

# PM<sub>2.5</sub>成分組成（令和元年度）

環境科学課 大気担当

## 1 はじめに

福岡市では、平成 22 年 3 月 31 日に改正された「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気汚染の常時監視に関する事務の処理基準について」<sup>1)</sup>に基づき、平成 23 年秋季より PM<sub>2.5</sub>の成分測定を市役所測定局（以下、「市役所局」とする。）で開始した。地域特性の把握のため、平成 25 年度からは元岡測定局（以下、「元岡局」とする。）、平成 26 年度からは西新測定局をそれぞれ追加し、以降平成 30 年度までは 3 地点で、令和元年度からは市役所局及び元岡局の 2 地点で成分測定を行っている。

本報告では、令和元年度に実施した市役所局及び元岡局における PM<sub>2.5</sub>質量濃度並びに PM<sub>2.5</sub>の主要成分であるイオン成分、炭素成分及び無機元素成分の測定結果について述べる。

## 2 方法

### 2.1 調査地点及び調査期間

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）及び元岡局（北緯 33 度 35 分、東経 130 度 15 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ぶとともに、交通の要所となっているため、交通量は非常に多い。元岡局は、市役所局から西に約 14 km の場所に位置する一般環境大気測定局である。用途区分は市街化調整区域であり、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。

調査は、以下の期間の午前 10 時から翌日の午前 9 時までとし、毎日実施した。

- ・ 春季（令和元年 5 月 8 日～5 月 22 日）
- ・ 夏季（令和元年 7 月 18 日～8 月 1 日）
- ・ 秋季（令和元年 10 月 16 日～10 月 31 日）
- ・ 冬季（令和 2 年 1 月 15 日～1 月 30 日）



図 1 調査地点

### 2.2 試料採取及び測定方法

試料採取及び測定方法は、「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>2)</sup>に従った。

試料採取は、すべての地点でローボリウムエアサンプラー（柴田科学製：LV-250R）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）及び石英フィルター（Pall 製）を使用した。

PM<sub>2.5</sub>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。

イオン成分は、石英フィルターの 1/4 片を超純水 10 mL

で20分間超音波抽出し、孔径0.45 μm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-1100, 2100）で測定した。測定項目はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>の8項目とした。

炭素成分は、石英フィルターの1 cm<sup>2</sup>を使用し、カーボンアナライザー（Sunset Laboratory 製：ラボモデル）でIMPROVEプロトコルに従い測定した。測定項目はOC1, OC2, OC3, OC4, EC1, EC2, EC3, OCPyroとした。有機炭素（OC）はOC = OC1 + OC2 + OC3 + OC4 + OCPyro、元素炭素（EC）はEC = EC1 + EC2 + EC3 - OCPyroで算出した。

Siを除く無機元素成分は、PTFEフィルターの1/2片をマイクロウェーブ（Perkin Elmer 製：Multiwave）で酸分解した後、ICP-MS（Thermo scientific 製：iCAP RQ）で測定した。測定項目は、Na, Al, 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29項目とした。Siは、捕集フィルターを蛍光X線分析装置（BRUKER 製：S2 RANGER）で測定した。

### 3 結果

#### 3.1 PM<sub>2.5</sub>質量濃度と各成分

PM<sub>2.5</sub>質量濃度、イオン成分、炭素成分及び無機元素成分の測定結果について、各季節及び年間の平均濃度を算出した。なお、イオン成分、炭素成分及び無機元素成分の濃度算出にあたり、検出下限値未満については検出下限値の1/2の値を使用した。

##### 3.1.1 PM<sub>2.5</sub>質量濃度

PM<sub>2.5</sub>質量濃度の測定結果を表1に示す。年間平均濃度（濃度範囲）は、市役所局では12.8 μg/m<sup>3</sup>（2.8～37.7 μg/m<sup>3</sup>）、元岡局では12.4 μg/m<sup>3</sup>（2.5～59.7 μg/m<sup>3</sup>）であった。

表1 PM<sub>2.5</sub>質量濃度

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
市役所局	16.5	8.8	11.8	13.9	12.8
最小値	2.8	4.8	7.5	4.3	2.8
最大値	35.0	14.5	20.8	37.7	37.7
元岡局	19.8	8.4	9.8	11.6	12.4
最小値	2.8	3.7	3.4	2.5	2.5
最大値	59.7	27.1	19.3	37.5	59.7

