

# 畑ビール麦粗蛋白含量の適正化に関する研究

## 第1報 県内の実態について

中川悦男・岩瀬一行\*・武井昌秀\*\*・新妻芳弘\*\*\*

Studies on Regulating of Crude Protein Content in Malting Barley Grain  
under upland conditions

Part 1. On the Current Status in Ibaraki Prefecture

Etsuo NAKAGAWA, Kazuyuki IWASE, Masahide TAKEI and Yoshihiro NIITSUMA

本県の畑ビール麦について実需者側から粗蛋白含量の高いことが指摘されたので、その現状把握と栽培の要因を解析し具体的改善対策を立てるべく、1980年～'81年に実態調査を行った。その結果、粗蛋白含有率は平均12.8%と業界での許容範囲を1.3%上回っていることが明らかになった。

ビール麦の粗蛋白含有率と関係深い要因として、栽培条件については品種、播種期、栽植様式などが浮かんだ。前作については野菜類の前作で高蛋白となる傾向が認められた。また、間作型のビール麦は間作解消型に比べ高蛋白となり、とくに野菜類の間作でより高くなることが示唆された。ビール麦の生育収量との関係については、生育が良すぎたり、不良な場合に高蛋白となることがうかがえた。

このように、ビール麦の粗蛋白含量は栽培条件や前作の種類、間作の有無などと深くかかわっていると推察され、粗蛋白含量適正化のための栽培法や作付体系の確立が急務と考えられた。

## I 緒 言

本県のビール麦作付面積は1975年以降ほぼ5,000ha～7,000haで推移し、全国第4位となっている。その間の畑ビール麦の面積は3,000ha～6,000haで、面積、割合とも減少傾向にあるが、他県に比べ極めて高率となっている<sup>11)</sup>。

本県産の品質は他県産より劣り、とくに粗蛋白含量の高いことが問題であり、この原因の一つとして畑作面積割合の高いことが指摘されている<sup>12)</sup>。ビール麦は本県の

畑作における土地利用型の冬作物として極めて重要であり、畑作振興上早急に品質改善方策を打ち出す必要にせまられている。

ビール麦の望ましい粗蛋白含有率は9%～11%といわれているが<sup>2,12,18)</sup>、厳密には9.5%～11.5%のようである。従来、粗蛋白含量適正化のための研究は気象<sup>5,8)</sup>、土壌<sup>6,7,21)</sup>、栽培法<sup>3,5,9,13,14,15,17,19,20,21,22)</sup>など、おもに環境条件や栽培条件の面から検討されてきた。しかし、数年間の作付体系を組み、前作物の影響や夏作物の麦間作付法との関係について検討した事例は少ない。

そこで、1980年～'83年にビール麦の粗蛋白含量の適正化のための具体的方策を立てるべく、品質改善試験に取り組んだ。1980年～'81年には県内の実態調査および

\* 現茨城県農林水産部改良普及課  
\*\* 現茨城県筑波地区農業改良普及所  
\*\*\* 現茨城県農林水産部営農再編対策課

細密調査を行い、栽培条件ならびに作付様式と品質について検討した。同時に1980年～'83年に前作の影響、栽培法との関係、間作夏作物の影響などについて試験を行った。その結果、いくつかの知見が得られた。そこで、本報では1980年～'81年に実施した実態調査ならびに細密調査の結果を報告する。

## Ⅱ 実態調査

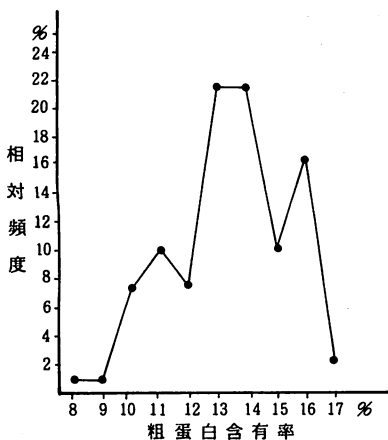
### 1 調査方法

1980年に県北、県南、県西および鹿行の4地域から、ビール麦と結合する代表的な作付様式の圃場79地点を選定し、圃場ごとに土壌条件、ビール麦の耕種法、間作夏作物の耕種法および作付様式についてアンケート調査を行った。ビール麦の生育収量調査は収穫期にアンケート調査と同一圃場のものについて稈長、穂長、穂数、子実重を調査した。品質調査は千粒重、整粒歩合ならびに粗蛋白含有率について行った。整粒歩合は縦目篩で篩別し、篩目2.5mm以上の選粒重÷選粒前の粒重×100で算出した。粗蛋白含有率は整粒をケルダール法により分析し、全窒素量を測定し算出した。

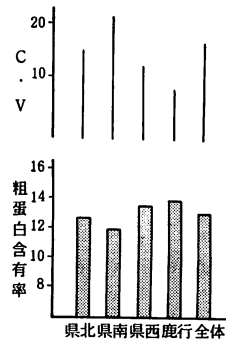
### 2 調査結果

#### 1) 粗蛋白含有率の実態

79圃場の粗蛋白含有率を第1図に示した。79圃場全体の粗蛋白含有率は $12.8 \pm 2.0\%$ で業界での許容範囲9.5%～11.5%を超えている割合の高いことが認められた。



第1図 粗蛋白含有率の相対頻度



第2図 地域別粗蛋白含有率

地域別の粗蛋白含有率は第2図に示した。地域による作付様式の違いや圃場数に偏りがみられるが、概ね鹿行地域(13.8%)>県西地域(13.5%)>県北地域(12.7%)>県南地域(11.9%)の順であった。粗蛋白含有率の変動は鹿行と県西地域で小さく、県南地域では大きかった。

#### 2) ビール麦の栽培条件と粗蛋白含有率

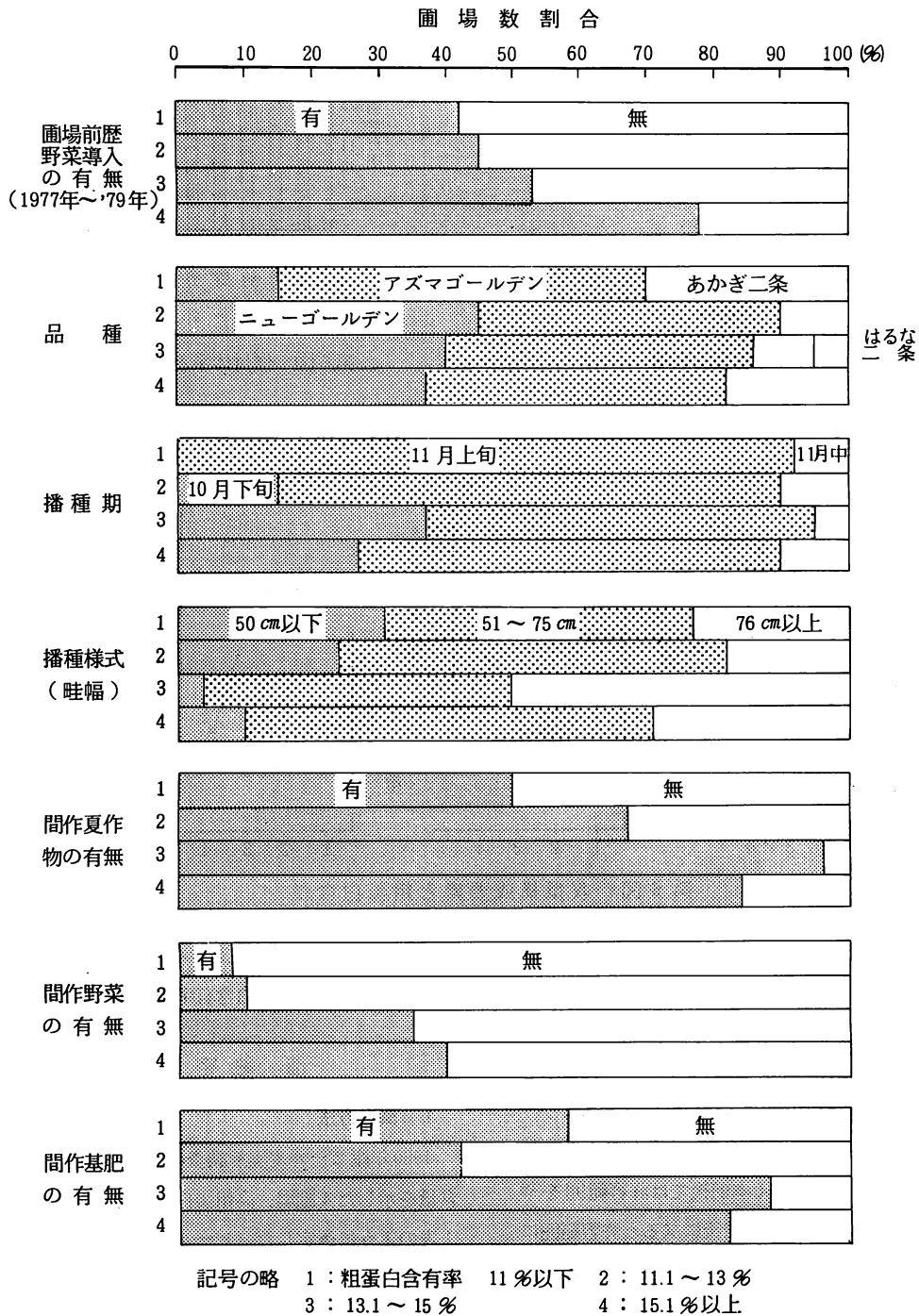
ビール麦の栽培条件と粗蛋白含有率の関係を第3図に示した。品種構成は地域ならびに作付様式によって異なるが、ニューゴールデンはアズマゴールデンより高粗蛋白の傾向がみられ、あかぎ二条は地域による変動が大きく品種間差が明らかでなかった。ビール麦の播種期を10月下旬、11月上旬および11月中旬に分けて粗蛋白との関係をみると、11月上旬播きで低く、10月下旬播きで高まる傾向がうかがわれた。

#### 3) ビール麦の前作および間作条件と粗蛋白含有率

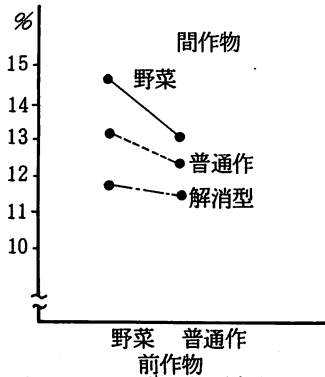
ビール麦の前作や間作条件と粗蛋白の関係を第3、4図に示した。ビール麦の前作や前々作条件と粗蛋白の関係については、粗蛋白含有率が間作の影響も受けているため厳密な検討を行うことが困難であった。しかし、野菜類の施肥残効がビール麦におよぼす影響を普通作物対比でみると、第5図に示したように、3作前の野菜がビール麦の粗蛋白に影響し、残効のあることがうかがわれた。

また、麦間に夏作物を作付ける間作型は麦収穫後に夏作物を作付ける間作解消型に比べ高粗蛋白となり、間作物の種類では普通作物より野菜類の導入で高粗蛋白となっている。間作夏作物の基肥とビール麦粗蛋白含有率の

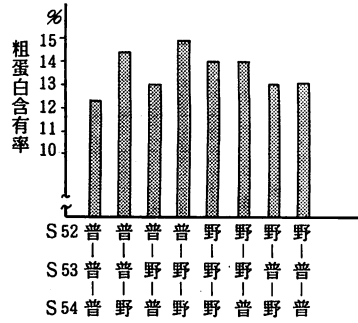
畑ビール麦粗蛋白含量の適正化に関する研究



第3図 前作および栽培条件と粗蛋白含有率

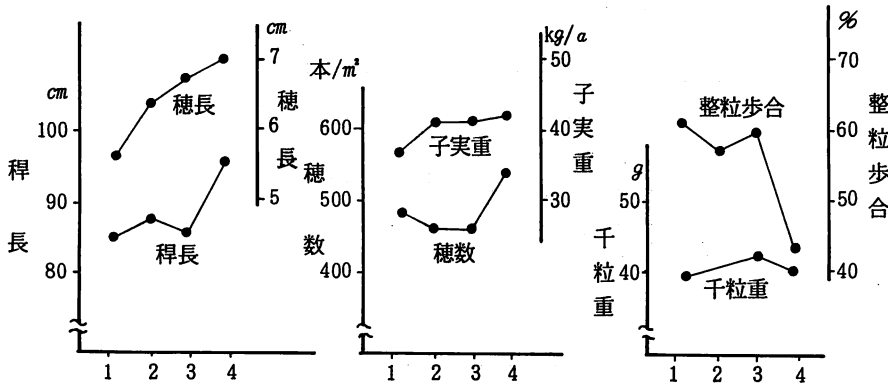


第4図 間作物と粗蛋白含量



第5図 作付体系と粗蛋白含量

- ( 1 粗蛋白含有率 11% > )
- ( 2 " 11.1 ~ 13 )
- ( 3 " 13.1 ~ 15 )
- ( 4 " 15.1 < )



第6図 収量構成要素と粗蛋白含量

関係については、麦間へ基肥を施用すると高くなる傾向がみられた。

4) ビール麦の収量構成要素との関係

ビール麦の収量構成要素との関係を第6図に示した。粗蛋白含有率は稈長が90cmより長くなると高まり、穂長が長くなるほど高まる傾向となった。穂数との関係についてみると、穂数が約450本前後では許容範囲をやや上回る傾向となるが、500本前後になると許容範囲に入り、550本前後と更に増加すると15%以上と許容範囲を大幅に上回る傾向となった。子実重については、a当たり40kgを下回った場合は許容範囲に入るが、これを上回ると許容範囲を超えることがうかがえた。千粒重については、変動幅があまりなく明らかな傾向は認められな

かった。整粒歩合については、45%前後の場合は60%前後に比べ明らかに粗蛋白含有率を高めることが示された。

Ⅲ 細密調査

1 調査方法

1980年産ビール麦実態調査の結果から適正な粗蛋白含量を示した4圃場、高粗蛋白含量を示した6圃場を第1表のように選定した。ビール麦の栽培条件について、各圃場ごとにアンケート調査を行うとともに生育収量調査を実施した。品質調査は主として粗蛋白含有率について行い、その高低によって品質の良否を判定し、前年の調査結果の再確認をするともに高粗蛋白の原因について検討した。

畑ビール麦粗蛋白含量の適正化に関する研究

第1表 粗蛋白含量と栽培条件

調査 No 場所	項目	前年(1980産) の粗蛋白 含有率 (%)	本年(1981産) の粗蛋白 含有率 (%)	作付体系			1981年産ビール麦		土壌条件
				'79年	'80年	'81年	畦巾 (cm)	施肥(N) (kg/a)	
1	勝田市東中根	低(10.3)	9.41	サ-ビ	サ-ビ	サ(間)	210	0.36	表層腐植質黒ボク土
2	稲敷郡江戸崎町村田	"(10.4)	11.56	タバ-ビ	ラ-ビ	ラ(解)	60	0.40	淡色黒ボク土
3	猿島郡境町若林A	"(10.6)	11.74	水-ビ	水-ビ	水(解)	30	0.84+0.4	褐色低地土
4	那珂湊市部田野	"(10.7)	10.3	サ-ビ	サ-ビ	サ(間)	65	0.30	表層腐植質黒ボク土
5	猿島郡境町若林B	高(12.2)	11.84	水-ビ	水-ビ	水(解)	30	0.56+0.4	褐色低地土
6	勝田市西中根	"(12.8)	11.73	サ-ビ	サ-ビ	リ(間)	125	0.54	表層腐植質黒ボク土
7	行方郡北浦村	"(12.8)	11.40	サ-ビ	ラ-ビ	ミ(間)	140	0.24	淡色黒ボク土
8	行方郡玉造村	"(12.9)	11.03	サ-ビ	サ-ビ	ラ(間)	260	0.30	"
9	結城市江川	"(13.9)	13.34	カン-ハ	リ-ビ	カン(間)	240	0.12	表層腐植質黒ボク土
10	那珂郡那珂町門部	"(14.0)	13.10	ゴ	リ-ビ	リ(間)	55	0.27	表層多腐植質黒ボク土

注1) サ: サツマイモ タバ: タバコ カン: カンピョウ ゴ: ゴボウ リ: リクトウ ラ: ラッカセイ ミ: ミツバ  
 ビ: ビール麦 水: 水稲 ハ: ハクサイ  
 2) (間): 間作型~麦間作付 (解): 間作解消型~ビール麦収穫後作付

2 調査結果

各圃場とも出芽ならびに初期生育は概ね良好であったが、12月中旬以降の低温干ばつで生育が抑制され、短茎少げつの生育となった。その後天候は回復したが、全般的に短稈少穂で収量水準はやや低かった。千粒重は登熟

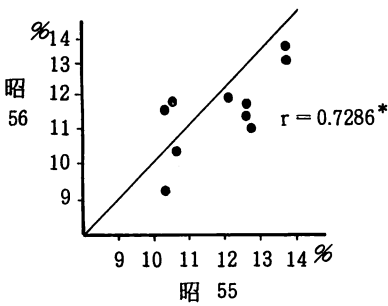
期間中やや低温で経過し、穂数も少なかったことより重く、整粒歩合も高かった。

粗蛋白含有率は第2表に示したとおり前年より低下したものの、第7図から明らかのように  $r=0.7286^*$  の相関が認められ、前年に高粗蛋白であった圃場は翌年も高い

第2表 生育・収量・品質調査

粗蛋白 含有率(%)	項目 調査No	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数* (本/m <sup>2</sup> )	稈 重* (kg/a)	上子実重* (kg/a)	ℓ 重 (g)	千粒重 (g)	整粒歩合 (%)
11 >	1	90.0	6.7	351	66.6	35.4	645	46.5	86.9
	4	97.9	6.2	403	45.9	37.0	660	43.5	79.9
	$\bar{m}$	94.0	6.5	377	56.3	36.2	653	45.0	83.4
11.1~13	8	80.3	5.8	440	52.0	46.0	680	48.1	93.2
	2	88.2	6.4	477	52.3	47.6	670	47.6	94.3
	7	82.8	5.9	317	47.6	40.6	664	45.5	92.3
	6	99.6	7.4	464	61.0	54.4	654	48.1	91.4
	3	86.8	6.6	447	36.5	36.1	690	48.1	92.7
	5	84.0	6.9	453	55.9	49.7	700	51.3	94.3
	$\bar{m}$	87.0	6.5	433	50.9	45.7	676	48.1	93.0
13.1 <	10	87.1	5.7	353	58.1	45.5	654	48.1	92.0
	9	106.5	7.1	650	63.8	50.2	650	47.4	89.6
	$\bar{m}$	96.8	6.4	502	61.0	47.9	652	47.8	90.8

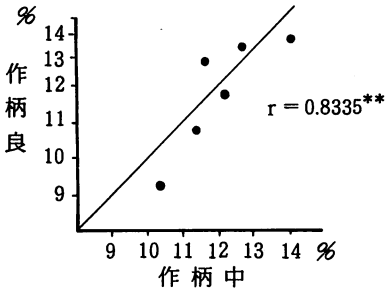
\* 抜畦の場合、もろ畦に換算して算出した。



第7図 粗蛋白含量の年次間差

ことが明らかになった。

各圃場のビール麦の生育収量品質調査結果を第2表に示した。粗蛋白含量は上子実重と高い相関 ( $r=0.6049^*$ ) がみられ、穂数、千粒重、整粒歩合が高まるほど高粗蛋白となる傾向がうかがわれた。また、同一圃場での作柄と粗蛋白の関係についてみると第8図に示すとおり作柄が粗蛋白含量におよぼす影響は小さかった。



第8図 同一圃場内での作柄と粗蛋白の関係

#### Ⅳ 考 察

本県畑ビール麦の粗蛋白含有率は平均  $12.8\% \pm 2.0\%$  で業界での上限値  $11.5\%$  を超えている割合が高い現状にある。畑ビールが高粗蛋白となる要因として、ビール麦の栽培条件や前作の種類・栽培条件、間作夏作物の有無・種類などが挙げられる。

栽培条件としては播種期などが粗蛋白の高低に関与していることが推察された。播種期と粗蛋白含量の関係については平野ら<sup>10)</sup>、山野<sup>21)</sup>が検討し、播種期の違いにより変

動することを認めている。適正な粗蛋白含量とするための適播種期策定にあつては、気象条件などが地域により異なることから、やはり地域内での検討が必要であると考えられた。

前作の種類では、野菜類などの多肥作物の作付けで高粗蛋白となる傾向がうかがわれた。阿部ら<sup>1)</sup>もカンピョウやトマトなど多肥作物が前作として作付された場合、高粗蛋白となることを指摘している。これは前作の施肥残効がビール麦の粗蛋白含量に影響したためと考えられ、ビール麦を組み入れた輪作体系確立のためにも野菜類あとのビール麦低蛋白化の方法を明らかにする必要がある。

間作夏作物の有無については間作条件で高粗蛋白となるが、これは間作による断根の影響や間作夏作物の施肥による若返りなどが考えられる。また、間作夏作物の種類によっても異なることがうかがわれ、間作での施肥法、作入れ時期、間作物の種類などの影響について総合的に検討する必要がある。

ビール麦の生育収量と粗蛋白含量の関係については、生育量が多く、多収条件で高粗蛋白となることがうかがわれた。一方、整粒歩合の低い、つまり登熟のあまり良くないビール麦も高粗蛋白となることが認められた。これについては藤井ら<sup>4)</sup>、野々村<sup>16)</sup>も指摘しているところである。

このように、実態調査から畑ビール麦の高粗蛋白化と関係深い要因についてある程度明らかにすることができた。畑ビール麦の品質が劣る背景には、畑作経営の中で夏作重視の意識が強く、前作の施肥残効をあまり考慮しない作付けが行われていることや、間作型の場合も間作夏作物主体の栽培法がとられていることなどがある。しかし、ビール麦は本県の畑作にとって重要な冬作物の一つであり、畑地の大部分が土壌の面からは品質の劣るといわれる火山灰土壌である。このことから、とくに火山灰土壌での粗蛋白適正化のための栽培法や作付体系の確立が緊要と考えられる。

本調査を実施するに当たり各農業改良普及所に多大なる御協力をいただいた。また、調査のとりまとめに当たっては場長松田明博士、作物部長石川実氏に御指導と

御助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

## V 摘 要

1) 1980年に県内79圃場について実態調査を行い、栽培条件ならびに作付様式と品質について解析した。1981年にはその中から代表的な圃場10地点を抽出し、細密調査を行った。

2) 79圃場の粗蛋白含有率は $12.8 \pm 2.0$ ％で、業界での許容範囲9.5％～11.5％を超えている割合の-highいことが明らかになった。

3) ビール麦の栽培条件で粗蛋白含量に関与している要因として品種、播種期などが示唆された。

4) ビール麦の前作や間作条件と粗蛋白含有率の関係については、前作野菜類は普通作に比べ高粗蛋白となることが認められた。しかし、サツマイモ連作あとのビール麦は粗蛋白含有率が低く、注目された。また、間作型のビール麦は間作解消型に比べ高粗蛋白となり、とくに野菜類の間作でより高まった。

5) ビール麦の生育収量と粗蛋白含有率の関係については、生育量が多いと高くなる傾向があり、一方生育不良の場合も高粗蛋白となることがうかがえた。収量的には $\alpha$ 当たり40kgを上回ると許容範囲の上限を超えることが推察された。

## 引 用 文 献

- 1) 阿部盟夫・野中義郎(1969)：前作がビール麦の収量と品質に与える影響 栃木農試研報 13 53～59
- 2) 麦酒麦品質改善研究会(1961)：よいビール麦の作り方
- 3) 江戸義治・原田哲夫(1963)：栽培および環境条件が二条大麦の品質におよぼす影響 第2報 ちっ素の追肥時期と品質との関係 中国農業研究 27 9
- 4) 藤井信一郎・花房堯士(1971)：二条大麦の品質に関する研究とくに粒の大小と粗蛋白質含有率との関係 鳥取農試研報 11 1～12
- 5) 原田哲夫・鳥生久嘉(1963)：栽培および環境条件が二条大麦の品質におよぼす影響 第3報 穂肥の多少および登熟期の気温の高低と品質 中国農業研究 27 10～12
- 6) ———・—————・伊藤夫仁(1966)：—————第6報 土壌のちがいと品質・収量 広島農試報 23 219～227
- 7) ———・—————・—————(1966)：—————第7報 生育各時期の土壌の含湿状態と品質・収量 広島農試報 23 231～244
- 8) ———・—————・—————(1967)：—————第8報 土壌の含湿状態および登熟期の気温と品質・収量 中国農業研究 35 16～19
- 9) 間嘉太郎・藤井信一郎・吉田道雄(1963)：ドリル栽培におけるビール麦の施肥法について 中国農業研究 27 13～14
- 10) 平野寿助・吉田博哉・越生博次(1970)：暖地水田ビール麦の良質多収栽培に関する研究 中国農試報 A 18 29～57
- 11) 茨城県農林水産部営農再編対策課(1985)：茨城の普通作物
- 12) キリンビール株式会社原料部(1980)：茨城県産ビール大麦品質調査結果のまとめ
- 13) 中村久郎(1972)：二条大麦の品質、とくに窒素施肥と麦粒蛋白質の構成について 滋賀県立短大学術雑誌 13 55～58
- 14) 中山保(1960)：栃木県に於ける醸造用二条大麦の品質に関する研究 栃木農試研報 4 79～99
- 15) 野々村利男(1957)：窒素追肥によるビール麦の蛋白含有量の変化 日作紀 25
- 16) ———(1972)：二条大麦の登熟過程における子実蛋白含有率の推移 滋賀県立短大学術雑誌 13 52～54
- 17) 篠倉正住・浜地勇次・上野正市・矢野雅彦・森藤信治・木崎原千秋・小宮正寛(1982)：ビール麦における晩期追肥と収量及び品質との関係 福岡農総試研報A(作物) 1 31～34
- 18) 上松淳一(1979)：ビール大麦の品質向上について 米麦改良 8 12～27

- 19) 山根国男・小谷倫之(1963):ビール麦栽培における耕法と施肥法の関係 中国農業研究 27 15~17  
量の環境による変異について — 品質検定法確立のために — 栃木農試研報 13 43~52
- 20) 山野昌敏・長野洋司(1968):ビール麦の収量・品質におよぼす施肥量および播種量の影響について 栃木農試研報 12 31~44
- 22) 吉田博哉・平野寿助(1967):ビール麦の収量・品質に及ぼす肥料3要素の影響 中国農業研究 37 24~25
- 21) ———(1969):二条大麦における穀粒粗蛋白含



# 転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

平沢信夫・茂垣慶一\*・岡野博文・桐原三好\*\*・間谷敏邦・坂本 侑\*\*\*

The making of underdrainage made by agricultural machinery and the effects of underdrainage execution in the drained paddy fields

Nobuo HIRASAWA, Keiichi MOGAKI, Hirobumi OKANO,  
Miyoshi KIRIHARA, Toshikuni AITANI, Jun SAKAMOTO.

転換畑において畑作物の安定生産をはかるため、営農排水用機械の性能と、排水施工が地下水位や土壌水分、土壌の理化学性、作物の生育収量におよぼす影響について、県内の代表的な土壌5種類について検討した。

その結果、本暗渠施工機のラダー式は強粘質の細粒灰色低地土灰色系・佐賀統で、またオーガ式はやや砂質がかった同・宝田統で作業が困難であった。バケット式は各土壌とも作業を進めることはできたが、佐賀統では作業性能が劣った。

弾丸暗渠施工機は供試した3土壌とも比較的容易に作業を進めることができた。

組合せ暗渠の施工時間は本暗渠間隔10m、弾丸暗渠間隔2mで約29時間/30a、施工経費は約16万円/30aであった。

営農排水施工の影響を土壌別にみると、細粒強グライ土と細粒灰色低地土灰色系では、暗渠施工直後に作土層が過湿気味に経過したが、亀裂の発生とともに透水性や物理性が改善され、作物の生育収量も次第に良好となった。しかし、地下水位は40～50cmとやや高く経過した。

中粗粒グライ土では、施工直後から排水は良好であったが、転換4年後においても弾丸暗渠の中間部の作土下からグライ斑がみられた。

厚層腐植質多湿黒ボク土では、暗渠上流部の地下水位は高く経過したが、麦と大豆の生育は良好であった。

ブロック排水が完備された泥炭土と集団転作の腐植質黒ボクグライ土では、排水は良好で地下水位も低く経過したが、泥炭土では隣接田からの地下浸透がみられた。

一方、暗渠排水の疎水材に使われていた芻がらは、暗渠組織を通じた排水量が多い土壌で腐敗が進んでいた。しかし、施工4年経過しても疎水材としての機能は十分にあるものとみられた。また、弾丸暗渠の渠孔は4年後には約4割の断面積となっていた。

これらの試験結果に基づき、土壌統群別の営農排水施工基準を作成した。

目 次	
緒 言 .....	100
1 営農排水用機械の作業性能 .....	100
1 本暗渠施工機の性能 .....	100
2 弾丸暗渠施工機の性能 .....	104
3 組合せ暗渠の施工時間と経費 .....	105

\* 現茨城県園芸試験場 \*\* 現茨城県改良普及課  
\*\*\* 現茨城県経済連

4	営農排水用機械の利用実態	108
5	考 察	111
II	営農排水施工の効果	113
1	土壌統群別営農排水施工の効果	113
1)	試験方法	113
2)	試験結果	119
(1)	瓜連町鹿島(細粒強グライ土)	119
(2)	竜ヶ崎試験地(中粗粒グライ土)	124
(3)	常陸太田市下河合(細粒灰色低地土 灰色系)	128
(4)	下館市落合(厚層腐植質多湿黒ボク 土)	134
(5)	河内村手栗(泥炭土)	139
(6)	内原町五平(腐植質黒ボクグライ土)	141
2	転換畑における土壌化学性の変化	143
3	暗渠疎水材としての芻がらの耐用性	144
4	陸田における透水性改善が転換作物の生 育収量におよぼす影響	147
5	考 察	151
III	摘 要	155
	引用文献	157

## 緒 言

昭和53年度からスタートした水田利用再編対策事業は単なる米の需給調整と麦、大豆、飼料作物などの自給率の向上のみでなく、我が国における農業生産構造の再編を目的としたものであり、当面する農業の最大の課題であるといえる。

本県における転換基盤である水田は、立地特性からして地下水位が高く、透水性の劣る土壌が広く分布している。そのため、生産現場においては、排水不良に伴う転作々物の湿害により生産性が低く、また機械作業の走行に必要な地耐力の確保が困難な地帯も多く、不安定な要素を含んだ転作が行われている。したがって、その定着をはかるためには、畑作物の生産ならびに農作業にとって好適な圃場条件の整備、特に排水対策が最も重要である。

一般に転換畑に畑作物を栽培する場合の排水目標値は、降雨後2～3日の地下水位が40～50cm、常時地下水位(降雨後7日)が50～60cm以下に低下することを基準としている<sup>1)</sup>。そして、その効率的な排水方法としては、まず地表排水として過剰水を可能なかぎり排除し、その残りを地下水として排除することである。地表排水としては畝立てによる排水や圃場内小排水溝による排水などがあり、地下排水としては各種の暗渠がある<sup>2)</sup>。しかし、地表排水では畝立てなどに労力がかかることや播種面積が減少するなどの問題があるので、可能なかぎり暗渠の施工により地下排水として除くことが望ましい。

暗渠排水の方法についてみると、 $10^{-5}$  cm/sec未滿の難透水性土壌では、地表および表層の排水を迅速化するため密に設けた補助暗渠と補助暗渠の集水と地下水位の低下を図る本暗渠を組合せたいわゆる組合せ暗渠が、その他一般の土壌( $10^{-5}$  cm/sec以上 $10^{-3}$  cm/sec未滿)では本暗渠による排水が基準<sup>1) 2)</sup>となっている。

転換畑での暗渠施工法やその効果についての試験は少なくないが<sup>3) 4) 5)</sup>、組合せ暗渠は経費との問題もあり、ほとんど普及していない。一方、いままでの暗渠は土木工事として施工されてきたが、近年は農業用のトレンチャを利用して施工が可能となり<sup>6) 7)</sup>、またトラクタの作業機としての溝掘削機も開発が進んできた。

そこで著者らは本県の代表的な土壌において、溝掘削用機械の性能と土壌適応性、暗渠施工の効果、転換作物の栽培法などについて試験を進めてきた。その結果、営農サイドでも暗渠施工が簡単にできることと、その暗渠の効果の高いことが明らかになったので、ここに取りまとめ報告する。

