

塩を含む鉛溶液を締め固め土に浸透させたときの吸着特性 Sorption of Lead in Compacted Soil Through Permeation of Lead Solution with Salt

○山岡伸也* 大坪政美** 東 孝寛** Loretta Li***
Shinya Yamaoka* Masami Ohtsubo** Takahiro Higashi** Loretta Li***

1. はじめに 現在, 一般廃棄物の 70%以上は焼却処分され最終処分場へと埋め立てられている。焼却灰は Pb やダイオキシンなどの様々な有害物質と高濃度の塩分を含むことが知られている。これらの汚染物質による地下水汚染を防ぐため, 処分場の地下には粘土ライナーが設置されている。粘土ライナーに期待される機能は遮水機能と吸着機能の二つに分類できるが, これらを総合したものをバリア機能として評価した研究はあまり行なわれていない。

そこで本研究では, 塩分を含んだ Pb 溶液を用いてカラム浸出試験を行い, 塩類存在下での Pb の吸着特性と移動プロファイルを明らかにした。

2. 試料と試験方法 試料土はおんじゃく(玄武岩風化土)とクロボク(火山灰土)に質量比で 5%の Na ベントナイトを混合したもの(以下おんじゃく混合土, クロボク混合土)を用いた。これらの粘土の特徴を Table 1 に示す。おんじゃくは結晶性粘土鉱物, クロボクは非晶質粘土鉱物から成るため, この二つを採用した。

溶液は Pb, Na, K, Ca の混合溶液とし, 硝酸で pH 3 とした物を用いた。溶液のイオン組成を Table 2 に示す。塩分組成は実際の焼却灰の塩分組成を模したが, 当初予定していた濃度で溶液を作成したところ大量の沈殿物が生じたため, 試験開始前に溶液の濃度を測定した。その結果, Pb 以外は当初予定していた濃度とほぼ変わらない濃度が得られた。

直径 6 cm, 高さ 10 cm のアクリルパイプに試料土を A-a 法での最大乾燥密度(おんじゃく混合土で 1.25 Mg/m³, クロボク混合土で 1.05 Mg/m³)になるように静的に充填したものをカラムとして用いた。この方法は, 通常の締め固めに比べて均一な試料の作成を可能にする。こうして作成したカラムの上下にフィルターを設

Table 1 試料土の性質

Properties of sample soil		
粘土	おんじゃく	クロボク
分類	玄武岩風化土	有機質粘土 (火山灰)
粘土鉱物	ハロイサイト クロライト	アロフェン
粘土分含有量	30%	10%
有機物含有量	N/A	5.40%

Table 2 溶液のイオン濃度

Ion concentration of solution		
	予定濃度 (mg/L)	実際の濃度 (mg/L)
Pb	2000	1027
Na	3000	2961
K	1500	1451
Ca	500	517

置し, 脱気水で飽和させた。これを試験カラムとし, ここに 19.61 N/cm² の水圧をかけて前述の溶液を浸入させた。カラムはそれぞれの試料土で 3 つ用意し, 浸出液が間隙体積(PV)の 5 倍, 10 倍, 20 倍が通過した時点で試験を終了させた。

試験終了後, カラムから土を押し出して深さ方向に 5 等分しそれぞれを選択的連続抽出法(Selective Sequential Extraction, 以下 SSE と略す)による Pb 抽出試験を行なった。SSE とは様々な溶媒を用いて形態別の吸着量を測定する試験である。今回使用した溶媒とそれによって抽出されると考えられる吸着形態を以下に示す。

- ・水溶性: 脱イオン水
- ・交換性: 1 mol/L の硝酸カリウム
- ・炭酸塩: 1 mol/L の酢酸ナトリウム
- ・金属酸化物: 0.04 mol/L の塩酸ヒドロキシルアミン
- ・有機物: 30% の H₂O₂ と 3.2 mol/L の酢酸アンモニウム
- ・その他: 1 mol/L の硝酸

*九州大学大学院生物資源環境科学府 **九州大学大学院農学研究院 ***The Department of Civil Engineering, University of British Columbia *Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Science, Kyushu University ** Faculty of Agriculture, Kyushu University *** The Department of Civil Engineering, University of British Columbia

