

中海底土の粘土鉱物について*

村上 英行** ・ 服部 共生***

Clay Minerals in Muds of Lake Nakaumi, Shimane Prefecture

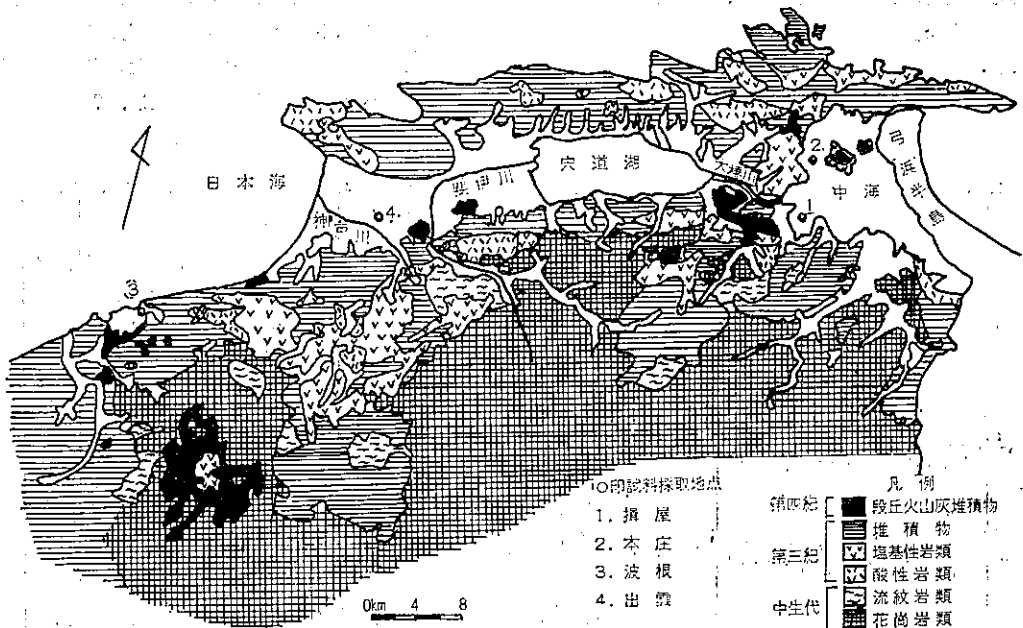
Hideyuki MURAKAMI and Tomoo HATTORI

中海干拓予定地の湖底土の調査、栽培試験は村上・入沢¹⁰⁾、村上^{8,9)}によって行なわれ、干拓後の土壤改良に関する知見が明らかにされてきた。そこで本報では干拓後の土壤管理の重要な資料となる湖底土の粘土鉱物組成について検討し、二、三の結果をえたので報告する。

試料および実験方法

中海底土はかん水の影響を受けて中性ないし塩基性であるが、多量の可酸化性イオウ⁷⁾を含み干拓後強酸性化する底土(いわゆる Acid Sulfate Soil)も分布する。したがって本地区底土は一部に分布する砂土を除

いて埴質中性型と埴質酸性型に大別される¹⁰⁾。試料としては前者に属する本庄沖の底土と、後者に属する揖屋(いや)湾の底土を供試し、比較対照試料として波根(はね)湖干拓地の道路下のもとの湖底土と島根農試(出雲市)の水田土壤を供試した。試料採取地点と付近の地質を第1図に示す。これらの地点における堆積物の母材を第1図より推定すれば次のようである。一般的にみれば中海の堆積物は斐伊川の運んだ花崗岩、花崗閃緑岩など酸性岩の風化物を主とし、その他二、三の小河川の同様な風化物の運積物である。しかし本庄では中海北岸の島根半島を形成する第三系の粘土、頁岩などの風化物の影響が強いと思われ、揖屋に



