3.4　冬季

3.4.2　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 3-4-1 に、調査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 に収まっており、全 331 データ中、29 データが 0.8 未満であった。富士については測定期間の全てが 0.8 未満であった。また、1.2 を超過したものは川崎市の 1/29 のデータ 1 つのみであった。

②マスクロージャーモデルによる検証

図 3-4-2 に、調査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。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 329 データ中 0.8 未満が 3 データ、1.2 を超過したものが 69 データであった。標準測定法による質量濃度が低い（5 μg/m³ 未満）日は、329 データ中 25 データが該当し、10 データが 1 月 25 日であった。比が大きく、分布からのずれがあったのは、1 月 18 日、22 日、27 日の大和、1 月 27 日の富士であり比が小さく、分布からのずれがあった地点ほとんどなかった。

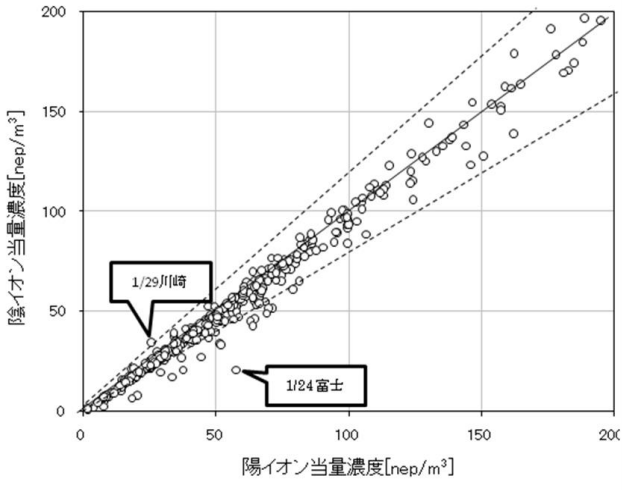

図 3-4-1　イオンバランス

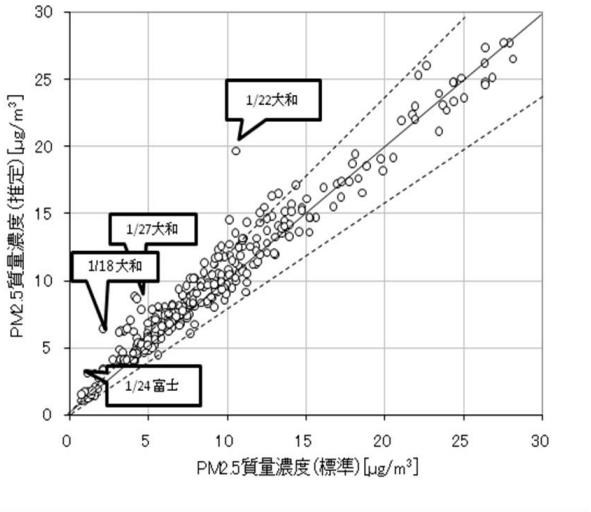

図 3-4-2 マスクロージャーモデル

（2）季節平均濃度と組成の分布

図 3-4-3 に、調査期間中の各地点の PM2.5 平均濃度を地図に示す。また、一部の地点については、PM2.5 主要成分（イオン成分、炭素成分）の組成を円グラフに示す。PM2.5 平均濃度が、15 μg/m³ を超えた地点は、真岡であった。平成 30 年度の冬季と比較すると、甲

府、前橋、鴻巣以外の地点では減少していた。

主要成分組成は、全体的に NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4^+の３つのイオン比率が拮抗する傾向となっているが、長野、静岡、浜松などは NO_3^-と比較して SO_4^{2-}の割合が高い傾向がみられた。また、富士は最も SO_4^{2-}の濃度が低かった。OC については、土浦、真岡が全地点平均値と比べ多い傾向がみられた。EC については、全地点平均値と比べ、横浜、富士、静岡、浜松で低い傾向がみられた。

