

# 東山梨局における微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の 経年変化と特徴

奥寺優行 大橋泰浩

Interannual variations and Characteristics of  
Fine Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>) in Higashiyamanashi station

Masayuki OKUDERA and Yasuhiro OHASHI

キーワード：PM<sub>2.5</sub>、質量濃度、成分分析、発生源寄与、東山梨局、経年変化、植物燃焼

微小粒子状物質（以下「PM<sub>2.5</sub>」）とは、空気動力学径が 2.5 $\mu$ m 以下の粒子状物質の総称であり、粒子の大きさが非常に小さいことから、肺の奥深くまで到達しやすく、喘息や気管支炎などの呼吸器系疾患への影響等が懸念されている。平成 21 年 9 月には環境省により環境基準が定められるとともに、平成 22 年 3 月には事務処理基準<sup>1)</sup>が改正され、都道府県等は PM<sub>2.5</sub> の常時監視体制を整備し、質量濃度と成分分析の常時監視を実施することが定められた。

本県では、事務処理基準に基づき常時監視体制を整備するとともに、平成 22 年度から甲府富士見局において PM<sub>2.5</sub> の自動測定機による質量濃度の測定を開始した。その後、段階的に自動測定機を増設するなど常時監視体制の強化を図り、令和 2 年度末時点では図 1 に示す 8 地点（一般環境大気測定局 6 地点、自動車排ガス測定局 2 地点）において測定を実施している。

また、平成 25 年度からは、PM<sub>2.5</sub> の質量濃度を測定している一般環境大気測定局のうち 2 地点において、成分分析を開始した。調査地点のうち、1 地点は固定点として甲府富士見局において毎年度実施し、もう 1 地点は大月局、東山梨局、吉田局の 3 局の中から 1 地点を選定して実施している。

なお、令和元年度には甲府市の中核市移行に伴う権限移譲によって、当該市域における PM<sub>2.5</sub> の常時監視の事務が移譲された。

平成 29 年 2 月には、東山梨局や甲府富士見局を含む中西部地域において、PM<sub>2.5</sub> の注意喚起が実施されており、大橋らにより高濃度化の要因の 1 つとして河川敷の芝焼きや農業残渣の野外焼却などのバイオマス燃焼による影響が報告されている<sup>2)</sup>。

本稿では、令和 2 年度に東山梨局において実施した成分分析の結果と、同局においてこれまでに実施した成分分析結果とをあわせて、PM<sub>2.5</sub> の経年変化及び特徴について考察を行ったので報告する。

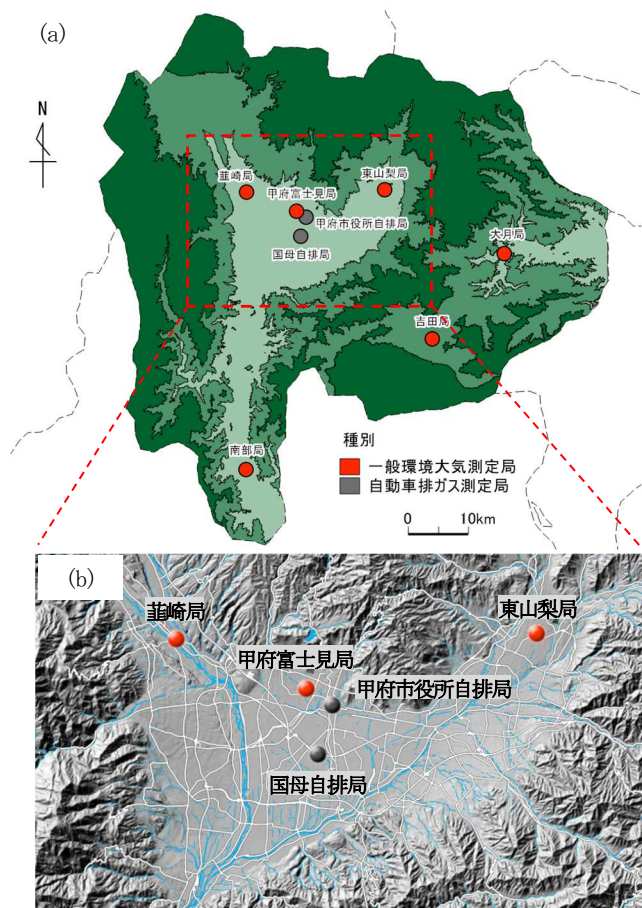


図 1 山梨県内の PM<sub>2.5</sub> の測定地点（令和 2 年度末時点）  
（(b) は地理院地図 Vector（国土地理, maps.gsi.go.jp）  
により作成）

