

窒素肥料水準과 栽植密度가 벼 品種의 葉形質에 미치는 影響

李賢度* · 賓榮鎬**

Influence of Nitrogen Level and Planting Density on the Leaf Characteristics of Rice(*Oryza sativa* L.) Cultivars

Hyeon Do Lee* and Yeong Ho Bin**

ABSTRACT

In order to find out the effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf characteristics of high yielding cultivars of rice, Dongjin (Japonica type) and Samkang (Tongil type) were grown under two nitrogen levels (150 and 250 kg N/ha) and three planting densities (30 x 15 cm, 30 x 12 cm, 30 x 9 cm). Leaf blade, sheath and dry weight of individual leaf, the number of green leaves after flowering were measured. Samkang was characterized as longer and wider leaf blade and sheath than Dongjin, less sensitive to nitrogen fertilizer and planting density, and higher proportions of green leaves after flowering. These morphological characteristics of Samkang caused an increase of grain yield by 30 per cent.

緒 言

재배적 측면에서 水稻 新品種의 增收은 窒素肥料의 施用과 栽培密度 등 可變的 요인에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 최근에 보급된 多收系와 一般系 品種의 특성은 비교적 잘 알려져 있으나 窒素肥料과 栽植密度의 차이가 이들 新品種의 葉形質의 특성에 미치는 영향은 아직까지 분명하게 밝혀져 있지 않다. 다만 物質生産能力을 증대시키기 위해서는 受光態勢가 좋아야 하고, 光合成作用을 장기간 持續하면서 根活力이 양호하여 無機鹽類를 生育後期까지 원활하게 흡수할 수 있는 특성을 갖추는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다.

本 研究은 최근에 育成 普及된 多數系(삼강)와 一般系(동진) 品種을 窒素肥料과 栽植密度를 달리하여 재배할 때에 광합성과 직접 연관이 되어 있는 葉身長과 葉身幅, 莖초 및 生育후기의 生存葉數, 부위별

各 葉의 무게 등에 어떠한 차이가 있는가를 구명하고 그 결과를 여기에 보고하는 바이다.

材料 및 方法

本 研究은 海洋性 氣候의 影響圈에 속하는 慶南 忠武에서 遂行되었으며 統一型 品種인 三剛벼와 一般型 品種인 東洋벼를 4月 25日에 播種하여 비닐 保溫折衷苗袋에서 育苗하였다. 株當 3本씩 6月 8日에 移秧하였으며 시험구 배치는 窒素水準 150 kg ha⁻¹, 225 kg ha⁻¹의 2水準을 主區로 品種을 細區로, 栽植密度 30 cm x 15cm, 30cm x 12cm, 30 cm x 9cm의 3水準을 細細區로 하여 Strip split plot design 3反覆으로 하였다. 調查項目으로는 節位別 葉長, 葉幅, 葉鞘長과, 葉身 및 葉鞘의 乾物重을 調查하였다. 調查 方法으로는 出穗後 5日에 各區 20株의 生育狀態를 調查한후 平均値에 가까운 5株를 選擇하여 各部位別로 切斷 調查하였다. 乾物

* 忠武市 農村指導所·Choongmu-si Rural Extension Office, Choongmu 650-120, Korea).

** 慶尙大學校 農科大學 農學科(Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Gyeongsang Nat'l. Univ., Chinju 660 701, Korea). <'88. 6. 15. 接受>

重은 80°C의 Dryoven에서 48시간 동안 乾燥한후 各部位別로 計測하였다. 殘存 生葉數도 出穂後 25日 頃에 各區 20株씩을 調査하였으며 1m² 當 收量은 刈取 脫穀 精査하여 그 크기별로 2.1mm 이상, 2.1mm~1.9mm, 1.9mm~1.7mm, 1.7mm~1.5mm, 1.5mm 이하 5等分하여 Precision separator(Okamura machinery Co. Ltd.)로 調査하였다.

