

瀬戸内海底粘土の組成と工学的性質

愛媛大学工学部

正員 山下親平

“

正員 松本三郎

“

片山修三

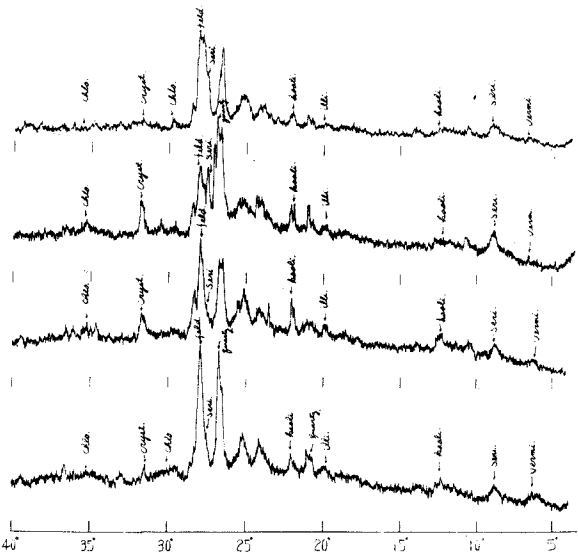
緒言

埋立用海底土中の粘土組成に関する粘土鉱物の研究は粘土鉱物の判定上の問題、即ち結晶化の進んでいない粘土鉱物の分析法が未発表であった。その後 Kuenen, 次いで Grim, Dietz, Brindley によるカルホルニア沿岸の海底土の研究によってほぼ海底土中の粘土鉱物の組成がほぼ体系づけられた。しかし沈積状態の粘土鉱物の種類と沈積中の化学変化との関係一特に粘土鉱物の結晶原子構造の変化が Al, Fe, Mg の置換によることは未だ明かでない。演者はここに瀬戸内伊予灘沖の埋立適地とされている海底粘土を採集し、示差熱分析、X線分析、化学分析によって海底粘土鉱物組成による結晶の化学変化を明らかにし、変化後の鉱物組成と透水性との関係を調べようとするものである。

1. 示差熱分析

図-1 X線解析図

花崗岩より風化した堀江沖 (NO.1), 菊間沖 (NO.2), 北条沖 (NO.3), 松山沖 (NO.4) を水篩し 1.5μ 以下の土粒子について実験を行なった。 150°C , 240°C , 550°C の吸熱反応はそれぞれパーミュキライト, ギブサイト, セリサイトであり, 950°C の発熱反応はカオリナイトである。これによるとパーミュキライトは NO.1 が最も少く, NO.3 が最も多い。セリサイトは NO.1, 2 が多く, NO.3, 4 が少い。カオリナイトは少くて, NO.2, 1, 3, 4 の順に少い。



2. X線分析

前者と同様試料の 1.5μ 以下の土粒子についてX線分析を行なった結果は1図の通りである。

$d=14.71\text{\AA}$ にありてモンモリロナイト, $d=9.90\text{\AA}$ にありてセリサイト, $d=7.15\text{\AA}$ にありてカオリナイト, $d=4.46\text{\AA}$ にイライト, $d=4.04\text{\AA}$ にフリストバライト, $d=2.45\text{\AA}$ にフローライトを検出する。セリサイトおよびイライトは $\text{NO.1}=[\frac{F}{F_0}=6.2, \frac{F}{F_0}=5.0]$, $\text{NO.2}=[\frac{F}{F_0}=8.0, \frac{F}{F_0}=5.2]$ で NO.1, 2 に多く, $\text{NO.3}=[\frac{F}{F_0}=5.8, \frac{F}{F_0}=4.0]$, $\text{NO.4}=[\frac{F}{F_0}=6.0, \frac{F}{F_0}=3.8]$ で少い。カオリナイトは $\text{NO.1}=[\frac{F}{F_0}=4.0]$, $\text{NO.2}=[\frac{F}{F_0}=3.8]$, $\text{NO.3}=[\frac{F}{F_0}=3.5]$, $\text{NO.4}=[\frac{F}{F_0}=3.2]$ で比較的少い。パーミュキライトは $\text{NO.3}=[\frac{F}{F_0}=8.0]$ で最も多く, フローライトは $\text{NO.1}=[\frac{F}{F_0}=2.3]$, $\text{NO.2}=[\frac{F}{F_0}=2.2]$, $\text{NO.3}=[\frac{F}{F_0}=2.5]$, $\text{NO.4}=[\frac{F}{F_0}=2.4]$ でわずかに存在する。

3. 化学組成

各試料につき化学分析を行なった結果は1表の通りである。

表-1 化学組成

3. SiO_2 , Al_2O_3 , H_2O^- , H_2O^+ , $Fe_2O_3(+FeO)$, MgO を見ると NO.3 は $Al_2O_3=3.38\%$, $Fe_2O_3(+FeO)=0.43\%$, $MgO=2.28\%$, デバーミュクライトの成分に最も近い。また, NO.1 は $Al_2O_3=5.13\%$, $Fe_2O_3(+FeO)=1.19\%$, $MgO=0.62\%$ でデバーミュクライトの成分に最も遠ざかっている。また, NO.2 は $SiO_2=69.07\%$, $Al_2O_3=5.78\%$, $H_2O^+=4.04\%$, $H_2O^-=1.54\%$ でセリサイトの成分に比較的近く, NO.4 は $SiO_2=65.48\%$, $Al_2O_3=2.38\%$, $H_2O^+=3.07\%$, $H_2O^-=1.76\%$ でセリサイトの成分に遠ざかっている。NO.3 は $Al_2O_3=3.38\%$, $Fe_2O_3(+FeO)=0.43\%$ で全試料中フローライトの範囲に近づいている。

