

生育期間의 差異가 水稻 地上部 形質變異에 미치는 影響

崔洙日* · 盧承杓* · 黃昌周** · 金鎮淇*** · 崔京求***

Influence of Transplanting Dates on Some Characteristics of Rice Varieties

Choi, S. I.*, S. P. Nho*, C. J. Hwang**,
J. K. Kim*** and G. K. Choi ***

ABSTRACT

This experiment was conducted to study the influence of different cultivation periods on some morphological and agronomic characteristics of rice plant at Iri, the Honam plain, in 1979. Early maturing varieties showed little delay in heading with late transplanting, but intermediate and late maturing varieties showed more than 7 day delay in heading. The number of days required to reach heading was over 55 and 67 days after transplanting in early and intermediate-late maturing varieties, respectively. There was significantly positive correlation between the length of vegetative stage and the grain yield.

The mean temperature during ripening period was significantly correlated with the grain yield and the percentage of filled grains. The length, width, and thickness of leaf increased with earlier transplanting and the elongation degree between upper and lower leaves showed the same tendency. The productivity of dry matter and the translocation rate of photosynthate to spikelet decreased with late transplanting mainly due to low temperature. LAI was also influenced by transplanting date showing close correlation with yield. Early transplanting was desirable for assimilation and dry matter accumulation.

緒 言

最近 韓國의 水稻 育種 事業은 主穀의 自給 達成을 爲한 耐病, 良質, 安全 多收性 新品種 開發을 爲하여 他作物보다 더 集中的이고 組織的으로 遂行되고 있다. 이와 並行하여 栽培技術도 各種 災害의 克服과 새로운 品種에 알맞는 營農技術 開發로 安全多收穫을 爲한 研究 檢討가 活潑히 進行되고 있다. 水稻의 形質은 比較的 發現幅이 넓어 遺傳的 原因이나 栽培條件 또는 環境의 影響을 받아 量的, 質的 形質이 變化한다. 水稻의 生育期間中 栽培條件에 따른

作物의 生産性 增大를 爲한 量的, 質的 形質 發現을 높이려면 作物體의 地上, 地下部의 均衡있는 發達을 도모해야 할 것이며 또한 地上部의 機能과 生態反應 現象을 究明 收量과 直結되는 形態로 移秧期를 誘導 하여야 할 것이다. 栽培面에서 이에 對한 研究는 대체로 現在 새로운 角度에서 檢討 分析되고 있으나 아직 未洽하다. 水稻의 栽培時期 移動에 따른 影響에 對하여 安^{2,3,4}, 崔⁶, 金¹⁶, 盧²⁶ 등은 晚植함에 따라 出穗遲延을 가져오며 本畚生育期가 짧아지면 生育諸形質과 收量이 不利한 方向으로 作用한다고 하였다. 栽培時期 移動에 따른 營養生長期間의 長短은 生殖生長期 物質生産과 關聯 程度가 至大하다고

* 全羅北道農村振興院, ** 湖南作物試驗場, *** 全北大學校農科大學

* Jeonbug PORD, Iri, ** Honam Crop Experiment Station, Iri, *** Dept. of Agronomy, Jeonbug National Univ., Jeonju, Korea 520

보는데 Sakamoto²⁶⁾는 營養生長期間의 長短에 依히 出穗期가 支配되며 또 營養生長期間¹⁴⁾이 짧으면 이 식으로 物質集積도 낮아 진다고 하였다. 姜¹⁷⁾, 安^{3,4)}, 柿崎¹²⁾, 和田²³⁾ 等도 早晚植에 따른 出穗變異 및 營養生長期의 長短, 品種의 早晚性에 對하여 考察한 바 있다. 氣象條件과 登熟에 對하여 崔⁶⁾는 出穗前 10 日에서 出穗後 30 日까지의 期間中엔 25°C 程度의 溫度와 多照이어야 物質集積이 높다고 하였고 登熟生理面에서 安^{2,3,4)}, 松島²⁰⁾는 低溫下에서 登熟率 低下를 認定하였으며 炭水化物的 生成, 轉移, 蓄積을 높이기 爲해서는 登熟期에 21~25°C 溫度에서 登熟期를 經過시켜야 이삭으로 物質移行이 높다고 보았다. 種實에 蓄積되는 炭水化物的의 大部分은 出穗期를 前한 葉身의 同化能力 및 受光量에 따라서 左右되는데 受光量은 葉의 形態와 연관이 크다. 張¹⁵⁾에 依하면 止葉長은 品種에 따라서 달라지며 葉幅은 環境의 影響을 받는다 하였다. Roychovdhary²⁷⁾도 葉身長과 幅은 環境(氣象)의 影響을 받으므로 氣象條件의 研究가 必要하다고 하였다. 葉位別 伸長程度²²⁾는 3 位葉이 가장 길며 登熟率 및 收量을 높이기 爲해서는⁵⁾ 上位葉 即 1, 2 葉의 形質이 優秀하여야 한다. 이런 點으로 보아 物質蓄積을 圖謀하기 爲한 方法은 葉面積, 葉重比率, 乾物重을 높여야 하는데 栽培條件別로 이에 對한 研究는 많다.^{1, 16, 20, 23, 30, 32)} 根에 依해 支持되는 稈은 第一次의 根活力의 影響을 받아 形態形成이 달라지는데 根活力이 同一하다고 本 試驗遂行 方法에서 稈의 形態形質 變異는 稈의 強弱에 따라 葉의 活性, 變異性, 收量性, 倒伏等 諸要因이 變한다는 것은 明白한 事實이다. 節間伸長⁸⁾은 水溫이 高溫일수록 높고, 早晚植間^{6, 26)}엔 生育日數에 基因하여 달라지며, 節間長에 따른 倒伏性은 品種, 施肥方法, 根活力, 稈基重, 稈太 等에 따라 달라진다. 栽培時期 移動에 따른 水稻의 地上部 形質變異는 栽培期間 동안의 溫度, 生育日數에 따라 形態形成이 달라지므로 品種의 早晚性, 作期の 早晚이 水稻의 形態變異에 미치는 程度를 究明하기 爲하여 地上部 物質生産 및 形質變異에 對하여 調查한 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本試驗은 1979年 湖南平野地인 裡里에서 實施하였다. 供試品種은 早生種인 湖南早生, 水原 284 號, 中晚生種인 裡里 338 號, 密陽 42 號이었으며 播種은

