

有機物含量並びに電解質溶液処理が Atterberg 限界に及ぼす影響について

開田土壤の熟化機構に関する研究 (第2報)

小橋英夫・長堀金造・種村親志

The Influence of Contents of the Organic Matter and
Treatment with the various Electrolyte Solution
on the Atterberg Limits of the Soil

Studies on Jukuka of Soil after Land Reclaimed
to Paddy Fields (II)

Hideo KOBASHI, Kinzo NAGAHORI and Chikashi TANEMURA

The authors divided the reclaimed land into three kinds of field conditions; only irrigated field, chemical manure given field and chemical manure and barn yard manure given field; and planted the aquatic rice in each of them. After harvest, we sampled sub-soil from each field and made a study of the Atterberg Limits of the soil. The results are as follows.

The chemical manure and barn yard manure given field showed the highest Atterberg Limits, the second was the chemical manure given field and the lowest was the only irrigated field. The contents of organic matter of soil increased in the following order: Chemical manure and barn yard field > Chemical manure field > Only irrigated field. Therefore, it is concluded that the organic matter affects the Atterberg Limits.

Then the authors studied how the manure, $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, KCl, affects the Atterberg Limits. In this study, the Atterberg Limits of sub-soil soaked in various electrolyte solutions of 1 N, $\frac{1}{2}$ N, $\frac{1}{4}$ N, $\frac{1}{8}$ N, and $\frac{1}{16}$ N were determined. The Atterberg Limits was controlled by the concentration of the solution and was dominantly low in the case of the high concentration.

緒 言

原野を開田してから熟田となるまでには約10年程度を経なければならないといわれており、近年の機械化開田による場合でも、特殊な工法を除けば、相当年数を経て熟田となっているようである。

従って、開田後できる限り早く熟田化するためには開田後の土壤の熟化機構を解明することが先決であり、そのメカニズムがわかれば開田時に熟化を促進させるための人為的なコントロールが可能となり、より早く、短期間に熟田化できる合理的な開田工法が確立されうるものと考えられる。

このような観点から、開田土壤の熟化機構に関する一連の実験的研究を進めているが、これまでの結果のうち、熟化を促進する一要因として有機物含量があげられるので、本論文におい

ては、経年変化と有機物含有量、有機物含有量と Atterberg と関係、さらには、電解質溶液処理による供試土壌の Atterberg などについて行なった実験結果からいくつかの新しい知見を得たので報告するものである。

1. 有機物と Atterberg 限界

開田された地区の土壌が熟田に至る過程において、土壌は微粒子化し、土壌中の有機物含有量は増加する傾向にあった。そこで開田直後の農地において水稻栽培を行なう際、肥料の施用が土壌の物理性に与える影響を究明するため、無肥料区、化学肥料区、化学肥料+厩肥区の3試験区を設けた。この試験地は岡山県上房郡賀陽町大和に位置し、試験圃場の区画面積は1区画が10m² (2m×5m) で、3試験区は次のごとく管理した。

無肥料区：灌水のみ行なう

化学肥料区：窒素，リン酸，カリの合成肥料を反当り40kg施用，灌水は無肥料区と同じ方法で行なう。

化学肥料+厩肥区：化学肥料区における施肥の外に厩肥を反当り2,000kg施用，灌水は無肥料区と同じ方法で行なう。

各試験区より収穫後表土を採取して空気乾燥した後、液性限界，塑性限界を行なった。液性限界の結果を示せば図1の流動曲線の通りである。

流動曲線より求めた液性限界と塑性限界，塑性指数並びに Tyurin¹⁾ 法により定量した有機物含有量を表示すると表1の通りである。

表からも明らかのごとく、液性限界，塑性限界値は共に化学肥料+厩肥区が最高で、順次化学肥料区，無肥料区と小さくなっている。この傾向は3試験区における有機物含有量とも一致し、有機物含有量の多い順に液性並びに塑性の両限界が高くなることが明らかとなった。

そこで有機物が液性限界，塑性限界にどの程度影響を与えているかを調べるために、原土、並びに各経年ごとの水田の未処理の試料について20%の過酸化水素で処理した後実験

図1 流動曲線

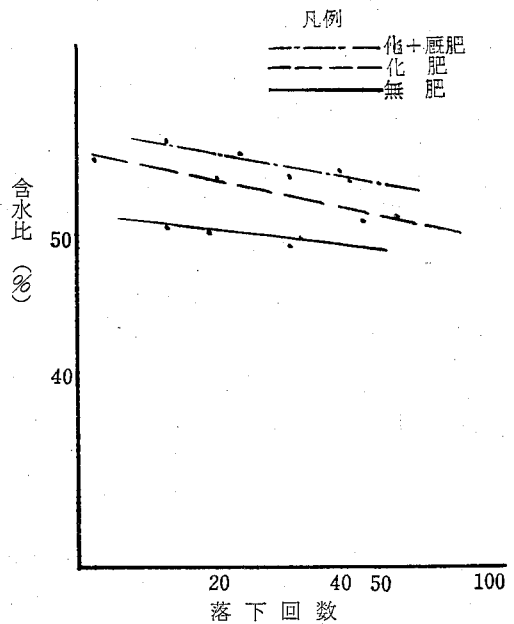


表 1. 施肥が液性限界，塑性限界に及ぼす影響

	液性限界	塑性限界	塑性指数	有機物含有量 (%)
無肥料区	30.5	20.8	9.7	0.58
化学肥料区	33.7	22.5	11.2	0.65
化学肥料+厩肥区	36.1	24.7	11.4	1.18

