

# 微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分分析調査（2024年度）

豊田雄一郎 石井克巳 堀本泰秀 高橋洋平<sup>1)</sup> 押尾秀  
(1:現環境生活部温暖化対策推進課)

## 1 調査目的

2009年9月に微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の環境基準が設定されたことにより、2010年3月に大気汚染防止法の常時監視に関する事務処理基準が改正され、地方公共団体によるPM<sub>2.5</sub>の常時監視が義務付けられた。この常時監視には自動測定機による質量濃度の測定に加え、地域の実情に応じた効果的な対策を進める目的で成分調査（四季ごと、各季2週間）の実施が規定されている。千葉県では2024年度も引き続き3地点で成分分析調査を実施した。

## 2 調査方法

### 2・1 調査地点

図1に示した市原岩崎西、勝浦植野、富津下飯野の3地点で試料採取を行った。市原及び富津はPM<sub>2.5</sub>の濃度が比較的高い地点であるのに対し、勝浦はバックグラウンドとして位置付けられる地点である。



図1 調査地点

### 2・2 調査期間

春季：2024年5月9日～2024年5月23日

夏季：2024年7月18日～2024年8月1日

秋季：2024年10月17日～2024年10月31日

冬季：2025年1月16日～2025年1月30日

なお、冬季の市原で欠測が発生したため、市原のみ2025年1月31

日まで採取を行い、対象項目が全て揃って14日間分の検体を分析できるようにした。

### 2・3 調査方法

#### 2・3・1 試料採取

環境省「大気中微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分測定マニュアル」に準拠し、以下の条件で実施した。

- ・試料採取装置：FRM2025i（勝浦、富津）又はMCAS-SJ-A1（市原）各地点2台
- ・使用フィルター：PTFE及び石英
- ・試料採取時間：24時間採取（10時開始）

#### 2・3・2 質量濃度及び成分分析

環境省「大気中微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分測定マニュアル」に準拠し、以下の条件で実施した。

- ・質量濃度：PTFEフィルター：温度 $21.5 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $35 \pm 5\%$ の条件下で秤量
- ・成分分析：①イオン成分（石英フィルター）：イオンクロマトグラフ法  
②炭素成分（石英フィルター）：熱分離・光学補正法  
③無機元素（PTFEフィルター）：ICP-MS法  
④レボグルコサン（石英フィルター）：GC-MS法  
⑤水溶性有機炭素（WSOC）成分（石英フィルター）：TOC計による方法

### 3 調査結果

#### 3・1 PM<sub>2.5</sub> 及び主要 6 成分濃度

図 2 に PM<sub>2.5</sub> 及び主要 6 成分 (元素状炭素 (EC)、有機炭素 (OC)、硝酸イオン、硫酸イオン、アンモニウムイオン、無機元素) の四季ごとの平均値を示した。なお、無機元素については「微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分分析ガイドライン」に示された 30 種の元素のうち Si を除いた 29 種の元素の合計値で示した。

PM<sub>2.5</sub> 濃度は勝浦が最も低く、市原、富津との濃度差は最大で 3.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (秋季の富津と勝浦)、最小で 1.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (春季の富津と勝浦) で

あった。市原と富津において春季と夏季は市原の方が高く、秋季と冬季は富津の方が高くなっていた。年間を通じて最も濃度が高かったのは夏季の市原における 12.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  で、年平均値の環境基準 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した季平均値はなかった。

成分量としては、PM<sub>2.5</sub> 濃度に対して主要 6 成分が冬季で 8 割程度、それ以外の季では 6~8 割程度を占めた。春季は 3 地点とも OC が最も多く 22~26% を占め、2 番目に硫酸イオンが多く 22% を占めていた。夏季は 3 地点とも硫酸イオンが最も多く 29~31% を占め、2 番目に OC が多く 23~28% を占めていた。秋季は 3 地点とも OC が最も多く 26~31% を占め、2 番目に硫酸イオンが多く 18~20% を占めていた。冬季は市原で硝酸イオンが最も多く 21% を占め、2 番目に OC が多く 20% を占めていた。勝浦では OC が最も多く 24% を占め、2 番目に硫酸イオンが多く 22% を占めていた。富津では硝酸イオンが最も多く 22% を占め、2 番目に硫酸イオンが多く 19% を占めていた。2023 年度と比べて PM<sub>2.5</sub> 濃度は夏季に高めであり、冬季に若干高め、春季と秋季に若干低めであった。

