

## 産業廃棄物処分場におけるカルシウムスケール抑制を目指した Ca 吸着層に用いる材料選定に係わるカルシウム吸着特性評価

早稲田大学 学生会員 ○高橋 智也, 多賀 春生, 正会員 小峯 秀雄  
早稲田大学 フェロー会員 後藤 茂, 非会員 王 海龍  
(株)ミダック 非会員 鈴木 清彦, 杉本 和聡, 國弘 彩

### 1. 背景

産業廃棄物処分場（埋立）において、廃棄物由来の遊離カルシウムが浸出水に溶出し、その影響でカルシウムスケールが配管やポンプに生成されることが問題となっている<sup>1)</sup> (図 1 参照)。対象物質がカルシウムであるため、環境上の問題は小さく注目されにくいものの、運営上の支障となっている。現状の対策は、配管やポンプの取り換えや浸出水からの Ca 除去処理などが考えられているが、繰り返しのメンテナンスが必要となり費用の増大へとつながっている。そこで、遊離 Ca が集水管をはじめとする浸出水処理設備に到達する前に対策を施す抜本的な解決を検討する必要がある。



図 1 カルシウムスケール事例

### 2. 目的

本研究では、カルシウムスケールの抜本的解決方法として、物質の吸着現象に着目し、図 2 に示すような処分場内に Ca を吸着するための吸着層を敷設する方法を提案する。Ca 吸着層を敷設することで、浸出水処理施設と埋立部を結ぶ集水管へのカルシウムのスケール化抑制に貢献することができ、メンテナンスフリーに近い対策を講じることが可能となる。本研究では、吸着材料に用いる材料の選定に係わるカルシウム吸着特性評価を行い、最適な材料の条件を推察する。また、幅広い視点で材料を選出し、それぞれの材料のカルシウム吸着特性を評価することで、有効かつ最適な材料の選定に資する。

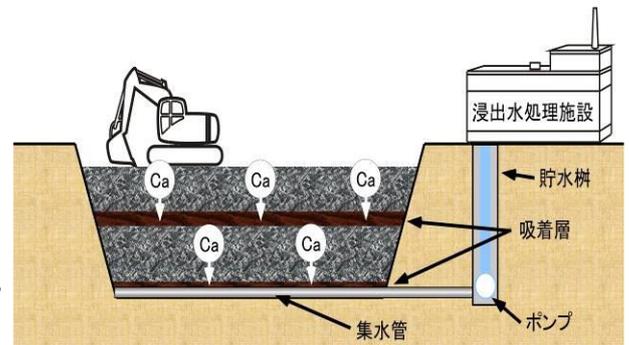


図 2 カルシウム吸着層敷設の概念図

### 3. 使用した材料

本研究では、吸着材料として活性炭、コーヒー抽出残渣、土質系材料としてハロイサイト、関東ローム、廃棄物の有効利用の観点でタイヤチップを用いた。表 1 は、含水比および土粒子密度を示したもので、以下にそれぞれの材料の特徴について述べる。

活性炭は、塩化ビニルやベンゼンの吸着材として実際の処分場で利用された実績があり、約 3.76~4.76(mm)に造粒されたものである。コーヒー抽出残渣は市販のコーヒーを淹れた後の残り粕を乾燥させて、カビの発生を抑えたものである。ハロイサイトは、層間水が脱水した状態である底面距離 0.7(nm)のものである。関東ロームは、埼玉県のと所沢地区の標高 67~68m (GL-5~6m) にて採取されたものである。タイヤチップは、自動車タイヤを 100%の原料とする市販のリサイクルチップであり、約 1~3(mm)に調製されたものである。

### 4. 試験方法

本研究では、カラム式通水試験を用いてカルシウム吸着特性の評価を行った。図 3 は、カラム式通水試験の概要

キーワード 産業廃棄物処分場, 浸出水, カルシウムスケール, 吸着, 吸着層敷設

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 TEL 03-5286-2940

表 1 使用した材料の基本的性質

	含水比 (%)	土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )
ハロイサイト	1.44	2.54
関東ローム	109.67	2.71
活性炭	4.07	1.92
コーヒー抽出残渣	41.80	1.40
タイヤチップ	0.80	1.12

図を示したもので、以下に試験の手順を示す。

アクリル製のカラムの中に、試料を充填し供試体を作製した。本試験では、高さ 30(mm)、直径 75(mm)のカラムを使用した。そこに濃度 1000(mg/L)で作製した塩化カルシウム水溶液を定量ポンプにより、通水速度 250(mL/h)で上向きに通水させた。供試体の上下には、フィルターを設置することで、土粒子の流出を防いだ。通水にはノープレントューブを用い、通水コックおよび上蓋に接続した。供試体を通過後、ポリプロピレン製容器に採水し、0.45( $\mu$ m)孔径のメンブレンフィルターでろ過したのち、ICP-OES を用いてカルシウム濃度を測定した。採水した検液は ICP-OES での測定に当たり、適宜任意の倍率で希釈を行った。1000(mg/L)の塩化カルシウム水溶液の通水量/試料の充填量(湿潤質量)を液固比 (mL/g)と定め、液固比 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 5.0, 10.0 の頻度で採水した。なお液固比 0 は、排水開始時に採水したものと定義する。

