

# 논벼의 最大用水時期와 純單位用水量의 決定에 대하여

## On the determination of the maximum water requirement Stage and the net unit duty of water in the rice fields

金 哲 基\* · 金 宰 輝\*  
Kim, Choul Kee · Kim, Jea Hui

### Summary

The purpose of this study is to find out the determination method of designed duty of water in the rice fields through the comparison of the net unit duty of water at the late reduction division to heading stage with that at the planting stage.

The data used for analysing this problem are the data of precipitation and gauge evaporation observed by Cheong-ju Meterological Center, the coefficient of evapotranspiration by College of Agriculture, Chung Buk University and the data of transplanting progressing in Boun area.

The results obtained from this analysis are summarized as follows.

1. The occurring year of 1/10 probability value for available precipitation, gauge evaporation and mean maximum daily evapotranspiration during growing season is the year of 1977.
2. The 1/10 probability values of mean maximum evapotranspiration per day under the production rate of 1,400kg/10a and 1,500kg/10a based on the weight of dry matters are 9.2mm/day and 9.6mm/day, respectively.
3. The net unit duty of water required in the fields that the maximum planting rate exists is more than the one in the fields that the planting rate is uniform in the planting stage.
4. The determination of net unit duty of water in the late reduction division to heading stage or the planting stage depends upon the daily evapotranspiration and percolation rate in the late reduction division to heading stage or the water depth required for planting and daily consumptive use of water after planting at the planting stage.

Therefore, the use of figure 5-(1) to figure 5-(6) can easily make the determination of the designed net unit duty of water out of above two kinds of net unit duty of water.

---

\* 忠北大學校 農科大學

## I. 緒 言

取水施設의 取水斷面, 揚水機의 所要口徑, 水路構造物의 通水斷面 등의 決定에는 最大用水 時期의 純單位用水量(最大用水時期에 要求되는 單位面積當 單位時間의 純用水量)이 그 基準值로 使用하여 왔음은 우리가 잘 알고 있는 事實이다.

이를 定하는데 있어 이제까지는 主로 生理的으로 가장 많은 水分을 要求하는 時期인 穗孕一出穗期를 最大用水時期로 하여 單位用水量을 算定해 왔었는데 近來에는 機械移秧의 傾向과 移秧時期의 短縮性 傾向으로 移秧 피이크(peak) 期를 最大用水時期로 하여 單位用水量을 算定하는 것이 最大用水需要를 充足시킬 수 있을 것이라는 說이 대두되고 있다. 그렇지만 移秧피이크(peak)期를 最大用水時期로 정하는 일은 穗孕開花期와 移秧피이크期 各各에 대한 用水需要上의 要因들에 關하여 따져보지 않고서는 쉽게 斷定짓기는 困難하다. 所要移秧用水量이 크고 移秧피이크率이 크면 移秧피이크期가 最大用水時期로 될 可能性이 클것이지만 벼成長이 좋고 穗孕開花期의 蒸發散量이 顯著히 많아지면 穗孕開花期가 最大用水時期로 될 수도 있는 것이므로 最大用水時期를 穗孕開花期로 할 것인가 移秧피이크期로 할 것인가에 대하여는 이에 대한 解析的 研究가 必要하다고 생각한다.

더구나 지금까지의 單位用水量算定에 대한 研究에 있어서도 日本<sup>1)</sup> 및 우리나라<sup>2)</sup>에서 若干 있는 것은 하나 單位用水量 關係에 대해 穗孕開花期의 單位用水量과 移秧期의 單位用水量과를 比較解析 한 研究가 없어 本研究에서는 이제까지 해오던 穗孕開花期를 最大用水時期로 보고 單位用水量을 算定하여 온 方法과 移秧期의 單位用水量算定 方法을 比較하여 解析의 方法에 의해 이들 時期中 어느 時期가 最大用水時期이며 그때의 計劃純單位用水量은 어떻게 정하는 것이 適當한가를 밝혀 두기로 한다.

## II. 資料 및 分析方法

### 1. 使用資料

純單位用水量 및 最大用水時期를 정하기 위하여 分析에 使用한 資料는 氣象資料(降雨量, 蒸發量), 蒸發散係數值 및 移秧進度資料에 의하였다.

### 가. 氣象資料

氣象資料는 淸州測候所의 1967年~1983年에 이르는 17年間의 降雨量, 計器蒸發量을 利用한 것으로(附表 1-1 參照) 이는 灌溉期間의 計劃旱魃年과 總有效雨量(附表 1-2 參照) 및 總計器蒸發量을 求하기 위한 것이다.

### 나. 蒸發散係數

生育期間의 蒸發散係數는 忠北大學校 農科大學의 7年間(1966年~1972年)에 결친 資料<sup>3)</sup>를 使用하였고(附表 2 參照) 이는 計劃旱魃年의 旬別蒸發散量을 算出하는데 利用하였다.

### 다. 移秧進度資料

移秧進度資料는 比較的 調査가 잘 되었다고 생각되는 報恩農地改良組合의 資料를 利用하였고(附表 3 參照), 이는 移秧時期의 日別 移秧率을 算出하는데 使用하였다.

## 2. 分析方法

### 가. 有效雨量, 計器蒸發量 및 蒸發散量의 確率計算

灌溉期間의 總有效雨量의 確率計算은 非超過確率法에 의하였고 같은 期間의 總計器蒸發量 및 1日 最大蒸發散量의 確率計算은 超過確率法에 의하였다. 여기서 使用한 plotting position 公式은 이들 資料值에 대하여 fitting이 잘된다고 생각되는 Hazen의 式에 의하였고 有效雨量의 計算은 日雨量의 下限值를 5mm, 上限值를 60mm로 한 累加值의 80%를 취하여 有效雨量으로 하였다.

### 나. 穗孕開花期의 純單位用水量의 計算

純單位用水量의 單位는 1日當의 水深 單位(mm)로 表示하였으며, 穗孕開花期의 10年 確率 1日 最大蒸發散量을 求하고, 이에 일어날 수 있는 여러가지 滲透量을 加하여 純單位用水量을 算定하였다.

### 다. 移秧時의 純單位用量的 計算

移秧時의 純單位用水量은 移秧率이 每日 同一한 경우와 移秧率에 피이크가 있는 경우로 나누어 算出하였으며 後者의 경우 移秧率은 日別移秧率(總畝面積에 대한 1日間의 實際移秧面積)에 의하기로 하였다.

