

福岡市における浮遊粒子状物質の動向について (第2報)

渡邊 政彦¹・古賀 公泰²・大江 慎¹・篠塚 正義¹
高原 啓二³・古川 滝雄³

The variation and characteristics of Suspended Particulate Matter in Fukuoka City (Part II)

Masahiko WATANABE, Kimiyasu KOGA, Makoto OHE,
Masayosi SHINOZUKA, Keiji TAKAHARA and Takio FURUKAWA

要 旨

福岡市における浮遊粒子状物質 (SPM) の汚染実態の特徴を知る目的で, 平成8年度は平成7年度に引き続き福岡市内の1地点でSPM調査を実施した。

2カ年にわたるモニタリング調査によって, 福岡市におけるSPMの特徴で若干の知見を得ることができたので報告する。

Key Words : 浮遊粒子状物質 Suspended Particulate Matter, 微小粒子 Fine Particle
粗大粒子 Coarse Particle, 海塩 SeaSalt, 土壌 Soil

I はじめに

福岡市における浮遊粒子状物質 (以下「SPM」という。) の実態を明らかにし, 今後の対策に資することを目的に平成7年度には福岡市衛生試験所 (当時) の旧庁舎 (福岡市博多区吉塚, 以下「旧庁舎」という。) 及び道路沿道2カ所の計3カ所において大気中のSPM調査を行い, 先に第1報として報告している。

本市におけるSPMの特徴を明確にするため, 平成8年度も旧庁舎において引き続き大気中のSPM調査を実施したので, 平成7年度の結果とも比較しながら粒径毎の水溶性成分, 金属成分及び炭素成分の経月変化等の特徴を報告する。

II 調査概要

1. 調査期間

平成8年4月1日～平成9年3月31日

1. 福岡市衛生試験所 理化学課
(現所属: 福岡市保健環境研究所 環境科学課)
2. 福岡市衛生試験所 理化学課
(現所属: 福岡地区水道企業団水質センター)
3. 福岡市環境局環境保全部大気騒音課
(現所属: 福岡市環境局環境保全部啓発推進課)

2. 調査地点

旧庁舎1地点で調査を行った。この地点は, JR博多駅から北東に約2kmに位置し, 西約100mにはJR山陽新幹線及びJR鹿児島本線が, 南西約500mには国道3号及び福岡都市高速道路2号線が, 北約300mには市道が走り, 海岸線までの距離は, 北西に約2kmである。また, 付近は住居並びに中小の町工場が多く存在する。

なお, 採取装置は, 地上約10mに当たる3階建て庁舎の屋上に設置した。

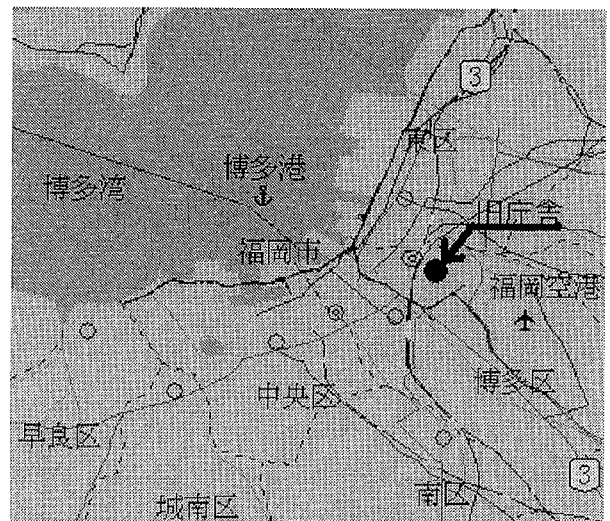


図1 調査地点

Ⅲ 調査方法

1. 採取方法

SPMの採取は、アンダーセン・ローポリウム・エア・サンプラーで1ヶ月毎に行った。

なお、平成8年10月及び11月の採取は2ヶ月連続で行い、2ヶ月分を合わせて1検体としたので、平成8年の10月及び11月のデータは便宜上分けたが、2ヶ月の平均値を10月及び11月の値とした。

アンダーセンの段構成は3段で、粒径が $2\mu\text{m}$ 以下(以下「微小粒子」という。)のもの、 $2\mu\text{m}$ を超え $11\mu\text{m}$ 以下(以下「粗大粒子」という。)のもの及び $11\mu\text{m}$ を超えるものに分級した。

