

窒素 燐酸 加里의 施用量的 差異 및 剪葉處理가 水稻의 登熟 및 收量에 미치는 影響

趙 東 三 · 李 殷 雄
忠北大學 서울大學校農科大學

Effects of leaf-defoliation and different nitrogen, phosphorus
and potassium application on maturity and yield of rice

Dong Sam Cho* Eun Woong Lee**

*Chung Buk College., **College of Agriculture, Seoul National University

Abstract

Field experiment was conducted to investigate the effects of different fertilizer levels of nitrogen, phosphorus and potassium and leaf blade cutting in heading time on the maturity and the yield of paddy rice. The effect of each leaf in different elevation on the yield was also investigated.

The major result is that the upper positioned leaf gave higher contribution to the maturity rate, the weight of rough rice and the weight of 1,000 kernels of perfect brown rice than the lower positioned leaf.

緒 言

水稻의 收量을 增大시키기 爲해서는 水稻의 全生育期間中에 各種 養分의 過不足이 없이 必要한 量을 必要한 時期에 供給해 주어서 最適의 莖葉形成 및 維持가 되도록 하여 많은 量의 乾物이 生産되도록 하여야 할 것이다.

水稻의 乾物生産은 出穗前에는 單位葉面積當의 光合成能力의 大小보다도 個體의 葉面積의 增大에 依하여 크게 支配되며, 出穗期 以後에는 生葉面積의 大小와 單位面積當 光合成能力의 大小에 依해서 支配된다. 따라서 出穗期 以後에 많은 乾物生産力을 維持시키기 爲해서는 單位面積當 光合成能力을 높여 生葉面積의 減少를 防止하는 栽培法이 講究되어야 할 것이다.

우리나라의 水稻作은 一般적으로 初期生育은 旺盛하여 莖葉이 繁盛하나 生育後期에는 急激한 生育凋落現象이 招來되어 下位葉의 枯死現象이 甚하다. 따라서 健全한 生葉面積이 確保되지 못하기 때문에 登

熟이 不良해지며 이것이 收量 減少에 미치는 影響이 큰것 같다.

以上の 觀點下에서 生育後期 特히 出穗期 以後의 葉面積과 葉位別 生葉의 維持 程度가 登熟 및 收量에 미치는 影響과 生育後期에 施用한 肥料의 效率을 究明하므로써 登熟率을 向上시킬 수 있는 基礎的 知見을 얻고자 일련의 試驗을 實施하였던바 이에 그 結果를 報告하는 바이다.

I. 材料 및 方法

本試驗은 1971年 忠北大學 農學科 實驗畚에서 實施하였으며, 品種은 八達을 供試하였고, 供試土壤의 分析結果는 다음 表에서 보는바와 같다.

Mechanical property of paddy soil

Depth	Item	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)
Top soil (0-10cm)		42.7	23.4	32.9
Sub soil (10-20cm)		45.5	20.0	34.5

Chemical characteristics of paddy soil

Item	P.H	O.M (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (p.p.m)	K ₂ O me/100g
Value	5.80	2.00	0.17	22.0	2.10

試驗區의 構成은 主區로 肥料三要素의 量을 달리 하여 12個 組合으로, 窒素 磷酸 加里를 10a當 施用量을 各各 1. 無肥區 2. 6-0-0, 3. 0-3-0, 4. 0-0-4, 5. 9-0-0, 6. 0-6-0, 7. 0-0-8, 8. 9-6-0, 9. 9-0-8, 10. 0-6-8, 11. 6-3-4, 12. 9-6-8로 하였으며, 細區로는 出穗期에 葉身을 切除한 處理로서 1. 葉身을 全部 切除(L₀), 2. 止葉만 남기고 나머지를 모두 切除(L₁), 3. 위로부터 第1, 2位葉만 남김 (L₂), 4. 第1, 2, 3位葉을 남김 (L₃), 5. 第 1, 2, 3, 4位葉을 남김 (L₄)를 두고 이를 分割區法으로 3反復하였다.

