

大阪府における大気浮遊粒子状物質調査の結果について

中村 智*、萩野貴世子*、山内茂弘*、森 素子*、玉澤光久**

1. はじめに

現在、わが国では、大気中の浮遊粒子状物質（以下、「SPM」と記す。）について環境基準が設定されているが、その達成状況は芳しくない状態にある^{1),2)}。この問題を解決するためには、SPM 中に含まれる成分を把握し、その発生源の特定及びその発生抑制について対策を講じることが不可欠であると考えられる。

大阪府では、平成12年12月より「浮遊粒子状物質調査」を実施し、府域の大気中のSPM濃度及びSPM中に含まれる成分の実態把握及び、発生源寄与率の解析等に利用すべくデータの収集に努めているところである。

今回は、平成13年度に実施した上記調査で得られた結果のうち、SPM 及びSPM中の金属類の経月変化、地域特性及び粒径分布について報告する。また、粒子状物質中の金属類の濃縮係数及び水溶性についても若干の考察を行ったので、あわせて報告する。

2. 調査方法

2.1 試料の採取

試料は、平成13年4月から平成14年3月の間、毎月2週間をかけて、大阪府域の8地点〔一般環境測定局（以下、「一般局」と記す。）5地点及び自動車排出ガス測定局（以下、「自排局」と記す。）3地点〕で採取した。試料採取地点の位置を図1に示した。

試料採取は、10 μ m カットのサイクロン付きのローボリウムエアサンプラー（新宅機械製作所製 S-2）を用いて、20L/minの大気吸引流量で2週間をかけて行った。また、粒子状物質を粒径別に分級採取するために、2地点（一般局1地点及び自排局1地点）で平成13年4月、7月、10月及び平成14年1月にアンダーセンローボリウムエアサンプラー（カノマックス製 MODEL3351）による試料採取も行った（28.3L/minの大気吸引流量で2週間）。なお、試料採取用のろ紙は、炭素成分の分析も同時に行うことを考慮に入れて、石英繊維ろ紙（アドバンテック東洋製 QR-100）を用いた。

ろ紙は気温20℃、相対湿度50%の条件下で恒量とした後、試料の採取前後に電子天秤（メトラー製 AT261 Delta Range）で0.1mgの単位まで秤量を行った。試料採取前後の重量差と採気量とからSPM濃度等を算出した。

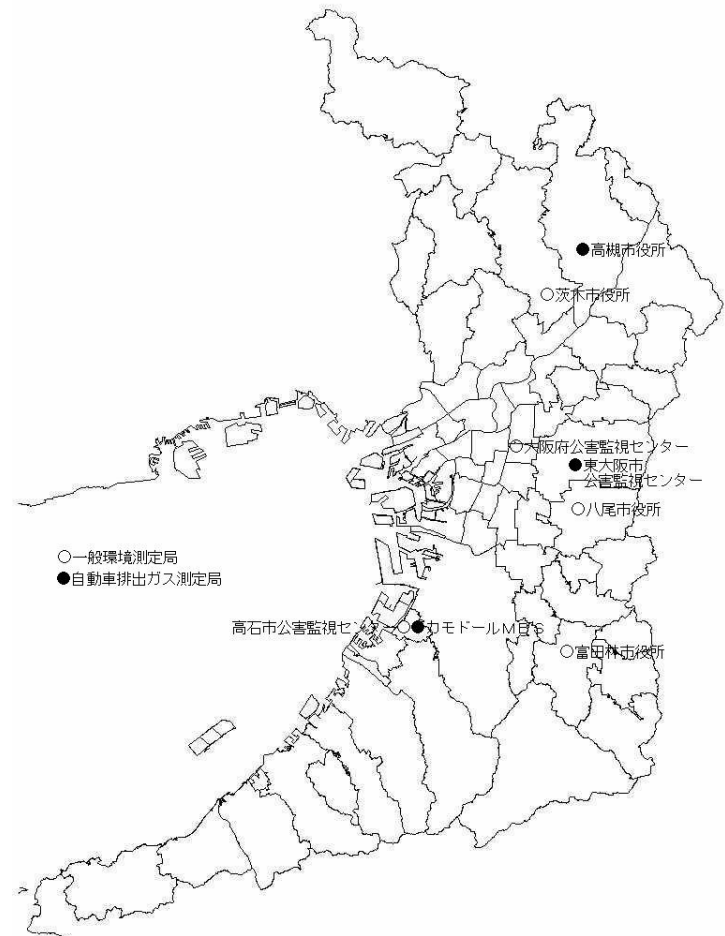


図1 試料採取地点の位置

2.2 装置及び試薬

金属類を測定するためのICP-MS装置は、横河アナリティカルシステムズ製のAgilent7500aを用いた。

金属類の標準溶液は、関東化学製のICP-MS用混合標準溶液及び和光純薬工業製の原子吸光分析用標準溶液を、適宜、混合、希釈して用いた。試薬類は、有害金属測定用あるいは原子吸光分析用と同等品のものを用いた。水は、ヤマト科学製のオートスチルで蒸留、イオン交換をした後、ミリポア製のMilli-Q水製造装置で精製したものを用いた。

2.3 試料の前処理方法

試料採取したろ紙の1/4を専用の加圧分解容器に入れ、フッ化水素酸3mL、硝酸5mL及び過酸化水素水(30%)1mL

*大阪府環境情報センター環境測定室分析課

**大阪府環境情報センター環境測定室調整課

を加え、密栓して、マイクロウェーブ分解装置（マイルストーンゼネラル製 ETHOS900）で約 45 分間分解処理を行った。冷却後、容器を開け、内容物、ふた等を温水で洗浄しながら、テフロンピーカに移し入れた。ピーカ内の溶液をホットプレート上で乾固寸前まで加熱した後、硝酸(2+98)で残渣を溶解洗浄し、ろ紙(No.5B)でろ過しながら、ポリメチルペンテン製の全量フラスコで 25mL 定容としたものを試料溶液として用いた。

2.4 ICP-MS による定量

2.3の方法で得られた試料溶液を ICP-MS による測定に供し、ベリウム(Be)、ナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、スカンジウム(Sc)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、ガリウム(Ga)、ゲルマニウム(Ge)、ヒ素(As)、セレン(Se)、ストロンチウム(Sr)、イットリウム(Y)、モリブデン(Mo)、銀(Ag)、カドミウム(Cd)、スズ(Sn)、アンチモン(Sb)、テルル(Te)、セシウム(Cs)、バリウム(Ba)、ランタン(La)、铈(Ce)、プラセオジム(Pr)、ネオジム(Nd)、サマリウム(Sm)、ユーロピウム(Eu)、ガドリウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホウミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イットリウム(Yb)、ルテチウム(Lu)、タングステン(W)、タリウム(Tl)、鉛(Pb)、ビスマス(Bi)、トリウム(Th)及びウラン(U)の 50 元素について定量を行った。ICP-MS 装置の操作条件については特に検討を行わず、標準仕様の条件を用いた。各元素の定量は、0、1、5、10、50 及び 100 μg/L の標準溶液のうち、適切な標準列から作成した検量線を用いて行った。また、内標準として In の 1mg/L 溶液を同時に ICP 中に導入し、各元素のカウント値の補正を行った。本法による各元素の定量下限値（ブランク溶液あるいは低濃度溶液を 5～10 回測定して得られた標準偏差の 10 倍相当濃度）は溶液中濃度として数 ng/L から数 μg/L であり、従来から高感度定量法と称されてきた ICP-AES に比べて、多く

