

水稻品種의 物質生産과 生長解析에 關한 研究

金 浩 烈 · 宋 承 達
慶北農科大學

Studies on the Dry Matter Production and Growth Analysis of Rice Plants

Ho Yul Kim, Seung Dal Song
College of Agriculture, Kyungpook National University.

ABSTRACT

Experiments were carried out to know some physiological characters of several rice varieties such as Suweon 213-1, Suweon 214, Palkweng, Akibare and Nongbaek.

In experiments, total standing crop, leaf area and total net production of dry matter were higher in the variety of Suweon 213-1 than the other varieties. RGR, NAR and CGR showed the highest at heading period of Suweon 213-1 than the other varieties. Efficiency of solar energy utilization also showed the highest through the entire growing period of Suweon 213-1.

The amount of net production and dead parts could be estimated by the successive application of the productive structure.

緒 言

最近 1966年 以後 現在까지 IBP(國際生物學 事業計劃)의 PP(生物生産의 諸過程) 分野에서는 世界的인 人口問題와 食糧問題 等 資源問題의 時急性에 對應하여 地球上의 生物的 物質生産性 및 物質生産의 諸過程에 對한 研究가 活發히 進行되고 있다. 食糧 增産이란 植物의 光合成 및 非光合成 器官의 垂直的 配列 即 生産構造와 葉의 光合成速度, 純生産 및 太陽 energy 利用 効率에 依存한다고 볼 수 있다. 水稻는 우리나라의 主食糧資源의 作物로서 일찍부터 널리 栽培되어 왔고 其間 많은 研究者들에 依하여

그 生理生態學的 現象 및 栽培學的인 觀點에서 많이 考察되어 왔다. 崔²⁾의 栽培時期移動에 依한 水稻의 生態變異에 關한 研究 및 崔, 李³⁾의 水稻의 生育 및 收量에 關與하는 各 形質과 氣象要素와의 相關關係에 對하여 地域別 特性을 比較하여 1952~1965年 까지 12年間에 걸쳐 積算溫度 및 積算日照時指數 그리고 積算降雨量과 增收要因을 考察한바 있고 李^{7,8)}의 韓國 水稻作의 氣象環境과 收量에 對한 研究 및 水稻의 生理學的 特性에 關한 研究 그리고 金⁹⁾의 水稻品種의 主要環境要因에 關한 解析의 研究 等에서도 氣象條件을 比較하여 水稻作을 考察하고 있으나 水稻品種의 物質生産性의 地域的 評價 및 生長解析에 關한 研究는 稀貴하며 또 外國에서 이 分野에 研究報文이 있다하여도 栽培條件과 環境要因이 다르기 때문에 本地域에서도 이를 究明할 必要性이 있다고 思慮되는 바이다. 本 研究는 우리나라 主食糧資源인 水稻의 一次 生産性 및 環境要因과의 相關關係와 太陽 energy 利用効率의 評價를 爲해 慶北地域의 水稻 獎勵品種 中에서 5品種을 選擇하여 生育過程에 따른 物質生産性 및 生長特徵에 對하여 研究하여 이 地域의 優秀品種의 再評價와 同時에 몇가지 生理生態學的인 特性을 追求하고 收量生産과 植物群落의 純生産과의 比較를 檢討할것을 目的으로 各 品種에 對해서 季節의으로 群落의 生長 解析法에 依한 特性을 分析하였다. 그리고 앞으로 各 地域別로 各品種의 物質生産性 및 太陽 energy 最大利用効率을 分析 檢討하여 우리나라 各地域 및 氣候에 맞는 品種의 育成과 栽培方法을 獎勵하는데 도움이 되기를 希望하는 바이다. 끝으로 이 論文을 爲해 指導해 주신 李容夏 教授와 實驗進行에 많은 協助를 해주신 植物生理學 研究室의 여러 學兄들과 慶北農村振興院 畜作

研究室의 여러분들에게 感謝를 드리는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1972년부터 1973년까지 2個年에 걸쳐 같은 方法 및 內容으로 이루어 졌으며 本 報告에 있

어서는 1972年度 試驗結果를 爲主로 分析하고 1973年度 試驗結果는 參考로 引用하고자 한다. 本 試驗은 慶北農村振興院 試驗圃場(35°95'N, 129°93'E)에서 實施했으며 土壤條件은 本院 試驗圃의 代表土性인 火洞統을 擇했으며 그 土壤條件은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Soil conditions of the experimental rice field.

pH	P ₂ O ₅ (ppm)	O. M. (%)	Exch. Me/100g			C.E.C. (Me/100g)	SiO ₂ (ppm)
			K	Ca	Mg		
4.9	37	1.52	0.50	2.70	2.00	10.50	87

供示品種은 慶北 水稻 獎勵品種으로서 Indica 品種인 水原 213~1號, 水原 214號와 Japonica 品種中 比較的 多收獲 品種인 八紘, 아끼마레 그리고 早生種인 農白의 5品種을 供示하였다. 苗板設置는 5月 1日에 水苗垡로 하였고 育苗日數를 50日로 하여 本地方의 二毛作畝의 普通 移秧期인 6月 21日에 移秧距離 30cm×15cm(73.4 條 / 3.3m²), 條當苗數 3苗로 移秧하였다. 本畝 施肥量은 N, P₂O₅, K₂O를 成分量으로 12-5-6kg/10a로 하여 그 中 窒素肥는 基肥, 分蘖肥, 穗肥 및 實肥를 各各 40, 30, 20, 10%의 比率로 分施하였다. 其他 管理方法은 標準 栽培法에 準하였다.

各 項目의 調査를 爲한 Sampling은 生育初期에는 移秧後부터 每週마다 生育後期에는 每 2週마다 亂數表에 依한 完全任意 推出로서 各 plot當 13株씩 處理하여 平均値를 求하였다. 現存量을 調査하기 爲한 乾物量 測定은 80°C Dry oven에서 3日間 乾燥하여 測定하였고 葉面積 測定은 Drawing method와 切拔重量法으로 測定하였다. 水稻의 全生育期間中 各品種別 器官別 季節的인 現存量의 變化量, 純生産量 및 枯死量과 群落構造의 特性을 나타내기 爲한 生産構造圖는 Monsi and Saeki(1953)¹¹⁾의 層別刈取法을 利用하였고 相對生長率 純同化率 等의 分析은 Blackman(1919)¹¹⁾의 生長解析法을 利用하였다.

期間中 氣象要因의 data는 慶北 農村振興院 試驗圃 內에 位置한 大邱 測候所 漆谷分室로 부터 提供받았다.

Fig. 1에서 보는 本年度 水稻 生育期間中 氣象狀態는 平年(1967~1971)에 比하여 平均氣溫은 苗垡前般期인 5月上, 中, 下旬에는 낮았고 苗垡後般期로 부터 移秧 活差期인 6月上, 中, 下旬에는 初期에 一時的으로 높았으나 中, 下旬에는 비슷한 狀態로 經過하였고 分蘖初期인 7月上旬에는 平年보다

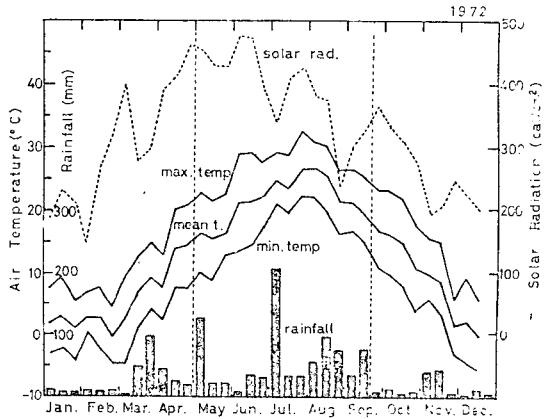


Fig. 1. Seasonal variations of maximum, mean and minimum air temperatures, total solar radiation and rainfall observed at the Chilkok branch office of the meteorological station of Deagu in 1972.

