

### 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。

なお、土浦の5月18日については、 $\text{NO}_3^-$ が検出下限値未満であったため、陰イオン当量濃度のみが特に低い値となっていた。

##### ②マスクロージャーモデルによる検証

本節の末尾に記載したモデル式に従って算出した、マスク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、マスク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ク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。

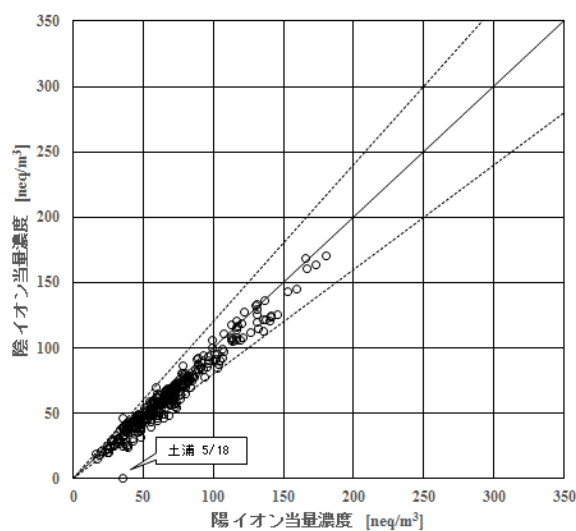


図 3-1-1 イオンバランス

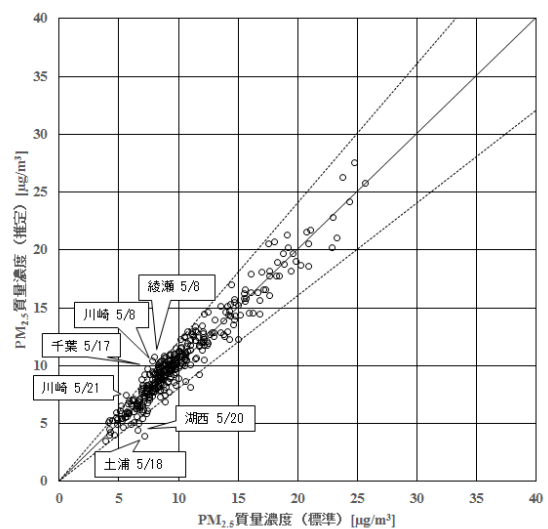


図 3-1-2 マスクロージャーモデル

## (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、上位 3 成分の組成比の合計が、全地点の中でも高く（それぞれ 68.2%、62.2%、62.0% 及び 62.7%）、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も、全地点の中で高かった（それぞれ 81.0%、78.1%、76.9% 及び 74.4%）。加えて、これらの地点は  $\text{NO}_3^-$  の組成比が高く、上位 3 成分の他に、 $\text{NO}_3^-$  濃度が組成比の上昇に寄与している可能性が示唆された。

