

〔テーマ〕 休止鉱山排水処理副産物の有効利用方法および機能性材料の開発

柵原休止鉱山（岡山県美咲町）では、坑排水の環境流出を防ぐため排水処理が日々行なわれ、その処理工程副産物として「シュベルトマナイト」、「水酸化鉄澱物（鉄澱物）」および中和処理後の「中和澱物」が大量に産生する。中和澱物の年間産出量は3,000トン、貯留ダムでの管理総量は20万トンに達し、その蓄積減容化に改善がなされない場合、集積ダムの増設などに莫大な費用が必要となり、岡山県としても将来的な課題となっている。この副産物は鉱山由来にもかかわらず、Cd、As、Pb、Cr等の有害重金属イオンを殆ど含まず、土壌対処法等の基準を満たし農業用資材としての利用が認められているが、その利用は極限られているのが現状である（図1）。本調査試験研究ではシュベルトマナイトおよび中和澱物等が有する機能を活用して、新たな産業資材の開発、その製品化、実用化と販路開拓を検討し、澱物貯留問題の軽減策、産業副産物の有効利用による新技術の提供を行い、循環型社会形成への貢献を目指している。

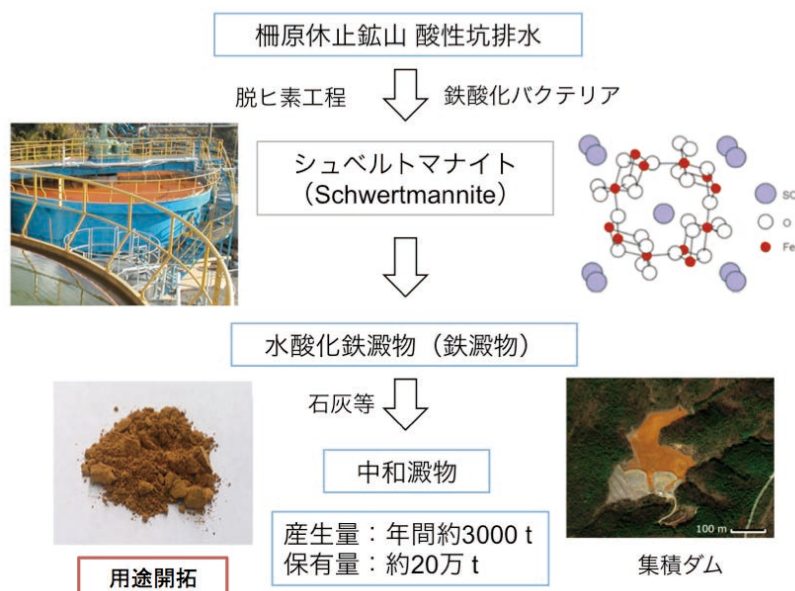


図1 柵原休止鉱山における坑排水処理

○ 試験研究成果および用途調査、今後の展望

(1) 副産物の機能を活かしたヒ素、リン吸着剤

中和澱物を利用し制作した材料（有機高分子複合材料を含む）は、既存の陰イオン吸着剤（三菱ダイヤイオン、リモナイト等）を上回る高いヒ素吸着機能、およびリン吸着を有することを明らかとした。シュベルトマナイトおよび中和澱物の優れた陰イオン（主にヒ素、リン）吸着機能を利用した材料開発を継続する。用途としては有害イオン吸着剤、水質浄化剤、脱臭剤などが考えられるが、ヒ素吸着剤としての用途（鉱山坑排水処理、井戸水等の飲料水の浄化）や水質の富栄養化対策におけるリン吸着剤としての利用について、産学連携を継続し検討を行う。

## (2) 産業用鉄系脱硫剤の開発

シュベルトマナイトの中和における適切な方法、反応条件を見出し、またその硫化水素吸着機能は、現在脱硫剤として利用されているリモナイトと同等以上であることが明らかとなった。下水道汚泥を利用する発酵メタンガス生産と水蒸気接触改質による水素製造システム（水素ステーション等への供給等）の開発が産業規模で進んでおり、脱硫剤の需要は非常に大きい。中和殿物の適切な処理により鉄系脱硫剤としての開発を目指し、製造、使用および回収と再利用のリサイクルシステム構築や経済性も含めて検討を行う。この事業の成功は大きな販路となり、貯留問題の顕著な改善につながるため検討を継続する。

## (3) 稲作用脱硫剤、および農業の害となる貝類の駆除剤としての開発

資材作成に用いた鶏糞焼却灰の化学組成を分析し、シュベルトマナイトの中和剤として用いたところ、リン成分、およびミネラルが提供されることを確認し、農業用資材としての特徴が得られた。また鶏糞焼却灰中和殿物の脱硫機能を実験的に確認し、農業用脱硫剤としても利用されているリモナイト以上の機能を有することが明らかとなった。また鶏糞焼却灰中和殿物からの2価鉄およびリン成分の溶出を実験的に確認し、これは脱硫機能および植物が利用し得る成分提供が可能であることを示した。結果として鶏糞焼却灰中和殿物は脱硫機能を有し、リン成分やミネラル提供が可能な農業用資材であることを示した。加えて鶏糞焼却灰中和殿物はリン酸鉄を主成分とする材料であることから、スクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）等、農業において害となる貝類の駆除剤としての可能性がある。今後従来からの農業用脱硫剤や鉄供給材、貝類の駆除剤との機能比較を精査し、材料開発と販路開拓を行う。

## (4) 固体酸触媒としての用途開発

シュベルトマナイト及び鉄殿物は酸性固体であり、その化学組成にも特徴があり、新規な固体酸触媒としての機能に興味を持たれ、本年度試験研究ではその可能性を探ることとし、初期的な検討としてエステル化反応およびアミド化反応について調査を行った。様々な基質を用い、反応条件や溶媒の検討を行い、結果として鉄殿物に上記反応の触媒機能が見出された。今後さらに特徴的な機能を発揮し得る反応系の探索を行う予定である。触媒機能としての特長が見出されれば、試薬等での実用化や販売を検討する。

## ○ 結語、謝辞

本試験研究は2019年度からの継続課題としてご支援頂きました。休止鉱山副産物利用に関する本研究成果をもとに多くの企業等との連携構築が進み、その機能評価や実用化への方向性を見極める貴重な機会となりました。今後もこれまでの研究成果をもとに、機能性材料開発、用途等の調査を継続的に行い実用化を進め、休止鉱山副産物貯留問題の改善を目指します。最後に、3年間の試験研究助成に心からお礼申し上げます。

以上