4月 6日, 4月 16日, 4月 26日, 5月 6日, 5月 16日까지 5次에 걸쳐 播種하여 各 45日 기준 5月 21日, 5月 31日, 6月 10日, 6月 20日, 6月 30日에 移秧하였다. 試驗區配置는 分割區配置 3 反覆으로 試驗하였으며 施肥量은 窒素: 磷酸: 加里 = 15: 10: 12 kg/10a 施用하였는데 窒素는 基肥: 分蘖肥: 穗肥: 實肥 = 40: 30: 20: 10%로 分施하였고 磷酸은 全量基肥, 加里는 基肥: 穗肥 = 70: 30%로 나누어 施用하였다. 苗板樣式은 6月 10日 以前 移秧區만 保溫折衷자리를 設置하고 그 以後는 折衷苗壟로 하여 條間 30cm에 株間 15cm, 株當苗數 3 苗植으로 移秧하였다. 各 調查 項目의 調查方法은 다음과 같다. 生育日數 調查는 出穗期, 出穗日數와 營養生長期間(出穗日數에서 35日을 除한 期間)을 調查하였다. 地上部의 調查는 葉身長, 葉幅, 葉厚, 稈基重, 稈太, 節間長, 葉面積 等은 出穗後 5日에 調查하였다. 乾物生産能力 調查는 出穗期에 各區 5株씩 刈取하여 80°C 乾燥器에서 72時間 乾燥시켜 稱量하였고, LWR(Leaf Weight Ratio)은 各區 10株씩 任意 抽出하여 葉, 葉鞘, 稈으로 區分 乾燥시켜 葉乾物重/全體乾物重으로 算出하였다. 收量構成要素로서 穗數, 一穗當粒數 登熟比率을 調查하였고 生産量은 各區 5m²를 刈取하여 玄米收量을 調查하였다.

結果 및 考察

1. 栽培時期 移動에 따른 水稻 品種別 生育日數가. 出穗期

水稻에 있어서 出穗期는 品種의 早晚性, 栽培方法, 栽培環境에 따라서 달라지는데 品種의 早晚性에 따른 移秧期別 出穗期의 變異를 보면(表 1) 出穗期는 早生品種인 湖南早生, 水原 284 號는 6月 10日 移秧期를 基點으로 出穗幅에 變異를 나타냈으나 中晚生品種은 晚植함에 따라 出穗期가 遲延되는 傾向이 있었다. 早生品種에서는 出穗遲延 程度가 6月 10日과 6月 20日 사이에서 7日間의 差異를 보인 뒤, 그 以後로는 遲延幅이 鈍化되어 가는 現象이었으나 中晚生品種은 早生品種과는 달리 早植에서는 出穗促進 程度가 移秧期別로 비슷하게 나타나며 晚植에서는 出穗遲延幅이 7~10日 程度로 遲延되어 完全成熟이 不可能케 하는 結果를 招來하였다. 이는 移秧期의 差異에 따른 日照 및 氣溫과 品種의 早晚性이 復合的으로 作用함과 동시 水稻의 基本營養生長期 및 出

Table 1. Heading date of rice varieties at different transplanting dates

| Variety | Transplanting date | | | | |
|---------------|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | Aug 1 | Aug 4 | Aug 9 | Aug 16 | Aug 21 |
| Suweon 284 | Aug 3 | Aug 7 | Aug 12 | Aug 19 | Aug 25 |
| Iri 338 | Aug 11 | Aug 14 | Aug 19 | Aug 26 | Sept 5 |
| Milyang 42 | Aug 9 | Aug 12 | Aug 16 | Aug 29 | Sept 2 |

穗感應 限界溫度의 差에 依해 差異를 나타낸 것 같다. 崔⁶⁾, 寺尾¹⁾, 松島²⁰⁾ 등도 이와 類似한 報告를 한바 있다.

나. 出穗日數 및 營養生長性

出穗日數 및 營養生長期間을 品種과 移秧期의 早晚에 따라 分析하여 보면(表 2) 出穗日數는 早生品

種과 中晚生品種의 區分이 相異하게 나타났다. 湖南 早生이나 水原 284 號의 早生品種에서는 6 月 20 日 移秧까지는 移秧이 늦어질수록 出穗까지 日數는 짧아지나 6 月 20 日 以後 移秧에서는 出穗期의 遲延에 依해 出穗日數가 길어지는 現象을 나타냈다. 反面 晚植適應性이 크지 않다고 認定되고 있는 中晚生品

Table 2. Variation of growth duration at different transplanting dates.

| Variety | Days from transplanting to heading | | | | | Vegetative period(days) | | | | |
|---------------|------------------------------------|--------|---------|---------|---------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|
| | Transplanting date | | | | | Transplanting date | | | | |
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | 72 | 65 | 60 | 57 | 51 | 37 | 30 | 25 | 22 | 16 |
| Suweon 284 | 74 | 68 | 63 | 60 | 56 | 39 | 33 | 28 | 25 | 21 |
| Iri 338 | 82 | 75 | 70 | 67 | 67 | 47 | 40 | 35 | 32 | 32 |
| Milyang 42 | 80 | 73 | 67 | 64 | 64 | 45 | 38 | 32 | 29 | 29 |

種에서는 早晚植間의 出穗促進과 遲延程度가 뚜렷한 差異를 보였다. 即 6 月 20 日까지는 移秧期가 늦어짐에 따라 出穗期도 늦어졌는데 出穗日數는 品種의 特性에 基因하여 全生育期間이 길므로 晚植에 比해 短縮되었다. 晚植인 6 月 30 日 移秧에서는 6 月 20 日과 같은 生育日數를 나타냈다. 이로 미루어 完全成熟이 可能하려면 早生品種은 最少한 57 日 以上, 中

晚生品種은 67 日 程度의 水稻 生育期間이 要望되고 並行하여 早生品種은 晚植栽培도 可能하나 中晚生品種은 6 月 20 日 以後 移秧은 不可하며 移秧期와 收量과의 關係를 回歸曲線上에서 보면(表 3) 負의 相關을 나타내어 모든 品種 供히 早期移秧이 要望되므로 湖南地方에선 晚植에 對한 再考가 要求된다. 다음으 營養生長期間을 보면(表 3) 營養生長期間엔 일에

Table 3. Relationships between transplanting dates and yields

| Variety | Regression equation | Correlation Coefficient |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Honam Josaeng | $Y = -0.0159x^2 + 3.6x + 279.52$ | $r = -0.9917^{**}$ |
| Suweon 284 | $Y = -0.1943x^2 + 56.468x - 3908.2$ | $r = -0.9238^*$ |
| Iri 338 | $Y = -0.1229x^2 + 36.52x - 217$ | $r = -0.9188^*$ |
| Milyong 42 | $Y = -0.1169x^2 + 35.748x - 2263.9$ | $r = -0.926^*$ |

x : transplanting date

y : yield

서 合成된 同化産物과 뿌리에서 吸收된 各種 養分을 稻體가 體内に 充分히 지녀야 生殖生長期 以後 收量 構成要素 形成에 有利하다. 即 營養生長量의 程度가 穗數와 穎花數의 確保 및 出穗 登熟에 影響을 주어 收量 決定에 크게 作用한다. 表에서와 같이 營養生

長期間은 早播早植할수록 길어졌는데 表 3에서 移秧 期와 收量과의 相關으로 보아 統一型 新品種은 早期 移秧으로 營養生長期間을 늘여 주는 것이 要望된다. 松島²⁰⁾는 晚植할수록 莖葉中の 養分이 減少으로 移 行이 적으므로 登熟不良을 가져와 收量 減收가 招來

된다고 하였고 崔⁶⁾도 營養生長期間의 長短이 出穗開花 및 收量과 窓接한 關係를 보여 多收穫을 爲해서는 早植으로 營養生長期間을 延長시킴이 重要하다고 하였다.

