

黒色真砂土の粘土組成と粘着性について

愛媛大学工学部	正員 理博	山下親平
京都大学工業教員養成所	正員 理修	西田一彦
愛媛大学工学部	正員	松木三郎

緒言

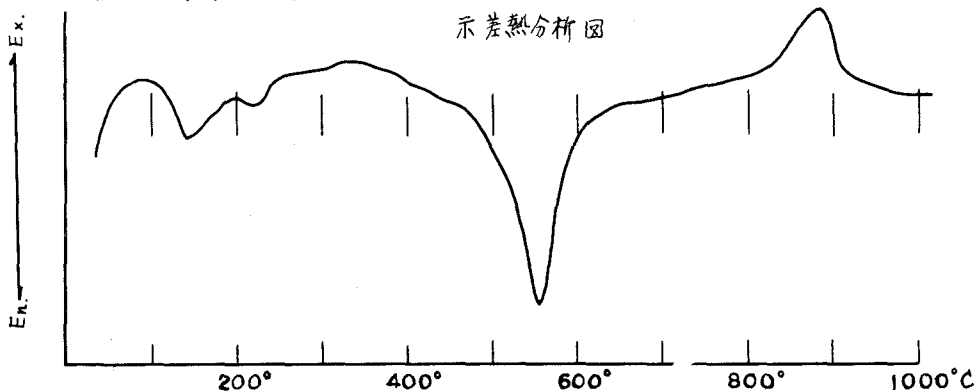
香川県高松市には中生代の黒雲母花崗岩が広く分布している。そこで黒雲母花崗岩より風化した道路脇の黒色真砂土斜面について、その真砂土中に含まれる粘土は如何なる粘土から生成されたものか、またその生成過程について調べ、真砂土中の粘土組成と粘着性を調べるものである。

もともと花崗岩の風化作用に伴って粘土鉱物が出来るといふことは、花崗岩中の造岩鉱物である、斜長石、正長石、白雲母、黒雲母、石英の化学的作用による変質作用である。この斜長石、白雲母、黒雲母の結晶格子構造をしていて、 Si , Al , K , Na , Fe , Ca , Mg , OH の結晶格子を解き、格子から離脱した土粒子の内側から外側にイオンとして移動し、他の原子が付着して、新しい結晶構造を持つた新鉱物が生成されるにある。

筆者等はこの黒色真砂土につき、示差熱分析、X線分析、化学分析、を行う土粒子中の粘土鉱物を同定する。また一面センサ試験を行う土粒子群の粘着強さ、および内部マサツ角をも測定して、粘土鉱物の組成と土粒子群の C , ϕ の関係を調べるにある。

1. 示差熱分析

斜面の上部より下部に $A_1, A_2, \dots, A_9$ と取り、それを水蒸し、 2μ 以下の土粒子について実験を行った結果は次の通りである。



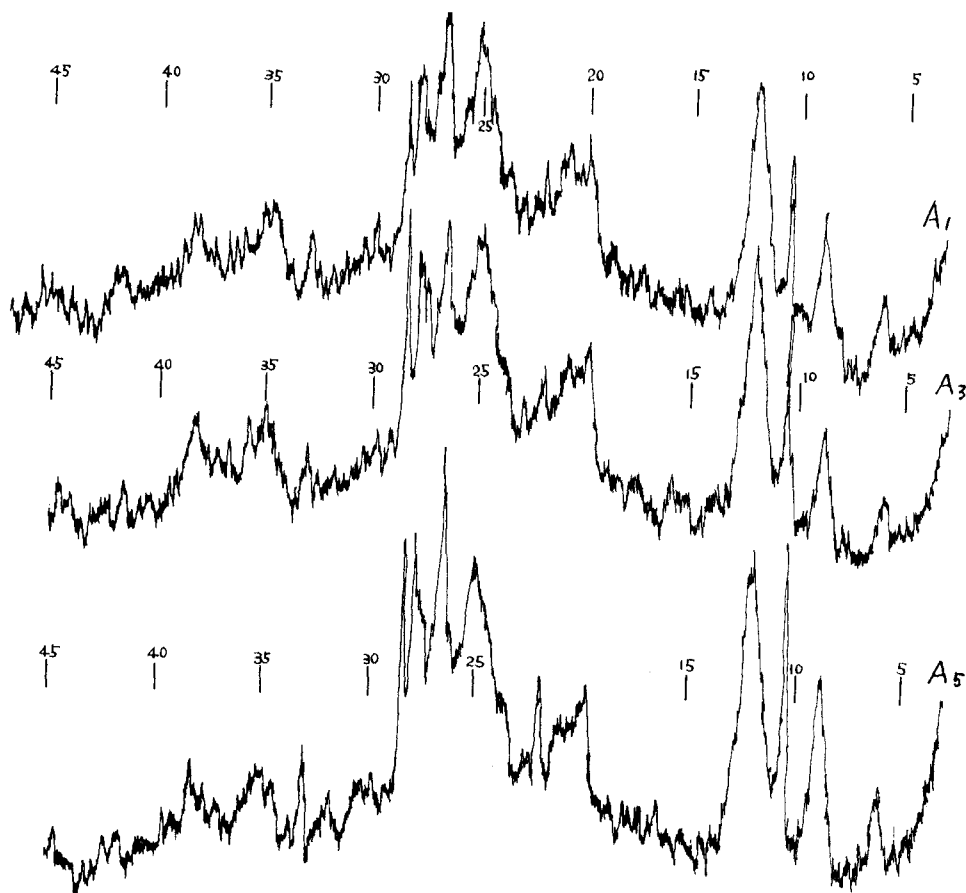
これによると $150^\circ C$ 附近の吸熱反応は吸着水とバーミキュライトの反応と考えられる。また $240^\circ C$ 附近の吸熱反応はギブサイトの反応と考えられる。また $550^\circ C$ 附近の吸熱はセリサイトの反応と考えら