なお、本報告は「水田の土壌型別透水性改善の施工方法と転換畑作物の生産安定に関する試験(昭和53年)」と農林水産省農林水産技術会議の総合助成試験「転換畑高度畑作技術確立試験(昭和54～56年)」の一環として行ったものである。

## I 営農排水用機械の作業性能

### 1 本暗渠施工機の性能

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

転作の推進にともなって、暗渠溝掘削機が開発実用化され、個別農家あるいは営農集団がこれらの機械を利用して暗渠を施工する例がみられるようになった。しかし、本県の水田土壌には数種類の土壌統群が分布しており、機械によっては掘削不可能な土壌がみられたので、土壌統の違いと暗渠溝掘削機の作業性能について検討した。

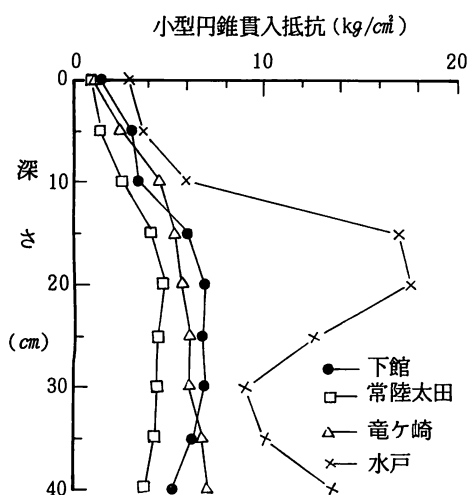
1) 試験方法

水稻収穫後約1カ月経過してから、土壌統の異なる下

館(黒泥土)、常陸太田(細粒灰色低地土灰色系・佐賀統)、水戸(同・宝田統)、竜ヶ崎(グライ土下層有機質・米里統)の4種類の土壌において、掘削機構の異なる30～40 P S級トラクタ用暗渠溝掘削機4～6機種と暗渠溝掘削専用機2機種を供試し、作業時間などを検討した。供試圃場の状態を第1表と第1図に、主な供試機の構造を第2図に示す。

第1表 試験場所と土壌統, 土壌条件

場 所	下館市山崎	常陸太田市谷河原	竜ヶ崎市大徳	水戸市上河内
土 壌 統 群 名	黒泥土	細粒灰色低地土灰色系・佐賀統	グライ土下層有機質・米里統	細粒灰色低地土灰色系・宝田統
土 壌 類 型 名	黒泥土壌粘土型	灰色土壌強粘土型	泥炭土壌強粘土型	灰色土壌粘土型
試 験 月 日	昭和53年9月28日	昭和53年10月5日	昭和54年10月2日	昭和54年10月17日
供 試 面 積	105 a	95 a	105 a	130 a
土 壤 含 水 比 (%)	102.8	49.5	—	41.7
土 小 型 円 錐 貫 入 抵 抗 0～15 cm (kg/cm <sup>2</sup> )	3.7	3.5	2.3	7.1
土 小 型 矩 形 板 沈 下 量 (荷量 30kg) (cm)	1.1	0.3	5.8	0.8
状 II 層 の ち 密 度 (mm)	15	19	16	26
態 稲 わ ら 処 理	一部持出し	持出し	焼却	焼却
圃 場 の 状 態	乾(一部軟)	乾	やや軟	乾



第1図 供試圃場の土壌硬度

作業は排水路側の深さを70 cm、農道側を50 cmとなるよう20 m掘削する毎に5 cm浅くする方法で排水路側から掘削した。

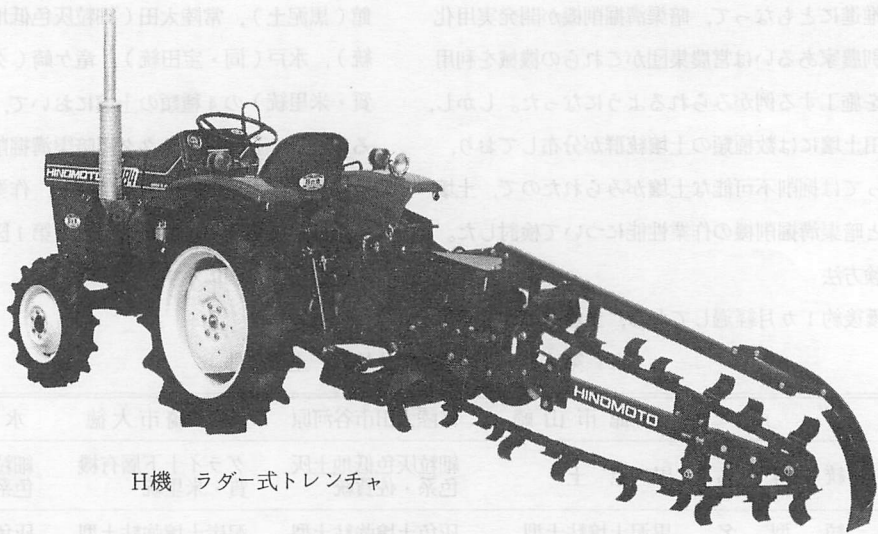
なお、供試圃場は施工後麦を作付けし、暗渠の効果を確認した。

2) 試験結果

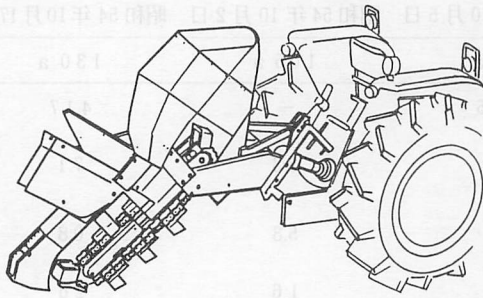
試験結果は第2表に示すとおりである。

① 下館における結果

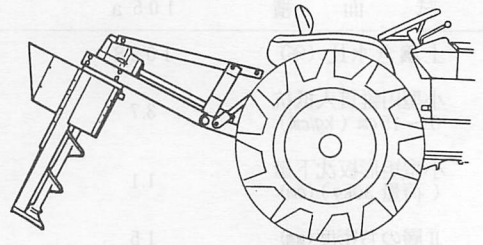
台地側の圃場は伏流水の影響を受けて軟弱であったが、そこを除けばトラクタの走行が可能で黒泥土の圃場である。各供試機とも掘削作業は可能であったが、オーガ式のSA機とKU機は最高掘削深が60～65 cmと浅く、所定の深さと勾配をとることが出来なかった。また、軟弱



H機 ラダー式トレンチャ



SI機, Y機, I機 バケット式トレンチャ



SA機, KU機 オーガ式トレンチャ

第2図 供試機の構造

な場所では掘削後の土圧によって、すぐに溝が狭くなった。

### ② 常陸太田における結果

強粘土の細粒灰色低地土灰色系・佐賀統で行った。

ラダー式のH機は掘削爪に土が付着し、掘削は不可能であった。

バケット式ではバケットの排土板からの土離れが悪かったのので、バケットの移動速度を高速にし、作業速度を低速にして掘削したところ連続作業が可能となった。しかし、専用機の2機種はバケットから跳ね出した土がカバーを越えて溝に落下する量が多く、作業機のSI機は掘削深さが55cm以上になると車輪がスリップし作業が困難であった。

オーガ式のSA機は前述の機種に比べ作業そのものは良好に行われた。しかし、この機械は最高掘削深が60cmと浅いこと、掘削された土が厚い帯状に排出されるため埋戻しに苦勞するなどの問題がみられた。同じオーガ式のKU機は掘削深が50～55cmになると車輪がスリップし走行不可能となった。この原因は掘削および排土抵抗が大きいと推察された。

### ③ 竜ヶ崎における結果

地表より30cm以下が泥炭のグライ土下層有機質の土壌で、田面は小型矩形板の沈下量(荷量30kg)が5.8cmでやや軟弱気味であった。

掘削深さと勾配を調査した結果は第3図に示すとおりである。

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

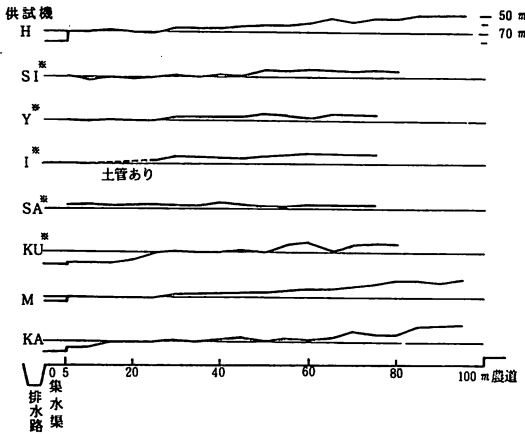
第2表 暗渠施工機の掘削性能

供 試 機	H	S I	Y	I	S A	K U	M*	KA*
型 式	AT-33	TH771E	TH771E	TH771E	GM60BS	AT 1000 (AT 650)	MT-500	P-1800
爪 の 形 掘 削 幅 (mm)	ラ ダ ー 180	バ ケ ッ ト 135	バ ケ ッ ト 135	バ ケ ッ ト 135	オ ー ガ 上 160 下 140	オ ー ガ 160	バ ケ ッ ト 200	バ ケ ッ ト 150
トラクタの大きさ (PS)	32 (25)	40 (26)	31	31	32 (32)	59 (30)	50 (50)	18 (18)
補 助 走 行 装 置	水田車輪	水田車輪	フ ロ ー ト ラ グ	—	水田車輪	ス ト レ ー ク 車 輪	ゴ ム ク ロ ー ラ	鉄 ク ロ ー ラ
下 作 業 速 度 (cm/sec)	6	7	—	—	10	8	14	9
ス リ ッ プ 率 (%)	16.5	10.8	—	—	15.3	10.5	0.6	0.4
館 勾 配 の 状 態	○	○	—	—	△	△	○	○
常 作 業 速 度 (cm/sec)		4	—	—	4	2	9	6
陸 ス リ ッ プ 率 (%)	作 業	15.9	—	—	8.0	55.7	0.6	0.7
太 勾 配 の 状 態	で き ず	×	—	—	△	×	○	□
田 溝 内 残 土 量 (kg/m)		0.33	—	—	0.34	0.21	1.06	0.58
竜 作 業 速 度 (cm/sec)	4.8	11.4	9.8	5.4	7.9	10.6	11.6	4.7
ス リ ッ プ 率 (%)	5.2	8.6	5.5	15.2	16.5	2.1	1.7	○
ケ 作 業 時 間 (hr/30a)	2.03	1.55	1.67	2.38	2.05	1.78	0.99	2.24
崎 勾 配 の 状 態	○	○	○	○	△	□	○	○
水 作 業 速 度 (cm/sec)	6.3	8.3	5.0	6.0	4.2	5.8	10.1	3.3
ス リ ッ プ 率 (%)	3.5	5.1	16.6	11.3	15.9	7.0	0.2	○
戸 勾 配 の 状 態	○	○	○	○	□	△	○	○
溝 内 残 土 量 (kg/m)	—	1.10	1.96	0.74	0.50	6.16	0.30	0.42
備 考	強粘土では 作業不可能		強粘土では 浅くなりや すい		全体に掘削 浅くなると 深が浅く勾 配がとれず 下する 強粘土向き			
	軟かいほ場では掘削中に溝巾 が狭くなる							

注) 1 \*印は専用機である。 2 トラクタの大きさの( )内は下館、常陸太田で使用。 3 竜ヶ崎の作業時間は 308m/作業速度+移動時間(KAは0.42時間、他は0.25時間)+準備時間(接続部の人力掘削時間-SI, Y, Iは0.55時間, SA, KUは0.72時間)で算出。 4 勾配の状態は◎良好, ○やや良好, □勾配あるが一部に不陸あり, △平らで勾配なし, ×不陸が多し。

勾配を取る方法は作業機装着部あるいはトラクタの3点リンクの油圧操作によって20m毎に5cm作業機を上げて浅くし勾配を取った。ラダー式、バケット式の溝掘削機は、中央よりやや農道側の軟弱な所でトラクタの車輪が沈下し、やや深掘りになった以外はほぼ目的の深さと勾配をとることができた。オーガ式のSA機は掘削開始時

の溝深を作業機の規定以上の65cmの深さとしたところ、けん引抵抗が増大し、後輪が沈下して前輪が浮き上がるなどで作業継続中の油圧操作によって作業機を上げることが不可能であった。したがって、勾配を取ることは出来なかった。また、同じオーガ式のKU機は掘削深さが70cmより浅くなると排土板と田面の間に空間ができ溝に



第3図 掘削深さと勾配(竜ヶ崎)

注) ※印は降雨のため調査を途中で中止した。

落下する土が多くなった。

田面が軟弱なためトラクタはすべて4輪駆動を使用していたが、それでも掘削中に車輪が沈下したり、土圧により溝が狭くなったりした。この傾向は補助走行装置をつけないI機と、ストレーク車輪を装置したKU機が大きく、フロートラグ装置のY機、水田車輪装置のSI機の順に小さくなった。

掘削後における排土の状態についてみると、作業機では各機種とも溝の両側60cmの範囲に山脈状に堆積され、これが掘削中あるいは後作業のとき溝へ落下していた。また、専用機の2機種は大部分の土が溝から60~130cm離れて排出されるため、一般に行われているトラクタ後進のロータリ耕での埋戻し作業は困難であった。

一区画が30m×100m(30a)の圃場に本暗渠を10m間隔で3本施工すると、その掘削時間は専用機のM機が約1時間、他の機種は2時間程度であった。作業機のバケット式とオーガ式では、掘削開始の部分と集水渠と吸水渠の接続部分を人力で作溝する必要があり、その時間はバケット式が0.55時間、オーガ式が0.72時間であった。

#### ④ 水戸における結果

耕盤が硬く、やや砂質の多い細粒灰色低地土灰色系・宝田統の土壤である。

ラダー式およびバケット式の掘削は順調に行われた。特にラダー式は作業速度も早く、溝の仕上りもきれいで

あった。しかし、オーガ式は掘削時の負荷が大きく、50cm以上の深さにすると機体の振動が大きいため、溝が崩れた。

#### ⑤ まとめ

黒泥土(下館)、細粒灰色低地土灰色系・佐賀統(常陸太田)、同・宝田統(水戸)、グライ土下層有機質(竜ヶ崎)の4種類の土壤を対象に暗渠溝掘削機の作業性能について検討した。その結果、バケット式の暗渠溝掘削専用機は細粒灰色低地土・佐賀統でバケットへの土の付着がみられ、戻り土がやや多くなったが、4種類いずれの土壤とも掘削が可能であった。またバケット式の作業機は、細粒灰色低地土・佐賀統で掘削深さが50cm以上になると掘削精度が劣った。

ラダー式は同じ佐賀統で爪に土が付着し掘削不可能であり、オーガ式は耕盤の硬い細粒灰色低地土・宝田統において機械の振動がはげしく掘削は困難であった。

機械および作業上の問題点としては、(1)爪の耐久性、(2)簡単な勾配のとり方(三点リンクの油圧では不陸となる)、(3)オーガ式では掘削深さの拡大、(4)排土距離、(5)オーガ式、バケット式(作業機)の掘削開始時の人力溝掘削の解消などである。

#### 2 弾丸暗渠施工機械の性能

転換畑では作土層内の排水を迅速に行うことが必要で、そのためには補助暗渠としての弾丸暗渠を本暗渠と交差連通させることが望ましい。そこで弾丸暗渠施工機の土壤統群別の作業性能を検討した。

##### 1) 試験方法

下館(黒泥土)、常陸太田(細粒灰色低地土・佐賀統)、水戸(同・宝田統)の3種類の土壤において、第3表に示す振動式弾丸暗渠施工機4~5機種と小型ブル用弾丸暗渠施工機1機種の性能を検討した。弾丸暗渠は間隔2m、深さ30cmとし、作業速度、旋回時間、施工深さなどを調査した。なお、供試土壤は第1表および第1図に示した。

##### 2) 試験結果

作業性能についての調査結果は第3表に示すとおりである。

第3表 弾丸暗渠施工機の作業性能

供 試 機	H	S I	Y	I	S A	K U	M
型 式	HVD-45H	SVM-ZA	YPD450	PO-110	HVD-45M	VS-400S	—
爪 の 本 数	1	1	1	1	1	1	1
チ ゼ ル の 振 動	有	有	有	有	有	有	無
コ ー ル タ の 強 制 駆 動	有	—	有	無	有	無	—
弾 丸 の 大 き さ (mm)	80	80	80	80	80	80	76
ト ラ ク タ の 大 き さ (PS)	18	22(26)	25	26	23	22	小型ブル22
駆 動 輪 数 (輪)	4	4	4	2	2	4	ゴムクローラ
下 館							
作 業 速 度 (km/hr)	0.79	2.09	—	—	1.58	コ ー ル タ に	3.71
作 業 時 間 (hr/30a)	2.02	0.80	—	—	1.20	稲 わ ら を だ	0.60
ス リ ッ プ 率 (%)	16.6	16.4	—	—	13.3	き 作 業 中 止	1.5
弾 丸 孔 の 深 さ (cm)	29.5±1.19	29.2±1.25	—	—	26.5±1.39		27.4±1.19
弾 丸 孔 の 大 き さ (mm)	68	70	—	—	65		62
た て (mm)	55	55	—	—	50		60
常 陸 太 田							
作 業 速 度 (km/hr)	1.30	2.02	—	—	1.58	—	3.60
作 業 時 間 (hr/30a)	1.20	0.97	—	—	1.18	—	0.65
ス リ ッ プ 率 (%)	13.2	14.4	—	—	20.3	—	0.5
弾 丸 孔 の 深 さ (cm)	30.1±0.88	29.0±0.82	—	—	30.2±1.28	—	27.1±1.03
弾 丸 孔 の 大 き さ (mm)	70	70	—	—	70	—	65
た て (mm)	65	65	—	—	65	—	65
水 戸							
作 業 速 度 (km/hr)	1.19	0.72	1.76	1.19	1.19	0.94	3.06
作 業 実 作 業 (hr/30a)	1.24	2.04	0.84	1.24	1.24	1.57	0.48
旋 回 (hr/30a)	0.25	0.64	0.65	0.53	0.34	0.49	0.84
時 間 調 整 他 (hr/30a)	0.08	0.11	0.08	0.10	0.13	0.10	0.05
間 計 (hr/30a)	1.57	2.79	1.57	1.87	1.71	2.16	1.01
戸							
ス リ ッ プ 率 (%)	16.3	13.7	25.1	8.8	12.4	11.9	0.7
弾 丸 孔 の 深 さ (cm)	31.1±2.33	22.9±1.91	29.6±2.01	28.7±1.34	23.3±5.79	24.0±3.65	25.8±2.08

注) 1 トラクタの大きさの( )内は水戸で使用した機械。

2 作業時間は30m×100mの圃場で2m間隔に施工したとして算出。

下館では稲わらが散布されていたのでKU機はコルタに稲わらをだき、機体が浮き上がり、弾丸孔の深さが一定しなかったため作業を中止した。これはコルタが強制駆動でなかったことに起因したものである。その他の機種はコルタが強制駆動かコルタ前方に夾雑物を排除する装置をもっていたので、作業は順調に行われた。

水戸では耕盤が硬く、全機種とも弾丸孔がやや浅くなる傾向がみられた。

弾丸暗渠を30aの圃場に2m間隔で施工した作業時間は、下館と常陸太田が1～1.2時間、耕盤の硬かった水

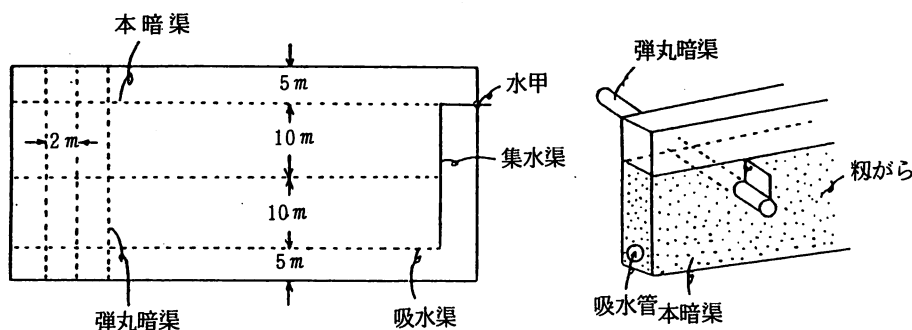
戸では作業速度が遅く1.6～2.8時間であった。

### 3 組合せ暗渠の施工時間と経費

営農排水用機械を利用して組合せ暗渠を施工したときの作業時間と資材量などについて実測し、それに基づいて経費の試算を行い暗渠施工上の資料を得ようとした。

#### 1) 試験方法

昭和52年10月下旬に瓜連(細粒強グライ土)30a、下館(細粒灰色低地土灰色系・鴨島統)53a、桜川(中粗粒強グライ土・琴浜統)54aの3カ所において、第4図に示すような基本施工図と作業条件で暗渠を施工し、



第4図 組合せ暗渠の施工図

本暗渠：深さ70～50cm，溝勾配1/500，溝幅12～15cm  
 吸水管 合成樹脂55φ（1日計画排水量30mm）  
 水甲深さ 80cm立上り管  
 疎水材 粘土（作土直下まで入れる）  
 補助暗渠：弾丸暗渠 間隔2m，深さ30cm，弾丸孔80φ

作業時間と資材量を実測した。なお面積の異なる下館と桜川は30aの圃場に換算して算出した。

供試機は、瓜連と下館の本暗渠掘削ではトラクタ用ラダー式溝掘削機（トラクタ23PS），桜川ではバケット式専用溝掘削機（35PS），補助暗渠は弾丸暗渠とし振動式弾丸暗渠施工機（トラクタ23PS）を使用した。

2) 試験結果

(1) 作業時間

本暗渠の溝掘削時間を第4表に示した。瓜連の強粘土の細粒グライ土におけるラダー式溝掘削機は、爪に土が付着し掘削できなかったが、爪に注水することによって作業が可能になった。その注水量は200ℓ/minより400ℓ/minの方が作業能率が高く、30a当り（総掘削長308m）

の掘削時間は1.5時間であった。同機による下館での掘削は爪に注水することなく作業が進められ、作業時間は専用機を使用した桜川とほぼ同じ1.1時間/30aであった。

弾丸暗渠の施工時間は第5表に示すとおり、30a当り1～1.5時間であった。

弾丸暗渠から本暗渠の施工までの各作業時間は第6表に示したとおりである。

瓜連と下館で供試した掘削機は溝勾配を機械的に付けられなかったため、瓜連では粘土が、下館では掘削した土を戻して勾配を付けた。その時間はいずれも約8時間/30aであった。

吸水管は瓜連と下館では1本100m，桜川では1本4

第4表 掘削時間

項目 場所	作業速度 (m/sec.)	作業時間 (30a当り)				ほ場作業量			スリップ率 (%)
		実作業 (hr)	旋回 (hr)	その他 (hr)	計 (hr)	延労力 (hr)	(ha/hr)	(m/hr)	
瓜連	0.10	0.86	0.17	0.46	1.49	1.49 × 4人	0.201	205	13.5
下館	0.09	0.94	0.18	0	1.12	1.12 × 1人	0.268	272	7.5
桜川	0.12	0.73	0.19	0.08	1.00	1.00 × 1人	0.300	305	1.3

注) 1 瓜連では3.5インチポンプで400ℓ/min注水，組員4人  
 2 30a当りの総掘削長さは308m。



転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

第5表 弾丸暗渠の施工時間

場所・暗渠の間隔	項目	作業速度 (km/hr)	作業時間 (30a 当り)				圃場作業量		スリップ率 (%)
			実作業 (hr)	旋回 (hr)	その他 (hr)	計 (hr)	(ha/hr)	(m/hr)	
瓜連	2 m	1.04	1.24	0.14	0.10	1.48	0.203	860	26.9
下館	3 m	1.01	0.81	0.21	0.22	1.24	0.236	670	27.2
桜川	2 m	1.55	0.83	0.17	0.08	1.08	0.278	1,180	27.2

注) 瓜連、桜川は1行程 26 m × 49 本 = 1,274 m, 下館は1行程 26 m × 32 本 = 832 m で計算

第6表 組合せ暗渠の作業時間

(30 a 当り)

場所	項目	弾丸暗渠		本				暗		
		総延長 (m)	時間 (hr)	掘削*	弾丸孔 目詰り 除去(hr)	勾配づけ 材料 時間(hr)	吸水 管の 配管 (hr)	籾がら袋詰め, 積込み運搬 方 法	時間(hr)	
瓜連		1,274	1.48	5.96	1.10	籾がら 17ℓ/m	7.83	0.87 (3人組)	軽トラック 2 m <sup>3</sup> 入 バラ積	4.73
下館		832	1.24	1.12	-	土 17ℓ/m	7.98	0.87 (3人組)	トレーラ 自然落下	6 m <sup>3</sup> 入 1.19
桜川		1,272	1.08	1.00	-	-	-	1.68	トラック、ビニール 袋袋詰め	19.40

渠 (総延長 308 m)

方法	量	時間(hr)	集水管 水甲埋設	土の埋戻し 方法	時間(hr)	小計 (hr)	合計 (hr)	籾がら量 (m <sup>3</sup> /30a)
ベニヤ板	74 ℓ/m	6.82	0.87	ロータリ	0.20	28.38	29.86	26.4
自然落下 4人組	74 ℓ/m	1.04	1.20	ロータリ	0.20	13.60	14.84	21.5
人力	80 ℓ/m	2.72	0.87	人力	4.80	30.47	31.55	23.2

注) \* 瓜連では本暗渠掘削の時ポンプで注入しながら作業した。組人員は4人

\*\* 弾丸孔目詰り除去とは弾丸暗渠施工後に本暗渠を掘削する場合、弾丸孔が詰るのでそれを除去する作業。

mの長さの合成樹脂管を用いた。100 mの合成樹脂管の配管は延労働時間で0.9時間/30aと能率的であるが3人の組作業である。4 mの合成樹脂管は1人で作業できるが1.7時間/30aかかった。

籾がらの運搬と充填の労働時間は、軽トラックによるバラ運搬方式が12時間/30a、ビニール袋詰方式が22時間/30a、2階の貯留室から籾がら運搬充填専用トレーラへの自然落下積込み方式が2時間/30a程度であった。いずれも圃場内でトラックやトラクタの走行が可能な条件下での労働時間であるから、圃場が軟弱な土壌条件で

は更に多くの労力を要する。

籾がらの使用量は21~26 m<sup>3</sup>/30aあった。本暗渠1本当り(約95 m)約1 haの水稲から生産される籾がらが必要である。

以上の結果、組合せ暗渠の施工時間は、圃場条件や土壌統、供試機械、籾がらの運搬方法などによって異なるが、一般に行われている籾がらのビニール袋詰方式で30a当り本暗渠掘削1.5時間、弾丸暗渠施工1.5時間、籾がら運搬充填22時間、その他4時間で合計29時間程度とみることができる。

第7表 組合せ暗渠施工の資材量と経費の試算

(30a 当り)

費 目	資 材	量	単 価	(円)	金 額 (円)
資 材 費	吸水管 合成樹脂管 55 φ	300 m	100 m	18,500	55,500
	集水管 VU管 75 φ	16 m	4 m	1,600	6,400
	水 甲 VU 75 φ	1 個	1 個	6,500	6,500
	継手, その他, チーズ	75 2個 他		2,000	2,000
	靱がら, ビニール袋 70ℓ入	286 袋	1 袋(労賃除く)	150	42,900
機械利用経費	溝 掘 削	308 m	m 当り(オベ付)	50	15,400
	弾 丸 暗 渠 施 工	1.5 hr	1 時間当り(オベ付)	3,000	4,500
人 件 費	労働時間	39 時間	時 間	800	31,200
合 計					164,400

- 注) 1 資材費の単価は昭和58年1月末日の価格とした。  
 2 機械利用経費の単価は下館農協の価格とした。  
 3 労働時間は実作業率を80%とし、桜川の結果に1.25倍した。

(2) 資材, 経費の試算

第3図の基本施工図と試験結果に基づいて経費を試算した結果を第7表に示した。施工経費は30a 当り約16万円であった。

4 営農排水用機械の利用実態

農家個人や集団で営農排水施工が行われている現地において、施工実態と施工用機械利用上の問題点を明らかにし、今後の営農排水施工の資料とする。

1) 調査方法

常陸太田市南部農協と下館市農協の管内において、農協およびオペレータからの聞き取りと暗渠施工中の現場で掘削時間、作業法、労力などを調査した。

2) 調査結果

調査結果を第8, 9, 10表に示す。

(1) 常陸太田市南部農協

管内の水田は大部分が粘質土壌であり、転換畑として利用するには暗渠施工を行わなければ、畑作物の栽培は極めて困難な地帯である。そのため農協が機械を購入し集団に貸出し、農協の指導で暗渠を施工している。

暗渠の施工面積：昭和53年から施工が行われ、その面積は年々増加し、3年間の延施工面積は29haである。

第8表 年度別の暗渠施工面積

年 度	常陸太田市南部農協	下 館 市 農 協
51	-	12 ha (15,000 m)
52	0.3 ha	16 (20,000)
53	8	38 (48,000)
54	11	40 (50,000)
55	10	58 (73,000)
計	29.3	164 (206,000)

注) 下館市農協の面積は掘削長から推定した。

導入機械と作業内容；導入されている溝掘削機はオーガ式である。管内全域を対象に作業を実施しているが、砂質および礫質土壌の圃場では作業が困難な場合もみられた。

本暗渠の間隔は8mが標準である。掘削深さは55cm一定で、勾配はなかった。掘削能率は100m1本当り約30分であった。

吸水管は1巻100mで管径が50mmの合成樹脂管が使用されており、配管は平プーリを利用した回転式はぐし機

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

第9表 本暗渠の施工概要

項 目	常陸太田市南部農協	下館市農協
溝掘削機	オーガスクリュ式(GM60)2台	ラダー式(AT30, 33)6台(昭和54まで3台)
管内の主な土壌	細粒灰色低地土, 細粒強グライ土	厚層腐植質多湿黒ボク土, 細粒灰色低地土
暗渠の間隔	最大8m程度とする	10m, 最近は5~7mが多い
深さ(勾配)	55cm(勾配なし)	50~70cm(1/500)
掘削幅	14~16cm	15cm
掘削能率	30分で100m	同左
吸水管	合成樹脂管φ50mm	同左 90% 土管 10%
疎水材	粃がら	粃がらが主, アシ, 松ソダ, 竹
粃がらの運搬法	紙袋	ビニール袋, トレーラ(小型), 専用トレーラ
粃がら使用量	100m当り60~70a分の粃がら	100m当り80~100a分の粃がら
作業期間	麦播種前が主	同左
掘削料金	1m当り 70円	1m当り 50円
オペレータ	集団のオペレータ	農協の職員
施工後のほ場利用	転換畑	転換畑と水田裏作麦が半々位

第10表 弾丸暗渠の施工概要

項 目	常陸太田市南部農協	下館市農協
弾丸暗渠機	HVD-45H 1台 弾丸径80mm	HVD-450 3台 弾丸径80mm
トラクタ	32ps 1台	23ps 3台
施工率	ほとんど100%	10%程度
間 隔	2mがほとんど(1.5~2m)	2mがほとんど(2~3m)
深 さ	30cm	30cm
施工時期	本暗渠施工直後	同左(一部で2~3年毎に再施工)
能 率	1時間当り延長さ 1,200m	1時間当り延長さ 約1,500m
料 金	10a当り 3,500円	1時間当り 3,000円
オペレータ	集団のオペレータ	農協の職員

注) 施工率は本暗渠の施工面積に対する比率である。

を作り、これに巻いた吸水パイプを乗せ、パイプの一方を引張ってのぼし、省力化を図っていた。100 m当りの配管時間は1人で約2分30秒であった。

疎水材は全部籾がらである。容器は取扱いが1人ででき、ロスが少なくて反復利用のできる飼料用の紙袋を使用していた。

弾丸暗渠の施工；施工は本暗渠施工後に、振動式弾丸暗渠機により深さ30 cm、間隔2 mに行っていた。弾丸暗渠は本暗渠施工のほとんどの圃場で行われていた。

利用料金；昭和56年1月現在で溝の掘削は1 m当り70円、弾丸暗渠は10 a当り3,500円であった。

集団における施工事例；集団における施工事例を第11表に示した。

本暗渠の施工は4.3 haの面積を1戸2人の出役で6日間、延労働時間1,084時間、30 a当りにすると約76時間であった。その内、籾がらの袋詰めが440時間で全体の40%をしめていた。

