

논벼 長·短稈品種의 蒸發散諸係數와 乾物量과의 關係에 對한 研究 (I)

Studies on Relations between Various Coefficients of Evapo-Transpiration and Quantities of Dry Matters for Tall-and Short Statured Varieties of Paddy Rice

劉 漢 烈* 金 哲 基**
Han Yeol Ryu Choul Kee Kim

Summary

The purpose of this thesis is to disclose some characteristics of water consumption in relation to the quantities of dry matters through the growing period for two statured varieties of paddy rice which are a tall statured variety and a short one, including the water consumption during seedling period, and to find out the various coefficients of evapotranspiration that are applicable for the water use of an expected yield of the two varieties.

PAL-TAL, a tall statured variety, and TONG-IL, a short statured variety were chosen for this investigation. Experiments were performed in two consecutive periods, a seedling period and a paddy field period.

In the investigation of seedling period, rectangular galvanized iron evapotranspirometers (91cm×85cm×65cm) were set up in a way of two levels (PAL-TAL and TONG-IL varieties) with two replications. A standard fertilization method was applied to all plots. In the experiment of paddy field period, evapotranspiration and evaporation were measured separately. For PAL-TAL variety, the evapotranspiration measurements of 43 plots of rectangular galvanized iron evapotranspirometer (91cm×85cm×65cm) and the evaporation measurements of 25 plots of rectangular galvanized iron evaporimeter (91cm×85cm×15cm) have been taken for seven years (1966 through 1972), and for TONG-IL variety, the evapotranspiration measurements of 19 plots and the evaporation measurements of 12 plots have been collected for two years (1971 through 1972) with five different fertilization levels. The results obtained from this investigation are summarized as follows:

1. Seedling period

* 서울대학교 農科大學

** 忠北大學

- 1) The pan evaporation and evapotranspiration during seedling period were proved to have a highly significant correlation to solar radiation, sunshine hours and relative humidity. But they had no significant correlation to average temperature, wind velocity and atmospheric pressure, and were appeared to be negatively correlative to average temperature and wind velocity, and positively correlative to the atmospheric pressure, in a certain period. There was the highest significant correlation between the evapotranspiration and the pan evaporation, beyond all other meteorological factors considered.
- 2) The evapotranspiration and its coefficient for PAL-TAL variety were 194.5mm and 0.94~1.21(1.05 in average) respectively, while those for TONG-IL variety were 182.8mm and 0.90~1.10(0.99 in average) respectively. This indicates that the evapotranspiration for TONG-IL variety was 6.2% less than that for PAL-TAL variety during a seedling period.
- 3) The evapotranspiration ratio (the ratio of the evapotranspiration to the weight of dry matters) during the seedling period was 599 in average for PAL-TAL variety and 643 for TONG-IL variety. Therefore the ratio for TONG-IL was larger by 44 than that for PAL-TAL variety.
- 4) The K-values of Blaney and Criddle formula for PAL-TAL variety were 0.78~1.06(0.92 in average) and for TONG-IL variety 0.75~0.97(0.86 in average).
- 5) The evapotranspiration coefficient and the K-value of Blaney and Criddle formular for both PAL-TAL and TONG-IL varieties showed a tendency to be increasing, but the evapotranspiration ratio decreasing, with the increase in the weight of dry matters.

2. Paddy field period

- 1) Correlation between the pan evaporation and the meteorological factors and that between the evapotranspiration and the meteorological factors during paddy field period were almost same as that in case of the seedling period (Ref. to table IV-4 and table IV-5).
- 2) The plant height, in the same level of the weight of dry matters, for PAL-TAL variety was much larger than that for TONG-IL variety, and also the number of tillers per hill for PAL-TAL variety showed a trend to be larger than that for TONG-IL variety from about 40 days after transplanting.
- 3) Although there was a tendency that peak of leaf-area-index for TONG-IL variety was a little retarded than that for PAL-TAL variety, it appeared about 60~80 days after transplanting. The peaks of the evapotranspiration coefficient and the weight of dry matters at each growth stage were overlapped at about the same time and especially in the later stage of growth, the leaf-area-index, the evapotranspiration coefficient and the weight of dry matters for TONG-IL variety showed a tendency to be

larger than those for PAL-TAL variety.

- 4) The evaporation coefficient at each growth stage for both of TONG-IL and PAL-TAL varieties was decreased and increased with the increase and decrease in the leaf-area-index, and the evaporation coefficient of TONG-IL variety had a little larger value than that of PAL-TAL variety.
- 5) Meteorological factors (especially pan evaporation) had a considerable influence to the evapotranspiration, the evaporation and the transpiration. Under the same meteorological conditions, the evapotranspiration (ET) showed a increasing logarithmic function of the weight of dry matters (x), while the evaporation (EV) a decreasing logarithmic function of the weight of dry matters;

$$800\text{kg}/10a \leq x \leq 2000\text{kg}/10a, ET = a_1 + b_1 \log_{10} x \quad (b_1 > 0)$$

$$EV = a_2 + b_2 \log_{10} x \quad (a_2 > 0 \quad b_2 < 0)$$

At the base of the weight of total dry matters, the evapotranspiration and the evaporation for TONG-IL variety were larger as much as 0.3~2.5% and 7.5~8.3% respectively than those of PAL-TAL variety, while the transpiration for PAL-TAL variety was larger as much as 1.9~2.4% than that for TONG-IL variety on the contrary. At the base of the weight of rough rices the evapotranspiration and the transpiration for TONG-IL variety were less as much as 3.5% and 8.1~16.9% respectively than those for PAL-TAL variety and the evaporation for TONG-IL was much larger by 11.6~14.8% than that for PAL-TAL variety.

- 6) The evapotranspiration coefficient, the evaporation coefficient and the transpiration coefficient were affected by the weight of dry matters much more than by the meteorological conditions. The evapotranspiration coefficient (ETC) and the evaporation coefficient (EVC) can be related to the weight of dry matters (x) by the following equations:

$$800\text{kg}/10a \leq x \leq 2000\text{kg}/10a, ETC = a_3 + b_3 \log_{10} x \quad (b_3 > 0)$$

$$EVC = a_4 + b_4 \log_{10} x \quad (a_4 > 0, \quad b_4 < 0)$$

At the base of the weights of dry matters, 800kg/10a~2000kg/10a, the evapotranspiration coefficients for TONG-IL variety were 0.968~1.474 and those for PAL-TAL variety, 0.939~1.470, the evaporation coefficients for TONG-IL variety were 0.504~0.331 and those for PAL-TAL variety, 0.469~0.308, and the transpiration coefficients for TONG-IL variety were 0.464~1.143 and those for PAL-TAL variety, 0.470~1.162.

- 7) The evapotranspiration ratio, the evaporation ratio (the ratio of the evaporation to the weight of dry matters) and the transpiration ratio were highly affected by the meteorological conditions. And under the same meteorological condition, both the evapotranspiration ratio (ETR) and the evaporation ratio (EVR) showed to be a decreasing logarithmic function of the weight of dry matters (x) as follows:

$$800\text{kg}/10a \leq x \leq 2000\text{kg}/10a, ETR = a_5 + b_5 \log_{10} x \quad (a_5 > 0 \quad b_5 < 0)$$

$$EVR = a_0 + b_0 \log_{10} x \quad (a_0 > 0 \quad b_0 < 0)$$

In comparison between TONG-IL and PAL-TAL varieties, at the base of the pan evaporation of 343mm and the weight of dry matters of 800~2000kg/10a, the evapotranspiration ratios for TONG-IL variety were 413~247, while those for PAL-TAL variety, 404~250, the evaporation ratios for TONG-IL variety were 197~38 while those for PAL-TAL variety, 182~34, and the transpiration ratios for TONG-IL variety were 216~209 while those for PAL-TAL variety, 222~216 (Ref. to table IV-23, table IV-25 and table IV-26)

8) The accumulative values of evapotranspiration intensity and transpiration intensity for both PAL-TAL and TONG-IL varieties were almost constant in every climatic year without the affection of the weight of dry matters. Furthermore the evapotranspiration intensity appeared to have more stable at each growth stage. The peaks of the evapotranspiration intensity and transpiration intensity, for both TONG-IL and PAL-TAL varieties, appeared about 60~70 days after transplanting, and the peak value of the former was 128.8 ± 0.7 , for TONG-IL variety while that for PAL-TAL variety, 122.8 ± 0.3 , and the peak value of the latter was 152.2 ± 1.0 for TONG-IL variety while that for PAL-TAL variety, 152.7 ± 1.9 (Ref. to table IV-27 and table IV-28)

9) The K-value in Blaney & Criddle formula was changed considerably by the meteorological condition (pan evaporation) and related to be a increasing logarithmic function of the weight of dry matters (x) for both PAL-TAL and TONG-L varieties as follows;

$$800\text{kg}/10a \leq x \leq 2000\text{kg}/10a, \quad K = a_7 + b_7 \log_{10} x \quad (b_7 > 0)$$

The K-value for TONG-IL variety was a little larger than that for PAL-TAL variety.

10) The peak values of the evapotranspiration coefficient and k -value at each growth stage for both TONG-IL and PAL-TAL varieties showed up about 60~70 days after transplanting. The peak values of the former at the base of the weights of total dry matters, 800~2000kg/10a, were 1.14~1.82 for TONG-IL variety and 1.12~1.80, for PAL-TAL variety, and at the base of the weights of rough rices, 400~1000 kg/10a, were 1.11~1.79 for TONG-IL variety and 1.17~1.85 for PAL-TAL variety. The peak values of the latter, at the base of the weights of total dry matters, 800~2000kg/10a, were 0.88~1.39 for TONG-IL variety and 0.86~1.36 for PAL-TAL variety and at the base of the weights of rough rices, 400~1000kg/10a, 0.85~1.38 for TONG-IL variety and 0.87~1.40 for PAL-TAL variety (Ref. to table IV-18 and table IV-32)

11) The reasonable and practicable methods that are applicable for calculating the evapotranspiration of paddy rice in our country, are to be followed the following priority

a) Using the evapotranspiration coefficients based on an expected

- yield (Ref. to table IV-13 and table IV-18 or Fig. IV-13).
- b) Making use of the combination method of seasonal evapotranspiration coefficient and evapotranspiration intensity (Ref. to table IV-13 and table IV-27)
- c) Adopting the combination method of evapotranspiration ratio and evapotranspiration intensity, under the conditions of paddy field having a higher level of expected yield (Ref. to table IV-23 and table IV-27).
- d) Applying the k-values calculated by Blaney-Criddle formula, only within the limits of the drought year having the pan evaporation of about 450mm during paddy field period as the design year (Ref. to table IV-32 or Fig. IV-22).

I. 緒 言

벼 栽培에 있어서는 어느나라를 莫論하고 陸稻를 除外하고는 흔히 澁水栽培로 하고 있는 實情이다. 한편 벼 多收穫을 위한 栽培技術의 向上 및 用水節約의 方法으로 中間落水 間斷灌溉方法 등이 實施되고 있으나 大部分의 논 또는 生育期間의 大部分은 亦是 澁水狀態로 栽培하게 되므로 논에 供給하여야 할 물 中에서 葉水面蒸發散量(以下 蒸發散量으로 稱하기로 함)에 該當하는 部分의 比重은 참으로 큰 것이다. 더구나 논 地域의 넓이가 큰 곳일수록 地區面積에 對한 地區別의 比⁽⁴¹⁾가 커서 浸透量中 다시 灌溉用水로 反覆利用하는 量이 많아질 수 있으므로 ⁽⁴²⁾⁽⁵¹⁾ 이러한 논에서 實際消費될 水量은 窮極的으로 蒸發散量에 接近하여질 것이다. 이와같이 논 地域이 좁건 넓건 벼의 蒸發散量으로 消費되는 水量은 土性, 土壤構造, 地形, 地下水位 등에 依한 影響을 크게 받는 浸透量만큼 그 幅이 큰 것은 아니지만 短稈種인 多收性 統一品種의 開發 및 特히 疎植에서 密植으로 栽培條件이 많이 改善된 今일에 있어서는 短稈品種登場에서 오는 品種의 差異 및 栽植密度의 差異로 因하여 從前보다 蒸發散量에 相當한 差異가 생기게 될 것이다. 한편 여러사람들의 많은 研究報告 ⁽⁵⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁶⁾⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁵⁷⁾⁽⁵⁷⁾⁽¹⁰⁷⁾에 依해 生産量은 蒸發散量의 函數로 밝혀졌는데도 現在까지의 우리나라의 벼 用水量 算定에 適用하고 있었던 蒸發散의 諸係數는 事業施行後의 期待生産量이 事業地區에 따라 相異한데도 不拘하고 期待生産量에 關係없이 언제나 어디에서나 같은 값이 쓰여지고 있고 못자리 期間의 用水量만도 그 量이 얼마 되지않는 點도 있지만 이에 관한 測定資料가 尠히 없는 關係로 單純히 達觀的인 推定에 依해서만 그 量을 定하여 왔고 더구나 統一品種의 蒸發散에 對한 研究로는 그 登場이 日淺하여 黃⁽⁶⁾에 依한 1971

년의 것 및 韓⁽²⁹⁾에 依한 1972년의 것이 있을 뿐이고 在來種인 長稈型品種과 直接 比較試驗한 例는 아직 尠히 없다. 따라서 短稈種과 長稈種에 對한 못자리 期間에서 本畚期間에 이르는 蒸發散量 및 長短稈種間의 그 差를 밝히고 아울러 葉水面 蒸發散에 對한 諸係數와 乾物量과의 關係를 밝힌다는 것은 앞으로의 農業用水確保 및 用水量 算定上의 改善를 위하여 實로 重要한 것이다.

이때까지의 우리나라 土地改良事業에서 適用하여 온 蒸發散의 諸係數⁽³³⁾⁽³³⁾⁽⁴⁴⁾⁽⁷⁸⁾⁽⁸⁰⁾에 對한 沿革을 도리켜 볼 때 當初에는 勸業模範場에서 1909년부터 1917년에 걸쳐 草野⁽⁵⁴⁾ 三浦⁽⁷²⁾ 福田⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁶⁾ 飯島⁽⁸⁷⁾⁽⁸⁸⁾ 등에 依하여 試驗한 9年間의 試驗結果 및 1926년부터 1929년에 걸친 試驗結果에 依하여 算定된 葉水面蒸發係數(蒸發計蒸發量에 對한 蒸發散量의 比: 以下 蒸發散係數로 稱하기로 함)를 1960年頃까지 用水計劃上의 金科玉條로 삼아왔고 그 以後에는 富士岡⁽³¹⁾⁽³²⁾⁽³³⁾에 依한 蒸散比 蒸散強度(葉面蒸發率) 株間水面蒸發係數에 依據하여 오른中 International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) 借款에 依한 平澤, 錦江, 榮山江地區 大園地灌溉事業計劃을 契機로 1972년부터 우리나라 土地改良事業에서의 벼의 蒸發散量 算定에는 過去 閔, 韓, 金, 農業振興公社 農工試驗所 등에 依한 여러 試驗資料⁽⁷⁹⁾에 依據하여 算出한 Blaney & Criddle⁽⁴⁾⁽³⁾식의 k값⁽⁴⁶⁾⁽⁷⁰⁾이 그 設計基準으로 使用하게 되었다.

이와 같이 우리나라 벼 農事에 對한 必要水量計算을 위하여 蒸發散量 算定方法에 數次例의 變遷이 있기는 하였지만 어느 方法이 우리나라의 氣象條件 및 理論上으로 가장 合理的이라고 밝혀졌든 것도 아니었다. 그렇다고 本研究의 意圖를, Blaney & Criddle, ⁽⁴⁾⁽³⁾ Penman⁽⁸³⁾ Thorntwaite, ⁽⁶⁶⁾ Christiansen⁽⁴⁷⁾ 등의 蒸發散量 算定式과 같이 測定된 氣象要素에 依해서 벼의 蒸發散量을 算出할 수 있는 式을 새로히 誘導하려는데 두고저하는 것은 아니다.

이러한 점에서 筆者는 本研究에서 氣象要素代身 蒸發計蒸發量을 利用하고 八達벼의 7年間(1966~1972年) 및 統一벼의 2年間(1971~1972年)에 對한 本畝期間의 蒸發散量值과 八達 및 統一벼의 1年間(1973年)에 對한 못자리期間의 蒸發散量值을 土臺로 하여 두 品種에 對한 試驗分析 結果를 比較하여 첫째로 이제까지 우리나라 土地改良事業計劃에서의 設計基準으로 使用하였던 蒸發散係數, 蒸散比-葉面蒸發率-株間水面蒸發係數 및 Blaney & Criddle 式의 k 값 등에 依한 蒸發散量 算出方式中 어느 方式이 우리나라 氣象條件 및 理論上에서 適合한 것인가를 밝히고 둘째로 長短稈種 두 品種벼(八達과 統一)의 乾物量에 따르는 全生育期間 및 各生育期의 蒸發散의 諸係數를 밝히고 셋째로 統一인 短稈種과 八達인 長稈種間에 있어서 어느 것이 水 經濟上 有利한 것인가를 밝히고 넷째로 못자리期間의 이 두 品種間의 蒸發散量의 量的 差異 및 蒸發散量 算出에 必要한 諸係數를 算出하고자 하는 것이다. 本研究에서 筆者는 이에 對한 몇가지 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

本研究을 遂行함에 있어 始終 指導하여 주신 서울大學校農科大學教授 劉漢烈 博士에게 衷心으로 感謝를 드리며 本研究에 協力하여 주신 忠北大學農工學科 農學科 煙草學科諸教授, 忠南大學校 農科大學長 閔丙燮博士, 農業振興公社 農工試驗所呂運哲所長, 農村振興廳統計課長 朴錫洪研究官을 비롯한 諸職員, 延世大學校理工大學 曹喜九教授 및 淸州測候所 諸氏에게 深甚한 謝意를 表하고 아울러 本研究을 遂行하기 까지의 學問의 慾求를 鼓吹激勵하여 주신 恩師 서울大學校農科大學長 表鉉九 博士, 서울大學校農科大學教授 朴成宇 博士, 崔在甲 先生님과 그리고 서울大學校農科大學教授 高在君 博士에게 삼가 謝意를 表하나다.

II. 研究史

作物에 對한 蒸發散量을 適確하게 算出하는 일이란 農業用水의 適正한 確保 및 適正한 用水利用을 위하여 가장 重要한 問題로 오랜 歲月에 걸쳐 研究되어 왔다. 그래서 現在에 이르기 까지에 이 蒸發散量 算出에 關한 研究報告는 數없이 많다.

