

第二次堆積軽石土壤の活性化に関する研究 (II)

—土壤の物理的性質—

鈴木 和 也

A Study on the Activation for the Secondary Accumulated Pumice Soil (II)

—Physical Properties of Soil—

Kazuya Suzuki

I. 緒 言

シラス土壤についての化学成分や鉱物学的報告は沢山見られるが、その物理的性質の測定に関する報告はあまりみあたらない。本報ではシラス土壤の物理的特異性を明らかにするためにシラス土壤と対照土壤について、真比重、仮比重、孔隙率、吸湿係数、含水量および透水係数などを比較検討した結果について報告する。

II. 実 験 方 法

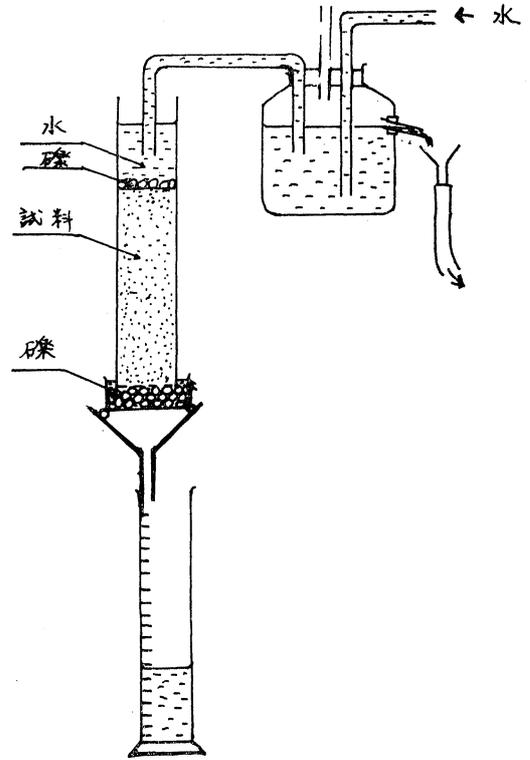
試料 鹿児島市郡元のシラス土壤、川辺郡知覧の水田土壤 および都城市和田の畑土壤（以下それぞれ郡元シラス、知覧対照土壤および都城対照土壤という）を風乾し、2 mm 以下の粒度部分を集めて細土試料とした。さらに郡元シラスについて ASK 法で淘汰篩別し、各粒度に分けた 5 部分を集めて風乾し粒度別試料とした。

物理的性質の測定

1. 真比重 室温で風乾した各土壤試料について、50 ml 容の比重瓶を用いて常法¹⁾によって測定した。
2. 仮比重 室温で風乾した各土壤試料について、100 ml 容の真ちゅう製円筒を用いて常法¹⁾によって密状態における仮比重を測定した。
3. 孔隙率 真比重と仮比重から孔隙率¹⁾を求めた。
4. 吸湿係数 室温で風乾した各土壤試料約 10 g を秤量瓶 (4×2 cm) にとり、秤量瓶の蓋をとって新しく調整した比重 1.3325 の硫酸 300 ml を入れた真空デシケーターに入れる。これを油ポンプで吸引し、20°C で水銀柱 17 mm に減圧し、温度変化の少ない暗所に 3 日間放置する。この間時々圧力を調整して一定に保つ。3 日後、秤量瓶をとりだし、速やかに蓋をして天秤室に 30 分間放置後秤量する。そして蓋をとってこれを 105°C で 24 時間脱水し、秤量して減量から関係湿度 50 % における吸湿係数²⁾を求めた。
5. 含水量 日本農学会法²⁾に従って含水量を測定した。すなわちガラス円筒 (5×5 cm) 2 個

を重ね、両円筒の接着部の外側をテープで貼りつける。円筒の一端にろ紙をあて、その上に真ちゅう網で覆い、これを糸で縛る。この円筒に風乾土壌を密状態に填充する。これを深さ 0.5 cm に保った水中に立て土柱表面まで水が上昇したのち 24時間放置後、両円筒を分離し、両円筒の中央より約 10 g の土壌を秤量瓶 (4×2 cm) にとり、速やかに蓋をして秤量する。この蓋をとってこれを 105°C で 24 時間脱水し、減量から乾土 100 g あたりの水分量 (重量%) を求めた。

