

## 中国地方の火山灰土壌について

### VII. 三瓶山火山灰土壌の粘土鉱物について (その2)

高田秀夫\*・松本 聡\*\*・本名俊正\*

(昭和63年5月31日受付)

### Studies on Volcanic Ash Soils in Chugoku District, Japan

#### VII. Clay Minerals in Volcanic Ash Soils Derived from Mt. Sanbe (Part 2)

Hideo TAKATA\*, Satoshi MATSUMOTO\*\* and Toshimasa HONNA\*

In the course of a series of studies on volcanic ash soils distributed in the Chugoku district, the clay minerals in samples from forty-seven horizons of six Sanbe volcanic ash soil profiles (Hiroshima-soil), were investigated by X-ray diffraction and differential thermal analysis. The results obtained were compared with those of the Daisen volcanic ash soils (Daisen-soils).

1) Determination of clay minerals of the Hiroshima-soils showed the main clay minerals were allophane, 14 Å minerals (Al-vermiculite, chlorite), 10Å minerals (Illite) and 7Å minerals (Kaoline minerals). These minerals were contained in almost all of the Daisen-soils.

2) The Hiroshima-soils could be divided into five types (A, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> and D<sub>2</sub>) according to the kinds of clay minerals they contained. Types C<sub>1</sub> and C<sub>2</sub> soils (dominated by 7 Å minerals while poor in allophane) made up the greater part of the Hiroshima-soils.

#### 緒 言

中国地方に分布する約22万haにおよぶ各種火山灰土壌の理化学的特性を総合的に明らかにするための一環とし

て、さきに報告した三瓶山麓地帯の火山灰土壌<sup>1)</sup>に引続き、広島県北東部に分布する三瓶山に由来すると考えられる火山灰土壌の粘土鉱物組成について、主としてX線回折ならびに示差熱分析により同定し、すでに報告した

\* 鳥取大学農学部農林総合科学科資源利用化学講座

\* *Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Tottori University*

\*\* 鳥取大学農学部 (現在、東京大学農学部)

\*\* *Faculty of Agriculture, Tottori University*

(*Present Address. Faculty of Agriculture, Tokyo University*)

大山<sup>2,3)</sup>および三瓶山山麓<sup>4)</sup>の火山灰土壌と比較検討した。

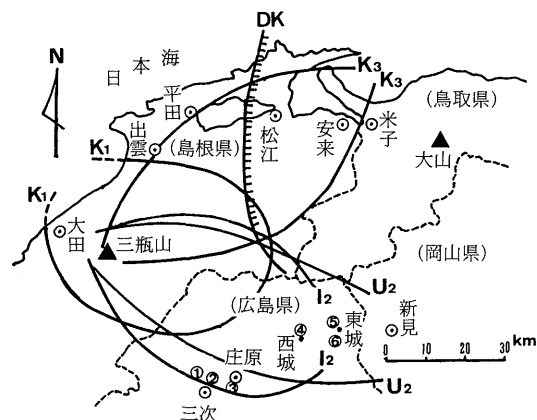
## 試料と実験方法

### 1. 供試土壌

三瓶山起源の降下堆積物の分布状況は、松井・井上<sup>1)</sup>によれば第1図のごとくで、本実験に供した広島県北東部に分布する火山灰土壌は池田降下堆積物および浮布降下堆積物にあたり、<sup>14</sup>Cによる年代測定の結果によれば約16,000~20,000年前と推測され大山上部火山灰層の約17,000年前に近似していた。

筆者らは、試料の採取にあたって広く現地調査をおこない、その地区の代表的な断面と考えられる未耕地土壌を第1図のごとく神之瀬原(三次市)、三万寺(三次市)、七塚原(庄原市)、塩田(比婆郡西城町)、塩原(比婆郡東城町)および前谷(比婆郡東城町)の6地点からおおの数層~十数層の合計47層の土壌を採取して実験に供した。

