

### Ⅲ—11 チェウ積粘土の物理化学的性質ならびに それの工学的性質との関連性について

日大 理工学部 正員 浅川 美利  
全 上 正員 山田 清臣

#### まえがき

推積粘土の物性の追究，工学的挙動に関連する問題の追究や一般粘性土の安定処理問題の取り扱いなどにおいて，土の物理化学的な立場からの考察が必要となつてきている。従来，この種の研究は主として土・物理学や粘土科学の部門で取り扱われ，土質工学の部門ではその重要性を知られながらもまだ研究の歴史は浅く，その研究成果も少ない。

土質工学部門において過去に研究されている2・3の報告にふれてみると；

Lambe らは，鉱物組成，粘土鉱物の型，化学組成などと工学的性質との相互関係を見出そうと試み，また推積粘土の土塊形成，圧縮性，シキソトロピーおよび土の乾燥強度の問題などについて粒子表面の物理化学的な考察を行っている。

わが国でもいろいろな立場から，それらを研究しようとする努力が払われてきている。たとえば，京大松尾教授は，カチオンの質と量による土の塑性の変化や，クリープ性地にり問題を交換性イオンの性状から考察している。大阪市立大三頼助教授は，チェウ積粘土の化学組成と工学的性質との相互関係および土界面の電気化学的問題などを以前から深く追究している。早大森助教授は，土の安定性増加を目標として表面電荷と土の安定性の問題および路床におけるシキソトロピーの問題などを追究している。九大山内助教授は，粘土鉱物のシキソトロピーをチェウ積粘土について取り扱い，また火山灰土の化学組成と物の相互関係およびその安定処理への問題まで拡張しようとして試みられている。土研有泉技官は，関東ロームの性状を化学組成，粘土鉱物の立場から考察され，また石灰系安定材との反応機構の追究などが行なわれている。

今回報告しようとするものは，対象土としていわゆるチェウ積粘土に限り，研究の方針として組成と物性との相関性および工学的性質との相互関係を見出すことを目標としたもので，まだ初期段階の内容のものである。

チェウ積粘土を研究の対象としたのは，①工学的性質がかなりよく知られていること，②生成過程が同じようなものであること，③粘土鉱物のタイプがあまり多種に及ばないだろうと考えられたこと，④海成推積土であるので液相，吸着イオンの種類および推積様式などが位置によってあまり変わらないと思われること，などがおもな理由である。

#### I. 試料と試料調整

##### (A) 試料採取の箇所と位置および実験回数

実験に用いた試料は，図—1に示す22ヶ所において採取した71ヶの乱さない試料である。

##### (B) 分析のための試料調整

分析実験には試料の調整法によって実験値に著るしい差異を生ずる場合があるから，次のようにして同一状態の試料を確保した。すなわち採取した試料を乾燥炉110°Cにて3

～4時間乾燥したのち、乳鉢で粉末化し、さらに75 $\mu$ 網フルイを通過させ、15～20グラム位づつ、試料ビンに分け、塩化カルシウムを乾燥剤としたデシケーターの中に保存し実験に供した。

## Ⅱ. 実験項目

### ① 化学的組成をしらべる実験

- (a)、SiO<sub>2</sub>およびR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の定量
- (b)、塩基置換量の "
- (c)、強熱減量 の "
- (d)、全有機量 の "

### ② 形状、粘土鉱物のタイプ、鉱物組成などをしらべる実験

- (a)、X-線回折
- (b)、示差熱分析
- (c)、電子顕微鏡撮影

### ③ 表面作用とコロイド的性質をしらべる実験

- (a)、水分吸着量の測定
- (b)、電気伝導度の "
- (c)、PH の "
- (d)、沈降容積 の "

### ④ 土の工学的性質をしらべる実験

- (a)、土のコンシステンシー
- (b)、粒度
- (c)、治性度
- (d)、鋭敏比
- (e)、圧縮強さ
- (f)、圧縮性

## Ⅲ. 研究方針

### (A) 組成、形態およびタイプの地域的および堆積深さによる変化

① おもな化学成分、粘土鉱物あるいは鉱物組成および粘土の形状などが、地域的にどんな特性を示すか。またテウ積粘土全体を通じていろいろな量の中心傾向や代表的タイプを見出そう。

② Soil profile と上記の組成の間に何等かの傾向はないか。

### (B) 化学組成、粘土鉱物と活性、吸着性、電荷などの表面作用との関係

① おもな化学成分と表面物性(吸着、表面電荷など)との間には相関関係があると思えるが、それらの関係はどのような傾向を示すだらうか。また粘土鉱物あるいは鉱物組成に応じて、その関係はどのように変ってくるだらうか。

