

濕畚稻作技術向上에 關한 研究

Ⅲ. 排水條件別 施肥量 對 栽植密度가 水稻實用諸形質에 미치는 影響

盧 承 杓

全羅北道 農村振興院

Studies on the Improvement of Rice Cultivation in the Ill-drained Paddy Field

III. The Effect of the Various Agronomic Characteristics on the Fertilization and Planting Density under Different Drainage Control Part.

S. P. Noh

Jeonbuk provincial office of Rural development. Iri, Korea

ABSTRACT

Drainage furnished air to provide favorable soil environment for rice growth at the late stage. A heavier fertilizer application and a denser plant density increase. Yield and yield component element by root activities and various substance productive element under sub-drainage.

緒 言

벼는 항상 湛水狀態라는 特殊한 環境條件下에서 全 生育期間을 經過하는 水生植物로서 他作物에 比하여 一般的으로 通導組織이 잘 發達되어 있다. 그러나 生育 Stage間에 各期 다른 用水量의 變異를 가지고 있는바 이는 土壤條件과 密接한 關係를 맺고 있다. 常時湛水狀態 即 濕畚 狀態下에서 벼는 여름철 高溫으로 有機物 및 各種 無機物의 分解가 促進되어 土壤이 還元狀態로 變해 H₂ gas의 發生에 依해 根腐現象을 招來하고 또한 胄子病의 罹病率을 높여 秋落現象을 誘發시킨다. 田中¹⁾ 등은 透水處理에 依하여 土壤中の NH₃-N나 Free CO₂를 減少시키며 또한 硅酸含量的 增加로 生育이 良好하다고 報告하였고 小西²⁾ 등도 排水處理는 NH₄-N가 減少된다고 報告하였으며 官坂³⁾ 등도 같은 結果를 報告하였는데 特히 排水는 體內的 NH₄-N를 減少하여 體內窒素代謝를 良好하게 한다고 報告하였고 盧¹⁰⁾ 등의 報告에 依하면 暗

渠排水를 함으로써 無排水에 比하여 뿌리의 活力이 높고 또한 깊은 部位까지 뿌리의 垂直分布量이 많으며 이에 따라 無排水에 比하여 暗渠排水를 함으로서 水稻收量이 顯著히 增收된다고 報告하였다. 上田¹³⁾¹⁴⁾ 등도 垂直排水를 함으로서 根數와 根毛가 增加하며 따라서 根活力도 增加한다고 報告하였으며 山田¹⁵⁾¹⁶⁾ 등은 垂直排水는 有效莖比率이 增加하고 가리 및 硅酸含量이 增加하며 아울러 呼吸 및 代謝作用을 活潑하게 하며 水稻의 發育을 良好하게 한다고 하였다. 濕畚에서는 地下水水位가 높아 過剩水分에 依하여 土壤空隙, 土壤通氣, 各種 微生物의 分解活動이 作物의 生育, 收量 및 品質과 農業機械化等에 不利한 現象을 招來한다. 이와같은 缺點을 補完하기 爲하여 72年 暗渠排水施設을 設置하여 73~77(5個年)에 걸쳐 排水條件別間 增收體係 確立을 爲한 濕畚改良에 力點을 두어 本試驗을 實施하였다.

材料 및 方法

排水가 不良한 海成沖積土에서 暗渠排水 效果와 이에 따른 適正 施肥量과 栽植密度를 알고자 1972년에 低濕畚인 本院 畚作圃場(芙蓉統)에 暗渠排水 施設을 40m 設置하였다. 이 暗渠排水의 吸收渠距離는 8.3m, 埋沒깊이 平均 1m, 集收渠 埋沒深度 1.35m였고 관은 吸收渠 3寸토관(內莖 75mm, 外莖 90mm), 集收渠 5寸토관(內莖 150mm, 外莖 170mm)의 오지토관을 使用하였다. 排水條件別間 供試品種은 統一로 5월 1日 播種에 6월 10日 移秧으로 株當苗數 3本植에 主區

