

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	CAO THI THUY LINH
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Novel Methods to Enrich Manganese Oxidizing Bacteria for Removal and Recovery of Minor Metals by bio-MnO ₂			
(バイオ MnO ₂ によるレアメタル除去・回収のためのマンガン酸化細菌の新規集積培養方法)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	大橋 晶良	
審査委員	教 授	河原 能久	
審査委員	准教授	尾崎 則篤	
審査委員	助 教	金田一 智規	
審査委員	准教授	久保田 健吾 (東北大学大学院工学研究科)	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、排水等からレアメタルを除去・回収する新規の生物学的方法を提案し、マンガン酸化細菌の集積培養およびバイオ MnO₂ の生成に成功し、Ni, Co をモデルレアメタルとして高速回収できることを実証して、マンガン酸化細菌の基礎および応用に関する研究成果をまとめており、7章から構成されている。</p> <p>1章では、レアメタルに関する社会的状況などの背景をもとに本研究の目的を明示し、本論文の章構成及び各章の内容を簡潔に述べている。</p> <p>2章では、レアメタル回収に関する既往の研究を紹介し、生物学的方法の特長、特にマンガン酸化細菌を用いる利点を説明している。マンガン酸化細菌の生態の意義・多様性、培養方法、マンガン酸化物の生成メカニズム・レアメタル吸着特性について、研究のレビューを行っている。</p> <p>3章では、硝化細菌との共生でマンガン酸化細菌を培養し、バイオ MnO₂ を生成させて排水に含有しているレアメタルを回収する方法を提案している。この方法による DHS リアクターを用いた連続レアメタル回収室内実験の結果および考察を記述している。仮説通りにマンガン酸化細菌が培養でき、バイオ MnO₂ が生成されて、レアメタルの Ni と Co が排水から除去・回収できることを実証している。また、マンガン(II)は 5mg/l 程度以上になるとマンガン酸化細菌の活性が低下することを発見している。</p> <p>4章では、レアメタルの回収速度を高めるための方法と実験について述べている。3章で明らかにしたマンガン酸化細菌は硝化細菌の代謝物を基質として利用する現象を基に、硝化速度を上げることでマンガン(II)酸化速度を大きくできることを明らかにしている。ま</p>			

た、硝化速度が大きくなると亜硝酸塩がリアクター内に蓄積して、マンガン酸化細菌を阻害するため、マンガン(II)酸化速度は約 $0.5\text{kg Mn(II) m}^{-3}\text{ d}^{-1}$ で限界に達することを示している。

5章では、マンガン酸化細菌が他細菌の代謝物を資化するだけでなく、死細胞を利用できることが4章の実験より示唆されており、この実証実験について述べている。基質として活性汚泥を用いた結果は、マンガン酸化細菌が集積培養できることを見出し、マンガン(II)酸化速度が共生培養よりも数倍高く、 $1.7\text{kg Mn(II) m}^{-3}\text{ d}^{-1}$ の世界最高速を得ている。廃棄物である活性汚泥が基質になることの実証は工学的に有用な発見である。

6章では、低 pH におけるマンガン酸化細菌の培養とマンガン(II)酸化速度が検討されている。リアクターによる連続実験より、pH5.5 においてもマンガン(II)酸化が起こることを明らかにしている。

7章では、種々の条件下でマンガン(II)酸化が起きているリアクター内でのバイオマスを 16S rRNA に基づいた微生物群集解析により、マンガン酸化細菌の同定を行っている。環境条件によりマンガン(II)酸化を担う細菌は異なり、マンガン酸化細菌の多様性とマンガン(II)酸化を行う意義について検討した後、本研究で得られた成果を総括し、排水等からのレアメタル回収の実用化に向けた今後の課題と展望を述べている。

このように本論文では、排水処理プロセスからの資源回収するための技術を提供していて、循環型社会の構築に大いに寄与するものであり、得られた基礎的な知見は工学上および学術上貢献するところが大きい。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。