

令和3年度鉱害防止技術に係る先導的調査研究事業 成果概要

令和3年度 テーマ A-2 自然力（植物・微生物）を活用した坑廃水からの重金属除去方法に関する技術の開発

石灰石水路とオオバノイノモトソウを利用した高濃度ヒ素含有実坑廃水の処理に関する基礎研究

共同実施者 国立大学法人東北大学大学院 環境科学研究科 井上 千弘 教授

概 要

イノモトソウ属のシダ植物であるモエジマシダ (*Pteris vittata*) は地上部にヒ素を高濃度で蓄積できる植物であることが知られており、ヒ素汚染土壌や汚染水からのファイトエクストラクション（植物による根からの吸収と植物体内への蓄積による環境からの有害元素の除去）の研究が数多く行われているが、亜熱帯性植物で耐寒性を有さないため、日本のような環境では冬季に生育不能である。同属のオオバノイノモトソウ (*Pteris cretica*) は、日本国内のほとんどの場所で自生可能な温帯性の植物であるものの、オオバノイノモトソウに着目した研究は見当たらない。したがって、オオバノイノモトソウの使用を試み、これまで実現例のない坑廃水処理に植物処理を組み込んだ新規の取り組みを検討した。

令和2年度の研究では、As含有坑廃水を対象として、年間を通じた処理原水に関するFeやAsの価数を含めた水質の把握、処理原水を用いたFeとAsの酸化および中和処理実験、中和処理後の上澄水からのオオバノイノモトソウによるAs吸収実験を行った。

令和3年度は前年度の研究成果をもとに、得られた検討事項を中心に各種実験を試みた。

処理原水の水質を分析したところ、全Asのうち、大部分はAs(III)で溶存しpHは中性であることが分かった。処理原水を用いたFeとAsの酸化および中和処理実験からは、Fe(II)の酸化速度は溶液のpHに依存し、pHが高くなるほど酸化速度が上昇することが示され、Fe(II)の酸化に伴いAs(III)の酸化が進行することを再確認した。オオバノイノモトソウによるAs吸収実験では、原水中にコロイドがほとんど含まれない条件においては、広範囲の温度帯でAsの植物体内への吸収が認められ、25℃でAsの吸収が概ね擬一次反応で進行することが考察された。

以上の結果を踏まえ、現時点で想定されるパッシブトリートメントを取り入れたAs含有水の処理プロセスを提案した。

令和 3 年度鉱害防止技術に係る先導的調査研究事業 成果概要

令和 3 年度
テーマ B-3 規制強化物質への対応

顆粒状鉄粉と鉄鋼スラグを活用したパッシブトリートメントの技術の開発

共同実施者 JFE ミネラル株式会社 技術研究所

概 要

本研究で対象とした鉱山跡地では Cd、Cu、Pb、Zn の重金属を含む酸性坑廃水が発生する。この坑廃水に対してパッシブトリートメント技術を適用するため、鉄鋼スラグや重金属吸着鉄粉、石灰石を用いて各種試験を試みた。鉄粉については顆粒状で 0 価の鉄が主体で、表面処理を施して比表面積を増大させたものを用いた。

令和 2 年度は、鉄鋼スラグや鉄粉単独で対象坑廃水のパッシブトリートメントが適用可能か検討を行った。各種バッチ試験の結果では液個比や滞留時間を調整することでその実現の可能性が示唆された一方で、連続通水試験の結果では短期で重金属濃度が破過することが確認され、鉄鋼スラグ、鉄粉それぞれの単独での対象坑廃水のパッシブトリートメントは困難であることが示唆された。

令和 3 年度は前段に鉄粉、後段に鉄鋼スラグまたは石灰石を用いた 2 段処理を想定し、室内試験及び現地スケールアップ試験を行うことでパッシブトリートメント適応の検討を試みた。

室内試験結果では、全ての重金属濃度は除去できることが示唆された。Cd の除去はセメンテーションが優位に働き、その他の重金属除去には、鉄粉への吸着、鉄沈殿物による吸着・共沈、中和による水酸化物の生成等が優位に働くことが考えられた。また、室内試験のスケールでは、各フェーズにおいて滞留時間を調整することで、対象坑廃水のパッシブトリートメント技術の適応可能性が見出せた。

スケールアップ試験結果では、後段のアルカリ資材を通水後、各種重金属のうち Cu と Pb についてはほとんど除去できた一方で、Cd と Zn については、生成した鉄沈殿物への吸着及び共沈による除去効果が見込まれたものの、一律排水基準値未満までの除去は難しいことが示唆された。

室内試験とスケールアップ試験を同条件で比較すると、スケールアップ試験は室内試験に比べ、1/6 程度の通水期間で重金属濃度が基準値を破過してしまった。これは、通水速度や充填物の大きさの影響によるものと推察された。

2 段処理によるパッシブトリートメントの実現に向けて、充填物を大きくすることや通水速度を低下させる等の対策を行うことで、スケールアップしても 2 段処理が適応可能である可能性が見出せた。