

Growing Degree Days를 이용한 水稻品種의 生育期間 測定方法과 利用

李 錫 淳*

Utilization of Growing Degree Days as an Index of Growth Duration of Rice Varieties

Lee Suk Soon

ABSTRACT

To evaluate growing degree days(GDD) as an index of growth duration of rice plants, 30 days old seedlings of 16 japonica and 14 indica/japonica varieties were transplanted six times from May 10 at the 10-day intervals at Gyeongsan in 1982.

The number of days from transplanting to heading decreased as transplanting dates delayed in all japonica varieties and 4 indica/japonica varieties but that of 10 indica/japonica varieties decreased up to June 9 or June 19 transplantings and then it levelled off or increased with further delay of transplanting. However, GDD requirement was similar among transplanting dates at appropriate base temperatures; GDD could be better than calendar day system to classify maturity of varieties especially grown in a wide range of climatic conditions. Required GDD from transplanting to heading of all indica/japonica and early japonica varieties showed a smaller coefficient of variation (CV) compared to longer season japonica varieties.

Among GDD methods, an accumulation of daily $\frac{Max + Min temp.}{2} - 10^{\circ}C$ showed the smallest CV for the duration from transplanting to heading, but for ripening period GDD calculated with adjusted maximum temperature when it was higher than $30^{\circ}C$ showed the best results. Heading date did not affect required GDD for maturity of japonica varieties, but in indica/japonica varieties GDD decreased as heading date delayed; at late transplantings ripening period of indica/japonica varieties was less extended compared to japonica varieties due to a decrease in grain weight.

緒 言

벼는品種에 따라 日長과 溫度에 대한 感應性 程度가 다르므로 栽培環境에 따라 生育期間이 현저히 다르다. 또 같은 品種이라도 栽培條件에 따라 生育期間이 다른데 벼를 早植栽培하면 初期의 生育溫度가 낮아 營養生長期間은 길어지나 高溫期에 出穗하므로 登熟所要日數는 오히려 짧아지는 반면 늦게 移秧하면

生育溫度가 높고 日長은 점차 짧아지므로 營養生長期間은 짧지만 出穗期가 늦어 온도가 낮은 條件에서 登熟하게 되므로 登熟期間이 길어지는 등 生育所要日數는 環境에 따른 變異가 커서 같은 條件에서 栽培하지 않으면 品種間的 生育期間을 서로 比較하기 어렵다.

옥수수 是 벼와 같이 短日性植物이지만 圃場에서 栽培할 때 日長보다 溫度가 生育에 미치는 影響이 더 커서 溫度를 基礎로 하여 生育期間을 表示한 Grow-

* 嶺南大學校 農畜産大學.

* Dept. of Agronomy, Yeungnam Univ., Gyeunysan 632, Korea.

ing degree days(GDD) 혹은 Accumulated heat unit 가 달력상의 生育所要日數보다 더 有効하다.^{2, 5, 13, 14, 16)} GDD는 生育期間中 1日最高溫度과 最低溫度를 平均한 값에서 生育의 最低限界溫度인 10°C를 빼어 計算한 每日의 溫度를 累積한 一種의 生育에 有効한 積算溫度인데 生育期間을 GDD로 表示하면 같은 品種에서는 年次, 播種期, 地域에 상관없이 거의 一定한 값을 보여 氣象條件에 따라 현저히 다른 달력상의 날자에 따라 計算한 生育期間보다 品種의 生育期間을 比較하는데 훨씬 有利하며 또 試驗을 많이 하지 않고도 그 地方의 氣溫觀測值만 있으면 다른 地域에 新品種의 栽培可能 與否를 豫測할 수 있는 利點이 있다. 그 외 作付體系上 作物의 生育期間을 미리 알아야 할 경우 그 作物에 필요한 GDD를 알면 播種期에 관계없이 알맞은 作物이나 品種을 선택할 수 있으며, 또 두 개의 系統이나 品種을 交配하려고 할 때 交配母體에 대한 播種期別 開花日字가 調査되어 있지 않아도 GDD를 利用하면 開花期가 一致하도록 播種期를 調節할 수 있어 交配計劃을 簡單히 할 수 있으며, 통조림용 완두의 生産에 있어서 市場出荷期를 調整하기 위하여 播種期를 決定하는 指標로 利用되기도 한다.⁶⁾

그러나 벼에서는 生育期間 동안 0°C 以上の 溫度를 累積한 積算溫度가 一部 利用되고 있지만⁸⁾ 氣溫이 生育限界溫度보다 낮은 溫度에서 높은 溫度까지 變하면 잘 맞지 않는 결점이 있으며, 이것을 補完한 GDD의 利用은 거의 없다. 그러나 李等(1980)¹⁴⁾은 벼에서 GDD가 生育所要日數로 生育日數를 表示하는 것 보다 移秧期間 變異가 적어 벼에 GDD의 적용 가능성을 보고한 바 있다. 그래서 우리 나라에서 많이 재배되었던 대표적인 在來種, 日本導入品種, 國內 育成品種 等 16個 一般系 品種과 統一系 14品種 모두 30個 品種을 供試하여 6회에 걸쳐 移秧한 後, GDD의 利用 可能性과 그 利用 限界性을 알아 보고 저 本 試驗을 實施하였다. 그리고 本 研究는 峨山社會福祉事業財團의 研究費 支援(1982)으로 이루어졌으며 同 財團에 깊은 謝意를 드린다.

材料 및 方法

本 試驗은 1982年 慶北 慶山郡 慶山邑에 있는 嶺南大學校 農畜產大學 實驗農場에서 遂行하였다. 供試 品種은 趙同知, 老人租, 多多租 等 在來種과 過去 우리 나라에서 栽培面積이 많았던 穀良都, 早神力, 陞

羽 132號, 八達, 豐玉, 銀坊主, 農林 6號, 八紘, 農白벼, 秋晴벼, 洛東벼, 眞珠벼, 아끼히카리 等 一般系 16品種과 大白벼, 萬石벼, 錦江벼, 漢江찰벼, 密陽 21號, 密陽 23號, 密陽 30號, 青青벼, 三江벼, 瑞光벼, 魯豐, 維新, 豐產벼, 白羊벼 等 統一系 14品種 모두 30品種이었다.

