

Ⅱ 川崎市における大気中浮遊粉じん濃度とその各成分ならびに浮遊粒子状物質の測定結果（第3報）－3カ年間の測定結果の比較－

1 はじめに

市内大気中の浮遊粉じんと各成分の汚染の実態を把握するためハイボリウムエアサンプラ－及びローボリウムエアサンプラ－を市内数箇所を設置し、昭和47年より継続して調査を行っている。

今回はそのうち、昭和47年から昭和49年までの過去3か年の測定結果について検討を行ったので、その概要について報告する。なお、浮遊粉じん中の発がん性指標物質と見なされているベンゾ(a)ピレン（3,4-ベンツピレンともいう）の分析は、労働省労働衛生研究所主任研究官松下秀鶴氏の実施したものである。

2 測定方法

2-1 測定期間

昭和47年2月～昭和49年12月

2-2 測定点

測定は図-1に示す次の市内7測定点で行った。

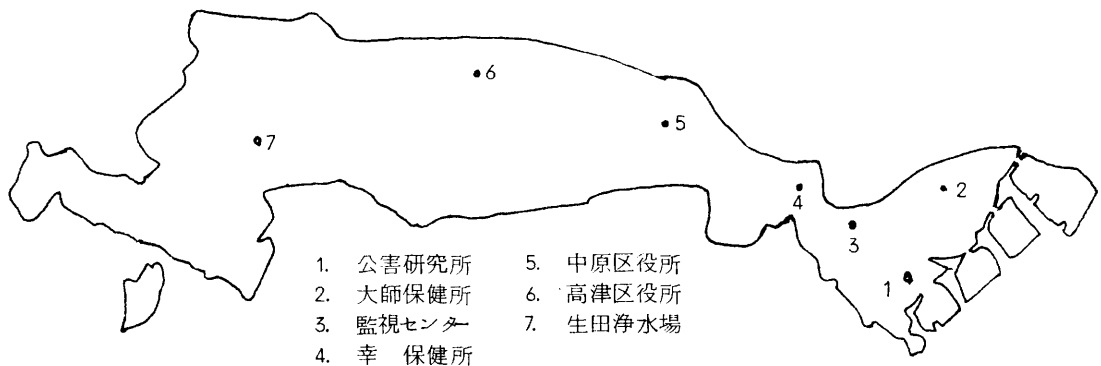


図-1 測定箇所

2-3 試料採取方法

(1) 浮遊粉じん

シエルター付ハイボリウムエアサンプラ－ⅴC、ゲンマンタイプAのガラス繊維ろ紙をとりつけ、毎月2回、各測定点同時に24時間サンプリングを行った。

(2) 浮遊粒子状物質

環境基準で定められた 10μ 以下の浮遊粒子状物質の測定には、サイクロン式分粒装置付ローボリウムエアサンプラーを用い、各測定点で毎月2週間連続サンプリングを行った。

2-4 測定項目及び分析方法

- (1) 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質濃度（重量法）
- (2) 水溶性物質
硫酸塩（比濁法）、硝酸塩（比色法）
- (3) 金属成分
鉄、鉛、銅、マンガン、バナジウム、カドミウム、クロム、ニッケル（原子吸光光度法）
- (4) 有機成分
ベンゾ(a)ピレン（ケイ光分光光度法）