これら供試土壌の一般的な理化学性は第1表の通りである。



第1図 三瓶山起源の降下堆積物の分布状況(松井・井上による)と試料採取地点

- K<sub>3</sub> : 木次降下堆積物 ①神之瀬原 ④塩田  
 U<sub>2</sub> : 浮布降下堆積物 ②三万寺 ⑤塩原  
 I<sub>2</sub> : 池田降下堆積物 ③七塚原 ⑥前谷  
 K<sub>1</sub> : 神戸川降下堆積物  
 DK : 大山降下堆積物

すなわち、供試した6地点の表層土について、その風化の度合を示す一指標と考えられる砂/粘土比をみると、当地域の東部にあたる塩田、塩原および前谷土壌においてはその比は1.05~2.24といずれも1.0以上であるのに対して、西部の神之瀬原、三万寺および七塚原土壌は0.45~0.95と1.0以下であり東部の土壌に比較して風化の進んでいることが推察された。それを先に報告した大山、蒜山および三瓶山山麓土壌と平均値と比較すると、当広島県北東部に分布する火山灰土壌の砂/粘土比1.47に対して大山周辺土壌1.48、蒜山地区土壌2.16および三瓶山山麓土壌8.60となり、大山・三瓶山を噴出源とする火山灰土壌のなかでは当地域の土壌が最も風化の進んでいることが明らかとなった。さらに、過酸化水素水で有機物を分解し、超音波処理を行った後の土壌の最適分散pHについてみると、砂/粘土比が1.0以下と小さく風化の進んでいると考えられる西部地区の土壌は全般的にアルカリ性(pH8.5)でよく分散し、酸性(pH4.5)で分散する東部地区の土壌と対照的であった。しかしながら、火山灰土壌の特徴的な化学性としてのリン酸吸収係数、 $\Delta$ pH値( $pH_{(H_2O)} \sim pH_{(KCl)}$ )および全炭素含量などにおいてはほとんど差異は認められなかった。

### 2. 実験方法

供試土壌からの粘土画分の分別採取方法ならびに粘土鉱物の同定のために主として行なったX線回折および示差熱分析の実験条件は第1報<sup>2)</sup>に示した通りである。

## 実験結果と考察

### 1. 粘土鉱物組成

供試料47点の粘土鉱物の同定に主として用いたX線回折ならびに示差熱分析の結果をみると、試料によってピークの形状・強度に大きな差異がみとめられたが、これらを類別すると、供試料は5つのグループに大別することができた。