播種은 4月 10일부터 10日 間隔으로 6회에 걸쳐 實施하였으며 保溫折爻못자리에서 30日間 育苗한 苗를 5月 10일부터 6月 29일까지 10日 間隔으로 6번 移秧하였다. 栽植距離는 28×15cm 이었으며 株當苗數는 4묘로 하였다. 施肥量은 窒素(N)-磷酸(P₂O₅)-加里(K₂O)가 各各 15-10-10 kg/10a 이었으며 基肥는 21-17-17 複合肥料로서 磷酸과 加里가 全量 基肥로 施用되도록 하였으며 不足한 窒素成分은 穗肥로 施用하였다. 試驗區面積은 2.9 m²이었으며 品種當 4줄을 심고 1줄에 17株씩 심었다. 試驗區配置는 亂塊法 3反復으로 하였다.

出穗調査는 區當 5株를 對象으로 每日 出穗된 分蘗數를 調査하여 全體分蘗數의 50%가 出穗한 날을 出穗期로 잡았고, 成熟期는 肉眼으로 判斷하여 全體穎花數의 90%가 黃色을 나타낸 날로 잡았다.

Growing degree days(GDD)는 3가지 方法으로 求했는데 計算은 農村振興廳의 電子計算機를 利用하였다. GDD-1은 日最高氣溫에 最低氣溫을 合하여 2로 나눈 後 基準溫度를 빼 값을 生育期間 동안 累積하여 求하였으며 移秧期가 달라도 移秧에서 出穗까지의 GDD가 비슷한 基準溫度를 찾기 위하여 基準溫度를 6°C에서 15°C까지 變化시켰고 最低溫度가 基準溫度보다 낮을 때는 最低溫度를 基準溫度로 代置하였다. GDD-2는 GDD-1과 같은 方法으로 計算하였으나 高溫의 害를 除去하기 위하여 最高氣溫이 30°C가 넘을 때는 30°C를 超過한 溫度만큼 30°C에서 빼 값을 最高溫度로 보고 GDD를 計算하였다. GDD-3은 GDD-1과 같은 方法으로 GDD를 計算하였으나 日最高溫度과 最低溫度를 合하여 2로 나눈 값 대신 氣象臺에서 發表한 日平均氣溫을 利用하였다. 또 積算溫度는 生育期間의 日平均氣溫이 0°C를 넘는 溫度만을 累積하였으며 溫度는 大邱測候所의 記錄을 利用하였다. 出穗期와 GDD 또는 1,000粒重과 相關關係를 計算할 때 出穗期는 1月 1日 부터 計算한 날짜를 사용하였다.

結果 및 考察

一般系 16品種, 統一系 14品種 모두 30個 水稻

Table 1. Coefficients of variance of the number of days, accumulated temperature, and GDDs from transplanting to heading among six transplantings.

Group	Variety	No. of days	Accumulated temp.	a) GDD-1	b) GDD-2	c) GDD-3
Japonica	Akihikari	10.6	5.7	1.9	4.3	2.4
	Nongbaegbyeo	15.6	11.2	8.5	9.9	8.8
	Noinjo	12.5	8.0	5.1	6.9	5.5
	Yuku 132	11.1	6.4	3.4	5.0	3.6
	Palda	14.0	9.4	6.1	8.1	6.5
	Joshinryeog	17.7	13.3	10.2	11.3	10.5
	Jinjubyeo	14.3	9.9	7.1	8.5	7.1
	Pungog	15.4	11.2	8.8	9.9	8.9
	Gogryangdo	14.7	10.6	7.8	9.3	8.1
	Jodongji	15.9	11.9	9.8	10.7	10.0
	Nagdongbyeo	14.9	10.9	8.0	9.5	8.3
	Eunbangju	12.0	7.8	4.8	6.4	5.0
	Norin 6	14.9	11.0	8.3	9.6	8.7
	Chucheongbyeo	14.5	10.7	7.4	8.5	7.7
	Dadao	13.5	9.8	7.6	8.6	8.1
Palkwueng	10.9	8.3	7.1	6.9	7.1	
Indica/ Japonica	Milyang 21	11.0	6.6	4.1	5.2	4.2
	Taebaegbyeo	10.2	5.9	3.3	4.5	3.5
	Pungsanbyeo	6.1	2.5	3.0	1.8	2.7
	Manseogbyeo	10.5	6.5	3.6	5.2	3.7
	Yushin	12.8	8.8	5.8	6.5	6.6
	Baegyangbyeo	7.5	4.6	3.5	4.3	3.1
	Noupung	10.4	6.5	4.4	5.0	4.6
	Seokwangbyeo	7.4	4.1	2.5	3.4	2.3
	Milyang 30	7.0	3.3	1.7	1.6	1.5
	Milyang 23	8.6	5.1	2.5	3.9	2.5
	Samgangbyeo	12.0	8.5	6.1	6.9	6.5
	Cheongcheongbyeo	10.2	6.7	5.2	5.3	5.4
	Hangangchalbyeo	10.8	7.6	5.2	6.0	5.5
	Geumgangbyeo	6.2	3.0	2.3	2.1	2.7

a) GDD-1 : $\sum \left(\frac{\text{Max temp} + \text{Min temp}}{2} - 10 \right)$, Min temp of $< 10^\circ\text{C}$ sets equal to 10°C

b) GDD-2 : The same method as GDD-1 and Max temp of $> 30^\circ\text{C}$ sets equal to temp of $30 - (\text{Max temp} - 30)$

c) GDD-3 : $\sum (\text{Mean temp} - 10)$

品種을 10日 間隔으로 6回에 걸쳐 移秧하여 移秧에서 出穗까지의 期間을 生育所要日數, 積算溫度 및 3가지 方法으로 計算된 GDD로 나타낸 후 移秧期間에 이들의 變異係數를 보면 表 1과 같다. 移秧期에 따른 移秧에서 出穗까지 期間의 變異係數는 生育所要日數, 積算溫度, GDD의 順으로 컸으며 GDD間에는 日最高溫도와 最低溫도를 利用한 GDD-1의 方法이 最高溫도를 補正한 GDD-2의 方法이나 平均

