

# 山梨県内の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 汚染状況について (第 2 報)

## - 質量濃度および成分分析結果 (平成 25 ~ 27 年度) -

大橋泰浩 辻敬太郎<sup>1</sup> 土橋正徳 吉澤一家 江頭恭子

Study on Pollution of Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>) in Yamanashi Prefecture (2<sup>nd</sup> Report)  
- Concentrations of PM<sub>2.5</sub> and its Component -

Yasuhiro OHASHI, Keitaro TSUJI, Masanori TSUCHIHASHI, Kazuya YOSHIZAWA and Kyoko EGASHIRA

キーワード：PM<sub>2.5</sub>、微小粒子状物質、質量濃度、成分分析、発生源、分布

微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) は、1990 年代より米国を中心に健康影響に関する研究結果が報告され、多くの国で環境基準が設定される等、国際的に注目されている。日本では、平成 21 年 9 月 9 日付けで環境省から環境基準が告示され<sup>1)</sup>、山梨県でも、平成 22 年度から PM<sub>2.5</sub> 自動測定機の整備を行い、質量濃度の測定を開始した<sup>2,3)</sup>。当初、測定地点は甲府富士見局 (山梨県衛生環境研究所) の 1 地点のみであったが、その後、大月局、県庁自動車排ガス局 (以降「県庁自排局」とする) 国母自動車排ガス局 (以降「国母自排局」とする) 東山梨局及び吉田局 (平成 26 年 7 月設置) と徐々に測定機を増設し、平成 27 年度末時点で図 1 に示す県内 6 地点に自動測定機を設置して質量濃度の常時監視を行っている。

また、平成 22 年 3 月 31 日付けで「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について (平成 13 年 5 月 21 日環管大第 177 号、環管自第 75 号)」の一部が改正され、PM<sub>2.5</sub> の常時監視として、質量濃度に加えて成分分析も実施することとなった<sup>4)</sup>。この改正を受け、平成 22 年度に環境省の委託事業として PM<sub>2.5</sub> に係る成分分析を四季に行った<sup>2)</sup>。その後、本県では平成 25 年度より甲府富士見局を固定測定地点とし、年度ごと、その他 5 地点から 1 地点を選定して合計 2 地点で、四季の 2 週間ずつ、成分 (水溶性イオン成分、炭素成分、無機元素成分) 分析を行っている。

山梨県内における PM<sub>2.5</sub> 汚染状況については、平成 22 年度に甲府富士見局で実施した測定の結果、二次粒子の発生源寄与率が 41.9% と最も高く、次いで自動車が 15.3% と高いと、辻らによって報告されている<sup>2)</sup>。また、平成 25 年度の質量濃度データから、年間を通じて国母自排局が最も高いこと、東山梨局は冬季に、甲府盆地では冬季から春季にかけて特有の発生源があると推測されること等が報告されている<sup>3)</sup>。今回は、平成 25 ~ 27 年度に

実施した質量濃度について解析するとともに、成分分析の測定結果から、リセプターモデル解析を用いた発生源寄与推定を行ない、PM<sub>2.5</sub> の経年変化や季節的・地域的な特徴を考察した。



図 1 山梨県内の PM<sub>2.5</sub> 測定地点

## 方法

### 1 質量濃度 (自動測定データ)

平成 25 年度 (平成 25 年 4 月 1 日 ~ 平成 26 年 3 月 31 日) に県内 5 地点 (吉田局を除く) で、平成 26 年度 (平成 26 年 4 月 1 日 ~ 平成 27 年 3 月 31 日) 平成 27 年度 (平成 27 年 4 月 1 日 ~ 平成 28 年 3 月 31 日) に県内 6 地点で測定した PM<sub>2.5</sub> 質量濃度データを用いて解析を行った。なお、平成 26 年度の吉田局については、平成 26 年 7 月に

<sup>1</sup> 現 富士東部林務環境事務所

PM<sub>2.5</sub>自動測定機が設置されたため、それ以降の測定データである。

<一般環境大気測定局(一般局)>

甲府富士見局, 大月局, 東山梨局, 吉田局

<自動車排出ガス測定局(自排局)>

県庁自排局, 国母自排局

## 2 成分分析

### (1) 調査地点

成分分析調査は、一般局である甲府富士見局(甲府市富士見1-7-31)を固定測定地点とし、年度ごとに別の1地点を選定して、合計2地点で測定を行った。平成25年度は大月局、平成26年度は東山梨局、平成27年度は吉田局を測定地点として選別した。なお、各測定局の周辺環境は以下のとおりである。

<固定測定地点>

甲府富士見局

住宅地域であり、南に総合病院がある。周辺に大規模な事業場は存在しないが、北側約100mに幹線道路がある。

<選別した測定地点>

大月局(平成25年度)

住宅地域であるが、北西側約200mに中央自動車道、南東側約100mに国道20号線と県内の主要な幹線道路が併走している。周辺に大規模な事業場は存在しない。

東山梨局(平成26年度)