를 施肥量(kg/10a) N10, 20, 25, 30, 細區를 栽植密度(株/3.3m²) 60, 80, 100, 120株로 分割區配置 3反覆으로 本試驗을 遂行하였으며 累年成績은 5個年 成績을 산술평균치에 依해 求하였고 排水는 最高分蘗期인 7月10日부터 모터 1/2HP(揚水機口徑 1.5inch, 揚水量 660l/min)로 1.10l/sec/ha씩 수직배수로 실시하였다. 暗渠排水設置에 따른 모식도는 第2報에 報告한바 여기서는 생략한다.

結果 및 考察

1. 排水條件別 收量構成要素의 變異

水稻의 收量은 m²當 穗數, 平均一穗當 粒數, 登熟比率, 千粒重에 依해 決定되는데 表 1에서 보는바와 같이 暗渠排水가 無排水에 比하여 穗數, 千粒重이 높고 有效莖比率이 월등히 높아 收量增加를 가져오는 要因이 되었으며 無排水 및 暗渠排水 모두 多肥일수록 穎花數가 增加된 推勢였고 登熟比率은 暗渠排水가 월등히 높았다. 暗渠排水가 無排水에 比해 穎花數가 떨어지는 原因은 排水로 因한 養分溶脫이 水稻生育에 미친 影響이라 보여진다.

2. 土壤理化學的 變化

表 2에서 73~77까지 年次別로 土壤의 理化學的 變化를 보면 陽ion(Ca, Mg, K, H)은 處理間 供히 深土에서 各成分들의 濃도가 높아졌으며 下層部位 養分含量은 排水狀態가 良好할수록 높은 것으로 보아 排水에 依하여 下層部位로 移動된 것으로 생각되고 有機物은 表層耕土部位에 많고 深土部位로 갈수록 減少되었으며 無排水區가 暗渠排水區에 比하여 有機物 含

量이 높음은 排水不良에 依한 分解遲延으로 사료된다. 珪酸은 排水處理에선 下層部位에서 含量이 많아 排水條件에서 下層部位로 移動이 용이한것으로 보이며 인산은 이와 相反되는 것으로 나타났다.

다음은 主要生育時期別 土壤의 無機成分 含量을 보면 表 3과 같다. 試驗前 陽ion은 暗渠排水에서 높았고 最高分蘗期엔 暗渠排水에 比하여 無排水에서 많은 傾向이었고 磷酸含量은 試驗前보다 더가 生育함에 따라서 減少하는 傾向이었으며 珪酸含量은 最高分蘗期까지는 暗渠排水에 比하여 無排水에서 많았으며 出穗期에는 暗渠排水에서 월등히 높았다.

有機含量은 暗渠排水에서 生育이 진진됨에 따라 높은데 反하여 無排水에선 減少되는 傾向으로 보아 排水不良으로 因한 分解促進으로 사료된다.

灌溉水分析值를 表 4에서 보면 磷酸含量은 抽出되지 않았고 移秧 15日後부터 出穗期까지 生育이 經過할수록 PH는 上昇되는 傾向이었고 SiO₂, Ca, K₂O도 비슷한 상대였다. 排水條件別間의 1日누수량은 暗渠排水 32mm, 無排水 8mm였다.

3. 排水條件別 地上部의 形態變化

處理間에는 暗渠排水區 및 無排水區 모두 N含量은 最高分蘗期를 極大로 出穗期를 經過하면서 계속 감소하였고 暗渠排水가 無排水보다 다소 높은 傾向을 보였으며 LWR은 暗渠排水가 월등히 높았고 施肥量 및 栽植密度間엔 多肥密植 할수록 單位面積當 增加되는 傾向이었다.

LAI는 村田⁹⁾에 依하면 出穗期에 日射量이 400cal/cm²/day의 경우 9.0程度이고 300cal/cm²/day에서는 6程度라 하였는데 裡里地方의 日射量은 300~350cal/

Table 1. Comparison of yield component element under different drainage control part.

