

벼 周緣效果의 品種間 差異와 그 生長解析

金光鎬*·楊忠煥*

Varietal Difference and Growth Analysis of Border Effect in Rice Plant

Kwang Ho Kim* and Chung Hoan Yang*

ABSTRACT

Grain yield of rice plants grown in outmost first and second rows in paddy field blocked by 50 cm wide levee was averaged 30 percent more than that in center rows, but yield increased percents in border rows were significantly different between varieties. Average border effect through 3 varieties were recognized only in first and second rows from levee, but most vigorous variety, Hangangchal, showed border effect up to fourth rows from levee. Rice plants grown in border rows had more number of panicles per hill and more number of spikelets per panicle.

Total dry matter weight and average leaf area of rice plants in border rows differed with those in center rows from 30 to 60 days after transplanting. Early maturing variety showed the difference between border and center rows quickly concerning to total dry matter weight and leaf area. Rice plants grown in border rows showed higher values of CGR, RGR, NAR, and LAR through the growth duration except 1 or 2 growing periods.

緒 言

農作物의 栽培時에 나타나는 周緣效果(Border effect)는 1918년에 Arng 과 Hayes 가 最初로 報告한 以來 여러 學者들이 그 原因은 圃場에서의 栽植位置에 따른 植物體間 競合과 通風條件의 差異로 說明하여 왔다.⁶⁾ 小野⁵⁾에 의하면 벼의 경우 圃場의 外部 1 列은 生育이 좋아 內部列보다 약 30%의 收量이 많다고 하였으며 長尾¹¹⁾도 이와 비슷한 效果를 報告하였다. Gomez¹¹⁾는 벼의 周緣效果는 植物이 없는 곳과 隣接한 것이나 區의 가장자리에서 있는 것, 다른 品種과 隣接된 植物體나 다른 施肥量으로 處理된 區와 隣接된 植物體 등에서 나타나며 一般적으로 外列에 심겨진 植物體들이 內列의 것보다 收量이 많다고 하였다. 鄭²⁾, Austin¹¹⁾, Jensen 等³⁾도 벼 또는 밀에서

周緣效果를 報告하면서 그 原因 중 가장 중요한 것은 植物體間의 競合이라고 하였는데 佐藤 等¹⁰⁾은 外列과 內列間의 地上部 및 地下部 環境의 差異가 周緣效果의 原因임을 實驗적으로 證明하였다.

벼 栽培에 있어서 周緣效果의 程度와 範圍 즉 논의 外列에서 生育하는 벼가 內列보다 얼마나 더 잘 자라는가의 問題와 맨 가장자리에서 안쪽으로 얼마만큼의 거리까지 周緣效果가 나타날 것인가의 問題는 育種, 栽培 等의 實驗圃場에서 調査位置를 결정하는 데 매우 중요한 뜻을 가진다. 특히 遺傳적으로 分離하고 있는 雜種集團의 栽培圃場에서 選拔을 遂行할 경우와 實驗區의 면적이 比較的 작은 選拔系統의 生産力檢定 試驗 等에서는 周緣效果가 포함된 상태로 個體 또는 系統選拔이 이루어질 可能性이 크기 때문에 이에 대한 正確한 理解가 必要하다. 따라서 本 研究에서는 水稻의 品種間 周緣效果發現의 差異有無를 檢定하고,

* 建國大學校 農科大學 (Dept. of Agronomy, Kon-Kuk University, Seoul 133, Korea) (84. 8. 1 接受)

