

福岡市における浮遊粒子状物質の動向について (第1報)

古賀 公泰¹・渡邊 政彦¹・篠塚 正義¹
古川 滝雄²・高原 啓二²

The variation and characteristics of Suspended Particulate Matter in Fukuoka City

Kimiyasu KOGA, Masahiko WATANABE,
Masayoshi SHINOZUKA, Takio FURUKAWA and Keiji TAKAHARA

浮遊粒子状物質 (SPM) の汚染実態の特徴を知る目的で, 平成7年度に市内自動車排出ガス測定局2地点及び衛生試験所 (以下衛試と略す。) の3地点でSPMの測定を行った。

その結果, 自動車排ガス測定局の平尾局, 西新局においては自動車による土壌系粒子の巻き上げ及びディーゼル車による排ガスの影響を受け, また住工混在の状況にある衛試においては印刷・鉄工所の影響も考えられるなど若干の知見が得られたので報告する。

Key Words : 浮遊粒子状物質 (SPM) Suspended Particulate Matter,
大気汚染 Air pollution, 排ガス Flue gas, 微小粒子 Fine Particle
粗大粒子 Coarse Particle, 海塩 Sea Salt, 土壌 Soil, デーゼル車 Diesel Car
窒素酸化物 (NOx) Nitrogen Oxides

I はじめに

福岡市をはじめ大都市域における浮遊粒子状物質 (以下SPM と略す。) の環境基準達成率は非常に低く, その対策が急がれているところであるが, 発生源の多様さや生成機構の複雑さ等から極めて困難になっているのが現状である。

そこで福岡市におけるSPMによる大気汚染の実態を明らかにし対策に資するために平成6年から5ヶ年計画でSPM調査を開始した。平成7年度は市内3地点で環境大気中のSPM測定を行ったので地点別SPM濃度の経月変化及び成分等の特徴を報告する。

II 調査内容

1. 調査期間

平成7年4月1日~平成8年3月31日

2. 調査地点

図1に示す市内3地点で行った。自動車排出ガス測定

1. 福岡市衛生試験所 理化学課
2. 福岡市環境局環境保全部大気騒音課

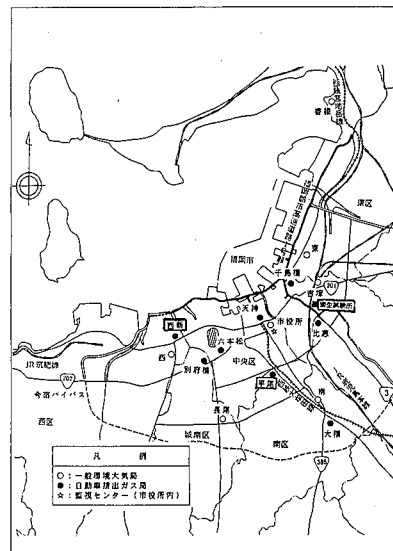


図1 地点図

局 (以下自排局と略す。) である平尾局は比較的交通量が多い県道の交差点に位置している。同じ自排局である西新局は, 非常に交通量が多い道路に面し, 自動車排ガスの影響を直接受け, 周辺には大型店舗やマンション等がある。

また、衛試は住工混在地の中にあり、周辺には印刷・鉄工所等が散在し、交通量が多い通りからはずれている。なお、衛試は地上約10mの高さで測定した。

3. 調査方法

粒子状物質の採取は、アンダーセン・ロー・ボリュウム・エア・サンプラーで1ヶ月毎に、またアンダーセンの段構成は3段とし粒径2～11ミクロン（以下粗大粒子とする。）と粒径2ミクロン以下（以下微小粒子とする。）の粒径範囲別にシリカ繊維ろ紙上に分級捕集した。

分析方法は①水溶性イオン成分（ Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} ）；超音波抽出後イオンクロマトグラフ法、②金属成分（Cd、Fe、Mn、Pb、V、Zn）；塩酸＋過酸化水素分解後ICP発光分析法、③炭素成分（全炭素T-C、有機炭素O-C、元素炭素E-C）；熱分離式炭素分析法（福岡県保健環境研究所分析）により行った。

