

原著

福岡県における微小粒子状物質（PM_{2.5}）の成分濃度及び組成

大石興弘・山本重一

微小粒子状物質（PM_{2.5}）の環境基準が告示され、常時監視とともに成分分析を行うことになった。平成25年度は太宰府局、糸島局、宗像局の一般環境大気測定局において年4回（季節毎）成分分析を実施した。分析項目はイオン成分、炭素成分（元素状炭素、有機炭素）、無機元素成分である。イオン成分であるSO₄²⁻の平均濃度が6.8μg/m³で最も高く、元素状炭素（EC）、有機炭素（OC）の平均濃度がそれぞれ1.5、2.5μg/m³であった。無機元素では重油燃焼、石炭燃焼の指標とされるV、Asの平均濃度がそれぞれ3.5、1.7ng/m³であった。PM_{2.5}中の平均組成はSO₄²⁻、NO₃⁻等のイオン成分が約55%、炭素成分が約20%、無機元素を含むその他が25%であった。PM_{2.5}は、SO₄²⁻、As、Se等石炭由来と言われる成分との相関が高く、またこれらの成分濃度が糸島局、宗像局で高いことから、広域汚染の寄与が大きいと考えられた。一方、NO₃⁻、炭素成分、Sbは太宰府局で高く地域汚染を反映していると考えられた。PM_{2.5}の高濃度日は、春期に多く、SO₄²⁻及び無機元素成分濃度が高いこと、離島でもPM_{2.5}濃度が高いこと、また後方流跡線から、大陸からの移流の影響が大きいと推測された。

[キーワード：PM_{2.5}、イオン成分、炭素成分、無機元素成分]

1 はじめに

平成21年9月、微小粒子状物質（PM_{2.5}）に係る環境基準が告示された。しかし、全国の一般環境大気測定局の年平均値は、14.5μg/m³（平成24年度、312局）でやや低下傾向にあるが、長期基準及び短期基準の両方を満たした環境基準達成率は43.3%であり未だ低い状況にある。このため、原因解明及び汚染低減対策を講じる必要があり、各地域の汚染実態、発生機構及び発生源寄与率等について検討がなされている。環境省はPM_{2.5}の大気環境測定局での常時監視とともに成分分析を実施し、環境基準の達成向上に向けた取り組みを進めている。

近年、東アジアは経済発展に伴い大気汚染が深刻な状況にあり、光化学オキシダント、硫酸化物等大気汚染物質が西日本、特に大陸に近い九州北部に移流していることが指摘されている¹⁾。PM_{2.5}についても九州北部にある離島で環境基準非達成であること、春季の高濃度が広域的大気汚染であることが報告されている^{2)、3)}。

本県は九州北部にあり、黄砂や人為起源の微小粒子により視程が悪くなる現象が観測されており、粒子に含まれる、また付着している有害物質による健康影響が懸念されている。そこで、PM_{2.5}の実態把握及び越境汚染・地域汚染等の原因解明を目的に、平成25年度から常時監視測定局において成分分析を開始した。今回、平成25年度に実施した

一般環境大気測定局3局のPM_{2.5}中成分の調査結果について、福岡県のPM_{2.5}の成分濃度及び組成等性状の地域的、季節的検討を行った。

2 調査

2・1 調査地点及び調査期間

調査地点は、図1に示すように一般環境大気測定局である太宰府局（太宰府市：福岡県保健環境研究所）、糸島局（糸島市：糸島総合庁舎）、宗像局（宗像市：宗像総合庁舎）である。調査は、各季節（春季：5～6月、夏季：7～8月、秋季：10～11月、冬季：1～2月）に、太宰府局は



図1 調査地点

約4週間、糸島局、及び宗像局は約2週間、年4回実施した。

2・2 捕集方法及び分析方法

試料はPM_{2.5}捕集装置（Thermo シーケンシャルエアサンプラー2025i：インパクター方式、16.67 L/min）を用い、24時間毎に石英繊維ろ紙（PALL；2500QAT-UP 47mmφ）に捕集した。なお、ろ紙交換時刻を春期は0時に、他の季節は9時に設定した。

イオン成分の分析は石英繊維ろ紙を円形に1カ所カット（φ1.4cm）し、蒸留水8mlで振とう及び超音波抽出を行い、ろ過後イオンクロマトグラフ法（Thermo ICS1000）により分析した。分析項目はCl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺である。炭素成分は石英繊維ろ紙を方形（1cm×1.5cm）に1カ所カットし、炭素分析計（Sunset Laboratory, inc.：サーマルオプティカル・リフレクタンス法）を用い、分析温度・雰囲気条件としてIMPROVE法により分析した。分析温度は段階的に設定され、有機炭素（OC）=OC1+OC2+OC3+OC4+OCpyro、元素炭素（EC）=EC1+EC2+EC3-OCpyroとした。OCpyroは分析中に有機炭素の一部が元素炭素に熱分解・炭化することによる光学補正值である。

