

## 審査の結果の要旨

氏名 王立邦

本論文は、深海底鉍物資源であるコバルト・リッチ・クラスト（以下単にクラストと呼ぶ）を対象として、その中に存在する微量な白金の選択的回収を目的とした。具体的には、雷インパルスを用いたクラストの電気破碎、塩酸および過酸化水素の添加によるクラストからの白金の浸出、その白金浸出液に対する海藻または活性炭を利用した白金イオンの吸着など、クラストからの白金の選択的回収に関わる方法を提案し、各方法の適用性や最適条件などについて検討した。

第 1 章では、白金の需給およびその製錬技術の現状、クラストの探査開発の発展およびその有価金属の回収に関する研究の現状などをまとめた。

第 2 章では、本研究の実験材料である太平洋深海底の海山部から採取された異なる産地のクラスト試料に対する鉍物学的性質を調査した。

第 3 章では、クラストの破碎および白金の単体分離を遂行するために、従来の機械的破碎方法と異なり新しい破碎方法としての雷インパルスによる電気破碎を応用する可能性を検討した。また新しい採鉍方法として深海底でのクラストの電気破碎を適用する可能性に関する基礎実験を実施した。クラストの厚さが増加すると電気破碎を生ずるのに必要な印加電圧が増加し、破碎に必要な電圧を増大すると破砕片がより細かくなった。溶液の導電率と印加電圧は比例関係にあり、溶液の導電率が増えると、より高い印加電圧が必要で消費エネルギーも増大した。樹脂を被覆した電極を使用すると、電流が導電性のある溶液を経由して接地電極へ流れることを防ぎ、破碎に必要な電圧を低減することができた。本方法で、従来導電性の低い環境が要求される電気破碎が、海水中の海底に存在するクラストで実施できると考えられる。

第 4 章では、塩酸および過酸化水素の添加によるクラストからの微量な白金の化学浸出を行い、浸出剤濃度、温度、時間、パルプ濃度など各浸出条件について検討した。塩酸濃度 0.5mol/L 以上、過酸化水素添加 1vol.%、浸出温度 30℃ で、浸出時間 15min 以上、固液濃度 10g/L 以下では、クラスト中の白

金を 95% 以上浸出することができた。また、異なる産地、組成の試料に対して白金はほぼ同じような浸出結果を示し、試料の差異による白金の浸出率の差は認められなかった。上記から、クラスト中の白金は低濃度塩酸水溶液もしくは少量の過酸化水素の添加により、通常金属白金より容易に浸出できることから、おそらくクラスト中の白金は少なくとも一部が金属白金と異なり浸出されやすい形態で存在する可能性がある。

第 5 章では、塩酸および過酸化水素の添加による白金浸出後のクラスト白金浸出液から、希薄な白金イオンを選択的回収するための方法として、海藻または活性炭による白金イオンの選択吸着の可能性を検討した。白金試薬を使用した基礎試験で海藻および活性炭の白金イオンに対する吸着および選択吸着の性質を検討した後、実際のクラストの白金浸出液に対する応用実験を行った。海藻は pH2 で最も優れる白金イオン吸着能力を示し、活性炭は pH0~pH6 広い pH 範囲にわたって優れた白金イオン吸着能力を示した。選択吸着について、pH2 において海藻吸着では、白金イオン以外に鉄 (III) イオンに対しても優れた吸着能力を示し、それ以外の金属イオンはあまり吸着しなかった。3mol/L 塩酸中の活性炭吸着では、白金イオンのみに対する優れた吸着能力を示し、白金イオン以外の金属イオンはほとんど吸着しなかった。実際に 0.5mol/L 塩酸および 1vol.% 過酸化水素水 (過酸化水素 30wt.% 含有) 添加の水溶液でクラスト試料を浸出して得られた浸出液の吸着実験では、白金イオンは *Enteromorpha linza* (あおのり) に 46.9%、活性炭に 100% 吸着された。同時に吸着された白金イオン以外の各金属イオンは浸出前のクラスト鉱石中の含有量よりも大幅に低くなった。海藻または活性炭を利用したクラスト浸出液からの白金イオンの選択的吸着回収が可能であった。

第 6 章では、コバルトなど比較的経済価値の高い金属を回収する際、同時に白金を回収するという方式を考える上で、第 4, 5 章で検討した白金の浸出、吸着などの回収方法を、現存するクラストの他金属の回収方法への組み込みについて考案した。また現時点ではクラストはまだ経済的価値の低い深海底鉱物資源である。その最大要因は深海底という壁であり、採鉱には高度な技術および高いコストが必要となる。従来の機械式採鉱方式の発展を期待するほか、第 3 章で実証した深海底での電気破碎方法も将来のクラスト採鉱方式のひとつ選択肢と考えられ、新しいクラスト採掘システムについて提案した。

本論文では、クラスト中の微量な白金の選択的回収方法を検討し明らかとした。将来、クラストの商業的開発が可能となる場合に、各種有価金属の回収方法の一環として、本研究で取り扱った方法は白金の選択的回収に役立つものと考えられる。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。