② おもな化学成分とコロイド的挙動との間の関係を見出そう。

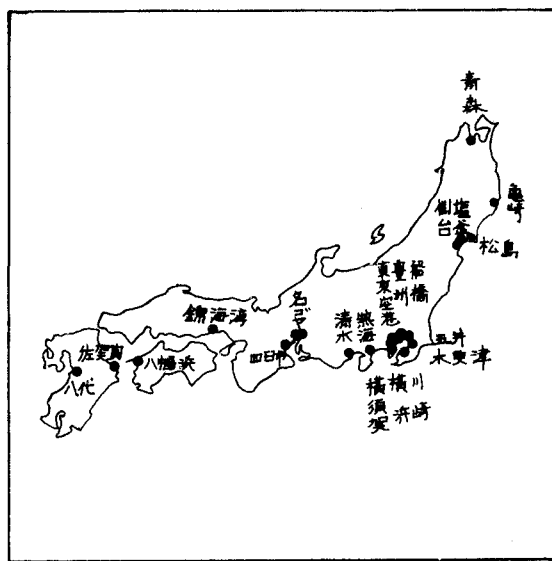


図-1 実験試料の位置

(C) 物理・化学的性質に關係があると思える土の工学的性質との関連性

①土の圧縮性、強さ、いわゆる鋭敏比などは土の骨組抵抗、間ゲキの状態などに関連のあることはわかるが、それを構成した堆積条件には土自体の物理・化学的性質が関係していることが予想できる。そのことからいわゆる土の工学的性質と化学組成や表面物性との関係を見出そう。

②土のコンシステンシーや活性と表面性質との関連を見出し、またその性質から逆に塑性の性格を追究してみよう。

#### IV. 実験結果とその考察

紙面の都合上、実験結果の一部とその考察について記載する。

(A) 有機物の含有程度と、その影響について

図-2の(a), (b)は強熱減量および $KMnO_4$ (100N)滴定量の分析結果を度数分布図として表わしたものである。前者は有機物分と吸着水の逸脱量であり、後者は全有機物量を間接的に示す尺度である。(a), (b)はともにバラツキが大きく、特にテウワ積粘土としての特性をもつとは言えない。このことは、有機物が介入する過程からみても当然バラツキが大きいものと考えられる。また工学的性質との関連性の一つとして、強熱減量と一軸圧縮強度の関係をみると、ある深さにおいては、両者の間には負の相関性が認められ、有機物が粘土の強さや圧縮特性に大切な要素の一つであろうと考えられる。

(B) 主な化学成分の分布状況について

粘土の物理・化学的性質を左右する主要な因子の一つとして珪酸 $SiO_2$ と2:3酸化物 $R_2O_3$ を定量分析し、度数分布図として示したのが、図-2の(c)~(e)である。 $SiO_2$ および $R_2O_3$ の含有量は、一定範囲で卓越しており、テウワ積粘土の大部分がこの3酸化物で占められている。 $SiO_2/R_2O_3$ の比率は、土の表面活性や塑性を左右する重要な因子であるから、テウワ積粘土の主要な化学である $SiO_2$ および $R_2O_3$ の含有量にこのような分布特性をもつことは、こんど工学的性質を追究する上に一つの手がかりとなるのではなかろうか。

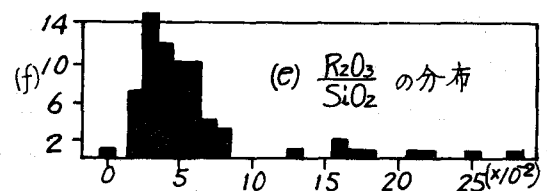
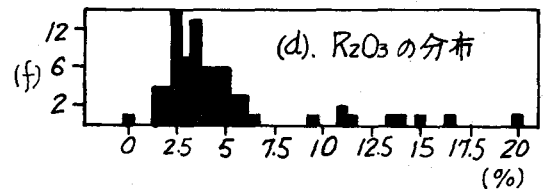
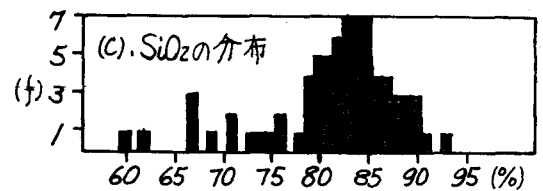
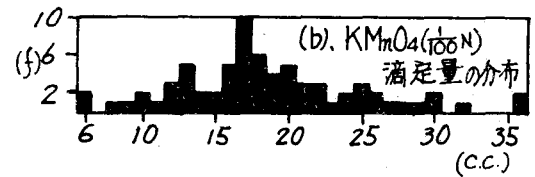
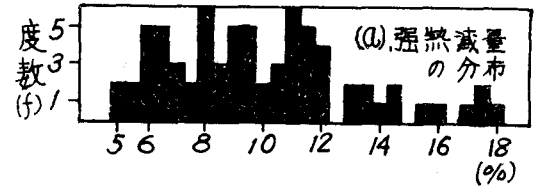