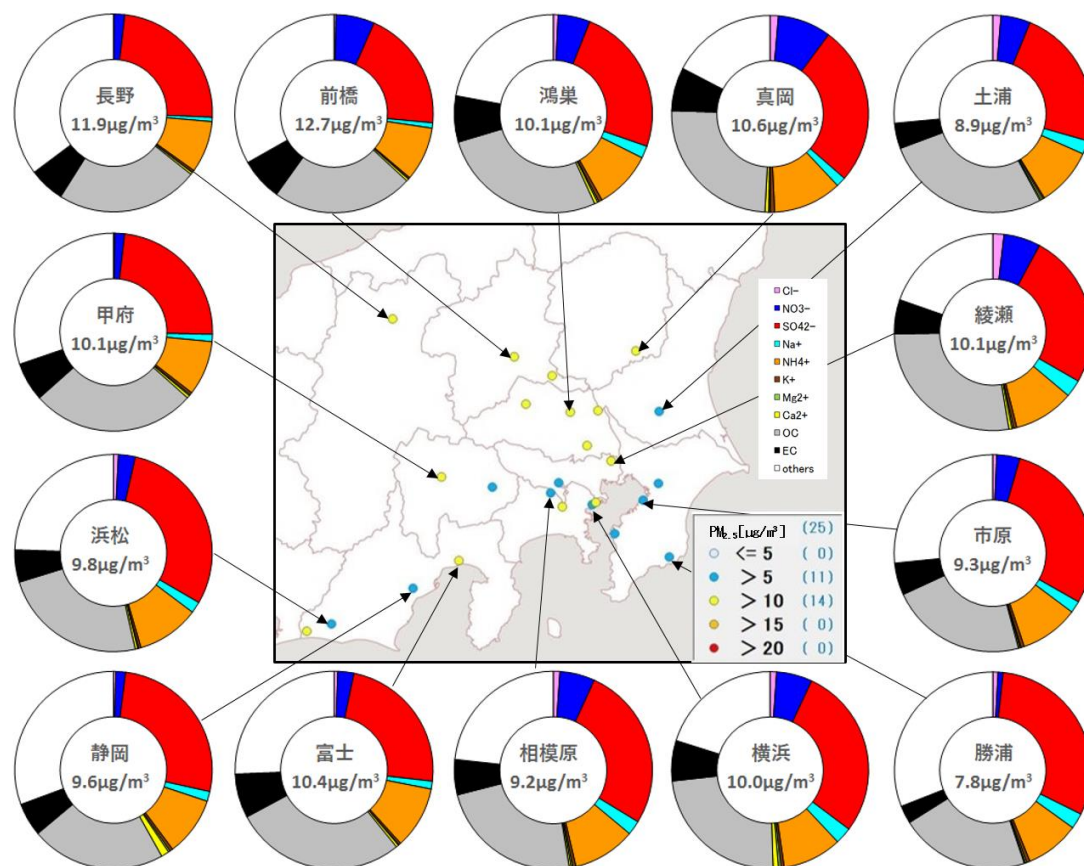


図 3-1-3 PM2.5 平均濃度(地図)及び PM2.5 主要成分組成(円グラフ)

### 3.1.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-1-4 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、平成 30 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、各地点とも同程度であり、濃度は平成 30 年度に比べ、全体的に上昇していた。気象庁が公開している「日々の天気図」から、5 月 7 日の前線通過後、5 月 8 日には大陸方向からの高気圧の移動がみられ、環境省が公開している期間中の微小粒子状物質成分自動測定結果から、5 月 9 日未明から 12 日にかけて、全国的な  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の増加がみられた。したがって、春季の気象概況の状況と併せて、気温上昇や、越境汚染の影響を受けた可能性が示唆された。 $\text{SO}_2$  は、東京湾沿岸でやや高め傾向がみられた。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）を使用した。

