

有明粘土の吸着特性における地域的差異について

佐賀大学理工学部

学生員○藤田 泰弘

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 杜 延軍

佐賀大学大学院

学生員 佐々木 綾

1. はじめに

近年、埋立処分場から出る浸出水による地下水汚染、土壌汚染が危惧されている。本研究センターが提案する土質遮閉-水封型埋立処分場の概念図を図-1に示す。これは、汚染物質を吸着する内部土質遮閉層、また処分地内の地下水位より若干高い水位を与えて溶出を封じこめるために水封ドレーン層を設けた構造になっており、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の材料として有望であるというデータを得ている。本報告では、5箇所所で採取した堆積環境の異なる有明粘土を用いてバッチ試験を行い、吸着能力を比較検討し、土質遮閉材料としての適性を評価する。

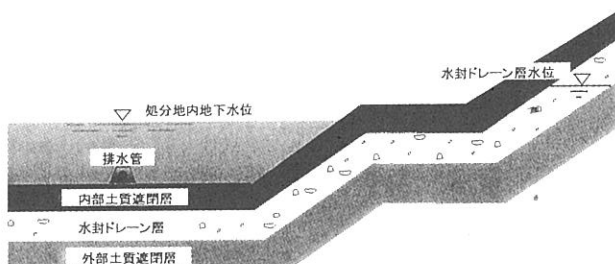


図-1 土質遮閉-水封型埋立処分場の概念図

2. 有明粘土の採取場所と分類および諸特性

今回使用した有明粘土の採取場所を図-2に示す。

佐賀低平地における沖積粘土層は、海成の有明粘土層と非海成の蓮池層とに区分される¹⁾。有明粘土層は貝殻を多く含むが、蓮池層は貝殻を含まず、アシの地下茎や他の植物繊維を含む。



図-2 有明粘土の採取場所

今回の実験で用いた5種類の粘土は表-1のように分類され、その物理化学的特性を表-2に示す。また本研究において、有明粘土は広い意味で定義され、表-1に示す蓮池粘土も有明粘土に含むものとする。

表-1 堆積環境の変化に基づく沖積粘土層の分類²⁾

有明粘土層	蓮池層
堆積当初の海成層 (ACp)	堆積当初の非海成層 (HCp)
[鹿島、東与賀]	[諸富]
2次的な環境変化を受けた 海成層(ACs)	2次的な環境変化を受けた 非海成層(HCs)
[江北]	[川副]

3. 実験方法

これまでのバッチ試験の結果、吸着等温線の比較より土と溶液の割合が1:4の場合に最も吸着量が少なく、また吸着量と攪拌時間の関係から6時間以降は吸着量に変化が見られないことがわかっている³⁾。そこで今回のバッチ試験は試料の状態を湿潤試料にし、土と溶液の割合が1:4、攪拌時間6時間という条件で行った。

実験手順は、まず自然含水比の有明粘土を三角フラスコに分取する。200、400、600、800、1000mg/Lの模擬汚染物質(KCl)を含んだ溶液を、土と溶液の割合が1:4になるように三角フラスコに満たす。このあと、室温25℃、回転速度29rpmで6時間攪拌する。

表-2 有明粘土の物理化学的性質

特 性	鹿島	東与賀	江北	諸富	川副
分 類	AC _p	AC _p	AC _s	HC _p	HC _s
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.71	2.71	2.62	2.53	2.55
含水比 w (%)	264	182	153	185	140
液性限界 w_L (%)	148	143	116	128	128
塑性指数 I_p	86	90	63	79	75
粒度組成					
細砂分 (%)	3	3	1	1	1
シルト分 (%)	4	29	14	46	29
粘土分 (%)	93	68	85	53	70
pH	7.14	7.39	8.00	7.42	6.76
強熱減量 (%)	14.7	13.0	7.8	12.2	8.3
比表面積 (m ² /g)	37.1	33.8	33.4	26.4	49.3