Item	Treatment Drainage	N-applied					Plant density			
		10	15	20	25	30	60	80	100	120
No. of panicle(hill)	Sub	13.7	13.3	13.8	14.2	14.3	16.7	14.1	12.6	11.5
	Non	13.0	13.2	13.5	14.6	13.9	16.1	12.2	12.4	11.6
Effective tiller ratio (%)	Sub	74	72	74	76	70	78	73	69	70
	Non	65	68	67	67	65	69	67	63	67
Spikelets per panicle	Sub	96	94	103	103	101	106	103	97	92
	Non	91	107	107	109	100	105	108	100	99
Ripening ratio (%)	Sub	66	69.5	67.8	67.3	64.5	68.8	66.0	65.8	66.9
	Non	60	61.5	60.0	57.8	55.5	60.2	56.8	59.0	60.0
1000 grain weight (g)	Sub	24.5	23.4	24.4	24.5	24.2	23.8	24.4	24.4	24.2
	Non	23.8	23.0	23.8	24.0	23.8	23.2	23.9	23.8	23.7

Table 2. Variations of physical and chemical element of soil under year

Year	Drainage Soil	Item		PH		P ₂ O ₅		SiO ₂		OM		Lime request quantity (kg/cal)		(me/100g)								CEC	
		(1 : 5)		(ppm)		(ppm)		(%)		(kg/cal)		Ca		Mg		K		H					
		Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non		
73	top soil	5.4	5.1	83	118	60	57	2.7	2.7	151	235	3.8	4.1	0.9	1.9	0.19	0.28	2.71	2.57	7.57	8.78		
	sub-soil	5.8	5.5	63	95	89	75	2.5	2.9	141	215	3.5	4.3	1.2	2.1	0.21	0.19	2.85	2.42	8.58	8.74		
74	top soil	5.5	5.5	106	72	26	23	2.4	2.4	81	102	4.3	4.9	2.7	2.4	0.26	0.12	4.99	4.59	12.25	11.76		
	sub-soil	5.6	5.4	85	57	46	45	2.5	2.0	124	102	4.5	4.4	2.4	18	0.26	0.17	4.31	4.55	12.14	10.71		
75	top soil	5.8	5.5	98	59	60	90	2.4	1.8	176	124	5.0	4.3	2.8	1.7	0.24	0.21	1.70	1.98	10.19	8.64		
	sub-soil	5.9	5.6	61	31	65	79	1.5	1.4	124	59	5.6	5.8	2.8	4.7	0.22	0.19	1.76	1.66	10.33	11.55		
76	top soil	5.3	6.1	77	84	33	16	2.9	3.8	59	59	3.9	4.4	1.9	2.0	0.15	0.14	2.20	2.20	8.15	8.74		
	sub-soil	5.1	6.4	19	38	19	48	1.9	1.8	59	59	5.2	4.9	3.7	3.2	0.12	0.11	0.22	2.20	9.24	10.41		
77	top soil	5.8	6.4	59	64	27	49	1.4	2.1	59	59	3.0	4.6	3.0	2.9	3.35	0.38	2.20	0.44	95	8.32		
	sub-soil	5.6	5.6	31	34	33	20	1.7	1.7	59	59	3.0	3.5	2.3	3.1	0.31	0.29	2.64	2.42	8.25	9.31		
M	top soil	5.8	5.7	85	79	41	47	2.2	2.6	105	116	4.0	4.5	2.3	2.2	0.84	0.23	2.76	2.36	9.33	9.25		
	sub-soil	5.8	5.7	52	51	50	53	2.0	2.0	101	99	4.0	4.6	2.5	3.0	0.22	0.19	2.36	2.65	9.7	11.44		