此、また 900°C 附近の発熱反応はカオリナイトの反応と考えられる。これによるとセリサイトは A_2 が最も多く、 A_4 はこれに次ぎ A_3 の順序になつてゐる。カオリナイトは A_3 に最も多く、 A_2 、 A_4 の順に少なくなつてゐる。バーミュキライトは A_1 、 A_3 に多く A_2 、 A_4 の順に少なくなつてゐる。ギブサイトは A_4 において認められ、 A_3 にも存在の可能性がある。

2. X線分析

前者と同様 A_1 …… A_5 の試料の $1/4$ 以下の試料につき X 線分析を行つた結果は図の通りである (図は A_2 、 A_4 を略す) $\lambda = 2d \sin \theta$ において $d = 14.71$ はバーミュキライト および一部のクローライトが認められ、 $d = 8.417$ においてサポナイトが認められる。また $d = 4.15$ においてカオリナイト、 $d = 3.32$ においてセリサイト $d = 3.69$ にイライト、 $d = 3.17$ にギブサイトが認められる。すなわち A_1 では バーミュキライト、カオリナイト、セリサイト、サポナイト を検出し、 A_2 ではバーミュキライト、カオリナイト、セリサイト、イライト、クローライト、サポナイトを検出する。また A_3 では バーミュキライト、カオリナイト、セリサイト、クローライト、サポナイトを検出し、 A_4 ではセリサイト、カオリナイト、イライト、クローライトを検出する。

X線廻折図



3. 化学分析

斜面の上部から下部へ $A_1 \cdots A_5$ について完全分析を行い、 SiO_2 , Al_2O_3 , $Fe_2O_3 + FeO$, TiO_2 , CaO , MgO , SO_2 , Na_2O , K_2O , H_2O^+ , H_2O^- の重量百分率を出した。そこで Al_2O_3 , CaO , $Fe_2O_3 + FeO$ をみると、 A_1 は $Al_2O_3 = 20.57\%$, $CaO = 8.07\%$, $Fe_2O_3 + FeO = 2.58\%$ で バーミユライトの成分に近い。また A_4 は $Al_2O_3 = 33.32\%$, $CaO = 4.19\%$, $Fe_2O_3 + FeO = 3.64\%$ で バーミユライトの成分に遠ざかっている。また Al_2O_3 , K_2O , $Fe_2O_3 + FeO$ につぎみると A_2 は $Al_2O_3 = 20.89\%$, $Ca = 11.15\%$, $Fe_2O_3 + FeO = 7.37\%$ でセリサイトの成分に最も近く、 A_4 は $Al_2O_3 = 33.32\%$, $Ca = 4.19\%$, $Fe_2O_3 + FeO = 3.64\%$ でセリサイトの成分に遠ざかっている。

4. 一面せん断試験

試料 $A_1 \cdots A_5$ は一たん乾燥し、 $0.01mm$ 以下の土粒子にし、 H_2O を加え、自然含水比の状態に区した攪拌試料である。これを一面せん断試験機にかけた結果は表の通りである。これによると粘着

(表) 粘着強さ C および内部摩擦角 ϕ				
	A_1	A_2	A_3	A_4
$C \text{ kg/cm}^2$	0.270	0.033	0.0118	0.195
$\phi \text{ degree}$	$44.00'$	$41.00'$	$44.00'$	$48.08'$

強さ C は A_1 が最大であり、 A_2 が最小である。また内部摩擦角は A_4 が最大であり、 A_2 が最小である。つまり C が増大すれば、 ϕ が増大している。

5. 結果の考察

斜面の上部 A_1 では バーミユライト、セリサイト、が多くなっており、粘着強さおよび内部摩擦角は増大している。また斜面の中央部 A_2 においては カオリナイト が多くなっており、粘着強さおよび内部摩擦角が小さくなっている。これらのバーミユライト、カオリナイト、セリサイト、クローライトを三成分系で考えると、 $Al_2O_3 - CaO - Fe_2O_3 + FeO$ において斜面の上部から下部に行くに従い Al_2O_3 は減少→

