

室内における SPM と PM_{2.5} の関係性に関する検討



室内
関係性

PM_{2.5}
空調設備

SPM
実測調査

AJ11101
指導教員

宮之前 裕規
西村 直也

1. 概要

近年、粒径が 2.5 μ m 以下の浮遊粉じん(通称:PM_{2.5})の人体への影響について問題視されているが、室内の PM_{2.5} の基準は存在しない。私たちの生活の拠点である建築物内の PM_{2.5} の存在について知る必要がある。本論文では建築環境の浮遊粉じんの一般的な測定対象とされる SPM(概ね 10 μ m 以下の浮遊粒子状物質)と比較し、室内の PM_{2.5} との関係およびその要因について比較・分析を行い、室内環境の PM_{2.5} の実態についての調査を行う。また空調設備のフィルターの違いなどによる影響についても考察を行う。

2. 研究の背景と目的

2.1 研究の背景

近年、技術の進歩や社会のネット化などにより 1 日の大半を室内で過ごす人々が増加している。建築環境の環境基準として「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(通称:建築物衛生法)において浮遊粒子状物質(SPM)の規定が存在する。室内の概ね 10 μ m 以下の浮遊粉じん量を 0.15mg/m³ 以下に維持・管理しなければならないとされている。粉じんの形成過程には一次生成粒子と二次生成粒子に分けられ、土壌粒子などが粒子崩壊し形成された自然由来の一次生成粒子と工場や自動車の排気ガスなどが大気中で粒子化した人工由来の二次生成粒子があり、二次生成粒子は有害物質を含み、またその大半が 2.5 μ m 以下で PM_{2.5} の構成要素となる。現在、問題視されている PM_{2.5} は粒径が 2.5 μ m 以下と粒径が非常に小さく、そのため肺の奥まで侵入し、人体への影響が大きいとされている。また PM_{2.5} は大気環境基準は存在しているが、室内の環境基準は存在していないため、建築物内においての PM_{2.5} の実態および調査をする必要がある。

2.2 研究の目的

室内の PM_{2.5} の調査にあたり、建築物衛生法での基準が定められている SPM との関係性に着眼し、室内の PM_{2.5} の存在について実測調査の結果に基づき SPM と PM_{2.5} の関係とその要因についての検討を行う。また両者の間の特徴について分析し、室内環境の PM_{2.5} の存在について調査することを目的とする。また室外からの流入や空調設備のフィルターの違いによる影響についても比較を行う。

3. 研究手法

本研究では、東京都内の 3 つの事務所ビル(建物 A,B,C)と九州福岡の 3 つの事務所ビル(建物 D,E,F)の建物を対象に実測調査を行った。測定場所の概要を表 1 に、空調方式の概要を表 2 に示す。測定は室内と外気の両方の測定を行い、室内環境の測定は平日の業務時間内に部屋の使用者が通常業務を行う中で測定した。また外気の測定に関しては室内からチューブを外に通し、外気を直接吸入し測定した。このとき空調を使用した室内から吸入する場合、室内の空気が外に出ないようにシートで覆うなどして十分に注意した。測定時間は午前 8 時ないし 9 時の間に開始し、連続して 8 時間の測定を 3 日間行った。使用した測定機器については、表 3 に示す通りである。

表 1 測定場所の概要

建物名	所在地	調査日	築年数	延べ床面積[m ²]
A	東京都港区	2014/08/06~08	38年	111,650
B	東京都千代田区	2014/08/12~14	31年以上	10,110
C	東京都中央区	2014/09/18~20	52年	9,370
D	福岡県博多市	2013/08/06~12	43年	47,000
E	福岡県博多市	2013/08/13~19	45年	7,800
F	福岡県博多市	2013/8/20~26	25年	1,415

表 2 対象建物の空調方式

建物名	測定室設計(CMH)		空調方式 (運転状況)	空調設備 フィルタ:捕集効率(%)
	給気量[m ³ /h]	外気量[m ³ /h]		
A	5840	1487.3	AHU(定風量) FCU	中性能フィルタ:82% プレフィルタ:90%以上
B	7100	7100	AHU(定風量) FCU	中性能フィルタ:65% プレフィルタ:90%以上
C	No Data	No Data	AHU(定風量) PAC	ファイブトンフィルタ:85%
D	8350	2000	AHU(定風量)	中性能フィルタ:90%
E	-	-	(自然換気)	-
F	No Data	No Data	HEX	サランネットフィルタ

表 3 測定機器概要

機器	測定対象	測定方法
LD-3B	SPM	1分間の測定を連続8時間
Sharp Monitor	PM _{2.5}	1時間の測定を連続1週間
OPS3330	粒径別個数濃度	1分間の測定を連続8時間

4. 研究結果

4. 1 SPM と PM_{2.5} の関係性について

測定結果のうち建物 A および B の SPM に対する PM_{2.5} の割合を表したものをそれぞれ図 1 および図 2 に示す。ほぼ全ての建物で室内の値が外気を上回っており、室内では外気よりも PM_{2.5} の存在比が高い。また波形が逆位相の変化を示したものがいくつか存在し、図 1 の逆位相の変化は室内に侵入する外気のうち比較的大きな粒子より小さい粒子の侵入を防ぐことが相対的にできていない、PM_{2.5} は SPM より室内侵入の割合が高いことを示している。