4月 28日에 물뚫자리에 播種 育苗한 普通苗를 6月 13日에 4m×3.5m로 區劃된 試驗區에 移秧하였으며,

栽植密度는 24×15cm에 1株 4本植으로 하였다. 窒素 肥料는 基肥로 全量의 50%를 施用하였고 第1回 追肥로는 35%를 移秧後 15日에, 그리고 나머지 15%를 出穗前 25日인 7月 25日에 穗肥로 施用하였다. 磷酸 및 加里는 各各 重過磷酸石灰 및 鹽化加里로서 全量의 75%를 基肥로 施用하였으며 나머지 15%는 出穗前 25日에 追肥하였다. 其他는 本大學 農學科 標準 栽培法에 準하였다.

葉의 切除處理는 出穗期인 8月 19日부터 2日間隔으로 出穗한 이삭에 對하여 가위로 葉身만을 切除하였다. 한편 各葉位別 葉面積은 重量比例法에 依하여 測定하였다.

II. 結果 및 考察

收量構成要素에 對하여 調査 分析한 結果는 第1, 2, 3表에서 보는 바와 같으며, 이것을 各要素別로 살펴보면 다음과 같다.

Table 1. The results of ANOVA of yield and its components (Figures are F-values)

Source of variance	Item	Culm length	Panicle length	Number of panicle/hill	Number of spikelets/panicle	Rate of ripend grain	Weight of 1,000 kernels	Rough rice yield	Brown rice yield	Hulling rate
Fertilizer application(A)		36.08**	8.97**	106.81**	3.81**	66.73**	11.35*	624.11**	394.16**	3.43*
Leaf blade defoliation(B)		—	—	—	—	4,927.4*	387.2*2	587.8*2	612.7**	801.9**
Interaction (A×B)		—	—	—	—	22.39**	1.87*	48.88**	38.69**	3.43**

Table 2. Single effect of Fertilizer application on yield and its components

Nertilizer amount (kg/10a) N-p ₂ o ₅ -k ₂ o	culm length (cm)	panicle length (cm)	number of panicle/hill	number of spikelets/panicle	rate of ripened grain (%)	weight of 1,000 kernels (g)	rough rice yield (kg/10a)	brown rice yield (kg/10a)	hulling rate (%)
0-0-0	62.12	16.53	6.47	59.93	80.43	21.49	208.1	167.5	79.42
6-0-0	69.01	17.88	10.96	65.39	80.24	21.77	312.1	254.1	80.23
0-3-0	61.79	16.78	7.20	62.01	84.05	21.79	230.0	187.4	80.81
0-0-4	60.92	16.94	6.70	63.70	82.08	21.73	207.7	170.6	81.38
9-0-0	74.63	18.24	12.53	70.76	75.86	21.34	356.4	287.2	79.23
0-6-0	60.38	16.80	7.40	62.86	84.00	21.49	198.4	158.7	79.36
0-0-8	59.98	16.92	7.34	63.75	82.23	21.61	193.2	155.9	79.82
9-6-0	73.31	17.71	12.24	68.57	75.16	21.07	357.8	285.5	78.60
9-0-8	78.03	19.18	12.03	71.76	73.38	21.21	348.8	280.1	78.70
0-6-8	61.74	17.67	7.46	62.59	83.54	21.78	228.6	181.8	78.69
6-3-4	73.89	18.17	10.84	67.23	79.97	21.81	315.6	255.2	79.96
9-6-8	76.58	19.47	13.02	71.69	75.63	21.68	376.9	305.8	79.83
F-Value.	36.08**	8.97**	106.81**	3.81**	66.73**	11.35*	624.11**	394.16**	3.43*
L.S.D. 0.05	3.50	0.94	0.24	6.10	1.36	0.22	8.53	8.63	1.36
0.01	4.76	1.24	0.34	8.29	1.84	0.29	11.59	11.73	1.85

1. 窒素, 磷酸, 加里의 施用量과 收量과의 關係

1) 穗數; 窒素 施用量의 差異에 따른 1株 平均

穂數는 處理間에 高度의 有意差를 보였으며 施肥量이 많을수록 增大되었다. 한편 磷酸은 施肥量의 差異에 따른 處理間에 有意差를 認定할 수 없었으나 無肥區와는 高度의 有意差가 認定되었다. 加里에 있어서는 施肥量의 差異에 따른 有意差를 認定할 수 없었다. 이와 같은 結果는 莖數의 増減에 크게 影響을 미치는 要素는 窒素 磷酸과 같은 것들로서 이들의 供給이 많으면 分蘖이 增加되어 莖數가 많아진다는 報告^{5,6,8,13,15)}들과 일치 하였다.

