

中国地方の火山灰土壌について

VIII. 三瓶山火山灰土壌の二, 三の化学的性質 について (その2)

本名俊正*・高田秀夫*・松本 聡**

(昭和63年5月31日受付)

Studies on Volcanic Ash Soils in Chugoku District, Japan

VIII. Some Chemical Properties of Volcanic Ash Soils Derived from Mt. Sanbe (Part 2)

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

In a previous paper, we reported on the clay mineralogical composition of samples from the Sanbe volcanic ash soils (Hiroshima-soils). In this paper, some chemical properties of the soil samples from forty-seven horizons of six profiles were investigated.

1) Soil samples abundant in allophane were characterized by (a) relatively high pH values of the isoelectric point as measured by the electroendosmosis method, (b) low contents of exchangeable bases, (c) a relatively high value of phosphate absorption coefficient.

2) Soil samples which mainly consisted of crystalline clay minerals with a small amount of allophane were characterized by (a) relatively low pH values of the isoelectric point, (b) a considerably high content of exchangeable bases, (c) a relatively low value of phosphate absorption coefficient.

3) The relationship between the composition of clay minerals and the chemical properties of the Sanbe volcanic ash soils (Hiroshima-soils) is about the same as that of the Daisen volcanic ash soils.

* 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)

緒 言

筆者らは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研究を行っており、すでに大火山灰土壌²⁾、蒜山火山灰土壌³⁾および三瓶山山麓の火山灰土壌¹⁾の化学的性質についてはその粘土鉱物組成と共に報告した。

三瓶山は島根県の中央部に位置し、これを噴出源とする火山噴出物は広く島根県東部、広島県北東部および岡山県北西部に分布している。

前報¹⁾においては、これら三瓶山火山灰土壌のうち広島県北東部に分布する池田降下堆積物ならびに浮布降下堆積物に相当すると考えられる火山灰土壌の粘土鉱物組成を検討し、アロフェン含量および結晶性粘土鉱物組成によってA、B、C₁、C₂およびD₂型の5つの型に類別した。

本報においては、これら粘土鉱物組成との関係において二、三の化学的性質について今迄に報告した大山・蒜山および三瓶山山麓火山灰土壌と比較検討した。

試料および実験法

1. 供試土壌

供試土壌は前報¹⁾で使用した6地点47層の未耕地土壌で、これら土壌の採取地点ならびに一般理化学性については第7報にのべたとおりである。

2. 分析項目

各項目の測定方法については第2報²⁾に記載した。

実験結果および考察

供試土壌の陽イオン交換容量、交換性塩基、塩基飽和度、リン酸吸収係数および等電点(浸透法)のpH値の測

定結果は第1表のとおりである。また、第2表は第7報でのべた主要粘土鉱物組成に基づく類別にしたがってA型、B型およびD₂型を示す土壌はアロフェン質土壌、C₁型およびC₂型を示す土壌は結晶質粘土土壌として区分して各型別の平均値で示したものである。

1. 陽イオン交換容量および塩基飽和度

供試土壌の陽イオン交換容量(以下CECと略す)は3.77~50.48m.e./100g乾土の範囲にあり、当地区の全平均では19.2m.e.であった。これを粘土鉱物組成に基づく類別によってその平均値でみると、A型は10.13、B型27.64、D₂型7.76、C₁型18.38およびC₂型8.68m.e.となり、アロフェン質土壌の22.2m.e.に対して結晶質粘土土壌は16.4m.e.と低くなっていた。この関係は今迄に報告した大山、蒜山および三瓶山山麓土壌とは反対の傾向にあった。この原因については、結晶質粘土土壌は各断面において下層に存在するものが多くカオリン鉱物を主体とし、ほとんど有機物を含まないのに対して、アロフェン質土壌はA型の浮土層を除き各断面の表層土をしめ、腐植含量においても平均20%と著しく富んでいるためと考えた。

供試土壌の塩基飽和度は0.8~62.5%の範囲にあり、これを各型別の平均値でみると、A型5%、B型4%、D₂型12%、C₁型13%およびC₂型34%で、アロフェン質土壌の4.61%に対して結晶質粘土土壌は17.38%と高く、この関係は大山・蒜山両火山灰土壌の場合と同じであった。

また、土壌断面についてみると、表層土においては10%以下のものが多く下層土の方が表層土よりも高い傾向にあったが、全体としては塩基飽和度は低く供試した広島県北東部の火山灰土壌は塩基に欠乏していた。

