

3. 調査結果

(1) PM_{2.5} 質量濃度

① 季節平均

大阪府 2 地点（泉大津、藤井寺）における PM_{2.5} 質量濃度の季節平均値を表 10 及び図 4 に示す。

○環境基準の日平均値である 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はみられなかった。

○季節平均値は、泉大津・藤井寺両地点において、春季がそれぞれ 14.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び 15.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も高く、次いで冬季、夏季、秋季の順に高かった。

○両地点の季節平均値及び年間平均値に大差は認められなかった。

表 10 PM_{2.5} 質量濃度の季節平均値

	地点	PM _{2.5} 質量濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 超過日数	35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 超過日数
春季	泉大津	14.7	6	0
	藤井寺	15.3	6	0
夏季	泉大津	10.7	1	0
	藤井寺	10.9	3	0
秋季	泉大津	10.2	3	0
	藤井寺	10.4	3	0
冬季	泉大津	13.4	6	0
	藤井寺	13.8	6	0
年間	泉大津	12.3	16	0
	藤井寺	12.6	18	0

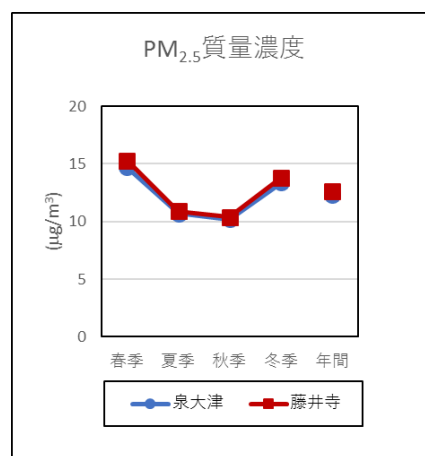


図 4 PM_{2.5} 質量濃度の季節平均値

政令市も含めた PM_{2.5} 質量濃度の調査期間（56 日間）中の季節平均濃度は、春季及び冬季が夏季及び秋季より高かった（図 5）。

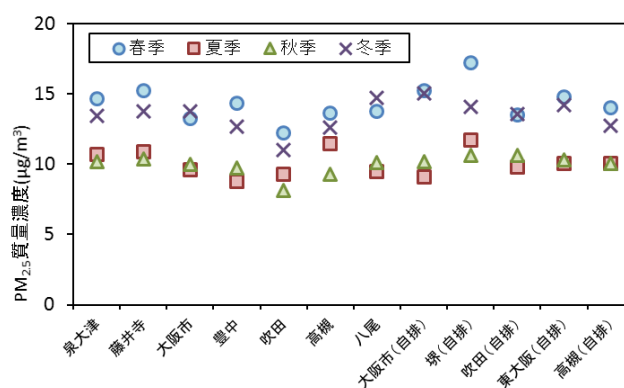


図 5 府内 12 地点における PM_{2.5} 質量濃度の季節平均値

② 日ごとの濃度

政令市も含めた PM_{2.5} 質量濃度の経日変動を図 6 に示す。

【春季】

- ・ 5 月 10～24 日の府内 12 地点の平均濃度は 14.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。府内 12 地点の各日の平均値の最大濃度は 22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5 月 12 日)、最小濃度が 5.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5 月 17 日) であった。調査期間中の最大濃度は 5 月 15 日の堺 (自排) における 30.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小濃度が 5 月 17 日の吹田における 4.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。環境基準の日平均値である 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなかった。経日変化のパターンは、5 月 15 日の堺 (自排) 及び 5 月 19 日の大阪市 (自排) を除いて、府内全地点で概ね似ており、5 月 12 日と 20 日に極大、17 日に極小を持つ変動パターンであった。5 月 15 日に堺 (自排) において 30.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、及び、19 日に大阪市 (自排) において 29.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と他地点と比較して濃度が高かった原因は、ともに自排局であり、局所的な発生源によると考えられる。
- ・ 地点間で濃度差が最も大きかった日は 5 月 15 日で、堺 (自排) と吹田の濃度差が 21.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。次いで濃度差が大きかった日は 5 月 19 日で、大阪市 (自排) と吹田との濃度差が 16.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。両日ともに、自排局において局所的に濃度が上昇したことにより、地点間の濃度差が大きくなったと考えられる。

【夏季】

- ・ 7 月 20 日～8 月 3 日の府内 11 地点 (高槻市は、試料採取期間が 8 月 24 日～9 月 7 日であったため、解析対象としなかった。) の平均濃度は 9.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。各日の府内 11 地点の平均値の最大濃度は 15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7 月 31 日)、最小濃度は 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 月 2 日) であった。最大濃度は 18.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7 月 29 日、泉大津)、最小濃度が 4.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 月 2 日、八尾市) であった。環境基準の日平均値である 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなかった。経日変化のパターンは、府内 11 地点で概ね似ており、7 月 29 日から 31 日かけての濃度が 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で、期間内では比較的高かった。
- ・ 地点間で濃度差が最も大きかった日は 7 月 28 日で、高槻市 (自排) と泉大津との濃度差が 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

【秋季】

- ・ 10 月 19 日～11 月 2 日の府内 12 地点の平均濃度は 10.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。各日の府内 12 地点の平均値の最大濃度は 23.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 月 30 日)、最小濃度が 1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 月 22 日) であった。最大濃度が 25.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 月 30 日、吹田)、最小濃度が 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 月 22 日、吹田 (自排)) であった。環境基準の日平均値である 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなかった。経日変化のパターンは、府内 12 地点で概ね似ており、期間前半が 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、後半が 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度であった。
- ・ 地点間で濃度差が最も大きかった日は 10 月 31 日で、八尾市と東大阪市 (自排) との濃度差が 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

【冬季】

- ・ 1 月 18 日～2 月 1 日の府内 11 地点 (大阪市 (自排) は、試料採取期間が 2 月 1 日～15 日だったため、解析対象としなかった。) の平均濃度は 13.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。各日の府内 11 地点の平

均値の最大濃度は $26.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1月18日)、最小濃度が $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1月24日) であった。最大濃度は $30.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1月18日、八尾市)、最小濃度が $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1月26日、吹田市) であった。環境基準の日平均値である $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなかった。経日変化のパターンは、府内11地点で概ね似ており、期間初日の1月18日から24日にかけて漸次減少し、その後増加した。

- ・地点間で濃度差が最も大きかった日は1月28日で、八尾市と吹田市との濃度差が $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

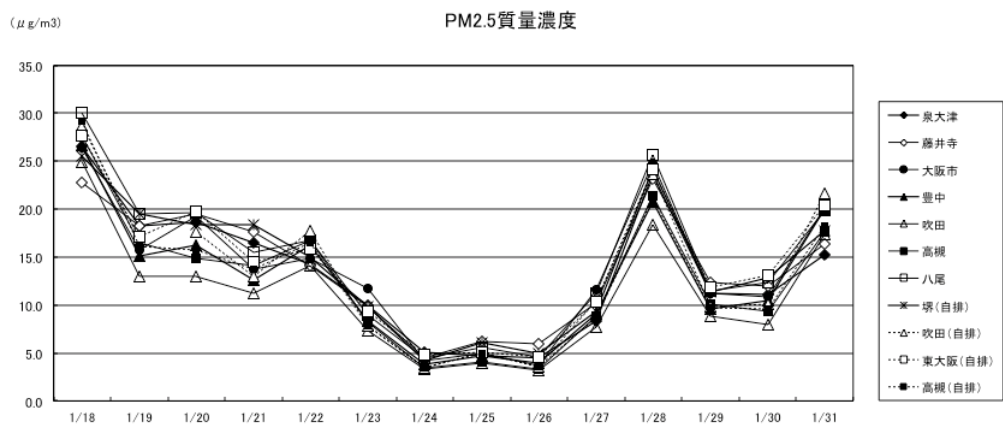
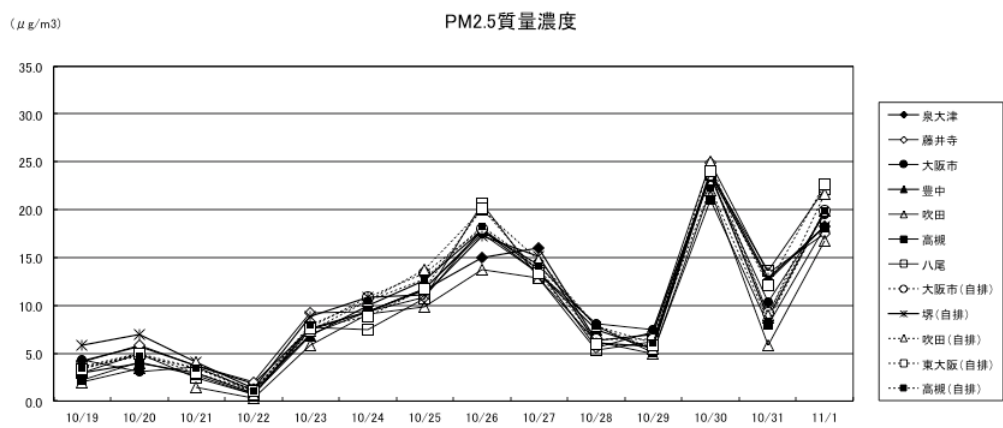
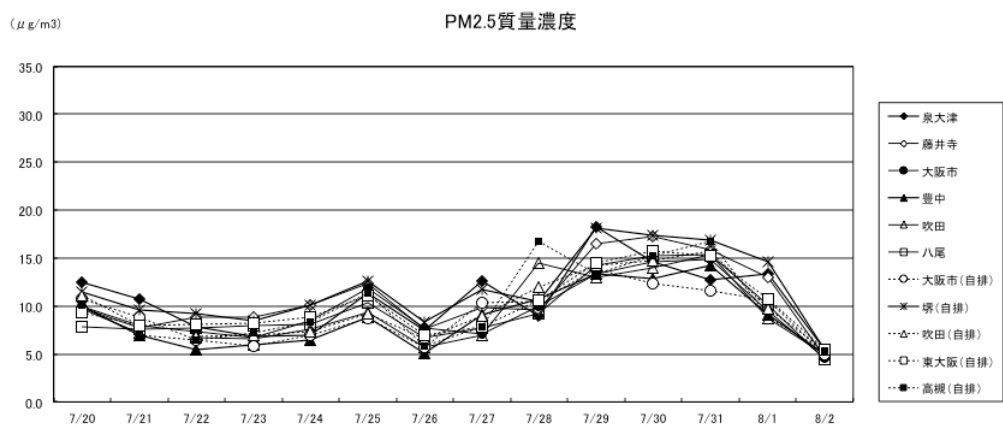
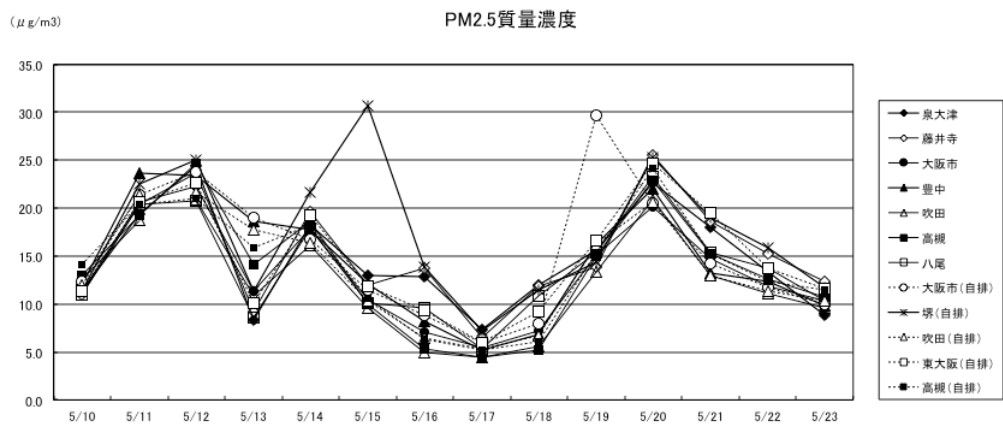


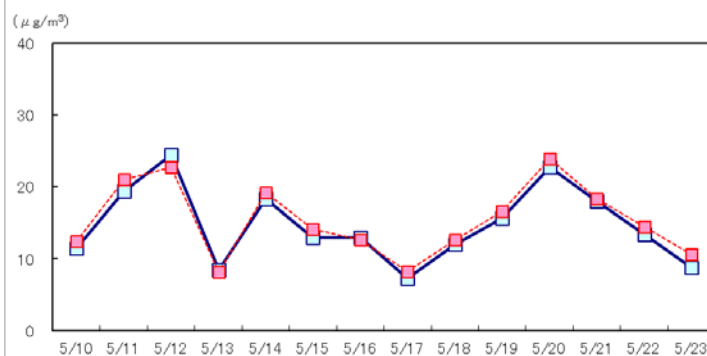
図6 PM_{2.5}質量濃度の季節別経日変化

③ 自動測定機による PM_{2.5} 濃度との比較

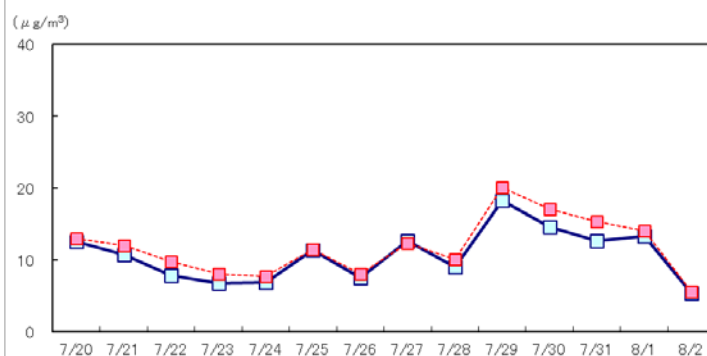
フィルタ法による PM_{2.5} 質量濃度と自動測定機で測定した PM_{2.5} 質量濃度の経日変動パターンは相似であった（図 7、8）。泉大津においては、濃度も概ね一致していた。しかし、藤井寺においては、春季から冬季に向かうに従い、濃度差が大きくなり、自動測定機の測定値がフィルタ法の値より小さくなる傾向がみられた。

泉大津

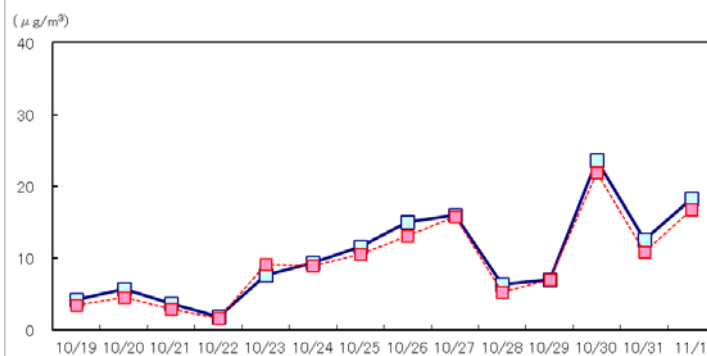
春季



夏季



秋季



冬季

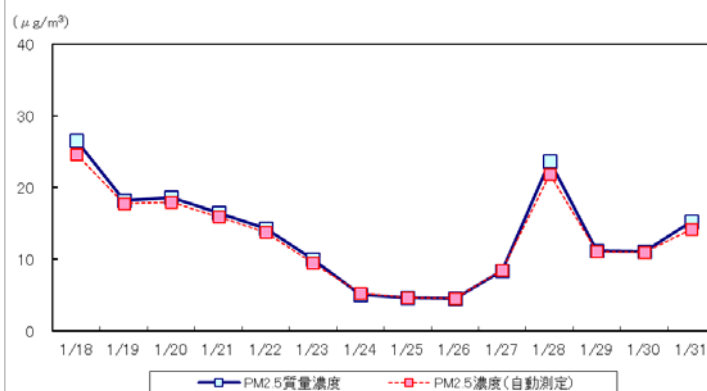
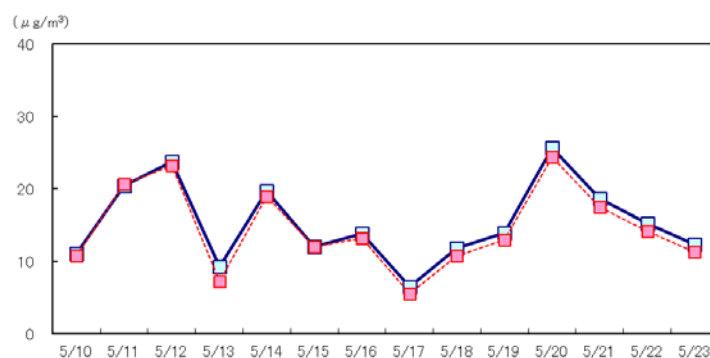


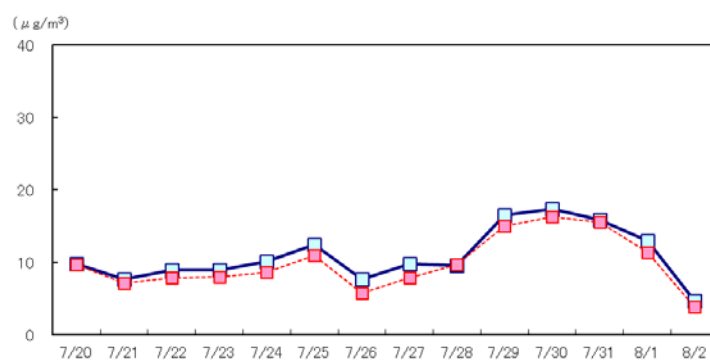
図 7 (1) PM_{2.5} 質量濃度及び PM_{2.5} 濃度 (自動測定) の季節別経日変化

藤井寺

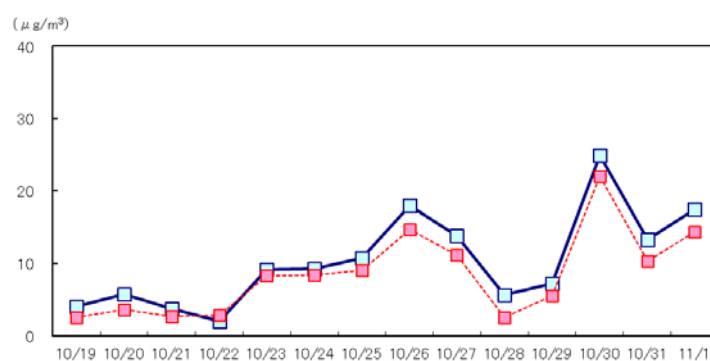
春季



夏季



秋季



冬季

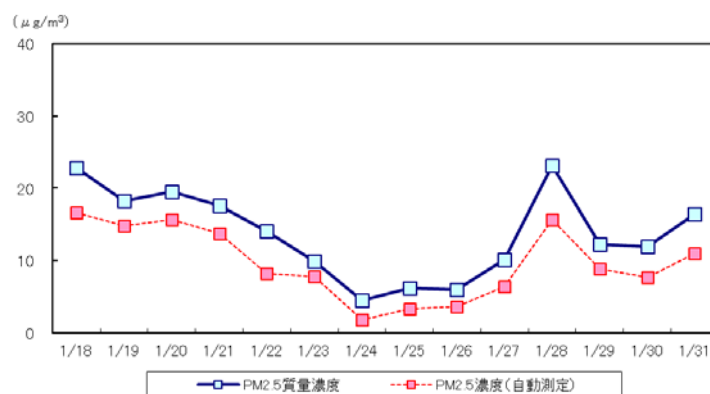


図 7 (2) PM_{2.5} 質量濃度及び PM_{2.5} 濃度 (自動測定) の季節別経日変化

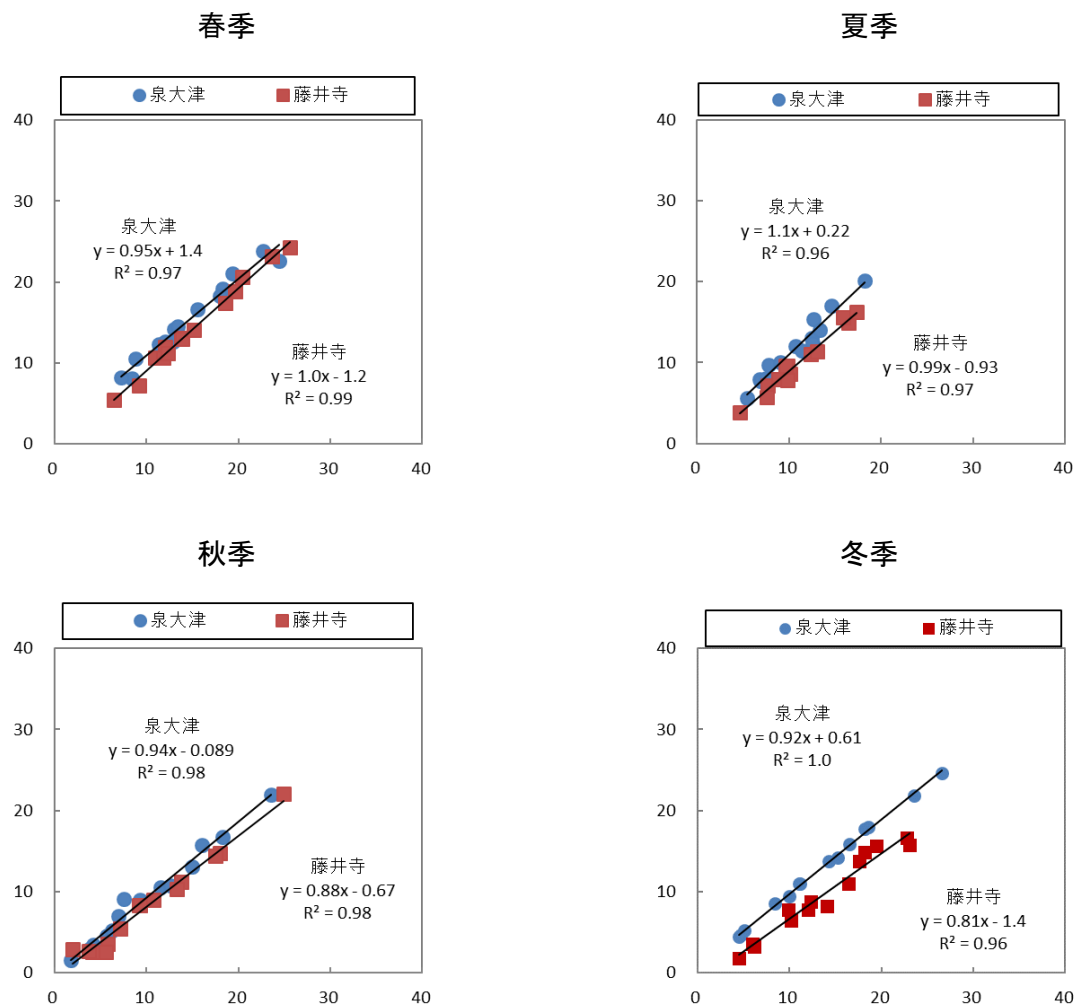


図8 フィルタ法によるPM_{2.5}質量濃度と自動測定機で測定したPM_{2.5}濃度との相関図

(2) 成分濃度

① 年平均

大阪府 2 地点（泉大津及び藤井寺）、政令市 10 地点（大阪市、大阪市（自排）、堺（自排）豊中、吹田、吹田（自排）、東大阪（自排）、八尾、高槻、高槻（自排））における 56 日間（表 3）の $PM_{2.5}$ 中の各成分濃度の平均値を図 9 に、 $PM_{2.5}$ 質量濃度に占める各成分濃度の割合の平均値を図 10 に示す。

