

雲仙の火山性土に関する研究 (第1報)

雲仙岳東北部の火山灰土壌の粘土鉱物*†

矢 野 綱 之

(土壌肥科学教室)

昭和48年11月6日 受理

Studies on Volcanogenous Soil of Unzen Volcano (Part 1)

Clay minerals of volcanic ash soils in the east northern district of Unzen volcano

Tsunayuki YANO

(Laboratory of Soil Science and Plant Nutrition)

Received November 6, 1973

Summary

This paper deals with clay minerals of Unzen Volcanic ash soils which distribute in the east northern part of Shimabara Peninsula, Nagasaki Prefecture.

The chief clay mineral in the clay fraction ($<2 \mu$) of the soils was Allophane, but many kinds of crystalline clay minerals were recognized relatively in large amount when compared with their kinds and amount in clay fraction of common volcanic ash soil. These crystalline clay minerals were Kaolinite and Vermiculite (Al-Vermiculite) and both were found in almost same amount. Other clay minerals included were Chlorite, Gibbsite, Illite and Imogolite. Imogolite was detected in the soils which contained relatively a little humus.

Dominant primary minerals found in the clay fraction ($<2 \mu$) were Cristobalite and Quartz, and Feldspars was also detected a little.

The average weight loss of clay with alkali treatments (deferration followed by 2% Na_2CO_3 and 0.5 N NaOH treatments) was 60% of the total.

1 緒 言

わが国には火山と見なされる山が200余り存在し、活火山の数は全世界の活火山の10%にもおよぶといわれている。したがって、これらの火山に由来する火山灰土壌が、北は北海道から南は九州に至るまで広く分布し、その分布面積は全陸地の8.4%にも相当する。

このような火山灰土壌は農業の生産基盤としては劣悪であり、生産力はきわめて低く、生産された作物の品質もよくない。それゆえに、火山灰土壌の諸性質の改善についてこれまでも多くの研究がなされてきた。

火山灰土壌の一般的な性質¹⁻⁶⁾としては、(1)腐植を含み、粗しょうで多孔質な組織をもっている。(2) pH は比較的高いが、置換性塩基の含量が非常に少なく、塩基飽和度が低い。また、

* 本研究は内地留学中に九州大学農学部土壌学教室において行なったものである。

† 本研究の要旨は昭和45年4月、日本土壌肥科学会春期大会で発表した。

ばん土性が強く、りん酸吸収係数も大きい。(3)粘土鉱物の種類は非晶質の Allophane が主要なものとなっている。などがあげられる。

しかし、これらの性質が火山灰土壌の普遍的な性質であるとはいえない。何故ならば、年代の新らしい火山灰土壌中には、置換性塩基を多く含み、中性に近い反応を示すものがあり、また風化年代の長いものには、粘土中に Allophane 含量が非常に少ないか、あるいは全く含まれないものすら認められているからである。

このような火山灰土壌の性質の相違は噴出源の岩石学的組成、噴出物の風化年代、地形、堆積状況、排水条件、植生、気候などの土壌生成因子の違いにより生じてくると考えられる。

雲仙火山性土の噴出源はかなり多く、噴出時期も異なっている。雲仙火山の火山活動はおよそ次の4つに分類⁷⁾される。

(1)もっとも新しく、沖積世のものとされている国見岳、普賢岳を噴出源とする普賢期火山活動 (2)洪積世の末期のものとされている舞岳、矢岳を噴出源とする九千部末寄生火山活動 (3)九千部岳、吾妻岳、高岩山を噴出源とする九千部火山活動 (4)もっとも古いとされている高岳、絹笠山を噴出源とする高岳期火山活動、さらにこれらの火山活動によって噴出した堆積物の堆積状況、組成などに大きく影響を及ぼしていると思われるものに、普賢岳噴火、いわゆる「新焼」の溶岩流⁸⁾がある。すなわち、1792年に石英安山岩、凝灰角礫岩を主な母岩とする眉山が、普賢岳の噴火によって崩壊し、その崩壊物が 10km² にわたって多数の田畑や民家を覆ったと伝えられているものである。

以上のように、雲仙火山に由来する火山性土は、噴出源が異なるために噴出物の堆積状況および分布範囲が非常に複雑な様相を示している。

島原半島の東部地域は長崎県の主要な畑作地帯であって、雲仙火山に由来する火山性土(火山灰、火山砂、火山礫など)が広く分布している。これらの火山性土地帯で品質の良好な作物を生産し、かつ収量をあげるためには、火山灰土壌の理化学的性質、粘土の性状および鉱物学的組成などを十分に把握し、農業の生産力を解析することが重要な意義を持つと云えよう。しかし、本地帯の土壌についての系統的な研究は少なく、2, 3の報告^{5, 9, 10)}があるのみで、今後解明しなければならぬ課題が多い。

