

### 3.1 春季

#### 3.1.1 気象概況

#### 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

春季の試料採取期間にあたる5月8日から5月22日を対象に解析を行った。各地点の各日のデータから求めた陽イオン ( $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ) 及び陰イオン ( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ) それぞれの合計当量濃度の比較を示す (図 3-1-1)。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。50 neq/m<sup>3</sup> 未満の濃度が低い場合を除くと、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 の範囲に収まっていた。

##### ②マスキロージャーモデルによる検証

後に記載したモデル式に従って算出した、マスキロージャーモデルによる PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の推定値と、標準測定法による PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の測定値との比較を示す (図 3-1-2)。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。

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。ただし 5 µg/m<sup>3</sup> 以上の濃度範囲では 2 データが 0.7 未満、4 データが 1.3 超過となっていた。なお、PM<sub>2.5</sub> 濃度が 5 µg/m<sup>3</sup> 未満となった場合は、マスキロージャーモデルによる検証の対象外とした。

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

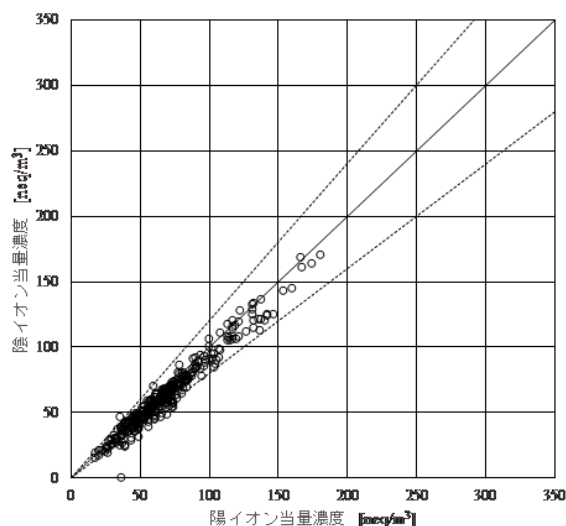


図 3-1-1 イオンバランス

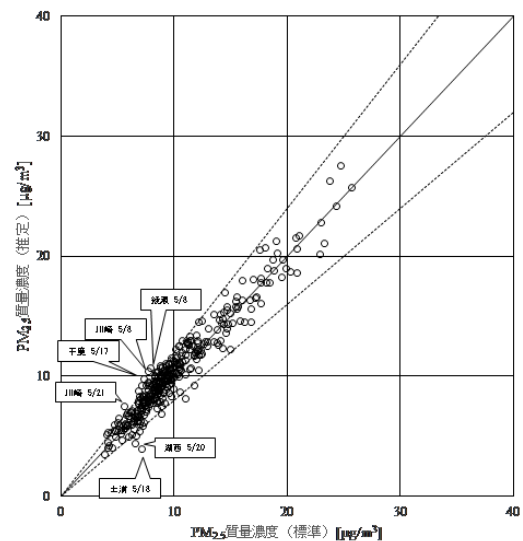


図 3-1-2 マスキロージャーモデル

## (2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-1-3 に、期間中の各地点における PM2.5 平均濃度の分布を示す。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、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 平均濃度は、最大値が前橋及び湖西の  $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値が勝浦の  $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、全地点平均は  $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であった。前年度と比較すると、最大値、最小値及び全地点平均のいずれについても低かった（平成 30 年度春季：最大値  $18.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （前橋）、最小値  $8.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （勝浦）、全地点平均  $12.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。PM2.5 濃度に占める主要成分の組成比は、全体的に  $\text{SO}_4^{2-}$ 、OC、 $\text{NH}_4^+$  の順に高く、次いで EC 及び  $\text{NO}_3^-$  のいずれかとなり、湖西を除き、上位 3 成分（ $\text{SO}_4^{2-}$ 、OC 及び  $\text{NH}_4^+$ ）で組成の半分以上を占めていた。また、千葉、真岡、川崎及び綾瀬の 4 地点では、PM2.5 濃度に占める主要成分の組成比が 80% を超えた。これらの地点の特徴として、4 地点中 3 地点（千葉、真岡、綾瀬）で上位 3 成分の組成比の合計が、全地点中の上位 5 地点に入り、4 地点すべてで、上位 3 成分に  $\text{NO}_3^-$  及び EC を加えた 5 成分の組成比の合計が、全地点中の上位 5 地点に入っていた。さらに、全地点の EC の組成比の上位 5 地点には、4 地点のうち、真岡のみ入っていたが、全地点の  $\text{NO}_3^-$  の上位 5 地点には 4 地点とも入っていた。したがって、これら 4 地点は、上位 3 成分の他に、 $\text{NO}_3^-$  が高めであったことが示唆された。