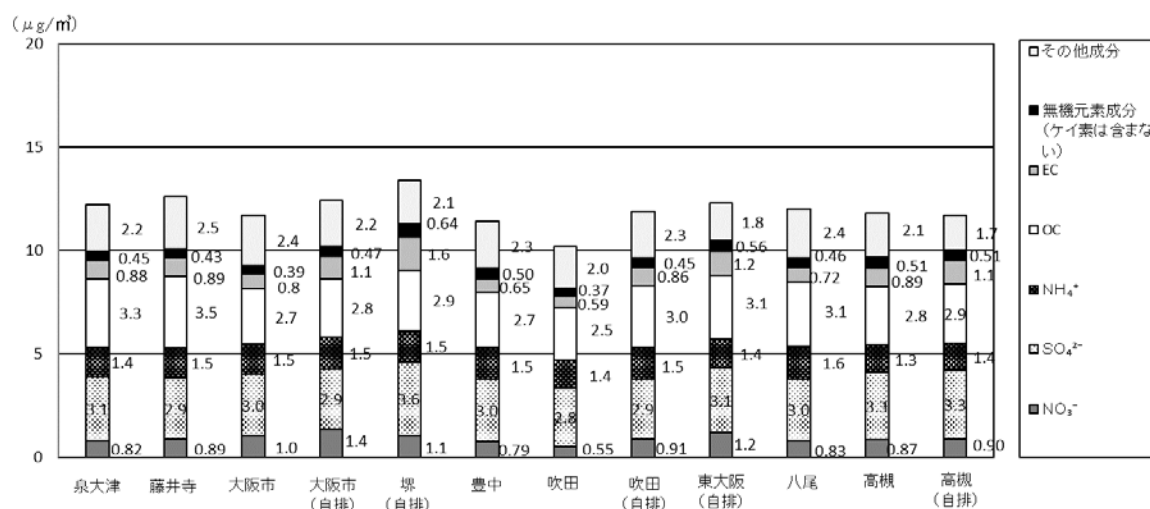
○各地点における $PM_{2.5}$ 質量濃度の 56 日間の平均値は、堺（自排）が $13.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で最も大きく、吹田が $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で最も小さかった。

○ $PM_{2.5}$ 質量濃度に占める割合が大きかった SO_4^{2-} （23～28%）と OC（22～28%）の濃度は、それぞれ、 $2.8\sim 3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2.5\sim 3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、地点間に大きな違いは認められなかった。平成 28 年度と比較すると、 SO_4^{2-} については濃度・割合ともに若干増加し、OC については濃度・割合ともに若干減少した。

○ NH_4^+ の年平均濃度は $1.3\sim 1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、地点による違いは認められなかった。

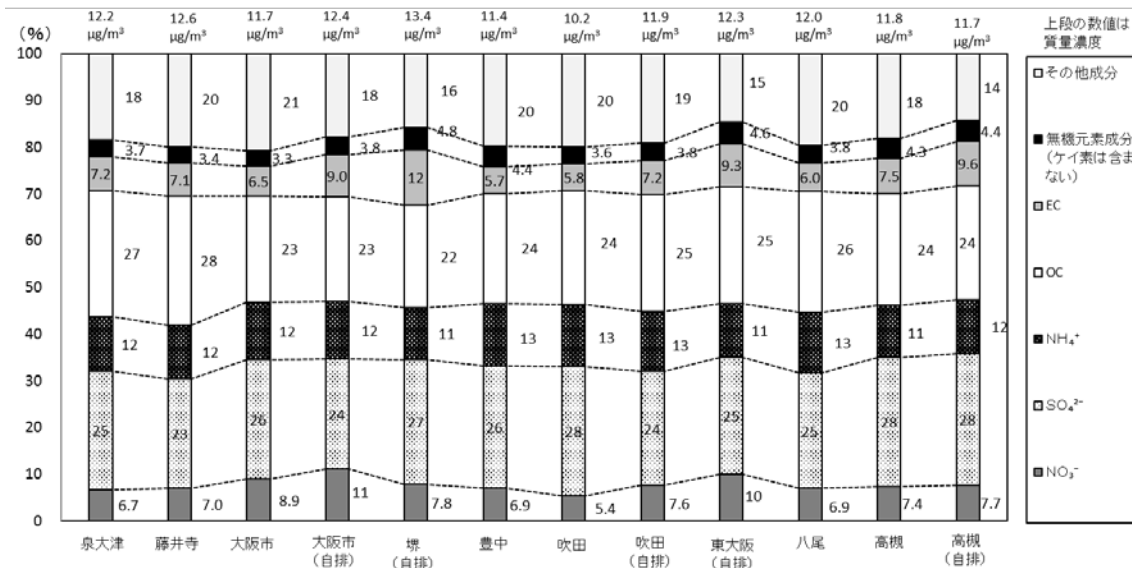
○一般局における NO_3^- の年平均濃度は $0.55\sim 1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、自排局における NO_3^- の年平均濃度は $0.90\sim 1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、自排局の NO_3^- 年平均濃度の方が一般局より高い傾向が認められた。

○一般局における EC の年平均濃度は $0.59\sim 0.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、自排局における EC の年平均濃度は $0.86\sim 1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、自排局の EC 年平均濃度の方が一般局より高い傾向が認められた。



※その他成分には、Si や OC に結合している水素や酸素などを含む（OC は炭素のみの濃度）

図 9 $PM_{2.5}$ 中の各成分濃度（年平均値）



※その他成分には、Si や OC に結合している水素や酸素などを含む (OC は炭素のみの濃度)

※棒グラフ上端の値はPM_{2.5}質量濃度を示す

図 10 PM_{2.5} 質量濃度に占める各成分濃度の割合 (年平均値)

② 季節平均

各地点の PM_{2.5} 中の炭素成分濃度の季節平均値を図 11 に、イオン成分濃度の季節平均値を図 12 に、無機元素成分濃度の季節平均値を図 13 に示す。無機元素は、測定項目のうち、大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアルに示されている発生源の指標成分 (12 項目) と Pb 及び Rb を解析対象とした (表 11)。なお、無機元素成分については、例えば、春季の Al (図 16) のように、他地点より濃度が 1 桁高い値もあったが、それらも含めて、季節平均値を算出した。

表 11 発生源と指標成分の主な事例

発生源	指標成分														出典
	(1) Al	(2) Ti	(3) V	(4) Ni	(5) Pb	(6) As	(7) K	(8) Rb	(9) Cr	(10) Mn	(11) Fe	(12) Zn	(13) Cu	(14) Sb	
土壌	○	○													a)
重油燃焼			○	○											
ブレーキ粉塵		○									○		○	○	
鉄鋼工業		○		○					○	○	○	○	○		
廃棄物焼却						○	○		○			○	○	○	
バイオマス燃焼							○	○							b)
石炭燃焼					○	○									c)

a) 大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル (平成 24 年 4 月, 環境省)

b) Kara et al., 2015; Waked et al., 2014; Zhang et al., 2013

c) Huang et al., 2013; Kara et al., 2015; Suzuki et al., 2014

以下に各測定項目の季節変動のうち、特徴的な挙動を示した項目について述べる。

○OC の平均濃度は、大半の地点において、春季が最も高く、次いで秋季が高かった。

○EC は、大半の地点において、夏季の濃度が最も低かった。最も濃度が高かった季節は地点によって異なった。EC の平均濃度は年間を通して自排局で高い傾向がみられた。各季節の自排局の EC 濃度の平均値の一般局の平均値に対する比は、春季が 1.4、夏季が 1.6、秋季が 1.9、冬季が 1.3 で、自排局の EC 濃度が一般局の EC 濃度より高くなる傾向は、秋季が最も顕著であった。

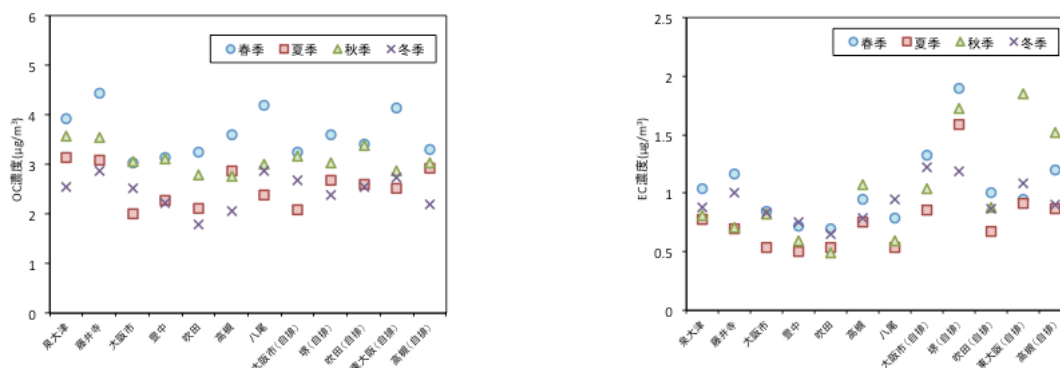


図 11 PM_{2.5} 中の炭素成分濃度の季節平均値

○Cl⁻は検出下限値未満となることが比較的多かった。各季節の観測期間中の過半数以上の日数の Cl⁻濃度が検出下限値以下となる地点数は、春季と夏季は 6、秋季が 4、冬季が 1 であった。半揮発性成分の Cl⁻濃度は夏季（高温期）に低く、冬季（低温期）に高い傾向が認められた。

○半揮発性成分の NO₃⁻濃度は、Cl⁻濃度と同様に、夏季（高温期）に低く、冬季（低温期）に高かった。各季節の自排局の NO₃⁻濃度の平均値の一般局の平均値に対する比は、春季が 1.6、夏季が 1.1、秋季が 1.5、冬季が 1.2 で、特に春季と秋季に自排局における NO₃⁻平均濃度が一般局より高い傾向がみられた。

○SO₄²⁻濃度は、全地点において、春季が最も高く、次いで、夏季、冬季、秋季の順に高かった。これは、例年の傾向（夏季の SO₄²⁻濃度が最も高い）とは異なっていた。春季は、堺（自排）の濃度が他地点より高めであったが、その他の季節については各地点間の濃度に大差はなかった。

○NH₄⁺濃度は、全地点において、春季と冬季が 1.9 μg/m³ 前後で最も高く、次いで夏季が 1.3 μg/m³ 前後、秋季が 0.6 μg/m³ 前後で最も低かった。この傾向は、多くの地点で夏季の濃度が最も高かった H29 年度とは異なっていた。

○K⁺濃度は、大半の地点において、秋季の濃度が最も高く、夏季の濃度が最も低かった。

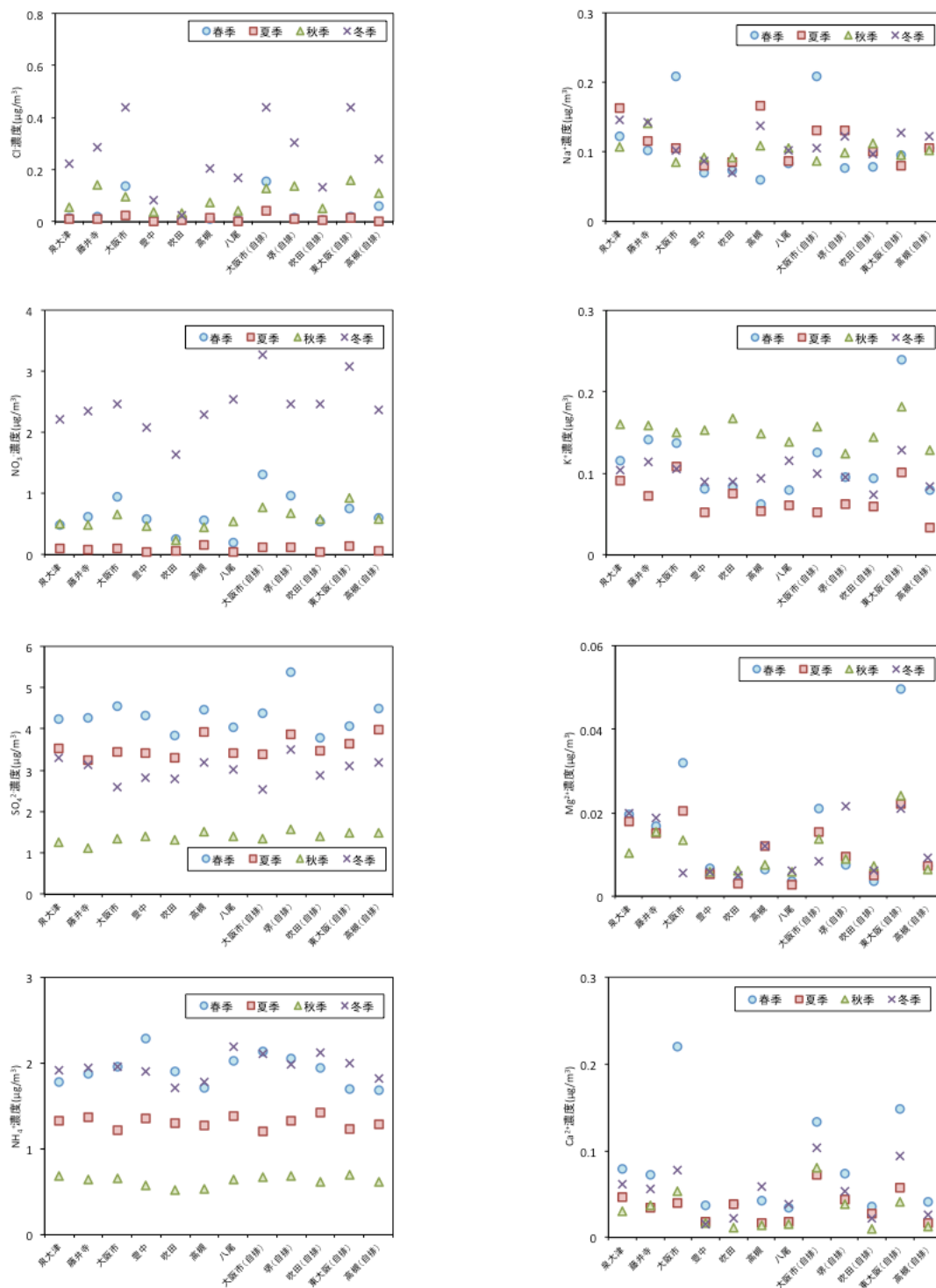


図 12 PM_{2.5} 中のイオン成分濃度の季節平均値

○土壌由来成分である Al の濃度は、吹田を除くすべての地点において、春季の濃度が最も高かった。

○Al と同様に発生源のひとつとして土壌が挙げられている Ti は、大阪市を除く地点において、春季の濃度が最も高かった。

○発生源のひとつとして重油燃焼が挙げられている V 及び Ni は、春季の濃度が最も高く、次いで夏季、冬季、秋季の順に濃度が高い地点が大半であった。なお、Ni は検出下限値未満の値が

比較的多かった。

○Pb は、大半の地点において、春季及び冬季の濃度が夏季及び秋季の濃度より高かった。なお、春季の大阪市（自排）の平均濃度が、他地点より高かった理由は、5月19日のPb濃度が100 ng/m³であったためである。

○As は、高槻を除くすべての地点において、Pbと同様に、春季及び冬季の濃度が夏季及び秋季の濃度より高かった。高槻においては、夏季のAs濃度も春季・冬季と同様に高かった。

○K は、大阪市及び堺（自排）を除く地点においては、K⁺と同様に、秋季に最も濃度が高く、夏季に最も濃度が低かった。大阪市及び堺（自排）においては、春季のK濃度が最も高かった。

○Rb は、すべての地点において、夏季の濃度が最も低かった。最も濃度が高かった季節は、地点によって異なるが、春季もしくは冬季であった。

○Cr は、大半の地点において、春季の濃度が最も高かった。

○Mn は、ほぼ全ての地点において、夏季の濃度が最も低かった。最も濃度が高かった季節は、地点によって異なるが、春季もしくは冬季であった。各季節の平均濃度の傾向はRbと似ていた。

○Fe は、ほぼ全ての地点において、夏季の濃度が最も低かった。最も濃度が高かった季節は、吹田（一般・自排）及び八尾を除いて、春季であった。吹田（一般・自排）及び八尾においてFe濃度が最も高かったのは冬季であった。

○Zn は、大半の地点において、夏季の濃度が最も低かった。堺（自排）の濃度が四季を通してほぼ一定（42 µg/m³前後）で、他地点より高めであった。なお、春季の大阪市（自排）濃度が他地点より高かったのは、5月19日のZn濃度が630 ng/m³であったためである。

○Cu は、大半の地点において春季の濃度が最も高かった。なお、春季の大阪市（自排）濃度が他地点より高かったのは、5月19日のCu濃度が130 ng/m³であったためと考えられる。

○Sb は、大半の地点において夏季の濃度が最も低かった。平均濃度が最も高かったのは、大半の地点において、春季であった。なお、春季の大阪市（自排）濃度が他地点より高かったのは、5月19日のSb濃度が140 ng/m³であったためである。

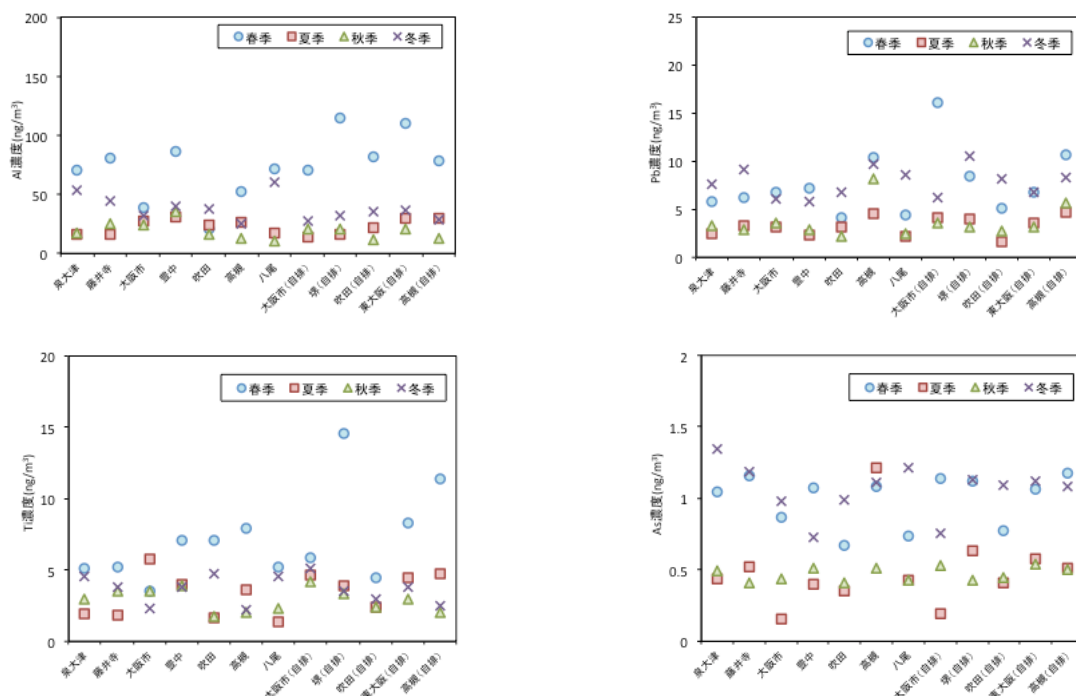


図 13(1) PM_{2.5} 中の無機元素成分濃度の季節平均値

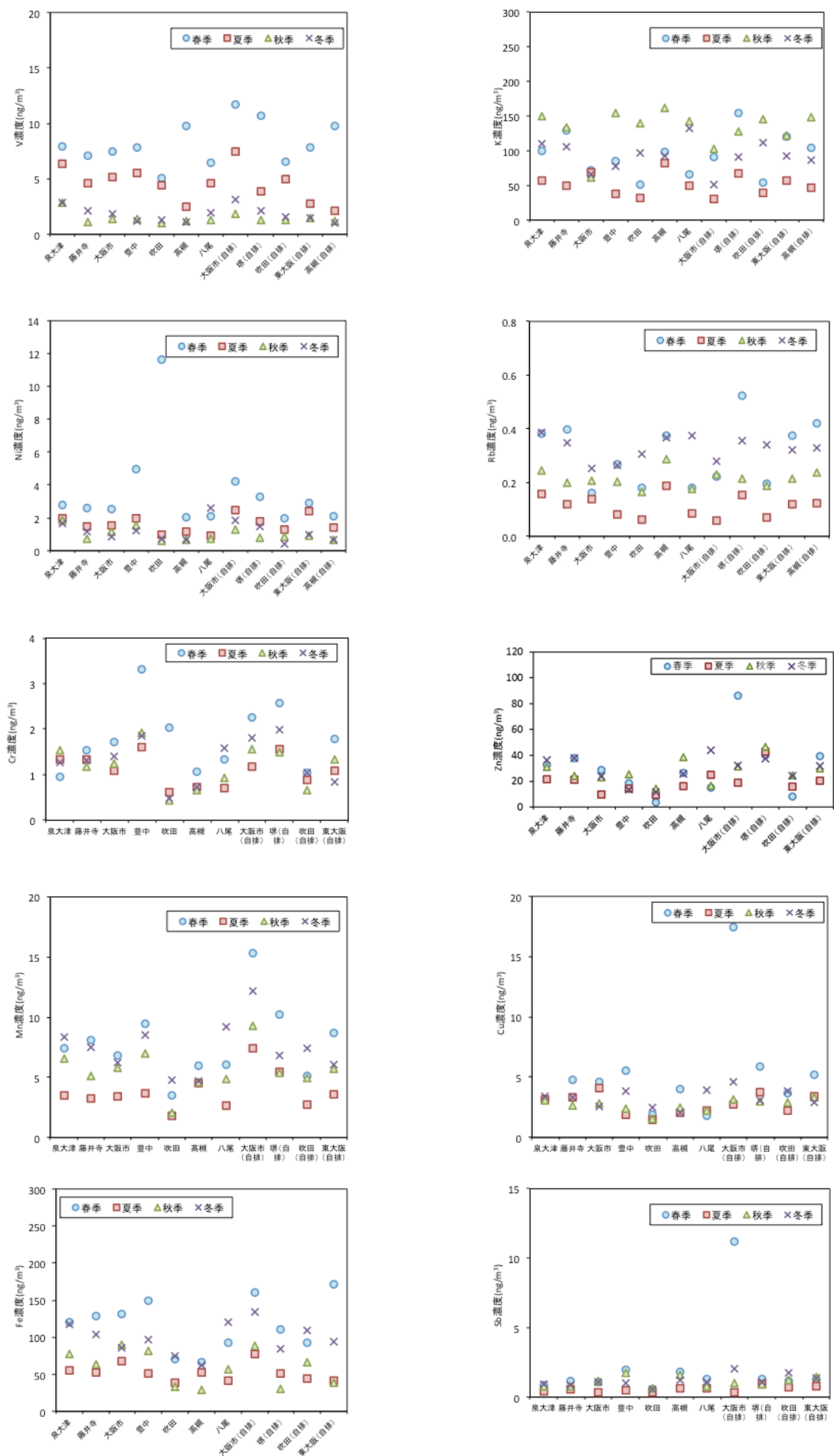


図 13(2) $PM_{2.5}$ 中の無機元素成分濃度の季節平均値

③ 日ごとの濃度

○OC 濃度の経日変化は、一部を除いては、地点間で大差は認められなかった。5 月 19 日前後の大阪市（自排）、7 月 28 日から 31 日の高槻（自排）の OC の経日変化が他地点と異なっていた。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 10 月 30 日（ $7.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、次いで 5 月 20 日と 10 月 26 日（ $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。56 日間の最大濃度は、10 月 30 日の泉大津の $9.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