これら各グループの代表的粘土のX線回折図(常温無処理)および示差熱曲線(DTA)は第2図のとおりである。

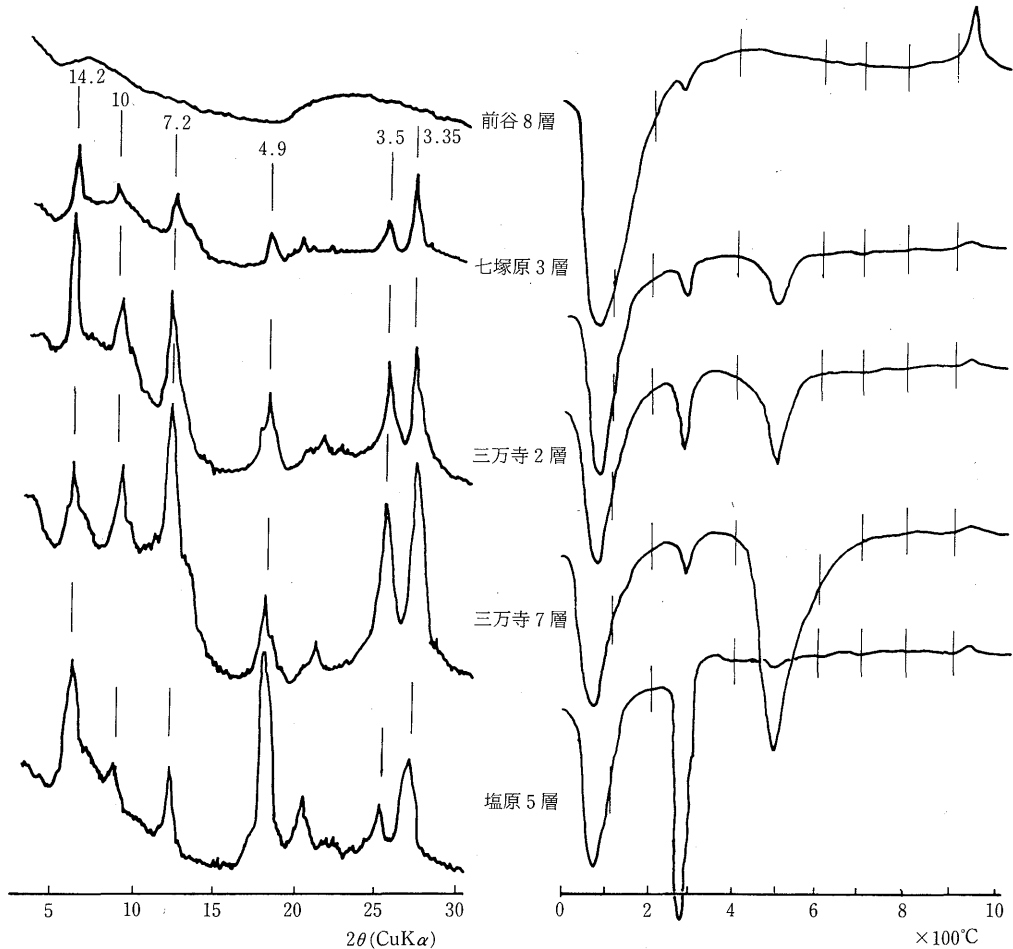
すなわち、前谷8層の粘土のX線回折図においては、4Åおよび14Å附近にブロードなピークが認められるのみであり、またDTA曲線においても80°C附近の大きな吸熱ピークと910°C附近の発熱ピークの他に280°C附近に小さな吸熱ピークしか認められないことより、その粘土鉱物の大部分はアロフェン(AlI)よりなるものと同定した。また、七塚原3層以下に示した試料、すなわち三万寺2層、三万寺7層および塩原5層の粘土においては、X線

