

# 土 壤 侵 蝕 と 土 壤 改 良 剤

国 分 欣 一

(農林省 農事試験場)

## 1. は じ め に

土壌侵蝕はその原因によつて水蝕と風蝕とに大別される。水蝕は傾斜地はもとより平地においても全国各地で問題になるが、風蝕は地域的にも季節的にも限定されている。このうち風蝕と土壌改良剤との関係について現象的な面を主として述べる。

最初に土壌改良の必要性を明らかにするために風蝕の実態と土壌の性質との関係について簡単に触れてみよう。

## 2. 風蝕の実態と土壌の性質

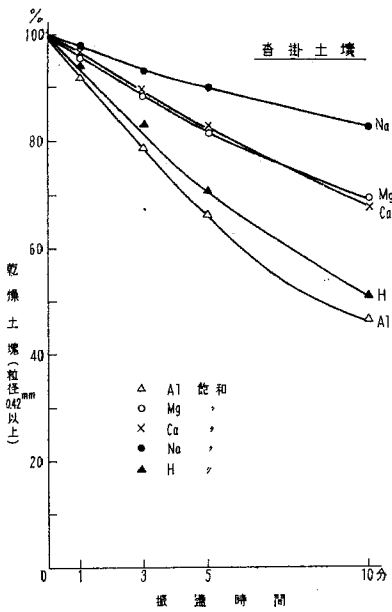
風蝕は冬季の季節風によつて土壌の乾燥したときに起る。風蝕地帯は地域的に大体決まつており、内陸では火山灰土壌、海岸では砂質地である。海岸では砂丘をはじめとして太平洋岸、日本海岸到るところに点在しているが小面積である。内陸で広範囲に問題となつてゐるのは北海道及び関東地方であつて畑面積も多く畑地率も高い所なのでこれらの地方では問題は重要である。風蝕のおこる時期は北海道、東北地方では雪どけ後の4月から6月にかけて夏作物の播付時期にあたり、関東地方では雪が少いので12月～3月位までであつて冬作物、主として麦類の越冬期間中である。関東地方の風蝕と土壌の性質との関係について述べると、先ず乾燥時の表土の構造によつて風蝕を受ける程度が異なる。那須野ヶ原の例をあげると受蝕性の高い佐野(腐植質火山灰土)では冬期の表土は乾燥に従つて細粉化しているが、これに近接した沓掛(沖積土)では大土塊多く乾燥しても砕けにくい性質を持つてゐる。

二次的因子として土壌の理化学性が関係し、(1)土性、(2)腐植、(3)膠質物の性質、(4)置換性塩基などがその主なるものである。

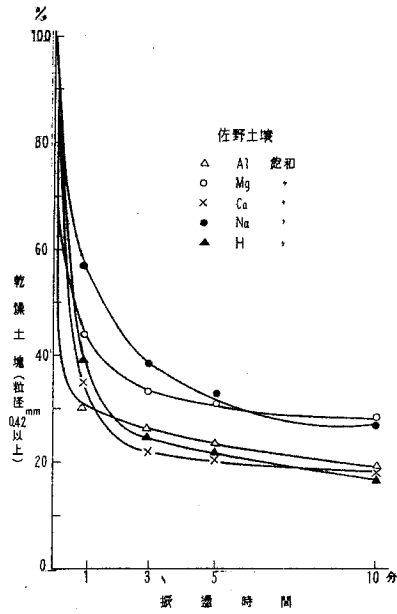
耐蝕性土壌と受蝕性土壌との差異を沓掛と佐野について比較してみることにする。第1図は夫々の塩基飽和土壌をつくり、1cm角に成型風乾した後、土塊(粒径5.16mm以上)を下面に車をつけた台に固定した組篩上にとり、篩は振幅9cm、毎分80回転の水平振盪機の箱内で移動範囲を5.5cmに限定した篩別を行い、土塊の衝撃(impact)と摩滅(abrasion)に対する抵抗性即ち機械的安定性を測定した結果である。

沓掛は各塩基飽和土壌についてかなり安定性が大きく特にNa-蝕和土壌が最も砕けにくい。その順位は $Na > Mg \approx Ca > H \approx Al$ である。これはA. N. PURI<sup>1)</sup>らがイオンの解離度の大きい順に乾燥土壌の凝集力が大きくなると云つてゐることと一致している。即ち水中で分散し易いほど乾燥した場合に強く固まることになる。それに比較して第2図の佐野の場合は極めて砕け易く、各塩基の差も僅かである。

これより見ても置換性塩基以上に土壌の基本的性質が土塊の安定性に深く関係していることを示しており、それは土性の外にコロイドの質(腐植及び粘土)が重要な意義を持つてゐることを示しているも