（単位：μg/m<sup>3</sup>）

#### 3.1.2 イオン成分

PM<sub>2.5</sub>イオン成分の測定結果を表2に示す。各イオン成分合計の年間平均濃度（濃度範囲）は、市役所局で5.7 μg/m<sup>3</sup>（0.54～25 μg/m<sup>3</sup>）、元岡局で5.4 μg/m<sup>3</sup>（0.90～26 μg/m<sup>3</sup>）であった。

イオン成分中ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の割合が最も多く（年間平均濃度：市役所局3.0 μg/m<sup>3</sup>、元岡局2.8 μg/m<sup>3</sup>）、次いでNH<sub>4</sub><sup>+</sup>（年間平均濃度：市役所局1.4 μg/m<sup>3</sup>、元岡局1.4 μg/m<sup>3</sup>）であった。

表2 PM<sub>2.5</sub>イオン成分

	春季	夏季	秋季	冬季	年間	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.6	2.0	2.4	2.8	3.0	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.70	0.076	0.85	2.4	1.0	
Cl <sup>-</sup>	0.064	0.015	0.10	0.28	0.12	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.9	0.69	1.1	1.8	1.4	
Na <sup>+</sup>	0.15	0.11	0.14	0.14	0.14	
市役所局	K <sup>+</sup>	0.050	0.027	0.060	0.063	0.050
Ca <sup>2+</sup>	0.056	0.019	0.047	0.026	0.037	
Mg <sup>2+</sup>	0.014	0.012	0.051	0.012	0.022	
合計	7.5	3.0	4.7	7.5	5.7	
最小値	0.54	0.99	2.8	1.7	0.54	
最大値	16	6.4	8.7	25	25	
元岡局	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.9	1.8	2.0	2.4	2.8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.0	0.069	0.70	2.0	0.96	
Cl <sup>-</sup>	0.093	0.013	0.13	0.26	0.12	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2.2	0.62	1.0	1.6	1.4	
Na <sup>+</sup>	0.14	0.087	0.13	0.15	0.13	
K <sup>+</sup>	0.059	0.016	0.043	0.054	0.043	
Ca <sup>2+</sup>	0.061	0.017	0.030	0.016	0.031	
Mg <sup>2+</sup>	0.0051	0.0074	0.011	0.013	0.0091	
合計	8.5	2.6	4.0	6.6	5.4	
最小値	0.90	1.0	1.2	0.90	0.90	
最大値	20	6.2	8.1	26	26	

（単位：μg/m<sup>3</sup>）

### 3.1.3 炭素成分

PM<sub>2.5</sub>炭素成分の測定結果を表3に示す。年間平均濃度（濃度範囲）は、市役所局でOC：4 μg/m<sup>3</sup>（1.6～7.3 μg/m<sup>3</sup>），EC：0.83 μg/m<sup>3</sup>（0.21～2.1 μg/m<sup>3</sup>），元岡局でOC：2.8 μg/m<sup>3</sup>（1.3～5.6 μg/m<sup>3</sup>），EC：0.54 μg/m<sup>3</sup>（0～1.4 μg/m<sup>3</sup>）であった。

表3 PM<sub>2.5</sub>炭素成分

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
市役所局	OC	4.9	3.9	4.3	3.1	4.0
	最小値	2.5	2.2	2.2	1.6	1.6
	最大値	6.7	5.3	7.3	4.7	7.3
	EC	0.91	0.88	0.81	0.71	0.83
	最小値	0.38	0.51	0.49	0.21	0.21
	最大値	2.1	1.4	1.3	1.3	2.1
元岡局	OC	3.6	2.6	2.7	2.3	2.8
	最小値	1.3	2.0	1.4	1.3	1.3
	最大値	5.6	3.5	4.8	3.4	5.6
	EC	0.73	0.41	0.46	0.56	0.54
	最小値	0.24	0.31	0	0	0
	最大値	1.4	0.75	1.2	1.3	1.4

（単位：μg/m<sup>3</sup>）

### 3.1.4 無機元素成分

PM<sub>2.5</sub>無機元素成分の測定結果を表4に示す。年間平均濃度（濃度範囲）は、市役所局で740 ng/m<sup>3</sup>（150～4600 ng/m<sup>3</sup>），元岡局で660 ng/m<sup>3</sup>（110～4500 ng/m<sup>3</sup>）であった。