周緣效果의 原因을 生長解析法으로 分析하므로써 育種園場에서 雜種個體 및 系統의 能力을 精確히 평가할 수 있는 基礎資料를 얻고자 實驗을 遂行하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1982年 建國大學校 實驗園場에서 統一系統 早生種인 太白벼, 中生種인 豐產벼, 中晩生種인 漢江찰을 供試하여 實施하였다. 試驗區面積은 18m²로 하고 50cm 넓이의 논둑을 만들어 각각의 試驗區에서 周緣效果가 나타날 수 있도록 하였으며 每 試驗區에 한 品種씩 植栽하였다. 試驗區配置는 品種을 主區, 벼의 栽植位置(논의 바깥쪽 1~2列과 논의 가운데 列)를 細區로 한 分割區配置로 7反復하였다. 播種期는 4月 11日에 保温育苗하여 5月 24日에 30×15cm의 栽植距離로 株當 3本씩 移秧하였다. 施肥量은 窒素는 10a당 15kg을 基肥, 分蘖肥, 實肥로 3回分施하였고, 磷酸과 칼리는 10a當 각각 9kg과 11kg을 全量基肥로 施用하였다. 其他 栽培管理 方法은 建國大學校 農科大學 標準栽培法에 準하였다.

收穫期에 每 試驗區의 논둑으로부터 1列과 2列을 I部分으로, 3列과 4列을 II部分, 5列과 6列을 III部分, 7列과 8列을 IV部分으로 나누어 各各 20株의 正組收量을 調査하여 어느 部分까지 周緣效果가 나타나는 가를 보았다.

收量構成要素는 各 試驗圃의 바깥쪽 1~2列과 논의 가운데 部分에서 各各 5株를 任意로 抽出하여 調査하였다. 乾物重과 葉面積도 바깥쪽 1~2列과 논의 가운데 部分에서 各區 共히 每週 3株씩 뽑아 調査하여 7反復을 平均하였다. 調査된 乾物重과 葉面積을 利用하여 個體群生長速度(CGR), 相對生長率(R

GR), 純同化率(NAR), 葉面積比(LAR) 등을 다음 公式²⁾에 計算하였다.

$$\begin{aligned} \circ \text{RGR} &= \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{t_2 - t_1} \\ \circ \text{NAR} &= \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} \cdot \frac{\log_e A_2 - \log_e A_1}{t_2 - t_1} \\ \circ \text{LAR} &= \frac{A_2 - A_1}{W_2 - W_1} \cdot \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{\log_e A_2 - \log_e A_1} \\ \circ \text{CGR} &= \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \end{aligned}$$

但, W는 乾物重, t는 時間, A는 葉面積

結果 및 考察

1. 收量 및 收量構成要素

周緣效果에 의한 收量差異가 어떻게 나타나는 가를 表 1과 그림 1에 提示하였다. 논둑으로부터 1~2列의 收量이 가장 많았다는 事實은 지금까지의 여러 報告^{1,2,5,6,7,8,21)}들과 一致하였는데 3品種 平均値로 보면 外側 1~2列의 收量이 논둑으로부터 안쪽으로

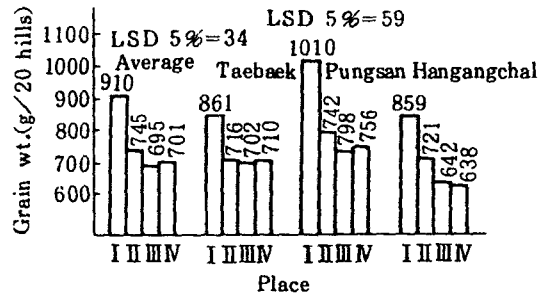


Fig. 1. Grain weight of rice plants grown at different places in the same paddy field.

Table 1. Grain weight of rice plants grown at different places in the same paddy field.

Variety	Place			
	I	II	III	IV
Taebaek	861 (121)	716 (101)	702 (99)	710 (100)
Pungsan	1010 (134)	798 (106)	742 (98)	756 (100)
Hangangchal	859 (135)	721 (113)	642 (101)	638 (100)
F-value	Place	71.44**		
	Variety	15.62**		
	P. × V.	2.33*		

Note. I means the first and second rows from the levee of every experimental field.
 II means the third and fourth rows from the levee.
 III means the fifth and sixth rows from the levee.
 IV means the seventh and eighth rows from the levee.