捕集ろ紙にはシリカ繊維ろ紙(PALLFLEX 2500QAT-UP)を用いた。

2. 測定方法

1) SPM濃度

捕集後のシリカ繊維ろ紙を秤量し、捕集前の秤量値との差を総捕集量とした。

次にエア・サンプラーの1分間あたりの吸引量を 28.3L として大気中濃度を算定した。

秤量後の捕集ろ紙を十字形に4等分し、分割したろ紙を水溶性イオン成分、金属成分、炭素成分及び予備として測定を行った。

2) 水溶性イオン成分

イオンクロマトグラフ法により測定した。

分割したろ紙を容量約 125ml のねじふた付きポリプロピレン容器に入れ、蒸留水 50ml を添加し、ふたをした後、15分間超音波装置にかけ水溶性イオン成分を抽出した。これを、孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターに通してイオンクロマトグラフにかけ Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 及び SO_4^{2-} を測定した。

3) 金属成分

塩酸/過酸化水素分解の後、ICP法により測定した。

分割したろ紙を 200ml のコニカルビーカーに入れ、 20% HClを 30ml 、 30% H_2O_2 を 5ml 添加した後、時計皿をのせ 200°C の砂浴上で3時間還流しながら加熱した。次に、東洋ろ紙NO.7で濾過し、ろ紙上の残渣を 5% の温HCl 10ml で洗浄した後、ろ液を蒸発皿にとり、 200°C の砂浴上で約2時間乾固直前まで濃縮し、 HNO_3 (2+98)で蒸発皿を洗い流して 25ml にメスアップしたものを被検液とし、ICP発光分析装置によりCd、Fe、Mn、Pb、V、Zn及びAlを測定した。

4) 炭素成分

熱分離炭素分析法により測定した。

全炭素及び有機炭素を測定し、全炭素と有機炭素との

差を元素炭素とした。

全炭素測定は炉の温度を 850°C に、有機炭素測定は炉の温度を 600°C に設定した¹⁾。

なお、炭素成分の測定は、福岡県保健環境研究所で実施した。

5) 不明成分

水溶性イオン成分、金属成分及び炭素成分の合計と捕集総量の差を不明成分とした。(以下「Unknown」という。)

Ⅳ 結果及び考察

1. SPM濃度の特徴

SPMの月平均濃度は、表1に示すとおり平成7年度が $36.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平成8年度が $38.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ でありほぼ同水準であった。

表1 SPM濃度の経月変化

(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	8年度	7年度
4月	42.5	58.1
5月	42.6	37.3
6月	28.3	32.7
7月	27.5	18.9
8月	33.7	20.1
9月	41.2	31.1
10月	31.4	39.6
11月	31.4	40.4
12月	57.8	38.4
1月	41.5	43.8
2月	42.7	40.7
3月	42.3	40.7
平均	38.6	36.8

成分毎の内訳は、水溶性イオン成分、金属成分、炭素成分及びUnknownの順に、平成7年度は 35.2% 、 2.4% 、 28.1% 、 34.3% 、平成8年度は 29.8% 、 1.8% 、 23.7% 、 44.7% であり、同様の傾向を示したが、図2に示すとおり平成8年度は平成7年度に比べUnknownの比率が高くなった。

なお、図には平成7年4月から平成9年3月までのデータを時系列で表した。(以下、図3、10、11を除き同じ。)

