

粘土質の暗きよ施工田における排水（2）

多収穫水田の排水と物理的性質

丸 田 勇*

I. はし が き

既に田淵ら²⁾⁶⁾によって粘土質の水田の排水実態は新潟県長岡市、柏崎市などで詳細に調べて、排水の機構や改良の方策に関するいくつかの事実が明らかにされた。

即ち、排水とき裂、均平、降雨条件などとの関係の重要性を指適した。そして暗きよの埋戻し溝をルーズにし、⁶⁾ 田面水の排水に都合のよい均平を行ない、なおかつ降雨条件に見合った落水を行なうことにより地耐力を高めることが可能であることを明らかにした。しかし水稲の収量との関係については未だ十分なる検討がなされなかった。そこで新潟県において、ここ2年の間に多収をあげ得た水田について排水の実態と若干の物理性について調査測定を試みたので、その結果を報告する。

II. 調査水田の概況と調査方法

1. 調査水田の概況

調査水田は西蒲原郡巻町、三島郡和島村、新潟市早潟の3カ所の水田である。区画の大きさ落水日ならびに水の管理方法、暗きよ施工年次は表一に示すとおりである。

表一 調査水田の概況

場所	区 画	田植 落水日	水の管理	暗キヨの 施工年次
西蒲原郡巻町	19×54m (10a)	5月8日 12日18日	中干し：6月22日～ 27日 中干し期以後3日に 1回落水期まで灌水	昭和36年秋
三島郡和島村	25×80m (20a)	5月8日 21日15日	中干し：7月7日～ 15日 中干し後3日に1回 落水期まで灌水	昭和42年秋
新潟市早潟	19×54m (10a)	5月8日 9日20日	6月20日から水深を 残くし23日に灌水そ のまま。7月11日ま で無灌水、その後3 日に1回落水期まで 灌水	昭和35年秋 (一部昭和 42年春)

る。水管理については中干し後いずれも常時たん水を避け、節水（一たん三落）につとめ、かつ落水日も8月中頃に行なわれている。

調査水田の収量は表二に示すとおりである。

巻町は昭和42年度米競作会の県1位であり、早潟は昭

表二 調査水田の収量 (kg/10a)

場 所	1967年	1968年	1969年	品 種
西蒲原郡巻町	785 (県1位)	*805	—	フジミノリ
三島郡和島村	—	809	*600(推定)	レイメイ
新潟市早潟	—	904 (県1位)	*700(推定)	レイメイ

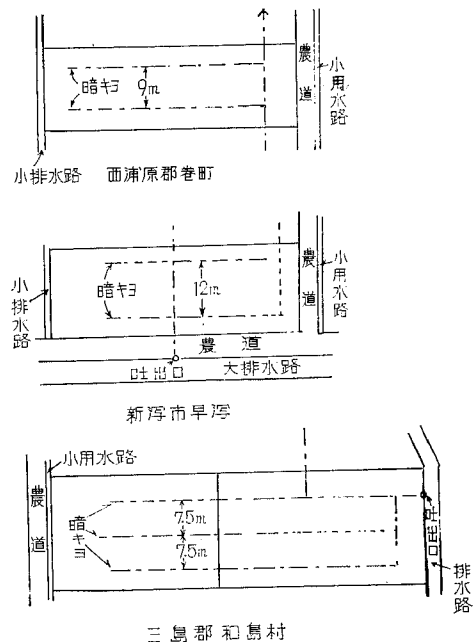
注：*印が調査年

和43年度米競作会の県1位であった。和島村は昭和43年度米競作会で県24位の水田であった。昭和43年度は県内で800kg/10a以上が20数筆も出て、本県にとっては有史以来の多収年に当る。そして、それらに用いられた品種の多くは東北系のフジミノリ、レイメイであったということも一つの特徴であった。

