

## 垂水市光石に見出される、主として桜島噴出物に由来する 累積性火山灰土壌断面について\*

品川 昭夫\*\*・馬田 英隆\*\*\*・宮内 信文\*\*\*\*・長友 由隆\*\*\*\*\*

### 抄 録

鹿児島県垂水市市木字光石5065番地の標高540mのところにある累積性火山灰土壌断面は43土層（厚さ7.8m）よりなり、36土層は20.000 YBP~1914 ADの桜島噴出物を母材とする土壌で、最下層からの5土層は25.000 YBPの始良カルデラ起源、表層から16, 17番目の2土層は6.300 YBPの鬼界カルデラからの噴出物とみなされている。

この断面は土壌生成論・土壌肥沃論のみならず火山学、地質・地層学、地理学、堆積学等々の諸学問に対して貴重な資料であり、垂水市と鹿児島大学で永久保存することになっている。

本断面43土層を詳細に現地観察した後、これらの土層から採取した土壌試料の物理的、化学的および鉱物学的性質を解明し、さらに、土壌中の強磁性鉱物の微量元素組成も併せて明らかにした。

その結果、この土壌断面は噴出年代の異なる桜島噴出物が14層理、鬼界カルデラ噴出物1層理、始良カルデラ起源3層理より構成されていることが判明した。

キーワード：累積性火山灰土、桜島噴出物、埋没腐植層

### 目 次

	頁
I 緒言	2
II 断面構成土壌の噴出源、噴出年代	4
III 土壌断面記載	7
IV 供試土壌	19
V 物理性、粒径組成	19
VI 風乾細土の化学性	24
VII 鉱物組成	28
VIII 強磁性鉱物の化学組成	38
IX 論議	44
X 要約	48
謝 辞	49
引用文献	49
Summary	50
写真説明および写真	52

\* SHINAGAWA, A., UMATA, H., MIYAUCHI, N. and NAGATOMO, Y.:

**Cumulative Volcanic Ash Soil Profile Mainly Originated from Volcano Sakurajima's Ejecta at Hikari-ishi, Tarumizu City**

\*\* 前鹿児島大学農学部土壌学研究室

(Prof. emeritus of Kagoshima University) Laboratory of Soil Science, 3-29-9 Nishi-ishiki, Kagoshima 890

\*\*\* 鹿児島大学農学部高隈演習林

Takakuma Experimental Forest, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Tarumizu, Kagoshima 891-21

\*\*\*\* 鹿児島大学農学部土壌学研究室

Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 1-21-24 Korimoto Kagoshima 890

\*\*\*\*\* 宮崎大学農学部

Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Nishi 1-1 Gakuenkhanadai Miyazaki 889-21

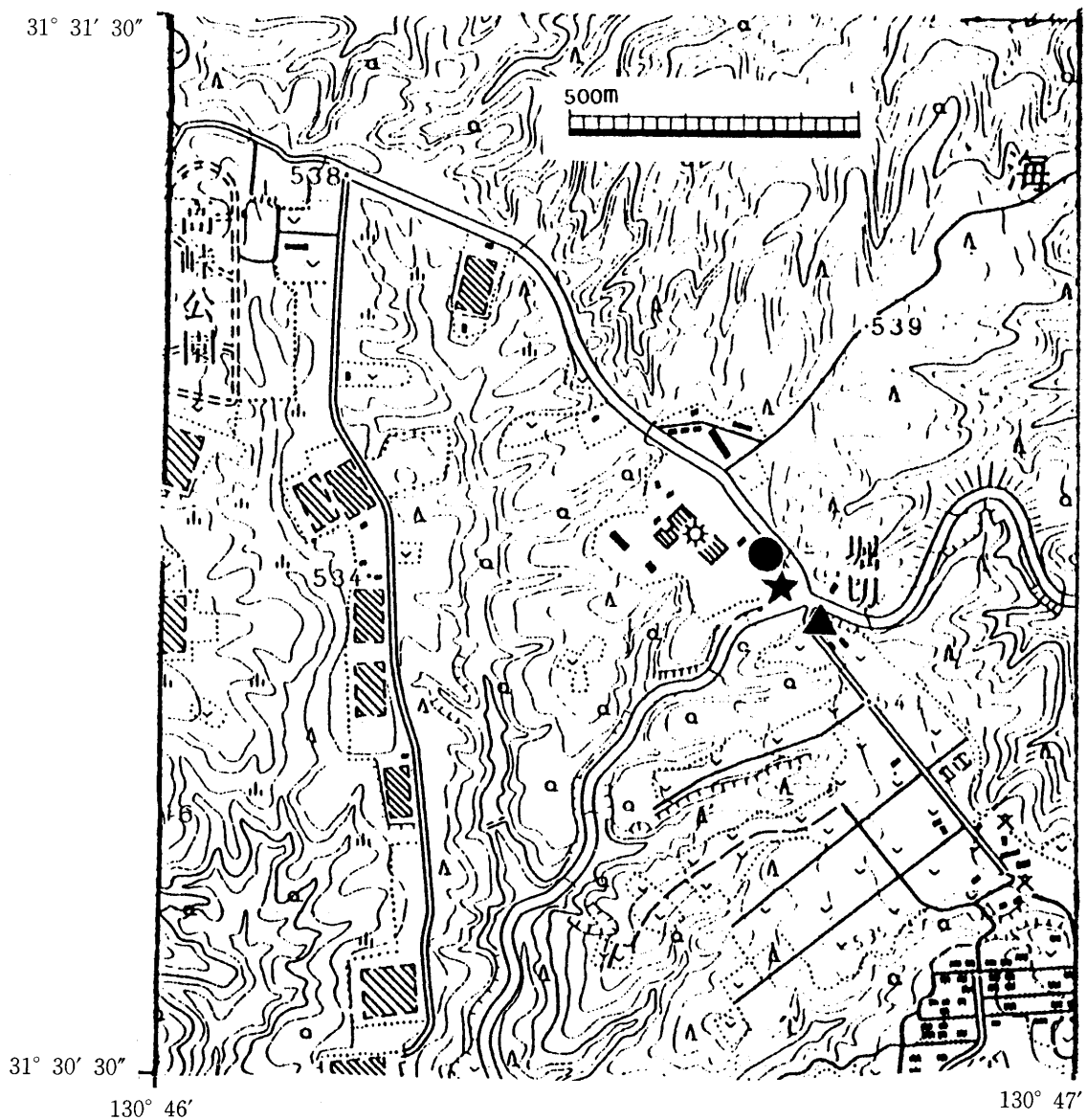
## 1 緒 言

約40数年前には、鹿児島大学農学部附属高隈演習林敷地の南東部（第1図の●の位置）および堀切バス停留所付近（第1図の▲の場所）には、Photo.1に示した土層断面、すなわち、約25,000年前の始良火山爆発により放出、堆積した火砕流、いわゆる“シラス”の上部に数層の埋没腐植土層を含む40層以上のテフラが7～8 mの厚さで累積している断面が多く見出された。

昭和33年（1958年）5月、著者らのひとり品川はこれらの断面は、火山灰土壌生成論上極めて貴重な資料であると判断した。

しかし、昭和50年（1975年）頃から、Fig.1の道路傍の各所で見られた上記の土層断面には、土砂崩れ防止のためセメント被覆、樹脂被覆工事が行なわれたため土層の観察、分析用の土壌試料の採取が不可能になった。よって、鹿児島大学農学部の附属演習林と土壌学研究室の関係者は、演習林敷地内にあり、第1図の●の場所に見られるPhoto.1の土層断面を噴出年代の異なるテフラの累積土層の貴重な標本として、自然状態のまま永久に保存することを決定した。

平成元年（1989年）、垂水市は高峯のつつじ山観光促進のため、堀切バス停留所から高峯までの道路拡幅を計



第1図 累積性火山灰土層断面所在地  
 [●：旧断面 (Photo.1), ★：新断面 (Photo.2), ▲：分析試料採取地]

Fig. 1. Places of cumulic volcanic soil profiles  
 [●：(Photo.1), ★：(Photo.2), ▲：Sampling place for soil analysis]

画し、その途上にある Photo.1 の土壌断面を含む演習林敷地の譲渡を求めた。計画によれば、Photo.1 の断面はすべて除去されることになる。

そこで、鹿児島大学と垂水市は、全く同様な累積状態をしている土壌断面を探し求め、近接した市有地（垂水市市木字光石5065番地、第1図の★）が不完全ながら一応の適地と認めたので、高さ約8mの「」形の土壌断面に整地し、今後は「垂水市が同所を保存し学術上必要な手段を講じる」との第1表に示した覚書が平成元年（1989年）6月8日付で、鹿児島大学農学部長と垂水市長との間で交換された。

Photo.2 に示した新断面は、Photo.1 の最上部の No.6 の上に薄く存在した No.1, 1', 2 [大正3年（1914年）桜島爆発により放出、堆積した火山灰から生成した土壌、灰そのもの、軽石] と No.3, 4, 5 [桜島の安永爆発（1779～1780年）により放出された火山灰より生成された土壌と火山砂] を欠き（Photo.2 の新断面の No.6 より上の層は耕作により混合された土、あるいは盛り土の層である）、また、No.38 から No.42 の“シラス”にいたる土層およびそれらの層界が不明瞭である。

しかし、No.1～5 の土層は演習林内各地で見出され（Photo.3）、No.37～42（Photo.8）も同様である。

著者らは、新断面とその上下部分を保持し、常に新鮮な状態で観察出来るように、平成4年（1992年）著者らのひとり長友が主になって43層の土壌モノリス（Photo.10）を作成し、高隈演習林に保管している。

43土層のうち、シラスおよびシラスの二次堆積物を除外した38土層 [No.1～37（1'を含む）] では、鬼界カルデラの噴出物とみなされる No.15, 16 以外の36土層は桜島噴出物であることは小林ら<sup>3,6,7)</sup>および森脇<sup>12)</sup>により確認されている。

本研究では、主として桜島噴出物より生成した土壌の諸性質の相違、変化、連続性を明らかにし43土層をいくつかの土壌層理（Soil layer）にまとめ得るかを主要目的として、詳細な断面観察を行なった後、土壌試料の物理性、化学性および鉱物性を検討し、さらに、岩質の相違を知るために強磁性鉱物の微量元素を定量した。

層理の確定、桜島、始良、鬼界火山以外の火山噴出物の混入などについてはまだ行なわねばならぬ実験も多々あるが、今後の火山灰土壌生成、埋没後の変化などの各種の研究に資するため現在までに得られた結果と推論を公表する次第である。

なお、新土壌断面を整地され、各土層の現地調査に協力された垂水市役所教育委員会に、最初に深謝する。

第1表 土壌断面の保存について鹿児島大学農学部長と垂水市長との間に交換された覚書

Table 1. A memorandum about the preservation of the soil profile, passed between Dean of Faculty of Agriculture, Kagoshima Univ. and Mayor of Tarumizu City

割印								
学 部 長	事 務 長	事 務 長	補 佐 長	庶 務 長	会 計 長	演 習 林 長	演 習 長	演 習 係 長
印	印	印	印	印	印	印	印	印

鹿児島大学農学部長 殿

垂水市長 八木 榮一

覚書の交換について

市道高峠線道路改良にかかる用地取得のため、平成元年4月20日付垂水市第2219号により、高隈演習林一部売り払い申請を致しましたところ、土地譲渡に際し条件が付きまして、つきましては、別紙のとおり覚書を交換致したく、押印方よろしく取り計らい願います。

垂水市第4376号  
平成元年6月6日

土壌断面の保存についての覚書

平成元年4月20日付垂水市第2219号による、高隈演習林地の売り払い申請地内には、土壌生成論上極めて貴重な土壌断面がある。その代替地として、近接する道路敷予定地（垂水市市木字光石5065番地）を試掘し、品川昭夫鹿児島大学教授（土壌学）に鑑定を依頼したところ、上記申請地と殆ど同様な土層断面であることが解った。したがって、今回演習林から失われる土層断面に替わり、新たに試掘した土層断面を垂水市が保存し、かつ学術研究上必要な手段を講じることを、今回の土地譲渡の条件とし覚書を交換する。

平成元年 6月 8日

鹿児島大学農学部長 植木 健至

鹿児島県垂水市長 八木 榮一

角長農  
印之学  
部

角長垂  
印之水  
市

II 断面構成土壌の噴出源、噴出年代

第2図に土層断面柱状図を、第2表には断面構成土壌の噴出源、噴出年代を示した。

小林ら<sup>3,6,7)</sup>によれば、始良火山の大爆発により流出した火砕流の主体で本断面の基底部をなす“シラス”と俗称される“入戸火砕流”の流出年代は、従来の22,000 YBP 説よりも古く25,000 YBP 程度である。桜島の活動開始は13,000 YBP<sup>2,3)</sup>でその後約13回の大規模噴火を繰り返しているとの説が有力であったが、小林<sup>6,7)</sup>は活動開始は約20,000 YBP で17回の軽石噴火が起こったと述べている。

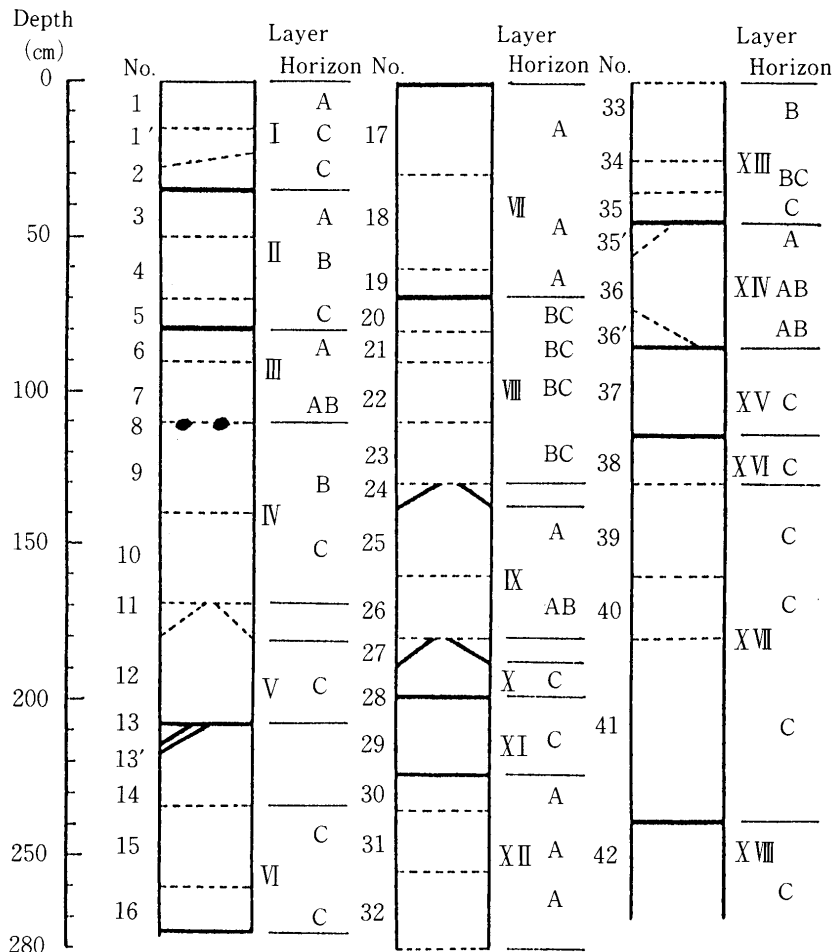
本断面は最下部の No.42 が25,000 YBP の始良カルデラ起源のシラスで、その直上部の No.38~41 はシラス

の二次堆積物である (第2表)。

桜島の最初の噴出物は No.37 の軽石層であり、約 15,000 YBP~20,000 YBP と推定される (小林の表示では P 17, 以下“P”の表示は小林<sup>6,7)</sup>の報告に準拠した)。No.1~37 の中 No.15, 16 を除外した殆どの土層は桜島噴出物を母材とみなされる。<sup>(の母材)</sup>

本断面では現出しなかったが、P 7 (No.9~13) 層の中に池田カルデラ起源の角閃石を含む軽石層 (Ik層) (5,700 YBP) (いわゆる開聞c層) が混入している断面も付近には見出される。

No.15, 16 は約6,000~6,500 YBP の鬼界カルデラの噴出物<sup>8)</sup>とみなされ、俗称“アカホヤ”あるいは“イモゴ”と呼ばれ Ah 層と略記される。アカホヤが表層土で



第2図 累積性火山灰土壌断面柱状図  
(----- : 漸変, ——— : 画変)

Fig. 2. Columnar section of cumulic volcanic soil profile  
(----- : abrupt, wavy, traditional horizon boundary, ——— : clear horizon boundary)

第2表 断面構成土壌の噴出源, 噴出年代 (1)  
Table 2. Origin and age of each solum consistig cumulic soil profile (1)

試料 No.	層理 Layer	層位 Horizon	噴出源 Origin	表示 (小林 <sup>7)</sup> ) Expression (Kobayashi <sup>7</sup> )	堆積年代 Age of deposition	備 考 Remark
1		A	桜島 南岳	P 1	1914 AD (大正)	
1'	I	C				
2		C				
3		A	Sakurajima Minamidake	P 2	1779 AD (安永)	
4	II	B				
5		C				
6		A		P 4 or P 4 ~ P 5	764 AD (天平) or 764 AD ~4,900 YBP	
7	III	AB				
8						
9		B	桜島 北岳	P 7	4,900 YBP ~	本断面の No.12 付近に池田カルデラ (5,700 YBP) 起源の角閃石を含む軽石層 (Ik) が見出される例も多いが本断面では発見されなかった。
10	IV	C				
11						
12	V	C	Sakurajima Kitadake		6,000 YBP	Pumice layer originated from Ikeda caldera (5,700 YBP) (contain amphibole) does not find near No.12.
13						
14						Ah と P 7 の混合物と思われる
15	VI	C	鬼界カルデラ Kikai caldera	Ah	6,300 YBP	俗称 “アカホヤ”, “イモゴ”, Local name : Akahoya or Imogo
16		C				
17		A	桜島 北岳	Ah ~ P 13	6,300 ~ 6,700 YBP ?	Ⅶの腐植層は P 13 上部の細粒質の火山灰に腐植が集積したと推測される。Humus of this layer seems to be accumulate in fine textured volcanic ash of upper P 13 deposition.
18	Ⅶ	A				
19		A				
20		BC	Sakurazima Kitadeke	P 13	6,700 ~ 11,000 YBP	
21		BC				
22	Ⅷ	BC				
23		BC				
24						

第2表 断面構成土壌の噴出源、噴出年代(2)(Cont.)

Table 2. Origin and age of each solum consistig cumulic soil profile (2) (Cont.)

試料 No.	層理 Layer	層位 Horizon	噴出源 Origin	表示(小林 <sup>7)</sup> Expression (Kobayashi <sup>7)</sup> )	堆積年代 Age of deposition	備考 Remark
25	IX	A	桜島 北岳	P 13	6.700	P 13と P 14の軽石の中間に堆積した火山灰あるいはP 14の上部の火山灰に腐植が集積したと推測される。 Humus of this layer may be accumulated in ashfall during from P13 to P14 or upper P14 deposition.
26		AB		P 14	11.000 YBP?	
27	X	C	Sakurajima Kitadake	P 14	11.000 YBP	P 14は薩摩層と称され、薩摩半島に広く分布するが、大隅半島にも7層以上分布する。 P14 pumice layer is widely distributed in Satsuma Peninsula, and is called "Satsuma". More than 7 layers belong to this layer exist in Oosumi Peninsula (Hikari-ishi is situated at northern region of Oosumi Peninsula).
28				XI	(St) (Satsuma layer)	
30	XII	A		P 14	11.000	
31		A		~	~	
32		A		P 15	14.000 YBP?	
33	XIII	B		P 15	14.000 YBP	
34		BC				
35		C				
36	XIV	AB		P 16	14.000 ~15.000 YBP	
37	XV	C		P 17	15.000 ~ 20.000 YBP	本断面での桜島噴出の最初の軽石層。この層の下に未風化火山灰層が存在する断面(Photo.9)もある。 First deposition erupted from Volcano Sakurajima. Under this layer, unweathered volcanic ash often exists (Photo.9).
38	XVI	C	始良カルデラ Aira caldera		20.000 ~	シラスの二次堆積物 Secondary deposition of "Shirasu" (Pyroclastic flows from Aira caldera)
39	XVII	C			25.000 YBP?	
40		C				
41		C				
42	XVIII	C			25.000 YBP	俗称 "シラス" Pyroclastic flows from Aira caldera. Local name: "Shirasu"

## 3.

あったり表層下浅い場所に存在する農業用地は南九州の不良土壌として有名である。噴出年代はかつては5.250 ± 300 YBP と推定されていたが、現在では6.000 ~ 6.500 YBP 説<sup>8)</sup>が定着しているようであり、おおよそ6.300 YBP とみなしてよいであろう。

43土層の中から上記の No.38~42 および No.15, 16 を除いた36土層は桜島起源である。

本断面の堆積状態は最上部から以下のように堆積状態を記載し得る。

P 1 · · 1914 AD. いわゆる大正噴火により放出、堆積。

一層理 (I) をなしている。No.1, 1', 2.

P 2 · · 1779~1780 AD. いわゆる安永噴火により放出、堆積。

No.5 は火山砂であり軽石 (いわゆる安永ボラ) はこの地域には堆積していない。

一層理 (II) をなしている。No.3, 4, 5.

◎ P 3 1471~1476 AD のいわゆる文明噴火による噴出物は本断面には認められない。

P 4 · · 764~766 AD. いわゆる天平噴火により放出、堆積。あるいは P 4 ~ P 5 の間 · · 764 AD ~ 4.900 YBP.

一層理 (III) をなしているようである。No.6, 7. と不連続層であるNo.8 の凝結灰。

P 4 は桜島南岳の噴出物で P 5 は桜島北岳の噴出物である。北岳噴火が終り南岳が成長する過程、すなわち、P 4 ~ P 5 の中間期間に多量の火山灰が放出されている。

No.6, 7 は P 4 とみなされる。しかし、P 4 ~ P 5 の中間期間に堆積した可能性も考えられよう。

◎ P 5, P 6 の軽石は本断面では見出し得なかった。

P 7 · · 4.900~6.000 YBP.

二層理 [IV (No.9, 10), V (No.12)] と不連続の二層 (No.11, 13) よりなっている。

P 7 は大規模な軽石噴火の堆積物で下半部は細粒質火山灰を挟む<sup>7)</sup>, また P 7 は三層をなし、上部は縄文後期、下部は縄文前期の噴出物と推定される<sup>12)</sup>。

V (No.12) が P 7 の初期の、IV (No.9, 10) は後期の火山灰層であろう。

P 7 と Ah の混合物 · · · No.14.

Ah · · · 6.300 YBP. 桜島起源ではなく鬼界カルデラ起源の“アカホヤ”あるいは“イモゴ”と俗称されるガラス質テフラ。

VI (No.15, 16) の一層理。

Ah ~ P 13 · · 6.300~6.700 YBP.

あるいは後期 P 13.

埋没腐植層の VII (No.17, 18, 19) の一層理で、P 13 上部の細粒質火山灰に腐植が集積したと考えられよう。

P 13 · · 6.700~11.000 YBP. VIII (No.20, 21, 22, 23) の一層理と不連続層の No.24.

P 13 ~ P 14 · · 6.700~11.000 YBP.

あるいは P 14 の上部。

埋没腐植層の IX (No.25, 26) 一層理。

P 14 (St) · · 11.000 YBP. “薩摩層” (St) と称される降下軽石層で薩摩半島に広く分布するが、大隅半島にも7層以上分布する。

本断面では不連続層の No.27 と X (No.28), と X I (No.29) の三層理が存在する。No.28 と No.29 は互層をなしそれぞれが二層以上見られる場所もある。

P 14 ~ P 15 · · 11.000~14.000 YBP ?

埋没腐植層の X II (No.30, 31, 32)。

P 15 · · 14.000 YBP. X III (No.33, 34, 35) の一層理。

P 16 · · 14.000~15.000 YBP. X IV (No.36) の一層理。

P 17 · · 15.000~20.000 YBP. X V (No.37) の一層理。

桜島噴出の最初の軽石層。この層には三つのユニットがあり、最下部が黒色のスコリア、中部は赤褐色の軽石層、上部は青灰色の異質岩片に富む軽石層<sup>12)</sup>である。No.37 は中部の赤褐色の軽石層と判断し得る。P 17 の軽石層の直下に未風化の火山灰層が存在する断面もある (Photo.9) (本断面では認められない)。

XVI (No.38) · · 始良火山の火砕流である“シラス” (25.000 YBP) と P 16, 17 との混合物。

XVII (No.39, 40, 41) · · XVI (No.38) と同じ。“シラス”の性格は No.38 よりも強い。

XVIII (No.42) · · · “シラス”そのもの。

以上のごとく、本断面の43土層は噴出源と堆積年代の観点から、桜島起源の土層は9回の軽石噴火および軽石噴火に続く降灰ならびに軽石噴火の中間期における降灰などによる合計14層理、鬼界カルデラ噴出物1層理、始良カルデラ由来3層理の18層理よりなると判断した (第2表)。

### III 土層断面記載

第2図に土層断面柱状図を、第3表には断面各層の状態を詳細に記述し、第4表には大塚<sup>18)</sup>の簡略な断面記載

第3表 累積土壌断面の記載(1)  
Table 3. Description on each solum of cumulic soil profile (1)

噴出源 Origin	堆積年代 Age of deposition	試料 No.	層界★ Horizon boundary	層理 層位 Layer Horizon	土層の厚さ Thickness (cm)	土色 Soil colour	
						湿土 Wet soil	風乾土 Air dry soil
桜島 南岳 Sakurajima Minamidake	1914 AD	1		I A	10 - 15	黒 褐色 7.5 YR 3/2	7.5 YR 5/2
		1'		I C	3 - 15	灰 色 2.5 Y 4/2	2.5 Y 7/2
		2		I C	5 - 20	灰 色 2.5 Y 6/2	2.5 Y 7/2
桜島 南岳 Sakurajima Minamidake	1779 AD	3		II A	10 - 30	黒 褐色 7.5 YR 2/2	7.5 YR 3/4
		4		II B	20 - 30	暗 褐色 10 YR 3/4	10 YR 5/6
		5		II C	5 - 15	黄 褐色 2.5 Y 5/4	2.5 Y 5/6
桜島 南岳 Sakurajima Minamidake	764 AD or 764 AD~ 4.900 YBP	6		III A	10 - 25	黒 褐色 7.5 YR 2/2	7.5 YR 3/2
		7		III AB	20	暗 褐色 7.5 YR 3/4	7.5 YR 4/2
		8			0 - 8	黄 褐色 2.5 Y 4/6	2.5 Y 5/6

★ 層界 (Horizon boundary) ----- 漸変 (abrupt-, wavy-, traditional-boundary) == 画変 (clear boundary)

★★ p.: pumice, w.p.: weathered pumice, d.: decayed, col.: coloured, s.: scoria, r.f.: rock fragment

S: シラス Shirasu (Pyroclastic flows of Volcano "Aira" in about 25.000 YBP)



礫 Gravel★★	腐植 Humus	備考 Remark
灰色の未風化軽石(大正ボラ)の細礫を含む。 fine p.(1914)	富む Abundant	現在の表層土。1914年の桜島火山灰から生成。1914年から現在までの桜島降灰も混入。 Surface soil (now). Blackkish brown volcanic ash soil derived from Sakurajima's ashes in 1914 and in 1914 – present.
灰色未風化軽石(大正ボラ)の中, 小, 細礫を含む。 p.(1914)		1914年の桜島火山灰の層。No.1よりも土壌化が進行せず, 新鮮火山灰そのものの外観を呈する。 Unweathered Sakurajima's volcanic ashes in 1914. Soil formation degree is very low.
大正ボラの小, 中, 大角礫層。 Anglar purmice (in 1914 from Sakurajima) bed.		1914年, 桜島から放出された未風化軽石の小, 中, 大角礫層。(俗称 大正ボラ)。 Anglar pumice (in 1914 from Sakurajima) bed.
黄色風化軽石(安永ボラ)の細礫を含む。 Fine yellow p. (from Sakurajima in 1779)	富む Abundant	第1番目の埋没腐植層。1779年(安永年間)桜島から放出された火山灰から生成下された黒褐色の火山灰土壌。 1779年から1914年まで表層土であった。 1st buried humic layer. Humus blackish brown volcanic ash soil derived from Sakurajima's ash in 1779. This solum was surface soil from 1779 to 1914.
No.3と同じ。 Same to No.3.	含む Small amount	No.3のB属的性格を示す。 B-horizon of No.3.
安永ボラの細礫を含む火山砂層。 Fine purmice (in 1779) bed.		No.3のC層。1779年桜島より放出された火山砂層。 No.2の大正ボラ(1914)よりも風化が進行している。 Buried C-horizon of No.3. Volcanic sand layer derived from Sakurajima's ejecta in 1779.
	富む Abundant	第2番目の埋没腐植層。764年(天平年間)の火山灰あるいは764AD~4.900YBPの桜島南山岳成長の過程で放出された火山灰から生成されたと推定される腐植質火山灰土壌。 2nd buried humic layer. Blackish brown volcanic ash soil derived from Sakurajima's ashes in 764 or 764 AD~4.900 YBP.
	含む Small amount	No.6のA B層的性质。 AB-horizon of No.6.
		火山灰, 火山砂あるいは細かい軽石の凝結塊。 層としては存在せず, 見出せぬ断面もある。 Block of solidified volcanic ash, sand and purmice. On some profile, this block does not exist.

