

2019 年度

微小粒子状物質成分分析結果報告書

2021 年 3 月



地方独立行政法人
大阪府立

環境農林水産総合研究所

Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture

目 次

1. はじめに	1
2. 調査内容	2
(1) 測定地点	2
(2) 試料捕集	3
(3) 成分の分析	4
3. 調査結果	5
(1) 年間の状況	5
(2) 季節別の状況	7
①季節平均	7
②各季節の日ごとの状況	10
4. まとめ	20

巻末資料

- 資料1 分析方法の概要
- 資料2 成分分析結果

1. はじめに

大気中に浮遊する $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子状物質（以下、「PM_{2.5}」と記す。）は、呼吸器系への影響に加え、循環器系への影響が懸念されている。PM_{2.5}は発生源から直接排出された粒子（一次粒子）と、大気中に排出されたガスが反応して生成した粒子（二次粒子）から成り、発生源も多岐にわたっているが、それぞれの発生源のPM_{2.5}生成への寄与については明らかになっていない。

2019年度は大阪府域の一般環境大気測定局（以下、「一般局」と記す。）38局の全局と自動車排出ガス測定局（以下、「自排局」と記す。）17局中16局を合わせた54局でPM_{2.5}の環境基準を達成し（達成率98.2%）、2018年度の89.1%から改善した。しかし、依然として環境基準非達成の測定局があり、成分分析結果をはじめとする発生源や汚染メカニズムに関する知見の蓄積に努める必要がある。

2010年3月に改正された「大気汚染防止法の常時監視に関する事務処理基準」に基づき策定された「微小粒子状物質（PM_{2.5}）の成分分析ガイドライン（以下、「ガイドライン」と記す。）」によって、各都道府県及び政令市は2013年度を目処に成分分析の実施体制を整備するように求められた。これを受け大阪府では、2011年度からPM_{2.5}成分分析を実施している。当研究所では、大阪府からの依頼を受け、大気汚染の常時監視の一環としてPM_{2.5}に含まれる成分の分析を行っている。

本報告書では、PM_{2.5}の成分分析結果等を用いて、府内における2019年度のPM_{2.5}の構成成分の実態についてとりまとめた。

2. 調査内容

PM_{2.5}成分分析は、ガイドライン¹および「大気中微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分測定マニュアル²（令和元年5月改訂）、環境省）（以下、「マニュアル」と記す。）」に準拠して実施した。

試料捕集は研究所が準備した試料捕集用のフィルタを用いて大阪府の委託業者が行い、試料中の成分の分析は研究所が実施した。

（1）測定地点

大阪府は、泉大津市役所（以下、「泉大津」と記す。）を毎年度測定する地点としている。2019年度は、泉大津及び泉南市役所（以下、「泉南」と記す。）の一般局2地点で試料を捕集した。なお、本報告書では大都市に位置する大阪市が測定した地点（一般局の聖賢小学校（以下、「聖賢」と記す。））および自排局の出来島小学校（以下、「出来島」と記す。）の分析結果もあわせて、PM_{2.5}に含まれる成分濃度の特徴についてとりまとめた。図1に測定地点の位置を示す。

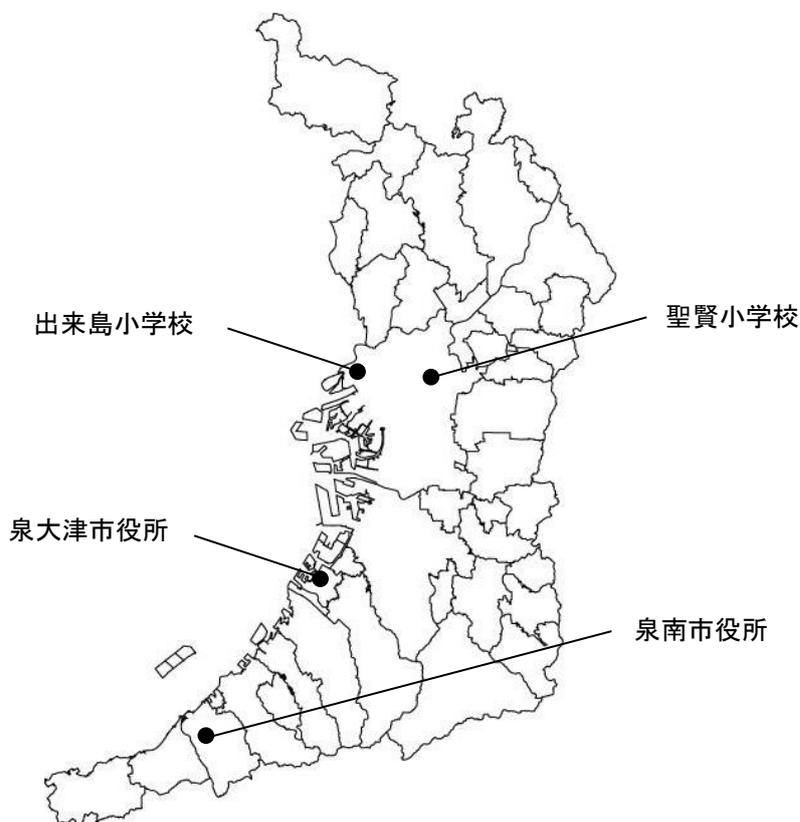


図1 測定地点の位置

¹ 環境省； http://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/110729/no_110729001b.pdf

² 環境省； <https://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/manual.html>

(2) 試料捕集

2019年度の試料捕集は、季節ごとに14日間実施した(表1)。2011年度から毎年度捕集を実施している泉大津の過年度の測定期間を表2に示す。本報告書では、例えば2019年5月8日から5月9日の1日間に測定した場合、5/8と表記する。

大阪府では、捕集装置を1地点につき2台設置した。1台にはテフロンフィルタを、もう1台には石英繊維フィルタを装着し、大気を23時間(10時から翌日9時)連続吸引してPM_{2.5}を捕集した。捕集後にフィルタは自動で交換され、装置内で保管された。フィルタの充填及び捕集後のフィルタの回収は試料捕集期間中の月・水・金曜日に大阪府の委託業者が行った。

表1 測定期間(2019年度)

所管	区分	測定地点	試料捕集				
			期間				時間
			春	夏	秋	冬	
大阪府	一般	泉大津市役所	2019年5月 8日~22日	2019年 7月18日 ~8月1日	2019年10月 17日~31日	2020年1月 16日~30日	10時~ 翌日9時
		泉南市役所					
大阪市	一般	聖賢小学校					
	自排	出来島小学校					

表2 泉大津における測定期間(2011~2018年度)

年度	春	夏	秋	冬
2011	2012年3月9日 ~3月23日	2011年7月29日 ~8月12日	2011年11月4日 ~11月18日	2012年1月27日 ~2月10日
2012	2012年4月18日 ~5月2日	2012年7月26日 ~8月9日	2012年11月1日 ~11月15日	2013年1月24日 ~2月7日
2013	2013年5月8日 ~5月22日	2013年7月24日 ~8月7日	2013年10月23日 ~11月6日	2014年1月22日 ~2月5日
2014	2014年5月8日 ~5月22日	2014年7月23日 ~8月6日	2014年10月22日 ~11月5日	2015年1月21日 ~2月4日
2015	2015年5月8日 ~5月22日	2015年7月22日 ~8月5日	2015年10月21日 ~11月4日	2016年1月20日 ~2月3日
2016	2016年5月7日 ~5月21日	2016年7月21日 ~8月4日	2016年10月20日 ~11月3日	2017年1月19日 ~2月2日
2017	2017年5月10日 ~5月24日	2017年7月20日 ~8月3日	2017年10月19日 ~11月2日	2018年1月18日 ~2月1日
2018	2018年5月9日 ~5月23日	2018年7月19日 ~8月2日	2018年10月18日 ~11月1日	2019年1月17日 ~1月31日

(3) 成分の分析

テフロンフィルタをPM_{2.5}の捕集前後に恒量・秤量し、PM_{2.5}質量濃度を算出した。その後、テフロンフィルタを無機元素の分析に用いた。石英フィルタは無機元素以外の成分の分析に用いた。解析には分析した項目のうちガイドラインに掲げた項目を用いた(表3)。それらの分析方法の概要と分析結果は巻末資料に示した。

数値の取り扱い環境省からの通知に従い、2018年度より1日ごとの値の有効数字を2桁から3桁に変更した(ただし、定量下限値の有効数字2桁目の位までとする)。定量下限値は有効数字2桁とし、検出下限値は定量下限値の有効数字2桁目の位までの桁数とした。検出下限値未満の値は検出下限値の1/2の値として図示および平均値の算出に用いた。なお、平均値の桁数については環境省の定めがなく、大阪府の指示により有効数字2桁とした。

なお、本報告書では、フィルタを秤量して求めたPM_{2.5}質量濃度と区別するために、自動測定機の値はPM_{2.5}濃度と表記した。

表3 解析に用いた項目

成分	項目数	項目
イオン成分	8項目	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	29項目	ナトリウム(Na)、アルミニウム(Al)、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)、ヒ素(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)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、鉛(Pb)及びトリウム(Th) ※ガイドラインの実施推奨項目のうち、ケイ素(Si)は分析していない。
炭素成分	2項目	有機炭素(Organic Carbon : OC)、元素炭素(Elemental Carbon : EC)

3. 調査結果

(1) 年間の状況

大阪府2地点（泉大津、泉南）および大阪市2地点（聖賢、出来島）における年間56日間（14日間×4季）のPM_{2.5}質量濃度の2019年度の平均値は、9.3～10.0 μg/m³であった（表4）。2019年度のPM_{2.5}質量濃度の平均値は、大阪府の2011年度からの継続局である泉大津において、過去9年間で最も低い値であった（図2）。自動測定機による時間値から算出したPM_{2.5}濃度の年度平均値も、PM_{2.5}質量濃度とほぼ同レベルであった（図3）。

表4 各地点におけるPM_{2.5}質量濃度および成分濃度の年平均値

地点	PM _{2.5} 質量濃度	成分濃度								
		OC	EC	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	K ⁺	Mg ²⁺	無機元素
泉大津	9.8	2.7	0.69	0.80	2.8	1.2	0.079	0.086	0.015	0.43
泉南	9.3	2.3	0.63	0.69	2.6	1.2	0.062	0.055	0.012	0.33
聖賢	9.8	2.6	0.74	0.82	2.7	1.3	0.091	0.076	0.03	0.29
出来島	10.0	2.5	0.96	0.77	2.8	1.3	0.095	0.063	0.029	0.32

※無機元素はSiを除く29項目の合計値である。

※無機元素にNa、K、および、Caが含まれるため、Na⁺、K⁺、および、Ca²⁺は表記していない。

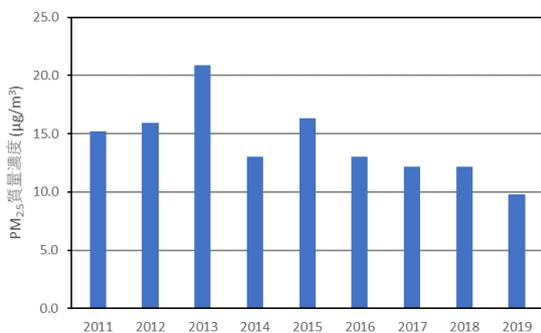


図2 泉大津におけるPM_{2.5}質量濃度の年度平均値の経年変化

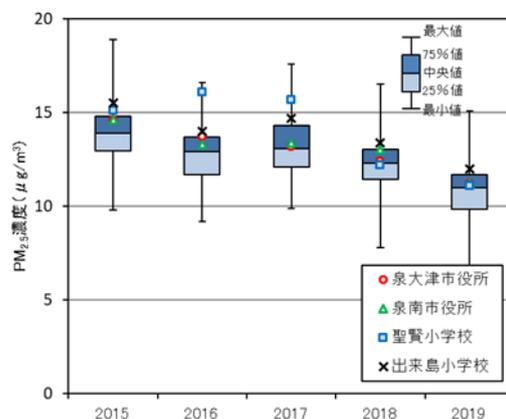


図3 大阪府内55局（5年継続局）におけるPM_{2.5}濃度（自動測定機）の年平均値の分布

年度平均濃度が高かった成分は、いずれの地点においても、OC (2.3～2.7 μg/m³) とSO₄²⁻ (2.6～2.8 μg/m³) であった（表4）。各地点における年度平均値から算出した成分構成割合³は、OM (Organic Matter: 有機物)⁴が40～45%と最も高く、次いでSO₄²⁻の28～29%であった（表5）。それら2成

