

低濕畝에 있어서 暗渠排水 方法이 作物收量에
미치는 效果에 關한 試驗研究

Study on the effects of crop-yields under subsurface
drainage system in the water-logging paddy fields

徐 承 德 · 金 照 雄
Seung Duk Suh, Cho Ung Kim

Summary

Subsurface Drainage Problems arise from many causes. Flatland tends to be poorly drained, particularly where the subsoil permeability is low. There are many wet areas, however, where there is no evident connection between the area of seepage, or a high water table, and the topography of the site. High water tables may occur where the soil is either slowly or rapidly permeable, where the climate is either humid or arid, and where the land is either sloping or flat.

This study is to bring light on subjects relating to increasing yield of crop and possibility of double crops a year in water logging paddy fields. Obtained results are briefly summarized as follows:

1. Effect of crop-yield in the plot A resulted 20.2 percent higher than the ordinary plot with yield of brown rice.
2. Possibility of double-crops a year is investigated. Effect of the barley production of the test plot resulted 168.2 percent higher than the other uplands near test plot with the yield of 1977 production and it is 3.8 percent higher compare with the yearly yields.
3. Decreasing depth of water level was measured 23.9mm per day and 14.3mm per day at the test plot and ordinary plot respectively and the amounts of subsurface drainage measured 30mm to 35mm per day. It is required that the relief well should be controled carefully and adequately.
4. Mean depth of ground water level was measured 0.4~0.5m regardless the width

of corrugated pipe. It is significantly lower than the ordinary plot (0.15~0.20m)

5. The ground temperature of the test plot is higher 1 degree of centigrade or more than the ordinary plot and soil moisture content of the ordinary plot is higher 12.4~27.8 percent than the plot reversely. There should be a relationship between rising of ground temperature and soil moisture.

I. 序 言

人口增加에 따른 食糧圈擴大 施策인 農地基盤 造成事業의 一環으로 推進되고 있는 多收穫栽培와 二毛作의 擴大實施는 排水改善을 主軸으로한 물管理 (Water management) 문제를 切實히 要請하고 있다. 우리나라의 畝總面積 129萬 ha. (農業基盤 造成事業現況, 농수산부, 1977. 3 기준) 中 一毛作面積이 約 60萬 ha를 차지하며 이가운데에도 約 25萬 ha가 低濕畝으로서 食糧增產에 至大한 阻害要因을 안고 있다. 이러한 低濕畝를 開發하여 生産量을 增大시키고 二毛作을 가능케하는 등 土地利用度를 높이기 위하여 本排水施設試驗을 實施하게 된 것이며 이러한 시험을 통해서

첫째: 低濕地의 地下水位下降과 過剩水分(重力水)을 減少시켜 空氣와 有效水分의 流通을 促進하고 肥効分의 吸水力을 增大시키며

둘째: 排水量 調節에 의하여 乾濕이 反覆됨으로서 酸素供給의 圓滑을 圖謀하고

셋째: 地溫을 上昇시켜 農作物의 生育을 活潑히하고

넷째: 흙속의 微生物 繁殖을 旺盛하게 하여 有機質의 分解를 促進시키며

다섯째: 作物이 健康하여 病虫害의 被害를 減少시키고 倒伏을 防止하며

여섯째: 理化學的 土壤改良을 이룩함으로써 一毛作의 增收効果와 二毛作의 施行을 可能케하고

일곱째: 地耐力을 增進시켜 農業機械化의 基盤造成與否를 實證究明하고자 施行한 것이다. 特히 本稿에서는 暗渠排水 施設의 諸問題와 이를 施行함으로써 얻어진 一毛作의 收穫量 比較와 二毛作의 施行 可能性의 究明에 重點을 두었다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗園場

가. 位 置

慶尙北道 永川郡 琴湖邑 冷泉洞 所在 경상북도

代表的인 低濕畝으로서 一毛作畝이며 地下水位는 地表로부터 15cm內外이고 表土는 植壤土 心土 및 下層土는 植土로 되어 있다. (Fig. 1 위치도 참조).

地下排水는 그 排水管의 組織이 重要하며 工種으로 吸水渠, 集水渠, 水閘 및 排水口로 組織되며 地域에 따라 承水渠(補水渠)를 설치할때도 있다.

(Fig. 2 참조) (7), (8), (9), (10)

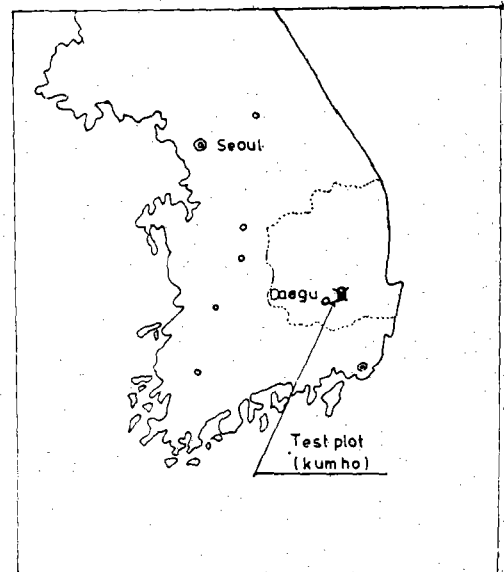
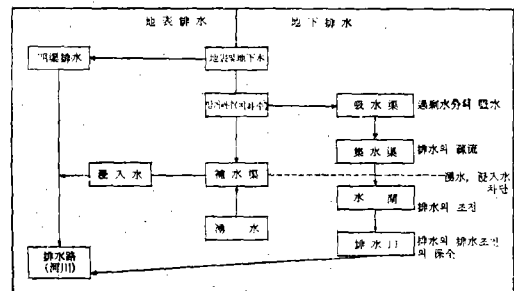


Fig. 1. Situation map of test plot.

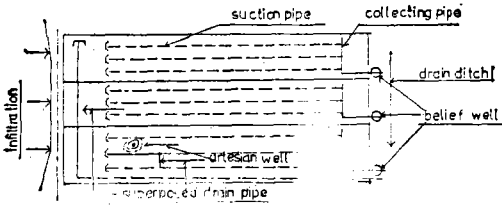


Fig. 2. Subsurface drainage system

나. 暗渠施工方法

1) 試驗圖

本地區의 試驗圖는 40m×65m의 面積을 全體시험

Table 2. Collecting pipe

Pipe name	Outside diameter (m/m)	Inside diameter (m/m)	Thickness (m/m)	Standard-length (m)	Standard weight (gr/m)
75m/m	89.0	83.0	3.0	4.0	1,159

Table 3. Connecting pipe

Socket type A	50m/m	90° bent Pipe	50m/m
" B	"	Standing pipe cap	"
Pipe cap	"	Socket of Same diameter	75m/m
Y.T. Pipe (m/m)	75×50	Socket of different diameter (m/m)	75×50

3) 施工狀況

暗渠排水를 위한 PVC 吸水管은 有孔管을 사용하였으며 試驗區에 A, B 두개區와 對比區로서 三處理試驗을 하였다. 吸水管의 長이는 A區를 80cm, B區를 60cm로 하여 長이에 대한 시험을 실시하였고 畝面下 1m 長이에 集水管이 연결되어 水閘을 거쳐 排水口에 이르도록 하였다. 한편 吸水管의 間隙은 차후에 적정간격을 比較試驗하기 위하여 2m, 4m, 6m, 8m, 및 10m의 間격으로 同一試驗畝에서 梯形으로 配列하였고 吸水管의 保護와 地下水의 圓滑한 流入을 위하여 充壤材로서 吸水管底로부터 15cm 厚계의 瓦겨와 10cm 厚계의 瓦모래를 깔았다. (Fig. 4, 5, 6, 7. 참조)^{29), 30)}

4) 管의 埋設傾斜, 流速 및 流量

暗渠排水管의 傾斜는 地形에 의해서 주로 支配되

포로하고 이가운데 40m×45m를 試驗區 A, B로 하고 40m×20m를 對比區로 하여 吸水渠, 集水渠, 水閘 및 排水口를 設置하였다.