住宅と果樹地帯が混在しており、周辺に大規模な事業場や大きな幹線道路は存在しない。

吉田局(平成27年度)

住宅地域であり、西に学校がある。周辺に大規模な事業場は存在しないが、西側約300mに県道137号線が、東側約700mに県道139号線がある。

### (2) 調査期間

平成25~27年度の年度ごとに、春季、夏季、秋季、冬季に2週間(14日間)ずつ、24時間捕集を行なった。調査期間は以下に示したとおり。なお、捕集開始時刻は10時とした。

<平成25年度>

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 6日

秋季: 平成25年 10月 23日 ~ 11月 5日

冬季: 平成26年 1月 22日 ~ 2月 4日

<平成26年度>

春季: 平成26年 5月 8日 ~ 5月 21日

夏季: 平成26年 7月 23日 ~ 8月 5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

<平成27年度>

春季: 平成27年 5月 7日 ~ 5月 20日

夏季: 平成27年 7月 22日 ~ 8月 4日

秋季: 平成27年 10月 21日 ~ 11月 3日

冬季: 平成28年 1月 20日 ~ 2月 2日

### (3) 採取装置及び分析条件

PM<sub>2.5</sub>捕集装置は、シーケンシャルエアースンプラー(Thermo Scientific社製FRM2025i)を使用した。1地点に捕集装置を2台設置し、1台にPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)ろ紙(PALL社 Teflo)をセットし、もう1台には石英繊維ろ紙(PALL社 Model 2500 QAT-UP)をセットして、PM<sub>2.5</sub>を捕集した。捕集後の石英繊維ろ紙を用いて、水溶性イオン成分(Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、炭素成分(有機炭素(OC)、元素状炭素(EC))の分析を行い、PTFEろ紙を用いて、質量濃度(秤量法)、無機元素成分(Na, Al, Si, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb)の分析を行った。なお、質量濃度(秤量法)については、平成27年度のみ実施した。また、捕集及び分析法は、環境大気常時監視マニュアル(第6版)及び成分測定マニュアルに従った<sup>5)</sup>。

## 3 発生源寄与推定

発生源の推定方法には、環境濃度から発生源を推定するリセプターモデルが使用される。今回は、CMB(Chemical Mass Balance)法(EPA-CMB8.2)を用いて解析を行った。解析データは、季節ごと14日間のデータの平均値としたが、検出下限値未満のデータについては、検出下限値の1/2の値を代入し算出した。測定した成分のうち、水溶性イオン成分と無機元素成分の両方に測定値があるものは、無機元素成分の値を採用した。発生源プロファイルは東京都微小粒子状物質検討会報告書で使用されたものを用いた<sup>6)</sup>。発生源は、自動車、重油燃焼、廃棄物焼却、鉄鋼(工業)、海塩、土壌・道路粉じん、プレーキ粉じん、植物燃焼を想定した。ただし、臭素(Br)は測定していないため発生源プロファイルから除いた。また、OC、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>は発生源プロファイルに含まれるが、二次生成由来のものが多く含まれると推定されるため、計算の際のフィッティングの対象から除外した。ScやCrについては検出下限値未満の割合が高いため、同様にフィッティングの対象から除外した。以上のことから、フィッティングには、Na, K, Ca, Al, V, Mn, Fe, Zn, As, Se, Sb, La, ECの13成分を用いた。二次無機粒子は、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の実測値の総和から、CMB法で算出された一次排出分を差し引いた値、二次有機粒子はOCの実測値から一次排出分を差し引いた値に1.4を乗じた値とした。なお、質量濃度については、平成25年度と平成26年度は、自動測定機の測定値を、平成27年度は、秤量法の値を用いた。

## 結果及び考察

### 1 質量濃度（自動測定データ）

#### (1) 年平均値の推移，日平均値の年間 98% 値の状況

平成 25～27 年度の年平均値及び日平均値の状況を表 1 に、年平均値の推移を図 2 に示した。年平均値については、国母自排局が 14.9～17.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と 3 年を通して最も高く、平成 25 年度と平成 27 年度には、長期環境基準（年平均値 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超過した。次いで大月局や県庁自排局が高い状況であり、平成 25 年度については、大月局でも環境基準を超過していた。また、平成 26 年 7 月に設置された吉田局は低い状況であった。

日平均値の状況については、年平均値と同様に、国母自排局、大月局及び県庁自排局で、日平均値が 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した日数が多く、年間 98 パーセンタイル値が高くなる傾向が見られた。平成 25 年度は国母自排局と大月局で、平成 26 年度には国母自排局、県庁自排局及び大月局で、それぞれ短期環境基準（日平均値の年間 98 パーセンタイル値 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超過していた。各地点の日平均値 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した日数は、平成 25～26 年度は自排局や大月局で多かったが、平成 27 年度は、全体的に減少していた。なお、吉田局については、測定を開始した平成 26 年 7 月以降、日平均値が 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える日は 1 日もなく、質量濃度が上がりにくい特殊な環境であると推測される。