³ 各成分濃度のPM_{2.5}質量濃度に対するパーセンテージ。

⁴ OM (Organic Matter) は、有機炭素 (OC) と OC に結合している水素や酸素などを含む有機物。OM は「OC×1.634」として算出した。OC に乗じる係数について、有機物のエージングの度合いは地点（一般環境、道路沿道、バックグラウンド）や季節（夏季、冬季等）で異なることから、係数も地点や季節によって異なる。ここでは、マニュアル*に示されている1.634を用いた。

* 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 精度管理解説 (2019年5月)

分、及び、 $EC \cdot NO_3^- \cdot NH_4^+$ の5成分で、 $PM_{2.5}$ の大半を占めている計算となった。なお、2011年度からの継続局である泉大津における年度平均値の成分構成割合に、過年度との大きな違いは認められなかった（図4）。

表5 各地点における各成分濃度の年平均値の $PM_{2.5}$ 質量濃度年平均値に対する割合（%）

地点	OM	EC	NO_3^-	SO_4^{2-}	NH_4^+	Cl^-	K^+	Mg^{2+}	無機元素
泉大津	45	7.0	8.2	29	12	0.8	0.9	0.2	4.4
泉南	40	6.8	7.4	28	13	0.7	0.6	0.1	3.6
聖賢	43	7.6	8.4	28	13	0.9	0.8	0.3	2.9
出来島	41	9.6	7.7	28	13	1.0	0.6	0.3	3.2

※OMは「 $OC \times 1.634$ 」として算出

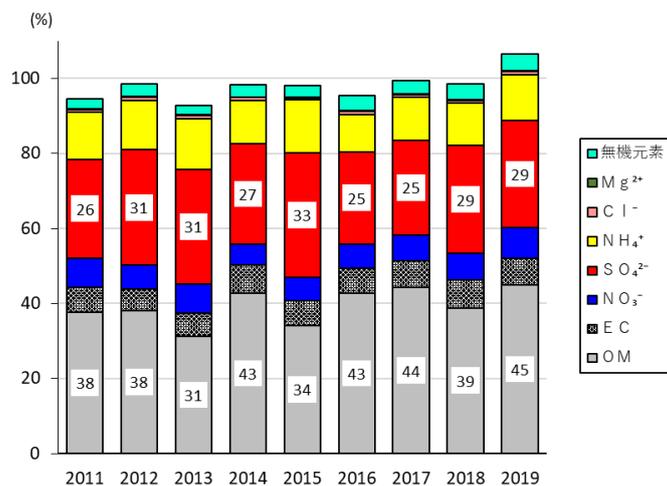


図4 泉大津における $PM_{2.5}$ の成分構成割合の経年変化

(2) 季節別の状況

①季節平均

2019年度の泉大津におけるPM_{2.5}質量濃度の季節平均値は7.4~11.9 μg/m³、泉南においては8.2~10.5 μg/m³、聖賢においては8.2~10.9 μg/m³、出来島においては8.4~11.4 μg/m³であった(表6)。泉大津および泉南においては春の平均値が、聖賢および出来島においては夏の平均値が四季の中では最も高かった。いずれの季節においても、PM_{2.5}質量濃度の季節平均値に地点間の明確な差は認められなかった。

表6 各地点におけるPM_{2.5}質量濃度および成分濃度の季節平均値

季節	地点	PM _{2.5} 質量濃度	成分濃度							
			O C	E C	N O ₃ ⁻	S O ₄ ²⁻	N H ₄ ⁺	C l ⁻	M g ²⁺	無機元素
春	泉大津	<u>11.9</u>	<u>3.5</u>	0.67	0.50	3.2	1.2	0.033	<u>0.023</u>	<u>0.57</u>
	泉南	<u>10.5</u>	<u>2.8</u>	0.53	0.31	3.0	1.1	0.012	<u>0.020</u>	0.33
	聖賢	9.8	<u>2.8</u>	0.62	0.45	2.9	1.1	0.049	<u>0.038</u>	0.28
	出来島	10.4	<u>2.8</u>	0.81	0.48	3.2	1.2	0.060	<u>0.040</u>	0.33
夏	泉大津	10.6	2.9	<u>0.81</u>	0.083	<u>3.8</u>	1.4	0.012	0.014	0.39
	泉南	9.0	2.1	<u>0.82</u>	0.019	<u>3.3</u>	1.3	0.0065	0.0095	0.22
	聖賢	<u>10.9</u>	<u>2.8</u>	0.77	0.12	<u>4.2</u>	<u>1.6</u>	0.026	0.029	0.25
	出来島	<u>11.4</u>	2.7	1.1	0.12	<u>4.2</u>	<u>1.6</u>	0.025	0.026	0.28
秋	泉大津	7.4	2.2	0.65	0.53	2.1	0.85	0.038	0.013	0.38
	泉南	8.2	2.2	0.76	0.41	2.1	0.89	0.024	0.0092	<u>0.45</u>
	聖賢	8.2	2.5	0.78	0.71	1.8	0.87	0.057	0.028	<u>0.35</u>
	出来島	8.4	2.2	0.92	0.67	1.8	0.85	0.048	0.026	<u>0.40</u>
冬	泉大津	9.5	2.2	0.65	<u>2.1</u>	2.2	<u>1.5</u>	<u>0.23</u>	0.011	0.42
	泉南	9.4	2.0	0.66	<u>2.0</u>	2.1	<u>1.4</u>	<u>0.21</u>	0.0091	0.33
	聖賢	10.5	2.2	<u>0.81</u>	<u>2.0</u>	2.0	1.5	<u>0.23</u>	0.025	0.28
	出来島	9.8	2.2	<u>1.1</u>	<u>1.8</u>	1.9	1.5	<u>0.25</u>	0.024	0.27

※下線は各地点での項目ごとの最大値を示した。

※無機元素はSiを除く29項目の合計値である。

※無機元素にNaおよびCaが含まれるため、Na⁺およびCa²⁺は表記していない。

2011年度からの継続局である泉大津における2019年度のPM_{2.5}質量濃度の季節平均値の過去の値と比較すると、2019年度の季節平均値はいずれの季節においても最小もしくは最小付近の値であった(図5)。

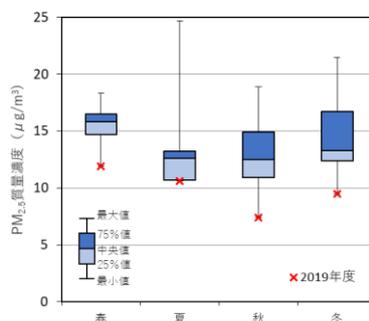
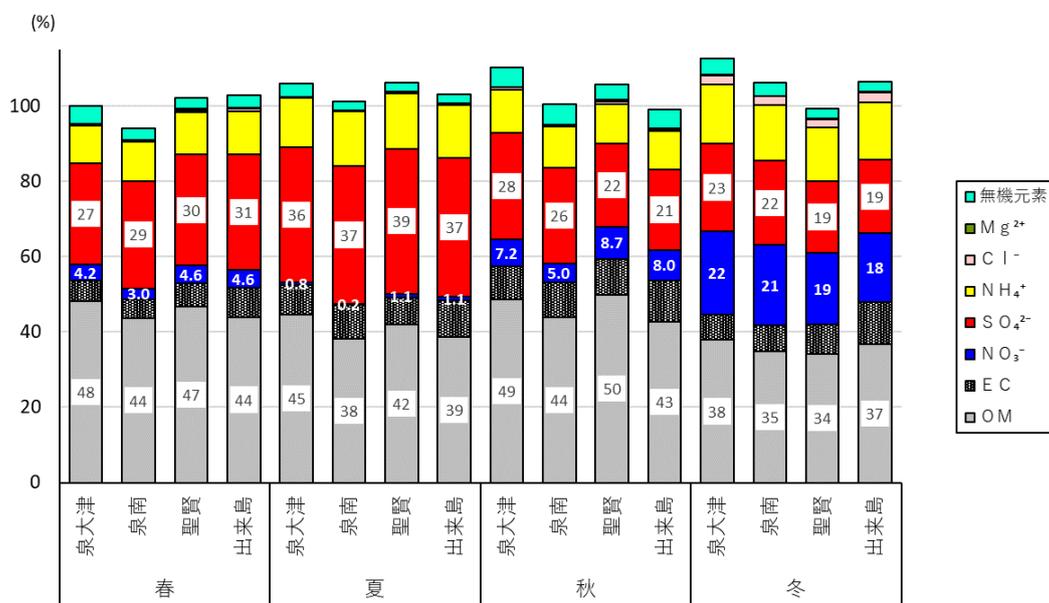


図5 泉大津における2011から2019年度のPM_{2.5}質量濃度季節平均値の濃度分布

成分濃度の季節平均値も、年平均値同様に、いずれの地点・季節も OC 濃度と SO_4^{2-} 濃度が高かった（表 6）。OC 濃度の季節平均値はいずれの地点においても春が最大（ $2.8\sim 3.5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）で、 $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度に占める割合は、OM に換算して、45%前後であった（図 6）。EC 濃度の季節平均値は、泉大津と泉南においては夏が、聖賢と出来島においては冬が最も高かった。 SO_4^{2-} 濃度の季節平均値はいずれの地点においても夏が最も高く（ $3.3\sim 4.2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、 $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度に占める割合は 36~39%であった。 NO_3^- および Cl^- 濃度の季節平均値は、いずれの地点においても冬が最大（それぞれ、 $1.8\sim 2.1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.21\sim 0.25\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、夏が最小（それぞれ、 $0.019\sim 0.12\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.0065\sim 0.026\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。この傾向は、硝酸アンモニウム（ NH_4NO_3 ）および塩化アンモニウム（ NH_4Cl ）が、低温下では粒子として存在するが、高温時にはガスとして存在することに矛盾しない。 NH_4^+ 濃度の季節平均値は、泉大津と泉南においては冬が、聖賢と出来島においては夏が、最も高かった。大気中で NH_4^+ は、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 等と結合した形で存在していると考えられており、 SO_4^{2-} の濃度が高かった夏季及び $\text{NO}_3^- \cdot \text{Cl}^-$ の濃度が高かった冬季に NH_4^+ 濃度も高かった。 Mg^{2+} 濃度の季節平均値は、全ての地点において春が最も高かった。無機元素濃度の季節平均値は、泉大津を除く 3 地点において秋が最も高かった。これは、後述のように、秋の調査期間中に黄砂が飛来した影響と考えられる。



※OMは「 $\text{OC} \times 1.634$ 」として算出した。

図 6 各地点における $\text{PM}_{2.5}$ の成分構成割合の季節平均値

2019 年度の泉大津における成分濃度の季節平均値を同地点の過去の値と比較した（図 7）。2019 年度の OC 濃度の季節平均値は、いずれに季節においても 2011~2019 年度の季節平均値の 25% 値以下であった。過年度は春と秋に OC 濃度は高い傾向がみられていたが、2019 年度は春の平均値が四季の中で最も高かったものの、秋の平均値は最も低く、例年とは異なる傾向を示した。2019 年度の泉大津における SO_4^{2-} 濃度の季節平均値は、OC と同様、いずれの季節においても 2011~2019 年度の季節平均値の 25% 値以下であった。四季の平均値の中では、夏の平均濃度が最も高かった。この傾向は、例年通りであった。EC 濃度は、いずれの季節においても 2011~2019 年度の季節平均値の 25% 値以下であった。例年と同様、2019 年度の季節平均値も季節による明確な傾向は示さなかった。2019 年度の NH_4^+ 濃度は、いずれの季節においても 2011~2019 年度の季節平均値の 25% 値以下であった。例年の春と冬の平均値が高い傾向と異なり、2019 年度は夏と冬の平均値が高かった。 NO_3^-

については、質量濃度及び上記 4 成分とは傾向が異なり、2019 年度の春から秋にかけての季節平均値は 2011～2019 年度の季節平均値の 25% 値程度の低い値であったものの、冬の平均値は 2011～2019 年度の季節平均値の 75% 値に近い高めの値であった。四季の中で冬の平均値が最も高い点は、例年通りであった。2019 年度の無機元素成分濃度は、春は 2011～2019 年度の季節平均値の中央値付近の値であったが、その他の季節は 2011～2019 年度の季節平均値の中央値より低い値であった。

