

氣溫과 日長條件에 따른 벼 品種別 發育速度 및 出穗期 推定

李定澤* · 金達雄** · 尹成浩* · 任正男***

Estimation of Development Rate and Heading Time of Various Rice Varieties as affected Air Temperature and Day Length

Jeong-Taek Lee*, Dal-Ung Kim**, Seong-Ho Yun*, Jung-Nam Im***

Abstract

This study was conducted to get some basic information about rice plant development rate and heading ecology in various climatic conditions, growing nine varieties at three locations, Jinbu as the mountainous cool area, Suweon and Iri as the plain area for two years from 1987 to 1988.

Average daily air temperature and day length from transplanting to heading date were analyzed in relation to the heading. Heading date and development rate of each variety were estimated by the Simplex method and the fitness of the model was evaluated.

The results obtained as follows: Average daily air temperatures among varieties during the period from transplanting to heading ranged from 18 to 19°C in Jinbu, from 22.5 to 23.5°C in Suweon, and from 23.5 to 24.5°C in Iri, the late-maturing varieties requiring the higher temperatures. The average heading days were about 20 days longer in Jinbu and 3~5 days shorter in Iri than those in Suweon in all varieties. Little differences in accumulated temperature from transplanting to heading were observed in regions and years, and also among varieties. Developmental stages could be expressed as the accumulation of daily development rate and the predicted heading dates by the Simplex method were similar to the observed ones. The development rate of each variety varies with air temperatures. The early maturing Japonica types including the Unbong variety were fast in development rate at lower temperatures, but the late-

* 農業技術研究所(Agricultural Science Institute R.D.A.(Suweon, Korea))

** 慶北大學校 農科大學(College of Agriculture Kyung Pook National University, (Taegu, Korea))

*** 農藥研究所(Agricultural Chemicals Research Institute R.D.A. (Suweon, Korea))

maturing varieties of the Japonica type were late. A model to predict the heading dates of rice varieties by the Simplex method using air temperatures and day lengths was feasible.

緒 言

우리나라와 같은 高緯度地域에서는 벼農事期間이 180日 程度로서 生育初期와 後期인 봄과 가을에 冷害를 받기 쉽다. 따라서 溫度에 대한 出穗反應은 新品種의 栽培에 重要한 指標가 되므로 出穗特性과 關聯지어 栽培時期試驗 및 出穗生態試驗이 많이 이루어졌다^{1,2,3,4,5}).

溫度와 出穗反應과의 關係는 移秧에서 出穗期까지 積算溫度가 거의 一定하다는 報告가 많으며^{6,7,8,9}, 生育限界溫度를 變 有效積算溫度(Growing degree days, GDD)로 分析한 結果는 感溫性 品種에 대하여서는 生育期間을 GDD로 表現할 수 있다고 하였다^{10,11}. Noguchi^{12,13}는 溫度가 花芽分化에 直接 影響을 미쳐 生育段階에 關係없이 高溫에서 促進되고 低溫에서 遲延되나 感光性 品種에서는 그 遲延程度가 작다고 하였다. 栗山¹⁴는 出穗에 適溫이 있어 그 以上이나 以下의 溫度에서는 出穗가 遲延된다고 하였다. 水原에서 統一型 品種을 使用하여 移秧에서 出穗까지의 平均氣溫과 出穗日數와의 關係를 分析한 結果 平均氣溫이 높아짐에 따라 出穗日數는 減少한다고 하였고¹⁵, 林¹⁶은 溫度가 높아짐에 따라 出穗는 促進되었고 出穗의 限界溫度는 18.2°C 以上이라고 하였으며, 申 等¹⁷은 有效限界溫度를 8~16°C로 區分하였다.

自然條件下에서 벼의 出穗는 溫度와 日長 두가지 要素가 相互作用을 하여 決定되는 境遇가 많으며 日長反應試驗 結果 高溫短日에 의하여 出穗가 促進되며, 早生種 品種은 溫度反應이 크고 晚生種 品種은 日長에 敏感한 것으로 알려져 있다^{18,19,20,21,22,23}. Yu와 Yao²⁴는 品種別로 溫度에 따라 出穗日數를 短縮시킬 수 있는 最適日長이 있다고 報告하였고, Yoshida²⁵도 限界日長은 溫度에 影響을 받는다고

하였다.

氣象條件에 의한 出穗期豫測에 있어서 文²⁶은 播種後 70日間の 日照時數와 出穗期를 1次函數로 하여 推定하였으며 林¹⁶은 氣象形成 要因을 地理的 條件으로 보고 緯度, 經度, 標高를 利用하여 適定出穗期 및 限界出穗期를 推定하는 式을 誘導하였으며, 平均氣溫, 日照時間, 日長 等の 氣象要素를 利用하여 出穗期까지의 所要日數 推定式을 作成 分析한 結果 氣象感應性 品種에서 잘 符合되었다고 報告하였다. Horie²⁷는 日平均氣溫과 日長을 變 出穗期와 關聯지어 Simplex 法²⁸에 의해서 作物의 每日의 發育速度와 出穗期 等を 推定하였고, 日本晴 變 品種의 限界日長과 限界生育溫度를 報告하였다.

溫度와 日長과 같은 氣象要素는 變 品種들이 지니고 있는 遺傳形質의 發現, 특히 生育期間과 出穗特性에 決定的인 影響을 미치므로 品種의 早晚性和 關聯하여 地域環境適應力을 決定하게 되는 主된 要因이 되고 있다. 따라서 作物의 生産性 安定化를 위해서는 新品種의 環境適應力과 그 栽培環境에 따른 物質生産能力을 評價하여야 하고, 出穗特性 差異 等の 生態的인 變異에 關한 情報를 얻는 것이 必須的이다. 이러한 氣象環境과 作物生育特性과의 關係에 대한 情報는 品種의 普及이나 新品種 育成을 위해 重要한 資料로 活用될 수 있다.

