



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

クロボク土の団粒の安定性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 足立, 忠司, 西出, 勤, 千家, 正照 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5525

クロボク土の団粒の安定性

足立忠司・西出 勤・千家正照

農業水利学研究室
(1985年7月31日受理)

Studies on the Stability of Aggregate due to Soil Humus of Kuroboku Soil

Tadashi ADACHI, Tsutomu NISHIIDE
and Masateru SENGE

Laboratory of Irrigation and Drainage Engineering
(Received July 31, 1985)

SUMMARY

The authors studied the stability of aggregates due to soil humus of volcanic and non-volcanic ash organic soils, so-called Kuroboku soil, through analysis of water-stable aggregates, water holding capacity and penetrated depth by kneading.

The results obtained are summarized as follows :

- 1) The aggregates of each soil are reduced in size by kneading. However, coarse aggregates of non-volcanic ash organic soil become smaller than those of volcanic ash organic soil.
- 2) The differences between volcanic and non-volcanic ash organic soil are observed in the low region of soil moisture suction. In volcanic ash organic soil, pF increases due to kneading. On the other hand, in non-volcanic ash organic soils, pF decreases as a result of kneading.
- 3) The penetrated depth by kneading of volcanic ash organic soil is much the same as that for non-kneading. But the penetrated depth due to kneading of non-volcanic ash organic soil remarkably increases.

From the above results, it was considered that coarse aggregates of volcanic ash organic soil are more stable than those of non-volcanic ash organic soil.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (50) 343—352, 1985.

要 約

火山灰性及び非火山灰性クロボク土の各団粒の安定性をその外力に応答する挙動としてとらえ、練返しに伴う団粒分布、保水性、貫入深の各変化から検討した。これらの実験事実から、非火山灰性クロボク土は、火山灰性クロボク土に比べて、その粗団粒の微細化が著しいこと、低 pF 領域において、火山灰性クロボク土は保水性が増大するのに対し、非火山灰性クロボク土では保水性の低下がみられること、さらに、貫入深は火山灰性クロボク土に比し、非火山灰性クロボク土では著しく増大すること等が解明された。

ま え が き

本報告で用いているクロボク土とは、土壌中の有機物質が腐植として土粒子に比較的安定して結合している土壌を総称している。

したがって、本報告でのクロボク土には、火山灰起源のものと非火山灰起源のものとが含まれることになるが、いずれも腐植ののりづけ作用により形成される粘土腐植複合体であり、この粘土腐植複合体の集合体としての団粒がクロボク土の外力に応答する行動単位となっている。

古くはこのクロボク土は、土壌の肥沃性の観点から取扱われるのみで、土壌工学的観点からの研究は少く、その特異な土壌構造のために特殊土（不良土）とされていた。

最近では、土壌工学的に見たクロボク土の機作の解明もかなり進んできたが、その多くは含有腐植の量的側面からの解明が大半であり、また、我国のクロボク土の内、非火山灰起源のものは東海・北陸地方の一部に分布するのみであるため¹⁾、クロボク土に関する研究は火山灰起源に由来するクロボク土についてのものが大半である。

本報告は、非火山灰性クロボク土の物理的・工学的性質の把握に際して、この行動単位としての団粒の外力に対する安定性という観点から検討したものである。

すなわち、農地基盤や農業構造物としては不良土として取扱われることが多かったクロボク土の利用・体系化を図るためには、有機物含有量での量的整理だけでなく、腐植の質的な側面からも、クロボク土の物理的・工学的性質の検討を行う必要がある。しかし、腐植の質的な側面からの検討は容易ではないので、母材の相違という観点からまず検討することにして、本報告では、火山灰性クロボク土と非火山灰性クロボク土とを供試し、前報²⁾同様練返しという外力に対する各団粒の安定性を、団粒分布、保水性、貫入深の各変化を通して検討したものである。

供試土ならびに実験方法

上述のように、本報告の主眼は、火山灰性クロボク土と非火山灰性クロボク土との含有腐植の機能対比であるから、表一1（物理性を示す）のように、火山灰性クロボク土1種（宇大表土：宇都宮大学清原農

表一1 供試土とその物理性

	三重1心土	三重1表土	各務原	三重2	宇大表土
自然含水比 (%)		94.76	93.27	69.25	
湿潤密度 (g/cm ³)		0.996	1.074	1.239	
乾燥密度 (g/cm ³)		0.517	0.548	0.738	
真 比 重	2.681	2.338	2.363	2.543	2.502
間ゲキ率 (%)		77.89	76.92	70.98	
間 ゲ キ 比		3.52	2.87	2.45	
飽和度 (%)		62.89	68.89	72.01	
三 相 分 布	固 相 率 (%)		22.11	23.08	29.02
	液 相 率 (%)		48.99	51.11	51.11
	気 相 率 (%)		28.90	25.81	19.87
有機物含有量 (%)	2.04	37.59	27.77	17.37	21.43
液 性 限 界 (初期含水比) (%)	57.20 (35.35)	128.70 (105.99)	104.92 (87.06)	92.08 (70.26)	146.82 (112.23)
	49.30 (3.6)	79.70 (16.54)	93.00 (14.66)	70.10 (13.48)	103.18 (20.26)
塑 性 限 界 (初期含水比) (%)	32.30 (34.96)	87.23 (104.20)	65.16 (86.84)	71.69 (71.43)	132.04 (112.84)
	26.42 (4.10)	62.77 (17.07)	62.49 (10.99)	43.57 (8.52)	71.27 (17.09)
収 縮 限 界 (初期含水比) (%)	28.57 (36.07)	74.61 (102.38)			
	31.17 (3.64)	71.45 (16.50)			

場採土。採土深20~40cm。主要粘土鉱物アロフェン。), 非火山灰性クロボク土3種(三重表土1:三重県員弁郡大安町林地。採土深13~30cm。三重表土2:三重県安芸郡安濃町津野菜試験場林地採土。採土深45~60cm。各務原:旧岐阜大学那加演習林苗圃内採土。採土深10~30cm。), さらに比較対照土として腐植を殆んど含まない非火山灰土1種(三重心土:採土地は三重表土1に同じ。採土深60~80cm。)の計5種類の土壌を供試した。いずれも未耕土であるが, 練返しに際しては, 生土(自然含水比)の水分段階における4.76mmフルイ通過分(三重心土, 三重表土1)と2mmフルイ通過分(三重表土2, 各務原, 宇大表土)を供試した。

