

科学捜査のための放射光蛍光 X 線分析を用いた 自動車塗膜片の異同識別

Discrimination of automotive paint fragments for forensic investigation using synchrotron radiation x-ray fluorescence spectrometry

西脇芳典

高知大学教育学部、〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1

Yoshinori Nishiwaki

Faculty of Education, Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho, Kochi, 780-8520, Japan

1 はじめに

自動車塗膜片は、ひき逃げや接触事故など交通犯罪を解明するための重要な証拠試料である。自動車塗膜は、耐久性・耐候性・意匠性等を高めるために多層構造を有している。一般的に、表面からクリア層 - ベースコート層 - 中塗り層 - 下塗り層を有する。自動車塗膜片を識別するには、顕微 FT-IR による材質分析が最も有効だが、十分に識別ができない場合がある。SEM-EDX はプローブが細いので微細試料の分析に有効だが、検出感度が十分ではない。また、科学捜査において微細試料は再鑑定に備え非破壊で分析することが強く望まれる。そこで、本研究では、非破壊で微量元素分析が行える放射光蛍光 X 線分析 (SR-XRF) を自動車塗膜片に適用した。

2 実験

年式・車種が分かっている国産車 18 車種の白色ソリッド塗膜片を収集した。試料には Sample 1~18 の番号を付した。自動車塗膜片を顕微鏡で観察しながら、純水で湿らせたサンドペーパー (#1500) を使って斜めに削り、超純水中で 5 分間、超音波洗浄した。色の濃淡によって層構造を確認し、顕微鏡下で他の層を混入させないようにメスを用いて各層から微細片を 4 片ずつ採取した。サンプルホルダーには 4 cm 角の亚克力板に 3.0 cm × 0.5 cm の長方形の穴を 2 つ開けたものを使用した。両面カーボンテープを長方形の穴を橋渡しするように貼り、微細片試料をカーボンテープ上に保持した。測定には、BL-4A におけるポリキャピラリー集光を用いた蛍光 X 線分析システムを用いた。二結晶モノクロメーターにより 19 keV に単色化し、ポリキャピラリーを用いて直径 30 μm のビームに調製した。

3 結果および考察

SR-XRF を実施し、元素種による異同識別を行った。その結果、白色自動車塗膜片から Ti、Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、Pb、Br、Sr、Zr、Nb が検出された。白色顔料である二酸化チタンには耐候性を向上させるため、Si、Al、Zr などの金属酸化物が添加

されている。また、硫酸法で製造された二酸化チタン顔料には、不純物元素として Nb が含有することが知られている[1]。硫酸法で製造された二酸化チタンの不純物元素である Nb の有無によって大きく 2 つのグループに分けることができた。また、XRF スペクトルから得られる Ti の元素強度を Nb の元素強度比を除した Ti/Nb の元素強度は高い再現性を示した。Ti/Nb の平均値と標準偏差をまとめたグラフを図 1 に示す。Ti/Nb の元素強度は試料によって固有の値を示し、白色自動車塗膜片の異同識別の有用な指標になることがわかった。

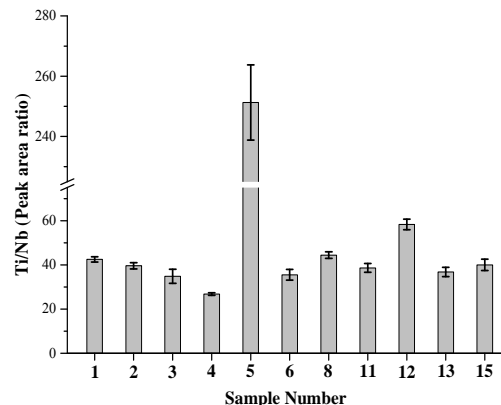


図 1 : Comparison of the normalized x-ray intensities of Ti/Nb by SR-XRF.

4 まとめ

SR-XRF により、白色自動車塗膜片から多くの微量元素を検出でき、その元素種及び Ti/Nb の元素強度比は異同識別の有用な指標となることがわかった。従来法と本法を組み合わせることで識別能力が大幅に向上することが明らかになった。

PF 実験においてご指導くださいました物質構造科学研究所の飯田厚夫博士に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Y. Nishiwaki, S. Watanabe, O. Shimoda, Y. Saito, T. Nakanishi, Y. Terada, T. Ninomiya, I. Nakai, J. *Forensic Sci.*, **54**, 564 (2009).

* nishiwaki@kochi-u.ac.jp