

令和 6 年度

微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析業務

目 次

1 調査目的	1
2 測定地点	1
3 調査項目	3
4 調査期間	3
5 調査方法	4
6 気象条件及び試料採取状況	6
7 調査結果	13
8 調査結果まとめ	19

1 調査目的

「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気の状態の常時監視に関する事務の処理基準」に基づく微小粒子状物質 (PM2.5) の成分分析と、測定結果の取りまとめを行うことを目的とする。

2 測定地点

測定地点を表 1 及び図 1、林崎局の位置を図 2 及び図 3 に示す。

表 1 測定地点

測定地点名	所在地
自動車排出ガス測定局 林崎局	明石市林崎町 1 丁目 8-10 明石市立林小学校内



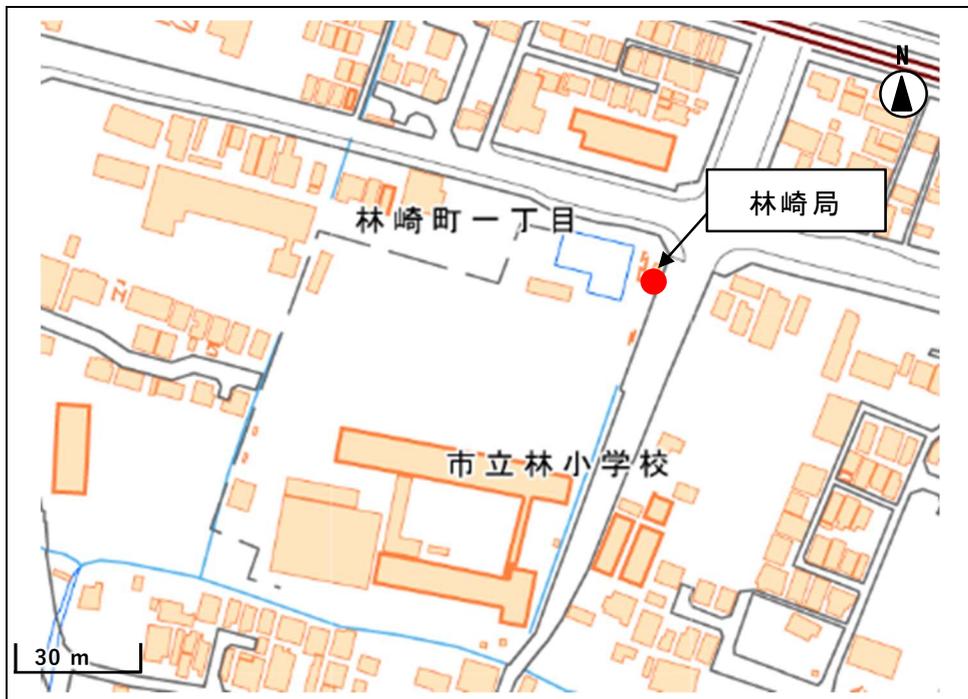
注) この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図 1 測定地点



注)この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図 2 林崎局の位置（広域）



注)この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図 3 林崎局の位置（詳細）

3 調査項目

調査項目を表 2 に示す。

表 2 調査項目

項目	成分
質量濃度	質量濃度
イオン成分 (8 成分)	塩化物イオン (Cl^-)、硝酸イオン (NO_3^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-})、ナトリウムイオン (Na^+)、アンモニウムイオン (NH_4^+)、カリウムイオン (K^+)、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、カルシウムイオン (Ca^{2+})
無機元素成分 (30 成分)	ナトリウム (Na)、アルミニウム (Al)、ケイ素 (Si)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、スカンジウム (Sc)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、砒素 (As)、セレン (Se)、ルビジウム (Rb)、モリブデン (Mo)、アンチモン (Sb)、セシウム (Cs)、バリウム (Ba)、ランタン (La)、セリウム (Ce)、サマリウム (Sm)、ハフニウム (Hf)、タングステン (W)、タンタル (Ta)、トリウム (Th)、鉛 (Pb)
炭素成分 (8 成分)	OC1、OC2、OC3、OC4、OCpyro、EC1、EC2、EC3 有機炭素 (OC) : OC1 + OC2 + OC3 + OC4 + OCpyro 元素状炭素 (EC) : EC1 + EC2 + EC3 - OCpyro

4 調査期間

調査期間を表 3 に示す。

調査は、季節ごとに連続する 14 日間で行った。また、精度管理として二重測定及びトラベルブランク試験は、各調査時季における開始日の前々日（質量濃度及び無機元素成分）及び前日（イオン成分及び炭素成分）に実施した。

なお、試料の採取は原則午前 10 時開始、翌日の午前 10 時終了の 24 時間測定とした。

表 3 調査期間

調査時季	調査期間
春季	令和 6 年 5 月 9 日 10 : 00 ~ 令和 6 年 5 月 23 日 10 : 00
夏季	令和 6 年 7 月 18 日 10 : 00 ~ 令和 6 年 8 月 1 日 10 : 00
秋季	令和 6 年 10 月 17 日 10 : 00 ~ 令和 6 年 10 月 31 日 10 : 00
冬季	令和 7 年 1 月 16 日 10 : 00 ~ 令和 7 年 1 月 30 日 10 : 00

5 調査方法

調査は、「大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル」（環境省）により実施した。

試料採取方法及び測定方法を表 4 に示す。

試料を採取したフィルターは毎日交換し、滅菌シャーレに密封後、保冷バッグに入れ、冷暗所保管した。

表 4 試料採取方法及び測定方法

項目		測定方法
採取方法		「成分測定用微小粒子状物質捕集方法第 2 版」（令和元年 5 月）
測定方法	質量濃度	「環境大気常時監視マニュアル第 6 版」（平成 22 年 3 月）
	イオン成分 (8 成分)	「イオン成分測定方法（イオンクロマトグラフ法）第 3 版」 (令和元年 5 月)
	無機元素成分 (30 成分)	「無機元素測定法第 2 版」（令和元年 5 月）
	炭素成分 (8 成分)	「炭素成分測定方法（サーマルオプティカル・リフレクタンス法） 第 3 版」（令和元年 5 月）

(1) 試料採取

使用した試料採取機器を表 5 に示す。

表 5 試料採取機器

項目	採取機器
質量濃度及び 無機元素成分(30 成分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 採取装置 PM2.5 大気用エアサンプラー(FRM) Model 2025i (サーモフィッシャーサイエンティフィック社製) ・ 捕集用テフロンフィルター 2 μ mPTFE 46.2mm Filter PP Ring Supported For PM2.5(Whatman 社製)
イオン成分(8 成分) 及び炭素成分(8 成分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 採取装置 PM2.5 大気用エアサンプラー(FRM) Model 2025i (サーモフィッシャーサイエンティフィック社製) ・ 捕集用石英フィルター 2500QAT-UP(47mm) (PALLFLEX PRODUCTS 製)

(2) 分析方法及び分析機器

分析方法及び使用した分析機器を表 6 に示す。

表 6 分析方法及び分析機器

項目	分析方法及び分析機器
質量濃度	<u>重量法</u> ・ 電子天秤 ウルトラマイクロ天秤 XPR2UV (メトラー・トレド社製)
イオン成分(8成分)	<u>イオンクロマトグラフ法</u> ・ イオンクロマトグラフ ICS-2100 ICS-1100 (サーモフィッシャーサイエンティフィック社製)
無機元素成分 (29成分・Si以外)	<u>誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS法)</u> ・ マイクロ波反応システム(分解装置) MultiwavePRO(アントンパール社製) ・ 誘導結合プラズマ質量分析計 Agilent 7850(Agilent製)
無機元素成分(Si)	<u>蛍光X線分析法</u> ・ 蛍光X線分析装置 ZSX PrimusIV(株式会社リガク製)
炭素成分(8成分)	<u>サーマルオプティカル・リフレクタンス(TOR)法</u> ・ TOR分析装置 カーボンエアロゾル分析装置 (サンセットラボラトリー製)