4. 2 粒径別個数濃度を考慮した空調設備との関連

粒径別個数濃度の測定結果の平均値により建物 B、C の粒径別個数濃度の I/O 比(室内の値を外気の数で割ったもの)*を表 4 に示す。色が濃いほど I/O 比が高いことを表している。小さい粒子と大きい粒子の値が高く、中間径の粒子の値が低いことがわかる。また建物 C に関しては 0.72μm~0.9μm の粒径範囲が一番低い値を示している。各建物の SPM と PM_{2.5} の I/O 比を図 3 に示す。この図からも PM_{2.5} の I/O 比が高い結果になった。

5. 結論

SPM と PM_{2.5} の関係性について、建物や日時・地域での差がかなり大きいですが、概ね I/O 比は PM_{2.5} の方が高く、SPM に対する PM_{2.5} の割合は外気が高く、PM_{2.5} の室内侵入が多いことが改めて示された。また逆位相の変化を示す傾向が見られたことから同じことが言える。

空調設備との関連について、中間径の粒子の捕集率が高く、小さい粒子および大きい粒子の捕集率は低くなる傾向が多く見られた。また使用されているフィルターによって最大捕集率の粒径範囲は異なる可能性が高い。また表 2 と図 3 から中性能フィルターの捕集効率が高くなると SPM と PM_{2.5} のどちらも捕集率が高くなる傾向にあり、捕集効率 90%ほどの高性能なフィルターになると PM_{2.5} の捕集率がさらに上がることがわかる。

今回の結果では断定できるほどの特徴は得られなかった。今後の課題として測定箇所を増やし、比較対象のデータを多く集めること、地域性などの影響があまりないような建物から比較を行うことが求められる。また粒径別個数濃度の結果から多くの検討ができると考えられる。

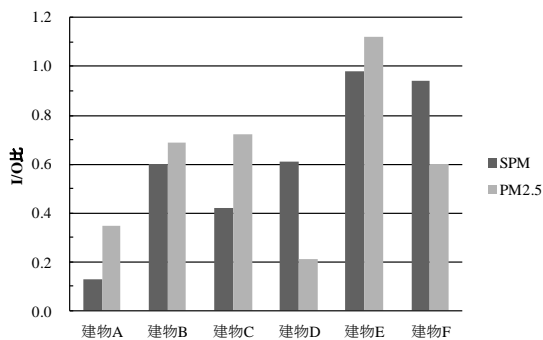


図 3 各建物の SPM と PM_{2.5} の I/O 比

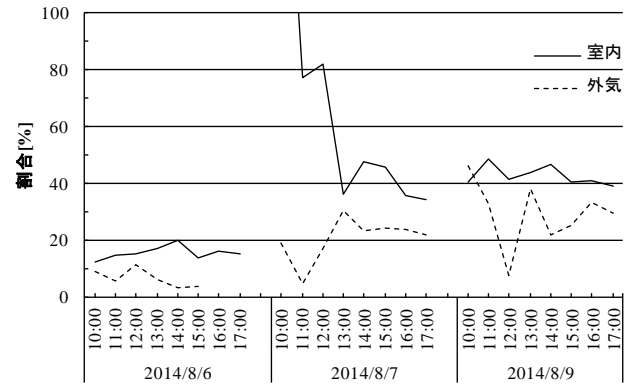


図 1 SPM に対する PM_{2.5} の割合 (建物 A)

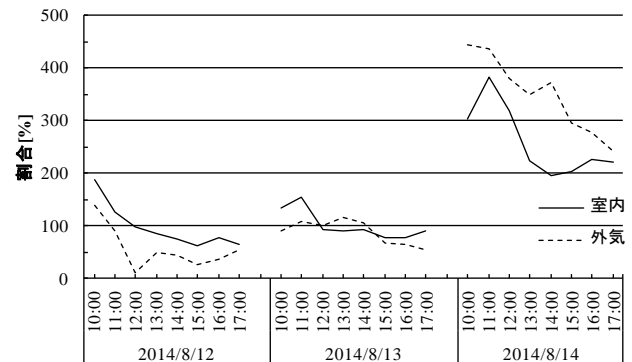


図 2 SPM に対する PM_{2.5} の割合 (建物 B)

表 4 粒径別個数濃度による I/O 比 (建物 B, C)

粒径区分	建物B	建物C
0.3μm~0.37μm	0.5819	0.6478
0.37μm~0.46μm	0.5034	0.5639
0.46μm~0.58μm	0.4040	0.3600
0.58μm~0.72μm	0.3062	0.1699
0.72μm~0.9μm	0.1881	0.0334
0.9μm~1.12μm	0.2130	0.1195
1.12μm~1.39μm	0.1251	0.0742
1.39μm~1.73μm	0.1003	0.0511
1.73μm~2.16μm	0.0558	0.0428
2.16μm~2.69μm	0.0738	0.0821
2.69μm~3.34μm	0.1014	0.1051
3.34μm~4.16μm	0.1304	0.1400
4.16μm~5.18μm	0.2133	0.1819
5.18μm~6.45μm	0.2654	0.2293
6.45μm~8.03μm	0.3888	0.3050
8.03μm~10μm	0.6105	0.3680

6. 参考文献

- 1)ウィリアム C.ハインズ:エアロゾルテクノロジー,井上書院,1985
- 2)日本エアロゾル学会:エアロゾル用語集,京都大学学術出版会,2004.8
- 3)千葉考男他:やさしい建築図面の見方・かき方,オーム社,2010
- 4)内山宗大:建築物における PM_{2.5} の実測調査-冬季との比較のための予備調査-,芝浦工業大学学士論文,2013.3
- 5)根本智之:室内における浮遊粉じんの質量濃度と個数濃度の関係性に関する研究,芝浦工業大学修士論文,2007.3