

pH が異なる水溶液中で堆積したカオリン粘土の微視的構造

長野工業高等専門学校 正会員 ○松下英次
長野工業高等専門学校 正会員 阿部廣史
山口大学 正会員 鈴木素之
山口大学 正会員 山本哲朗

1. はじめに

粘土粒子などが湖沼や海において堆積する際、その水域の化学的条件や粘土粒子に含まれる鉱物の種類によって土粒子表面の界面化学的作用が異なり、土は綿毛構造や配向構造などの形態で存在している^{1)~3)}。このような構造は、堆積直後に顕著に現れることが予想され、その構造を把握することは重要である。

本研究は、間隙水の化学的状態を表す一つの指標である pH に着目し、硫酸により土の pH を人工的に変化させたカオリン粘土を対象にして電子顕微鏡（以下、SEM とする）観察を行ない、粘性土の堆積直後の微視的構造に及ぼす pH の影響について検討したものである。

2. 実験概要

(1) 試料の物理的および化学的性質

表 - 1 にカオリン粘土の物理的性質および化学的性質を示す。表中の (pH)_i は pH 調整前の初期の pH である。不定方位試料を用いた粉末 X 線回折試験結果によると、主要粘土鉱物としてカオリナイト、その他の鉱物として石英が含まれている。

(2) 走査型電子顕微鏡（SEM）観察

炉乾燥試料10gに対して蒸留水あるいは硫酸を加えた水溶液を250ml 加え攪拌する。これを15時間以上放置した後、1分間振とうして静置する。24時間経過したものを-70度の冷凍庫に入れ、24時間凍結させる。凍結した試料の底から約2cm程度を切り出し、凍結乾燥法によって乾燥させ、観察用試料とする。これを直径3 cmの台座に載せ、土粒子の観察を行う。このとき撮影面は水溶液中の沈降方向（以下、H - 断面とする）および沈降方向に垂直な方向（以下、V - 断面とする）から撮影する。

ここで、本実験では硫酸を用いて2通りにpHを変化させており、初期のpHである6.8の他に1.5および4.5に調整している。

3. pH が異なる粘性土の微視的構造

写真 - 1 にカオリン粘土の土粒子のみを撮影した写真を示す。全体的に試料は凝集しているが、カオリン粘土の粒子の形は板状を呈していることが分かる。

写真 - 2～写真 - 4 にそれぞれ pH=1.5、4.5 および 6.8 の H - 断面の SEM 写真、写真 - 5～写真 - 7 にそれぞれ pH=1.5、4.5 および 6.8 の V - 断面の SEM 写真を示す。ここで、写真 - 5～写真 - 7 に示す白い矢印は沈降方向を示している。写真 - 2 および写真 - 5 に示す pH=1.5 では先述した板状の土粒子が複雑に絡み合っ

表 - 1 カオリン粘土の物理的性質
および化学的性質

試料名	カオリン粘土
採取地点	岡山県吉永町
ρ_s (g/cm ³)	2.618
D ₅₀ (mm)	0.007
D _{max} (mm)	0.2
w _L (%)	62.0
w _p (%)	40.2
I _p	21.8
F _{clay} (%)	36.1
F _c (%)	97.7
(pH) _i	6.8
土質分類	MH

