

3.1.2 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

春季調査のコア期間にあたる5月11日から5月18日を対象に、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(図 3-1-2-1)。なお、検出下限値未満のデータに関しては、検出下限値の 1/2 とした。全体的に、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、さいたまの 5 月 11 日と 5 月 17 日は陰イオンに比べて陽イオンが多く 0.7 未満となった。

②マスクロージャーモデルによる検証

図 3-1-2-2 に、コア期間中の各地点の各日のデータから次式¹⁾により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。

$$\begin{aligned} \text{質量濃度 } M = & 1.375[\text{SO}_4^{2-}] + 1.29[\text{NO}_3^-] + 2.5[\text{Na}^+] + 1.6[\text{OC}] + [\text{EC}] \\ & + 9.19[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 1.67[\text{Ti}] \end{aligned}$$

なお、[OC]の係数は都市域の平均的な値として挙げられている 1.6²⁾ とした。また、①と同様、検出下限値未満のデータに関しては、検出下限値の 1/2 とした。土浦の Ca、前橋と館林の Ti が未測定であったため、それぞれ濃度を 0 として適用した。

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 の範囲に収まっていたが、綾瀬の 5 月 16 日、富津の 5 月 12 日で 0.7 未満となった。

※今回は陰イオン当量濃度合計/陽イオン当量濃度合計は 0.8~1.2 の範囲外のものについてもマスクロージャーモデルを適用し、図示した。また、以後の節の解析でもそのまま使用した。

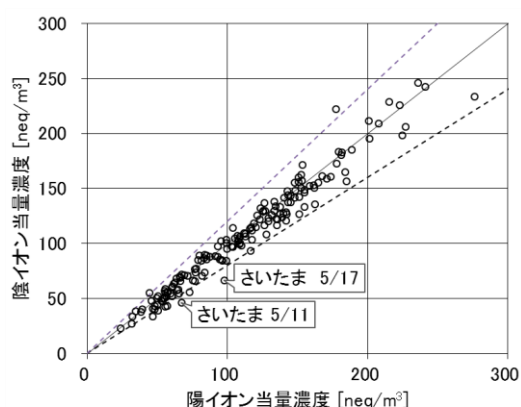


図 3-1-2-1 イオンバランス

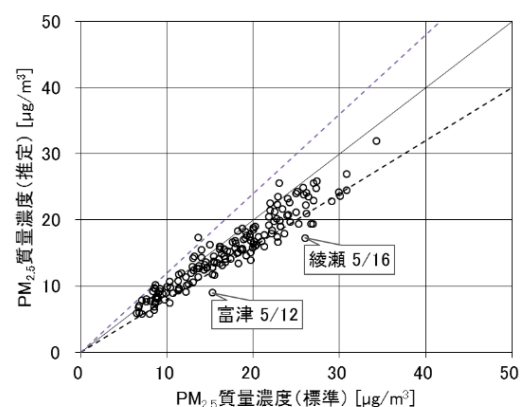


図 3-1-2-2 マスクロージャーモデル

参考文献

- 1) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM2.5）測定方法暫定マニュアル 改定版、平成 19 年 7 月

2) Turpin & Ho-Jin Lim: Species Contributions to PM_{2.5} Mass Concentrations: Revisiting Common Assumptions for Estimating Organic Mass, *Aerosol Science and Technology*, 35, 602-610 (2001)

(2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-1-2-3 に、コア期間中の各地点の PM_{2.5} 平均濃度を地図に示す。なお、図は国立環境研究所 曾我稔氏によるデータ解析支援ソフト「見え見えくん」により作成した。また、一部の地点については、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、関東平野の北部に位置する前橋とさいたまの 2 地点で 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となり、全体的に 15 \sim 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっていた。PM_{2.5} 濃度に占める主要成分の組成は、全体的に SO_4^{2-} の割合が最も高く、次いで OC、 NH_4^+ 、EC、 NO_3^- の順となり、これら 5 成分で組成の 6 割以上を占める傾向がみられた。一方、PM_{2.5} 濃度が高かった前橋の組成は、OC の割合が最も高く、次いで SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、EC、 NO_3^- の順となった。なお、長野、前橋では主要成分の占める割合が他の地点と比較して低く、5 割程度となっていた。

