

有明粘土における擬似汚染物質の吸着能力について

佐賀大学 理工学部

佐賀大学 低平地研究センター

佐賀大学 低平地研究センター

佐賀大学 大学院

学生員

F会員

正会員

学生員

○廣瀬 義晃

林 重徳

杜 延軍

樋口 大輔

1. はじめに

本研究センターでは、遮水シートの下層に汚染物質を吸着する土層を設けた土質遮閉型埋立処分場システムの開発を行っており、九州の特殊土を用いたこれまでの実験によって有明粘土が土質遮閉層として有望であるというデータを得ている。本報告では、有明粘土中における汚染物質の吸着に関する能力を評価しパラメータを予測するために、模擬汚染物質（KCl 溶液）を用いて、US EPA 法に準拠したバッチ試験を行うとともに土と水の混合比を買えた試料を用いて、US EPA 法における混合比の易経を調べる。また、前回準拠した ASTM D4646-87 法の結果との比較を行う。

2. 試料土の物理化学的性質

有明粘土は、多くの粘土分を含み、粘土鉱物としては高い陽イオン交換容量（CEC）および大きな比表面積を有するスメクタイトやイライトを含有しているために、CEC の値も大きい。今回の実験に使用した有明粘土の物理化学的諸特性を表 - 1 に示す。

3. バッチ試験

3.1 試験の目的

汚染物質は、土質遮閉層内を土粒子と相互作用（吸着、脱着、および沈殿など）を繰り返しながら移動する。土は浸出水の汚染物質を保持することにより間隙水中の汚染物質の濃度を希薄させ、汚染物質の移動を遅延させる。

しかし、汚染物質を吸着する能力のある土も、浸出水中の汚染物質をすべて吸着するわけではない。土粒子と浸出水の間で平衡が達成されると、間隙水に残る汚染物質の量は徐々に増加する。バ

ッチ試験は、土粒子と汚染物質を完全に接触する状態におき、土粒子としての吸着能力を評価するために行う。実際の現場での現象とは異なるが、土の吸着能力を検討し、評価するために実験を行うもので、試験結果より吸着等温線が得られ、これから吸着定数を算定する。

3.2 試験の手順

バッチ試験は、有明粘土の乾燥試料を三角フラスコに分取する。擬汚染物質には、KCl 溶液を用い、200,400,600,800,1000 mg/L の濃度の混合溶液を準備する。それぞれの濃度の混合溶液を土：水、1：4 の割合で三角フラスコにそれぞれ満たし、これを室温 20℃、回転速度 29rpm の条件でロータリーを用い 24 時間連続攪拌する。攪拌を終えた三角フラスコ群は 10～30 分程度静置させ、上澄み液を採取する。その後、三角フラスコを 3000rpm で 30 分間遠心分離させ、イオン電極を用いて、得られた供試液の陽イオン濃度を測定する。得られた試験結果より吸着定数を求め、それぞれの比率の試験結果を比較する。また、前回行った ASTM D4646-87 法の 1：20 との比較も行う。

表-1 実験に使用した供試体の諸特性

試料土	有明粘土
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.616
粘土分 (<5 μ m) (%)	85
自然含水比 w_n (%)	153
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.65
CEC (meq/100g)	36.0
pH at 1:3 soil:solution	8.0
液性限界 w_L (%)	116
塑性指数 I_p	66
粘土鉱物	
smectite	40
illite	34
kaolinite	22
vermiculite	4
交換性陽イオン(meq/100g)	
Na ⁺	14.4
K ⁺	7.49
Ca ²⁺	4.05
水溶性成分(meq/l)	
Na ⁺	42.3
K ⁺	5.77
Ca ²⁺	8.48

4. 実験結果の整理と考察

1) 整理方法：バッチ試験の結果から吸着等温線が得られ、これから吸着定数を算定する。土 1g あたりの吸着量 S は (1) 式で表される。

$$S = (C_0 - C_e) V_{sol} / M_s \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 S : 吸着量 (mg/g) C_0 : 初期濃度 (mg/L) C_e : 平衡濃度 (mg/L) V_{sol} : 吸着質溶液の体積 (L)
 M_s : 試料土の乾燥質量 (g)

吸着モデルには、Freundlich 型吸着等温線を用いた。Freundlich 式は (2) 式で表される。

$$S = K_f \cdot C_e^n \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 K_f, n : 吸着定数 (バッチ試験から求まる)

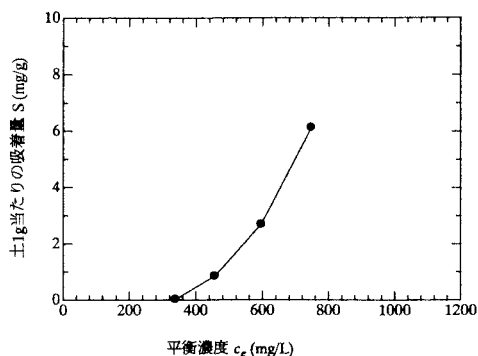


図-1 US EPA 法によるバッチ試験結果

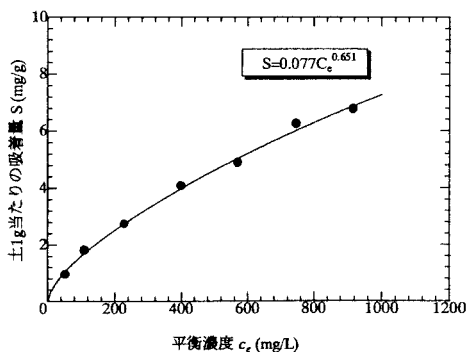


図-2 ASTM 法によるバッチ試験結果

今回と前回の実験結果を比較すると、吸着等温線が前回は上に凸だったのに対し、今回の結果では吸着等温線が収束していない。これは攪拌を終えた三角フラスコ群を 10～30 分程度静置させ、上澄み液を採取するという過程において、溶液採取が不十分であったのに加え、US EPA 法(1987)の攪拌時間が 48 時間であったが、24 時間で行った為に吸着定数である K_f と n の値を求めることができなかったのではないかと考えられる。

5. 終わりに

今回の実験では基準に沿った方法で行わなかった為に、 K_f と n の値が得られなかった。改めて基準に沿って実験を行い、発表当日までには再度実験データを示し、US EPA 法と ASTM D4646-87 法の結果との比較を行う。

【参考文献】

- 1) 藤本宏一他：土質遮閉層に用いる九州の特殊土の吸着特性,平成 11 年度土木学会西部支部
- 2) ASTM : Standard test method for 24-h batch-type measurement of contaminant sorption by soils and sediments (D4646-87). *Annual Book of ASTM Standards*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Vol. 04.08, pp.44-47, 1993.
- 3) Batch-type adsorption procedures for estimating soil attenuation of chemicals. EPA/530-SW-006 : Draft Tech. Resour. Document for Public Comment (NTIS PB87-146-155). U. S. Envir. Protection Agency, Cincinnati, Ohio.