

第二次堆積軽石土壤の活性化に関する研究 I

特に粒度組成と化学組成について

鈴木 和 也

A Study on the Activation for the Secondary
Accumulated Pumice Soil (I)
Granularity and Chemical Compositions in Particular

Kazuya SUZUKI

I. 緒 言

鹿児島県全土のおよそ半ばをおおう第二次堆積軽石層(俗にシラス)は農業および土木面で著しく不利な条件を与えているばかりでなく、毎年悲惨ながけくずれの災害をくりかえしている。これらはシラス土壤の有する土質力学的特異性によるものであるが、従来用いられてきた対策は積極的に土質そのものを改良しようというよりも特異土質からの逃避に近いものであったように思われる。

一般にシラス土壤はその粒子に孔隙がなく、緻密で、それがため透水性に乏しく、また粒子間の凝結が弛いため水の浸食に対して極めて弱いと言われている。従ってシラスの土質的特異性を改良するためには、シラス土壤粒子間の結合力を強化し、それによって有効な団粒を形成させ、保水力や通気性をよくするにある。

土壤の団粒形成の原因になるものは粒子間のファン・デル・ワールス力のほかケイ酸、酸化鉄、酸化マンガンなどに起因する結合¹⁾および有機物からくるポリウロナイド²⁾などがある。また積極的な団粒形成剤として線状合成高分子²⁾³⁾などが研究されている。シラス土壤の場合にも、これらが適用されるかどうかかわからないが、農業における堆肥の効果からしてポリウロナイド説は有効なものではないかと思われる。さらにシラス土壤は他の土壤に比べて微細な粒度成分を多く含む土壤であるが故に、土壤粒子の帯電効果はシラス土壤の団粒形成に少なからず効果を持ちうる事が期待される。

そこで筆者は団粒形成に関係するシラスの粒度組成および化学成分を知るために、先づシラス土壤の器械的組成を求めた。さらにシラス土壤の主成分であり、かつ有する荷電の大きなケイ素、アルミニウムおよび鉄の三者について化学分析を行ない、粒度組成と化学成分との関係について検討した。

II. 実 験 方 法

II-1 試料の採取

シラスの採取地は第1図に示すとおりである。

採取の方法はシラス露頭で比較的均一な部分を選び地表より 1 m の部分を採土器によって採取した。

II-2 シラス土壤の粒度組成

採取したシラス試料を室温で数日風乾し、指頭大の礫（軽石を含む）は人為的に除去した。その 50 g 前後を四分法によって分けとり、日本農学会法⁴⁾に準じて礫の部分を除き、粒径 2 mm 以下（細土）の部分について ASK 法土壤淘汰分析装置（島津製）を用いて 4～5 時間淘汰した後、土壤用円孔フルイで各粒度に篩別した。それらを乾燥し、秤量して粒度組成（器械的組成）を求めた。

II-3 化学分析

淘汰と篩別によって各粒度に区分された試料のうち、粒径 0.5～0.25 mm（以下粗砂Ⅲと仮称）および 0.05～0.01 mm（微砂）の部分についてケイ酸、アルミナおよび酸化鉄（Ⅲ）の三者について化学分析を行なった。

(1) ケイ酸の定量

試料をメノウ乳鉢で粉碎し、その約 0.5 g を正確にニッケルるつぼにとり、融剤（ K_2CO_3 1 g, KNO_3 1 g, KOH 3 g）と混合して加熱融解せしめ、放冷する。これを水約 30 ml にとかし蒸発皿に移し、少量の過酸化水素水を加えて 2 価の鉄を酸化する。さらに 6 N 塩酸 50 ml を加えて湯浴上で蒸発乾固し、そのまま 30 分間加熱を続ける。これに 3 N 塩酸 50 ml を加えて加熱せしめ定量用ろ紙を用いてろ過し、0.5 N 塩酸および温水で沈殿を洗浄する。ろ液および洗液は前記同様、湯浴上乾固をくりかえし、3 N 塩酸を加えてケイ酸を十分沈殿させ、再びろ過・洗浄して沈殿を集め、ろ紙とともに灰化して恒量とし、ろ紙灰およびるつぼの重さをさし引いてケイ酸の量とした。

