

PM_{2.5} 成分組成（令和 4 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」¹⁾に基づき、平成 23 年秋季より 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 4 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、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、交通量は多い。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。なお、春吉局については、大雪のため 1 月 25 日が、元岡局については、停電作業実施のため 1 月 21 日～1 月 22 日及び 1 月 24 日～1 月 26 日が欠測となった。

- ・ 春季（令和 4 年 5 月 12 日～5 月 26 日）
- ・ 夏季（令和 4 年 7 月 21 日～8 月 4 日）
- ・ 秋季（令和 4 年 10 月 21 日～11 月 4 日）
- ・ 冬季（令和 5 年 1 月 19 日～2 月 7 日）

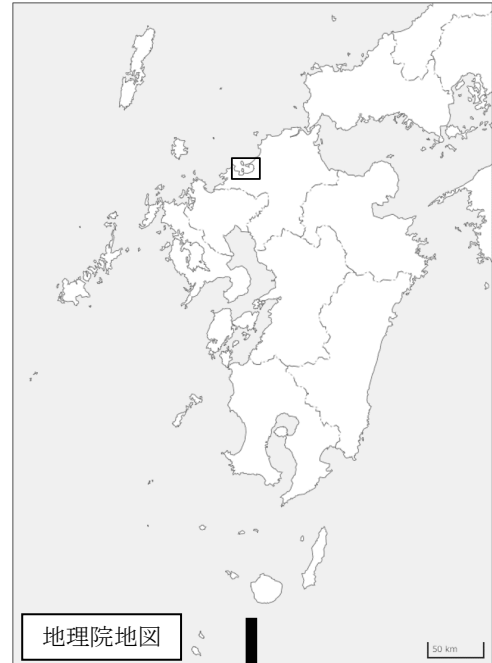


図 1 調査地点

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ボ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℃、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 SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ の 8 項目とした。

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。

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 (Thermo Fisher 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 (島津製作所製 : EDX-7200) で測定した。

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、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_{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 11 μg/m³ (2.7~27 μg/m³)、元岡局では 10 μg/m³ (2.4~28 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	16	8.0	9.3	10	11
最小値	5.8	2.7	4.1	4.4	2.7
最大値	27	16	14	17	27
元岡局	15	7.3	7.8	10	10
最小値	5.4	2.4	3.3	5.5	2.4
最大値	28	14	13	19	28

(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 4.5 μg/m³ (0.67~17 μg/m³)、元岡局で 4.7 μg/m³ (0.54~15 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 2.4 μg/m³, 元岡局 2.4 μg/m³)、次いで NH₄⁺ (年間平均濃度 : 春吉局 1.2 μg/m³, 元岡局 1.3 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⁻	4.2	2.1	1.6	1.6	2.4
NO ₃ ⁻	0.66	0.042	0.36	1.5	0.65
Cl ⁻	0.020	0.011	0.034	0.12	0.046
NH ₄ ⁺	1.9	0.85	0.75	1.2	1.2
Na ⁺	0.073	0.090	0.086	0.095	0.086
春吉局 K ⁺	0.14	0.022	0.066	0.090	0.080
Ca ²⁺	0.13	0.026	0.16	0.087	0.10
Mg ²⁺	0.012	0.0080	0.0096	0.013	0.011
合計	7.2	3.2	3.1	4.8	4.5
最小値	2.0	0.67	1.1	2.0	0.67
最大値	17	5.2	5.6	7.1	17
SO ₄ ²⁻	4.0	2.2	1.5	1.8	2.4
NO ₃ ⁻	0.98	0.053	0.51	1.8	0.85
Cl ⁻	0.043	0.010	0.066	0.10	0.056
NH ₄ ⁺	2.0	0.92	0.86	1.4	1.3
Na ⁺	0.065	0.063	0.074	0.069	0.068
元岡局 K ⁺	0.14	0.018	0.048	0.082	0.071
Ca ²⁺	0.033	0.023	0.036	0.055	0.037
Mg ²⁺	0.0080	0.0061	0.0076	0.0089	0.0076
合計	7.2	3.3	3.1	5.3	4.7
最小値	2.0	0.54	0.90	2.6	0.54
最大値	15	11	6.4	11	15