の元素で 100 から 1000 倍高感度であることが分った。
米国 NIST の標準物質である SRM-1648 Urban Particulate Matter について、2.3 の前処理後、本法による測定に供したところ、保証値等のある 26 元素について、平均で 91.3% の回収率が得られ、実試料への適用が可能であることが確認できた。

3. 結果及び考察

3.1 経月変化及び地域特性

(1) SPM 濃度

ローボリウムエアサンプラーによる試料採取により得られた SPM 濃度の測定結果の総括表を表 1 に、経月変化を図 2 に示した。

表1 SPM濃度の測定結果総括表

(単位 :μg/m3)			
	最大値	最小値	平均値
大阪府公害監視センター	62.7	21.2	35.5
茨木市役所	51.3	19.1	30.9
八尾市役所	56.5	20.8	33.0
富田林市役所	49.9	17.6	31.4
高石市公害監視センター	54.3	22.8	36.1
高槻市役所	47.1	27.3	36.5
カモドールMBS	76.9	28.8	41.4
東大阪市公害監視センター	68.0	24.8	42.1
平均値(一般環境測定局)	55.0	22.5	33.4
平均値(自動車排出ガス測定局)	64.0	27.6	40.0
平均値	58.3	24.4	35.9

SPM 濃度は概して夏季は低く、冬季と春季に高いという結果が得られた。また、地点別では、一般局（5 地点での年度平均値は 33.4 μg/m³）に比べて自排局（3 地点での年度平均値は 40.0 μg/m³）の方が高い値を示す傾向がみられた。なお、SPM 濃度はいずれの地点でも平成 14 年 3 月に最大値を示したが、それらは黄砂の影響によるものと考えられた。

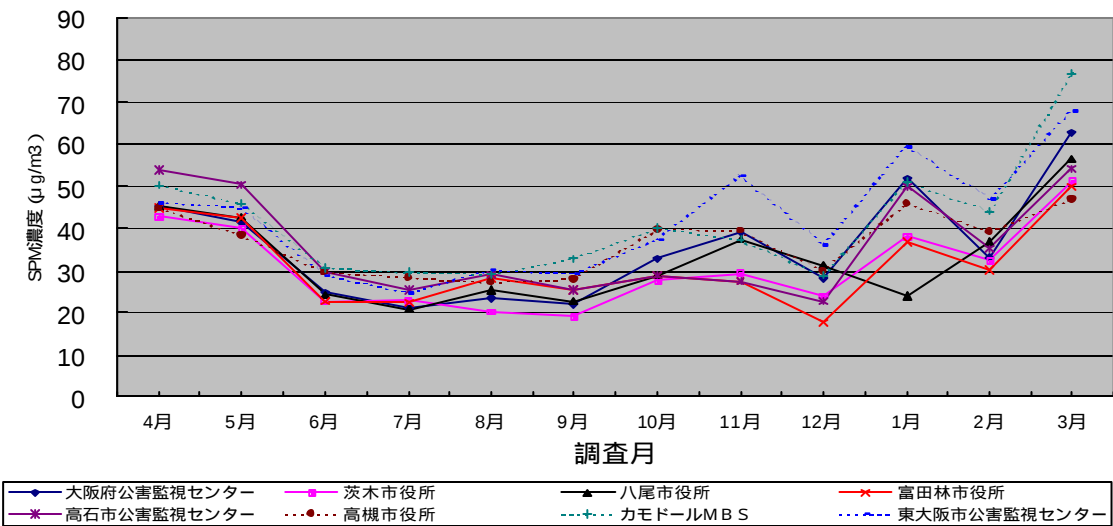


図 2 SPMの経月変化

（２）金属類濃度

前述のSPM中の金属類の分析結果の総括表を表２に、Al、
V、Ni、As、Ag 及び Sb の経月濃度変化をそれぞれ図 3-1 か
ら図 3-6 に示した。

表２ 浮遊粒子状物質中の金属類の分析結果総括表 (平成13年度)