## 調査方法

今回調査対象とした東山梨局 (図 1) は、甲州市の西部にある県の出先機関 (東山梨合同庁舎) の駐車場の一角に設置されている一般環境大気測定局である。

測定局周辺は、主に住宅地や農地で、大規模な固定発生源はない。南側に一般県道があり平日 24 時間の交通量は約 6,500 台である<sup>3)</sup>。

### 1 質量濃度 (自動測定データ)

質量濃度の測定データは、東山梨局に設置した PM<sub>2.5</sub> 自動測定機 (FH62C14, Thermo Fisher Scientific) により、測定開始時から令和 2 年度までに測定した値を用いた。

質量濃度の測定データのうち、正時から正時まで (例えば 1 時から 2 時まで) の 1 時間に捕集・測定されたものを「1 時間値」とした。また、1 時間値のうち 1 時から 24 時までの 24 時間分の平均値を「日平均値」、日平均値のうち月の初日から末日までの 1 か月分の平均値を「月平均値」、日平均値のうち 4 月 1 日から 3 月末日までの 1 年間分の平均値を「年平均値」とした。ただし、成分分析により得られた質量濃度の日平均値と比較を行う場合は、成分分析の試料採取時間に合わせて、10 時から翌 10 時までの 24 時間平均値を「日平均値」とした。

また、1 時から 24 時までの 1 時間値のうち、欠測が 4 時間を超える場合は、その測定局の日平均値を欠測にするとともに、年間の有効測定日数が 250 日に満たない場合は、その測定局の年平均値は欠測とした。日平均値が PM<sub>2.5</sub> の環境基準のうち、短期基準 (日平均値 35 μg/m<sup>3</sup>) を上回った日を「高濃度日」とした。

### 2 成分分析

成分分析調査は、環境省が定める「微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の成分分析ガイドライン」<sup>4)</sup> (以下「ガイドライン」) 及び「大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分測定マニュアル」<sup>5)</sup> (以下「マニュアル」) に従って実施したほか、次のとおり実施した。

#### (1) 調査地点

図 1 に示した東山梨局において成分分析調査を実施した。

#### (2) 調査期間

表 1 のとおり、平成 26 年度、平成 29 年度及び令和 2 年度に、春夏秋冬の四季において、各季 2 週間 (14 日間) ずつ調査を実施した。

表 1 成分分析の調査期間

	H26 年度	H29 年度	R2 年度
春季	5.8~5.21	5.10~5.23	5.13~5.26
夏季	7.23~8.5	7.20~8.2	7.23~8.5
秋季	10.22~11.4	10.19~11.1	10.22~11.4
冬季	1.21~2.3	1.18~1.31	1.21~2.3

#### (3) 試料採取

試料の採取は、各調査日ごとに 10 時から翌 10 時までの 24 時間実施した。調査地点に 2 台の捕集装置を設置し、表 2 の条件により捕集を行った。捕集後のフィルタは、収納容器に入れ、さらにアルミフィルム製の保存袋に入れ、分析まで密封状態で冷凍保存した。

表 2 試料捕集条件

調査項目	捕集方法		フィルタ	
	捕集装置	捕集流量 (L/min)	材質	サイズ (φmm)
質量濃度	FRM2025i (Thermo Scientific)	16.7	PTFE (Teflo, PALL)	47
無機元素成分			石英繊維 (2500QAT-UP, PALL)	
イオン成分				
炭素成分				

#### (4) 調査項目と分析方法

採取した試料は、マニュアルに従い、表 3 に記載のとおり質量濃度、イオン成分、無機元素成分、炭素成分の測定又は分析を行った。なお、平成 26 年度の成分分析調査では、標準測定法による質量濃度の測定は実施していないことから自動測定機の測定データを解析に用いた。

表 3 調査項目と分析方法

調査項目	分析方法
質量濃度	標準測定法
イオン成分 (※1)	イオンクロマトグラフ法
無機元素成分 (※2)	ICP 質量分析法
炭素成分 (OC, EC※3)	サーマルオプティカル・リフレクタンス法 (IMPROVE プロトコル)
水溶性有機炭素 (WSOC)	TOC 法

※1 Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>

※2 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

※3 有機炭素 (OC)、元素状炭素 (EC)

### 3 発生源寄与の推定

発生源寄与の推定は、平成 26 年度、平成 29 年度及び令和 2 年度に東山梨局において実施した成分分析結果を用いて、CMB 法 (EPA-CMB-8.2) により行った。解析には、調査期間 (14 日間) ごとの平均値を用いたが、

