

〔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、その副産物として水酸化鉄硫酸塩化合物「シュベルトマナイト」、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、集積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、貯留ダムの増設などに莫大な費用が必要となり、岡山県としても大き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有害重金属イオンを殆ど含まず、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。

申請者は、この副産物が有する有害イオン吸着機能を活かした新たな産業資材としての開発、製品化を含めた実用化と販路開拓を検討する。本試験研究により、岡山県における澱物貯留問題の軽減、産業副産物の有効利用による新たな環境保全技術開発や、循環型社会形成への貢献が期待される。

2019年度申請時の検討課題は下記を計画していた。

- (1) シュベルトマナイトの機能を活かした新材料開発と用途開拓
- (2) 土壌から農作物へのヒ素移行抑制技術と用途開拓
- (3) 園芸作物栽培における施用効果の検証と用途開拓

年度初期において、このうち副産物の機能を活かした新材料開発に大きな成果があり、費用、研究期間、研究の実験量等も限られることから（1）の課題について集中的な検討を行うこととした。

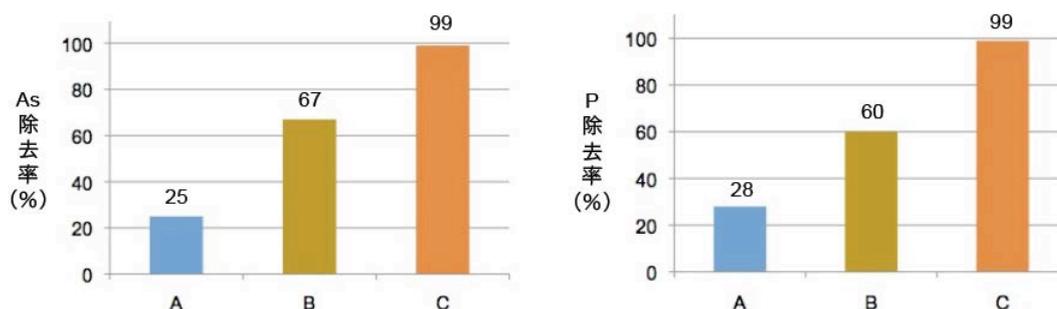
I. 試験研究成果および用途調査

① 柵原産出シュベルトマナイトのヒ素、リン吸着機能評価

坑排水処理副産物シュベルトマナイトのヒ素、リン吸着に関して、汎用されている既存のグルカミン系陰イオン吸着剤および水酸化鉄吸着剤と比較評価した（Table 1）。検討結果より副産物シュベルトマナイトは、ヒ素、リン吸着に関して、汎用陰イオン吸着剤の機能を大きく上回ることを明らかとした。また環境保全関連企業から様々情報収集を行った。国内一部地域においてヒ素汚染の現状があり、このことはヒ素吸着剤の販路となり、また水質の富栄養化対策におけるリン吸着剤としての需要も期待される。

Table 1 汎用材料との比較によるシュベルトマナイトの吸着機能評価（除去率比較）

A：汎用グルカミン系陰イオン吸着剤、B：汎用水酸化鉄吸着剤、C：シュベルトマナイト（柵原産）



② シュベルトマナイト-有機高分子複合材料の作成と機能評価

新規材料としての用途開拓に関し、成型可能な親水性ポリマーとの複合材料を作成し、低コスト有害金属イオン吸着剤、水質浄化剤としての材料開発を検討した。シュベルトマナイトおよび中和澱物は、乾燥すると微粉末となり取扱が難しいこととなり、その造粒成型は材料開発の鍵となる。使用するポリマーの性質や製品化を考慮した成型の形状（繊維、シート、スポンジなど）の検討、および材料の表面構造解析などを行なった。材料作成方法としては、乾燥したシュベルトマナイトを粒径 10 μ m 以下に粉砕し、有機高分子と混合し成形を行い、高分子材料としては吸着剤としての機能保持のため、透イオン性材料を使用した。繊維材料の作製にはポリビニルアルコール（PVA）、スポンジ状材料についてはウレタンフォームを用い、硬化剤等の種類とその配合率など様々な検討を行ない、幾つかの試作品作製に至った。

作製した高分子複合材料の表面構造解析を電子顕微鏡（SEM-EDX）により行ない、表面構造解析から粉体シュベルトマナイトは構造体内部に包含されていること等、詳細な情報が得られた（Fig. 2）。また作製した高分子複合材料は、陰イオン吸着機能（ヒ素、リン）を保持していることも確認した。

成果については下記特許出願を行なっている。

特願 2019-193495「繊維状吸着材およびその製造方法、並びに当該繊維状吸着材を用いた重金属の固定化方法」

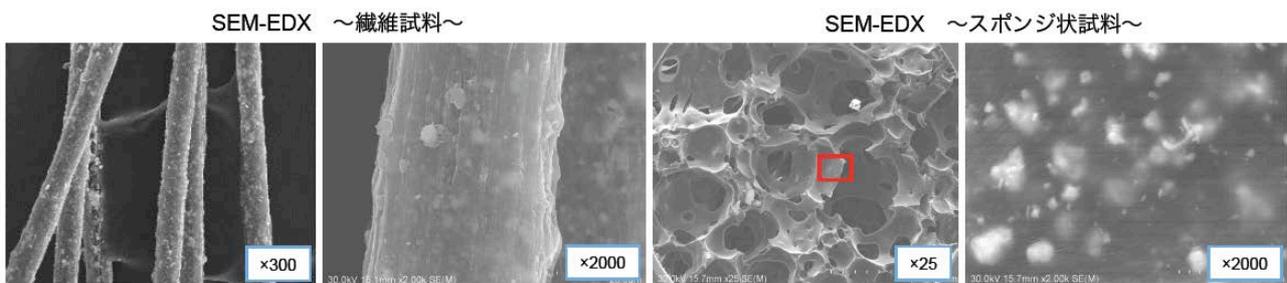


Fig. 2 電子顕微鏡によるシュベルトマナイト-有機高分子複合材料の表面構造解析例

③ シュベルトマナイトおよび中和澱物のアンモニア、硫化水素等の吸着機能評価

シュベルトマナイトのアンモニア吸着機能を、汎用材料（活性炭、ゼオライト等）と比較し評価したところ、同等以上の機能を有することを明らかとした。またシュベルトマナイトおよび中和澱物の硫化水素吸着機能評価を日本リモナイト（株）に依頼し、水酸化鉄系脱硫剤と比較し評価を行ったところ、機能的には 70% 程度の能力であったが、シュベルトマナイトの中和処理方法の工夫により機能改善が見込まれ、今後脱硫剤としての開発を行うものとした。また下水道汚泥利用によるメタンガス生産が産業規模で進んでいるが、その生産工程では硫化水素が副生するため大量の脱硫剤を必要とし、今後もその需要が見込まれる情報を得た。

II. 今後の課題と展望

2019年度の本調査試験研究により、柵原休止鉱山坑排水処理副産物の優れた機能、および用途の可能性が示された。本成果より、副産物利用技術開発の方向性は非常に明確になったと言える。今後は以下に挙げる項目を重点課題として検討を進める予定である。

- (1) 副産物の機能を活かしたヒ素、リン吸着剤開発と用途開発
- (2) 発酵メタンガス生産における脱硫剤としての用途開拓
- (3) アンモニア吸着機能の評価と脱臭剤としての用途開拓