

室内外における浮遊粒子状物質の粒径依存性に関する検討

浮遊粒子状物質 空調設備 室内
実測調査 粒径依存性

AJ12066 高橋 立
指導教員 西村 直也



1. 概要

近年、浮遊粒子状物質の人体への影響について懸念されている。また、室内で過ごすことが多くなっているため、室内における浮遊粒子状物質の実態を調査する必要がある。本研究では、空調機用フィルタを通して外気から浮遊粒子状物質がどの程度室内へ流入しているかを把握するために実測を行った。結果、空調機用フィルタによって室内への流入を防げているという結果は中性能フィルタでは得られたが、それ以外では室内での人の動きによる影響が大きいとの結果が得られた。

2. 研究の目的と背景

近年、我が国では遊粒子状物質の人体への影響について懸念されている。浮遊粒子状物質(Suspended Particulate Matter, 以下 SPM)は、自然由来の 1 次粒子である土砂(黄砂など)のまきあげ等で発生する大気中の粉じん、人工由来の 2 次生成粒子である石油系燃料や、廃棄物の燃焼過程で生じる粉じんや自動車の排出ガス中に含有される粉じんなどに大別される。その中でも特に問題とされているのは粒径が 2.5 μm 以下の SPM (通称 PM_{2.5})である。1 次粒子は一般的には人体への有害性が低い粒子とされている。しかし、2 次生成粒子は人体への有害性がある粒子が主な粒子である。粒径が 10 μm 以下の SPM では 10 μm 以上の SPM より鼻やのどで捕捉されにくくなり、気道および肺胞に達し、呼吸器疾患になる可能性が高いと言われている。また、近年では室内で過ごすことが多くなったことによって室内の空気環境を良くする必要がある。このことから、外気から室内への SPM の流入が抑えられているかどうかを調査する必要がある。

本研究は 2015 年の夏季と過去の東京と大阪、福岡の夏季における SPM の実測調査の結果をもとに調査を行う。また、空調機用フィルタの粒径別除去効率是一般には公開されていないが、概ね 0.5 μm 程度の粒子が捕集されにくいと言われている。このことから空調機用フィルタが正常に稼働していれば、外気と比較して室内の 0.5 μm 付近の SPM の粒子数が多くなっているはずである。これらの点について、実測データを基に実際の建物内部ではどのような粒径分布特性を持つか把握することを目的とする。

3. 研究手法

本研究では、福岡県内にある 6 つの事務所ビルと東京都内にある 5 つの事務所ビル、大阪府内にある 4 つの事務所ビルを対象に実測調査を行った。測定場所・空調方式の概要については表 1 に示す。室内の測定は平日の通常業務を行う中で実施し、外気の測定は室内からチューブを外に出すか、風雨の当たらない室外で行った。測定時間は 9 時から 17 時を目安に連続 8 時間を目処に測定を行った。使用した測定機器を表 2 に示す。

表 1 測定場所の概要

建物名	所在地	調査日	空調・換気方式 (運転状況)	空調設備 フィルタ:捕集効率(%)	備考
A	福岡県	2013/8/ 6-12	AHU	プレフィルタ(50%)	外気の測定場所に難あり
B	福岡県	2013/8/13-19	PAC HEX(停止)	サラネットフィルタ	-
C	福岡県	2013/8/20-26	PAC HEX	不織布フィルタ(82%)	-
D	東京都	2014/8/ 4- 8	AHU OHU	中性能フィルタ(82%) プレフィルタ(90%以上)	-
E	東京都	2014/8/11-15	AHU FCU OHU	中性能フィルタ(65%) プレフィルタ(90%以上)	実質空調機が動いてない
F	福岡県	2014/8/26-31	OHU(故障中) FCU 排気FAN	(ロールフィルタ) プレフィルタ	実質空調機が動いてない
G	福岡県	2014/9/ 2- 4	AHU FCU	プレフィルタ(80%)	実質空調機が動いてない
H	福岡県	2014/9/ 6-12	AHU	中性能フィルタ	-
I	東京都	2014/9/19-25	AHU	中性能フィルタ(85%)	実質空調機が動いてない
J	大阪府	2015/8/11-17	PAC HEX	サラネットフィルタ	-
K	大阪府	2015/8/18-24	PAC FE	-	-
L	大阪府	2015/8/25-31	AHU(停止) PAC(停止)	-	-
M	大阪府	2015/9/ 1- 7	FCU FE	-	-
N	東京都	2015/9/11-16	PAC HEX	サラネットフィルタ	-
O	東京都	2015/9/18-28	AHU(HEX内蔵)	中性能フィルタ	-

表 2 測定機器

機器	測定対象	測定方法
OPS3330	粒径別個数濃度	1分間の測定を連続8時間
KC-52	粒径別個数濃度	10分間の測定を連続1週間

4. 結果

(1) AHU を使用している建物について

測定結果のうち、AHU を使用している建物 D,H,O における I/O 比を図 1 に示す。この図において縦軸は室内の粒径別個数濃度を外気の粒径別個数濃度で割ったもの(I/O 比)を見やすいように対数表示したものを表し、横軸は OPS3330 の粒径範囲を KC-52 の粒径範囲に合わせたものを表す。図 1 では全ての建物で I/O 比の値が 1 を大きく下回り、室内で SPM の粒子数が外気と比較して少ないことが分かる。また、浮遊しやすい小粒径も捕集出来ている。大粒径は室内で人がよく動くので少し高い値を示している。このことから、建物 D,H,O では SPM がフィルタによって正常に捕集されていると考えられる。測定された建物で中性能フィルタを使用している建物は全体的に見て外気から室内へ SPM が流入するのを防いでいると考えられる。