#### 3・2 主な無機元素の濃度

主な無機元素として 7 成分 (Al, Ca, Ti, Zn, V, Cr, Pb) の四季ごとの平均値を図 3 に示した。土壌系の影響の強い 3 元素 (図 3 左) の濃度については、他地点に比べて市原で高い値を示し、人為的発生源影響の強い 4 元素 (図 3 右) については、夏季~冬季にかけて市原及び富津で高い値を示す傾向が見られた。また、全ての項目及び季節において、市原及び富津が勝浦よりも濃度が高い傾向が見られた。

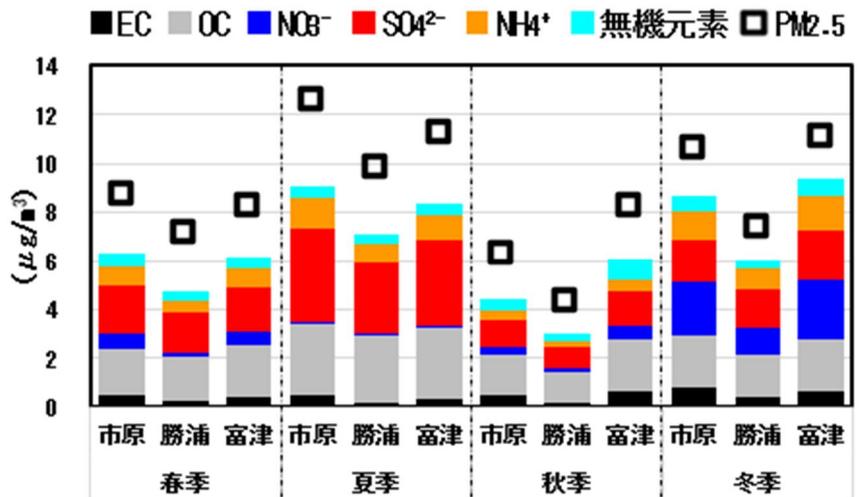


図 2 PM<sub>2.5</sub> 及び主要 6 成分濃度

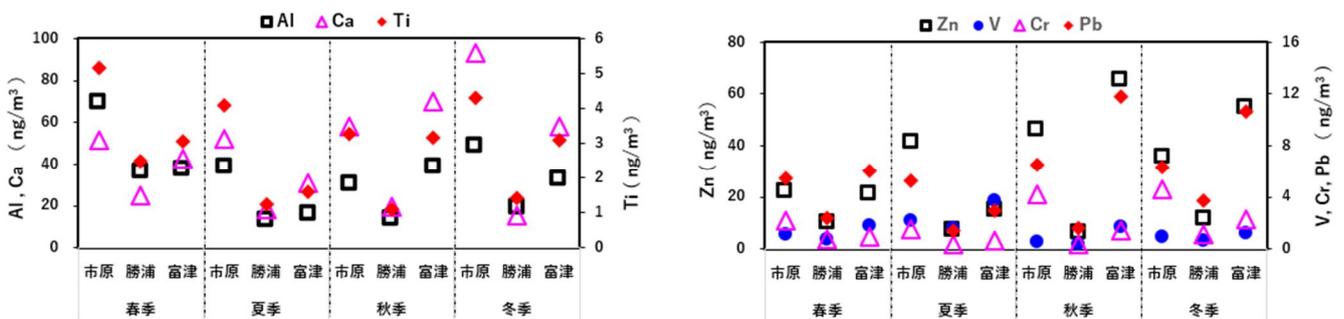


図 3 無機元素濃度

### 3・3 有機成分の濃度

レボグルコサン、WSOC、シュウ酸（シュウ酸イオンとして分析）の3つの有機成分の四季ごとの平均値を図4に示した。レボグルコサン濃度は秋季及び冬季が高く、春季及び夏季は低かった。WSOC濃度は夏季が高く、秋季がやや低かった。シュウ酸は春季及び夏季が高く、秋季及び冬季は低かった。勝浦は市原及び富津よりもWSOCとシュウ酸濃度は低めの傾向だが、レボグルコサン濃度は全季節で他の2地点より高い値を示した。