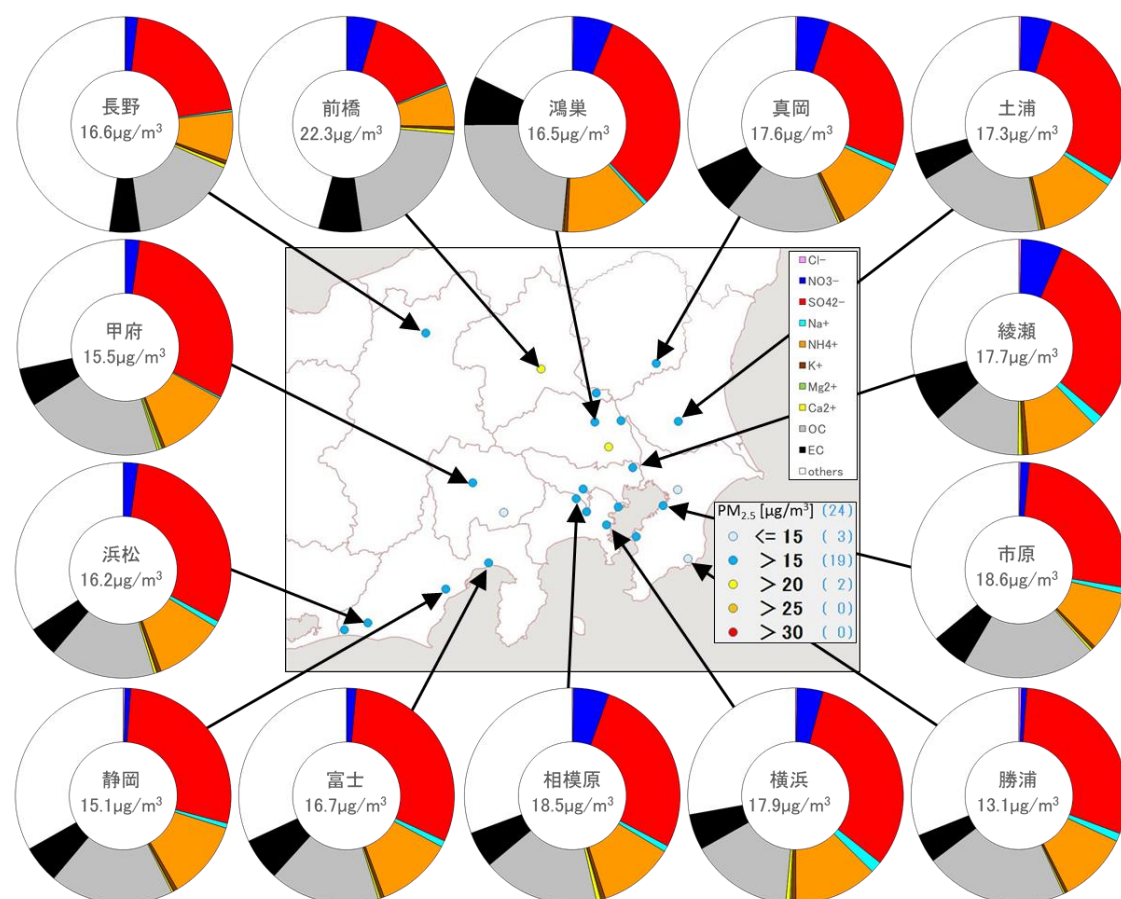


図 3-1-2-3 PM_{2.5} 平均濃度（地図）と PM_{2.5} 主要成分組成（円グラフ）

3.1.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-1-3-1 に、コア期間中の SO_4^{2-} および SO_2 の平均濃度分布を示す。 SO_2 は関東甲信静地域の南部で高い傾向がみられ、内陸部の相模原では 5.6ppb となり特に高かった。 SO_4^{2-} の傾向は SO_2 と同じとは限らず、関東平野北部から南部の静岡県の沿岸部にかけて全体的に $4\sim 6\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。バックグラウンドとされる沿岸の勝浦や、内陸部の前橋、さいたま、長野、吉田で $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満となった。