높았으나 7月 中旬以後 繼續 平年보다 낮은 狀態로 維持하다가 成熟後期인 10月 上旬 및 中旬에 多少 높은 狀態였다. 生育期間中 最高氣溫 및 最低氣溫은 大體로 平年보다 낮은 狀態로 經過하였고 日照時數는 繼續 많은 狀態로 維持되었으나 日射量은 平年보다 적은 傾向이었다. 水稻 生育期間中の 降水量은 平年보다 많았다.

以上을 要約하면 本年 水稻 生育期間中の 氣象狀態는 低溫 寡雨, 低日射量 狀態로 經過하였다고 하겠다.

結果 및 考察

A. 現存量 및 各 生長要因의 變化

1) 現存量(Total Standing Crop)

水稻 各 品種의 生育過程에 따른 草長의 變化는 Fig. 2와 같았으며 各 品種의 現存量의 季節的인 變

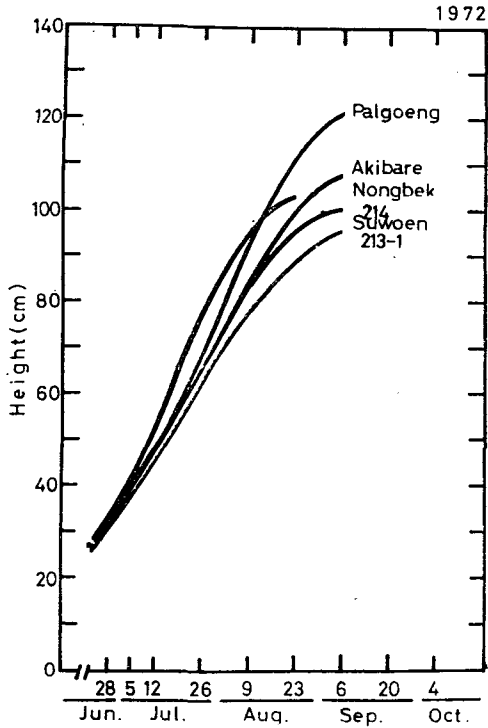


Fig. 2. Time trends of the height growth of rice plants.

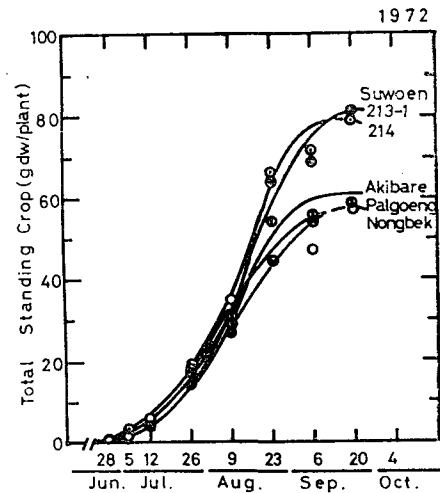


Fig. 3. Time trends of the total standing crops growth (in gram dry matter per plant) of rice plants.

化는 Table 2 및 Fig. 3에서 보는바와 같이 이들品種間에는 生長初期에는 뚜렷한 差異가 나타나지 않

았으나 出穗期를 前後로 해서 品種別 現存量の 差異가 뚜렷이 나타나고 있다. 特히 Indica 品種인 水原 213-1號와 水原 214號는 9月 20日 頃에 一株當 乾物重이 80% 程度인데 比해 Japonica 品種인 八紘, 아끼바레, 農白等은 60g 程度로 顯著的한 品種間 差異를 보였다. 여기서 各 地上部 合計의 平均値에 對한 變異係數는 各品種 共히 全生育 期間을 通해서 10

Table 2. Standing crops of dry matter of the rice plants expressed in grams per plant.

Variety	Sampling Date	Above Ground			Under Ground	Total
		L	S. F	Total	Root	
Suwoen 213-1	Jun. 28	0.400	0.510	0.910	0.512	1.482
	Jul. 5	1.001	1.016	2.017	0.983	3.002
	Jul. 12	1.874	1.469	3.343	1.206	4.549
	Jul. 26	3.228	4.688	7.916	8.083	15.999
	Aug. 9	5.884	10.479	16.363	10.632	26.995
	Aug. 23	10.845	42.837	53.682	10.479	64.161
	Sep. 6	12.534	42.983	55.517	13.470	68.987
	Sep. 20	9.965	57.095	67.060	13.500	80.560
Suwoen 214	Jun. 28	0.405	0.539	0.944	0.523	1.467
	Jul. 5	1.093	1.016	2.109	1.046	3.155
	Jul. 12	2.387	2.154	4.541	1.162	5.703
	Jul. 26	5.521	7.623	13.144	5.115	18.259
	Aug. 9	9.050	14.428	23.478	4.555	28.033
	Aug. 23	9.818	26.523	36.341	29.780	66.121
	Sep. 6	9.990	35.574	45.564	25.785	71.549
	Sep. 20	8.362	44.250	52.612	26.797	79.409
Palkweng	Jun. 28	0.245	0.397	0.642	0.273	0.915

	Jul. 5	0.467	0.517	0.984	0.539	1.523
	Jul. 12	1.442	1.222	2.664	1.146	3.810
	Jul. 26	4.091	5.215	9.306	4.306	16.612
	Aug. 9	6.529	12.404	18.933	8.500	27.433
	Aug. 23	7.820	23.483	31.303	13.399	44.702
	Sep. 6	7.400	29.677	37.077	9.688	46.765
	Sep. 20	7.023	36.654	43.677	13.664	57.341
Akibare	Jun. 28	0.134	0.274	0.408	0.221	0.629
	Jul. 5	0.499	0.461	0.960	0.764	1.724
	Jul. 12	1.228	1.138	2.366	0.942	3.308
	Jul. 26	3.948	4.825	8.773	9.073	17.846
	Aug. 9	6.939	12.262	19.201	12.657	31.858
	Aug. 23	8.859	22.603	31.462	22.740	54.202
	Sep. 6	7.191	28.830	36.021	19.169	55.190
	Sep. 20	7.120	40.121	47.241	11.535	58.776
Nongbaek	Jun. 28	0.231	0.323	0.554	0.288	0.842
	Jul. 5	0.604	0.575	1.179	0.581	1.760
	Jul. 12	1.331	1.268	2.599	0.652	3.251
	Jul. 26	4.802	5.478	10.280	8.797	19.077
	Aug. 9	6.033	21.336	27.369	8.145	35.514
	Aug. 23	5.473	29.613	35.086	8.699	47.785
	Sep. 6	4.189	37.740	41.929	15.571	57.500

~20%였다.

이들 現存量의 植物體 器官別 含量은 Fig. 4에서 보는바와 같이 生長過程의 進行에 따라 非光合作用

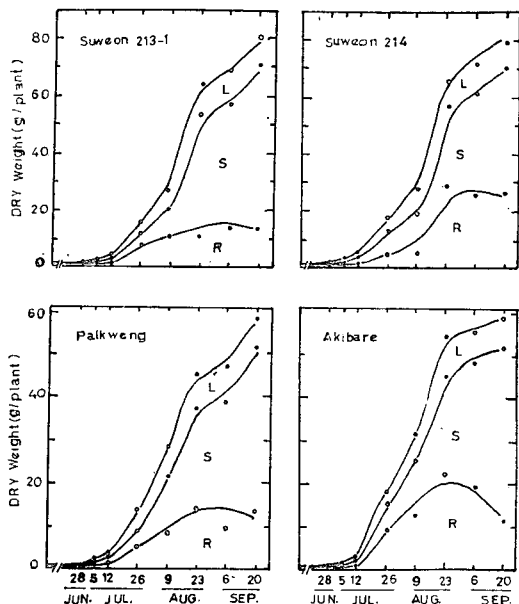
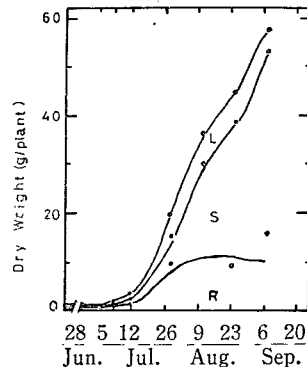


Fig. 4. Time trends of the dry matter changes in each organ of rice plants. (L. leaves; S. stems, R. roots)



分の 増加를 보였다. 生育初期에는 地上部の 非光合作用 器官이 各 品種에 對해서 約 50%를 차지했으나 生育後期에는 75~85%로 增加하였다. 또한 地下部인 根部는 品種에 따라 形成比率이 다른 樣相을 보였다.