2) 施工材料

本試驗에 사용된 材料는 Corrugated 吸水管, 集水管, 이음관 및 水閘 그리고 Filter用으로 모래와 瓦겨를 併用하였다. (Table 1, 2, 3, Fig. 3 참조)

Table 1. Suction pipe (Corrugated)

Pipe name	Outside diameter (m/m)	Inside diameter (m/m)	Effective Length (m)	Slot size (m/m)
50m/m	51.0	45.0	100.0	1.25×5.6

지만 傾斜가 너무급하면 管의 接續관리가 不良하고 너무 완만하면 通水不良의 原因이 되기도 한다. 實驗에 의하면 傾斜는 1/100~1/600이 가장 理想的으로 해석된다. 한편 적절한 管경관리에 의하여 吸水管에 最大流量이 흐를때의 流速는 0.2m/sec~1.0m/

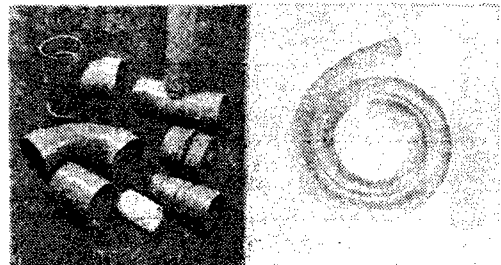


Fig. 3. PVC pipe, Lucky Co. Ltd. made.

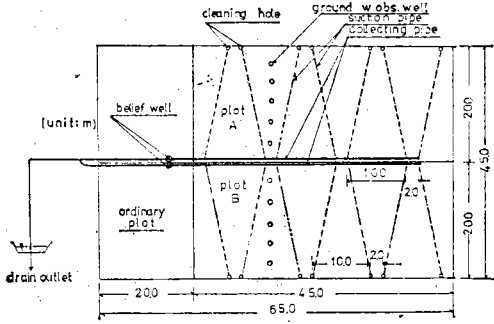


Fig. 4. Plan of subsurface drainage system in test plot.

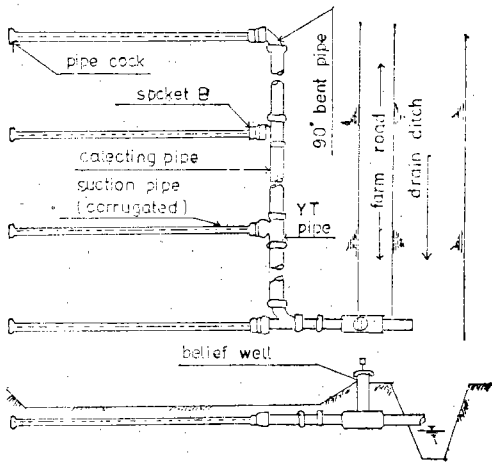


Fig. 5. Standard pipe arrangement

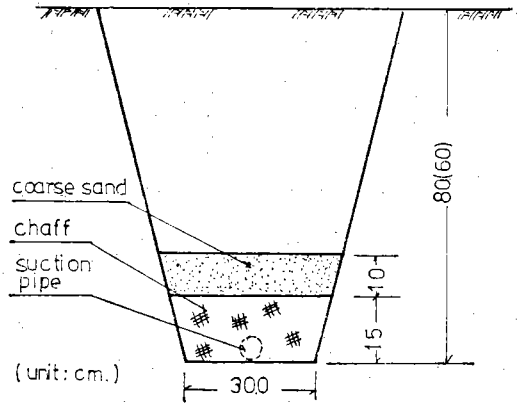


Fig. 6. Suction pipe (corrugated) arrangement.

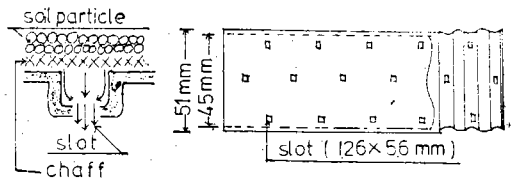


Fig. 7. Section of suction pipe.

sec 未滿을 維持함이 권장되고 있다. 한편 動水傾斜의 合理的 圖解는 Fig. 8과 같다. 그리고 관경은 計劃排水量을 充分히 흘러보낼수 있는것을 기준하여 결정함이 좋으며 이에 소요되는 流速과 流量은 Manning 공식에의 하였다.

식에서 경심 $R = \frac{D}{4}$ 로 하면 $Q = \frac{\pi d^2}{4} V$ 가 된다.

Table 4. Slope, velocity and discharge in each pipe.

pipe size (m/m)	I	Slope									
		1/100	1/200	1/300	1/400	1/500	1/600	1/700	1/800	1/900	1/1000
51 (45)	V (m/sec)	0.335	0.237	0.193	0.167	0.160	0.137	0.127	0.119	0.112	0.106
	Q (liter/s)	0.536	0.379	0.307	0.268	0.256	0.219	0.202	0.190	0.178	0.169
89 (83)	V (m/sec)	0.944	0.667	0.545	0.472	0.450	0.385	0.357	0.334	0.314	0.298
	Q (liter/s)	5.105	3.609	2.945	2.552	2.435	2.033	1.930	1.807	1.700	1.613
114 (107)	V (m/sec)	1.118	0.791	0.645	0.559	0.500	0.456	0.423	0.396	0.372	0.353
	Q (liter/s)	10.048	7.105	5.798	5.024	4.492	4.100	3.798	3.557	3.346	3.175
140 (131)	V (m/sec)	1.230	0.905	0.738	0.640	0.572	0.522	0.484	0.453	0.426	0.404
	Q (liter/s)	17.237	12.186	9.946	8.619	7.704	7.032	6.516	6.103	5.740	5.447
165 (154)	V (m/sec)	1.425	1.008	0.822	0.713	0.637	0.582	0.539	0.505	0.475	0.450
	Q (liter/s)	26.533	18.759	15.331	13.267	11.861	10.826	10.029	9.392	8.836	8.835

() : Inside diameter of the pipe (ready made)

고로 본지구의 시험구 A.B는 각각 1,300m² 임으로 계획배수량을 30mm/日 (암거배수량편 참조)로 하면

$$\Delta q = \frac{30 \times 1,000 \times 1,300}{1,000 \times 86,400 \times 1} = 0.451 \text{ liter/sec/1,300m}^2$$

로서 이는 다음 계산 早見表에 의하여 경사 (I) = $\frac{1}{200}$ 에 해당됨으로 본지구의 吸水管 埋設傾斜는 1/200로 시설하였다. ^{12), 14), 15), 21), 23)}

