

土壌の固結度及び連結度について

— 風蝕に関する土壌肥料学的研究 (第5報) —

国分欣一・板川秀雄

関東東山農試

(昭和35年7月8日受理)

風に対する耐蝕性の要因としての土塊の衝撃 (impact) 及び磨滅 (abration) に対する抵抗性に着目して行つた実験については既に報告¹⁾した。さらに土壌の凝集力について比較するために乾燥試片の切断抵抗を測定して固結度及び連結度を求め風に対する受蝕性との関係について検討した。

1. 実験方法

固結度及び連結度の測定は山中²⁾の方法に準じて行つた。その概要を述べると、

固結度試片の調整は風乾細土 (< 2 mm) に可塑上限界に近い水分を加えてよく練り、かつ十分に膨潤させるために一晩放置する。含水量がほぼ可塑下限界近くまで減じたとき真鍮の鑄型 (6×2×1 cm) に填充し室内で風乾して試片とする。

連結度試片の調整は風乾細土 (< 2 mm) を口径 4 cm, 高さ 2.0 cm, 容積約 25 cc の円筒 (底部に濾紙をはりつける) に填充し、5 cm の高さから 5 回落下させた後、底部より吸水飽和させる。これを一晩放置して徐々に乾燥させて容器に入れたまま測定する。

2. 実験結果

1) 受蝕性土壌及び耐蝕性土壌の固結度及び連結度

風乾細土について固結度及び連結度を測定した結果は第1表のとおりである。

近接している耐蝕性土壌と受蝕性土壌とを比較すると固結度、連結度共に耐蝕性土壌の方が大きい。

又固結度は箭坪が最も大きく、小滝、田部井、自由学園(A)などの耐蝕性土壌がこれに次いで大きい。曲ヶ島、沓掛が比較的小さい。

連結度も耐蝕性土壌が大きく、田部井が最大で箭坪、沓掛、自由学園(A)、小滝の順である。ここで沓掛は固結度が比較的小さく飛行場跡と殆ど同じ値を示しているが、連結度はかなり大きい。又上田は固結度と連結度が同じ値を示している点はこの土壌と傾向を異にしている。

2) 石灰の固結度に及ぼす影響

石灰施用の土壌物理性に及ぼす影響は絶えず問題にされ、かつては土壌の団粒化に貢献すると考えられていたが、ま

づ flocculation をおこして団粒化の準備はするが直接的ではないと一般的に考えられているよう

第1表 固結度及び連結度

土	壤	固結度	連結度		
小	滝	○	8.2 kg	0.85 kg	
四	ツ	×	4.8	0.35	
沓	掛	○	5.6	1.00	
佐	野	×	2.7	0.50	
田	部	井	○	8.0	1.50
上	田	×	0.8	0.80	
箭	坪	○	9.2	1.25	
戸	田	×	1.2	0.13	
自由学園	(A)	○	7.9	0.90	
自由学園	(B)	×	3.4	0.40	
曲	ヶ	島	○	6.1	0.15
飛行場	跡	×	5.5	0.10	

○印耐蝕性土壌、 × 受蝕性土壌

である。

実際現地においては石灰の多量施用により耕土が硬化し或いは粘性を増して耕耘が困難になるという所もある。

固結度に及ぼす石灰の影響は山中²⁾によると、腐植の多い秋田県大曲土壌では石灰施用によつて固結度が增大しているが、これはアルカリによつて腐植が解膠し、乾燥に従つて強く凝集するものと解釈している。又埼玉県農試玉井支場においては明治35年以來の石灰運用田について下層土の固化は認められるが固結度に変化は認められないとしている。このように一見一致しない傾向について、一方は腐植の解膠により凝集力を増し、他方鱗片状の粘土鉱物の少い沖積土では石灰の影響が少いと云つている。

既報³⁾においては耐蝕性土壌は受蝕性土壌よりも石灰飽和度が大きいことが見られ、又土塊の機械的安定性に対するCaの効果はあまり大きくなかつた。¹⁾

固結度に及ぼす石灰の影響を見るために、受蝕性土壌の佐野とこれに近接する耐蝕性土壌である沓掛に消石灰を添加して固結度を測定した。

その方法は風乾土に対して、消石灰を乾土100g当り夫々の量加えてよく混和し、最大容水量の60%の水分として30°Cに4ヶ月間incubateした。この結果は第2表のとおりである。佐野は腐植質

第2表 石灰添加による固結度の変化

土 壤 項 目	添加消石灰量 (g)	0	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8
	佐 野	固結度 (kg)	1.3	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	0.8	1.2
	pH(H ₂ O)	4.9	5.0	5.1	5.4	5.8	5.9	6.5	7.1	8.1	9.3
沓 掛	固結度 (kg)	7.3	6.7	6.8	7.0	8.8	7.2	7.8	9.4	3.6	5.1
	pH(H ₂ O)	4.9	5.3	5.4	5.9	6.6	7.5	8.2	10.2	11.8	—

