



酸性坑廃水から回収したバイオ生成重金属硫化物の構造解析

小山恵史¹，所千晴^{1,2}

1 早稲田大学，2 東京大学

キーワード：酸性坑廃水、硫酸還元微生物、重金属除去

1. 背景と研究目的

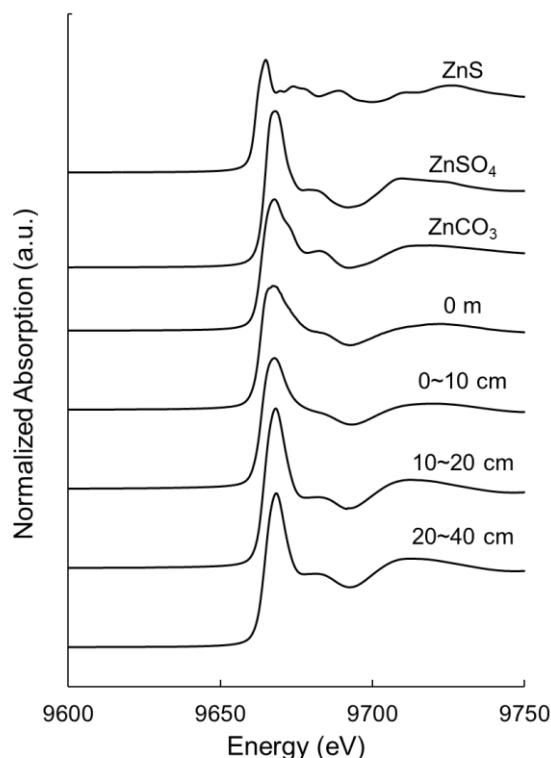
様々な有害金属を含有する酸性坑廃水の処理には、しばしば微生物代謝を利用したプロセスが導入される^[1]。酸性坑廃水は多量の硫酸イオンを含有するため、硫酸還元微生物の代謝活動を利用した硫化水素生成によって、有害な重金属を硫化物として除去することが可能である。本実験ではもみ殻を充填剤とした硫酸還元バイオカラム内で生成する重金属沈殿物を対象とした。硫酸還元微生物の働きにより硫化物として重金属が除去されていることが予想されるが、微生物代謝に伴う有機炭素分解やもみ殻から溶出する重炭酸イオン等も重金属除去に影響を及ぼしている可能性も考えられたため、これらの詳細な解析を行い、硫酸還元バイオプロセスにおける重金属除去機構の解明に取り組むことを目的とした。

2. 実験内容

もみ殻と石灰石を 1 : 4 の比率で 0.8 m 充填したカラムの上部から、実坑廃水 (Zn, Cu, Cd 含有) を 2.0 mL/min で、微生物の有機炭素源となるエタノールを 0.2 mL/min で 85 日間添加した。試験後のカラム内に存在する残渣の内もみ殻部分を高さごとに回収し、XANES 分析 (BL11S2, Zn K-edge) に供した。

3. 結果および考察

カラム上部から共有された坑廃水中の Zn は、上部から 30~40 m の位置で急激に濃度低下し、ほぼ全量固定化されていることが確認できた。この Zn 固定化形態を解明するためにカラム内の各位置のもみ殻を回収し XAFS 分析に供したところ、カラム上部の再表面 (0 cm) および 0-10 cm の位置では Zn が ZnCO_3 で存在する一方で、10 cm 以深では ZnSO_4 として存在していることを明らかとした。カラム上部 (0-10 cm) では好気的な雰囲気に伴う微生物のエタノール分解が支配的であり、それにより多量の炭酸が生じたことが ZnCO_3 の形成につながったと予想された。一方で 10 cm 以深では、カラム内が嫌気雰囲気化するに伴い硫酸還元菌の活性が向上し、硫化物イオンが多量に生じたと考えられた。XAFS 分析により硫酸塩の存在が示唆されたが、これは、硫化物イオンの生成に伴って非晶質 ZnS として固定化されたものがカラム試験終了後に大気暴露された際に酸化され、 ZnSO_4 となったことに起因すると考えられた。



4. 参考文献

1. Sato, Y. et al., Year-round performance of a passive sulfate-reducing bioreactor that uses rice bran as an organic carbon source to treat acid mine drainage, *Mine Water Environ*, 37, 586-594 (2018).