第1図 置換性塩基を異にする場合の  
土塊の安定性



第2図 置換性塩基を異にする場合の  
土塊の安定性

のと思われる。

### 3. 風蝕防止対策としての土壤改良剤の利用

風蝕に土壤の性質が関係し、乾燥時の土壤凝集力を高めることが土壤改良の方向として打出されてきたので対策としての客土及び土壤改良剤の効果について若干の例をあげる。

#### 1) 客土による土壤改良

##### a) 客土による土壤凝集力の変化

佐野土壤(腐植質火山灰土)に対して原土の3分の1(乾土当り)の割合にベントナイト(山形県)熊川沖積土、白色凝灰岩粉末(福島県安積郡)を混和して2万分の1反ワグネルポットに填充した。原土の理化学性及び機械的組成は第1表及び第2表のとおりであつて、腐植含量多く、輕鬆である。

第1表 佐野土壤の理化学性

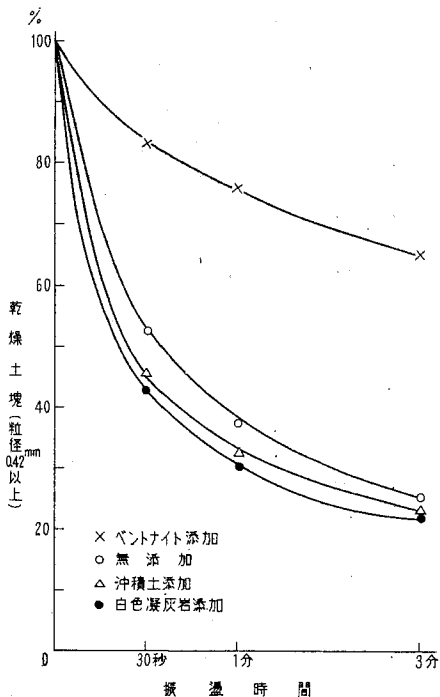
真比重	仮比重		最大容水量 (%)	水当分量 (%)	T-C (%)	T-N (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	塩基置換容量(me/100g)	置換性塩基 (me/100g)		磷酸吸収係数
	粗	密							Ca	Mg	
2.36	0.52	0.57	16.77	4.22	126.8	0.63	5.1	43.2	11.2	1.2	2660

第2表 機械的組成 (無機物%)

土 壤	粗 砂 2~0.2mm	細 砂 0.2~0.02mm	微 砂 0.02~0.002mm	粘 土 <0.002mm	土 性
佐 野	9.4	28.2	29.5	32.8	LiC
沖 積 土	11.6	69.9	11.0	7.5	FSL

土性は佐野はLiCであるが、沖積土は粘土含量少くFSLである。

これを野外に放置してときどき表土を移植小手でくずし、冬に表土の土塊を採集して風乾後乾式篩別を行つた結果は第3図のとおりである。ベントナイト添加により顕著に土塊の安定性を増大しているが、



第3図 客土による土塊の安定性の変化

沖積土及び白色凝灰岩粉末添加の効果は見られていない。夫々の粘土の珩礬比及び示差熱分析曲線は第3表及び第4図の通りであつて原土の佐野は珩礬比小さく、示差熱分析の結果からもAllophane及びGibbsiteを主体とするものと思われる。熊川沖積土は土性粗く粘土の珩礬比は約2であつて示差熱分析の結果からもKaolin 鉱物及びGibbsiteを主体としていると推定される。この沖積土添加が効果のないのは粘土含量の少ないこととその質がKaolin 鉱物であることに起因するようである。山中<sup>2)</sup>は砂質土に対して客土材料として一般粘土客入の効果少なく、ベントナイトなどの特殊材料によるべきことを示唆しているが火山灰土においても同様のことがいえそうである。

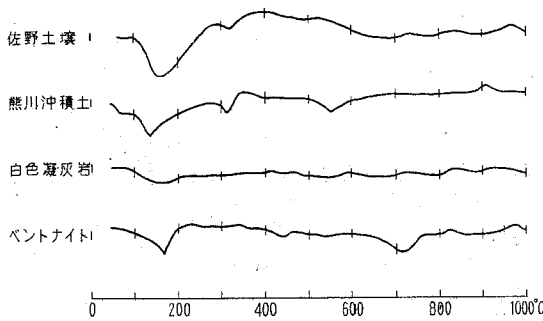
白色凝灰岩粉末の珩礬比はベントナイトに近い値を示しているにも拘らず土塊

の安定性の増大には役立つていない。この粘土鉱物は示差熱分析では明瞭なピークが認められず、X線分析の結果から総合してZeoliteを主体とするものと推定される。F.HARDY<sup>3)</sup>によるとラテライトよりも珩礬質土の方がSilt及びClayの含量が同じでも乾燥状態において圧碎に対して大きい抵抗力を示すと云っているが、客入材料としては珩礬比だけでなく粘土の結晶構造が重要な意味を持つていていると考えられる。