表4 PM<sub>2.5</sub>無機元素成分

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
市役所局	Na	180	110	150	140	140
	Al	81	6.8	70	49	52
	Si	500	69	420	120	280
	K	89	31	95	99	79
	Ca	72	20	73	47	53
	Sc	0.015	0.0020	0.015	0.0085	0.010
	Ti	5.1	1.6	4.5	3.6	3.7
	V	5.1	6.9	3.1	0.52	3.8
	Cr	0.99	0.30	1.1	0.85	0.83
	Mn	6.3	5.6	5.3	4.7	5.5
	Fe	110	32	110	79	84
	Co	0.048	0.020	0.058	0.048	0.044
	Ni	2.3	2.7	1.6	0.88	1.9
	Cu	2.6	1.2	3.1	2.3	2.3
	Zn	15	13	15	16	15
	As	0.85	0.21	0.92	0.85	0.72
	Se	0.78	0.16	0.53	0.72	0.56
	Rb	0.30	0.084	0.29	0.29	0.24
	Mo	0.62	0.16	0.68	0.36	0.46
	Sb	0.50	0.27	0.53	0.56	0.47
	Cs	0.040	0.0032	0.051	0.037	0.033
	Ba	2.1	1.5	2.2	1.6	1.8
	La	0.12	0.024	0.11	0.076	0.082
	Ce	0.11	0.033	0.094	0.11	0.088
	Sm	0.0064	0.00093	0.0064	0.0032	0.0043
	Hf	0.0099	0.0044	0.010	0.0081	0.0083
	W	0.38	0.056	0.29	0.19	0.23
	Ta	0.0018	0.0052	0.0018	0.0020	0.0027
	Th	0.012	0.0016	0.014	0.0069	0.0089
	Pb	3.8	0.96	5.3	5.2	3.9
	合計	1100	300	960	580	740
	最小値	260	150	310	170	150
最大値	1600	430	4600	1200	4600	

（単位：ng/m<sup>3</sup>）

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
Na	140	84	140	130	120
Al	94	10	66	64	58
Si	480	39	350	150	260
K	97	24	81	79	70
Ca	67	20	50	94	58
Sc	0.017	0.0019	0.014	0.0092	0.010
Ti	5.1	2.4	3.9	3.3	3.6
V	4.3	2.3	2.1	0.39	2.3
Cr	1.0	0.25	0.94	1.1	0.82
Mn	3.9	0.83	3.3	2.9	2.7
Fe	97	13	86	57	63
Co	0.070	0.0069	0.041	0.068	0.046
Ni	1.7	0.60	0.87	3.4	1.6
Cu	1.5	0.80	1.1	1.2	1.1
Zn	12	2.5	12	13	9.9
As	0.88	0.23	0.95	0.75	0.70
Se	0.83	0.14	0.54	0.59	0.52
Rb	0.30	0.047	0.24	0.22	0.20
Mo	0.62	0.058	0.55	0.62	0.46
Sb	0.41	0.25	0.40	0.45	0.38
Cs	0.040	0.0020	0.043	0.029	0.029
Ba	1.6	0.90	1.1	1.2	1.2
La	0.12	0.0093	0.097	0.057	0.070
Ce	0.11	0.014	0.064	0.068	0.063
Sm	0.0070	0.00069	0.0052	0.0038	0.0042
Hf	0.0084	0.0033	0.0084	0.0085	0.0071
W	0.25	0.025	0.31	0.24	0.20
Ta	0.0016	0.0020	0.0017	0.0025	0.0019
Th	0.015	0.0019	0.012	0.010	0.0098
Pb	3.7	0.39	4.3	4.3	3.2
合計	1000	200	810	600	660
最小値	190	110	240	150	110
最大値	1600	300	4500	1600	4500

(単位: ng/m<sup>3</sup>)

### 3.2 PM<sub>2.5</sub>成分組成

PM<sub>2.5</sub>成分組成を表5に示す。年間平均でPM<sub>2.5</sub>質量濃度に対する割合が高い成分は、市役所局ではOCが31%、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が23%、その他成分が12%に対して、元岡局ではその他成分が24%、OC及びSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が23%であった。

表5 PM<sub>2.5</sub>成分組成

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	28	23	20	20	23
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4.3	0.86	7.2	17	7.9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	11	7.8	9.4	13	11
その他イオン	2.0	2.1	3.4	3.7	2.8
OC	30	44	36	23	31
EC	5.5	10	6.8	5.1	6.4
無機元素	6.5	3.5	8.1	4.2	5.7
その他	13	9.4	8.9	15	12
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25	21	20	21	23
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5.3	0.83	7.1	17	7.7
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	11	7.4	10	14	11
その他イオン	1.8	1.7	3.5	4.2	2.7
OC	18	32	27	20	23
EC	3.7	5.0	4.7	4.8	4.4
無機元素	5.2	2.4	8.2	5.2	5.3
その他	30	30	19	13	24

(単位: %)

### 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常時監視に関する事務の処理基準について，2010
- 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，2019