

季節変動が事務所ビルの IAQ に及ぼす影響

Seasonal Variation Influence on IAQ of Office Buildings

J02014 海老澤 賢 二

Abstract

Recent studies make it clear that the relations between number concentrations of SPM (Suspended particle matter), especially small SPM, and health influence, and also that changes of outdoor air quality by seasonal variation may influence on indoor air quality.

Number concentrations of indoor and outdoor SPM according to their own sizes in three seasons, summer, autumn and winter, were measured in this study, to grasp the relationship between indoor and outdoor SPM concentrations, the tendency of changes according to the seasonal variations. It was made clear that the number concentration of indoor SPM has much concern with concentration of outdoor SPM. And also the variation of season has great influence on the number concentration of indoor SPM.

Keywords 季節変動 個数濃度 時系列変化 室外気温 粒度分布

1. 研究の背景と目的

中規模以上の建築物における室内環境維持のための法律「建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築衛生法）」は多数の人が使用、その維持管理について環境衛生上特に配慮が必要な延床面積 3000m²以上の建築物を特定建築物とし、特定建築物において浮遊粉じん濃度については 10 μ m以下の浮遊粉じん（PM10）の重量濃度のみ規定が設けられている。

室外に関しては、代表的な例として、ディーゼル排気に関して平成 15 年より自動車 NO_x・PM 法による規制や光化学オキシダントに対しては昭和 48 年環境省より環境基準が出されている。

しかし、これらの法律に重量濃度などに関して規定があるが、個数濃度には触れられていない。

最近の研究により人体に影響するのは 2.5 μ m以下の微小粒子（PM2.5）ではないかと指摘されている。呼吸器系への影響であり、浮遊粉じんは多くの物質が混合して組成されているため身体に多大な影響を及ぼしかねない。

また季節変動による室外空気質の変化が室内に影響を与える可能性があり、双方の関係性を考慮しなければならない。

本研究では室内の空気質環境に外気空気質の季節変動が及ぼす影響の把握をするため東京都内にある事務所ビルにおいて空気質の測定を実施した。

測定の結果をもとに室内・室外 SPM 粒径別個数濃度の季節ごとの時系列変化を解析し、室内空気質の季節変動のについて把握、検討を目的とする。

2. 調査概要

東京都内にある特定建築物の室内・室外で季節（夏、秋、冬）を変えて調査を行った。

今回の測定・調査項目は SPM 粒径別個数濃度、SPM 質量濃度、SPM 濃度測定中の温湿度、及び建物概要・測定環境。空調設備についての聞き取り調査である。

SPM 個数濃度については LPC（レーザーパーティクルカウンタ）及び SMPS（走査型モビリティ分析器）を使用し、温湿度に関しては温湿度計を用いた。測定概要は表 1 示す。

3.SPM 時系列変化時系列変化

全粒径から代表径 X (X=30、60、100、200nm) をとり、時系列変化の季節毎、粒径毎、室内外の関係について検討を行った。(図 1、図 2、図 3 参照)

i) 季節毎の時系列変化について

1 日の時系列変化において室内の非空調時間帯に粒子個数が上昇しておりその変動は大きい。非空調時間帯とは対照的に、空調時間帯は粒子個数が減少しており、その変動は小さくなっている。また季節毎の違いは冬の粒子個数が夏、秋、冬と徐々に増加しており、冬の粒子個数濃度は夏の約 2~3 倍に増加している

ii) 室内・室外での時系列変化の特徴

室内・室外の粒子個数濃度を比べてみると、室内の個数濃度同様に室外の粒子個数も夏と冬を比較して、冬の粒子個数濃度が増加している。また、その変動の仕方も比較すると細かな変動が一致している場所がある傾向が測定された。

iii) 粒径別の時系列変化について

粒径別変化において特徴的なのは、粒径 60nm の粒子の個数濃度である。室内に関して、非空調時間帯にはどの季節においても全粒子の中で大きな割合をしめており、空調時間帯は夏の測定では 100nm 近辺の粒子が多いが、秋、冬と季節が変わっていくと、徐々に多くなっていき、冬に関しては、もっとも多い値を示している。外気環境においても空調時の時間帯に 60nm 近辺の粒子が多い値を示している。