5) 止水壁設置

시험구내에서 완벽한 시험성적과 周圍의 浸入水로부터의 低濕영향과 流入을 防止하기 위하여 시험구 A. B.의 全長 215m에 대하여 1m의 깊이를 Polyethylene으로 止水壁을 설치하였다. ^{16), 17)}

6) 水閘의 操作

벼재배기간 중의 排水量의 調節은 벼가 生育함에 따라 차차 낮추었으며 모를 낸다음 첫번 除草時까지의 期間은 地下水位를 논바닥에 가깝게 維持하고 그후부터는 논바닥보다 5cm 정도, 두번째 除草後

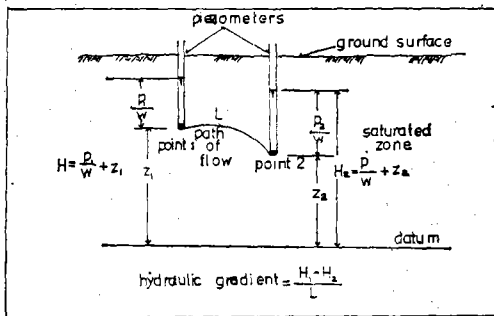


Fig. 8. Illustration of hydraulic gradient

에는 10~15cm, 세번째 除草後에는 20cm, 程度, 出穗期에 들어가면 25cm 이상 낮게 維持하도록 水閘을 調節하였고 벼의 生育期間中에 水閘의 開放은 有效分葉 終期以後 即 무효분얼을 抑除하기 위하여 實施하는 中間落水期에 들어갈때 實施하였다. 水閘閉鎖는 地下水位를 낮추고 灌溉水深을 얇게하여 水溫과 地溫이 上昇한 다음 實施하였다. 또 두번째, 세번째의 除草를 할때에도 그에 앞서 開放하였다가 다시 閉鎖하여 때때로 垂直 滲透를 妨礙함으로써 有害가스의 除去와 뿌리의 伸長促進을 成長의 旺盛함을 妨礙하였다. Fig. 9 참조) 또 稻作의 後期에는 出

穗 3~4週될 무렵에 水閘을 開放하여 뿌리부분을 굳혀 倒伏을 防止하는 同時에 結實을 促進시키고 收穫作業의 便利를 도모하도록 하였다. ^{1), 2), 27), 28)}

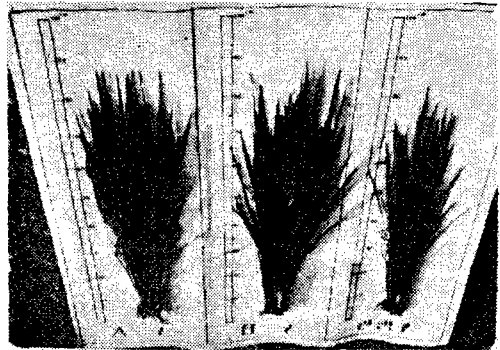


Fig. 9. Comparison of growing conditions

7) 掃除口

吸水管의 通水不良 또는 沈淤등으로 管이 기능을 발휘하지 못할때를 대비하여 吸水管列 最上端部에 14개의 管을 수직으로 設置하고 평상시에는 蓋으로 닫아 놓는다. ¹⁸⁾ (Fig. 4 참조)

다. 觀測調査方法 및 成果

1) 氣象概況

本試驗은 시험사향으로서 畝面內外 또는 주위의 詳細한 米기상을 요구하는 연구업무가 아니기 때문에 시험포 주위의 大體기상으로 同性流域圈인 大邱. 測候所의 기상기록치를 週間成果로 조사 분석하여 이용하였다. (Table 5 참조)

2) 暗渠排水量調査

暗渠의 計劃排水量은 暗渠의 施設目的, 畝面形態. 透水性, 地層構造등에 따라 다소 樣相을 달리하고 있다. 本地區에서는 地下水位狀況을 考慮하여 暗渠排水口에서 V notch weir(三角堰)에 의하여 調査測定한 結果 2,600m²에서 평균 0.8~0.9liter/sec 內외의 암거배수량이 산정되었다. 이는 계획배수량 평균 30~35mm/day에 近似한 값으로 해석된다. 이러한 根據에 의하여 本地區의 暗渠排水量 ($\Delta q = \frac{q \times A \times 1,000}{1,000 \times D \times 86,400}$)을 암거배수의 지배면적 (A)를 排除日數 1日(D)등을 고려하여 계획배수량 10mm~50mm 별로 계산한 結果 Fig. 10과 같다. 한편 측정된 암거배수량의 시간별 변화량을 보면 다음 Table 6 Fig. 13과 같다. ^{20), 22), 23)}

