川崎市における長期測定データを用いたPM2.5成分の解析

○鈴木義浩、田中貴裕（川崎市環境総合研究所）

川崎市環境総合研究所では、大気汚染防止法に基づき PM2.5 の成分分析を実施している。2013 年度から 2025 年度までの長期的な測定データをもとに、成分の経年変化を解析した結果、船舶燃料油や自動車の規制による硫酸イオン、バナジウム、元素状炭素の減少が示唆された。

1　はじめに

環境基本法では、粒径 2.5 μm 以下（50%カット）の大気中の微小粒子状物質（以下、PM2.5)の環境基準は「1 年平均値 15 μg/m^3 以下であり、かつ 1 日平均値 35 μg/m^3 以下であること」と定められている。

PM2.5 の対策を推進するうえで、PM2.5 やその前駆物質の大気中の変化等に関する知見が十分でないことから、環境省は 2011 年 7 月に「微小粒子状物質（PM2.5）の成分分析ガイドライン」を、2012 年 4 月に「大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル」（以下、成分測定マニュアル）を策定し、PM2.5 の濃度及び成分組成の実態把握を進めている。

2010 年度に大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく常時監視としての成分分析が規定されたことを受けて、本市では、分析体制を整備した 2013 年度から、常時監視として成分測定マニュアルに基づき、各季節に 2 週間ずつ PM2.5 のサンプリングを実施している。

本発表では、市内の PM2.5 について、成分組成の実態及び経年変化の傾向を把握することを目的として、2013 年度から 2025 年度までの PM2.5 の成分分析データを用いた長期測定データの解析を行ったので、その結果を報告する。解析にあたっては、2020 年 1 月からの船舶燃料油の規制強化や自動車排出ガスの影響について、PM2.5 成分の経年変化データを用いて検討した。

2　調査方法

2.1　調査地点

調査地点を図 1 に示す。一般環境の調査地点としては、田島一般環境大気測定局（以下、田島）、高津一般環境大気測定局（以下、高津）の 2 地点とした。道路沿道の調査

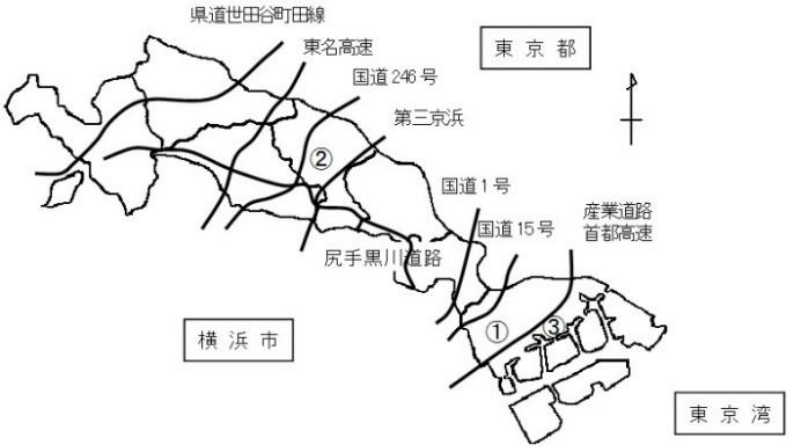


図 1　調査地点

地点としては、池上自動車排出ガス測定局（以下、池上）の１地点とした。いずれも常時監視測定局である。

2.2 試料採取

PM2.5の捕集には、サンプラー(2013～2023夏季：FRM2025i、2023秋季～2025：MCAS-SJA)を使用した。捕集用フィルタには、質量濃度及び無機元素の測定用として、四ふっ化エチレン樹脂製であるPTFEフィルタ(2013～2024： Teflo、2025：Cytiva 7592-104)を使用した。また、イオン成分及び炭素成分の測定用として、石英繊維フィルタ(Pallflex 2500QAT-UP)を使用した。

2.3 分析方法

分析は、成分測定マニュアルに準拠して表１のとおりPM2.5の質量濃度、イオン成分、無機元素成分及び炭素成分の測定又は分析を行った。

表１　調査項目及び分析方法

調査項目	分析方法
質量濃度	標準測定法
イオン成分※1	イオンクロマトグラフ法
無機元素成分※2	ICP質量分析法
炭素成分※3	サーマルオプティカル･リフレクタンス法

