

PM_{2.5} 成分組成（令和 6 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の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」¹⁾に基づき、平成 23 年秋季から PM_{2.5} 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。）を追加し、成分測定を行っている。また、令和 4 年度からは、市役所局の移設に伴い、春吉測定局（以下、「春吉局」とする。）での測定を開始した。

本報告では、令和 6 年度に実施した春吉局及び元岡局における PM_{2.5} 質量濃度並びに PM_{2.5} 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春吉局（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。春吉局は、本市の中心地である天神の南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、隣接する春吉公園と春吉小学校の敷地周辺にはマンション等が立ち並んでいる。元岡局は、春吉局から西に約 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 6 年 5 月 9 日～5 月 23 日）
- ・ 夏季（令和 6 年 7 月 18 日～8 月 1 日）
- ・ 秋季（令和 6 年 10 月 17 日～10 月 31 日）
- ・ 冬季（令和 7 年 1 月 16 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_{2.5}) 成分測定マニュアル」²⁾に従った。

試料採取は、すべての地点でローポリウムエアサンプラー（Thermo Fisher scientific 製：FRM2000）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_{2.5} 質量濃度は、捕集前後に PTFE フィルターを温度 21.5±1.5°C、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 (Thermo Fisher scientific 製: Integrion RFIC, Aquion) で測定した。測定項目は SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ の 8 項目とした。

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 (Anton Paar 製: Multiwave Pro) で酸分解した後、ICP-MS (Agilent Technologies 製: Agilent 7850 ICP-MS) 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 (島津製作所製: EDX-7200) で測定した。

炭素成分は、石英フィルターの 1 cm² 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, 元素状炭素 (EC) は EC=EC1+EC2+EC3-OCPyro で算出した。

3 結果

3.1 PM_{2.5} 質量濃度と各成分

PM_{2.5} 質量濃度、イオン成分、無機元素成分及び炭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、無機元素成分及び炭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_{2.5} 質量濃度

PM_{2.5} 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、春吉局では 12 μg/m³ (3.1~38 μg/m³)、元岡局では 11 μg/m³ (2.8~41 μg/m³) であった。

表 1 PM_{2.5} 質量濃度

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	14	6.3	7.8	18	12
最小値	6.5	4.2	3.1	5.4	3.1
最大値	25	9.6	16	38	38
元岡局	13	5.4	7.8	18	11
最小値	5.7	2.8	2.8	5.4	2.8
最大値	26	9.6	16	41	41

(単位: μg/m³)

3.1.2 イオン成分

PM_{2.5} 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、春吉局で 5.9 μg/m³ (1.3~26 μg/m³)、元岡局で 5.7 μg/m³ (0.38~30 μg/m³) であった。

イオン成分中では SO₄²⁻ の割合が最も多く (年間平均濃度: 春吉局 2.3 μg/m³, 元岡局 2.2 μg/m³)、次いで NO₃⁻ (年間平均濃度: 春吉局 1.7 μg/m³, 元岡局 1.7 μg/m³) であった。

表 2 PM_{2.5} イオン成分

	春季	夏季	秋季	冬季	年間	
SO ₄ ²⁻	2.7	1.7	1.7	3.1	2.3	
NO ₃ ⁻	0.99	0.22	0.41	5.0	1.7	
Cl ⁻	0.14	0.062	0.14	0.30	0.16	
NH ₄ ⁺	1.3	0.57	0.73	2.8	1.3	
Na ⁺	0.22	0.18	0.18	0.16	0.19	
春吉局	K ⁺	0.11	0.038	0.058	0.20	0.10
Ca ²⁺	0.24	0.054	0.056	0.077	0.11	
Mg ²⁺	0.037	0.037	0.040	0.040	0.038	
合計	5.7	2.9	3.3	12	5.9	
最小値	2.4	1.4	1.3	2.5	1.3	
最大値	12	4.7	7.3	26	26	
SO ₄ ²⁻	2.6	1.5	1.7	2.9	2.2	
NO ₃ ⁻	0.96	0.22	0.40	5.1	1.7	
Cl ⁻	0.17	0.082	0.15	0.27	0.17	
NH ₄ ⁺	1.4	0.55	0.73	2.7	1.3	
Na ⁺	0.19	0.17	0.19	0.12	0.17	
元岡局	K ⁺	0.085	0.024	0.050	0.18	0.084
Ca ²⁺	0.063	0.029	0.048	0.059	0.050	
Mg ²⁺	0.032	0.029	0.042	0.031	0.033	
合計	5.5	2.6	3.3	11	5.7	
最小値	2.0	1.4	1.5	0.38	0.38	
最大値	13	3.9	7.7	30	30	

(単位: μg/m³)

3.1.3 無機元素成分

PM_{2.5}無機元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、春吉局で 690 ng/m³（190～