4.室内個数濃度と室外気温湿度変化との関係

外気測定結果を示す (図 3、図 4 参照)

i) 温度変化と室内個数濃度変化との関係

室外気温変化は測定を始めた夕方 (17:00) から朝の 8:30 ごろまでに徐々に下がり、その後再度上がり始める。この結果は夏、冬両季節ともに同じ傾向である。

室内温度変化に関しては、夏に関しては 20:00 ぐらいから上がり始め、秋は 21:00 ぐらいに多少上がり、冬はその時間に下がり始める。季節によって室内の温度変化には多少の違いが生じた。

特徴的なのは、空調時の室内個数濃度と外気温との

表 1 測定概要

建物名	東京1
調査日	夏期：2005.08.23-24 秋期：2005.10.17-18 冬期：2005.12.12-13
測定時刻	17時-翌17時
測定時天候	夏期：雨・曇り 秋期：雨・曇り 冬期：晴れ・曇り
室内側測定場所	事務室
室外側測定場所	昼間：1階エントランス 夜間：エントランス付近の開口部より、チューブにて外気取込
特記事項	外気に面した開口部なし

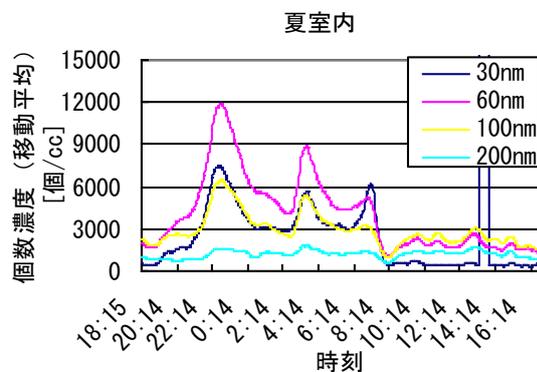


図 1 夏室内個数濃度

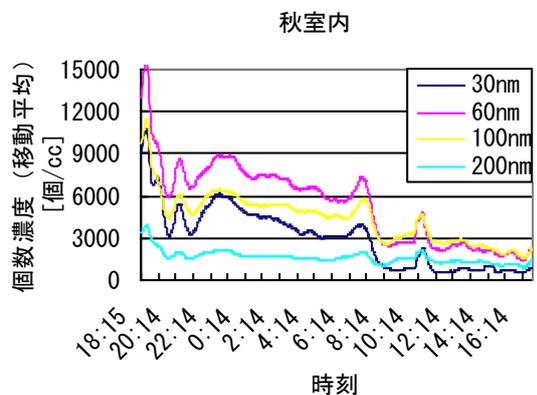


図 2 秋室内個数濃度

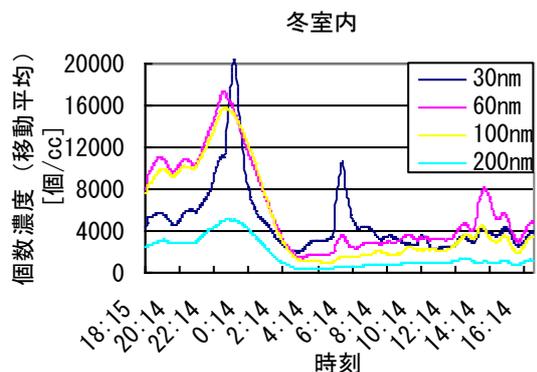


図 3 冬室内個数濃度

関係である。外気温が朝 9:00 頃に急激に上がると室外
 個数濃度が上昇する。このとき室内個数濃度も空調の
 影響でその個数自体は抑えられているものの、若干上
 昇し、タイミングがほぼ一致していた。

また室外気温が緩やかに下がる非空調時間帯にも室
 内粒子個数は大きな変動を伴うものの減少している所
 も一致している。室内、室外の関係のほかに室外気温
 の関係性が連動して結びついている可能性が強まる結
 果となった。

ii) 湿度変化と室内個数濃度変化との関係

前節において非空調時間帯の室内個数濃度の変化が
 激しいことについて触れていたが、夏・冬は特に変動
 が大きく、秋にそれほど変動はない。これは非空調時
 間帯の湿度変化と大きな関係があると思われる。季節
 毎にその始まりは違いがあるものの、湿度が急激に変
 化する時に粒子個数濃度も極端に変化してくる。

