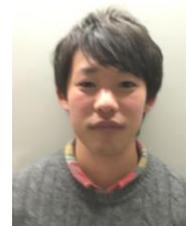


## 建築室内における浮遊粉塵の粒度分布と密度に関する研究

浮遊粉塵 体積濃度  
粒度分布 粒子密度

J13055 梶谷 心平  
指導教員 西村 直也



### 1. 概要

我が国の室内環境管理基準では  $10\mu\text{m}$  以下の粒子(SPM)の質量濃度により管理基準が定められているが、質量濃度の把握だけでは不十分である。現行で使用されている質量濃度の測定器は粒径毎の測定が不可能であるが、個数濃度の測定器ではそれが可能であり粒径ごとの粒子の質量や体積濃度を求めることが可能となった。しかし、質量濃度と粒径別体積濃度の比較においてこれらの明確な関係性は示されていない。

本研究では夏季に愛知県での浮遊粉塵の実測調査を行い個数濃度と体積濃度の関係性を検証し、粒子密度を求めた。

### 2. 背景と目的

我が国の室内環境管理基準として浮遊粉塵は、 $10\mu\text{m}$  以下の粒子(SPM)の質量濃度により管理基準が定められている。しかし、近年の疫学調査により  $2.5\mu\text{m}$  以下の粒子 (PM2.5) がより健康に影響していることが明らかにされている。さらに粒子の挙動や人体影響、発生源等は粒径によって大きく異なるため、単に質量濃度の把握だけでは不十分である。現行で使用されている質量濃度の測定器は、その原理から粒径毎やその時系列変化の測定が不可能である。一方、近年開発された測定器を用いることでナノオーダーの粒子からの個数濃度の測定が可能となり、理論上の粒子の質量や体積濃度を求めることが可能となった。

本研究では、事務所ビルにおいて浮遊粉じんの実測調査を行い、その現状把握を行うと共に、質量濃度と体積濃度の関係性を把握することを目的とする。

### 3. 調査概要

本調査では、愛知県内にある3つの事務所ビルを対象に夏季に6回測定を行った。測定場所の概要について表1に示す。実測に使用する測定機器を表2に示す。

#### 4. 1 浮遊粉塵測定結果

今回の測定では3ヶ所6回の実測を行ったが、各測定場所の2日目(9/13、9/16、9/21)では測定時間が短かったため測定機器が安定しなかった。そのため1日目(9/12、9/15、9/20)のデータのみを使用する。

建築物衛生法において、質量濃度の管理基準は  $0.15\text{mg}/\text{m}^3$  以下と定められているが今回の測定結果では全ての建物で基準を大きく下回っていた。建築室内の浮遊粉塵の低濃度化が進んでいることがわかる。



図1 測定風景

表1 測定概要

施設名	所在地	測定日時	測定時間
建物 A	愛知県	9月12日	10:00~16:00
		9月13日	10:00~12:00
建物 B		9月15日	10:00~16:00
		9月16日	10:00~12:00
建物 C		9月20日	10:00~16:00
		9月21日	10:00~12:00

表2 測定機器

測定項目	測定機器	測定対象
質量濃度	LD-3	SPM
	DustTrak II	PM2.5
	LD-5	PM2.5
粒系別	NanoScan3910	10nm~0.3 $\mu\text{m}$
個数濃度	OPS3300	0.3 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$

表3 各建物の浮遊粉塵

測定場所	LD-5 [mg/m <sup>3</sup> ]	DustTrak II [mg/m <sup>3</sup> ]	LD-3 [mg/m <sup>3</sup> ]
建物 A	0.012	0.016	0.019
建物 B	0.0068	0.0092	0.0093
建物 C	0.0025	0.0021	0.0068

#### 4. 1 浮遊粉塵測定結果

図2に粒径別個数濃度、粒径別体積濃度の一例(建物A)を示す。横軸が粒径で対数目盛を、縦軸が濃度で7時間の平均値である。ピーク粒径は個数濃度で0.01 $\mu$ mから0.1 $\mu$ mの間にある。一方体積濃度は200nm付近と1 $\mu$ m以上の範囲に2箇所あることがわかる。1 $\mu$ m以上でのピークは10 $\mu$ m付近でも増加傾向にあることから10 $\mu$ mより大きいところにピークがあると考えられる。

#### 4. 2 質量濃度と体積濃度の関係性の検証

SPMとPM2.5における質量濃度と個数濃度の比較を行う。なお、個数濃度については全ての粒子が球形であると仮定して体積濃度に変換したものをを用いる。SPMの相関図を図3に、PM2.5の相関図を図4に示す。横軸がNanoscanおよびOPSから算出した体積濃度で、各建物での1時間ごと(6時間 $\times$ 3カ所の計18データ)の平均値、縦軸は各測定器による質量濃度である。分布の近似直線および相関係数 $R^2$ を合わせて示す。それぞれの相関係数は0.75以上あり比較的強い相関関係があることがわかる。また近似直線の傾きが1.0より大きいことから粒子密度が1.0より大きいことがわかる。

