

製紙スラッジ焼却灰の土壌中重金属除去に関する基礎実験

愛媛大学大学院 学生会員 ○加藤 雅也
 学生会員 金子 美波
 愛媛大学理工学研究科 正会員 木下 尚樹
 正会員 安原 英明

1. はじめに

近年、人間活動の活発化に伴い、重金属による土壌汚染が国内外で深刻な問題となっている。土壌中の重金属の除去法としては、凝集沈殿法、活性炭や金属酸化物による吸着法およびイオン交換樹脂によるイオン交換補促法が主流である。しかし、これらの方法では必要な捕集材が膨大で、コストがかかることが問題となっており低コストで重金属を除去する開発が望まれている¹⁾。そこで、産業廃棄物の有効活用の観点から製紙スラッジ焼却灰（PS 灰）を用い、重金属を除去する方法を検討する。本研究では、カラム装置によって PS 灰を混合させた土壌を再現し、重金属溶液を透水させ、透水前後の濃度を比較する PS 灰の重金属除去に関する実験を行う。

2. 実験概要

本実験では、カラム装置を用いて透水試験を行う。重金属溶液を透過させ、透水前後の物質の濃度を比較し、カラム管に詰めた試料による重金属の除去効果を測定する。カラム管には直径 5 cm、高さ 14 cm のアクリル製の円柱管を用いた。カラム管に詰める試料はガラスビーズのみの場合と PS 灰を 10 : 1 の割合で混合した場合の 2 種類とし、体積は約 225 cm³とした。

カラム管に詰める試料の配合を表 1 に示す。透水方向は、制御が容易なことから、上向流で行った。重金属溶液は 10 ml/min で透水させ、透水後の重金属溶液は 500 ml ごとに遠沈管に 10 mL 採取した。重金属溶液には硝酸鉛溶液を用い、濃度は 10 mg/L (10 ppm) とした。カラム試験の概念図を図 1 に示す。

透水前後の重金属溶液の濃度をパックテストにより測定し、また、微視構造観察を行い、重金属除去の要因となった生成物を考察する。

3. パックテスト結果

図 2 にパックテストの結果から得た濃度と流量の結果を示す。ガラスビーズ単体の場合と PS 灰を混合させた場合を比較すると、透過量 1000 ml では、ガラスビーズ単体の場合、濃度は 0.2mg/L であったが、ガラスビーズと PS 灰を混合した場合では、濃度が 0~0.05 mg/L であった。透過量が 6000ml では、濃度はそれぞれ 1 mg/L, 0~0.05 mg/L であり、PS 灰と混合した試料は 20000 ml 透過しても、濃

表 1 配合表

試料	ガラスビーズ [g]	PS 灰 [g]	水 [ml]
ガラスビーズ単体	350	-	-
ガラスビーズ+PS 灰	331.5	33.15	33.15

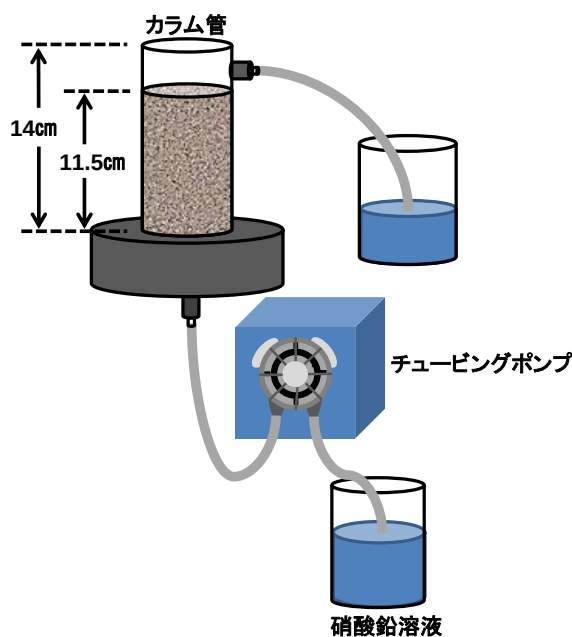


図 1 カラム試験の概念図

度に変化はみられなかった．このことから，PS 灰を混合させることで長期的に重金属を除去できると考えられる．

4. 微視構造観察結果

図 3、図 4 に各試料の走査型電子顕微鏡観察 (SEM)，マッピング分析の結果を示す．重金属溶液透水後の，ガラスビーズ単体は，SEM 画像よりガラスビーズの球形が観察され，表面に白い薄片が確認できた．マッピング分析結果より，白い薄片は鉛であり，ガラスビーズに吸着していたことが確認できた．ガラスビーズと PS 灰を混合した試料は，SEM 画像より無数の棒状生成物が確認された．この生成物はアルミノ珪酸塩粘土鉱物であると考えられる．また，マッピング画像から，鉛 (Pb) が全体的に分布していることが観察され，重金属が全体的に吸着していると考えられる．重金属が除去された要因として，PS 灰の水和反応により生成されたアルミノ珪酸塩の粘土鉱物²⁾によるイオン交換が作用したと考えられる．

