

# 鳥取県における PM2.5 成分分析結果

【大気・地球環境室】

山添良太、木村義明

## 1 はじめに

微小粒子状物質（以下「PM2.5」という。）とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって、粒径が $2.5\mu\text{m}$ の粒子を50%の割合で分離できる分粒装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去した後、採取される粒子のことをいう。

PM2.5の対策を推進するうえで、健康への影響や、その先駆物質の大気中の変化等に関する知見が十分でないことから、環境省は平成23年7月に「微小粒子状物質（PM2.5）の成分分析ガイドライン」<sup>1)</sup>を、また平成24年4月には「大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル」<sup>2)</sup>を策定し、PM2.5の濃度及び成分組成の実態把握を図っている。

本県ではPM2.5の状況を把握するため、平成25年秋季（10月～11月）からPM2.5の成分分析調査を実施している。本報では平成25～28年度の成分分析結果を報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点

試料は、鳥取保健所の屋上（平成25～26年）及び鳥取県庁西町分庁舎の屋上（平成27～28年）で春季（5月）、夏季（7月～8月）、秋季（10月～11月）、冬季（1月～2月）の年4回、それぞれ14日間捕集した（図1）。



●：調査地点

図1 調査地点

### 2.2 捕集方法

PM2.5の捕集装置には、MCAS-SJ（ムラタ計測器）を用いた。MCAS-SJは、大気中の粒子状物質を粗大粒子とPM2.5に分粒し、フィルター上にPM2.5を捕集することができる。

PTFEフィルターにはサポートリング付PM2.5捕集用エアフィルター（ワットマン）を用いた。

### 2.3 測定方法

採取後のPTFEフィルターはセラミック製のはさみを用い1/2にカットし、一方をイオン成分分析用試料、他方を金属成分分析用試料とした。

イオン成分分析用試料は、1/2にしたPTFEフィルターにメタノール0.1mLを加えて親水性にした後、超純水を加えて10mLに定容し、超音波洗浄器に1時間以上かけて調製した。

金属成分分析用試料は、1/2にしたPTFEフィルターに濃硝酸5mL、フッ化水素酸2mL、過酸化水素水1mLを加えてマイクロウェーブ加熱濃縮装置（ETHOS-one）で加熱分解し、その後1滴になるまで濃縮を行い、（5+95%）硝酸を用いて定容した。

それぞれ調製した試料を表1に示した項目について、イオン成分はイオンクロマトグラフ分析装置（ICS-2100）を用いて分析し、金属成分はICP-MS（Agilent7700）を用いて分析を行った。

分析方法は「大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル」に準拠した。

表1 フィルターの分析項目

	分析項目
金属成分 (ICP-MS)	Na、Al、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
イオン成分 (イオンクロマトグラフ)	$\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$

### 3 結果

#### 3.1 イオン成分

平成 25～28 年度に採取した PM2.5 のイオン成分年平均濃度を表 2 に示す。平成 25～28 年度の結果では、最も  $\text{SO}_4^{2-}$  の濃度が高く、次に  $\text{NH}_4^+$  の濃度が高かった。

表 2 H25～28 年度イオン成分年平均濃度  
単位:[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度
$\text{Cl}^-$	0.04	0.06	0.03	0.05
$\text{NO}_3^-$	0.17	0.19	0.16	0.17
$\text{SO}_4^{2-}$	2.73	3.19	3.80	2.80
$\text{Na}^+$	0.08	0.16	0.13	0.10
$\text{NH}_4^+$	0.97	1.20	1.45	0.69
$\text{K}^+$	0.13	0.08	0.07	0.05
$\text{Mg}^{2+}$	0.11	0.02	0.02	0.01
$\text{Ca}^{2+}$	0.15	0.02	0.03	0.03

さらに、平成 25～28 年度に採取した PM2.5 のイオン成分の季節平均濃度を図 2 に示す。なお、比較的濃度の低かった  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  はその他としてまとめた。

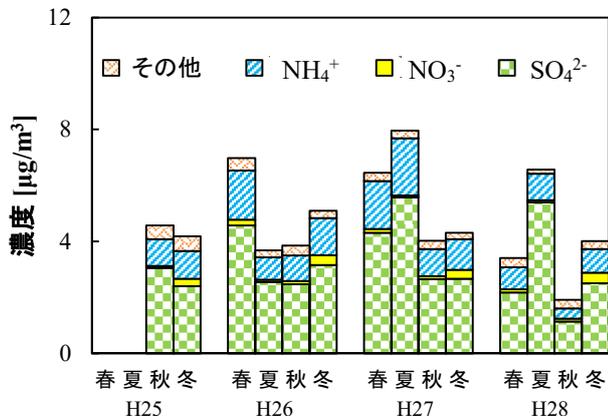


図 2 H25～28 年度イオン成分季節平均濃度

夏季は  $\text{SO}_4^{2-}$  が増加する傾向がみられた。これは、光化学反応が活発化し、ガス状で排出された汚染物質が大気中で反応して粒子となる二次生成が促進されたことが一因になったと思われる。

冬季では  $\text{NO}_3^-$  の増加が見られた。これは、硝酸アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) にはガス状と粒子状との間に平衡状態を保つ性質（半揮発性）があり、気温が下がると  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  が可逆的に変化し、粒子状になるためと考えられる。

#### 3.2 金属成分

平成 25～28 年度に採取した PM2.5 の金属成分年平均濃度を表 3 に示す。

平均濃度が高かったのは Na、Al、Ca、Fe であった。これらの金属は自然発生源由来である海塩粒子 (Na) や土壌粒子 (Al、Ca、Fe) に多く含まれており、他の金属と比べて環境中に多く存在しているために濃度が高くなったと考えられる。

