

千里山丘陵北方の大阪層群の粘土鉱物組成について

小村 良二*

The Clay Minerals in the Osaka Group in the Northern Part of the Senriyama Hill, Osaka Prefecture

Ryoji KOMURA

Abstract

The northern part of the Senriyama hill stratigraphically belongs to the Osaka group of Plio-Pleistocene, which is composed of gravel, sand and marine and fresh water clay.

According to the results of X-ray diffraction, D.T.A. and electromicroscopic observation, the clay beds in the surveyed area comprise montmorillonite, kaolin minerals and illite. Montmorillonite is dominant in the lower horizon clay bed compared with the upper horizon one.

And the volcanic ash layer in the area comprises halloysite, meta-halloysite and illite.

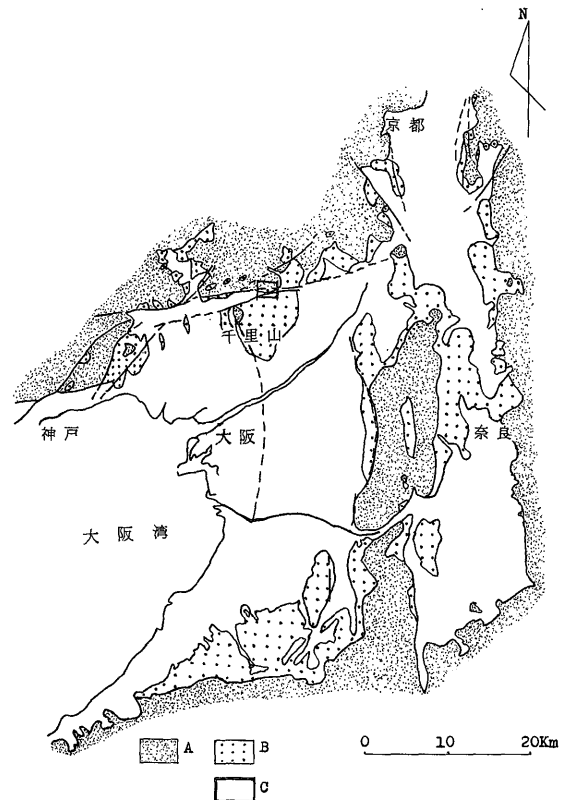
1. ま え が き

大阪層群は大阪・京都・播磨・奈良盆地周辺の丘陵地域に分布する未固結の砂・礫層、粘土層で構成される。大阪層群の中・上部の淡水成層の間には、下位より上位へ Ma 0, Ma 1……Ma 10 と呼ばれる海成粘土層がはさまれる。また、約30枚の火山灰層が淡水成層や海成粘土層に挟在する。大阪層群の層序はこれらの海成粘土層と火山灰層を識別して組み立てられている(石田, 1970; 市原・亀井, 1970)。大阪層群の模式地である大阪府・千里山丘陵では、層厚約 300m以上に及ぶ標準層序が確立されており、Ma 0 から Ma 8 までの海成粘土層がはさまれている。基盤岩類としては、丘陵の北西部に中新統の神戸層群が、丘陵北方に古生層と花崗岩類が分布する。

大阪層群は近畿地方の鮮新・更新統の代表的地層で層序、地質構造、動植物化石など多方面の総合的研究がなされている。堆積物中の粘土鉱物組成については次の人により研究がなされている。

岡本(1970)は大阪市港区の深さ907mのOD-1ボーリングコアの粘土鉱物組成を調べ、海成細粒層ではイライトや緑泥石が多く、非海成細粒層ではモンモリロナイトが卓越すること、とくに海成層中のイライトは下位ほど増加すると報告した。宇野・武司(1971)は大阪府・泉北丘陵の海成粘土層 Ma 3, Ma 4のモンモリロナイトの量比が Ma 1, Ma 2に比べて著しく減少し、またとくに Ma 3ではイライトが増加していることに注目し、堆積環境の違いが粘土鉱物組成に反映したものと考えた。

このほか市原(1960・1961),市原・市原(1971)は海成粘土に含まれる硫酸イオンが粘土鉱物にあたえる影響に



A: 基盤岩類 B: 大阪層群 C: 調査研究地

第1図 大阪層群の分布図

*大阪出張所

ついて報告している。

筆者は、千里山丘陵北方の丘陵地の海成・淡水成粘土層および火山灰層の粘土鉱物組成を調べ、上述した研究結果と一部異なる結果を得たのでここに報告する。

この研究を進めるにあたり、京都大学理学部地鉱教室の石田志朗博士から野外調査のご指導を受け原稿を校閲していただいた。中川要之助氏からは柱状図など貴重な資料を提供していただいた。大阪大学教養部地学教室の武司秀夫教授、東洋大学自然科学研究室の生沼郁教授、当所名古屋出張所の下坂康哉技官、鉱床部の富樫幸雄技官からは、粘土鉱物の同定および研究方法についていろいろご教示をいただいた。電子顕微鏡観察では鉱床部の五十嵐俊雄技官に協力していただいた。示差熱分析については名古屋出張所、中国出張所でお世話いただき、神谷雅晴技官にご協力いただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げる。

2. 地質および試料採取地点

調査研究地は千里山丘陵北部の大阪府箕面市小野原の北、標高60~118mの丘陵地で、基盤は丘陵北側に露出する神戸層群の砂礫である。第2図に地質図を示した。

この丘陵地には海成粘土層 Ma 1~Ma 7 およびいわゆるピンク・アズキ・寝屋・カスリ火山灰層 (横山・楠木, 1969) がはさまれている。海成粘土層は一般に暗青色~青灰色であるが、Ma 3 は粘土層の表面が漂白され

