

バッチ試験に基づく土の重金属溶出特性と固液比の関係

岐阜大学 正会員 佐藤 健
岐阜大学 学生員 恒川 岳志
岐阜大学 茶谷 学
(財) 東海技術センター 小島 淳一
(財) 東海技術センター 小笠原 利明

1. 研究背景

土中の有害物質のうち、無機物で比重が4以上の金属を重金属と呼び、過去に人体に重大な影響を及ぼした10物質に対して、土壤環境基準が決められている。これ以外の物質でも多量に摂取した場合には、人体に悪影響を及ぼす。重金属は、比重が大きいため移動性は小さい。しかし、土質に吸着し、間隙水に接触する毎に、溶出するので、汚染が長期にわたる特徴がある。従って、重金属による汚染のメカニズムや、汚染土の浄化を考える際には、土との吸着・脱着特性が重要になる。しかし、重金属の土質吸着特性は特異吸着と呼ばれ、よくわかっていない。土壤環境基準を満足するかどうかの判定をするときには、溶出試験が行われる。溶出試験のための土試料の準備方法や試料液の作製法などが試験の結果にどのような影響を及ぼすのか、研究例が少なく、よくわかっていない。

2. 研究目的

- ① 重金属の土質吸着特性の解明。要因として、土質、濃度、溶媒のpH、固液比。
- ② 重金属の溶出特性の解明。要因として、土質、初期吸着量、溶媒のpH、固液比、前処理の方法。
- ③ 既往の吸着モデルによる適用性の検証 ($Q=K_F C^{1/n}$ で表せるフレンドリッヒなどを適応)。

3. 実験材料と方法

＜実験材料＞

実験では、十分に乾いた、豊浦標準砂、DL クレー、鹿沼土の三つを吸着材として使い、吸着質は、銅、鉛、クロム、カドミウムを使用した。吸着材の物性値を、表-1に示す。

表 - 1. 物性値

	CEC(meq/100g 乾土)	平均粒径(μm)	比表面積(m ² /g)
豊浦標準砂	0.7	250	0.3
DLクレー	0.6	19	1.5
鹿沼土	21.5	20	145.0

＜実験方法＞

吸着実験では、重金属溶液中に試料土を浸し、溶媒濃度、固液比、pHを所定の条件に合わせ6時間振とうする。振とう後、ろ過を行い、試料は、溶出試験に使用。溶液は、ICPを使い濃度を測定。溶出実験では、試料と純水を混ぜ、固液比、pHを所定の条件に合わせ6時間振とうする。振とう後、ろ過を行い、溶液は、ICPを使い濃度を測定。

4. 実験結果

＜吸着実験結果＞

初期溶媒濃度が同一の吸着試験の結果を、吸着等温線で表すと図-1に示すように吸着等温線は、同じ勾配をもつ直線になった。吸着等温線をフレンドリッヒ型で近似し、定数を表-2に示す。1/nは、吸着質と吸着材の親和力であり K_F は、吸着能力を意味する。1/nは吸着質が同じ為ほぼ一定値を示し、 K_F は、CEC（比表面積）と関係がある。

＜溶出実験結果＞

吸着試験では、フレンドリッヒ型で近似できたので、溶出試験でも同様の整理を行った。吸着と溶出で可逆的であるならば1/nは、吸着質が同じ為、試料に関係なくほぼ同じ値をとるはずだが、図-2，3，4の溶出結果からは、そうは読み取れない。 K_F の値は、水の量と共に、増加する。また、風乾土と、未風乾土で比較したとこ

ろ、 $1/n$ と K_F は、未風乾土のほうが固液比による影響が少なく、 $1/n$ の値は土質、固液比によらず一定値（0.1～0.4）を示し、 K_F の値は、固液比によらず土質によって決まる一定値を示すことがわかった。

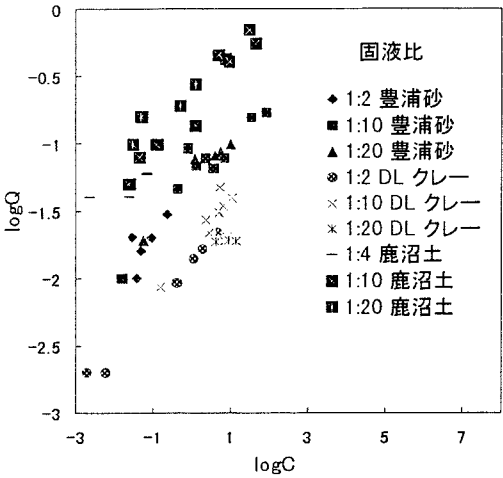


図 - 1. 吸着実験結果

表 - 2. 吸着実験

	固液比	1/n	logKf
豊浦標準砂	1:02	0.34	-1.34
	1:10	0.31	-1.27
	1:20	0.33	-1.28
DL クレー	1:02	0.33	-1.89
	1:10	0.34	-1.77
	1:20	0.02	-1.75
鹿沼土	1:04	0.10	-1.16
	1:10	0.33	-0.71
	1:20	0.83	-0.62