다. 栽培期間中 登熟溫度

水稻의 生産性 增大를 爲해서는 地下部와 地上部の 均衡있는 發達이 이루어져야 營養生長期에 體内に 充分한 物質集積이 되어 生殖生長期로 轉換될 때

이삭으로 物質移行이 높아지는데 特히 穎花數와 登熟率은 出穗前 10日 頃부터 出穗後 30日까지 期間中の 溫度에 따라서 差異를 顯著히 나타내며 이때 必要한 溫度는 23℃ 以上の 平均溫度가 要望된다고 한다.^{21,24)} 登熟期에 이 溫度를 維持하기 爲해서는 表4에서 보는 바와 같이 早生品種인 湖南早生과 水原 284 號는 6月 20日, 中晚生品種은 6月 10日 以內에 移秧을 完了하여야만 同化殿分の 移轉率을 높

Table 4. Daily mean air temperature from meiotic stage to 30 days after heading

| Variety | Transplanting date | | | | |
|---------------|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | 25.82 | 25.60 | 24.73 | 23.57 | 22.69 |
| Suweon 284 | 25.71 | 25.05 | 24.09 | 23.07 | 22.00 |
| Iri 338 | 24.33 | 23.76 | 23.07 | 21.72 | 19.72 |
| Milyang 42 | 24.73 | 24.09 | 23.57 | 22.04 | 20.36 |

여 이삭수 確保는 물론 登熟率도 높일 수 있는 結果를 보였다. 이 期間中の 要求溫度는 品種의 早晚性에 따른 出穗時期에 따라 달라지는데 本試驗 結果 登熟 및 收量을 높이기 爲해서는 早生品種은 25℃, 中晚生品種은 24℃ 程度의 溫度가 必要하였다. 松島²¹⁾, 村田²⁴⁾, 角田¹³⁾ 등도 이와 類似한 報告를 한 바 있다. 이 期間中の 溫度와 收量 및 登熟率과의 相關關係를 表5에서 보면 모두 高度의 有意性이 認定되었다. 이므로 統一型 新品種의 安全多收穫을 爲해서는 早播早植에 依해 登熟期가 높은 溫度에 處하도록 作期를 移動함이 바람직하다.

2. 栽培時期 移動에 따른 葉의 形態

가. 葉位別 葉身の 變異

作物體는 葉位에 따른 活動中心葉別 即 上下位葉別로 同化産物の 蓄積程度가 다르고 大氣中の 溫度

와 光度에 따라서도 同化力에 差異를 나타내고 있다.

移秧期에 따른 水稻 品種의 葉長, 葉幅, 葉厚를 葉位別로 보면(表6) 葉長은 晚植할수록 止葉, 2葉이 모두 짧아졌으며 3葉의 境遇는 窓陽 42號를 除外하고는 6月 10日 移秧까지는 葉長이 길어졌다가 그 以後는 짧아졌다. 部位別로는 2葉까지는 早植할수록 晚植에 比하여 길었다. 3葉는 6月 10日 移秧을 前後하여 伸長程度에 差異를 보였는데 品種間 平均的으로 3葉의 長이가 止葉, 2葉보다 컸으며 그 程度는 窓陽 42號가 뚜렷하였다. 葉幅과 葉厚는 2葉에서 3葉보다 높은 數值를 나타냈는데 中晚生 品種일수록 移秧期의 早晚에 따른 差異가 顯著하였다.

大體로 早植 및 適期移秧이 晚植에 比하여 葉身長, 葉幅, 葉厚의 數值가 높은 것으로 보아 이는 品種의 生理生態의인 現象에도 그 原因이 있었으나 移秧期

Table 5. Relationships between the ripening temperature and yield and ripening ratio

| Variety | Ripening temperature and yield | | Ripening temperature and ripening ratio | |
|---------------|--------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|
| | Regression equation | Correlation coefficient | Regression equation | Correlation coefficient |
| Honam Josaeng | $Y = 17.786x + 8.399$ | $r = 0.9877^*$ | $Y = 2.518x + 8.619$ | $r = 0.9365^*$ |
| Suweon 284 | $Y = 20.529x - 54.28$ | $r = 0.9513^*$ | $Y = 2.046x + 21.797$ | $r = 0.8878^*$ |
| Iri 338 | $Y = 28.65x - 153.998$ | $r = 0.9488^*$ | $Y = 2.36x + 12.093$ | $r = 0.9784^*$ |
| Milyang 42 | $Y = 38.75x - 459.9$ | $r = 0.9788^*$ | $Y = 2.574x - 13.1$ | $r = 0.981^*$ |

x : Ripening temperature y : yield x : Ripening temperature y : Ripening ratio

* Ripening temperature; daily mean air temperature from 10 days before heading to 30 days after heading.