を行なった。それらの結果を示したのが表2である。

表 2. 有機物処理が液性限界、塑性限界に及ぼす影響

(大和)	液 性 限 界				塑 性 限 界				処理前有機物 含有量 (%)
	処理前	処理後	処理後 処理前	処理前	処理後	処理後 処理前	処理前		
原 土	33.6	29.0	0.863	21.0	15.7	0.747		0.98	
2 年	32.5	30.2	0.929	20.0	16.5	0.825		1.09	
5 年	35.0	30.2	0.863	22.5	15.5	0.689		2.00	
10 年	50.0	36.5	0.730	30.0	19.7	0.657		3.82	

(蒜山)	液 性 限 界					塑 性 限 界					処理前 有機物 含有量 (%)
	処理前		処理後	処理前		処理前		処理後	処理後		
	生土	乾燥土		生土	乾燥土	生土	乾燥土		生土	乾燥土	
原 土	160	100	98	0.612	0.980	115.5	77.2	66.8	0.578	0.865	20.42
2 年	120	96	68	0.567	0.701	89.0	77.0	45.2	0.508	0.587	20.52
5 年	148	110	77	0.520	0.700	97.5	79.0	45.0	0.461	0.570	20.72
8 年	158	110	78	0.494	0.709	106.0	85.5	48.0	0.453	0.561	27.48

大和地区の供試土壌の表土は花崗岩を母岩とした非火山灰土であり、岡山県真庭郡八束村で採取した蒜山地区の供試土壌は黒ボクを表土とする火山灰土である。

大和の試料について処理前後における両限界の変化割合は有機物含有量の高い土壌ほど、両限界の低下する割合は大きい。そして有機物含有量3.82%の土壌では過酸化水素処理によって、液性限界が処理前の73%まで、また塑性限界は66%まで低下した。これらの結果からして有機物含量がアッターベルグに如何に大きく影響を及ぼしているかが理解される。

一方蒜山の試料については試料の乾燥状態によって両限界の値に大差を生ずるので²⁾、試料を生土の状態と空気乾燥した状態に調整して実験を行なった。従って表2においてはそれぞれを生土、乾燥土として示した。酸化前後における両限界の低下する割合は生土と乾燥土とでは顕著な差があるが、傾向としては大和の場合と同様に有機物含有量の高い土壌ほどその低下割合は大きい。有機物含有量27.48%の土壌について、処理前と処理後の値を比較すると、生土では液性限界、塑性限界とも処理前の50%以下に低下し、乾燥土では液性限界で71%、塑性限界で56%低下している。

土壌中の有機物は液性限界よりも塑性限界により大きな影響を及ぼしているが有機物の存在が塑性限界を高くする原因としては、有機質の加水作用が土粒子周辺の水膜形成に先行して行なわれ、しかも有機物が強い水分吸着力を持つ³⁾っているがためとも考えられる。

2. 交換性イオンと Atterberg 限界

既述のごとく、無肥料区と化学肥料区との比較実験において、化学肥料区は無肥料区より両限界とも高い値を示した。そこで本実験においては肥料3要素の1つである硫酸{(NH₄)₂SO₄}と塩化加里(KCl)について、それぞれのイオンが液性限界や塑性限界に及ぼす影響を究明するため、(NH₄)₂SO₄並びにKClの各種濃度溶液を作り、それらの溶液中に供試土壌を浸漬させた後両限界の実験を行なった。

2. (1) 実験方法

実験に用いた試料は表2に示した大和並びに蒜山の原土であり、大和の試料は空気乾燥したが、蒜山の試料は生土の状態で行なった。

本実験において使用した $(NH_4)_2SO_4$ 並びに KCl の溶液濃度は 1N, $\frac{1}{2}$ N, $\frac{1}{4}$ N, $\frac{1}{8}$ N, $\frac{1}{16}$ N の5段階とし、供試土を各規定液の中に1昼夜浸漬させた後、磁製蒸発皿にうつし、高含水比の状態より自然乾燥させて液性限界を測定した。

2. (2) 実験結果と考察

$(NH_4)_2SO_4$ 並びに KCl 各規定液に浸漬した土壌の液性限界、塑性限界の結果並びに Tyurin 法により定量した有機物含有量を示すと表3の通りである。

