

車室内ダスト中の指標元素を利用した FE-EPMA による汚染物質のスクリーニングと起源解析 Screening and Source Identification of Flame Retardants in Car Indoor Dust using Field Emission Electron Probe Micro Analyzer

横浜国立大学 ○徳村雅弘、山取由樹、根岸洋一、益永茂樹

1. はじめに

車室内ダストは内装材などの添加物として含まれる難燃剤や重金属などによって汚染されており、人への重要な暴露媒体として知られている¹⁾。本研究では、電界放出型電子プローブマイクロアナライザ (Field Emission-Electron Probe Micro Analyzer : FE-EPMA) を用いて、有機汚染物質 (難燃剤) と無機汚染物質 (重金属) を同時にスクリーニングし、かつ起源解析を行う手法を開発した。

2. 実験方法

ダストサンプルは、2013 年に横浜と川越にて 6 台の車から採取した。篩にかけたダストサンプルを接着剤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ミウム金属導電被膜によりコーティングをしたものを FE-EPMA により元素分析を行った。

3. 結果と考察

車室内ダストを FE-EPMA にて測定する場合、ダストを試料台に固定化する必要がある。FE-EPMA をダストに応用した既往研究は少ないため、まずは最適な固定化法について検討を行った。固定化にかかる時間、測定結果の再現性、電子線への耐性などの観点から、今回検討した 4 種類の接着剤 (Adfix 樹脂、アロンアルファ、カーボンテープ、マウンティングワックス) の中で、Adfix 樹脂 (シェラック樹脂) が最適だと判断した (データ未掲載)。

車室内ダストの FE-EPMA による測定結果の例を図 1 に示す。元素のカラーマッピングの色や明るさの情報より、元素の含有濃度が推定できる。また、二次電子像 (SEI) からは車室内ダストの表面形状について、反射電子像 (BEI) からは元素の組成情報 (重元素の方が明るくなる) が得られる。

図 1 より、本ダストの Pb (鉛) および Cr (クロム) 濃度は低く、Sb (アンチモン) を高濃度に含むダストの存在が視覚的に確認できる。また、Br (臭素) を高濃度に含むダストの存在が確認された。しかし、C (炭素) のマッピングとオーバーラップしていないことから、有機物質由来ではない、もしくは有機物質の割合が低い物質由来の Br であると推測できる。また、Si (ケイ素)、O (酸素) のマッピングとオーバーラップしている部分が多いことから、ガラス繊維強化プラスチック中の臭素系難燃剤由来の可能性が挙げられる。

図 2 にリン系難燃剤 (OPFRs) 濃度の異なる 2 種類の P (リ

ン) のマッピング結果を示す。リン系難燃剤濃度が多く含まれているダスト ($\Sigma C_{OPFRs} = 400 \mu\text{g/g}$) では全体的に明るめの P のマッピングが得られた。一方、リン系難燃剤があまり含まれていないダスト ($\Sigma C_{OPFRs} = 150 \mu\text{g/g}$) では全体的に暗めのマッピングが得られた。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塩ビに含まれる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。

P を高濃度に含む粒子に対して FE-EPMA による定性分析を行った結果、リン酸水素カルシウムと一致する元素組成が得られた (データ未掲載)。このことより、肥料由来のリンである可能性が示唆された。

5. 結論

FE-EPMA により、車室内から採取したダストに含まれる有機 (リン系難燃剤、臭素系難燃剤) および無機汚染物質 (重金属 Pb, Sb, Cr) を同時かつ迅速 (サンプル採取から 2 時間以内) にスクリーニングできた。また、汚染物質の起源解析も同時に行えた。

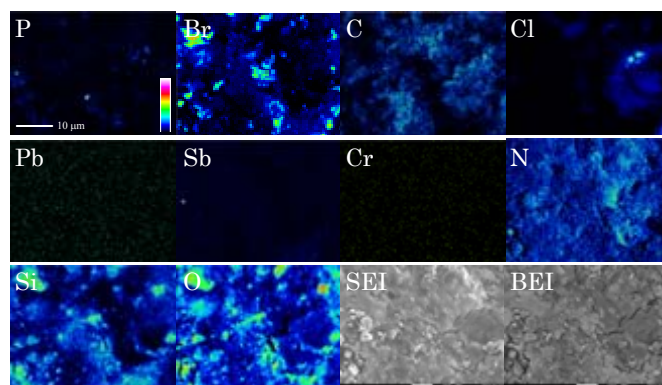


図 1 FE-EPMA による車室内ダストのマッピング

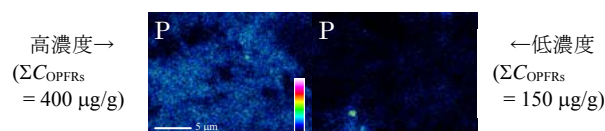


図 2 リン系難燃剤濃度の違いによるマッピングへの影響

謝辞: 本研究は、科研費基盤研究 A 「製品のリサイクルと廃棄ステーションにおける有害化学物質の挙動と環境影響評価」 (課題番号: 25241023) により行われたことをここに記し、謝意を表します。

参考文献: 1) Suzuki et al. (2009) Environ. Sci. Technol. 43, 1437-1442.

キーワード: 車、室内環境、重金属、ダスト、難燃剤