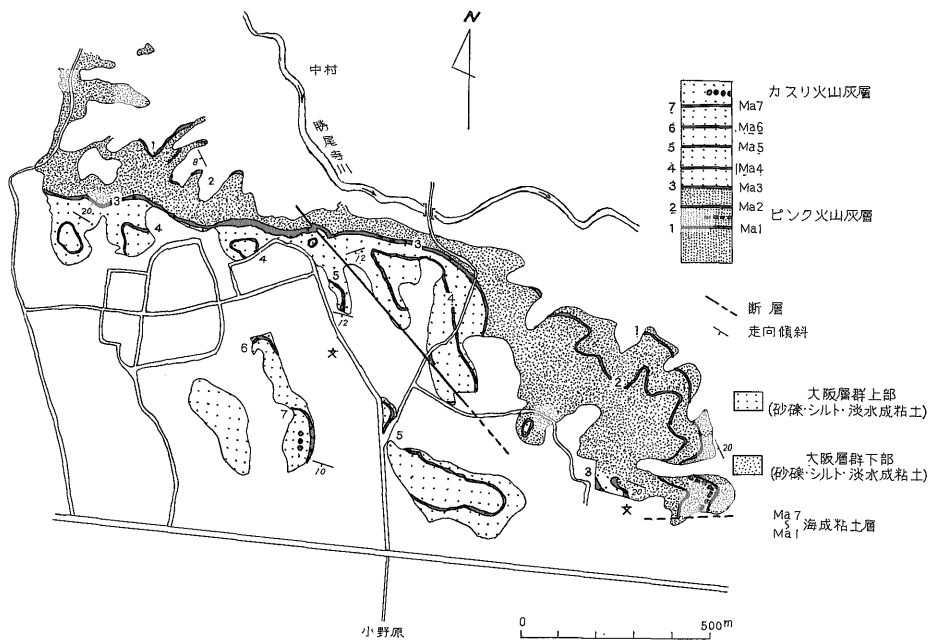
て白色を示す露頭もみられる。風化のすすんだ海成粘土層は表面が貝殻状の割れ方をしているものが多い。淡水成粘土層の多くは灰白色を示している。粘土試料の採取にあたっては風化した表面を削り取り、新鮮な部分のみを採取した。試料採取層準は第3図に、採取地点は第4図に示す。

丘陵地北端の小丘はこの丘陵地の最下部で基盤の直上付近の層準にあたり、厚い粘土層 (試料 No. F11) と砂・シルト層で構成されている。丘陵地東端の Ma 1 より下位には厚い砂層、その下に粘土層 (試料 No. F1) がある。Ma 1 および Ma 2 (試料 No. M1, M2) は丘陵地北側と東端に露出し、その間には厚さ約 50 cm のピンク火山灰層 (試料 No. PiT) がはさまれている。Ma 3 (試料 No. M3) は 30~50 cm のアズキ火山灰層 (試料 No. AzT) をはさみ、丘陵北部を横断して南西へ撓曲し、谷へ突っこんでいる。Ma 3 と Ma 4 の間には厚さ 60 cm の淡水成粘土層 (試料 No. F8) がはさまれている。Ma 4~Ma 7 (試料 No. M4~M7) は丘陵中央部付近にみられる。Ma 7 の直上のシルト層には寝屋火山灰層 (試料 No. NeT)、カスリ火山灰層 (試料 No. KaT) がはさまれている。

