

傾斜地水田の排水機能について

野村安治*・井上光弘*・古家祐之介**・加藤英夫***

昭和58年7月30日受付

On the Subsurface Drainage of a Terraced Paddy-Field

Yasuji NOMURA*, Mitsuhiro INOUE*, Yūnosuke FURUKE**

and Hideo KATŌ***

In order to study the physical mechanism of terraced paddy-field subsurface drainage, we examined changes in the surface water conditions, the cone index for the bearing capacity using a cone penetrometer, the decrease of the underdrain discharge and changes in the groundwater level, after the ponding water release during the periods of mid-summer drainage and harvest-time drainage. Furthermore, we measured the amount of precipitation and compared this with the calculated return period of monthly precipitation.

During the period of mid-summer drainage, cracks or fissures in the ground surface were often observed, and the groundwater level decreased about 50cm in depth for 5 days after surface drainage and underdrainage. On the other hand, many parts of the ground surface were often wet during the period of harvest-time drainage, because both the amount and frequency of precipitation were heavy during this period. However, the surface soil on lateral drains or near the top of a slope dried very well during both periods.

I まえがき

生産性の向上、労力の省力化を目的として、機械化施工によって、区画の拡大、用排水分離などの水田の圃場整備が行われる。しかしながら、施工前に比べて、水理的条件や土壌条件が変わり、その結果、排水状態の悪化など好ましくない影響をもたらすことがある。これらの

改善対策には、作付・栽培管理などの営農体系の改善や、これに伴う水管理の改善などの方策も考えられるが、農業土木の方策の1つとしては、圃場整備に併行して暗渠施工による地下排水法がある。暗渠による地下排水の目的は、地下水位の低下、土壤乾燥の促進、裏作の導入、機械走行のための地耐力の増加、かんがい期における適正浸透をはかることであるが、傾斜地水田の場合、暗渠

-
- * 鳥取大学農学部農業工学科農業水理学研究室
Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Tottori University
 - ** 鳥取県農林水産部耕地課
Farmland Section, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Tottori Prefecture
 - *** 鳥取地方農林振興局耕地課
Farmland Section, Agriculture and Forestry Promotion Bureau, Tottori City District

の形態、組織、深さ、間隔などの未解決の問題が残されている。

本報告は、圃場整備後に暗渠排水工事が施工された地区を対象として、圃場整備が水理条件、土壌条件に与える影響と暗渠排水機能について実態を調査し、今後の暗渠排水施工計画の資料を得ることを目的として、中干し期及び刈取期における降水量調査、田面状態調査、地耐力調査、暗渠排水量調査、地下水位調査の結果について、考察を加えたものである。

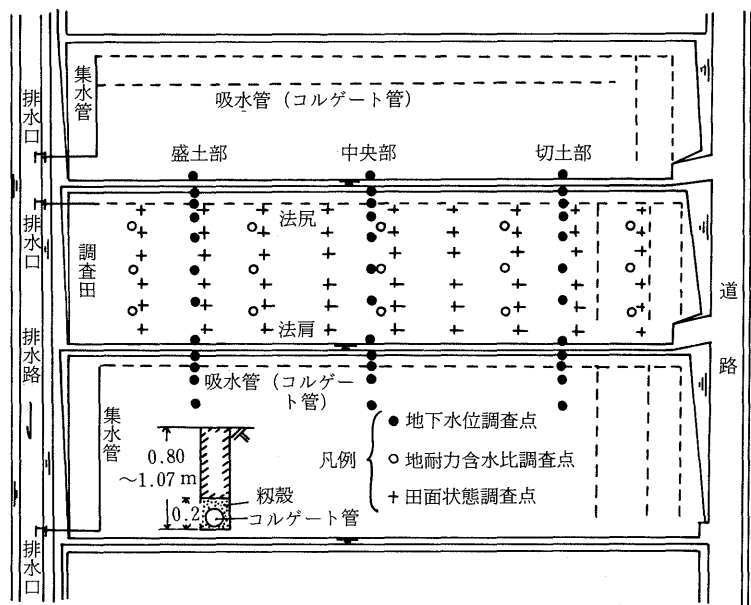
II 調査圃場と土壌

調査圃場は、八頭郡郡家町山田地区にあり、暗渠排水工区は、山路工区に属し、工区の主傾斜は1/40である。調査圃場は、水稲単作圃場で、水管理その他同一の営農条件を得るために、同一耕作者の縦断方向で連続する暗渠施工圃場とし、調査上、代表圃場は3枚の水田の中間に位する水田とした(第1図参照)。この調査田の全面積は、2,470m²、本地面積2,368m²、切土部は、本地面積の54%で取水口側にあり、切高は、0.31~1.95mである。盛土部は、排水口側に位し、盛高は、0.05~0.81mである。田面の均平度は±5cmであり、取水口側が高く、地表排水に有利な条件である。調査田の上位部及び下位部水田との田面差は、それぞれ、76cm、77cmである。