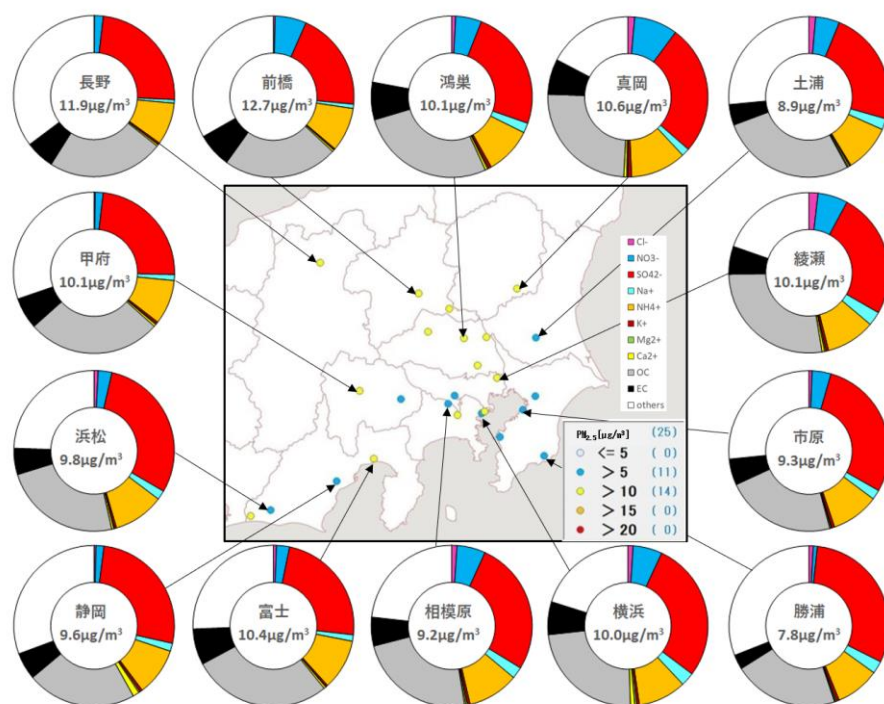


図 3-1-3 PM<sub>2.5</sub> 平均濃度(地図)及び PM<sub>2.5</sub> 主要成分組成(円グラフ)

### 3.1.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-1-4 に、期間中の  $\text{SO}_4^{2-}$  及び  $\text{SO}_2$  の平均濃度分布を示す。 $\text{SO}_4^{2-}$  は、昨年度にみられたような、沿岸部で相対的に高い傾向はなく、各地点とも同程度の濃度であり、濃度は全体的に上昇していた。 $\text{SO}_2$  は、東京湾沿岸でやや高めの傾向がみられた図 3-1-5 に、期間中の  $\text{NO}_3^-$  及び  $\text{NO}_x$  の平均濃度分布を示す。 $\text{NO}_3^-$  は、関東甲信静の西部及び東部では低く、前述した千葉、真岡、川崎及び綾瀬を含む関東地方の中央部及び湖西で、相対的にやや高く、 $\text{NO}_x$  は関東甲信静地域の南部及び沿岸部において高い傾向が見られ、平成 30 年度と類似していた。図 3-1-6 に、期間中の  $\text{Cl}^-$  の平均濃度分布を示す。 $\text{Cl}^-$  は平成 30 年度と同様の傾向がみられ、全地点で  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を下回り、地域による顕著な濃度差もみられなかった。また、図 3-1-7 に、期間中の  $\text{K}^+$  の平均濃度分布を示す。 $\text{Cl}^-$  と同様に、全体的に濃度が低く、分布にも明確な傾向は見られなかった。

なお、 $\text{SO}_2$  及び  $\text{NO}_x$  については、各地点における大気汚染常時監視データ（1 時間値濃度）を各季節の試料採取期間で平均した値である。