第3表 累積土壌断面の記載(2)(Cont.)  
Table 3. Description on each solum of cumulic soil profile (2)(Cont.)

噴出源 Origin	堆積年代 Age of deposition	試料 No.	層界★ Horizon boundary	層理 層位 Layer Horizon	土層の厚さ Thickness (cm)	土色 Soil colour	
						湿土 Wet soil	風乾土 Air dry soil
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	4.900 YBP ~ 6.000 YBP	9		IV B	30	褐 7.5 YR 3/2	色 7.5 YR 4/2
		10		IV BC	30 - 40	黄 褐 10 YR 4/6	色 10 YR 5/6
		11			0 - 15	黄 褐 10. YR 6/6	色 2.5 Y 7/6
		12		V C	40	褐 10 YR 4/4	色 10 YR 5/6
		13			0 - 5	青 灰 7.5 Y 6/2	色 5.0 Y 6/2
		13'			0 - 5	黄 褐 10 YR 6/4	色 2.5 Y 6/6
		14			10 - 15	黄 橙 7.5 YR 6/5	色 7.5 YR 8/8
鬼界カルデラ Kikai caldera	6.300 YBP	15		VI C	25	黄 橙 7.5 YR 6/6	色 7.5 YR 7/6
		16		VI C	5 - 15	黄 橙 7.5 YR 6/6	色 7.5 YR 6/6

★ 層界 (Horizon boundary) ----- 漸変 (abrupt-, wavy-, traditional-boundary) === 画変 (clear boundary)

★★ p.: pumice, w.p.: weathered pumice, d.: decayed, col.: coloured, s.: scoria, r.f.: rock fragment  
S: シラス Shirasu (Pyroclastic flows of Volcano "Aira" in about 25,000 YBP)

<p>礫 Gravel★★</p>	<p>腐植 Humus</p>	<p>備考 Remark</p>
<p>軽石の細礫を僅かに含む。 p.: poor</p>	<p>含む Small amount</p>	<p>No.6, 7 の漸移層の外観を呈するが、土壌の強磁性鉱物の化学組成は明らかに異なる (andesitic)。No.10 は、9 と 11 との混合土層のようである。</p>
<p>風化軽石の小, 細礫に富む。 w.p.: rich.</p>		<p>These layers seem to be transitional-horizon of No. 6, 7, but composition of ferromagnetic mineral of 6, 7 and 9, 10 is very different. No.10 is maybe mixture of No.9 and 11.</p>
<p>半風化中小大軽石の角礫層。 w.p. bed.</p>		<p>この層は存在しない断面も多い。 On some profiles, this purmice layer does not exist.</p>
<p>風化軽石の小, 細礫に富む。 w.p.: rich</p>	<p>富む Abundant</p>	<p>No.10 とよく似た外観を呈するが、強磁性鉱物の化学組成が明らかに異なる。 This layer seems to be same to No.10 but its chemical composition of ferromagnetic mineral clearly differs from that of No.10.</p>
<p>凝結火山灰 Block of solidified volcanic ashes</p>		<p>青灰色の火山灰の凝結塊。不連続に点在。表面、内部に赤色酸化鉄皮膜あり。 Block of solidified grey volcanic ash, uncontinuous, mottling on surface or inner part.</p>
<p>火山砂層 Volcanic sand bed</p>		<p>不連続に存在する火山砂層。 This sand layer is seldam find on profile.</p>
<p>火山砂層 Volcanic sand bed</p>		<p>No.15, 16 とよく似た外観を呈し、アカホヤの上部層ともみなし得るが、強磁性鉱物の化学組成はアカホヤとは異なる。 This layer seems to be upper part of "Akahoya", but its chemical composition of ferromagnetic mineral differs from that of "Akahoya"</p>
		<p>俗称“アカホヤ”あるいは“イモゴ”層。約6,300年前の鬼界カルデラからの放出物。 So-called Akahoya or Imogo layer, glassy ash from "Kikai" Volcano in about 6,300 YBP.</p>
		<p>アカホヤの下部層。アカホヤよりも粗粒質。 Under part of Akahoya, coarser textured than upper Akahoya.</p>

第3表 累積土壌断面の記載(3)(Cont.)  
Table 3. Description on each solum of cumulic soil profile (3)(Cont.)

噴出源 Origin	堆積年代 Age of deposition	試料 No.	層界★ Horizon boundary	層理 層位 Layer Horizon	土層の厚さ Thickness (cm)	土色 Soil colour	
						湿土 Wet soil	風乾土 Air dry soil
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	6.300 ~ 6.700 YBP ?	17		VI A	30	黒 褐 色 7.5 YR 3/4	7.5 YR 5/2
		18		VI A	30	黒 褐 色 7.5 YR 3/2	7.5 YR 4/2
		19		VI A	10	褐 色 10 YR 4/4	7.5 YR 4/4
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	6.700 ~ 11.000 YBP	20		VII BC	10	黄 褐 色 10 YR 7/6	10 YR 7/6
		21		VII BC	10	黄 褐 色 7.5 YR 7/8	10 YR 7/4
		22		VII BC	20 - 30	黄 褐 色 5.0 YR 6/8	10 YR 7/6
		23		VII BC	20	黄 褐 色 5.0 YR 6/8	7.5 YR 7/6
		24			0 - 5	黄 褐 色 7.5 YR 5/4	10 YR 7/4
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	6.700 ~ 11.000 YBP ?	25		IX A	20 - 30	黒 褐 色 7.5 YR 2/2	7.5 YR 3/2
		26		IX AB	15 - 25	暗 褐 色 7.5 YR 3/4	7.5 YR 5/4
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	11.000 YBP	27			0 - 10	黄 橙 色 10 YR 6/6	10 YR 7/4
		28		X C	20	黄 橙 色 7.5 YR 7/6	10 YR 7/4
		29		XI C	25	黄 橙 色 7.5 YR 7/8	7.5 YR 8/6

★ 層界 (Horizon boundary) ----- 漸変 (abrupt-, wavy-, traditional-boundary) —— 画変 (clear boundary)

★★ p.: pumice, w.p.: weathered pumice, d.: decayed, col.: coloured, s.: scoria, r.f.: rock fragment  
S: シラス Shirasu (Pyroclastic flows of Volcano "Aira" in about 25.000 YBP)

<p>礫 Gravel★★</p>	<p>腐植 Humus</p>	<p>備考 Remark</p>
<p>風化した軽石の細礫を含む。 w.p.</p>	<p>含む Small amount</p>	<p>第3番目の埋没腐植層。6.400 YBP 以上と推定される。 土色は No.18 が最も黒い。非常に風化した橙色の 軽石の斑点は No.17 に最も多く見られる。</p>
<p>No.17 と同じ。 w.p.</p>	<p>富む Abundant</p>	<p>橙色斑点の存在により No.3 および No.6 の黒土層と区別し得る。 3rd buried humic layer.</p>
<p>非常に風化した軽石と有色スコリヤを含む。w.p.d. col.s.</p>	<p>含む Small amount</p>	<p>Presence of yellowish rounded mottling in these layer is distinguished from No.3 and No.6 (1st and 2nd buried humic layers).</p>
<p>風化軽石の細, 小, 中, 大角礫層  Bed of anglar weathered pumice</p>		<p>風化軽石層。 No.21 は, やや硬い火山砂と有色スコリヤを含む。No.20:中礫, No.21:細礫, No.22:中礫, No.23:大角礫  Bed of anglar weathered pumice. Particle size of pumice are follows; No.21 &lt; No.20 = No.22 &lt; No.23 Small amount of volcanic sand and coloured scoria is found in No.21.</p>
<p>火山砂礫層 Weathered anglar volcanic sand layer</p>		<p>この層を欠く断面もある。火山砂礫層。安永火山砂 (No.5) よりも粒径が大, 角礫であり, 風化が進んでいる。 This layer is not found on some profile. Weathered volcanic sand and gravel layer, coarser texture than 1779's volcanic sand (No.5).</p>
<p>非常に風化した軽石の細礫を含む。  fine w.p.</p>	<p>富む Abundant  含む Small amount</p>	<p>第4番目の埋没腐植層。 非常に風化した橙色の軽石由来の斑点が認められるが, No.17, 18, 19 よりも風化しており, 且つ, 量も少ない。 4th buried humic layer. Amount of yellowish rounded mottling is smaller than those of No.17, 18 and 19.</p>
<p>有色スコリヤを含む。 col. s.</p>		<p>不連続に点在。粘土質。白色斑点多し。 This layer is not found on some profile. Clayey, white mottling.</p>
<p>風化軽石角礫層。No.28 には有色スコリヤ。  w.p. bed  col. s. in No.28</p>		<p>非常に風化した小, 中, 大軽石の角礫層。No.28 は No.29 よりも砂質。No.29 は, No.28 よりも礫が大きく含量も多い。No.29 層の間に No.28 と同様な砂質層が存在する場所もある (Photo.2)。 Weathered pumice bed. Soil texture of No.28 is more sandy than No.29. For No.29, amount and size of pumice gravel are larger than those of No.28. On some place, two volcanic sand layers same as No.28 exist in No.29 (as seen Photo.2).</p>

第3表 累積土壌断面の記載(4)(Cont.)  
Table 3. Description on each solum of cumulic soil profile (4)(Cont.)

噴出源 Origin	堆積年代 Age of deposition	試料 No.	層界★ Horizon boundary	層理 層位 Layer Horizon	土層の厚さ Thickness (cm)	土色 Soil colour	
						湿土 Wet soil	風乾土 Air dry soil
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	11.000 ~ 14.000 YBP ?	30		X II A	10	黒 褐 色 7.5 YR 2/2	7.5 YR 4/2
		31		X II A	10 - 20	暗 褐 色 10 YR 4/2	10 YR 5/4
		32		X II A	30	暗 褐 色 7.5 YR 3/2	7.5 YR 5/2
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	14.000 YBP	33		X III B	25	褐 色 10 YR 4/4	10 YR 6/6
		34		X III BC	10	黄 褐 色 10 YR 5/6	10 YR 7/4
		35		X III C	10	黄 褐 色 10 YR 4/4	10 YR 7/4
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	14.000 ~ 15.000 YBP	35'		X IV A	0 - 5	褐 色 10 YR 3/4	10 YR 6/4
		36		X IV AB	20 - 30	褐 色 10 YR 4/4	10 YR 6/4
		36'		X IV AB	20 - 25	褐 色 10 YR 4/4	10 YR 6/6
桜島 北岳 Sakurajima Kitadake	15.000 ~ 20.000 YBP	37		X V C	30 - 40	赤 褐 色 2.5 YR 6/6	7.5 YR 7/8

★ 層界 (Horizon boundary) ----- 漸変 (abrupt-, wavy-, traditional-boundary) == 画変 (clear boundary)

★★ p.: pumice, w.p.: weathered pumice, d.: decayed, col.: coloured, s.: scoria, r.f.: rock fragment

S: シラス Shirasu (Pyroclastic flows of Volcano "Aira" in about 25.000 YBP)

<p>礫 Gravel★★</p>	<p>腐植 Humus</p>	<p>備考 Remark</p>
<p>非常に風化した軽石の細礫を含む。軽石礫は下層になるほど多い。  d.w.p.</p>	<p>富む Abundant  含む Small amount  富む Abundant</p>	<p>第5番目の埋没腐植層。 黒色は No.30 が最も濃く、No.32 がこれに次ぎ、中間の No.31 が最も薄い。褐色あるいは白色の毛状斑紋（恐らく腐朽植物根に起因する）が認められる。 橙色の軽石由来の斑点が全く存在せず、褐色、白色の毛状斑紋の存在によって、No.17, 18, 19 および No.25, 26 の黒土層と区別し得る。 5th buried humic layer. Brown or white plant root mottlings often exist in those layers. Black soil colour : No.30 &gt; No.32 &gt; No.31. Existence of root mottling and unexistence of rounded yellowish mottling are distinguished from other black soils (No.17, 18, 19 and No.25, 26).</p>
<p>非常に風化した軽石の細、小礫と有色のスコリヤを含む。  d.w.p. col. s.</p>		<p>外観上、No.32 のB層のようであり、少量の褐色、白色の毛状斑紋を有するが、強磁性鉱物の化学組成は、No.32 とは明らかに異なり No.34, 35 と酷似している。 This layer seems to be B-horizon of No.32, but chemical composition of ferromagnetic mineral is clearly different from that of No.32.</p>
<p>非常に風化した軽石の細、小礫と黒色のスコリヤを含む。  d.w.p. black s.</p>		<p>No.34 は乾燥すると軽い土になる。No.35 は乾燥すると硬い盤状となる。少量の橙色の軽石由来の斑点あり。 At dry state, No.34 becomes light soil, No.35 becomes pan. Small amount of rounded yellowish mottlings are found in these layers.</p>
<p>非常に風化した軽石の細、小礫と黒色のスコリヤを含む。  d.w.p. black s.</p>	<p>含む Small amount  含む Small amount</p>	<p>第6番目の埋没腐植層。 やや黒い土色を呈する。 No.35', 36, 36' は、同一の層とみなしてもよい。 風化軽石礫は下層ほど多い。 6th buried humic layer. Because of small amount of humus, soil colour is brown. No.35', 36 and 36' seem to be almost all same soil. Amount of weathered pumice and scoria becomes larger following to sub layer.</p>
<p>非常に腐朽した風化軽石層細粒の有色スコリヤを含む。 d.w.p. bed. col. s.</p>		<p>桜島噴出の最初の堆積物。 腐朽風化軽石層。大礫であるが、腐朽しているので手でも容易に摩砕し得る。 First ejecta erupted from Volcano Sakurajima in this profile. Very weathered decayed red pumice layer. This pumice is easily crushed by man's hand.</p>

第3表 累積土壌断面の記載(5)(Cont.)  
Table 3. Description on each solum of cumulic soil profile (5)(Cont.)

噴出源 Origin	堆積年代 Age of deposition	試料 No.	層界★ Horizon boundary	層理 層位 Layer Horizon	土層の厚さ Thickness (cm)	土色 Soil colour	
						湿土 Wet soil	風乾土 Air dry soil
始良カルデラ Aira caldera	20.000 ~ 25.000 YBP ?	38		XVI C	15	黄 褐 色 10 YR 5/4	10 YR 7/4
		39		XVII C	30	黄 褐 色 10 YR 5/6	10 YR 7/4
		40		XVII C	20 - 30	黄 褐 色 10 YR 5/6	10 YR 7/4
		41		XVII C	50	黄 褐 色 10 YR 5/6	10 YR 8/4
	42		XVIII C	以下 Below	白 黄 褐 色 10 YR 7/2	2.5 Y 8/2	

★ 層界 (Horizon boundary) ----- 漸変 (abrupt-, wavy-, traditional-boundary) ===== 画変 (clear boundary)

★★ p.: pumice, w.p.: weathered pumice, d.: decayed, col.: coloured, s.: scoria, r.f.: rock fragment

S: シラス Shirasu (Pyroclastic flows of Volcano "Aira" in about 25.000 YBP)

も併記した。

第3表(土壌断面記載)の主要部分は、現在はセメント被覆されている堀切バス停留所(第1図の▲地点の崖および▲から南東に向かう小道路沿いの路肩)付近で昭和44年(1969年)3月3日と昭和46年(1971年)7月30、31日、昭和50年(1975年)8月6日の計3回詳しく現地観察した結果の記載<sup>26)</sup>とほぼ同じである。その後、平成元年(1989年)12月18、19日に垂水市が、Photo.1の断面を撤去整地しつつある際に露出した新鮮断面を再観察し、さらに後記する各土層より採取した土壌試料の理化学的性質の分析結果、とくに礫(>2mm)も含めての土壌の粒径組成、全炭素含量、強磁性鉱物の微量元素組成を考慮して、1976年にはNo.42の“シラス”を含めて

14層理と判断した<sup>26)</sup>のを18層理に改変した。

No.14は、外見上はNo.15、16と極めて類似しており、No.15との層界も漸変しているのでNo.15、16と同一層理とみなしたいがNo.15よりも土性は粗粒質であり、強磁性鉱物の微量元素組成も異なり、直上層のNo.12(No.13は不連続層)に近くNo.12とNo.15との混合物とみなし得る。

No.17、18、19の埋没腐植質火山灰土の年代を5.540±130 YBPと発表<sup>22)</sup>された例もあるが、アカホヤが約6.300 YBPであるので、No.17の堆積年代はアカホヤよりも最低約100年は古い6.400 YBP以上と推測したい。アカホヤの100年以上前との根拠は以下のとおりである。

No.3、4は桜島の安永噴火(1779年)により放出堆積



礫 Gravel★★	腐植 Humus	備考 Remark
有色スコリヤを含む。 col. s.		火山灰の凝結塊，腐朽風化軽石と二次シラスとの混合物で乾燥すると硬くなり盤層となる。No.39 以下の二次シラスと同様な外観を呈するが，強磁性鉱物の化学組成は明らかに異なる。 Mixture (block of solidified volcanic ash, decayed, weathered pumice) and secondary "Shirasu". At dry state, this layer becomes hard pan. This layer seems to be same as No.39, but chemical composition of ferromagnetic mineral is different.
有色の中，小円礫を含む。 col. rounded small gravel		二次堆積物。シラスと火山灰，火山砂，風化軽石および有色の諸岩石の混合物。 No.39 → No.40 → No.41 と下層になるほど風化軽石礫，黒色円礫の形は大となり，含量も多くなる。
赤色の風化軽石の円礫を含む。 Red rounded w.p. gravel		No.40 には赤色円礫が多い。 Secondary deposition, mixture of "Shirasu"★★, volcanic ash, sand, weathered pumice, and coloured rock fragments.
有色の中，小円礫を含む。 col. rounded small gravel		No.39 → No.40 → No.41, amount and size of pumice gravel is larger. Amount of red rounded weathered pumice is especially large in No.40.
腐朽風化軽石礫を含む。 S★★ d.w.p.		シラスに由来する土壌あるいは未風化シラス。 No.41 との層界には，明瞭な斑鉄（約2～3mm）が存在する。 Shirasu★★ or soil derived from "Shirasu". At horizon boundary between No.41 and No.42, very clear red iron mottling exists.

された火山灰より生成された土壌で，No.1 が噴出，堆積した櫻島の火正噴火（1914年）までの135年間は表層土であり，その全炭素含量および土層の厚さはそれぞれ3.87%，10cmと2.35%，20cmで，土層の厚さ30cmまでの平均全炭素含量は2.86%であり，年間の炭素集積量は(2.86÷135=0.021%)と算出し得る。No.17 の全炭素含量は1.88%で土層の厚さは30cmである。従って，1779～1914年と6.700～6.300 YBP の気候などの腐植集積条件を同一とみなすと，1.88÷0.021=90となり，アカホヤ直下の埋没腐植土層の最上層の No.17 は，最低値推測でもアカホヤよりも約100年は古いことになる。

埋没腐植土層の No.17, 18, 19 では，炭素含量 [有機物含量を示す。土壌学では，一般に，T-C(全炭素

含量)×1.724=有機物含量とする] は，第7表，第4図に示したように 中層の No.18 が最も多く，以下 No.19 が次ぎ上層の No.17 が最も少ない。一般に埋没腐植土層でもⅡ層理 (No.3, 4)，Ⅲ層理 (No.6, 7)，Ⅸ層理 (No.25, 26) (Photo.5) のように上層の全炭素含量が高いのが普通の状態であるが，(No.17, 18, 19) と同様に (No.30, 31, 32) (Photo.1, 6) の腐植土層でも最上層の No.30 の全炭素含量は3.76%，最下層の No.32 は4.43%で最も多く，上層の No.30 がこれに次ぎ，中層の No.31 は2.69%で最も少ない。

同一時期の堆積物であれば，表層土ほど全炭素含量が多いはずである。しかし，Photo.3 に見るごとく，1914年（大正3年）の櫻島火山灰から生成し全炭素が2.6%

第4表 大塚<sup>18)</sup>による累積土壌断面の記載Table 4. Brief description on each solum of cumulic soil profile (Otsuka<sup>18)</sup>)

土層番号	厚さ cm	土色	礫	腐値	備考	土層番号	厚さ cm	土色	礫	腐値	備考
OH-1	20	黒褐色 (2.5 YR 3/2)	含む	富む	現在の表土で大正3年 以来の降灰により生成	23	25	黄褐色 (5.0 YR 6/8)	すこぶ る富む		大角礫の軽石層
(1)'	10	灰色 (2.5 Y 4/2)	含む		大正3年降下火山灰層	24	5	黄褐色 (7.5 YR 5/6)	含む		火山砂層の安永時代放 出の砂に粒径, 色が類 似
2	0~10	灰色 (2.5 Y 4/2)	すこぶ る富む		大正3年放出の中角礫 層(俗称大正ボラ層)	25	20	黒褐色 (5.0 YR 2/2)		すこぶ る富む	腐植質埋設土層
3	30	黒褐色	含む	富む	安永時代(1779年)に降 灰して以来の表土, 植 物根多し	26	20	暗褐色 (5.0 YR 3/4)	含む	富む	OH-25 の B 層的性格 を有し, 下層に大礫ス コリアあり
4	20	黄褐色				27	15	黄橙色 (7.5 YR 5/8)			粘質で白色斑点を認め る
5	10	黄褐色 (2.5 Y 4/6)	含む		安永時代放出の火山砂 層	28	20	黄橙色 (7.5 YR 6/6)	富む		砂礫および中, 大角礫 軽石浮石層
6	20	黒褐色 (7.5 YR 2/2)		富む	安永時代以前の表土	29	20	黄橙色 (5.0 YR 6/8)	すこぶ る富む		大角礫軽石層 OH-23 よりも赤味が強い
7	20	暗褐色 (5.0 YR 2/2)		含む	OH-6 の B 層的性格を 示す	30	10	黒褐色 (5.0 YR 2/4)		富む	腐植質埋設土層
8	0~5	黒褐色 (7.5 YR 5/4)	含む		火山砂の凝結塊が混在	31	15	暗褐色 (5.0 YR 3/4)		含む	OH-30 の B 層的性格 を有す
9	50	褐色 (7.5 YR 4/4)	含む	含む	OH-6 の BC 層的性格 を示す	32	35	褐色 (7.5 YR 3/4)		含む	OH-30 の BC 層的性格 を有す
10	15	黄褐色 (7.5 YR 5/8)	富む		半風化軽石層に OH-9 の土が混入	33	35	褐色 (7.5 YR 4/4)		含む	OH-32 と同じく BC 層 的性格を有するが腐値 やや少ない
11	10	黄褐色 (5.0 YR 4/4)	すこぶ る富む		半風化軽石層	34	10	青灰色 (10 YR 5/8)			火山砂凝固したもので 白色の毛根状物質有り (牛のすね層)
12	40	褐色 (7.5 YR 5/6)	含む	含む	土色, 土性が OH-9 に 類似	35	15	褐色 (7.5 YR 6/8)	含む		縞状に火山砂堆積層を 認める
13	0~5	青灰色 (7.5 Y 5/4)	含む		凝結火山灰と思われる 塊が存在	36	50	黄褐色 (7.5 YR 4/6)	含む	含む	2~5 mm 礫の黒色礫点 在
14	5	黄褐色 (7.5 YR 8/8)	含む		粒径約 1 mm の火山砂層	37	30	赤褐色 (2.5 YR 5/8)	富む		腐朽風化軽石層で粘質 である
15	25	黄橙色 (7.5 YR 5/8)			俗称アカホヤ層	38	15	黄褐色 (10 YR 5/8)	含む		青灰色凝結砂と腐朽風 化軽石およびシラスの 混在
16	5	黄橙色 (10 YR 5/6)	富む		粒径約 5 mm の火山砂礫 層	39	30	黄褐色 (7.5 YR 6/4)	含む		シラスと火山灰の混合 物で二次堆積層
17	30	褐色 (10 YR 4/4)	含む	含む	土色, 土性が OH-9, 12 に類似し風化軽石 点在	40	20	黄褐色 (7.5 YR 5/6)	含む		同上(赤色円礫を含む)
18	30	暗褐色 (5.0 YR 3/2)	含む	含む	上層の OH-17 より腐 値に富む	41	50	黄褐色 (10 YR 6/6)	含む		同上(黒色円礫を含む)
19	10	黄褐色 (5.0 YR 4/4)	含む		風化軽石と青灰色砂と が混在	42	以下	黄褐色 (7.5 YR 8/4)	含む		同上(41との間に鉄の 集積層あり, 風化軽石 混入)
20	10	黄褐色 (5.0 YR 5/8)	富む		中礫軽石の浮石層						
21	10	黄褐色 (5.0 YR 6/8)	富む		約 3 mm 内外の砂礫浮石 層						
22	40	黄褐色 (7.5 YR 6/8)	すこぶ る富む		中角礫の軽石層						

集積した No.1 の上に1978年以降の桜島火山灰<sup>14,11)</sup>の No.0 が堆積し、有機物が集積しつつある。No.0 と No.1 との層界は殆ど判別し難い。よって、(No. 17, 18, 19) では No.18 が100年以上表層土であり、その上層に火山灰が30cm堆積し、約90年以上土壌化と腐植集積が進行した後、鬼界火山の放出物が堆積したと考えられ、(No.30, 31, 32) では No.32 が約150~200年表層土で土壌化しつつあった時に新たな灰が堆積し、約100~150年土壌化が進行したと考えるのが妥当であろう。

著者らが詳細に観察した第1図の▲地点および●地点では、No.28の砂質層は一層のみであったが、Photo.2 に見るごとく、No.29の風化軽石の角礫層の中にNo.28と同様な砂質層が認められる、すなわち、No.29が二層存在する場所もある。No.28, 29のX, XI層理はラミナー構造を有する代表的なP14(St層)で多くの火山砂層と軽石礫層の互層をなしている。本報では、上記4回の観察と後記する分析試料採取の観点からPhoto.2のNo.29中の第二番目のNo.28である砂層は無視し、No.28, 29はそれぞれ一層のみを分析対象とした。

前章で述べた桜島の最初の噴出物であるNo.37(Photo. 2, 7, 9)の赤橙色風化軽石層よりも上の層が“シラス”以降の一次的堆積物とみなされよう。

No.38~41は“シラス”と火山砂、礫が混合した二次的堆積物である。No.38とNo.39~41は外見上同一時期の二次堆積物のようであるが、後記のごとく強磁性鉱物の微量元素組成がかなり異なるので二次堆積した時期がかなり違う、すなわち、異なる層理と判断した。

第3表に記したNo.37より上位の土層の中、No.8, 11, 13, 13', 24, 27, 35', 36'は存在しない場所も多いのです。すでに述べたように不連続層として取り扱い、各層理の諸性質を比較する際平均値計算の対象からははずすことにした。

本報では、第2, 3表、第II章に示したごとく、No.42の“シラス”の上層の42土層を17層理と判断した。

#### IV 供試土壌

分析に供した土壌試料の大部分は、主に昭和46年(1971年)7月30, 31日と昭和50年(1975年)8月6日に堀切バス停留所付近(第1図の▲地点および▲から南東に向かう小道路沿いの路肩)で採取した。さらに、不足した試料の一部は平成元年(1989年)12月18, 19日、垂水市がPhoto.1の断面(第1図の●地点)を除去整地しつつある際に露出した新鮮断面より採取した。なお、第3表に記載したNo.13', 35', 36'は単独の土壌分析試料として採取するのが極めて困難であったのでNo.13'は

