

琴湖地區 低濕畚의 暗渠排水效果에 關한 試驗研究(Ⅱ)

—Studies on Wet Peddy Field Underdrainage

Improvement in the Gum-Ho Area (Ⅱ)

金 照 雄* · 金 始 源**
Cho Ung Kim, Shi Won Kim

2. 地耐力 增進과 作用要因

地耐力은 주로 含水比의 影響을 크게 받고 機械의 走行性에 미치는 影響이 크므로 中間落水期, 收穫期, 春耕期(4月)로 나누어 試驗區別로 含水比의 測定과 併行하여 地耐力을 測定하여 整理한 바 그 結果는 Fig. 18. (中間落水期) Fig. 19. (收穫期 및 春耕期)와 같다.

가. 中間落水期의 地耐力

中間落水期의 5日間에 걸친 地耐力의 深度別 變化狀況을 보면 Fig. 18. 에서 보는 바와 같이 落水後 5日째인 最終日의 地耐力은 0~15cm 깊이를 基準으로 할때 處理區인 A區에서 2.3~4.3kg/Cm² B區에서 2.1~4.2kg/Cm², 無處理區에서 1.3~2.5kg/Cm²로서 處理區는 無處理區보다 1.7倍 큰 값을 나타내는 경향이였다. 또한 中間落水期間 동안에 處理區는 無處理區보다 表層은 顯著하게 빨리 굳어지고 있음을 보여 주었다.

나. 收穫期의 地耐力

收穫期의 14日間에 걸친 地耐力의 深度別 變化狀況을 Fig. 19. 에서 보면 깊이 0~15cm 사이에서의 落水後 5日째의 地耐力은 A區에서 平均 2.6kg/cm² B區에서 平均 2.4kg/cm² 無處理에서 平均 1.7kg/cm²로서 處理區인 A區와 B區는 無處理區보다 높은 地耐力을 나타냈으나 어느區를 莫論하고 農機械의 走行에 必要한 基準值인 0~15cm間의 Cone指數 平均値 3.0~4.0kg/cm²에도 相當히 未達되므로 5日間の 落水로는 Combine作業을 할 수 있을만큼의 畚面乾燥가 어려워지는 結果를 가져왔다.

그런데 落水後 14日째의 地耐力은 깊이 0~15cm 사이의 平均값으로 볼때 A區는 3.6kg/cm², B區는 3.4kg/cm², 無處理區는 2.0kg/cm²로서 無處理區外에는 處理區인 A區와 B區의 값은 모두 基準值에 이르렀으므로 收穫期의 落水는 大體로 收穫14日前 出穗25日後가 適當할 것으로 생각된다.

다. 春耕期의 地耐力

春耕期의 地耐力은 畚面乾燥가 상당히 進行된 暗渠排水施工 翌年 4月 5日에 測定한 것으로서 表土層의 地耐力 變動狀況은 Fig. 19.에서 보면 깊이 0~15cm 사이의 平均 地耐力은 A區에서 5.9kg/cm² B區에서 5.7kg/cm², 無處理區에서 2.8kg/cm²로서 處理區에서는 農機械 走行에 必要한 Cone指數의 基準值 3.0~4.0 kg/cm²를⁶⁶⁾ 上廻하므로 Tractor에 의한 耕耘作業을 充分히 할 수 있음을 示唆하고 있으나 無處理區에서는 基準值에 未達하였다.

그런데 이 春耕期의 地耐力은 어느 區를 莫論하고 中間落水期 및 收穫期의 것보다 훨씬 높은 경향이였다.

라. 含水比와 地耐力

龜裂은 含水比의 減少에 따라 發達하나 龜裂量이 地耐力에 미치는 影響²³⁾은 반드시 比例的인 關係를 나타내지 않으므로 여기서는 含水比에 따르는 地耐力 關係를 整理한 바 그 結果는 Fig. 20. Fig. 21.에서 보는 바와같 Cone指數는 大體로 土壤含水比에 대한 指數函數的인 逆比例의 關係를 보여 주고 있어 金²³⁾의 試驗結果와 大體로 비슷하였다. 또한 表土層인 0~15cm 깊이에서의 收穫期의 A區와 B區는 中間落水期의 無處理區의 것보다 含水比는 작아

(學會誌, Vol. 22 No. 4, p 95 繼續)

* 慶北大學校 農科大學

** 建國大學校 農科大學

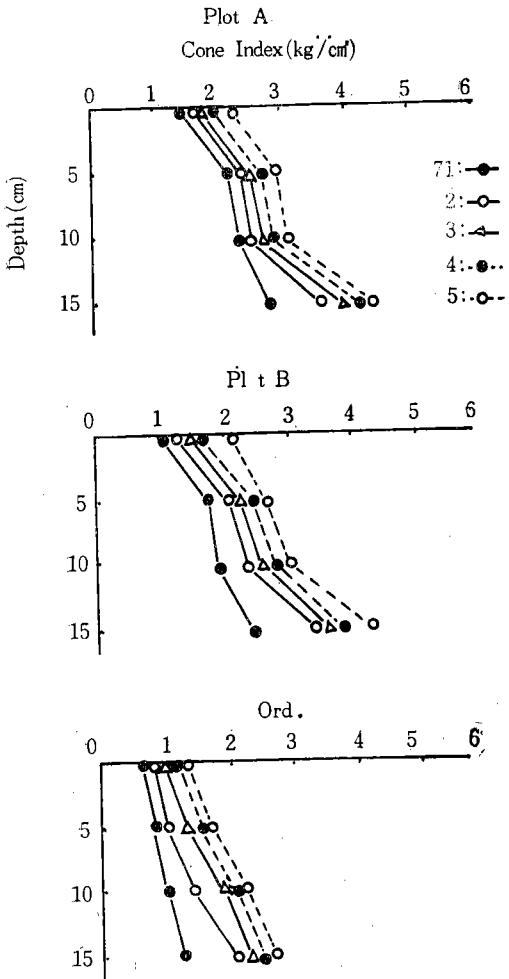


Fig. 18. Daily soil bearing capacity during intermediate drainage period

지고 Cone指數는 커지는 경향을 나타냈는데 이는中間落水期의 影響이 收穫期에 크게 미친 것으로 思料되며 이는 多田⁴⁹⁾ 등의 試驗結果와 거의 一致하였다.

3. 土地生産과 作用要因

作物의 生育狀態 및 收穫量은 氣象要素, 地下水位, 水温과 地温, 비뿌리의 分布狀態 및 減水深의 影響이 크므로 試驗區別로 1977年度와 1979年の 生育狀態 및 收穫量을 調査한 바 그 結果는 Table-6 Fig.22. 및 Table-7, Fig. 23.와 같다.