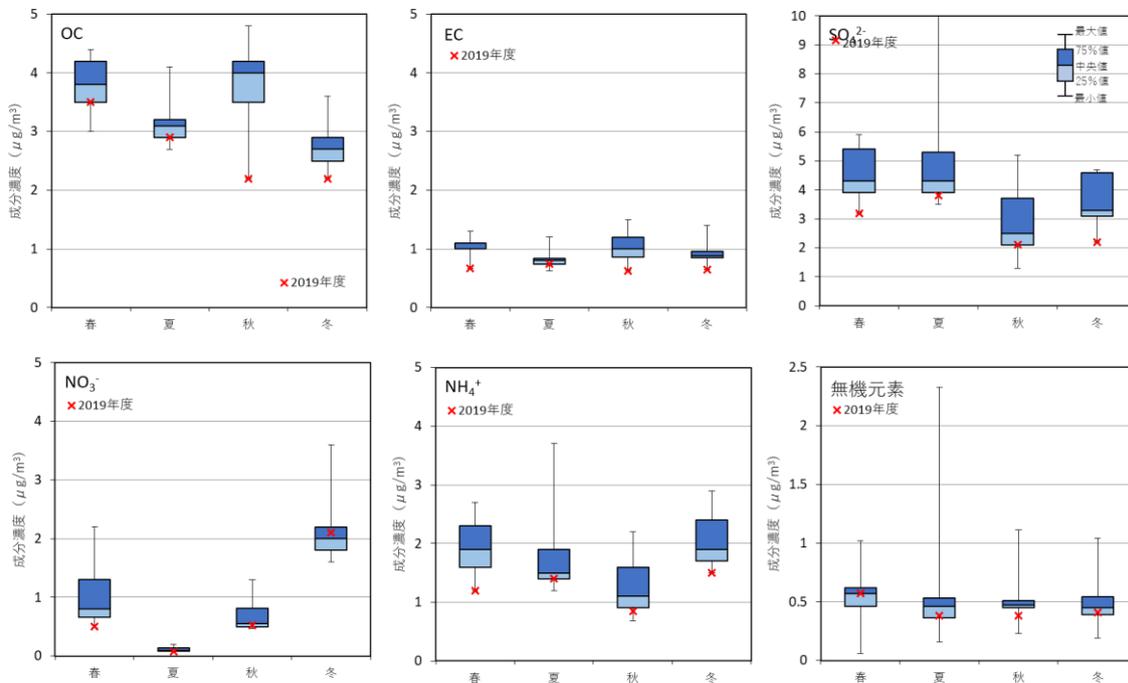


図 7 泉大津における 2011 から 2019 年度の主要成分の季節平均値の濃度分布

②各季節の日ごとの状況

前述のように、2019年度の調査期間中のPM_{2.5}質量濃度の年平均値や季節平均値はこれまでより低めの傾向を示していたが、日単位でも低めに推移しており、四季を通して調査期間中35 µg/m³を超過した日はなかった。ここでは、季節ごとに、PM_{2.5}質量濃度がPM_{2.5}の1年平均値の環境基準である15 µg/m³を大きく超過（概ね20 µg/m³以上）した日の特徴を記載する。

a 春

5/10から5/12に全地点においてPM_{2.5}質量濃度が20 µg/m³前後の値となった（図8、表7）。その後濃度は低減し、10 µg/m³前後を推移した。5/20には、各地点においてPM_{2.5}質量濃度が春の調査期間中最小となった。調査期間全体としては、過年度の春季と比較すると、低い濃度であった。PM_{2.5}質量濃度がやや高い日はあったものの、調査期間中全ての日の主成分は全地点においてOC及びSO₄²⁻であり、成分構成に日ごとの明確な違いは認められなかった（図9）。気温、湿度、風速についても同様であった（図10）。後方流跡線解析により算出された調査期間中の泉大津上空に存在した気塊の経路（図11）は、5/12までは大阪周縁部の陸域上空経由、5/13以降は太平洋上空経由であったことを示した。また、調査期間中最小のPM_{2.5}質量濃度であった5/20には、50 mm近い降水が観測された（図10）。これらの結果より、調査期間中盤以降に、太平洋からの清浄な空気の流入や降水があったため、PM_{2.5}質量濃度が低減したと考えられた。

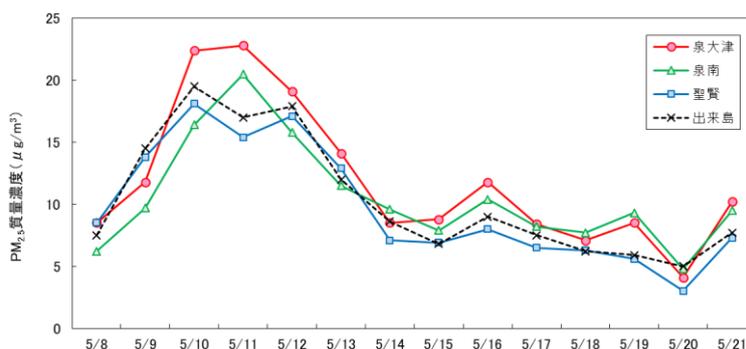


図8 各地点におけるPM_{2.5}質量濃度の経日変化（春）

表7 2019年度の調査期間中の各地点におけるPM_{2.5}質量濃度の統計値（春）

地点	平均 (µg/m ³)	最小 (µg/m ³)	最大 (µg/m ³)	15 µg/m ³ 超過日数	35 µg/m ³ 超過日数
泉大津	11.9	4.1	22.8	3	0
泉南	10.5	4.8	20.5	3	0
聖賢	9.8	3.0	18.1	3	0
出来島	10.4	5.0	19.5	3	0

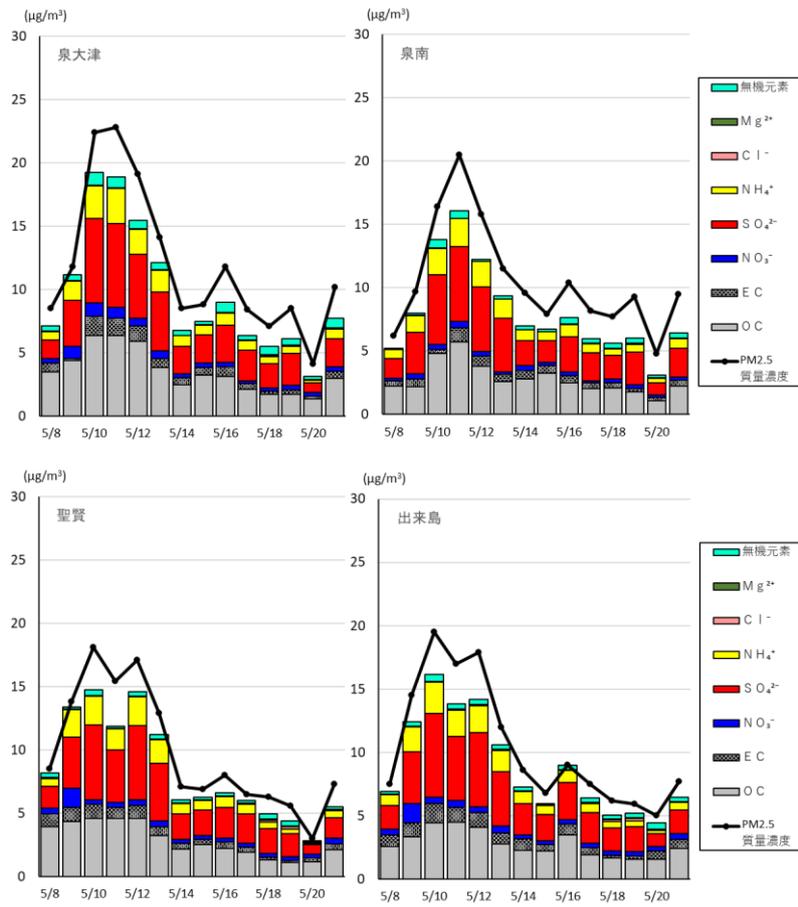


図9 各地点ごとのPM_{2.5}質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ(春)

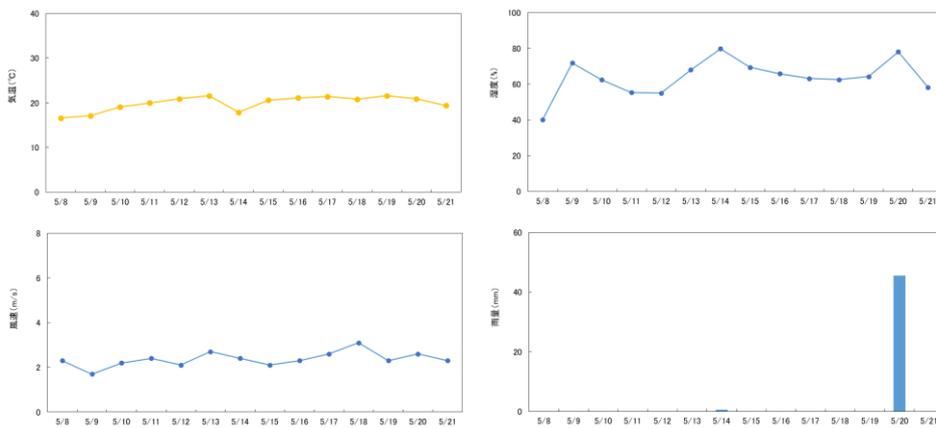


図10 調査期間中に大阪管区气象台で観測された気温・湿度・風速・降水量(春)

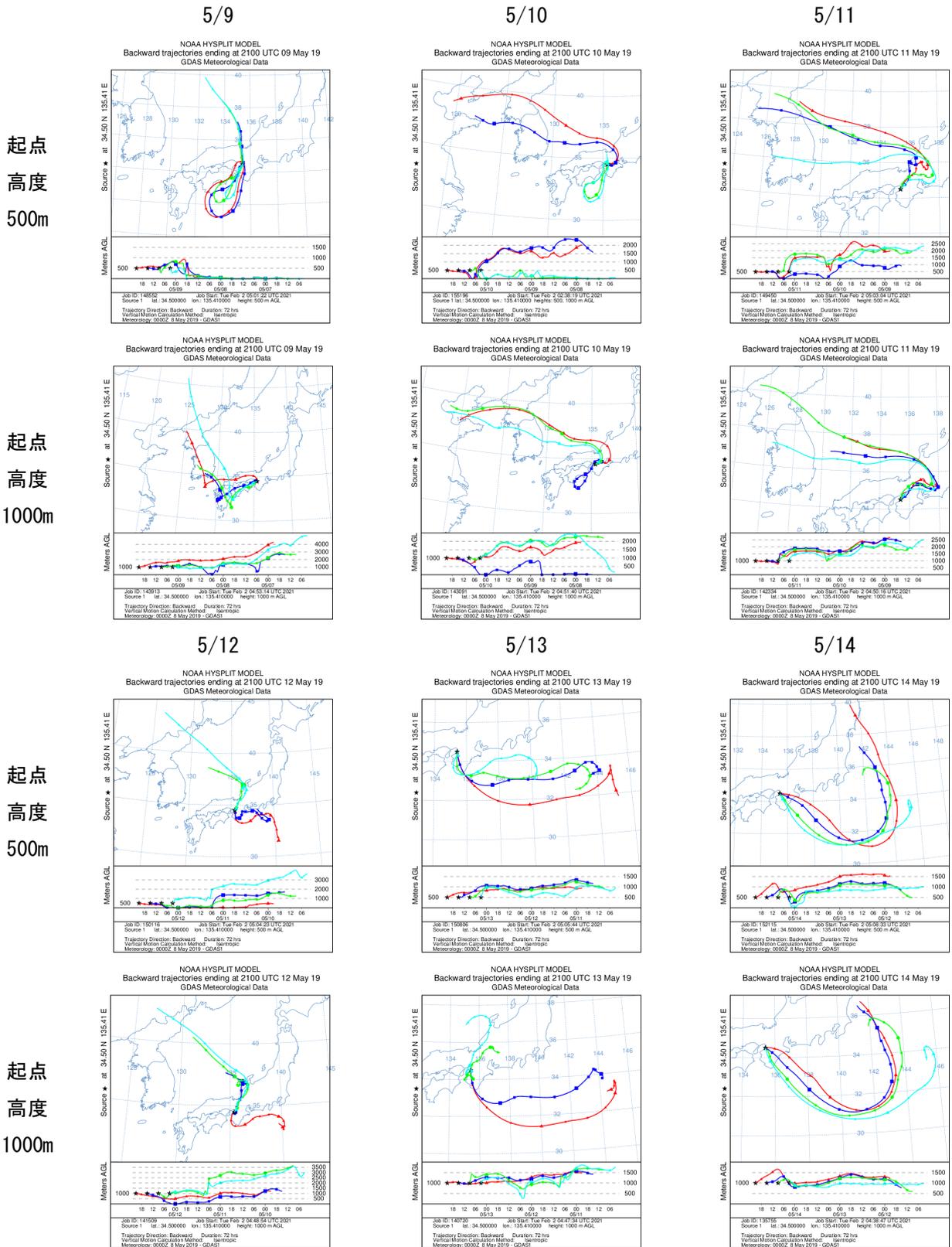


図 11 泉大津の高度 500m および 1000m を起点に 6 時間（12 時（水色）、18 時（緑色）、0 時（青色）、6 時（赤色））ごとに算出した後方流跡線

