

光散乱式粉じん計の較正に関する研究  
 -多分散粒子を用いた場合の検討-



粉じん計                      浮遊粉じん                      光散乱  
 較正用粒子                      ステアリン酸                      アリゾナダスト

AJ13058                      瀬戸 麻莉乃  
 指導教員                      西村 直也

1. 概要

現在、空気環境の測定には光散乱式デジタル粉じん計(以下 DDC)が広く使われている。DDC の較正に用いられる 0.3 $\mu\text{m}$  のステアリン酸(以下 SA)粒子は較正用粒子として適当でない可能性がある。本研究においては、較正用粒子の分散系に着目し、多分散粒子を用いて較正した DDC での実測調査を行った。結果、現行手法で用いられている 0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子より、多分散粒子のほうが DDC の較正用粒子として妥当性があることを明らかにした。

2. 研究の背景と目的

現在、空調設備の機能向上や禁煙・分煙の推進などによって、建物内の浮遊粉じんは低濃度化している。また、PM<sub>2.5</sub> といった非常に微小な粒子に対する認識も高まっている。これに伴い測定の高精度化、そして較正の正確性が要求されている。

建築物衛生法において、粉じん濃度は質量による基準が設定されているため、浮遊粉じんの測定には直接的に質量を測ることができる重量法(標準測定法)が望ましいとされている。重量法とは、ローボリウム・エアサンプラ(以下 LV)を用いてろ過捕集を行い、ろ紙の重量増加分を秤量して質量濃度を算出するものである。しかし、LV は測定に長時間を要する、ろ紙の秤量の際には熟練した技術が必要であるなどの問題がある。そのため実際の測定においては、測定時間が短く、操作および携帯が容易、実時間で確認が可能な DDC が一般的に用いられている。DDC は粉じんにレーザー光を照射した際の散乱光量を測ることで、間接的に粉じんの質量濃度を測定する。DDC による測定を相対濃度法という。

DDC は受光部の経年劣化などによって設定された感度を維持できなくなり、測定結果に誤差が生じてくる。この誤差を是正して本来持つべき感度に戻す操作を較正といい、感度維持のため 1 年ごとに 1 回、厚生労働大臣登録機関によって行われることが義務付けられている。また、建築物衛生法によって、較正に使用される粒子は「0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子」と示されている。

0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子を較正用粒子に用いた経緯は、過去の文献において特に明記されていない。現在では SA 粒子よ

りも発生の再現性、安定性に優れている粒子も存在しており、較正用粒子を再検討する必要がある。

既往の研究<sup>1)2)</sup>では 0.3 $\mu\text{m}$  という粒子径の適正を検証した。1.0 $\mu\text{m}$  の SA 粒子を作成し、これを用いて較正した DDC を、0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で較正した同機種と並行して実測調査を行った。その結果、1.0 $\mu\text{m}$  の粒子を用いても、DDC の持つ機種ごとに異なる粒径依存性による誤差が生じることが確認された。

本研究では、較正用粒子の分散系に着目する。建築物衛生法において、較正用粒子の幾何標準偏差  $\sigma_g$  は 1.41 とされており、すなわち単分散であることが求められている。単分散粒子を用いることで考慮すべきパラメータを減らして単純化し、較正の公平性や安定性を確保することができる。しかし、多分散粒子のほうが実空間の粒度分布に近く、測定における誤差が小さくなるため、較正用粒子として適しているという可能性が考えられる。

本研究では、較正用粒子の分散系の適正を検証し、測定精度の向上および、ロバスト性を持つ較正体系の確立に寄与することを目的とする。

3. 手法

多分散粒子アリゾナダスト(以下 AD)を用いた較正を検討する。AD は ISO で認められており、米国製の粉じん計の較正用粒子としても用いられている。0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子、1.0 $\mu\text{m}$  の SA 粒子、AD を用いて DDC を較正し、LV との並行測定による実測調査を行った。建物概要を表 1 に、測定概要を表 2 に、測定機器を表 3 に示す。

表1 建物概要

所在地区	測定期間	築年数	延べ床面積
江東区	2016/12/26 ~ 2017/1/10	10年	60,000m <sup>2</sup>

表2 測定概要

測定場所	測定日	測定開始時刻	測定継続時間	
屋内	a	2016/12/26	10:45	8時間
	b	2017/1/4	10:20	8時間
	c	2017/1/5	10:15	8時間
	d	2017/1/6	10:40	8時間
	e	2017/1/9	10:20	8時間
	f	2017/1/10	10:00	8時間
屋外	g	2016/12/28	10:20	8時間
	h	2016/12/30	11:05	8時間
	i	2017/1/7	10:00	8時間

#### 4. 結果

9カ所での実測調査における、各 DDC から算出した質量濃度を、測定場所の屋内外で分けて図1に示す。縦軸は質量濃度を表している。LV から得られた質量濃度に対する、DDC から算出した質量濃度の比を、校正用粒子の比重で除したものを図2に示す。縦軸は LV に対する比を表す。本研究における目的は、校正用粒子としての適正を実測調査によって明らかにすることであり、LV の値に近いほどよいと考えられる。加えて校正用粒子ごとに標準偏差を算出し、DDC が持つ粒径依存性などの影響によると考えられるばらつきを見る。

機種および測定場所に関係なく、比重で除した各 DDC の LV 比の平均および標準偏差を図3に示す。縦軸は DDC の LV に対する比を表している。平均は AD で校正した DDC が最も大きかった。標準偏差は 1.0 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC が最も小さく、ばらつきが軽減された。