材料 및 方法

京畿道 水原에 位置한 中央氣象臺 水原測候所 圃場과 農村振興廳 農業技術研究所 試驗圃場(37°16'N, 126°59'E 39m Alt.), 江原道 平昌郡 珍富面 간평리에 位置한 農家畜(37°40'N, 128°36'E 565m Alt.), 全羅北道 裡里市 湖南作物試驗場 試驗圃場(35°46'N, 126°49'E 10m Alt.) 등 3個地域에서 대관벼

Table 1. Transplanting date, planting density and fertilizer application rates at three experimental sites.

| Regions | Transplanting date | Planting density(cm) | Fertilizer application amounts N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a) |
|---------|--------------------|----------------------|---|
| Suweon | May. 25 | 30 × 15 | T : 15-9-11, J : 12-9-11 |
| Jinbu | May. 20 | 30 × 12 | J : 12-12-13 |
| Iri | May. 30 | 30 × 15 | T : 18-11-13, J : 15-9-11 |

Note : T : Tongil type, J : Japonica type

外 9品種을 供試하였으며 各 地域別 移秧期, 施肥量 및 栽植密度는 表 1과 같다.

水原, 珍富, 裡里 3個 地域에서 1987, '88 2年間 調査된 出穗期와 日平均氣溫, 日長 等の 資料를 利用하여 移秧에서 出穗期까지 日發育速度(Developmental rate, DVR)를 求하고 DVR의 積算值인 發育段階(Developmental stages, DVS)를 推定하는 한편 溫度와 日長을 變數로 한 出穗日數 推定式을 만들었다. 各各의 函數式은 다음과 같다.

○ 日發育速度 (DVR)

$$DVR = 1/A \cdot (1 + \text{EXP}(B(T-C))) \dots\dots (1)$$

$$DVR = 1/A \cdot (1 - \text{EXP}(B(L-C))) / (1 + \text{EXP}(D(T-E))) \dots\dots (2)$$

○ 發育段階 (DVS)

$$DVS = \sum DVS \dots\dots\dots (3)$$

○ 出穗日數

$$Y = A + (1 - \text{EXP}(B(L-C))) / (1 + \text{EXP}(D(T-E))) \dots\dots\dots (4)$$

여기서 T는 氣溫, L은 日長이며 A, B, C, D, E는 函數의 Parameter로서 Simplex法에 依하여 求하였다.

結果 및 考察

1. 平均氣溫과 出穗日數의 地域間 差異

平均氣溫과 出穗日數와의 關係를 알기 위하여 各

地域의 移秧~出穗까지의 平均氣溫과 出穗日數와의 關係를 分析한 結果(그림 1) 珍富에서는 1987年과 '88年の 出穗日數가 81~96日 範圍의 分布를 보였으며, 자포니카 早生種은 81日程度 所要되었다. 그 期間의 平均氣溫은 18~19°C 程度로 낮았으며 平野地에 比하여 出穗日數는 길었다. 水原에서의 出穗日數는 早生種 60~65日, 統一型品種 70日 程度 이었으나 자포니카는 晚生種은 83~87日 程度로서 統一型品種과는 約 2週間の 差異가 있었다. 移秧에서 出穗期까지의 平均氣溫은 22.5~23.5°C 程度였으며 자포니카 晚生種은 早生種에 比하여 約 1°C 程度

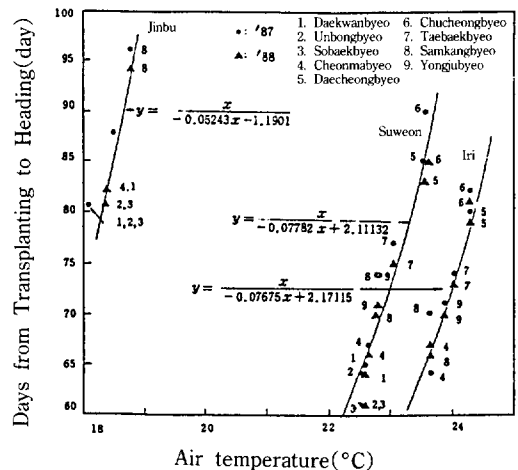
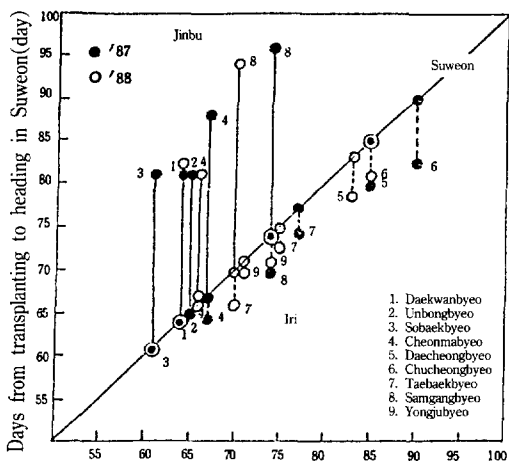


Fig. 1. Relationship between mean air temperature and days to heading of rice plants at Suweon, Jinbu and Iri and 1987 and 1988.

높았다. 裡里에서는 移秧에서 出穗期까지의 平均氣溫이 23.5°C~24.5°C로서 水原에 比하여 約 1°C 程度 높았으며 出穗日數는 자포니카 晩生種이 約 5日, 統一型品種이 2~3日 程度 짧았다.