○EC 濃度の経日変化も、OC 同様、一部を除いて、地点間で大差は認められなかった。OC 同様、5 月 19 日前後の大阪市（自排）の経日変化は、他地点と際立って異なっていた。局所的な自動車の影響が考えられる。また、春季及び夏季の堺（自排）は、経日変化は他地点と大差なかったものの、期間を通して濃度が他地点より約 2 倍高かった。秋季は自排局における EC 濃度が一般局より高めの傾向が認められた。これらについても局所的な自動車の影響が考えられる。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 11 月 1 日及び 1 月 18 日（ $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、次いで 10 月 26 日と 30 日（ $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。56 日間の最大濃度は、10 月 30 日の東大阪（自排）の $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

○各季節の観測期間中の過半数以上の日数の Cl^- 濃度が検出下限値未満となる地点数が、春季と夏季は 6 地点、秋季が 4 地点、冬季が 1 地点あったため、秋季と冬季の経日変化のみ着目する。 Cl^- 濃度の経日変化は地点間で大差は認められなかった。秋季及び冬季の 28 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 1 月 28 日（ $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。28 日間の最大濃度は 1 月 28 日の大阪市の $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

○ NO_3^- 濃度の経日変化は地点間で大差は認められなかった。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 1 月 28 日（ $7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、次いで 1 月 31 日（ $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、1 月 22 日（ $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。例年、濃度が高い日は、地点間の濃度差が大きい傾向があるが、 NO_3^- 平均濃度が高かった 1 月 28 日、31 日、22 日の最大濃度と最小濃度の差は、それぞれ、 $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、大差は認められなかった。地点間の濃度差が最も大きかったのは、5 月 13 日で、最大濃度と最小濃度の差は $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。これは、5 月 13 日の NO_3^- 濃度が局所的に高かったことに起因すると考えられる。56 日間の最大濃度は、1 月 28 日の吹田（自排）の $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

○ SO_4^{2-} 濃度の経日変化は地点間で大差は認められなかった。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 5 月 12 日及び 20 日（ $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。56 日間の最大濃度は、5 月 12 日の堺（自排）の $9.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

○ NH_4^+ 濃度の経日変化は、5 月 13 日を除いて、地点間で大差は認められなかった。春季から秋季にかけての NH_4^+ 濃度の経日変化は SO_4^{2-} 濃度の経日変動と、冬季の NH_4^+ 濃度の経日変化は NO_3^- 濃度の経日変動と似ていた。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 1 月 18 日（ $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。56 日間の最大濃度は、1 月 18 日の八尾の $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

○ Na^+ 濃度の経日変化は、春季の大阪市（一般局・自排局ともに）及び東大阪（自排）を除いて、地点間で大差は認められなかった。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 10 月 23 日

($0.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。56 日間の最大濃度は、10 月 23 日の藤井寺の $0.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。なお、春季の東大阪（自排）のすべての Na^+ 濃度は検出下限値未満であった。

OK^+ 濃度の経日変化は、春季の大阪市（一般局・自排局ともに）及び東大阪（自排）、7 月 25 日の大阪市を除いて、地点間で大差は認められなかった。56 日間で全地点の平均値が最も高かった日は 10 月 30 日 ($0.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。56 日間の最大濃度は、10 月 30 日の泉大津の $0.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。なお、春季の東大阪（自排）のすべての K^+ 濃度は検出下限値未満であった。

OMg^{2+} 濃度は、各季節において半数以上の検体の値が検出下限値未満となる地点が多かった。

○無機元素成分の経日変化の特徴は、明確なピークがほとんどなく、ノイズ信号のような変動が継続することであった。平成 29 年度の調査期間中の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度は比較的 low、無機元素成分濃度も低かったことから、変動がうまく捉えられなかったことが懸念された。よって、ここでは無機元素成分の細かな経日変化については議論しない。

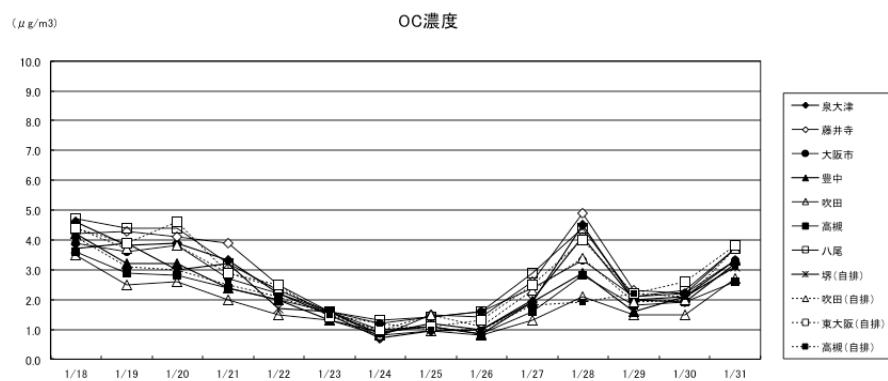
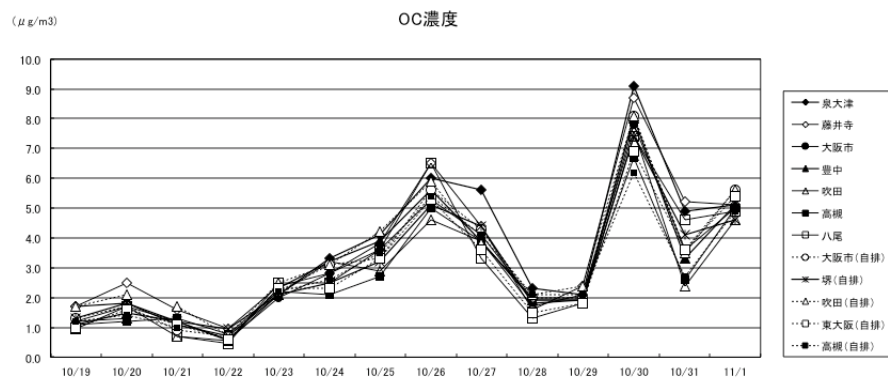
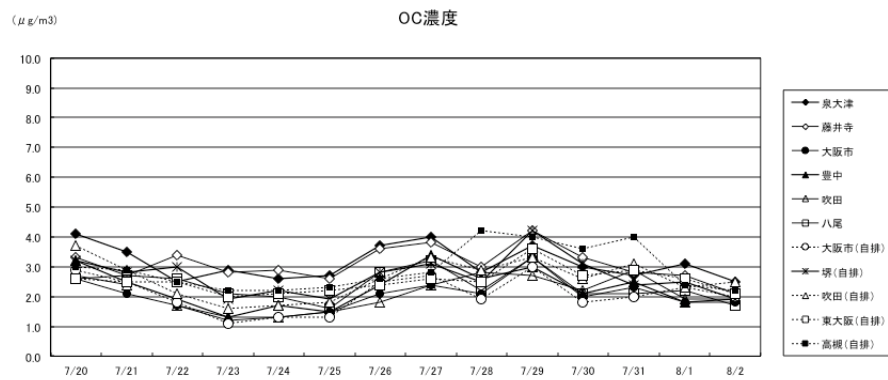
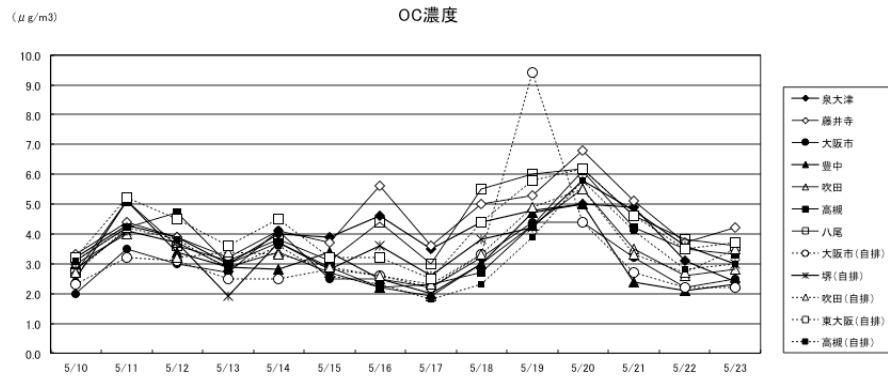


図 14 (1) 炭素成分濃度の季節別経日変化

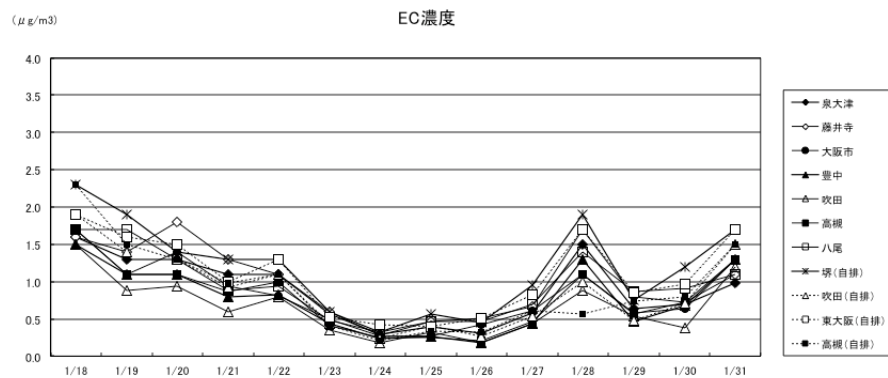
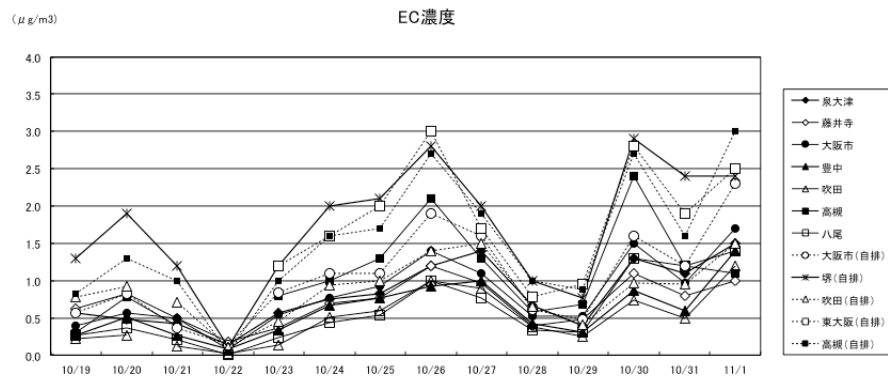
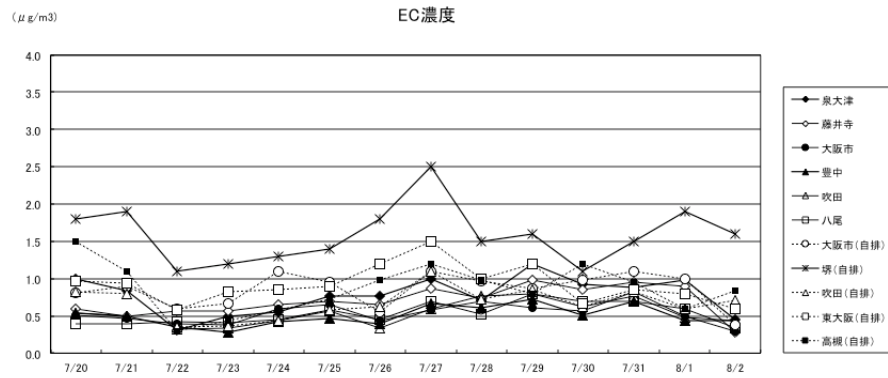
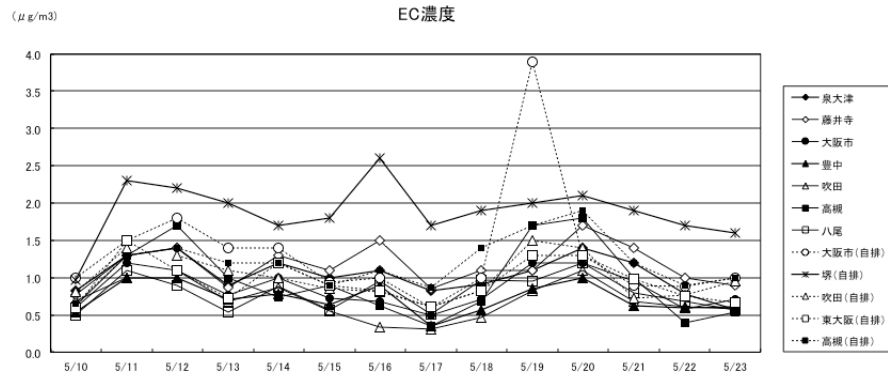


図 14 (2) 炭素成分濃度の季節別経日変化

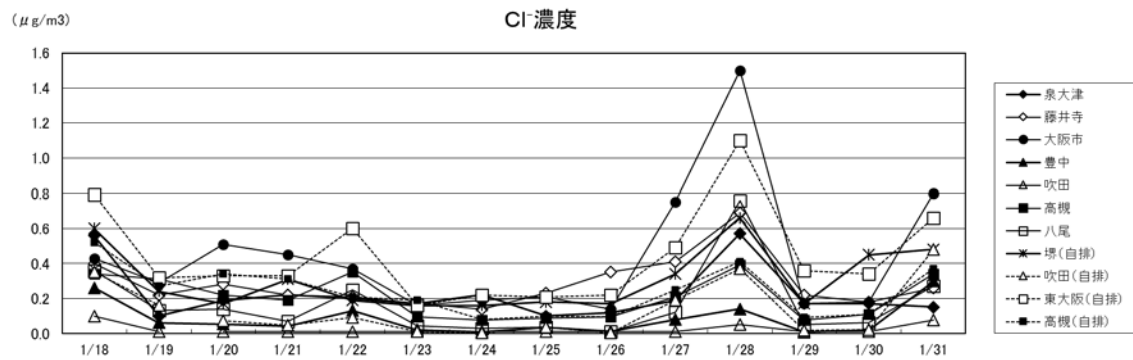
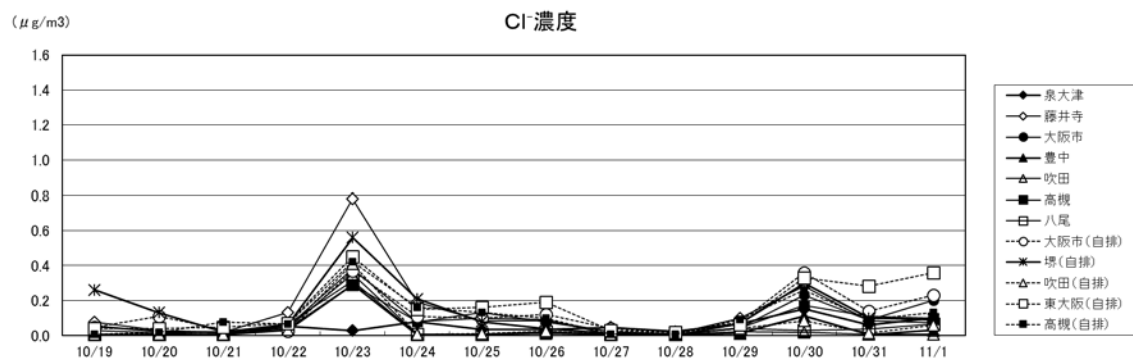
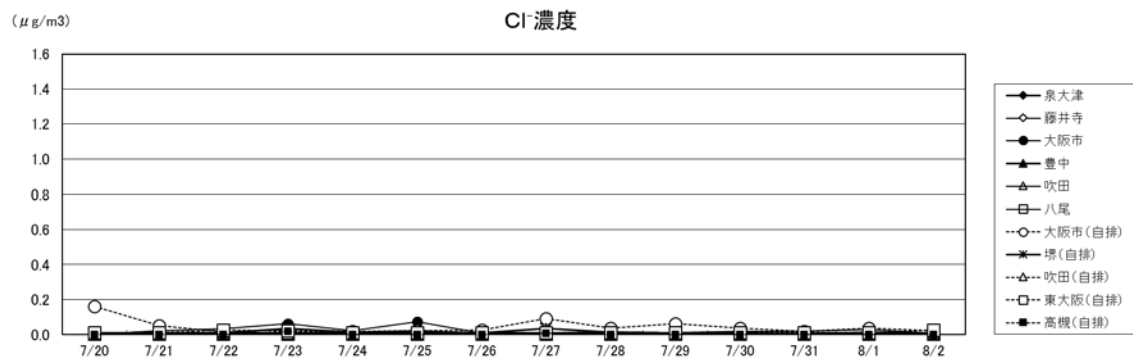
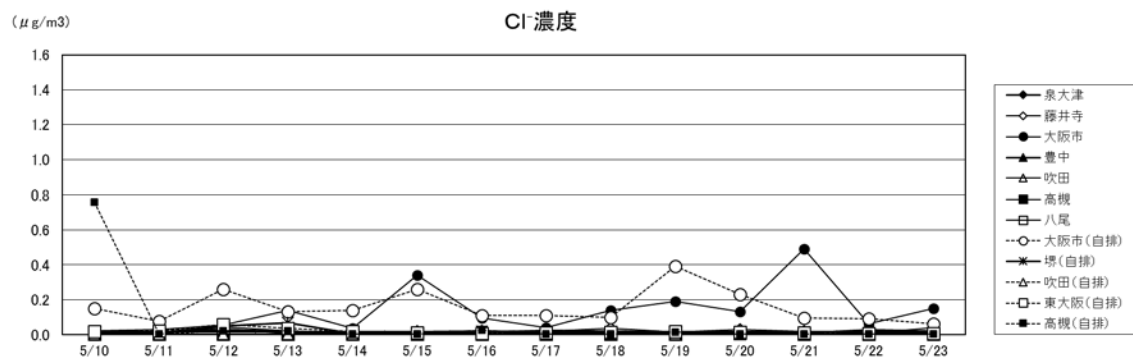