2. 交換性塩基

供試土壌の交換性塩基含量は0.13~9.59m.e./100g乾

第2表 粘土鉱物組成型別の化学性(平均値)

土 壤 型*	試 料 数	pH		CEC (m.e./ 100g乾土)	交換性塩基(m.e./100g乾土)				Ca 含量 %	Mg 含量 %	K 含量 %	Na 含量 %	塩 基 飽和度 %	リン酸 吸 収 係 数	砂 粘 土 比	等電点の pH 値		
		H ₂ O	KCl		Ca	Mg	K	Na										
ア ロ フ ェ ン 質 土 壌	A	6	5.69	5.46	10.13	0.23	0.10	0.07	0.09	0.49	46	19	16	19	5	2158	3.95	7.0
	B	16	5.18	4.66	27.64	0.48	0.20	0.23	0.12	1.03	38	19	27	27	4	2786	1.23	5.4
	D ₂	1	5.55	5.11	7.76	0.31	0.27	0.19	0.16	0.93	33	29	20	17	12	1695	1.57	7.7
結 晶 質 粘 土 土 壌	C ₁	19	5.21	4.54	18.38	1.42	0.64	0.22	0.17	2.45	58	26	9	7	13	2032	0.97	5.2
	C ₂	5	5.11	4.42	8.68	1.85	0.85	0.11	0.14	2.95	61	28	4	5	34	1352	1.14	3.8