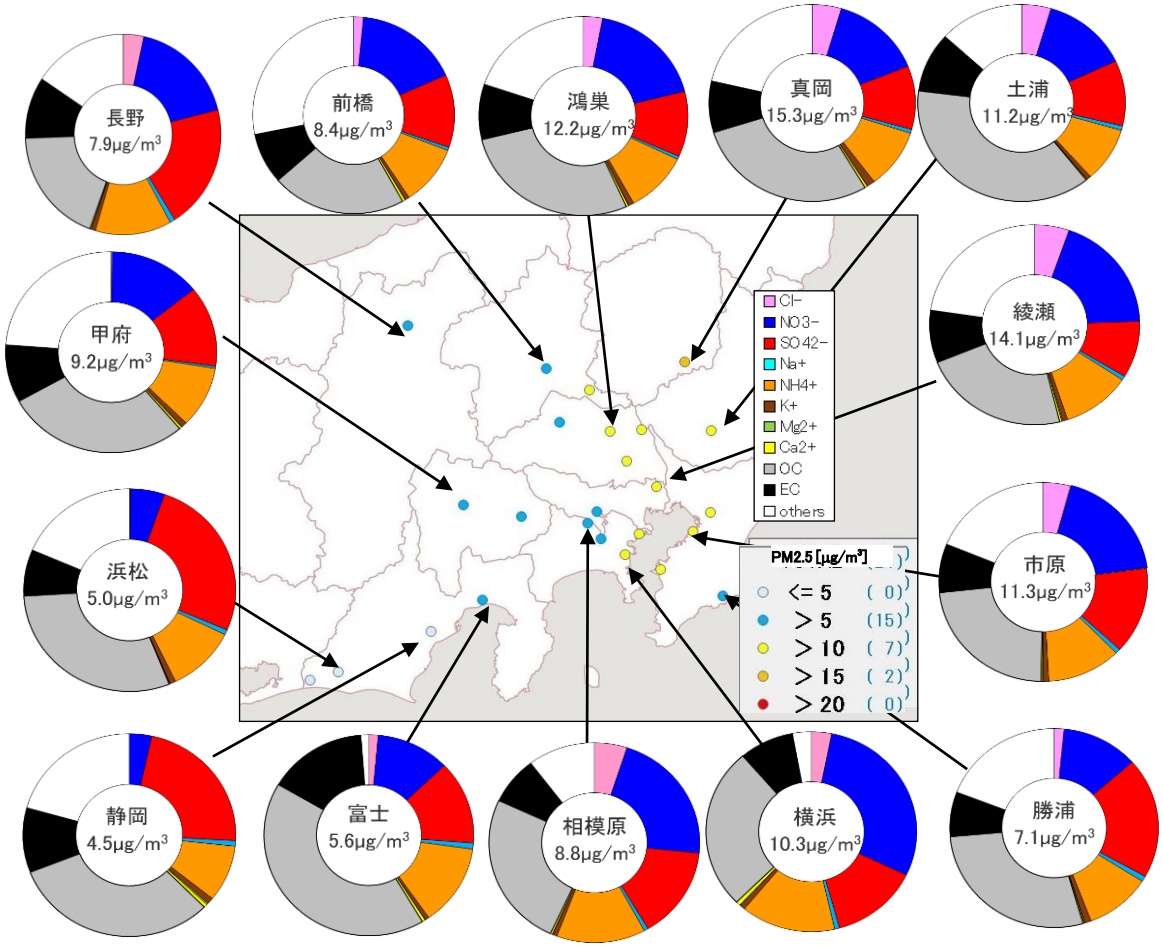

図 3-4-3　PM2.5 平均濃度（地図）と PM2.5 主要成分組成（円グラフ）

3.4.3　水溶性イオン成分濃度

図 3-4-4 に、調査期間中の SO_4^{2-}及び SO_2 の平均濃度分布を示す。SO_4^{2-}は前橋、富士、静岡で比較的低い傾向にあったが、平成 30 年度ほど各地点で特色のあるばらつきはみられなかった。SO_2 は東京湾周辺（相模原、横浜、富津）でやや高い傾向が見られた。図 3-4-5 に、調査期間中の NO_3^-及び NOx の平均濃度分布を示す。NOx は沿岸部を中心に全体的にやや高い傾向が見られた。NO_3^-は、真岡、太田、鴻巣、幸手、さいたま、市原、富津、千葉、綾瀬、横浜でやや高く、PM2.5 の濃度分布と似た傾向が見られた。図 3-4-6 に、調査期間中の Cl^-の平均濃度分布を示す。Cl^-は、低温になる冬季には粒子成分として捕捉されやすく、関東の中部及び東部地域の地点で 0.4 μg/m³ より高くなった。図 3-4-7 に、調査期間中の K^+の平均濃度分布を示す。K^+は真岡、幸手、綾瀬が比較的高い結果となった。