氣溫을 利用한 GDD-3의 方法보다 移秧期間 變異가 적었으며 옥수수, 콩, 완두 등에서도 비슷한 結果가 報告된 바 있다.^{2, 3, 5, 6, 13, 14, 16} 또 品種別로 보면 統一系가 一般系 品種보다 移秧期에 따른 積算溫度나 GDD의 變異係數가 적었으며 같은 一般系 品種에서는 早生種인 아끼히카리, 陸羽 132號, 老人租 등이 이 보다 生育期間이 긴 品種보다 移秧期에 따른 GDD의 變異係數가 적었다. 이런 結果는 統一系 品

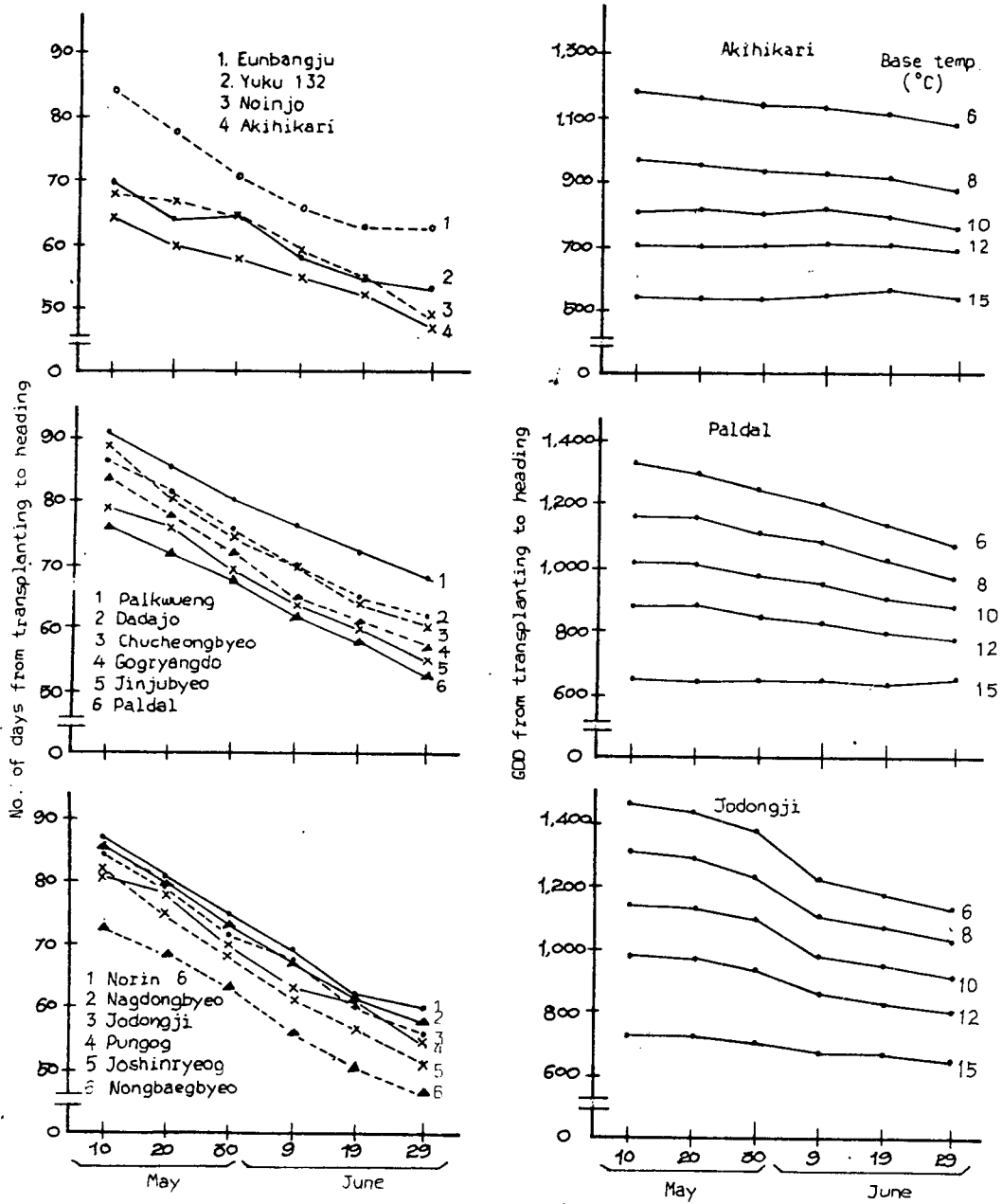


Fig. 1. Number of days and GDD at various base temperatures from transplanting to heading in japonica rice varieties.

種이나 一般系の 早生種은 感温性이 크고 感光性이 比較的 적어¹⁵⁾ 感光性이 더 큰 一般系 中晩生種보다 溫度인 基礎를 두고 計算한 GDD가 生育所要日數보다 生育期間을 表示하는데 더 効果的인 意味을 알 수

있다.