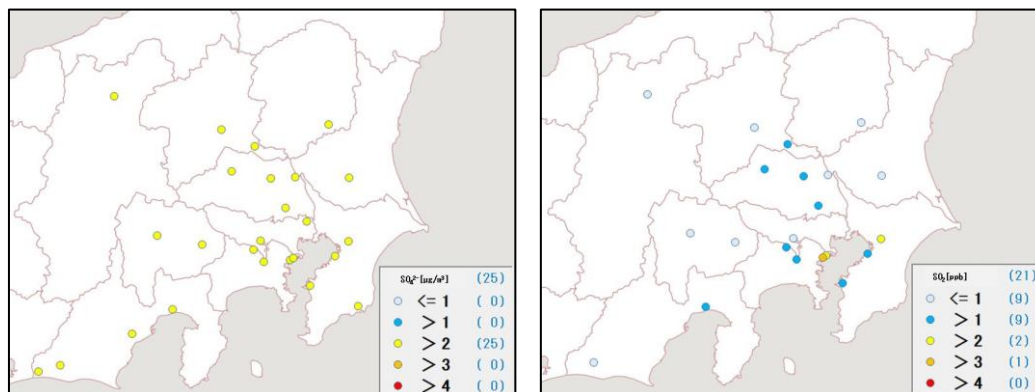


図 3-1-4  $\text{SO}_4^{2-}$ (左)及び  $\text{SO}_2$ (右)の平均濃度分布

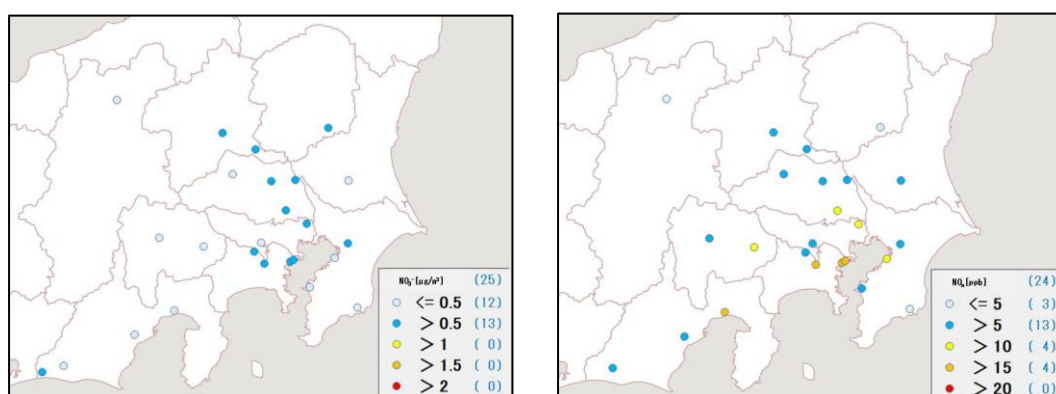


図 3-1-5  $\text{NO}_3^-$ (左)及び  $\text{NO}_x$ (右)の平均濃度分布

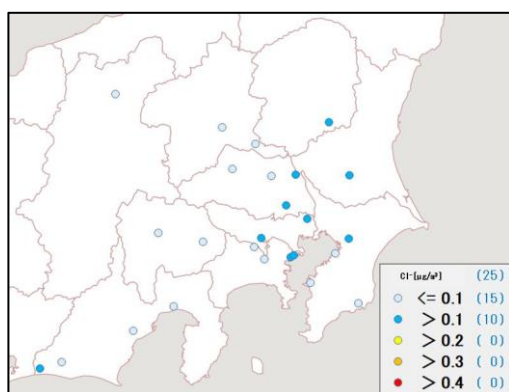


図 3-1-6  $\text{Cl}^-$ の平均濃度分布

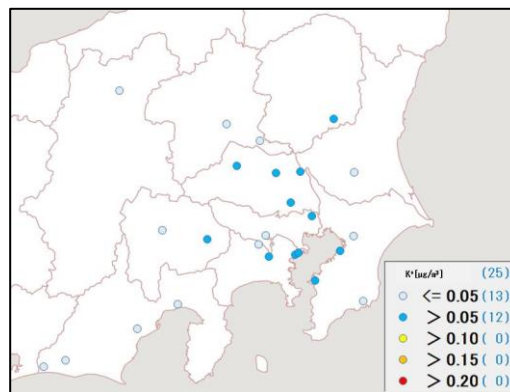


図 3-1-7  $\text{K}^+$ の平均濃度分布

### 3.1.4 炭素成分濃度

図 3-1-8 に、期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。EC の濃度分布は関東甲信静地域の北西部及び横浜、川崎で相対的に高い傾向がみられた。OC は、濃度分布に明確な傾向は見られず、多くの地点で  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より高い値を示していた。平成 30 年度と比較すると、全体的に濃度が低下していた。図 3-1-9 に、期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-1-10 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)

を示す。WSOC は、OC と同様に、平成 30 年度に比べ、濃度が全体的に低下していた。2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えた地点は、真岡のみで、WSOC/OC も 80%を超えていた。なお、WSOC と WSOC/OC の濃度分布に関係性は見られなかった。OC/TC は、平成 30 年度と同様、全地点で 70%を超えており、80%以上の地点も多く見られたが、地域的な傾向は認められなかった。図 3-1-11 に NMHC の平均濃度分布を示す。NMHC は、相模原において最も高く、平成 30 年度に相対的に高かった地点（さいたま、市原、富士等）で、同様に高い傾向がみられたが、濃度は低下している様子であった。