6. 透水係数 第 1 図の装置によって定水位透水試験をおこない、ダルシーの式を適用して透水係数³⁾を測定した。すなわち、アクリル樹脂円筒 (5×20 cm) の一端を真ちゅう金網で覆い底にする。風乾した土壌試料を円筒の約 2/3 填充し、単位時間内の透水量の変化を少なくするために、容水量測定と同様、土柱表面まで水が上昇してから 24 時間後に定水位透水試験に供し、一定時間に流出する透水量を測定し、次式によって 15°C における透水係数 (k_{15}) を算出した。



第 1 図 透水試験装置

$$k_{15} = \frac{l \cdot Q}{h \cdot A \cdot t} \cdot \frac{\mu_T}{\mu_{15}} \text{ (cm/sec)}$$

l : 試料の高さ (cm)

h : 水頭 (cm)

A : 試料の断面積 (cm²)

t : 時間 (sec)

Q : 時間 t の浸透水量 (cm³)

μ_T/μ_{15} : 透水係数の温度 $T^\circ\text{C}$ による補正係数

III. 結果および考察

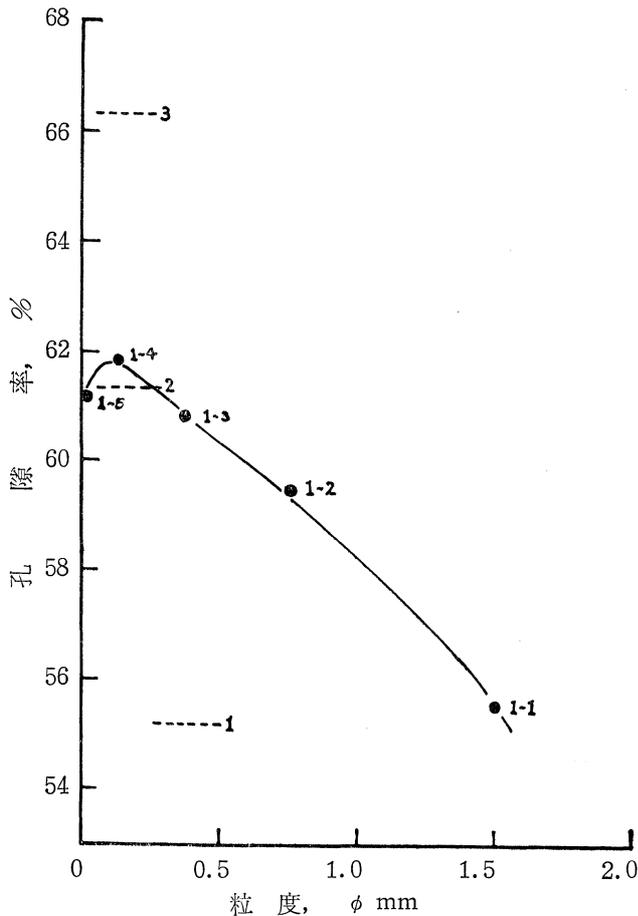
前記のシラス土壌、対照土壌の細土試料および ASK 法によって淘汰篩別したシラスの粒度別試料について、物理的性質の測定結果を第 1 表に示す。

1. 真比重 一般にシラスの真比重は 2.3~2.4 の範囲にあるといわれているが、第 1 表のごとく郡元シラスのそれは 2.41 であり、各粒度のそれも大差はなく、土壌粒子が大きくなるにつれて真比重はやや大きくなる。ただ粒径 2.0~1.0 mm の部分の値が著しく小さな値を示すのは、この

第1表 各試料の物理的性質

試料番号	試料	粒径 ϕ , mm	真比重	仮比重	孔隙率 (%)	吸湿係数 (重量%)	含水量 (重量%)	透水係数 (cm/sec, $\times 10^{-3}$)
1	郡元・シラス	2.0>	2.41	1.08	55.19	0.90	40.30	0.40
2	知覧・水田	"	1.93	0.69	61.27	6.56	98.71	0.43
3	都城・畑(ローム)	"	2.26	0.65	66.33	20.06	141.69	0.93
1-1	郡元・シラス	2.0~1.0	2.07	0.92	55.51	0.79	16.93	15.68
1-2	"	1.0~0.5	2.45	1.00	59.37	0.63	29.92	8.26
1-3	"	0.5~0.25	2.42	0.95	60.74	0.60	52.54	5.08
1-4	"	0.25~0.05	2.41	0.92	61.83	0.68	60.45	1.91
1-5	"	0.05~0.01	2.39	0.83	61.09	0.91	66.70	0.56