使用した吸水管は、管径60mmのコルゲート管で、被覆

材には苧殻を用い、被覆高は20cmである。管勾配は1/400~1/500で、埋設深は80~107cmであり、吸水管は法尻から2mの地点に埋設された(第1図参照)。

圃場の基本的な土壌条件として、まず器械分析によって、土性を調査した。その結果、盛土部では、表土は軽植土、深さ30~60cmは砂質壤土、深さ60~130cmは重植土、深さ130~150cmは砂土、150cm以下は埴壤土であった。中央部では、表土は軽植土、深さ20~40cmは、法尻から中央にかけてがシルト質壤土、中央から法肩にかけてが重植土であり、深さ40~130cmは埴壤土であった。切土部では、表土は軽植土からなっていたが、これを包みこむように、深さ50cmまでの間に重植土の層があった。また、中央付近の深さ50~100cmは、シルト質壤土および砂質壤土からなっており、それを上層と同様に埴壤土が囲んでいた。すなわち、盛土部では、深さ60~130cmに透水性の悪い層があり、切土部では、透水性の良い層を透水性の悪い層が囲み、断面全体の透水性を悪くしていると思われる。このように層状をなす土壌断面に対しては、個々の土壌の飽和透水係数を求めることに問題があるので、現場透水試験を行った。注水法と水位回復法による実験結果では、中干し期に、 10^{-4} ~ 10^{-6} cm/sのオーダーが、刈取期の落水期には、 10^{-5} ~ 10^{-6} cm/sのオーダーとなり、透水性が悪くなる傾向が観察された。



第1図 調査田平面図と調査点

III 調査項目と方法

1. 降水量調査

調査期間中の降水量は、調査田に雨量計を設置して測定したが、長期の降水量については、近くの郡家土木事務所および、鳥取市の気象観測資料を用いた。ここでは、降水量、降水日数、連続干天日数等について解析するとともに、実験年次の気象的位置づけを行うため、平年値や平均値との比較や、再現期間の算定を行った。

2. 田面状態調査

田面の均平度を求めるために、水準器と箱尺を用いて、調査田内の方眼点54地点に対し田面標高を測定し、水田の平均標高からの高低差を求めた(第1図参照)。また、落水後の田面残留水の消失状況を知るため、中干し期、刈取期、刈取後について、水タマリ状況(タン水域、水タマリ域、水ナシ域、キ裂域)のスケッチを踏査によって行い、その経日変化を調査した。

3. 地耐力調査

調査田の短辺方向に3点、長辺方向に5点、計15点で地耐力の測定を行った(第1図参照)。測定には標準型コーンペネトロメータを用いた。押し込み速度は1cm/sで、深さ40cmまで5cm間隔で、ダイヤルゲージによってコーン受圧力を測定した。これを荷重に換算して、コーン指数(kg/cm²)を求めた。また、地耐力と含水比の関係を求めるために、同測定点において定容積採土を行った。

4. 暗渠排水量調査

暗渠開放後の排水量は、暗渠排水口からの流出水が大

型容器で受け、その容器が満水するに要する時間を測定して求めた。暗渠開放後6時間は継続して測定し、その後は1日1回測定した。排水量が少ない場合には、流出水と容器の質量を台ばかりを用いて測定した。