項目	一般環境測定局										自動車排出ガス測定局					
	大阪府公害監視センター (大阪市東成区)		茨木市役所 (茨木市)		八尾市役所 (八尾市)		富田林市役所 (富田林市)		高石市公害監視センター (高石市)		高槻市役所 (高槻市)		カモドールMBS (高石市)		東大阪市公害監視センター (東大阪市)	
	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値
ベリリウム (Be)	0.014	0.041	0.012	0.035	0.012	0.040	0.012	0.037	0.012	0.043	0.009	0.032	0.013	0.035	0.013	0.068
ナトリウム (Na)	540	980	440	870	480	920	400	830	570	1100	440	710	560	1400	460	1100
マグネシウム (Mg)	170	700	150	570	170	670	160	620	190	700	150	470	220	950	160	770
アルミニウム (Al)	520	2600	500	2100	560	2400	520	2300	550	2400	450	1600	680	3300	490	2700
カリウム (K)	320	760	290	640	300	730	300	690	330	730	260	510	360	930	300	850
カルシウム (Ca)	260	910	220	740	270	870	250	840	340	940	240	600	360	1300	240	980
スカンジウム (Sc)	1.9	13	3.2	27	10	84	4.3	17	1.4	52	2.6	15	4.7	23	3.5	22
チタン (Ti)	43	170	37	120	64	280	39	140	45	140	37	88	68	230	45	160
バナジウム (V)	6.0	11	3.4	6.2	5.4	10	3.8	7.6	11	20	3.3	5.4	7.5	11	4.8	9.5
クロム (Cr)	4.5	6.1	2.5	5.1	4.1	7.5	2.3	4.0	3.4	4.9	2.5	3.9	3.9	7.2	4.6	7.4
マンガン (Mn)	25	48	16	38	22	44	16	36	24	44	16	31	24	57	24	55
鉄 (Fe)	650	1600	480	1300	560	1400	440	1300	620	1500	510	990	720	2000	590	1700
コバルト (Co)	0.46	0.78	0.22	0.61	0.31	0.71	0.29	0.60	0.51	0.90	0.29	1.0	0.39	0.94	0.36	0.93
ニッケル (Ni)	3.3	5.3	1.5	3.2	3.5	5.9	2.5	3.3	16	39	1.8	2.8	12	32	3.4	5.2
銅 (Cu)	20	33	12	18	14	25	8.5	11	13	19	20	31	30	44	22	41
亜鉛 (Zn)	120	230	69	140	100	180	56	89	100	160	86	210	91	140	120	240
ガリウム (Ga)	1.1	1.9	0.80	1.4	0.91	1.8	0.70	1.4	1.2	1.8	1.0	1.7	1.7	2.8	1.1	2.3
ゲルマニウム (Ge)	0.082	0.26	0.064	0.26	0.055	0.16	0.10	0.27	0.10	0.27	0.075	0.16	0.13	0.27	0.14	0.42
ヒ素 (As)	4.4	8.7	1.8	3.2	1.7	2.9	1.5	2.9	1.9	2.9	1.7	3.1	1.8	3.0	2.2	3.9
セレン (Se)	1.4	2.6	1.2	1.8	0.86	1.5	0.61	1.1	0.82	1.4	0.89	1.7	0.83	1.4	1.0	2.0
ストロンチウム (Sr)	7.1	20	6.5	16	6.5	19	5.8	17	7.6	21	5.9	13	8.9	27	7.2	23
イットリウム (Y)	0.15	0.69	0.18	0.61	0.14	0.54	0.20	0.73	0.15	0.49	0.16	0.48	0.28	0.84	0.17	0.61
モリブデン (Mo)	1.1	4.2	1.4	4.2	0.89	3.2	2.4	6.7	3.1	6.0	2.0	4.7	3.5	7.4	2.2	5.0
銀 (Ag)	2.6	7.5	1.1	4.1	2.9	8.9	1.1	2.8	3.3	9.2	1.3	5.8	2.3	5.6	1.1	5.1
カドミウム (Cd)	1.1	2.0	0.59	1.0	0.82	1.5	0.58	0.96	0.78	1.4	0.63	1.2	0.90	2.4	1.0	1.9
スズ (Sn)	4.7	7.9	4.2	7.1	3.2	4.6	2.1	2.7	3.0	3.8	3.8	6.1	3.3	4.7	4.6	7.1
アンチモン (Sb)	4.9	8.1	5.0	7.5	3.8	6.5	2.6	3.3	3.4	4.6	8.4	13	6.1	7.8	5.8	12
テルル (Te)	0.020	0.055	0.010	0.033	0.014	0.045	0.015	0.057	0.034	0.13	0.011	0.059	0.024	0.087	0.012	0.054
セシウム (Cs)	0.16	0.40	0.12	0.31	0.15	0.36	0.13	0.34	0.17	0.42	0.11	0.28	0.17	0.48	0.14	0.45
バリウム (Ba)	36	87	25	48	29	59	20	45	35	76	38	53	62	110	41	90
ランタン (La)	0.42	0.89	0.39	0.83	0.32	0.55	0.31	0.81	0.35	0.57	0.31	0.59	0.43	0.93	0.39	0.78
セリウム (Ce)	1.0	2.8	0.93	2.5	0.86	2.6	0.69	2.3	1.0	2.9	0.76	1.8	1.1	3.7	1.0	3.5
プラセオジム (Pr)	0.10	0.25	0.087	0.23	0.073	0.18	0.069	0.21	0.081	0.18	0.067	0.18	0.10	0.32	0.088	0.23
ネオジム (Nd)	0.30	0.95	0.30	1.1	0.25	0.61	0.27	0.96	0.34	0.80	0.23	0.62	0.39	1.2	0.28	0.84
サマリウム (Sm)	0.076	0.21	0.064	0.19	0.049	0.14	0.054	0.20	0.056	0.14	0.047	0.13	0.069	0.24	0.073	0.23
ユーロビウム (Eu)	0.006	0.021	0.006	0.017	0.004	0.018	0.005	0.015	0.004	0.018	0.006	0.016	0.008	0.027	0.005	0.014
ガドリニウム (Gd)	0.053	0.19	0.053	0.21	0.040	0.12	0.051	0.20	0.041	0.15	0.040	0.14	0.068	0.26	0.049	0.13
テルビウム (Tb)	0.009	0.023	0.009	0.029	0.005	0.018	0.007	0.034	0.004	0.015	0.006	0.022	0.008	0.028	0.007	0.029
ジスプロシウム (Dy)	0.037	0.17	0.037	0.17	0.030	0.14	0.045	0.20	0.030	0.14	0.034	0.14	0.056	0.24	0.038	0.17
ホルミウム (Ho)	0.008	0.023	0.006	0.015	0.004	0.015	0.007	0.031	0.004	0.018	0.004	0.013	0.008	0.027	0.005	0.017
エルビウム (Er)	0.022	0.11	0.017	0.093	0.015	0.094	0.022	0.11	0.015	0.093	0.017	0.076	0.028	0.14	0.019	0.11
ツリウム (Tm)	0.005	0.019	0.003	0.011	0.002	0.011	0.003	0.021	0.002	0.010	0.001	0.007	0.002	0.013	0.003	0.016
イットリビウム (Yb)	0.019	0.11	0.015	0.092	0.016	0.10	0.020	0.12	0.015	0.10	0.015	0.072	0.026	0.14	0.018	0.11
ルテチウム (Lu)	0.004	0.015	0.002	0.009	0.002	0.013	0.003	0.019	0.002	0.010	0.001	0.006	0.002	0.013	0.003	0.022
タングステン (W)	0.91	2.3	1.3	3.4	0.76	2.1	0.88	2.9	0.70	2.0	2.5	4.2	0.88	3.1	0.95	2.7
タリウム (Tl)	0.11	0.17	0.067	0.14	0.078	0.16	0.07	0.17	0.10	0.22	0.064	0.13	0.10	0.18	0.088	0.22
鉛 (Pb)	42	75	27	46	33	54	24	45	32	50	35	59	30	52	40	68
ビスマス (Bi)	0.66	1.1	0.39	0.71	0.66	1.1	1.3	2.1	1.5	3.2	0.46	0.66	1.5	2.9	0.67	1.3
トリウム (Th)	0.040	0.15	0.039	0.13	0.032	0.10	0.066	0.22	0.024	0.10	0.055	0.26	0.083	0.25	0.034	0.19
ウラン (U)	0.069	0.23	0.082	0.27	0.071	0.24	0.082	0.31	0.095	0.31	0.094	0.27	0.11	0.33	0.085	0.33