Table 5. Meteorological factors (weekly) 1976. 4~1977. 7

week	Factor	Mean (°C) temperature		Mean Max. Temp. (°C)		Mean Min. Temp. (°C)		Mean humidity(%)		Mean sun shine hour(hr)		Rainfall (mm)	
		76~77	annu-ary	76~77	an.	76~77	an.	76~77	an.	76~77	an.	76~77	au.
		1976	4. 1~ 7	8.8	-10	15.3	-0.9	2.5	-1.5	53	-7	8.8	1.6
	4. 8~14	11.6	0.5	17.3	-0.3	7.1	1.8	64	3	6.2	-1.5	34.7	25.0
	4. 15~2.1	13.9	1.4	20.2	0.9	8.4	2.0	60	1	6.8	-1.3	6.5	-8.7
	4. 22~28	14.9	1.0	20.3	-0.4	9.7	1.7	60	-1	5.7	-2.0	10.6	-4.0
	4. 29~5.5	12.6	-3.1	17.0	-5.4	8.7	-1.2	68	5	3.5	-4.4	45.1	31.3
	5. 6~12	16.3	-0.7	23.8	0	9.8	-1.2	56	-7	9.7	1.3	8.8	-5.6
	5. 13~19	16.6	-0.8	23.3	-0.8	10.8	-0.8	54	-9	7.7	-0.2	16.0	2.2
	5. 20~26	20.3	1.9	27.2	1.9	14.3	1.7	64	0	78	-1.0	8.4	-8.2
	5. 27~6.2	20.6	1.0	26.9	0.6	15.3	1.6	62	-2	5.5	-3.1	1.8	-9.1
	6. 3~ 9	20.5	0	25.8	-1.2	15.3	0.4	68	4	5.2	-2.9	84.5	66.0
	6. 10~16	21.4	-0.1	27.3	-0.7	16.6	0.4	65	-2	7.4	-0.6	-	-26.3
	6. 17~23	21.8	-0.3	26.3	-1.7	18.4	1.1	68	-2	3.9	-3.2	6.2	-23.4
	6. 24~30	23.0	0.2	29.2	1.3	18.1	-0.6	61	-13	8.5	2.6	2.0	-44.4
	7. 1~ 7	19.5	-4.1	24.1	-4.3	16.2	-3.6	65	-11	4.1	-1.6	17.5	-46.0
	7. 8~14	23.6	-1.0	28.6	-0.7	19.6	-1.3	85	9	5.0	-0.9	13.8	-27.7
	7. 15~21	23.9	-2.1	27.5	-3.6	21.3	-0.9	69	-6	2.7	-4.8	4.3	-34.4
	7. 22~28	26.8	0.3	31.7	0.1	22.3	-0.1	67	-8	5.9	-1.5	8.6	-22.8
	7. 29~8.4	27.2	0.5	32.9	1.1	22.6	-0.5	67	-8	64	-0.3	69.7	25.2
	8. 5~11	26.2	-0.5	31.1	-0.9	22.8	0	75	0	4.4	-3.1	49.1	2.44
	8. 12~18	27.3	0.9	33.3	1.3	22.9	0.5	67	-7	72	-0.7	0.2	-18.6
	8. 19~25	26.2	0.6	30.2	-0.7	22.0	0.2	66	-10	6.4	-0.7	44.0	2.1
	8. 26~9.1	21.9	-2.1	25.3	-3.8	19.1	-1.0	80	4	2.3	-4.1	41.6	-7.4
	9. 9~15	19.8	-1.5	24.7	-1.7	16.2	-1.2	66	-11	4.0	-2.4	13.7	-35.3
	9. 16~22	18.0	-1.4	23.4	-1.7	13.0	-2.0	71	-4	5.9	-1.4	1.3	-33.9
	9. 23~29	17.9	-0.5	24.9	0.6	12.1	-1.5	68	-6	7.9	1.2	1.2	-29.9
	9. 30~10.6	16.4	-0.5	22.6	-0.4	10.9	-1.2	67	5	5.9	-0.9	2.0	-4.1
	10. 7~13	17.1	1.9	23.3	1.4	12.7	2.9	67	-2	4.7	-2.8	0.1	-8.4
	10. 14~20	16.5	2.4	23.7	3.1	10.8	2.2	68	-2	6.5	-0.3	185	-6.2
	10. 21~27	12.9	0.4	19.3	-0.2	7.2	0.7	63	-3	6.4	-1.1	11.9	9.2
	10. 28~11.3	9.1	-2.2	16.0	-1.9	3.0	-2.4	57	-12	6.5	-0.7	11.1	5.9
	11. 4~10	9.6	-0.6	17.1	0.4	3.3	-1.4	64	-3	6.2	-0.8	2.1	-3.7
	11. 11~17	4.8	-2.9	8.8	-5.0	2.0	-0.4	60	-6	3.1	-3.3	16.7	5.4
	11. 18~24	2.6	-4.1	8.4	-4.6	-1.8	-3.0	61	-7	7.6	1.4	0.9	-6.6
	11. 25~12.1	2.8	-2.1	7.4	-2.6	-1.5	-1.8	54	-13	6.0	0.5	0.0	-6.0
	12. 2~ 8	4.5	1.7	9.8	1.5	0.2	2.1	74	11	3.2	-3.2	11.2	7.0
	12. 9~15	2.2	0.6	8.7	1.6	-2.1	1.1	67	6	5.9	-0.5	-	-7.0
	12. 16~22	3.7	2.9	9.9	3.9	-0.8	2.9	65	4	44	-1.7	10.1	7.9
	12. 23~29	-3.2	3.7	1.2	-4.0	-7.0	-3.3	57	-5	4.7	1.1	0.2	-6.1
1977	12. 30~1.5	-6.4	-5.8	-1.7	-5.8	-10.2	-5.3	46	-13	5.5	1.5	0.0	-5.6
	1. 6~12	-1.8	-0.1	3.6	0.1	-6.9	-0.7	60	2	4.6	-1.7	0.0	-3.7
	1. 13~19	-3.9	-2.1	0.7	-2.6	-7.3	-0.9	69	-8	68	0.2	-	-6.2
	1. 20~26	-1.3	0.5	3.4	0.0	-6.0	0.4	58	2	4.8	-2.0	0.2	-2.6
	1. 27~2.2	5.4	-4.2	-0.6	-5.0	-10.0	-8.7	37	-20	1.9	1.2	-	-7.7
	2. 3~2.9	-2.7	-2.1	2.2	-2.4	-7.7	-2.6	47	-12	5.7	-1.0	0.0	-5.2

2.10~16	-1.6	-1.8	4.6	-0.8	-6.9	-2.6	48	-10	6.9	0.4	-	-6.1
2.17~23	-0.8	-1.6	5.9	-0.7	-7.8	-3.5	41	-13	7.4	-0.6	0.0	-3.8
2.24~3.2	8.8	5.6	16.6	7.7	2.7	4.7	53	-6	4.5	-2.3	7.6	-6.4
3. 3~ 9	4.2	0.5	10.7	1.5	-2.3	-1.3	48	-10	8.2	1.5	-	-8.9
3.10~16	7.0	2.2	13.1	2.3	2.9	3.6	52	-5	4.8	-2.6	17.2	7.4
3.17~23	9.7	3.0	15.2	2.2	5.0	3.9	67	8	4.6	-2.6	10.1	-3.9
3.24~30	7.4	-0.2	12.5	-1.1	3.6	1.3	58	-1	4.7	-2.4	16.5	3.5
3.31~4.6	11.7	2.1	19.6	4.9	5.1	1.4	55	-4	8.5	1.0	43.7	29.2
4. 7~13	13.1	2.2	18.4	1.0	7.8	2.6	59	-2	4.0	-3.5	6.9	-8.9
4.14~20	14.7	2.5	20.9	2.0	8.3	2.1	56	-2	6.8	-1.3	23.9	10.0
4.21~27	15.8	2.1	21.2	-0.7	11.1	3.4	60	2	6.1	-1.5	82.9	68.8
4.28~5.4	15.7	0.2	21.5	-0.7	10.4	0.8	56	-6	7.4	-0.5	11.2	-3.3
5. 5~11	18.6	1.8	26.3	2.6	11.2	0.3	48	-15	9.5	1.1	0.0	-13.3
5.12~18	19.4	2.1	26.6	2.5	11.8	0.4	56	-7	9.7	1.8	10.7	-5.1
5.19~25	19.0	0.8	25.4	0.4	13.1	0.6	58	-6	6.5	-2.1	6.1	-8.4
5.26~6.1	19.7	0.3	23.9	-2.3	16.3	2.7	72	8	3.3	-5.3	43.8	31.8
6. 2~8	24.4	3.0	29.6	2.7	12.9	3.1	62	-2	9.6	1.6	12.7	-6.1
6. 9-15	21.7	0.3	27.5	-0.5	17.1	1.2	63	-	-	-1.8	31.6	6.1
6.16~22	18.7	-3.3	23.4	-4.7	14.5	-2.8	63	-7	6.9	-0.3	0.5	-21.1
6.23~29	22.4	-0.3	28.1	0.2	17.9	-0.6	68	-6	5.3	-0.7	7.2	-45.0
6.30~7.6	26.0	2.63	0.0	1.8	22.9	3.3	72	-5	3.7	-1.9	17.3	-42.8
7. 7~13	25.8	1.3	29.3	0	23.1	2.3	71	-5	2.2	-3.8	24.3	-10.3

Table 6. Amounts of subsurface drainage (mm/day)

Date & Time	Sept. 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Mean
Amounts	80	75	70	55	35	16	12	11	10	8	7	35.0

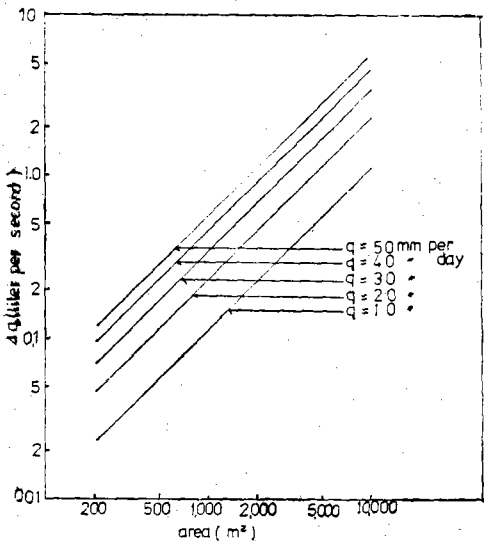


Fig. 10. Relation between drainage-amount and basin area

3) 減水深

각 시험구사이의 橫浸透는 止水壁에 依하여 遮斷되고 減水深測定은 落水期에 畝面의 作土龜裂이 發見된 時期를 選定하여 N型 減水深測定器로 處理區別로 實施하되 AB區에서는 暗渠埋設直上部 地點과 그로부터 2m, 4m, 間격의 地點에서 測定하였다. 結果는 다음 Table 7과 Fig. 11과 같다.