Table 3. Soil analysis on the main growth period

Survey period	Drainage	Item		PH		P ₂ O ₅		SiO ₂		OM		EX (me/100g)				CEC							
		(1 : 5)										Ca		Mg		K		H					
		Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non	Sub	Non				
Before experiment		Sub	Non	5.8	5.6	59	31	27	33	0.4	1.7	59	59	3.0	3.0	3.35	0.31	2.81	2.64	8.21	8.25		
		Sub	Non	5.9	5.7	46	32	23	33	1.6	1.5	59	59	3.6	4.7	2.5	3.3	0.37	0.48	2.20	1.32	8.67	8.80
Maxium tillering stage		Sub	Non	6.8	6.7	16	26	118	38	2.7	0.5	59	59	4.2	3.6	4.3	3.5	0.16	0.2	0.22	0.44	8.88	7.74
		Sub	Non	6.6	6.5	25	66	146	164	1.0	2.5	59	59	7.4	7.6	2.7	2.3	0.44	0.42	1.91	1.61	12.42	7.96
After experiment		Sub	Non	6.6	6.5	25	66	146	164	1.0	2.5	59	59	7.4	7.6	2.7	2.3	0.44	0.42	1.91	1.61	12.42	7.96

Table 4. Chemical properties of irrigated

Survey period	Item	PH	P ₂ O ₅	SiO ₂	Ca	Mg	K ₂ O
10 DAT transplanting		7.0	0	32	5.9	3.4	0.28
Maxium tillering stage		6.8	0	27	5.2	2.8	0.12
Reproductive growth stage		6.9	0	29	5.4	2.5	0.19
Heading date		7.0	0	30	5.4	2.7	0.20

cm²/day로 보아 最適葉面積指數는 6~7程度가 되겠는데 本處理에서는 大體로 이와같은 傾向이었으며 施肥量과 栽植密度를 높일수록 높은 數値를 보여 주었다. 物質蓄積量은 出穗前 莖葉에 저장되었던 養分이 登熟期間中에 이삭으로 移動하는것과 出穗後 光合性

作用에 의해 生成 蓄積된 것으로 區分되는데 前者의 기여도는 물론 여러가지 條件에 따라 差異가 있겠으나 村田⁹⁾에 依하면 10~40% 内外가 된다고 하는데 本處理에서도 이와같은 傾向을 보였으며 暗渠排水가 無排水보다 많아 收量增加와 相關關係가 認定되었고

Table 5. Variations of the various characteristics of rice plant under different drainage control part

Plant density		N-applied								
		20			25			30		
Item	Prai-Dage	80	100	120	80	100	120	80	100	120
		LWR (%)	Sub	26.2	31.2	32.0	30.2	31.9	32.9	30.9
Non	25.6		26.1	27.2	28.2	29.3	29.6	29.5	30.0	30.0
Chlorophyll content (mg/grFw)	Sub	5.4	5.2	5.0	5.9	5.5	5.2	6.5	6.2	6.0
	Non	5.5	5.3	5.2	6.0	5.8	5.5	6.5	6.3	6.3
Carbohydrate distribution per grain(%)	Sub	0.35	0.32	0.31	0.39	0.36	0.32	0.40	0.36	0.34
	Non	0.3	0.29	0.27	0.3	0.3	0.26	0.31	0.30	0.29
Subseance accumulation	Sub	34.2	33.0	32.2	35.2	34.0	33.2	35.8	34.2	33.0
	Non	25.3	24.4	24.0	26.2	25.6	25.4	26.0	25.4	25.2
LAI	Sub	6.2	6.3	6.2	6.1	6.5	7.1	6.8	6.9	7.7
	Non	6.0	6.2	6.0	6.2	6.5	6.9	6.7	6.7	6.9
Ripening degree	Sub	17.1	16.9	16.7	17.0	16.5	16.5	16.9	16.4	16.3
	Non	15.2	15.0	15.1	15.4	15.1	14.9	15.1	14.7	14.3
Content of N (%)	Sub	2.81	2.71	2.7	2.92	2.89	2.7	2.94	2.90	2.80
	Non	2.62	2.5	2.46	2.81	2.75	2.7	2.85	2.83	2.71
NAR (g/100m ² /week)	Sub	0.97	0.98	1.02	0.97	1.03	1.18	1.01	1.13	1.26
	Non	0.93	0.97	1.00	1.04	1.12	1.13	0.81	1.02	1.06
CGR (g/m ² /Field)	Sub	7.26	7.97	8.07	7.34	7.87	8.18	7.58	7.84	8.30
	Non	7.05	7.47	7.98	7.19	7.85	8.17	7.62	7.83	8.24

