

マイクロ溶媒抽出プロセスのリアルタイム計測と評価

Real-time monitoring and evaluation of micro solvent extraction processes

*塚原 剛彦¹

¹東京工業大学 科学技術創成院 先導原子力研究所

熱レンズ顕微鏡を用い、油水マイクロ二相流中の様々な位置における金属元素濃度をリアルタイム計測することで、希土類元素や白金族元素など、重要な金属元素が抽出される過程を追跡することに成功した。

キーワード：マイクロ化学チップ、溶媒抽出、熱レンズ計測、分析

1. 緒言

我々のグループでは、マイクロ・ナノ化学チップ技術を放射性核種分離分析へ適用すべく様々な研究を行っている。これまでに、マイクロ流路の複雑な加工やマイクロ流路内でのアクチノイド元素の高速溶媒抽出や定量分析等を実現してきている。^[1-3] しかし、油水マイクロ界面における標的金属元素の分子輸送プロセスについては未だ未解明な部分が多く残っている。そこで本研究では、熱レンズ顕微鏡(TLM)を用いて、金属元素のマイクロ平行二相流抽出過程をリアルタイム計測することにより、その抽出プロセスを明らかにすることを目的とした。

2. 実験

ガラス基板上にガイド構造を有するマイクロ構造を加工し、出口部の一部をオクタデシルトリクロシラン(ODS)により疎水化した親水-疎水マイクロ流路を作製した。マイクロ抽出のリアルタイム計測として、Pd²⁺、Sm³⁺、Se⁴⁺等を対象とした。水相には Pd(NO₃)₂、Sm(NO₃)₃、Na₂SeO₃を用い、油相には TDGA(Tetra-2-ethylhexyl thiodiglycolamide)を含むトルエン、TODGA(Tetraoctyldiglycolamide)を含むドデカン、DAN(2,3-diaminonaphthalene)を含むシクロヘキサンをそれぞれ用いた。油水をマイクロ流路内に所定の流速で導入し平行二相流を形成させた後、油水中の各位置で TLM 計測を行った。得られた TLM 信号強度を濃度に換算し、抽出率を決定した。

3. 結果・考察

Pd²⁺、Sm³⁺、Se⁴⁺いずれにおいても、油水二相の合流部から距離が進むにつれて、水相中の信号強度は減少する反面、油相の信号強度は減少した。合流部からの距離から油水の接触時間を算出したところ、いずれの元素においても約 10 秒で信号強度の変化は収束することから、10 秒以内に抽出平衡に到達することが分かった。また、平衡後の信号強度を抽出率に換算すると、Pd²⁺と Se⁴⁺はほぼ 100%であるのに対し、TODGA では 80%程であった。元素に応じて流速、接触時間、抽出剤濃度を最適化する必要があると言える。さらに、マイクロ抽出の結果をバルク抽出と比較した結果、マイクロであっても抽出機構はバルクと変わらないが、その大きな比界面積により、分子拡散のみで 100 倍以上の抽出効率化を達成できることが分かった。

参考文献

[1] Tsukahara T, et al., *Anal. Sci.* (2017). [2] Tsukahara T, et al., *Proc. MicroTAS2017* (2017). [3] Tsukahara T, et al., *Proc. INES5* (2016).

* Takehiko Tsukahara¹

¹Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology.