



丹波篠山盆地における湿田改良対策研究 3 : 湿田土壌に対する土壌改良剤の効果

後藤, 定年
居垣, 千尋
小林, 潤
石田, 陽博

(Citation)

兵庫農科大学研究報告. 農学編, 3(1):44-49

(Issue Date)

1957

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81006547>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81006547>



丹波篠山盆地における湿田改良対策研究

III. 湿田土壌に対する土壌改良剤の効果

後藤定年・居垣千尋・小林潤・石田陽博

Studies on Improvement of the Damp Rice-Fields in Sasayama Basin

III. On the improving effects by the soil-conditioners on the soils of the damp rice-fields

Sadatoshi GOTO, Chihiro IGAKI, Jiyun KOBAYASHI, and Yōhaku ISHIDA

まえがき

われわれはさきより丹波篠山盆地における湿田に関して、それが形成される原因別について実態調査を行つたが、これによると土壌の特異性によるものが約3割を占め、湿田に大きい影響を及ぼしていることが明らかとなつたが、この湿田土壌の改良により乾田化を促進することは従来の方法では容易でない。ここにおいて湿田土壌の物理的特性を研究し、さらに進んで、近年その有効性を認識されつつある土壌改良剤の特異なる物理性に着目し、そのものの土壌に及ぼす物理的变化の影響およびこれが適切な使用法を研究し、湿田改良の一助たらしめんとし、これに関する基礎的実験を行つた。

実験および結果

A. 供試土壌の物理的性質

先ず湿田土壌の特性を究明せんがため、ここに特に選んだ土壌は第1表に示すような湿田、半湿田、乾田の各2種とし、それぞれの地区を代表するものを選んだ。

湿田の2者はいわゆる深田であつて表土50~75cm排水極めて不良で非離質期でも過飽和の状態を呈し、低湿な粘湿地で、耕耘不可能なるは勿論、插秧期には旧株

を基準とする植付方法が慣行となつている地区のものである。半湿田は湿潤である前2者に比べ、稍高地に位するため比較的排水良好で、近年乾田化の途上にあり、高畦栽培によれば裏作およびその管理可能なものである。乾田の2箇所はいずれも多少湧水を見る部分もあるが比較的乾燥良好で例年裏作可能な栽培条件に恵まれた土地である。

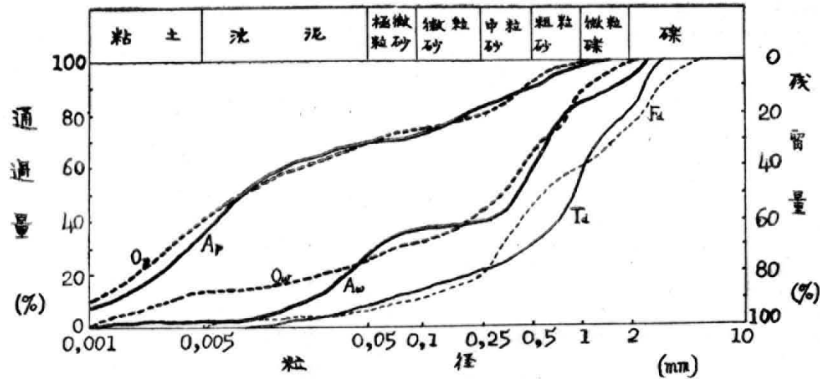
第1図ではこれらの土壌をKühn Wagner法により粒径分析を行つた結果を図示したものであるが、土壌を構成する各種粒径の相対的配合の状態、すなわち、精粗(Texture)は土壌の物理的性質を規定する重要因子の一つであるが、湿田土壌は粘土含有量が極めて大であるとともに、土壌粒子が機械的に極めて整一であつて、均等係数は0.00098および0.0018、有効径28.6および13.3を示したが、これは半湿田から乾田土壌になるに及んで機械的に散慢となり、不整一となつている。第2表には供試土壌の密度および空隙量を示したが湿田土壌は見掛密度、乾燥密度ともに小でこの両者の差が比較的大であつた。これは空隙量の大きなることを物語るものであり、また比重の小なる有機物、膠質物および水分が土

第1表 供試土壌採取地の概要

場 所	記号	土 性	乾湿の程度および利用の状態	
多紀郡篠山町西岡屋	O _p	軽 埴 土	裏 作 不 能 田	湿 田
" " 東吹	A _p	軽 埴 土		
" " 西岡屋	O _w	細砂壤土	隔年裏作 実 施 田	半 湿 田
" " 東吹	A _w	壤 質 細 砂 土		
" 多紀村小原	T _a	粗砂壤土	例年裏作 実 施 田	乾 田
" " 川原	F _a	粗砂壤土		