検出下限値未満の測定値がある場合には、検出下限値の1/2の値を代入して平均値を算出した。発生源プロフィールは、令和元年度微小粒子状物質合同調査報告書<sup>10)</sup>に記載の発生源データを用いた。これは、東京都微小粒子状物質検討会議報告書<sup>11)</sup>の発生源データ「20項目×8発生源」を基にして、硫酸アンモニウム $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  ( $\text{SO}_4^{2-}$ :72.7%、 $\text{NH}_4^+$ :27.3%)、硝酸アンモニウム $[\text{NH}_4\text{NO}_3]$  ( $\text{NO}_3^-$ :77.45%、 $\text{NH}_4^+$ :27.3%)、塩化アンモニウム $[\text{NH}_4\text{Cl}]$  ( $\text{Cl}^-$ :66.35%、 $\text{NH}_4^+$ :33.65%)を発生源として加えた「20項目×11発生源」のデータである。表記については、それぞれ「二次(硫酸塩)」、「二次(硝酸塩)」及び「二次(塩化物)」とした。フィッティング(CMB法の適合計算)に用いた項目は、OCを除く19項目としたが、スカンジウム(Sc)についてはほとんどの調査期間で検出下限値未満であったことから、フィッティングから除き18項目で計算した。なお、有機エアロゾルの二次生成粒子(二次(OC))については、OCの測定値に1.6倍を乗じた後に、CMB法により得られた一次粒子に由来するOCの1.6倍値を減じて算出した。また、質量濃度から発生源寄与濃度の合計を引いた値を「その他」とした。なお、平成26年度の成分分析では標準測定法による質量濃度の測定を行っていなかったことから自動測定機の測定値を用いた。また、フィッティングに用いた項目のうち、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)についてはイオン成分の値を用いたが、平成26年度については、検出下限値未満となった測定値が多かったことから無機元素の値を用いた。

## 結果と考察

### 1 質量濃度

#### (1) 年平均値の推移及び高濃度日の発生状況

東山梨局の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の年平均値の推移及び $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が短期基準を超過した日(高濃度日)数を図2に示した。また、併せて有効な測定データが得られた全国の測定局の測定値の平均値<sup>9)</sup>も掲載した。なお、全国の測定データについては、令和2年度のデータが公表されていないことから令和元年度までのデータを掲載した。

東山梨局の年平均値は、観測開始以降環境基準を達成しており、平成25年度をピークとして減少していた。

高濃度日数は年度によって異なっており、東山梨局では平成25年度の6日間をピークとして、それ以降は減少または横ばいで推移していた。平成28年度から令和2年度までの直近5年間の高濃度日数は0日間から3日間までであり、全国の有効測定局の平均値と同程度であっ

た。なお、環境省が定める注意喚起の指針値(日平均値 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ )を超える日は観測されなかった。

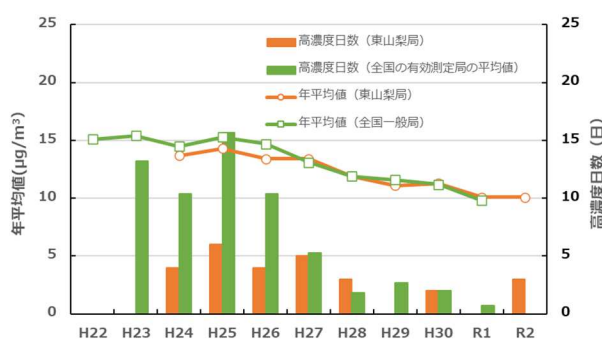


図2 年平均値の推移及び高濃度日の発生状況  
(全国の測定局についてはR元年度まで)

#### (2) 月平均値の推移及び高濃度日の発生状況

$\text{PM}_{2.5}$ 濃度の季節変化を確認するため、東山梨局の $\text{PM}_{2.5}$ の月平均値及び高濃度日数の直近5年間(平成28年度から令和2年度まで)の平均値を図3に示した。

月平均値の直近5年間の平均値は $8.7$ から $12.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ までで、9月から10月にかけて低くなっていたほかは月毎の変動は少なかった。直近5年間では、夏季(8月)及び秋季から冬期(12月~2月)に高濃度日が発生する特徴がみられた。