練返しは, 水分変化を防ぐためにビニール袋内で, 同一人物(約53~54kg)が足で1秒間2回の割合で踏む操作とし, また, 練返し時間は, 2.5, 5, 10, 20分間とし, 練返しを施さない試料(練返し0分)と比較した。ただし, この練返し0分も練返しを施さないのみで, 練返しを施す試料と全く同一の前処理を行っている。さらに, 1回の練返し試料量は300gで, 練返し時の含水量は, 各試料の液性限界の水分状態(練返し3日前に水分調整し, 密封静置)であり, 練返し後, 各試験に供試した。

団粒分析は耐水性団粒試験によったが, 練返しに伴う団粒径の変化をみることを目的であるから過酸化水素水による前処理は行わず, また, 装置の振幅, その速度の関係から, 分析時間は64~71分間とした。

なお, 練返し後, 各試料とも十分な蒸留水に24時間浸した後, 30gを団粒分析に供試した。

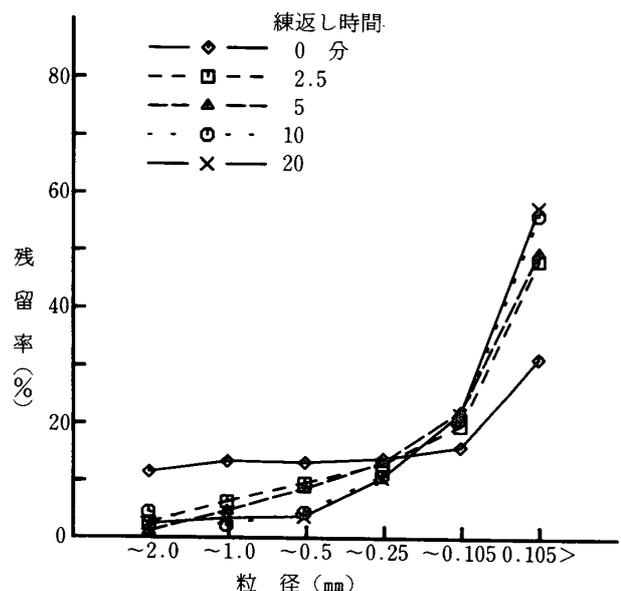
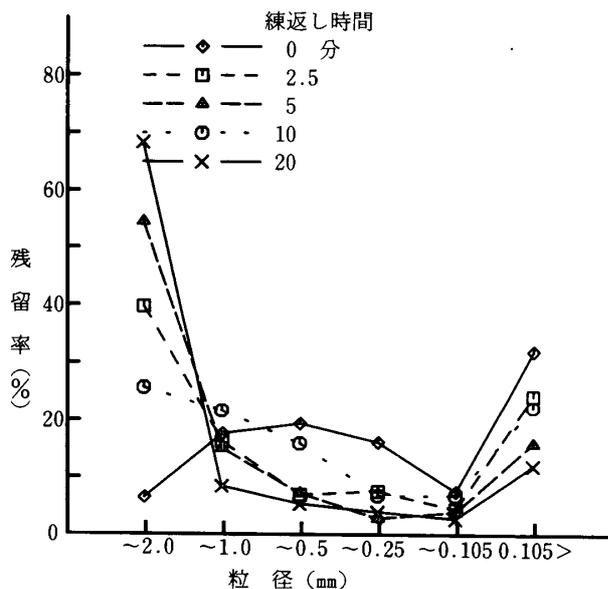
保水性試験は, 遠心法により, 試料は練返し後直ちに炉過筒に充填し, 24時間毛管飽和させた後供試した。

さらに, フォールコーン(先端角60°, 全落下質量60.15g)による貫入試験でも, 各試料の液性限界の水分状態で練返し後, シキソトロピー効果を一定にするため, 24時間密封静置した後, 径3.8cm, 高さ8.7cmの円筒形容器に, 机上で軽く50回/層たたき, 3層に詰めたものを供試した。

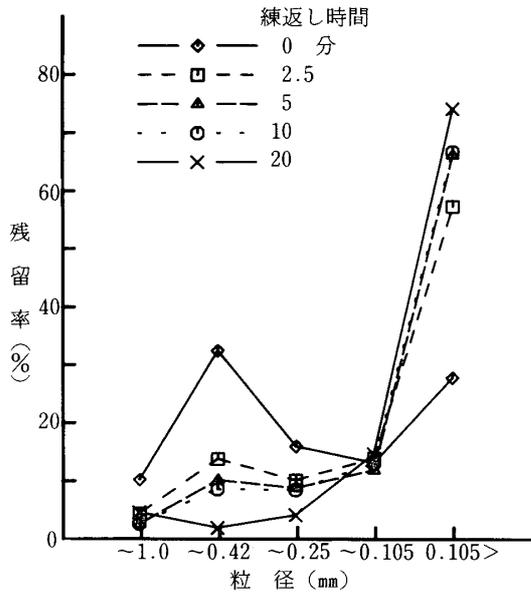
実験結果ならびにその検討

1. 物理的性質

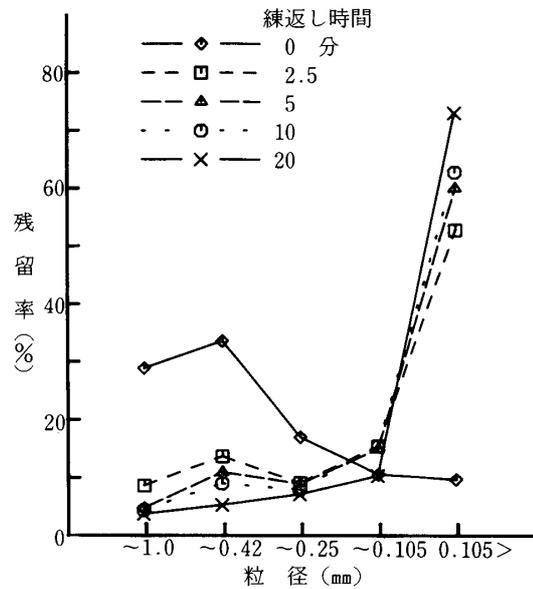
表一の供試土の物理的性質に関する実験結果から, 有機物含有量の増加に伴って, 真比重は低下すること, また, 自然含水比や液性, 塑性限界の値を反映する保水性は, 非火山灰土壌間では有機物含有量の増加に伴って増大するが, 火山灰性クロボク土である宇大表土の場合には, その有機物含有量が非火山灰土壌の内最大の有機物含有量を有する三重表土1より小さいにもかかわらず, その保水性は後者のそれよりかなり大きな値を示していること等が理解できる。