現行手法で用いられている 0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC に対する、各 DDC の LV 比の平均および標準偏差の比を図4に示す。縦軸は 0.3 $\mu\text{m}$  の粒子で校正した DDC に対する比を表している。1.0 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC は、0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC よりも標準偏差は小さく、ばらつきが軽減された。しかし、DDC の LV 比が小さいため校正に適しているとはいえず、また、1.0 $\mu\text{m}$  の SA 粒子によって校正された DDC は 2 機種のみであるため、一概に評価することができない可能性がある。

AD で校正した DDC は 0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC と比べて標準偏差が小さく、ばらつきが軽減された。DDC の LV 比は大きかった。したがって、AD は 0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子より校正に適していると考えられる。

#### 5. 結論

##### 5-1 まとめ

- 1) DDC はいずれも LV より小さい測定値を示した。
- 2) 0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC と比べ、1.0 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC の測定値のほうが LV 比は小さく、ばらつきは軽減された。
- 3) 0.3 $\mu\text{m}$  の SA 粒子で校正した DDC と比べて、AD で校正した DDC とは LV 比が大きく、ばらつきが軽減された。

##### 5.2 今後の課題

- 1) AD の安定した発生と再現性の確立
- 2) AD 以外の多分散粒子を用いた校正の検討

#### 6. 引用・参考文献

- 1) 第33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, p50~51(2016)
- 2) (財)日本建築衛生管理教育センター：空気環境測定実施者講習会テキスト, 日本建築衛生管理教育センター, 2013.4
- 3) (財)ビル管理教育センター調査研究部：浮遊粉じん測定器校正規格, ビル管理教育センター, 2013.4

表3 測定機器

測定項目	測定機器	校正用粒子	測定方法	
浮遊粉じん	質量濃度	LV	8時間連続測定	
		DDC1	SA0.3	1分間の測定を連続8時間
			SA1.0	
	AD			
	DDC2	SA0.3	8時間連続測定	
		SA1.0		
		AD		
	DDC3	SA0.3	1分間の測定を連続8時間	
		SA1.0		
		AD		
個数濃度	OPS		1分間の測定を連続8時間	

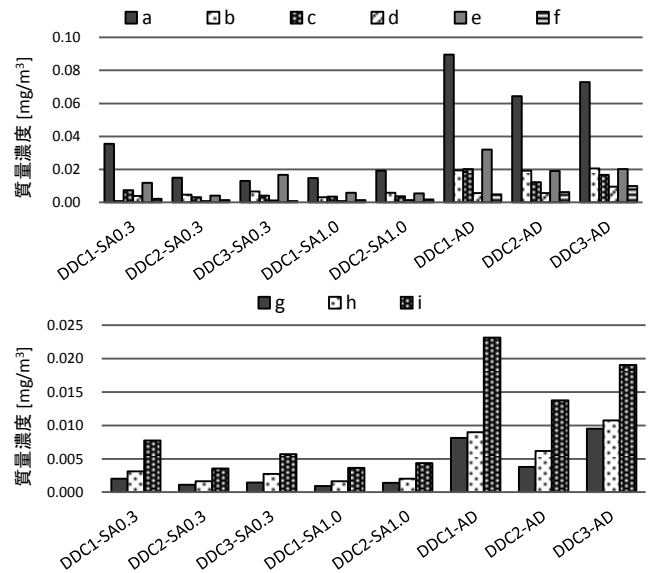


図1 DDCの質量濃度(上:屋内、下:屋外)

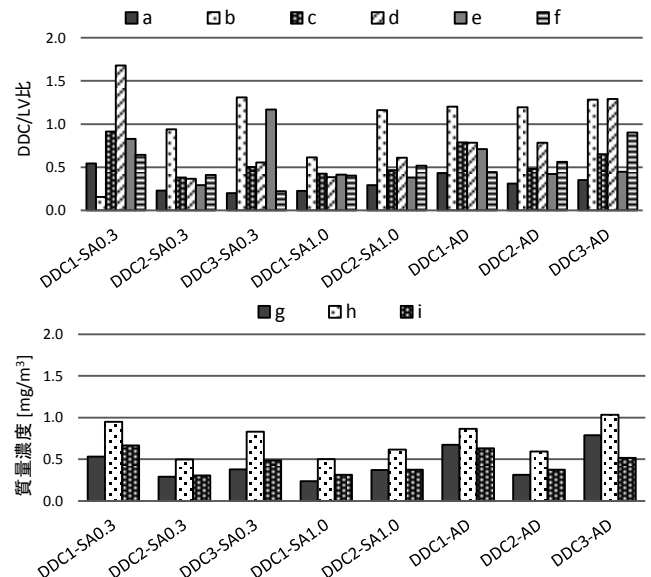


図2 比重で補正したDDC/LV(上:屋内、下:屋外)

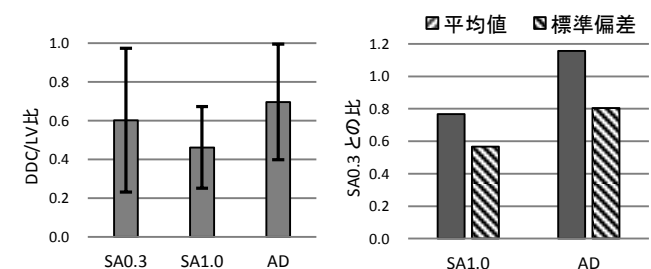


図3 DDC/LV比と標準偏差

図4 SA0.3 $\mu\text{m}$ との比較