

転換畑における土壌型別の排水施工法について

岩崎秀穂・三宅 信

I 緒 言

県内の水田面積11万 ha の中で、転換畑として作物を栽培するさいに、排水対策を必要とする面積が32000 ha あり¹⁾、これは水田面積の29.5%に相当する。このうち営農排水施工によって容易に地下水水位が低下し、転換畑としての利用が可能となる面積は、強グライ土壌を除く27830 ha である。県南の水田地帯では他の地域に比較して湿田が多く、これらの地域で排水施工は、畑に転換するさいの最も基本的な要件となる。

排水施工は本県においても過去に水田稲作を対象に弾丸暗渠や心土破碎機を用いて検討されたが²⁾、これらは主に稲作栽培下における機械の導入や、水稲根腐れ障害回避、肥培管理の合理化などの面からの検討であった。しかし最近になって、粃がらは疎水材としての利用が見直され、施工法もそれに伴い粃がらを用いた、コルゲート管理設粃がら暗渠(以下粃がら暗渠と略す)や、粃がら充てん心土破碎(以下粃がら心破と略す)などの新しい工法が試みられてきている。この施工法を用いて転換畑の主に夏作物を対象に検討された例は、本県はもちろん全国的にもまだ例が少ない。

筆者らは転換畑における排水施工法を、土壌型を変えて、即ち、灰色低地土、グライ土及び黒ボクグライ土を用い、それぞれの土壌型における排水施工法の効果について検討し、転換畑における排水施工基準作成のための基礎資料として、若干の知見を得たので報告する。

II 試験方法

試験地は中粗粒灰色低地土灰色系(加茂統)の圃場を小山市生井に、細粒灰色低地土灰色系(東和統)の圃場を栃木市宮田に、細粒グライ土(千年統)の圃場を大平町真弓に、多腐植質黒ボクグライ土(蓼池統)の圃場を農試内に、それぞれ設定した(第1表)。

供試した作物はビール麦、デントコーン、ソルガム、ダイズである。

試験の内容は粃がら暗渠、粃がら心破、弾丸暗渠、心土破碎などの単独施工の効果と、粃がら暗渠に粃がら心破、弾丸暗渠、心土破碎をそれぞれ組合せた施工の効果を検討した。

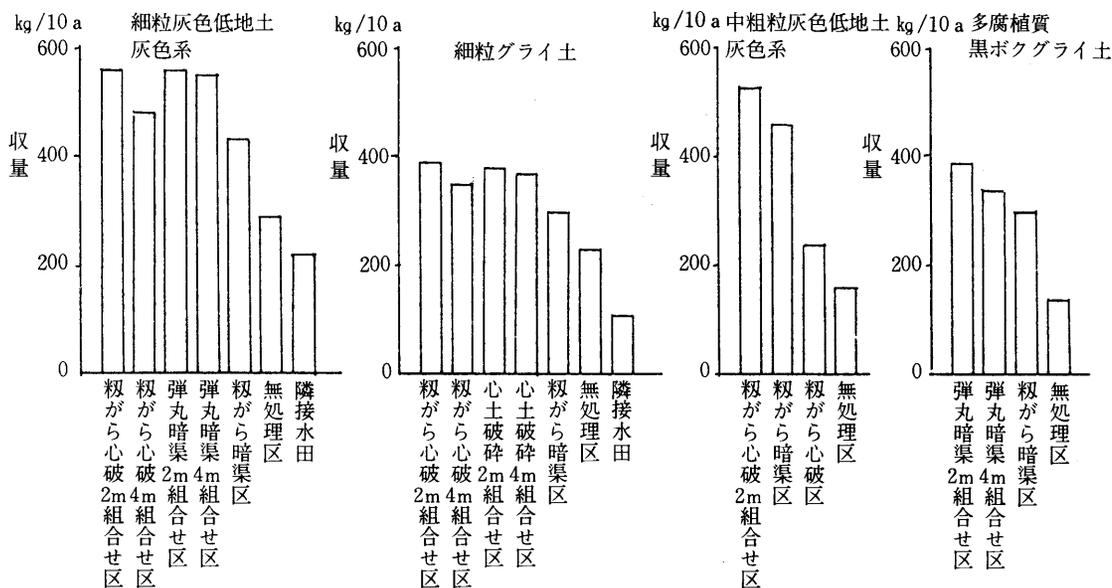
粃がら暗渠の施工法は、10m間隔にトレンチヤーを用いて巾13~14 cm に掘削し、その底部(50~60 cm 深)に有孔のコルゲート型集水管を埋設して、更にその溝に被覆疎水材として、粃がらを地表面まで充てんした。

粃がら心破、心土破碎、弾丸暗渠の施工は、2ないし4 m間隔に施工した。またそれぞれを30~40 cm深に補助暗渠として、粃がら暗渠に直交したものを組合せ暗渠とした。

地下水位の測定は内径50 mm の塩化ビニール管を地表下70 cm に埋設して測定した。土壌の水分張力はエアープール式 pF メーター(大起社製)を用いた。土塊分布は農林省法³⁾によって測定した。圃場の各処理区ごとの減水深は、漏水防止のため塩ビ製波型畦畔を埋設して仕切り、それぞれの区全体の減水深を測定した。浸入量はシリンダー・インテーク・レイト測定用³⁾の円筒を用いた。土壌の飽和透水係数³⁾は DIK II 型を用いて測定した。

第1表 供試作物の耕種概要

供試土壌	供試作物	栽培期間 播種～収穫	播種法	
細粒灰色低地土灰色系	ビール麦	11月10日～6月11日	全面全層	
	ソルガム	7月9日～9月1日	〃	
細粒グライ土	ビール麦	11月10日～6月10日	うね立条播	
	トウモロコシ	8月10日～10月16日	条播	
中粗粒灰色低地土灰色系	ビール麦	11月16日～6月15日	全面全層	
	ダイズ	6月20日～10月5日	条播 (65×9 cm)	
多腐植質黒ボクグライ土	ビール麦	11月6日～6月1日	条播	
	ダイズ	1年目	6月18日～10月8日	〃 (57×5.7cm)
		2年目	6月23日～10月8日	〃 (65×8.5cm)



第1図 土壤統群別の排水施工法とビール麦収量

III 試験結果

1. 排水施工法と作物収量

排水施工法の相違が、作物の生育及び収量に及ぼす影響を、土壤型別にみた。

1) ビール麦

各土壤統群とも、排水施工によって明らかに

増収効果がみられたが、中でも組合せ暗渠の施工は、稲がら暗渠の単独施工や、稲がら心破、弾丸暗渠、心土破碎の単独施工より、更に増収効果が高かった。また土壤統群の中で、排水施工による増収効果の高い順にみると、細粒灰色低地土灰色系)中粗粒灰色低地土灰色系)細粒グライ土、多腐植質黒ボクグライ土であった。