벼의 出穗期는 같은 品種이라도 栽培環境에 따라서 달라지는데 環境要因中에서는 氣溫과 日長에 크게 影響을 받는다. 栽培地域에 따라서 氣溫條件은 限定되어 있고 人爲으로 變化시키기는 어렵다. 珍富와 같은 산간고산지에서 移秧에서 出穗期까지 平均氣溫이 18~19°C 程度로 낮아 早生種을 除外한 다른 品種은 低溫에 의하여 出穗遲延 程度가 크기 때문에 栽培가 不可能한 것으로 判斷된다. 晩生種일 수록 移秧에서 出穗期까지의 平均氣溫이 높아지나 平野地 水原이나 裡里는 平均氣溫이 品種別로 22~25°C 程度되므로 極晩生種을 除外하고는 氣溫이 品種의 導入에 制限要因이 되지 않는 것으로 생각된다.

각 品種들의 地域간 出穗日數의 差異(그림 2)는 대관벼 등 자포니카 品種의 出穗日數는 水原에서는 品種間 5日 程度의 差異가 있었으나 珍富에서는 모두 82日 程度로 비슷하였다. 천마벼의 境遇 '87년과 '88년의 出穗期는 水原에서는 하루程度의 差異가 있었으나 珍富에서는 '87년의 出穗期가 5日 程度 더



Days from Transplanting to heading in Jinbu or Iri(day)
 Fig. 2. Varietal differences in days from transplanting to heading in Suweon, Jinbu and Iri.

길었다. 자포니카 晩生種의 出穗日數는 裡里가 水原에 比하여 4~5日程度 짧았다. 地域별로 出穗日數의 年次別 差異는 1~3日 程度로 變化가 적었다. 統一型品種의 出穗日數는 水原이 裡里보다 2~3日 程度 길었고 珍富의 태백벼는 水原의 태백벼에 比하여 20日 程度 길었다. 3地域에서의 品種別 出穗日數의 差

Table 2. Accumulated mean air temperatures from transplanting to heading date of nine rices at three location in 1987~88.

| Variety | Suweon | | Jinbu | | Iri | | Mean | S.D | |
|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|------|
| | '87 | '88 | '87 | '88 | '87 | '88 | | | |
| Japonica early | Daekwanbyeo | 1,407 | 1,446 | 1,461 | 1,447 | | | 1,447.8 | 26.0 |
| | Unbongbyeo | 1,384 | 1,376 | 1,442 | 1,454 | | | 1,414.0 | 34.4 |
| | Sobaekbyeo | 1,308 | 1,376 | 1,442 | 1,454 | | | 1,395.0 | 58.4 |
| | Cheonmabyeo | 1,456 | 1,495 | 1,594 | 1,477 | 1,488 | 1,561 | 1,505.2 | 54.1 |
| Japonica late | Daechongbyeo | 1,897 | 1,957 | | | 1,845 | 1,919 | 1,904.5 | 40.5 |
| | Chucheongbyeo | 2,019 | 2,008 | | | 1,896 | 1,970 | 1,973.3 | 48.2 |
| Tongil type | Samgangbyeo | 1,697 | 1,731 | | | 1,695 | 1,775 | 1,719.5 | 25.0 |
| | Taebaekbyeo | 1,624 | 1,595 | 1,751 | 1,772 | 1,599 | 1,560 | 1,650.2 | 81.1 |
| | Yongjubyeo | 1,624 | 1,620 | | | 1,622 | 1,671 | 1,634.3 | 21.3 |

異는 早生種에서 晩生種으로 갈수록 커졌는데 品種의 早晚性에 따라서 地域間의 出穗反應도 달랐다.

2. 地域別 移秧에서 出穗까지 積算溫도의 年次的 變異

移秧에서 出穗期까지의 積算溫도는 品種마다 다르며 地域別로 '87年과 '88年の 品種別 積算溫도를 보면(表 2) 자포니카 早生種은 水原에서 1,300~1,450°C 程度가 所要되었으나 珍富는 1,440~1,590°C 로서 水原보다 150°C 程度 높았으며 年次間的 變異는 珍富보다 水原이 다소 큰 편이었다. 早生種 중에서는 천마벼가 1,500°C로 가장 높았으며, 소백벼가 1,400°C 程度로 가장 낮았다. 積算溫도의 標準偏差는 소백벼가 컸고, 대관벼가 26°C 程度로 變化가 작았다. 자포니카 晩生種은 移秧에서 出穗期까지의 積算溫도가 1,850~2,200°C 程度 되었으며 水原이 裡里보다 50~100°C 程度 높았으며 標準偏差는 40~50°C 程度로 地域間 年次間的 變이를 보였다. 統一型品種은 移秧에서 出穗期까지의 積算溫도는 1,600~1,750°C 程度였는데 水原과 裡里간에는 큰 差異를 보이지 않았으며 표준편차도 約 25°C 程度로 낮았으나 태백벼에서는 珍富를 포함하여 81°C로 높았다. 移秧에서 出穗期까지의 平均 積算溫

도는 자포니카 早生種이 1,400~1,500°C, 晩生種이 1,720°C 程度였다. 品種別 移秧에서 出穗期까지의 積算溫度 變化는 年차에 의한 것보다 栽培地域을 달리함에 따른 변이가 큰 傾向이었다. 그러나 자포니카 晩生種에서 年차간 差異는 日長의 長短과 溫도의 變化에 기인하는 것으로 보인다. 移秧에서 出穗까지의 所要積算溫도는 地域間, 年次間的 若干의 差異는 있었으나 羽生 等^{6,7,29)}의 報告와 一致하는 傾向이었다.

