

2020 年度

微小粒子状物質成分分析結果報告書

2021 年 12 月

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 | 11 |
| (3) 夏季のPM _{2.5} 高濃度事例（8月4日から7日） | 19 |
| (4) 2011年度から2020年度の状況 | 26 |
| 4. まとめ | 28 |

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、「 $\text{PM}_{2.5}$ 」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。 $\text{PM}_{2.5}$ 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）による多くの成分で構成され、発生源も多岐にわたることから、 $\text{PM}_{2.5}$ の質量濃度の測定に加え、成分分析が実施されている。

2020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。）39局中38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 $\text{PM}_{2.5}$ の環境基準を達成し（達成率96.4%）、2019年度の98.2%から減少したものの、2016年度以降は80%以上で推移している。

本報告書では、2011年度から実施している $\text{PM}_{2.5}$ の成分分析結果等を用いて、大阪府内における2020年度の $\text{PM}_{2.5}$ 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、「微小粒子状物質（PM_{2.5}）の成分分析ガイドライン¹（平成23年7月29日、環境省通知）」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

一般局の泉大津市役所（以下、「泉大津」と記す。）では毎年度測定している。2020年度は、泉大津及び柏原市内の一般局の府立修徳学院（以下、「柏原」と記す。）の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した。

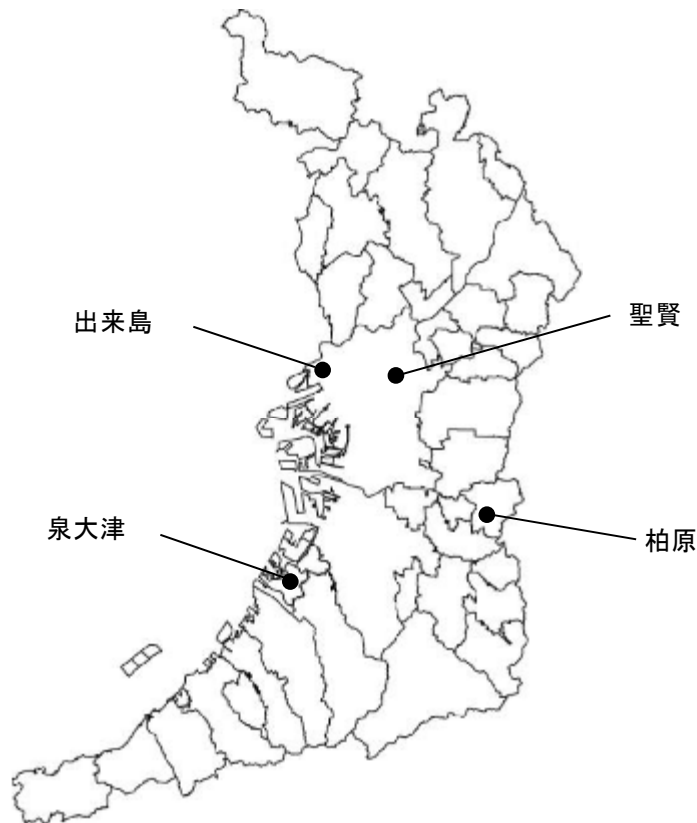


図1 測定地点の位置

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

2020年度の試料捕集は、聖賢および出来島の夏は16日間、その他は季節ごとに14日間実施した(表1)。2011年度から毎年度測定している泉大津の過年度の測定期間を表2に示した。1日の捕集時間は10時から翌日9時の23時間である。本報告書では、例えば2020年5月13日から5月14日にかけて試料を捕集した場合、5/13と表記する。なお、聖賢および出来島の夏は7/27から8/9の14日間の分析結果を解析に用いた。

PM₅試料はテフロンフィルタおよび石英フィルタ上にそれぞれ捕集した。捕集に用いた装置は、泉大津および聖賢ではサーモフィッシャーサイエンティフィック社製PM₅シーケンシャルエアースンプラで、柏原および出来島ではムラタ計測器サービス社製スリットジェットエアサンプラであり、両者は分粒方式が異なる。粗大粒子側の存在量が多い成分(元素)では、分粒装置の分粒特性の違いにより、成分(元素)濃度に大きな差が生じる可能性があることに留意する必要がある²。

表1 測定期間(2020年度)

| 所管 | 分類 | 地点 | 試料捕集 | | | | 時間 |
|-----|----|-----|--------------------|----------------------|---|---------------------------|--------------|
| | | | 期間 | | | | |
| | | | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | |
| 大阪府 | 一般 | 泉大津 | 2020年5月 14日~28日 | 2020年7月 27日~8月10日 | 2020年10月 22日~11月5日 ※1 | 2021年1月 21日~2月4日 ※2 | 10時~ 翌日9時 |
| | | 柏原 | | | | | |
| 大阪市 | 一般 | 聖賢 | 2020年5月 13日~27日 | 2020年7月 23日~8月10日 | 2020年10月 22日~31日 11月2日~5日 11月7日~9日 | 2021年1月 22日~2月5日 | |
| | 自排 | 出来島 | | | ※1 | ※2 | |

表2 泉大津における測定期間(2011~2019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 |
| 2019 | 2019年5月8日 ~5月22日 | 2019年7月18日 ~8月1日 | 2019年10月17日 ~10月31日 | 2020年1月16日 ~1月30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、ガイドラインに示された項目を用いた(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桁目の位までの桁数とする)。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) ※泉大津および柏原では、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、柏原）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 2020 年度の平均値は、10.7～11.6 μg/m³であった（表 4）。成分では、いずれの地点も OC（2.0～3.6 μg/m³）および SO₄²⁻（3.0～3.3 μg/m³）濃度が他の成分と比較して高かった。4 地点における年間 56 日間の PM_{2.5} 質量濃度の平均値は、自動測定機による年間概ね 365 日の PM_{2.5} 濃度の年平均値に対して 0.9 から 1.2 とほぼ同レベルであった。4 地点の自動測定機による PM_{2.5} 濃度の年平均値は大阪府内の全平均値の 25～75%の範囲にあり、2012 年度からは 4.9～6.0 μg/m³減少した（図 2）。

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、OC が 19～31%、SO₄²⁻が 27～31%で、泉大津では OC が、他の 3 地点では SO₄²⁻が最も高かった（表 5）。それら 2 成分と EC・NO₃⁻・NH₄⁺の 5 成分で、PM_{2.5} の概ね 70～80%を占めている計算となった。無機元素（29 項目の合計値）の割合は 3.6～4.3%であった。自排局の出来島では EC の割合が他の地点よりやや高かった。なお、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 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 ⁻ | Mg ²⁺ | 無機元素 |
| 泉大津 | 11.6 | 3.6 | 0.49 | 0.76 | 3.3 | 1.4 | 0.13 | 0.017 | 0.48 |
| 柏原 | 11.0 | 2.9 | 0.57 | 0.44 | 3.0 | 1.2 | 0.052 | 0.013 | 0.46 |
| 聖賢 | 10.8 | 2.0 | 0.72 | 0.80 | 3.3 | 1.2 | 0.065 | 0.018 | 0.46 |
| 出来島 | 10.7 | 2.3 | 0.87 | 0.80 | 3.0 | 1.3 | 0.090 | 0.021 | 0.38 |

※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。

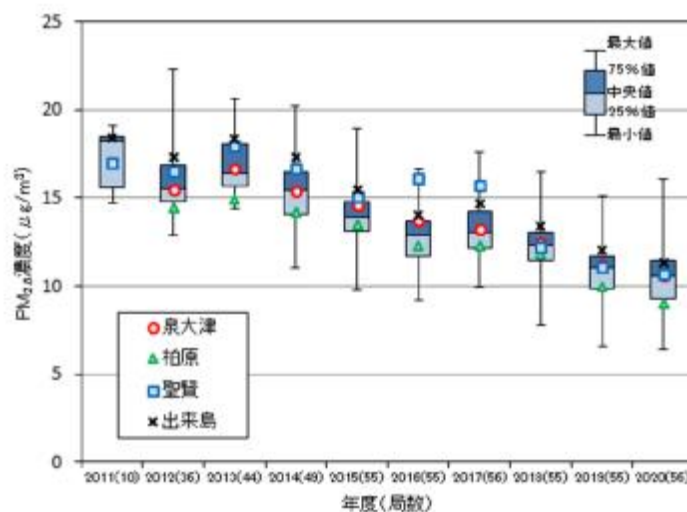
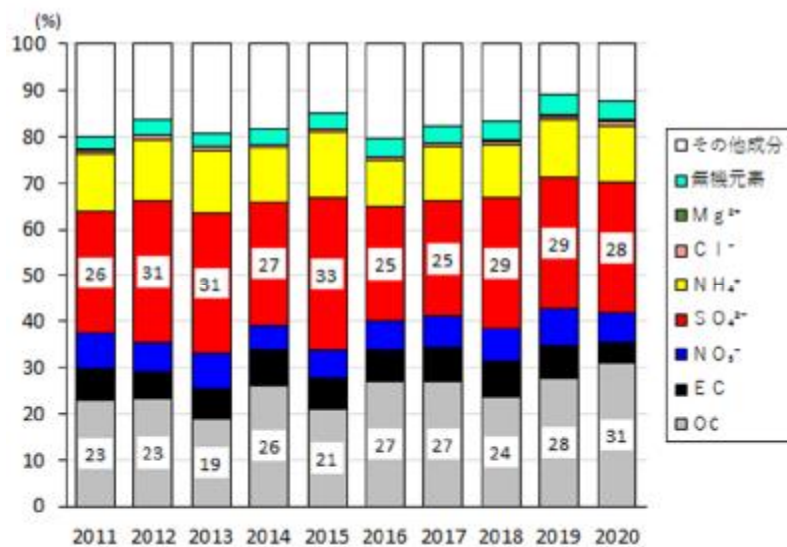


図 2 大阪府内における PM_{2.5} 濃度（自動測定機）の年平均値の分布

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。

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 | OC | EC | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NH ₄ ⁺ | Cl ⁻ | Mg ²⁺ | 無機元素 |
|-----|----|-----|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------|
| 泉大津 | 31 | 4.2 | 6.6 | 28 | 12 | 1.1 | 0.1 | 4.2 |
| 柏原 | 26 | 5.2 | 4.0 | 27 | 11 | 0.5 | 0.1 | 4.2 |
| 聖賢 | 19 | 6.7 | 7.4 | 31 | 11 | 0.6 | 0.2 | 4.3 |
| 出来島 | 21 | 8.1 | 7.5 | 28 | 12 | 0.8 | 0.2 | 3.6 |



※その他成分は、PM_{2.5}質量濃度から成分濃度の和を差し引いたもので、OCに結合している水素・酸素等を含む（OCは炭素のみの濃度）。

図 3 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

2020年度の泉大津におけるPM_{2.5}質量濃度の季節平均値は8.8~16.4 µg/m³、柏原においては8.5~16.4 µg/m³、聖賢においては8.2~13.6 µg/m³、出来島においては7.5~15.9 µg/m³であった(表6)。いずれの地点も夏の平均値が四季の中では最も高かった。自動測定機によるPM_{2.5}濃度の月平均値は、出来島では3月(14.6 µg/m³)に、他の3地点では8月(13.6~15.4 µg/m³)に年間で最大となった(図4)。

成分では、4地点のSO₄²⁻(夏6.6~7.5 µg/m³、夏以外1.4~2.3 µg/m³)およびNH₄⁺(夏2.0~2.4 µg/m³、夏以外0.55~1.6 µg/m³)、柏原のOCおよびEC、泉大津および出来島の無機元素の平均値が四季の中では夏に最も高かった。NO₃⁻およびCl⁻濃度は、いずれの地点においても冬が最大(それぞれ、1.3~1.9 µg/m³、0.16~0.45 µg/m³)、夏が最小(それぞれ、0.040~0.080 µg/m³、0.0024~0.013 µg/m³)であった。この傾向は、硝酸アンモニウム(NH₄NO₃)および塩化アンモニウム(NH₄Cl)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。Mg²⁺濃度は、泉大津では春に、他の地点では冬に最も高かった。柏原および聖賢の無機元素は冬に最も高かった。

無機元素について、実施推奨項目を除く13項目の季節平均値を表7に示した。各項目の平均値は0.006(Sc)~180(Fe) ng/m³と濃度範囲が広く、PM_{2.5}質量濃度に占める割合は0.00006~1.7%であった。無機元素は大気中で反応して二次生成することがないため、各種発生源の指標となることが知られている²。土壌粒子の指標となるAl, Ca, Scは、聖賢以外の3地点(出来島のSc除く)で夏に最大となり、後述する火山噴火に伴う火山灰の影響が推測された。春の柏原におけるSbの平均値は4地点で最大となった。Sbは廃棄物焼却の指標成分であり、後述する出火に伴う燃焼の影響と考えられた。

PM_{2.5}の成分構成割合は季節によって異なっていた(図5)。PM_{2.5}質量濃度の高かった夏はSO₄²⁻の割合が高く、PM_{2.5}の半分程度(41~55%)を占めていた。冬はNO₃⁻およびCl⁻の割合(それぞれ、13~17%、1.6~3.8%)が他の季節に比べて高かった。春と秋の成分構成割合は類似していた。

2020年度の泉大津におけるPM_{2.5}質量濃度および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6)。2020年度のPM_{2.5}質量濃度の季節平均値は、春・秋・冬は減少傾向にあり、春は10年間で最も低かった。夏は2013・2015年度に続き3番目に高かった。SO₄²⁻およびNH₄⁺濃度はPM_{2.5}質量濃度と同様の傾向を示した。OC濃度は過去3年間(2017~2019年度)に比べていずれの季節も高かった。一方、EC濃度は過去3年間に比べていずれの季節も低かった。NO₃⁻はいずれの季節も2016年度以降と同レベルの濃度であった。冬のCl⁻濃度は2014年度以降、0.2~0.3 µg/m³で推移していたが、2020年度は2013年度の次に高かった(0.45 µg/m³)。無機元素では春に10年間で最も低い値となった項目が多かった(K, Sc, V, Ni, Zn, Sb, Pb)。石油燃焼の指標となるV濃度はいずれの季節においても10年間で最も低く、特に春および夏は2019年度に比べて約80%低下し、2020年1月に強化された船舶燃料油中の硫黄分含有量規制(3.5%→0.50%)の効果により石油燃焼の影響が低下した可能性が考えられた。