品種別로 移秧期에 따른 移秧에서 出穂까지 生育 所要日數와 GDD-1의 方法으로 計算한 生育期間을 比較해 보면 그림 1, 2와 같다. 一般系 品種에서는

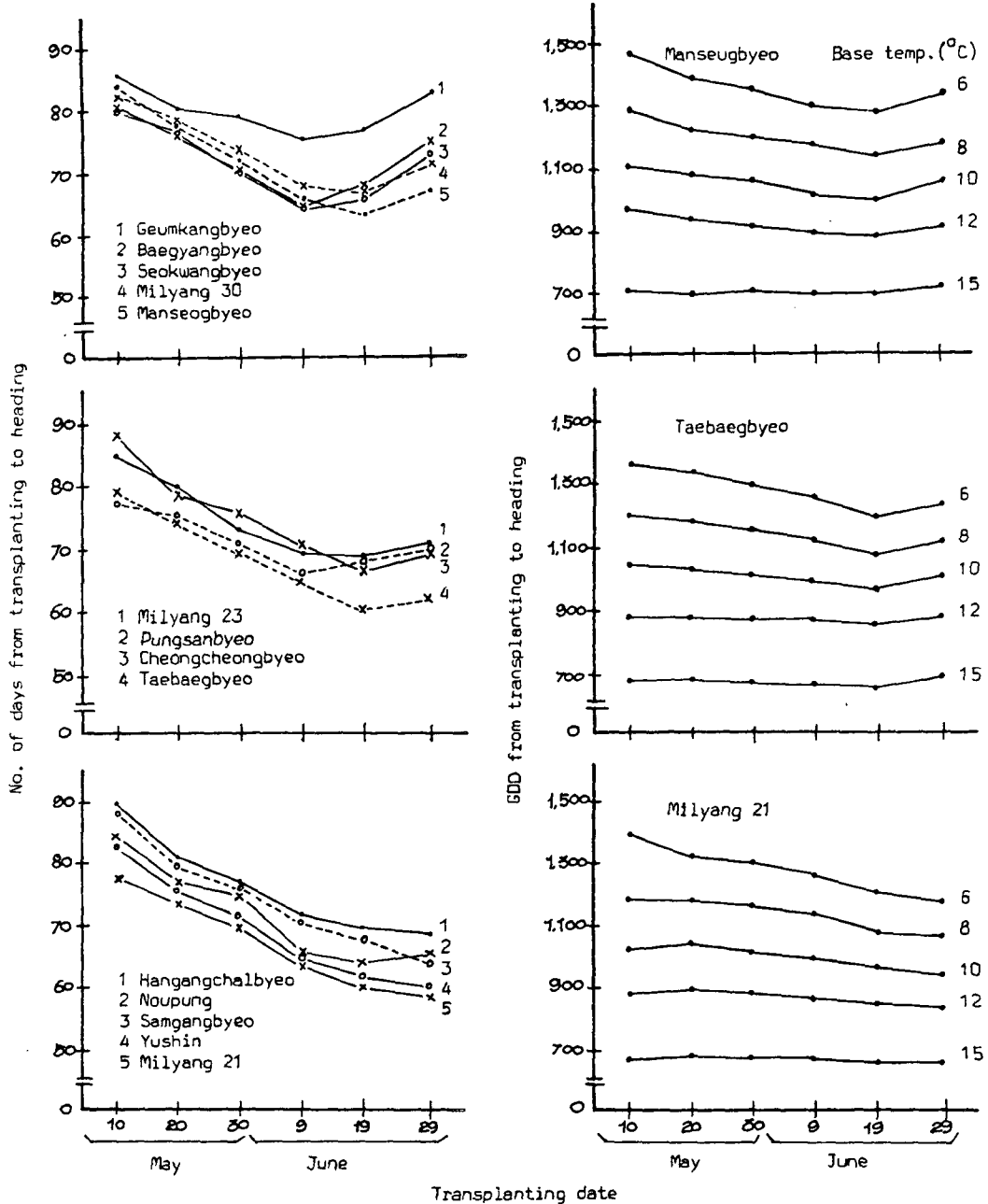


Fig. 2. Number of days and GDD at various base temperatures from transplanting to heading in indica/japonica varieties.

10°C를 基準溫度로 하여 GDD-1의 方法으로 生育期間을 計算하여(表 1) 移秧期間 GDD의 變異係數가 비슷한 3品種群으로 나누었고(그림 1) 統一系品種에서는 移秧期에서 出穗까지 生育所要日數의 類

型에 따라 3品種群으로 區分하여(그림 2) 移秧에서 出穗까지 生育所要日數를 比較하였으며 GDD는 品種群內 代表的인 1品種을 擇하여 基準溫度에 따른 GDD의 變異를 分析하였다. 一般系 品種의 移秧에

서 出穗까지 所要日數는 어느 品種이나 移秧期가 늦어질수록 점차 감소하여 다른 報告와 結果가 비슷하였다.^{4, 9, 10, 11, 12, 14)} 그러나 統一系 品種 中 漢江찰벼, 三江벼, 維新, 密陽 21 號는 一般系와 비슷한 傾向이었으나 다른 10 品種은 6月9日이나 6月19日까지 移秧이 늦어질수록 移秧에서 出穗까지 生育所要日數가 점차 감소하다가 그 以後의 移秧에서는 出穗所要日數가 더 이상 감소하지 않거나 오히려 增加하여 一般系 品種과 다른 出穗反應을 보였는데 李(1982)⁹⁾도 機械移秧苗에서 비슷한 結果를 報告하였으며 이런 結果는 統一系 品種이 一般系 品種보다

生育適溫이 높은데 起因하는 것이라 생각된다.

우리나라 水稻品種의 基本營養生長期間은 21~69日이며¹⁵⁾ 못자리기간 30日을 考慮하면 6월에 移秧하여도 可消營養生長期는 品種과 移秧期에 따라 6月부터 8月上旬에 該當될 것이므로 基本營養生長期가 極히 짧은 것을 除外하면 以前에 移秧된 것보다 高溫과 短日에 處하게 되어 移秧에서 幼穗分化期까지 日數는 오히려 감소하고 또 幼穗分化期에서 出穗까지 日數가 品種에 關係없이 35日이라고 보면^{1, 17)} 統一系 品種도 6월에 移秧한 것이 以前에 移秧한 것보다 移秧에서 出穗까지 日數가 짧아야 한다. 그

Table 2. GDD from transplanting to heading at base temperatures of 10 and 15°C among the six transplanting dates.