6 気象条件及び試料採取状況

(1) 気象条件

各調査期間における試料採取時の気象条件を表 7-1～表 7-4 に示す。また、風向（風配率）・風速については、風配図を図 4-1～図 4-2 に示す。

表 7-1 試料採取時の気象条件（春季）

採取日時	主風向	風速 (m/s)	気温 (℃)	降水量 (mm)	気圧 (hPa)	天 気	
						6:00～18:00	18:00～翌 6:00
5月9日 10:00 ～5月10日 10:00	NNE	2.3	15.3	--	1015.5	晴時々曇	晴
5月10日 10:00 ～5月11日 10:00	SE	1.7	18.5	--	1019.0	晴	晴
5月11日 10:00 ～5月12日 10:00	S	2.5	21.4	--	1015.3	晴後一時曇	曇
5月12日 10:00 ～5月13日 10:00	SE	2.3	19.8	51.0	1007.4	雨時々曇	大雨
5月13日 10:00 ～5月14日 10:00	NNE	1.7	14.7	5.0	1010.7	雨後時々曇	曇時々晴
5月14日 10:00 ～5月15日 10:00	E	1.6	19.5	--	1012.9	晴	曇時々晴
5月15日 10:00 ～5月16日 10:00	WSW	2.0	20.1	--	1005.4	曇後一時雨	曇一時晴
5月16日 10:00 ～5月17日 10:00	W	3.2	16.7	--	1007.8	曇時々晴一時雨	晴一時雨
5月17日 10:00 ～5月18日 10:00	SE	1.5	19.6	--	1014.8	晴	晴一時曇
5月18日 10:00 ～5月19日 10:00	SE	1.8	22.2	--	1015.2	晴後一時曇	曇
5月19日 10:00 ～5月20日 10:00	S	1.3	16.8	9.5	1012.5	雨時々曇	雨後一時曇一時晴
5月20日 10:00 ～5月21日 10:00	SW	1.5	20.3	--	1012.0	曇時々晴	曇後一時晴
5月21日 10:00 ～5月22日 10:00	NNE	2.1	20.3	--	1014.8	晴	曇時々晴
5月22日 10:00 ～5月23日 10:00	SSE	1.4	21.0	--	1012.8	曇一時晴	曇

注 1) 風速、気温、気圧は期間中の平均、降水量は期間中の合計である。

注 2) 気象データは、風向・風速は王子局、気温・降水量・気圧・天気は神戸地方気象台のデータを使用した。

表 7-2 試料採取時の気象条件（夏季）

採取日時	主風向	風速 (m/s)	気温 (℃)	降水量 (mm)	気圧 (hPa)	天 気	
						6:00~18:00	18:00~翌 6:00
7月18日 10:00 ~7月19日 10:00	S	1.9	29.4	--	1007.4	晴時々曇	曇時々晴
7月19日 10:00 ~7月20日 10:00	S	1.9	29.6	--	1007.3	晴一時曇	曇時々晴
7月20日 10:00 ~7月21日 10:00	S	2.5	30.0	--	1008.3	曇時々晴	晴
7月21日 10:00 ~7月22日 10:00	SW	1.5	30.2	--	1007.9	晴	晴
7月22日 10:00 ~7月23日 10:00	SSE	1.8	30.4	--	1006.8	晴時々曇	晴時々曇
7月23日 10:00 ~7月24日 10:00	S	1.6	30.0	--	1005.2	晴	曇時々晴
7月24日 10:00 ~7月25日 10:00	WSW	1.7	29.8	--	1005.2	曇時々晴一時 雨、雷を伴う	曇一時雨後時々 晴
7月25日 10:00 ~7月26日 10:00	S	1.9	30.1	--	1009.1	曇一時晴	曇後一時晴
7月26日 10:00 ~7月27日 10:00	S	1.8	30.5	--	1014.6	晴	曇後一時晴
7月27日 10:00 ~7月28日 10:00	SW	1.5	30.6	--	1014.5	晴時々曇	晴時々曇
7月28日 10:00 ~7月29日 10:00	WSW	1.9	31.8	--	1009.0	晴	曇一時雨、雷を 伴う
7月29日 10:00 ~7月30日 10:00	WSW	2.4	32.2	--	1003.1	晴	晴
7月30日 10:00 ~7月31日 10:00	W	2.7	31.9	--	1001.8	晴後一時雨一時 曇	晴時々曇一時雨
7月31日 10:00 ~8月1日 10:00	NNE	1.8	31.1	--	1002.8	曇一時雨後晴	晴

注 1) 風速、気温、気圧は期間中の平均、降水量は期間中の合計である。

注 2) 気象データは、風向・風速は王子局、気温・降水量・気圧・天気は神戸地方気象台のデータを使用した。

表 7-3 試料採取時の気象条件（秋季）

採取日時	主風向	風速 (m/s)	気温 (℃)	降水量 (mm)	気圧 (hPa)	天 気	
						6:00~18:00	18:00~翌 6:00
10月17日 10:00 ~10月18日 10:00	NNE	1.7	25.7	--	1017.4	晴後時々曇	曇後一時雨
10月18日 10:00 ~10月19日 10:00	SE	1.7	25.3	--	1013.3	曇時々雨	晴一時曇
10月19日 10:00 ~10月20日 10:00	S	2.6	20.9	9.0	1015.3	雨時々曇、雷を伴う	雨後曇一時晴
10月20日 10:00 ~10月21日 10:00	NNE	2.7	18.6	--	1024.1	曇時々晴	曇時々晴
10月21日 10:00 ~10月22日 10:00	E	1.9	21.6	--	1022.1	晴一時曇	晴時々曇
10月22日 10:00 ~10月23日 10:00	E	1.5	23.3	4.0	1013.0	曇	曇時々雨
10月23日 10:00 ~10月24日 10:00	WSW	1.7	23.1	2.5	1011.4	曇時々雨	曇時々晴
10月24日 10:00 ~10月25日 10:00	NNE	2.1	21.7	--	1017.0	曇後一時雨	曇
10月25日 10:00 ~10月26日 10:00	NNE	2.4	21.5	--	1019.0	曇時々晴	曇
10月26日 10:00 ~10月27日 10:00	NNE	1.1	21.6	--	1014.2	曇	晴時々曇
10月27日 10:00 ~10月28日 10:00	SE	1.8	21.7	34.5	1006.7	曇時々晴	大雨時々曇
10月28日 10:00 ~10月29日 10:00	NNE	2.2	19.4	--	1010.9	曇一時雨	曇時々雨
10月29日 10:00 ~10月30日 10:00	N	1.6	18.6	12.0	1012.7	雨時々曇	雨時々曇
10月30日 10:00 ~10月31日 10:00	NNE	1.8	18.2	--	1017.9	晴時々曇	晴時々曇

注 1) 風速、気温、気圧は期間中の平均、降水量は期間中の合計である。

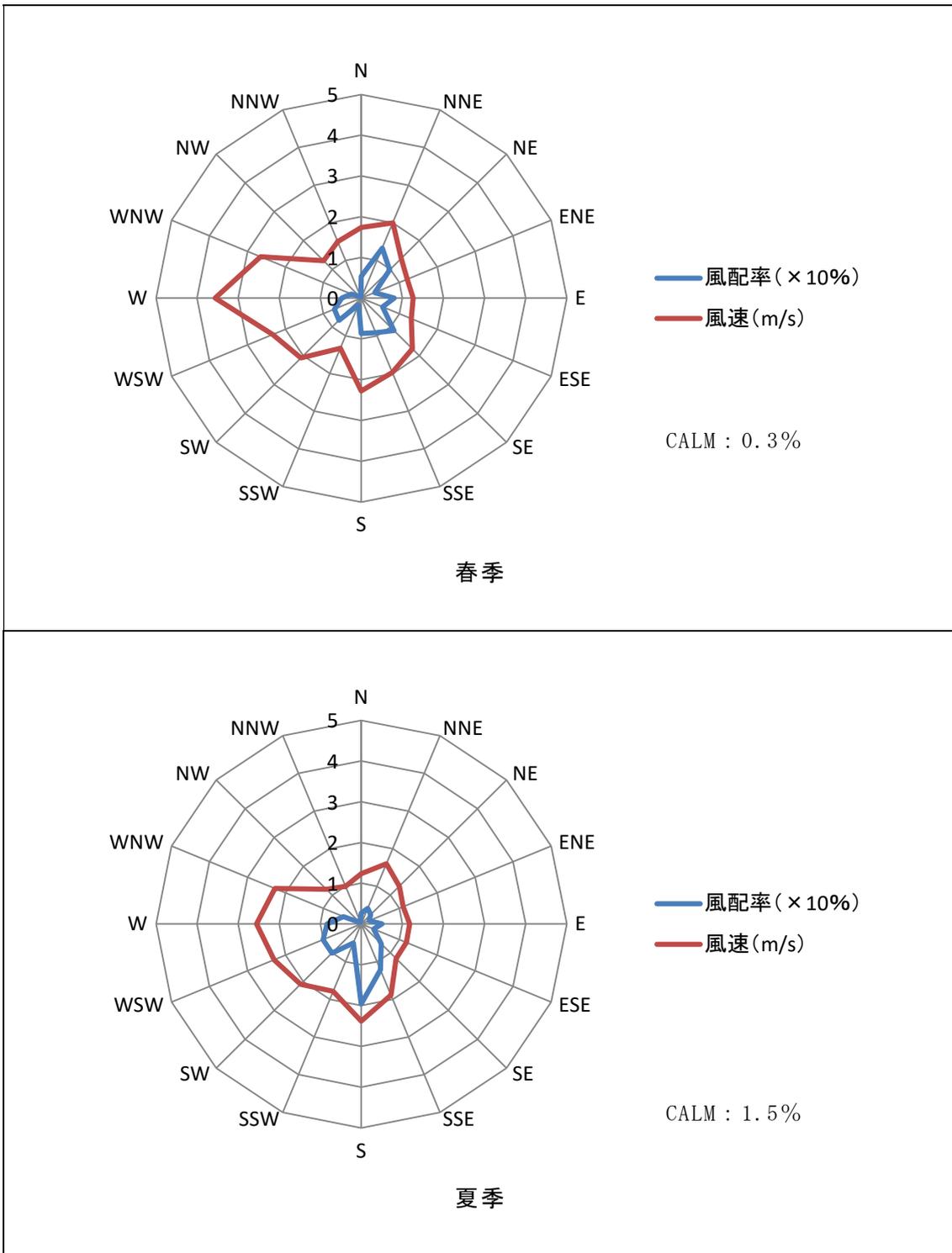
注 2) 気象データは、風向・風速は王子局、気温・降水量・気圧・天気は神戸地方気象台のデータを使用した。