弾丸暗渠の施工は4.1 haに施工し、施工時間は12時間であった。

施工上および機械利用上の問題点；溝掘削機の最大掘

削深が浅いため勾配がとれない。本暗渠溝と集水渠溝の深さが同じで、集水管が吸水管より太いので集水管の埋設が高くなり逆勾配となる。硬い土壌では掘削が困難。籾がらの使用量が多いため、その確保と袋詰めに多労を要するなどであった。

(2) 下館市農協

下館市農協管内は古くから裏作麦の作付けが多く、排水は比較的良好であったが、水田の基盤整備およびその後の大型機械の走行によって耕盤が形成され排水不良となって、裏作麦や転換畑作物の栽培が困難になった。そのため農協が中心となって排水用機械を購入し、農協の職員がオペレータとなって溝掘削と弾丸暗渠の施工が行われている。

機械の利用実績；昭和50年から作業が行われているが、急速に普及したのは水田利用再編対策が始まった昭和53年からである。5年間の施工面積は164 haで、毎年約10 ha程度の面積に施工されている。

導入機械と作業内容；導入されている溝掘削機はラダー一式で、常陸太田と同様に管内全域を対象に暗渠を施工したが、粘質土壌では爪に土が付着し、掘削作業の能率

第11表 集団における施工事例

<p>区画 29 × 100 m</p> <p>施工図</p>	機 械	溝掘削機 GM 60	トラクタ 32 P S	
	本	施工面積	4.3 ha (戸数 11戸)	
	期	施工時期	昭和 55 年 2 月 24 日～3 月 1 日	6 日間
	間	出役人数	延 男 68 人	女 66 人
	暗	個別作業	1) 掘削 3.0 hr/30a オペ 1	土押え 1
渠	時間と作業分担 (人)	2) 籾がら紙袋入れ, 100 袋当り 11 人で 21 分		
		袋の口折り 1, 口開 3, 籾がら入れ 3, 紐でしばる 4		
		3) 籾がら溝入れ, 90 m を 25 分, 籾がら量 5 kg/m		
		籾がら入れ 2, 踏み込み 1, 袋整理 1		
		4) その他, 籾がら運搬 (トラック) 2, 配管他 2		
		5) 土の埋戻し 1 日	人力 22, ロータリ 2	
弾丸暗渠	機 械	弾丸暗渠 HVD-45 H	トラクタ 32 ps	
	施工面積	4.1 ha		
	施工時期	本暗渠施工直後	3 月 2～3 日	
	施工概要	間隔 2 m, 深さ 30 cm, 排水路側 15 m は施工せず		
	施工時間	1.5 日 (約 12 時間)		

がかなり低い。

暗渠の間隔は初め 10 m であったが、昭和 53 年頃から 5～7 m に施工する例が多くなった。深さは上流 50 cm 下流 70 cm、掘削幅は 15 cm であった。掘削能率は常陸太田と同様に 100 m 当り約 30 分であった。

吸水管は合成樹脂管の利用が約 90% で、残りは土管であった。

疎水材は朽がらが主で、松そだ、葦、篠竹などの利用もみられた。これは朽がらの使用量が掘削溝 1 本当り約 1 ha 分から生産される量を必要とするので、自家生産量のみでは不足するためである。近隣のライスセンターとの話し合いによる朽がらの確保が必要である。また、某集団では朽がらの運搬充填にコンバイントレーラを改良した朽がら運搬充填車を製作し、集団外に貸出している例もみられた。

弾丸暗渠の施工：振動式弾丸暗渠機を 3 台購入し利用を進めている。施工間隔は 2 m がほとんどで、施工時間は約 1 時間/30a であった。

2～3 年前に組合せ暗渠を施工し、稲と麦を作付けた水田が排水不良となったので、弾丸暗渠を再施工し、効果を上げている集団もみられた。

当地区の弾丸暗渠の施工は、本暗渠施工面積の約 10% と少ない。理由は弾丸暗渠を 2～3 年毎に施工するのは面倒だから、その分本暗渠の間隔を 5～7 m と狭く施工していた。

利用料金：本暗渠の掘削はサービス料金として m 当り 50 円、弾丸暗渠は 1 時間当り 3,000 円であった。（昭和 56 年度）

機械の耐用年数：古い溝掘削機のチェーンが摩耗し、作業性能が劣ったので新しい機械を導入した。これまでの暗渠施工面積から溝掘削機の耐用面積を推定すると約 40 ha であった。最も摩耗し易い部分としては掘削部のテンションで、約 50 時間（推定で 10 ha）で交換していた。

施工上および機械利用上の問題点：①軟弱地での走行不良、②掘削部（爪、チェーン）の耐久性、③粘質土壌での爪への付着、④朽がらの確保と袋詰めなどがあげられる。

## 5 考 察

### 1) 本暗渠施工機の土壌別適応性

本暗渠施工機はその掘削方式によりラダー式、バケット式、オーガ式の 3 つに分けられる。<sup>8)</sup> これらの溝掘機はトラクタの走行が可能な圃場ならば、どの土壌でも掘削ができるというのではなく、それぞれの方式に適した土壌がある。

すなわち、ラダー式は掘削爪に土が付着するような強粘質の細粒灰色低地土灰色系・佐賀統では掘削不可能であった。しかし、それ以外の細粒灰色低地土灰色系・宝田統や黒泥土、グライ土下層有機質では掘削が容易であり、掘り上げた土が細かく砕けるような粘質～壤質の土壌での掘削が最適とみられる。

オーガ式は湿潤な土壌ならば作業は可能とみられ、特に他の方式が困難であった細粒灰色低地土灰色系・佐賀統の強粘質の土壌では作業が能率的に進めることができた。しかし、砂質がかった細粒灰色低地土灰色系・宝田統では、適応性が低く、この方式は湿潤な強粘土の土壌に適している。

バケット式は供試した 4 土壌とも作業が可能であったが、細粒灰色低地土灰色系・佐賀統では性能が劣り、実用性は低いようにみられた。この方式は湿潤な強粘質な土壌を除きほとんどの土壌に適応可能とみられた。

この結果は、ラダー式は湿潤な強粘土以外のほとんどの土壌に、オーガ式は湿潤な土壌で比較的土壌硬度の低い土壌に適し、バケット式はラダー式とオーガ式の間土壌に適応性があるとした福島農試<sup>9) 10)</sup> とほぼ同様の結果が得られた。

実態調査の結果では、多湿黒ボク土や黒泥土の土壌が多い下館市農協はラダー式、細粒強グライ土や細粒灰色低地土などの湿潤で強粘質な土壌が多い常陸太田市南部農協はオーガ式の溝掘削機を導入利用しており、前述の結果からみると妥当な導入といえよう。

ラダー式やバケット式で掘削爪に付着し易い強粘質な土壌での作業は爪に注水することによって作業が可能である<sup>6)</sup>。その注水量は細粒強グライ土・田川統の瓜連などの組合せ暗渠の施工時間を検討した結果からみてラダー

式は200～400ℓ/minが必要であり、バケット式はラダー式より少ない動噴程度の20～30ℓ/minが良い。

本試験では掘削深を下流70cm、上流50cmとして下流から掘削を開始し、20m毎に5cm浅くして行ったが、機種によっては所定の深さと勾配がとれなかった。現在、販売されている機械では最大掘削深が60～75cmのものが多いが、<sup>11)</sup>施工基準<sup>1)</sup>による暗渠の深さは、最低で上流60cm、下流80cmとなっており、また集水渠の深さなどからみても機械の最大掘削深は80cm以上が必要である。

また、今回は掘削-吸水管埋設-靱がら充填の一行程作業についての検討は行わなかった。これは各機種とも勾配をとる方法について十分な対応がなされていなかったからである。事実、オーガ式では掘削の深さが浅く、勾配をとることができず、バケット式でも掘り始めのところが高くなりやすいあるいは勾配をつけるときに不陸を生じやすいなどの問題があったので、同時施工は掘削中に溝が縮むあるいは崩れるなどの恐れのある場合のみ使用すべきである。

## 2) 補助暗渠施工機の土壌別適応性

弾丸暗渠を30～50cmの深さに施工する場合は、従来のサブソイラは30～40馬力のトラクタを必要としたが、チゼルを振動させる振動式弾丸暗渠機は牽引力を1/2～1/3に軽減でき20～25馬力のトラクタでも作業ができるようになった<sup>8)</sup>。

今回供試した土壌は、土壌硬度が低い黒泥土と細粒灰色低地土灰色系・佐賀統と土壌硬度の高い細粒灰色低地土灰色系・宝田統である。前二種の土壌では能率良く作業を進めることができたが、宝田統では作業速度が遅くなり施工位置も浅くなった。この結果は福島農試との結果<sup>9) 10)</sup>とも同じであり、土壌硬度の高い土壌では牽引抵抗が増大したためと考える。しかし、茨城県における作土下のち密度は $16.3 \pm 4.1 \text{ mm}^2$ <sup>12)</sup>、宝田統の26mmは極端に硬い土壌とみられ、その分布もほとんどないことから県内の土壌については特に支障なく施工できるものとみられた。

## 3) 暗渠施工時間と経費

暗渠施工時間や資材、経費などは、そこに施工される

本暗渠の本数や吸水管の種類、機械の種類や大きさ、靱がらの運搬充填方法などによって異なる。

本試験では100m×30mの30aの標準圃場に補助暗渠を2m間隔、本暗渠を10m間隔に3本、水甲1個の組合せにより暗渠を施工した。その結果、一般に行われている靱がらビニール袋詰めでは、作業時間は29時間、経費は164千円かかった。作業時間は靱がら積み運搬作業を含まない他県の結果7.5～8.4時間/10a<sup>13)</sup>と大差なく、バックホーを用いた富山県の28.8時間/10a(れきの搬出7.5時間を含む)<sup>13)</sup>の1/2～1/3の労力で施工ができる。

また、経費については靱がらを農家で確保できれば前述の数字より4万円安くなり、30a当り12万円で施工が可能となる。これは事業で行っている暗渠工事経費(6～10万円)<sup>14)</sup>の1/2～1/3である。

## 4) 現地における施工上の問題点

現地調査をして一番の問題点は、靱がらの確保と袋詰め運搬であった。靱がらの必要量は30a当り21～26m<sup>3</sup>であり、これは施工面積の約10倍の3haから生産される量である。

靱がらの運搬方法としてはバラ輸送方式と袋詰め方式がある。バラ輸送方式は貯留施設と積み込み、充填の機械化が確立されていれば省力で能率的な方法であり、下館では靱がらを2階の貯留室から専用トレーラに落下させ、そのまま圃場で溝をまたぎ、トレーラの底から落下させ充填している。この方式はビニール袋詰め充填に比べ約1/20の2.2時間/30aの作業時間であった。また、ライスセンターなどからフロントローダでトラックに積み、圃場に一時貯留し、更にフロントローダでトレーラに積み人力で溝に靱がら充填する方法も1.87時間/10a(5.61時間/30a)<sup>7)</sup>と能率的である。

袋詰め方式では、ビニール袋に詰めて圃場に運搬・野積みしておく。この方法は特別な場所を必要とせず、長時間の貯留も可能で運搬も容易であるが、袋詰めに多くの時間(桜川では19.4時間/30a)を要した。この改善策として、人力用靱がら袋詰め機が考案され、この機械を利用すると塵埃の発生や腰の屈伸回数が減少し、作業

時間も箕で詰めるときの約 1/2 と省力的である<sup>7)</sup>

## Ⅱ 営農排水施工の効果

### 1 土壤統群別営農排水施工の効果

透水性の悪い水田では、本暗渠のほかに弾丸暗渠（補助暗渠）を本暗渠に直交させて施工すると透水性が改良され排水が促進される<sup>15)</sup>。著者らも昭和 51 年 10 月に水田裏作麦を対象に小型溝掘機を利用し、本暗渠と犂がら弾丸暗渠を直交させた組合せ暗渠を施工した試験区では、麦<sup>16)</sup>の収量が暗渠無施工区より 150% 程度の増収がみられた。したがって、この方式は転換畑に畑作物を導入する場合の有効な排水対策と考えられる。

そこで本県の代表的な水田土壤、すなわち細粒強グライ土、中粗粒グライ土、細粒灰色低地土灰色系、厚層腐植質多質黒ボク土、泥炭土、腐植質黒ボクグライ土の 6 土壤において各種の暗渠を施工し、そこに麦、大豆を作付けして排水の効果を検討して、土壤統群別の排水施工基準を作成しようとした。

注) ここでいう営農排水とは営農用トラクタや営農用溝掘機を用いて、農家自身あるいは農協などが施工する暗渠で、主に犂がらを疎水材とした本暗渠と弾丸暗渠がある。

#### 1) 試験方法

(1) 試験場所および供試作物、土壤条件、暗渠排水の施工法は第 12 表と第 5、6 図に示すとおりである。

##### ① 瓜連町鹿島（細粒強グライ土）

試験圃場は久慈川の氾濫原低地にあり、透水係数が  $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$  の極めて難透水性の細粒強グライ土・田川統（グライ土壤強粘土型）の土壤である。したがって、暗渠排水を行わなければ畑作物の栽培は至難であり、試験圃場周辺には畑作物の栽培は全くみられない。

##### ② 竜ヶ崎試験地（中粗粒グライ土）

標高 4 m の低湿地帯にあって、冬期間も地下水位が高く、暗渠の施工なしには畑作物の作付けが困難な中粗粒グライ土・上兵庫統（グライ土壤々土型）の土壤である。

昭和 52 年 10 月に 27a の 2 圃場に暗渠を施工し、水甲からの排水をマンホールに集め、マンホールの水位を常

時 50 ～ 80 cm に保つよう排水ポンプを設置した。本暗渠は 100 m × 27 m の圃場に 9 m 間隔で 3 本施工して、圃場を 2 等分し、それぞれに弾丸暗渠を 2 m、4 m、6 m 間隔で入れ、残りの 1 区画は対照として弾丸暗渠を施工しなかった。

昭和 54 年度産の麦までは弾丸暗渠間隔 2 m、4 m、6 m と弾丸暗渠無の 4 区で作物の生育収量や地下水位の動きなどを比較検討し、それ以降は弾丸暗渠間隔 2 m の圃場で暗渠効果の持続性をみた。

##### ③ 常陸太田市下河合（細粒灰色低地土灰色系）

常陸太田市の南部を流れる久慈川の氾濫原低地の水田地帯の中央に位置し、土壤は透水係数が  $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$  の極めて透水性難の細粒灰色低地土灰色系・佐賀統（灰色土壤強粘土型）の圃場である。したがって、排水対策（暗渠）を行わなければ畑作物の栽培は困難であり、瓜連と同様供試圃場の周辺には畑作物の栽培は全くみられない。

昭和 42 年に土地基盤整備事業が行われ、用排水路は整備されたが、排水路は土水路のため年々埋まり、その水位は試験開始時の昭和 53 年が 70 ～ 80 cm であったものが、昭和 56 年には 60 ～ 65 cm と浅くなった。また、供試圃場両側の水田々面が 5 cm 程高く、畦畔の整備が不十分な南側の水田際および用水路側の圃場内小排水溝には常時滞水していた。

##### ④ 下館市落合（厚層腐植質多湿黒ボク土）

供試した土壤は小貝川の氾濫原に火山灰が堆積した厚層腐植質多湿黒ボク土・深井沢統（黒色土壤粘土火山腐植型）で、昭和 43 年に基盤整備が行われ、大型機械の走行は可能になったが、暗渠排水の施工なしには裏作麦および畑作物の安定栽培が不可能な土壤である。

本暗渠を 5 m 間隔に施工した大区画圃場の一部の 20a を区切り試験圃場とした。本暗渠上流部は台地からの伏流水と用水路からの漏水などの影響によって湿っていた。弾丸暗渠は、本暗渠施工後麦を 1 作作付けした後に、多湿な本暗渠上流部に当る約半分の面積に間隔 2 m に施工し、ここを弾丸暗渠区として下流部の本暗渠のみの区とその効果を比較した。

第 12 表 供 試

場 所	瓜連町鹿島	竜ヶ崎試験地	常陸太田市下河合
供試作物 昭和52年夏・冬 昭和53年夏・冬 昭和54年夏・冬 昭和55年夏・冬 昭和56年夏	水稲 -〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 水稲	水稲 -〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕	水稲 - 無 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕
土 壤 統 群 名	細粒強グライ土・田川統	中粗粒グライ土・上兵庫統	細粒灰色低地土灰色系・佐賀統
土 壤 類 型 名	グライ土強粘土型	グライ土壌々土型	灰色土強粘土型
土 壤 断 面 図			
飽和透水係数 (cm/sec)	II層 20~25 cm $6.3 \times 10^{-7}$ III層 35~40 cm $5.7 \times 10^{-6}$	15~20 cm $1.1 \times 10^{-5}$ 40~45 cm $4.0 \times 10^{-5}$	20~25 cm $6.8 \times 10^{-7}$ 35~40 cm $9.1 \times 10^{-6}$
施工年次 間隔(m) 本暗渠管材料・径(cm) 疎水材料 深さ(cm)・勾配	昭和52年10月 7.5 合成樹脂管 50 粗がら 70~50 (1/500)	昭和52年10月 9 左同 55 左同 80~60 (1/500)	昭和53年4月 9 左同 50 左同 70~50 (1/500)
弾丸暗渠 (補助暗渠) 施工年次 間隔(m) 深さ(cm)	昭和52年10月 1, 2 30	昭和52年10月 2, 4, 6, なし 30	昭和53年4月 1, 2 30
排水路水 位 (cm)	かんがい期 60 非かんがい期 70	80~50 "	75 80
排 水 形 態	自然排水	2圃場(60a)の強制排水	自然排水
転 作 の 形 態	個別転作	左 同	左 同
備 考		昭和54年6月からは弾丸暗渠間隔を2mとした	

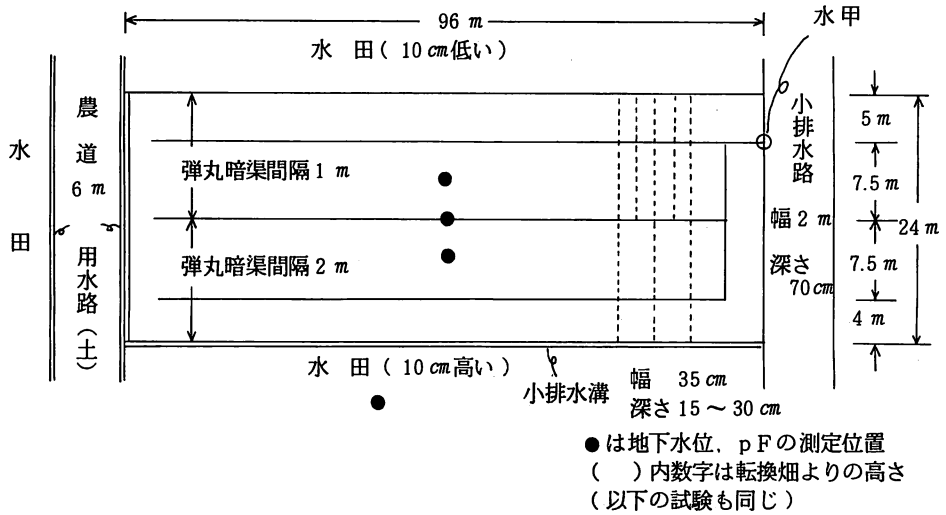
注) 供試作物欄の( )は調査対象作物



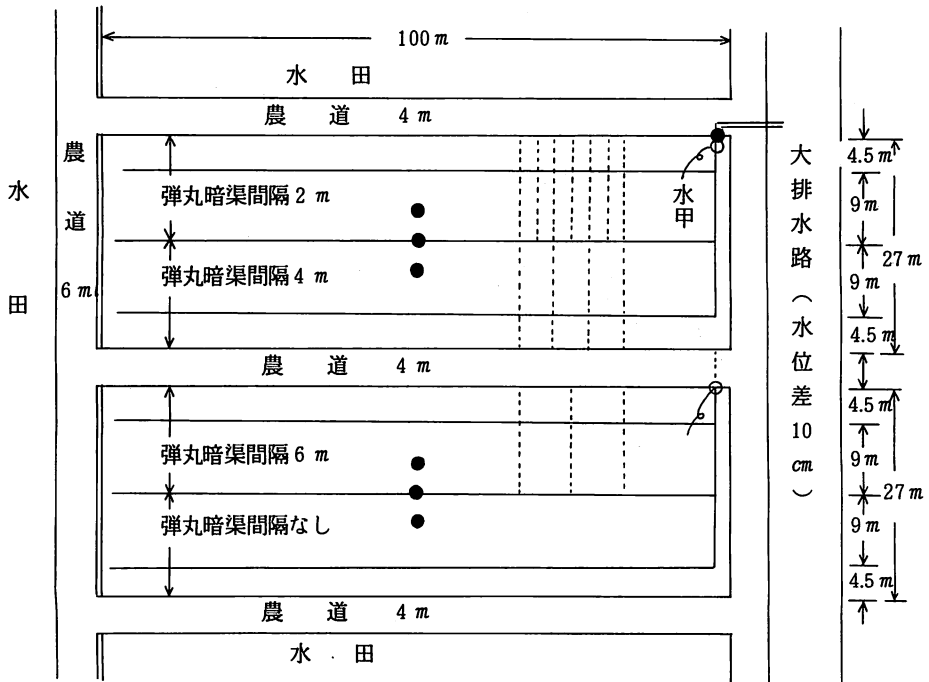
転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

転換畑の概要

下館市落合	河内村手栗	内原町五平
水稲 - 麦 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕-〔麦〕 〔大豆〕	水稲 - 無 水稲 -〔麦〕 〔大豆〕- 麦 〔大豆〕- 麦 〔大豆〕	水稲 - 無 無 - 麦 〔ソルゴー〕-〔麦〕 〔ソルゴー・トウモロコシ〕-〔麦〕 〔ソルゴー〕
厚層腐植質多湿黒ボク土・深井沢統 黒色土壌粘土火山腐植型	泥炭土・長富統 泥炭土壌粘土型	腐植質黒ボクグライ土・八木橋統 黒色土壌粘土火山腐植型
20 ~ 25 cm $2.0 \times 10^{-4}$ 30 ~ 35 cm $3.8 \times 10^{-4}$	20 ~ 25 cm $3.0 \times 10^{-5}$ 40 ~ 45 cm $6.0 \times 10^{-4}$	20 ~ 25 cm $8.5 \times 10^{-4}$ 30 ~ 35 cm $1.3 \times 10^{-4}$
昭和 52 年 10 月 5 左 同 50 左 同 70 ~ 50 (1/600)	昭和 53 年 10 月 8 左 同 50 左 同 90 ~ 70 (1/500)	昭和 53 年 9 月 7 土 管 75 松ソダ・稲フラ(地表面下約 50 cm) 90 ~ 70 (1/250)
昭和 53 年 6 月 2, なし 30	な し	な し
50 80	80 ~ 110 80 ~ 110	90 90
左 同	農区単位の強制排水	農区単位の地下集水渠 (管径 200 mm)
左 同	集団転作	集団転作
	1 農区 8 ha に排水機場 1 基 (ポンプ 100 m/m) 集団圃場 30 ha 4 機場	樋門 1 個当り約 3 ha 集団ほ場 17 ha に樋門 6 個



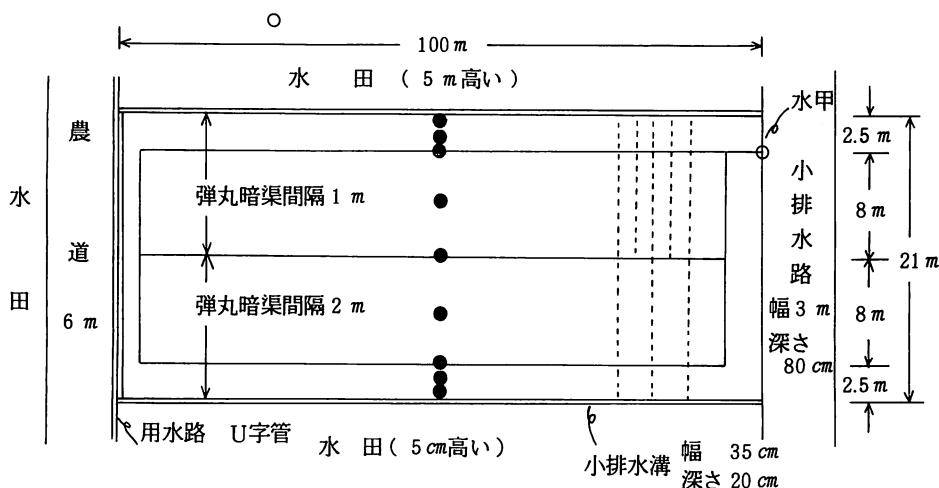
第5-1図 瓜連町鹿島の圃場図



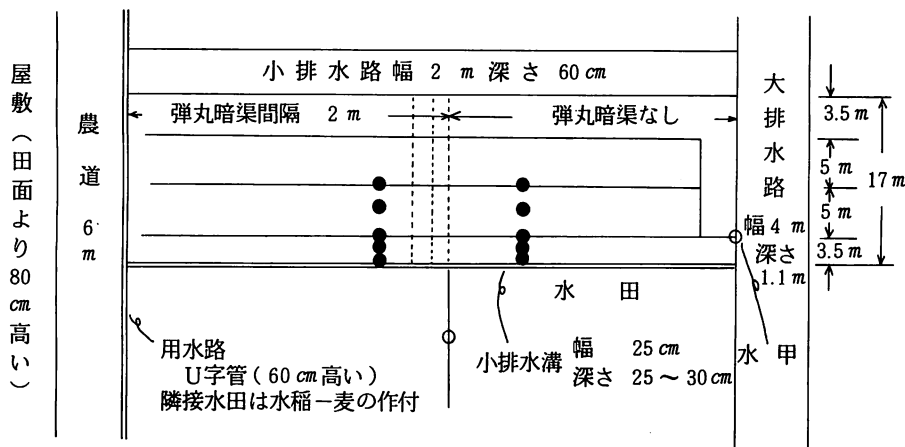
第5-2図 竜ヶ崎試験地の圃場図

注) 昭和54年度の大豆作からは、弾丸暗渠間隔2m区で暗渠効果の持続性を検討した。

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果



第5-3図 常陸太田市下河合の圃場図



第5-4図 下館市落合の圃場図

⑤ 河内村手栗(泥炭土)

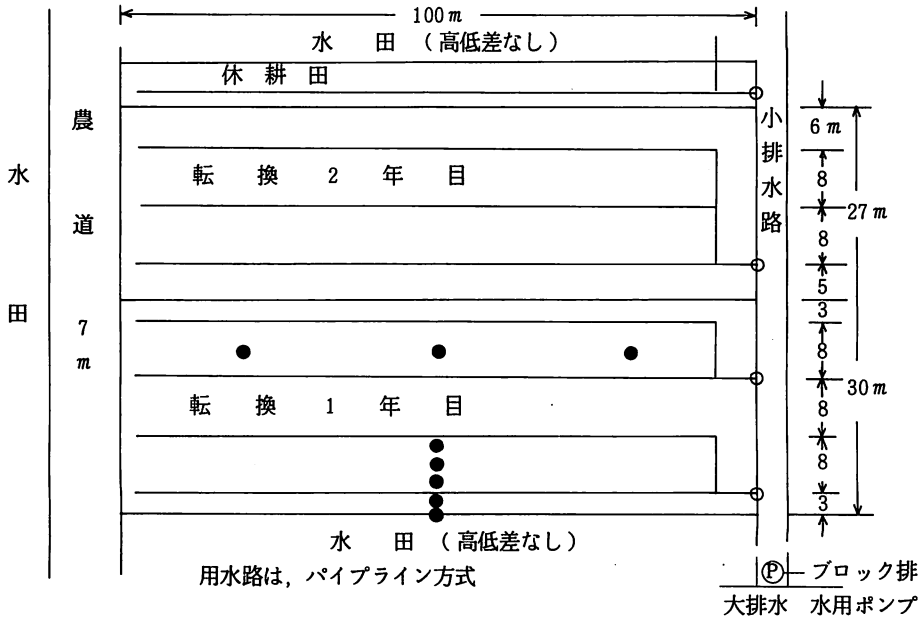
手栗は利根川と新利根川に挟まれた氾濫原低地の標高3mの平坦な水田単作地帯にある。土壌は地表より30cm付近までが利根川からの流水客土による砂壤土～砂質埴壤土で、30cm以下が泥炭の泥炭土・長富統(泥炭土壌粘土型)である。昭和42～43年に圃場整備事業が行われ、続いて昭和53年9月～11月に深さ0.7～0.9m、間隔8mに靱がらを疎水材とした本暗渠が施工された。この特徴は、暗渠から排水される水を農区単位(1農区約8ha)に設置された排水ポンプによってブロック排水

を行い、排水路の水位を常時田面下80cmに保っていることである。

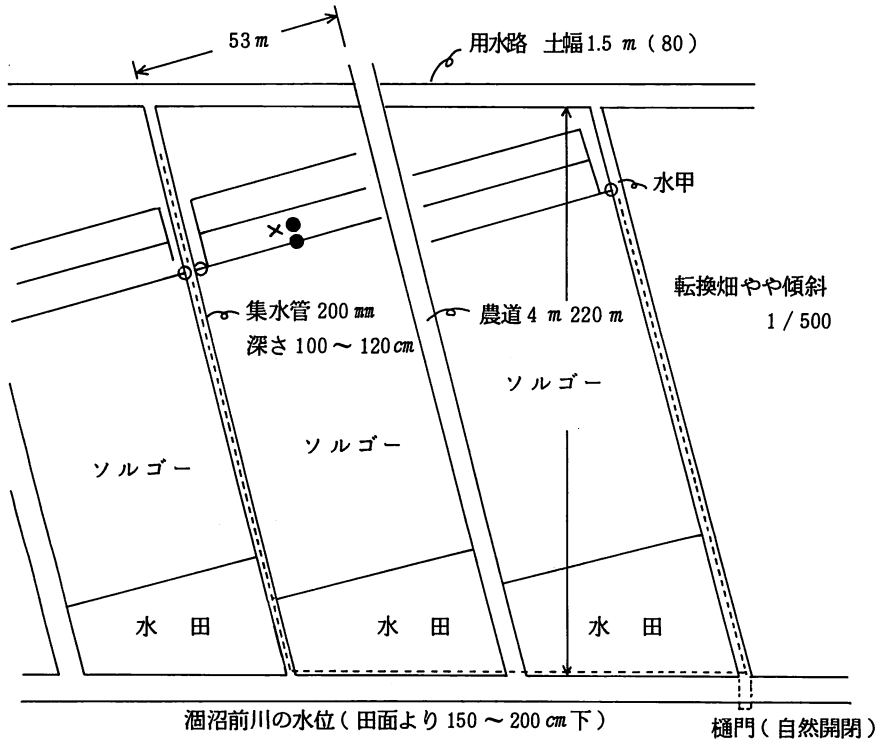
供試圃場は雑草の発生や連作害の回避のため1～2年毎に圃場を移動したが、土壌条件や圃場条件は3カ年ともほぼ同じであったので、第12表と第5-5図には昭和54年の圃場概況を記載した。

⑥ 内原町五平(腐植質黒ボクグライ土)

