

土質遮閉型埋立処分場に用いる土質材料の吸着および拡散に関する研究

佐賀大学 大学院	学生員	○佐々木 綾
佐賀大学 低平地研究センター	F 会員	林 重徳
佐賀大学 低平地研究センター	正会員	日野 剛徳
佐賀大学 大学院	学生員	杜 延軍

1. はじめに

本研究センターでは、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いる。本報では、九州の特殊土である有明粘土、赤ぼくおよび灰土について、3種類の混合模擬汚染物質 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} を用いてバッチ試験を行い吸着能力を検討するとともに、汚染物質の拡散輸送に関するパラメータを予測・評価するために拡散実験を行い、その結果を逆解析して有効拡散係数 D_e を求めた。

2. 実験方法

1) バッチ試験：バッチ試験は、ASTM D4646-87 に準拠して行った。乾燥質量 10g の試料土を、三角フラスコに分取する。5 段階の陽イオン濃度の混合溶液を準備し、それぞれの混合溶液を先の三角フラスコに 200ml ずつ満たす。この三角フラスコを室温 25℃、回転速度 29rpm の条件で 24 時間連続攪拌する。この後、三角フラスコを 20 分程度静置し、上澄み液を 3000rpm で 20 分間遠心分離する。原子吸光分析装置を用いて、得られた供試液の陽イオン濃度を測定する。試験結果より吸着定数 K_f 、 n を求め、単一塩溶液の試験結果と比較する。

2) 拡散実験：自然含水比の有明粘土 360g をシリンダーに入れ、圧力 $\sigma = 3\text{kPa}$ で一次圧密し供試体を作製する。陽イオン濃度 1000mg/L の混合溶液を供試体上のシリンダーに入れ、溶液内の濃度勾配をなくすために、攪拌棒を 6rpm で回転させる。溶液のサンプルの採取は、0.5ml ずつ 2 日おきに 2 週間行う。採取したサンプルの陽イオン濃度を、原子吸光分析装置で測定する。実験結果より有効拡散係数を予測し、単一塩溶液の実験結果と比較する。図-1 に拡散実験の装置を示す。

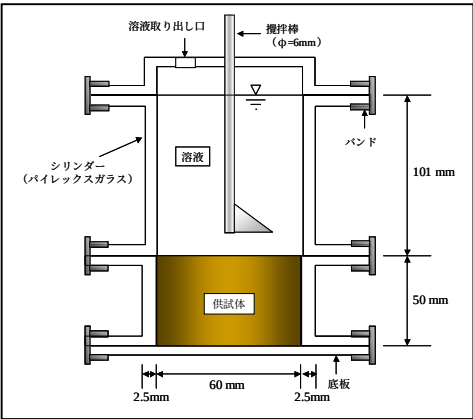


図-1 拡散実験装置

3. 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)

次に、有効拡散係数は拡散実験の結果を逆解析して求める。分配係数 K_p は、(3) の式で表される。吸着等温線が非線型の場合、分配係数は平衡濃度の関数となり、一定の値をとらない。しかし、今回逆解析に用いている POLLUTEV6.3 では、分配係数を一定の値に表す必要がある。

$$K_p = K_f \cdot C_0^{n-1} \quad \dots \dots \dots (3)$$

キーワード： 吸着、拡散、吸着等温線、有効拡散係数
連絡先： 佐賀大学低平地研究センター TEL：0952-28-8582 FAX：0952-28-8189

2) 吸着等温線：

図-2・3において、単一塩溶液と混合溶液の場合を比べると、2試料とも単一塩溶液の方が吸着量が多い。これは、混合溶液の中で Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} イオンが土に吸着される時に、陽イオンが互いに競争しながら吸着されたために、それぞれの吸着量が減ったのだと思われる。灰土は、赤ぼくとほぼ同じ結果を示した。

次に、図-4において、混合溶液における3試料の K^+ の吸着量を比較すると有明粘土が最も高くなっている。これは、有明粘土のCECが高いためである。また、赤ぼくと灰土の吸着量はほぼ同じ結果となった。これは、両試料のCECが、ほとんど同じだからである。

3) 有効拡散係数：

図-5において、混合溶液を用いた有明粘土の拡散実験の結果と、KCl溶液を用いた実験の結果を比べると、 K^+ の有効拡散係数は単一塩溶液の方が大きくなっている。

土の中の Na^+ 、 Ca^{2+} と溶液中の Na^+ 、 Ca^{2+} の濃度勾配は混合溶液よりも単一塩溶液の方が大きいため脱着が起こりやすい。よって、混合溶液よりも単一塩溶液の方が、陽イオンを脱着された土はマイナスに帯電しやすくなる。