表 7-4 試料採取時の気象条件（冬季）

採取日時	主風向	風速 (m/s)	気温 (℃)	降水量 (mm)	気圧 (hPa)	天 気	
						6:00~18:00	18:00~翌 6:00
1月16日 10:00 ~1月17日 10:00	WNW	3.0	6.1	--	1017.8	晴	晴時々曇、みぞれを伴う
1月17日 10:00 ~1月18日 10:00	NNE	2.1	5.0	--	1021.2	曇時々晴一時雨、みぞれを伴う	晴後一時曇
1月18日 10:00 ~1月19日 10:00	S	2.4	6.5	--	1019.3	晴一時曇	晴時々曇
1月19日 10:00 ~1月20日 10:00	CALM	0.9	9.7	4.0	1012.5	晴時々曇	曇時々雨
1月20日 10:00 ~1月21日 10:00	N	1.4	9.6	--	1011.3	曇一時雨後晴	晴
1月21日 10:00 ~1月22日 10:00	N	1.7	8.4	--	1016.7	晴一時雨後曇	晴一時曇
1月22日 10:00 ~1月23日 10:00	WSW	1.7	8.4	--	1020.1	晴一時曇	晴後一時曇
1月23日 10:00 ~1月24日 10:00	NNE	1.1	9.3	--	1019.2	晴一時曇	晴後一時曇
1月24日 10:00 ~1月25日 10:00	NNE	2.4	9.4	--	1019.3	晴時々曇	晴時々曇
1月25日 10:00 ~1月26日 10:00	N	2.2	7.0	--	1019.7	晴後一時曇一時雨	晴時々雨
1月26日 10:00 ~1月27日 10:00	N	1.9	6.4	--	1015.0	晴一時曇後時々雨	晴後時々曇
1月27日 10:00 ~1月28日 10:00	WNW	2.6	7.6	--	1009.5	曇後一時雨	曇後雨時々晴
1月28日 10:00 ~1月29日 10:00	W	4.8	6.2	--	1011.3	晴後曇一時雨	晴時々曇一時雨、みぞれを伴う
1月29日 10:00 ~1月30日 10:00	WNW	4.2	4.6	--	1016.2	晴後曇一時雨、みぞれを伴う	晴

