

合理的な MA 回収工程の構築に向けた溶媒抽出／低圧損抽出クロマトグラフィを 組み合わせたハイブリッド型プロセスの開発 (16) フローシート設計及び評価

Hybrid Process Combining Solvent Extraction and Low Pressure Loss Extraction Chromatography for a
Reasonable MA Recovery

(15) Flowsheet Design & Evaluation

*佐野 雄一¹, 新井 剛², 中谷 清治³, 松浦 治明⁴, 国井 茂⁵

¹JAEA, ²芝浦工大, ³筑波大, ⁴東京都市大, ⁵ケミクレア

TBP を利用した溶媒抽出法による MA(III)+Ln(III)共回収フローシート及び低圧損操作が可能な大粒径多孔質シリカ担体を使用した HONTA 含浸吸着材を用いた擬似移動層型クロマトグラフィによる MA(III)/Ln(III)分離フローシートを設計した。これまでに提案されている溶媒抽出法または抽出クロマトグラフィのみから成るプロセスと比較して廃棄物発生量や安全性・経済性の面で優位性があることを確認した。

キーワード：マイナーアクチニド, 溶媒抽出, 抽出クロマトグラフィ, TBP, HONTA

1. 緒言

経済性・安全性に優れた実用性に富む高レベル放射性廃液（HLLW）からの MA(III)回収方法の提示を目的に、①PUREX プロセスにおいて取り扱いが確立されている安価な TBP 抽出剤と水相／有機相間の相分離性に優れる遠心抽出器を用いて MA(III)と 3 価ランタニド（Ln(III)）の共回収を行う溶媒抽出工程、及び②圧力損失を低減させた吸着材を用いた抽出クロマトグラフィによる MA(III)/Ln(III)分離工程を組み合わせたハイブリッド型の MA(III)回収プロセスの研究開発を進めてきた。これらの研究開発成果を踏まえて、①及び②のフローシート条件を具体化するとともに、既報の MA(III)回収プロセスとの比較評価を行った。

2. フローシート設計

2-1. 高濃度 TBP 溶媒を用いた遠心抽出器による MA(III)+Ln(III) 共回収工程

高濃度 TBP 及び硝酸イオン濃度条件を中心とした MA(III)、Ln(III)及びその他の核分裂生成物（FP）の抽出・逆抽出挙動や速度の調査結果及び遠心抽出器を用いた向流多段試験結果をもとに構築・検証したプロセスシミュレーションコードによりフローシート条件を検討した。抽出溶媒となる 50 vol% TBP/n-ドデカン中の酸濃度や流量の調整、白金族元素等を対象とした再抽出段の設置により、MA(III)の廃液への移行を抑えつつ後段の MA(III)/Ln(III)分離工程において影響を及ぼす FP 元素との分離が可能であることを確認した。

2-2. HONTA 含浸吸着材を用いた低圧損抽出クロマトグラフィによる MA(III)/Ln(III)分離工程

大粒径多孔質シリカ担体を使用した HONTA 含浸吸着材を用いた MA(III)、Ln(III)及びその他 FP の吸着・溶離挙動や速度の調査結果やカラム分離試験結果をもとに構築・検証したプロセスシミュレーションコードによりフローシート条件を検討した。擬似移動層型（SMB）クロマトグラフィの採用により MA(III)のみを連続的に分離・回収できることを確認した。

3. フローシート評価

過去に報告されている溶媒抽出法（抽出剤として TDdDGA 及び HONTA を使用）あるいは抽出クロマトグラフィ（吸着材として CMPO 及び HDEHP 含浸吸着材を使用）による MA(III)回収プロセスの HLLW 処理量（700 L/d）や MA(III)回収率（99 %）及び除染係数（100）⁽¹⁾と同条件における MA(III)製品・廃液の発生量及び回収施設のコスト評価結果を表 1 に示す。ハイブリッド型プロセスでは製品・廃液発生量を 1/5～1/6 程度にまで削減可能であり、これにより濃縮設備の負荷が低下するため施設コストが抑制される。また、MA(III)+Ln(III)共回収工程については、前段の PUREX 工程で使用する TBP やその再生設備等を共用（再利用）することで経済性に優れた施設設計が可能となる。さらに、MA(III)/Ln(III)分離工程については、既存のエアリフトを利用した常圧（重力）下での送液及びクロマト分離操作が可能であり、高圧操作時の安全対策等を考慮した設備設計が不要となる。

表 1 各 MA(III)回収法における製品・廃液発生量及びコスト評価

MA(III)回収法	液量比			コスト(相対値)	
	供給液	MA(III)製品溶液	廃液	建屋等投資費	運転・保守費
ハイブリッド法	1	5	12	1	1
溶媒抽出法 (TDdDGA+HONTA)	1	30	60	2.4	1.3
抽出クロマト法 (固定層) (CMPO+HDEHP)	1	25	65	2.3	1.4

(1)林ら、日本原子力学会 2018 年秋の大会[2J16]

本研究成果は平成 30 年度～令和 3 年度文科省 国家課題対応型研究開発推進事業原子力システム研究開発事業「合理的な MA 回収工程の構築に向けた溶媒抽出／低圧損抽出クロマトグラフィを組み合わせたハイブリッド型プロセスの開発」による成果である。

*Yuichi Sano¹, Tsuyoshi Arai², Kiyoharu Nakatani³, Haruaki Matsuura⁴ and Shigeru Kunii⁵

¹JAEA, ²Shibaura Inst. of Tech., ³Univ. of Tsukuba, ⁴TUC, ⁵Chemicea Inc.