

暗渠排水에 의한 濕畝의 2毛作에 관한 研究

A Study on the Semiannual Crops of Wet Paddy Fields by Underdrainage

宋 錫 銀* · 金 始 源**

Seok Eun Song, Shi Won Kim

Summary

The result which I tried to get double crops of potatoes on the wet paddy fields through the underdrainage of P.V.C pipe from March 1977 to June 1977 in Jung cheon-Ri, Jinseong-men, Jinyang gun, Kungsangnamdo are followings.

1. During this experimental period, the temperature on the average was 15.67°C (yearly mean 14.78°C) that was suitable in growing potatoes, while the amount of rainfall was not much heavier from middle of April to early in May. Therefore the yield of potatoes in the wet fields was so high.
2. The soil temperature of the treated plot in the underground of 10cm, 30cm, 60cm, 80cm, has risen to 1.38°C, 1.32°C, 1.45°C, 1.28°C, comparing to the soil temperature in the control plot respectively.
3. The discharge from subdrainage pipes was 0.675l/sec/ha on the average.
4. The treated plot showed better growth than the control plot, and the yield has been increased 424.8%, while they have been preserved to be voluntary from the level of "t" test.

I. 序 論

農業의 近代化는 國家의 宿願인 것으로 그간 第3次 經濟開發 5個年 計劃 期間中 農民 所得增大와 農村 近代化를 爲하여 努力한 結果 많은 成果를 얻어 왔거니와 第4次 經濟開發 5個年 計劃 遂行以後부터는 더욱 박차를 加하여 農業基盤造成을 爲한 耕地整理 灌溉事業은 많은 進展을 보이고 있으나 濕畝의 地下排水에 對한 事業 및 研究는 아직도 不毛

의 狀態에 있는 實情이다.

濕畝의 地下排水 方法으로는 明渠에 依한 方法, 暗渠에 依한 方法이 있으며 暗渠에 依한 方法中에는 材料와 方法에 따라 여러가지가 있으나 本 試驗에서는 材料求得이 容易하고 經濟的이며 半永久的인 P.V.C. Pipe(Corrugated)를 使用하여 濕畝에 對한 過剩水分을 排除하며 水稻의 增收는 勿論이며 乾土 效果를 通한 畝裏作으로 麥類, 薯類, 頭類 등을 栽培하여 土地의 利用度를 높이고져 하는데 그 目的

* 晉州農業 專門學校 農工科
** 建國大學校 農科大學

이 있다. 持히 南部地方의 1毛作 地域은 大部分이 氣象條件은 有利하나 排水가 不良하여 水稻의 減收는 勿論 2毛作이 不可能한 實情이다. 이러한 1毛作 地域을 2毛作地域으로 轉換케 하기 爲하여 畚裏作으로 감자를 栽培하여 排水 效果를 究明하고 食糧增産 및 土地利用度를 높이고져 本 研究를 試圖하게 된 것이다.