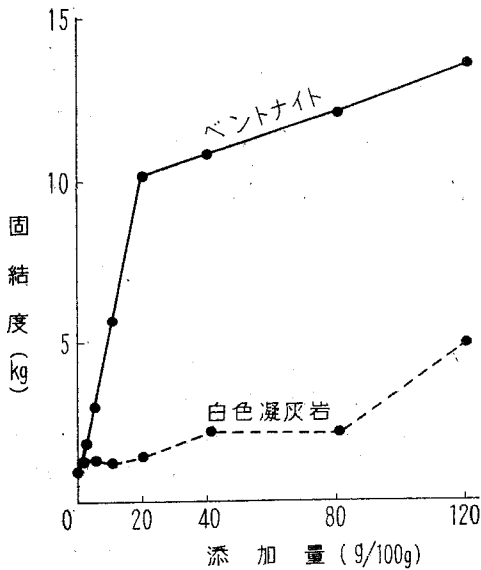
ベントナイトは示差熱分析曲線からもモンモリンを主体とするものと推定される。これは膨張格子型

第3表 粘土の珪鉄礬比

試料	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
				Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
佐野土壤	29.49	38.69	13.79	1.29	1.05
熊川沖積土	43.92	28.04	9.65	2.66	2.18
白色凝灰岩	69.66	15.74	2.26	6.57	6.08
ベントナイト	73.29	15.47	2.10	7.08	6.58



第4図 示差熱分析曲線



第5図 添加量の差異による固結度の変化

であつて、一旦水分を吸つて膨潤したものが乾燥に伴つて再び強く収縮することにより土塊の機械的安定性を増すものと考えられる。従つて客入材料としてベントナイトは適當であるが、水蝕を伴うところにおいては流亡を助長する恐れもあり矛盾を感じる訳である。

次に同じ佐野土壤に対して風乾土100g当りのベントナイト、白色凝灰岩粉末の添加量を変えて畑状態で30°Cに保ち1ヶ月間 incubate した場合の固結度の変化は第5図の通りである。測定法は山中<sup>4)</sup>の方法に準じて行つた。その概要は可塑上限界に近い水分を加えてよく練り、一晚放置した後真鍮の鑄形(6×2×1cm)に填充して成型風乾後、楔形の鉄の刃による切断抵抗を求めて固結度とした。

白色凝灰岩の場合は添加量を増しても僅かしか固結度が増大しないのに対してベントナイトの場合は当初顕著に増大している。その上昇カーブは風乾土100gに対して20g附近までは急激に増大しており、それ以後は緩慢であつて20g附近でカーブの折れが見られる。この量は表土の1~2割とすると火山灰土では10a当り5,000kg~10,000kgに相当する。これは水田の漏水防止の所要量に比べても甚だ多量であつて少量では殆んど効果がないところに問題があり、経済的に米麦農業では実施困難であつて少量で効果を

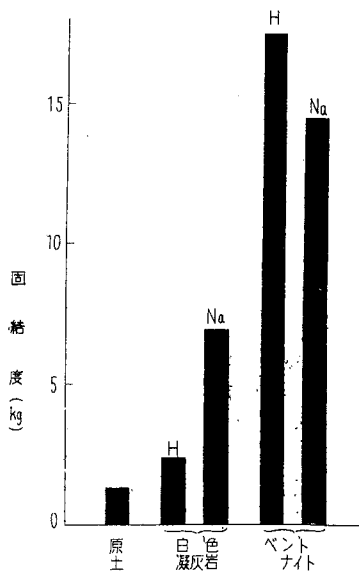
現わす形態のものが出現することが望まれる。

先に述べたように粘土の種類の外に置換性塩基の種類によつても乾燥土壤の凝集力に差があり、ベントナイト、白色凝灰岩の保持する塩基は異なるので単一塩基にした場合の固結度を比較したのが第6図である。原土に対してベントナイト、白色凝灰岩共に固結度が高まっているが、塩基の種類に拘らず、ベントナイトは白色凝灰岩よりも大きい。又白色凝灰岩ではHよりもNaはかなり増大しているが、

ベントナイトではその差は少い。これは置換性塩基以上に粘土の種類が固結度に関係していることを示すものと思われる。

田中<sup>5)</sup>らは圃場においてベントナイトを少量表層撒布をして風蝕防止の一時的な効果のあることを確めた。即ち反当り100<sup>×</sup>施用した場合、無処理に比較して飛土量は1割に減少している。この程度の量でも短期間表層の状態が維持されている間は有効である。