図 15 (1) イオン成分濃度の季節別経日変化

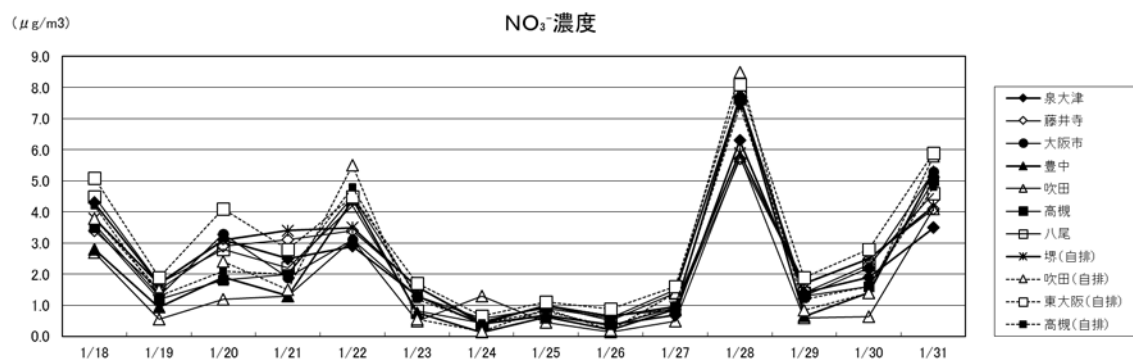
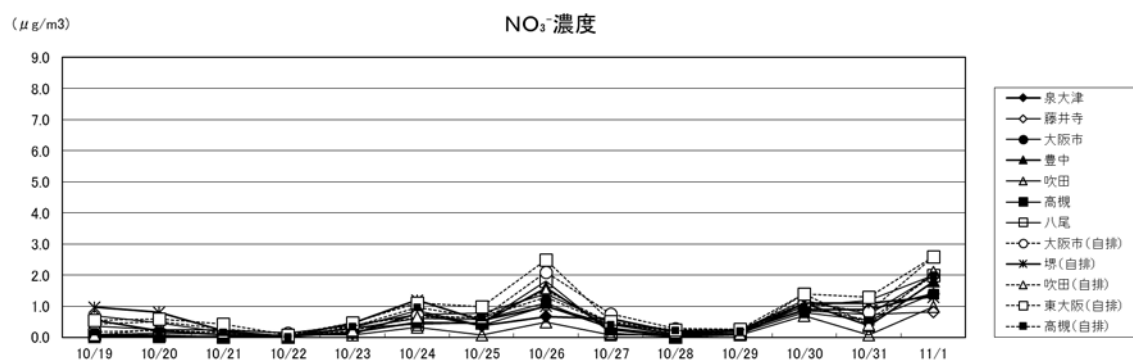
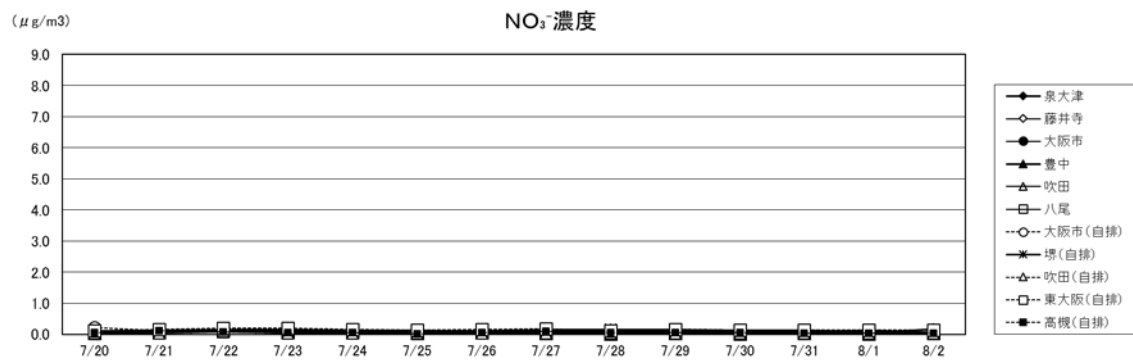
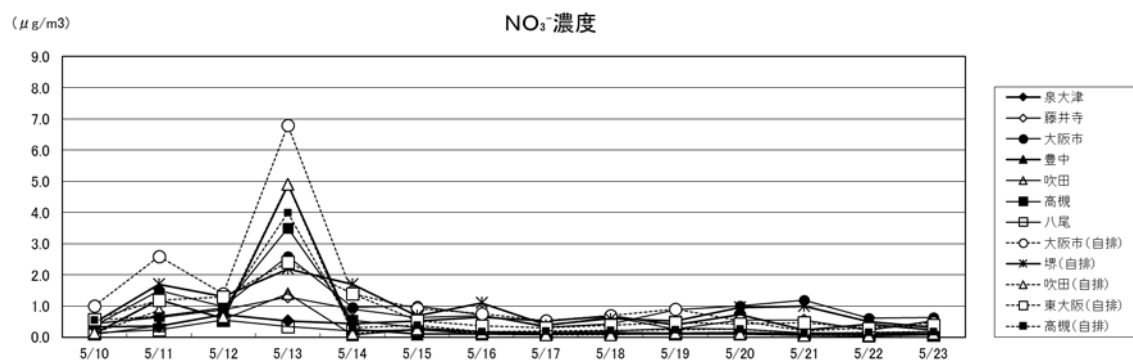


図 15 (2) イオン成分濃度の季節別経日変化

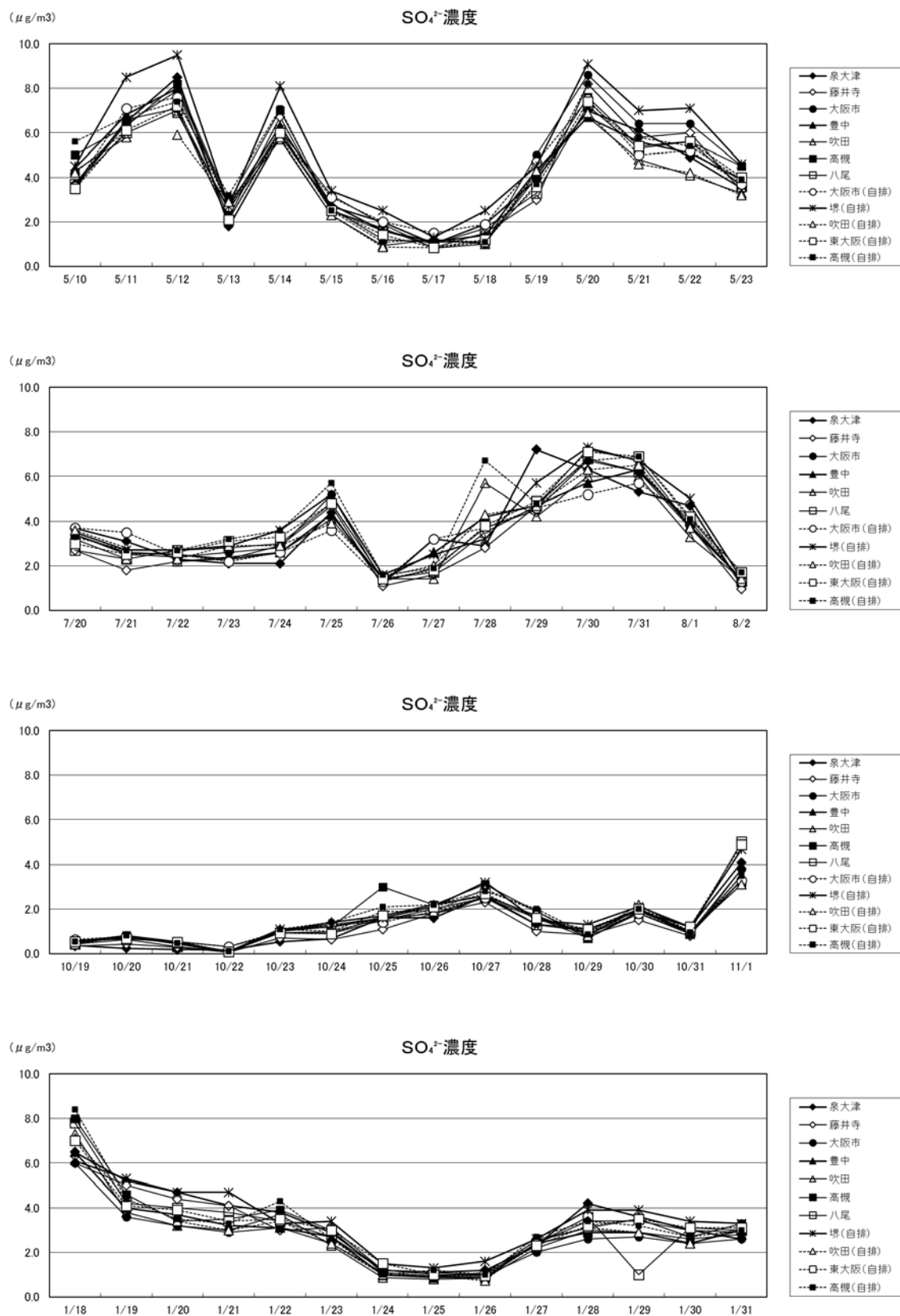


図 15 (3) イオン成分濃度の季節別経日変化

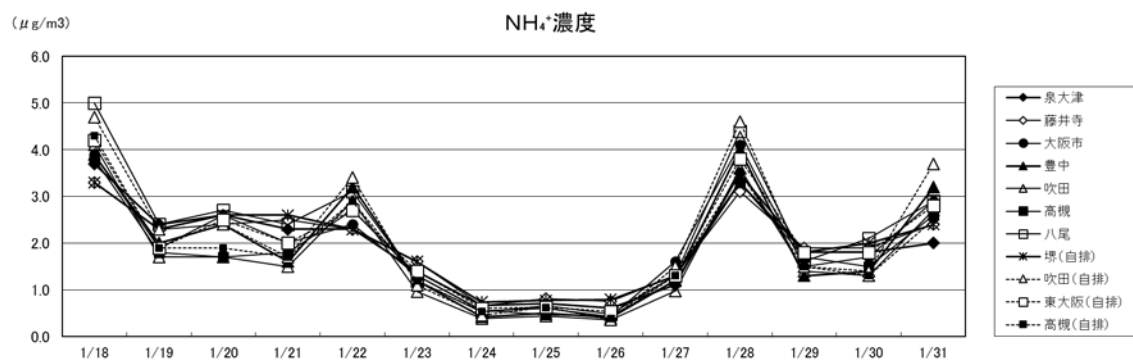
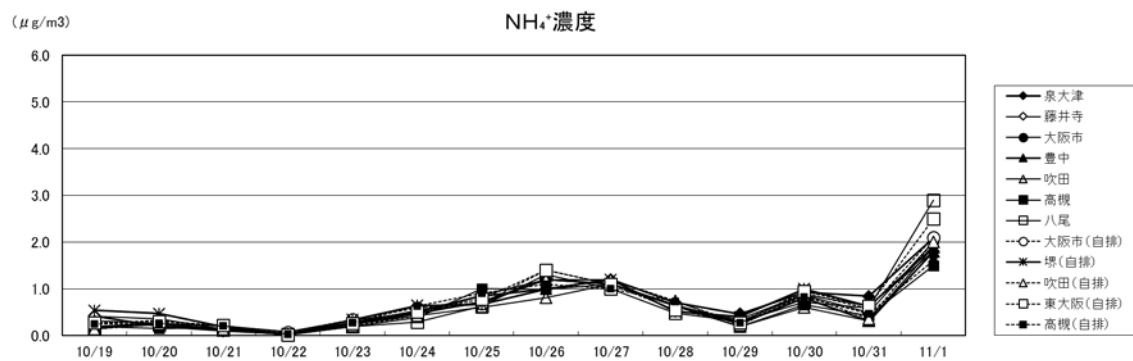
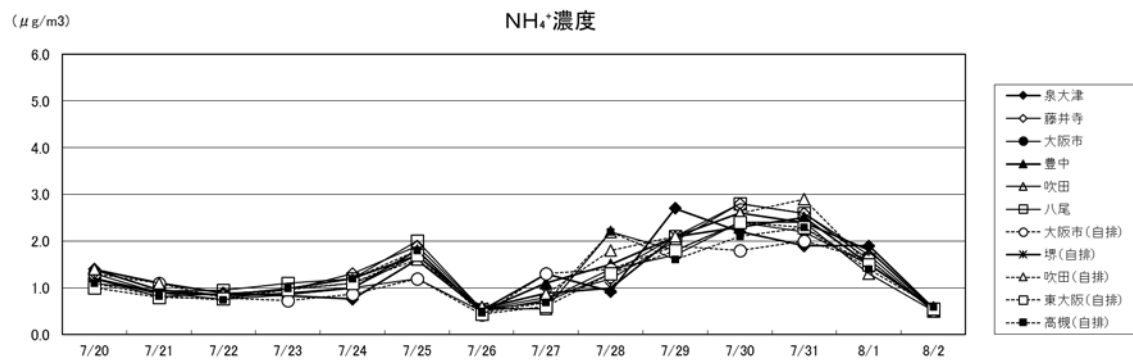
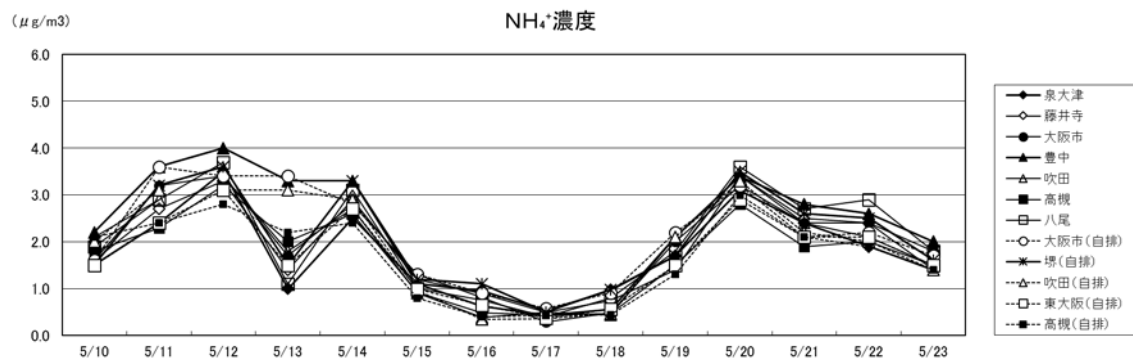


図 15 (4) イオン成分濃度の季節別経日変化

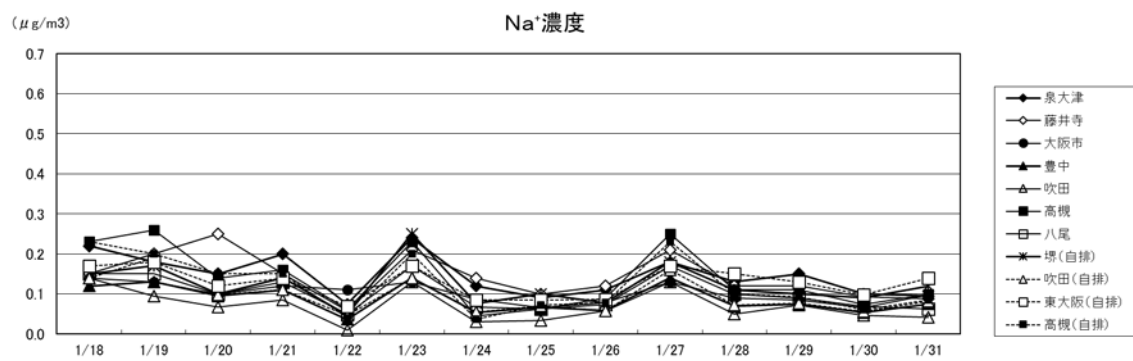
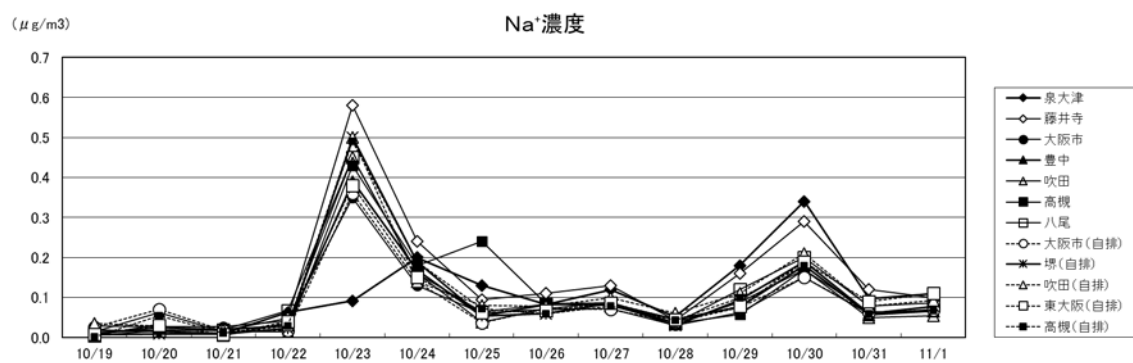
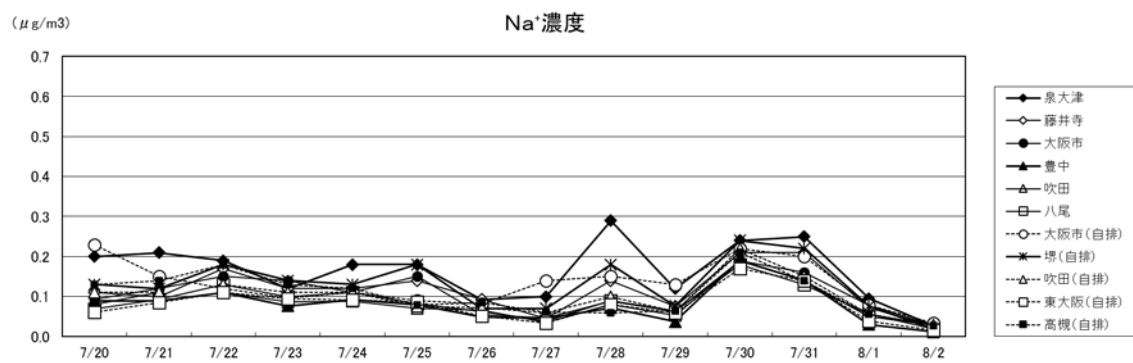
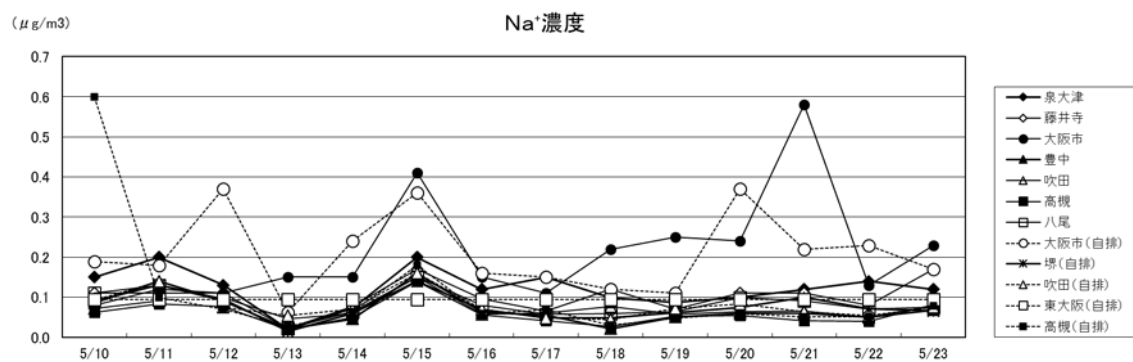