5. 地下水位調査

調査田の盛土部、中央部、切土部で、それぞれ短辺方向に12地点、計36地点に地下水位測定パイプを埋設した(第1図参照)。地下水位は触針型水位計によって測定した。

IV 調査結果と考察

1. 暗渠施工初年度

(1) 降水量調査

水田排水は、気象要素のうち主に降水量およびその分布によって影響され、年によって大きく変化する。そこで、実験年次の気象的位置づけとして、降水量を取扱うことにした。

実験年次の月降水量は特に8月、9月が多く、8月の259mm、9月の428mmは他の年に比べ約2倍近い値を示した。また鳥取市のデータによれば、5月、6月は再現期間2～3年で平年に近く、7月は平年比38%で平年よりもずっと少ない。これに対して、8月は平年比287%、再現期間50年以上、9月は平年比213%で再現期間40年となり、40～50年に一度起るような多雨年であることがわかった(第1表参照)。

日降水量についても、特に8月下旬～9月中旬が多く、

第1表 鳥取市の月降水量

月	平年値	降水量(mm)		平年比(%)		再現期間(年)	
	[1941-1970]	1976年	1977年	1976年	1977年	1976年	1977年
1	225mm	119	111	53	49	< 2	≪ 2
2	192	155	194	81	101	< 2	< 3
3	140	121	156	86	111	≒ 2	≒ 4
4	110	127	76	115	69	≒ 4	≪ 2
5	117	123	42	105	36	≒ 3	≪ 2
6	177	125	192	71	108	< 2	≒ 3
7	214	82	55	38	26	≪ 2	≪ 2
8	120	344	156	287	130	> 50	< 4
9	243	517	208	213	86	≒ 40	< 2
10	165	102	57	62	35	≪ 2	≪ 2
11	148	249	138	168	93	≒ 30	< 2
12	208	95	201	46	97	≪ 2	≒ 2
年	2,059	2,159	1,586	105	77		

連続降水量は8月23日～31日の9日間に110mm、9月8日～14日の7日間に376mmは注目すべき異常値であった。降雨日数も8月23日～9月24日の32日間で25日も達し、晴天日はわずか7日間しかなかった。中干し期間中は、晴天が続いたが、刈取期の落水期間には降雨日数が6日、降水量が93mmであった。この期間中は降水量よりも、晴天日と降雨日が断続的に続いたことが、乾土効果を妨げたものと思われる。また刈取日の前日3日間が降雨であったことも刈取りに影響を及ぼしている。中干し後から刈取期の落水までは、57日間のうち約60%が降雨日で、晴天日数は20日であった。したがって、この年度の調査は、多雨年における調査結果とみななければならない。

(2) 田面状態調査

(i)田面の均平度：田面標高を測定した結果、道路側(切土部)が高く、排水路側(盛土部)が低くなっていて、高低差は+8～-9cmの範囲内にあり、大部分の地点は+4～-5cmの間にあった。道路側よりも排水路側が低くなっていて、地表排水には好条件である。また、法尻から法肩方向へ低くなっていった。

(ii)田面残留水の消失状況：落水後の田面残留水の消失

状況を第2表に整理した²⁾。中干し期は、暗渠開放当日のタン水域面積は12%、水ナシ域面積は32%で、暗渠開放後3日目にはキ裂域が93%に達していた。これは暗渠効果とともに、晴天続きによる蒸発散の効果が大きかったものと思われる。また、同一田面内の乾湿の格差が著しく、水タマリ域の消滅やキ裂発達の格差がなくなるのは、暗渠開放後5日目であった。刈取期は、暗渠開放当日のタン水面積23%、水ナシ域20%で中干し期に比べ劣っている。水タマリ域の消滅は5日目で、キ裂域は68%となった(第2表参照)。

田面残留水の消水状況の場地的変化は、法肩および暗渠埋設方向の法尻から乾田化が進み中央部に移行している。刈取期は、蒸発散による乾田化が期待できないことと、天候不順のために、中干し期のような効果は認められなかった。また、中干し期にキ裂が発生した地点は、刈取期の田面の乾燥がはやく、キ裂の残存効果が認められた。

(3) 地耐力調査

地耐力を調査した結果、ほとんどの地点において田面下20cm前後に地耐力の極大値を示す所があり、耕盤支持

第2表 暗渠開放後の田面状態面積変化

(1976年)

田面状態	中干し期				刈取期					刈取日		
	当日	1	3	5	当日	1	3	5	7	9	17	
タン水域	12%	0	0	0	23	0.5	0	0	5	0	10	
水タマリ域	56	14	0	0	57	17	2	0	53	10	70	
水ナシ域	32	76	7	0	20	78	55	32	10	48	10	
キ裂域	0	10	93	100	0	4.5	43	68	32	42	10	
備考	降雨日数無				降雨日数6日間					36mm	57mm	降雨の状況