※NOAA HYSPLIT Trajectory Model (https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php) を使用

b 夏

調査期間中の PM_{2.5} 質量濃度は、7/31 に泉大津において 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近くまで上昇したのを除き、15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を大きく超過することはなかった（図 12、表 8）。調査期間中に光化学スモッグの注意報等の発令はなかった。14 日間の調査期間中 7 日、降水が観測された（図 13）。降水量が少なかった日の PM_{2.5} 質量濃度が高めであった傾向が認められた。調査期間中全ての日の主成分は全地点において OC 及び SO₄²⁻であった（図 14）。

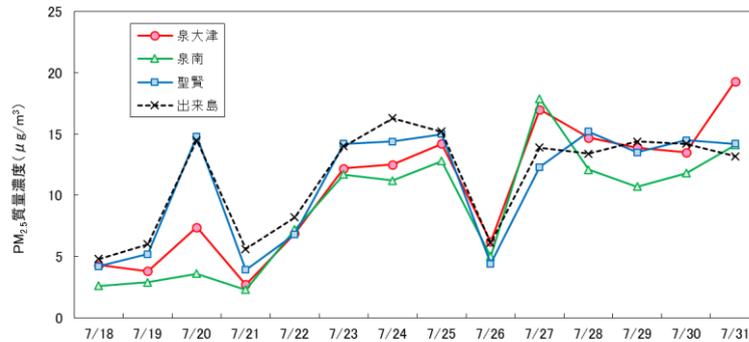


図 12 各地点における PM_{2.5} 質量濃度の経日変化（夏）

表 8 2019 年度の調査期間中の各地点における PM_{2.5} 質量濃度の統計値（夏）

地点	平均 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最小 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数
泉大津	10.6	2.7	19.3	2	0
泉南	9.0	2.3	17.9	1	0
聖賢	10.9	3.9	15.2	1	0
出来島	11.4	4.8	16.3	2	0

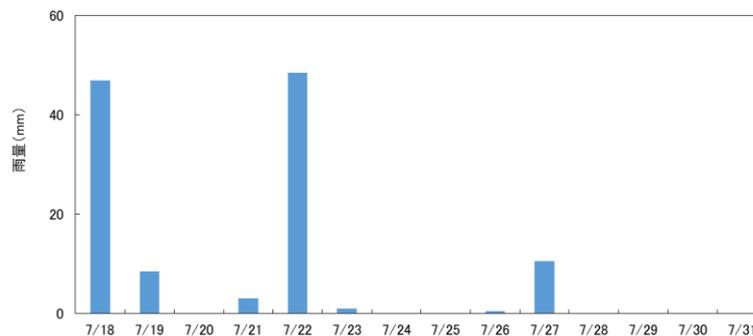


図 13 調査期間中に大阪管区気象台において観測された降水量（夏）

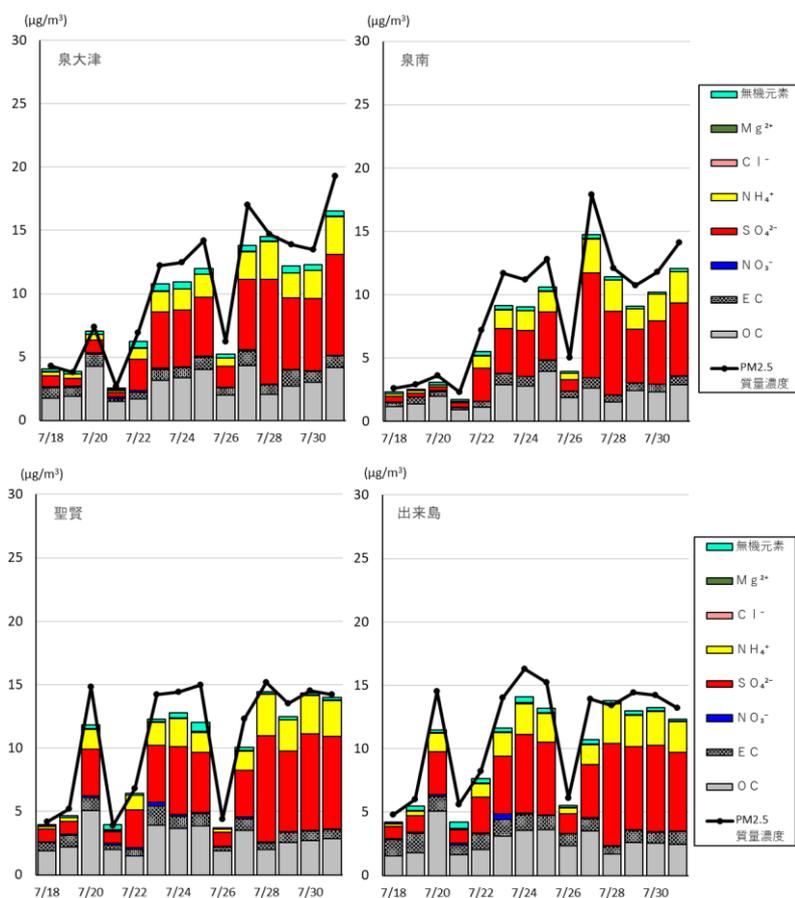


図 14 各地点ごとの PM_{2.5} 質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ（夏）

c 秋

調査期間前半は、全地点において PM_{2.5} 質量濃度が 10 µg/m³ 以下であった（図 15、表 9）。主成分は OC 及び SO₄²⁻ であった（図 16）。10/29 に全地点において PM_{2.5} 質量濃度が 10 µg/m³ 以上となり、10/30 には 20 µg/m³ 以上となった。10/30 の成分構成で特徴的な点の 1 つは、全地点において OC/SO₄²⁻ が 0.53~0.74 と低く、秋の調査期間中の最小値もしくはそれに近い値であったことである。また、無機元素濃度の PM_{2.5} 質量濃度に対する割合が 6.3~8.5% と高く、秋の調査期間中の最大値もしくはそれに近い値であったことも特徴としてあげられる。とりわけ、環境省の大気中微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分測定マニュアルで土壌指標成分とされている Al・Ca・Sc・Ti の合算濃度（0.44~0.86 µg/m³）は各地点において調査期間中最大であった（図 17）。10/30 におけるそれら 4 成分濃度が PM_{2.5} 質量濃度に占める割合は、2.0~3.4% で、調査期間中の最大もしくはそれに次ぐ値であった。10/30 は全国 11 の観測地点⁵のうち 4 地点（名古屋、広島、大阪、高松）において、黄砂が観測されており、その影響で PM_{2.5} 質量濃度が比較的高めであったと考えられる。なお、秋の調査期間中は、数日おきに降水が観測されており（図 18）、その影響もあって PM_{2.5} 質量濃度が低かったと考えられる。

⁵ 目視観測の自動化に伴い、関東甲信地方の地方気象台では 2019 年 2 月 1 日、父島気象観測所では 2019 年 4 月 1 日、その他の地方の地方気象台（新潟、名古屋、高松、広島及び鹿児島地方気象台を除く）及び測候所では 2020 年 2 月 3 日で黄砂の観測を終了したため、2019 年秋の黄砂の観測地点は全国 11 地点

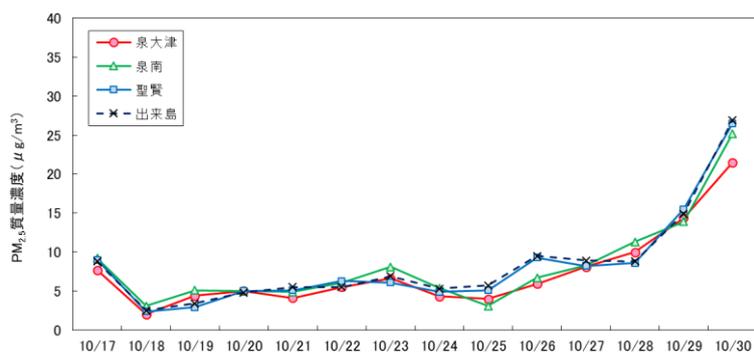


図 15 各地点における PM_{2.5} 質量濃度の経日変化 (秋)

表 9 2019 年度の調査期間中の各地点における PM_{2.5} 質量濃度の統計値 (秋)

地点	平均 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最小 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数
泉大津	7.4	2.0	21.5	1	0
泉南	8.2	3.1	25.2	1	0
聖賢	8.2	2.4	26.5	2	0
出来島	8.4	2.5	26.9	1	0

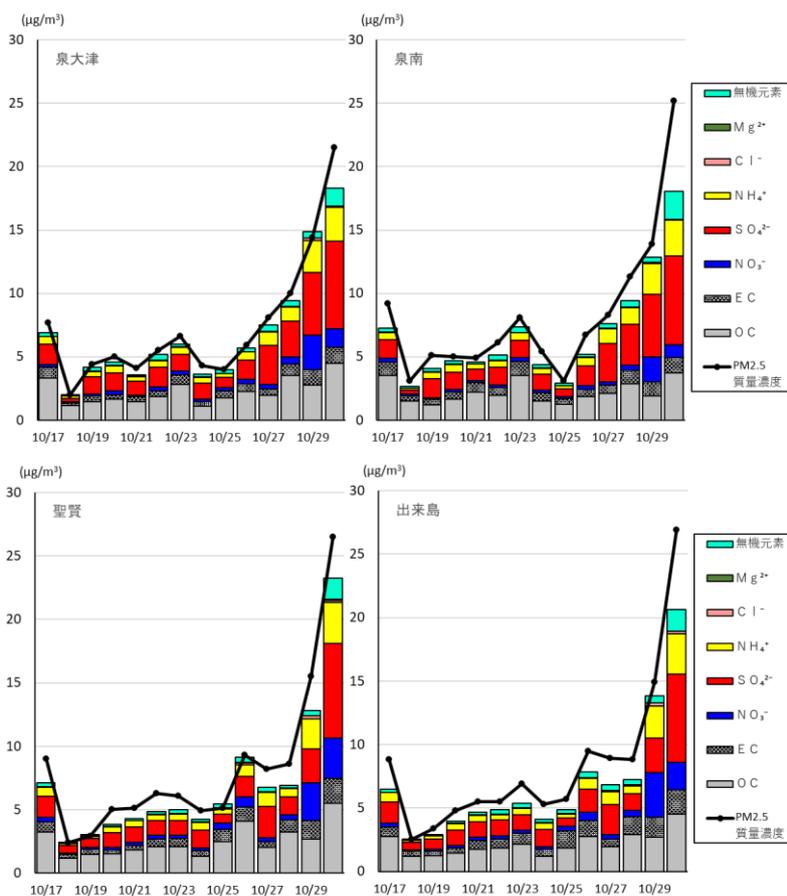


図 16 各地点ごとの PM_{2.5} 質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ (秋)