7~8列의 收量보다 30% 정도 더 많았다. 또 3品種 平均値에서는 바깥쪽 1~2列에 심겨진 植物體들만이 周緣效果가 있었으며 이와 같은 경향은 早生種인 太白벼나 中生種인 豐産에서도 認定되었다. 그러나 中晩生種인 漢江찰벼는 바깥쪽 1~2列의 收量이 가장 많았고 다음이 3~4列, 논둑으로부터 안쪽으로 5列부터는 收量差異가 없었다. 따라서 漢江찰벼는 周緣效果가 논둑으로부터 안쪽으로 3~4列까지 나타났는데 이는 漢江찰벼의 生育量이 다른 供試品種보다 크기 때문에 나타난 結果로 생각된다. 이와 같이 品種間에 周緣效果가 다르게 나타난다고 하는 事實은 育種過程中에 實施되는 소규모 收量檢定試驗結果를 解析하는 데 특히 유의해야 한다는 것을 암시해

준다.

收量으로 表現한 周緣效果의 程度에도 品種間에 差異가 있어 生育量이 많고 生育期間이 길었던 漢江찰벼는 바깥쪽 1~2列의 收量이 内部에 심겨진 列보다 35%가 많았는데 비하여 生育量이 비교적 적고 生育期間도 짧았던 太白은 20% 内外의 收量差異가 나타나 周緣效果의 程度는 品種間에 差異가 있음이 分明하였다.

논의 바깥쪽 1~2列과 内部列에서 生育한 벼는 株當穗數와 穗當粒數에서만 差異가 認定되었고 登熟比率와 1,000粒重에서는 有意差가 없었는데 이와 같은 現象은 3品種 모두 같았다(表 2). 이와 같은 結果는 鄭²⁾, 佐藤 等¹⁰⁾의 報告와 一致하였다.

Table 2. Yield components of rice plants grown at different places in the same paddy field.

Variety	Panicle no./hill		Spikelet no./panicle		1000-grain wt.(g)		Maturing(%)	
	Border	Center	Border	Center	Border	Center	Border	Center
Taeback	19	16	151	131	24.6	24.6	90.2	86.5
Pungsan	19	17	161	124	27.1	27.0	89.9	87.2
Hangangchal	20	16	165	133	28.8	29.1	77.9	74.4
F-value	Place	31.52**	17.75**		0.21		4.44	
	Variety	2.43	0.78		53.38**		29.93**	
	P. × V.	0.07	0.17		0.21		0.01	

2. 乾物重과 葉面積

各 品種의 바깥쪽 列과 内部 가운데 列의 總乾物重의 時期的인 變異는 그림 2와 같다. 早生種인 太白벼는 바깥쪽 列과 内部 列의 乾物重 差異가 移秧後 30日頃부터 나타났는데 豐産과 漢江찰벼는 移秧後 60日頃부터 바깥쪽 列이 가운데 列보다 乾物重이 많았다. 이와 같이 生育初期에 바깥쪽 列과 内部 列間에 乾物重의 差異가 나타나지 않는 것은 生育初期에는 植物體間에 養分과 光의 競合이 적으며 通風 역시 바깥쪽 列과 内部 列間의 差가 거의 없기 때문이라 생각된다. 早生種인 太白벼가 다른 品種보다 바깥쪽 列과 内部 列의 差異가 훨씬 빨리 나타난 것은 生殖生長期로의 轉換期가 빨랐기 때문인 것으로 생각되는데 豐産벼와 漢江찰벼의 경우에도 外部列과 内部列의 乾物重 差異가 幼穗分化期 以後에 나타난 것으로 보아 周緣效果에 의한 生育量의 差異는 生殖生長이 시작되면서부터 두드러지게 나타나는 것으로 推論되었다.

各 試驗圃의 外部와 内部에서 生育한 植物體의 이삭 乾物重의 時期的 變異는 그림 3에서 보는 바와 같

이 3品種 共히 出穗後 成熟期까지 外列이 内列보다 무거웠다. 이는 주로 이삭의 크기 즉 이삭당 벼알의 數의 差異에서 온 것으로 생각되며 그림 2에서 出穗期 以後에서 總乾物重의 差異가 뚜렷했던 것은 주로 이삭 乾物重의 差異에서 나타난 것으로 판단된다.