Table 6. Length, width and thickness of leaf blades in heading date

| Variety | Transplanting date | Length (cm) | | | Width (cm) | | | Thickness (mm) | | |
|---------------|--------------------|-------------|------|------|------------|------|------|----------------|------|------|
| | | 1(flag) | 2 | 3 | 1(flag) | 2 | 3 | 1(flag) | 2 | 3 |
| Honam Josaeng | May 21 | 29.2 | 35.1 | 32.5 | 1.39 | 1.32 | 1.18 | 0.25 | 0.29 | 0.25 |
| | May 31 | 28.9 | 33.7 | 32.0 | 1.40 | 1.29 | 1.18 | 0.25 | 0.28 | 0.28 |
| | June 10 | 21.9 | 31.4 | 35.0 | 1.42 | 1.27 | 1.15 | 0.22 | 0.29 | 0.25 |
| | June 20 | 20.6 | 27.0 | 28.6 | 1.19 | 1.13 | 1.05 | 0.20 | 0.23 | 0.24 |
| | June 30 | 20.1 | 26.7 | 27.2 | 1.17 | 1.10 | 1.00 | 0.19 | 0.22 | 0.20 |
| Suweon 284 | May 21 | 30.1 | 35.5 | 32.9 | 1.32 | 1.22 | 1.25 | 0.22 | 0.31 | 0.24 |
| | May 31 | 29.1 | 33.1 | 31.2 | 1.39 | 1.19 | 1.18 | 0.23 | 0.29 | 0.28 |
| | June 10 | 22.6 | 31.1 | 36.0 | 1.36 | 1.18 | 1.18 | 0.20 | 0.29 | 0.27 |
| | June 20 | 22.4 | 29.7 | 34.3 | 1.34 | 1.19 | 1.13 | 0.19 | 0.28 | 0.26 |
| | June 30 | 22.2 | 29.3 | 32.5 | 1.29 | 1.17 | 1.06 | 0.18 | 0.27 | 0.24 |
| Iri 338 | May 21 | 27.8 | 34.9 | 34.9 | 1.62 | 1.33 | 1.21 | 0.22 | 0.36 | 0.32 |
| | May 31 | 28.3 | 36.8 | 34.5 | 1.57 | 1.32 | 1.26 | 0.29 | 0.33 | 0.36 |
| | June 10 | 26.8 | 34.6 | 35.9 | 1.52 | 1.32 | 1.23 | 0.25 | 0.32 | 0.32 |
| | June 20 | 25.9 | 33.4 | 35.0 | 1.38 | 1.25 | 1.08 | 0.22 | 0.33 | 0.30 |
| | June 30 | 24.3 | 32.9 | 33.2 | 1.30 | 1.24 | 1.10 | 0.21 | 0.32 | 0.31 |
| Milyang 42 | May 21 | 27.5 | 35.4 | 38.2 | 1.62 | 1.29 | 1.18 | 0.38 | 0.41 | 0.40 |
| | May 31 | 26.7 | 34.0 | 38.1 | 1.52 | 1.27 | 1.10 | 0.33 | 0.37 | 0.39 |
| | June 10 | 23.7 | 30.3 | 35.2 | 1.48 | 1.34 | 1.25 | 0.26 | 0.32 | 0.38 |
| | June 20 | 24.5 | 30.2 | 34.3 | 1.50 | 1.24 | 1.16 | 0.25 | 0.32 | 0.37 |
| | June 30 | 23.4 | 30.0 | 33.4 | 1.48 | 1.21 | 1.16 | 0.24 | 0.31 | 0.36 |

의 早晚에 따른 生育日數의 差에^{14, 20} 依한 同化物質의 蓄積과 地下部에서 吸收한 養分の 莖葉 移行도가 早植에서 높았기 때문에 여겨진다. 盧²⁶, 蔡⁸ 등은 早植으로 生育期가 길고 溫度가 높을수록 相加的으로 이들의 形質이 增大된다고 하였다.

나. 葉身の 乾物生産力 및 葉面積指數

早期移秧으로 葉身長, 葉幅, 葉厚가 作物體 收量과 相關이 높은 方向으로 作用한다고해서 端的으로

同化産物이 莖葉에 多量 蓄積되어 收量を 決定짓는다고는 볼 수 없을 것이다. 表 7에서 收量生産器官인 葉身重과 收量受用器官인 穎花數와의 關係를 보면 葉身の 乾物重이 낮을수록 品種과 移秧期間에 差를 나타냈는데 晚植함에 따라서 穎花數가 收量生産器官인 葉身重의 減少 程度보다 큰 幅으로 낮아짐에 따라 晚植할수록 높은 數値를 나타냈다. 品種間에는 葉身長, 葉幅, 葉面積이 낮은 品種일수록 높은 比率

Table 7. Number of spikelets per 1g of dried leaf blades at different transplanting dates

| Variety | Transplanting date | | | | |
|---------------|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | 43.59 | 40.98 | 45.60 | 49.40 | 52.60 |
| Suweon 284 | 28.42 | 28.28 | 39.63 | 31.20 | 35.46 |
| Iri 338 | 32.68 | 32.54 | 34.78 | 37.37 | 34.20 |
| Milyang 42 | 32.37 | 32.20 | 34.00 | 35.69 | 38.30 |

을 나타냈는데 多收穫品種 開發을 爲해서는 同化能力이 큰 直立型 草型을 지니고 穎花數 確保가 晚植에서도 可能的한 品種을 育種함이 바람직하겠다. 出穗期 光合成 作用과 密接한 關係를 이룬 主莖의 葉身重을 보면(表 8) 移秧期와 品種에 따라 傾向이 서로 달랐다. 湖南早生과 密陽 42 號는 5 月 31 日, 水原

284 號, 裡里 338 號는 5 月 21 日의 早期移秧에서 높은 數値를 나타냈는데 이는 生育日數가 길어짐에 따라 同化産物 및 澱粉的 蓄積이 높았기 때문에 여겨진다. (表 9)에서 營養生長期間과 出穗期の 葉身重과의 相關을 보아 營養生長期間의 長短이 水稻 葉身の 乾物蓄積에 關與하는바 크다고 여겨진다. 品種間

Table 8. Dry weight of leaf blades on a main culm at heading in different transplanting dates (g)

| Variety | Transplanting date | | | | |
|---------------|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | 1.95 | 2.05 | 1.82 | 1.68 | 1.52 |
| Suweon 284 | 2.92 | 2.90 | 2.70 | 2.50 | 2.20 |
| Iri 338 | 3.80 | 3.70 | 3.45 | 3.20 | 3.00 |
| Milyang 42 | 3.80 | 3.82 | 3.50 | 3.25 | 2.93 |

Table 9. Relationships between leaf weight and Vegetative period

| Variety | Regression | Correlation coefficient |
|---------------|-------------------------|-------------------------|
| Honam Josaeng | $Y = 0.02327x + 1.6786$ | $r = 0.8789^*$ |
| Suweon 284 | $Y = 0.0399x + 1.2787$ | $r = 0.9298^*$ |
| Iri 338 | $Y = 0.04996x + 1.3077$ | $r = 0.8908^*$ |
| Milyang 42 | $Y = 0.0459x + 1.646$ | $r = 0.851^*$ |

x : Vegetative period

y : leaf weight

에는 出穗期의 差異 卽 同一 移秧期內에서 生育日數가 긴 中晚生 品種일수록 葉身重이 높은 結果를 보였다. (表 10)에서 LWR(Leaf Weight Ratio, 葉乾重 / 葉生重)도 葉身의 乾物重이 높은 早植에서 높은 比率을 나타냈고, 晚植할수록 낮았는데 移秧期間 대체로 5月31日까지는 增加하다가 6月10日以後 移秧에서는 낮았다. 品種間에는 稈 및 葉身의 乾物重

에 따라 變異를 나타냈는데 稈이 굵고 乾物重이 많은 移秧期에서 높은 傾向을 나타냈다.