Table 7. Estimation of decreasing water depth

Plot	Date			
	9.10~15	16~20	21~25	mean
Plot A	31.8	20.3	19.7	23.9
B	30.0	17.8	17.3	21.7
ordinary P.	18.0	12.6	12.3	14.3

한편 龜裂最大深과 減水深과의 關係는 試驗區가 對比區에 比해서 훨씬 큰 減水深을 나타냈으며 同時

에龜裂深도의增加에大端히敏感하게增加하는것으로 해석된다. 시험결과 A區에서 19~31mm/day (평균 23.9) B區에서 17~30mm/day (평균 21.7), 대비구에서 12~18mm/day(평균 14.3)가 나타났으며 A區는 B區보다 암거의 깊이가 20cm더 깊이에 있기때문에土壤物理學的透水性效果로 보여지며對比區는下層土의不透水性때문으로 해석된다.¹⁷⁾ 한편過度한減水深은施肥後肥効分流失이 있게됨으로水閘에 의한 적절한 조정이 필요할 것으로 본다 日本의 경우는日減水深 10mm day 이하의 경우를濕漚으로規定하고 있는바 우리나라에서는 보다科學的인廣範圍한 시험을 통하여 대상지의 선정에 착오없도록 해야될 것으로보며 다수확의 기본요건이自由로운물관리에 있다고 볼때土壤內의地下水位 조건에 따라 적당한 물의流動을促進할수있도록濕漚에서의 암거 배수를前提로한 조사계획과 시설및 선량한 관리가 뒤따라야 하겠다. 本地區도 제 1차 년도의 시험이기때문에 앞으로 더 계속되는데 따라서 보다 좋은 成果가 제시되리라 본다^{18),24)}

4) 地下水位

地下水位 측정을 위한 觀測井을 A B구의 집수관

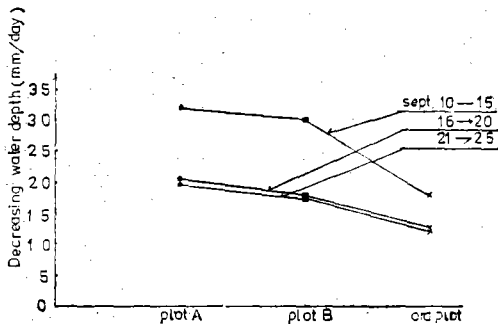


Fig. 11. Change of decreasing water depth.

Table 8. Change of Ground water level

Date & time	Sept 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Difference between Max&Min
situation (m)												
1	0.87	0.80	0.73	0.65	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.45
2	0.88	0.81	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.49	0.48	0.40
3	0.90	0.83	0.77	0.73	0.73	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.50	0.40
4	0.94	0.85	0.80	0.76	0.73	0.69	0.67	0.63	0.61	0.58	0.52	0.42
5	0.95	0.87	0.82	0.78	0.75	0.72	0.71	0.70	0.65	0.61	0.58	0.37
Mean	0.91	0.83	0.77	0.72	0.69	0.64	0.62	0.59	0.56	0.53	0.50	
Difference between Max. & Min.	0.08	0.07	0.19	0.13	0.17	0.18	0.20	0.22	0.19	0.21	0.11	

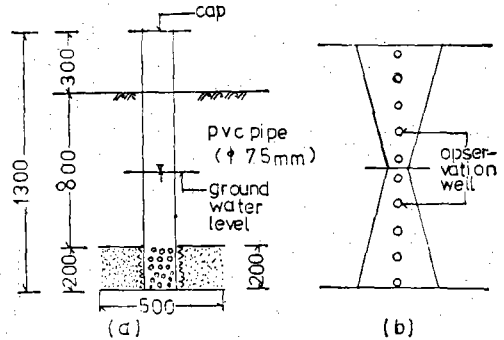


Fig. 12. Ground water level observation well and illustration.

을 中心으로 兩側의 吸水管中心에 20m의 幅을 同一間隙으로 6等分하고 吸水管으로부터 中心지점인 1, 2, 3, 4, 5m거리에 區當 5개씩 10개의 觀測井을 설치하였다. (Fig. 4, Fig. 12 참조)

地下水位 變動狀況은 Table 8에서 보는바와 같이 강우일에는 높은 지하수위를 나타냈으며 상승은 빠른데 비하여 下降은 완만한 편이다. 한편 水閘을 開放한後 地下水의 變動範圍는 시간경과에 따라 격차를 나타내었다가 澁水상태가 되면 다시 水位는 급상승하는 현상을 나타 내었다. 持히 시험구에서는 畚面落水後와 강우후에 地下水位의 低下가 현저하였고 무강우일이 수일 계속될 경우에는 지하수위 변동이 吸水管간격 5m 지점의 觀測井에서 0.37m일때 1m 간격지점에서는 0.45m를 형성함을 보아 간격비에 비하여 地下水位 下降比는 二變動幅이 적음이 나타났다. 한편 水閘閉鎖時에는 畚面全體의 地下水位는 소위 閉鎖滲透현상을 나타내기 때문에 一定한 地下水位를 나타내지 않으나 適正감수심을 維持하기 위하여 水閘을 操作한 後地下水位와 減水深과의 關

係는 比較的 좋은 相關이 있을것으로 推測된다.

그리고 암거배수량과 지하수위와의 관계를 조사 분석한 結果 시험구의 排水量은 水開開放즉우 殘水가 있을 경우 增大하였다가 畚面의 灌水 消滅後 일 정시간은 시간에 따른 감소량이 많으나 그후는 그 속도변화가 완만한 현상을 나타내는데 反하여 지하수위의 변화속도는 비교적 처음부터 완만한 현상을 나타냄을 볼수있다. (8), 8), 10), 18), 10)

(Table 6, 8, Fig. 13 참조)

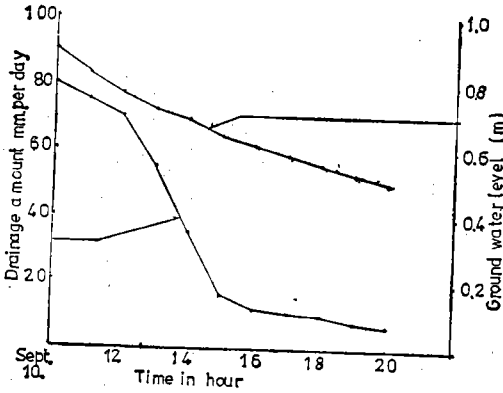


Fig. 13. Relation between drainage amount and ground water level.

