

環境ダスト計の並行試験

伊瀬 洋昭 渡辺 武春 小野塚 春吉
朝来野 国彦

1 はじめに

浮遊粒子状物質の環境濃度は依然環境基準を上まわるレベルにあり、浮遊粒子状物質をいかに抑制していくかが今後の重要な課題となっている。浮遊粒子状物質の測定法については、1972年に環境基準が設定された際に、基準測定法として 10μ 以下について濾過捕集し重量濃度で評価する方法、ならびに1時間値を測定する補助的な手段として相対濃度測定法が示された。しかし、相対濃度測定法を用いる条件として、年20回以上基準測定法との比較測定によって得たF値を用いて換算しなければならないため、相対濃度測定法である光散乱ダスト計を設置していても、F値換算を行っていない測定局が多く存在し、必ずしも他の汚染質に比べ十分な測定結果が得られていなかった。

そこで光散乱ダスト計に代わって、直接重量濃度を測定できる方法として開発されたのが β 線吸収法粉じん計と圧電天秤法粉じん計である。

当研究所では、 β 線吸収法粉じん計の開発と実用化のための比較試験¹⁾等を行ってきたが、昭和56年6月、環境庁告示及び総理府令によって、 β 線吸収法と圧電天秤法が等価測定法として採用された。

両法が採用されるにあたっては、環境庁によって精度と信頼性に関する調査研究が実施され、東京、兵庫及び岡山における、基準測定法との比較及び同機種間の精度などに関する知見が参考とされた²⁾³⁾。

その後、当時3社であった β 線吸収法粉じん計の製造メーカーが6社に増え、 SO_x 計との組込型も販売されてきたが、他のガス状物質の測定器のような動的校正が困難であるため、実際の大气試料を用いた比較試験を行い、測定器の精度と信頼性を高めることが必要とされている。

今回、われわれは、通産省の浮遊粒子状物質測定用計

測器検査基準作成のための調査研究の一環として、環境大気を用いた比較試験を行う機会を得たので、その結果について報告する。

2 試験の概要

(1) 概要

並行試験は昭和58年11月26日から昭和59年1月9日まで東京都公害研究所田町分室（東京都港区海岸3丁目 図1）において実施した。対象機器は β 線吸収型粉じん計6機種、圧電天秤法粉じん計1機種、光散乱粉じん

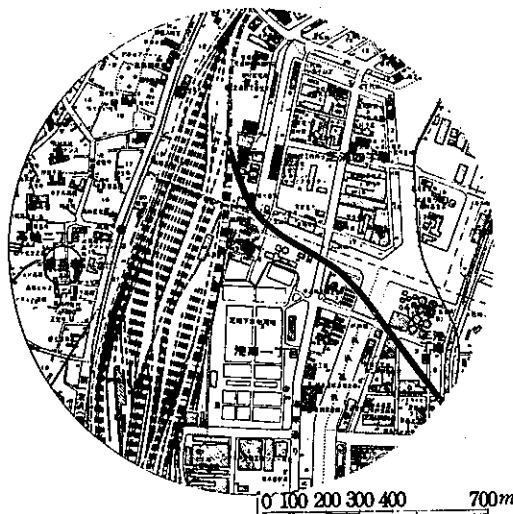


図1 並行試験実施地点周辺地図
東京都公害研究所田町分室
(港区港南1丁目)

計1機種各1台及び基準測定法であるロウボリウムエアサンプラー(Low-Vol)1機種2台、合計10台であった。

(2) 測定器の概要

β 線吸収型粉じん計は、 β 線が物質に吸収される際、その収率が物質の性状に関係なく β 線のエネルギーによって決まる原理を応用したものである。

濾紙上に捕集された浮遊粒子状物質の捕集前後の計数値 N_M 、 N_B から大気中濃度 X を求めることができる。

$$X = \frac{K}{q \cdot t} \ln \frac{N_B}{N_M}$$

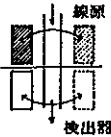
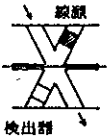
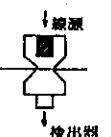