蒸發散量을 算出하는 方法으로는 Hedke⁽³⁰⁾ Lowry-Johnsen⁽⁶⁸⁾ Blaney-Morin⁽⁴⁾ Thornthwaite⁽⁶⁵⁾ Penman⁽⁶⁹⁾ Blaney & Criddle⁽²⁾ Turc⁽³¹⁾ Hargreaves⁽³²⁾ Rijtema⁽⁶⁶⁾ Christiansen⁽¹⁷⁾ Miyamoto⁽⁷⁴⁾ 등의 氣象要素를 factor로 한 經驗式, 坪內⁽⁶⁷⁾ 松田⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾

의 蒸發計蒸發量 日射量 草長 分蘗數 또는 葉面積指數를 要素로 한 벼의 蒸散量과 株間水面蒸發量을 算出하는式, 上野⁽¹⁰¹⁾ 草野⁽⁶⁴⁾ 福田⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁶⁾ 三浦⁽⁷⁹⁾ 飯島⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ 狩野⁽⁴³⁾ 閔⁽⁸⁹⁾⁽⁷⁰⁾ Hargreaves⁽³²⁾ 金⁽⁴⁸⁾ 黃⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾ 呂⁽¹⁰⁰⁾ Miyamoto⁽⁷⁴⁾ 韓⁽²⁹⁾의 蒸發計蒸發量을 氣象指數로한 벼의 蒸發散係數 또는 Pruitt⁽⁶⁴⁾ Hargreaves⁽³²⁾ 草野⁽⁶⁴⁾ 등의 밭 作物의 蒸發散係數, 上野⁽¹⁰¹⁾ 草野⁽⁶⁴⁾ 福田⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁶⁾ 三浦⁽⁷⁹⁾ Briggs & Shantz⁽⁵⁾⁽⁹⁾ 飯島⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ 朝鮮總督府 農事試驗場 南鮮支場⁽¹⁴⁾ 高田⁽⁸⁸⁾ 松林⁽⁸⁰⁾ 閔⁽⁸⁹⁾⁽⁷⁰⁾ 金⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾ 黃⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾ 呂⁽¹⁰⁰⁾ Feddes⁽²⁰⁾ 韓⁽²⁹⁾의 蒸散比 또는 乾物重 1匁 또는 1貫을 生産하는데 要하는 蒸發散量(以下蒸發散比로 칭하기로 함)으로 나타낸값, 富士岡⁽²¹⁾⁽²²⁾ 金⁽⁴⁸⁾ 韓⁽²⁹⁾의 벼의 蒸散強度(葉面蒸發率) 또는 閔⁽⁷⁰⁾의 蒸發散強度에 依한 方法 등이 알려져 있다.

蒸發散量에 미치는 外的 要素로는 日射量 濕度 氣溫 風速 日照時間 降雨 氣壓 移流(Advection) 등의 氣象要素 栽植密度 生育期와 葉面積指數 植物의 形態 土壤水分 湛水深이 알려져 있는데 上野⁽¹⁰¹⁾ 草野⁽⁶⁴⁾ 福田⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁶⁾ 三浦⁽⁷⁹⁾ 飯島⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ 坪內⁽⁶⁷⁾ 狩野⁽⁴³⁾ 富士岡⁽²¹⁾ Harrold⁽³³⁾ Pruitt⁽⁶⁴⁾ Weaver & Stephens⁽¹⁰⁸⁾ 松田⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾ 閔⁽⁸⁹⁾⁽⁷⁰⁾ Stewart & Mills⁽⁶¹⁾ Hargreaves⁽³²⁾ Christiansen⁽¹⁷⁾ 金⁽⁴⁸⁾ 黃⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾ Williamson & Carreker⁽¹⁰⁴⁾ 呂⁽¹⁰⁰⁾ Miyamoto⁽⁷⁴⁾ 韓⁽²⁹⁾은 蒸發計蒸發量이 諸氣象要素의 複合의 效果를 갖는 前提에서 蒸發計蒸發量을 蒸發散量에 影響을 주는 氣象要素로 代置하여 蒸發散量과의 關係를 맺었고 이 氣象要因外에 坪內⁽⁶⁷⁾ 富士岡⁽²¹⁾은 벼의 蒸發散量 算出에 있어서 草長 分蘗數 등의 要素를 考慮하였으며 또 富士岡⁽²¹⁾⁽²²⁾은 벼의 蒸發散量의 生育期間 동안의 變化狀況에 對하여 論한바 蒸散量은 草長의 伸長이 旺盛한 때 부터 漸次 커져서 分蘗이 50% 程度에 達하는 때 부터 急激히 增加하여 分蘗終了時에는 좀 衰退하여 出穗前 10~15日頃에 最高가 되는데 이때 蒸散量은 分蘗最盛期의 3~4배에 達한다고 하였고 株間水面蒸發量은 活着 當時의 生育初期에 가장 크고 生育이 進行함에 따라 그 값은 작아져서 穗孕期에 最少에 達한 後 벼가 成熟함에 따라 다시 增加하고 湛水深이 커지면 더 增大한다고 하였고 International Rice Research Institute(IRRI)⁽⁶⁹⁾의 試驗에서도 거의 같은 結果를 指摘하였다. Harrold⁽³³⁾은 蒸發散量에 미치는 重要한 要素로 植生狀態 土壤水分을 들었고 Pruitt⁽⁶⁴⁾는 水消費率과 Pan 蒸發量間에는 높은 相關關係가 있고 Pan型에 不拘하고 生育期間을 通하여 거의 一定值를 維

持하고 있다고 하였으며 Weaver & Stephens⁽¹⁰⁸⁾는 牧草에 對한 試驗에서 蒸發散量은 Pan 蒸發量과 乾物量의 函數로서 1%의 有意性이 있으며 自由水面蒸發量은 氣象의 綜合尺度가 된다고 하였다. 그리고 Stewart 등⁽¹¹¹⁾⁽¹¹²⁾은 잔디에 對한 試驗에서 US 標準 Pan 蒸發量과 蒸發散量間의 相關係數는 0.882로 그 關係는 密接한 것이며 蒸發散量과 植生密度間에는 直線的인 關係가 있다고 하여 氣象要素外에 植生密度를 重要視하였다.

그리고 上野⁽¹¹³⁾는 氣候的要素의 強弱은 蒸發計蒸發量으로 나타내는 것이 常例의이고 氣候의 變異가 생기면 同一量의 收穫에 對하여도 葉面 및 水面蒸發量은 같지 않다고 하였으며 Stern⁽⁹⁹⁾는 蒸發散量은 生育期에 따라 變하나, 그 支配的 要因은 氣象要素라고 하고 乾燥期의 作物보다 濕潤期의 作物에 依하여 물의 消費가 더 效果的으로 이루어지고 또 作物表面의 不均一性은 蒸發散量을 높이는 要因이 된다고 하였고 Miyamoto 등⁽¹¹⁴⁾은 벼의 蒸發散量과 蒸散量에 있어서 一般的으로 高溫型인 해의 것은 平年 氣溫型해의 것보다 約 20% 크고, 低溫型인 해의 것은 約 10% 작으며, 蒸散量의 Peak는 氣溫型에 따라 變한다고 하여 蒸發散에 對한 氣象條件의 重要性을 示唆하고 있다.

Meyer⁽⁶⁷⁾는 蒸散量에 미치는 要素로서 氣溫 日射量 및 植物의 形狀을 指摘하고, 特히 氣溫에 比例하여 蒸散量은 增大하는 것이라고 하였다. Briggs & Shart⁽⁹⁾⁽⁷⁷⁾는 穀物의 蒸散量과 各氣象要素와의 相關關係에서 蒸發計蒸發量과의 相關係數는 0.87, 乾濕球差에 對하여는 0.88로 最大이고 다음이 氣溫과 日射量으로 0.70이고, 가장 相關性이 작은 것은 風速으로 0.25程度임을 밝히고, 午前 9時에서 午後 9時에 이르는 12時間사이의 蒸散量은 日蒸散量의 93.5%를 차지하며 結局 蒸散量의 크기는 環境條件의 總和와 植物體의 氣孔調節 또는 體內에서의 可逆的變化에 依하여 變하며 蒸散比의 變化는 그 證據가 되는 것이라고 하고 또 그는 消費水量과 生育期間의 32°F 以上の 日最高氣溫의 累計值와는 直線的인 關

係가 있다고 하였다. Hedke⁽⁸⁰⁾ Lowery & Johnson⁽⁸⁶⁾ Thornthwaite⁽⁸⁵⁾는 蒸發散量을 氣象要素中 氣溫만의 函數로서 式을 誘導하였는데 Levine⁽⁸⁹⁾은 이 Thornthwaite式에 言及하여 定數는 美國 中東部 地方에서 처음 만들어 졌기 때문에 다른 地方에서 適用할때는 미리 檢定해야한다고 말하였고 坪井 등⁽⁹⁰⁾의 벼에 對한 實驗에 依하면 蒸散量은 氣溫의 上昇에 對하여 S字狀 Curve를 그리며 25°C에서는 17°C 일때보다 2~3배나 增加하고 25~30°C 以上이 되면 蒸散量의 增加는 거의 停止한다고 하였다.

Blaney-Morin⁽⁴⁾ Blaney & Criddle⁽²⁾ U.S. soil Conservation service⁽¹⁰⁰⁾ Hobbs & Krogman⁽⁴⁴⁾ 吉良 등⁽⁴⁶⁾은 蒸發散量은 氣象要素中 氣溫과 日射量에 가장 支配한다고 하고 特히 Blaney & Criddle⁽²⁾은 平均氣溫 및 晝間時間을 要素로한 蒸發散量算出式을 誘導하고 또 그는⁽⁴³⁾이 氣象要素外에 葉面積 生育期의 길이 緯度 및 作物의 生理的 要求에 따라 蒸發散量의 크기는 달라지며 作物係數인 K 값은 氣候뿐만 아니라 灌溉水量 作物生産量 土性 및 其他要素에 依한 影響을 받는다고 하고 또 이 公式의 K 값은 月平均氣溫 및 生育期에 左右됨을 밝히고 벼에 對한 K 값은 生育期間의 平均値로 1.00~1.10, 月最大値는 1.10~1.30임을 나타냈다. U.S. Soil Conservation Service⁽¹⁰²⁾에서는 K 값이 같은 氣溫에서는 가을보다 봄에 더크고 이런 loop 効果는 $K = Kt \cdot Kc$ 에 依하여 矯正하게 됨을 指摘하고 있다.

Levine⁽⁸⁸⁾는 Blaney & Criddle公式는 美國 西部地方 아닌 다른 地域에서 應用하는 데는 制限을 받으며 이 公式의 採用適否는 日射量과 月平均氣溫과의 相關關係의 密接性 如何에 달려 있고 짧은 期間의 消費水量 算出에 對한 것 보다는 長期間의 消費水量 推定에 더 잘 맞는다고 하였고 또 Benham⁽¹²⁾에 依하면 이 K 값은 濕潤氣候帶에서는 작고 乾燥氣候帶에서 큰값을 나타낸다고 하였다. 그리고 우리나라에서도 1971年度頃부터 벼의 蒸發散量 算出에 이 K 값을 適用하기 始作하였는데 設計基準으로 다음表와 같은 生育期別(旬別) Kc 값⁽⁴⁶⁾⁽⁷⁹⁾을 使用하고 있다.

Table II-1

期 間	6		7			8			9		平 均
	上	下	上	中	下	上	中	下	上	中	
Kc	0.89	0.91	0.95	0.99	1.06	1.18	1.30	1.22	1.11	0.96	1.057

Maximov⁽⁶⁶⁾ Penman⁽⁸⁸⁾ Christiansen⁽¹⁷⁾ Pruitt⁽⁸⁸⁾는 蒸發散量에 미치는 氣象要素로 日射量, 氣溫, 濕度, 風速, 日照를 考慮하고 以外에 緯度 및 移流⁽⁸⁸⁾⁽¹⁰⁹⁾

標高⁽¹⁷⁾ 降雨 植被狀態 葉面積指數 氣孔抵抗 土壤水分 水面蒸發量 등⁽⁸⁸⁾의 要素도 함께 考慮함을 提示하였다. 特히 Pruitt⁽⁸⁸⁾는 蒸發散量과 日射, 氣溫,

濕度 및 바람간의 關係에 對하여 論한바 바람은 乾燥하고 日射量이 작은 條件下에서는 蒸發에 큰影響을 주나 그와 反對인 條件下에서는 別影響이 없고 높은 日射量을 갖는 無風條件下에서는 濕度の 影響은 別로 重要하지 않다. 또 10~15°F의 溫度差는 無風濕潤條件下에서는 그리 重要하지 않으나 바람이 強하고 乾燥한 條件下에서는 大端히 重要하다고 하였다. 高田⁽⁹⁾는 벼의 蒸散量과 氣象要素間的 相關性的 強度는 日照, 蒸發計蒸發量, 降水量, 濕度, 最高氣溫, 氣溫, 風速의 順位로 작아졌다고 말하고 蒸散量은 本番移秧後 50~70일 內外에서 最大에 達하고 黃熟期가 되면 急激히 작아진다고 하였다. 関⁽¹⁰⁾은 모든 氣象要素中에서 氣溫이 蒸發散量과 가장 密接한 相關關係가 있다고 하였는데 對하여 吉良⁽¹¹⁾는 蒸散量은 氣象要素中 日射量과 가장 密接한 關係를 갖으며 氣溫을 取하는 경우는 最高氣溫보다 平均氣溫이 더 密接하며 地溫差는 葉面積指數에 따라 變한다고 하였다. 曹⁽¹²⁾은 蒸發散量과 氣象要素와의 關係에서 小型蒸發計蒸發量과의 相關係數가 가장 높았고 다음 相對濕度 日照時間 日射量등의 順으로 작아졌는데 氣溫과 風速은 意外로 거의 相關성을 나타내지 않았다고 하였다.

生産量과 蒸散量의 關係에서 Briggs & Shantz⁽¹³⁾는 Tank와 Potometer를 使用하여 實施한 試驗에서 蒸散量은 乾物量에 比例한다고 하였고 Meyer⁽¹⁴⁾는 蒸散量은 乾物量에 따라 變化하므로 乾物量은 期待蒸散量의 便利한 指數가 된다고 하였으며 Rijtema⁽¹⁵⁾는 乾物量과 蒸散量間的 相關性은 氣候와 土壤肥沃度에 左右한다고 하였고 Hogg등⁽¹⁶⁾ Yaron⁽¹⁷⁾ Downey⁽¹⁸⁾등은 어느 限界까지는 生産量은 灌溉水量的 函數가 되는 것이라고 하여 亦是 乾物量은 蒸散量과 密接한 相關性이 있음을 示唆하였다.

Turc⁽¹⁹⁾는 蒸發散量은 氣溫 日射量 有効水分 供給水量에 對한 函數로 定한데 對하여 Hargreaves⁽²⁰⁾는 氣溫 濕度 晝間時間의 函數로 보았고 또 그는⁽²¹⁾ 蒸發散量을 算出하는데 있어서는 氣象要素와 作物要素의 關係가 明確히 定하여져야 하며 各作物의 生育期別 蒸發散量의 算出에 있어서는 生育期別 蒸發散係數를 定하여 使用할것을 밝히고 植生密度 生育狀態 作物 색깔 作物自體가 같고 氣象條件이 같으면 蒸發散量에는 거의 變化가 없는 것이라고 하였다. 그리고 Mather⁽²²⁾는 蒸發散位의 變化는 氣溫 및 日射量의 變化와 잘 一致하며 蒸發面이 작을수록 濕도가 낮을수록 물 消費는 더욱 커진다고 하였다.

金子⁽²³⁾는 日本의 벼의 蒸發散量에 對한 全國的 調査에서 8月の 最盛期의 平均값은 6~8mm/day이고

蒸發計 蒸發量에 對한 比率은 生育狀態에 따라 1.1~2.0로 變한다고 하였다.

Uchijima⁽²⁴⁾는 벼의 蒸散量은 葉面積指數가 커짐에 따라 指數函數의으로 增加하고 株間水面蒸發量은 葉面積指數의 逆指數函數의으로 작아짐을 밝히었다. 그런데 松田등⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾은 亦是 벼에 對한 實驗서 蒸散量은 葉面積指數가 작은 때는 葉面積指數에 比例하여 거의 直線의으로 增加하나 葉面積指數가 더욱 增加함에 따라 增加率이 漸漸 작아지며 葉面積指數가 6~7에 達한 後에는 거의 一定值가 되었고 株間水面蒸發은 벼 生理에 直接關係가 없는 水面到達日射量 및 水溫을 媒體로 하는 純物理的 現象의 變化로, 그 量은 葉面積指數의 逆指數函數의으로 低下한다고 하였고 또 그는 密植區(45株/m²)와 普通區(22.5株/m²)와의 比較에서 密植區의 旬別相對蒸散量(蒸散係數: 蒸發計蒸發量에 對한 蒸散量의 比)은 普通區의 것보다 生育初期에 높는데 生育最盛期에는 비슷하다고 하여 密植區의 蒸散量은 全生育期間을 通하여 生育初期에서 生育最盛期에 이르는 增加量만큼 普通區보다 많음을 示唆하였다. 그리고 加藤⁽²⁷⁾는 벼의 蒸散量은 葉面積指數 5~6까지는 生育量에 支配되고 그 以上에서는 生育量에 關係없이 氣象要素에 支配된다고 主張하였다. Chang⁽²⁸⁾은 葉面積指數에 따라 蒸發散量은 增加하나 어느 限度 以上에서는 一定值가 된다고 하고 最大生産量은 蒸發散位에서 나타난다고 하였다. 掘江⁽²⁹⁾는 葉面積指數와 栽植密度와의 關係에서 葉面積指數는 栽植密度가 클수록 크나 生育後期에는 疎植한것에 가까워지며 最終에는 密度에 關係없이 거의 같아지는데 生育後期에는 下層葉의 枯死가 新葉의 形成速度를 上廻하므로 葉面積의 增加速度는 負值로 轉換하여 葉面積指數가 작아지는 것이라고 하여 密植한것은 疎植한것 보다 生育初期에서 生育後期에 이르는동안 더 큰 葉面積指數를 나타낼을 밝혔다.

Budogovsky⁽³⁰⁾는 그 著書에서 蒸發散量의 要因으로 植物의 種子 및 品種 生長狀態 氣象條件 土壤水分을 指摘하였고 Johnson⁽³¹⁾는 日射量 土壤水分 植被狀態를, 加藤등⁽³²⁾은 日射量 및 飽差를 指摘하고 加藤는 이어서 이삭의 單位面積當의 蒸散量은 잎의 單位面積當의 蒸散量보다 작으며 따라서 水稻의 이삭 蒸散量은 포기全體의 蒸散量의 12~28%를 차지하고 群落集團으로 生育하는 경우에 蒸散量은 작아져서 要水量도 작아진다고 하였다. 그리고 Zijlstra⁽³³⁾는 벼의 年間蒸發散量은 主로 氣候條件에 依하여 決定되며 구름 氣溫 바람에 依한 若干의 變動을 除外하고는 거의 一定하며 蒸發量에 對한 蒸散

量의比는 生育期에 따라 變한다고 하였다.

Linacre⁽⁸⁷⁾는 蒸散의 要因으로 日射量 氣溫 相對濕度 日照時間等의 氣象要素와 作物의 特性을 指摘하였고 Burman & Loudon⁽¹⁰⁾는 wildryealfalfa에 對한 試驗에서 蒸發散의 要因을 熱收支因子에 두었고 Peck 등⁽⁸²⁾은 生育期가 蒸發散에 미치는 影響을 크게 한다고 하였다.

蒸發散係數(葉水面蒸發係數)는 蒸發散量과 蒸發計蒸發量間에 높은 相關關係가 있는 前提에서 算出한 것으로 밭 作物에도 應用⁽⁸²⁾ 한바가 있으나 主로 벼에 對한 蒸發散量算出에 近來까지 使用하여 왔던 것으로서 上野⁽¹⁰¹⁾ 福田⁽⁸⁴⁾ 三浦⁽⁷⁸⁾ 飯島⁽⁸⁷⁾ 関⁽⁸⁹⁾ ⁽⁷⁰⁾⁽⁷¹⁾ 金⁽⁴⁸⁾ 黃 등⁽⁸⁷⁾⁽⁸⁸⁾ 呂 등⁽¹⁰⁰⁾은 이 蒸發散係數를 蒸散係數와 株間水面蒸發係數로 나누어 蒸發散量中 蒸散量 및 株間水面蒸發量이 지니는 特性 및 그 量의 關係를 究明하였는데 特히 上野⁽¹⁰¹⁾는 水稻의 收

穫量에 따르는 蒸發計蒸發量 1에 對한 蒸散量 株間水面蒸發量 및 蒸發散量은 다음表와 같다고 하였다.