가. 生育狀況

移秧한 後로부터 開花終了期까지의 1977年度 및

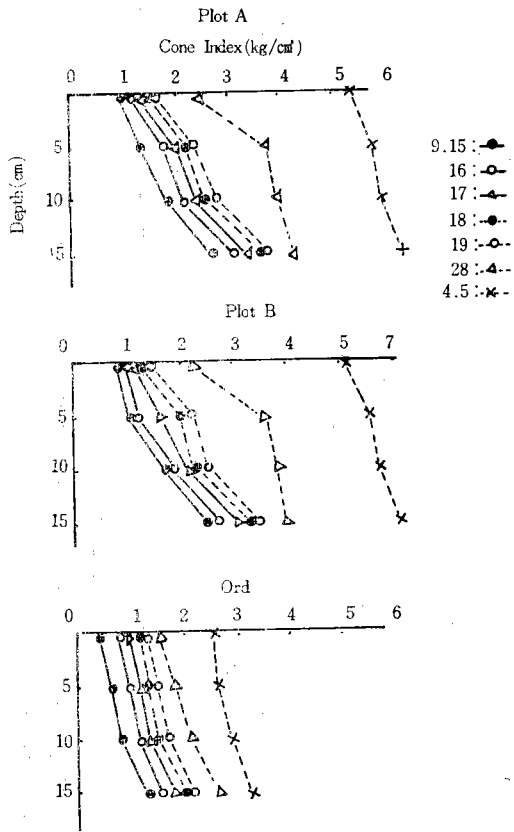


Fig. 19. Daily soil bearing capacity during harvest drainage and spring cultivation period

1979年度의 비의 生育狀況을 試驗區別로 살펴보면 Table-6 및 Fig. 22.에서 보는 바와 같이 草長에 있어서는 6月 下旬 以前까지는 어느區를 막론하고 비슷하였으나 收穫期에는 無處理區 보다 處理區인 A區와 B區는 각각 5cm와 3cm 정도가 더 伸長되었고 株當莖數에 있어서도 無處理區의 20個程度에 比하여 처리구인 A區와 B區는 각각 6個와 3個 정도가 더 많음을 보여 주어 處理區인 A區와 B區는 無處理區보다 草長 및 莖數에 있어 훨씬 優勢하였다. 이들 草長 및 莖數에 對하여 施工當年인 1977年の 것과 3年째인 1979年の 것과를 比較하여 보면 無處理區에서는 生育差異를 別로 發見할 수 없었으나 處理區에서는 1979年度가 草長에 있어서 2~3cm程度, 莖數에서 4~5個程度 增大하여 暗渠排水의 經時的 效果의 경향이 있음을 示唆하고 있다. 이와같이 草長 및 莖數에 있어서 處理區가 無處理區보다 優勢하고 같

Table-6. Growth ratio comparison

Year	Drain Distance(m)	Month	Item		Plant Height					Number of Tillers																
			Plot A		Plot B		Ord	Plot A		Plot B		Ord	Plot A		Plot B											
			2	4	6	8		10	2	4	6		8	10	2	4	6	8	10							
1977	6.30	7.7	46.2	44.8	44.1	43.8	47.6	44.1	44.0	45.3	44.2	43.9	41.2	21.2	19.5	22.8	16.7	23.6	22.1	22.2	19.6	21.4	17.5	17.1		
			48.0	45.9	45.3	44.9	48.7	46.3	46.5	46.1	43.7	43.7	43.5	43.5	22.5	20.3	23.9	18.9	24.0	23.2	23.4	20.8	22.6	18.6	18.3	
			53.3	52.1	51.8	50.7	54.0	55.3	53.3	54.7	51.8	49.1	47.3	47.3	24.9	21.9	23.7	20.1	24.3	25.5	24.1	23.1	22.9	21.5	18.8	
	7.14	7.19	60.6	59.0	60.1	58.1	60.3	61.1	59.2	59.7	56.1	53.6	54.2	54.2	23.5	26.0	30.7	24.1	25.7	28.9	29.7	26.6	25.9	22.2	21.1	
			63.7	65.3	63.7	62.3	65.9	66.5	61.2	62.4	59.6	57.7	56.4	56.4	32.9	28.0	31.7	24.9	27.4	27.8	28.5	25.3	25.4	23.0	22.5	
			69.7	68.8	67.2	66.6	70.1	70.3	65.9	67.3	63.3	62.0	62.2	62.2	33.4	28.7	31.8	24.9	26.5	26.3	26.2	23.6	24.1	22.9	19.2	
	8.4	8.9	74.6	71.8	71.0	69.9	73.2	77.1	68.9	69.6	66.7	66.0	64.9	64.9	29.5	24.6	28.7	23.3	25.3	27.4	26.8	26.3	26.1	21.9	19.8	
			77.9	75.7	73.1	72.4	76.1	75.3	72.5	72.2	70.5	70.2	71.5	71.5												
1979	6.30	7.7	46.5	44.9	44.0	43.6	47.8	44.9	44.7	44.1	44.1	46.4	40.4	20.8	18.8	23.4	16.8	22.8	22.0	22.4	19.8	21.5	17.6	17.4		
			48.6	45.8	44.8	44.7	48.9	47.4	45.4	44.9	44.6	47.9	42.6	42.6	22.7	20.1	24.1	19.4	24.4	23.4	23.7	20.4	22.9	18.7	19.2	
			54.2	52.1	50.9	51.6	54.2	54.1	52.0	51.2	50.9	54.1	48.4	48.4	25.4	21.7	24.2	21.4	24.5	25.8	24.9	23.2	22.9	22.4	20.4	
	7.14	7.19	61.4	58.9	61.2	59.2	60.1	60.8	58.7	60.1	58.4	60.3	55.4	55.4	24.6	25.8	31.7	25.0	26.1	28.9	29.5	27.1	24.6	22.6	21.8	
			63.8	65.2	63.8	62.5	62.9	63.6	64.8	62.7	61.9	64.8	55.4	55.4	33.4	28.7	31.9	25.4	27.8	28.2	28.6	26.8	25.4	23.2	22.0	
			69.9	68.9	67.4	66.4	70.4	63.8	67.7	66.8	65.8	70.1	62.8	62.8	34.5	28.6	32.4	25.8	26.8	26.9	26.4	24.7	24.2	22.8	19.4	
	8.4	8.9	74.7	72.8	72.0	68.9	73.4	74.1	71.9	71.9	68.2	72.3	65.4	65.4	29.6	24.7	27.6	23.7	25.1	27.8	26.1	25.8	26.9	22.4	19.7	
			78.1	75.8	73.3	72.1	76.8	77.9	74.9	72.8	71.9	75.8	71.6	71.6												

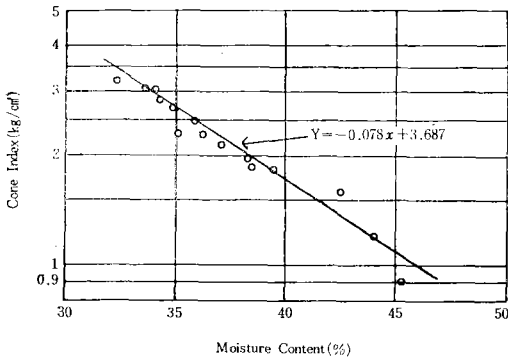


Fig. 20. Relation between moisture content and bearing capacity during intermediate drainage period