No.13に、No.35', No.36'はNo.36に含めて一括採取し、分析に供した。研究方法は各章にそれぞれ記載する。

#### V 物理性、粒径組成

##### 1. 方法

現地で土壌採取の際、山中式硬度計により硬度を測定した後、100ml容のサンプルコアで原土を各層2ヶ宛採取し、未風乾、未篩別の礫(>2mm)を含む土壌の三相分布などをDIK容積重測定装置100型により、透水性はDIK-II型透水性測定装置で定水位透水性を測定した。

粒径組成は、礫を篩別したあとの風乾細土を過酸化水素処理により有機物を除去した後の濁水を少量試験管に採取し、それぞれ塩酸および苛性ソーダの稀薄溶液を少量加えてpH:4およびpH:10に調整し、各試料で分散良好なpHを選択した。以下、粗砂の篩別、微砂、粘土の分散、沈底法による微砂、粘土の定量と常法に従った。

##### 2. 結果と考察

三相分布などの物理性は既に発表<sup>26)</sup>したが、その後採取、測定して得たデータも含めて第5表に再記した。

第6表に粒径組成の数値を第3図に礫(>2mm)も含めた粒径組成のダイヤグラムを示した。

仮比重は、殆どの試料で1以下であり、一般に全炭素含量(有機物含量の指標)が多いほど小になり、かつ固相率も小である。断面のほぼ中層(6.700YBP以下)までの腐植土層であるNo.6, No.18, 19の全炭素含量はそれぞれ7.51, 3.88, 2.75%, 固相率は16.2, 15.3, 15.7で、仮比重は0.37, 0.41, 0.40と供試土壌中最小の値である。しかし、中層以下の埋没腐植土層のNo.25, 30, 31では全炭素含量6.43, 3.76, 2.69%, 固相率25.5, 26.2, 29.1%で、仮比重は0.59, 0.64, 0.72と断面上層の埋没腐植土層よりも大きな値を示す。よって、断面の下層ほど上層からの土圧により圧縮されたと考えられる(断面下層の埋没腐植土層でも、No.26, 32のごとく、全炭素含量3.7, 4.4%, 固相率18.4, 19.7%, 仮比重0.48, 0.56とやや小さな値の試料もあるが、それでも上層よりも大である)。

真比重は2.8~2.1で、一般に全炭素量が多いほど小である。大正3年(1914)年桜島から放出された未風化火山灰のNo.1'の固相率、仮比重はそれぞれ38.5%, 1.04と全試料中No.8に次いで二番目に大きな値を示す。この値は、品川ら<sup>25,26)</sup>がかって調査した高隈演習林内のスギ品種試験地で多く見出された未風化桜島火山灰(1914年噴出)の平均固相率は41.9%, 平均仮比重は1.09であっ

第5表 供試土壌の物理性  
Table 5. Physical properties of used soil

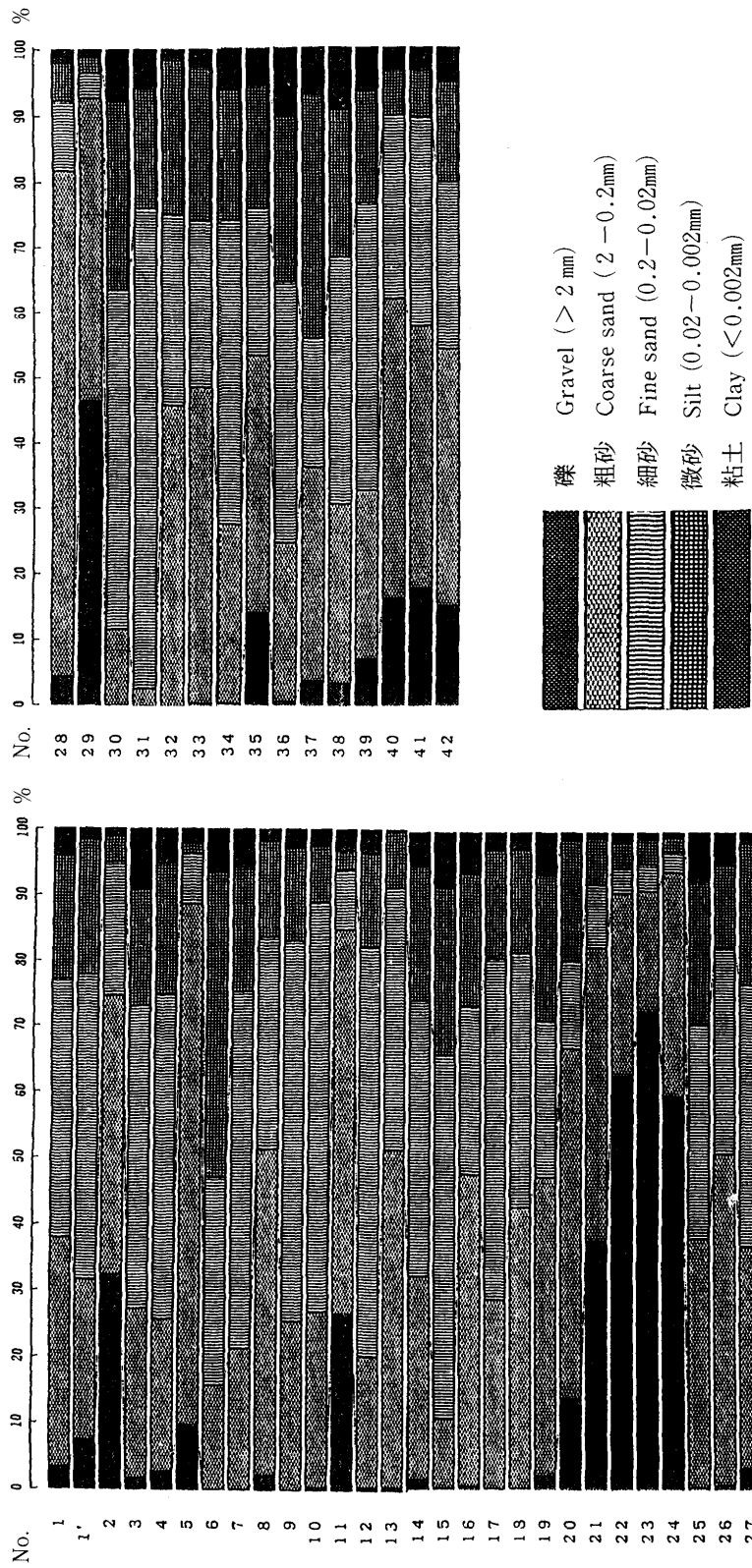
試料 No.	層理 Layer	比重 Specisic gravity		孔隙率 Porosity %	三相分布 Three-phases distribution			飽水度 ① Water saturation rate %	容気量 100-① Air capacity %	透水係数 Coefficient of water permiability cm/sec.	硬度 Hardness ★
		真比重 True specific gravity	仮比重 Bulk density		固相 Solid phase %	液相 Liquid phase %	気相 Gaseous phase %				
1	I	2.54	0.76	69.9	30.1	37.5	32.4	53.6	46.4	$1.9 \times 10^{-2}$	10.2
1		2.70	1.04	61.5	38.5	30.6	30.9	49.8	50.2	$7.9 \times 10^{-2}$	20.3
2		2.32	0.53	77.0	23.0	26.7	50.3	34.7	65.3	$3.5 \times 10^{-2}$	15 - 25
3	II	2.26	0.67	70.4	29.6	39.2	31.2	55.7	44.3	$8.5 \times 10^{-2}$	16.0
4		2.45	0.67	72.7	27.3	24.6	48.1	33.8	66.2	$2.5 \times 10^{-1}$	22.0
5		2.57	0.66	74.3	25.7	24.2	50.1	32.6	67.4	$0.5 \times 10^{-2}$	8.5
6	III	2.27	0.37	83.8	16.2	66.4	17.4	79.2	20.8	$2.0 \times 10^{-4}$	16.5
7		2.63	0.56	78.6	21.4	63.5	15.1	80.8	19.2	$3.9 \times 10^{-4}$	18.5
8	IV	2.43	1.06	56.3	43.7	37.5	18.8	66.6	33.4	$4.0 \times 10^{-4}$	25.5
9		2.51	0.70	72.0	28.0	61.7	10.3	85.7	14.3	$2.9 \times 10^{-4}$	21.0
10		2.62	0.62	76.3	23.7	65.2	11.1	85.5	14.5	$2.1 \times 10^{-3}$	20.5
11	V	2.66	0.62	76.8	23.2	66.8	10.0	87.0	13.0	$3.3 \times 10^{-3}$	24.5
12		2.59	0.72	72.2	27.8	60.4	11.8	83.7	16.3	$4.4 \times 10^{-5}$	23.5
13		2.76	0.66	76.1	23.9	41.7	34.4	54.8	45.2	$2.0 \times 10^{-1}$	26.5
14	VI	2.54	0.60	76.2	23.8	63.9	12.3	83.9	16.1	$2.7 \times 10^{-4}$	23.5
15		2.31	0.42	82.0	18.0	70.8	11.2	86.3	13.7	$2.8 \times 10^{-4}$	20.5
16		2.65	0.77	70.8	29.2	55.7	15.1	78.7	21.3	$1.1 \times 10^{-4}$	21.5
17	VII	2.11	0.52	75.3	24.7	62.8	12.5	83.4	16.6	$6.9 \times 10^{-2}$	20.5
18		2.69	0.41	84.7	15.3	72.4	12.3	85.5	14.5	$2.2 \times 10^{-4}$	22.5
19		2.56	0.40	84.3	15.7	72.9	11.4	86.5	13.5	$4.2 \times 10^{-4}$	22.0
20	VIII	2.43	0.49	79.9	20.1	65.7	14.2	82.2	17.8	$1.0 \times 10^{-4}$	22.0
21		2.43	0.53	78.0	22.0	54.0	24.0	69.2	30.8	$1.5 \times 10^{-3}$	22.0
22		2.64	0.54	79.5	20.5	53.9	25.6	67.8	32.2	$7.9 \times 10^{-2}$	19.0
23		2.50	0.35	86.1	13.9	58.7	27.4	68.2	31.8	$2.9 \times 10^{-1}$	16.0
24	IX	2.45	0.59	76.1	23.9	44.7	31.4	58.7	41.3	$1.9 \times 10^{-1}$	22.0
25		2.32	0.59	74.5	25.5	63.7	10.8	85.5	14.5	$6.4 \times 10^{-5}$	16.5
26		2.62	0.48	81.6	18.4	71.4	10.2	87.5	12.5	$2.9 \times 10^{-3}$	21.0
27	X	2.44	0.71	71.0	29.0	65.5	5.5	92.3	7.7	$1.3 \times 10^{-5}$	23.0
28		2.67	0.84	68.6	31.4	53.3	15.3	77.7	22.3	$2.0 \times 10^{-6}$	26.0
29		2.82	0.50	82.3	17.7	50.1	32.2	60.9	39.1	$8.5 \times 10^{-2}$	18 - 23
30	XI	2.44	0.64	73.8	26.2	62.8	11.0	85.1	14.9	$1.4 \times 10^{-5}$	13.5
31		2.48	0.72	70.9	29.1	64.4	6.5	90.8	9.2	$7.0 \times 10^{-6}$	14.0
32		2.83	0.56	80.3	19.7	74.5	5.8	92.8	7.2	$4.0 \times 10^{-6}$	16.0
33	XIII	2.86	0.43	84.9	15.1	74.7	10.2	88.0	12.0	$1.3 \times 10^{-4}$	18.0
34		2.66	0.38	85.7	14.3	74.3	11.4	86.7	13.3	$1.1 \times 10^{-2}$	24.0
35		3.06	0.54	82.4	17.6	72.0	10.4	87.4	12.6	$8.0 \times 10^{-6}$	31.0
36	XIV	2.50	0.81	67.5	32.5	59.6	7.9	88.3	11.7	$9.0 \times 10^{-6}$	27.0
37	XV	2.58	0.32	87.6	12.4	67.0	20.6	76.5	23.5	$1.1 \times 10^{-3}$	18.0
38	XVI	2.65	0.75	71.6	28.4	65.1	6.5	90.9	9.1	$1.4 \times 10^{-6}$	25.0
39	XVII	2.57	0.90	64.8	35.2	55.3	9.5	85.3	14.7	$5.0 \times 10^{-6}$	23.0
40		2.61	0.97	63.0	37.0	33.7	29.3	53.5	46.5	$1.1 \times 10^{-2}$	26.5
41		2.66	0.97	63.7	36.3	33.6	30.1	52.7	47.3	$3.9 \times 10^{-4}$	21.5
42	XVIII	2.77	0.80	71.2	28.8	41.4	29.8	58.1	41.9	$4.9 \times 10^{-4}$	21.5

★ Value by Yamanaka's hardness meter

第6表 供試土壌の粒経組成  
Table 6. Particle - size distribution of used soils

試料 No.	層理 Layer	礫 Gravel (>2mm) %	Fine soil (< 2mm) 細 土				土性 Soil Tex- ture	試料 No.	層理 Layer	礫 Gravel (>2mm) %	Fine soil (< 2mm) 細 土				土性 Soil Tex- ture
			粗砂 Coarse Sand (2- 0.2mm) %	細砂 Fine Sand (0.2- 0.02mm) %	微砂 Silt (0.02- 0.002 mm) %	粘土 Clay (< 0.002 mm) %					粗砂 Coarse Sand (2- 0.2mm) %	細砂 Fine Sand (0.2- 0.02mm) %	微砂 Silt (0.02- 0.002 mm) %	粘土 Clay (< 0.002 mm) %	
1		3.4	35.7	40.7	19.4	4.2	FSL	22		62.5	75.5	10.1	11.0	3.4	LCS
1'	I	7.5	26.0	50.0	22.4	1.6	FSL	23	VIII	72.4	67.7	15.3	13.7	3.3	CSL
2		32.5	62.3	30.0	6.2	1.5	LCS	24		59.5	85.1	8.0	5.4	1.5	LCS
3		1.8	25.8	46.7	18.3	9.2	FSL	25		0.4	37.6	32.8	22.3	7.3	FSL
4	II	2.8	23.6	50.6	20.5	5.3	FSL	26	IX	0.7	50.4	32.0	12.8	4.8	CSL
5		9.8	87.4	8.4	1.8	2.4	LCS	27		3.3	34.5	41.3	22.8	1.4	FSL
6		0.1	15.6	31.4	46.6	6.4	SiL	28		4.4	80.8	11.1	6.0	2.1	LCS
7	III	0.2	21.1	54.0	19.1	5.8	FSL	29	X	46.6	86.3	7.2	4.5	2.0	LCS
8		2.3	50.3	33.1	14.7	1.9	CSL	30	XI	0.1	11.6	51.8	29.0	7.6	FSL
9		0.1	25.3	57.8	14.2	2.7	CSL	31		2.5	73.6	18.0	5.9	FSL	
10	IV	0.5	26.5	62.4	8.6	2.5	LFS	32	XII	45.8	29.4	23.2	1.6	CSL	
11		26.7	79.3	12.6	3.8	4.3	LCS	33		0.4	48.4	25.8	23.2	2.6	CSL
12	V	0.5	19.8	62.4	14.3	3.5	FSL	34	XIII	0.3	27.1	46.9	19.7	6.3	FSL
13		0.6	51.1	40.0	8.8	0.1	LCS	35		14.2	45.5	26.1	21.6	6.8	CSL
14		1.5	31.1	42.6	21.1	5.2	FSL	36	XIV	0.6	24.3	39.9	25.4	10.4	L
15		0.3	10.3	55.1	26.2	8.4	FSL	37	XV	3.8	33.8	20.4	38.4	7.4	L
16	VI	0.5	47.2	26.0	20.8	6.0	CSL	38	XVI	3.4	28.3	38.9	23.1	9.7	FSL
17		0.2	28.4	52.2	17.0	2.4	FSL	39		7.2	27.6	47.2	18.2	7.0	FSL
18		0.3	42.3	39.1	16.2	2.4	FSL	40	XVII	16.5	54.4	33.3	8.3	4.0	LCS
19	VII	2.1	46.0	24.3	23.2	6.5	CSL	41		18.1	48.6	38.6	8.6	4.2	LCS
20		13.7	61.3	15.9	21.6	1.2	CSL	42	XVIII	15.4	46.1	30.0	18.0	5.9	CSL
21	VIII	37.5	71.6	15.8	11.6	1.0	LCS								

● : pH : 10 で分散させた粘土量      ▲ : pH : 4 で分散させた粘土量  
Amount of clay dispersed with pH : 10.      Amount of clay dispersed with pH : 4.



第3図 供試土壌の粒径組成比較図 [礫 (> 2 mm) を含む]

Fig. 3. Diagrams of particle-size distribution of used soils [including of gravel (> 2 mm)]

た事実とよく一致する。また、天平年間(764~766 AD)噴出の桜島灰の凝結物とみなされる No.8 の固相率, 仮比重は43.7%, 1.06で供試した全土壌試料中最大の値を示している。

透水係数は断面の中層までは $10^{-1} \sim 10^{-4}$  cm/sec. の範囲であるが, 断面下層には $10^{-5} \sim 10^{-6}$  cm/sec. の値の試料も多い。下部層で透水性の悪い試料は礫 (> 2 mm) を殆ど含まず, 粘土量も6~10%と多く, 土性は細粒質である。透水係数:  $8 \times 10^{-6}$ ,  $1.4 \times 10^{-6}$  の No.35, 38 は, 第3表の断面記載に述べたごとく乾燥すると固い盤層を形成する。

礫 (> 2 mm) まで含めた粒径組成のダイアグラム(第3図)に判然と示されているように, 一つの層理内では概して下層になるほど礫, 粗砂の含量が多くなり, 微砂, 粘土含量が少なくなる, すなわち, 土性が粗粒質になる。

第2表の噴出年代と第6表, 第3図の粒径組成を比較対照すると以下のような知見が得られよう。

P 1 . . . I 層理 (No.1, 1', 2)

P 2 . . . II 層理 (No.3, 4, 5)

P 4 あるいは P 4 ~ P 5 . . . III 層理 (No.6, 7) と不連続層の No.8

これら3層理では同一層理内の上層ほど細粒質であるので本断面における P 1, P 2, P 4 あるいは P 4 ~ P 5 の中間の軽石噴火による噴出物堆積は一回のみと推定出来よう。

P 7 . . . IV 層理 (No.9, 10), 不連続層の No.11, V (No.12), 不連続層の No.13

No.9→10 と粗粒質になり No.11 は軽石礫 (> 2 mm) を26.7%を含む礫層であり, V層理の No.12 には礫はほとんどなく, 上下の No.11, 13 よりもはるかに細粒質である。従って, 本断面の P 7 は粒径組成の観点から (No.9, 10), (No.11), (No.12), (No.13) の4グループに分けるとが出来よう。

No.14 は No.12 と“アカホヤ”である No.15 の混合物とみなされその粒径組成も両者の中間である。

A h . . . VI (No.15, 16)

下層の No.16 の土性は上層の No.15 よりも明らかに粗粒質である。

A h ~ P 13 . . . 埋没腐植層の VII (No.17, 18, 19)

No.17 → 18 と粗粒質になるにもかかわらず全炭素含量は No.18 のほうが明らかに高い(第7表, 第3図)。また, 最下層の No.19 の礫, 粗砂含量は上層の No.18 よりもわずかに多いが, 微砂, 粘土含量は明らかに多い, すなわち, No.18 と No.19 の粒径組成には連続性はないと判断し得る。従って, 全炭素含量, 粒径組成の両面か

ら No.17, 18, 19 は全く同一時期の堆積物ではないと考えられよう。しかし, 後記Ⅷ章の強磁性鉱物の微量元素組成比較図では三試料ほとんど同一の場所にプロットされているので(第7, 9図)同一層理とした。

P 13 . . . VIII 層理 (No.20, 21, 22, 23) および不連続層の No.24

礫 (> 2 mm) 含量は第6表に示したように No.20 → 23 → 13.7% → 37.5 → 62.5 → 72.4 と明らかに増加し, 23 → 24 でわずかに細粒質に変化する。しかし, 粘土 (< 0.002 mm) 含量は, 第2層の No.21: 1.0% (礫を含めた百分率は0.6%), 第3層の No.22: 3.4% (礫を含めた百分率でも1.3%) と明らかに下層の No.22 の粘土含量が高い。P 13 は三層構造であるので, 本断面では粒径組成の面から三つのメンバー, すなわち, VIII層理の二つ (No.20, 21), (No.22, 23) と不連続の No.24 が堆積しているとみなしたい。しかし, 後記のごとく強磁性鉱物の元素組成はほとんど同一である。

P 13 ~ P 14 . . . 埋没腐植層の IX 層理 (No.25, 26)

下層の No.26 のほうが上層の No.25 よりも粗粒質である。

P 14 (St) . . . 不連続層の No.27 と X (No.28), XI (No.29)

No.27 → 28 → 29 と粗粒質に変化する所以三者は同一層理のようである。しかし, No.29 の礫含量は46.6%と異常に高く, また, No.27 と No.28 を比較すると下層の No.28 の粘土含量は上層の No.27 よりも明らかに多い。よって, P 14 は粒径組成の不連続性の観点から No.27, 28, 29 の三層が本断面に堆積したと考えられよう。

P 14 ~ P 15 . . . 埋没腐植層の XII 層理 (No.30, 31, 32)

No.30 → 31 と粗粒質に変化するようであるが, No.31 の細砂含量は上層の No.30 よりも明らかに多く必ずしも No.31 のほうが粗粒質とは考え難い。また, No.32 の粗砂, 微砂含量は上層の No.31 よりも多いが細砂, 粘土量は明らかに少ない。すなわち, 三試料の間で粒径組成の連続性は認められない。全炭素含量は最下層の No.32 が最大である。よって, XII層理でもVII層理と同様に No.30, 31, 32 は全くの同一時期の堆積物ではないと考えられよう。また, 強磁性鉱物の微量元素組成は殆ど同じであることもVII層理と類似している。

P 15 . . . XIII (No.33, 34, 35)

No.33 は粒径組成(第6表, 第3図), 全炭素含量(第7表, 第4図)より考察すればXII層理の最下層土である No.32 と連続しているようであるが, 強磁性鉱物の元素組成が非常に異なるので別の層理とした。この層理

の最上層である No.33 は次層の No.34 よりも粗粒質である。中層では No.34→35 と粗粒質に変化する。よって、(No.33) と (No.34, 35) の 2 層理に分けたいが両グループは後記の強磁性鉱物の元素組成がかなり類似しているので P 15 の二つのメンバーと判断した。

P 16・・・XIV 層理 (No.36)

厳密には第 3 表に記載したように No.35', 36, 36' よりなる。

P 17・・・XV (No.37) の一層である。

始良カルデラの噴出物・・・XVI (No.38), XVII (No.39, 40, 41), XVIII (No.42)

No.38~41 は“シラス”である No.42 と桜島噴出物である No.37 の混合物である。No.38→41 と連続的に粗粒質に変化する。しかし、No.38 の強磁性鉱物の元素組成は No.39~42 と非常に異なるので二次堆積の時期がかなり相違すると考え別の層理とした。

第 6 表に示した粘土含量の▲, ●印に見るごとく、同一層理内を形成する各土壌の粘土は、一例 (No.30, 31, 32) を除外すると、すべて、pH: 4 あるいは 10 のいずれかで多く分散する。

No.24 までの断面中層までの層理では、最上層の I 層理 (大正 3 年放出の桜島火山灰を母材とする土壌) を除外すると、ほとんどの土壌試料が酸性側で粘土が多く分散する。火山灰土壌は風化、土壌化速度が大で、塩基、珪酸の溶脱が急激に進行し、ばん土質となり易く、等電点が高くなり、粘土は酸性側でよく分散するとの一般論を裏付けるものであろう。

しかし、No.25 (6.700~11.000 YBP) 以下では、粘土が pH: 10 のアルカリ側で分散する土壌も多い。第 7 表の化学組成でも、アルカリ側でよく粘土が分散する土壌では、No.28, 29, 30, 31 のごとく磷酸吸収係数は小で、NaF 処理による pH 上昇程度が低いようである。従って、断面の下部層ほど、いわゆる埋没風化を長期間受け、上層から溶脱した珪酸がアルミニウムに富む非晶質物と結合して結晶性珪酸塩粘土鉱物に変化し、等電点も低くなったので粘土画分も酸性側よりもアルカリ側でよく分散すると考えたい。

第 6 表の●, ▲印を付した粘土量はそれぞれ逆な pH (4 の場合 10, 10 の場合 4) で分散した値の 1.1~2.3 倍であるが、No.37 のみは、pH: 4 で分散する粘土量は 1.6%, pH: 10 での分散粘土量は 7.4% で 4.6 倍と特異な値を示した。No.37 には結晶性珪酸塩粘土鉱物は認められず、アルカリ分散粘土量が非常に多い理由は推測し得なかった。

## VI 風乾細土の化学性

### 1. 方法

現地で採取した土壌試料は室温で乾燥し、粒径 2 mm の円孔篩で礫 (> 2 mm) を篩別した後の細土を化学分析に供した。

pH, 滴定酸度, 全炭素, 全窒素, CEC, 交換性塩基, 磷酸吸収係数, 0.1 M NaF 処理による pH 上昇, いずれも常法に従って分析した。全炭素定量は Tiulin 氏法によったが、加熱分解は河田<sup>5)</sup>が提唱した 190℃ の油浴中で 10 分間行なった。

### 2. 結果と考察

分析結果は第 7 表に、全炭素含量の棒グラフを第 4 図に示した。

VII, XII 層理の埋没腐植土層を除外すると、一般的には、同一層理内では下層になるほど pH が高くなり、滴定酸度は小になり、全炭素含量 (腐植集積量), 陽イオン交換容量 (CEC) の値, 各交換性塩基 (Ca, Mg, K, Na) 量も小になる。しかし、塩基飽和度は大に、磷酸吸収係数は小になり、NaF 処理による pH 上昇程度もわずかに小となる。同一層理内では、同一期間、同一気候条件下で土壌化が進行したと考えられるので、上層土ほど火山灰土壌化が進行した化学性を示す数字を有するのは当然の結果であろう。

XVII 層理 (No.39, 40, 41) のシラス混合土層およびシラスそのものである XVIII 層理 (No.42) では、その上層の火山放出物の風化、土壌化した土層よりも磷酸吸収係数, NaF 処理による pH 上昇程度は明らかに小であり、全炭素含量も少ない。その相違はシラスがその上層の桜島火山放出物とは岩質が異なることに起因するであろう。

桜島からの大正 (1914 年) 放出物である I 層理 (No.1, 1', 2) と桜島からの安永 (1779~1780 年) 放出物である II 層理 (No.3, 4, 5) を III~XV 層理の各土壌と比較すると、pH, 滴定酸度, 全炭素量, さらに第 6 表の粘土量がほぼ同じ値であっても明らかに磷酸吸収係数, pH (NaF) の値が小である。火山灰土壌の特徴ともいふべき“ばん土性”の指標ともみなされる大きな磷酸吸収係数の値と高い pH (NaF) が I, II 層理では低いのは、火山灰土壌としてはまだ未熟な段階にあると考えられよう。II 層理では 135 年間 (1779~1914), I 層理では 57 年間 (1914~1971) 大気に直接接触する表層土であっても火山灰土壌としては安定した状態には達していないと推定し得よう。

第 3 番目の埋没腐植層である VII 層理の No.17, 18, 19



の全炭素含量はそれぞれ1.88, 3.88, 2.75%で最上層のNo.17の値が最も小であり、磷酸吸収係数も最も小である。この点はⅢ章(断面記載)で述べたようにNo.18, 19の土壌化、腐植集積がかなり進捗しつつある時にNo.17が堆積、土壌化したと解釈されよう。

第5番目の埋没腐植層のⅩⅡ層理(No.30, 31, 32)でも全炭素含量はそれぞれ3.76, 2.69, 4.43%と最下層のNo.32の全炭素量が最も多い。No.30→No.31への諸性質の変化は他の層理と同様であるが、No.32のみがNo.30, 31との連続性を保っていない。前記のⅦ層理と同様にNo.32の土壌化がかなり進捗している時期にNo.31, 32が堆積し、土壌化、腐植集積が始まったと考え得よう。