2) 穎花數; 1穗平均 穎花數는 無肥區에 比하여 各 處理區에서 모두 增加하는 傾向이었으나 窒素施用區에서만 高度의 有意差를 보였다. 特히 1穗穎花數는 幼穗發育期의 窒素 및 加里의 供給狀態에 따라 左右된다는 報告^{5,6,7,8,13,15,16)}와 一致하는 傾向을 보였다.

3) 登熟率: 肥料의 種類間에 高度의 有意差를 보였으며 磷酸및 加里의 單獨施用區는 無肥區에 比하여 登熟率이 增大되었으나, 窒素處理區는 도리어 低下되는 傾向을 보였다. 이와 같은 結果는 穎花數가 적을수록 登熟率은 向上되며 穎花數를 너무 많게 하는 것이 登熟率을 低下시킨다는 報告¹²⁻¹⁶⁾들과 一致 하였다. 한편 切葉處理에 따른 登熟率의 變化는 L₀區 54.76%, L₁區 78.33%, L₂區 84.34%, L₃區 88.91%, L₄區 92.24%로서 處理間에 高度의 有意差를 보였으며 切葉數가 많을수록 登熟率이 顯著히 低下된다는 報告^{2,10,21,22,23)}와 일치하는 傾向을 보였으며, 施肥處理와 切葉處理間에도 交互作用이 認定되었다. 森田¹⁰⁾는 出穗期의 葉身切除로 생기는 不稔은 受精障害에 依

한 것은 거의 없으며, 葉面積의 制限에 依하여 子實에 移行할 同化養分이 不足한 때문에 登熟初期에 登熟이 停止됨으로서 登熟率이 低下된다고 하였다. 荒木¹⁾趙²⁾ 武田³⁾ 佐藤²¹⁾ 孫²²⁾ 田中²³⁾等도 出穗期의 切葉은 登熟率을 顯著하게 低下시킨다고 하였으며 長戶¹⁸⁾는 止葉을 剪除하므로서 不稔이 增加되는 傾向이 있었다고 하였다.

4) 玄米收量; 精粗收量과 같은 傾向을 보였으며 切葉의 程度가 玄米收量에 미치는 影響은 10a當 L₀區 122.2kg, L₁區 207.2kg, L₂區 250.4kg L₃區268.1kg, L₄區 273.0kg로서 各 處理間에 高度의 有意差가 認定되었으며, 存置葉數가 많을수록 玄米收量의 增加를 認定할 수 있었다.

5) 完全玄米 1,000粒重; 切葉處理의 程度가 玄米1,000粒重에 미치는 影響은 L₀區 19.10g, L₁區 21.36g, L₂區22.18g, L₃區 22.57g, L₄區 22.61g로서 切葉 處理間에 有意差를 認定할 수 있었으며, 肥料處理와의 交互作用도 有意差를 認定할 수 있었다. 그 結果를 指數로 比較해 보면 L₄區를 100%로 하였을때 L₀區44.76%, 比L₁區 75.90%, L₂區 91.72%, L₃區98.21%로서 切葉으로 因한 玄米 1,000粒重의 減少가 顯著하였다.

6) 精玄比率; 葉身切除에 따른 精玄比率의 變化를 살펴보면 L₀區 68.94%, L₁區 79.01%, L₂區 82.51%, L₃區 83.98%, L₄區 83.90%로서 處理間에 高度의 有意差를 보였으며, 葉身의 切除 程度가 클수록 精玄比率은 顯著히 低下되었다.