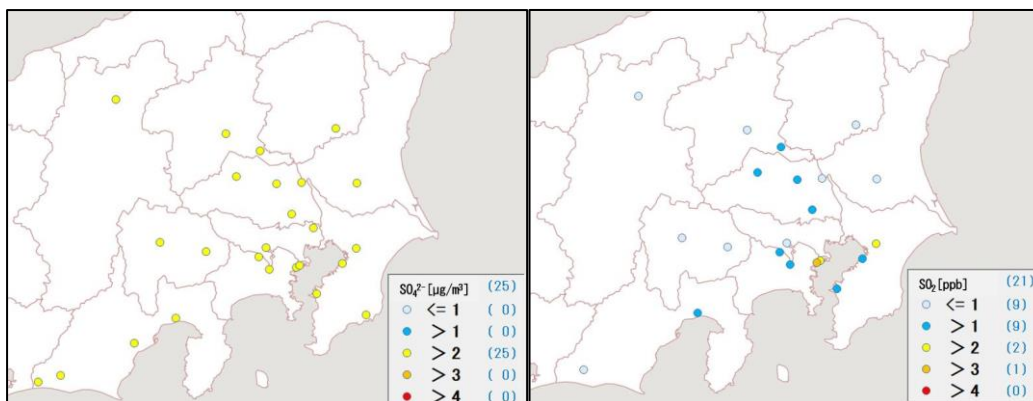


図 3-1-4  $\text{SO}_4^{2-}$ (左)及び  $\text{SO}_2$ (右)の平均濃度分布

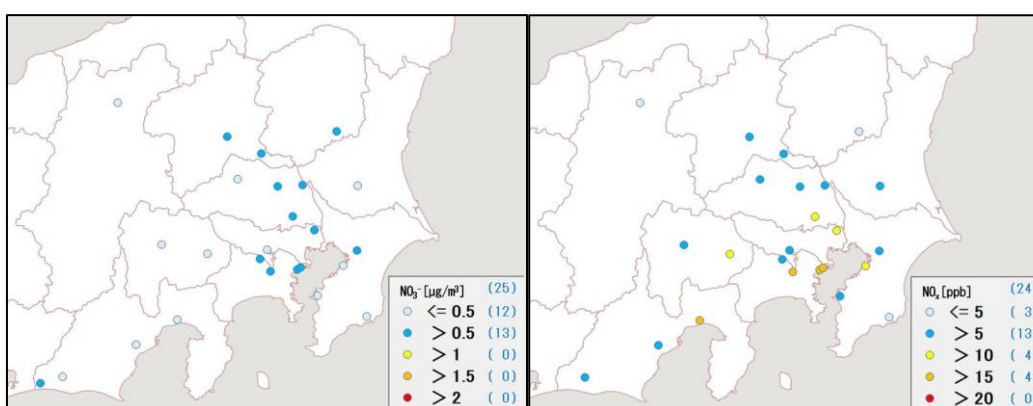


図 3-1-5  $\text{NO}_3^-$ (左)及び  $\text{NO}_x$ (右)の平均濃度分布

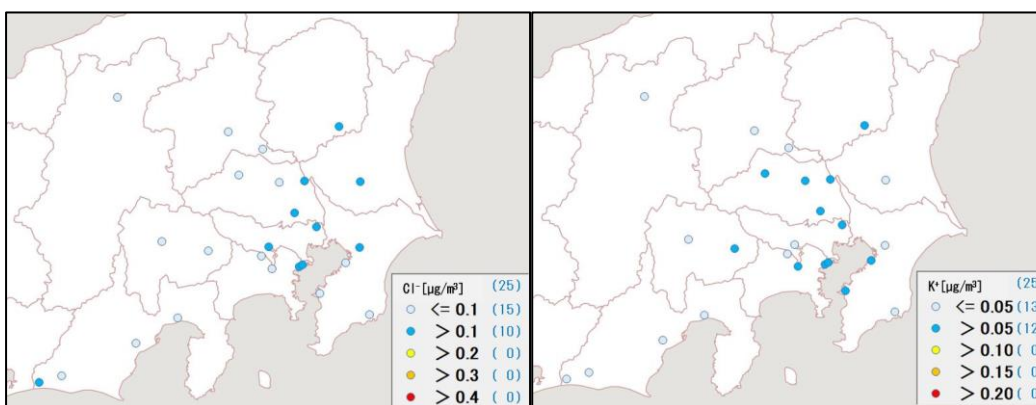


図 3-1-6  $\text{Cl}^-$ の平均濃度分布

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 の濃度分布は内陸部及び横浜、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Ox、OCとNMHC、図3-1-13にOCとK<sup>+</sup>、WSOCとK<sup>+</sup>、図3-1-14にchar-ECとK<sup>+</sup>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K<sup>+</sup>、char-ECとK<sup>+</sup>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K<sup>+</sup>との相関係数は0.77となり、強い正の相関がみられた。