火山灰土であつて緩衝能強く石灰添加量の少いときはpHの上昇も緩慢であつて固結度はわづかに減少している。pH 8附近より増大するがその程度は僅少である。沓掛は沖積土で腐植も少いが、当初石灰添加量0.2%まではむしろ減少の傾向が見られる。石灰添加量0.4%附近から3.2%まで固結度増大し、それ以上になると急激に低下して原土よりも低くなつている。この多量添加による固結度の低下は石灰の粒子そのものの影響が大きいと考えられる。

堆肥及び石灰の固結度に及ぼす影響について栃木県西那須野町の関東東山農試内試験圃場において10アール当り毎年堆肥1,500kg、消石灰113kgを5年間単用又は併用した試験区の固結度は第3表

第3表 堆肥石灰運用土壌の固結度

堆肥石灰併用		堆肥加用		石灰加用		無施用	
固結度	水分	固結度	水分	固結度	水分	固結度	水分
0.4 kg	54.2%	0.5 kg	51.7%	0.5 kg	53.5%	0.5 kg	55.5%
1.5	41.2	1.3	43.2	1.8	39.8	1.7	37.8
2.4	24.8	2.0	25.2	2.6	26.5	2.4	24.0
2.8	14.9	2.7	17.4	2.5	16.1	2.4	16.6
3.6	5.0	3.1	5.5	4.2	5.3	3.6	5.4
3.3	0.4	2.5	0.5	3.6	0.2	2.4	0.4

のとおりである。

含水量による固結度の変化は各処理区共に含水量5%附近の固結度が最大であつて含水量の増加に伴つて漸次低下している。又5%よりも絶乾状態に近くなつても、固結度は低下の傾向を示している。

処理による固結度の差異は水分の多い状態では少く、又小さくなつてゐる。

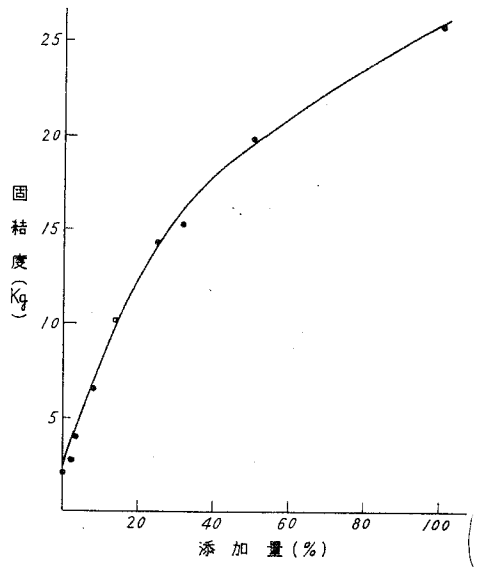
乾燥状態では石灰加用により増大の傾向が認められるが堆肥の効果は見られない。

3) ベントナイト添加の固結度に及ぼす影響

ベントナイトが乾燥土塊の機械的安定性の増大に効果のあることは先に報告した。¹⁾

同じ佐野土壌に対してベントナイトの添加量の差異による固結度の変化は第1図のとおりである。

ベントナイト添加量の増加に応じて固結度が増大しているが、曲線を示している。添加量の多いほど試片の収縮が大きくなつており、真の値はさらに大きく直線に近づくものと思われる。



第1図 ベントナイト添加による固結度の変化

4) 客土が固結度に及ぼす影響

受蝕性である佐野土壌に対して乾土当り重量%としてベントナイト10%, カオリン(市販, 日本薬局方, 帝国製薬製品)10%, 消石灰2%, 沖積土(蛇尾川)25%を夫々添加して最大含水量の60%の水分に保持して30°C, 4週間 incubate した後, 固結度を測定した結果は第4表のとおりである。

ベントナイト, 沖積土の添加によつて固結度増大の傾向が見られるが, カオリンは殆ど変化なく, 消石灰は低下している。これは2)の実験から見ても添加量の少いためと思われる。

第4表 客土による固結度の変化

試料	原土	ベントナイト添加	カオリン添加	消石灰添加	沖積土添加	沖積土
固結度(kg)	3.0	5.6	2.9	1.6	4.0	6.8

5) 塩基の形態が固結度に及ぼす影響

耐蝕性である沓掛, 田部井土壌と受蝕性である佐野, 上田土壌について既報¹⁾と同様の方法によつて調整した単一塩基土壌について固結度を測定した結果は第5表のとおりである。尚土壌の調整は次のようにして行つた。