なお、黄砂が  $\text{PM}_{2.5}$  濃度に影響を与えることがあるが、平成 25～27 年度中に山梨県内で黄砂が観測されたのは、平成 26 年 5 月 31 日のみであり（気象庁発表）、その日は、国母自排局と大月局の 2 地点で日平均値 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過していた。その後も、6 月 4 日まで甲府气象台で煙霧を観測したが、6 月 2 日は全 5 地点中 3 地点（県庁自排局、国母自排局、大月局）で、3 日及び 4 日は全 5 地点で日平均値 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過していた。

表 1 年平均値，日平均値の状況（平成 25～27 年度）

年度	測定局名	有効測定 日数	年平均値	日平均値	日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数(割合%)
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	年間 2% 除外値 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
H25	甲府富士見	361	13.0	32.2	6(1.7)
	東山梨	364	14.3	33.6	6(1.6)
	国母自排	331	17.8	38.1	17(5.1)
	県庁自排	360	14.9	34.1	6(1.7)
	大月	362	15.1	38.7	11(3)
H26	甲府富士見	361	12.5	35.0	7(1.9)
	東山梨	364	13.4	33.2	4(1.1)
	国母自排	356	14.9	35.5	10(2.8)
	県庁自排	359	14.2	35.8	10(2.8)
	大月	363	14.7	35.2	8(2.2)
	吉田	256	5.5	19.7	0(0)
H27	甲府富士見	364	12.6	30.0	2(0.5)
	東山梨	361	13.4	29.8	5(1.4)
	国母自排	364	15.3	32.9	3(0.8)
	県庁自排	329	13.8	30.5	1(0.3)
	大月	365	13.9	33.3	5(1.4)
	吉田	356	7.0	22.8	0(0)

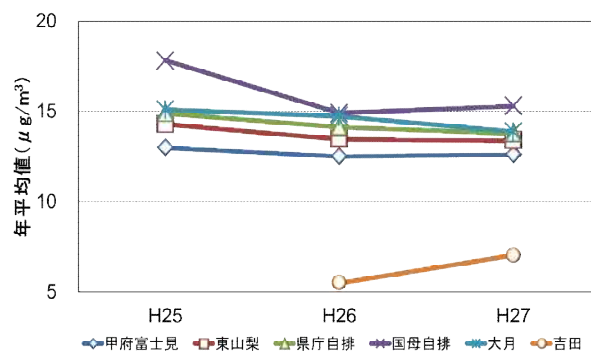


図 2  $\text{PM}_{2.5}$  年平均値の推移

#### (2) 月平均値の推移

各年度の月平均値の推移を図 3～図 5 に示した。3 年度とも、大月局の月平均値は、他の測定局と比較して 4 月～10 月にかけて高いが、11 月～2 月にかけて低くなる傾向が認められた。吉田局については、1 年を通して他の地点よりも濃度が低かった。その他、甲府富士見局、東山梨局、県庁自排局及び国母自排局については、自排局が一般局に比べて高い傾向であり、地点によって濃度の差はあるものの、年間の濃度変動としては、概ね類似していた。

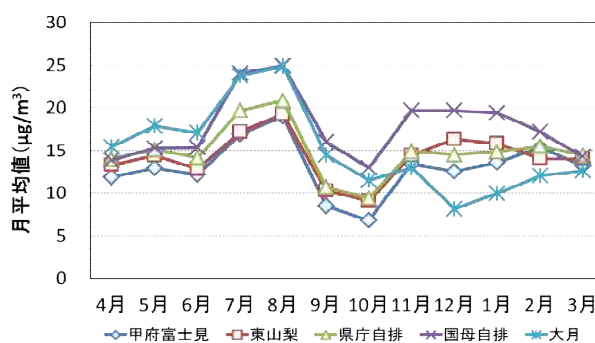


図 3  $\text{PM}_{2.5}$  月平均値の推移（平成 25 年度）

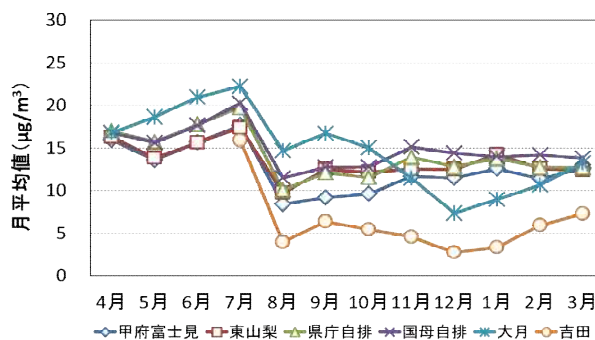


図 4  $\text{PM}_{2.5}$  月平均値の推移（平成 26 年度）

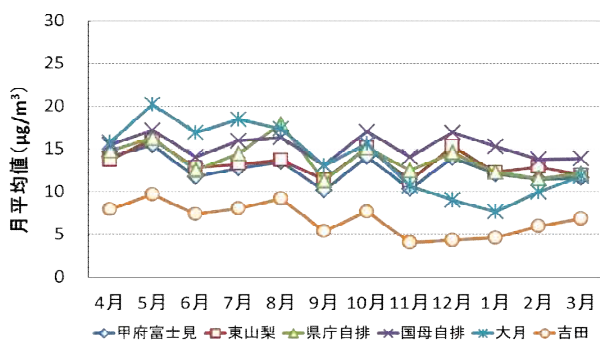


図5 PM<sub>2.5</sub>月平均値の推移 (平成 27 年度)