図 3-1-12 に OC と  $\text{Ox}$ 、OC と NMHC、図 3-1-13 に OC と  $\text{K}^+$ 、WSOC と  $\text{K}^+$ 、図 3-1-14 に char-EC と  $\text{K}^+$ について、それぞれの関係を示す。平成 30 年度と同様に、OC と  $\text{Ox}$  に明確な関係性はみられず、本図では光化学二次生成による寄与の傾向は認められなかった。また、OC と NMHC も、明確な関係性はみられなかった。OC と  $\text{K}^+$ 、char-EC と  $\text{K}^+$ の関係性については、平成 30 年度とは異なり、それらの相関はみられなかった。なお、WSOC と  $\text{K}^+$ には、平成 30 年度と同様に正の相関がみられた

なお、NMHC 及び  $\text{Ox}$  については、各地点における大気汚染常時監視データ（1 時間値濃度）を各季節の試料採取期間で平均した値である。

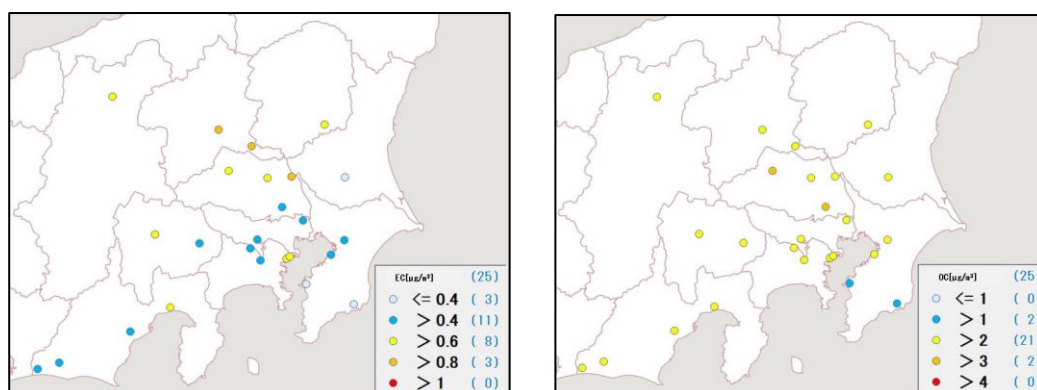


図 3-1-8 EC(左)及び OC(右)の平均濃度分布

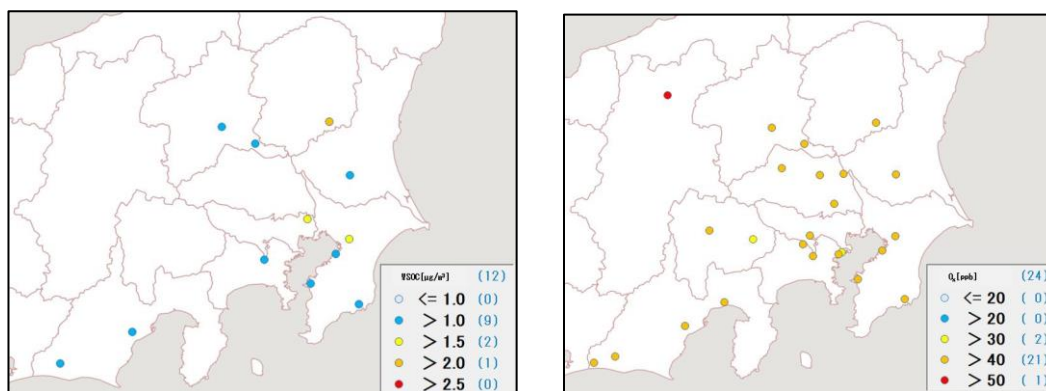


図 3-1-9 WSOC(左)及び  $\text{Ox}$ (右)の平均濃度分布



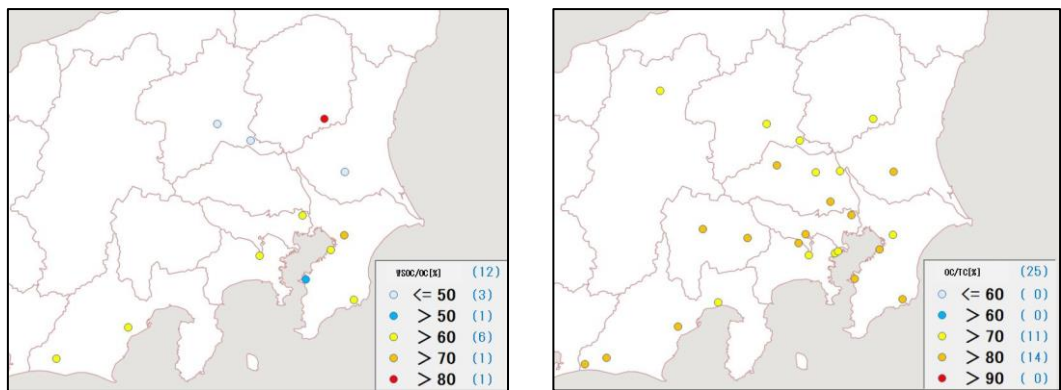


