

【3K133004】バイオリアクターによる廃二次電池溶解処理液からの Mn、Ni、Co 同時回収 (H25 ~ H27 ; 累計予算額 41,056 千円)

大橋 晶良 (広島大学)

1 . 研究開発目的

マンガン酸化細菌によって生成されるバイオ Mn 酸化物は、無機的な反応で作られる Mn 酸化物よりも構造中の Mn の結晶欠損が高く十数%に及び、これに由来する高い負電荷密度によりレアメタルを多量に吸着することが知られている。この性質を利用して、バイオ Mn 酸化物を生成することができれば、Mn、Ni、Co の同時回収が可能となる。しかしながら、開放の環境中でマンガン酸化菌を優占的に培養するのは実際簡単ではなく、バイオ Mn 酸化物を継続的に生成することは困難である。そのため新規培養方法の創出が鍵を握っており、本研究グループはマンガン酸化細菌をメタン酸化細菌あるいはアンモニア酸化細菌と共生させることで培養することに成功している。そこで本研究では、この培養技術を適用して廃リチウムイオン二次電池溶解処理液からのレアメタル回収の実用化に向けて、バイオ Mn 酸化物の高速生成技術を開発する。

マンガン酸化細菌は硝化細菌との共培養により培養可能であり、Mn(II)を酸化してバイオ MnO₂を生成することに成功している。しかし、技術を適用した廃二次電池溶解処理液からのレアメタル回収の実用化には、Mn(II)酸化速度は高くない、スタートアップが遅い、実際に実二次電池溶解液に適用できるか不明である、などの課題がある。そこで本研究では、これらの課題を解決することを目的として、マンガン酸化速度 1.0 kgMn/m³ d、早期スタートアップの技術を確立し、実二次電池溶解処理液からの Mn、Ni、Co の同時回収を実証する。

2 . 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

リチウムイオン二次電池のリサイクルは、無機化学的にレアメタルを溶解処理および電解処理して金属原料に再生しようとしている。しかし、現状の一般的な無機化学的手法では経済的に採算が合わない。一方、生物学的手法は一般的に化学的手法よりも低コストであることから、有機性排水処理においては主流である。レアメタルの回収に対しても生物学的手法はランニングコストが低く、費用面での課題はないと言える。

マンガン酸化細菌は、開放系の混合微生物群集では培養しづらい。これは基質親和性の高い細菌であり、貧栄養環境において検出される。すなわち、極低濃度の有機物排水を供給すれば培養できる。硝化細菌あるいはメタン酸化細菌を培養して、その代謝物である低濃度の有機物を供給する方法を考案して、マンガン酸化細菌は開放系でも共培養できることを明らかにした。また、マンガン酸化細菌は細菌の死骸を資化できることを発見し、DHS リアクターを用い、活性汚泥を基質にして集積培養できることを示した。そのマンガン酸化速度は目標の 1.0 kgMn/m³ d を超える能力である。さらに、多くの従属栄養細菌は Mn 酸化物に活性阻害を受けることを発見した。この現象を利用し、予め Mn 酸化物を DHS リアクターに塗布することで、マンガン酸化のスタートアップを早くすることに成功した。

これらの知見を基に、実二次電池溶解液に適用して、3 週間のスタートアップでバイオ MnO₂ の高速生成 1.0 kgMn/m³ d が可能であり、Mn、Ni、Co の同時回収できることを実証した。

(2) 環境政策への貢献

< 行政が既に活用した成果 >

まだ、活用した成果はない。

< 行政が活用することが見込まれる成果 >

約 200kg の蓄電池を搭載している二次電池式電気自動車は、今後、普及することが予測されている。蓄電池は使用に伴い劣化し、廃車の時に廃棄されることになるが、この廃棄量は膨大になってくることが懸念されている。従って、蓄電池を経済的かつ環境にやさしく再生する技術の開発が希求されている。この鍵を握っているのが、溶解処理した液からの主成分であるマンガン、ニッケル、コバルトの回収であり、本研究ではこの回収技術として貢献できる。

本研究のバイオ Mn 酸化物生成技術はコバルト、ニッケルに止まらず他のレアメタル回収にも適用できる。メッキ工場などのレアメタル・レアアースを含有する各種産業排水や鉱山排水（鉱山が閉鎖された後も金属を含む浸出水は環境基準をクリアーする処理が行われている）の低コスト型生物処理（回収）技術として提供でき、重金属の水環境汚染対策にも貢献できる。また、温泉やガス田といった環境にはレアメタルが溶存している。海水には低濃度ではあるが、リチウムなど金属資源が豊富である。これらを資源として捉え、レアメタル等の金属回収にも活用できる。

3. 委員の指摘及び提言概要

マンガン酸化細菌の培養に関して基礎的な知見を増やし、希釈した溶解液に対しては目標に達する Mn 除去速度を得たが、溶液の濃度条件や共存物質影響等の詳しい実験は行っておらず、現在課題となっている廃二次電池の処理に関して現存の技術に代替できるレベルには至っていない。社会実装への課題を示して全体としての展望を示すべきである。

4. 評点

総合評点：B