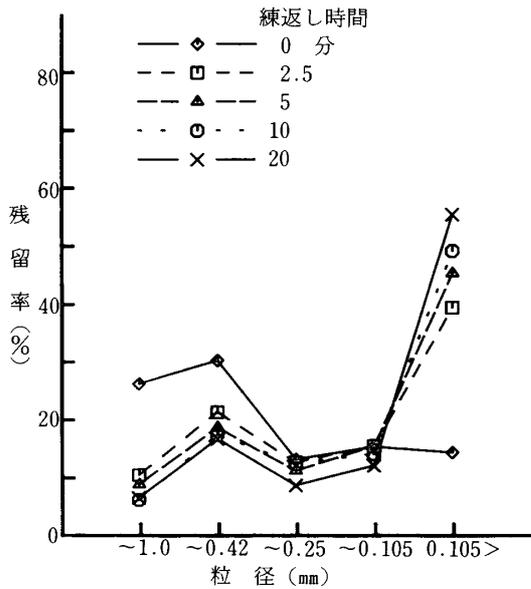
図一1(a) 練返しに伴う団粒分布(三重心土・生土) 図一2(b) 練返しに伴う団粒分布(三重表土1・生土)



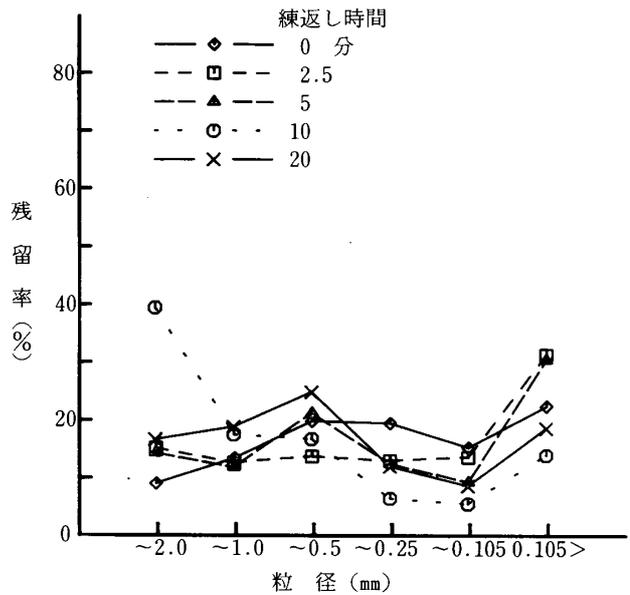
図一 1(c) 練返しに伴う団粒分布 (各務原・生土)



図一 1(d) 練返しに伴う団粒分布 (三重表土)



図一 1(e) 練返しに伴う団粒分布 (宇大表土・生土)



図一 2(a) 練返しに伴う団粒分布 (三重心土・風乾土)

これらの実験事実は、腐植の量的側面から整理できる性質と質的な検討を加えなければならない性質とが存在することを示唆している。

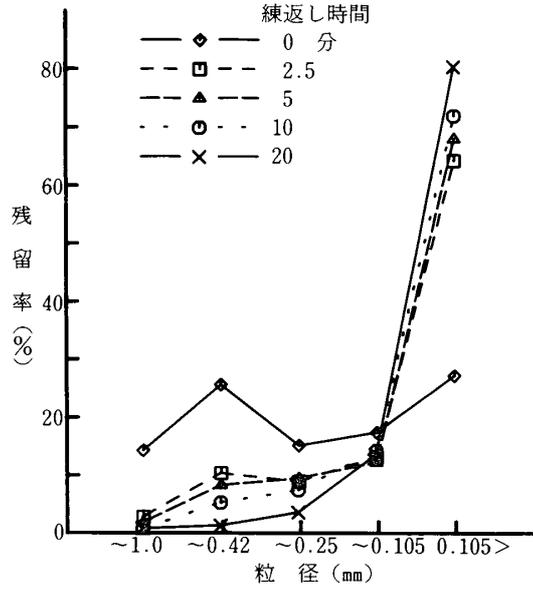
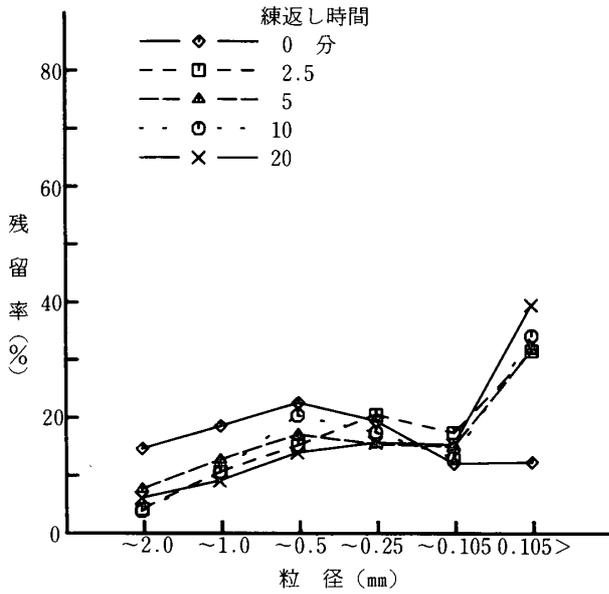
2. 練返しに伴う団粒分布