Table II-2

收穫量	蒸發計蒸發量	蒸散量	株間水面蒸發量	蒸發散量
1.5~2.0石	1	1.0	0.50	1.50
2.0~3.0石	1	1.5	0.45	1.95
3.0~4.0石	1	2.0	0.40	2.40

福田⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁶⁾ 三浦⁽⁷⁸⁾ 飯島⁽⁸⁷⁾⁽⁸⁸⁾ 등의 勸業模範場의 試驗值에 依하여 1960年度頃까지 우리나라 設計基準으로 使用하여 왔든 生育期別 蒸發散係數와 関⁽⁷⁰⁾ 黃 등⁽⁸⁷⁾⁽⁸⁸⁾ 韓 등⁽⁸⁹⁾에 依한 生育期別 蒸發散係數와를 比較하고 各試驗條件을 나타내면 다음 表와 같다.

Table II-3

試驗者	供試品種	土性	測定裝置	生 育 期											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	평균
勸業模範場 関 ⁽⁷⁰⁾	早神力	砂壤土	有底木框 亞鉛板張 鐵有板底 製筒	0.80	0.85	1.05	1.30	1.35	1.40	1.50	1.45	1.40	-	-	1.24
	再建(早生)	壇壤土		0.90	1.00	1.13	1.40	1.24	1.37	1.43	1.16	1.24	-	-	1.23
	農光(中生)	"	"	0.92	1.03	1.12	1.38	1.22	1.31	1.43	1.26	1.36	1.34	-	1.25
	農林(晚生)	"	"	0.91	1.02	1.12	1.39	1.23	1.33	1.46	1.28	1.40	1.37	1.28	1.27
黃 ⁽⁸⁷⁾	白金(中生)	"	蒸發散量計 Floating lysimeter	1.21	1.01	0.91	0.95	1.40	1.12	1.18	1.37	1.04	1.22	-	1.11
	白金(中生)	壇土	"	1.59	1.45	1.26	1.57	2.59	1.67	1.49	2.96	1.45	1.54	-	1.64
	白金(中生)	砂壤土	"	1.78	1.50	1.46	1.49	2.58	1.59	1.48	2.76	1.37	1.46	-	1.63
黃 ⁽⁸⁸⁾	統一	壇壤土	Floating lysimeter	1.31	1.79	1.91	1.66	3.30	3.46	1.86	1.44	1.55	1.61	-	1.99
	統一	壇土	"	1.40	2.10	2.08	1.74	3.61	3.77	1.93	1.55	1.72	1.86	-	2.18
韓 ⁽²⁰⁾	統一	논흙	Chamber	0.95	0.98	1.32	0.84	1.52	1.31	2.26	2.40	1.14	1.03	-	1.38

蒸散比(要水量)는 1g의 風乾物을 光合成시키는데 要하는 蒸散量을 나타낸 것으로 그 값은 生育期間의 氣象條件에 따라 어느程度 變化하기는 하나 乾物量이 커진 작건 單位乾物量에 對하여는 거의 一定하다는 前提下에 全生育期間 동안에 所要되는 蒸散量을 算出하는데 많이 適用하여 왔던 것이나 實은 氣象要素 및 生育條件과 光合成의 關係에서 定하여지는 것으로 알려지고 있다.

氣象要素와 光合成의 關係에서 Meyer 등⁽⁸⁸⁾ 村田⁽⁷⁷⁾ ⁽⁷⁸⁾ 黑田⁽⁸⁸⁾ 任 등⁽¹⁰⁰⁾은 日光是 어느範圍까지는 그 強度의 增加에 따라 光合成은 增加하지

만 그 以上の 強度에서는 光飽和點에 達하여 光合成의 速度는 增加하지 않고 反對로 光의 強度가 弱하게 되면 光合成과 呼吸의 強度가 均衡을 이루어 CO₂의 吸收放出이 없는 것 같이 보이는 光補償點에 達하게 되어 外見上 光合成은 Zero가 된다고 하였고 村田⁽⁷⁸⁾는 溫度와 水稻葉의 光合成의 關係에서 葉의 光合成은 20°C 以下の 경우는 溫度의 低下에 따라 低下하고 溫度가 20°C~33°C의 範圍에서는 生育時期에 不拘하고 거의 一定하고 그 以上の 溫度에서는 光合成은 低下하고, 낮 동안의 光合成은 CO 含量의 低下하는 量만큼 低下하며 한편 日光의 強

도가 커지면 呼吸作用이 커지고 이에 比例하여 光合成도 增進한다고 하여 蒸散量의 變化가 光合成에 거의 平行的인을 나타냈고 Downey⁽¹⁸⁾ 亦是 蒸散量의 減退에 따라 光合成량이 줄어 總乾物量은 蒸散量의 直接的인 函數가 된다고 하여 蒸散量과 光合成이 平行的인을 示唆하였고 佐藤⁽¹⁹⁾는 벼에 대한 濕度와 光合成과의 關係에서 濕도가 높을때 보다는 낮은쪽이 光合成이 큼을 밝혔고 玖村⁽²⁰⁾는 空氣濕度와 光合成과의 사이에는 作物에 따라 正의 相關關係가 있는것 또는 負의 相關關係가 있는 것이 있다고 하였고 矢吹⁽²¹⁾는 風速 및 濕度와의 關係에서 低風領域에서는 溫度가 높건 낮건 光合成速度는 風速의 增加에 따라 上昇하지만 濕度가 낮은 경우의 光合成速度는 風速이 어느限도를 넘으면 도리어 低下하고 空氣濕도가 낮고 光의 強度가 큰 경우 高風速領域에서의 光合成速度가 低下하는 것은 蒸散이 旺盛하여 잎의 水分條件이 惡化하여 氣孔開도가 減少하기 때문이라고 하였다. 村田⁽²²⁾는 葉面積과의 關係에서 葉面積이 커짐에 따라 全體의 光合成은 顯著히 增進되나 이것은 日射量에 따라 그 最適葉面積이 決定된다고 하였고 津野 등⁽²³⁾⁽²⁴⁾은 光合成과 窒素와의 關係는 넓은 範圍에서 正의 相關을 나타내며 葉綠素 含量과는 直線的인 比例關係가 成立한다고 하였다. 그리고 氣象要素와 要水量의 關係에서 玉井⁽²⁵⁾는 日光은 蒸散作用 및 同化作用의 兩面에 影響을 주는데 빛이 弱하면 同化物質의 生成은 減少하여 要水量은 커지고(水稻의 遮光區에서의 測定値는 露出區보다 要水量이 커졌음) 氣溫上昇은 相對濕度에 影響을 주는 것보다는 體内の 水

蒸氣의 擴散抵抗을 減少시켜 蒸散作用을 促進시키나 各作物에는 各各의 好適氣溫이 있고 그 溫度變化는 作物生長 乾物蓄積에 影響을 주며 暖地性作物인 벼의 경우 要水量은 溫室에서 285 冷室에서 2566 이 되었고 大氣의 濕度는 有機物質의 蓄積能力에 큰 影響을 주지 않으나 蒸散作用에 큰 影響을 주므로 大氣의 乾燥는 蒸散量을 増大시켜 要水量이 커지며 風速이 커지면 蒸散이 促進되어 要水量이 커지기 쉽다고 하였다.

蒸散比와 氣候條件의 關係에서 Wit⁽²⁶⁾는 蒸發이 큰 乾燥地帶에서는 蒸散比는 全生育期間동안의 露出水面蒸發量에 어느程度 比例하는 것이라고 하고 相異한 氣象地域間에는 蒸散量과 光合成을 決定하는 太陽幅射의 差를 考慮하여야 한다고 하였고 Rijtema⁽²⁷⁾는 蒸散量과 乾物量의 關係는 氣候 및 土壤肥沃도에 依存한다고 하여 蒸散比의 氣候 및 土壤肥沃도에 左右됨을 示唆하였다. 그리고 Feddes⁽²⁸⁾에 依하면 一定氣象領域에서는 蒸散比는 合理的인 뜻의 作物의 必要水量을 나타내지만 이것을 다른 氣象領域에서 適用하면 좋지 못한 結果를 가져온다고 하여 蒸散比가 氣象條件에 따라 變하는 事實을 是認하였다.

우리나라 設計基準으로 採用하고 있는 벼의 蒸散比는 450~500⁽²⁹⁾이며 上野⁽¹⁰¹⁾(西ヶ原試驗場), 草野⁽⁶⁴⁾, 福田⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾, 三浦⁽⁷²⁾, 飯島⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ Briggs & Shantz⁽⁶⁾⁽⁸⁾, 朝鮮總督府農事試驗場南鮮支場⁽¹⁴⁾, 高田 등⁽²³⁾ 関⁽⁷⁰⁾, 黃 등⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ 呂 등⁽¹⁰⁰⁾에 의한 벼의 蒸散比 및 蒸發散比의 값은 다음 表와 같다.

Table II-4

試驗者	供試品種	土性	蒸發計蒸發量(mm)	總乾物量	蒸散比	蒸發散比	備考
上野 ⁽¹⁰¹⁾	早生				178~226		風乾物量에 根株包含
	中生				192~254		"
	晩生				192~284		"
草野 ⁽⁶⁴⁾	早神力	砂壤土	509.6	1.070kg/10 ^a		685	뿌리 除去
福田 ⁽²⁴⁾	"	"	430.2	1.114 "	243	452	"
福田 ⁽²⁵⁾	"	"	412.0	783 "		615	"
福田 ⁽²⁶⁾	"	"	440.0	651 "		621	"
三浦 ⁽⁷²⁾	"	"	353.1	1.404 "	228	333	"
飯島 ⁽²⁷⁾	"	"	412.0	856 "	146	450	"
	"	"	503.5	2.224 "	208	315	"
飯島 ⁽²⁸⁾	"	"	449.3	1.615 "	165	347	"
Briggs ⁽⁶⁾ & Shantz	Hondurus	"		246.5 g	710±15		"
高田 ⁽²³⁾	龜治	"		116.9 g	254.1		뿌리 包含
関 ⁽⁷⁰⁾	再建	埴壤土		998.69kg/10 ^a	462.5		뿌리 除去

黃 (87)	農 林 29	壇壤土	1,169.78kg/10a	447.1	부 리 除 去
	農 林 29	"	1,198.50 "	481.7	
黃 (88)	白 金	壇壤土	365.3 1,508.2 "	168.8	"
	白 金	壤 土	" 1,516.5 "	255.6	
	白 金	砂壤土	" 1,357.8 "	272.5	
黃 (88)	統 一	壇壤土	302.1 1,434.7 "	260.4	"
	"	壤 土	" 1,482.4 "	275.0	
呂 (100)	農 林 29	壇壤土	293.8 1,361.6 "	193.9	"
	裡 里 239	"	330.8 1,291.1 "	189.1	
	新 豐	"	291.1 1,568.5 "	164.1	

이외에 朝鮮總督府農事試驗場南鮮支場 에서는 施肥水準을 달리한 試驗에서의 蒸發散比를 發表하였는데 그 內容은 다음 表와 같다.

Table II-5

品種	施肥水準			備 考
	無肥區	普通區	二倍區	
銀 坊 主	680.8	285.7	297.9	
無 芒 愛 國	651.5	392.9	353.6	

그리고 松林等(80)은 陸稻에 對한 期別要水量 試驗에서 榮養成長期의 要水量은 514로 申변이고 生殖生長期는 373으로 작으며 다시 成熟期에서는 108L로 커진다는 事實을 밝혔다.

富士岡(81)(82)는 蒸發量에 미치는 氣象狀態의 影響

Table II-6

試驗者	期別											계
	1~10日	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	101~110	
富士岡(81)(82)	5.1	31.1	80.9	138.7	165.0	167.0	166.2	145.9	104.2	64.7	45.5	1,114.3
忠南大學(80)	18.5	43.0	75.0	110.0	117.4	140.5	148.2	139.3	115.1			907.0
	19.9	44.9	70.3	104.3	112.0	129.6	142.3	146.5	124.3	120.1		1,014.2
黃(89)	18.6	42.7	68.6	102.2	110.3	128.3	145.0	146.0	127.6	122.5	107.4	1,119.2
	13.9	38.9	57.6	83.3	185.3	217.2	105.5	85.4	104.1	109.0		1,000.2
韓(89)	38.20	51.69	60.67	69.66	120.22	112.36	191.01	217.98	79.78	70.79		1,012.36
閔(70)	73.24	81.34	92.78	104.04	100.34	111.78	116.72	113.32	100.56			894.1
	72.96	81.66	88.78	109.16	97.02	104.96	114.66	120.22	108.06	105.84		1,003.3
	71.90	80.82	88.78	109.16	97.02	104.96	114.58	120.22	111.80	108.92	100.26	1,108.4

蒸發散量測定法으로는 秤量法(8)(14)(15)(1)(24)(87)(87)(88)(48)(64)(81)(70)(78)(74)(88)(101)(109)(110) (有底箱, Lysimeter, Pot) 變動法(88) 亂流微變動法 (Chamber法(40)(48) 물收支法(18)(48)(78) 등 直接測定法과 熱收支法(88) 傾度法(88)(88) 複合法(8 a) 氣候學的方法(8)(17)(88)(87)(89) 등 間接測定法이 알려져 있는데 벼에 使用된 測定方法으로는 有底箱(15)(24)(87)(48)(64)(81)(70)(78)(74)(101)(109)(110) Floating lysimeter(87)(88) Pot(8)(21)(89)에 依한 秤量法이 가장 많고 다음 Chamber(89)(46)(89)를 使用한 變動法이 若干 있을 程度이다 벼의 蒸發散量測

을 消去시키고 벼自體가 生理的으로 물을 要求하는 程度를 表示하는 方法으로 蒸發強度에 依한 生育期別蒸發散量을 算出하는 方法을 提示하고 蒸發強度의 Peak는 出穗期 10日項에 나타난다고 하였으며 大枝 등(81)은 普通栽培에서는 葉面蒸發率의 peak가 出穗以前에 나타나는데 反하여 早期栽培에서는 出穗期와 接近한다고 하였다. 그리고 閔는 蒸發強度대신 蒸發散強度에 依한 生育期別蒸發散量을 算定하는 方法을 提示하고 實用的面에서 煩雜하게 蒸發散量과 株間水面蒸發量을 따로 따로 算定할 必要가 없다고主張하였다.

富士岡(81)(82) 忠南大學校(80)黃, 韓(89) 등에 依한 葉面蒸發率(蒸發強度) 및 閔(70)에 依한 蒸發散強度는 다음 表와 같다.

定에 使用한 試驗裝置 및 栽植密度에 對하여 살펴 보면 稻垣(102)는 1896年 1坪當 48株꼴의 15本의 1株植을, 上野(102)는 早稻는 1坪當 50株 中稻는 45株 晚稻는 40株 꼴의 一株植으로, 草野(84)는 灌水畚內에 內面積 9平方尺 (91cm×91cm)인 有底木框(內面亞鉛板 붙임)에 坪當 64株꼴로 福田(84)(85)(86)는 1910年에는 內徑 30cm 平方의 有底木框 (內面亞鉛板 붙임)에 1株 6本인 1株植 (坪當 36株) 1912년에는 內面積 9平方尺 (91cm×91cm)의 有底木框에 12株植 (坪當 48株) 1913년에는 內面積 3平方尺 (60m×4

cm)의 有底木框에 4株植(坪當 48株)을 하였고 三浦⁽¹³⁾는 徑 27.5cm인 有底筒에 一株植(坪當 56株)으로 하였다. Briggs & Shantz는 흙 115kg들이의 亞鉛鐵 Pot를 使用하였고 狩野⁽¹⁴⁾는 30cm×30cm의 넓이에 1株植으로 高田⁽¹⁵⁾는 Wagner Pot를 屋外에 設置하여 1株 3本인 一株植으로 富士岡⁽¹⁶⁾은 3.00m×2.45m 넓이의 Concrete틀로 둘러쌓은 灌水畝內에 設置한 Wagner pot에 1株 3本인 1株植으로 하였다. 그리고 松田⁽¹⁷⁾ 등은 넓이 18.0m×9.00m이고 깊이 0.75m인 Lysimeter에 普通區와 密植區를 두고 普通區는 22.5 株/m² 密植區는 45株/m²로 하였고 Miyamoto 등⁽¹⁸⁾은 佐藤型 蒸發散量計를 使用하였는데 대체로 蒸發散量測定裝置의 넓이는 처음에는 한포기 程度 심기는 pot와 같이 작은 것을 使用하고 나중에는차차 커져서 數十株가 심길 수 있는 1m²程度까지 커진것을 엿볼수 있다. 株間水面蒸發量測定裝置에 있어서는 그 크기는 蒸發散量測定裝置의 크기에 따랐는데 처음에는 不植區로하여 測定하고 다음에는 畦단을 벼포기와 같이 만들어 同數의 畦단을 세워 그 畦단 사이로부터 蒸發되는 量을 測定하고 現在에는 水稻를 直接栽植하는 佐藤型을 使用하게 이르렀다.

Ⅲ. 試驗 1. 못자리期間의 蒸發散試驗

1. 材料 및 方法

本試驗은 1973年 3月 25日부터 6月 8日에 이르는 45日間에 걸쳐 忠北大學 實習農場의 埴壤土質은에서 벼品種 八達 및 統一을 供試하여 實施하였다.

(1) 試驗區配置 및 區數

各試驗區로는 넓이 0.7735m² (91cm×85cm) 길이 65cm인 有底亞鉛鐵製의 蒸發散量計(그림 Ⅲ-1참조)를 4個 埋設하여 2個는 八達品種의 못자리區로 나머지 2個는 統一品種의 못자리區로 하였다.

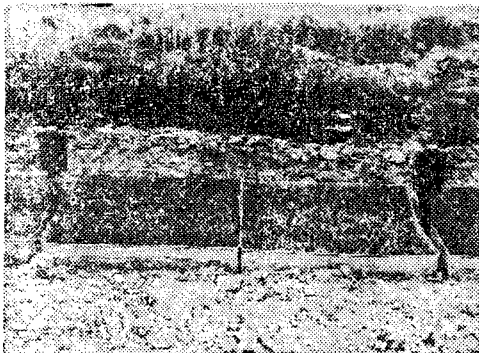


Fig. Ⅲ-1 Evapotranspirometers for seedling bed

(2) 播種 및 蒸發散量 測定

논이 약간 뜬 법씨를 1973年 4月 25日 3.3m²當 0.6l의 물로 播種하고 蒸發散量測定은 減水深法에 倣아 每日 午前 9時 0.1mm 精度를 가진 Hookgauge를 使用하여 實施하였다.

(3) 本圃移秧時의 生育狀況調査

各試驗區의 전모는 먼저 平均草長을 測定하고 根部를 가위로 除去하여 地上部의 것을 試驗區別로 風乾시켜 乾物重을 調査하였다.

이때 乾物의 含水比는 14.0%를 나타냈다.

(4) 못자리 管理

試驗區의 灌水深은 2~5cm로 維持시켰으며 施肥 管理 및 病蟲害防除는 忠北大學의 標準耕種要綱에 準하였다.

(5) 氣象要素 調査

못자리期間의 蒸發計蒸發量과 降雨量은 試驗區에서 200m程度 떨어져 있는 地點의 本大學 農工學科의 測定資料에 依하였고 其他의 平均氣溫 濕度 風速 日照時間 日射量等 氣象要素는 約 700m 떨어져 있는 淸州測候所의 資料를 使用하였다.