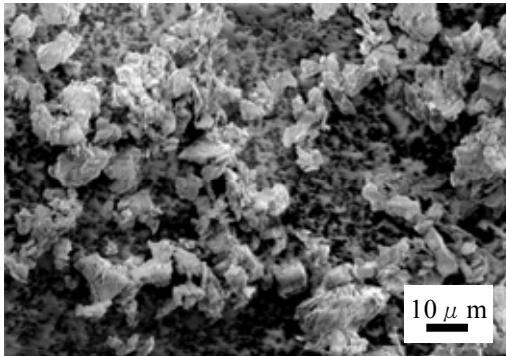


写真 - 1 カオリン粘土の土粒子

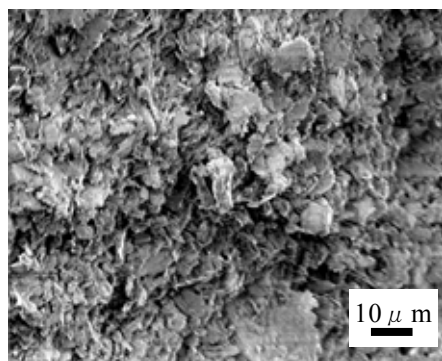


写真 - 2 pH=1.5 H - 断面

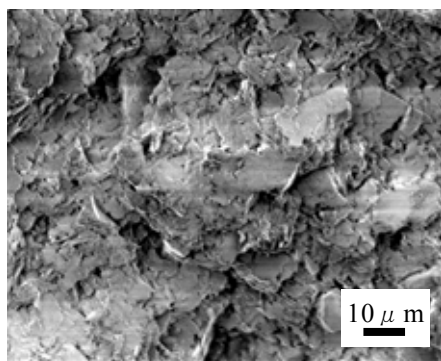


写真 - 3 pH=4.5 H - 断面

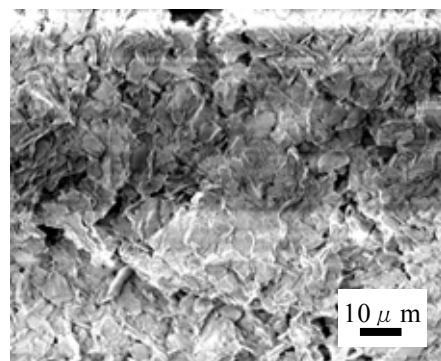


写真 - 4 pH=6.8 H - 断面

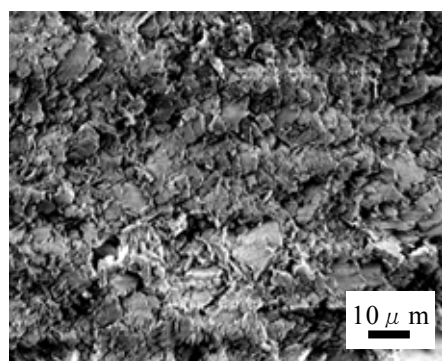


写真 - 5 pH=1.5 V - 断面

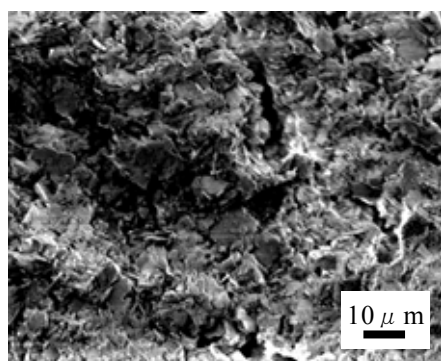


写真 - 6 pH=4.5 V - 断面

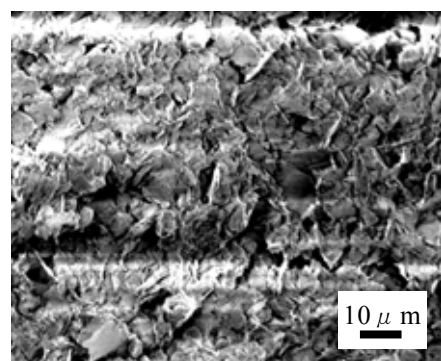


写真 - 7 pH=6.8 V - 断面

写真 - 6 の pH=4.5 から写真 - 4 および写真 - 7 の pH=6.8 へと pH が大きくなるに従い、H - 断面では板状の土粒子の平らな面が多くなっていることが分かる。また、V - 断面では H - 断面のような傾向を見ることは非常に難しい。以上、H - 断面の結果から、pH の違いによって酸性側では綿毛構造、中性付近では配向構造を呈していることが示唆された。

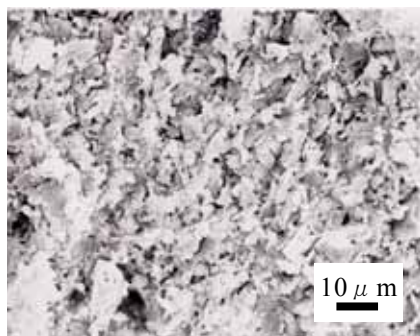


写真 - 8 pH=3.9 H - 断面

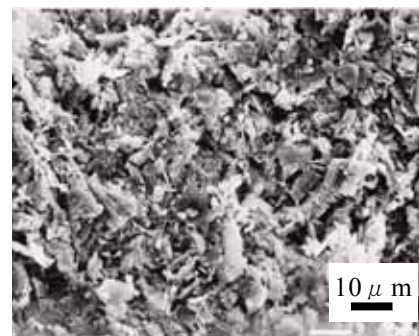


写真 - 9 pH=6.8 H - 断面

写真 - 8 および写真 - 9 にそれぞれ参考として pH=3.9 および 6.8 の圧密応力 $p=98.0\text{kN/m}^2$ で圧密された試料の H - 断面を示す。ここで、写真 - 8 および写真 - 9 は含水比を液性限界の 2 倍に調整して圧密を行い、作成した試料である。写真 - 8 の pH=3.9 では板状の土粒子が複雑に絡み合って蜂の巣状を呈していることが分かる。写真 - 9 では板状の土粒子の平らな面が pH=3.9 より多く存在している。以上のことから、写真 - 8 および写真 - 9 は沈降させた試料と作成方法が違ふものの上述した酸性側で綿毛構造、中性付近では配向構造といった構造をある程度保っていることが考えられる。

4. まとめ

以上の結果から以下の知見を得た。

- (1) 沈降して堆積した試料の構造は酸性側で綿毛構造、アルカリ性側で配向構造を呈することが示唆された。
- (2) 沈降して堆積した試料の構造と圧密された試料の構造が類似していることから、沈降して堆積した試料の構造は圧密されてもある程度その構造を保ち得ることが考えられる。

参考文献 1) 日本粘土学会編：粘土ハンドブック第二版，日本粘土学会，技報堂出版，1987. 2) 岩田進午，喜田大三監修：土の環境圏，(株)フジ・テクノシステム，1997. 3) Yong, R.N. and Warkentin, B.P.: Introduction to Soil Behavior, The Macmillan Co., New York, 1966. (山崎不二夫，山内豊聡訳：土質工学の基礎，鹿島出版，1972.)