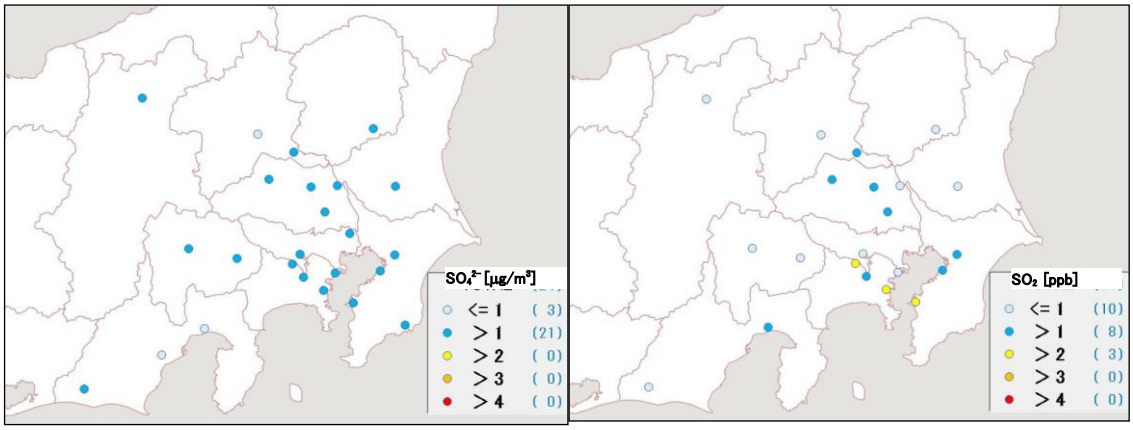

図 3-4-4　SO_4^{2-}（左）及び SO_2（右）の平均濃度分布

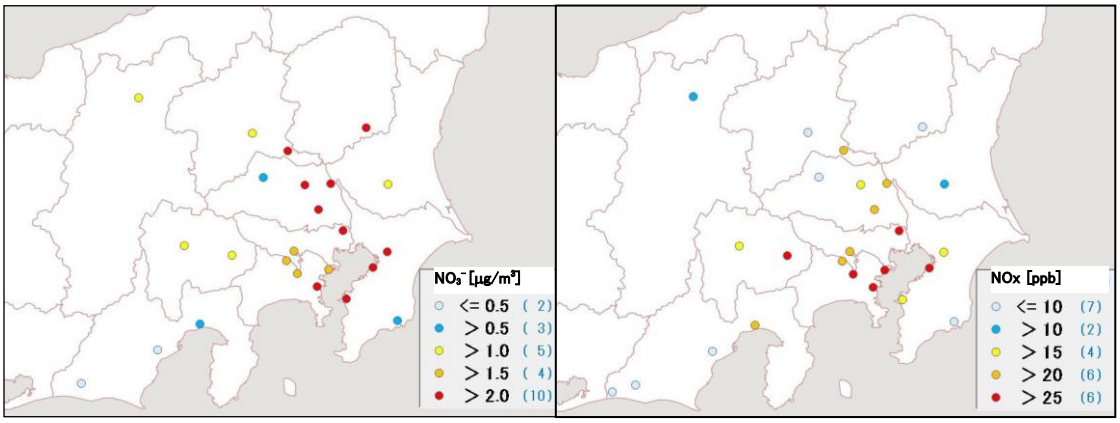

図 3-4-5　NO_3^-（左）及び NOx（右）の平均濃度分布

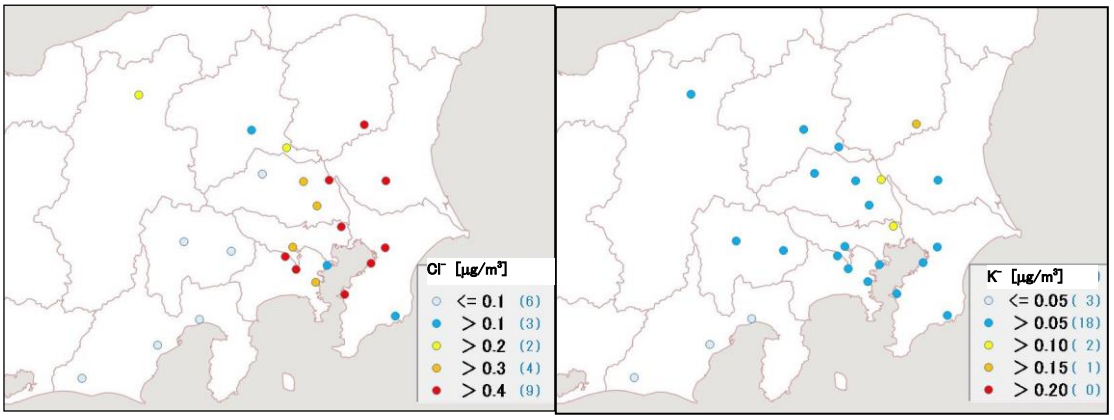

図 3-4-6　Cl^-の平均濃度分布

図 3-4-7 K^+の平均濃度分布

3.4.4　炭素成分濃度

図 3-4-8 に、調査期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。EC で 1 μg/m^3 を超えた地点は、土浦、太田、真岡、鴻巣、幸手、千葉、綾瀬の 7 か所であった。OC は土浦、真岡、が 4μg/m^3 を超え、太田、鴻巣、幸手、さいたま、千葉、綾瀬で 3 μg/m^3 を超える値となった。図 3-4-9 に、調査期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-4-10 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 については、真岡、富津、千葉が比較的高い傾向にあった。Ox は 35 ppb を超えた地点はなく濃度差は小さかった。WSOC/OC については市原、富津、千葉以外はおおむね 70%以下であった。OC/TC は勝浦、浜松以外で 60%～80%の範囲に収まり、比率の差は小さく顕著な傾向は見られなかった。図 3-4-11 に、調査期間中の NMHC の平均濃度分布を示す。NMHC はさいたまの 0.19 ppmC が最も高かったが、顕著に高い地点はなかった。図 3-4-12 に OC と Ox 及び OC と NMHC の関係を示す。OC と Ox の関係では相関が認められなかった。一方 OC と NMHC の関係では、非常に弱い相関がみられた。図 3-4-13 に、OC と K^+ 及び WSOC と K^+の関係を示す。OC と K^+、WSOC と K^+ともに相関があった。図 3-4-14 に、char-EC と K^+の関係を示す。char-EC と K^+の相関は認められなかった。平成 30 年度と同様 OC と Ox には相関が認められず、冬季については光化学二次生成の寄与は小さいことが示唆された。一方、OC と NMHC 及び WSOC と K^+については、正の相関を示す傾向がみられた。