しかし、第6表に見るごとく、No.30, 31の粘土は、その上層であるNo.25~29と同様にアルカリ側でよく分散し、No.32はその下層であるNo.33, 34, 35と同じく粘土は酸性側でよく分散する。また、No.30, 31は全炭素含量が多いにもかかわらず磷酸吸収係数は1595, 1424と比較的に小である。したがって、No.32はNo.30, 31とは異なる層理でⅤ章(粒径組成)で述べたようにNo.33と同一層理とも考えられるが、第7, 9図の強磁性鉱物中の微量元素比較図で明らかながごとく、No.30, 31, 32はほぼ同じ場所に位置し、No.28, 29ならびにNo.33,

34, 35の両層理とはかなり離れている。よって、No.30, 31, 32をあえて同一層理とした。

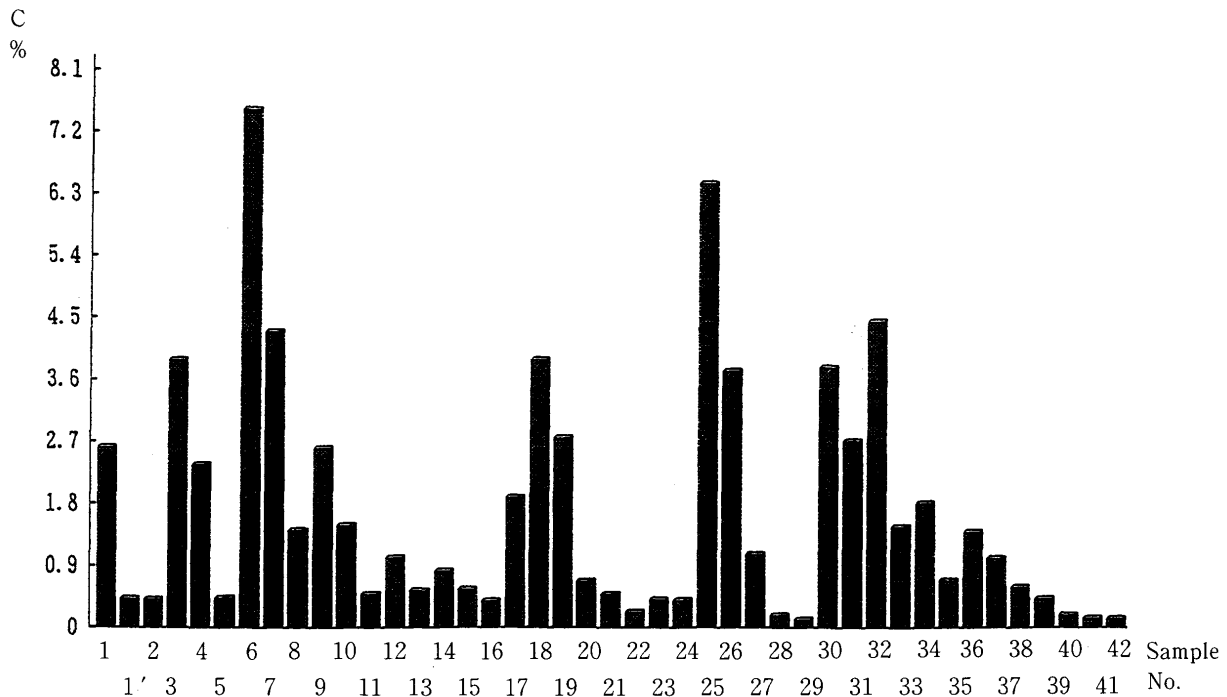
また、ⅩⅡ層理(No.30, 31, 32)の交換性K含量は、それぞれ1.92, 1.66, 1.60 cmol(+)kg<sup>-1</sup>と供試土壌中最大の値である。ⅩⅢ層理のNo.33, 34も0.74, 1.10とかなり多い。次章の一次鉱物組成でも述べるが、これら交換性K含量の多い土壌の一次鉱物の長石類中にはカリ長石である正長石(Orthoclase)がかなり含まれている。

第4図の全炭素含量の棒グラフを概観すると全炭素含量が層理、層位の判別にいかに有効であるかが判明する。(No.2)→(No.3), (No.5)→(No.6), (No.16)→(No.17), (No.24)→(No.25), (No.29)→(No.30), (No.35)→(No.36)の全炭素含量の急増は明らかに層理の相違を示している。

大塚<sup>18-23)</sup>は本断面の腐植集積土層の腐植の質について詳細な研究を行なった。その要約部分を以下に紹介する。

1) 上位層

[現在、大正(1914)および安永(1779~1780)時代の桜島起源の降灰に由来する腐植土層(No.1, 3)]では腐植酸のΔlog kは大(0.5~0.7), RFは小(28~92), Pg含量が少なく、PQは高い(41~57), 炭素量増加とともに炭素率が大になるが、大になる程度は、以下の中位層と下位層の中間程度の上昇率である。



第4図 供試土壌の全炭素含量比較図

Fig. 4. Diagrams of total-carbon content of used soils

第7表 供試土壌の化学性（風乾細土）（1）  
 Table 7. Chemical properties of used soils (Air-dry fine soils) (1) (oven dry basis)

試料 No.	層理 Layer	滴定酸度				全炭素 T - C %	全窒素 T - N %	炭素率 C / N	陽イオン 交換容量 CEC cmol (+) kg <sup>-1</sup>
		pH		Acidity					
		H <sub>2</sub> O	N-KCl	Y <sub>1</sub> N-KCl	Y <sub>1</sub> N- CaOAc				
1	I	5.3	4.5	2.38	11.82	2.60	0.21	12.4	9.65
1'		5.8	4.7	0.25	5.25	0.41			2.83
2		5.8	5.0	0.22	3.50	0.40			1.03
3	II	5.3	4.6	2.85	19.36	3.87	0.29	13.3	15.82
4		5.4	4.9	0.64	12.88	2.35	0.18	13.1	11.23
5		5.5	4.9	0.99	5.85	0.42			3.52
6	III	5.4	4.6	7.26	52.88	7.51	0.41	18.3	41.61
7		5.7	5.0	6.60	25.64	4.28	0.38	11.3	25.71
8		6.3	5.4	3.25	10.18	1.40	0.14	10.0	12.11
9	IV	6.1	5.4	6.98	18.72	2.59	0.26	10.0	24.63
10		5.7	5.5	4.73	14.95	1.47	0.15	9.8	18.78
11		5.9	5.5	2.23	5.39	0.48	0.04	12.0	4.93
12	V	5.9	5.4	7.50	12.20	1.00	0.11	9.1	17.76
13		6.2	5.5	2.23	6.87	0.53	0.05	10.6	6.49
14		6.0	5.4	7.14	11.50	0.81	0.09	9.0	16.34
15	VI	5.9	5.4	8.53	15.02	0.55	0.06	9.2	24.93
16		5.7	5.3	6.33	10.80	0.38			11.85
17	VII	6.0	5.4	10.02	18.84	1.88	0.18	10.4	34.36
18		6.0	5.4	7.39	27.15	3.88	0.28	13.9	42.45
19		5.8	5.4	6.71	21.09	2.75	0.20	13.8	35.68
20	VIII	6.0	5.4	6.81	13.04	0.67	0.06	11.2	20.60
21		5.9	5.3	4.28	11.42	0.48	0.05	9.6	13.14
22		5.9	5.2	7.17	10.55	0.22			10.53
23		5.9	5.3	4.44	11.57	0.40			13.53
24		6.1	5.3	2.54	11.57	0.39			8.11
25	IX	5.8	4.9	6.38	47.44	6.43	0.29	22.2	47.03
26		5.7	5.0	4.82	33.39	3.71	0.22	16.9	36.35
27		5.7	5.2	3.60	16.02	1.05	0.08	13.1	22.26
28	X	6.0	5.1	3.47	11.32	0.17			7.97
29	XI	5.8	5.1	2.51	10.90	0.11			7.72

交換性塩基				塩基飽和度	磷酸吸収係数	pH (NaF) After		風乾細土の 水分
Exchangeable base cmol (+) kg <sup>-1</sup>				Base Saturation Degree %	P- Absorption Coef.			Moisture of Air-dried Soil %
Ca	Mg	K	Na			2mm.	1hr.	
2.22	0.34	0.41	0.26	33.5	235	9.3	9.8	1.72
0.42	0.08	0.03	0.02	19.4	133	9.2	9.5	0.73
0.32	0.06	0.02	0.01	39.8	141	9.4	9.7	0.85
1.65	0.34	0.08	0.03	13.3	829	10.5	11.0	5.28
1.17	0.40	0.20	0.11	16.7	585	9.8	10.6	2.90
0.56	0.19	0.20	0.10	29.8	215	9.6	10.6	0.80
3.50	0.81	0.52	0.35	12.4	2250	11.1	11.5	10.64
2.12	0.44	0.32	0.32	12.4	1851	10.9	11.5	8.79
0.82	0.17	0.05	0.15	9.8	1090	10.4	11.3	5.22
1.44	0.33	0.18	0.22	8.8	2528	10.4	11.4	10.85
1.27	0.34	0.15	0.24	10.6	1523	10.5	11.3	9.63
0.49	0.12	0.12	0.28	20.5	1442	9.9	11.1	3.93
1.45	0.36	0.17	0.19	12.2	1826	10.6	11.3	11.47
0.55	0.17	0.07	0.16	14.6	1274	10.3	11.2	3.84
1.02	0.27	0.23	0.26	10.9	2405	10.6	11.3	11.47
1.12	0.39	0.76	0.72	12.0	2558	10.6	11.3	12.90
1.04	0.35	0.44	0.43	19.1	1833	10.3	11.2	9.46
1.98	0.47	0.41	0.65	10.2	2370	10.3	11.2	16.50
2.33	0.44	0.40	0.72	9.2	2565	10.4	11.2	18.31
1.89	0.46	0.63	0.75	10.5	2436	10.5	11.3	17.48
0.98	0.33	0.68	0.52	12.2	2068	10.2	11.2	11.59
0.84	0.33	0.73	0.67	19.6	1830	10.1	11.0	6.91
0.95	0.36	0.71	0.52	24.1	1564	10.0	10.9	5.24
1.08	0.43	0.60	0.52	19.4	1617	10.3	11.2	5.06
0.59	0.24	0.49	0.41	21.3	1266	9.6	10.6	4.68
3.05	1.28	1.07	0.58	12.7	2438	10.7	11.4	15.11
2.28	0.92	0.84	0.97	13.8	2290	10.4	11.3	14.19
1.20	0.53	0.46	0.54	12.3	2254	10.2	11.1	11.46
0.60	0.21	0.24	0.16	15.2	1190	9.7	10.6	6.07
0.50	0.21	0.31	0.17	15.4	852	9.5	10.4	6.23

第7表 供試土壌の化学性 (風乾細土) (2) (Cont.)  
Table 7. Chemical properties of used soils (Air-dry fine soils) (2) (Cont.) (oven dry basis)

試料 No.	層理 Layer	滴定酸度				全炭素 T-C %	全窒素 T-N %	炭素率 C/N	陽イオン 交換容量 CEC cmol (+) kg <sup>-1</sup>
		pH		Acidity					
		H <sub>2</sub> O	N-KCl	Y <sub>1</sub> N-KCl	Y <sub>1</sub> N- CaOAc				
30		5.3	4.6	13.72	44.56	3.76	0.20	18.8	37.07
31	XII	5.5	4.7	7.60	34.69	2.69	0.19	14.2	32.19
32		5.4	4.8	7.28	35.35	4.43	0.25	17.7	44.05
33		5.9	5.3	5.05	20.19	1.45	0.12	12.1	36.86
34	XIII	5.9	5.2	4.78	20.81	1.79	0.13	13.8	33.10
35		6.1	5.2	3.91	18.94	0.68	0.05	13.6	15.73
36	XIV	6.0	5.2	3.43	18.46	1.38	0.11	12.5	30.04
37	XV	5.7	5.1	10.04	23.57	1.00	0.10	10.0	36.36
38	XVI	6.1	5.1	4.61	16.21	0.59	0.06	9.8	23.63
39		5.8	4.8	4.10	45.71	0.42			17.35
40	XVII	5.7	4.8	3.40	10.91	0.18			14.61
41		5.6	4.7	2.16	11.12	0.13			11.62
42	XVIII	5.8	4.4	6.65	9.19	0.12			13.06

## 2) 中位層

火山放出物堆積年代は764 AD~6.400 YBP とみなされる (No.6, 7, 9, 12, 17) で、腐植酸の  $\Delta \log k$  は小さく (0.3~0.5), RF は100~150程度で Pg を多量に含み, PQ は低い (8~39), 炭素含量増加にともなう炭素率上昇率は下位層よりも明らかに低い。

## 3) 下位層

(No.18, 25, 26, 30, 31, 32, 35, 36) で堆積時代は6.400~9.300 YBP とみなされる。腐植酸の  $\Delta \log k$  は0.5~0.55程度, RF は高く, 120~165で, Pg 含量は少なく, PQ は高い (49~78)。炭素含量増加にともなう炭素率上昇割合は, 上位層, 中位層よりも明らかに大である。

第7表に見るごとく, 大塚が提唱した下位層である No.25, 30, 32 の炭素率はそれぞれ22.8, 18.8, 17.7とその上位腐植土層である No.1, 3, 7, 9, 10, 17 よりも明らかに大であり, No.6 (炭素量: 7.52%, 炭素率: 18.3) でも No.25 (炭素量: 6.43%, 炭素率: 22.4) よりも, 炭素量増加にともなう炭素率上昇割合は低い。

大塚<sup>18)</sup>の腐植酸形態分析によれば中位層には菌核由来の Pg (P型腐植酸として可視部吸収スペクトルに明示

される) が多いことが特徴的である。本報告では第VII層理と判定した No.17, 18, 19 の中 No.17 には Pg が多く認められ, No.18, 19 には殆ど見出されぬ点を考慮すると, No.17 は No.18, 19 は異なる気候条件下で生成した別の層理とも考え得よう。しかし, 著者らは, 後記の強磁性鉱物中の微量元素組成では No.17, 18, 19 は殆ど同一で, 上層の No.15, 16 と下層の No.20, 21, 22, 23 とは明らかに異なるので同一層理としたが, 強磁性鉱物 (VIII章) と論議 (IX章) の章でも言及するように No.17 を単独層理としてもよいかもしれない。

## VII 鉱物組成

### 1. 一次鉱物組成

#### 1) 方法

III章の粒径分析の際に得た粗砂 (2~0.2mm), 細砂 (0.2~0.02mm) 画分は, 鉱物顕微鏡により主として非晶質の火山ガラスを観察した。

さらに, 粗砂, 細砂をメノウ乳鉢で磨砕し, 粉末試料を理学電機超強力 X線回折装置 RAD-RB 型により, CuK $\alpha$ -ray, 100 KV, 30mA で X線回折を行ない, 装置に付属しているソフトウェア (JCPDS FILE NAME MIN-

交換性塩基				塩基飽和度	磷酸吸収係数	pH (NaF) After		風乾細土の水分
Exchangeable base cmol (+) kg <sup>-1</sup>				Base Saturation Degree %	P-Absorption Coef.			Moisture of Air-dried Soil %
Ca	Mg	K	Na			2mm.	1hr.	
5.01	1.62	1.92	0.69	24.9	1595	9.9	10.9	9.82
4.54	1.55	1.66	0.45	25.5	1424	9.5	10.5	9.69
4.18	1.35	1.60	0.39	17.1	2459	10.4	11.2	13.55
3.42	1.16	0.74	0.21	15.0	2542	10.2	10.9	18.78
2.88	1.58	1.10	0.52	18.4	2506	10.0	11.2	17.83
1.62	0.45	0.28	0.19	16.1	2472	10.1	10.9	15.63
1.72	0.46	0.37	0.39	9.8	2319	10.2	11.1	14.64
2.33	1.01	1.03	1.00	14.8	2598	10.1	11.0	17.66
1.68	0.43	0.31	0.50	12.4	1904	10.0	10.8	12.34
1.61	0.45	0.55	0.43	17.5	1505	9.8	10.6	7.97
1.06	0.33	0.64	0.60	18.0	1053	9.7	10.4	5.62
1.12	0.30	0.50	0.32	19.3	977	9.5	10.2	5.51
2.54	1.02	1.30	0.72	42.7	484	8.7	9.2	8.27

ERAL 3550 が内蔵されている) を用いて結晶性鉱物を判定した。

2) 結果と考察

第8表に得られた一次鉱物組成の概略を示した。

重鉱物はシソ輝石 (Hyperthene), 普通輝石 (Augite) および磁鉄鉱 (Magnetite) が主で殆どすべての層理に見出される。斜方鉄珪輝石 (Orthoferrosilite) も僅かにX線回析で検出された。しかし、かんらん石、角閃石は全く全試料に発見できなかった。したがって、断面を形成する土壌の母材の中には池田軽石層 (Ik) (開閉c層) (5.700 YBP) 由来の堆積物はないと判断し得よう。

軽鉱物は殆ど火山ガラスと長石類 (Feldspar) である。

各鉱物は、顕微鏡下では、それぞれ一部は風化、破壊されていたり、多孔質になったりしているものが多く、さらに、表面を無色火山ガラスや酸化鉄皮膜でコーティングされている試料が多い。

Ⅵ層理のアカホヤ層 (No.15, 16) では、その他の試料と比較すると無色の火山ガラスが非常に多い。

第8表には記載しなかったが、長石類の主体は、灰長石 (Anorthite)-曹長石 (Albite) 系列の斜長石 (Plagio-

clase) でX線回析のソフト解析では亜灰長石 (Bytownite) (Ab<sub>30</sub> An<sub>70</sub> - Ab<sub>10</sub> An<sub>90</sub>), 中性長石 (Andesine) (Ab<sub>70</sub> An<sub>30</sub> - Ab<sub>50</sub> An<sub>50</sub>) も現われた。

一般的には、同一層理内では上層土の方が灰長石が少なく、曹長石の割合が高くなり、同一土壌では、細砂の方が粗砂よりも灰長石が少なく、曹長石の割合が高いようである。

XⅡ層理 (No.30, 31, 32), XⅢ層理 (No.33, 34, 35), XⅣ層理 (No.36), XⅥ層理 (No.38) およびシラスである No.42 にはX線回析のソフトウェア解析で、ハロイサイト、ギブサイトなどの粘土鉱物の存在が示唆されている。

XⅡ層理 (No.30, 31, 32) の各土壌の正長石 (Orthoclase) 量は全供土壌試料中でも最も多く、前章の化学性で述べたようにこの層理の交換性K含量は全試料中最大の値を示す。この事実は、鉱物種と植物に吸収され易い形態のK量との間には、明らかに密接な相関関係があることを示唆している。

第8表 砂画分 (2 - 0.02 mm) の鉱物組成 (1)  
Table 8. Mineralogical composition of sand fractions (1)

試料 No.	層理 Layer	粒径 Particle size (mm)	シソ 輝石 Hy	普通 輝石 Au	斜方 鉄珪輝石 St	磁鉄鉱 Mg	長石類 Feldspr			火山ガラス Glass		不明 不透明鉱物 Unknown Opaque min.
							灰長石 An	曹長石 Ab	正長石 Or	有色 Dark	無色 -Less	
1		2 - 0.2	+	+		+	+++	++	++			++
		0.2 - 0.02	+	+		+	+++	+		++		++
1'	I	2 - 0.2	+	+		+	+++	++	++			++
		0.2 - 0.02	+	+	+	+	+++	++	++		++	++
2		2 - 0.2	+	+		+	+++	++	++			++
		0.2 - 0.02	+	+		+	+++	++	++			++
3		2 - 0.2	++	+		++	+++	++	+			++
		0.2 - 0.02	+	+		++	+++	++	++			++
4	II	2 - 0.2	++	++		++	+++	++	+			++
		0.2 - 0.02	++	++		++	+++	++	++			++
5		2 - 0.2	++	+		++	+++	++	+			++
		0.2 - 0.02	++	++		++	+++	++	++			++
6		2 - 0.2	+	++			+++	++	++			++
		0.2 - -0.02		++		+	+++	+	+			++
7	III	2 - 0.2	+	++	++	++	+++	++	++	++		++
		0.2 - 0.02		++	+	+	+++	++	++	++		++
8		2 - 0.2	++	++		++	+++	++	++			++
		0.2 - 0.02	+	++		++	+++	++	++			++

## Abbreviations

Hy: Hypersthene; Au: Augite; St: Orthoferrosilite magnesian; Mg: Magnetite; An: Anorthite sodian low, Anorthite sodian inter, Anorthite sodian high, Anorthite high, Anorthite low, Bytownite low; Ab: Albite calcian low, Albite calcian high, Albite high, Albite low, Albite potassian high HEA; Or: Orthoclase. Above-mentioned minerals are identified by RIGAKU super X-ray diffractometer RAD-B type and its software (JCPDS FILE NAME MINERAL). Dark: Dark-coloured; -Less: Colourless. Unknown opaque minerals are mainly scoria and pumice. Volcanic glass and opaque minerals are identified by microscopic observation. Symbols representing the relative abundance of constituent minerals; + > ++ > +++ > ++++ > + > ++ > +++ > ++++ > +.

第8表 砂画分 (2 - 0.02 mm) の鉱物組成 (2) (Cont.)  
Table 8. Mineralogical composition of sand fractions (2) (Cont.)

試料 No.	層理 Layer	粒径 Particle size (mm)	シソ 輝石 Hy	普通 輝石 Au	斜方 鉄柱輝石 St	磁鉄鉱			長石類 Feldspr			火山ガラス Glass		不明 不透明鉱物 Unknown Opaque min.
						Mg	An	Ab	Or	Dark	Less			
9	IV	2 - 0.2	+	++		++	++	++	++			+	+++	
		0.2 - 0.02		++		+	++	++	++				+	+++
10		2 - 0.2		++			++	++	++				++	
		0.2 - 0.02		++		++	++	++	++	+			+++	
11		2 - 0.2		+		++	++	++	++			+	++	
		0.2 - 0.02	+	++		++	++	++	++				++	
12	V	2 - 0.2	+	++	+	++	++	++	++			++	++	
		0.2 - 0.02		+		++	++	++	++	++			+	++
13		2 - 0.2				++	++	++	++				++	
		0.2 - 0.02		+		++	++	++	++				++	
14		2 - 0.2		+		+	+	+	+				+	
		0.2 - 0.02		+		+	+	+	+	++			++	
15	VI	2 - 0.2	+			+	+	+	+				+	
		0.2 - 0.02				+	+	+	+				+	
16		2 - 0.2		+		+	+	+	+				+	
		0.2 - 0.02		+		+	+	+	+	++			+	

Abbreviations

Hy: Hypersthene; Au: Augite; St: Orthoferrosilite magnesian; Mg: Magnetite; An: Anorthite sodian low, Anorthite sodian inter, Anorthite sodian high, Anorthite high, Anorthite low, Bytownite low; Ab: Albite calcian low, Albite calcian high, Albite high, Albite low, Albite potassian high HEA; Or: Orthoclase. Above-mentioned minerals are identified by RIGAKU super X-ray diffractometer RAD-B type and its software (ICPDS FILE NAME MINERAL).  
Dark: Dark-coloured; -Less: Colourless. Unknown opaque minerals are mainly scoria and pumice.  
Volcanic glass and opaque minerals are identified by microscopic observation.  
Symbols representing the relative abundance of constituent minerals; ++++ > +++ > ++ > +.

第8表 砂画分 (2 - 0.02 mm) の鉱物組成 (3) (Cont.)  
Table 8. Mineralogical composition of sand fractions (3) (Cont.)

試料 No.	層理 Layer	粒径 Particle size (mm)	シソ 輝石 Hy	普通 輝石 Au	斜方 鉄挂輝石 St	磁鉄鉱		長石類			火山ガラス		不明 不透明鉱物 Unknown Opaque min.
						Mg	Fe	灰長石 An	曹長石 Ab	正長石 Or	有色 Dark	無色 -Less	
17		2 - 0.2		+			+	++	++	+		+	++
		0.2 - 0.02		+			+	++	++				++
18	VI	2 - 0.2		+	+			++	+++			+	++
		0.2 - 0.02		+	+		+	+++	+++	+		+	++
19		2 - 0.2		+			+	++	++	+		+	++
		0.2 - 0.02		+	+		+	+++	++	+		+	++
20		2 - 0.2	+	++	+			++	++	++		+	++
		0.2 - 0.02		+			+	+++	++				++
21		2 - 0.2		++				++	+++	++		+	++
		0.2 - 0.02	+	++			+	+++	++	++		+	++
22	VIII	2 - 0.2		++			+	++	++	+		+	++
		0.2 - 0.02		++			+	+++	++			+	++
23		2 - 0.2		+	+		+	++	++	++		+	++
		0.2 - 0.02		++			+	+++	++			+	++
24		2 - 0.2	+	+	+		+	++	++	+		++	++
		0.2 - 0.02		++	+		+	+++	++			++	++

## Abbreviations

Hy: Hypersthene; Au: Augite; St: Orthoferrosilite magnesian; Mg: Magnetite; An: Anorthite sodian low, Anorthite sodian inter, Anorthite sodian high, Anorthite high, Anorthite low, Bytownite low; Ab: Albite calcian low, Albite calcian high, Albite high, Albite low, Albite potassian high HEA; Or: Orthoclase. Above-mentioned minerals are identified by RIGAKU super X-ray diffractometer RAD-B type and its software (JCPDS FILE NAME MINERAL). Dark: Dark-coloured; -Less: Colourless. Unknown opaque minerals are mainly scoria and pumice. Volcanic glass and opaque minerals are identified by microscopic observation. Symbols representing the relative abundance of constituent minerals; + + + + + > + + + + + > + + + + + > +.



第8表 砂画分 (2 - 0.02 mm) の鉱物組成 (4) (Cont.)  
Table 8. Mineralogical composition of sand fractions (4) (Cont.)

試料 No.	層理 Layer	粒径 Particle size (mm)	シソ 輝石 Hy	普通 輝石 Au	斜方 鉄珪輝石 St	磁鉄鉱 Mg		長石類 Feldspr			火山ガラス Glass		不明 不透明鉱物 Unknown Opaque min.
						+	+	灰長石 An	曹長石 Ab	正長石 Or	有色 Dark	無色 Less	
25	IX	2 - 0.2	+	++		+	++	++			++		++
		0.2 - 0.02	+	+		+	++	+++			+		++
26		2 - 0.2	++	++		+	++	++	+		++		++
		0.2 - 0.02	+	+		+	++	++			++		++
27		2 - 0.2	+	+		+	++	++	++		++		++
		0.2 - 0.02		++		+	++	++	+		+		++
28	X	2 - 0.2	+	+		+	++	++	+		+		++
		0.2 - 0.02		++		+	++	++	+		+		++
29	XI	2 - 0.2	++	+		+	++	++			++		++
		0.2 - 0.02	+			+	++	++	+		+		++
30		2 - 0.2	+	+	+	++	++	++	+		+		++
		0.2 - 0.02		+		++	++	++	+		+		Clay mineral★ <sup>1</sup>
31	XII	2 - 0.2	+	+		++	++	++	++		+		++
		0.2 - 0.02	+	+		+	++	++	++		+		Clay mineral★ <sup>1</sup>
32		2 - 0.2				+	+	+	+	+	+		Clay mineral★ <sup>1</sup>
		0.2 - 0.02					+	+	+				Clay mineral★ <sup>1</sup>

Abbreviations

Hy: Hypersthene; Au: Augite; St: Orthoferrosilite magnesian; Mg: Magnetite; An: Anorthite sodian low, Anorthite sodian inter, Anorthite sodian high, Anorthite high, Anorthite low, Bytownite low; Ab: Albite calcian low, Albite calcian high, Albite high, Albite low, Albite potassian high HEA; Or: Orthoclase. Above-mentioned minerals are identified by RIGAKU super X-ray diffractometer RAD-B type and its software (JCPDS FILE NAME MINERAL).  
Dark: Dark-coloured; -Less: Colourless. Unknown opaque minerals are mainly scoria and pumice.

Volcanic glass and opaque minerals are identified by microscopic observation.

Symbols representing the relative abundance of constituent minerals; + > ++ > +++ > ++++ > + > +.