株當平均 葉面積의 時期的 變異를 그림 4에서 보면 圃場의 外列에서 生育한 벼의 葉面積이 内列의 것에 비하여 移秧後 30~60日頃부터 더 넓었다. 品種別로 보면 太白벼가 일찍부터 差異가 나타났는데 反하여 漢江찰벼는 移秧後 60日부터 外列과 内列 사이에 差異가 나타나기 시작하였다. 어느 品種에서나 生育後期로 갈수록 外部 列과 内部 列의 葉面積 差異가 커지고 있는데 이는 競合 또는 通風條件의 差異에 의한 下葉의 枯死程度가 다르기 때문인 것으로 생각된다. 一般的으로 乾物重의 增加는 葉面積의 影響을 크게 받게 되는데¹²⁾ 本 試驗에서도 그림 2의 總乾物重과 그림 4의 葉面積의 變異樣相 特히 外列과 内列의 差異가 나타나는 時期와 그 程度에서 비슷한 面이 많아서 一般的인 벼의 生育現象에 一致한다고 할 수 있다.

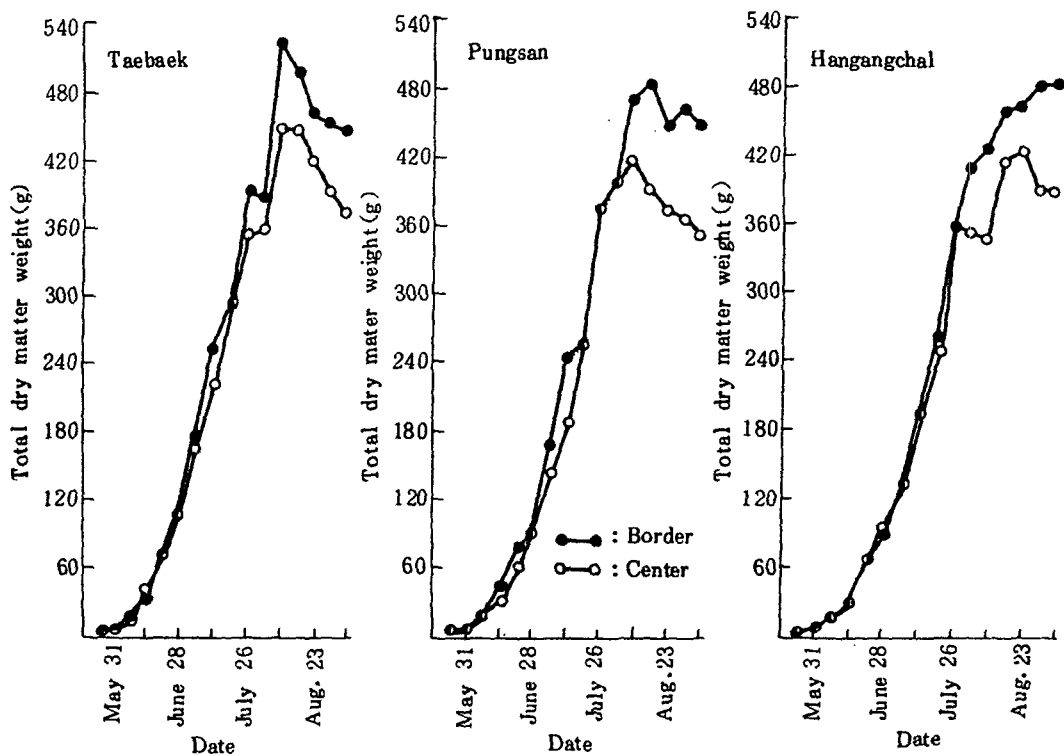


Fig. 2. Seasonal changes of total dry matter weight of rice plants grown at border and center of paddy field.