供試圃場は台地と台地に挟まれた谷低平野の中央にある谷津田で、平野の中央を涸沼前川が流れ、大排水路を兼ねている。土壌は下層に泥炭を含み、40cm以下でグラ

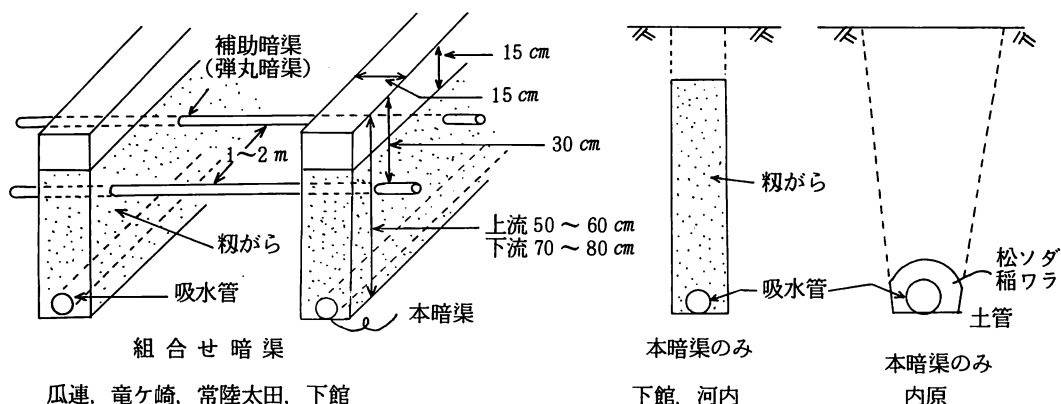


第5-5図 河内村手栗の圃場図



第5-6図 内原町五平の圃場図

転換畑における営農排勢の施工法と施工の効果



第6図 試験地ごとの暗渠施工図

イ斑がみられる腐植質黒ボクグライ土・八木橋統（黒色土壌粘土火山腐植型）である。

当地区の暗渠は他の試験地と異なり、従来の松そだ・土管暗渠で、昭和53年夏に16.7haに施工した。暗渠の間隔は7m、深さ70～90cmで、長さは約50mと短かく、この暗渠2～3本を集水管で集め、水甲に接続させている。水甲からは深さ90～200cmに埋設した直径200mmの塩ビ管で集水し、大排水路に排水する地下排水方式である。1樋門当たりの支配面積は約3haで、集団転作を実施している。

(2) 調査方法

① 地下水位と土壌水分

地下水位は直径50mmの塩ビ管を深さ80cmに埋設し（埋設場所は第5図参照）、降雨後の地下水位の動きを中心に測定した。

土壌水分はテンションメータによった。測定位置は圃場中央部の地下水位測定地点付近とし、測定深さは作土層の10cm（一部20cm）と下層の30cmの2カ所とした。測定は地下水位の測定と同様降雨後を中心とした。

② 土壌物理性および透水性の変化

i 土壌三相；実容積法によった。調査時期は主に大豆収穫後に行い、I層（作土層）、II層（耕盤層）、III層（下層）から採取し、転換に伴う経年的な変化をみた。

ii 圃場透水性；直径33～35cmのステンレス製の円筒を用いて耕盤以下の透水性を測定した。測定法はシリ

ンダーインタークレートの測定法に従った。

iii 土壌硬度；SK-II型土壌抵抗測定器の小コーン（底面積2cm<sup>2</sup>）を用いて、主に大豆収穫後に測定した。1区10カ所の平均。

iv 碎土率；耕耘後30cm×30cmの枠を置き、枠内の全量（耕深まで）を採取して篩分け、採取土全重量に対する百分率で示した。

v 土壌断面調査；圃場の中央部分において大豆収穫後深さ80cm程度まで掘り、地力保全基本調査に準じて行った。

vi 亀裂調査；作土層に長さ100cm、幅20cmの鉄板枠を埋め込み、約10倍に薄めた白色の水性ペイント液を20ℓ程度流し込み、翌日掘りおこし亀裂の発生状態を調査した。

2) 試験結果

(1) 瓜連町鹿島（細粒強グライ土）

① 地下水位と土壌水分の動き

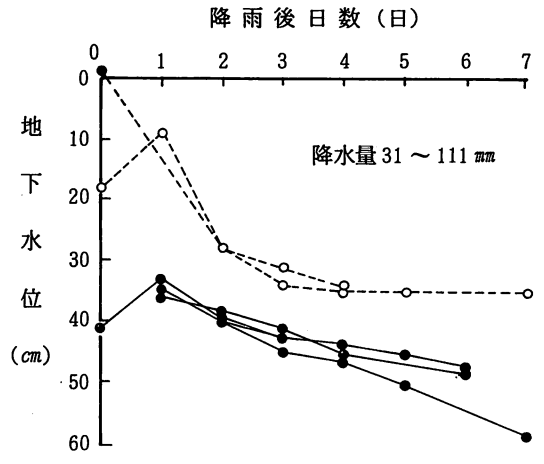
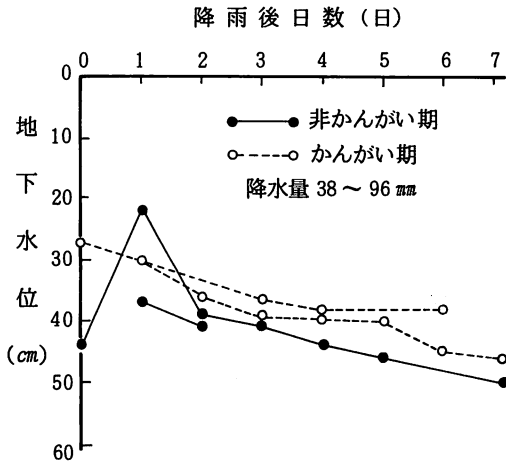
暗渠施工直後の麦作から3作目の麦作まで降雨後を中心に地下水位と土壌水分（pF）の動きを調査した。

2年間とも降雨直後を除く地下水位は5月～6月のかんがい期が40cm前後、他の期間が40～60cmと比較的高い位置で推移した。

降雨後における地下水位の動きをみると第7図に示すように、転換1年目では非かんがい期、かんがい期とも降雨後の地下水位の上昇は20～30cmと少なかった。し

1年目・1, 2作目 (昭和52年11月～昭和53年9月)

2年目・2, 3作目 (昭和53年10月～昭和54年6月)



第7図 降雨後における地下水位の動き (弾丸暗渠間隔2m) 瓜連

かし、降雨後2～3日の地下水位は非かんがい期が40cm、かんがい期が35cm程度とやや高かった。2年目の麦作では、前作大豆作期間が旱天状態で経過し、土壤に亀裂が発生したことなどにより非かんがい期の地下水位の上昇は前年よりやや少なかったが、その後の低下は前年と同様に緩慢であった。また100mm前後の降雨が2回あったかんがい期でも30cmまでの低下は速かったが、それ以降の低下はほとんどみられなかった。

7月中旬からは降雨がほとんどなく作土層の土壤は乾燥し、pF 2.5以上となり圃場全面に大きな亀裂が発生した。

作土層の土壤水分の動きについてみると、1年目の施工直後の11月から翌年の7月上旬までは、上昇してもpH 1.5程度までであった。

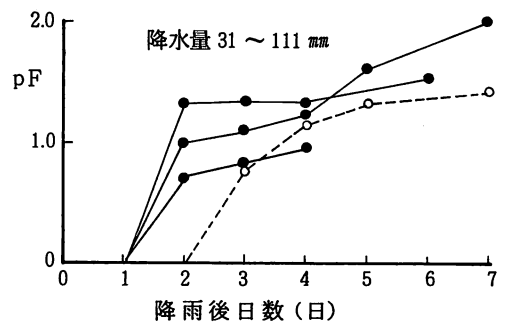
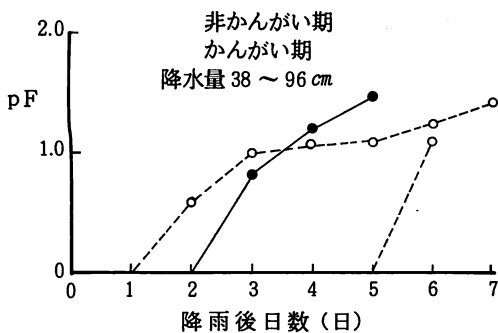
降雨後における土壤水分の上昇を第8図に示した。1年目では降雨後pFが1.0以上になる日数が4～6日と長く、本暗渠の直上部を除き湿害が発生した。2年目では降雨後のpFが1.0以上になる日数が2～4日と早くなり、1年目にみられたような麦の湿害はみられなかった。

以上のような結果は、弾丸暗渠間隔1m区と2m区の間には差異はみられず、ほぼ同様な傾向であった。

隣接田からは上流田畦畔の亀裂や小動物の穴などを通

1年目・1, 2作目 (昭和52年11月～昭和53年9月)

2年目・2, 3作目 (昭和53年10月～昭和54年6月)



第8図 降雨後におけるpFの上昇 (弾丸暗渠間隔2m) 瓜連

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

して漏水がみられた。このため隣接田際の小排水溝は常時滞水していた。しかし、第9図に示すように、その直下に近い地下水位は常に低く経過し、地下からの浸入水の影響は少ないものとみられた。

② 土壌の物理性および透水性の変化

転換畑における砕土率の変化を第13表に示した。1作目の麦播種時の砕土状態はロータリ耕3回がけでも砕土率(2cm以下の土塊の占める割合)が21%と低かった。しかし、作付回数が増加するとともに砕土状態は良好となり、3作目の麦播種前には目標とした70%<sup>17)</sup>に近い65%となった。

転換後1年経過した土壌断面を第10図に示した。

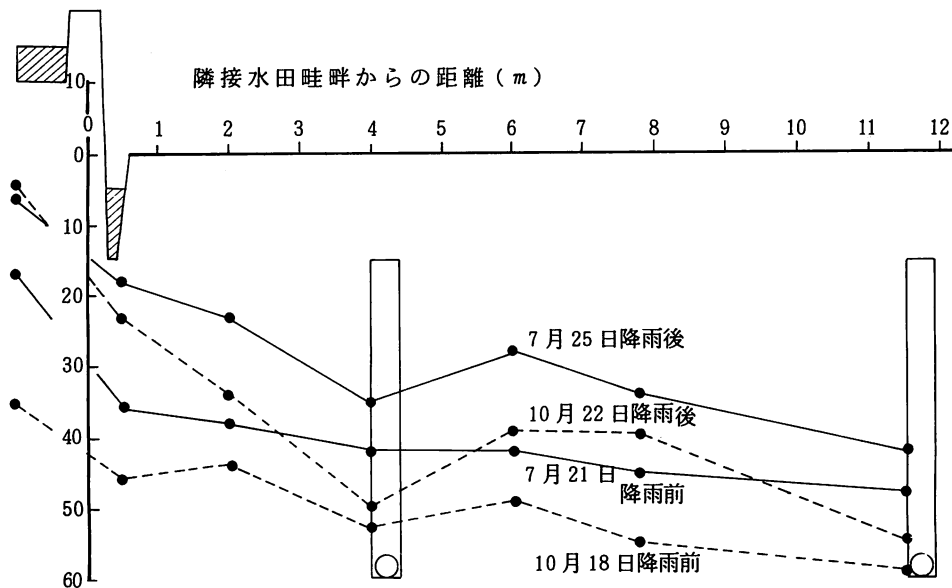
転換前に比べ作土層では土色がやや褐色をおび、II層

とIII層では斑鉄がやや増加していた。また、土壌三相の変化も第14表に示したように下層での気相率が増加していた。

亀裂の発生は第11図に示したように、弾丸暗渠施工時にはほとんどみられず、また2作目の大豆作付前でも施工前と大差がなかった。しかし、1夏経過した大豆収穫後では弾丸暗渠の渠孔を中心に著しく発生しており、亀裂の深さも渠孔の下5~10cm程度まで進んでいた。

転換1年半後における土壌の透水性は亀裂が水みちとなって大きく改善され、圃場透水性の30分間浸入量は101mm(隣接田0mm)となり、II層、III層の飽和透水係数、現場透水係数(第15表)も大きく改善された。

また、土壌硬度も地表下20~25cmでやや硬くなって



第9図 隣接田からの距離と地下水位(弾丸暗渠間隔2m)  
(昭和53年)

第13表 砕土率調査

(瓜連)

調査月日 (年月日)	区分	調査深 (cm)	土塊分布(%)					土壌水分 (%)	
			1cm未満	1~2cm	小計	2~3cm	3~4cm		4cm以上
52.11.2	ロータリ耕3回	0~15	10.9	10.4	21.3	14.0	10.1	54.6	
53.6.19	ロータリ耕2回	0~15	38.0	13.6	51.6	25.2	8.2	15.0	39.6
53.11.1	ロータリ耕2回	0~15	47.1	17.5	64.6	23.5	6.3	5.1	33.0

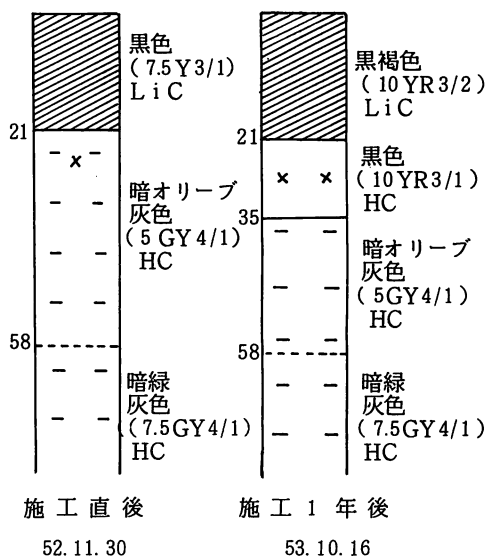
いた。

弾丸暗渠の渠孔の変化は第12図に示したように、渠孔内への泥の堆積は少なかったが、断面積は年々小さくなり1年半で施工時の約半分となった。しかし、通水機能は十分にあったので補助暗渠としての役目は果しているものとみられた。

③ 麦、大豆の生育収量

作付けした麦と大豆の生育収量を第16、17表に示した。1作目の麦は前述のように碎土不良であったが、播種後ドライブハローで攪土した結果、苗立数は目標を上廻る362本/m<sup>2</sup>を確保したが、生育については作土層の過湿によって、本暗渠から離れるほど草丈は低く、収量も劣った。

2作目における大豆の出芽は良好であったが、播種後20日目頃から葉の黄化現象がみられ、特に碎土不良部分



第10図 土壤断面の変化(瓜連)

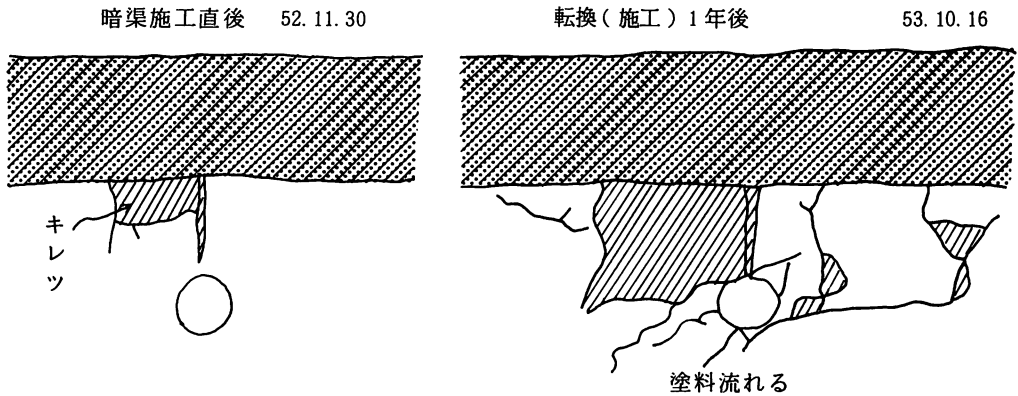
第14表 土壤三相の変化

(瓜連)

調査月日	層位	深さ (cm)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	粗孔隙 pF1.5(%)	ち密度 (mm)	飽和透水係数 (cm/sec)
			固相	液相	気相				
転換前・ 暗渠施工前 (52.10)	I	3~8	33.4	58.2	8.4	66.6	—	13	—
	II	20~25	33.5	65.3	1.2	66.5	—	10	$6.3 \times 10^{-7}$
	III	35~40	31.2	68.3	0.5	68.8	—	9	$5.7 \times 10^{-6}$
転換 1年後 (53.10)	I	3~8	31.9	43.0	25.1	68.1	26.5	7	—
	II	20~25	34.8	61.3	3.9	65.2	4.7	18	$6.3 \times 10^{-6}$
	III	35~40	32.7	65.8	1.5	67.3	4.7	10	$1.7 \times 10^{-6}$
転換 1年半後 (54.6)	I	5~10	31.8	49.6	18.6	68.2	12.0	—	—
		10~15	31.7	52.5	15.8	68.3	10.6	—	$2.8 \times 10^{-3}$
	II	20~25	34.5	62.4	3.1	65.5	1.9	—	$9.4 \times 10^{-5}$
	III	30~35	30.8	65.9	3.6	69.2	3.3	—	$3.2 \times 10^{-4}$
		40~45	25.1	70.1	4.8	74.9	4.0	—	$4.3 \times 10^{-6}$
								$3.0 \times 10^{-3}$	
								$3.8 \times 10^{-6}$	



転換畑における宮農排水の施工法と施工の効果



第11図 亀裂の発生状況(瓜連)

第15表 現場透水係数の変化

調査月日	深さ (cm)	透水係数 (cm/sec)
53. 4. 21	15 ~ 30	$5.7 \times 10^{-6}$
54. 5. 29	20 ~ 35	$1.9 \times 10^{-4}$

注) オーガーホール法

第16表 麦の生育収量

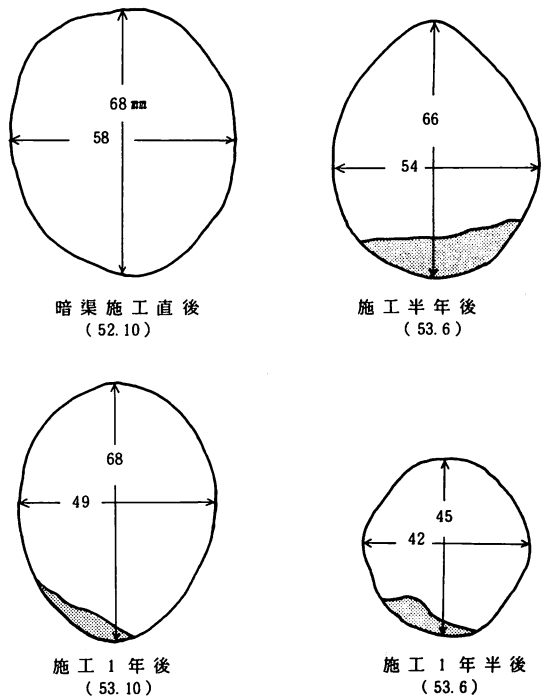
年度	弾丸暗渠間隔	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/a)
53	2 m	72.2	2.9	812	31.1
54	2 m	85.4	3.5	635	57.3
	1 m	87.5	3.2	686	57.6

注) カシマムギ, 全面全層播, 播種期 11月1~2日

第17表 大豆の生育収量

年度	弾丸暗渠間隔	主茎長 (cm)	分枝数 (本/本)	主茎節数 (節/本)	子実重 (kg/a)
54	2 m	79.4	4.0	16.6	29.2
	1 m	82.2	3.6	16.9	27.0

注) 品種, 革新1号 6月19日播種, 栽植様式 60 cm × 10 cm



第12図 弾丸暗渠渠孔の変化(瓜連)

で著しかった。そのため窒素の追肥を行ったところ、この症状は10日前後で回復した。7月中旬以降は多日照雨の天候となり、圃場の全面に大きな亀裂が発生し、生育はやや早薹ぎみとなった。しかし、収量は27～29 kg/aと多収であった。

3作目の麦作は亀裂の影響により透水性が改善されたので、1作目の麦作のような湿害はみられず、生育は初期から良好で、収量も57～59 kg/aと高かった。

本暗渠の側近部と中間部における生育収量の差は、2作目の大豆、3作目の麦とも認められず、また弾丸暗渠の間隔1 m区と2 m区の生育収量差も認められなかった。

#### ④ まとめ

細粒強グライ土の土壤では、降雨後における地下水位の上昇は25～30 cmと少ないが、作土層は過湿気味であった。特に1作目の麦では湿害がみられ、収量も低かった。しかし、2作目の7月に弾丸暗渠を中心に亀裂が発生し、透水性が改善され、2作目の大豆と3作目の麦は湿害がみられず、多収となった。

暗渠施工直後から3作目の麦作までの常時地下水位は40～50 cmと比較的高く経過した。

転換に伴う土壤の変化はⅡ層、Ⅲ層で土壤硬度や気相率・斑鉄が増加し、飽和透水係数、現場透水係数、圃場透水性が大きく改善された。

#### (2) 竜ヶ崎試験地(中粗粒グライ土)

##### ① 地下水位および土壤水分の動き

4年間にわたり本暗渠+弾丸(補助)暗渠間隔2 mの組合せ暗渠で、降雨後を中心とした地下水位および土壤水分の動きを調査した。

地下水位は常時50～70 cmに安定していた。降雨後の地下水位の動きは第13図に示したように、1作目の麦作では水田のかんがい期になるとやや緩慢であったが、非かんがい期と2作目以降はかんがい期においても降雨後1～2日で40～50 cmと速やかに低下した。特に昭和56年8月24日の台風15号による小貝川堤防の決壊では圃場全体が15 cm程度冠水したが、39時間後には地表が出現し、その1日後には地下水位が55 cmまで低下した。

作土層の土壤水分は年間を通してpF 1.0～2.0程度の

範囲で推移し、その変化は小さかった。降雨後における作土層のpFの上昇は第14図に示したように、速やかで2日後にはpF 1.2、3日後にはpF 1.5以上となった。また下層(地下30 cm)におけるpFの上昇も早く、降雨3日後にはpF 1.2、5日後にはpF 1.5以上となった。

転換1～3作目における弾丸暗渠の有無および施工間隔2 m、4 m、6 mの差と降雨後の地下水位の低下との関係は第15図に示すとおり、弾丸暗渠の効果は1作目の麦作時では認められたが、2作目、3作目では認められなかった。また、弾丸暗渠の間隔の差は1作目から認められなかった。

##### ② 土壤物理性および透水性の変化

ロータリ耕2回後における砕土率調査の結果を第18表に示した。転換直後の麦作では砕土はやや劣ったが、2作目以降は良好となった。

土壤三相の変化は第19表に示すとおり、弾丸暗渠の中間ではほとんど変化がなかったが、弾丸暗渠の渠孔周辺部分のⅡ層では気相率が若干高く、飽和透水係数も大きくなって、土壤が乾燥していることを示していた。

このことは白ペイント流入後に亀裂の発生状態を調査した第16図でも明らかで、白ペイントは弾丸暗渠を中心に扇状に広がっていたが、弾丸暗渠の中間部でペイントが発見されず、地下20～30 cmの高いところからグライ斑が確認された。

##### ③ 麦、大豆の生育収量

弾丸暗渠間隔2 mにおける4年間の麦、大豆の生育収量は第20、21表に示すとおりである。

麦では、1作目は湿害により34.3 kg/aと低収であったが、排水の良くなった3作目以降は40～50 kg/aの収量となった。本暗渠の中間部と側近部の比較では、側近部の収量がやや優る傾向を示した。

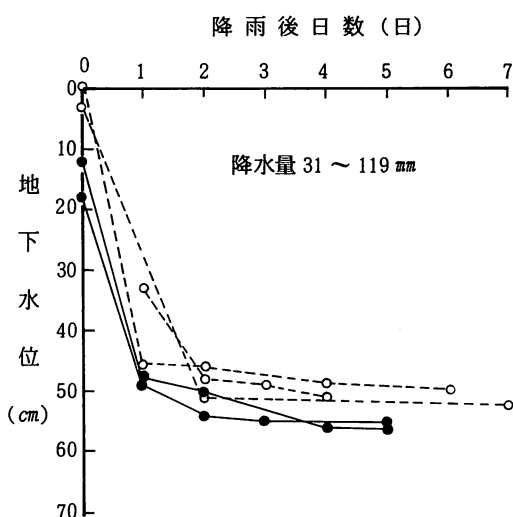
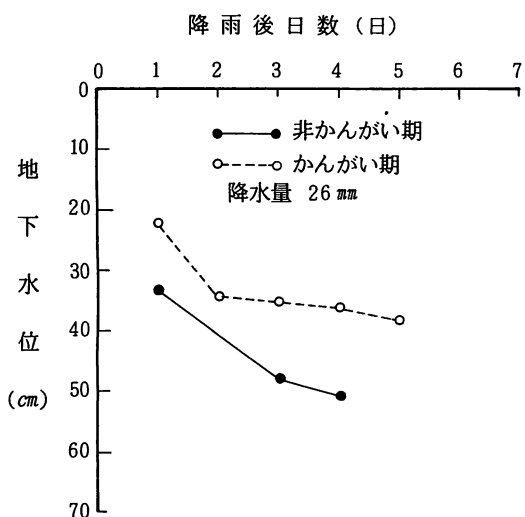
大豆では4年間とも生育は良好で、収量は28～33 kg/aと高かった。また、本暗渠の中間部と側近部の生育収量差はみられなかった。

転換当初における弾丸暗渠の効果について検討した結果、弾丸暗渠の有無、施工間隔が1～3作目における麦、大豆の生育収量に及ぼす影響は明らかな差異が認められ

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

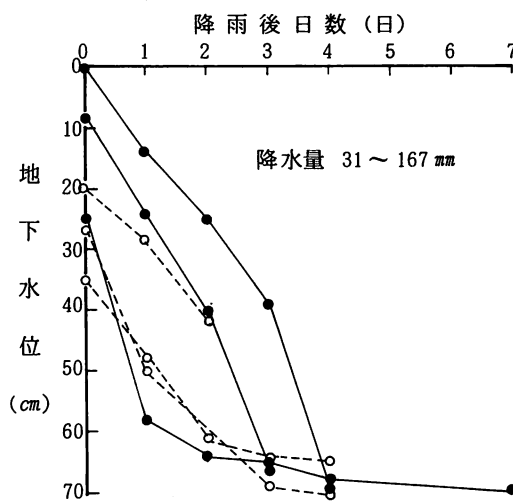
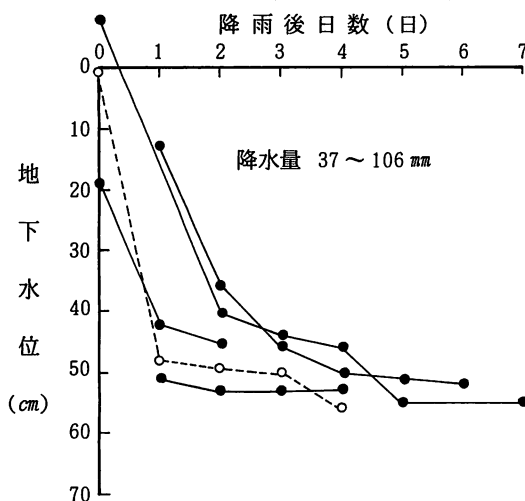
1年目(昭和52年11月～昭和53年9月)

2年目(昭和53年10月～昭和54年9月)



3年目(昭和54年10月～昭和55年9月)

4年目(昭和55年10月～昭和56年10月)



第13図 降雨後における地下水位の動き(弾丸暗渠間隔2m) 竜ヶ崎

なかった。

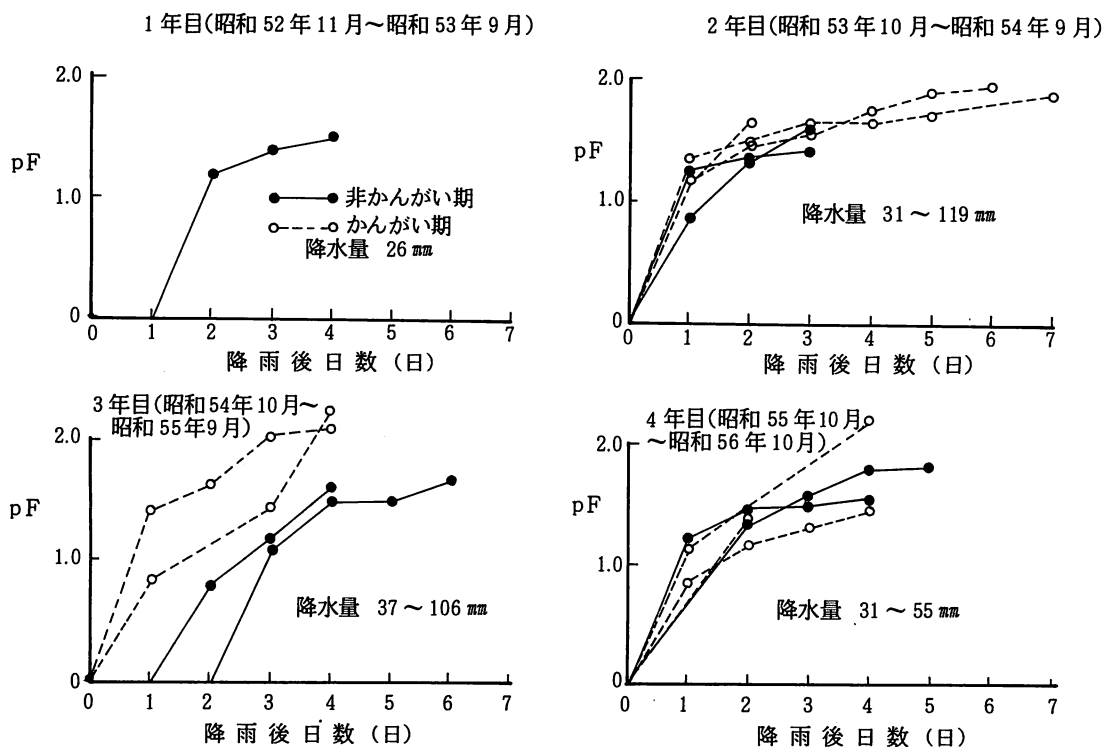
④ まとめ

強制排水装置により水甲からの排水を地下50～80cmに調節されている中粗粒グライ土では、転換当初のかんがい期における地下水位は、降雨後その低下がやや緩慢であった。しかし、非かんがい期や2年目からは降雨後の地下水位の低下や降雨後のpFの上昇が速やかである

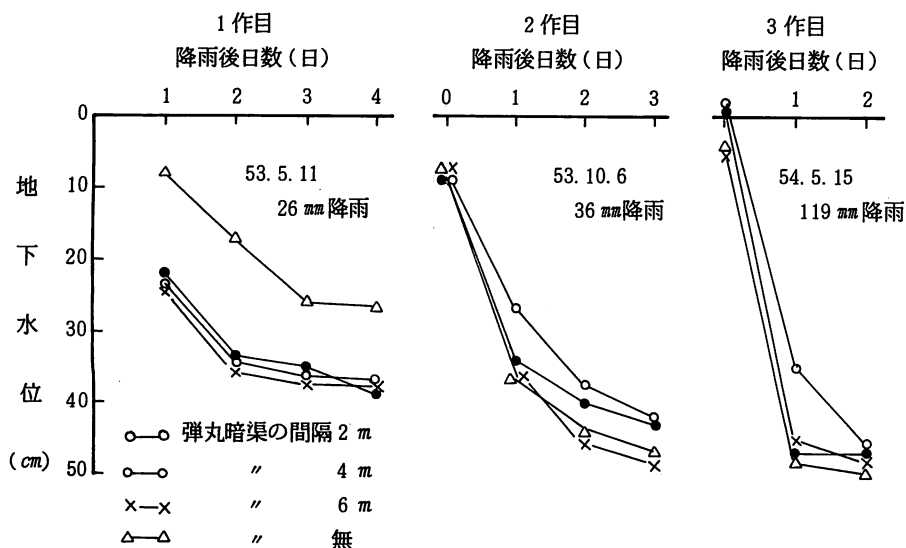
ことが認められた。

作付けした麦、大豆の生育収量は初作目の麦作でやや湿害を受け低収となったが、2作目からは大豆、麦とも生育は良好で、収量は大豆28～33kg/a、麦40～50kg/aと多収となった。

しかし、土壌調査の結果、転換4年後における弾丸暗渠側近部では乾燥が進んでいたが、中間部の地下20～



第14図 降雨後におけるpFの上昇(弾丸暗渠間隔2m) 竜ヶ崎



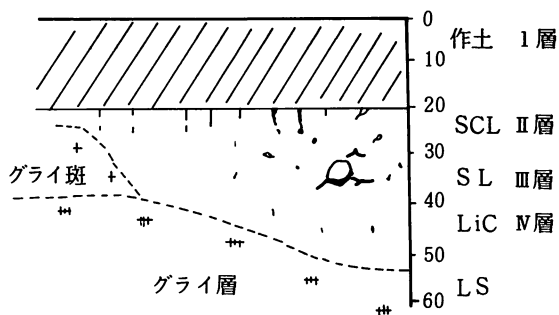
第15図 弾丸暗渠の間隔と降雨後の地下水位の低下(竜ヶ崎)