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 | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NH ₄ ⁺ | Cl ⁻ | Mg ²⁺ | 無機元素 |
| 春 | 泉大津 | 9.2 | <u>4.0</u> | 0.054 | 0.55 | 2.3 | 0.97 | 0.027 | <u>0.018</u> | 0.42 |
| | 柏原 | 8.9 | 3.0 | 0.47 | 0.23 | 1.9 | 0.70 | 0.021 | 0.014 | 0.42 |
| | 聖賢 | 8.2 | 1.7 | 0.51 | 0.56 | 1.7 | 0.74 | 0.022 | 0.015 | 0.41 |
| | 出来島 | 7.5 | 2.0 | 0.74 | 0.63 | 1.7 | 0.74 | 0.039 | 0.017 | 0.35 |
| 夏 | 泉大津 | <u>16.4</u> | 3.6 | 0.65 | 0.064 | <u>7.2</u> | <u>2.4</u> | 0.0036 | 0.020 | <u>0.54</u> |
| | 柏原 | <u>16.4</u> | <u>3.1</u> | <u>0.61</u> | 0.040 | <u>6.7</u> | <u>2.4</u> | 0.0024 | 0.011 | 0.46 |
| | 聖賢 | <u>13.6</u> | 2.0 | 0.66 | 0.082 | <u>7.5</u> | <u>2.0</u> | 0.010 | 0.016 | 0.35 |
| | 出来島 | <u>15.9</u> | 2.4 | 0.90 | 0.080 | <u>6.6</u> | <u>2.3</u> | 0.013 | 0.016 | <u>0.45</u> |
| 秋 | 泉大津 | 8.8 | 3.6 | <u>0.72</u> | 0.49 | 1.4 | 0.65 | 0.037 | 0.014 | 0.49 |
| | 柏原 | 8.5 | 3.0 | 0.59 | 0.21 | 1.4 | 0.55 | 0.026 | 0.012 | 0.45 |
| | 聖賢 | 10.4 | <u>2.5</u> | <u>0.89</u> | 0.81 | 1.6 | 0.80 | 0.050 | 0.019 | 0.53 |
| | 出来島 | 8.6 | <u>2.5</u> | <u>0.92</u> | 0.74 | 1.5 | 0.68 | 0.046 | 0.021 | 0.35 |
| 冬 | 泉大津 | 12.0 | 3.2 | 0.54 | <u>1.9</u> | 2.2 | 1.4 | <u>0.45</u> | 0.017 | 0.50 |
| | 柏原 | 10.2 | 2.6 | 0.59 | <u>1.3</u> | 2.2 | 1.1 | <u>0.16</u> | <u>0.015</u> | <u>0.51</u> |
| | 聖賢 | 11.0 | 1.8 | 0.80 | <u>1.7</u> | 2.2 | 1.4 | <u>0.18</u> | <u>0.024</u> | <u>0.56</u> |
| | 出来島 | 10.6 | 2.1 | <u>0.92</u> | <u>1.8</u> | 2.2 | 1.6 | <u>0.26</u> | <u>0.028</u> | 0.40 |

※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、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。

表7 各地点における無機元素成分濃度の季節平均値

| 季節 | 地点 | 無機元素(実施推奨項目除く) | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|----------------|-----------|------------|-----------|--------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| | | Na | Al | K | Ca | Sc | V | Cr | Fe | Ni | Zn | As | Sb | Pb |
| 春 | 泉大津 | 130 | 40 | 84 | 21 | 0.007 | 0.84 | 0.70 | 91 | 0.75 | 27 | 0.88 | 0.60 | 3.9 |
| | 柏原 | 82 | 55 | 66 | 32 | 0.009 | 0.84 | 0.86 | 120 | 1.1 | 29 | 0.74 | <u>2.4</u> | <u>7.0</u> |
| | 聖賢 | 59 | 52 | 68 | 60 | 0.013 | 0.72 | <u>1.9</u> | 120 | 1.7 | 24 | 0.76 | 0.78 | 4.2 |
| | 出来島 | 53 | 28 | 56 | 51 | 0.015 | 0.75 | 1.7 | 80 | 1.8 | <u>42</u> | 0.69 | 0.73 | 6.3 |
| 夏 | 泉大津 | <u>160</u> | <u>60</u> | 93 | <u>49</u> | <u>0.012</u> | <u>1.2</u> | 0.74 | 100 | 1.4 | <u>50</u> | 0.68 | 0.54 | 4.2 |
| | 柏原 | 82 | <u>60</u> | 57 | <u>48</u> | <u>0.013</u> | <u>1.0</u> | 0.84 | 150 | 1.0 | <u>31</u> | 0.70 | 0.65 | 3.9 |
| | 聖賢 | 66 | 28 | 45 | 35 | 0.011 | <u>0.96</u> | 1.0 | 120 | <u>3.4</u> | 23 | 0.65 | 0.59 | 5.1 |
| | 出来島 | <u>98</u> | <u>47</u> | 47 | <u>52</u> | 0.020 | <u>1.4</u> | 1.6 | <u>130</u> | <u>2.1</u> | 36 | 0.73 | 0.70 | 6.7 |
| 秋 | 泉大津 | 120 | 46 | <u>100</u> | 44 | 0.010 | 0.59 | 1.1 | 120 | 2.2 | 29 | 1.3 | 0.95 | 5.9 |
| | 柏原 | 88 | 52 | <u>93</u> | 26 | 0.008 | 0.34 | <u>1.4</u> | 140 | <u>1.1</u> | 24 | <u>1.2</u> | 1.1 | 5.5 |
| | 聖賢 | 72 | <u>88</u> | 68 | 41 | <u>0.014</u> | 0.47 | 1.5 | <u>180</u> | 0.94 | 32 | <u>1.4</u> | <u>1.5</u> | 7.8 |
| | 出来島 | 55 | 31 | 65 | 29 | <u>0.036</u> | 0.39 | <u>2.2</u> | 99 | 1.3 | 33 | <u>1.1</u> | <u>1.3</u> | 5.5 |
| 冬 | 泉大津 | 130 | 43 | 91 | 33 | 0.008 | 0.78 | <u>1.3</u> | <u>120</u> | <u>2.9</u> | 43 | <u>1.3</u> | <u>1.4</u> | <u>7.3</u> |
| | 柏原 | 120 | 52 | 83 | 41 | 0.009 | 0.47 | 1.1 | 150 | 0.72 | 28 | 1.1 | 0.99 | 6.4 |
| | 聖賢 | <u>100</u> | 67 | <u>94</u> | 67 | 0.009 | 0.47 | 0.37 | 150 | 0.16 | <u>39</u> | 1.0 | 1.1 | <u>14</u> |
| | 出来島 | 86 | 31 | <u>73</u> | 32 | 0.006 | 0.44 | 0.50 | 110 | 0.25 | 31 | 0.98 | 1.3 | <u>7.0</u> |

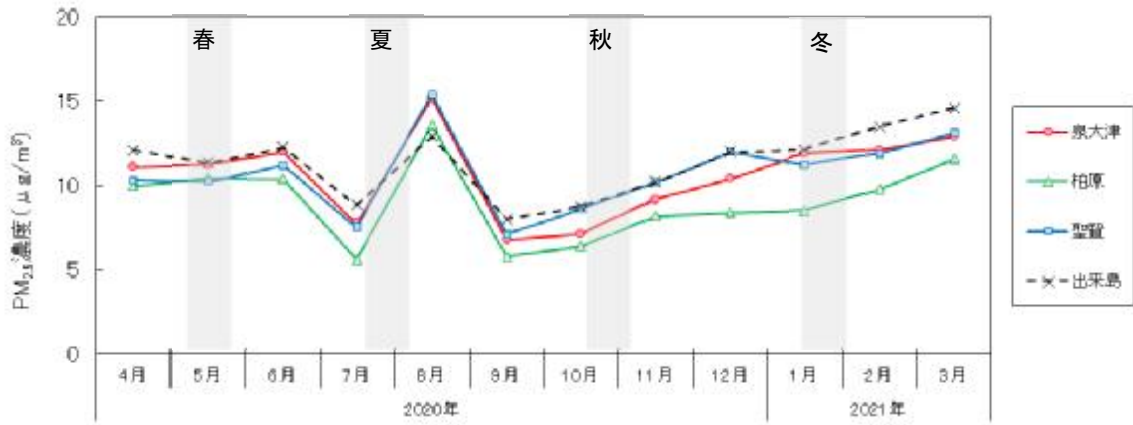
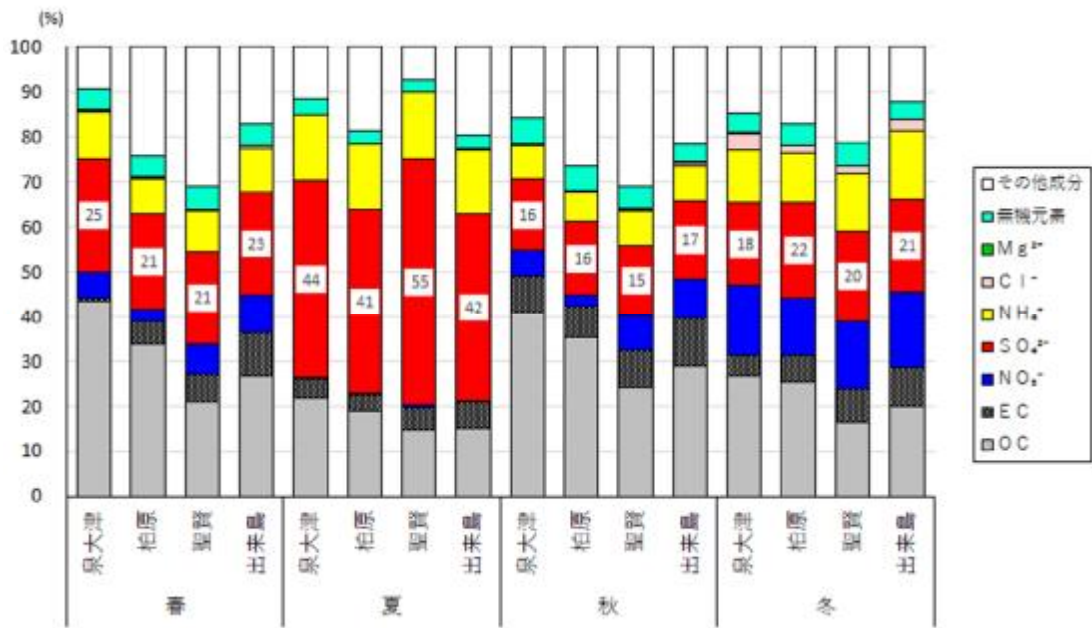
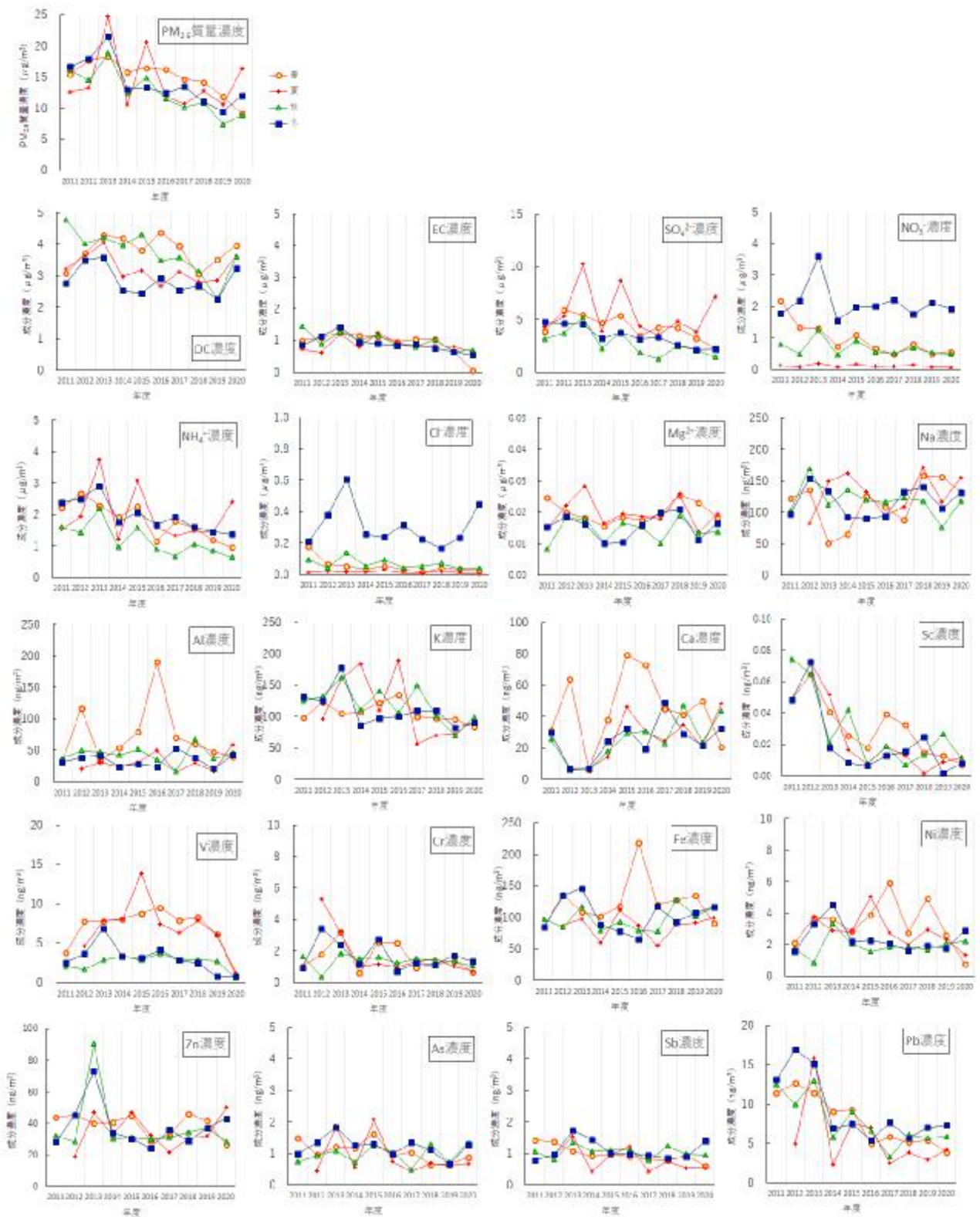