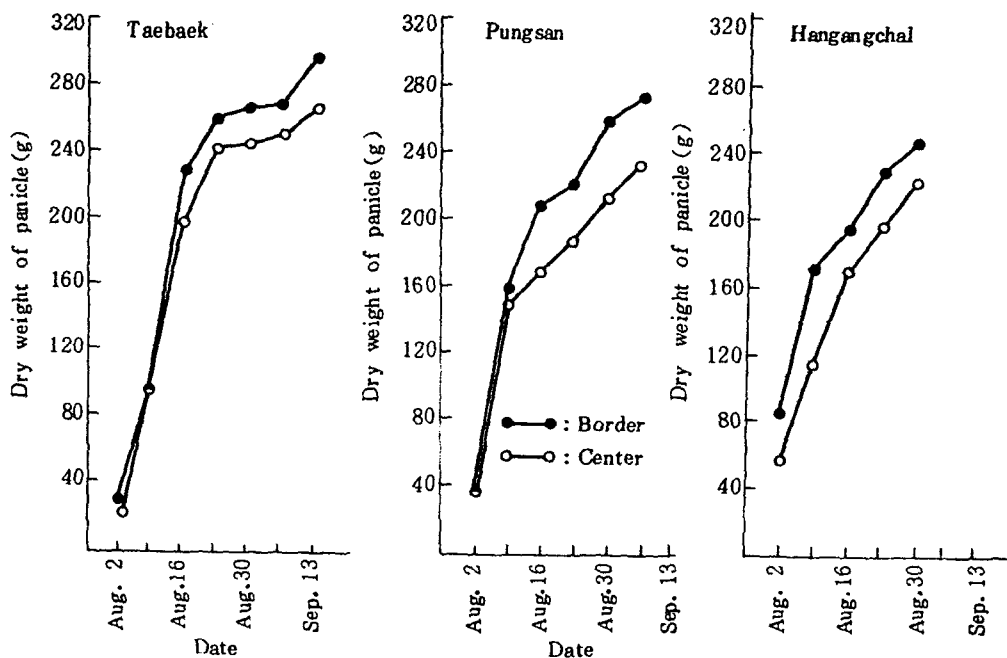


Fig. 3. Seasonal changes of dry weight of panicle of rice plants grown at border and center of paddy field.