図 3-1-3-2 に、コア期間中の NO_3^- および NO_x の平均濃度分布を示す。 NO_x は東京・神奈川・埼玉と、千葉の東京湾周辺を中心に高い傾向だが、静岡県沿岸部の富士でも高かった。 NO_x が特に高かったのは綾瀬 (22.6ppb)、大和 (20.9 ppb)、川崎 (20.7 ppb)、富士 (23.8 ppb) であった。 NO_3^- は東京の綾瀬で $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、多摩で $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった以外は、すべて $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低かった。図 3-1-3-3 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、すべて $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低かった。図 3-1-3-4 に、コア期間中の K^+ の平均濃度分布を示す。 K^+ は大和で $0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上と最も高くなったが、その分布に明確な傾向はみられなかった。

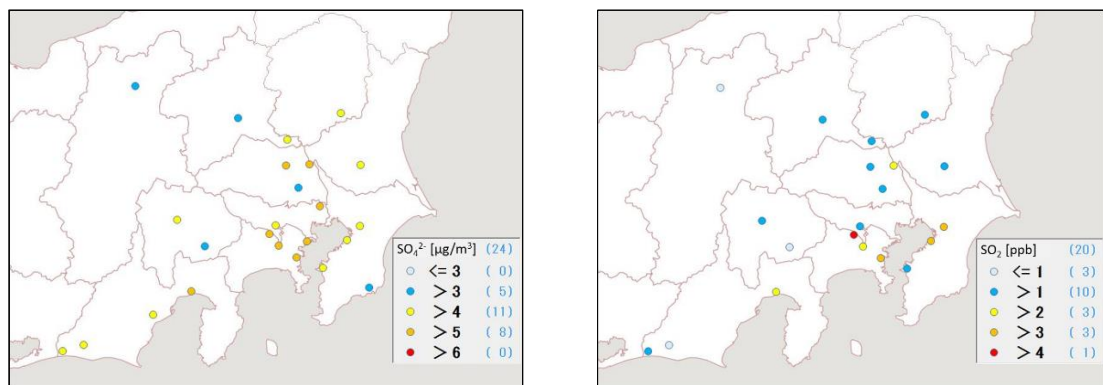


図 3-1-3-1 SO_4^{2-} (左) および SO_2 (右) の平均濃度分布

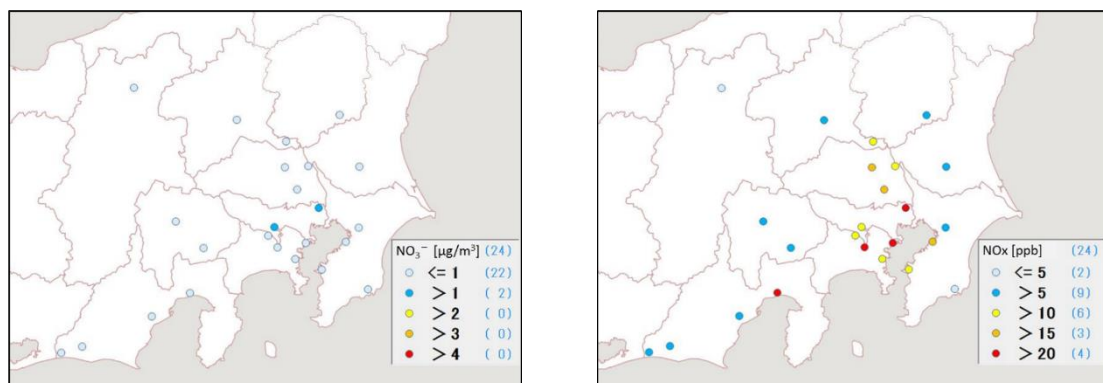


図 3-1-3-2 NO_3^- (左) および NO_x (右) の平均濃度分布

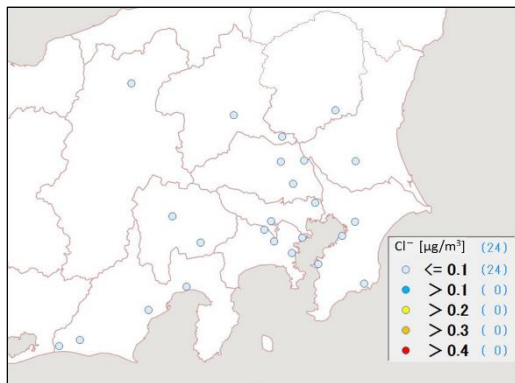


図 3-1-3-3 Cl⁻の平均濃度分布

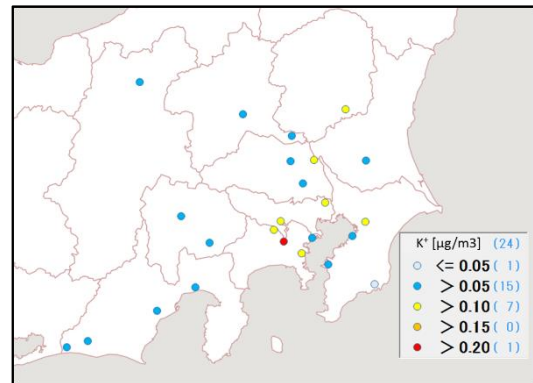


図 3-1-3-4 K⁺の平均濃度分布

3.1.4 炭素成分濃度