(2) アルミナおよび酸化鉄（Ⅲ）の定量

試料をメノウ乳鉢で粉碎し、その約 0.1 g を正確に白金るつぼに秤取し数滴の 0.5 N 塩酸でしめし、硫酸（1:3）2 ml および弗酸約 3 ml を加え湯浴上で温めて試料を分解する。弗酸が揮散し終わったら砂皿上に移し、硫酸の白煙を生ずるまで加熱する。放冷後約 3 ml の 6 N 塩酸を加え砂皿上加熱乾固して硫酸を追い出す。再び放冷後 6 N 塩酸 20 ml にとかし水を加えて正しく 100 ml として試料原液とした。これを適当量に希釈（2000～10000 倍）して試料溶液をえた。定量は本島のオキシソ法⁵⁾に準じた。即ち、再結晶精製したカリウム明バンおよび最純鉄アンモニウム明バンを用いて各種濃度の 0.1 N 硫酸酸性溶液をつくり標準溶液とした。それらの標準溶液各 25 ml を 100 ml 用ビーカーにとりオキシソ溶液 3 ml を加え、2 N 酢酸アンモニウム溶液を滴下して pH 5.0 に調整する。これを 100 ml 用分液ロートに移し、液量を水で 50 ml にする。これにクロロホルム

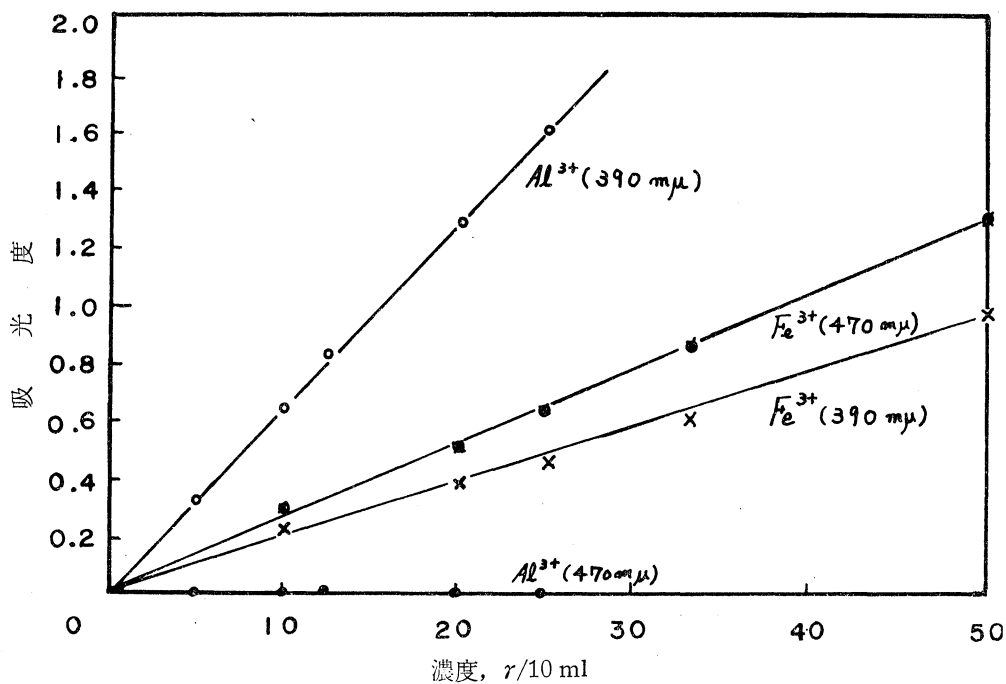


第1図 シラス試料採取地

1. 鹿児島
2. 加治木
3. 岩川
4. 鹿屋
5. 指宿
6. 池田
7. 知覧

10.0 ml を加え 1 分間はげしく振りまぜる。アルミニウムおよび鉄のオキシシテレートクロホルム溶液をあらかじめ無水硫酸ナトリウム 1 g を入れた共栓びんに移し、軽く振って脱水し、20 分後に島津ボッシュロム回折格子形光電比色計（スペクトルニック 20）を用いて 390 および 470 m μ における吸光度を測定し、Al³⁺ および Fe³⁺ の検量線（第 2 図）をつくり、計算式をえた。ついで試料溶液についても同様に吸光度を測定し、計算式から Al³⁺ および Fe³⁺ の濃度を求めアルミナおよび酸化鉄（Ⅲ）として算出した。