無機元素成分はカットした残りの石英繊維ろ紙を密閉容器に入れ、酸を加えマイクロウェーブを用いて加熱分解し、ホットプレートで濃縮し、1N硝酸に溶解後、誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS Agilent7500）により分析した。石英繊維ろ紙は無機元素を含んでいるため、ブランク値が低く、また指標となるバナジウム（V）、ヒ素（As）、セレン（Se）、カドミウム（Cd）、アンチモン（Sb）、鉛（Pb）、及びマンガン（Mn）の7成分を解析の対象とした。

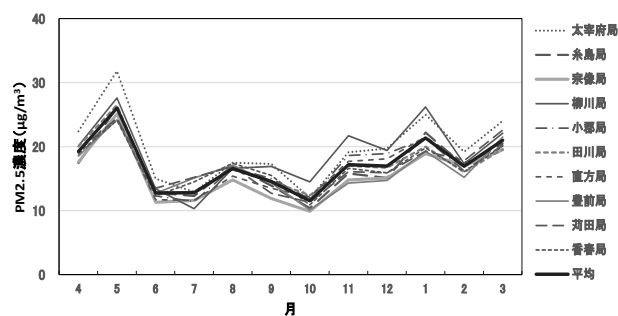


図2 常時監視測定局におけるPM2.5濃度の経月変化

以上の分析は環境省分析マニュアルに準拠している。

2・3 調査期間中の気象概況

平成25年度の年間降水量（福岡管区气象台）は1849mmで平年値1612.5mmより多かった。5月は高気圧に覆われ晴れた日が多く、降水量は少なかった。6月は中旬以降梅雨前線の影響で曇りや雨の日が多く、降水量は平年並みであった。7月は太平洋高気圧に覆われ晴れた日が多く、降水量は少なかった。8月は上中旬太平洋高気圧に覆われ降水量は少なかったが、下旬は秋雨前線により豪雨であった。10月は高気圧と前線が交互に通じ、また台風の影響で平年より多雨であった。11月も高気圧や気圧の谷や前線が交互に通過し、平年より多雨であった。1月、2月は大陸の高気圧に覆われ少雨であった。調査期間中の5月、7月、8月は平年に比べ降水量が少なく晴れた日が多く、10月、11月は降水量が多かった。1月、2月も少雨で晴れた日が多かった。

2・4 常時監視測定局のPM2.5濃度

県内の常時監視測定局10局（福岡市、北九州市、大牟

表1 PM_{2.5}中のイオン成分濃度

測定局	PM _{2.5} (μg/m ³)	Cl ⁻ (μg/m ³)	NO ₃ ⁻ (μg/m ³)	SO ₄ ²⁻ (μg/m ³)	Na ⁺ (μg/m ³)	NH ₄ ⁺ (μg/m ³)	K ⁺ (μg/m ³)	Mg ²⁺ (μg/m ³)	Ca ²⁺ (μg/m ³)
太宰府局 (I)	23.9	0.07	0.81	7.74	0.12	2.93	0.22	0.03	0.10
太宰府局 (II)	20.6	0.10	1.41	5.45	0.11	2.32	0.19	0.03	0.10
糸島局	21.6	0.09	0.79	8.39	0.19	3.24	0.31	0.03	0.11
宗像局	15.3	0.04	0.79	5.70	0.15	2.12	0.23	0.02	0.12
平均値	20.5	0.08	0.96	6.83	0.14	2.66	0.24	0.03	0.11

太宰府局 (I)：糸島局と同期間の調査結果 太宰府局 (II)：宗像局と同期間の調査結果

表2 PM_{2.5}中の炭素成分及び無機元素成分濃度

測定局	OC (μg/m ³)	EC (μg/m ³)	TC (μg/m ³)	V (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Se (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	Mn (ng/m ³)
太宰府局 (I)	2.7	1.8	4.5	3.7	1.7	0.84	0.35	1.18	18.1	5.9
太宰府局 (II)	2.5	1.6	4.2	2.9	1.5	0.72	0.30	1.10	17.6	5.6
糸島局	2.4	1.2	3.6	3.7	1.8	0.92	0.36	1.04	19.5	4.8
宗像局	2.1	1.1	3.2	3.3	1.6	0.73	0.30	0.96	16.9	5.7
平均値	2.5	1.5	4.0	3.5	1.7	0.81	0.33	1.09	18.1	5.6