는바와 같이 移秧後 漸次 増加를 보여 各 品種 共히 出穗期에 peak를 이루고 水原 213-1號, 水原 214號 八紘, 아끼바레, 農白에 對하여 2,595, 2,443, 1,660, 2,136, 1,392cm²/株로서 그 株當의 地面積에 對한 葉面積指數(Leaf Area Index, LAI:m²/m²)는 水原 213-1號, 水原 214號, 아끼바레, 農白에 對해 各各 5.70, 4.90, 4.70, 3.65, 3.06의 順으로 되었

2) 葉面積(Leaf Area)

한편 葉面積의 變化를 考察해 보면 Fig. 5에서 보

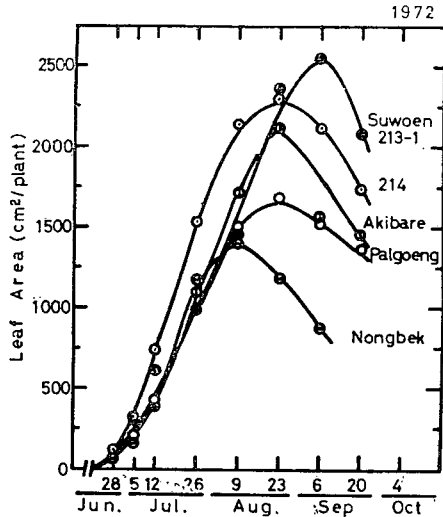


Fig. 5. Time trends of the total leaf area changes (in cm² per plant) of rice plants.

다. 그後 生長 完了期에 이룸에 따라 漸次로 下位葉의 枯死로 因하여 葉面積이 줄어들어 群落의 光合成에 依한 榮養物質이 水稻의 登熟에 關與하기 때문에 葉의 枯死量이 增加함을 보여준다. 이 葉面積의 推移는 다음에 檢討될 收量과 密接한 關係가 있음을 알 수 있다.

3) Specific Leaf Area(\bar{F}/F : cm²/g)

即 葉乾物重 1g가 몇 cm²의 葉面積을 가지는가를 測定해 본 結果는 分蘗初期인 7월 12日 傾이 最大值를 나타내었고 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對해서 各各 345, 312, 299, 308, 297cm²/g이었다. 그 以後는 漸次 低下하여 生長 完了期인 9월 20日 傾에는 各品種 共히 200cm²/g 前後로 되었다. 또한 各 品種間에 多少의 變化는 있었으나 그 樣相은 類似하였다.

4) F/C Ratio

光合成 器官 對 非光合成 器官의 比率는 Fig. 6-1에서와 같이 分蘗初期에 最大值를 나타내어 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對해 各各 0.70, 0.72, 0.61, 0.59, 0.69이였으나 그後 漸次 低下하여 9월 20日 傾에는 各品種 共히 0.1 前後로 되고 品種間에는 多少의 變化를 보였으나 그 樣相은 類似하였다. 이것은 앞에서 말한 Specific Leaf Area와 樣相이 비슷한 것으로서 分蘗初期에는 有效莖 確保를 爲한 同化物質을 生成하는데 必要한

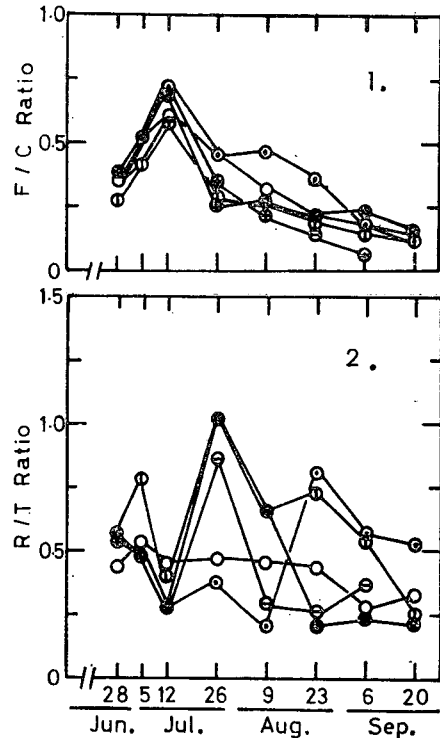


Fig. 6. Time trends of the F/C and R/T ratio changes of rice plants.

(●: Suwoen 213-1, ○: Suwoen 214, □: Palkweng, △: Akibare, ◇: Nongbaek)

太陽 Energy를 吸收하기 爲해 光合成 器官의 面積과 그 比率를 增加시키는 生育에 이루어지고 있음을 보여주는 것이다.

5) R/T Ratio

植物體의 地上部인 줄기와 잎의 比率는 Fig. 6-2에서 보는바와 같이 最少 0.2程度에서 最大 1.0까지의 範圍에서 季節的인 變化를 보이고 그 樣相은 一定하지 않았다. 特히 水原 213-1號, 아끼바레, 農白은 水原 214號의 樣相과 對照的인 傾向을 보였다. B 生産構造圖의 變化

一定한 期間에 光合成 生産物質의 空間的 分配 및 그 變化를 追求하기 爲한 生産構造圖는 Monsi and Saeki(1953)¹¹⁾의 層別刈取法을 利用하여 算出하는 方法을 試圖하였다.

Fig. 7은 層別刈取法에 依하여 各 時期別로 植物體를 地上部는 地面으로 부터 20cm씩 切斷하여 層別로 配置하고 光合成 器官인 葉(第2象限)과 非光合成 器官인 莖, 種子(第一象限)等으로 器官別로 分離하고 그 乾量을 橫軸에 따라 表示하여 作圖하고 地下部는 뿌리를 30cm깊이로 파서 採取해 水洗하여 그 乾量을 表示(第4象限)한 것이다. 또한 純生産量 및 枯死量을 推定할 目的으로 이 構造圖의 應用을 試圖