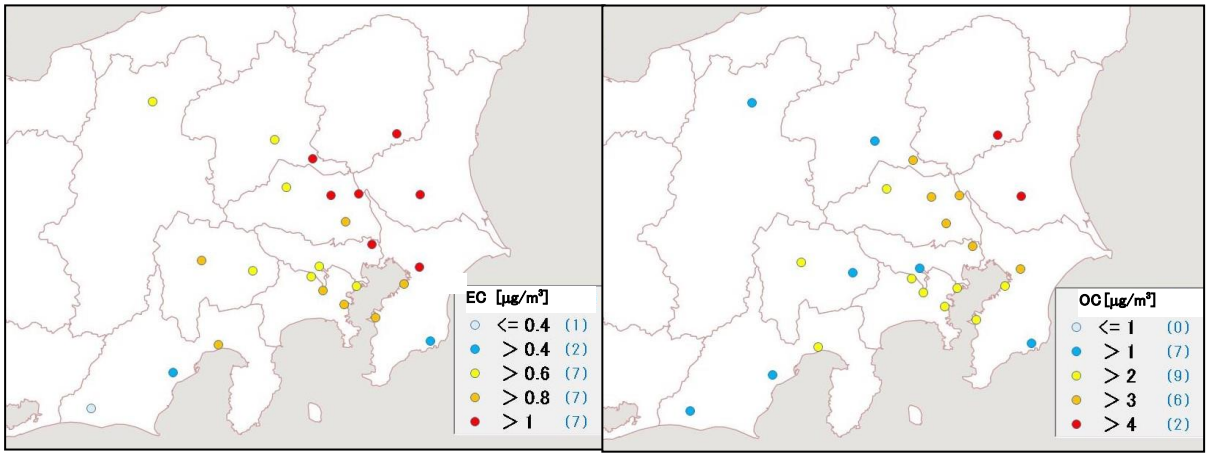

図 3-4-8　EC（左）及び OC（右）の平均濃度分

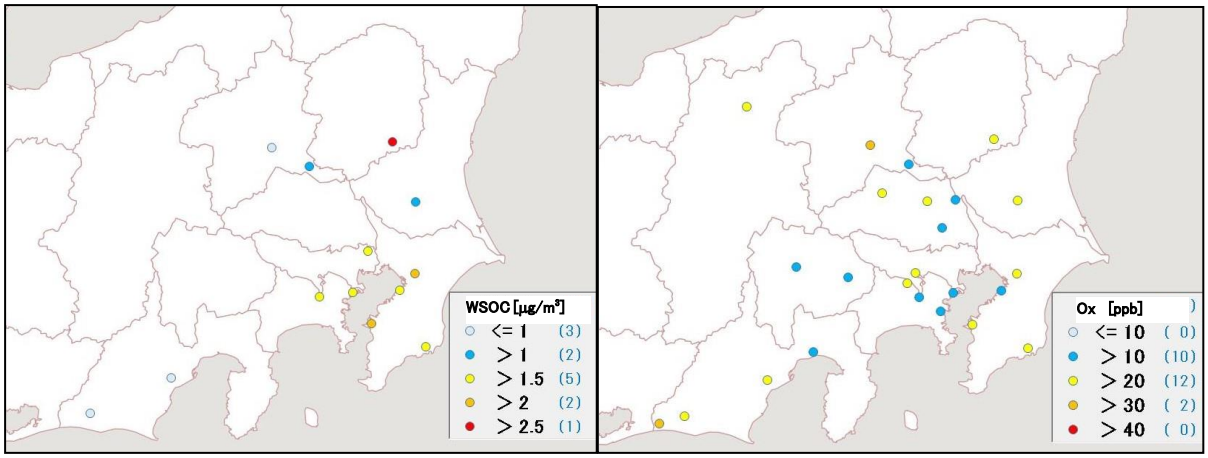

図 3-4-9　WSOC（左）及び Ox（右）の平均濃度分布

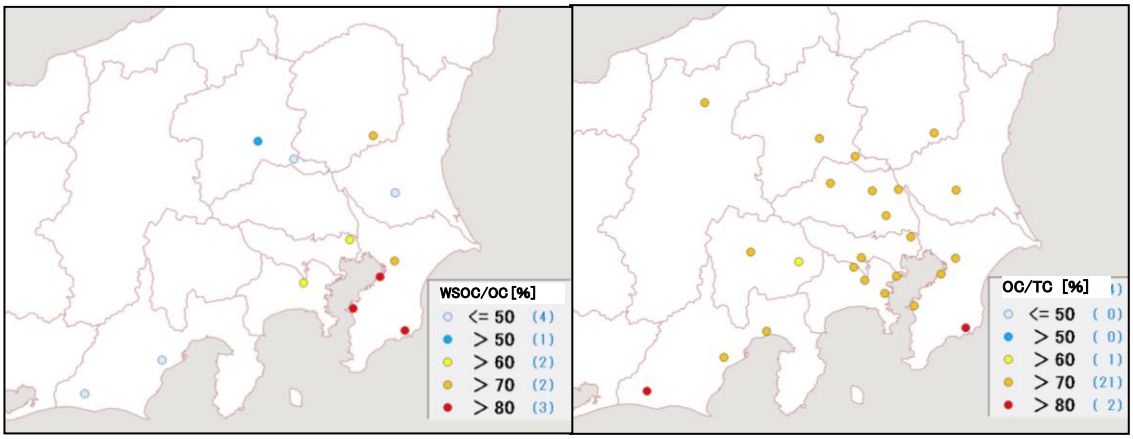

図 3-4-10　WSOC/OC（左）及び OC/TC（右）の平均分布

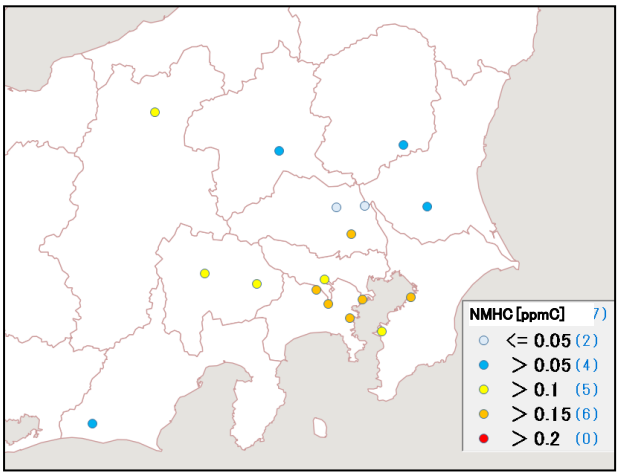

図 3-4-11　NMHC の平均濃度分布

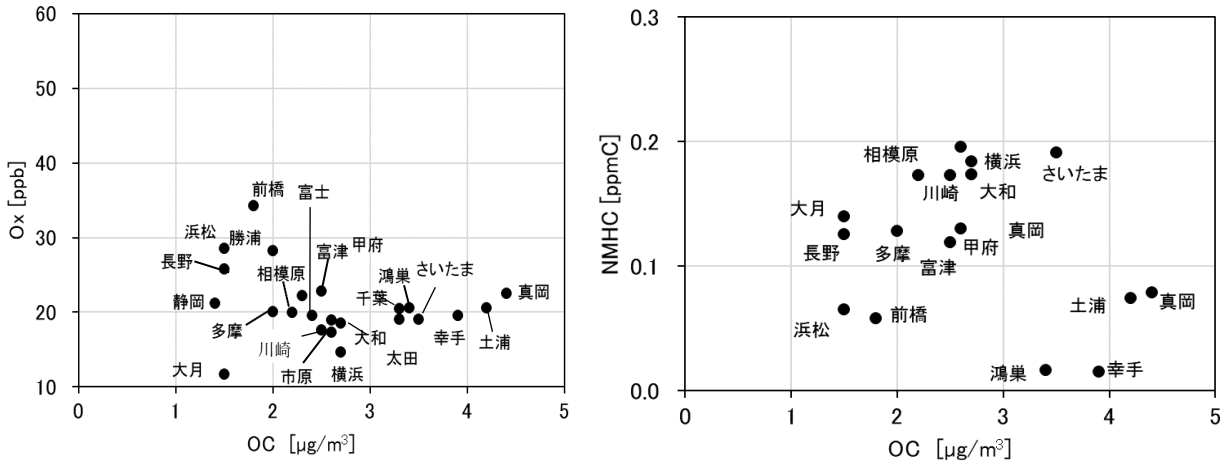

図 3-4-12　OC と Ox（左）及び OC と NMHC（右）の関係

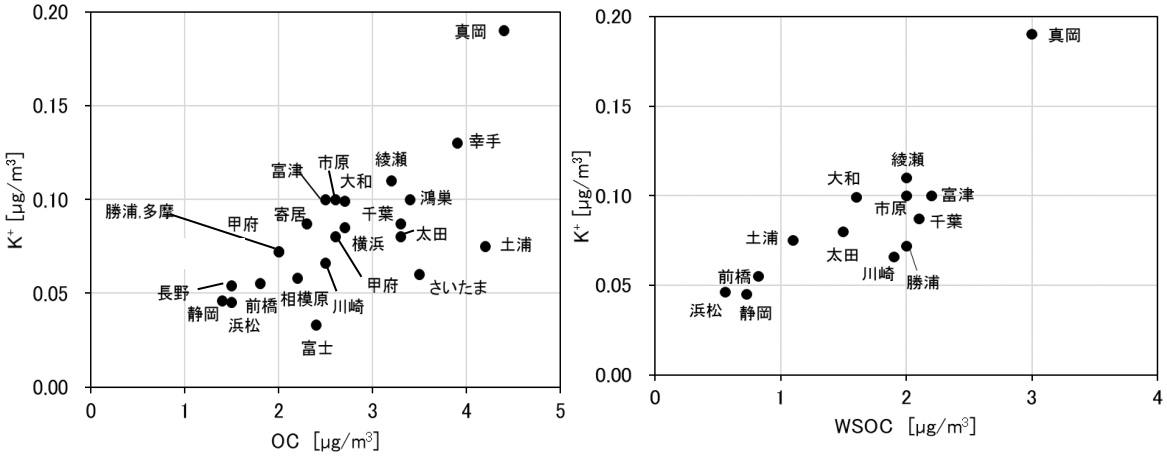