Table 3. Single effect of leaf blade defoliation on yield

Item	Rate of ripened grain (%)	Its index (%)	Weight of 1,000 Kernels (g)	Its index (%)	Rough rice yield (kg/10a)	Its index (%)	Brown rice yield (kg/10a)	Its index (%)	Hulling rate (%)	Its Index (%)
L ₀ : Defoliation of all leaf blades	54.76	59.36	19.10	84.47	177.3	54.47	122.2	44.76	68.94	82.16
L ₁ : Defoliation of all leaf blades except flag leaf	78.33	84.91	21.36	94.47	262.4	80.61	207.2	75.89	79.01	94.17
L ₂ : Defoliation of all leaf blades except upper two leaves	84.34	91.43	22.18	98.09	304.2	93.45	250.4	91.92	82.51	98.34
L ₃ : Defoliation of all leaf blades except upper three leaves	88.91	96.38	22.57	99.82	319.2	98.12	268.1	98.20	83.93	100.00
L ₄ : Defoliation of all leaf blades except upper four leaves	92.24	100.00	22.61	100.00	325.5	100.0	273.0	100.00	83.90	100.00
F Value	4927.4**		837.2*		2587.8**		2612.7**		801.9**	
L.S.D 0.05	0.14		3.38		3.38		3.43		0.63	
0.59	0.79		0.19		4.47		4.55		0.83	

2. 葉身切除에 따른 葉位別 存置葉數와 收量과의 關係; 存置葉數가 收量에 미치는 影響은 그림 1에서 보는 바와 같다. 葉의 生産效果(切葉處理區의 收量에서 葉身을 모두 切除한 處理區의 收量을 除外한 값) 즉 이삭으로 부터 第4位葉까지 存置했을 때의 葉의 生産效果를 100%로 하여 各葉位別 生産效果를 比較한 結果를 보면 다음과 같다.

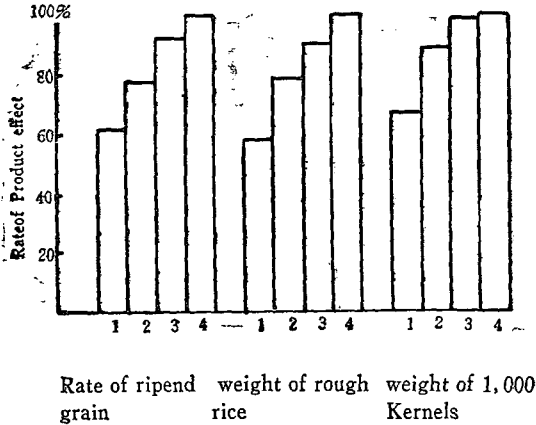


Fig. 1. The effects of the number of remained leaves on the product effect.

Note: 1...defoliation of all leaf blades except flag leaf
 2...defoliation of all leaf blades except upper two leaves
 3...defoliation of all leaf blades except upper three leaves
 4...defoliation of all leaf blades except upper four leaves

*...The ratio of the production effect of the number of remained leaves to the production effect of remained four leaves in percent.

1). 第1位葉만 남겼을 때의 第1位葉의 生産力은 登熟率은 61.87%, 精粗重은 60.18%, 그리고 完全玄米 1,000粒重은 65.61%로서 全葉의 生産力의 60% 이상을 차지하였다.

2) 止葉과 第2位葉의 生産效果는 登熟率이 79.37%, 精粗重은 80.83%, 그리고 玄米 1,000粒重은 89.02%로서 第2位葉을 더 남겨둠으로서 收量增大에 미치는 影響은 登熟率이 17.50%, 精粗重이 20.65%, 玄米 1,000粒重이 23.41%에 達하였다.

3) 第1,2,3位葉의 生産效果는 登熟率 92.07%, 精粗重 93.56%, 玄米 1,000粒重 99.13%로서 第3位葉을 더 남겨둠으로서, 收量 增大에 미치는 效果는 第

2位葉보다 낮았으나, 登熟率이 12.71%, 精粗重은 12.73%, 玄米千粒重은 10.11%였다.

4) 第4位葉을 더 存置시키므로서 收量 增大에 미치는 影響은 가장 낮아서 登熟率은 7.93% 精粗重은 6.44%, 玄米 1,000粒重은 不過 0.87%를 보였다.

