

# 懸濁及び締固めアロフェン土における重金属の吸着特性

Sorption characteristics of heavy metals for suspended and compacted allophane soil

大坪政美\* 野田真弓\*\* 山岡伸也\*\* 小林孝洋\*\*\*

Ohtsubo, M., Noda, M., Yamaoka, S. and Kobayashi, T.

1. はじめに 粘土ライナーは、止水だけでなく重金属などの汚染物質を吸着して封じ込める役割をもつ。重金属の吸着特性の評価には、簡便法として懸濁土によるパッチ試験が使われる。しかし、土粒子表面と溶液の接触状態から考えると、パッチ試験よりカラム試験の方が、粘土ライナーでの重金属の吸着状況に近い。本報告では、腐植質アロフェン土を用いて両試験による重金属の吸着特性を比較検討した。

2. 試料と実験方法 実験には、熊本県合志町の県農業研究センターで採取した腐植質火山灰土を用いた。試料の粘土分(2 $\mu$ m以下)は38%、有機物は6.3%、pHは5.9、粘土鉱物はアロフェンである。重金属は、陽イオンとしてCu, Zn, Pbを、陰イオンとしてCrを用いた。懸濁土のパッチ試験では、乾土4gに40mLの重金属溶液を加えた懸濁土を23で24時間振とうした。その後遠心分離により上澄み液を抽出し、その金属濃度を測定した。これをもとに吸着量を算定した。溶液のpHは4~6、濃度は0から3,000mg/Lの間で変化させた。カラム試験では、内径60mm、高さ30mm(Pbでは20mm)の亚克力容器に乾燥密度が0.69~0.70g/cm<sup>3</sup>、透水係数は10<sup>-4</sup>cm/sになるよう試料を静的に締固めた。動水勾配60で所定の初期濃度C<sub>0</sub>とpH4に調整した重金属溶液を試料に通水し、底部からの流出液を所定の流出間隙体積(Pore volume)ごとに集め、重金属濃度Cを測定した。流出濃度CがC<sub>0</sub>になるまで溶液を流し続けた。

3. 結果と考察 パッチ試験の結果を図1に示す。

いずれの重金属においても平衡濃度の増加により吸着量は増大した。同一の平衡濃度において重金属の選択性は、Pb>Cu>Zn>Crとなった。これと同様の結果がこれまで得られている<sup>1)2)</sup>。図2は、Znの破過曲線(Breakthrough curve)を示している。浸出水のpHは、当初の6から最終的に5.2まで低下した。流入溶液濃度C<sub>0</sub>が34.7mmol/kgのとき、7.5の流出間隙体積(PV:Pore volume)でC/C<sub>0</sub>=1となる。濃度曲線がC/C<sub>0</sub>=1

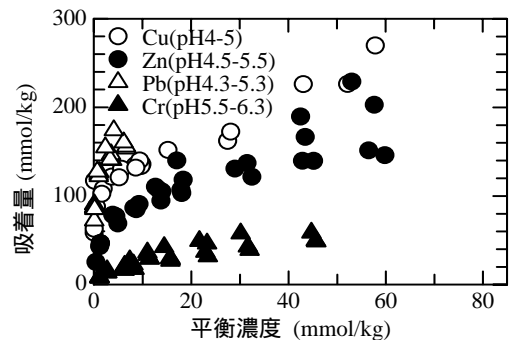


図1 パッチ試験における火山灰土の吸着等温線

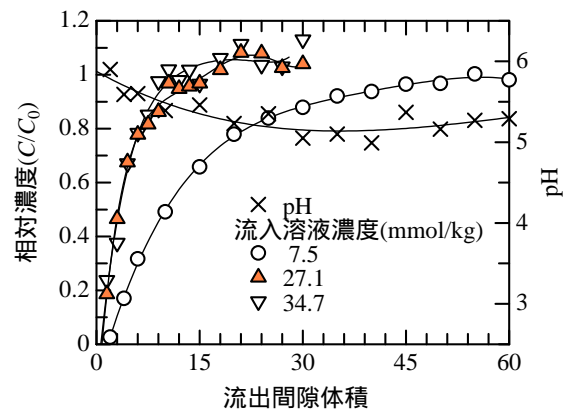


図2 カラム試験における流出水中のZnの濃度変化を示す破過曲線

\*九州大学農学研究院 (Faculty of Agriculture, Kyushu University)

\*\*九州大学大学院生物資源環境科学府 (Graduate School of Bioenvironmental Science, Kyushu University) \*\*\*小林技術士事務所 (Kobayashi Consulting Engineer Office)