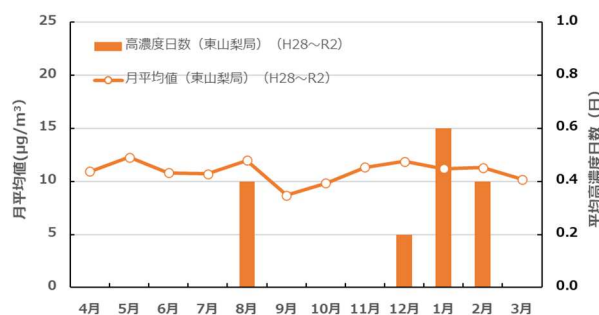


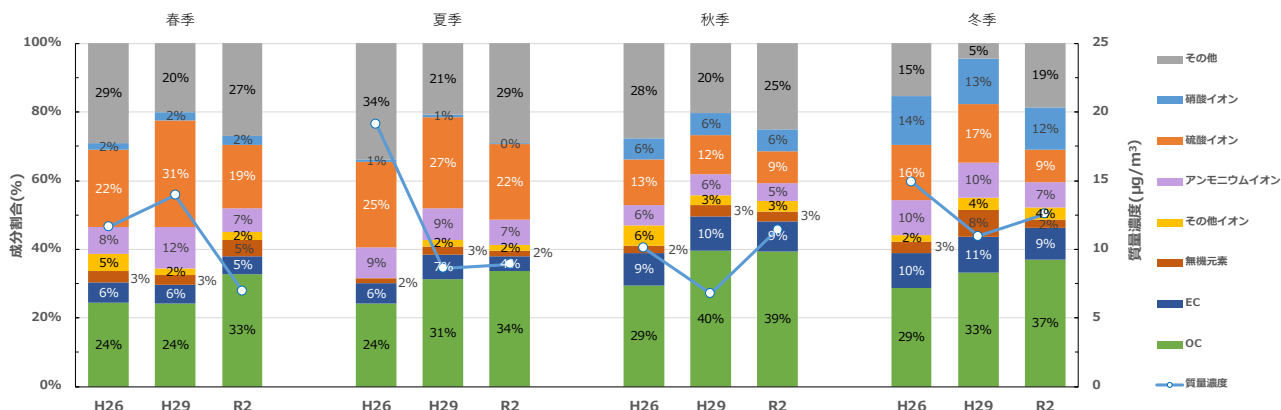
図3 月平均値及び高濃度日の発生状況  
(直近5年間(H28~R2)の平均値)

### 2 成分分析結果

#### (1) 平均成分組成の特徴と変化

成分分析の調査項目を硝酸イオン、硫酸イオン、アンモニウムイオン、その他イオン、無機元素、OC、EC及びその他の8成分に分類したうえで、調査期間ごとに各成分の割合と平均成分組成を図4に示した。

各成分の割合は、成分濃度の期間平均値を質量濃度の期間平均値で除した値を百分率で表記するとともに、その構成を「平均成分組成」とした。また、質量濃度の期間平均値と成分濃度の期間平均値の合計値との差をそ

図4 東山梨局における調査期間ごとのPM<sub>2.5</sub>の平均成分組成

の他とした。一般に、その他は粒子に含まれる水分やOCと有機粒子との差などと言われている<sup>10)</sup>。

質量濃度と成分濃度の期間平均値は、調査期間(14日間)中の質量濃度及び成分濃度を平均し算出した。なお、成分濃度の期間平均値を算出する際に検出下限値未満の測定値がある場合は、測定値を0として期間平均値を算出した。平成26年度の夏季調査期間のその他イオンは、他の調査期間に比べて検出下限値が高かったことから、ほぼすべての測定値が検出下限値未満であった。

PM<sub>2.5</sub>の成分は、その他の項目を除けば、季節に依らずOCや硫酸イオンの割合が高いほか、硝酸イオンやアンモニウムイオン、ECの割合も10%を超えることがあった(以下これらを「主要成分」とする)。主要成分の割合の合計値は63から84%まで(平均71%)であった。一方、硫酸イオン、硝酸イオン及びアンモニウムイオン以外のその他イオンや無機元素の割合は10%以下であった。

硫酸イオンの割合は他の成分に比べて調査期間ごとの変動が大きく(9~31%)、二次生成が多くなる春季や夏季に高くなる傾向がみられた。一方、硝酸イオンやOC、ECの割合は、春季や夏季に比べて秋季や冬季に高くなる傾向がみられた。

各季節における経年変化については、硝酸イオン、アンモニウムイオン及びECの割合は質量濃度に依らず横ばいであったが、OCの割合には増加傾向がみられた。

## (2) 二次生成粒子による影響

PM<sub>2.5</sub>に硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウム粒子が寄与している場合、硫酸イオンと硝酸イオンの当量値の合計値とアンモニウムイオンの当量値は、ほぼ1:1の直線に沿って分布すると考えられる。そこで、これらのイオン成分の当量値の相関を図5に示した。

硫酸イオン及び硝酸イオンの当量値の合計値とアンモニウムイオンの当量値には、非常に高い正の相関(R=0.977~0.993)が認められ、回帰線の傾きは0.99~1.04で当量関係が確認された。

以上より、PM<sub>2.5</sub>の主要成分のうち硫酸イオン、硝酸イ

オン及びアンモニウムイオンは、主として硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムの二次粒子を起源に持つと考えられた。

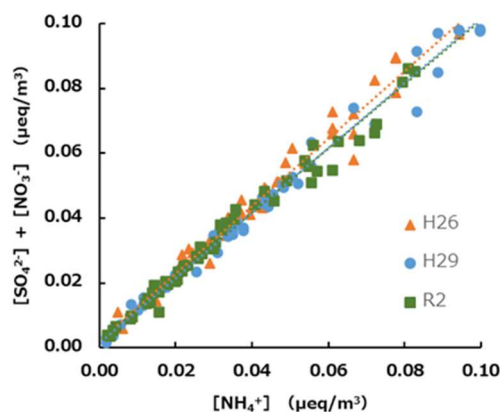


図5 硝酸イオン、硫酸イオン及びアンモニウムイオンの当量値の相関

## (3) 質量濃度と主要成分濃度との相関

表4に各調査期間における、PM<sub>2.5</sub>の質量濃度と主要成分濃度の経日変化の相関係数を示した。

主要成分のうち、硫酸イオンや硝酸イオンの相関には季節変化がみられたが、アンモニウムイオンは季節に依らず質量濃度と高い相関が認められた。これらのイオンは、主として硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムの二次粒子から供給されていると考えられることから、通年にわたりこれらの粒子が質量濃度に大きな影響を与えていると考えられる。

