

## 大阪府における浮遊粒子状物質調査結果(第2報)

西井 裕子、中村 智、今立 高廉、山内 茂弘、山本 ゆかり、  
大川 和伸、北村 秀樹、服部 幸和

### 1. はじめに

今日、ディーゼル自動車等から排出される浮遊粒子状物質(SPM)が社会問題となっており、国及び大阪府においては、大気環境中のSPMに含まれる成分を把握し、その発生源の特定及び発生抑制について対策を講じることが緊急の課題となっている。

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、府域の大気環境中のSPM濃度及びSPM中に含まれる成分の実態を把握することにより、発生源の寄与について考察するとともに、解析に利用すべくデータの収集に努めているところである<sup>1) 2)</sup>。

前報<sup>3)</sup>では、平成13年度に実施したSPM調査結果について報告を行ったが、本報では、平成14年度に実施した調査で得られたSPM濃度及びSPM中の金属類、イオン成分、炭素成分及び多環芳香族炭化水素類の経月変化、地域特性及び粒径分布について、平成13年度結果との比較も交えながら報告する。

### 2. 調査内容

#### 2.1 調査地点

大阪府域において、一般環境測定局(以下、「一般局」と記す。)として5地点、及び自動車排出ガス測定局(以下、「自排局」という。)として3地点の合計8地点で調査を実施した。調査地点を図1に示した。

なお、アンダーセンエアサンプラーを用いた粒径別試料の採取は、2地点(一般局1地点及び自排局1地点)で実施した。

#### 2.2 試料採取方法

SPMの試料採取は、10 $\mu$ mカットのサイクロン付きローポリウムエアサンプラー(以下、LVという。新宅機械製作所製S-2)を用いて、20L/minの流量で大気を2週間連続吸引した。

また、粒子状物質(以下、PMという。)を粒径別に分級採取するために、アンダーセンエアサンプラー(以下、Anという。東京ダイレック製AN-200)により、28.3L/minの流量で大気を2週間連続吸引して、試料採取を行った。

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。



図1 調査地点図

また、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で0.1mgの単位まで秤量を行った。

#### 2.3 調査期間と頻度

調査は、平成14年4月から平成15年3月の間で行った。LVによるSPMの採取は毎月行い、Anによる採取は、4月から3ヶ月ごとに4回行った。

#### 2.4 調査項目

以下に示す項目について調査を実施した。

(1) SPM濃度及びPM濃度

(2) 炭素成分(3項目)

全炭素(T-C)、元素状炭素(E-C)及び有機性炭素(O-C)

### (3) 金属類(50 項目)

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)、セリウム(Ce)、プロセチウム(Pr)、ネオジム(Nd)、サマリウム(Sm)、ユーロピウム(Eu)、ガドリニウム(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)、イッテルビウム(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)

### (4) イオン成分(9 項目)

塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)、亜硝酸イオン(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)、硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、ナトリウムイオン(Na<sup>+</sup>)、アンモニウムイオン(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)、カリウムイオン(K<sup>+</sup>)、マグネシウムイオン(Mg<sup>+</sup>)及びカルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)

### (5) 多環芳香族炭化水素類(以下 PAHs という: 4 項目)

ベンゾ[a]ピレン、ベンゾ[b]フルオランテン、ベンゾ[k]フルオランテン及びベンゾ[ghi]ペリルン

## 2.5 試料の分析方法

LV と An により採取した試料について、以下に示す方法により分析を行った。

なお、前処理方法、標準試薬及び定量方法等に関する詳細は、既報<sup>2)</sup>のとおりである。

### (1) SPM 濃度及び PM 濃度

試料採取前後のろ紙の重量差と採気量より、SPM 濃度及び PM 濃度を算出した。

### (2) 炭素成分

炭素成分は、熱分解法により窒素炭素分析装置(住化分析センター社製 NC-900)で定量した。全炭素は、本装置で直接測定した。元素状炭素は、電気炉を用いて 350 で 10 分間加熱処理した後、測定に供した<sup>4)</sup>。

なお、有機性炭素は、全炭素と元素状炭素との差として算出した。

### (3) 金属類

金属類は、マイクロウェーブ分解装置(マイルストーン社製 ETHOS900)を用いて前処理(フッ化水素酸-硝酸-過酸化水素水による酸分解)を行い、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS 装置: 横河アナリティカルシステムズ社製 Agilent7500)で定量した。

### (4) イオン成分

イオン成分は、超純水により超音波抽出を行った後、ろ液をイオンクロマトグラフ法(ダイオネクス社製 DX-320A)で定量した。

### (5) PAHs

PAHs は、ジクロロメタンによる溶媒抽出後、高速液体クロマトグラフ法(横河アナリティカルシステムズ社製 Agilent1100)で定量した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 SPM 濃度及び SPM 中各成分濃度の経月変化

LV による試料採取により得られた SPM 濃度及び SPM

中の各成分濃度の測定結果の総括表を表 1 に示した。また、それぞれの経月変化について以下に述べる。

### (1) SPM 濃度

SPM 濃度の経月変化を図 2 に示した。SPM 濃度は、昨年度と同様、概して夏季に低濃度で冬季から春季に高濃度となった。これは一般的に気象的な要因であり、この時期に形成される移動性高気圧による平穩域、淀み域が高濃度化の原因であると考えられる<sup>5)</sup>。

地点別では、一般局と比較して自排局の方が高い値を示した。また、全地点において 4 月または 3 月に最大値を示したが、これは黄砂の影響によるものと考えられる。

なお、平成 14 年度は 11 月にも黄砂が発生したため、その影響を受けて、全地点において SPM 濃度が高い値となった。

### (2) 炭素成分濃度

SPM 中の全炭素及び元素状炭素の経月変化について、それぞれ図 3 及び図 4 に示した。全炭素及び元素状炭素は、いずれも一般局(実線)と比較して自排局(破線)の方が明らかに高濃度であった。

次に、元素状炭素及び有機性炭素について、一般局と自排局ごとに平均をとって、図 5 に示し、比較した。元素状炭素は、一般局よりも自排局の方が高いことが顕著にみられ、年度平均値で比較すると、自排局は一般局の 2.0 倍となった。このように元素状炭素は、ディーゼル車をはじめとする燃焼起源によるものが多いため、自排局の方が高濃度になったものと考えられる。

一方、有機性炭素は、一般局と自排局との間にほとんど差がないことがわかった。

### (3) 金属類濃度

SPM 中の金属類濃度の経月変化については、既報<sup>3)</sup>において詳細を報じたところであるが、本報では、その中で特徴のある元素について述べる。

Al は、SPM 濃度とほぼ同様の経月変化を示し(図 6)、黄砂のみられた 4 月及び 11 月には、特に高濃度を示した。同様の挙動が、Ti、Mn、Fe、Sr、Ba 等でもみられた。これらの金属は、黄砂等、土壌に由来した成分であると考えられる。

V は、高石市内に所在する高石市公害監視センターとカモドール MBS において、他の地点よりも顕著に高濃度を示した(図 7)。この 2 地点は臨海工業地帯東部にあるが、V は原油中に含有されていることが知られており<sup>6)</sup>、また酸化バナジウムは、アルコールからアルデヒドを合成するときの酸化触媒として用いられているため、臨海工業地帯にある石油精製関係等の事業所からの排ガスの影響によるものと考えられる。同様の挙動が Ni にもみられた。Ni も原油中に含有されており<sup>6)</sup>、また油脂加工触媒として Ni 触媒が広く使用されていることから、これらの影響により、この地域に特異的に高濃度となったものと考えられる。