図 3-1-4-1 に、コア期間中の EC および OC の平均濃度分布を示す。EC はすべての地点で $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下となり、地域的な濃度差は小さかった。OC は長野県を除いた関東甲信静地域の北部で高い傾向がみられた。図 3-1-4-2 に、コア期間中の WSOC および Ox の平均濃度分布、図 3-1-4-3 に OC に占める WSOC の割合 (WSOC/OC) および TC に占める OC の割合 (OC/TC) の分布を示す。WSOC については、千葉県で $1\sim 2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、それ以外の地域では比較的高く $2\sim 3\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲となった。WSOC/OC が特に高かったのは、値が 80% を超えた真岡 (89%)、大和 (87%)、川崎 (82%)、静岡 (82%) であった。OC/TC は土浦、さいたま、勝浦、富津で比較的高く 80% 以上であったが、全体的にも 60% 以上となり顕著な傾向はみられなかった。また、EC や OC、WSOC、WSOC/OC、OC/TC、Ox の分布に関して互いに傾向が類似する点はみられなかった。図 3-1-4-4 に、コア期間中の NMHC の平均濃度分布を示す。NMHC の分布に特徴的な傾向はみられなかったが、比較的高かったのは大和と幸手であった。なお、大和と幸手の OC 濃度は中程度であった。図 3-1-4-5 に OC と Ox および OC と NMHC の関係を示す。OC と Ox に明確な相関関係は見出せず、光化学二次生成による大きな寄与は認められなかった。OC と NMHC に関しても明確な関係はみられなかった。図 3-1-4-6 に、OC と K⁺ および WSOC と K⁺ の関係を示す。OC と K⁺、WSOC と K⁺、ともに明確な関係はみられなかった。

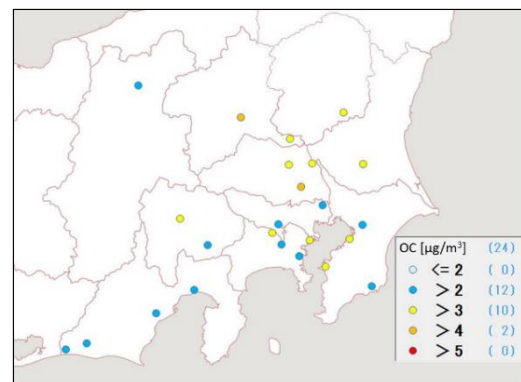
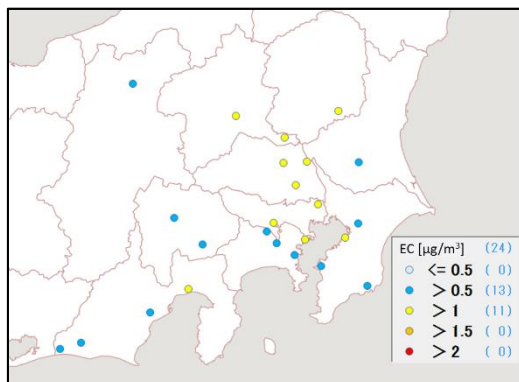