試驗結果 및 考察

1. 栽植密度 및 窒素水準이 節位別 葉의 形態에 미치는 影響

供試된 두 品種을 各各 出穂後 5日에 節位別로 切斷하여 葉長과 葉幅을 測定한 結果는 그림 1, 2와 같이 品種別 施肥水準別로 變異를 보였다. 東津벼의 葉長은 窒素水準 150kg ha⁻¹ 區에서는 第3, 4, 2, 1葉의 順으로 길었으며 三剛벼는 150kg ha⁻¹ 區에서 3, 4, 2, 1葉의 順으로 그리고 225kg ha⁻¹ 區에서는 4, 3, 2, 1葉의 順으로 길었다. 그러나 두品種 공히 栽植密度間에는 有意的 差異를 보이지 않았다. 三剛벼의 第1葉長은 東津벼 보다 3.1cm 길었으나 第2, 3, 4葉長은 짧았으며 또한 窒素施用水準에 있어서 三剛벼의 第1葉長은 差異가 認定되지 않았으나 第2, 4葉長은 多肥區에서 길어졌고 第3葉長은

짧아졌고 東津벼는 多肥區에서 第1, 2, 3葉長이 약간 길어진 반면 第4葉長은 짧아졌다.

葉幅의 경우 東津벼는 150kg ha⁻¹, N. 區에서는 第1葉이 가장 넓었고 第2, 3葉은 같았으며 第4葉이 가장 좁았으나 225kg ha⁻¹, N. 區에서는 第1葉이 가장 넓고 第2, 4葉은 같았으며 第3葉이 가장 좁았다. 栽植密度間에 있어서 少肥區에서는 差異를 認定할 수 없었으나 多肥區에서는 栽植密度가 높을수록 葉幅은 좁아졌으며 多肥區에서 葉幅이 넓은 傾向을 보였다. 三剛벼는 窒素水準에 關係없이 1, 2, 3, 4葉의 順으로 葉幅이 넓었으며 栽植密度가 높을수록 葉幅은 좁아졌고 多肥區에서 葉幅이 넓었다.

葉鞘長의 경우 東津벼는 第1, 4, 3, 2葉鞘의 順으로 길었고 多肥區에서 葉鞘長이 더 길었다. 또한 150kg ha⁻¹, N. 區에서는 栽植密度間에 差異가 認定되지 않았으나 225kg ha⁻¹, N. 區에서는 栽植密度가 낮을수록 上位葉鞘長이 길어졌다. 三剛벼의 경우는 第1, 2, 3, 4葉鞘의 順으로 上位葉鞘가 길었으며 多肥區에서는 第4葉鞘長이 현저히 짧아졌으나 栽植密度間에는 有意的인 差異를 認定할 수 없었다. 이러한 結果는 窒素水準에 따라서 葉長, 葉幅 및 葉鞘長의 變異가 일어난다는 報告⁴⁾와 施肥에 의하여 第2, 3葉鞘長이 길어진다는 報告^{1, 5, 10, 11)}와도 一致하였다.