同じく主要成分であるOCやECは、季節に依らず質量濃度と高い相関が認められた。また、質量濃度に占める割合が高い秋季や冬季には、より相関が高くなる特徴が認められた。特にOCについては、質量濃度に占める割合が増加しており、東山梨局ではPM<sub>2.5</sub>の高濃度化の主要な要因の1つと考えられる。



表 4 東山梨局における調査期間ごとのPM<sub>2.5</sub>質量濃度と主要成分等の濃度との相関

	春季			夏季			秋季			冬季		
	H26	H29	R2	H26	H29	R2	H26	H29	R2	H26	H29	R2
硝酸イオン	0.76	-0.26	0.53	0.34	0.66	-0.30	0.44	0.69	0.94	0.89	0.95	0.96
硫酸イオン	0.83	0.93	0.83	0.98	0.92	0.97	0.77	0.96	0.52	0.86	0.90	0.63
アンモニウムイオン	0.84	0.94	0.89	0.99	0.92	0.96	0.76	0.87	0.92	0.94	0.95	0.94
その他イオン	0.24	0.60	0.71	0.44	0.78	0.74	0.24	0.83	0.96	0.79	0.95	0.99
無機元素	0.90	0.75	0.71	0.84	0.91	0.82	0.54	0.83	0.67	0.89	0.94	0.84
OC	0.78	0.83	0.91	0.84	0.90	0.98	0.94	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98
EC	0.89	0.77	0.88	0.98	0.94	0.64	0.92	0.88	0.98	0.95	0.96	0.98
	相関係数									0.7以上	0.8以上	0.9以上

(4) 質量濃度区分ごとの平均成分組成

成分分析結果を質量濃度 (5µg/m<sup>3</sup>) ごとの階級に分けたうえで、階級区分ごとの平均成分組成を図 6 に示した。

春季や夏季には、高濃度側の階級ほど硫酸イオンとアンモニウムイオンの割合が増加する傾向がみられた。春季や夏季は、日射量が多く光化学反応が発生しやすいことから、主として二次生成した硫酸アンモニウムの増減により PM<sub>2.5</sub> 濃度が変動していると考えられる。

一方、冬季には、春季や夏季とは逆に、高濃度側の階級ほどイオン成分全体の割合は減少し、OC の割合が増加する傾向がみられた。季節によって PM<sub>2.5</sub> 濃度の増加に与える要因が異なることが示唆されたが、高濃度時のデータ数が少ないことから、今後データが蓄積されていくことでより正確な傾向がみえてくるものと思われる。

(5) CMB 法による発生源寄与の推定

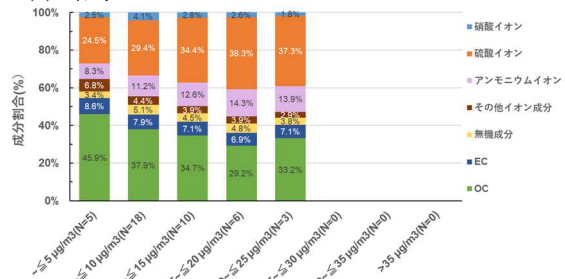
平成 26 年度、平成 29 年度及び令和 2 年度に東山梨局において実施した成分分析結果 (期間平均値) を用いて、CMB 法により推定した調査期間ごとの発生源寄与率を図 7 に示した。

いずれの調査期間でも、一次粒子に比べて二次粒子の寄与率が高く、光化学反応が活発となる春季や夏季の二次粒子の割合が特に高い傾向がみられた。

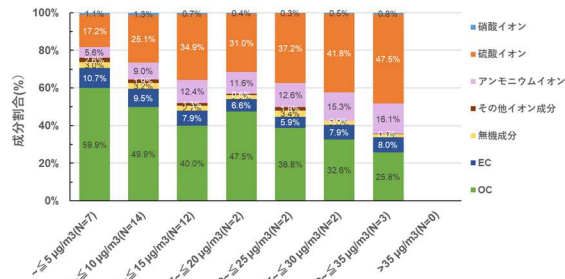
二次粒子の中でも年間を通して二次 (OC) や二次 (硫酸塩) の寄与率が高いほか、秋季や冬季には二次 (硝酸塩) の寄与率が増加する特徴がみられた。