攪拌終了後、三角フラスコを静置し、上澄み液を採取する。上澄み液を 3000rpm で 30 分間遠心分離し、原子吸光分析装置を用いて陽イオン濃度を測定する。

4. 吸着定数の算定式

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 K_f, n を算定する。土 1g あたりの吸着量 S は(1)式で表される。

$$S = \frac{(C_0 - C_e)V_{sol}}{m_s} \quad (1)$$

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)

乾燥試料を用いた実験では、(1)式を用いて吸着量を求める。

今回は湿潤試料を用いて実験を行っているため、含水量を考えて吸着量を補正する必要がある。そこで、(2)式より吸着量を求めた。

$$S = \frac{C_0V_{sol} - C_e(V_{sol} + V_w)}{m_s} \quad (2)$$

ここで、 V_w : 含水量の体積 (L)

吸着モデルには、Freundlich 型吸着等温線を用いた。Freundlich 式は(3)式で表される。

$$S = K_f \cdot C_e^n \quad (3)$$

ここで、 K_f, n : 吸着定数

5. 実験結果と考察

各有明粘土の吸着等温線の比較を、図-3 に示す。

実験結果として、図-3 より鹿島、東与賀有明粘土の吸着量は負の値を示し、吸着等温線を得ることが

できなかった。この原因としては、ともに含水比が高いこと、もしくは、もともと土の表面に吸着された K^+ の濃度が高いこと等が考えられる。鹿島有明粘土については平衡濃度が 300mg/L 付近から吸着量が正の値を示すことから、元より粘土中にはこの程度、また東与賀有明粘土については 1000mg/L 程度の K^+ が含まれていると考えられる。

また江北、川副、諸富有明粘土の吸着量を比較すると、諸富有明粘土は吸着量が低い。これは、諸富有明粘土の比表面積が江北、川副有明粘土に比べ小さいこと、また粘土分が少ないことが原因と考えられる。

次に、江北有明粘土と川副有明粘土の吸着量を比較する。両者の比表面積および粘土分を比較すると、比表面積においては川副有明粘土、粘土分においては江北有明粘土が高くなっている。このことより、相対的に見て、吸着量が同程度になっていると考えられる。

6. おわりに

今回の実験結果より、江北、川副および諸富有明粘土は土質遮閉材料として適用できると考えられ、特に江北、川副有明粘土はよい土質遮閉層材料として期待ができる。また、今回は模擬汚染物質に KCl 溶液を用いたことで、鹿島、東与賀有明粘土の吸着能力が評価し難い。今後は、他の金属等を用いて吸着能力を検討し、今回の実験結果と比較しつつ、有明粘土の土質遮閉材料としての評価をする必要があると考えられる。

【参考文献】1) 下山正一：有明河北岸低地の第四系、九州大学理学部研究報告、地球惑星科学、第 18 巻、第 2 号、pp.103-129, 1994

2) 日野剛徳：佐賀低平地における沖積粘土層の地盤特性に関する物理化学的考察、有明粘土の建設分野における有効利用に関するフォーラム、pp.5-11, 2001

3) 佐々木綾：土質遮閉層の設計に用いるバッチ試験方法の条件について、第 57 回年次学術講演会、Ⅲ-768

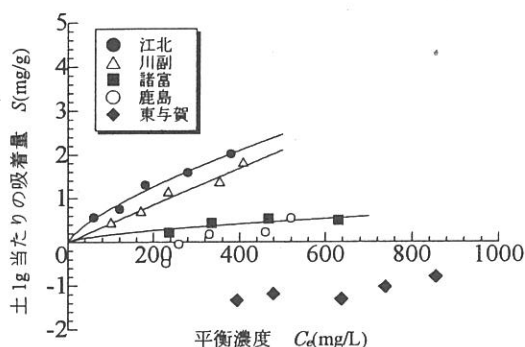


図-3 有明粘土の吸着等温線の比較