図 3-1-10 WSOC/OC(左)及び OC/TC(右)の平均分布

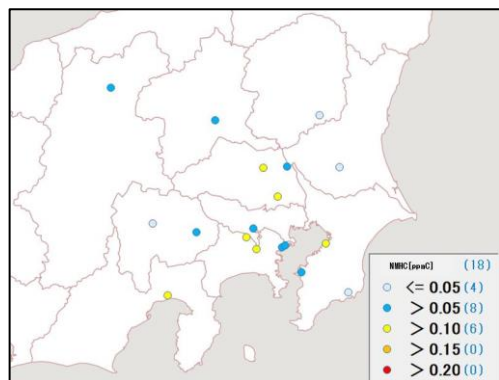


図 3-1-11 NMHC の平均濃度分布

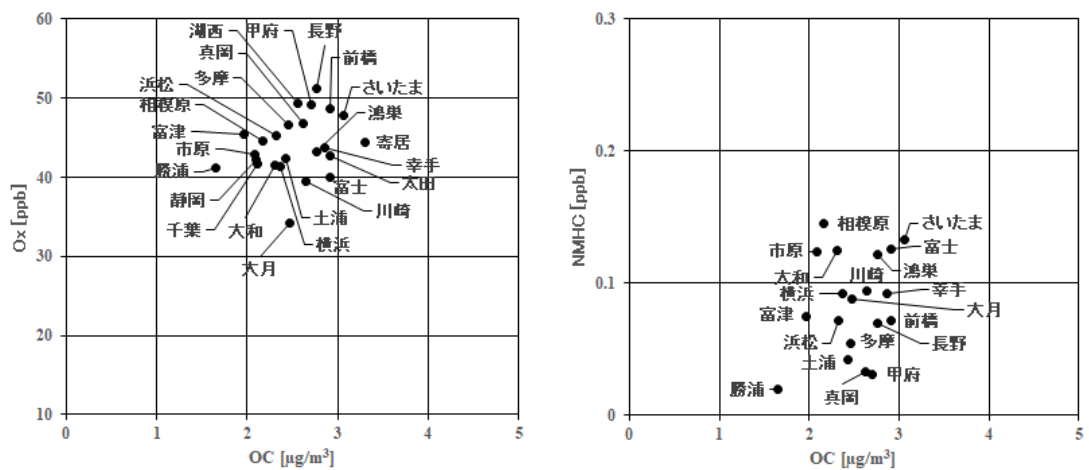


図 3-1-12 OC 及び Ox(左)並びに OC 及び NMHC(右)の関係

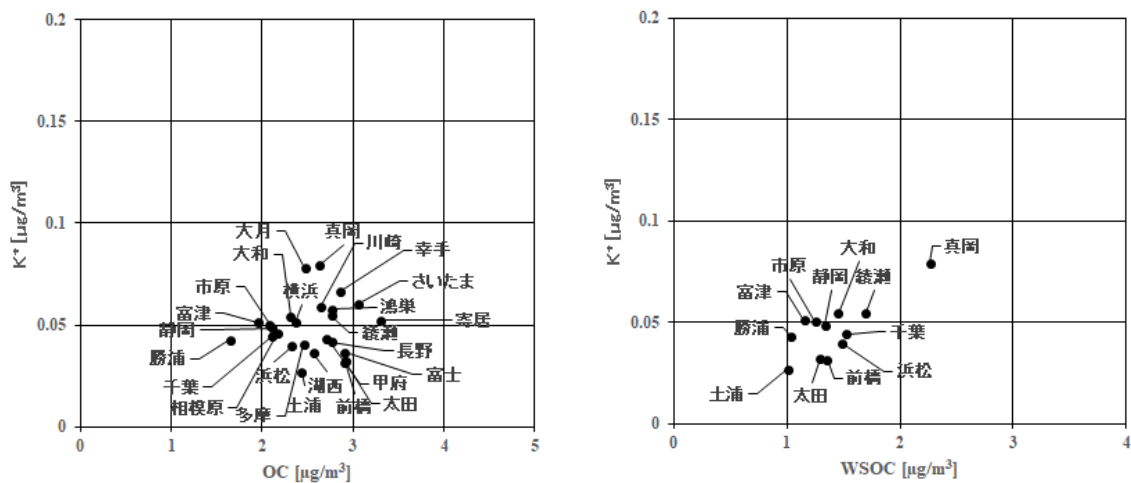


図 3-1-13 OC 及び  $\text{K}^+$ (左)並びに WSOC 及び  $\text{K}^+$ (右)の関係

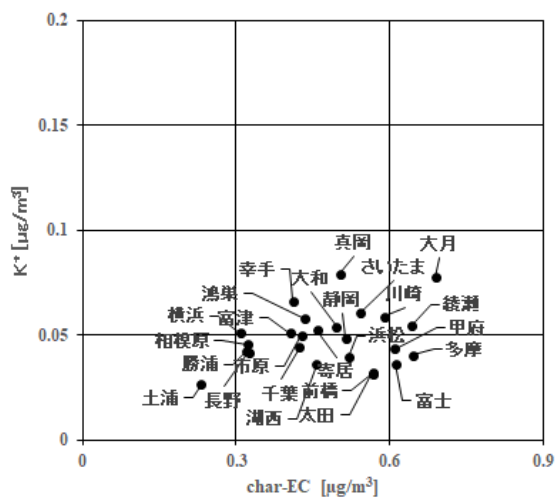


図 3-1-14 char-EC 及び  $\text{K}^+$ の関係

### 3.1.5 無機元素濃度

図 3-1-15～28 に、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。なお、期間中の濃度が全て検出下限値未満の地点については、図中において白色の◇プロットで表した。Na は平成 30 年度に比べ、全体的に濃度が上昇しており、沿岸部で高く、真岡、幸手、さいたまを除く内陸部で低い傾向を示した。V、Cr、Mn、Fe、Ni については程度の差はあるが、沿岸部や都市部で相対的に高い傾向が見られたことから、工業活動や都市活動との関連が示唆された。K は全体的に低い値が観測された平成 30 年度よりも、更