* 粘土鉱物組成によって類別した筆者らの型

第1表 供試土壌の各種分析項目の測定結果

土 壤 名	型*	CEC (me./100g 乾土)	交換性塩基 (me/100g乾土)					Ca/ 含量 %	Mg/ 含量 %	K/ 含量 %	Na/ 含量 %	塩 基 飽和度 %	リン酸 吸 収 係 数	砂/ 粘土 (未風乾土)	等電点の PH値 (未風乾土)
			Ca	Mg	K	Na	含量								
神之瀬原	1層 B	50.48	1.44	0.33	0.28	0.15	2.20	65	15	13	7	4.4	3158	0.55	3.98~3.93
	2層 B	44.47	0.86	0.16	0.14	0.16	1.32	65	12	11	12	3.0	3147	0.45	4.33~4.24
	3層 C ₁	36.22	0.53	0.08	0.15	0.18	0.94	56	9	16	19	2.6	2983	0.35	4.35~4.24
	4層 C ₁	20.77	0.34	0.04	0.14	0.12	0.64	53	6	22	19	3.1	2718	0.35	5.52~5.46
	5層 C ₁	14.33	1.71	0.44	0.12	0.18	2.45	70	18	5	7	17.1	2113	0.40	6.12~6.00
	6層 B	14.58	0.82	0.70	0.09	0.14	1.75	47	40	5	8	12.0	2183	1.85	6.90~6.72
	7層 A	14.96	0.38	0.10	0.07	0.08	0.63	60	16	11	13	4.2	2808	3.28	7.52~7.45
三万寺	1層 B	25.86	1.23	0.23	0.34	0.18	1.98	62	12	17	9	7.7	2770	0.72	3.90~3.80
	2層 C ₁	22.82	0.44	0.11	0.29	0.12	0.96	46	12	30	13	4.2	2619	0.95	4.40~4.25
	3層 C ₁	14.63	0.32	0.07	0.29	0.10	0.78	41	9	37	13	5.3	2409	1.24	4.60~4.48
	4層 C ₁	8.32	0.39	0.09	0.15	0.06	0.69	57	13	22	9	8.3	1092	1.47	4.40~4.32
	5層 C ₂	7.21	0.61	0.10	0.09	0.05	0.85	72	12	11	6	11.8	2290	1.30	4.10~4.03
	6層 C ₂	7.51	0.59	0.13	0.09	0.06	0.87	68	15	10	7	11.6	2430	1.02	3.95~3.90
	7層 C ₂	7.50	0.54	0.21	0.17	0.12	1.04	52	20	16	12	13.9	712	1.08	4.25~4.18
七塚原	1層 C ₁	38.81	6.51	2.00	0.86	0.22	9.59	68	21	9	2	24.7	2694	0.53	3.90~3.80
	2層 C ₁	33.47	2.13	0.66	0.32	0.17	3.28	65	20	10	5	9.8	2528	0.68	4.16~3.92
	3層 B	23.26	0.71	0.26	0.72	0.17	1.86	38	14	39	9	8.0	2893	0.48	5.12~5.07
	4層 C ₁	15.83	1.24	0.64	0.27	0.21	2.36	53	27	11	9	14.9	2369	0.49	5.50~5.41
	5層 C ₁	13.88	0.99	0.77	0.21	0.22	2.19	45	35	10	10	15.8	1741	0.62	6.10~6.02
	6層 C ₁	11.91	0.74	0.54	0.17	0.17	1.62	46	33	11	11	13.6	1959	3.68	6.75~6.65
	7層 A	13.88	0.44	0.15	0.08	0.17	0.84	52	18	10	20	6.1	2477	4.56	7.15~7.10
	8層 C ₂	9.20	2.80	1.42	0.10	0.22	4.54	62	31	2	5	49.4	663	1.30	3.40~3.28
	9層 C ₂	11.98	4.72	2.39	0.11	0.27	7.49	63	32	2	4	62.5	727	0.98	3.45~3.31
塩田	1層 B	33.35	0.93	0.50	0.42	0.13	1.98	47	25	21	7	5.9	3111	1.05	4.00~3.90
	2層 B	30.53	0.05	0.08	0.14	0.10	0.37	14	22	38	27	1.2	3314	1.22	5.09~5.00
	3層 B	22.25	0.13	0.07	0.11	0.08	0.39	33	18	28	21	1.8	3008	1.45	5.17~5.06
	4層 A	14.63	0.18	0.08	0.07	0.04	0.37	49	22	19	11	2.5	2524	2.70	5.44~5.31
	5層 A	5.79	0.22	0.16	0.08	0.09	0.55	40	30	15	16	9.5	1712	3.13	5.60~5.47
	6層 C ₁	13.35	0.52	0.76	0.16	0.19	1.63	32	47	10	12	12.2	1876	0.54	5.80~5.68
塩原	1層 B	28.02	0.42	0.33	0.32	0.12	1.19	35	28	27	10	4.3	2756	1.27	3.75~3.80
	2層 B	18.70	0.15	0.09	0.22	0.12	0.58	26	16	38	21	3.1	2658	2.24	5.80~5.70
	3層 B	19.43	0.33	0.12	0.20	0.16	0.81	41	15	25	20	4.2	2498	1.70	6.82~6.73
	4層 B	14.80	0.21	0.16	0.15	0.15	0.67	31	24	22	22	4.5	2321	1.44	7.40~7.50
	5層 D ₂	7.76	0.36	0.27	0.19	0.16	0.93	33	29	20	17	12.0	1695	1.57	7.80~7.65
	6層 A	7.72	0.14	0.09	0.09	0.10	0.42	33	21	21	24	5.4	1932	4.05	8.40~8.20
	7層 C ₁	16.81	3.19	1.93	0.19	0.43	5.74	56	34	3	8	34.2	1310	0.32	4.62~4.55
前谷	1層 B	31.06	0.03	0.10	0.19	0.06	0.38	8	26	50	16	1.2	2882	1.10	4.91~4.82
	2層 B	44.89	0.05	0.05	0.16	0.10	0.36	14	14	44	28	0.8	3190	1.04	5.00~4.82
	3層 B	33.19	0.13	0.05	0.10	0.10	0.38	34	13	26	26	1.1	2919	1.07	5.38~5.21
	4層 C ₁	21.66	0.11	0.05	0.09	0.09	0.34	32	15	27	27	1.6	2568	1.15	5.98~5.81
	5層 C ₁	14.36	0.08	0.09	0.08	0.10	0.35	23	26	23	29	2.4	2213	1.54	6.65~6.51
	6層 C ₁	8.42	0.10	0.09	0.08	0.06	0.33	30	27	24	18	3.9	1571	1.87	7.05~6.89
	7層 B	7.37	0.13	0.04	0.08	0.07	0.32	41	13	25	22	4.3	1764	2.13	9.05~8.90
	8層 A	3.77	0.05	0.01	0.03	0.04	0.13	38	8	23	31	3.5	1495	5.98	8.22~8.17
	9層 C ₁	14.74	2.83	1.39	0.25	0.16	4.63	61	30	5	4	31.4	1086	0.74	4.26~4.15
	10層 C ₁	15.36	3.40	1.71	0.22	0.23	5.56	61	31	4	4	36.2	1060	0.64	4.10~3.95
	11層 C ₁	13.45	1.47	0.67	0.18	0.17	2.49	59	27	7	7	18.5	1691	0.83	5.92~5.83

