

水稻の畑かんがいの栽培による土壌の諸変化

橋 本 良 材* 泉 田 又 蔵*

I は し が き

水田を基盤整備する目的はいろいろあるが、まず第一には作物生産量の増大が挙げられ、第二には農作業機械の導入が容易となり生産性の向上が計られること、第三には田畑転換、裏作など土地の利用が自由に出来る立地条件に改善することなどが挙げられる。これらの三点が共に成り立ってこそ、はじめて基盤整備ということが完成すると考える。ところが、暗きよ、明きよなどの土木工事を施行して乾田化を計る場合、水の浸透し易い土壌では比較的速かにその効果は現われ易く、水稻の増産をはじめ土地の高度利用や機械力利用の効果をも十分發揮出来るが、粘土質水田においては若干の利点は認められるが、総合効果という点では判然としない場合が多い。

しかして、近年「重粘土地帯水田の上層改良と用排水組織に関する研究」が全国的視野から特別研究で開始され、ほ場整備技術が再検討されつつある。

筆者らも1963年より、粘土質水田の乾田化促進の対策に着眼し、一つの手段として、水稻の栽培面より土壌改良を計る方法、すなわち、水稻の畑かんがいの栽培を研究してきた。いまだ不備点が多く、なお実験を続けなければならないが、土壌改良とくに物理性の改善には有力な結果が得られたので、ここでは地下水位および土壌の諸変化に関し述べることにする。

II 水稻の畑かんがいの栽培の概要

現在、各地で畑作水稻が実施されているが、これは畑地を場としており、ここで述べる畑かんがいの栽培は水田を対象とし、しかも従前の用排水組織のもとで行なうとするものである。その耕種の概要は主として無代かき栽培(乾田直播栽培、乾田苗まき栽培)に準ずるが、ただかんがい方法を異にし、無たん水で水稻の生育に水が必要な時点でかんがいする方法を採っている。したがって実用的な収量を挙げ、しかも土壌変化が期待できるその接点とも云うべきかんがい法をあみだすことが本栽培法の要点である。

参考までに、かんがい方法と水稻の生育収量との関係

表一 水稻の生育収量

処理別	かんがいの指標	N施用量 kg/a			
		元肥	3 L	7 L	穂肥
標準かんがい	3 L期、6月下旬、7月上旬 幼穂形成期、出穂15日前、出穂期、出穂15日後に田面が湛水するまでかん水する	0.2	0.2	0.2	0.3
後期かんがい	幼穂形成期まで標準区に準じ、以降湛水する	0.2	0.2	0.2	0.3
全期かんがい	3 L期以降湛水状態に保つ	0.3	0.2		0.3
散水かんがい	3 L期以降PF 2.0を維持するよう散水する	0.2	0.4	0.4	0.3

播種期 4月28日、播種量 450g/a、条間 30cm

処理別	最高	出穂	穂長	穂数	精玄米重	一穂m ² 当登熟歩合	精玄米千粒重		
	茎数	期							
本/m ²	月	日	cm	本/m ²	kg/a	粒	100粒	%	g
標準かんがい	563	8.2	82	412	51.7	69.9	288	74.8	24.0
後期かんがい	522	8.1	79	417	52.1	66.4	277	81.3	24.5
全期かんがい	585	7.29	83	416	55.9	68.1	282	86.0	24.1
散水かんがい	466	8.3	83	388	47.6	70.8	269	71.5	23.6
移植栽培	439	7.28	84	398	57.8	81.1	323	80.1	23.3

注 1967年亀田ほ場の調査

を表一に示した。

III 水稻の畑かんがいの栽培による土壌の変化

1. 調査ほ場と土壌

表二 供試土壌の粒径分析成績 (国際法)

ほ場別	層位	項目				土性
		粗砂 %	細砂 %	微砂 %	粘土 %	
横 越	1層(0~14cm)	1.3	12.3	57.5	28.9	LiC
	2層(14~35cm)	0.7	9.9	62.4	27.0	LiC
亀 田	1層(0~12cm)	9.9	18.3	39.6	32.2	LiC
	2層(12~32cm)	1.8	11.5	40.7	46.0	HC
	3層(32~46cm)	—	—	—	—	P
	4層(46cm以下)	0.1	13.8	58.5	27.6	SiC

* 新潟農試基盤整備課 1969. 9. 4. 受理

表-3 調査区の構成

処理区名	かん水方法	摘 要
畑かんがいの栽培田	全面かんがい	5L期より、地下水位を指標として全面にかん水する
	散水かんがい	同上の時期に散水かんがいを
	最少かんがい	5L期より、水稻がしおれ現象を呈したら散水かんがいを
たん水栽培田	無代かき	3L期よりたん水状態に保つ乾田直播栽培田
	代かき試験田	もよりの一般農家水田より選定