一粒當炭水化合物分配量은 排水條件別間 共히 施肥量을 增加할수록 많았으나 栽植密度를 增加할수록 減어졌으며 NAR, CGR,은 排水條件別間에는 暗渠排水가 월등히 높고 多肥密植일수록 增加 傾向이 뚜렷하였으며 施肥量增加에 따라 chlorophyll 含量도 增加하였으나 栽植密度 增加에 따라 減少하는 傾向이 었다.

4. 排水條件別 地下部の 形態變化

水稻의 뿌리는 1個의 種根으로부터 始作하여 地上 部의 生育과 더불어 계속 뿌리數가 增加하여 뿌리당 呼吸量도 根數 增加와 같은 傾向이고 뿌리의 生長程

度를 表示하는는 뿌리의 數, 뿌리의 길이, 뿌리의 무게가 測定 對比되나 뿌리무게가 그中 가장 正確하 다고 한다.¹⁰⁾

表 6에서 보는바와 같이 處理間 共히 施肥量과 栽 植密度를 增加할수록 乾根重은 增加하였으며 α-Na 酸化力도 暗渠排水가 無排水보다 各處理 모두 높은 傾 向이고 一定面積當 根活力은 多肥密植일수록 增加하 는 傾向을 보였다.

以上の 試驗結果 暗渠排水는 無排水보다 營養生長 期에서는 排水로 因한 養分溶脫로 穎花數는 多少 變 어지는 傾向이나 排水 15日~20日 以後부터는 地溫

Table 6. Comparison of Dry weight of roots and oxidation activities of root by α-Na

Plant density		N-applied								
		20			25			30		
Item	Drai- nage	80	100	120	80	100	120	80	100	120
		Dry weight of root (g/hill)	Sub	178	216	260	185	224	263	187
Non	174		215	257	180	224	262	184	227	265
Oxidation activities of root	Sub	40	35	31	43	40	35	46	40	36
	Non	31	29	28	34	31	28	35	32	30

Table 7. Comparison of N-applied and plant density under different drainage control part

Drainage	Treatment	N-applied (kg/10a)					Plant density			
		10	15	20	25	30	60	80	100	120
Sub-drainage		463	559	591(588)	647(615)	592(610)	549	557(576)	599(610)	606(626)
Non-drainage		459	544	560(530)	571(589)	496(582)	498	524(562)	537(577)	566(602)

() present year

수가 60株에서 10%, 80株 6%, 100株 12%, 120株에서 7%의增收率을 보였다.

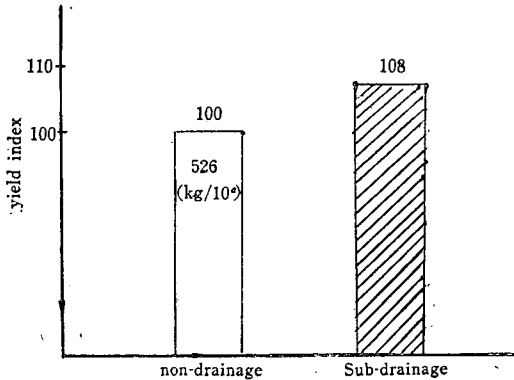


Fig. 1. Comparison of yield under different drainage control part

上昇으로 인한 各種 養分의 分解促進 및 土壤空腔의 擴大로 有效莖比率, 根活力促進, 登熟比率 및 千粒重等을 向上시켜 表 7과 그림 1, 2, 3에서 보는 바와 같이 10a當 收量은 暗渠排水가 無排水에 比하여 8%增收되었고 施肥量間에는 暗渠排水가 10kg處理에서는 1%, 15kg 3%, 20kg 6%, 25kg 14%, 30kg에서는 17%의 높은增收率을 보여 多肥栽培일수록 暗渠排水가 必要要件으로 보여지며 栽植密度間에는 暗渠排水