3. 出穗期의 葉位別 葉面積과 葉位別 葉身の 生産效果와의 關係; 그림 2,3,4에서 보는 바와 같이 登熟率과 精粗重은 各葉位別 葉面積의 增大에 따라 增大되는 傾向을 보였다. 特히 第1,2位葉이 收量 增大에 크게 影響하였으며, 第3,4位葉의 效果는 僅少함을 볼 수 있었다.

이와같은 結果는 前述한 葉位別 生産效果에 있어서와 같은 傾向을 보였으며 上位葉은 登熟에 크게 影響한다는 많은 報告^{2,3,4,9,17,18,20,22}와 一致하였다.

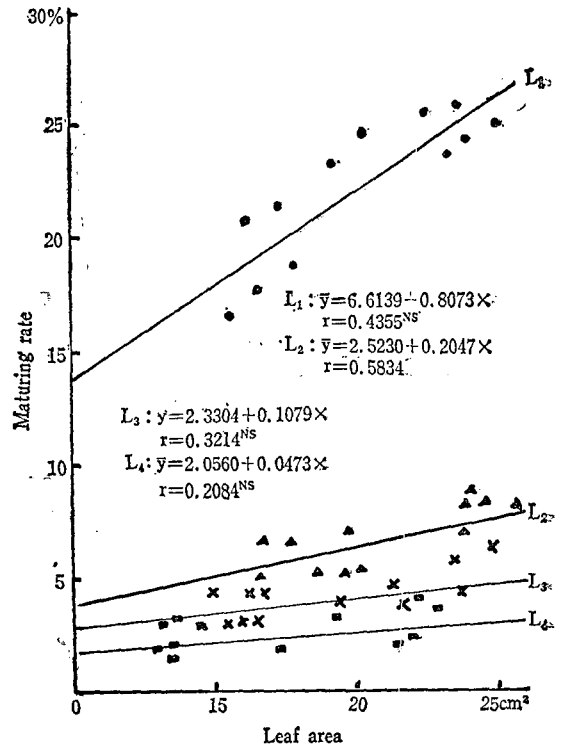


Fig. 2 Relationship between leaf area in different-positioned leaves on heading time and the production effect.

Note: ●...Flag leaf (L₁) ▲...Second leaf (L₂)
 ×...Third leaf (L₃) ■...Fourth leaf (L₄)

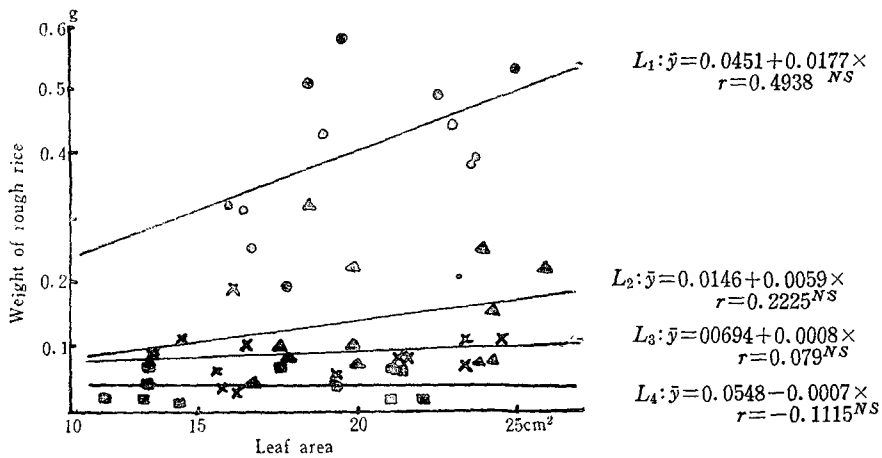


Fig. 3. Relationship between leaf area in different positioned leaves on heading time and the production effect

Note: ●...Flag leaf (L_1) ▲...Second leaf (L_2) ×...Third leaf (L_3) ■...Fourth leaf (L_4)