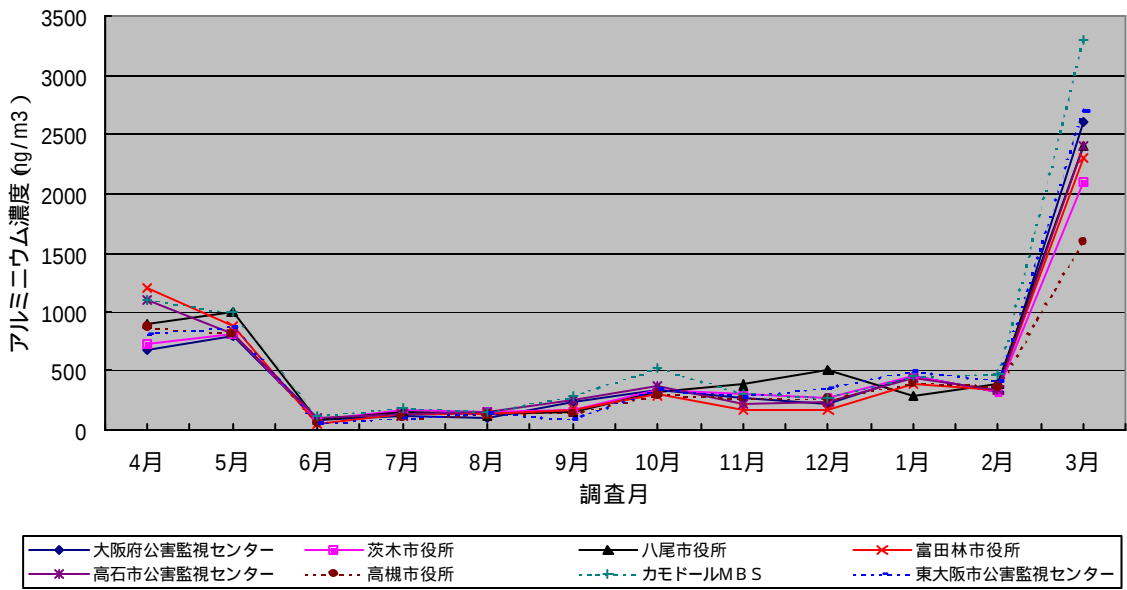


図3-1 SPM中のアルミニウム濃度の経月変化

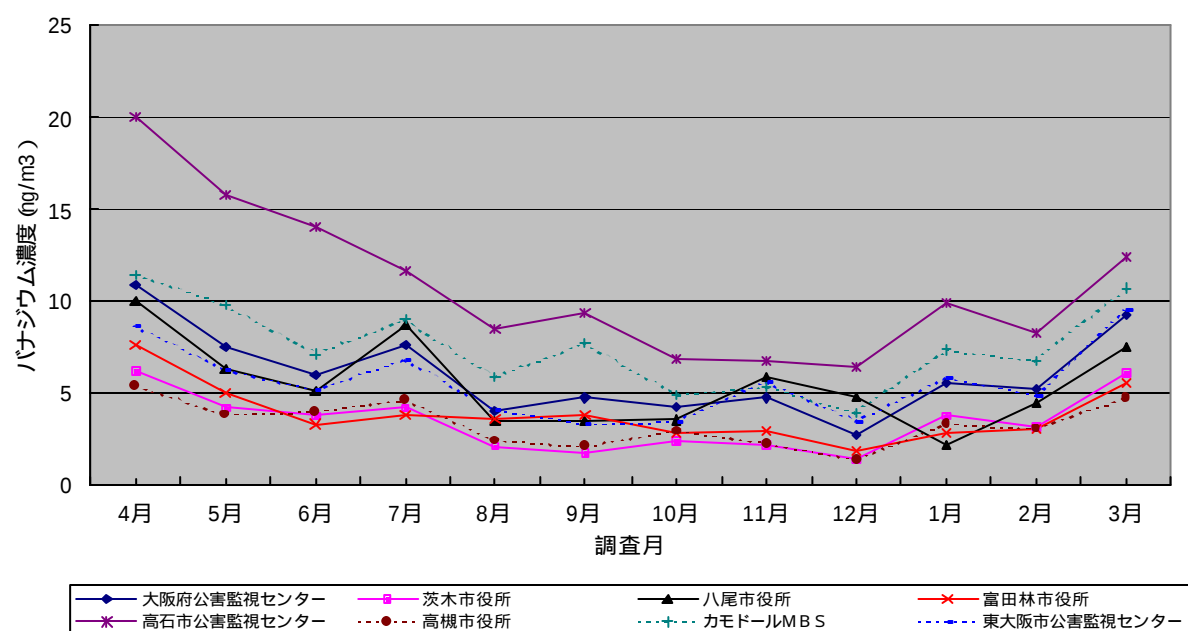


図3-2 SPM中のバネジウム濃度の経月変化

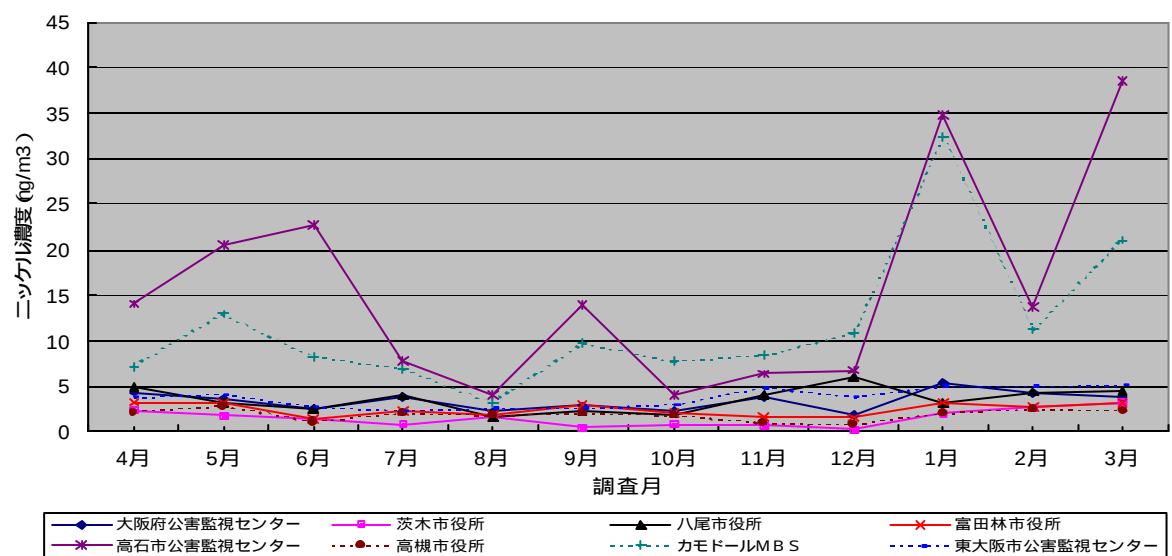


図3-3 SPM中のニッケル濃度の経月変化

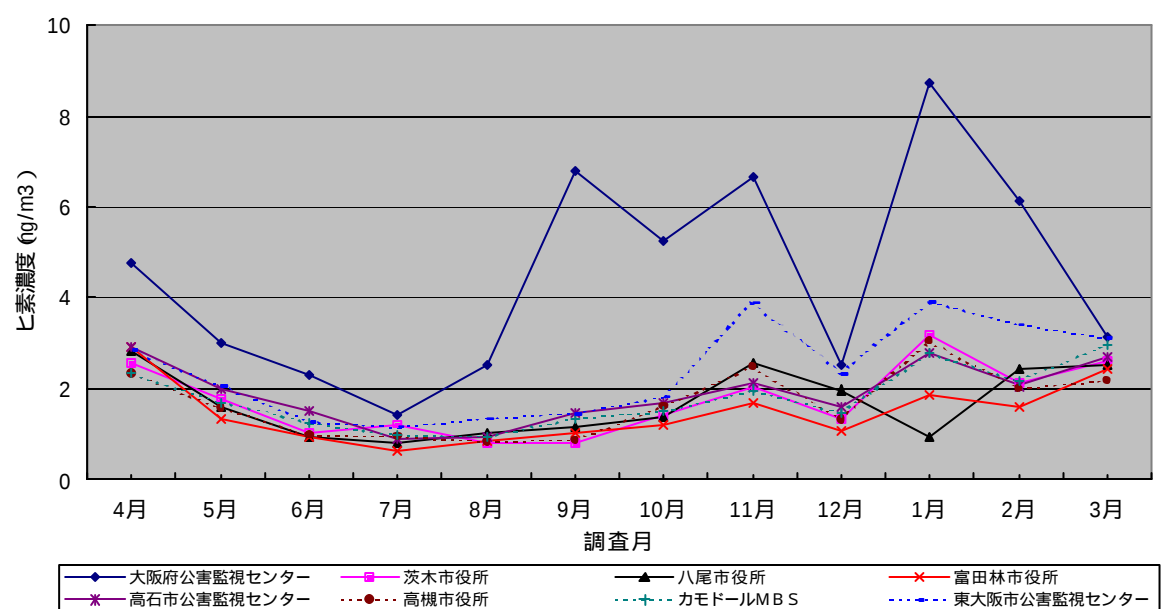


図3-4 SPM中のヒ素濃度の経月変化

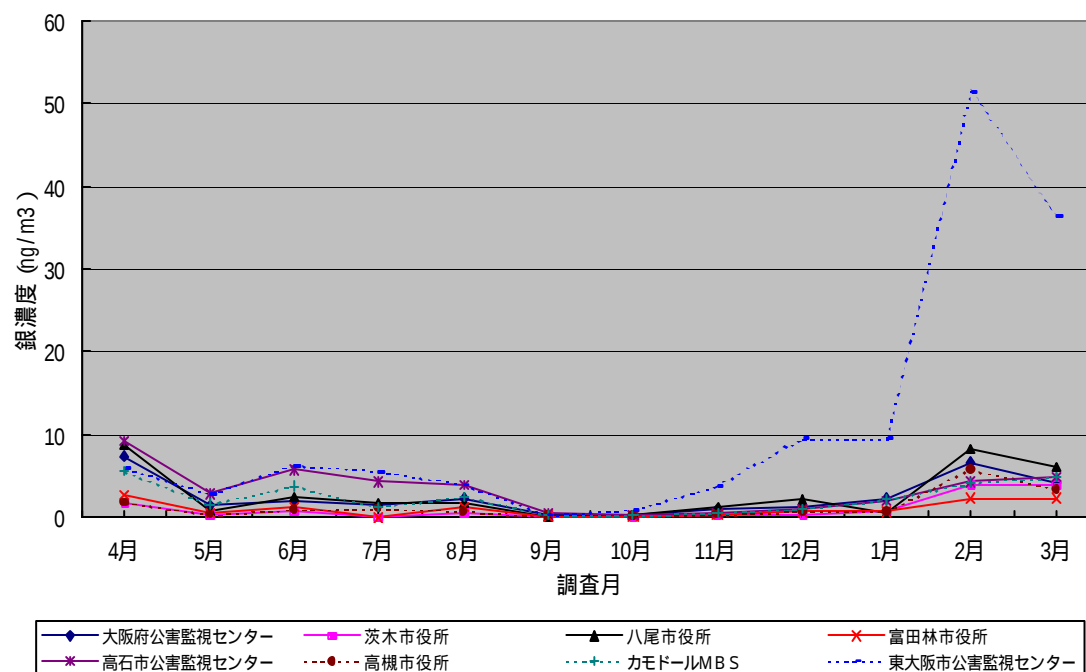


図3-5 SPM中の銀濃度の経月変化

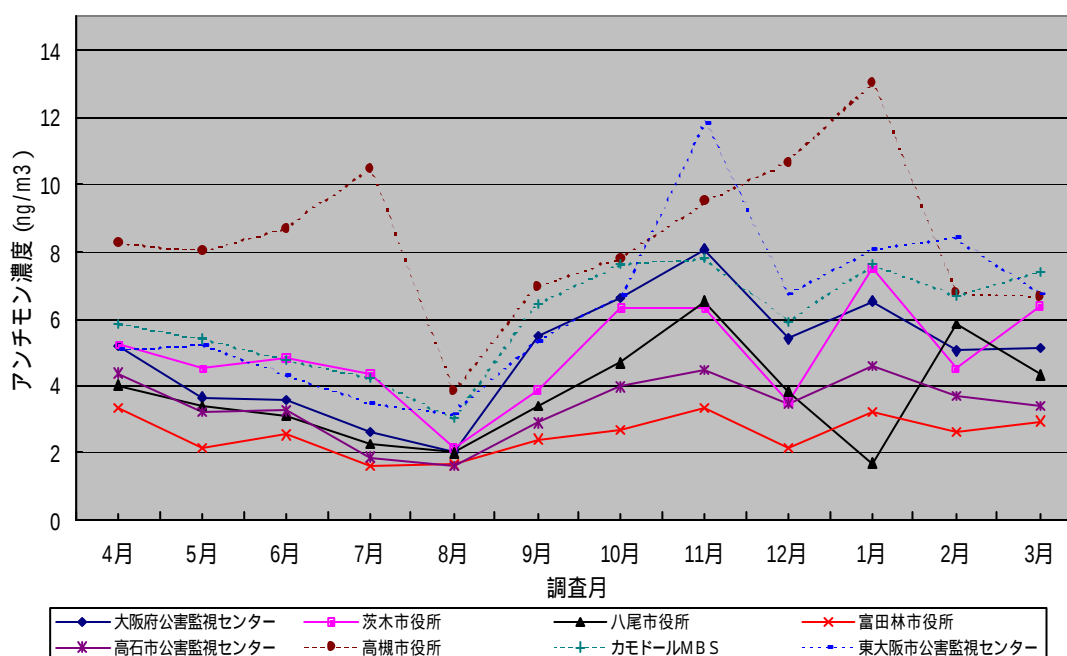


図3-6 SPM中のアンチモン濃度の経月変化

Al は SPM とほぼ同様の経月濃度変化を示し、黄砂のみられた3月に特に高い濃度を示した。また、同様の傾向が、Ca、Ti、Fe、希土類元素（La～Lu）等でもみられた。

Ni 及び V については、高石市に所在する高石市公害監視センター及びカモドールMBSでの濃度が他の地点に比べて高い値を示した。これは、同市域の臨海部にある石油精製関連の事業所からの排ガスの影響によると考えられる。同様にAsが大阪府公害監視センター（現在、大阪府環境情報センター）で、また、Agが東大阪市公害監視センターで他の地点に比べて高い濃度を示したが、これ

らについても、それぞれ、近傍に所在する一般廃棄物焼却場、及び、銀の回収再生事業所からの排ガスの影響によるものと推察される。