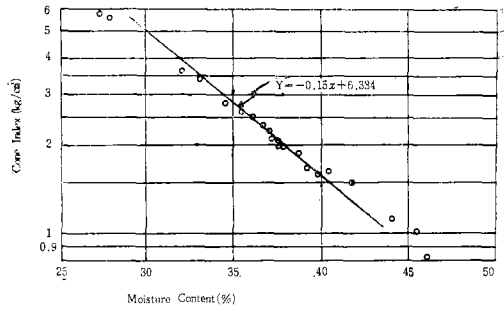


Fig. 21. Relation between moisture content and bearing capacity during harvest drainage and spring cultivation period

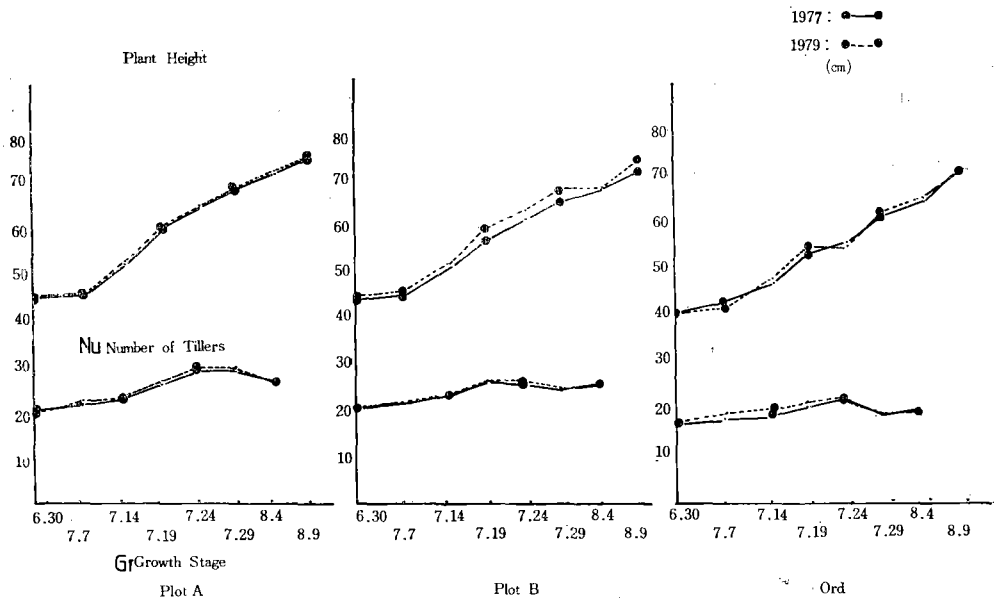


Fig. 22. Growth ratio comparison

은 處理區에 있어서도 1977年度보다는 1979年度가 優勢한 것은 앞에서 論한바 벼뿌리分布關係 및 龜裂發達關係와 金²³⁾ 根本²⁷⁾ 등의 이에 關한 研究를 綜合하여 볼 때 主로 暗渠設置로 因한 龜裂量의 經年的發達과 이에 따르는 벼뿌리의 深層化에 基因하는 것으로 생각된다.

나. 收穫量

벼의 收穫量은 粗穀重과 玄米重을 基準으로 할때

試驗區別로 1977年の 것과 1979年の 것을 比較하면 Table-7 및 Fig. 23. 에서 보는 바와 같이 無處理區의 收穫量은 1977年度에는 10a當 粗穀重 695.0kg 玄米重 544.8kg인데 대하여 1979년에는 粗穀重 697.0kg, 玄米重 545.9kg로서 1977年度와 1979年度 사이에 收穫量差를 別로 發見할 수 없었으나 處理區인 A區와 B區의 收穫量에 있어서 A區의 것은 1977年度에는 10a當 粗穀重 840.7kg, 玄米重 659.0kg인데 對하여 1977年度에는 10a當 粗穀重 854.9kg, 玄米重 669.1kg로서 1979年度쪽이 1977年度의 것보다

Table-7. Change of yield after installation

Year	Classification Plot	wt. of 1000 g ^{rs}		Ratio of rough rice to brown rice (%)	Ratio of straw (%)	Yield Per 10a				
		Rough- rice (%)	Brown- rice (%)			wt. of straw (kg)	Rough rice		Brown rice	
				yield (kg)	Index (%)		Yield (kg)	Index (%)		
1977	Plot A	24.7	20.1	79.4	148.4	553.1	840.1	120.9	659.0	120.9
	Plot B	21.9	17.5	79.9	138.0	541.6	755.1	108.6	606.5	111.3
	ord	21.2	17.5	82.5	36.0	503.3	695.0	100.0	544.8	100.0
1979	Plot A	25.0	20.7	82.8	146.8	557.1	854.9	122.7	669.1	122.6
	Plot B	23.0	19.3	83.9	140.2	543.5	795.9	114.2	622.4	114.0
	ord	21.3	17.4	81.7	136.5	504.7	697.0	100.0	545.9	100.0

10a當 粗穀重 14.2kg, 玄米重 10.1kg의 增收을 가져왔고 B區의 것 亦是 1977年度에 10a當 粗穀重 755.1kg, 玄米重 606.5kg인데 對하여 1979年度에는 10a當 粗穀重 795.9kg, 玄米重 622.4kg로서 1979年度의 것은 1977年度의 것보다 10a當 粗穀重 39.2kg, 玄米重 15.9kg의 增收을 가져왔다. 또 試驗期間中 收穫量을 比較하여 보면 Table-7에서 보는 바와 같이 A區에서는 10a當 粗穀重 840.0kg~854.9kg, 玄米重 659.0kg~669.1kg이고 B區에서는 粗穀重 755.1kg~795.9kg, 玄米重 606.5kg~622.4kg인데 對하여 無處理區의 것은 粗穀重 695.0kg~697.0kg, 玄米重 544.8kg~545.9kg로써 處理區인 A區와 B區의 收穫量은 無處理區의 것에 比하여 22.6%~14.0%의 增收을 가져왔고 暗渠設置 깊이가 B區보다 깊은 A區는 어느 區보다도 生産性이 높았다. 이와같이 無處理區보다 處理區가 處理區에 있어서도 暗渠設置 깊이가 얕은 B區보다는 그 깊이가 깊은 A區가 施工當年인 1977年度보다는 施工後 3年째인 1979年度의 收穫量이 높게 나타난 것은 앞에서 論한 바 黍의 生産狀況과 密接한 關係가 있는 것으로서 五十崎¹⁴⁾ 金²³⁾ 根本⁵⁷⁾ 等に 依한 試驗結果를 綜合하여 볼 때 主로 伸張의 深層化와 함께 地温의 上昇 및 適正減水深, 減水深의 經年的 增大等에 基因하는 것으로 생각된다. 또한 二毛作의 可能性을 調査하기 위하여 2年間에 걸쳐 보리(早生種인 密陽 6號)를 栽培하여 얻은 收穫量은 Table-8에서 보는 바와 같이 粗穀重에 依할때 無處理區에서는 어느해를 莫論하고 播種自體도 어려워 전혀 收穫量을 期待할 수 없는데 對하여 處理區인 A區와 B區의 收穫量은 10a當 各各 382kg와 376kg로서 周⁴⁴⁾ 等に 依한 研究結果에서 얻었던 것처럼 暗渠排水 施設의 設置에 依하여 이제까지 不可能하였

