

平成25年度 福岡市におけるPM_{2.5}の成分組成

環境科学課 大気担当

1 はじめに

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は肺の奥深くまで入りやすく、喘息や気管支炎などの呼吸器系疾患のリスクや肺がんのリスクの上昇や、循環器系への影響も懸念されている。我が国でも平成21年9月に、PM_{2.5}が環境基準に「1年平均値が15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下」(1日平均値は98%値)と定められた。さらに、PM_{2.5}への関心の高まりから、平成25年2月より環境基準の日平均値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることが予想された場合、福岡市では市民への情報提供を行うこととした。また、同月に環境省の「微小粒子状物質 (PM_{2.5})に関する専門家会合」では注意喚起のための暫定的な指針となる値として、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が提言された。

また、国では平成22年度から3年を目処にその質量濃度の常時監視局の整備を行うこととしており、福岡市においても平成23年3月よりPM_{2.5}自動測定機による常時監視を開始した。さらに平成23年7月に、「微小粒子状物質 (PM_{2.5})の成分分析ガイドライン」¹⁾が策定され、地方自治体に地域毎の特色に応じた効果的なPM_{2.5}対策の検討のため、質量濃度の測定に加え、微小粒子状物質の成分分析を行うことが求められた。福岡市においても市役所測定局でPM_{2.5}の成分分析を平成23年秋季より実施している²⁾。

そこで、平成25年度に新たに測定することになった元岡測定局(以下「元岡局」という。)および市役所測定局(以下「市役所局」という。)のPM_{2.5}の質量濃度、およびPM_{2.5}の主要成分であるイオン成分と炭素成分の成分分析結果を報告する。また、日平均環境基準の35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した事例について解析を行った結果について報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点および調査期間

調査地点である大気常時監視測定局の市役所局(北緯33度35分、東経130度24分)および元岡局(北緯33度35分、東経130度15分)を図1に示す。市役所局は、福岡市の中心地である天神に位置する。用途区分は商業地域であり、周辺には多くの商業施設が立ち並び、また、交通の要所となっているため、交通量も非常に多い。元岡局は市役所局から西に約14kmの場所に位置する。用途区分

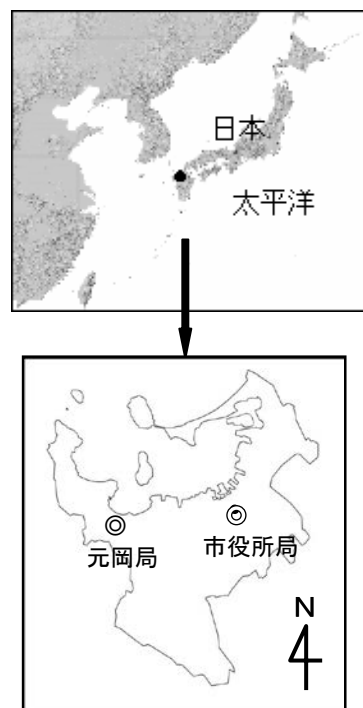


図1 調査地点

は調整地域であり、周辺には住宅と田畑があり、付近の道路の交通量はさほど多くない環境にある。

調査は以下の期間で実施した。

- ・春季(平成25年5月8日～5月21日)
- ・夏季(平成25年7月24日～8月7日)
- ・秋季(平成25年10月23日～11月6日)
- ・冬季(平成25年1月22日～2月5日)

2.2 試料採取および分析方法

試料採取は、市役所局と元岡局はどちらもFRM-2000(Thermo Scientific製)を用いて行った。フィルターはサポートリング付きPTFEフィルター(Whatman製)および石英フィルター(Pall製)を使用した。

PM_{2.5}の質量濃度は、捕集前後にPTFEフィルターを温度21.5 \pm 1.5 $^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度35 \pm 5%の室内で24時間以上静置したものを秤量し、捕集前後の差によって求めた。

イオン成分の分析は、石英フィルターの1/4片を超純水10mLで20分間超音波抽出し、孔径0.45 μm のPTFEディスクフィルターでろ過後、イオンクロマトグラフ(Dionex製:ICS-1600, 2100)で分析した。測定項目はSO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺の8項目である。

炭素成分の分析は、石英フィルターの1cm²を使用し、カーボンアナライザー（Sunset Laboratory 製：ラボモデル）で Improve プロトコルに従い分析した。測定項目は OC1, OC2, OC3, OC4, EC1, EC2, EC3, OCPryo である。有機炭素 (OC) は OC=OC1+OC2+OC3+OC4+OCPryo, 元素状炭素 (EC) は EC=EC1+EC2+EC3-OCPryo で算出した。