3. 粘土鉱物組成

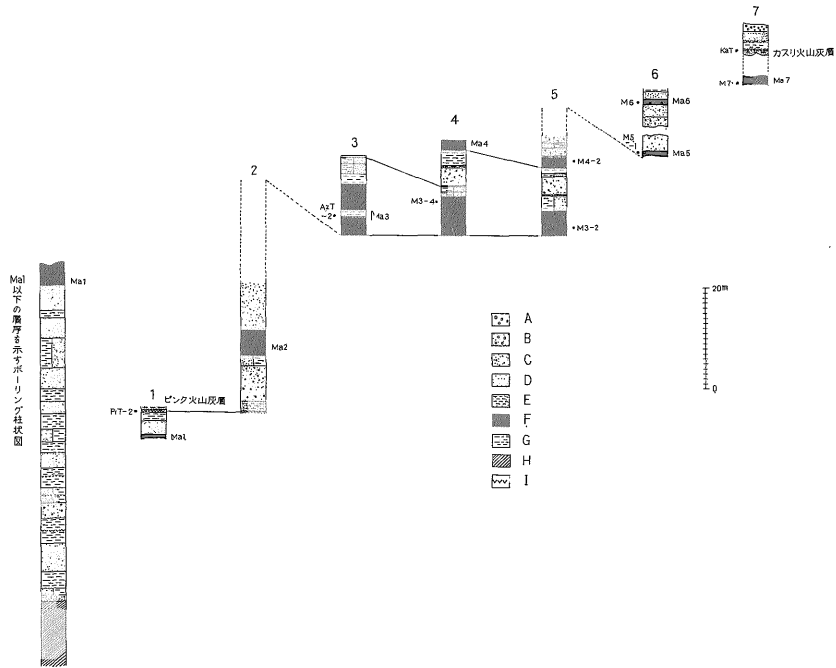
3.1 試料の処理と分析方法

大阪層群の海成粘土は分散が非常に悪い。第1表は簡



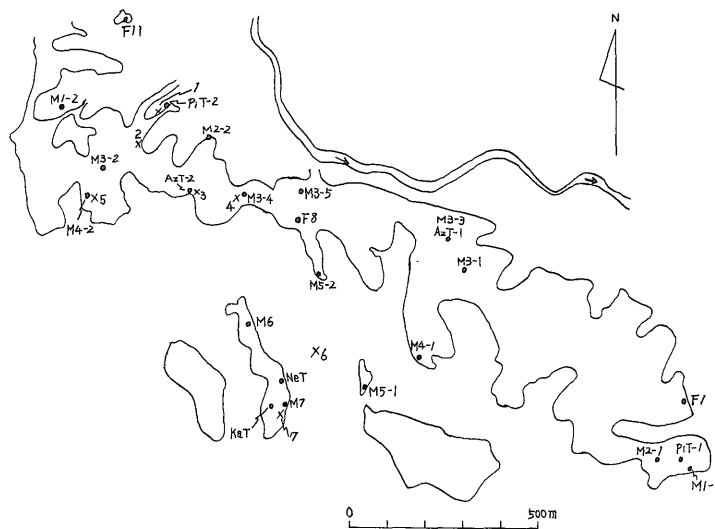
第2図 地質図

千里山丘陵北方の大阪層群の粘土鉱物組成について (小村良二)



A : 礫 B : 礫まじり砂 C : 粗砂 D : 砂 E : シルト F : 海成粘土 G : 淡水成粘土
 H : 神戸層群 I : 火山灰層・柱状図作成地点における採取試料番号

第3図 柱状図 (1~5 およびボーリング柱状図は中川要之助氏による)



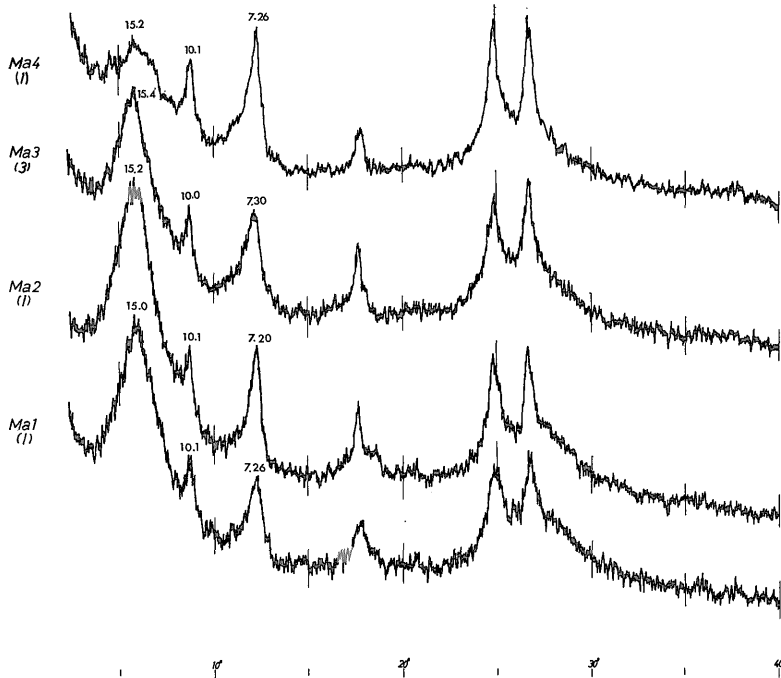
第4図 試料採取位置図

● 試料採取地点 × 柱状図作成地点

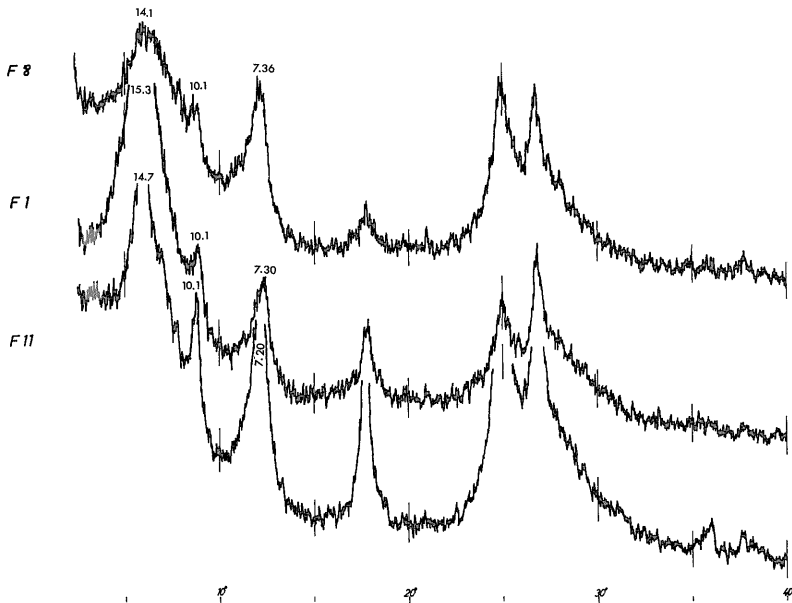
第 I 表 粘土の分散度

粘土層	Ma7	Ma6	Ma5 (1)	Ma4 (1)	F8	Ma3 (1)	Ma3 (2)	Ma3 (3)	Ma2 (1)	Ma1 (1)	F1	F11
分散度	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	2