Remark

★<sup>1</sup>: Mainly Illite, Halloysite.

第8表 砂画分 (2 - 0.02 mm) の鉱物組成 (5) (Cont.)  
Table 8. Mineralogical composition of sand fractions (5) (Cont.)

試料 No.	層理 Layer	粒径 Particle size (mm)	シソ 輝石 Hy	普通 輝石 Au	斜方 鉄珪輝石 St	磁鉄鉱			長石類		火山ガラス		不明 不透明鉱物 Unknown Opaque min.
						Mg	An	Ab	正長石 Or	有色 Dark	無色 -Less		
33		2 - 0.2		+			++	++	++	+	+	+	Clay mineral★ <sup>1</sup>
		0.2 - 0.02		+			+	+	++	++	++	+	Clay mineral★ <sup>1</sup>
34	XIII	2 - 0.2		+			+	++	++	+	+	+	Clay mineral★ <sup>1</sup>
		0.2 - 0.02	+				+	+	+	+	+	+	Clay mineral★ <sup>2</sup>
35		2 - 0.2		+			++	++	++	+	+	+	++
		0.2 - 0.02	+	++			++	++	++	+	+	+	++
36	14	2 - 0.2		++			++	++	++	+	+	+	+
		0.2 - 0.02		+	+		++	++	++	+	+	+	Clay mineral★ <sup>2</sup>
37	XV	2 - 0.2		+			++	++	++	+	+	+	++
		0.2 - 0.02		++	+		+	++	++	+	+	+	++
38	XVI	2 - 0.2		+			++	++	++	+	+	+	++
		0.2 - 0.02	+	+			++	++	++	+	+	+	Clay mineral★ <sup>3</sup>

## Abbreviations

Hy: Hypersthene; Au: Augite; St: Orthoferrosilite magnesian; Mg: Magnetite; An: Anorthite sodian low, Anorthite sodian inter, Anorthite sodian high, Anorthite high, Anorthite low, Bytownite low; Ab: Albite calcian low, Albite calcian high, Albite high, Albite low, Albite potassian high HEA; Or: Orthoclase. Above-mentioned minerals are identified by RIGAKU super X-ray diffractometer RAD-B type and its software (JCPDS FILE NAME MINERAL).  
Dark: Dark coloured; -Less: Colourless. Unknown opaque minerals are mainly scoria and pumice.  
Volcanic glass and opaque minerals are identified by microscopic observation.

Symbols representing the relative abundance of constituent minerals; + + + + + > + + + + + > + + + + + > +.

## Remark

★<sup>1</sup>: Illite, Halloysite, Kaolinite; ★<sup>2</sup>: Mainly Gibbsite (No. 34 ≧ No.33, 36); ★<sup>3</sup>: Illite.

第8表 砂画分 (2 - 0.02 mm) の鉱物組成 (6) (Cont.)  
Table 8. Mineralogical composition of sand fractions (6) (Cont.)

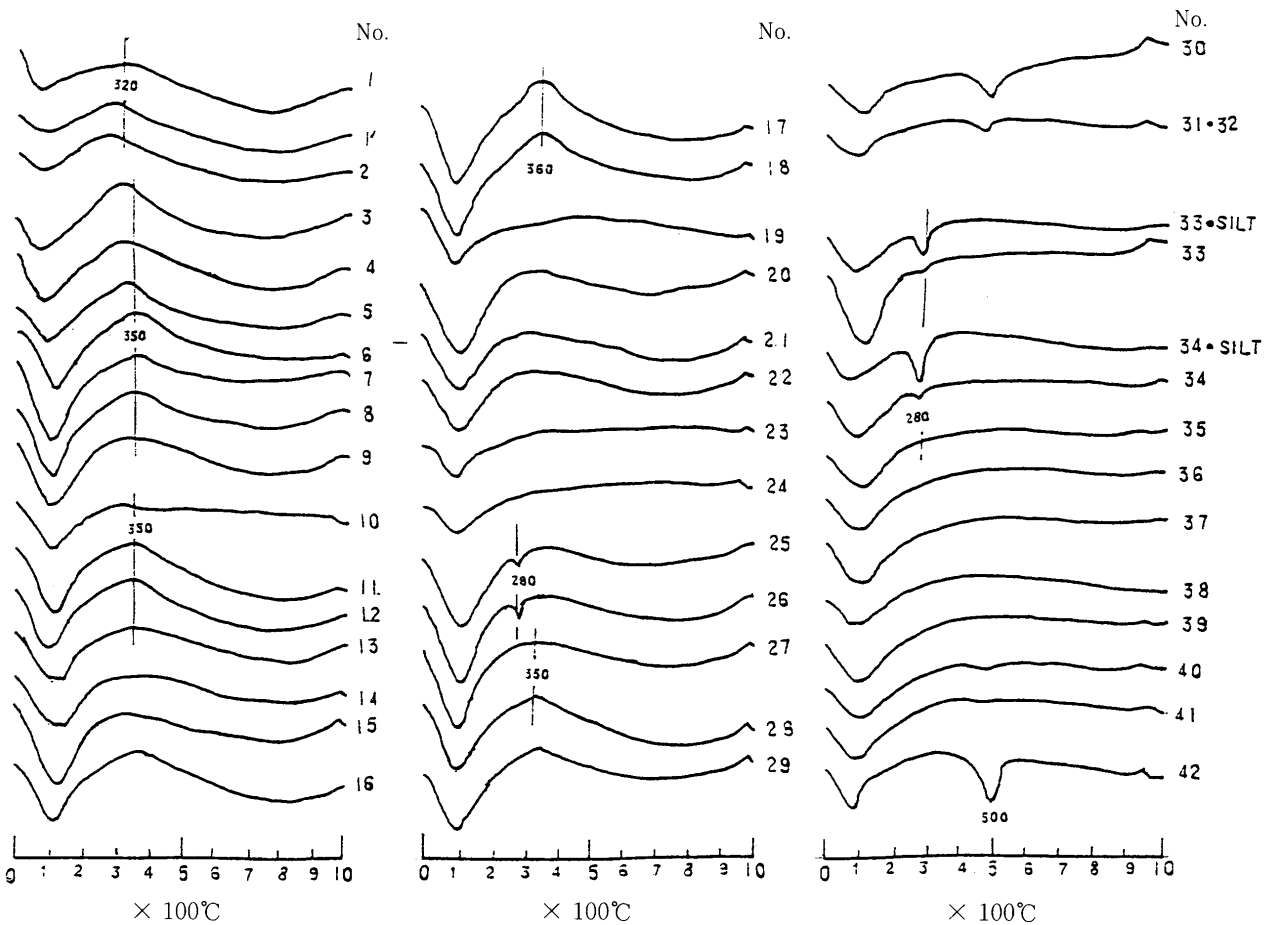
試料 No.	層理 Layer	粒径 Particle size (mm)	シソ 輝石	普通 輝石	斜方 鉄柱輝石	磁鉄鉱	長石類			火山ガラス		不明 不透明鉱物 Unknown Opaque min.
			Hy	Au	St	Mg	灰長石 An	曹長石 Ab	正長石 Or	有色 Dark	無色 -Less	
39		2 - 0.2		+		+	+++	+++	+++		+	++
		0.2 - 0.02					+++	+++	+++		+++	++
40	XVII	2 - 0.2		+		+	++	+	++		+	++
		0.2 - 0.02					++	++	++		++	++
41		2 - 0.2		+			+++	++	++		+	++
		0.2 - 0.02				+	++	++	++		+++	++
42	XVIII	2 - 0.2					++	++	++		+++	++
		0.2 - 0.02					+	+	+		+++	++

Abbreviations

Hy: Hypersthene; Au: Augite; St: Orthoferrosilite magnesian; Mg: Magnetite; An: Anorthite sodian low, Anorthite sodian inter, Anorthite sodian high, Anorthite high, Anorthite low, Bytownite low; Ab: Albite calcian low, Albite calcian high, Albite high, Albite low, Albite potassian high HEA; Or: Orthoclase. Above-mentioned minerals are identified by RIGAKU super X-ray diffractometer RAD-B type and its software (JCPDS FILE NAME MINERAL).  
Dark: Dark-coloured; -Less: Colourless. Unknown opaque minerals are mainly scoria and pumice.  
Volcanic glass and opaque minerals are identified by microscopic observation.  
Symbols representing the relative abundance of constituent minerals; +++ > ++ > + > >+.

Remark

★<sup>3</sup>: Illite; ★<sup>4</sup>: Halloysite.



第5図 粘土画分 (&lt;0.002mm) の示差熱曲線

Fig. 5. D.T.A. thermograms of Na-clays (&lt;0.002mm)

## 2. 粘土鉱物

### 1) 方法

過酸化水素処理により、有機物を分解除去した風乾粘土を1000ml容の沈底瓶に蒸留水で流し込み、HClを添加してpH:4.0に調整し、振とうし8時間静置した後、10cmの深さの濁水を採取する。再び、蒸留水を加えて1000mlとしpHを4に調整し、静置、サイフォンオフによる採取を行なう。10cmまでが透明になるまでこの操作を反覆する。その後、NaOHでpH:10に調整し、同様に、振とう、静置、サイフォンオフによる粘土濁水の採取を、上澄液が透明になるまで反覆した。両濁水を混合し、固体NaClを添加し、攪拌、静置して粘土を沈殿させ、Cl<sup>-</sup>反応が消失するまで蒸留水、85%エチルアルコール、アセトンで洗条し、30°Cで乾燥した。粘土を採取し尽くした濁液からシルト(0.02~0.002mm)画分を粘土と同様に反覆沈底法により採取した。

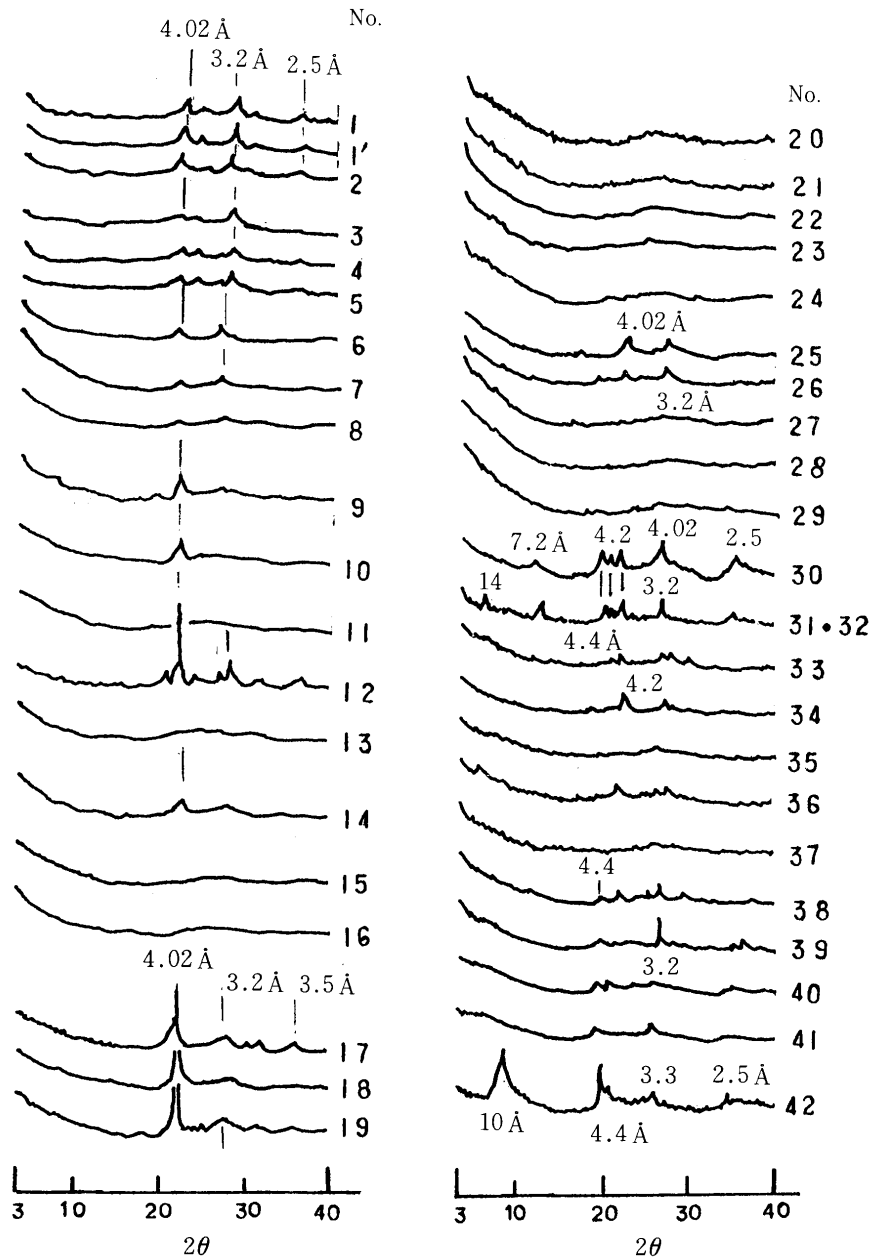
得られた粘土、シルト試料はメノウ乳鉢で磨碎し、示差熱分析(理学電機示差熱天秤 812H TG-DTA DSC

システムにより)とX線回析(理学電機超強力X線回析装置 RAD-RB型により)を行なった。なお、粘土、シルトについては、X線装置付属のソフトウェアによる鉱物の検索は行なわなかった。

### 2) 結果と考察

第5図に粘土画分(No.33, 34のみはシルト画分も併記)の示差熱曲線(DTA)を、第6図に粘土画分のX線回析図をそれぞれ示した。なお、シルトのDTAは粘土のそれと、X線回析図は粗砂、細砂のそれとほぼ同一であったので記載しなかった。

DTAでは、I~XI層理にはFeのamorphous hydrous oxideに起因するとみなされる320~360°Cのブロードな発熱のピークあるいは肩を有する試料が多い。とくに、No.3, 6, 17, 18, 25, 26の埋没腐植土層ではこの傾向が強いようである。11.000 YBP以上と推定されるXII層理(No.30, 31, 32)の腐植土層以下ではこの発熱ピークは殆ど認められない。



第 6 図 粘土画分 (<0.002mm) の X 線スペクトル (粉末試料)

Fig. 6. Random powder X-ray diffractograms of Na-clays (<0.002mm)

280℃付近のギブサイトに基づく吸熱ピークは第四番目の埋没腐植土層である No.25, 26 に弱いながらも認められ、第五番目の埋没腐植土層の No.30, 31 の直下である No.33, 34 の粘土画分には僅かに、シルト画分には極めて判然と、かつ、強く見出される。

埋没火山性腐植土の下層部の粘土画分中にギブサイトが存在する現象はしばしば認められ、腐植酸-Al 複合体の腐植が埋没中に分解消失し、遊離した Al が下層に溶脱し結晶化すると一般的に考えられている。本断面では、

約6.700 YBP までの腐植土である No.6, 7, 17, 18, 19 およびそれらの直下層ではこの現象は全く認められず、6.700~11.000 YBP の No.25, 26 で初めて出現し、11.000~14.000 YBP の No.30, 31, 32 の直下層である No.33, 34 では粘土画分ではなく、シルト画分中にギブサイトが多い。この事実は、腐植質火山灰土壌の粘土鉱物の埋没中における変化に対して何らかの示唆を与えると考えられよう。

No.30, 31, 32 とシラスである No.42 には結晶性粘土

鉱物恐らくはハロイサイトに起因する500℃の吸熱ピークがはっきりと認められる。

XV層理 (No.37) の赤橙色の風化軽石層の粘土画分の DTA には、100℃付近の吸着水の吸熱ピーク以外には発熱、吸熱のピークあるいは肩は全く認められず、アロフェン生成以前の段階と推論される。

第6図の粘土の粉末試料のX線回析図では、試料中に混在する斜長石などに基づく4.02, 3.20 Å付近のピークと磁鉄鉱 (Magnetite) の2.5 Åのピークが約半数の供試粘土中に認められる。

アカホヤ層の No.15, 16 のX線スペクトルは、全く凹凸を示さない。アカホヤの中でも極端にガラス質である熊本県神殿原のいわゆる“イモゴ”層の粘土鉱物は繊維状のイモゴライトであることはよく知られている。電子顕微鏡観察を行っていないので No.15, 16 にイモゴライトあるいはアロフェンが含まれるか否かは本報告では判然とさせ得なかった。

DTA でギブサイトが確認された No.25, 26 および No.33, 34 のシルト画分のX線スペクトルにはギブサイトの4.85, 4.37 Åのピークは見出し得なかった。前記のごとくシルトと粘土画分については付属のソフトウェアによる鉱物検索を行っていないが、経験上ギブサイトは粉末X線スペクトルに出現しなくても DTA に現われることが多いので DTA で確認したギブサイトの存在は確実である。

XII層理 (No.30, 31, 32) では、混在する斜長石のピークの他に、14, 7.2, 4.4, 2.5 Åのピークが判然と現われている。14, 7.2 Åはそれぞれ、パーミキュライト、ハロイサイトのc軸反射、4.4, 2.5 Åはハロイサイトのab軸反射と考えられ、両粘土鉱物の存在を示している。

シラスである No.42 は10, 4.4, 3.3, 2.5 Åのピークが判然と、かつ、他の試料よりも強く現われ粘土画分の主体はイライト、ハロイサイトであることを示しているようである。宮内ら<sup>9)</sup>は高隈演習林内の杉品種試験地に露出しているシラス風化土層中の主要粘土鉱物がハロイサイトであり、これは、火山ガラスからアロフェンを経過することなしに生成されたのであろうと推定した。No.42 は宮内らが研究したシラスと同種であろう。

シラスとその後の火山放出物の混合物とみなした No.38, 39, 40, 41 では、弱くはあるがハロイサイトに基づくと思われる4.4 Åのピークが現われている。よって、これらの試料はシラス堆積直後に二次堆積したのではなく、シラス風化がかなり進行し、ハロイサイトが生成した後、すなわち、シラス堆積後、かなり時間が経過した後に二次堆積したと一応は考えられる。

しかし、1883年大爆発し多量に放出されたインドネシアのクラカタウ火山の火砕流 (鹿児島のシラスと全く同じ外観を呈する) 中の主要粘土鉱物であるスメクタイトは、風化過程で生成されたのではなく、堆積当初から存在していた例<sup>10)</sup>もあるので、本断面の No.38~41 の二次堆積時期については再考慮の余地があろう。

シラス以外に結晶性珪酸塩粘土鉱物をかなり多量に含むのは11,000~14,000 YBP の埋没腐植層であるXII層理 (No.30, 31, 32) のみであることは注目すべきであろう。

## VIII 強磁性鉱物の化学組成

### 1. 方法

庄子ら<sup>30)</sup>、長友ら<sup>13-17)</sup>の方法に準じて以下の如く行なった。腐植を含む土壌試料は、過酸化水素処理して腐植を分解した後、腐植をほとんど含まない試料では、細粒質のものはそのまま、粗粒質のものは軽く粉碎してそれぞれ水中で攪拌し、磁石を用いて強磁性鉱物を分離した。分離した強磁性鉱物は混入している不純物を除去するためメノウ乳鉢で磨砕し、ついで水中で五分間超音波処理 (10 KHz, 300W) 後、マグネチックスターラーではげしく攪拌して浮遊物を除去した。この超音波処理、マグネチックスターラーによる攪拌、浮遊物の除去の操作を上澄液が透明になるまで反復した後乾燥して分析試料とした。

乾燥試料0.2gを50ml容のテフロンビーカーに入れ、王水10mlを加え、220℃のホットプレート上で約10分間加熱した後、46% HF 5mlを添加し加熱分解を続ける。蒸発乾固後、6N-HCl 10mlを加えて加熱溶解後蒸留水を加え100ml定容にして分析に供した。Fe, Mn および Zn は原子吸光分光分析法により、Ti はタイロン法、V は B.P.A. 法で比色定量した。

### 2. 結果と考察

分析結果は第9表に全試料の化学組成を、第10表には各層理を構成する試料の平均値を、第7, 8図にはそれぞれ全試料および各層理の平均値の V/Fe 含量比と Zn/Ti 含量比の関係を、第9, 10図にはそれぞれ全試料および各層理の平均値の V-Zn ベルト、すなわち、[V (ppm)/(Fe+Ti) (%) と Zn (ppm)/(Fe+Ti) (%) の関係] を示した。

長友ら<sup>13,17)</sup>は南九州の霧島系起源 (高千穂起源の溶岩灰、御池起源の御池軽石、および小林軽石)、開聞系起源 (開聞岳起源のコラ、池田湖起源の開聞c層)、鬼界カルデラ起源のアカホヤ、桜島起源の安永 (1779)、大

第9表 供試土壌の強磁性鉱物の化学組成  
Table 9. Chemical composition of ferromagnetic minerals in used soils

試料 No.	層理 Layer	Fe (%)	Ti (%)	Mn (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)	試料 No.	層理 Layer	Fe (%)	Ti (%)	Mn (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
1		59.88	6.83	4231	4170	655	22		57.50	5.68	4770	2685	834
1'	I	58.36	6.70	4129	4066	620	23	VIII	57.42	5.64	4835	2691	837
2		58.52	6.95	4438	3822	645	24		54.26	5.51	4824	2824	780
3		55.10	8.13	4633	3022	694	25	IX	61.01	5.65	4220	3297	829
4	II	53.99	7.85	4251	3238	695	26		62.44	5.67	4225	3208	823
5		56.27	8.65	5069	3190	722	27		56.32	4.82	4280	3339	739
6	III	53.22	6.93	4208	3614	693	28	X	58.36	4.91	4270	3243	797
7		53.75	6.55	4116	3784	654	29	XI	61.05	5.03	4175	3480	813
8		60.84	6.22	3890	3812	622	30		64.69	6.10	4315	3895	838
9	IV	55.50	6.64	3828	4302	618	31	XII	58.48	6.10	4122	3778	753
10		56.47	6.67	4351	3982	707	32		64.29	6.99	4327	4154	872
11		57.60	5.79	4611	3304	809	33		62.22	6.66	4355	4928	669
12	V	57.42	6.19	4814	3052	833	34	XIII	58.93	5.30	3717	4765	633
13		54.98	5.55	3830	3378	667	35		54.26	5.36	3718	4316	599
14		57.04	6.15	4876	2930	865	36	XIV	56.20	6.02	4156	3530	677
15	VI	61.82	5.89	4644	2173	849	37	XV	56.07	6.19	4160	4300	653
16		56.73	5.50	4732	2061	778	38	XVI	56.96	6.02	4429	3621	724
17		57.28	6.10	5120	2948	845	39		56.95	6.35	4887	2650	916
18	VII	55.12	5.86	4961	2837	818	40	XVII	58.18	6.04	4978	2174	1008
19		55.75	6.13	4955	2775	842	41		57.51	6.06	4997	2059	1040
20	VIII	58.77	5.85	4732	2976	818	42	XVIII	58.84	6.19	4916	2198	1093
21		55.69	5.64	4891	2811	780							

正 (1914) 軽石の強磁性鉱物の微量元素を定量し, Fe : 52.8~66.0%, Ti : 3.77~9.25%, Mn : 2810~5790 ppm, V : 1780~9030 ppm, Zn : 457~1016 ppm と報告している。

本断面の試料では第9表に示したように, Fe : 52.84~64.49%, Ti : 4.82~8.83%, Mn : 3717~5120 ppm, V : 2061~4928 ppm, Zn : 620~1093 ppm で五成分はすべて長友らの値の範囲内に入り, V, Zn は長友らよりも狭い範囲内に分布している。とくに, Zn 含量はシラスおよびシラス混入層の XVII, XVIII層理の No.39~42 を除外すると620~872の範囲内にあり, さらに分布範囲が狭くなる。

第3表の断面観察, III章の断面記載およびその他の各章で層理の判定に強磁性鉱物の元素組成を利用したことを再々述べたが, 本章では改めて判定の基準とした項目を述べる。

第9, 10表に見るごとく, I層理 (P 1) (No.1, 1', 2) → II層理 (P 2) (3, 4, 5) の変化では Ti, Mn,

Zn 含量の増加, V 含量の減少は明らかである。

II (P 2) (No.3, 4, 5) → III (No.6, 7) (P 4 あるいは P 4~P 5) では, Ti, Mn, Zn の減少, V の増加が判然と認められる。

III (No.6, 7) → IV (後期 P 7) (No.9, 10) では V 含量の明らかな増加が認められる。

IV (後期 P 7) と V (前期 P 7) (No.12) を比較すると後者は前者よりも Ti, V 含量が明らかに低く, Mn, Zn 含量は逆に明らかに高く, 第8, 10図に見るごとく, 不連続層 No.11 を含めて P 7 は4.900~6.000 YBP の間に岩質が No.9→10→11→12 と連続的に andesitic (安山岩質) から dacitic (石英安山岩質) に大きく変化している。

アカホヤ層の VI (Ah) (No.15, 16) は V層理 (No.12) よりも Ti, V 含量が非常に低い。外観上はアカホヤと類似し同一層理のごとく見える No.14 の Ti, Mn, V, Zn 含量は No.15, 16 よりも明らかに高く (第9表), 第7, 9図でも No.15, 16 とはかなり離れた位置にプロッ

第10表 各層理の強磁性鉱物の平均化学組成  
Table 10. Average chemical composition of ferromagnetic minerals in each layer

層理 Layer	試料 No.	Fe (%)	Ti (%)	Mn (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
I	1, 1', 2	58.58	6.82	4266	4019	640
II	3, 4, 5	55.12	8.21	4651	3150	704
III	6, 7	53.49	6.74	4162	3699	674
IV	9, 10	55.99	6.66	4090	4142	662
V	12	57.42	6.19	4814	3052	833
VI	15, 16	59.28	5.69	4688	2117	814
VII	17, 18, 19	56.05	6.03	5012	2853	835
VIII	20, 21, 22, 23	57.35	5.71	4807	2790	817
IX	25, 26	61.73	5.66	4223	3252	826
X	28	58.36	4.91	4270	3234	797
XI	29	61.05	5.03	4175	3480	813
XII	30, 31, 32	62.45	6.40	4255	3942	821
XIII	33, 34, 35	58.47	5.77	3930	4669	634
XIV	36	56.20	6.02	4156	3530	677
XV	37	56.07	6.19	4160	4300	653
XVI	38	56.96	6.02	4429	3621	724
XVII	39, 40, 41	57.54	6.15	4957	2294	988
XVIII	42	58.84	6.19	4916	2198	1093

トされている。

VII (Ah~P13) (No.17, 18, 19) の埋没腐植土層は VI のアカホヤ層よりも Ti, V 含量が明らかに多い。VII 層理内の腐植量の不連続性 (全炭素含量 No.17:1.88, No.18:3.88, No.19:2.75%) については断面記載, 粒径組成, 化学性の章でも論議したが, 強磁性鉱物の化学組成は第9表に見るごとく三試料間に殆ど差は認められ

ず, また, 第7, 9図に明らかなように V/Fe-Zn/Ti 関係図, Zn-V ベルト図でも三者は殆ど同じ位置にプロットされており, 同一岩質であることを示している。

VII (Ah~P13)→VIII (P13) (No.20, 21, 22, 23) の変化は, 第10表の層理の平均値に示したように, Ti, Mn, V, Zn 含量の僅かな低下である。第9表, 第7, 9図では微量元素含量の変化は漸移的であるので, P13の軽



石が堆積した直後から断続的に細粒質の火山灰であるⅦ (No.17, 18, 19) が堆積したと推測するのが妥当であろう。

Ⅷ層理内では、(No.20, 21) と (No.22, 23) はⅤ章の粒径組成の観点からは別の層理とも考えられよう。両者の Fe, Ti, Mn 含量は殆ど同一であるが V, Zn の平均含量は、前者がそれぞれ2894, 799 ppm で、後者は2680, 836 ppm とかなり異なる。しかし第7, 9図では No.20~24 はほとんど同じ位置にプロットされており類似した岩質であることを示している。

Ⅷ (P 13) → Ⅸ [P 13~P 14 (St)] (No.25, 26) では Mn 含量の減少, V の判然たる増加が認められる。

Ⅸ (P 13~P 14) → Ⅹ [P 14 (St)] (No.28) では、Ti 含量の明らかな低下が認められる。

Ⅹ (P 14) (No.28) → ⅩⅠ (P 14) (No.29) では Ti, Zn がわずかに増加するが不連続層の No.27 と No.28, 29 は第7, 9図ではほとんど同じ位置にプロットされ類似した岩質である。

