

埼玉県

3.2 夏季

3.2.2 質量濃度及び組成

(1) 測定値の妥当性の検証

①イオンバランスの確認

図 3-2-1 に、コア期間中の各地点の各日のデータから求めた陽イオン (Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 及び陰イオン (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}) それぞれの合計当量濃度の比較を示す。データの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。陰イオン当量濃度合計/陽イオン当量濃度合計は概ね 0.8~1.2 に収まっていたが、富津の 7/25 はこの範囲の外側に分布し、陰イオンに比べて陽イオンが多かった。また、濃度自体が低い場合にこの範囲の外側に分布するものが多くみられ、富津の 7/31 は陽イオンに比べて陰イオンが多い一方、多摩の 7/25 と 7/27、湖西の 7/26、綾瀬の 7/31 をはじめとして、特にこの 3 地点において陰イオンに比べて陽イオンが多いデータがみられた。

②マスキロージャーモデルによる検証

図 3-2-2 に、コア期間中の各地点の各日のデータから推定した質量濃度と、標準測定法による質量濃度の比較を示す。推定式とデータの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。全体としては、標準測定法による質量濃度に対する推定質量濃度の比は概ね 0.8~1.2 となっていたが、真岡の 7/25、7/26、7/27、7/29、7/31、嬬恋の 7/26、7/27、7/28、7/29、7/30、多摩の 7/25、7/26、7/27、7/29 は 0.7 未満、川崎の 7/30、7/31、富士の 7/29 は 1.3 超過となっていた。

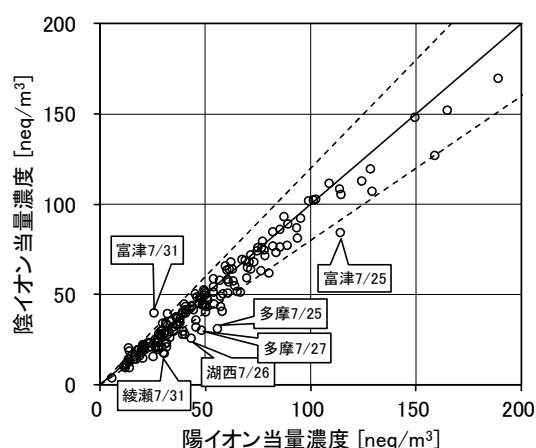


図 3-2-1 イオンバランス

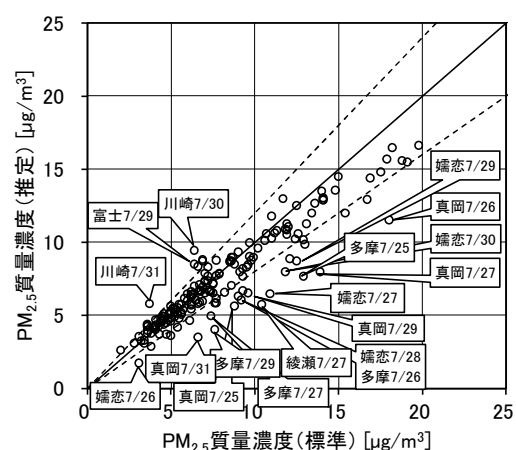


図 3-2-2 マスキロージャーモデル

(2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-2-3 に、コア期間中の各地点の PM2.5 平均濃度を地図に示す。また、一部の地点に

埼玉県

については、PM_{2.5} 主要成分（イオン成分、炭素成分）の組成を円グラフに示す。PM_{2.5} 平均濃度は 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下となっており、全体的に濃度が低かったが、相対的に高かったのは関東平野北部や甲信などの内陸部に多かった。主要成分組成は、全般的に SO_4^{2-} と OC のどちらかまたは両方の割合が高いが、濃度として相対的に高かったのは、 SO_4^{2-} については甲府、長野、富士、浜松、OC については前橋、川崎、甲府、長野、富士といった関東平野北部や甲信などの内陸部、及び沿岸部の一部であった。NO₃⁻ と Cl⁻ については、夏季で気温が高いため、濃度は非常に低かったが、前橋、鴻巣では相対的に NO₃⁻ の割合が高かった。なお、真岡、及び図示していないが嬬恋と多摩については、前項で示したマスクロージャーモデルによる検証結果でも表れているように、PM_{2.5} 濃度に占める主要成分の割合がコア期間の平均で 5 割程度となっていた。

