

PM_{2.5} 成分組成（令和 5 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 5 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 5 年 5 月 11 日～5 月 25 日）
- ・ 夏季（令和 5 年 7 月 20 日～8 月 3 日）
- ・ 秋季（令和 5 年 10 月 19 日～11 月 2 日）
- ・ 冬季（令和 6 年 1 月 18 日～2 月 1 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, 機器更新のため冬季は 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。

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 12 µg/m³（3.7～26 µg/m³），元岡局では 12 µg/m³（3.3～28 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	15	12	11	11	12
最小値	5.4	3.7	5.8	3.9	3.7
最大値	26	22	18	21	26
元岡局	14	13	10	9.8	12
最小値	5.6	3.3	5.0	3.8	3.3
最大値	28	26	18	18	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 5.8 µg/m³（1.6～17 µg/m³），元岡局で 5.7 µg/m³（1.6～17 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 3.0 µg/m³，元岡局 2.9 µg/m³），次いで NH₄⁺（年間平均濃度：春吉局 1.5 µg/m³，元岡局 1.5 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
春吉局	SO ₄ ²⁻	3.7	4.4	2.0	1.9	3.0
	NO ₃ ⁻	0.78	0.21	0.81	2.1	0.97
	Cl ⁻	0.093	0.079	0.083	0.26	0.13
	NH ₄ ⁺	1.6	1.7	1.1	1.4	1.5
	Na ⁺	0.096	0.10	0.092	0.13	0.11
	K ⁺	0.094	0.037	0.082	0.078	0.073
	Ca ²⁺	0.13	0.084	0.19	0.057	0.12
	Mg ²⁺	0.026	0.018	0.017	0.039	0.025
	合計	6.5	6.6	4.3	6.0	5.8
	最小値	1.6	1.6	2.1	1.6	1.6
	最大値	13	17	7.7	14	17
元岡局	SO ₄ ²⁻	3.2	4.5	2.0	2.0	2.9
	NO ₃ ⁻	0.64	0.24	0.96	1.6	0.87
	Cl ⁻	0.092	0.051	0.15	0.23	0.13
	NH ₄ ⁺	1.5	1.8	1.2	1.4	1.5
	Na ⁺	0.088	0.082	0.13	0.14	0.11
	K ⁺	0.077	0.027	0.065	0.070	0.060
	Ca ²⁺	0.057	0.035	0.043	0.028	0.041
	Mg ²⁺	0.022	0.016	0.018	0.027	0.021
	合計	5.6	6.8	4.6	5.6	5.7
	最小値	1.8	1.6	2.4	1.7	1.6
	最大値	11	17	9.4	11	17