なお、NMHC及びOxについては、各地点における期間中の大気汚染常時監視データ（1時間値濃度）の平均値を使用した。

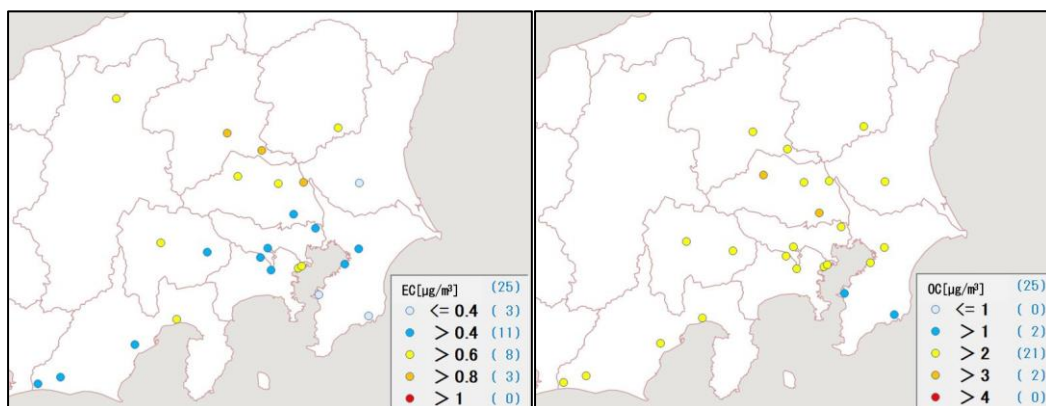


図3-1-8 EC(左)及びOC(右)の平均濃度分布

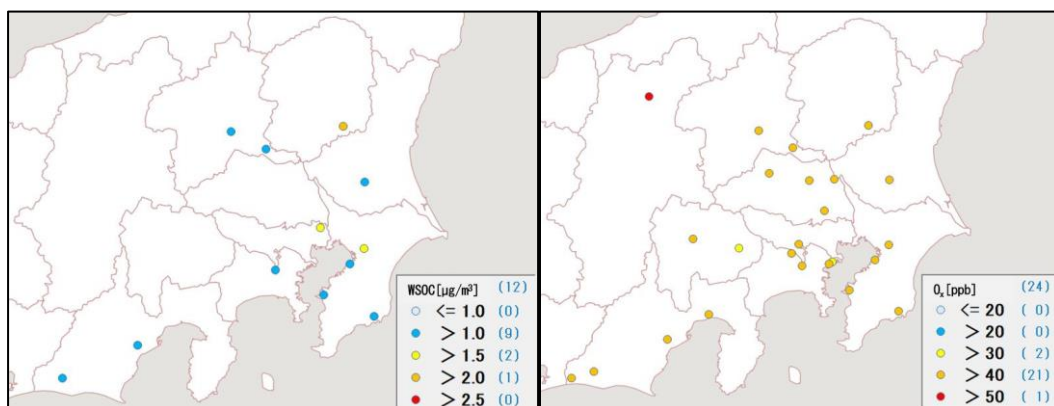


図3-1-9 WSOC(左)及びOx(右)の平均濃度分布

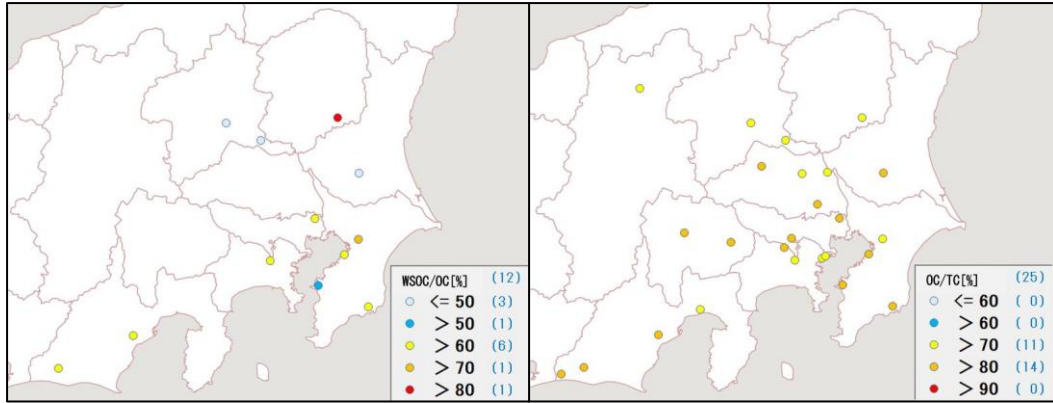


図 3-1-10 WSOC/OC(左)及び OC/TC(右)の平均分布

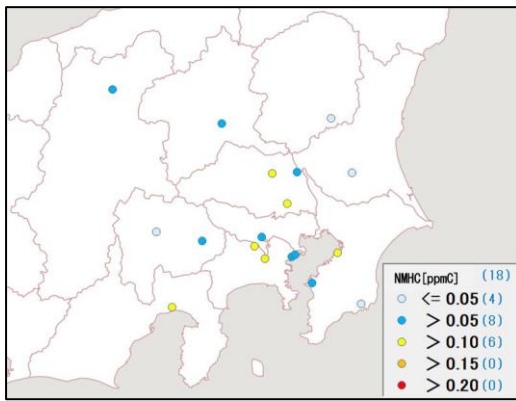


図 3-1-11 NMHC の平均濃度分布

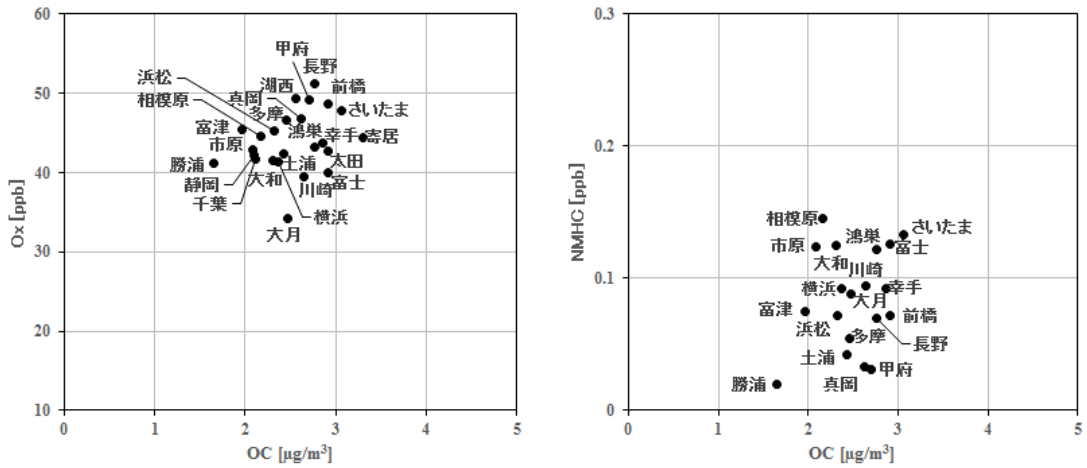