Ag は、東大阪市公害監視センターにおいて、他の

地点と比較して極めて高濃度を示した(図8)。これは、近隣にある銀の回収再生事業所からの排ガスの影響によるものと考えられる。また、一般廃棄物焼却場が近傍にある大阪府環境情報センターにおいて、Asが他の地点よりも高濃度が検出される等、地点により特異的な特徴がみられる項目があった。

さらに、Cu及びSbについては、一般局と自排局の平均値を図9に示したが、既報<sup>3)</sup>と同様、両元素とも一般局と比較して自排局の方がかなり高濃度となった。Cu及びSbは、アスベストの代替品として、自動車のブレーキライニングの素材に含有されているが、それが摩耗によって飛散し、沿道大気に影響を及ぼしたのと考えられる<sup>7)</sup>。

#### (4)イオン成分濃度

SPM中のCl<sup>-</sup>及びCa<sup>2+</sup>濃度の経月変化について、それぞれ図10及び図11に示した。

Cl<sup>-</sup>は、夏季に低濃度で冬季に高濃度となった。Cl<sup>-</sup>は海塩や廃棄物焼却等に由来し、前者は粗大粒子であ

り、後者は二次生成粒子として微小粒子の塩化アンモニウムを形成するといわれている。特に、微小粒子は、気温が低いとガスと粒子の平衡関係が粒子側に偏るため、冬季に高濃度になったものと考えられる<sup>8),9)</sup>。

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は、Cl<sup>-</sup>と同様の経月変化を示した。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は、概ね光化学反応などを経て二次的に生成したものであり、Na<sup>+</sup>等と結合すると粗大粒子になり、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>等と結合すると微小粒子を形成するといわれている<sup>9)</sup>。

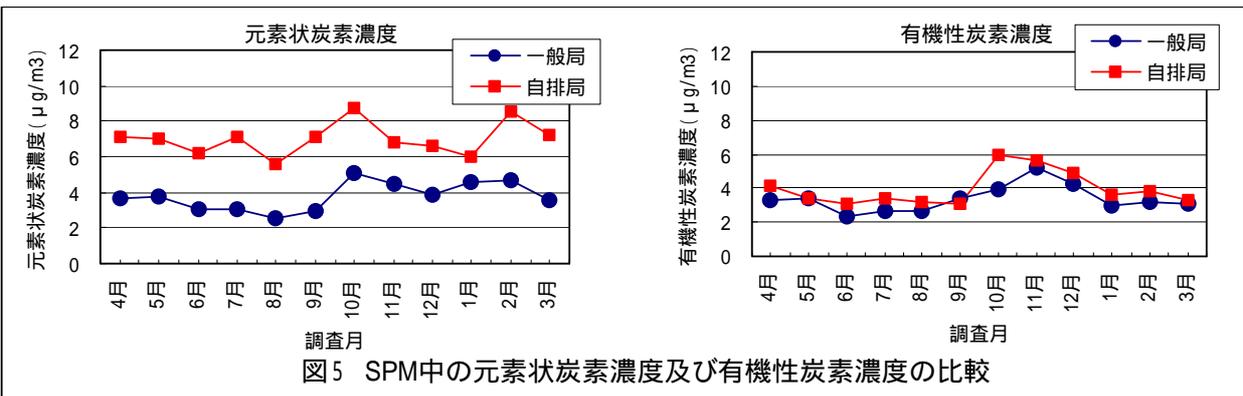
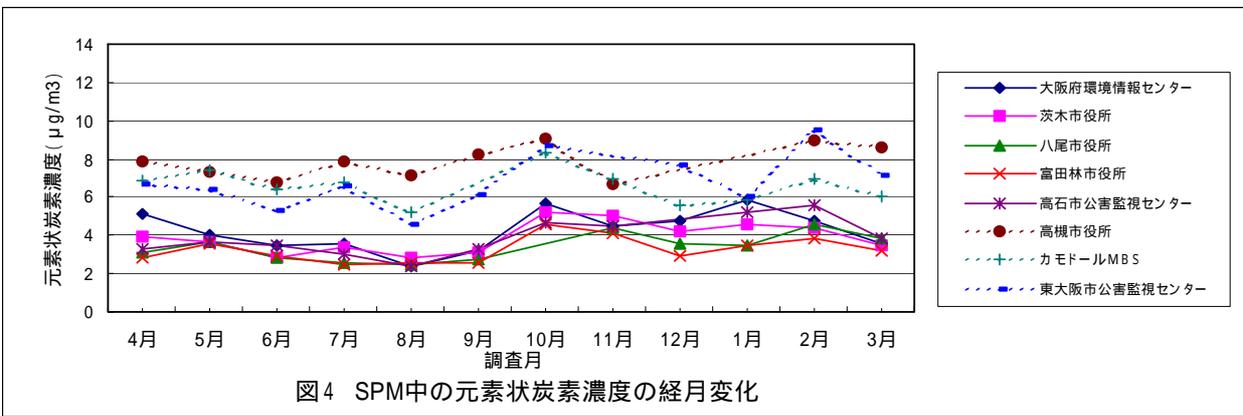
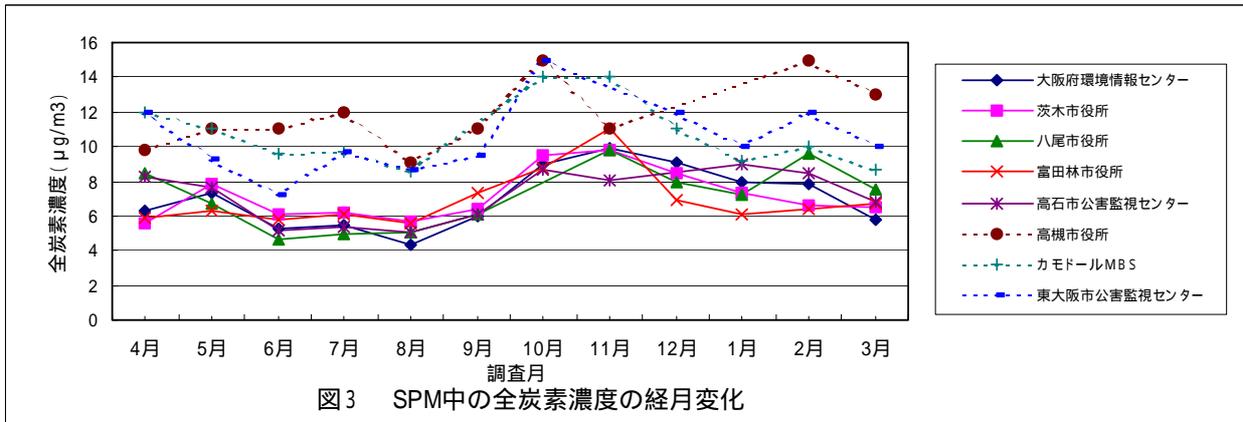
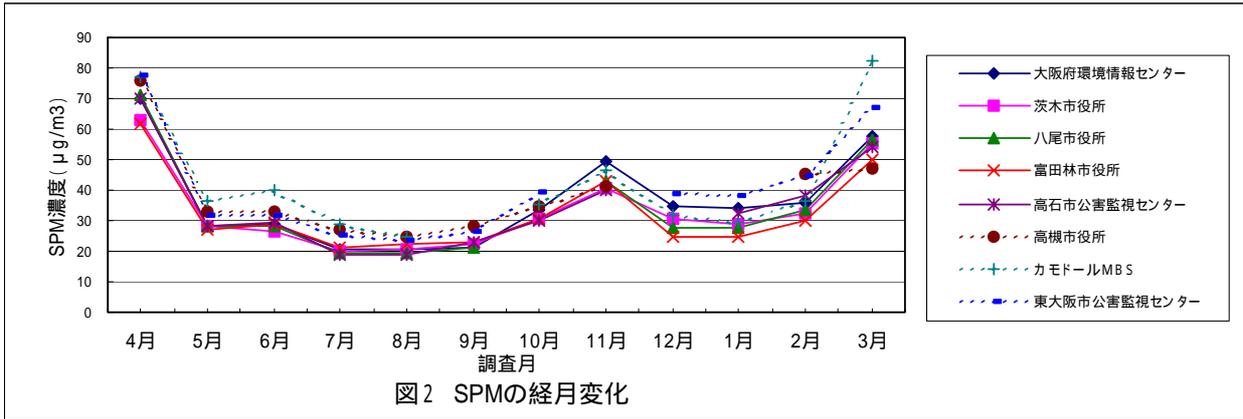
Ca<sup>2+</sup>は、SPM濃度とほぼ同様の経月変化を示し、黄砂のみられた4月及び11月には、特に高濃度を示した。このことよりCa<sup>2+</sup>は、黄砂等、土壌に由来した成分であると考えられる。