二次 (硫酸塩) の寄与率は、調査期間ごとの変化が大きく、データ数が少ないため明確な経年変化は不明だが、令和 2 年度の値はいずれの季節も最も低かった。二次 (OC) の寄与率は、冬季以外では経年的に増加していたほか、令和 2 年度の値はいずれの季節も最も高かった。冬季については、明確な増加傾向はみられず、PM<sub>2.5</sub> 中の OC の割合の経年変化と異なる傾向がみられたが、この要因として植物燃焼や化石燃料の燃焼等により一次粒子として発生した OC の割合が増加している可能性が考えられる。

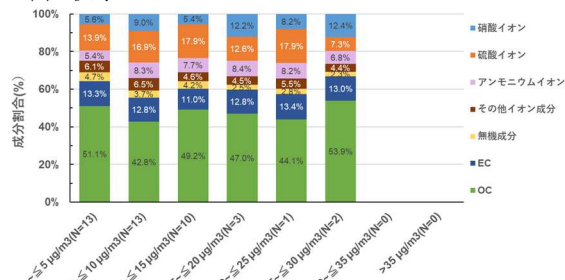
(a) 春季



(b) 夏季



(c) 秋季



(d) 冬季

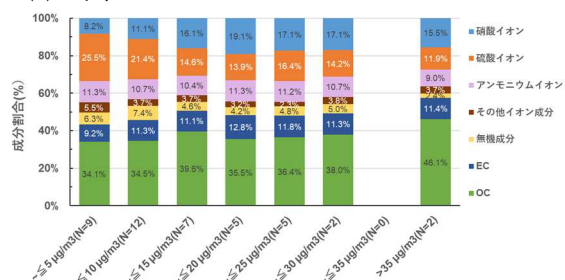


図 6 東山梨局における質量濃度区分別の平均成分組成

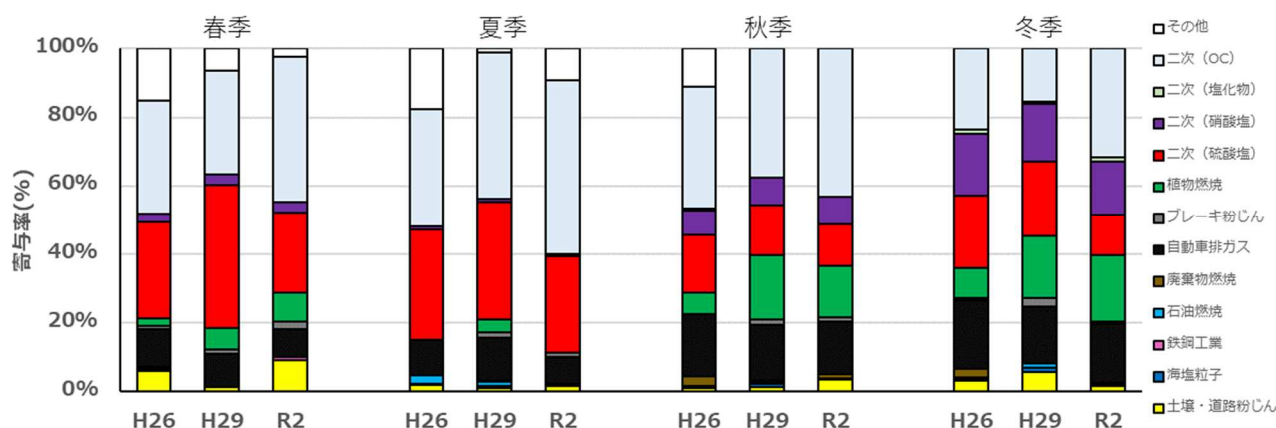


図7 東山梨局における調査期間ごとの発生源寄与率

一次粒子の中では年間を通して自動車排ガスの寄与率が高かったほか、秋季や冬季には植物燃焼の寄与率が高くなる特徴がみられた。

自動車排ガスの寄与率は、他の発生源と比べて季節変化は小さかったが春季や秋季には経年的に減少しており、令和2年度の値は最も低いか同程度であった。

植物燃焼の寄与率は、季節変化が大きく秋季や冬季に高くなる特徴がみられたほか、冬季の寄与率は経年的に増加しており、令和2年度の値は夏季を除いて最も高かった。

#### (6) 植物燃焼による影響

大橋ら<sup>7)</sup>により、秋季から冬季に東山梨局でみられる質量濃度の上昇に、野焼き等の植物燃焼が寄与している可能性が指摘されている。カリウムは植物燃焼の指標成分とされている<sup>5)</sup>ことからカリウムに着目して植物燃焼による影響について考察を行った。

令和2年度の各調査期間における、カリウムイオン濃度とPM<sub>2.5</sub>及び浮遊粒子状物質(SPM)の質量濃度の推移を図8に示すとともに、カリウムイオン及び主要成分等の変化率の推移を図9に示した。なお、冬季2日目(1月22日)のSPMは欠測であった。