3 測定結果及び考察

浮遊粉じん濃度と各成分の3か年の測定結果を表-1に示した。この結果から次のことが考察される。

表 - 1 浮遊粉じん及び成分分析結果（年平均値）

（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

測定項目 測定点	年	浮遊粉じん		水溶性物質（幾何平均）		金属成分（幾何平均）								有機成分 （幾何平均）
		算術平均	幾何平均	硫酸塩	硝酸塩	鉄	鉛	銅	マンガン	バナジウム	カドミウム	ニッケル	クロム	ベンゾ[a]ピレン
公害研究所	47	198	176	18.2	4.6	8.9	0.57	0.29	0.49	0.14	0.018	0.062	0.060	-
	48	185	175	17.0	5.0	9.8	0.53	0.41	0.48	0.08	0.015	0.053	0.043	-
	49	160	150	15.0	6.6	6.2	0.44	0.31	0.30	0.05	0.011	0.043	0.040	0.0059
大師保健所	47	198	172	17.8	4.1	9.4	0.64	0.20	0.36	0.12	0.031	0.077	0.063	-
	48	175	163	16.9	4.9	8.7	0.46	0.17	0.30	0.09	0.017	0.057	0.052	-
	49	173	163	15.4	7.5	5.7	0.42	0.21	0.25	0.06	0.019	0.053	0.051	0.0059
監視センター	47	188	168	13.2	4.5	6.3	0.58	0.21	0.32	0.11	0.016	0.058	0.040	-
	48	165	154	15.2	5.3	6.5	0.51	0.15	0.29	0.07	0.010	0.042	0.032	-
	49	151	141	13.8	7.1	4.6	0.43	0.19	0.20	0.06	0.012	0.038	0.028	0.0045
幸保健所	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	174	162	14.5	6.0	6.0	0.49	0.17	0.24	0.06	0.011	0.043	0.029	-
	49	162	153	12.8	7.4	4.4	0.44	0.16	0.19	0.04	0.011	0.033	0.024	0.0051
中原区役所	47	157	133	9.6	3.8	4.4	0.35	0.33	0.16	0.07	0.007	0.029	0.023	-
	48	161	148	12.6	5.0	4.7	0.38	0.12	0.18	0.05	0.008	0.024	0.020	-
	49	152	140	11.5	7.6	3.7	0.37	0.08	0.13	0.04	0.007	0.021	0.015	0.0040
高津区役所	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	167	151	12.1	5.3	4.6	0.40	0.12	0.15	0.05	0.007	0.025	0.018	-
	49	152	141	10.9	7.0	3.4	0.40	0.10	0.13	0.04	0.008	0.020	0.014	0.0036
生田浄水場	47	142	122	10.4	5.6	3.3	0.31	0.08	0.14	0.06	0.007	0.025	0.014	-
	48	124	115	9.9	5.0	3.3	0.26	0.05	0.10	0.04	0.005	0.021	0.013	-
	49	131	123	10.5	7.0	2.7	0.28	0.06	0.10	0.03	0.007	0.018	0.011	0.0027
全測定点	47	177	153	13.8	4.6	6.2	0.47	0.20	0.27	0.09	0.013	0.046	0.035	-
	48	164	151	13.8	5.2	5.9	0.42	0.14	0.22	0.06	0.010	0.036	0.027	-
	49	154	144	12.7	7.2	4.2	0.39	0.14	0.17	0.04	0.010	0.030	0.023	0.0044

注1. S47年はS47.2～12の平均

2. S48年の幸H.C及び高津区役所はS48.2～12の平均

3 - 1 浮遊粉じん濃度

- (1) 市内の浮遊粉じん濃度についての度数分布を3か年間の全測定値を用いて調べその結果を図-2に示した。この結果より、浮遊粉じん濃度の度数分布は、ほぼ対数正規分布をすることが確認された。また、各測定点ごとの度数分布も同様な結果を示した。
- (2) 粉じん濃度の年平均値について3年間を比較してみると全測定点で変化は小さいが年々減少する傾向を示している。
- (3) 各測定点の年平均値では臨海部の工業地域に近い公害研究所、大師保健所が高い値を示し、商業住宅地域の監視センター・幸保健所、中原区役所及び高津区役所に至るまではほぼ同じ値を示し、住宅地域の生田浄水場が一番低い値を示している。この傾向は3年間変わらないが、昭和47年と昭和49年とを比較してみると臨海部ほど減少率が大きく、年平均値で約15%ほど低い値を示しているのに対し北部では横ばいの状態を示している。即ち、両者の差は年ごとに少なくなってきており、市内の浮遊粉じん濃度は平均化してきていると考えられる。
- (4) 各測定点の年平均値と全測定点の年平均値とを比較してみると幸と中原が全体の平均値に近い値を示していた。