本報では、雲仙岳東北部地域に分布する火山灰土壌の粘土鉱物について報告する。

II 供試土壌および実験方法

1. 供試土壌

供試土壌は島原市油堀、有明町森岡および有明町と島原市との境にある鼻の崎の3カ所の土壌断面から、合計23点を採取した。

2. 粘土鉱物の同定法

A. 試料の調製法

風乾細土を6%の H₂O₂ で処理して有機物を除去し、音波発生装置(富永製の UR-150P 型)で音波処理を行ない、酸またはアルカリで分散させて、<2μ の粘土は沈降法により、<0.5μ の粘土は遠沈法により採取した。

B. X 線回析

<2μ の粘土については MEHRA & JACKSON 法¹¹⁾ で遊離酸化物を除去し、JACKSON 法¹²⁾ にしたがって調製した粘土を定方位にして、Geigerflex (理学電機製)を用いて粘土鉱物を同定した。なお、Kaolinite (001) と Chlorite (002) との区別は、加熱処理と Hydrazine 処理¹³⁾ とを併用し

て判定した。Chlorite (002) と Metahalloysite (001) との区別は Slow Scanning 法で行なった。

C. 示差熱分析

粘土を Mg-Clay にし、0.2g の試料について示差熱分析装置（理学電機製の卓上型）を用いて測定した。

D. 赤外線吸収スペクトル分析

<2 μ の粘土について、(1)遊離酸化物を除去したもの、(2)遊離酸化物を除去後、0.5N NaOH 処理¹⁴⁾ による不溶解部分の2つのスペクトルおよび (3)0.5N NaOH 可溶部分の示差スペクトルの3つを自記赤外線分光光度計（日本分光製 IR-S 型）を用いて、KBr 錠剤法により測定した。

E. 電子顕微鏡による観察

<0.5 μ の粘土について遊離酸化物を除き、電子顕微鏡（日本電子製 JEM-100 B 型）を用いて観察した。

F. アルカリ処理による溶解損失量

<2 μ の粘土について、脱鉄処理による溶解損失量は MEHRA & JACKSON 法¹¹⁾、2% Na₂CO₃ 処理による溶解損失量は JACKSON 法¹²⁾、0.5N NaOH 処理による溶解損失量は HASHIMOTO & JACKSON 法¹⁴⁾ により測定した。

III 結果と考察

1. 供試土壌の断面形態の特徴

供試土壌断面形態の特徴は第1図および第1表に示した。

3つの土壌断面とも腐植を含んだ黒褐色の層が上部に、腐植の少ない褐色の層が下部に対となって輪廻の形態をとり、第4層かあるいは第5層には、ち密度の大きな“かしの実層”⁵⁾ が認められた。

油堀、森岡の最下層および鼻の崎の第7層は腐植をほとんど含まない黄褐色の重粘な層となっていた。

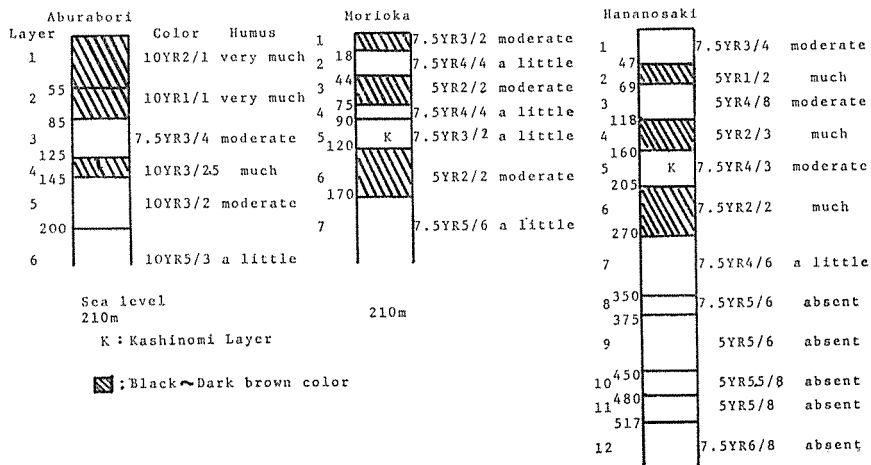


Fig. 1 Soil profiles.

Table 1. Description of soil profiles.

