

集束イオンビーム分析技術による 時分割捕集された大気中微粒子試料の特徴量解析

Characterization of air-borne particulate matters hourly collected from the atmosphere by focused ion beam analysis technique

群馬大学理工¹, 群馬県衛生環境研究所², 量研³
 ○加田 渉¹, 臼井 洸貴¹, 菊池 涼太¹, 張 錦汕¹, 熊谷 貴美代²,
 田子 博², 佐藤 隆博³, 石井 保行³, 花泉 修¹

Gunma Univ.¹, Gunma Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences²,
 Takasaki Advanced Radiation Research Institute, QST³

○Wataru Kada¹, Koki Usui¹, Ryota Kikuchi¹, Zhang Jinshan¹, Kimiyo Kumagai²,
 Hiroshi Tago², Takahiro Satoh³, Yasuyuki Ishii³, Osamu Hanaizumi¹

E-mail: kada.wataru@gunma-u.ac.jp

【研究背景と目的】大気汚染の越境伝播は世界的な問題であり、長期的な健康管理と人間のリスクの観点から注目を集めている。越境大気汚染の起源推定を含め、大気中微粒子(Particulate Matters: PM)の濃度や元素組成は、大気環境の精密な評価の上で重要な指標となる [1]。他方で、本邦において単位時間あたりに捕集される PM 濃度は一般的に極めて微量であり、既存分析技術においてその組成情報の分析は容易ではない[2]。これに対して我々は、集束イオンビームを用いた分析技術の活用を提案し、単位時間ごとに時分割捕集された PM 捕集フィルタ個別の元素組成やその化学形態情報の取得を実現してきた[3,4]。さらに、特徴的な時間帯において時分割捕集 PM 組成の分析を連続的に実行することで、元素組成変化の傾向により、起源との相関や、特異なイベントの評価が可能となると考えられる。そこで本研究では、一般大気中から捕集された PM 試料に対して、集束イオンビーム分析技術による評価を行い、その特徴量の解析を試行した。

【実験方法と結果】量研機構高崎研イオン照射研究施設 (TIARA) に設置された 3 MV シングルエンド加速器軽イオンマイクロビームラインを活用し、大気 micro-PIXE 分析システムを用いて、一般大気汚染常時監視局 (群馬県太田市, 36.290°N, 139.381°E) の PM2.5 自動測定器により 2020 年 3 月 26 日 00:00 から 2020 年 3 月 27 日 22:59 までの期間において単位時間毎に捕集された PM フィルタ試料を分析した。約 7 μm 厚程度のポリカーボネート薄膜上に捕集 PM フィルタ上の 1 スポットの 1/4 片を固定して分析に供した。3 MeV H^+ マイクロビームを $400 \times 400 \mu\text{m}^2$ の領域に照射することで、一連の PIXE スペクトルを取得した。取得データについて、自作ソフトウェア上において、Python ライブラリを利用して非線形フィッティング等による複数ピークの同時検出や、特性 X 線ピークに対応する元素の組成比を Fig.1 に示すように測定・評価した。さらに、測定されたピーク領域の各元素量を主成分分析に解析し、分類や外れ値を評価した。本評価例より、集束イオンビーム分析技術によって時分割捕集された PM 試料の分析が極めて効果的に実施可能であることが確認された。

【謝辞】本研究の一部は日本原子力研究開発機構・量子科学技術研究開発機構 施設利用共同研究として実施された。また本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP26706025, JP20H04450) の助成を受けた。

【参考文献】

- [1] D. Cohen, et al., *Atmospheric Pollution Research*, **2**, 182-189, (2011).
- [2] K. Saitoh, et al., *I.J.PIXE*, **14**, 43-48, (2004).
- [3] W. Kada et al, *Nucl. Instr. and Meth. Sec. B*, **477**, 133-137, (2020).
- [4] 加田 渉他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, [25p-F308-1], 2022 年 3 月 25 日.

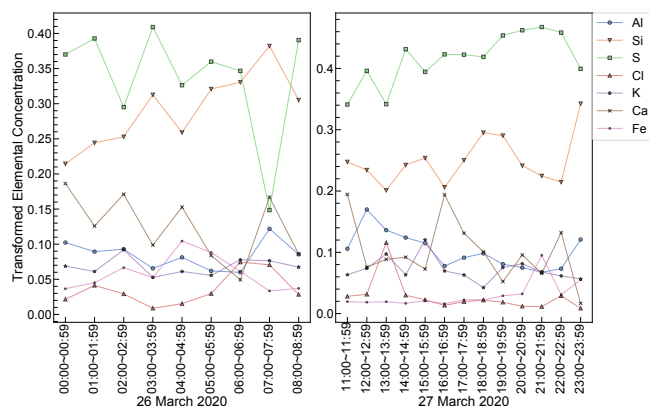


Fig. 1. Transitions in elemental composition of hourly-collected PM samples by in-air micro-PIXE.