転換畑における土壌型別の排水施工法について

組合せ暗渠の増収効果を土壌統群別にみると、細粒灰色低地土灰色系及び中粗粒灰色低地土灰色系の圃場における10 a 当り収量は、500~600 kg と高収量を得た。細粒グライ土及び多腐植質黒ボクグライ土の圃場における収量は、2 倍近い増収となったものの、400 kg 前後で頭打ちとなり、やや収量レベルは低位であった。

粃がら暗渠の単独施工でかなり、増収効果があったが概して収量レベルは低かった。またその効果を土壌統群別にみると、細粒灰色低地土灰色系及び中粗粒灰色低地土灰色系の圃場における収量は、400~450 kg であった。細粒グライ土及び多腐植質黒ボクグライ土の圃場の収量は、僅に300 kg 前後の低収であった(第1図)。

2) 飼料作物(青刈トウモロコシ、ソルガム類)

排水施工法の相違が作物の生育、収量に及ぼす影響は、冬期間よりも夏期に、転換畑周辺の地下水位が上昇する時期に栽培される飼料作物で大きかった。

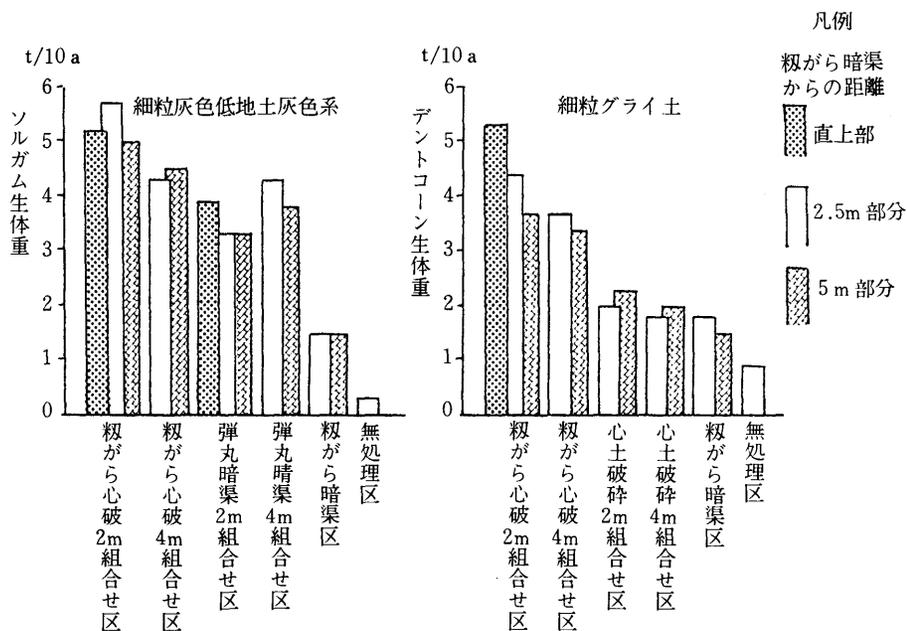
排水施工をすることにより、細粒灰色低地土灰色系及び細粒グライ土の圃場の収量は増収した。両土壌統群とも、粃がら心破2 m 組合せは5 t 以上の収量で5~10倍の顕著な増収となった。しかし心土破碎の組合せでは、粃がら暗渠と大差ない収量で2 t 前後の収量であった。

排水施工法による増収効果の高い順に、粃がら心破2 m 組合せ)同4 m 組合せ)弾丸暗渠2 m, 同4 m 組合せ)粃がら暗渠)無処理であった(第2図)

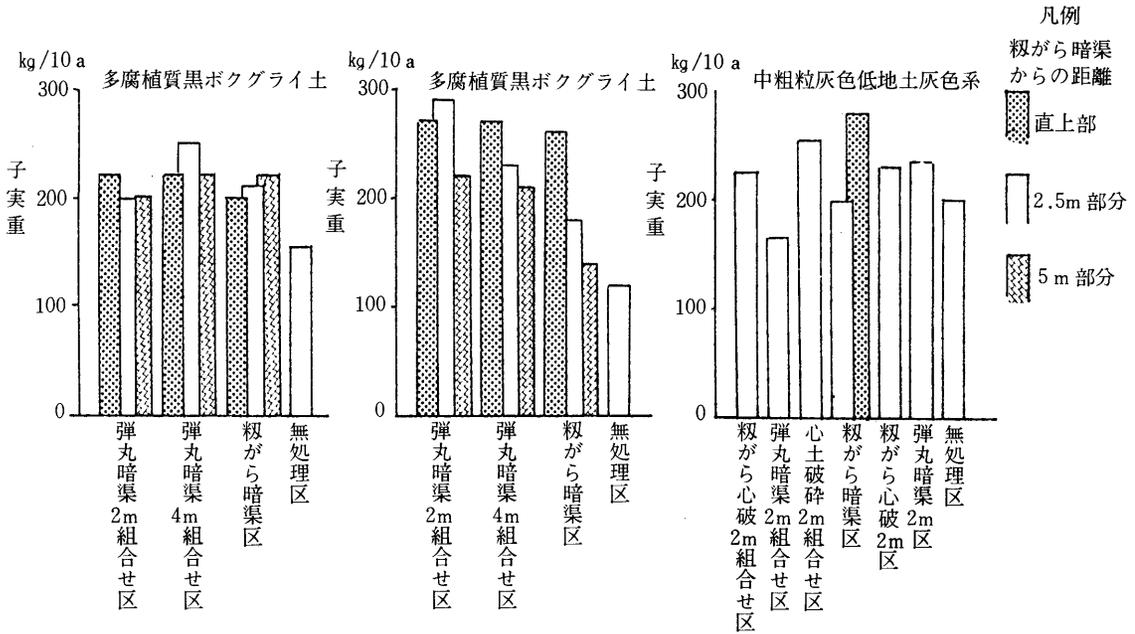
3) ダイズ

排水施工法の相違がダイズの生育収量に及ぼす影響をみると、生育は開花以後の主茎長や茎葉重に差がみられ、収量は年次変動が大きかった。中粗粒灰色低地土の圃場において、排水施工による収量増はほとんどみられなかった。多腐植質黒ボクグライ土の圃場では、排水施工により増収したが、茎葉重の増加ほどには増収効果が伴わなかった(第3図)。