#### 1) 移秧率이 每日 同一한 경우

移秧時의 純單位用水量의 算定은 日別 所要單位用水量의 計算에 의하였으며, 그 計算은 다음式<sup>2)</sup>에 의하였다.

$$H_r = \frac{H_0}{n} + \frac{d}{n}(r-1)$$

여기서  $H_r$ : 移秧  $r$ 日째의 純單位用水量(mm/day)

$H_0$ : 計劃移秧用水量(mm)

$d$ : 移秧이 完了된 논에서의 1日 消費 減水深(mm/day)

$m$ : 移秧所要日數

$r$ : 移秧을 始作하여  $r$ 日째의 日數

2) 移秧率에 피이크가 있는 경우

移秧率의 變化程度에 따르는 加重值의 概念을 發展시켜 移秧時의 日別純單位用水量을 算定하였으며 이 計算에는 다음式으로 轉換하여 利用하였다.

$$H_r = \frac{H_0}{A} A_r + \frac{d}{A} \sum_{i=1}^{r-1} A_i$$

여기서  $H_r$ : 移秧  $r$ 日째의 純單位用水量(mm/day)

$H_0$ : 計劃移秧用水量(mm)

$d$ : 移秧이 完了된 논에서의 1日 消費 減水深(mm/day)

$A$ : 移秧할 總面積(ha)

$A_r$ : 移秧  $r$ 日째 그날의 移秧面積(ha)

$A_i$ : 任意日의 移秧面積(ha)

$\sum_{i=1}^{r-1} A_i$ : 移秧 첫날부터  $(r-1)$ 日째까지 移

秧된 總移秧面積(ha)

### III. 分析結果 및 考察

#### 1. 灌溉期間中の 有効雨量, 計器蒸發量 및

平均 1日最大蒸發散量에 대한  $\frac{1}{10}$  確率值

가. 有効雨量 및 計器蒸發量에 대한  $\frac{1}{10}$  確率值

와 그 發生年度

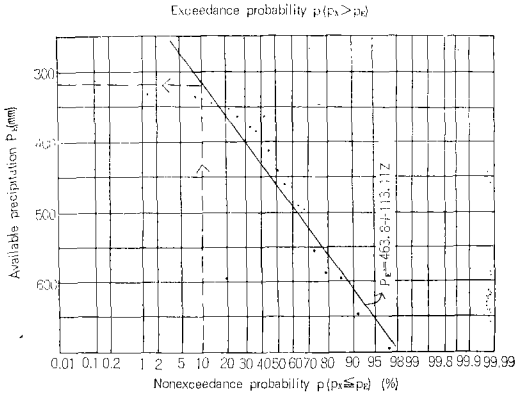
灌溉計劃基準年은 一般的으로 10年에 한번 나타나는 가뭄의 해로 定하므로 灌溉期間中の 有効雨量 및 計器蒸發量의  $\frac{1}{10}$  確率值와 그 各各에 대한 發生年度를 比較하기 위하여 分析한 結果는 그림 1~2 및 표 1과 같다.

Fig. 1 및 Table-1에서 보는 바와 같이 有効雨量의  $\frac{1}{10}$  確率值는 320.0mm이고 그 發生은 1973年에 있을 수 있는데 대하여 計器蒸發量에 대한  $\frac{1}{10}$  確率值는 그림 2 및 표 1에서 보는 바와 같이 560mm, 그 發生은 1969年, 1977年, 1982年 程度에서 發生可能性이 있는 것으로 나타났다. 따라서 有効雨量와 計器蒸發量의  $\frac{1}{10}$  確率值의 發生年度의 比較만으로는 灌溉計劃年을 定하기는 困難하다.

나. 平均 1日最大蒸發散量의  $\frac{1}{10}$  確率值와 그 發生年度

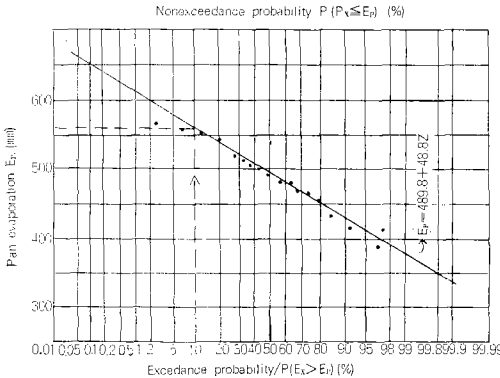
Table-1. 1/10 probability value and its occurring year to available precipitation, pan evaporation and maximum daily evapotranspiration during irrigation period

Item meteorological factor	1/10 probability value (mm)	Occurring year	Remarks
Available precipitation	320.0	1973(321.2mm)	Figures in parenthesis represent the values proposed for 1/10 probability value.
Pan evaporation	560.0	1982(562.9mm) 1969(555.8mm) 1977(550.9mm)	Evapotranspiration (1) represents the evapotranspiration based on dry matters of 1,400kg/10a. Evapotranspiration (2) represents the evapotranspiration based on dry matters of 1,500kg/10a.
Evapotranspiration (1)	9.2	Late in July 1977 (9.2mm/day.) Early in August 1982(9.0mm/day)	
Evapotranspiration (2)	9.6	Late in July 1977 (9.6mm/day) Early in August 1982(9.3mm/day)	



**Fig. 1. Relationship between available precipitation during irrigation period and probability value**

Remark : Z value in the formula,  $P_a = 463.8 + 113.11 Z$  represents the numerical value calculated on the basis of making standard deviation one unit scale on abscissa, of which zero point is fixed at exceedance probability or nonexceedance probability of 50% in normal distribution

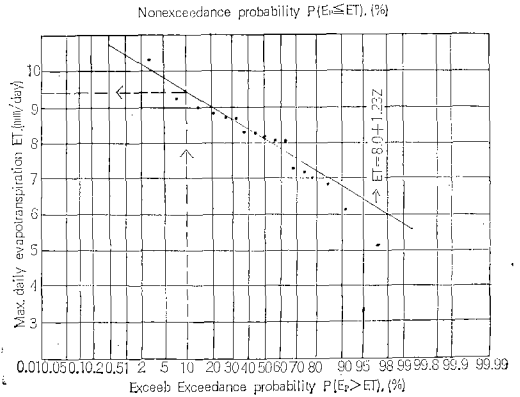


**Fig. 2. Relationship between pan evaporation during irrigation period and probability value**

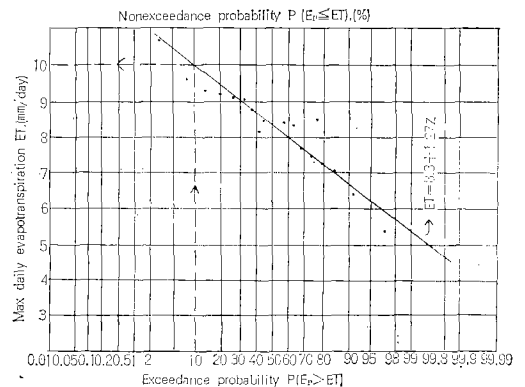
期待生産量の 크기에 따라 蒸發散量の 크기는 달라진다. 即 큰 生産量이 期待되는 곳에는 큰 蒸發散量이 要求된다. 따라서 灌溉期間中の 平均 1日 蒸發散量の 計算에 있어서는 이 點을 考慮하여 우리 가 흔히 生産目標로 하고 있는 風乾物生産量 1400 kg/10a~1500kg/10a를 基準하였으며, 17年間の 이 들 計算된 1日 最大 蒸發散量을 年最高值系列과 年超過值系列로 나누어 가) 項에서와 마찬가지로  $\frac{1}{10}$

確率值를 分析해 낸바 그 結果는 Fig 3—(1)~(4) 및 Table-1과 같다.