摘 要

(1) 排水條件別 施肥量과 栽植密度를 增加함에 따라 穗數, 一穗粒數가 增加하는 傾向이었고 暗渠排水가 無排水보다 穗數는 적었으나 一穗粒數는 많았다.

(2) 登熟比率, 登熟度, LWR도 暗渠排水에서 좋았고 施肥量과 栽植密度를 높일수록 單位面積當 높은 傾向이었다.

(3) α -Na酸化力은 暗渠排水가 各處理 모두 높았고 一定面積當 根活力은 多肥密植일수록 增加 傾向이였으며 無排水區는 N 30kg에 80株處理에서 높았다.

(4) 1日 32mm의 垂直排水로 인한 養分溶脫로 暗渠排水區가 無排水區에 比하여 初期生育은 不進였으나 後期 生育相에 好轉을 보여 同化物質의 蓄積, 葉面積等에 높은 數値를 보였고 施肥量을 增加할수록 높았으며 栽植密度를 높여줌에 따라선 株當苗數間에는 낮았으나 m^2 當間에는 높았다.

(5) 以上の 結果 10a當 收量은 暗渠排水가 無排水보다 8%增收하였고 施肥量 및 栽植密度를 增加함

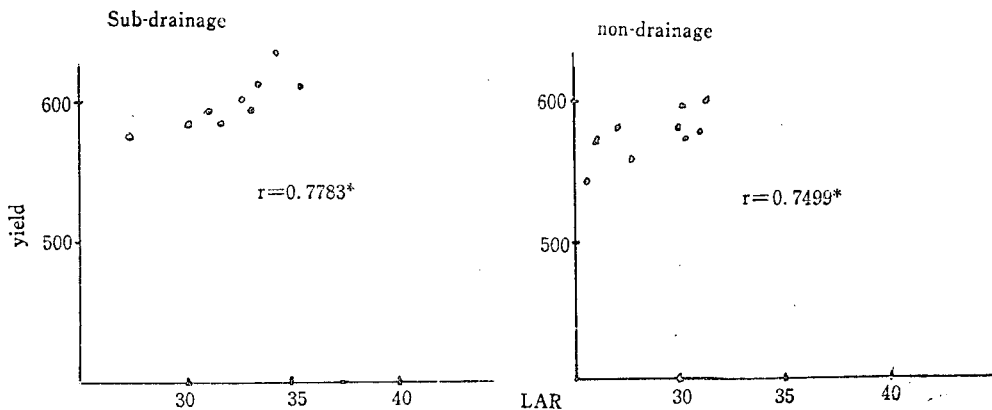


Fig. 2. Correlation between LWR and yield

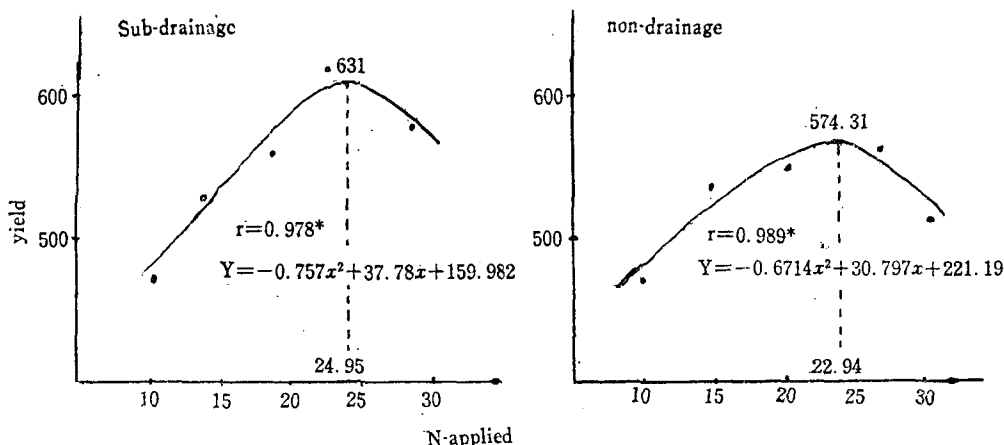


Fig. 3. Correlation between N-applied and yield

에 따라增收하였다.

引用文獻

1. 安壽奉, 1973, 水稻登熟의 品種間 差異와 그 向上에 關한 研究.
2. 小西賀三, 山崎欣多, 1955, 施用水田における養分の消長に關する研究(1報), 北陸農業研究. 3(1):1~52p
3. 池泳麟, 1973. 水稻作
4. 湖南作試, 1976. 農事試驗研究報告, 190-216.
5. 李善龍, 井上駿, 兩宮昭, 1973. 水稻品種統一の葉枯らに關する生理的研究—透水効果について—日件記, 23-24
6. 村田吉男, 1957. 水稻の光合性とその栽培學的意義に關する研究, 農技研報告, 1:169
7. 宮坂昭, 1970, 北陸地方の濕田における排水の效果について北陸農試報, 12:1~24
8. 農業技術研究所, 1970. 農事試驗研究報告, 88-89.
9. _____, 1972. 農事試驗研究報告, 218-237.
10. 盧承杓, 黃昌周, 羅鍾成外, 1975. 暗渠排水가 水稻形態形成에 미치는 影響, 農試研報17(作物編) 151-159.
11. 田中市郎, 野鳥獸馬, 上村幸正, 1961. 水田の透水量の多少が水稻の生育, 收量, 土壤, $\text{NH}_3\text{-N}$, H_2S , Free-CO_2 等に及ぼす影響: 日作記 29(4):392-394.
12. Tanaka, I. ND Gima, K. and nemura, Y. 1965. the infulence of irrigation mon agement on the

nutrient up take tielf of rice plant and the mineral nitrogen content it soil, Soc. of Jour. Japam 33(4): 335-343.

- 13) 上田博愛, 大山一夫, 1950, 水田を滲透した土壤溶液가 水稻の生育に及ぼす影響, 日作記 26(1): 7-9.
- 14) _____, _____, 1958, 湛水下に於ける水稻の呼吸生理機能に關する研究, 日作記 28(4): 249-251.