なお、①②③以外の成分を不明成分（以下UNKNOWNと略す。）とした。

III 結果及び考察

1. SPMの季節変動

地点別SPM濃度の季節変動は、図2に示すようにどの地点も夏に低く冬から春にかけて高くなるなど、どの地点も同様の傾向を示し、極端な違いはみられなかった。

一般には大気安定する冬期の方がSPMは高いといわれており、¹⁾本市も同様の結果が得られた。

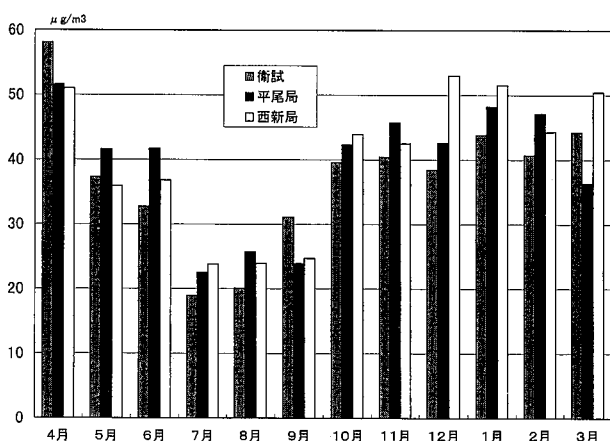


図2 地点別SPM濃度

2. SPMの濃度比較

地点別成分の月平均濃度は図3に示すように西新局が $40.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く、次いで平尾局、衛試の順であった。

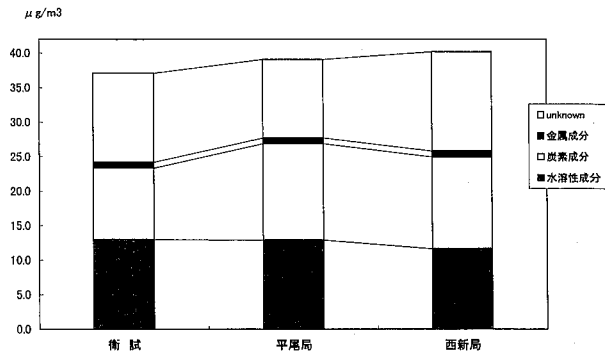


図3 地点別成分月平均濃度

水溶性成分濃度は衛試が平尾局、西新局に比べ多いが金属成分濃度については、3地点ともほとんど差は見られなかった。炭素成分濃度については平尾局と西新局が衛試よりも多いのが特徴である。

3. 水溶性成分比較

水溶性イオン成分中の比率を見ると最も高かったのは、3地点とも硫酸イオンで次いで硝酸イオン、アンモニウムイオンの順であった。

カルシウムイオン濃度は西新局において月平均が7.3%と平尾局、衛試に比べ高い特徴がある。これは自動車交通量等の差によって土壌系粒子の巻き上げが同じ自排局の平尾局よりも多かったものと推測される。（表1-1, 2, 3）

塩素イオン濃度については図4に示すように季節変化が顕著である。特に夏期に濃度が低く初秋から冬にかけて著しく高くなっている。

これは、大気SPM中の Cl^- は主に海陸風による海塩及び塩化アンモニウム粒子によると考えられ、寒候期に観測される高濃度の Cl^- は、ガス状の NH_3 と HCl から生成する NH_4Cl 粒子によるものと考えられている。しかも、この粒子の生成は気温や湿度と関係があり、最低気温が 20°C 前後以上になるとほとんど観測されず、また夏期には海塩粒子に由来する Cl^- も「海塩粒子の塩素損失」によって粒子から著しく低下するとも言われている²⁾ことから推測される。硝酸イオン濃度については夏期の濃度が低く、秋から冬にかけて高くなっている。（図5）

この硝酸イオン濃度の経月変化は、図6に示すように自排局及び一般局で測定している大気中の窒素酸化物濃度の経月変化と同様の傾向を示しており、SPM中の硝酸イオン濃度は気象条件に密接に関係している³⁾ことがわかれ、大気中の窒素酸化物がSPMへの取り込みがどのように行われるかを検討することは今後の課題と考える。