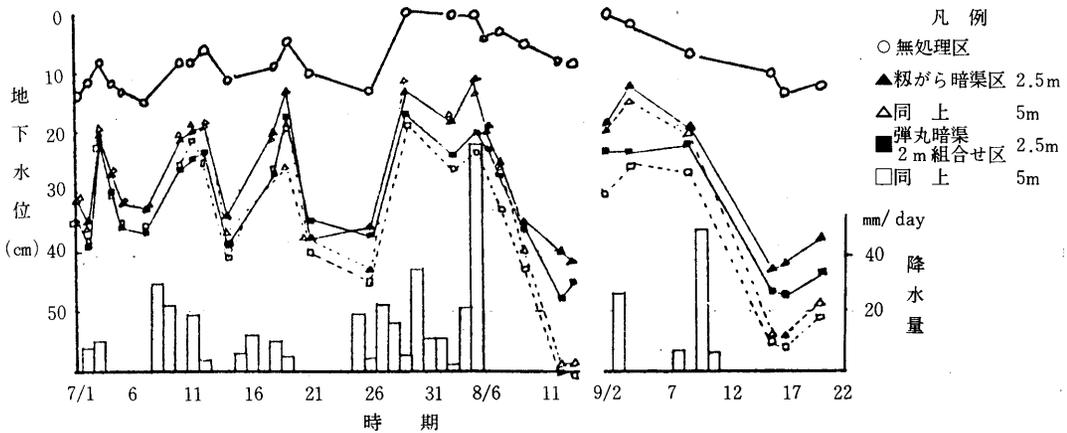
2. 圃場の排水性



第2図 土壌統群別の排水施工法と飼料作物の収量



第3図 排水施工法と大豆の収量



第4図 降水量と夏期の地下水位の変動 (多腐植質黒ボクグライ土)

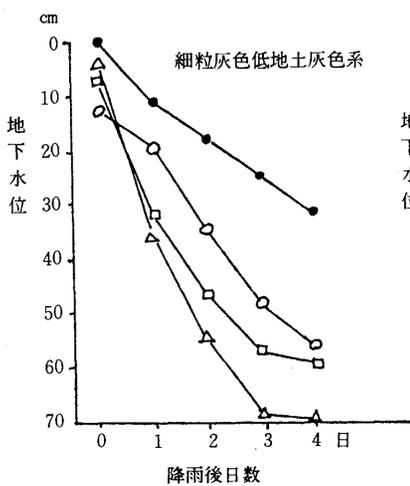
1) 地下水位の時期別変動及び降雨後の地下水位低下速度

多腐植質黒ボクグライ土の圃場で、7月～9月までの地下水位の変動を測定した。

無処理区は大豆栽培期間中のほとんどを、0～10 cm 前後の高地下水位で経過した。稲がら

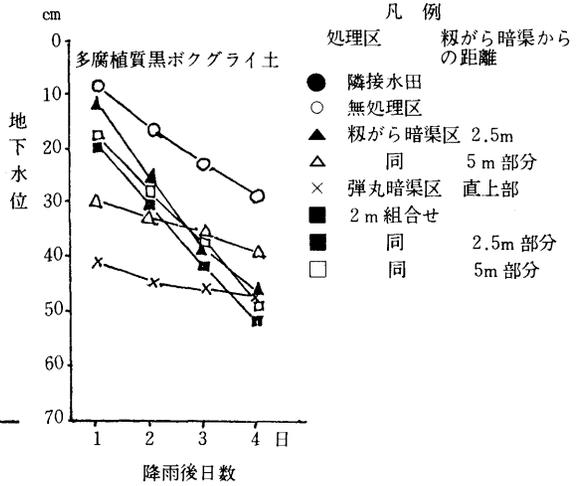
暗渠区、弾丸暗渠組合せ区では79 mm の大降雨直後でも13 cm 以下の水位を保ち、3日後には30～40 cm に低下し水位の低下は速かであった。特に稲がら暗渠直上部周辺は、連続降雨が続いた時期も30～50 cm 前後の地下水位を保ち、水位の低下も速やかであった(第4図)。

転換畑における土壌型別の排水施工法について



第5図 夏の降雨後の地下水位低下速度

細粒灰色低地土灰色系の圃場のソルガム栽培期間中における降雨後の地下水位低下速度を、50 mm 降雨直後に測定した。隣接水田は中干期間中である。隣接水田にくらべれば、転換畑2年目の無処理地区は地下水位の低下速度が速く、3日後には50 cm 以下に低下した。籾がら暗渠区や弾丸暗渠2 m組合せ区は、1日後す

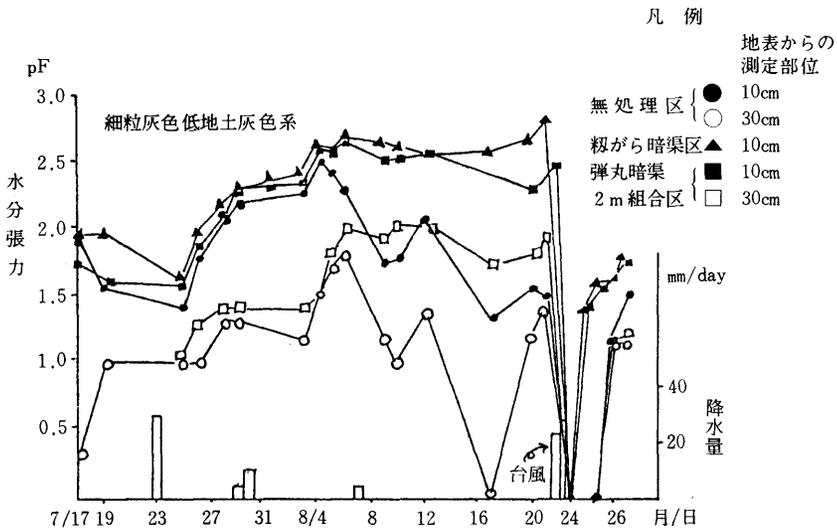


第6図 春期の降雨後の地下水位低下速度

注 隣接水田に水が入る前の時期

に35 cm、2日後に50 cm 以下に低下し、その低下速度は速かであった(第5図)。

多腐植質黒ボクグライ土と細粒灰色低地土灰色系の圃場の無処理区の地下水位を比較すると、



第7図 ソルガム栽培期間中の土壌水分張力の変化

第2表 圃場の減水深

処 理	細粒灰色低地土灰色系			細粒グライ土		
	1時間当り 減水深	1日当り 減水深	40mm降下浸透 に要する時間	1時間当り 減水深	1日当り 減水深	40mm降下浸透 に要する時間
無 処 理 区	4mm	48mm	20時間	3mm	61mm	16時間
粃 が ら 暗 渠 区	11	264	3 × 38分	3	62	15 × 29分
心土破碎2m組合せ区				6	142	6 × 39
弾丸暗渠2m組合せ区	31	744	1 × 44			
粃がら心破2m組合せ区	36	864	1 × 34	18	432	2 × 13