SPM濃度の季節変動をみると、表1及び図3に示すように冬季から春季にかけて高く、夏季に低い傾向がみられるが、平成7年度は、平成8年度に比べるとより顕著に表れた。

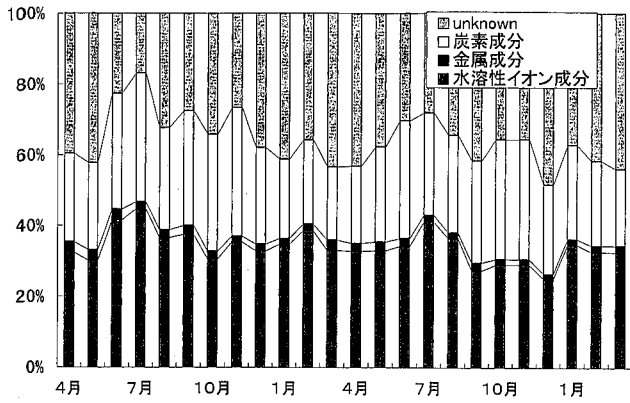


図2 成分別濃度比

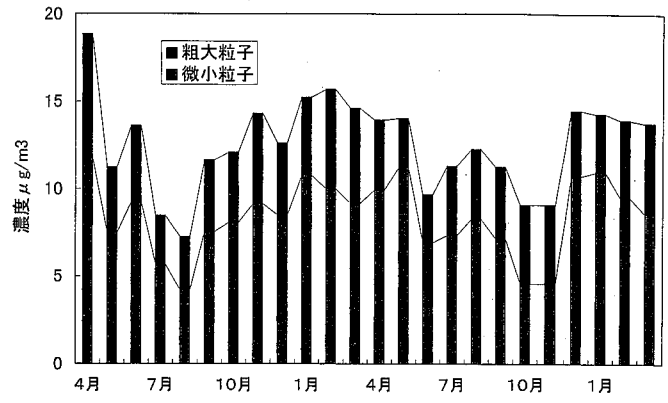


図-4 水溶性イオン成分濃度の経月変化

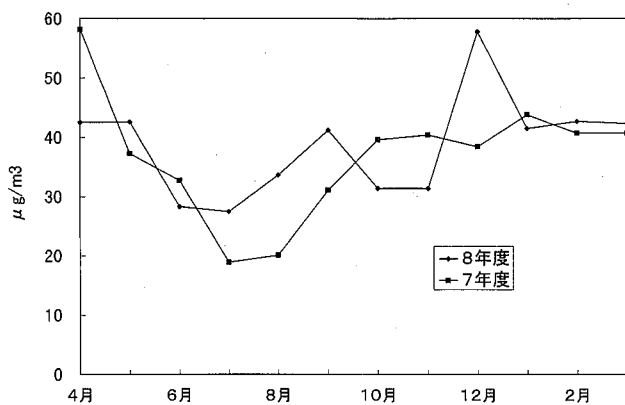


図-3 SPM 濃度の経月変化

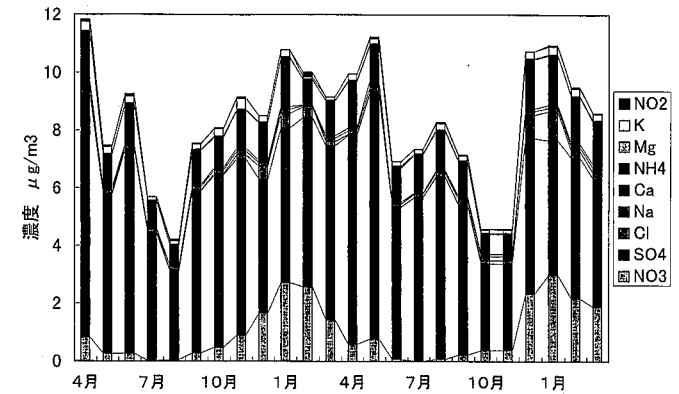


図5 微小粒子中の水溶性イオン成分濃度

2. 水溶性イオン成分の特徴

平成7年度の測定では、図4に示すように水溶性イオン成分の総濃度は冬季から春季にかけて高く、夏季（6月から8月）に低くなった。これは、硝酸イオン及び塩化物イオン濃度が大きく減少していることによる。平成8年度は、夏季におけるこれらのイオン濃度の減少が少なく、水溶性イオン成分の季節変動は平成7年度ほどは顕著には表れなかった。

水溶性イオン成分の中で濃度が高いのは、硫酸イオン、次いで、硝酸イオン、アンモニウムイオン、塩化物イオン及びナトリウムイオンの順であった。

粒径別に見ると、図5及び図6に示すように、塩化物イオン、ナトリウムイオン及びカルシウムイオンは粗大粒子側に多く、硫酸イオン、アンモニウムイオン及びカリウムイオンは微小粒子側に多く存在した。

燃焼過程を主とした人為起源の一次粒子や二次生成粒子である硫酸イオン、アンモニウムイオン、カリウムイオンは、これまでの多くの報告^{2) 3) 4)}と同様その多くを微小粒子側に観測することができた。