吉田局を除く 5 地点について、各月における日平均値 35 µg/m<sup>3</sup> を超過した延べ日数を図 6 に示した。平成 25 年度は夏季(7月~8月)に超過日が多く、晩秋~冬季(11月~3月)にも超過した日が数日認められたが、平成 26 年度は春季~夏季(4月~7月)に超過日が多く、冬季は 1 月に延べ 6 日であった。平成 27 年度は全体的に超過日が少なく、夏季(7月~9月)に延べ 10 日、冬季(12月~1月)に延べ 6 日超過したのみであり、年度ごとに、超過する月が異なっていた。ただし、3 年度を通してみると、どの年度も夏季に超過する日数が多く、冬季にも数日超過する傾向が認められた。なお、環境省が注意喚起情報の指針値として定めた日平均値 70 µg/m<sup>3</sup> を超過する地点はなかった。

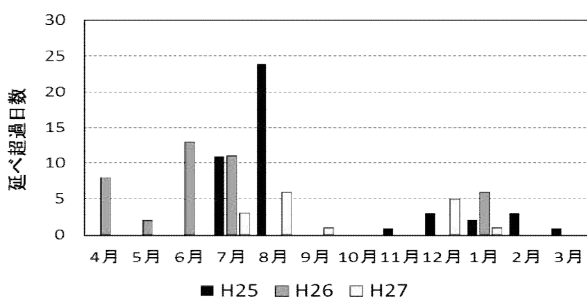


図6 日平均値 35 µg/m<sup>3</sup> を超過した延べ日数 (5 地点)

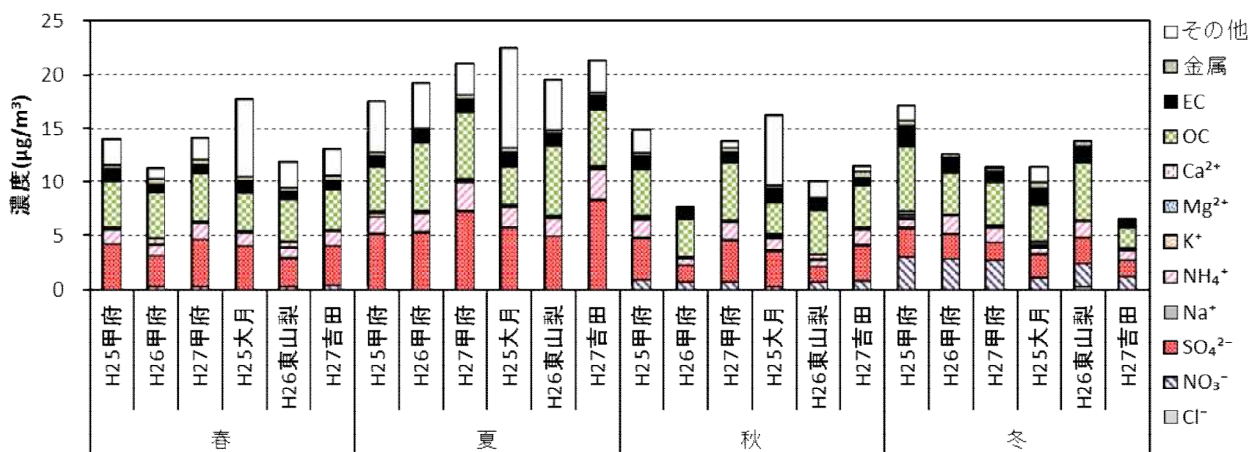


図7 PM<sub>2.5</sub>成分分析結果 (平成 25~27 年度 各季節の平均値)

## 2 成分分析

成分分析結果(期間平均値)を図7に示した。調査期間中の質量濃度も特に夏季が高い傾向であった。

水溶性イオン成分について、甲府富士見局の3年度のデータを比較すると、年度によって期間平均濃度に差はあるものの、質量濃度に占める割合は、年度間で大きな違いはなく、春季~秋季が約 40%、冬季が約 50%であり、甲府富士見局以外を含めると 31~59%の範囲であった。また、組成については、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の3成分で水溶性イオン成分の約 80%以上を占めていた。季節別では特に春季から夏季にかけて SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>や NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の割合が大きく、地点によって差はあるものの、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の合計で、春季が質量濃度の 29~41%、夏季が 33~52%を占めていた。また、冬季は、どの地点でも他の季節と比較して NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が上昇する傾向が認められた。しかし、期間平均濃度が甲府富士見局(2.5~2.8 µg/m<sup>3</sup>)や東山梨局(2.1 µg/m<sup>3</sup>)と比較して、大月局(1.0 µg/m<sup>3</sup>)や吉田局(1.1 µg/m<sup>3</sup>)では低く、地域的な違いがあると考えられる。