II. 研究史

暗渠排水는 BC 200年頃 Rome에서 實施되었다는 記錄이 있으며 英國에서는 15世紀頃부터 農業에 利用되었고 17世紀에는 Blith에 依하여 暗渠의 技術書籍이 刊行되었으며 最近에는 美國 日本 獨逸 和蘭等에서도 많은 研究가 推進되고 있다. 이와 關聯된 文獻을 살펴보면 美國의 James²⁴⁾(1957)는 Dra. of Agr. Ralland의 研究에서 두더지 暗渠 깊이를 12~13inch 間隔을 5~30ft., 깊이를 12~30ft로 하는것이 適當하다고 했으며 富士¹⁹⁾(1965)는 暗渠排水에 關한 研究에서 粘土質의 土質에서 暗渠排水 限界支配 間隔에 對해 調査한바에 依하면 30m를 넘으면 그 有効性이 없다고 指摘했으며 丸山²⁵⁾(1966)은 暗渠排水 機構와 效果에 關한 研究에서 降雨後의 地下水位가 낮아질 수 있다면 暗渠의 間隔을 다시 넓힐 수 있으며 設計基準에서는 흙이 粘土質의 경우 暗渠의 間隔을 8~10m로 하고 있지만 14m 間隔에서도 別支障이 없으므로 暗渠間隔을 定한 從來의 方法을 再檢討할 必要가 있으며 低濕地帶에 暗渠를 設定하는 일은 土壤을 乾燥하기 爲한 必要條件은 되어도 充分條件은 되지 않으며 充分한 效果를 얻기 爲해서는 自然條件에 期待하는 外에 深土 破碎, 深耕等 人爲的方法으로 透水性을 增大하는 方法을 併行하는 것이 대단히 좋다고 했으며 周²⁷⁾(1968, 1973)는 暗渠排水에 依한 低濕畝 利用에 關한 研究에서 灌溉期間의 地濕이 平均 1.2°C 上昇했고 非灌溉期間에는 地下水位가 平均 45cm 下降하므로 薯類는 64%, 水稻 및 麥類는 各各 21%, 57%의 增收를 갖어 왔다고 했으며 田淵²⁴⁾(1965, 1973, 1979, 1980)(1968)는 粘土質 的의 排水에 關한 研究에서 暗渠의 效果를 發揮하기 爲해서는 8月の 落水期間이 길고 8月の 降雨日數가 짧고 排水管이 水平을 유지하는 3條件이 滿足해야 한다고 했으며 韓²¹⁾(1970)은 開渠에 依한 除鹽效果 試驗에서 開渠의 깊이 90cm, 間隔 18m,로 實施함이 가장 效果의이나 開渠로 因한 面積損失을 考慮하여 收穫量을 比較할때 깊이 90cm

間隔 36m로 設置함이 妥當하고 두더지 暗渠는 깊이 60cm, 間隔 3m로 施工함이 效果의이라고 했고 韓²¹⁾(1971)은 plastic두더지 暗渠에 依한 除鹽試驗에서 plastic두더지 暗渠는 無施工區에 比하여 約 3.6~4.5%의 水稻增收를 보았으며 美開拓局 土壤保全局²²⁾(1971)은 土壤에 다른 Filter의 必要有無에 對한 資料를 發表했고 Ray²³⁾(1971)는 Gravel Envelopes for pipe Drains Design에서 農用排水에 對한 Envelope는 많은 水頭損失없이 管子음보다 地下水 流入에 適當한 透水度를 줄수 있어야 한다고 指摘했으며 李²⁴⁾(1973)는 地下排水에 있어서 地下水位 變化와 排水 間隔間의 相關關係에 關한 研究에서 地下水位는 排水間隔이 粘土에서 4.5ft 깊이와 20ft의 間隔에서 빠른 水位降下를 가져왔고 排水深 3.5ft에서 120ft의 間隔이 適當했다고 했으며 鄭²⁵⁾(1974)은 두더지 暗渠 實證試驗에서 暗渠施工區는 無施工區에 比하여 水稻의 株當穗數, 粒數 및 千粒重을 增加시키고 등숙비율을 높여 約 40%의 水稻增收를 보았다고 했으며 長堀²⁶⁾(1975)는 埋設深의 깊이와 暗渠排水의 特性에 關한 研究에서 깊이 30, 40, 50, 70 cm로 暗渠를 埋設하여 3年間の 排水乾燥作業을 調査한 結果 表層 20cm까지는 건조도도 三相分布 및 硬性間에 相當한 變化가 認定되었으며 龜裂의 活達은 暗渠깊이 70cm區에서 가장 좋았으며 40~50cm 깊이에서도 龜裂이 생겼다고 했으며 農振公²⁷⁾(1976)은 米面干拓地 除鹽 排水試驗에서 處理別 生育狀況은 暗渠區가 無暗渠區에 比해 顯著히 좋으며 活着 및 初期生育도 2~5일 빨랐고 出穗 및 成熟은 5日 程度 빨랐으며 暗渠處理別 收量은 15m區가 無處理區에 比해 約 23% 增收했다고 하며 權²⁸⁾(1976)은 暗渠施工法 改良試驗에서 暗渠機能을 向上시킬수 있는 暗渠保護材料 및 暗渠保護方法을 究明하기 爲하여 實施한 試驗에서 無處理區에 比하여 P.V.C管에 標準 Envelopement로 施工한 區가 流入抵抗 減少率은 38%로 아주 낮으며 土砂流入量도 顯著히 적어 暗渠를 放置할 때는 Envelope를 設置함이 대단히 重要하다고 指摘한바 있다.