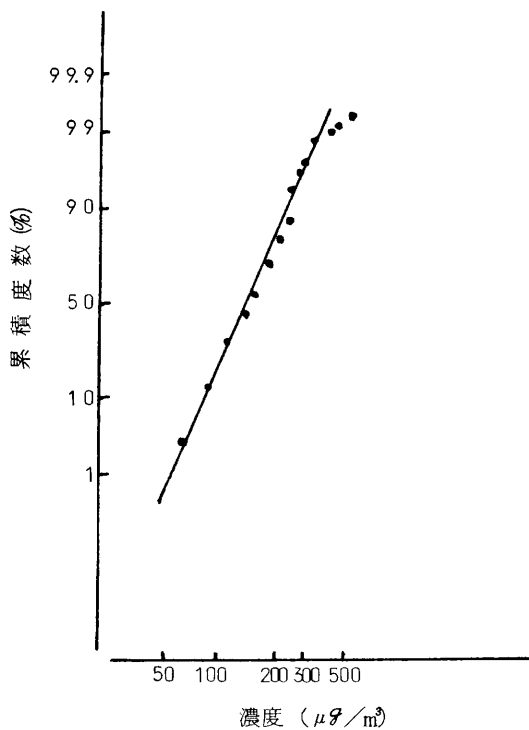


図 - 2 浮遊粉じん濃度の対数正規分布

3-2 粉じん中の成分濃度

(1) 粉じん中の金属成分は浮遊粉じん濃度と同様に年々減少の傾向を示している。3か年の間に特に減少が目立つ成分はマンガン、ニッケル、バナジウムであり、その他の金属成分では臨海部での減少がみられる。

(2) 表-2には粉じん中に占める各成分の割合を示した。この結果でも粉じん中に占める金属成分の割合は臨海部での減少が目立ち、北部ではほぼ同じ割合を示していた。

表-2 浮遊粉じん中の各成分の割合
(昭和47年~昭和49年 算術平均)

(単位:%)

測定項目	測定点年	水溶性物質		金属成分								有機成分
		硫酸塩	硝酸塩	鉄	鉛	銅	マンガン	バナジウム	カドミウム	ニッケル	クロム	ベンゾaピレン
公害研究所	47	1.1	3.8	5.6	0.35	0.28	0.35	0.08	0.012	0.036	0.040	-
	48	1.08	3.7	6.0	0.34	0.40	0.31	0.05	0.010	0.032	0.026	-
	49	1.09	5.0	4.6	0.31	0.47	0.24	0.04	0.009	0.032	0.033	0.0040
大 師 保健所	47	1.13	3.5	6.1	0.39	0.12	0.23	0.07	0.026	0.048	0.039	-
	48	1.15	3.8	5.7	0.31	0.11	0.19	0.06	0.014	0.038	0.036	-
	49	1.01	5.1	3.6	0.28	0.15	0.17	0.04	0.016	0.035	0.041	0.0040
監視センター	47	9.5	3.9	4.3	0.35	0.13	0.19	0.06	0.009	0.036	0.025	-
	48	11.0	4.3	4.4	0.36	0.10	0.21	0.05	0.008	0.029	0.022	-
	49	10.4	5.3	3.3	0.32	0.24	0.15	0.05	0.010	0.029	0.024	0.0038
幸 保 所	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	10.1	4.4	3.8	0.34	0.11	0.16	0.04	0.008	0.028	0.019	-
	49	9.0	5.3	3.0	0.30	0.11	0.13	0.03	0.008	0.023	0.017	0.0038
中 原 区役所	47	8.1	3.9	3.4	0.29	0.71	0.13	0.06	0.006	0.024	0.019	-
	48	9.8	4.5	3.3	0.30	0.09	0.13	0.04	0.006	0.018	0.014	-
	49	8.7	5.8	2.7	0.29	0.08	0.10	0.03	0.006	0.015	0.011	0.0035
高 津 区役所	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	9.5	4.6	3.2	0.30	0.09	0.11	0.03	0.006	0.018	0.014	-
	49	8.4	5.5	2.6	0.30	0.08	0.10	0.03	0.006	0.015	0.011	0.0032
生 田 浄水場	47	9.5	5.3	3.0	0.29	0.09	0.13	0.05	0.006	0.021	0.012	-
	48	10.1	5.4	3.0	0.25	0.05	0.09	0.03	0.005	0.020	0.016	-
	49	9.1	6.2	2.3	0.24	0.05	0.09	0.03	0.006	0.015	0.009	0.0027