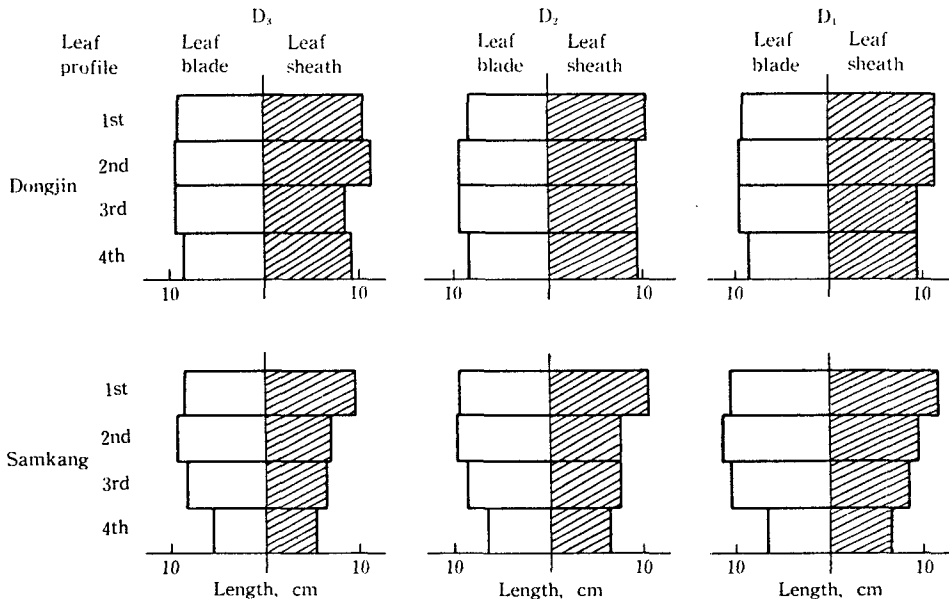


Fig. 1. Changes in length of leaf blade and sheath of different-positioned leaves in two cultivars grown under the different levels of planting densities D₁, 30×50cm; D₂, 30×12cm; D₃, 30×9cm with 150kg N fertilizer/ha.

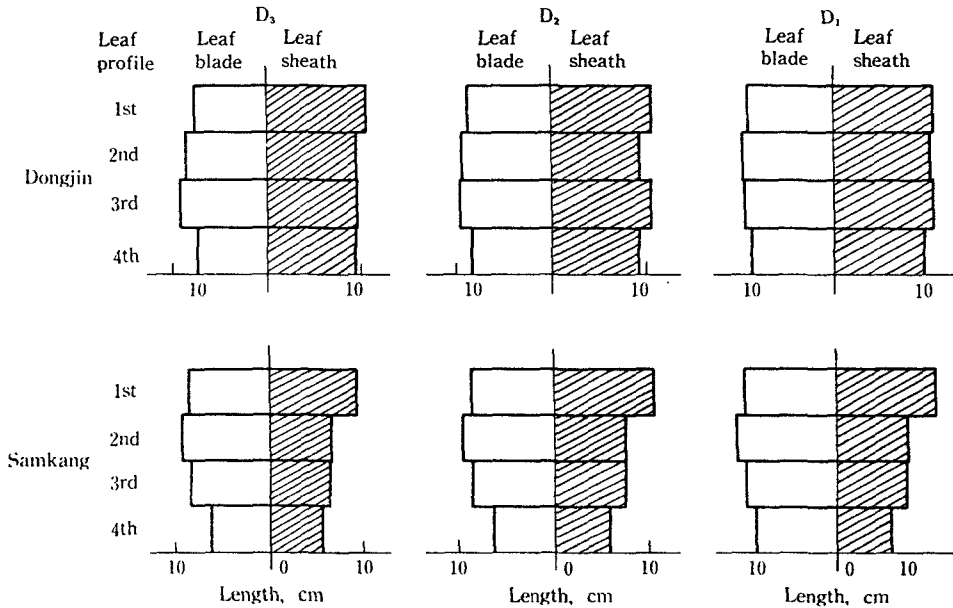


Fig. 2. Changes in length of leaf blade and sheath of different-positioned leaves in two cultivars grown under the different levels of planting densities D_1 , $30 \times 15\text{cm}$; D_2 , $30 \times 12\text{cm}$; D_3 , $30 \times 9\text{cm}$ with 225kg N fertilizer ha.

2. 窒素水準 및 栽植密度가 葉身, 葉鞘의 乾物重에 미치는 影響

表 1, 2 와 같이 葉身과 葉鞘의 乾物重은 窒素水準

이 높은 區에서 높았으며 三剛벼의 第1, 2葉의 乾物重은 東津벼에 비하여 높았으나 第3, 4葉의 乾物重과 總乾物重은 낮았다. 第3, 4葉의 경우 窒素水準과

Table 1. Dry matter of leaf-blade(g/m^2) affected by the different levels of nitrogen fertilizer, planting density, cultivar and their interactions.