III. 材料 및 試驗方法

1. 試驗圃場

地下水位가 높다 畚裏作이 거의 不可能한 慶南 晉陽郡 晉城面 中村里 畚102番地內에 벼의 前作으로 감자를 暗渠處理區(2.0×2.0m)와 無處理區(2.0×2.0m)에 栽培하고 그 結果를 t檢定으로 分析하였다.

2. 處理區의 暗渠排水 組織

暗渠排水 組織은 그림 1과 같으며 吸水管, 集水管의 길이, 간격, 경사 및 直徑은 表1과 같다.

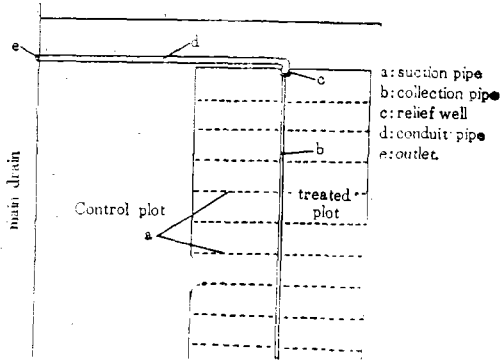


Fig. 1. Subsurface drainage system

Table-1. Depth, Interval and Slope of each pipe

Type	Factors	Depth	Interval	Slope	Diameter
Suction pipe		90cm(84~96cm)	7.0m	1/500	50mm
Collection pipe		100mm		1/1,500	75mm
Conduit pipe		105cm		1/1,500	100mm

Table-2. Soil analysis

Plot	Factors	Depth	Soil particle			Specific gravity	Texture	Casagr- ande	Sand	Silt	Clay	PH
			0.005 below	0.005~ 0.074	0.074~ 1.104							
treated plot		0~20	20.18	75.61	4.21	2.64	Silty loam	SiL	4.21	75.61	20.18	5.8
Control plot		0~20	18.15	78.77	3.08	2.61	Silty loam	SiL	3.08	78.77	18.15	5.7
Plot	Date	3.21	4.10	4.20	4.30	5.20	5.30	6.10				
	treat plot	basic manuring and seeding	budding	additional manuring	weeding	hilling and weeding	hilling	harvesting				
control plot	"	"	"	"	"	"	"	"				

Fig. 2. Abstract in growing potatoes

Table-3. Quantity of manuring(kg/10a)

Fertilizers	Quantity	Remarks
Compost	1,000kg	quantity of element(Compost exudes)
Urea	25 "	N : 12kg P : 8kg K : 11kg
Soluble phosphatic acid	40 "	
Potassium chloride	18 "	

3. 試驗方法 및 調査

가 氣象調査 : 降雨量 및 氣溫은 晉州 測候所 觀測 記錄에 依하였으며 地溫은 水銀 地溫計에 依하여 길이 10, 30, 60, 80cm를 每日 午後 4時에 處理區 別 4個所씩 測定하였다.

나 排水量調査 : 水閘을 항상 열어 놓았으며 排水管 末端에서 1/ 容器에 依하여 每日 午後 4時30分에 測定하였다.

다 生育 및 收穫量調査 : 農村振興廳 試驗局 一般 標準法에 準하였다.

라 土壤分析 및 透水係數 : 土壤採取 및 分析은 KSF 2301, 2302의 標準試驗方法에 準하였으며 透水係數는 Auger Hole Method로 K를 算定한바 5×10^{-5} cm/sec이었다

마 栽培概要 및 供試品種 : 供試品種으로는 南部地方에서 많이 栽培하고 있는 多收穫品種 감자(남작)를 擇하였으며 栽培概要는 그림 2와 같으며 施肥量은 表 3에서 보는바와 같이 基肥 및 追肥는 處理區, 無處理區 共히 標準施肥法에 準하였다.