Sb は一般局に比べて自排局の方が高濃度を示した。また、同様の傾向が、Fe、Cu、Ba等でもみられた。これらの金属類は、ここ数年来、アスベスト素材の代替品として、自動車のブレーキシュー等に用いられており³⁾、その磨耗によって生じた粉じんが沿道大気に影響を及ぼすものと推察される。

3.2 粒径分布

(1) 粒子状物質の粒径分布

平成13年4月及び平成14年1月にアンダーセンローボリウムエアサンプラーで粒径別に分級採取した粒子状物質の濃度を表3に、粒径分布を図4-1及び図4-2に示した。

表3 粒子状物質濃度の粒径別測定結果

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ステージ	粒径範囲 (μm)	大阪府公害監視センター		東大阪市公害監視センター	
		平成13年4月	平成14年1月	平成13年4月	平成14年1月
0	9.0~	8.3	4.8	10.2	8.7
1	5.8~9.0	4.7	4.0	6.5	5.3
2	4.7~5.8	1.9	2.3	2.7	2.5
3	3.3~4.7	3.8	3.4	5.8	4.2
4	2.1~3.3	4.3	4.6	6.2	5.3
5	1.1~2.1	3.4	6.9	5.0	9.7
6	0.7~1.1	3.9	7.5	7.3	10.9
7	0.4~0.7	4.7	9.2	7.1	6.9
バックアップ	~0.4	6.4	8.6	6.5	7.9
0	9.0~	8.3	4.8	10.2	8.7
粗大粒子	2.1~9.0	14.7	14.4	21.2	17.3
微小粒子	~2.1	18.4	32.2	26.0	35.5
合計	-	41.3	51.3	57.4	61.4