Variance		Leaf profile				Total
		1st	2nd	3rd	4th	
Nitrogen fertilizer(N) kg/ha	150kg	49.9	54.7	52.5	44.3	201.4
	225kg	54.7	58.0	54.9	44.6	212.2
LSD .05		4.55	2.34	1.62	N.S.	10.14
Planting density(D) ¹	D1	43.2	46.3	44.9	37.9	172.3
	D2	50.3	54.2	51.2	42.3	198.0
	D3	63.5	68.6	65.0	53.2	250.1
LSD .05		3.02	3.14	2.48	2.49	9.22
Variety(V)	Dongjin	51.2	55.1	55.8	49.9	212.0
	Samkang	53.4	57.7	51.6	39.0	201.6
LSD .05		1.41	1.79	1.57	0.99	4.61
Interactions ²	N x D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	N x V	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.
	D x V	N.S.	N.S.	*	**	**
	N x D x V	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.

¹ D1, $30 \times 15\text{cm}$; D2, $30 \times 12\text{cm}$; D3, $30 \times 9\text{cm}$.

² N.S., not-significant; *, $P < .05$; **, $P < .01$.

Table 2. Dry matter of leaf-sheath(kg/m²) affected by the different levels of nitrogen fertilizer, planting density, cultivar and their interactions.

Variance		Leaf profile				Total
		1st	2nd	3rd	4th	
Nitrogen fertilizer(N) kg/ha	150kg	60.5	48.7	49.8	43.9	202.8
	225kg	63.1	54.2	48.2	44.9	210.8
	LSD .05	N.S.	N.S.	1.18	N.S.	N.S.
Planting density(D) ¹	D1	49.4	42.1	39.8	35.5	166.8
	D2	59.2	46.7	47.9	43.4	197.8
	D3	76.8	65.6	59.2	54.4	255.8
	LSD .05	2.43	1.98	2.03	2.14	7.85
Variety(V)	Dongjin	63.7	60.0	56.4	54.7	234.9
	Samkang	59.8	42.8	41.5	34.1	178.7
	LSD .05	1.71	2.01	1.41	1.60	4.68
Interactions ²	N x D	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.
	N x V	N.S.	*	**	N.S.	**
	D x V	**	**	**	**	**
	N x D x V	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.

¹ D1, 30 x 15cm ; D2, 30 x 12cm ; D3, 30 x 9cm.

² N.S, not signifiant ; *, P<.05 ; **, P<.01.

品種間, 그리고 栽植密度와 品種間, 窒素水準과 栽植密度 및 品種間에 高度의 相互作用이 있음을 나타내었다.

東津벼의 경우 3, 2, 1, 4 葉의 順으로 乾物重이 높았으며 多肥區에서 各葉 公히 乾物重이 增加 되었다. 또한 栽植密度가 높을수록 株當乾物重은 낮았으나 單位面積當 乾物重은 增加되었다. 三剛벼의 경우 2, 1, 3, 4 葉의 順으로 乾物重이 높았으며 多肥區에서 第4 葉을 除外한 全葉이 높은 乾物重을 보였다.

葉鞘의 乾物重에 있어서 多肥區에서 總 乾物重과 第1, 2, 4 葉鞘의 乾物重은 높았으나 第3 葉鞘의 乾物重은 낮았으며 東津벼의 各葉鞘의 乾物重은 三剛벼에 비하여 높았다. 第1 葉鞘의 경우 栽植密度와 品種間에, 第2 葉鞘의 경우는 窒素水準과 栽植密度와의 사이에 그리고 栽植密度와 品種과의 사이에 第3 葉鞘의 경우는 窒素水準과 品種間, 栽植密度와 品種間에 高度의 相互作用이 있었다. 全葉鞘重과의 關係에 있어서도 窒素水準과 品種間 및 栽植密度와 品種間에 高度의 相互作用이 認定되었다.