Sampling site	Layh	Depth (cm)	Description	
Aburabori	1	0—55	黒色の腐植土で、礫の認められない層	
	2	55—85	黒色の腐植土で礫がなく、上層よりち密度がやや大きい層	
	3	85—125	暗褐色で腐植を含み、半風化、半角の細、小、中礫を含む粗粒質な層	
	4	125—145	暗褐色で腐植に富み、半風化、半角の細、小、中礫を含む、ち密度の大きい“かしの実層”	
	5	145—200	黒褐色で腐植にやや富み半風化、半角の細、小、中礫を含む層	
	6	200—	灰黄褐色で腐植は殆んどなく、巨、大、中礫に富んだ重粘な層	
Morioka	1	0—14	黒褐色で腐植に富み、礫の認められない層	
	2	14—45	褐色で腐植を含み、ち密度が小さく、礫の認められない層	
	3	45—74	黒褐色で腐植にやや富み、礫の認められない層	
	4	74—90	暗褐色で腐植を含み、半風化、半角の細、小、中礫を含む層	
	5	90—145	暗褐色で腐植を含み、半風化、半角の長石、石英が認められるち密度の大きな“かしの実層”	
	6	145—176	黒褐色で腐植に富み、半風化、半角の小、中礫を含む層	
	7	176—	明褐色で腐植がなく、礫が認められない重粘な層	
Hananosaki	1	0—47	暗褐色で腐植を含み、未風化、半角の細、小礫および岩片を含む崩積層	
	2	47—69	黒褐色で腐植に富む真の表土	
	3	69—118	赤褐色で腐植を含み、ち密度の小さい層	
	4	118—160	黒赤褐色で腐植に富み、半風化、半角の小・中礫を含む層	
	5	160—205	褐色で腐植を含み、半風化、半角の長石、石英を含むち密度の大きな“かしの実層”	
	6	205—270	黒褐色で腐植に富み、半風化、半角の細、小、中礫を含む層	
	7	270—350	褐色で腐植が非常に少なく、重粘な層	
	8	350—375	明褐色で腐植がなく、半風化、風化、半角の細、小、中礫を含む層	
	9	375—450	赤褐色で腐植がなく、礫の認められない層	
	10	450—480	橙色で腐植がなく、腐朽浮石、スコリヤおよび白色のギブサイトが認められる層	
	11	480—517	赤褐色で	“
	12	517—	橙色で	“

※ 土壤調査法は地力保全方式による。

鼻の崎の第1層は他の地点の第1層と異なっていた。すなわち、この層は岩片などが乱雑に混入していて、眉山の崩壊の影響を受けたのではないかと考えられる。また、鼻の崎の第7層以下の層位区分ははっきりしない。腐植は殆んどなく、土色は赤褐色乃至は黄橙色を呈し、層位間には土色による差は認められない。地表面から4.5m以下の層すなわち、第10層以下には腐朽浮石やスコリヤが多く含まれ、また小さい固結した白色のGibbsiteが多数認められた。

2. 粘土の性状

A. X線回折

第2, 3, 4図はX線回折図で、第2表には結晶性粘土鉱物および一次鉱物の同定の結果を示した。第2表の鉱物の同定は主としてX線回折によるもので、示差熱分析の結果も若干加味した。

火山灰土壌の粘土鉱物については、火山灰が風化して Allophane を生じ、更に Halloysite に変わっていくという風化系列が従来、広く認められていた¹⁵⁻¹⁸⁾。菅野ら^{17,19,20)} は火山灰土壌の粘土鉱物は特殊な条件にある場合は別として、普通 Allophane と Halloysite からなると述べている。一方、青峰²¹⁾ は火山灰土壌中に Vermiculite 乃至はこれに類似した 14Å 鉱物が存在することを指摘している。増井ら^{22,23)} は東北・北海道の火山灰土壌の主要結晶性粘土鉱物は Kaoline 鉱物ではなく、2:1型鉱物であると述べている。

第2表に示しているように、油堀の主要な結晶性粘土鉱物は2:1型の Vermiculite および1:1型の Kaolinite で、他に Illite, Chlorite, Gibbsite, Imogolite が含まれていた。Vermiculite と Kaolinite は同量程度含まれ、第1, 2, 3層の上部層に多く、第4, 5層の下部層には少なかった。Montmorillonite は認められなかった。

第2図は油堀第1層の X 線回折図である。

Vermiculite は K-clay の風乾物の X 線回折では、本来 10Å のピークを示すが、この回折図では 14Å のピークを示し、試料の加熱温度が上昇するにつれて次第に 14Å のピークが減少し、

