

課	題	研	究	発	表
---	---	---	---	---	---

「病院薬局における粉塵測定法の研究」

調剤室粉塵の各種エアサンプラーによる比較検討

北里大学病院薬剤部 朝長 文弥・○小林 輝明・峯沢 豊
 浅見 隆司・本橋 茂
 (財)北里ヘルスサイエンスセンター 小西 淑人

〔目 的〕

病院薬局の浮遊粉塵については、第2小委員会「病院薬局の環境衛生のあり方」で環境7因子の1つの項目としてとり上げている。病院薬局の粉塵、特に調剤室の粉塵に関して従来多くの調査、報告があるが、(1)測定機器、測定方法などに統一性がみられないこと、(2)絶対的なデータが得にくい測定機器が多く使用されていることなどにより、得られたデータの比較が困難である。したがって、今後病院薬局の浮遊粉塵の基準を作成し、それを目標に設備等を改善していくためには、全国の病院薬局で共通して使用できる簡便で精度のよい測定方法を病院薬局として検討することが必要である。

浮遊粉塵濃度の測定には多くの方法がある。これらの方法を測定の原理あるいは定量方法などによって JIS Z

8813 では浮遊測定方法と捕集測定方法、また絶対濃度測定と相対濃度測定方法とに分類している。

浮遊測定法および捕集測定法による測定原理、測定方法などを表1、表2に掲げる。

絶対濃度法は粉塵を捕集して、その質量または粒子数を直接計測する方法で、質量濃度測定法が浮遊粉塵測定の標準方法になっている。

相対濃度法は、粉塵の質量濃度または粒子数濃度の絶対濃度と1対1の関係にある物理量（たとえば散乱光強度、吸収光量、振動周波数など）を測定する方法である。

相対濃度と絶対濃度との関係は、粉塵の粒度分布、比重、形状などに影響される。相対濃度計には次のような特徴がある。

(1) 短時間で測定できる。通常の1測定所要時間は1

表1. 浮遊測定方法による測定器の種類

測定原理	測定器の種類	装置名	測定方法の説明	濃度表示	濃度表示値と測定値との関係
粉塵による 散乱光を測定	光度計式	資源試式 光電粉じん計	散乱光を光度計により測定	mg/m ³	相対値から求める
	光度比色計式	チンダロスコープ チンダロメーター	散乱光と標準光を比較し測定	mg/m ³	同 上
	光量積算計式	デジタル粉塵計	散乱光量を積算し計数率により測定	mg/m ³	同 上
	粒子計数計式	パーティクル カウンター	粉じんの大きさに関係する散乱光を測定する	個/cm ³	直接測定
粉塵による 吸光光度を測定	吸光光度計式		光量を吸光度計で測定	mg/m ³	相対値から求める

表 2. 捕集測定方法による測定器の種類

粉じん捕集方式	濃度測定方法	装 置 名	計測に必要な器具	濃度表示
温度こう配式	計 数 法	サーマルプレシビテーター	顕 微 鏡	個/cm ³
衝 突 式	計 数 法	労研式じんあい計	同 上	個/cm ³
		カスケードインパクト	同 上	個/cm ³
	秤 量 法	インピンジャー	天 秤	mg/m ³
沈 降 式	計 数 法	セジメンテーションセル	顕 微 鏡	個/cm ³
静 電 式	秤 量 法	静電式ダストサンプラー	天 秤	mg/m ³
		圧電てんびん法	無	mg/m ³
ろ 過 式	秤 量 法	ローボリュウムサンプラー	天 秤	mg/m ³
		ハイボリュウムサンプラー	同 上	mg/m ³
		個人サンプラー	同 上	mg/m ³
	吸光光度測定法	労研ろ紙粉じん計	吸光光度計	mg/m ³
	β 線 吸 収 法	β 線吸収式粉じん計	無	mg/m ³

～2分である。

- (2) 取扱いがきわめて簡単で、個人差が少ない。
- (3) 一般に小型軽量で、携帯、移動に便利である。
- (4) 一般に感度がよく、低濃度でも測定しやすい。
- (5) 粉塵の種類と性状によって感度が変化する。

相対濃度法は(5)の理由により、標準となる質量濃度測定と平行して測定し、校正して使用することになっている。今回、相対濃度測定法のうち簡便で汎用されているデジタル粉塵計とピエゾバランス粉塵計について、質量濃度測定法であるローボリュウムエアサンプラー法と併行測定し、その対応関係を調べ、相対濃度法の使用可否を検討した。