第 2 図に Al³⁺ および Fe³⁺ の検量線を示す。



第 2 図 Al³⁺ および Fe³⁺ の検量線

第 2 図から求められた Al³⁺ および Fe³⁺ の計算式はつぎのとおりである。

$$C_{Al} = \frac{0.0260 \times (390 \text{ m}\mu \text{ における吸光度}) - 0.0195 \times (470 \text{ m}\mu \text{ における吸光度})}{0.00166}$$

$$Al^{3+} = (C_{Al}/10) \times (\text{希釈倍数}) \times r / (\text{試料の重さ})$$

$$C_{Fe} = \frac{(470 \text{ m}\mu \text{ における吸光度})}{0.0260}$$

$$Fe^{3+} = (C_{Fe}/10) \times (\text{希釈倍数}) \times r / (\text{試料の重さ})$$

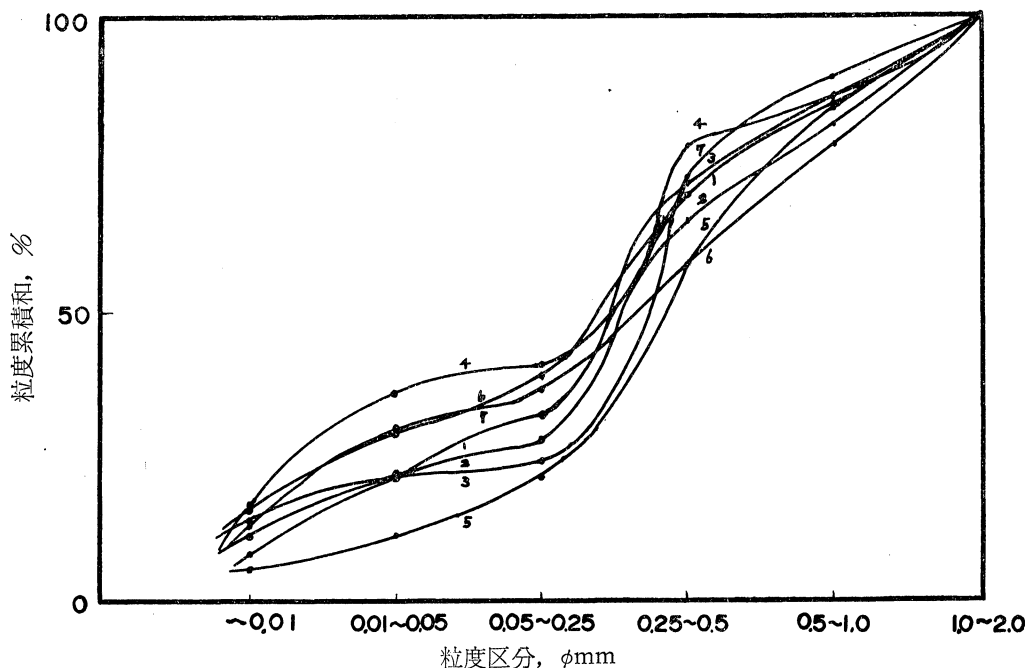
III. 結果および考察

III-1 シラス細土の粒度組成

シラス細土の淘汰による粒度組成を第 1 表に、その累積和曲線を第 3 図に示す。

第1表 シラス細土の粒度組成 (%)

No.	粗度区分		粗				砂		細砂	微砂	粘土
	地域		ϕ mm 2~1	ϕ mm 1~0.5	ϕ mm 0.5~0.25	ϕ mm 2~0.25 計	ϕ mm 0.25~0.05	ϕ mm 0.05~0.01	ϕ mm 0.01 ~		
1	鹿 児 島 加 治 岩 川 指 宿 池 田 知 寛	島木	14.00	15.14	38.92	60.07	9.95	13.87	8.11		
2		木川	17.89	16.55	38.49	73.14	4.93	10.90	11.10		
3		屋	14.94	14.95	46.94	75.83	2.84	12.87	8.46		
4		指	13.06	8.02	38.21	59.29	4.47	20.02	16.22		
5		池	15.05	26.11	39.31	80.47	8.27	6.20	5.06		
6		田	21.49	21.26	21.56	64.30	8.33	14.12	13.25		
7		寛	9.59	17.15	37.21	63.95	6.23	15.64	14.18		