第1図 試料採取地点と周辺の地質図

* 本論文の要旨は昭和37年6月日本土壤肥料学会関西支部会で発表した。

** 土壤肥料科

*** 京都府立大学農学部

第1表 試料の二、三の性質

試料	土性	pH (H ₂ O)	全炭素 %	全窒素 %	C/N	CEC me	可酸化性 S _{mg} /100g
揖屋	LiC	7.2	2.27	0.142	15.9	24.8	22.3*
本庄	HC	8.0	1.49	0.134	11.1	23.7	0**
波根	LiC	8.3	2.82	0.172	16.4	30.4	22.1*
出雲	L	5.5	1.61	0.160	10.0	15.0	0**

* LUNGE の方法⁷⁾ ** H₂O₂ 滴定法⁷⁾

おいてはこの影響は大きくないと考えられる。波根は第三系の粘土、頁岩の風化物の堆積物であり本庄に近い性質の堆積物と考えられ、出雲は神戸川の沖積物を母材としており、これは斐伊川と同様に主として花崗岩類の風化物より成り、揖屋と類似しているであろう。

試料の二、三の性質を第1表に示す。揖屋、本庄および波根の3土壤はいずれも湖底土で、中性ないし塩基性を呈し、出雲とは明らかな相違を示す。この三者の内、揖屋と波根は腐植および可酸化性イオン含量高く、特徴のある堆積環境⁸⁾にあったと考えられる。すなわち堆積物の性質は揖屋と出雲、本庄と波根が類似し、堆積の環境条件は揖屋と波根が類似していると言えよう。

試料からの粘土(2μ以下)の分離は既報²⁾の方法

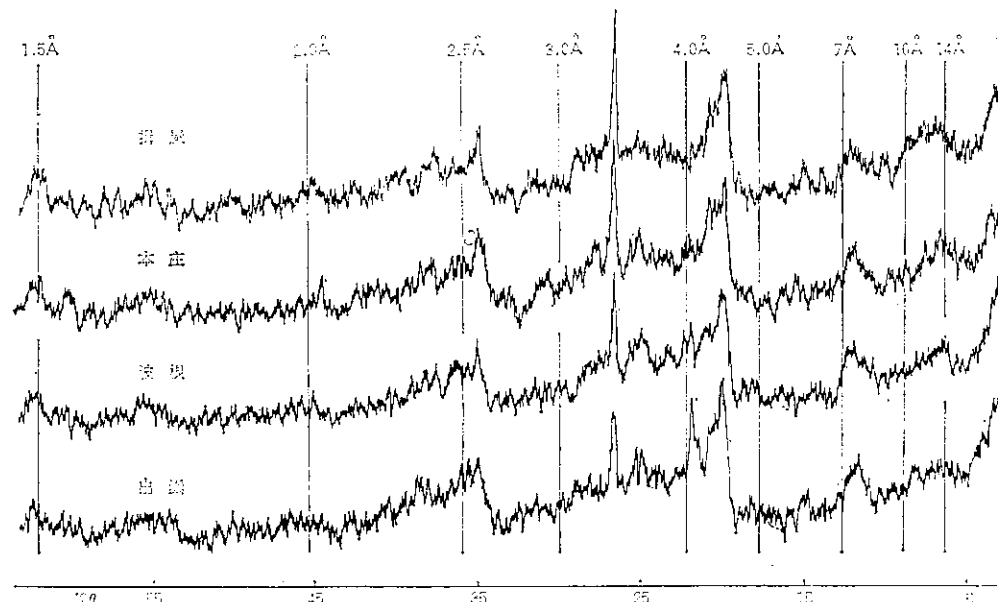
に準じて行ない、マグネシウム還元法で遊離酸化物を除いた後、希酸処理後 Ca-粘土として分析に供した。

粘土鉱物の同定にはX線回折、示差熱分析、赤外線吸収スペクトル、化学分析、カチオン置換容量などから総合的に行なった。

結果および論議

1 X線回折結果：Ca-粘土の無方位試料のX線回折結果および各種処理後の定方位試料のX線回折結果を第2図および第2表にそれぞれ示す。

第2図からも明らかなように揖屋と出雲の試料は4.02Åのクリストバライトの回折線と、3.35Åおよび4.21Åの石英の回折線の強度が異なる点を除けば、15~10Åのハロー様の回折線が存在し、7Åの回折線