部分にかなりの軽石様粒子が含まれているためと思われる。なお、一般の堆積土(沖積世)の真比重(2.6~2.7)に比べると、シラス土壌のそれはいくらか小さな値を示すことから、シラス土壌の改良策として、この土壌の比重を大きくする試みも考慮されるべきではないかと考えられる。しかし、対照土壌の真比重はシラス土壌のそれより小さいことからして比重のみで云々することは無意味とも思われる。



第2図 細土およびシラスの粒度別孔隙率

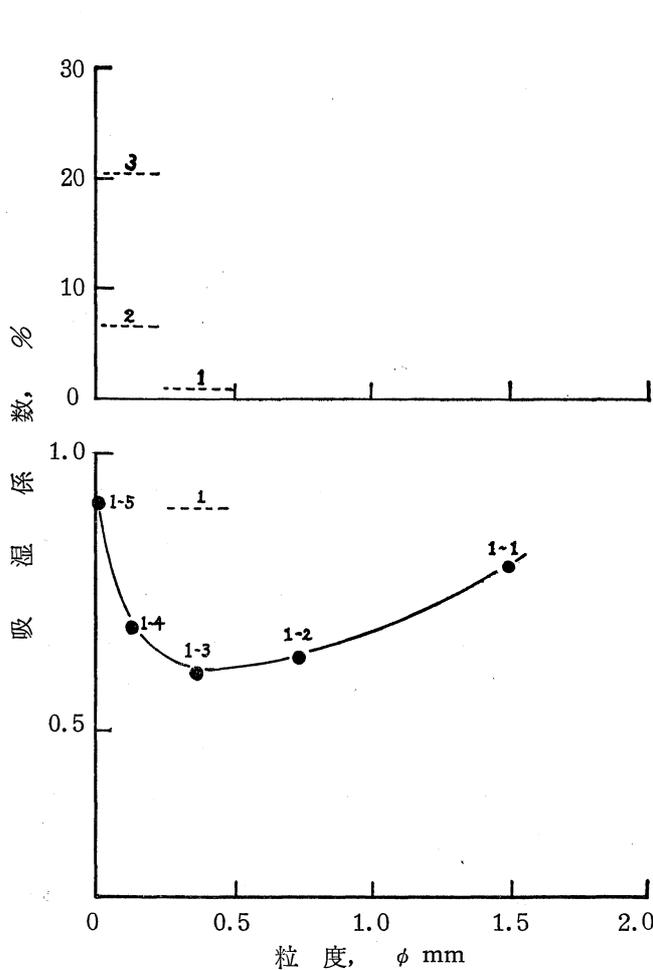
1. 郡元シラス(細土), 2. 知覧水田(細土),
3. 都城畑(細土)
- 1-1. ϕ 2.0~1.0 mm, 1-2. ϕ 1.0~0.5 mm,
- 1-3. ϕ 0.5~0.25 mm, 1-4. ϕ 0.25~0.05 mm
- 1-5. ϕ 0.05~0.01 mm

2. 仮比重 郡元シラス細土の仮比重は1.08であり、各粒度のそれは0.83~1.00の範囲に分布する。これらの値も真比重の場合と同様土壌粒子が大きくなるにつれて、大きくなる傾向がある。腐植に富み、よく凝集した土壌では1以下とされており、対照土壌では0.7以下であることから、シラス土壌活性化のためには仮比重を小さくなるように処理することが有効であるように思われる。