前述のように、練返しに伴う団粒分布の変化を耐水性団粒の存在で評価し、図一 1(a)~(e)に各試料の生土の試験結果を、さらに、図一 2(a)~(e)に風乾土の結果を示している。

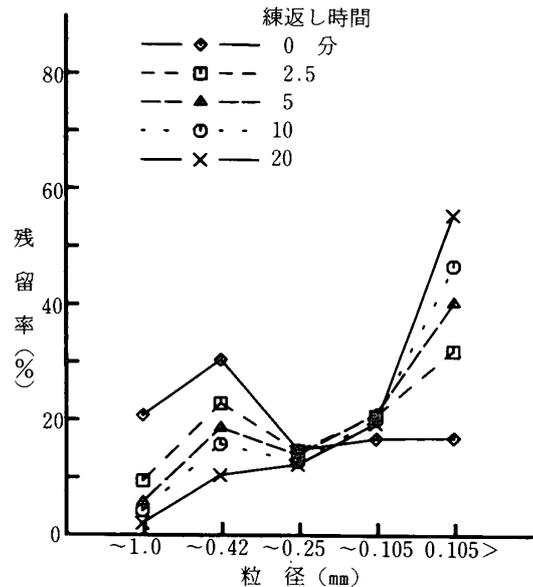
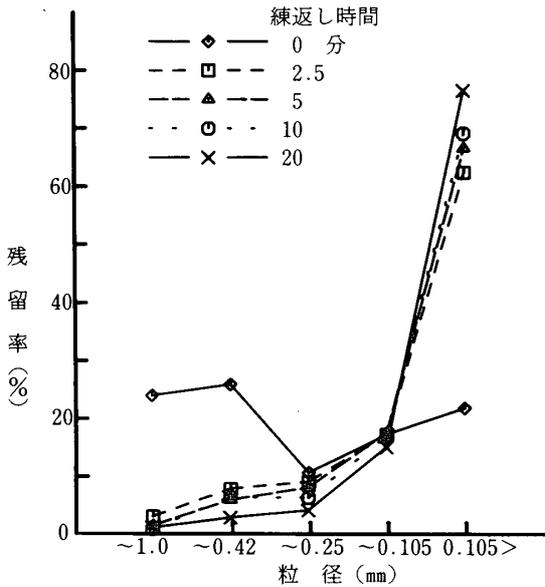
なお、残留率とは、供試土の全乾燥土質量に対する各フルイに残留した乾燥土質量を百分率で示した値である。

これらによると、クロボク土では、練返しに伴って、団粒の微細化が生じており、この微細化の程度は練返し時間が増大するにつれて大きくなっているのに対し、腐植を殆んど含まない三重心土では、練返し時間の増大に伴って、2 mm以上の土塊が著しく増大していることがわかる。

また、クロボク土でも、火山灰性と非火山灰性とでは微細化の程度に差が見られる。



図一 2 (b) 練返しに伴う団粒分布 (三重表土 1・風乾土) 図一 2 (c) 練返しに伴う団粒分布 (各務原・風乾土)



図一 2 (d) 練返しに伴う団粒分布 (三重表土 2・風乾土) 図一 2 (e) 練返しに伴う団粒分布 (宇大表土・風乾土)

すなわち、非火山灰性クロボク土（三重表土 1，三重表土 2，各務原）では、練返しに伴い粗団粒（ここでは、粗団粒は 0.25mm 以上の団粒として意識して用いている）が著しく減少し、数%の残留率に低下する。そして、その粗団粒の微細化により、0.105mm 以下の微細団粒が増大する。

これに対して、火山灰性クロボク土（宇大表土）では、練返しに伴う粗団粒の低下は非火山灰性クロボク土のそれ程著しくなく、練返し 20 分でも、0.105mm 以下の微細団粒の残留率は 56% 程度であり、とくに 0.42mm の耐水性団粒は 16% 強の残留率を示している。

以上の結果を、さらにレポートの団粒係数³⁾で表示した結果が図一 3（生土）と図一 4（風乾土）である。すなわち、0.25mm 以上の団粒量とそれ未満の団粒量との比で、練返しに伴う団粒の安定性を評価したものである。

これによると、練返しを施さない場合には、団粒係数は有機物含有量の小さい土壌ほど大きい（腐植を殆んど含まない三重心土は除く）、いずれのクロボク土も練返しを施すと短時間に団粒係数は減少し、か

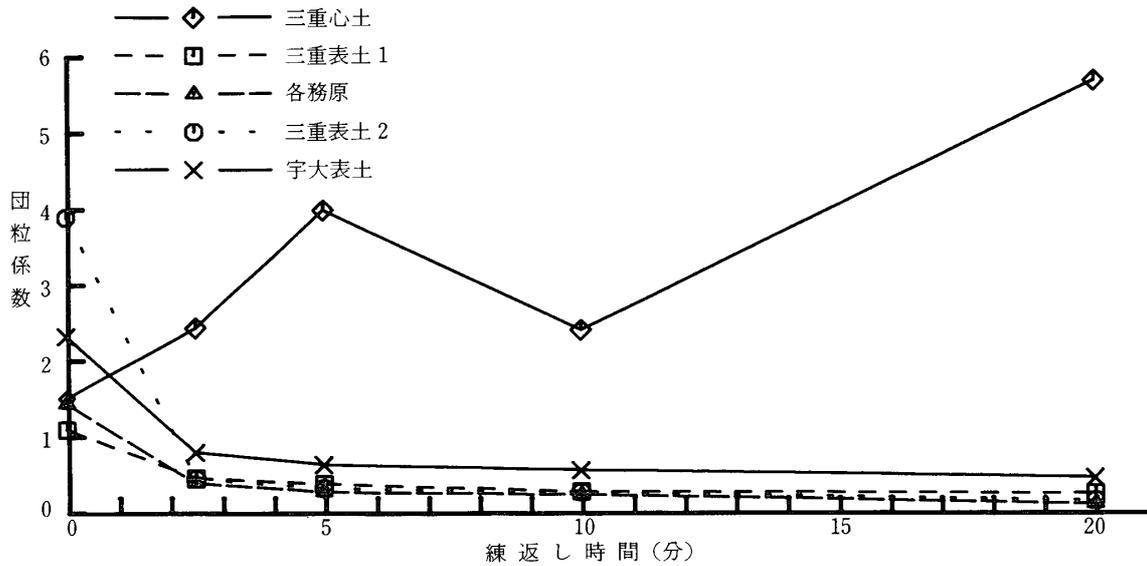


図-3 練返しに伴う団粒係数 (生土)