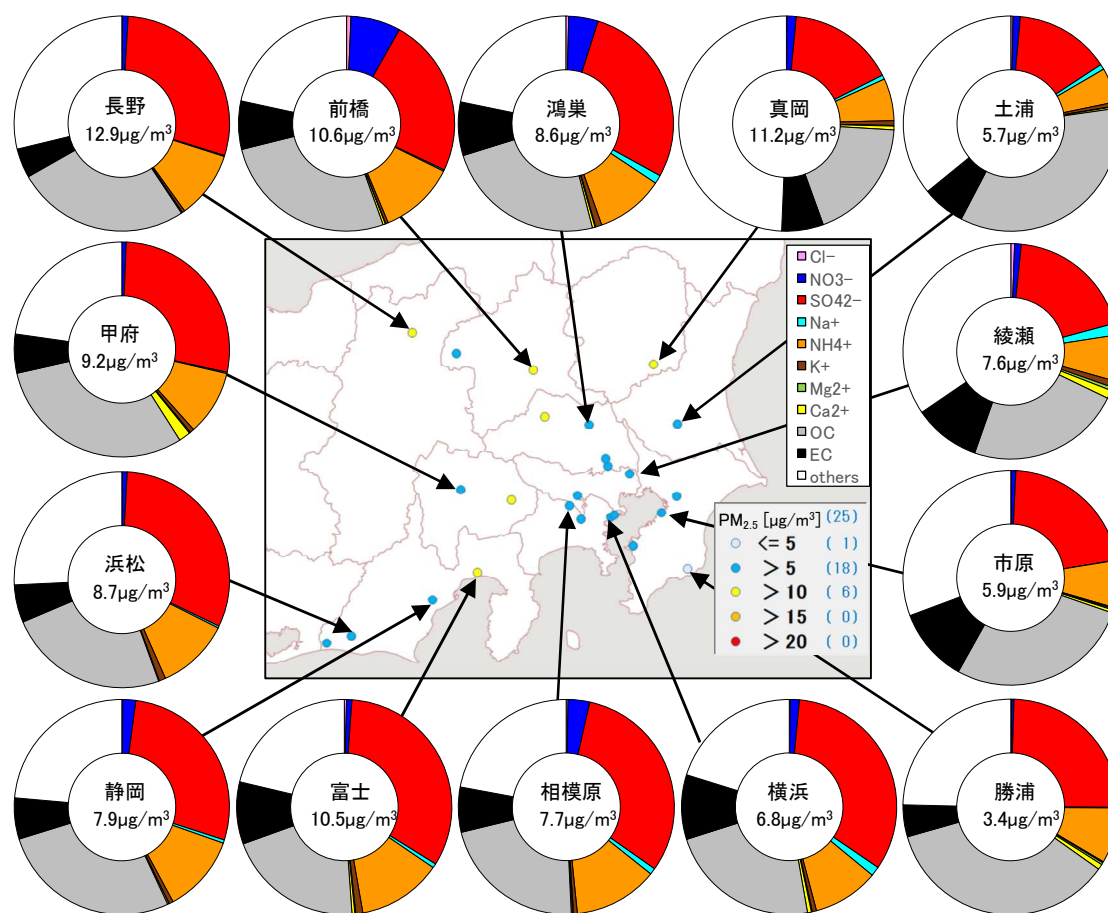


図 3-2-3 PM_{2.5} 平均濃度(地図)と PM_{2.5} 主要成分組成(円グラフ)

3.2.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-2-4 に、コア期間中の SO_4^{2-} 及び SO_2 の平均濃度分布を示す。 SO_2 は沿岸部の一部で高い傾向がみられるが、 SO_4^{2-} が高い地点はそれとは限らず、神奈川県から静岡県にかけての沿岸部、関東平野北部や甲信などの内陸部で相対的に高かった。ただ、濃度自体は、高いところでも長野で 3.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、富士で 3.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、夏季にしては低かった。

埼玉県

図 3-2-5 に、コア期間中の NO_3^- 及び NO_x の平均濃度分布を示す。 NO_x は東京・神奈川・埼玉を中心に高い傾向だが、 NO_3^- は、夏季で高温のためガスー粒子平衡がガスへ偏って粒子になりにくいいため、すべて $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低かった。図 3-2-6 に、コア期間中の Cl^- の平均濃度分布を示す。 Cl^- も NO_3^- と同様に、夏季で高温のためガスー粒子平衡がガスへ偏って粒子になりにくいいため、すべて $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低かった。図 3-2-7 に、コア期間中の K^+ の平均濃度分布を示す。 K^+ も全体的に低かった。