2. 試驗結果 및 考察

(1) 天候條件 및 氣象條件

本試驗에서의 못자리期間은 73年 4月 25日부터 73年 6月 8日에 이르는 45日間으로서 이期間의 天候狀況 및 氣象條件은 表 Ⅲ-1 및 表 Ⅲ-2와 같다.

i) 天候條件

Table Ⅲ-1 Weather during seedling period

Growth stage Weather	1~15 (days)	16~30 (days)	31~45 (days)	Total (days)
Fine	7	11	4	22
Fine & cloudy	3	1	4	8
Fine & rainy	—	—	1	1
Cloudy	3	1	1	5
Cloudy & rainy	1	2	5	8
Rainy	1	—	—	1
Total (days)	15	15	15	45

表 Ⅲ-1에서 보는 바와 같이 못자리試驗期間中 31~45日이 되는 期의 天候는 快晴한 날이 적고 구름이 끼고 비오는 날이 많으므로 좋지 못한 天候條件이었다.

ii) 氣象條件

表 Ⅲ-2에서도 볼때 31~45日이되는 期는 蒸發計蒸發量 相對濕度 日射量 日照率 風速等의 값을 綜合하여 볼때 못자리 期間中 가장 蒸發散量을 鈍

Table II-2 Meteorological factors during seedling period

Meteorological factors Growth stage(day)	Precipitation (mm)	Pan evaporation (mm)	Mean temperature (°C)	Mean relative humidity(%)	Solar radiation (cal/cm ²)	Sun shine hour ratio (%)	Mean wind velocity (m/sec)
1 ~ 15	43.4	58.8	15.9	63.3	326.0	54.0	2.79
16 ~ 30	32.3	67.5	16.4	62.8	390.0	64.0	2.66
31 ~ 45	21.1	59.6	19.4	67.0	336.0	44.0	2.21

化시킬 수 있는 氣象要素의 값이 주어진 期間이라고 할 수 있다.

(2) 氣象要素와 蒸發計蒸發量 및 蒸發散量과의 相關關係

蒸發計蒸發量과 氣象要素, 蒸發散量과 氣象要素와의 相關性을 살펴본바 表 III-3 및 表 III-4와 같은 相關係數를 보여주고 있다. 全무자리期間을 통하여 蒸發計蒸發量은 모두 日射量, 日照時間 相

對濕度와는 各各 高度의 有意性을 나타내고 平均氣溫 平均風速 氣壓과는 有意性의 有無는 姑捨하고 豫期치 않게 氣溫 및 風速과는 負의 相關性이 氣壓과는 正의 相關性을 나타내는 期도 있는데 이와같은 事實은 무자리期間에서의 蒸發計蒸發量 및 蒸發散量에 影響을 주는 氣象要素로는 日射量 日照時間 相對濕度이고, 別로 影響을 주지 못하는 氣象要素로는 氣溫 風速 氣壓으로 되었고, 蒸發計 蒸發量

Table III-3 Correlation coefficients between amounts of pan evaporation and meteorological factors at each growth stage during seedling period.

Meteorological factors Growth stage (day)	Mean temperature	Mean relative humidity	Mean wind velocity	Solar radiation	Atmospheric pressure	Sun shine hours
1 ~ 15	-0.6107	※※ -0.8098	-0.7143	※※ 0.9292	0.7137	※※ 0.9036
16 ~ 30	-0.4566	※※ -0.9294	0.1338	※※ 0.9619	0.4971	※※ 0.9607
31 ~ 45	0.3337	※※ -0.8837	0.4258	※※ 0.9683	-0.0208	※※ 0.9409

Table III-4 Correlation coefficients between amounts of evapotranspiration and meteorological factors at each growth stage during seedling period.

Meteorological factors Growth stage (day)	Variety	Pan evaporation	Mean temperature	Mean relative humidity	Mean windy velocity	Solar radiation	Atmospheric pressure	Sun shine hours
1~15	TONGI-IL	※※ 0.9583	-0.5766	※※ -0.7967	-0.6714	※※ 0.8898	0.6487	※※ 0.8719
	PAL-TAL	※※ 0.9563	-0.5451	※※ 0.7746	-0.6367	※※ 0.8844	0.6297	※※ 0.8615
15~30	TONG-IL	※※ 0.9122	-0.3720	※※ -0.8359	0.3789	※※ 0.8348	0.2804	※※ 0.8795
	PAL-TAL	※※ 0.9509	-0.3875	※※ -0.8925	0.2686	※※ 0.9073	0.3936	※※ 0.9399
31~45	TONG-IL	※※ 0.9752	0.4221	※※ -0.8792	0.3734	※※ 0.8458	-0.0504	※※ 0.9099
	PAL-TAL	※※ 0.9555	0.4668	※※ -0.8785	0.3124	※※ 0.9441	-0.0415	※※ 0.9034

과 蒸發散量과는 어느 氣象要素도 미칠수 없는 큰 相關性을 나타냈는데 이것은 또한 蒸發計蒸發量이 上野⁽¹⁰¹⁾ Weaver & Stephens⁽¹⁰⁸⁾ Hargreaves⁽¹⁰²⁾ 등의 論한 대로 氣象의 綜合尺度 또는 氣象指數의 意義를 가졌음을 傍證하는 것으로서 長短稈種 모두

그 蒸發散量의 尺度로 蒸發計蒸發量을 使用할수 있음을 보여 주고 있다. 그리고 蒸發計蒸發量 또는 蒸發散量이 平均氣溫 및 平均風速과 負의 相關性을 나타내는 期가 있는 것은 物理的 法則에 어긋나는 것 같이 보이나, 正의 相關性은 氣溫 또는 風速以

외의 모든 象氣要素의 값이 同一狀態의 條件下에서 의 경우에 限할 것이어서, 實은 蒸發計蒸發量 또는 蒸發散量과의 相關性이 큰 象氣要素는 日射量 日照時間 相對濕度이었으므로 “蒸發散量에 對한 無風濕潤下에서의 溫度의 影響 및 日射量이 크고 높은 濕潤條件下에서의 바람의 影響은 別로 重要하지 않다는”는 Pruit⁽¹¹⁾의 論에 비추어 볼때 特히 蒸發計蒸發量 또는 蒸發散量에 가장 影響을 미쳤던 日射量 相對濕度등의 象氣要素의 값에 큰 變動이 있는 期에 있어서는 蒸發計蒸發量 또는 蒸發散量은 氣溫

또는 風速에 반드시 比例하여 增加하지 않는 것이므로 氣溫 및 風速과는 負의 相關性이 있으리라고 생각되며 또한 氣壓과의 相關性의 경우도 曷足한 影響에 依하는 것으로 推理할 수 있다.

(3) 蒸發散係數

45日間の 못자리 期間을 通하여 일은 期別蒸發計 蒸發量(E_p) 및 蒸發散量(ET)으로 부터 八達 및 統一의 期別蒸發散係數(ET/ E_p)를 算出한바 그 結果는 表 III-5와 같다.

Table III-5 Evapotranspiration and its coefficient during seedling period.

Item Growth stage(day)	Pan evaporation (mm)	Amount of evapotranspiration (mm)						Evapotranspiration coeff.						Diff. in evapotrans. between PAL-TAL and TONG-IL(%) Average
		PAL-TAL			TONG-IL			PAL-TAL			TONG-IL			
		①	②	Ave.	①	②	Ave.	①	②	Ave.	①	②	Ave.	
4.25~5.9	58.8	55.2	54.5	54.9	53.1	52.7	52.9	0.94	0.93	0.94	0.90	0.90	0.90	-3.7
5.10~5.24	67.5	68.9	67.0	68.0	64.3	64.8	64.6	1.02	1.00	1.01	0.96	0.96	0.96	-5.0
5.25~6.8	59.6	72.5	71.4	72.0	65.6	65.0	65.3	1.22	1.20	1.21	1.10	1.09	1.10	-9.3
Total or Average	185.9	191.6	192.9	194.9	183.0	182.5	182.8	1.06	1.04	1.05	0.99	0.98	0.99	-6.2

Remark: Minus values mean that value of TONG-IL variety is smaller than that of PAL-TAL variety

表 III-5에서 보는 바와 같이 못자리 期間의 八達(PAL-TAL)의 蒸發散量 및 蒸發散係數는 194.9 mm 및 0.94~1.21(平均 1.05)이고 統一(TONG-IL)의 것은 182.8mm 및 0.90~1.10(平均 0.99)이며 따라서 統一의 蒸發散量은 八達보다 全 못자리 期間을 通하여 6.2%나 작은 값을 나타냈다. 이것은 못자리 期間을 通하여 물消費에 있어서 統一이 八達보다 6.2%나 經濟的이 될을 意味하는 것이라고 볼 수 있다.

(4) 蒸發散比

넓이 S인 試驗區內에 있는 모를 風乾시키고 이 乾物重 x에 對한 蒸發散量 S.ET (重量單位)의 比(이하 蒸發散比라고 부르기로 함) $\frac{S.ET}{x}$ 의 값을 나

타면마 그 結果는 表 III-6과 같다.

表 III-6에서 볼 때 못자리 期間의 八達 및 統一의 蒸發散比는 599 및 643으로 統一이 八達보다 44나 큰 값을 나타냈는데 이것은 첫째 統一의 모의 草長이 八達의 것보다 顯著하게 작아 모의 乾物重에 있어서 統一이 八達보다 相當히 작은 값을 갖게 되는 것과 둘째 이 乾物重에 比하여 統一의 蒸發散量이 八達보다 그리 작지 않다는 것에 基因하는 것으로 생각된다.

Table III-6 Weights of dried seedlings and evapotranspiration ratios.

Item	PAL-TAL			TONG-IL		
	①	②	Ave.	①	②	Ave.
Plant height (cm)	37.8	36.8	37.3	25.7	26.3	26.5
Weight of dried seedlings(kg/10a)	327.0	323.0	325.0	290.0	279.0	284.5
Evapotrans. ratio	601	597	599	631	655	643

(5) Blaney & Criddle公式의 k값

i) Blaney & Criddle⁽¹²⁾⁽¹³⁾ 公式

$$U = \sum u = KF = \sum kf \dots\dots\dots (III-A)$$

K = 全生育期間의 作物係數

k = 期別作物係數

$$f = \frac{t \times p}{100}$$

t = 期別 平均溫度(°F)

p = 期別晝間時間의 年晝間時間에 對한 比率(%)

$$u = kf = k \frac{p \times t}{100} = \text{期別蒸發散量(in)}$$

U = 全生育期間의 蒸發散量(in)

$$F = \sum f$$

期別蒸發散量 u를 C.G.S. 單位로 換算하면

$$u = k \frac{p(45.7t + 813)}{100} \text{ (mm)} \dots\dots\dots (III-B)$$

여기서 t는 °C單位의 期別 平均氣溫

따라서 $k = \frac{100u}{p(45.7t+813)} \dots (II-C)$

ii) 期別 k값

式 (II-C)에 의하여 못자리 期間의 八達 및 統一에 對한 값을 算出한바 그 結果는 表 II-7 및 그림 II-2와 같다.

表 II-7 및 그림 II-2에서 보는 바와 같이 못

자리 期間의 k값에 對한 計算值가 八達 및 統一 모두 31~45日이 되는 期에서 이 期가 못자리 期間中 가장 生育이 旺盛한데도 不拘하고 顯著히 低落되었는데 이와같은 일은 이 期의 氣象條件이 앞에서 말한것 처럼 가장 蒸發散量을 鈍化시킬수 있는 氣象要素의 값이 주어진데 基因하는 것으로 생각되어

Table II-7 k-values of Blaney-Criddle formula during seedling period.

Growth stage (day)	PAL-TAL			TONG-IL		
	①	②	Aver.	①	②	Aver.
1~15	0.78	0.77	0.78	0.75	0.74	0.75
16~30	0.92	0.90	0.91	0.86	0.87	0.87
31~45	0.87	0.86	(1.06) 0.87	0.79	0.78	(0.97) 0.79
Average	0.86	0.85	(0.92) 0.86	0.80	0.80	(0.86) 0.80

Remark ; Figures in parenthesis represent expected k-values.

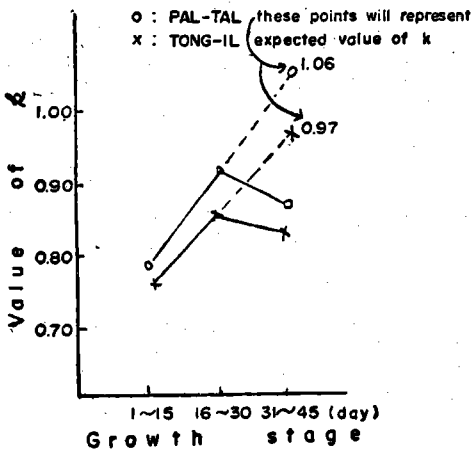


Fig. II-2 k-values of Blaney-Criddle formula at each growth stage of seedling period

이 期의 氣象條件이 좋은 해가 있을 것을 想定하고 그림 II-2에서 點線으로 이 期의 期待可能值를 推定하여 보았다.

그 結果 이 期의 八達의 k값은 1.06으로 統一의 k값은 0.97로 推定하였고 이에 依한 全못자리 期間의 k값을 八達에 對하여는 0.78~1.06(平均 0.92) 统一到 對하여는 0.75~0.97(平均 0.86)으로 推定하였다.

筆者에 依한 試驗值를 閱(1961)이 提示한 못자리 期間의 k값 0.89와 比較할때 八達의 k값은 0.92로 閱의 k값보다 若干크고 統一의 k값은 0.86으로 閱의 k값보다 若干작았다.

(6) 乾物量과 蒸發散諸係數와의 關係

못자리 期間의 모의 乾物重과 蒸發散諸係數와의 關係를 表 II-8에서 살펴보면 八達 統一 모두 蒸發散係數 및 Blaney-Criddle式의 k값은 乾物重에 比例

Table II-8 Weights of dry matters and various coefficients of evapotranspiration

Variety	Item	Weight of dry matters (kg/10a)	Evapotranspiration coeff.	Evapotranspiration ratio	K-values of Blaney-Criddle formula
PAL-TAL	①	327.0	1.06	601	0.86
	②	323.0	1.04	597	0.85
TONG-IL	①	290.0	0.99	631	0.80
	②	279.0	0.98	655	0.80

하여 增加하고 蒸發散比는 大體로 乾物重에 反比例하는 傾向을 보였다.

IV. 試驗2. 本畝期間의 蒸發散試驗

1. 材料 및 方法

本試驗은 1966~1972년에 亶하여 忠北大學實習農

Table IV-1 Numbers of test plots in each year

Measuring apparatus Variety		Observed year							
		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Total
PAL-TAL	Evapotranspirometer	4	6	3	3	11	6	10	43
	Evaporimeter	1	4	2	2	5	3	10	27
TONG-IL	Evapotranspirometer	—	—	—	—	—	4	15	19
	Evaporimeter	—	—	—	—	—	2	10	12

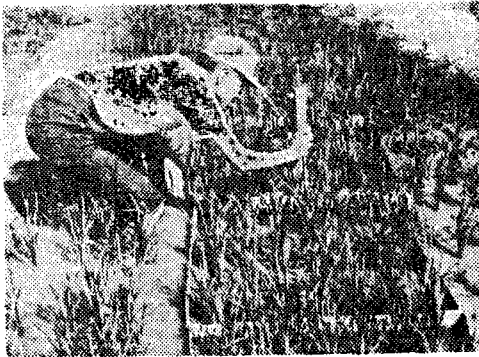


Fig IV-1 Evapotranspirometers in paddy field

場的 壤土質에서 八達벼 및 統一벼를 供試하여 實施하였다.

(1) 試驗區配置 및 區數

各試驗區는 넓이 0.7735m² (91×85cm) 길이 65cm 인 有底亞鉛鐵製筒으로 된 蒸發散量計(그림 IV-1 參照)와 같은 넓이로 된 株間水面蒸發散量計를 벼 圃場속에 任意配置하여 벼 圃場의 微氣象的 環境과 같은 環境을 갖도록 하였으며 年度別의 各試驗區數는 表 IV-1과 같다.

(2) 移秧 및 收穫

栽植密度는 30cm×12cm (90株/3.3m²)로 하였으

Table IV-2 Date of transplanting and harvesting in each year

Item	Observed year							
	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	
Transplanted date	6.12	6.10	6.15	6.13	6.13	6.12	6.13	
Harvested date	9.30	9.28	10.1	10.2	10.4	10.12	10.12	

며 各株의 苗數는 八達의 경우 3個式 統一의 境遇 2個式으로 하고 各試驗區에 21株를 심었다. 收穫은 完熟期를 기다리어 地上部만을 刈取하였다. 各年度別 移秧日字 및 收穫日字는 表 IV-2와 같다.

(3) 蒸發散量測定

各試驗區의 蒸發散量 및 株間水面蒸發量의 測定은 減水深法에 쫓아 0.1mm 精度를 가진 Hookgauge에 依하였는데 降雨때문에 測定不能한 날을 除外하고는 試驗期間을 통하여 每日 9時에 測定하였으며 湛水深은 生育期間동안 2~6cm로 維持시켰다.

(4) 施肥水準 및 管理

施肥는 基肥와 追肥로 나누고 또 追肥는 2회로 分 施하였는데 N.P.K. 中 P.K.는 모두 基肥로 使用하고 N는 基肥 및 2회의 追肥의 比率를 50:30:20로 分 施하였다.

그리고 各試驗區에 施用하는 N.P.K의 量은 試驗 區의 生育差를 나타내게 하기 위하여 區마다 달리 하였으며 各年度別 施用한 N.P.K의 量은 表 IV-3 과 같다.

(5) 生育調査 및 收穫量調査

生育調査에 있어서는 生育期別로 草長 莖數 葉面 積 및 乾物量을 調査하였는데 草長 및 莖數는 直

接 試驗區內의 것을 調査하고 葉面積 및 乾物量은 草 長 및 莖數에 따르는 Sampling에 依하여 間接的으로 各試驗區의 것을 調査하였고 이때 葉面積測定에 있 어서는 Tracing paper에 20莖에 對한 잎을 貼付한 것을 一定面積의 感光紙에 靑寫하여 靑寫部分을 切 取한다음 $\frac{1}{100}$ 感度의 Triple beam balance를 使 用하여 나머지 白面部分에 對한 이 靑寫部分의 重 量比를 求하고 이에 依하여 그 一定面積을 按分하 는 手法를 取하였으며 乾物量測定은 亦是 20莖씩을 105~110°C로 Oven 乾燥시켜 $\frac{1}{100}$ 感度의 Triple beam balance로 重量을 秤후 13.5%의 含水比狀態 의 重量으로 換算하는 方法을 썼다.

또 한편 八達과 統一벼의 被覆狀態의 差를 調査 하기 위하여 生育期別로 兩試驗量의 栽植距離 30cm 인 교랑에 對한 잎의 交叉數를 調査하였다.

數穫量調査에 있어서는 各試驗區別로 含水比 13.5 %內外의 風乾狀態로 하여 總乾物重 질무게 粗穀 重으로 나누어 調査하였다.

(6) 株間水温調査

八達試驗區와 統一試驗區間의 水温差를 알기 위 하여 2反覆 5日間隔으로 이 兩試驗區의 株間水温의 變化狀況을 調査하였다.

Table IV-3 Applied quantities of N.P.K in kg/10a and Numbers of the test plots

Variety	Observed year Measuring apparatus Applied quantities of N.P.K (kg/10a)	1966		1967		1968		1969		1970		1971		1972		
		Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.	Eva- po.	Eva- po- trans.
PAL-TAL	4 : 8 : 4														2	2
	6 : 8 : 6									3					2	2
	8 : 8 : 8			2	2					3	2	2	1	2	2	2
	10 : 8 : 10	4	1	2	2	3	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2
	12 : 8 : 12			2				1		2	2	2			2	2
TONG-IL	6 : 8 : 6											1			3	2
	8 : 8 : 8														3	2
	10 : 8 : 10											1			3	2
	13 : 8 : 13														3	2
	17 : 8 : 17											2	2		3	2

Remarks : Evapotrans.is the abbreviation of evapotranspirometer
Evapo.is the abbreviation of evaporimeter

(7) 諸相關係數의 算出 및 各 回歸方程式의 誘導는 農村振興廳의 FACOM 230-10 FORTRAN型的 電子計算機에 依하였다.