図 3-1-12 OC と Ox(左)及び OC と NMHC(右)の関係

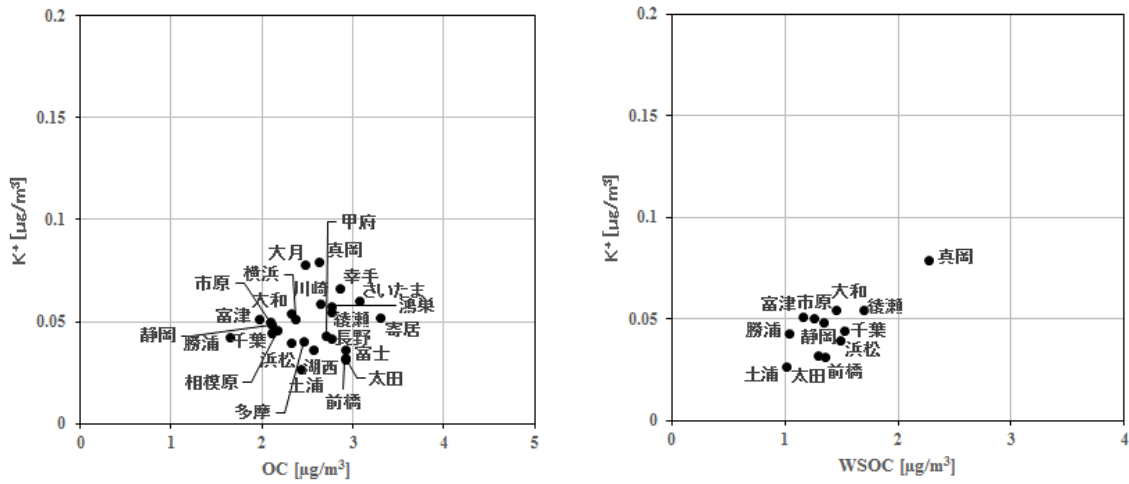


図 3-1-13 OC と  $\text{K}^+$ (左) 及び WSOC と  $\text{K}^+$ (右) の関係

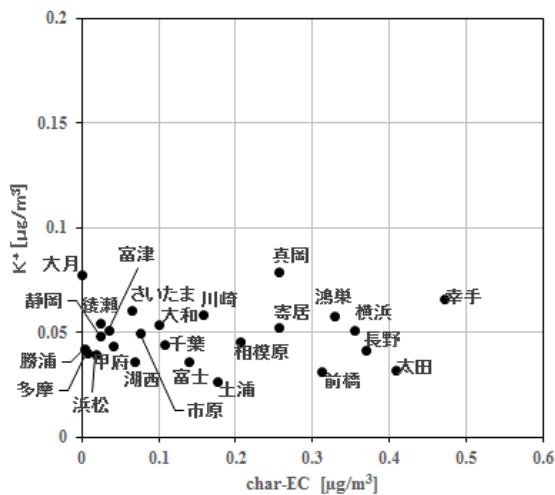


図 3-1-14 char-EC 及び  $\text{K}^+$  の関係

### 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 (Cr: 長野) については、図中において黄色の◇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。

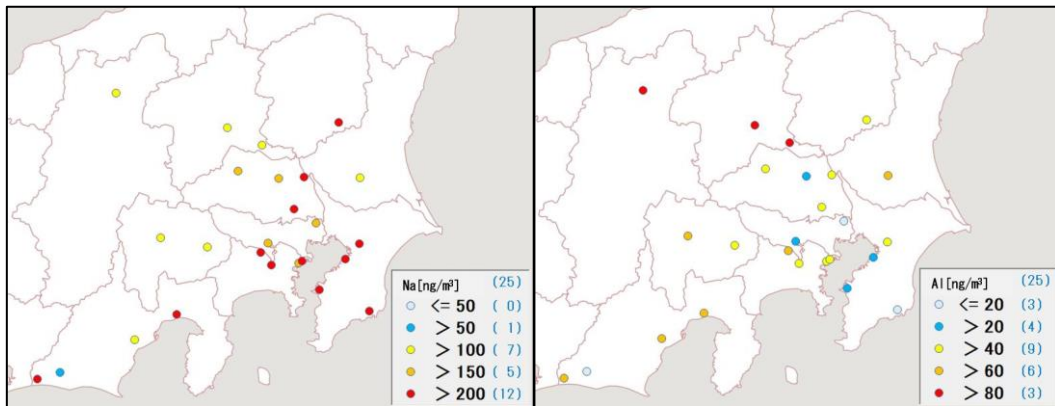


図 3-1-15 ナトリウムの平均濃度分布

図 3-1-16 アルミニウムの平均濃度分布

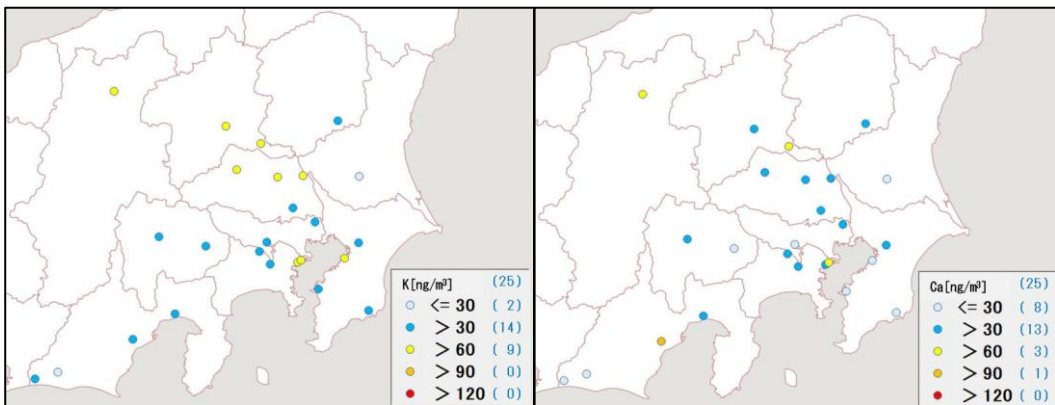


図 3-1-17 カリウムの平均濃度分布

図 3-1-18 カルシウムの平均濃度分布

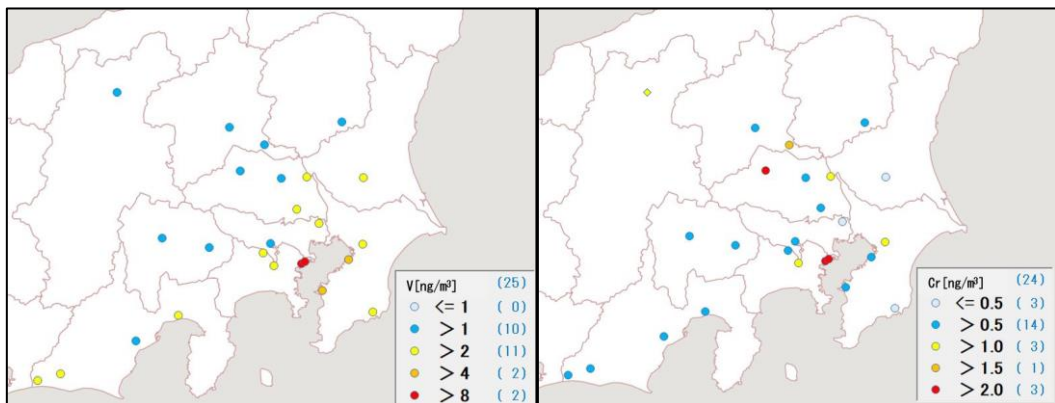


図 3-1-19 バナジウムの平均濃度分布

図 3-1-20 クロムの平均濃度分布



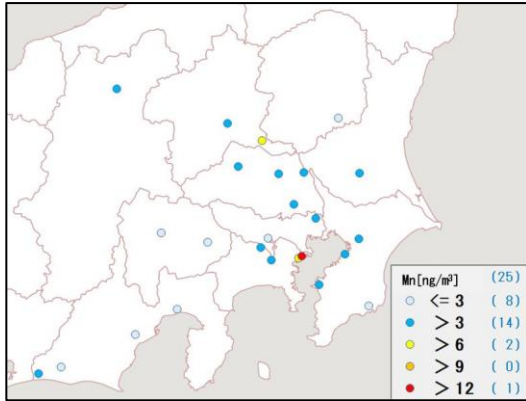


図 3-1-21 マンガンの平均濃度分布

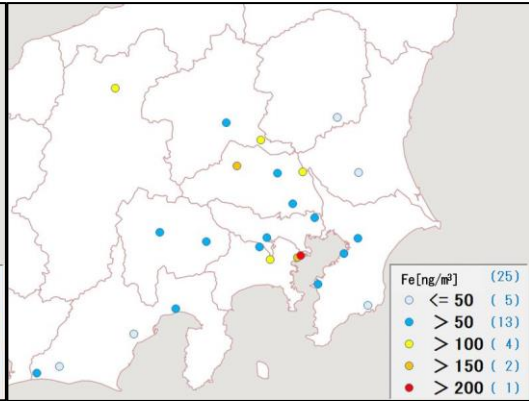


図 3-1-22 鉄の平均濃度分布

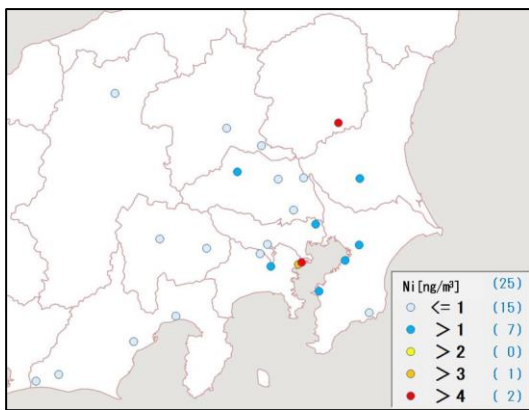