調査はいずれもその翌年に行なった。栽培管理などは農家の慣行で行ない、特別の指示は全く行なわなかった。

2. 調査水田の暗きよ

調査水田の暗きよは図一に示すとおりである。



図一 調査水田の平面図

* 新潟県農試 1969. 10. 31. 受理

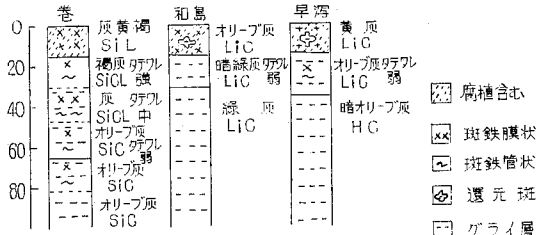


図-2 土壌柱状図

3. 調査水田の土壌断面

調査水田の土壌断面は図-2に示すとおりである。巻町はグライ土壌強粘土型、和島村は強グライ土壌強粘土還元型、早湯は強グライ土壌強粘土斑鉄型である。

4. 調査時期

調査は昭和42年が巻町で、昭和43年が和島村と早湯で、それぞれ田植後、中干し期、刈取期の3回と刈取期に土壌を採取して分析に供試した。

5. 調査項目

田植後から刈取期までは次の項目について行なった。その他にポットによる透水性の測定なども行なった。

- (1) 含水比 炉乾法(地耐力測定点と対応)
- (2) 地耐力 SR-II型の小型矩形板を用い、0~5cm, 5~15cm, 15~25cmの各層の示す最大の地耐力を1水田について8~14カ所で測定した。
- (3) 田面の高低 10m間隔の方眼でレベルを測定した。
- (4) 漏水量 漏水量迅速測定器を用いて測定した。
- (5) 土壌分析
 - ① 沈底容積：乾土20g当りについて未風乾土、風乾土のそれぞれについて測定した。
 - ② 液性、塑性限界：未風乾土、風乾土のそれぞれについて、土質試験法に従い測定した。
- (6) その他にしろかきと透水性との関係を調査するため昭和43年12月に巻町の水田で漏水量の測定を暗きよ上と暗きよ間で行なった。
- (7) しろかきと酸化還元電位ならびに分散率の関係をj知るため、新潟農試長岡ほ場の上壤と長野農試水田土壌のいずれも2mm篩別の風乾土を供試して、室内実験を行なった。

- (1) 酸化還元電位：真空管式(山中式)
- (2) 分散率：土壌分析法⁶⁾に従って測定した。
- (3) 以上の測定はたん水後0日目、5日目、10日目、15日目、20日目、25日目の5~6回測定した。

III. 調査結果

1. 田植後から刈取期

表-3 漏水量と田面の状態

項目	月日	6月7日	6月21日	6月22日	6月27日	8月17日
漏水量 (mm/日)		0	2.4	—	—	—
田面の状態		たん水	たん水	水たまり	一部に水たまり キ裂	キ裂全面 水たまりなし

西蒲原郡巻町 (1968)

表-4 漏水量と田面の状態

項目	月日	6月13日	7月11日	9月9日
漏水量 (mm/日)		0	—	—
田面の状態		たん水	たまり水 キ裂なし	全面にキ裂

三島和島村 (1969)

表-5 漏水量と田面の状態

項目	月日	6月13日	7月12日	9月12日
漏水量 (mm/日)		0	5.2	—
田面の状態		たん水	たん水	全面キ裂

新潟市早湯 (1969)