太宰府局 (I)：糸島局と同期間の調査結果 太宰府局 (II)：宗像局と同期間の調査結果

田市、久留米市を除く、一般環境大気測定局9局、自動車排ガス局1局)のPM_{2.5}の各測定局年平均値(平成25年度)は15.6~19.7μg/m³であり、また各測定局の日平均値の98%値は41.3~49.6μg/m³であった。PM_{2.5}の環境基準は年平均値が15μg/m³以下であり、かつ、1日平均値(長期評価として、1年間の日平均値の98%値)が35μg/m³以下であることから、各測定局共に環境基準非達成であった。日平均最高値及び時間値最高値の最も高い局はいずれも柳川局で、それぞれ97.2μg/m³(11月)、225μg/m³(6月)であった。福岡県10局の平成25年度の平均値は17.4μg/m³で、全国平均値より高いと考えられる。

平成25年度の各測定局のPM_{2.5}月平均値の経月変化を図2に示す。PM_{2.5}濃度は、柳川局が他測定局に比べやや高いものの、各測定局ともにほぼ同様の経月変化を示し、5月に最も高く、春季、冬季に高く、夏季、秋季に低い傾向を示した。日平均値が35μg/m³以上の環境基準超過日数は、5月に多く、次いで3月で、各測定局ともに同日に基準を超える場合が多く広域的であることを示唆した。10局のうちいずれかの局が35μg/m³以上の日数は年間45日間で、年日数の約12%が環境基準を超えたことになり、特に5月は11日間で、35%が環境基準を超えた。

3 結果及び考察

3・1 PM_{2.5}中の成分濃度

太宰府局、糸島局及び宗像局の調査結果の総括表を表1~表2に示す。調査期間中のPM_{2.5}の平均値は20.5μg/m³で、年間平均値17.3μg/m³(常時監視3局平均)よりやや高い値であった。太宰府局のPM_{2.5}濃度は同じ調査期間の糸島局や宗像局のPM_{2.5}よりやや高い値であった。

(1) イオン成分

PM_{2.5}中で最も濃度が高い成分であるSO₄²⁻の平均値は6.8μg/m³(日最高値:30.1μg/m³)で、糸島局や宗像局は太宰府局より高い値であった。太宰府局は浮遊粒子中のSO₄²⁻の年平均濃度が5.7μg/m³(平成24年度)であり、全国平均値4.1μg/m³(第5次酸性雨全国調査報告書(平成24年

度)⁴⁾より高い値である。SO₄²⁻濃度は西日本で高いことが報告されており⁵⁾、またそのほとんどが微小粒子として存在している。これに対し、NO₃⁻は平均値0.96μg/m³(日最高値:9.58μg/m³)で、太宰府局は糸島局や宗像局より高い濃度であった。太宰府局の浮遊粒子中のNO₃⁻の年平均濃度は2.5μg/m³前後で、全国平均値1.9μg/m³(第5次酸性雨全国調査報告書(平成24年度))より高い値であり、微小粒子中のNO₃⁻は浮遊粒子の半分程度と考えられる。NO₃⁻は地域汚染の寄与が大きいと考えられるが、PM_{2.5}の高濃度時には離島でもNO₃⁻濃度が高くなることが報告されている²⁾。NH₄⁺は平均値2.7μg/m³(日最高値:10.4μg/m³)、糸島局で高い濃度であった。太宰府局は浮遊粒子中のNH₄⁺の年平均濃度が2.1μg/m³(平成24年度)であり、全国平均値1.2μg/m³(第5次酸性雨全国調査報告書(平成24年度))より高い値である。NH₄⁺もSO₄²⁻と同様ほとんどが微小粒子として存在する。Ca²⁺は平均値0.11μg/m³(日最高値0.63μg/m³)の低い濃度であった。Ca²⁺の浮遊粒子中の年平均濃度は0.42μg/m³(平成24年度)であり、全国平均値0.42μg/m³(第5次酸性雨全国調査報告書(平成24年度))と同じ値であるが、その多くが黄砂等の土壌由来であり粗大粒子として存在している。

(2) 炭素成分

炭素成分として、ECの平均濃度は1.5μg/m³(日最高値:4.3μg/m³)、OCの平均濃度は2.5μg/m³(日最高値:8.3μg/m³)で、TC(=EC+OC)(日最高値:12.7μg/m³)の平均濃度は4μg/m³であった。OCはECより高い濃度で平均OC/EC比は1.7である。ECは、自動車排ガス、バイオマス燃焼由来成分であり、離島でもPM_{2.5}の高濃度時に高い濃度になることもあるが都市域に比べ低い濃度である²⁾。OCは事業場排ガス、自動車排ガス、植物由来成分等VOCの光化学反応による二次粒子が混在している。ECは都市大気汚染の寄与が大きく、都市近郊にあり幹線道路近傍の太宰府局はTCが糸島局や宗像局より高く、その傾向はECでより顕著であった。