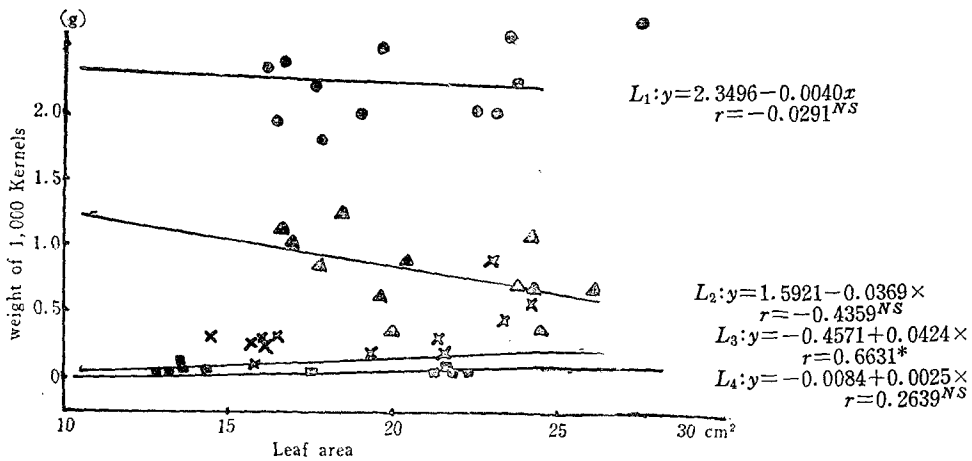


Fig. 4. Relationship between leaf area in different positioned leaves on heading time and the production effect

Note: ●...Flag leaf (L_1) ▲...Second leaf (L_2) ×...Third leaf (L_3) ■...Fourth leaf (L_4)

登熟率 및 精粗收量は 葉面積이 增大됨에 따라 增大되는 傾向이 보였는데 本試驗에서의 경우는 葉面積이 最適葉面積을 超過치 못한 範圍內에 있었기 때문에 葉面積의 增大에 따라 收量이 增大되는 傾向을 보였다고 생각된다. 村田¹¹⁾ 등은 收量과 出穗期の 葉面積間에는 正의 相關을 나타내며 葉面積이 아주 적을 때는 葉面積의 僅少한 增大에는 收量은 顯著히 增大되나 葉面積이 커지면 그의 增收率は 낮아지며 出穗期の 葉面積과 收量과의 사이에는 密接한 曲線相關을 나타낸다고 하였다.

한편 葉面積과 完全玄米 1,000粒重間에는 第1,2位葉은 負의 相關을 보였으며 第3,4位葉은 正의 相關을 보였으나 有意性은 없었다. 武田³⁾는 止葉은 貯藏

器官이라기 보다 同化器官으로서 作用하며 第2,3,4位葉은 登熟에 對하여 同化器官으로서의 作用도 좀 있으나 오히려 貯藏器官으로서의 作用이 크다고 하였고, 止葉의 切除 및 第2,3,4位葉의 切除에 依하여 玄米粒 1,000重은 各 6%, 25%의 減少를 보였다고 하였다. 이와 같은 點으로 보아 本試驗에서 葉面積과 玄米 1,000粒重과의 相關에 있어 止葉과 第2位葉은 負의 相關을 보였고 第3,4位葉은 正의 相關을 나타냄을 뒷받침 할수 있지 않을까 생각된다. 즉 止葉과 第2位葉의 面積이 크다는 것은 貯藏器官으로서의 機能을 그만큼 低下시키는 條件이 부여되기 때문인 것으로 생각된다.

Ⅲ 摘 要

1. 窒素 燐酸 加里의 増施에 따라 收量構成要素는 각각 増大되었으나 登熟率만은 窒素의 増施로 低下되는 傾向이 있다.

2. 剪葉의 程度가 클수록 精粗重 登熟率 및 完全玄米 1,000粒重이 低下되었으며 剪葉處理間에 有意差가 認定되었다.

3. 葉位別 葉身이 登熟率 精粗重 및 完全玄米 1,000粒重을 通한 生産에 미치는 影響은 止葉이 61.87—60.18—65.1%, 第2位葉이 17.50—20.65—23.41%, 第3位葉이 12.71—12.73—10.11%, 第4位葉은 7.93—6.44—0.87%로서 下位葉일수록 그의 生産效果가 낮아지는 傾向을 보였다.