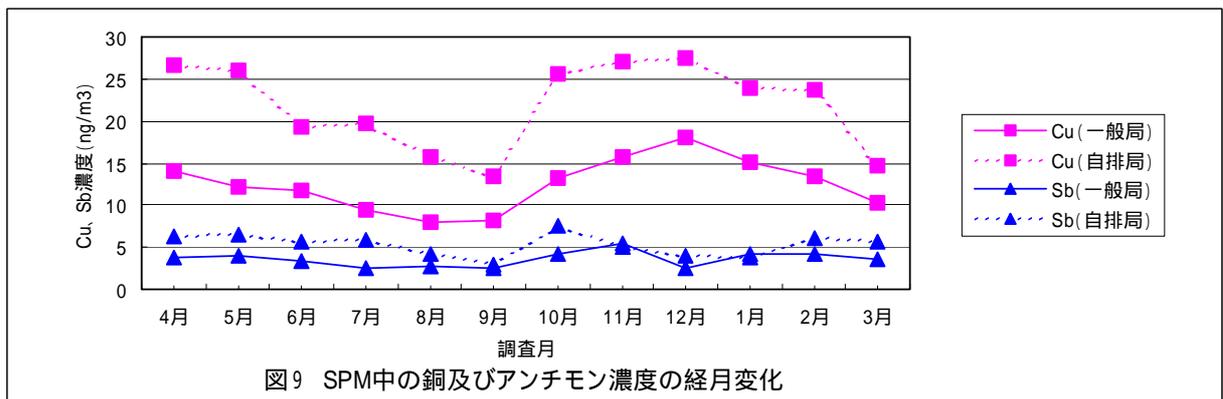
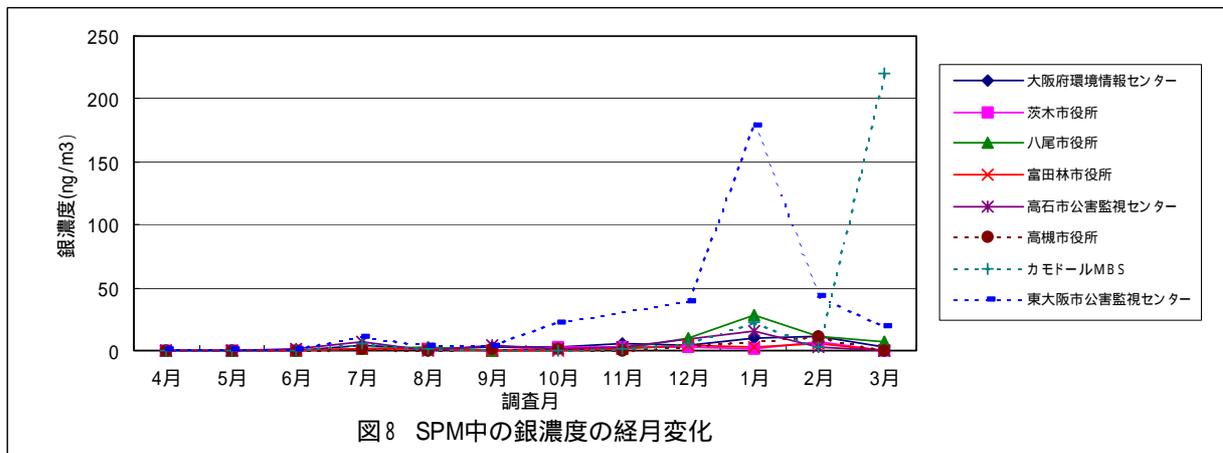
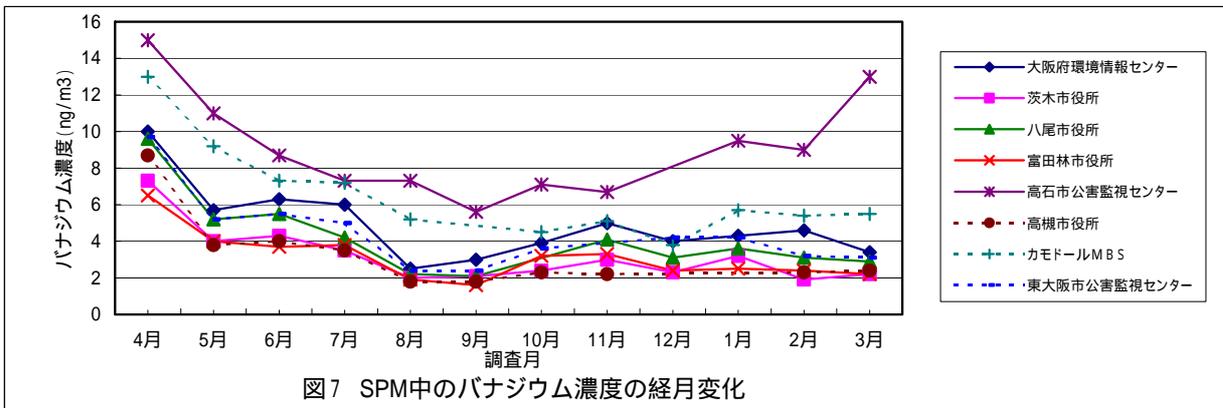
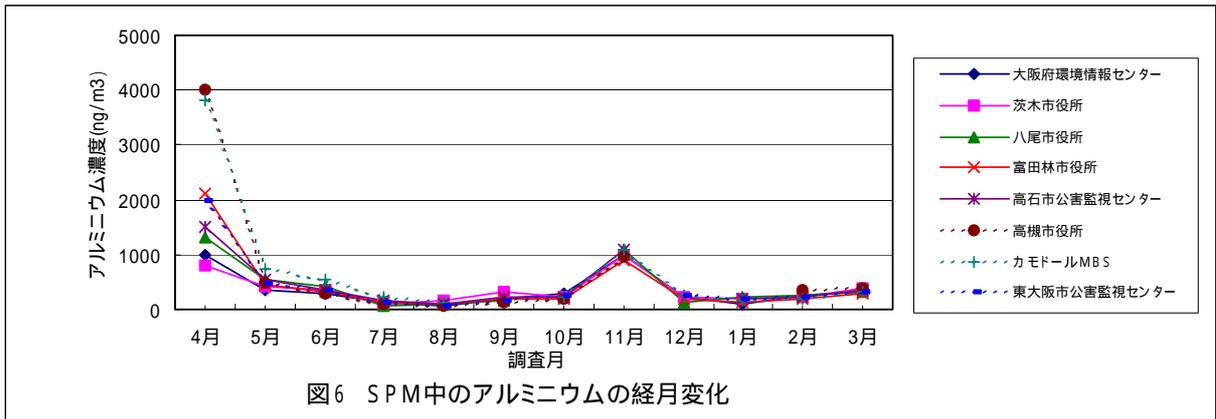
#### (5)PAHs