カリウムイオン濃度は、春季や夏季に比べて秋季や冬季に高くなることが多く、秋季や冬季にはPM<sub>2.5</sub>質量濃度の推移ともよい相関が見られたことから、東山梨局では、秋季や冬季には植物燃焼によりPM<sub>2.5</sub>濃度が増加していると考えられる。

カリウムイオン濃度とPM<sub>2.5</sub>質量濃度の相関が特に高かった冬季(R=0.966)についてみると、質量濃度の他にも、カリウムイオン濃度と硝酸イオン(R=0.896)、アンモニウムイオン(R=0.845)、OC(R=0.991)、EC(R=0.961)濃度との間に非常に高い相関がみられた。また、これら成分濃度の変化率とカリウムイオン濃度の

変化率との回帰線の傾きが、0.91から1.05までとほぼ同程度の割合で変化していたことから、これらの成分は植物燃焼に関連して発生した可能性が考えられる。なお、塩化物イオンについてもカリウムイオン濃度と高い相関(R=0.773)がみられ、カリウムイオン濃度の変化率との回帰線の傾きも0.90と同程度の割合で変化していたことから、同様に植物燃焼に由来する可能性が示唆される。秋季についても冬季と類似の状況であった。

SPM質量濃度に対するPM<sub>2.5</sub>質量濃度の割合は42~120%(平均75%)で、特に秋季や冬季にはSPMのほとんどがPM<sub>2.5</sub>であった(図8)。

大気中の粒子状物質の体積(質量)分布は二峰型分布をとることが知られており、この二峰型分布のおよそ2 $\mu$ mを境界にそれぞれ微小粒子・粗大粒子と呼ばれることが多い<sup>8)</sup>。自然起源の一次粒子は、ほとんどがPM<sub>2.5</sub>からPM<sub>10</sub>の粗大粒子として、人為起源の一次粒子は、主に燃焼過程により生じるためPM<sub>2.5</sub>の微小粒子として、二次粒子は、起源に係らずその多くがPM<sub>2.5</sub>の微小粒子として存在するといわれている<sup>9)</sup>。

秋季や冬季のSPMのほとんどがPM<sub>2.5</sub>領域の微小粒子であったことから、土壌粒子などの自然起源の一次粒子による影響は少なく、植物燃焼や化石燃料の燃焼などにより発生した一次粒子や硫酸塩や硝酸塩、OCなどの二次粒子による影響が主体と考えられる。

東山梨局周辺には農地が多く、秋季や冬季の調査期間中には、捕集試料の回収時に周辺で野焼きが多く確認されている。

以上から、秋季や冬季のPM<sub>2.5</sub>濃度の増加には主に植物燃焼(いわゆる野焼きや芝焼き)が影響しており、カリウムイオンの他、OC、EC、硝酸イオン及び塩化物イオンも植物燃焼により発生していると考えられ、大橋らの報告<sup>7)</sup>を支持する内容となった。

