均一液液抽出法によるレアメタルの分離・濃縮

加藤 健*　石渡 恭之*　浅野 俊之*

１．はじめに

製品中に含まれるレアメタルは微量であることが多く，これを分離・濃縮することで初めて再利用することができる。レアメタルをリサイクルするために用いる分離・濃縮手法として，乾式および湿式処理が行なわれている。湿式処理の代表的なものとして，溶媒抽出法が広く使用されている。従来の溶媒抽出法では，あらかじめ水相と有機相との間に接触界面が存在するため，機械的な振り混ぜによってこの接触界面の面積を大きくし，レアメタルの分離・濃縮を行なう。しかし，有機溶媒を大量に使用する点や煩雑な作業工程である点をはじめとして問題を抱えている。これに対し，均一液液抽出法は，溶液が均一状態にあるため，水相と有機相間の界面は存在せず，言い換えると界面の面積は無限に大きいと言うことができる [1)]。ゆえに，本法は激しい機械的な振り混ぜを必要としない簡便な操作性を有している。また，金属キレートを含む溶液に酸等を加えることで生じる相分離により，微小体積の水性析出相にこれらの金属キレート等を濃縮することが可能である。これより，高速・高倍率に，そして微小体積へレアメタルを濃縮できる本法の優位性を生かし，当センターにおける金属分析および抽出の知見を活用して，均一液液抽出法を用いたレアメタルの分離・濃縮を検討した。

２．目的

近年，液晶ディスプレー等の使用拡大に伴い，材料として使用されるインジウムの価格高騰が続いている。消費量の拡大により，資源の枯渇化も懸念されている。これよりリサイクルが求められるが，従来のインジウムリサイクル技術は，主に ITO ターゲットなどの未使用分などを回収する技術であり，使用後の製品や製造工程における不良品などの液晶パネル搭載分からの回収はほとんど見られない [2)]。こうした現状から，より実用的なリサイクル技術が求められているため，その技術として均一液液抽出法に着目し，インジウムの分離・濃縮について検討を行なった。

３．研究内容

3.1 実験方法

インジウムが 1 mg 添加されるように，1,000 mg L^{-1} インジウム標準溶液を加え，これに対してインジウムと錯形成する配位子として，インジウムの約 3 倍となるように 1,10 - フェナントロリンを 3.0 × 10^{-5} mol 加えた。相分離前の pH は，硝酸及びアンモニアにより，pH 2.0 ± 0.2 に調整した。この後，相分離剤として 50 v/v % Zonyl™ FSA 1 mL およびアセトン 10 mL を加え，均一液液抽出を行なった。

４．研究結果と考察

均一液液抽出法は，均一溶液からある種の相分離現象を利用して目的溶質を相分離した相に抽出する方法と定義されている [1)]。図 1 からもわかるとおり，従来の溶媒抽出法と比較して，均一液液抽出法は激しい振り混ぜを必要とせず，簡便な操作でレアメタルを分離・濃縮できると考えられる。これよりインジウム単一溶液に対して均一液液抽出法により相分離を行ない，上澄み溶液および析出相を約 100 μL マイクロシリンジで分取し，蛍光 X 線分析用ろ紙へ滴下した。このろ紙を蛍光 X 線分析により測定した結果を図 2 に示した。この結果から，上澄み溶液の蛍光 X 線スペクトルにはインジウムのピークが確認されず，析出相の蛍光 X 線スペクトルのみにインジウムのピークが確認された。この定性分析に基づき，均一液液抽出法により良好にインジウムの濃縮が行なわれることと推測された。

均一液液抽出を行なった後の析出相付近の写真を図 3 に示した。本法による濃縮倍率は以下のとおりである。

濃縮倍率 =
（水相の体積 ： μL）/（析出相の体積 ： μL）=
44000 / 85 = 518（倍）

この計算結果から，インジウムを高倍率にて濃縮することが可能であることがわかった。

以上より，Zonyl™ FSA を用いた均一液液抽出法に基づき，インジウムを効率的に濃縮することができることが確認された。微小体積へインジウムが濃縮されるため，容易に処理可能な状態にすることができる。

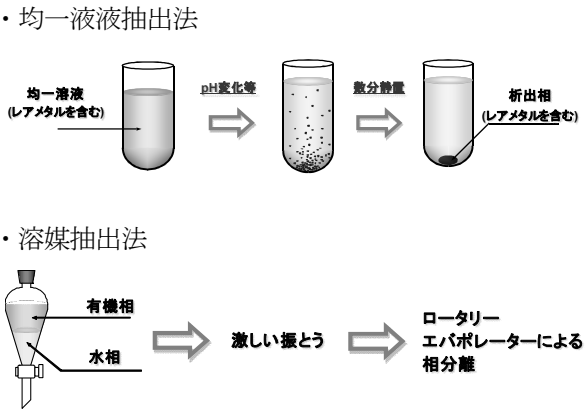
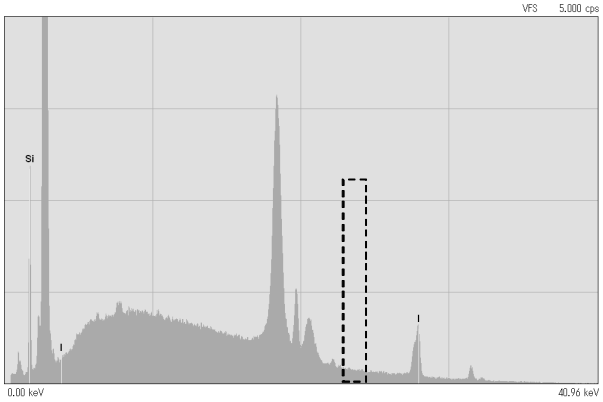