図 3-1-23 ニッケルの平均濃度分布

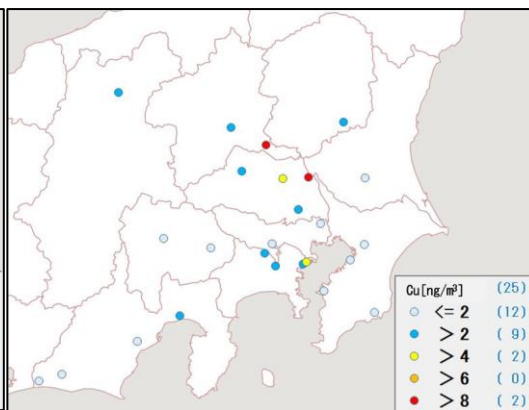


図 3-1-24 銅の平均濃度分布

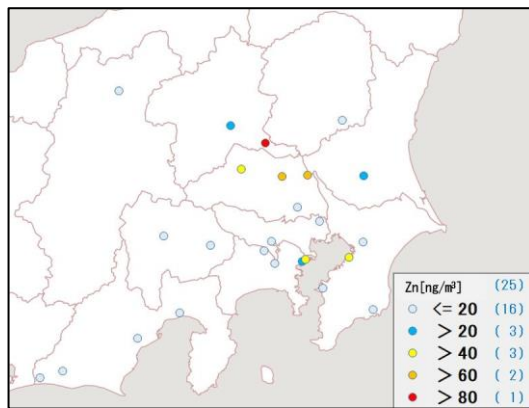


図 3-1-25 亜鉛の平均濃度分布

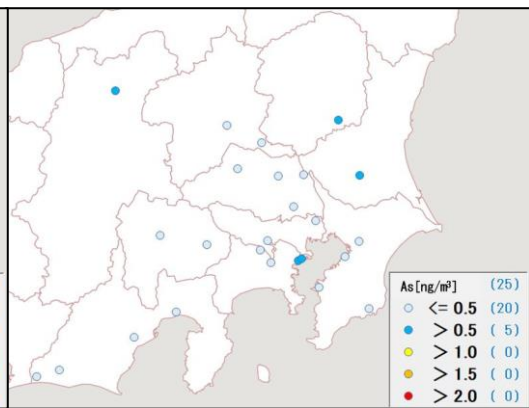


図 3-1-26 ヒ素の平均濃度分布

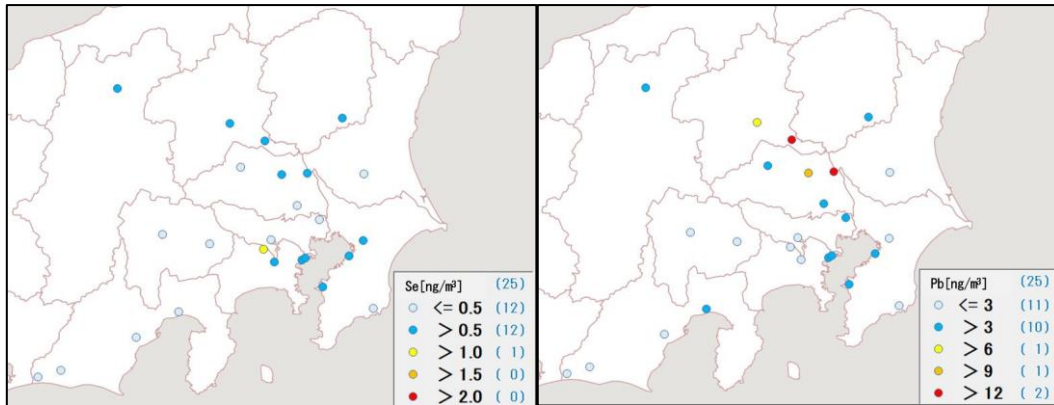


図 3-1-27 セレンの平均濃度分布

図 3-1-28 鉛の平均濃度分布

参考文献

- 1) 気象庁：日々の天気図 No.208 2019年5月  
<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/hibiten/2019/1905.pdf>
- 2) 環境省：微小粒子状物質（PM2.5）成分自動測定結果 令和元年度（確定値）  
[http://www.env.go.jp/air/%20osen/pm\\_resultmonitoring/post\\_25.html](http://www.env.go.jp/air/%20osen/pm_resultmonitoring/post_25.html)

## ○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、[nss-Cl]については、次式により算出した。

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

※ [nss-Cl]が負の値となった場合には、値をゼロとした。

また、[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