※１　Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、Na^+、NH_4^+、K^+、Mg^{2+}、Ca^{2+}
※２　Na、Al、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Rb、Mo、Cd、Sb、Cs、Ba、La、Ce、Sm、Hf、Ta、W、Pb、Th
※３　有機炭素（OC)、元素状炭素（EC)

2.4 解析期間

調査地点である田島、高津、池上の2013年度から2025年度までのPM2.5の成分分析データを解析対象とした。

３　結果

3.1 船舶燃料油の規制強化による影響

2020年１月から、一般海域における船舶燃料中の硫黄分の規制が強化（3.5%以下→0.5%以下）されたことから、石油燃焼に由来する成分である硫酸イオン（SO_4^{2-}）及びバナジウム（Ｖ）に着目し、田島の硫酸イオン濃度とバナジウム濃度(いずれも年平均値)の経年変化を図２及び図３に示す。2020年度を境に濃度が減少している。

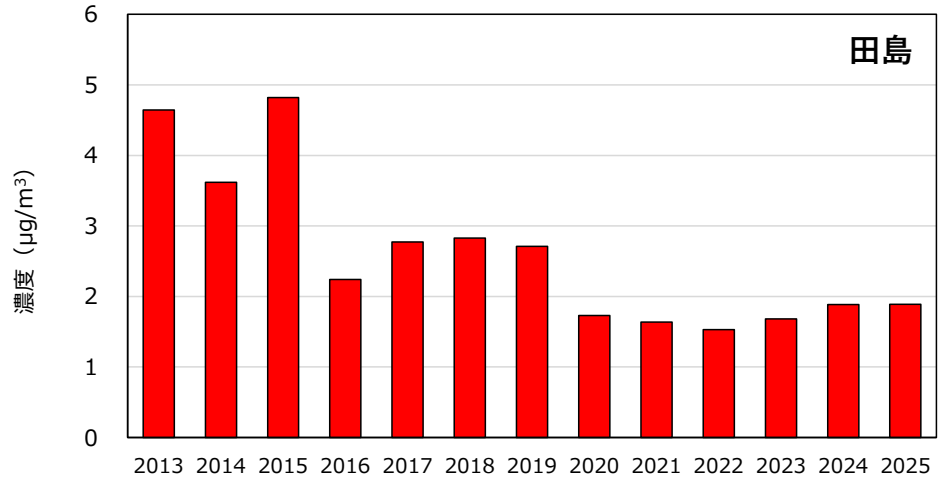


図２　硫酸イオン濃度の経年変化

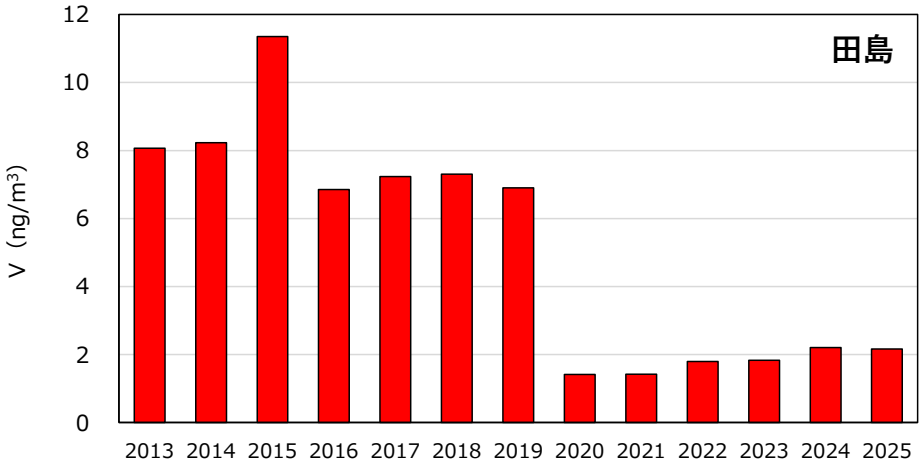


図３　バナジウム濃度の経年変化

また、船舶燃料油の規制前である2014～2019年度及び規制後の2020～2025年度について、田島のバナジウム濃度をヒストグラムとして図４に示す。規制前後のデータを比較すると、規制後はバナジウム濃度の分布が低濃度側にシフトしており、高濃度の頻度が減少している。図３及び図４の結果から、市内のバナジウム濃度について、船舶燃料規制強化の影響が示唆された。