(8) 氣象要素 調査

本畝期間의 蒸發計蒸發量과 降雨量은 試驗區에서 200m程度 떨어져 있는 忠北大學農工學科의 測定資料에 依하였고 其他의 平均氣溫 相對濕度 風速 日照時間 日射量등은 1967~1972年에 對한것은 約 700 m 떨어져 있는 淸州測候所의 資料를 使用하였고 1966年에 對한것만은 같은 距離에 있는 忠淸北道 農村振興院의 資料를 使用하였다.

(9) 其他管理는 忠北大學의 標準耕種要綱에 準하였다.

2. 試驗結果 및 考察

(1) 天候條件 및 氣象條件

i) 天候條件

附錄表 IV-1에서 볼때 1966年에서 1972年에 이르는 試驗年度의 天候條件은 1970年度를 除外하고는 거의 比較的 良好하며 1970年度만은 快晴한 날씨가 가장적음을 보여주고 있다.

ii) 氣象條件

各試驗年度의 本畝期間의 降雨量 平均氣溫 蒸發計蒸發量 相對濕度 日照率 日射量 平均風速等에 對한 값은 附錄表 IV-2에 보여준바와 같으며 其中 1970年度만은 7個年中 蒸發散量에 關係가 깊은 蒸發計蒸發量 日照率 風速이 가장 작고 相對濕度는 가장 높았다.

(2) 氣象要素와 蒸發計蒸發量 및 蒸發散量과의 相關關係

1972年度의 本畝期間에서의 蒸發計蒸發量과 氣象要素 및 蒸發散量과 氣象要素와의 相關性을 生育期別로 살펴본바 表 IV-4 및 表 IV-5와 같은 相關係數를 보여주고 있다.

蒸發計蒸發量 및 蒸發散量과 氣象要素와의 關係에 있어서 蒸發計蒸發量 및 蒸發散量은 同지리期間에서의와 같이 日射量 日照時間 相對濕度와는 本畝期間을 通하여 거의 有意性이 있는데 氣溫 氣壓 風速과는 有意性이 거의 없고 豫期치 않게도 氣溫 및 風速과는 負의 相關性이 氣壓과는 正의 相關性을 나타내는 期가 存在하였다. 그러나 蒸發散量과 蒸發計蒸發量間에는 全生育期間을 通하여 어느 氣象要素도 미칠수 없는 高度의 相關性이 存在하였다. 이 事實은 本畝期間에서도 蒸發計蒸發量을 蒸發散量의 尺度로서 使用하기에 安全하고 充分함을 보여주는 것이라고 하겠다. 筆者에 依한 벼의 蒸發散量의 氣象要素에 對한 相關關係를 閔⁽⁷⁾ 韓⁽⁸⁾ 曹⁽¹³⁾ 등이 發表한 것과 比較할때 韓⁽⁸⁾에 依한 相對濕度 및 日射量에 對한 높은 相關係數 및 曹⁽¹³⁾에 依한 蒸發計蒸發量 日照時間 氣溫 및 風速에 對한 相關關係와는 大體로 一致하나 閔⁽⁷⁾의 氣溫 蒸發計蒸發量 日照時間 및 相對濕度에 對한 相關係數, 韓⁽⁸⁾에 依한 氣溫에 對한 相關係數 및 曹⁽¹³⁾에 依한 日射量에 對한 相關係數와는 相當한 差가 있었다.

(3) 生育狀況

統一 및 八達에 對한 生育期別 草長 및 株當莖數

Table IV-4 Correlation coefficients between amounts of pan evaporation and meteorological factors at each growth stage.

Meteorological factors Growth stage (day)	Mean temperature	Mean relative humidity	Mean wind velocity	Solar radiation	Atmospheric pressure	Sun shine hours
1 ~ 10	0.5537	-0.4147	0.2188	0.9028**	0.0413	0.9032**
11 ~ 20	0.2994	-0.6951*	-0.4826	0.9252**	0.6454*	0.9193**
21 ~ 30	0.3389	-0.7858**	-0.2906	0.9162**	0.4395	0.8766**
31 ~ 40	0.7253*	-0.8508**	0.2256	0.9163**	0.0082	0.9293**
41 ~ 50	0.6562*	-0.4565**	0.0282	0.7042*	0.2537	0.7086*
51 ~ 60	0.0434	-0.8427**	0.1909	0.7991**	0.2892	0.9801**
61 ~ 70	-0.3860	-0.8425**	-0.7761	0.9678**	0.4990	0.9215**
71 ~ 80	0.5523	-0.7527**	0.1321	0.8172**	0.0872	0.8863**
81 ~ 90	-0.2733	-0.7788**	0.3037	0.9211**	0.2637	0.8420**
91 ~ 100	0.5103	-0.5895**	-0.6933	0.6095	-0.0544	0.7405**
101 ~ 110	-0.1309	-0.7774**	0.3261	0.8501**	0.2592	0.8077**
111 ~ 120	-0.3114	-0.2915	-0.7249	0.8483**	0.5539	0.8116**

Table V-5 Correlation coefficients between amounts of evapotranspiration and meteorological factors at each growth stage.

Meteorological factors Growth stage (day)	Variety	Pan evaporation	Mean temperature	Mean relative humidity	Mean wind velocity	Solar radiation	Atmospheric pressure	Sun shine hours
1 ~ 10	TONG-IL	0.9230**	0.4286	-0.2958	0.5056	0.7220*	-0.0442	0.7696**
	PAL-TAL	0.9475**	0.3287	-0.1897	0.4430	0.7711**	-0.1984	0.8091**
11 ~ 20	TONG-IL	0.9540**	0.2049	-0.5931	-0.4304	0.8571**	0.5695	0.8217**
	PAL-TAL	0.9904**	0.2575	-0.6258	-0.4757	0.9167**	0.6399	0.8948**
21 ~ 30	TONG-IL	0.9723**	0.2154	-0.8632**	-0.2548	0.8906**	0.5863	0.8766**
	PAL-TAL	0.9819**	0.2423	-0.7606**	-0.2928	0.9173**	0.3823	0.8826**
31 ~ 40	TONG-IL	0.9647**	0.6261	-0.8804**	0.3111	0.8938**	0.0886	0.9147**
	PAL-TAL	0.9736**	0.7607	-0.8650**	0.2957	0.8375**	0.0839	0.8580**
41 ~ 50	TONG-IL	0.9192**	0.6349*	-0.5382	0.3164	0.3955	0.0033	0.4027
	PAL-TAL	0.9225**	0.7102*	-0.4292	0.2013	0.4495	0.0847	0.4566
51 ~ 60	TONG-IL	0.9798**	-0.0346	-0.8046**	0.3125	0.7706**	0.1580	0.7733**
	PAL-TAL	0.9699**	-0.0681	-0.8033**	0.3173	0.7750**	0.1215	0.7748**

61 ~ 70	TONG-IL	0.9803 ^{**}	0.3554	-0.8116 ^{**}	-0.7395	0.9574 ^{**}	0.4406	0.8996 ^{**}
	PAL-TAL	0.9792 ^{**}	0.3744	-0.8064 ^{**}	-0.7150	0.9647 ^{**}	0.4348	0.9095 ^{**}
71 ~ 80	TONG-IL	0.9588 ^{**}	0.4763	-0.8243 ^{**}	0.2978	0.7401 ^{**}	-0.3670	0.7695 ^{**}
	PAL-TAL	0.9460 ^{**}	0.3837	-0.8611 ^{**}	0.3087	0.6999 [*]	-0.3540	0.7156 ^{**}
81 ~ 90	TONG-IL	0.9896 ^{**}	-0.2839	-0.7816 ^{**}	-0.2408	0.8830 ^{**}	0.2325	0.7935 ^{**}
	PAL-TAL	0.9926 ^{**}	-0.2592	-0.7898 ^{**}	-0.2173	0.9023 ^{**}	0.2875	0.8147 ^{**}
91 ~ 100	TONG-IL	0.9886 ^{**}	0.5986	-0.5847 ^{**}	-0.6884	0.6147 [*]	-0.0160	0.7178 [*]
	PAL-TAL	0.9936 ^{**}	0.4893	-0.5749 ^{**}	-0.6689	0.5848	-0.0360	0.7242 [*]
101 ~ 110	TONG-IL	0.7593 ^{**}	-0.4708	-0.8544 ^{**}	0.2816	0.5798 [*]	0.0251	0.5681 [*]
	PAL-TAL	0.8113 ^{**}	-0.5279	-0.8988 ^{**}	0.3226	0.6609 [*]	0.0159	0.6654 [*]
111 ~ 120	TONG-IL	0.8578 ^{**}	-0.6473	-0.4781 ^{**}	-0.4250	0.6310 [*]	0.2894	0.6175 [*]
	PAL-TAL	0.8159 ^{**}	-0.7204	-0.5902 ^{**}	-0.3343	0.5369	0.2347	0.5587 [*]

물 總乾物重 1100 kg/10a와 1300 kg/10a의 2水準으로 區分하여 顯示한 바 그 結果는 그림 IV-2와 같다. 이 그림에서 볼 때 草長은 어느 水準에서나 全生育期間을 通하여 八達쪽이 統一보다 컸으며 더욱이 移秧後 50日頃부터 그 隔差는 더욱 두드러지게 크게 나타났고 株當莖數도 特히 移秧後 30~40日이 되는 最高分蘗期부터는 八達쪽이 統一보다 좀 두터울 程度로 큰 값을 나타냈다. 그리고 統一 八達 모두 總乾物重이 높은 水準일수록 草長 및 株當莖

數는 큰 값을 나타냈다.

(4) 期別葉面積指數와 期別蒸發散係數 및 期別 乾物量과의 關係

總乾物重 1100kg/10a와 1300kg/10a의 2水準의 統

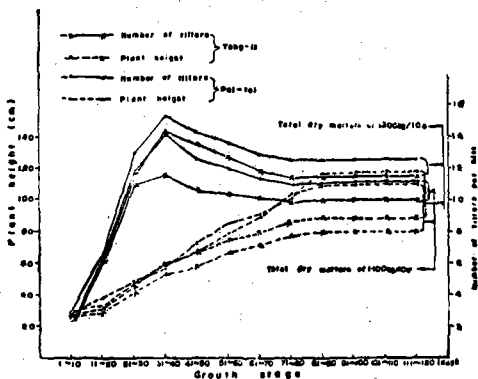


Fig IV-2 Comparison of plant heights and tillers per hill at each growth stage between PAL-TAL and TONG-IL varieties.

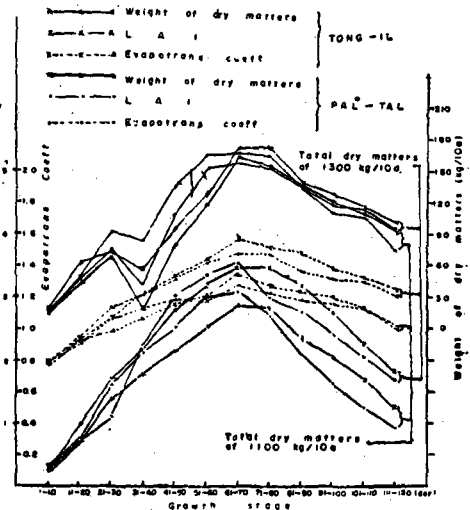


Fig IV-3 Comparison of L.A.I with evapotranspiration coefficient and weight of dry matters at each growth stage between PAL-TAL and TONG-IL varieties.

一 및 八達에 對한 期別葉面積指數와 期別蒸發散係數 및 期別乾物重間의 相關性을 알기 위하여 그 各各에 對한 期別葉面積指數 期別蒸發散係數 期別乾物重을 살펴보면(그림 IV-3 參照) 統一이나 八達이나 葉面積指數가 Peak인 移秧後 60~80日 頃에서 蒸發散係數 및 乾物重의 Peak가 大體로 겹치고 있으며 統一은 特히 生育後期에서 八達보다 葉面積指數 蒸發散係數 乾物重에 있어서 모두 優勢한 傾向을 보였다.

그리고 總乾物重 基準에서 볼때 統一이나 八達이나 乾物重이 높은 水準(1300kg/10a)에서는 낮은 水準(1100kg/10a)에서 보다 葉面積指數 蒸發散係數 乾物重 모두 全生育期間을 通하여 거의 平行의으로 優勢하였다.

이와 같은 傾向은 Uchijima⁽¹⁰⁰⁾ 松田⁽⁹⁹⁾ 등이 한 葉面積指數와 벼의 蒸發散量의 關係 및 Briggs & Shantz⁽⁶⁾ Meyer⁽⁶⁷⁾ 등이 論한 乾物重과 蒸發散量의 關係 등을 綜合하여 볼때 大體로 一致한다.

(5) 期別葉面積指數와 期別株間水面蒸發係數의 關係

總乾物重 1100kg/10a와 1300kg/10a의 2水準의 統一 및 八達에 對한 期別葉面積指數와 期別株間水面蒸發係數間의 相關性을 알기 위하여 統一 및 八達의 各各에 對한 期別葉面積指數 期別株間水面蒸發係數를 圖示한바 그 結果는 그림 IV-4와 같다. 統一과 八達間의 期別葉面積指數 期別株間水面蒸發係數를 살펴보면 統一이나 八達이나 모두 葉面積指數의 Peak點은 株間水面蒸發係數의 最少點을 나타내고 株間水面蒸發係數는 全生育期를 通하여 葉面積指數의 增減에 따라 減增하는 現象을 보였으며 亦是 統

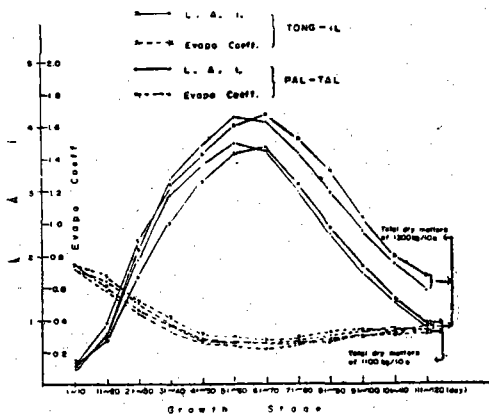


Fig IV-4 Comparison of L.A.I. with evaporation coefficient at each growth stage between PAL-TAL and TONG-IL varieties

一은 特히 生育後期에서 八達보다 큰 葉面積指數를 나타냈다. 그리고 總乾物重 基準에서 볼때 統一이나 八達이나 乾物重이 높은 水準(1300kg/10a)에서는 낮은 水準(1100kg/10a)에서 보다 葉面積指數는 높아지나 株間水面蒸發係數는 작아졌고 그 逆도 眞이었다. 이와 같은 傾向은 Uchijima⁽¹⁰⁰⁾ 松田⁽⁹⁹⁾ 등이 論한바 “株間水面蒸發量은 葉面積指數의 逆指數函數의인 減少의 關係가 있다” 고한 事實과 大體로 一致됨을 알 수 있다.

(6) 乾物重과 蒸發散量 株間水面蒸發量 및 蒸發量

各試驗區의 收穫量을 10a基準으로 換算한 乾物重과 全生育期間의 各試驗區의 蒸發散量 및 株間水面蒸發量과의 關係(附錄表 IV-3-1 附錄表 IV-3-2 및 附錄表 IV-4-1 附錄表 IV-4-2 參照)를 蒸發計蒸發量에 依據한 氣象年度(蒸發計 蒸發量을 氣象指數로 代表하기에 充分한것으로 蒸發計蒸發量 359.0mm台인 1966年度와 1969年度를 한 氣象年度로, 385.0mm台인 1967年度와 1968年度를 한 氣象年度로 이런式으로 1970年度 및 1971年度와 1972年度를 各各 蒸發計蒸發量의 크기에 따라 325.0mm 氣象年度, 343.0mm 氣象年度로 分類하였는데 이와같이 蒸發計蒸發量이 비슷한 年度를 같은 氣象年度로 取하여 以下氣象年度라고 稱하기로 함)로 分類하고 아울러 이關係를 統一과 八達로 區分하여 品種에 따르는 氣象年度別 回歸關係를 比較한바 그 結果는 그림 IV-5-(1) 그림 IV-5-(2) 및 그림 IV-6-(1) 그림 IV-6-(2)에서 보여준바와 같다.

1) 乾物重과 蒸發散量

乾物重과 蒸發散量과의 關係는 그림 IV-5-(1) 및 그림 IV-5-(2) 에서 볼때 八達및 統一모두 그 蒸發散量은 乾物重의 對數函數의인 增加를 보여 乾物重을 x라고 蒸發散量을 ET라고 하면

$$ET = a_1 + b_1 \log_{10} x \quad (800\text{kg}/10a \leq x \leq 2000\text{kg}/10a) \dots (IV-1)$$

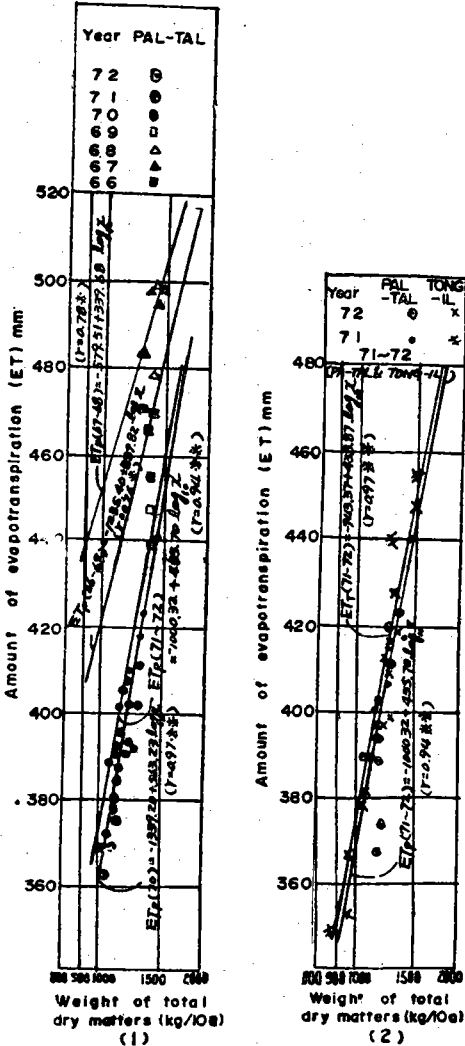
여기서 a₁ b₁은 回歸常數로 試驗 年度의 氣象條件 및 品種에 따라 달라지며 언제나 b₁>0의 關係를 갖는다. 式(IV-1)에 對한 統一 및 八達의 氣象年度別 回歸常數는 表IV-6과 같다.

