

2024年度 各務記念材料技術研究所共同研究報告書

研究課題名	海洋性微生物反応を介した硫化鉱物の生成・分離プロセスの検討
重点課題	II-A (4Rとプロセス)
新規・継続	新規
研究代表者	フチダ シゲシ
氏名	淵田 茂司
所属機関・部局・職名	東京海洋大学・海洋資源エネルギー学部門・准教授

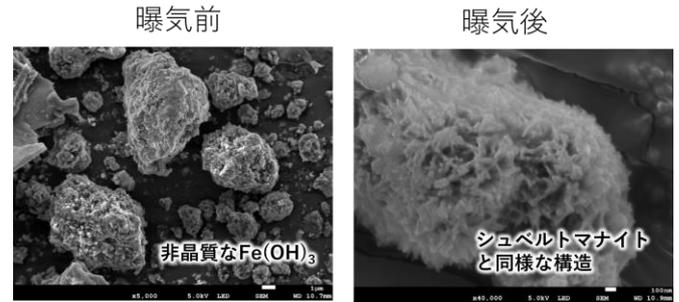
研究目的

硫化鉱物は非鉄金属資源として重要であり、長年その反応プロセスは無機化学的なものが主であった。しかし、鉄酸化細菌や硫酸還元菌が硫化鉱物の酸化及び溶解プロセスに寄与することが明らかとなり、鉱物分離技術や廃水処理技術で利用されている。本研究室では海洋微生物を用いた鉱物分離技術や廃水処理技術の開発、海底熱水鉱床成因に関する研究を行っている。微生物—鉱物間で生じる物理化学反応機構を明らかにし、金属資源開発の4Rに資するバイオハイドロメタラジー技術の開発を目指す。

実験内容と研究成果

・鉄酸化細菌が生成する鉱物の観察

鉱石の主成分である黄鉄鉱が分解した後、溶液が酸性の場合 Fe(II)が溶出する。今回、それをエネルギー源として利用する鉄酸化細菌の生成鉱物の特徴について調べるために、国内鉱山に設置された曝気処理槽内で生成する鉄沈殿物を走査型電子顕微鏡で観察した。その結果、曝気処理前には非晶質な水酸化鉄のみが見られたが、曝気処理後にはシュベルトマナイトと呼ばれる硫酸鉄化合物の生成が確認された(右図)。



・炭酸イオン共存下における Mn 沈殿物の観察

通常 Mn(II)は Mn(III)および Mn(IV)へと酸化されたのち沈殿が生じるが、炭酸イオンが共存する条件では Mn(II)沈殿挙動は正確に把握されていない。これを調べるために、Mn(II) 70 mg/L を含む模擬廃水(pH 6)、炭酸イオン 700 mg/L およびカルシウムイオン(Ca) 400 mg/L を含む模擬廃水を作成して、中和試験によって得られた沈殿物を走査型電子顕微鏡で観察した。その結果、Mn のみの場合、非晶質な沈殿物が生じていたが、炭酸イオンのみが共存する場合は菱型の結晶が生じていた。エネルギー分散型分光法(EDS)および X 線回折法(XRD)による分析の結果、この結晶が MnCO₃ であることが分かった。さらに Ca が共存する場合、球状の結晶が生じており、MnCO₃ の結晶は確認されなかった。XRD の結果から、主な沈殿物は CaCO₃ であり、Mn はそれに取り込まれる形で除去されている可能性が示唆された。

研究成果の公表状況 (論文、国際・国内会議、学会発表、特許等の知財)

【国内会議】

- [1] 淵田茂司, 加藤聖也, 所千晴, “坑廃水処理におけるマンガンの沈殿除去の地球化学”, 日本地球化学会第 68 回年会, 2024 年 9 月
- [2] 清水佑馬, 牧田寛子, 小山恵史, 三浦響, 所千晴, 淵田茂司, “海洋性鉄酸化細菌の酸化・吸着ポテンシャルに基づく黄鉄鉱および黄銅鉱の浮遊選鉱効果の評価”, 日本地球化学会第 68 回年会, 2024 年 9 月
- [3] 三浦響, 清水佑馬, 牧田寛子, 北川こころ, 鈴木裕史朗, 淵田茂司, 小山恵史, 所千晴, 齋藤貴, “海洋環境に生息する鉄酸化細菌の黄鉄鉱による増殖効果および海水浮遊選鉱への適応条件の評価”, 日本地球化学会第 68 回年会, 2024 年 9 月
- [4] 加藤聖也, 小原義之, 川原里紗, 淵田茂司, “坑廃水処理における硫酸および炭酸イオンの Mn 沈殿速度への影響”, 資源・素材学会秋季大会, 2024 年 9 月.
- [5] 川崎麻未, 川島颯太, 谷和夫, 野村瞬, 淵田茂司, “海底熱水廃鉱石中の亜鉛およびヒ素の溶出特性および溶出抑制処理の検討”, 第 21 回「資源・素材・環境」技術と研究の交流会, 2024 年 8 月.
- [6] 川崎麻未, 川島颯太, 谷和夫, 野村瞬, 淵田茂司, “炭酸塩生成による海底熱水廃鉱石からの亜鉛(Zn)溶出抑制処理条件の検討”, 環境資源工学会第 142 回学術講演会, 2024 年 6 月.
- [7] 加藤聖也, 小原義之, 川原里紗, 淵田茂司, “炭酸イオンを含む坑廃水の凝集沈殿処理における Mn(II)酸化反応機構の速度論的考察”, 環境資源工学会第 142 回学術講演会, 2024 年 6 月.
- [8] 三浦響, 清水佑馬, 牧田寛子, 淵田茂司, 小山恵史, 所千晴, 齋藤貴, “海水浮遊選鉱における海洋性鉄酸化細菌の利用および黄鉄鉱親水化機構の解明”, 環境資源工学会第 142 回学術講演会, 2024 年 6 月.