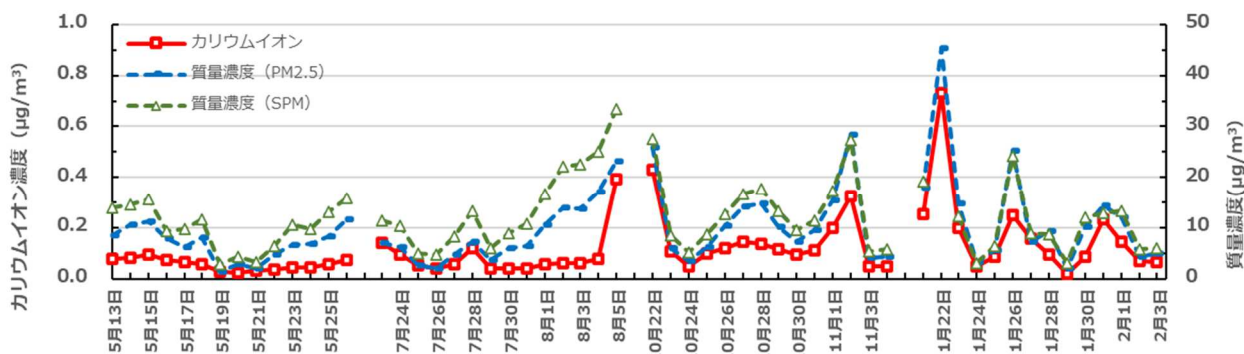


図8 東山梨局におけるカリウムイオン濃度、PM<sub>2.5</sub>質量濃度及びSPM質量濃度の推移（令和2年度）

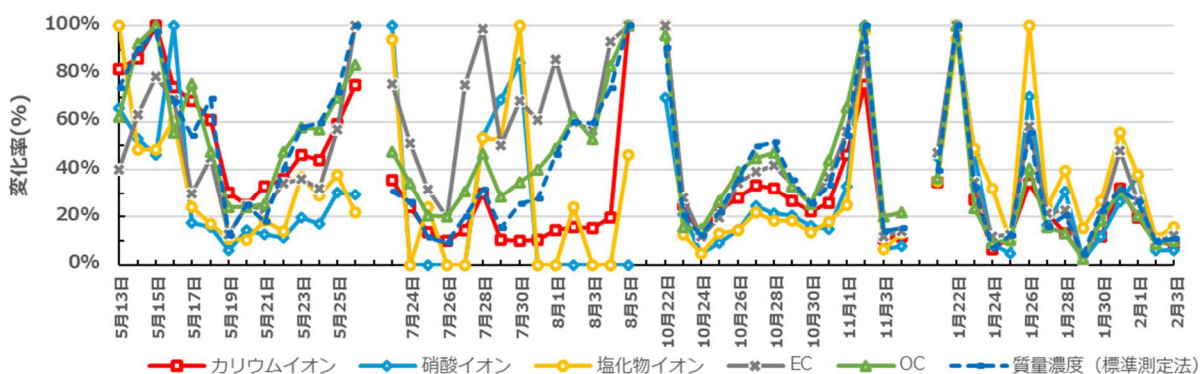


図9 東山梨局におけるカリウムイオン及び主要成分等の変化率の推移（令和2年度）

## まとめ

東山梨局におけるPM<sub>2.5</sub>の経年変化と構成成分の特徴を明らかにするため、東山梨局において実施したPM<sub>2.5</sub>の常時監視データと成分分析データを用いて解析を実施し、次の結果を得た。

- (1) 東山梨局のPM<sub>2.5</sub>の年平均値は、観測開始以降環境基準を達成しており減少傾向がみられた。高濃度日は減少又は横ばいで水位しており、直近の5年間では全国の有効測定局の平均値と同程度であった。月別でみた場合、直近の5年間では夏季（8月）及び秋季から冬季（12月～2月）に高濃度日が発生する特徴がみられた。
- (2) 調査期間ごとの平均成分組成から、東山梨局のPM<sub>2.5</sub>の主要組成はOC、硫酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン及びECで、これら成分の合計が質量濃度の6割から8割を占めていた。また、平均成分組成の経年変化から、質量濃度に占めるOCの割合が経年的に増加していることが確認された。調査期間ごとの質量濃度と成分濃度の相関でも、質量濃度とOCに高い相関が認められたことから東山梨局におけるPM<sub>2.5</sub>の高濃度化の主要な要因の1つと考えられた。
- (3) 硫酸イオン、硝酸イオン及びアンモニウムイオンの当量関係から、これらのイオンは主として硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムの二次粒子を起源に持つと考えられた。調査期間ごとの質量濃度と成分濃度の相関から、通年にわたり硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムが質量濃度に大きな影響を与えていると考えられるほか、質量濃度区分ごとの平均成分組成の変化から、春季や夏季には、主として二次生成した硫酸アンモニウムの増減によりPM<sub>2.5</sub>濃度が変動していると考えられた。
- (4) CMB法による発生源寄与率の推定結果や令和2年度の各調査期間におけるカリウムイオン濃度とPM<sub>2.5</sub>質量濃度の相関、成分分析試料の捕集時の状況から、秋季や冬季のPM<sub>2.5</sub>濃度の増加には、主に植物燃焼（いわゆる野焼きや芝焼き）が影響していると考えられ、大橋らの報告<sup>7)</sup>を支持する結果が得られた。

## 参考文献

- 1) 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の処理基準（平成28年9月改正）
- 2) 大橋泰浩, 土橋正徳:2017年2月に山梨県で観測された微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)高濃度事例の要因解析, 山梨県衛生環境研究所年報, **60**, 74-79 (2016)
- 3) 山梨県:平成27年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査結果(平成29年6月)
- 4) 環境省:微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)の成分分析ガイドライン(平成23年7月)
- 5) 環境省:大気中微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)成分測定マニュアル(令和元年5月改訂)
- 6) 環境省:大気汚染状況  
[<https://www.env.go.jp/air/osen/>](最終検索日:2021年10月9日)
- 7) 大橋泰浩ら:山梨県内の微小粒状物質(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)-, 山梨県衛生環境研究所年報, **59**, 71-77(2015)
- 8) 日本環境衛生センター:”知っておきたいPM<sub>2.5</sub>の基礎知識”, p1 (2013), (日本環境衛生センター)
- 9) 関口和彦:PM<sub>2.5</sub>-第1講 PM<sub>2.5</sub>の特性-, 大気環境学会誌, **45**, 4 (2010)
- 10) 関東地方大気環境対策連絡会微小粒子状物質会議:令和元年度微小粒子状物質合同調査報告書関東甲信静におけるPM<sub>2.5</sub>のキャラクターゼーション(第12報)(令和元年度調査結果)(令和3年3月)
- 11) 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)