式(IV-1)과 表IV-6을 使用하여 統一 및 八達에 對한 總乾物重 및 粗穀重(粗穀重은 八達에 있어서 는 질무게 對 粗穀重이 53 : 47, 統一에 있어서는 그 比가 48 : 52인 實驗結果에 依해 換算하였음) 別 各 氣象年度의 蒸發散量을 算出한바 그 結果는 表IV-7과 같다. 八達에 對한 氣象年度別 蒸發散量을 볼때

Table IV-6 Regression coefficients of evapotranspiration equation of each climatic year

Variety	TONG-IL		PAL-TAL			
	Observed year	1971~72	71~72	70	69, 66	67~68
Pan evapo.(mm)		343.0	343.0	325.0	359.0	385.0
Regression coefficient		343.0	343.0	325.0	359.0	385.0
a_1		-943.37	-1000.32	-1339.20	-1235.40	-579.51
b_1		433.87	455.70	563.23	539.82	339.68
ET=f(x)		ET _T (71~72)	ET _P (71~72)	ET _P (70)	ET _P (69, 66)	ET _P (67~68)

註 : ET_T(71~72): 1971~1972年度の 統一의 蒸發散量 ET_P(71~72) ET_P(70) ET_P(66, 69) ET_P(67~68): 1971~1972年度, 1970年度, (1969, 1966)年度, 1967~1968年度の 八達의 蒸發散量



- (1) The comparison in each climatic year, of the relations for PAL-TAL variety
- (2) The comparison of PAL-TAL variety with TONG-IL variety

Fig IV-5 The relation between evapotranspirations and weights of total dry matters

蒸發計蒸發量이 큰 象氣年度일수록 같은 量의 乾物을 生産하는 데 消費되는 量은 커지나 乾物量이 클수록 蒸發散量의 差는 작아지고 있다. 即 八達에 對한 蒸發散量의 크기는 總乾物重 800kg/10a水準에서 295.9~406.6mm로 그 範圍差는 110.7mm인데 對하여 總乾物重 2000kg/10a水準에서는 504.0~546.5mm로 그 範圍差는 不過 42.5mm이었고 한편 粗穀重 400kg/10a水準에서 311.0~415.7mm로 그 範圍差는 104.7mm인데 對하여 粗穀重 1000kg/10a水準에서는 516.2~550.9mm로 그 範圍差는 不過 34.7mm이므로 乾物量이 작은區 일수록 蒸發散量에 미치는 象氣條件의 影響은 乾物量이 큰區보다 優劣하고 乾物量이 큰區일수록 象氣條件의 影響差가 生育條件에 制禦되어 減少하는 傾向을 보이고 있다. 따라서 蒸發散量은 乾物量이 클수록 그 變化幅은 작아지지만 蒸發計蒸發量이 적은해는 큰해보다 같은 量의 乾物을 生産하는데 작게 所要된다고 할수있다. 이와 같은 傾向은 上野(101)가 論한 "氣候가 다르면 同一量의 收穫에 消費되는 蒸發散量이 같지 않다"고한 事實, Stern(102)에 의한 "濕潤期의 作物은 乾燥期의 作物보다 물의 消費가 더 効果의으로 이루어진다"고한 事實 및 Miyamoto(103)에 의한 "高溫型인 해의 벼의 蒸發散量은 低溫型인 해보다 約 30% 커진다고한 事實에 비추어 볼때 大體로 類似한 傾向이 있음을 認定할 수 있다.

統一과 八達의 蒸發散量을 比較하면 總乾物重 基準에서는 같은 量의 乾物을 生産하는데 統一은 八達보다 若干 많은 量을 所要하는 것으로 되어 있고, 같은 量의 粗穀物을 生産하는데는 反對로 八達이 統一보다 若干 많은 蒸發散量을 消費하는 것으로 되어 있다. 乾物量이 클수록 統一과 八達間의 蒸發散量의 값의 差는 總乾物重基準에서는 작아지나 粗穀重基準에서는 커지는 傾向을 보였다.

即 統一과 八達의 蒸發散量은 總乾物重 800kg/10a水準에서 330.7mm와 322.6mm로 統一은 八達보다

Table IV—7 Comparison of seasonal evapotranspirations between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters and each climatic year

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Variety Pan evapo.(mm)	TONG-IL	PAL-TAL					(Average) 350.5
	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0		
Weight of total dry matters							
kg/10a							
800	330.7	(92) 322.6	(88) 295.9	(98) 331.8	(120) 406.6	(100) 339.2	
900	353.2	(94) 345.9	(89) 324.7	(99) 359.4	(117) 424.0	(100) 363.5	
1,000	373.2	(95) 366.8	(90) 347.5	(100) 384.1	(114) 439.5	(100) 384.5	
1,100	391.4	(95) 385.6	(92) 373.8	(101) 406.4	(112) 453.6	(100) 404.9	
1,200	408.2	(95) 402.9	(94) 395.1	(101) 426.8	(111) 466.4	(100) 422.8	
1,300	423.2	(95) 418.7	(94) 414.7	(101) 445.6	(109) 478.2	(100) 439.3	
1,400	437.4	(95) 433.4	(95) 432.8	(102) 462.9	(108) 489.2	(100) 454.6	
1,500	450.5	(95) 447.0	(96) 449.7	(102) 479.1	(106) 499.3	(100) 468.8	
1,600	462.8	(95) 459.9	(96) 465.5	(103) 494.3	(105) 508.9	(100) 482.2	
1,700	474.8	(96) 471.8	(97) 480.3	(102) 508.5	(103) 517.8	(100) 494.6	
1,800	485.3	(96) 483.1	(98) 494.3	(104) 521.9	(105) 526.2	(100) 506.4	
1,900	495.6	(96) 493.8	(98) 507.5	(103) 534.5	(102) 534.2	(100) 517.5	
2,000	505.4	(95) 504.0	(99) 520.0	(103) 546.5	(102) 542.0	(100) 528.1	
Observed year	71~72	71~72	70	69,66	67~68	66~72	

2. Based on weight of rough rices in kg/10a

Variety Pan evapo(mm)	TONG-IL	PAL-TAL					(Average) 350.5
	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0		
Weight of rough rices							
kg/10a							
400	323.2	(95) 334.9	(89) 311.0	(99) 346.2	(119) 415.7	(100) 352.0	
500	365.9	(95) 379.1	(92) 365.7	(100) 398.6	(112) 448.7	(100) 398.3	
600	400.5	(95) 415.2	(94) 410.3	(101) 441.4	(110) 475.6	(100) 435.6	
700	429.9	(95) 445.6	(95) 447.9	(102) 477.4	(107) 498.6	(100) 467.4	
800	455.3	(95) 472.0	(97) 480.6	(102) 508.7	(105) 518.0	(100) 494.8	
900	477.8	(96) 495.4	(97) 509.4	(103) 536.4	(103) 534.4	(100) 518.9	
1,000	497.9	(95) 516.2	(99) 535.2	(104) 561.1	(102) 550.9	(100) 540.9	
Observed year	71~72	71~72	70	69,66	67~68	66~72	

Remark; Figures in parenthesis represent percentage of the amount of evapotranspiration in each climatic year to averaged evapotranspiration

Table IV-8 Regression coefficients of evaporation equation of each climatic year

Variety Observed year Pan evapo.(mm)	TONG-IL	PAL-TAL			
	1971~72	71~72	70	69,66	67~68
Regression coefficient	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0
a_1	598.95	563.87	500.55	728.34	766.20
b_1	-146.76	-138.80	-120.48	-189.91	-199.08
$EV=f(x)$	$EV_T(71\sim72)$	$EV_P(71\sim72)$	$EV_P(70)$	$EV_P(69,66)$	$EV_P(67\sim68)$

註: $EV_T(71\sim72)$: 1971~1972年度の 統一의 株間水面蒸發量, $EV_P(71\sim72)$ $EV_P(70)$ $EV_P(69,66)$ $EV_P(67\sim68)$: 1971~1972年度 1970年度 (69,66)年度 및 67~68年度の 八達의 株間水面蒸發量

8.1mm가 많고 2,000kg/10a 水準에서는 505.4mm와 504.0mm로 統一은 八達보다 不過 1.4mm밖에 많지 않으며 한편 粗穀重에 對하여는 反對로 400kg/10a 水準에서 323.2mm와 334.9mm로 統一은 八達보다 11.7mm가 작고 1000kg/10a 水準에서는 497.9mm와 516.2mm로 統一은 八達보다 18.3mm나 더 작은 값을 나타냈다. 이와같이 生産量의 增加에 따라 統一과 八達間의 蒸發散量이 乾物重基準에서는 그 差가 작아지고 粗穀重基準에서는 그 差가 커졌는데 이것은 總乾物重에 對한 粗穀重의 比가 統一은 0.52로 八達의 0.47에 比하여 相當히 큰데 基因한 것이다.

ii) 乾物量과 株間水面蒸發量

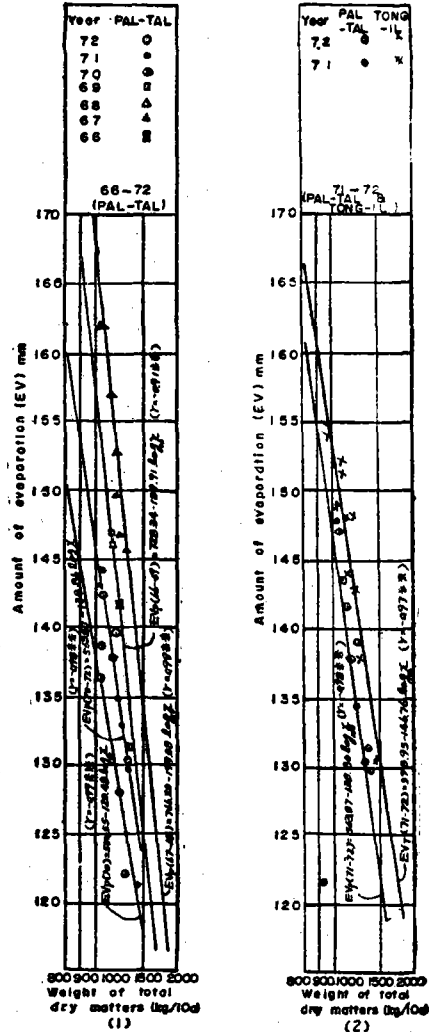
乾物量과 株間水面蒸發量과의 關係는 그림 IV-6- (1) 그림 IV-6-(2)에서 볼때 八達 및 統一 모두 그 株間水面蒸發量은 乾物量의 對數函數인 減少의 關係를 보여 乾物重을 x라고 하고 株間水面蒸發量을 EV라고 하면

$$EV = a_1 + b_1 \log_{10} x \quad (800\text{kg}/10a \leq x \leq 2000\text{kg}/10a)$$

.....(IV-2), 여기서 a_1 , b_1 는 回歸常數로 試驗年度の 氣象條件 및 品種에 따라 달라지며 언제나 $a_1 > 0$, $b_1 < 0$ 의 關係를 갖는다. 式(IV-2)에 對한 統一 및 八達의 氣象年度別 回歸常數는 表 IV-8과 같다.

式(IV-2)와 表 IV-8을 使用하여 統一 및 八達에 對한 總乾物重 및 粗穀重別 各氣象年度의 株間水面蒸發量을 算出한 바 그 結果는 表 IV-9와 같다.

八達到 對한 氣象年度別 株間水面蒸發量을 볼때 株間水面蒸發量에 있어서도 蒸發計蒸發量이 큰 氣象年度 일수록 같은 乾物重을 生産하는데 더 많은 量이 消費되고 生産이 될수록 그 株間水面蒸發量의 差는 작아지는 傾向을 보여주고 있다. 卽 八達到 對한 株間水面蒸發量의 크기는 總乾物重 800kg/10a 水準에서 150.8~188.3mm로 그 範圍差는 37.5mm인데 對하여 總乾物量 2,000kg/10a 水準에서는 101.4~109. mm 그 範圍差는 不過 7.6mm 이었고 한편



- (1) The comparison in each climatic year, of the relations for PAL-TAL variety
- (2) The comparison of PAL-TAL variety with TONG-IL variety

Fig IV-6 The relation between evaporations and weights of total dry matters

Table IV—9 Comparison of seasonal evaporations between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters and each climatic year

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Variety Pan evapo (mm) Weight of total dry matters kg/10a	TONG-IL	PAL-TAL					(Average)
	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0	350.5	
800	172.9	(95) 160.9	(89) 150.8	(102) 177.0	(111) 188.3	(100) 169.3	
900	165.4	(96) 153.8	(90) 144.6	(102) 167.3	(110) 178.1	(100) 161.0	
1,000	153.7	(97) 147.5	(90) 139.1	(102) 158.6	(110) 169.0	(100) 153.6	
1,100	152.6	(97) 141.7	(91) 134.1	(101) 150.8	(109) 160.7	(100) 146.8	
1,200	147.1	(97) 136.5	(92) 129.6	(102) 143.8	(109) 153.2	(100) 140.8	
1,300	143.0	(98) 131.7	(93) 125.4	(102) 137.0	(108) 146.3	(100) 135.1	
1,400	137.2	(97) 127.2	(94) 121.5	(100) 130.9	(108) 139.9	(100) 129.9	
1,500	132.8	(99) 123.0	(94) 117.9	(100) 125.2	(107) 133.9	(100) 125.0	
1,600	128.7	(99) 119.1	(95) 114.5	(100) 119.8	(107) 128.3	(100) 120.4	
1,700	124.9	(100) 115.5	(96) 111.3	(99) 114.8	(106) 123.1	(100) 116.2	
1,800	121.2	(100) 112.0	(96) 108.4	(98) 110.1	(106) 118.1	(100) 112.2	
1,900	117.8	(106) 103.8	(97) 105.5	(97) 106.1	(105) 113.5	(100) 108.5	
2,000	114.5	(101) 105.7	(99) 102.8	(97) 101.4	(104) 109.0	(100) 104.7	
Observed year	71~72	71~72	70	69,66	67~68	66~72	

2. Based on weight of rough rices in kg/10a

Variety Pan evapo.(mm) Weight of rough rices kg/10a	TONG-IL	PAL-TAL					(Average)
	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0	350.5	
400	175.4	(95) 157.2	(90) 147.6	(104) 171.9	(111) 182.9	(100) 164.0	
500	161.1	(96) 143.7	(91) 135.9	(103) 153.5	(110) 163.6	(100) 149.2	
600	149.5	(97) 132.7	(93) 126.3	(102) 138.4	(108) 147.8	(100) 136.3	
700	139.7	(98) 123.5	(94) 118.3	(100) 125.8	(107) 134.5	(100) 125.5	
800	131.2	(99) 115.4	(96) 111.3	(99) 114.7	(106) 123.0	(100) 116.1	
900	123.7	(100) 103.3	(98) 105.1	(98) 105.0	(104) 112.8	(100) 107.8	
1000	117.0	(101) 101.9	(99) 99.6	(96) 96.3	(103) 103.7	(100) 100.4	
Observed year	71~72	71~72	70	69,66	67~68	66~72	

Remark; Figures in parenthesis represent percentage of the amount of evaporation in each climatic year to averaged evaporation.

粗穀重 400kg/10a 水準에서 147.6~182.9mm로 그 範圍差는 35.3mm인데 對하여 粗穀重 1,000kg/10a 水準에서는 96.3~103.7mm로 그 範圍差는 不過 7.4 mm 이므로 蒸發散量에서와 같이 乾物量이 작은 區일수록 株間水面蒸發量에 미치는 氣象條件의 影響이 乾物量이 큰區보다 優勢하고 乾物量이 큰區일수록 氣象條件의 影響差가 植生の Mulching 效果⁽⁸⁾에 依하여 制禦되어 減少하는 傾向을 認定할수 있다. 따라서 株間水面蒸發量에 있어서도 乾物量이 클수록 그變化幅은 작아지고 蒸發計蒸發量이 큰 日일수록 같은 量의 乾物을 生産하는데 消費되는 量의 差는 커진다고 할수 있다.

統一과 八達의 株間水面蒸發量을 比較하면 總乾物重基準에서나 粗穀重基準에서나 같은 量의 乾物을 生産하는데 統一은 八達보다 좀 많은 株間水面蒸發量이 消費되는 것으로 되었고 統一과 八達間의 株間水面蒸發量의 差는 蒸發散量에서와는 달리 總乾物重基準이나 粗穀重基準에서나 生産量의 增加에 따라 그 差가 若干 작아지는 傾向을 보이고 있다.

即 統一과 八達의 株間水面蒸發量은 總乾物重 800 kg/10a 水準에서 172.9mm와 160.9mm로 統一은 八達보다 12.0mm가 많고 2000kg/10a水準에서는 114.5mm와 105.7mm로 統一은 八達보다 8.8mm 가 많으며 한편 粗穀重에 對하여는 400kg/10a 水準에서 175.4mm와 157.2mm로 統一은 八達보다 18.2 mm가 많고 1000kg/10a水準에서는 117.0mm와 101.9 mm로 統一은 八達보다 15.1mm가 더 많은 값을 나타내고 있다. 이와 같이 株間水面蒸發量에 있어서 統一이 八達보다 크게 나타난 理由로는 統一은 八

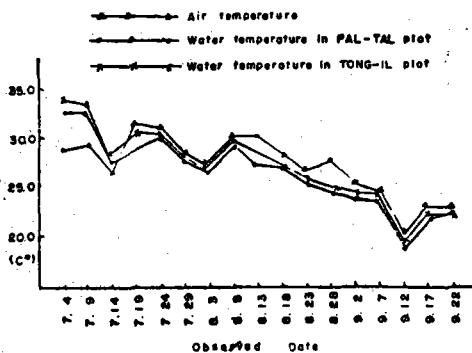


Fig IV-8 Comparison of water temperature between the plots of PAL-TAL and TONG-IL varieties

達보다 草長이 작고 고랑間의 日의 交叉數가 적어 (그림 IV-7參照) 株間水面에 到達하는 日射量 및 그에 依한 水溫이 八達의 경우 보다 높아지는데 (그림 IV-8參照) 基因할것으로 解析된다⁽⁸⁾.

iii) 乾物量과 蒸散量

表 IV-7 및 表 IV-9으로부터 統一과 八達에 對한 各 氣象年度別 乾物量에 따르는 蒸散量을 算出한 結果는 表 IV-10과 같다. 八達에 對한 氣象年度別 蒸散量을 볼때 蒸散量에 있어서도 蒸發計蒸發量이 큰 氣象年度 일수록 같은 量의 乾物을 生産하는데 더 많은 量이 消費되고 乾物量이 클수록 蒸散量의 差는 작아지는 傾向을 보여주고 있다. 即 八達에 對한 蒸散量의 크기는 總乾物重 800kg/10a 水準에서 145.1~218.3mm로 그 範圍差는 73.2mm인데 對하여 2,000kg/10a水準에서는 398.3~445.1 mm로 그 範圍差는 46.8mm이었고 한편 粗穀重 400kg/10a水準에서 163.4~232.8mm로 그 範圍差는 69.4mm인데 對하여 粗穀重 1000kg/10a水準에서는 414.3~464.8mm로 그 範圍差는 50.5mm이므로 여기서는 乾物量이 작은 區라고 해서 乾物量이 큰區보다 氣象條件의 影響差가 別로 두드러 지지는 않으며 乾物量이 큰 區에 있어서도 氣象條件의 影響差는 相當히 나타나고 있다.

이와 같은 事實은 一般的으로 乾物量이 큰 區일수록 乾物量이 작은 區보다 그 植生の 繁茂度가 優勢하여 下層葉에 미치는 氣象條件의 影響이 보다 작기는 하나⁽⁹⁾⁽⁸⁾⁽⁸⁸⁾⁽¹⁰⁰⁾ 下層葉에 미치는 氣象條件의 影響은 氣象指數에 比例하여 나타난 것으로 乾物量이 큰區와 작은區間에 氣象條件의 影響差가 두드러지게 나타날수 없게 될것이라는 緣由하는 것이 아닌가 생각된다.