表3. 電解質溶液処理が液性限界、塑性限界に及ぼす影響

蒜山		液性 限界	塑性 限界	塑性 指数	有機物含 有量(%)	大和		液性 限界	塑性 限界	塑性 指数	有機物含 有量(%)
	原 土	160	110	50	20.3		原 土	33	20	13	0.98
	$(NH_4)_2SO_4$ 1N	145	89	56	18.4		$(NH_4)_2SO_4$ 1N	27	18	9	0.66
	$\frac{1}{2}$ N	150	97	53	18.8		$\frac{1}{2}$ N	29	18	11	0.67
	$\frac{1}{4}$ N	150	100	50	18.8		$\frac{1}{4}$ N	29	19	10	0.67
	$\frac{1}{8}$ N	151	105	46	18.9		$\frac{1}{8}$ N	30	19	11	0.69
	$\frac{1}{16}$ N	157	105	52	18.2		$\frac{1}{16}$ N	30	20	10	0.64
	KCl 1N	146	94	52	17.2		KCl 1N	28	17	11	0.65
	$\frac{1}{2}$ N	150	98	52	18.6		$\frac{1}{2}$ N	30	19	11	0.71
	$\frac{1}{4}$ N	154	98	56	18.2		$\frac{1}{4}$ N	30	19	11	0.68
	$\frac{1}{8}$ N	156	97	59	18.4		$\frac{1}{8}$ N	31	19	12	0.68
	$\frac{1}{16}$ N	158	102	56	18.6		$\frac{1}{16}$ N	31	20	11	0.60

実験によると大和、蒜山の試料とも $(NH_4)_2SO_4$ 溶液、 KCl 溶液の濃度が濃くなるほど液性限界、塑性限界は低下し、原土の値と比較すれば、段々と差が大きくなる傾向にあることを確めた。この原因としては表4に示すように、Winter korn, H. F & Moorman, R. B. B. らが Putnam 粘土 (バイデライト) を用いて行なった実験⁴⁾ 結果と同じ傾向を示すことからしても、粘土が吸着した陽イオンによるものであることが考えられる。

表4. 陽イオンが液性限界に及ぼす影響

液 性 限 界	原 土	交 換 性 イ オ ン					
		H	Na	K	Mg	Ca	Al
	64	56	88	53	56	62	60

溶液処理を行なった試料の有機物含有量が、原土の値と比較して、火山灰土、非火山灰土とも減少している傾向にあるが、この現象についてはさらに追究を行なっている。

3. 結 言

開田土壌の熟化機構を明らかにするため開田当初より熟田に至るまでの土壌の挙動を詳細に究明したところ、開田後の経過年数に従って有機物含有量が増加し、有機物含有量の増加がアッターベルグ限界を高めることが明らかとなった。さらに $(NH_4)_2SO_4$ や KCl の各種濃度溶液での処理が Atterberg 限界に及ぼす影響についても明らかにした。それらの結果を要約すれば次の通りである。

1. 開田後の年数が長いほど有機物含有量が増加し、非火山灰土では、原土の有機物0.98%

が10年後には3.82%に、火山灰土では原土で20.42%の有機物が8年後には27.48%に増加した。

2. 無肥料区、化学肥料区、化学肥料+厩肥区の3試験区より表土を採取して、Atterberg限界並びに有機物含有量を求めた結果、両者とも化学肥料+厩肥区が最高で以下化学肥料区、無肥料区の順位であった。熟田土壌の有機物含有量や Atterberg 限界を判定指標とすれば、化学肥料と厩肥を併用することが熟化促進には有効な方法と考えられる。

3. 有機物を過酸化水素で処理すると、液性限界、塑性限界とも大巾に低下し、有機物含有量3.82%の非火山灰土では、液性限界が処理前の73%まで、塑性限界では66%まで低下した。また有機物含有量27.48%の火山灰土では、液性限界が生土の場合処理前の50%まで、乾燥土では71%まで低下し、塑性限界については、生土も乾土も処理前の50%以下に低下した。

4. 従って液性限界、塑性限界は有機物含有量が多いほど高くなり、特に有機物が塑性限界に及ぼす影響が大きいことがわかった。

5. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ や KCl の各種の濃度溶液で処理した供試土壌の液性限界、塑性限界を求めた結果、溶液濃度が濃い場合ほど両限界とも低下した。

参 考 文 献

- 1) 農芸化学実験書第一巻 (1966) : 236, 京都大学農芸化学教室.
- 2) 小橋, 長堀, 種村 (1968) : 開田土壌の熟化過程における アッターベルグ限界の動向, 第23回農業土木学会中国四国支部講演会講演要旨12~13.
- 3) 粘土ハンドブック (1967) : 827, 技報堂.
- 4) 土質工学ハンドブック (1966) : 45, 技報堂.