図 3-1-4-1 EC (左) および OC (右) の平均濃度分布

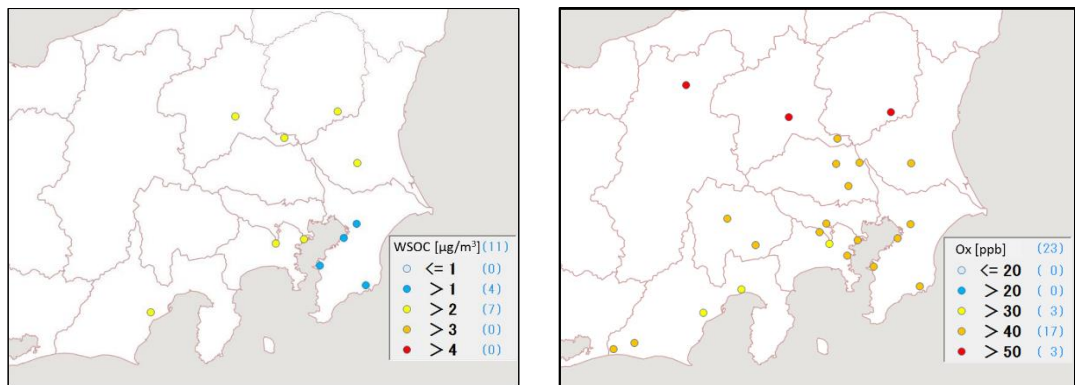


図 3-1-4-2 WSOC (左) および Ox (右) の平均濃度分布

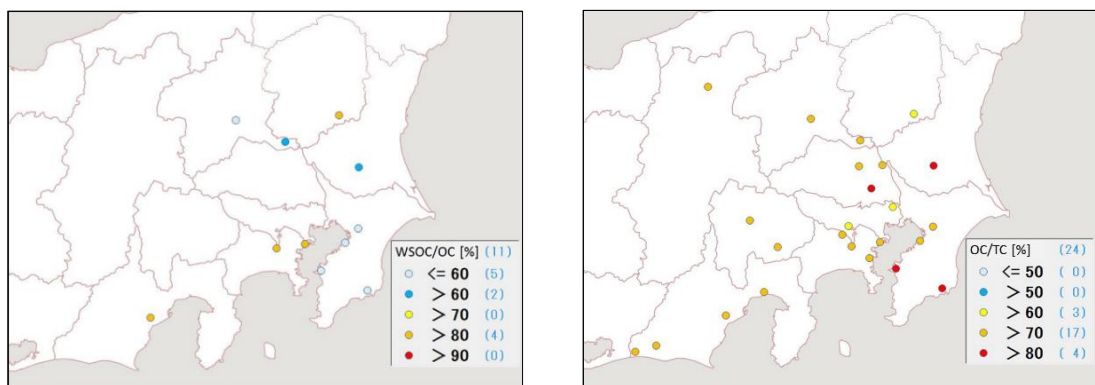


図 3-1-4-3 WSOC/OC (左) および OC/TC (右) の平均分布

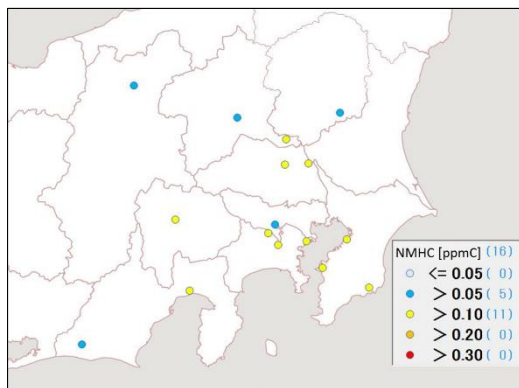


図 3-1-4-4 NMHC の平均濃度分布

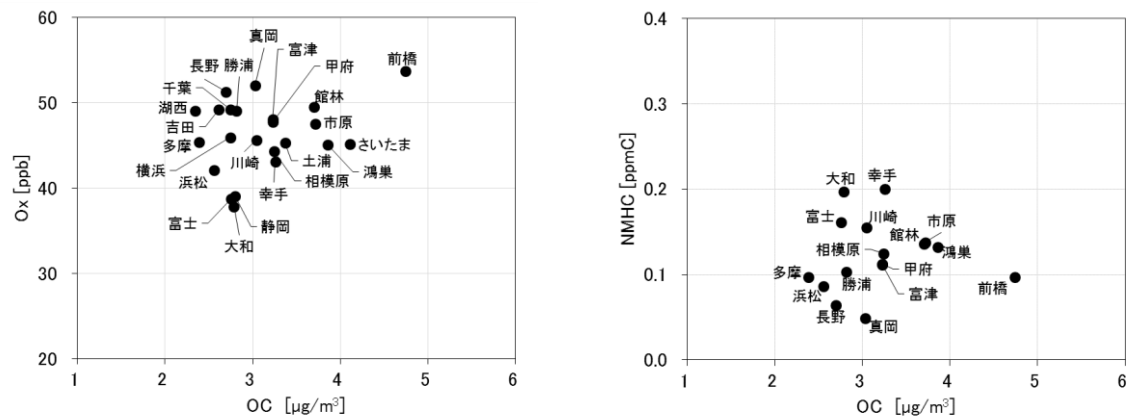


図 3-1-4-5 OC と Ox (左) および OC と NMHC (右) の関係

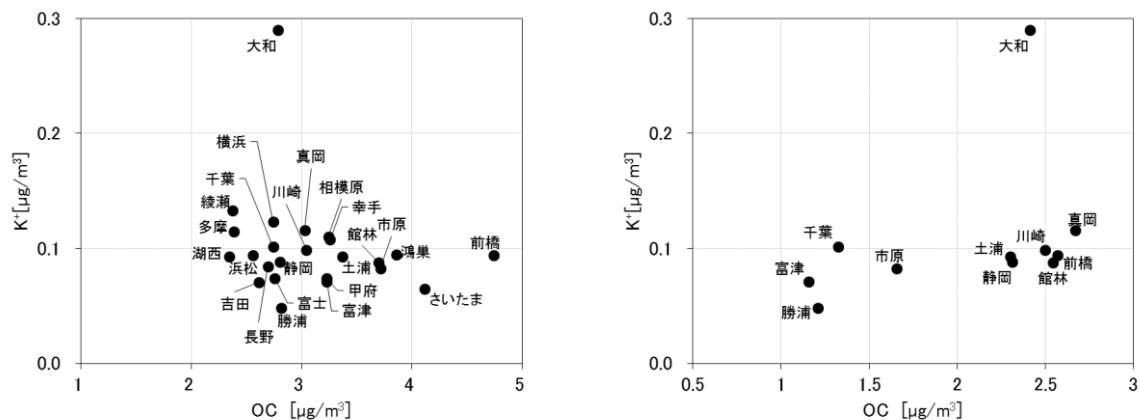


図 3-1-4-6 OC と K^+ (左) および WSOC と K^+ (右) の関係

3.1.5 無機元素濃度

図 3-1-5-1～14 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。Na については沿岸部で高い傾向がみられ、海塩粒子の影響であると考えられる。V についても沿岸部で高い傾向がみられ、船舶や臨海部の石油燃焼施設等の影響であることが推測される。また、Cr、Mn、Fe、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、Cu の平均濃度は大和で 13ng/m^3 と特異的に高かった。これは 5 月 11 日に大和で Cu が 80ng/m^3 と突出して高くなったためであり、コア期間中のそれ以外の日は検出下限値の 3.6ng/m^3 未満であった。5 月 11 日に突出して高濃度となった金属成分は Cu のみであった。