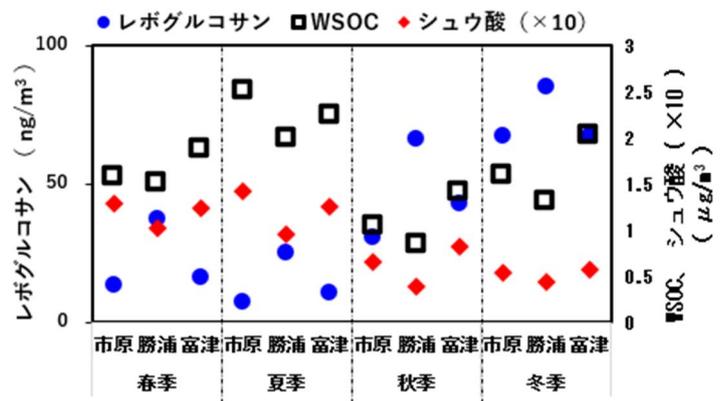


図4 有機成分濃度

### 3・4 PM<sub>2.5</sub> 及び成分濃度の経年変化

PM<sub>2.5</sub>、主要6成分の濃度について、2013年度からの各季の濃度分布の推移を箱ひげ図を用いて図5-1~2に示した。また、無機元素のVについては特徴的な濃度経年変化が見られたので図5-2に合わせて示した。箱ひげ図において、外れ値は四分位範囲の1.5倍を超えた範囲を特異ポイントとして表示し、四分位数計算は中央値を含めた計算（包括的な中央値）によった。なお、富津は測定を開始した2014年度からのデータを示した。また、主要6成分のうち無機元素についてはICP-MS法での測定を開始した2014年度からのデータを示した。

PM<sub>2.5</sub>濃度の季節変動は明確ではないが、近年は平均値、最大値及び変動幅が小さくなる傾向が見られ、2021年度以降は日平均値の環境基準である35 μg/m<sup>3</sup>を超過したケースは見られなかった。

主要6成分のうち、EC及び平均値、最大値ともに減少傾向であり、外れ値が時折出現することがあるが1季内の濃度分布幅は小さくなる傾向が見られた。また、硫酸イオンも平均値等が小さくなる傾向が見られたが、夏季に高濃度になるサイクルが見られた。なお、2024年度は過去数年と比べて、夏季の硫酸イオンが高くなる傾向であった。同期間は県内で光化学スモッグ注意報が多く発令され、光化学反応が進んだ可能性がある。

OCは期間の前半は平均値、最大値ともに微減傾向であるが、近年は横ばいで1季内の濃度分布幅や外れ値に明確な変化は見られなかった。なお、OCは大幅な減少が見られない一方で、PM<sub>2.5</sub>濃度や硫酸イオン等が減少していることから、相対的にOCの成分割合が増加傾向を示していた。

硝酸イオンは、経年的に春季及び夏季の濃度が低く、秋季及び冬季に濃度が高くなるサイクルが見られた。年度の平均値は横ばいの傾向が継続し、市原及び富津の秋季及び冬季においては濃度分布幅が大きく外れ値も多く見られた。

アンモニウムイオンは硫酸イオンと硝酸イオンの主たるカウンターイオンであり、硝酸イオンよりも価数が大きく量も多い硫酸イオンの影響を強く受けた変動を示す傾向があり、冬季は硝酸イオンの濃度上昇の影響が見られる。硫酸イオンの減少に伴い、アンモニウムイオンも減少傾向が見られるが、近年は横ばい傾向が見られた。

無機元素は富津で濃度分布幅が大きく外れ値も多く見られるが、全体としては明確な変動傾向はなく、ここ数年は全般的に低い濃度が継続していた。なお、2023年度の春季に黄砂が原因と考えられる上昇が見られたが、2024年度は全ての季節で無機元素の上昇は見られなかった。

無機元素のうちVを抜粋してみると、2019年度冬季から3地点で明らかに濃度が減少し、1季内の濃度分布幅が小さくなる傾向が見られた。Vは「大気中微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分測定マニュアル」において