Fig. 7-1. Suweon 213-1 1972

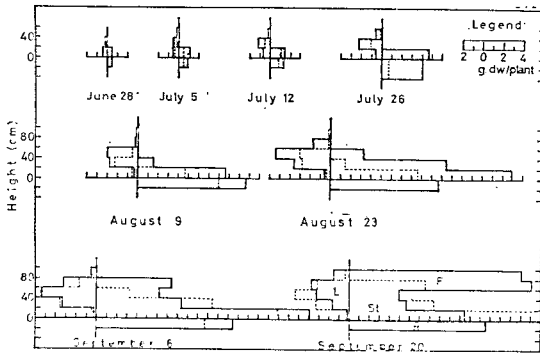


Fig. 7-2. Suweon 214 1972

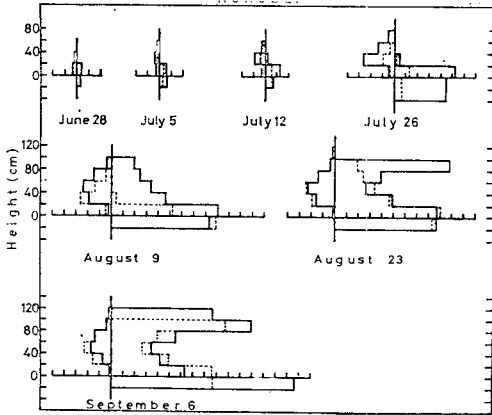


Fig. 7-3. Palkweng 1972

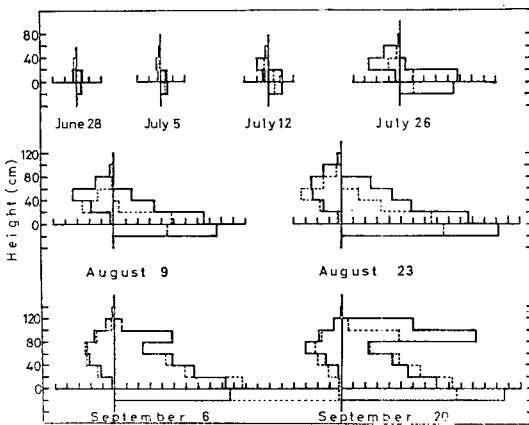


Fig. 7. Vertical distributions of dry matter in the rice plant population. The above ground part is clipped every 20 cm from the ground level and divided into organs(L, foliage; St, stems; F, flowers and fruits). The underground part(R) is given in the fourth quadrant of each diagram.

하였다. 即 Fig. 7에서 보는바와 같이 各品種의 各時期別 現存量을 나타낸 生産構造圖 內에 點線으로

Fig. 7-4. Akibare 1972

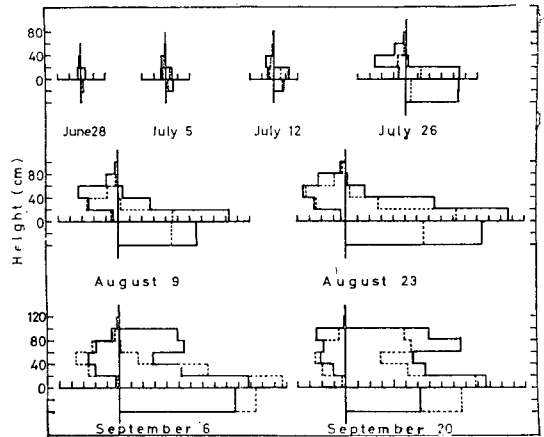
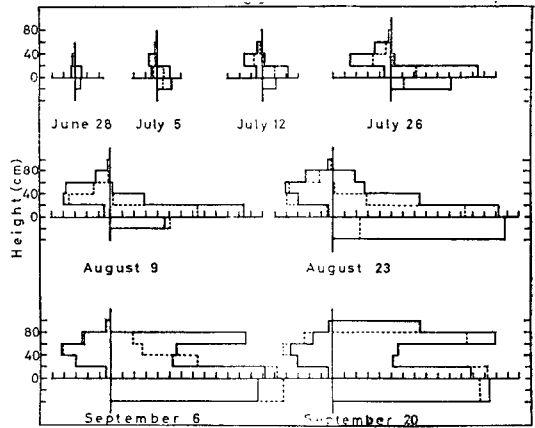


Fig. 7-5. Nongbaek 1972



表示된 것은 前段階의 生産構造圖로서 實線과 點線 사이의 面積으로 表示된 量은 前段階에 比해 增加된 量 即 純生産을 意味하고 實線과 實線밖의 點線 사이의 面積으로 表示된 量은 前段階에 있었던 現存量이 現段階에는 枯死해 없어진 枯死量을 意味하는 것이다. 이때 枯死器官으로 부터 乾物의 轉流量은 10%로 推算 하였다. 各品種 共히 出穗期 以後의 段階(9月 6日, 9月 20日)에서 非光合成 器官(第一象限)이 地面으로 부터 20cm, 40cm, 60cm로 올라감에 따라 現存量이 漸次 減少하다가 80cm 部分에서 增加된 것은 種實의 登熟期에 들어 種實重이 增加되었기 때문이다. 農白은 出穗가 其他 品種에 比해 2週 程度 빠른 早生種이므로 8月 23日 頃에 그 現象이 일어났다. 各品種間 多少 差異는 있었으나 같은 禾本科型의 生産構造圖로서의 特徵을 나타내었다.

지금까지 現存量을 取扱하는 것은 群落의 物質生産을 正確히 評價하는데 여러가지 어려운 點이 많으나 이러한 方法으로 効果의인 評價를 할 수 있는 것

Table 3. Time trends of net dry matter production of rice(g dw/hill) (at Chilkok) 1972

Periods		Suweon 213-1	Suweon 214	Palkweng	Akibare	Nongback
May 1	-June 28	1.422	1.467	0.915	0.629	0.841
June 29	-July 5	1.578	1.688	0.608	1.095	0.918
July 6	-July 12	1.549	2.559	2.287	1.554	1.491
July 13	-July 26	11.617	12.556	9.905	14.695	15.826
July 27	-Aug 9	11.373	10.581	14.870	14.331	18.111
Aug. 10	-Aug. 23	37.320	39.145	18.416	22.415	10.066
Aug. 24	-Sep. 6	18.518	12.696	8.544	11.792	18.262
Sep. 7	-Sep. 26	29.343	10.848	19.191	13.929	
Total		112.720	91.848	74.736	80.449	65.515
Distributional ratio(%)	F	13.27	12.47	16.20	14.30	11.00
	C	74.62	53.50	60.60	57.50	64.30
	R	12.11	34.03	23.20	28.20	24.70

Note: F, Photosynthetic organs: C, Nonphotosynthetic organs: R, Roots

으로 考慮된다.

C. 純生産

上記 方法으로 算出되는 純生産量은 Table 3에서 보는바와 같이 水稻의 全生育期間(5月 1日~9月 20日)의 總生産량이 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對해서 各各 112.5, 91.8, 74.7, 80.5, 65.6g/株이었다. 水稻 全生育期間 中에 最大 純生産 時期는 出穗期 段階(8月 10日~8月 23日)로써 그 量은 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對해 各各 37.3, 39.2, 18.4, 22.4, 18.1g/株이었다. 다만 農白은 早生種이므로 7月 27日~8月 9日의 段階에서 最大值가 얻어졌다.

5月 1日(播種期)부터 9月 20日까지의 純生産量의 光合成器官과 非光合成器官 및 地下部인 뿌리의 분

配率은 다음과 같았다. 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對해서 光合成器官의 分配率은 各各 13.27, 12.47, 16.20, 14.30, 11.00%이었고 非光合成器官의 分配率은 各各 74.62, 53.50, 60.60, 57.50, 64.30%이었다. 그리고 地下部인 뿌리의 分配率은 各各 12.11, 34.03, 23.20, 28.20, 24.70%이었다. 여기에서 品種別 特徵을 살펴보면 水原 213-1號는 뿌리의 分配率이 낮은 反面 非光合成器官의 分配率이 顯著히 높았으며 水原 214號는 뿌리의 分配率이 다른 品種에 비해 顯著히 높았다.

D. 生長 解析

水稻 品種의 生育 期間中의 相對生長率, 純同比率, 個體群 生長速度 및 葉面積比 등 生長解析은 다음과 같이 分析되었다. (Table 4 및 Fig. 8 參照)

Table 4. Growth analyses of rice plants during the growing season in 1972.