一般に微小粒子と言われている第5段からバックアップ段まで(粒径が $2.1\mu\text{m}$ 以下)の濃度は $18.4\sim 35.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、粒径が $9.0\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質(第1段からバックアップ段まで: $33.0\sim 52.7\mu\text{g}/\text{m}^3$)のうち $55.1\sim 69.2\%$ を占めていることが分かった。

粒子状物質の粒径分布は、粒径 $1\sim 2\mu\text{m}$ を境とする微小粒子と粗大粒子とによる二山型(Bimodal)分布を示すことが分かった。

なお、今回の上記の結果からは、一般局(大阪府公害監視センター)と自排局(東大阪市公害監視センター)とでの粒子状物質の粒径分布に明らかな違いはみられなかった。

(2) 金属類の粒径分布

前述の粒子状物質中の金属類の分析結果を表4に、Al、Ti、V、As、Mn及びSbの粒径分布をそれぞれ図5-1-1から図5-6-2に示した。

Al及びTiの粒径分布はほぼ粗大粒子側に偏っていることが分かった。同様の結果が、Na、Ca、Fe等でもみられた。これに反して、V及びAsの粒径分布はほぼ微小粒子側に偏っており、同様の結果が、Zn、Se、Cd、Pb等でもみられた。

また、Mn及びSbの粒径分布は二山型を示し、同様の結果がCr、Ni、Cu等でもみられることが分かった。なお、Sbの粒径分布はかつては微小粒子側に偏ったものであった⁴⁾が、今回の結果でみられる粗大粒子側のピークは、前述の自動車部品等の変遷にともない、最近になってから現れるようになったと考えられる。

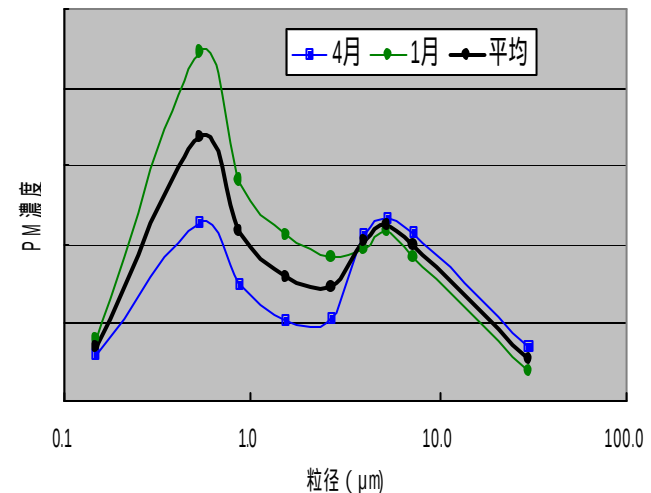


図4-1 PMの粒径分布
(大阪府公害監視センター)

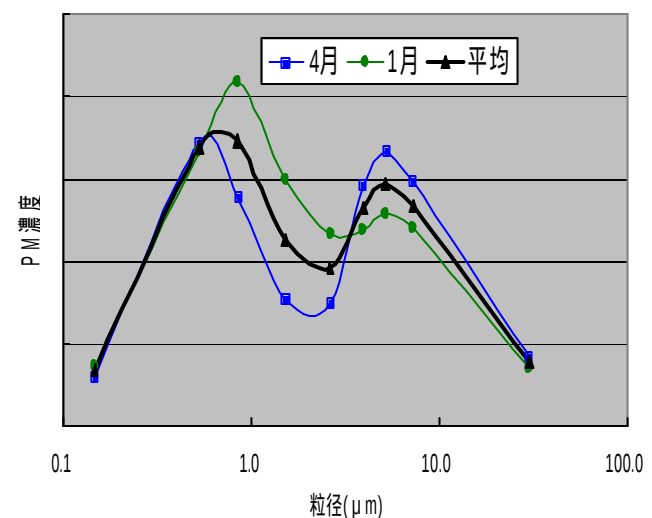


図4-2 PMの粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

これら金属類の分布特性は、その起源に関係していると考えられており、一般的に、粗大粒子側にあるものは主として自然起源由来(土壌、海塩の巻き上げ等)、微小粒子側が主として人為的起源由来(燃焼過程からの一次粒子、ガス状物質からの二次生成粒子、再凝結粒子等)であるといわれている。そこで、粒子状物質中の金属類の起源を推定するために下記の検討を行った。

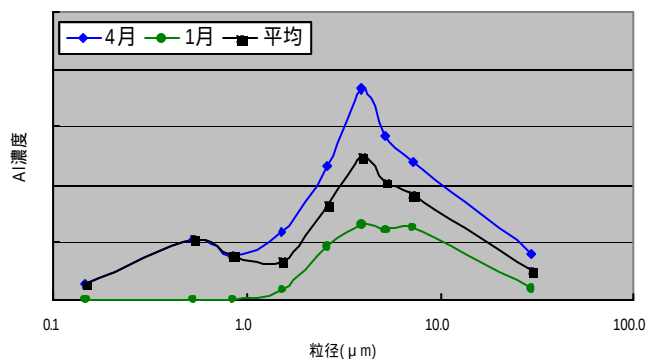


図5-1-1 PM中のアルミニウムの粒径分布
(大阪府公害監視センター)

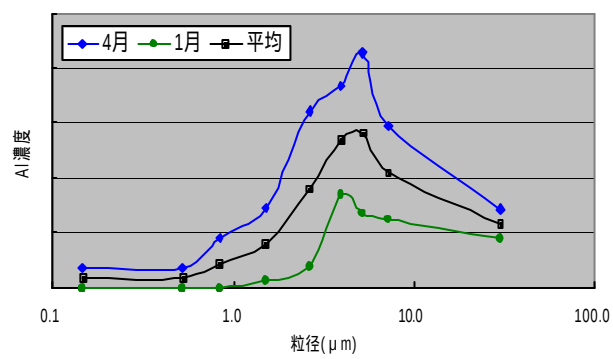


図5-1-2 PM中のアルミニウムの粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

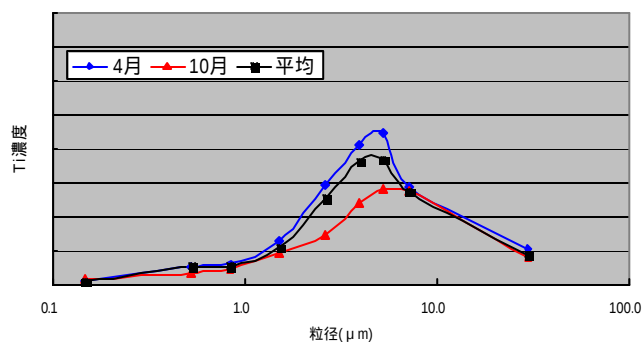


図5-2-1 PM中のチタンの粒径分布
(大阪府公害監視センター)