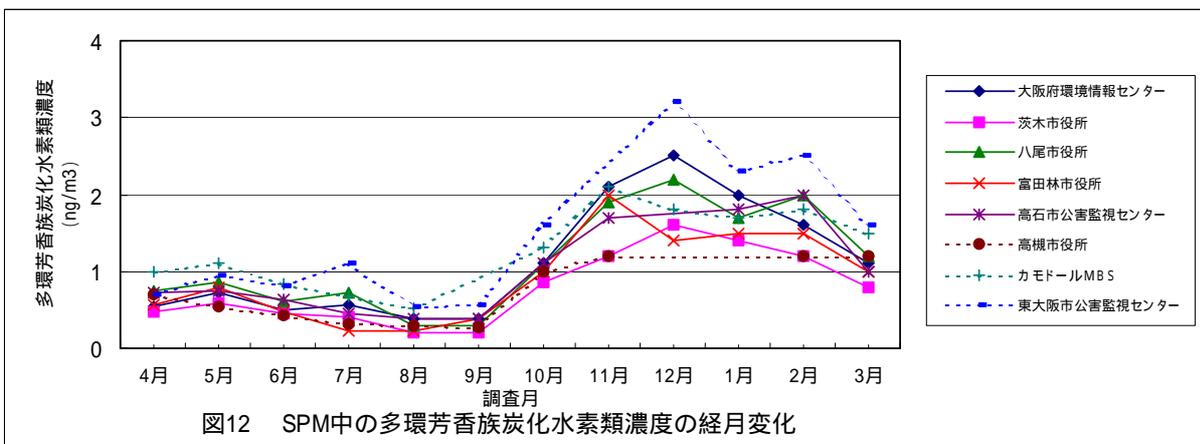
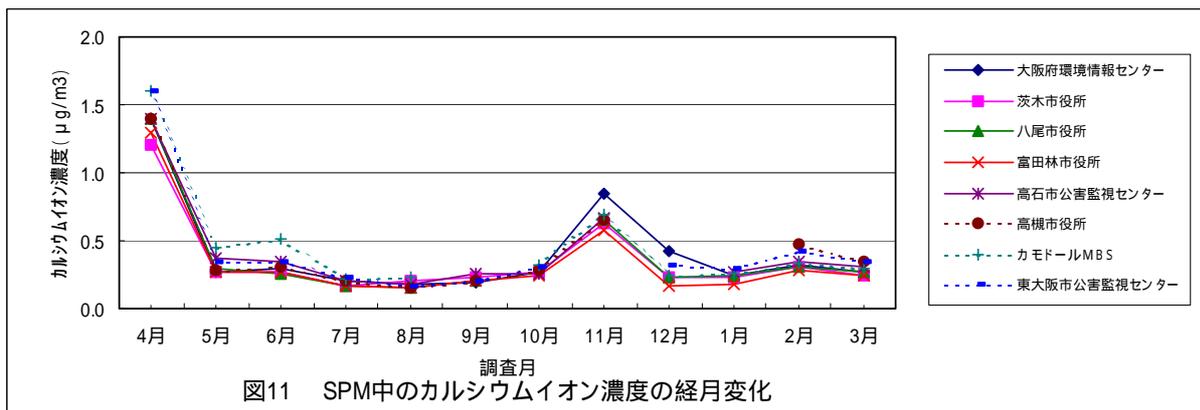
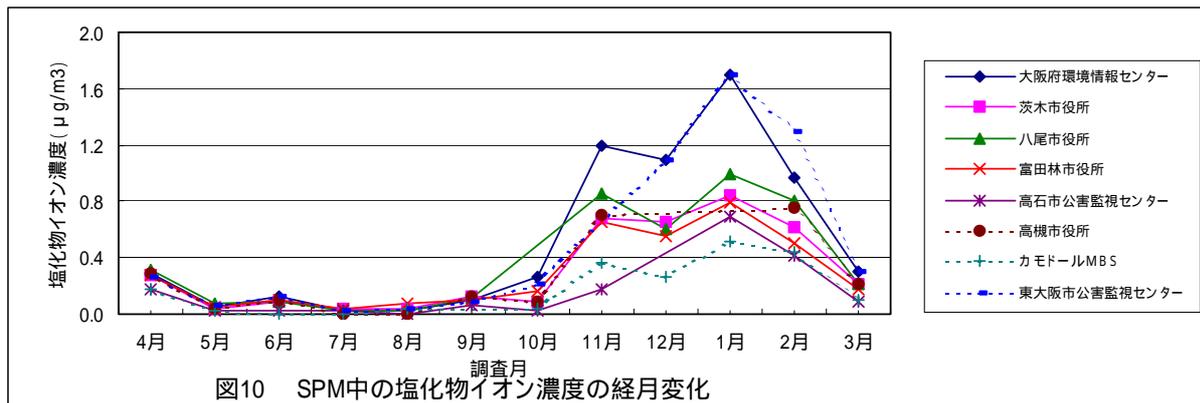
PAHsの経月変化について、図12に示した。PAHsは、夏季に低濃度で冬季から春季には高濃度となった。これは、前述のCl<sup>-</sup>等と同様、ガスと粒子の平衡関係によるものと考えられる。