表 1-1 水溶性成分比率 (衛試)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	水溶性成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	水溶性成分/SPM	水溶性成分比率 (%)									
				Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	
4月	58.1	18.8	(32.4%)	6.2	9.5	2.1	1.2	4.5	4.6	0.4	18.8	52.8	
5月	37.3	11.2	(30.1%)	5.5	10.7	2.6	1.1	4.3	4.5	0.4	14.2	56.8	
6月	32.7	13.6	(41.6%)	4.9	11.3	2.5	0.9	2.5	0.6	1.2	11.7	64.4	
7月	18.9	8.5	(44.8%)	7.0	11.6	2.0	1.1	2.0	3.6	1.3	8.6	62.7	
8月	20.1	7.4	(36.6%)	7.0	12.8	3.2	1.2	2.4	1.2	1.2	2.8	68.2	
9月	31.1	11.7	(37.5%)	7.3	10.7	2.2	1.2	2.5	6.8	0.2	14.6	54.6	
10月	39.6	12.1	(30.5%)	6.5	8.8	2.5	1.1	3.7	5.0	0.3	15.9	56.1	
11月	40.4	14.3	(35.5%)	6.9	9.7	3.3	1.1	4.3	7.0	0.9	16.2	50.5	
12月	38.4	12.6	(32.9%)	6.1	11.2	2.1	1.1	3.6	10.1	0.0	21.9	43.9	
1月	43.8	15.2	(34.8%)	5.3	12.0	2.0	1.0	3.4	8.6	0.0	25.9	41.6	
2月	40.7	15.7	(38.5%)	6.1	6.7	1.0	1.0	3.0	9.7	1.0	26.4	45.1	
3月	44.2	14.6	(33.1%)	7.0	9.0	1.3	1.2	3.9	8.9	0.0	19.1	49.6	
平均	37.1	13.0	(35.7%)	6.3	10.3	2.2	1.1	3.3	5.9	0.6	16.3	53.9	

表 1-2 水溶性成分比率 (平尾局)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	水溶性成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	水溶性成分/SPM	水溶性成分比率 (%)									
				Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	
4月	51.6	16.1	(31.1%)	4.3	11.2	2.2	0.9	3.7	1.6	0.6	18.6	56.9	
5月	41.6	12.7	(30.5%)	5.3	10.2	2.5	1.1	4.5	5.6	1.4	14.6	54.9	
6月	41.7	13.0	(31.1%)	4.4	13.0	2.8	0.7	2.5	0.8	0.6	10.1	65.0	
7月	22.5	7.2	(31.9%)	6.9	11.1	2.1	1.2	2.6	1.3	0.6	5.8	68.3	
8月	25.7	7.6	(29.5%)	6.3	13.0	3.2	1.3	3.2	1.0	1.4	4.4	66.1	
9月	23.9	7.8	(32.4%)	7.7	12.2	2.5	1.3	3.4	2.1	1.0	11.8	58.0	
10月	42.3	14.7	(34.8%)	6.5	9.4	2.6	1.1	4.9	5.6	0.2	16.5	53.1	
11月	45.7	15.1	(33.1%)	7.3	8.4	3.2	1.3	5.9	5.6	0.6	20.2	47.5	
12月	42.6	14.8	(34.7%)	5.4	10.3	2.2	1.1	4.3	11.0	0.0	23.6	42.1	
1月	48.2	14.6	(30.3%)	3.4	10.5	1.2	0.6	2.9	10.1	0.0	30.3	41.0	
2月	47.1	16.4	(34.8%)	5.5	10.2	1.8	1.0	4.2	8.6	0.2	27.5	41.0	
3月	36.3	14.6	(40.3%)	6.0	8.6	1.5	1.1	4.5	7.6	0.0	22.1	48.5	
平均	39.1	12.9	(32.9%)	5.8	10.7	2.3	1.1	3.9	5.1	0.6	17.1	53.5	