図4 PM_{2.5}濃度（自動測定機）の月平均値の推移



※その他成分は、PM_{2.5}質量濃度から成分濃度の和を差し引いたもので、OCに結合している水素・酸素等を含む（OCは炭素のみの濃度）。

図5 各地点におけるPM_{2.5}の成分構成割合の季節平均値



※2011年度の無機元素の分析は、PM_{2.5}質量濃度が高い試料のみ実施し、夏は8月3～8日のデータがないため無機元素成分の値を表示していない。

図6 泉大津におけるPM_{2.5}質量濃度および成分濃度の季節平均値の推移

②各季節の日ごとの状況

前述のように、2020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（春、秋、冬）はこれまでより低めの傾向を示し、日単位でも低めに推移していた。四季を通して調査期間中に1日平均値の環境基準である35 µg/m³を超過した日は8/5および8/7のみであった。高濃度事例については（3）で後述し、ここでは、季節ごとの特徴を記載する。

a 春

PM_{2.5}質量濃度が15 µg/m³を超過した日（地点）は、5/14（柏原、聖賢）、5/25（柏原）、5/26（泉大津）であった（図7）。5/15～5/24の間は、10 µg/m³前後で推移し、5/20あるいは5/21に各地点においてPM_{2.5}質量濃度が春の調査期間中最小となった。

成分構成は4地点で大きな違いはなかったが、5/16の聖賢および出来島ではNO₃濃度が他の日より高く、PM_{2.5}中の約60%を占めていた（図8、図9）。5/19、5/26および5/27の主成分はいずれの地点もSO₄²⁻で、その他の日はOCであった。SO₄²⁻はいずれの地点も5/14～5/25の間は年平均よりも低い濃度で推移し、この間の最大値は3.12 µg/m³（泉大津）であった。

2019年度に比べて濃度が大きく減少していたVは、春の調査期間を通して2 ng/m³を超えることはなく低濃度で推移していた（図10）。

5/25の柏原を除く地点におけるPM_{2.5}質量濃度は5.7～7.1 µg/m³であったが、柏原では15.5 µg/m³で柏原でのこの期間の最大値となった（図7）。成分ではEC濃度が他の日より高く、前日より10倍程度上昇し（図8）、採取後の試料も顕著な黒色であった（図11）。無機元素成分では廃棄物焼却の指標であるZn（5/25 122 ng/m³、5/25以外4.6～55.4 ng/m³）およびSb（21.9 ng/m³、0.089～5.05 ng/m³）の濃度が他の日と比べ顕著に高かった（図12）。この日の15時ごろに柏原の地点から西南西に500m離れた地点で火災が発生しており、西寄りの風により火災の影響を受けたと推測された。

調査期間中の日平均の気温は17.3～23.5 °C（5月平年値20.1 °C）、風速は1.9～3.5 m/S（年間平年値2.4 m/S）、相対湿度は39～96 %（年間平年値63 %）で日ごとの明確な違いはなかった（図13）。降雨は5/15、5/16、5/18および5/26にあり、日最大雨量は5/18の54.0 mmであった。

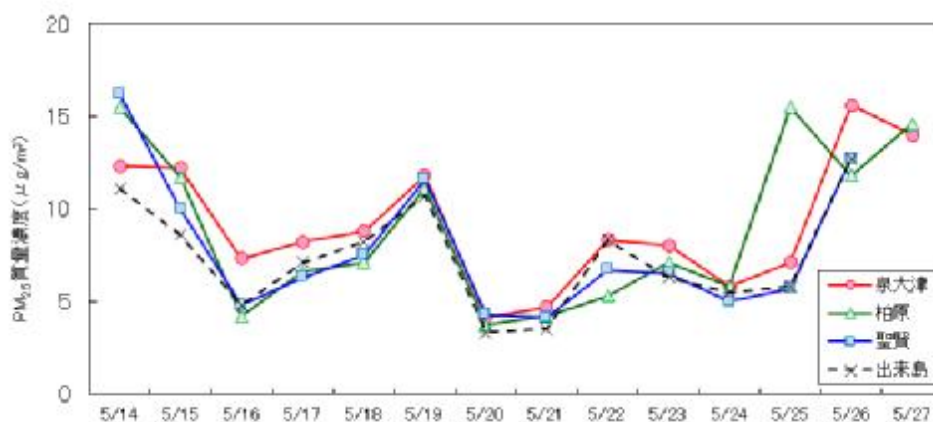


図7 各地点におけるPM_{2.5}質量濃度の経日変化（春）

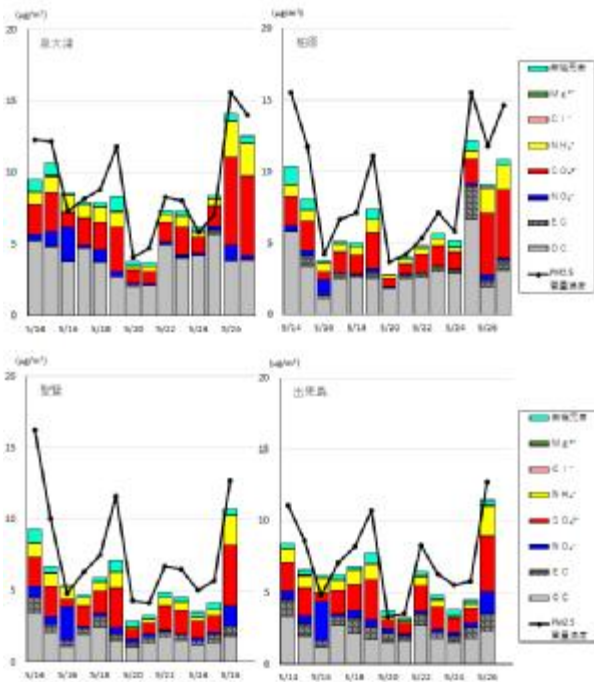


図8 地点ごとのPM_{2.5}質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ(春)

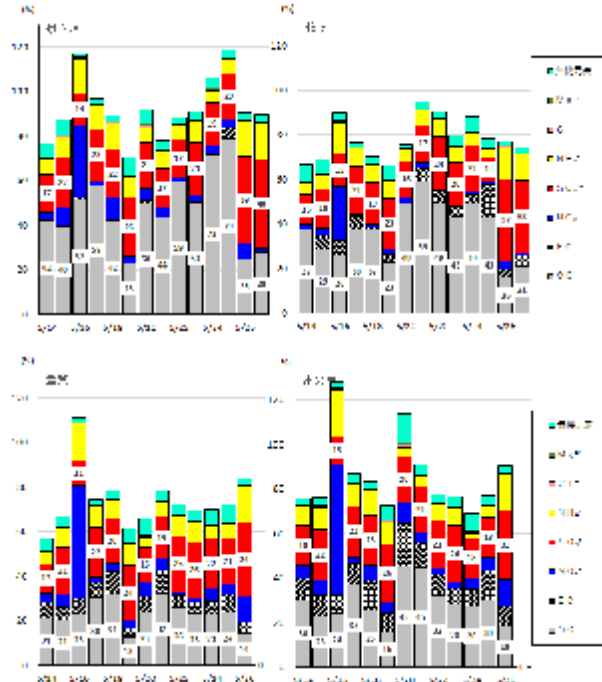


図9 地点ごとの成分構成割合(春)

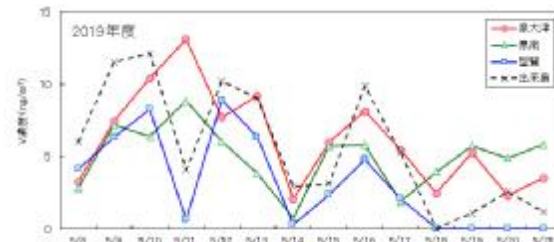
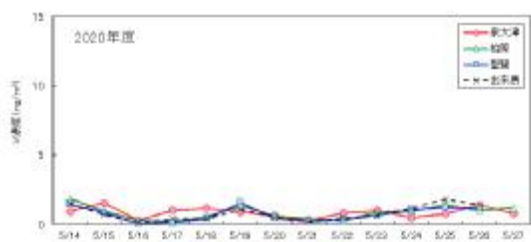


図10 各地点におけるV濃度の日変動(春)

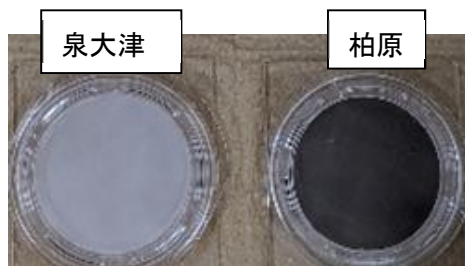


図11 5月25日の採取試料

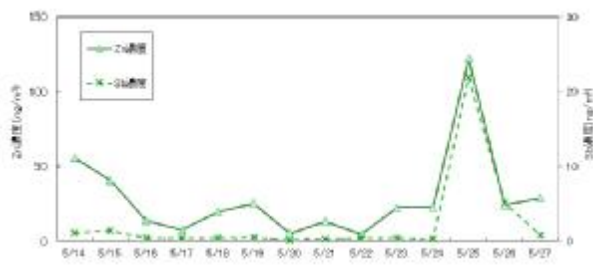


図12 柏原におけるZnおよびSb濃度の日変動(春)

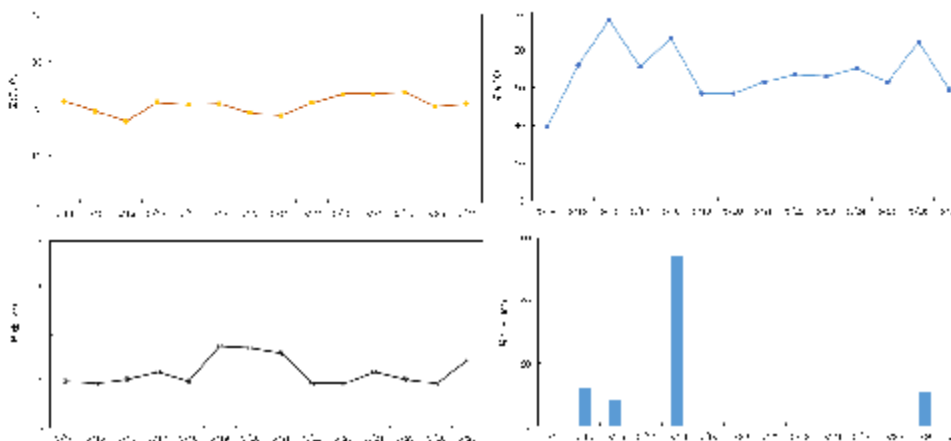


図13 調査期間中に大阪管区気象台で観測された気温・湿度・風速・降水量(春)

b 夏

PM_{2.5} 質量濃度はいずれの地点も 7/27 から徐々に上昇し、8/2 に 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後となった後に 8/5 (泉大津 35.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) にかけて上昇し、8/6 に 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後まで下降したのち、再び 8/7 (泉大津 37.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、柏原 40.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) に上昇した (図 14)。

成分構成は 4 地点で大きな違いはなかった。調査期間の前半の主成分は OC あるいは SO₄²⁻であったが、8/2 以降の主成分は 8/9 の泉大津を除きいずれの地点も SO₄²⁻であった (図 15、図 16)。SO₄²⁻濃度は PM_{2.5} 質量濃度の日変動と類似していた。いずれの地点も 7/27~8/2 の間は 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の低濃度で推移し、8/3 以降に濃度が高くなり 8/7 に最大 (16.5~22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) となった。

春同様に 2019 年度に比べて濃度が大きく減少していた V は、夏の調査期間も同様に低濃度で推移して最大値は 3.02 ng/m^3 (泉大津) であった (図 17)。

調査期間中の日平均の気温は 27.7~31.2 $^{\circ}\text{C}$ (8 月平年値 29.0 $^{\circ}\text{C}$)、風速は 1.6~3.1 m/S (年間平年値 2.4 m/S)、相対湿度は 62~84 % (年間平年値 63 %) で日ごとの明確な違いはなかった (図 18)。降雨は 7/28、7/30 および 7/31 にあり、日最大雨量は 7/31 の 17.0 mm であった。

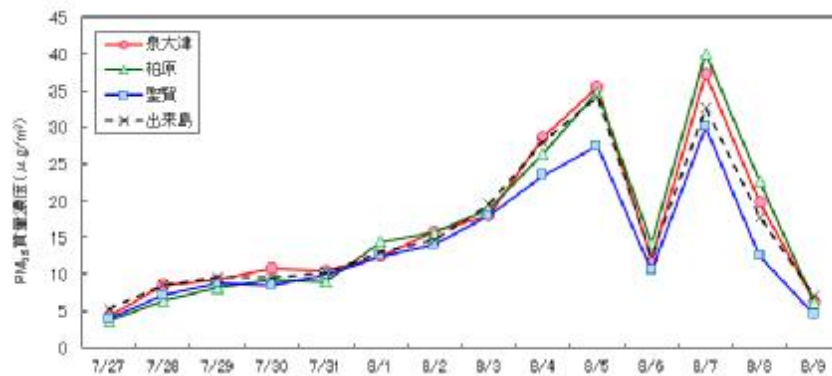


図 14 各地点における PM_{2.5} 質量濃度の経日変化 (夏)