Group	Variety	GDD at base temp. of 10°C		GDD at base temp. of 15°C		Base temp. having lowest CV (°C)
		°C	CV(%)	°C	CV(%)	
Japonica	Akihikari	817	1.9	541	1.8	13
	Nongbaegbyeo	876	8.5	580	5.6	15 ≤
	Noinjo	878	5.1	583	3.1	15 ≤
	Yuku 132	890	3.4	597	4.2	13
	Paldal	960	6.1	646	2.3	15 ≤
	Joshinryeog	969	10.2	648	7.6	15 ≤
	Jinjubyeo	988	7.1	660	4.4	15 ≤
	Pungog	1,004	8.8	671	6.2	15 ≤
	Gogryangdo	1,027	7.8	679	6.8	15 ≤
	Jodongji	1,031	9.8	691	7.3	15 ≤
	Nagdongbyeo	1,050	8.0	705	5.4	15 ≤
	Eunbangju	1,055	4.8	766	2.5	15 ≤
	Norin 6	1,061	8.3	712	5.8	15 ≤
	Chucheongbyeo	1,071	7.4	720	5.0	15 ≤
Dadajo	1,095	7.6	735	5.4	15 ≤	
Palkwueng	1,186	7.1	797	5.3	15 ≤	
Indica / Japonica	Milyang 21	1,005	4.1	672	1.8	15 ≤
	Taebaegbyeo	1,010	3.3	675	1.2	15 ≤
	Pungsanbyeo	1,058	3.0	705	4.7	8
	Manseogbyeo	1,065	3.6	712	1.8	15 ≤
	Yushin	1,066	5.8	710	3.9	15 ≤
	Baegyangbyeo	1,071	3.5	714	4.3	10
	Noupung	1,075	4.4	718	3.2	15 ≤
	Seokwangbyeo	1,079	2.5	719	2.8	13
	Milyang 30	1,086	1.7	725	2.0	13
	Milyang 23	1,107	2.5	741	1.3	14
	Samgangbyeo	1,121	6.1	752	4.1	15 ≤
	Cheongcheongbyeo	1,125	5.2	753	3.6	15 ≤
	Hangangchalbyeo	1,155	5.2	774	3.6	15 ≤
	Geumgangbyeo	1,173	1.3	782	1.8	11

그러나 본 실험에서 6月中旬에 移秧된 大部分의 統一系 品種의 出穗까지 所要日數가 그 以前에 移秧한 것보다 길어진 것은 우리나라의 氣溫은 8月下旬부터 점차 낮아지기 시작하므로 溫度가 낮아지기 前에 出穗하지 못하면 低溫抵抗性이 弱한 統一系 品種은 節間伸長이 억제되어 幼穗分化에서 出穗까지 所要日數가 35日以上으로 크게 연장되어 出穗가 늦어지는 것으로 생각된다. 그러나 移秧에서 出穗까지 期間을 GDD로 表示하면 基準溫度가 낮을 때는 移秧이 빠를수록 GDD가 큰 값을 나타내지만 점차 基準溫度를 높이므로서 早期移秧時 生育에 效果가 없는 溫度가 累積되는 것을 排除하게 되어 移秧期間 GDD의 變異를 最少로 하는 基準溫度를 구할 수 있다. 본 실험에서는 벼의 生育最低溫度를 10°C로 보고¹⁸⁾ 基準溫度를 6°C에서 15°C까지 적용시켜 GDD를 구하였는데 그 中 基準溫度가 10°C와 15°C일 때 GDD를 보면 表 2와 같다. 一般系 中 早生種인 아끼히카리와 陸羽 132號는 移秧期間 GDD를 最少로 하는 基準溫度가 13°C이었으나 다른 品種은 15°C 이상이었다. 그러나 統一系 品種은 大部分이 15°C 이상에서 移秧期間 GDD의 變異가 最少로 될 것으로 보이나 晩期移秧時 出穗遲延이 심한 豊山벼, 白羊벼, 瑞光벼, 密陽 23號, 密陽 30號, 錦江벼 등은 移秧期間 GDD의 變異가 적은 基準溫度가 15°C보다 낮았는데 이것은 基準溫度가 높아지므로 出穗가 遲延된 晩植區에 GDD가 너무 커지기 때문에 일어난 현상이었다. 이와 같이 大部分의 品種이 移秧期間 GDD의 變異係數를 最少로 하는 基準溫度가 벼의 生育最低溫度인 10°C보다 높게 나타난 것은 溫度이외에 日長이나 다른 條件도 出穗에 影響을 미치거나 GDD-1의 方法이 다소의 未備點을 가진다는 것을 意味한다. 特히 統一系 品種에서 晩植의 경우 出穗遲延度가 커서 GDD가 증가하므로 一般系와 統一系 間에 서로 다른 方法으로 GDD를 計算하여야 할 可能性도 있으나 實際로 統一系 品種은 6月下旬까지 晩植하는 경우가 적으므로 一般系와 같은 方法으로 GDD를 구해도 實用上 큰 問題는 없을 듯 하다.

李等(1980)¹⁴⁾에 依하면 水原에서 水原 294號, 振興, 錦江벼 등 3가지 品種을 가지고 實施한 試驗에서 基準溫度를 10°C로 하였을 때 移秧期間 變異係數가 가장 적어 본 실험과는 그 結果가 달랐다. 그 原因을 分析하기 위하여 兩年の 最高最低氣溫을 그림 3에서 比較해 보면 본 실험에서 5~7月的 氣溫이 水原에서 보다 현저히 높았으나 移秧에서 出穗가

日數는 크게 단축되지 않아 移秧이 빠를수록 GDD의 값이 높게 나타났으며 또 移秧期間 GDD의 變異는 感溫性이 큰 統一系 品種이나 一般系 早生種보다 感光性이 큰 一般系 中晩生種이 移秧期間 GDD의 變異가 컸던 것으로 보인다(表 1).