15. Yamada, N,O, ta,y, 1961. Effect of water percolation on physiological activity of rice root; Soc. of Jour Japan 29(4):404-408.
16. 山田登, 1963, 作物大系 III, 水稻の生理

Summary

1. According to increase N-applied and plant density on the different drainage control part increased No. of panicle and spikelets per panicle and Sub-drainage was higher spikelets per panicle and less No. of panicle as compared with non-drainage control.
2. Sub-drainage was higher ripening ratio, ripening degree and LWR than non-drainage and to increase N-applied and plant density showed high per field.
3. Root activities tested by $\alpha\text{-Na}$ oxidation method showed higher on sub-drainage all of treatment in heading date and heavier N-applied and plant density increased. But non-drainage increased partially

30kg/10a of nitrogen and 80 hill/3.3m².

4. Sub-drainage, as compared with non-drainage by means of 32mm of vertical draining away after the maximum tillering caused leaching of nutrient in rice growth at the fast stage, but rice growth at the late stage was very poor, therefore sub-drainage showed higher units accumulation of assimilation nutrient, leaf area index and so on and a accumula-

tion of assimilation and leaf area index increased on a heavier fertilizer application and by means of to increase plant density were low but per unit m² was high.

5. Sub-drainage treatment yielded 8% higher than that of non-drainage and to increased N-applied and plant density on the different drainage control part yielded each other.