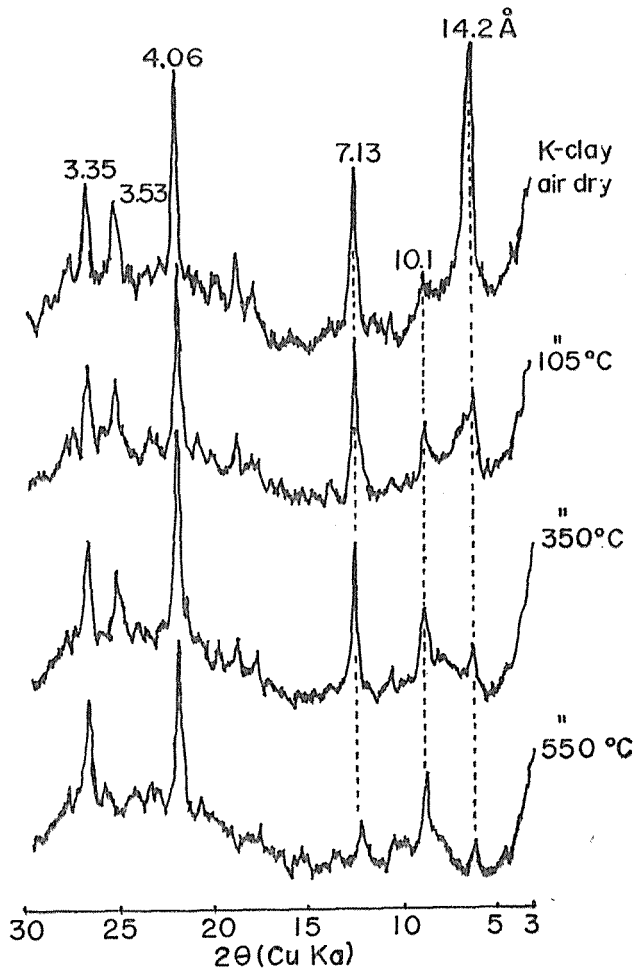


Fig. 2 X-ray diffraction patterns of $<2\mu$ K-clay prepared from the first layer of Aburabori soil.

550°C 加熱処理による X 線回折図では、14Å の Chlorite を残して 10Å に移行し、10Å のピークが顕著になった。このことは、風乾物の場合層間にあった Al と H₂O のため 14Å のピークを示していたのが、加熱処理により H₂O が追い出されて 10Å に収縮し、元からあった 10Å のピークが増大したものと考えられる。したがって、Vermiculite は Al-Vermiculite と云える。

第3図は油堀第2層の粘土について、Hydrazine 処理を行なった X 線回折図である。

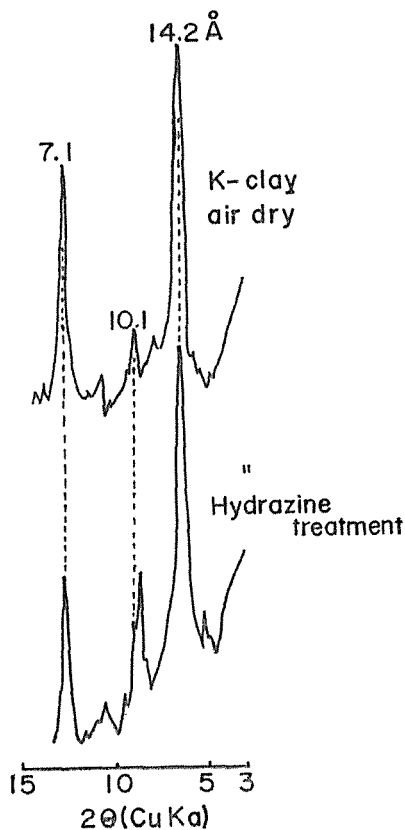


Fig. 3 X-ray diffraction patterns for the $<2\mu$ K-clay prepared from the second layer of Aburabori soil showing effect of hydrazine treatment. The under pattern indicates the changes in the relative intensity of the diffraction peak at 7 Å and 10 Å in the hydrazine intercalation procedure.

7Å の Kaolinite (001) の回折ピークと Chlorite (002) の回折ピークとを区別するために、和田らの方法で Hydrazine 処理を行なった。

無処理の X 線回折図では 7Å の強いピークを示していたものが、Hydrazine 処理により 7Å のピークが減少し 10Å のピークが増大した。これは Hydrazine 処理により層間に Hydrazine が入り、10Å に膨張した結果である。これにより、明らかに Kaolinite が含まれていると云える。

第4図は油堀第3層の X 線回折図である。

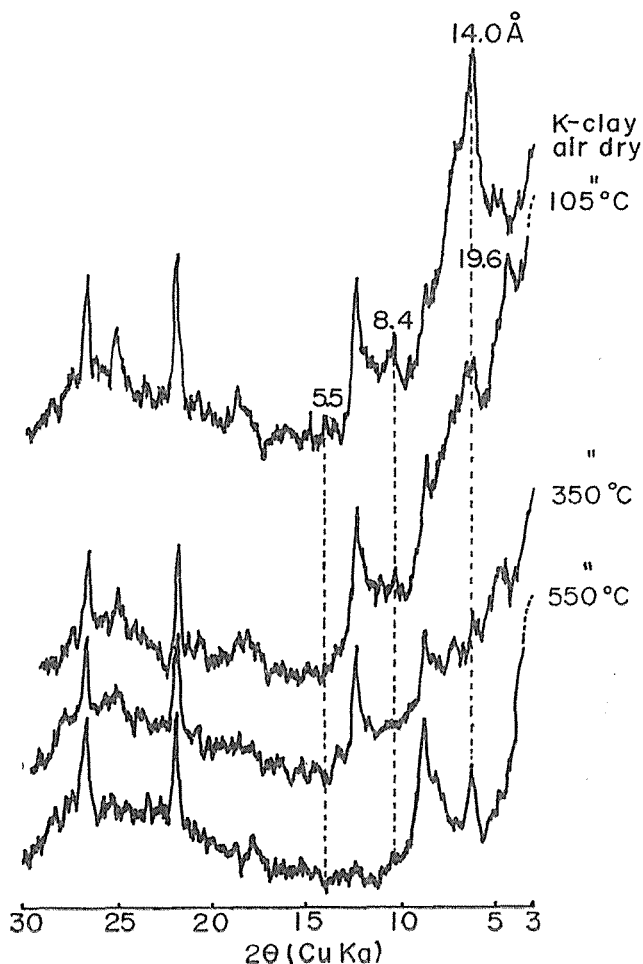


Fig. 4 X-ray diffractiin patterns of $<2\mu$ K-clay prepared from the third layer of Aburabori soil.