逆にナトリウムイオン、塩化物イオン及びカルシウムイオンは、その大半が粗大粒子側に観測され、海塩粒子

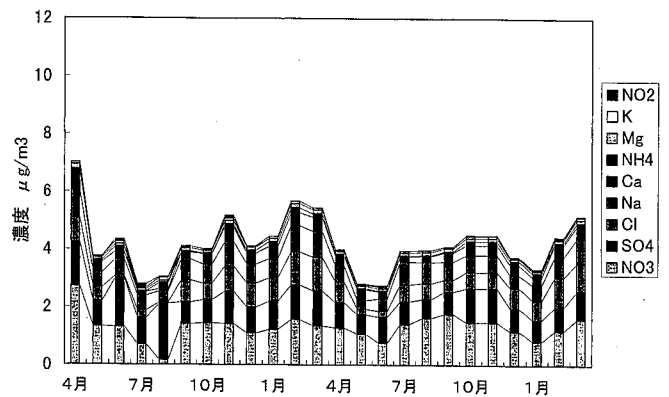


図6 粗大粒子中の水溶性イオン成分濃度

や土壌粒子といった自然起源の一次粒子であると考えられた。

ナトリウムイオンはほぼ一年を通じて一定の濃度で存在し、塩化物イオンは夏季を除いてほぼ一定の濃度で存在することから、福岡市においては一年を通じて安定的に海塩粒子の影響を受けていることが推定された。

なお、夏季に塩化物イオンが少ないのは、気温が高いことによる塩素損失によると考えられる。

カルシウムイオンは、夏季以外に高い傾向があり、冬季は季節風による土壌の巻き上げ、春季は黄砂によるものと推定された。

硝酸イオンは、微小粒子側では冬季に濃度が高く、粗大粒子側ではほぼ一年を通じて見られた。

3. 金属成分の特徴

SPM中の金属成分は2%前後を占めた。

また、粒径別の存在比は季節的に変化し、図7に示すように、粗大粒子中の濃度は夏季に減少し、微小粒子中の濃度は冬季に減少する傾向があった。一年を通して粒径別の構成比をみると、春季、夏季、秋季においては粗大粒子中の濃度は微小粒子中の濃度と同程度から2倍未満程度であったが、冬季における粗大粒子中の濃度は微小粒子中の濃度の2~3倍になった。

図8に示すとおり、金属成分は水溶性イオン成分に比べ、春季に顕著に濃度が高くなる傾向があった。

金属成分中もっとも濃度が高いのは、Feで、次いでAl, Zn, Mn, Pb, V, Cdの順であった。

Fe及びAlの2種類の金属で金属成分全体のおよそ85%を占めるため、金属成分濃度の変動はこれら2成分の

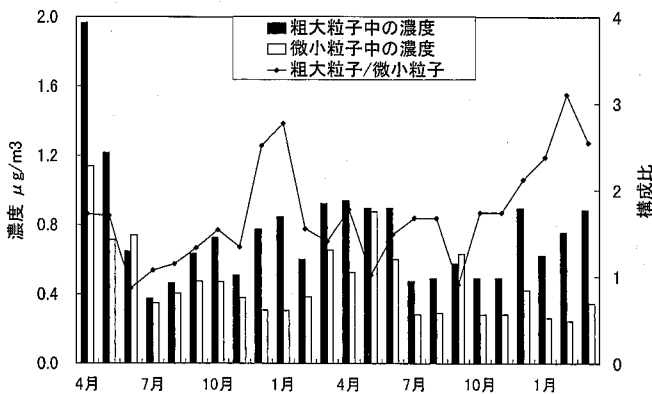


図7 粒径別の金属濃度の経月変化

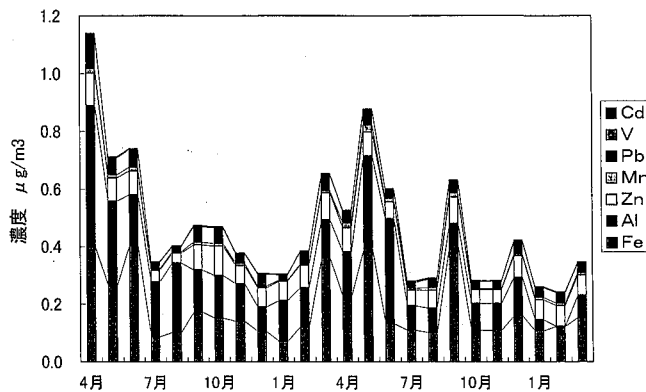


図8 金属成分濃度の経月変化

増減によるものである。

これらの金属は、土壌由来であると考えられることから、濃度変動の要因として自動車等による土壌の巻き上げ及び気象があげられるが、濃度が季節的(春季)に高くなることから、要因としては気象によるところが大きいと考えられる。

