

(資料)

## 浮遊粉じん中の重金属について

### Survey of Heavy Metals in Suspended Particulates

石井達三・水上和子・長田泰宣・大淵康彦\*

#### 要 旨

当所では重金属による大気汚染の実態を明らかにする目的で昭和53年度より県内5地点で継続して浮遊粉じん中の重金属の測定を行っている。昭和56年度までの重金属濃度の経年変化をみると、バナジウムを除いて横ばいしないし減少傾向であった。また、昭和56年度の測定結果について主成分分析を行い第1、第2主成分のスコアの分布をみると、測定地点によってサンプルのパラッキ方がかなり異っていた。

#### 1 はじめに

工場や自動車などから排出される粒子状物質には人体に有害な重金属が含まれており、その濃度によっては人体影響が問題となるが、ガソリンの無鉛化やばいじんの排出が規制強化されてきた今日では大気中の重金属濃度は種類によっては、減少の傾向にある。しかし、大気中の重金属は低濃度のものであっても土壌に蓄積し生物により吸収濃縮される危険性があるので、環境汚染の重要な因子としてその濃度を把握しておく必要がある。そこで、当所では昭和53年度から毎月1回浮遊粉じん中の重金属の測定を実施しており、昭和53年度から56年度までの測定結果について検討を行ったので報告する。

#### 2 調査方法

##### 2・1 測定地点

調査は下記の5地点で行った。図1に測定地点の位置



図1 測定地点

を示した。

熊谷 (中央公民館—商業地域)

大宮 (埼玉県自治研修所 54年度  
までは春里中学校—住居地域)

越谷 (越谷第二公園—住居地域)

戸田 (戸田・蕨保健所—準工業地域)

所沢 (所沢保健所—住居地域)

##### 2・2 検体の採取

石英繊維ろ紙を用いハイボリュームエアサンプラーにより約1.5 m<sup>3</sup>/minの流速で環境大気を吸引して浮遊粉じんを捕集した。採取は毎月1回で原則として24時間連続捕集したものを1検体とした。

##### 2・3 測定項目

浮遊粉じん・カドミウム・ニッケル・亜鉛・鉛・クロム・バナジウム・鉄・マンガン

##### 2・4 分析方法

カドミウム・ニッケル・亜鉛・鉛・鉄・マンガンについては、ろ紙の1/4を低温灰化後塩酸・過酸化水素で酸抽出を行い原子吸光度法を用いて定量した。クロム・バナジウムについては、ろ紙の1/2を電気炉で灰化後フッ酸処理・アルカリ熔融を行い原子吸光度法を用いて定量した。

#### 3 結果及び考察

##### 3・1 年平均値及び経年変化

浮遊粉じん濃度と重金属濃度の年平均値を表1に示した。

各重金属濃度は一般的に戸田が一番高く、熊谷が一番低い場合が多かった。戸田の測定地点は準工業地域にあ

大気科

\*昭和56年4月1日住宅都市部下水道管理課へ転出

表1 浮遊粉じん濃度及び重金属濃度の年平均値

(単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

年度	地点	浮遊粉じん	カドミウム	ニッケル	亜鉛	鉛	クロム	バナジウム	鉄	マンガン
53	戸田	147	0.005	0.023	0.432	0.302	0.032	0.012	3.70	0.142
	越谷	122	0.004	0.028	0.345	0.120	0.022	0.012	2.66	0.087
	大宮	211	0.004	0.020	0.326	0.165	0.016	0.018	5.23	0.167
	所沢	136	0.004	0.025	0.397	0.131	0.014	0.012	3.13	0.096
	熊谷	111	0.004	0.019	0.295	0.085	0.012	0.010	2.05	0.070
54	戸田	170	0.005	0.034	0.494	0.195	0.031	0.009	3.91	0.129
	越谷	135	0.005	0.031	0.396	0.136	0.029	0.007	2.87	0.101
	大宮	209	0.004	0.035	0.363	0.130	0.020	0.011	5.87	0.153
	所沢	143	0.005	0.031	0.287	0.139	0.015	0.006	3.48	0.092
	熊谷	129	0.005	0.034	0.271	0.088	0.012	0.007	2.64	0.086
55	戸田	156	0.006	0.017	0.548	0.189	0.029	0.017	3.88	0.180
	越谷	130	0.005	0.014	0.404	0.122	0.021	0.016	2.65	0.094
	大宮	123	0.004	0.013	0.394	0.157	0.013	0.019	2.51	0.083
	所沢	126	0.003	0.010	0.278	0.117	0.016	0.013	2.81	0.078
	熊谷	114	0.003	0.015	0.213	0.083	0.012	0.011	1.97	0.077
56	戸田	154	0.005	0.014	0.447	0.157	0.022	0.029	3.36	0.129
	越谷	141	0.004	0.012	0.372	0.117	0.022	0.028	3.02	0.104
	大宮	116	0.004	0.011	0.374	0.101	0.010	0.014	2.45	0.088
	所沢	111	0.003	0.009	0.241	0.103	0.009	0.016	2.35	0.079
	熊谷	127	0.004	0.011	0.246	0.085	0.008	0.035	2.22	0.076
平均 (53-56)		141	0.004	0.020	0.356	0.136	0.018	0.015	3.14	0.106
東京(55年度 国設大気測定網)		97	0.004	0.010	0.39	0.12		0.01	2.0	0.08
筑波(55年度 国設大気測定網)		49	0.001	0.004	0.12	0.04		0.01	0.7	0.03