ⅩⅠ (P 14) → ⅩⅡ (P 14~P 15) (No.30, 31, 32) は、Ti および V 含量の明らかな増加が特徴的である。

前記各章でも述べたが、ⅩⅡ層理内の各土壌の全炭素含量は最上層の No.30 : 3.76%, 中層の No.31 : 2.64%, 最下層の No.32 : 4.43% で全く同一時期の堆積物とは考えられない。第9表の元素組成でも No.30 と No.31 の Ti, V, Zn の平均値はそれぞれ6.10%, 3814, 796 ppm で、No.32 の6.99%, 4154, 872 ppm とはかなり値が異なる。したがって、ⅩⅡ層理でもⅦ層理 (No.17, 18, 19) と同様に (No.30, 31) と (No.32) に分けることが妥当であるかもしれない。しかし、第5, 6図に示したように、No.31, 32 の粘土画分の DTA, 粉末 X 線スペクトル図は全く同一であることは同一層理の可能性を示しているとも考えられる。

ⅩⅡ (P 14~P 15) → ⅩⅢ (P 15) (No.33, 34, 35) では Ti, Zn の減少, V の増加で特徴づけられる。ⅩⅢ層理内では、粒径組成の章でも述べたが No.33 は下層の No.34 よりも粗粒質であり、元素組成では、No.33 の Mn 含量は (No.34, 35) よりも明らかに高いが、第7, 9図では三試料はかなり近い場所にプロットされているので (No.33) と (No.34, 35) は P 15 の二つのメンバーとみなすのが妥当であろう。

ⅩⅢ (P 15) → ⅩⅣ (P 16) (No.36) の変化の特徴は Ti, Zn の増加, V の減少である。

ⅩⅣ (P 16) → ⅩⅤ (P 17) (No.37) では V の増加のみが特徴的である。

ⅩⅥ (No.38) はシラス混入土で、その Mn, V, Zn 含量はⅩⅤ (No.37) の含量とシラスそのものであるⅩ

Ⅶ (No.42) の含量をほぼ平均した値を有している。

ⅩⅥ → ⅩⅦ (No.39, 40, 41) → ⅩⅧ (No.42) とシラス的性格が強くなるとともに Mn, Zn 含量が明らかに増加し V 含量は判然と減少する。

アカホヤであるⅥ層理の No.15, 16 とシラスのⅩⅧ (No.42) 層理とシラス混入土である No.40, 41 の第7, 8, 9, 10図でのプロットされた場所を一覧すれば、他の土壌試料とは岩質が非常に異なることは判然としている。

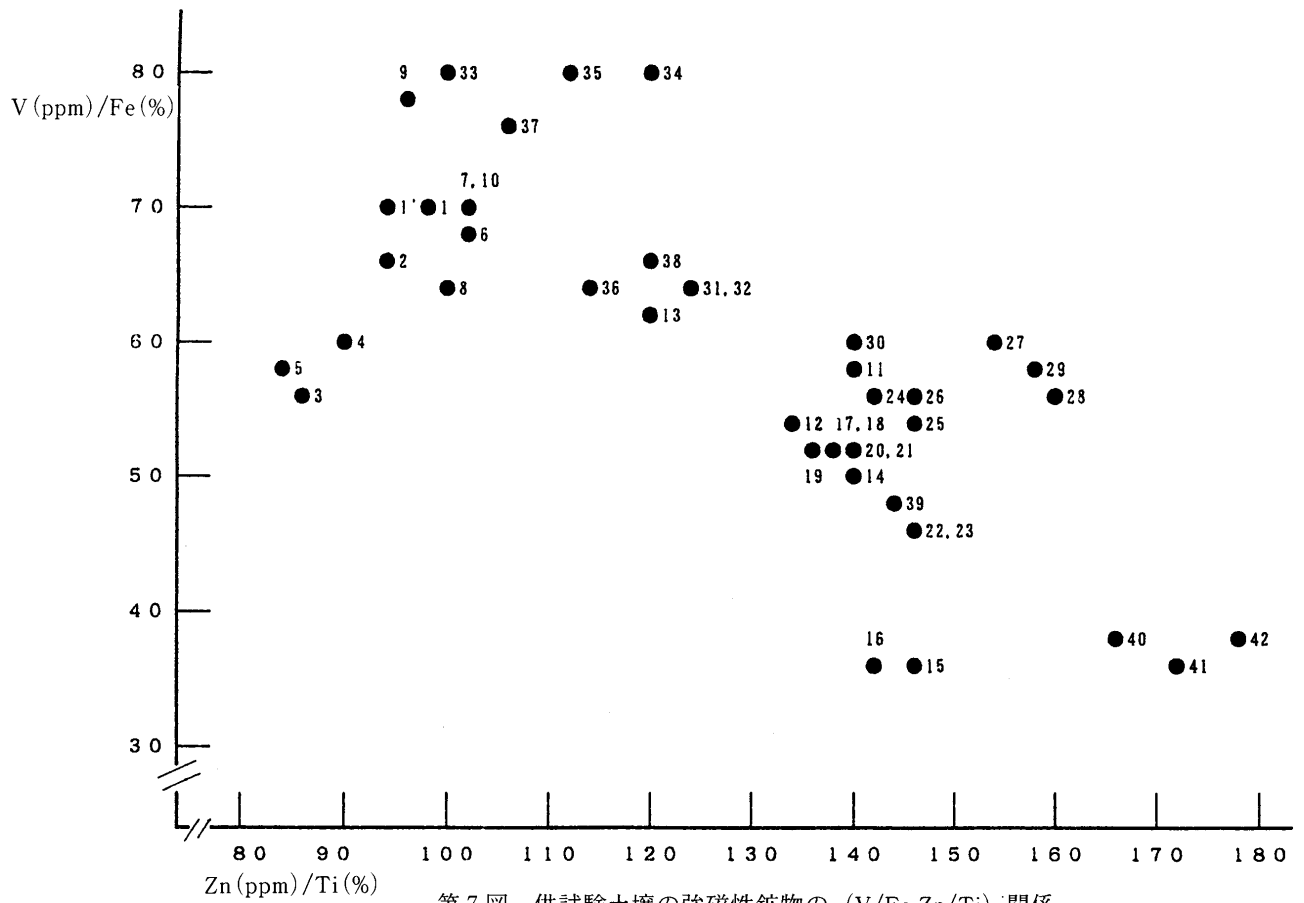
長友ら<sup>14,17)</sup>は同一時期に堆積した同一起源のテフラでも土性が細粒質になるほど強磁性鉱物の粒径は小になり Zn および V 含量が高く、Ti 含量が低いこと、火山灰中の強磁性鉱物の化学組成はスコリヤや軽石中の強磁性鉱物に比し試料間のバラツキが多いこと、ある特定の層を研究する場合、その層の直上、直下層の影響(混入の危険性)に深く配慮すべきであると強く指摘している。

本断面を構成する43土壌の中には、土層の薄い試料も多く、直上直下層の影響も強いであろうし、スコリヤ、軽石よりも細粒質火山灰土が多いので長友らの指摘する危険性は十分に考慮しなければならない。しかし、著者らは層理の判定を確実にを行うため不連続層とみなした No.8, 11, 13, 14, 24, 27 を除いた37土壌試料を18層理に分類したので、各層理を形成する試料の平均値 (No.12, 28, 29, 36, 37, 38, 42 は一試料が一層理) を計算し、第10表、第8, 10図に示し検討してみた。

長友ら<sup>13,17)</sup>が示した南九州の起源を異にするテフラの V/Fe と Zn/Ti の関係図では、V/Fe は28~160, Zn/Ti は60~260の広範囲に分布している。本断面の各層理では、第8図に見るごとく、シラスであるⅩⅧ, シラス混合層であるⅩⅥ, アカホヤ層のⅥ層理以外の15層理では V/Fe : 45~80, Zn/Ti : 90~150 と比較的狭い範囲内にプロットされる。

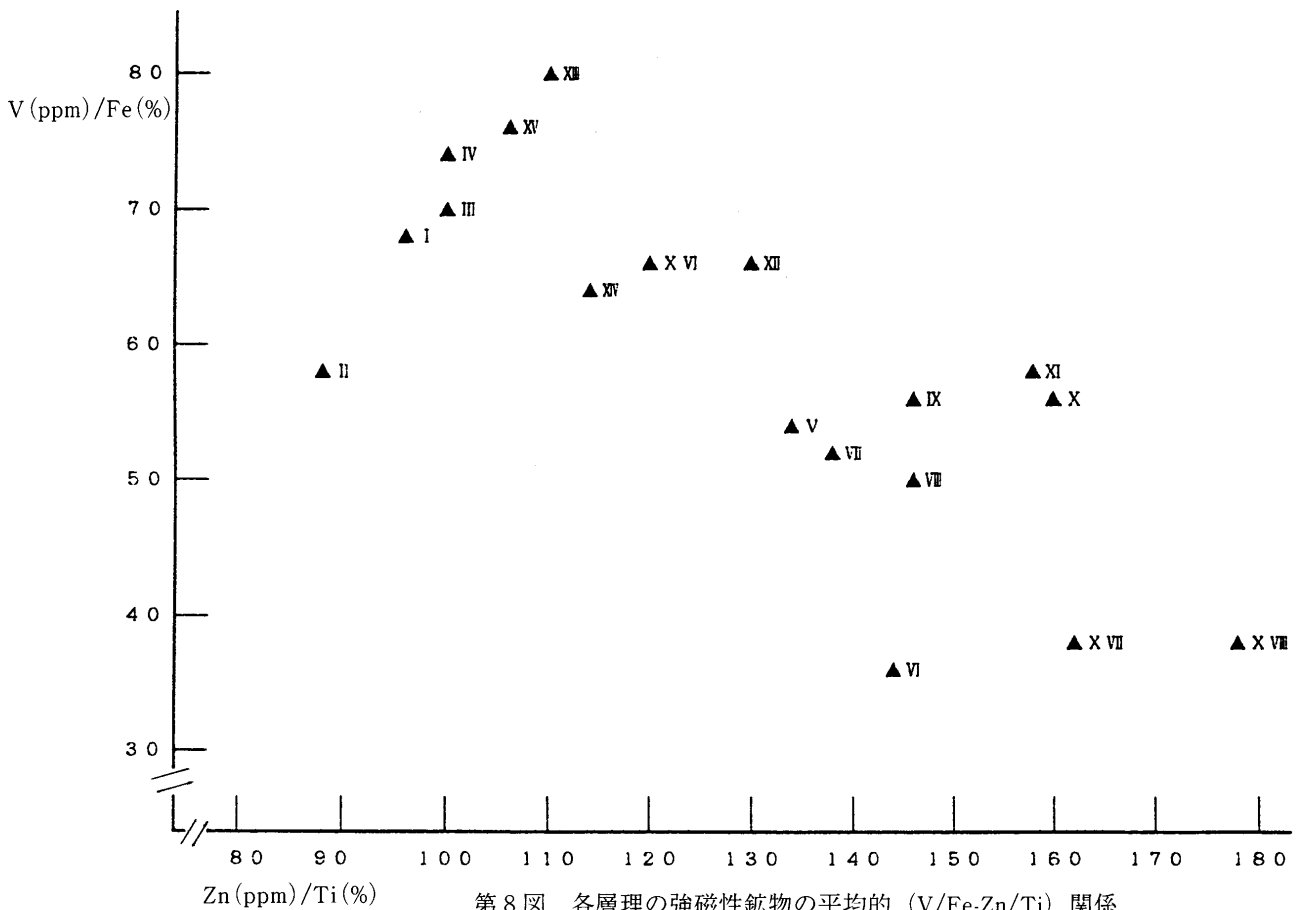
第8図をさらに詳細に検討すると、アカホヤおよびシラス混合層を除外すると、Ⅰ~Ⅳは Zn/Ti : 90~99 の極めて狭い範囲内に分布する。次の、Ⅴ, Ⅶ, Ⅷ, Ⅸは V/Fe : 45~52 の狭い範囲内に分布する。以下、Ⅹ, ⅩⅠ → ⅩⅡ → ⅩⅢ と V/Fe 値の増加, Zn/Ti の減少の傾向が認められ、ⅩⅣでは V/Fe が減少しⅩⅤでは再び増加する。(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ) → (Ⅴ, Ⅶ, Ⅷ, Ⅸ) [安山岩質 (andesitic) から石英安山岩質 (dacitic) への岩質変化と思われる] → [Ⅹ, ⅩⅠ → ⅩⅡ → ⅩⅢ → ⅩⅣ → ⅩⅤ] [石英安山岩質から安山岩質への変化] の明らかな傾向が認められるようである。

アカホヤのⅥ層理 (No.15, 16) は V/Fe : 35 でシラスおよびシラス混合層のⅩⅧ (No.42), ⅩⅥ (No.39~41)



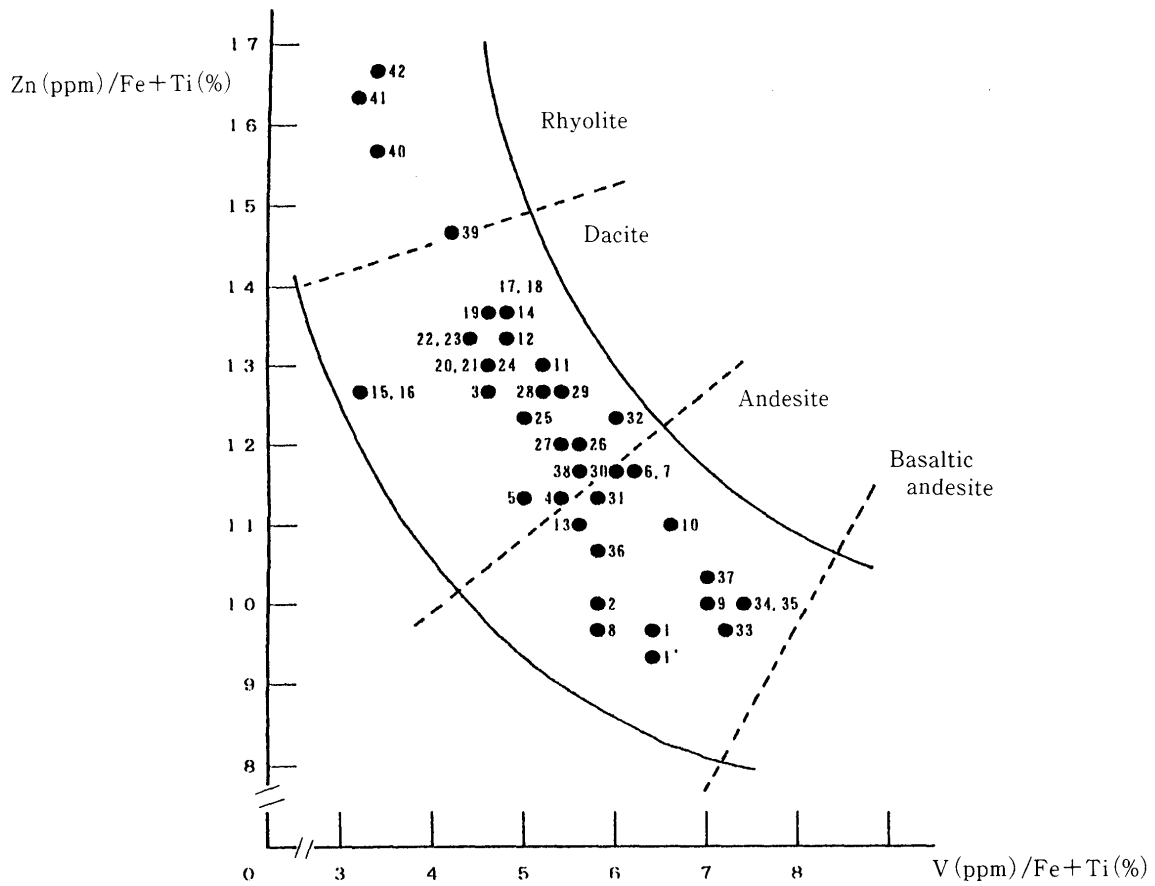
第7図 供試験土壤の強磁性鉱物の (V/Fe-Zn/Ti) 関係

Fig. 7. Relationships between V/Fe and Zn/Ti of ferromagnetic minerals in used soils



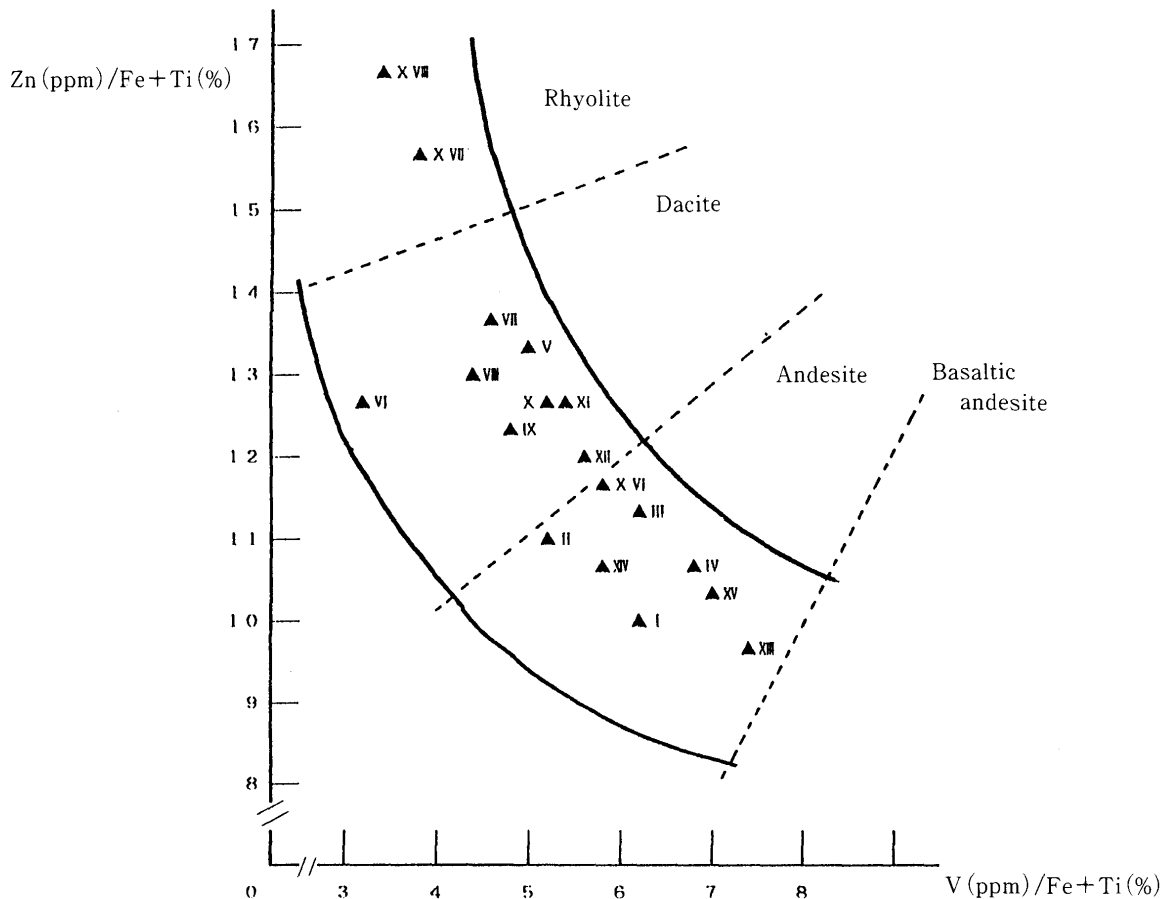
第8図 各層理の強磁性鉱物の平均的 (V/Fe-Zn/Ti) 関係

Fig. 8. Relationships between average V/Fe and Zn/Ti of ferromagnetic minerals of each layer



第9図 供試土壌の強磁性鉱物の [(Zn/Fe+Ti) - (V/Fe+Ti)] 関係 (V-Zn ベルト)

Fig. 9. Relationships between (Zn/Fe+Ti) and (V/Fe+Ti) of ferromagnetic minerals in used soils. (V-Zn belt)



第10図 各層理の強磁性鉱物の平均的 [(Zn/Fe+Ti) - (V/Fe+Ti)] 関係 (V-Zn ベルト)

Fig. 10. Relationships between average (Zn/Fe+Ti) and (V/Fe+Ti) of ferromagnetic minerals of each layer

と近似しているが、 $Zn/Ti$ は143でシラスおよびシラス混合層の177, 166よりもかなり低い。よってアカホヤとシラスでは岩質が異なるが、両者とも他の土壌試料、すなわち、桜島噴出物由来の土壌試料とは岩質が著しく異なると考えたのは前記のとおりである。

第10図のV-Znベルトでも(I, II, III, IV)(P 1, 2, 4, あるいはP 4~P 5, 後期P 7)はandesitic(安山岩質), (V, VI, VII, IX)(前期P 7, Ah~P 13, P 13, P 13~P 14)はdacitic(石英安山岩質)で, X, XI(P 14) → XII(P 14~P 15) → XIII(P 15)と石英安山岩質から安山岩質に変化し, XIIIが最も安山岩的性格が強く, XIV(P 16), XV(P 17)は安山岩質ではあるが, XIIIよりも石英安山岩質的である。

XVI層理はシラス混合土層であるが, 上層の土がかなり多く混合していると思われ, 第8, 10図ではXVの近くの石英安山岩の領域にプロットされている。XVI → XVII → XVIIIとシラス的性格が強くなると岩質は急激にrhyolitic(流紋岩質)と変化する。アカホヤのVIはdaciticではあるがV-Znベルトの左側のやや離れた位置にプロットされている。アカホヤのNo.15, 16は長友らの報告<sup>13,14)</sup>と同様な場所に占位している。

庄子ら<sup>30)</sup>は重鉍物組成のみからの岩質判定はある場合には極めて困難で強磁性鉍物中の微量元素組成およびそれらの含量比が日本の火山灰土壌の噴出源と噴出時代の相違を知るのに有効であることを明らかにし, 長友ら<sup>13-17)</sup>は南九州のテフラ, とくに, アカホヤを対象としてこの方法を適用し, アカホヤが従来の諸説とは異なり単一噴出源からの噴出物であることを確認した。

本報告での第9, 10表, 第7~10図は鬼界カルデラ起源のアカホヤと始良カルデラ由来のシラスおよび桜島噴出物はそれぞれ強磁性鉍物の微量元素組成が異なり, 三噴出物の岩質は根本的に相違することを示した。また, 桜島噴出物でも噴出年代の相違により元素組成がかなり変動する, すなわち, 岩質も変化するが変化の様相は噴出年代と連続的相関関係があることを示唆している。

## IX 論 議

### 1. 層理の分類

本断面は第2表に示したように桜島噴出物14層理 [P 1 (I層理), P 2 (II層理), P 4 あるいはP 4~P 5 (III層理とNo.8), P 7 (IV層理, No.11, V層理, No.13), Ah~P 13 (VII層理), P 13 (VIII層理, No.24), P 13~P 14 (IX層理), P 14 (St) (No.27, X, XI層理), P 14~15 (XII層理), P 15 (XIII層理), P 16 (XIV層理), P 17 (XV層理)], 鬼界カルデラの噴出物1層理 (VI層

理), 始良カルデラ起源の3層理 (XVI, XVII, XVIII) よりなると推定した。

前記各章において始良カルデラ起源の“シラス”上部の42土層を17層理と6の不連続層 (No.8, 11, 13, 14, 24, 27)に分けた。層理分類の基準は, 最初は土色, 層界, 風化礫の有無および多少などの肉眼的観察により, 次に第三章に述べたように主として粒径組成, 全炭素含量, 強磁性鉍物中の微量元素組成を参考とした。

以下, 各章で述べたことと重複するが, No.1 からNo.42までの各土層を18層理に分類した根拠と, 問題点, 疑問点などについて述べることにする。

#### 1) 第I層理 (No.1, 1', 2) (P 1)

No.1, 1', 2が桜島の1914年(大正3年)の大爆発による放出物であることは, 試料の採取地から桜島に至る線上の各所で同様な断面が見出され<sup>24)</sup>るし, No.2はその下層であるNo.3とは粒径組成, 全炭素含量, 強磁性鉍物中の微量元素組成が著しく異なっている(No.1, 1', 2)はNo.3とは当然別の層理である。

No.1'は土壌化未発達のいわゆる“大正火山灰”, No.2は大正爆発により噴出した軽石でいわゆる“大正ボラ層”である。

#### 2) 第II層理 (No.3, 4, 5) (P 2)

No.3は, 1779 ADの第一番目の埋没腐植土層である。

No.3, 4, 5が桜島の1779年の, いわゆる, 安永爆発による放出物であることも第I層理と同様に各所で見出される安永放出物の堆積状況から明らかである。しかし, 第1図の▲地点, ●地点ではNo.5は黄褐色の火山砂であり, 桜島と都城をつなぐ線上の各地で見られるような軽石層, いわゆる, “安永ボラ層”は本地域では見出されない。

#### 3) 第III層理 (No.6, 7) (P 4 あるいはP 4~P 5)

No.6, 7は, 764 AD あるいは764 AD~4900 YBPの第二番目の埋没腐植土層である。

No.6の粒径組成(第3図), 全炭素含量(第4図)は上層であるNo.5とは著しく異なるのでNo.4, 5とは異なる層理である。No.6, 7は桜島の, 天平(764~766 AD)爆発あるいは764 AD~4,900 YBPの桜島南岳成長期間に放出された火山灰に由来するであろう。

#### 4) No.8 (P 4 あるいはP 4~P 5)

火山灰, 火山砂, あるいは, 細かい軽石の凝結塊であり, 層としては存在しない場所もある。

#### 5) 第IV層理 (No.9, 10) (後期P 7)

(No.9, 10)の強磁性鉍物のV含量は(No.6, 7)よりも明らかに高く異なる層理である。

#### 6) No.11 (恐らく中期のP 7)

No.11 は存在しない断面も多い不連続層である。上層の No.10, 下層の No.12 よりも礫 (> 2 mm) 含量が著しく多く (第 6 表, 第 3 図), 粗粒質である。

7) 第 V 層理 (No.12) (前期 P 7)

No.12 は No.11 を挟んで No.10 と連続しているような外観を呈する。しかし, No.12 は No.10 よりも土性は明らかに細粒質 (第 6 表, 第 3 図) であり, 強磁性鉱物の Mn, Zn 含量は多く, V 含量は少ない。よって, No.12 は No.10 とは別の層理とした。

8) No.13 (恐らく初期の P 7)

No.13 は上層の No.12, 下層の No.14 とは土色が非常に異なり青灰色である。点在し, 存在しない断面も多く, 土性, 強磁性鉱物の元素組成も No.12, 14 とは異なる不連続層である。

8) P 7 の三つあるいは四つのメンバーについて

No.9→10→11→12 と岩質が andesitic から dacitic に判然と大きく変化する。さらに, No.12→No.13 で再び andesitic に変化する。粒径組成の観点からは, P 7 は (No.9, 10), (No.11), (No.12), (No.13) の 4 グループに分ける妥当性もある。岩質の大きな変化, 粒径組成の不連続性の両面から P 7 と判断される本断面の 5 土壌は, 他の年代の桜島噴出物とはかなり異なった様相を示している。

9) No.14

第 VI 層理 (No.15, 16) のアカホヤと土色は極めてよく似ており, 層界も漸変し, 外観上は No.15, 16 と全く同じ土に見え, 細土の化学的性質も類似 (第 7 表) している。しかし, No.15 よりも粗粒質であり (第 6 表, 第 3 図), 強磁性鉱物の元素組成では No.15, 16 よりも V 含量が高く (第 9 表), 強磁性鉱物の (V/Fe-Zn/Ti) 関係図 (第 7 図), (Zn-V ベルト) (第 9 図) でも No.14 は No.15, 16 とはかなり離れた位置にプロットされている。よって本報告では, No.14 は No.12 と No.15 との混合物とみなした。あるいは独立の層理の可能性も考えられよう。

10) 第 VI 層理 (No.15, 16) (Ah)

No.15, 16 は約 6.300 YBP の鬼界火山の噴出物<sup>8,13~17)</sup> であり, いわゆる“アカホヤ”層である。強磁性鉱物の元素組成は桜島, 始良火山噴出物とは明らかに異なる。