図 15 (5) イオン成分濃度の季節別経日変化

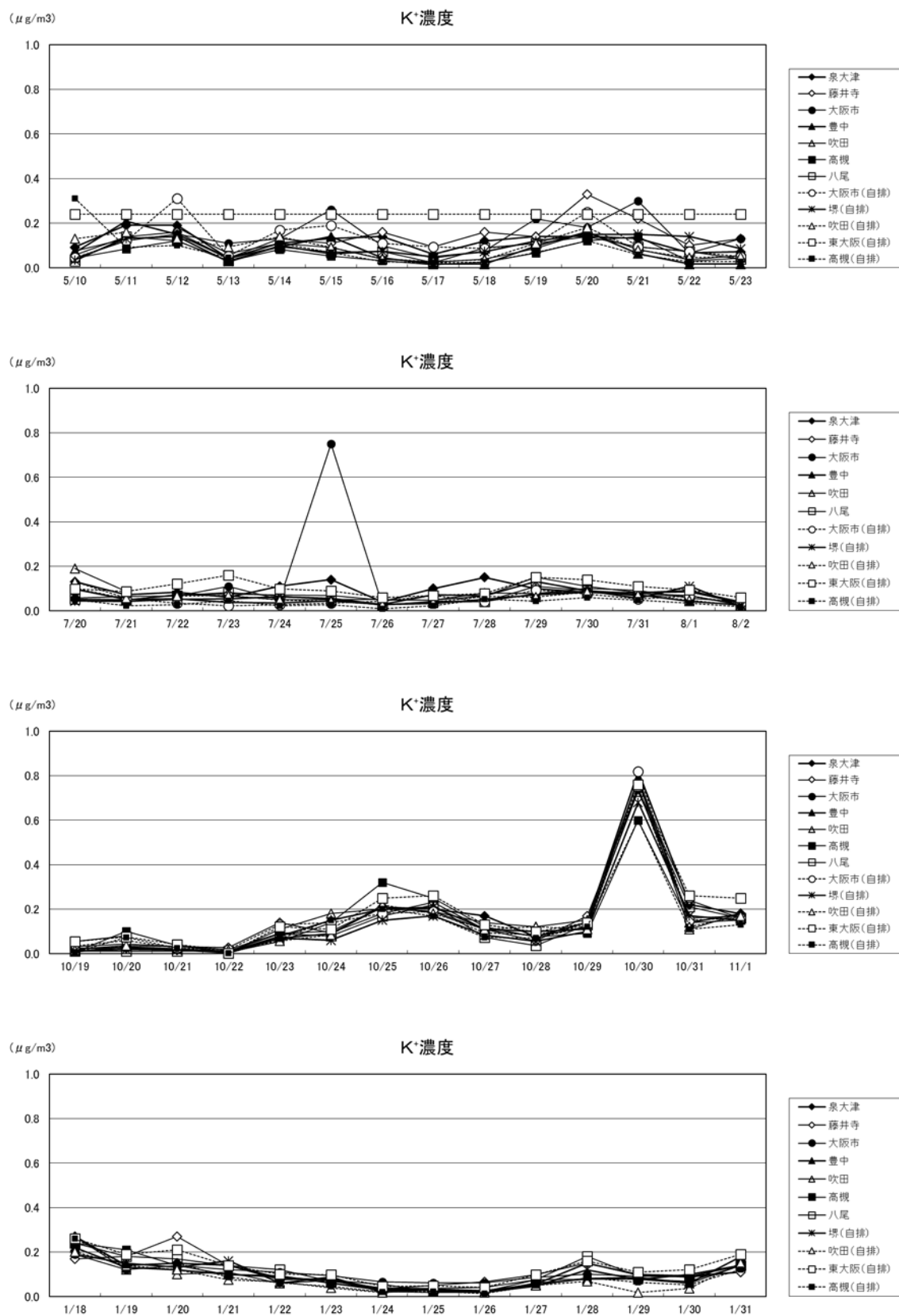


図 15 (6) イオン成分濃度の季節別経日変化

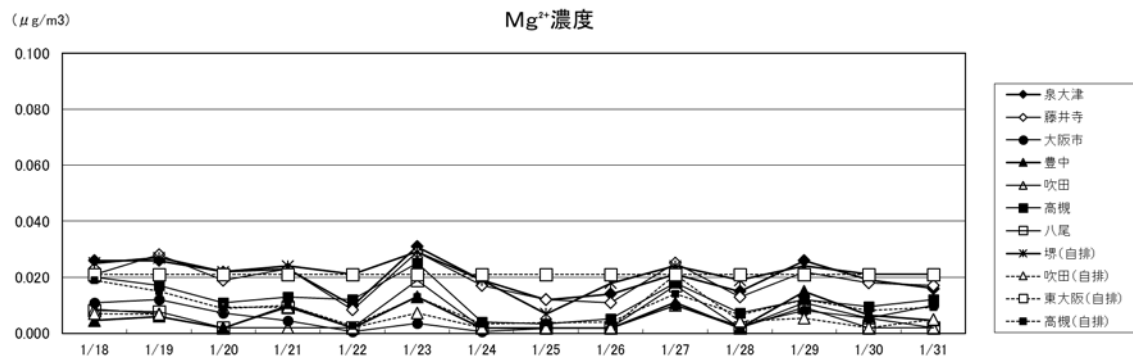
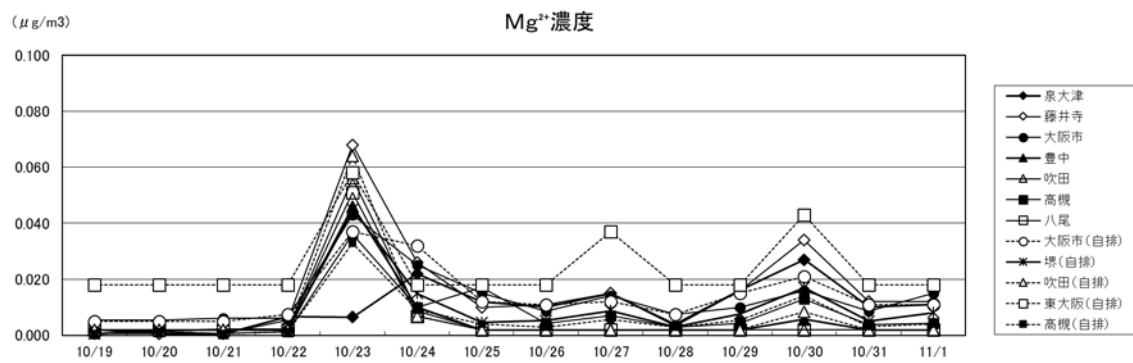
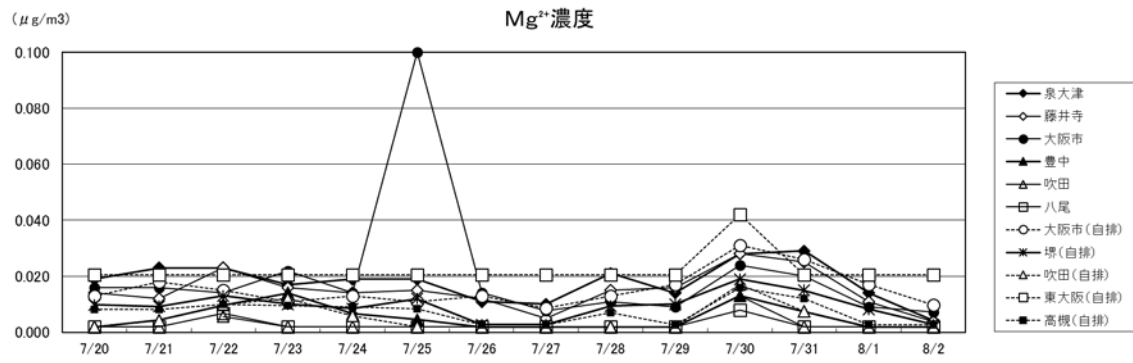
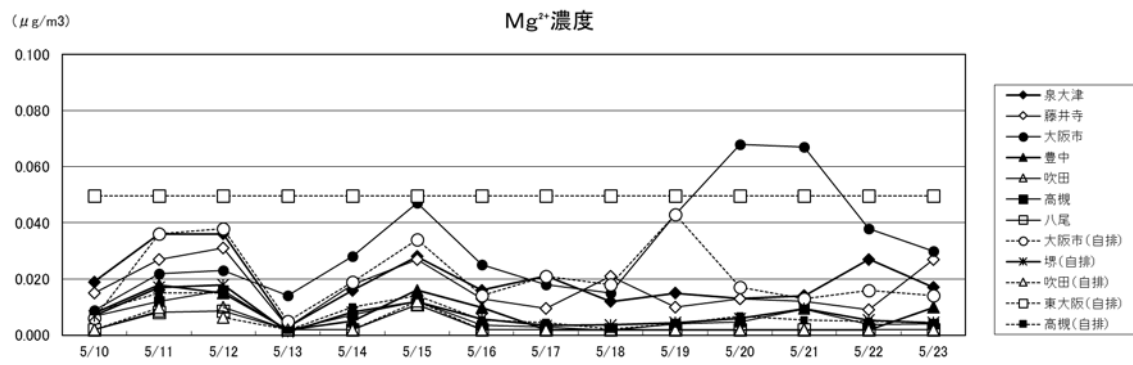


図 15 (7) イオン成分濃度の季節別経日変化

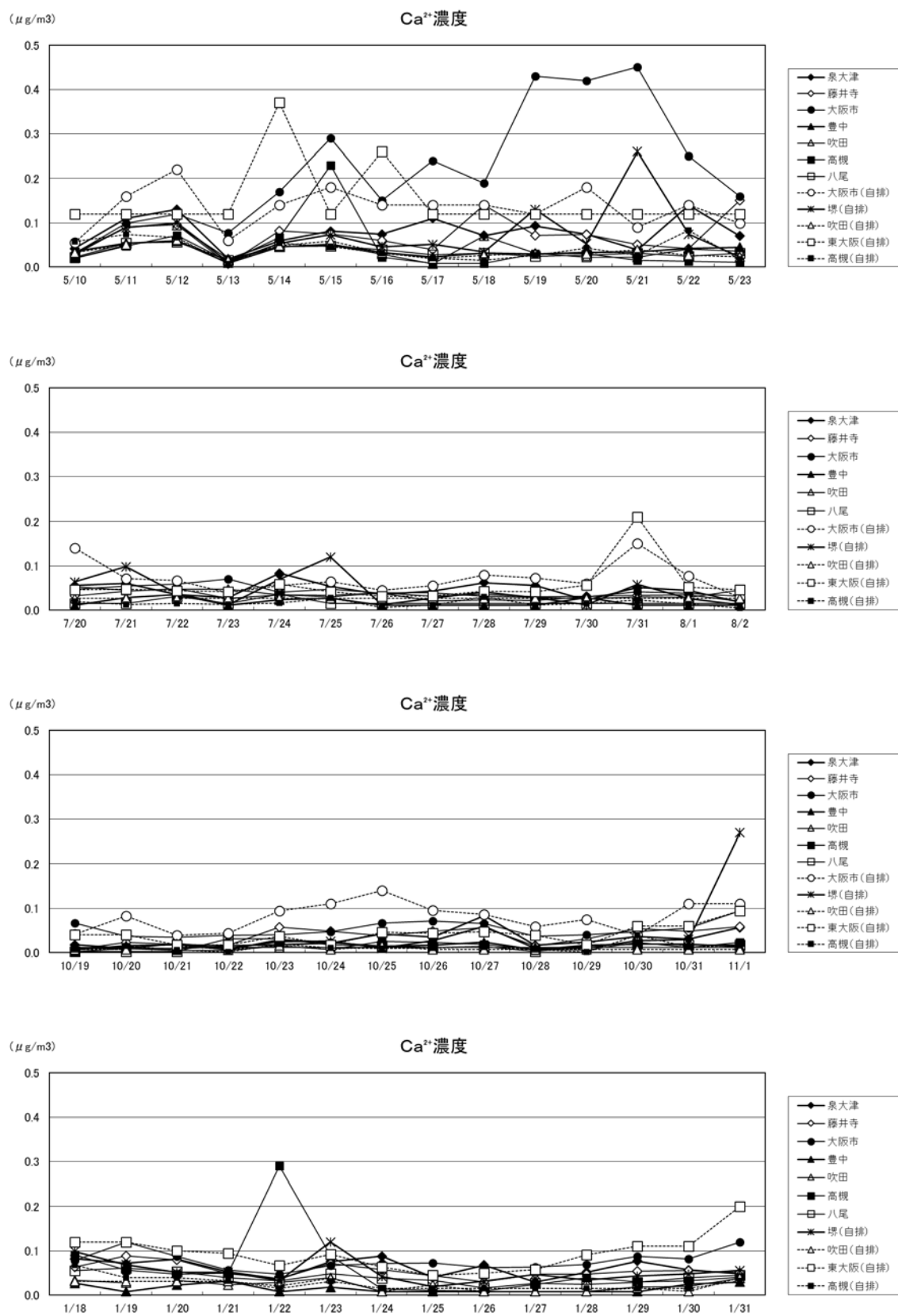


図 15 (8) イオン成分濃度の季節別経日変化

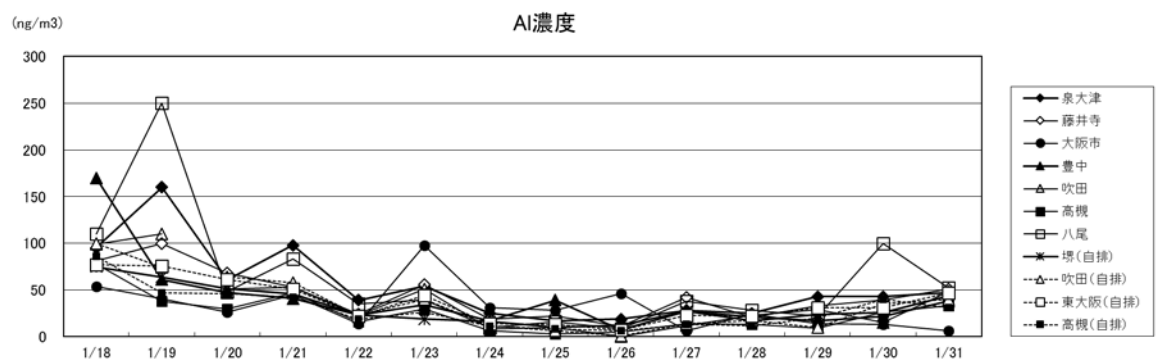
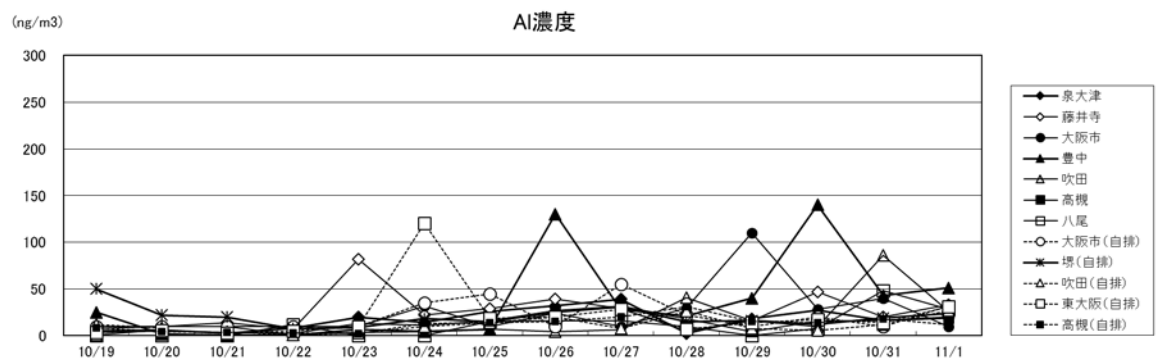
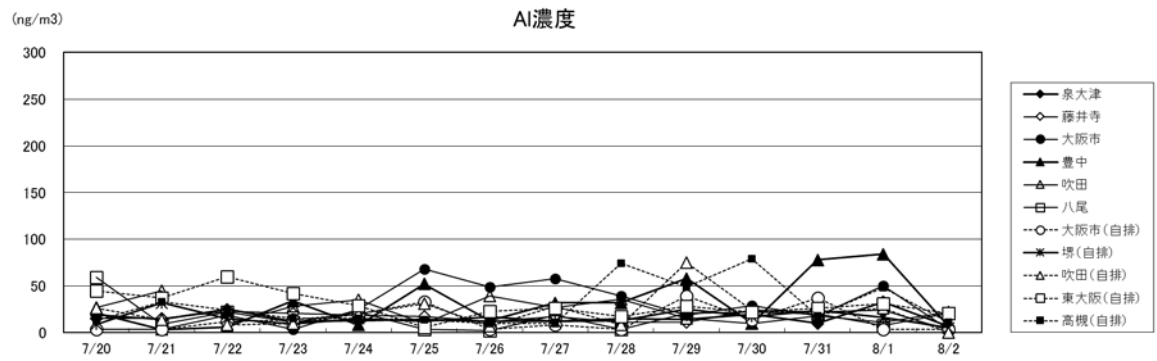
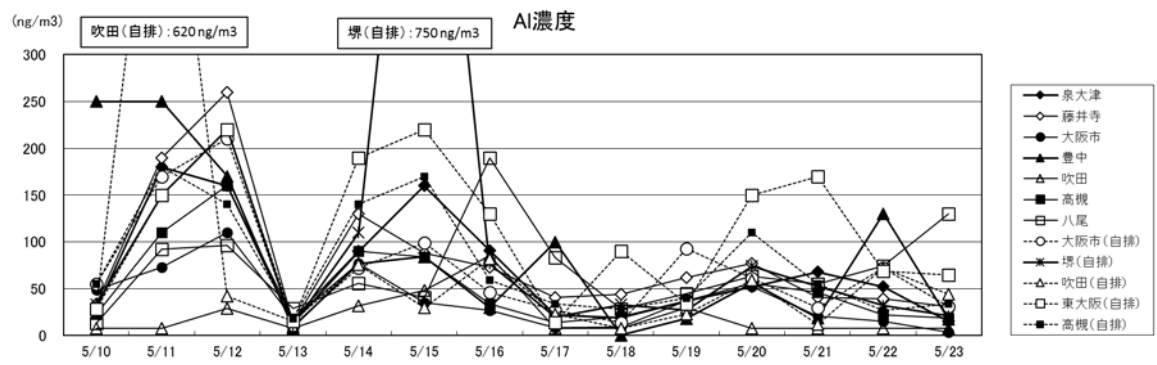


図 16 (1) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

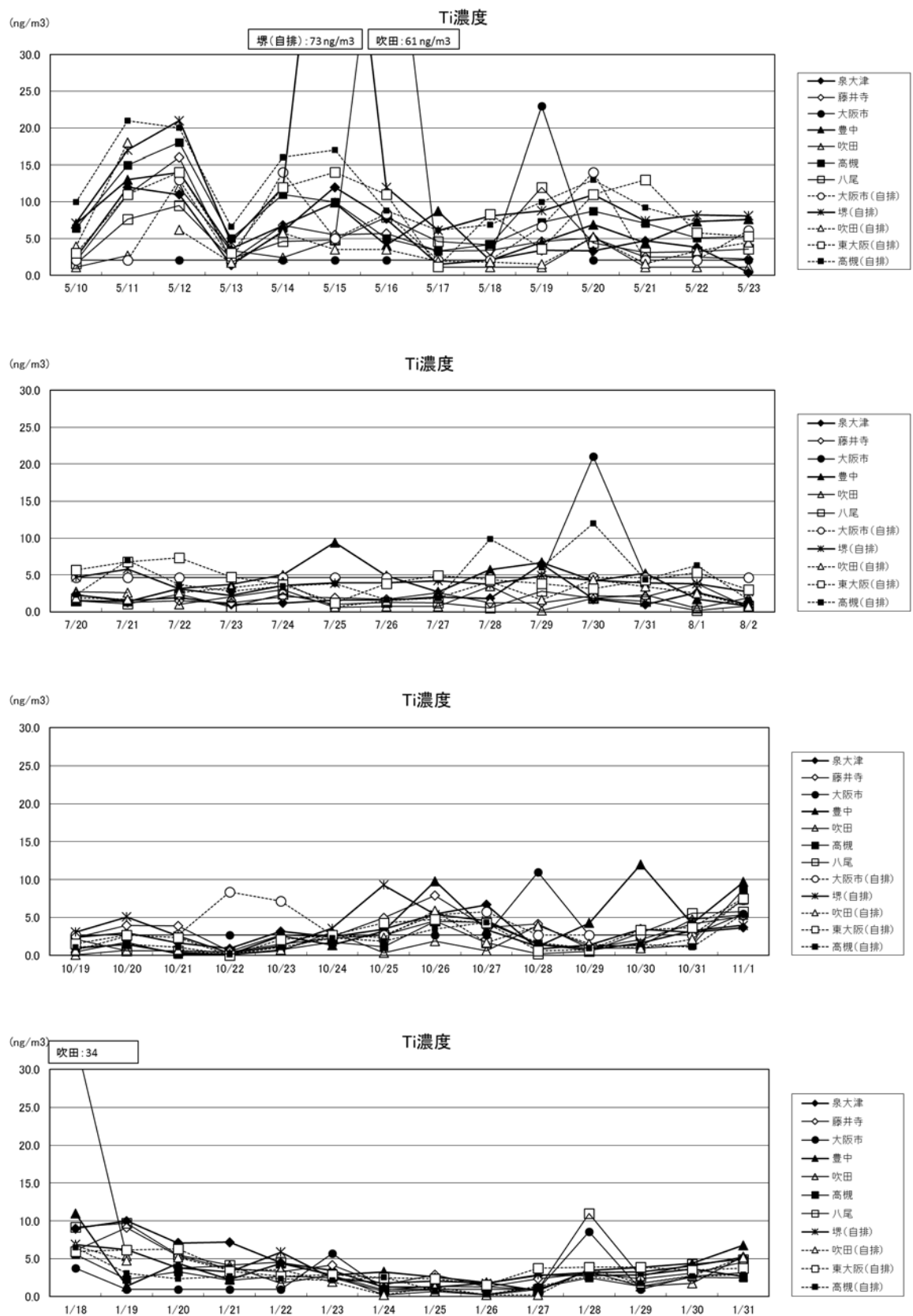


図 16 (2) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

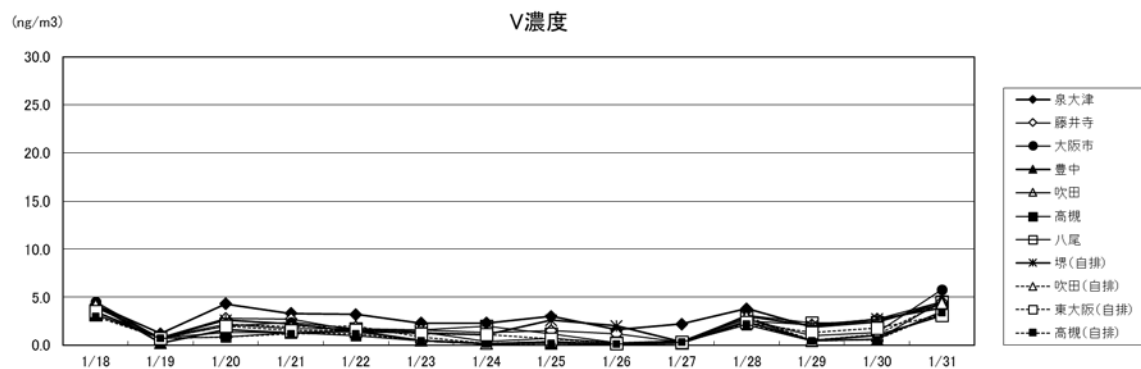
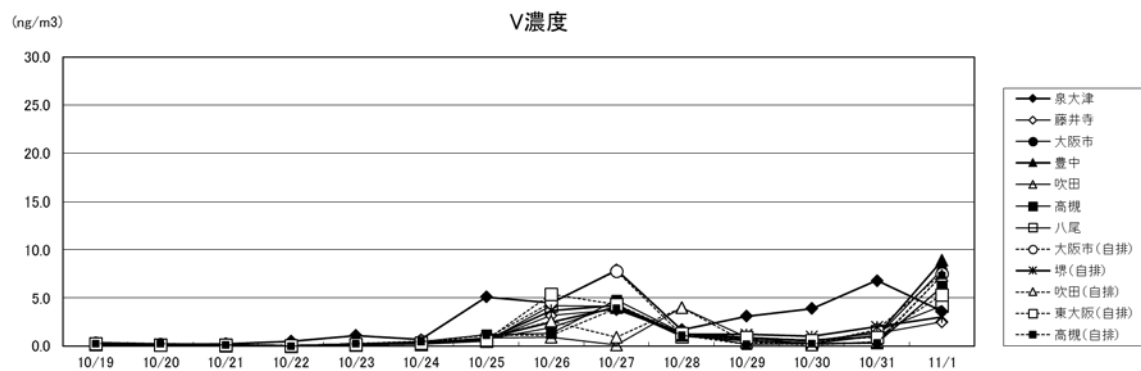
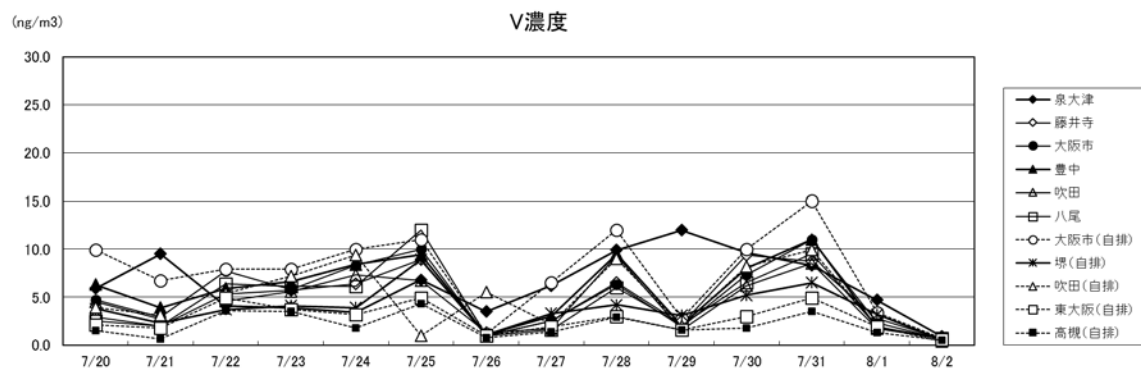
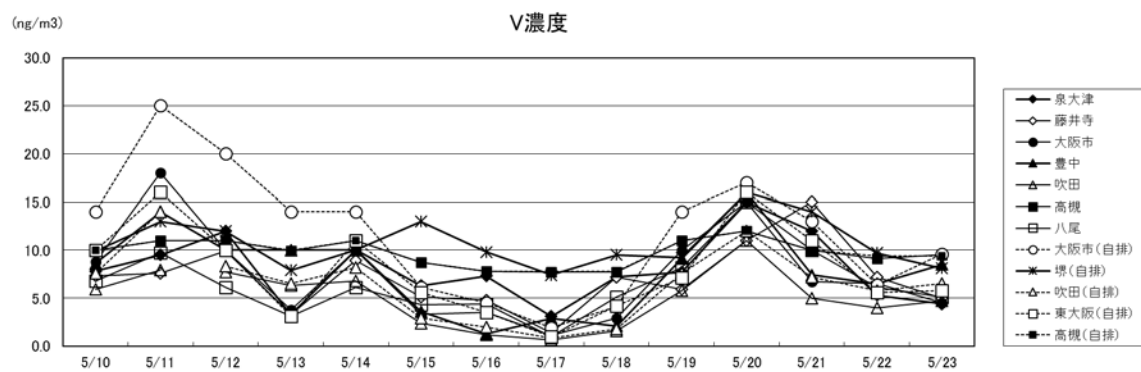