多腐植質黒ボクグライ土の圃場は、転換畑にしても地下水位が低下しないが、細粒灰色低地土灰色系の圃場では、転換畑にすると地下水位の低下する傾向がみられた。

多腐植質黒ボクグライ土の圃場で、隣接水田に入水前(4月下旬)の降雨後の地下水位をみた。無処理区は7cm/日ずつ低下し、4日後には28cmであった。粃がら暗渠区や弾丸暗渠2m組合せ区は、15cm/日ずつ低下し、4日後に50cm前後にと、水位の低下が速やかであった(第6図)。

多腐植質黒ボクグライ土の圃場における、夏期と4月下旬の地下水位低下速度を比較すると、周辺地下水位が低下している4月下旬で、降雨後の地下水位の低下が速やかであった。

2) 土壌水分張力の変動

細粒灰色低地土灰色系の圃場で、無処理区と弾丸暗渠2m組合せ区の、土壌水分張力の変化パターンを比較した。降雨の連続する時期は、両区ともほぼ同pF値で推移した。晴天の続く時期は両区の、作土のpF値の差が大きく開き、無処理区のpF 1.0~1.7とやや低く推移したのに対し、弾丸暗渠2m組合せ区はpF 2.2~2.6とやや高く推移した。

同圃場で台風(50mm降雨)直後の水分張力の変化をみた。無処理区では連続3日間停滞水がみられた。弾丸暗渠2m組合せ区の作土からは、1日後すでに停滞水は消失し、pFも2日後には1.5に上昇したが、同区の作土下30

cm深のpFの上昇速度は遅く、pFが1.5に上昇するまでに約1週間を要した(第7図)。

3) 圃場の減水深

細粒灰色低地土灰色系及び細粒グライ土の圃場において、排水施工の効果を確認するため、減水深を測定した。その方法はビール麦の跡地に塩ビ製波型畦畔を埋設して区切り、40mm降雨を想定して圃場に湛水した後、減水深を測定した。この方法による減水深は、塩ビ製畦畔からの漏水があり正確さに欠けるが、処理区間の排水性を面として捉え、その排水性を端的に表わしている。

細粒灰色低地土灰色系の圃場の40mm排水に要する時間をみた。無処理区の20時間に対し、粃がら暗渠で3時間前後、組合せ暗渠で1~2時間と排水時間が短縮された。

細粒グライ土の圃場の場合は、粃がら暗渠区でほとんど排水効果がみられなかった。粃がら心破2m組合せ区で約2時間と排水時間が、約1/8に短縮された(第2表)。

4) 浸入量

圃場の減水深に対比させ、シリンダーを用いて、点としての浸入量を捉えようと試みた。

細粒灰色低地土灰色系の圃場における1日当りの浸入量は、粃がら暗渠区の2.5m部分で33mm、5m部分で17mmと、暗渠に近い部分で2倍以上の浸入量を示した。粃がら心破2m組合せ区の2.5m部分で83mm、5m部分で52mmと粃がら暗渠に近い部分で、更に浸入量が

転換畑における土壌型別の排水工法について

第3表 円筒による浸入量 mm/日

処 理	籾がら暗渠 からの距離	細粒灰色低地 土灰色系	細粒グライ土	多腐植質 黒ボクグライ土
無 処 理 区	—	14mm	13mm	4mm
籾 が ら 暗 渠 区	2.5m 5	33 17	13	84 24
心土破碎2m組合せ区	2.5 5		60	
弾丸暗渠2m組合せ区	2.5 5	31 29		366 60
籾がら心破2m組合せ区	2.5 5	83 52	912 144	

第4表 降雨後の気相の変化 (V_A) (1979)

処 理	調 査 位 置 (籾殻暗渠から)	降雨後の経過日数			
		1	2	5	7
隣接田(麦全面播)	—	0	1	3	8
1. 無 処 理	—	9	11	14	14
2. 籾 が ら 暗 渠	直上部	19	18	25	28
	1 m	13	24	22	24
	3	12	11	15	18
	5	13	11	11	13
3. (2)+心土破碎2m	直上部	30	35	37	39
	1 m	26	31	36	37
	3	22	22	23	22
	5	14	19	26	25
4. (2)+ 〃 4m	直上部	31	32	34	33
	1 m	21	26	29	31
	3	13	24	24	26
	5	9	22	23	27
5. (2)+籾がら心破2m	直上部	28	31	32	39
	1 m	27	31	36	39
	3	22	25	29	29
	5	17	24	31	30
6. (2)+ 〃 4m	直上部	33	33	33	35
	1 m	23	33	33	32
	3	20	25	27	28
	5	19	18	25	23

凡例

気相率

15~24

25<

増加し、2.5 m部分では約6倍の浸入量を示した。また、稲がら心破の周辺では、水溶性ペイントの浸入によって亀裂が確認された。

細粒グライ土の圃場の、1日当りの浸入量は、稲がら暗渠区の2.5 m部分で13 mmと、無処理区と同じ浸入量であった。心土破碎2 m組合せ区の2.5 m部分で60 mm、稲がら心破2 m組合せ区の2.5 m部分で912 mm、5 m部分で144 mmが浸入した。ここでも細粒灰色低地土灰色系の圃場におけると同様、稲がら暗渠に近い部分で浸入量が増加し、稲がら心破2 m組合せ区の2.5 m部分で70倍以上に浸入量が増加した。

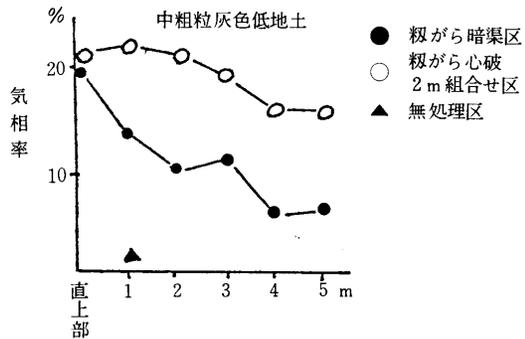
多腐植黒質ボクグライ土の圃場の1日当たりの浸入量は、稲がら暗渠区の2.5 m部分で84 mmであった。弾丸暗渠2 m組合せ区の2.5 m部分では366 mmと、約100倍以上に浸入量が増加した。