*粘土鉱物組成によって類別した筆者らの型

土の範囲にあり、各型別の平均値ではA型0.49, B型1.03, D₂型0.93, C₁型2.45およびC₂型2.95m.e.となり、アロフェン質土壌の0.9m.e.に対して結晶質粘土土壌では2.6m.e.とかなり高くはなっていたが、先の大山火山灰土壌にみられた10m.e.以上といった土壌はみられなかった。

交換性塩基含量に対する各交換性塩基、すなわち交換性カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、カリウム(K)、およびナトリウム(Na)のそれぞれが占める割合をみると、アロフェン質土壌においてはそれぞれ38, 22, 20, および20%を占めているのに対して、結晶質粘土土壌においてはそれぞれ60, 27, 7および6%を占め、両土壌共に交換性カルシウムがその割合においては38%と60%と差異は認められたが交換性塩基の主体をなしていた。このように、交換性カルシウムを主体とする点については、先の三瓶山山麓土壌においても認められたが、大山を噴出源とする大山および蒜山土壌にはみられなかった所より、その母材の相違することも考えられた。また、交換性カリウムおよびナトリウムの交換性塩基含量に対する割合は、アロフェン質土壌が結晶質粘土土壌より高いことがみとめられた。

3. リン酸吸収係数

供試土壌のリン酸吸収係数は663~3314の範囲にあった。これを粘土鉱物組成に基づく型別の平均値でみると、A型2158, B型2786, D₂型1695, C₁型2032およびC₂型1352であり、アロフェン質土壌の平均2575に対して、結晶質粘土土壌は平均1890と低くなっていた。このようにアロフェン質土壌がその砂/粘土比において結晶質粘土土壌の1.00に対して1.96と高くなっていて、粘土含量が低いに

もかかわらず、そのリン酸吸収係数の高いのは平均20%といわれる腐植を含む土層の大部分がアロフェン質土壌に類別されているためである。

4. 等電点のpH値

供試土壌の浸透法による等電点のpH値は最高8.98, 最低3.34附近にあった。これを粘土鉱物組成にもとずく型別にその平均値でみると、A型7.0, B型5.4, D₂型7.7, C₁型5.2およびC₂型3.8を示し、土壌の粘土鉱物組成、特にアロフェン含量に対応して変化し、アロフェン質になるほど等電点のpH値は高く、結晶質になるにつれて低くなっていた。また、等電点のpH値と土壌の水懸濁液のpH値、すなわちpH(H₂O)との関係から荷電的性格を推察すると、アロフェン質土壌にあっては等電点のpH値は何れの土壌においてもpH(H₂O)値よりも高く、陽荷電的性格を帯びていると考えられるのに対して、結晶質粘土土壌にあっては等電点のpH値の方が低く陰荷電的性格を帯びていることが考えられた。

5. 各地区間の比較

今迄に報告した^{1,2,3}大山, 蒜山, 三瓶山山麓火山灰土壌および上に述べた広島県北東部に分布する三瓶山火山灰土壌の化学的性質をアロフェン質土壌と結晶質粘土土壌に類別して平均値で示すと第3表の通りである。

上記4地区について比較すると、風化の程度を示す指標といわれている砂/粘土比は三瓶山山麓(8.6) > 蒜山(2.2) > 広島北東部(1.5) ≧ 大山(1.2)の順であり、全般的傾向として三瓶山起源から大山起源へと、すなわち中国地方を西部から東部へと移るにしたがって値は小さくなり風化の進んでいることが明らかとなった。この風

第3表 各地区の火山灰土壌の化学性(平均値)