表 1-3 水溶性成分比率 (西新局)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	水溶性成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	水溶性成分/SPM	水溶性成分比率 (%)									
				Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	
4月	51.0	15.7	(30.8%)	5.0	11.0	2.3	0.9	3.5	0.3	3.6	15.1	58.3	
5月	35.9	12.4	(34.5%)	4.9	10.9	2.4	0.9	4.0	3.8	1.8	11.9	59.4	
6月	36.8	13.0	(35.4%)	5.0	11.6	2.5	1.0	4.4	0.8	0.5	10.0	64.3	
7月	23.8	7.1	(29.7%)	8.3	10.3	1.9	1.3	3.9	3.7	3.8	9.3	57.5	
8月	23.9	6.6	(27.8%)	6.9	12.6	2.6	1.2	3.4	1.9	1.5	6.1	63.8	
9月	24.7	8.4	(34.0%)	8.0	13.4	2.1	1.3	3.9	9.5	2.7	10.8	48.3	
10月	43.9	11.9	(27.2%)	7.1	9.2	2.4	1.1	6.4	6.9	1.2	16.9	48.9	
11月	42.5	13.0	(30.7%)	5.9	10.1	3.6	1.1	7.2	5.9	0.6	16.9	48.9	
12月	53.0	13.4	(25.2%)	3.9	9.0	2.3	0.8	17.3	7.6	0.0	16.9	42.3	
1月	51.5	9.5	(18.4%)	3.6	8.1	1.7	0.7	18.2	8.7	0.0	22.4	36.6	
2月	44.3	12.0	(27.0%)	5.2	9.7	1.8	1.01	0.0	8.1	0.0	23.0	41.2	
3月	50.4	16.6	(32.9%)	5.3	9.6	1.8	1.0	5.5	8.2	0.0	19.6	49.0	
平均	40.2	11.6	(29.5%)	5.8	10.4	2.3	1.0	7.3	5.4	1.3	14.9	51.5	

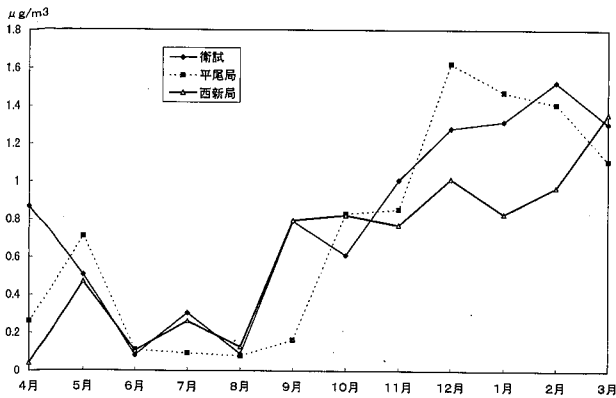


図4 塩素イオン濃度経月変化

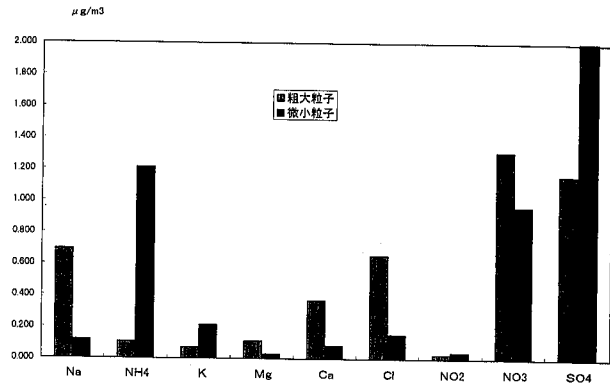


図7 粒径別水溶性イオン成分の平均濃度 (衛試)