IV. 試驗結果 및 考察

1. 氣象調查 및 地溫調查

氣象調查 結果는 Table- 4. 와 같으며 地溫調查 結果는 Table- 5. 와 같다.

감자는 低溫 作物로 生育에 適合한 氣溫이 16~

18°C이나 平年の 平均氣溫은 栽培期間中 14.78°C로써 약간 不適合 했으나 本 試驗期間中에는 平均氣溫이 15.67°C로써 감자의 生育에 適合했다고 생각되며 降雨量에 있어서도 生育이 가장 活潑한 4月中旬부터 5月中旬까지의 降雨量이 平년에 比하여 적었기 때문에 濕畝에서 감자 栽培에 도움이 되었다고 본다.

Table-4. Meteorological Data

	Temperature(°C)			Amount of rainfall(mm)		
	Mean of this year	Mean of normal year	Variation	This year	Normal year	Variation
21-31 May	8.71	8.51	+0.20	37.80	30.20	+7.60
1-10 April	12.07	10.27	+1.80	79.50	37.50	+42.00
11-20	13.72	12.92	+0.80	36.60	66.10	-29.50
21-30	15.41	14.41	+1.00	82.80	80.30	+2.50
1-10 June	16.54	16.34	+0.20	49.00	112.30	-63.30
11-20	18.94	17.94	+1.00	33.20	48.80	-15.60
21-31	18.24	17.94	+0.30	58.10	38.20	+19.90
1-10 July	21.74	19.94	+1.80	116.40	38.70	+77.70
Total	125.37	118.27	7.10	493.40	452.10	+41.30
Mean	15.67	14.78	0.89	61.67	56.51	+5.16

Table-5. Soil temperature

	10cm			30cm			60cm			80cm		
	A	B	Variation	A	B	Variation	A	B	Variation	A	B	Variation
20-31 March	11.09	10.28	0.81	9.61	8.90	0.71	8.78	8.14	0.64	7.70	2.08	0.62
1-10 April	17.30	15.87	1.43	12.57	11.26	1.31	11.14	9.36	1.78	9.58	8.41	1.17
11-20	17.95	16.46	1.49	13.79	12.60	1.19	12.78	11.55	1.23	11.08	9.78	1.30
21-30	22.26	20.72	1.54	17.13	15.44	1.69	13.98	12.42	1.56	13.03	11.36	1.67
1-10 June	21.37	19.56	1.81	17.96	16.20	1.76	15.78	13.89	1.89	13.93	12.25	1.68
11-20	22.48	20.54	1.94	18.92	17.01	1.91	16.46	14.28	2.18	15.33	13.57	1.76
20-30	23.04	21.81	1.23	21.58	19.98	1.60	21.49	19.62	1.87	8.83	17.33	1.50
1-10 July	23.33	22.53	0.80	22.31	21.86	0.45	21.77	21.27	0.50	19.07	18.53	0.54
Total	158.82	147.77	11.05	133.87	123.25	10.62	22.18	110.53	11.65	108.55	98.31	10.24
Mean	19.85	18.47	1.38	16.73	15.39	1.32	15.27	13.82	1.45	13.56	12.28	1.28

※ A...treated plot

B...control plot

한편 處理區의 地溫은 表 5에서 보는바와 같이 非灌溉期 地表下 10, 30, 60, 80cm에서 1.38°C, 1.32°C, 1.45°C, 1.28°C로 上昇效果를 얻었다. 이에 對하여 閑^閑은 栽培期間中 非灌溉期에 地表下 10, 30, 60cm에서 0.45°C, -0.07°C, 0.15°C 灌溉期에는 0.5°C, 1.00°C, 1.95°C 上昇했다고 하며 周^周는 灌溉期間中 10, 30, 60, 100cm에서 平均 1.2°C 上昇했다고 報告된 것으로 보아 약간의 差異는 있으나 共히 上昇

效果가 있음을 알수 있었다.

