ICP-MS / MS による放射性がれき中の ^{107}Pd の高感度迅速分析法の検討

Interference removal for high-sensitivity rapid analysis of ^{107}Pd in radioactive rubbles by ICP-MS / MS

*岩橋 弘之 [1,2], ド ヴァン コハイ [1,2], 古瀬 貴広 [1,2], 太田 祐貴 [1,2],
本間 駿太 [1,2], 黒澤 きよ子 [1,2], 元木 良明 [1,2], 廣沢 孝志 [1,2]
[1] 日本原子力研究開発機構(JAEA), [2] 国際廃炉研究開発機構(IRID)

本報では、ICP-MS/MS による ^{107}Pd 測定条件の最適化を行い、放射性がれきへの適用性を評価した結果について報告する。

キーワード： ^{107}Pd、^{107}Ag、ICP-MS/MS、固相抽出

1. 緒言 ^{107}Pd(半減期：6.5×10^6 年)は、長半減期かつ β 線放出核種であることから、放射能分析では短半減期の β 線放出核種からの影響を除くため煩雑な分離作業と長時間の測定が必要となる。トリプル四重極誘導結合プラズマ質量分析装置（以下、「ICP-MS/MS」という。）は、コリジョンリアクションセル（CRC）とそれらを挟む 2 つの四重極マスフィルタ（前段を Q1、後段を Q2 とする）によって、スペクトル干渉の影響を大幅に低減させることが可能であり、簡易な前処理のみで高感度な分析が可能となる。そこで、本研究では、放射性がれきとしてコンクリートを選定し ICP-MS/MS による ^{107}Pd 分析手法の開発を試みた。

2. 実験 ICP-MS/MS には Agilent technologies 社製 Agilent 8900 を用いた。^{107}Pd 測定条件の検討には Pd および Ag の元素標準試料を用いて、^{105}Pd (存在比: 22.3%)と ^{107}Ag (存在比:51.8%)における各種リアクションガスとの反応挙動を確認した。また、ICP-MS/MS への試料導入前の前処理操作には 1M 硝酸でコンディショニングした Eichrom 社製 Nickel レジンを用いてコンクリートの主要なマトリクス元素の除去を実施した。

3. 結果と考察

3-1. リアクションガスの検討 リアクションガスとして、アンモニアガス、酸素ガス、アンモニア/水素混合ガスを検討した。その結果、アンモニアガスを流速 4.5 mL/min、Pd のマスシフト（Q2、Q1 で設定する質量電荷比の差）を Δm/z = +51 としたとき、同重体である ^{107}Ag を最も効果的に分離できることが分かった。検討した測定条件において、Ag 元素濃度の ^{107}Pd 測定へのスペクトル干渉の影響を評価した結果を図 1 に示す。図 1 より、測定試料中の Ag 濃度が 0.01 ng/mL 以下の時、干渉強度がブランク試料計数率の標準偏差の 3 倍以下となり ^{107}Pd の測定に影響を及ぼさないことが分かった。

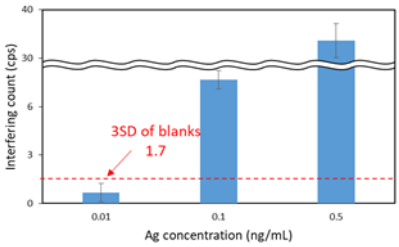

図 1. ^{107}Pd 測定における Ag の干渉

3-2.固相抽出法 図 2 に Nickel レジンによる Pd の固相抽出分離フローを示す。硝酸濃度を 1 M 以下に調製したコンクリート溶解液をカラムに添加し、1 M 硝酸 5 mL と超純水 10 mL でカラムを洗浄後、13.4 M 温硝酸で Pd を溶離した結果、その回収率は 91%であった。当該溶離液の ^{107}Pd 測定条件におけるバックグラウンド等価濃度（BEC）、方法検出下限値（MLOD）はそれぞれ 0.6 pg/mL、0.2 pg/mL であった。

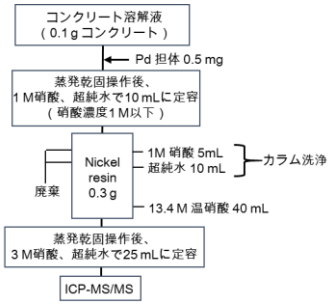

図 2. Pd の固相抽出分離フロー

* Hiroyuki Iwahashi[1,2], Van-Khoai Do[1,2], Takahiro Furuse[1,2], Yuki Ohta[1,2] , Shunta Homma[1,2], Kiyoko Kurosawa[1,2], Yoshiaki Motoki[1,2], Takashi Hirosawa[1,2] [1]Japan Atomic Energy Agency (JAEA), [2]International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRID) 本件は、平成 30 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」に係る補助事業の成果の一部を取りまとめたものである。