第2表 土壌の密度および空隙量

土 壤	見掛密度 (g/cm ₃)	乾燥密度 (g/cm ³)	絶対密度 (g/cm ³)	空隙比	空隙率 %
O _p	1.53	0.84	2.09	1.32	59.81
A _p	1.55	0.88	2.14	1.43	58.88
O _w	1.58	1.23	2.44	0.98	49.59
A _w	1.65	1.18	2.45	1.08	51.84
T _p	1.83	1.41	2.52	0.79	44.05
F _a	1.80	1.36	2.54	0.87	46.46



第 1 図 供試土の粒径加積曲線

第 3 表 供試土の水分恒数

土 壤	遠心含水当量 C.M.E (%)	吸着率 (%)	灼熱損失	最大容水量 (%)	飽和度 (%)
O _p	36.5	13.5	12.3	67.4	98.3
A _p	33.7	12.5	10.9	64.6	94.3
O _w	24.6	9.1	8.4	50.9	75.4
A _w	22.6	8.4	6.5	47.7	77.2
T _d	14.9	5.5	2.6	33.1	56.3
F _d	16.3	6.0	2.9	36.4	58.8

壤空隙内において大なる容積を占めていることを示すものである。次に湿田を論ずる場合に土壌水分の問題は最も基礎的な事項であるが、水分恒数は第3表より明らかな如く一般に土壌の機械的組成、なかんずく粘土含有量の多少に密接な関係を有し、粘土含有量の増加にともなつて増加しており、水分当量はその分散度を示す尺度で

あることからして湿田土壌はこの程度はかなり大であると云える。次に第4表に Atterberg 法による液性限界 (L.L.), 塑性限界 (P.L.) およびこれより算出した可塑指数 (P.I.) を示したが、これを比較考察すれば、一般に水分尺度で示す P.L. は粘土含有量とともに少々増大するが、それにも増して L.L. 値の増加は大きく、その結果として P.I. 値も増大する。機械的組成の可なり整一な湿田土壌では可塑指数も 54.7~59.5% の小範囲にあつて近似したが、半湿田、乾田土壌のそれとは 20% 以上の差を示している。次に土壌の第一次的構成要素たる究極粒子は自然状態においてはその総てが分散状態を示すものではない。特に微細粒子の大部分は相膠着して粒径および安定度を異にする集合体 (Aggregate) を形成し、なかんずく構造単位 (Unit) は比較的安定で、土壌が自然状態で蒙る殆んど総ての変化に耐えるものと推定される。従つてこのような安定な集合体を構成単位として取扱うことは究極粒子のみを対象とした機械的分析とはかなりの差異を生ずる。その意味において自然土における集合体の安定度を検することは水分による土壌構

第 4 表 Atterberg limit

土 壤	液 性 限 界 L.L. (%)	塑 性 限 界 P.L. (%)	塑 性 指 数 P.I. (%)	収 縮 比	容 積 変 化 (%)	収 縮 限 界 (%)
O _p	111.9	52.4	59.5	0.57	55.8	79.83
A _p	98.3	43.6	54.7	0.96	36.7	51.83
O _w	64.2	31.4	32.8	1.23	21.8	24.06
A _w	72.4	40.8	31.6	1.36	22.2	23.17
T _d	49.3	20.3	29.0	1.58	13.8	16.35
F _d	52.4	24.2	28.2	1.50	15.5	18.09

第5表 供試土壌の団粒分析結果(湿式)

土 壌	団 粒 量 (%)	団 粒 率 (%)	平 均 重量直径 (cm)	平均重量 直径差 (cm)
O_p	7.39	18.25	0.0234	0.0054
A_p	7.78	14.62	0.0408	0.0061
O_w	21.82	49.91	0.0761	0.0222
A_w	20.74	46.48	0.0705	0.0187
T_a	31.97	60.26	0.1519	0.1106
F_a	28.21	53.95	0.1336	0.0872

第6表 渗透係数値(気温 25.8°C)

土 壌	a/A	h_1/h_2	t_2-t_1 (sec)	l (cm)	k (cm/sec)
O_p	1/171	46.3/45.8	775	43.8	3.58×10^{-6}
A_p	1/171	74.4/77.2	636	17.8	2.28×10^{-5}
O_w	1/171	66.9/52.1	676	6.5	1.41×10^{-5}
A_w	1/171	81.2/74.6	577	8.3	7.11×10^{-5}
T_a	1/156	86.2/44.3	289	22.1	3.25×10^{-4}
F_a	1/156	72.1/50.6	321	19.3	1.36×10^{-4}