この図で風乾物の場合、 14\AA の強いピークと 8.4\AA の弱いピークが認められたが、試料を 105°C に加熱すると 14\AA のピークが減少し、 19.6\AA のピークが認められるようになった。試料を更に 550°C に加熱して X 線回折を行なうと 19.6\AA のピークが完全に消失した。これらのことは Imogolite の X 線回折の特徴²⁴⁻²⁶⁾ と一致する。したがって、Imogolite が含まれていることは明らかである。

粘土中の一次鉱物にはかなり多くの Cristobalite および Quartz が含まれていたが、Feldspars は僅かに含まれていたにすぎない。Cristobalite と Quartz は第1, 2層に多かった。

森岡の結晶性粘土鉱物の主体は、油堀と同様に Vermiculite と Kaolinite で、両者は量的にほとんど同じであり、全層に含まれていた。他に Illite, Chlorite, Gibbsite が含まれ、Imogolite は第5層にのみ認められた。Vermiculite は Al-Vermiculite であった。

森岡と油堀との粘土鉱物を比較してみると、量的には森岡の方が多かったが、種類には差は認められなかった。

一次鉱物は Quartz が最も多く、次いで Cristobalite で、Feldspars が僅かに認められたにす

Table 2. Mineralogical composition of <math><2 \mu</math> clay fractions.

Soil	Layer	H.H	M.H.	Kt	Mt	Vt	It	Ch	Gb	Im	Cb	Qz	Fd
Aburabori	1	±	—	++	±	+++	+	+	+	—	+++	++	±
	2	±	—	+++	—	+++	+	+	±	—	+++	++	+
	3	±	—	++	±	+++	+	+	+	++	++	+	±
	4	+	—	++	±	++	+	—	±	+	++	+	—
	5	±	—	+	±	++	+	—	±	+	++	+	—
Morioka	1	—	—	++	—	+++	±	+	+	—	++	++	+
	2	±	—	++	±	+++	—	++	++	—	+	+	—
	3	+	—	+++	—	+++	++	++	+	—	++	++	—
	4	—	—	+++	±	+++	+++	++	+	±	+	++	—
	5	±	—	+++	+	+++	+++	++	+	+	±	+	+
	6	±	—	+++	±	+++	++	+	++	±	+	++	±
	7	±	—	+++	—	+++	++	++	+++	—	+	++	—
Hananosaki	1	±	—	+	—	±	++	++	++	—	+	++	+
	2	±	—	+	±	++	±	+	+	+	++	++	±
	3	±	—	+++	±	+++	+	++	++	+	++	+++	±
	4	+	—	+++	+	+++	++	++	+	±	+++	+++	+
	5	±	—	+++	±	+++	+	++	+	+	++	++	+
	6	±	—	+++	±	++	++	++	+	±	+	++	—
	7	±	+	++	±	+	+	+	++	—	++	+	+
	8	±	—	+	±	+	+	+	+	+	+	++	+
	9	+++	±	+++	±	+++	+++	+++	+	—	+	+++	+
	10	—	—	+	—	+	+	+	+	++	+	+	—
	11	—	—	+	—	+	+	±	+	++	+	+	±

H. H.: Hydrated halloysite M. H.: Metahalloysite Kt: Kaolinite Mt: Montmorillonite Vt: Vermiculite It: Illite Ch: Chlorite Gb: Gibbsite Im: Imogolite Cb: Cristobalite Qz: Quartz Fd: Feldspars

— absent ± questionable + a little ++ moderate +++ much

ぎない。

鼻の崎の結晶性粘土鉱物は、第1層から第7層までは油堀および森岡と同様に Vermiculite, Kaolinite が主体で、第3, 4, 5, 6層に多く認められた。他に Chlorite, Illite, Gibbsite, Imogolite が含まれていた。Imogolite は第2, 3, 5層に僅かに認められた。第4層には Hydrated Halloysite, 第7層には Metahalloysite が僅かに認められた。

第7層以下では、第9層を除いて結晶性粘土鉱物の含量が少なかった。第9層には結晶粘土性鉱物の含量が多く、とくに Hydrated Halloysite が他の層に比らべて非常に多かった。これについては、理由は明らかではないが、後述するように Allophane 含量が非常に少なく、アルカリ処理による溶解損失量が少ないことなどから、安山岩の崩積土が混入したのではないと思われる。

一次鉱物は Quartz が最も多く、次いで Cristobalite で、Feldspars が僅かに認められた。Quartz および Cristobalite は上部層に多く、下部層に少なかった。

以上のことから、雲仙火山灰土壌の粘土鉱物の特徴は種類および含量が多く、とくに1:1型のKaolinite と2:1型の Vermiculite が主体で、同量程度含まれていることであろう。また一次鉱物の特徴は Cristobalite および Quartz が上部層に多く、下部層に少なく含まれ、Feldspars が