炭素成分について、甲府富士見局の3年度のデータを比較すると、期間平均値の質量濃度に占める割合は、春季、夏季、冬季が約 40%、秋季が 37~58%であり、甲府富士見局以外を含めると 22~58%の範囲であった。また、組成については、四季を通して OC が EC よりも高く、大月局では炭素成分の約 7 割を OC が占めており、その他の地点では炭素成分の約 8 割を占めていた。特に秋季から冬季にかけては、OC 濃度は SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度と同等又はそれ以上であった。このことから、山梨県においては、OC も PM<sub>2.5</sub> 高濃度化の要因の1つとして考えられる。なお、季節別では、冬季に EC の質量濃度に占める割合が若干高くなる傾向が見られ、質量濃度の上昇とも連動していた。

無機元素成分については、水溶性イオン成分や炭素成分と比較して質量濃度に対する寄与が低く、無機元素成分(30 成分)の合計でも、1~5%程度であった。なお、元素によっては、検出下限値以下のデータも多く見られた。



表 2 各季節・各地点における PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と各成分濃度との相関 (一部)

	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K	V	Mn	Fe	Co	As	Se	Rb	La	Pb	OC	EC	
春	H25甲府	0.711	0.704	-0.255	0.752	0.605	0.818	0.679	0.422	0.786	0.733	0.893	0.803	0.843	0.472	0.657
	H26甲府	0.876	0.856	0.572	0.668	0.483	0.648	0.624	0.670	0.270	0.543	0.671	0.740	0.672	0.258	0.499
	H27甲府	<b>0.905</b>	<b>0.910</b>	0.286	0.821	0.683	0.786	0.667	0.853	0.673	0.884	0.732	0.709	0.783	0.863	0.865
	H25大月	<b>0.948</b>	<b>0.950</b>	-0.195	0.528	0.868	0.475	0.125	0.361	0.810	0.641	0.683	0.493	0.714	0.290	0.633
	H26東山梨	0.840	0.836	0.700	0.751	0.638	0.702	0.617	0.567	0.727	0.689	0.813	0.761	0.839	0.399	0.651
夏	H27吉田	0.794	0.830	0.414	0.810	0.723	0.637	0.325	0.461	0.731	<b>0.915</b>	0.712	0.568	0.790	0.805	0.863
	H25甲府	0.756	0.847	-0.145	0.544	0.889	<b>0.929</b>	0.834	<b>0.963</b>	<b>0.920</b>	<b>0.935</b>	<b>0.905</b>	<b>0.938</b>	0.890	0.184	0.563
	H26甲府	<b>0.905</b>	<b>0.907</b>	0.095	0.806	0.703	0.728	0.693	0.766	0.876	0.798	0.862	0.826	0.807	0.658	0.842
	H27甲府	<b>0.946</b>	<b>0.936</b>	-0.181	0.536	0.830	0.808	0.714	0.870	0.830	0.891	0.792	0.155	0.856	0.520	0.887
	H25大月	<b>0.966</b>	<b>0.967</b>	0.429	0.097	<b>0.937</b>	<b>0.942</b>	<b>0.944</b>	0.825	0.761	<b>0.917</b>	0.884	<b>0.912</b>	0.895	<b>0.909</b>	<b>0.932</b>
秋	H26東山梨	<b>0.905</b>	<b>0.909</b>	0.244	0.432	0.693	0.769	0.849	0.841	0.821	0.814	0.800	0.838	0.762	0.722	0.871
	H27吉田	<b>0.933</b>	<b>0.942</b>	0.194	0.546	0.898	<b>0.929</b>	0.801	0.741	0.804	0.878	0.767	0.860	0.895	0.554	<b>0.950</b>
	H25甲府	<b>0.930</b>	<b>0.981</b>	0.524	<b>0.926</b>	<b>0.961</b>	0.824	0.869	0.751	0.739	<b>0.925</b>	0.706	0.880	0.775	<b>0.922</b>	<b>0.908</b>
	H26甲府	0.809	0.848	0.489	0.807	0.706	0.571	0.595	0.518	0.573	0.730	0.735	0.559	0.848	0.783	0.770
	H27甲府	<b>0.925</b>	<b>0.943</b>	0.226	<b>0.952</b>	0.847	<b>0.928</b>	0.826	0.874	<b>0.901</b>	<b>0.938</b>	<b>0.946</b>	<b>0.916</b>	0.882	0.812	0.884
冬	H25大月	<b>0.979</b>	<b>0.982</b>	0.482	<b>0.934</b>	0.650	0.888	0.900	<b>0.944</b>	<b>0.908</b>	0.876	0.850	0.864	<b>0.927</b>	<b>0.919</b>	<b>0.934</b>
	H26東山梨	0.688	0.666	0.413	0.865	0.688	0.585	0.299	-	0.403	0.478	0.768	-0.096	0.831	0.878	0.856
	H27吉田	0.872	<b>0.900</b>	0.535	0.755	0.664	0.656	0.312	0.309	0.776	0.793	0.787	0.639	0.466	0.739	0.845
	H25甲府	0.764	<b>0.970</b>	<b>0.962</b>	<b>0.930</b>	0.475	0.634	0.052	-0.093	0.447	0.593	0.832	0.006	0.741	<b>0.972</b>	<b>0.979</b>
	H26甲府	0.549	0.616	0.628	0.794	0.328	0.659	0.694	0.506	0.566	0.559	0.746	0.555	0.646	0.794	0.742
冬	H27甲府	0.759	<b>0.959</b>	<b>0.919</b>	<b>0.978</b>	0.775	0.780	0.480	0.000	0.710	<b>0.915</b>	<b>0.967</b>	0.000	<b>0.907</b>	0.882	0.890
	H25大月	0.845	<b>0.910</b>	0.744	0.890	0.673	0.578	0.191	0.382	0.786	0.873	0.847	0.639	0.870	<b>0.932</b>	0.841
	H26東山梨	0.393	0.335	0.325	0.570	0.387	0.365	0.518	0.422	0.343	0.452	0.466	0.420	0.084	0.647	0.406
	H27吉田	<b>0.951</b>	<b>0.978</b>	0.842	0.807	0.499	0.643	0.495	0.000	0.743	0.633	0.829	0.000	0.631	0.777	0.773