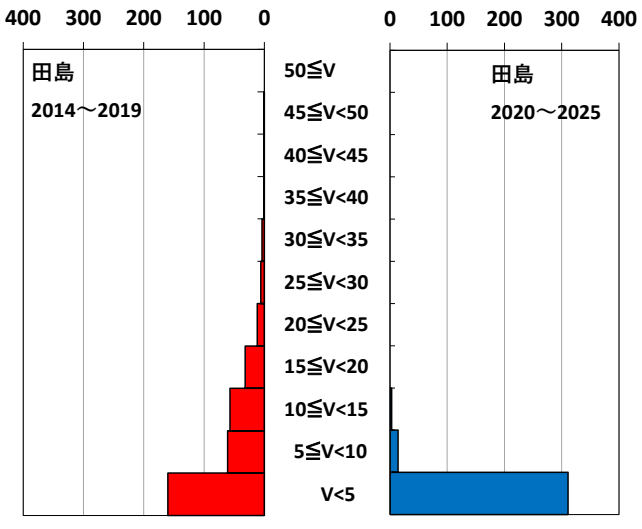


図４　バナジウム
濃度のヒストグラム

3.2　自動車排出ガスの影響

自動車排出ガス測定局である池上での元素状炭素（EC）及び硝酸イオン（NO_3^-）濃度（いずれも年平均値）について、経年変化を図５に示す。

元素状炭素は、長期的には減少傾向を示しているが、近年では横ばいである。硝酸イオンは、長期的には減少傾向を示しているが、年度によるばらつきが大きく、近年は横ばいである。

元素状炭素及び硝酸イオン濃度の経年変化から、2013 年度を基準として、PM2.5 中の自動車排出ガス由来成分の寄与が低下している可能性が示唆された。

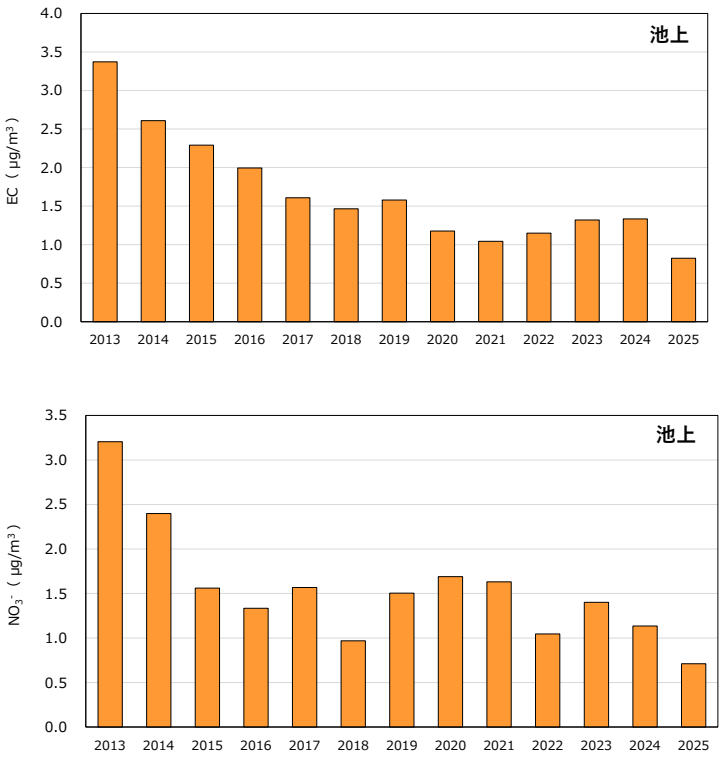


図５　池上における元素状炭素及び硝酸イオン濃度の経年変化

４　おわりに

市内の大気環境の実態を把握していく上で、PM2.5 の成分分析データは有用である。川崎市では、2016 年度以降、市内全地点で PM2.5 の環境基準を継続的に達成している。しかしながら、諸外国において、より厳しい方向で PM2.5 の環境基準を引き下げる動きがあることから、国内においても PM2.5 の環境基準の見直しに向けた取組[1)]が進められている状況にある。今後も成分分析データを蓄積し、さらなる大気環境改善に向けた取組を継続していく。

引用文献

１）環境省 微小粒子状物質・光化学オキシダント対策ワーキングプラン　https://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/workingplan.html