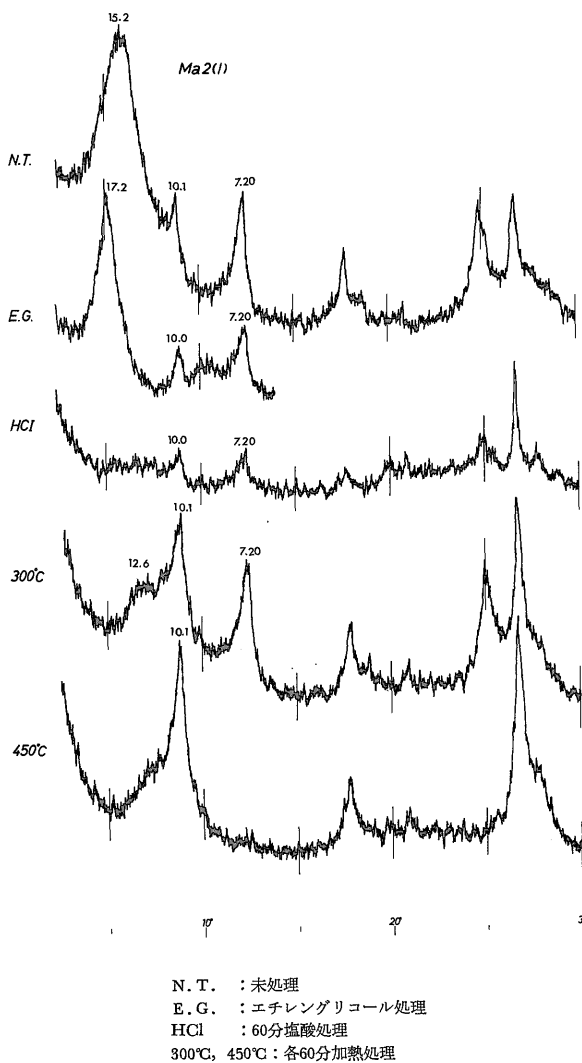
分散度 3: 水中に投入し煮沸したら分散した 2: 煮沸後ガラス棒でつぶしたら分散した 1: ガラス棒でつぶした後さらに煮沸してもなお細かい塊状物が残る



第 5 図 海成粘土の X 線回折図 (未処理)



第 6 図 淡水成粘土の X 線回折図 (未処理)



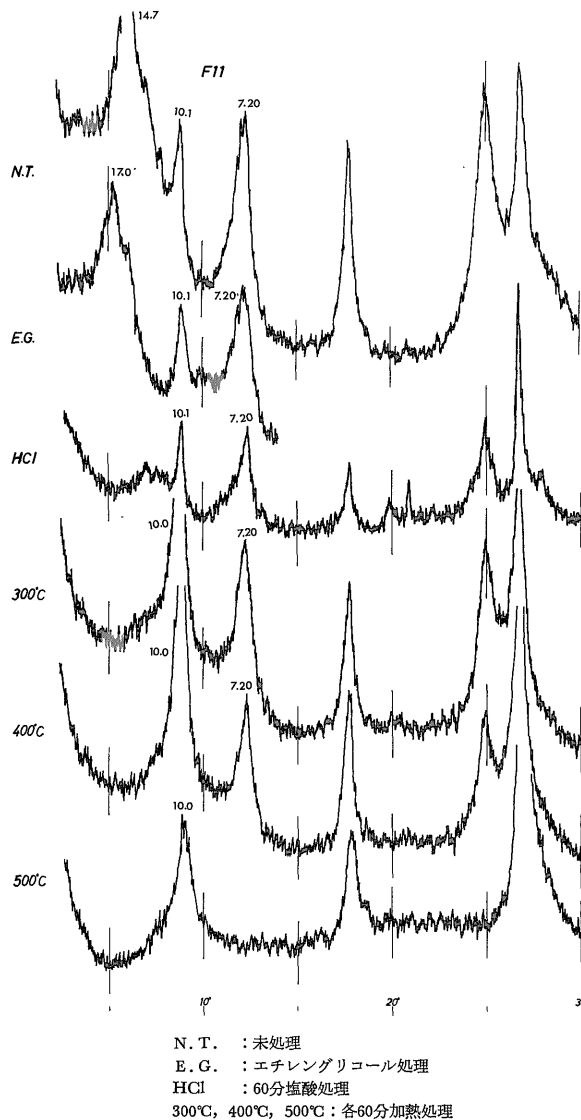
第7図 Ma2の各種処理後のX線回折図

単な試験によって分散度を測定した結果である。採取した粘土の処理は次のように行った。粘土約30gを少量の蒸留水中でよくねり、蒸留水を加えて放置し、粘土が完全に沈殿してから上澄液を捨てる。この作業を3~4回行った後に蒸留水を加え、分散剤として0.5N-NaOHを数滴落して粘土を分散させ4時間放置する。4時間後水面より5cm部分までをサイフォンで取り、2μ以下の粘土分を集めて分析用粘土試料とした。

X線回折試験には、スライドガラス上で一定面積に粘土試料20~40mgを水で塗布した定方位試料を用いた。また、各試料に薬品処理(エチレングリコール、塩酸)、加熱処理(300°C, 400°C, 500°C, 600°C, 700°C)をほどこし、未処理試料のX線回折結果と比較検討し、粘土鉱

物を同定した。エチレングリコール処理はスライドガラスに、加熱処理は耐熱スライドガラスに塗布した未処理試料を用いた。さらに未処理の粘土粉末試料については、示差熱分析および電子顕微鏡観察も行った。この研究においてX線回折試験には理学電機株製 Geigerflex を、示差熱分析は理学電機株製示差熱天秤同時測定装置を用いた。機器の使用条件は次の通りである。

X線回折試験 Cu-Ni, 30 kV-16 mA, Time constant 1 sec., Scanning speed 2°/min., Chart speed 2 cm/min.
示差熱分析 昇温 speed 20°C/min., Chart speed 5



第8図 F11の各種処理後のX線回折図

mm/min., D. T. A. 感度 ± 50 μV, 温度 scale 20 mV.