11) 第 VII 層理 (No.17, 18, 19) (Ah~P 13)

No.17, 18, 19 は 6.400~6.700 YBP の間の降灰が土壌化したと推測される第三番目の埋没腐植土層である。

堆積年代は第三章 (断面記載) で述べたように最上層の No.17 でも“アカホヤ”よりも約 100 年は古く, さらに No.18, 19 は No.17 よりも約 170 年は古いと推定され

るので層としての平均年代は 6.600 YBP 以上と考えられよう。

再々論及したように No.17, 18, 19 の全炭素含量はそれぞれ, 1.88, 3.58, 2.75% と最上層の No.17 が最も低い。第三章の断面記載, 第 VI 章の化学性, 第 VIII 章の強磁性鉱物で詳述したように一応同一層理とみなすことにした。その根拠は強磁性鉱物の微量元素組成が非常に類似している (第 9 表, 第 7, 9 図) ことである。

しかし, No.17 の腐植酸にのみ Pg 画分が多い<sup>18)</sup> こと, V 章で述べたように No.18 と No.19 との間に粒径組成の不連続性が見出されることなどから No.17, 18, 19 は全く同一時期の噴出物ではないと思われる。

今後の研究, 現地調査により第 VII 層理は (No.17), (No.18, 19) の 2 層理か, (No.17), (No.18), (No.19) の 3 層理に区別される可能性もある。

12) 第 VIII 層理 (No.20, 21, 22, 23) (P 13) (6.700~11.000 YBP)

No.20 と上層の No.19 の層界は画変し土色も異なり, 粒径組成 (第 3 図) も No.20~23 は No.19 よりも著しく粗粒質であるので No.20 が No.19 とは別の層理であることは明らかである。

この層理の顕著な特徴は礫 (> 2 mm) 含量が他の層理よりも非常に多いことである。

第 VIII 章の強磁性鉱物でも述べたように第 VIII 層理を (No.20, 21) と (No.22, 23) の二つの層理に分類される可能性もある。

13) No.24 (恐らく初期の P 13)

No.24 は不連続に存在する火山砂層であり, 上層の No.20, 21, 22, 23 と類似した岩質である。下層の No.25 とは諸性質の連続性は認められない。

14) 第 IX 層理 (No.25, 26) (P 13~14)

No.25, 26 は 6.700~11.000 YBP の間の降灰, 恐らくは約 10.000 YBP 程度の細粒質火山灰が土壌化した第四番目の埋没腐植土層である。肉眼的観察, 全炭素含量, 土性, 強磁性鉱物の元素組成は上層の No.24, 下層の No.27 とは判然と異なる。

No.25 は下層の No.26 よりも細粒質であり全炭素含量も多い。No.25 の炭素率は 22.2 (第 7 表) と供試土壌中最大の値を示す。恐らくは埋没風化により腐植化が進んだのであろう。

また, No.25, 26 の粘土画分にはギブサイトが確認されるのもこの層の特徴である。

15) No.27 [恐らくは後期の P 14 (St)]

橙色の不連続層である。粒径組成 (第 3 図), 強磁性鉱物の元素組成 (第 9 表, 第 7, 9 図) は下層の No.28,

29 と連続性がある。

16) 第 X 層理 (No.28), 第 X I 層理 (No.29)

[(P 14 (St)] (11.000 YBP)

No.28 と No.29 は一見すると同一層理のように見える。

強磁性鉱物の元素組成では No.29 の Ti, V, Zn 含量は No.28 よりわずかに多いが第 7, 9 図ではほとんど同じ位置にプロットされている。細土の化学性も類似している (第 7 表)。

しかし, 土壌断面の肉眼的観察では No.28 は No.29 の中に 2 層存在する (Photo.2) 場所もあり, 両者はラミナー構造をなしている。断面観察でも外見も明らかに異なる (Photo.5, 6)。さらに両土壌の礫 (> 2 mm) 含量は 4.4%, 46.6% (第 5 表, 第 3 図) と非常に相違し土性の連続性は認め難い。上記の理由で No.28 と No.29 を別の層理とした。

16') P 14 (St) (薩摩層) の岩質

本断面では, 大隅半島には七層分布するとされる P 14 (St) は No.27, 28, 29 と三つのメンバーのみが存在し, それらの岩質はほぼ同様である。この点は各メンバーの岩質が非常に異なる P 7 とは対照的である。

17) 第 X II 層理 (No.30, 31, 32) (P 14~P 15)

No.30, 31, 32 は約 11.000~14.000 YBP の第五番目の埋没腐植土層である。

No.30 は上層の No.29 とは諸性質が非常に相違しているので別の層理であることは明らかである。

この埋没腐植土層の大きな特徴は, 第二番目, 第三番目, 第四番目の埋没腐植土層である III, VII, IX 層理の腐植土よりも磷酸吸収係数と pH (NaF) が小である (第 7 表) ことと, 粘土画分中に結晶性粘土鉱物であるハロイサイトを含む (第 6 図) ことである。

第 III 章 (断面記載), 第 V 章 (粒径組成), 第 VI 章 (化学性), 第 VIII 章 (強磁性鉱物) でも述べたように細土の全炭素含量は上層の No.30: 3.76%, 中層の No.31: 2.69%, 下層の No.31: 4.43% であり最下層の No.32 の腐植集積量がかつとも多い。強磁性鉱物の Ti, V, Zn 含量では (No.30, 31) の平均値と No.32 ではかなり異なり, また, 粒径分析における粘土の分散では (30, 31) は pH: 10 でよく分散し No.32 は pH: 4 でよく分散するので (No.30, 31) と (No.32) を別の層理ともみなし得よう。

しかし, 第 7 図の (V/Fe-Zn/Ti) 関係図では (No.30) は (No.31, 32) とかなり離れた位置にプロットされ, 第 9 図の (V-Zn) ベルトでは No.30 と No.31 は近くに No.32 はやや離れた位置にプロットされている。Photo.2,

6 では (No.30), (No.31), (No.32) はそれぞれ別の層理のように見える。

しかし, 第 VII 章 (鉱物) でも述べたように No.30, 31, 32 の粘土画分の DTA と X 線スペクトルはほとんど同一 (第 5, 6 図) であることを重視して同一層理とみなした。

No.30, 31, 32 は第三番目である埋没腐植層の VII 層理の No.17, 18, 19 と同様に同一層理には分類しても全くの同一時期の堆積物ではなく, 火山灰が土壌化し腐植が集積しつつある時に断続的に新しい灰がその上に堆積し土壌化が進んだと判断出来よう。この判断は, Photo.3 の No.0 (1914 年噴出の土壌化しつつある火山灰の上に 1970 年以降に噴出, 堆積した最も新しい火山灰が土壌化しつつある) の存在と外観により裏付けられる。

18) 第 X III 層理 (No.33, 34, 35) (P 15) (14.000 YBP)

X II 層理である No.32 と No.33 とは強磁性鉱物の V, Zn 含量がかなり相違するので別の層理であることは明らかである。

粒径組成 (第 6 表, 第 3 図) では上層の No.33 の土性は下層の No.34 よりも明らかに粗粒質であるので, この観点のみから (No.33) と (No.34, 35) の 2 層理に分け得る可能性もあり, それぞれが P 15 の二つのメンバーを構成すると思われる。

しかし, No.33, 34 のシルト画分の DTA (第 5 図) には共通してギブサイトが強く示されているので同一層理としたい。

19) 第 X IV 層理 (No.36) (P 16)

No.36 の全炭素含量は 1.38% でかなり少ないが, 約 14.000~15.000 YBP の第六番目の埋没腐植土層と考えられよう。

粒径組成 (第 3 図), 強磁性鉱物の元素組成などの諸性質が上下層理と明確に相違するので独立層理である。

20) 第 X V 層理 (No.37) (P 17) (15.000~20.000 YBP)

No.37 は外観, 土色, 粒径組成, 強磁性鉱物の元素組成などの諸性質が上下層とは明瞭に異なり独立層理である。

なお, No.37 は本断面においてはシラス (No.42) およびシラス混合土壌 (No.38~41) の上部に堆積した最初の桜島火山噴出物と推察される。

21) 第 X VI 層理 (No.38), 第 X VII 層理 (No.39, 40, 41)

No.38, 39, 40, 41 は約 25.000 YBP の始良火山からの火砕流である“シラス” (No.42) と火山砂, 礫の混合物の二次堆積物であるが第 III, VIII 章で述べたように No.38 と (No.39, 40, 41) の強磁性鉱物の元素組成がかなり相違するので別の層理として分類した。No.38→

No.41 と下層になるほど土性は粗粒質になり強磁性鉱物中の Mn, Zn 含量は増加し V 含量は減少する。

#### 22) 第Ⅷ層理 (No.42)

いわゆる“シラス”層で第7, 8, 9, 10図で明らかのように No.1~37 とは岩質が異なり, 極めて rhyolitic (流紋岩質) である。

### 2. 同一層理内の上下層の性質の相違

一般に同一層理内では上層土の土性の方が下層土よりも細粒質である。一つの噴出源からかなり長期間降灰が続くと粒径の異なる放出物が堆積することも多いので, XⅡ (No.30, 31, 32), XⅢ (No.33, 34, 35) 層理内の上下層の粒径組成の逆転現象 (第6表, 第3図) は P14と P15, あるいはその中間期に粒径の異なる火山灰がかなり長期間断続的に降下, 堆積したと考えられよう。

化学性では, 滴定酸度, 全炭素含量, CEC, 交換性各カチオン量, 燐酸吸収係数, pH (NaF) はいずれも上層土の方が下層土よりも大であるが, 塩基飽和度のみは下層土の方が大である。

当然ではあるが上層土の方が下層土より火山灰土壌化が進行している。

### 3. 上部層理と下部層理の比較

Ⅵ章 (化学性) でも述べたが, I 層理 (1914年堆積, 57年間表層土), II 層理 (1779年堆積, 135年間表層土) の各土壌をⅢ~Ⅴ層理の土壌と比較すると全炭素含量はほぼ同程度であっても燐酸吸収係数, pH (NaF) は明らかに低い。従って, I, II 層理は火山灰土壌としてはまだ未熟な生成段階であると考えられよう。

第五番目の埋没腐植土層の XⅡ (No.30, 31) (11.000~14.000 YBP) の全炭素含量はⅦ (No.18, 19) とほぼ同程度であるが, 火山灰土壌の特性とも考えられる“ばん土性”の指標となる燐酸吸収係数, pH (NaF) は第三番目の埋没腐植土層であるⅦのみならず, 第二番目の埋没腐植土層のⅢ, 第四番目の埋没腐植土層であるⅨよりも明らかに小である (第7表)。さらにこの XⅡの燐酸吸収係数, pH (NaF) の値は XⅡより下層の XⅢ, XⅣ, XⅤ層理よりも小である。また, 第Ⅶ章 (鉱物) で述べたように XⅡには I~Ⅴにはほとんど認められない結晶性粘土鉱物のパーミキュライト, ハロイサイトが存在している。

火山灰土壌では年月の経過とともに粘土成分は非晶質物→アロフェン, イモゴライト→ハロイサイトと変化すると考えられているので, XⅡの No.30, 31 は I~Ⅴの供試土壌中で最も成熟した段階にあり, アロフェン→

ハロイサイトの変化が起こり一旦は増加したいわゆる活性アルミナが再び減少し, その結果燐酸吸収係数, pH (NaF) の値が低下したと考えたい。しかもその変化過程の大部分が表層土であった時代に進行したと仮定すれば XⅡより下層で全炭素含量の少ない, すなわち, 表層土であった期間が短いと思われる XⅢ, XⅣ, XⅤ層理よりも燐酸吸収係数, pH (NaF) の値が小であることも説明出来る。

### 4. 腐植質火山灰土壌堆積時期を腐植集積量から推察する可否

第Ⅲ章 (断面記載) で No.17 が No.16 よりも最低約100年は古いであろうことを腐植集積量から推定したが, その可否について少々の再考察を以下に述べよう。

品川<sup>24)</sup>は1954~1955年に桜島の1914年噴出の火山灰より生成した各地の多くの土壌を採取し諸性質を調べた結果, 40年間の土壌化過程を経過した後の表層下15cmに集積した全炭素は0.66~6.05%と非常にバラツキがあり, その原因は火山灰が堆積した場所の地形, 植生, 下層土の状態に起因すると判断している。

同様な現象はインドネシアのクラカタウ火山諸島 (1883年大爆発し, 多量の火山噴出物を放出した後100年間無人島であった) でも認められ<sup>27-29)</sup>, 100年間の土壌生成過程で表層下15cmに集積した全炭素は2.76~11.06%と旧地形, 植生の相違により大差がある。従って, 単なる一累積土壌断面において堆積年代が判然としている土層の全炭素量を土壌化年数で除して年平均全炭素集積量を算出し他の埋没腐植土層の堆積年代を類推するのは一方法としては有効な場合もあるが誤った結論を引き出す可能性も強い。あくまでも旧地形を異にする多くの場所から同じ層の土壌試料を採取し全炭素含量を定量し, どの値が現実の断面に適用出来るかの判定が第一番になされねばならない。

第3番目の埋没腐植層である No.17 は“アカホヤ”の No.15, 16 よりも最低100年は古い堆積物との表現も単に“古い”と変更するのが妥当であるかもしれない。同様に No.18, 19 が No.17 よりも約170年以上古いとの表現も必ずしも適当ではないかもしれない。Ⅲ章 (断面記載) で述べた表層土であった期間を全炭素含量より推定することは, 有効な場合もあるが, 慎重に旧地形などの他の諸因子を併せ考慮すべきであることを強く付言する次第である。

## X 要 約

鹿児島県垂水市市木字光石5065番地の標高540mのところにある高さ約8mの崖に露出している累積性火山灰土壌断面は六枚の埋没腐植層を有し、最下層の“シラス”(25,000 YBPの始良カルデラの火砕流)を含めて43土層よりなる。

これら43土層がいくつの土壌層理(Soil layer)によって構成されているかを明らかにするために、各土層を詳細に観察し、各土壌試料の物理性、化学性、鉍物性および強磁性鉍物の微量元素組成を調べた。併せて、同一層理内での土壌の諸性質の変化および断面の上下層理の土壌の性質の相違を検討した。

本断面の43土層は桜島噴出物14層理、鬼界カルデラ噴出物1層理、始良カルデラ起源の3層理よりなると判断した。

なお、桜島噴出物の表示および噴出年代は小林<sup>6,7)</sup>の表現である“P1~P17”(第2表)を使用した。

### 1. 層理の分類と分類上の問題点

断面の肉眼的観察、各土壌の理化学的分析結果、とくに、礫(>2mm)も含めた粒径組成と全炭素含量および強磁性鉍物中の微量元素組成を主要判断指標として断面を構成する43土層を不連続6土層(No.8, 11, 13, 14, 24, 27)と以下の18層理に分けた。

すなわち、I層理(No. 1, 1', 2)(P1), II層理(No.3, 4, 5)(P2), III層理(No.6, 7)(P4あるいはP4~P5), IV層理(No.9, 10)(P7), V層理(No.12)(P7), VI層理(No.15, 16)(Ah), VII層理(No.17, 18, 19)(Ah~P13), VIII層理(No.20, 21, 22, 23)(P13), IX層理(No.25, 26)(P13~P14), X層理(No.28)(P14), XI層理(No.29)(P14), XII層理(No.30, 31, 32)(P14~P15), XIII層理(No.33, 34, 35)(P15), XIV層理(No.36)(P16), XV層理(No.37)(P17), XVI層理(No.38), XVII層理(No.39, 40, 41), XVIII層理(No.42)とにである。

桜島火山からの放出物はI~V, VII~XVの14層理であり9回の軽石噴火による堆積物と軽石噴火直後の、あるいは二つの軽石噴火の中間期間における降灰堆積物である。

6枚の埋没腐植土層は、いずれも桜島噴出物でII層理(No.3, 4), III層理(No.6, 7), VII層理(No.17, 18, 19), IX層理(No.25, 26), XII層理(No.30, 31, 32), XIV層理(No.36)である。

鬼界カルデラからの放出物はVI層理の1層理のみである。

“シラス”およびシラス混入の二次堆積物は、XVIII, XVII, XVI層理の3層理である。純粋なシラスはXVIII(No.42)の1層理のみである。

本断面のP7堆積物(No.9~13)の間には本地域に往々にして見出される池田カルデラ(5,700 YBP)起源の角閃石を含む軽石層(1k層)(開閉c層)は存在しなかった。

第IX章(論議)にも記したが本報告では独立層理として認定するには判断理由がやや不確実である層もある。今後の調査、研究により層理の改変が行なわれる可能性があるのは以下のとおりである。

- 1) No.14は独立層理
- 2) VII層理(No.17, 18, 19):(No.17), (No.18, 19)の二層理あるいは(No.17), (No.18), (No.19)の三層理
- 3) VIII層理(No.20, 21, 22, 23):(No.20, 21)と(No.22, 23)の二層理
- 4) X層理(No.28)とXI層理(No.29)は一層理
- 5) XII層理(No.30, 31, 32):(No.30, 31)と(No.32)の二層理あるいは(No.30), (No.31), (No.32)の三層理
- 6) XIII層理(No.33, 34, 35):(No.33)と(No.34, 35)の二層理
- 7) XVI層理(No.38)とXVII層理(No.39, 40, 41): No.38, 39, 40, 41は一層理

### 2. 同一層理内での上下層の性質の変化

一般に一つの層理内では上層ほど土性が細粒質で滴定酸度が大、全炭素含量、陽イオン交換容量、燐酸吸収係数、NaF処理によるpH上昇程度が大であり、塩基飽和度は小である、すなわち、上層ほど火山灰土壌化が進行している。

### 3. 上部層理と下部層理の比較

I層理(No. 1, 1', 2)(1914年噴出堆積), II層理(No.3, 4, 5)(1779年噴出堆積)では全炭素含量が同程度であってもIII~XV層理の土壌と比較すると燐酸吸収係数、NaF処理によるpH上昇程度が小であり、火山灰土壌としては未熟な段階である。

下部層理の中でも第五番目の埋没腐植土層(11,000~14,000 YBP)であるXII(No.30, 31)の燐酸吸収係数、pH(NaF)は全炭素含量が同程度であってもIII~XI, XIII~XVの各土壌よりも低い。しかしNo.30, 31の粘土画分には、I~XVにはほとんど見出せない結晶性粘土鉍物のパーミキュライト、ハロイサイトが含まれてい



る。したがって、No.30, 31 は腐植質火山灰土壌化程度が低いのではなく最も高い段階であり、一旦は増加したいわゆる活性アルミナが減少し磷酸吸収係数, pH (NaF) の値が低下したのであろうと推論した。

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たり、桜島噴出物の年代、種類、堆積状態などについて現地で懇切な御教示を賜った鹿児島大学理学部小林哲夫助教授に深甚な謝意を表す。また、同様な御指摘を頂いた鹿児島大学法文学部森脇 広助教授に感謝の意を表す。

累積土壌断面の所在、重要性、保持などについて、終始懇篤なご示唆、ご助力を賜った黒木晴輝前鹿児島大学農学部附属演習林助教授に深く感謝する。

断面観察、試料採取に尽力された東照雄氏（現在、筑波大学助教授）、土壌サンプルコアの物理性測定に助力して頂いた佐野（旧姓米沢）貴子氏（現在、鹿児島市）、迫田（旧姓里山）りつ子（現在東京）氏に厚く感謝する。

土壌分析に助力された田崎克明（平成元年度、現在ニチレイ株）、和合由員（平成元年度、現在鹿児島県農業試験場）、福岡（旧姓久玉）由香里（平成元年度、現在、奈良県）、狩集一彦（平成2年度、現在鹿児島県）、村上尚穂（平成2年度、現在、熊本県）、佐伯貴史（平成3年度、現在ロッテ株）、井上健一（平成4年度、現在、鹿児島県）、神田一道（平成4年度、現在、クノー食品株）の各氏に御礼を申し上げる。

さらに、平成4年モノリス作成に際し、鹿児島大学農学部高隈演習林文部技官、井之上俊治、松元正美、野下治己の三氏には特に世話になり、また、当時の宮崎大学農学部学生、小柳永人、肘井義之、後藤 玲、田村公幸、大窪恵美子、当時の鹿児島大学農学部学生、井上健一、大原耕平、神田一道、中園充紀、松山淳、八木幸徳、山崎竜一の各氏に手伝って頂いた。併せて謝意を表す次第である。

## 引用文献

- 1) 江頭庸夫：桜島火山から放出された降下火山灰量について、鹿児島県の地震と火山、第13, 14合併号, 45-53 (1984)
- 2) 福山博之・小野晃司：桜島火山地質図 1 : 25000, 地質調査所, (1981)
- 3) 岩松 暉・小林哲夫：桜島火山の有史軽石の分布と浸食作用、桜島地域学術調査協議会調査研究報告書, 149-158 (1984)
- 4) 加茂幸介・江頭庸夫：1981年から1983年までの桜島火山活動、文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果報告書 (No.A-59-4), 火山ガス測定による噴火予測に関する基礎研究, 8-14 (1984)
- 5) 河田 弘：Tiulin 法による土壌有機炭素の定量の検討およびその改良法について、林野土壌調査報告, 第8号, 67-80 (1957)
- 6) 小林哲夫：桜島火山の地質：これまでの研究成果と今後の課題、火山, 第2集, 第4号, 277-292 (1982)
- 7) 小林哲夫：桜島火山の形成史と火砕流、文部省科学研究費自然災害特別研究、計画研究「火山噴火に伴う乾燥粉体流（火砕流等）の特質と災害」報告書, 137-163 (1986)
- 8) 町田 洋・新井房夫：南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラアカホヤ火山灰、第四紀研究, 17, 143-163 (1978)
- 9) 宮内信文・品川昭夫：高隈演習林の火山性土壌について2. シラス風化層中の粘土鉱物、鹿児島大学農学部学術報告, 21, 135-142 (1971)
- 10) MIYAUCHI, N., HIGASHI, T., SHINAGAWA, A., Muhamad Rahman DJUWANSAH and Achmad SULE : The Soils on the Krakatau Islands III. Mineralogy of the Soil, Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., XXII, 157-167 (1986)
- 11) 森田重則・小原秀雄・窪田 広：桜島火山降灰の量と分布域、鹿児島県農業試験場研究報告, 第9号, 8-18 (1981)
- 12) 森脇 広：鹿児島湾周辺における第四紀後期の細粒火山灰層にかんする古環境学的研究、平成4・5年度科学研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書, 1-37 (1994)
- 13) 長友由隆・庄子貞雄・小林進介・増井淳一：南九州の各種火山灰層の強磁性鉱物の化学組成について、土肥誌, 47, 25-32 (1976)
- 14) 長友由隆・庄子貞雄・小林進介：南九州のアカホヤの堆積状態と強磁性鉱物の化学組成について、アカホヤの土壌肥料学的研究（第1報）、土肥誌, 47, 342-348 (1976)
- 15) 長友由隆・庄子貞雄：アカホヤ、イモゴ、オンズの対比ならびに噴出源について、アカホヤの土壌肥料学的研究（第2報）、土肥誌, 48, 1-7 (1977)
- 16) 長友由隆・庄子貞雄・玉井 理：アカホヤの一次鉱物組成と岩質について、アカホヤの土壌肥料学的研究（第3報）、土肥誌, 48, 218-222 (1977)
- 17) 長友由隆：アカホヤの起源、分布、堆積状態、理化学的性質および粘土鉱物組成に関する研究、学位論文, 1-124 (1988)
- 18) 大塚紘雄：鹿児島県垂水市大野原の火山性土壌に関する研究（第1報）断面形態と表土および腐植質埋没土層の腐植の形態、土肥誌, 45, 197-203 (1974)
- 19) 大塚紘雄：腐植質埋没土層の腐植酸のセファデックス分画、鹿児島県垂水市大野原の火山性土壌に関する研究（第2報）、土肥誌, 45, 405-410 (1974)
- 20) 大塚紘雄：腐植酸のアルコール分別沈殿法による分画、鹿児島県垂水市大野原の火山性土壌に関する研究（第3報）、土肥誌, 45, 411-415 (1974)
- 21) 大塚紘雄・熊田恭一：P<sub>0</sub>型腐植酸の形態変化について、鹿児島県垂水市大野原の火山性土壌に関する研究（第4報）、土肥誌, 45, 463-468 (1974)
- 22) 大塚紘雄：土壌断面における腐植の集積状況とフルボ酸画分の糖、ウロン酸およびアミノ酸含量について、鹿児島県垂水市大野原の火山性土壌に関する研究（第5報）、土肥誌,

- 46, 180-184 (1975)
- 23) OTSUKA, H and KUMADA, K : Status on a volcanic ash soil at Ohnobaru, Tarumizu City, Kagoshima Prefecture, 1. Status of humus accumulated in the Profile, *Soil Sci. Plant Nutr.*, **24** (2), 265-276 (1978)
- 24) 品川昭夫：桜島火山灰土の腐植集積過程に関する研究，鹿児島大学農学部学術報告，**11**，155-205 (1962)
- 25) 品川昭夫・首藤三吾・黒木晴輝・大塚紘雄：高隈演習林の火山性土壌について，1. 第13林班の杉品種試験地の土壌について，鹿児島大学農学部演習林報告，**No.2**，1-13 (1970)
- 26) 品川昭夫・黒木晴輝・宮内信文・東 照雄：高隈演習林の火山性土壌について，3. 第II，第III，第IV，第V (X) 及び第V (Y) スギ品種試験地の土壌，鹿児島大学農学部演習林報告，**No.4**，95-158 (1976)
- 27) SHINAGAWA, A., MIYAUCHI, N., HIGASHI, T., Muhamad Rahman DJUWANSAH and Achmad SULE : The Soils on the Krakatau Islands I. Field Observation, Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., **XXII**, 101-130 (1986)
- 28) SHINAGAWA, A., MIYAUCHI, N., HIGASHI, T., Muhamad Rahman DJUWANSAH and Achmad SULE : The Soils on the Krakatau Islands II. Particle Size Distribution and Chemical Properties of the Soils, Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., **XXII**, 131-155 (1986)
- 29) SHINAGAWA, A., MIYAUCHI, N., HIGASHI, T., Muhamad Rahman DJUWANSAH and Achmad SULE : The Soils on the Krakatau Islands IV. Accumulation and Composition of Humus, Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., **XXII**, 169-176 (1986)
- 30) 庄子貞雄・小林進介・増井淳一：火山灰中の強磁性鉱物の化学組成と噴出源の関係について，岩鉱誌，**69**，110-120 (1974)

### Summary

At Hikari-ishi, Tarumizu City, Kagoshima Prefecture, a cumulic soil profile consisting of 43 volcanic soils is found at the surface of a small cliff of 7~8 meters in thickness. This profile consists of 14 layers of Sakurajima's ejecta (present~20,000 YBP), 1 layer of Kikai caldera's ejecta (6,300 YBP) and 3 layers of Aira caldera's ejecta, and it contains six buried humic layers. Pyroclastic flows ejected from Aira caldera in about 25,000 YBP are called by a local name such as "Shirasu". 43rd soil is pure "Shirasu" (Photo.7, 8). The main purpose of this study is to elucidate how many soil layers the 43 (including "Shirasu") soils are classified into.

Detailed observation of each soil with extensive field work and physical, chemical, mineralogical and elemental composition of ferromagnetic mineral studies of soil samples are made to achieve this purpose.

The obtained results and questions may be summa-

rized as follows.

#### 1. Soil layers and uncontinuous layers

The expression of the symbol and the age of Sakurajima's ejecta are taken up the theory of Kobayashi<sup>6,7)</sup>, ie, P1~P17 (Table 2. etc.).

43 cumulic soils are classified into 18 soil layers, Sakurajima's ejecta are following 14 layers ie. I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV layer, Kikai's eject is 1 layer (VI layer) and Aira's ejecta are 3 layers (XVI, XVII, XVIII). And 6 uncontinuous (or non-existing nearby this profile) soil layers ie. sample number No.8, 11, 13, 14, 24, 27.

This conclusion has been mainly obtained by detailed observation of soil colour, horizon boundary (Table 3, Fig.2 etc.), soil texture (Table 6, Fig.3), carbon content of fine soils (Table 7, Fig. 4) and elemental composition of ferromagnetic minerals (Tables 9, 10, Figs.7~10).

