



EXAFS 及び SAXS を活用した放射性金属元素抽出材の抽出機構解明

吾郷 友宏¹, 荒井 陽一², 渡部 創²¹兵庫県立大学大学院理学研究科, ²日本原子力研究開発機構

キーワード：放射性金属元素, 抽出クロマト分離, フッ素系配位子, 吸着剤—金属イオン錯体

1. 背景と研究目的

現在、環境中の放射性元素分析や核燃料の再処理工程などで生じる放射性廃棄物の安全かつ低コストな処理方法の開発が急務となっており、申請者らは設備投資、ランニングコスト、廃棄物発生抑制といった点に優れた抽出クロマト法による放射性廃棄物処理法を開発してきた。最近では、抽出クロマト法における吸着分離効率の向上と、抽出溶媒や廃液への抽出剤・放射性金属イオンの漏出抑制の同時達成を目的として、水相・油相いずれとも混和しづらいポリフルオロ化合物の特徴（“フルオラス性”）に着目し、ポリフルオロ構造を持つフッ素系配位子の開発と固体吸着材への応用を検討した。フッ素系配位子は既存の吸着材に比して吸着効率・吸着速度いずれも優れた値を示したが、フッ素系配位子と放射性金属イオンがどのような錯体を形成しているのかは未解明であった。本研究では、フッ素系配位子と放射性金属イオン（またはその模擬元素）の錯体構造を EXAFS および SAXS により明らかにすることで、フッ素系配位子の分子設計最適化に必須となる錯体構造情報を得ることを目的とした。

2. 実験内容

本研究ではポリフルオロ化合物に金属元素の優れた吸着剤であるイミノ二酢酸（Iminodiacetic acid, IDA）を基本構造とした新規フッ素系配位子（RFIDA と総称）を2種類合成した(図1)。これらの RFIDA をフッ素系溶媒としてヘキサフルオロベンゼン（C₆F₆）を用いた溶媒抽出系、または固体吸着材である RFIDA/SiO₂-P 系に対し、放射性金属元素の模擬元素として Zr を吸着した試料と、1 M HNO₃ 溶液で溶離した試料を測定対象とした。EXAFS 実験は、AichiSR の BL11S2 ビームラインにて、透過法または蛍光法で実施した。得られたスペクトルは、XAFS 解析プログラム WinXAS3.1 により解析した。

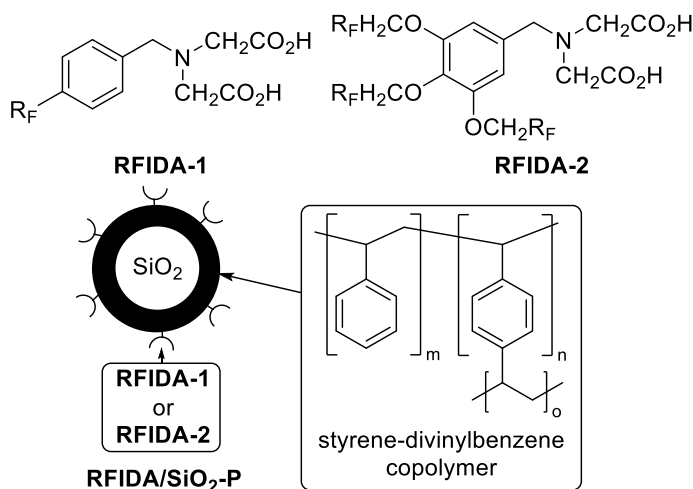


図1 RFIDA 配位子および吸着材 RFIDA/SiO₂-P の構造 (R_F = n-C₆F₁₃)

3. 結果および考察

実験によって得られた EXAFS 振動及び動径構造関数は、試料形態の違いによらずプロファイルがほぼ同じであり、Zr 周りの局所構造に差異はないと考えられる。Eu と同様の吸着挙動を示したことから、RFIDA に導入したイミノ二酢酸基は、イオン交換型の錯形成、もしくは硝酸イオンが配位して電的に中性になった金属イオンに、イミノ二酢酸基が配位している状態にあると推察される結果を得た。

また、溶離操作済みの吸着材については、Zr の残留は確認できず、ほぼ全量の吸着した Eu が溶離していたと推察される。