다. 葉面積指數

單位面積當 光利用率을 높여 生産性을 增大시킬려면 適正限度까지는 葉面積이 많아야 하는데 葉面積指數(表 11)는 早晚植 및 品種에 따라 그 傾向이 달랐다. 葉幅, 葉身長, 乾物重이 높은 移秧期에서 높

Table 10. Leaf weight ratio at heading date in different transplanting dates

| Variety | Transplanting date | | | | |
|---------------|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | 25.5 | 25.7 | 24.5 | 24.2 | 23.9 |
| Suweon 284 | 26.2 | 31.4 | 25.6 | 25.0 | 23.9 |
| Iri 338 | 28.0 | 27.7 | 27.2 | 26.9 | 26.3 |
| Milyang 42 | 23.1 | 23.3 | 22.9 | 22.8 | 22.8 |

Table 11. Leaf area index at heading date in different transplanting dates

| Variety | Transplanting date | | | | |
|---------------|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| | May 21 | May 31 | June 10 | June 20 | June 30 |
| Honam Josaeng | 5.0 | 5.1 | 5.0 | 4.9 | 4.5 |
| Suweon 284 | 5.1 | 5.0 | 4.9 | 4.6 | 4.2 |
| Iri 338 | 5.7 | 5.5 | 5.1 | 4.7 | 4.3 |
| Milyang 42 | 5.3 | 5.2 | 5.0 | 4.8 | 4.4 |

은 傾向을 보였는데 Uyen²⁹⁾에 依하면 多收穫을 할려면 生葉의 葉面積은 最少한 5.0 以上이 維持되어야 한다고 하였다. 또한 葉面積은 品種과 葉數確保에 따라서 支配되는데 收量과의 相關으로 보아 (表 12) 早期移秧할수록 높은 數値를 보이므로 늦어도

6月10日 以前에 移秧하여 葉面積을 增大시켜 增收하도록 하여야 되겠다. Uyen²⁹⁾, Watson³¹⁾ 등도 葉面積은 晚植할수록 낮아져 收量과 高度의 正의 相關을 보이며 植物生長力을 높일수 있도록 作期를 앞당겨 葉面積이 增大된다고 하였다.

Table 12. Relationship between LAI and yield

| Variety | Regression equation | Correlation Coefficient |
|---------------|------------------------|-------------------------|
| Honam Josaeng | $Y = 83x + 37.1$ | $r = 0.8585$ |
| Suweon 284 | $Y = 84.77x + 34.495$ | $r = 0.961^*$ |
| Iri 338 | $Y = 86.01x + 55.989$ | $r = 0.8848^*$ |
| Milyang 42 | $Y = 192.46x - 520.95$ | $r = 0.9883^*$ |

x : LAI y : yield

3. 栽培時期 移動에 따른 水稻 部位別 乾物生産力

가. 部位別 乾物重 比較

出穗期傾 水稻 部位別 乾物重을 葉身(表 8)과 稈(表 13)으로 區分 比較해 본 結果 同化産物의 集積은 모두 收量과 關聯性이 컸다. 稈重과 地表部位로부

터 10 cm까지의 稈基重은 移秧期가 늦어짐에 따라 낮아지는 傾向이었는데 그 程度는 移秧期의 遲延에 따른 品種別 生育日數와 營養生長期間의 長短과 品種의 早晚性에 따라 差異를 보였다. 第 5 位 節間의 稈太도 早期移秧할수록 또 生育期間이 긴 品種일수록 높은 數値를 보였는데 特히 品種間에는 穗數의 多小에 基因한 바 컸다. 出穗期 穗重은 5 月 31 日以

Table 13. Variatal difference in morphological characteristics of culm at heading date

| Items | Variety | Honam Josaeng | | | | | Suweon 284 | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
| | Transplaneing date | M 21 | M 31 | J 10 | J 20 | J 30 | M 21 | M 31 | J 10 | J 20 | J 30 |
| Culm length (cm) | | 54 | 54 | 53 | 53 | 49 | 59 | 62 | 63 | 61 | 54 |
| Culm base weight (g/5 panicles) | | 1.95 | 1.82 | 1.75 | 1.65 | 1.50 | 2.85 | 3.05 | 2.75 | 2.60 | 2.32 |
| Culm diameter (mm) | | 3.24 | 3.06 | 2.72 | 2.78 | 2.58 | 3.30 | 3.36 | 3.25 | 3.20 | 3.20 |
| Panicle weight (g/5 panicles) | | 1.45 | 1.60 | 1.50 | 1.35 | 1.20 | 1.89 | 2.00 | 1.75 | 1.70 | 1.65 |
| Culm weight (g/plant) | | 69.0 | 69.1 | 63.1 | 54.2 | 50.0 | 88.9 | 4.5 | 84.2 | 76.0 | 66.6 |

| Items | Variety | Iri 338 | | | | | Milyang 42 | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------|-------|------|------|------|------------|-------|-------|------|------|
| | Transplaneing date | M 21 | M 31 | J 10 | J 20 | J 30 | M 21 | M 31 | J 10 | J 20 | J 30 |
| Culm length (cm) | | 67 | 64 | 64 | 62 | 57 | 64 | 65 | 64 | 62 | 58 |
| Culm base weight (g/5 panicles) | | 3.80 | 3.80 | 3.65 | 3.50 | 3.35 | 3.65 | 3.65 | 3.52 | 3.14 | 3.05 |
| Culm diameter (mm) | | 3.86 | 3.91 | 3.62 | 3.56 | 3.40 | 3.97 | 3.85 | 3.65 | 3.55 | 3.46 |
| Panicle weight (g/5 panicles) | | 2.43 | 2.43 | 2.30 | 2.10 | 2.08 | 3.40 | 3.55 | 3.20 | 3.12 | 2.90 |
| Culm weight (g/plant) | | 111.7 | 103.7 | 95.9 | 85.1 | 75.6 | 120.3 | 128.5 | 105.4 | 91.5 | 75.8 |

M 21 : May 21 J 10 : June 10

後 移秧에서는 晚植할수록 낮았는데 早生品種보다는 稈基重을 높일수 있는 栽培法 即 早期移秧으로 作物의 生産性を 높여야 하겠다. 中晚生 品種이 移秧期間 모두 높은 穗重을 보였다. 稈基重과 收量과는(表 14) 高度의 正의 相關을 보여

Table 14. Relationship between culm base weight and yield

| Variety | Regression equation | Correlation Coefficient |
|---------------|------------------------|-------------------------|
| Honam Josaeng | $Y = 142.17x + 197.28$ | $r = 0.9949^{**}$ |
| Suweon 284 | $Y = 115.99x + 123.20$ | $r = 0.9884^*$ |
| Iri 338 | $Y = 255.1x - 432.26$ | $r = 0.8962^*$ |
| Milyang 42 | $Y = 221.01x - 322.07$ | $r = 0.9104^*$ |

x : culm base weight y : yield

나. 出穗期와 登熟期 稈의 乾物重
 出穗期와 出穗 25 日後의 葉身 및 穗重을 除外한 稈의 乾物重은(表 15) 品種間에 晚植할수록 낮았다. 이는 晚植함에 따라 營養生長量이 적고 登熟期間中의 平均溫度가 낮아 炭水化物 集積의 정지가 빨리오고