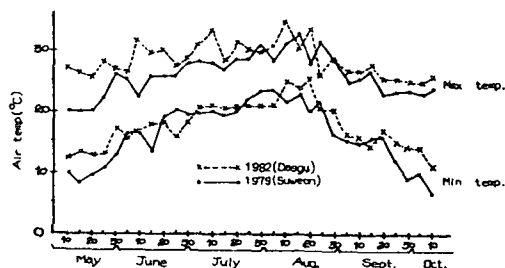


Fig. 3. Maximum and minimum air temperatures in 1979 and 1982.

出穗에서 成熟까지 期間은 成熟되지 않은 品種이 많았던 6月 29日 移秧區를 除外하고 分析하였는데 登熟에 必要한 所要日數, 積算溫度, GDD의 變異係數를 보면 表 3과 같다. 一般系 品種에서는 登熟所要日數가 積算溫度나 GDD로 計算한 登熟期間보다 移秧期에 變異가 컸으며 GDD 方法間에는 큰 差異가 없었다. 그러나 統一系 品種은 積算溫도와 最高溫度를 補正한 GDD-2의 方法이 移秧期에 따른 登熟期間의 變異가 가장 적어 品種群間에 알맞은 GDD를 구하는 方法에 差異가 있었다. 移秧期에 따른 登熟所要日數의 變異는 統一系보다 一般系 品種에서 더 컸는데 그 理由는 두 品種群 모두 出穗가 늦어지면 登熟日數가 增加하지만 出穗遲延에 따른 登熟期間이 延長되는 程度는 一般系가 統一系 品種보다 더 크기 때문이었다(그림 4). 金(1983)도 人工氣象室에서 遂行한 試驗에서 低溫에서 出穗期間이 延長되는 程度는 一般系인 振興보다 印度型인 Lengkwang이 登熟期間이 짧다고 하여 一般系는 다소 낮은 溫度에서 登熟期間의 연장으로 登숙이 좋아지며 統一系나 印度型 品種은 低溫에서 生育障害를 받아 登熟이 不良한 듯 하다.

登熟期間을 GDD로 表示한 方法 中에는 30°C 이상의 最高溫度를 補正한 GDD-2의 方法이 最高溫度를 補正하지 않은 GDD-1 보다 移秧期間 變異가 적은 것은 早期移秧區에서는 高溫條件에서 出穗하여 GDD는 커졌지만 登熟適溫은 실제 經過된 溫度보다

Table 3. Coefficients of variance of the number of days, accumulated temperature, and GDDs from heading to maturity among five transplants.

Group	Variety	No. of days	Accumulated temp	GDD-1	GDD-2	GDD-3
Japonica	Akihikari	5.1	8.4	5.1	3.3	5.1
	Nongbaegbyeol	11.4	6.3	4.8	6.0	4.7
	Noinjo	8.3	4.4	5.0	4.9	5.0
	Yuku 132	11.4	7.1	7.8	7.2	7.9
	Paldal	9.4	2.8	4.7	2.4	4.9
	Joshinryeog	12.0	5.8	3.8	4.3	4.1
	Jinjubyeo	7.8	3.5	9.0	4.0	9.9
	Pungog	4.9	1.9	7.8	2.9	8.2
	Gograyangdo	11.3	4.8	8.4	4.5	9.0
	Jodongji	5.5	0.9	5.4	1.9	7.7
	Nagdongbyeol	6.7	1.4	8.6	1.7	9.0
	Eunbangju	14.5	6.3	3.4	4.8	4.0
	Norin 6	15.0	8.3	7.9	6.3	7.9
	Chucheongbyeol	13.2	8.0	7.7	7.0	7.8
	Dadajo	8.9	6.7	12.7	12.0	12.8
Palkwueng	4.4	3.1	8.2	5.5	9.2	
Indica/ Japonica	Milyang 21	4.5	2.9	8.7	3.9	9.1
	Taebaegbyeol	7.5	2.1	8.7	2.8	9.2
	Pungsanbyeol	7.5	2.7	17.0	4.6	17.4
	Manseongbyeol	4.8	3.1	11.0	4.8	11.3
	Yushin	3.8	3.5	12.3	7.6	12.5
	Baegyangbyeol	4.5	3.8	14.4	5.7	14.9
	Noupung	4.9	2.9	14.1	4.4	14.4
	Seokwangbyeol	2.0	6.4	16.2	8.4	16.5
	Milyang 30	1.3	6.6	15.8	10.0	16.2
	Milyang 23	4.6	4.0	16.1	6.3	16.7
	Samgangbyeol	4.5	2.5	13.3	4.5	13.4
	Cheongcheongbyeol	3.8	4.4	13.1	5.9	13.3
	Hangangchalbyeol	3.9	3.3	12.1	5.2	12.7
	Geumgangbyeol	4.0	2.9	17.2	4.7	17.7

낮아 오히려 高温에서 登熟이 저해된 듯 하며 移秧에서 出穗까지는 最高溫度를 補正하지 않은 것이 더 有效했던 것과 結果가 다른 것은 生育適溫은 登熟適溫보다 더 높기 때문인 듯 하다.

品種群別 出穗期와 最高溫度를 補正하고 基準溫度를 10°C로 하여 計算한 登熟에 必要한 GDD와의 關係를 그림 5에서 보면 一般系 品種은 全體의으로 봐서 GDD는 出穗期에 影響을 받지 않았으나 統一系 品種은 出穗期가 늦어질수록 登熟에 必要한 GDD가 적었다. 그 原因을 分析해 보면 移秧이 늦을수록 一般系나 統一系 品種 모두 穗數의 감소로 株當穎花數가 감소하고 穎花數가 감소함에 따라 一般系 品種은 粒重과 登熟比率이 增加하지만 統一系는 오히려

粒重이 감소하였다(그림 6). 이것은 登熟期에 溫度가 낮아지며 一般系 品種은 登熟期間이 延長되어 粒重이 增加하고 登熟이 向上되나 같은 溫度에서도 耐冷性이 弱한 統一系 品種은 米粒이 完全히 發育되지 못하고 停止되어 登熟期間이 충분히 연장되지 않았기 때문인 듯 하다. 또 出穗期와 1,000粒重과의 關係를 보아도(그림 7) 一般系 品種은 出穗가 늦어지면 粒重이 增加하였으나 統一系 品種 中 大粒種은 오히려 粒重이 감소하였으며 粒重이 21g 이하인 小粒種은 저장양분의 量이 적으므로 出穗期에 關係없이 粒重이 一定하였는 듯 하다.