Variety	Period	RGR (g/g/wk)	NAR (g/dm ² /wk)	LAR (cm ² /g)	CGR (g/cm ² /wk)	$\Delta w/\Delta t/s$ (g/wk/cal) ($\times 10^{-3}$)	RGR/s (g/g/wk/cal) ($\times 10^{-3}$)	NAR/S (g/cm ² /wk/cal) ($\times 10^{-3}$)
Suweon 213-1	Jun. 29-Jul. 5	0.747	0.815	91.546	0.371	2.419	1.617	1.760
	Jul. 6-Jul. 12	0.417	0.344	121.110	0.358	6.559	1.764	1.456
	Jul. 13-Jul. 26	0.829	0.728	86.402	1.273	13.423	1.474	1.706
	Jul. 27-Aug. 9	0.262	0.472	55.447	1.225	13.318	0.317	1.143
	Aug. 10-Aug. 23	0.433	0.010	42.895	0.169	52.155	1.215	2.833
	Aug. 24-Sep. 6	0.036	0.098	36.475	0.533	11.743	0.175	0.477
	Sep. 7-Sep. 20	0.077	0.250	30.911	1.279	17.181	0.229	0.741
Suweon 214	Jun. 29-Jul. 5	0.766	0.805	95.179	0.405	3.657	1.659	1.743
	Jul. 6-Jul. 12	0.592	0.492	119.768	0.587	10.792	2.508	2.085

	Jul. 13-Jul. 26	0.582	0.529	100.584	1.439	14.720	1.364	1.356
	Jul. 27-Aug. 9	0.214	0.268	79.879	1.086	11.838	0.519	0.650
	Aug. 10-Aug. 23	0.489	0.864	49.654	4.190	54.449	1.204	2.425
	Aug. 24-Sep. 6	0.039	0.125	31.695	0.597	13.208	0.192	0.606
	Sep. 7-Sep. 20	0.052	0.206	25.330	0.868	11.669	0.155	0.611
Palkweng	Jun. 29-Jul. 5	0.510	0.630	80.888	0.139	1.317	1.104	1.365
	Jul. 6-Jul. 12	0.917	0.950	101.278	0.561	9.685	3.885	3.835
	Jul. 13-Jul. 26	0.637	0.729	87.359	1.140	11.491	1.492	1.709
	Jul. 27-Aug. 9	0.350	0.579	60.529	1.537	16.740	0.849	1.402
	Aug. 10-Aug. 23	0.244	0.561	43.509	1.903	24.234	0.685	1.575
	Aug. 24-Sep. 6	0.023	0.650	34.684	0.227	5.020	0.120	0.316
	Sep. 7-Sep. 20	0.102	0.369	27.629	1.165	15.701	0.303	1.095
Akibare	Jun. 29-Jul. 5	0.008	1.317	76.542	0.279	3.372	2.184	2.854
	Jul. 6-Jul. 12	2.652	0.639	101.992	0.371	6.710	2.761	2.207
	Jul. 13-Jul. 26	0.843	1.089	78.318	1.749	17.043	1.976	2.555
	Jul. 27-Aug. 9	0.290	0.509	56.908	1.568	16.972	0.702	1.233
	Aug. 10-Aug. 23	0.266	0.583	45.601	2.468	31.355	0.745	1.635
	Aug. 24-Sep. 6	0.009	0.027	33.087	0.110	2.404	0.044	0.132
	Sep. 7-Sep. 20	0.031	0.121	26.046	0.395	5.323	0.093	0.358
Nongbaek	Jun. 29-Jun. 5	0.737	0.811	90.933	0.219	1.988	1.597	1.756
	Jul. 6-Jul. 12	0.614	0.551	111.300	0.345	6.316	2.600	2.336
	Jul. 13-Jul. 26	0.885	1.116	79.285	1.915	118.553	2.074	2.616
	Jul. 27-Aug. 9	0.311	0.643	48.352	1.813	19.909	0.752	1.556
	Aug. 10-Aug. 23	0.105	0.325	32.235	0.912	11.606	0.294	0.912
	Aug. 24-Sep. 6	0.136	0.682	19.970	1.520	33.374	0.663	3.320

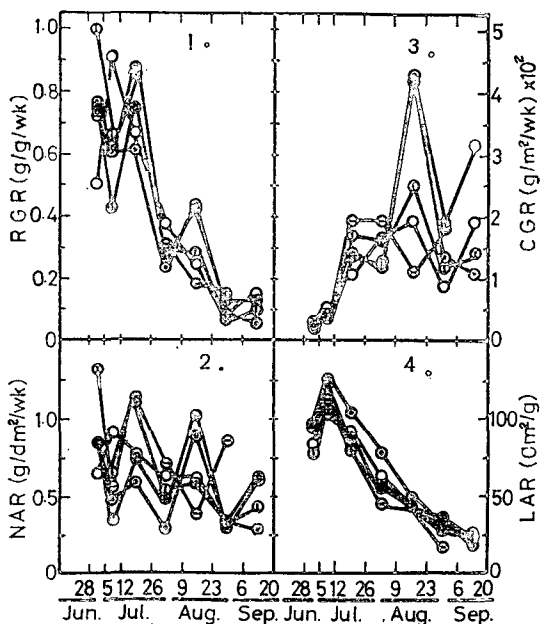


Fig. 8. Time trends of the RGR, NAR, CGR LAR of rice plants (●:Suweon 213-1, ○:Suweon 214, ○:Palkweng, ⊙:Akibare, ⊖:Nongbaek)

1) RGR(Relative Growth Rate : 相對生長率)

單位時間(t)에 植物體 1g의 乾物重(Standing Crop)에 對해 몇 g의 새로운 乾物量(W)을 增加하는가는 複利的인 現象으로서 (佐伯 1965)¹⁸⁾ Fig. 8-1에서 보는바와 같이 相對生長 速度는 各 品種 共히 生長 初期 및 分蘗期에 높은 RGR을 보여주고 있으며 品種에 따라 0.5~0.1g/g/wk의 生長速度를 보였으며 生長後期로 감에 따라 漸次 떨어지서 9月 20日 頃에는 0.1g/g/wk 前後로 生長率이 低下하였다. 品種別 特徵을 살펴보면 Japonica 品種인 八紘, 아끼바레, 農 白은 生長初期에 높은 生長率을 보이다가 生長後期로 감에 따라 一定한 傾向으로 低下하였으나 Indica 品種인 水原 213-1號와 水原 214號는 生長初期에는 品種들에 比해 生長率이 오히려 낮았고 生長後期로 이듬에 따라 一時 低下하다가 出穗期에 다시 生長率 이 增加해서 Japonica 品種들과 顯著的 差異를 보였다. RGR은 收量生産과 密接한 關係가 있었으며 即 出穗期에의 RGR 順位와 收量의 結果가 一致하였다.

2) NAR (Net Assimilation Rate; 純同化率)

單位時間(t)에 葉面積 1cm²가 몇 g의 乾物量(w)을 生産하는가라는 NAR은 Fig. 8-2에서 보는바와 같이 品種에 따라 一週동안 葉面積 100cm²에 對해 0.3~1.3g 程度의 範圍에서 生産力의 變化를 나타내었다. 이것은 相對生長率과는 달리 各 品種間에 뚜렷한 差異를 보였으며 品種別 特徵을 살펴보면 相對生長率에서와 같이 Indica 品種인 水原 213-1號와 水原 214號는 出穗期에 Japonica 品種인 八紘, 아끼바레, 農白에 비해 顯著히 높은 純同化率을 나타내고 各各 1.01, 0.87/100cm²/wk의 生産力을 보였다. 이들 品種의 높은 純同化率은 收量生産과 密接한 關係가 있는 것으로 思慮된다.