乾土50g当りの湿潤土に対して中性N-NaCl, N-CaCl₂, N-MgCl₂又は $\frac{1}{10}$ N-AlCl₃, $\frac{1}{100}$ N-HClの溶液を夫々200cc加えて, 室内に数日間放置後濾過し夫々の溶液でCaの反応(CaCl₂以外)なくなるまで洗滌した。過剰の塩類は中性80%EtOH又はCO₂-freeの蒸留水でClの反応なくなるまで洗滌して調整した。

第5表 各塩基飽和土壌の固結度

土 壤	飽 和 塩 基				
	Al-土壌	Ca-土壌	Mg-土壌	Na-土壌	H-土壌
沓掛 ○	6.8 Kg	9.1 Kg	11.3 Kg	13.5 Kg	8.1 Kg
佐野 ×	1.2	1.5	1.4	2.8	2.7
田部井 ○	5.3	7.5	6.3	30.2	8.1
上田 ×	0.6	0.7	0.6	1.3	0.4

佐野、上田は固結度小さく、塩基による差異も少ないがNa飽和土壌は大きくなっている。又佐野のH-土壌がNa-土壌に近い値を示している。

沓掛はNa→Mg→Ca→H→Al-で水平振盪による土塊の機械的安定性の場合とほぼ一致した傾向を示している。

田部井ではNa→H→Ca→Mg→Al-の順となりNa-土壌が著しく大きいのに比較して他の四者の差はわかである。特にCa-, Mg-の値が比較的小さくなっている。

6) Tyulin法によるG₁分離が固結度に及ぼす影響

Tyulin法によつてG₁を分離したR₁について固結度を測定した結果は第6表のとおりである。

いずれの土壌についても原土と比較してR₁は固結度が低下しており、G₁含量高く固結度の大きい耐蝕性土壌においてその差が著しい。これは既報の土塊の機械的安定性を測定した場合と一致した傾向を示している。

第6表 Tyulin法によるG₁を分離した場合の固結度

土 壤	沓掛 ○	佐野 ×	田部井 ○	上田 ×
原 土	5.6 Kg	2.7 Kg	8.0 Kg	0.8 Kg
R ₁	1.6	1.4	3.4	—

7) 腐植除去が固結度に及ぼす影響

過酸化水素処理によつて腐植の大部分を除いた場合の固結度の変化は第7表に示すとおりである。

第7表 腐植を除いた場合の固結度

土 壤	小 滝	四ッ谷	沓 掛	佐 野	田 部 井	上 田	箭 評
固結度 (Kg)							
原 土	8.2	4.8	5.6	2.7	8.0	0.8	9.2
H ₂ O ₂ 処理	12.3	15.5	7.9	13.7	17.3	1.0	13.5

土 壤	戸 田	自由学園 (A)	自由学園 (B)	曲ヶ島	飛行場跡	高萩(A)	高萩(B)
固結度 (Kg)							
原 土	1.2	7.9	3.4	6.1	5.5	13.5	1.7
H ₂ O ₂ 処理	3.3	8.5	4.5	6.5	8.8	32.3	6.3

各土壌共に腐植の分解によつて固結度が增大している。山中²⁾は宇都宮火山灰土壌について腐植を分解した場合固結度が增大することから、腐植が凝集力を減弱させることを認めているが、その生成機構及び堆積様式によつて異なるとしている。

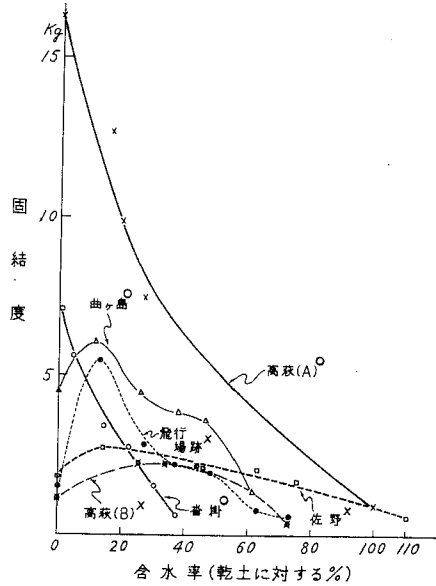
8) 固結度と含水率との関係

受蝕性土壌及びこれに近接している耐蝕性土壌の6点について含水率の変化による固結度を測定した

結果は第2図のとおりである。沓掛及び高萩(A)は乾燥に従つて急激に固結度増大し、風乾状態以上ではさらに急激である。曲ヶ島及び飛行場跡は湿润状態から風乾状態までは徐々に上昇しているのに対して、風乾より絶乾に向つては急激に低下している。佐野及び高萩(B)は各水分状態において固結度小さく、風乾状態から含水量50%附近まで僅かに大きくなつている。

耐蝕性土壌は乾燥に向つて固結度増大し、特に風乾状態以上において尚増大の傾向があるのに対して、受蝕性土壌では乾燥による上昇も緩慢であつて、風乾状態より以上に乾燥すると凝集力を失う点が相異している。