各土壌統群とも、浸入量が多いものから順に稲がら心破組合せ区)弾丸暗渠組合せ区)心土破碎組合せ区)稲がら暗渠区)無処理区の順であった(第3表)。

5) 降雨後の気相の変化

細粒グライ土の圃場において、降雨後の排水性に対応する気相率の経時変化をみた。

無処理区は1週間経過の後も、14%となお低く、気相率の復元が極めて遅かった。稲がら暗渠区は直上部で1日後、すでに19%に復元した。



第8図 稲がら暗渠からの距離と気相率の関係(降雨2日後)

しかし稲がら暗渠からの距離が遠ざかるにつれて、気相率は低下し、5 m部分で1週間後も13%と無処理区並の低い値を示した。

組合せ暗渠区は気相率の復元が速く、稲がら暗渠直上部及び1 mの距離では、1日後に25~30%の高い値に復元した。しかしこれら組合せの各区においても、稲がら暗渠からの距離が遠くなるにつれて、気相率の低下する傾向がみられた(第4表)。

中粗粒灰色低地土灰色系での結果も、稲がら暗渠から遠ざかるにつれて、気相率が低下する傾向を示していた(第8図)。

6) 土壌断面形態の変化

細粒灰色低地土灰色系の圃場の弾丸暗渠2 m組合せ区における、土壌断面形態の経年変化をみた。施工後1年を経過すると、1~2層の土

第5表 細粒灰色低地土灰色系の圃場の断面形態の年次変化

調査年次	施工時 (1979.11)				施工1年目 (1980.12)				2年目	
	層位cm	土色(湿)	班紋結核	ジピリジル	ち密度	土色(湿)	班紋結核	ジピリジル	ち密度	土色(湿)
1 (0~13)	0~13	2.5Y3.5/2	膜状含む	+1	13	10Y R 3 / 2	なし	-	8	-
	13~15	5Y3.5/1	なし	+3	19				20	10Y R
2 (15~37)	15~37	2.5Y 3/1	膜状含む	+1	20	2.5Y 3/1		-		3/1.5
			雲管状含む							
3 (37~53)		2.5Y5/1.5	〃	-	16					
4 (53~66)		5Y4.5/1	管状あり	〃	-	13	変化なし			
5 (66~)		〃		+1	12					

第6表 細粒グライ土の圃場の断面形態の年次変化

調査年次	施工時 (1979.11)				施工1年目 (1980.12)				2年目 (1981.12)	
層位cm	土色(湿)	班紋 結核	ジピリ ジル	ち密度	土色(湿)	ジピリ ジル	ち密度	土色	ジピリ ジル	
1 (0~12)	2.5Y 4/2		—	19~21	2.5Y/1.5		7	10YR 4/2.5		
2 (23~26)	〃	雲状+2	—	21~23	/	/	20~23	/	/	
(23~26)	〃	Mn結核+3 Mn班+3 雲状班+3	—	31			31			
3 (26~37)	2.5Y 4/1.5	雲状+1	+1	25~28	変化なし	—	25~30			
4 (37~55)	2.5Y 4/1	雲管状+3	+3	24+25					+1	
5 (55~)	5Y 4/1	雲管状+2	+3	21~22						

(注) 施工一年後の作土のち密度は耕起状態のもの

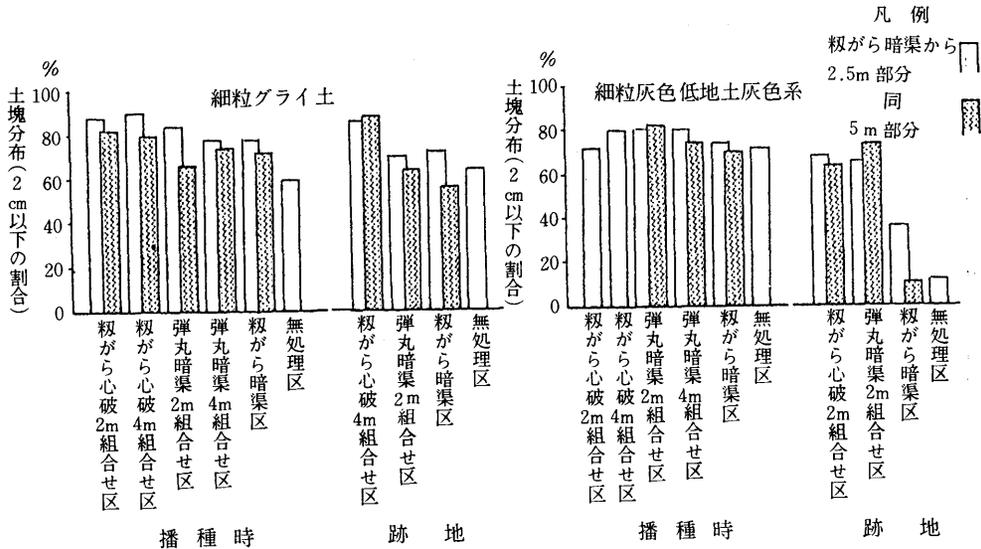
色が2.5 Y 3/1~3/2に変化し、グライ班及びグライ層は消失していた。ジピリジル反応は、稲がら暗渠の集水管理設位置(60 cm)まで検出されなかった。2年後には1~2層の土色も灰色から灰褐色に変化し、断面形態が明らかに変化して、土壤統が変わったことを示した。

細粒グライ土の圃場の心土破碎2m組合せ区における、土壤断面形態の経年変化をみた。施工1年後に3層のジピリジル反応が認められなくなった。施工2年を経過すると、作土の土色が灰色から灰褐色に変化し、4層のジピリジル

反応も+3から+1に弱まった。これらの変化から地下水位の低下による乾田化の傾向が認められたが、その速度は細粒灰色低地土灰色系の圃場にくらべ、遅かった。また下層土のち密度は、細粒灰色低地土灰色系の圃場より、ち密であった(第5, 6表)。

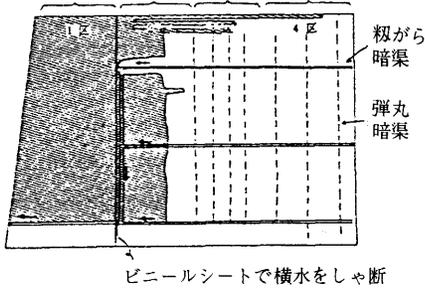
7) 土塊分布の変化

細粒灰色低地土灰色系と細粒グライ土の圃場で、土壤統群の違いによる土塊分布の比較を試みた。ビール麦播種直後と収穫跡地の土塊分布の変化は、土壤統群の違いによるよりも、畦立