図 16 (3) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

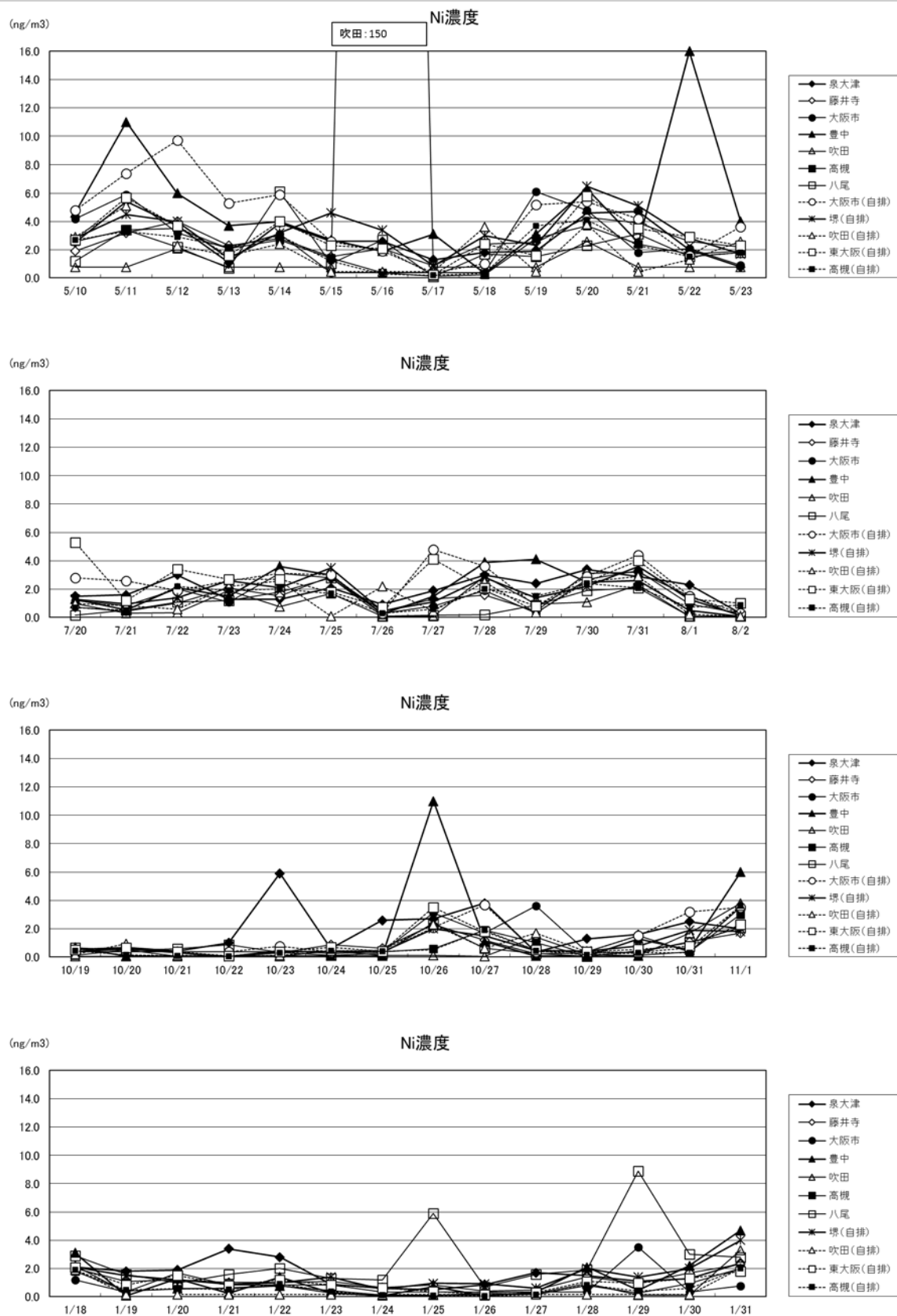


図 16 (4) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

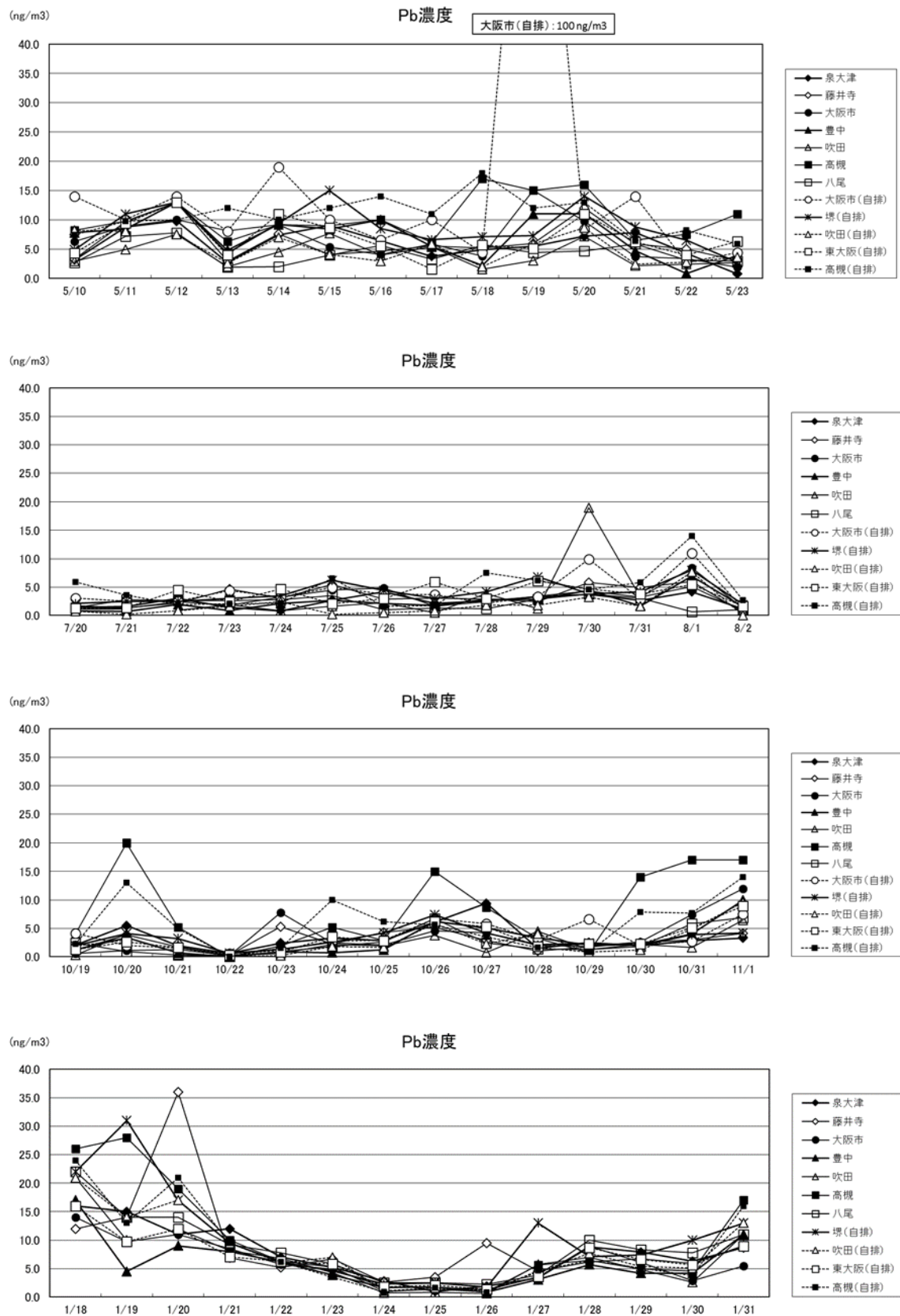


図 16 (5) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

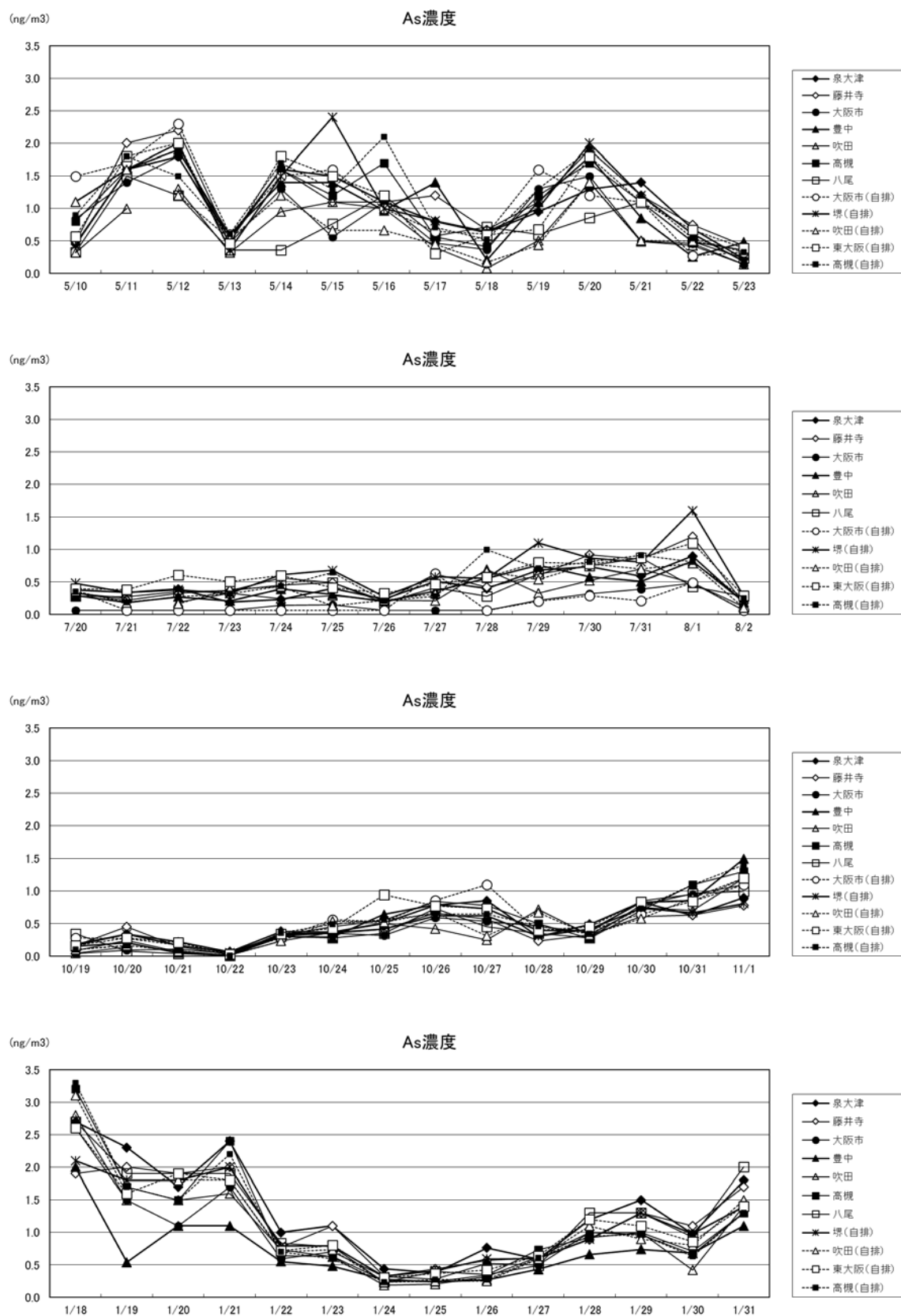


図 16 (6) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

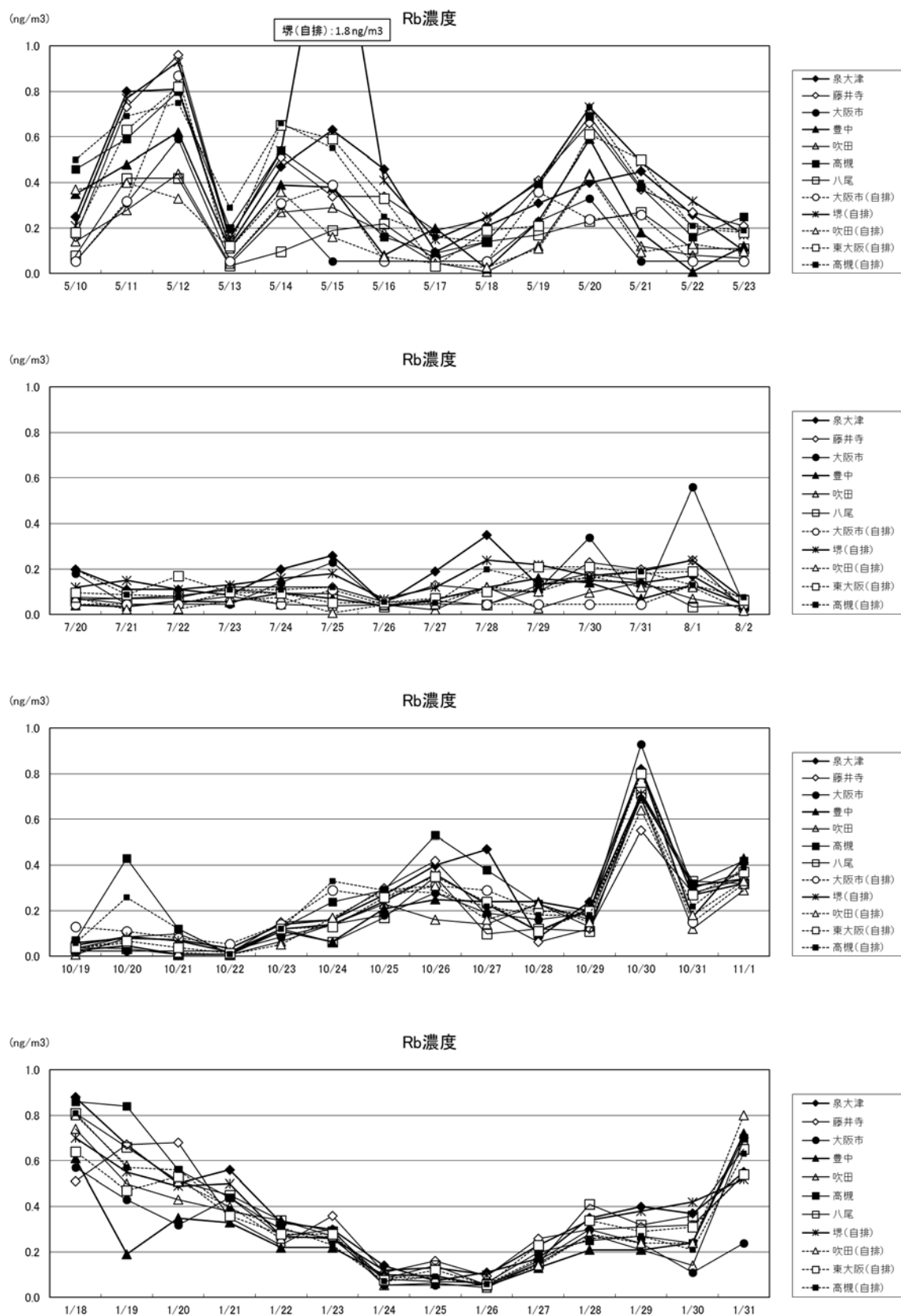


図 16 (8) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

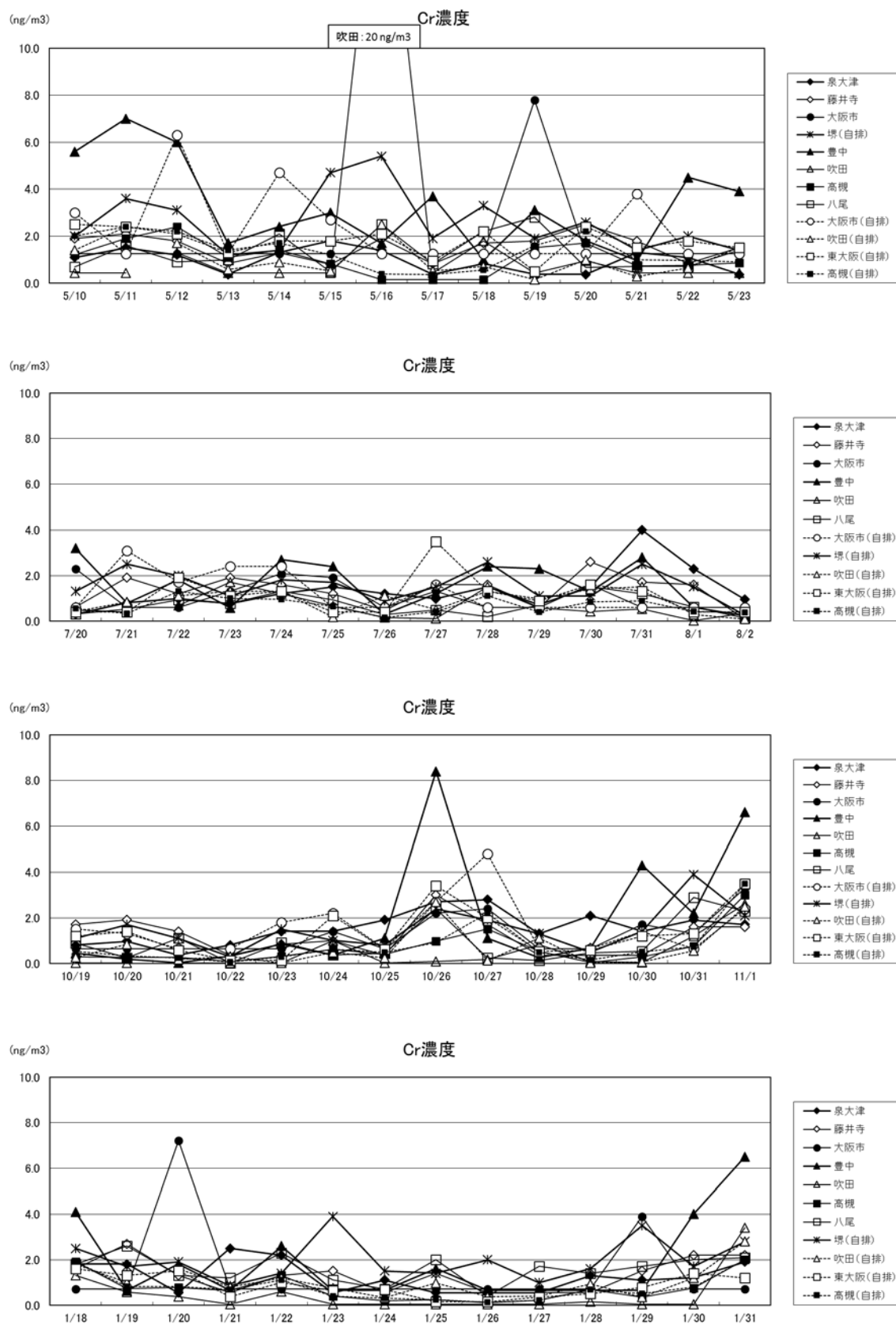


図 16 (9) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

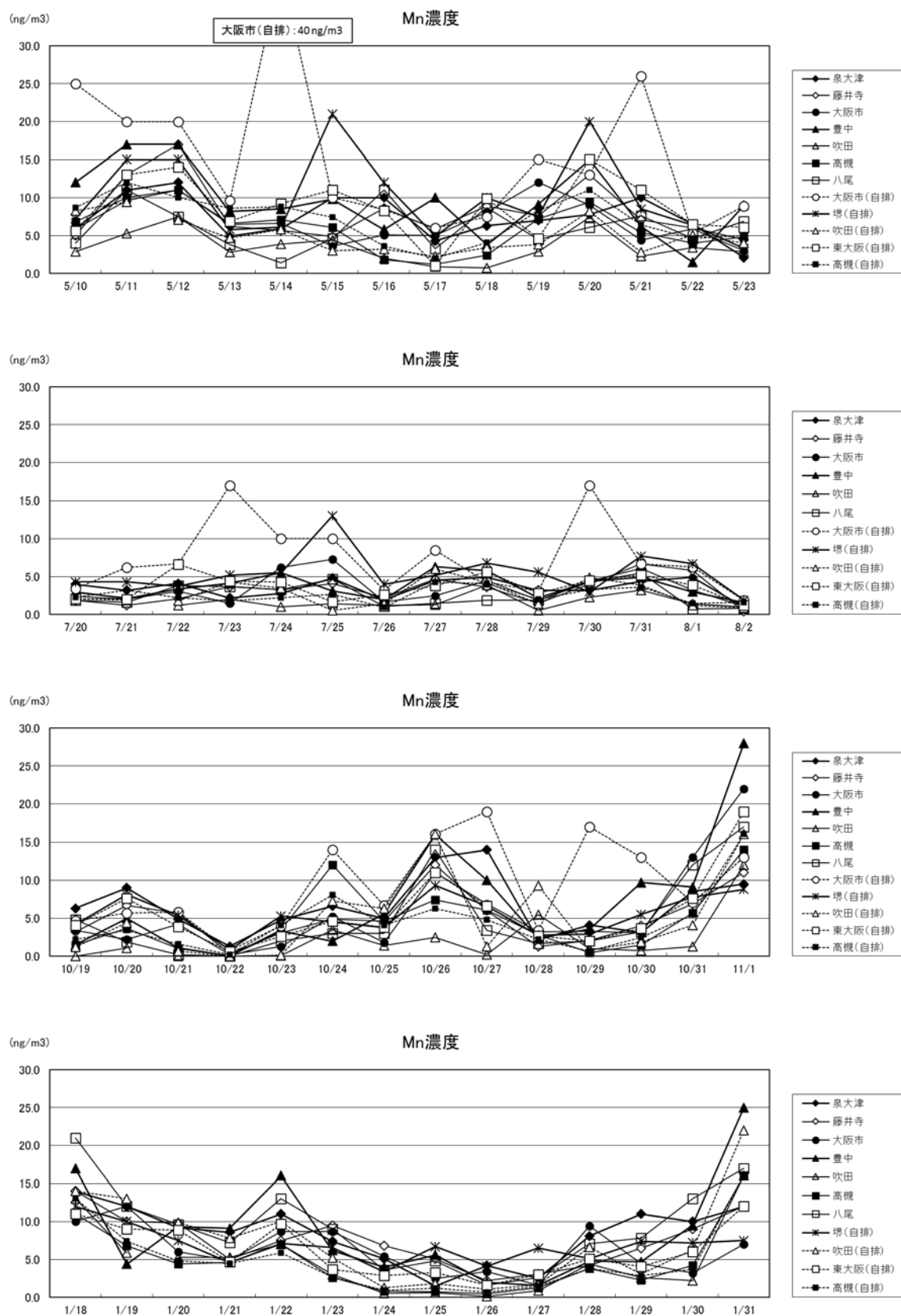


図 16 (10) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

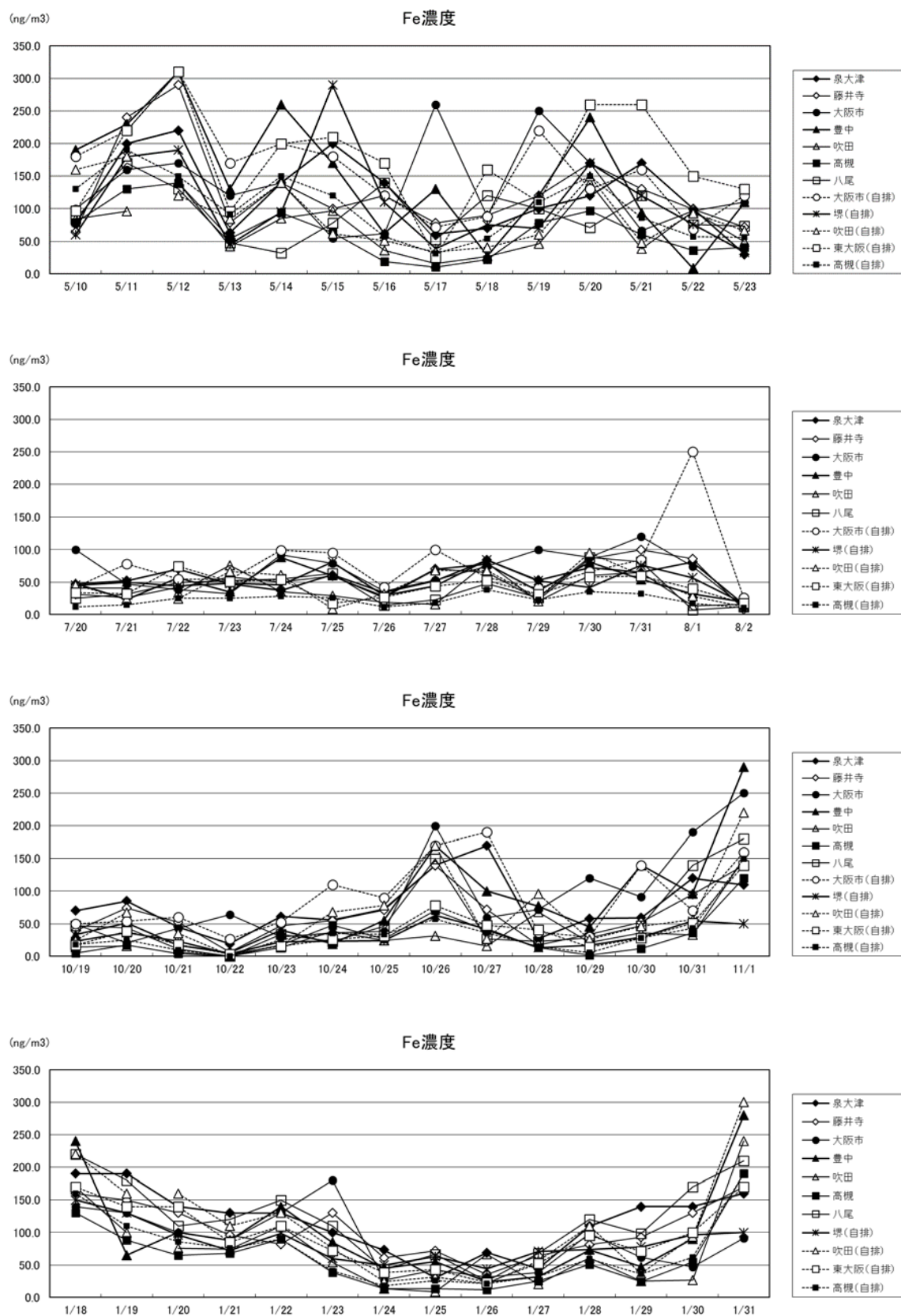


図 16 (11) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

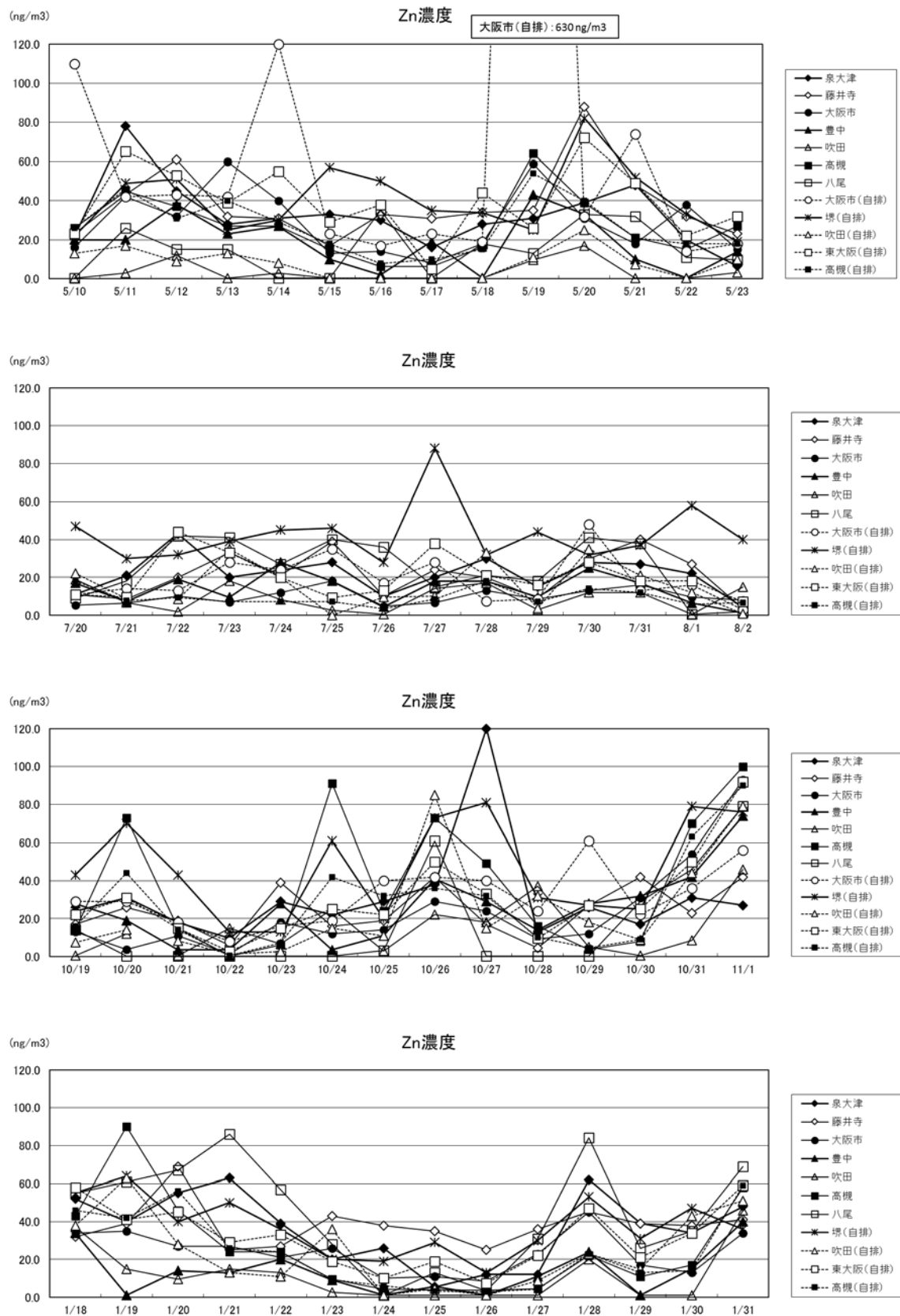


図 16 (12) 無機元素成分濃度の季節別経日変化

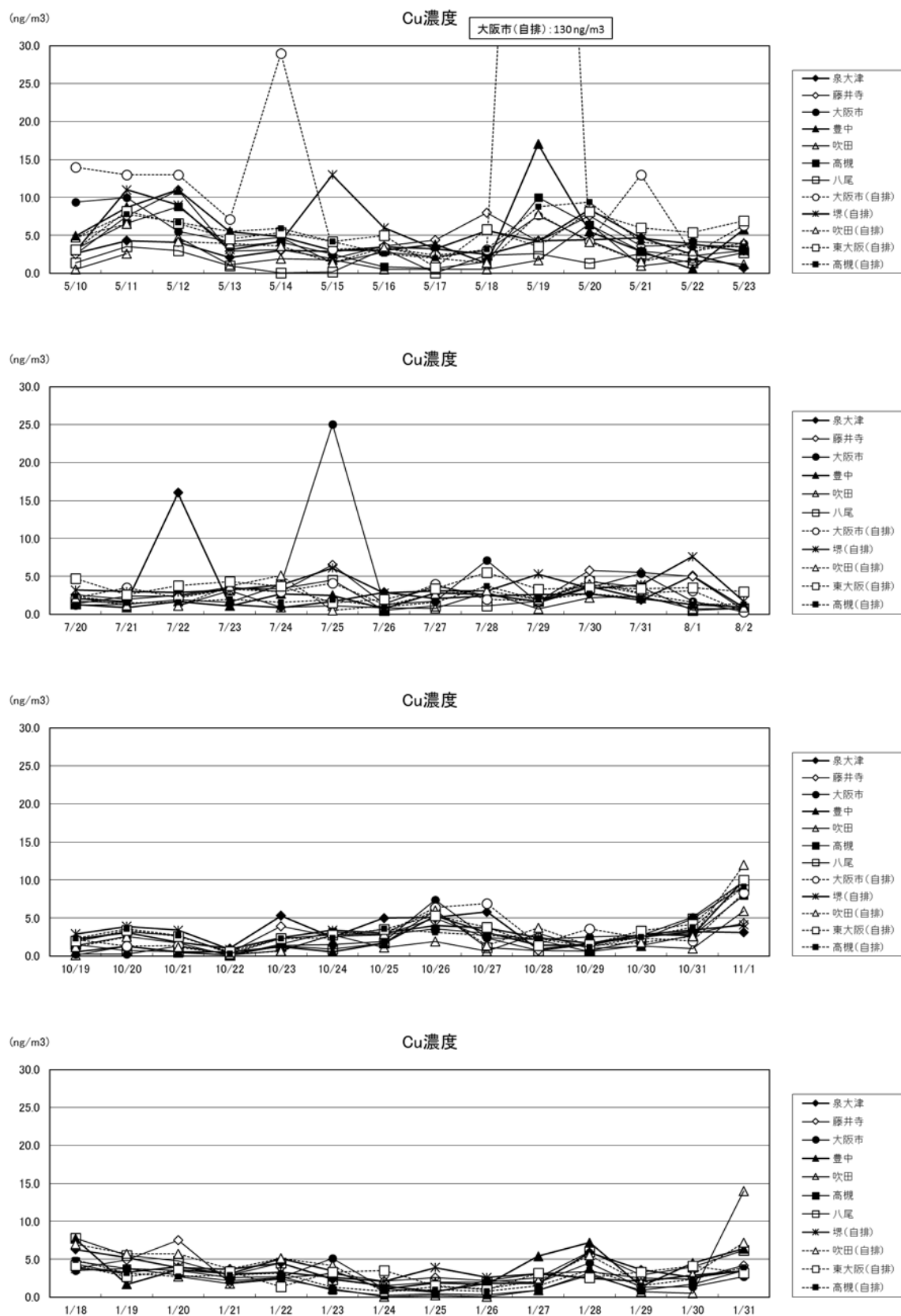
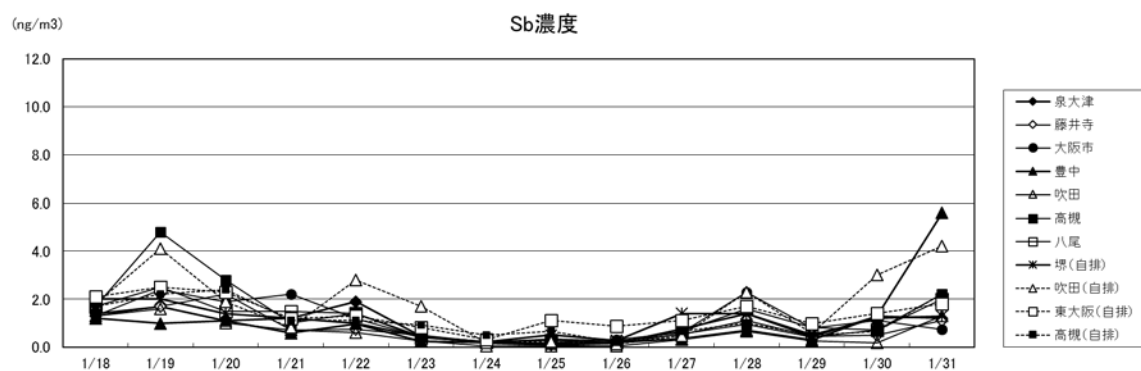


図 16 (13) 無機元素成分濃度の季節別経日変化



④ その他の成分

泉大津及び藤井寺では、ガイドライン項目以外の成分として、水溶性有機炭素（WSOC: Water Soluble Organic Carbon）、WSOC の一種であるシュウ酸、マロン酸、リンゴ酸、コハク酸、レボグルコサン、及び、多環芳香族炭化水素類（PAHs）を分析した。

a 水溶性有機炭素成分

水溶性有機炭素は、有機炭素のうちの水溶性の成分であり、光化学反応によって二次生成するものや植物質の燃焼により生成するものなどが含まれている。分析対象としたシュウ酸（C2）・マロン酸（C3）・リンゴ酸（C4）・コハク酸（C4）などの低級ジカルボン酸は、水溶性有機成分のなかでも存在量が多く、主として光化学反応によって二次的に生成する成分である¹⁾。また、レボグルコサンはセルロースの熱分解によって生成される、木材や稲藁などのバイオマスの燃焼粒子中に高い含有率で存在することからバイオマス燃焼の有機トレーサーとして用いられる²⁾。

コハク酸については、分析は行ったが、大半が検出下限値未満であった。

（季節平均値）

WSOC の季節平均値は、泉大津・藤井寺ともに、春季が最も高く、冬季が最も低かった（図 18）。春季及び冬季は、藤井寺における平均濃度が泉大津より高かった。夏季及び秋季の 2 地点間の平均濃度に明確な差は認められなかった。

シュウ酸（ $C_2O_4^{2-}$ ）の季節平均値は、春季が最も高く次いで、秋季、夏季、冬季の順に高かった。夏季及び秋季は藤井寺の平均濃度が泉大津より高かったが、春季及び冬季は 2 地点間の平均濃度に明確な差は認められなかった。

