

福岡市におけるPM_{2.5}の成分組成 (平成26年度)

木下誠

福岡市保健環境研究所環境科学課

Chemical Composition of PM_{2.5} in Fukuoka City (2014)

Makoto KINOSHITA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

福岡市における PM_{2.5} の成分濃度を把握するため、平成 26 年度の四季毎に市役所測定局（以下「市役所局」という。）、元岡測定局（以下「元岡局」という。）および西新測定局（以下「西新局」という。）で PM_{2.5} の質量濃度および成分分析を行った。その結果 3 地点では大差はなく、成分濃度については SO₄²⁻ が最も多く約 3 割を占めていることがわかった。また元岡局における野焼きなどの影響を元素状炭素の中の Char EC と Soot EC を用いて調べた。その結果 3 地点間で大差はなく、野焼きなどの影響は小さいことが推察された。

Key Words : 微粒子状物質 PM_{2.5}, 成分組成 Chemical Composition

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15μg/m³以下であり、かつ1日平均値が35μg/m³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35μg/m³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70μg/m³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、PM_{2.5}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), 3)}。

そこで、市役所局、元岡局および平成26年度に新たに測定することになった西新局の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、3地点における野焼き等のバイオマス燃焼の影響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）、元岡局（北緯33度35分、東経130度15分）および西新局（北緯33度35分、東経130度21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一般環境大気測定局である。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の場所に位置する一般環境大気測定局である。用途区分は調整地域であり、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。西新局は市役所局と元岡局のほぼ中間に位置して、用途区分は商業地域である。主要道路に近く、自動車排出ガス測定局である。

調査は以下の期間で実施した。

- ・春季（平成26年5月8日～5月21日）
- ・夏季（平成26年7月30日～8月12日）

- ・ 秋季 (平成 26 年 10 月 22 日～11 月 4 日)
- ・ 冬季 (平成 27 年 1 月 21 日～2 月 3 日)

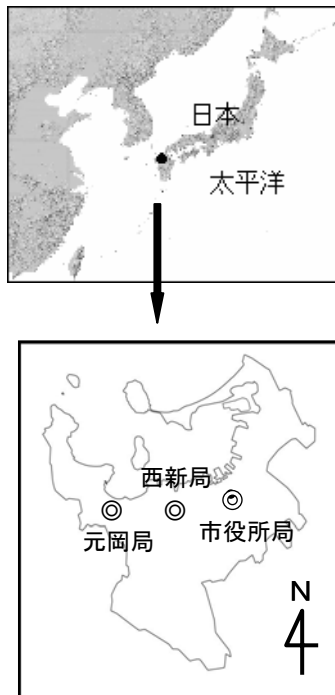


図 1 調査地点

2.2 試料採取および分析方法

試料採取は、市役所局、元岡局および西新局はいずれも 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±1.5℃、相対湿度 35±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 0.45μm 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、市役所局では平均 17.7μg/m³ (5.6～39.3μg/m³)、元岡局では平均 17.0μg/m³ (4.8～38.8μg/m³)、西新局では平均 17.4μg/m³ (5.8～39.4μg/m³) であった。市役所局、元岡局および西新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。それぞれの測定局で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。

質量濃度における季節の変化をみると、平成 24, 25 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。夏季の平均値は 3 測定局とも年平均基準値より低かった。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 26 年度)

	春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局	24.3	10.3	18.6	17.4	17.7
元岡局	24.3	10.6	17.2	16.0	17.0
西新局	25.2	10.8	17.4	16.1	17.4
市役所局(H24)	26.0	12.8	17.1	21.7	19.4
市役所局(H25)	28.0	19.8	25.1	27.0	25.0

(単位: μg/m³)

平成 24, 25 年度に測定を実施した市役所局において、平成 26 年度の結果と過去 2 年の質量濃度を比較すると、平成 26 年度の年平均値では平成 24, 25 年度に比べて低かった。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%)、平成 25 年度は 11 日間 (20%) だったのに対し、平成 26 年度は 2 日間 (4%) と少なかったためと考えられた。

3.1.2 イオン成分

PM_{2.5} 中のイオン成分における季節ごとの平均濃度を表 2 に示す。イオン成分合計の年平均は、市役所局では 8.8μg/m³ (質量濃度の 50%)、元岡局では 8.7μg/m³ (質量濃度の 51%)、西新局では 7.5μg/m³ (質量濃度の 43%) を占めていた。それぞれの測定局の間で大きな違いは見られなかった。

イオン各成分の中では全ての測定局で SO₄²⁻ が最も多く、市役所局では平均 4.9μg/m³ (質量濃度の 28%)、元岡局では平均 4.9μg/m³ (質量濃度の 29%)、西新局では平均 4.5μg/m³ (質量濃度の 26%) であった。