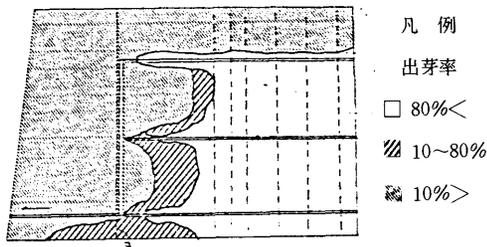


第9図 ビール麦栽培期間中の土塊分布の経時変化

凡例 罫 湛水
□ 湛水せず
無処理区 粃がら暗渠 弾丸暗渠2m 弾丸暗渠4m 組合せ区 m組合せ区



第10図 79mm降雨1日後のほ場の排水状況



第11図 施工法と大豆の出芽状況

条播と、全面全層播きの播種様式の違いが大きく影響した。

畦立条播では収穫跡地まで高い土塊分布を維持して、無処理区でも2 cm以下の土塊の割合(以下土塊分布は2 cm以下の割合)が60%を占め、排水施工をした区は70~85%の高い割合を示した。全面全層播では、排水施工をした区で収穫跡地まで、播種直後と同様高い値を維持した。しかし無処理区や粃がら暗渠区では10~36%と、著しく低下していた(第9図)。

8) 降雨後の排水状況

多腐植質黒ボクグライ土の圃場で、79 mm降雨後の圃場の排水状況を観察した。

79 mm降雨後に無処理区は全面に湛水していた(第10図)。

9) 施工法と大豆の出芽状況

多腐植質黒ボクグライ土の圃場における、ダイズの出芽状況をみた。

ダイズの播種時に無処理区は、僅に地表面に残留水がみられたため、ほとんど出芽せず10%以下と低い出芽率であった。粃がら暗渠区は直上部以外出芽が劣った。また圃場条件が北側と西側に土手を持つ、後背湿地の地形であるため、東側及び南側にいくにしたがい出芽率は、40~50%と良好となった。弾丸暗渠2 m、同4 m組合せ区は、土手に近い北側でほとんど出芽せず10%以下であったが、それ以外は80%以上の良好な出芽状況であった(第11図)。

IV 考 察

1. 排水施工法と作物収量

中粗粒灰色低地土灰色系、細粒灰色低地土灰色系、細粒グライ土及び多腐植質黒ボクグライ土の各土壌群とも、排水施工により増収効果がみられ、その効果は作物によって違いがみられた。

小川⁸⁾は空気量に対する作物根の伸長度合から、作物を4種に分類した。それによれば、本試験に用いた作物のうちで、ビール麦は空気量を比較的多く要求する作物(24%)に、ソルガムは比較的要求量の少ない作物(15%)に分類されるとした。ダイズ及び青刈トウモロコシは、この分類の中に記されていない。しかしダイズは土壤空気量低下の影響が少ないことや、阿部、川田ら¹⁾によれば、土壤の気相率が5~10%でも十分に生育することから、ダイズは土壤空気量の要求が、最も少ない作物(10%)に分類される。青刈トウモロコシは小川ら⁹⁾によれば、生育初期(草丈20 cm)に土壤空気量が低下(10%以下)すると、生育は著しく抑えられ収量が激減するが、生育中~後期における土壤空気量の低下は、あまり収量に影響を与えなかった。このことから青刈トウモロコシは初期生育を重

転換畑における土壌型別の排水施工法について

視すれば、比較的土壌空気量の要求の多い作物に分類される。

本試験の結果は、その増収効果の高いものから順に、青刈トウモロコシ>ソルガム>ビール麦>ダイズであった。この順位はビール麦を除けば、土壌空気量に対する要求量の多いものからの順位であった。

土壌空気量を比較的多く要求する作物であるビール麦は、生育期間が非かんがい期に当り、一般にどの土壌統群の圃場でも、地下水位は夏のそれにくらべて、かなり低下している。各土壌統群とも、冬期間の地下水位は降雨直後以外、ほとんど70 cm 以下であった。このことから、ビール麦は播種直後の降雨などによる発芽苗立の不良などがなければ、土壌空気量は比較的充分であったと推察される。ビール麦の生育障害は主に節間伸長期頃より現われ、それは転換畑周辺の地下水位上昇にともない、降雨後に気相率の回復が遅れ、生育及び登熟に影響したためと考えられる。

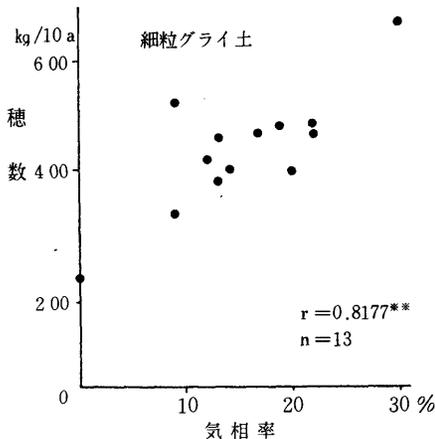
ダイズは排水施工により明らかに生育が優れたが、収量は年次や土壌統群によっては、ほとんど増収効果がみられなかった。中粗粒灰色低地土灰色系の圃場では、排水効果の高い区で生

育が優れた。しかし収量構成要素として、莢数や百粒重の増加に結びつかなかったことが、収量差の判然としなかった理由である。また多腐植質黒ボクグライ土の圃場の2年目のダイズで、排水効果の高い区の収量が優ったのは、主に100粒重の増加によるものである。このように圃場によっては、生育が優れていても開花以後、収量構成要素にプラスに結びつかないことがあり、このことは、開花後の土壌水分環境が、着莢や登熟に影響していることを示唆している。

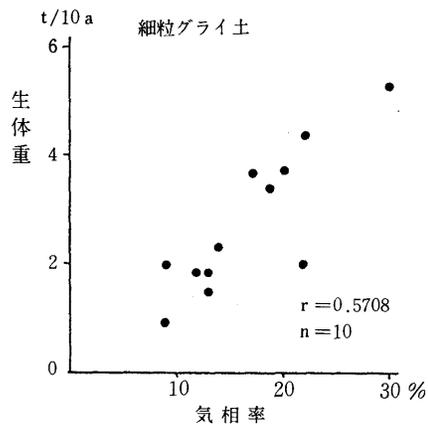
このことについて阿部ら¹⁾は地下水位の高低とダイズの収量を検討し、地下水位を20 cm, 40 cm, 60 cm に一定に維持した結果、収量は高地下水位で優れたとした。またダイズの蒸散量は開花期後に多くなり⁴⁾水分要求量の多い作物と言われている。