Fig. 3—(1)(2)는 年最高值系列의 資料에 의한 것으로 風乾物生産量 1400kg/10a 및 1500kg/10a의 경우인데 대하여, 그림 3—(3)(4)는 年超過值系列의 資料에 의한 것으로, 亦是 風乾物生産量 1400kg/10a 및 1500kg/10a의 경우로서, 年超過值系列에 의한 쪽이 年最高值系列에 의한 것보다 fitting이 잘되고 있음을 볼 수 있다. 따라서 本研究에서는 年超過值系列에 의한 分析結果에 대해서만 考察하기로 한다.



**Fig. 3-(1). Relationship between maximum daily evapotranspiration during irrigation period and probability value (Based on annual maximum series and dry matters of 1,400kg/10a)**



**Fig. 3-(2). Relationship between maximum daily evapotranspiration during irrigation period and probability (Based on annual maximum series and dry matters of 1,500kg/10a)**

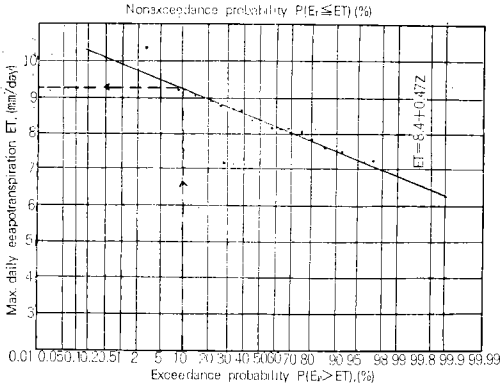


Fig. 3-(3) Relationship between maximum daily evapotranspiration during irrigation period and probability value (Based on annual exceedance series and dry matters of 1,400kg/10a)

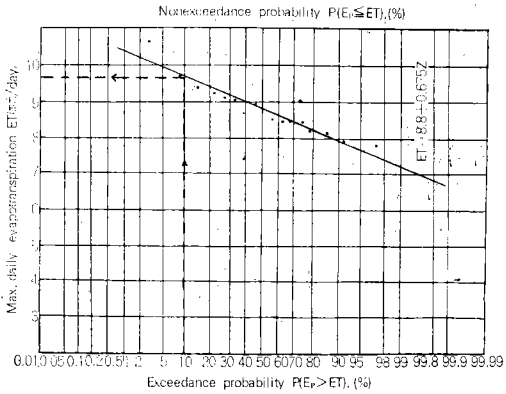


Fig. 3-(4). Relationship between maximum daily evapotranspiration during irrigation period and probability value (Based on annual exceedance series and dry matters of 1,500kg/10a)

Fig. 3-(3)(4) 및 Table-1에서 보는바와 같이 平均 1日 最大蒸發散量의  $\frac{1}{10}$  確率値는 目標生産量으로 風乾物重 1400kg/10a를 基準할때 9.2mm, 目標生産量을 風乾物重 1500kg/10a으로 할때 9.6mm이고 그 發生은 1977年, 1982年, 1983年 程度에서 發生可能性이 있는것으로 나타났다. 앞에서 나타난 計器蒸發量에 대한  $\frac{1}{10}$  確率値의 發生可能年度와를 綜合하여 보면 이들 水文量에 대한  $\frac{1}{10}$  確率値의 가장 發生하기 쉬운 可能年度는 1977年으로 推定되어 이

해를 單位用水量算定의 灌溉計劃年度로 定하기로 하고, 따라서 穗孕開花期의 純單位用水量의 算定은 風乾物生産量1400kg/10a에서의 平均 1日 最大蒸發散量의  $\frac{1}{10}$  確率値, 9.2mm 및 風乾物生産量을 1500kg/10a에서의  $\frac{1}{10}$  確率値, 9.6mm를 計劃値로 定하기로 한다.

2. 穗孕開花期의 純單位用水量의 算定

穗孕開花期의 純單位用水量의 構成은 計劃 1日 最大蒸發散量에 計劃滲透量을 加한 값이 된다. 그래

Table-2. Probable value of net unit duty of water

Designed percolation (mm/day)	Probable value of net unit duty of water (mm/day)	
	In case of $ET'_{1/10}$	In case of $ET''_{1/10}$
2	$ET'_{1/10} + 2$	$ET''_{1/10} + 2$
4	$ET'_{1/10} + 4$	$ET''_{1/10} + 4$
6	$ET'_{1/10} + 6$	$ET''_{1/10} + 6$
8	$ET'_{1/10} + 8$	$ET''_{1/10} + 8$
10	$ET'_{1/10} + 10$	$ET''_{1/10} + 10$
12	$ET'_{1/10} + 12$	$ET''_{1/10} + 12$
14	$ET'_{1/10} + 14$	$ET''_{1/10} + 14$
16	$ET'_{1/10} + 16$	$ET''_{1/10} + 16$
18	$ET'_{1/10} + 18$	$ET''_{1/10} + 18$
20	$ET'_{1/10} + 20$	$ET''_{1/10} + 20$
22	$ET'_{1/10} + 22$	$ET''_{1/10} + 22$
24	$ET'_{1/10} + 24$	$ET''_{1/10} + 24$

Remarks : 1.  $ET'_{1/10} = \frac{1}{10}$  probability value of maximum daily evapotranspiration during irrigation period based on dry matters of 1,400kg/10a, 9.2mm/day.  
 2.  $ET''_{1/10} = \frac{1}{10}$  probability value of maximum daily evapotranspiration during irrigation period based on dry matters of 1,500kg/10a, 9.6mm/day.

서 여기서는 計劃滲透量은 그 地域의 土壤條件에 따라 2mm, 4mm, 6mm...24mm 등으로 달라진다고 假定하여 純單位用水量의 算定은 이들 滲透量값中 該當 地域에 가장 알맞는 滲透量값을 風乾物 生産量 1400kg/10a와 1500kg/10a의 두 경우에 平均 1日 最大蒸發散量  $\frac{1}{10}$  確率值에 加算하여 얻기로 하고 이에 따라 얻어진 純單位用水量값은 Table-2와 같다.

3. 移秧期の 純單位水量의 算定

移秧期の 純單位用水量의 크기는 移秧피이크期間의 移秧率의 크기에 따라 크게 左右 될것으로 판단 되어 여기서는 移秧期間의 日別 移秧率에 根據한 純單位用水量을 算定하기로 한다.