3.2 X線回折 (第5-8図)

粘土層 大阪層群の粘土層のX線回折試験結果からいえることは, 14.1~15.4Å, 10.0~10.1Å, 7.2~7.3Å, 4.9~5.0Å, 3.54~3.58Å, 3.32~3.36Åの回折ピークがみられる。このうち, 3.32~3.36Åの回折ピークは石英によるものである。

[14~15Å鉱物] 14~15Åに回折ピークをもつ粘土鉱物としてはモンモリロナイト, パーミキュライト, 緑泥石が考えられる。大阪層群の粘土試料はすべてエチレングリコール処理で16.9~17.8Åに回折ピークが移動する。ただし, F11は14.7Åの回折ピークの大部分が17Åに移動するが, 弱い回折ピークが14.7Åに残っている(第8図)。Ma2の未処理試料の15.2Åの回折ピークは300°C加熱処理すると12.6Åに移動して反射強度が弱くなり, 450°Cに加熱処理した試料では回折ピークが消失した(第7図)。F11の未処理試料の14.7Åの回折ピークは300°Cで加熱処理すると消失するが, 10Åの反射強度が増加した。これらの結果から14~15Åの回折ピークはモンモリロナイトによるものと判定した。F11にはごく少量の緑泥石も含まれている可能性があるが, 確実な同定は困難であった。

[10Å鉱物] 10Åの回折ピークはすべての粘土試料ともエチレングリコール処理で変化せず, 700~750°Cに加熱処理した試料では反射強度が弱くなった。また, 未処理試料には4.9~5.0Åに回折ピークがみられることから, 10Å鉱物はハロイサイトではなくイライトであり, 4.9~5.0Åの回折ピークもイライトの002反射であると考えた。

[7Å鉱物] 7Åに回折ピークがみられる粘土鉱物としては緑泥石とカオリン鉱物が考えられる。筆者は生沼ほか(1963, 1965)の方法に基づいて, 塩酸処理によって7Åの回折ピークが消失したものを緑泥石, 回折ピークが変化しないか反射強度がやや弱くなったものはカオリン鉱物と判定した。また, 緑泥石には14~15Åと4.7~4.8Åにも回折ピークがみられるので, この回折ピークの有無も判別の基準にした。大阪層群の粘土試料の7Åの回折ピークは, 塩酸処理によってほとんど変化しなかった。しかし, Ma2の試料については反射強度はかなり弱くなった。上述した緑泥石の001および003の回折ピークや加熱処理した結果も考慮して, 7Å回折ピークはすべてカオリン鉱物と判定した。また, 3.54~3.58Åの回折ピークもカオリン鉱物の回折ピークと考えた。

次にX線回折ピークの面積比から, 各粘土層の粘土鉱物のおおよその量的変化を検討した結果を第2表に示し

第2表 粘土層の粘土鉱物組成

粘土層	試料No.	モンモリ ロナイト	カオリン 鉱物	イライト
Ma7	M 7	—	+	+
Ma6	M 6	+	+	+
Ma5	M 5-1	+	+	+
	M 5-2	+	+	—
Ma4	M 4-1	+	++	+
	M 4-2	+	++	+
淡水成層	F 8	++	++	+
Ma3	M 3-1	—	+	—
	M 3-2	++	++	+
	M 3-3	++	+	+
	M 3-4	+	+	+
Ma2	M 3-5	+++	++	+
	M 2-1	+++	++	+
Ma1	M 2-2	+++	++	+
	M 1-1	+++	+	+
淡水成層	M 1-2	+++	+++	+
	F 1	+++	++	+
淡水成層	F 11	+++	+++	++

#: きわめて多い #: やや多い +: 少ない -: きわめて少ない
粘土層欄は上部層から下部層へ層順に並べた

た。その特徴としては以下のような点があげられる。

1) モンモリロナイト, カオリン鉱物, イライトがすべての粘土層に含まれている。イライトは淡水成粘土層F11にはやや多くなるが, F11以外の粘土層ではモンモリロナイト, カオリン鉱物より相対的に少ない。

2) 海成粘土層 Ma3では, モンモリロナイトとカオリン鉱物の含有比が試料採取地点により相違が認められた。

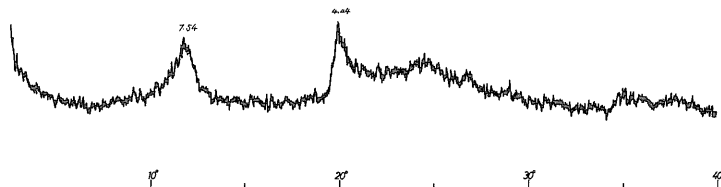
3) 海成粘土層 Ma2より下位の粘土層には, 上位の粘土層に比べてモンモリロナイトがとくに多い。また, カオリン鉱物も多くなっている。