(3) 無機元素成分

無機元素成分ではV、As、Se、Cd、Sb、Pb、及びMnの

表3 PM_{2.5}及びPM₁₀中成分間の相関係数

	PM _{2.5}	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	OC	EC	V	As	Se	Cd	Sb	Pb	Mn
PM _{2.5}	1.00															
Cl ⁻	0.27	1.00														
NO ₃ ⁻	0.41	0.82	1.00													
SO ₄ ²⁻	0.81	0.04	0.16	1.00												
Na ⁺	0.06	0.08	0.00	0.14	1.00											
NH ₄ ⁺	0.95	0.24	0.39	0.96	0.08	1.00										
Ca ²⁺	0.26	0.18	0.27	0.29	0.28	0.30	1.00									
OC	0.68	0.51	0.63	0.48	-0.05	0.62	0.26	1.00								
EC	0.68	0.55	0.65	0.46	-0.21	0.62	0.23	0.88	1.00							
V	0.59	-0.09	-0.02	0.61	0.13	0.55	0.15	0.22	0.21	1.00						
As	0.82	0.30	0.47	0.77	0.08	0.83	0.33	0.61	0.63	0.44	1.00					
Se	0.90	0.16	0.32	0.89	0.13	0.90	0.29	0.52	0.53	0.60	0.88	1.00				
Cd	0.83	0.31	0.46	0.74	0.08	0.82	0.29	0.64	0.68	0.46	0.82	0.89	1.00			
Sb	0.74	0.17	0.32	0.67	0.02	0.69	0.27	0.59	0.59	0.59	0.71	0.74	0.75	1.00		
Pb	0.75	0.37	0.54	0.66	0.04	0.77	0.30	0.63	0.67	0.29	0.87	0.80	0.89	0.60	1.00	
Mn	0.83	0.13	0.38	0.80	-0.01	0.84	0.31	0.62	0.64	0.46	0.81	0.88	0.79	0.69	0.79	1.00

平均濃度(括弧内は最高値)は、それぞれ 3.5(13)、1.7(5.6)、0.81(3.3)、0.33(1.3)、1.1(3.7)、18(63)、及び 5.6(20) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。無機元素成分は発生源の指標になるもので、V は重油燃焼、As、Se は石炭燃焼、Sb は道路粉じん、Mn は土壌粉じんのトレーサーとされている⁶⁾。As、Se は太宰府局より糸島局、宗像局で高い濃度であるが、Sb は太宰府局で高かった。他成分については明確な地点差は見られなかった。

全地点の $\text{PM}_{2.5}$ 及び $\text{PM}_{2.5}$ 中成分の相関係数 ($n=243$) を表 3 に示す。 $\text{PM}_{2.5}$ は、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、As、Se、Cd、Mn と $r=0.8$ 以上の有意な高い相関を示し、石炭燃焼、土壌粒子の影響を示唆している。これに対し、 NO_3^- 、EC 及び OC は $\text{PM}_{2.5}$ との相関係数がやや低い。 NO_3^- は EC 及び OC と、それぞれ $r=0.65$ 、 0.63 の比較的高い有意な相関を示し、これらの成分が地域汚染を反映していることが推測される。

以上のように、各成分共に地点間の濃度差は小さいが、石炭燃焼由来で、移流の指標とされる硫酸イオン、As、Se 等の成分は糸島局、宗像局で高く、地域由来と考えられる硝酸イオン、炭素成分、Sb は太宰府局で高い傾向にあった。

3・2 季節別成分濃度及び組成

$\text{PM}_{2.5}$ 中の季節別の成分濃度を図 3 に示す。 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度は春期に最も高く、次いで冬期で、夏期は低かった。成分では、春期は SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、無機元素を含むその他が高く、広域的汚染の影響が大きいことが考えられる。これに対し、冬期は EC、OC 及び NO_3^- の地域由来成分の濃度がやや高くなった。夏期は各成分共に低かった。 NO_3^- は、暖候期にはガス状硝酸となり、また粗大粒子と反応するため $\text{PM}_{2.5}$ 中の NO_3^- 濃度は低くなるが、寒候期には主に微小な NO_3^- 粒子として存在する。無機元素成分は春期、冬期に高く⁴⁾、特に As、Cd、Pb は冬期に、V、Mn は春期に高い傾向が見られた。

組成では、 SO_4^{2-} は春期に 40% 近くを占めるのに対し冬期には約 25% である。これに対し NO_3^- は冬期に高く 10% を超えた。EC、OC は秋期、冬期の寒候期に高く、約 25% を占めた。 $\text{PM}_{2.5}$ 中成分の平均組成は、図 4 に示すように SO_4^{2-} 、 NO_3^- 等のイオン成分が約 55%、EC 及び OC の炭素成分が約 20%、無機元素を含むその他が約 25% であった。特に SO_4^{2-} は主に $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 粒子としての存在が考えられ、この粒子は $\text{PM}_{2.5}$ の 50% 近くを占めた。