이삭으로 物質轉移가 낮아 稈의 物質이 이삭으로 移行量이 적었기 때문에 여겨지는데 松島²⁰⁾에 依하면 同化産物의 이삭으로 移行은 晚植할수록 不良하고 또한 莖葉蓄積이 낮다고 하는 結果와 類似하였다. (表 16)의 出穗期 乾物重과 收量과의 相關性으로 보

Table 15. Culm weight of four varieties at different growth stages (g)

| Variety | Transplanting date | Growth Stage | | |
|---------------|--------------------|------------------|-------------------|---------|
| | | Heading date (A) | Ripening date (B) | B/A (%) |
| Honam Josaeng | May 21 | 69.0 | 64.5 | 93.5 |
| | May 31 | 69.1 | 64.3 | 93.1 |
| | June 10 | 63.1 | 59.9 | 94.9 |
| | June 20 | 54.2 | 51.5 | 95.0 |
| | June 30 | 50.0 | 47.5 | 95.0 |
| Suweon 284 | May 21 | 88.9 | 81.0 | 91.1 |
| | May 31 | 94.5 | 88.7 | 93.9 |
| | June 10 | 84.2 | 79.1 | 93.9 |
| | June 20 | 76.0 | 71.9 | 94.6 |
| | June 30 | 76.6 | 63.5 | 95.3 |
| Iri 338 | May 21 | 111.7 | 101.1 | 90.5 |
| | May 31 | 103.7 | 96.8 | 93.3 |
| | June 10 | 95.9 | 89.7 | 93.5 |
| | June 20 | 85.1 | 80.5 | 94.5 |
| | June 30 | 75.6 | 77.8 | 95.0 |
| Milyang 42 | May 21 | 120.0 | 110.5 | 91.8 |
| | May 31 | 128.5 | 119.1 | 92.7 |
| | June 10 | 105.4 | 98.7 | 93.6 |
| | June 20 | 91.5 | 86.9 | 94.0 |
| | June 30 | 75.8 | 72.0 | 95.0 |

Table 16. Relationship between dry weight at heading and yield

| Variety | Regression equation | Correlation Coefficient |
|---------------|------------------------|-------------------------|
| Honam Josaeng | $Y = 2.72x + 277.66$ | $r = 0.94289^*$ |
| Suweon 284 | $Y = 2.9298x + 197.64$ | $r = 0.999^{**}$ |
| Iri 338 | $Y = 3.396x + 170.62$ | $r = 0.8780^*$ |
| Milyang 42 | $Y = 3.072x + 109.39$ | $r = 0.9401^*$ |

x: dry weight

y: yield

아 出穗期 乾物重이 收量에 作用하는 바 크므로 早植으로 乾物重을 높일수 있도록 作期를 誘導하여야 되겠다.

284 號 26%, 裡里 338 號 21%, 密陽 42 號 32% 로서 品種間에 差異가 있었다. 또 下位節이 차지하는 比率은 높으나 稈이 굵어 倒伏을 招來하지 않은 點으로 보아 굵기 程度가 倒伏과 높은 相關性이 있지 않은가 여겨진다. 部位別 節間長은 晚植할수록 짧아졌는데 이는 生育日數⁸⁾의 影響을 받은 結果로 보여진다.

4. 栽培時期 移動에 따른 稈의 形態 變化

가. 節間長

栽培時期 移動에 따른 節間長 變化를 比較하여 보면(表 17) 下位 3, 4 位 節間에 比하여 上位 1, 2 節間이(下位節間/上位節間) 湖南早生은 27%, 水原

나. 節間重과 單位節間長當 節間重

節間部位別 節間重(表 18)을 보면 供試品種 모두

Table 17. Length of internodes of four rice varieties at different transplanting dates

| Variety | Internode | Length of internode | | | |
|---------------|-----------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 internode | 2 internode | 3 internode | 4 internode |
| Honam Josaeng | May 21 | 28.9 | 15.3 | 7.8 | 4.1 |
| | May 31 | 25.6 | 15.1 | 8.1 | 3.8 |
| | June 10 | 26.0 | 14.1 | 8.3 | 3.6 |
| | June 20 | 25.2 | 13.8 | 6.4 | 3.4 |
| | June 30 | 24.7 | 12.5 | 5.8 | 3.2 |
| Suweon 284 | May 21 | 33.7 | 15.3 | 7.4 | 4.1 |
| | May 31 | 33.6 | 16.2 | 7.9 | 4.1 |
| | June 10 | 28.1 | 13.5 | 7.5 | 4.0 |
| | June 20 | 27.4 | 12.9 | 7.1 | 4.0 |
| | June 30 | 26.9 | 12.1 | 6.8 | 3.7 |
| Iri 338 | May 21 | 34.9 | 15.7 | 7.1 | 3.4 |
| | May 31 | 35.1 | 15.6 | 7.4 | 3.5 |
| | June 10 | 33.7 | 15.2 | 7.1 | 3.3 |
| | June 20 | 33.2 | 14.8 | 6.8 | 3.1 |
| | June 30 | 32.1 | 14.5 | 6.1 | 3.0 |
| Milyang 42 | May 21 | 30.8 | 19.8 | 10.2 | 4.6 |
| | May 31 | 29.6 | 19.0 | 13.0 | 5.7 |
| | June 10 | 27.9 | 18.5 | 10.5 | 5.6 |
| | June 20 | 26.9 | 16.5 | 9.8 | 5.2 |
| | June 30 | 23.6 | 15.5 | 8.9 | 4.8 |

晩植함에 따라 낮아졌다. 部位別 節間重은 第2節間 보다는 짧으나 稈太가 굵었기 때문에 여겨진다. 單에서 높은 數値를 보였는데 이는 節間長은 第1節間 位節間重은 節間の 伸長 程度와 節間重에 따라 (表 19)

