

Web シンポジウム『休廃止鉱山のグリーン・レメディエーションに関わる研究の最前線』  
講演資料

講演番号：02	演題：坑廃水の生物処理—低栄養性の視点
発表者：宮田 直幸	所属：秋田県立大学生物資源科学部

キーワード：坑廃水, マンガン酸化細菌, 低栄養細菌

要旨：

休廃止鉱山のグリーンレメディエーション研究として、マンガン含有坑廃水の生物処理技術の開発を進めている。マンガン含有坑廃水を排出する坑内に小型接触酸化装置（石灰石等の充填槽）を設置して試験した結果、槽内にマンガン酸化細菌が定着し、20 mg/L マンガン及び 6 mg/L 亜鉛を含む坑廃水を滞留時間 1 日で処理することができた（図 1, 2）。

槽内の細菌叢を解析した結果、細菌群集は多様な従属栄養細菌で構成されていた。この群集内において、マンガン酸化細菌 *Terricaulis* sp. U9-1i 株の近縁種が存在比 0.9~1.7% で検出され、マンガン酸化を担っていることが示唆された。既知の独立栄養マンガン酸化細菌（Yu & Leadbetter, 2020）は検出されなかった。

これらの結果から、有機物をほとんど含まない坑廃水中において、乏しい有機物を利用して活動する低栄養性の細菌群集が構築されていること、そのような細菌群集内でマンガン酸化細菌が保持されて、マンガン酸化機能を持続的に発現していると考えられた。

U9-1i 株は以前に当研究室で分離されたマンガン酸化細菌で、既にゲノム配列を明らかにしていた（Okano et al., 2016）。ゲノム情報より、U9-1i 株は種々のアミノ酸や脂質を炭素源、エネルギー源として利用していると推察される（図 3）。接触酸化槽のマンガン酸化細菌は、坑廃水のような有機物の乏しい環境で構築された細菌群集内で、わずかに生成する菌体成分を利用していると考えられる（図 4）。

従来、従属栄養性のマンガン酸化細菌を利用する際は有機物供給を前提とし、マンガン酸化細菌を定着、維持するための有機物供給方法の確立が一つの課題とされていた。しかしながら、坑廃水処理試験及び細菌群集構造の解析から、従属栄養マンガン酸化細菌を利用して、有機物供給を前提としない処理が可能であることが示された。これまで研究されてこなかった、バイオマス生産性の低い環境で構築される低栄養性細菌群集に着目することで、新しい生物処理技術の提案に繋がると期待している。

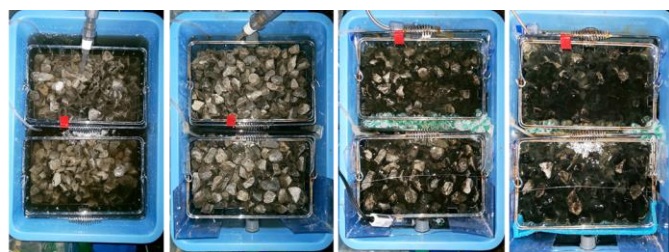


図 1. 接触酸化槽によるマンガン含有坑廃水の処理  
(槽内での黒色マンガン酸化物の生成)

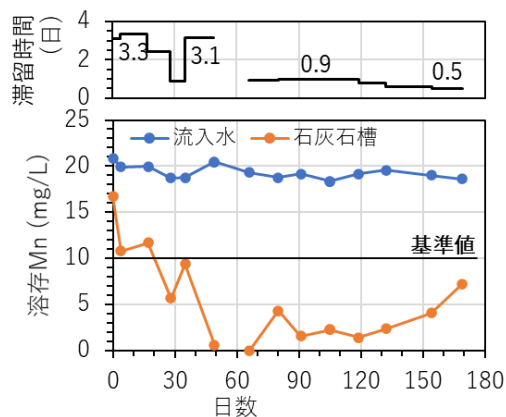


図 2. 接触酸化槽によるマンガン含有坑廃水の処理

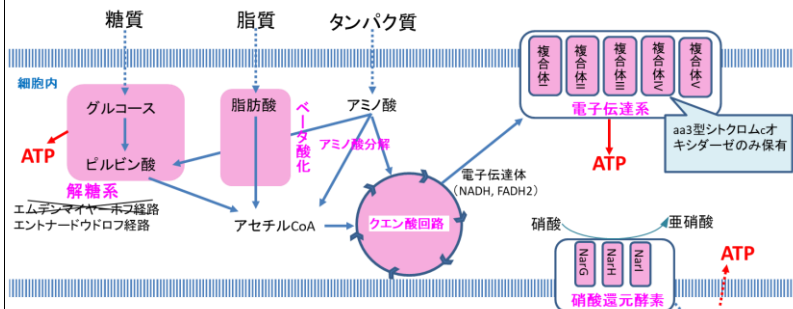


図 3. マンガン酸化細菌 *Terricaulis* sp. U9-1i 株のエネルギー代謝経路

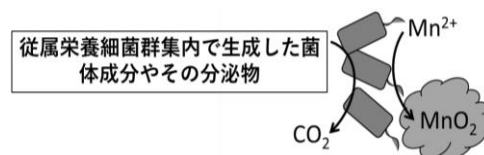


図 4. 接触酸化槽内の低栄養性細菌群集におけるマンガン酸化細菌の維持