4) 海成粘土層 Ma4ではカオリン鉱物の含有比がやや多い。海成粘土層 Ma5~Ma7の粘土鉱物の量は少ない。

火山灰層 火山灰層中の2μ以下の粘土分のX線回折試験結果からは9.8Å, 7.4Å, 4.4Å, 3.5Åなどに主な回折ピークがみられた。

[カスリ火山灰層] (第9図) 7.5Å, 4.4Å, 2.56Åに回折ピークがあり, メタハロイサイトと判定した。

[寝屋火山灰層] 9.8Å, 7.4Å, 4.9Å, 4.4Å, 3.55Å, 3.33Å, 2.55Å, 2.35Åに回折ピークがみられる。9.8Åの回折ピークはエチレングリコール処理後やや不鮮明になるが変化はなかった。7.4Åの回折ピークは塩酸処理に



第9図 カスリ火山灰層のX線回折図 (未処理)

よって反射強度の増加がみられた。この結果、9.8Å, 4.9Å, 2.35Åの回折ピークはイライト, 7.4Å, 4.4Å, 3.55Å, 2.55Åの回折ピークはメタハロイサイト, 3.33Åの回折ピークは石英によるものと判定した。

〔アズキ火山灰層〕9.9Å, 7.3Å, 4.4Å, 3.58Åにわずかな回折ピークがみられた。エチレングリコール処理によりハロイサイト鉱物と判定したが、粘土鉱物の量は少なく、多くはガラス質と思われる。

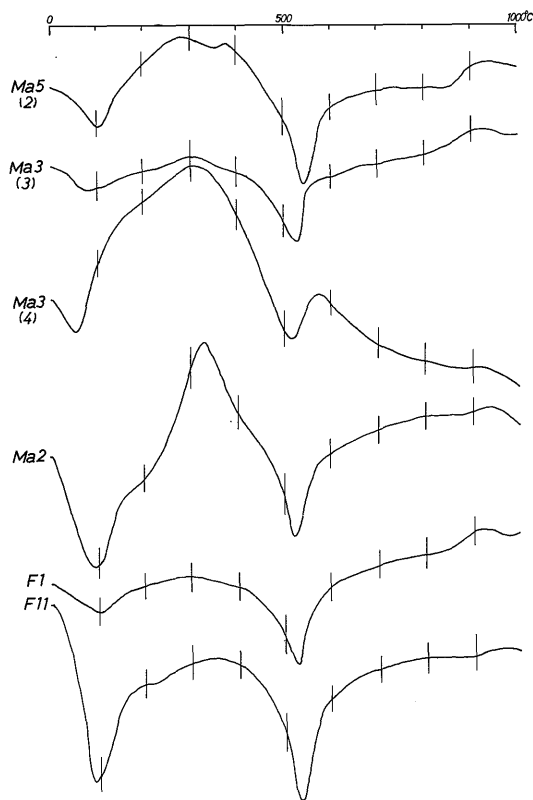
〔ピンク火山灰層〕9.8Å, 4.3Å, 3.34Åおよび2.55Åに回折ピークがみられる。9.8Åの回折ピークはエチレングリコール処理後10.6Åに移動した。この結果、これらの回折ピークはハロイサイトと判定した。

以上の結果をまとめると、火山灰層中の粘土鉱物組成は第3表のようになる。

- 1) 各火山灰層ともハロイサイト鉱物が含まれることで特徴づけられる。
- 2) アズキ火山灰層には粘土鉱物の量は少なく、多くはガラス質で粘土化はすすんでいないと思われる。

3.3 示差熱分析

結果を第10図に示す。すべての粘土試料に50~100°Cと530°C付近に顕著な吸熱ピークがみとめられる。900°C付近には小さく弱い発熱ピークがある。いずれもカオリン鉱物の吸熱および発熱ピークと考えられる。900°C付近の発熱ピークは幅が広く、ピーク温度も一般のカオリン鉱物より低く、低結晶度のカオリン鉱物と思われる。示差熱分析曲線からはモンモリロナイトとイライトの存在は



第10図 粘土層の示差熱分析曲線

はっきりしない。

3.4 電子顕微鏡観察 (Plate)

電子顕微鏡による観察には、コロジオン支持膜を張ったシートメッシュに粉末粘土を水で分散させた試料を用いた。

粘土層の粘土粒子の形状は一般に不定形で、板状や薄片状を示す。モンモリロナイトが多い Ma 2 や F 11 は、輪郭の不明瞭な粒子が多い。

火山灰中の粘土粒子はピンク火山灰に小さい翅状粒子が多く散在しているのが特徴的で、ハロイサイト鉱物の形態を示していると思われる。寝屋火山灰層には少し角ばった粒子が房状につながっているのが観察され、アロ

第3表 火山灰層中の粘土鉱物組成

火山灰層	試料 No.	モンモリロナイト	ハロイサイト	メタハロイサイト	イライト
カスリ火山灰層	KaT			++	?
寝屋火山灰層	NeT			++	+
アズキ火山灰層	AzT-1		+	+	
	AzT-2		-	?	
ピンク火山灰層	PiT-1		+++	-	
	PiT-2	-			

卅: きわめて多い 卍: やや多い +: 少ない -: きわめて少ない

フェンカそれに近い低結晶のカオリン鉱物と考える。

4. ま と め

1) 粘土層の粘土鉱物組成はモンモリロナイト、カオリン鉱物、イライトである。

2) 粘土層の粘土鉱物の組成比には以下のような特徴がある。

①イライトは淡水成粘土層 F11にやや多くなるが、F11以外の粘土層ではモンモリロナイト、カオリン鉱物より相対的に少ない。岡本(1970)はOD-1ボーリングコアの海成層中でのイライトの含有量比は下位ほど増加する、と報告している。また、宇野・武司(1971)は海成粘土層 Ma3にはイライトが他の粘土層よりもっとも多く含まれている、と述べている。しかし、筆者の扱った千里山北方の丘陵地の海成粘土層には、上述の各研究者が報告したような傾向はみられなかった。