	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4
SiO_2	70.66	69.07	71.24	65.48
Al_2O_3	5.13	5.78	3.38	2.38
TiO_2	3.18	3.55	3.43	3.14
$Fe_2O_3(+FeO)$	1.19	0.40	0.43	4.63
MnO	1.76	2.61	6.28	8.54
CaO	4.16	5.76	4.08	3.92
MgO	0.62	0.96	2.28	3.10
P_2O_5	0.91	0.92	0.80	0.69
Na_2O	0.59	0.60	0.40	0.30
K_2O	4.39	3.27	2.91	2.87
H_2O^+	3.16	4.04	2.75	3.07
H_2O^-	2.50	1.54	1.17	1.76
Total	98.25	98.50	99.15	99.89

4. 結果の考察

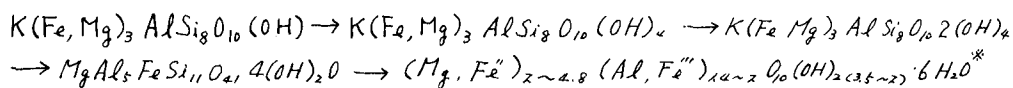
以上の結果からデバーミュクライト, セリサイト, カオリナイト, イライト, フローライト, ギブサイトが認められる。これらは沿岸陸上の原岩—黒雲母花崗岩, 花崗閃緑岩より風化し海水中に堆積されたものである。デバーミュクライトは北条沖の海底土が最も多く, 堀江沖のものは最も少ない。またセリサイトは堀江, 菊岡が多く, 北条, 梅津寺が少くなっている。これらのデバーミュクライト, カオリナイト, フローライトは海水中の Na , K , Cl , OH , により添加並にイオンの交換が行なわれたもので, これを三成分系で考えると $Al_2O_3-(Fe^{III}Fe^{II})O-MgO$ 系において NO.1 (堀江沖) ではデバーミュクライトの成分に最も遠くデバーミュクライト化作用はほとんどおこなわれなかったことを示している。また, NO.3 (北条沖) では

図-2.

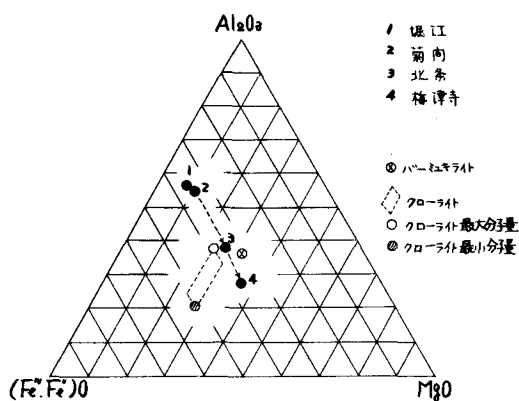
$37.18(Al_2O_3)-37.73(Fe^{III}Fe^{II})O-25.08(MgO)$ でデバーミュクライトの成分に近づいている。故に NO.1, 2, 3, 4 の順に少量→中量→多量→多い多量, と変化している。(図-2, 3)

以上の変化は OH , Mg の移動によるもので OH の添加によりパイオタイトから水酸化パイオタイト, 水酸化パイオタイトからパイオタイトと水酸化パイオタイトの中間体ができ, これからパイオタイトができるのである。そしてこのパイオタイトから Mg の添加によりフローライトができるのである。

すなわち



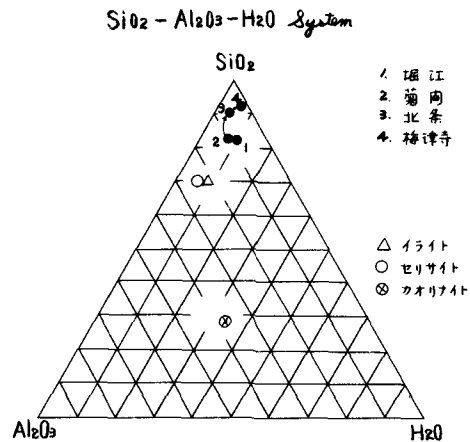
$Al_2O_3-(Fe^{III}Fe^{II})O-MgO$ System



以上の変化を土粒子内部の原子結晶格子構造で見ると、1単位の層格子に(100)面では $(Al, Fe, Mg)_3 Si_3 O_{10} (OH)_2$ 2"あり、(010)面では $(Al, Fe, Mg)_5 Si_4 O_{15} (OH)_2$ 2"ある。このうちAl, Fe, Mgは半格子の構造をもちAlは離脱しやすく、Mgは附着しやすいと考えられる。すなわち、Mgは簡単に附着してAlとFeが原子のイオン交換を行ないフローライトに変化することになると考えられる。

これらのバーミキュライト、フローライトの鉱物組成の比率による土粒子の透水性については精密なる透水試験の結果を待たねばならない。

図-3



* フローライトはオルソフローライト $[(Mg, Fe^{II})_{n-p} (Al, Fe^{III})_{2p} Si_{4-p} O_{10}]$ の場合Mg, Fe^{III} , Fe^{II} , Alの酸化物の最大値はMgO=95.49 (Fe^{III}, Fe^{II})O=312.10, Al_2O_3 =98.05 となり同最小値はMgO=36.47 (Fe^{III}, Fe^{II})O=110.49 Al_2O_3 =102.95 となる。