粒径別に見ると、図9及び図10に示すとおりZn, Pb, V, Cdが微小粒子側に、Fe, Al, Mnが粗大粒子側に多く存在した。

特にCdは、粗大粒子中では、検出下限値以下であった

微小粒子の特徴を見ると、Fe, Al, Mn, Vは、季節的に変化し春季に濃度が高く、秋季から冬季にかけて低くなっており、気候の影響を受けていると思われた。

Cd, Pb及びZnの濃度変化は同様の挙動を示し、2~3ヶ月毎に増減を繰り返しており、図11及び図12に示すとおり、これらの濃度の間には、高い相関が認められた。

Cd, Zn及びPbは鉄鋼業、焼却場や自動車の排気ガス等に由来するといわれているが^{5) 6)}、本市には大きな鉄鋼工場がないことから、焼却場及び自動車排気ガスが

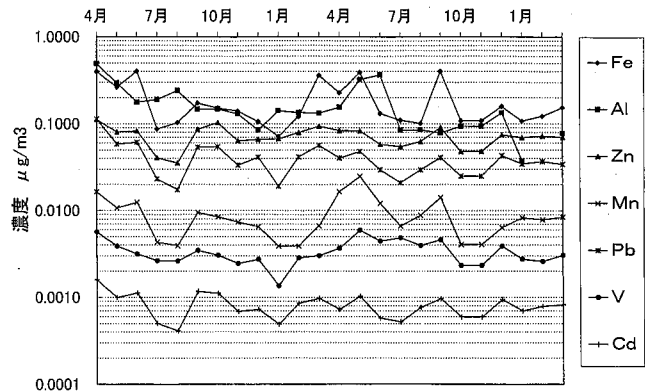


図9 微小粒子中の金属成分濃度

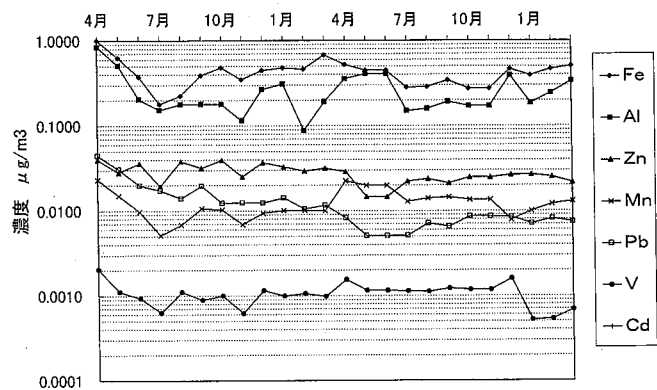


図10 粗大粒子中の金属成分濃度

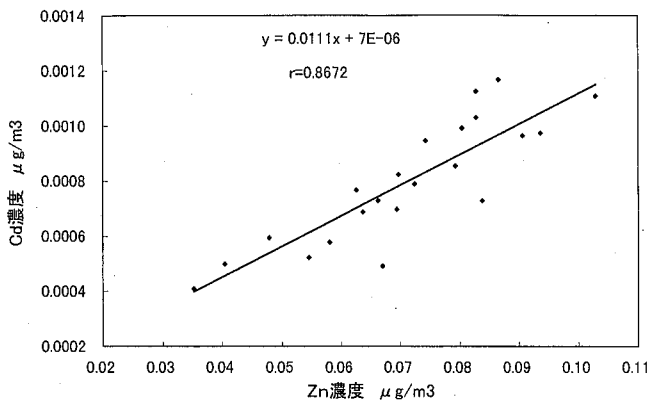


図 11 微小粒子中の Cd 及び Zn の濃度の相関

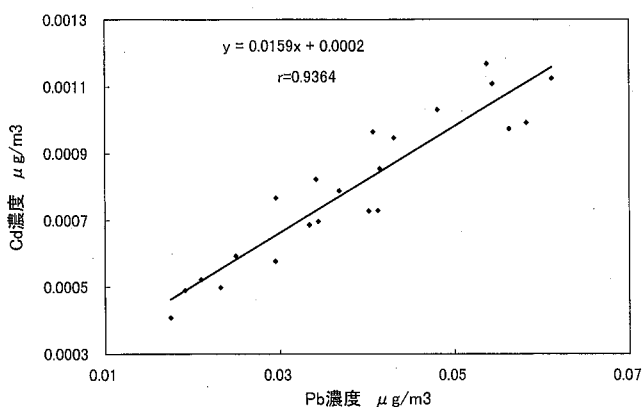


図 12 微小粒子中の Cd 及び Pb の濃度の相関

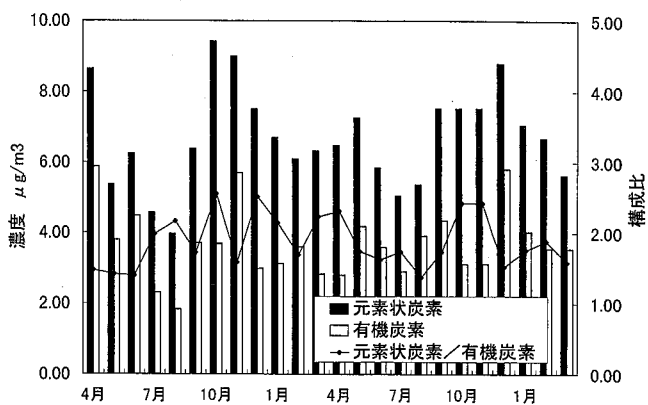


図 13 有機炭素と元素状炭素の濃度

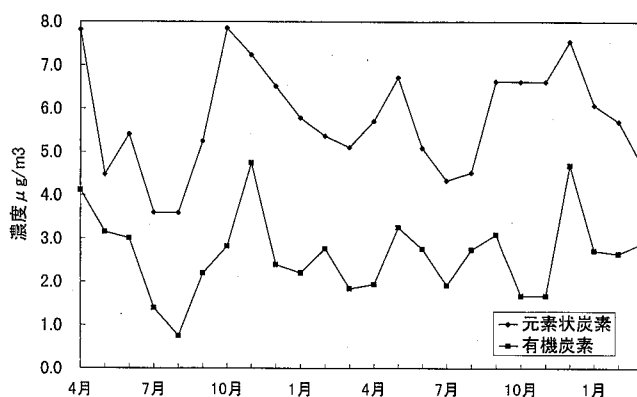


図 14 微小粒子中の炭素成分濃度

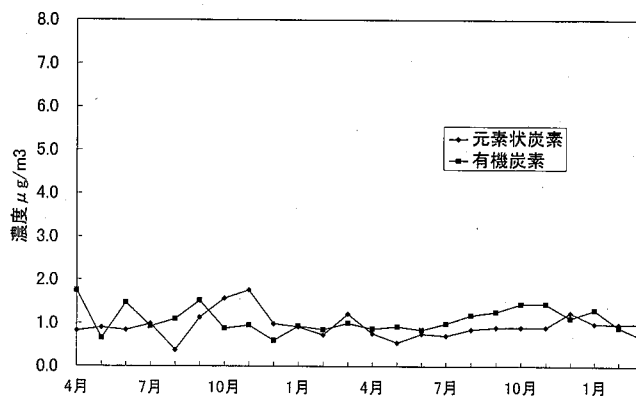


図 15 粗大粒子中の炭素成分濃度

本市における主な発生源であるといえる。

また、Cd の濃度と、Zn 及び Pb の濃度との間に高い相関があることから、共通の要因があると思われるが、特定するには至らなかった。