(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 680 ng/m³（140～3100

ng/m³）、元岡局で 530 ng/m³（110～2700 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	81	100	80	86	87	Na	57	89	62	66	69
Al	99	28	56	110	72	Al	49	51	34	99	58
Si	280	97	210	320	230	Si	230	96	130	300	190
K	170	33	73	110	95	K	140	30	51	100	80
Ca	110	37	130	73	88	Ca	24	76	38	54	48
Sc	0.015	0.0050	0.0080	0.020	0.012	Sc	0.0097	0.0053	0.0040	0.017	0.0089
Ti	6.4	1.4	3.4	8.5	4.9	Ti	3.8	1.7	2.4	8.7	4.1
V	1.3	0.66	0.51	0.72	0.80	V	1.1	0.50	0.44	0.70	0.68
Cr	1.2	0.36	0.81	0.64	0.76	Cr	1.4	0.30	0.79	0.61	0.78
Mn	6.1	1.7	3.1	3.5	3.6	Mn	4.1	1.3	2.1	3.3	2.7
Fe	100	30	65	84	71	Fe	72	24	41	79	54
Co	0.071	0.024	0.038	0.064	0.049	Co	0.059	0.019	0.029	0.041	0.037
Ni	1.8	0.63	0.55	0.68	0.90	Ni	1.5	0.49	0.52	0.50	0.76
Cu	2.1	0.68	1.6	4.4	2.2	Cu	1.6	0.49	0.81	4.4	1.8
Zn	23	6.9	16	7.9	13	Zn	21	5.8	13	13	13
As	1.2	0.55	0.57	1.3	0.91	As	1.2	0.50	0.58	2.0	1.1
Se	0.93	0.40	0.40	0.42	0.54	Se	0.86	0.38	0.37	0.58	0.55
Rb	0.39	0.093	0.26	0.33	0.27	Rb	0.26	0.074	0.13	0.29	0.19
Mo	0.52	0.15	0.37	0.22	0.31	Mo	0.45	0.14	0.43	0.37	0.35
Sb	0.79	0.26	0.40	0.42	0.47	Sb	0.71	0.18	0.40	0.66	0.49
Cs	0.029	0.0086	0.022	0.027	0.022	Cs	0.022	0.0080	0.017	0.028	0.019
Ba	6.6	3.0	7.3	5.7	5.6	Ba	8.8	3.0	6.7	5.7	6.0
La	0.076	0.026	0.055	0.061	0.055	La	0.048	0.022	0.035	0.063	0.042
Ce	0.11	0.029	0.064	0.11	0.077	Ce	0.070	0.030	0.030	0.098	0.057
Sm	0.0067	0.0029	0.0039	0.0073	0.0052	Sm	0.0043	0.0035	0.0018	0.0068	0.0041
Hf	0.028	0.0025	0.0089	0.0095	0.012	Hf	0.024	0.0024	0.0053	0.0096	0.010
W	0.18	0.071	0.13	0.088	0.12	W	0.18	0.075	0.091	0.080	0.11
Ta	0.0030	0.0023	0.0013	0.0017	0.0021	Ta	0.0017	0.0023	0.00072	0.0017	0.0016
Th	0.014	0.0027	0.0069	0.016	0.0099	Th	0.0085	0.0031	0.0038	0.015	0.0076
Pb	4.3	1.3	2.4	2.6	2.6	Pb	3.6	1.1	2.3	3.2	2.6
合計	900	340	660	810	680	合計	620	380	390	740	530
最小値	250	140	200	230	140	最小値	170	110	250	320	110
最大値	1400	950	1100	3100	3100	最大値	1400	850	660	2700	2700

（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:2.8 µg/m³ (1.1~5.9 µg/m³), EC:0.56 µg/m³ (0.044~2.5 µg/m³), 元岡局でOC:2.3 µg/m³ (1.1~5.3 µg/m³), EC:0.46 µg/m³ (0.060~1.2 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	3.7	2.0	2.9	2.4	2.8
	最小値	1.8	1.6	1.6	1.1	1.1
	最大値	5.9	2.9	3.9	3.1	5.9
	EC	0.99	0.23	0.54	0.47	0.56
	最小値	0.33	0.044	0.20	0.11	0.044
	最大値	2.5	0.40	0.88	0.82	2.5
元岡局	OC	3.2	1.8	2.2	2.0	2.3
	最小値	1.5	1.1	1.1	1.2	1.1
	最大値	5.3	3.1	3.2	3.3	5.3
	EC	0.67	0.19	0.44	0.53	0.46
	最小値	0.27	0.060	0.11	0.27	0.060
	最大値	1.2	0.58	0.78	1.0	1.2

(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SO₄²⁻が22%, OCが25%, 元岡局ではSO₄²⁻が23%, OCが22%であった。

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⁻	25	26	17	17	22
	NO ₃ ⁻	4	1	4	15	6
	NH ₄ ⁺	12	11	8	12	11
	その他イオン	2	2	4	4	3
	OC	23	25	32	24	25
	EC	6	3	6	5	5
	無機元素	5	4	7	8	6
元岡局	その他	22	28	23	15	22
	SO ₄ ²⁻	26	30	19	17	23
	NO ₃ ⁻	6	1	6	18	8
	NH ₄ ⁺	13	13	11	14	13
	その他イオン	2	2	3	3	2
	OC	20	24	28	19	22
	EC	4	3	6	5	4
無機元素	4	5	5	7	5	
その他	24	23	22	16	22	

(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（PM_{2.5}）成分測定マニュアル、2019