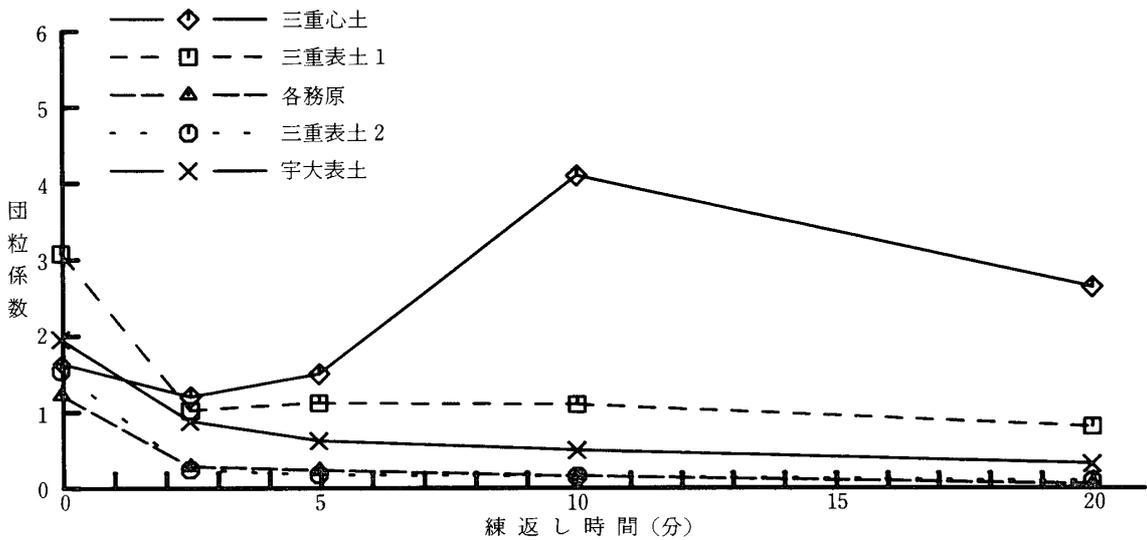


図-4 練返しに伴う団粒係数 (風乾土)

つ練返し時間の増大に伴って減少することが示されている。

さらに、非火山灰性クロボク土の生土の場合には、練返しに伴ってほとんど等しい団粒係数を示すようになるのに対し、火山灰性クロボク土の団粒係数は非火山灰性クロボク土のその2倍程度大きいことがわかり、0.25mm以上の粗団粒の安定性を物語っている。

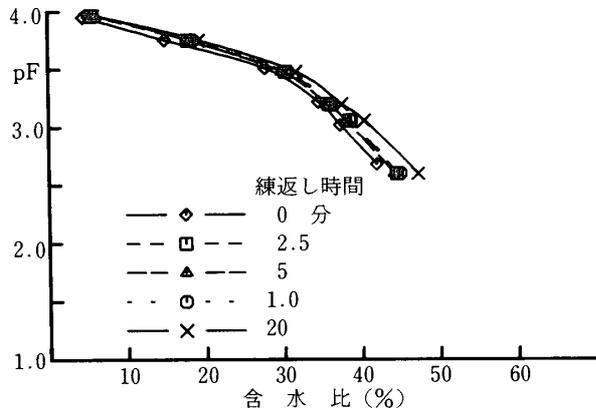
また、三重心土の場合には、練返しに伴って、団粒係数は増大し、土塊の形成がなされることがわかる。

すなわち、この練返しに伴う団粒分布の変化から、火山灰性クロボク土と非火山灰性クロボク土とでは、前者の団粒、とくに0.25mm以上の粗団粒が後者のそれより外力に対し安定的といえる。

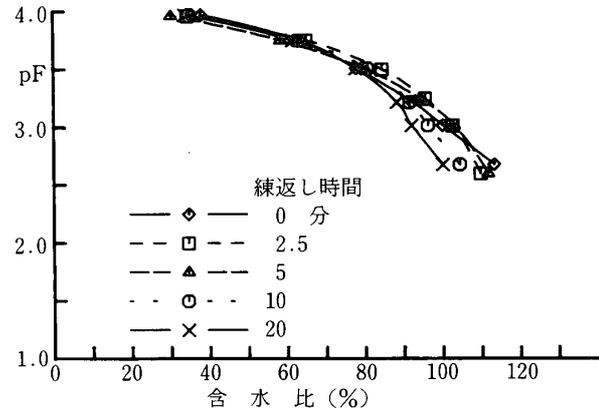
以上の実験結果の説明は、主に生土の水分状態に関するものであるが、風乾土の場合にも、図-2(a)~(e)さらに図-4に示されるように、基本的には生土の場合と変わらない。ただし、団粒自身の乾燥に伴う脱水・収縮に起因する強度増と変形様式の変化⁴⁾のために、生土の場合と比べて微細化の程度に差が生じてくる。

3. 練返しに伴う保水性

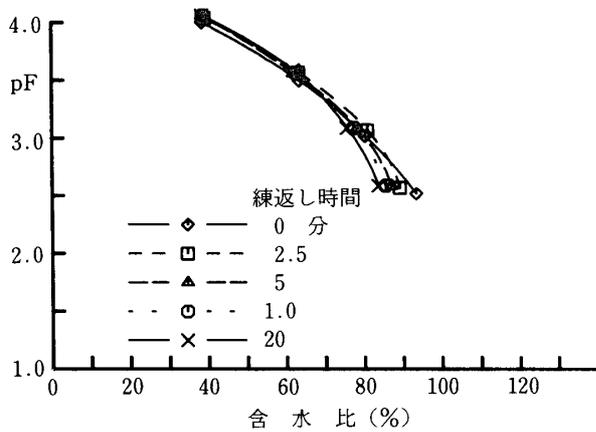
団粒の微細化に伴い保水性も変化する。この練返しに伴う保水性の変化を遠心法により評価し、図-5(a)~(e)に生土についての結果を示す。