区分	アロフェン質土壌				結晶質粘土土壌				全 体			
	地域	広 島	三瓶山	蒜 山	大 山	広 島	三瓶山	蒜 山	大 山	広 島	三瓶山	蒜 山
項目	北東部	山 麓			北東部	山 麓			北東部	山 麓		
砂/粘土比	2.0	9.8	3.1	2.0	1.0	4.7	0.5	0.5	1.5	8.6	2.2	1.2
pH (KCl)	4.88	5.28	5.01	4.89	4.51	4.77	4.09	3.87	4.69	5.16	4.68	4.36
CEC*	22.2	10.2	12.2	15.3	16.4	17.6	17.5	27.4	20.0	12.0	14.1	21.6
交換性塩基*	0.90	0.92	1.65	1.13	2.60	0.76	3.64	4.62	1.75	0.88	2.37	2.94
塩基飽和度(%)	4.8	16	20.8	7.8	17.1	8.0	23.1	21.9	11.0	14.0	22.0	15.0
リン酸吸収係数	2575	1300	1854	2137	1890	1930	1512	1616	2233	1450	1730	1870
等電点のpH値	5.9	6.5	6.7	7.5	4.9	5.4	4.4	4.3	5.4	6.2	5.9	5.8
pH (H ₂ O)	5.33	5.96	5.61	5.23	5.19	5.64	5.29	4.98	5.3	5.88	5.49	5.10

* m.e./乾土100g

化の程度の相違は以下に示すごとく土壌の各種の理化学的性質に大きな影響を及ぼしていた。また4地区ともに砂/粘土比はアロフェン質土壌の方が結晶質粘土土壌よりも高い値をしめしていた。

pH (H₂O) およびpH (KCl) は上にのべた砂/粘土比と同じく三瓶山山麓>蒜山≧広島北東部>大山の順となり、何れも結晶質粘土土壌の方がアロフェン質土壌よりも低い値を示し、従来いわれているごとくアロフェンの生成にあたってはより低いpH値では生成しにくく、また生成されても安定して存在しにくいことを示していた。

等電点のpH値は、風化の進んでいるものほど結晶質粘土土壌においては低い値を示し、陰荷電的傾向が強くなることが推察されたが、アロフェン質土壌においては逆に高い値を示し陽荷電的傾向を帯びてゆくことが推察された。

CECについては、三瓶山山麓 (12) < 蒜山 (14) < 広島北東部 (20) < 大山 (22) となり、砂/粘土比にもとづく風化の程度と一致し、最も進んでいると推察される大山地区土壌において最高値を示した。

リン酸吸収係数については、全体として大山・蒜山地区土壌は三瓶山山麓地区土壌より高い値を示していたが、広島県北東部地区に分布する三瓶山火山灰土壌はその風化は進んでいると推察されるにもかかわらず高い値を示し、砂/粘土比と必ずしも対応関係は認められなかった。

以上の如く、大山、蒜山、三瓶山山麓および広島県北東部の火山灰土壌の比較において、砂/粘土比を風化の程度を示す指標と考えた場合、大山>広島県北東部>蒜山>三瓶山山麓の順となり、この順にその化学的性質はほぼ対応して変化していた。

要 約

中国地方に分布する火山灰土壌のうち、広島県北東部の火山灰土壌について、その化学的諸性質を調べるとともに粘土鉱物組成との関連について検討し、さらに大山・

蒜山火山灰土壌とも比較検討した。

- 1) アロフェン質土壌は等電点のpH値が比較的高く、交換性塩基に乏しく、リン酸吸収係数が高いのに反して、結晶質粘土土壌は等電点のpH値が比較的低く、塩基飽和度が比較的高く、リン酸吸収係数は比較的低かった。
- 2) 広島県北東部火山灰土壌の粘土鉱物組成と化学的性質との関係は、大山火山灰土壌のそれに類似していた。

文 献

- 1) 本名俊正・高田秀夫・松本 聰：中国地方の火山灰土壌について(第6報)、三瓶山火山灰土壌の二、三の化学的性質について(その1)、鳥大農研報, 38 23~28 (1985)
- 2) 松本 聰・高田秀夫・今井富蔵：中国地方の火山灰土壌について(第2報)、大山火山灰土壌の二、三の化学的性質について、土肥誌, 46 229~235(1975)
- 3) 松本 聰・本名俊正・高田秀夫：中国地方の火山灰土壌について(第4報)、蒜山火山灰土壌の二、三の化学的性質について、土肥誌, 48 497~501(1977)
- 4) 高田秀夫・松本 聰・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)
- 5) 高田秀夫・松本 聰・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)
- 6) 高田秀夫・松本 聰・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)
- 7) 高田秀夫・松本 聰・本名俊正：中国地方の火山灰土壌について(第7報)、三瓶山火山灰土壌の粘土鉱物について(その2)、鳥大農研報 41 9~15(1988)