②海成粘土層 Ma3ではモンモリロナイトとカオリン鉱物の含有比が、試料採取地点により相違が認められた。

③海成粘土層 Ma5~Ma7は粘土鉱物の含有比が少ない。

④海成粘土層 Ma1, Ma2および淡水成粘土層 F1, F11ではモンモリロナイトが非常に多くなっている。また、カオリン鉱物も多くなる傾向がある。宇野・武司(1971)は泉北丘陵の海成粘土層 Ma1, Ma2にはモンモリロナイトが多く含まれている、と報告している。このことは筆者の取り扱った粘土試料についても同様の傾向を示している。

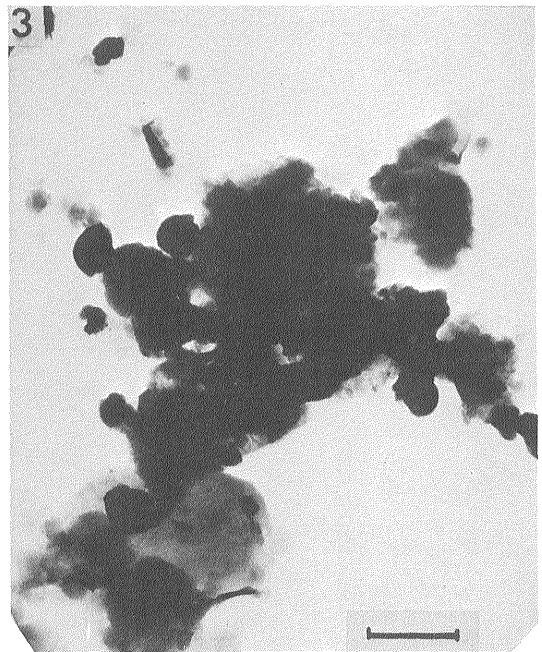
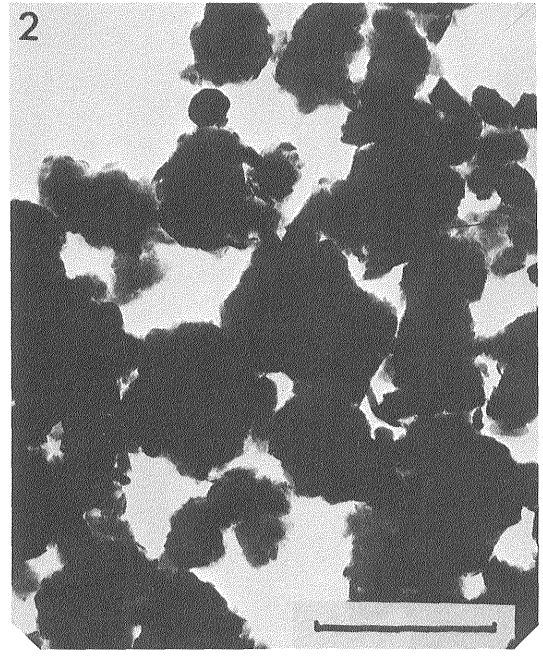
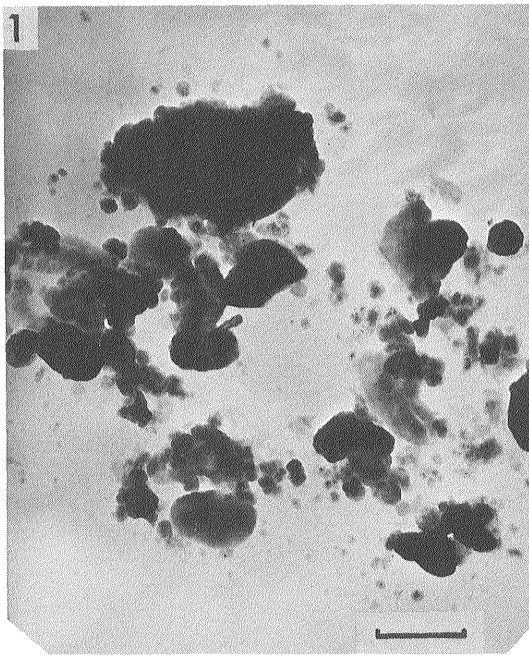
3) 火山灰層中の粘土鉱物組成はすべてハロイサイト鉱物が含まれることで特徴づけられる。宇野・武司が扱った泉北丘陵のアズキ・ピンク火山灰層には少量のモンモリロナイトが含まれるのみであることと考え合せると、火山灰層の粘土化の度合は地域により相違がある、と思われる。

大阪層群は京都盆地から奈良盆地、大阪・播磨平野、さらには淡路島北部まで広範囲に分布しており、それらの地域でも粘土鉱物組成について上述の「まとめ」の2)で述べたような傾向がみられるかどうか、堆積環境の違いや後背地の地質、粘土試料の採取部位にも留意しながら今後の研究課題としたい。また、今回はX線回折用試

料作製過程で半定方位法をとらなかったため、海成粘土層のカオリン鉱物の細分ができなかった。後日改めて半定方位試料によるX線回折試験を行い、カオリン鉱物の種類を決定し、火山灰層のハロイサイト鉱物との比較検討を行いたい。