東津벼는 3, 2, 1, 4 葉鞘의 順으로, 三剛벼는 1, 2, 3, 4 葉鞘의 順으로 乾物重이 높았으며 特히 三剛벼의 第1 葉鞘重이 第2 葉鞘重보다 16.6 gr 이나 무거워 上位葉鞘의 乾物重이 顯著히 높았다.

葉位別 葉身이 登熟率 및 千粒重에 미치는 生産效果는 上位葉일수록 크며 窒素의 施用量이 많을수록 止葉과 2 葉의 生産效果가 커진다는 理論²⁾에 근거할 때 三剛벼가 東津벼에 비하여 多收性인 草型을 가졌다 하겠다. 葉鞘과 葉身은 水稻生育 全期間을 통하여 同化場所로 그리고 葉鞘과 줄기는 同化産物의 貯藏 場所로 利用됨을 감안할^{3, 4, 6)} 때 三剛벼에 있어서 止葉의 乾物重과 上位葉鞘의 乾物重이 栽植密度가 높아 질수록 增加되는 傾向은 東津벼에 비하여 增收될 수 있는 草型임을 立證하는 것이다.

3. 窒素施用 및 栽植密度가 青葉數에 미치는 影響

表 3 에서와 같이 出穗後 25 日頃의 殘存 生葉數와 窒素水準間에는 有意性을 認定되지 않았다. 栽植密度가 增加할수록 殘存 生葉數는 減少하였으며 特히 第5 葉의 殘存 生葉數率은 30cm x 15cm 栽植區에서는 48.3%, 30cm x 12cm 栽植區에서는 47.3%, 30cm x 9cm 栽植區에서는 43% 였다. 三剛벼의 殘存 生葉數는 東津벼 보다 많았는데 第5 葉의 경우 三剛벼는 56.2%, 東津벼는 36.1% 였다. 窒素水準과 品種間, 栽植密度와 品種間에 高度의 相互作用이 認定되었다.

Table 3. No. of green leaves per hill affected by the different levels of nitrogen fertilizer, planting density, cultivar and their interactions.*

Variance		Leaf profile				
		1st	2nd	3rd	4th	5th
Nitrogen fertilizer (N) kg/ha	150kg	64.8	64.8	64.2	57.8	29.9
	225kg	64.5	64.5	64.1	58.4	30.1
	LSD .05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Planting density (D) ¹	D1	63.5	69.5	69.4	62.8	33.6
	D2	63.8	63.8	63.5	57.7	30.2
	D3	60.8	60.8	59.6	53.9	26.2
	LSD .05	3.14	3.14	3.29	5.04	3.74
Variety (V)	Dongjin	63.7	63.7	63.4	53.4	23.0
	Samkang	65.7	65.7	64.9	62.9	36.9
	LSD .05	1.42	1.42	N.S.	2.01	1.65
Interactions ²	N x D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	N x V	**	**	**	**	**
	D x V	**	**	**	**	**
	N x D x V	**	**	N.S.	N.S.	N.S.

¹ D1, 30 x 15cm ; D2, 30 x 12cm ; D3, 30 x 9cm.

² N.S., not significant ; *, P<.05 ; **, P<.01.

* The measurement was made on 25th day after flowering.

幼穂形이 明以後의 殘存 生葉數의 多少는 登熟의 良否 및 收量의 多少에 크게 影響하며 특히 上位葉의 生存期間은 直接的인 關連²⁾을 가지며 窒素水準에 따라서 生存期間이 달라진다는 報告^{2,7,12)}들과 一致한다 하겠다.

4. 窒素水準과 栽植密度가 收量 및 米質에 미치는 影響

窒素水準과 栽植密度가 收量 및 米粒의 크기에 미치는 影響은 表 4와 같다.