3. 벼品種의 發育速度와 發育段階의 變化

圃場에서의 出穗期는 溫度와 日長에 影響을 받으므로 移秧에서 出穗까지의 氣溫과 日長條件을 根據로 各 品種別로 發育速度 推定式을 式(7)의 模型으로 만든 結果 各各의 係數를 表 3에 나타내었다. 發育段階는 移秧期를 0으로 하고 出穗期를 1로 하였으며 移秧後 特定時期의 生育段階는 移秧日로부터 그날까지의 日發育速度를 積算하여 求할 수 있게 되었다. 3個 地域에서 各 品種別로 發育段階를 式에 맞추어 函數式으로 만든 結果 大청벼와 추청벼는 相關關係가 0.75 程度로 낮았으나 자포니카 早生種과 統一型品種은 相關關係가 0.9 以上으로 높았다.

벼에 대한 出穗反應의 特性을 區分하는 하나의

Table 3. Estimation model for daily plant development rate (DVR) and its varietal parameters in the nine rice varieties.

| Varieties | A | B | C | R ² |
|---------------|--------|---------|---------|----------------|
| Daekwanbyeo | 96.49 | -0.0628 | -0.0591 | 0.985 |
| Unbongbyeo | 87.81 | -0.0669 | -0.0567 | 0.900 |
| Sobaekbyeo | 68.12 | -0.0976 | -0.0689 | 0.975 |
| Cheonmabyeo | 97.49 | -0.0591 | -0.0548 | 0.940 |
| Daechongbyeo | 91.13 | -0.0435 | -0.0316 | 0.740 |
| Chucheongbyeo | 121.37 | -0.0547 | -0.0491 | 0.755 |
| Samgangbyeo | 79.50 | -0.0383 | -0.0268 | 0.900 |
| Taebaekbyeo | 99.38 | -0.0962 | -0.0770 | 0.982 |
| Yongjubyeo | 79.03 | -0.0409 | -0.0303 | 0.970 |

Equation : $Y = (1/A) \cdot (\text{Exp}(B \cdot DL) / \text{Exp}(C \cdot T))$; where DL is day length; T is air temperature.

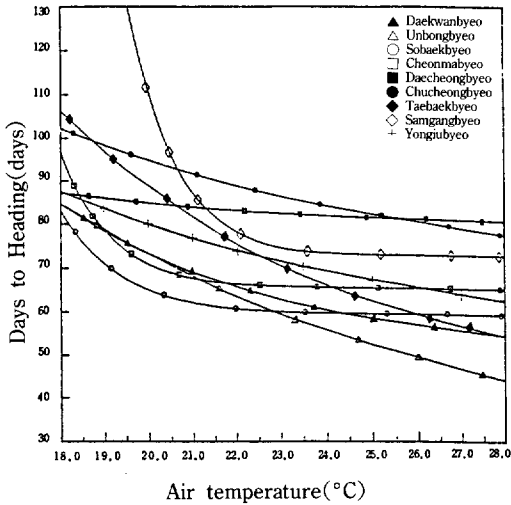


Fig. 3. Estimation of required days to heading on ambient air temperature when an assumption of day length fixed at 14.5 hours.

方法으로서 前項의 發育速度 推定式에 日長變化를 우리나라의 移秧期에서 出穗期까지의 平均日長인 14時間 30分으로 固定시켜 놓고 平均氣溫에 따른 出穗反應을 調査한 바(그림 3), 자포니카 早生種中 소백벼와 천마벼는 平均氣溫 21°C 以下에서는 平均氣溫 1°C 낮아짐에 따라 出穗日數는 5日 程度 遲延되었으나 21°C 以上에서는 出穗日數를 短縮시키는 程度는 낮았다. 대관벼와 운봉벼는 氣溫上昇에 따라서 出穗日數가 直線的으로 短縮되는 傾向을 보였는데 平均氣溫 1°C 上昇함에 따라 約 3日程度 短縮되었다. 자포니카 晚生種인 대청벼와 추청벼는 어느 溫度範圍에서나 出穗日數가 길었으며 氣溫上昇에 따른 出穗日數 短縮程度가 낮았다. 統一型品種에서는 平均氣溫이 1°C 上昇함에 따라 태백벼는 4~5日, 용주벼는 3日 程度 出穗日數가 短縮되는 傾向이었으나 삼강벼는 23°C까지의 溫度가 높아짐에 따른 出穗日數 短縮效果가 컸으나 그 以上の 溫度에서는 出穗日數 短縮의 程度는 낮은 特性을 보였다. 圃場狀態에서 벼의 出穗期는 日長과 溫度의

影響을 동시에 받으므로²⁰⁾ 벼의 生育期間中 日長에 影響을 받지 않는 期間을 基本 營養生長期間이라 하며 日長에 敏感한 期間을 日長感應期間으로 나누고 있는 것으로³⁰⁾ 基本營養生長期間은 最適日長條件에서 生育日數에서 35日을 뺀 것으로 算出할 수 있으며²¹⁾, 生式生長期 우리나라의 日長條件을 中部地方을 基準으로 보면 移秧期 5月 25日頃은 日長은 約 14時間 程度이고 夏至까지 繼續 길어지다가 夏至를 基點으로 出穗期까지 짧아진다. 따라서 벼 品種들의 出穗期에 대한 溫度와 日長의 反應에 대해서는 圃場條件에 맞는 日長과 季節의 溫度變化 樣相에 맞추어서 究明하여야 할 것으로 생각된다. 移秧에서 出穗期까지의 平均日長을 14.5時間으로 보고 各品種의 出穗速度를 보면 溫度가 높을 수록 빨라졌으며 자포니카 早生種과 統一型品種이 자포니카 晚生種에 비하여 出穗遲延 程度가 커진 것은 尹¹⁵⁾의 報告와 一致하였다.