図 3-4-13 OC と K^+（左）及び WSOC と K^+（右）の関係

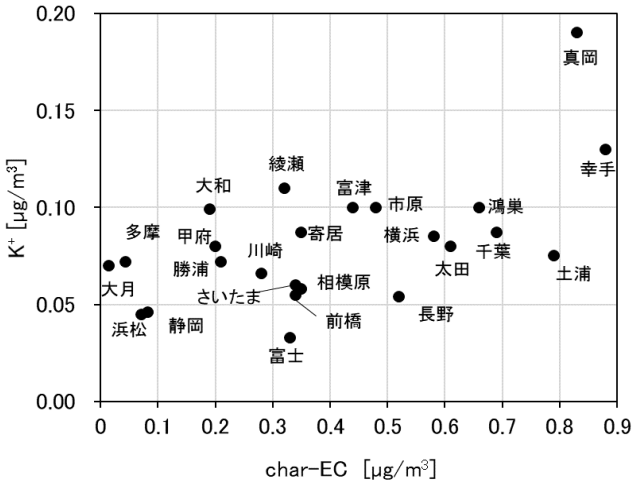

図 3-4-14 char-EC と K^+ の関係

3.4.5 無機元素濃度

図 3-4-15～28 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、Cr、Mn、Fe、Cu、Zn は沿岸部や都市部などで相対的に高い傾向が見られ、工業活動や都市活動との関連が示唆される。As は地域的な差は小さく顕著な傾向は見られなかったが、令和元年度は千葉が比較的高かった。Al、Ca については、平成 30 年度に比較的高値であった東京湾周辺は、令和元年度は高値を示さなかった。これは、平成 30 年度冬季の降水量が非常に少なかったため乾燥し、土壌粒子の巻き上げがあったものと推察される。