3 結果および考察

3.1 PM_{2.5}質量濃度と成分濃度の季節変化

3.1.1 PM_{2.5}質量濃度

PM_{2.5}質量濃度の季節ごとの平均値を表1に示す。質量濃度は、市役所局では春季28.0μg/m³、夏季19.8μg/m³、秋季25.1μg/m³、冬季27.0μg/m³、平均25.0μg/m³（7.8～53.5μg/m³）であった。また、元岡局では春季30.5μg/m³、夏季18.3μg/m³、秋季22.8μg/m³、冬季23.5μg/m³、平均23.8μg/m³（4.0～57.9μg/m³）であった。市役所局および元岡局で成分分析期間中の質量濃度の平均は年平均基準値を超過していた。そして、市役所局と元岡局ではどちらかが特異的に高くなるという事例はなく、成分分析期間中では特異的なPM_{2.5}の汚染は認められなかった。

市役所局における平成24年度の質量濃度の平均は19.4μg/m³であり、平成25年度は前年度よりも高くなった。これは、成分分析期間における35μg/m³を超過した日数が平成24年度では4日間（7%）だったのに対し、平成25年度は11日間（20%）と多かったためと考えられた。特に、35μg/m³を超過した日数が平成24年度において夏季と秋季ではなかったのに対し、平成25年度では35μg/m³を超過した日数が夏季で2日間、秋季で3日間あった。そして、夏季の質量濃度平均が平成24年度は12.8μg/m³から平成25年度は19.8μg/m³へ、秋季の質量濃度平均が平成24年度は17.1μg/m³から平成25年度は25.1μg/m³へと増加した。

また、質量濃度における季節の変化をみると、平成24年度の傾向と同様に、春季に濃度が高く、夏季に濃度が低かった。大気汚染物質や黄砂などの越境汚染の影響で春季に高くなったと考えられた。

表1 各季節のPM_{2.5}質量濃度（平成25年度）

	春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局	28.0	19.8	25.1	27.0	25.0
元岡局	30.5	18.3	22.8	23.5	23.8
市役所局（平成24年度）	26.0	12.8	17.1	21.7	19.4

（単位：μg/m³）

3.1.2 イオン成分

イオン成分および炭素成分濃度の季節ごとの平均値を図2に示す。イオン成分は、市役所局では春季18μg/m³、夏季11μg/m³、秋季13μg/m³、冬季15μg/m³、平均14μg/m³（質量濃度の56%）であった。また、元岡局では春季19μg/m³、夏季11μg/m³、秋季12μg/m³、冬季13μg/m³、平均14μg/m³（質量濃度の59%）を占めていた。

イオン各成分の中ではSO₄²⁻が最も多く、市役所局では平均9.0μg/m³（質量濃度の36%）、元岡局では平均8.5μg/m³（質量濃度の36%）であった。

平成24年度における市役所局のイオン成分濃度の平均は10μg/m³（質量濃度の52%）、SO₄²⁻の平均が5.9μg/m³（質量濃度の30%）であり、平成25年度は質量濃度と同様に前年度よりも高くなった。質量濃度に対するイオン成分濃度およびSO₄²⁻の割合はほぼ同じであることから、硫酸系2次生成粒子由来の高濃度事例が平成24年度より多かったため濃度が高くなったと考えられた。

イオン成分における季節の変化をみると、SO₄²⁻やNH₄⁺は春季に濃度が高く、その他の季節は同程度の濃度だったのに対し、NO₃⁻は夏季に濃度が低く、冬季に濃度が高かった。

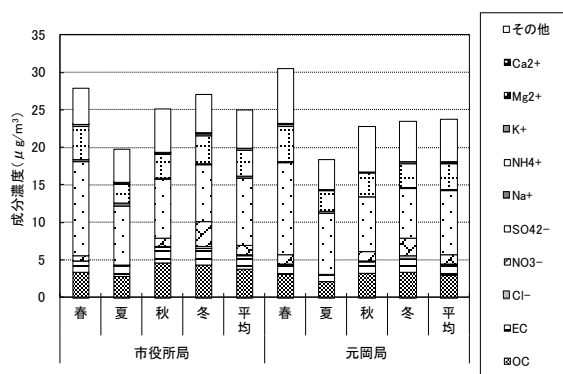


図2 各季節のPM_{2.5}成分濃度

3.1.3 炭素成分

炭素成分濃度の季節ごとの平均値を表2に示す。炭素成分は、市役所局では、OCが春季3.3μg/m³、夏季2.9μg/m³、秋季4.6μg/m³、冬季4.4μg/m³、平均3.8μg/m³（質量濃度の15%）であった。また、ECは春季1.6μg/m³、夏季1.3μg/m³、秋季2.0μg/m³、冬季2.1μg/m³、平均1.8μg/m³（質量濃度の7%）であった。元岡局では、OCが春季3.0μg/m³、夏季2.1μg/m³、秋季3.2μg/m³、冬季3.3μg/m³、平均2.9μg/m³（質量濃度の12%）であった。また、ECは春季1.4μg/m³、夏季0.84μg/m³、秋季1.5μg/m³、冬季1.9μg/m³、平均1.4μg/m³（質量濃度の6%）であった。