マロン酸の季節平均値は、春季が最も高く、次いで、秋季、夏季、冬季の順に高かった。夏季と冬季の平均濃度に大差はなかった。春季の平均濃度は夏季及び冬季の平均濃度の約 2 倍であった。各季節の 2 地点間の平均濃度に大差は認められなかったが、冬季以外は藤井寺の平均濃度が泉大津より高かった。

リンゴ酸の季節平均濃度は、春季が最も高く、次いで、夏季、秋季、冬季の順に高かった。最も濃度が高かった春季の濃度は、最も濃度が低かった冬季の濃度の約 4 倍であった。藤井寺のすべての季節平均濃度が泉大津の平均濃度より高かった。

レボグルコサンの季節平均濃度は、秋季が最も高く、次いで、冬季、春季、夏季の順に高かった。最も濃度が高かった秋季の濃度は、最も濃度が低かった夏季の濃度の約 10 倍であった。藤井寺のすべての季節平均濃度が泉大津の平均濃度より高かった。特に、春季は 2 地点間の平均濃度の差が大きく、藤井寺の平均濃度は泉大津の平均濃度の 2.6 倍であった。

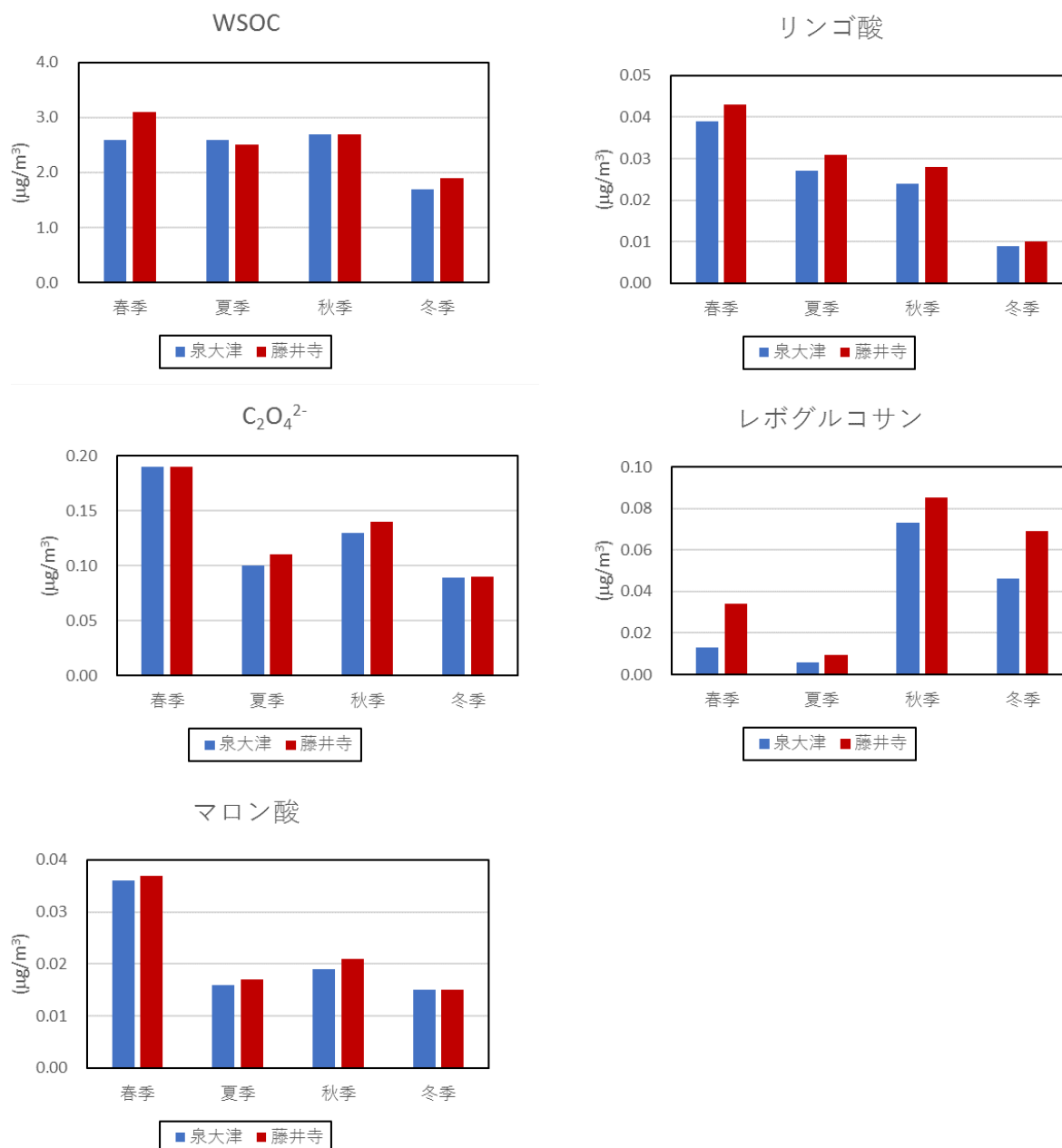


図 17 水溶性有機炭素成分濃度の季節平均値

(日ごとの濃度)

調査期間中最も WSOC 濃度が高かった日は、泉大津・藤井寺ともに、10 月 30 日で、それぞれ $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $7.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。次いで濃度が高かったのは、10 月 26 日で、泉大津の濃度が $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、藤井寺の濃度が $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。各季の調査期間中の濃度変動は、秋季を除いては、最大濃度と最小濃度の差が $1.3 \sim 3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とあまり大きくなかった。WSOC の経日変動は、5 月 20 日及び 23 日を除いては、2 地点間で大差は認められなかった。5 月 20 日と 23 日は、藤井寺の WSOC 濃度が泉大津の濃度より、 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上高かった。

泉大津で最もシュウ酸 ($C_2O_4^{2-}$) 濃度が高かった日は、5 月 12 日 ($0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。次いで、5 月 20 日と 10 月 30 日 ($0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。藤井寺で最もシュウ酸濃度が高かった日は、5 月 20 日 ($0.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。次いで、5 月 11 日と 10 月 26 日 ($0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった。秋季と冬季のシュウ酸の経日変動の傾向は、WSOC の傾向と似ていた。

泉大津で最もマロン酸濃度が高かった日は 5 月 12 日 ($0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、次いで高かったのは 5 月 20

日と10月30日(0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。藤井寺で最もマロン酸濃度が高かった日は5月20日(0.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)で、次いで高かった日は5月12日及び10月26日(0.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。秋季と冬季のマロン酸の経日変動は、WSOCと似ていた。