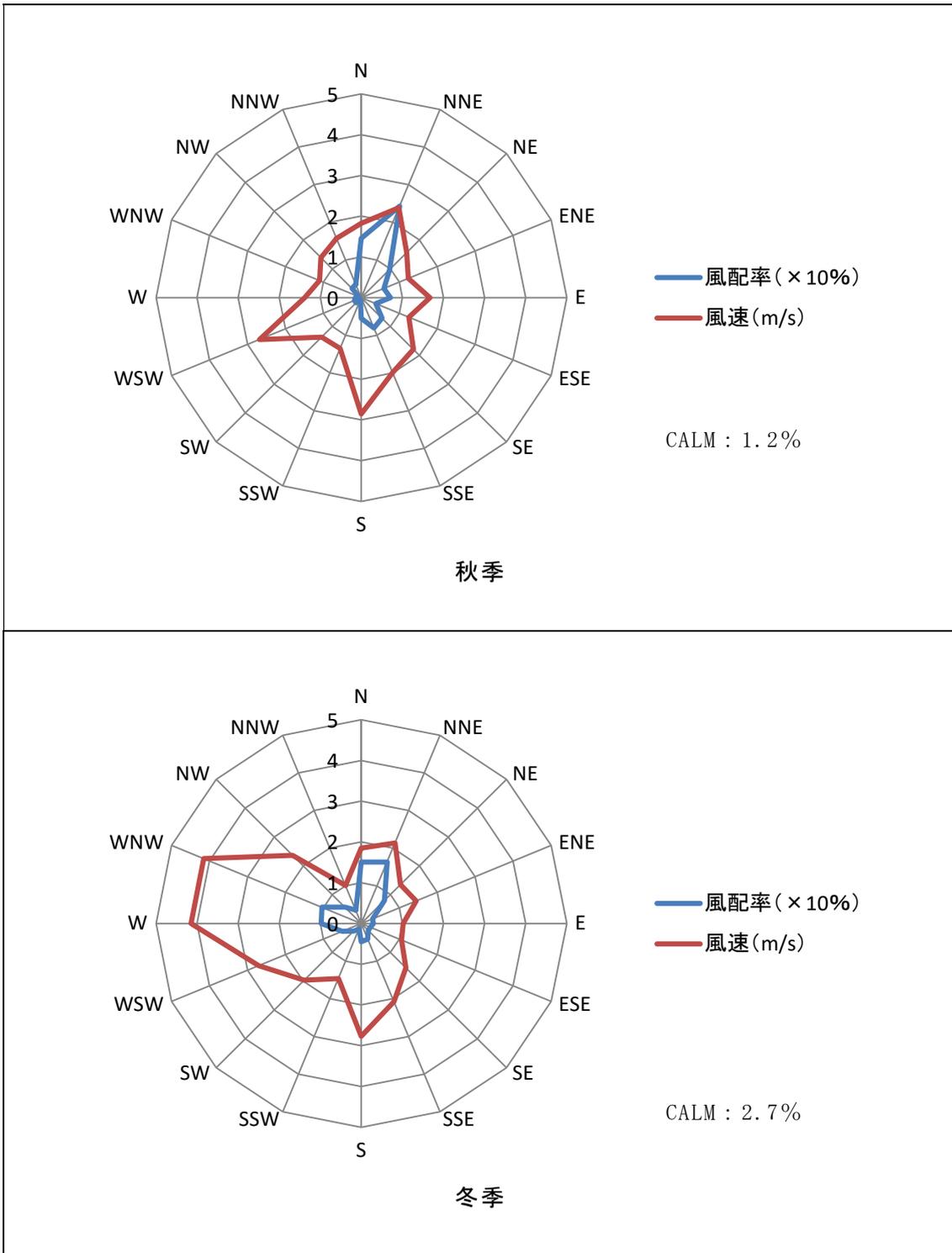
注 1) 風速、気温、気圧は期間中の平均、降水量は期間中の合計である。

注 2) 気象データは、風向・風速は王子局、気温・降水量・気圧・天気は神戸地方気象台のデータを使用した。



※風配図作成には、調査期間の王子局のデータを使用した。

図 4-1 風配図



※風配図作成には、調査期間の王子局のデータを使用した。

図 4-2 風配図

(2) 試料採取の様子

試料採取状況の写真を図5に示す。

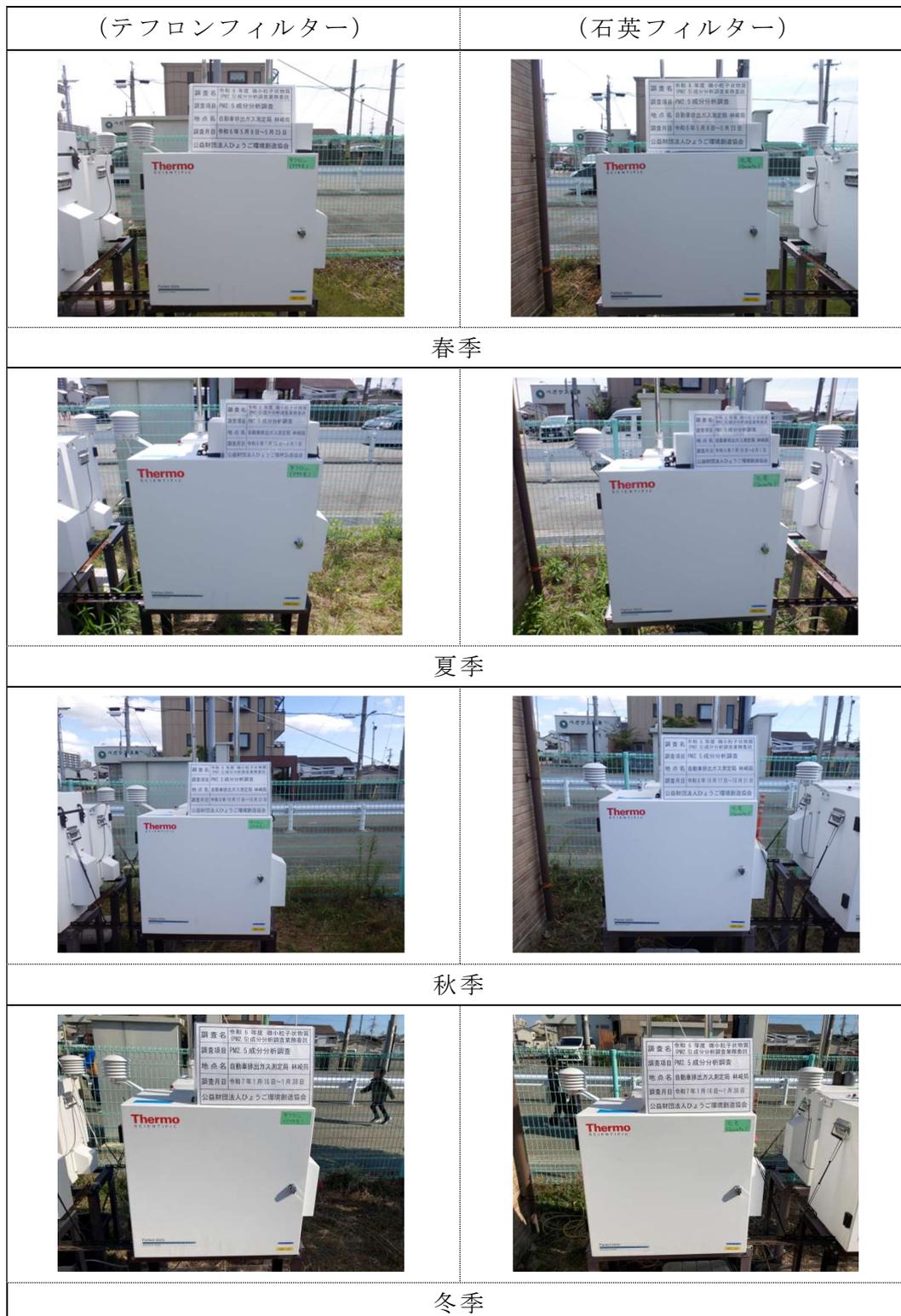


図5 調査時の測定機設置状況写真

7 調査結果

調査結果を表 8～表 11 に示す。

なお、調査結果は、トラベルブランク値が操作ブランク値と同等とみなせる場合は輸送中の汚染は無視できるものとして、捕集試料の測定値から操作ブランク値を差し引いて計算する。なお、輸送中に汚染があり、トラベルブランク値が操作ブランク値より大きい場合は、捕集試料の測定値からトラベルブランク値を差し引いて計算した。また、その計算結果は、環境省報告様式に伴い、原則有効数字 3 桁、ただし定量下限値の有効数字 2 桁目の位までとした。

また、調査結果における各調査時季の平均値は、大気汚染状況報告書（環境省水・大気環境局）に従い、各日の測定値から検出下限値以上ではその測定値、検出下限値未満では検出下限値の 1/2 の値を用い、算術平均により求め、定量下限値の有効数字 2 桁目の位までとした。また、年間の平均値は、全ての項目において有効数字 3 桁とした。

なお、各調査時季に実施した二重測定の結果は、全ての分析項目において定量下限値以上の 2 つの測定値がそれらの平均値の±30%以内（判定基準値以内）であることを確認した。詳細は、「2024 年度 微小粒子状物質（PM2.5）成分測定結果報告様式」に示す。

表 8 調査結果（質量濃度）

分析項目	調査期間	春季	夏季	秋季	冬季	年間
質量濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	平均値	9.2	9.1	6.6	13.9	9.7
	最大値	13.3	23.2	15.2	40.0	40.0
	最小値	5.0	2.9	4.2	4.8	2.9

表9 調査結果（イオン成分）

調査期間		イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
春季	平均値	0.105	0.613	1.89	0.155	0.851	0.0460	0.0170	(0.026)
	最大値	0.225	1.71	3.62	0.282	1.57	0.0683	0.0320	0.058
	最小値	(0.025)	0.201	0.966	0.047	0.401	0.0238	(0.0042)	(0.012)
夏季	平均値	0.0645	0.148	3.11	0.213	0.975	0.0557	0.0211	(0.020)
	最大値	0.158	0.350	10.0	0.361	3.07	0.221	0.0389	(0.039)
	最小値	0.0259	0.069	0.556	0.142	0.094	0.0151	0.0114	<0.013
秋季	平均値	0.0904	0.282	1.14	0.206	0.335	0.0501	0.0224	0.040
	最大値	0.277	0.647	2.28	0.382	0.763	0.141	0.0431	0.143
	最小値	0.0223	0.094	0.704	0.083	0.138	0.0261	0.0083	(0.018)
冬季	平均値	0.271	3.06	2.30	0.155	1.73	0.110	0.0172	0.036
	最大値	0.379	12.6	5.04	0.380	5.54	0.270	0.0449	0.064
	最小値	0.162	0.492	0.451	0.070	0.433	0.060	0.0063	(0.012)
年間	平均値	0.133	1.03	2.11	0.182	0.973	0.0655	0.0194	0.0305
	最大値	0.379	12.6	10.0	0.382	5.54	0.270	0.0449	0.143
	最小値	0.0223	0.069	0.451	0.047	0.094	0.0151	(0.0042)	<0.013

※未満の結果は検出下限値未満を表す。括弧つきの数値は検出下限値以上、定量下限値未満の結果である。

表 10-1 調査結果（無機元素成分・その1）

調査期間		無機元素成分 (ng/m ³)									
		Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn
春季	平均値	137	52	314	47	29	(0.024)	3.2	1.87	0.66	3.66
	最大値	300	159	1100	86	81	(0.057)	10.5	4.33	1.50	6.27
	最小値	34	20	154	(19)	(8)	<0.023	(1.3)	(0.37)	<0.19	0.44
夏季	平均値	168	13	106	37	24	<0.023	1.3	2.78	(0.25)	1.95
	最大値	280	66	582	189	55	<0.023	4.4	6.18	1.13	7.32
	最小値	74.8	<3	(17)	<8	<6	<0.023	<0.3	1.08	<0.12	<0.11
秋季	平均値	144	18	90	42	(13)	<0.023	1.58	0.75	0.63	3.00
	最大値	238	40	166	136	26	<0.023	3.20	4.17	1.21	8.15
	最小値	58	(6)	24	<6	<6	<0.023	(0.29)	<0.15	<0.15	0.34
冬季	平均値	132	37.3	139	102	51	<0.023	3.0	0.94	1.48	6.90
	最大値	316	91.5	415	265	156	<0.023	7.6	2.43	3.81	19.9
	最小値	55	7.6	(25)	42	(11)	<0.023	(0.6)	<0.15	(0.32)	(0.70)
年間	平均値	145	30.1	162	57.0	29.3	0.0146	2.27	1.59	0.755	3.88
	最大値	316	159	1100	265	156	(0.057)	10.5	6.18	3.81	19.9
	最小値	34	<3	(17)	<6	<6	<0.023	<0.3	<0.15	<0.12	<0.11