に低い濃度であり、地域的な傾向は見られなかった。なお、Cu、Zn 及び Pb は関東平野の中央部において特に高い傾向がみられた。

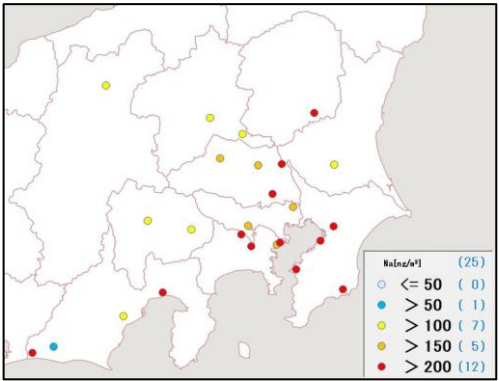


図 3-1-15 ナトリウムの平均濃度分布

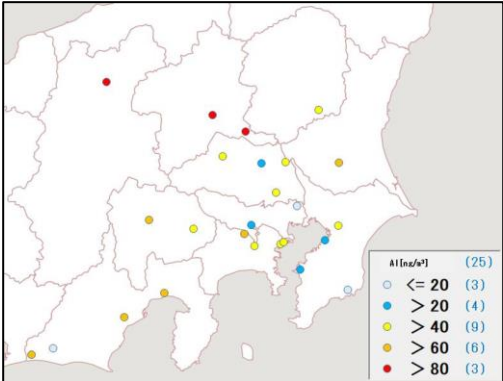


図 3-1-16 アルミニウムの平均濃度分布

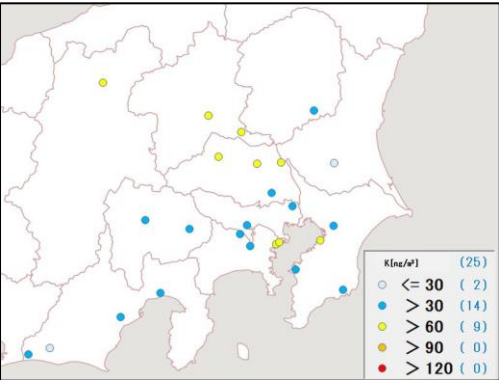


図 3-1-17 カリウムの平均濃度分布

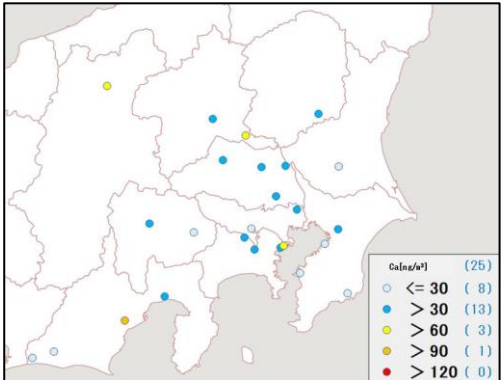


図 3-1-18 カルシウムの平均濃度分布

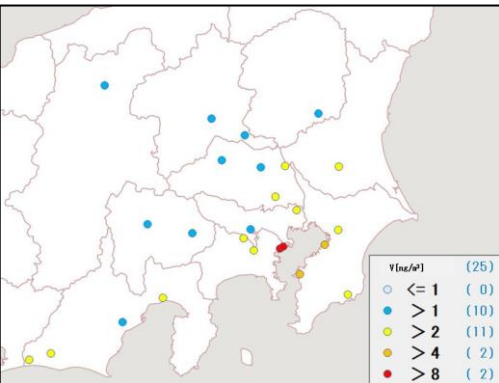


図 3-1-19 バナジウムの平均濃度分布

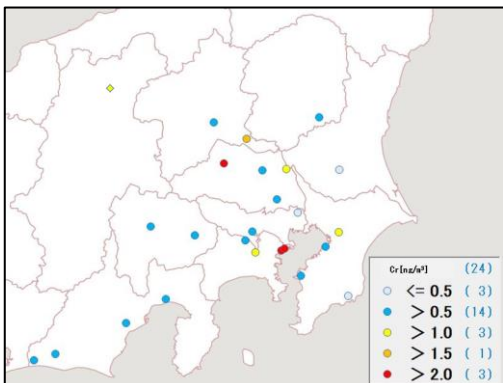


図 3-1-20 クロムの平均濃度分布



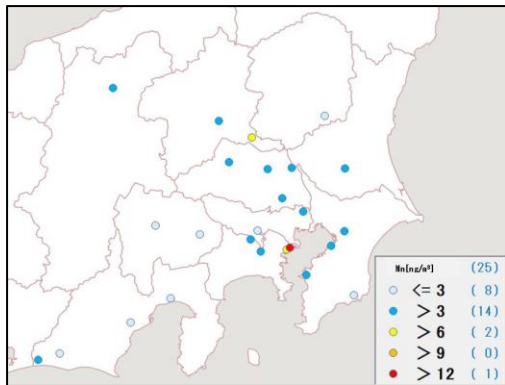


図 3-1-21 マンガンの平均濃度分布

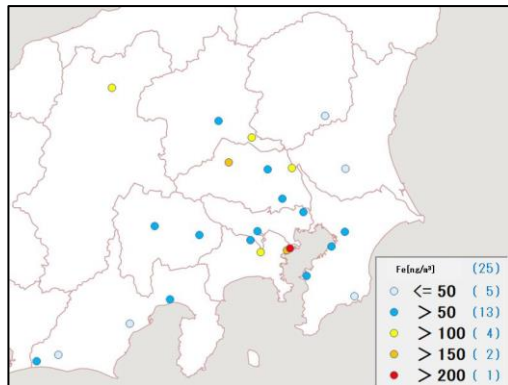


図 3-1-22 鉄の平均濃度分布