5) 地溫 및 含水比

排水에 따르는 地溫 및 含水比는 排水後의 即時 效果面 위주로 調査하였기 때문에 地表面下 10cm 地點에서만 觀測하였고 時期는 中間落水期, 최종낙수기, 및 非灌溉期로 하였으며 위치는 암거 直上部 암거에서 2m, 4m 지점에서 각각 측정하여 爐乾燥法으로 시험분석 하였다.

결과는 Table 9~11 Fig. 14~16과 같다.

中間낙수기인 7. 21일부터 7. 25일까지 5日間 매일 10시와 14시 두차례에 걸쳐 지중온도와 토양함수비를 조사하여 평균치로 산출한 것이며 그結果 함수비는 7. 25일 최저 41.2% 최고 7. 21일 53.5%를, 地溫은 7. 25일 28.04°C와 7. 21일 27.1°C로서 대비구와 함수비에서 27.8%의 낮은양을, 그리고 지온에서는 1.6°C의 상승효과를 보았다. 최종낙수기에는 함수비에서 23.3%의 낮은양이, 그리고 1.2°C의 지온상승을 보았고 비관개기에는 12.4%의 함수비 저하현상을 보았다. 한편 지온은 含水比에 反比例하는 현상을 나타내어 결국 토양의 過濕은 지온의 低下를 이르게 排水의 必要性을 가져오게 한다. 본분석에서는 지면하 10cm에서 1.6°C의 상승효과를 가져왔으나 계속되는 시험에서 지온의 不易層까지

Table 9. Daily soil moisture content & ground Temp. (mid, Summer Drainage season)

Date Factors	July 21		July 22		July 23		July 24		July 25	
	T°C	C%	T°C	C%	T°C	C%	T°C	C%	T°C	C%
Point of test										
0m	27.01	52.6	27.29	50.1	27.49	47.9	28.04	42.8	28.11	39.4
2m	27.16	53.4	27.26	52.6	27.44	48.8	27.55	44.6	28.04	41.5
4m	27.05	54.5	27.10	51.2	27.20	49.6	27.43	45.4	27.96	42.6
mean	27.1	53.5	27.20	51.3	27.40	48.8	27.70	44.3	28.04	41.2
Ord. Plot	26.70	81.3	26.44	75.2	26.43	72.1	26.42	69.8	26.40	65.1
Diff. of mean	0.4	27.8	0.8	23.9	1.08	23.3	1.3	25.5	1.6	23.9

Table 10. Daily soil moisture content & ground temp. (harvest drainage season)

Date Factors	Sept. 5		6		7		8		9	
	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C
Point of test										
0m	25.67	51.8	25.97	46.7	26.12	42.2	26.10	38.4	26.3	35.6
2m	25.65	52.9	25.48	50.6	25.21	49.5	24.92	49.1	24.68	37.4
4m	25.33	53.4	25.08	51.2	24.97	50.9	24.64	50.4	24.33	38.6
meam	25.55	52.7	25.51	49.5	25.43	47.5	25.22	45.9	25.10	37.2
Ord. Plot	24.32	75.1	24.30	72.3	24.22	66.1	24.20	62.8	24.16	60.5
Diff of mean	1.23	22.4	1.2	22.8	1.2	18.6	1.0	16.9	1.0	23.3

Table 11. Daily soilmoisture content & ground temp. (non irrigated season)

Date Factors Point of test	october 23	25	27	30	November 2
	C	C	C	C	C
0m	48.4	42.3	40.4	38.2	38.1
2m	49.3	44.2	43.2	42.2	40.2
4m	49.6	44.7	44.10	43.9	42.2
mean	49.1	43.7	42.6	41.4	40.2
Ord. Plot	58.3	56.1	54.2	53.5	52.2
Diff. of mean	9.2	12.4	11.6	12.1	12.2

지의 온도변화가 구명될것으로 본다. (4), (5), (10)

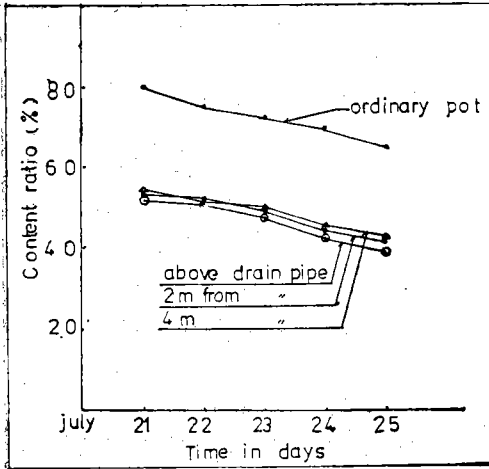


Fig. 14. Daily moisture content (mid summer drainage season)

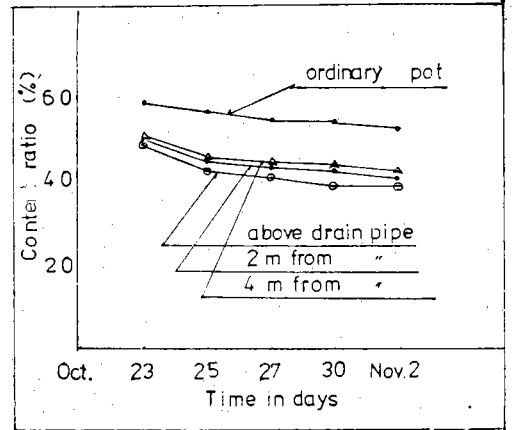


Fig. 16. Daily moisture content (nonirrigated season)

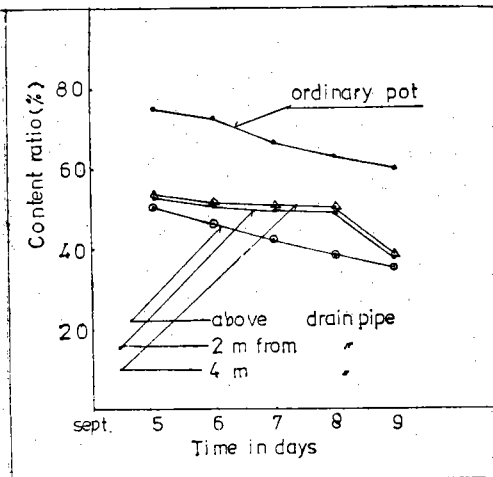


Fig. 15. Daily moisture content (harvest drainage season)

6) 暗渠間隙

암거깊이와 간격은 지형, 과습상태, 다우현상, 土性 및 作付體系등에 따라 달라지리라 생각되지만 본지구의 시험에서는 國內外的인 보편치 0.6m, 0.8 m에 대하여 실시하였고 1.0m 깊이에 대한 것은 排水口와의 自然排水 경사조건 때문에 省略하였다. 한편 암거의 간격 시험은 전술한바도 있으나 적정 간격을 채택하기 위하여 同一시험포에서 2m, 4m, 6m, 8m, 10m 간격으로 시험하여 수확량 조사결과 (Table 12 참조) 2m나 10m나 有意性이 인정되지 않아 본연구에서는 암거 간격을 10m내외로, 암거깊이를 0.8m~1.0m로 함이 타당한것으로 해석한다. 한편 國內的인 경험과 실험을 통한 암거 깊이와 간격의 개략치를 보면 0.6m 깊이의 경우 重粘土에서 5.0~7.0m, 보통점토에서 6.0~8.0m, 점질 양토에서 7.0~9.0m, 보통양토에서 8.0~10.0m, 그

리고 0.8m 압거 깊이에 대해서 上記 토양조건에서 각각 6.0~8.0m, 7.0~9.0m, 8.0~10.0m 9.0~11.0m이고 1.0m 깊이에서는 또한 7.0~9.0m, 8.0~10.0m, 9.0~11.0m, 10.0~12.0m, 이고 1.20m 깊이에서는 각각 8.0~10.0m, 9.0~11.0m, 10.0~12.0m 11.0~13.0m, 로 권장하고 있음을 볼수 있다.