表2 各季節のPM2.5中イオン濃度(平成26年度)

		春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局	SO ₄ ²⁻	8.1	3.1	4.1	4.3	4.9
	NO ₃ ⁻	1.2	0.15	0.91	2.2	1.1
	NH ₄ ⁺	3.3	1.0	1.7	2.3	2.1
	その他	0.43	0.42	0.56	1.3	0.67
	イオン合計	13	4.7	7.3	10	8.8
元岡局	SO ₄ ²⁻	8.2	3.3	3.7	4.6	4.9
	NO ₃ ⁻	1.6	0.16	1.1	1.9	1.2
	NH ₄ ⁺	3.4	1.3	1.7	2.4	2.2
	その他	0.49	0.36	0.48	0.38	0.43
	イオン合計	14	5.1	7.0	9.2	8.7
西新局	SO ₄ ²⁻	8.2	3.2	3.0	3.5	4.5
	NO ₃ ⁻	1.1	0.17	0.62	1.5	0.85
	NH ₄ ⁺	3.2	1.2	1.3	1.8	1.9
	その他	0.43	0.41	0.36	0.32	0.38
	イオン合計	13	5.0	5.2	7.1	7.5
市役所局 (平成25年度)	SO ₄ ²⁻	13	7.9	7.9	7.6	9.0
	NO ₃ ⁻	0.66	0.11	1.1	3.3	1.3
	NH ₄ ⁺	4.5	2.6	3.1	3.7	3.5
	その他	0.52	0.54	0.67	0.89	0.65
	イオン合計	18	11	13	15	14

(単位: μg/m³)

平成25年度における市役所局のイオン成分合計濃度の平均は14 μg/m³(質量濃度の56%), SO₄²⁻の平均濃度が9.0 μg/m³(質量濃度の36%)であり,平成26年度はイオン成分合計濃度,SO₄²⁻濃度ともに前年度よりも低くなった。質量濃度に対するイオン成分合計濃度およびSO₄²⁻濃度割合も同様に低下したことから,硫酸系2次生成粒子由来の高濃度事例が平成25年度より少なかったためイオン成分合計濃度,SO₄²⁻濃度ともに低くなったと考えられた。

イオン成分濃度における季節の変化をみると,SO₄²⁻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。

3.1.3 炭素成分

PM_{2.5}中の炭素成分における季節ごとの平均濃度を表3に示す。炭素成分は,市役所局では,OCが平均3.5 μg/m³(質量濃度の20%)であり,ECは平均1.4 μg/m³(質量濃度の8%)であった。元岡局では,OCが平均2.8 μg/m³(質量濃度の16%)であり,ECは平均1.0 μg/m³(質量濃度の6%)であった。西新局では,OCが平均2.9 μg/m³(質量濃度の17%)であり,ECは平均1.4 μg/m³(質量濃度の8%)であった。市役所局が他の2測定局に比べOCが高濃度

だった。

平成25年度における市役所局のOCの平均は3.3 μg/m³(質量濃度の13%),ECの平均が1.8 μg/m³(質量濃度の7%)であり,平成26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のに対し,平成26年度はOC,EC共に春季と秋季に濃度が高く,夏季に濃度が低かった。

表3 各季節の炭素成分濃度(平成26年度)

		春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局	OC	4.0	2.5	4.4	3.0	3.5
	EC	1.5	0.99	1.8	1.2	1.4
元岡局	OC	3.4	1.9	3.7	2.4	2.8
	EC	1.2	0.66	1.3	1.0	1.0
西新局	OC	3.9	2.2	3.4	2.2	2.9
	EC	1.8	1.3	1.3	1.0	1.4
市役所局 (平成25年度)	OC	3.3	2.9	4.6	4.4	3.8
	EC	1.6	1.3	2.0	2.1	1.8

(単位: μg/m³)

3.1.4 金属成分

PM_{2.5}中の金属成分合計における季節ごとの平均濃度を表4に示す。金属成分合計濃度は,市役所局では,平均0.86 μg/m³(質量濃度の5%),元岡局では平均0.63 μg/m³(質量濃度の4%),西新局では,平均0.72 μg/m³(質量濃度の4%)であった。そして,3測定局の間で大きな違いは見られなかった。

表4 各季節の金属成分濃度(平成26年度)

		春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局		1.6	0.41	0.79	0.66	0.86
元岡局		1.1	0.36	0.59	0.48	0.63
西新局		1.5	0.36	0.54	0.54	0.72
市役所局 (平成25年度)		1.1	0.90	0.91	1.0	0.99

(単位: μg/m³)