注 1. 昭和47年は2月~12月の平均値
2. 昭和48年の幸保健所、高津区役所は2月~12月の平均値

(3) 以上のことから、臨海部にある工場等からのばいじん並びに各金属成分の排出量は年々減少してきているものと考察される。

(4) それに対し、水溶性物質としての硝酸塩は金属成分とは全く逆の現象を示し、全測定点において年々増加する傾向を示している。また、各測定点間の年平均値にはそれぞれ差が認められず、ほぼ同レベルの値を示している。このことは、粉じん中の硝酸塩が大気中の窒素酸化物に由来するものとなれば、窒素酸化物による汚染は市内全域にわたっているものと考えられる。

(5) 硫酸塩は大発生源である臨海部に減少の傾向がみられるが、市中心部より以北ではほぼ横ばいの状態である。

(6) 粉じん中の各成分について、各測定点の年平均値と全測定点の年平均値とを比較してみると、いずれも幸と中原が全体の平均値に近い値を示していた。

3-3 粉じん成分の季節変化

粉じん及びその成分の季節変化をみるために、測定点別で夏（6～8月）及び冬（12～2月）における濃度の平均値（算術平均）を求め、検定（ $\alpha=0.10$ ）によって差の検定を行った。検定の結果夏の平均値と冬の平均値との間に有意の差のあったものについて、それぞれの平均値を比較して、たとえば夏の平均値のほうが冬よりも高いときには「夏に濃度が高くなるもの」と判定した。有意の差のなかったものについては一応「夏、冬の差が認められないもの」とした。表-3はその結果をまとめたものである。

表-3 粉じん成分濃度と季節の関係

	夏に濃度が高くなるもの				冬に濃度が高くなるもの						夏・冬の差が認められないもの									
公害研究所	SO ₄ ²⁻	Mn	Cr			Pb		Cd		B(a)p	d.		NO ₃ ⁻	Fe		V	Ni			
大保健所	SO ₄ ²⁻	Fe	Mn	Ni						Cd	B(a)p	d.		NO ₃ ⁻		Pb	V		Cr	
監視センター					d.	Pb		Cd		B(a)p		SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Fe		Mn	V	Ni	Cr	
幸保健所						Pb	V			B(a)p	d.	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Fe		Mn	Cd	Ni	Cr	
中原区役所					d.	Pb				B(a)p		SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻			Mn	V	Cd	Ni	Cr
高津区役所	SO ₄ ²⁻				d.	Pb	V	Cd		B(a)p			NO ₃ ⁻	Fe		Mn			Ni	Cr
生田浄水場	SO ₄ ²⁻				d.	Fe	Pb	Mn	V	Cd	Ni	Cr	B(a)p			NO ₃ ⁻				

注 1. 昭和47年2月～昭和49年12月のデータを用いた。
 2. d.：浮遊粉じん濃度

この表から

- (1) 市の南部工業地帯（公害研，大師）では夏に濃度が高くなる成分が多いこと。
- (2) 市の北部（高津，生田）では冬に濃度が高くなる成分が多いこと。
- (3) 市の中央部（監視センター，幸，中原）では夏と冬の濃度に有意の差のないものが多いこと。
- (4) 粉じん濃度，鉛，カドミウム，ベンゾ(a)ピレンは冬に濃度が高くなること。

などを主な特徴として挙げるができる。

図-3はベンゾ(a)ピレン（B(a)p）の夏及び冬の算術平均値を示したものである。この図からB(a)p濃度は

- (1) 夏においては市の南部から北部に向って順次減少する。
- (2) 冬においては他の測定点にくらべて中原，高津はやや高めに，生田は低めとなっている。
- (3) 中原，高津においては冬は夏の7～8倍であって，夏，冬の差が極めて大きい。他の粉じん成分では夏／冬または冬／夏の倍率は多くても2～3倍である。