相関係数: 0.9以上 0.75 ~ 0.9

成分分析結果から、調査期間中の各地点における PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と各成分濃度との相関係数を算出し、相関係数が高い成分について表 2 に示した。四季を通じて SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> や NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の相関係数が高く、年間を通じて硫酸系二次粒子が PM<sub>2.5</sub> の濃度変動に寄与したと推測された。

季節毎に見ると、春季は、相関係数が高くなる成分が地点によってバラバラであり、多くの地点で相関係数が高くなる成分は SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> や NH<sub>4</sub><sup>+</sup> のみであった。このことから、春季の PM<sub>2.5</sub> の濃度変動には、主に硫酸系二次粒子が影響したが、地域的な発生源等、複合的な要因が影響したと考えられる。夏季については、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> や NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の他、多くの地点で K, V, Mn, Fe, Co, As, Se, Rb, La, Pb, EC の相関係数も高いことから、硫酸系二次粒子の他、自動車、重油燃焼、鉄鋼工業、石炭燃焼等も概ね同じ周期で PM<sub>2.5</sub> の濃度変動に影響していたと考えられ、移流等の広域的な汚染があったと考えられる。秋季については、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> や NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の他、多くの地点で K, Pb, OC, EC の相関係数も高く、硫酸系二次粒子の他、自動車、廃棄物焼却や植物燃焼等が PM<sub>2.5</sub> の濃度変動に影響していたと考えられる。ただ、甲府富士見局 (平成 25, 27 年度) や大月局では、夏季と同様の成分も相関係数が高く、夏季と同じ発生源も PM<sub>2.5</sub> 濃度に影響した可能性がある。冬季については、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の他、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K, OC, EC の相関係数が高く、硫酸系二次粒子の他、硝酸系二次粒子、廃棄物焼却や植物燃焼が PM<sub>2.5</sub> の濃度変動に影響したと考えられる。なお、東山梨局については、秋季から冬季にかけて、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> や NH<sub>4</sub><sup>+</sup> よりも K, OC, EC の相関係数が高く、主に廃棄物焼却や植物燃焼が PM<sub>2.5</sub> の濃度変動に影響したと考えられるが、全体的に相関係数が低く、起源の異なる複合的な要因で PM<sub>2.5</sub> 濃度が複雑に変動したと推測される。

### 3 発生源寄与推定

#### (1) 年度間の比較

甲府富士見局で得られた平成 25 ~ 27 年度の四季の成分分析結果を使用して計算した発生源寄与率を図 8 に示した (平成 25 年度秋季の自動車は「不明」に振り分けられたと考えられる)。季節別に比較すると、年度間で若干の差はあるものの、季節ごとの構成比はほぼ同じであった。年間を通して見ると、二次無機粒子及び二次有機粒子が高く、二次粒子 (二次無機粒子 + 二次有機粒子) は 57% ~ 77% と高い寄与率であった。また、二次粒子以外では、自動車の寄与率が、平成 25 年の秋季を除き、一年を通して 9.1% (H27 夏季) ~ 25.4% (H26 秋季) と高く、平成 22 年の結果<sup>2)</sup> と同じ傾向であった。その他、一年を通して廃棄物焼却、春季から夏季にかけて重油燃焼、冬季から春季にかけて土壌・道路粉じんの寄与が数%認められ、突発的に植物燃焼の寄与も認められた。