K : 校正定数
 q : 吸引空気量 (cm^3/min)
 t : 集塵時間
 N_M : 集塵後の計数値
 N_B : 集塵前の計数値

一方、圧電天秤法は水晶振動子上に浮遊粒子状物質を付着させ、振動周波数が質量に比例することを利用して大気中濃度を求める方法である。

また、光散乱法は、タングステンランプの光源光の散乱を角度 135° で測定し、同一粒径分布である時に散乱光の強さと大気中粉じん濃度が比例関係にあることを利用して測定するものである。

並行試験に用いた β 線吸収型粉じん計の仕様の比較を表1に示す。線源はいずれも $100\mu Ci$ 以下のもので、 ^{14}C 及び ^{147}Pm が使用され、検出器としては、半導体検出器、シンチレーション検出器及びGM計数管が用いられ

表1 野外試験を行った β 線吸収法粉じん計の比較

機種	A	B	C	D	E	F
線源	^{14}C	^{147}Pm	^{14}C	^{14}C	^{147}Pm	^{14}C
検出器	Scinti. 検出器	半導体 検出器	Scinti. 検出器	G.M. 計数管	Scinti. 検出器	Scinti. 検出器
捕集計測部						
捕集面形状 (終了時)	 11mm ϕ	 11mm ϕ	 10mm ϕ	 2.54cm 2	 11mm ϕ	 8mm ϕ
使用ろ紙	東洋 GS-25R	ミリポア AP-20	ミリポア AP-20	ヴェレーバ 227-1-60	東洋 GS-25	ミリポア AP-20
吸引流量	20 l/min	18 l/min	15 l/min	20 l/min	18 l/min	15 l/min
採気管	塩ビ 15mm ϕ	塩ビ 15mm ϕ	塩ビ 10mm ϕ	ポリフロン 12.5mm ϕ	テフロン 8mm ϕ	塩ビ 12mm ϕ

ている。捕集計測部の構造ではB、C及びEが、捕集しながら計測する方式を採用しているのに対し、A及びFでは線源又は濾紙が捕集前と捕集後に移動して計測する方式である。また、Dは線源と検出器を2組使用する方式をとっている。捕集面の形状はDを除き8~11mm ϕ の円形で、Dは正六角形になっている。使用濾紙は、ガラス繊維濾紙を特殊加工したロール状のもので、東洋GS

-25、ミリポアAP-20及びヴェレーバ227-1-60であった。吸引流量は、15~20l/minで、各々サイクロン型の分粒器を用いて10 μ を越える粒子を除去している。

圧電天秤法粉じん計は、日本科学工業(株)製 SYSTEM 3611、光散乱法粉じん計は柴田科学器機工業(株)製 AP 635 及びLow-Vol は新宅機械(株)製を用いた。

(3) 試験方法

各装置の採気口は、図2に示すように、採気条件を一致させるために、2階テラス床面から100cm(地上高390cm)の高さに等間隔(約10cm)に固定し、採気管の長さがほぼ同一になるように測定器を室内に配置した。

Low-Volは2日ないし3日に1回、午前10時に汚紙を交換した。汚紙は石英繊維汚紙(Pallflex 2500 QA ST) 47φを使用し、捕集前後の秤量は20℃湿度50%で約48時間恒量後に行った。なお、Low-Vol測定値は2台の平均値を用い、各測定器の1時間値の期間平均値と比較した。

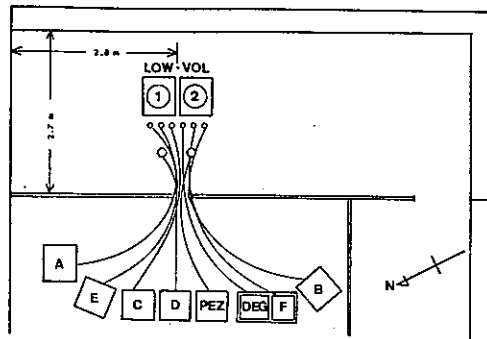


図2 野外試験粉じん計配置図

3 結果と考察

Low-Vol測定値と各測定器の期間平均値を表2に示す。Low-Vol測定値と比較的良好一致を示しているが、Aがやや高く、Eがやや低くなる傾向がみられる。なお、Dは試験途中でフロートメーターの故障のため、異常値を示している。