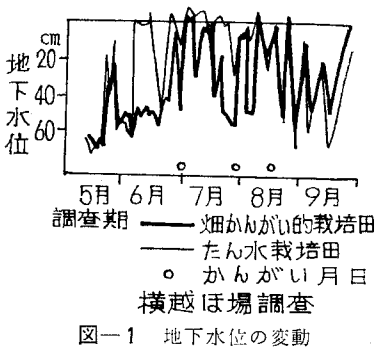


図-1 地下水位の変動

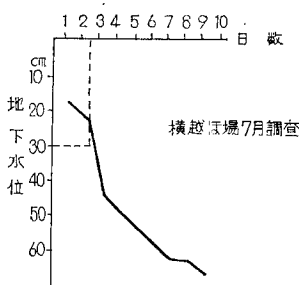


図-2 地下水位降下速度

3のように区分した。

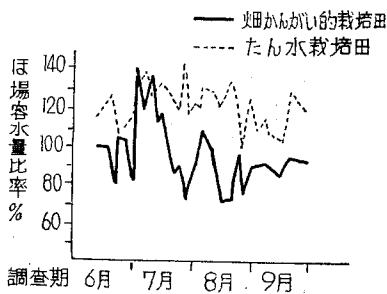


図-3 土壌水分の動き

注 1964年横越ほ場調査

横越ほ場：中蒲原郡横越村
横越 強グライ土壌強粘土還元型
亀田ほ場：中蒲原郡亀田町
鶴ノ子 泥炭質土壌強粘土型

供試土壌の粒徑組成は表-2のようである。

2. 調査区

たん水栽培田（普通移植田，乾田直播田）と畑かんがいの栽培田に大別し，畑かんがいの栽培田のかんがい処理を表一

3. 調査結果

(1) 地下水位の変化 図-1

は水稻作付期間中の地下水位の変動である。畑かんがいの栽培田の地下水位は，かん水や降雨，排水路の水位などの外的因子に対し関連をもった変化を示し，平均地下水位と最低地下水位は，いずれもたん水田より低い。図-2は無降雨，無かんがい期間に地下水位が低下する速さを示したものであるが，地下水位の低下は降下はじめに大きく，次第に緩慢な低下をたどる。この降下曲線よりみて，かんがい後地下水位が-30cmになる所要日数は，ほぼ2日である。

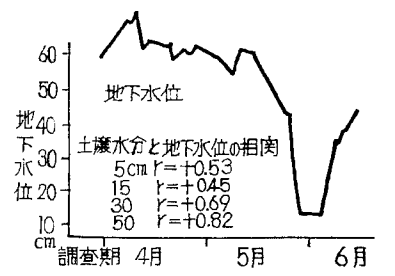
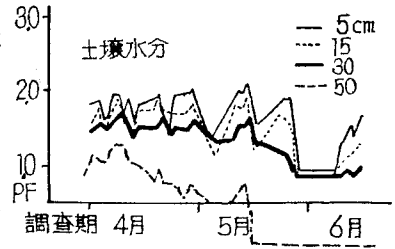


図-4 深度別土壌水分と地下水位の移推

土壌改良にはまずもって地下水排除が必須であり，地下水位の低下は，暗きよ，明きよなどの施行によっても現われるが，畑かんがいの栽培によりなお一層助長される。

(2) 土壌水分の動き 水稻を畑状態で栽培し安定多収を得るには，適切なかん水操作が必要であり，土壌水分はかんがい時期決定の一つの指標と目されている。水稻作付期間中の土壌水分の動きは図-3に示すようである。畑かんがいの栽培田の土壌水分は，かんがい，梅雨

表-4 跡地土壌の実容積

処理別	深さ	実容積		空気率 A	水分率 Mv	固相率 Sv	孔隙率 P	含水比 Mo	飽水度 H	
		全重量 W	容積 V							
畑栽培かんがいの田	全面かんがい	10	142.1	86.8	13.2	52.4	34.4	65.6	58.5	79.9
		30	155.0	96.0	4.0	58.0	38.0	62.0	59.7	93.5
	散水かんがいの田	10	146.0	90.7	9.3	55.0	35.7	64.3	60.5	85.5
		30	157.2	98.0	2.0	57.5	40.5	59.5	57.7	96.6
最少かんがい	10	134.5	81.5	18.5	48.4	33.1	66.9	56.3	72.3	
	30	155.0	95.4	4.6	57.4	38.0	62.0	58.2	92.6	
たん水栽培移植区	たん水区	10	146.0	92.0	8.0	57.2	34.8	65.2	64.5	87.7
		30	156.3	96.9	3.1	57.7	39.2	60.8	58.5	94.9
	移植区	10	137.0	91.4	8.6	60.0	31.4	68.6	77.9	87.5
		30	164.5	99.0	1.0	57.9	41.1	58.9	54.3	98.3
畑	10	123.9	69.4	30.7	36.3	33.0	67.0	41.6	54.3	