これらのことから，粉じん成分濃度の季節変化は夏汚染型，冬汚染型，常時汚染型に分類できそうである。汚染の季節が異なるのは発生源と測定点との地理的關係，気象条件，汚染物質発生時期などが影響しているものと思われるが更に検討を続けてみたい。

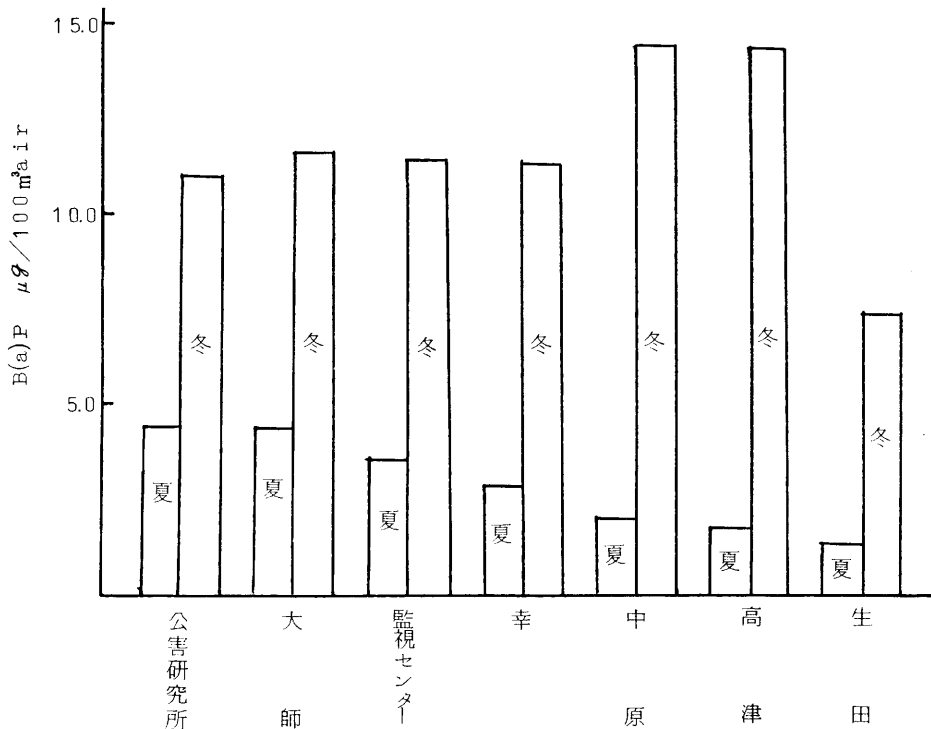


図-3 B(a)P濃度の夏冬の比較(昭和49年度)

3-4 粉じん中の各成分間の相関

粉じん成分の相関関係をみるために昭和48年の測定結果を用いて測定場所ごとに成分間の相関係数を算出し，検定($\alpha = 0.001$)を行い，有意のものについて各測定点ごとに図示した。