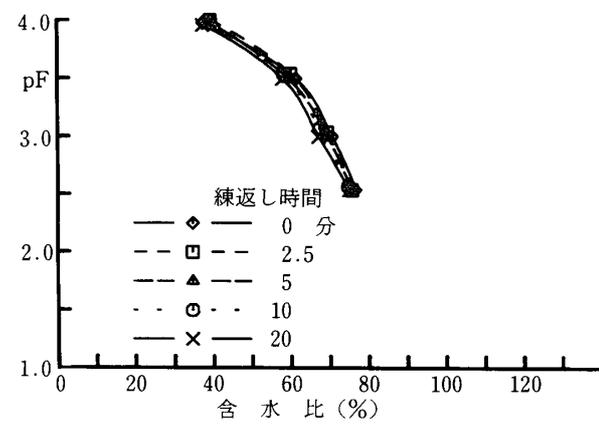
図一5(a) 練返しに伴う保水性 (三重心土・生土)



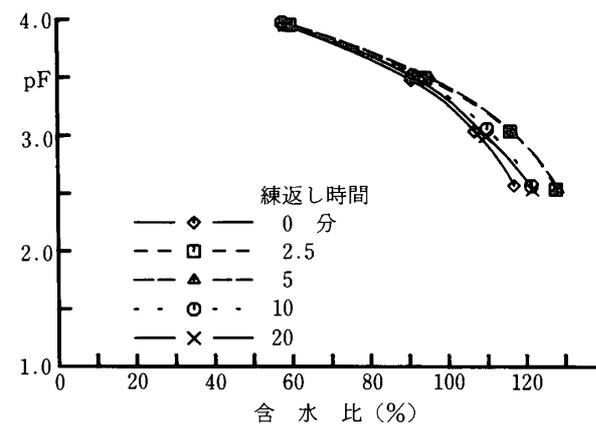
図一5(b) 練返しに伴う保水性 (三接表土1・生土)



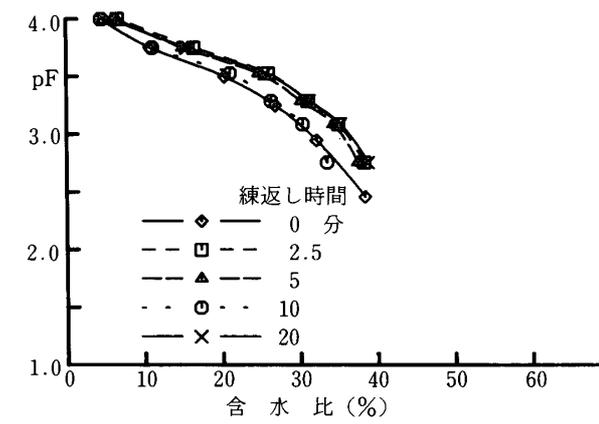
図一5(c) 練返しに伴う保水性 (各務原・生土)



図一5(d) 練返しに伴う保水性 (三重表土2・生土)



図一5(e) 練返しに伴う保水性 (宇大表土・生土)

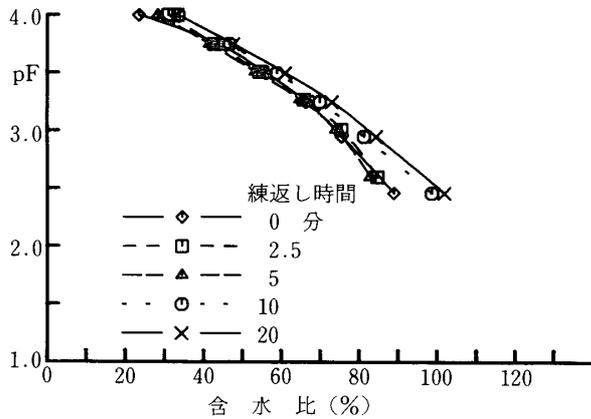


図一6(a) 練返しに伴う保水性 (三重心土・風乾土)

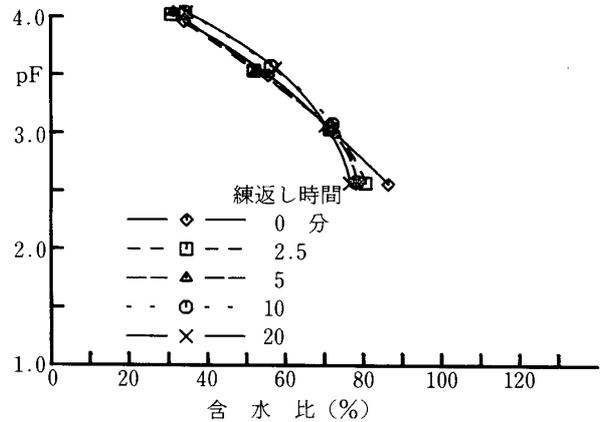
この遠心法の結果によると、宇大表土と腐植を殆んど含まない三重心土の場合には、練返しによって保水性は増大する。ただし、クロボク土である宇大表土では、練返し5分を境にして、練返し時間の増大に伴い保水性の低下がみられ、これらの程度は低 pF 領域ほど大きい。

これに対し、非火山灰性クロボク土では、低 pF 領域では保水性が低下し、高 pF 領域では保水性が増大するという現象が見られる。

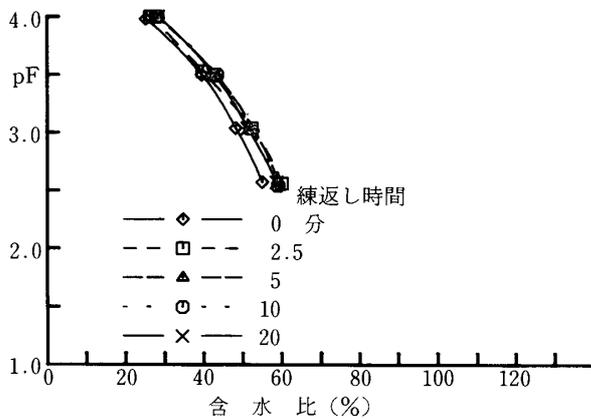
土壤に練返し操作を施すと、行動単位が細分化され、新規に生じた分割面によって新たに間隙内の土壤