第3図 シラス細土の粒度累積和曲線

第3図からわかるように粒度累積和曲線はいずれも二次堆積の典型的な曲線を示している。シラス土壌は一般に砂土もしくは砂壤土に属し、シラス原土の礫の割合は約 9.9% であり細土の粘土・微砂・細砂・粗砂の割合はそれぞれ平均 11.1%・13.0%・7.0% および 68.2% であった。粗砂のうち粒径 0.5~0.25 mm の占める割合が最も多く、約 30~47% を占めている。従ってシラス土壌の活性化の基礎実験試料としては団粒形成能に関係の深い粒径を考慮して粒径 0.5 mm 以下の部分を集めて実施するとよいと考えられる。

III-2 シラス土壌の化学成分

シラス土壌の粒度組成から粒径 0.5 mm 以下に大半が集中され、さらに粒径 0.5~0.25 mm および 0.05~0.01 mm の部分に著しい分布がみられたのでこれらを試料としてケイ酸、アルミナおよび酸化鉄(Ⅲ)の化学分析を行なった。その結果を第2表に、またそれらの成分と粒度組成との関係を第4図に示す。

第2表 シラスの微砂および粗砂Ⅲの化学成分組成 (%)

No.	1		2		3		4		5		6		7	
	鹿 児 島		加 治 木		岩 川		鹿 屋		指 宿		池 田		知 覧	
φ mm	0.01	0.25	0.01	0.25	0.01	0.25	0.01	0.25	0.01	0.25	0.01	0.25	0.01	0.25
成分	~0.05	~0.5	~0.05	~0.5	~0.05	~0.5	~0.05	~0.5	~0.05	~0.5	~0.05	~0.5	~0.05	~0.5
SiO ₂	63.85	64.86	70.92	71.21	72.23	69.87	75.53	71.34	73.39	64.43	71.99	67.54	69.29	66.54
Al ₂ O ₃	21.82	29.70	25.79	26.87	21.50	30.67	28.63	25.20	26.78	31.07	25.33	30.08	26.40	34.27
Fe ₂ O ₃	4.74	8.25	6.38	6.51	3.69	6.02	5.48	4.61	5.32	11.49	3.49	15.17	6.10	10.49

ケイ酸の化学組成は地域および粒度に無関係にほぼ一定で約 70 % である。アルミナおよび酸化鉄 (Ⅲ) の微砂の化学組成は一般にそれぞれ約 20 % および 5 % であるが、粗砂Ⅲについてはやや多く、特に指宿・池田・知覧の場合約 30 % および 10 % 以上を占めている。これらの相違は噴出源の違いに由来するものと考えられる。

また、これらの分析値を篩別しないシラスについての文献値⁶⁾⁷⁾と比較すると、ケイ酸はよい一致をみるが、アルミナおよび酸化鉄 (Ⅲ) ではかなり大きな値を示している。これは粒径 0.5 mm 以上の部分に含まれているアルミナおよび酸化鉄 (Ⅲ) が粒径 0.5 mm 以下の部分に比べて少ないためであると推定される。

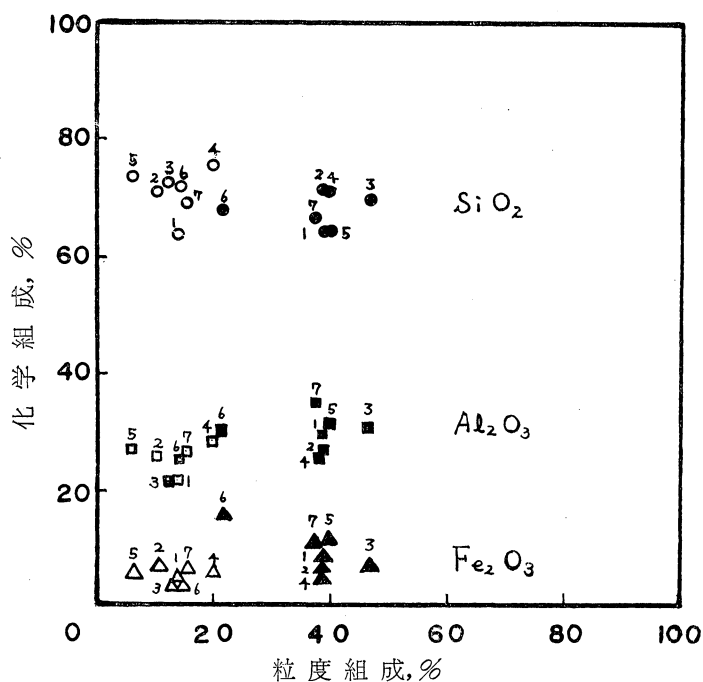
以上のことからシラス土壌の活性化をはかるにはその主成分であるケイ酸、アルミナおよび酸化鉄の三者に対して処理を行なえばかなりの効果が期待できると思われる。