3) CGR(Crop Growth Rate; 個體群 生長速度)

純生産은 株當 生産量을 意味하는 것인데 비해 CGR은 時間(t)의 dimension을 나타낸 個體群 生長速度를 말하는 것이다. 即 單位 時間當 (week) 單位 地面積當(m²) 몇 g의 生産이 있었는가를 나타내는 것으로 CGR은 NAR(純同化率)×LAI(L: 葉面積指數)로서 나타낼 수 있다. Fig. 8-3에서 보는바와 같이 Indica 品種인 水原 213-1號와 水原 214號는 出穗期에 最大值로서 450g/m²/wk의 個體群 生長速度를 나타내었고 其他 Japonica 品種들은 200g/m²/wk 前後의 生長速度를 보였다.

4) LAR(Leaf Area Ratio; 葉面積比)

植物體 /g에 對해 葉面積 몇 cm²를 가지는가 하는 LAR은 光合成器官에의 構造的 分配率을 意味하는 것으로 Fig. 8-4에서 보는바와 같이 生長初期에는 品種에 따라 100~120cm²/g 程度이던 것이 生長後期로 이름에 따라 漸次 低下하여 19~20cm²/g 程度로 減少를 보였고 各 品種間에 特別한 差異가 없이 그 傾向이 類似하였다. 앞에서 말한 RGR은 NAR×LAR로서 나타낼 수 있으므로 RGR이 品種에 따라 變化를 보여주는 것은 LAR(構造的)의 變化에 依한 것이 아니라 NAR 即 純同化率(機能的)의 變化에 依하는 것임을 알 수 있다.

E. 物質生産과 氣象要因과의 相關關係

以上 分析한 水稻品種의 一次 生産性을 期間中의 氣象要因의 變化에 對해서 相關關係를 考察한 結果는 다음과 같았다. (Table 5 및 Figs. 9-11. 參照)

1) 純生産(Pn; g/pl/wk)과 氣象要因과의 相關關係
純生産 速度 即 單位時間(week)에 植物株當 生産

하는 乾物量과 平均日射量과의 相關關係는 Fig. 9에서 보는바와 같이 週間 平均日射量이 200~500cal/cm²/day인데 對해 播種日로부터 84日 사이(生育初

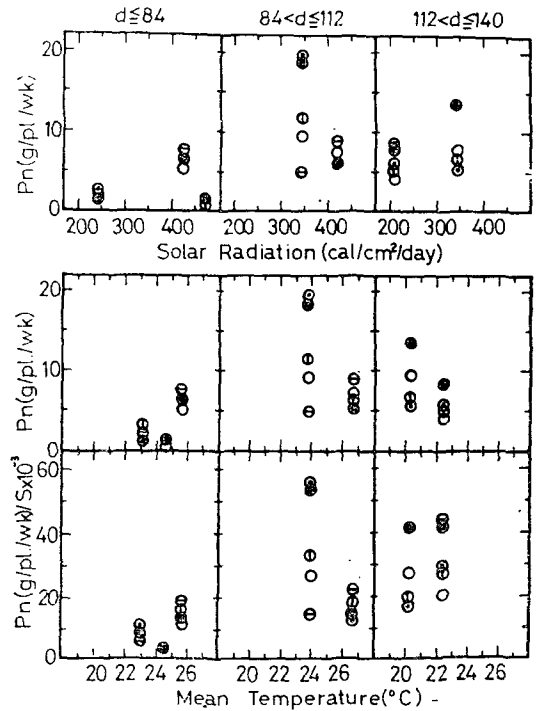


Fig. 9. Relationships among Pn, solar radiation and mean temperature during the growing season of rice plants. (●: Suweon 213-1, ○: Suweon 214, □: Palkweng, △: Akibare, ◇: Nongback).

期)에 正相關關係를 보였으며 400cal/cm²/day 以上에서는 弱한 負相關關係를 보였다. 播種後 84日부터 112日 사이(出穗期)에는 平均日射量 350cal/cm²/day에서 높은 純生産을 보였으나 400cal/cm²/day 以上에서는 減少를 보였다. 播種後 112日부터 140日 사이(登熟期)에는 平均日射量 200~350cal/cm²/day 範圍에서 正相關關係를 보였다.

純生産과 平均溫度와의 相關關係는 播種後 84日까지는 平均溫度의 範圍 23~26°C에서 正相關關係를 보였고 播種後 84日부터 112日 사이에는 溫度 範圍 24~27°C에서 負相關關係를 보였으나 播種後 112日부터 140日 사이에도 溫度 範圍 20~23°C에서 負相關關係를 보였다.

純生産(Pn/pl/wk)을 入射한 平均日射量으로 나눈 값은 平均溫度에 對해 播種後 84日 까지는 溫度 範圍 23~26°C에서 正相關關係를 보였고 播種後 84日 부터 112日 사이에는 溫度 範圍 24~27°C에서 負相

關關係를 보였으나 播種後 112日부터 140日 사이에는 溫度 範圍 19~23°C에서 正相關關係를 보였다.

以上の 純生産과 氣象要因과의 相關關係를 要約하던 出穗期の 平均日射量이 350cal/cm²/day, 平均溫度 24°C일때 最大의 純生産量을 보였다.

2) 相對生長率(RGR; g/g/wk)과 氣象因과의 相關關係

RGR과 平均日射量과의 相關關係는 Fig. 10에서 보는 바와 같이 播種後 84日까지는 平均日射量 200~

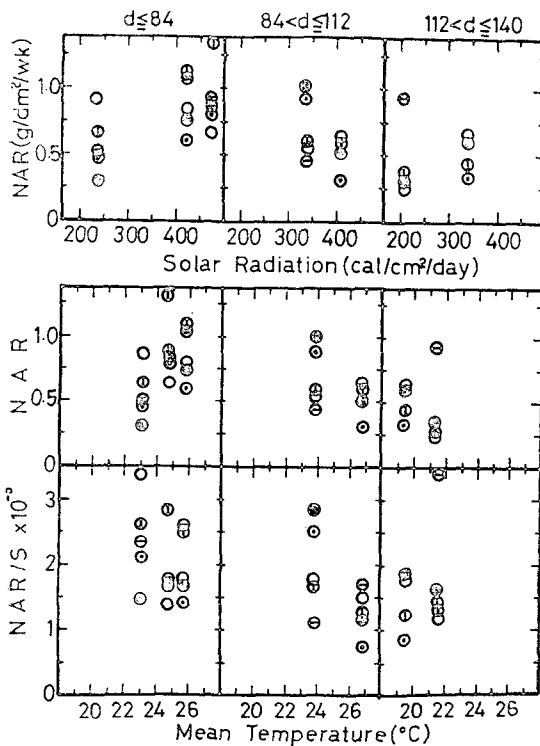


Fig. 10. Relationships among RGR, solar radiation and mean temperature in the growing season of rice plants (●: Suweon 213-1, ⊙: Suweon 214, ○: Palkweng, ⊕: Aki-bare, ⊖: Nongbaek).

500cal/cm²/day 範圍에서 弱한 正相關關係를 보였으며 播種後 84日부터 112日 사이(300~450cal/cm²/day 範圍)와 播種後 140日 사이(200~350cal/cm²/day 範圍)에는 負相關關係의 傾向을 보였다.

RGR과 平均溫度와의 相關關係는 播種後 84日까지는 溫度 範圍 23~27°C에서 正相關關係를 보였으나 播種後 84日以後에는 그 傾向이 明確하지 않았다.

RGR을 入射한 平均日射量으로 나눈 값은 平均溫度에 對해 播種後 84日까지는 溫度 範圍 23~26°C에

서 負相關關係를 보였으며 播種後 84日부터 112日 사이에는 溫度範圍 24~27°C에서 特別한 傾向을 보이지 않다가 播種後 112日부터 140日 사이에는 溫度 範圍 19~23°C에서 弱한 正相關關係를 보였다.