2회 (7. 27일)

尿素 : 5.2kg/10a

4. 水稻收量試驗成果

본시험을 통하여 調査分析된 水稻의 收量現況은 다음 Table 12 및 Fig. 17과 같다.

2. 水稻供試品種

維新 (1976년도 본지역 장래품종)

3. 水稻栽培方法

가. 苗板 : 4月 20日 播種
0.5 liter (3.3m² 기준)

나. 移秧 : 6月 7日
一株苗數 4本
80/3.3m²(坪)

다. 栽培方法 : 농촌진흥청 作物試驗場 栽培法 基準

施肥

基肥 : 堆 肥 : 1,500kg/10a

尿 素 : 6.9kg/10a

重 過 石 : 10.8kg/10a

염화가리 : 10.0kg/10a

追肥 : 1회 (6. 30일)

尿素 : 5.2kg/10a

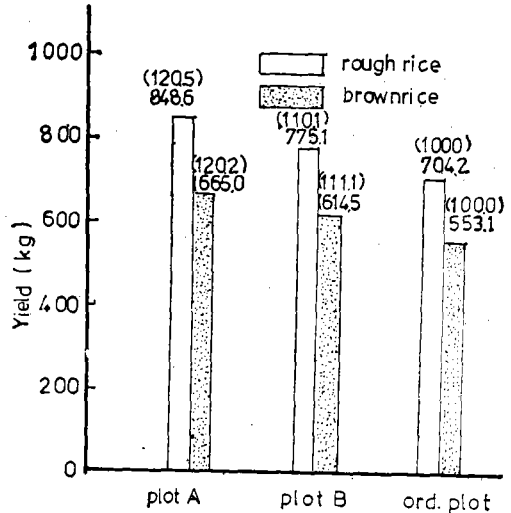


Fig. 17. Comparison of crop yields in each plot.

5. 麥類收量 試驗成果

가. 品 種 : 密陽 6號 (早生種이며 본지역

Table. 12. Crop-yields under each test plot.

Plot	Spec.	wt. of 1000 grains		Ratio of rough rice to b.r.	Ratio of straw	Yields Per 10a				
		rough rice	brown rice			wt. of straw	rough rice		brownrice	
							yields	Index	yields	Index
depth	width	gr.	gr.	%	%	kg	kg	%	kg	%
Aplot (60cm)	2.0	19.3	15.3	79.4	136.4	572.8	781.3	110.9	620.4	112.2
	4.0	21.5	17.0	78.9	142.8	503.1	781.6	102.0	567.0	102.5
	6.0	24.7	19.4	78.7	145.9	547.5	799.0	113.5	628.8	113.7
	8.0	22.2	17.7	79.8	131.7	622.1	819.4	116.4	653.9	118.2
	10.0	23.0	18.3	79.6	134.6	562.7	757.4	107.6	602.9	109.0
	平均	22.1	17.5	79.3	138.0	561.6	775.1	110.1	614.5	111.1
Bplot (80cm)	2.0	27.1	21.6	79.6	166.5	510.4	849.9	120.7	676.5	122.3
	4.0	21.1	16.6	78.6	136.9	512.0	750.6	106.6	585.5	105.9
	6.0	28.1	22.5	79.9	151.3	591.2	894.3	127.0	713.8	129.1
	8.0	23.1	18.5	79.6	156.2	533.8	833.9	118.4	663.8	120.0
	10.0	27.0	21.3	78.8	134.8	678.3	914.1	129.8	720.3	130.2
	平均	25.3	20.1	79.3	148.4	565.1	848.6	120.5	665.0	120.2
Ordinary Plot		22.3	17.5	78.6	136.3	517.3	704.2	100.0	553.1	100.0

장려品種 三年次)

- 나. 播 種 : 秋播, 畦畔形 廣播
- 다. 耕種方法 : 작물시험장 표준 재배법 적용
- 라. 施肥기타 :

N.P.K { 밀거름 19. 1kg
 웃거름 1회 3. 5kg (2회사용)
 제조제살포 120kg
 흙냉기, 보리밭기 3회 실시

- 마. 수 확 량
 日 字 : 1977. 6. 1
 수 확 량 : 367. 5kg(租穀, 反當)

바. 수확량비교

- 1) 77년도 대비
 77년 금호지역 평균수확량 137kg
 시험구 수확량 367. 5kg
 증수대비 168. 2% 증
- 2) 平年對比
 금호지역 예년평균수확량 354kg
 시험구 수확량 367. 5kg
 증수대비 3. 8% 증
- 3) 기 타

본시험포는 당초 二毛作 不可能지역이
 었으므로 이를 기준하고 또한 1976년은
 30년 來의 渾한때문에 기록적인 흉작의
 해임을 감안하면 증수량의 결과 비교는
 뚜렷한 배수효과를 立證한다.³²⁾

Ⅲ. 結果 및 考察

本試驗研究를 통하여 얻어진 結果는 作物의 收量
 增大와 二毛作栽培가 可能한것으로 試驗分析되었다.
 濕畚의 乾畚化는 畚土壤의 理化學的 性質의 改良과
 여러가지 營農作業의 便利性等과 土地利用率을 向
 上시키는등 많은 利點을 안고왔다. 한편 排水施設
 의 不良한 管理에서 오는 土壤의 性質變化등을 考
 慮하여 肥培管理를 善良하게 施行하여야 할줄로 본
 다 作物과 濕畚管理를 主로한 本試驗分析의 結果를
 綜合的으로 考察하면 다음과 같다.

1. 千粒重, 精玄比率 및 租穀比率는 對備區에 比하
 여 B區(60cm)는 큰差異가 없었고 A區(80cm)는
 많은 差異를 내었다.
2. 藪重은 A, B.區가 모두 비슷한 比率를 보였으나
 對備區는 많은 差異를 보였다.
3. 精租收量指數는 對比區에 대하여 暗渠間隙에 關
 係없이 B區에서는 최저 102. 0% 최고 116. 4%로

서 평균 110. 1%를 나타냈고 A區에서는 최저 106.
 6% 최고 129. 8%로서 평균 120. 5%의 高率을 나
 타내었다.