2. 土壌の気相率と作物収量

作物によって土壌空気量の要求量に差のあることは、先に述べた。ここでは気相率とビール麦及び青刈トウモロコシ収量との関係を考察した。細粒グライ土の圃場で、降雨1日後の気相率とビール麦穂数との関係をみた。気相率の上昇にともなって、穂数は明らかに増加の傾向を示した。この結果から、穂数400本以上を確保す



第12図 降雨1日後の気相率とビール麦穂数との関係



第13図 降雨1日後の気相率と青刈トウモロコシ収量との関係

るためには、この型の土壌では生育期間中、降雨後1～2日以内に、気相率が少くとも15%以上に回復することが望ましいと思われる。この気相率の確保は組合せ暗渠であれば、どの施工法でも充分であった。

同様に、細粒グライ土の圃場の降雨1日後の気相率と、青刈トウモロコシ収量の関係を見た。気相率が高まるにつれて収量は増加し、気相率35%で最も高い収量になった。収量4 t以上を得るには、降雨後1～2日以内に、気相率が少なくとも20%以上に回復することが望ましい。そのための施工法の選択は、この気相率の確保ができるものを採用する必要がある。このことは、土壌空気要求量の多い青刈トウモロコシの栽培が可能な施工法であれば、その他の転換作物の栽培も可能であることを意味する(第12, 13図)。

3. 排水施工法と土壌物理性の変化

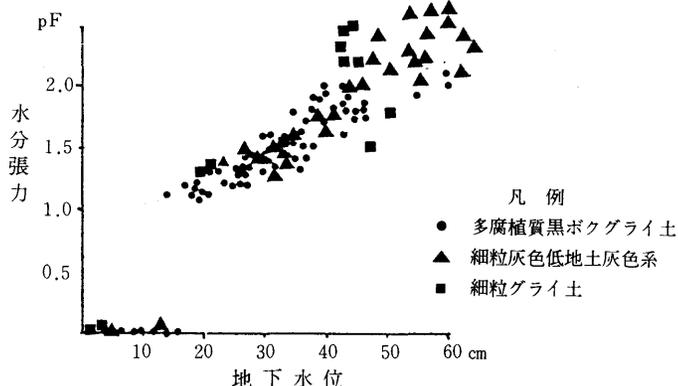
排水施工法の効果を、表面流去水の排除、地表面のくぼ地に残留している残留水の排除、土壌内部に過剰水として停滞している、内部停滞水の排除の3つの面から検討した。

表面流去水の排水性の指標として、ここでは圃場の減水深及び降雨後の排水状況の観察が、これに属する。残留水の排水性の指標として、シリンダーを用いて測定した浸入量が、これに

属する。また内部停滞水の排水性の指標として、土壌水分張力、土壌断面形態の変化、土壌分布、降雨後の気相率の変化がこれに属する。

排水施工法が表面流去水の排除に、どれだけ寄与するかを検討した。40 mmの降雨を想定して、水が降下浸透するに要する時間を測定し、圃場の減水深とした。各土壌統群の圃場における結果を概括すると、排水性の高い施工法から順に、 稲がら心破組合せ 、 弾丸暗渠組合せ 、 心土破碎組合せ 、 稲がら暗渠 、 無処理 の順であった。水の消失時間は細粒グライ土の圃場に比べ、細粒灰色低地土灰色系の圃場で速かった。この圃場では組合せ暗渠によって、1時間30分で排水できたため、大降雨時も湛水の心配は全くないと考えられる。また稲がら暗渠の単独施工でもほとんど湛水の心配はないと考えられる。多腐植質黒ボクグライ土の圃場における降雨後の観察でも同様に、組合せ暗渠や稲がら暗渠の施工で、ほとんど湛水の心配はない。

これらのことから、表面流去水の排除という一面だけをみれば、稲がら暗渠でも充分であったが、稲がら暗渠区は暗渠からの距離が遠ざかるにつれ、畦間に残留水が多くみられた。表面流去水の排除は比較的容易であるが、作物の生育にとって問題となるのは、むしろ地表面の残留水や内部停滞水の排除である。



第14図 土壌統群別の水分張力と地下水位の関係

排水施工法が、残留水の排除にどれだけ寄与しているかを、浸入量の測定によって検討した。どの土壌統群でも、1日当りの浸入量の多い施工法から順に、粗から心破組合せ>弾丸暗渠組合せ、心土破碎組合せ>粗から暗渠 無処理であった。土壌統群を組合せ暗渠における排水速度の早いものから順にみると、多腐植質黒ボクグライ土>細粒グライ土>細粒灰色低地土灰色系の順であった。この浸入速度の違いは、地下水位低下速度の遅速の他に、作土や鋤床のち密度の違い、土性の違い、亀裂の発達程度や量の違いなどによって規制される。浸入速度の遅速は土壌の飽和透水係数の数値からも推察された。残留水の排除が最も速かった多腐植質黒ボクグライ土の、土性は細粒であったが、2層の透水係数は 10^{-4} であり、他の圃場より透水性が大きかった。

排水施工法が内部停滞水の排除に、どれだけ寄与するかについて検討した。地下水位の低下にともなって、土壌水分張力は上昇し、重力水の排除された水分状態に回復する。この速度が早い程、作土の内部停滞水の排除はすみやかに進行する。転換畑の目標値として酒井ら²⁾によれば、地下水位40 cm以下、作土の気相率25%以上、作土のpF 1.5以上が望ましいとした。なお目標値に至る日数は3日以内、地下水位低下速度20 cm/日とした。

本試験では、青刈トウモロコシ収量と、降雨1日後の気相率に相関がみられた。弾丸暗渠2 m組合せ区は、台風による降雨2日後pF 1.5に回復し、その時の気相率18~20%であった。また各土壌統群別における水分張力と地下水位の関係をみると、pF 1.5の地下水位は30~35 cmであった。これらの結果から排水目標値として、降雨後1~2日以内に気相率が20%以上に回復すること、その時のpF値は1.5以上、地下水位は30~35 cm以下と考えられる(第14図)。

作土の内部停滞水(重力水)の排除には、鋤床層以下の下層土の亀裂の果す役割が大きい。細粒灰色低地土灰色系の圃場の弾丸暗渠組合せ区で、下層土(地表下30 cm部位)のpFを測定した結果、pF 2.0以下で経過していた。pF値と亀裂との関係について河野⁵⁾によれば、下層土の亀裂発生時の水分はpF 2.0~2.6付近であるとした。このことから考えると、この圃場の弾丸暗渠組合せ区において亀裂の発生はなかったと理解できる。しかし同圃場の粗が心破2 m組合せ区の2.5 m部分では、水溶性ペイントを溶して浸入量を測定した結果、5 m部分よりも浸入量及び亀裂の量が多いことを確認した。これは2.5 m部分では施工時に出来た亀裂の保存性が、5 m部分より良好であったためと考えられる。同様のことは、細粒グライ土の圃場の調査結果からも言える。