造の破壊の程度を知る上の尺度ともなる。第5表にはVan Bavel²⁾の法を多少改良簡便化した湿式法により行つた団粒分析の結果を示した。これによると団粒率においても湿田土壌は乾田の約4分の1にとどまり、また平均重量直径差においても湿田土壌は極めて僅少であつて、過湿がいかにも多くの団粒を破壊し、作物の生育に悪条件となるかが首肯される。第6表には変水位透水試験機による渗透係数、すなわち

$$k = \frac{a \cdot l}{A} \cdot \frac{2.3}{t_2 - t_1} \log \frac{h_1}{h_2} \quad (\text{cm/sec})$$

但し a : 細管断面積 (cm²), A : 土柱断面積 (cm²)
 $t_2 - t_1$: 経過時間 (sec) h_1 : 最初の水頭 (cm)
 h_2 : 最後の水頭 (cm)

により求めたものであるが、湿田土壌の透水性は小で本地区のものは殆んど 10^{-5} cm/sec の小範囲にあり、半湿田、乾田土壌に対しその垂直透水性の僅少が特に有意差を示している。

B. 土壌改良剤の添加による物理性の変化

前記湿田土壌の1種(多紀郡篠山町東吹湿田土壌)を

第7表 添加土壌の比重および空隙量

区分	添加量 (%)	仮比重	真比重	空隙比	空隙率 (%)
K	0.5	0.48	1.94	3.04	75.25
	0.24	0.50	1.95	2.90	74.36
	0.12	0.54	1.96	2.63	72.45
	0.06	0.59	1.98	2.36	70.20
A	0.5	0.50	1.96	2.92	74.49
	0.24	0.52	1.97	2.79	73.60
	0.12	0.55	1.98	2.60	72.22
	0.06	0.60	2.00	2.33	70.00
無 添 加		0.88	2.14	1.43	58.88

第8表 添加土壌の水分恒数

区分	添加量 (%)	圃 場 容水量 (%)	遠心水分当量 C.M.E. (%)	吸着率 (%)	最小大気 通気度 (%)
K	0.5	64.1	42.7	15.8	20.8
	0.24	62.4	40.3	14.9	18.8
	0.12	59.6	36.5	13.5	16.4
	0.06	57.0	34.4	12.7	14.6
A	0.5	63.2	40.8	15.1	21.9
	0.24	61.8	38.4	14.2	19.6
	0.12	58.4	35.6	13.2	18.5
	0.06	55.9	34.1	12.6	15.3
無 添 加		46.0	33.7	12.5	-5.74

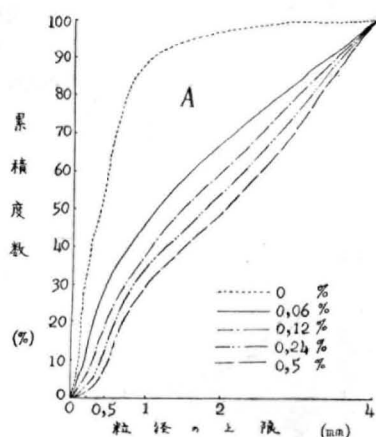
第9表 添加後の緊硬度的変化(Atterberg limit)

区分	添加量 (%)	液性限界 L.L. (%)	塑性限界 P.L. (%)	塑性指数 P.I. (%)
K	0.5	124.2	48.0	76.2
	0.24	120.2	47.7	72.5
	0.12	116.9	47.2	69.7
	0.06	108.7	45.8	62.9
A	0.5	119.3	47.4	71.9
	0.24	108.8	46.5	62.3
	0.12	99.9	46.0	53.9
	0.06	99.5	45.7	53.8
無 添 加		98.3	43.6	54.7

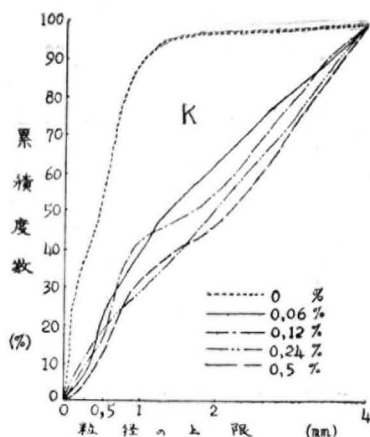
採り、土壌改良剤は Krilium, Aerotil (Wettable flakes) の 2 種を採用し、その施用量をそれぞれ標準量の半量、標準量、倍量、3 倍量、すなわち、0.06%, 0.12%, 0.24%, 0.5%, 無添加の 5 区分とし、圃場容水量の約 80% の含水率で同時に添加した。第 7 表では添加後の比重および空隙量を示したが、添加量に対する空隙量の増加は 2 次関数的に急増し、両者ともに 0.5% 添加で最大値を示し、空隙率において無添加のものより約 2 割の増加を示し、比重は添加量に逆比例した漸減傾向を示した。第 8 表の水分恒数では両改良剤ともに 0.12% 添加から急激に増加傾向をとり、0.5% 添加で最大を示し、遠心含水当量 (C. M. E.) において無添加の倍量となつている。第 9 表には添加後の緊硬度の変化を示した