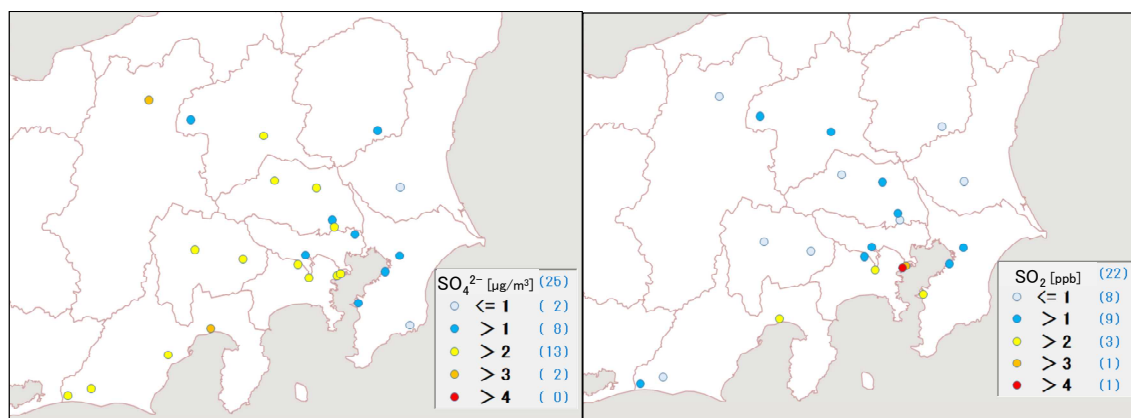


図 3-2-4 SO_4^{2-} (左) 及び SO_2 (右) の平均濃度分布

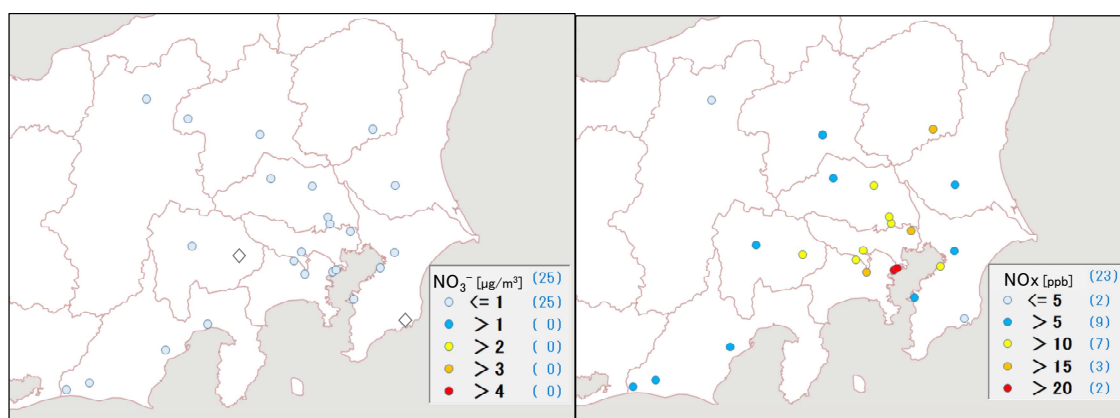


図 3-2-5 NO_3^- (左) 及び NO_x (右) の平均濃度分布

埼玉県

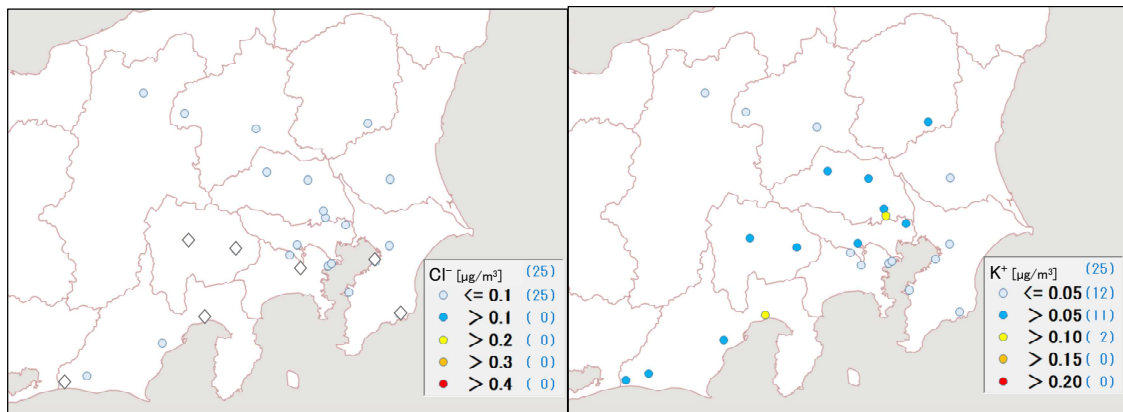


図 3-2-6 Cl⁻の平均濃度分布

図 3-2-7 K⁺の平均濃度分布

3.2.4 炭素成分濃度

図 3-2-8 に、コア期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。EC はすべての地点で 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、地域的な濃度差は小さかった。OC は相対的に内陸部で高い傾向がみられ、長野で 3.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。図 3-2-9 に、コア期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-2-10 に OC に占める WSOC の割合 (WSOC/OC) 及び TC に占める OC の割合 (OC/TC) の分布を示す。WSOC についても、内陸部で相対的に高い傾向がみられ、前橋・甲府・大月で高かった。これらの地点では WSOC/OC が 80% を超えていた。ただ、Ox は夏季にしては全体的に低く、高いところでも長野で 37 ppb、甲府で 30 ppb であった。OC/TC は大部分で 70% 以上となっていたが、全体的には顕著な傾向はみられなかった。図 3-2-11 に、コア期間中の NMHC の平均濃度分布を示す。濃度は低くはなかったが、全体的に顕著な傾向はみられなかった。図 3-2-12 に OC と Ox 及び OC と NMHC の関係を示す。OC と Ox は弱い正の相関がみられ、光化学二次生成の寄与が示唆される。ただし、湖西と嬬恋については、Ox が相対的に高くても OC は低いいため、これらの地点では OC の光化学二次生成が他の地点に比べて少なかったことが示唆される。逆に川崎では、Ox は低いのに OC は比較的高いことから、一次排出の寄与の可能性が考えられる。一方、OC と NMHC には関係性はみられなかった。図 3-2-13 に OC と K⁺ 及び WSOC と K⁺ の関係を示す。両方とも全体的に明確な関係はみられないが、OC や WSOC が高い前橋・甲府・大月（内陸部）と、OC や WSOC が低い勝浦・市原・富津（沿岸部）に着目すると、若干関係性があるように見受けられる。図 3-2-14 に char-EC と K⁺ の関係を示す。char-EC と K⁺ とともに濃度が低く、関係性はみられなかった。