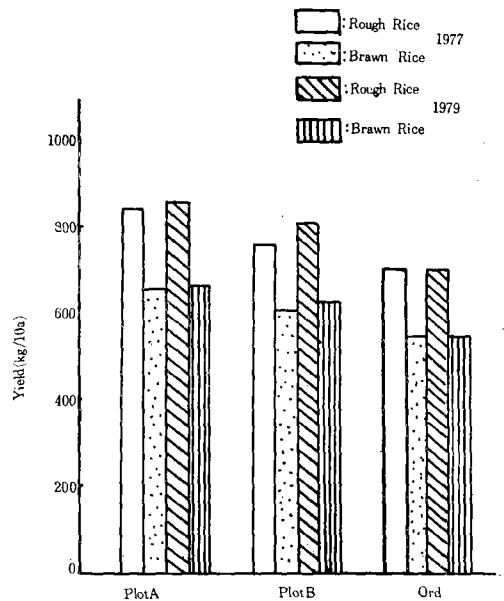


Fig. 23. Crop yield comparison

Table-8. Yield of barley

Plot	Year	Yield per 10a (kg)	
		1977	1979
Plot A		367.5	381.8
Plot B		350.2	375.6
Gum-Ho Area		137.0	372.4

던 二毛作을 充分히 可能케 하는 土壤水分環境이 造成되었다고 볼 수 있다.

4. 暗渠의 設置와 作用要因

가장 重要한 問題는 이 地域에 가장 適當한 暗渠의 設置깊이와 間隔을 究明하는데 있다. 그것은 바로 排水機能이 제대로 發揮되어 土壤水分環境調節이 可能하여 土地生産力과 機械作業能率을 높일 수 있는 暗渠의 깊이 및 間隔을 뜻한다. 따라서 暗渠의 設置깊이 및 間隔을 定하자면 排水機能을 비롯하여 土地生産力 및 機械走行에 對한 地耐力의 側面에서 檢定이 必要하다 이런 點에서 暗渠의 設置깊이 및 間隔을 決定짓는 要因은 ① 排水機能 ② 地耐力 ③ 土地生産力 등으로 要約될 수 있으므로 이를 中心으로 檢定하기로 한다.

가. 排水機能

粘土質畚에서의 透水性增大는 畚面의 龜裂發達에 直接的인 關係가 있고 暗渠排水는 畚의 透水性 및 水理條件에 依하여 나타나는 減水深으로 代表할 수 있으므로 여기서는 試驗區間의 減水深의 크기에 따라 檢定하려고 한다.

앞에서 論한바와 같이 B區의 減水深보다는 A區의 것이 若干켜서 A區의 排水機能이 더욱 圓滑함을 認定할 수 있기도 하지만(Fig.14.15 參照) Table-9 에서 보는 바와 같이 暗渠間隔 2m, 4m, 6m, 8m, 10m인 各試驗區에서 減水深은 2m區에서 32.1

Table-9. Comparison of drain function between lateral drains with different intervals

Plot	Item	
	Depth(m)	Consumptive water depth (mm/day)
Plot A	2	32.1
	4	31.2
	6	29.6
	8	27.4
	10	26.0
Plot B	2	31.8
	4	29.4
	6	28.7
	8	26.4
	10	25.3

mm/day, 4m區에서 31.2mm/day, 6m區에서 29.6 mm/day, 8m區에서 27.4mm/day, 10m區에서 26.0

mm/day로서 暗渠間隔이 좁은 區일수록 減水深이 커지는 傾向을 보여주어 排水機能에서는 暗渠間隔이 좁은 區가 有利하기는 하지만 五十畝¹⁴⁾ 15) 16)에 依하여 定義된 適正減水深 20~30mm/day를 基準으로 檢討하여 보면 暗渠間隔이 좁은 2m區보다는 10m區가 有利함을 알 수 있다.

그러나 여기 要求되는 暗渠排水의 機能은 適正減水深 範圍에서 充分한 것이므로 10m區는 排水機能面에서도 充分한 區임을 認定할 수 있다.

나. 土地生産力

土地生産力の 增大는 暗渠排水의 効果로서 期待되는 가장 重要한 要素이므로 土地生産力の 極大化란 側面에서 暗渠의 設置 깊이 및 間隔이 定하여져야 한다는 問題가 提起된다. 이런 觀點에서 處理區인 A區와 B區의 設置間隔에 따르는 2m, 4m, 6m, 8m, 10m의 各區間에 對한 土地生産力の 比較檢定이 必要하다. 이 檢定을 위하여 調査된 이들 試驗區의 藁重, 千粒重, 粗穀重, 玄米重은 Table-10에서 보는 바와 같으며 試驗區間의 有意差를 檢定한 結果 A區의 값과 B區間에는 有意성이 認定되어 暗渠깊이를 80cm로 하는 것이 60cm로 하는 것보다 有利함을 보여 주었으나 그 設置間隔이 서로 다른 2m, 4m, 6m, 8m, 10m의 各區間의 收穫量에 있어서는 藁重, 千粒重, 粗穀重, 玄米重 모두 有意성이 認定되지 않았다. 이와같은 結果는 暗渠의 設置깊이로 60cm로 하는 것보다는 80cm로 하는 것이 有利하고 暗渠設置間隔에 있어서는 2m, 4m, 6m, 8m, 10m 어느 것이나 生産力에 差異가 없다는 것을 意味하는 것으로 暗渠設置工事費를 함께 勘案할 때 暗渠의 設置間隔은 10m로 하는 것이 有利함을 示唆하고 있는 것이다.

暗渠의 깊이에 있어서도 80cm 以上으로 하면 어떤 結果를 가져올 것인가 하는 問題가 있으나 下層土가 갖는 極히 낮은 透水性, 最大 龜裂深度의 限界性에 따르는 벼뿌리의 伸長限度, 施工의 難易와 工事費等を 綜合하여 考慮할 때 벼의 土地生産性에 있어서는 80cm 깊이 以上은 必要하지 않을 것으로 意料되다.