第 10 表 蒸 発 量

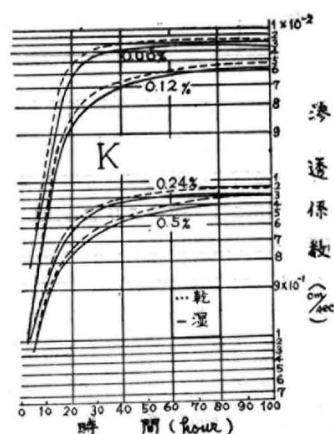
区 分	添加量 (%)	表面 5cm おにける 水分差 (%)		全蒸発量 (%)	単位時間 当り蒸発量 (%)
		10時間	24時間		
K	0.5	12.2	22.3	34.5	0.69
	0.24	12.7	20.7	35.1	0.70
	0.12	13.3	19.9	37.9	0.76
	0.06	14.2	18.3	38.8	0.77
A	0.5	9.6	24.4	32.8	0.66
	0.24	9.9	23.1	34.1	0.68
	0.12	11.3	21.2	38.7	0.77
	0.06	11.8	19.4	38.9	0.78
無 添 加		13.8	15.2	40.7	0.90



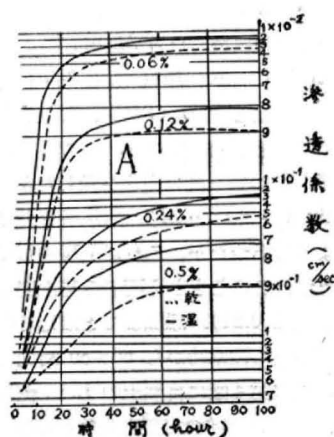
第 2 図 (a) 粒径分析結果 (Aerotil)



第 2 図 (b) 粒径分析結果 (Krilium)



第 3 図 (a) 添加による透係数の時間の変化 (Krilium)



第 3 図 (b) 添加による透係数の時間の変化 (Aerotil)

第 11 表 添加土壌の透水性 (cm/sec)

区分	添加量 (%)	3 時 間		24 時 間		100 時 間	
		乾	湿	乾	湿	乾	湿
K	0.5	4.17	4.46	6.14×10^{-1}	7.37×10^{-1}	1.82×10^{-1}	4.22×10^{-1}
	0.24	2.96	3.36	5.11×10^{-1}	5.52×10^{-1}	1.14×10^{-1}	3.93×10^{-1}
	0.12	2.34	1.12	7.75×10^{-2}	8.09×10^{-2}	5.37×10^{-2}	5.86×10^{-2}
	0.06	7.76×10^{-1}	8.75×10^{-1}	3.96×10^{-2}	4.12×10^{-2}	3.30×10^{-2}	8.37×10^{-2}
A	0.5	6.91	5.33	9.93×10^{-1}	8.80×10^{-1}	9.05×10^{-1}	7.52×10^{-1}
	0.24	1.16	5.02	8.51×10^{-1}	7.36×10^{-1}	4.64×10^{-1}	2.27×10^{-1}
	0.16	4.21	4.38	9.56×10^{-2}	8.91×10^{-2}	9.12×10^{-2}	8.23×10^{-2}
	0.06	3.15	2.74	5.34×10^{-2}	4.67×10^{-2}	3.15×10^{-2}	2.44×10^{-2}
無 添 加		2.28×10^{-3}					