表1 SPM濃度及びSPM中の各成分濃度の年度平均値(ng/m<sup>3</sup>)の総括表

項目	一般環境測定局					自動車排ガス測定局			
	大阪府環境情報センター	茨木市役所	八尾市役所	富田林市役所	高石市公害監視センター	高槻市役所	カモドールMBS	東大阪市公害監視センター	
	(大阪市内)	(茨木市内)	(八尾市内)	(富田林市内)	(高石市内)	(高槻市内)	(高石市内)	(東大阪市内)	
浮遊粒子状物質(SPM)	36200	33200	34200	32200	34900	39000	42600	40400	
ベリリウム(Be)	0.087	0.093	0.021	0.015	0.020	0.022	0.019	0.021	
ナトリウム(Na)	560	440	460	390	590	510	580	480	
マグネシウム(Mg)	110	100	120	110	130	180	190	110	
アルミニウム(Al)	350	370	420	430	450	700	700	400	
カリウム(K)	340	300	320	290	330	350	390	320	
カルシウム(Ca)	240	200	220	210	270	280	340	230	
スカンジウム(Sc)	1.7	0.80	2.8	1.7	0.28	1.3	2.5	1.7	
チタン(Ti)	42	35	47	31	39	45	60	43	
バナジウム(V)	4.9	3.2	4.1	3.1	9.1	3.3	6.5	4.4	
クロム(Cr)	4.9	3.2	4.9	2.4	3.4	3.3	4.0	4.8	
マンガン(Mn)	24	17	22	17	23	19	25	24	
鉄(Fe)	630	480	580	410	570	650	700	570	
コバルト(Co)	0.87	0.35	0.36	0.25	0.63	0.28	0.45	0.42	
ニッケル(Ni)	3.7	3.0	3.9	2.3	14	2.2	13	5.3	
銅(Cu)	1.7	1.1	1.1	7.2	1.1	1.8	2.7	1.9	
亜鉛(Zn)	120	62	98	62	99	73	97	110	
ガリウム(Ga)	0.79	0.67	0.67	0.52	0.90	0.84	1.3	0.80	
ゲルマニウム(Ge)	0.14	0.092	0.080	0.046	0.057	0.074	0.090	0.070	
ヒ素(As)	2.7	1.4	1.4	1.2	1.5	1.4	1.5	1.7	
セレン(Se)	1.4	1.1	0.70	0.61	0.76	0.79	0.72	0.80	
ストロンチウム(Sr)	6.1	5.3	5.1	4.3	6.0	5.9	7.7	6.5	
イットリウム(Y)	0.14	0.17	0.082	0.073	0.15	0.094	0.13	0.072	
モリブデン(Mo)	1.4	0.75	1.3	0.76	3.3	1.4	2.7	1.0	
銀(Ag)	3.8	1.8	6.0	1.5	3.3	1.8	24	30	
カドミウム(Cd)	0.94	0.58	0.67	0.56	0.66	0.52	0.68	0.96	
スズ(Sn)	4.6	4.1	2.9	2.0	2.7	3.7	3.0	4.0	
アンチモン(Sb)	4.7	4.9	3.4	2.5	3.0	6.9	5.7	5.4	
テルル(Te)	0.081	0.074	0.014	0.016	0.025	0.011	0.021	0.025	
セシウム(Cs)	0.21	0.19	0.13	0.11	0.14	0.14	0.15	0.14	
バリウム(Ba)	30	25	25	19	31	42	68	38	
ランタン(La)	0.36	0.33	0.22	0.14	0.24	0.24	0.32	0.24	
セリウム(Ce)	0.87	0.84	0.74	0.55	0.76	0.89	0.93	0.84	
プラセオジウム(Pr)	0.13	0.13	0.039	0.023	0.042	0.044	0.060	0.049	
ネオジウム(Nd)	0.24	0.24	0.15	0.11	0.16	0.20	0.25	0.15	
サマリウム(Sm)	0.11	0.11	0.024	0.019	0.025	0.032	0.041	0.036	
ユーロピウム(Eu)	0.070	0.075	0.004	0.004	0.004	0.007	0.007	0.004	
ガドリニウム(Gd)	0.087	0.083	0.018	0.016	0.020	0.020	0.027	0.024	
テルビウム(Tb)	0.069	0.075	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	
ジスプロシウム(Dy)	0.080	0.088	0.016	0.018	0.020	0.019	0.027	0.016	
ホルミウム(Ho)	0.070	0.074	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	
エルビウム(Er)	0.079	0.081	0.008	0.009	0.009	0.011	0.015	0.008	
テリウム(Tm)	0.069	0.073	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
イットリビウム(Yb)	0.074	0.079	0.008	0.007	0.009	0.012	0.015	0.009	
ルテチウム(Lu)	0.069	0.073	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
タンタム(Ta)	1.2	1.3	0.74	0.53	0.42	2.2	0.57	0.65	
タングステン(W)	0.13	0.13	0.061	0.061	0.079	0.057	0.079	0.079	
鉛(Pb)	35	22	28	21	32	37	27	36	
ビスマス(Bi)	0.67	0.44	0.60	1.9	1.2	0.43	1.2	0.58	
トリウム(Th)	0.086	0.10	0.030	0.025	0.039	0.041	0.060	0.030	
ウラン(U)	0.085	0.10	0.036	0.044	0.055	0.061	0.073	0.060	
塩化物イオン(Cl <sup>-</sup> )	510	310	370	290	150	230	180	470	
亜硝酸イオン(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	40	50	50	50	90	140	50	100	
硝酸イオン(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2500	2200	2500	2100	2100	1900	2400	2800	
硫酸イオン(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	5200	4600	4600	4800	5800	5600	5600	5700	
ナトリウムイオン(Na <sup>+</sup> )	640	510	530	470	670	580	650	600	
アンモニウムイオン(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	1600	1400	1400	1500	1500	1400	1400	1800	
カリウムイオン(K <sup>+</sup> )	240	210	220	220	220	230	260	240	
マグネシウムイオン(Mg <sup>2+</sup> )	100	89	89	79	100	100	110	100	
カルシウムイオン(Ca <sup>2+</sup> )	410	360	390	340	420	430	470	420	
全炭素(T-C)	7000	7200	7100	6900	7200	12000	11000	10000	
元素炭素(E-C)	4300	3800	3400	3300	3900	7800	6600	6800	
有機性炭素(O-C)	2800	3300	3700	3700	3300	3900	4100	3700	
多環芳香族炭化水素類(PAHs)	1.1	0.77	1.1	0.93	0.98	1.0	1.3	1.5	
ベンゾ(a)ピレン	0.15	0.10	0.15	0.13	0.13	0.09	0.17	0.18	
ベンゾ(b)フルオランテン	0.45	0.32	0.47	0.38	0.40	0.31	0.51	0.58	
ベンゾ(k)フルオランテン	0.17	0.11	0.17	0.14	0.15	0.31	0.19	0.23	
ベンゾ(ghi)ペリレン	0.35	0.24	0.35	0.28	0.30	0.31	0.42	0.45	







#### (6)平成 13 年度との比較

一般局及び自排局におけるSPM濃度及びSPM中の各主要成分濃度の年度平均値について、平成13年度と比較した結果を表2に示した。

SPM濃度の13年度比は1.0であり、年度間変動はみられなかった。

各成分について13年度比が低い値(0.9以下)となった項目は、一般局におけるAl、V、Cu、As、Cl及びPAHs、自排局におけるV、Cu、As、Se、Cl及びPAHsであった。特に、Asの13年度比が一般局で0.73、自排局で0.75と低い値となったが、全地点において平成14年度の平均値が平成13年度よりも低い値であった。

一方、13年度比が高い値(1.1以上)となった項目は、一般局におけるCr及びAg、自排局におけるNi及び

Agであった。特に、Agについては、平成14年度に全地点において比較的高濃度になったことに加え、東大阪市公害監視センターにおいて、近隣の銀回収再生事業所と思われる影響により、平成14年度にかなり高濃度になったという局地的な要因が考えられる。