가. 灌溉面積과 移秧 피이크期間

灌溉面積의 크기에 따르는 移秧피이크期間의 變化關係를 알아보기 위하여 附表 3으로부터 移秧率이 急히 上昇하여 急히 下降하는 期間을 移秧피이크 期間으로 정하여 灌溉面積에 대한 移秧피이크期間을 整理하여 보면 그 結果는 표 3과 같다. 표 3에 의하면 地區移秧面積에 대한 移秧피이크期間은 移秧할 面積의 크기에 따라 增大하는 傾向을 보였다. 即 移秧피이크期間은 移秧할 面積이 87ha以下에서는 6~8日, 87~136ha에서 8~10日, 136~656ha에서 10日, 656~870ha에서 10~12日, 870ha以上에서 12~14日을 나타냈다.

Table-4. Variation in transplanting rate during transplanting period at each peak transplanting period

Peak transplanting period (days)	Transplanting period																	
	-6	-4	-2	+1	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12	13~14	15~16	17~18	19~20	21~22	23~24	25~26	27~28	29~30
6~8			10.0	12.0	(18.0) 36.0	11.0	12.0	6.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8~10	0.8	2.5	1.5	11.4	(18.0) 36.0	16.0	11.0	8.0	6.0	5.0								
10	1.5	2.2	4.0	6.5	12.3	(14.25) 28.5	14.0	10.5	4.0	1.5	1.0	1.5	1.5	5.0	1.5	1.5	1.0	
10~12		2.4	5.2	8.9	8.5	9.3	(12.5) 25.0	16.0	5.0	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0			
12~14		2.0	4.8	12.1	9.9	11.3	16.5	(9.5) 19.0	10.0	6.0	1.0	1.5	1.0	0.5	2.5	0.5		

- Remarks 1. Figures in parenthesis present mean peak transplanting rate.
- 2. Transplanting period was divided on the basis of the day that transplanting rate was beginning to increase rapidly.
- +1 represents the first day the transplanting rate was beginning to increase rapidly

나. 移秧피이크期間別 移秧率의 變化關係

移秧피이크 期間別 每日의 移秧率과 移秧피이크 率을 알아보기 위하여 前記 가) 項의 移秧피이크 期間의 區分內容과 附表 3에 따라 分析한 結果는 Table-4 및 Fig. 4와 같다.

Table-3. Relationship between transplanting area and peak transplanting period

Transplanting area	peak transplanting period (days)
<87ha	6~8
87~136ha	8~10
136~656ha	10
656~870ha	10~12
>870ha	12~14

표 4 및 그림 4에 의하면 移秧 피이크率의 發生은 移秧피이크期間이 길수록 即 移秧할 面積이 큰 地域일수록 늦어지는 傾向을 보인데 대하여 移秧피이크率은 平均적으로 移秧피이크 期間 6~8日에서는 18%, 8~10日에서는 18%, 10日에서 14.25%, 10~12日에서 12.5%, 12~14日에서 9.5%를 보여 주어, 移秧 피이크 期間이 긴 地區일수록 작아지는 傾向이다.

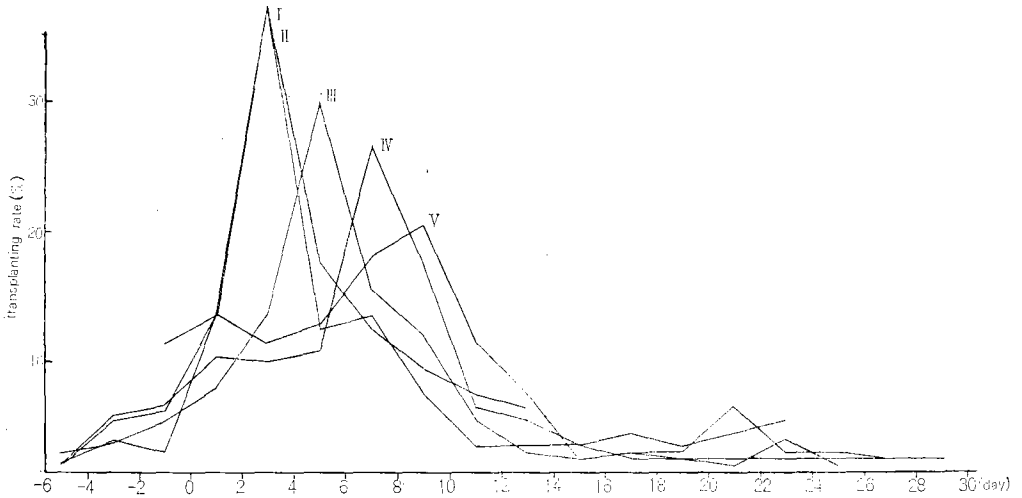
다. 移秧時의 純單位用水量 算定式  $H_r = \frac{H_0}{A} A_r$   
 $+ \frac{d}{A} \sum_{i=1}^{r-1} A_i$ 에서의  $\frac{A_r}{A}$  및  $\sum_{i=1}^{r-1} \frac{A_i}{A}$ 의 計算

Table-5. Values of  $\frac{A_r}{A}$  and  $\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$  at each peak transplanting period

Passed days after transplanting Coefficient	Peak transplanting period (days)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6 ~ 8	$\frac{A_r}{A}$	0.05	0.05	0.06	0.06	0.18	0.18	0.055	0.055	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$		0.05	0.1	0.16	0.22	0.4	0.58	0.635	0.69	0.75	0.81	0.84	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91
8 ~ 10	$\frac{A_r}{A}$	0.005	0.005	0.003	0.003	0.0125	0.0125	0.0075	0.0075	0.057	0.18	0.18	0.08	0.08	0.055	0.055	0.04	0.04
	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$		0.005	0.01	0.013	0.016	0.0285	0.041	0.0485	0.056	0.113	0.17	0.35	0.53	0.61	0.69	0.745	0.8
10	$\frac{A_r}{A}$	0.0055	0.0055	0.007	0.007	0.011	0.011	0.02	0.02	0.0325	0.0615	0.0615	0.1425	0.1425	0.07	0.07	0.0525	0.0525
	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$		0.0055	0.011	0.018	0.025	0.036	0.047	0.067	0.087	0.1195	0.152	0.2135	0.275	0.4175	0.56	0.63	0.7
10 ~ 12	$\frac{A_r}{A}$	0.0035	0.0035	0.012	0.012	0.026	0.026	0.0445	0.0445	0.0425	0.0465	0.0465	0.125	0.125	0.08	0.08	0.025	0.025
	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$		0.0035	0.007	0.019	0.031	0.057	0.089	0.1275	0.172	0.2145	0.257	0.3035	0.35	0.475	0.6	0.68	0.76
12 ~ 14	$\frac{A_r}{A}$	0.0225	0.0225	0.0075	0.0075	0.024	0.024	0.0605	0.0605	0.0495	0.0565	0.0565	0.0825	0.0825	0.095	0.095	0.05	0.05
	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$		0.0225	0.0045	0.01425	0.024	0.048	0.072	0.1325	0.193	0.2425	0.292	0.3485	0.405	0.4875	0.57	0.665	0.76

