

論文の内容の要旨

論文題目

Recovery of Nickel, Rare Earth Elements and Tungsten from Rare Metal Included Complex Materials by Mineral Processing Technique

(選鉱技術を用いたレアメタル含有難処理物からのニッケル、希土類、タング
ステンの回収に関する研究)

氏名 金 貞娥

レアメタルをはじめとする非鉄金属は、自動車、IT製品をはじめとする高付加価値・高機能製品の製造に必須の素材である。レアメタルの供給について、供給源の偏在、資源国における資源政策の変更、代替可能性の低さ、副産物として生産される特殊性等から、国際的な需給逼迫や供給障害が発生するおそれがある。そこでレアメタルの安定的な供給確保が必要であり、その対案としては 1) 重点的な海外探鉱開発の実施と資源外交、2) リサイクルの推進、3) 代替材料開発、4) レアメタルの備蓄が挙げられる。このためには新たな回収技術開発が必要であり、本研究では経済的な3種のレアメタル回収技術に関する実験を行った。

まず、第一の実験は磁力選別機による低品位ラテライト鉱物からのニッケルの回収のための品位上昇である。高品位ニッケル鉱物が徐々に少なくなり、針ニッケル鉱、紅ヒニッケル鉱やラテライトなどがニッケルを含有する主鉱物になっている。特にラテライトはニッケル含有量が2%未満であり、マグネシウム、鉄、シリカなどの不純物がニッケルの回収を難しくし、ラテライトからニッケルの生産は全体の約42%にすぎない。本研究では低品位ラテライト鉱物を熱処理後、湿式磁力選別を用いてニッケルの回収のための高品位化を試みた。ラテライトの熱処理は、鉄類の結晶構造を変化させて磁気特性を変化させ、磁力選別によるニッケルの選択的選別ができるようにする。本実験では熱処理温度、パルプ濃度、磁界強度の影響による選別実験を試みた。その結果、ラテライト鉱物を500°Cで1時間熱処理し、0.5Tで磁力選別を行ったところ、鉱物内のニッケルの品位は1.5%から2.9%に増加しニッケルの回収率は48%を得ることができた。

第二の実験はレアアース回収のための鉱石からの濃縮である。ベトナ

ムから輸入したレアアース含有鉱石からの浸出および浸出水からレアアースイオンの吸着剤として藍藻を用いたバイオソープションに関する実験を行った。本研究では浸出工程に各種浸出剤のうち $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を利用した。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 濃度 1%、浸出時間 3 時間、固液比 (S/L 比) 0.9 とした。その結果、各レアアースの浸出率は Sm が 71.0%、Pr が 62.2%、Nd が 57.3%、Dy が 47.0%、Gd が 46.0% の順であった。吸着実験では藍藻の濃度を 0.2 kg/L、吸着時間 30 分としたとき、各レアアースイオンの吸着密度は水溶液濃度に依存するが、Nd が 182 mg/kg、Pr が 49mg/kg、Sm が 33 mg/kg、Gd が 21 mg/kg、Dy が 17 mg/kg の順であった。本結果は一般的に使われる吸着剤(活性炭、鉄系吸着剤、熱処理ドロマイト)と類似の数値であり、レアアースイオンの吸着剤として藍藻使用の可能性が考えられる。また、本吸着結果は Langmuir 吸着モデルと pseudo-second-order kinetic モデルで説明できることを確認した。

第三の実験は、超硬工具スラッジからのタングステンカーバイド(WC)の回収実験である。超硬工具の製造過程で発生するスラッジは回収処理が難しく全量廃棄されている。しかし日本はタングステン使用量の大部分を中国に依存し、廃スラッジからタングステンの回収が重要である。WC 回収のために試みた一手法は自由沈降法である。スラッジの粉碎は湿式タワーミルを使用し、タワーミルの回転速度が増加するほど WC の品位が増加したが回収率は減少し、粉碎時間が増加するほど WC の品位は減少したが回収率は増加した。また、粉碎時間が 3 時間までは沈降時間が長くなるほど WC の品位と回収率が増加した。タワーミルの遠心力が 126G、粉碎時間が 1 時間、沈降時間が 3 時間の場合、WC 品位は 66.2% から 85.9% まで増加し、WC の回収率は約 10% であった。ついで、液液抽出法を用いた回収実験を試みた。超音波処理、カッターミル粉碎、マイクロ波照射が液液抽出のための前処理として使われた。超音波処理の時間が増加すると WC の品位と回収率は増加し、超音波処理時間が 20 分以上では、WC 品位は 90% を越えた。カッターミル粉碎の場合は粉碎時間が増加するほど WC 品位が減少したが回収率は増加し、粉碎時間が 1 分の時、WC 品位が 89.9%、回収率は 23.8% となった。マイクロ波処理を 5 分行った場合、WC 品位は 91.3% となり、最も高い品位を示し、WC の回収率は 16.3% となった。

上記の基礎実験を基にして WC の回収率を高めるための実験を行った。実験にはカッターミルを使って試料を粉碎した後、液液抽出法で分離する手順を進めた。回収率向上のために添加された DAA の量が増加すると WC

の回収率は増加した。カッターミルの粉碎時間が長くなるほど WC の回収率が増加したが、粉碎時間が 3 分以上の場合は回収率がほとんど増加しなかった。カッターミルで 3 分間粉碎した試料を 0.10 kg/t の DAA を添加、pH 2.00、有機溶媒濃度 15% の条件で液液抽出を行った場合、WC の品位は 80.1 % となり、WC の回収率は 55 % まで向上できることが明らかとなった。

以上のように選鉱技術を用いて 3 種のレアメタルの回収を試み、それぞれの効率的回収の可能性を見出した。