平成25年度における市役所局の金属成分合計濃度の平均は0.99 μg/m³(質量濃度の4%)であり,平成26年度は前年度とほぼ変わらなかった。

3.2 バイオマス燃焼による影響の解析

元岡局は市役所局や西新局に比べ郊外に位置しており,周辺に田畑があることから野焼きなどのバイオマス燃焼の影響を他の2測定局より受けやすいと考えられた。そこで,バイオマス燃焼の影響を調べるため,炭素成分の元素

状炭素における各フラクション発生炭素量のうち、EC1フラクションから炭化補正量を差し引いた低温元素状炭素（以下「Char EC」という。）と、EC2フラクションとEC3フラクションの和から炭化補正量を差し引いた高温元素状炭素（以下「Soot EC」という。）を調べた。Char ECは低温での不完全燃焼によって生成する炭素成分と考えられ、バイオマスの燃焼に由来する。一方、Soot ECは、主として高温における不完全燃焼時のガス-粒子化により発生した炭素成分と考えられ、ディーゼル排気などに由来する。

表5 各季節の元素状炭素濃度（平成26年度）

		春季	夏季	秋季	冬季	平均
市役所局	Char EC	0.85	0.44	1.2	0.63	0.78
	Soot EC	0.67	0.55	0.58	0.54	0.58
	Char EC/ Soot EC	1.3	0.8	2.0	1.1	1.3
元岡局	Char EC	0.65	0.23	0.78	0.58	0.56
	Soot EC	0.56	0.43	0.47	0.51	0.48
	Char EC/ Soot EC	1.1	0.6	1.6	1.1	1.2
西新局	Char EC	1.0	0.59	0.71	0.53	0.71
	Soot EC	0.77	0.70	0.61	0.52	0.65
	Char EC/ Soot EC	1.3	0.9	1.2	1.0	1.1
市役所局 (平成25年度)	Char EC	0.90	0.66	1.2	1.3	1.0
	Soot EC	0.67	0.67	0.78	0.79	0.73
	Char EC/ Soot EC	1.4	1.0	1.6	1.6	1.4
元岡局 (平成25年度)	Char EC	0.70	0.37	0.83	1.2	0.77
	Soot EC	0.66	0.47	0.69	0.75	0.64
	Char EC/ Soot EC	1.1	0.8	1.0	1.6	1.1

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM_{2.5}中の元素状炭素における季節ごとの平均濃度を表5に示す。市役所局では、Char EC濃度は平均 $0.78\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Soot ECは平均 $0.58\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。元岡局では、Char EC濃度は平均 $0.56\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Soot ECは平均 $0.48\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、西新局では、Char EC濃度は平均 $0.71\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Soot ECは平均 $0.65\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

Char ECとSoot ECともに、年平均値では元岡局より市役所局や西新局の方が高濃度だった。また、春季と夏季では元岡局が最も低濃度だったが、冬季は全ての測定局は同じような濃度だった。季節毎にみると、春季と秋季が高く、夏季が低かった。平成25年度と比較すると、元岡局

より市役所局の方が高濃度だったことや夏季の濃度が低かったことは平成26年度と同じ傾向だったが、冬季のChar ECが高濃度だったことは異なっていた。

バイオマス燃焼の指標となるChar ECでみると、元岡局が高くなるという傾向は見られず、むしろ春季と夏季を中心に市役所局や西新局の方が高かった。このことから、炭素成分における野焼きなどの影響は小さいと推察された。

むしろ3測定局の間の距離は14kmしかなく、市役所局と西新局は市街地で自動車の影響を受けることから、自動車の影響の方が大きいと考えられた。また、Char ECが春季や秋季、冬季に高濃度であり、PM_{2.5}質量濃度やSO₄²⁻と同じ傾向であることから、大陸で使用されるバイオマス燃料の影響も受けていることが推察された。

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26年度の四季毎に市役所局、元岡局および西新局でPM_{2.5}の試料採取を行い、質量濃度、イオン成分、炭素成分、金属成分の測定を行った。その結果、採取期間の質量濃度平均が市役所局で $17.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、元岡局で $17.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、西新局で $17.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、全ての測定局で年平均基準値を超過していた。また、成分濃度についてはSO₄²⁻が最も多く約3割を占めていた。

野焼きなどのバイオマス燃焼の影響を元素状炭素の中のChar ECとSoot ECを用いて調べた。その結果、バイオマス燃焼の指標となるChar ECでみると、元岡局が高くなるという傾向は見られず、むしろ春季と夏季を中心に市役所局や西新局の方が高かった。炭素成分における野焼きなどの影響は小さ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
- 3) 環境科学課大気担当：平成25年度 福岡市におけるPM_{2.5}の成分組成，福岡市保健環境研究所報，39，123～126，2014