キーワード：重金属，吸着，粘土ライナー

に達した時点で、土粒子に吸着されている重金属量  $q$  を計算し、それを平衡濃度 ( $C$ ) の関数として図 3 に示す。これは吸着特性曲線とよばれる。この吸着量は、 $q = (m_{in} - m_{out} - m_{pore}) / m_s$  で算定した。ここで、 $m_{in}$  :  $C/C_0=1$  に達するまでの重金属の総流入量、 $m_{out}$  :  $C/C_0=1$  に達するまでの重金属の総流出量、 $m_{pore}$  :  $C/C_0=1$  での間隙水中の重金属量、 $m_s$  : 土の乾燥質量。

図 4 は、Cu の吸着等温線 (バッチ試験) と吸着特性曲線 (カラム試験) を比較している。すべての平衡濃度において、カラム試験での吸着量がバッチ試験のそれより低い値を示している。これは、重金属溶液に接する土粒子の比表面積が、バッチ試験での懸濁土よりカラム試験での締め固め土で小さいためである<sup>3)</sup>。図 4 において、バッチ試験での Cu の吸着量を  $q'$ 、カラム試験でのそれを  $q$  とし、 $q, q', q/q'$  の値を表 2 に示す。 $q/q'$  の値は、Cu, Zn, Pb については 0.7 ~ 1 で変化しており、これはカラム試験での吸着量が、バッチ試験での吸着量に比べ最大 30% 小さいことを示している。Cr の

$q/q'$  値は 0.6 ~ 0.8 である。

4. まとめ 同一の平衡濃度において試料による重金属の選択性は、 $Pb > Cu > Zn > Cr$  となる。バッチ試験での Cu, Zn, Pb の吸着量に対するカラム試験での吸着量の比は、およそ 0.7 ~ 1 の範囲にあり、Cr での比は 0.6 ~ 0.8 である。

#### 引用文献

(1) 山本克己: アロフェンによる銅および亜鉛の吸着特性, 日本土壌肥料学雑誌, 54(6), 519-526 (1983)

(2) Darmawan and Wada, S-I: Effect of adsorption and precipitation on the electrokinetic removal of heavy metals from polluted soils, 第 35 回地盤工学研究発表会, 2575-2576 (2000)

(3) Yong, R.N., Environmental engineering, Contaminated soils, pollutant fate, and mitigation, CRC Press LLC, 2000.

[謝辞] 実験に便宜を計って頂いた土壌学研究室に感謝します。

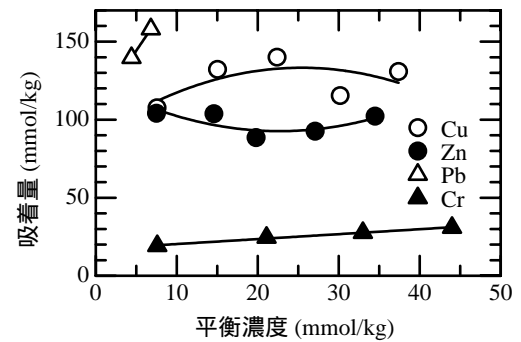


図 3 カラム試験における吸着特性曲線の比較 (浸透溶液が pH=4 の場合)

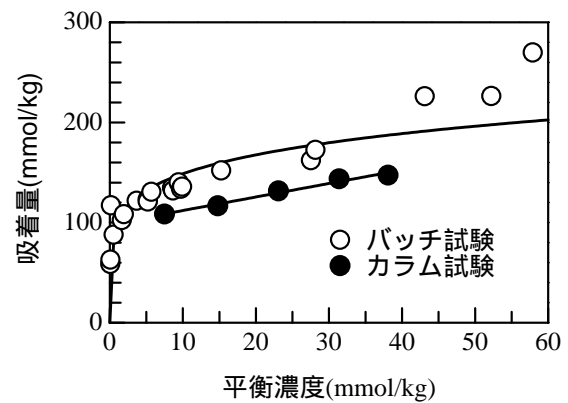


図 4 Cu の吸着等温線と吸着特性曲線

表 2 バッチ試験に対するカラム試験の吸着量比

	平衡濃度 (mmol/kg)	吸着量比		
		q	q'	q/q'
Cu	7.6	105.6	132.3	0.80
	15.1	132.2	152.1	0.87
	37.4	130.8	174.6	0.75
Zn	14.6	103.8	107.8	0.96
	27.1	92.6	134.8	0.69
	34.5	102.2	147.0	0.70
Pb	4.4	139.6	152.7	0.91
	6.7	158.0	162.3	0.97
Cr	7.6	19.2	23.3	0.82
	21.1	24.5	37.8	0.65
	44.0	30.9	53.5	0.57

q: カラム試験での吸着量 (mmol/kg)

q': バッチ試験での吸着量 (mmol/kg)