全層に僅かながら認められることである。

B. 赤外線吸収スペクトル分析

第5図は油堀第3層の粘土について、赤外線吸収スペクトル分析を行なった結果である。

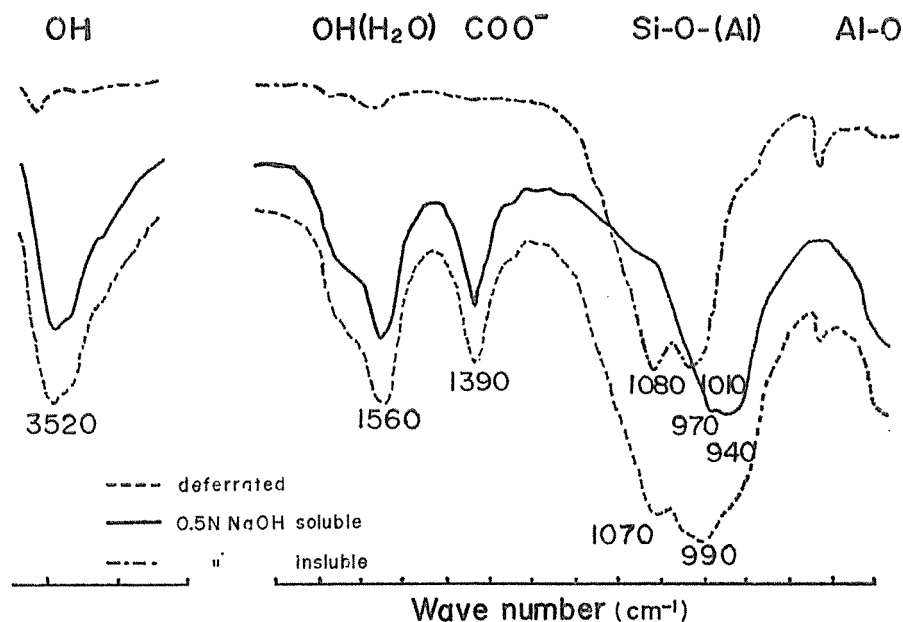


Fig. 5 Infra-red spectra of 0.5 N NaOH soluble fraction. Difference spectra between deferrated treatment insoluble fraction and the residue remaining after 0.5 N NaOH treatment of $<2\mu$ fraction prepared from the third layer of Aburabori soil.

一般に火山灰土壌の主要な粘土鉱物は最近まで、Allophane と云われてきたので、一応 Allophane の有無を確認するため、赤外線吸収スペクトル分析を行なった。

ADLER²⁷⁾ は Allophane について赤外線吸収スペクトル分析を行ない、波数800~1225, 1500~1700, 3300附近の3カ所に幅広い吸収帯があることを報告し、波数800~1225の吸収帯が Allophane 独得のもので、他の二者は吸着水による吸収帯であると述べている。また、他の報告^{5,21, 24,28)}にも Allophane の特徴は波数800~1200に幅広い吸収帯があることだとしている。

油堀第3層の粘土から遊離酸化物を除去後の不溶解部分と、遊離酸化物を除去後 0.5N NaOH 処理による不溶解部分との差スペクトルすなわち、0.5N NaOH による溶解部分のスペクトルで、波数800~1200にかけて Si-O-Al 伸縮振動領域に幅広い吸収帯が認められることから、Allophane が含まれていると云えよう。また差スペクトルで、波数940と970との間に凹みが認められた。これは青峰ら^{25,26,29)}の云う Imogolite と考えられる。

鼻の崎第9層の粘土について赤外線吸収スペクトル分析を行なった結果では、Allophane は認められなかったが、他の層ではほとんど Allophane が認められた。

C. 示差熱分析

第6図は油堀粘土の示差熱曲線図である。

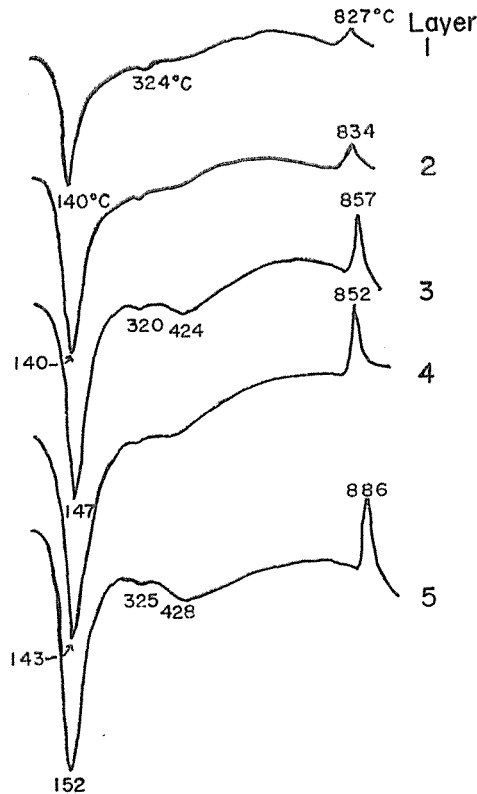


Fig. 6 Differential thermal curves of $<2\mu$ Mg-clay prepared from Aburabori soil.