〔実 験〕

調剤室で発生した粉塵を集め、それを実験的に発塵させローボリュウムエアサンプラー法（以下LVと略す）、デジタル粉塵計（以下Dと略す）、ピエゾバランス粉塵計（以下Pと略す）の3機種で併行測定し、LVに対するDとPの質量濃度変換係数（K値）を求めた。発塵はダストチャンバー内で行った。

1. 試 料

調剤室の集塵機フィルターで捕集した粉塵および散剤調剤台に沈着した粉塵を集め、シリカゲルデシケーターで3日間乾燥させ、使用直前に100メッシュで篩過した。試料は、昭和大学病院、東京医大病院、慶応大学病院、北里大学病院、相模原協同病院のものをを使用した。

2. 発塵装置

発塵装置は小西らが考察したものを使用した（図1）。発塵は14m³（2.4×2.4×2.4m）のダストチャンバー内

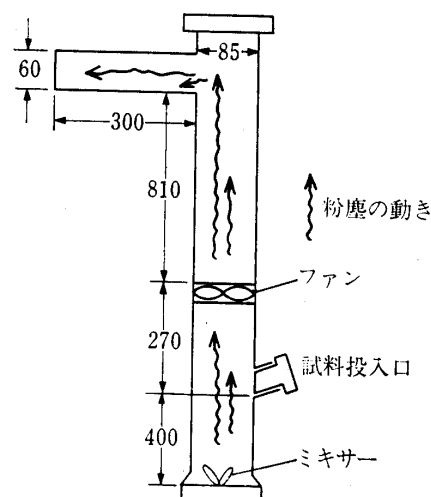


図 1. 粉塵発生装置

で行った。

3. 測定機器

- ローボリュウムエアサンプラーL-30型（分粒装置付）：柴田化学器械工業(株)製
- デジタル粉塵計P-5H型：柴田化学器械工業(株)製
- ピエゾバランス粉塵計：日本科学工業(株)製
- アンダーセンサンプラーAN-200：柴田化学器械工業(株)製
- RAM-I型粉塵計：米国GCA社製

4. 実験方法

試料約5gを発塵装置に入れ、ダストチャンバー内に発塵させる。濃度が均一になってから高濃度（約15mg/m³）と中濃度（約5mg/m³）で3機種を用い併行測定した。粉塵濃度の経時変化はRAM-Iでレコーダーに記録した。同時に、粉塵分布はアンダーセンサンプラー法

表3. アンダーセンサンプラー法による平均粒子径

病院	stage No.	Particle Diameter (Microns)	NET (mg)	Percet In Size Range	Cumulative Percet Less Than	平均粒径	84%値	16%値	$\sigma_g = \sqrt{\frac{84\% \text{値}}{16\% \text{値}}}$
北里大学病院	1	9.0-10.0	0.67	2.3	97.7	2.8	5.8	1.3	2.11
	2	5.8-9.0	2.63	9.0	88.7				
	3	4.7-5.8	1.91	6.6	82.1				
	4	3.3-4.7	6.87	23.7	58.4				
	5	2.1-3.3	9.30	32.0	26.4				
	6	1.1-2.1	6.14	21.1	5.3				
	7	0.7-1.1	1.12	3.9	1.4				
	8	0.4-0.7	0.23	0.8	0.6				
	9	0-0.4	0.16	0.6	0				
東京医大病院	1	9.0-10.0	0.13	0.6	99.4	2.6	4.4	1.2	1.91
	2	5.8-9.0	1.08	4.7	94.7				
	3	4.7-5.8	1.02	4.5	90.2				
	4	3.3-4.7	4.17	18.3	71.9				
	5	2.1-3.3	7.76	34.1	37.8				
	6	1.1-2.1	5.93	26.1	11.7				
	7	0.7-1.1	2.03	8.9	2.8				
	8	0.4-0.7	0.50	2.2	0.6				
	9	0-0.4	0.13	0.6	0				
慶応大学病院	1	9.0-10.0	0.12	1.1	98.9	2.6	5.0	1.3	1.96
	2	5.8-9.0	0.77	6.8	92.1				
	3	4.7-5.8	0.69	6.1	86.0				
	4	3.3-4.7	2.65	23.4	62.6				
	5	2.1-3.3	3.66	32.4	30.2				
	6	1.1-2.1	2.54	22.4	7.8				
	7	0.7-1.1	0.69	6.1	1.7				
	8	0.4-0.7	0.15	1.3	0.4				
	9	0-0.4	0.05	0.4	0				
相模原協同病院	1	9.0-10.0	0.51	2.6	97.4	2.4	4.8	1.2	2.0
	2	5.8-9.0	1.11	5.7	91.7				
	3	4.7-5.8	1.16	5.9	85.8				
	4	3.3-4.7	3.62	18.6	67.2				
	5	2.1-3.3	5.28	27.2	40.0				
	6	1.1-2.1	4.85	25.0	15.0				
	7	0.7-1.1	2.43	12.5	2.5				
	8	0.4-0.7	0.36	1.8	0.7				
	9	0-0.4	0.17	0.7	0				
昭和大学病院	1	9.0-10.0	1.96	3.9	96.1	2.4	5.1	1.1	2.15
	2	5.8-9.0	3.56	7.1	89.0				
	3	4.7-5.8	3.07	6.1	82.9				
	4	3.3-4.7	8.44	16.8	66.1				
	5	2.1-3.3	11.64	23.1	43.0				
	6	1.1-2.1	12.60	25.1	17.9				
	7	0.7-1.1	6.46	12.7	5.2				
	8	0.4-0.7	2.10	4.2	1.0				
	9	0-0.4	0.51	1.0	0				