次に冬の空調時間帯ついてだが、空調時にも関わら
 ず他の季節比べ湿度の変化がとても激しいことが分か
 る。また室内個数濃度も他の季節とは違い、粒径別に
 若干の変動の違いが見られた。

5.室内・室外粒度分布を季節変動の関係

室内粒度分布に示す。(図5、図6、図7参照)

i) 室内粒度分布について

室内粒子個数濃度の粒度分布は季節毎に大きな違い
 を見せる。

夏の測定の際には夜間の空調の停止している時間に
 60nm になっているが、朝方から空調が稼働し始め
 ると 100nm 前後にピークがきている。

秋の測定に関しては非空調時間帯、空調時間帯とも
 に 60nm 近辺の粒径の粒子が多くなり、空調時間帯に
 は 100nm の粒径の粒子も同じくらいの個数濃度を示
 す。空調時間帯に関しては 60nm、100nm の間をピー
 クが行き来している状態になっている。またはその区
 間をまたがるような形をしており、

冬の測定に関しては非空調時間帯には 20nm 近辺に
 ピークを持ち、空調時間帯には 60nm 近辺にピークを
 持つような形になる。

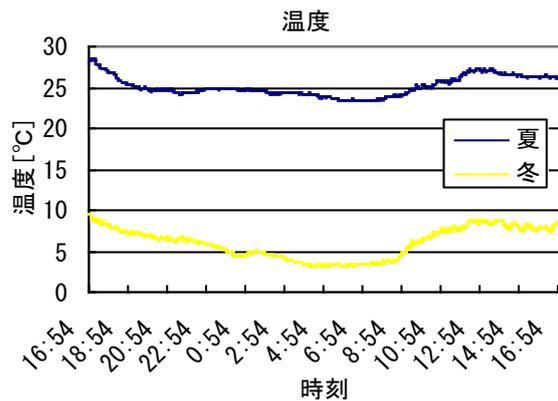


図4 外気温

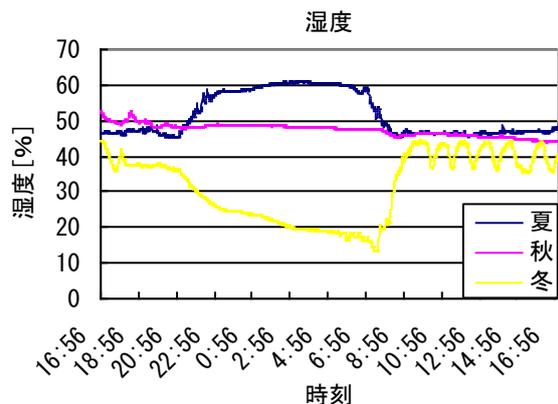


図5 室内湿度

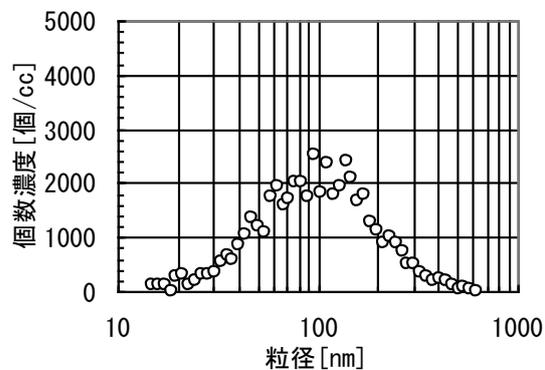


図6 夏室内粒度分布

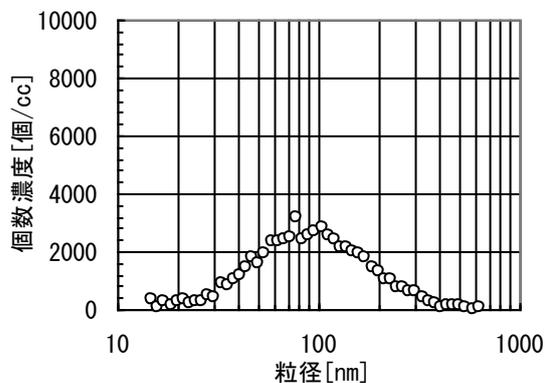


図7 秋室内粒度分布

このように季節を移ると粒度分布のピークが小さな粒径に移動していく。

また、粒度分布が移行する時間として、夏は 20:00 近くから小さな粒径にピークを移し、冬秋に関しては 18:00 ぐらいからピークを移す。この時間はちょうど空調が切れる時間帯であり、空調が切れると室内空気質にすぐ影響を与える。

大きな粒径にピークを移す時間は夏、秋は朝 7:30 に空調が入ってから 30 分後、冬は 1 時間半後にピークを大きな粒径に移し安定する。このように空調時間からまた非空調と空調で粒度分布が異なることは空調時間帯のピークにある粒径の粒子が空調により室内に侵入しやすい大きさであることも考えられる。

夏・冬の粒度分布は不安定でばらつきが大きい。しかし、秋は他の季節とは逆に安定した状態を保っている。粒子個数濃度同様に粒度分布に関しても室内湿度が関係しているのではないかと推測される。