第3表 暗渠開放後の地耐力分布面積変化

(1976年)

地耐力	中干し期				刈取期				刈取日	
	1	3	5	7	1	3	5	8	17	
0-2 kg/cm ²	50%	50	—	—	13	—	—	7	—	
2-3	33	50	—	—	27	40	13	21	13	
3-4	17	—	17	—	40	33	20	44	53	
4-5	—	—	50	—	13	27	53	14	34	
5-6	—	—	17	—	7	—	14	14	—	
6-	—	—	16	100	—	—	—	—	—	
備考	深さ0～15cmの4点平均値							36mm	57mm	降雨の状況

型地盤であることがわかった¹⁾。第3表は、暗渠開放後の日数と、深さ0～15cmで5cm毎に測定した地耐力の4点平均値との関係を示したものである²⁾。暗渠開放後1～2日は、中干し期においては地耐力が小さいが、刈取期は中干し効果により地耐力が大きい。また刈取期は、地耐力の増加速度は遅いが5日目には87%が3kg/cm²以上となった。法肩と暗渠埋設方向の法尻において、キ裂の発生に伴って早期に地耐力の増大がみられた。

地耐力と含水比との関係は、バラツキが大きく、明らかな相関関係は認められなかった。含水比は中干し期で50～30%、刈取期では40%前後であった。降雨と地耐力の関係は、落水後の日数経過とともに、降雨による地耐力の減少の割合と、含水比の増加の割合が小さくなり、乾土効果が認められた。

(4) 暗渠排水量調査

暗渠排水量は、暗渠開放後1時間以内に急激に低下し、その後ゆるやかに減少する。総排水量の50%を排水する時間は、中干し期で17時間30分、刈取期では19時間であり、刈取期の排水量は中干し期の160%であった。これは、刈取期の降雨によって暗渠排水量が増加したためであろう。刈取期の暗渠開放後6日目の降雨36mmでは、排水量のピークは、降雨のピークから1～2時間遅れて現われた。

(5) 地下水位調査

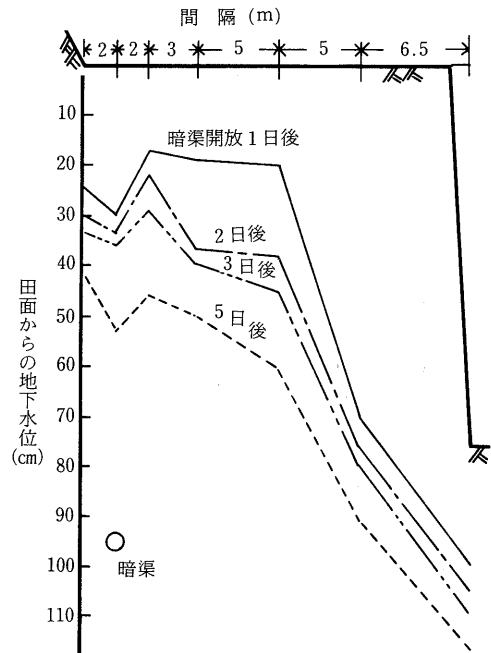
刈取期の地下水位低下の経日変化を第2図に示した²⁾。暗渠開放後5日目には中干し期、刈取期においても、地下水位は田面下50cm程度まで低下した。地下水位の低下速度は、暗渠開放後1～2日間、急速に低下し、その後ゆるやかに低下した。降雨による地下水位の上昇は、暗渠開放後6日目の降雨36mmに対して、翌日に10～20cm上昇し、その後の地下水位の低下には数日を要した。非かんがい期における地下水位の低下は最大56cmであった。

2、暗渠施工次年度

(1) 降水量調査

中干し期には、晴天日数8日、降雨日数5日であり、刈取期には、晴天日数8日、降雨日数が10日であった。また、第1表の鳥取市のデータによれば、1977年5月～10月の月降水量は、再現期間2～4年以内であり、平年に近いが、また平年よりやや降雨の少ない年といえる。月別では、5月、7月、10月が平年比25～36%で平年の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ の降水量である。

1977年のかんがい期の月降水量は、郡家のデータによると、5月の32mm、降雨日数8日は、過去の降水量および1976年に比べて少ない。6月の143mm、降雨日数11日、