18 soil layers and 8 uncontinuous soils are from the surface:

- 1) I layer (No.1 : A horizon, No.1' , 2 : C horizon) (P1~1914 AD)

This layer is ejecta from Volcano Sakurajima in 1914.

- 2) II layer (No.3 : A , No.4 : B, No.5 : C) (P2~1779 AD)

This layer is derived from Sakurajima's ejecta in 1779~1780.

No.3, 4 is regarded as the first buried humic layer.

- 3) III layer (No.6 : A, No.7 : AB)

(P4~764 AD or ash fall of P4~P5~764 AD~4,900 YBP)

This layer is presumed to be derived from Sakurajima's ejecta in 764~766 AD or ash fall during from 4,900 YBP to 764 AD.

No.6, 7 are the second buried humic layer.

- 4) No.8 (P4 or P4~P5)

Block of solidified volcanic ash, sand and pumice. Uncontinuous layer.

On some profiles this soil does not exist.

- 5) IV layer (No.9 : B, No.10 : C) [late P7 (4,900~6,000 YBP)]

- 6) No.11 (maybe middle P7)

Uncontinuous, weathered pumice layer.

- 7) V layer (No.12 : C) (early P7)

- 8) No.13 (maybe early P7)

Uncontinuous. Block of solidified gray volcanic ash.

8') On the three members of P7

The rock facies is extremely changed from andesitic to dacitic in the following order: No.9 → 10 → 11 → 12 as shown in Figs. 9, 10.

From the view-point of the rock facies change, P7 deposits are specific compared with the other Sakurajima's ejecta of this profile.

9) No.14

This layer seems to be the upper part of VI layer, but its soil texture is coarser than that of No.15, and its chemical composition of ferromagnetic mineral clearly differs from those of No.15 and No. 16. Therefore, No.14 is regarded as the mixture of VI layer (Ah...Akahoya) and No.12 (P7).

10) VI layer (No.15: C, No.16: C) (Ah...6.300 YBP)

This layer consists of ejecta from "Kikai" caldera in about 6.300 YBP.

This layer (Ah) has been given a local name, "Akahoya" or "Imogo".

Elemental composition of ferromagnetic minerals of this layer evidently differs from those of Sakurajima's ejecta ie. No.1~14 and No.18~37 (Figs.7~10).

11) VII layer (No.17, 18, 19: A horizon) [Ash fall.Ah~P13(6.300~6.700 YBP)]

This layer is regarded as the third buried humic layer.

Total carbon content of each soil is as follows: No.17: 1.88 %, No.18: 3.58 %, No.19: 2.75 %. According to Otsuka<sup>18,23)</sup>, amount of so-called Pg fraction in humic acid in No.17 is extremely high compared with those of No.18, 19.

12) VIII layer (No.20, 21, 22, 23: BC horizon) (P13...6.700~11.000 YBP)

The characteristic of this layer is large amount of gravel (>2 mm).

No.20: 13.7 %, No.21: 37.5 %, No.22: 62.5 %, No.23: 74.5 %.

13) No.24 (maybe early P13)

Uncontinuous volcanic sand and gravel layer.

14) IX layer (No.25, 26: A horizon) [Ash fall. P13~P14(6.700~11.000 YBP)]

This layer is the fourth buried humic layer and is maybe derived from the last ash fall of P14 (St·Satsuma layer) (11.000 YBP).

The carbon-nitrogen ratio of No.25 is 22.2, and this value is largest among the 43 used soil samples.

15) No.27 [(maybe late P14(St))

Uncontinuous layer.

16) X layer (No.28: C) and XI layer (No.29: C) [P14(St)~11.000 YBP]

Chemical properties and elemental composition of ferromagnetic minerals of No.28 are similar to those of No.29 (Tables 7, 9), but soil texture, especially gravel content, of both soils is quite different (Fig.3).

As shown in Photo.2, on some profiles, two gravelic No.29 layers exist in one No.28 layer.

17) XII layer (No.30, 31, 32: A horizon) (Ash fall. P14~P15...11.000~14.000 YBP)

This layer is the fifth buried humic layer.

The carbon content of upper soil No.30 is 3.76 %, middle soil No.31: 2.69 %, sub soil No.32: 4.45 %.

The presence of vermiculite and halloysite in their clay fractions in this layer is a remarkable characteristic (Fig.6) and the values of pH(NaF), P-absorption coefficient are clearly low compared with the 1st, 2nd, 3rd, 4th buried humic layers as shown in Table 7.

18) XIII layer (No.33: B, No.34: BC, No.35: C horizon) (P15...14.000 YBP)

The presence of gibbsite in the silt fraction of No.33, 34 is characteristic as shown in Fig.5.

19) XIV layer (No.36: AB horizon) (P16...14.000~15.000 YBP)

Though the carbon content of No.36 is only 1.38 %, No.36 is regarded as the sixth buried humic layer.

20) XV layer (No.37: C horizon) (P17...15.000~20.000 YBP)

A very weathered decayed red pumice layer. No.37 is presumed to be the first primary deposition erupted from Volcano Sakurajima upper the "Shirasu" in this profile.

21) XVI layer (No.38: C) and XVII layer (No.39, 40, 41: C horizon)

No.38~42 are ejecta originated from Aira giant caldera in about 25.000 YBP.

No.38, 39, 40, 41 are the secondary depositions of mixed soils (Shirasu, volcanic ash, sand, scoria and pumice).

Under a dry climate, No.38 becomes pan. And the elemental composition of ferromagnetic minerals of No.39 evidently differs from those of No.39, 40, 41 (Figs.7, 9).

22) XVIII layer (No.42: C horizon)

The so-called "Shirasu" layer. Primary deposition of pyroclastic flows from Aira caldera.

At the horizon boundary between No.41 and No.42, red iron mottling distinctly exists.

2. Questions and possibilities which arise from the above-mentioned classification of 18 soil layers are as follows:

- 1) No.14 might be one independent soil layer.
- 2) VII (No.17, 18, 19)

This layer might be divided into 2 or 3 layers, ie, [(No.17), (No.18, 19)] and [(No.17), (No.18), (No.19)].

- 3) VIII (No.20, 21, 22, 23)

The possibility that this layer will be divided into the following 2 layers, ie, (No.20, 21) and (No.22, 23)

- 4) X (No.28) and XI (No.29)

The question that No.28 and No.29 might consist of one layer.

- 5) XII (No.30, 31, 32)

Similar to VII layer, this layer might be divided into 2 or 3 layers, ie, [(No.30, 31), (No.32)] and [(No.30), (No.31), (No.32)].

- 6) XIII (No.33, 34, 35)

The possibility that this layer is the following 2 layers, namely, (No.33) and (No.34, 35).

- 7) XVI layer (No.38) and XVII layer (No.39, 40, 41)

The possibility that No.38, 39, 40, 41 consist of one layer.

3. Comparison of upper soil and sub soil in the same soil layer

The soil texture of upper soil is finer than that of sub soil.

The values of extractive acidities, carbon content, CEC, phosphoric acid absorption coefficient, pH (NaF) of upper soil are generally larger than those of sub soil, whereas the base saturation degree of upper soil is smaller than that of sub soil. Namely, the volcanic soil formation process of upper soil is in a more advanced stage than that of sub soil.

4. Comparison of upper soil layer and sub soil layer

Although the total carbon contents of I layer (No.1) and II (No.3) are nearly the same as III (No.7), VII (No.18, 19), IX (No.26), the values of phosphoric acid absorption coefficient and of pH (NaF) of the former are evidently smaller than those of the latter. Therefore, I and II layers

are in immature volcanic ash soil formation stage compared with III, VII, IX layers.

On the other hand, the total carbon content of XII (No.30, 31) is nearly the same as VII (No.18, 19), but the phosphoric acid absorption coefficient and pH (NaF) of the former are clearly smaller than those of the latter and IX layer (Table 7). And as shown in Fig.6, halloysite and vermiculite exist in the clay fraction of No.30, 31, these crystalline clay minerals do not exist in III, VII, IX layers. It is presumed that XII layer is in the most progressed stage of humus volcanic ash soil formation process and crystalline clay minerals are formed, resulting in the decreasing of the amount of active aluminium oxide and the values of phosphoric acid coefficient and of pH (NaF).

**Key words:** cumulic volcanic ash soils; ejecta originated from Volcano Sakurajima; buried humic layers.

### 写真説明

(Explanation of figures)

#### Photo. 1

累積性火山灰土壌断面。1989年(平成元年)12月まで Fig.1の●地点に存在。現在は除去され消失。1960年(昭和35年)6月15日撮影。Cut away and disappeared (in 1989) cumulic volcanic ash soil profile at ● place on Fig. 1. Taken on 15th, June, 1960.

No.6の上部にはPhoto.3に示すNo.1~5が土層は薄い判然と堆積していた。Upper No.6 layer No.1~5 (as shown Photo.3) existed.

#### Photo. 2

Fig.1の★地点に新たに作成され現在保存中の新断面。1989年(平成元年)3月4日撮影。Newly prepared (in 1989) cumulic volcanic ash soil profile at ★ place on Fig.1. Taken on 4th, March, 1989.

No.6の上部は盛土を含む混合土。No.39以下の土層はPhoto.1 (Photo.7, 8と同じ)とはやや異なる。Upper No.6 layer, mixed soils including embankment exist, and the layers under No.39 are somewhat different from those of Photo.1 (same as shown Photos.7, 8)

#### Photo. 3

No.0~5。1985年(昭和60年)11月12日,高隈演習林内で撮影。高隈演習林敷地内には,このような断面は多く見られる。Taken on 12th Nov., in 1985. At Takakuma Experimental Forest.

Similar profiles are often found at this Experimental Forest.

No.0 は1970年以降に桜島から放出された新しい火山灰。

No.1, 1', 2 は1914年桜島から噴出した火山灰より生成した土壌。

No.3, 4, 5 は 1779 年桜島から噴出した火山灰より生成した土壌。

No.0: Volcanic ash after 1970, erupted from Volcano Sakurajima.

No.1, 1', 2: Volcanic ejecta erupted from Volcano Sakurajima in 1914.

No.3, 4, 5: Volcanic ejecta erupted from Volcano Sakurajima in 1779.

#### Photo. 4

No.17~20. 1975年(昭和50年)8月6日, Fig.1 の▲地点付近で撮影。

Taken on 6th, Aug., 1975. At near the ▲ place on Fig.1.

No.17, 18, 19: 埋没腐植土層(約6.400 YBP以上), 橙色の風化軽石の斑点は, No.17に最も多く見られる(第3表参照)。

No.17, 18, 19: Third buried humic layer (more than 6.400 YBP). Large amount of rounded yellowish mottlings exist in No.17. See Table 3.

#### Photo. 5

No.24~29. 1975年(昭和50年)8月6日, Fig.1 の▲地点付近で撮影。

Taken on 6th, Aug., 1975. At near the ▲ place on Fig.1.

No.25, 26: 埋没腐植土層(6.700~11.000 YBP), 橙色の風化軽石の斑点は, No.17, 18, 19よりも風化しており, 量も少ない(第3表参照)。

No.25, 26: Fourth buried humic layer (6.700~11.000 YBP). Amount of rounded yellowish brown mottlings in this layer are smaller than those of No.17, 18, 19. See Table 3.

#### Photo. 6

No.29~33. 1975年(昭和50年)8月6日, Fig.1 の▲地点付近で撮影。

Taken on 6th, Aug., 1975. At near the ▲ place on Fig.1.

No.30, 31, 32: 埋没腐植土層(11.000~14.000 YBP), 橙色の風化軽石の斑点は全く存在せず, 褐色, 白色の植物根に由来する毛状斑紋が認められる(第3表参照)。

No.30, 31, 32: Fifth buried humic layer (about 11.000~14.000 YBP). Unexistence of rounded yellowish mottlings, and the existence of brown or white plant root mottlings are distinguished from other buried humic volcanic ash soils (No.17, 18, 19 and No.25, 26). See Table 3.

#### Photo. 7

No.36~40. 1975年(昭和50年)8月6日, Fig.1 の▲地点付近で撮影。

Taken on 6th, Aug., 1975. At near the ▲ place on Fig.1.

No.37: 赤色の腐朽風化軽石層。本断面に存在する桜島の最初の噴出物。No.40に赤色の風化軽石の円礫が認められる(第3表参照)。

No.37: Reddish decayed, very weathered pumice layer, and this layer is regarded as first ejecta from Volcano Sakurajima in those soil profile such as Photo. 1 and 2. In No.40, rounded reddish decayed mottling exists. See Table 3.

#### Photo. 8

No.37~42. 1975年(昭和50年)8月6日, Fig.1 の▲地点付近で撮影。

Taken on 6th, Aug., 1975. At near the ▲ place on Fig.1.

No.42: 一次シラス(25.000 YBPの始良火山の火砕流)。

No.38-41は二次シラス。No.41とNo.42の層界には, 赤色の斑鉄が認められる(第3表参照)。

No.42: Primary Shirasu (Pyroclastic flow from Volcano Aira, in about 25.000 YBP). No.38~41: Secondary Shirasu. In the boundary between No.42 and No.41, clear red iron mottling exists. See Table 3.

#### Photo. 9

No.37~38. 1995年(平成7年)10月23日, 高隈演習林内で撮影。

No.37は約20.000 YBPの桜島噴出物である。No.38の二次シラスとの間に判然とした灰色の未風化火山灰層が認められる。Photo.1, 2のProfileには見出されないが, この火山灰層は桜島の最初の噴出物とみなされている。

Taken on 23rd, Oct., 1995. At Takakuma Experimental Forest. Gray unweathered volcanic ash layer between No.37 and No.38 (Secondary Shirasu) is regarded as first volcanic ejecta from Volcano Sakurajima. This ash layer does not find in two profiles (Photos.1 and 2).

#### Photo. 10

1992年(平成4年)10月24日 高隈演習林事務室で土壌モニリス作成中を撮影。

Taken on 24th, Oct., 1992. Scene of soil monolith making. At the office of Takakuma Experimental Forest.

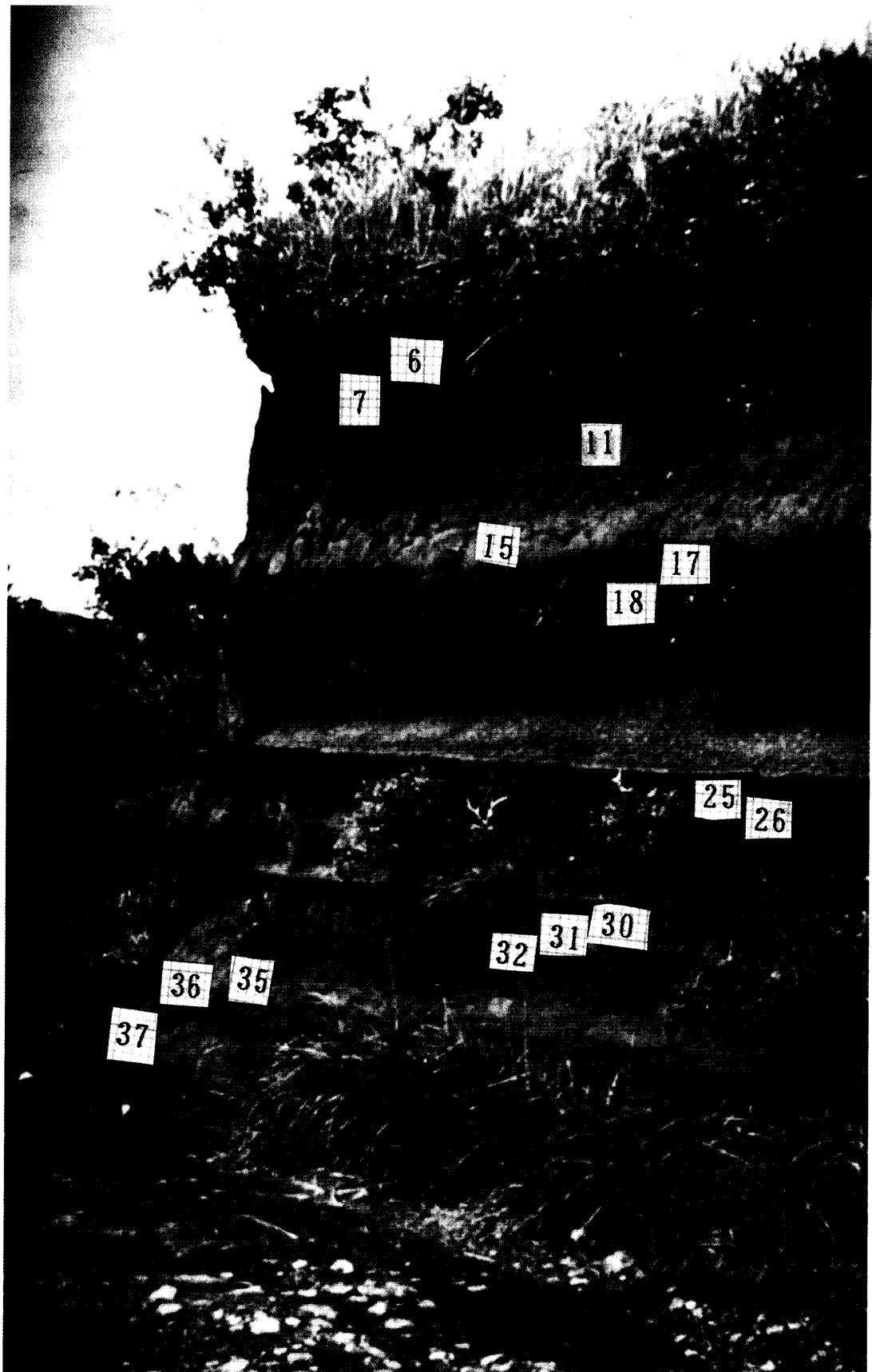


Photo. 1

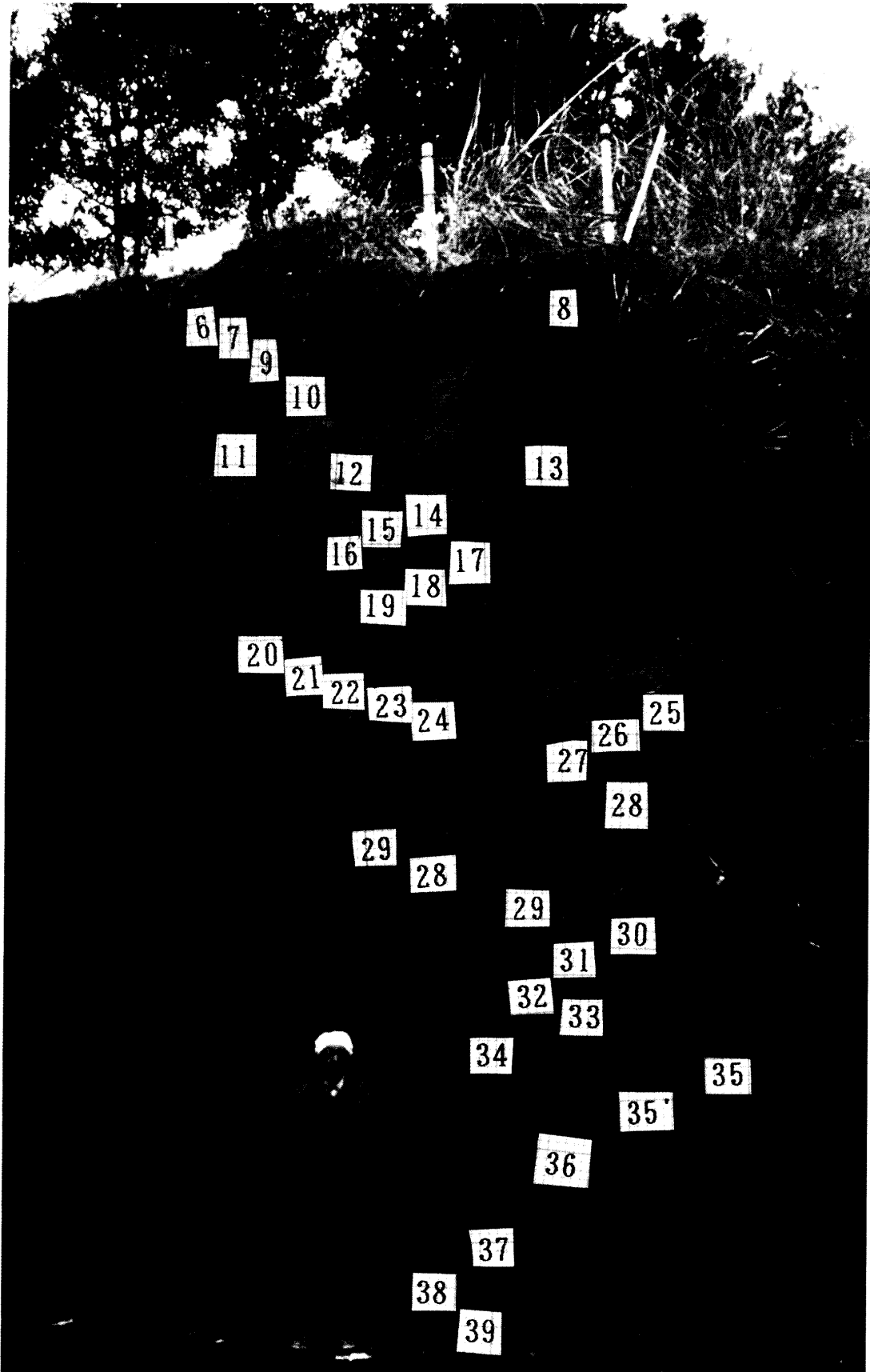


Photo. 2

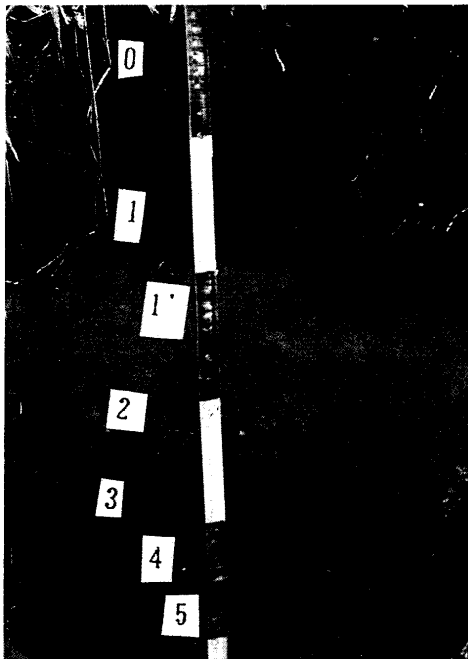


Photo. 3

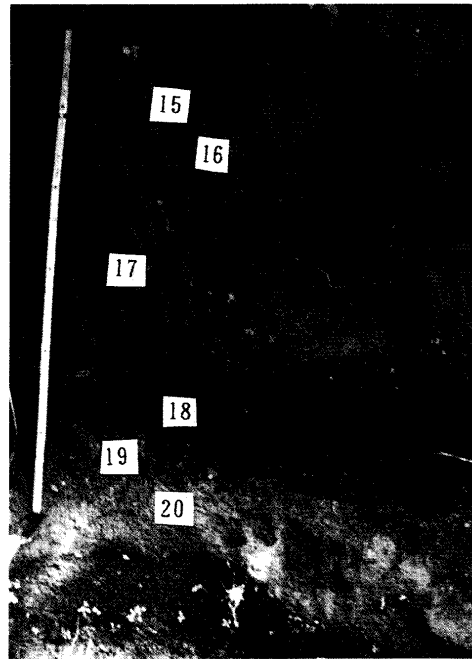


Photo. 4

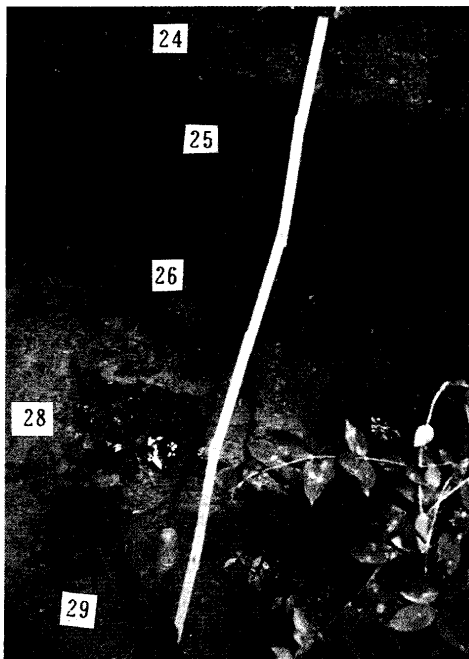


Photo. 5

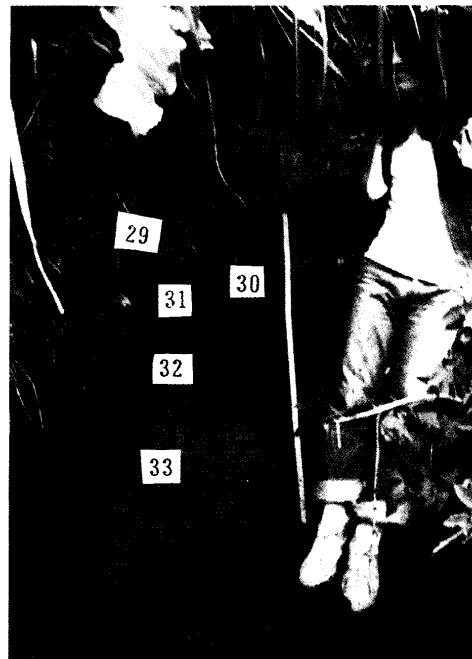


Photo. 6



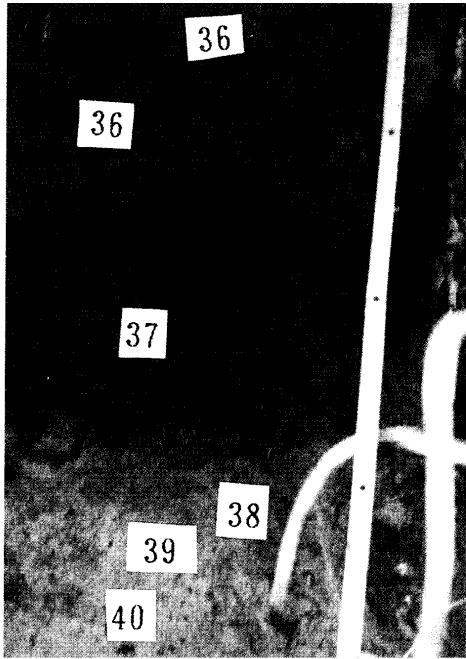


Photo. 7

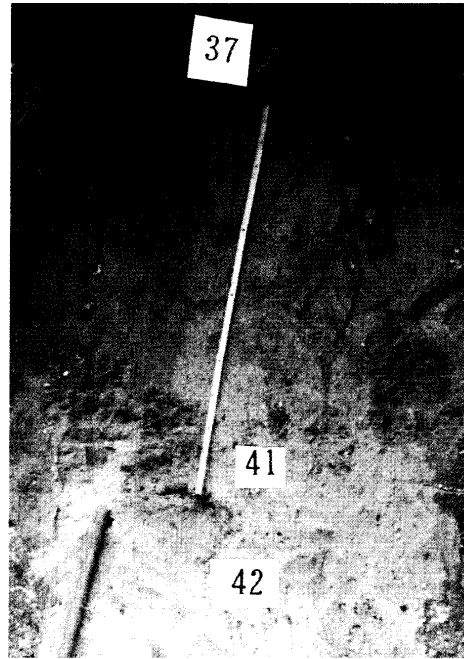


Photo. 8

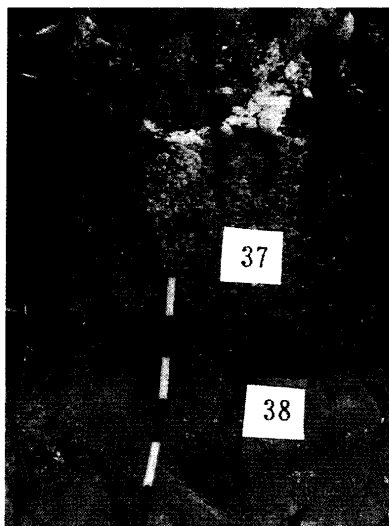


Photo. 9



Photo. 10