そのうちの代表的なものを図-4に示した。これらの図から，

- (1) 市の南部工業地帯では，各成分間に相関のあるものは少ない。
- (2) 市の中央部では各成分間に相関のあるものが多い。

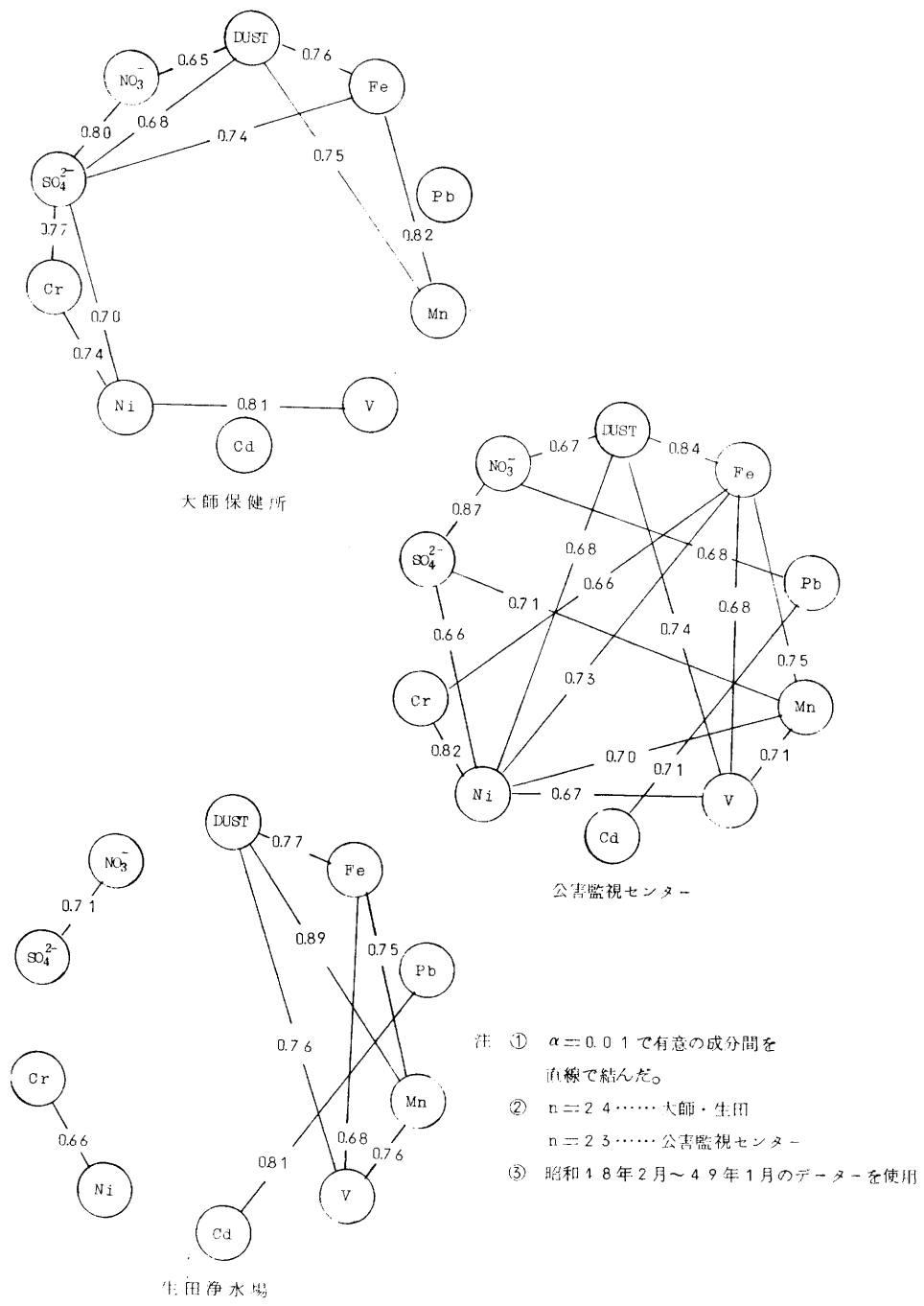


図 - 4 粉じん成分濃度間の相関

- (3) 市の北部では各成分間に相関のあるものは少ない。
- (4) 全測定点ないしは大部分の測定点において有意の相関を示した成分は、粉じん-鉄、鉄-マンガ、バナジウム-ニッケル、ニッケル-クロム、硫酸塩-硝酸塩であった。
- (5) 鉛、カドミウムと他の成分との相関は南部工業地帯では有意ではないが、中央部、北部では有意である。

などが主な特徴である。

市の中央部で各成分間に相関のあるものが多いのは、汚染源から排出されたそれぞれの汚染物質が、市の中央部で混合、均一するからではないかと考えられるが、更に検討してみたい。また全測定点ないし大部分の測定点において相関が認められた成分については同一発生源の可能性が考えられるが、地理的条件、気象条件によって有意の相関を示すことも考慮する必要がある。

