

FE-EPMA を用いた車室内ダスト中の指標元素を利用した 汚染物質のスクリーニングと起源解析

○徳村 雅弘¹, 山取 由樹², 根岸 洋一³, 益永 茂樹¹

¹ 横浜国立大学 大学院環境情報研究院, ² 横浜国立大学 大学院環境情報学府,

³ 横浜国立大学 機器分析評価センター)

【はじめに】

自動車は現代社会において重要な移動手段の一つであり、ある調査によれば平均して一日の5%の時間を人々は車室内で過ごしていると報告されている。そのため、車室内環境は重要な室内環境の一つと認識されるようになってきた。車室内にはカーシートやカーマット、ダッシュボードなど様々な内装材が存在しており、また、車載用品だけでなく屋外の埃や土壌などが意図的または非意図的に車室内に持ち込まれている。これらすべてが汚染物質の汚染源となりえる。特にダストはこれらの物質の破片などの混合物から成り、有機汚染物質だけでなく無機汚染物質も含むため、それらの測定および汚染源の推定は困難を極める。ダストは汚染物質の重要な暴露経路の一つであることから、快適で安全な車室内環境を創造するためにこれらの情報が求められている。

電子プローブマイクロアナライザ (Electron Probe Micro Analyzer : EPMA) は電子線を試料表面に照射することで励起される特性 X 線を検出するため、 μm オーダーの局所領域の元素分析が可能である。また、電界放出型 EPMA (Field Emission-EPMA: FE-EPMA) は従来の EPMA と比較し高分解能なため、 nm オーダーの元素分析が可能となる。そのため、ダストのような微小な対象に対しても有効である。

本研究では、車室内のダストに含まれる有害物質のスクリーニングおよび起源解析法を開発するため、FE-EPMA を用いて車室内から採取したダストに含まれる指標となる元素分析を行った。対象元素としてリン系難燃剤および臭素系難燃剤のスクリーニングのためのリン (P) およびホウ素 (B)、アンチモン (Sb)、鉛 (Pb)、クロム (Cr) を対象とした。本要旨ではリン (P) のスクリーニングおよび起源解析の結果について報告する。

【方法】

ダストサンプルは、2013年に横浜と川越にて25台の車から採取し、事前にリン系難燃剤の定性定量をしたものを用いた。篩 (150メッシュ) にかけたダストサンプルを樹脂によって固定化した後、研磨を行い、導電性を付与するためにオスmium金属導電被膜によりコーティングをしたものをFE-EPMAにより分析を行った。固定化のための樹脂にはAdfix樹脂 (株式会社マルトー製)、オスmium金属導電被膜のコーティングにはネオオスmiumコーター (メイワフォーシス株式会社製)、FE-EPMAとして日本電子株式会社製のFE-EPMA (JXA-8530F) を用いた。

Screening and Source Identification of Hazardous Substances in Car Indoor Dust using Marker Elements by Field Emission Electron Probe Micro Analyzer

Masahiro Tokumura¹, Yuki Yamatori², Youichi Negishi³, Shigeki Masunaga¹

¹ Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

² Graduated School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

³ Instrumental Analysis Center, Yokohama National University

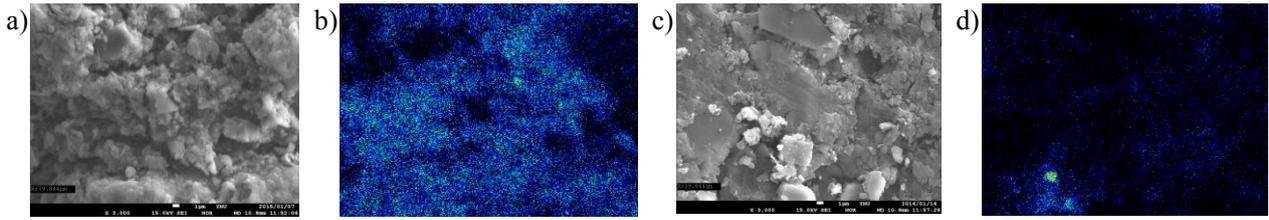


図 1 FE-EPMA による二種類の車室内ダストの二次電子像とマッピング (倍率 3000)