4. 炭素成分の特徴

炭素成分は、SPM 全体の概ね 20～35% を占め、年平均で 25% 前後になる主要成分である。

元素状炭素と有機炭素の構成比は、図 13 に示すとおり元素状炭素が有機炭素の 1.5 倍から 2.5 倍存在し、概ね 2 : 1 の比率であった。

粒径別に見ると図 14 及び図 15 に示すとおり、炭素成分は微小粒子中での濃度が圧倒的に高くなっていた。

粗大粒子中では、元素状炭素及び有機炭素の濃度は年間を通していずれも $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で安定的に推移しているのに対し、微小粒子中の濃度は大きく変動していた。

5. ま と め

平成 7 年度から平成 8 年度までの 2 カ年にわたる SPM 調査により、福岡市における SPM の特徴をある程度把握することができた。

文 献

- 1) 林久緒, 他: 元素分析計を用いた浮遊粉じん中の炭

- 素等の分析法, 大気汚染学会誌, 20, 5, 349 - 361, 1985
- 2) 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
- 3) 小山恒人: 南関東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, 126 - 127, 1995
- 4) 松岡靖史, 他: 北九州市における浮遊粉じん調査, 第37回大気環境学会年会講演要旨集, 358, 1996
- 5) 真室哲雄, 他: 都市廃棄物焼却炉より放出される浮遊粒子の元素組成, 大気汚染学会誌, 24, 5, 190 - 206, 1989
- 6) 真室哲雄, 他: ボイラより放出される浮遊粒子の元素組成, 大気汚染学会誌, 24, 7, 296 - 303, 1989