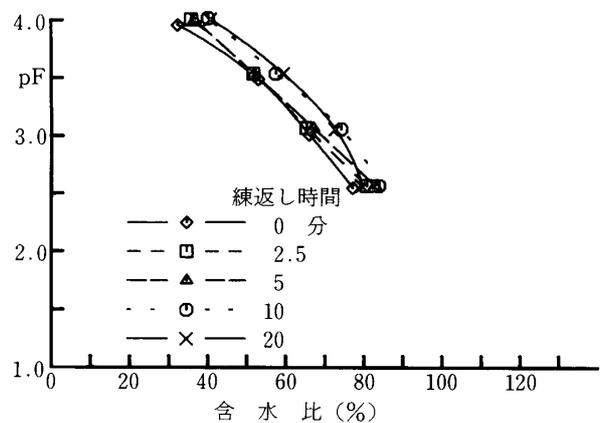
図一 6 (b) 練返しに伴う保水性 (三重表土 1・風乾土)



図一 6 (c) 練返しに伴う保水性 (各務原・風乾土)



図一 6 (b) 練返しに伴う保水性 (三重表土 2・風乾土)



図一 6 (e) 練返しに伴う保水性 (宇大表土・風乾土)

水が拘束を受け、保水性が増大（硬化現象）する場合と、構造的に補捉されていた水が自由化することにより保水性が低下（軟化現象）する場合とがある⁵⁾。

このような観点に立つと、クロボク土の場合には、いずれの現象も生じるが、低 pF 領域では、非火山灰性クロボク土では軟化現象が卓越し、火山灰性クロボク土では硬化現象が卓越することになる。また、高 pF 領域では、練返しに伴う団粒分布径の変化で示したように微細団粒の増大のために、硬化現象が卓越する。

風乾土についての結果は、図一 6 (a)~(e)に示すが、この場合には、団粒が乾燥に伴って変形様式が変化し、団粒の微細化がゼイ性的に変化するので、非火山灰性クロボク土の低 pF 側でも練返しに伴って硬化側に移行するようになる。

4. 練返しに伴う貫入深

上述の練返しに伴う保水性の変化、とくに低 pF 領域における軟化・硬化現象を反映する強度変化をフォールコーンによる貫入深の変化で評価した。その結果を図一 7 (生土)と図一 8 (風乾土)に示す。

図一 7によると、保水性の増大（硬化）する宇大表土と三重心土は練返しに伴って貫入深はさほど増大しないのに対し、非火山灰性クロボク土 3種は、低 pF 領域の保水性の低下（軟化）を反映して、貫入深は著しく増大することがわかる。

図一 8は風乾土についての結果であるが、三重表土 2を除くと、練返しを施こしても急激には貫入深は増大しない。これは、上述の団粒の外力に対するゼイ性破壊様式を反映した微細化、保水性の増大によるものであるが（ただし、三重表土 2については検討を要する）、とくに、乾燥収縮（脱水）に伴って、団粒自身の強さが著しく増大する（これについては別報で扱う）三重心土と三重表土 1では貫入深の低下がみ

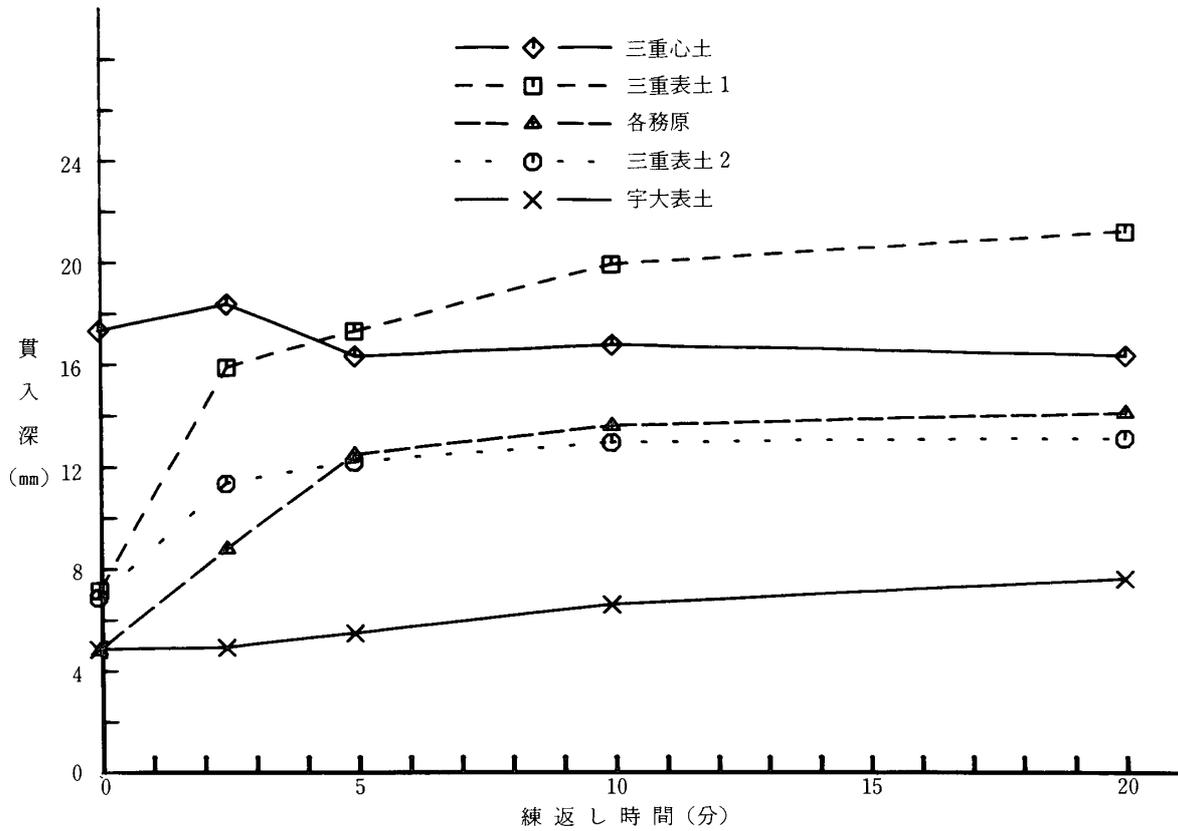


図-7 練返しに伴う貫入深(生土)