埼玉県

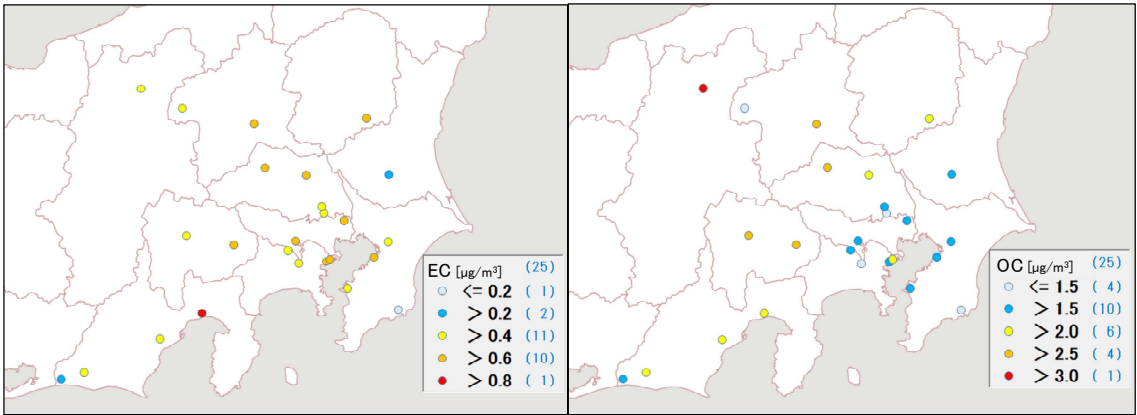


図 3-2-8 EC (左) 及び OC (右) の平均濃度分布

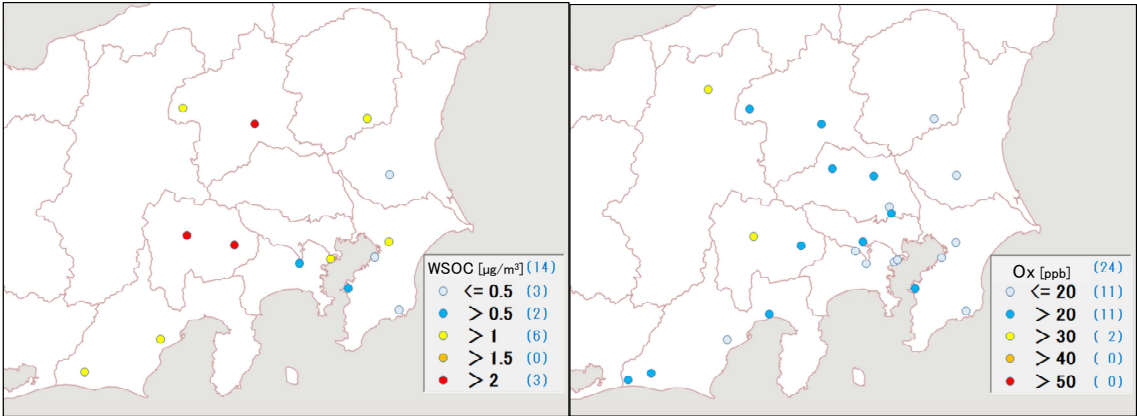


図 3-2-9 WSOC (左) 及び Ox (右) の平均濃度分布

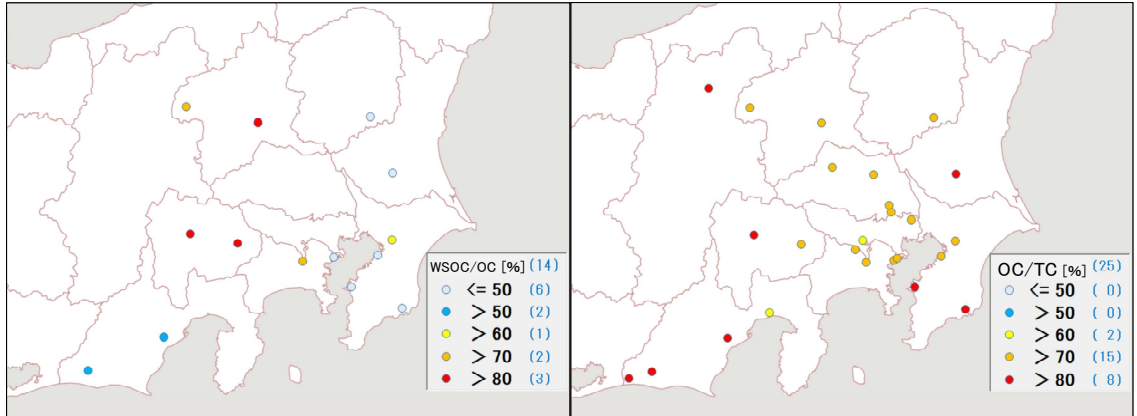


図 3-2-10 WSOC/OC (左) 及び OC/TC (右) の平均分布

埼玉県

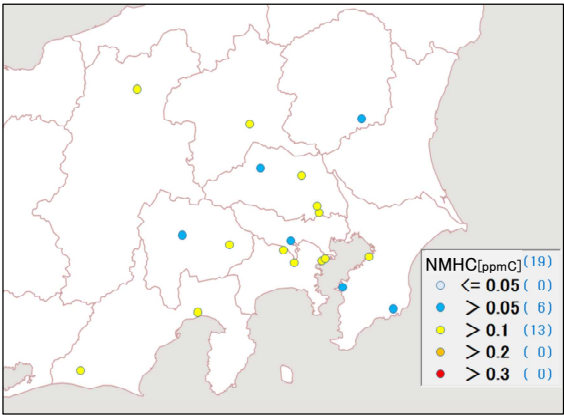


図 3-2-11 NMHC の平均濃度分布

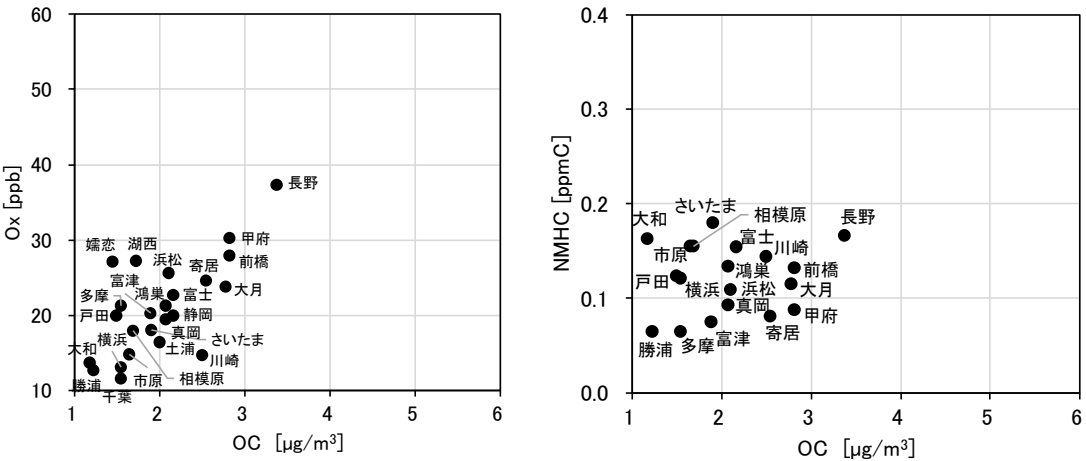


図 3-2-12 OC と Ox (左) 及び OC と NMHC (右) の関係

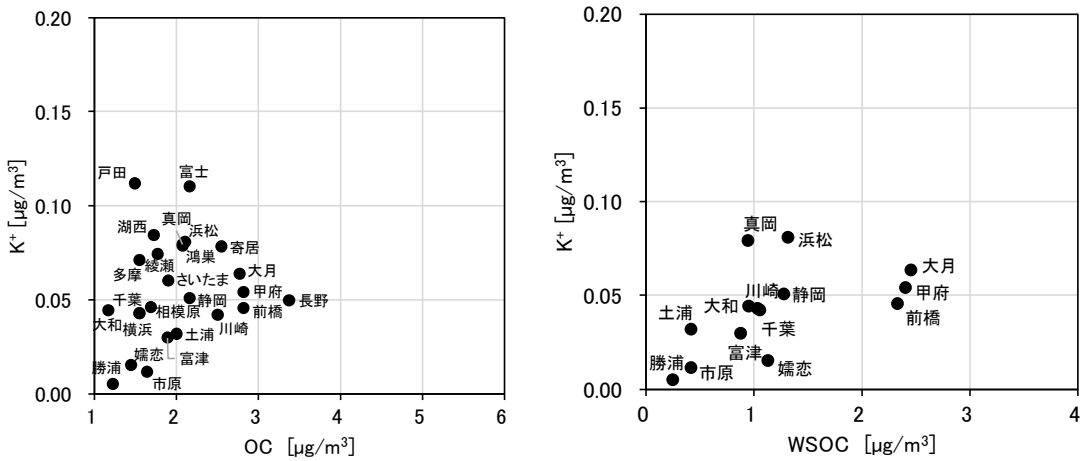


図 3-2-13 OC と K^+ (左) 及び WSOC と K^+ (右) の関係

埼玉県

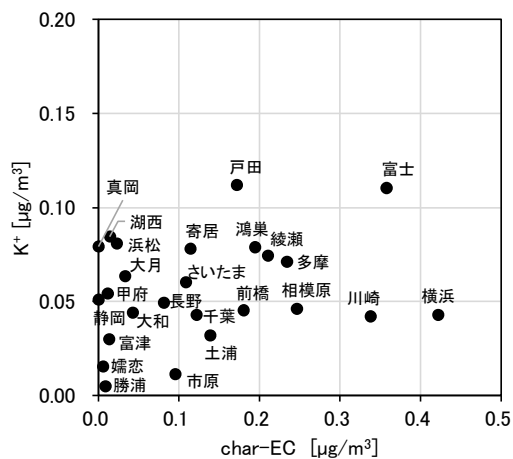


図 3-2-14 char-EC と K⁺の関係

3.2.5 無機元素濃度

図 3-2-15～28 に、コア期間中のナトリウム (Na)、アルミニウム (Al)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、鉛 (Pb) の平均濃度分布をそれぞれ示す。V は沿岸部で高い傾向がみられ、石油燃焼起源（船舶等）の影響であることが推測される。また、Cr、Mn、Fe、Ni、Zn、Pb は沿岸部や都市部などで相対的に高い傾向がみられ、工業活動や都市活動との関連が示唆される。なお、大和の Cu は平均濃度が 34 ng/m³ と特異的に高かった。7/29 の 110 ng/m³ が突出して高かったが、それを除いても平均値は 21 ng/m³ とほかの地点に比べて高かった。また、富士の Pb は平均濃度が 24 ng/m³ と特異的に高かった。7/26 の 64 ng/m³ が突出して高かったが、それを除いても平均値は 18 ng/m³ とほかの地点に比べて高かった。なお、今年度はコア期間の測定値がすべて検出下限値未満、または 1 つ以外が検出下限値未満のケースが多かった。検出下限値未満の場合は検出下限値の 1/2 として平均値を求めているが、その場合検出下限値が相対的に高いと、濃度分布に影響を及ぼしうる。すべて検出下限値未満のケースについては、図中は◇で表した。