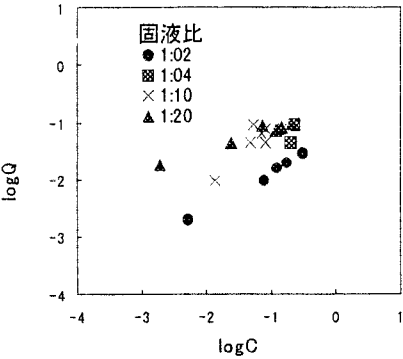


図-2. 溶出実験結果(豊浦砂)

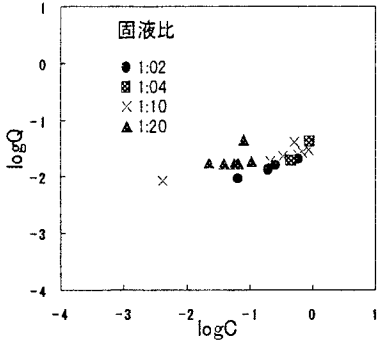


図-3. 溶出実験結果(DLクレー)

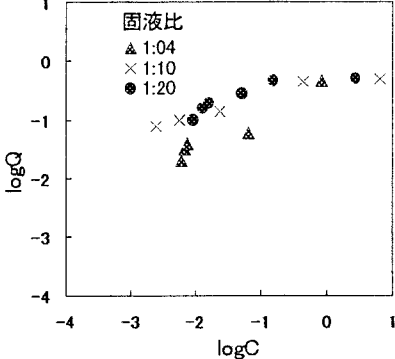


図-4. 溶出実験結果(鹿沼土)

5. pHの変化

溶出試験後のpHの変化を調べた。試験後のpHはすべて、初期のpH 6より小さい値をとる傾向が見られ、また水の量が多いものほどpHの低下は小さい傾向にあることがわかった（図 - 5 参照）。

6. 固液比による違い

溶出試験の結果を同じ吸着量の試料で平衡濃度と溶出率についてまとめた。図-6より吸着量に関らず、水の量が多い条件ほど溶出しやすくなることがわかった。

7. pHの変化と固液比による違い

pHが低い状態のほうが溶出しやすいとされているが、pHは水の量が多いものほど低下しにくい。つまり水の量が少ないほど溶出しやすくなることになる。これは、吸着量に関らず、水の量が多いほど溶出しやすくなる固液比による違いの解釈と矛盾するが、この実験のpH範囲では、pHの影響が小さく、固液比による影響が顕著に表れているためである。

8. 結論

初期吸着量に関らず、水の量が多いほど溶出はしやすくなる。つまり、固液比によって溶出に差がある。フレンドリッヒ式の2つのパラメータ、 $1/n$ と K_F は次のような傾向を示した。吸着試験から決定できる、 $1/n$ の値は、土の種類、固液比に関係なく一定である。 K_F の値は、固液比による差は認められず、土によって一定値をとる。 K_F 値が、比表面積または、陽イオン交換容量（CEC）とよい対応を示す。溶出試験より得られる K_F は、風乾土、未風乾土ともに、固液比によらず土質毎に決まる。しかし、吸着試験から得られる K_F 値より少し大きい。原因は検討中。 $1/n$ の値は、風乾土、未風乾土いずれも、土の種類、固液比に依存せず一定値を示す。

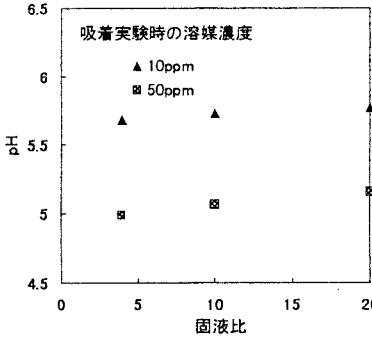


図-5. 溶出後pHの変化(豊浦砂)

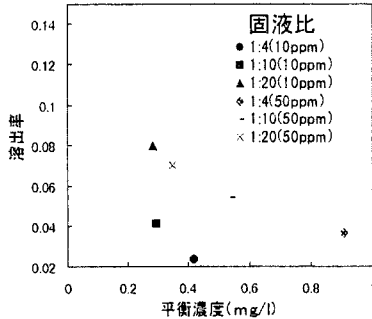


図-6. 固液比による溶出率の変化(豊浦砂)