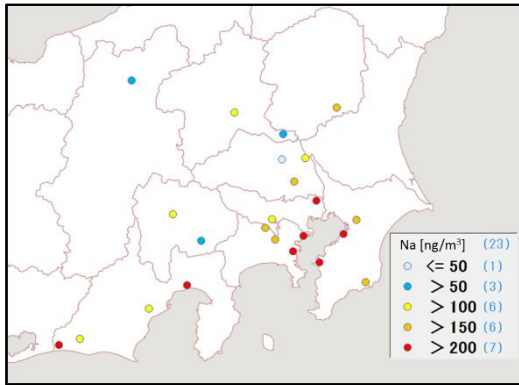


図 3-1-5-1 ナトリウムの平均濃度分布

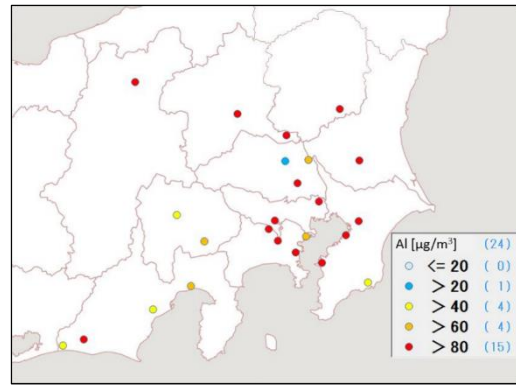


図 3-1-5-2 アルミニウムの平均濃度分布

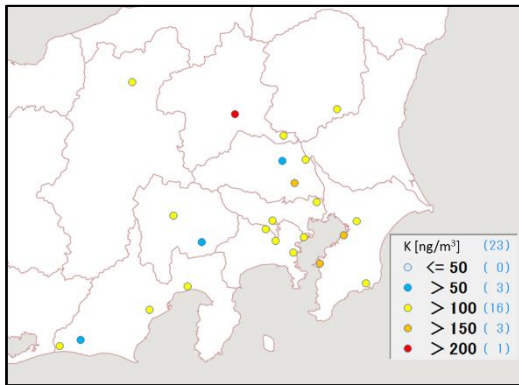


図 3-1-5-3 カリウムの平均濃度分布

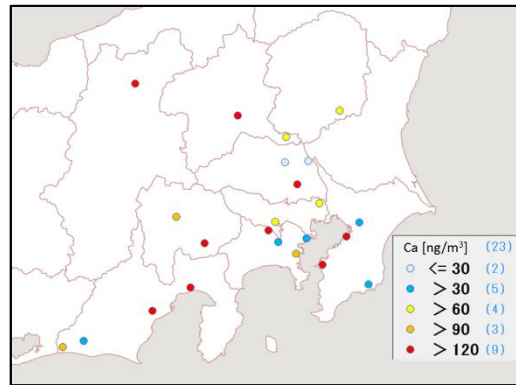


図 3-1-5-4 カルシウムの平均濃度分布

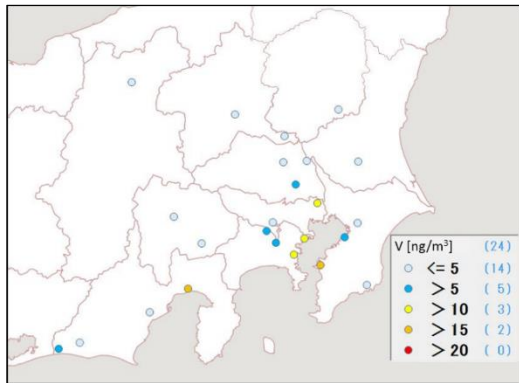


図 3-1-5-5 バナジウムの平均濃度分布

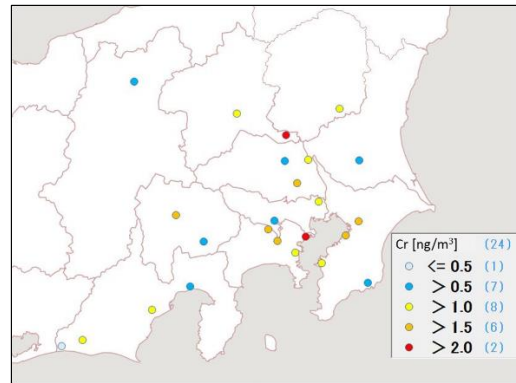


図 3-1-5-6 クロムの平均濃度分布

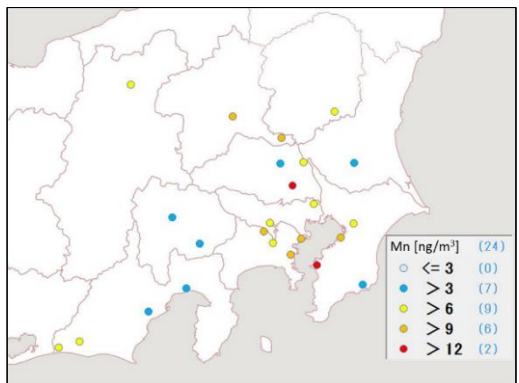


図 3-1-5-7 マンガンの平均濃度分布