氣溫만을 變數로 하여 移秧에서 出穗期까지의 發育速度를 보면(그림 4) 대관벼와 운봉벼는 13°C 程度의 低溫에서도 發育이 可能하여 氣溫이 上昇함에 따른 發育速度도 다른 品種에 비하여 빨랐다. 천마벼와 소백벼는 운봉벼나 대관벼에 비하여 低溫에서는 發育速度가 낮았지만 16~21°C 溫度範圍에

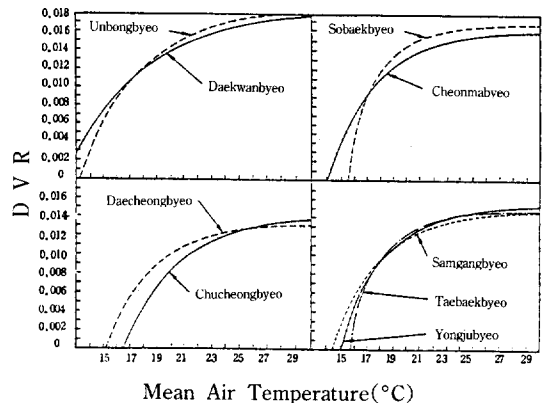


Fig. 4. Estimation of rice plant developmental rate concerned with ambient daily mean air temperature.

서는 急激히 發育速度가 增加하였다. 두 品種 모두 23°C 以上에서는 發育速度가 0.014~0.016 程度로 變化가 없었다. 대청벼와 추청벼는 平均氣溫 15°C 以下에서는 發育速度가 0 이었으며 平均氣溫 25°C 程度까지 氣溫이 높아질수록 發育速度가 빨랐는데 대청벼가 추청벼보다 發育速度가 빨랐으며 그 以上의 溫度에서는 發育速度는 0.012 程度로 變化가 거의 없었다. 統一型品種은 자포니카 晩生種과 비슷한 傾向이었으며 삼강벼와 용주벼에 비하면 태백벼가 高溫에서 發育速度가 빨랐다.

3個 地域의 모두 供試된 천마벼와 태백벼의 時期別 發育速度의 變化를 보면(그림 5) 천마벼는 水原에서 移秧直後의 發育速度는 0.012 程度이었으나 生育이 進展됨에 따라서 빨라졌으며, 出穗期前까지 最高發育速度는 約 0.018 程度에 이르렀다. 裡里에서의 發育速度는 移秧直後에는 水原과 비슷하거나 훨씬 빨라져서 0.02 程度에 達할 때도 있었다. 珍富에서는 移秧直後 發育速度는 0.008 程度로서 매우 낮았으나 그 以後 차차 높아지기 시작하여 7月 10日 頃에는 0.014까지 높아졌으나 水原이나 裡里에 비하면 매우 낮은 편이었다. 그러나 氣溫이 높은 8月 上旬頃 出穗直前에 發育速度가 아주 높아 0.018 程度되는 境遇도 있었다. 태백벼의 境遇에도 천마벼와 비슷한 樣相을 보였는데 水原에서 移秧直後 發育速度는 0.01 程度로 천마벼에 비하여 다소 낮았으며 6月 25日 以後부터는 천마벼보다 若干 높게 되어 全體的인 發育速度의 變化幅은 천마벼보다 컸다. 裡里에서도 水原과 같은 傾向이었으나 發育速度는 水原보다 빨랐으며 7月 20日 頃의 發育速度는 0.022

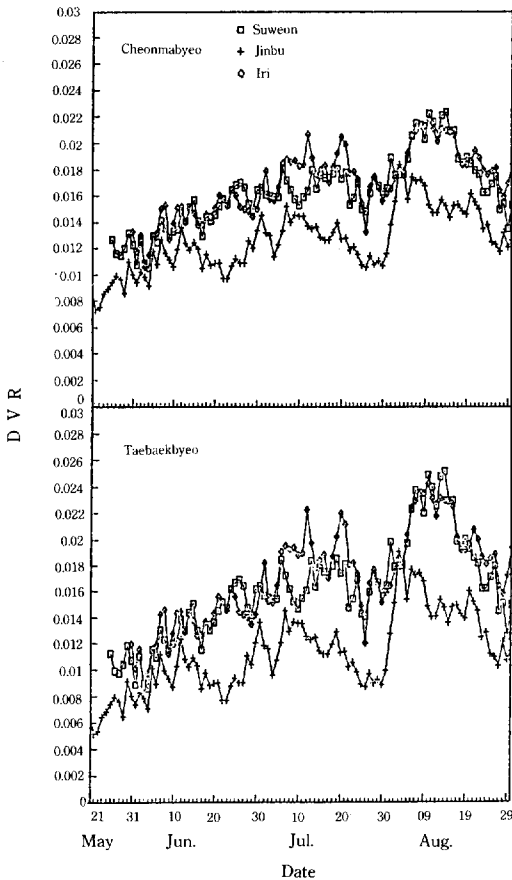


Fig. 5. Seasonal changes in rice plant development stages from transplanting to heading date at three locations(Cheonmabyeou, Taebaekbyeou).