(2) パッケージユニットを使用している建物について

測定結果のうち、パッケージユニットを使用している建物 B,C,J,K,N における I/O 比を図 2 に示す。この図において縦軸と横軸は図 1 と同じものを表す。図 2 ではほとんどの建物で I/O 比の値が 1 を上回っていて、室内の SPM の粒子数が外気より多いことが分かる。このことから建物 B,C,J,K,N では、全体的に見て SPM をフィルタであまり捕集出来ていない可能性があると考えられる。また、I/O 比の値が 1 を大きく上回り、室内の SPM の粒子数が多いことは人が動くことが原因であると考えられる。

(3) 空調機が稼働していない等の建物

測定結果のうち、空調機が稼働していない等の建物 A,E,F,G,I,L,M における I/O 比を図 3 に示す。この図において縦軸と横軸は図 1,2 と同じものを表す。図 3 では全体的に見て I/O 比の値が 1 に集中していることが分かる。このことから、外気そのまま室内に流入していると考えられる。また、I/O 比の値が 1 を上回り、室内の SPM の粒子数が多いことは人が動くことが原因であると考えられる。

5. 結論

実測結果から事務所ビルの空調方式が与える空気環境の違いに関する検討を行った。図 1 では I/O 比の値が 1 を下回り、図 2,3 から分かるように I/O 比の値が 1 を上回っている建物が多く、室内の SPM の粒子数が多いことが分かる。また、I/O 比の値が 1 を上回っている建物は室内で人が動くことで粉じんが舞い上がることで室内の SPM の粒子数が多く測定されたと考えられる。以上のことから実測データを空調機用フィルタで分類して傾向を把握しようとしたが、実際は室内の人の動きによる要因が大きいためと考えられ、空調機用フィルタによる分類では傾向を把握することは難しいという結論に至った。今後の課題として、精度を上げるために測定場所を増やし、空調設

備のメンテナンスが十分に行われている建物を選定する必要があると考えられる。また、室内の環境に左右されないように室内に人がほとんどいない状況下で行うことも必要であると考えられる。さらに、様々な空調機用フィルタの種類を対象とすることでより細かく分析することが出来ると考えられる。

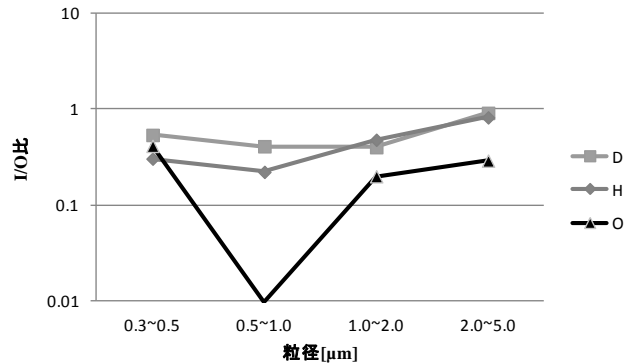


図 1 建物 D,H,O の測定結果の I/O 比

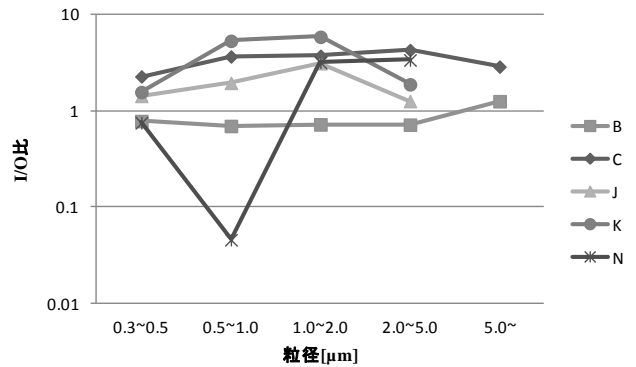


図 2 建物 B,C,J,K,N の測定結果の I/O 比

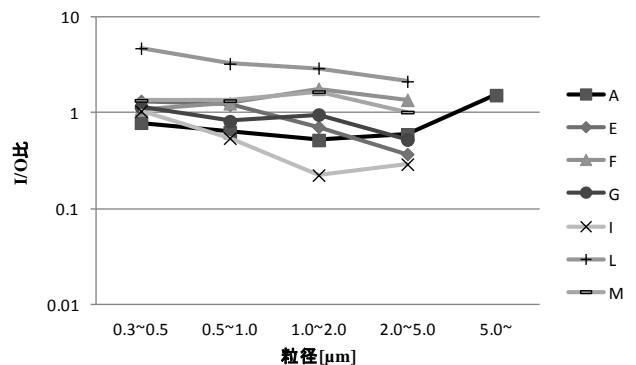


図 3 建物 A,E,F,G,I,L,M の測定結果の I/O 比

6. 引用・参考文献

- 1) 西村直也 他：空気環境測定実施者講習会テキスト, 公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター, p6,p99,(2010)
- 2) 内山宗太：建物内における PM_{2.5} の実測調査～冬季との比較のための予備調査～ 芝浦工業大学
- 3) 宮之前裕規：室内における SPM と PM_{2.5} の関係性に関する検討 芝浦工業大学
- 4) 環境省 微小粒子状物質(PM_{2.5})に関する情報 微小粒子状物質(PM_{2.5})とは< <http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html>>