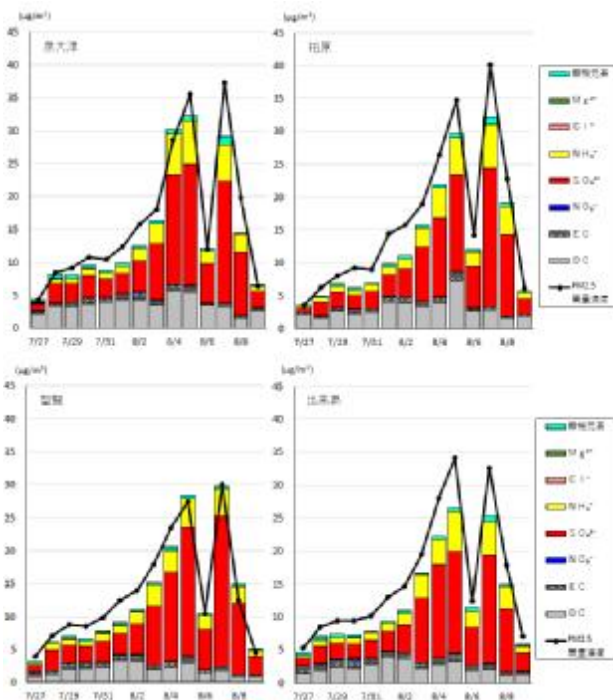


図 15 地点ごとの PM_{2.5} 質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ (夏)

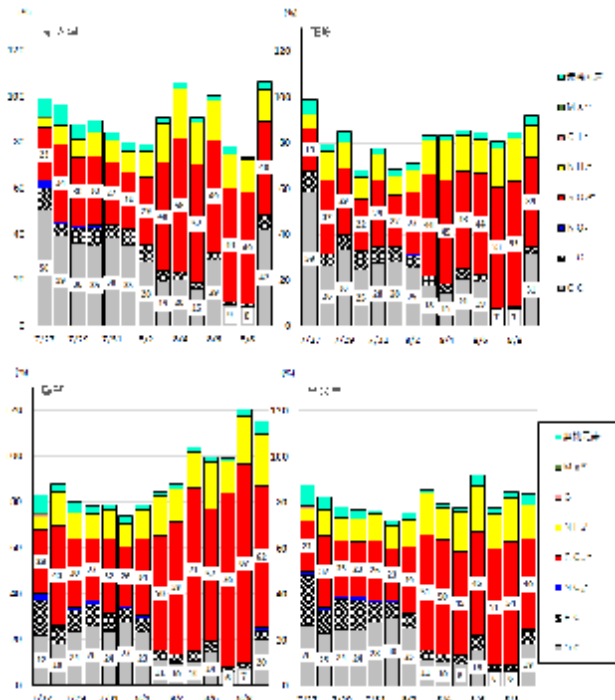


図 16 地点ごとの成分構成割合 (夏)

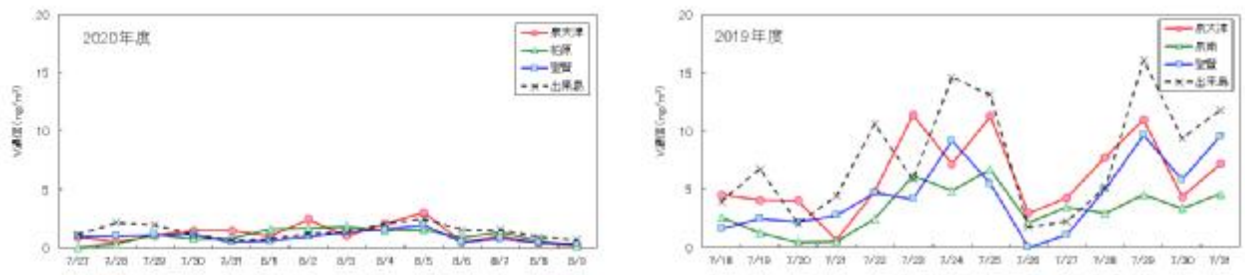


図 17 各地点における V 濃度の日変動（夏）

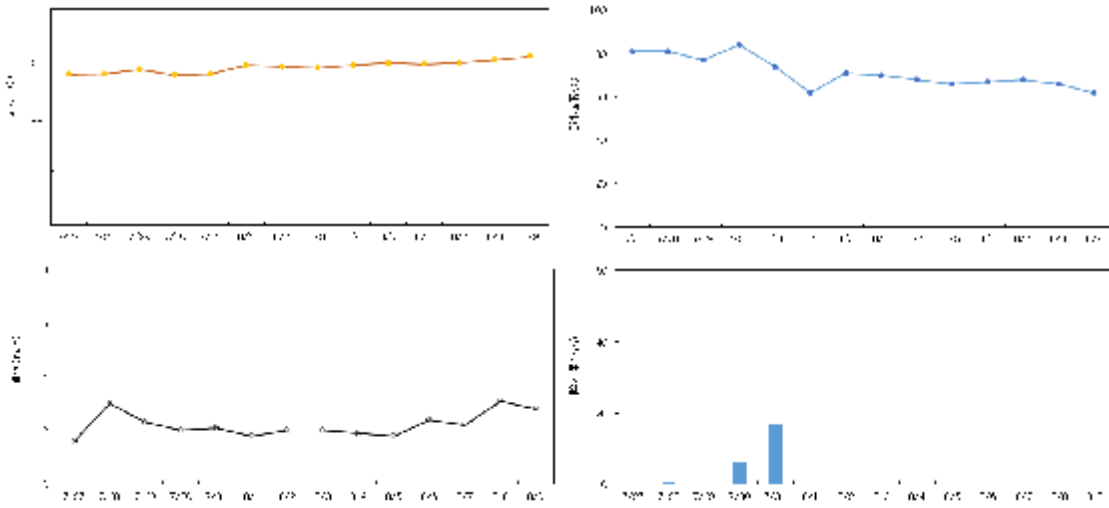


図 18 調査期間中に大阪管区気象台で観測された気温・湿度・風速・降水量（夏）

c 秋

PM_{2.5} 質量濃度が 15 μg/m³ を超過した日は 10/28 で、聖賢および出来島では泉大津および柏原より 5 μg/m³ 程度高かった (図 19)。10/28 以外は 4.6~12.2 μg/m³ で推移した。

成分構成は 4 地点で大きな違いはなかったが、10/28 の聖賢および出来島では特に NO₃⁻ 濃度が他の日より高かった (図 20)。10/29 の聖賢を除き主成分はいずれの地点も OC であった (図 21)。

調査期間中の日平均の気温は 12.2~19.7 °C (10 月平年値 19.5 °C)、風速は 1.1~3.1 m/S (年間平年値 2.4 m/S)、相対湿度は 48~89 % (年間平年値 63 %) で日ごとの明確な違いはなかった (図 22)。降雨は 10/22、10/23 および 11/2 にあり、日最大雨量は 10/22 の 34.5 mm であった。

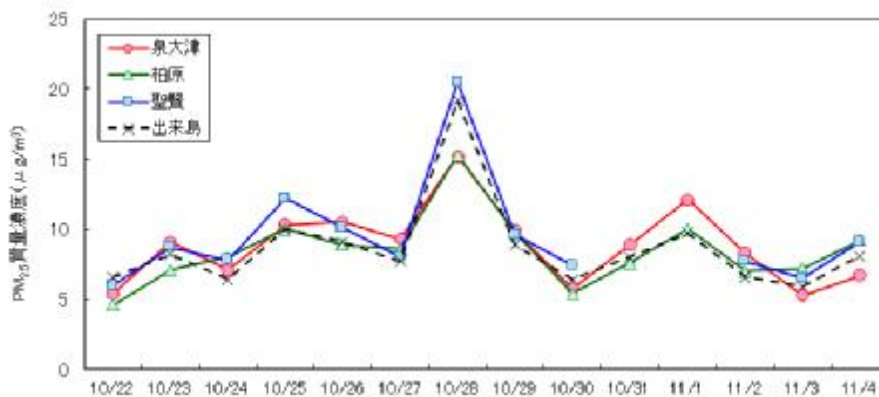


図 19 各地点における PM_{2.5} 質量濃度の経日変化 (秋)

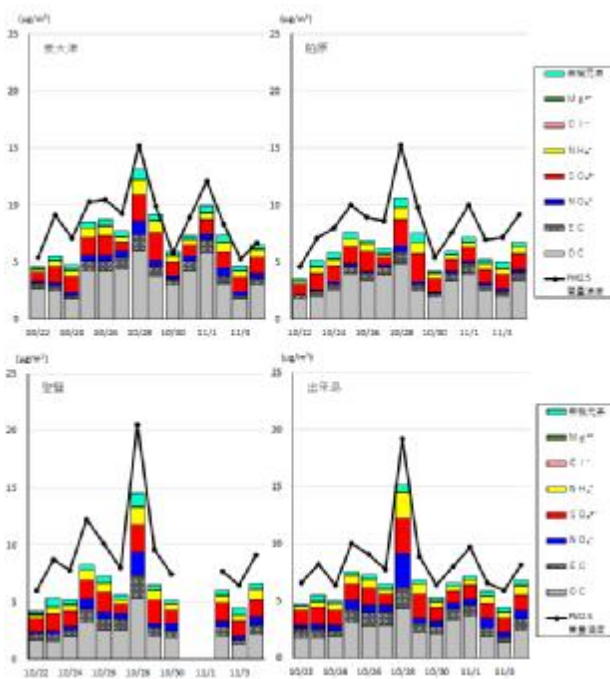


図 20 地点ごとの PM_{2.5} 質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ (秋)

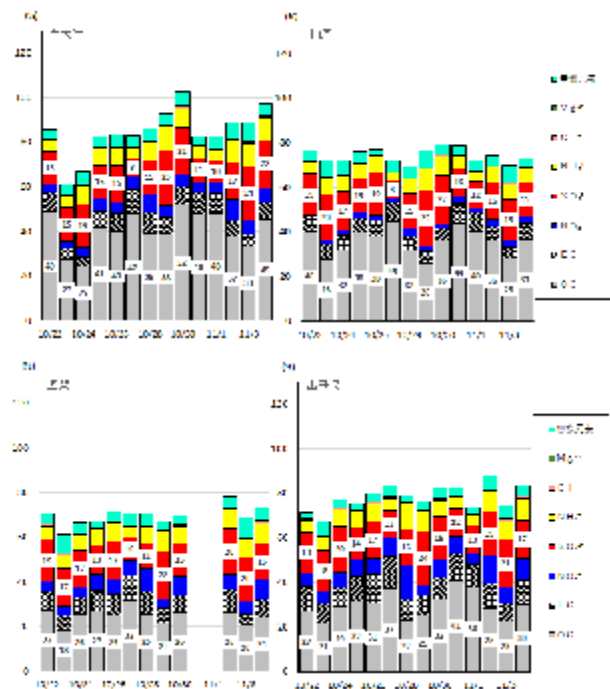


図 21 地点ごとの成分構成割合 (秋)

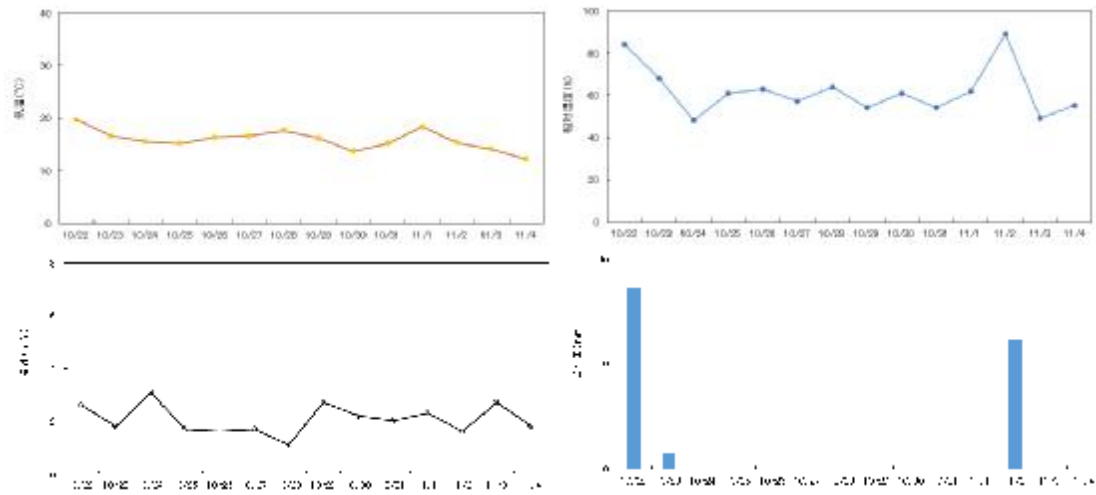


図 22 調査期間中に大阪管区気象台で観測された気温・湿度・風速・降水量（秋）

d 冬

PM_{2.5}質量濃度が15 μg/m³を超過した日(地点)は1/21(泉大津、柏原、出来島)、1/22(泉大津、柏原、聖賢、出来島)および2/1(聖賢)であった(図19)。1/23に急激に濃度が低下した後2/3(1/30および2/1を除く)まで4.3~12.0 μg/m³で推移した。

成分構成は4地点で大きな違いはなかったが、1/22の泉大津ではCl⁻濃度が他の日より高かった(図24)。主成分はいずれの地点もOCあるいはSO₄²⁻であった(図25)。上述のPM_{2.5}質量濃度が15 μg/m³を超過した日(地点)はNO₃⁻濃度が冬季平均値(1.3~1.9 μg/m³)より高く、PM_{2.5}に占める割合が20%前後(冬季平均:13~17%)であった。冬はNO₃⁻濃度の上昇がPM_{2.5}質量濃度上昇の原因であったと考えられた。