統一과 八達의 蒸散量間에는 總乾物重基準 볼때 八達은 統一보다 若干 큰 값을 나타내나

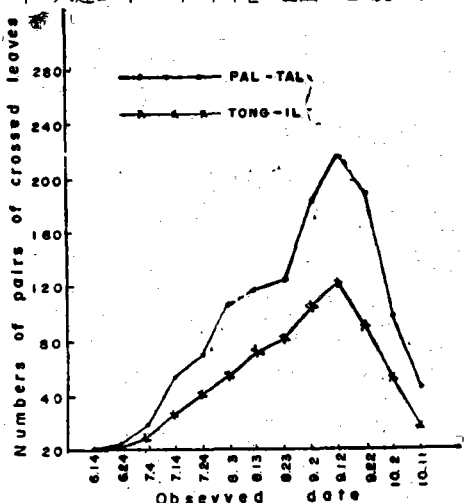


Fig IV-7 Numbers of pairs of crossed leaves in the 30-cm wide space between two rows of paddy rice in the plots of PAL-TAL and TONG-IL varieties.

Table IV-10 Comparison of seasonal transpirations between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters and each climatic year

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Variety Pan evapo(mm) Weight of total dry matters kg/10a	TONG-IL	PAL-TAL					(Average)
	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0	350.5	
800	157.8	(95) 161.7	(86) 145.1	(92) 154.8	(123) 218.3	(100) 169.9	
900	187.8	(96) 192.1	(90) 180.1	(96) 192.1	(122) 245.9	(100) 202.5	
1,000	214.5	(95) 219.3	(91) 208.4	(93) 225.5	(117) 270.5	(100) 230.9	
1,100	238.8	(94) 243.9	(92) 239.7	(99) 255.6	(113) 292.9	(100) 258.1	
1,200	261.1	(94) 266.4	(93) 265.5	(100) 283.0	(120) 313.2	(100) 282.0	
1,300	280.2	(94) 287.0	(95) 289.3	(102) 308.6	(109) 331.9	(100) 304.2	
1,400	300.2	(95) 306.2	(96) 311.3	(103) 332.0	(108) 349.3	(100) 324.7	
1,500	317.7	(95) 324.0	(97) 331.8	(103) 353.9	(107) 365.4	(100) 343.8	
1,600	334.1	(94) 340.8	(97) 351.0	(104) 374.5	(106) 380.5	(100) 361.8	
1,700	349.9	(94) 356.3	(98) 369.0	(104) 393.7	(105) 394.7	(100) 378.4	
1,800	364.1	(94) 371.1	(98) 385.9	(105) 411.8	(104) 408.1	(100) 394.2	
1,900	377.8	(94) 385.0	(98) 402.0	(105) 428.4	(104) 420.7	(100) 409.0	
2,000	390.9	(94) 398.3	(98) 417.2	(105) 445.1	(101) 433.0	(100) 423.4	
Observed year	71-72	71-72	70	69,66	67~68	66~72	

2. Based on weight of rough rices in kg/10a

Variety Pan evapo.(mm) Weight of rough rices kg/10a	TONG-IL	PAL-TAL					(Average)
	343.0	343.0	325.0	359.0	385.0	350.5	
400	147.8	(95) 177.7	(87) 163.4	(96) 174.3	(102) 232.8	(100) 187.1	
500	204.8	(95) 235.4	(92) 229.8	(98) 245.1	(107) 285.1	(100) 248.9	
600	261.0	(94) 282.5	(95) 284.0	(101) 303.0	(109) 327.8	(100) 299.3	
700	290.2	(94) 322.1	(96) 329.6	(101) 351.6	(106) 364.1	(100) 341.9	
800	324.1	(94) 356.6	(97) 369.3	(104) 394.0	(104) 395.0	(100) 378.7	
900	354.1	(94) 387.1	(98) 404.3	(108) 431.4	(105) 421.6	(100) 411.1	
1,000	380.9	(95) 414.3	(99) 435.6	(106) 464.8	(102) 447.2	(100) 437.1	
Observed year	71-72	71-72	70	69,66	67~68	66~72	

Remark : Figures in parenthesis represent percentage of the amount of transpiration in each climatic year to averaged transpiration

重基準에서는 훨씬 큰 값을 나타내고 있으며 乾物重 이 클수록 그 차는 더욱 커지는 傾向을 보였다. 即 統一과 八達의 蒸散量은 總乾物重 800kg/10a水準에서 157.8mm와 161.7mm로 八達은 統一보다 3.9mm가 큰데 對하여 總乾物重 2000kg/10a水準에서는 390.9mm와 398.3mm로 八達은 統一보다 7.4mm가 컸으며 한편 粗穀重 400kg/10a水準에서 147.8mm와 177.7mm로 八達은 統一보다 29.9mm가 큰데 對하여 粗穀重 1000kg/10a水準에서는 380.9mm와 414.3mm로 八達은 統一보다 33.4mm나 큰 값을 나타냈는데 蒸散量에 있어서 八達이 統一보다 좀 優勢한 것은 八達은 그일의 密度가 통일보다 작고 交叉葉數는 많아서 (그림 IV-7 參照) 일의 受光面積이 統一보다 큰데 다가 八達의 葉面積指數가 統一에 比하여 優勢한 傾向이 있는 穗孕期까지의 (그림 IV-3 參照) 氣象要素가 生育期間을 통하여 가장 蒸散을

促進시킬 수 있는 條件을 形成하는데 基因하리 않는 가 생각 된다.

iv) 統一과 八達間의 물 經濟性 比較

앞에서 蒸發散量에 있어서는 總乾物重基準에서 統一이 八達보다 優勢하나 粗穀重基準에서는 八達이 統一보다 더 優勢하고 株間水面蒸發量에 있어서는 統一은 八達보다 늘 優勢하지만 粗穀重基準에서는 더 優勢하며 蒸散量에 있어서는 八達이 統一보다 優勢한 傾向이나 粗穀重基準에서는 더욱 優勢함을 나타냈다. 따라서 여기서는 統一과 八達間의 이들 蒸發散量 株間水面蒸發量 蒸散量의 差를 比較하기 위하여 이것을 總乾物重 및 粗穀重基準으로 區分하여 百分率로 나타낸바 그 結果는 그림 IV-9-(1) 그림 IV-9-(2) 및 表 IV-11과 같다. 表IV-11에서 보는 바와 같이 같은 量의 總乾物을 生産하는데 蒸發散量에 있어서는 統一이 八達보다

Table IV-11 Differences in evapotranspiration evaporation and transpiration during growing season between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weights of dry matters

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Item	Diff. in Evapotrans. (%)	Diff. in evaporation (%)	Diff. in transpiration (%)
Weight of total dry matters			
800(kg/10a)	2.5	7.5	-2.4
900	2.1	7.5	-2.2
1,000	1.8	7.5	-2.2
1,100	1.5	7.7	-2.1
1,200	1.3	7.8	-2.0
1,300	1.1	7.9	-2.0
1,400	0.9	7.9	-2.0
1,500	0.8	7.9	-2.0
1,600	0.7	7.9	-2.0
1,700	0.6	8.1	-1.8
1,800	0.5	8.2	-1.9
1,900	0.4	8.3	-1.9
2,000	0.3	8.3	-1.9

2. Based on weight of rough rices in kg/10a

Item	Diff. in Evapotrans. (%)	Diff. in evaporation (%)	Diff. in transpiration (%)
Weight of rough rices			
400 kg/10a	-3.5	11.6	-16.9
500	-3.5	12.1	-13.0
600	-3.5	12.7	-11.2
700	-3.5	13.1	-9.9
800	-3.5	13.7	-9.1
900	-3.5	14.2	-8.5
1000	-3.5	14.8	-8.1

Remark; Minus values mean that value of TONG-IL is smaller than that of PAL-TAL. variety

0.3~2.5%나 많은 水量을 要하게 되었으나 같은 量의 粗穀物生産에 있어서는 도리어 統一이 八達보다 3.5% 程度의 水量이 節約됨을 보였고 이것을 株間水面 蒸發量과 蒸散量으로 나누어 살펴보면 株間水面 蒸發量에 있어서는 같은 量의 總乾物重 基準에서 7.5~8.3% 같은 量의 粗穀重基準에서는 11.6~14.8% 나 統一이 八達보다 많은 量을 所要하는 것으로 되어 粗穀重基準에서의 統一의 水面蒸發에 依한 消費는 더욱 두드러짐을 보였고 蒸散量에 있어서는 株間水面蒸發量의 경우와는 反對로 統一은 總乾物重 800

~2,000kg/10a에서 1.9~2.4%, 粗穀重 400~1,000 kg/10a 에서는 8.1~16.9% 나 八達보다 節約되는 結果를 나타내고 있다. 結局 우리들이 벼 生産上 目的하는 것은 粗穀이고 이러한 觀點에서 같은 量의 粗穀物生産에 基準을 둘때 統一은 總蒸發散量에 있어 八達보다 3.5% 程度가 節約되는 것이 되어 統一은 그만큼 水 經濟上 有利한 性質을 지니고 있다고 할 수 있다.

(7) 乾物量과 蒸發散係數 株間水面蒸發係數 및 蒸散係數

各試驗年度에 對한 統一 및 八達의 各試驗區의 本 畚期間 蒸發散量 및 株間水面蒸發量의 測定値와 各 畵의 그 生育期間에 該當하는 蒸發計蒸發量의 關係에서 蒸發散係數 및 株間水面蒸發係數를 求하고 다시 이들 係數와 乾物量과의 關係(附錄表 IV-5-1 附錄表 IV-5-2 附錄表 IV-6-1 및 附錄表 IV-6-2 參照)에서 統一 및 八達到對한 回歸關係를 나타낸바 그 結果는 그림 IV-10-(1) 그림 IV-10-(2) 그림 IV-12-(1) 및 그림 IV-12-(2)와 같다.

여기서 이들 係數는 氣象指數의 意義를 지닌 蒸發計蒸發量에 依하여 氣象條件이 相當히 消去되어 乾物量에 對應하는 이 蒸發散係數의 散布關係가 稠密하므로(그림 IV-10-(1) 및 그림 IV-12-(1) 參照) 氣象年度別 分類는 하지않기로 한다.

i) 乾物量과 蒸發散係數

乾物量과 本畚期間의 平均蒸發散係數와의 關係는 그림 IV-10-(1) 및 그림 IV-10-(2)에서 볼때 八達 및 統一 모두 蒸發散係數는 乾物重의 對數函數의인 增加를 보여 乾物重을 x라고 하고 蒸發散係數를 ETC라고 하면

$$ETC = \frac{ET}{E_p} = a_s + b_s \log_{10} x (800 \text{kg}/10a \leq x \leq 2000 \text{kg}/10a) \text{-(IV-3)}$$

여기서 E_p 는 蒸發計蒸發量, a_s, b_s 는

Table IV-12 Regression coefficients of evapotranspiration coefficient equation

Observed year	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
Regression coefficient	1971~72	71~72 66~72
a_s	-2.745	-2.934 -2.651
b_s	1.278	1.334 1.247
$ETC=f(x)$	$ETC_{T(71-72)}$	$ETC_{P(71-72)}$ $ETC_{P(66-72)}$

註: $ETC_T(71-72)$ 1971~1972年度의 統一의 蒸發散係數 $ETC_P(71-72)$ 및 $ETC_P(66-72)$ 1971~1972年度 및 1966~1972年度의 八達의 蒸發散係數

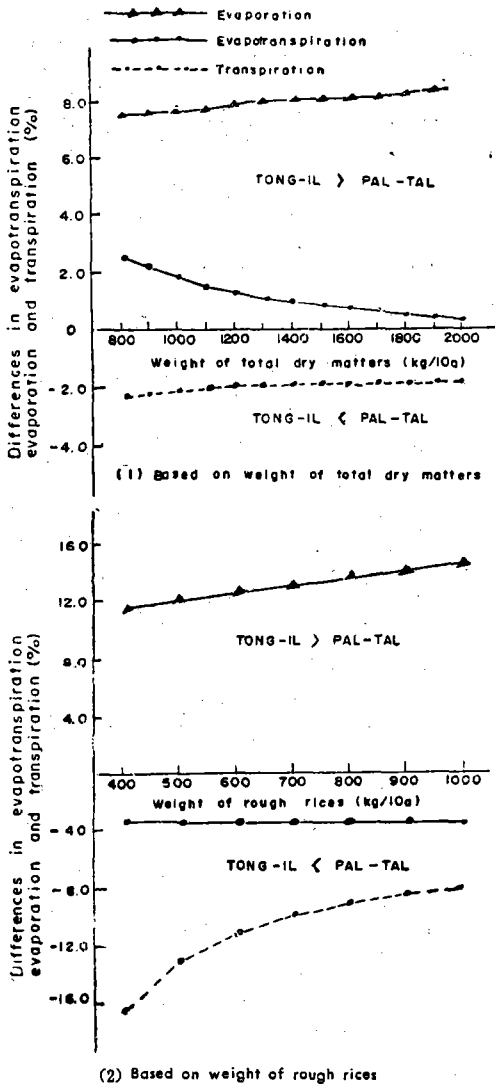
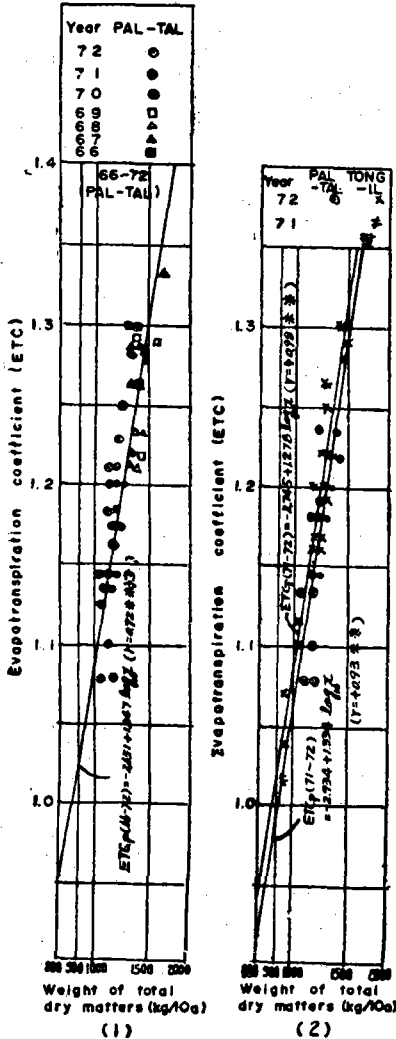


Fig IV-9 Differences in evapotranspiration evaporation and transpiration during growing season between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weights of dry matters

回歸常數로 試驗年度의 氣象條件 및 品種에 따라 달라지며 언제나 $b_0 > 0$ 의 關係를 갖는다. 式(IV-3)에 對한 統一의 1971~1972年度의 回歸常數 및 八達의 1966~1972年度와 1971~1972年度의 回歸常數는 表 IV-12와 같다.

式(IV-3)과 表 IV-12를 使用하여 統一 및 八達에 對한 總乾物重 및 粗穀重別 蒸發散係數를 算出한 바 그 結果는 表 IV-13과 같다 (그림 IV-11-(1) 및 그림 IV-11-(2) 參照). 表 IV-13에서 볼 때 八



- (1) The relation for PAL-TAL variety based on its observed values from 1966 to 1972
- (2) The comparison of PAL-TAL variety with TONG-IL variety

Fig. IV-10 The relation between evapotranspiration coefficients and weights of total dry matters.

達에 對한 1971~1972年度와 1966~1972年度의 蒸發散係數間에는 蒸發散量에서 만큼 큰 差는 없고 若干의 差가 있을뿐이어서 거의 同一視할 程度이며 1971~1972年度에 對한 統一과 八達의 蒸發散係數間에는 總乾物重基準에서 統一은 八達보다 若干 큰 傾向을 보이나 粗穀重基準에서는 反對로 八達이 統一보다 若干 큰 값을 보였다.

即 八達에 對한 蒸發散係數는 總乾物重 800~2000 kg/10a의 範圍에서 大體로 0.95~1.47의 範圍에 있고 한편 粗穀重 400~1,000kg/10a範圍에서는 그 係數는 大體로 0.98~1.50의 範圍에 있으며, 統一에 對한 蒸發散係數는 總乾物重 800~2,000kg/10a의 範圍에서 0.97~1.47의 範圍에 있고 粗穀重 400~1,000 kg/10a範圍에서는 그 係數는 0.94~1.45의 範圍에 있는데 1960年頃까지 우리나라 設計基準으로 使用하여 왔던 長稈種에 對한 本畚期間의 平均蒸發散係數⁽⁸⁰⁾인 1.24는 筆者의 八達에 對한 試驗值에 對照하여 볼 때 總乾物重으로 1400kg/10a水準, 粗穀重으로는 650kg/10a水準의 生産目標에 限定하여 使用함이 妥當하고 또 閔의 試驗值인⁽⁸¹⁾⁽⁷⁶⁾ 1.23, 1.25, 1.27도 이 以上の 生産目標에 適用하면 물의 不足을 免치 못할 것이다.

統一에 對한 試驗值로 黃⁽⁸²⁾은 植壤土區에서 1.99 壤土區에서 2.18을 提示했고 韓⁽⁸³⁾은 1.38을 提示하였는데 韓⁽⁸³⁾의 값은 筆者의 試驗值와 比較할 때 總乾物重 1,700kg/10a(粗穀重 800~900kg/10a) 以上の 生産目標에는 適用하기 困難할 것이고 黃⁽⁸²⁾의 값은 筆者의 試驗值를 벗어나므로 比較하기 困難하나 그것은 總乾物重 2,000kg/10a 以上の 生産目標에 適用하여도 充分히 餘裕가 있는 값이 될 것이다.

ii) 乾物量과 株間水面蒸發係數

乾物量과 本畚期間의 平均株間水面蒸發係數와의 關係는 그림 IV-12-(1) 및 그림 IV-12-(2)에서 볼 때 八達 및 統一 모두 株間水面蒸發係數는 乾物重의 對數函數의인 減少의 關係를 보여 乾物重을 x 라고 하고 株間水面蒸發係數를 EVC 라고 하면

$$EVC = \frac{EV}{E_P} = a_1 + b_1 \log_{10} x \quad (800 \text{ kg/10a} \leq x \leq 2000 \text{ kg/10a}) \dots (IV-4)$$

여기서 a_1 , b_1 는 回歸常數로 試驗年度의 氣象條件 및 品種에 따라 달라지며 언제나 $a_1 > 0, b_1 < 0$ 의 關係를 갖는다. 式(IV-4)에 對한 統一의 1971~1972年度의 回歸常數 및 八達의 1966~1972年度와 1971~1972年度의 回歸常數는 表 IV-14와 같다.