Peak transplanting period (days)	Passed days after transplanting Coefficient	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		$\frac{A_r}{A}$	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005							
6~8	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$	0.93	0.935	0.94	0.945	0.95	0.955	0.96	0.965										
	$\frac{A_r}{A}$	0.03	0.03	0.025	0.025														
8~10	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$	0.88	0.91	0.94	0.965														
	$\frac{A_r}{A}$	0.02	0.02	0.0075	0.0075	0.005	0.005	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.025	0.025	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.005	0.005
10	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$	0.805	0.825	0.845	0.8525	0.86	0.865	0.87	0.8775	0.885	0.8925	0.900	0.925	0.95	0.9575	0.965	0.9725	0.98	0.985
	$\frac{A_r}{A}$	0.02	0.02	0.01	0.01	0.015	0.015	0.01	0.01	0.015	0.015	0.02	0.02						
10~12	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$	0.81	0.83	0.85	0.86	0.87	0.885	0.9	0.91	0.92	0.935	0.95	0.97						
	$\frac{A_r}{A}$	0.03	0.03	0.005	0.005	0.0075	0.0075	0.005	0.005	0.0025	0.0025	0.0125	0.0125	0.0025	0.0025				
12~14	$\frac{\sum_{i=1}^r A_i}{A}$	0.86	0.89	0.92	0.925	0.93	0.9375	0.945	0.95	0.955	0.9575	0.96	0.9725	0.985	0.9875				





Legend  
 Symbol : peak transplating period(days)  
 I : 6~8      II : 8~10      III : 10

IV : 10~12      V : 12~14

Fig. 4. Variation in transplating rates during transplating period

Remark (1) Zero (0) represents the beginning point that transplating rate increases rapidly.

移秧率에 따라 移秧피이크 期間別의  $\frac{A_r}{A}$  및

$\sum_{i=1}^n A_i/A$ 의 값을 計算한 結果는 표 5에 表示한바와 같다.

라. 移秧피이크期의 純單位用水量의 算定

移秧用水量의 크기 ( $H_0$ )는 土壤條件, 地下水位, 移秧方法(機械移秧與否)등에 따라 다를수 있으므로, 100mm, 120mm, 140mm, 160mm 등의 경우로 나누고 移秧된 논의 1日消費減水深( $d$ )은 移秧初期의 1日 蒸發散量과 當該 地區의 滲透量 크기에 따

Table-6-1. Net unit duty of water for the peak transplating period of 6 to 8 days

Transplating use of water(mm)	Hr (mm)					
	d = 4	d = 6	d = 8	d = 10	d = 12	d = 14
100	13.6	14.6	15.6	16.7	17.5	18.5
120	15.9	16.9	17.9	19.0	20.0	21.0
140	18.2	19.2	20.2	21.3	22.3	23.3
160	20.5	21.5	22.5	23.6	24.6	25.6

Table-6-2. Net unit duty of water for the peak transplating period of 8 to 10 days

Transplating use of water(mm)	Hr (mm)					
	d = 4	d = 6	d = 8	d = 10	d = 12	d = 14
100	15.2	16.0	16.8	17.7	18.5	19.4
120	17.9	18.7	19.5	20.4	21.2	22.0
140	20.6	21.4	22.2	23.1	23.9	24.7
160	23.3	24.1	24.9	25.8	26.6	27.4

Table-6-3. Net unit duty of water for the peak transplating period of 10 days

Transplating use of water(mm)	Hr (mm)					
	d = 4	d = 6	d = 8	d = 10	d = 12	d = 14
100	12.3	13.3	14.3	15.4	16.4	17.3
120	14.3	15.3	16.4	17.4	18.5	19.4
140	16.3	17.4	18.5	19.5	20.5	21.5
160	18.8	19.8	20.8	21.7	22.6	23.6

Table-6-4. Net unit duty of water for the peak transplanting period of 10 to 12 days

Transplanting use of water(mm)	Hr (mm)					
	d=4	d=6	d=8	d=10	d=12	d=14
100	12.4	13.4	14.5	15.5	16.6	17.6
120	14.4	15.5	16.5	17.6	18.6	19.6
140	16.4	17.5	18.6	19.6	20.7	21.7
160	18.5	19.6	20.6	21.7	22.7	23.7

Table-6-5. Net unit duty of water for the peak transplanting period of 12 to 14 days

Transplanting use of water(mm)	Hr (mm)					
	d=4	d=6	d=8	d=10	d=12	d=14
100	9.2	10.5	11.9	13.3	14.6	16.0
120	10.5	11.8	13.2	14.5	15.9	17.2
140	11.8	13.1	14.5	15.8	17.2	18.5
160	13.0	14.4	15.7	17.1	18.5	19.8

Table-7. Net unit duty of water in case the transplanting rate is uniform

Transplanting use of water(mm)	Hr (mm)					
	d=4	d=6	d=8	d=10	d=12	d=14
100	6.7	8.6	10.4	12.3	14.2	16.1
120	7.3	9.2	11.0	12.9	14.8	16.7
140	7.9	9.8	11.6	13.5	15.4	17.3
160	8.5	10.4	12.2	14.1	16.0	17.9

라 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 14mm의 경우로 나누고 移秧피이크 期間別 純單位用水量(H<sub>r</sub>)을 算定하면 Table-6-1, Table-6-2, Table-6-3,

Table-6-4, 및 Table-6-5와 같다.

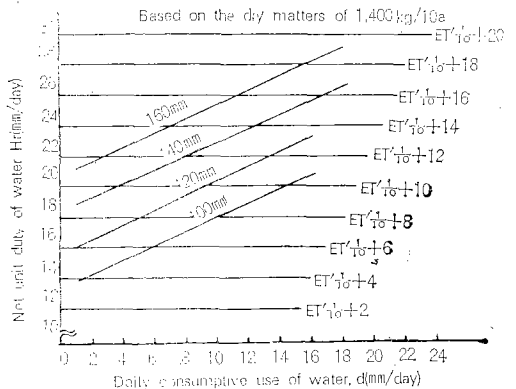
이들 Table에 의하면 期秧時의 純單位用水量(H<sub>r</sub>)의 크기는 移秧피이크 期間別로 볼 때 移秧피이크 期間이 긴 地區일수록, 즉 灌溉面積이 큰 地區일수록 작아지는 傾向을 보였다.

그러나 移秧率이 毎日 同一한 경우의 用水의 피이크 需要는 移秧最終日에 나타나는 것으로 그때의 純單位用水量을 算定한바 그 結果는 Table-7에 보여 주는 바와 같고, 이것과 移秧率에 피이크가 있는 경우의 純單位用水量을 比較하여 보던 純單位用水量의 크기는 後者の 경우가 큰것으로 나타나 移秧時의 純單位用水量은 移秧率에 피이크가 있는 경우의 純單位用水量으로 精함이 妥當함을 알 수 있다.