（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（170～6700

ng/m³）、元岡局で 580 ng/m³（100～4700 ng/m³）であった。

表3 PM_{2.5}無機元素成分

春吉局						元岡局							
	春季	夏季	秋季	冬季	年間		春季	夏季	秋季	冬季	年間		
	Na	92	64	72	110	83		Na	89	62	93	110	87
	Al	210	27	61	26	81		Al	160	35	60	29	71
	Si	550	89	230	88	240		Si	460	83	250	79	220
	K	130	30	110	66	83		K	120	22	84	51	68
	Ca	140	36	140	36	88		Ca	53	23	58	24	40
	Sc	0.034	0.0088	0.0070	0.0072	0.014		Sc	0.027	0.0059	0.0077	0.0064	0.012
	Ti	12	1.4	4.1	2.2	4.8		Ti	9.0	1.3	3.4	1.8	3.9
	V	1.9	0.74	0.86	0.52	1.0		V	1.2	0.51	0.74	0.57	0.75
	Cr	0.93	1.4	0.67	0.64	0.91		Cr	1.2	3.5	0.71	0.65	1.5
	Mn	6.4	2.2	4.9	4.6	4.5		Mn	5.1	1.3	3.1	2.5	3.0
	Fe	140	32	74	56	75		Fe	110	28	60	41	61
	Co	0.076	0.018	0.032	0.025	0.038		Co	0.066	0.034	0.034	0.024	0.039
	Ni	1.5	0.67	0.78	0.65	0.89		Ni	0.99	1.8	0.78	0.55	1.0
	Cu	1.5	1.1	3.6	1.5	1.9		Cu	1.3	0.69	4.6	1.4	2.0
	Zn	15	9.4	14	14	13		Zn	14	5.4	12	12	11
	As	1.3	0.50	1.1	0.94	0.95		As	1.4	0.53	1.1	0.94	1.0
	Se	0.60	0.33	0.52	0.42	0.47		Se	0.64	0.32	0.56	0.45	0.49
	Rb	0.51	0.11	0.28	0.22	0.28		Rb	0.38	0.065	0.19	0.15	0.19
	Mo	0.40	0.25	0.28	0.31	0.31		Mo	0.36	0.24	0.37	0.44	0.35
	Sb	0.53	0.21	0.50	0.50	0.43		Sb	0.42	0.17	1.1	0.41	0.53
	Cs	0.036	0.0093	0.020	0.018	0.021		Cs	0.030	0.0093	0.017	0.017	0.018
	Ba	4.9	4.7	3.4	2.0	3.7		Ba	5.1	2.2	1.3	0.94	2.4
	La	0.11	0.021	0.052	0.033	0.053		La	0.087	0.014	0.041	0.032	0.044
	Ce	0.22	0.022	0.078	0.033	0.088		Ce	0.18	0.015	0.062	0.031	0.073
	Sm	0.015	0.0022	0.0044	0.0016	0.0057		Sm	0.012	0.0022	0.0035	0.0014	0.0049
	Hf	0.012	0.0037	0.0062	0.0050	0.0068		Hf	0.011	0.0023	0.0058	0.0046	0.0059
	W	0.15	0.087	0.078	0.061	0.093		W	0.18	0.070	0.078	0.13	0.12
	Ta	0.0037	0.0049	0.0028	0.0016	0.0033		Ta	0.0035	0.0012	0.0015	0.00084	0.0018
	Th	0.028	0.0016	0.0090	0.0028	0.010		Th	0.026	0.0014	0.0066	0.0031	0.0094
	Pb	3.2	1.1	2.9	2.8	2.5		Pb	3.5	0.97	3.4	3.0	2.7
	合計	1300	300	720	410	690		合計	1000	270	630	360	580
	最小値	180	170	260	290	170		最小値	120	100	350	140	100
	最大値	6700	480	1400	660	6700		最大値	4700	520	1100	570	4700

（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 (1.1~5.4 µg/m³) , EC:0.53 µg/m³ (0.12~1.2 µg/m³) , 元岡局でOC:2.4 µg/m³ (0.53~4.9 µg/m³) , EC:0.42 µg/m³ (0.039~1.1 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	3.3	3.3	3.4	2.7	3.2
	最小値	1.7	1.6	2.5	1.1	1.1
	最大値	5.4	4.9	5.0	4.4	5.4
	EC	0.52	0.39	0.63	0.56	0.53
	最小値	0.21	0.15	0.34	0.12	0.12
	最大値	1.2	0.74	1.1	1.1	1.2
元岡局	OC	2.6	2.8	2.5	1.6	2.4
	最小値	0.84	1.4	1.3	0.53	0.53
	最大値	4.9	4.6	3.8	3.1	4.9
	EC	0.41	0.28	0.57	0.40	0.42
	最小値	0.087	0.041	0.23	0.039	0.039
	最大値	1.1	0.74	0.97	0.86	1.1

(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26%、SO₄²⁻が25%、元岡局ではSO₄²⁻が25%、OC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⁻	25	38	18	17	25
	NO ₃ ⁻	5	2	7	19	8
	NH ₄ ⁺	11	14	10	13	12
	その他イオン	3	3	4	5	4
	OC	23	29	31	25	26
	EC	4	3	6	5	4
	無機元素	9	3	6	4	6
	その他	21	9	18	12	15
元岡局	SO ₄ ²⁻	22	36	19	21	25
	NO ₃ ⁻	4	2	9	17	7
	NH ₄ ⁺	10	15	12	15	13
	その他イオン	2	2	4	5	3
	OC	18	23	24	16	20
	EC	3	2	6	4	4
	無機元素	7	2	6	4	5
	その他	32	19	20	19	23

(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