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

第18表 砕土率調査

調査月日 (年月日)	土塊分布(%)					
	0.5cm 以下	0.5~1 cm	1~2 cm	小計	2~3 cm	3cm 以上
52.11.5		58.1		58.1	21.2	20.7
53.6.	45.6	18.3	22.6	86.5	9.4	4.1
53.11.7	65.0	21.9	8.5	95.4	4.6	-
54.6.19	45.6	19.4	21.5	86.5	6.6	6.9
54.11.2	58.1	19.8	18.2	96.1	3.9	-
55.6.18	58.3	19.3	18.0	95.6	3.4	1.0

注) ロータリ耕2回後の調査、深さは0~15cm



第16図 亀裂の発生状態  
(昭和56年11月10日)

第19表 土壤三相の変化

(竜ヶ崎)

調査月日 (年・月・日)	層位	深さ (cm)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	粗孔隙率 (pF1.5)(%)	仮比重	ち密度 (mm)	飽和透水係数 (cm/sec)
			気相	液相	固相					
転換前・ 暗渠施工前 (52.10)	II	15~20	4.1	43.6	52.4	47.6	-	-	-	$1.1 \times 10^{-5}$
	III	30~35	2.3	55.1	42.5	57.5	-	-	-	$4.0 \times 10^{-5}$
	IV	40~45	3.7	52.1	44.2	55.8	-	-	-	$4.0 \times 10^{-5}$
転換4年後 (56.11)	I	5~10	33.7	32.5	33.8	66.2	32.2	0.927	8~9	-
	II	20~25	3.1	50.9	46.0	54.0	2.4	1.226	17	$1.0 \times 10^{-5}$
	II'	"	5.1	47.2	47.7	52.3	4.5	1.267	-	$3.0 \times 10^{-4}$
	III	30~35	2.2	45.8	52.0	48.0	2.0	1.413	25	$9.9 \times 10^{-5}$
	IV	40~45	2.3	57.7	40.0	60.0	2.0	1.078	16	$3.3 \times 10^{-5}$

注) II' は弾丸暗渠の周辺部分、他は弾丸暗渠と弾丸暗渠の間

第20表 麦の生育収量

年度	品 種	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/a)
53	カシマムギ	83.2	3.8	774	34.3
54	"	82.2	3.4	900	53.7
55	農林61号	89.7	7.1	364	43.4
56	"	83.1	8.9	560	38.9

第21表 大豆の生育収量

年度	品 種	播種期 (月・日)	主莖長 (cm)	分枝数 (本/本)	主莖節数 (節/本)	子実重 (kg/a)
53	農林2号	6.13	53.1	5.0	14.7	28.5
54	"	6.21	74.7	2.1	13.5	31.7
55	"	6.20	60.9	4.0	14.2	29.7
56	エンレイ	6.22	72.9	4.4	14.3	32.6

注) 1 弾丸暗渠間隔2m  
2 耕種法、カシマムギ 全面全層播 播種量1.2~1.5kg/a、農林61号 ドリル播(条間20~25cm)播種量0.7~0.8kg/a

注) 1 弾丸暗渠間隔2m  
2 耕種法、栽培様式60cm×10~15cm、施肥量(kg/a) N, 0.3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.2, K<sub>2</sub>O 1.2, 病害虫防除4~5回

30 cmからグライ斑が認められ、土壤三相や飽和透水係数も転換前と大差なく、土壤の乾燥はほとんど進行していなかった。

(3) 常陸太田市下河合(細粒灰色低地土灰色系)

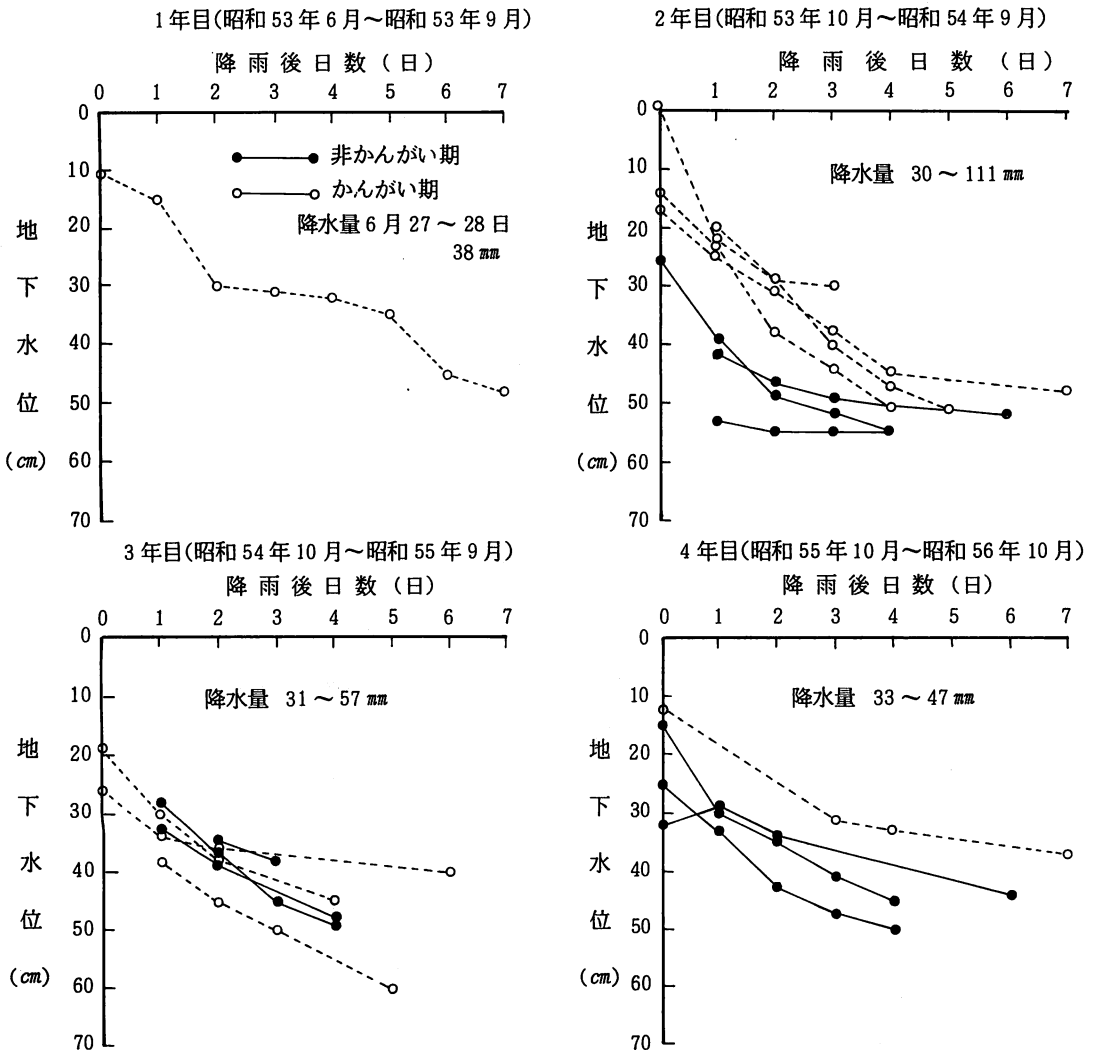
① 地下水位および土壌水分の動き

常時地下水位は、調査した4年間とも5月上旬から7月中旬までは30～50 cmの範囲でやや高く、7月下旬以降は60～80 cmであった。

降雨後における地下水位の動きは第17図に示すとおりである。かんがい期の5月～7月における降雨後の地下

水位は、最高で地下10～20 cm程度まで上昇するが、降雨後2～3日で30～40 cm、7日目で50 cm程度に低下した。この傾向は4年間ともほとんど同じであった。しかし、非かんがい期の降雨後における地下水位は、前年の夏作期間の天候に左右された。例えば夏季に多照寡雨であった昭和53年は、秋から翌年春までの期間、降雨後の地下水位の低下が速やかで、地下水位の上昇はほとんどなかった。しかし、夏季に降雨の多かった昭和55年は秋の降雨後における地下水位の低下がやや遅くなった。

作土層の土壌水分の動きを4年間についてみると、昭



第17図 降雨後における地下水位の動き(弾丸暗渠間隔2m)常陸太田

## 転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

和53年および56年の夏季期間は土壌が乾燥し pF2.0以上となったが、その他の期間はほぼ pF 1.0～2.0の範囲で経過した。地下30cmの下層では5月上旬から7月中旬までの pF がほとんど上昇せず、地下水位の高いことが認められた。

降雨後における作土層の pF の上昇は第18図に示したように、暗渠施工直後と極端な多降雨の場合（1日80mm以上）を除き降雨後3日目には pF 1.2～1.5程度となり、同じ強粘土の瓜連より早かった。

以上の結果は弾丸暗渠間隔1m区、2m区ともほとんど同じであった。

隣接田からの影響は第19図に示したように、畦畔からの漏水がなければ、ほとんど影響がないものとみられた。畦畔からの漏水は畦畔作りの良否および中干しによる畦畔亀裂の発生などが影響していた。

### ② 土壌物理性および透水性の変化

ロータリ耕2回後における砕土率の年次変化を第22表

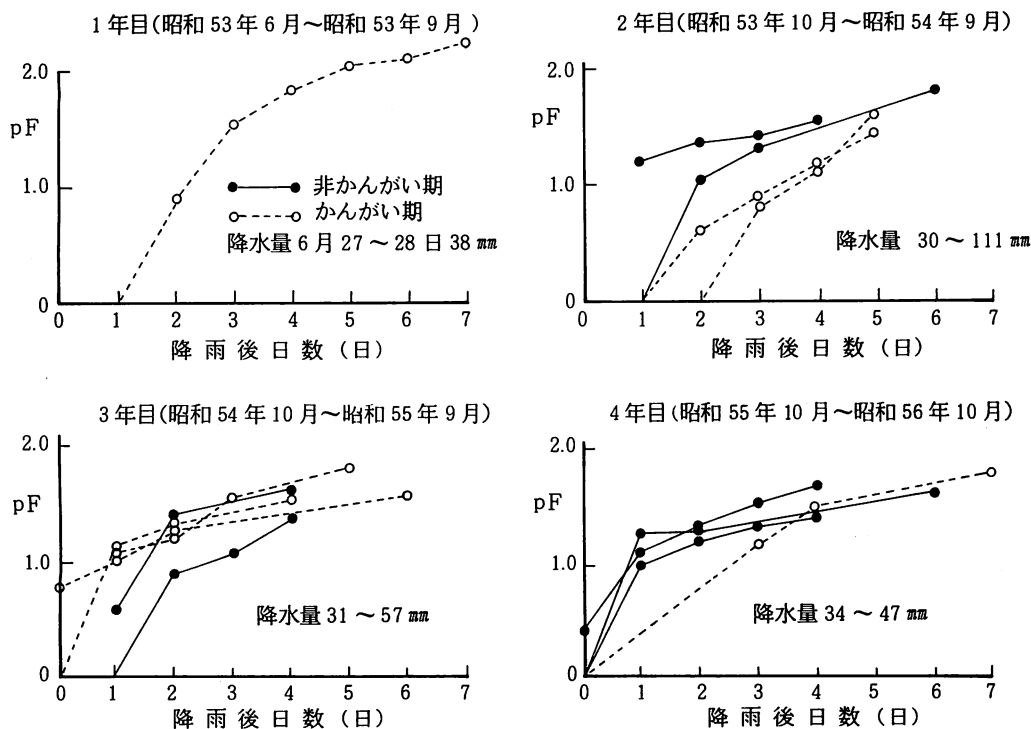
に示した。この圃場は冬期間無作付けであったが、秋耕をしており、実質2年目と同じ状態の昭和53年6月でも砕土率が52%と低かった。その後3作目までの砕土率は徐々に向上したが、4作目以降は75%前後ではば一定であった。

砕土率と大豆の出芽率の関係は第20図に示したとおりで、播種後に降雨があった条件では、砕土率が40%程度でも、出芽率は80%以上であったが、降雨のない条件では砕土率70%以上を確保しないと、高い出芽率は得られなかった。

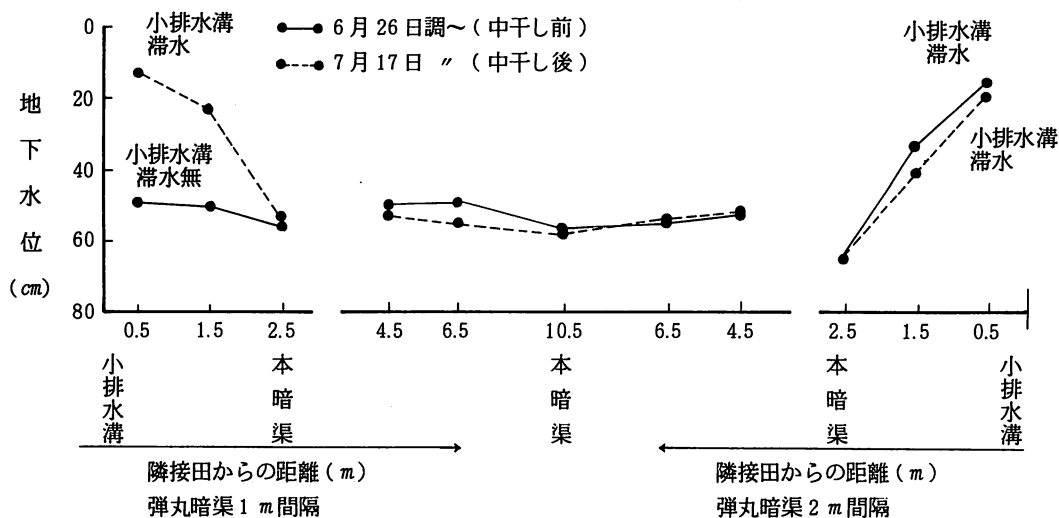
暗渠施工前および施工後4年間にわたって、経年的に調査した土壌断面、土壌物理性などの結果を第21、22図と第23、24表に示した。

転換半年後の土壌断面は転換前に比べⅡ層で斑鉄の増加と構造の発達がみられた。しかし、その後は構造がやや発達したものの斑鉄の増加はみられなかった。

土壌三相の変化は、転換1年半後までは下層において



第18図 降雨後における作土層の pF の上昇（弾丸暗渠間2m）常陸太田

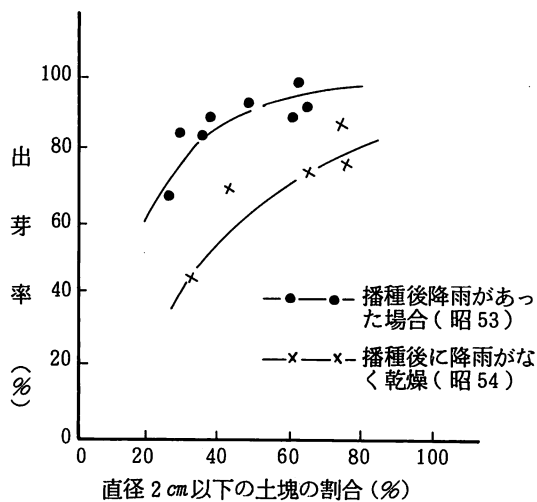


第19図 隣接田の影響(常陸太田)

第22表 砕土率調査

調査月日 (年・月・日)	土塊分布(%)					
	1cm>	1~2cm	小計	2~3cm	3~4cm	4cm<
53. 6. 15	37.6	14.3	51.9	31.1	8.0	9.0
53. 10. 31	47.0	21.6	68.6	26.3	3.3	1.8
54. 6. 18	55.3	13.9	74.2	19.3	4.6	1.9
54. 11. 2	53.9	19.9	73.8	16.9	3.3	6.0
55. 6. 18	58.5	15.5	74.0	19.3	4.0	3.2
55. 11. 5	61.2	16.3	77.5	18.0	2.5	2.0

注) ロータリ耕2回後調査 調査深さは0~15cm  
弾丸暗渠間隔1mと2mの平均値



第20図 砕土率と出芽率

認められ、気相率が増加していた。しかし、その後の変化はみられなかった。飽和透水係数は亀裂が発生していたので測定値の幅が大きく、経年的な差は明らかでないが、転換前よりは大きくなっていった。また圃場透水性は隣接田が0cmに対し、転換畑では6~198mmと大きく改善された。数値の幅が年度により大きく異なるが、この差は夏期の天候が大きく影響し、乾燥した昭和53年と

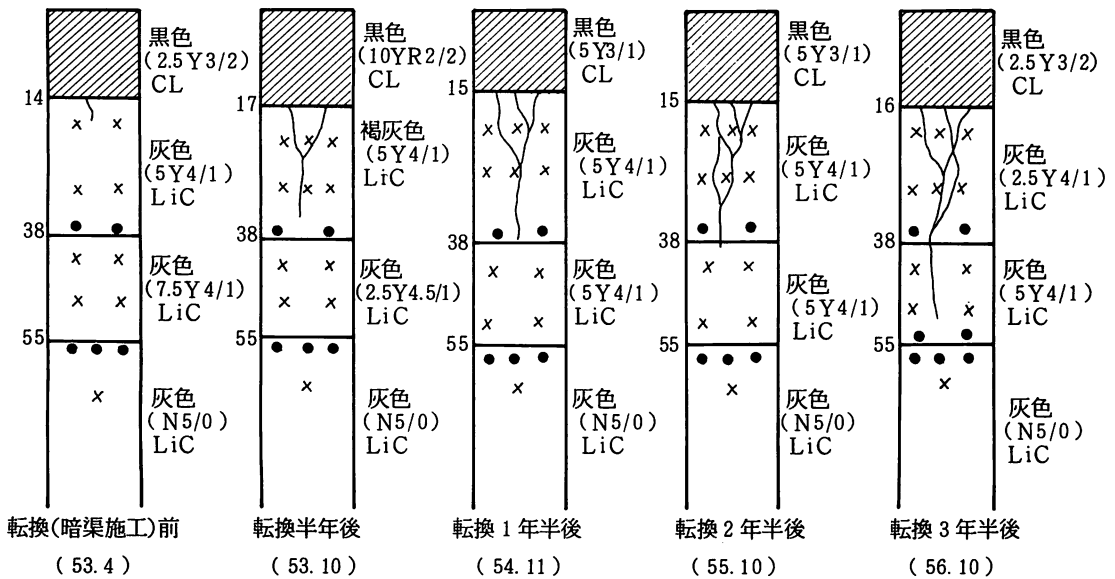
昭和56年は大きく、降雨の多かった昭和54年と昭和55年は小さかった。

転換後の土壌硬度は、II層(地下15cm)で年々硬くなる傾向を示したが、地下30cm以下の土壌硬度は転換前と差がなかった。

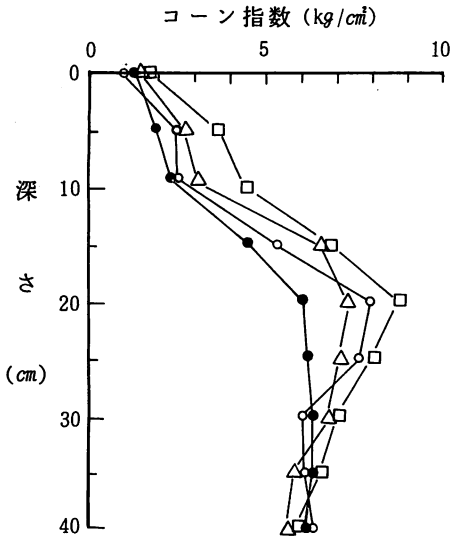
亀裂の発生は1作目の大豆栽培期間中に弾丸暗渠を中心に圃場全面にみられ、深さは渠孔より下の35cm程度



転換畑における営農排水の施工法と施工の効果



第 21 図 土壌断面の変化 (常陸太田)



第 22 図 転換年次と土壌硬度

- 昭 53.4 (転換前)
- " 54.4 (1年後)
- " 55.10 (2.5年後)
- △—△ " 56.10 (3.5年後)

まで及んでいた。その後亀裂は次第に下層へ進み、第 23 図に示したように 3 年半で 50 cm 位まで達していた。

施工後の弾丸(補助)暗渠の渠孔の大きさは第 24 図に示したように年々小さくなり、3 年半で施工時の約 4 割の大きさになっていた。

③ 麦, 大豆の生育収量

麦, 大豆の生育収量調査結果を第 25, 26 表に示した。ここでは大豆作付け前に暗渠を施工した。大豆の生育は 1 年目の生育初期に土壌亀裂が発生したことなどにより、1 年目から良好で 4 年間にわたって高い収量が得られた。また、麦作では春先の寒害や縞萎縮病などの障害が発生し、収量の年変動は大きかった。しかし、湿害はみられなかった。

以上のような結果は弾丸暗渠の間隔を比較した 1 m 区 2 m 区とも同様であり、間隔の差はないものとみられた。

④ まとめ

組合せ暗渠を施工した細粒灰色低地土の土壌では、一夏を経過すると弾丸暗渠を中心に亀裂の発生が著しく、土壌物理性や透水性が急速に改善された。しかし弾丸暗渠より下層では亀裂の発生にもかかわらず降雨後の地下

第23表 土壤物理性

(常陸太田市)

調査時期 (年・月)	層位	深さ (cm)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	粗孔隙 (pF 1.5) (%)	仮比重	ち密度 (mm)	飽和透水係数 (cm/sec)
			気相	液相	固相					
53. 4 (暗渠 施工前)	I	-	-	-	-	-	-	5	-	
	II	20~25	0.1	58.3	41.6	58.4	-	1,096	$6.8 \times 10^{-7}$	
	III	35~40	0.1	60.4	39.5	60.5	-	1,024	$9.1 \times 10^{-6}$	
53. 10	I	3~8	23.8	39.2	37.0	63.0	23.8	0.962	4	-
	II	20~25	1.3	54.4	44.3	55.7	1.3	1.177	18	$5.5 \times 10^{-6}$
	III	35~40	1.2	56.9	41.9	58.1	1.4	1.086	15	$1.7 \times 10^{-6}$
54. 11	I	10~15	34.5	35.6	29.9	70.1	30.0	0.832	-	-
	II	20~25	2.8	55.0	42.2	57.8	1.8	1.153	18	$3.2 \times 10^{-7}$
	III	30~35	3.5	58.1	38.4	61.6	2.4	1.004	16	$4.5 \times 10^{-4} \sim 5.3 \times 10^{-8}$
55. 10	I	5~10	22.0	38.5	39.5	60.5	20.5	0.999	-	-
	II	18~23	2.1	55.4	42.5	57.5	1.6	1.154	-	$5.5 \times 10^{-5} \sim 1.7 \times 10^{-7}$
	III	40~45	2.8	60.9	36.3	63.7	2.0	1.019	-	$6.8 \times 10^{-6} \sim 2.0 \times 10^{-7}$
56. 10	I	5~10	26.5	40.6	32.9	67.1	24.5	0.898	-	-
	II	20~25	2.1	56.5	41.4	58.6	1.4	1.140	-	$7.5 \times 10^{-5}$ $(3.7 \times 10^{-4} \sim 6.9 \times 10^{-7})$
	III	30~35	2.2	59.0	38.8	61.2	1.6	1.072	-	$2.9 \times 10^{-7}$ $(7.5 \times 10^{-7} \sim 2.0 \times 10^{-8})$

注) 飽和透水係数の測定法: 定水位法

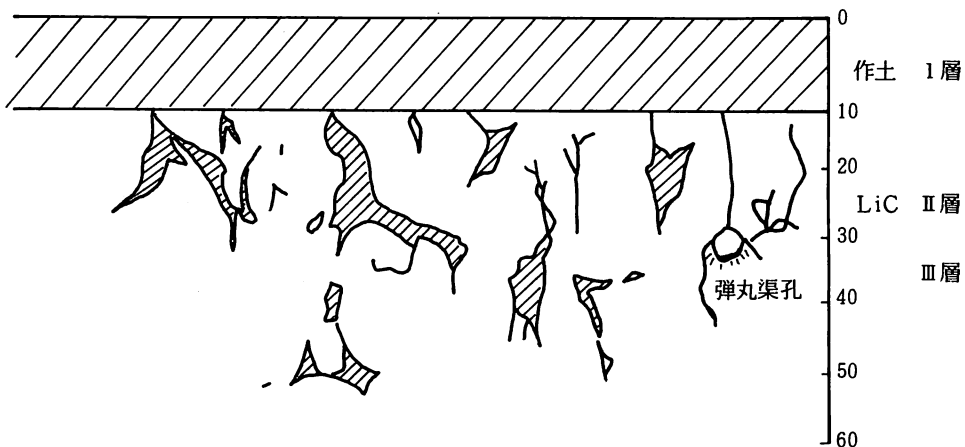
第24法 圃場透水性

(常陸太田市)

調査時期 (年・月)	調査地点	30分間浸入量 (mm)	積算浸入量 $D = C T^n$ (mm)	現場透水係数 (cm/sec)
53. 10	弾丸暗渠間隔 2 m	198	$16.0 T^{0.74}$	53.4
	隣接水田	0	-	$15 \sim 30 \text{ cm}$ $3.6 \times 10^{-6}$
54. 11	弾丸暗渠間隔 2 m	6	$1.75 T^{0.35}$	
	本暗渠直上部	25	$3.1 T^{0.62}$	
	本暗渠 芻がら上	6,480	-	
55. 10	弾丸暗渠間隔 2 m	9	$0.83 T^{0.71}$	
	" 1 m	13	$0.82 T^{0.80}$	
	隣接水田	0	-	
56. 11	弾丸暗渠間隔 2 m	46	$2.55 T^{0.85}$	
	" 1 m	32	$1.54 T^{0.88}$	
	本暗渠直上部	282	$17.34 T^{0.82}$	$20 \sim 35 \text{ cm}$
	隣接水田	0		$8.4 \times 10^{-5}$

注) 本暗渠直上部は表面から、芻がら上は芻がらより上の土壤を除去して調査した。

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

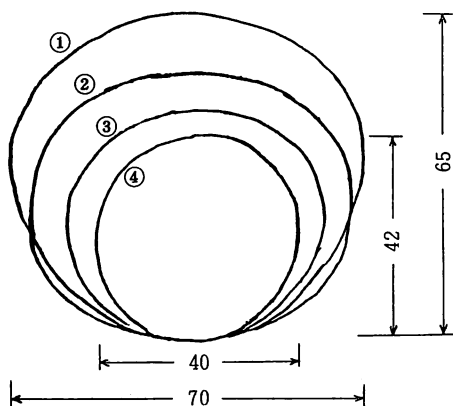


第 23 図 亀裂の発生状態 (昭和 56 年 11 月 5 日)

第 25 表 大豆の生育収量

年度	品 種	播種期 (月日)	弾丸暗 渠間隔	主茎長 (cm)	分枝数 (本/本)	主茎節数 (節/本)	子実重 (kg/a)
53	革新1号	6.15	2 m	74.5	4.7	16.4	32.9
			1 m	75.6	5.0	16.8	34.0
54	"	6.19	2 m	86.7	4.8	18.1	30.3
			1 m	90.5	5.0	17.2	32.3
55	"	6.18	2 m	84.4	4.8	15.2	26.3
			1 m	87.9	4.7	15.8	26.2
56	エンレイ	6.30	2 m	57.0	4.5	11.7	29.9
			1 m	60.3	4.3	12.1	29.1

注) 栽培様式 60cm × 10 ~ 13cm, 施肥量(kg/a) N 0.3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.2, K<sub>2</sub>O 1.2



第 24 図 弾丸暗渠の渠孔の変化 (常陸太田)

注) 1 単 位 mm

- 2 調査時期 ① 昭和 53 年 4 月 (施工直後)  
 ② " 54 " 6 "  
 ③ " 55 " 10 "  
 ④ " 56 " 11 "

第 26 表 麦の生育収量

年度	弾丸暗 渠間隔	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/a)
54	2 m	93.7	4.7	884	60.5
	1 m	95.1	4.7	888	63.0
55	2 m	84.2	4.9	856	35.7
	1 m	81.8	4.9	959	32.2
56	2 m	87.3	5.3	683	28.5
	1 m	87.6	5.6	694	44.8

注) 1 昭和 55 年は凍霜害による障害穂が 50 ~ 60 % 発生した。  
 2 昭和 56 年は縮萎縮病が多発したので、生育収量調査は被害の少ない部分で調査。2 m 区の被害大。  
 3 耕種概要、品種 二条大麦 アズマゴールデン、全面全層播栽培、播種期 10 月 31 日 ~ 11 月 5 日、播種量 1.2 kg/a, 施肥量 N 1.0 ~ 1.2 kg/a

水位の低下は遅く、かんがい期の地下水位は降雨後2～3日で30～40 cm, 7日で50 cmとやや高かった。

麦, 大豆の生育は施工初年目より湿害の影響もなく良好で高い収量が得られた。

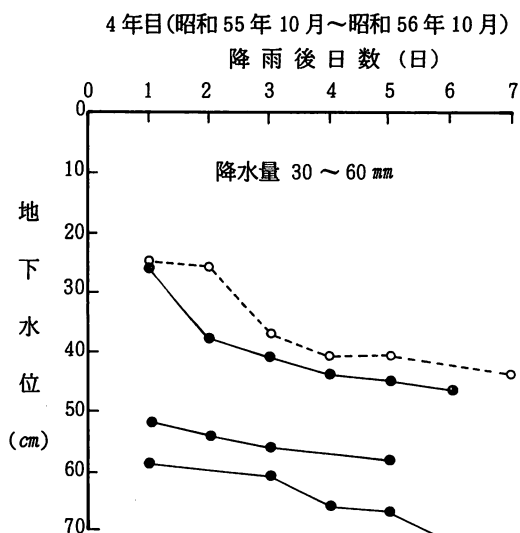
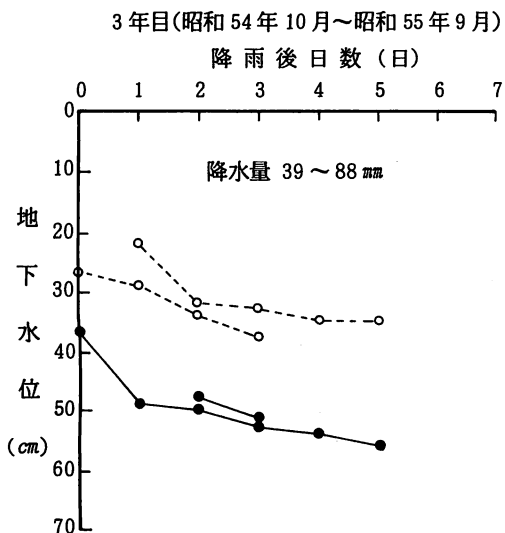
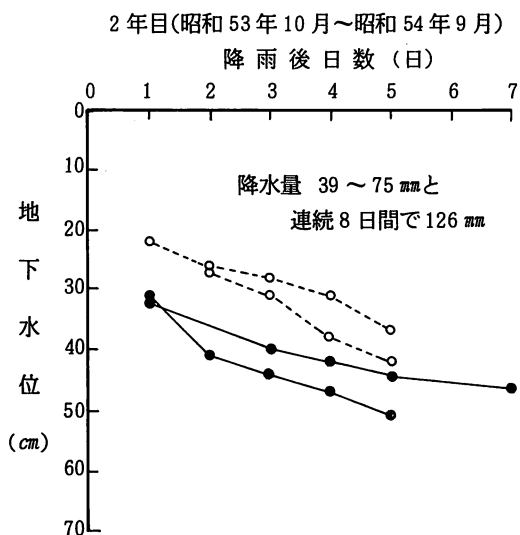
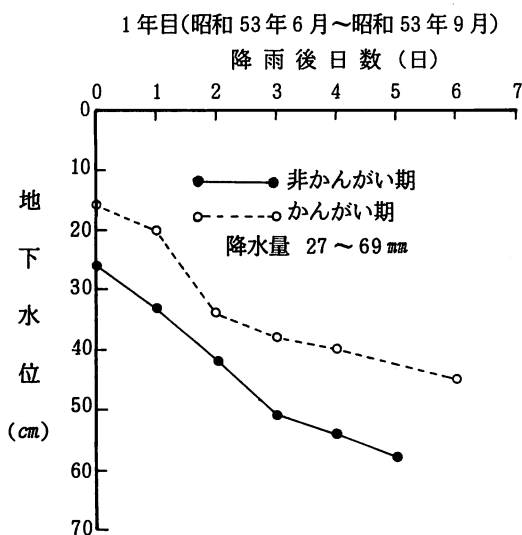
(4) 下館市落合(厚層腐植質多湿黒ボク土)