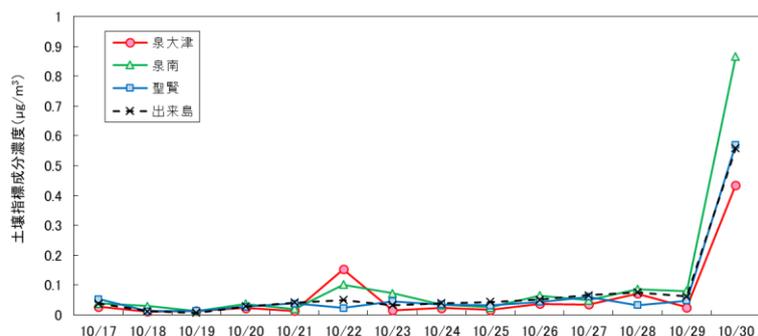


図 17 各地点における土壌指標成分濃度（Al・Ca・Sc・Ti 濃度の合算値）の経日変化（秋）

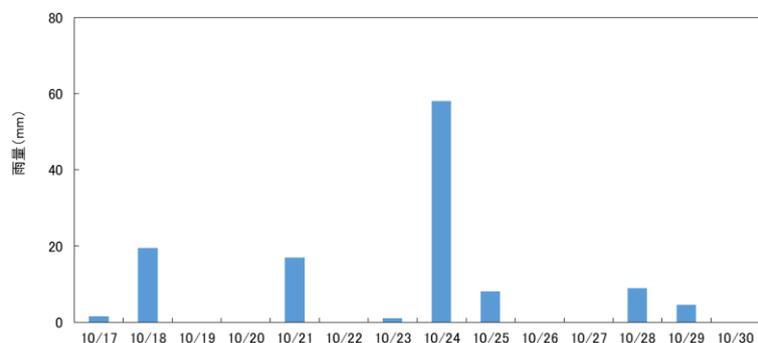


図 18 調査期間中に大阪管区気象台で観測された降水量（秋）

d 冬

全地点において 1/20、1/22～23 に $PM_{2.5}$ 質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した（図 19、表 10）。1/25 以降、 $PM_{2.5}$ 質量濃度は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の低い値で移した。主要成分の構成は 1/20 と 1/22～23 では異なっていた（図 20）。1/20 の主要成分構成は、各地点において SO_4^{2-} の $PM_{2.5}$ 質量濃度に占める割合が 30%程度と最も高く、 NO_3^- 及び OC の割合は 10～15%程度であった（表 11）。一方、1/22～23 は、 NO_3^- が占める割合が 20～40%と最も高く、次いで OC（20%前後）、 SO_4^{2-} （10～15%）の占める割合が高かった。後方流跡線解析により、1/20 に泉大津上空に存在した気塊の経路は、アジア大陸上空を経由であったことが示唆された（図 21）。また、1/22～23 に泉大津上空に存在した気塊は、日本上空を 1 日以上かけて通過してきたことが示唆された。これらの結果より、1/20 はアジア大陸から移流した物質により $PM_{2.5}$ 質量濃度が上昇した可能性が考えられた。一方、1/22～23 は国内の発生源の影響により $PM_{2.5}$ 質量濃度が上昇した可能性が考えられた。1/25 以降は、降水の影響があり（図 22）、 $PM_{2.5}$ 質量濃度が低かったと考えられる。

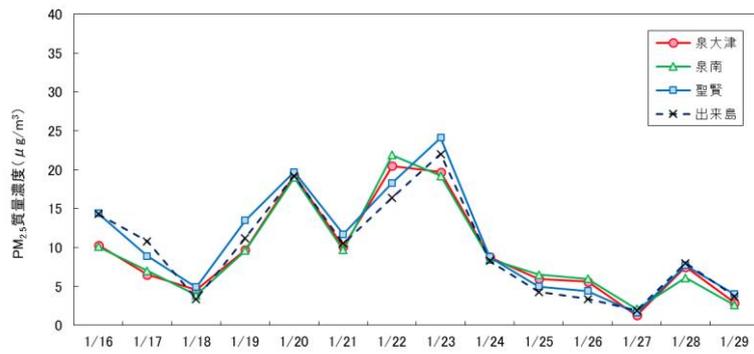


図 19 各地点における PM_{2.5} 質量濃度の経日変化 (冬)

表 10 2019 年度の調査期間中の各地点における PM_{2.5} 質量濃度の統計値 (冬)

地点	平均 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最小 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日数
泉大津	9.5	1.3	20.5	3	0
泉南	9.4	2.1	21.9	3	0
聖賢	10.5	1.6	24.1	3	0
出来島	9.8	1.9	22.0	3	0

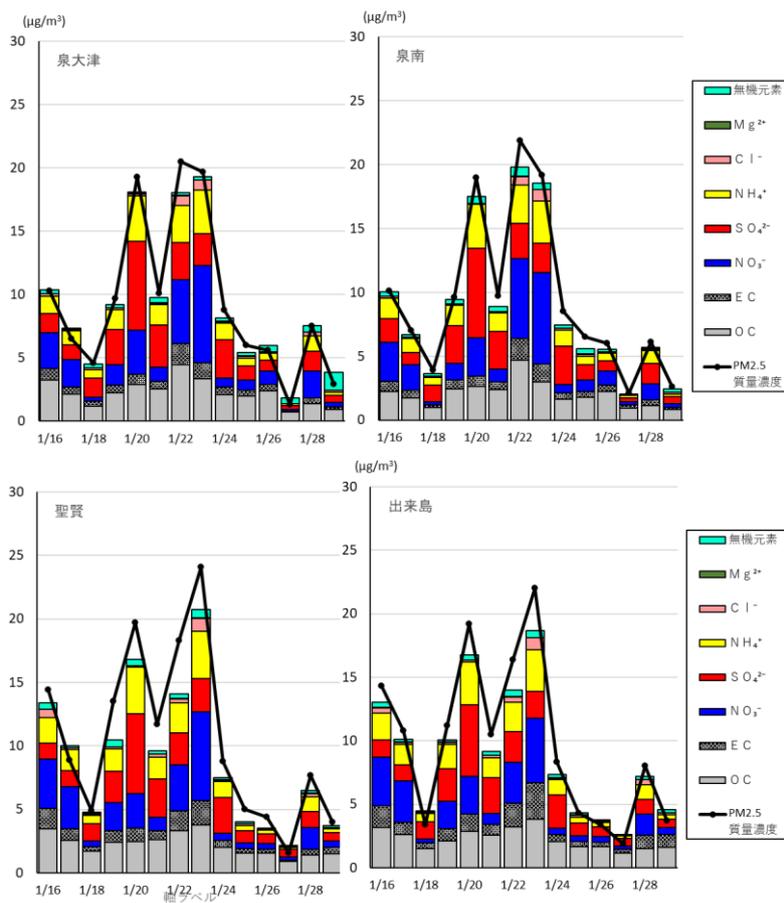


図 20 各地点ごとの PM_{2.5} 質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ (冬)

表 11 PM_{2.5} 質量濃度が 15 μg/m³ を超過した日の主成分濃度が PM_{2.5} 質量濃度に占める割合 (%)

項目	1/20	1/22	1/23
SO ₄ ²⁻	29-37	13-15	10-13
NO ₃ ⁻	14-18	20-28	23-39
OC	13-15	18-22	16-17

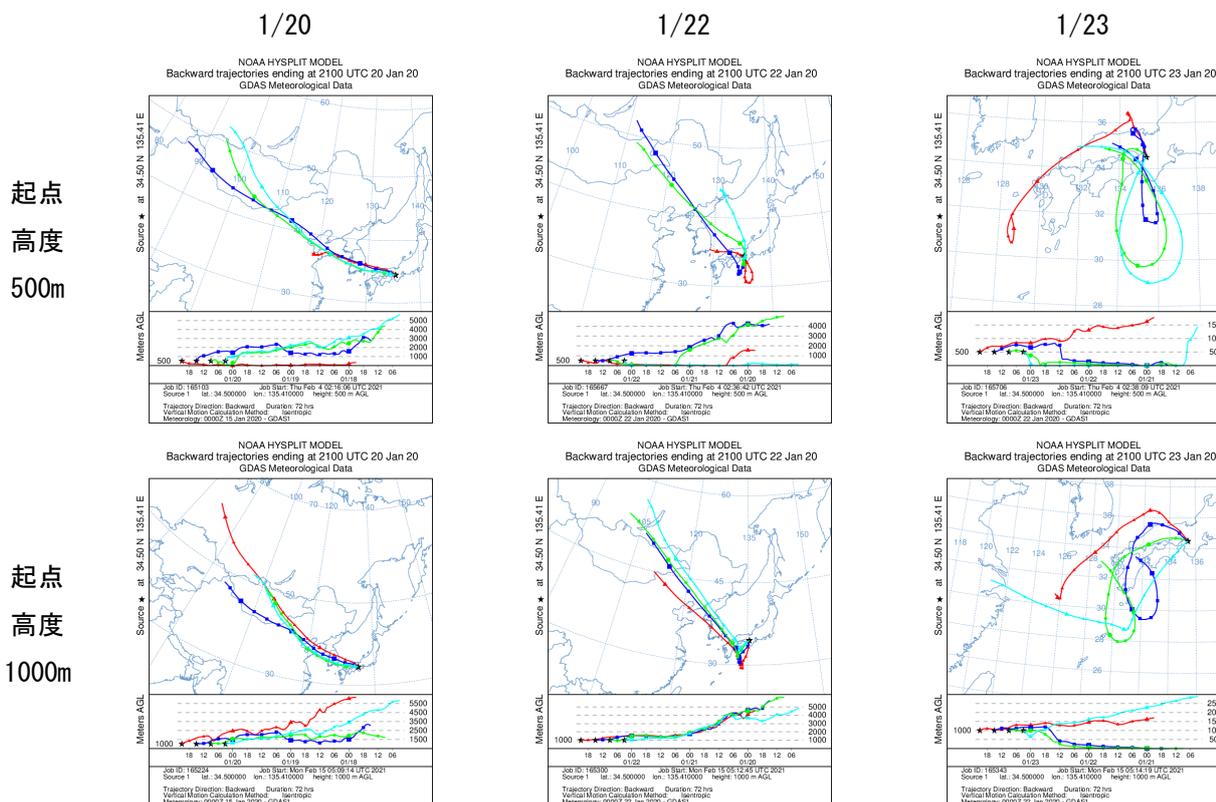


図 21 泉大津の高度 500m および 1000m を起点に 6 時間（12 時（水色）、18 時（緑色）、0 時（青色）、6 時（赤色））ごとに算出した後方流跡線

※NOAA HYSPLIT Trajectory Model (https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php) を使用

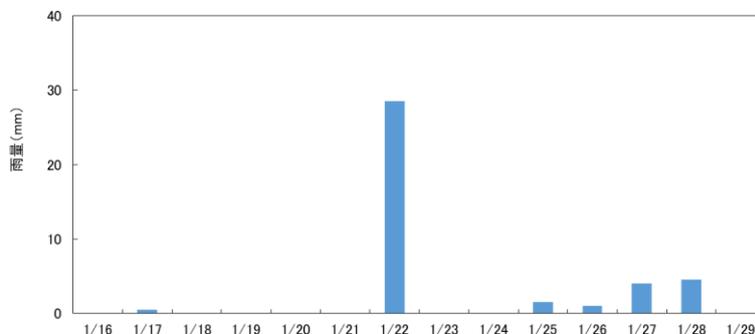


図 22 調査期間中に大阪管区气象台で観測された降水量（冬）

なお、本調査期間中の 1/23 に中国の武漢において新型コロナウイルス感染症対策の一環として都市封鎖が開始された。それにより、大気汚染物質の排出量の低下、及び、大気中の汚染物質濃度

の低下が生じた可能性が予想されたが、上述のように、都市封鎖後の期間は降水が観測されたため、本調査結果は、都市封鎖による大気汚染物質濃度の低下の考察には不適當であると判断した。

4. まとめ

2019年度は、泉大津・泉南の一般局2地点においてPM_{2.5}の成分測定を実施した。大阪市の測定地点（一般局の聖賢および自排局の出来島）の成分分析結果とあわせて解析した。

2019年度の調査期間中のPM_{2.5}の特徴は、年・季節・日のいずれの平均値も、質量濃度・成分濃度ともに、低い値であったことである。調査期間中にPM_{2.5}の日平均の環境基準である35 µg/m³を超過した日は1日もなかった。大阪府における2011年からの継続測定局である泉大津の2019年度の値は、過去9年間の25%値以下の値となることが大半であった。