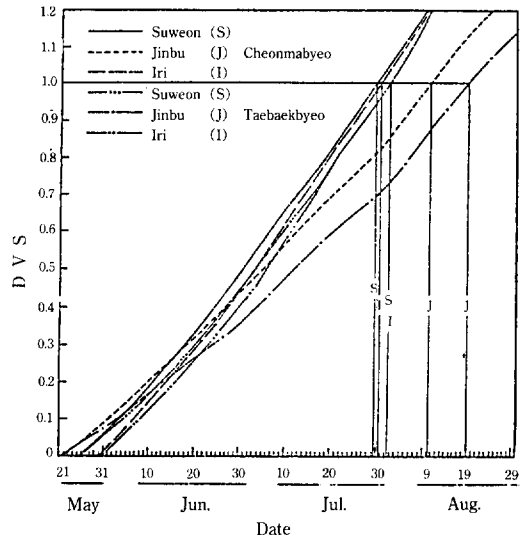


Fig. 6. Seasonal changes in rice plant development stages of Cheonma-byeou and Taebaekbyeou at Jinbu and Iri in 1988.

Table 4. Estimation model for heading date and its parameters of rices.

| Varieties | A | B | C | R ² |
|---------------|-------|--------|--------|----------------|
| Daekwanbyeo | 49.44 | 1.4925 | 0.1988 | 0.986 |
| Unbongbyeo | 22.67 | 0.449 | 0.1049 | 0.995 |
| Sobaekbyeo | 59.65 | 1.1205 | 0.7256 | 0.999 |
| Cheonmabyeo | 65.47 | 1.3632 | 0.9066 | 0.994 |
| Daechongbyeo | 79.44 | 0.4011 | 0.2081 | 0.569 |
| Chucheongbyeo | 68.18 | 0.3989 | 0.1253 | 0.589 |
| Samgangbyeo | 72.50 | 1.6068 | 0.9816 | 0.923 |
| Taebaekbyeo | 41.55 | 0.4896 | 0.1625 | 0.985 |
| Yongjubyeo | 50.86 | 0.3939 | 0.1171 | 0.989 |

Equation : $Y = A + (\text{EXP}(B \cdot \text{DL}) / \text{EXP}(C \cdot T))$ Where DL is day length, T is air temperature.

程度로 매우 높았다. 珍富에서는 移秧直後 發育速度는 0.005 程度로 매우 낮았고, 천마벼에 비하면 發育速度가 0.001~0.002 程度 떨어지는 傾向이었지만 8月上旬에 發育速度가 빨라지는 樣相을 나타내었다.

發育段階(DVS)는 日別發育速度를 積算하여 나타낸 것인데 發育段階를 日字別로 보면 그림 6과 같다. 여기에서 出穗期는 DVS가 1일때인데 천마벼의 境遇 珍富는 水原보다 5日 빨리 移秧하였으므로 6月 15日까지는 DVS가 앞섰으나 그 以後는 水原보다 늦어져서 8月 10日頃에 出穗期에 이르렀는데 觀測値와 推定値가 一致하였다. 裡里는 水原에 비하여 5日程度 늦게 移秧을 하였으나 出穗期는 8月 1日로 推定되어 水原보다 1日 빨랐고, 實測値보다 4日 늦게 算出되었다. 한편 水原에서는 7月 31日로서 實測値에 비하여 1日程度 빠르게 推定되었다. 태백벼는 珍富가 水原에 비하여 6月 10日까지는 DVS가 앞섰으나 그 以後는 發育速度가 늦어진 탓으로 水原에 비하여 크게 떨어졌고 出穗期는 推定値와 實測値가 一致하였다. 裡里의 태백벼는 천마벼의 境遇와는 달리 水原에 비하여 5日程度 늦게 移秧하였어도 出穗期는 水原과 같은 日字에 推定되었고 出穗期 推定値는 實測値에 비하여 水原은 1日, 裡里는, 2日程度 빠른 값이었다.

地域別 DVS의 品種間 差異를 보면(그림 7) 水原

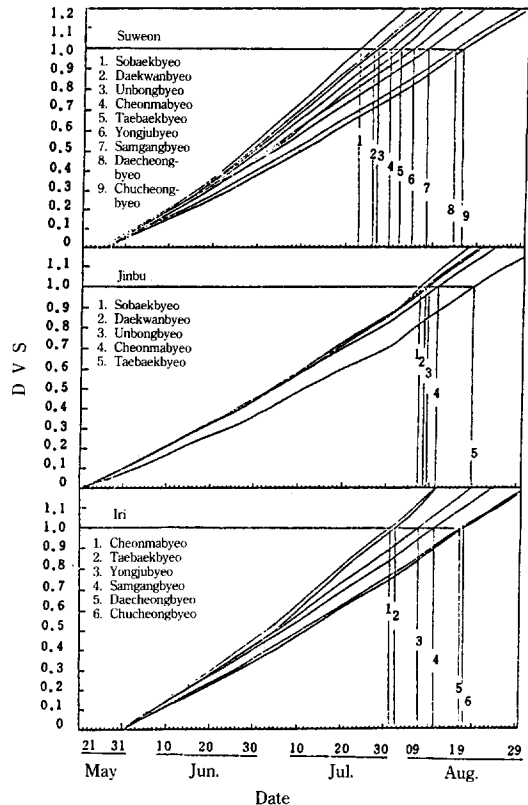


Fig. 7. Seasonal change in rice plant developmental stage of rice varieties at Suweon, Jinbu and Iri in 1988.