① 地下水位および土壤水分の動き

地下水位と土壤水分については、暗渠施工後2作目の大豆から調査した。弾丸暗渠2 m区の常時地下水位は、かんがい期が30～50 cm, 非かんがい期は40～60 cmの

範囲でやや高く経過した。これに対し下流の弾丸暗渠無施工区はかんがい期40～70 cm, 非かんがい期50～80 cmと2 m区より10～20 cm低かった。このような結果は調査した4年間にわたってほぼ同様な傾向であった。

弾丸暗渠2 m区における降雨後の地下水位の動きは第25図に示したとおりである。かんがい期では降雨により地下水位は15 cmまで上昇し、降雨後2～3日で30～40 cmに低下した。非かんがい期では降雨後の上昇も25 cmと低く、また降雨後2～3日の地下水位も40～50 cmと



第25図 降雨後における地下水位の低下(弾丸暗渠間隔2 m) 下館

低くかった。

2年目以降のかんがい期における地下水位は、降雨後2～3日で30cm程度になり、その低下速度がやや遅くなった。弾丸暗渠無施工区のかんがい期における降雨後の地下水位は、降雨後2～3日で35～50cmと弾丸暗渠2m区より10cm程度低くなった。しかし、非かんがい期では弾丸暗渠2m区と大差なく、この傾向は大雨や長雨のときを除いて4年間ともほぼ同じであった。

昭和54年9月の長雨や昭和55年7月のような多雨直後の地下水位は第26図に示したように、無施工区での上昇が大きく、降雨後の地下水位の低下が遅延する場合もみられた。

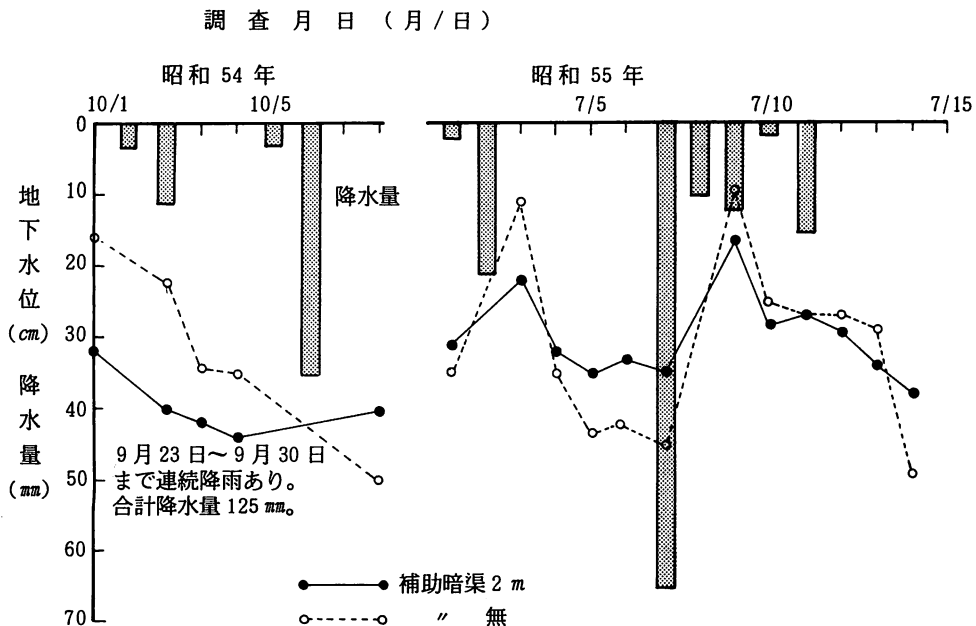
大豆作における4年間の作土層の土壌水分はほとんどpF 1.0～2.0の範囲にあり、弾丸暗渠2m区と無施工区の差はなかった。しかし、6～7月の地下30cmでの土壌水分は区間に差があり、4年間とも無施工区ではpF 1.0～1.5程度で推移したが、2m区ではpFが上昇せず、地下水位の高いことが認められた。

降雨後における作土層の土壌水分は第27図に示したように降雨後1～2日でpF 1.0、2～3日でpF 1.5以上となった。この傾向は弾丸暗渠2m区、無施工区ともほぼ同様であった。

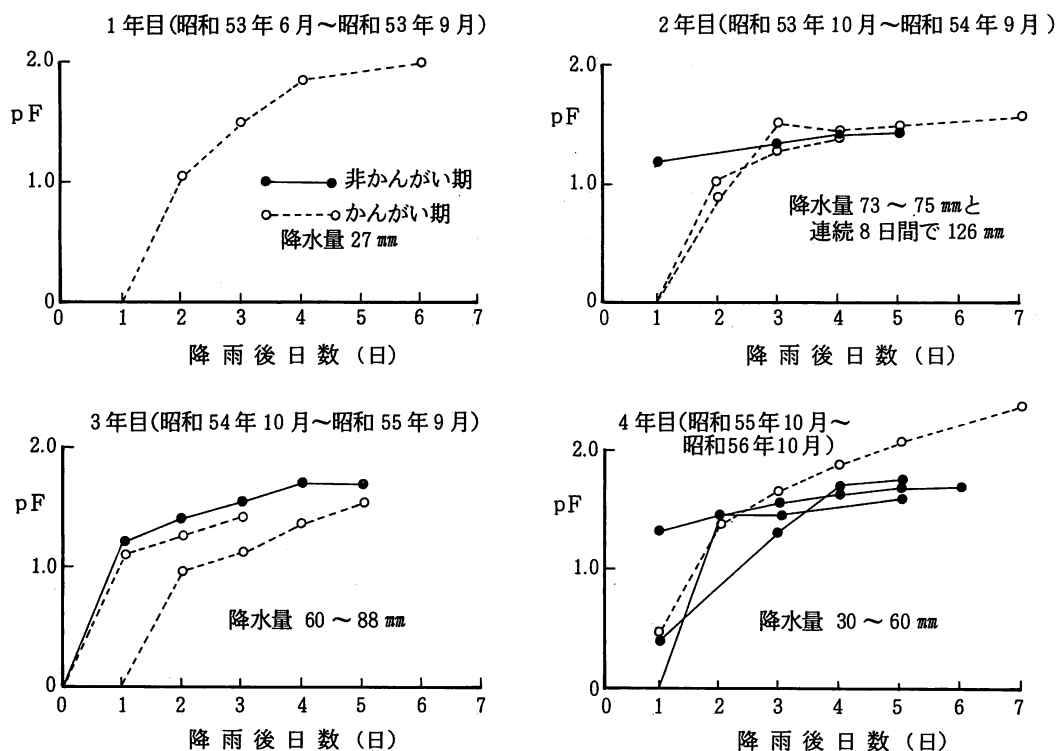
昭和53年に隣接田からの影響を調査した結果を第28図に示した。降雨の少なかった6月中旬の地下水位についてみると、畦畔から0.5mの位置では10～20cm、1.5mと2.5mの位置では20～30cm、3.5m離れた本暗渠側近部では40～50cmであった。このことから、この圃場では少なくとも隣接田際の本暗渠までは、浸透水の影響を受けていると推察される。しかし、隣接田の畦畔どいに作付けされた大豆には湿害の様相が認められなかった。

② 土壌物理性および透水性の変化

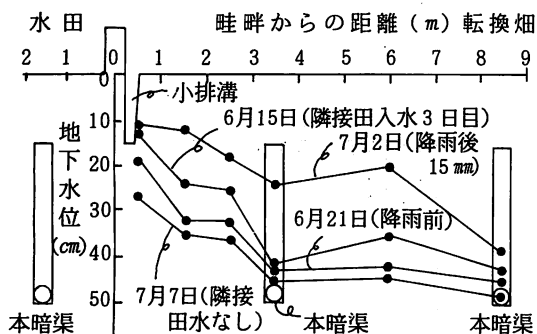
砕土率の変化を第27表に示した。転換1作目から3作目までは徐々に向上したが、4作目以降の砕土率は3作目とほとんど同じで90%前後であった。弾丸暗渠の施工間隔と砕土率の関係についてみると、2m区より無施工区の砕土率がやや高い傾向にあったが、これは地形的



第26図 多降雨時・長雨時における地下水位の動き



第27図 降雨後における作土層のpFの上昇(弾丸暗渠間隔2m) 下館



第28図 隣接水田からの影響(昭和53年)

第27表 砕土率(2cm以下の土塊)の変化(下館)

経過年数	冬作(麦)	夏作(大豆)
1年目	① 57.0*	② 72.9
2年目	③ 85.4	④ 87.6
3年目	⑤ 91.2	⑥ 79.0
4年目	⑦ 91.5	—

注) ロータリ耕2回後。\*印は2年目の隣接水田の結果。○内数字は作付回数を示す。

な差によるためと考える。

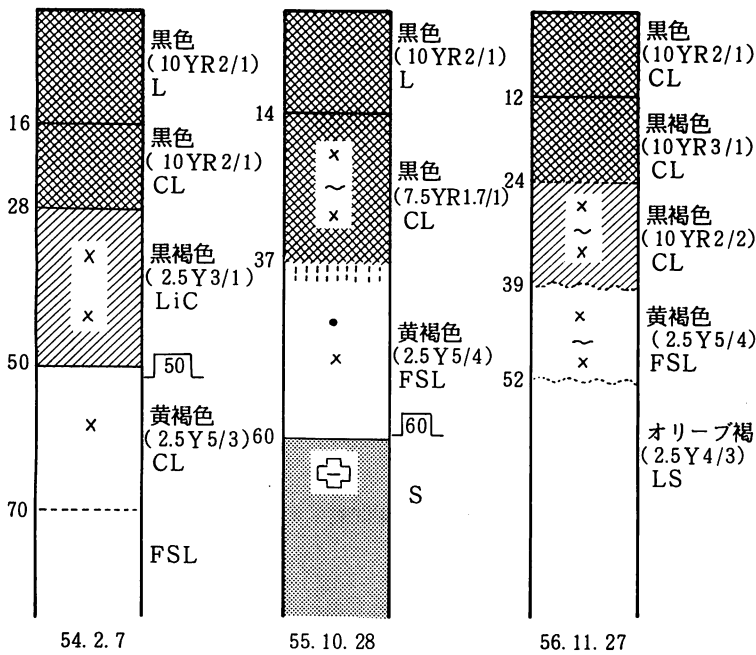
転換後における土壌断面、土壌物理性、圃場透水性の変化を第29図と第28、29表に示したが、いずれも調査地点間のバラ付きの影響があって、経年的および弾丸暗渠の有無、隣接水田との差異については明らかでなかった。

転換4年後に白色ペイントを流入して土壌亀裂を調査した結果を第30図に示した。ペイントは全層にわたり斑

点状となってみられ、下層の透水良好な砂質層までおよんでいた。また、作土層の下は小さな膜状にペイントが流れており、耕盤に亀裂が発生していることが認められた。弾丸暗渠付近でも同様の発生がみられたが、渠孔へのペイント流入はみられず、この傾向は前年秋に調査した結果とほぼ一致した。

弾丸暗渠の渠孔の変化は第31図に示したように、施工後1年で60%、2年半で45%、3年半で36%と経年

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果



第 29 図 土壤断面図の変化(下館)

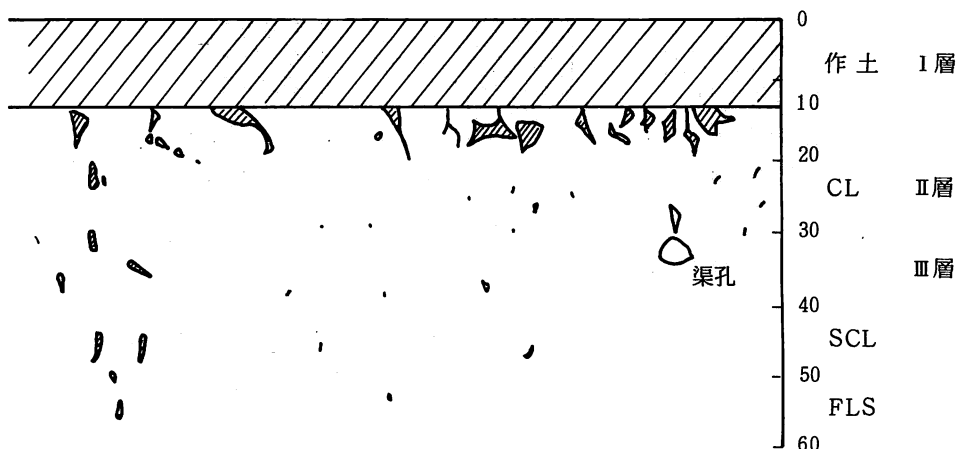
第 28 表 土壤物理性

(下館)

調査時期 (年・月)	層位	深さ (cm)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	粗孔隙 (pF1.5) (%)	仮比重	飽和透水係数 (cm/sec)	ち密度 (mm)
			気相	液相	固相					
53. 11	I	10 ~ 15	30.7	44.7	24.6	75.4	-	0.711	-	13
	II	20 ~ 25	2.6	54.4	43.0	57.0	-	1.096	$2.0 \times 10^{-4}$	20
	III	30 ~ 35	0.2	63.2	36.6	63.4	-	0.968	$3.8 \times 10^{-4}$	13
54. 11	I	5 ~ 10	35.9	37.8	26.3	73.7	30.6	0.961	-	-
	II	20 ~ 25	2.3	64.6	33.1	66.9	2.1	0.870	$3.0 \times 10^{-5}$	-
	III	30 ~ 35	3.2	66.2	30.6	69.4	2.5	0.810	$1.7 \times 10^{-4}$	-
55. 10	I	5 ~ 10	24.3	44.5	31.2	68.8	21.8	0.805	-	-
	II	20 ~ 25	2.0	65.1	32.9	67.1	1.9	0.882	$2.7 \times 10^{-6}$	16
	III	30 ~ 35	3.5	64.9	31.6	68.4	3.4	0.861	$2.9 \times 10^{-4}$	17
56. 11	I	5 ~ 10	19.8	48.5	31.7	68.3	16.8	0.861	-	-
	II	20 ~ 25	2.9	61.0	36.1	63.9	2.3	0.952	$4.2 \times 10^{-5}$	21
	III	30 ~ 35	3.2	68.0	28.8	71.2	2.9	0.768	$1.3 \times 10^{-3}$	16
56. 11 (弾丸暗無)	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	20 ~ 25	3.0	64.4	32.6	67.4	1.8	0.830	$1.5 \times 10^{-4}$	21
	III	30 ~ 35	3.4	73.0	23.6	76.4	3.8	0.576	$1.8 \times 10^{-3}$	12
56. 11 (隣接水田)	I	5 ~ 10	10.5	59.3	30.2	69.8	9.1	0.778	-	-
	II	20 ~ 25	4.0	61.7	34.3	65.7	3.0	0.887	$1.2 \times 10^{-4}$	20
	III	30 ~ 35	3.9	63.1	33.0	67.0	3.2	0.879	$9.0 \times 10^{-4}$	15

注) 1 飽和透水係数の測定法: 定水位法

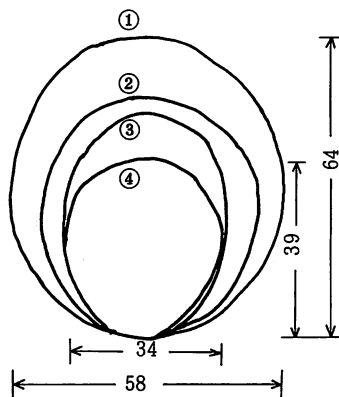
2 調査地点は弾丸暗渠 2 m 区



第30図 亀裂の発生状態…弾丸暗渠間隔2m (昭和56年11月27日)

第29表 圃場透水性

調査時期 (年・月)	調査地点	30分間 浸入量 (mm)	積算浸入量 (mm)
54.11	弾丸暗渠 2m	4	0.32 T <sup>0.95</sup>
	無	8	0.83 T <sup>0.68</sup>
	隣接水田	3	0.10 T <sup>1.00</sup>
55.10	弾丸暗渠 2m	3	0.95 T <sup>0.32</sup>
	無	3	0.61 T <sup>0.46</sup>
	隣接水田	2	0.33 T <sup>0.58</sup>
56.11	弾丸暗渠 2m	5	1.27 T <sup>0.42</sup>
	無	9	2.98 T <sup>0.33</sup>
	本暗渠直上部	76	5.00 T <sup>0.80</sup>
	隣接水田	7	5.65 T <sup>0.69</sup>



第31図 弾丸暗渠の渠孔の変化(下館)

注) 1 単位 mm  
 2 調査時間 ① 昭和53年6月(施工直後)  
 ② " 54 " 6 "  
 ③ " 55 " 10 "  
 ④ " 56 " 11 "

的に断面積が小さくなった。しかし、渠孔には泥土の堆積もほとんどみられず、本暗渠への通水は良好であった。

③ 大豆、麦の生育収量

大豆、麦の生育収量は第30, 31表に示したとおりである。

大豆の生育については、4カ年も安定しており、湿害の様相は認められなかった。収量についてみると、初年目は30 kg/aと多収であったが、連作に伴って分枝数や主茎節数が減少し、収量も低下した。この傾向は弾丸暗渠2m区、無施工区とも同様であった。また、弾丸暗

渠の有無による生育収量差はほとんど認められなかった。

麦の生育は調査した2年目、3年目とも良好で、収量は50 kg/a以上あったが、4年目には縞萎縮病が発生した。弾丸暗渠の有無による生育収量差は認められなかった。

④ まとめ

厚層腐植質多湿黒ボク土に本暗渠を5m間隔、弾丸暗渠を2m間隔に施工した。その結果、かんがい期においては常時地下水位が30~50cmと高く、降雨後の地下水位の低下もやや緩慢であった。しかし作土層における降雨後



転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

第 30 表 大豆の生育収量

年度	品種	播種期 (月・日)	弾丸 暗渠	主茎長 (cm)	分枝数 (本/本)	主莖節数 (節/本)	子実重 (kg/a)
53	農林 2号	6. 12	2 m	63.4	5.4	15.1	29.9
			無	66.5	4.9	15.0	32.0
54	農林 2号	6. 5	2 m	68.9	3.5	14.3	28.4
			無	66.9	4.3	14.6	29.6
55	農林 2号	6. 13	2 m	63.3	3.9	13.6	23.9
			無	64.8	4.0	13.6	24.3
56	農林 2号	6. 17	2 m	64.4	3.3	13.5	24.3
			エンレイ	6. 17	2 m	64.1	4.5
			無	61.0	3.8	12.6	33.7

注) 栽植密度 60 cm×10～14 cm 施肥量 N 0.3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.2, K<sub>2</sub>O 1.2, 病害虫防除 5 回

第 31 表 麦の生育収量

年度	弾丸暗渠	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/a)
54	2 m	77.6	3.5	557	54.2
	無	79.5	3.6	632	53.8
	水田跡	79.0	3.3	632	56.8
55	2 m	83.4	3.2	624	54.4
	無	90.2	3.5	640	58.3
	水田跡	81.5	3.6	559	51.3
56	2 m	61.0	3.0	584	49.4
	無	63.3	3.2	684	48.1

注) 1 水田跡は転換畑と同時に本暗渠を施工。  
2 昭和 53 年度の収量は 400 kg であった。  
3 昭和 56 年度は縞萎縮病が発生したので、収量調査は生育良好なところで行った。  
4 品種 カシムギ, 条間 25 cm のドリル播, 播種期 10 月 29 日～11 月 7 日, 播種量 1.0 kg/a, 施肥量 N 0.8～1.2 kg/a

の pF の上昇や非かんがい期における降雨後の地下水位の低下は速かった。

土壌の変化についてみると、経年的な差は明らかでなかったが、耕盤に細かい亀裂の発生がみられ、畑地化が進んでいることを示していた。

麦、大豆の生育は転換当初から湿害の様相もなく良好で、麦、大豆とも高い収量が得られた。しかし、3～4 年目において麦では縞萎縮病の発生が、大豆では連作による収量の低下がみられた。

(5) 河内村手栗(泥炭土)

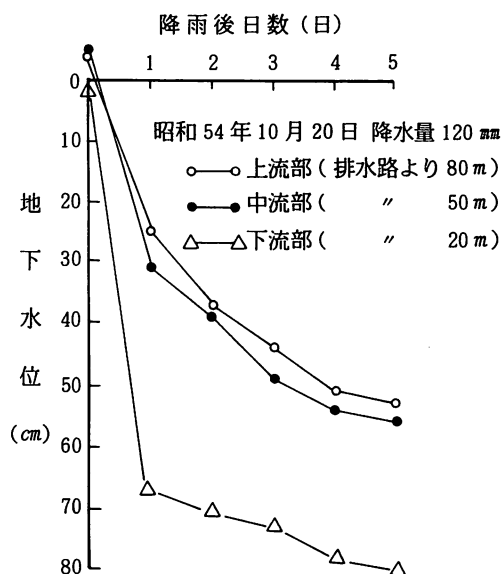
① 地下水位および土壌水分の動き

i 昭和 54 年

前年の秋(10月)に暗渠を施工し、麦を作付けした後

の 2 作目の大豆から調査した。降雨後を除いた大豆栽培期間中における常時地下水位は 60 cm 以下、作土層の土壌水分 pF1.5～2.5, 地下 30 cm の土壌水分 pF 1.5～2.0 の範囲で経過した。

降雨後における地下水位の低下は第 32 図に示したように速やかで、120 mm/日の降雨でも 2 日後には 40 cm 程



第 32 図 降雨後における地下水位の動き(河内村)

注) 本暗渠と本暗渠の中間部

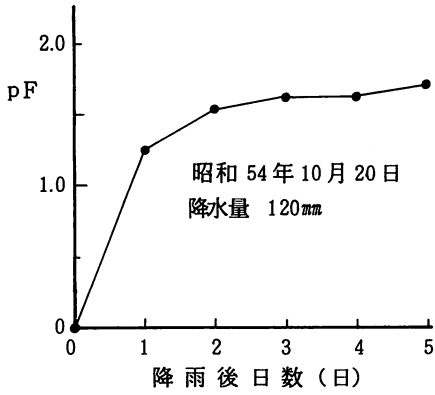
度に低下した。これを本暗渠の上流部(農道側)と下流部(排水路側)とみると下流部が最も速く、次いで中流部、上流部の順に低下したが、中流部と上流部の差は小さかった。また、本暗渠の側近部と中間部の比較では上流部と中流部では側近部の地下水位の低下が速く、下流部では両者の間に差が認められなかった。

降雨後における作土層の土壌水分は第 33 図に示したように降雨後 2 日で pF 1.5 以上となった。

ii 昭和 55 年

圃場を替え転換 1 年目(暗渠施工後水稻と麦を作付)の麦作跡の大豆作で検討した。

昭和 55 年は前年に比べ降雨日、降雨量とも多かった。しかし、降雨後の地下水位の低下と作土層の pF の上昇は前年と同様速やかであり、常時地下水位も 60 cm 以下



第33図 降雨後における作土層のpFの上昇(作土層)

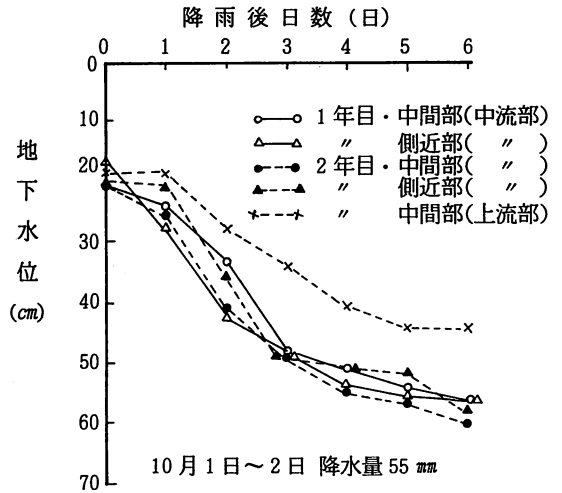
で前年と差がなかった。

隣接田からの浸入水の影響を調査した結果を第34図に示した。泥炭土では隣接田が湛水していると泥炭層を通しての影響が大きく、地下浸水は隣接田側の本暗渠を越えて圃場の内部までおよぶことが認められた。

iii 昭和56年

昭和55年に続いて転換をした転換2年目の圃場とその圃場に隣接し暗渠施工後水稻を2年作付けした後の転換1年目の圃場の2か所で調査した。

10月上旬における55mm降雨後の地下水位の動きを第35図に示した。1年目圃場の中間部の地下水位は降雨



第35図 転換年数と降雨後の地下水位の動き(昭56年)

後2日で33cmに低下したが、側近部の42cmより遅かった。しかし、転換2年目圃場では中間部と側近部の低下速度に差がなく、圃場の半分程度まで下層の土壌が乾燥していることをうかがわせた。

② 麦, 大豆の生育収量

i 麦

昭和54年産麦の生育は良好で、収量は48.8kg/aと高かった。

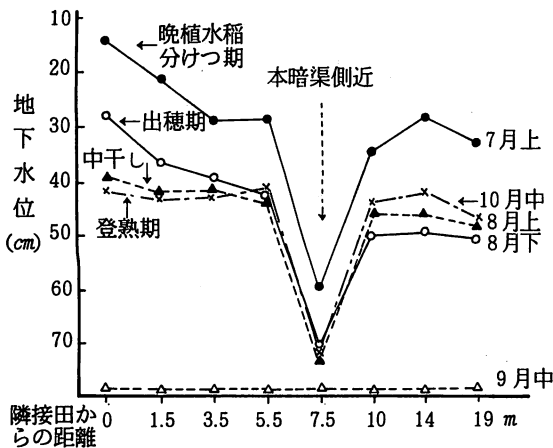
ii 大豆

大豆の生育収量調査の結果を第32表に示した。3年間とも水稻一麦作付け後における大豆作である。いずれも湿害の発生はみられず、生育は良好で収量も高かった。また、大豆の生育を転換1年目と2年目で比較すると、2年目がやや旺盛であったが、収量では差がなかった。

第32表 大豆の生育収量

年度	転換年数	品 種	主茎長 (cm)	分枝数 (本/本)	主茎節数 (節/本)	子実重 (kg/a)
54	1年	農林2号	70.2	3.1	13.2	28.5
55	1年	納豆小粒	66.9	7.4	16.3	24.4
56	1年	エンレイ	48.9	4.9	13.1	32.3
	2年	エンレイ	51.3	4.6	13.4	32.0

注) 栽植機式 60cm×7~10cm(昭54, 55), 60×15cm(昭56), 播種期6月25日, 施肥量 N 0.3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.2 K<sub>2</sub>O 0.12, 病害虫防除4~5回



第34図 時期別隣接田からの距離と地下水位との関係

注) 地下水位は旬別平均値でしめた。

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

③ 土壌の物理性

大豆播種前に転換1年目と2年目の圃場においてロータリ耕2回後の砕土率を調査したところ、砕土率は1年目が82%、2年目が94%と高かった。

④ まとめ

ブロック排水により排水路の水位を80cm以下保っている泥炭土の転換畑では、常時地下水位は60cm以下で、降雨後3日の地下水位も40cm以下、作土層のpFも降雨後2日目には1.5以上となり、作付けされた麦、大豆の生育収量も良好で、暗渠施工の効果の高いことが認められた。

(6) 内原町五平(腐植質黒ボクグライ土)

① 地下水位および土壌水分の動き

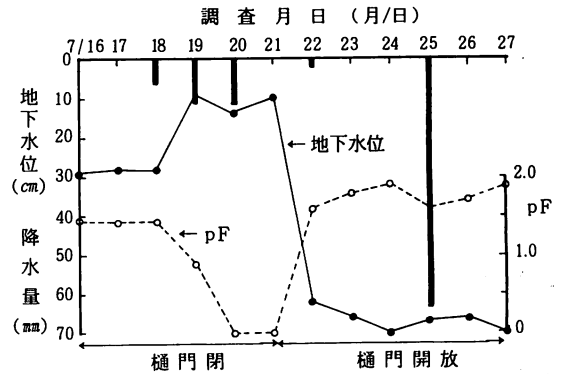
この地区では集団転作を行っているが、涸沼前川に排水される樋門の近くには水稻が作付けされている。水稻の用水確保や漏水防止のため樋門を閉じるので、6月始から8月上旬までの地下水位は10~30cmと高く経過した。それ以外の時期は多降雨のときを除いて80cm以下であった。

降水量が40~50mm/日以上になると涸沼川の水位が上昇し、自然開閉式樋門が閉じて、川の水位が低下する

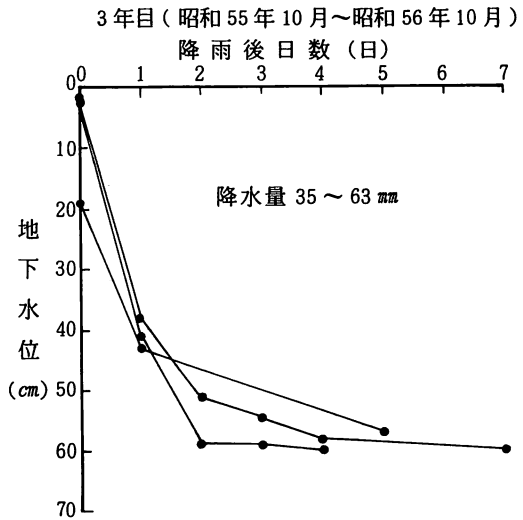
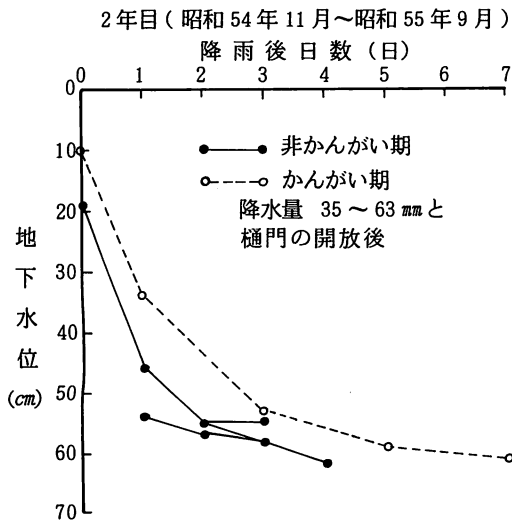
まで転換畑は湿潤状態であった。この状態は40~50mm/日の降雨で約1日、80mm/日で3~4日続いた。

しかし、樋門が開放された状態での降雨後における地下水位の低下は第36図と37図に示したように速やかで、2日後には50cm以下となった。

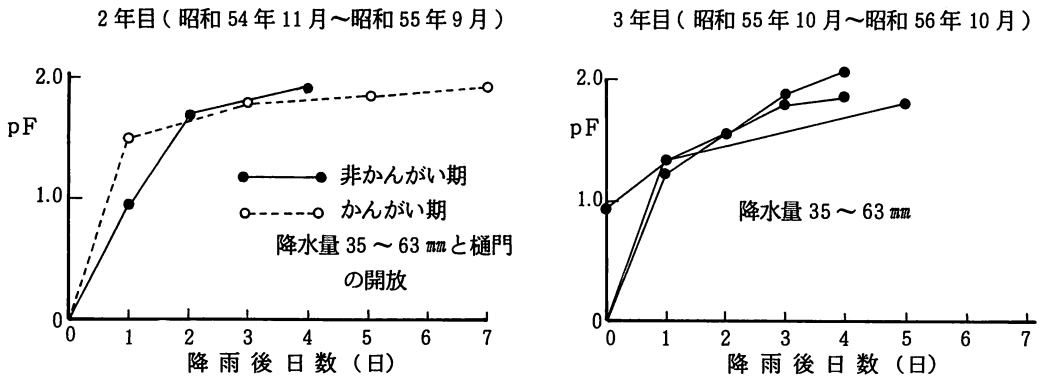
作土層の土壌水分は地下水位が高い6月~8月上旬まではpF 1.0~1.5、それ以外はpF 1.5~2.0で推移した。降雨後における作土層の土壌水分は第38図に示したように、降雨後1~2日でpF 1.5以上となった。また地下



第36図 樋門の開閉と地下水位、pFの動き (昭和54年、1年目)



第37図 降雨後における地下水位の低下(内原)



第38図 降雨後におけるpFの上昇(作土層) 内原

30 cmの土壤水分も降雨後2～3日でpF 1.5程度となった。

以上の結果は調査した3カ年とも同様であった。

② 土壤物理性および透水性の変化

プラウ耕-ロータリ砕土2回後と翌年のロータリ耕2回後の砕土率はいずれも65%程度で差がなかった。

3カ年の土壤物理性および圃場透水性の調査結果を第33, 34表に示した。土壤物理性および圃場透水性、土壤硬度などは年次によって若干の差はみられるが一定の傾向がなく、経年的な変化は明らかでなかった。