다. 地耐力

低濕畚의 營農에서는 土地生産力 提高에 못지않게 農機械의 作業能率向上이 強調되고 있으므로 農機械의 走行性에 支障이 없을만큼의 地耐力을 確保할 暗渠의 깊이 및 間隔을 決定함이 必要하다. 따

Table-10. Crop yield comparison

Plot	Drain spacing(m)	Item	Weight of straw (%)	Weight of 1.000 (gr)	Rough rice (kg)	Brown rice (kg)
Plot A	2		558.3	25.3	858.3	672.2
	4		553.8	25.1	856.4	670.4
	6		561.2	26.1	851.2	664.2
	8		557.0	25.1	849.0	666.0
	10		555.4	26.1	854.0	672.6
		Mean		557.1	25.5	854.9
Plot B	2		542.7	23.0	777.4	616.8
	4		542.1	22.2	778.6	629.3
	6		547.5	23.7	779.0	634.9
	8		542.6	22.5	778.0	610.4
	10		542.8	23.8	781.3	620.7
		Mean		543.5	23.0	795.0
Ord			504.7	21.3	697.0	545.9
LSD 5%			M.S	1.11	5.6	30.3

라서 이와같은 目的을 위한 地耐力 檢定에 있어서는 暗渠의 設置間隔에 따라 地耐力의 變化를 살펴 볼 必要가 있어 收穫期를 期하여 暗渠間隔이 다른 2m, 4m, 6m, 8m, 10m-各區의 中間地點에서 地耐력을 測定整理한 結果는 Table-11에서 보는 바와 같이 地耐力는 暗渠間隔이 좁은 區일수록 若干 큰 傾向이 있었으나 이 모든區가 Cone指數 4kg/cm²以上을 나타내어 農機械의 走行에 充分함을 보여 주었다. 이는 暗渠設置間隔을 10m로 크게 하여도 所要 地耐력을 얻는데는 支障이 없음을 意味하는 것으로서 結局 適正減水深 範圍以上의 排水機能을 갖게 되는 畝에서 所要地耐력을 얻는데는 別問題가 없다는 意味로 歸結된다고 볼 수 있다.

라. 關係排水公式에 依한 檢討

實務結果를 綜合하여 볼 때 暗渠의 設置깊이와 間隔은 大體로 깊이 80Cm에 間隔 10m가 適合함이 밝혀졌다. 이에 對한 適合性을 究明하기 위하여 主로 많이 쓰이는 kirkham²⁸⁾ Hooghoudt²⁴⁾ Delacroix²³⁾ 등의 排水公式를 中心으로 檢討하기로 한다.

暗渠의 埋設깊이를 80cm로 前提할 때 이들 公式에 依한 暗渠設置間隔은 Table-12에서 보는 바와 같이 各公式에 따라 7.5m, 11.2m, 8.6m 等과 같이 7.5~11.2m 範圍內에 있음을 알 수 있다. 또 이는 平均透水係數가 大體로 1×10⁻⁶Cm/Sec以上 1×10⁻⁸Cm/Sec 未滿인 土壤에서 暗渠의 埋設깊이는

0.6~1.0m, 埋設間隔은 9~18m의 範圍內에서 定하는 것으로 되어 있는 設計基準⁵⁶⁾과 이 實務上에서 畝의 透水性이 適正減水深을 期할 수 있을 程度로 改善되고 있는 事實을 綜合하여 볼 때 計算上에 나타난 暗渠의 埋設間隔 7.5~11.2m는 大體로 이 基準值의 範圍內에 있는 것으로서 實際이 地區에서 暗渠埋設깊이 80Cm, 埋設間隔 10m로 定한다는 것은 充分히 滿足할 수 있는 값으로 思料된다.

Table-12. Computation of drain spacing

Computation method	Drain spacing(m)
Kirkham's 1958 Formula	S=7.5
Hooghoudt's	S=11.2
Delacroix's	S=8.6

V. 綜合考察 및 論結

本 研究에서는 琴湖地區의 低濕畝에 暗渠排水事業을 實施할 경우 이 地區에 알맞는 暗渠의 埋設깊이 및 間隔을 發見하고자 한 것이므로 以上에서 밝혀진 內容에 對한 綜合的인 結論을 맺고 아울러 앞으로 이 地區에 適用할 暗渠깊이 및 間隔을 提議하면 다음과 같다.

1. 試驗期間의 氣象條件은 平年과 비슷하였고 特別히 中間落水期, 收穫期, 4月の 春耕期의 氣象條件

Table-11. Comparison of soil bearing capacity on lateral drains with different intervals

Plot	Item period Depth(m) Drain spacing(m)	Cone index (kg/cm ²)														
		Intermediate drainage					Harvest drainage(Appropriate harvest stage)					Spring cultivation stage				
		0	5	10	15	Mean	0	5	10	15	Mean	0	5	10	15	Mean
Plot A	2	2.02	2.55	2.86	3.82	2.81	1.42	2.05	2.44	3.36	2.31	5.64	5.96	5.99	6.47	6.01
	4	2.05	2.54	2.84	3.81	2.81	1.40	2.04	2.41	3.34	2.29	5.61	5.92	5.96	6.42	5.97
	6	1.94	2.53	2.81	3.83	2.77	1.39	2.06	2.37	3.30	2.28	5.58	5.90	5.94	6.37	5.94
	8	1.90	2.52	2.74	3.74	2.72	1.38	1.95	2.35	3.29	2.24	5.55	5.87	5.91	6.34	5.91
	10	1.80	2.52	2.70	3.70	2.69	1.38	1.94	2.32	3.28	2.23	5.40	5.80	5.90	6.30	5.85
Plot B	2	1.61	2.48	2.56	3.67	2.58	1.34	1.78	1.98	2.79	1.97	5.50	5.84	5.92	6.35	5.90
	4	1.58	2.46	2.54	3.62	2.55	1.31	1.76	1.94	2.76	1.94	5.48	5.78	5.86	6.28	5.85
	6	1.58	2.37	2.51	3.58	2.51	1.33	1.78	1.95	2.76	1.95	5.47	5.74	5.84	6.29	5.83
	8	1.53	2.31	2.53	3.52	2.47	1.19	1.68	1.92	2.78	1.89	5.28	5.65	5.81	6.15	5.72
	10	1.54	2.28	2.48	3.48	2.45	1.62	1.96	2.76	2.76	1.86	5.10	5.60	5.80	6.10	5.62
Ord		0.98	1.26	1.70	2.10	1.51	0.96	1.12	1.30	1.72	1.28	2.50	2.60	2.92	3.20	2.80

은 大體로 蒸發量이 降雨量을 훨씬 凌駕하여 落水時 畚面乾燥에 良好한 役割을 할 수 있었다고 본다

2. 處理區인 A區와 B區의 落水時의 地下水水位는 B區의 地下水水位보다 埋設깊이의 差(20Cm程度)만큼 낮음을 보여 같은 埋設間隔下에서의 地下水水位는 埋設 깊이의 큰區가 埋設깊이의 差만큼 더 낮아짐을 定할 수가 있다.

3. 地溫은 處理區에서는 無處理區보다 湛水狀態에서는 1.6°C內外 落水時에는 2.0°C內外 높았다. 이는 暗渠設置에 依한 透水性改善에 緣由한 것으로 보며 이 때문에 벼의 生育에 보다 좋은 地溫條件이 造成되었다고 본다.