調査期間中の日平均の気温は2.9~14.1℃(1月平年値6.2℃)、風速は0.9~4.1 m/S(年間平年値2.4 m/S)、相対湿度は48~89%(年間平年値63%)で、1/29は調査期間中の最低気温で風速は最大値であった(図26)。降雨は1/21~1/24、1/26および2/1にあり、日最大雨量は1/23の24.5 mmであった。1/23にPM_{2.5}質量濃度が低下したのは降雨の影響が考えられた。

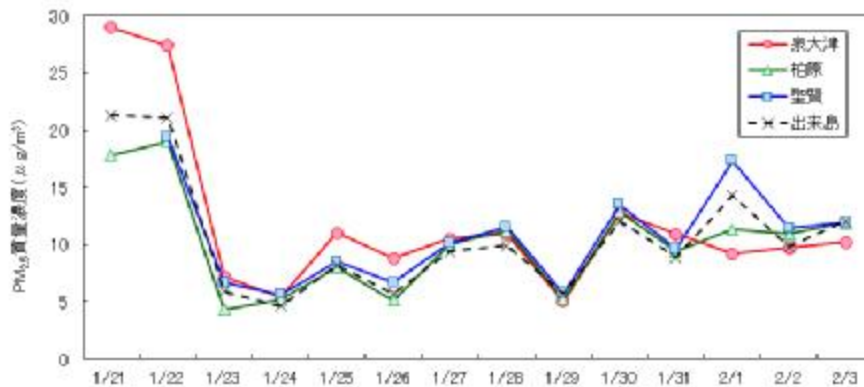


図23 各地点におけるPM_{2.5}質量濃度の経日変化(冬)

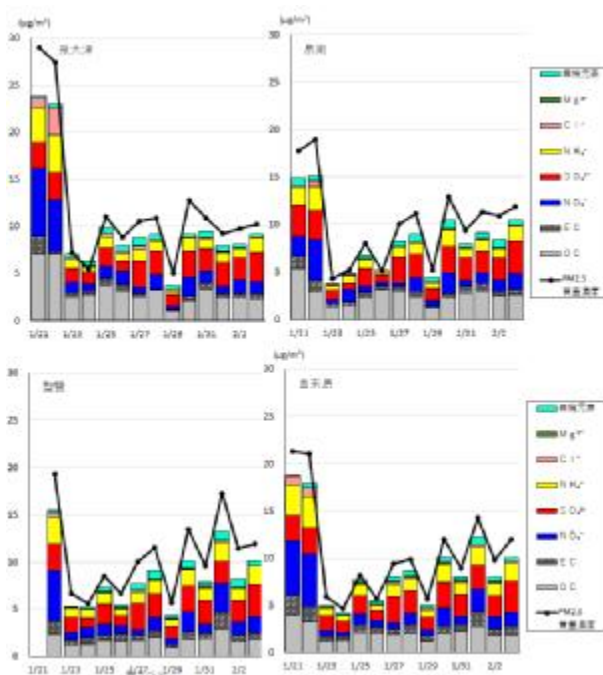


図24 地点ごとのPM_{2.5}質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ(冬)

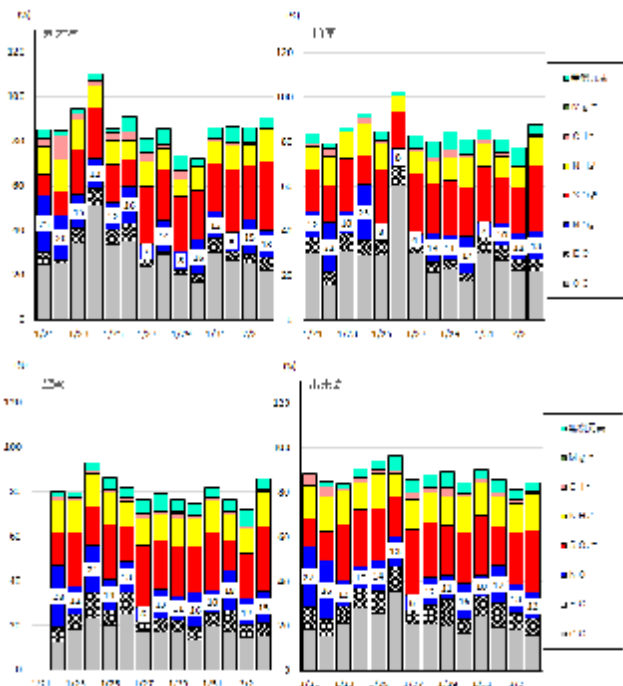


図25 地点ごとの成分構成割合(冬)

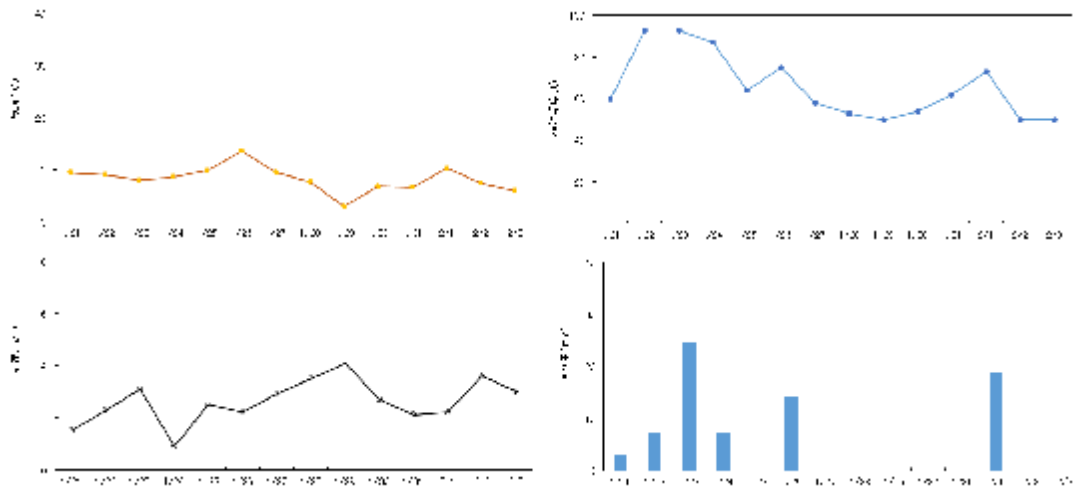


図 26 調査期間中に大阪管区気象台で観測された気温・湿度・風速・降水量（冬）

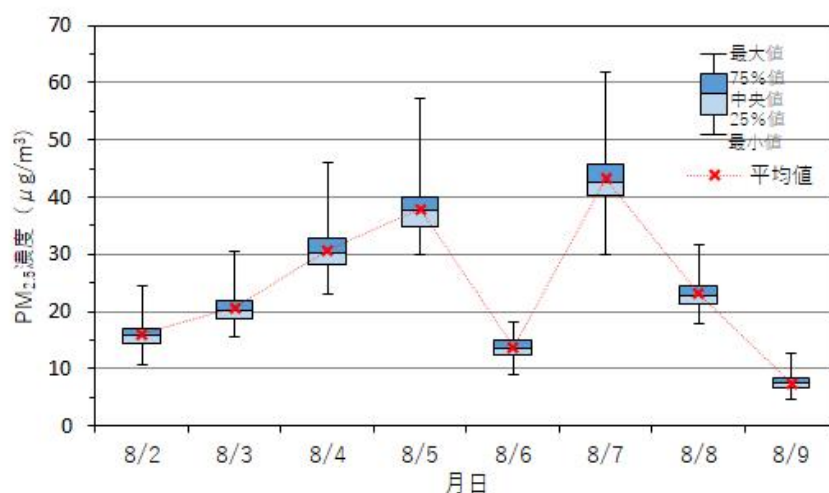
(3) 夏季のPM_{2.5}高濃度事例(8月4日から7日)

①はじめに

2020年8月4日から7日(6日除く)にかけて、大阪府内の複数の測定局において、PM_{2.5}日平均濃度が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した(図27)。8月7日は府内55局のPM_{2.5}濃度の平均値が43.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と特に高かった。8月2日から8日にかけては九州から東北地方の複数の地点でPM_{2.5}が高濃度となり、大規模なPM_{2.5}高濃度事例が全国的に観測された(図28)。2日に九州・山陰地方の日本海側で濃度が高くなり、5日にかけて西から順に濃度が上昇し、高濃度域は東北地方にまで達した。6日に再び九州・山陰地方の日本海側で濃度が高くなり、7日は瀬戸内海周辺に、8日には中部地方にまで高濃度域が移った。

夏季に広域で観測された最近の事例は、2018年7月の九州から北陸で観測されたPM_{2.5}高濃度である。山村らによる成分測定およびシミュレーションによる解析結果から、桜島から噴出したSO₂および生成したSO₄²⁻が太平洋高気圧の縁辺流に沿って九州西方海上を經由して日本海側に輸送され、九州から北陸の広域にわたるPM_{2.5}高濃度事例を引き起こしたとされている⁴。本事例も同様に、夏季に特徴的な太平洋高気圧の北西の縁に日本列島全体が覆われた気象条件下で(図29)、その縁辺流に沿って、2019年12月の噴火再開以降、活発な噴火活動を継続していた小笠原諸島西之島の噴煙⁵が、九州地方をはじめ日本列島に流れ込んだことがPM_{2.5}高濃度の主な要因である可能性が指摘されている^{6,7,8,9}。

本事例について、大阪府および府内の政令市のPM_{2.5}成分分析結果を用いて、府内の汚染状況に関して解析を行った。



※各日の濃度は11時から翌日10時までの平均値とした。

※大阪府内の大気汚染常時監視測定局55局のデータを使用した。

図27 大阪府内における2020年8月2日～9日のPM_{2.5}日平均濃度(自動測定機)の推移

⁴ 山村由貴, 新谷俊二, 力寿雄, 中川修平, 王哲, 鶴野伊津志; 大気環境学会, 55(4), 169–181 (2020).

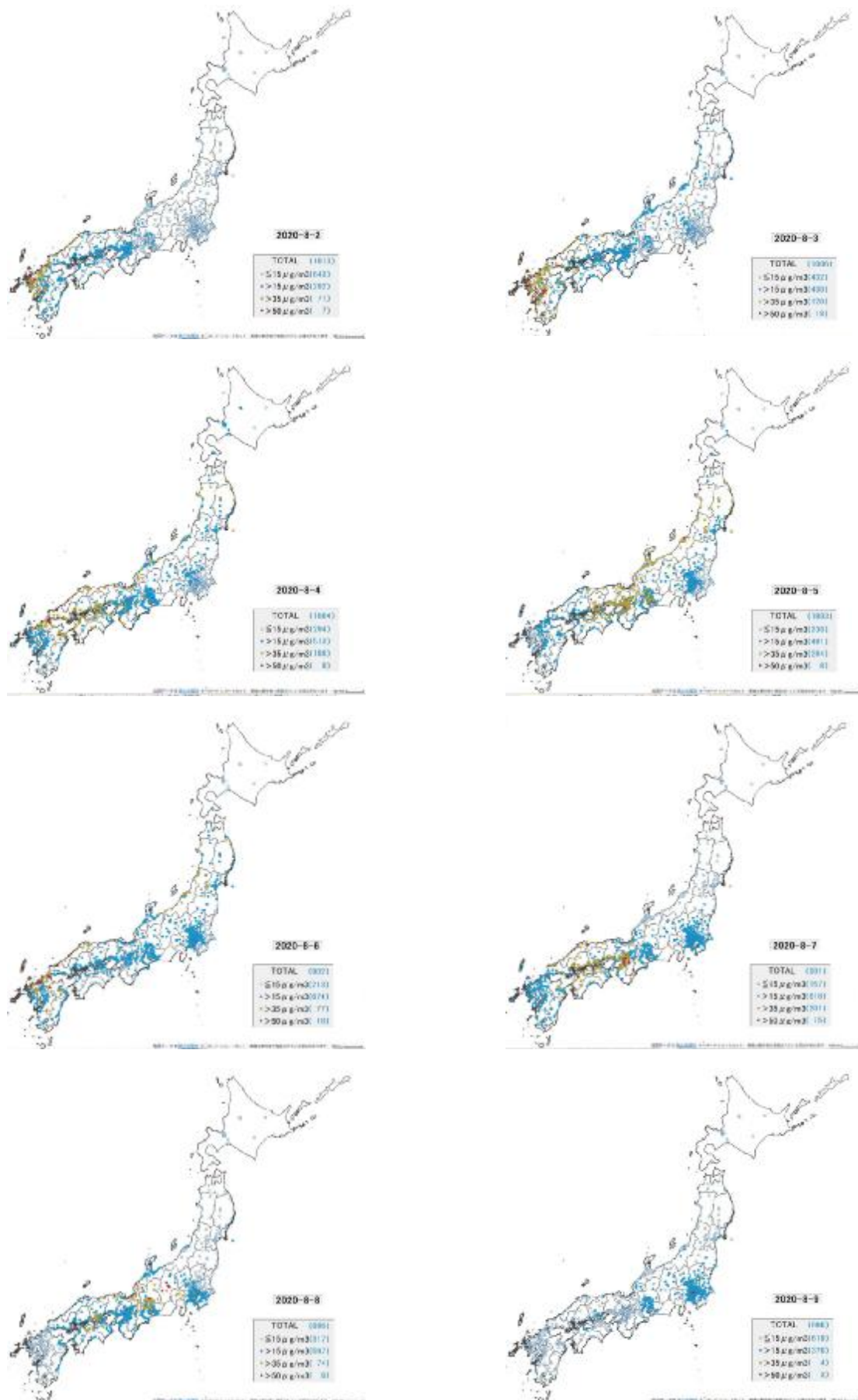
⁵ 気象庁; 西之島の火山活動解説資料(令和2年8月).