3・3 $\text{PM}_{2.5}$ 、成分濃度の経日変化

前述したように、 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度及び成分濃度は春期及び冬期に高い。そこで調査期間中の太宰府局、糸島局及び宗像局の $\text{PM}_{2.5}$ 、硫酸イオン、As 及び TC (全炭素) 濃度について

春期 (5、6 月)、冬期 (1、2 月) の経日変化を図 5～図 8 に示す。糸島局と宗像局の調査期間は異なるが、太宰府局は両局の調査期間中調査を行っており、地点間の比較を行った。

$\text{PM}_{2.5}$ は、濃度変化が大きく高濃度も観測されているが、太宰府局でやや高いものの、地点間の濃度差は小さく、各地点ほぼ同様の変化を示している。 SO_4^{2-} も $\text{PM}_{2.5}$ と同様各地点類似した濃度変化を示している。5 月の高濃度日には $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える高い濃度が見られているが、1 月の高濃度日は $\text{PM}_{2.5}$ 濃度に対してやや低い値である。As も SO_4^{2-} と同様の変化を示しているが、冬期は SO_4^{2-} に対して相対的に高い濃度となっている。TC は、 $\text{PM}_{2.5}$ 及び SO_4^{2-} とやや経日変化が異なっているが、各地点ほぼ同様の変化を示した。TC は春期より冬期に濃度変化が大きく、太宰府局がやや高い濃度であった。このように成分間で濃度変動がやや異なり、発生源の違いが考えられるが、3 地点の経日変化はほぼ同様であり、広域的であることを示唆した。

3・4 $\text{PM}_{2.5}$ の高濃度日の状況

調査期間中、3 局のうちいずれかの局が日平均値として環境基準である $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日は 22 日であった。特に $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日は 5 月 13 日、22 日、24 日、25 日、1 月 12 日、1 月 17 日で、13 日以外はいずれも「煙霧」(視程 10km 未満で湿度 75% 以下) であった。また、高濃度日

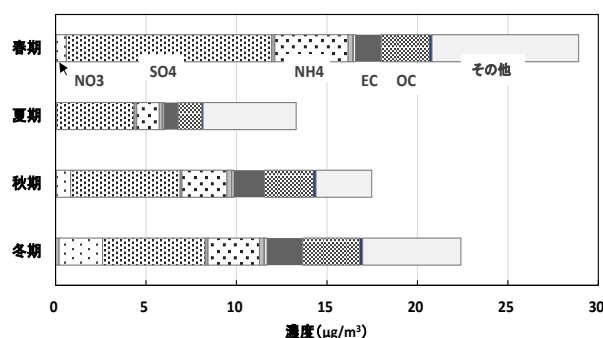


図 3 $\text{PM}_{2.5}$ 中の季節別成分濃度

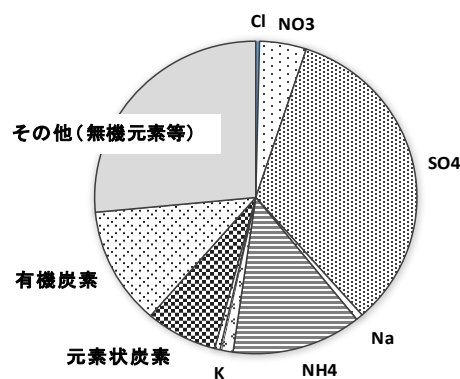


図 4 $\text{PM}_{2.5}$ 中の成分組成

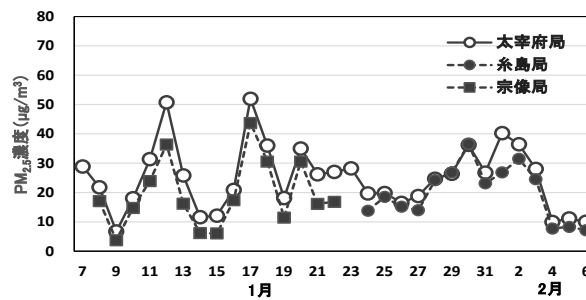
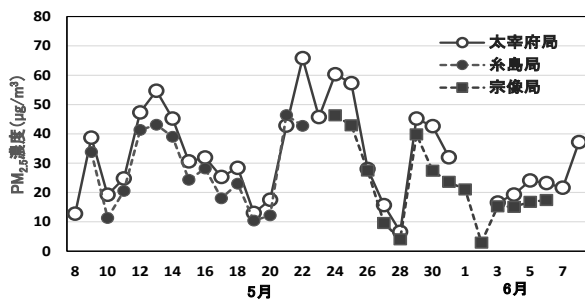