(1) 田面の状態と漏水量 田植後から刈取期までの田面の状態と漏水量は表-3~5に示した。田植後から中干し期までの間は、いずれの水田もたん水下では漏水量

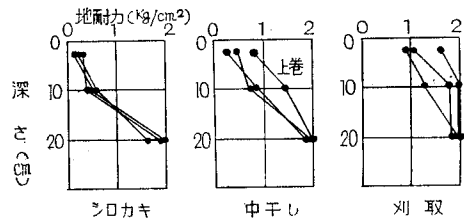


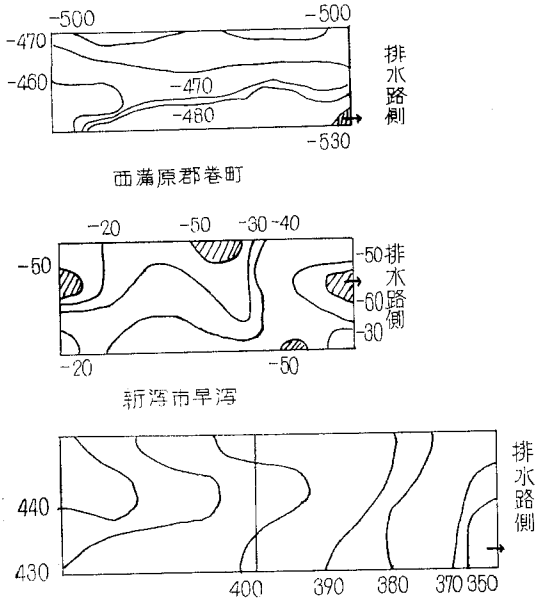
図-3 地耐力の変化

表-6 地耐力の変化

場所	西蒲原郡巻町			三島郡和島村			新潟市早湯		
月日	6月7日	6月27日	8月18日	6月13日	7月11日	9月9日	6月13日	7月12日	9月12日
深さcm									
0~5	0.25	0.79	1.62	0.15	0.25	1.09	0.27	0.46	0.90
5~15	0.46	1.41	2.00	0.54	0.83	1.80	0.51	0.77	1.27
15~25	2.00	2.00	—	1.62	1.91	1.82	1.98	2.00	2.00

表-7 含水比の変化

場所	西蒲原郡巻町			三島郡和島村			新潟市早湯		
月日	6月7日	6月27日	8月18日	6月13日	7月11日	9月9日	6月13日	7月12日	9月12日
深さcm									
0~5	98	68	56	108	95	83	115	94	87
5~15	—	—	54	—	—	66	—	—	74
15~25	—	—	45	—	—	55	—	—	72



三島郡和島村
図-4 田面の高低 (mm)

が0, もしくは数mm程度しかみとめられない。この場合いずれも暗きょは開いて測定を行なった。

中干し期の田内は、水たまりが足跡にみられる程度であった。き裂は刈取期に全面にみとめられた。なお中干し前にしろかき土を採取して、ポットにより透水性を測定したところ、透水係数の対数値は各水田とも-5~-6であった。

(2) 地耐力 地耐力の変化は図-3, 表-6に示したとおり、15~25cmの地耐力は田植後でも2kg/cm²に近く変化に乏しいが、中干し期では0~15cmが、巻町で1.4kg/cm²と大きく変化した。和島村、早潟では僅かな増加にとどまった。刈取期に至っては各水田とも0~5cmが約1.0kg/cm²以上で、5~15cmが1.2kg/cm²以上を示した。

(3) 含水比 含水比の変化は表-7に示したとおり、地耐力と対応して変化した。刈取期に各水田とも含水比90%以下になった。

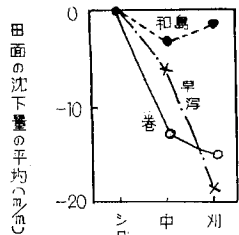


図-5 田面の沈下量の変化

(4) レベル 田面の高低については図-4に示したとおり、巻町は長辺に沿って中高になっており、和島村、早潟は排水路に向かって僅かではあるが傾斜している。しかし早潟は周囲に若干の凹部がみとめられた。だがいずれの水田も田面の均平は地表水の流

表-8 調査水田の物理的性質調査

項目	深さcm	假比重	含水比	沈底容積 (乾土20g当)			土性	粘土含量 (%)
				湿潤土 (W)	風乾土 (D)	D/W × 100		
巻町	0~15	1.07	48	33	27	82	Silt loam	4.9
	15~31	1.06	52	34	28	82	Silty Clay loam	20.0
	31~48	0.98	63	63	30	48	"	24.0
	48~66	0.73	94	36	—	—	Silty Clay	35.8
早潟	66~	0.82	85	68	—	—	"	—
和島村	0~15	0.66	79	38	27	71	Light Clay	27.4
	15~31	0.85	68	60	31	52	"	29.5
	31~	0.84	76	71	31	44	"	29.5
早潟	0~14	0.68	81	40	35	88	Light Clay	44.3
	14~35	0.75	72	56	35	63	"	44.8
	35~	0.55	108	72	35	49	Heavy Clay	49.2

表-9 調査水田のアッターベルク限界

L. L. P. L	深さ	場所			
		巻町	和島村	早潟	
液性限界 L. L	1	70%	83%	85%	
	2	76	109	99	
	3	92	105	153	
塑性限界 P. L	1	51	55	73	
	2	56	61	77	
	3	57	65	82	
液性限界 L. L	1	36%	33%	46%	
	2	41	35	45	
	3	36	43	48	
塑性限界 P. L	1	33	32	45	
	2	35	38	44	
	3	35	37	55	

出には都合のよい結果を示しているものと思われた。

つぎに田植後刈取期までに田面がどの程度沈下したかをみると、図-5に示したとおりで、巻町は中干し期に大きく沈下をしたが、早潟は中干し期よりも刈取期の沈下の方が大きかった。和島村については沈下量が小さく、かつ中干し期より刈取期に僅かであるが田面の上昇がみとめられた。