指標成分としては、石油燃焼が発生源として唯一位置づけられており、2020年1月からの船舶燃料中硫黄分濃度の規制強化があったことから、これに伴う重油燃料中Vの濃度低下の影響を受けたと考えられた。なお、直近の傾向と比べ、2024年度の夏季はV濃度が高い傾向を示している。V濃度が高くなる日は県内で光化学スモッグ注意報が多く発令されたことから、光化学反応が活発になるような大気の停滞状況により、Vを含むPM<sub>2.5</sub>濃度が上昇した可能性がある。

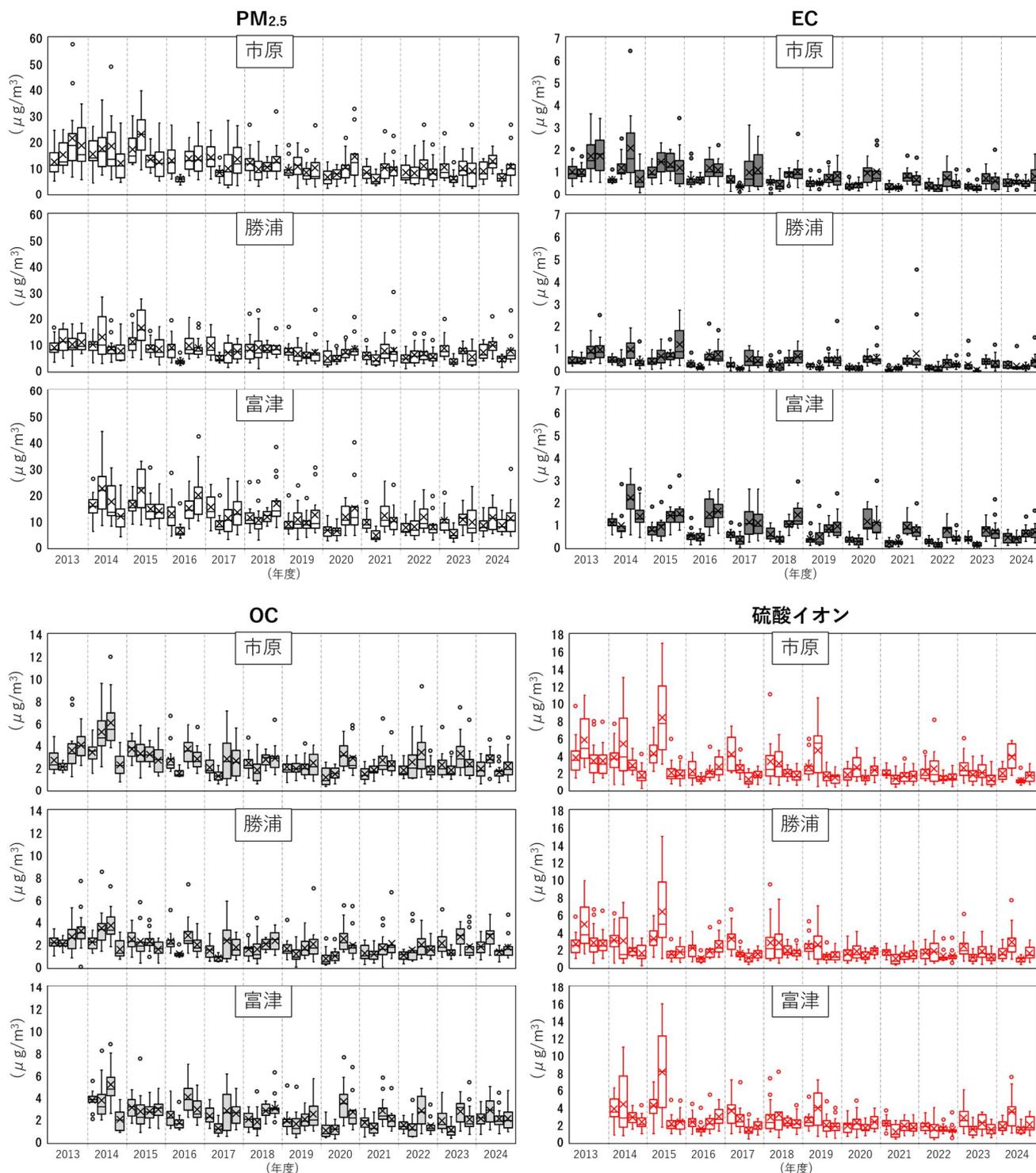


図5-1 PM<sub>2.5</sub>及び主要成分等濃度の推移

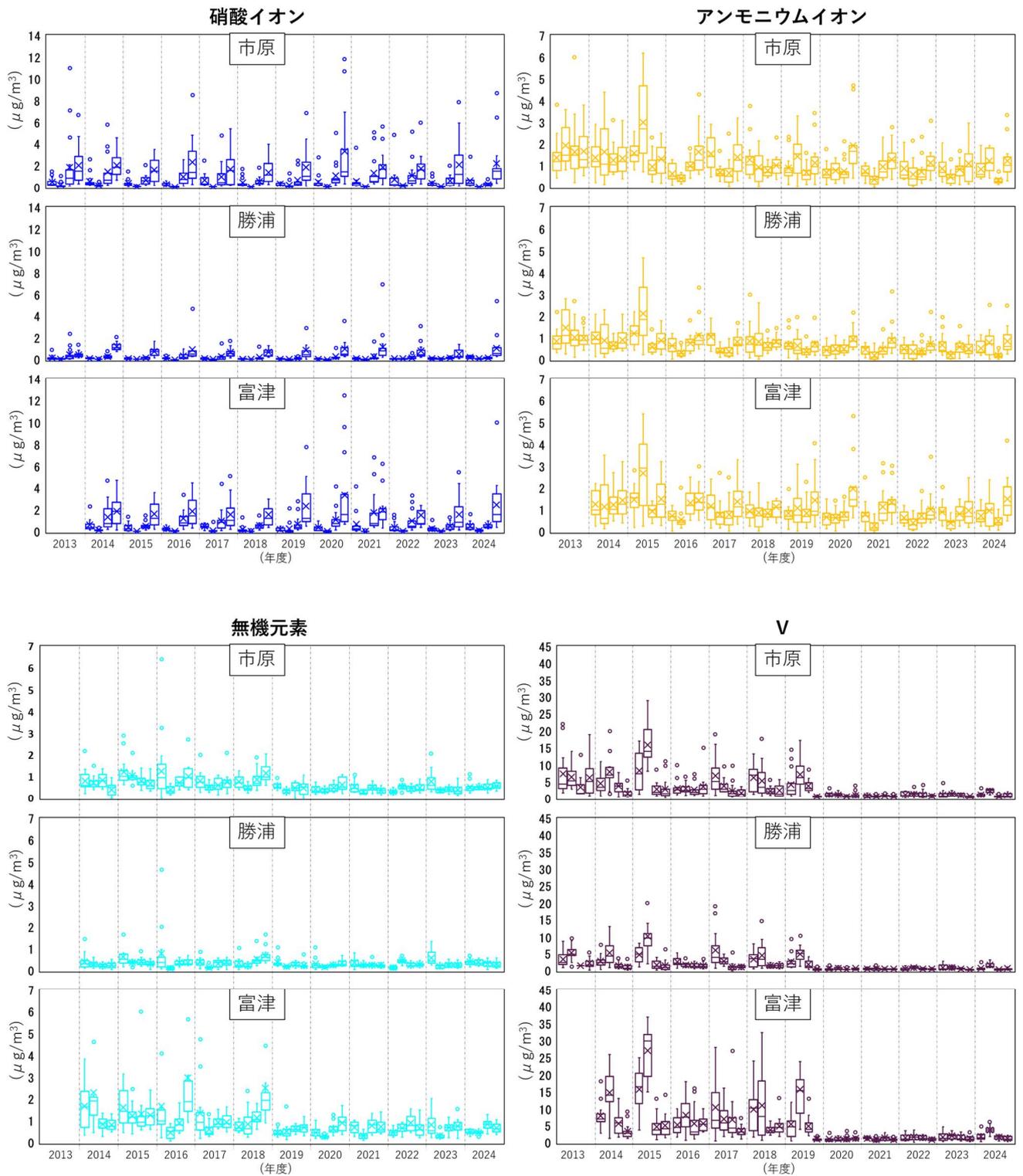


図 5-2 PM<sub>2.5</sub> 及び主要成分等濃度の推移