東津벼 米粒은 三剛벼 米粒보다 크며 全體의 79

Table 4. Percent of brown rice yield in different categories affected by the different level of nitrogen fertilizer, planting density and cultivars.

Variance		Grain size (Brown rice), mm					Total
		2.1	2.1-1.9	1.9-1.7	1.7-1.5	1.5	
Nitrogen fertilizer (N) kg/ha	150	10.5	39.7	35.1	11.3	3.4	100
	225	6.1	48.0	37.6	4.8	3.2	100
	LSD .05	N.S. ²	29.19	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Planting density (D) ¹	D1	9.0	44.8	33.7	9.1	3.3	100
	D2	9.0	42.5	35.8	9.8	2.9	100
	D3	6.8	44.9	39.7	5.0	3.6	100
	LSD .05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Variety (V)	Dongjin	16.8	62.2	14.2	4.2	2.6	100
	Samkang	17.5	30.1	53.4	9.2	3.8	100
	LSD .05	16.23	40.66	24.96	N.S.	6.46	59.28

¹ D1, 30 x 15cm ; D2, 30 x 12cm ; D3, 30 x 9cm.

² N.S., not significant.

가 粒長이 1.9 mm 以上이었고 17%는 2.1mm 以上이었다. 反面 三剛벼는 2.1 mm 以上粒은 2%에 未達되었고 84%가 1.7 mm~2.1 mm에 分布하였고 1.7 mm 以下가 되는 米粒도 15%나 되었다.

東津벼의 收量은 444.5 kg ha⁻¹ 인 반면 三剛벼는 578.5 kg ha⁻¹ 이었다. 이는 三剛벼의 草型이 東津벼에 比하여 短葉, 直立葉, 넓은 葉, 生葉 長期維持能力 및 止葉과 第2葉의 높은 乾物重 등 物質生産 및 受容形質이 좋기 때문으로 判斷된다. 施肥量의 增大는 殘存 生葉數에 關係없이 登熟率을 低下시키니, 總收量은 增大된다는 報告^{1,4,10)} 들과 窒素 增施에 따라 株當穗數는 顯著히 增加하나 檢實率이 減少되어 所期의 收量을 얻는데는 限界가 있다는 報告¹¹⁾와 收量은 疎植時에는 出穗前 同化產物에 密植時는 出穗後 同化產物에 의 존하는바 크다는 報告¹⁾와 一致하고 있다 하겠다.

栽植密度의 增加는 單位面積當 穗數를 增加시키는 要因이지만 登熟率과 干粒重을 低下시키는 要因이 되므로 栽植密度 增加에도 限界가 있다. 實際로 水稻를 栽培할때 이들 두 可變의 要素를 正確히 決定한다는 것은 매우 重要하면서도 어렵다 하겠다.

摘 要

本 研究는 海洋性 氣候의 影響圈인 慶南 統營에서 栽植密度와 窒素水準이 物質生産과 受容形質에 미치는 影響을 究明하기 위하여 遂行되었으며 225 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹ 두 窒素水準을 主區, 三剛벼와 東津벼 두 品種을 細區 30cm×15cm, 30cm×12cm, 30cm×9cm 등 세 栽植密度를 細細區로 Strip split plot design 으로 3 反復 處理하여 葉位別 形態의 特性과 乾物重, 生育後期 殘存 生葉數와 收量과의 關係를 究明하였던바 다음과 같은 結果를 얻었다.

가. 東津벼의 葉長은 窒素水準에 關係 없이 4, 3, 2, 1 葉의 順으로 三剛벼는 窒素水準 150 kg ha⁻¹ 區에서는 3, 4, 2, 1 葉, 225 kg ha⁻¹ 區에서는 4, 3, 2, 1 葉의 順으로 길었다.

나. 150 kg ha⁻¹. N. 區에서 三剛벼의 第1 葉長은 東津벼에 比해 길었으나 2, 3, 4 葉長은 짧았으며 225 kg ha⁻¹. N. 區에서는 1 葉은 差異를 보이지 않았으나 2 葉은 길고 3, 4 葉은 짧았다.