図5 春期及び冬期におけるPM_{2.5}濃度の経日変化

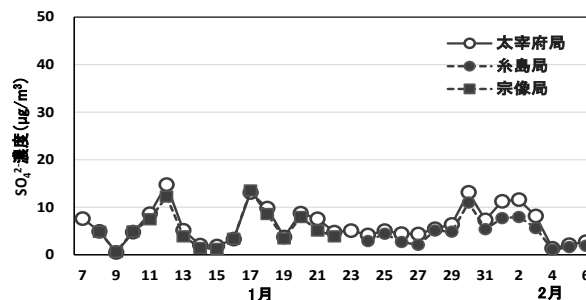
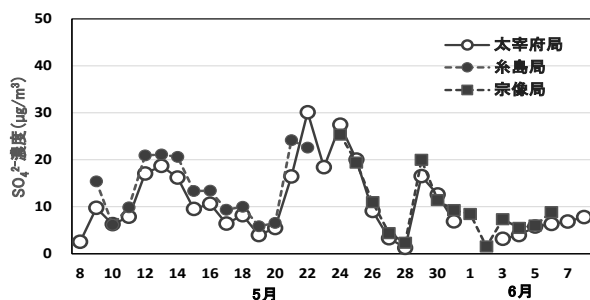


図6 春期及び冬期におけるSO₄²⁻濃度の経日変化

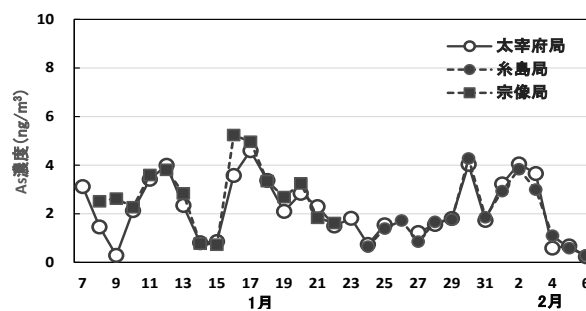
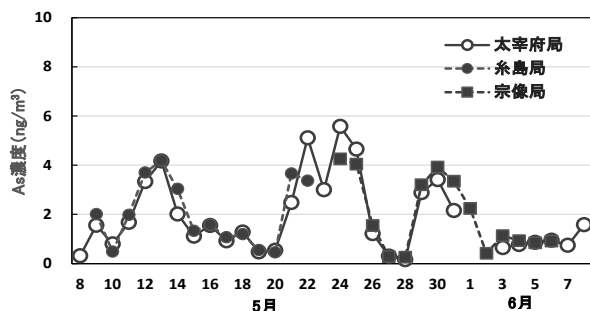


図7 春期及び冬期におけるAs濃度の経日変化

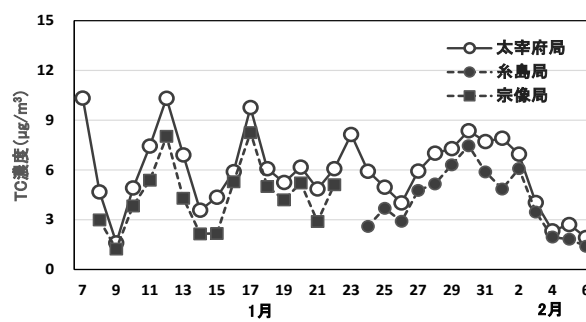
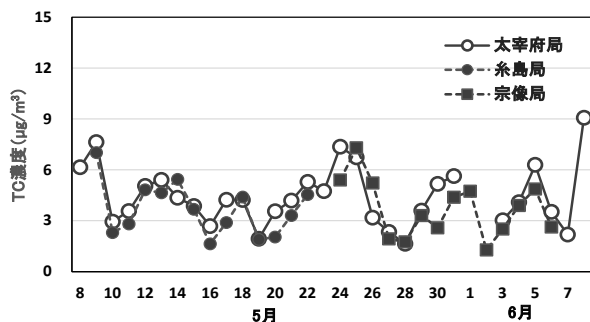