○年間の状況

- ・ 年間56日間（14日間×4季）の調査期間中のフィルタ法によるPM_{2.5}質量濃度の年平均値は、9.3～10.0 µg/m³であった。2019年度のPM_{2.5}質量濃度の平均値は、大阪府の2011年度からの継続局である泉大津において、過去9年間で最も低い値であった。
- ・ 成分濃度ではいずれの地点もOC濃度（2.3～2.7 µg/m³）とSO₄²⁻濃度（2.6～2.8 µg/m³）が高かった。各地点における年度平均値から算出した成分構成割合は、OM（Organic Matter：有機物）が40～45%と最も高く、次いでSO₄²⁻（28～29%）が高かった。それら2成分、及び、EC・NO₃⁻・NH₄⁺の5成分で、PM_{2.5}の100%近くを占めている計算となった。なお、2011年度からの継続局である泉大津における年度平均値の成分構成割合に、過年度との大きな違いは認められなかった。

○季節別の状況（季節平均）

- ・ PM_{2.5}質量濃度の季節平均値（1日×14回）は、泉大津・泉南では春に最大（11.9 µg/m³、10.5 µg/m³）となり、聖賢・出来島では夏に最大（10.9 µg/m³、11.4 µg/m³）となった。大阪府の2011年度からの継続局である泉大津における2019年度のPM_{2.5}質量濃度の季節平均値は、いずれの季節も過去9年間で最も低い値もしくはそれに近い値であった。
- ・ 成分濃度は年平均同様にいずれの地点・季節もOC濃度とSO₄²⁻濃度が高かった。
- ・ OC濃度の季節平均値は、いずれの地点においても、春が最も高く（2.8～3.5 µg/m³）、PM_{2.5}質量濃度に占める割合はOMとして45%前後であった。大阪府の2011年度から継続測定局である泉大津において、2019年度のOC濃度の季節平均値は、いずれの季節も過去9年間の25%値以下の値であった。季節ごとに平均値を比較すると、2019年度は春の平均値は四季の中で最も高かったものの秋の値は四季の中で最も低く、春と秋のOC濃度が高い傾向がみられた例年とは異なっていた。
- ・ SO₄²⁻濃度の季節平均値は、いずれの地点においても、夏が最も高く、PM_{2.5}質量濃度に占める割合は36～39%であった。夏のSO₄²⁻濃度の季節平均値が四季の中で最も高くなる傾向は、大阪府の2011年度から継続測定局である泉大津において例年観測されている傾向であるが、2019年度のSO₄²⁻濃度の季節平均値は、いずれの季節も過去9年間の25%値以下の低い値であった。
- ・ NH₄⁺濃度の季節平均値は、いずれの地点においても夏と冬が高く、秋が最も低かった。この傾向は、大阪府の2011年度から継続測定局である泉大津において例年観測されている傾向（春と冬の季節平均値が高い）と、異なっていた。泉大津における2019年度の季節の平均値は、いずれの季節も過去9年間お25%値以下の低い値であった。
- ・ 半揮発性成分のNO₃濃度はいずれの地点でも夏（暖候期）に低く、冬（寒候期）に高かった。2019年度の泉大津における春～秋の季節平均値は、過去9年間の25%値以下の低い値であったが、冬の平均値は過去9年間の75%値付近の値であった。

○季節別の状況（各季節の日ごとの状況）

- ・ 調査期間中に PM_{2.5} の日平均の環境基準である 35 µg/m³ を超過した日は 1 日もなかった。
- ・ 春：5/10 から 5/12 に全地点において PM_{2.5} 質量濃度が 20 µg/m³ 前後の値となった。この期間の主成分は OC 及び SO₄²⁻であったが、比較的 PM_{2.5} 質量濃度が低かった日と成分構成に明確な差はなかった。後方流跡線解析結果が、泉大津上空の気塊は、5/12 までは大阪周縁部の陸域上空経由、5/13 以降は太平洋上空経由であったことを示した。また、5/20 には降水も観測された。調査期間中盤以降は太平洋からの清浄な空気の流入及び降水により PM_{2.5} 質量濃度が低かったと考えられた。
- ・ 夏：調査期間中の PM_{2.5} 質量濃度は、7/31 に泉大津において 20 µg/m³ 近くまで上昇したのを除き、15 µg/m³ を大きく超過することはなく、低めの値で推移した。14 日の調査期間中 7 日、降水が観測され、降水量が少ない日の PM_{2.5} 質量濃度が高めである傾向が認められた。調査期間中全ての日の主成分は全地点において OC 及び SO₄²⁻であった。
- ・ 秋：調査期間前半は、全地点において PM_{2.5} 質量濃度が 10 µg/m³ 以下であった。秋の調査期間中は、数日おきに降水が観測されており、その影響で PM_{2.5} 質量濃度が低かったと考えられる。10/30 に PM_{2.5} 質量濃度は 20 µg/m³ 以上となった。この日は、土壌指標成分 (Al・Ca・Sc・Ti) の合算濃度 (0.44~0.86 µg/m³) が各地点において調査期間中最大で、また、これら 4 成分濃度が PM_{2.5} 質量濃度に占める割合も 2.0~3.4%と調査期間中の最大もしくはそれに次ぐ値であった。また、全国 11 の観測地点のうち 4 地点 (名古屋、広島、大阪、高松) において、黄砂が観測されていた。10/30 は、黄砂の影響で PM_{2.5} 質量濃度が比較的高めであったと考えられる。
- ・ 冬：全地点において 1/20、1/22~23 に PM_{2.5} 質量濃度が 15 µg/m³ を超過した。1/25 以降、PM_{2.5} 質量濃度は 5 µg/m³ 前後の低い値を推移した。1/20 の主要成分構成は、各地点において SO₄²⁻の PM_{2.5} 質量濃度に占める割合が最も高い構成であった。一方、1/22~23 は、NO₃⁻が占める割合が最も高く、次いで OC、SO₄²⁻の占める割合が高い構成であった。後方流跡線解析により、1/20 に泉大津上空に存在した気塊の経路は、アジア大陸上空を経由、1/22~23 に泉大津上空に存在した気塊は、日本上空を 48 時間程度かけて通過してきたことが示唆された。これらの結果より、1/20 は、アジア大陸から移流した物質により、PM_{2.5} 質量濃度が上昇した可能性が、1/22~23 は国内の発生源の影響により PM_{2.5} 質量濃度が上昇した可能性が考えられた。

○武漢都市封鎖の影響

- ・ 2019 年度冬の調査期間中の 1/23 に中国の武漢において新型コロナウイルス感染症対策の一環として都市封鎖が開始されたが、都市封鎖後の期間は降水が観測されたため、本調査結果は都市封鎖による大気汚染物質濃度の低下の考察を行うことは不適當であると判断した。

巻末資料

資料 1 分析方法の概要

(1) フィルタの保管

テフロンフィルタ (PALL 製 PTFE Teflo Filter) は、秤量後、試料捕集までの間、気温 $21.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ の恒温室で保管したものを使用した。石英繊維フィルタ (PALL 製 PALLFLEX FIBER FILTERS) は、炭素成分のブランク値 (有機物の吸着による) を低減するために、試料捕集前に 350°C で 1 時間加熱処理後、試料捕集まで -4°C 以下の冷凍庫で保管したものを使用した。試料捕集後のフィルタは、分析に供するまでの間、 -4°C 以下の冷凍庫で保管した。

(2) $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度

テフロンフィルタを気温 $21.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $35 \pm 5\%$ の条件下で恒量し、試料の捕集前後に電子天秤 (ザルトリウス社製 MSA2.75-000-DF) で $1 \mu\text{g}$ の単位まで秤量を行った。試料捕集前後の重量差と捕集量から大気中の $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) を算出した。なお、濃度表示は、JIS Z 8401 によって丸め、小数第 1 位の値までとした。

(3) イオン成分

イオン成分は、イオンクロマトグラフ法で定量した。

試料捕集した石英繊維フィルタ (2 分の 1) から炭素成分分析用に直径 8mm (面積 0.531cm^2) のポンチで 2 枚くり抜いた残りのフィルタをポリプロピレン製の容器に入れ、超純水 15mL を加え、20 分間超音波抽出を行った。容器内の溶液をディスポーザブルフィルター (アドバンテック社製 DISMIC[®]-25HP、孔径 $0.2\mu\text{m}$) でろ過後、ろ液をイオンクロマトグラフ (Thermo 社製 DIONEX ICS-2100 (陰イオン)、DIONEX ICS-1600 (陽イオン)) 法による測定に供した。測定条件を表 1-1 に示す。フィルタの有効捕集面積を 11.86cm^2 として、定量結果と捕集量からイオン成分の大気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) を算出した。なお、濃度表示は JIS Z 8401 によって丸め、有効数字 3 桁 (ただし、定量下限値の有効数字 2 桁目の位までとする) とした (以下の項目も同じ)。

表 1-1 イオンクロマトグラフ法によるイオン成分の測定条件

	陰イオン	陽イオン
分離カラム	IonPac AS19	IonPac CS16
ガードカラム	IonPac AG19	IonPac CG16
オートサプレッサー	ASRS-500 4 mm	CSRS-500 4 mm
溶離液	水酸化カリウム溶液 9 mM→20 mM (グラジエント)	30mM メタンサルホン酸水溶液
流量	1.0 mL/min	1.0 mL/min
サンプル量	25 μL	25 μL
検出器	電気伝導度検出器	電気伝導度検出器

(4) 無機元素

無機元素は、マイクロウェーブ分解装置（アントンパール社製、MultiwavePro）を用いて分解後、分解液中の無機元素濃度を誘導結合プラズマ質量分析法（ICP/MS法）で定量した（表1-2）。分解にはサポートリングを除去したフィルタ 1/2 枚を使用した。フィルタ 1/2 枚をフッ化水素酸 2mL、硝酸 5mL 及び過酸化水素水(30%)1mL とともに専用の分解容器に入れて密栓し、マイクロウェーブ分解装置で約 55 分間分解処理した。その後、濃縮装置を用いて分解液を 0.5mL 程度まで濃縮すると同時にフッ化水素酸を除去した。濃縮液をポリプロピレン製のメタルフリータイプ遠沈管に移し、硝酸(2+98)を加えて 10mL に定容したものを ICP/MS 法による測定に供した。定量結果と捕集量から大気中濃度 (ng/m³) を算出した。

表 1-2 ICP/MS 法による無機元素の測定条件

機種	Agilent Technologies 社製 7700x
RF 周波数	27.18 MHz
RF 出力	1.55 kW
キャリアガス(Ar) 流量	1.09 L/min
コリジョンガス(He) 流量	4.3 mL/min
リアクションガス(H ₂) 流量	6.0 mL/min
プラスマガス(Ar) 流量	14.99 L/min
サンプルリング 深さ	8.0 mm
測定元素 (質量数)	Na (23)、Al (27)、K (39)、Ca (44)、Sc (45)、Ti (47)、V (51)、Cr (52)、Mn (55)、Fe (56)、Co (59)、Ni (60)、Cu (63)、Zn (66)、As (75)、Se (78)、Rb (85)、Mo (95)、Cd (111)、Sb (121)、Cs (133)、Ba (137)、La (139)、Ce (140)、Sm (147)、Hf (178)、Ta (181)、W (182) 及び Pb (208)
内標準元素 (質量数)	In(115)

(5) 炭素成分

有機炭素 (OC) および元素状炭素 (EC) は熱分離光学補正法を用いて定量した。試料捕集した石英繊維フィルタを直径 8mm (面積 0.531cm²) のポンチでくり抜き、熱分離・光学補正式炭素分析計 (DRI 社製 Carbon Analyzer 2001A) による測定に供した。IMPROVE プロトコルにより段階的に昇温を行い、550°Cまでは He ガス雰囲気下で発生する炭素を有機炭素(OC1、OC2、OC3、OC4)、550°Cからは He/O₂(2%) ガス雰囲気下で試料から発生する炭素を元素状炭素(EC1、EC2、EC3)として、発生した炭素をメタンに変換し、水素炎イオン化検出器(FID)により検出した。

He ガス雰囲気下では、加熱による有機物の炭化が起こるため、有機炭素の補正を行った。サンプルに対して垂直に He-Ne レーザーを照射して反射光を観測し、550°Cで He/O₂(2%)ガスを導入してから分析開始時と同じ反射光強度に戻るまでの間に検出された炭素成分を熱分解有機炭素 (OCpyro) として、有機炭素の炭化物と同等であるとして補正した (式 1、2)。測定条件を表 1-3 に示す。

ろ紙の有効捕集面積を 11.86cm²として、定量結果と捕集量から大気中濃度 (μg/m³) を算出した。

OC、EC は、式(1)により各フラクション値 (OC1~OC4、EC1~EC3) から算出した。各フラクション

値が検出下限値未満の場合は、ゼロとしてOC、ECの濃度を算出した。

$$OC = OC1 + OC2 + OC3 + OC4 + OC_{pyro} \dots \dots \dots (式 1)$$

$$EC = EC1 + EC2 + EC3 - OC_{pyro} \dots \dots \dots (式 2)$$

表 1-3 有機炭素および元素状炭素の測定条件

試料分析炉	OC		EC	
	温度 (°C)	OC1:120, OC2:250, OC3:450, OC4:550	EC1:550, EC2:700 EC3:800	
	雰囲気	He	He (98%), O2 (2%)	
流速	He-1 : 40 mL/min He-2 : 10 mL/min He-3 : 50 mL/min 10%O ₂ /He : 10 mL/min Air : 350 mL/min H ₂ : 35 mL/min 5%CH ₄ /He : 2-5 mL/min			
触媒	酸化炉 (900°C) : MnO ₂ メタン化炉 (420°C) : Ni (NO ₃) ₂ ·6H ₂ O			
検出器	水素炎イオン化検出器 (105°C)			

(6) 検出下限値及び定量下限値

① 装置検出下限値、装置定量下限値

検量線作成時の最低濃度 (装置定量下限付近) の標準溶液について、所定の操作により測定を行い、得られた測定値を濃度の算出式により大気濃度に換算した。5回以上測定して、その標準偏差 (si) を算出し、その3倍を装置検出下限値、10倍を装置定量下限値とした。

$$\text{装置検出下限値} = 3si \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}$$

$$\text{装置定量下限値} = 10si \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}$$

② 方法検出下限、方法定量下限

5試料以上の操作ブランク試料について所定の操作により測定を行い、得られた測定値を濃度の算出式により大気濃度に換算した。その標準偏差 (sm) を算出し、その3倍を方法検出下限値、10倍を方法定量下限値とした。

$$\text{方法検出下限値} = 3sm \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}$$

$$\text{方法定量下限値} = 10sm \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}$$

③ 検出下限、定量下限

①および②で得られた下限値をそれぞれ比較し、大きい方を検出下限値、定量下限値とした。

なお、測定結果が検出下限値未満である場合は、炭素成分の各フラクション値はゼロ、その他は、検出下限値の1/2の値を用いた。

資料 2-3 成分分析結果 (秋)

測定地点名	季節	サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)																	無機元素 (ng/m^3) (*は実施推奨項目を表す)																	炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)														
					年	月	日	時	分	～	年	月	日	時	分	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si*	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
		年	月	日	時	分	～	年	月	日	時	分	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si*	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	OC	EC
東大津市役所	秋	2019	10	17	10	0	～	2018	10	18	9	0	7.7	<0.006	0.203	1.61	0.088	0.603	0.05	0.0099	0.013	71	18.9	-	65.7	<10	<0.05	3.61	0.916	1.54	7.23	82.2	0.032	0.96	3.06	33.9	0.412	0.655	0.167	0.82	1.8	0.0229	2.01	0.104	0.222	<0.0015	0.0105	5.57	0.473	<0.025	5.96	3.34	0.827
		2019	10	18	10	0	～	2018	10	19	9	0	2	0.006	0.085	0.271	0.009	0.193	0.01	<0.002	<0.008	8	5	-	16.2	<10	<0.05	0.76	0.208	0.6	1.63	22.2	0.005	0.3	0.684	8.22	0.0916	0.0713	0.043	0.275	0.337	0.0026	0.6	0.0216	0.0484	<0.0015	<0.0012	1.38	0.097	<0.025	0.98	1.15	0.202
		2019	10	19	10	0	～	2018	10	20	9	0	4.4	0.016	0.137	1.34	0.08	0.432	0.028	0.0095	0.018	54	7.6	-	32.6	<10	<0.05	1.13	4.8	1.38	10.4	103	0.029	4.45	6.76	60.6	0.452	0.267	0.102	0.859	0.683	0.0145	1.11	0.0699	0.118	<0.0015	<0.0012	0.81	0.015	<0.025	7.59	1.47	0.452
		2019	10	20	10	0	～	2018	10	21	9	0	5	0.027	0.284	1.42	0.137	0.553	0.027	0.0145	0.023	82	16.3	-	43.3	<10	<0.05	1.25	2.87	0.47	2.9	41.9	0.015	1.29	1.71	23	0.235	0.334	0.097	0.47	0.564	0.0093	1.54	0.0435	0.0721	<0.0015	<0.0012	0.55	<0.015	<0.025	6.08	1.63	0.395
		2019	10	21	10	0	～	2018	10	22	9	0	4.1	<0.006	0.129	1.09	0.067	0.384	0.025	0.006	<0.008	32	7.3	-	23.9	<10	<0.05	0.93	0.766	1.01	2.7	31.7	0.014	0.72	1.04	12.1	0.138	0.174	0.066	0.629	0.371	0.0071	0.66	0.033	0.0473	<0.0015	<0.0012	1.98	0.027	<0.025	1.71	1.43	0.41
		2019	10	22	10	0	～	2018	10	23	9	0	5.5	0.034	0.333	1.53	0.233	0.505	0.052	0.0237	0.016	133	51.4	-	57.6	99	<0.05	2.88	3.37	1.04	4.25	48.5	0.023	5.9	5.18	19.6	0.407	0.281	0.169	1.1	0.438	0.0107	1.45	0.164	0.0775	0.002	<0.0012	0.27	<0.015	<0.025	3.86	1.86	0.44
		2019	10	23	10	0	～	2018	10	24	9	0	6.6	0.032	0.294	1.32	0.094	0.558	0.034	0.009	0.012	47	9.2	-	37.6	<10	<0.05	1.58	4.23	0.97	4.79	54.4	0.031	1.64	2.05	18.3	0.345	0.279	0.085	0.492	1.32	0.0083	1.26	0.0578	0.115	<0.0015	0.0463	0.7	<0.015	<0.025	4.18	2.8	0.783
		2019	10	24	10	0	～	2018	10	25	9	0	4.3	0.035	0.206	1.26	0.137	0.438	0.02	0.0154	0.012	86	10.4	-	30.9	11	<0.05	1.56	0.969	0.85	4.02	46.9	0.014	0.76	1.73	19.1	0.175	0.178	0.081	0.657	0.472	0.0085	0.91	0.0536	0.0715	<0.0015	<0.0012	1.09	<0.015	<0.025	1.75	1.08	0.387
		2019	10	25	10	0	～	2018	10	26	9	0	4	0.03	0.267	0.781	0.074	0.301	0.04	0.0045	0.015	55	9.3	-	58.9	<10	<0.05	2.31	2.35	2.19	10.4	100	0.041	2.24	4.85	30.4	0.391	0.186	0.199	0.776	0.972	0.0124	1.6	0.0856	0.144	<0.0015	0.009	0.89	<0.015	<0.025	4.47	1.74	0.558
		2019	10	26	10	0	～	2018	10	27	9	0	5.9	0.028	0.337	1.53	0.076	0.621	0.044	0.0096	0.036	46	8.7	-	49.6	27	<0.05	1.72	2.74	0.7	4.87	70.1	0.02	1.16	1.9	38.9	0.574	0.519	0.181	0.745	1.18	0.0369	1.38	0.049	0.0837	<0.0015	<0.0012	0.14	<0.015	<0.025	3.45	2.24	0.641
		2019	10	27	10	0	～	2018	10	28	9	0	8.1	0.037	0.351	3.08	0.21	1.02	0.079	0.0222	0.036	150	21.2	-	86.4	12	<0.05	1.98	3.08	1.15	8.22	101	0.023	1.65	2.72	103	1.7	0.606	0.268	0.619	0.562	0.0315	1.55	0.066	0.0946	<0.0015	<0.0012	0.32	<0.015	<0.025	9.77	1.95	0.527
		2019	10	28	10	0	～	2018	10	29	9	0	10	0.039	0.548	2.81	0.123	1.11	0.063	0.014	0.036	84	26.9	-	77.7	41	<0.05	3.61	3.05	1.55	11.1	125	0.05	1.86	4.5	52.8	1.44	0.471	0.254	0.636	1.68	0.026	2.22	0.099	0.184	<0.0015	0.0066	0.38	<0.015	<0.025	7.25	3.52	0.931
		2019	10	29	10	0	～	2018	10	30	9	0	14.4	0.18	2.74	4.92	0.071	2.55	0.104	0.0072	0.02	66	16.5	-	94	<10	<0.05	4.01	3.62	2.8	18.7	212	0.127	2.91	10.5	48.2	1.35	0.8	0.398	2.96	1.55	0.0723	2.19	0.0867	0.153	<0.0015	<0.0012	2.75	<0.015	<0.025	9.7	2.74	1.24
		2019	10	30	10	0	～	2018	10	31	9	0	21.5	0.057	1.45	6.91	0.15	2.69	0.251	0.0399	0.162	149	314	-	308	102	0.05	19.3	5.33	2.49	19.7	391	0.157	3.08	5.29	48.3	2.41	2.23	1.2	1.4	1.81	0.212	4.48	0.25	0.425	0.0224	<0.0012	0.45	<0.015	0.037	12.3	4.46	1.3
		検出下限値		0.17	0.006	0.01	0.003	0.008	0.006	0.007	0.002	0.008	6	2.5	-	1.9	10	0.05	0.08	0.003	0.09	0.025	2.4	0.004	0.13	0.015	0.14	0.0014	0.002	0.004	0.02	0.004	0.0006	0.05	0.0014	0.0025	0.0015	0.0012	0.03	0.015	0.025	0.016	0.013	0									
		定量下限値		0.56	0.021	0.034	0.011	0.027	0.02	0.022	0.0068	0.028	20	8.4	-	6.3	35	0.15	0.26	0.01	0.31	0.084	8.1	0.014	0.42	0.049	0.47	0.0047	0.0067	0.012	0.066	0.014	0.002	0.16	0.0045	0.0082	0.0048	0.0041	0.1	0.05	0.083	0.054	0.042	0									
泉南市役所	秋	2019	10	17	10	0	～	2018	10	18	9	0	9.2	0.013	0.286	1.46	0.069	0.586	0.053	0.0064	0.017	82	22.6	-	77.9	11	<0.05	4.05	1	1.93	7.87	82.6	0.049	0.78	3.86	27.8	0.495	0.505	0.174	0.645	1.6	0.0201	2.56	0.0458	0.0925	<0.0015	0.0183	3.47	0.074	<0.025	4.02	3.53	1.05
		2019	10	18	10	0	～	2018	10	19	9	0	3.1	0.015	0.159	0.3	0.013	0.12	0.022	<0.002	<0.008	15	10.5	-	33.8	17	<0.05	1.93	0.24	0.56	3.19	35.8	0.01	0.36	1.62	28.3	0.218	0.136	0.09	0.179	0.57	0.007	1.34	0.0207	0.0436	<0.0015	<0.0012	3.13	<0.015	<0.025	2.86	1.49	0.42
		2019	10	19	10	0	～	2018	10	20	9	0	5.1	0.013	0.146	1.47	0.041	0.547	0.015	0.0048	0.015	57	7.3	-	31.8	<10	<0.05	1.45	3	0.74	5.7	77.9	0.032	1.34	3.11	59.5	0.448	0.392	0.104	0.806	0.697	0.0302	1.77	0.0658	0.0747	<0.0015	<0.0012	0.25	<0.015	<0.025	6.78	1.21	0.42
		2019	10	20	10	0	～	2018	10	21	9	0	5	0.017	0.205	1.37	0.09	0.588	0.024	0.0105	0.014	118	24	-	40	11	<0.05	1.89	1.12	0.3	1.58	37.8	0.009	0.54	1.51	11.6	0.298	0.27	0.094	0.194	0.692	0.0077	1.66	0.0229	0.0494	<0.0015	<0.0012	0.18	<0.015	<0.025	8.92	1.67	0.55
		2019	10	21	10	0	～	2018	10	22	9	0	4.9	0.008	0.182	0.898	0.038	0.373	0.031	0.0039	0.016	42	12.6	-	37	<10	<0.05	2.08	0.803	0.79	5.45	46.3	0.014	0.44	2.73	21.9	0.239	0.207	0.098	0.331	0.765	0.0086	1.34	0.0224	0.0383	<0.0015	<0.0012	2.5	<0.015	<0.025	2.23	2.19	0.761
		2019	10	22	10	0	～	2018	10	23	9	0	6.1	0.026	0.208	1.42	0.154	0.475	0.03	0.0148	0.01	182	33.7	-	45.5	66	<0.05	2.11	1.61	0.64	3.62																						