埼玉県

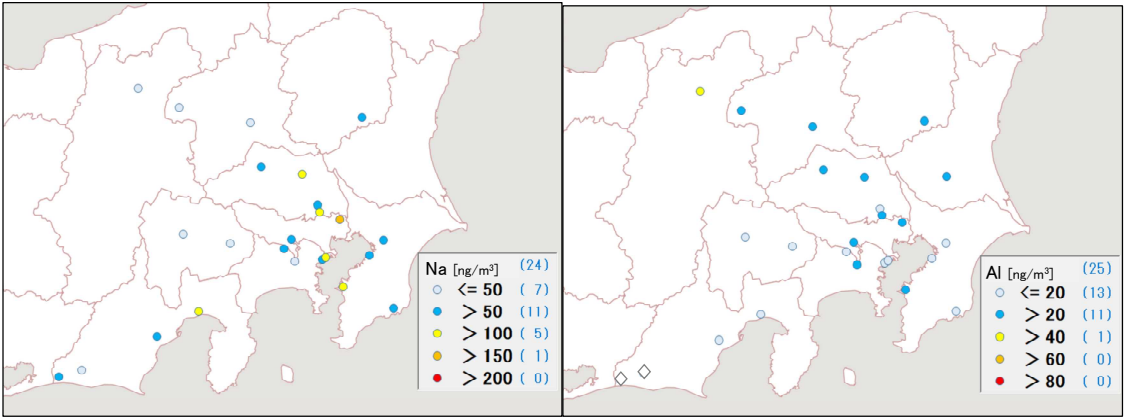


図 3-2-15 ナトリウムの平均濃度分布

図 3-2-16 アルミニウムの平均濃度分布

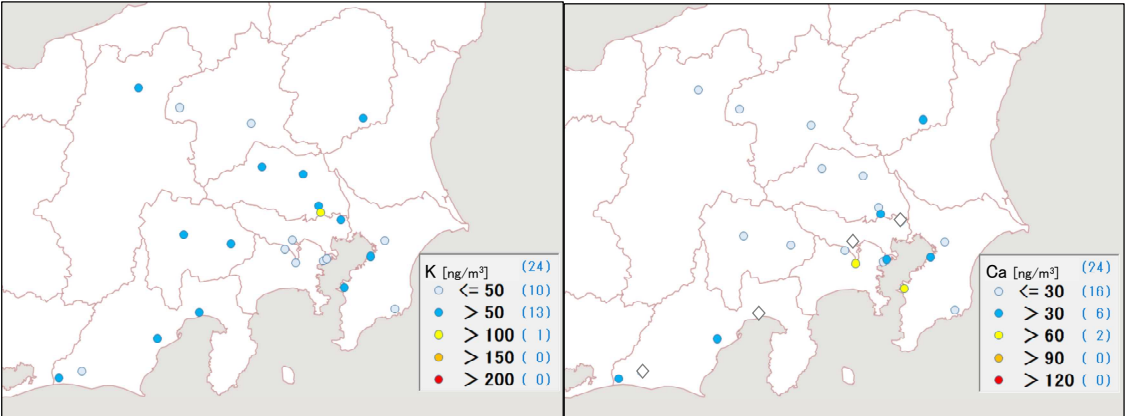


図 3-2-17 カリウムの平均濃度分布

図 3-2-18 カルシウムの平均濃度分布

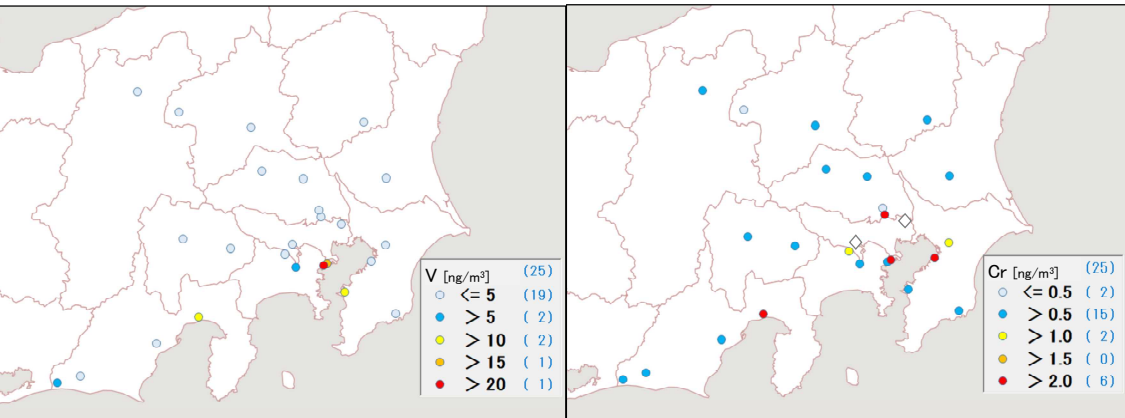


図 3-2-19 バナジウムの平均濃度分布

図 3-2-20 クロムの平均濃度分布

埼玉県

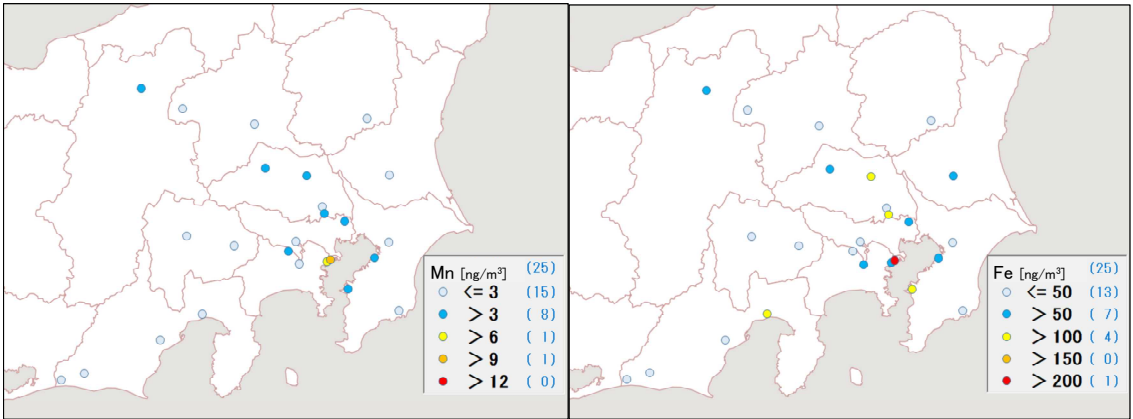


図 3-2-21 マンガンの平均濃度分布

図 3-2-22 鉄の平均濃度分布

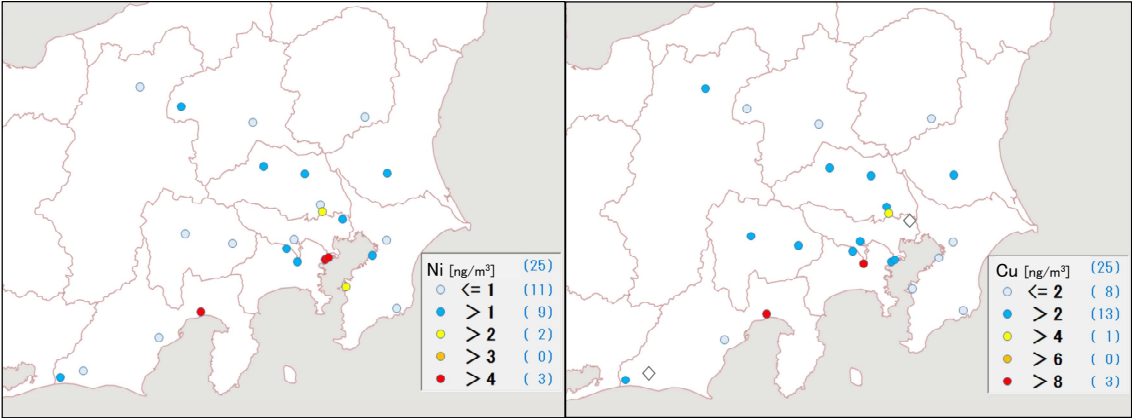


図 3-2-23 ニッケルの平均濃度分布

図 3-2-24 銅の平均濃度分布

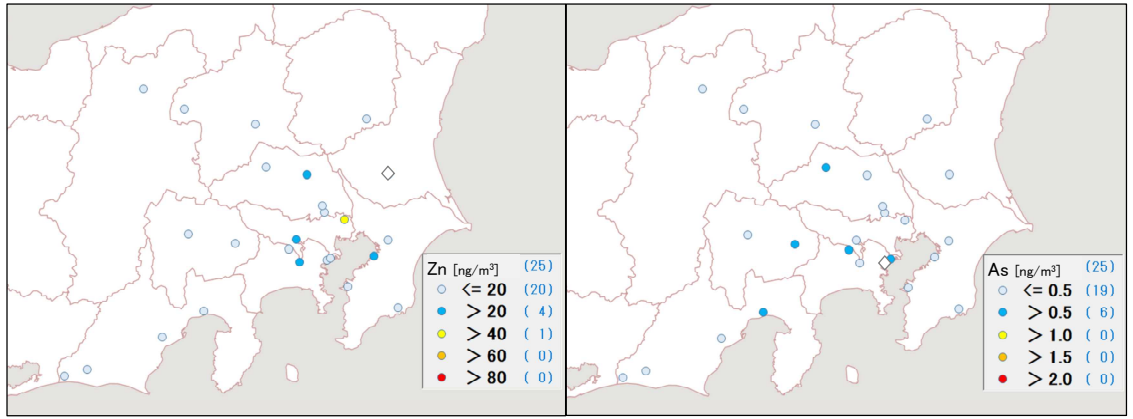


図 3-2-25 亜鉛の平均濃度分布

図 3-2-26 ヒ素の平均濃度分布

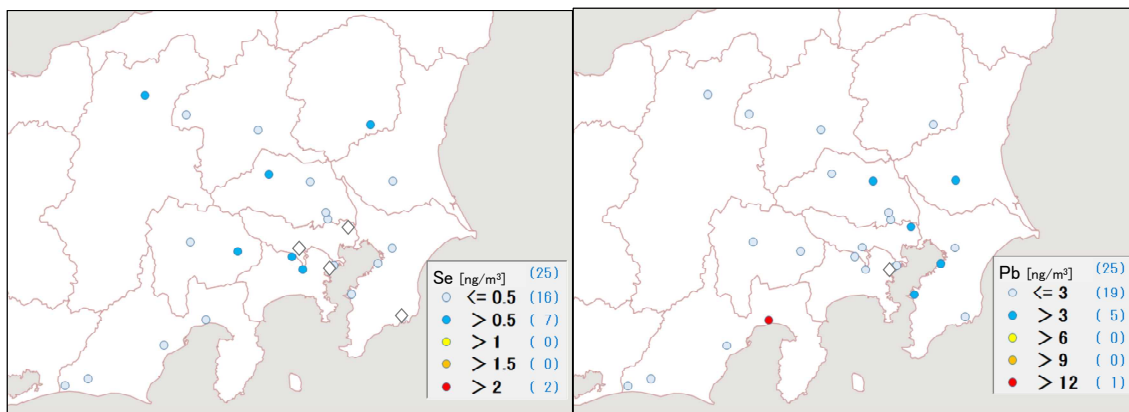


図 3-2-27 セレンの平均濃度分布

図 3-2-28 鉛の平均濃度分布

3.2.6 ガス成分濃度

フィルターパック法（以下「FP 法」）により二次生成粒子のガス状前駆物質である SO_2 、 HNO_3 、 HCl 、 NH_3 及びエアロゾル成分である SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ の測定を行った。調査は 1 都 6 県の計 7 自治体が参加した。FP 法の詳細については資料編に記載した。