※未満の結果は検出下限値未満を表す。括弧つきの数値は検出下限値以上、定量下限値未満の結果である。

表 10-2 調査結果（無機元素成分・その2）

調査期間		無機元素成分 (ng/m ³)									
		Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb
春季	平均値	70	0.060	1.49	1.6	18.6	0.792	0.460	0.165	0.64	0.388
	最大値	137	0.135	3.43	5.0	33.3	2.48	0.993	0.363	1.38	0.683
	最小値	26	(0.016)	(0.30)	<0.3	(4.8)	0.125	0.119	0.074	0.17	0.044
夏季	平均値	36	0.037	1.38	1.02	(8.0)	0.851	0.475	0.067	0.26	0.275
	最大値	96	0.097	2.68	2.43	21.4	2.19	0.981	0.176	0.88	1.28
	最小値	<5	(0.010)	0.38	<0.27	<2.6	(0.049)	0.056	<0.016	<0.05	(0.014)
秋季	平均値	41	0.044	0.46	2.07	13.2	0.638	0.657	0.099	0.53	0.540
	最大値	104	0.121	1.2	5.08	36.2	1.92	2.98	0.361	1.61	2.74
	最小値	<8	<0.006	<0.10	(0.28)	<1.8	(0.081)	0.162	<0.011	(0.03)	0.064
冬季	平均値	102	0.065	1.14	3.35	26.1	1.46	0.896	0.263	1.18	0.919
	最大値	283	0.293	3.86	8.32	63.3	4.54	3.18	0.674	3.95	2.93
	最小値	16.1	(0.008)	<0.13	0.80	6.4	0.136	0.098	0.081	(0.03)	0.225
年間	平均値	62.3	0.0515	1.12	2.01	16.5	0.935	0.622	0.149	0.653	0.531
	最大値	283	0.293	3.86	8.32	63.3	4.54	3.18	0.674	3.95	2.93
	最小値	<5	<0.006	<0.10	<0.27	<1.8	(0.049)	0.056	<0.011	<0.05	(0.014)

※未満の結果は検出下限値未満を表す。括弧つきの数値は検出下限値以上、定量下限値未満の結果である。

表 10-3 調査結果（無機元素成分・その3）

調査期間		無機元素成分 (ng/m ³)									
		Cs	Ba	La	Ce	Sm	Hf	W	Ta	Th	Pb
春季	平均値	0.0210	1.29	0.073	0.084	<0.011	(0.015)	0.30	(0.008)	<0.007	3.21
	最大値	0.0440	2.79	0.186	0.201	(0.012)	0.084	1.88	0.029	0.024	7.42
	最小値	0.0062	(0.35)	(0.017)	(0.032)	<0.011	<0.009	(0.06)	<0.003	<0.007	0.38
夏季	平均値	0.0116	1.02	0.022	0.018	<0.011	<0.009	(0.057)	<0.004	<0.005	2.08
	最大値	0.0384	4.52	0.042	0.047	<0.011	(0.009)	0.181	<0.004	<0.005	6.48
	最小値	<0.0022	<0.06	<0.005	(0.004)	<0.011	<0.009	<0.028	<0.004	<0.005	(0.043)
秋季	平均値	0.0102	1.15	(0.020)	(0.026)	<0.011	<0.009	0.612	(0.010)	<0.006	5.93
	最大値	0.0452	2.62	0.075	0.092	<0.011	(0.009)	3.22	0.040	(0.013)	18.7
	最小値	<0.0009	0.34	<0.018	<0.008	<0.011	<0.009	(0.044)	<0.006	<0.006	0.150
冬季	平均値	0.0378	2.89	0.074	0.094	<0.011	(0.009)	0.22	<0.007	(0.005)	8.91
	最大値	0.137	9.32	0.267	0.341	<0.011	(0.023)	0.94	(0.012)	(0.016)	21.9
	最小値	0.0026	0.79	<0.009	0.016	<0.011	<0.009	<0.03	<0.007	<0.005	1.22
年間	平均値	0.0202	1.59	0.0473	0.0555	0.00550	0.00825	0.297	0.00588	0.00350	5.03
	最大値	0.137	9.32	0.267	0.341	(0.012)	0.084	3.22	0.040	0.024	21.9
	最小値	<0.0009	<0.06	<0.005	(0.004)	<0.011	<0.009	<0.028	<0.003	<0.005	(0.043)

※未満の結果は検出下限値未満を表す。括弧つきの数値は検出下限値以上、定量下限値未満の結果である。

表 11 調査結果（炭素成分）

調査期間		炭素成分 ($\mu\text{gC}/\text{m}^3$)									
		OC1	OC2	OC3	OC4	OCpyro	EC1	EC2	EC3	OC	EC
春季	平均値	0.040	0.765	0.68	0.28	0.919	0.52	0.613	<0.014	2.69	0.233
	最大値	0.118	0.999	1.04	0.50	1.40	0.86	0.987	(0.033)	3.80	0.373
	最小値	(0.019)	0.459	0.33	0.12	0.303	0.14	0.216	<0.014	1.33	0.056
夏季	平均値	(0.024)	0.966	0.713	0.281	0.87	0.395	0.695	(0.015)	2.86	0.229
	最大値	0.036	1.26	1.00	0.399	1.68	0.665	1.35	(0.025)	3.97	0.351
	最小値	(0.016)	0.717	0.417	0.134	0.19	0.133	0.185	<0.012	1.77	0.001
秋季	平均値	(0.014)	0.580	0.73	0.295	0.37	0.41	0.413	<0.01	1.99	0.465
	最大値	(0.028)	1.18	1.69	0.796	1.19	1.65	0.938	(0.024)	4.88	1.40
	最小値	<0.014	0.388	0.45	0.166	(0.10)	0.20	0.165	<0.01	1.19	0.217
冬季	平均値	0.397	0.759	0.48	0.283	0.59	0.977	0.288	(0.014)	2.51	0.68
	最大値	0.560	1.47	0.95	0.708	1.55	2.57	0.430	0.029	5.24	1.47
	最小値	0.225	0.292	(0.16)	0.103	(0.17)	0.256	0.126	(0.004)	0.965	0.228
年間	平均値	0.119	0.768	0.651	0.285	0.687	0.576	0.502	0.0103	2.51	0.402
	最大値	0.560	1.47	1.69	0.796	1.68	2.57	1.35	(0.033)	5.24	1.47
	最小値	<0.014	0.292	(0.16)	0.103	(0.10)	0.133	0.126	(0.004)	0.965	0.001

※未満の結果は検出下限値未満を表す。括弧つきの数値は検出下限値以上、定量下限値未満の結果である。

※OC1～OC4 及び EC1～EC3 は分析温度の違いにより検出された炭素成分である。OCpyro は光学補正により算出される有機炭素の炭化補正量。

8 調査結果まとめ

本調査における年間結果は、質量濃度は $2.9\sim 40.0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値： $9.70\ \mu\text{g}/\text{m}^3$)、主な成分である有機炭素は $0.965\sim 5.24\ \mu\text{gC}/\text{m}^3$ (平均値： $2.51\ \mu\text{gC}/\text{m}^3$)、無機炭素は $0.001\sim 1.47\ \mu\text{gC}/\text{m}^3$ (平均値： $0.402\ \mu\text{gC}/\text{m}^3$)、硝酸イオンは $0.069\sim 12.6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値： $1.03\ \mu\text{g}/\text{m}^3$)、硫酸イオンは $0.451\sim 10.0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値： $2.11\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) 及びアンモニウムイオンは $0.094\sim 5.54\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値： $0.973\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。

さらに、季節ごとの質量濃度及び成分濃度割合、年間平均値の成分濃度及び割合は以下の通りである。

(1) 季節ごとの質量濃度及び成分濃度割合

質量濃度及び成分の割合を表 12、季節ごとの成分濃度平均値を図 6、質量濃度及び各成分の濃度変動を図 7-1～図 7-2 に示す。

① 質量濃度

質量濃度（成分濃度平均値）は、冬季が最も高く、次いで春季、夏季、秋季の順であった。

② イオン成分

イオン成分は、春季から秋季にかけて硫酸イオンが占める割合が最も高く $17.3\%\sim 34.2\%$ を占めており、夏季に高くなる傾向がみられ、次いで、アンモニウムイオンが $5.1\%\sim 10.7\%$ を占めていた。冬季は硝酸イオンが最も高く 22.0% を占めており、次いで硫酸イオンが 16.5% 、アンモニウムイオンが 12.4% を占めていた。また、塩化物イオン、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウムについては、全成分を合わせて $3.8\%\sim 6.2\%$ 程度であった。

③ 無機元素成分

無機元素は、全成分（25 項目）を合わせて $4.5\%\sim 7.5\%$ であった。

④ 炭素成分

炭素成分については、有機炭素が $18.1\%\sim 31.4\%$ 、元素状炭素が $2.5\%\sim 7.0\%$ であり、有機炭素は夏季に、元素状炭素は秋季に高くなる傾向がみられた。