3) 純同化率(NAR; g/dm²/wk)과 氣象要因과의 相關關係

NAR와 平均日射量과의 相關關係는 Fig. 11에서 보는 바와 같이 播種後 84日까지는 平均日射量 200~

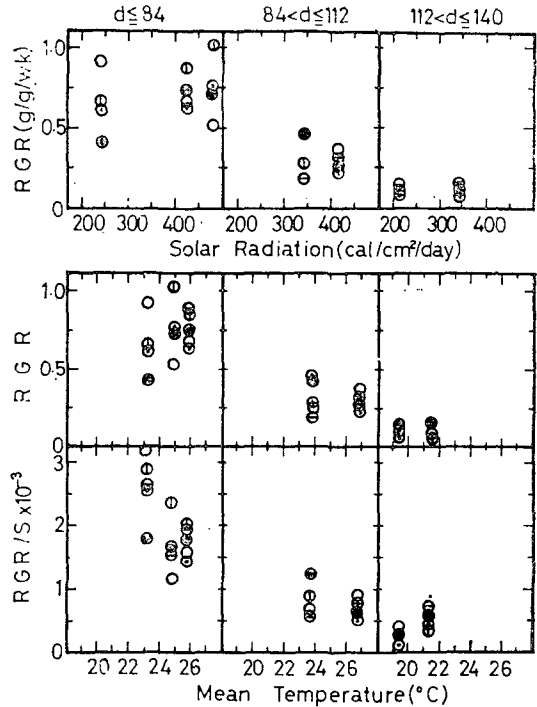


Fig. 11. Relationships among NAR, solar radiation and mean temperature in the growing season of rice plant. (●: Suweon 213-1, ⊙: Suweon 214, ○: Palkweng, ⊕: Aki-bare, ⊖: Nongbaek).

500cal/cm²/day 範圍에서 弱한 正相關關係를 보였다가 播種後 84日부터 112日 사이에는 平均日射量 300~450cal/cm²/day 範圍에서 負相關關係를 보였으며 播種後 112日부터 140日 사이(200~350cal/cm²/day 範圍)에는 그 傾向이 明確하지 않았다.

NAR과 平均溫度와의 關係는 播種後 84日까지는 溫度 範圍 23~26°C에서 正相關關係를 보였고 播種後 84日부터 112日 사이에는 溫度 範圍 24~27°C에서 負相關關係를 보였다가 播種後 112日부터 140日 사이에는 溫度 範圍 19~23°C에서 그 傾向이 明確하지 않았다.

純同化率(g/cm²/wk)을 入射한 平均日射量으로 나

는 낮은 平均溫度에 對해서 播種後 84日 까지는 溫度 範圍 23~26°C에서 特別한 傾向을 보이지 않았으며 播種後 84일부터 112日 사이에는 溫度 範圍 24~27°C에서 負相關關係를 보였다가 播種後 112일부터 140日 사이에는 溫度 範圍 19~23°C에서 그 傾向이 明確하지 않았다.

純同化率과 氣象要因과의 關係에서도 純生産과 氣象要因과의 關係에서와 같이 出穗期에의 平均日射量

이 350cal/cm²/day, 平均 溫度 24°C일때 純同化率이 높았음을 알 수 있었다.

F. 太陽 Energy 利用率

植物體 乾物 1g을 生産하는데 3,500cal의 太陽 Energy가 固定된 것으로 假定하여 (JIBP-PP-Level 1 Exp.)⁵⁾, 期間 中 全短波放射 (0.2~0.4μ) Energy에 對한 純生産의 Energy 利用率 即 太陽 Energy의 利用率은 Table 5에서 보는 바와 같이 全生育期間 中

Table 5. Percentage rate of solar energy utilization in rice (at Chilkok) 1972

Variety	Before heading			After heading	Total period
	wks -6~-8	wks -4~-6	wks 0~-4	wks 0~+4	wks -8~+4
Suweon 213-1	0.56	1.52	3.68	4.56	2.90
Suweon 214	0.80	1.64	3.74	2.50	2.45
Palkweng	0.61	1.29	2.41	2.57	1.94
Akibare	0.49	1.90	2.91	2.50	2.50
Nongbaek	0.46	2.06	1.99	2.33	1.74

Note: Calculation was made under the assumption that one gram of dry matter is equal to 3,500calories.

안 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對하여 各各 2.90, 2.45, 1.94, 2.05, 1.75% 이었다. 各 品種 共히 生長初期에 比해 生長後期에 利用率이 높았으며 特히 水原 213-1號와 水原 214號는 出穗期에 其他 品種에 比해 顯著히 높았다. 이 利用率은 IBP 計劃에 依해 報告된 日本 水稻의 2.6

~2.8%와 比較할 때 水原 213-1號는 보다 큰 값이었다. (JIBP/PP)⁵⁾

G. 收量構成要素와 收量生産

이 各 品種에 對한 1972年 水稻의 收量生産 및 收量構成要素의 分析은 Table 6에서 보는 바와 같았다. 이 가운데서 純生産과 比較하기 爲하여 10a當의 收

Table 6. Some characteristics of the plant growth and food production of rice(at Chilkok) 1972

Items	Suweon 213-1	Suweon 214	Palkweng	Akibare	Nongbaek
Days for heading	69	70	67	68	47
Days for maturing	47	53	44	45	40
Number of tillers	13.6	12.5	10.9	10.8	9.5
Effective tiller ratio (%)	63.8	62.2	43.0	56.3	71.7
Culm (cm)	53	53	82	78	78
Panicle (cm)	22	23	21	20	18
Spikelets number per Panicle.	112	115	95	79	99
Impregnation ratio (%)	79.9	70.0	87.0	80.6	80.1
Maturing ratio (%)	57.3	55.1	71.3	76.8	80.2
Unhulled rice weight per 10a(kg/10a)	701	602	515	530	475
Hulled rice weight per 10a(kg/10a)	558	464	420	425	380
Straw weight per 10a(kg/10a)	646	640	601	647	549
1000wt. of hulled rice	23.6	23.4	23.5	23.2	22.7
Chaft weight per 10a(kg/10a)	42	66	21	27	36

量 即 精租重, 藥重, 稅重을 合한 總收量은 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼바레, 農白에 對해 各各 1.389, 1.308, 1.137, 1.204, 1.150kg이었다. 이것은 앞 節에서 說明한 期間 中 純生産과 比較하

면 水原 213-1號는 約 70%, 其他 品種들은 約 90% 前後로 算出되었다. 이는 水原 213-1號에 있어서 栽培面의 많은 研究로 栽培條件이 改善되어 枯死 量과 赤枯現象을 줄인다면 收穫이 加一層 增大될 것

으로 思料된다.

摘 要

水稻의 物質生産과 生長特性을 分析 檢討하기 爲해 1972년부터 1973년까지 Indica 品種인 水原 213-1號와 水原 214號, Japonica 品種인 八紘, 아끼마레, 農白의 5品種을 供示하여 2年間 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 各 品種間의 現存量(Total Standing Crop)의 差異는 生育初期에는 뚜렷하지 않았으나 出穗期을 前後해서 品種間의 差異가 明確했다. 即 出穗後의 最大値가 水原 213-1號와 水原 214號는 現存量이 約 80g/株인데 비해 其他 品種들은 60g/株 前後였다.

2) 群落의 葉面積은 各 品種 共히 出穗期에 가장 많았고 그 後 漸次 低下했다. 最大 葉面積期에의 葉面積指數(LAI)는 品種에 따라 3.06~5.7이었으며 水原 213-1號가 가장 컸다.

3) F/C Ratio(光合成器官과 非光合成器官의 比)는 分蘖初期에 最大値로서 各 品種 共히 0.7前後였으나 漸次 低下하여 生長完了期에는 0.1程度였다.

4) 生産構造圖을 追求한 結果 純生産量 및 枯死量을 收量的으로 算出할 수 있었다.