第1表 供試土壌の一般理化学性

供試土壌	深さ (cm)	pH		置換 酸度 (y <sub>i</sub> )	全炭素* (%)	リン酸吸収 係数	土性**	砂/粘土	最 適 分 散 pH
		H <sub>2</sub> O	KCl						
神之瀬原	1層 0~19	4.90	4.36	18.7	14.23	2760	HC	0.55	8.5
	2層 19~32	4.97	4.27	17.7	11.89	2800	HC	0.45	8.5
	3層 32~42	5.01	4.47	17.0	7.96	2710	HC	0.35	8.5
	4層 42~53	5.01	4.66	6.1	3.85	2560	HC	0.35	3.5
	5層 53~81	5.20	4.69	2.2	1.37	1870	HC	0.40	3.5
	6層 81~103	5.51	5.12	0.7	0.57	1890	LiC	1.85	3.5
	7層 103~	5.70	5.53	0.5	0.45	2520	SCL	3.28	3.5
三万寺	1層 0~20	5.12	4.66	7.3	8.22	2380	LiC	0.72	3.5
	2層 20~34	4.86	4.48	6.6	6.95	2330	LiC	0.95	3.5
	3層 34~49	4.80	4.55	7.5	3.45	1720	LiC	1.24	3.5
	4層 49~65	4.78	4.29	8.8	0.70	890	LiC	1.47	8.5
	5層 65~81	4.80	4.25	12.4	0.38	630	LiC	1.30	8.5
	6層 81~96	4.87	4.28	14.6	0.37	640	LiC	1.02	8.5
	7層 96~	4.88	4.56	16.3	0.25	550	LiC	1.08	8.5
七塚原	1層 0~11	5.01	4.32	6.5	10.13	2360	HC	0.53	8.5
	2層 11~22	5.08	4.28	9.7	8.50	2570	LiC	0.68	8.5
	3層 22~30	5.22	4.60	4.8	4.30	2530	HC	0.48	3.5
	4層 30~42	5.19	4.66	4.1	1.66	1900	HC	0.49	3.5
	5層 42~62	5.02	4.57	4.1	0.71	1580	LiC	0.62	3.5
	6層 62~81	5.20	5.00	1.0	0.66	1750	L	3.68	3.5
	7層 81~116	5.61	5.53	0.3	0.39	2480	SL	4.56	3.5
	8層 116~129	5.50	4.69	—	—	530	LiC	1.30	3.5
	9層 129~	5.52	4.30	—	—	650	LiC	0.98	3.5
塩田	1層 0~9	4.98	4.48	16.5	13.70	2620	LiC	1.05	3.5
	2層 9~28	4.97	4.57	5.4	11.62	2840	LiC	1.22	3.5
	3層 28~47	5.22	4.83	1.4	7.13	2770	LiC	1.45	3.5
	4層 47~64	5.43	5.15	0.3	2.76	2310	SCL	2.70	3.5
	5層 64~77	5.58	5.50	0.3	0.48	1550	SCL	3.13	3.5
	6層 77~	5.31	4.68	5.4	0.54	1680	LiC	0.54	3.5
塩原	1層 0~8	4.99	4.28	8.1	12.03	2400	LiC	1.27	3.5
	2層 8~27	5.23	4.86	2.0	6.57	2580	CL	2.24	3.5
	3層 27~39	5.40	4.90	1.2	5.44	2430	LiC	1.70	3.5
	4層 39~53	5.49	5.06	0.7	2.71	2020	LiC	1.44	3.5
	5層 53~70	5.55	5.11	0.7	1.02	1420	LiC	1.57	3.5
	6層 70~96	5.85	5.47	0.3	0.54	1620	SCL	4.05	3.5
	7層 96~	5.67	4.28	13.6	0.27	1140	HC	0.32	8.5
前谷	1層 0~22	5.09	4.46	11.5	11.05	2640	LiC	1.10	3.5
	2層 22~60	5.01	4.37	14.3	11.23	2760	LiC	1.04	3.5
	3層 60~77	5.18	4.42	8.2	7.96	2650	LiC	1.07	3.5
	4層 77~91	5.31	4.59	3.7	4.11	2350	LiC	1.15	3.5
	5層 91~105	5.28	4.82	2.7	1.99	1880	LiC	1.54	3.5
	6層 105~125	5.40	4.88	—	0.11	1530	LiC	1.87	3.5
	7層 125~144	5.57	5.22	—	0.06	1670	SL	2.13	3.5
	8層 144~180	5.97	5.55	—	0.12	1560	SL	5.98	3.5
	9層 180~221	5.70	4.21	—	0.12	880	LiC	0.74	8.5
	10層 221~262	5.58	4.30	—	0.93	890	LiC	0.64	8.5
	11層 262~	5.60	4.48	—	0.81	1430	LiC	0.83	8.5

\* 乾土当り% (小坂法)

\*\* 国際土壤学会協定法に準じて行ない、分散は超音波処理後最適pHに調節して行なった。



第2図 代表的供試土壌の粘土部分のX線回折図とDTA曲線

回折のピーク強度においては大きな差異が認められたが14.2Å, 10Å, 7.2Åおよび4.9Åのピークがみとめられ, DTA曲線においても80°C, 280°C, 500°C附近の吸熱ピークと910°C附近の小さな発熱ピークが認められ, X線回折図ならびにDTA曲線の形状は極めて類似していた。これらのうち, 三万寺7層の粘土のX線回折における7.2Å, ならびに塩原5層の粘土の4.9Åのピークは特に強く, これらのピークに対応すると考えられるDTA曲線のそれぞれ500°C, 280°C附近の大きな吸熱ピークと考えあわせてその主体となる粘土鉱物としてはカオリン鉱物およびギブサイトの存在が考えられた。