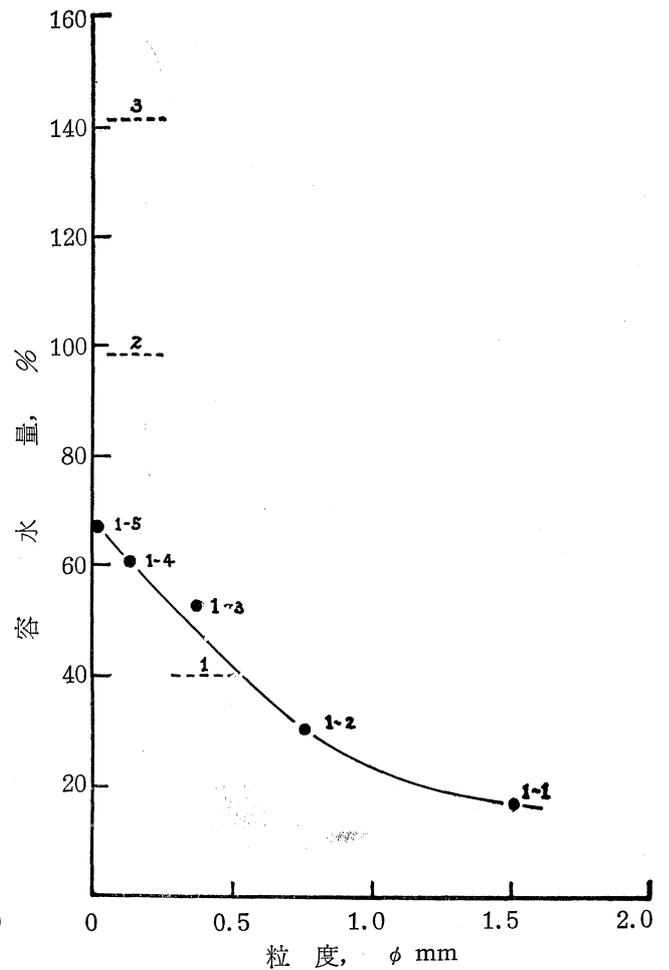
3. 孔隙率 真比重と仮比重から計算された孔隙率は、郡元シラスでは55.3%であり、知覧および都城の各対照土壌ではそれぞれ61.3%および66.3%である。また、郡元シラス土壌の粒度別孔隙率は第2図に示すごとく、粒径0.25~0.05 mm(細砂)の部分で最大(61.8%)で粒度が大きくなるにつれて小さくなる。これは一定容積中に存在する粒子の数は粒子の大きい方が少ないので、当然粒子の大きい方が見かけ上疎に填充され孔隙量は大きくなるはずであるにも拘わらず、逆の結果が現われている。これはつぎのよう

な理由によるものと考えられる。すなわち、粒子の大きな部分では粒子の形の不規則さがかなりの効果をあらわし、それらの粒子がからみ合って密に填充されているためと考えられる。また小さい粒子では、それらの表面はかなり磨耗されていると考えてよいから、従って単位孔隙はからみ合った大きい粒子の単位孔隙と大差はないにも拘わらず、一定容積中の孔隙の数が多いので孔隙率は大きくなるものと推定される。上記3種の孔隙率において、シラス土壌が対照土壌よりも著るしく小さい事実はそれらの粒度組成に前述の仮説を適用することで説明することができる。すなわち、対照土壌では粒径 0.25 mm 以下の部分が 60~75%，孔隙率 61~67% に対し、シラス土壌では 20~40%，孔隙率 55% となっている。従ってシラス土壌を少なくとも対照土壌なみに改良するためには、粒子を微砂なみに砕くことが考えられるが実際には困難であるので、何らかの方法で毛管細孔を多くし、孔隙率を大きくする試みが必要である。