③ 麦の生育収量

麦はカシマムギを全面全層播で栽培した。昭和55と

第33表 土壤物理性 (内原)

調査時期 (年・月)	層位	深さ (cm)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	粗孔率 (pF 1.5)(%)	仮比重 (%)	ち密度 (mm)	飽和透水係数 (cm/sec)
			気相	液相	固相					
54. 7	I	10～15	11.9	64.1	24.0	76.0	11.6	0.578	8	-
	II	20～25	9.3	65.6	25.1	74.9	8.8	0.578	13	$8.5 \times 10^{-4}$
	III	30～35	0.8	60.3	38.9	61.1	0.4	0.977	19	$1.3 \times 10^{-4}$
55. 11	I	5～10	43.7	38.4	17.9	82.1	37.8	0.503	-	-
	II	20～25	3.0	64.8	32.2	67.8	2.4	0.814	15	$1.3 \times 10^{-3}$
	III	40～45	2.5	55.3	42.2	57.8	2.8	1.138	12	$5.1 \times 10^{-3}$
56. 11	I	5～10	4.7	68.6	26.7	73.3	3.5	0.681	10	-
	II	15～20	3.7	68.9	27.4	72.6	2.6	0.680	16	$1.8 \times 10^{-5}$
	III	25～30	3.3	64.6	32.1	67.9	2.4	0.802	17	$1.0 \times 10^{-4}$
	IV	38～43	3.1	61.1	35.8	64.2	3.1	0.939	17	$3.8 \times 10^{-4}$

第34表 圃場透水性

調査月日 (年・月・日)	調査地点	30分間浸入量 (mm)	積算浸入量 $D = CT^n$ (mm)
54. 11	本暗渠中間部	16	$1.18 T^{0.76}$
55. 11	本暗渠中間部	23	$1.26 T^{0.85}$
	直上部	23	$1.17 T^{0.87}$
56. 11	本暗渠中間部	10	$0.90 T^{0.91}$
	直上部	3	$0.99 T^{0.31}$

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

56年とも生育は良好で、平均 50 kg/a と安定した収量が得られた。

④ まとめ

酒沼前川の樋門が開放された状態では降雨後の地下水位の低下や土壌 pF の上昇は速やかで、常時地下水位も 80 cm 以下、作土層の土壌水分も pF 1.5 ~ 2.0 と低かった。

しかし、集団転作内の水田によって樋門が閉じられたり、あるいは 40 ~ 50 mm 以上の降雨によって酒沼前川の水位が上昇すると転換畑の地下水位や土壌水分が上昇し、作物が湿害を受けた。

2 転換畑における土壌化学性の変化

水田を畑地化すると土壌が乾燥して土壌養分の富化と

消耗が急激に進行するといわれているので、<sup>18)</sup> 転換に伴う土壌の化学性の変化を明らかにしようとした。

1) 試験方法

前述の土壌統群別営農排水施工の効果のみた竜ヶ崎、常陸太田、下館と常陸太田市谷河原(以下谷河原と記述する。細粒灰色低地土灰色系・佐賀統)の土壌で検討した。転換4年後の土壌と隣接する水田土壌を採取し、pH、T-C、T-N、Trough P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、置換性塩基類などを分析し、転換に伴う土壌の化学性の変化を調査した。

また、転換後のN発現量を推測するため、転換年数の異なる常陸太田、下館の大豆作跡地の土壌を用いて30℃の湛水培養(インキュベート)を4週間行なった。

第35表 転換4年後における土壌の化学性

試験地・区別	層位	pH		T-C	T-N	Trough P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg	置換性 mg			CEC ml	
		H <sub>2</sub> O	Kcl	%	%		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
常陸太田	転換畑	1	7.6	6.5	3.42	0.29	41.1	619	97.8	53.2	22.0
		2	7.2	5.9	2.41	0.19	3.6	526	115.5	17.6	20.1
		3	7.1	5.9	1.30	0.08	0.8	499	180.4	16.1	-
常陸太田	隣接水田	1	5.9	4.7	3.74	0.33	7.2	335	79.4	21.8	20.8
		2	7.3	5.9	1.52	0.12	0.9	404	117.1	54.2	20.4
	麦稈持出し	1	7.5	6.5	3.47	0.31	48.8	614	85.8	44.8	-
竜ヶ崎	転換畑	1	8.3	7.4	1.26	0.11	43.3	260	49.3	36.1	10.5
		2	7.3	5.9	1.19	0.10	8.3	164	30.7	8.3	10.9
		3	6.3	5.0	0.76	0.05	2.6	211	48.2	7.6	-
竜ヶ崎	隣接水田	1	7.4	6.2	1.17	0.10	13.3	158	26.5	20.3	10.7
		2	5.6	7.0	1.04	0.09	11.0	192	42.5	15.4	-
下館	転換畑	(転換4年) 1	6.9	5.9	4.64	0.32	43.2	419	95.0	40.7	23.1
		( " ) 2	6.7	5.5	4.75	0.26	1.1	298	70.3	12.8	22.1
		(転換2年) 1	6.6	5.6	4.72	0.36	49.3	407	85.0	60.8	-
		(転換1年) 1	6.2	5.1	4.89	0.37	42.2	338	55.4	52.8	23.5
下館	隣接水田	1	6.1	5.0	5.07	0.39	28.0	279	40.1	32.3	22.7
		2	6.8	5.6	4.28	0.32	9.7	321	63.2	14.9	19.8
谷河原	転換畑	1	6.9	5.6	3.15	0.26	20.0	408	70.6	43.0	-
		2	6.5	5.3	2.45	0.20	2.4	413	64.0	14.4	-
	隣接水田	1	6.1	4.9	2.71	0.22	6.6	318	53.5	31.2	-
		2	6.4	5.1	2.65	0.20	4.8	395	55.2	13.4	-

注) 1 谷河原は常陸太田市谷河原である。

2 常陸太田、下館、竜ヶ崎は転換4年後、谷河原は転換3年後の土壌である。

なお各試験地の栽培条件は麦-大豆の作付けで、麦からは下館を除き全量すき込み、大豆の茎は圃場外に搬出した。

2) 試験結果

跡地土壌の化学性を分析した結果は第35表に示すとおりである。全試験地とも転換4年後の土壌のpHとTrough-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、置換性塩基類は隣接水田土壌に比べ増加していた。T-CとT-Nについては常陸太田と下館で減少し、竜ヶ崎と谷河原で増加していた。谷河原では牛糞推肥の施用の影響と推察される。

麦わらすき込みの有無では、麦わらの3年施用によりT-CとT-Nがやや増加していた。

また、下館においては、転換年数が多くなるほどT-CとT-Nが減少し、pHが高くなり置換性塩基類は増加する傾向が認められた。

転換年数と湛水培養NH<sub>4</sub>-N生成量の関係は第39図に示すとおりである。常陸太田は転換1~2年目ではや

や増加したが、3年目においては水田とほぼ同じとなり、4年目では減少した。これに対し、下館は転換年数が増加するにしたがってほぼ直線的に減少した。常陸太田と下館の湛水培養NH<sub>4</sub>-N生成量の傾向が異なるのは麦わらのすき込みの有無も影響するであろうが、土壌の違いによる差が大きいものと考えられる。

以上のように、麦-ダイズ作付けの転換畑における4年後の土壌の化学性の変化は隣接水田に比べT-CやT-Nが減少し、pHが高く、Trough-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>および置換性塩基類は増加した。また土壌Nの発現は土壌によって異なり、細粒灰色低地土では1~2年目は水田土壌よりやや増加するが、3年目は水田土壌と同じ、4年目は減少した。これに対し、多湿黒ボク土では1年目から減少することが認められた。

3 暗渠疎水材としての芻がらの耐用性

暗渠疎水材としては芻がらの利用が一般的である。しかし、芻がらは有機物のため年々腐敗が進み疎水材としての働きが低下すると考えられるので、芻がらの暗渠疎水材としての耐用年数をみようとした。

1) 試験方法

(1) 調査場所

暗渠施工後3~5年経過した転換畑4カ所と稲-麦作付けの二毛作田3カ所を調査した。調査場所の土壌などは第36表に示すとおりである。

(2) 調査方法

① 観察による芻がらの状態：掘削して芻がらの沈下の程度と腐敗の状態を観察した。

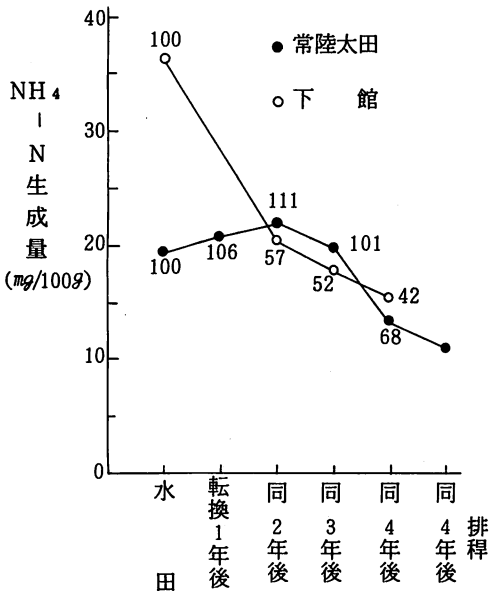
② 泥土混入率：次式により泥土混入率を算出した。

$$\frac{\text{採取した自然の芻がらの乾燥重量} - 0.5\text{mm篩残留の芻がら乾燥重量}}{\text{採取した自然の芻がらの乾燥重量}} \times 100$$

③ アルカリ分解率：試料を約40gとり、0.5mm篩で水洗いして乾燥し、NaOHの10%溶液にて24時間浸漬した後乾燥させ0.5mm篩を通過した量をアルカリ分解率とした。

④ C/N比：0.5mm篩で水洗いしたものを、CはCNコーダ法、Nはケルダール蒸留法にて分析し、算出した。

⑤ 転圧による容積の変化：転圧は溝長200mm、幅50



第39図 転換年数とたん水培養NH<sub>4</sub>-N生成量(風乾土)

注) 転換4年後排稈は麦稈を4年間持出した区、他はすべてすき込み、下館は収穫量の1/3程度すき込み。

転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

第 36 表 調査場所と土壌型・暗渠条件

調査場所	土 壌 統 群	暗 渠 施 工 年 月	経過年数	暗 渠 間 隔 (mm)		利用区分	作 付
				本	弾 丸		
竜ヶ崎試験地	中粗粒グライ土・上兵庫統	52. 10	4	9	2	転換畑	麦-大豆
常陸太田市下河合	細粒灰色低地土灰色系・佐賀統	53. 4	3.5	8	1, 2	〃	麦-大豆
下館市落合	厚層腐植質多湿黒ボク土・深井沢統	52. 10	4	5	2, なし なし	〃 水田	麦-大豆 麦-水稻
常陸太田市谷河原	細粒灰色低地土灰色系・佐賀統	53. 10	3	10	2	転換畑 水田	麦-大豆 麦-水稻
下館市谷中	細粒灰色低地土灰色系・鴨島統	51. 10	5	10	※ 3	水田	麦-水稻

注) 弾丸暗渠の※印は靱がら弾丸。

mm, 深さ 15mmの中に風乾した試料 100 mlを带状に広げ, その上を直径 390 mm, 幅 47 mm, 重さ 23 kgの鉄製ロールを往復させた。転圧回数は 25, 50, 75, 100 回の 4 段階とし, 試料は 5 回に 1 回切返した。転圧後は試料をメスシリンダに入れ, 10 cmの高さから 10 回手のひらに落して容積を測定した。

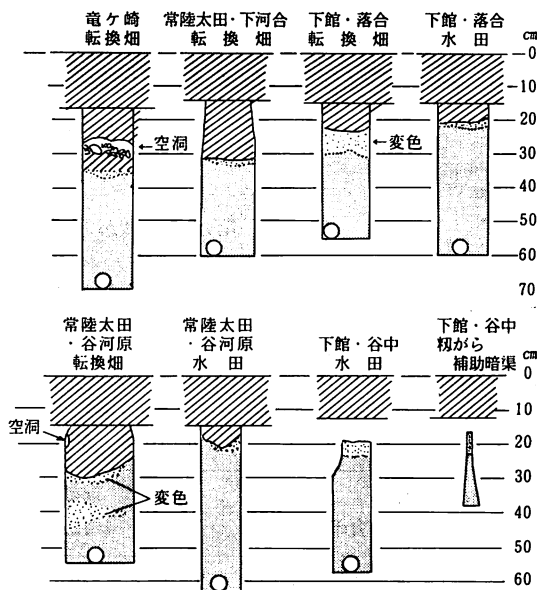
⑥ 透水係数: 直径 75 mm, 高さ 250 mmの円筒を利用した定水位透水試験器を製作し, 載荷圧力を 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 kg/cm<sup>2</sup>の 4 段階に変えて透水係数を測定した。

(3) 調査結果

① 観察による靱がらの状態

調査した本暗渠の状態は第 40 図に示すとおりである。暗渠施工時には靱がらを作土下まで充填したが, 調査時点では作土下 5~20 cmまで沈下していた。沈下の程度は水田よりも転換畑で大きく, 特に靱がらの腐敗が進んでいると観察された竜ヶ崎と常陸太田市下河合(以下常陸太田と記述する)での沈下が大きかった。また, 竜ヶ崎では靱がらの沈下によって埋戻した土壌との間に空洞がみられた。

常陸太田では第 41 図に示すように, 本暗渠と弾丸暗渠との交差部で弾丸暗渠の渠孔からの流出水によって出来たとみられるみず道があった。またこの部分は靱がらの沈下も大きく, 渠孔より 5 cm程度下まで沈下していた。観察による靱がらの腐敗の程度は水田よりも転換畑が

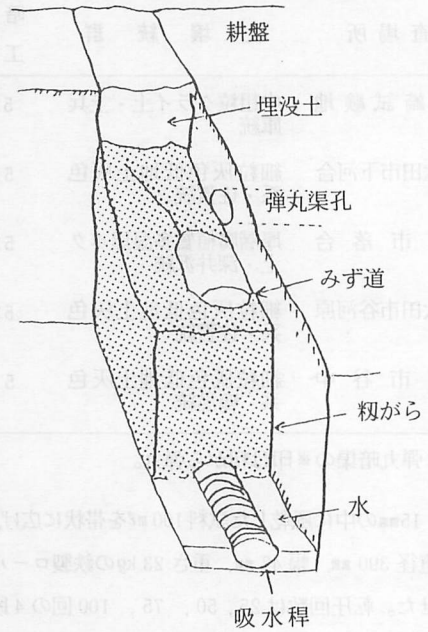


第 40 図 本暗渠の状態

進んでいた。転換畑では常陸太田の腐敗が一番進んでおり, 次で竜ヶ崎, 下館市落合(以下下館と記述する), 常陸太田市谷河原(以下谷河原と記述する)の順であったが, 下館と谷河原の差は僅少であった。

② 靱がらの理化学性的変化

靱がらへの泥土混入割合, 靱がらのアルカリ分解率と C/N比などは第 37 表に示すとおりである。



第41図 常陸太田市下河合における本暗渠の状態  
(弾丸暗渠との交差部)

第37表 糶がらの腐敗の程度と転圧による容積の変化

調査場所	区 分	泥土の混 入割合%	アルカリ 分解率%	C/N比	転圧による容積の変化 (転圧前を100 mlとする)				
					重量(g)	25回(ml)	50回(ml)	75回(ml)	100回(ml)
新材量		0	29.5	101	10.4	88	77	70	65
竜ヶ崎	転換畑	45.7	55.0	46	12.2	48	39	37	34
常陸太田	転換畑	7.5	56.2	36	8.5	42	33	30	27
下河合	弾丸暗渠交差部	27.8	72.2	27	12.5	42	33	31	29
下落館合	転換畑弾丸暗渠有	5.3	42.2	58	8.7	46	37	33	31
	〃 〃 無	5.6	52.2	33	9.2	44	36	31	28
	水田	3.0	35.1	63	7.4	65	52	46	40
常陸太田 谷河原	転換畑上層	9.7	58.6	87	13.6	50	44	40	37
	〃 下層	7.1	58.4	78	9.8	56	43	37	35
	水田上層	3.3	59.6	67	11.5	59	48	44	40
	〃 下層	3.4	65.7	86	11.0	63	53	45	42
下落館中	水田本暗渠	4.1	57.6	97	9.0	66	56	49	47
	〃 糶がら弾丸暗渠	4.2	55.1	88	8.3	68	55	49	42



泥土の混入は竜ヶ崎、常陸太田の弾丸暗渠交差部が多かった。竜ヶ崎の泥土は暗渠施工時に混入したものとみられるが、常陸太田は弾丸暗渠から泥が水と共に流出し混入したものである。転換畑と水田の比較では、下館、谷河原とも転換畑の方に泥土の混入が多かった。

アルカリ分解率は、観察において腐敗が進んでいるとみられた場所ほど多い傾向がみられた。

C/N比は常陸太田と下館の転換畑弾丸暗渠無施工が少なかった。転換畑と水田の差は下館では認められたが、谷河原では認められなかった。また、二毛作田で5年経過した下館市谷中のC/N比は他の場所より高かった。

転圧による容積の変化は転圧回数が増えるほど、また転換畑と水田では転換畑が減少した。転換畑では常陸太田が一番粉碎されやすく、続いて下館、竜ヶ崎の順であった。

初がらの透水係数は第42図に示すとおりである。新しい初がらは載荷圧力を変えても透水係数の変化はほとんどみられなかったが、他の材料は圧力を加えるほど透水係数は小さくなった。載荷圧力  $1 \text{ kg/cm}^2$  のときの透水係数は常陸太田が一番小さく、続いて竜ヶ崎、下館、谷河原の順に大きくなった。転換畑と水田では転換畑の係数が小さかった。しかし、転換畑で4年経過した初がら

でも載荷圧力  $1 \text{ kg/cm}^2$  で  $10^{-3} \text{ cm/sec}$  以上あった。

### ③ まとめ

暗渠施工後3～5年経過した麦-大豆作の転換畑と麦-水稲の二毛作水田において本暗渠の初がらの状態を調査した結果は、次のとおりである。

i 転換畑における初がらの沈下量は  $10 \sim 20 \text{ cm}$  で、水田の  $5 \sim 10 \text{ cm}$  より大きかった。

ii 初がらの腐敗は水田よりも転換畑で早く進行していた。また、暗渠を利用しての圃場排水が大きいとみられた圃場ほど腐敗が進んでいた。

iii しかし、暗渠施工4年経過した転換畑および5年経過した水田の初がらの透水性は高く維持されており、疎水材としての役目は持続していることが認められた。

## 4 陸田における透水性改善が転換作物の生育収量におよぼす影響

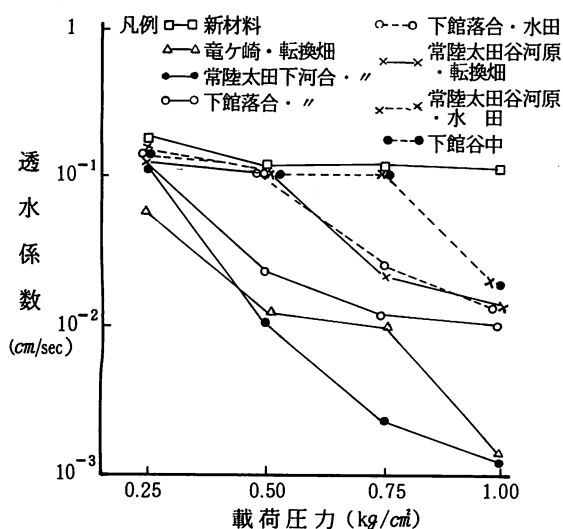
梶田ら<sup>19)</sup>によると排水のよい陸田転換畑でも作土直下の耕盤層の存在が根圏の拡大と一時的な過剰水の排除を阻害しているため、転作作物(キャベツ、ハクサイ)の安定多収をはかるためには耕盤層を破碎し、深耕することが有効であると報告している。そこで、一般畑作物(大豆、麦、落花生、ソバ)栽培でも耕盤層を破碎することによって根圏域を広げ、透水性改善をはかることが安定栽培につながると考えられるので、その効果を検討した。

### 1) 試験方法

本場の表層腐植質多湿黒ボク土(黒色火山灰土壌)の陸田において、(1)深耕ロータリ耕(耕深  $30 \text{ cm}$ )、(2)心土破碎  $50 \text{ cm}$ (深さ  $30 \text{ cm}$ 、間隔  $50 \text{ cm}$ )、(3)心土破碎  $2 \text{ m}$ (深さ  $30 \text{ cm}$ 、間隔  $2 \text{ m}$ )、(4)ブラウ耕(耕深  $28 \text{ cm}$ )と(5)ロータリ耕(耕深  $15 \text{ cm}$ ・標準区)の試験区を設けた。そして、それらの試験区に大豆、落花生、ソバ、麦を栽培し、土壌水分(pF)と生育収量を3年間にわたり比較検討した。

なお、心土破碎は振動式弾丸暗渠施工機を使用した。耕盤破碎処理の処理直後および2作目以降の耕転砕土はロータリ耕(耕深  $15 \text{ cm}$ )を行い、2作目以降は処理の持続効果を検討した。

供試作物の耕種概要は第38表に示すとおりである。



第42図 初がらの透水係数

2) 試験結果

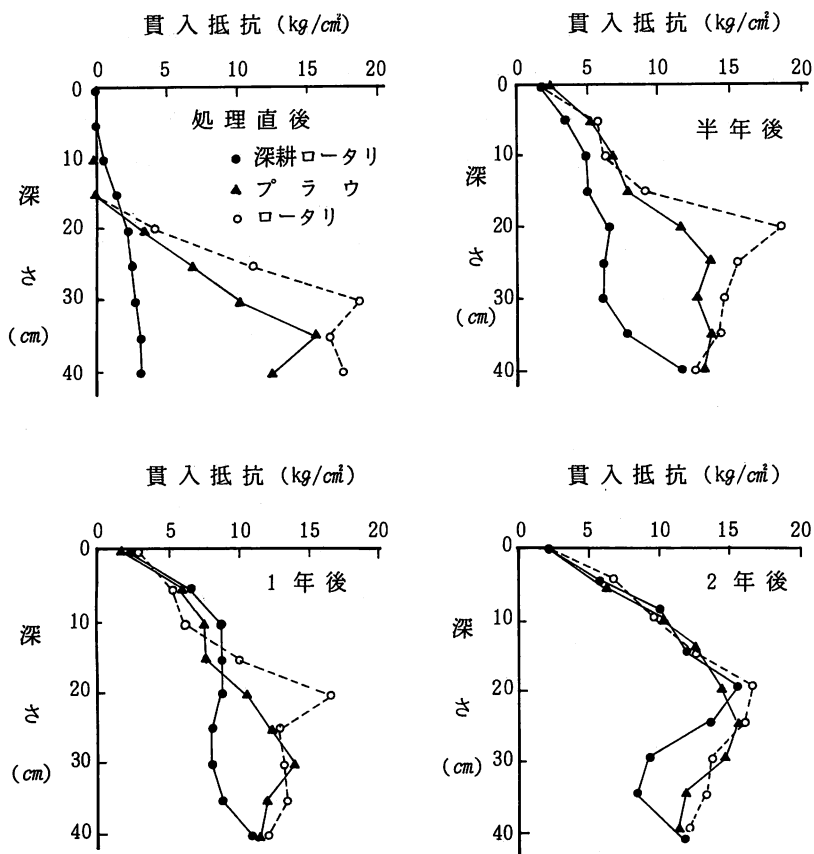
(1) 土壌硬度

深耕ロータリ耕区、プラウ耕区、ロータリ耕区における土壌硬度の変化を第43図に示した。処理直後(プラウ

耕区はロータリ耕後)の土壌硬度は、深耕ロータリ耕区では40cmまで、プラウ耕区では25cm程度まで、ロータリ耕区では20cmまでが膨軟であったが、半年後および1年後においては各区とも土壌がやや締め軟かい土層が5

第38表 供試作物の耕種概要

供試作物	大豆			落花生			ソバ			六条大麦		
品種	農林2号			サチホマレ			金砂郷存来			カシマムギ		
播種期	昭和53年6月21日			昭和53年6月22日			昭和53年8月17日			昭和53年10月31日		
	" 54 " 6月13日			" 54 " 6月15日			" 54 " "			" 54 " 10月29日		
	" 55 " 6月10日											
栽培法 (栽植密度)	60cm×10~15cm			マルチ栽培 (45+75)×27cm			条播 播間 50cm			全面全層播		
播種量(kg/a)	0.4~0.5			0.5			0.6~0.8			1.2		
施肥量(kg/a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	0.3	1.2	1.2	0.3	1.2	1.2	0.2	0.8	0.8	1.2	1.8	1.6



第43図 土壌硬度の変化

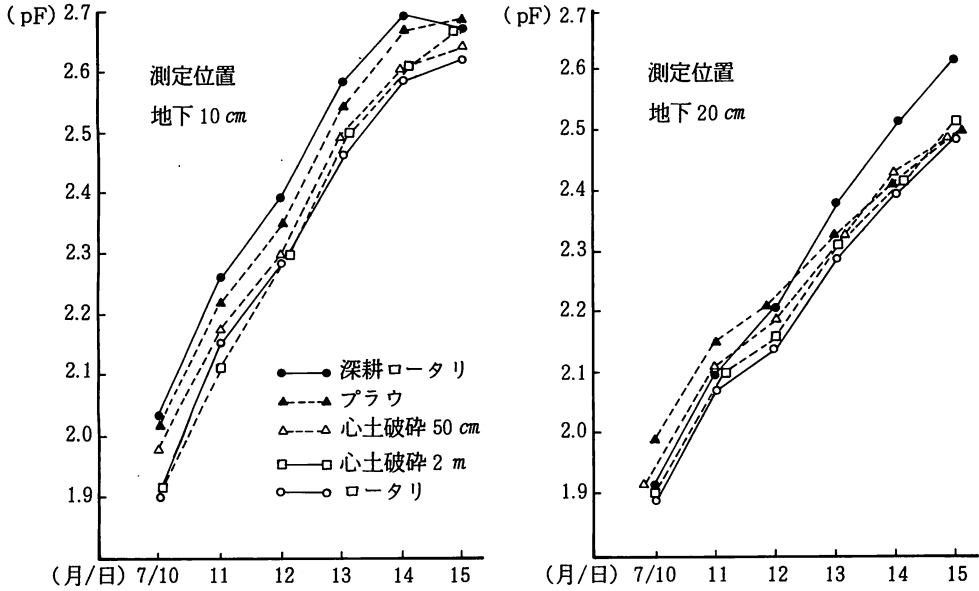
転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

cm程度浅くなった。

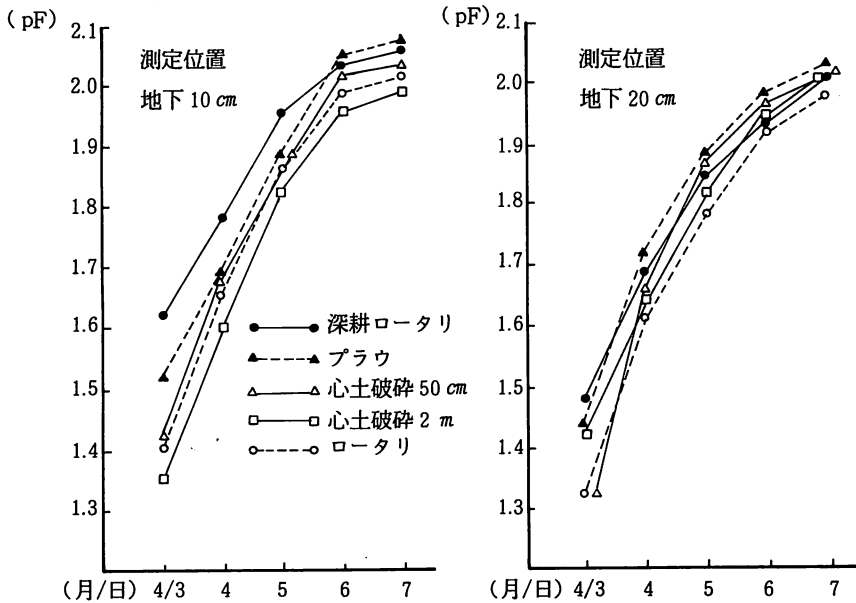
2年後では、プラウ耕区はロータリ耕区とほぼ同じ硬さになった。深耕ロータリ耕区では15~25cmの深さの位置が硬く、耕盤の形成を認めた。

(2) 土壌水分の動き

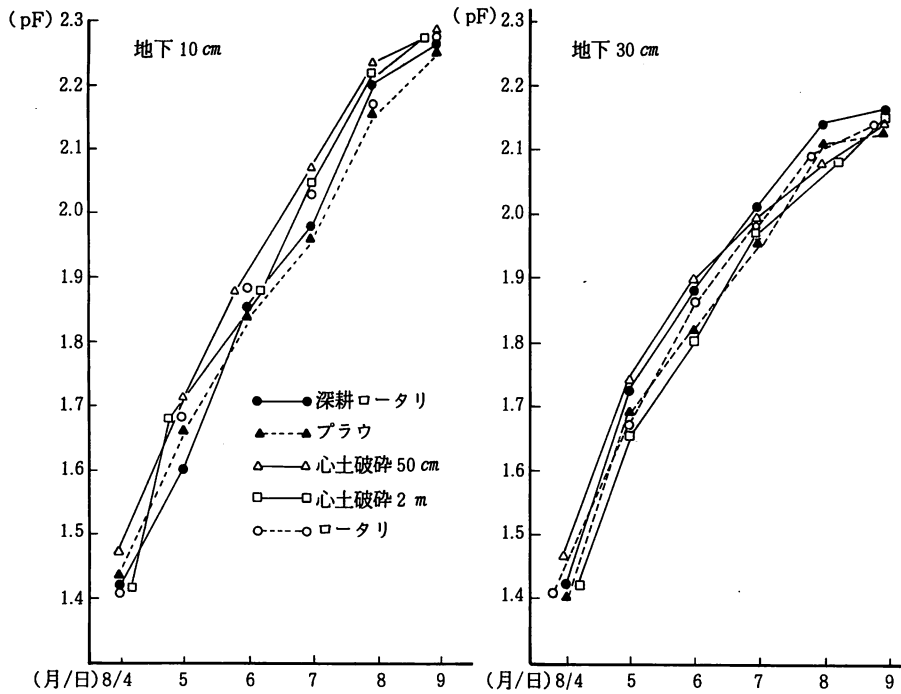
耕盤破碎処理1カ月後、1年後、2年後における土壌水分の変化をテンションメータで測定した。結果を第44、45、46図に示した。



第44図 処理1ヶ月後における降雨後のpFの上昇(注:昭和53年7月8日に20mm降雨)



第45図 処理1年後における降雨後のpFの上昇(注:昭和54年4月2日に19mm降雨)



第46図 処理2年後にける降雨降のpFの上昇(注:昭和55年8月3日に18mm降雨)

処理法別の透水性改善の効果を降雨後のpFの上昇でみると、1ヶ月目の地下10cmのpFの上昇は深耕ロータリ耕区が最も速く、次いでプラウ耕区、心土破碎50cm区、心土破碎2m区、ロータリ耕区の順であったが、心土破碎区とロータリ耕区との差は小さかった。地下20cmのpFの上昇は降雨後4日目まではプラウ耕区において速いが、その後は深耕ロータリ耕区の上昇が速くなった。他の処理間では地下10cmと同様の傾向で推移したが、処理間の差は地下10cmより小さかった。

1年後における降雨後のpFの上昇は1ヶ月目と同様な傾向であったが、その差は小さくなった。

2年目では地下10cm、地下30cmとも処理間の差は認められなかった。

(3) 作物の生育収量

① 大豆

1作目の深耕ロータリ耕区とプラウ耕区、心土破碎50cm区の草丈はロータリ耕区に比べやや低かった。また収量は第39表に示したように、1作目では早ばつを受けた深耕ロータリ耕区が減収した。これは早ばつにより