第2図 地下水位の経日変化 (1976年刈取期)

7月の85mm、降雨日数11日は、いずれも1977年と大差ない。8月の106mm、降雨日数14日、9月の199mm、降雨日数11日は、1976年の8～9月に起った大雨に比べ降雨量が $\frac{1}{2}$ 以下であり、降雨日数も少ない。また、10月の39mm、降雨日数7日は、過去の記録に比べ少ない方である。旬降水量は、1976年に発生したような集中的な降雨はみられなかった。日降水量は、1976年9月のような大雨はみられず、6月中旬～10月上旬までの間に、3～7日間の連続降雨がしばしばみられ、その値は5～80mmとなっていた。

(2) 田面状態調査

落水後の田面残留水の消失状況を第4表に整理した。中干し期間の13日間のうち、降雨日は5日間で降水量は計17.0mmであった。中干し期の初期に降雨があったため、タン水域の消滅までには、暗渠開放後4～5日を要し、水タマリ域の消滅には7日を要した。暗渠開放後1～2日の降雨8.5mmによって、3日後には水タマリ域が5%増加し、水ナシ域は5%減少した。キ裂域の発生は、3日後に約2%、1週間後で95%に達した。田面の乾湿の格差は、さほどないが、排水路側、道路側の一部に排水不良域がみられた。キ裂域への移行は、タン水が消滅して

から、キ裂が発生するまでには、地点的にみると5~7日かかり、水ナシ域ができた地点では、1日後にはキ裂域となっていた。水ナシ域の拡がりキ裂域発生につながるから、田面残留水の早期排除が必要となる。水ナシ域の出現は、法肩および暗渠埋設の方向からはじまり、田面の中央部へと拡がることわかった。

刈取期において、刈取日までの落水期間は17日間、降雨日数は8日で、降雨量は70mmであった。この間、降雨日と晴天日が断続的に続き、乾土効果を妨げたものと考えられる。タン水域は、暗渠開放後4日目に消滅し、水タマリ域もなく、水ナシ域が約82%、キ裂域が18%となっている。しかし、暗渠開放後5~6日に34.5mmの降雨があり、再び水タマリ域が出現した。「水ナシ・キ裂域」から「水タマリ・水ナシ域」へと、断続的な秋雨により、乾土効果はあまり期待できなかった。田面内の乾湿の格差は、田面の中央部の長辺方向の乾燥が他の地点に比べ、中干し期と同様に遅かった。刈取期は、中干し期よりもキ裂発生がはやいが、秋雨によって田面の大部分が水タマリ域を呈し、キ裂域はなかなか拡がらなかった。つま

り、水ナシ域の発生がキ裂域への移行にはなっていない状態であった。

(3) 地耐力調査

(i) 中干し期

地耐力の経日変化：地表排水日より暗渠開放後3日までに16.5mmの降雨があったため、地耐力の増加速度が遅くなった。耕土層の地耐力は、暗渠開放後7日(前4日間晴天)になると暗渠埋設部の法尻部の長辺方向で1.7~3.4kg/cm²、法肩部では0.8~2.0kg/cm²、中央部では1kg/cm²となり、暗渠効果が認められた。耕盤層においては、5日後にすでに3kg/cm²を超えている。また、深さ0~15cmの間で5cm毎に測った4点平均値についてみると、同じく法尻部で地耐力が大きい傾向にあった。地耐力分布面積変化をみると、2kg/cm²以上は、暗渠開放後5日で27%、7日目で80%、3kg/cm²以上については、7日後で53%となった(第5表参照)。

田面乾燥状態と地耐力：暗渠開放後5日目の田面状態と地耐力分布と含水比分布の関係は、田面状態ではキ裂域が法尻部に存在し、また切土部で含水比が高く、法肩

第4表 暗渠開放後の田面状態面積変化

(1977年)

日数 田面状態	中 干 し 期								刈 取 期					
	当日	1	2	3	4	5	6	10	当日	1	4	19	26	
タン水域	10.1	1.7	1.5	0.8	0.4	0	0	0	14.5	1.3	0	0	0	
水タマリ域	87.7	87.9	93.2	59.5	9.3	3.3	1.5	0	83.4	78.1	0	18.9	0	
水ナシ域	2.2	10.4	5.3	37.8	73.6	34.7	3.4	0	2.1	20.6	81.6	81.1	0	
キ裂域	0	0	0	1.9	16.7	62.0	95.1	100	0	0	18.4	0	100	
備考	↑ 5.5mm ↑ 2.5mm ↑ 8.5mm								↑ 0.5mm	↑ 0.5mm ↑ 73.0mm				
	降 雨 の 状 況									16日目が刈取日				