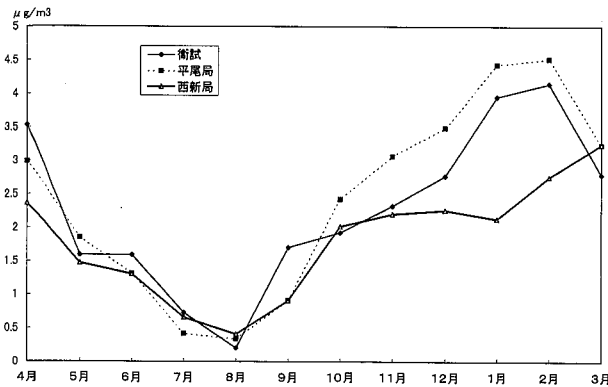


図5 硝酸イオン濃度経月変化

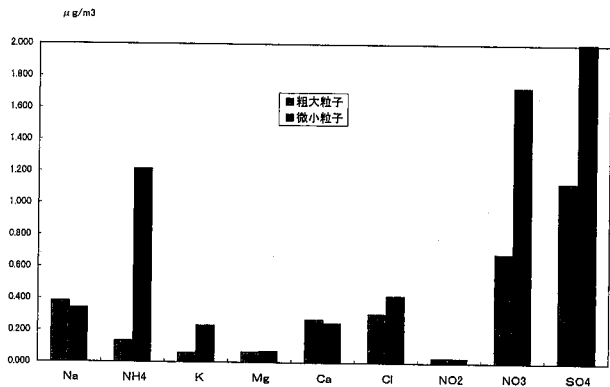


図8 粒径別水溶性イオン成分の平均濃度 (平尾局)

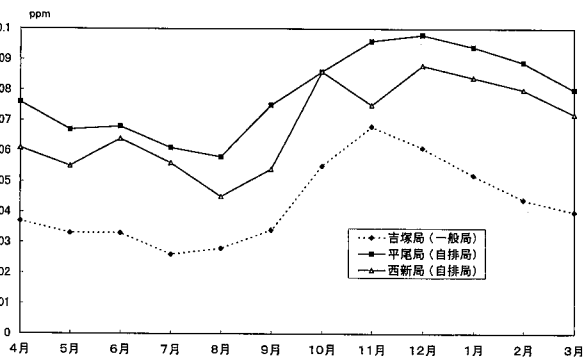


図6 測定局における窒素酸化物濃度

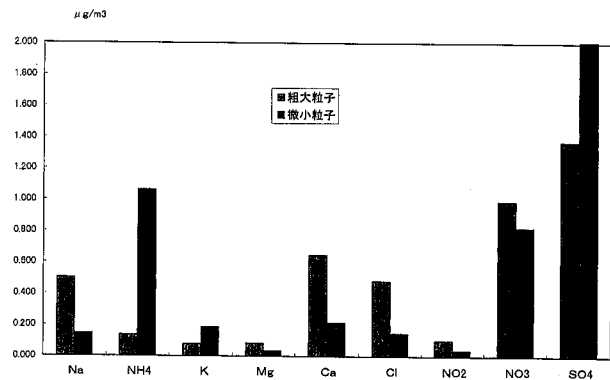


図9 粒径別水溶性イオン成分の平均濃度 (西新局)

3地点における水溶性イオン成分平均濃度の粒径別グラフを図7, 8, 9に示す。

粒径別の特徴として, Na, Mg, Caイオンは粗大粒子側に, またNH₄, K, SO₄イオンは微小粒子側にそれぞれ多く存在し, 3地点とも同様の傾向を示していた。Cl, NO₂及びNO₃イオンについては粗大粒子中または微小粒子中の存在が一定ではない。

4. 金属成分について

SPM粒子中の金属成分の比率は月平均が約2%弱であり, 3地点ともほとんど差がみられなかった。金属成

分中の最も多かったのはFeで次いでZn, Pbの順であった。(表2-1, 2, 3)

金属成分の月平均濃度を図10に示す。Feは西新局がやや高く, これは自動車の走行による土砂の巻き上げの影響でないかと推測される。

一方, 土壌・製鉄業等に関係が深いといわれているCd, Mn, Pb, Znは住工混在地にある衛試がやや高い傾向にあり, また重油に由来するVも若干高くなっているのは, 衛試の近隣にある印刷業・鉄工所等の影響を受けている可能性が推測される。