表2 Low-Volと各測定機の期間平均値との比較

期 間	Low Vol	β線吸収法						PEZ	DEG
		A	B	C	D	E	F		
11月26日 ~28日	20	25	19	26	19	18	14	17	18
11月28日 ~30日	91	107	88	88	102	57	87	84	93
11月30日 ~12月3日	56	70	59	66	20	47	58	54	60
12月3日 ~5日	21	28	22	26	6	20	17	-	22
12月5日 ~8日	50	58	49	47	13	37	42	40	51
12月8日 ~10日	81	89	69	79	16	25	77	74	81
12月10日 ~12日	68	80	67	67	135	64	68	-	80
12月12日 ~14日	42	53	41	31	120	34	40	38	41
12月14日 ~16日	50	62	50	38	140	40	49	45	50
12月16日 ~19日	34	41	34	22	118	27	28	28	30
12月19日 ~21日	36	36	30	16	134	23	22	25	23
12月21日 ~23日	97	114	93	81	190	72	100	96	108
12月23日 ~26日	37	56	31	19	126	30	29	31	32
12月26日 ~28日	35	49	39	24	77	43	35	40	37
12月28日 ~30日	61	82	68	49	77	78	66	67	73
12月30日 ~1月2日	39	54	43	30	57	50	43	42	53
1月2日~4日	33	42	37	19	-	38	33	32	41
1月4日~7日	20	24	20	7	-	23	15	17	16
1月7日~9日	30	45	36	22	33	44	32	34	35
平均	47	59	47	40	81	41	45	45	50

つぎに、Low-Volと各測定器の測定値の相関係数と一次回帰式を表3に、散布図、回帰直線及び95%確率楕円を図3に示す。これらの関係から、B、F及び圧電天秤法の三機種はLow-Volとかなり良い対応を示し、いずれも相関係数0.980以上であった。Aについては、相関係数が0.982であるが、やや高い値を示す傾向があり、一次回帰式の傾きが0.871と小さい。Cについては、低濃度時にバラツキが大きくなる傾向が、光散乱法では高濃度時にやや高い値を示す傾向がみられた。

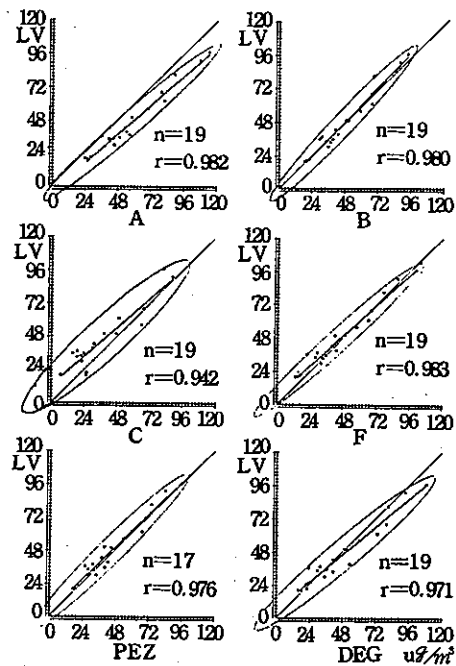


図3 Low-Volと各機種との測定値の関係 (散布図、回帰直線及び95%確率楕円)

表3 Low-Vol 測定値との相関係数及び
回帰式 1)

機種	相関係数	回帰式		
		切片	傾き	
β線吸収法	A	0.982	-3.68	0.871
	B	0.980	-1.67	1.042
	C	0.942	12.54	0.875
	D	0.364	37.82	0.148
	E ²⁾	0.982	2.27	0.741
	F	0.983	6.45	0.911
圧電天秤法 (PEZ)	0.976	3.74	0.980	
光散乱法 (DEG)	0.971	5.51	0.843	