5) 生育期間 中 總純生産量은 水原 213-1號, 水原 214號, 八紘, 아끼마레, 農白에 對해서 各各 112, 720, 91,848, 74,736, 80,449, 65,515g/株 이었다.

6) RGR(相對生長率)은 各 品種 共히 生長初期에 높아 品種에 따라 0.5~1.0g/g/wk 이었으며 生長後期에는 各 品種 共히 0.1g/g/wk 程度로 低下했다. 特히 水原 213-1號와 水原 214號는 出穗期의 RGR이 其他 品種에 비해 顯著히 높았다.

7) NAR(純同化率)은 RGR과 같이 水原 213-1號와 水原 214號에 있어서는 其他 品種에 비해 生長初期에 多少 낮았으나 出穗期에는 顯著히 높았다.

8) CGR(個體群生長速度)은 Indica 品種인 水原 213-1號와 水原 214號는 出穗期에 最大値로서 450g/地面積 m², Japonica 品種들은 200g/地面積 m² 前後의 生長速度를 보였다.

9) LAR(葉面積比)은 生長初期에 最大値로서 各 品種 共히 100cm²/g 程度이었고 生長後期에는 25cm²/g 程度였다.

10) RGR과 NAR, Pn 등의 氣象要因과의 相關關係는 各 品種 共히 出穗期의 平均日射量 350Cal/cm²/day 前後, 平均溫度 24°C 程度일때 가장 높았다.

11) 太陽 Energy 利用率은 Indica 品種인 水原 213

-1號(2.90%), 水原 214號(2.45%)가 Japonica 品種들(約 2.0%)에 비해 顯著히 높았다.

以上の 分析 結果와 收量 生産의 結果를 綜合하여 India 品種은 慶北地域의 多收穫 品種으로 높이 評價될과 同時에 今後 栽培의 諸方法의 向上으로 보다 높은 收量を 얻을 수 있음을 알았다.

引 用 文 獻

1. Blackman, V.H. (1919) The compound interest law and Plant growth. Eberda 33. 353-360.
2. 崔鉉玉, 李鍾薰: (1972) 韓國水稻件의 氣象環境과 收量에 對한 研究. 農事試驗 研究報告.
3. 崔鉉玉: (1966) 栽培時期 移動에 依한 水稻의 生態變異에 關한 研究. 農事試驗 研究報告 9(1): 1-102.
4. 星川清親: (1967) 葉面積 測定法. 農及園 42(2): 178.
5. JIBP/PP.: (1970) Photosynthesis utilization of solar energy, Level 1 Exp.
6. 金泳燮: (1968) 水稻栽培의 主要環境要因에 關한 解析的 研究. 韓國作物學會誌 3:49.
7. 李殷雄: (1971) 韓國 水稻作의 氣象環境과 收量에 對한 研究. 農事試驗研究 14:7-31.
8. 李殷雄: (1965) 水稻의 生態的 特性에 關한 研究. 水稻多收穫 栽培에 關한 심포지움. 農村振興廳 試驗研究 叢書 14:27.
9. 松島省三, 角田, 眞中: (1958) 水稻의 登熟に及ぼす 生育期の 氣溫, 日射及 氣溫差의 影響 農業及園藝 33(4):591.
10. 松島省三, 角田, 眞中: (1953) 稻作には何時の日射が 大切か 農業及園藝 28(2):42.
11. Monsi, M. und T. Saeki: (1953) Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die stoffproduktion. Jap. Journ. Bot., 14, 22.
12. 村田吉男: (1961) 水稻의 光合成とその栽培學的意義에 關する 研究, 日農技研報 D-9 :133-136.
13. ———: (1960) 物質生産의 基礎としての 同化作用稻의 形態と機能. 農事技術協會
14. ———: (1957) 水稻의 光合成에 關する 研究, 日作物學會 紀事 36.
15. ———: (1944) わが國の 水稻收量의 地域性におよぼす 日射と 氣溫의 影響について, 日作記. 33 (1):59-63.

16. 中原孫吉：(1947) 農業氣象の研究，朝倉書房。
17. 中山包：(1939) 稻の生理。
18. Saeki, T.: (1965) Growth Analysis of plants, Bot. Mag. Tokyo. 78:111-119.
19. 田口亮平著：趙裁英，朴鍾聲譯，作物生理學，富民文化社。
20. 角田真中：(1958) 水稻の登熟に及ぼす生育各期の氣温日射及び氣温較差の影響。農及園 (6):837-833.
21. Vergara, B.S., T.T. Chang, and R. Lilis: (1969) The flowering response of the rice plant to photoperiod. IRRI. Tech. Bull. 8.
22. Vergara and R.M. Visperas: (1970) Effect of photoperiod and temprature on the growth duration of improved rice varieties. Agron. Abstr. Annual Meet., Arizona; 40.
23. Waston, D.J., G.N. Thorne, and S.A.W. French: (1963) Analy sis of growth and yield of winter and spring wheat. Annuals of Botany 27-105:1-22.

SUMMARY

Some physiological analyses on the dry matter production in the course of developement of rice plants were investigated with special reference to the developement of productive structure and growth analytical method.

Rice varieties used for this investigations were the Suweon 213-1, Suweon 214, Palkweng, Akibare and Nongbaek, which are recommended for the most productive rice plants in Kyoung Pook area.

- 1) The growth pattern of the total standing crop was pursued during the growing season. The maximum total standing crop after the heading period was 80.6, 79.4, 57.3, 58.7 and 57.5 g/hill for the varieties of the suweon 213-1, suweon 214, Palkweng, Akibare and Nongbaek, respectively.
- 2) The maximum leaf area index(LAI) of each variety appeared at the heading period, and was 5.70, 4.90, 4.70, 3.65, and 3.06 for the suweon 213-1, Suweon 214, Akibare, Palkweng and Nongbaek, respectively.
- 3) The F/C ratio(Photosynthetic organs/Non-photosynthetic organs) was the highest by 0.7 at the tillering period, and gradually decreased to 0.1 at the ripening period.
- 4) The amount of net production and dead parts could be estimated by the successive application of the productive structure. Then distributional pattern of net production to leaves, stems, fruits and roots was discussed for each variety.
- 5) The amount of total net production during the growing period was 112.7, 91.9, 74.3, 80.4 and 65.5g/hill for the varieties of the Suweon 213-1, Suweon 214, Palkweng, Akibare and Nongbaek, respectively.
- 6) The RGR. (Relative Growth Rate.) of each variety was the highest by 0.5-1.0g/g/wk at the early growing season, and gradually decreased to 0.1g/g/wk at the ripening period. Especially, the RGRs of the Suweon 213-1 and Suweon 214 showed another peaks at the heading period.
- 7) The NARs(Net Assimilation Rates) of the varieties for the Suweon 213-1 and Suweon 214 were a little lower at the early growing period, but considerably higher at the heading period than those of the other varieties.
- 8) The maximum CGRs (Crop Growth Rates) of the varieties of Suweon 213-1 and Suweon 214 were ca. 450g/cm² at the heading period, while those of the other varieties were ca. 200g/m²
- 9) The LAR(Leaf Area Ratio) of each variety showed a peak of 100cm²/g at the early growing period, and downed to 25cm²/g at the ripening period.
- 10) The correlations of the RGR, NAR and Pn with the net solar radiation and mean air temperature were during the growing period. The highest efficiency of productivity appeared at the heading period on 350cal/cm²/day of net solar radiation and 24°C of air temperature.
- 11) The efficiency of solar energy utilization was the highest immediately before heading, and 3.68, 3.74, 2.41, 2.71 and 1.99% during the growth period for the varieties of Suweon 213-1, Suweon 214, Palkweng, Akibare and Nongbaek, respectively.