第2図 X線回折図 (Ca-粘土, 無方位, Cu Kα)

第2表 各種処理によるX線回折結果 (定方位試料) (7Å以上の回折線)

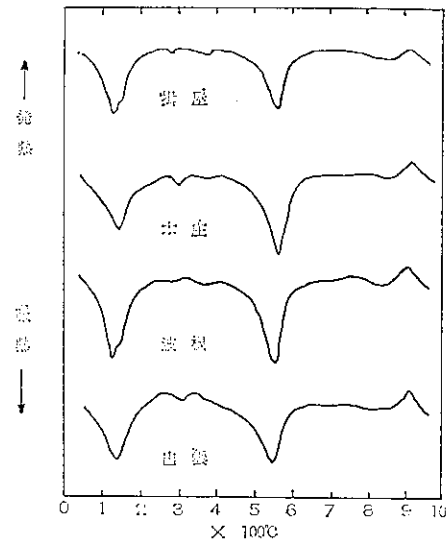
試料	Ca-風乾	Ca-Glycerol	K-風乾	K-500°C
揖屋	17.7 m	17.7 m	14.4 m	10.1 s
	{14.8 m, 10.3 m}	{14.4 m, 10.1 w}	{12.3 m, 10.1 w}	
	7.3 s	8.7 w, 7.3 s	7.3 s	
本庄	14.2 s, 10.1 w	14.3 s, 10.1 w	14.1 s, 10.1 m	10.0 s
	7.4 s	7.4 s	7.4 s	
	14.2 s, 10.2 w, 7.3 s	14.3 s, 10.2 w, 7.3 s	14.2 s, 10.1 m, 7.3 s	
波根	17.7 m	17.7 m	14.4 m	10.1 s
	{14.6 m, 10.2 m}	{14.4 w, 10.2 w}	{12.5 m, 10.1 w}	
	7.4 s	8.6 w, 7.4 s	7.3 s	

の強度など類似する所が多い。一方本庄、波根の試料は同様に石英の回折線強度に若干の差はあるが、14Åおよび7Åに比較的明瞭な回折線をあたえることなど類似の点が多い。揖屋、出雲の試料の10~15Åの回折線はグリセロール処理により17.7Åに一部回折線を移行し、8.5Åに回折線を示し、14Å付近にも比較的鋭い回折線をあたえる。カリ飽和風乾処理によっては10~15Åの回折線は12~13Åの回折線と14Åの回折線が明瞭となる。一方本庄、波根の試料では、グリセロール処理、カリ飽和風乾処理によってほとんど回折線に変化がない。そしてすべての試料でカリ飽和400°C加熱処理は低角側に尾を引いた10Åと7Åの鋭い回折線をあたえ、カリ飽和500°C加熱処理は10Åの回折線のみをあたえる。060の回折線は揖屋、出雲の試料は1.49~1.50Åに、本庄、波根の試料は1.49および1.54Åの両位置にある。また無方位試料においては10Åの回折線はほとんど認めえないが、定方位の試料においては10Å回折線の存在を認めうる。その他に3.0~3.3Å, 2.6~2.7Å付近に長石類による回折線を認める。

以上の結果よりすればCa飽和粘土のX線回折において、7Åの回折線はカオン鉱物によるものであり、

10Åの回折線はイライトによるものであろう。10~15Åおよび14Åの回折線はモンモリロナイト、モンモリロナイト-イライトの混層鉱物、Al-バーミキュライトなどであろう。ゆえに本庄、波根の粘土はAl-バーミキュライトが優勢であり、揖屋、出雲の粘土はモンモリロナイトが優勢であると考えられる。その他石英、長石類が各土壤に、クリストバライトが出雲に多く存在しているようである。これらの結果は本庄と波根、揖屋と出雲がほぼ類似の堆積物であろうという推定と一致している。