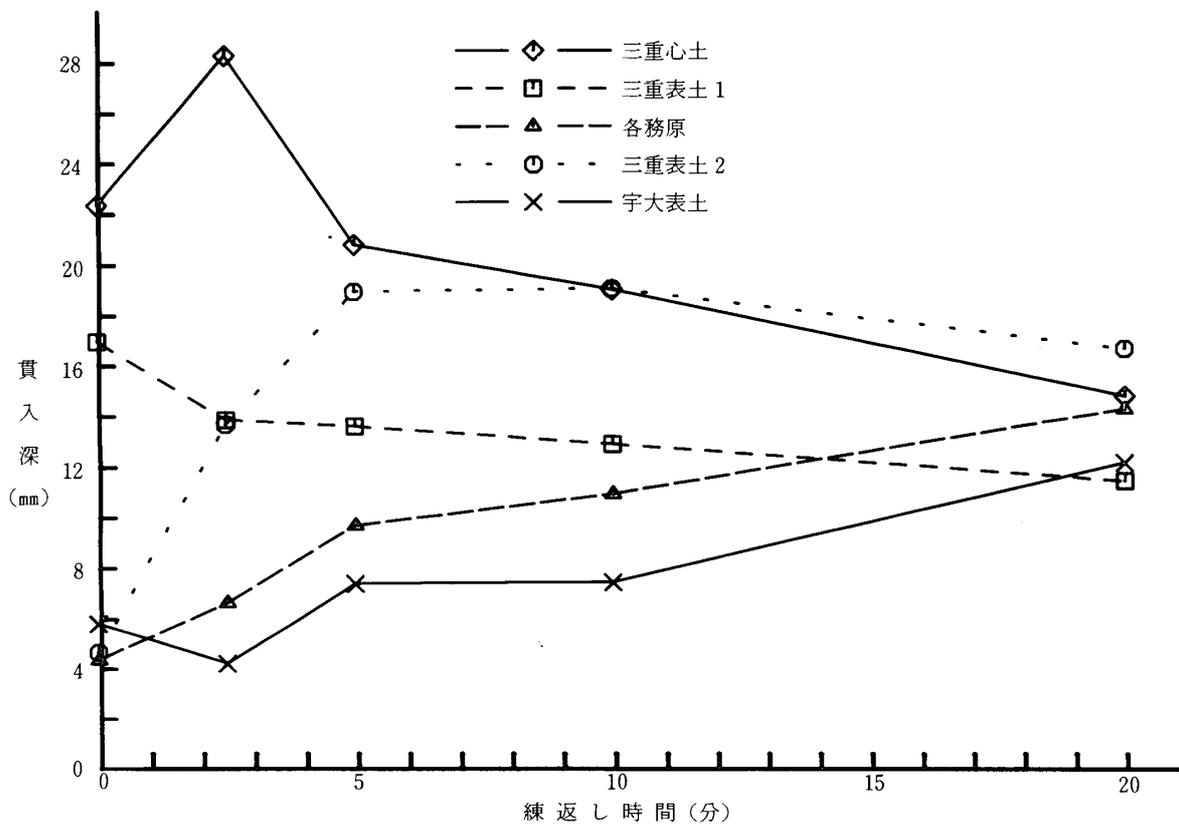


図-8 練返しに伴う貫入深(風乾土)

られる。

あ と が き

以上、クロボク土の団粒の安定性という観点から、火山灰性クロボク土と非火山灰性クロボク土とを対比しながら、練返しという外力に応答する団粒の挙動を耐水性団粒径の変化、保水性の変化、さらに貫入深の変化を通して検討した。

これらの実験事実から、クロボク土の理工学的諸特徴は、団粒の存在とその安定性を反映したものと言える。しかし、その安定性には、火山灰性クロボク土と非火山灰性クロボク土とは差異が見られる。とくに、粗団粒の安定性に差異がみられ、この差異が上述の実験結果や他の充填特性などに結果として相違をもたらすものと考えられる。

本報告では、腐植の質的側面からの把握は容易でないために、母材の相違による含有腐植の機能比較という方法を取り、上述の様な相違を明らかにしたが、これが質的側面からの接近とみなしうるかどうか(質的相違があるとの推定は可能であるが)、さらには腐植の質的表現を示す指標の解明は今後の課題として残されている。

研究遂行上、専攻生長谷川勝正君には多大の協力を得た。さらに、供試土採取に際し、多くの先生方に御協力を得た。謝意を表する。

また、本研究の一部は文部省科学研究費の補助を得て行ったものであるが、代表者であった東京大学農学部竹中肇教授はグループ終了直後他界した。記して謝意を表すると共に御冥福を祈る。

引 用 文 献

- 1) 加藤芳朗：東海地方の「黒ボク」土壌の分布・断面形態・母材についての考察，土肥誌41：89-94，1970.
- 2) 足立忠司，堤聰，西出勤，伊藤和己：火山灰性及び非火山灰性クロボク土の団粒の安定性，農土論集（103）：44-48，1983.
- 3) レポート原著：“土壌物理”（農林水産技術会議事務局調査資料課技術資料）東京：畑地農業振興会 25，1968.
- 4) 足立忠司，堤聰，竹中肇：火山灰に由来する有機質土の強度特性，農土論集（71）：39-43，1977.
- 5) 竹中肇，安富六郎：pF の変化と軟化・硬化について，農土論集（14）：54-59，1965.