第5表 暗渠開放後の地耐力分布面積変化

(1977年)

日数 地耐力	中 干 し 期				刈 取 期			
	1	5	7	11	1	4	19	26
0-2 kg/cm ²	100	73	20	—	33	6	7	—
2-3	—	20	27	—	40	40	60	—
3-4	—	7	40	—	27	47	20	13
4-5	—	—	13	—	—	7	13	13
5-6	—	—	—	13	—	—	—	27
6-	—	—	—	87	—	—	—	47
備考	↑ 8.5mm ↑ 0.5mm				↑ 0.5mm	↑ 73.0mm		
	降 雨 の 状 況							

部で含水比が小さい値を示した。地耐力はキ裂域の一部で 2 kg/cm^2 以上の値を示した。7 日目には、キ裂域が田面全体に広がって、含水比の低下は盛土部の中央で遅く、地耐力は田面中央、法肩の一部で 2 kg/cm^2 以下の地点が存在した。

含水比と地耐力：深さ $0 \sim 15 \text{ cm}$ の 4 点平均値の地耐力と含水比との関係についてみると、含水比が約 40% 以下になると地耐力は 3 kg/cm^2 以上になるようである。また、キ裂域の含水比は 40~50% 以下であるから、40% という値は、キ裂や地耐力の生じる値といえる。中干し期では、含水比が 40% 以下で地耐力が 6 kg/cm^2 以上となっている地点も多かった。

地下水位・含水比と地耐力：水田の中央横断面における地下水位、降雨量と地耐力の経日変化をみると、地下水位は暗渠開放後 1 日目で、田面下 30 cm から中干し終了時までに 50 cm 以下に低下しているが、法尻部の地下水位低下は遅かった。含水比は、60% から 35% まで低下し、地耐力は 4 点平均値が 1 kg/cm^2 から始まり 6 kg/cm^2 以上にまで増加した。表層の耕土層では、地耐力の増加に日数を要するが、すべて 5 kg/cm^2 以上となった。耕盤層では早期に 3 kg/cm^2 が得られ、その後 7 kg/cm^2 まで達した。とくに法肩において、その増加が著しかった。暗渠開放後降雨があったが、地下水位は順調に低下し、含水比も低下した。しかし、地耐力は、 3 kg/cm^2 以上が得られたのは 7 日以後であった。つまり、地下水位の低下がすぐに地耐力の増強につながらないと考えられる。

(ii) 刈取期

地耐力の経日変化：暗渠開放後 1 日目に法尻部の長辺方向で $1.3 \sim 3.4 \text{ kg/cm}^2$ の地耐力を示し、次いで法肩部、中央部の順に、地耐力が小さくなった。4 日後には法尻部で $2.3 \sim 5.4 \text{ kg/cm}^2$ の地耐力を有したが、これは暗渠開放後に晴天が続いたことと、暗渠効果が考えられる。しかし、10 月に入ると断続的な秋雨があり、地耐力が低下した。耕盤層においては、中央部、法肩部の方が法尻部よりも地耐力が大きく、暗渠開放後 1 日目で、すでに $5.7 \sim 8.1 \text{ kg/cm}^2$ であった。深さ $0 \sim 15 \text{ cm}$ の 4 点平均値では、ほとんど全域で 2 kg/cm^2 以上の地耐力が 4 日目に現われていた。また、地耐力分布面積の変化をみると、 2 kg/cm^2 以上となる地域は、1 日後で 67%、4 日目ですでに 93% に達し、 3 kg/cm^2 以上の地耐力は、それぞれ 27%、53% であった。その後、10 日間の秋雨の影響で 19 日目には、 3 kg/cm^2 以上の地耐力を有する地域は 33% に減じた(第 5 表参照)