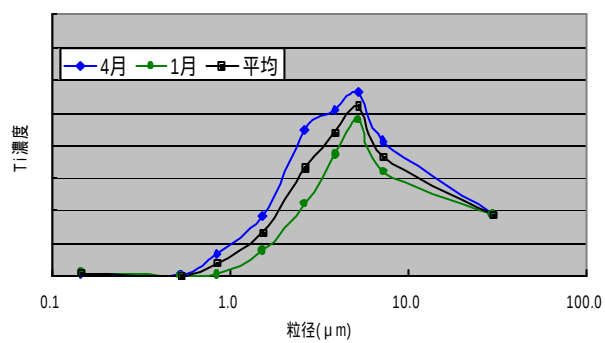


図5-2-2 PM中のチタンの粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

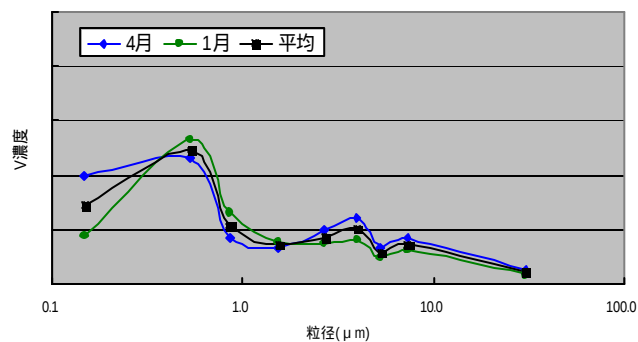


図5-3-1 PM中のバナジウムの粒径分布
(大阪府公害監視センター)

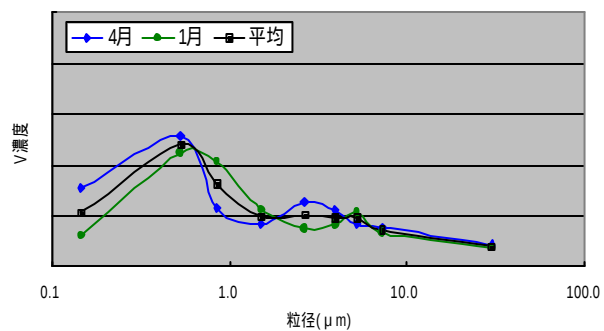


図5-3-2 PM中のバナジウムの粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

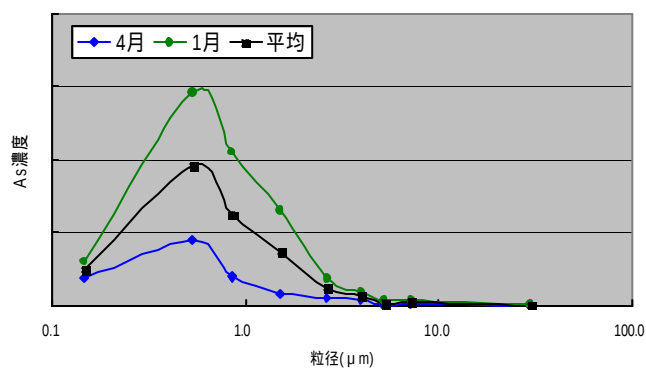


図5-4-1 PM中のヒ素の粒径分布
(大阪府公害監視センター)

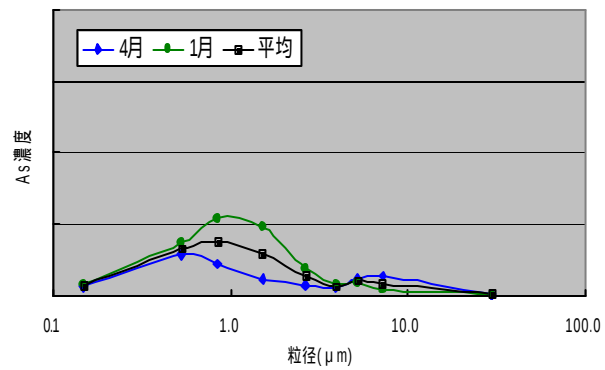


図5-4-2 PM中のヒ素の粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

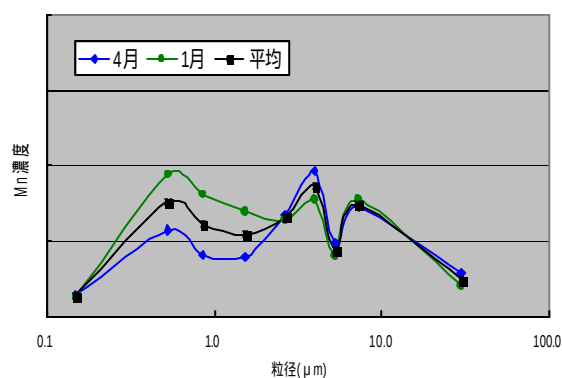


図5-5-1 PM中のマンガンの粒径分布
(大阪府公害監視センター)

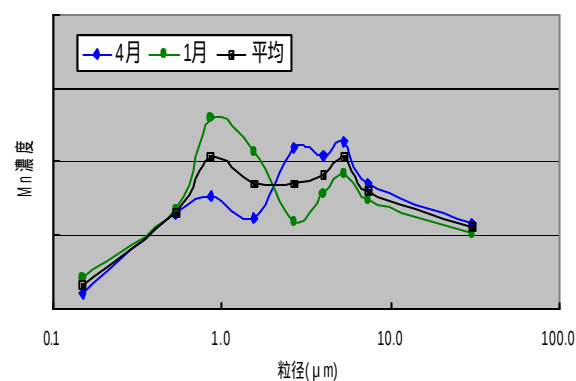


図5-5-2 PM中のマンガンの粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

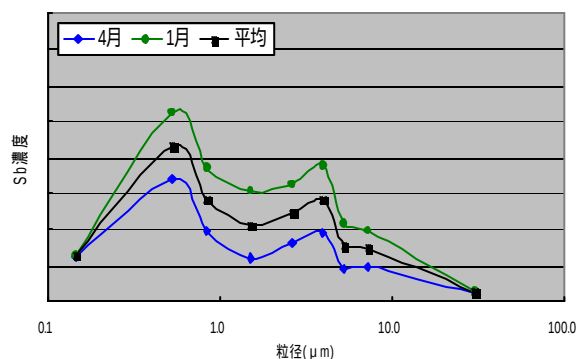


図5-6-1 PM中のアンチモンの粒径分布
(大阪府公害監視センター)

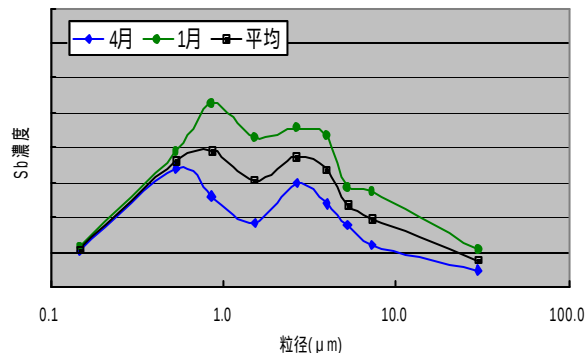


図5-6-2 PM中のアンチモンの粒径分布
(東大阪市公害監視センター)

3.3 金属類の濃縮係数

粒子状物質中の Th の起源が全て土壌の巻き上げによるものと仮定して、粒子状物質中の金属類濃度と Th 濃度との比を、土壌中の金属類濃度と Th 濃度との比で除して得られた値から、各金属類の濃縮係数^{4),5)}の算出を行った。濃縮係数が 1 に近い金属類は Th に対して土壌中と同じ割合で存在していることになるため、その起源は自然起源と考えることができる。逆に、濃縮係数が大きい金属類は何らかの人為的起源によって濃度が高くなっていると考えられる。