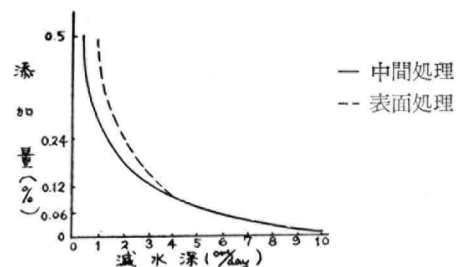
L.L. が特に急増し、その結果塑性指数も 0.5% 添加で 2 割以上増加している。これら限界値を高め得ることは、それだけ流出に対する抵抗性、含水崩壊に対する安定性を示すもので特に微細粒子よりなる土壌における土壌侵蝕、流出防止に土壌改良剤がいかに有効であるかを物語るものである。次に第 10 表には同一気象条件のもとに調査した水分蒸発量を比較したが、添加当初は無添加のものより若干蒸発量が大きであるようであったが、最終的には単位時間当りの蒸発量は施用量に反比例して減少している。第 2 図には前記要領により団粒分析を行った結果を示したが、Krillium, Aerotil とともに 0.12% 添加程度から顕著な団粒量の増加を示し、0.5% 添加で最大を示した。また乾湿両状態における形成団粒量の変化も比較したが、Aerotil は乾燥状態すなわち添加時の水分条件で数時間保持した方が施用直後より団粒量が増加し、これに反し、Krillium は比較的湿潤状態、すなわち、圃場容水量と P.L. の中間的水分条件で保持した方が団粒量が若干増加している。次に第 11 表および第 3 図には添加後の透水性の変化を示したが、Aerotil および Krillium とともに 0.24% 添加程度までは直線的関係をとるようであったが、これ以上添加しても大なる差は認められず、このことから両者の透水性の増大に関する最小有効量は 0.24% 添加までと推定される。また浸透速度は両者とも注水時から 60~80 時間でほぼ一定値となった。次に第 4 図に自然土の L.L. 値以上の水分条件で前記の 5 区分に従って捏土したものを 5cm 厚さに表面処理したものと中間処理（表面より約 20cm 深さ）したものをそれぞれ深さ 40cm についてその添加量

と減水深との関係を示したが、0.12% 以上添加した場合は中間処理の方が浸透防止に有効で、それ以下の添加量では表面処理と中間処理との間には大差は認められなかった。

要 約

湿田土壌の物理的性質および土壌改良剤の添加による土壌の改良効果に関する以上の実験結果から次の如く要約することができる。

- (a) 湿田土壌は構成粒子が極めて微細で粘土含有量多くまた機械的に整一である。
- (b) 見掛密度、乾燥密度とともに小で、且この両者の差が大、すなわち、空隙量が概して大である。
- (c) 水分恒数は粘土含有量とともに増加し、また P.I. は小範囲のうちにあつて近似している。
- (d) 湿田土壌の団粒率は小さく、且平均重量直径差においても湿田土壌は僅少である。
- (e) 湿田土壌の透水性は浸透係数 10^{-6} cm/sec 小範囲に存在し、極めて不透性である。



第 4 図 添加量と減水深

(f) Aerotil, Krilium 等の土壤改良剤の添加により空隙量を増すが、添加量とその増加量は殆んど2次関数的関係を取り急増し、0.5% 添加で最大を示す。

(g) 土壤改良剤の添加による水分恒数の変化は、0.12% 添加から増加傾向をとり、これにともない有効水分量も増加する。

(h) 蒸発量は添加により抑制され、単位時間当りの蒸発量は施用量に反比例して減少している。

(i) 添加後の団粒量の増加は 0.12% 添加程度から顕著であり、0.5% で最大を示し、0.5% 以上添加しても 0.5% 添加の場合と殆んど同様であつて、添加量に比例した効果は認められない。なお Aerotil は添加時の水分条件で数時間保持し、Krilium は圃場容水量と P.L. の中間的水分条件で保持した方が団粒保持に最適条件となる。

(j) 添加による透湿度の増加は、0.24% まで直線的に増加し、60~80 時間で一定値となる。

(k) L.L. 値以上の水分条件で添加捏土すれば滲透防止に有効で、被圧地下水の上昇をも阻止することが可能である。この際 0.12% 以上中間処理した方がより効果的である。

(1) 実際に湿田に添加処理する場合は晴天時を見計

い、でき得れば予め排水を行い、前記水分条件のもとに添加すれば有効である。

(農業工学講座, 昭 32. 8. 30 受理)

参 考 文 献

- 1) 後藤, 居垣, 小林, 石田: 丹波篠山盆地における湿田改良対策研究 I. 実態調査による総括的考察
- 2) Van Bavel: Mean weight-diameter of soil aggregate as a statistical index of aggregation. Proc. Soil Sci. Soc. Amr., 14 (1) p. 20~30. 1949.

Summary

As a measure of improving the damp rice-fields, the agronomical study as to the effects of Aerotil and Krilium, the soil conditioner, has been made, the emphasis being placed on the improving effects on the physical properties of soils, and at the same time, the proper method of use of these chemicals has also been studied.

As the result, it was well recognized that the use of the soil conditioners are extremely effective for the physical improvement of soils, and according highly expedient for improvement of the damp rice-fields.

(Laboratory of Agricultural Engineering.)