いづれの層の示差熱曲線にも $140\sim 150^{\circ}\text{C}$ に、著しい吸熱ピークと 850°C 前後に発熱ピークが認められ、Allophane の特徴^{15,21,24}) を示した。 320°C 附近には全層にわたって、Gibbsite の弱い吸熱ピークが認められ、また第3, 5層の示差熱曲線で 425°C 附近に、やや幅広い吸収帯が認められた、これは Imogolite^{24,26)} と考えられる。

森岡および鼻の崎の示差熱分析でも、油堀の場合と同じ種類の粘土鉱物が認められたが、Gibbsite は油堀より量的にやや多かった。他に結晶度がやや低い Kaolinite が認められた。

D. 電子顕微鏡による観察

第7図は油堀第3層の $<0.5\mu$ の粘土の電子顕微鏡写真である。

セシイ状の物質が認められた。これは X線分析、示差熱分析、赤外線吸収スペクトル分析の結果とあわせて考察すると、明らかに Imogolite である。Imogolite は腐植含量の比較的小さい土壤中、有機物除去後、酸性側で分散する粘土中に認められた。

E. アルカリ処理による溶解損失量

第3表は粘土について各種のアルカリ処理による溶解損失量を示したものである。

アルカリ処理による溶解損失量の測定は、粘土中の主要部分を占める非晶質成分量を知る上で、重要な意味を持つと考えられる。

脱鉄処理による溶解物すなわち、“遊離”酸化鉄、加水酸化鉄や一部の Allophane, アルミナに相当するものは、 $13\sim 29\%$ でかなり多く、とくに油堀に多かった。

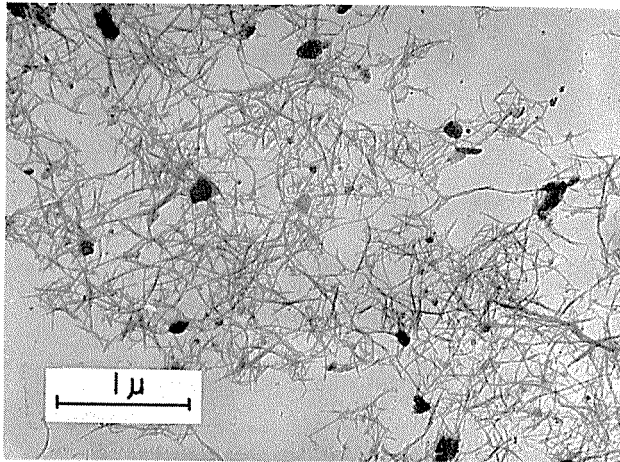


Fig. 7 Electron micrograph of $<0.5\mu$ clay fraction prepared from the third layer of Aburabori soil.

Table 3. The weight losses with alkali treatments of the $<2\mu$ clay fractions. Weight losses indicate the content of extractable matter with alkali treatments as % weight of original clays. ※: deferrated treatment ※※: 2% Na_2CO_3 treatment of residues remaining after deferrated treatment ※※※: 0.5 N NaOH treatment of residues remaining after deferrated and 2% Na_2CO_3 treatments ※※※※: difference between original clays and total weight losses.

Soil	Layer	※ Deferra- tion %	※※ 2% Na_2CO_3 %	Deferration + 2% Na_2CO_3 %	※※※ 0.5 N NaOH %	Deferration		※※※※ Insoluble %
						2% Na_2CO_3 +	0.5 N NaOH %	
Aburabori	1	24	18	42	23	65		35
	2	29	22	51	16	67		33
	3	15	13	28	41	69		31
	4	21	14	35	32	67		33
	5	23	20	43	27	70		30
Morioka	1	17	13	30	25	55		45
	2	15	14	29	20	49		51
	3	16	13	29	27	56		44
	4	15	19	34	25	59		41
	5	13	16	29	28	57		43
	6	16	12	28	29	57		43
	7	16	8	24	25	49		51
Hananosaki	1	16	5	21	27	48		52
	2	15	15	30	28	58		42
	3	19	12	31	29	60		40
	4	18	11	29	28	57		43
	5	22	10	32	31	63		37
	6	14	15	29	18	47		53
	7	18	7	25	24	49		51
	8	21	14	35	40	75		25
	9	14	6	20	28	48		52
	10	17	19	36	39	75		25
	11	20	19	39	43	82		18

脱鉄処理後の残査について2% Na_2CO_3 処理を行なった場合の溶解物は、一応 Allophane と考えられるが、森岡の第7層、鼻の崎の第1, 7, 9層が10%以下で少なく、他は10~22%で全平均値は14%であった。