⁶ 日本気象協会; <https://tenki.jp/forecaster/watarumatsui/2020/08/04/9257.html> (2021.11.29 アクセス)

⁷ ウェザーニュース; <https://weathernews.jp/s/topics/202008/050205/> (2021.11.29 アクセス)

⁸ 竹村俊彦; <https://news.yahoo.co.jp/byline/takemuratoshihiko/20200807-00192063/> (2021.11.29 アクセス)

⁹ 福岡大学; <https://www.fukuoka-u.ac.jp/fukudaism/coalition/20/08/15933.html> (2021.11.29 アクセス)



※各日の濃度は、環境省大気汚染物質広域監視システムそらまめ君 (<http://soramame.taiki.go.jp/>) から入手した速報値を使用し、11時から翌日10時までの平均値とした。
 () の数値は測定局数を示す。

※地図表示は、国立環境研究所と地方環境研究所とのII型共同研究における環境系データ解析支援ソフト「見え見えくん」(国立環境研究所開発)を使用した。

図 28 全国における 2020 年 8 月 2 日～9 日の PM_{2.5} 日平均濃度分布

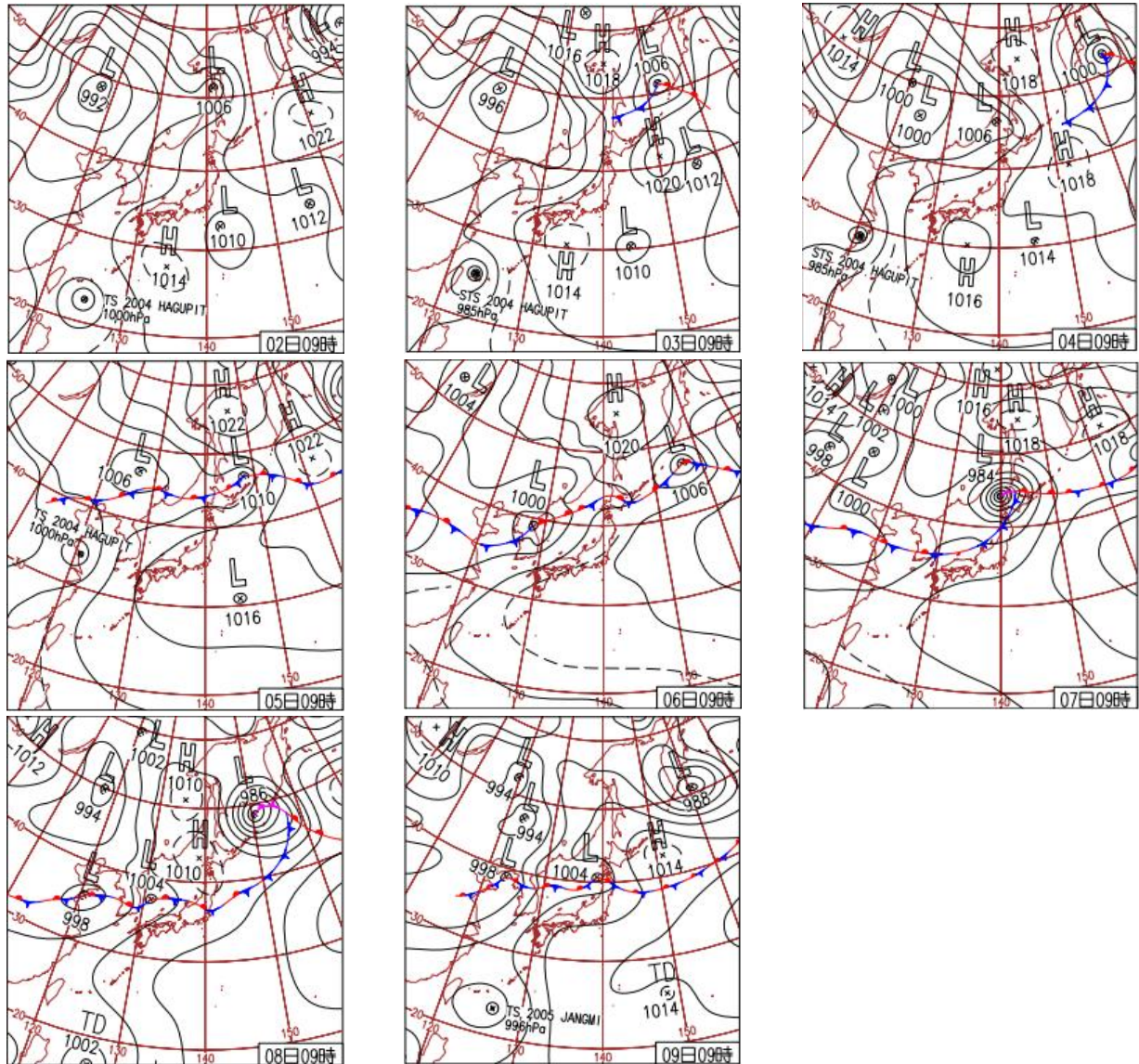


図 29 2020 年 8 月 2 日～9 日の天気図（気象庁 日々の天気図）

②方法

泉大津および柏原に大阪府内政令市の地点を加えた 13 地点（表 8）の 7/29～8/7（豊中は 7/29～8/5）の PM_{2.5} 成分分析結果および大気汚染常時監視測定結果を用いた。後方流跡線解析には NOAA HYSPLIT Trajectory Model を使用した。

表 8 解析に用いた測定地点

| 所管 | 測定局名 | 局属性 | 緯度 | | | 経度 | | | 捕集装置 | 捕集時間 | 表記名 |
|------|----------------|-----|----|----|----|-----|----|----|----------------|--------|------|
| | | | 度 | 分 | 秒 | 度 | 分 | 秒 | | | |
| 高槻市 | 庄所 | 一般 | 34 | 50 | 15 | 135 | 36 | 53 | LV-250R、LV-250 | 10-9時 | 高槻 |
| 高槻市 | 高槻市役所 | 自排 | 34 | 50 | 43 | 135 | 37 | 1 | LV-250R | 10-9時 | 高槻R |
| 吹田市 | 吹田市北消防署 | 一般 | 34 | 48 | 42 | 135 | 31 | 1 | FRM2025 | 12-11時 | 吹田 |
| 吹田市 | 吹田簡易裁判所 | 自排 | 34 | 45 | 23 | 135 | 31 | 17 | FRM2025 | 12-11時 | 吹田R |
| 寝屋川市 | 寝屋川市役所 | 一般 | 34 | 45 | 58 | 135 | 37 | 41 | Model 2025i | 11-10時 | 寝屋川 |
| 豊中市 | 豊中市千成 | 一般 | 34 | 44 | 15 | 135 | 28 | 27 | Model2025 i | 10-9時 | 豊中 |
| 大阪市 | 出来島小学校 | 自排 | 34 | 42 | 14 | 135 | 26 | 13 | MCAS-SJ-A1 | 10-9時 | 大阪R |
| 大阪市 | 聖賢小学校 | 一般 | 34 | 41 | 51 | 135 | 32 | 33 | Model2025 i | 10-9時 | 大阪 |
| 東大阪市 | 東大阪市環境衛生検査センター | 自排 | 34 | 40 | 5 | 135 | 35 | 51 | Model2025 i | 10-9時 | 東大阪R |
| 八尾市 | 八尾市保健所 | 一般 | 34 | 37 | 32 | 135 | 36 | 8 | Model2025 i | 11-10時 | 八尾 |
| 大阪府 | 府立修徳学院 | 一般 | 34 | 34 | 18 | 135 | 38 | 31 | MCAS-SJ-A1 | 10-9時 | 柏原 |
| 堺市 | 美原丹上 | 自排 | 34 | 33 | 11 | 135 | 33 | 53 | Model2025 i | 10-9時 | 堺R |
| 大阪府 | 泉大津市役所 | 一般 | 34 | 30 | 16 | 135 | 24 | 38 | Model2025PLUS | 10-9時 | 泉大津 |

③解析結果

大阪府内の高濃度日における 13 地点の $PM_{2.5}$ 質量濃度は、8/4 が $23.4 \sim 28.6 \mu g/m^3$ 、8/5 が $27.4 \sim 38.8 \mu g/m^3$ 、8/7 が $30.1 \sim 41.7 \mu g/m^3$ と 3 日間の中では 8/7 が高い傾向にあった (図 30)。この前後の期間も含めた $PM_{2.5}$ 濃度の時間値は、8/4 から増加しはじめ、8/5 の 4 時頃から 8/6 の 10 時頃までは多くの地点で $35 \mu g/m^3$ を超過する状況にあった。8/6 の 11 時頃から減少し 8/7 の 1 時から 10 時の濃度は $10 \mu g/m^3$ 程度であった。その後、再び濃度が急激に増加し、8/7 の 17 時に $48.4 \mu g/m^3$ (9 地点平均) となった。21 時にかけて $35 \mu g/m^3$ 程度まで減少した後、高槻以外の地点では $50 \mu g/m^3$ 程度まで濃度が増加し、8/8 の 10 時頃から減少に転じた (図 31)。 $PM_{2.5}$ の成分構成は地点による違いはなく、いずれの地点も SO_4^{2-} 濃度が顕著に高かった。13 地点 (8/7 は 12 地点) の SO_4^{2-} 濃度の平均値は、8/4、8/5、8/7 においてそれぞれ $13.6 \mu g/m^3$ 、 $16.8 \mu g/m^3$ 、 $20.3 \mu g/m^3$ で、泉大津の 2016 年から 2020 年の夏季平均値 ($4.7 \mu g/m^3$) と比べても高かった。 $PM_{2.5}$ 濃度に占める SO_4^{2-} 濃度の割合は 8/3 から (平均 49%) 高くなり、8/2 まで (平均 25%) と比べて 2 倍程度増加し (図 32)、 SO_4^{2-} 濃度の増加により $PM_{2.5}$ 質量濃度が高くなったと考えられた。後方流跡線解析で泉大津に到達した気流の方向を推定したところ、8/5 までは南西から大気が流れてきていたが、8/6 以降は南の太平洋方面からも大気が流れていた (図 33)。なお、噴火が確認されている西之島は泉大津からみて南南西の方角に位置している。

検出下限値未満の値が多かった Sc、Co、Cs、Sm、Hf、Ta、Th を除く無機元素の中で、夏季の高濃度日以外の平均値に比べて高濃度日に 3 倍以上濃度が高かった項目は、8/5 は Al、Co、Ni、W、8/7 は Al、Si、Ca、Sc、Ti であった (図 34)。Al、Si、Ca、Sc、Ti は土壌成分の指標に用いられ、これらの無機元素は火山ガスとともに移流してきたと考えられた。8/7 の Al、Si、Sc 濃度は 8/5 の 2 倍以上高かった。

以上より、日本列島に流れ込んだとされる噴煙の影響は大阪府内の全域に及び、8/4、8/5 および 8/7 に大阪府内で起こった $PM_{2.5}$ 高濃度の主な要因であり、その影響は 8/7 が最も大きかったと推測された。

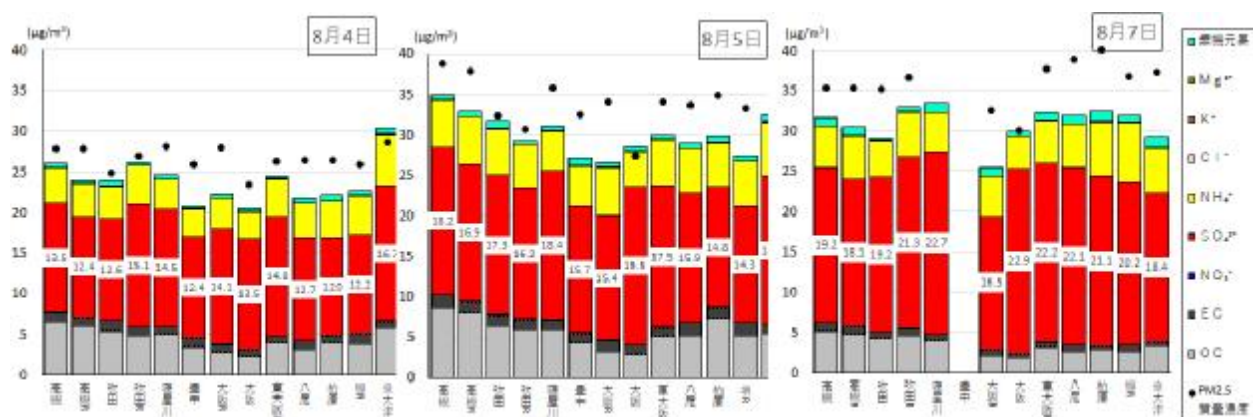


図 30 地点ごとの $PM_{2.5}$ 質量濃度と成分濃度の積み上げグラフ (高濃度日)

