

令和2年度 社会実装教育フォーラム

東京05 発表No.40

重金属を含む産業廃棄物の再生利用

Recycling of heavy-metal-containing industrial waste

河合紀代子(東京高専) 高森桃香(東京高専) 水野梨花(東京高専) 渡邊知樹(東京高専)

はじめに

土壌汚染
土壌汚染の原因物質は、主に重金属や有機化合物などであり、農薬の過剰投与や産業廃棄物等由来のものである。地下水により、植物や生物にも広がることで、人へ悪影響を及ぼす。一度汚染すると地下水などによって環境に拡散し、蓄積される。

コスト大
汚染の浄化
→ 未然に防ぐ
→ 環境省による土壌汚染基準の設定

土壌汚染の事例
1970年 富山県
原因物質: Cd
鉱山 → 川 → 海
↓
重金属 → 汚染物質 → 地下水

目的
低コストで環境に配慮した、鉱さいの再利用方法の提供

参考文献
基礎からわかる環境化学 庄司良, 下ヶ野照樹 森北出版(2018年) p.53-55

鉱さいとは

電気炉・高炉を用いた製鉄工程で除去される不純物スラグ
→ 鑄造製造において鑄型として用いた鑄物砂

現在、路面に使用
→ 約1844万トン
→ 最終処分場へ

雨などによる
→ 重金属の溶出
→ 現在 圧迫され
→ 残余年数は16.4年

破砕(再利用) → 埋め立て

Fig.2 鉱さいの処理

参考文献
産業廃棄物処理施設の設置、産業廃棄物処理量の許可等に関する状況(環境省)(2018年)

実験① 鉱さいから溶出される金属の確認

溶出試験手順

サンプル 5g + イオン交換水 50 mL

ろ過 → ろ液と硝酸を9:1で混合

水平振盪 (200 rpm 6 h) → 精留 (20 min) → 遠心分離 (3000 rpm 20 min)

使用サンプル
A: 鑄物砂
B: 鉱さい
C: 製品として用いた鉱さい
D: 生コンと鉱さいの混合物

先行研究

- 多孔隙物質による消臭効果
ALCおよびレンガの添加
→ フミン酸を含む汚泥の添加
→ 多孔隙物質の吸着性により、汚泥の消臭が可能であった。
- 産業廃棄物で多孔隙物質の添加
ALCおよびレンガの添加
→ フミン酸を含む汚泥の添加
→ 多孔隙物質の吸着性と、フミン酸の重金属吸着性により、重金属の溶出を抑制する

Fig.3 使用した鉱さい試料

結果と考察

いずれの試料においてもHg, Cd, Zr, B, Cr, Fe, As, Seが溶出された。特に、Fe, Se, Hg, Asは溶出量が多い。また、Feの溶出量において試料A・Cでは多いのに対し、試料B・Dでは少なかった。

Fig.4 鉱さいサンプルにおける溶出結果

実験② 鉱さいからの重金属溶出の抑制

溶出試験
試料+ALCまたはレンガ
試料+ALC+汚泥

結果と考察

Fig.5 ALC添加時の溶出
Hgは抑制、Asは増加
試料A・CではFeが増加
試料B・DではFeが抑制

Fig.6 レンガ添加時の溶出
試料A・CではFeが抑制
試料B・DではHg, Seが増加
FeとAsが増加

Fig.7 ALC+汚泥添加時の溶出
試料AではAsが増加
試料A・BではHgが抑制
試料A・CではFeが抑制

Fig.8 試料A, CにおけるFeの溶出

ALCおよびレンガ添加時は、試料A・C、試料B、Dの挙動が似ていた

溶出は抑制されたが、無くならなかった

添加物からも重金属が溶出したからと考えられる。また、試料溶液は塩基性であったことから、固形化した金属が多孔隙物質の細孔を埋めたことにより、吸着性が低下したと考えられる。

Fig.9 試料B, CにおけるSeの溶出

試料A・C
ALC
レンガ
ALC+汚泥

Feの溶出を大幅に抑制した

試料A・DのSeの溶出は、ALC+汚泥添加では抑制されない。ALC添加では抑制されたことから、使用した汚泥中にSeが多く含有していたと考えられる

まとめと今後の展望

鑄物砂 → 汚泥 → ALC, レンガ

今後の展望

- ICP定量分析による重金属吸着量調査
- pH変化による溶出抑制方法検討
- 溶出液は塩基性、フッ素溶出の懸念 → フッ素測定を検討