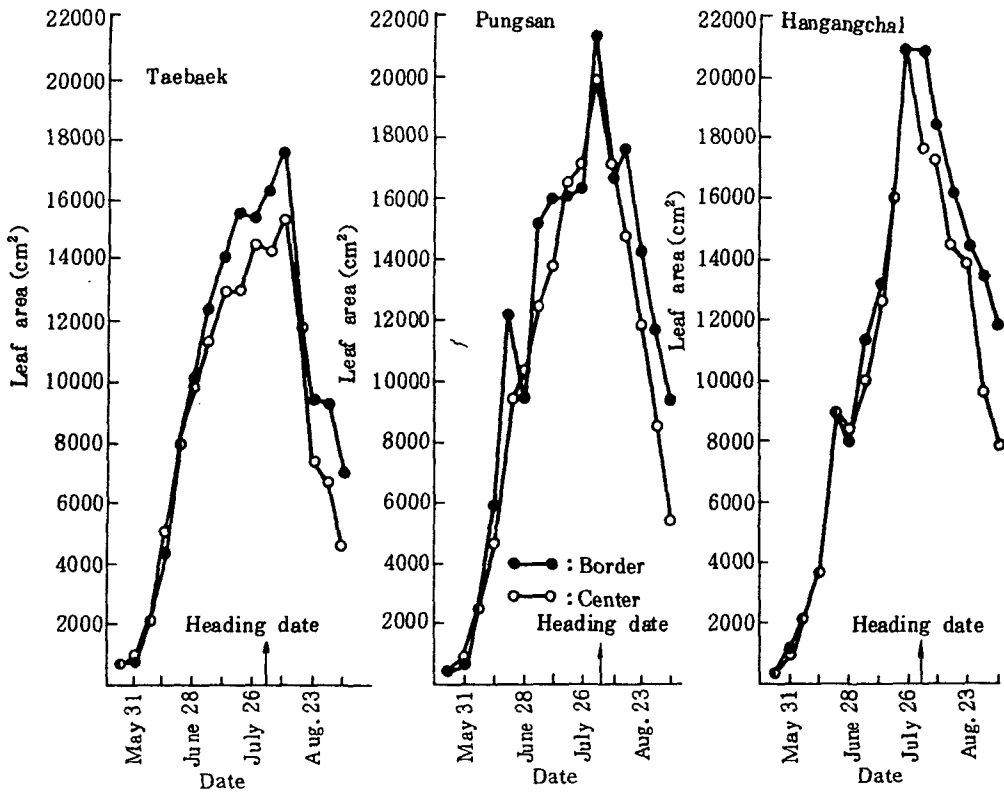


Fig.4. Seasonal changes of leaf area of rice plants grown at border and center of paddy field.

3. CGR, RGR, NAR 및 LAR

單位時間當, 單位土地面積當 乾物生産이 되었는가를 나타내는 個體群生長速度(CGR)는 太白

벼와 豊産벼는 7月 12日에서 7月 25日까지를 除外한 全 生育期間에서 바깥쪽 列의 植物體가 안쪽 벼보다 높은 數値를 보였다(그림 5). 漢江찰벼도 8月

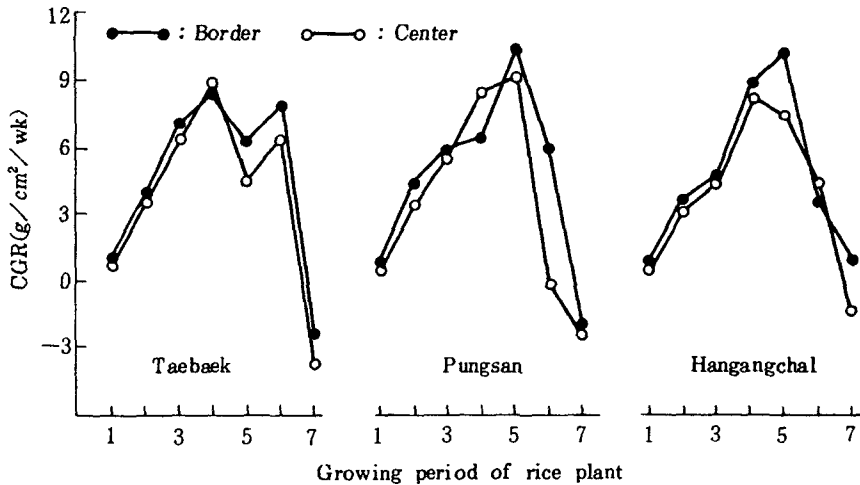


Fig.5. Seasonal changes of CGR of rice plants grown at different places in the same field. (Growing period 1 means first 2 weeks after transplanting, and 7 falls August 23 to September 13).

9日에서 8月 22日까지를 除外하고는 外列의 CGR이 더 높아 全體적으로 보아 바깥쪽 列에서 生育한 벼의 生長량이 안쪽 列의 것보다 더 크다는 것을 알 수 있었다. 植物의 物質生産面에서 보면 葉面積의 增大가 個體群生長速度의 增加를 유도하고 이것이 乾物生産에 有利하게 作用한다고 하는데¹²⁾ 本 試驗에서는 外部列이 内部列의 것보다 競爭이 적기 때문에 葉面積이 더 크고 따라서 個體群生長速度(CGR)도 높은 것으로 判단되었다.

單位時間當 植物體 1g의 乾物重이 몇 g의 새로운 乾物量을 生産하는가를 나타내는 相對生長率(RGR)은 3品種 모두 生育初期에 높았고 生育이 進前되면

서 낮아졌는데 이는 벼 生育의 一般的인 現象과 一致하는 結果이었다(그림 6).