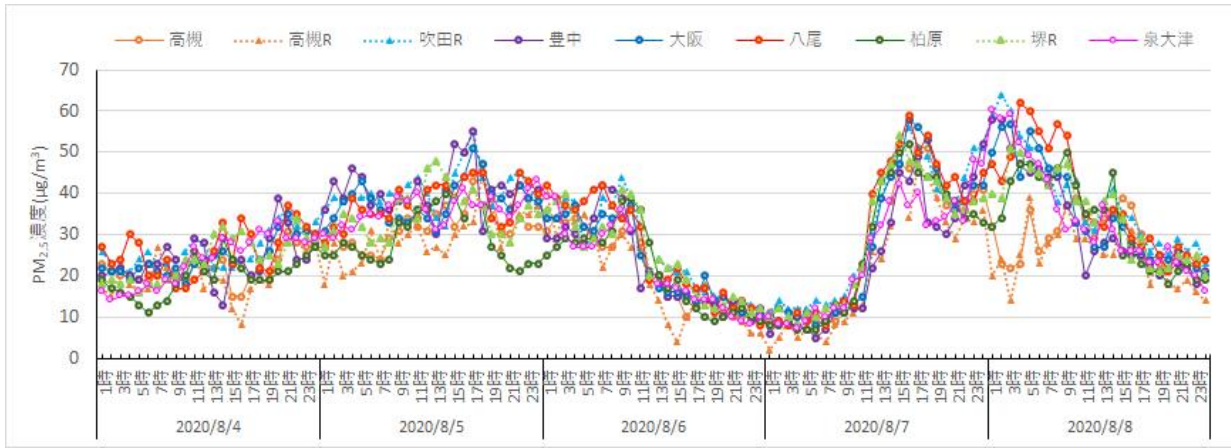


図 31 PM_{2.5} 濃度（自動測定機）の時間変動（8/4～8/8）

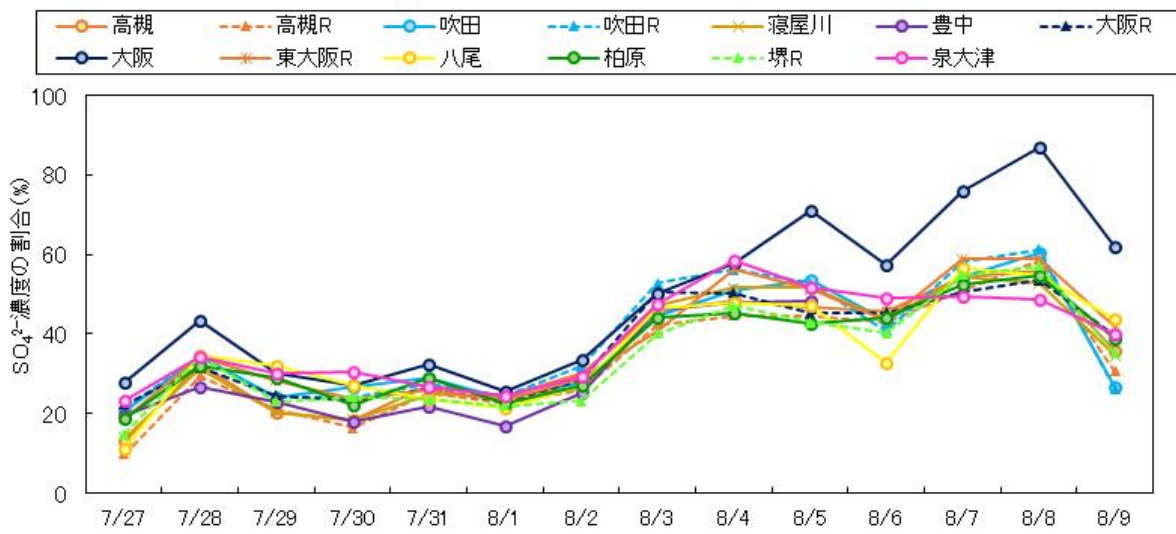


図 32 SO₄²⁻濃度割合の日変動（夏）

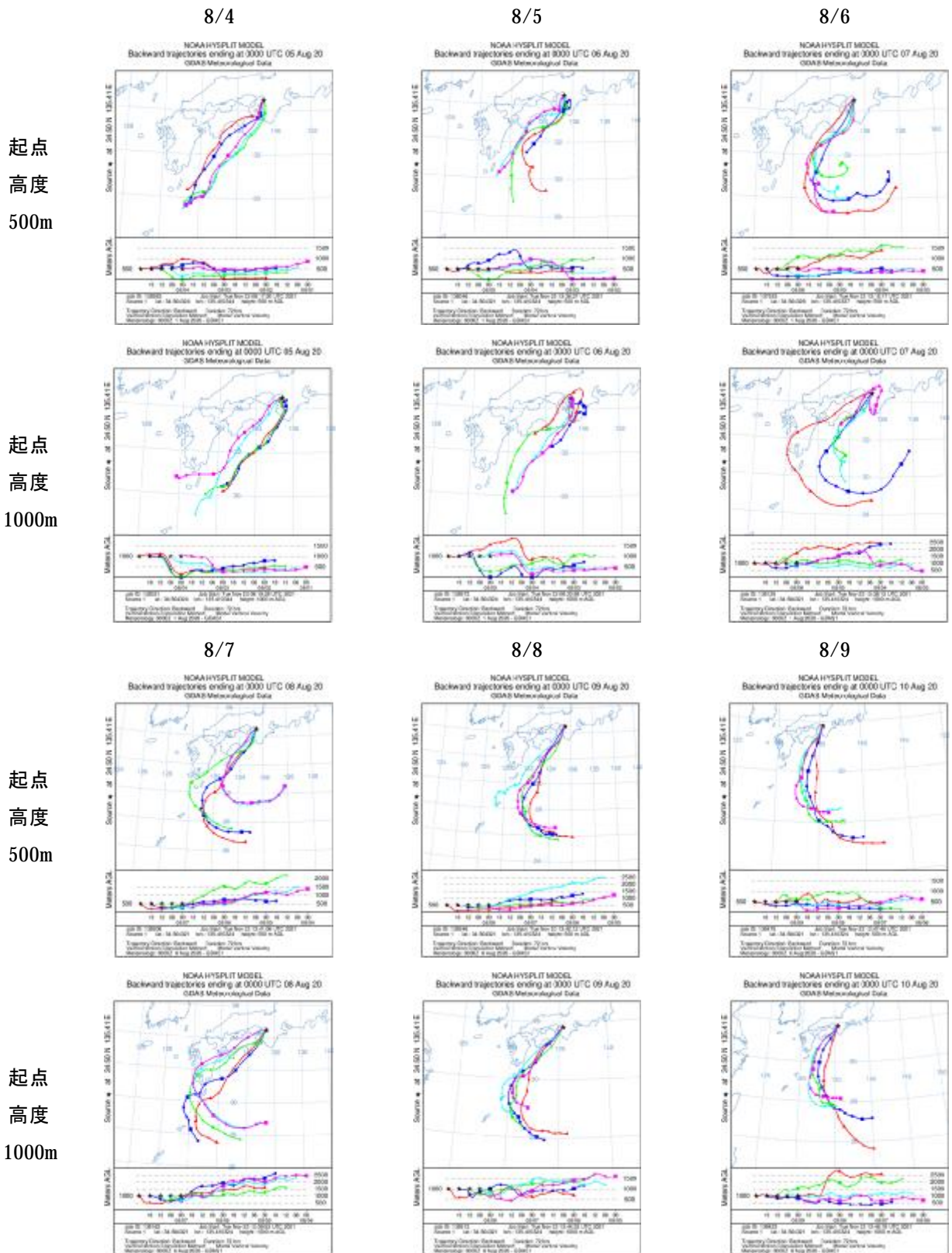


図 33 泉大津の高度 500m および 1000m を起点に 6 時間（9 時（桃色）、15 時（水色）、21 時（緑色）、3 時（青色）、翌日 9 時（赤色））ごとに算出した後方流跡線

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

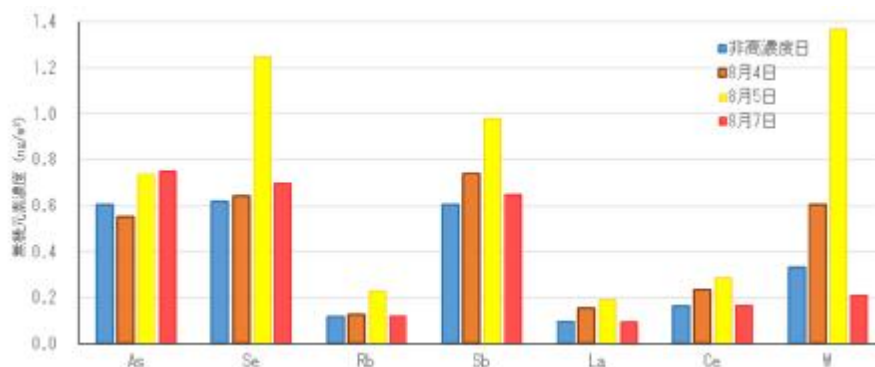
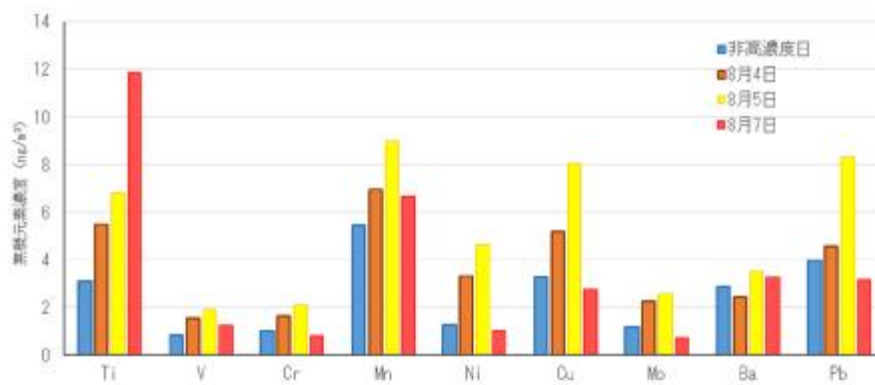
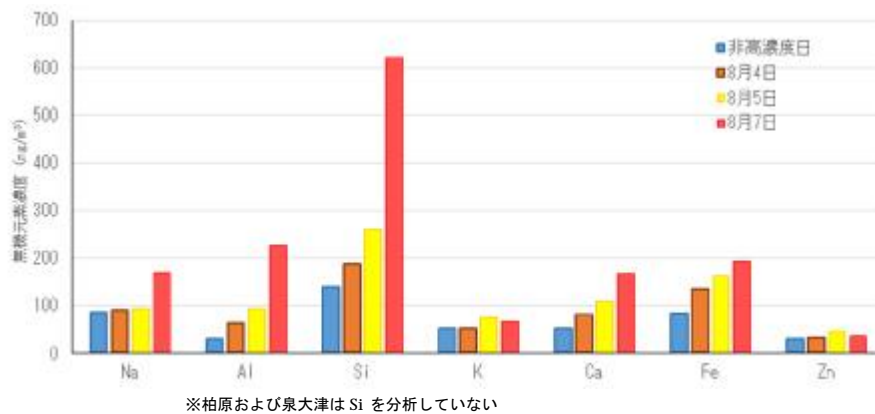
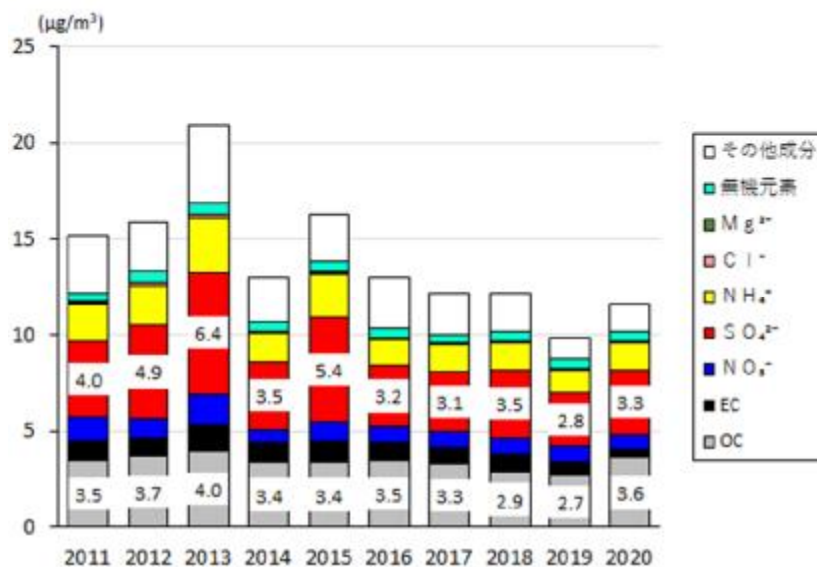


図 34 13 地点における無機元素濃度の平均値 (夏)

(4) 2011年度から2020年度の状況

泉大津において調査を開始した2011年度からの10年間を前半と後半に分けて比較した。期間前半(2011～2015年度)はPM₅質量濃度の平均値が13.0～20.9 μg/m³ (平均値16.3 μg/m³) に対し、期間後半(2016～2020年度)は9.8～13.0 μg/m³ (平均値11.8 μg/m³) で変動し期間前半に比べて有意に減少していた(図35)。この間のOC濃度は2.7～4.0 μg/m³の範囲で推移し減少傾向はみられなかった。一方、SO₄²⁻濃度は期間前半の3.5～6.4 μg/m³ (平均値4.8 μg/m³) に対し、期間後半は2.8～3.5 μg/m³ (平均値3.2 μg/m³) で変動し、前半と後半の濃度に有意差がみられたことから、SO₄²⁻濃度の減少がPM₅質量濃度の減少の要因と考えられた。

PM₅質量濃度の季節平均値は前半の期間平均値に比べ後半(2016～2020年度)は低く、夏を除き有意差がみられた(表9)。成分では、秋のOC、秋・冬のEC、春のNO₃⁻、春・秋・冬のSO₄²⁻およびNH₄⁺、春のAs、春・秋のPbは後半の期間平均値が有意に低かった。これらの成分について、季節平均値の濃度分布をPM₅質量濃度とともに図36に示した。春に石炭燃焼の指標として用いられるAs、PbおよびSO₄²⁻濃度が減少しており、前半の期間に比べて春はPM₅への越境汚染の影響が小さくなったことが示唆された。その一方で、夏はSO₄²⁻およびNH₄⁺濃度の減少がみられなかったことから、PM₅質量濃度の減少もみられなかったと考えられた。



