HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Galvanic microencapsulation: a new technique to suppress pyrite oxidation [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Seng, Sophea
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13659号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74075
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Seng_Sophea_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　氏名　Seng Sophea

審査担当者　主　査　准教授　伊藤 真由美
副　査　教　授　廣吉 直樹
副　査　教　授　五十嵐 敏文
副　査　准教授　坂入 正敏

学位論文題名

Galvanic microencapsulation: a new technique to suppress pyrite oxidation
(ガルバニックマイクロエンキャプシュレーション:黄鉄鉱酸化抑制のための新しい方法)

鉱山開発で採鉱された鉱石は, 破砕後の選鉱処理で有価鉱物と無価値鉱物に選別され, 無価値鉱物を含む選鉱尾鉱や, カットオフ品位に満たない廃石は尾鉱ダム等に適正処分される。しかしながらこれらに黄鉄鉱などの硫化鉱物が含まれていると, 重金属を含む酸性水が発生し, 鉱害問題を引き起こす。これは硫化鉱物が, 採掘により空気や水と接触すると酸化され, 硫酸酸性で金属イオンを含む水が生成するためである。これは数百年前から知られており, 酸性鉱山廃水 (AMD:Acid Mine Drainage) と呼ばれ, 日本だけでなく世界中で深刻な問題となっている。対策としては, 酸性水を中和等で処理する坑廃水処理が行われているが, 数百年の長期にわたって発生し続けることが予測されている鉱山もあり, 長期的かつ経済的な処理法の開発が必要とされている。本研究では, 黄鉄鉱表面に選択的に被膜を生成させ, 空気や水との接触による酸化溶解を抑制する新しい手法として, 半導体である黄鉄鉱と金属との接触で起こるガルバニック反応を利用し, 黄鉄鉱表面に保護被膜を生成する方法 (Galvanic microencapsulation, 以下では GME と略記) を提案し, その効果を検討している。特に, 被膜生成のためにリン酸を用いる方法について詳しく検討している。

本論文は 5 章から構成されている。

第 1 章は, 序論であり, 研究の背景・目的を記述するとともに,AMD 発生機構やその処理手法をレビューしている。

第 2 章は, ガルバニック反応を利用した黄鉄鉱の溶解抑制について, アルミニウム粉末および鉄粉末添加の効果を検証している。ガルバニック反応では, 卑な金属と貴な金属の接触界面で生じる電位差により, 局部電池が形成されて電流が流れ, 卑な金属が溶液中へ溶け出すと同時に, 貴な金属へ電子が移動する。黄鉄鉱よりも卑な金属であるアルミニウムおよび鉄との接触では, これら卑な金属の溶解により黄鉄鉱の溶解が抑制されることを確認している。しかしながら, 溶出した金属イオンの沈殿による黄鉄鉱表面での被膜形成は認められなかった。

第 3 章は, 被膜形成のためのリン酸イオン添加の効果を調べている。卑な金属として鉄を用い, リン酸イオンの共存下で黄鉄鉱と接触させると, 黄鉄鉱表面に被膜が形成された。電気化学測定, 表面分析などの手法を用いて反応メカニズムについて検討し, 黄鉄鉱表面で Fe(II) が Fe(III) に酸化され, この Fe(III) がリン酸イオンと反応してリン酸鉄の被膜が鉱物表面に形成されることを明らかにしている。また, 被膜形成に及ぼす溶液 pH などの条件についても検討している。

第 4 章は,GME 法の実用化を目指したモデル試験として, 選炭プラントを想定し, ボールミル粉砕

の工程にリン酸イオンを添加することで黄鉄鉱の表面に保護被膜を生成させることを検討している。ボールミル粉砕媒体として一般的な鉄球を用いると, 黄鉄鉱と鉄球との接触によりガルバニック反応が生じて Fe(II) が鉄球から溶出し, その酸化生成物である Fe(III) がリン酸イオンと反応して黄鉄鉱表面にリン酸鉄の被膜が生成することを確認している。この方法では黄鉄鉱の表面が選択的に親水化するので, 後段の浮選工程において, 比較的疎水性が強く石炭とともにフロスに回収されやすい黄鉄鉱の紛れ込みを抑制し, 選別成績を向上させられることを実験で確かめている。また, 溶出試験により, ボールミルを用いた GME 処理を施すと黄鉄鉱の溶出が抑制されることを確かめている。

第 5 章では, 本論文の主要な結論を要約している。

以上, これを要するに, 筆者は鉱山に起因する重要な環境問題である酸性鉱山廃水 (AMD:Acid Mine Drainage) の発生抑制に関する新しい方法として, 硫化鉱物である黄鉄鉱の Galvanic microencapsulation 法を提案し, その選択的な被膜形成のメカニズムを明らかにし, 黄鉄鉱の溶解抑制に効果があることを示している,。この成果は, 環境資源工学の発展に寄与するところ大なるものがある。よって著者は, 北海道大学博士 (工学) の学位を寄与される資格があるものと認める。