なお, X線回折によって示された14Å鉱物, 10Å鉱物および7Å鉱物を構成する粘土鉱物の同定・確認におい

ては, さきに示したごとく<sup>2)</sup>エチレングリコール処理, フッ化アンモニウム処理, 塩酸処理および加熱処理(300°Cおよび600°Cにて1時間加熱処理)等にもとづく各ピークの移動ならびに強度の変化にもとずいて同定した。さらに, アロフェン含量についてはDTA曲線, 熱重量分析と共にΔP値(粘土1g当りのpH4とpH9におけるリン酸吸収量の差)によって推定した。

以上のX線回折およびDTA曲線等の結果を総合して, 各供試土壌の粘土鉱物組成を定性的に表示すると第2表のとおりである。

すなわち, 供試土壌によってかなりその粘土鉱物組成を異にはしているが, 広島県北東部に分布する火山灰土壌の主要粘土鉱物はアロフェン(AlI), アルミニウムーバ

第2表 供試土壌の粘土鉱物組成 (定性)

供試土壌	型*	All	Al-Vt	Vt	Chl	I	Ht	K	Gb	Cr	Fd	Q	ΔP**
神之瀬原	1層	B	#	+	-	±	±	-	+	±	±	+	65.0
	2層	B	#	+	-	±	+	-	#	±	±	-	63.4
	3層	C <sub>1</sub>	+	#	-	±	±	-	#	±	-	+	40.4
	4層	C <sub>1</sub>	±	#	±	±	±	-	#	+	-	+	25.0
	5層	C <sub>1</sub>	+	#	±	±	±	-	#	#	-	+	37.9
	6層	C <sub>1</sub>	#	#	±	±	±	-	+	#	-	±	51.1
	7層	A	##	±	-	-	-	-	-	-	-	-	94.7
三万寺	1層	B	#	#	-	±	±	-	#	+	-	+	64.5
	2層	C <sub>1</sub>	+	#	-	±	±	-	#	+	-	+	41.0
	3層	C <sub>1</sub>	+	+	±	-	+	-	#	+	-	+	31.6
	4層	C <sub>1</sub>	±	+	±	-	+	-	#	+	-	+	23.7
	5層	C <sub>2</sub>	±	#	±	±	+	-	#	±	-	+	6.3
	6層	C <sub>2</sub>	±	±	#	-	+	±	#	±	-	+	14.6
	7層	C <sub>2</sub>	±	±	+	-	+	±	#	±	-	+	21.3
七塚原	1層	C <sub>1</sub>	+	#	-	±	±	-	#	+	±	+	22.1
	2層	C <sub>1</sub>	+	#	-	±	±	-	#	+	±	+	28.4
	3層	B	#	#	-	±	±	-	#	±	-	+	47.3
	4層	C <sub>1</sub>	±	#	-	±	±	-	+	#	-	+	12.6
	5層	C <sub>1</sub>	±	#	-	±	±	-	+	#	-	+	25.0
	6層	C <sub>1</sub>	+	#	-	+	±	-	+	#	-	+	37.9
	7層	A	##	-	-	-	-	-	-	±	-	-	94.6
	8層	C <sub>2</sub>	±	+	+	-	+	+	#	±	-	+	9.8
	9層	C <sub>2</sub>	±	+	+	-	+	±	#	±	-	+	11.8
塩田	1層	B	##	#	-	±	±	-	+	±	±	±	71.6
	2層	B	##	#	-	±	±	-	+	-	±	±	87.7
	3層	B	##	+	-	±	±	-	+	-	-	±	63.1
	4層	A	##	+	-	±	±	-	±	+	-	-	66.2
	5層	A	##	+	-	±	±	-	±	+	-	±	85.2
	6層	C <sub>1</sub>	±	#	-	±	±	-	+	#	-	+	18.9
塩原	1層	B	#	##	-	±	±	-	+	±	±	-	44.2
	2層	B	##	##	-	±	±	-	+	±	±	-	86.2
	3層	B	#	##	-	±	±	-	+	±	±	-	53.1
	4層	B	#	#	-	±	±	-	+	+	±	-	52.4
	5層	D <sub>2</sub>	+	#	±	±	±	-	±	#	-	+	43.4
	6層	A	##	±	-	-	-	-	-	±	-	-	104.7
	7層	C <sub>1</sub>	±	+	#	±	+	±	#	±	-	+	5.1
前谷	1層	B	#	#	-	±	±	-	#	±	±	±	53.3
	2層	B	#	#	±	±	±	-	#	±	-	+	55.9
	3層	B	#	#	±	-	±	-	+	±	-	±	43.4
	4層	C <sub>1</sub>	+	##	±	±	+	-	+	±	-	+	41.0
	5層	C <sub>1</sub>	+	#	±	±	+	-	+	+	-	+	47.3
	6層	C <sub>1</sub>	+	+	±	±	+	-	+	#	-	+	31.6
	7層	B	#	+	±	±	±	-	±	+	-	+	59.1
	8層	A	##	-	-	-	-	-	-	±	-	-	103.3
	9層	C <sub>1</sub>	±	+	+	±	+	-	#	-	-	+	6.3
	10層	C <sub>1</sub>	±	+	+	±	+	±	#	-	-	+	12.6
	11層	C <sub>1</sub>	±	+	+	±	+	±	#	±	-	+	40.2