Table 18. Dry weight of internodes of four rice varieties at different transplanting date

| Variety | Transplanting date | Dry weight of internode (g/10 panicle) | | | |
|---------------|--------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 internode | 2 internode | 3 internode | 4 internode |
| Honam Josaeng | May 21 | 0.9 | 1.12 | 0.92 | 0.72 |
| | May 31 | 0.85 | 1.15 | 1.0 | 0.62 |
| | June 10 | 0.72 | 0.92 | 0.85 | 0.50 |
| | June 20 | 0.65 | 0.81 | 0.70 | 0.41 |
| | June 30 | 0.55 | 0.78 | 0.61 | 0.34 |
| Suweon 284 | May 21 | 1.20 | 1.70 | 1.12 | 1.05 |
| | May 31 | 1.21 | 1.75 | 1.21 | 0.92 |
| | June 10 | 1.08 | 1.50 | 1.05 | 0.82 |
| | June 20 | 1.0 | 1.42 | 0.92 | 0.74 |
| | June 30 | 1.89 | 1.28 | 0.80 | 0.68 |
| Iri 338 | May 21 | 1.82 | 1.74 | 1.11 | 1.05 |
| | May 31 | 1.85 | 1.75 | 1.20 | 1.02 |
| | June 10 | 1.72 | 1.70 | 1.10 | 0.90 |
| | June 20 | 1.70 | 1.65 | 1.0 | 0.85 |
| | June 30 | 1.60 | 1.60 | 0.82 | 0.79 |
| Milyang 42 | May 21 | 1.72 | 2.0 | 1.50 | 0.96 |
| | May 31 | 1.68 | 1.9 | 1.45 | 0.94 |
| | June 10 | 1.45 | 1.79 | 1.10 | 0.91 |
| | June 20 | 1.25 | 1.61 | 1.00 | 0.85 |
| | June 30 | 1.0 | 1.5 | 0.9 | 0.78 |

Table 19. Dry weight per unit length of internode at different transplanting dates

| Variety | Transplanting date | Dry weight per unit length of internode (g/cm) | | | |
|---------------|--------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 internode | 2 internode | 3 internode | 4 internode |
| Honam Josaeng | May 21 | 3.1 | 7.3 | 11.8 | 17.6 |
| | May 31 | 3.3 | 7.6 | 12.3 | 16.3 |
| | June 10 | 2.8 | 6.5 | 10.2 | 13.9 |
| | June 20 | 2.6 | 5.9 | 10.9 | 12.1 |
| | June 30 | 2.2 | 5.6 | 10.5 | 10.6 |
| Suweon 284 | May 21 | 3.6 | 11.1 | 15.1 | 25.6 |
| | May 31 | 3.6 | 11.5 | 15.3 | 22.4 |
| | June 10 | 3.5 | 10.9 | 14.7 | 20.0 |
| | June 20 | 3.5 | 10.9 | 12.9 | 18.5 |
| | June 30 | 3.3 | 10.6 | 12.0 | 18.4 |
| Iri 338 | May 21 | 5.2 | 11.1 | 15.6 | 30.8 |
| | May 31 | 5.3 | 11.2 | 16.2 | 29.1 |
| | June 10 | 5.1 | 11.2 | 15.5 | 27.3 |
| | June 20 | 5.1 | 11.1 | 14.7 | 27.4 |
| | June 30 | 5.0 | 11.0 | 13.4 | 26.3 |
| Milyang 42 | May 21 | 5.6 | 10.1 | 14.7 | 20.9 |
| | May 31 | 5.7 | 10.0 | 11.2 | 16.5 |
| | June 10 | 5.2 | 9.7 | 10.5 | 16.3 |
| | June 20 | 4.7 | 9.8 | 10.2 | 16.3 |
| | June 30 | 4.2 | 9.6 | 10.1 | 16.2 |

Table 20. Yield and yield component at different transplanting dates

| Variety | Transplanting date | Yield and its component | | | |
|---------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| | | No. of panicle | Spikelets per panicle | Ripening ratio | Yield (kg/10 ^a) |
| Honam Josaeng | May 21 | 15.5 | 85 | 75.3 | 472 |
| | May 31 | 16.0 | 84 | 72.0 | 458 |
| | June 10 | 15.4 | 83 | 70.0 | 449 |
| | June 20 | 13.9 | 83 | 68.5 | 429 |
| | June 30 | 13.7 | 80 | 65.5 | 411 |
| Suweon 284 | May 21 | 14.0 | 83 | 76.5 | 460 |
| | May 31 | 14.1 | 82 | 71.0 | 473 |
| | June 10 | 13.8 | 80 | 70.0 | 445 |
| | June 20 | 13.1 | 78 | 69.6 | 419 |
| | June 30 | 12.4 | 78 | 67.2 | 393 |
| Iri 338 | May 21 | 15.2 | 124 | 70.3 | 535 |
| | May 31 | 14.3 | 120 | 68.6 | 522 |
| | June 10 | 13.9 | 120 | 65.5 | 506 |
| | June 20 | 12.9 | 112 | 62.4 | 498 |
| | June 30 | 11.9 | 103 | 59.4 | 395 |
| Milyang 42 | May 21 | 13.0 | 123 | 76.0 | 488 |
| | May 31 | 14.2 | 123 | 72.0 | 480 |
| | June 10 | 12.3 | 119 | 70.4 | 449 |
| | June 20 | 11.6 | 116 | 67.5 | 416 |
| | June 30 | 10.1 | 113 | 58.9 | 316 |

에서와 같이 早晚植間에 差異를 보여 晚植할수록 單位節間長當 節間重은 낮았다. 單位節間長當 節間重은 모두 品種 供히 4節>3節>2節>1節 順位로 컸으며 品種別로는 湖南早生<水原 284 號<密陽 42 號<裡里 338 號 順位로 높은 傾向을 보였고, 移秧期가 늦어질수록 節間的 伸長力에 節間重이 增大하지 못하는 結果를 보여 낮은 數値를 보였다.

5. 收量 및 收量構成 要素

各種 形質의 變異가 晚植함에 따라 不利한 方向으로 나타난 것과 같이 收量 및 收量構成要素도 같은 方向으로 作用하였다. (表 20)의 實用諸 形質을 品種과 移秧期別로 보면 穗數, 一穗粒數, 登熟比率, 收量 모두 早植에서 높은 數値를 나타냈다. 品種間에 早生品種은 登熟比率과 收량이 早晚植間 큰 差를 보이지 않았으나 中晚生品種인 裡里 338 號와 密陽 42 號는 早植에 比하여 晚植할수록 登熟比率 低下 및 減收 程度가 컸다.

摘 要

栽培時期 移動에 따른 生育環境의 差異가 水稻生態 特性 및 形質 發現에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 1979 年 平野部인 裡里에서 湖南早生, 水原 284 號, 裡里 338 號, 密陽 42 號를 供試하여 5 月 21 日 부터 10 日 間隔으로 移秧하여 試驗을 實施하여 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 出穗期는 移秧期와 品種에 따라 다르며, 早生品種은 晚植하여도 出穗遲延 程度가 비슷하나 中晚生 品種은 晚植할수록 出穗遲延 程度가 7 日 以上の 큰 差를 보였다.

2. 移秧에서 出穗까지 所要日數는 早生 品種은 55 日, 中晚生 品種은 67 日 以上이며 裡里 338 號와 密陽 42 號는 6 月 20 日 以後 移秧에서는 移秧期間에 出穗日數의 差異가 없었다.

3. 營養生長期의 長短이 稻體內 物質蓄積과 關聯되는바 크고 收量과도 高度의 正의 相關이 認定되었으므로 營養生長期間을 增大시키기 爲해서는 早播 早植이 要望되었다.