図8 春期及び冬期におけるTC濃度の経日変化

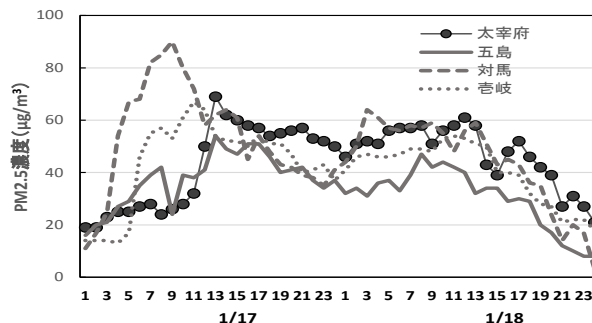
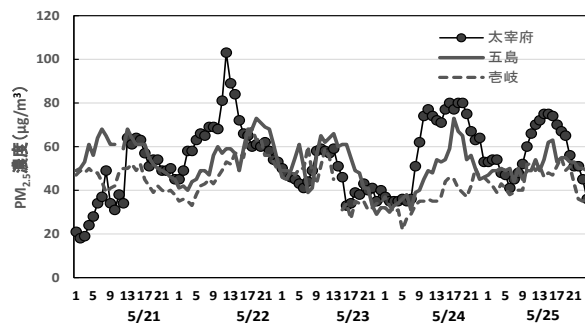


図9 高濃度日のPM_{2.5}濃度の経時変化

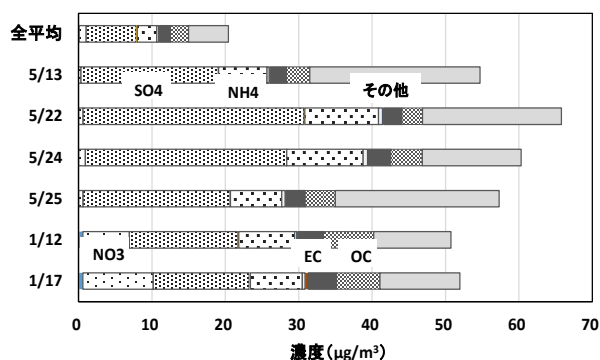


図 10 高濃度日の PM_{2.5} 中成分濃度

の PM_{2.5} 濃度を北部九州の離島である長崎県五島、対馬（5月欠測）、壱岐⁷⁾と太宰府を比較すると、図 9 に示すように高濃度日には時間的なずれはあるものの離島でも同様に高濃度となっていた。

高濃度日の太宰府局の PM_{2.5} 中成分濃度を図 10 に示す。5 月 22 日、24 日は 60µg/m³ を超えており、SO₄²⁻濃度が 30µg/m³ 前後と非常に高く、また NH₄⁺濃度も高く、(NH₄)₂SO₄ として PM_{2.5} の 60% 以上を占めた。5 月 21 日～25 日は日本の南海上に前線が停滞し、北側を移動性高気圧がゆっくりと東進しており、上空 (850hPa) は比較的弱い北西の風で、後方流跡線 (NOAA HYSPLIT) は図 11 に示すように中国中部から気塊が流入しており、大陸の影響を示唆していた。

これに対し、1 月 17 日は NO₃ 濃度が比較的高く、また TC (=EC+OC) の割合が高く約 20% を占めた。しかし SO₄²⁻ も As もやや高い濃度であった。この日は弱い冬型の気圧配置で北寄りの風で、後方流跡線も中国北部から朝鮮半島を経由して流入していることを示していた。このことからこの日は広域汚染と地域汚染が複合して高濃度になったものと推測された。

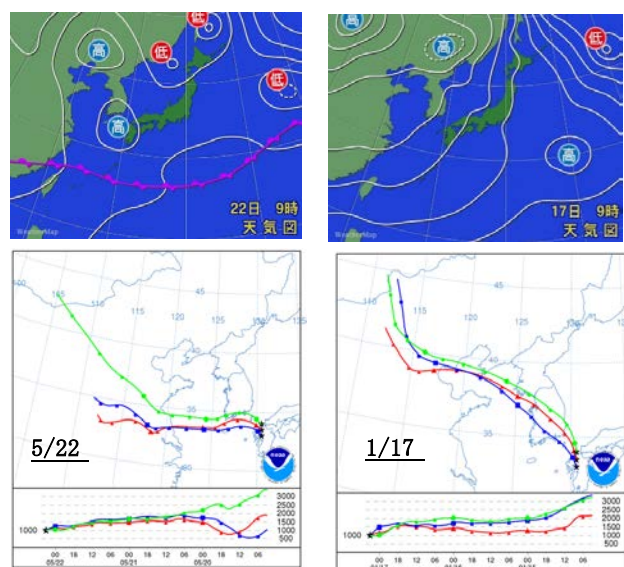


図 11 高濃度日の天気図及び後方流跡線

4 まとめ

平成 25 年度 PM_{2.5} の成分分析を一般環境大気測定局 (3 局) で季節毎に実施し、イオン成分、炭素成分、無機元素成分を分析した。その結果は以下の通りである。