暗渠排水施工と亀裂の生成について寺沢ら²⁾によれば、暗渠による地下水位の役割は、心土亀裂の起る前の作土亀裂の生成に役立ち、その後の下層亀裂生成では補助的な働きをしているとした。また河野⁵⁾の結果と本試験の結果を考え合せると、下層が十分に乾燥しない1~2年目の転換畑では、亀裂の発達が少ないと考えられた。このことから、下層に盤層を有する圃場や、ち密度の大きい圃場では、粗がら心破組合せの効果が高い。この効果は施工時に下層に亀裂を作り、重力水の排除を計ることにあり、その亀裂の保存性も高いことにある。

断面形態の変化は、組合せ暗渠の施工による地下水位の低下によって、2層、3層からのグライ層の消失や、ジピリジル反応の低下が年々進んでいる。このことは、下層の内部停滞水が排除され、乾田化の方向に進んできていることを伺わせた。更にこのことによって、各圃場でも組合せ暗渠施工区で土壌統が変化したことを認めた。

ビール麦栽培期間中の土塊分布の変化をみた。

他の作物の例では、水稻直播栽培の発芽苗立にとって、2 cm以下の土塊が60%以上必要とした。また前波、太田⁶⁾のダイズでの結果も、60%以上で良好な発芽生育であった。本試験も播種直後は無処理区、排水施行区のいずれも70%以上の土塊分布を示し、出芽は良好であった。また組合せ暗渠区は全期間を通じて高い値を維持できた。細粒グライ土の圃場では畦立て栽培によって、無処理区でも60%以上と高い土塊分布が維持された。しかしビール麦収量は畦立てによる効果が少なく、低収であった。無処理区では山崎¹⁾による、春先の地下水水位上昇にともなう還元化により、根の機能低下が起ったため減収したと考えられる。

多腐植質黒ボクグライ土の圃場における、ダイズの出芽状況の調査の結果、圃場条件が後背湿地の地形の場合湿害を受け易く、ダイズは発芽しなかった。このことから稲がら暗渠の施工は、山ぎわから2~3 m部分に施工する必要があると考える。同様に他の圃場でも島畑での施工は、隣接水田より2~3 m部分に稲がら暗渠を施工し、水田からの横浸透を防止する必要がある。

V 摘 要

排水施工法を作物の収量の面から、また排水性として表面流去水の排除、残留水の排除、内部停滞水の面から検討した。

1. 各土壌統群とも排水効果の高い工法から順に、稲がら心破組合せ>弾丸暗渠組合せ>心土破碎組合せ>稲がら暗渠>稲がら心破、弾丸暗渠、心土破碎、稲がら暗渠>無処理であった。
2. 稲がら心破組合せの効果が最も高かった理由は、補助暗渠として用いた稲がら心破が、弾丸暗渠と心土破碎の効果を合せもつためである。暗渠孔に稲がらが充てんされるため、亀裂と暗渠孔の保存性が良かった。
3. 転換畑の排水目標として、降雨後1~2日

以内に気相率は20%以上に回復すること及びその時のpF値は1.5以上、地下水水位は30~35 cm以下と推定する。

4. 細粒灰色低地土灰色系の圃場の施工法として、稲がら心破2~4 m組合せが望ましいが、弾丸暗渠2 m組合せでも十分な効果が期待できる。
5. 細粒グライ土の圃場の施工法として、稲がら心破2~4 m組合せが望ましい。弾丸暗渠2 m組合せでは、稲がら暗渠の間隔を8 m前後に狭める。
6. 黒ボクグライ土の圃場の施工法として、弾丸暗渠の2~4 m組合せで十分な効果が期待できた。圃場条件(透水係数 10^{-3} 以上の場合)によっては稲がら暗渠だけでも充分と考えられ、間隔も15~20 mでよい。

引用文献

1. 阿部盟夫・川田登(1982) 栃木農試研報 第27号:29~40
2. 土肥学会編(1979)水田転作 博友社:23~43, 81~98
3. 土壌物理性測定法委員会編(1972)土壌物理性測定法 養賢堂:97~98 168~182
4. 加藤一郎 鴨田福也(1970)東海近畿研報 第19号 24~54
5. 河野英一(1976)農土試 第44号:367~376
6. 前波健二郎・太田 章(1982)栃木農試研報 第28号:33~40
7. 三好 洋(1973)農業技術 第28号:293~296
8. 小川和夫(1969)東海近畿農試研報 第18号:192~352
9. 小川和夫(1970)東海近畿農試研報 第19号:81~97
10. 内田文雄・川田登(1972)栃木農試研報 第16号:53~60

11. 栃木農試(1978)栃木県農耕地土壌の実態 12. 山崎 伝(1952)農技研報B第1号: 1~92
と改良対策: 408~409

On the improved execution of underdrainage for the ill-drained rotational upland fields of each soil group

Hideo Iwasaki Shin Miyake

Summary

This experiment was carried out on the ill-drained rotational upland fields of the three soil groups; Gleyed Andosols, Gray Lowland soils, and Gray soils. Four executions of underdrainage were used in the experiment; complete underdrain, mole drain, subsoil break, and subsoil break stuffed with rice hull.

1. The best drained method was the cross complete underdrain stuffed with hull and Momigara Shinpa(subsoil break stuffed with rice hull in a crack).
2. The improvement index for execution was to be restored 20 percent of soil air capacity within one or two days after rain by the underdrainage. The soil moisture tension was maintained higher than pF 1.5, and groundwater levels became lower than 35cm depth.
3. In case of Fine-textured Gray Lowland soils, execution of the complete underdrain was applied at intervals of 10 m, execution of Momigara Shinpa was applied at intervals of 2 ~ 4 m, and the two were crossed each other. It was possible to use mole drain instead of Momigara Shinpa.
4. In case of Fine-textured Strong-gley soils, complete underdrain and Momigara Shinpa were crossed each other. In case of the use of mole drain, execution of the crossed complete underdrain was applied at intervals of 8m.
5. In case of High-humic Gleyed Andosols, execution of the complete underdrain was applied at intervals of 10m, execution of the mole drain was applied at intervals of 2m, and the two were crossed each other.

栃木県農業試験場研究報告第29号