다. 東津벼의 葉幅은 150 kg ha⁻¹. N. 區에서는

1, 2, 3, 4 葉의 順으로 225 kg ha⁻¹ 區에서는 1, 2, 4, 3 葉의 順으로 넓었으며 三剛벼는 窒素水準에 關係 없이 上位葉幅이 넓었고, 栽植密度間에는 差異가 認定되지 않았다.

라. 東津벼의 葉鞘長은 1, 4, 3, 2 葉鞘, 三剛벼는 1, 2, 3, 4 葉鞘의 順으로 길었고, 東津벼는 多肥區에서 栽植密度가 낮을 수록 上位葉鞘長이 길어졌으나 三剛벼는 有意的 差異가 認定되지 않았다.

마. 多肥, 密植됨에 따라 두 品種의 葉身, 葉鞘重이 增加되었으며, 三剛벼의 1, 2 葉身重은 東津벼 보다 높았으나 3, 4 葉身重은 낮았다. 三剛벼는 2, 1, 3, 4 葉, 東津벼는 3, 2, 1, 4 葉 順으로 葉身重이 높았다. 多肥區에서 두 品種의 上位葉鞘重이, 또 栽植密度의 增加에 따라서는 두 品種의 葉鞘重이 增加되었다.

바. 栽植密度가 增加할수록 殘存 生葉數는 減少되었다. 三剛벼의 殘存 青葉數는 東津벼에 比하여 第5 葉은 20%, 4 葉은 20% 增大되었다. 殘存 青葉數는 窒素水準 보다 栽植密度의 影響을 크게 받는 것으로 나타 났다.

사. 栽植密度와 窒素水準이 增加할수록 增收되는 傾向을 보였고 三剛벼는 東津벼 보다 30% 增收되었다. 短葉, 直立葉, 葉幅의 增大 그리고 殘存 生葉의 增加는 增收要因임이 確認되었다. 多肥와 密植은 米質에 多小 否定的인 影響을 미치는 것으로 보였다.

引 用 文 獻

1. 安壽奉. 1968. 水稻品種의 炭水化物代謝와 그 草型 및 窒素反應과의 關係. 農試報告 11(1) : 131~143.
2. 趙東三. 1975. 水稻의 葉身別 生産效果에 關한 研究. 韓作誌 18 : 1~27.
3. 金光鎬·李殷雄. 1979. 水稻 株當 栽植本數에 따른 稈長 및 穗長의 株內 分布에 關한 研究. 韓作誌. 11 : 1~9.
4. 金萬壽. 1968. 水稻 伸長節位 莖葉의 形態 變異에 關한 研究. 韓作誌 11 : 1~35.
5. 李殷雄. 1965. 水稻 品種의 生態學的 特性에 關한 研究. 農業分野博士學位論文抄錄集, 農村振興廳. pp. 29-31.
6. 松島省三·山口俊二·岡夫俊. 1956. 水稻收量構成 四要素의 決定時期 特に 決定終期. 農及園 27(2) : 7~12.
7. 森田潔. 1954. 水稻의 葉의 生活期間에 及ぼす 影

- 響. 日作紀 22 : 17 ~ 18.
8. Osata, A. 1964. Studies on the photosynthesis of Indica Rice. Proc. Crop Sci. Japan 33 (1) : 69 - 76.
9. 農村振興廳. 1982. 農試總說 pp. 1 ~ 13.
10. 孫賢秀. 1969. 水稻의 營養狀態와 葉에 關한 研究, 農業分野博士學位論文抄錄集, 農村振興廳 pp. 39 ~ 42.
11. 武田友四郎. 1961. 密植の問題と水稻の 增收限界(1) 農及園. 36 (4) : 1 - 6.
12. _____. 1961. 密植の問題と水稻の增收限界(2) 農及園. 36 (5) : 7 - 12.