泉大津でリンゴ酸濃度が調査期間中最も高かった日は、5月20日及び7月29日(0.062 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。次いで高かった日が、10月26日(0.059 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。藤井寺でリンゴ酸が最も高かった日は5月20日(0.084 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)で、次いで高かった日が7月29日(0.081 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。冬季のリンゴ酸の経日変動の傾向は、WSOCの経日変動の傾向と似ていた。その他の季節の経日変動は、冬季ほどはWSOCの傾向と似ていなかった。調査期間中の藤井寺のリンゴ酸濃度は泉大津より高い傾向が認められた。

レボグルコサン濃度が調査期間中最も高かった日は、泉大津・藤井寺ともに、10月30日(泉大津: 0.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、藤井寺: 0.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。次いで濃度が高かった日は、1月28日(泉大津: 0.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、藤井寺: 0.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。秋季は、WSOC濃度が高い日のレボグルコサン濃度が高い傾向が認められたが、その他の季節においてその傾向は明確ではなかった。

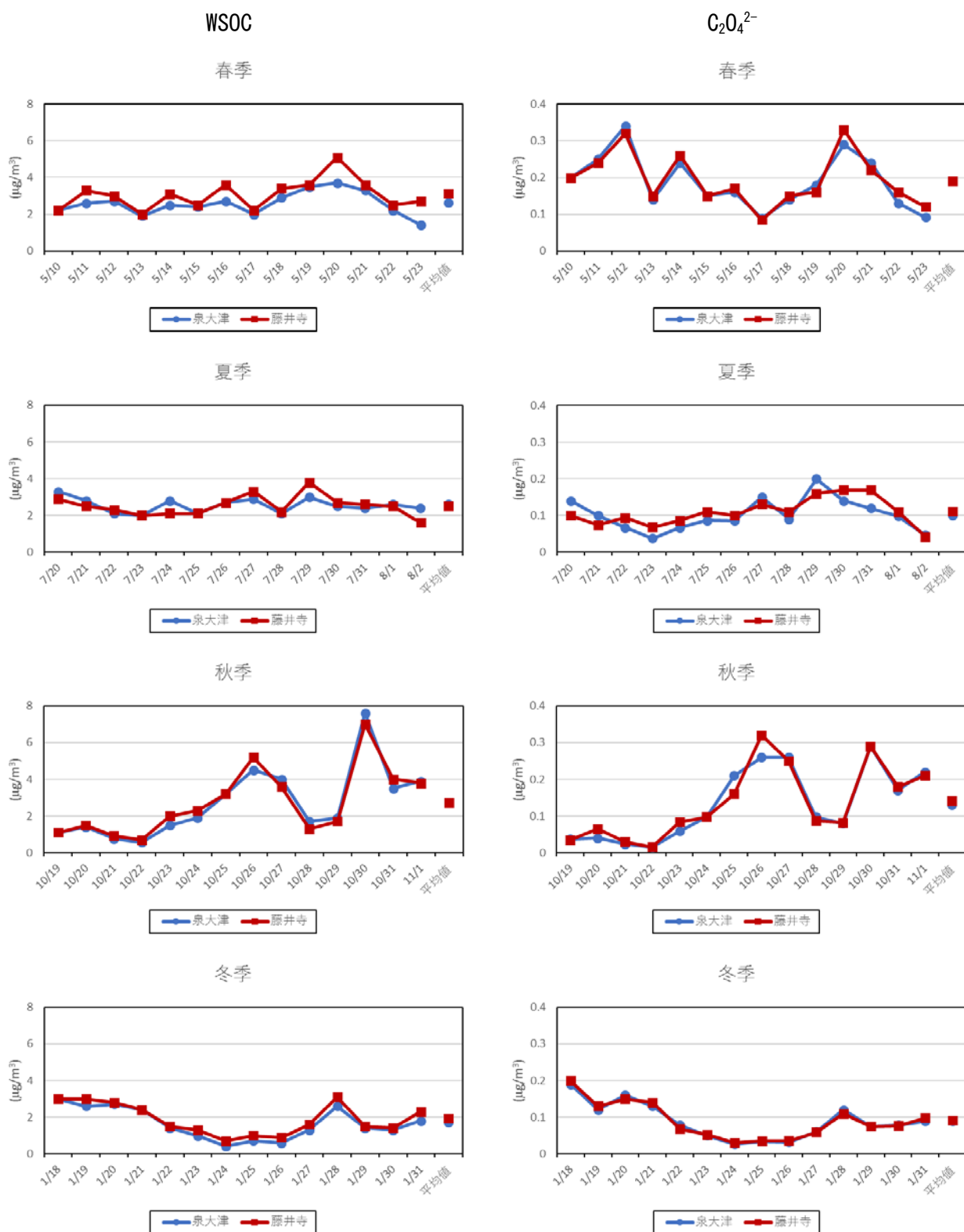


図 18(1) 水溶性有機炭素成分の経日変化

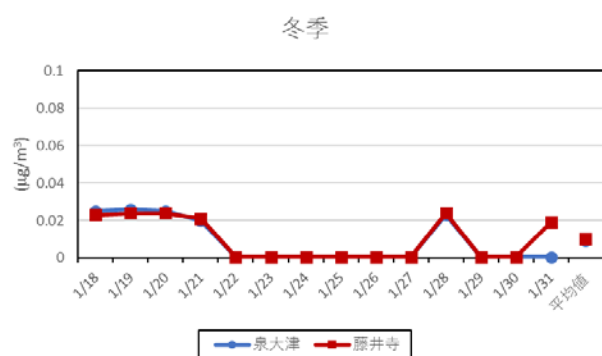
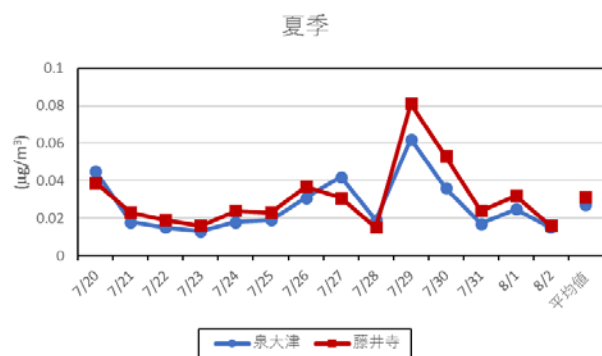
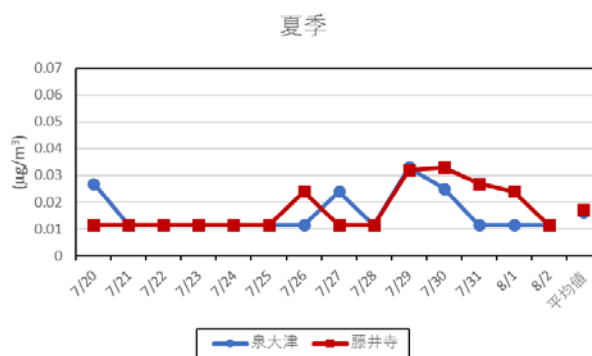
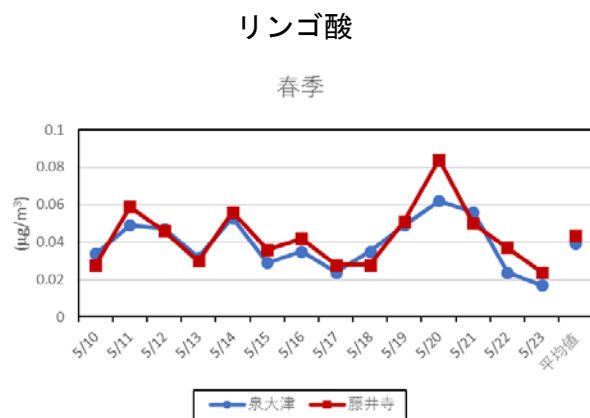
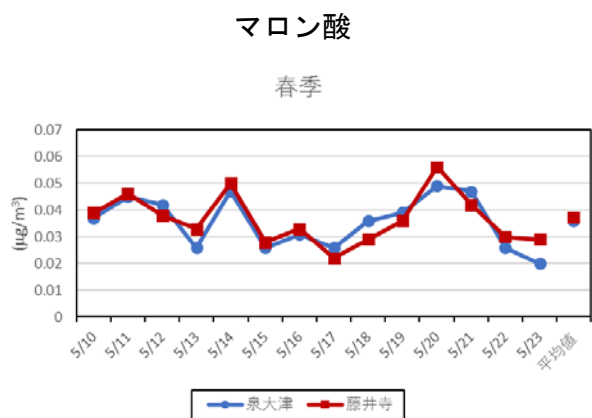


図 18(2) 水溶性有機炭素成分の経日変化

レボグルコサン

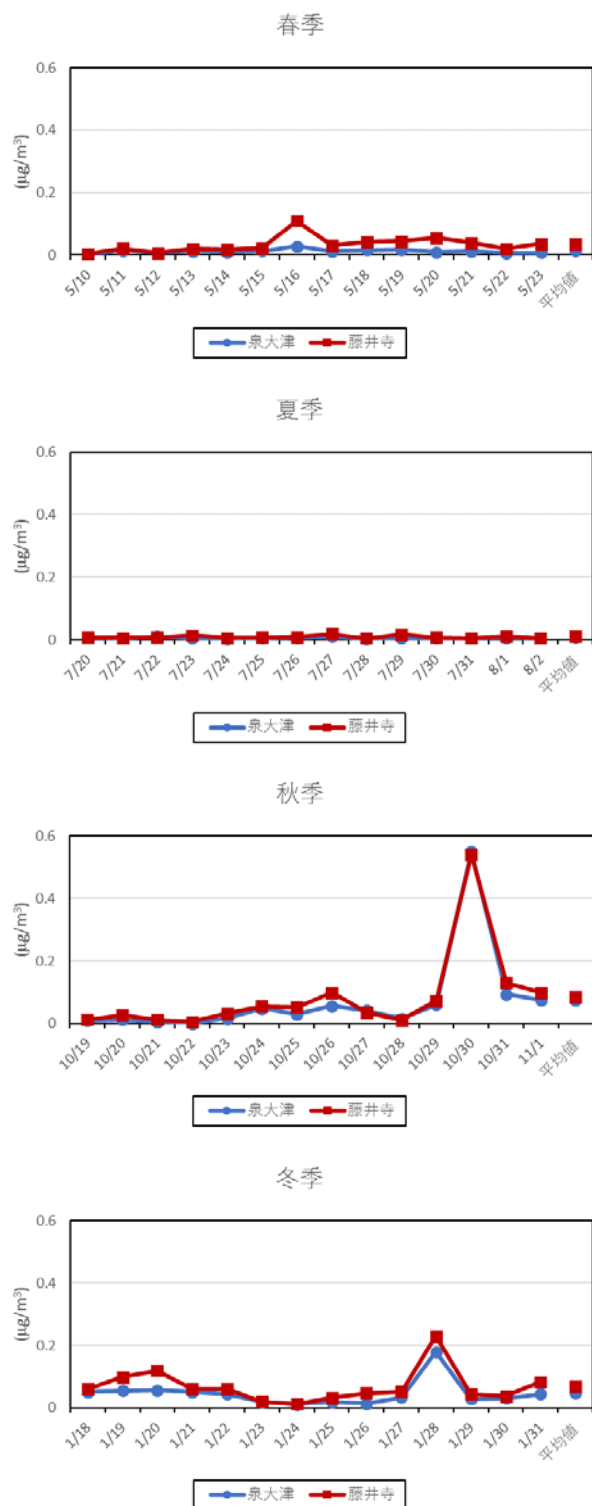


図 18(3) 水溶性有機炭素成分の経日変化

b 多環芳香族炭化水素類 (PAHs)

多環芳香族炭化水素類 (PAHs) は主に石油・石炭等化石燃料の不完全燃焼や有機物の熱分解の過程で生成される。そのうちのベンゾ [a] ピレン等一部の物質は強い発がん性や変異原性を有するといわれている。本調査においては、分析対象を、環数が大きく大気中に粒子態として存在している割合が高い成分、国際癌研究機構 (IRAC) により発がん性もしくは発がん性が疑われるとされてい

る成分を中心に、以下の 11 成分とした(図 19 及び表 12)。フルオランテン(FLU)、ピレン(PYR)、ベンゾ[a]アントラセン(BaA)、クリセン(CHR)、ベンゾ[b]フルオランテン(BbF)、ベンゾ[j]フルオランテン(BjF)、ベンゾ[k]フルオランテン(BkF)、ベンゾ[e]ピレン(BeP)、ベンゾ[a]ピレン(BaP)、インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン(IcdP)、ベンゾ[ghi]ペリレン(BghiP)。このうち、BaP がグループ 1 (ヒトに対して発がん性がある)、DBahA はグループ 2A (ヒトに対して恐らく発がん性がある)、BaA・CHR・BbF・BjF・BkF・IcdP はグループ 2B (ヒトに対して発がん性が疑われる) に分類されている(表 12)。

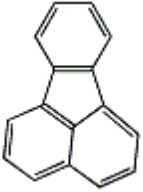
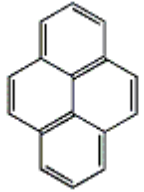
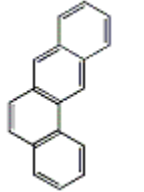
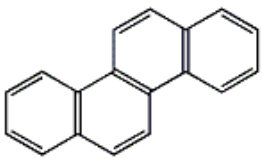
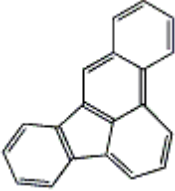
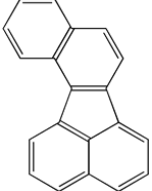
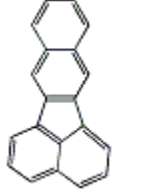
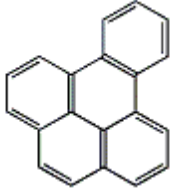
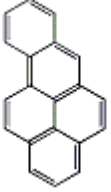
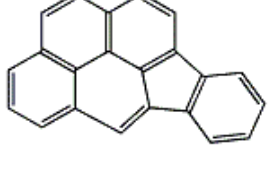
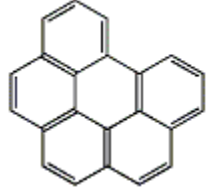
			
フルオランテン (FLU)	ピレン (PYR)	ベンゾ[a]アントラセン (BaA)	クリセン (CHR)
			
ベンゾ[b]フルオランテン (BbF)	ベンゾ[j]フルオランテン (BjF)	ベンゾ[k]フルオランテン (BkF)	ベンゾ[e]ピレン (BeP)
			
ベンゾ[a]ピレン (BaP)	インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン (IcdP)	ベンゾ[ghi]ペリレン (BghiP)	

図 19 分析対象とした PAHs の構造式

表 12 分析対象とした PAH の IRAC による発がん性のカテゴリー

化合物名	環数	有害大気汚染物質に該当する可能性	IARC による発がん性のカテゴリー*
フルオランテン (FLU)	4	有	3
ピレン (PYR)		有	3
ベンゾ[a]アントラセン (BaA)		有	2B
クリセン (CHR)		有	2B
ベンゾ[b]フルオランテン (BbF)	5	有	2B
ベンゾ[j]フルオランテン (BjF)		有	2B
ベンゾ[k]フルオランテン (BkF)		有	2B
ベンゾ[e]ピレン (BeP)		有	3
ベンゾ[a]ピレン (BaP)		有	1
インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン (IcdP)	6	有	2B
ベンゾ[ghi]ペリレン (BghiP)			3

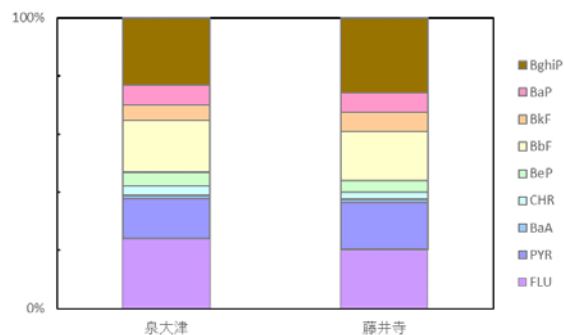
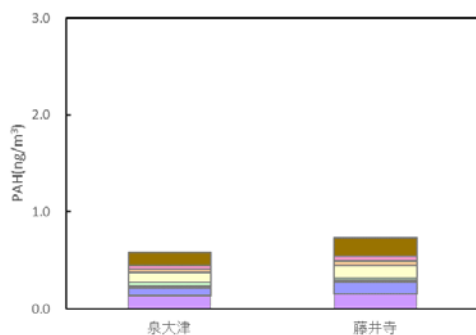
*カテゴリー1：ヒトに対する発がん性が認められる
 カテゴリー2A：ヒトに対して恐らく発がん性がある
 カテゴリー2B：ヒトに対する発がん性が疑われる
 カテゴリー3：ヒトに対する発がん性については分類できない

分析対象とした 11 成分のうち、BjF 及び IcdP は、秋季・冬季ともに、概ね検出下限値以下であった。また、秋季においては、半数以上の BaA、CHR、BeP の値が検出下限値以下であった。ここでは、概ね検出下限値以下であった BjF 及び IcdP を除いた 9 種の PAH 類について記述する。なお、分析対象とした 9 種の PAH の合算値は $\Sigma 9\text{PAH}$ と表記する。

秋季の泉大津の 9 種の PAH の中間値の $\Sigma 9\text{PAH}$ は 0.57 ng/m³、冬季は 1.9 ng/m³ で、冬季の $\Sigma 9\text{PAH}$ の方が秋季より 3.4 倍高かった (図 20)。特に、BaA 及び CHR は、両地点において、冬季の濃度の中間値が秋季より 10 倍以上高かった。藤井寺においては、秋季の $\Sigma 9\text{PAH}$ が 0.67 ng/m³、冬季が 1.6 ng/m³ で、冬季の方が秋季より 2.5 倍高かった。秋季・冬季ともに、泉大津・藤井寺 2 地点間の各季の $\Sigma 9\text{PAH}$ に大差は認められなかった。また、秋季は 9 種の PAH の組成についても、2 地点間に大差は認められなかった。一方、冬季は 2 地点間で組成が異なっており、FLU の割合は泉大津の方が藤井寺より高く、BaP の割合は藤井寺の方が高かった。季節によっても PAH の組成は異なっており、両地点において、冬季は BaA 及び CHR の割合が秋季より際立って高かった。

$\Sigma 9\text{PAH}$ は日によって異なった (図 21)。また、同一日における 2 地点間でも異なった。日々の PAH の組成比も 2 地点間で異なった。各地点における $\Sigma 9\text{PAH}$ の経日変動は PM_{2.5} の経日変動と必ずしも一致するわけではなかった。

秋季



冬季

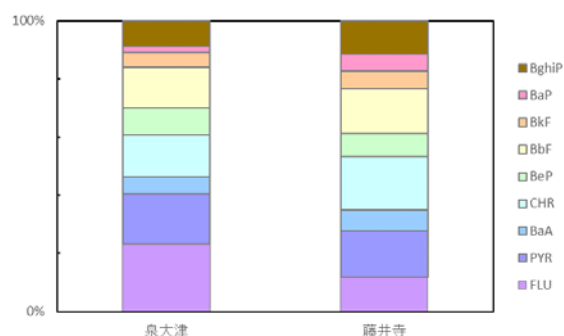
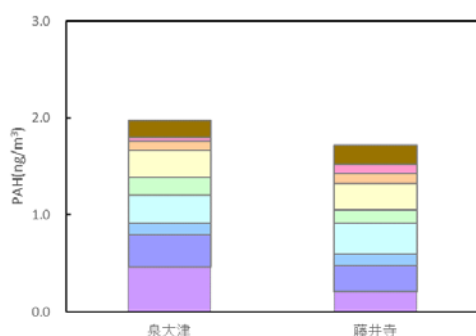
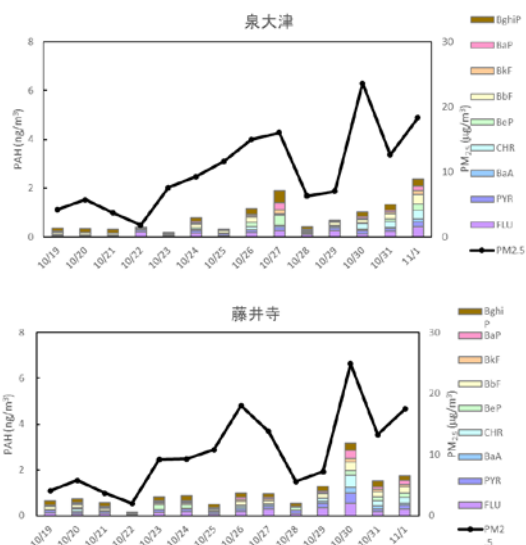


図 20 PM_{2.5} 中に含まれる 9 種の PAHs の調査期間中の中間値（左）と割合（右）

秋季



冬季

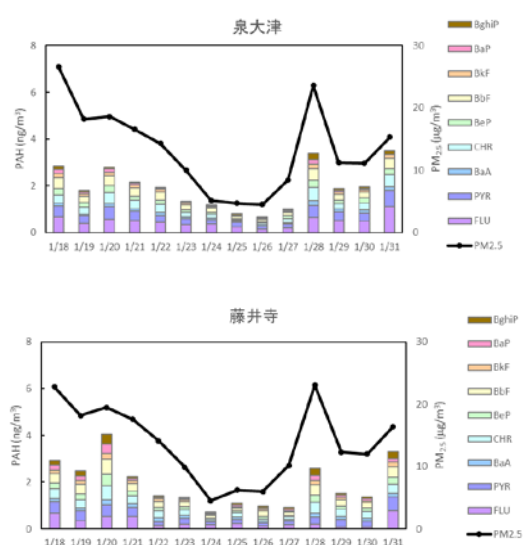


図 21 PM_{2.5} 質量濃度及び PAH 濃度の経日変化

- 1) Kawamura, K. and Ikushima, K.: Seasonal changes in the distribution of dicarboxylic acids in the urban atmosphere, Environ. Sci. Technol., 27, 2227-2235 (1993).
- 2) Simoneit, B. R. T., Schauer, J. J., Nolte, C. G., Oros, D. R., Elias, V. O., Fraser, M. P., Rogge, W. F., Cass, G. R.: Levoglucosan, a tracer for cellulose in biomass burning and atmospheric particles, Atmos. Environ., 33, 173-182(1999).