4. 吸湿係数および容水量 細土およびシラスの粒度別吸湿係数を第3図に、その容水量を第4図に示す。

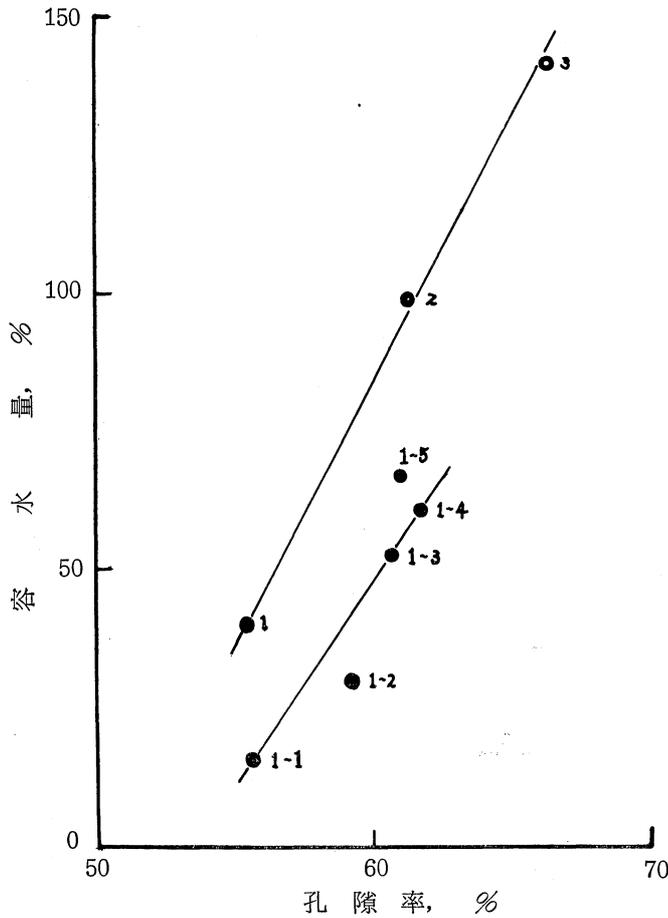


第3図 細土およびシラスの粒度別吸湿係数

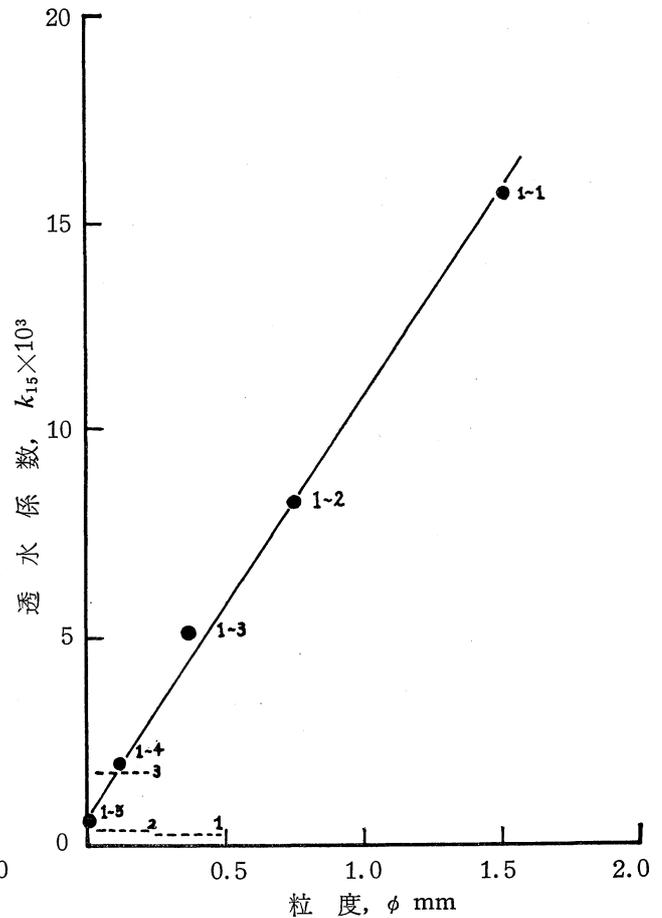


第4図 細土およびシラスの粒度別容水量

- 1. 郡元シラス (細土), 2. 知覧水田 (細土), 3. 都城畑 (細土)
- 1-1. φ 2.0~1.0mm, 1-2. φ 1.0~0.5mm, 1-3. φ 0.5~0.25mm
- 1-4. φ 0.25~0.05mm, 1-5. φ 0.05~0.01mm



第5図 孔隙率と含水量との相関図



第6図 細土およびシラスの粒度別透水係数

1. 郡元シラス (細土), 2. 知覧水田 (細土), 3. 都城畑 (細土)
 1-1. ϕ 2.0~1.0mm, 1-2. ϕ 1.0~0.5mm, 1-3. ϕ 0.5~0.25mm
 1-4. ϕ 0.25~0.05mm, 1-5. ϕ 0.05~0.01mm