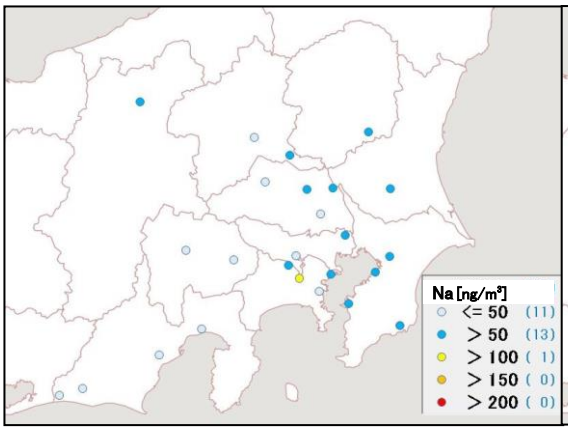

図 3-4-15 ナトリウムの平均濃度分布

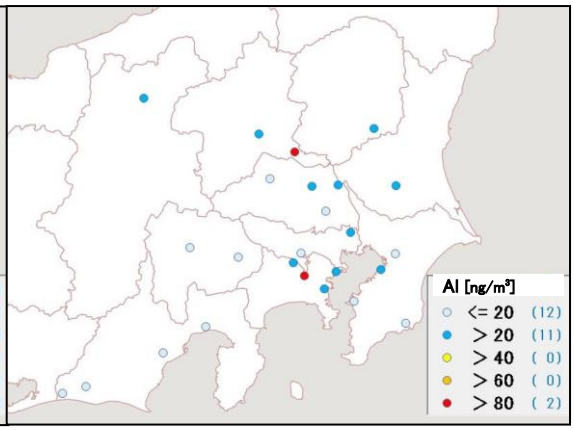

図 3-4-16 アルミニウムの平均濃度分布

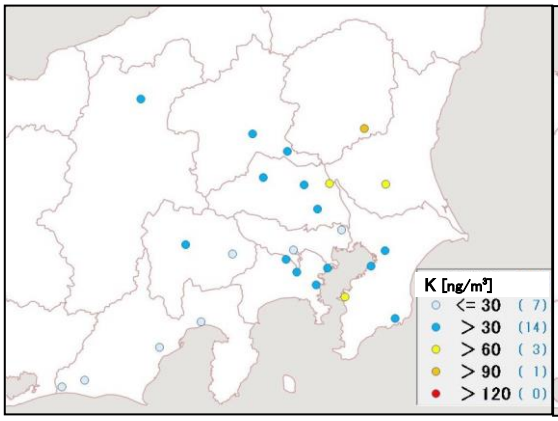

図 3-4-17 カリウムの平均濃度分布

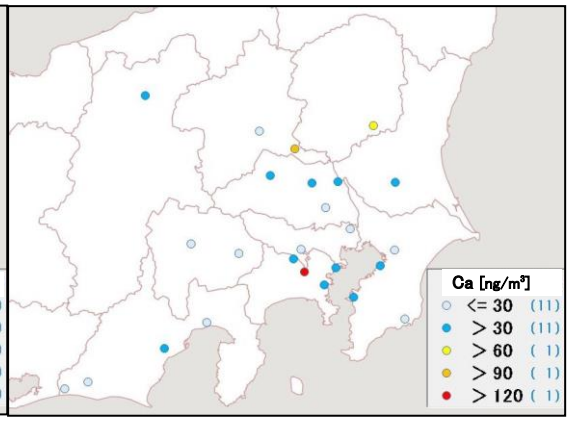

図 3-4-18 カルシウムの平均濃度分布

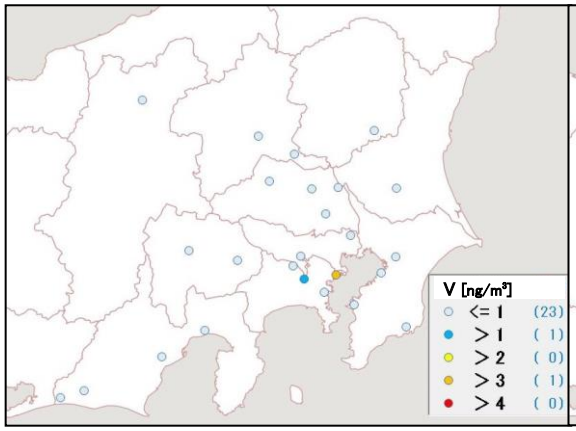