이와 같이 달력상 날짜보다는 溫度에 基礎를 둔 GDD 方法이 特히 氣象環境의 變異가 클 때 生育

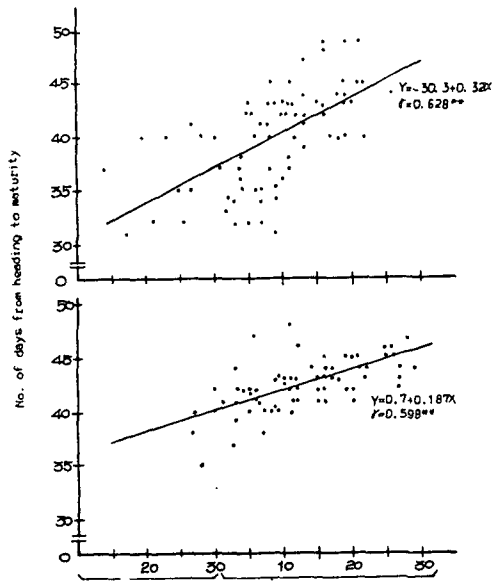


Fig. 4. Relationship between heading date and number of days from heading to maturity.

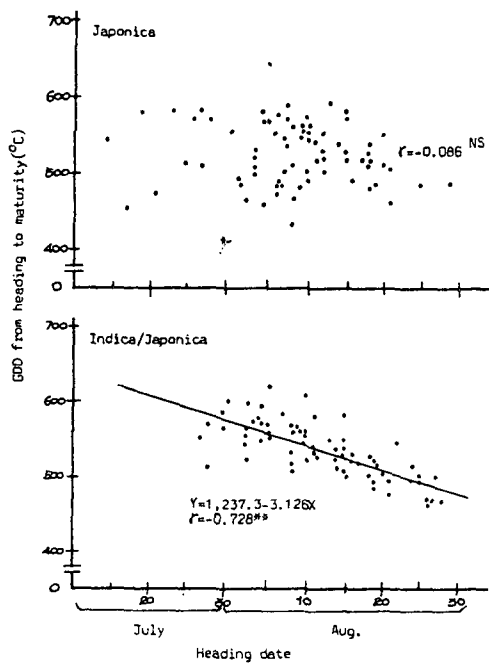


Fig. 5. Relationship between heading date and GDD from heading to maturity. GDD at base temp. of 10°C (max. temp. was adjusted)

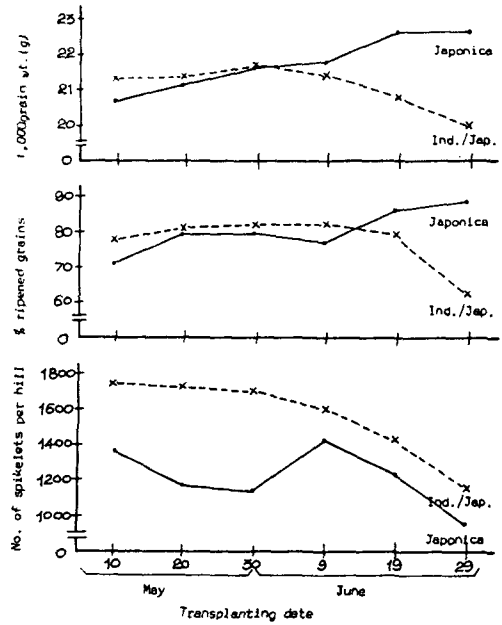


Fig. 6. The 1,000 grain weight, percent ripened grains, and number of spikelets per hill of japonica and indica/japonica rice varieties.

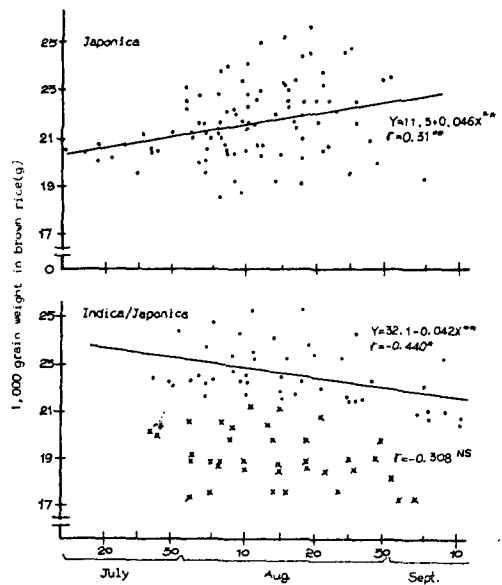


Fig. 7. Relationship between heading date and 1,000 grain weight of japonica and indica/japonica rice varieties.

期間을 나타내는데 有利한 方法이다. 그러나 GDD의 절대값은 GDD를 구하는 방법과 基準溫度에 따라 다르고 氣象條件과 品種에 따라 移秧期間 GDD의 變異를 最少로 하는 基準溫度도 다르며 生育適溫도 生育期에 따라 다르므로 GDD 計算하는 方法도 다를 수 있다. 그러므로 GDD를 一般的인 벼 品種의 生育期間 表示方法으로 利用하기 위하여서는 地域, 品種, 年次를 달리한 반복된 試驗을 한 後 合理的인 GDD 計算方法을 擇해야 할 것으로 생각된다.