4. 幼穗形成期와 이삭으로의 物質移行 期間中엔 23℃ 以上の 高温이 要求되며 品種의 早晚性을 감안 早期移秧으로 登熟을 높임이 바람직하였다. 이 期間中의 平均 溫度와 收量, 登熟率과는 高度의 正의 相關을 보였다.

5. 葉身長, 葉幅, 葉厚는 早植할수록 높았으며 葉位別 葉身長은 3 葉, 葉幅은 止葉, 葉厚는 2 葉長에서 增大되었다.

6. 收量生産器官과 受容器官과의 關係는 穗當 穎花의 差生이 葉身重에 比하여 높아 晚植할수록 높았고, LAI는 晚植할수록 낮은 結果를 보였으며 收量과는 正의 相關을 이루었다.

7. 出穗期의 葉身重은 收量과 正의 相關을 보였다.

8. 水稻의 部位別 特性은 品種과 移秧期에 따라 달라졌는데, 5 月 31 日 移秧期를 頂點으로 乾物生産力 및 形質 變異가 晚植할수록 낮았다.

9. 이삭으로 稈中の 物質移行은 低溫期에 登熟期를 經過하는 晚植일수록 낮아졌다.

10. 節間的 伸長力 및 部位別 節間重의 變異는 移秧期의 早晚에 따른 生育期間中の 溫度 및 生育日數에 影響을 받았다.

引用 文 獻

1. Leopold, A., Carl, Paul, E. Kriedemann. 1975. Plant growth and development. McGraw - Hill Book company : 77~105.
2. 安壽奉. 1973. 水稻 登熟의 品種間 差異와 그 向上에 關한 研究. 韓作誌 14 : 1~40.
3. _____. 1974. 水稻의 登熟 向上을 爲한 栽培法. 韓作誌 17 : 47~57.
4. _____. 1974. 統一의 早期播種이 出穗促進에 미치는 影響. 農村研報 17 : 109~115.
5. 荒本浩一. 1962. 暖地稻の 下葉と 收量との 關連性に 關する 研究. 第四報 下位葉身 切除後に する 疏安, 過石, 監加 添加의 影響(その) 形態的 影響. 日土肥誌 33 (10) : 475~477.
6. 崔洙日 外 3 人. 1979. 苗莖日數에 따른 氣象環境의 差異가 水稻 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 24 (2) : 65~73.
7. 崔相鎭·李鍾薰·崔鉉玉. 1979. 水稻와 陸稻品種의 논과 밭栽培에 따른 變異性에 關한 研究. 韓作誌 24 (4) : 19~25.
8. 蔡濟天·許煥·李鍾薰. 1980. 氣溫 및 水溫의 差異가 水稻 品種의 生育 및 養分吸收에 미치는 影響 25 (1) : 14~19.
9. 田中稔. 1949. 水稻 冷害의 實際的 研究. 第一報 登熟期間に する 氣溫의 精粒重に 及ぼす 影響. 日作誌 18 (2, 3, 4) : 156~158.

10. _____. 1950. 水稻 冷害の 實際的 研究. 第2報 登熟適温並びに 完全成熟の 限界出穂期. 日作記 19(1,2): 57~61.
11. 寺尾博・大谷義雄. 1942. 水稻 冷害の 生理的 研究. 豫報Ⅷ. 挿秧よ 出穂に至る 各期よいの 各種 低温の 幼穂分化 出穂 稔實に及ぼす 影響. 日作記 13: 317~336.
12. 柿崎洋一. 1938. 稻の 發育生理と 稻作に 關する一概念. 農業及園藝 13(1): 7~14.
13. 角田公正・和田純二・佐藤亮一. 1966. 低温による 出穂遅延度の 品種間 差異とその 機構. 日作記 34(4): 399~402.
14. 星川清親. 1967. 葉面積 測定法 42(2): 178.
15. 張權裂・田炳泰・郭龍鎬. 1978. 二面交雜에 依한 水稻의 量的 形質의 遺傳分析. 第一報 世大別 各形質의 Heterosis 程度의 差異. 韓作誌 23(2): 25~33.
16. 金七龍・李鎮薰・鄭奎浴. 1973. 栽培時期 移動에 따른 諸環境 要因이 벼地上部 形質에 미치는 影響. 農試研報 18: 93~99.
17. 姜良淳・許輝. 1976. 嶺南地方에 있어서 水稻 栽培時期 移動이 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試研報 18: 79~85.
18. 李殷雄. 1971. 韓國 水稻作의 氣象環境과 收量性에 關한 研究. 農試研報 14: 7~32.
19. 李鎮薰. 1972. 水稻の 地上部の 形質にすばす根の 役割に 關する 研究. 日作記 41(11): 1~12.
20. 松島省三. 1957. 水稻 收量の 成立と 豫察に 關する 作物學的 研究. 農技研究報 A 5號: 1~271.
21. _____. 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. 農業及園藝 33(6).
22. _____. 角田公正. 1958. 生育各期の 氣温の 高低及び較差の 大小が 水稻の 生育 收量及び 收量構成要素に及ぼす 影響. 日作記 26: 243~244.
23. 村田吉男・長田楮山. 1957. 水稻 收量と 光合成作用. 農業及園藝 33(6): 1292~1296.
24. _____. 1961. 水稻の 光合成とその 栽培的 意義に 關する 研究. 日農技研報 D-9: 133~136.
25. 棟方研・川山奇勇・假谷柱. 1967. 氣象すよび 稻體 要因か みた 水稻 生産力の 定量的 研究. 中國農試報 A: 59~96.
26. 盧承杓. 1976. 統一系統의 播種期 및 移秧期에 따른 苗板日數가 收量에 미치는 影響. 農試研報 18: 93~99.
27. Roychovdhary, A. 1968. Vaddy. Indian agriculture 12(2): 176~181.
28. Sakamoto, S. 1971. Heading of Japonica rice varieties in ceylon. Japanese journal of tropical agriculture 14(4): 209~212.
29. Vyên, N. Van. 1971. On the role of leaf area and photosynthetic productive in dry matter accumulation of the rice plant. Acta agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae 20(1/2): 109~115.
30. 和田源七. 1968. 水稻 收量 成立におよぼす 窒素營養の 影響とくに 出穂期 以後の 窒素の 重要性について. 日農技報 A(16): 27~167.
31. Watson, D. J. 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adr, Agron* 4: 101~145.
32. Went, F. W. 1957. The experimental control of plant growth. *Chronica botanica waltham, Mass.* 343.
33. 和田榮太郎. 1952. 稻の 感温性及び 感光性に 關する 研究. 第1報 日本に 於ける 水稻 品種の 感温性及び 感光性とその 地理的 分布について. 育種雜 2(1): 55~62.