4. 穗孕開花期의 純單位用水量과 移秧期의 純單位用水量과의 組合 및 比較

Table-2에서의 穗孕開花期의 純單位用水量의 값과 Table-6-1, Table-6-2, Table-6-3, Table-6-4, Table-6-5 및 Table-7에서의 移秧期의 純單位用水量의 값을 組合比較하기 위하여 圖表化한 結果는 Fig 5-(1)~(6) 및 Fig 6-(1)~(2)와 같다.

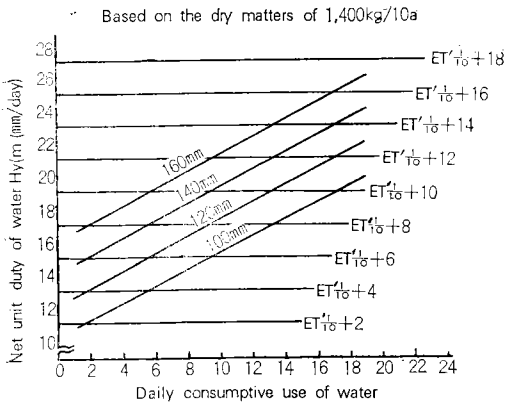
여기서 Fig 5-(1)과 Fig 5-(4)는 Table-6-1 및 6-2에서 보는바와 같이 이 두표 間에는 移秧 피이크 期間의 純單位用水量이 별로 差異가 없기때문에 이 두표를 合併한 平均値를 圖表化하여 移秧피이



(1) Based on the peak transplanting period of 6 to 10 days

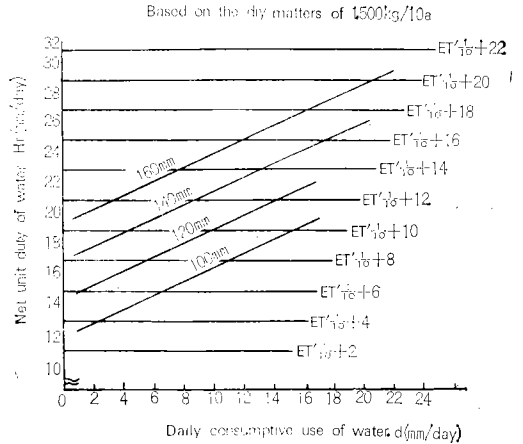
Fig. 5. Combination of the net unit duty of water at peak transplanting stage and the one at the late reduction division to the heading stage

논벼의 最大用水時期와 純單位用水量의 決定에 대하여



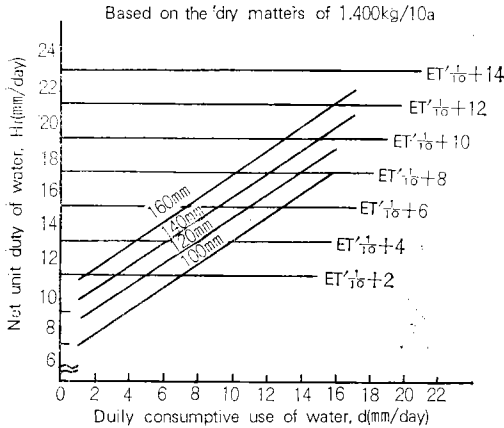
(2) Based on the peak transplanting period of 10 to 12 days

Fig. 5. Combination of the net unit duty of water at peak transplanting stage and the one at the late reduction division to the heading stage



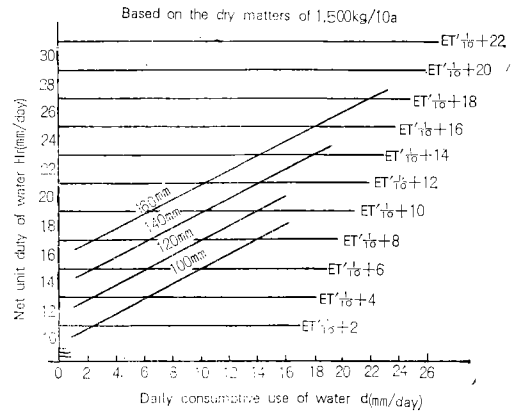
(4) Based on the peak transplanting period of 6 to 10 days

Fig. 5. Combination of the net unit duty of water at peak transplanting stage and the one at the late reduction division to the heading stage



(3) Based on the peak transplanting period of 12 to 14 days

Fig. 5. Combination of the net unit duty of water at peak transplanting stage and the one at the late reduction division to the heading stage

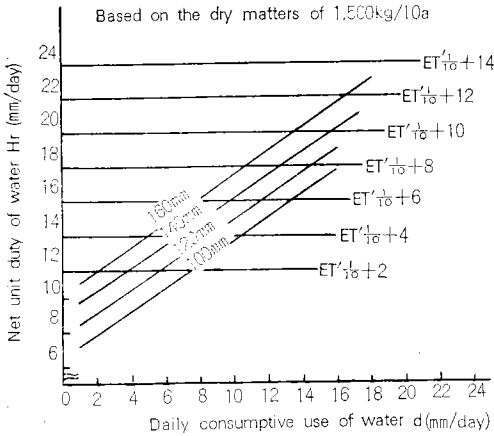


(5) Based on the peak transplanting period of 10 to 12 days

Fig. 5. Combination of the net unit duty of water at peak transplanting stage and the one at the late reduction division to the heading stage

크 期間 6~10日의 경우로 하였으며 Fig. 5-(2)와 Fig.5-(5) 亦是 같은 理由에서 Table-6-3 및 Table-6-4를 合併한 平均値를 圖表化 하여 移秧피이크 期間 10~12日의 경우로 하고 Fig. 5-(3)과 Fig. 5-(6) 만은 Table-6-5의 內容을 그대로 圖表化하여 移秧 피이크 期間 12~14日의 경우로 하였다.

Fig. 5-(1)~(3)은 風乾物生産量 1,400kg/10a에 서의 穗孕開花期의 純單位用水量과 移秧期의 移秧 피이크 期間別 純單位用水量과의 組合에 의한 것인 데 대하여 Fig. 5-(4)~(6)은 風乾物生産量 1,500 kg/10a에서의 穗孕開花期의 純單位用水量과 移秧 피이크 期間別 純單位用水量과의 組合에 의한 것이



(6) Based on the peak transplanting period of 12 to 14 days

Fig. 5. Combination of the net unit duty of water at peak transplanting stage and the one at the late reduction division to the heading stage

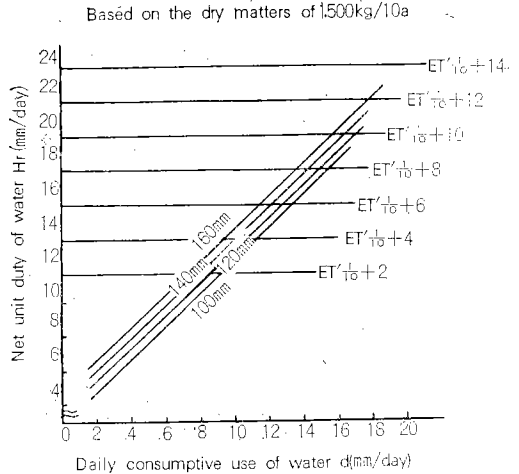


Fig. 6. Combination of the net unit duty of water in case that transplanting rate is uniform and the one at the late reduction division to the heading stage (2)