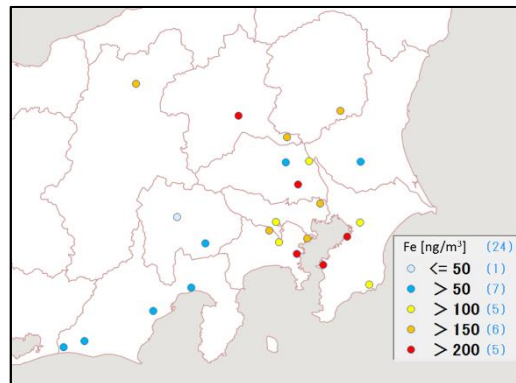


図 3-1-5-8 鉄の平均濃度分布

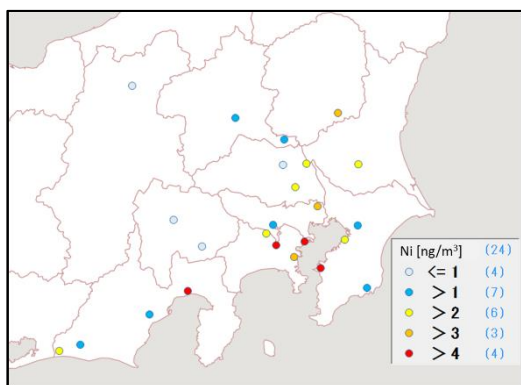


図 3-1-5-9 ニッケルの平均濃度分布

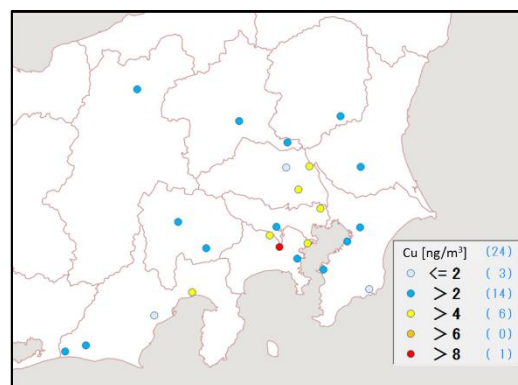


図 3-1-5-10 銅の平均濃度分布

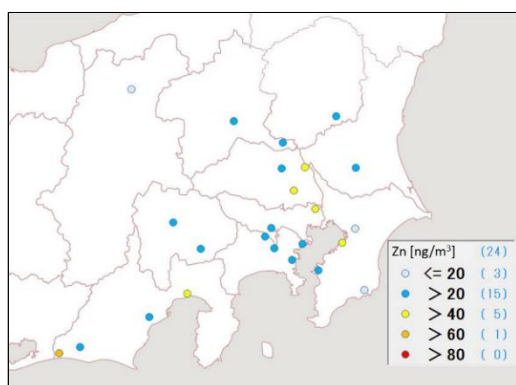


図 3-1-5-11 亜鉛の平均濃度分布

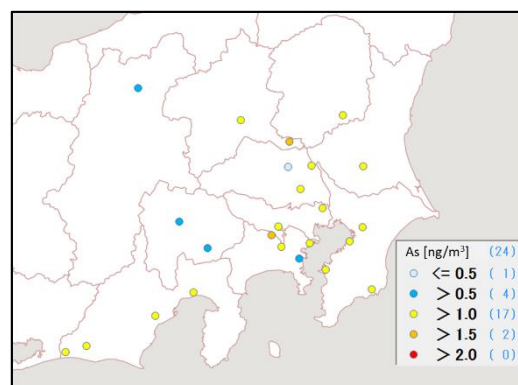


図 3-1-5-12 ヒ素の平均濃度分布

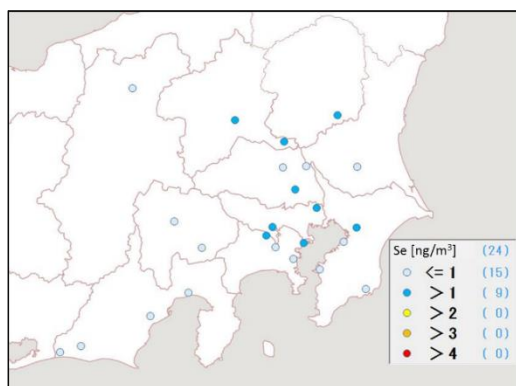


図 3-1-5-13 セレンの平均濃度分布

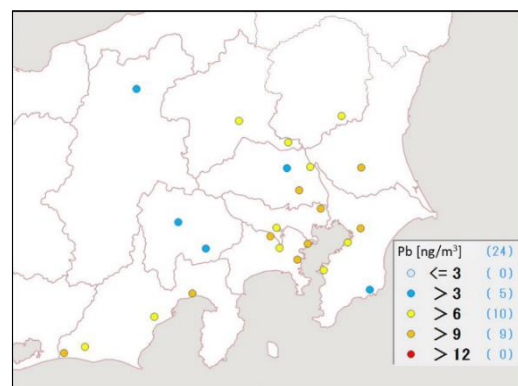


図 3-1-5-14 鉛の平均濃度分布