(2) 年間平均値の成分濃度及び割合

年間平均値を表 13 及び図 8、成分の割合を図 9、PM2.5 における成分と発生源との関係を表 14 に示す。

なお、林崎局は自動車排出ガス測定局であり、令和 4 年度全国道路沿道大気平均値*（以下「全国平均値」という。）と比較した。

*出典：「微小粒子状物質 (PM2.5) 測定データ 令和 4 年度」(環境省)

① 質量濃度

質量濃度の平均値をみると、年間平均値は $9.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、全国平均値 $9.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較すると、高い値であった。

② 成分割合

林崎局の年間平均値の各成分割合は、令和4年度の全国平均値の割合と比較すると同様の傾向であった。各成分の詳細については、以下に記す。

②-1 イオン成分

イオン成分の年間平均値は硝酸イオン $1.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、硫酸イオン $2.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アンモニウムイオン $0.973 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、全国平均値（硝酸イオン $0.596 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、硫酸イオン $1.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アンモニウムイオン $0.772 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）と比較すると、すべての成分で高い結果であり、濃度順位は、硫酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオンの順であり、全国平均値は、硫酸イオン、アンモニウムイオン、硝酸イオンの順であった。

また、塩化物イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン及びカルシウムイオンの年間平均値をみると、その合計量は $0.430 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であり、全国平均値 ($0.334 \mu\text{g}/\text{m}^3$) より高い値であった。

②-2 無機元素成分

主な無機元素成分の年間平均値は濃度順に、ケイ素 $162\text{ng}/\text{m}^3$ 、ナトリウム $145\text{ng}/\text{m}^3$ 、鉄 $62.3\text{ng}/\text{m}^3$ 、カリウム $57.0\text{ng}/\text{m}^3$ 、アルミニウム $30.1 \text{ng}/\text{m}^3$ 、カルシウム $29.3\text{ng}/\text{m}^3$ 、亜鉛 $16.5\text{ng}/\text{m}^3$ であり、全国平均値（ケイ素 $97.5\text{ng}/\text{m}^3$ 、ナトリウム $96.1\text{ng}/\text{m}^3$ 、鉄 $99.1\text{ng}/\text{m}^3$ 、カリウム $69.5\text{ng}/\text{m}^3$ 、アルミニウム $43.4\text{ng}/\text{m}^3$ 、カルシウム $55.2\text{ng}/\text{m}^3$ 、亜鉛 $22.4\text{ng}/\text{m}^3$ ）と比較すると、ケイ素及びナトリウム以外の無機元素成分で全国平均値より低く、濃度順位は全国平均値と比較するとアルミニウムとカルシウムで逆転していたがその他の無機元素成分については同様の濃度順位であった。

なお、これらの元素は自然発生源である海塩粒子や土壌粒子に多く含まれており、他の元素に比べ環境中に多く存在しているため、地域的なばらつきが生じやすい。

②-3 炭素成分

炭素成分の年間平均値は有機炭素 $2.51 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ 、元素状炭素 $0.402 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ であり、全国平均値（有機炭素 $2.72 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ 、元素状炭素 $0.695 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ ）と比較すると、有機炭素、元素状炭素共に低い値であった。

表 12 質量濃度及び成分の割合

分析項目	単位	春季	夏季	秋季	冬季
質量濃度	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9.2	9.1	6.6	13.9
硝酸イオン	%	6.7	1.6	4.3	22.0
硫酸イオン	%	20.5	34.2	17.3	16.5
アンモニウムイオン	%	9.3	10.7	5.1	12.4
Cl^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}	%	3.8	4.1	6.2	4.2
無機元素	%	7.5	4.5	5.8	4.5
有機炭素 (OC)	%	29.2	31.4	30.2	18.1
元素状炭素 (EC)	%	2.5	2.5	7.0	4.9