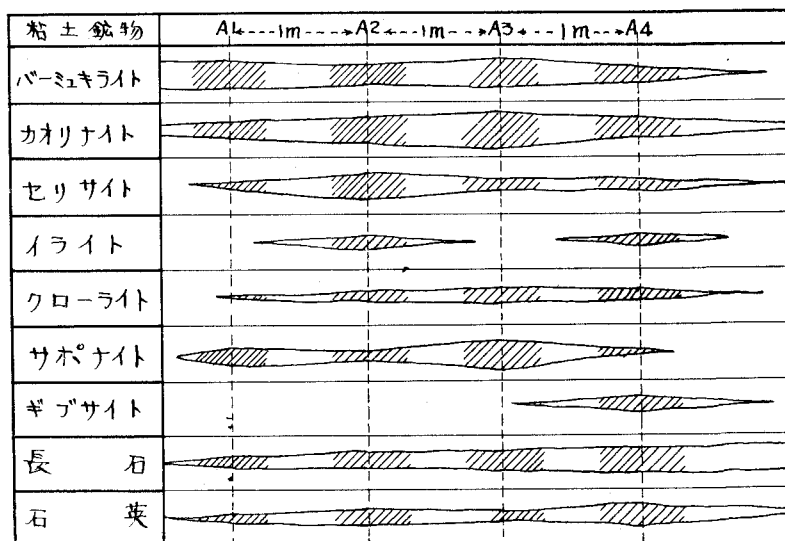
増加→増加となり、
 $Fe_2O_3 + FeO$ は増加
→減少→減少

となり、バーミユライトの成分から遠ざかろうとしている。即ち、斜面の上部と中部においてバーミユライト化作用が行われたことを示している。

また $Al_2O_3 - K_2O - Fe_2O_3 + Fe$ において Al_2O_3 は減少→やや増加→増加

斜面の粘土鉱物分布図

上部 ← 斜面 → 下部



と変化している。即ちセリサイトは斜面の中央部において行われたと考えられる。またクローライトは斜面の Al_2O_3 は Fe_2O_3 が増加し、 Al_2O_3 が減少していることから斜面の中央部において必ずしもクローライト化作用が行われたことを意味している。

これらの作用は $Al_2O_3 - H_2O$, $SiO_2 - Al_2O_3 - H_2O$, $SiO_2 - Al_2O_3 - MgO - H_2O$ 系 および $(Ca, Mg)O - (K, Na)_2O - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ 系の変成系の変成によるものであつて、Rolle & Jels は $biotite \rightarrow biotite\ hydrate \rightarrow vermiculite \rightarrow chlorite$ の

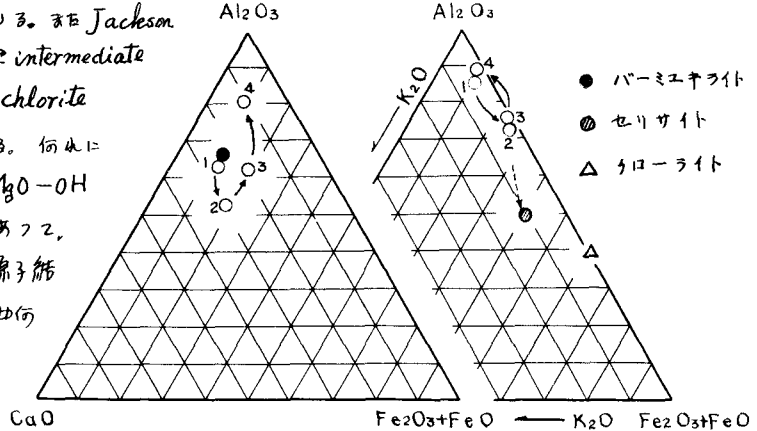
Al-Ca-Fe 系

Al-Ca-Fe 系

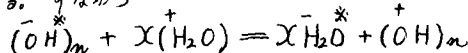
生成過程を経るといつている。また Jackson は $biotite \rightarrow illite \rightleftharpoons intermediate \rightleftharpoons vermiculite \rightleftharpoons chlorite$

の過程を経るといつている。何れにしても $Al_2O_3 - Fe_2O_3 - MgO - OH$ 系の OH が向量である、この OH が土粒子内部の格子構造の格子の存在如何にかかると考えられる。

すなわち Brindly によれば「カオリナイト



の場合 OH が (001) 面に平行の方向では、格子六角形の内部に有隙の状態に存在し、また (100) 面に平行の方向では半格子の構造を持つといつている。故にこの OH は有隙の構造を持つといつて考えられ、土粒子群を流れる粒間水の作用により、OH イオンとして土粒子の内部から外側に移動する。すなわち



の変成式により、土粒子相互間の水分が増加し、土粒子群の粘着強さ C が小さくなるのである。ここにセリサイト、バーミユキライト、カオリナイトの格子構造の OH を見るとセリサイトおよびバーミユキライトは OH_2 であり、カオリナイトは OH_4 であることから Brindly の格子構造論を代入すると、カオリナイト化帯よりもバーミユキライト、セリサイト化帯の方が粘着強さ C が大きくなるのである。したがってセリサイト $\rightarrow$ バーミユキライト $\rightarrow$ カオリナイトの順に粘着性は小さくなると考えられる。