摘 要

同一 벼 品種이라도 移秧期가 다르면 生育所要日數가 현저히 다르나 生育期間을 Growing degree days(GDD)로 표시하면 같은 벼 品種일 때 移秧期에 관계없이 生育期間동안 일정한 GDD로 表示할 수 있는 可能性을 檢討하기 위하여 在來種, 日本導入種, 國內育成品種 등 過去 우리 나라에서 많이 栽培되어 왔던 一般系 16 品種과 統一系 14 品種을 供試하여 5月10일부터 6月29일까지 10日 間隔으로 6회에 걸쳐 移秧한 後 移秧에서 出穗, 出穗에서 成熟까지 所要日數, 積算溫度, GDD를 比較하였다.

一般系 品種은 모두 移秧이 늦어질수록 移秧에서 出穗까지 日數가 감소하였으나 統一系 品種은 移秧이 늦어질수록 出穗所要日數가 계속 감소하거나 6月9日이나 6月19日까지는 감소하나 그 以後 移秧時에는 감소하지 않거나 오히려 出穗所要日數가 增加하였으며 移秧期에 따른 出穗所要日數의 變異가 컸다. 移秧에서 出穗까지 期間을 積算溫度나 GDD로 表示하면 移秧期間에 出穗所要期間의 變異가 所要日數로 나타낸 것 보다 적었으며 GDD間에는 日最高溫度와 最低溫度를 더하여 2로 나눈 後 10°C를 閾 값을 累積한 것이 가장 効果的이었다. 品種別로는 統一系가 一般系 品種보다, 또 一般系 中에서는 早生種이 中晚生種보다 移秧期間 移秧에서 出穗까지 GDD의 變異가 적어 GDD의 利用에 더 적합하였다.

出穗에서 成熟까지 日數는 出穗가 늦어질수록 길어졌으나 그 延長程度는 一般系가 統一系보다 길었고 移秧期間에 登熟日數의 變異가 컸다. 最高溫度가 30°C 보다 높을 때는 그 넘는 만큼의 溫度를 30°C에서 빼서 最高溫度를 代置하여 計算한 GDD와 積算溫度로 計算한 生育期間이 最高溫度를 補正하지 않고 計算한 GDD보다 登熟期間 GDD의 變異가 적

었다. 登熟期間을 GDD로 表示하면 一般品種은 出穗期에 관계없이 一定한 값을 보였으나 統一系는 移秧이 늦어질수록 登熟에 所要되는 GDD가 감소하였는데 이것은 出穗가 늦어지면 粒重이 낮아지고 登熟日數가 크게 延長되지 않았기 때문이었다.

引用 文 獻

1. Ahn, S. B. and B. S. Vergara(1969) Studies on response of the rice plant to photoperiod. Ⅲ. Response of Korean varieties. J. Korean Soc. Crop Sci. 5(1): 45-49.
2. Andrew, R. H., F. P. Ferwerda, and A. M. Strommen(1956) Maturation and yield of corn as influenced by climate and production technique. Agron. J. 48: 231-236.
3. Brown, D. M.(1960) Soybean ecology. I. Development-temperature relationships from controlled environment studies. Agron. J. 52: 493-496.
4. 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. 農試研報 9(1): 1-102.
5. Gilmore, E. C., Jr. and J. S. Rogers (1958) Heat units as a method of measuring maturity of corn. Agron. J. 50: 611-615.
6. Katz, Y. H.(1952) The relationship between heat unit accumulation and the planting and harvesting of canning peas. Agron. J. 44: 74-78.
7. Kim, K. C.(1983) Studies on the effect of temperature during the reduction division and the grain filling stage in rice plants. Ⅱ. Effect of air temperature at the grain filling stage in indica-japonica crosses. KJCS 28(1): 58-75.
8. 權容雄·申辰澈(1980) 水稻의 收穫適期決定을 위한 基礎的 研究. 韓作誌 25(4): 1-9.
9. 李東昌(1982) 機械移秧栽培에 있어서 栽培時期 및 苗令의 差異가 水稻의 生育 및 收量에 미치는 影響. 서울大農學博士學位論文.
10. 李殷雄(1964) 水稻品種의 生態的 特性에 關한 研究. I. 播種期 및 苗空期間의 差異가 出穗期에 미치는 影響 및 品種間의 差異. 서울大論文集(生農系) 15: 25-47.

11. 李殷雄(1964) 水稻品種의 生態的 特性에 관한 研究. II. 高溫 및 短日이 品種의 出穗生態에 미치는 影響. 서울大論文集(生農系) 15 : 48-60.
12. 李殷雄(1965) 水稻品種의 生態的 特性에 관한 研究. IV. 播種期의 差異가 水稻의 出穗 및 收量 構成要素에 미치는 影響 및 品種間의 變異. 서울大論文集(生農系) 16 : 14-34.
13. 李錫淳·朴根龍·鄭丞根(1981) 播種期가 種實 및 싸일레이지 옥수수의 生育期間 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 26(4) : 337-343.
14. 이석순·윤성호·정길용·박근용·함영수(1980) 벼, 콩, 옥수수에 있어서 Growing degree days의 利用可能性 檢討. 楠石 洪基昶 博士 回甲記念 論文集 : 129-135.
15. 노영덕·윤성호·이종훈·함영수 수도품종에 있어서 일장과 온도가 파종후 출수기까지 생육일수에 미치는 영향과 품종간의 차이. 韓國作物學會 學術研究發表會 發表要旨 : 20.
16. Stauber, M. S., M. S. Zuber, and W. L. Decker(1968) Estimation of the tasseling date of corn(*Zea mays* L.). *Agron. J.* 60 : 432-434.
17. Vergara, B. S. and T. T. Chang (1976) The flowering response of the rice plant to photoperiod. A review of the literature(3rd ed.). IRRI, Los Banos, Philippines.
18. Yoshida, Shouich(1981) Fundamentals of rice crop science. IRRI, Los Banos, Philippines.