に対する除去特性
- (a) 相当換気回数  $N(1/h)$  について

表-3.5.24 機器運転時における各機器の花粉に対する除去特性(相当換気回数  $N(1/h)$ )

| 機器名  | 一様拡散ファン<br>運転状況 | 浮遊粒子状物質の粒径 |         |       |       |       |
|------|-----------------|------------|---------|-------|-------|-------|
|      |                 | 0.3(μm)    | 0.5(μm) | 1(μm) | 2(μm) | 5(μm) |
| AC-1 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 4.813      | 5.586   | 4.448 | 5.654 |       |
| AC-2 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 10.62      | 24.29   | 6.371 | 5.941 |       |
| AC-3 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 13.45      | 22.29   | 33.67 | 52.08 |       |
| AC-4 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 23.70      | 19.41   | 22.38 | 21.15 |       |
| AC-5 | 一様拡散ファン<br>運転時  |            |         | 0.592 |       |       |

表-3.5.25 機器非運転時における各機器の花粉に対する除去特性(相当換気回数  $N(1/h)$ )

| 機器   | 粒径      | 相当換気回数 $N(1/h)$ |        |       |       |
|------|---------|-----------------|--------|-------|-------|
|      |         | 1回目             | 二回目    | 三回目   | 平均    |
| AC-1 | 0.3(μm) | 4.054           | 2.904  | 4.558 | 3.839 |
|      | 0.5(μm) | 4.024           | 3.06   | 4.152 | 3.745 |
|      | 1(μm)   | 5.803           | 3.324  | 3.213 | 4.113 |
|      | 2(μm)   | 4.840           | 3.745  | 4.695 | 4.427 |
|      | 5(μm)   |                 |        |       |       |
| AC-2 | 0.3(μm) | 9.043           | 16.397 | 15.02 | 13.49 |
|      | 0.5(μm) | 9.548           | 15.676 | 13.22 | 12.81 |
|      | 1(μm)   | 7.958           | 18.259 | 13.66 | 13.29 |
|      | 2(μm)   | 5.144           | 20.7   | 10.96 | 12.27 |
|      | 5(μm)   |                 |        |       |       |
| AC-3 | 0.3(μm) | 33.34           | 37.54  | 37.66 | 36.18 |
|      | 0.5(μm) | 48.62           | 33.65  | 46.03 | 42.77 |
|      | 1(μm)   | 34.35           | 22.96  | 42.88 | 33.40 |
|      | 2(μm)   | 25.35           | 37.99  | 22.92 | 28.75 |
|      | 5(μm)   |                 |        |       |       |
| AC-4 | 0.3(μm) | 10.89           | 20.24  | 21.82 | 17.65 |
|      | 0.5(μm) | 9.895           | 18.16  | 23.01 | 17.02 |
|      | 1(μm)   | 11.83           | 22.63  | 31.27 | 21.91 |
|      | 2(μm)   | 9.972           | 24.02  | 55.73 | 29.91 |
|      | 5(μm)   |                 |        |       |       |
| AC-5 | 0.3(μm) | 0               | 1.179  | 0     | 0.393 |
|      | 0.5(μm) | 0.651           | 1.031  | 6.406 | 2.696 |
|      | 1(μm)   | 0.343           | 1.173  | 0     | 0.505 |
|      | 2(μm)   | 1.869           | 1.986  | 0     | 1.285 |
|      | 5(μm)   |                 |        |       |       |

(b) 相当換気量  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) について表-3.5.26 機器運転時における各機器の花粉に対する除去特性(相当換気量  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ))

| 機器名  | 一様拡散ファン<br>運転状況 | 浮遊粒子状物質の粒径     |                |              |              |              |
|------|-----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
|      |                 | 0.3( $\mu m$ ) | 0.5( $\mu m$ ) | 1( $\mu m$ ) | 2( $\mu m$ ) | 5( $\mu m$ ) |
| AC-1 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 31.23          | 31.69          | 33.44        | 44.52        | 0            |
| AC-2 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 52.85          | 120.9          | 31.71        | 29.57        | 0            |
| AC-3 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 66.94          | 110.9          | 167.6        | 259.2        | 0            |
| AC-4 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 118.0          | 96.61          | 111.4        | 105.3        | 0            |
| AC-5 | 一様拡散ファン<br>運転時  | 0              | 0              | 2.947        | 0            | 0            |