4. 玄米收量指數는 對比區 100%에 對하여 各畝가
 間격에 관계없이 B區에서는 102. 5%~118. 2%로
 서 평균 111. 1%의 增收效果를 나타냈고 A區에서
 는 105. 9%~130. 2%로써 평균 120. 2%의 增收效
 果를 나타내어 結果 암거깊이별에서 對比區에 大
 하여 A區는 20. 2%, B區에서는 11. 1%의 增收效
 果를 거두었다. 本試驗을 통해서 本人등은 암거
 깊이 80cm區를 권장한다.
5. 암거의 間隙은 2, 4, 6, 8, 10m間격으로 시험하
 였으나 제1차년도 시험에서는 특별한 有意性이
 나타나지 않았다. 그러나 地下水理學的의 現象과 收
 量效果등을 考慮할때 土深 80cm 이상 암거間격
 10m로 함이 妥當할것으로 解析한다.
6. 二毛作은 試驗前 不可能하였던 지역이던 것이 暗
 渠施設以後 當年作은 367. 5kg(反當)으로 琴湖地
 域 137kg (1977년도)에 比하여 168. 2%의 增收效
 果와 琴湖地域예년 平년작 354kg에 比하여 3. 8%
 의 增收效果를 보아 二毛作의 成功이 立證되었다.
7. 氣象現象은 1976년도는 大體的으로 移秧後期에
 한달이 基한편이어서 土壤의 過濕狀態가 長期間
 계속되지 아니하여 自然條件이 良好한 편이었으
 나 過濕된다 하더라도 水閘調節이 容易하여 排水
 調節에 아무문제점이 없었다.
8. 암거배수량은 30~35mm/day가 測定되었는바 降
 雨現象, 作物成長, 및 地下水位現象등을 考慮하
 여 水閘調節을 善良하게 期함으로서 좋은 排水調
 節 效果를 거둘것으로 評價한다.
9. 減水深은 試驗區의 境遇 평균 23. 9mm/day가 측
 되었다고 對比區의 경우 14. 3mm/day가 算出되었는
 바 이는 地下水位現象과 作土龜裂에 크게 관계가
 있음으로 적절한 湛水管理와 水閘調節이 必要하다
10. 地下水位는 本畚落水期의 境遇 吸水管의 間隙
 에 大差없이 0. 4~0. 5m를 나타냈으며 이는 경과
 시간에 따라 많은 差異가 나타났으나 암거間격에
 는 변화폭이 적으며 對比區의 通常地下水位 15~
 20cm에 比하면 현저한 下降效果를 볼수있다.
11. 地溫과 含水比는 要因別로 보면 地溫은 對比區
 에 比하여 1°C以上이 높았으며 含水比는 反對로
 對比區가 12. 4~27. 8%가 높은것으로 分析되어 이
 들 間에는 反比例현상이 立證되었다.
12. 以上의 實證으로보아 암거배수방법에 의한 低

濕畝의 管理는 水稻作의 增收와 二毛作의 實現에 크게 科學的 밑받침이 된다고 評價된다.

V. REFERENCES

1. Harris, F.S.&H.H. YAO (1923) : Effectiveness of Mulches in Preserving Soil Moisture, Jour., Agr. Res. Mar. 3, pp.729
2. Hudson, A.W. & others (1962) : The draining of Farm Lands Bull, No. 18, Mossey College, Palmerston North, pp. 95~105, 259~266.
3. Harris, F.S. & others (1917) : Movement & Distribution of Moisture in the soil, Jour Agr, Res, July, 16, pp. 113
4. Richards and others (1944) : Maisture Retention by some Irrigation soil as related to Soil Moisture tention, Jour. Agr. Res, 69 pp. 215.
5. Rohwer, Carl and others (1948) : Seepage Losses from Irri Channels. Colo. Agr. Exp. St'n Tech Bull. 38.
6. Schofield, R.K. (1935) : The PF of the Water in Soil Trans, International Congr., Soil Science 3rd Cong, oxford, pp.37~48
7. Soil Conservation Service, USDA. (1961) : Principles of Drainage, SCS National Engg, HB Sec. 16, ch. 1 pp.1~13.
8. _____ (1960) : Tile systems and Appurtenances, sec. 16, ch. 5, pp.4-3~4-5.
9. _____ (1964) : Soil-Plant-Water Relationships, Sec. 15, chl, pp.1-32, ~135.
10. Talsma, T & others (1959) : Investigation of Water Table Response of Tile Drains in Comparison, with theory, Jour, of Geophy, Res. Vol. 64, pp.1933~44.
11. Visser, W.C. (1950) Tile drainage in th. Netherlands, Neth. J. Agr. Sci. 2, pp.69~87.
12. 權平昌司外 (1970) : 暗渠排水의 機能增大의 ための 吸水管中の 通氣, 農業土木學會誌 38(2) pp.9.
13. 古田力 (1967) : 湛水狀態における 成層土壤의 鉛直降下浸透に關する研究 (I) 農業土木學會論文集 21號
14. 久木勉, 遠藤和雄 (1971) : 暗渠의 機械施工의 能率と排水效果について, 農業土木學會誌35(3), pp 42.
15. 金哲基(1970) : 植壤土質 における의 灌溉方式과 排水溝깊이에 關한研究 (II), 農業土木學會誌 1 (1).
16. 内山修男 (1957) : 水田의 浸透に關する土壤의 諸問題 (I) 農業及園藝 32(7) pp. 10
17. 茶野忠夫 (1960) : 暗渠排水가 火山性過濕土壤의 凍結に及ぼす影響について 農業土木研究 27(8) pp3510
18. 福田仁志 (1972) : 排水工學, 養賢堂 pp. 135~138, 181~185,
19. 山崎不二夫 (1960) : 水田의 減水深 pp. 96~98. 浸透流, 土壤의 物理性 No. pp. 9~14.
20. 森田浩 (1970) : 新掘地區水田의 칸ガイ期에 における暗渠排水量について 農業土木學會誌 38(2) pp. 3.
21. 森田浩 (1970) : 畚田暗キヨ의 排水速度と地下水位의 關係 農業土木學會誌 40(5).
22. 五十崎恒 (1957) : 水田의 適正浸透流について (I) 農業土木研究 24(6), pp. 21~24.
23. _____ (1958) : 水田의 適正浸透流について(II) 農業土木研究 25(6), pp. 12~15.
24. _____ 外 (1959) : 水田의 適正減水深について 農業土木研究 27(4), pp. 6~11.
25. 長濱謙吾外 (1967) : 暗渠排水技術의 歷史的發展過程 農業土木學會論文集 21號 pp. 50.
26. _____ 外 (1968) : 干拓地水田에 における暗渠의 機能について 農業土木學會論文集 26號 pp. 15.
27. _____ 田淵俊雄 外 (1966) : 粘土質의 水田의 排水에 關する研究 (3) 農業土木論文集 No. 18.
28. _____ (1968) : 粘土質의 水田의 排水을 中心として 農業土木學會誌 36(4).
29. 田地野直哉 (1961) : 暗渠排水의 施工改良에 關する研究 (3) 農技研報告書 第13號 別冊 pp. 165.
30. _____ (1968) : 暗渠排水의 深さと間隙について 農業土木學會誌 35(2), pp. 34.
31. 周載洪 (1968) : 暗渠排水에 의한 低濕地利用에 關한 研究(I) 農業土木學會誌 10(2) pp. 14.
32. _____ (1973) : PVC管을 利用한 低濕畝의 二毛作에 關한 研究 韓國農工學會誌 15(3), pp.21~31.