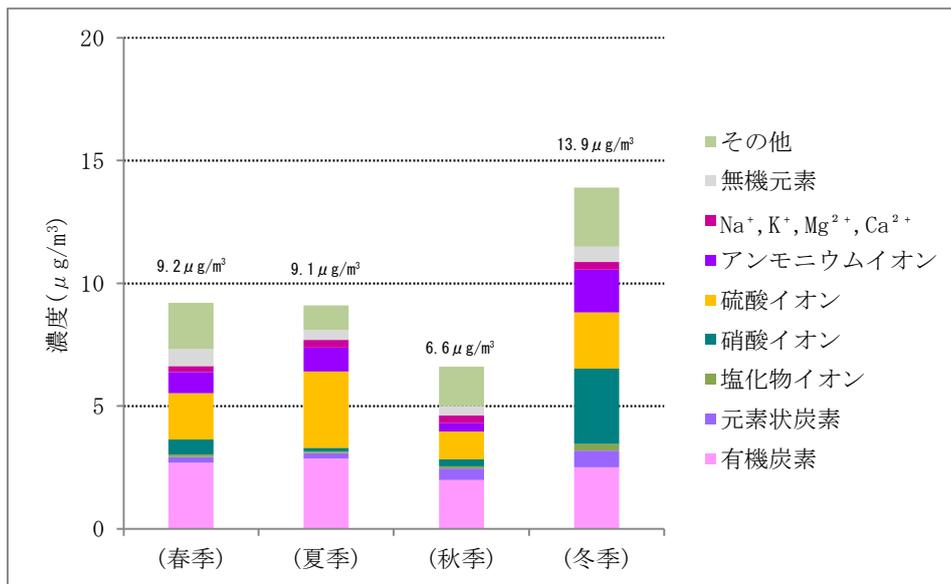


図 6 季節ごとの成分濃度平均値

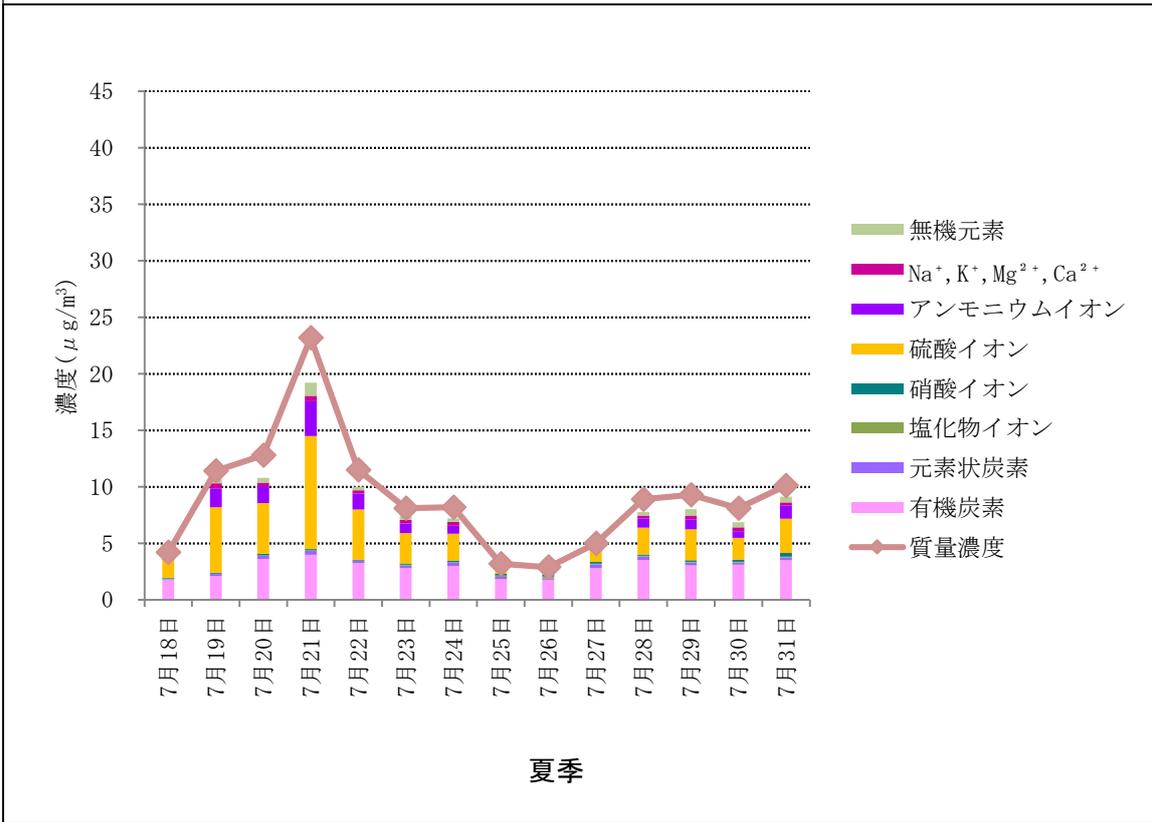
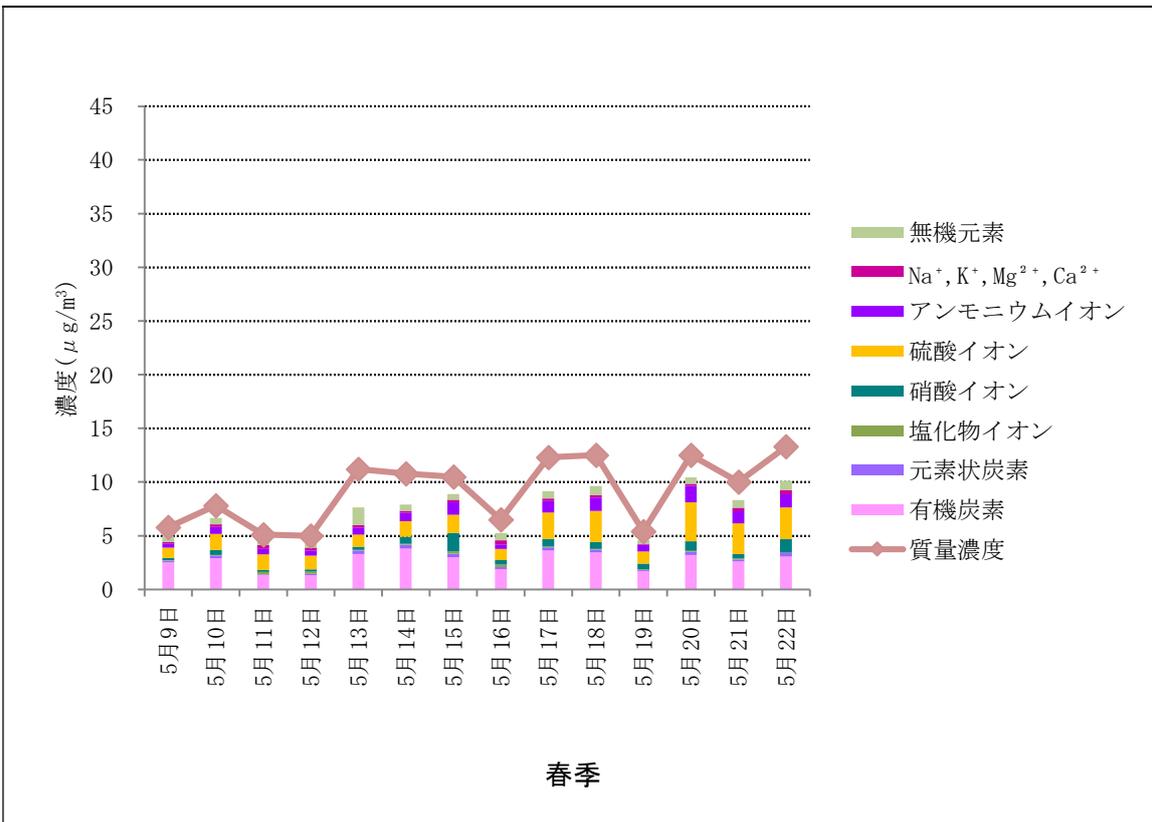


図 7-1 質量濃度及び各成分の濃度変動（春季・夏季）

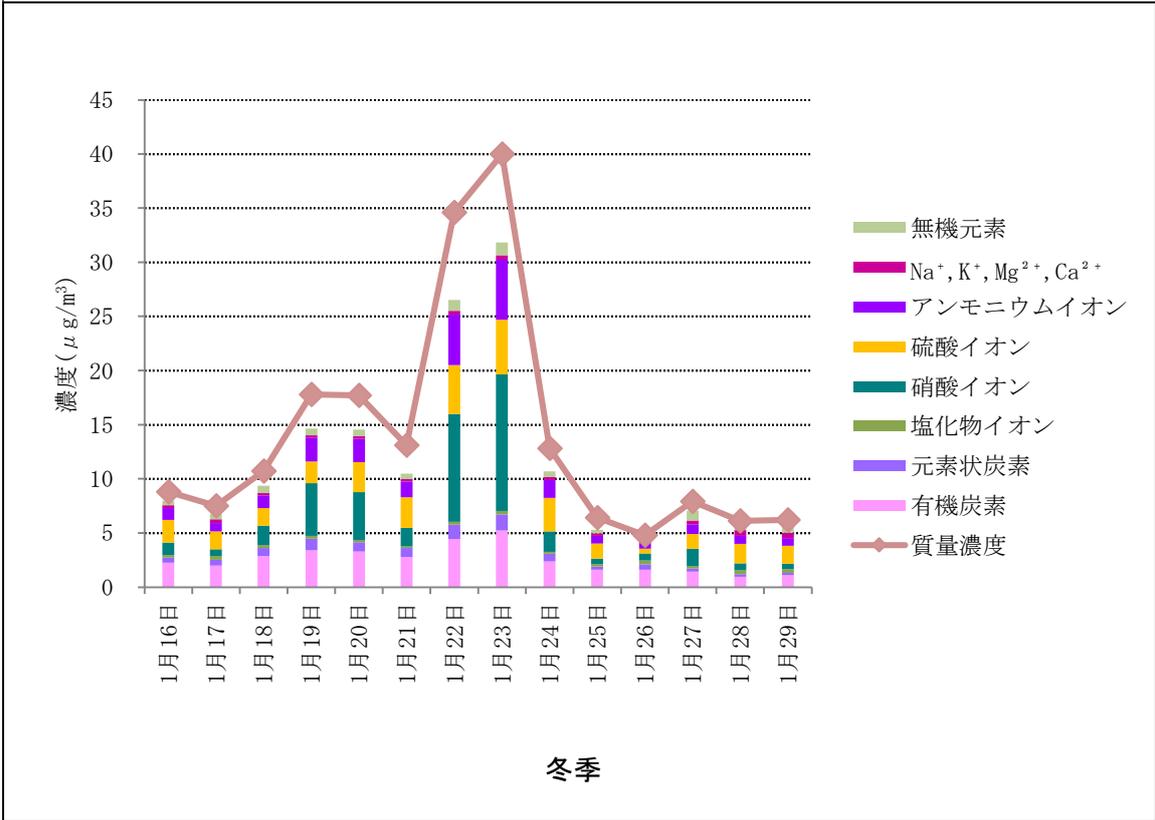
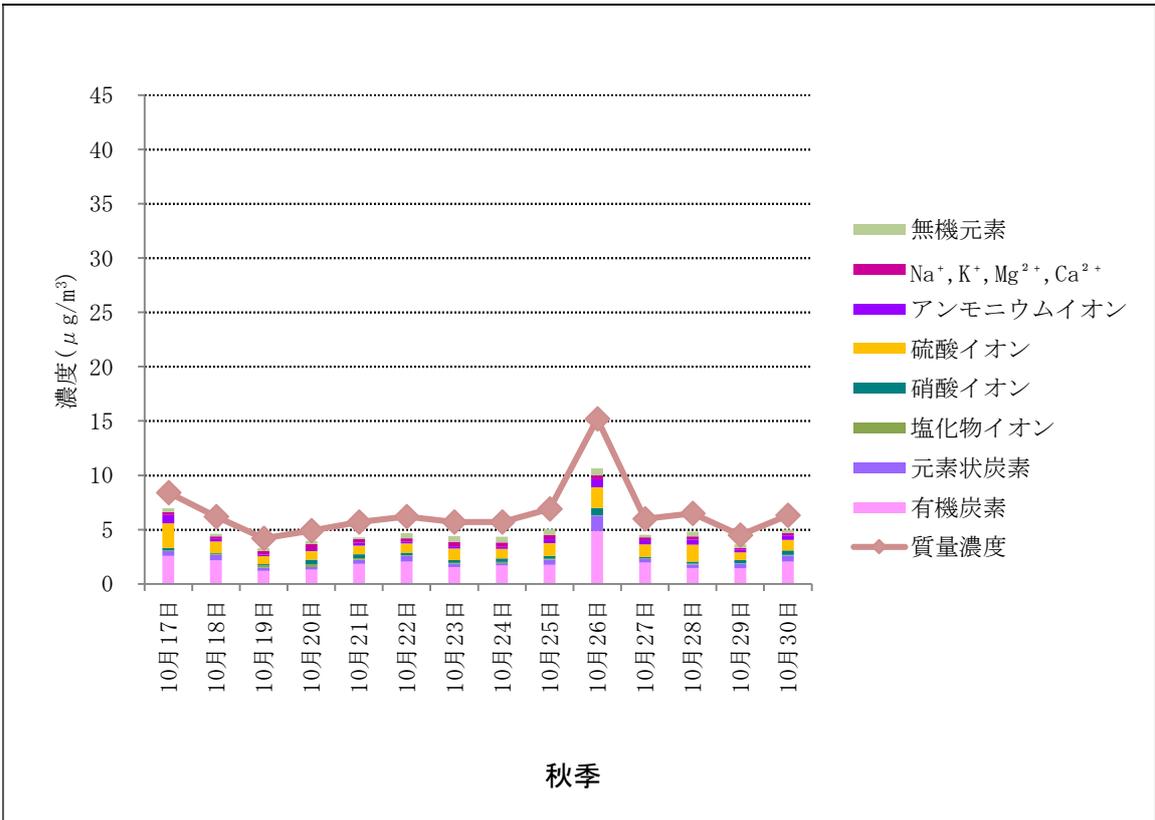