- (1) 常時監視測定局 10 局の PM_{2.5} の年平均値 (平成 25 年度) は 17.4µg/m³ であった。各局の年平均値は 15.6～19.7µg/m³、日平均値の 98% 値は 41.3～49.6µg/m³ の範囲にあり、各局ともに環境基準未達成であった。
- (2) PM_{2.5} 中の平均成分組成は、SO₄²⁻、NO₃⁻等のイオン成分が約 55%、EC 及び OC の炭素成分が約 20%、無機元素を含むその他が 25% であった。
- (3) PM_{2.5} 濃度との相関が高い SO₄²⁻、As、Se 等の石炭由来成分は、糸島局や宗像局が太宰府局より濃度が高く、移流の影響が大きいことが考えられた。一方、NO₃⁻、炭素成分、Sb は太宰府局で高く地域汚染の寄与が大きいと考えられた。
- (4) PM_{2.5} 濃度は春期に最も高く、次いで冬期に高い濃度であった。春期は特に SO₄²⁻、NH₄⁺濃度が高く、また無機元素成分を含むその他も高く、広域的汚染の影響が大きいことが考えられた。冬期は NO₃⁻及び炭素成分が比較的高い濃度であった。
- (5) 調査期間中の高濃度日 (50µg/m³ 以上) は 5 月、1 月に見られ、5 月は SO₄²⁻濃度が高く、長崎県五島等の離島でも濃度が高く、流跡線も大陸からの移流を示した。1 月も離島でも高く、流跡線も大陸方向であるが、NO₃⁻、炭素成分濃度も高く、広域汚染と地域汚染の複合的したものと考えられた。

以上のように、PM_{2.5} の成分調査から、各地点の濃度差は小さく、濃度変化も類似し広域的であることから、地域汚染に加えて本県においても大陸影響を受けており、特に春期に大きいと考えられた。

文献

- 1) 板橋秀一ら：2007 年春季に発生した東アジア域スケールの広域的越境汚染の化学輸送モデル CMAQ による解析、大気環境学会誌、44, 175-185 (2009)。
- 2) 兼保直樹ら：九州北部における春季の高濃度 PM_{2.5} と長距離輸送、大気環境学会誌、45, 227-234 (2010)。
- 3) 金谷有剛ら：九州福江島における通年 PM_{2.5} 質量濃度測定値の大気環境短期基準超過、大気環境学会誌、45, 289-292 (2010)。
- 4) 全国環境研協議会酸性雨調査研究部会 (2014) 第 5 次酸性雨全国調査報告書 (平成 24 年度)、全国環境研学会誌 39, 100-145。
- 5) M.Aikawa et al.: Significant geographic gradients in

particulate sulfate over Japan determined from multiple site measurements and a chemical transport model, Impacts of transboundary pollution from the Asian continent, Atmos. Environ., 44, 381-391(2010).

- 6) 鈴木亮太ら：長崎県福江島・福岡県福岡市におけるエアロゾル金属成分の特徴と発生源推定、大気環境学会誌、49, 15-24 (2014).

- 7) 長崎県環境保健研究センター大気環境速報システム
(<http://gissv02.pref.nagasaki.jp/TaikiWeb/MainController#>)

Characteristics of PM_{2.5} in Fukuoka

Okihiko OISHI, Sigekazu YAMAMOTO

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan*

[Key words ; PM_{2.5}, SO₄²⁻, Carbon, Inorganic element]

The component concentrations in selected samples of fine particulate matter (PM_{2.5}) were analyzed in addition to continuous monitoring of PM_{2.5} mass concentration in Fukuoka to evaluate air quality with respect to the standard introduced for PM_{2.5} in 2009. Daily aerosol samples were collected at Dazaifu, Itoshima and Munakata monitoring stations for all seasons of 2013 to quantify ion components, elementary carbon (EC), organic carbon (OC), and inorganic elements.

The mean concentrations of SO₄²⁻, EC, and OC were 6.8, 1.5, and 2.5 µg/m³, respectively. V and As, which are regarded as tracers of heavy oil combustion and coal combustion, were 3.5 and 1.7 ng/m³. Mean compositions of ion components like SO₄²⁻ and NO₃⁻ were about 55% in PM_{2.5}, while carbon components were around 20% and other components, including inorganic elements, comprised about 25%. Regional pollution was clearly a strong contributor to PM_{2.5}, given its high correlations with SO₄²⁻, As and Se, which are mainly derived from coal. These components had higher concentrations at the Itoshima and Munakata sites compared with the Dazaifu site. In contrast, NO₃⁻, carbon components, and Sb had higher concentrations at the Dazaifu site, where local pollution was a major factor.

High-level PM_{2.5} days occurred mostly in spring, with high component concentrations of SO₄²⁻ and inorganic elements. We also recorded high levels of PM_{2.5} even on isolated island sites. This suggests that transboundary pollution from the Asian continent has a significant impact on PM_{2.5}.