沓掛と飛行場跡は腐植含量は比較的少く、風乾状態においてはほぼ近い値を示しているが、風乾状態以上に乾燥すると前者は固結度を増すのに反して、後者は減少する。これは腐植の量のみでなく、質又は粘土に原因のあることを示しており更に検討を要すると思われる。沓掛は土性植壤土で粘土含量2.4%、飛行場跡は土性は軽植土で粘土3.15%である。



第2図 土壤水分と固結度との関係

備考：○耐蝕性土壌、×受蝕性土壌

3. 考 察

山中²⁾によると固結度はその含水量で自然状態であらわし得る略最大の凝集力を示し、連結度は圃場の団粒状態の凝集力を代表するという。米田⁴⁾も同様の見解であつて固結度は誤つて可塑形態において耕耘し、土壌を捏和、単粒化したときに生ずるとし、連結度は自然の乾燥時に示す剛性であるとしている。

本実験の結果から固結度、連結度共に風に対する受蝕性と関連あることが知られた。

原土の固結度と土壤諸性質との相関を見ると次の如くである。

因 子	全炭素含量	置 換 性 石 灰 含 量	石灰飽和度	G ₁ 含 量	G ₂ 含 量	Clay含量
相関係数	-0.52	+0.46	+0.57*	-0.68*	+0.36	+0.31

腐植含量とは負の相関があり、これは2)の実験で立証されている。置換性石灰は含量よりも飽和度との相関が高いことは絶対量よりも飽和度に注目すべきことを示していると思われる。さらにG₂よりもG₁含量との相関が高い。Clay含量との相関の低いことは腐植とも関連するが、先の実験からもClayの質の意義の大きいことを示している。この点について山中²⁾は粘土鉱物の種類も大きい影響を持つことを示唆している。

置換性塩基の形態による差異はNa-土壌は顕著に固結度を増大するが、その他の塩基の影響は少ない場合が多く、土壌のちがいでいによる方が大きい。

4. 摘 要

受蝕性土壌と耐蝕性土壌の固結度及び連結度を測定して次の結果を得た。

- (1) 固結度，連結度共に耐蝕性土壌が受蝕性土壌よりも大きい。
 - (2) 石灰添加の固結度に及ぼす影響は土壌によつて異り，腐植質火山灰土の佐野では添加量6% (pH 8附近)より増大の傾向があるが，沖積土の沓掛では添加量3.2% (pH10)までは増大し，それ以上では低下した。
 - (3) ペントナイトの添加量に応じて固結度は増大した。
 - (4) 沖積土，ペントナイトの添加により固結度増大し，カオリン添加は変化なく，消石灰の少量添加ではむしろ低下した。
 - (5) 各種塩基飽和の固結度に及ぼす影響はNaが大きく，その他は土壌により差があつた。
 - (6) Tyulin法によつて G_1 を分離すると固結度は低下した。
 - (7) 過酸化水素処理によつて腐植を分解すると固結度は増大した。
 - (8) 風乾状態附近までは水分の減少に従つて固結度増大し，それ以上の乾燥によつて固結度増大する土壌と低下する土壌の二つの型があり，前者は耐蝕性土壌に多く後者は受蝕性土壌に多かつた。
 - (9) 土壌の性質と固結度との関係は腐植とは負の相関があり，置換性石灰とは含量よりも飽和度との相関高く， G_1 とは正の有意の相関があり，Clayとは低い値を示した。
- (本報告の概要は昭和32年4月日本土肥学会春季大会に講演し講演要旨集，第3集，3頁に掲載された。)

尚種々御意見を戴いた農研山中金次郎技官に謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 国分：土肥誌，30，163掲載予定
- 2) 山中：農技研研究報告，B6号(1955)
- 3) 国分・板川・根本：関東東山農試研究報告，第10号，107~113(1957)
- 4) 米田：土壌の物理性第2号，24~28(1960)

果樹園土壌管理法と土壌構造に関する一考察

吉 良 八 郎

香川大学農学部

(昭和36年1月16日受理)

1. ま え が き

従来農耕地，とくに果樹園を対象にした土壌管理法(土壌取扱法)として，grass mulch, sod culture, clean tillage, tillage and cover-cropsなどが挙げられており，これらに関する土壌水分保持の問題，土壌水分におよぼす影響に関する問題，あるいは土壌温度におよぼす影響に関する問題については幾多の研究¹⁾がなされているが，最近わが国でもこれら土壌管理法と土壌侵食に関する研究が進められるようになった。筆者もかつて，主として土壌保全の面から各種土壌管理法(土壌改良剤処理法を含む)の比較試験を試み，若干の考察を行つたが，^{2, 3, 4)}本文においては，