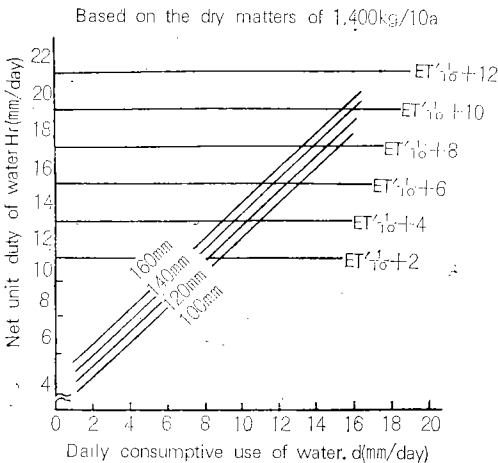


Fig. 6. Combination of the net unit duty of water in case that transplanting rate is uniform and the one at the late reduction division to the heading stage (1)

다. 그리고 Fig. 6-(1)은 移秧率이 同一한 경우의 風乾物生産量 1,400kg/10a에서의 穗孕開花期의 純單位用水量과 移秧期의 純單位用水量과의 組合에 의한 것인데 대하여 Fig. 6-(2)는 風乾物生産量 1,500kg/10a에서의 穗孕開花期의 純單位用水量과 移秧期의 純單位用水量과의 組合에 의한 것이다.

純單位用水量의 決定에 있어 이들 圖表의 使用方

法은 어느 경우에 있어서나 同一한 것으로 縱軸을 통하여 1日最大 蒸發散量의  $\frac{1}{10}$  確率値에, 該當 地區의 滲透量값을 加한 값을 定하여 橫軸에 나란히 線을 그은 후, 計劃移秧用水量( $H_0$ ) 및 移秧後의 2地區의 1日消費減水深에 따라 移秧期의 純單位用水量을 나타내는 點을 定한다. 이 點이 먼저 그은 橫線보다 아래에 있으면 橫線에 該當하는 穗孕開花期의 純單位用水量이 計劃純單位用水量으로 定하여야 할 것이고, 위에 있으면 移秧期의 純單位用水量이 計劃純單位用水量으로 定해져야 할 것이다.

#### IV. 摘要

이 研究의 目的은 計劃純單位用水量의 決定을 穗孕開花期의 純單位用水量으로 하느냐 移秧期의 純單位用水量으로 하느냐에 대하여 究明하고자 하는 것으로 淸州測候所의 降雨量 및 計器蒸發量資料, 忠北大學校 農科大學의 蒸發散係數資料 및 報恩地方의 移秧進度資料를 土臺로 解析的方法에 의해 計劃純單位用水量의 決定方法에 대하여 求한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 灌溉期間의 有効雨量, 計器蒸發量 및 平均 1日 最大蒸發散量에 대한  $\frac{1}{10}$  確率値를 구하고 그 發生年度를 調査한바 그 年度는 大體로 1977年 임을 알 수 있다.

2. 淸州地方의 平均 1日 最大蒸發散量의 確率値

는 風乾物重 1,400kg/10a의 生産을 目標로 할 때 9.2mm, 風乾物重 1,500kg/10a의 生産을 目標로 할 때 9.6mm이다.

3. 移秧時의 純單位用水量은 移秧率이 每日 同一한 경우의 純單位用水量과 移秧率에 피이크가 있는 경우의 純單位用水量을 比較할때 後者の 경우가 더 큼을 나타냈다.

4. 穗孕開花期의 純單位用水量과 移秧 피이크期의 純單位用水量中 어느 것을 計劃純單位用水量으로 定하느냐는 穗孕開花期의 日蒸發散量, 滲透量 및 移秧期의 1日消費減水深 移秧用水量에 따라 달라지는 것으로서, Fig. 5-(1)~(6)을 利用하면 이들 兩者中 어느 것을 計劃 純單位用水量으로 定하느냐 하는 일이 쉽게 決定될 수 있다.

### 參 考 文 獻

1. 安在淑, 金始源(1982): 單位用水量算定 農業用

水開發試驗研究(農水産部, 農業振興公社) pp. 431~451.

2. 石橋豊 外6名(1977): 農業水利學, 『朝倉書店 pp.56~57.

3. 金哲基, 劉漢烈(1974): 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 韓國農工學會誌 Vol. 16, No. 2, pp. 1~34

4. 權純國, 安秉基(1983): 移秧日數調査(Ⅱ) 農業用水開發試驗研究(農水産部, 農業振興公社) pp.41~55.

5. 前田修, 中川弘三郎(1966): 水田單位用水量算定の 一試案 農土誌 Vol. 34 No. 2, p. 42.

6. 中島保治(1964): 揚水機による水田かんがいの代かき期における 適正純揚水量算定方法に關する 研究, 日本農業土木試驗場報告 No.2 pp. 87~135.

附表1-1.

氣象要素資料

清州測候所(單位: mm)