2900 ng/m³）、元岡局で 650 ng/m³（120～2600 ng/m³）であった。

表3 PM_{2.5}無機元素成分

	春季	夏季	秋季	冬季	年間		春季	夏季	秋季	冬季	年間
Na	150	150	170	150	160	Na	130	140	190	220	170
Al	110	20	32	58	56	Al	85	25	38	160	78
Si	550	98	120	190	240	Si	460	80	140	170	210
K	89	22	52	150	78	K	62	16	45	180	75
Ca	130	37	47	55	66	Ca	39	26	34	45	36
Sc	0.019	0.0033	0.0047	0.013	0.010	Sc	0.013	0.0035	0.0052	0.014	0.0091
Ti	7.4	1.2	2.3	4.4	3.8	Ti	5.0	1.2	2.3	4.4	3.2
V	1.8	1.5	1.4	1.6	1.6	V	1.1	0.50	0.61	0.90	0.77
Cr	0.77	0.18	0.92	1.1	0.74	Cr	0.85	0.32	1.2	1.1	0.85
Mn	3.8	1.2	2.9	5.7	3.4	Mn	2.1	0.50	2.7	5.2	2.6
Fe	85	18	58	81	61	Fe	59	12	56	75	50
Co	0.053	0.011	0.029	0.054	0.037	Co	0.045	0.010	0.026	0.054	0.034
Ni	1.3	1.2	0.84	1.4	1.2	Ni	0.64	0.37	0.54	1.1	0.65
Cu	1.2	0.58	1.5	2.4	1.4	Cu	2.5	0.31	1.3	2.2	1.6
Zn	11	3.1	11	18	11	Zn	8.4	1.7	11	19	10
As	1.3	0.19	0.63	1.5	0.91	As	1.4	0.16	0.73	1.7	1.0
春吉局 Se	0.48	0.16	0.42	0.76	0.45	元岡局 Se	0.48	0.16	0.42	0.87	0.48
Rb	0.34	0.063	0.20	0.36	0.24	Rb	0.19	0.032	0.14	0.37	0.19
Mo	0.31	0.071	0.44	0.49	0.33	Mo	0.32	0.051	0.40	0.74	0.38
Sb	0.33	0.18	0.47	0.75	0.43	Sb	0.51	0.16	0.43	0.78	0.47
Cs	0.024	0.0025	0.023	0.028	0.020	Cs	0.017	0.0018	0.022	0.030	0.018
Ba	1.7	1.0	1.4	3.6	1.9	Ba	1.1	0.56	0.91	3.2	1.4
La	0.064	0.013	0.043	0.065	0.046	La	0.042	0.0076	0.053	0.068	0.043
Ce	0.12	0.022	0.036	0.10	0.069	Ce	0.070	0.011	0.029	0.096	0.052
Sm	0.0086	0.0010	0.0023	0.0045	0.0041	Sm	0.0051	0.00083	0.0023	0.0049	0.0033
Hf	0.0085	0.0024	0.0059	0.0088	0.0064	Hf	0.0054	0.0019	0.0052	0.012	0.0061
W	0.085	0.042	0.12	0.17	0.10	W	2.1	0.058	0.097	0.16	0.61
Ta	0.0023	0.00038	0.00067	0.0021	0.0014	Ta	0.00085	0.00042	0.00048	0.0013	0.00076
Th	0.017	0.0013	0.0041	0.011	0.0082	Th	0.011	0.0015	0.0038	0.010	0.0066
Pb	3.2	0.41	2.2	5.8	2.9	Pb	3.5	0.25	2.6	5.8	3.0
合計	1200	350	510	730	690	合計	870	310	520	900	650
最小値	400	190	190	440	190	最小値	280	120	130	410	120
最大値	2900	580	800	1600	2900	最大値	2000	460	770	2600	2600

（単位：ng/m³）

3.1.4 炭素成分

PM_{2.5}炭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、春吉局でOC：3.2 μg/m³（0.98～7.7 μg/m³），EC：0.51 μg/m³（0.000057～1.7 μg/m³），元岡局でOC：2.4 μg/m³（0.040～6.7 μg/m³），EC：0.41 μg/m³（0.000063～1.6 μg/m³）であった。

表4 PM_{2.5}炭素成分

	春季	夏季	秋季	冬季	年間	
春吉局	OC	4.2	2.5	2.7	3.6	3.2
	最小値	2.0	1.6	1.4	0.98	0.98
	最大値	7.7	4.1	4.8	6.2	7.7
	EC	0.63	0.18	0.37	0.87	0.51
	最小値	0.19	0.091	0.000057	0.17	0.000057
最大値	1.7	0.33	0.92	1.7	1.7	
元岡局	OC	3.3	1.8	1.9	2.7	2.4
	最小値	1.2	0.87	0.87	0.040	0.040
	最大値	6.7	3.5	3.7	5.5	6.7
	EC	0.55	0.11	0.32	0.68	0.41
	最小値	0.088	0.000063	0.025	0.0042	0.000063
最大値	1.3	0.31	0.74	1.6	1.6	

（単位：μg/m³）

3.2 PM_{2.5}成分組成

PM_{2.5}成分組成を表5に示す。年間平均でPM_{2.5}質量濃度に対する割合が高い成分は、春吉局ではOCが28%，SO₄²⁻が20%，元岡局ではOCが22%，SO₄²⁻が20%の順で多かった。

表5 PM_{2.5}成分組成

	春季	夏季	秋季	冬季	年間	
春吉局	SO ₄ ²⁻	19	27	22	17	20
	NO ₃ ⁻	7	4	5	27	14
	NH ₄ ⁺	9	9	9	15	12
	その他イオン	5	6	6	4	5
	OC	30	39	34	20	28
	EC	5	3	5	5	4
	無機元素	8	6	7	4	6
その他	16	7	11	8	11	
元岡局	SO ₄ ²⁻	20	28	22	16	20
	NO ₃ ⁻	7	4	5	29	15
	NH ₄ ⁺	10	10	9	15	12
	その他イオン	4	6	6	4	5
	OC	25	34	25	15	22
	EC	4	2	4	4	4
	無機元素	7	6	7	5	6
その他	23	10	22	12	17	

（単位：%）

文献

- 1) 環管大第177号・環管自第75号：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，令和5年11月9日
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分測定マニュアル，2019年5月