図 3-4-19 バナジウムの平均濃度分布

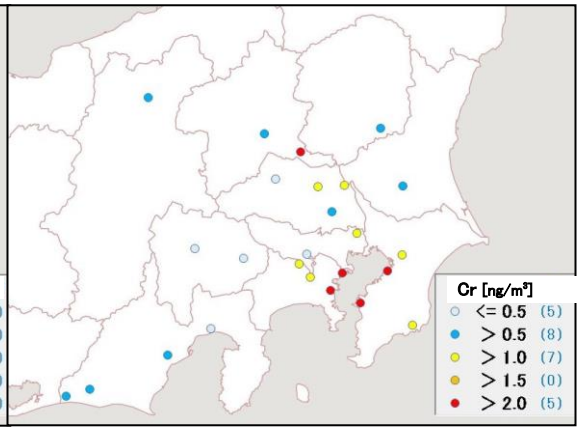

図 3-4-20 クロムの平均濃度分布

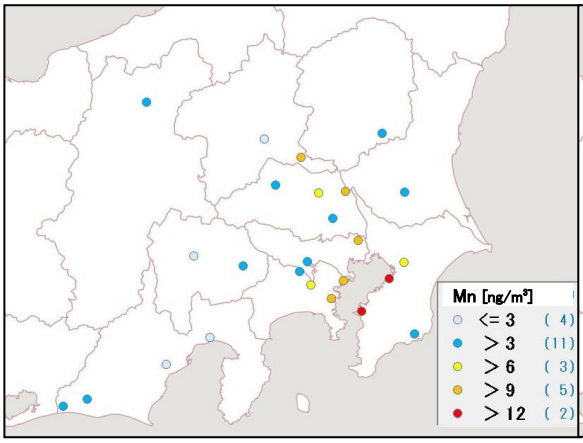

図 3-4-21 マンガンの平均濃度分布

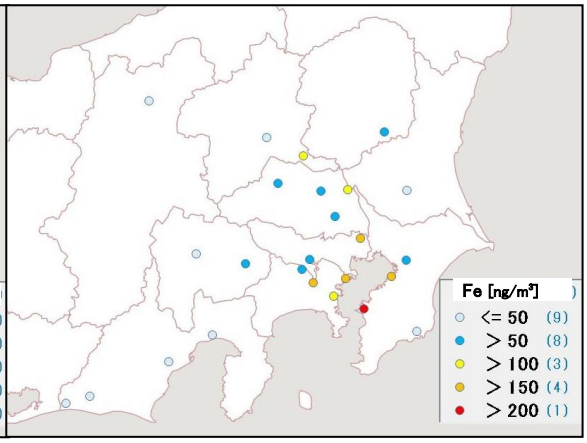

図 3-4-22 鉄の平均濃度分布

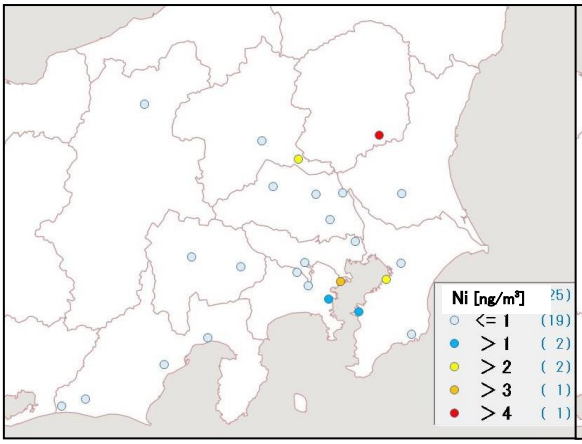

図 3-4-23 ニッケルの平均濃度分布