り、また鑄物工業の盛んな川口にも近く、他の地点より固定発生源の影響が大きかったものと思われる。大宮の53年度、54年度の浮遊粉じん・鉄・マンガンの濃度も高かったが、これは54年度までの測定地点では土壌の舞上りの影響が大きかったためである。カドミウム・ニッケルは地点間の差があまりなく県内の広い範囲で同程度の

濃度を示すものと思われる。

本県の重金属濃度を国設大気測定網<sup>1)</sup>の東京と筑波の年平均値(55年度)と比べてみると、汚染地域の東京とはカドミウム・亜鉛・鉛がほぼ同レベルであった。清浄地域の筑波と比べると、本県の方が2倍～5倍濃度が高かった。

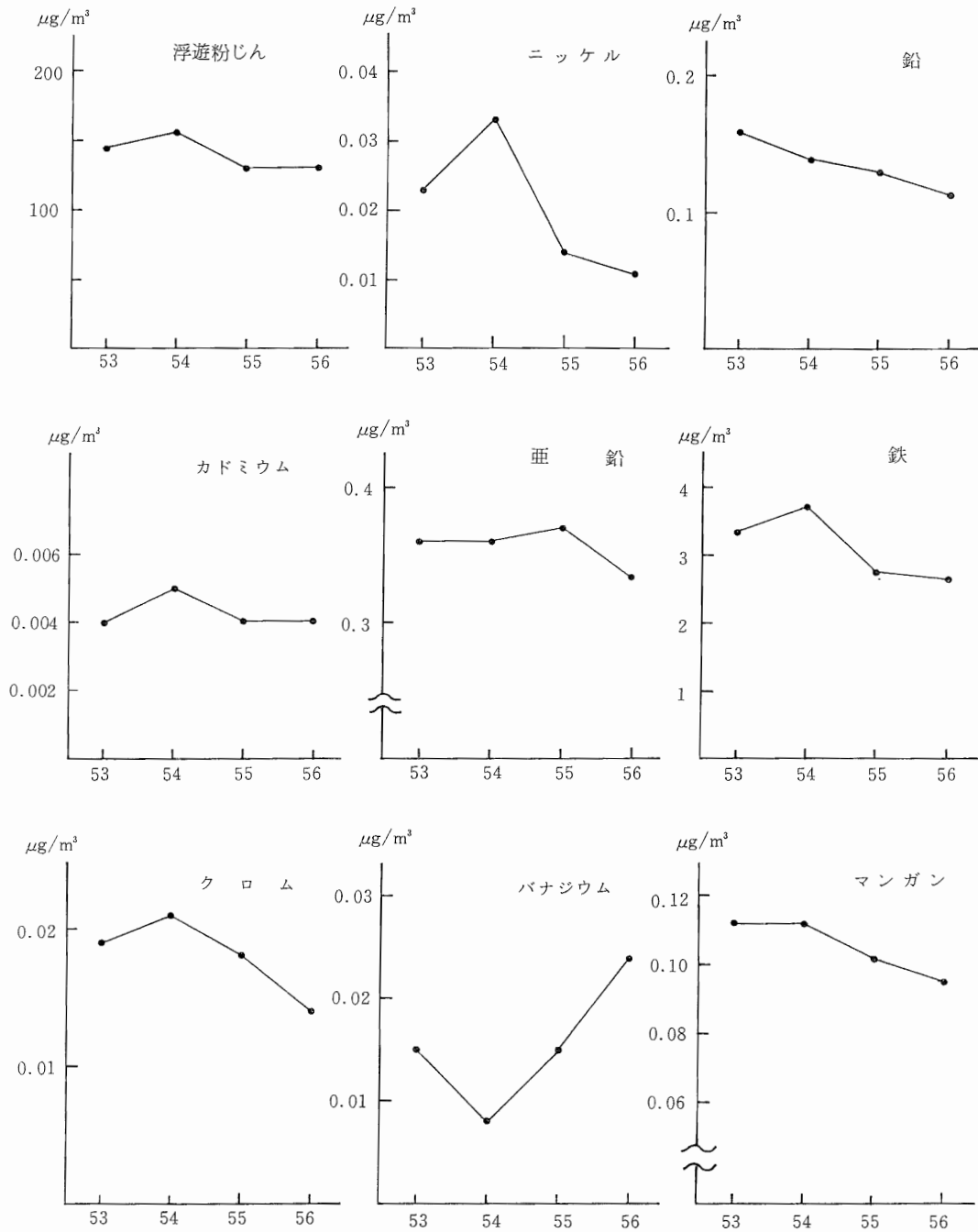


図2 浮遊粉じん、重金属濃度（5地点の年平均値の平均）の経年変化

浮遊粉じん濃度と重金属濃度（5地点の年平均値の平均）の経年変化を図2に示した。

浮遊粉じん・カドミウムはほぼ横ばい状態で、亜鉛も

55年度までは横ばいであったが56年度やや減少した。鉛・マンガンは減少傾向で、ニッケル・クロム・鉄も54年度をピークに減少している。バナジウムは56年度が高

かった。

3・2 降雨及び風速の影響

本調査の浮遊粉じん捕集期間は24時間なので、重金属濃度は測定日の気象状況に大きく左右されるものと考えられる。そこで、降雨と風速の影響について検討した。

戸田の降雨日と平均風速5 m/s以上の日の重金属濃度の平均値を表2に示した。

表2 降雨日、平均風速5 m/s以上の日の浮遊粉じん、重金属濃度 (地点 戸田)

項目	平均濃度 (μg/m <sup>3</sup> )		
	降雨日 (3日)	平均風速 5 m/s 以上の日 (4日)	全測定日 (46日)
浮遊粉じん	119	135	157