全アルカリ処理による溶解物すなわち、脱鉄処理、2% Na_2CO_3 処理および0.5N NaOH 処理による溶解物には、“遊離”酸化鉄、加水酸化鉄やアルミナ、珪酸、Allophane の他に、結晶性粘土鉱物の一部^{14,30)} も含まれていると考えられるが、3地点の23の試料についての溶解損失量は47~82%で、平均的に油堀が多かった。しかし、鼻の崎の第8, 10, 11層は75, 75, 82%で多かった。これは第2, 3表でわかるように、結晶性粘土鉱物含量が少なく、またアルカリ処理による不溶解物の量も少ないことから当然である。何故アルカリ溶解損失量が多いかについては目下検討中であるが、上部層と母材および粘土鉱物の生成条件が異なるのではないかと推定している。アルカリ処理による不溶解物は、平均して40%であった。

摘 要

雲仙岳東北部地域に分布する火山灰土壌の粘土鉱物について検討した。

1. 雲仙火山灰土壌の粘土は Allophane 質であった。
2. 結晶性粘土鉱物は他の火山灰土壌に較べて含量および種類が多く、主な粘土鉱物は1:1型の Kaolinite と2:1型の Vermiculite で、両者は同量程度含まれ、Vermiculite は Al-Vermiculite であった。他に Chlorite, Illite, Gibbsite および Imogolite などが認められた。
3. Imogolite は腐植含量の比較的少ない土壌で、有機物を除去後、酸で分散する粘土中に含まれていた。
4. 粘土中の一次鉱物は Cristobalite と Quartz が多く、Feldspars は非常に少なかった。
5. 粘土についてのアルカリ処理（脱鉄処理、脱鉄処理後2% Na_2CO_3 および0.5N NaOHで順に処理）による溶解損失量は、平均60%程度であった。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、九州大学の青峰重範教授・和田光史助教授のご指導を仰いだ。調査にあたっては、長崎県総合農林試験場の高木睦夫場長のご協力を賜わった。また本学の永田正直教授には本研究のまとめにあたって、助言を頂き、校閲を賜わった。記して謝意を表する。

文 献

- 1) KOSAKA, J.: Volcanic Ash Soils in Japan, edited by Ministry of Agriculture and Forestry, Japanese Government, 103 (1964).
- 2) 菅野一郎等：九州農試彙, 5, 277 (1959).
- 3) 矢野綱之・矢野文夫：九州農業研究, 24, 229 (1962).
- 4) 菅野一郎編：日本の土壌型, p. 75 (1964).
- 5) 矢野綱之：佐大農彙, 31, 15 (1971).
- 6) 松井 健：土壌の物理性, 18, 3 (1968).
- 7) 地団研専報：有明, 不知火海域の第4系, 41 (1965).
- 8) 太田一也：九大理研報, 5, 6 (1968).
- 9) KANNO, I., ONIKURA, Y. and HIGASHI, T.: 9th International Congress of Soil Science, Adelaide, Australia, 3, 111 (1968).

- 10) 田村昇市：土肥誌, 38, 443 (1967).
- 11) MEHRA, O. P. and JACKSON, M. L.: Clays and Clay Minerals, 7, 317 (1960).
- 12) JACKSON, M. L.: Soil Chemical Analysis-Advanced Courses, Pub. by the Author, Dept. of Soils, Univ. of Wis., Madison, Wis. (1965).
- 13) WADA, K and YAMADA, H.: American Mineralogist, 53, 334 (1968).
- 14) HASHIMOTO, I. and JACKSON, M. L.: Clays and Clay Minerals, 7, 102 (1960).
- 15) AOMINE, S and YOSHINAGA, N.: Soil Sci., 79, 349 (1955).
- 16) AOMINE, S and WADA, K.: American Mineral, 47, 1024 (1962).
- 17) 菅野一郎：粘土科学の進歩. 1, 213 (1959).
- 18) 松井 健：粘土科学の進歩. 2, 229 (1960)
- 19) 江川友治・渡辺 裕・佐藤明夫：農技研報. B, 5, 1 (1955).
- 20) 松井 健：粘土科学の進歩. 1, 224 (1959).
- 21) 青峰重範：土肥誌, 28, 508 (1958).
- 22) 増井淳一, 庄子貞雄：土肥誌, 40, 485 (1969).
- 23) " " : ペトロジスト, 11, 33 (1967).
- 24) YOSHINAGA, N. and AOMINE, S.: Soil Sci. and Plant Nutrition, 8, 2. 6 (1962).
- 25) AOMINE, S.: Clays of Japan, 167 (1969).
- 26) 矢野綱之・青峰重範：日本土肥要旨集, 16, 34 (1970).
- 27) ADLER, H. H.: Petroleum Inst., Clay Mineral Standards, Prelim. Rept, 8. 146 (1950).
- 28) MITCHELL, B. D., FARMER, V. C. and MCHARDY, W. T.: Advance Agronomy, 16, 327 (1964).
- 29) 青峰重範：研究報告集録（農学編 I), 61 (1970).
- 30) WADA, K. and GREENLAND, D. T.: Clay Minerals, 8, 241 (1970).