5. おわりに

本研究では，カラム装置を用いて，PS 灰を混合した土壌を再現し，重金属溶液を使用した透水試験を行った．透水前後での重金属溶液の濃度を比較し，PS 灰によって重金属が除去効果を検討した．バックテストの結果から，PS 灰を混合した場合には，重金属の除去効果を確認した．また，微視構造観察から，重金属除去の要因であると考えられるアルミノ珪酸塩の粘土鉱物が確認された．このことから，PS 灰を地盤改良材として用いた時，土壌中に含まれる重金属除去効果が期待できる．今後は，種々の条件の実験を行い，データを蓄積する予定である．

参考文献

- 1) 和嶋隆昌，池上康之：製紙スラッジ焼却灰の酸性重金属浄化能に関する基礎的検討，廃棄物資源循環学会論文誌，Vol.20，No.1，pp.68-73，2009
- 2) 佐藤努：粘土の特性と利用，粘土科学，第 41 巻，第 1 号，pp.26-33，2001.

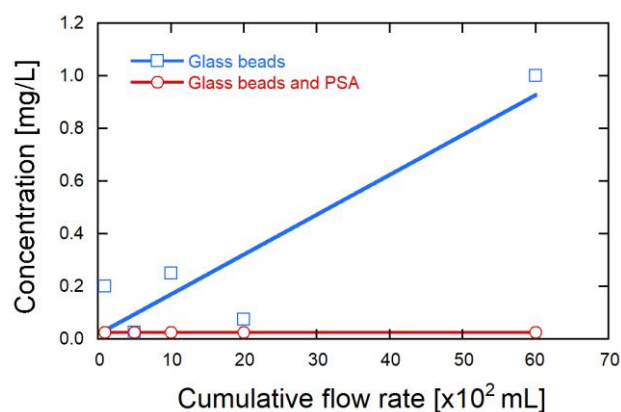


図 2 流量と濃度の関係

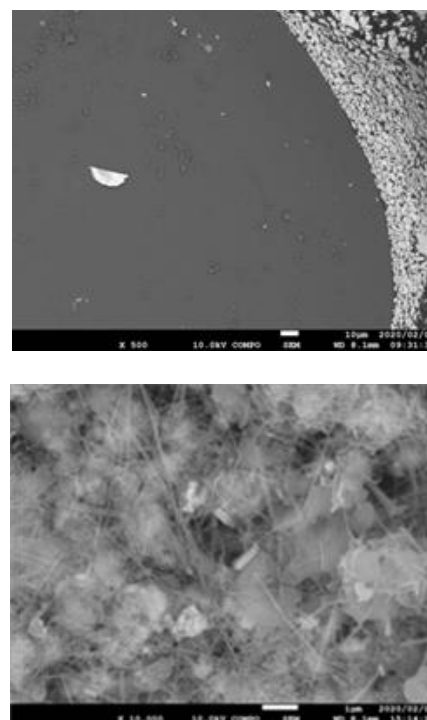


図 3 SEM 画像

(上：ガラスビーズ

下：ガラスビーズ+PS 灰)

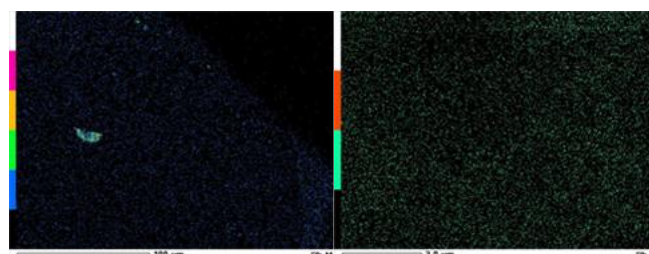


図 4 鉛のマッピング分析結果

(右：ガラスビーズ

左：ガラスビーズ+PS 灰)