IV. 摘 要

一般にシラス土壌はその粒子に孔隙がなく、緻密であるので透水性に乏しく、粒子間の結合が強く、水の浸食に対して極めて弱いと言われている。従ってシラスの土質的特異性を改良するためにはシラス土壌粒子間の結合力を強化し、それによって有効な団粒を形成させるにある。

そこで筆者はシラス土壌の団粒形成をはかる基礎的実験として、団粒形成に関係するシラスの粒度組成およびそのおもな化学組成を鹿児島県下 7 個所について調べた。

その結果、得られた知見はつぎのとおりである。



第4図 シラスの粒度組成と化学組成

白：微砂 (φ 0.05~0.01 mm)

黒：粗砂Ⅲ (φ 0.5~0.25 mm)

1. シラス土壌は一般に砂土もしくは砂壤土に属し、粒径 0.5~0.25 mm のものが平均約 40 %、粒径 0.05~0.01 mm のものが平均約 10 % で 0.5 mm 以下のものが平均約 70 % である。従ってシラス土壌活性化の実験試料としては粒径 0.5 mm 以下の部分を集めて実施するとよい。

2. ケイ酸の化学組成は地域および粒度に無関係にほぼ一定で約 70 % である。

3. アルミナおよび酸化鉄 (III) は粒径 0.05~0.01 mm よりも 0.5~0.25 mm の部分に比較的多く存在し、それらの占める割合はそれぞれ約 20~30 % および 5~15 % である。

従ってシラス土壌の活性化をはかるための試料は粒径 0.5 mm 以下の部分を用い、かつその土壌の主成分であるケイ素、アルミニウムおよび鉄の三者に対して処理を行えばかなりの効果が期待できるものと思われる。

本研究は本学部、船元重春先生のご懇篤なご指導によって実施された。深甚の謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 川口桂三郎, 熊田恭一, 青峰重範, 古坂澄石, 佐々木清一, 高井康雄, 山根一郎, 船引真吾: 土壌学, P. 101, 朝倉書店 (昭 42)
- 2) 東久保勝彦: 高分子, **10**, 957 (1961)
- 3) 喜田大三: 高分子, **10**, 962 (1961)
- 4) 三井哲夫, 満田久輝, 秦 忠夫: 農芸化学実験書, P. 254, 産業図書 (昭 33)
- 5) 本島健次: 日化, **76**, 903 (1955)
- 6) 鹿児島県企画部開発課: シラスについて, シラス試料 No. 1, P. 8 (昭 39)
- 7) 大庭 昇, 露木利貞, 海老原紘子: 岩鉱, **58**, 81 (1967)

Summary

It is generally said that the secondary accumulated pumice soil "shirasu" is extremely susceptible to water erosion, because its particles are too fine and smooth to coagulate. Accordingly in order to improve on this peculiar character of shirasu, it is necessary to activate the particles and increase the inter-particle aggregatory force, thereby causing the particles to aggregate.

In this connection, a series of mechanical and chemical analyses were conducted of shirasu soil and the following results were gained.

1. The secondary accumulated pumice is a sand or sand loam in terms of granularity. 70 % of the particles are less than 0.5 mm in diameter.

2. The 70 % of the particles (less than 0.5 mm in diameter) are divided into two groups: 0.5-0.25 mm group and 0.05-0.01 mm group. These two groups were analyzed with the following results.

Particles Oxides	0.5-0.25 mm in diameter	0.05-0.01mm in diameter
SiO ₂	ab. 70%	ab. 70%
Al ₂ O ₃	ab. 20-30%	ab. 20%
Fe ₂ O ₃	ab. 5-15%	ab. 5%

3. This table shows that in order to activate the shirasu soil, the sample should be less than 0.5 mm in diameter, and that Si, Fe and Al in the soil must especially be taken into consideration in the process of activation.