#### 4. 3 粒子密度

SPMとPM2.5とでそれぞれ体積濃度(Nanoscan、OPS)と質量濃度(LD-3、LD-5、DustTrak)より求めた粒子密度の結果を図5に示す。横軸が各測定場所で、縦軸が粒子密度である。粒径毎で比較しても大きな差はないが、建物毎で比較すると大きな違いが確認できた。建物A、Bにおいては一般的な粒子密度の1.0~2.0[g/cm<sup>3</sup>]の範囲内で安定し、平均すると1.40[g/cm<sup>3</sup>]であった。建物Cの粒子密度は極端に低くなっているが、この原因について建物Cの測定日が雨天で低濃度空間だったためと考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、実際に使用されている事務所ビルにて浮遊粉じんの実測調査を行った。その結果得られた結果を以下に示す。

- (1)体積濃度の粒度分布は2山型である。
- (2)体積濃度と質量濃度に明確な相関関係性がある。
- (3)粒子密度の結果から、一般的な空間では1.4[g/cm<sup>3</sup>]程度で低濃度空間では粒子密度が低くなる。

ナノオーダー粒子の個数濃度の実測はまだデータが少ないので今後も実測を重ねデータの蓄積および検証が必要である。

<参考文献>

根本智之 他：質量濃度と個数濃度の関係性の検証 事務所室内における浮遊微粒子濃度の調査その1, 2007年度日本建築学会大会学術 梗概集 環境工学II, 日本建築学会, 2007.08

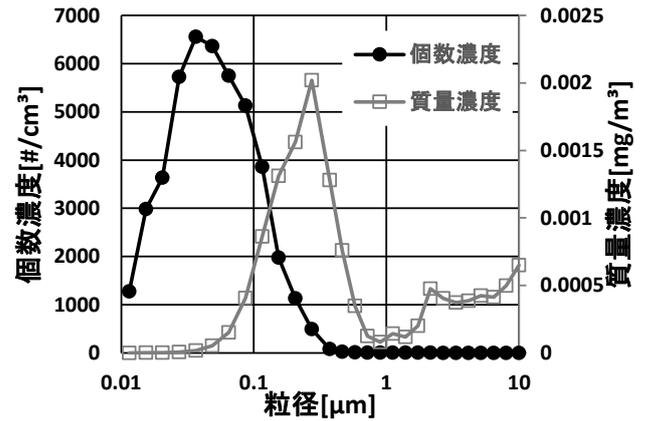


図2 建物A (9/12)での粒度分布

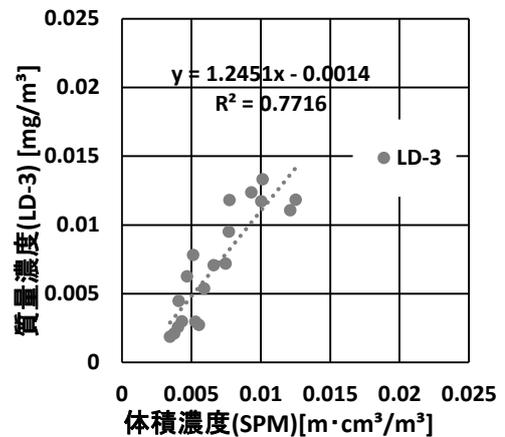


図3 質量濃度と質量濃度の相関 (SPM)

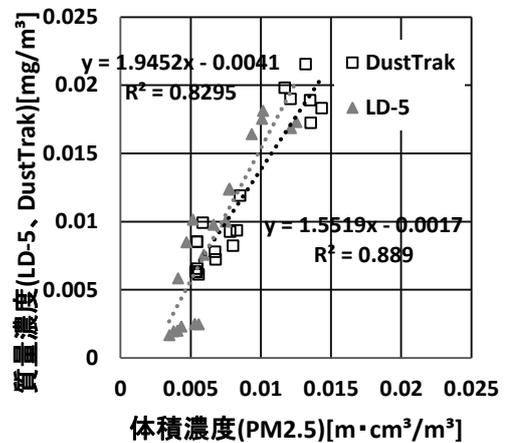


図4 質量濃度と質量濃度の相関 (PM2.5)

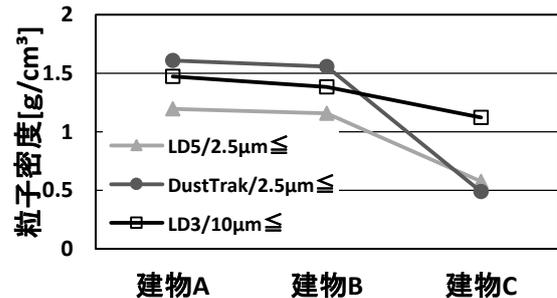


図5 粒子密度