- a) リン系難燃剤濃度の高いダストの二次電子像, b) リン系難燃剤濃度の高いダストの P のマッピング
 c) リン系難燃剤濃度の低いダストの二次電子像, d) リン系難燃剤濃度の低いダストの P のマッピング

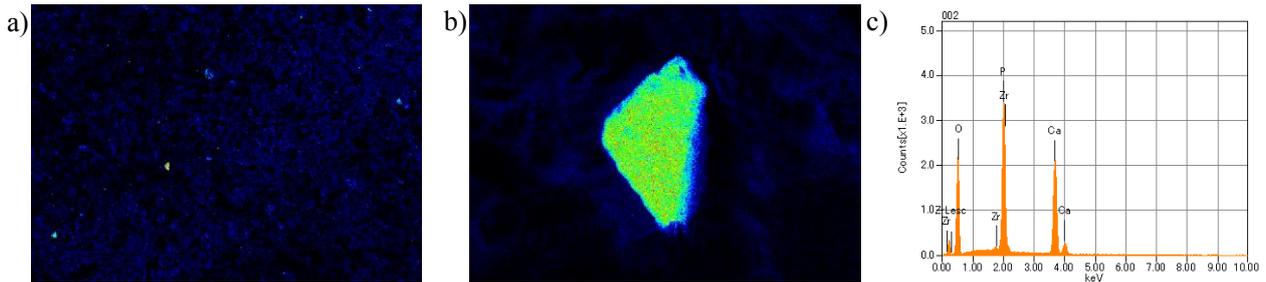


図 2 FE-EPMA による車室内ダストのマッピングと定性分析結果

- a) 倍率 50 におけるダストの P のマッピング, b) 倍率 1000 におけるダストの P のマッピング
 c) P が高濃度で検出されたダストの定性分析の結果

【結果と考察】

車室内ダストの FE-EPMA による測定結果の例を図 1 に示す。図 1 a) と c) に示されている二次電子像からは、車室内ダストの形状についての情報が得られる。また、図 1 b) と d) に示されている P のマッピングからは P の元素分布についての情報が得られる。明るくまたは赤色系ほど高濃度で元素 (P) が存在していることを表す。図から分かるように、リン系難燃剤濃度が多く含まれているダストでは全体的に明るめのマッピングが得られ、リン系難燃剤があまり含まれていないダストでは全体的に暗めのマッピングが得られた。また、リンのマッピング結果は炭素や塩素のマッピング結果 (データ未掲載) とオーバーラップしている部分が多かったため、これらのリンは主にリン系難燃剤または可塑剤由来であることが示唆された。

図 2 a) と b) に倍率の異なる車室内ダストの FE-EPMA によるマッピングの結果を示す。図 2 a) から、リンが高濃度に検出されている部分があることがわかる。図 2 b) には、リンが高濃度で検出された部分を拡大してマッピングを行った結果を示す。図 2 b) より、リン濃度が高い粒子があることが視覚的にわかる。図 2 c) には、この粒子に対して定性分析を行った結果を示す。その結果、リン (P: 21wt%)、カルシウム (Ca: 29wt%)、酸素 (O: 51wt%) が高濃度で検出された。この元素組成比から、この粒子はリン酸水素カルシウム (CaHPO_4 , P: 23wt%, Ca: 29wt%, O: 47wt%, H: 1wt%) であり、肥料由来のリンであることが示唆された。

【結論】

FE-EPMA を用いて車室内から採取したダストに含まれるリンのスクリーニングおよび起源解析を行った。FE-EPMA によるリンのマッピングの結果より、リン系難燃剤のスクリーニング法として FE-EPMA が有効であることが示唆された。また、FE-EPMA を用いることでリンのスクリーニングと同時に起源解析が行えることが明らかとなった。