表 3 H25～28 年度金属成分年平均濃度  
単位:[ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]

	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度
Na	-	123.39	97.24	118.92
Al	-	100.20	86.95	65.22
Ca	-	40.26	42.56	80.09
Sc	0.01	0.01	0.05	0.02
Ti*	4.85	4.99	4.93	7.30
V	1.41	1.32	2.15	1.06
Cr	0.78	0.64	0.77	8.67
Mn*	5.40	3.16	3.72	2.68
Fe	-	63.50	74.82	99.33
Co*	0.05	0.04	0.04	0.13
Ni	0.96	0.73	1.20	2.69
Cu*	2.24	1.41	1.58	0.82
Zn	-	13.94	21.61	6.21
As	1.93	0.95	1.32	0.51
Se*	1.01	0.57	0.74	0.36
Rb*	0.70	0.35	0.36	0.15
Mo*	0.45	0.48	0.45	0.21
Sb	0.64	0.36	0.44	0.17
Cs*	0.13	0.05	0.05	0.02
Ba*	2.37	1.36	1.56	0.99
La*	0.06	0.05	0.06	0.03
Ce*	0.08	0.08	0.10	0.07
Sm*	0.00	0.01	0.01	0.01
Hf*	0.01	0.01	0.11	0.03
W*	0.11	0.09	0.12	0.12
Ta*	0.04	0.04	0.04	0.07
Th*	0.01	0.01	0.01	0.02
Pb	13.03	5.10	5.25	1.89

※「\*」は優先実施項目、「-」は測定未実施項目

イオン成分と金属成分の値は前処理方法と測定方法が異なるため、値は必ずしも一致しない。

図 3 に H26～28 年度金属成分の年平均濃度が高かった Na、Al、Ca、Fe の季節平均濃度を示す。春季に Al、Fe の濃度が特に高くなる傾向が見られた。これは、春に飛来する黄砂の成分の影響だと考えられる。なお、H25 年度は、Na、Al、Ca、Fe、Zn の測定は行っていない。

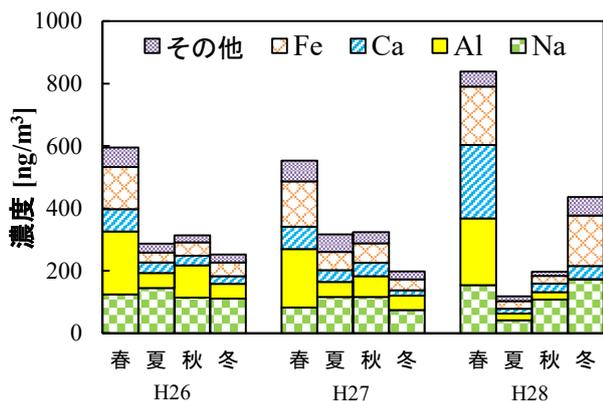


図3 H26～28年度金属成分季節平均濃度

### 3.3 質量濃度

参考として、平成 25～28 年度に自動測定装置（東亜 DKK 製、FPM-377 型）で測定した PM2.5 質量濃度の季節平均（採取期間ごとの平均）を図 4 に示す。また、質量濃度について採取期間内での最大値、最小値を表 4 に示す。

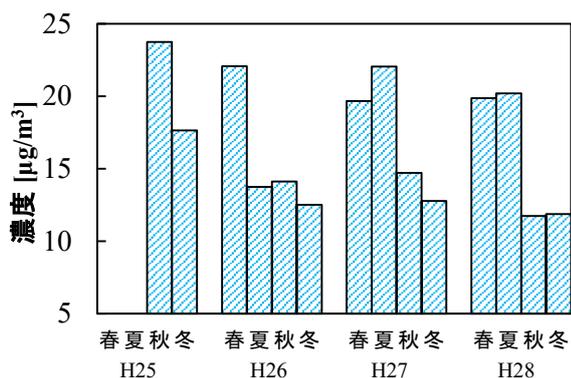


図4 H25～28年度質量濃度の季節平均

表4 H25～28年度質量濃度の最大値・最小値

単位:[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		最小	最大	平均値
H25	春	-	-	20.7
	夏	-	-	
	秋	10.9	33.0	
	冬	5.5	29.0	
H26	春	11.0	29.5	15.6
	夏	6.8	24.8	
	秋	9.4	27.0	
	冬	7.8	22.3	
H27	春	13.2	25.8	17.3
	夏	9.2	32.8	
	秋	9.0	29.5	
	冬	6.1	23.2	
H28	春	9.5	35.8	15.9
	夏	11.7	23.9	
	秋	8.2	18.9	
	冬	7.0	21.6	

※平均値は各採取期間の平均値

## 4 まとめ

- (1) 平成 25～28 年度のイオン成分は  $\text{SO}_4^{2-}$  の濃度が年間を通して一番高かった。 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  は季節変動があまり見られなかった。
- (2) 平成 26～28 年度の金属成分は春季に Al、Fe の濃度が高くなる傾向が見られた。
- (3) 平成 25～28 年度の質量濃度は、春に高くなる傾向が見られた。

なお、平成 29 年度からは主成分の一つである炭素成分の測定を実施し、今後は炭素成分を含めた評価を行っていく予定である。

## 5 参考文献

- 1) 環境省：微小粒子状物質（PM2.5）の成分分析ガイドライン(2011)
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル(2012)