不稔莢が30%と他の区の14~15%より多かったためと考えられる。他の区は差が認められなかった。また2年目と3年目の生育収量は処理間に差がなかった。

第39表 大豆の収量

試験区	昭和53年		昭和54年		昭和55年	
	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ 比	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ 比	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ 比
1 深耕ロータリ	17.5	60	29.7	98	28.6	103
2 心破(50cm)	30.7	105	29.7	98	28.6	103
3 "(2m)	28.8	98	29.7	98	28.3	101
4 プラウ	29.0	99	30.7	101	27.8	100
5 ロータリ	29.3	100	30.4	100	27.9	100

② 落花生

1年目の地上部の生育は処理間に明らかな差異がみられないが、収量は第40表に示したように、プラウ耕区が増収し、深耕ロータリ耕区が減収した。深耕ロータリ耕区が減収したのは早ばつのため上莢歩率が低下したためである。

2年目では深耕ロータリ耕区の収量がやや高かった。

第 40 表 落花生の収量

試験区	昭和 53 年			昭和 54 年		
	莢実重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ	莢実重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ
1 深耕ロータリ	34.3	21.1	93	36.6	21.3	108
2 心破(50cm)	36.1	22.9	100	34.8	20.2	103
3 "(2m)	35.3	22.8	100	32.5	20.1	102
4 プラウ	40.5	25.6	112	34.2	20.5	104
5 ロータリ	36.6	22.8	100	34.0	19.7	100

③ ソバ

1年目における処理間の差はロータリ耕区に比べ各処理区とも稈長が短かく、株数は多くなる傾向がみられた。収量は第 41 表に示したように、深耕ロータリ耕区が多収であった。

2年目の収量は台風で倒伏し、また脱粒も多く処理間の差は明らかでなかった。

第 41 表 ソバの収量

試験区	昭和 53 年		昭和 54 年	
	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ
1 深耕ロータリ	24.6	107	7.5	95
2 心破(50cm)	24.0	105	7.7	97
3 "(2m)	23.3	102	7.3	92
4 プラウ	23.4	102	7.9	100
5 ロータリ	22.9	100	7.9	100

④ 麦

初年目、2年目の生育収量とも第 42 表に示したように処理間の差は認められなかった。

第 42 表 麦の収量

試験区	昭和 54 年		昭和 55 年	
	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ	子実重 (kg/a)	同左対 ロータリ
1 深耕ロータリ	57.7	98	46.4	100
2 心破(50cm)	56.5	96	48.6	105
3 "(2m)	58.1	99	47.9	103
4 プラウ	58.0	99	45.9	99
5 ロータリ	58.6	100	46.5	100

(4) まとめ

陸田における透水性改善の効果は深耕ロータリ耕区が最も高く、次いでプラウ耕区であった。心土破碎の効果

は 50 cm 間隔区ではやや認められるものの、2 m 間隔区ではほとんど認められなかった。

透水性改善の処理が作物に与える影響は、処理初年目のような異常な早ばつ年では透水性改善の大きい深耕ロータリ耕区で大きく減収した。しかし、2年目以降は落花生を除いて、大豆、ソバ、麦とも処理間における生育収量差はほとんどなかった。落花生は2年目の深耕ロータリ耕区で多収を示した。

土壌の硬さから処理効果の持続性をみると、深耕ロータリ耕区では処理2年後でも認められたが、プラウ耕では認められなかった。

5 考 察

1) 土壌統群別営農排水施工の効果

転換畑における水分環境は作物が正常に生育し、かつ品質と生産性の向上を目標としたもので、その主な指標<sup>1), 3), 20)</sup>と本試験の結果を第 43 表に示す。

(1) 地下水位、土壌 pF からみた暗渠の施工深さ

① 地下水位

年間を通して前記指標の降雨後 2～3 日の地下水位が 40～50 cm、常時地下水位 50～60 cm を上廻っていたのは、竜ヶ崎、下館の弾丸暗渠無区、手栗、内原であった。他の瓜連と常陸太田、下館の弾丸暗渠区の 3カ所は4年間ともこの数値を達成できなかった。この原因については、瓜連と常陸太田では①弾丸暗渠より下の透水性が悪く(透水係数  $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ )本暗渠までの横移動が行われなかった。②排水路が浅いために本暗渠の深さが上流部で 50 cm、下流部が 70 cm と浅い。③用水路からの漏水が多い、などが、また下館の弾丸暗渠区は①暗渠上流部において施工深が浅い、②用水路からの漏水が多いなどが上げられる。

一方、年間を通して指標を達成していた試験地の状態は①暗渠の施工深が上流で 60 cm～70 cm、下流で 80 cm～90 cm と深い、②排水路の水位が 80 cm 以下と低い、③透水係数が  $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{cm/sec}$  と比較的高いなどが上げられる。

暗渠の深さについて土地改良事業計画設計基準<sup>1)</sup>では「地表面から計画地下水位までの深さ + 余裕深( $\alpha$ )」とし、余裕深 $\alpha$ は圃場の地下水位の降下促進と排水改良に

第 43 表 土地改良事業計画設計基準<sup>1)</sup> および古木<sup>3)</sup>、酒井<sup>20)</sup>らの示す  
“転換畑の排水性目標値”との対比

項目	場所	基準	瓜	連	竜ヶ崎	常陸太田	下 館		河	内	内	原
							弾丸暗渠2m	弾丸暗渠無				
降雨後 2～3 日の 地下水位	かんがい期 非かんがい期	40～50 cm	27～35 38～45	45～	30～40 37～	27～38 38～52	37～50 48～62	34～48	50～			
常時地下水位 (降雨後 7 日以降)	かんがい期 非かんがい期	50～60 cm	35～ 50～	50～	37～ 45～	44～ 46～	50～ 55～	55～	60～			
作土層の pF が 1.5 以上になる日数	かんがい期 非かんがい期	3 日以内	7 5	2～4	3～5 3～4	3～4 3	3～4 3	- 2～3				2
透水係数	II 層, III 層	10 <sup>-4</sup> cm/sec 以上	10 <sup>-3</sup> ～10 <sup>-6</sup> (1 年半後)	10 <sup>-4</sup> ～10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> ～10 <sup>-8</sup> (4 年後)	10 <sup>-4</sup> ～10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup> ～10 <sup>-5</sup>			
pF 1.5 以下の粗孔 隙量	I 層 0～15 cm II 層 20～30 cm	5 倍以上	11～ 2～5	32 2～5	20～30 1～2	16～31 2	- 2	-	4～38 2～9			
気 相 率	I 層 0～15 cm II 層 20～30 cm	18% 以下	16～25 3～4	34 3～5	22～35 1～3	20～36 2～3	- 3	35 3	12～44 3～10			
ち 密 度 (山中式硬度計)	I 層 0～15 cm II 層 20～30 cm	24 mm 以下	7 18	-	4 8	- 16～21	- 21	6 18	10 10～17			

伴う地盤の収縮沈下、営農機械の走行荷重、凍結等に対する暗渠保護のためのものであり、普通  $\alpha = 20 \sim 30 \text{ cm}$  としている。本試験における降雨後 7 日目の暗渠側近部と中間部の水位差は下館の弾丸暗渠無区を除き 5～10 cm あったので、これからは余裕深は必要と考える。また、営農用機械による暗渠施工では施工精度も問題である。したがって、転換畑の排水基準を満足させるためには、営農排水施工においても土地改良事業計画設計基準の上流 60 cm、下流 80 cm は確保することが重要である。

ところで、本試験は瓜連と常陸太田、下館において暗渠上流 50 cm、下流 70 cm に施工した。理由は排水路の水位が 70～80 cm と高いからで、このような圃場は県内の各地にあり、このような圃場でも基準どおりに地下水位を下げようと弾丸暗渠を施工したが、その効果は認められるものの弾丸暗渠の施工位置以下の地下水位の低下はきわめて遅く、排水基準は達成できなかった。弾丸暗渠を更に深い位置に施工すれば、そこまでの排水が良好となろう。ただ弾丸暗渠を最初から 40 cm 程度の深い位置に施工すると転換 1 年経過しても亀裂の発生が渠孔まで達しない例<sup>4)</sup>もあるから、最初の弾丸暗渠の施工深さは亀裂の発生しやすい 30 cm 程度とし、亀裂の発生を待って、2 日目以降に目的の深さに施工することが良いと考える。

作土層の pF が 1.5 になるまでの日数 3 日以内を基準とすると竜ヶ崎、下館、河内、内原においてはほぼこの基準を満たしていたが、瓜連と常陸太田においては達していなかった。特に瓜連では pF 1.5 になる日数が 1 年目で 7 日、2 日目で 5 日と遅かった。

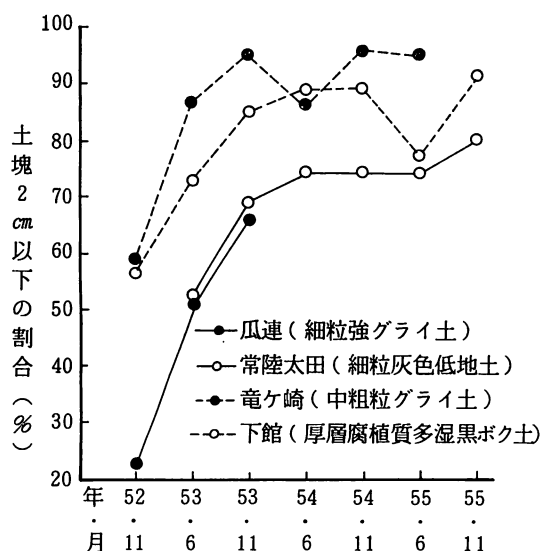
作土層の pF の推移と地下水位との間に瓜連 0.643<sup>\*\*\*</sup>、竜ヶ崎 0.577<sup>\*\*\*</sup>、常陸太田 0.763<sup>\*\*\*</sup>、下館(2 m) 0.636<sup>\*\*\*</sup>、下館(無) 0.823<sup>\*\*\*</sup>、手栗 0.785<sup>\*\*\*</sup>、内原 0.889<sup>\*\*\*</sup>(昭和 53 年～昭和 56 年の 6 月～9 月)の高い相関があり、地下水位が低下すれば作土層の pF が上昇する。作土層の pF が 1.5 になる地下水位は瓜連で 41 cm、竜ヶ崎 36 cm、常陸太田 39 cm、下館 38 cm、手栗 44 cm、内原 42 cm で各土壌ともほぼ 40 cm であった。

したがって、瓜連、常陸太田においても pF 1.5 以上になる日数 3 日以内を満足させるためには降雨後 2～3 日の地下水位 40～50 cm を満たすことである。

(2) 土壌理化学性の変化

① 砕土率

転換当初の土壌は代かきなどの影響で砕土性が劣った。ロータリ耕 2 回後における砕土率(2 cm 以下の土塊が占める重量割合)は土壌の種類によって異なるが、砕土性の傾向は各土壌とも同じで、転換当初が低く、作付け回



第47図 転換年次と砕土率の変化

注) 1 ロータリ耕2回後調査

2 常陸太田は52年の秋耕転あり。

数の増加に伴って高くなり、3作目以降はほぼ一定となった。

一般に種子が発芽し、計画的に立毛数を確保する砕土率は乾田直播、トウモロコシとも70%以上<sup>4)17)</sup>で、大豆の場合でも第19図に示したように70%以上の砕土率が必要であった。転換当初において、この70%以上の砕土率を得る作付け回数は竜ヶ崎、下館で2作目の大豆作から、瓜連や常陸太田で3作目の麦作からで、瓜連と常陸太田では2作目の大豆作が問題であった。本試験では播種量を2~3割程度多くして調整したが、今後は表層砕土率の高いレーキ付きアップカットロータリ<sup>21)</sup>の利用が有効とみられる。

## ② 土壌物理性、透水性の変化

瓜連や常陸太田では転換に伴う土壌物理性、透水性の変化が顕著である。亀裂の発生は転換1年目の7月より発生し、10月下旬では弾丸暗渠よりやや深い35cm程度まで、転換4年後では50~55cmの深さまで達していた。また、透水性や物理性の変化は転換1年目に大きく、下層には斑鉄や透水係数、気相率、土壌硬度が増加していた。

これに対し、下館は耕盤層に亀裂の発生が少しみられ

る程度で、転換4年後でも下層の透水性や物理性は転換畑とほとんど差がなかった。また、内原においても同様に差が認められなかった。

一般に畑地転換に伴う土壌構造の変化は、まず土層内に発生する乾燥亀裂となって現われ、亀裂が浸透を促進し、さらに乾燥を進める。このように土層の乾燥と亀裂形成の相互作用が他の物理性に影響し、土壌構造を変化させる<sup>2)</sup>といわれている。瓜連や常陸太田のような細粒土壌では上述のような変化が大きくみられたが、下館や内原のような比較的透水良好な多湿黒ボク土や黒ボクグライ土では水田のときから酸素の供給があるため転換畑にしても下層の透水性や物理性の変化は少ないものと考えられる。

また、作土層直下よりグライ斑がみられる竜ヶ崎の中粗粒グライ土では弾丸暗渠の周辺部においてグライ斑が消え、気相率も増加していたが、中間部では隣接田と大差なかった。弾丸暗渠周辺部は透水性も良好となり、酸素供給が容易になったため、このような土壌では更に密に弾丸暗渠を通す必要がある。

各土壌の透水性を転換畑の目標値である透水係数 $10^{-4}$  cm/sec程度以上<sup>3)</sup>と比較してみると下館、河内、内原では転換初年目から上回っており、瓜連と常陸太田は測定値の幅が大きく一部分でも上回ったのは瓜連で1年半後、常陸太田で4年後であった。竜ヶ崎では4年後に弾丸暗渠の周辺のみ上回っていた。

転換畑としての望ましい土壌物理性はまだ明らかでないで、一般の畑土壌として望ましい物理性の目標値は表層30cm以内のpF1.5以下の粗孔隙5%以上、土層の三相分布のうち気相率18%以上、ち密度(山中式土壌硬度計で)24mm以下<sup>1)</sup>と比較してみると各土壌とも作土層では転換当初からはほぼ満足しているが、下層ではpF1.5の粗孔隙と気相率がすべての土壌で達成していなかった。下層土において、一般畑の望ましい物理性を満足させるためには深耕などにより耕盤を破碎する必要がある。

## ③ 土壌化学性の変化

水田を畑地化すると乾燥によって易分解性有機物が分解され、年次を経るにつれて少なくなり、無機化する窒

素は転換畑1年目が最も多く、2年目、3年目と次第に少なくなる。<sup>22)23)</sup> 本試験の結果でも麦わらをすき込まない下館(多湿黒ボク土)ではNH<sub>4</sub>-N生成量や、T-C、T-Nが水田より年々低下する傾向を示した。しかし、麦わらをすき込んだ常陸太田(細粒灰色低地土)ではNH<sub>4</sub>-N生成量が水田に比較して1~2年目が高く、3年目が同等、4年目に低下しており、麦わらをすき込まない多湿黒ボク土と異なった。細粒灰色低地土灰褐系(多多良統)を用いた志賀ら<sup>24)</sup>の試験では、小麦・大豆作付けで麦わらをすき込んだ土壌と大豆作のみの土壌のT-C、T-N、NH<sub>4</sub>-N生成量は水田より多くなる傾向を示し、またソルゴー小麦作付けの細粒黄色土(北多久統)を用いた三重県<sup>25)</sup>の結果でも、T-N、T-Cの含有率は水田に比べ1~4年間とも高く、転換年数との差は明らかでなかった。このように細粒灰色低地土では窒素肥沃度が1~3年は水田よりやや高まるものと考えられるが、その原因が土壌的なものか、補給有機物のためかは更につめる必要があらう。

また、転換畑ではけい酸や石灰、苦土、加里などの塩基類が灌漑水により富加されないうえ、降雨などによって溶脱されるので土壌は酸性になりやすい<sup>22)23)</sup>といわれている。本試験では石灰などの土壌改良材の散布が行われているため、隣接水田よりもpHや塩基類は増加しており、その変化は明らかでなかった。

### (3) 麦、大豆の生育収量と暗渠の効果

本試験では暗渠排水施工の効果とその持続性を作物の生育収量からみるため、施工圃場に麦と大豆を作付けした。その結果、施工直後の麦作では調査した瓜連、竜ヶ崎とも湿害を受け、施工直後における排水の効果は余り認められなかった。しかし、2作目の大豆作(常陸太田は1作目)では各試験地とも生育良好・多収であり、作物の生育収量からは施工による効果を認め、その後連作害や麦縞萎縮病などの発生がみられたものの8作目に作付けした新品種のエンレイが30kg/a前後の多収を得たことなどから暗渠の効果は4年目も持続しているものとみられた。

ところで瓜連では地表及び表層の排水の迅速化を図るために組合せ暗渠を施工したが、前述のように1作目の

麦では効果がみられなかった。これは第10図に示すように犁柱の通過跡が弾丸によって押し潰されており、犁柱の跡が亀裂の役目を果たしていないためと考えられ、このような土壌では弾丸暗渠に粗がらを詰めたいわゆる粗がら弾丸暗渠が有効とみられる。<sup>16)</sup>

地下水位が転換畑の排水基準に達していなかった瓜連や常陸太田、下館(弾丸暗渠無)でも大豆の生育収量は良好であった。大豆が正常な生育を示す地下水位は30cm位下<sup>26)</sup>であることから、基準よりやや高い地下水位でも良好な生育を示したものとみられる。

### 2) 弾丸暗渠の持続性および疎水材としての粗がらの耐用性

#### (1) 弾丸暗渠の持続性

補助暗渠としては、中型トラクタの作業機で施工できる弾丸暗渠が普及している。転換畑での弾丸暗渠の渠孔は、常陸太田(細粒灰色低地土)、下館(多湿黒ボク土)とも年々縮少し4年後には施工時の約4割の大きさになった。しかし、渠孔には泥土の堆積や機械走行による圧縮などによる詰まりもなく、通水能力もあった。したがって、転換畑として利用するかぎりは、1回の施工で4~5年は効果が期待できるものと考えられる。この結果は、今までいわれていた2~3年に1回の施工<sup>27)</sup>より長く効果が維持されていると考えられてよい。

#### (2) 疎水材としての粗がらの耐用性

組合せ暗渠では本暗渠と補助暗渠の通水を図るために吸水管の周囲から作土直下まで疎水材を入れる。この疎水材は透水性が良好で腐敗しにくい塩ビ屑や砂利、チップなどを用いても良いが、<sup>28)29)</sup>多量(本暗渠100m当り6~7m<sup>3</sup>)に必要とするため粗がらの利用が一般的である。

粗がら是有機物であるため、経年的に腐敗し、水田の暗渠での耐用年数は約10年と考えられている。<sup>30)31)</sup>転換畑では水田に比べ土壌空気量が多く腐敗の進行が早い。特に暗渠組織を通しての排水依存度の高いとみられた常陸太田(細粒灰色低地土)と竜ヶ崎(中粗粒グライ土)での腐敗が早く進んでいた。これは泥水により水分と酸素が十分補給されるためとみられる。しかし、4年経



転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

過し腐敗の進んだ粃がらでも透水性は土壤より高く、通水性にはほとんど影響がないように観察された。したがって、このまま転換畑として利用するならば、各土壤ともあと3～4年の耐用はあるものとみられた。

また、粃がらは腐敗すると体積が小さくなり、弾丸暗渠より下に沈下している場合もみられたので、粃がらは

棒などで突きながら作土層直下まで十分に充填することが排水組織を長く維持させるのに重要である。

3) 土壤統群別の暗渠施工基準

以上の結果をもとに土壤統群別の暗渠施工基準を作成すると第44表の通りになる。

第44表 土壤統群別の暗渠施工基準

土 壤 統 群	本 暗 渠				弾 丸 暗 渠	
	種 類	間 隔	深 さ	勾 配	間 隔	深 さ
細粒強グライ土 細粒グライ土 細粒灰色低地土・灰色系 " 灰褐色	粃がら充填本暗渠	8～10 m	0.6～1.0 m	1/500	1年目 2 m 2年目は1年目の間	1年目 30 cm 2年目 40 cm
中粗粒強グライ土 中粗粒グライ土	同 上	9～10 m	同 上	同 上	1 m	30 cm
厚層腐植質多湿黒ボク土	同 上	同 上	同 上	同 上	2 m	30 cm
腐植質黒ボクグライ土 グライ土・下層有機質 黒 泥 土 泥 炭 土	粃がら充填本暗渠、松そだ土管暗渠	同 上	同 上	同 上	弾丸暗渠は無でも可。隣接田との境には遮水壁を設け、本暗渠毎の水甲をつける。	

4) 陸田における透水性改善

陸田は元来畑や山林等を水田に造成したところであるから、畑に転換し畑作物を栽培しても比較的栽培容易で問題の少ないところである。しかし、長年水稲を栽培していると作土が浅く、耕盤が形成され透水性も劣って畑作物の生育には不利となる。この耕盤を破碎し、透水性を改善する方法としては、耕盤の一部を破碎する心土破碎と耕盤の全部を破碎する深耕とがある。本試験の結果では心土破碎が透水性改善に与える影響は1年限りで、その効果も小さい。一方、深耕ロータリ、プラウでは2年間とも効果が認められ、耕盤の全部を破碎する深耕の効果の高いことが認められた。

しかし、透水性改善の効果は作物の生育収量増とは直接結びつかず、1作目の大豆と落花生は透水性改善効果の大きい深耕ロータリで減収し、2作目の麦、3作目の大豆はロータリと同程度の収量であった。1作目の大豆

と落花生が減収したのは近來まれにみる大干ばつに見まわれたためであるが<sup>32)</sup>干害のなかった2年目でも透水性改善の効果が麦・大豆などの生育収量に現れなかった。原因は、この土壤の透水性がもともと良好であったためと考える。また、深耕の効果も余りみられなかったが、これも単に深耕しただけであり、有機物の施用や土壤改良資材の散布などの地力増強対策を伴わなかったためとみられる。

摘 要

1 営農排水用機械の作業性能

1) 細粒灰色低地土・佐賀統、同・宝田統、黒泥土、グライ土・下層有機質の4種類の土壤で、3種類の爪の異なる暗渠施工(溝掘)機8機種と弾丸暗渠(補助暗渠)機8機種の作業性能を検討した。

その結果、暗渠施工機のラダー式は宝田統で、オーガ

式は佐賀統で能率よく作業できたが、ラダー式は佐賀統で、オーガ式は宝田統での作業が困難であった。またバケット式は各土壌とも作業を進めることができたが、佐賀統で掘削性能が劣った。

弾丸暗渠機は、耕盤の硬かった宝田統で渠孔の施工位置がやや浅く、能率が劣ったほかは、各土壌とも作業は容易であった。

2) 本暗渠と弾丸暗渠を組合せた組合せ暗渠の施工時間は、圃場条件や土壌の種類、使用機械、芻がらの運搬方法などによって異なるが、平均では30a当り本暗渠掘削1.5時間、弾丸暗渠施工1.5時間、芻がら運搬充てん(ビニール袋利用)22時間、その他4時間の計29時間程度であった。また、施工経費は30a当り約16万円とみられた。

3) 現地の実態調査の結果、オーガ式トレンチャを導入している常陸太田では掘削深さが55cmと浅い、硬い土壌での作業が困難など、ラダー式トレンチャを導入している下館では軟弱地での走行不良と掘削部テンションの摩耗が早い(約50時間…7~10haで交換)、トレンチャの耐久性が短い(約40ha)などの問題解決が必要である。また両地区とも芻がらの確保と袋詰め省力化が必要である。

## 2 営農的排水方法及効果

1) 本県の代表的な細粒強グライ土、中粗粒グライ土、細粒灰色低地土灰色系、厚層腐植質多湿黒ボク土、泥炭土、腐植質黒ボクグライ土の6水田土壌において、疎水材として芻がらを作土下まで充填した本暗渠と本暗渠に直交させた弾丸暗渠を施工、麦と大豆を栽培して暗渠施工の効果とその持続性、土壌の変化などを検討した。

2) 細粒強グライ土(瓜連町鹿島)、細粒灰色低地土灰色系(常陸太田市下河合)では、暗渠施工直後に湿害を受けたが、夏期に亀裂が発生し、渠孔までの透水性や物理性は改善され、作物の生育収量も安定した。しかし、下層での透水性は改善されず、地下水位もやや高く経過したので、このような土壌で地下水位を低下させるためには、本暗渠の深さを60~80cmと10cmほど深く施工するか、弾丸暗渠を40cmの深さに施工することが必要で

ある。

3) 中粗粒グライ土(竜ヶ崎試験地)の排水は、暗渠施工直後から良好であったが、弾丸暗渠中間部は転換4年後でも作土層直下からグライ斑がみられ、土壌物理性も改善されていない。したがって、このような土壌の弾丸暗渠は間隔を1mにすることが必要である。

4) 厚層腐植質黒ボク土(下館市落合)の地下水位は、上流の弾丸暗渠区(間隔2m)ではやや高く経過したが、下流は弾丸暗渠を施工しなくても地下水位が低かった。本暗渠の施工深さと用水からの漏水が多いためとみられたが、麦と大豆の生育収量は比較的良好であった。

5) ブロック排水が完備された泥炭土(河内村手栗)では、降雨後の地下水位の低下が速やかで、常時地下水位も低いが、隣接田からの地下浸透がみられるので、このような土壌では集団転作が有利とみられた。

6) 松ソダ・土管暗渠を7m間隔に施工し、集団転作をしている腐植質黒ボクグライ土(内原町五平)では、降雨後の地下水位の低下も速く、常時地下水位も低かった。

7) 細粒灰色低地土灰色系と厚層腐植質黒ボク土における弾丸暗渠の渠孔の大きさは、4年後には施工時の約4割の断面積となっていた。しかし、渠孔には泥土の堆積もほとんどなく、補助暗渠の役目は十分に果たしていることが認められた。

8) 暗渠に使用されている芻がらは、水田よりも転換畑で腐敗が早く、4年で10~20cmの沈下がみられた。土壌別にみると、暗渠組織を利用しての排水量が多いとみられる細粒灰色低地土や中粗粒グライ土は腐敗と沈下の程度が大きかった。しかし、4年経過しても透水性は高く維持されており、疎水材の役目は果たしていた。

9) ロータリ耕2回後における砕土率は、各土壌とも3~4作目までは向上したが、その後はほぼ一定であった。砕土率が70%以上になる作付け回数は中粗粒グライ土と厚層腐植質多湿黒ボク土が2作目から、細粒強グライ土と細粒灰色低地土が4作目からであった。

10) 施工後における土壌物理性の変化は、細粒強グライ土と細粒灰色低地土では大きく、II層、III層において

## 転換畑における営農排水の施工法と施工の効果

斑鉄や気相率，透水係数，土壤硬度の増加がみられた。またその増加は1年目が大きく，2年目以降は比較的小さかった。

11) 麦-大豆作付け4年後における土壤化学性は，隣接田に比べT-CとT-Nが減少し，pHとTrong-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>，置換性塩基が増加していた。

12) 大豆作付跡土壤のたん水培養によるNH<sub>4</sub>-N生成量は，厚層腐植質多湿黒ボク土では，転換年次に伴って減少したが，細粒灰色低地土では1～2年がやや増加し，3年目が同等，4年目が減少の傾向がみられた。

13) 陸田における透水性改善の効果は深耕ロータリ耕が最も高く，次いでプラウ耕で心土破碎の効果は最も少なかった。また，その効果の持続性は降雨後のpFの上昇と土壤硬度の両面からみて，深耕ロータリ耕が3～4年，プラウ耕が2年とみられた。

14) 以上の結果に基づいて，土壤統群別の営農排水基準を策定した。

## 謝 辞

本研究の実施にあたり終始ご指導と助言を賜った元場長黒沢晃氏，同飯田栄氏ならびに現地担当農家各位に深く感謝の意を表わします。

なお，本報告の取りまとめが大変遅くれましたことを深くお詫びします。

## 参 考 文 献

- 1) 農林水産省構造改善局(1979): 土地改良事業計画設計基準, 計画, 暗渠排水, P 13(1～66).
- 2) 農業土木学会畑地転換対策調査委員会(1976): 畑地転換の技術的諸問題とその対策, 農業土木学会誌, 44-12, P 1007～1039.
- 3) 古木敏也, 佐藤寛, 根岸久雄(1975): 低湿地における水田高度利用のための基盤整備方式, 農土試技術報A第11号, P 17～45.
- 4) 中野啓三: 低湿重粘土水田の畑転換に伴う土壤物理性の推移, 北陸農試報告, 第21号, P 63～94.
- 5) 農林水産技術会議事務局(1974): 飼料生産のための水田の総合的利用技術の確立に関する研究, 研究成果80(1～235).
- 6) 山口豊・小原勝蔵・宮下陽里・菅沼健二(1978): 黄かっ色粘土型水田における簡易排水の機械化に関する研究(第2報), 愛知農総試研報A 10, P 71～81.
- 7) 青木弘二, 沓名吉弘(1977): 黄かっ色粘土型水田における簡易排水の機械化に関する研究(第1報), 愛知農総試研報 A 9 P 107～115.
- 8) 佐藤清美(1978): 暗渠用機械の種類と選択, 機械化農業10月号 P 30～32.
- 9) 全農・農業機械部(1979): 転換畑における土壤排水改良技術の開発(福島県農試), 全農委託試験成績書No 6, P 1～9.
- 10) 全農・農業機械部(1980): 転換畑における土壤排水改良技術の開発(福島県農試), 全農委託試験成績書No 1, P 1～10.
- 11) 新農林社(1978): 総覧・暗渠, 営農排水施工機械化農業10月号, P 33～42.
- 12) 石川実ら: 茨城県における地力の現状, 茨農試研報第20号, P 65～72.
- 13) 全国農業協同組合中央会(1979): 水田転換における営農排水技術のてびき, P 43～139.
- 14) 茨城県農産園芸課(1978): 麦生産振興対策関係資料, P 99～104.
- 15) 農林水産技術会議事務局(1974): 水田高度利用促進のための基盤改善, 実用化技術レポート, No 7, P 1～38.
- 16) 茨城県農業試験場(1977): 組織的調査研究活動報告書, P 7～13.
- 17) 農林水産技術会議事務局(1964): 中大型機械化水稻直播栽培地帯別耕種指針.
- 18) 土田稔(1979): 転換畑土壤の化学, 水田転作(日本土壤肥料学会編), P 5～22.
- 19) 梶田貞義, 小塚和男, 幸田浩俊, 黒沢晃: 陸田転換畑のそ菜導入に関する研究, 茨農試研究, 第13号,

- P 103 ~ 162.
- 20) 酒井一, 幸田浩俊, 石川昌男(1979): 低温田の転換, 水田転作(日本土壤肥料学会編), P 81 ~ 98.
- 21) 唐橋需ら(1983): レーキ付きアップカット・ロータリによる耕耘碎土法, 転換畑, 研究成果集報No 1, P 72 ~ 79.
- 22) 三好洋ら(1983): 土壤肥料用語事典, 農山漁村文化協会, P 160.
- 23) 速水昭彦(1976): 水田転換畑における土壤生産力の変化, 植物栄養土壤肥料大事典(養賢堂), P 661 ~ 663.
- 24) 志賀一一ら(1983): 灰色低地土水田の転換畑における土壤窒素供給力の変化と作物生育, 転換畑, 研究成果集報No 1, P 38 ~ 45.
- 25) 農業研究センター(1982): 昭和57年春季関東東山東海地域試験研究打合せ会議資料, 土壤肥料関係試験研究成績書表および計画表, P 171
- 26) 幸田浩俊(1982): 野菜類と普通作物による低湿地帯の田畑輪換栽培に関する研究, 第1報, 地下水位と作物の生育・収量・作土層の水分吸引圧, 気相率および土壤養分の動態との関係, P 25 ~ 63.
- 27) 佐藤清美(1978): 農業機械による土壤排水改良技術, 営農排水機械化硬覧(日本農業機械化協会), P 5 ~ 15.
- 28) 汎用耕地化のための技術指針編集委員会(1979): 汎用耕地化のための技術指針, 農業土木学会, P 5 ~ 23.
- 29) 農林水産技術会議事務局(1972): 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する研究, 研究成果56, P 33.
- 30) 永石義隆(1977): 暗渠疎水材としてのモミガラの利用, 圃場と土壤, 第91号, P 10 ~ 13.
- 31) 農土試佐賀支場(1979): 暗渠疎水材としてのモミガラの耐用性について, 昭和53年度専門別総括検討会議資料(農業土木部門), P 25.
- 32) 新妻芳弘・坏存(1979): 1978年(昭和53年)の茨城県における干害について, 茨農試研報 20, P 43 ~ 64.