#~##:著しく富む, #:富む, +:含む, ±:少量, -:なし。

All:アロフェン, Al-Vt:アルミニウムパーミキュライト, Vt:パーミキュライト, Chl:クロライト, I:イライト, Ht:ハロイサイト, K:カオリン鉱物, Gb:ギブサイト, Cr:クリストバライト, Fd:長石, Q:石英

\* 粘土鉱物組成によって類別した筆者らの型

\*\* 粘土1g当りのpH4とpH9におけるリン酸吸収量の差

第3表 主要粘土鉱物組成による土壤の類別

型*	三 瓶 山		大 山 蒜 山		主 要 粘 土 鉱 物 組 成
	広島県北東部	山 麓			
A	6 (13)	3 (8)	15(28)	13(27)	ほとんど或は多量のAllよりなるもの
A'	—	3 (8)	—	—	Allを主体とし、少量の結晶性鉱物を含むもの。
B	16(34)	—	11(20)	16(33)	相当量のAllを含み、同時に14Å, 7 Å 鉱物を含むもの。
C <sub>1</sub>	19(40)	—	19(35)	6 (13)	14Å, 10Å, 7 Å 鉱物をそれぞれ同程度含み、All含量の少ないもの。
C <sub>2</sub>	5 (11)	—	—	—	C <sub>1</sub> 型のうち特に7 Å 鉱物の多いもの。
D <sub>1</sub>	—	—	1 (2)	12(25)	Htを主体とするもの。
D <sub>2</sub>	1 (2)	—	2 (4)	1 (2)	Gbを主体とするもの。
E	—	9 (24)	6 (11)	—	14Å 鉱物を主体とし、All含量の少ないもの。
E'	—	23(60)	—	—	14Å 鉱物を主体とし、相当量のAllを含むもの。

( )内は分布割合

\* 主要粘土鉱物組成による型

一ミキュライト (Al-Vt), カオリン鉱物 (K) およびギブサイト (Gb) であるといえる。これをさきに三瓶山山麓土壤について報告したごとく、Allを主体とするものと、14Å 鉱物 (Al-Vt) を主体とするものの2つに大別されたのに比較すると、供試した広島県北東部の土壤はカオリン鉱物ならびにギブサイトの存在が顕著であり、モンモリロナイトこそ認められなかったものの大山を噴出源とする大山・蒜山土壤に類似していた。このように、噴出源を同じくしながら山麓土壤とその粘土鉱物組成において大きく異った原因としては、噴出年代がより古く、しかも火口からより離れているためと考えた。