### 5. カラム式通水試験結果

液固比の変化に伴うカルシウム濃度の変化を捉えることで、各材料の経時的なカルシウム吸着能力の変化を観察する。図 4 は、カラム式通水試験の結果を示したものである。

流入させた塩化カルシウム水溶液のカルシウム濃度(初期 Ca 濃度)である 345(mg/L)に対して、タイヤチップは液固比に関わらずカルシウム濃度の変化が見られず、吸着効果は確認できなかった。ハロイサイト、関東ローム、活性炭は破過曲線を示した。またハロイサイト、関東ローム、活性炭の順で高い濃度で推移している。コーヒー抽出残渣は、液固比 0 の濃度から減少した後、破過していく結果が得られた。他の材料に比べて特異的な変化を示したため、より詳細に調査する必要がある。

ここで各材料のカルシウム吸着能力をより定量的に評価するため、液固比 10 まで通水させた時の材料 1(g)当たりのカルシウム吸着量で比較を行う。なお、液固比 0 のときに採水できなかったものは、そのときのカルシウム濃度を 0(mg/L)として吸着量を求めた。各材料の Ca 吸着量を表 2 に示す。その結果、材料の 1(g)当たりのカルシウム吸着量は、図 4 で特異的であったコーヒー抽出残渣が 2.815(mg/g)で最も大きく、続いて関東ロームが 0.931(mg/g)、活性炭が 0.560(mg/g)、ハロイサイトが 0.276(mg/g)であった。

カルシウム吸着量の大きいコーヒー抽出残渣と関東ロームは、他の材料に比べ含水比が高い。そのため、材料の自然状態における水分状態の影響が考えられる。

### 参考文献

- 1) 小峯秀雄, 高橋浩市朗, 鈴木清彦, 杉本和聡, 國弘彩: 一般・産業廃棄物処分場におけるカルシウム・スケール生成抑制のための中間覆土の可能性調査, 土木学会全国大会第 73 回年次学術振興会(北海道), VII-010, 00.19-20, 2018.

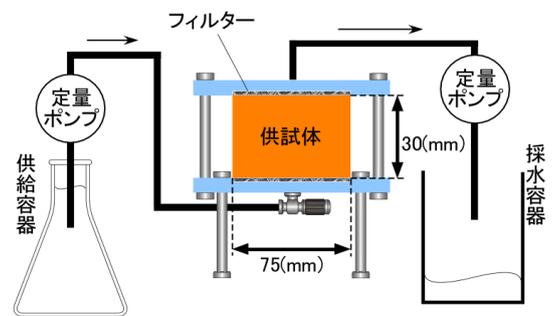


図 3 カラム式通水試験概要図

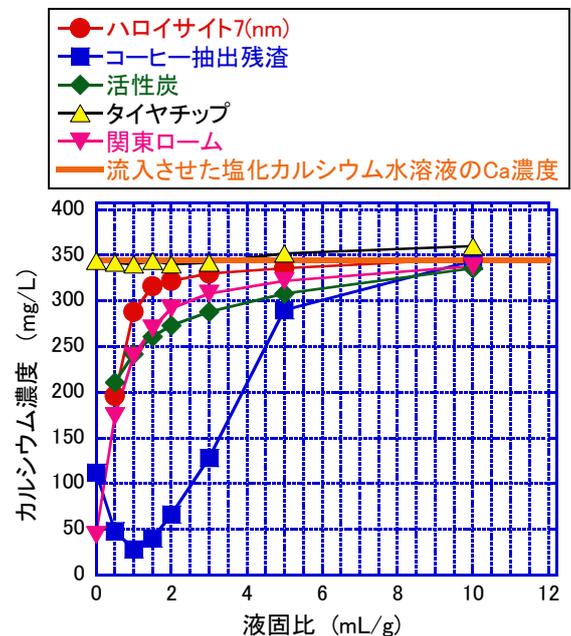


図 4 カラム式通水試験結果

表 2 各材料のカルシウム吸着量

材料	充填量 (乾燥質量) (g)	Ca 吸着量 (mg)	1(g)当たりの Ca 吸着量 (mg/g)
ハロイサイト	133.67	36.4	0.276
関東ローム	52.84	49.2	0.931
活性炭	65.00	36.4	0.560
コーヒー抽出残渣	63.21	94.7	2.815
タイヤチップ	68.73	-3.4	-0.049