2. 排水量調查

排水量을 調査한 結果는 表 6에서 보는바와 같이 排水量이 平均 0.675/sec/ha로 地下水水位가 낮아지고 過剩水分이 排除되므로 土壤의 組織이 團粒組織으로 되어 孔隙에 많은 空氣가 생겨 空氣의 浸透가 잘되고 뿌리도 잘伸び게 되므로 作物의 生育에 좋은 結果를 주었을 것으로 본다.

Table-6. Amounts of discharge

Period	Drained area	amounts of Discharge
21—31 March	0.4(ha)	0.128
1—10 April	"	0.241
11—20	"	0.690
21—30	"	2.010
1—50 June	"	1.080
11—20	"	0.076
21—30	"	0.135
1—10 July	"	1.040

3. 收穫量調査

Table-7. the yield of potato in treated plot

Species	Part of over ground				Part of underground		
	Total weight(gr)	Length of grass(cm)	Size of leaf		Total weight(gr)	Numbers	Mean weight
			length(cm)	width(cm)			
A ₁	182.5	46.0	7.7	5.7	266.4	6.0	44.4
A ₂	137.3	43.4	7.4	5.3	296.6	6.6	44.9
A ₃	141.5	43.9	8.2	5.3	275.1	4.8	57.3
A ₄	153.2	44.5	7.6	5.4	279.0	5.0	55.8
A ₅	147.7	43.2	7.8	5.3	267.9	4.9	54.7
Total	762.2	221.0	38.7	27.0	1,385.0	27.3	257.1
Mean	152.4	44.2	7.7	5.4	277.0	5.5	51.4

Table-8. the yield of potato in control plot

Species	Part of over ground				Part of underground		
	Total weight(gr)	Length of grass(cm)	Size of leaf		Total weight(gr)	Numbers	Mean weight
			length(cm)	width(cm)			
B ₁	63.3	27.6	6.1	4.7	62.9	3.8	16.5
B ₂	57.3	28.7	6.8	4.5	71.6	3.6	19.9
B ₃	55.4	27.6	6.4	4.4	60.5	3.6	16.8
B ₄	58.4	28.0	6.3	4.6	64.8	3.7	17.5
B ₅	59.3	28.5	6.4	4.4	66.2	3.6	18.4
Total	293.7	140.4	32.0	22.6	326.0	18.3	89.1
Mean	58.7	28.1	6.4	4.5	65.2	3.7	17.8

一般標準法에 의한 收穫量 調査를 한바 地上部 地下部는 表7, 表8에서 보는바 같이 處理區의 地上部 株當 平均 重量은 152.4g에 비하여 無處理區는 58.7g으로 處理區의 生育이 大端히 良好 했으며 地下部에서도 處理區의 株當 平均 重量은 277.0g이고 無處理區는 65.2g에 不遇하였다. 이는 栽培期間中 氣溫이 適溫이었으며 地溫의 上昇이 있었고 暗渠排水로 土壤中 空氣가 많이 생겨 空氣나 水分의

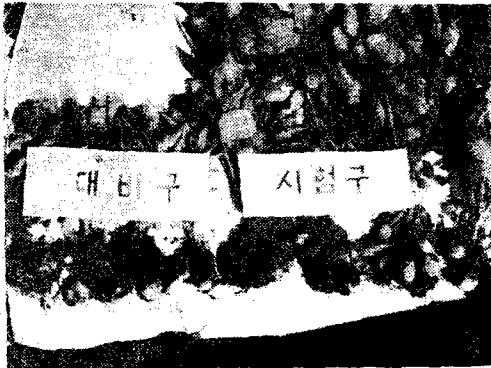
流動이 원활했기 때문인 것으로 思料되며 周²⁾는 감자 收穫量이 64% 增收했다고 나타났으나 本 試驗에서는 42.8%로 收量差가 크게 나타났는데 周²⁾는 砂壤土에서 試驗했기 때문에 無處理區에서도 어느 程度 排水가 可能했기 때문인 것으로 思料되며 本 試驗의 供試土壤은 Silt loam이므로 無處理區는 收量이 極히 적었다. 또한 田作에서 감자의 平均 生産量은 10a當 1,700~2,000kg인데 비하여 本 試驗