2 示差熱曲線：供試試料粘土の示差熱曲線は第3図からも明らかなようにほぼ同一の形状を示し、児島湾干拓地土壤や14Å鉱物(Al-バーミキュライト)、ハロイサイト、イライトで構成される土壤粘土の示差熱曲線とよく似ている⁶⁾。しかし詳細に検討すれば揖屋、出雲の試料は550°C付近の吸熱ピークは小さく幅広いが、本庄、波根の試料では鋭く、強くなっている。また本庄出雲では150°C付近の吸熱ピークが550°C付近の吸熱ピークにくらべて弱いが、揖屋、波根の試料では150°C付近の吸熱ピークに肩があり、550°Cの吸熱ピークとはほぼ同等あるいはより強くなっている。これらのことは結晶格子からのOHの離脱に関



第3図 示差熱曲線

しては堆積母材を同じくする試料で同じような傾向を示し、吸着水の離脱の様相は堆積環境を同じくする試料で同様な傾向を示している。前者は結晶性粘土鉱物の種類の相違を示し、後者は非晶質物の含量の相違を示すものであろう。

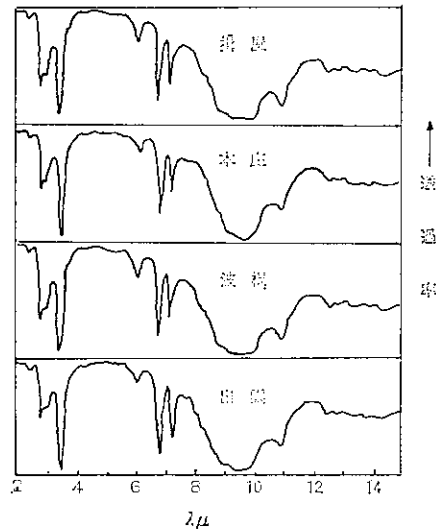
3 赤外線吸収スペクトル：第4図に見られる通り、供試粘土の赤外線吸収スペクトルはほぼ同一の形

第3表 粘土の化学的組成および物理化学的性質

試料	乾物 %						SiO ₂	SiO ₂	CEC
	灼熱損失	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	me/100g
掛屋	9.03	53.33	26.63	4.12	2.73	2.28	3.40	3.09	37.8
本庄	10.01	52.72	28.19	4.45	2.33	1.89	3.17	2.88	32.0
波根	9.66	53.25	27.43	4.39	1.65	1.15	3.29	2.99	42.2
出雲	10.06	53.75	25.74	4.88	2.41	1.85	3.54	3.16	37.2

第4表 粘土の0.5N NaOH 可溶成分(乾物%)

試料	風乾(I)		400°C加熱(II)		500°C加熱(III)		II-I		III-II		SiO ₂ /Al ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃		
掛屋	8.57	5.63	8.50	5.80	20.34	15.67	0.17	11.84	9.87	1.86	
本庄	12.50	5.21	12.50	5.60	20.31	13.41	0.39	7.81	7.81	1.69	
波根	5.81	4.56	6.19	4.66	13.32	12.99	0.10	7.13	8.33	1.46	
出雲	11.00	5.72	12.00	11.01	13.50	12.66	5.29	1.50	1.65	1.55	



第4図 赤外線吸収スペクトル

状を取り差異を認めない。この形状は服部が京都地区の森林土壌²⁾や水田土壌³⁾の粘土についてえたものと同様で、14Å 鉱物、カオリン鉱物、イライトを主成分としていると判断される。

4 化学分析結果およびカチオン置換容量：粘土の化学的組成およびカチオン置換容量を第3表に、JACKSON⁴⁾の示差溶解分析結果を第4表に示す。第3表からも明らかなように、同質の堆積物である掛屋、出雲