注1 回帰式 $Y=a+bx$ Y:LOW-VOL測定値

注2 12月26日~1月9日のデータ使用。()内は全期間。

Eについては、図4に示すように、当初、高濃度時においても低く、大きなバラツキを示していたが、濾紙の目づまりによる流量計の指示誤差を防ぐために流路回路を変更し、さらに線源と検出器の間の空気密度の変化を補償するために圧力センサーを取り付け、圧力補償演算処理をすることで、一定程度の改善が得られた。

Dは現在開発中の機器であるが、本試験期間中、流量計の故障、濾紙の切断一回などのトラブルがあった。また、正常作動時でも異常値を示すことが多く、濾紙送り精度などの面で改良が必要と思われた。

終了時の濾紙の捕集面形状を表1に示したが、Cでは中央部が薄く、捕集が均一でない。これは、線源が、捕集面に近いため空気の流れを妨げる結果と思われ計測誤

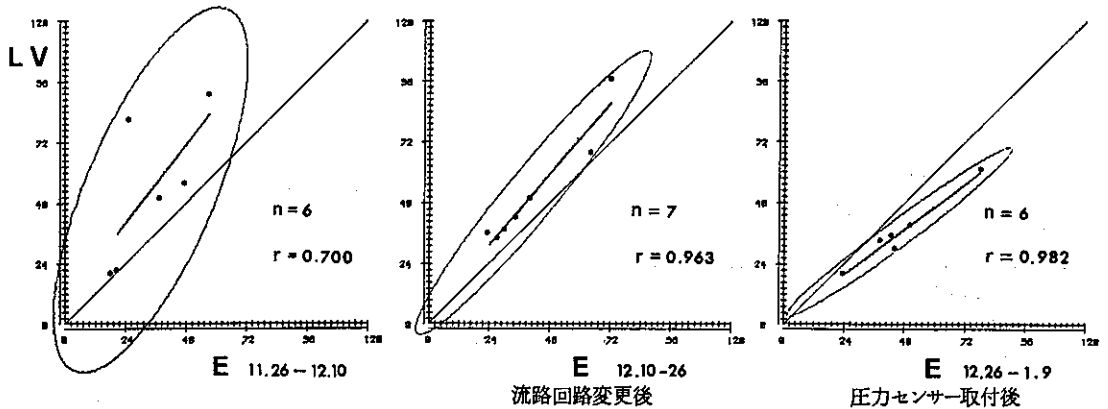


図4 β線吸収法粉じん計の改良例 (E)

差の原因の一つと考えられる。また、C及びFの捕集面形状に欠損がみられるが、これは濾紙くずが濾紙と接する吸気側の濾紙押さえ部に付着して離れなくなったことによるものであり、濾紙押さえ部及び濾材の改良などの工夫が必要と思われる。

一方、光散乱粉じん計については、従来から霧などの高湿度時に重量濃度に比べやや高い値を示すことが知られているが、⁴⁾⁵⁾本試験期間においても図5に示すように、視程の低下を伴う高湿度時にこの傾向がみられた。視程は、東京管区気象台の3時間毎の測定値を用いた。表3では湿度85%以上の時の測定値と全期間の測定値について、圧電天秤法との関係を指標に比較した。その結果、光散乱計では、全期間では1.10であった対圧電天秤法比率が高湿度時に1.48になるなど顕著な差が見られた。

表4 高湿度時(85%以上)における
測定値の比較¹⁾

機種	平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PEZ ²⁾ との比	PEZとの 相関係数	PEZとの回帰式 切片	傾き ³⁾
A	88.05 (59.24)	1.25 (1.32)	0.987 (0.987)	11.84 (8.92)	1.025 (1.119)
B	57.25 (47.41)	1.05 (1.05)	0.960 (0.990)	13.56 (5.50)	0.801 (0.932)
C	50.50 (39.08)	0.93 (0.87)	0.952 (0.928)	-1.87 (-6.69)	0.961 (1.018)
E	64.48 (46.00)	1.35 (1.19)	0.988 (0.990)	9.92 (3.74)	1.145 (1.092)
F	60.80 (45.29)	1.11 (1.01)	0.987 (0.996)	7.99 (-2.17)	0.969 (1.078)
DEG	80.60 (49.52)	1.48 (1.10)	0.992 (0.990)	1.85 (-1.45)	1.444 (1.124)