田面の乾燥状態と地耐力：暗渠開放後 1 日の田面状況・地耐力分布によると、田面状態は水タマリ域が田面

の大部分を占め、水ナシ域が一部存在しているが、地耐力は 2 kg/cm^2 以上となる地点がかなり現われていた。中干し期の地耐力が 0 kg/cm^2 近くからはじまったのに対し、刈取期では、中干しによる乾土効果が残っていたものと考えられる。4 日目ではキ裂域の一部に地耐力 5.4 kg/cm^2 と高い値が出ていて、刈取期では田面状態が水ナシ域になれば地耐力も増加することがわかる。

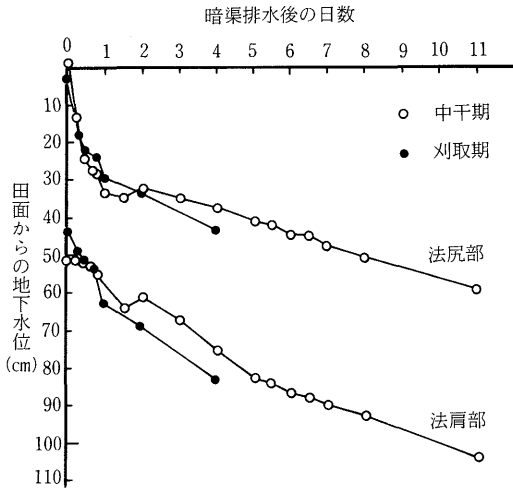
(4) 暗渠排水量調査

中干し期の初期暗渠排水量は非常に多く、暗渠開放後 5 分間に、吸水管中の貯留水はすでに排水された。その後、排水量は時間経過とともに、しだいに減少し、開放後 4~5 時間でほぼ安定状態となり、徐々に減少しながら排水していく。刈取期の暗渠排水量経過曲線は、中干し期と同様に、暗渠開放後、初期の排水量が多く、安定状態になるのは 4~5 時間後であった。中干し期と刈取期の暗渠排水量を比較すると、刈取期の方がわずかに排水量が増加していた。これは、田面の初期条件によっても異なるが、中干し期の乾土効果によるものと考えられる。

(5) 地下水位調査

盛土部、中央部、切土部の暗渠付近の地下水位低下の経日変化によると、盛土部においては地下水位の低下が顕著であるが、切土部においては十分な低下はみられなかった。したがって切土部においては、暗渠排水による初期の地下水位低下はあまり期待できないと思われる。縦断面の地下水位変化についてみると、盛土・中央部において、地表排水後 1 日、すなわち暗渠排水を開始する直前の地下水位は、傾斜地特有の水面が現われていて、盛土部と中央部の中央から法肩の部分は、地表排水だけで地下水位が十分低下しているのが認められた。しかし盛土部の法尻から中央、中央部の法尻から中央、切土部では、地表排水だけではあまり地下水位が低下しないが、暗渠開放後 5~7 時間たつとかなりの低下が認められた。切土部も 4~5 日経過すると地下水位は 20 cm 近く低下した。中干し期と刈取期の地下水位低下を比較すると、地表排水後および暗渠開放後 5~7 時間までの地下水位低下は、両期とも差はないが、4~5 日後の地下水位の低下は刈取期の方が大きく、とくに盛土部の中央から法肩、中央部および切土部について顕著であった。

暗渠開放後の、地下水位調査の結果によると、地下水位が盛土部および法肩で低下して、埋戻し効果がうかがわれ、排水口に向かって地下水位低下がみられた。第 3 図は、平均地下水位の低下状況を法尻部と法肩部に分けて、その経日変化を中干し期と刈取期とを比較したものであ



第3図 平均地下水位の低下状態 (1977年)

る。地下水位の低下勾配は、中干し期よりも刈取期の方がやや大きく、また法尻と法肩を比べると、暗渠開放当日の低下勾配は、法尻部の方が急であった。これは法尻部に設けられた暗渠排水効果が著しいことを示している。その後の地下水位低下の状況は、とくに両者の差は認められなかった。地下水位の低下は、当然ながら法肩部の方が大きく、当初から40cm近くの低下があった。また、暗渠開放後1週間で、法肩部で90cm程度、法尻部で50cm程度の地下水位の低下が認められた。

V まとめ

本実験においては、中干し期および刈取期ともに、タン水状態から落水を行う場合、まず地表排水を行い、その翌日に暗渠を開放した。刈取期と中干し期の落水が違うとすれば、田面のキ裂の有無によるものと仮説されている³⁾。つまり、表土が代かきのままの湿土であるか、キ裂の入った土であるかによって、排水のメカニズムが異なり、暗渠の排水効果も異なる。