よって、溶液中の K^+ は、混合溶液よりも単一塩溶液の方がより多く土に引きつけられ、有効拡散係数も大きくなると考えられる。

4. まとめ

1) バッチ試験の結果から、混合溶液における吸着能力は、有明粘土が3試料の中で最も高い。2) 吸着等温線より、吸着量は3試料とも混合溶液よりも単一塩溶液の方が大きい。3) 拡散実験の結果から、有効拡散係数は混合溶液よりも単一塩溶液の方が大きくなる。

【参考文献】1) Rao, P.S.C.: Pore geometry effects on solute dispersion in aggregated soils and evaluation of a predictive model. Thesis provided to the University of Hawaii, in partial fulfillment of requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 1974. 2) 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.

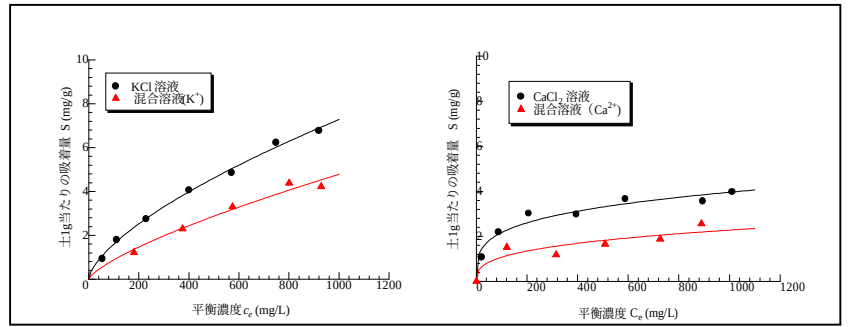


図-2 有明粘土の吸着等温線

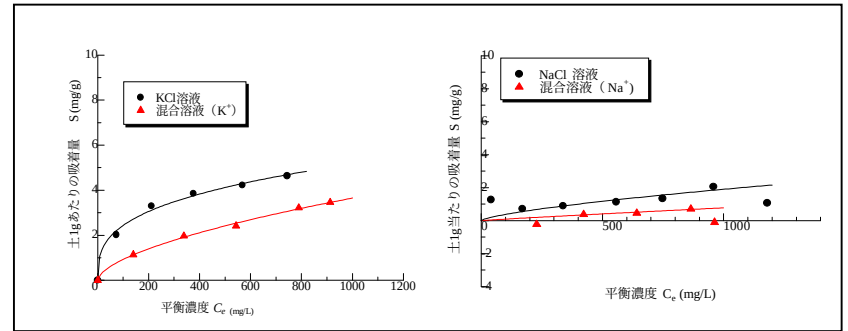


図-3 赤ぼくの吸着等温線

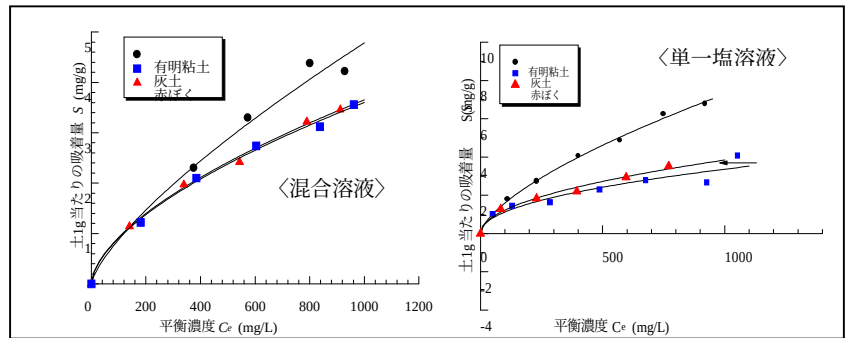


図-4 3試料の比較

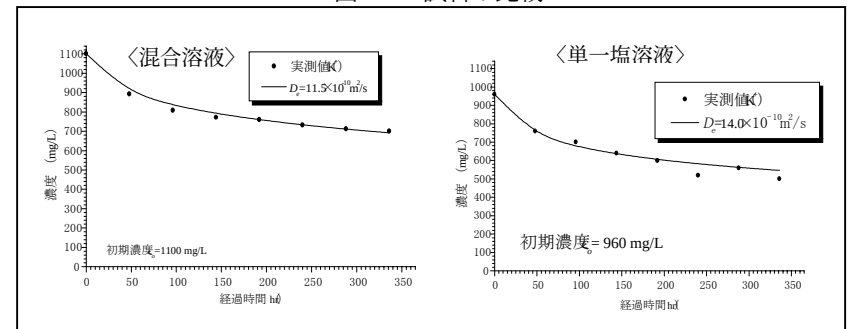


図-5 拡散実験結果