カドミウム	0.005	0.002	0.005
ニッケル	0.019	0.028	0.022
亜鉛	0.599	0.167	0.480
鉛	0.186	0.101	0.209
クロム	0.025	0.031	0.029
バナジウム	0.005	0.033	0.017
鉄	3.14	3.44	3.71
マンガン	0.123	0.091	0.144

降雨日についてみると、亜鉛・カドミウムを除いて全測定日の平均値よりも濃度が低かったが、バナジウムを除いてそれほど大きな差はなかった。平均風速5 m/s以上の日では、クロム・バナジウム・ニッケルを除いて低かったが、特にカドミウム・亜鉛・鉛の濃度が低く風速の影響が明らかに見られた。

3・3 浮遊粉じん・重金属相互の関係

昭和56年度の60サンプル(バナジウムはND値を除く50サンプル)について各項目間の相関係数を表3に示した。

大気汚染物質は一般に対数正規分布することが多いので測定値の対数値の相関係数も表3の上の部分に示した。クロム・鉄・マンガンと他項目の組合せでは対数値の方が相関係数の高くなるものが多かったが、浮遊粉じん・カドミウム・亜鉛・鉛の組合せでは測定値の方が相関係数は高かった。バナジウムを除いて各項目間には測定値、対数値の両方とも1%有意水準で正の相関が認められたが、特に高い相関が認められたのはカドミウム・亜鉛・鉛の組合せと鉄・マンガンの組合せであった。

3・4 主成分分析

サンプルについて多項目の測定値が得られた場合各項目ごとに個々のサンプルのバラツキを検討することは煩雑である。そこで主成分分析<sup>2)</sup>を行い各項目の結合値(主成分)によってサンプルのバラツキを検討することにした。表3の測定値の相関係数をもちいてバナジウムを除く重金属について主成分分析を行った結果を表4に第2主成分まで示した。