筆者らは、その主要粘土鉱物組成にもとづいて第3表の如く大山・蒜山火山灰土壤は6つの型に、三瓶山山麓土壤は4つの型に大別したが、供試した広島県北東部の火山灰土壤は上にも述べたごとく、14Å 鉱物を主体とするE型を除きほぼ大山土壤と同じく4つの型に大別されたが、地区の西部 (三万寺, 七塚原) の下層土においてはC<sub>1</sub>型のうち特に7 Å 鉱物を相当量含むものがあり、これを新しくC<sub>2</sub>型として区別し5つの型に区分した。これにもとづいて供試した47点の土壤を類別するとA型6点, B型16点, C<sub>1</sub>型19点, C<sub>2</sub>型5点およびD<sub>2</sub>型1点となり、結晶性粘土鉱物を主体としAll含量の少ないC<sub>1</sub>型とC<sub>2</sub>型の分布割合は約50%と供試料の半数に達した。

## 2. 土壤断面

主要粘土鉱物組成にもとづいて類別した筆者らの各型の土層の断面における層序の関係をみると、A型に属す

る土層はいずれも現地においては、“吉備土”<sup>きびつち</sup>とよばれている浮石層であり、相当量のアロフェンを含むB型は表層土ならびに浮石層 (A型) の直上に多く見られ、また結晶性粘土鉱物を主体としアロフェン含量の少ないC<sub>1</sub>型ならびにC<sub>2</sub>型は各断面において比較的中〜下層土に多くみられ、特にカオリン鉱物を多く含むC<sub>2</sub>型は下層土に見いだされた。すなわち、カオリン鉱物の含量は下層土ほど多くなる傾向がみられたが、この傾向は調査した地域内においてはほとんど差異は認められなかった。

また、筆者らの類別にもとづく各型の土壤断面における組合せによって広島県北東部の火山灰土壤の層序をみると、さきの大山土壤にみられたほぼ全層にわたって結晶性粘土鉱物を主体とするI型に近いものと、表層は相当量のアロフェンを含むB型であり、下層の浮石層 (A型) との中間にC<sub>1</sub>型およびC<sub>2</sub>型の土層の存在するII型に類似する2つの型が主体をなしていた。

## 要 約

中国地方に分布する火山灰土壤の研究の一環として、三瓶山火山灰土壤のうち広島県北東部の6地点の土壤断面47層の土壤の粘土鉱物組成について、主としてX線回折ならびに示差熱分析によって同定し、大山火山灰土壤および三瓶山山麓土壤と比較検討した。その結果を要約すると下記のごとくである。

1) その主要粘土鉱物はアロフェン, 14Å 鉱物 (Al-Vt・Chl), 10Å 鉱物 (I) および7 Å 鉱物 (カオリン鉱

物)であり,山麓地域に比較してカオリン鉱物およびギブサイトの存在が顕著で大山火山灰土壌に類似していた。

2) 供試土壌はその粘土鉱物組成によって, A型, B型, C<sub>1</sub>型, C<sub>2</sub>型およびD<sub>2</sub>型の5つのタイプに類別したが, C<sub>1</sub>型およびC<sub>2</sub>型土壌がその大半をしめていた。

#### 謝 辞

現地調査ならびに土壌採取にあたり御世話になった広島県農業試験場中澤征三郎技師に深甚な謝意を表す。

#### 文 献

- 1) 松井整司・井上多津男：三瓶火山の噴山物と層序, 地球科学, 25 147~163 (1971)
- 2) 高田秀夫・松本 聡・今井富蔵：中国地方の火山灰土壌について(第1報), 大山火山灰土壌の粘土鉱物について, 土肥誌, 46 167~174 (1975)
- 3) 高田秀夫・松本 聡・本名俊正：中国地方の火山灰土壌について(第3報), 蒜山火山灰土壌の粘土鉱物について, 土肥誌, 48 491~496 (1977)
- 4) 高田秀夫・松本 聡・本名俊正：中国地方の火山灰土壌について(第5報), 三瓶山火山灰土壌の粘土鉱物について(その1), 鳥大農研報, 38 16~22(1985)

1) 松井整司・井上多津男：三瓶火山の噴山物と層序,