의 境遇 出穗期에 이르는 DVS는 자포니카 早生種인 소백벼가 가장 빨랐고 統一型品種중에서는 태백벼가 가장 빨랐으며 삼강벼는 늦었다. 자포니카 晚生種인 대청벼와 추청벼는 이보다 훨씬 늦어 統一型品種과는 差異가 컸다. 推定된 出穗期는 實測値와 같거나 1~ 2日 程度의 差異가 있었다. 珍富에서는 자포니카品種과 統一型品種인 태백벼間에 DVS差異가 生育이 進展될수록 크게 나타났으며 DVS의 變化樣相이 水原에 비하여 起伏이 甚한 편이었다. 推定된 出穗期는 觀測値에 비하여 대관벼, 소백벼가 2日 程度 빨랐고 나머지 3品種은 實測値와 一致하였다. 裡里는 태백벼와 천마벼가 出穗期에 到達하는 DVS가 가장 빨랐으며 晚生種인 대청벼와 추청벼는 늦었고 出穗期 推定値는 實測値에 비하여 천마벼의 다른 品種은 같거나 2日 程度 빨랐다.

4. 品種別 出穗日數推定

發育速度를 推定하는 것과 같은 方法으로 氣溫과 日長을 變數로 하여 各 品種別 出穗日數推定 模型을 만든 結果(表 4) 函數方程式은 $Y=A+(EXP(B \cdot DL)/EXP(C \cdot T))$ 로서 첫째 項 A는 基本的인 出穗

日數를 나타내며, 둘째項은 日長이 길면 出穗가 遲延되는 것과 氣溫이 높아지면 出穗日數가 短縮되는 것을 考慮하였다. 推定式의 相關係數는 大部分 0.9% 以上으로 높았으나 대청벼와 추청벼는 相關係數가 0.57 程度로 낮았다.

生育速度는 主로 溫度에 의하여 左右된다고 볼 수 있으며 Wit 等³¹⁾ 의하여 考案된 發育段階(DVS) 概念을 導入하여 移秧에서 出穗期까지의 發育現象을 氣溫과 日長을 變數로 分析한 結果 主로 氣溫에 의하여 說明될 수 있었으며 移秧日로부터 어느 時期까지의 發育速度(DVS)를 積算하여 求할 수 있었다. 發育速度는 早生種이 晚生種에 비하여 빨랐으며 品種에 따라 달랐다. 出穗期의 豫測은 主로 回歸分析에 의하여 많이 이루어졌으나^{16,26)} 發育速度를 積算하는 方法과 指數函數의 係數를 Simplex 方法으로 適定시켜 求하는 方法 모두 正確한 出穗期를 推定할 수 있어 利用可能性이 있는 것으로 判斷된다. 이러한 方法은 溫度에 敏感한 品種에 대해서는 的中率이 높지만 日長에 敏感한 品種은 어려움이 있는 것으로 본다. 移秧에서 出穗期까지의 出穗日數를 推定値와 實測値를 比較해 보면 그림 8과 같다. 實測値와 推定値는 1:1 線상에 密接해 있는 것으로 보아 氣溫과 日長을 利用하여 各 品種別로 地域에 關係없이 出穗日數 推定에 適用이 可能한 것으로 나타났다.

摘 要

벼 栽培地域의 溫度와 日長 等の 氣象環境變化에 따른 벼 品種들의 出穗生態와 發育速度의 變化를 究明하기 위하여 山間高冷地 珍富, 平地地 水原, 裡里에서 1987~88年 2年間 大관벼 等 9 品種을 各地域別로 標準栽培法에 의하여 栽培하였다. 各 地域의 氣象環境과 關聯하여 品種別 出穗期를 分析하고, 出穗日數와 發育速度를 指數函數式에 適用시켜 各 parameter의 係數로 Simplex 法에 의하여 求하였으며, 推定値와 實測値를 比較한 結果 다음과 같다.

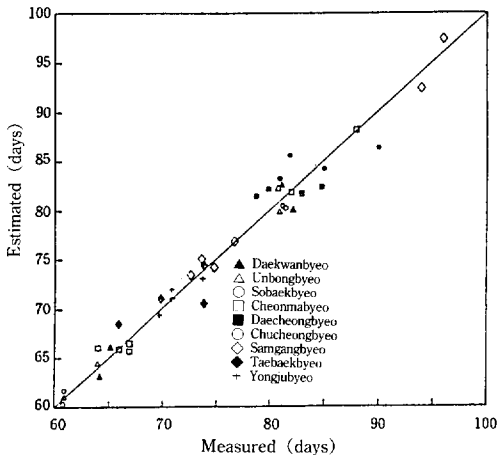


Fig. 8. Comparison of days to heading by estimated and measured on nine rice varieties.

1. 移秧에서 出穗期까지의 平均氣溫은 珍富가 18~19°C, 水原이 22.5~23.5°C, 裡里가 23.5~24.5°C 程度 되었으며 晩生種일수록 平均氣溫이 높았다.
2. 平均出穗日數는 水原에 比하여 珍富에서는 各 品種別로 約 20日 程度 길었으며 晩生種일수록 높았다.
3. 移秧에서 出穗까지의 積算溫度는 地域과 年次에 대하여서도 變化가 적었으며 品種간에 비슷한 傾向이었다.
4. 發育段階는 日別 發育速度의 積算으로 나타낼 수 있으며 發育段階에 의한 出穗期 推定日은 觀測值와 비슷하였다.
5. 各 品種別 發育速度는 氣溫에 따라 다르게 나타나며 운봉벼 等 자포니카 早生種은 低溫에서도 發育速度가 빨랐고 자포니카 晩生種은 늦었다.
6. 出穗日數 推定式을 日長과 氣溫의 係數를 Simplex法에 의하여 求하고 推定值와 實測值를 比較한 結果 ± 0~3日의 差異를 보여 利用可能性이 判斷되었다.