図 7-2 質量濃度及び各成分の濃度変動 (秋季・冬季)

表 13 年間平均値

分析項目	単位	林崎局	全国 道路沿道
質量濃度	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9.7	9.2
硝酸イオン	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.03	0.596
硫酸イオン	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.11	1.82
アンモニウムイオン	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.973	0.772
Cl^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.430	0.334
ナトリウム	ng/m^3	145	96.1
アルミニウム	ng/m^3	30.1	43.4
ケイ素	ng/m^3	162	97.5
カリウム	ng/m^3	57.0	69.5
カルシウム	ng/m^3	29.3	55.2
鉄	ng/m^3	62.3	99.1
亜鉛	ng/m^3	16.5	22.4
有機炭素(OC)	$\mu\text{gC}/\text{m}^3$	2.51	2.72
元素状炭素(EC)	$\mu\text{gC}/\text{m}^3$	0.402	0.695

※全国道路沿道とは、令和4年度全国道路沿道大気平均値である。

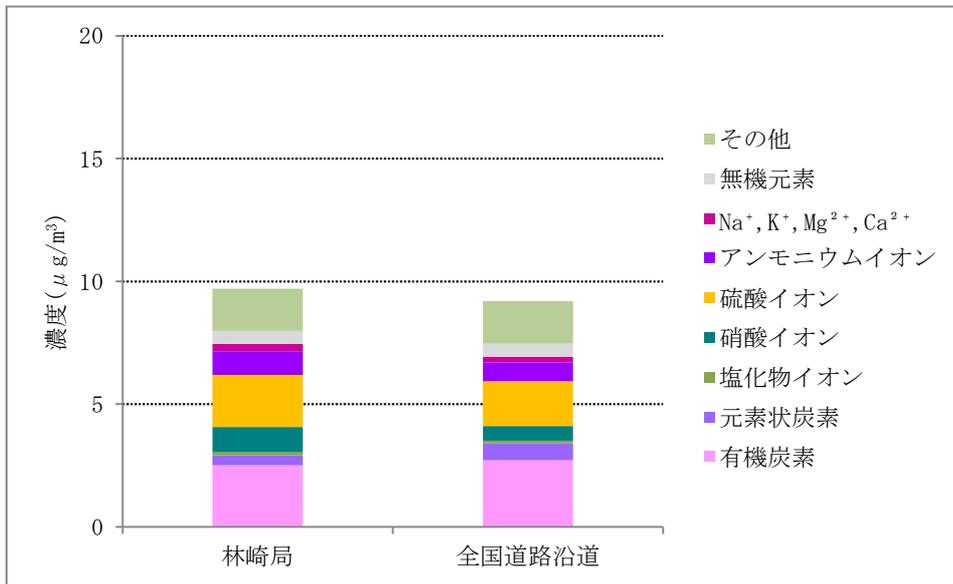


図 8 年間平均値

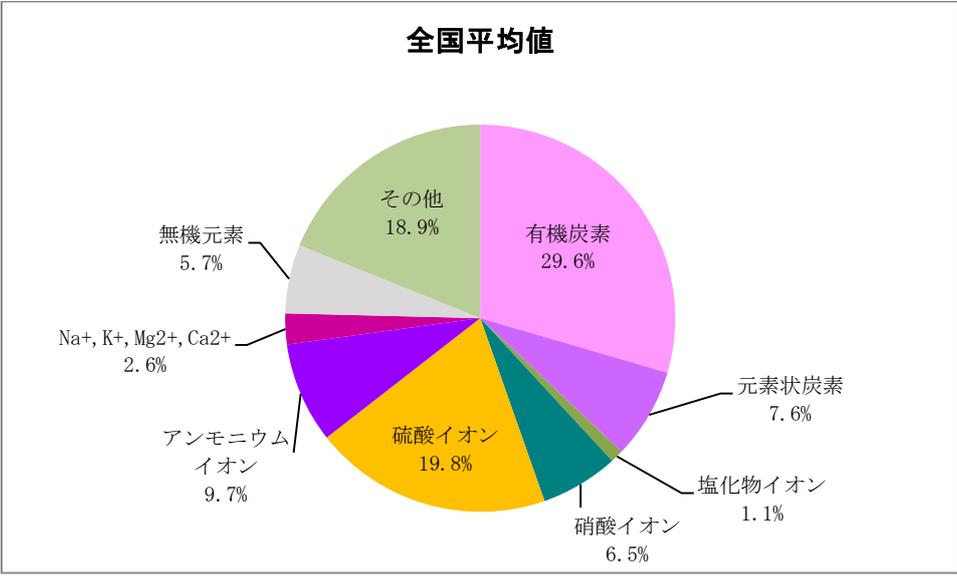
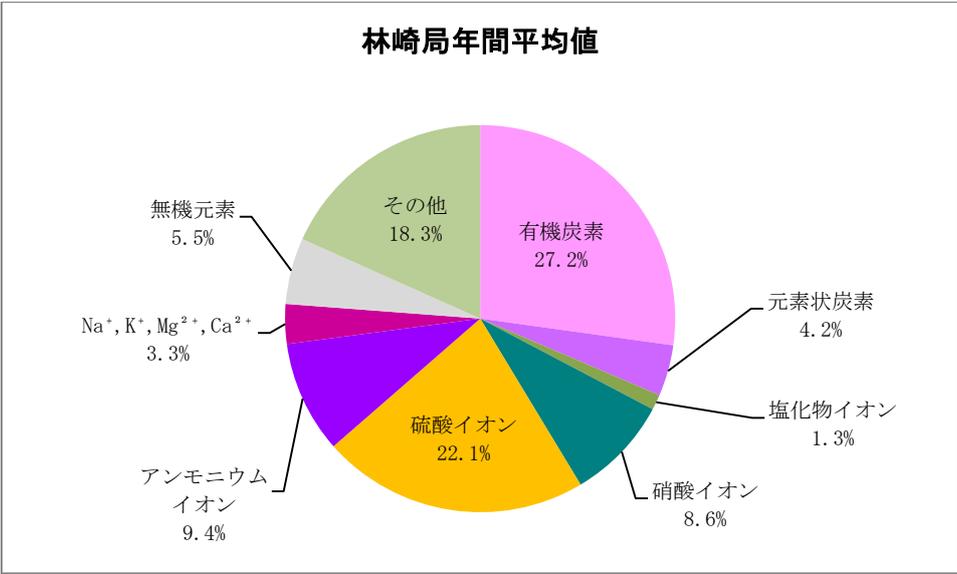


図9 年間平均値の成分割合

表 14 PM2.5 における成分と発生源との関係

成分名	海塩粒子	土壌	道路粉じん	自動車排気	ブレーキ粉じん	タイヤ粉じん	鉄鋼工業	石油燃焼	廃棄物焼却	野焼き
ナトリウム	○								○	
アルミニウム		○	○							
ケイ素										
カリウム									○	○
カルシウム		○	○				○			
スカンジウム		○	○							
チタン		○	○		○		○			
バナジウム								○		
クロム							○		○	
マンガン							○			
鉄			○		○		○			
コバルト										
ニッケル							○	○		
銅					○		○		○	
亜鉛						○	○		○	
ヒ素									○	
セレン										
ルビジウム										
モリブデン										
アンチモン					○				○	
セシウム										
バリウム					○					
ランタン										
セリウム										
サマリウム										
ハフニウム										
タングステン										
タンタル										
トリウム										
鉛										
元素状炭素 (EC)				○				○		

出典：「大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアル」(平成 26 年 7 月 環境省)