4. 龜裂의 發生深度는 暗渠施工當年에 A區가 24Cm, B區가 16Cm, 無處理區가 12Cm였던 것이 施工後 3年제인 해에서는 A區가 59Cm, B區가 42Cm 無處理區가 15Cm로서 無處理區보다는 處理區인 A區와 B區가, 處理區中에서는 埋設깊이가 작은 B區보다는 埋設깊이가 큰 A區가, 施工當年보다는 해가 갈수록 龜裂發達이 顯著하였다. 이는 暗渠의 埋設깊이가 깊을수록, 또 乾濕의 反復이 거듭할수록 龜裂發達이 顯著하여짐을 示唆하는 것으로서 벼뿌리의 伸張 및 透水性을 높일 수 있는 바람직한 條件을 提示하는 것으로 推定된다.

5. 벼뿌리分布는 全重量을 基準으로 할 때 處理

區인 A區와 B區에서 各各 77.2gr와 73.5gr로서 無處理區의 65.3gr보다 뿌리重量이 顯著하게 크게 나타났고 뿌리分布에 있어서는 表土層에서도 若干의 變化가 있었으나 深層部에서는 處理區가 無處理區의 8.7%에 比하여 10.6~11.1%를 나타내고 있어 處理區가 無處理區보다 벼의 生育이 旺盛할 수 있는 可能性을 보였는데 이는 處理區에서의 龜裂의 深層化에 基因하는 것으로 생각된다.

6. 減水深은 施工當年에 A區에서 10.7mm/day B區에서 9.3mm/day, 無處理區에서 7.1mm/day 인데 對하여 施工後 3年제인 해에는 A區가 26.0mm/day, B區가 24.9mm/day, 無處理區가 12.3mm/day로서 施工當年보다는 施工後年에서, 無處理區에서 보다는 處理區인 A區와 B區에서, 處理區中에서는 埋設깊이가 작은 B區보다는 큰 A區에서 減水深이 顯著히 커지는 것으로 되어 있다. 이는 粘土層의 龜裂發達에 따라 增進되는 現象이라고 생각되며 A區와 B區는 暗渠의 設置로 五十疇에 依하여 定義된 適定減水深 20~30mm/day의 範圍에 接近될 수 있을 程度로 흙의 透水性이 顯著히 改善된 狀態로 되었다고 볼 수 있다.

7. 表土層 0~15Cm 깊이에서 A區의 含水比는 中間落水期에 37.3~32.0%, 收穫期에 38.8~35.5% B區에서도 中間落水期에 38.5~33.5%, 收穫期

39.8~36.8%로서 無處理區의 中間落水期 및 收穫期에 含水比 45.2~38.4%, 46.3~40.5%에 比하여 含水比가 작아졌는데, B區보다는 A區가, 收穫期보다는 中間落水期에 더욱 작아졌음을 보여주고 있고 春耕期에서의 0~15Cm 깊이의 含水比는 處理區인 A區와 B區에서 28.0%內外 無處理區에서 34.0% 內外로서 中間落水期 및 收穫期의 같은 깊이의 含水比에 比하여 5~10%程度가 더 작아졌다. 이는 畝面乾燥效果가 一般的으로 收穫期보다는 中間落水期에서, 中間落水期보다는 春耕期에서 더욱 커지는 것으로 思料된다. 한편 落水後의 表上層(0~15Cm) 含水比를 地下水水位와 關係에서 보면 地下水水位 低下度 및 含水比減少度는 A區, B區, 無處理區 順으로 顯著하였고 이는 暗渠의 埋設깊이가 큰 區가 畝面乾燥上 有利함을 示唆하는 것으로 본다.

8. 地耐力는 含水比의 指數函數의 逆比例의 關係를 갖는 것으로서 畝面乾燥進行이 빨라질수록 地耐力의 增大는 빨리 나타나는 것으로 되었다. 落水後의 地耐力의 增大는 無處理區보다 處理區가 處理區에서도 B區보다는 A區가 收穫期보다는 中間落水期가 빨라졌고, 또 地耐力크기는 無處理區보다는 處理區가 暗渠埋設깊이가 작은 B區보다는 큰 A區가 보다 커져서 80Cm깊이의 區가 地耐力의 增大面에서 가장 有利함을 나타냈고, 다른 어느때보다는 春耕期에 가장 큰 地耐力를 나타냈는데 이는 暗渠處理上의 差異와 季節上의 氣象條件의 差에 依한 것으로 본다. 收穫期의 機械作業에 必要한 地耐력을 얻기 위하여는 中間落水期때 보다도 더 오랜 時日이 要求됨을 나타냈고, 中間落水期의 畝面乾燥狀態如何가 收穫期의 畝面乾燥進行에 큰 影響을 미치는 것으로 되어, 中間落水時의 畝面乾燥狀態가 收穫期의 機械作業에 얼마나 重要한 가를 보여주고 있다.

9. 벼의 生育狀況(草長 및 莖數) 및 收穫量은 無處理區 보다는 處理區가, 處理區中에서도 B區보다는 A區가, 施工當年보다는 그 後가 더 커졌으며 特히 벼의 收穫量만 가지고 考察하여 보더라도 粗穀重을 基準으로 할 때 無處理區의 695kg/10a인 對하여 處理區인 A區와 B區의 것은 各各 840kg/10a와 755kg/10a로서 處理區에서는 無處理區보다 10~20%의 增收를 나타냈고 處理區에서도 埋設깊이가 큰 A區가 그 깊이가 작은 B區보다 約 10%程度의 增收를 가져왔으므로 土地의 生産性面에서 볼 때 埋設깊이 80Cm인 A區는 無處理區에 比해서는 勿論이고 60Cm 깊이의 B區보다도 顯著的한 增收를

가져올 수 있었다는 點에서 A區는 가장 有利한 것임을 推定할 수 있고, 暗渠의 埋設깊이를 80Cm, 埋設間隔은 10m로 할 경우 벼의 收穫量은 暗渠設置前보다 20%의 增收가 可能할 것이고 이밖에 二毛作으로 보리 367kg/10a를 더 生産할 수 있을 것이다.

10. 이 地區에 알맞는 暗渠의 埋設깊이는 本試驗에서의 暗渠排水機能, 地耐力 및 土地生産力의 效果面에서 埋設깊이 60Cm區인 B區보다는 80Cm區인 A區가 훨씬 有利하다는 事實과 栽植作物이 벼와 보리라는 點을 考慮할 때 大體로 80Cm區가 適當할 것으로 생각되고, 暗渠의 埋設間隔을 2m, 4m, 6m, 8m, 10m, 로한 各試驗區間에 對한 暗渠의 排水機能, 地耐力 및 土地生産力의 效果面을 比較檢定하고, 아울러 主要暗渠排水의 公式에 依한 計算值 및 工事費問題를 綜合檢討한 結果 大體로 10m가 妥當할 것으로 思料된다.