の試料においては珪アルミナ比、マグネシウム含量、カチオン置換容量はほぼ等しい値を示すが、本庄、波根の試料においては珪アルミナ比はほぼ同じであるがマグネシウムおよびカリウム含量、カチオン置換容量などにはかなりの差がある。これらの結果は掛屋、出雲の試料はカリ含量から推定されるイライトの含量はやや掛屋が多いようであるが、ほぼ同じ鉱物組成を持つものと推定される。一方本庄、波根の試料にあってはカチオン置換容量とカリ含量が逆の関係を示し、本庄においてはイライトが多く、反対に波根にあってはカリの減少に伴ってAl-パーミキュライトの含量が多いと思われる。第4表においては風乾物の0.5Nカセイソーダ浸出の珪酸、アルミナに著しい差をそれぞれ掛屋と出雲、本庄と波根の試料間に認める。ここで溶出する珪酸、アルミナはJACKSON⁴⁾によればギブサイトおよび非晶質物とされているが、X線回折や示差熱分析においてギブサイトの存在量はすべての試料で著しく多いとは考えられないので、非晶質物の含量の差異を示すものであろう。そしてこの差は置換容量や

示差熱分析における吸着水の離脱の様相の差とともに堆積環境に関係しているように思える。500°C加熱処理後の0.5Nカセイソーダで浸出される珪酸、アルミナと400°C加熱あるいは風乾物から同一溶液で溶出される珪酸、アルミナ量との差はカオリン鉱物から溶出されるものと考えその含量よりカオリン鉱物の含量を推定しよう。それによれば本庄、波根で15~16%、掛屋で20%程度のカオリン鉱物を含むと推定され、両者の母材的な相違を知りうる。しかし出雲の試料ではその値が約3%となり、X線回折における7Åの回折線から推定されるカオリン鉱物の他の試料との相対的な量と一致しない。本試料においては400°C加熱処理物と風乾物とからの0.5Nカセイソーダ溶出アルミナ量の差は大きい。この値はAl-パーミキュライトの層間のギブサイト層からのものといわれているが、この点については更に検討を必要としよう。

5 総合考察：以上の結果に基づいて各試料の鉱物組成を概算すると第5表のようである。この表の計算は石英、クリストバライトはX線回折における回折

第5表 粘土の鉱物組成(%)

試料	石英*	クリストバライト(SiO ₂)	クロライト	イライト	Al-モンモリロナイト、パーミキュライト	モンモリロナイト、パーミキュライト	カオリン鉱物	非晶質、珪酸アルミナ(ギブサイト)	合計	
掛屋	+	10	±	23	+	29	± (3.5)**	22	14	98
本庄	+	8	+	19	±	25	± (2.5)	16	18	86
波根	+	12	±	12	±	40	± (3.0)	15	10	89
出雲	+	15	±	19	+	30	± (3.4)	3	17	84

* X線回折の Intensity および化学分析より推定

** () 内の値は Al-モンモリロナイト、パーミキュライトとモンモリロナイト、パーミキュライト部分の珪ばん比の計算値

線の強度と標準物質との比からの推定値であり、イライトはカリ含量から、カオリン鉱物、非晶質物はJACKSON⁴⁾の示差溶解分析から、14Å 鉱物は粘土の化学組成から各鉱物含量より計算した化学組成を差し引いた値より推定した。その際のその部分の珪アルミナ比を()内に示した。第5表からも明らかなように供試試料はその構成鉱物種には大差はないが、組成の上には若干の相違が認められる。すなわちそれぞれ母材的に同一とみなされる本庄、波根と掛屋、出雲の試料では、前者に14Å 鉱物のうちAl-パーミキュ

ライトが多いが、後者にモンモリロナイトが多く、前者はカオリン鉱物、イライトが掛屋よりは少なく出雲よりは多い。一方堆積環境を同じくし、可酸化性イオン含量の高い掛屋と波根は他の試料に比較して非晶質物含量が低い傾向がみられる。