金属成分を粒径別にみた場合, 3地点とも自然起源主

表 2-1 金属成分比率 (衛試)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	金属成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	金属成分/SPM	金属成分比率 (%)					
				Cd	Fe	Mn	Pd	V	Zn
4月	58.1	1.8	(3.0%)	0.1	79.7	2.2	9.0	0.4	8.6
5月	37.3	1.1	(3.0%)	0.1	79.6	2.3	7.9	0.4	9.6
6月	32.7	1.0	(3.1%)	0.2	77.4	2.2	8.0	0.4	11.8
7月	18.9	0.4	(2.0%)	0.2	70.0	2.5	10.7	0.9	15.8
8月	20.1	0.4	(2.2%)	0.2	73.2	2.4	7.0	0.8	16.4
9月	31.1	0.8	(2.5%)	0.2	72.1	2.6	9.4	0.6	15.1
10月	39.6	0.9	(2.2%)	0.2	73.2	2.2	7.7	0.5	16.4
11月	40.4	0.6	(1.6%)	0.1	76.2	2.2	7.1	0.5	13.8
12月	38.4	0.7	(1.9%)	0.1	75.7	2.2	7.3	0.5	14.1
1月	43.8	0.7	(1.6%)	0.1	78.5	2.0	4.8	0.3	14.3
2月	40.7	0.8	(1.9%)	0.1	76.2	2.2	6.8	0.5	14.2
3月	44.2	1.3	(2.8%)	0.1	82.5	1.7	5.4	0.3	10.0
平均	37.1	0.9	(2.3%)	0.1	76.2	2.2	7.6	0.5	13.3

表 2-2 金属成分比率 (平尾局)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	金属成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	金属成分/SPM	金属成分比率 (%)					
				Cd	Fe	Mn	Pd	V	Zn
4月	51.6	1.5	(2.8%)	0.1	83.6	2.0	6.2	0.4	7.6
5月	41.6	1.1	(2.6%)	0.1	82.8	2.1	7.0	0.4	7.5
6月	41.7	1.0	(2.3%)	0.1	81.9	1.9	6.3	0.4	9.4
7月	22.5	0.4	(1.7%)	0.1	77.5	2.6	6.1	0.6	13.0
8月	25.7	0.5	(1.8%)	0.1	78.4	2.8	6.4	0.5	11.7
9月	23.9	0.5	(2.0%)	0.2	76.5	2.2	8.8	0.5	11.8
10月	42.3	0.9	(2.1%)	0.1	80.1	1.9	5.7	0.4	11.9
11月	45.7	0.9	(2.0%)	0.1	82.8	1.7	5.0	0.3	10.2
12月	42.6	0.7	(1.6%)	0.1	75.8	1.8	7.9	0.4	13.8
1月	48.2	0.8	(1.7%)	0.1	75.8	1.8	10.8	0.3	11.2
2月	47.1	0.8	(1.7%)	0.1	79.6	1.8	5.4	0.4	12.6
3月	36.3	0.8	(2.3%)	0.1	80.3	1.9	7.1	0.3	10.2
平均	39.1	0.8	(2.1%)	0.1	79.6	2.1	6.9	0.4	10.9

表 2-3 金属成分比率 (西新局)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	金属成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	金属成分/SPM	金属成分比率 (%)					
				Cd	Fe	Mn	Pd	V	Zn
4月	51.0	1.4	(2.7%)	0.1	83.2	2.1	5.4	0.4	8.8
5月	35.9	0.8	(2.1%)	0.1	85.0	2.2	3.7	0.4	8.6
6月	36.8	0.7	(1.9%)	0.2	80.1	2.1	6.2	0.5	10.9
7月	23.8	0.4	(1.8%)	0.1	75.2	2.0	10.9	0.5	11.4
8月	23.9	0.4	(1.6%)	0.2	76.2	2.1	7.5	0.5	13.4
9月	24.7	0.6	(2.4%)	0.2	73.6	2.4	10.4	0.5	12.8
10月	43.9	1.1	(2.6%)	0.1	83.0	1.5	3.6	0.3	11.4
11月	42.5	0.8	(1.9%)	0.1	79.1	1.9	5.7	0.3	12.8
12月	53.0	0.8	(1.5%)	0.1	79.3	2.3	5.4	0.3	12.6
1月	51.5	1.3	(2.4%)	0.1	82.4	2.2	3.4	0.2	11.7
2月	44.3	1.1	(2.6%)	0.1	85.4	1.5	4.1	0.3	8.6
3月	50.4	1.0	(1.9%)	0.1	81.7	2.2	5.4	0.3	10.3
平均	40.2	0.9	(2.1%)	0.1	80.4	2.0	6.0	0.4	11.1

