

マイクロ化学チップ分離/ α 液体シンチレーションカウンタによる プルトニウムの定量

Determination of plutonium by using microchip separation/alpha liquid scintillation counter

*山本 昌彦¹, 田口 茂郎¹, Do Van-Khoai¹, 稲田 聡¹, 久野 剛彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

微細流路を有する数センチ角のガラス基板であるマイクロ化学チップを、分析前処理の分離場に応用したオンライン α 液体シンチレーション測定システムを開発し、プルトニウムの定量を試みた。

キーワード: マイクロ化学チップ, 液体シンチレーションカウンタ, プルトニウム, 分離

1. 緒言

再処理プロセスにおける微量プルトニウム(Pu)の分析では、測定に先立ち、妨害成分を分離するために溶媒抽出法がよく用いられる。この方法は、抽出剤を溶解した有機溶媒を Pu と直接接触させるため、汚染された溶媒を含む分析廃液が多量に発生し、その処理・処分が問題となる。この問題を解決するため、本研究ではマイクロ化学チップ(MCC)に着目した。MCCとは、数 cm 程度のガラス基板に幅百 μm 以下の微細流路を作製したものであり、この流路内で化学操作を行うことができる。取り扱う試料量は μL オーダーと極微量であるため、これを溶媒抽出分離に適用することで、廃液発生量の大幅な削減が期待できる。さらに、試料をオンラインで測定できれば、分析時間の短縮も可能となる。本研究では、MCC から得られる微小容量の試料の検出に適する α 液体シンチレーションカウンタ(αLSC)をフローセル型に改造し、MCC と組み合わせた Pu 定量のためのオンライン測定システムを構築した。

2. 実験

MCC は、流路幅 $100\mu\text{m}$ 、深さ $40\mu\text{m}$ 、長さ 20cm のもの(IMT 製 ICC-DY200)を使用した。有機相には 30%TBP(n-ドデカン希釈)、水相には原子価を 4 価、硝酸濃度を 3M に調整した硝酸 Pu 溶液を用いて、シリンジポンプ(YMC 製 YSP-202)の設定流量 $5\mu\text{L}/\text{min}$ で MCC へ供給した。試料とシンチレーションカクテル(Perkin Elmer 製 Ultima Gold AB)のオンラインでの混合には T 型コネクタ(GL サイエンス製 6010-48632)を使用した。また、 αLSC には ORDELA 製 PERALS を使用し、250 秒間測定した。

3. 結果及び考察

MCC からの試料中の Pu をオンラインで測定するため、 αLSC 用のフローセルを製作した(図 1)。セルは、その材質、肉厚等を検討した結果、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)製チューブ(外径 1.59mm 、内径 0.80mm)を使用し、コイル状にしてガラス管に詰めて、容量を $118\mu\text{L}$ に調整した。そこで、MCC と αLSC を接続し、図 2 に示すようなオンライン測定システムを構築した。接続にあたっては、MCC 内の圧カバランスを調整するため、水相側出口にコイルチューブを取り付けた。MCC 内で抽出した Pu は有機相出口部の T 型コネクタ内で Ultima Gold AB と混合し、 αLSC のフローセルに導入して検出した。Pu 濃度を $55.7\text{Bq}/\text{mL}$ ~ $556.8\text{Bq}/\text{mL}$ に調整して作成した検量線は、図 3 に記すように相関係数 $R=0.997$ と良好な直線関係を示した。ブランクの繰り返し測定の標準偏差を基に評価した検出限界は $6.5\text{Bq}/\text{mL}$ 、硝酸 Pu 溶液($278.4\text{Bq}/\text{mL}$)の繰り返し測定の相対標準偏差は 2.2% ($n=5$)であり、本測定システムで Pu を良好に測定できることがわかった。また、本測定システムを再処理プロセスからの低レベル放射性廃液中の Pu 分析に適用した結果、測定に要した時間は約 30 分、発生した廃液量は約 $290\mu\text{L}$ であり、Pu を迅速かつ簡便に分析可能で、廃液量は μL オーダーにまで低減することができた。

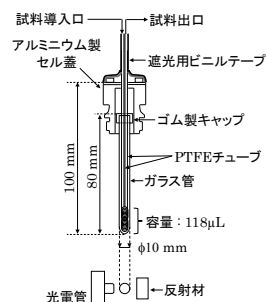


図 1 αLSC 用フローセル

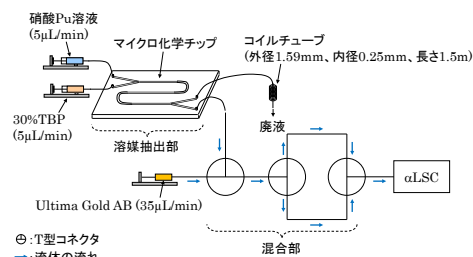


図 2 オンライン MCC/ αLSC 測定システム

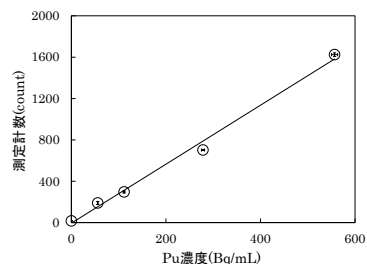


図 3 Pu の検量線

*Masahiko Yamamoto¹, Shigeo Taguchi¹, Van-Khoai Do¹, Satoshi Inada¹ and Takehiko Kuno¹

¹Japan Atomic Energy Agency