注 横越土壌刈取り後調査

表一五 水中に安定な土壌団粒 (%)

処理別	深さcm	篩別mm					
		5.0	2.5	2.0	1.0	0.5	0.5 >
畑かんがいの栽培田	全面かんがい	10	37.5	5.4	1.3	6.6	2.552.5
		30	60.2	2.2	0.4	1.2	1.434.4
	散水かんがい	10	45.1	10.7	2.0	6.6	3.832.0
	30	58.8	1.7	0.4	1.6	1.635.9	
最小かんがい	10	31.4	13.1	4.5	10.2	4.336.3	
	30	53.1	1.8	0.3	1.1	1.442.3	
たん水移植田	10	45.1	1.8	0.5	2.4	2.447.9	
	30	50.3	0.8	0.1	0.5	0.547.8	
畑	10	14.7	8.2	3.5	9.7	4.859.1	
	30	36.0	11.5	2.1	5.6	3.141.7	

注 横越土壌の調査

表一六 かんがい水の浸透経過

月日	時刻	処理別	畑かんがいの栽培田		たん水栽培田	
			散水かんがい区	最少かんがい区	たん水	移植田
10.29	A.M. 9.30		0	0	0	0
" "	" 10.00		0	0	0	0
" "	" 10.30		0	1	0	0
" 30	P.M. 0.30		15	45	1	7
" 31	A.M. 12.00		23	82	3	15
11. 2	P.M. 3.00		34	108	10	20

注 数値は累積浸透量
横越ほ場の調査

時を除き、大体ほ場容水量(56%)内に保たれ、全体としては常に少なめに推移する。深度別土壌水分の変化と地下水位の関係は図一四に示すようであるが、深さ50cmまではいずれの深度でも地下水位が低い場合には、pF値は高く、ことに下層ほどこの相関が高い。

(3) 土壌構造の変化 土壌の三相変化を表一四に示したが、畑かんがいの栽培田は水分容積が減少して固相容積が増加する。ことに下層土において変化が著しく、気相容積は作土層で増大した。

水中に安定な土壌団粒の分布は、表一五に示すようである。畑かんがいの栽培田は水中に安定な0.5~2.5mm間の土粒が増加しており、団粒構造の造成がうかがわれる。また、かんがい量の少ないほど団粒の発達が顕著であり、これらの関係は作土層で明瞭であった。

畑かんがいの栽培田におけるかんがい水の浸透経過をみたのが表一六であり、減水深の測定結果は次のようである。

表一七 耕耘時の土壌硬度 (kg/cm²)

処理別	深さcm	耕耘時の土壌硬度 (kg/cm ²)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	
畑かんがいの栽培田		2.0	0.7	6.8	1.11	8.16	0.15	0.14	0.13	7.13	2.0
たん水栽培田		1.7	3.3	3.0	4.2	6.4	9.0	0.14	2.14	4.15	7.10

注 横越ほ場の調査

コーンペネトロメータ小型円形板使用

畑かんがいの栽培田: 23.2mm/day

うち、畦畔浸透7.75mm 降下浸透10.45mm 蒸散量5.0mm

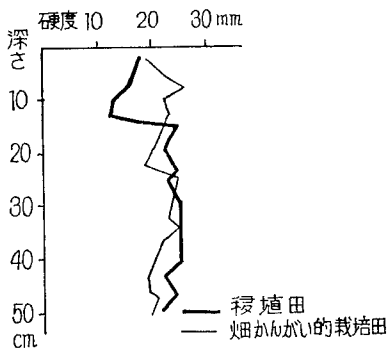
たん水田(移植田): 8.84mm/day

うち、畦畔浸透1.81mm 降下浸透2.03mm 蒸散量5.0mm

(蒸散量は北陸地方の6月~9月平均で4.9mm/day=5.0mm/dayとした。亀田ほ場調査)