外列과 內列의 相對生長率(RGR)은 그 差異가 微微하였는데 太白벼와 漢江찰벼는 生育期間 全般에 걸쳐 外列의 RGR이 더 컸으며 豐產벼는 生育初期와 後期에만 外列의 RGR이 더 컸다.

單位時間에 葉面積 1cm²가 몇 g의 乾物量을 生産하는가를 나타내는 純同化率(NAR)은 3品種 모두 生育中期를 除外한 生育初期와 後期에 外列이 內列에 比하여 높았다(그림 7).

外部列이 内部列에 比하여 相對生長率과 純同化率 이 높다는 것은 外列의 栽培環境이 受光狀態, 養分條

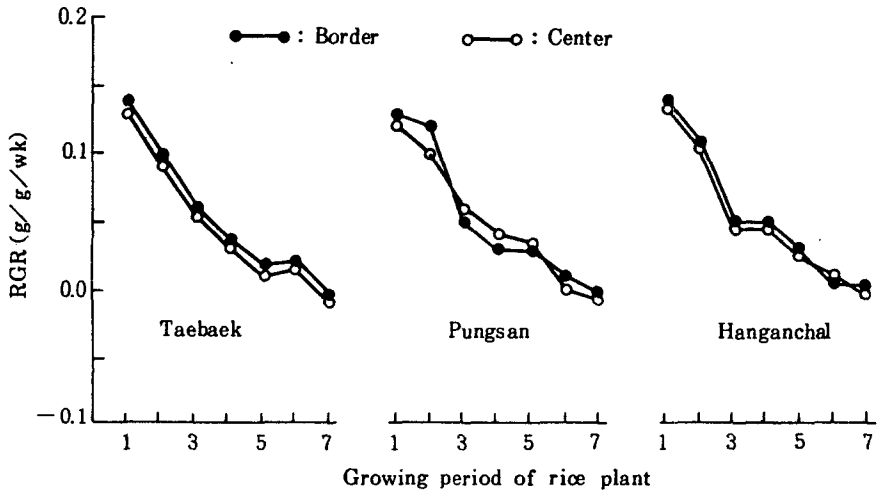


Fig. 6. Seasonal changes of RGR of rice plants grown at different places in the same field.

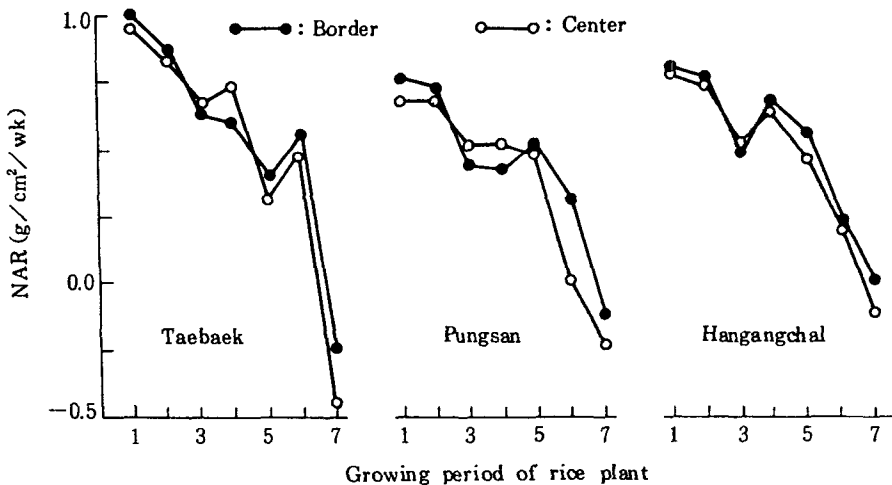


Fig. 7. Seasonal changes of NAR of rice plants grown at different places in the same field.