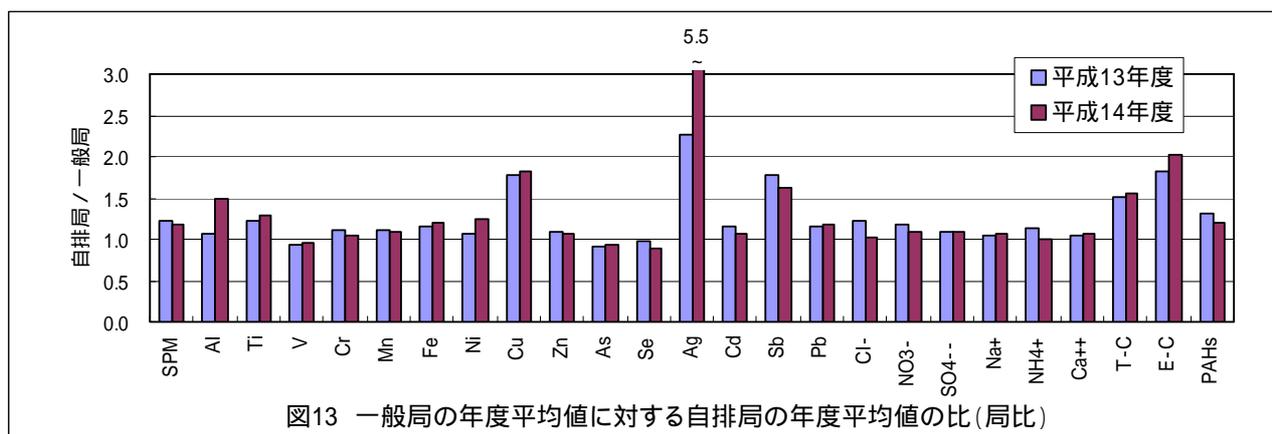
#### (7)一般局と自排局との比較

SPM濃度及びSPM中の各主要成分濃度について、平成13年度及び14年度における一般局の年度平均値に対する自排局の年度平均値の比((自排局/一般局):以下「局比」という)を図13に示した。

局地的な影響が大きいAgを除くほとんどの成分について、両年度の局比はほぼ一定であった。このことから、局比は年度間で変動しないものと考えられる。

表2 年度平均値に関する平成13年度と平成14年度との比較

項目		一般環境測定局			自動車排出ガス測定局		
		平成13年度 (ng/m <sup>3</sup> )	平成14年度 (ng/m <sup>3</sup> )	H14/H13 比	平成13年度 (ng/m <sup>3</sup> )	平成14年度 (ng/m <sup>3</sup> )	H14/H13 比
浮遊粒子状物質	SPM	33000	34000	1.03	40000	40000	1.00
金属類	Al	530	400	0.75	560	600	1.07
	Ti	42	39	0.93	51	50	0.98
	V	5.9	4.9	0.83	5.5	4.7	0.85
	Cr	3.4	3.8	1.12	3.8	4.0	1.05
	Mn	20	21	1.05	22	23	1.05
	Fe	550	530	0.96	630	640	1.02
	Ni	5.3	5.5	1.04	5.7	6.8	1.19
	Cu	14	12	0.86	25	22	0.88
	Zn	91	89	0.98	100	94	0.94
	As	2.2	1.6	0.73	2.0	1.5	0.75
	Se	0.97	0.91	0.94	0.95	0.80	0.84
	Ag	2.2	3.3	1.50	5.0	18	3.60
	Cd	0.77	0.68	0.88	0.89	0.72	0.81
Sb	3.9	3.7	0.95	6.9	6.0	0.87	
Pb	32	28	0.88	37	33	0.89	
イオン成分	Cl-	430	330	0.77	530	340	0.64
	NO3-	2300	2300	1.00	2700	2500	0.93
	SO4--	5300	5000	0.94	5800	5400	0.93
	Na+	620	560	0.90	650	600	0.92
	NH4+	1500	1500	1.00	1700	1500	0.88
	Ca++	440	400	0.91	460	430	0.93
炭素成分	T-C	7300	7100	0.97	11000	11000	1.00
	E-C	3900	3700	0.95	7100	7500	1.06
多環芳香族炭化水素類	PAHs	1.6	1.0	0.63	2.1	1.2	0.57



また、局比が著しく大きい値であった項目は、Cu、Sb 及び元素状炭素であった。Cu 及び Sb については、局比が両年度とも 1.6~1.8 であり、前述のとおり、いずれもブレーキのライニングに素材として含有していることが原因と考えられる。また元素状炭素は、局比が平成13年度には1.8、14年度には2.0であったが、前述のとおりディーゼル排気粒子の主要成分であることが原因と考えられる。

以上のことから、Cu、Sb 及び元素状炭素は、自排局に特徴のある指標成分と考えられる。

### 3.2 PM 及び PM 中各成分の粒径分布

平成14年4、7、11月及び平成15年1月に一般局(大阪府環境情報センター)及び自排局(東大阪市公害監視センター)において、An で粒径別に分級採取したPM及びPM中の各成分について得られた粒径分

布について、以下に述べる。

なお、一般局の大阪府環境情報センターで得られた平成14年7月のデータは、試料採取時にAnの不具合が生じたため、棄却した。

#### (1)PMの粒径分布

PM濃度を表3に、一般局と自排局におけるPMの粒径分布を図14に示した。

PMの粒径分布は、平成13年度と同様、約2µmを境として微小粒子側と粗大粒子側に分かれた二山型の粒径分布を示した。一般的に、粗大粒子側にあるものは主として土壌粒子や海塩粒子等、自然起源に由来し、微小粒子側にあるものは主として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等、人為的発生源に由来すると考えられている。

また、4月 は両地点とも粗大粒子（粒径  $2.1\mu\text{m}$  以上）の濃度が微小粒子（粒径  $2.1\mu\text{m}$  未満）の濃度より大きく上回ったが、これは黄砂の影響によるものと考えられる。

### (2) 炭素成分の粒径分布

PM 中の全炭素、元素状炭素及び有機性炭素の粒径分布について、一般局及び自排局の年度平均値を図 15 に示した。全炭素は、若干微小粒子側に偏った二山型の分布を示した。元素状炭素は、粗大側に小さいピークがあるものの、微小粒子側に偏った分布を示した。また、有機性炭素は、二山型の粒径分布を示した。さらに、一般局と自排局を比較すると、粒径分布は同様であるが、全体的に一般局よりも自排局の方が高濃度であった。

通常、微小粒子側には人為的な発生源によるものが多いとされているが、これらの結果からも、元素状炭素は、ディーゼル排ガスをはじめとする微小粒子等、人為的発生源による寄与が大きいものと考えられる。

### (3) 金属類の粒径分布

PM 中の金属類の粒径分布については、既報<sup>3)</sup>に詳細を報じたところであるが、本報では、金属類の各成分の一般局における年度平均値について、図 16 から図 18 に示した。