吸湿係数 (重量%) は対照土壤では 6.56% および 20.06% でかなり大きな値を示すのに対し、シラス細土および粒度別試料はほぼ一定で 0.6~0.9% である。また、含水量 (重量%) は対照土壤では約 99% および 142% であり、シラス土壤は約 40% である。細土試料の吸湿係数は孔隙率とほぼ対応している。また含水量もほぼ孔隙率と対応しているが、ただ第5図にみられるごとく、同じ孔隙率に対する含水量のちがいは有効毛管孔隙の多少によるものと思われる。一方、俗にいう保水力とは吸湿係数と含水量とを因子にもつと考えられるから、保水力を有する土壤は孔隙率の大きな土壤であるといえる。ゆえに前述したごとく、シラス土壤の活性化をはかるためには孔隙率特に有効毛管孔隙を大きくすることに意義があると思われる。

5. 透水係数 細土およびシラスの粒度別透水係数を第6図に示す。郡元シラスの粒度別の透水係数はほぼ粒度に比例する。これを細土についてみると、都城対照土壤についてはこの土壤がかなり有機物を含んでいる危険性から他の2者と一律には比較できないが、粒度の小さい知覧対照壤土と粒度の大きいシラス土壤とで透水係数の差が目立たないのは、粒度の大きいシラス土壤に含有されている微砂の填充効果によるものと推定される。

IV. 摘 要

シラス土壌の物理的特異性を明らかにするために、シラス土壌と対照土壌について、物理的性質の測定をおこなった。その結果つぎの知見がえられた。

1. シラス土壌の真比重および仮比重は、それぞれ 2.41 および 1.08 であり、対照土壌のいずれの値よりも大きい。
2. シラス土壌の孔隙率は約 55 % であり、対照土壌では約 60 % 以上である。シラス土壌の粒度別孔隙率は 56~62 % の範囲に分布し、粒度が大きくなるにつれて小さくなる。
3. 吸湿係数は関係湿度 50 % において、シラス土壌では 1 % 以下であり、対照土壌では 6 % 以上によぶ。
4. 容水量はシラス土壌では 40 %、対照土壌では 100 % 前後である。
5. 保水力は吸湿係数と容水量を因子にもつと考えると、シラス土壌は対照土壌に比し保水力がかなり小さい。しかもこの保水力は孔隙率に依存しているように思われる。
6. 透水係数はほぼ粒度に比例するにも拘わらず、粒度の大きいものを多く含むシラス土壌と粒度の小さい対照土壌との間には大差が見られない。これはシラス土壌における微砂成分の填充効果によるものと推定される。

本研究は本学部の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) 船引真吾, 青峰重範: 土壤学実験法, 221, 223, 養賢堂 (昭32)
- 2) 京都大学農学部農芸化学教室編: 農芸化学実験書, 第1巻, 269, 産業図書 (昭33)
- 3) 日本規格協会: JIS A1218

Summary

Some of the physical values on Shirasu soil were determined to examine its mechanical properties, comparing with common soils as the reference.

1. Both the true and the apparent density of Shirasu and the other reference soils were decided, and those values were available for the calculation of the porosity of each soil.
2. The porosity of Shirasu soil, generally, decreases with the increase of its particle size and the value 55 % of Shirasu soil was less than the value about 60 % of the reference soils.
3. The hygroscopic coefficient of Shirasu and the reference soils were given as below 1 % and above 6 %, respectively, at 50 % of relative humidity.
4. The values of the water holding capacity in Shirasu soil and the reference soils were about 40 % and about 100 %, respectively.
5. The values of both hygroscopic coefficient and water holding capacity

suggest that Shirasu soil must be inferior to the reference soils, in aspect to the water preservation which seems to be affected with the porosity of the soils.

6. The coefficient of water permeability through Shirasu soil which contains a certain amounts of larger particle was almost same as that of the reference soils which consists of smaller particles, even though it is roughly proportional to the particle size. This comes from the result that the fine particles fill up the larger particles in it.