畑かんがいの栽培田は降下浸透量が増加し、透水性がきわめて良好となり、透水性の向上がみられる。これは作土層における団粒構造の発達と、

下層での亀裂の発生など、土壌構造変化の集約された現象であろう。



図一五 収穫時の土壌硬度

注: 横越ほ場調査

山中式土壌硬度計2.4kgパネで測定

地表排水管理を十分に行ない、かつ、排水路水位を十分低下しても、透水係数が10⁻⁶cm/sec以下のような重粘土水田では、従来の暗きよ施行基準による深い暗きよ

試馬前 1963年4月	1年後 1963年11月	2年後 1964年11月	3年後 1965年11月
12 #	12 23 +	17 # 粒状	19 粒状
14	24 26 #	33	33
22 ○ #	33 27 #	32 23 c #	23 ○ #
35 ●		42 22 # 亀	36
25 ●	25 ● #	56 18 # 裂	45 17 # 亀
26 ●	54	57 17 # 裂	
46	24 ● +	17 ● +	18 ● +

注 横越ほ場の調査

図一六 土壌断面形態変化

年次
層土の団粒
層厚反転
塊状
度

土壌硬質山中式土壌硬度計
20kgパネ
○ 反転: addipyrstyle 逆転
○ 亀裂の発生で黄色
● 暗きよで黄色
● 暗きよで黄色
● 暗きよで黄色
+ 有り
含有
含有
含有

排水では透水性改良の効果が遅い。土層を物理的に破かいし透水性を増加させる工法、浅暗きよ、暗きよの埋め戻し、あるいは暗きよの効果を發揮させるに必要な用排水路配置、排水路断面とその維持管理法など、農業土木的見地より検討を加えられつつあるが、一面、稲作りを通じて、土壌の透水性改良が期待出来そうである。

土壌硬度の変化に関しては、表—7、図—5に示すようである。畑かんがいの栽培田の土壌硬度は大きく現われており、たん水栽培田との差は表層ほど大きく、下層へゆくにづれ小さい。また、かんがいの量の少ないほど、土壌硬度は大きい状態にある。一応、ホイール型大型トラクターで作業容易を 6 kg/cm^2 以上とすれば、畑かんがいの栽培1年後で十分な土壌硬度となり、ことに、収穫時において普通型コンバインが容易に稼動し得る地耐力に強化され得たことは、大きな特色として見てよからう。

(4) 土壌断面形態の変化 グライ層および斑鉄、土壌硬度、亀裂の発生などの経年変化を図—6に示した。グライ層は年々下層に移行し、斑鉄はそのあとを追うように深層にまで生成され、3年後には作土層は全面にわたって酸化色を呈するに至った。土壌硬度は1年後に作土層が極端に増大したが、2年後から粒状構造の発達でいくぶん小さくなっている。土壌構造変化については、2年目より下層に亀裂が生じ、作土層に粒状構造の発達が認められた。このような基盤に土層改良が実現すれば、作物の増産効果は顕著に現われ、田畑転換、裏作などの作付転換も容易に行ない得るであろう。

IV む す び

以上、調査結果を述べてきたが、このような土壌の諸変化は、田畑転換田に類似した変化とうかがわれ、粘土質土壌の水田でも、水稻の畑かんがいの栽培を行なうこ

とにより、田畑転換と同様な土壌変化が期待できると考えられる。

本研究は「水稻の畑かんがいの栽培法に関する研究」の中で行なったもので、大槻祐一、浅野孝三郎、幸田達治、金山洋の各氏との協同研究であることを附記しておく。

参 考 文 献

- 1) 農林水産技術会議事務局、新潟県農業試験場：(1963) 澁田の乾田化に伴う生産技術解明に関する研究 指定試験(土地改良区)第3号
- 2) 山崎不二夫、長谷川新一編：畑地かんがい 農文協
- 3) 愛知用水公団：(1965) 畑地における水稻作技術 公団資料No.1
- 4) 高橋 渉沢：(1956) 田畑輪換栽培における土壌の物理性について 自作記 25. 1
- 5) 農林省農業改良局、奈良県農業試験場：(1954) 田畑輪換に関する試験成績 農業改良技術資料第68号
- 6) 出井 嘉范：(1957) 水田作土の構造と水稻生育 土壌の物理性No.16
- 7) 農土試土地改良部：(1968) 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する特別研究 成績書 農土試「重粘土」資料No.2
- 8) 北陸農試：(1968) 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する特別研究 成績書 北陸農試「重粘土」資料No.1
- 9) 丸田勇、井利一：(1966) 重粘土水田の暗きよ施工が土壌の断面形態に及ぼす影響 新潟農試研究報告第16号
- 10) 新潟農試：(1965) 農業機械に関する試験成績