図１　均一液液抽出法と溶媒抽出法

* 先端技術部門

(a)



(b)

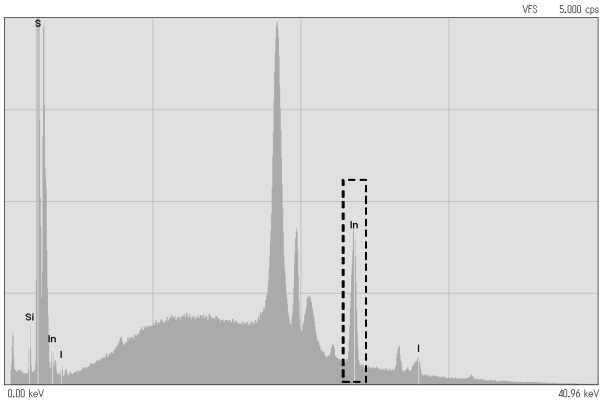
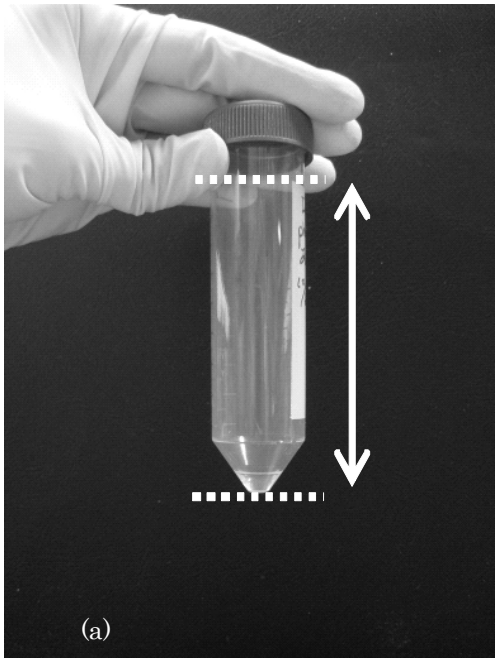


図 2　均一液液抽出後の上澄み溶液及び析出相の
蛍光 X 線スペクトル
(a) 上澄み溶液, (b) 析出相
添加インジウム重量 ： 1 mg,
$[1,10\text{-フェナントロリン}]_T$ = 0.68 m M, pH 2.06
[測定条件] X 線照射径 ： 1.2 mmφ, 測定時間 ： 300 秒, 管電圧 ： 50 kV



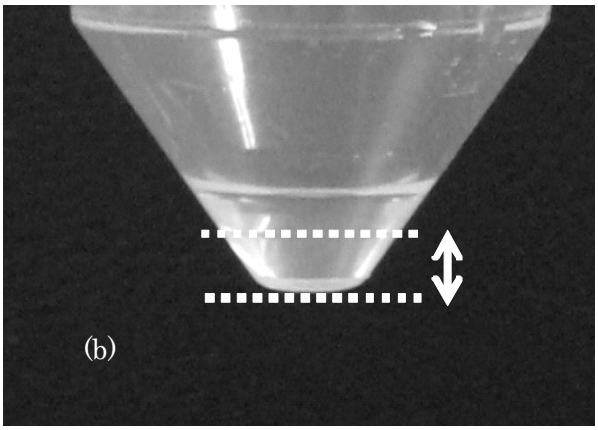


図 3　均一液液抽出後の全体積および析出相体積
(a) 全体積　44 mL, (b) 析出相　85 µL

５．まとめ

インジウム単一溶液中にて均一液液抽出法により，析出相へ高濃度にインジウムを濃縮することが可能であった。濃縮倍率は約 500 倍であり，全体積 44 mL の溶液において，約 100 µL の析出相へインジウムが濃縮された。微小体積へインジウムが濃縮されるため，容易に処理可能な状態にすることができた。

参考文献

1)　五十嵐淑郎，押手茂克 : ぶんせき，No. 9，Page 702 (1997).
2)　貴金属・レアメタルのリサイクル技術集成 : (株) エヌ・ティー・エス (2007).
3)

謝辞

本研究は，レアメタル等高効率抽出・分離技術開発事業の支援を受けて実施した成果である。ここに記して感謝の意を表す。