資料 2-4 成分分析結果 (冬)

測定地点名	季節	サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)																	無機元素 (ng/m^3) (*は実施推奨項目を表す)																	炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)															
					年	月	日	時	分	年	月	日	時	分	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si*	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	OC	EC
					年	月	日	時	分	年	月	日	時	分	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si*	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	OC	EC
東大津市役所	冬	2020	1	16	10	0	~	2018	1	17	9	0	10.3	0.203	2.83	1.52	0.119	1.34	0.121	0.0105	0.062	88	26.7	-	106	23	<0.004	3.81	1.07	1.62	13.9	131	0.052	1.87	5.68	65.7	0.479	0.251	0.25	1.28	1.24	0.013	3.07	0.205	0.303	0.0011	<0.005	0.561	0.52	<0.004	5.58	3.23	0.919	
		2020	1	17	10	0	~	2018	1	18	9	0	6.5	0.116	2.19	1.16	0.0668	1.1	0.0692	0.0041	0.048	28	6.9	-	41.7	<10	<0.004	1.6	0.205	0.86	4.77	45.5	0.019	0.51	2.13	15.6	0.272	0.203	0.115	0.312	1.05	0.0097	1.13	0.0375	0.0674	0.0008	<0.005	0.497	0.447	<0.004	3.02	2.13	0.55	
		2020	1	18	10	0	~	2018	1	19	9	0	4.6	0.138	0.314	1.53	0.115	0.661	0.0341	0.01	0.024	55	3.8	-	19.1	<10	<0.004	2.38	0.537	0.35	0.738	13.4	0.01	1.54	0.462	3.84	0.222	0.124	0.039	0.07	0.28	0.00223	0.49	0.0108	0.0083	<0.0004	<0.005	0.1	0.022	<0.004	1.51	1.18	0.38	
		2020	1	19	10	0	~	2018	1	20	9	0	9.7	0.143	1.6	2.75	0.0826	1.59	0.0956	0.0075	0.03	91	21.5	-	86.7	30	<0.004	2.29	0.767	1.09	5.82	90.2	0.054	1.12	2.03	66.4	0.919	0.914	0.31	0.827	0.682	0.0573	2.12	0.0685	0.0573	0.0017	<0.005	0.156	0.032	<0.004	9.04	2.23	0.637	
		2020	1	20	10	0	~	2018	1	21	9	0	19.3	0.145	3.47	7.02	0.166	3.59	0.247	0.0163	0.05	176	60.8	-	173	45	<0.004	4.58	0.784	2.08	13.4	203	0.086	0.99	3.5	41.1	1.62	1.95	0.732	0.79	1.21	0.134	2.89	0.0913	0.101	0.0039	<0.005	0.205	<0.013	<0.004	12.6	2.87	0.856	
		2020	1	21	10	0	~	2018	1	22	9	0	10.1	0.142	1.08	3.34	0.105	1.6	0.109	0.011	<0.014	124	37.2	-	112	42	<0.004	4.18	0.349	1.18	4.85	69.4	0.042	1.21	3.1	16.4	1.07	1.37	0.283	0.467	0.711	0.0303	2.53	0.0523	0.0957	0.0024	<0.005	0.15	<0.013	<0.004	6.52	2.55	0.812	
		2020	1	22	10	0	~	2018	1	23	9	0	20.5	0.802	5.07	2.92	0.117	2.91	0.19	0.0114	0.04	120	35.7	-	155	42	<0.004	7.45	3.03	3.97	18.6	229	0.167	4.88	14.5	65.9	1.16	1.21	0.411	2.49	2.52	0.055	4.22	0.211	0.317	0.0024	<0.005	4.09	<0.013	<0.004	11.1	4.44	1.67	
		2020	1	23	10	0	~	2018	1	24	9	0	19.7	0.812	7.67	2.52	0.0864	3.46	0.183	0.0038	0.019	72	19.4	-	115	18	<0.004	5.23	1.14	3.64	21.1	228	0.113	2.97	8.11	80.2	0.665	0.957	0.416	1.71	1.35	0.0561	4.09	0.199	0.362	0.0008	<0.005	4.85	<0.013	<0.004	15.1	3.33	1.28	
		2020	1	24	10	0	~	2018	1	25	9	0	8.8	0.133	0.726	3.01	0.258	1.31	0.0984	0.0257	0.058	83	20.5	-	128	23	<0.004	5.75	1.32	4.06	23.4	263	0.141	3.87	9.07	86.5	0.759	1.01	0.465	2.23	1.49	0.061	4.37	0.194	0.386	0.0013	<0.005	5.33	<0.013	<0.004	16.2	2.09	0.581	
		2020	1	25	10	0	~	2018	1	26	9	0	6	0.183	0.849	1.11	0.233	0.563	0.061	0.0224	0.031	245	29.5	-	82.2	30	<0.004	3.62	0.826	1.76	6.65	95.4	0.063	4.27	5.38	27.6	1.31	0.468	0.217	0.857	0.582	0.0234	2.17	0.09	0.0914	0.0026	<0.005	1.23	<0.013	<0.004	9.8	2.01	0.41	
		2020	1	26	10	0	~	2018	1	27	9	0	5.6	0.0553	1.1	0.831	0.0925	0.586	0.0544	0.0047	<0.014	227	17.3	-	67.6	22	<0.004	1.93	0.23	0.46	2.47	42.7	0.026	0.52	2.13	16	0.317	0.272	0.123	0.505	0.678	0.00779	2.22	0.0566	0.108	0.0013	<0.005	0.06	<0.013	<0.004	2.65	2.39	0.485	
		2020	1	27	10	0	~	2018	1	28	9	0	1.3	0.019	0.147	0.274	0.0188	0.144	0.0096	0.002	<0.014	59	8.3	-	39.4	<10	<0.004	0.87	0.185	0.69	0.947	22.1	0.008	0.17	1.29	11.4	0.222	0.352	0.084	0.323	0.41	0.007	1.09	0.0349	0.0717	0.0013	<0.005	2.46	<0.013	<0.004	2.47	0.715	0.08	
		2020	1	28	10	0	~	2018	1	29	9	0	7.5	0.266	2.16	1.55	0.0896	1.23	0.0619	0.0066	0.019	22	4.7	-	14.4	<10	<0.004	1.5	0.0684	1.89	1.24	30.2	0.007	0.18	0.714	6.66	0.0621	0.0616	0.027	0.131	0.17	0.00379	0.45	0.0181	0.0362	<0.0004	<0.005	0.87	<0.013	<0.004	0.602	1.38	0.43	
		2020	1	29	10	0	~	2018	1	30	9	0	2.9	0.132	0.379	0.569	0.173	0.235	0.0291	0.0209	0.025	98	4.3	-	20.8	11	<0.004	0.51	0.434	0.59	2.84	38.3	0.01	0.36	1.92	15.3	0.154	0.162	0.072	0.319	0.094	0.0146	0.91	0.0083	0.0164	0.0004	<0.005	<0.029	0.013	<0.004	1.78	0.936	0.172	
						検出下限値	0.17	0.0007	0.011	0.004	0.0026	0.007	0.0027	0.0008	0.014	6	2.4	-	1.8	10	0.004	0.18	0.003	0.08	0.025	1.8	0.004	0.12	0.02	0.13	0.0005	0.0021	0.004	0.019	0.004	0.00024	0.05	0.0013	0.0024	0.0004	0.005	0.029	0.013	0.004	0.014	0.12	0.008							
						定量下限値	0.56	0.0024	0.037	0.013	0.0088	0.025	0.0089	0.0025	0.045	19	7.9	-	6.1	34	0.012	0.61	0.0098	0.27	0.082	6	0.013	0.41	0.065	0.43	0.0018	0.007	0.012	0.064	0.012	0.0008	0.15	0.0044	0.0079	0.0015	0.015	0.097	0.045	0.015	0.047	0.41	0.03							
泉南市役所	冬	2020	1	16	10	0	~	2018	1	17	9	0	10.1	0.136	3.03	1.87	0.0723	1.62	0.0683	0.0044	0.042	70	24.8	-	63	24	<0.004	2.85	1	1.12	8.84	102	0.057	1.44	4.29	53.7	0.635	0.517	0.182	0.869	0.599	0.0252	2.27	0.0924	0.0757	0.0017	<0.005	0.74	0.448	<0.004	5.43	2.25	0.787	
		2020	1	17	10	0	~	2018	1	18	9	0	7	0.119	1.99	0.956	0.0376	1.07	0.0508	0.0031	0.033	33	13.8	-	56.6	20	<0.004	2.04	0.249	0.61	5.2	50.7	0.022	0.52	2.63	25.2	0.303	0.231	0.111	0.36	0.691	0.0096	1.9	0.0394	0.0553	0.0006	<0.005	0.345	0.155	<0.004	4.45	1.73	0.62	
		2020	1	18	10	0	~	2018	1	19	9	0	3.9	0.107	0.242	1.32	0.0937	0.586	0.0205	0.0094	<0.014	114	8.5	-	29.7	17	<0.004	1.63	0.385	0.15	0.724	14.5	0.012	0.3	0.652	6.05	0.288	0.149	0.059	0.146	0.196	0.00495	0.91	0.0124	0.0158	0.0008	<0.005	0.049	0.037	<0.004	2.81	0.962	0.21	
		2020	1	19	10	0	~	2018	1	20	9	0	9.6	0.11	1.29	2.97	0.0826	1.58	0.0968	0.0071	<0.014	89	23.8	-	90.8	32	<0.004	4.68	0.615	0.91	3.46	73.6	0.048	1.01	1.9	19.1	0.904	1.24	0.331	0.966	0.538	0.067	1.81	0.075	0.0918	0.0021	<0.005	0.135	0.15	<0.004	7.08	2.44	0.691	
		2020	1	20	10	0	~	2018	1	21	9	0	19	0.0596	3.01	7	0.148	3.45	0.214	0.0133	0.026	146	47.6	-	152	34	<0.004	3.39	0.678	0.8	8.66	121	0.068	0.79	2.37	25.6	1.87	2.06	0.572	0.512	1.03	0.115	1.93	0.0861	0.0831	0.0032	<0.005	0.148	<0.013	<0.004	11	2.63	0.791	
		2020	1	21	10	0	~	2018	1	22	9	0	9.7	0.112	0.969	2.96	0.101	1.45	0.0958	0.0075	0.024	108	37.5	-	96.5	32	<0.004	3.44	0.302	1.01	4.58	73.3	0.042	0.74	3.45	15.6	1.01	0.482	0.28	0.429	0.546	0.0344	2.43	0.0376	0.0616	0.0027	<0.005	0.106	0.043	<0.004	5.76	2.37	0.632	
		2020	1	22	10	0	~	2018	1	23	9	0	21.9	0.661	6.24	2.78	0.113	3	0.219	0.0092	0.037	125	31.4	-	169	38	<0.004	6.65	1.55	3.4	20.3	220	0.143	2.93	12.3	75.6	1.18	1.01	0.416	1.64	2.39	0.0418	3.84	0.177	0.244	0.0021	<0.005	2.04	0.026	<0.004	10.7	4.67	1.73	
		2020	1	23	10	0	~	2018	1	24	9	0	19.2	0.906	7.18	2.28	0.0439	3.29	0.123	0.002	<0.014	50	12.7	-	90.3	14	<0.004	5.18	0.922	2.21	20	216	0.094	1.91	7.08	65.6	0.638	1.21	0.379	1.52	1.33	0.0794	3.13	0.0864	0.148	0.0005	<0.005	8.65	<0.013	<0.004	14.1	2.99</		