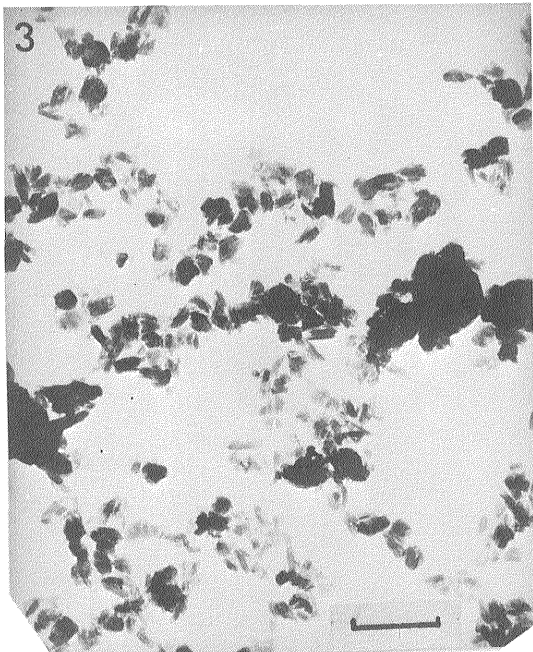
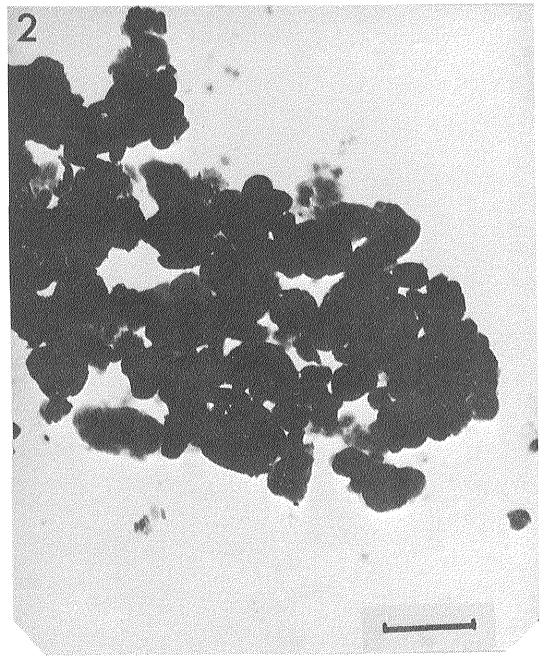
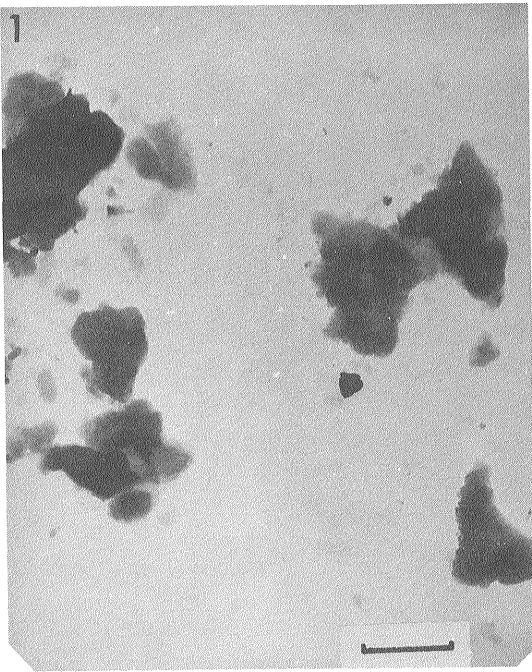
引用文献

- 石田志朗(1970)：大阪層群—淡水・内海成互層の下部洪積統。第四紀研究, vol.9, no.3-4, p.101-112.
- 市原 実・亀井節夫(1970)：大阪層群—平野と丘陵の地質。科学, 岩波書店, vol.40, no.6, p.282-291.
- ・市原優子(1971)：大阪層群の海成粘土と淡水成粘土について。竹原平一教授記念論文集, p.173-181.
- 市原優子(1960)：海成粘土層にみられる粘土鉱物の風化。地質学雑誌, vol.66, no.783, p.812-819.
- (1961)：海成粘土層にみられる粘土鉱物風化の一例。粘土科学の進歩(3), 技報堂, p.178-184.
- 生沼 郁・児玉秀臣・小林和夫(1963)：カオリン鉱物と緑泥石との判定法。粘土科学, vol.3, no.1・2, p.3-11.
- ・小林和夫(1965)：堆積岩の粘土鉱物における二、三の問題。粘土科学の進歩(5), 技報堂, p.77-84.
- 岡本 正(1970)：大阪市におけるボーリングOD-1コアの粘土鉱物組成について。神戸大学教育学部研究集録, no.42, p.97-105.
- 宇野泰章・武司秀夫(1971)：大阪層群—泉北地すべり地域—の粘土鉱物と生成環境。粘土科学, vol.11, no.1, p.25-30.
- 横山卓雄・楠木幹浩(1969)：鍵層としての火山灰層、とくに大阪層群の火山灰について—近畿地方の新时期新生代層の研究, その13。同志社大学理工学研究報告, vol.9, no.4, p.270-305.



1. Ma4 (1)
2. Ma3 (2)
3. Ma2 (1)

電子顕微鏡写真 (スケールは 1μ)



1. F11
2. 寝屋火山灰
3. ピンク火山灰(1)