VI. 摘 要

本 研究의 目的은 琴湖地區의 低濕畝에 暗渠排水事業을 實施할 경우에 對比하여 이 地區에 暗渠排水施設을 施行함으로써 나타날 수 있는 土地生産性의 增大效果 및 地耐力의 増進效果의 究明과 함께 이에 알맞는 暗渠의 埋設깊이 및 間隔을 求하고자 하는데 있다.

따라서 本 試驗에서는 暗渠의 埋設깊이에 따라 80Cm 깊이인 A區, 60Cm 깊이인 B區 및 慣行區인 無處理區로 나누고 處理區인 A區와 B區는 暗渠의 埋設間隔에 따라 2m, 4m, 6m, 8m, 10m區로 나누어서 1977~1979年까지 3個年에 걸쳐 各試驗區에 對한 地下水水位, 暗渠排水量, 畝面龜裂, 벼뿌리分布, 減水深, 含水比, 地耐力, 作物生産等を 調査 測定하였는데 이에 依하여 얻은 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 試驗期間의 氣象條件은 平年과 비슷하였고, 特히 中間落水期, 收穫期 및 春耕期에는 大體로 蒸發量이 降雨量을 凌駕하게 되어 落水時 畝面乾燥에 良好한 條件이 되었다.

2. 落水時의 地下水水位는 處理區인 A區와 B區에서 無處理區보다 30~40Cm가 낮았고, 또 A區의 地下水水位는 B區의 地下水水位보다 埋設깊이의 差만큼 낮음을 보였다.

3. 地溫은 處理區에서 無處理區보다 灌水狀態下

에서는 16°C 內外가 높고 落水時에는 20°C 程度가 높았다.

4. 沓面上的 龜裂發達은 B區보다는 A區에서, 無處理區보다는 處理區인 A區와 B區에서 顯著하였고, 한편 經年的인 効果가 크게 나타나서 施工後 3年째인 해에서는 龜裂깊이가 A區에서 59Cm, B區에서 42Cm, 無處理區에서 15Cm로서 施工當년에 發生한 龜裂의 깊이보다 處理區에서는 2.5倍나 深層化되었으나 無處理區에서는 發達하지 못하였다.

5. 벼뿌리 分布는 全重量에서 볼 때, 無處理區에서 보다는 處理區에서 18% 程度나 크고 B區에서 보다는 A區가 5% 程度나 컸고, 뿌리의 깊이別 分布比率面에서 뿌리의 分布比率도 A區는 深層部(30cm 깊이)에서 無處理區보다 50% 程度나 크게 나타났다.

6. 日減水深은 B區보다는 A區에서 無處理區보다는 處理區인 A區와 B區에서 큰 값을 나타냈고, 한편 經年的인 効果가 크게 나타나서 施工後 3年째인 해에서는 龜裂發達의 경우와 같이 減水深이 A區에서 26.0mm/day, B區에서 24.9mm/day, 無處理區에서는 12.3mm/day로서 處理區에서는 2.5倍나 增大하여 適正減水深 20~30mm/day의 範圍에 接近되었으나 無處理區에서는 增大하지 않았다.

7. 土壤含水比는 地上水位와 密接한 關係가 있는 것으로 落水時 地下水水位가 가장 빨리 低下되고 가장 낮은 A區는 다른 試驗區보는도 表上層 깊이에서의 含水比의 값이 가장 작아졌다. 이는 地下水水位와 季節的인 氣象條件에 많이 左右되는 것으로서 收穫期보다는 中間落水期가, 中間落水期보다는 春耕期의 乾燥效果가 큰 것으로 나타났다.

8. 地耐力는 含水比의 指數函數的인 逆比例의 關係를 갖는 것으로서 沓面乾燥進行이 빨라질수록 地耐力의 增大는 빨라지는 것으로 나타났다. 따라서 落水後 沓面乾燥效果가 가장 큰 A區는 다른 試驗區보다도 地耐力의 增加도 빨라, 機械作業條件에 가장 有利하였고, 特히 收穫期의 地耐力은 그해의 氣象條件과 中間落水의 效果에 影響을 크게 받았다.

9. 벼의 生育狀況 및 收穫量은 無處理區보다는 處理區가 處理區에서도 B區보다는 A區가, 施工當年度보다는 그後가 더 컸는데 特히 A區와 無處理區의 收穫量은 10a當 粗穀重을 基準으로 할 때 各各 840kg와 695kg로서 A區는 無處理區보다 20%의 增收를 가져왔고 이밖에 二毛作으로 보리 367kg의

收穫量을 더 生産하게 되어 二毛作의 可能性을 보여 주었다.

10. 本 試驗의 結果로서 나타난 暗渠의 排水機能 地耐力 및 土地生産力의 効果와 主要暗渠排水公式에 依한 計算値 및 栽植作物이 벼와 보리라는 點을 綜合檢討하여 볼 때 이 地區에 大體로 알맞은 暗渠의 埋設깊이는 80Cm程度, 埋設間隔은 10m程度가 妥當할 것이다.

參 考 文 獻

1. Aronic, V.S. and Donnan, W.W. (1946): Soil Permeability as a Criterion for Drainage. Design. U.S.A. Trans, Geophy, Union, Vcl 27 (1), pp.95-101.
2. Baver, L.D. (1948): Soil Physics and 167 New York.
3. Blaney, Donnan, Bower (1947): Proposed Drainage Manual. U.S. Soil Conservation Service.
4. C.S. Slater (1950): The Depth and Spacing of Tile Drains. Agric. Eng. pp. 448-450.
5. Dum, L.D. (1954): Drain Spacing Formula. Agric. Eng. 35, pp. 726-730.
6. 江崎要外(1979): マレーシアムダ地區の水田排水と地耐力—水稻機械化二期作のために. 農土誌 45 (3), pp.18-24
7. 富士岡義一(1964): 暗キヨ排水に關する研究に(1). 落水後急排水時における暗キ排水量と地下水水位變動について. 農土研 32(8), pp.317-321.
8. _____ (1968): 粘質土壤水田の乾燥とキ裂について(Ⅱ)(Ⅲ). 農土論集 (26), pp.1-7. 8-14.
9. _____ (1968): 水理的みた暗キヨ組織の合理的決定法(Ⅲ). 農土論集(37), pp.33-39.
10. _____ (1971): 粘質土壤水田における暗渠排水に關する研究(Ⅰ). 一暗キヨ埋長し部と作土キ裂の役割. 農土論集 (35), pp.48-53.
11. 川崎哲郎(1975): 乾田ジキマキ田とタン水ジキ田の土壤物理特性と減水深(Ⅰ). 農土論集 (59), pp.15-22.
12. _____ (1977): 乾田ジキマキ田とタン水ジキ用の乾燥特性と地耐力(Ⅱ). 農土論集 (67), pp. 10-17.
13. 福田仁志(1957): Underdrainage into ditches in soil overlying on impervious Substratum. Tra-

