

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 門木 秀幸 印

題 目 無機性循環資源の利用促進のための重金属類の環境安全性の確保及び有効
利用に関する研究

学位論文の概要及び要旨

無機性循環資源には、重金属類等の有害な化学物質を含むことがあり、その循環利用を進めるには、その安全性の確保が必要である。また、一方で、金属類は分離回収することで金属資源として循環利用できる。従って、高濃度に有用金属を含む廃棄物等については、金属成分の分離回収、再生することで廃棄物の減量化ができる。また、有用金属の濃度が低い廃棄物等は、無害化処理することで、環境への安全性確保の上で、土木資材・建設資材等として再生利用することが合理的である。この様な観点から、本研究では、(1)廃棄物からの金属資源の分離回収技術の開発、(2)廃棄物再生材からの有害物質の環境安全性の確保に関する研究、(3)廃棄物再生材の土木資材としての利用における環境影響の評価の3つの視点から、それぞれ具体的な課題を取り上げて検討を行った。

(1)については、鳥取県内にある休廃止鉦山坑廃水処理過程からの金属類の分離回収について検討を行った。研究対象は県内にある旧岩美鉦山の坑廃水処理施設とした。この坑廃水処理は将来にわたり永続的に処理を行わなければならないが、同時に発生する坑廃水処理汚泥の処分が問題となっている。本研究では、汚泥の削減を目的として、①従来の坑廃水処理法を改良し、廃水処理を段階的に行う多段階処理法により、坑廃水中の金属類を分離回収する案、②従来の坑廃水処理法は変えずに、そこから発生する汚泥を化学的に処理し金属類を分離回収する案の2案について、それぞれ分離回収される汚泥の回収量と成分について実験的に検討を行った。坑廃水からの分離回収試験では、硫化処理により Cu の含有量が 53%の沈殿が、酸化処理により Fe の含有量が 43%の沈殿が、中和処理により Al の含有量が 22%の沈殿が、それぞれ回収された。また、汚泥からの金属の分離回収試験では、酸抽出処理により Fe の含有量が 33%の沈殿が、硫化処理により Cu の含有量が 60%の沈殿が、中和処理により Al の含有量が 24%の沈殿がそれぞれ回収された。回収された Cu、Fe は製錬原料としての再生利用が可能と考えられた。費用比較の結果、従来、最終処分されていた汚泥から金属類を分離回収することで、費用(薬剤費+最終処分費)を

削減することが可能であることが示唆された。

(2)については、廃ガラスを原料として再生される発泡ガラスからの重金属類の溶出とその抑制について検討を行った。廃ガラスは、有用な金属の含有量が少なくかつ、化学的に極めて安定であるために、金属の資源回収よりは、土木資材等としての利用が合理的である。その再生利用法の一つとして発泡ガラスへ再生する技術があり、製造された発泡ガラスは土木資材等として一般環境中で利用されている。本研究では、その環境安全性を確認するために実験的検討を行った。発泡ガラスは粉碎した廃ガラス瓶に炭化珪素を加え高温で発泡させて作製した。原料とした廃ガラス瓶中の Pb, As, T-Cr の含有量と作製した発泡ガラスからの溶出量の分析を行った。含有量は緑系ガラスが最も高く、Pb が 100(23~190) mg/kg, As が 11(4.0~25) mg/kg, T-Cr が 840(810~1000) mg/kg であった。溶出量も緑系ガラスで高く Pb は 0.15(<0.01~0.43) mg/kg, Cr(VI)は 0.11(<0.05~0.33) mg/kg, As は 1.2(0.43~3.1) mg/kg であった。特に As の溶出率が高いことが確認された。また、Pb は CaSO_4 と $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ を、As は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ を原料に添加することで溶出を抑制できることを確認した。本研究により、重金属類の溶出が抑制された新たな発泡ガラスの製造方法について提案できた。

(3)については、再生材からの重金属類の溶出特性について、公定試験法、アベイラビリティ試験、pH 依存性試験、カラム通水試験により検討を行った。無機性廃棄物の再生材であるガラスカレット、発泡ガラス、熔融スラグの3種類を対象とした。pH 依存性試験の結果、全ての再生材について、Pb は酸性領域とアルカリ領域で溶出が増大したが、As は熔融スラグでは、酸性・アルカリ性になるにつれて溶出が増大するのに対し、ガラスカレット、発泡ガラスでは、中性域が溶出が最大となった。カラム通水試験では、Pb, As は溶出が比較的低い L/S に検出されなくなるのに対し、T-Cr, Cr(VI)は、L/S10 まで溶出が継続する特性を示した。これらの再生材を盛り土材として利用した場合の地下水への影響評価を行った結果、発泡ガラスからの As の溶出が、地下水環境基準に対して 1065%の影響があることが確認された。この発泡ガラスについては、利用厚さが少ない再生利用用途に限定する等の配慮が必要であると考察された。また、3種の再生材についてカラム通水試験と従来の公定溶出試験の比較を行い公定試験法の課題を見出すことができた。