引用 文 獻

1. 荒木浩一. 1962. 暖地稻作の 下葉と收量との 關連性に關する研究(4報) 日土肥誌 33(10): 475-477
2. 趙成鎮. 1967. 尿素葉面撒布에 따른 水稻의 窒素營養에 關한 研究, 忠南大學校學位論文.
3. 武田友四郎, 丸田 宏. 1956. 作物의 瓦斯代謝作用에 關する研究 日作紀 24(3): 181-184
4. 石塚喜明, 田中明 1958. 水稻의 葉의 營養生理(1) 農及園 33(9): 1320-1324
5. _____. 1963. 水稻의 營養生理. 養賢堂: 185-188.
6. 和田源七. 1969. 水稻收量成立におよぼす窒素營養의 影響. 農技研報 A-16: 27-167
7. 玖村敦彦. 1956 水稻に於ける葉身の窒素濃度が收量構成要素に及ぼす影響. 日作紀 24(3): 177-180
8. 木内知美, 石坂英男. 1960. 水稻の收量形成過程に及ぼす營養條件의 影響. 日土肥31(7): 285-291

9. 森田潔. 1953. 水稻の葉の生活期間に及ぼす肥料三要素의 影響. 日作紀 22(1,2): 17-18
10. _____. 1954. 水稻の出穂以後における葉身の切斷が實に及ぼす影響. 農及園 29(5): 667-668
11. 村田吉男, 長田明夫, 猪山純一郎. 1957. 水稻收量と光合成作用. 農及園 32(9): 1292-1295
12. 松島省三. 1958. 水稻收量の科學. 農及園 33(5): 845-848
13. _____, 眞中多喜夫. 1959. 水稻收量成立經過から見た追肥方法の試驗. 農及園 34 (8): 1189-1194
14. _____, 和田源七. 1959. 水稻の炭水化物量, 窒素量と登熟收量との關係 農及園34 (2): 303-306
15. _____. 1958. 稻作の理論と技術. 養賢堂.
16. _____. 1966 水稻多收原理に關する研究 (2) 農及園 24(10)
17. 野口弥吉. 1949. 水稻の營養生理に關する研究(2) 農及園 24(10)
18. 長戸一雄, F.M. Chaudhry. 1970. 一穗粒數の制限 止葉剪除および日射の制限が日本型及び印度型水稻の稔實に及ぼす影響. 日作紀 39: 204-214
19. 大島正男. 1961. 水稻の窒素營養に關する研究. 農技研報 B-11: 199-230
20. 齊藤榮賢. 1947. 水稻の收量豫想と止葉. 農及園 22(8):428.
21. 佐藤 庚. 稻の組織内澱粉に關する研究(3報). 日作紀 24(4): 286-287
22. 孫賢秀. 1967. 水稻의 營養狀態와 實에 關한 研究. 東亞大學學位論文.
23. 田中孝幸, 松島省三. 1963. 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究(6報). 日作紀 32(1): 35-38.

Summary

Field experiment was conducted to disclose some effects of leaf defoliation in heading time and the application of different combinations of nitrogen, phosphorus and potassium on the maturity and yield of paddy rice. The results obtained are as follows;

1. All yield components considered were increased as the amounts of nitrogen, phosphorus and potassium applied were increased, except the maturity rate had the tendency to be decreased with the increase of the above fertilizer applications.

2. As the rate of cutting leaves went higher, the weight of rough rice, the maturity rate and the weight of 1,000 kernels of perfect brown rice were decreased, and there were significant differences

among the treatments of leaf blade cutting.

3. The contribution of each leaf to the yield through the maturity, number of spikelets per panicle and 1,000 kernel weight were 61.87-66.18-65.61% respectively for the flag leaf, 17.50-20.65-23.41% for the 2nd leaf, 12.71-12.73-10.11% for the 3rd leaf and 7.93-6.44-0.87% for the 4th leaf respectively. This simply indicated that the effects of the leaves to the yield were decreased as their position went down. This tendency was specially emphasized in the case of the weight of 1,000 kernels of perfect brown rice.