- ns. Amer. Geoph. Union Vol. 38(5), pp.730-739.
14. 五十崎恒(1958): 水田の適正浸透量について(Ⅱ). 農土研 25(6).
15. _____ (1958): 水田の適正減水深について(Ⅲ). 農土研 27(4), pp.180-185.
16. _____ (1961): 水田の適正浸透量について(Ⅳ). 農土研25(2).
17. 生島芳雄外(1971): 水田圃場における土壌の三相含水量およびコーン支持力の相互關係について, 佐賀大農彙31號, pp.39-48.
18. 東海林黨外(1974): 排水量の多少が水稻生育収量および土壌の變化におよぼす影響について, 土肥誌 45(10), pp.441-446.
19. 石井和夫(1965): 耕起法の違いが土壌の理化學性に及ぼす影響土壌の物理性 13, 26-46.
20. 川田信一郎外(1963): 水稻における根群の形成についてとくにその生育段階に 着目場合の一例, 日作紀 32(2).
21. 鴨下松次郎(1891): 土性の應用大日本農令報告 124號, pp.7-9.
22. 金哲基(1973): 粘土質土壌의 龜裂의 深層化가 土地生産 및 畝面乾燥에 미치는 影響에 關한 研究, 韓國農工學會 15(13), pp.7-36.
23. Kirkham, Don (1952): Field Measurements for Tests of Soil Drainage Theory Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 16 pp.286-293
24. _____ (1958): Seepage of steady Rainfall through soil into Drains. Trans. Amer. Geophysical Union. Vol. 39 (5), pp.892-908.
25. Kozeny, J (1931): Über die Strangent fernung be Dranungen Derkulturtechiker.34Nr 3/4
26. 松島省三外(1962): 水稻の生育第一灌漑. 養賢堂.
27. Neal, J.H. (1934): Spacing and Depth of Tile Drain. Agric. Eng. 15, pp.229-232.
28. 長堀金造外(1972): Tractor運行とセグ暗キヨの舉動について干拓地水田の土層改良に關する 研究 (Ⅰ). 農土論集 (41), pp.7-12
29. _____ (1975): ヘドロ地の乾燥特性と土層變化笠岡灣干拓地ヘドロ地の農地基礎整備に關する基礎的研究(Ⅱ). 農土論集(55), pp.9--14.
30. _____ (1975): 埋設深さによる暗キヨの排水の特性(Ⅳ). 農土論集(57) pp.1-7
31. 長濱謙吾外(1967): 暗キヨ排水技術の歴史的發達過程一暗キヨ排水機能に關する. 農土誌(21)pp.50-54.
32. _____ (1968): 排水不良水田における暗キヨの機能について一暗キヨ排水機能に關する實證的研究. 農土論集 (23), pp.39-45.
33. 農業土木學會暗キヨ排水調査委員會(1973): 暗キヨ排水の計劃施工管理についての報告. 農土誌 41 (9), pp.575-596.
34. 農林部(1970): 農地改良事業計劃設計基準(排水編).
35. 中井太一郎(1898): 大日本簡易排水法. 四枚, 十七枚.
36. 中川昭一郎(1964): 濕田の濕田に伴なう透水條件の變化について. 農土試報, p.68.
37. 大野猛郎(1960): 暗キヨ排水の方法と管理びその効果, 農業及園藝 35(1), pp.1751-1754.
38. Pickels, G.W. (1941): Drainage and Flood-Control Engineering. McGraw-Hill Co. p. 249.
39. 杉山英郎外 (1966): 暗キヨ排水計劃について, 農土誌 (34) 6, pp.318-328.
40. 田淵俊雄外(1964): 粘土質の水田の排水に關する研究. 農土研 32(8), pp.18-24.
41. _____ (1966): 粘土質の水田の排水に關する研究 (5). 一小區劃暗キヨ田の 中于し刈取り期の 落水 (長岡市). 農土論集 (18), pp.31-38.
42. _____ (1966): 粘土質の水田の排水に關する研究. 小區劃暗キヨ田の非カンガイ期の排水(長岡市) 農土論集 (18), pp.39-47.
43. _____ (1966): 粘土質の水田の排水に關する研究一粘土質水田の排水に關する問題點と假説. 農土論集 (18), pp.7-11.
44. _____ (1967): 粘土質の水田の地耐力に關する研究(Ⅲ) 一 地耐力とコンバイン走行との關係, 農土論集 (21), pp.36-41.
45. _____ (1968): 粘土質の水田の排水に關する研究 (7) 一暗キヨの排水効果, 農土論集(25), pp.42-49.
46. _____ (1971): 新潟縣の沖積粘土質の含水量と乾燥密度の不均一性農地土壌のサンプリングに關する基礎研究(Ⅳ). 農土論集 (36), pp.21-37.
47. _____ (1971): 千葉縣の沖積砂質土水田の含水量比分布一農地土壌のサンプリングに關する基礎研究 (Ⅴ). 農土論集 (21), pp.28-32.
48. 多田敦(1967): 粘土質の水田の地耐力に關する研究(Ⅰ) 一 地耐力の年間變化. 農土試驗場土地改

- 良部 pp.24-35.
49. _____ (1967) : 粘土質の水田の地耐力に関する研究(Ⅱ) —地耐力と地表排水の關係. 農土論集(21) pp.29-35
50. 田邊邦美(1970) : 暖地水稻田の浸透水管理とその方法について. 九州大學部 pp.604-612.
51. 寺澤四郎外(1970) : 壓縮をうけた水田土層の降下浸透と水稻生育について. 農土論集(34), pp.10-16.
52. _____ (1970) : 水田土壤群の物理工學的特性に関する研究(Ⅱ). 團粒の實態と構造セヂル, 農土論集(33) pp.9-15.
53. 丸山利輔(1964) : 地下排水に伴ら水理機構, 農土試報第2號
54. 周載洪(1978) : 暗渠排水에 의한 低濕畝地利用에 관한 研究(Ⅰ). 農工學會誌 10 (2), p.14.
55. 内山信雄外(1971) : 水管理による水田耕土の酸化還元状態の變化, 土肥誌 42(9).
56. 土地改良事業計劃基準ほ場整備(水田) (1977) : 農林省構造改善局. p.44.
57. 根本清一外(1978) : 千葉縣丸山地區の重粘土水田における 暗渠排水が土壤及び 作物に及ぼす影響とくに裏作を導入した場合について. 農土誌46(2) pp.35-41.
58. 山崎不二夫外(1959) : 半濕田の土壤斷面の物理性質と浸透に関する研究(3). 農土研28(4), pp.199-205.
59. _____ (1960) : 下層に砂しき層をもつ淺耕土漏水田の浸透に関する研究(4). 農土研29(1), pp.9-18.
60. _____ (1963) : 北海道小向の重粘土地の暗キヨ排水における心土キ裂の役割. 農土研 30(8), pp.137-141.
61. _____ (1964) : 粘土質の水田の暗キヨ排水における心土キ裂 割. 農土研32(3), pp.151-159.

[接受 : 1980. 10. 18]