

20周年記念号

海洋深層水からの有用金属資源の回収

Recovery of Valuable Metals from Deep Ocean Water

吉塚和治

Kazuharu YOSHIKAZU

1. 緒 言

21世紀において、資源の枯渇という問題に直面し、海洋資源の有効利用技術の開発は今世紀の重要な課題である。その解決策の一つとして、海洋深層水の有効利用技術として汲み上げた海水の淡水化による飲料水製造と濃縮海水からの資源回収への複合的利用が期待されている(中島, 2002)。しかしながら現状では、実用的に回収・利用されている海水中の成分は、塩化ナトリウム(食塩)、塩化マグネシウム(にがり)、臭素などに限定されており、リチウム、ウラン、金、ホウ素などのようなレアメタルの回収技術については、多くの研究が行われているものの、実用化には至っていない(日本海水学会, 1994)。特に、ウランや金などの回収技術の研究は注目を集めたが(須郷, 2002)、海水中のウラン濃度は $3.3 \mu\text{g/L}$ であり、金については 0.03 ng/L とさらに低く、大量に存在しているナトリウム(10.8 g/L)やマグネシウム(1.3 g/L)などにより阻害されるため、ウランや金のみを分離回収することは極めて困難であり、実用化には至っていない。

そのような状況の中、海水からのリチウムの回収が注目されている。リチウムはパソコンや電気自動車などのリチウムイオン電池等に用いられており、今後の需要増加とともに枯渇が懸念されている。海水中には、総量約2300億トンのリチウムイオンが溶存していると推測されており(西山, 1989)、その回収技術の開発が期待されている。和嶋ら(2006)は、パラオおよびフィジー海域における海

水中のリチウム(Li^+)濃度分布と共存する海水中の主要イオン(Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , Br^- , SO_4^{2-})の濃度分布の調査の結果、両海域の各地点において Li^+ 濃度は約 0.15 mg/L の一定濃度で鉛直方向に分布、海水中の主要共存イオンも同様に鉛直方向に一定であると報告している。

海水中の元素濃度より、図1に海水成分の回収の経済性予測を示した。海水中の元素濃度と市場価格との関係より、経済性の分岐線が存在することがわかる。リチウムは経済性の分岐線上にあり、技術革新により十分に回収資源とすることができる。

2. 海水からのリチウム回収

海水からリチウムを回収する場合、高濃度・多種類の共存カチオンによる阻害が起こることから、リチウムのみを選択的に回収することは極めて困難で

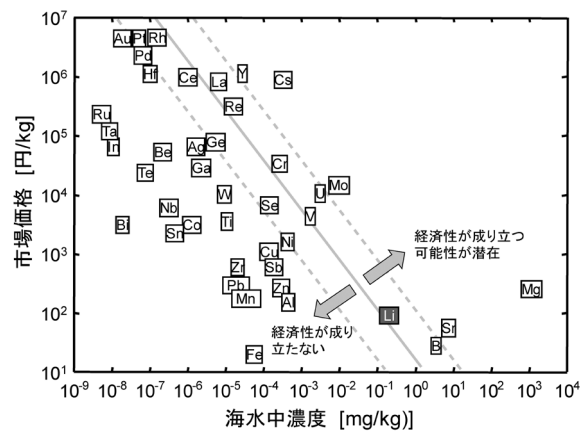


図1. 海水成分の回収の経済性予測(海水の科学と工業(1994)を現在の市場価格で改訂)



図2. 吸着カラム側から望むパイロットプラント

ある。海水中のリチウムのような希薄な資源を回収する場合、経済性、操作性、採取効率などの面から吸着法が最も有望である。リチウム吸着剤としてのイオン篩い型酸化マンガン系吸着剤は、選択性・吸着容量ともに優れており、海水やかん水、地熱水からのリチウム吸着に関する報告が数多く行われてきた(吉塚, 2006)。

海水からの大規模なリチウム回収のために、リチウム吸着剤を充填した吸着カラム方式の回収プラント(佐賀大学海洋エネルギー研究センター)が稼働しており、実際の海水中からのリチウム回収の実証試験を行い、回収プロセスの評価を行った。パイロットプラントの写真を図2に示す。伊万里湾の海水を吸着カラムに150日間(816 m³)通液してリチウム回収を行ったところ、264 gの塩化リチウムが得られ、リチウムの濃縮率は8100倍に到達した(吉塚, 2012)。

3. 今後の展望

四方を海で囲まれた我が国において、海水からの有価資源やエネルギー資源を如何に有効利用できるかはこれからの重要な課題である。その中でも海水中に存在しているレアメタルの分離・回収は、資源のない我が国独自の「鉱山」を開拓する技術である。現時点での評価として、例えば100万kW級の発電プラントの海水の二次利用を仮定した概算では、1年

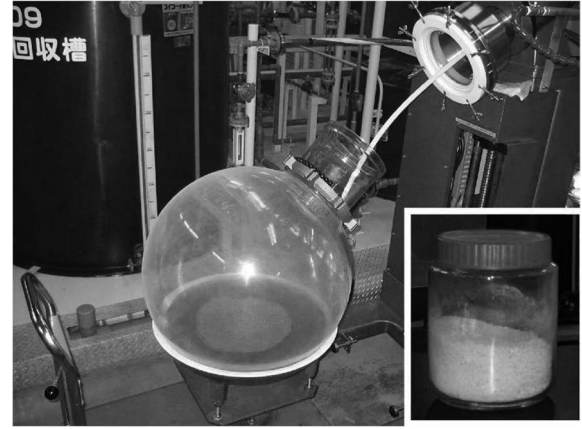


図3. 150日間の実証試験後の蒸発晶析物

に135 tのリチウム回収が可能であると推算されている。しかしながら、現状では、リチウム回収プロセスの単独稼働では経済面で成り立たないことは自明であり、例えば、海洋温度差発電システムや海水淡水化システム等とコンビナート化することにより、実用化の可能性が出てくるようになるであろう。加えて、海水からのリチウム回収への温度の影響の調査により、海洋深層水(8℃)からのリチウム回収が、表層海水(25℃)からのリチウム回収の1/4の時間で完了することが報告されており(和嶋ら, 2006)、海洋深層水からのリチウム回収が大いに期待できる。

文 献

- 須郷高信(2002) 海水中のウラン回収の動向. エネルギー・資源, 23, 125-128.
- 中島敏光(2002) 海洋深層水の利用. 緑書房, 東京, pp. 32-35.
- 西山孝(1989) 鉱物資源の現状—21世紀の資源供給を考える—. アルム出版社, 東京, p. 86.
- 日本海水学会・ソルト・サイエンス研究財団(1994) 海水の科学と工業. 東海大学出版会.
- 吉塚和治(2006) 海水からの実用的リチウム回収技術の展望. 日本海水学会誌, 60, 394-400.
- 吉塚和治(2012) 海水からのリチウム回収の実際. PETROTECH, 35, 653-658.
- 和嶋隆昌・吉塚和治・志水倫恵・浦田和也・中岡勉・一瀬純弥・田淵清春・鎌野 忠・池上康之(2007) 海洋深層水からのリチウム回収を目的としたパラオおよびフィジー海域における海洋調査とその評価. 海深研, 7, 17-22.