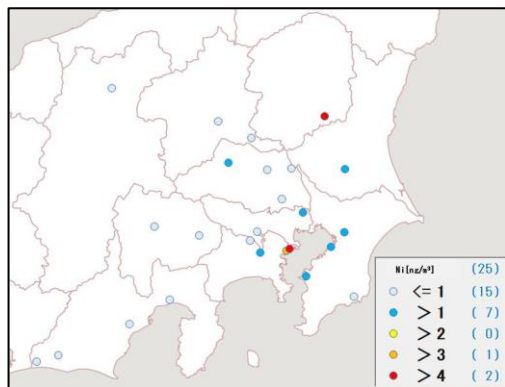


図 3-1-23 ニッケルの平均濃度分布

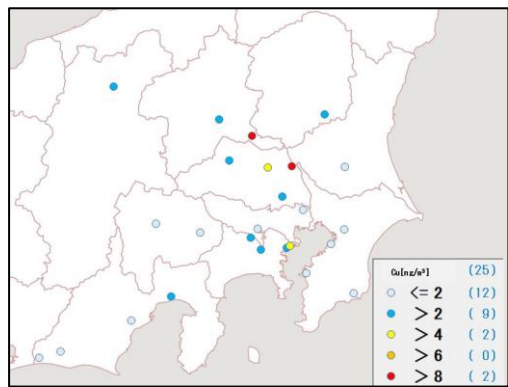


図 3-1-24 銅の平均濃度分布

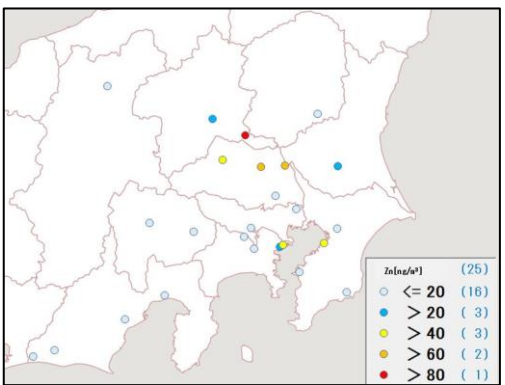


図 3-1-25 亜鉛の平均濃度分布

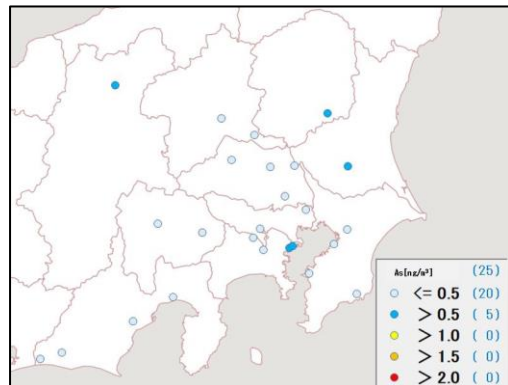


図 3-1-26 ヒ素の平均濃度分布

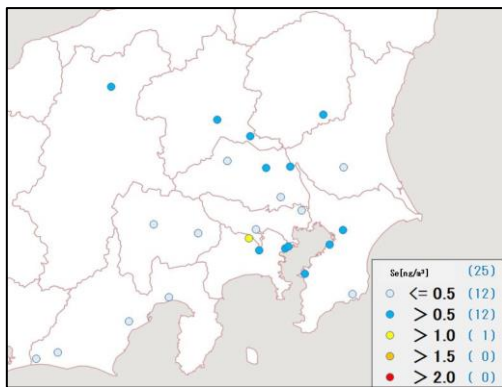


図 3-1-27 セレンの平均濃度分布

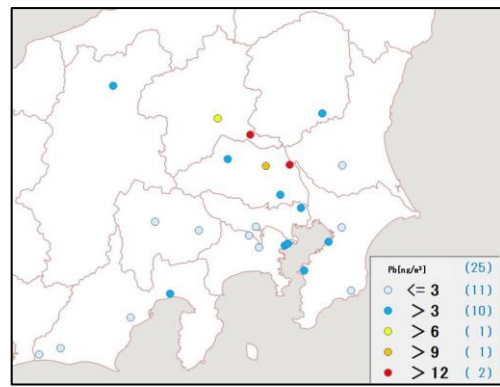


図 3-1-28 鉛の平均濃度分布

## ○マスクロージャーモデルについて

期間中の各地点の各日のデータから次式<sup>1)</sup>により推定した質量濃度を、標準測定法による質量濃度と比較することで、その妥当性を評価するものである。

$$\text{質量濃度 } M = 1.586[\text{SO}_4^{2-}] + 1.372[\text{NO}_3^-] + 1.605[\text{nss-Cl}^-] + 2.5[\text{Na}^+] + 1.634[\text{OC}] + [\text{EC}] + [\text{SOIL}]$$

ここで、 $[\text{nss-Cl}^-]$ については、次式により算出した。

$$[\text{nss-Cl}^-] = [\text{Cl}^-] - 18.98[\text{Na}^+]/10.56$$

※  $[\text{nss-Cl}^-]$ が負の値となった場合には、値をゼロとした。

また、 $[\text{SOIL}]$ の算出にあたっては、条件により以下の(1)式と(2)式を選択する方法があるが、今回はSiデータのない地点が複数あるため、(2)式のみを使用した。

(1) 採取に石英繊維以外のフィルタを使用しており、Si分析値がある場合

$$[\text{SOIL}] = 1.89[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 2.14[\text{Si}] + 1.67[\text{Ti}]$$

(2) Si分析値がない場合

$$[\text{SOIL}] = 9.19[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 1.67[\text{Ti}]$$

## 参考文献

- 1) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル 精度管理解説、2019年5月