3-5 B(a)p と粉じん成分の季節別相関

B(a)p と粉じん成分の季節別、地区別の相関を知るためにデータを幸以南（公害研，大師保健所，公害監視センター，幸保健所），中原以北（中原区役所，高津区役所，生田浄水場）の2地区に、また夏（6～8月），冬（12～2月）の2季に分類し、B(a)p と各粉じん成分（粉じん，鉛，バナジウム）との間の相関係数を算出，検定した結果を表-4に示した。地区をこのように分類したのは前述のように夏，冬の差が幸以南よりも中原以北において極めて大きかったからである。

表-4 B(a)p と粉じん成分の相関

季		夏			冬			
		粉じん	Pb	V	粉じん	Pb	V	
測 定 点	幸以南	公害研，大師保健所，監視センター，幸保健所 n=24	0.33 n=24	0.045 n=24	0.56** n=24	0.55** n=30	0.63** n=30	0.44** n=30
	中原以北	中原区役所，高津区役所，生田浄水場 n=18	0.25 n=18	0.78** n=18	0.66** n=18	0.76** n=23	0.75** n=23	0.69** n=23

注：**は $\alpha=0.01$ で有意

表-4 から，B(a)p と有意の相関を示す成分は

- ①夏の幸以南においてはバナジウム，中原以北においては鉛とバナジウムである。
- ②冬は幸以南，中原以北ともに粉じん，鉛，バナジウムのいずれとも有意の相関関係にある。

3-6 浮遊粒子状物質濃度

- (1) 環境基準で定められた 10μ 以下の浮遊粒子状物質について，サイクロン式ローポリウムエア サンプラ-を用いて行った測定結果を表-5に示した。しかし，この方法により得られた測定値

は2週間の平均濃度であり、環境基準値とは直接比較することができない。そこで一つの試みとして各測定値が日平均値をも意味すると仮定し、環境基準の日平均値である $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ という値と各測定結果とを比較してみた。その結果、年平均値では3か年共各測定点で $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ をこえておらず、浮遊粒子状物質の平均濃度としては環境基準値以下を示していた。しかし、月別の個々の値では基準値以上の値を示していた時もあり、特に秋から冬にかけて基準をこす高濃度を示す傾向にあることなど、日によっては浮遊粒子状物質が環境基準をこえる高い値を示すことも十分にありと考えられる。

表-5 浮遊粒子状物質測定結果(年平均値)
(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

測定点 \ 年	昭和47年(2~12月)	昭和48年	昭和49年
公害研究所	85	82	67
大師保健所	—	—	73
監視センター	—	—	86
中原区役所	68	72	64
高津区役所	—	—	66

注：昭和49年の大師、監視センター、高津区役所は4月~12月の平均値

- (2) 各測定点間の比較では昭和49年度から測定を開始した幸保健所が一番高い平均値を示し、その他の地点では大きな差がみられず、浮遊粉じん濃度とは異なるパターンを示しており、 10μ 以下の浮遊粒子状物質はほぼ全的に同レベルにあると考えられる。
- (3) 3か年の全測定値を用いて度数分布を調べてみると、正規分布よりは対数正規分布に近い分布を示し、浮遊粉じんと同様の結果であった。

4 ま と め

浮遊粉じんデータの解析には、測定方法、測定点の立地条件及び測定日における気象条件等を十分に考慮する必要があるが、市内7測定点における過去3か年間の浮遊粉じんとその成分及び浮遊粒子状物質の測定結果について検討を行ってみた。以下はこのまとめである。

- (1) 市内大気中の浮遊粉じん濃度及び浮遊粒子状物質濃度は対数正規分布を示していること。
- (2) 浮遊粉じん濃度及び金属成分濃度は全測定点の平均値で漸次減少の傾向にある。特に臨海部での減少が目立ち、発生源からの排出量の減少によるものと考えられる。しかし、北部ではほぼ横ばいの状態である。
- (3) 粉じん中の硝酸塩濃度は逆に各測定点共年々増加の傾向にあり、大気中の窒素酸化物濃度とともに今後の汚染が懸念される。

- (4) 全測定点の年平均値に対し、幸保健所と中原区役所の年平均値が近い値を示していた。
- (5) 粉じん中の各成分の汚染の型は季節によって、また地区によって異なる。市の中央部では各成分の間に相関のあるものが多く、それぞれの汚染物質が混合、均一化されていると考えられる。