式(IV-4)와 表 IV-14를 使用하여 統一 및 八達에 對한 總乾物重 및 粗穀重別 株間水面蒸發係數를

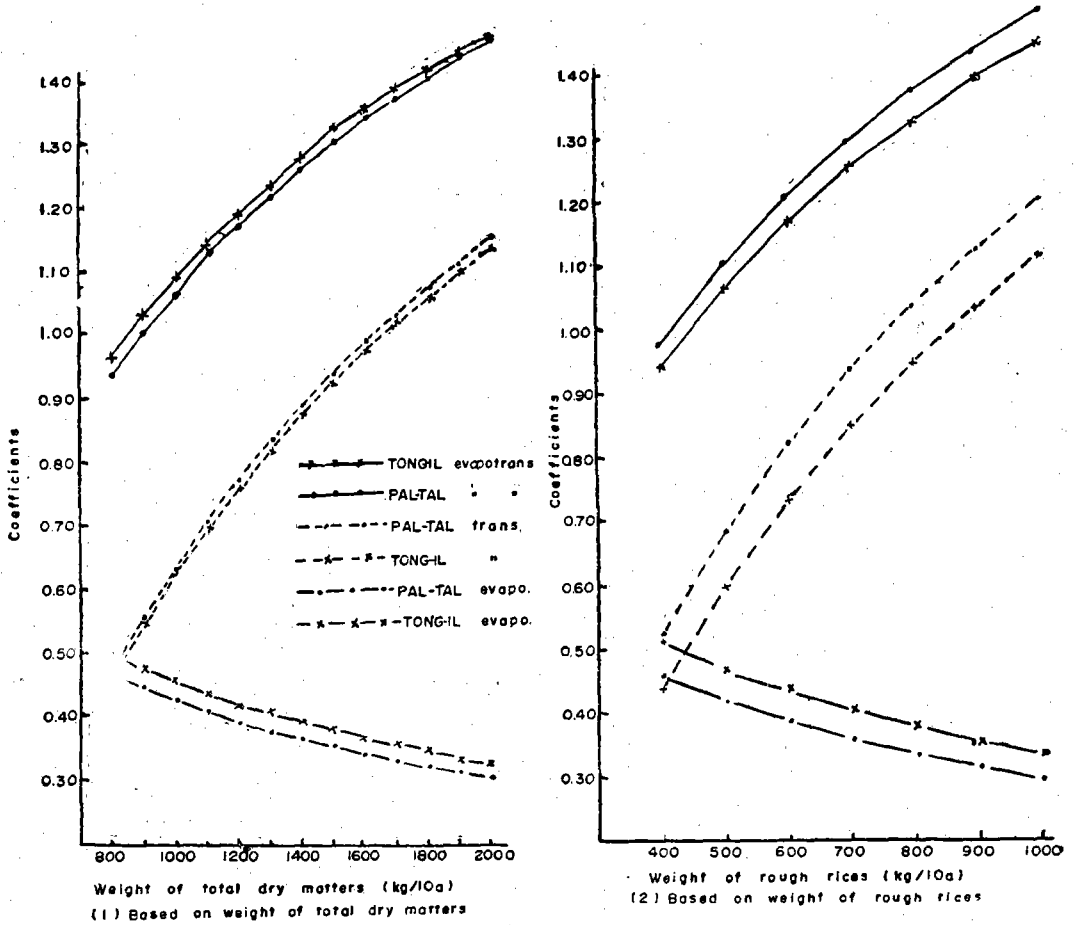


Fig. IV-11 Comparison of evapotranspiration evaporation and transpiration coefficients between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters.

算出한바 그 결과는 表 IV-15와 같다 (그림 IV-11-(1) 및 그림 IV-11-(2)參照). 表 IV-15에서 볼때 八達에 對한 1971~1972年度와 1966~1972年度の 株間水面蒸發係數間에는 어느 生産量 水準에서나 그 값은 거의 一致하고 있고 1971~1972年度の 統一과 八達의 株間水面蒸發係數間에는 總乾物重基準에서나 粗穀重基準에서나 統一은 八達보다 相當히 큰 便이다 粗穀重基準에서는 그 差가 더욱 두드러지게 나타났다. 卽 八達에 對한 株間水面蒸發係數는 總乾物重 800~2000kg/10a의 範圍에서 0.47~0.31의 範圍에 있고 粗穀重 400~1,000kg/10a의 範圍에서 그 係數는 0.46~0.30의 範圍에 있고 統一에 對한 株間水面蒸發係數는 總乾物重 800~2000kg/10a의 範圍에서 0.50~0.33의 範圍에 있고 粗穀重 400kg~1000kg/10a範圍에서는 0.51~0.34의 範圍에 있었

는데 八達에 對한 값을 上野⁽¹⁰¹⁾ 富士岡⁽¹⁰²⁾ 関⁽¹⁰³⁾(¹⁰⁴) 黄⁽¹⁰⁵⁾ 呂⁽¹⁰⁶⁾의 試驗値와 比較할때 上野의 試驗値는 粗穀重 400kg/10a, 600kg/10a, 800kg/10a水準에서 0.50, 0.45, 0.40으로 筆者의 값보다 0.05~0.06이 큰 것으로 나타났는데 이것은 試驗裝置의 크기 및 栽植密度의 差가 그 要因이 될것으로 解析되고 富士岡⁽¹⁰²⁾의 0.47, 関⁽¹⁰³⁾(¹⁰⁴)의 0.32~0.33인 株間水面蒸發係數의 값은 生産量의 基準이 없어 比較하기는 困難하며 富士岡⁽¹⁰²⁾의 試驗値는 筆者에 依한 總乾物重 800kg/10a水準에 該當하는 값이 될것이고 関⁽¹⁰³⁾(¹⁰⁴)의 試驗値는 總乾物重 1700~1800kg/10a水準 또는 粗穀重 800kg/10a水準에 該當하는 값이 될것이다. 統一에 對한 試驗値로는 韓⁽¹⁰⁷⁾에 依한 0.46이 알려졌는데 韓⁽¹⁰⁷⁾의 값은 筆者의 試驗値와 比較할때 總乾物重 1,000 kg/10a(粗穀重 500kg/10a)水準에 該

Table IV-13 Comparison of seasonal evapotranspiration coefficients between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters.

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Observed year Weight of total dry matters	variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
	71~72	71~72 66~72
800(kg/10a)	0.968	0.939 0.969
900	1.034	1.007 1.033
1,000	1.092	1.068 1.090
1,100	1.145	1.133 1.142
1,200	1.193	1.174 1.189
1,300	1.238	1.220 1.232
1,400	1.279	1.263 1.272
1,500	1.317	1.303 1.310
1,600	1.353	1.340 1.345
1,700	1.387	1.375 1.377
1,800	1.415	1.409 1.408
1,900	1.445	1.440 1.437
2,000	1.474	1.470 1.465

2. Based on weight of rough rices in kg/10a

Observed year Weight of rough rices	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
	71~72	71~72 66~72
400(kg/10a)	0.943	0.975 0.999
500	1.068	1.104 1.119
600	1.169	1.210 1.219
700	1.254	1.299 1.309
800	1.328	1.376 1.379
900	1.394	1.444 1.439
1,000	1.452	1.506 1.499

Table IV-14 Regression coefficients of evaporation coefficient equation

Observed year Regression coefficient	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
	1971~1972	71~72 66~72
a_s	1.773	1.645 1.660
b_s	-0.437	-0.405 -0.410
$EVC=f(x)$	$EVC_{T(71-72)}$	$EVC_{P(71-72)}$ $EVC_{P(66-72)}$

註: $EVC_T(71\sim72)$: 1971~1972年度의 統一의 株間水面蒸發係數 $EVC_P(71\sim72)$ 및 $EVC_P(66\sim72)$: 1971~1972年度 및 1966~1972年度의 八達의 株間水面蒸發係數

Table IV-15 Comparison of seasonal evaporation coefficients between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Observed year Weight of total dry matters	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
	71~72	71~72 66~72
800(kg/10a)	0.504	0.469 0.470
900	0.482	0.448 0.449
1,000	0.462	0.430 0.430
1,100	0.444	0.413 0.413
1,200	0.427	0.398 0.397
1,300	0.412	0.384 0.383
1,400	0.398	0.371 0.370
1,500	0.387	0.359 0.358
1,600	0.373	0.347 0.346
1,700	0.361	0.337 0.335
1,800	0.351	0.327 0.325
1,900	0.340	0.317 0.316
2,000	0.331	0.308 0.307

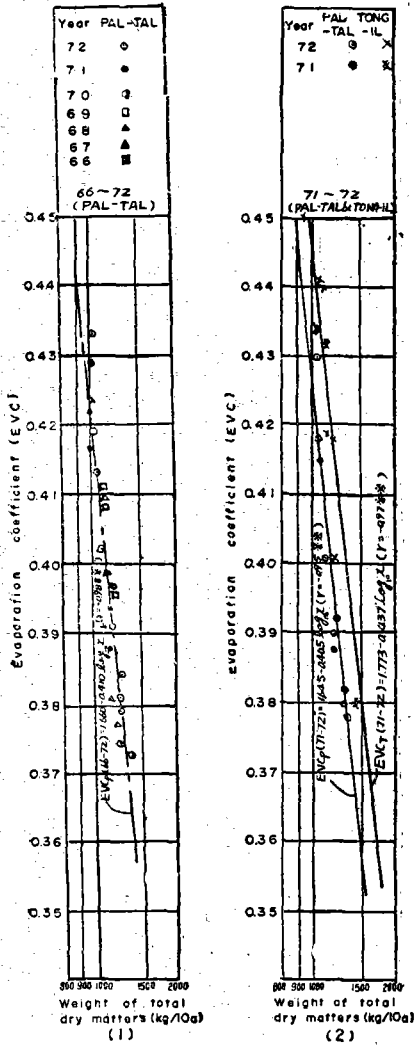
2. Based on weight of rough rices in kg/10a

Observed year Weight of rough rices	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
	71~72	71~72 66~72
400(kg/10a)	0.512	0.458 0.459
500	0.469	0.419 0.419
600	0.435	0.387 0.386
700	0.406	0.360 0.359
800	0.380	0.336 0.335
900	0.358	0.316 0.314
1,000	0.338	0.297 0.295

當하는 값이 될것이다.

iii) 乾物量과 蒸發係數

蒸發係數(ETC)-株間水面蒸發係數(EVC)=蒸發係數에 依하여 表 IV-13과 表 IV-15으로 부터 統一과 八達에 對한 乾物重別 本番期間의 平均蒸發係數를 算出한 結果는 表 IV-16과 같다 (그림 IV-11-(1) 및 그림 IV-11-(2)參照). 表 IV-16에서 볼때 八達에 對한 1971~1972年度 및 1966~1972年度의 蒸發係數에 있어서 乾物量의 적은 水準에서 는 1966~1972年度의 蒸發係數가 1971~1972年度의



- (1) The relation for PAL-TAL variety based on its observed values from 1966 to 1972
- (2) The comparison of PAL-TAL variety with TONG-IL variety

Fig. IV-12 The relation between evaporation coefficients and weights of total dry matters

것이다. 若干 큰 값을 나타내나 거의 同一視할 程度 보며 1971~1972年度에 對한 統一과 八達의 蒸散係數間에서의 統一의 값은 總乾物重基準에서나 粗穀重基準에서나 모두 八達보다 작은 便이나 粗穀重基準에서는 그 差가 더욱 두드러지게 나타났다. 即 八達

에 對한 蒸散係數는 總乾物重 800~2,000kg/10a의 範圍에서 0.48~1.16의 範圍에 있고 粗穀重 400~1,000kg/10a 範圍에서 그 係數는 0.53~1.21의 範圍에 있으며 統一에 對한 蒸散係數는 總乾物重 800~2,000kg/10a의 範圍에서 0.46~1.14의 範圍에 있고 粗穀重 400~1,000kg/10a範圍에서 그 係數는 0.44~1.11의 範圍에 있는데 이 八達에 對한 값을 上野⁽¹⁰¹⁾ 関⁽⁶⁹⁾(70) 黃⁽⁸⁷⁾ 呂⁽¹⁰⁰⁾의 試驗値와 比較할때 上野⁽¹⁰¹⁾의 試驗値는 粗穀重 400kg/10a 600kg/10a 800kg/10a水準에서 1.0, 1.5, 2.0으로 筆者의 값보다 0.48~0.95나 클 程度로 顯著한 隔差가 나타났는데 이는 蒸散量이 生産量에 比例하여 增加한다는 上野⁽¹⁰¹⁾의 論理와 蒸散量이 生産量의 對數函數의 增加를 하고 있다는 筆者의 論理間의 差에 依한 것 이라고 보며, 蒸散效率이 葉面積指數의 增加에 따라 低下한다는 松田等⁽⁶¹⁾의 論에 비추어 볼때 上野의 값은 너무 크다함을 認定할 수 있으며 関⁽⁶⁹⁾(70)의 試驗値인 0.88, 0.92, 0.94, 黃⁽⁸⁷⁾의 試驗値인 0.70, 0.06, 1.01 및 呂⁽¹⁰⁰⁾의 試驗値인 0.986, 1.245, 1.681, 0.950 등이 알려졌는데 이들 값이 가리키는 生産量 以上の 生産目標에 이값을 適用하면 물 不足을 免치 못할 것이다.

統一에 對한 試驗値로는 黃⁽⁸⁸⁾이 植壤土區 및 壤土區에서 얻은 1.30 및 1.44와 韓⁽⁸⁹⁾에 依한 0.89가 있는데 韓⁽⁸⁹⁾의 값은 筆者의 값과 比較 할때 總乾物重 1440kg/10a(粗穀重 750kg/10a程度) 水準以上の 生産目標에는 適用하기 困難할 것이고 黃⁽⁸⁸⁾의 값은 總乾物重 2,000kg/10a以上の 生産目標에 適用하여 도 充分히 餘裕 있는 값이 될 것이다.

iv) 乾物量과 生育期別 蒸發散係數

統一과 八達到 對한 各試驗區의 生育期別蒸發散係數와 乾物量의 關係(附錄表 IV-5-1 및 附錄表 IV-5-2 參照)를 回歸方程式으로 誘導하고 이를 利用하여 總乾物重別 및 粗穀重別로 期別蒸發散係數를 算出한바 그 結果는 그림 IV-13-(1) 그림 IV-13-(2) 및 表 IV-18과 같으며 期別蒸發散係數의 回歸方程式 $ETC_i = a_i + b_i \log_{10} x_i$ 에 對한 回歸常數는 表 IV-17과 같았다. 但 移秧後 첫 生育期の 蒸發散係數는 各 試驗區 값의 平均値로 統一은 0.78, 八達은 0.80을 取하였다.

그림 IV-13-(1) 그림 IV-13-(2) 및 表 IV-18에서 볼때 生育期別 蒸發散係數에 있어서도 本畝期間 平均蒸發散係數에서와 같이 總乾物重基準에서는 統一이 八達보다 若干크고 粗穀重基準에서는 反對로 統一은 八達보다 若干 작은 값을 보여주고 있다.

수분의 蒸發散係數와 乾物量과의 關係

Table IV-16 Comparison of seasonal transpiration coefficients between P-AL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Observed year Weight of total dry matters	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
800(kg/10a)	0.464	0.470
900	0.552	0.559
1,000	0.630	0.638
1,100	0.701	0.710
1,200	0.766	0.776
1,300	0.826	0.836
1,400	0.881	0.892
1,500	0.930	0.944
1,600	0.980	0.993

1,700	1.026	1.038	1.042
1,800	1.064	1.082	1.083
1,900	1.105	1.123	1.121
2,000	1.143	1.162	1.158

2. Based on Weight of rough rices in kg/10a

Observed year Weight of rough rices.	Variety	
	TONG-IL	PAL-TAL
400(kg/10a)	0.436	0.517
500	0.599	0.685
600	0.734	0.823
700	0.848	0.939
800	0.948	1.040
900	1.036	1.128
1,000	1.114	1.209

Table IV-17 Regression coefficients of evapotranspiration coefficient equation at each growth stage

Variety	Regression Coeff.	Growth stage(day)									
		1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100
TONG-IL	a_i	·	-0.312	-2.008	-2.819	-2.807	-3.413	-3.821	-3.768	-4.057	-3.669
	b_i	·	0.406	1.005	1.298	1.322	1.558	1.709	1.684	1.759	1.608
PAL-TAL	a_i	·	-0.414	-1.869	-2.864	-2.909	-3.516	-3.841	-3.901	-3.961	-3.865
	b_i	·	0.429	0.952	1.307	1.357	1.583	1.709	1.709	1.710	1.659

Table IV-18 Comparison of evapotranspiration coefficients at each growth stage between PAL-TAL and TONG-IL varieties based on weight of dry matters

1. Based on weight of total dry matters in kg/10a

Variety	Growth stage(day)	Weight of total dry matters											
		1~10		11~20		21~30		31~40		41~50		51~60	
Weight of total dry matters		TON-G-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL
800(kg/10a)		0.78	0.80	0.84	0.83	0.91	0.90	0.95	0.93	1.06	1.03	1.11	1.08
900		0.78	0.80	0.87	0.85	0.96	0.94	1.02	1.00	1.13	1.10	1.19	1.16
1,000		0.78	0.80	0.89	0.87	1.01	0.99	1.08	1.06	1.19	1.16	1.26	1.23
1,100		0.78	0.80	0.91	0.89	1.05	1.03	1.13	1.11	1.24	1.22	1.33	1.30
1,200		0.78	0.80	0.93	0.91	1.09	1.06	1.18	1.16	1.29	1.27	1.38	1.36
1,300		0.78	0.80	0.95	0.92	1.12	1.10	1.22	1.21	1.34	1.32	1.44	1.41
1,400		0.78	0.80	0.96	0.93	1.15	1.13	1.26	1.25	1.38	1.36	1.49	1.46
1,500		0.78	0.80	0.97	0.95	1.18	1.16	1.30	1.29	1.42	1.40	1.54	1.51
1,600		0.78	0.80	0.98	0.96	1.21	1.18	1.34	1.32	1.46	1.44	1.58	1.56
1,700		0.78	0.80	1.00	0.97	1.24	1.21	1.37	1.36	1.50	1.48	1.62	1.60
1,800		0.78	0.80	1.01	0.98	1.26	1.23	1.41	1.39	1.53	1.51	1.66	1.64
1,900		0.78	0.80	1.02	0.99	1.29	1.25	1.44	1.42	1.56	1.54	1.70	1.67
2,000		0.78	0.80	1.03	1.00	1.31	1.27	1.47	1.45	1.59	1.57	1.73	1.71

Growth stage(day)	61~70		71~80		81~90		91~100		Average	
	TONG-IL	PAL-TAL	TONG-IL	PAL-TAL	TONG-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL	TON-G-IL	PAL-TAL
Variety										
Weight of total dry matters										
800(kg/10a)	1.14	1.12	1.12	1.06	1.05	1.00	1.00	0.95	0.996	0.970
900	1.23	1.21	1.21	1.15	1.14	1.09	1.08	1.04	1.060	1.034
1,000	1.31	1.29	1.28	1.23	1.22	1.17	1.15	1.11	1.117	1.091
1,100	1.38	1.36	1.35	1.30	1.29	1.24	1.22	1.18	1.168	1.142
1,200	1.44	1.42	1.42	1.36	1.36	1.30	1.28	1.24	1.215	1.188
1,300	1.50	1.48	1.48	1.42	1.42	1.36	1.34	1.30	1.259	1.232
1,400	1.56	1.54	1.53	1.48	1.48	1.42	1.39	1.35	1.298	1.272
1,500	1.61	1.59	1.58	1.53	1.53	1.47	1.44	1.40	1.335	1.310
1,600	1.66	1.64	1.63	1.58	1.58	1.52	1.48	1.45	1.370	1.345
1,700	1.70	1.68	1.67	1.62	1.63	1.56	1.52	1.49	1.403	1.377
1,800	1.74	1.72	1.71	1.66	1.67	1.60	1.56	1.53	1.433	1.406
1,900	1.78	1.76	1.75	1.70	1.71	1.64	1.60	1.57	1.463	1.434
2,000	1.82	1.80	1.79	1.74	1.75	1.68	1.64	1.61	1.491	1.463



(祝)

農學博士

當學會 會員인 金哲基 理事는 數年間의 研究끝에 다음과 같이 農學博士學位를 받은데 對하여 全 會員과 더불어 祝賀하는 바입니다.

앞으로 더 많은 研究가 있어 農工分野에 寄與해줄 것을 부탁드립니다.

姓 名: 金 哲 基

生 年 月 日: 1927. 9. 10

職 場: 忠北大學 教授

最終出身學校: 서울大學校 大學院修了

學位授與處: 서울大學校 大學院

學位授與日: 1974. 2. 26

學 位 論 文: 논벼 長·短稈品種의 蒸發散諸係數와 乾物量과의 關係에 對한 研究