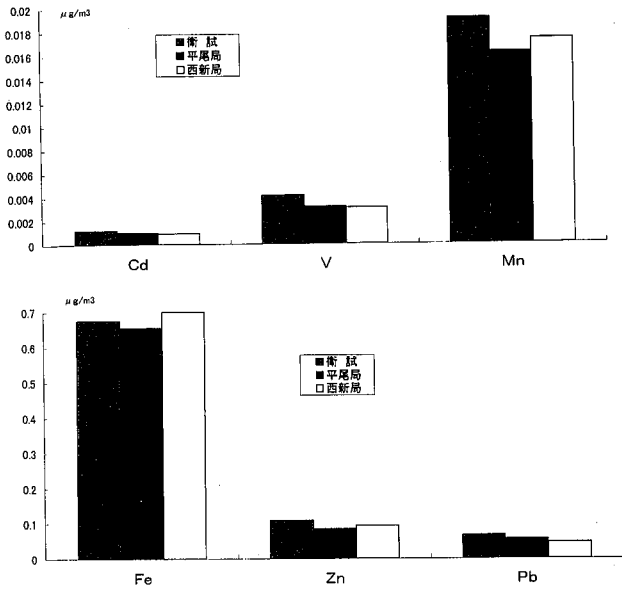


図10 金属成分の月平均濃度

体のFeは粗大粒子側に人為起源のCb, Pb, V, Znについては微小粒子側に区分された。この傾向は他都市の調査結果と同じだった。しかし、Mnについては通常、微小粒子中に多く存在すると言われているが、^{1) 4) 5)}本市の3地点において明確な傾向はみられていない。これはFeと同様の挙動を示しており、土壌成分等の調査が必要と思われる。

5. 炭素成分について

炭素成分はSPM中全体的に含有率が高く、平尾局及び西新局が36%前後、衛試が30%未満を占めており、自動車交通量の多い平尾局、西新局が衛試に比べ高くなっている。(表3-1, 2, 3)

炭素成分を粒径別にみた場合、図11に示すように粗大粒子よりも微小粒子での濃度が圧倒的に高かった。これは自動車排出粒子をはじめとする人為起源の粒子の影響の大きさを反映しているものと考えられ、他都市の調査と同様の結果を示している。

炭素成分中の有機炭素(O-C)と元素炭素(E-C)をみると主に粗大粒子中にはO-Cが多く存在し、微小粒子中にはE-Cが多く、平尾局及び西新局は衛試よりもE-Cの量が多かった。これはディーゼル車による寄与の指標とされているE-Cの量が交通量に比例しているといわれており、自動車排ガスによる影響が顕著に現れていると思われる。

今回の調査の結果、SPM成分比率は表4に示すように水溶性イオン成分は30~35%、金属成分は平均約2%、炭素成分は29%~37%で、これら3成分合計で、SPMの約7割程度が明らかになった。

表3-1 炭素成分比率(衛試)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	炭素成分/SPM	比率(%)	
				E-C	O-C
4月	58.1	14.5	(25.0%)	59.6	40.4
5月	37.3	9.2	(24.6%)	58.6	41.4
6月	32.7	10.7	(32.7%)	58.2	41.8
7月	18.9	6.9	(36.4%)	66.5	33.5
8月	20.1	5.8	(28.9%)	68.4	31.6
9月	31.1	10.1	(32.5%)	63.2	36.8
10月	39.6	13.1	(33.1%)	71.9	28.1
11月	40.4	14.7	(36.4%)	61.2	38.8
12月	38.4	10.5	(27.3%)	71.5	28.5
1月	43.8	9.8	(22.4%)	68.2	31.8
2月	40.7	9.7	(23.8%)	62.8	37.2
3月	44.2	9.2	(20.7%)	69.0	31.0
平均	37.1	10.3	(28.6%)	64.9	35.1

表3-2 炭素成分比率(平尾局)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	炭素成分/SPM	比率(%)	
				E-C	O-C
4月	51.6	17.1	(33.2%)	53.4	46.6
5月	41.6	14.0	(33.8%)	57.9	42.1
6月	41.7	14.1	(33.7%)	57.6	42.4
7月	22.5	10.8	(47.8%)	66.7	33.3
8月	25.7	11.7	(45.5%)	58.3	41.7
9月	23.9	10.0	(41.9%)	53.8	46.2
10月	42.3	16.0	(37.7%)	61.3	38.7
11月	45.7	17.8	(38.8%)	67.4	32.6
12月	42.6	13.5	(31.8%)	61.6	38.4
1月	48.2	16.6	(34.3%)	53.3	46.7
2月	47.1	14.4	(30.6%)	66.1	33.9
3月	36.3	11.8	(32.6%)	70.2	29.8
平均	39.1	14.0	(36.8%)	60.6	39.4