平成24年度における市役所局のOCの平均は3.6μg/m³

表2 各季節の炭素成分濃度 (平成25年度)

		春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局	OC	3.3	2.9	4.6	4.4	3.8
	EC	1.6	1.3	2.0	2.1	1.8
元岡局	OC	3.0	2.1	3.2	3.3	2.9
	EC	1.4	0.84	1.5	1.9	1.4
市役所局	OC	4.3	2.8	3.6	3.5	3.6
(平成24年度)	EC	1.9	1.2	1.7	1.6	1.6

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(質量濃度の19%), ECの平均が $1.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ (質量濃度の8%)であり,平成25年度は前年度とほぼ同じ濃度だった.炭素成分における季節の変化をみると,平成24年度はOC, EC共に春季に濃度が高く,夏季に濃度が低かったのに対し,平成25年度はOC, EC共に秋季と冬季に濃度が高く,夏季に濃度が低かった.

3.2 PM_{2.5}高濃度事例の解析

3.2.1 PM_{2.5}高濃度事例

成分分析期間中に日平均値基準の $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した事例は5月12日,5月13日,5月21日,7月25日,7月26日,11月1日,11月2日,11月4日,1月30日,2月1日,2月2日の計11日だった.

3.2.2 PM_{2.5}高濃度事例の成分濃度

PM_{2.5}高濃度時における,イオン成分の SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- , および炭素成分のOCとECの濃度の平均を表3に示す. SO_4^{2-} の濃度が最も高く(質量濃度の39%),硫酸系2次生成粒子由来の高濃度事例が多かったと考えられた.

さらに,高濃度事例を春季・夏季(5日間)と秋季・冬季(6日間)の2グループに分けると,イオン成分の SO_4^{2-} と NH_4^+ は春季・夏季の方が高濃度であったが,炭素成分のOCとECは秋季・冬季の方が高濃度だった.秋季・冬季では硫酸系2次生成粒子の影響に加え,化石燃料由来の影響もあったと考えられた.

表3 PM_{2.5}高濃度時の主な成分濃度

	質量濃度	SO_4^{2-}	NH_4^+	NO_3^-	OC	EC
平均	43.8	17	6.7	1.8	5.1	2.7
春季・夏季	47.0	22	7.8	0.92	3.9	2.2
秋季・冬季	41.1	14	5.7	2.5	6.1	3.1

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.2.2 後方流跡線解析

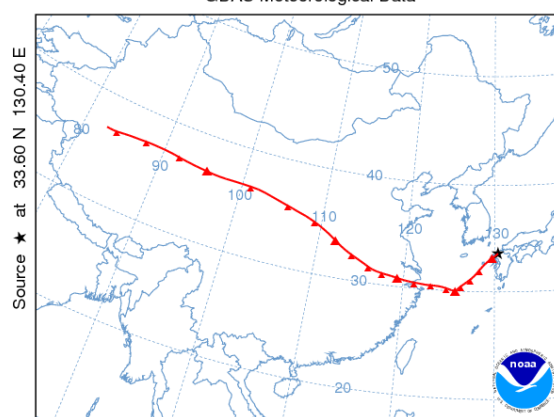
PM_{2.5}高濃度事例の11日間について後方流跡線解析を行った.その例を図3に示す.高濃度事例の11日はい

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectory ending at 0300 UTC 12 May 13
GDAS Meteorological Data



(a)

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectory ending at 0300 UTC 01 Feb 14
GDAS Meteorological Data



(b)

図3 PM_{2.5}高濃度事例の後方流跡線

(a): 5月12日, (b): 2月1日

れも図3のように,気塊が中国大陸を經由し福岡市に至っており,中国大陸からの移流による高濃度事例が多いことが推察された.

4 まとめ

福岡市におけるPM_{2.5}の成分濃度の季節変動などを把握するため,平成25年度の四季毎に市役所局と元岡局でPM_{2.5}の試料採取を行い,質量濃度,イオン成分,炭素成分等の測定を行った.その結果,採取期間の質量濃度平均が市役所局で $25.0\mu\text{g}/\text{m}^3$,元岡局で $23.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり,年平均基準値を超過していた.成分濃度については SO_4^{2-} が最も多く約4割を占めていた.

成分分析期間中において,日平均環境基準の $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した高濃度事例の成分濃度を調べたところ,いずれも SO_4^{2-} の濃度が最も高く,硫酸系2次生成粒子由来の

高濃度事例が多かったと考えられた。その時の後方流跡線解析の結果から、PM_{2.5} 高濃度事例の気塊の全てが中国大陸を通過しており、中国大陸からの移流による高濃度事例が多いことが推察された。

文献

- 1) 環境省：微小粒子状物質（PM_{2.5}）の成分分析ガイドライン，2011
- 2) 肥後隼人他：福岡市における PM_{2.5} の成分組成と発生源解析，福岡市保健環境研究所報，38，71～76，2013