他地方の干拓地土壌の粘土の鉱物組成と中海のそれとを比較してみると、八代湾¹⁾、有明海²⁾、八郎潟干拓地の土壌とは異なり、モンモリロナイト系の膨潤を示す粘土鉱物含量が中海の底土の粘土には少なく、児島湾干拓地の鉱物組成³⁾と類似していると言えよう。

摘 要

中海底土の粘土鉱物について検討し次の結果をえた。

1) 中海底土を掛屋と本庄の2点、および対照として波根と出雲土壌を供試した。各試料とも粘土の構成鉱物に著しい差異はなく、それは長石類、石英、クリストバライト、イライト、Al-モンモリロナイトあるいはAl-バーミキュライト、モンモリロナイト、クロライト、イライト-Alバーミキュライトあるいはイライト-モンモリロナイトの混層鉱物、カオリン鉱物、ギブサイトであった。

2) 鉱物組成においては母材を同じくする試料間に差異はなく三紀層粘土の混入を受けている試料が花崗岩質のものに比べAl-バーミキュライトの混入度が大きいようであり、可酸化性イオン含量の高い試料は非晶質物含量が低い傾向がみられた。

謝 辞

本研究実施にあたり当農試前次長入沢周作博士には御指導をいただき、京都大学教授川口桂三郎博士よりは御指導と器械分析の便宜を与えられた。厚く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) AOMINE, S. and T. HIGASHI (1954) : Clay Minerals of Sediments in the Yatsushiro Bay. *Soil and Plant Food* 1 : 63-66.
- 2) 服部共生・川口桂三郎 (1959) : 近畿地方の森林

土壌の鉱物学的研究. 京大食研報告 22 ; 40-58.

- 3) 服部共生 (1964) : 京都市近郊の水田土壌の鉱物学的研究. 京都府大学術報告 16 ; 88-103.
- 4) HASHIMOTO, I. and M. L. JACKSON (1960) : Rapid dissolution of allophane and kaolinite-halloysite after dehydration. *Clays and Clay Minerals*, 7th Conf. ; 102-113.
- 5) 菅野一郎他 (1962) : 有明海の浅海性堆積物の粘土鉱物について. *粘土科学の進歩* 4 ; 227-238.
- 6) KAWAGUCHI, K., T. HATTORI and T. WAKI (1957) : Some Chemical and mineralogical studies on profiles of dry rice fields of polder land in Kojima Basin, Okayama Prefecture. *Soil and Plant Food* 3 : 7-14.
- 7) 村上英行 (1961) : 過酸化水素による干拓地土壌中の可酸化性イオウの半定量法. *土肥誌* 32 : 276-279.
- 8) 村上英行 (1967) : 中海宍道湖地域における酸性硫酸塩土壌の分布とその特性, 酸性硫酸塩土壌の特性と改良法 (第1報). *土肥誌* 38 : 112-116.
- 9) 村上英行 (1968) : 可酸化性イオウの酸化が水田土壌と水稻の生育に与える影響, 酸性硫酸塩土壌の特性と改良法 (第5報). *土肥誌* 39 : 515-519.
- 10) 村上英行・入沢周作 (1961) : 中海干拓地土壌に関する研究. *島根農試研報* 3 ; 1-53.

Summary

Clay mineral composition in mud of Lake Nakaumi was studied. Mud samples used were acid sulfate (Iya) and non-acid sulfate soil (Honjo), and then as control, polder soil of Lake Hane (Hane), acid sulfate soil, and alluvial paddy soil (Izumo) were used. The results were as follows :

1) Differences of clay mineral composition among these four soils were not so great, they contained feldspars, quartz, cristobalite, illite, Al-montmorillonite or Al-vermiculite, montmorillonite, mixed layer minerals such as illite-chloritic vermiculite or illite-montmorillonite, chlorite, kaolin minerals and gibbsite.

2) Soils derived from same parent materials had same clay mineral composition, the soils mixed with tertiary clay seemed to contain more Al-vermiculite than the granitic soils. And acid sulfate soils tended to contain less non-crystalline matter than the other soils.