Al、Fe 及び Ti は、いずれも粗大粒子側に偏った分布を示し、同様の傾向が Cr 及び Cu にもみられた。Cu を除くこれらの成分は、自然的発生源による寄与が大きいものと考えられる。しかし、Cu は、ブレーキのライニング素材が摩耗したものの影響があるといわれており<sup>7)</sup>、それにより粗大粒子側に偏ったものと考えられる。

As、Se 及び Cd は、いずれも微小粒子側に偏った分

布を示し、同様の傾向が V 及び Pb にもみられた。

これらの成分は、人為的発生源による寄与が大きいものと考えられる。

また、Mn、Ag 及び Sb は、微小粒子側と粗大粒子側にピークを持つ二山型の分布を示した。これらの成分は、自然発生源と人為的発生源による寄与を併せもったものと考えられる。

### (4) イオン成分の粒径分布

PM 中のイオン成分の粒径分布について、各成分の一般局における年度平均値を、図 19 及び図 20 に示した。

$\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$  及び  $\text{Ca}^{2+}$  は、いずれも粗大粒子側に偏った分布を示した。 $\text{Cl}^-$  及び  $\text{Na}^+$  は、海塩粒子等自然発生源によるものが大きく、また、 $\text{Ca}^{2+}$  は前述のとおり土壌成分等に由来しているため、粗大粒子に偏ったものと考えられる。

また、 $\text{NO}_3^-$  は、冬季にはガス - 粒子の平衡が粒子側に偏っているため二次生成粒子が増加し、微小粒子側に偏ったが、年度平均では粗大粒子側に偏りを示した。

また、 $\text{NH}_4^+$  及び  $\text{SO}_4^{2-}$  は、微小粒子側に偏った分布を示した。 $\text{NH}_4^+$  は燃焼などによる  $\text{NH}_3$  ガスに起因するものであり、 $\text{SO}_4^{2-}$  は、石油等の燃焼由来が大きく、いずれも人為的発生源による寄与が大きいものと考えられる。

### (5) PAHs の粒径分布

PM 中の PAHs の粒径分布について各成分の一般局における年度平均値を図 21 に示した。

PAHs は、微小粒子側に偏った分布を示した。

ベンゾピレン等は、ディーゼル排気粒子に含有されており、人為的発生源による寄与が大きいことによるものと考えられる。

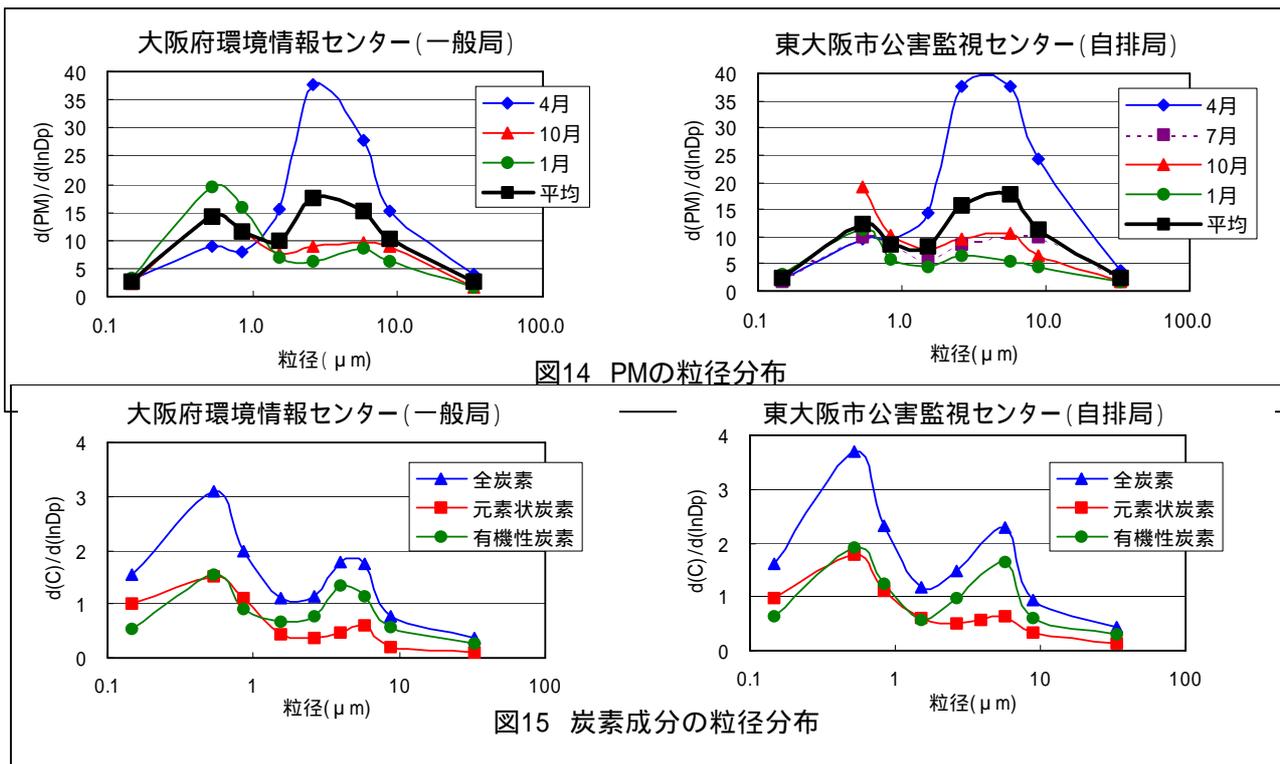
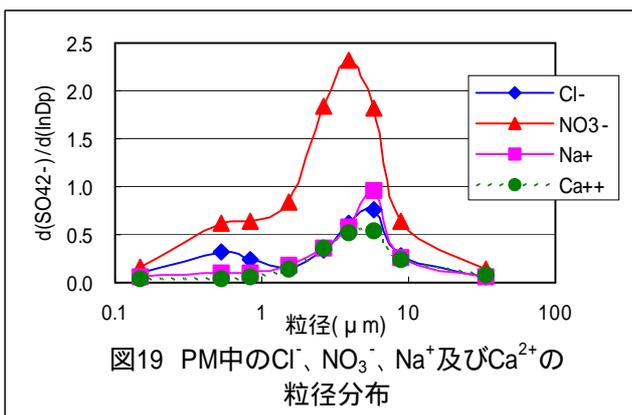
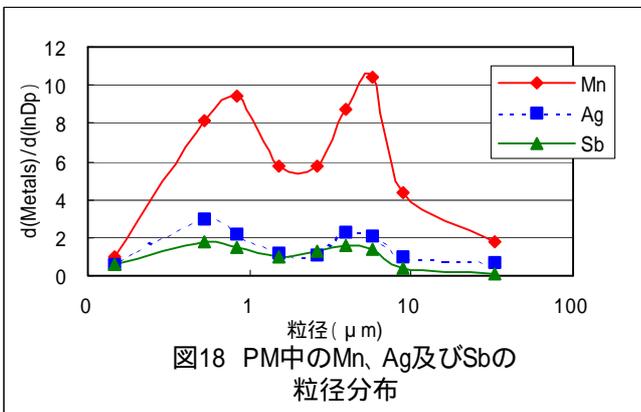
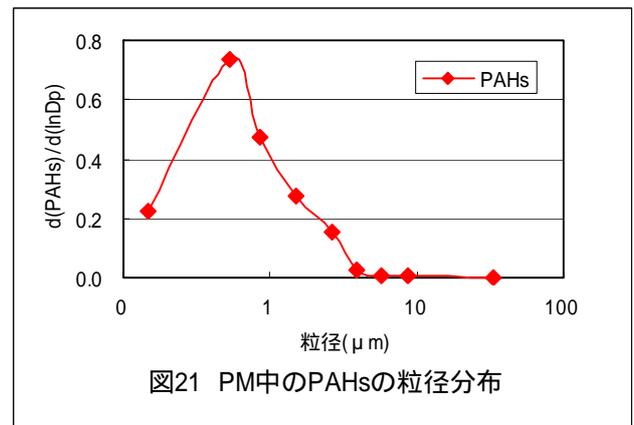
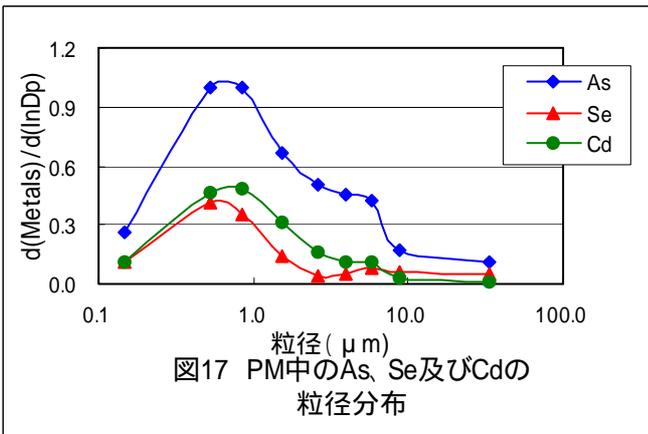
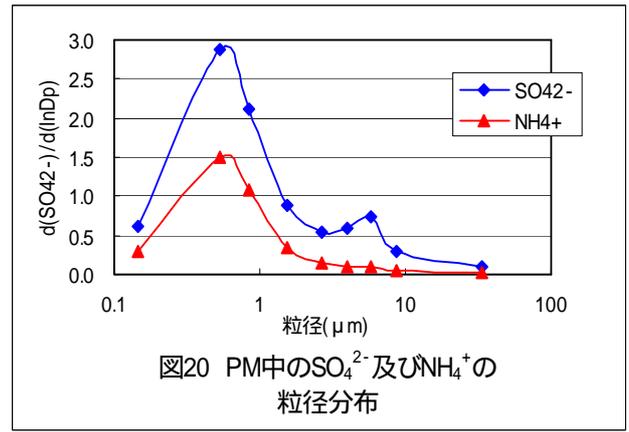
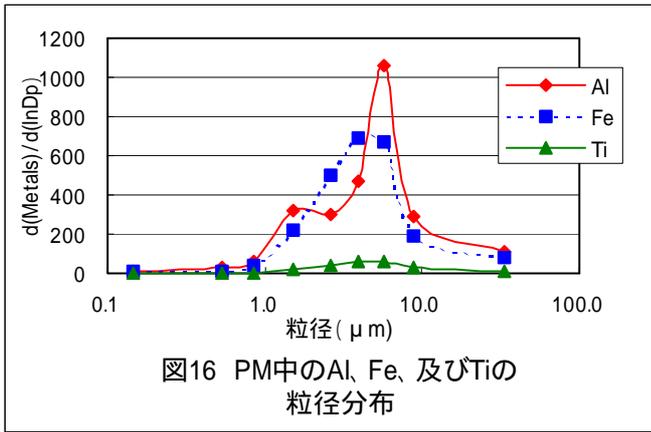