年度	月旬 氣象要素	6 月			7 月			8 月			9月	計
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
1967	計器蒸發量	55.8	62.6	36.9	38.8	33.8	60.5	44.1	35.3	42.3	28.1	
	降 雨 量	4.4	35.7	120	68.6	151.7	12.2	19.1	179.6	44.7	61.4	
1968	計器蒸發量	47.5	56.8	68.7	48.4	35.2	46.8	55.7	40	42.4	36.7	
	降 雨 量	46.4	4.0	0	17.8	174.9	2.9	43.8	125.4	75.6	22.8	
1969	計器蒸發量	44.5	54.4	57.5	42.7	24.2	41.6	26.3	39.8	35.8	26.1	
	降 雨 量	21.8	0.3	19.6	28.5	187.9	118.9	398.1	9	84.2	77	
1970	計器蒸發量	49.1	28.2	41.7	22.3	24.4	44.9	40.9	45.2	35.4	34.5	
	降 雨 量	47.4	23	27.5	116.6	121.1	30	38.3	11.2	86.9	226.1	
1971	計器蒸發量	32.8	35	37.7	46.5	27.5	39	46.2	27.7	44.4	39.5	
	降 雨 量	25.8	10.2	246.2	85.6	180.5	158.2	96.8	47.7	19.7	14.5	
1972	計器蒸發量	61	48.6	38.8	35.1	52.9	65.3	37.6	40	30.6	25.6	
	降 雨 量	0.7	17.1	41.2	144.1	8	27.3	187.2	128.9	56.2	56.2	
1973	計器蒸發量	51.1	51.7	41.4	52	58.2	60.6	47.7	47.6	48.5	32.9	
	降 雨 量	6.4	27.3	127.4	50.6	16.5	66.2	35.5	34.2	41.2	64	
1974	計器蒸發量	43.4	51.3	53.9	23.9	31.7	41.1	47.1	55	37.6	35	
	降 雨 量	31.5	19.2	1.3	258.4	39.5	40	37.5	0	55.3	38.9	
1975	計器蒸發量	35.5	50.4	39.8	37.8	40.3	51.1	49.3	53.9	55	42.9	
	降 雨 量	25.3	17.4	22.4	103.7	112	123.5	75.7	47.3	17.7	1.8	
1976	計器蒸發量	42.5	46.9	55.8	35.7	40.8	53.9	38.1	42.9	31.7	39	
	降 雨 量	50.1	1.4	19.4	52.2	26	49.5	166.4	132.8	22.4	13.6	
1977	計器蒸發量	45.4	73.5	64.6	38.8	44	67.9	39.1	45.6	57.8	31.5	
	降 雨 量	32.3	0	81.9	129.8	72.3	34.4	104.3	5	1.6	143.2	
1978	計器蒸發量	52.9	42.2	33	42.8	26.9	60.8	41.8	31	44.1	27.7	
	降 雨 量	96.8	15.8	37.9	146.7	152.6	7.8	30.7	290.8	8.9	7.1	
1979	計器蒸發量	27.1	44.8	33.5	47.4	42.1	43.9	65.6	45.8	44.1	31.3	
	降 雨 量	108.7	54.3	198.9	68.6	54.6	17.5	169.8	45.3	15.7	24.7	
1980	計器蒸發量	45.2	43.8	30.5	29.5	33.1	31	33.2	26.5	32.6	31.2	
	降 雨 量	20.1	106.5	153.3	14.1	106.8	294.1	10.1	133	118.8	62.7	
1981	計器蒸發量	51.1	48.4	24.7	23.0	41.2	50.9	36.9	46.2	35.8	32.7	
	降 雨 量	8.8	30.7	67.1	236	101.3	27.1	53.6	65.8	158.4	79.4	
1982	計器蒸發量	52.4	53.8	66.8	69.2	48.6	49.9	58.4	36.1	39.5	39	
	降 雨 量	3.2	2.1	0	17.1	51.9	89.9	10	141.8	108.4	0.3	
1983	計器蒸發量	66.9	52.7	43.8	39.6	33.5	39.2	54.5	57.9	33.1	27.1	
	降 雨 量	0	124.6	15.9	77.2	147.2	42.8	100.4	1.5	126.4	131.9	

논벼의 最大用水時期와 純單位用水量의 決定에 대하여

附表 1-2. 有 効 雨 量 資 料

年 度	6 月			7 月			8 月			9 月	計
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
1 6 9 7	3.52	28.56	96.00	54.88	109.84	9.76	15.281	104.00	35.76	49.12	457.60
1 9 6 8	37.12	3.20	0	14.24	122.16	2.32	35.04	100.32	53.36	18.24	367.76
1 9 6 9	17.44	0.24	15.68	22.8	105.84	88.64	223.12	7.20	70.8	61.6	551.76
1 9 7 0	37.92	18.40	22.00	93.28	79.84	24.00	30.64	8.96	69.36	144.56	384.40
1 9 7 1	22.24	8.16	165.36	68.48	126.8	124.91	77.44	38.16	15.76	11.60	647.36
1 9 7 2	0.56	13.68	32.96	92.56	6.40	21.84	100.48	69.12	44.96	44.96	382.56
1 9 7 3	5.12	21.84	98.88	40.46	13.20	52.96	28.40	27.36	32.96	51.2	321.18
1 9 7 4	25.20	15.36	1.04	169.84	31.60	32.00	30.00	0	44.24	31.28	349.28
1 9 7 5	82.96	71.28	100.56	20.24	13.92	17.92	55.76	37.84	14.16	1.44	414.64
1 9 7 6	40.08	1.12	15.52	41.76	20.80	39.60	110.24	67.44	163.04	10.88	499.60
1 9 7 7	25.84	0	65.52	93.28	57.84	26.88	77.84	4.00	1.28	114.56	352.48
1 9 7 8	77.44	12.64	133.28	107.92	122.08	6.24	24.56	207.04	7.12	5.68	698.32
1 9 7 9	86.96	43.44	115.52	48.00	43.68	14.00	93.92	36.24	12.56	19.76	494.32
1 9 8 0	16.08	85.20	84.00	11.28	85.44	109.68	8.08	106.40	91.44	50.16	597.60
1 9 8 1	7.04	24.4	53.68	188.8	81.2	25.68	42.88	52.64	110.32	54.64	586.64
1 9 8 2	2.56	1.68	0	13.68	41.52	71.92	8.00	113.44	86.72	0.24	339.52
1 9 8 3	0	57.28	12.72	61.76	93.68	34.24	77.60	1.20	101.04	105.52	439.52

附表 2. 蒸 發 散 係 數

忠北大學校 農科大學

風乾物重 (kg/10a)	6 月			7 月			8 月			9 月	平 均
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
1400	0.78	0.96	1.15	1.26	1.38	1.49	1.56	1.53	1.48	1.39	1.298
1500	0.78	0.97	1.18	1.30	1.42	1.54	1.61	1.58	1.53	1.44	1.335

附表 3. 移 秧 進 度 調 查 表

報恩地方(單位 %)

蒙利面積 地方名	月 日	5/9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	10	11				
		~10	~12	~14	~16	~18	~20	~22	~24	~26	~28	~30	6/1	2~3	4~5	6~7	8~9	10~11	
보 온	ha	1051	0.3	0.4	1.8	7.2	22.0	32.0	46	59	76	87	92	93	94	95	96	98	99
내 속	리	136	—	—	1.0	1.6	4.1	5.6	17	55	61	70	88	94	99	100	—	—	—
의 속	리	389	0.3	1.8	4.4	7.7	15.7	23.9	39	61	81	89	93	94	95	96	97	98	99
마 로	부	656	—	0.7	2.3	5.1	9.0	15.9	27	60	75	83	85	86	87	88	91	94	96
탄 부	승	1058	0.2	0.5	3.0	7.2	16.5	26.3	38	55	76	85	92	94	95	97	98	99	100
삼 승	한	860	0.1	0.7	3.1	8.3	17.2	25.7	35	60	76	81	85	86.3	90	92	95	99	100
수 승	남	553	—	0.2	1.0	7.5	24.4	34.9	49	60	75	80	84	85	86	87	89	96	97
회 남	북	87	—	—	—	—	—	—	10	22	56	67	79	87	88	89	91	92	93
회 북	북	351	1.4	1.4	2.7	4.3	8.4	14.5	28	52	65	78	83	86.0	87	89	92	96	97
내 북	북	723	—	—	0.7	1.6	12.0	31.0	45	58	79	87	93	94	95	96	97	99	100
산 의		426	0.2	0.2	0.9	5.8	13.1	25.8	38	59	78	88	95	97.9	98	99	100	—	—