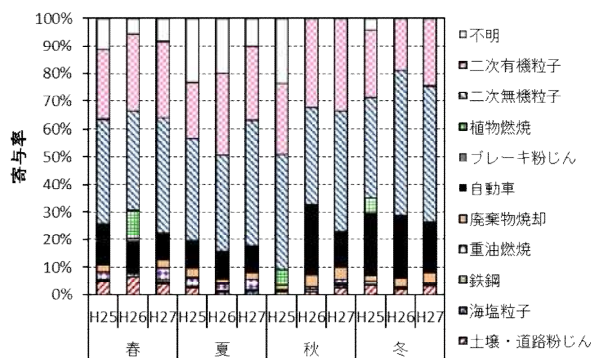


図 8 甲府富士見局における PM<sub>2.5</sub> 発生源寄与率

(2) 地点間の比較

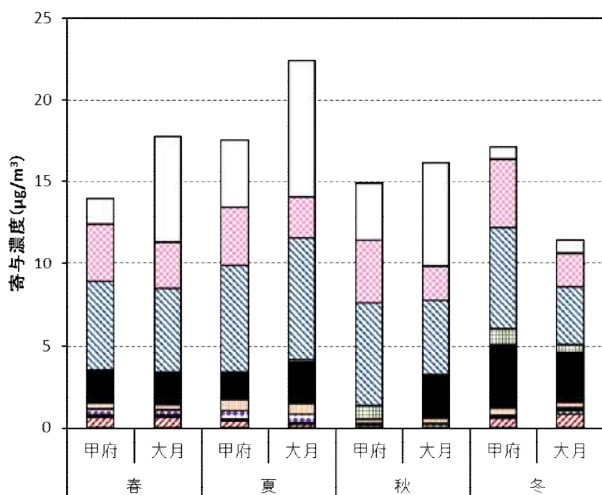
各年度の発生源寄与濃度(各発生源がPM<sub>2.5</sub>質量濃度に寄与したと推定される濃度)をそれぞれ図9(a)~(c)に示した。

平成 25 年度の甲府富士見局と大月局の結果(図 9(a))について、大月局では春季から秋季にかけて「不明」な寄与が高く、想定した 8 発生源や二次粒子以外の発生源による影響が大きいと考えられる。不明分を除いた 10 項目のみで、季節ごとに甲府富士見局と大月局の結果を比較してみると、寄与率の構成に大きな違いはなかったが、秋季から冬季にかけて、大月局では各々の発生源の寄与濃度が低いことが分かった。

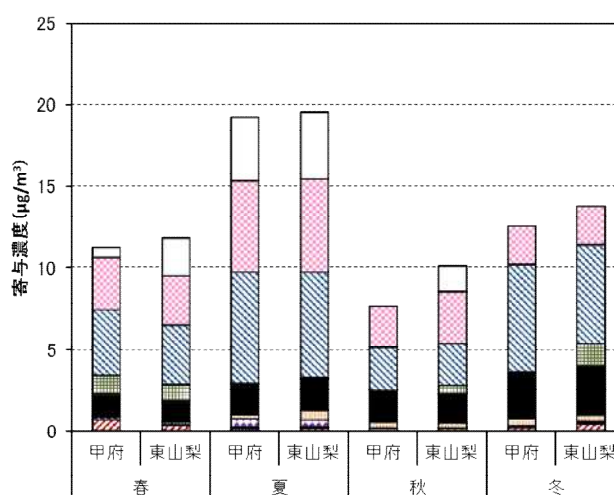
平成 26 年度の甲府富士見局と東山梨局の結果(図 9(b))について、春季から夏季は大きな違いがなかったが、秋季から冬季にかけては、東山梨局で植物燃焼の寄与濃度が上昇するとともに質量濃度が上昇していた。このことから、秋季から冬季に東山梨で見られる質量濃度の上昇は、野焼き等の植物燃焼も寄与している可能性が示唆された。

平成 27 年度の甲府富士見局と吉田局の結果(図 9(c))についても、春季から夏季は大きな違いがなかった。秋季から冬季にかけて吉田局で質量濃度が減少していたが、発生源寄与率の構成については、二次有機粒子が若干減少していたものの、大きな違いは認められなかった。

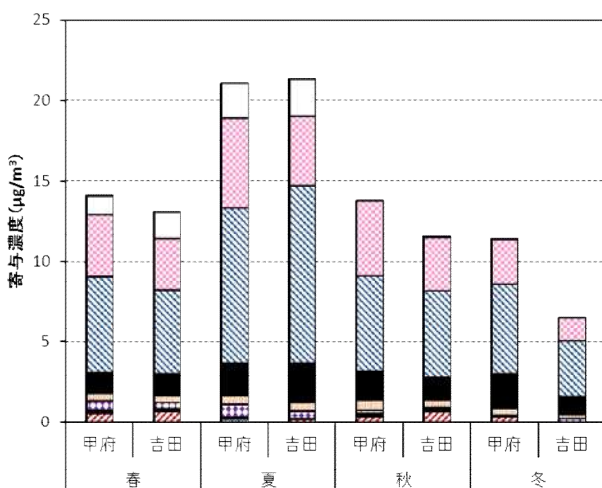
(a) 平成 25 年度 (甲府富士見局, 大月局)