注1 ()内は全期間の値。Eは12月26日以降のデータを用いた。

注2 同期間のPEZ平均値との比。分母:PEZ平均値

注3 $Y=a+bx$ X:PEZ (圧電天秤法粉じん計)

また、 β 線吸収法粉じん計でも機種によって差が見られることがわかった。これは、高湿度時に、浮材や捕集粉じんの吸湿による影響及び浮紙の通気抵抗の増加に伴う諸影響が重なり合ったものと考えられる。浮材の吸湿性を低減する工夫が期待されるところである。

最後に、データの使用を許していただいた通商産業省及び(社)日本分析機器工業会のご厚意に謝意を表します。

4 まとめ

(1) 浮遊粒子状物質測定機として開発された β 線吸収法粉じん計及び圧電天秤法粉じん計について、従来から使用されてきた光散乱法粉じん計及び基準測定法(浮過捕集・重量濃度測定法)とともに野外で一般大気を用いた比較試験を行い、測定値の比較、検討を行った。

(2) その結果、圧電天秤法、 β 線吸収法のうち3機種及び光散乱法粉じん計は、基準測定法と比較的良好一致を示し相関係数は0.970以上であった。試験中に流路変更及び圧力補償回路を組み込んで改良した機種を含め β 線吸収法粉じん計の3機種は、何らかの改良が必要であることがわかった。

(3) 湿度85%以上の高湿度時に、特に光散乱法粉じん計では高い値を示す傾向にあること、 β 線吸収型粉じん計でも機種によって差がみられることがわかった。

参考文献

- 1) 朝来野国彦, 石黒辰吉: 浮遊粒子状物質自動測定機の評価, 東京都公害研究所年報, 30 (1980)
- 2) 岡山県: 環境庁委託業務結果報告書-自動測定機器等の精度に関する研究(ダスト計)(1980)
- 3) 兵庫県: 環境庁委託業務結果報告書-自動測定機器等の精度に関する研究(ダスト計)(1981)
- 4) 佐藤民雄ら: 長崎県におけるデジタル粉じん計のF値について, 全国公害研会誌, 4, 106(1979)
- 5) 北瀬勝, 酒井哲男: 浮遊粒子状物質測定法の検討(1), 名古屋市公害研究所報, 9, 27(1979)

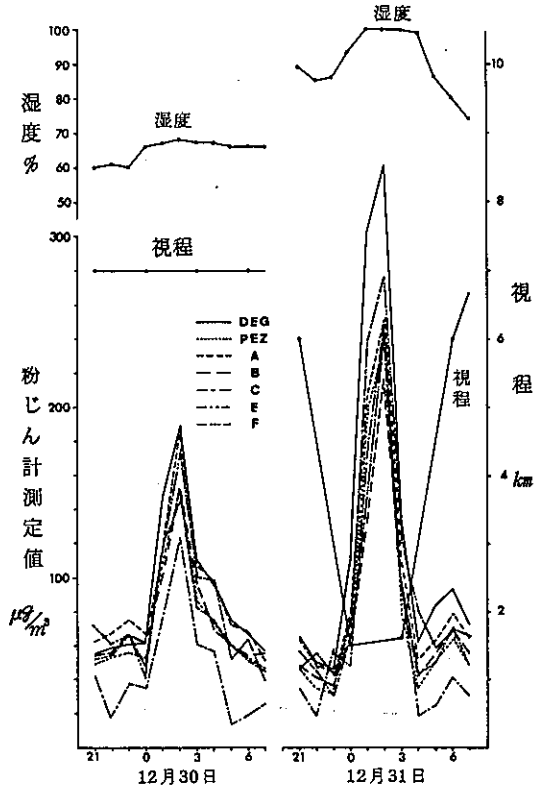


図5 高濃度時における測定値と湿度・視程との関係