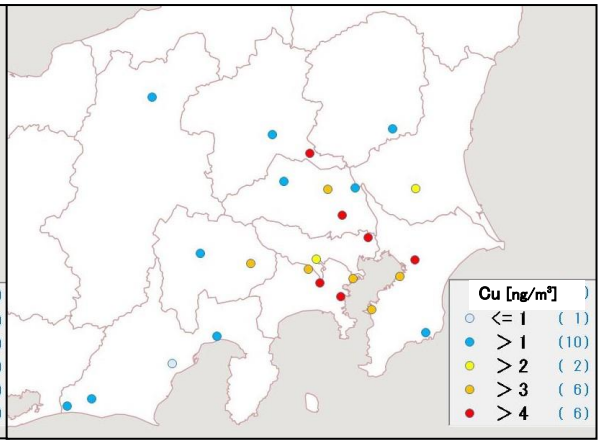

図 3-4-24 銅の平均濃度分布

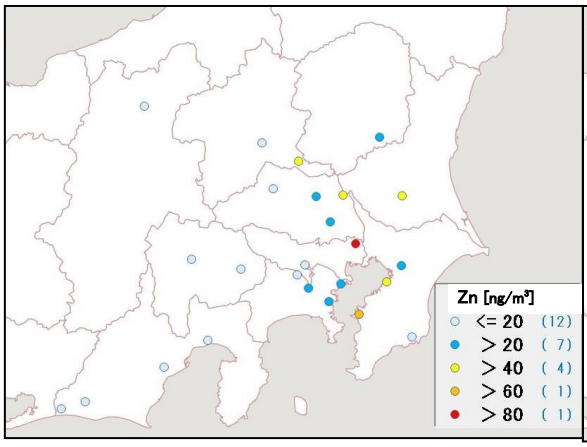

図 3-4-25 亜鉛の平均濃度分布

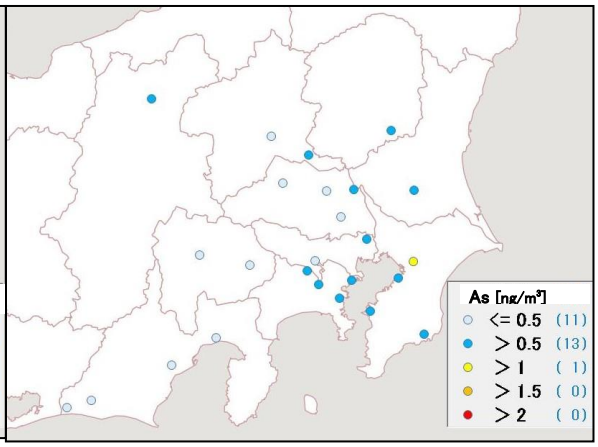

図 3-4-26 ヒ素の平均濃度分布

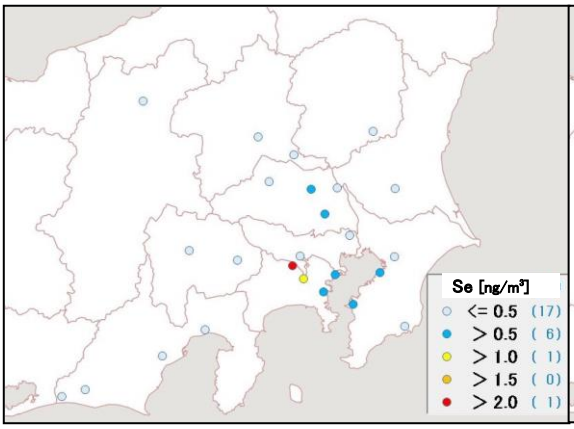

図 3-4-27 セレンの平均濃度分布

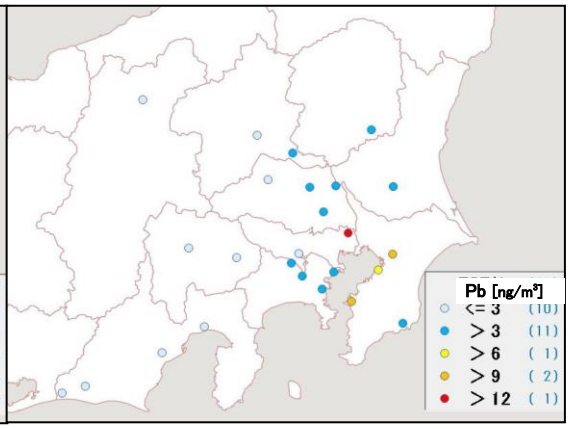

図 3-4-28 鉛の平均濃度分布