件, 通風條件들이 有利하기 때문이며 이와 같은 環境이 有利하다는 것은 논의 바깥쪽이 안쪽보다 植物體間의 競合環境이 有利함을 뜻하는 것이므로 周緣效果에 의하여 벼의 生育이 왕성해지는 것은 植物體間의 競合環境의 差異에서 온 것으로 解析된다.

한편 光合成器官인 잎의 構造的 分配率을 나타내는 葉面積比(LAR)를 計算한 結果도 外列이 內列의 것들보다 더 큰 값을 보여 物質生産面에서 유리한 立場이었다.

本 試驗에 供試한 3品種들 間에 收量으로 表現한 周緣效果의 정도와 범위에 差異가 있었던 것도(표 1, 그림 1) 品種마다 外列과 內列 間의 競合環境差異가 다를 것이기 때문에 나타난 現象으로 생각되며 또 同一한 環境에서도 品種間에 物質生産能力의 差異가 있기 때문에 나타난 結果로 解析된다. 따라서 外列 個體는 相對生長率과 純同化率이 生育初期에 높아져 生育中期부터는 葉面積 및 總乾物重이 많아졌고 이렇게 確保된 營養生長量을 後期の 穀物生産에 有用하게 利用하므로써 外緣效果가 큰 것으로 判斷된다.

摘 要

벼 栽培時에 나타나는 周緣效果의 品種間 差異와 生長解析을 통한 周緣效果의 原因을 알고저 3品種을 供試하여 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 논의 外緣 1~2 列에 심겨진 벼의 收量은 內部 列에 比하여 平均 30% 정도 많았는데 周緣效果는 品種에 따라서 最大 35%, 最少 21%이었다.
2. 周緣效果에 의한 收量增加는 논의 外部 1~2 列에서만 나타났으나 漢江찰벼는 外緣으로부터 4 列까지도 周緣效果가 나타났다.
3. 周緣效果는 株當穗數와 穗當粒數에서 顯著하게 나타났다.
4. 總乾物重과 葉面積은 移秧後 30~60日頃부터 外列과 內列間에 差異가 나타났는데 早生種은 中晚生種보다 周緣效果에 의한 乾物重과 葉面積의 差異가 빨리 나타났다.

5. 個體群生長速度, 相對生長率, 純同化率 및 葉面積比 등에 있어서도 周緣效果를 나타내는 時期가 많았다.

引 用 文 獻

1. Austin, R. B. and R. D. Blackwell. 1980. Edge and neighbour effects in cereal yield trials. *J. Agri. Sci.* 94: 731~734.
2. 鄭禮杓. 1975. 試驗圃의 生育均等에 關한 研究. 建國大 大學院 論文集 3: 259~264.
3. Jensen, N. F. and W. T. Federer. 1964. Adjacent row competition in wheat. *Crop Sci.* 4: 641~645.
4. 川田信一郎·莖田悅男·山崎耕宇. 1962. 水田의 最周邊나우비에 それ以外 部分に 生育した一水稻の 葉部における 後生導管筋について. *日作紀* 31: 195~200.
5. 小野寺二郎. 1928. 圃場收量試驗法に就て. 朝鮮總督府 植業模範場彙報 1部: 309~324.
6. 赤藤克己. 1951. 試驗圃周緣의 生育不平等. 作物育種學. 養賢堂. p. 263.
7. Gomez, K. A. 1972. Techniques for field experiments with rice. IRRRI, Philippines. p. 16~19.
8. 野崎倫夫·菅原哲二郎·高島良哉. 1950. 水稻收量豫測の爲めの 基礎的 研究. *日作紀* 28(1): 182~183.
9. Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae. *Crop Sci.* 7: 171~175.
10. 佐藤庚·高橋清. 1983. 水田における 周緣效果の一解析. *日作紀* 52(2): 168~176.
11. 長尾正人. 1952. 周緣植物의 除去. 育種學大要. 養賢堂: 344~345.
12. 翁仁憲·武田友四郎·縣和一·箱山晋. 1982. 水稻の子實生産に 關する 物質生産的 研究. *日作紀* 51(4): 519~528.