図-2 有機物と主要化学成分の度数分布

(C) 表面作用たとえば水分吸着と工学的性質について

こゝで言う吸着量とは、 $H_2SO_4$ の30% 溶液を入れたデシケーター中に乾燥重量5gの土を入れ平衡湿度となるに要する土の水分吸着量をグラムで表わしたものである。図-3より吸着量と塑性限界とは正の相関性があり、また図-4より吸着量と一軸圧縮強度とは逆に負の相関性傾向をもつと見られる。吸着量は、粒子の大きさ、化学組成、土界面の状態などに左右されるもので、塑性限界および一軸圧縮強度と上記の関連をもつことは容易に納得されるところである。

以上述べたものは、従来の研究成果とも同じ傾向にあるが、この実験で2-3異った結果を得たものを記してみたい。図-3の $SiO_2/R_2O_3$ と吸着量は負の相関性をもっているが、一般には $SiO_2/R_2O_3$ の値が大きくなると吸着能力も増すと言われている。また図-4の一軸圧縮強度と有機物量とはかなり明瞭な正の相関性を示し、これも従来の研究およびこの項のはじめに述べた考察に反する。

こゝでは、物理化学的性質と工学的性質を、単純な因子についての相互関連を記述したにすぎず、問題の分析についてはふれていない。物理化学的性質には、さらに相互作用の追究が必要であらう。

あとがき

こゝに記したのは、はじめに述べたように実験結果の一部であり、また実験も一段階であるから考察についてもきわめて大胆なところも多いと思われるが、テュウ積粘土の化学組成、表面性状およびその工学的性質の相互には関連性が認められる。そして従来テュウ積粘土の工学的取り扱いにお論じ得ない部分のいくつかは、物理化学的な立場より、より合理的に追究できるようである。

なおこの研究は、昭和36年度文部省科学研究費による研究の一部である。本研究にあたり、資料を提供して下さった運輸省技術研究所、ならびに始終御指導を賜った當山道三先生に深甚の謝意を表します。

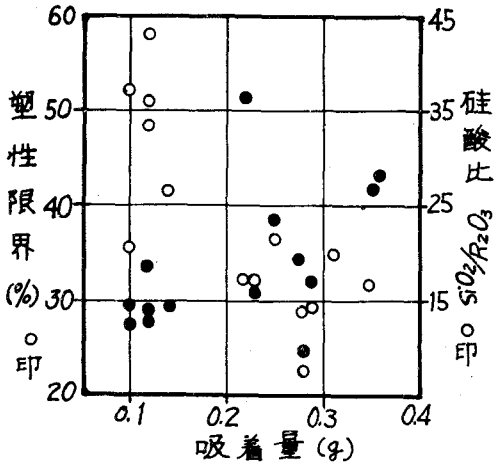


図-3 吸着量と { 塑性限界 } の関係  
 $SiO_2/R_2O_3$

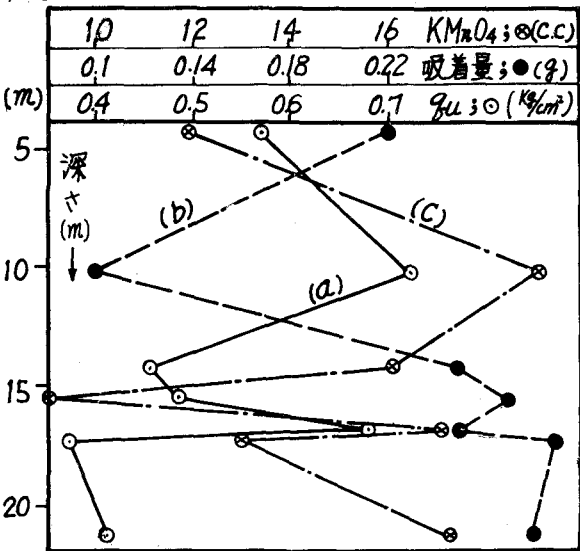


図-4 深さと土性の関係 (東京口際空港)