(5) 土壌の物理的性質 土壌の物理的性質は表-8, 9に示すとおりである。假比重が最低値を示したのは巻町が深さ48~66cmで、和島村が0~15cmで、早潟が35cm以下でみとめられた。沈底容積は風乾土が各層とも大差ない結果を示したのに対して湿潤土は表層に比べ下層約30cm以下で表層の約倍の容積を示した。また風乾

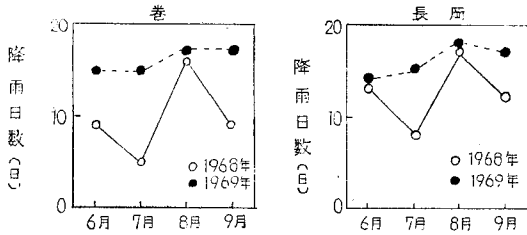


図-6 月別降雨日数

表-10 調査水田の降雨条件

場所	期 間	項 目		調査年度
		降雨日	無降雨が連続した日数	
西蒲・巻町	中干し期 6月22日～27日	1	6	昭和43年
	落水から刈取 8月18日～9月5日	10	4	
三島・和島	中干し期 7月7日～15日	6	2	昭和44年
	落水から刈取 8月15日～9月9日	10	6	
新潟・早潟	中干し期 6月23日～7月11日	14	2	昭和44年
	落水から刈取 8月20日～9月12日	13	3	

土と湿潤土の比をみると、深さ約 30cm 以下が表層の70～90%に比べて50%以下を示した。

アッターベルク限界は湿潤土、風乾土ともにL.L, P.Lともに表層から下層へと大きくなる傾向がみとめられる。

(6) 気候 排水を考える場合、降雨条件が重要であることは既に明らかにされているが、ここでも調査水田の降雨条件を農林省新潟統計調査務所長岡試験地の資料より調べてみた。調査水田に近い長岡と巻町の月別降雨日数を昭和44年、昭和43年の両年について示すと図-6のとおりである。昭和44年は昭和43年に比べて降雨日数は

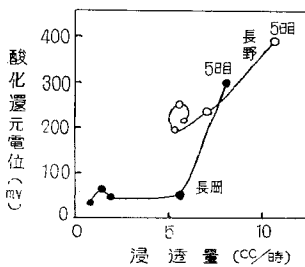


図-7 酸化還元電位と浸透量との関係

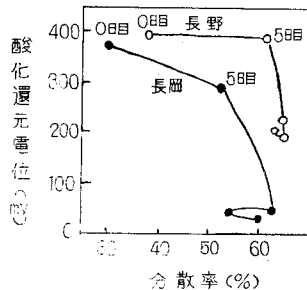


図-8 酸化還元電位と分散率との関係

多くなっている。月の半分は降雨がある。中干し期、刈取期の降雨条件はどうなっているか、表-10に示した。中干し期では昭和43年に調査した巻町を除いて、中干し期間中の降雨は和島村が9日の内6日が降雨日で、早潟が20日の内14日が雨であった、しかも連続して無降雨であったのは2日間のみで、2日おきに雨ということである。刈取期においても落水から刈取までの間、半分は降雨日で、中干し期よりもやや良いという程度で降雨条件は極めて悪い。

IV. 調査結果

しろかきが透水性を低下させることについては既に知られていることであるが¹⁰⁾、巻町について調査年の刈取後11月9日に調査水田内の一部に暗きょ上と暗きょ間の2カ所でしろかきを行ない、たん水した。そして12月18日にたん水下の漏水量を測定した。その結果、暗きょ上が12mm/日に対して暗きょ間は2.6mm/日であった。

以上の漏水量は6月に測定した結果とは異なっている。それは12月の測定は土壌が酸化状態であるが、6月は土壌が還元状態になっていた。この両者の違いによるものか。このことを確かめるため、室内でガラス製の滲透管を用い、酸化還元電位と滲透量について実験を行った。

実験に用いた長岡土壌の粘土含量は39%であり、長野土壌の粘土含量は23%であった。

酸化還元電位と滲透量との関係は図-7に示すとおりである。

両土壌とも酸化還元電位の低下によって滲透量は減少したが、長野土壌は200mV前後で滲透量もつとも少なく、ほゞ一定になる傾向が見受けられるのに対して長岡土壌は50mV前後になってもなお滲透量の減少を示した。