表3 浮遊粉じん、重金属濃度間の相関係数

	浮遊粉じん	クロム	ニッケル	亜鉛	鉛	カドミウム	マンガン	鉄	バナジウム
浮遊粉じん		0.57	0.60	0.49	0.67	0.60	0.74	0.79	0.07
クロム	0.45		0.49	0.51	0.63	0.41	0.57	0.55	-0.24
ニッケル	0.62	0.51		0.64	0.57	0.67	0.63	0.48	-0.02
亜鉛	0.63	0.44	0.64		0.78	0.68	0.62	0.34	-0.05
鉛	0.74	0.60	0.65	0.81		0.72	0.66	0.54	-0.13
カドミウム	0.66	0.43	0.71	0.78	0.79		0.56	0.39	-0.04
マンガン	0.64	0.51	0.56	0.59	0.60	0.56		0.86	-0.02
鉄	0.72	0.43	0.48	0.36	0.52	0.40	0.85		-0.01
バナジウム	0.04	-0.25	-0.08	-0.08	-0.12	-0.03	-0.05	0.04	

対数値間

測定値間

表4 重金属濃度の主成分分析

主成分 項目	第1主成分		第2主成分	
	因子負荷量	固有ベクトル	因子負荷量	固有ベクトル
クロム	0.68	0.32	0.11	0.12
ニッケル	0.81	0.38	-0.15	-0.16
亜鉛	0.84	0.39	-0.36	-0.37
鉛	0.89	0.42	-0.21	-0.21
カドミウム	0.84	0.40	-0.36	-0.37
マンガン	0.82	0.39	0.46	0.47
鉄	0.71	0.33	0.65	0.66
固有値	4.52		0.97	
累積寄与率 (%)	64.5		78.3	

第2主成分までの累積寄与率は78%であり、第1主成分と第2主成分で全体の情報の78%が表わされる。因子負荷量（主成分と各項目間の相関係数）の二乗は各項目への主成分の寄与率を表わすので、因子負荷量の大きい項目に注目して各主成分を解釈すると、第1主成分はすべての項目と正の大きな相関があり汚染の程度を示す因

子であると考えられる。第2主成分は鉄とマンガンの因子負荷量が比較的大きい。鉄とマンガンは鉄鋼工業などの工業に由来するほか、土壌の舞上りの影響が大きいときに濃度が高かったことからみて土壌にも由来する。そして鉄とマンガンは第1主成分に対しても正の大きな相関があり第1主成分と第2主成分は無相関であることから、工業からの影響は第1主成分に含まれると考えれば第2主成分は土壌の影響を示す因子と解釈できる。

昭和56年度の60サンプルについて第1主成分  $Z_1$  と第2主成分  $Z_2$  のスコアを次式により求めた。

$$Z_1 = 0.32(\text{Cr}) + 0.38(\text{Ni}) + 0.39(\text{Zn}) + 0.42(\text{Pb}) + 0.40(\text{Cd}) + 0.39(\text{Mn}) + 0.33(\text{Fe})$$

$$Z_2 = 0.12(\text{Cr}) - 0.16(\text{Ni}) - 0.37(\text{Zn}) - 0.21(\text{Pb}) - 0.37(\text{Cd}) + 0.47(\text{Mn}) + 0.66(\text{Fe})$$

ここで、各項目の値は、平均0、分散1に基準化した値を用いた。

昭和56年度のサンプルについて第1、第2主成分のスコアの分布を図3に示した。

各地点のサンプルとも  $Z_1$  軸方向のバラツキが  $Z_2$  軸方向に比べて大きかった。サンプルのバラツキが最も小さかったのは熊谷で大部分が  $Z_1$  のマイナス側の軸付近に分布した。戸田と越谷のサンプルは  $Z_1$  軸方向のバラツキが大きくサンプルによって汚染の程度に大きな差があった。