(b) 平成 26 年度 (甲府富士見局, 東山梨局)



(c) 平成 27 年度 (甲府富士見局, 吉田局)



- 不明
- 二次有機粒子
- 二次無機粒子
- 植物燃焼
- ブレーキ粉じん
- 自動車
- 廃棄物焼却
- 重油燃焼
- 鉄鋼
- 海塩粒子
- 土壌・道路粉じん

図 9 PM<sub>2.5</sub>発生源寄与濃度の推定結果 (平成 25~27 年度)

## まとめ

- 1 平成 25～27 年度の環境基準達成状況について、平成 25 年度に国母自排局と大月局で、平成 27 年度に国母自排局で長期環境基準を超過していた。また、平成 25 年度に国母自排局と大月局で、平成 26 年度に国母自排局、県庁自排局及び大月局で、それぞれ短期環境基準を超過していた。それ以外の測定局では基準を達成していた。
- 2 質量濃度については、一般局よりも自排局の方が高い傾向を示し、地点により濃度の幅に差はあるものの、甲府盆地内(甲府富士見局、県庁自排局、国母自排局)と東山梨局ではほぼ同じような濃度変動を示した。一方、大月局や吉田局は、それぞれ異なる挙動を示し、特に大月局については、春季から夏季にかけて比較的高く、秋季から冬季にかけて比較的低い状況であった。
- 3 水溶性イオン成分の結果より、質量濃度に占める水溶性イオン成分の比率は 3 割以上であり、特に  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  及び  $\text{NH}_4^+$  の合計は、水溶性イオン成分の約 80% であった。
- 4 冬季には、 $\text{NO}_3^-$  濃度が上昇する傾向が認められたが、甲府富士見局や東山梨局と比較して、大月局や吉田局では  $\text{NO}_3^-$  濃度の期間平均値が低く、地域的な違いがあると考えられる。
- 5 炭素成分の結果より、質量濃度に占める炭素成分の比率は 2 割以上であり、特に OC は、炭素成分の約 7～8 割であり、 $\text{PM}_{2.5}$  の主要な構成成分であると考えられる。
- 6 CMB 法を用いて発生源寄与と濃度の推定を行った結果、二次粒子の寄与率が最も高く、二次有機粒子と二次無機粒子を合わせて、質量濃度の 5 割以上を占めていた。次いで自動車排ガスの寄与率が高く、辻らの報告<sup>2)</sup>を裏付ける結果であった。このことから、山梨県では、年間を通じて自動車による寄与が大きいことが明らかとなった。
- 7 東山梨局では、秋季から冬季にかけて野焼き等の植物燃焼が  $\text{PM}_{2.5}$  の高濃度化に寄与していると考えられる。
- 8 大月局や吉田局では、秋季から冬季にかけて、甲府富士見局と比較して不明分以外の寄与濃度が低い傾向であった。ただし、大月局では、春季から秋季にかけて不明分の寄与が高く、想定した 8 発生源や二次粒子以外の発生源からの影響を受けて濃度が上昇したと考えられる。

## 参考文献

- 1) 環境省:微小粒子状物質による大気の汚染に係る環境基準について、平成 21 年 9 月 9 日付環境省告示第 33 号
- 2) 辻敬太郎ら:山梨県内の微小粒子状物質 ( $\text{PM}_{2.5}$ ) 汚染状況について、山梨県衛環研年報, 55, 91-92(2011)
- 3) 辻敬太郎ら:山梨県内の微小粒子状物質 ( $\text{PM}_{2.5}$ ) 分布状況について、山梨県衛環研年報, 57, 69-73(2013)
- 4) 環境省:「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務処理基準について」の一部改正について、平成 22 年 3 月 31 日付環水大発第 100331001 号 環水大自発第 100331002 号
- 5) 環境省:微小粒子状物質 ( $\text{PM}_{2.5}$ ) の成分分析ガイドラインについて、平成 23 年 7 月 29 日、環水大発第 110729001 号
- 6) 環境省:大気中微小粒子状物質 ( $\text{PM}_{2.5}$ ) 成分測定マニュアルの策定について、平成 24 年 4 月 19 日付環水大発第 120419002 号 環水大自発第 120419001 号
- 7) 環境省:大気中微小粒子状物質 ( $\text{PM}_{2.5}$ ) 成分測定マニュアルの作成及び一部改訂について、平成 25 年 6 月 28 日付環水大発第 1306282 号 環水大自発第 1306281 号
- 8) 東京都微小粒子状物質検討会:東京都微小粒子状物質検討会報告書、平成 23 年 7 月