以上のことから巻町における6月と12月の漏水量の違いは当然と推測される。

このような現象の1つの原因が土壌の分散率に求められないものか、酸化還元電位と分散率の関係を検討した。その結果は図-8に示すとおりである。即ち、酸化還元電位の低下とともに分散率も対応して高くなることが確かめられた。

V. 考 察

1. 暗きょの効果

粘土質の多収穫田の排水の実態は、たん水状態のもとで田面の状態、ポットによる透水測定、しろかきと透水のほ場調査から暗きょ上では数mm程度の僅かな透水があるかも知れな

い、しかし暗きょ間での透水は0ではないが、難かしいのではないかと推測される。

また中干しによる透水性の改良は地耐力、含水比、降雨条件などから推測するに、容易ではないと思われる。巻町についてはたまたま降雨条件に恵まれたためと思う。

落水期については、地耐力、含水比などから土壌の乾燥が十分に行ない得たと思うが、それは、落水期の降雨条件をみると連続無降雨といっても和島村が6日、早湯が3日、巻町が4日という事で、土壌の乾燥にとってかならずしも良い条件とはいえない、それでも土壌の乾燥が行ない得たのは、中干しによる事前乾燥の効果⁷⁾と均平の良さであったのではないかと思う。

2. 酸化還元電位と透水性

しろかきと透水性については既に知られているが¹⁰⁾、酸化還元と透水性については未だ十分な知見は得られていない。ここではたまたま巻町の調査に関連して検討されたのであるが、調査結果のところでも述べたように土壌が還元化すると透水性が低下する。そして分散率は酸化還元電位に対応して、長岡土壌は50mVに、長野土壌は200mVに値が集中するように見受けられる。このことは酸化還元電位と分散率との間の相関関係が深いことを意味しているものと思う。だから土壌が還元化すると土壌の粒団が崩壊して土壌が糊状化することによって透水性が低下してくるのではないかと思う。実際の水田においても、粘土含量の多少によるのみでなく、還元状態になることも透水性を低下させる原因になるものと思う。

3. 土壌の物理的性質

沈底容積のところでも述べたように、調査水田において、表層の風乾処理による水中沈底容積の収縮は下層の50%以下に比べて80%以上を示し、所謂乾田表層土のように連年土壌が乾燥しているためと思われる¹⁾。それは強グライ土壌であっても表層土が連年乾燥することによって多収田になり得るのではないかと推測される。このことについては既報⁹⁾の長岡ほ場においてもみとめられており、今後なお検討したい。

VI. あとがき

昭和43年度と昭和44年度に多収を得た水田の排水実態とその物理性について調査したのであるが、田植後の透水は0、もしくは数mm程度で、中干しによって透水化の程度は僅かなもので、巻町に比べ和島村・早湯の透水化は進んでいないのではないかと思う。

しかし落水後の田面の乾燥が良く、そのことは田面の均平、中干しによる田面の沈下収縮が主な影響を与えているのではないかと思う。

また、田面の乾燥について、風乾処理による水中沈底容積の収縮からも明らかで、強グライ土壌の水田では、田面の乾燥が多収の土壌条件と推測された。

ところで今後問題になるのは、多収田において暗きょの効果は直接立毛中の透水化にあるのか、落水後の田面の乾燥にあるのかあるいは両者にあるのか、本調査では未だ十分とはいえないので今後なお検討したい。

終りに本調査を行なうに当り御協力を戴いた担当農家の方々。新潟農試地力保全係の森田康氏、土壌肥料係の小山正一氏に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 青峰重範：暗きょ排水と乾土効果
- 2) 田淵俊雄：粘土質の水田の排水に関する研究1，農土論集18
- 3) 田淵，中野，住田，丸田：同上5，同上18
- 4) 田淵，中野，住田，丸田：同上6，同上18
- 5) 田淵，中野，近藤，松村，丸田：同上7，同上25
- 6) 丸田，井利：重粘土水田の暗きょ施工が土壌断面型態に及ぼす影響，新潟農試研究報告，16
- 7) 田淵俊雄：粘土質の田の排水を中心として，土壌物理シンポジウム，農上誌36(4)
- 8) 農林省振興局：地力保全基本調査における土壌分析法，地力保全対策資料第1号
- 9) 丸田 勇：粘土質水田の暗きょ排水，昭和42年専門別総括検討会議資料（農業土木） p.85～87 騰写刷
- 10) 山崎不二夫：シロカキの研究