

■GA教員 研究等紹介③



九州大学大学院 工学研究院
地球資源システム工学部門 准教授

沖部 奈緒子

バイオハイドロメタラジー研究の展開

1. はじめに

GA国際戦略プログラム運営主体4専攻の1つ、工学府地球資源システム工学専攻の資源処理・環境修復工学研究室に所属しています。2011年に着任して以来、研究室内の「バイオグループ」を主宰しています。元気な学生の集まった活気あるグループへ成長しつつあり、2014年6月現在、学生7名中、GAコース生2名、更に秋からもう1名のGAコース生を迎えます。本稿では、当研究グループにおける研究内容を一部ご紹介します。



Fig. 1:
資源処理・環境修復
工学研究室のメンバー
(2014年4月)

2. 研究概要

「バイオハイドロメタラジー; biohydrometallurgy」とは、微生物の能力を利用した湿式製錬技術であり、バイオテクノロジーにおいて、最も成功・拡大した分野の1つである。本研究分野で代表的なものとして、低品位硫化鉱から有価金属を溶出させるバイオリーチングや、難処理金鉱石の前処理として行うバイオオキシデーションなどの「バイオマイニング; biomining」技術がある。これらの、既に広く実用化されている鉱物処理技術を始め、製錬廃液のバイオ処理や、研究段階のレアメタル・貴金属のバイオ回収などに至るまで、「金属と極限環境微生物の相互作用」を基にした研究テーマを推進している。以下、そのうちのいくつかの例を挙げる。

3. 難処理金鉱石のバイオオキシデーション

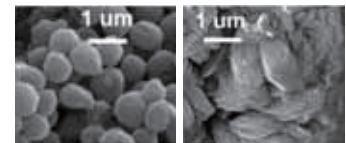
世界的な高品位鉱石の枯渇によって、現在、金属資源の開発は低品位・難処理鉱石への依存が高まってきている。難処理金鉱石からの金浸出にはシアンリーチングを行うが、金回収率を上げるためには前処理が必要となる。バイオオキシデーションは、超好酸性の鉄/硫酸酸化細菌/古細菌の働きを利用することで、硫化鉱物を効率的に溶解し金の品位を上げることができるため、効率的かつ環境負荷の小さい前処理法として認知されてきている。当研究グループでは、民間企業との共同研究等において、異なる生理学的特徴をもつ細菌

群を組み合わせることで、難処理金鉱石のバイオオキシデーション効率化を行い、金および銀の回収率において、バイオオキシデーションが他のいくつかの前処理法と比較して優れていることを示した。また、これらの鉱石はしばしば毒性の高いヒ素(As)を含有しているため、使用する細菌/古細菌群のAsに対する挙動(耐性、As酸化能など)は、バイオオキシデーションの効率化および、その後のAs含有廃液処理において重要な因子となる。

4. ヒ素(As)含有製錬廃液のバイオ処理

前項で述べた難処理金鉱石や、その他の硫化鉱は、しばしば不純物としてAsを含有することから、製錬廃液中には多くのAs(特に毒性・溶解性の高いAs(III))が含まれる。このような製錬廃液のバイオ処理法として、当研究グループでは、好熱好酸性・鉄硫酸酸化古細菌 *Acidianus brierleyi* を利用した。本菌には強力なAs(III)酸化能が見出され、これをエネルギー代謝反応としてのFe(II)酸化と組み合わせることによって、廃液中のAs(III)およびFe(II)を、最終的に二次鉱物スコロダイト($\text{Fe}^{\text{III}}\text{As}^{\text{V}}\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)として不動化することに成功した。

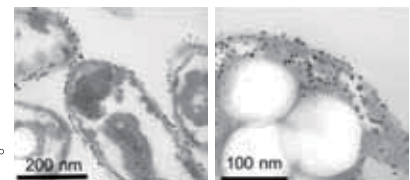
Fig. 2:
好熱好酸性・鉄硫酸酸化古細菌
*Acidianus brierleyi*の細胞(左)と、
本菌が生成した
バイオスコロダイトの結晶(右)。



5. レアメタル・貴金属のバイオ回収とナノ粒子化による付加価値の付与

レアメタルかつ貴金属の1つにパラジウム(Pd)がある。Pdは触媒として産業的な需要が大きい一方、供給や価格が不安定であることから、都市鉱山酸性浸出液や産業廃液からのPd回収プロセスの構築が望まれる。当研究グループでは、超好酸性鉄還元細菌/古細菌を利用することにより、Pdをはじめとする種々の有価金属を酸性溶液中からバイオ回収することを試みている。現在までに、Pdほか数種の貴金属を、細胞表面に「ナノ粒子」として析出できることが分かった。従来の化学的手法によるナノサイズ化に代わり、本バイオ回収法では、ナノ粒子としての付加価値(比表面積が大きく、少量でも反応性が高い)の付与がワンステッププロセスにて達成可能である。

Fig. 3:
超好酸性鉄還元細菌
*Acidocella aromatica*の
細胞表面に析出した
バイオパラジウムナノ粒子。



6. おわりに

自然環境における金属元素循環には、多様な微生物代謝反応が関与している。これらのユニークな微生物の能力を見出し、鉱業およびそれに伴う環境汚染の修復に生かすバイオハイドロメタラジー研究は、多様な学問領域が重なる面白い研究分野である。本GAプログラム生達と進める研究テーマも含めて、今後、着実に展開していきたいと考えている。