解析にあたっては、海塩の影響を受けやすく、 SO_2 などの発生源も多い沿岸部（市原、綾瀬、富士）と、首都圏等からの移流が懸念される内陸部（土浦、前橋、甲府、長野）に分けて比較を行った。なお、本文中のガス状成分濃度はフィルターパックの F1-F3 に捕集された成分の合計濃度を、エアロゾル成分は F0 に捕集された成分の濃度を用いた。ただし、FP 法では分級を行っていないため、F0 は粗大粒子も含めた全粒子となる。また、粒子化率は、F0-F3 に捕集された各成分の合計濃度中の F0 における濃度の割合として求めた。図 3-2-29 から図 3-2-32 に、各地点のガス状成分の濃度、エアロゾル成分の濃度、粒子化率の平均値を示す。

SO_2 は沿岸部で高い傾向が見られた。沿岸部に位置する SO_2 発生源（工業地帯や船舶等）の影響を受けているものと考えられる。 SO_4^{2-} は、 SO_2 に比べて濃度差は小さいものの、 SO_2 が低い長野で相対的に高かった。粒子化率は、沿岸部に比べて内陸部で高い傾向にあった。

HNO_3 と NO_3^- は、富士で低いほかは特に傾向はみられなかった。粒子化率については沿岸部と前橋でやや高い傾向にあった。一般に、沿岸部で粒子化率が高くなるのは、海塩粒子と HNO_3 との反応によって粒子態である NaNO_3 が増加し、逆に内陸部で粒子化率が低下するのは、 HNO_3 と反応する海塩粒子が少なく、 NH_3 と反応して NH_4NO_3 を形成したとしても、平衡反応により大部分がガス態に解離してしまうためと考えられる。図 3-2-33 に各地点の全硝酸（ $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ ）濃度、 NO_2 濃度（常時監視データ；富士は欠測）、及び粗大粒子領域の Na^+ 濃度を示す。粗大粒子領域の Na^+ 濃度は F0 における Na^+ 濃度から $\text{PM}_{2.5}$ の Na^+ 濃度を差し引いて求めた。全硝酸は富士と甲府で低いが、他は濃度差が小さく、 NO_2 も都市部の綾瀬でやや高い程度であった。粗大粒子領域の Na^+ は市原で高く、綾瀬もやや高かった。このため、全硝酸が低かった富士は別として、市原と綾瀬では海塩粒子により粒子化率が高かったと考えられる。一方、内陸部である前橋は粗大粒子領域の Na^+ が低いにもかかわらず、粒子化率が市原と綾瀬と同程度になっている。これは、 NH_3 が多く存在