場内圃場におけるベントナイトの施用年次の差による固結度の変化は第4表の通りである。施用後3年の圃場A及び6年の圃場B共に水中沈定容量はベントナイト施用区が大きい。固結度は施用後3年の圃場Aでは石灰、無石灰区に比較してベントナイト施用区が明かに大きい。施用後6年を経過した圃場Bではその差が殆んどなくなっている。これは粘土の質的变化と下層への流亡とが考えられ、客入効果の持続性の長短は実用上の問題である。



第6図 添加物の塩基による固結度の差異

第4表 圃場における固結度

	処理年次	試験区名	固結度	沈定容積
圃場A	1959	石灰区	3.63 <sup>Kg</sup>	1.60 <sup>cc</sup>
		無石灰区	2.72	1.60
		ベントナイト区	6.50	1.78
圃場B	1956	石灰区	2.44	1.75
		無石灰区	2.22	1.75
		ベントナイト区	2.50	1.88

1962年10月測定

b) ベントナイト施用による土壌水分の変化

場内圃場におけるベントナイト施用による表土の水分の変化は第5表のとおりである。ベントナイト施用区の表層は極めて乾燥早く、収縮して下層と毛細管が切れているようである。そのために表面は水

第5表 ベントナイト施用による土壌水分の変化

深 さ (cm)	1957年12月17日		1958年 1月7日		1958年 3月6日	
	無 処 理	ベントナイト区	無 処 理	ベントナイト区	無 処 理	ベントナイト区
0~1	36.6%	29.4%	39.8%	17.0%	33.2%	12.4%
4~6	37.4	40.0	36.7	38.2	36.5	39.3
9~11	37.6	40.2	36.7	40.7	—	—

分が少ないがその下はむしろ保持されている。

又冬期の霜柱の発生は無処理区特に無石灰区が甚しく、土塊を破壊して風蝕の被害を増大しているが、ベントナイト施用区は凍結はするが霜柱は立たない。

2) 土壌改良剤添加の影響

場内圃場において1953年5月、1坪当たり450gのKrilium (#6), A-22 (東亜合成化学K.K.試製品, 比重1.18)を施用し表土に混和した。土壌に対する割合は約0.2%である。

耐水性団粒の変化は第6表の通りであつてA-22, Krilium の添加により増加の傾向が見られる。

第6表 土壌改良剤添加後の耐水性団粒 (粒径mm)

区 名	> 2.5	2.5~ 1.0	1.0~ 0.5	0.5~ 0.28	0.28~ 0.1	計
A-22	11.7%	16.5%	13.3%	9.4%	6.7%	57.6%
Krilium	11.3	16.0	10.9	7.8	9.2	55.2
無 処 理	8.0	13.8	10.1	10.2	3.9	46.0
石 灰	8.5	17.3	10.5	8.0	7.1	51.4

1954年7月

風蝕との関係を見るために測定した冬期の表土の状態は第7表の通りである。地表約3cmから土塊を破壊しないようにして採集して風乾後乾式篩別した土塊の粒径分布は土壌改良剤添加による差は殆んどなく、無処理に比較して大土塊はむしろ少なくなっている。又現地の自然状態の仮比重は団粒を生成し

第7表 土壤改良剤添加後の表土状態 (1954年3月)

区 名	乾燥土塊の粒径分布 (mm)					仮比重 (現地)	土塊の比重 パラフィン 被 覆
	>5.16	5.16~ 1.49	1.49~ 0.86	0.86~ 0.50	計		
A - 2 2	15.4 %	13.7 %	7.7 %	6.0 %	42.8 %	0.57	1.27
Krilium	18.6	13.8	7.1	5.5	45.0	0.58	1.22
無 処 理	25.3	12.4	5.1	3.6	46.4	0.62	1.16
石 灰	18.9	13.0	6.9	5.4	44.2	0.59	1.28

ているために僅かに小さくなり、土塊の仮比重は大きくなっている。この比重の増大は風蝕防止にも役立つ可能性があるが、乾燥した場合土塊の形成に寄与するか否かによつて効果は異なるであろう。

#### 4. む す び

風蝕は風によつておこる災害であるが、同程度の風に対しても土壤によつて被害が異つていることから土壤改良によつて被害を軽減することが可能である。対策としてベントナイト等の土壤改良資材の客入が考えられるが、その効果の持続性、経済性など解決すべき問題は多い。

#### 文 献

- 1) A.N. PURI, A.G. ASGHAR, and A.N. DUA : Soil Sci., 49, 239~249 (1940)
- 2) 山中 : 農技研報告B6号, 133 (1955)
- 3) F. HARDY : F. Agr. Sci., 15, 420~433 (1925)
- 4) 山中 : 農技研報告B6号, 59~60 (1955)
- 5) 田中、佐野、谷沢、柿沼 : 農業気象, 13, 34~36 (1957)
- 6) 沼尾 : 群馬県農業試験場研究報告第3号, 37~45 (1961)