表3-3 炭素成分比率(西新局)

月	SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	炭素成分/SPM	比率(%)	
				E-C	O-C
4月	51.0	16.4	(32.1%)	69.8	30.2
5月	35.9	13.0	(36.1%)	58.9	41.1
6月	36.8	13.3	(36.1%)	68.2	31.8
7月	23.8	11.7	(49.3%)	62.4	37.6
8月	23.9	13.5	(56.4%)	44.5	55.5
9月	24.7	12.5	(50.8%)	51.7	48.3
10月	43.9	14.2	(32.4%)	64.0	36.0
11月	42.5	15.5	(36.5%)	52.3	47.7
12月	53.0	13.4	(25.3%)	66.7	33.3
1月	51.5	12.5	(24.2%)	68.3	31.7
2月	44.3	11.4	(25.6%)	74.4	25.6
3月	50.4	12.3	(24.4%)	76.7	23.3
平均	40.2	13.3	(35.8%)	63.2	36.8

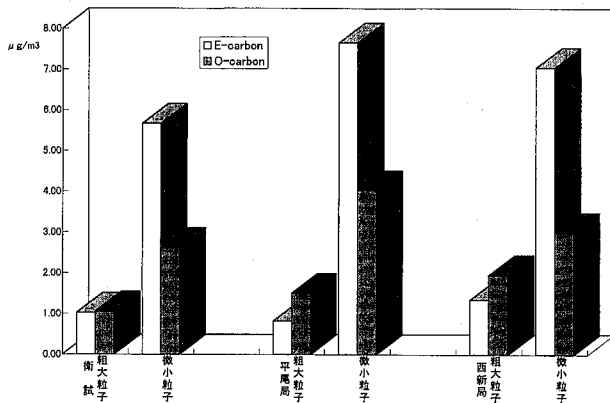


図11 粒径別炭素濃度

しかし、UNKNOWN成分が30%前後あり、SPMの高濃度現象は、季節的な気象条件や風による土壌系粒子の巻き上げや海塩粒子、黄砂などの自然発生的なもの、ディーゼル車の排気ガス等に由来する人為的起源粒子からの影響が濃度増加に起因することが明らかとなった。

さらに、環境中におけるSPMは輸送・拡散の課程で沈降、再飛散などの複雑な挙動を示すことが考えられ、SPMの大気環境汚染の低減対策には、これらの粒子の大気中の動態を知ることが今後重要となり、SPMの粒径分布の季節変化等、きめ細かな解析をする必要があると考える。

表4 SPM中の平均成分濃度及び比率

地点	水溶性成分	金属成分	炭素成分	UNKNOWN	計	
衛 試	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.0	0.9	10.3	12.9	37.1
	(%)	(35.7)	(2.3)	(28.6)	(33.4)	(100)
平尾局	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12.9	0.8	14.0	11.4	39.1
	(%)	(32.9)	(2.1)	(36.8)	(28.2)	(100)
西新局	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11.6	0.9	13.3	14.4	40.2
	(%)	(29.5)	(2.1)	(35.8)	(32.7)	(100)

文 献

- 1) 秋山薫他：東京都における浮遊粒子状物質の粒径分布とその特徴，東京都環境科学研究所年報，16 - 26 (1994)
- 2) 溝畑 朗：大阪府域における大気エアロゾルの動向，第36回大気環境学会年会講演要旨集，130 - 131 (1995)
- 3) 小山恒人：南関東における大気エアロゾルの動向，第36回大気環境学会年会講演要旨集，126 - 127 (1995)
- 4) 横浜市公害研究所編：浮遊粉じんの発生源推定に関する調査研究報告書，(1989)
- 5) 鎌滝裕輝 他：道路沿道における浮遊粒子状物質の高濃度要因解析，東京都環境科学研究所年報，55 - 61 (1992)