引用文獻

1. 안수봉, 이종훈, 강영길. (1976). 수도 신품종재배에 관한 시험. 작시연보(수도) : 415-437.
2. 崔鉉玉. (1965). 栽培時期 移動에 依한 水稻의 生態變異에 關한 研究. I. 栽培時期 移動에 依한 水稻의 實用 諸形質의 變異. II. 栽培時期 移動에 依한 水稻 出穗期의 年次間 變異와 그 早期 豫測. 韓作誌. **3** : 1-48.
3. 姜良淳, 許燁. (1976). 南部地方에 있어서의 水稻栽培時期 移動이 生育 및 收量形質에 미치는 影響. 農試報告. **18**(作物) : 79-85.
4. 李殷雄. (1964). 水稻品種의 生態의 特性에 關한 研究. I. 播種期 및 苗莖期間 差異가 出穗期에 미치는 影響. 서울大論文集(農生系). **15** : 6-67.
5. 李殷雄. (1965). 水稻品種의 生態의 特性에 關한

- 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. 서울大論文集(農生系). **16** : 14-34.
6. 羽生壽郎, 小野清治. (1957). 青森縣의 水稻의 豊凶考照試驗からみた生育と氣象との關係(1). 出穗期と積算氣溫. 青森農試研報 **4** : 113-118.
7. 羽生壽郎, 内島立郎. (1962). 作物の生育と氣象との關連に關する研究. 第1報. 水稻の出穗期と氣溫との關係(1). 農業氣象 **18**(3) : 109-117.
8. 伊達了. (1960). 東北地方の水稻栽培時期の決定方法に關する農業氣象學的研究. 東北農試年報. **28** : 1-44.
9. 伊達了, 原俐. (1964). 積算溫度からみた水稻生育の好適性, 氣象學會東北支部. **9** : 7-11.
10. 李錫淳, 尹成浩, 鄭吉雄, 朴根龍, 咸永秀. (1980). 벼, 콩, 옥수수에 있어서 Growing Degree Days의 利用 可能性 檢討. 楠石 洪基昶博士 回甲紀念論文集. 129-135.
11. 李錫淳. (1983). Growing Degree Days를 利用한 水稻品種의 生育期間 測定方法과 利用. 韓作誌. **28**(2) : 173-183.
12. Noguch, Y. and Kamata, E. (1959). Studies of the control of flower bud formation by temperature and day length in rice plants. II. Determination of the stage. Affected by high temperature in duction of flower bud. Jap. J. Breed. **9** : 33-40.
13. Noguch Y. (1960). Studies of the control of flower bud formation by temperature and day length in rice plants. IV. Flower bud formation in response to alternation of temperature conditions Jap. J. Breeding. **10** : 101-106.
14. 栗山英雄. (1965). 水稻の出穗性に關する研究. 農試研報. **13** : 275-353.
15. 尹成浩. (1986). 溫度 및 日長에 따른 벼(Oryza Sativa L.) 品種들의 出穗反應에 關한 研究. 建國大大學院 博士學位論文集.

16. 林茂相. (1981). 水稻品種의 出穗生態에 關한 研究. 韓國育種學會誌. **13**(2) : 73-100.
17. 申辰澈, 文昌植, 李東珍, 朴錫洪, 盧永德. (1986). 水稻品種의 地域地帶別 出穗生態 및 出穗期 早期診斷技術 確立試驗. 作試研報. **1986** : 423-428.
18. 朝隈純隆. (1958). 水稻の出穗に關する生態學的 研究. 日作期. **27**(1) : 61-66.
19. 朝隈純隆. (1958). 生態學的特性からみた水稻早 晚期用品種(2). 農業技術. **13**(5) : 12-14.
20. 細井徳夫. (1975). 制御環境下におけるイネの出 穂および日長. 溫度および窒素レベルの影響. 日 作紀. **44** : 382-388.
21. Vergara, B. S., Puranabhang, S. and Lilis, R. (1965). Factors determining the growth dura- tion.
22. 和田榮太郎. (1952). 稻の感溫性及び感光性に關 する研究. 育雜. **2** : 55-62.
23. Yoshida S. and Hanyu, Y. (1964). Critical day length for rice plant in relation to tempera- ture. Proc. Kinki symp. Plant Breed. Crop Sci. Soc., **9** : 34-36.
24. Yu, C. J. and Yao, Y. T. (1969). Photoperiodic studies on rice. V. The index of day length of certain rice Bot. Bull. Acad. Sinica, **10** : 51-69.
25. Yoshida, S. (1981). Fundamentals of rice crop science. IRRI, Los Banos, Philippines 269p.
26. 文昌植. (1978). 日本型×印度型 水稻品種 統一 の 出穗에 미치는 氣象影響 解析. 圓光大學校 碩士學位論文.
27. 堀江武. (1988). 水稻の生育. 收量の氣象的豫測 モデル. システム農學. **4**(2) : 1-9.
28. 芳賀敏郎 橋本茂司. (1980). 統計解析プログラ ム講座 2. 回歸分析 主成分分析, 日科技連出版 社. 東京. : 228.
29. 人柳三郎. (1950). 東北地方における稻作の計劃 栽培について(5). 農及園. **35**(2) : 1565-1569.
30. Chang, T. T. and Vergara, B. S. (1971). LE- cological and genetic aspects of Photoperiod- sensitivity and thermo-sensitivity in relation to the regional adaptability of rice varieties, Int. Ric. Comm. Mesl. **20**(2) : 1-10.
31. Wit, C. T. de, Bronwer, R. and penning de Vries, F. W. T. (1970). The simulation of photosynthetic systems. In Proc. of the IBP/ PP, Technical Meeting, Treborn(1969) : 47-60 PUDOC, Wageningen.