埼玉県

していたことが要因の一つとして考えられる。

HClは富士と土浦で相対的に高かった。Cl⁻は市原で相対的に高く、他も甲府と長野を除いてある程度存在していた。Cl⁻は海塩中に多く含まれ、海塩のクロールロスから HCl が発生するほか、廃棄物焼却など人為起源の発生源からも HCl や Cl⁻が発生する。市原で Cl⁻が高くなった要因の一つとして、海塩の影響が大きいことが考えられる。綾瀬や土浦も粗大粒子領域の Na⁺からみて海塩の影響が考えられる。一方、前橋については海塩の影響が小さいと考えられるため、NH₃が多く存在していたことが要因の一つとして考えられる。

NH₃ は市原、富士、土浦、前橋で高い傾向にあった。NH₃ の主な排出源は畜産や肥料、自動車等が考えられるが、前橋は前者が主である可能性が考えられる。粒子化率については全体的に低く、いずれもガス濃度の方が上回った。

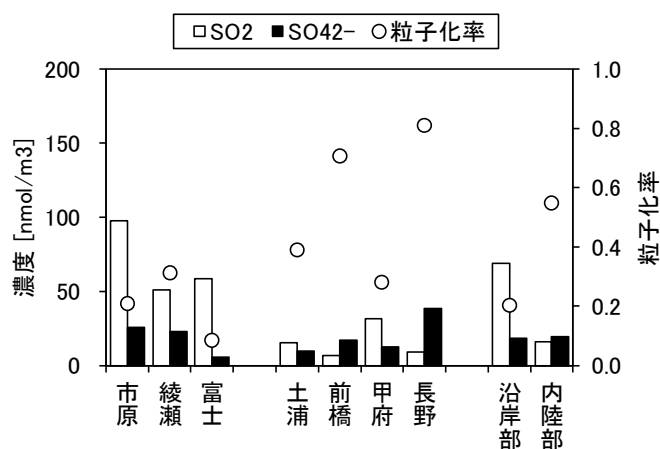


図 3-2-29 SO₂、SO₄²⁻の濃度及び粒子化率の平均値

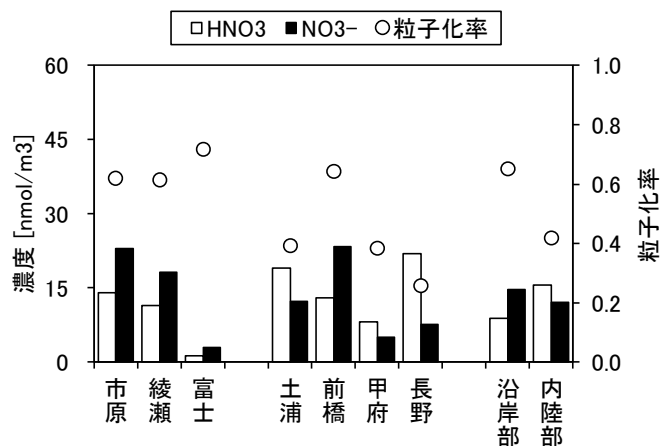


図 3-2-30 HNO₃、NO₃⁻の濃度及び粒子化率の平均値

埼玉県

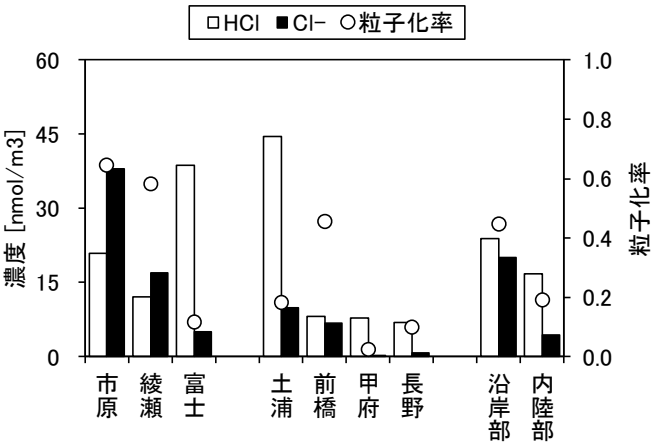


図 3-2-31 HCl、Cl⁻の濃度及び粒子化率の平均値

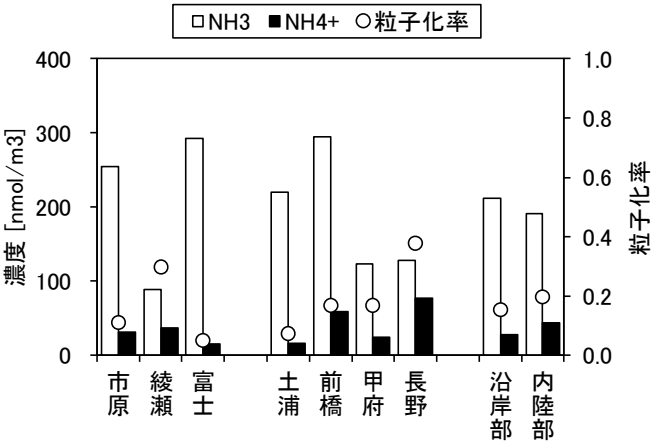


図 3-2-32 NH₃、NH₄⁺の濃度及び粒子化率の平均値

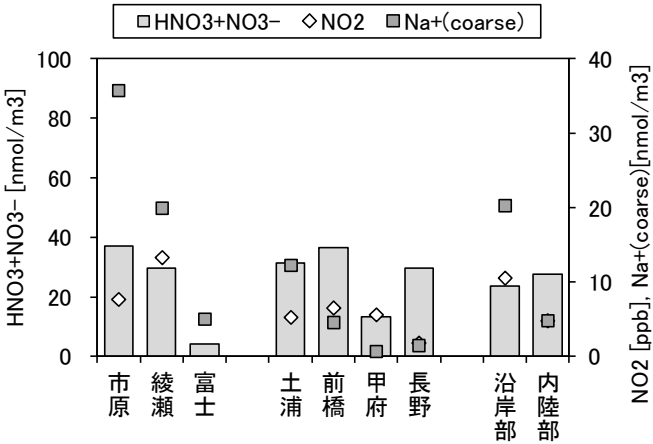


図 3-2-33 全硝酸、NO₂、粗大粒子領域の Na⁺の濃度の平均値