で空気動力学的平均径 (M_{50}) と幾何標準偏差 (σ_g) を求めた。

〔結 果〕

1. 平均粒子径

アンダーセンサンプラー法による平均粒子径測定結果は表3の通りである。

5施設の平均粒子径 (M_{50}) は $2.4 \sim 2.8 \mu$, 幾何標準偏差 (σ_g) は $1.91 \sim 2.15$ で, 粉塵の粒子径はほぼ一致した結果が得られた。

2. 質量濃度変換係数 (K 値)

高濃度および中濃度におけるLVの質量濃度に対するDおよびPの濃度表示値の割合を表4に示す。なお, 昭和大学, 北里大学, 相模原協同病院の試料測定の際はDを2台使用した。

表4. 粉塵濃度測定結果 (K 値の算出)

試料病院名	濃度	$\frac{LV (mg/m^3)}{D (cpm)}$	$\frac{LV (mg/m^3)}{P (mg/m^3)}$
北里大学病院	高濃度	0.0055, 0.0057	1.31
	中濃度	0.0042, 0.0046	1.19
東京医大病院	高濃度	0.0042	1.83
	中濃度	0.0035	1.33
慶応大学病院	高濃度	0.0046	2.37
	中濃度	0.0042	2.21
昭和大学病院	高濃度	0.0048, 0.0048	1.59
	中濃度	0.0042	1.34
相模原協同病院	高濃度	0.0051, 0.0046	1.12
	中濃度	0.0046, 0.0042	1.10
平 均		0.0044	1.54
σ		0.0008	0.23

K 値は次式から求められる。

$$K = \frac{C}{R}$$

C : LV で得られた質量濃度

R : 相対濃度計で得られた相対濃度

3. K 値を使用しての実測

以上の結果より, 病院薬局の粉塵測定にあたってのDおよびPの質量濃度変換係数 (K 値) が求められたので, 8施設の調剤室でD, Pの2機種を用いて浮遊粉塵濃度を測定した。

3-1 測定病院

聖マリアンナ医科大, 北里大学, 国立医療センター, 市立川崎, 国立相模原, 大和市立, 警友総合, 日本鋼管

3-2 測定点

散剤コーナーの中心点を原点とし, 図2のように5カ所 (施設に応じて間隔をとった) の床上 75~120 cm とする。

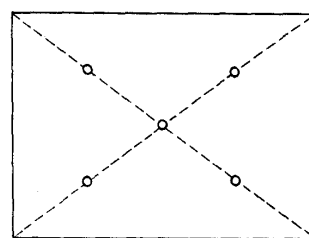


図2. 測定点の決め方

3-3 測定方法 (第2小委員会報告Ⅱの項p.82参照)

3-4 測定結果

測定病院は集塵装置が完備している施設4, 集塵装置がないか不十分と思われる施設4の計8施設で業務のピーク時に行った。5点の平均値結果は表5の通りである。

〔考 察〕

5病院から集めた粉塵の比重および発塵させたときの平均粒子径が近い値を示したことから, 粉塵の物理的性質は非常に似かよっていると判断し, LVに対するDおよびPの質量濃度変換係数を求めた。この結果を使用し

表5. 浮遊粉塵測定結果 (第2小委員会報告参照)