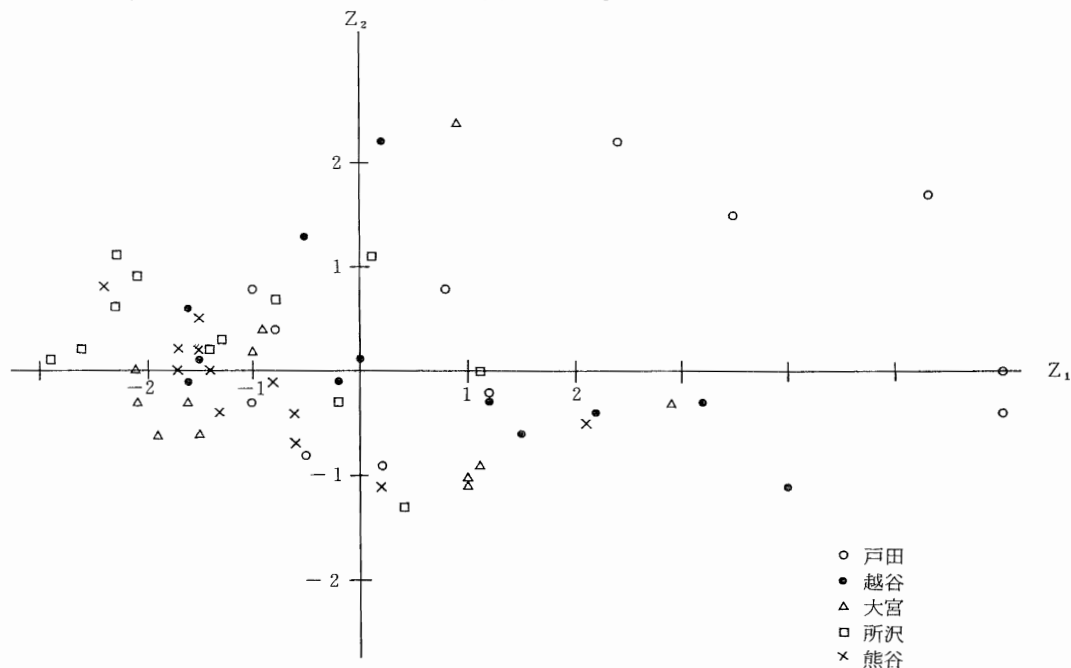


図3 第1、第2主成分のスコアの分布

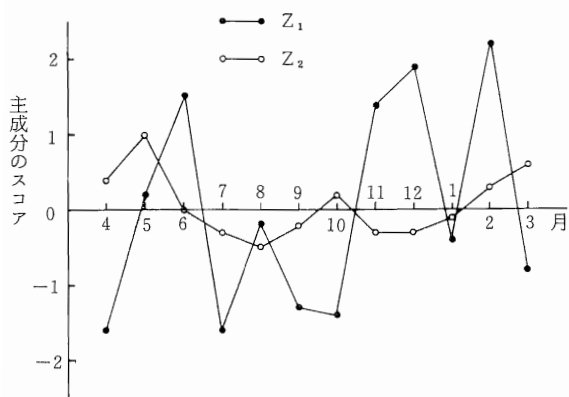


図4 第1, 第2主成分のスコアの季節変化

第1, 第2主成分のスコアの季節変化を図4に示した。

第1主成分は6月と冬にピークがみられた。第2主成分は第1主成分に比べて変化が小さいが、春にピークがみられた。

#### 4 ま と め

重金属による大気汚染の実態を明らかにする目的で浮遊粉じん中の重金属の調査を行った。昭和53年度から56年度までの重金属濃度の経年変化をみると、バナジウ

ムを除いて横ばいないし減少傾向であった。重金属濃度の降雨・風速による影響をみると、カドミウム・亜鉛・鉛の濃度が風速による影響が大きかった。

昭和56年度の測定結果について各項目間の相関係数を求め主成分分析を行った結果、次のことがわかった。

- (1) バナジウムとの組合せを除き重金属間には正の高い相関があった。
- (2) 第1主成分は汚染の程度を示す因子、第2主成分は土壌の影響を示す因子と解釈できた。
- (3) 第1, 第2主成分のスコアの分布をみると、サンプルによって汚染の程度に大きな差がある地点があった。
- (4) 第1, 第2主成分のスコアの季節変化をみると、第1主成分は6月と冬に、第2主成分は春にピークを示した。

#### 文 献

- 1) 昭和55年度国設大気測定網測定結果, 環境庁, P.380, P.393
- 2) 奥野忠一, 久米均, 芳賀敏郎, 吉澤正, 多変量解析法, 日科技連, P. 159~258