図14 PMの粒径分布

図15 炭素成分の粒径分布



#### 4. まとめ

今回（平成 14 年度）の浮遊粒子状物質調査により以下の知見が得られた。

（SPM 濃度及び SPM 中成分濃度）

- (1) SPM 濃度は、概して夏季に低く、冬季と春季に高いという結果が得られた。これは、冬季に形成される移動性高気圧の影響及び例年春先に発生する黄砂の影響によるものと考えられる。
- (2) SPM 濃度は、一般局と比較して自排局の方が高い値を示す傾向がみられた。
- (3) SPM 中の炭素成分は、一般局と比較して自排局の方が高い値を示した。特に、元素状炭素は、ディーゼル排ガス等の影響で、その傾向が顕著であった。
- (4) Ni 及び V は、臨海工業地域において特異的に高濃度を示した。これらの成分は、石油精製工業に特徴的な指標成分と考えられる。
- (5) Al, Ti, Mn, Fe, Sr, Ba 及び Ca<sup>2+</sup>等は、黄砂期に高濃度を示した。これらの成分は、土壌に特徴的な

- 指標成分と考えられる。
- (6) Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、及び PAHs 等は、夏季に低く、冬季から春季に高いという結果が顕著にみられた。これは、微小粒子のガスと粒子の平衡関係によるものと考えられる。
- (7) 一般局での年度平均値に対する自排局での年度平均値の比(局比)が著しく大きい値であった項目は、Cu、Sb(いずれも自動車のブレーキライニングの素材に含有)及び元素状炭素(ディーゼル排気粒子の主要成分)であった。これらは自排局に特徴的な指標成分と考えられる。

(PM 及び PM 中成分の粒径分布)

- (1) PM の粒径分布は、約 2 μm を境とする二山型の分布を示した。
- (2) 各成分の粒径分布は、表 4 に示すとおり、主に自然発生源に由来する粗大粒子型、主に人為的発生源に由来する微小粒子型、及び自然発生源と人為的発生源による寄与を併せ持った二山型の 3 種類の分布に分類された。

表 4 PM 及び PM 中成分の粒径分布

分布	特徴	成分
微小粒子に偏った分布	主に人為的起源の可能性が高い	V、As、Se、Cd、Pb、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、元素状炭素、多環芳香族炭化水素類
粗大粒子に偏った分布	主に自然起源の可能性が高い	Al、Ti、Cr、Fe、Cu、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup>
二山型の分布		Mn、Ag、Sb、全炭素

## 謝 辞

本調査を遂行するにあたって、試料採取等に御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) 大阪府環境情報センター：平成 13 年度浮遊粒子状物質調査報告書
- 2) 大阪府環境情報センター：平成 14 年度浮遊粒子状物質調査報告書
- 3) 中村 智：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、大阪府環境情報センター所報、23、p57～65、(2003)
- 4) 宮本 弘子：大気粉じん中の炭素成分の分析(第 1 報) 総炭素、元素状炭素及び有機性炭素の分析精

- 度、大阪府環境情報センター所報、14、p47～52、1993)
- 5) 社団法人日本自動車工業会：浮遊粒子状物質と微小粒子の知識と対策
  - 6) 滝 優人：ICP-AES による原油中の Ni、V の定量について (HP より引用)
  - 7) 溝畑 朗：道路沿道における大気浮遊粒子状物質の物理的・化学的特性、大気環境学会誌、35(2)、p77～102、(2000)
  - 8) 秋山 薫：浮遊粒子状物質中の水溶性成分の粒径分布、東京都環境科学研究所年報、p22～28、(1999)
  - 9) 秋山 薫：東京都における浮遊粒子状物質中の水溶性成分、東京都環境科学研究所年報、p3～6、(2000)