測定病院		デジタル粉塵計		ピエゾバランス粉塵計	
		読取値 ¹⁾ (cpm)	粉塵量 (mg/m ³)	読取値 ²⁾ (mg/m ³)	粉塵量 (mg/m ³)
集塵機あり	A'	12.6	0.055	0.036	0.055
	B'	9.1	0.040	0.029	0.045
	C'	7.8	0.034	0.030	0.046
	D'	10.6	0.047	0.034	0.052
集塵機なし	E'	74	0.326	0.18	0.277
	F'	31.6	0.139	0.10	0.154
	G'	107.6	0.470	0.28	0.430
	H'	45.6	0.200	0.13	0.200

¹⁾ (1)式の $\frac{R}{10} - D$, 5点の平均値

²⁾ (2)式のC, 5点の平均値

て8施設の浮遊粉塵をDおよびPで同時測定したところ、両者の結果は1例を除いては近い値が得られた。

相対濃度測定法は質量濃度測定法と同時測定して校正してから使うことが原則になっている。しかし、既に事務所衛生基準規則ではデジタル粉塵計P-3型を用いた場合、K値が採用されている例もある。事務所はタバコの煙が主な粉塵源になっているのに対して病院薬局は薬品、しかも非常に多くの品目が関与しているという事実からK値の設定は困難な点もある。今回の実験では5施

設のみの試料であったがK値を求めることができた。今後、測定例数を増やしてK値の信憑性を確認したいと考えている。

文 献

- 1) JIS Z 8813 (1975).
- 2) 木村菊二：粉塵測定法，労働科学研究所，1979.
- 3) 高田 昂，房村信雄編：作業環境測定概論，コロナ社，1976.

試験粉体落下装置を応用したデジタル粉塵計と ピエゾバランス粉塵計との測定値の比較

昭和大学病院薬剤部 梅沢 修，○川上かつみ，浅海 博子

〔目 的〕

病院薬局における粉塵の測定には、散乱光式のデジタル粉塵計（D）または静電式圧電てんびん法のピエゾバランス粉塵計（P）が簡便と考えられる。そこで測定原理の異なるDの測定値（CPM）とPの測定値（相対的質量濃度， mg/m^3 ）との対応を知る目的で、従来から検討中の試験粉体落下装置¹⁾を用い、試料落下後発生する浮遊粉塵濃度の測定を行った。

〔方 法〕

無塵室内で1辺20cm、高さ140cmの合板製（内面ステンレス貼り）装置中、130cmの高さから電磁弁応用の落下装置で試料〔集積した調剤室粉塵：北里大（I）、慶大（II）、昭大（III、IV）、東京医大（V）〕1g（直径7cmに展延）を落下させ、底面より60cmの位置でD（柴田P-5H，吸引量1.5l/分，管長17cm，内径1.4cm，インパクト20 μm ）およびP（日科51-1111，吸引量1l/分，管長17cm，内径0.6cm，インパクト10 μm ）で同時に吸引（ただしIIIでは各単独でも測定）し、一定時間ごとの測定値について比較した。

〔結 果〕

Pの測定値は102年会の発表と同様、Dで予想されたより高かったが、IIIの単独または同時測定（図1、6回の平均値）ではDとPとの間にはほぼ同様の対応が認めら

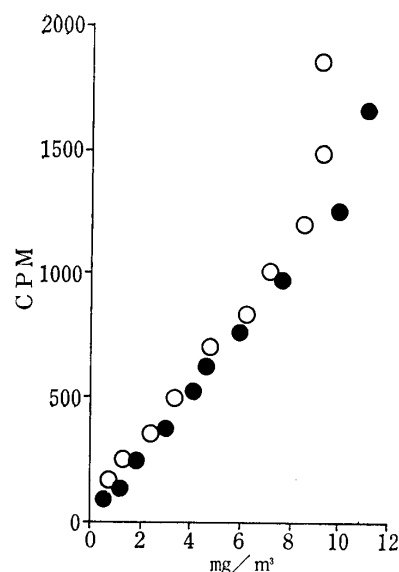


図1. 試料IIIを用いたDとP
との測定値の対応
○単独測定，●同時測定

れた。また、I～Vで得た同時測定結果の対応も試料間に著明な差がみられず、平均するとD 1000 CPM \approx P 7.7 mg/m^3 ($r=0.985$) であった。

文 献

- 1) 梅沢 修ほか：日本薬学会第99年会 29 Zb 9-4 (1979)，第100年会 5 Y 11-5 (1980)，第101年会 3 特 2-5 (1981)，第102年会 4 Zb 9-1, 9-2 (1982).