ii) 室内・室外の粒度分布と個数濃度の関係

夏に関して 60nm 近辺に大きな持つピークを持ち、もう一つ小さなピークとして 100nm 近辺に持つことが多々ある。または両方同じような個数濃度を示し、台形のような形を持つ場合もある。室内の粒度分布は 100nm にピークを持つことが多いので、室外の小さなピークが室内の粒度分布に関係していることが考えられる。

冬に関して室外の粒度分布は夏と同じ粒径でだいたいピークを持つ。

夏の測定と違う点は粒度分布が 100nm にピークを持たないのである。ピークが不安定でありながらも 40~60nm の間を行き来している。この室外粒度分布の相違が室内の粒度分布の違いに影響を与えていることが考えられる。

6. 研究の成果と今後の課題

今回の研究では次のような知見が得られた。

- ① 個数濃度の 1 日の時系列変化において室外気温の変化が増減に影響した。
- ② 季節変動で室外気温が減少すると室内個数濃度が

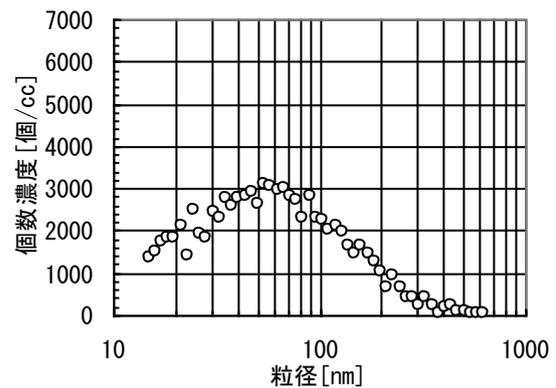


図 8 冬室内粒度分布

増加した。

- ③ 室内湿度が個数濃度の増減変動に影響する傾向が見られた。
- ④ 粒度分布に関して、季節変動による外気温度の変化により、室外の粒度分布が変化し、その影響が室内粒度分布にも影響する傾向が示された。

また今後の課題として

- ① 空調の影響を見るために現在のフィルター効率の把握が必要である。
 - ② 空調機の影響が室内の粒子に具体的にどの程度あるのか把握が必要である。
 - ③ 室内の粒度分布が季節毎に変動する具体的な理由の解明が必要である。
 - ④ 非空調時間帯の室内粒子個数濃度の増減が湿度によって起こるのかの解析が必要。
- 等が挙げられた。

【参考文献】

- 1) William C. Hinds : エアロゾルテクノロジー、1985.4
- 2) 日本空気清浄協会 : 空気清浄第 38 巻第 2 号大気中の微小粒子 PM2.5 の発生と影響 (I) 2000 等

【謝辞】

本研究は平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金(健康科学総合研究事業)「建築物における環境衛生管理に関する研究(代表者:目黒克巳)」によって行った。ここに感謝の意を表します。