そこで、暗渠排水機能を検討するために、暗渠開放後の経日変化に着目して、田面状態、地耐力、暗渠排水量、地下水位の調査を行った。その結果、次のように要約される。

(1) 田面残留水の消失状況の場所的変化は、法肩および暗渠埋設方向の法尻から乾田化が進み、しだいに田面の中央部へと移行した。また中干し期には、水ナシ域ができた地点では1日後にはキ裂が発生した。

(2) 刈取期は蒸発散による乾田化が期待できず、断続的な秋雨によって、中干し期のような排水効果は認められなかった。とくに暗渠施工初年度の刈取期は、再現期間40~50年に相当する多雨年で、晴天日と降雨日が断続的に続き、乾土効果が十分に発揮できなかった。

(3) 中干し期にキ裂が発生した地点は、刈取り期の田面の乾燥が速く、キ裂の効果が認められたが、秋雨によって田面の大部分が水マタリ域を呈し、キ裂域はなかなか拡がらなかった。

(4) 地耐力の極大値は田面下20cm前後にあり、いわゆる耕盤支持型の地盤であった。また水ナシ域の拡大やキ裂の発生に伴って、早期に地耐力の増大が認められた。

(5) 深さ0~15cmの4点平均地耐力と含水比との関係では、含水比が約40%以下になると、地耐力が3 kg/cm²以上になる傾向にあった。また暗渠開放後5日目には、法肩部よりも法尻部の方が地耐力が大きくなる傾向が認められた。

(6) 降雨と地耐力の関係は、落水後の日数経過に伴い、降雨による地耐力の減少の割合と、含水比の増加の割合が小さくなり、乾土効果が認められた。

(7) 暗渠排水量は、暗渠開放後5分間が非常に多く、この間に吸水管中の貯留量に相当する部分が排水された。その後、排水量は時間経過に伴って指数的に減少した。また、刈取期の方が中干し期よりも排水量がわずかに増加した。

(8) 中干し期、刈取期においても、暗渠開放後5日目には、地下水位は田面下50cm程度まで低下した。しかしながら、地下水位の低下が、すぐに地耐力の増強につながることもあった。

(9) 地下水位低下は、法尻部よりも法肩部の方が大きかった。また、地下水位の低下勾配は、中干し期よりも刈取期の方がやや大きい傾向にあり、暗渠開放当日の低下勾配は法尻部の方が急であった。

全般的には、暗渠直上部や田面の法肩部で乾土効果が著しかった。本実験では1本の吸水管のある水田を調査したが、傾斜地水田では山側が湿潤となるので、調査田の上位部水田のように、2本の吸水管を埋設するのむひとつの有効な手段と考えられる。また、土壌が粘質で、山陰地方のように、秋雨によって刈取期に降雨日が断続的に続き、乾土効果が十分に発揮できない場合には、迅速な地表排水を行い、間断かんがいによる透水性の改良を図るとともに、弾丸暗渠、心土破碎、初穀暗渠等を暗渠排水と組合せて設け、人為的に土壌キ裂を発生させ透水性の改善を図ることにより、暗渠排水の機能を補助し

てやること⁴⁾が必要であろう。

最後に、本研究の実施にあたり、実験の便宜を与えて下さった八頭地方農林振興局の方々、および川島敏博技官、農業水理学研究室専攻生の協力を得たことを付記し、厚く感謝の意を表す。

文 献

- 1) 北浦 勉・古家祐之介・加藤英夫・浜尾正雄：傾斜地水田の暗キヨ排水機能調査について（中間報告）。農業土木学会第30回中国四国支部講演要旨。
- 2) 北浦 勉・古家祐之介・加藤英夫・浜尾正雄：傾斜地水田の暗キヨ排水機能調査について（第二報）。農業土木学会第31回中国四国支部講演要旨。
- 3) 田淵俊雄：粘土質の水田の排水に関する研究(1)粘土質水田の排水に関する問題点と仮説。農業土木学会論文集, 18, 7~11 (1966)
- 4) 山本勝三：暗きょ排水の実施に当たっての留意事項。農業土木, 358, 9~13 (1979)