※その他成分は、PM₅質量濃度から成分濃度の和を差し引いたもので、OCに結合している水素・酸素等を含む(OCは炭素のみの濃度)。

図35 泉大津における成分濃度の年平均値の経年変化

表 9 泉大津における PM_{2.5} 質量濃度および成分濃度の季節別期間平均値

| 季節 | 期間 | PM _{2.5} 質量濃度 | 炭素成分 | | イオン成分 | | | | M g ²⁺ | | | | | |
|----|-----------|---------------------------|----------------------|------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|-----|----|------|------|-----|
| | | | OC | EC | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NH ₄ ⁺ | Cl ⁻ | | | | | | |
| | | | (μg/m ³) | | | | | | | | | | | |
| 春 | 2011-2015 | 16.7 | 3.8 | 1.1 | 1.3 | 5.1 | 2.3 | 0.078 | 0.019 | | | | | |
| | 2016-2020 | 13.2 | 3.8 | 0.75 | 0.60 | 3.5 | 1.3 | 0.030 | 0.021 | | | | | |
| 夏 | 2011-2015 | 16.4 | 3.4 | 0.92 | 0.13 | 6.5 | 2.3 | 0.018 | 0.020 | | | | | |
| | 2016-2020 | 12.5 | 3.0 | 0.81 | 0.095 | 4.7 | 1.7 | 0.011 | 0.019 | | | | | |
| 秋 | 2011-2015 | 15.4 | 4.3 | 1.2 | 0.79 | 3.6 | 1.6 | 0.085 | 0.014 | | | | | |
| | 2016-2020 | 9.8 | 3.2 | 0.81 | 0.55 | 1.8 | 0.83 | 0.049 | 0.014 | | | | | |
| 冬 | 2011-2015 | 16.5 | 3.0 | 1.1 | 2.2 | 4.2 | 2.3 | 0.34 | 0.014 | | | | | |
| | 2016-2020 | 11.7 | 2.7 | 0.73 | 2.0 | 2.7 | 1.6 | 0.28 | 0.017 | | | | | |
| 季節 | 期間 | 無機元素 (実施推奨項目を除く) | | | | | | | | | | | | |
| | | Na | Al | K | Ca | Sc | V | Cr | Fe | Ni | Zn | As | Sb | Pb |
| | | (ng/m ³) | | | | | | | | | | | | |
| 春 | 2011-2015 | 100 | 63 | 110 | 44 | 0.040 | 7.3 | 1.9 | 110 | 3.2 | 43 | 1.3 | 1.2 | 11 |
| | 2016-2020 | 130 | 82 | 100 | 46 | 0.021 | 6.6 | 1.3 | 140 | 3.4 | 35 | 0.83 | 0.81 | 5.0 |
| 夏 | 2011-2015 | 130 | 27 | 140 | 18 | 0.037 | 8.6 | 2.7 | 89 | 3.6 | 36 | 1.2 | 0.96 | 7.7 |
| | 2016-2020 | 130 | 35 | 97 | 32 | 0.011 | 5.8 | 1.1 | 85 | 2.3 | 33 | 0.63 | 0.70 | 4.1 |
| 秋 | 2011-2015 | 130 | 46 | 130 | 17 | 0.042 | 2.6 | 1.4 | 94 | 1.9 | 43 | 0.95 | 1.1 | 10 |
| | 2016-2020 | 110 | 41 | 110 | 34 | 0.015 | 2.6 | 1.3 | 100 | 1.9 | 32 | 0.97 | 1.0 | 5.5 |
| 冬 | 2011-2015 | 110 | 33 | 120 | 20 | 0.031 | 3.9 | 2.2 | 110 | 2.8 | 42 | 1.3 | 1.2 | 12 |
| | 2016-2020 | 120 | 36 | 99 | 31 | 0.013 | 2.2 | 1.2 | 100 | 2.1 | 34 | 1.1 | 1.0 | 6.6 |

有意差あり (<0.05)

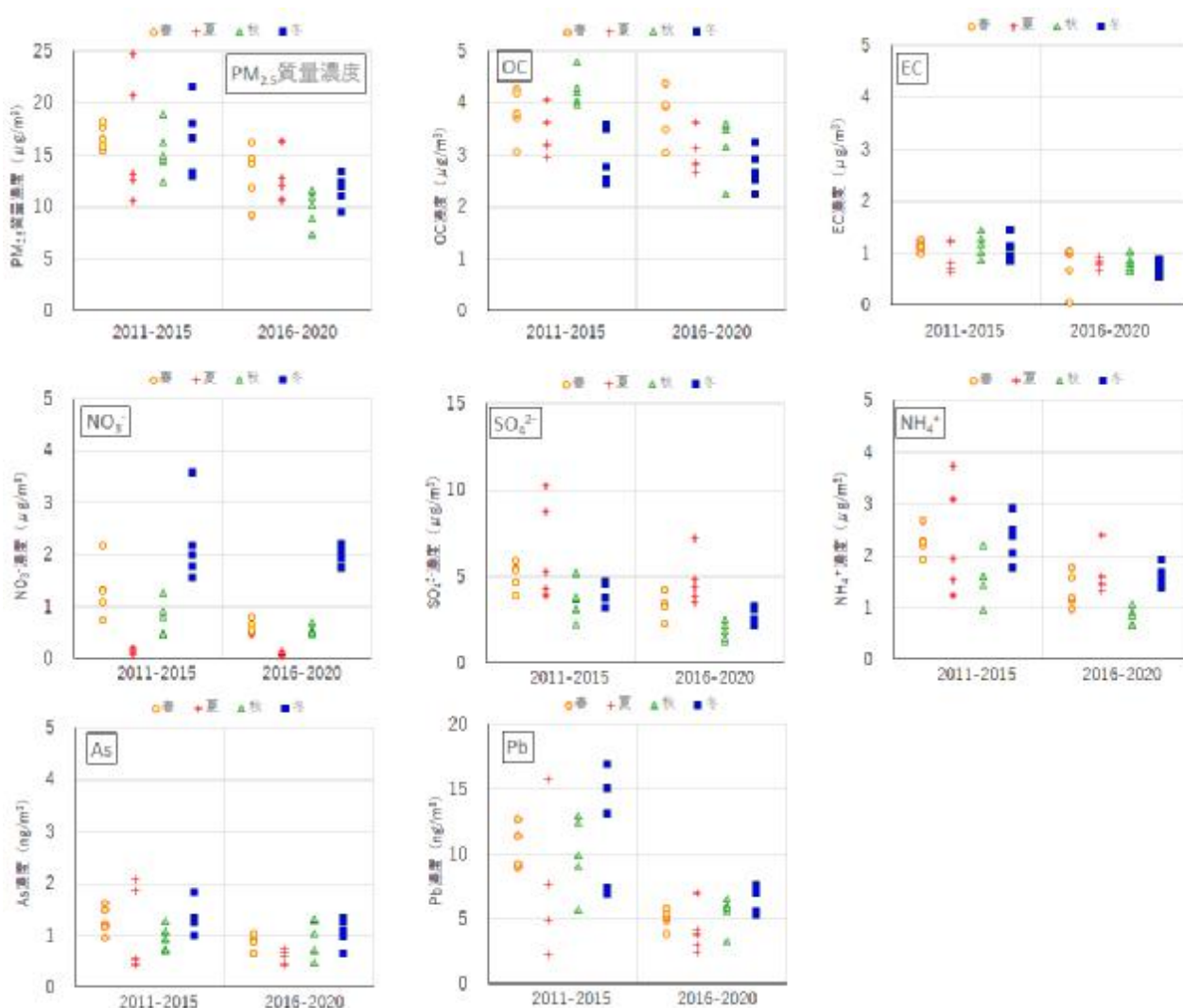


図 36 泉大津における 2011 から 2020 年度の PM_{2.5} および成分の季節平均値の濃度分布

4. まとめ

2020年度は、泉大津・柏原の一般局2地点においてPM_{2.5}の成分分析を実施した。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。

2020年度の調査期間中のPM_{2.5}の特徴は、夏の期間に九州から東北地方までの広範囲で高濃度事例がみられ、50 μg/m³を超過する地点があったことである。日本列島に流れ込んだとされる西之島の噴煙の影響は大阪府内の全域に及び、8/4、8/5 および 8/7 に大阪府内で起こったPM_{2.5}高濃度の主な要因であり、その影響は8/7が最も大きかったと推測された。夏以外の季節は、質量濃度・成分濃度ともにこの10年間では低めの値で、年間の質量濃度は昨年度と同程度であった。

○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、10.7～11.6 μg/m³であった。
- ・ 成分濃度の中ではいずれの地点もOC濃度（2.0～3.6 μg/m³）とSO₄²⁻濃度（3.0～3.3 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、OCが19～31%、SO₄²⁻が27～31%で、泉大津ではOCが、他の3地点ではSO₄²⁻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70～80%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、柏原、聖賢、出来島のいずれにおいても夏に最大（16.4、16.4、13.6、15.9 μg/m³）となった。
- ・ 成分濃度は年平均値同様にいずれの地点・季節もOC濃度とSO₄²⁻濃度が高かった。PM_{2.5}質量濃度の高かった夏はSO₄²⁻の割合が高く、PM_{2.5}の半分程度（41～55%）を占めていた。
- ・ 無機元素は大気中で反応して二次生成することがないため、各種発生源の指標となることが知られている。土壌粒子の指標となるAl, Ca, Scは、聖賢以外の3地点（出来島のSc除く）で夏に最大となり、火山による噴煙の影響が推測された。春の柏原におけるSbの平均値は4地点で最大となり、出火に伴う燃焼の影響と考えられた。
- ・ 2020年度の泉大津におけるPM_{2.5}質量濃度および成分濃度の季節平均値を同地点の過去の値と比較した。2020年度のPM_{2.5}質量濃度の季節平均値は、春・秋・冬は減少傾向にあり、春は10年間で最も低かった。夏は2013・2015年度に続き3番目に高かった。SO₄²⁻およびNH₄⁺濃度はPM_{2.5}質量濃度と同様の傾向を示した。無機元素ではV濃度がいずれの季節においても10年間で最も低く、特に春および夏は2019年度に比べて約80%低下し、2020年1月に強化された船舶燃料油中の硫黄分含有量規制（3.5%→0.50%）の効果により石油燃焼の影響が低下した可能性が考えられた。

○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8/5および8/7の2日間であった。
- ・ 春：PM_{2.5}質量濃度が15 μg/m³を超過した日（地点）は、5/14（柏原、聖賢）、5/25（柏原）、5/26（泉大津）であった。成分構成は4地点で大きな違いはなかったが、5/19、5/26および5/27の主成分はいずれの地点もSO₄²⁻で、その他の日はOCであった。SO₄²⁻はいずれの地点も5/14～

5/25の間は年平均よりも低い濃度で推移し、この間の最大値は $3.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (泉大津) であった。

- 夏：調査期間中の $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度は、いずれの地点も 7/27 から徐々に上昇し、8/5 に泉大津では $35.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ まで上昇し、8/6 に下降したのち、再び 8/7 (泉大津 $37.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、柏原 $40.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) に上昇した。 SO_4^{2-} 濃度は $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度の日変動と類似していた。いずれの地点も 7/27~8/2 の間は $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の低濃度で推移し、8/3 以降に濃度が高くなり 8/7 に最大 ($16.5\sim 22.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) となった。春同様に 2019 年度に比べて濃度が大きく減少していた V は、夏の調査期間を通して低濃度で推移して最大値は $3.02 \text{ng}/\text{m}^3$ (泉大津) であった。
- 秋： $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日は 10/28 で、聖賢および出来島では泉大津および柏原より $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度高かった。10/28 以外は $4.6\sim 12.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移した。成分構成は 4 地点で大きな違いはなかったが、10/28 の聖賢および出来島では特に NO_3^- 濃度が他の日より高かった。10/29 の聖賢を除き主成分はいずれの地点も OC であった。
- 冬： $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日(地点)は 1/21 (泉大津、柏原、出来島)、1/22 (泉大津、柏原、聖賢、出来島) および 2/1 (聖賢) であった。1/23 に急激に濃度が低下した後 2/3(1/30 および 2/1 除く) まで $4.3\sim 12.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移した。成分構成は 4 地点で大きな違いはなかったが、1/22 の泉大津では Cl⁻ 濃度が他の日より高かった。主成分はいずれの地点も OC あるいは SO_4^{2-} であった。 $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日(地点)は NO_3^- 濃度の割合が冬季平均値 (13~17%) より高く 20% 前後であった。冬は NO_3^- 濃度の上昇が $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度上昇の原因であったと考えられた。

○2011 年度から 2020 年度の状況

- 泉大津において調査を開始した 2011 年度からの 10 年間で前半(2011~2015 年度)と後半(2016~2020 年度)に分けて比較した。
- 期間前半は $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度の平均値が $13.0\sim 20.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値 $16.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) に対し、期間後半は $9.8\sim 13.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値 $11.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) で変動し期間前半に比べて有意に減少していた。
- 10 年間の OC 濃度は $2.7\sim 4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で推移し減少傾向はみられなかった。一方、 SO_4^{2-} 濃度は期間前半の $3.5\sim 6.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値 $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) に対し、期間後半は $2.8\sim 3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値 $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) で変動し、前半と後半の濃度に有意差がみられたことから、 SO_4^{2-} 濃度の減少が $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度の減少の要因と考えられた。
- $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度の季節平均値は前半の期間平均値に比べ後半は低く、夏を除き有意差がみられた。
- 成分では、秋の OC、秋・冬の EC、春の NO_3^- 、春・秋・冬の SO_4^{2-} および NH_4^+ 、春の As、春・秋の Pb は後半の期間平均値が有意に低かった。春に石炭燃焼の指標として用いられる As、Pb および SO_4^{2-} 濃度が減少しており、前半の期間に比べて春は $\text{PM}_{2.5}$ への越境汚染の影響が小さくなったことが示唆された。その一方で、夏は SO_4^{2-} および NH_4^+ 濃度の減少がみられなかったことから、 $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度の減少もみられなかったと考えられた。