Table-9. Intention examination of the yield

Factors	A	B	$X=A-B$	X^2	Remarks
The number of times					
1	266.4	62.9	203.5	41,412.2	
2	295.6	71.6	225.0	50,625.0	
3	275.1	60.5	214.6	46,053.1	
4	279.0	64.8	214.2	45,881.6	
5	267.9	66.2	201.7	40,682.9	
Total	1,385.0	326.0	1,059.0	224,654.8	
Mean	277	65.2			

區 生産量은 1,828.2kg인 것으로 보아 濕畝에 暗渠排水를 施行하면 그 2毛作이 可能하다는 것을 보여 주고 있다.

生産量의 有意性 檢定(t檢定) t檢定 結果에 있어서도 處理區는 無處理區보다 0.1%의 高度 有意性이 認定 되었다.



처리구, 무처리구 수확조사 비교

V. 摘 要

P.V.C管 暗渠排水를 實施한 濕畝에 畝裏作으로 감자를 供試作物로 하여 1977年 3月부터 1977年 6月까지 慶南 晉陽郡 晉城面 中村里에서 排水效果를 調査 研究한 結果는 다음과 같다.

1. 本 試驗期間中 氣溫은 平均 15.7°C(平年 14.8°C)로 감자 生育에 適合하였고 降雨量도 4月中旬부터 5月上旬까지는 적었기 때문에 濕畝의 2毛作에 좋은 結果가 되었다.
2. 地溫에 있어서 處理區는 地表下 10, 30, 60, 80cm에서 無處理區보다 各各 1.4°C 1.3°C, 1.5°C, 1.3°C上升 하였다.
3. 地下排水量은 平均 0.675/sec/ha로 많은 量의 適剩水分을 排除시킬 수 있었다.
4. 處理區는 無處理區에 比하여 生産이 濕著이 좋

았고 生産量도 10a當 1,828.2kg으로 無處理區에 比해서 424.8%나 增收하였으며 t檢定結果 0.1%水準에서 處理區의 收穫量은 高度의 有意性이 認定되었다.

引 用 文 獻

1. C.L. Manted and R.J. Winger(1973) Flow into Perforated Corrugated Drain Tubing ASAE Paper No. 73~2510 pp. 1-18
2. C.W. Jones(1961) Laboratory Lawgradient Filter Test on Drainage Envelope Material United States Government Memorandum pp. 1-12
3. 田淵俊雄(1966) 粘土質の水田の排水に関する研究(1) 農土研 第18號 pp. 8-11
4. 田淵俊雄外2人(1966) 粘土質の水田の排水に関する研究(2) 農土研 第18號 pp. 12-17
5. 田淵俊雄(1966) 粘土質の水田の排水に関する研究(3) 農土研 第18號 pp. 18-24
6. 田淵俊雄(1966) 粘土質の水田の排水に関する研究(4) 農土研 第18號 pp. 25-30
7. 田淵俊雄(1966) 粘土質の水田の排水に関する研究(5) 農土研 第18號 pp. 31-37
8. 田淵俊雄(1966) 粘土質の水田の排水に関する研究(6) 農土研 第18號 pp. 39-41
9. 田淵俊雄外3人(1968) 粘土質の水田の排水に関する研究(7) 農土研 第25號 pp. 42-49
10. 田淵俊雄(1968) 粘土質の水田の排水に関する研究(8) 農土研 第25號 pp. 50-56
11. 田地野直哉外3人(1963) 暗渠排水の施工改良する研究(4) 農業土木試驗場報告 第1號 pp.1-10.
12. D.J. Dieleman(1974) Types and Characteristics of Current Drainage Pipe and Envelope Material Drainage Testing F.A.O pp. 85-107