今回は、大阪府公害監視センターの近くに位置する大阪城公園の土壌（非舗装道路上の土で 150 メッシュのふるいを通過したもの）を便宜的に対象土壌として選んだ。大阪府公害監視センターにおける粒子状物質中の金属類濃度（平成 14 年 1 月）及び土壌中の金属類の分析結果をもとにして得られた濃縮係数を、Th を含む 8 元素について図 6 に示した。

結果として、Al、Ti 及び Fe（いずれも粗大粒子側に偏った粒径分布を示す金属類）の濃縮係数は粒径に関わらずほぼ一定で 1 に近いことから、その起源が土壌の巻き上げによる可能性が高いと考えられた。一方、As、Se、Cd、Sb（いずれも微小粒子側に偏った粒径分布を示す金属類）及び Sb の濃縮係数は粒径ごとに異なっており、特に微小粒子中に濃縮されている（数千倍に及ぶ）ことが分かった。

た。

なお、As 等の金属類はいずれも有害性が認められている物質であり、かつ、微小粒子（肺の深部まで到達する）中に多く存在することから、人の健康へ影響が懸念される。これらの金属類の生物への取り込みや降水への溶解を考慮して、下記の検討を行った。

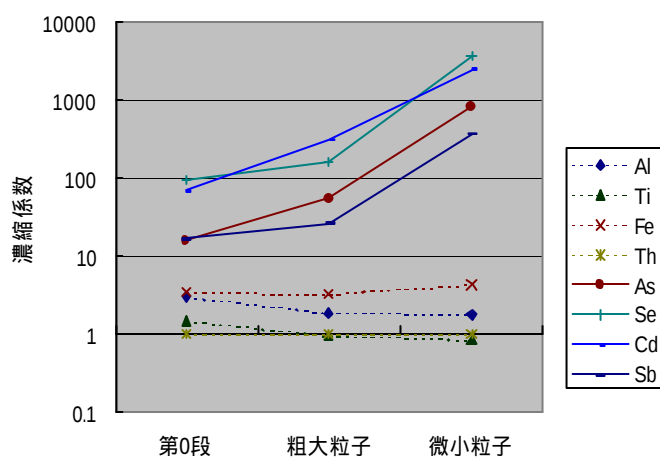


図 6 金属類の濃縮係数

$$\text{濃縮係数} = \frac{(\text{粒子中の金属類濃度}) / (\text{粒子中のTh濃度})}{(\text{土壌中の金属類濃度}) / (\text{土壌中のTh濃度})}$$

3.4 金属類の水溶性

試料採取したろ紙の1/4を200mLのビーカーに入れ、水50mLを加え、20分間超音波抽出を行った後、ビーカー内の溶液をディスポーザブルフィルター（ミリポア製MILLEX-GV、孔径0.22μm）でろ過したものをICP-MSによる測定に供した。この方法で得られた金属類を、水溶性金属類と呼ぶことにする。

大阪府公害監視センターで平成14年1月に採取した粒子状物質について、水溶性金属を定量し、3.3で得られた金属類との濃度比（この濃度比を百分率で表示したものを「水溶性」と表記することにする）を算出した。As等6元素での算出結果を図7に示した。なお、この濃度比が1.0であれば、その水溶性は100%であると判断されることになる。結果として、粗大粒子側と微小粒子側とで水溶性に差があったのは、V、As、Sb及びPbであり、これらについては、微小粒子側でより水溶性の高い化学形態で存在しているものと考えられた。また、Se及びCdについては、粗大粒子側と微小粒子側とで、その水溶性にほとんど差はなかった。いずれにしても、これらの金属類はSbを除けば、微小粒子側で50%以上の高い水溶性を示すことが分かった。また、参考として、土壌中の金属類の水溶性についても併せて示したが、土壌中のAs等の金属類は水に溶け出しにくいことが分かった。このことから、As等の起源が人為的であるとすれば、人為的起源の金属類は水溶性が高いと考えられる。

以上のことから、浮遊粒子状物質のうち、特に粒径が2.1μm以下の微小粒子中に、As、Cd等の有害金属類が濃縮されており、それらは、水に溶けやすい形態で存在していることが分かった。

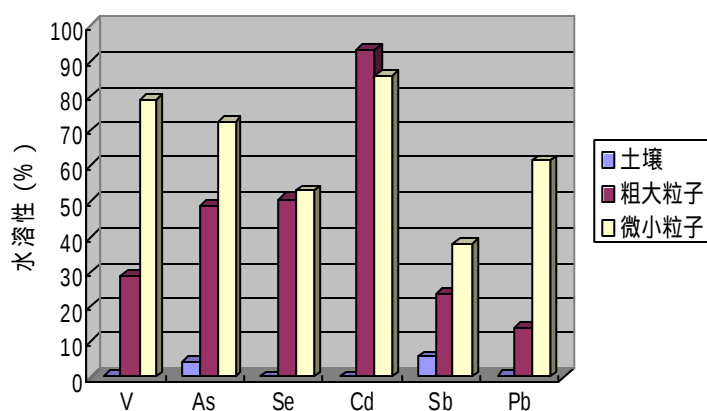


図7 金属類の水溶性

4. まとめ

今回（平成13年度）の浮遊粒子状物質調査より以下のことが分かった。

- (1) SPM 濃度は一般局に比べて自排局で高い濃度を示す傾向がみられた。
- (2) Al、Ca、Ti、Fe、希土類元素等は黄砂期に高い濃度を示すことが分かった。
- (3) Ni及びVは高石市公害監視センター及びカモドルMBSで、Asは大阪府公害監視センターで、Agは東大阪府公害監視センターでそれぞれ特異的に高い濃度を示すことが分かった。
- (4) 2.1μm以下の微小粒子は、9.0μm以下の粒子状物質のうち、濃度の単純比較で55.1～69.2%と半分以上を占めることが分かった。
- (5) Na、Al、Ca、Ti、Fe等は粗大粒子側に偏った粒径分布を示すことが分かった。
- (6) V、Zn、As、Se、Cd、Pb等は微小粒子側に偏った粒径分布を示すことが分かった。
- (7) Cr、Mn、Ni、Cu、Sb等は粒径1～2μmを境とする二山型の粒径分布を示すことが分かった。
- (8) Al、Ti、Fe等の濃縮係数は1に近い値を示し、その起源が土壌の巻き上げによる可能性が高いと考えられた。
- (9) As、Se、Cd等は微小粒子中で特に濃縮係数が高くなっていることが分かった。
- (10) 微小粒子中のAs、Se、Cd等は水に溶解しやすい化学形態で存在していた。

謝辞

本調査を遂行するにあたって、試料採取等にご協力いただきました高槻市、茨木市、八尾市、富田林市、高石市及び東大阪市の関係諸氏に深謝いたします。

文献

- 1) 環境省：平成14年版環境白書、平成14年5月
- 2) 大阪府環境農林水産部環境農林水産総務課：平成14年版大阪府環境白書、平成14年10月
- 3) 溝端 朗：私信
- 4) 溝端 朗：都市大気エアロゾル粒子の性状と発生源の同定に関する基礎的研究、昭和56年8月
- 5) 古田直紀：種々の試料導入法を用いたICP-MSの有効利用、ICP-MS新技術講習会テキスト（横河アナリティカルシステムズ株式会社）pp9-20(2000)