表-3.5.27 機器非運転時における各機器の花粉に対する除去特性(相当換気量  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ))

| 機器   | 粒径             | 1回目   | 2回目    | 3回目   | 平均    |
|------|----------------|-------|--------|-------|-------|
| AC-1 | 0.3( $\mu m$ ) | 20.18 | 14.45  | 22.68 | 19.10 |
|      | 0.5( $\mu m$ ) | 20.03 | 15.23  | 20.66 | 18.64 |
|      | 1( $\mu m$ )   | 28.88 | 16.54  | 15.99 | 20.47 |
|      | 2( $\mu m$ )   | 24.09 | 18.64  | 23.37 | 22.03 |
|      | 5( $\mu m$ )   |       |        |       |       |
| AC-2 | 0.3( $\mu m$ ) | 45.01 | 81.61  | 74.76 | 67.13 |
|      | 0.5( $\mu m$ ) | 47.52 | 78.02  | 65.79 | 63.78 |
|      | 1( $\mu m$ )   | 39.61 | 90.87  | 67.99 | 66.16 |
|      | 2( $\mu m$ )   | 25.6  | 103.02 | 54.53 | 61.05 |
|      | 5( $\mu m$ )   |       |        |       |       |
| AC-3 | 0.3( $\mu m$ ) | 165.9 | 186.8  | 57.9  | 136.9 |
|      | 0.5( $\mu m$ ) | 242.9 | 114.1  | 237.9 | 198.3 |
|      | 1( $\mu m$ )   | 171.0 | 118.6  | 159.3 | 149.6 |
|      | 2( $\mu m$ )   | 126.2 | 85.57  | 109.1 | 107.0 |
|      | 5( $\mu m$ )   |       |        |       |       |
| AC-4 | 0.3( $\mu m$ ) | 54.21 | 100.7  | 108.5 | 87.82 |
|      | 0.5( $\mu m$ ) | 49.25 | 90.38  | 114.5 | 84.72 |
|      | 1( $\mu m$ )   | 38.86 | 112.6  | 155.6 | 102.4 |
|      | 2( $\mu m$ )   | 49.63 | 119.8  | 277.4 | 148.8 |
|      | 5( $\mu m$ )   |       |        |       |       |
| AC-5 | 0.3( $\mu m$ ) | 0     | 5.867  | 0     | 1.956 |
|      | 0.5( $\mu m$ ) | 3.241 | 5.131  | 2.020 | 3.464 |
|      | 1( $\mu m$ )   | 1.708 | 5.839  | 0     | 2.516 |
|      | 2( $\mu m$ )   | 9.300 | 9.885  | 0     | 6.395 |
|      | 5( $\mu m$ )   |       |        |       |       |

## (7) AC-1 ~ AC-5 の実験結果

表-3.5.2 ~ 表-3.5.23 に一様拡散ファン非運転期間と一様拡散ファン運転期間の各浮遊粒子状物質別濃度変化 0.3( $\mu m$ ) ~ 5( $\mu m$ ) の測定結果を示す。また、図-3.5.3 ~ 図-3.5.24 に空気清浄機の機器非運転期間(自然減衰期間)と機器運転期間における花粉濃度の経時変化の一例を示す。縦軸の浮遊粒子状物質は 0.01(CF) 中の個数を表したものである。次に、各表における測定値( $C_0 \sim C_t$ )を前述の評価式(1) ~ (4) に代入して、各浮遊粒子状物質における機器の相当換気回数  $N$  (1/h)、相当換気量  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) を求めた。(結果を表-3.5.24 ~ 表-3.5.27 に示す。)

室内空気を一様拡散ファンで三分間のみ攪拌した場合(一様拡散ファン非運転時)の経時変化と一様拡散ファンを運転し続けた場合(一様拡散ファン運転時)の経時変化を比較すると、機器非運転期間では、AC1 ~ AC5 の両者共に時間経過に伴い小さな減衰が認められた。それに比較し、機器運転期間には、AC5 以外、大きな減衰が認められた。

相当換気量  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) は、AC-1 の場合、一様拡散ファン非運転時の  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) は、平均値から 18.64 ~ 22.03 であった。一様拡散ファン運転時の結果からは、31.23 ~ 44.52 の  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) が得られた。AC-1 で最も除去できる浮遊粒子状物質の粒径は双方共に 2( $\mu m$ ) であることが示された。

AC-2 の場合、一様拡散ファン非運転時  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) は、平均値から 61.05 ~ 67.13 であった。一様拡散ファン運転時は、29.57 ~ 120.9 の  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) が得られた。AC-2 で最も除去できる浮遊粒子状物質の粒径は双方共に 0.5( $\mu m$ ) であることが示された。

AC-3 の場合、一様拡散ファン非運転時  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) は、平均値から 107.0 ~ 198.3 であった。一様拡散ファン運転時の結果からは、31.23 ~ 44.52 の  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) が得られた。AC-3 で最も除去できる浮遊粒子状物質の粒径は、一様拡散ファン非運転時の時は、0.5( $\mu m$ ) であり、一様拡散ファン運転時には、2( $\mu m$ ) であることが示された。

AC-4 の場合、一様拡散ファン非運転時  $Q_{eq}$  ( $m^3/h$ ) は、平均値から 84.72 ~ 148.9 であった。一様拡散ファ