13. E.C Childs(1942) Stability of Clay Soils, Soil Science 53 pp. 79—92
14. F.A.O(1974) Selection of Drainage Material and Techniques what we Know and Do not Know Drainage Testing pp. 1—7
15. F.A.O(1974) Guideline for the Selection of Sand and gravel Brain Filter or Surrounds Drainage Testing pp. 109—117
16. 富士岡義一外1人(1970) 暗キヨ排水に関する研究(1) 富士岡義一教授文集 pp. 309—313
17. 富士岡義一外1人(1970) 暗キヨ排水用プラスチックパイプとそのフィルターに関する研究(1) 富士岡義一教授論文集 pp. 498—505
18. Gylon. L. Dickey外3人(1976) Agr. Dra. Water as a Basis for Wildlife Development in the San Joaguin Vally of California Tra, of the ASAE Vol. 19 No. 19, No.5, pp. 862—865
19. 韓成金(1971) Plastic 두더지 暗渠에 의한 除鹽 試驗 試驗研究報告書 農工利用研究所 pp. 79—88
20. 韓旭東(1976) 韓國의 暗渠排水效果 排水 改善 세미나單行本
21. 韓旭東外2人(1970) 開渠에 의한 除鹽效果試驗 農事試驗研究報告 農村振興廳 第13集 pp. 21—26
22. 韓旭東外2人(1970) 두더지 暗渠에 관한 研究 農村振興廳 第13集 pp. 13—19
23. H.H. Nichalson(1934) The Durability of Mole Drains Jour. Agr. Sci, Vol 24 pp. 185—191
24. James, N. Luthin (1957) Dra, of Agr, Rall- and pp. 212—216
25. 鄭斗浩(1974) 두더지 暗渠效果實證試驗 試驗研究報告書 農工利用研究所 pp. 41—44
26. 鄭斗浩外1人(1975) 暗渠施工法 改良試驗 試驗研究報告書 農工利用研究所 pp. 23—27
27. 周載洪(1968) 暗渠排水에 의한 低濕地의 2毛作에 관한 研究 農工學會誌 第10卷2號 pp. 14—19
28. 周載洪外2人(1973) P.V.C管을 利用한 低濕地의 2毛作에 관한 研究 農工學會誌 第15卷2號 pp. 54—58
29. 權純國(1976) 暗渠간격의 排水 및 除鹽에 미치는 영향에 관한 試驗 試驗研究報告書 農工利用研究所 pp. 48—74
30. 權純國外2人(1976) 暗渠施工法 改良試驗 試驗研究報告書 農工利用研究所 pp. 21—36
31. 權純國(1975) 畚土壤의 類型別 暗渠排水 基準設定에 관한 研究 農工利用研究所 pp. 77—86
32. 金顯喆(1968) 干拓地 除鹽에 관한 研究 忠南大學校 大學院 碩士學位論文
33. 李重基(1976) 干拓地 除鹽에 관한 研究 建國大學校 大學院 碩士學位論文
34. 李淳赫外1人(1973) 地下排水에 있어서 地下水位의 變化와 排水間隔間의 相關關係에 관한 研究 農工學會誌 第15卷 1號 pp. 43—51
35. 丸山利輔(1966) 暗キヨ排に伴う土壤透水性의 變化(I) 農土研 第16號 pp. 10—13
36. 丸山利輔外1人(1966) 埼玉縣小見里地域における暗キヨ排水機構と効果(II) 農土研 第17號 pp. 28—33
37. 長堀金造外2人(1975) 埋設深さにする暗キヨ排水特性(IV) 農土研 第57號 pp. 1—7
38. 長堀金造外3人(1975) 非定常狀態における暗キヨの排水特性(VI) 農土研 第60號 pp. 1—6
39. 閔丙燮(1972) 農業水理學 卿文社 pp. 304—349
40. 農業振興公社(1976) 南陽干拓地 除鹽排水試驗 試驗報告書 單行本
41. 農業振興公社(1976) 米面干拓地 除鹽排水試驗 試驗報告書 單行本
42. Ray, J. Winger 外1人(1971) Gravel Envelopes for Pipe Drains Design Tra, of ASAE Vol. 14, No. 3 pp. 471—479