キーワード: 最終処分場 鉛の移動 粘土ライナー

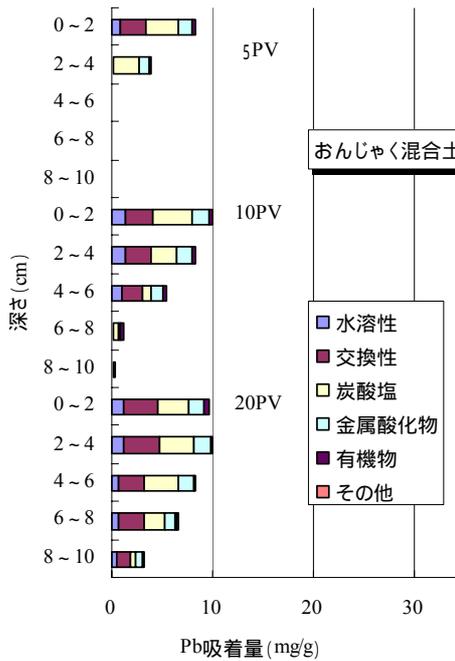


Fig.1 SSEの結果 (おんじゃく混合土)
Result of SSE (Basalt soil)

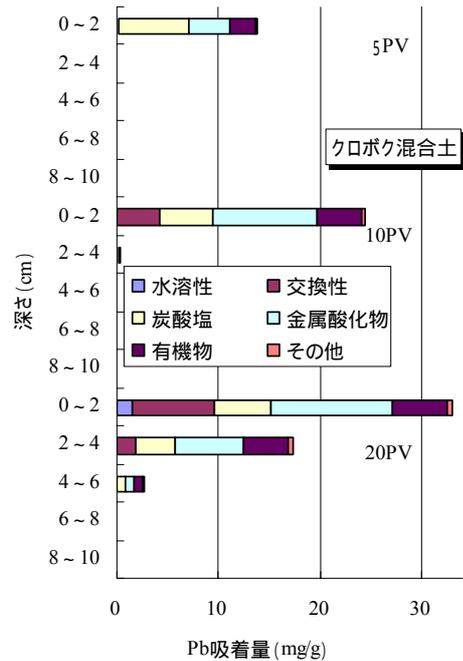


Fig.2 SSEの結果 (クロボク混合土)
Result of SSE (Allophane soil)

3. 結果と考察 Fig.1 と Fig.2 に SSE の結果を示す。おんじゃく混合土では 5PV から 20PV へと浸出が進むにつれて、Pb はより深い層へと移動していくことがわかる。Pb の吸着形態で見ると交換性と炭酸塩が多く、土 1g に対する最大保持量は 10mg 程度であった。これに対し、クロボク混合土はおんじゃく混合土に比べて Pb の移動が緩やかで、10PV 浸入させた時点でも 2cm 以深の層からは Pb は抽出されなかった。Pb の吸着形態で見ると金属酸化物が特に多く、土 1g に対する保持量も 30mg 以上であり、おんじゃく混合土よりもはるかに高い吸着能を示した。

Fig.3 に今回の試験と同じ条件で測定した試料土の透水係数の比較を示す。おんじゃく混合土は吸着能ではクロボク混合土に劣るものの、浸出初期での透水係数は一桁ほど小さい。また、粘土ライナーの基準は 10^{-6} cm/s 以下であるが、今回の条件では、塩分の影響で最終的にはどちらもその条件を満たせなくなった。

4. 結論 今回の結論を以下にまとめる。

- (1)クロボク混合土はおんじゃく混合土よりも高い吸着性を示すため、Pb の移動が緩やかで、浸出する量も少ない。
- (2)吸着の形態は、おんじゃく混合土では交換性や炭酸塩が多く、クロボク混合土では金属酸化

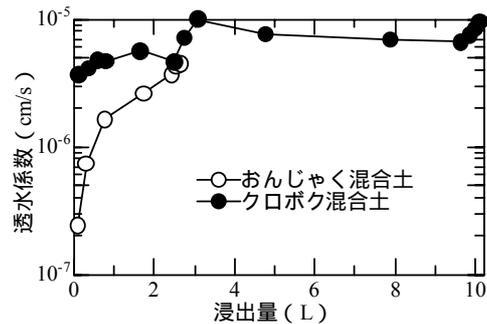


Fig.3 透水係数の変化
Change of the hydraulic conductivity

物が多い。

(3)遮水性という観点ではおんじゃく混合土が有利だが、今回の条件では塩分によって基準を満たせなくなった。

参考文献

肥山浩樹 (1999): 九州北西部に分布する玄武岩風化土 (おんじゃく) の土質理工学的性質, 九州大学博士論文, 25-26
 水野克己, 嘉門雅史, 星野實, 氏原康博 (2003a): 最終処分場におけるベントナイト混合土の品質管理と性能評価事例, 土と基礎, Vol.51, No.8, 30-31.
 総理府, 厚生省 (1998): 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令。
 山岡伸也, 大坪政美, 東孝寛, 肥山浩樹 (2003): 異なる pH 条件下における焼却飛灰からの溶出液の重金属組成, 平成 15 年度農業土木学会大会講演会, 632-633