

## 벼의 蒸發散量 算定에 關한 實驗 分析

徐 承 德 · 李 鍾 國

慶北大學校 農科大學 農工學科

### Analysis on Estimating Evapotranspiration of Paddy Rice

Suh, Seung Duk · Lee, Jong Kook

Dept. of Agric. Engineering, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

#### Summary

This work was carried out to obtain the most suitable crop coefficient for the paddy rice growing in Taegu area. The result was due to the comparative measurements of evapotranspiration formula in terms of Blaney & Criddle and eight other formulas with those produced by experiment particularly in this area. The crop coefficient, evapotranspiration and transpiration ratio produced by this research are hopefully expected to be of service in the future calculation of evapotranspiration without repeating experiment respectively, whenever the water requirement of paddy rice is planned in Taegu and its vicinity.

The accomplished results could be summarized as follows :

The maximum amount of evapotranspiration was recorded in the early and middle parts of August. The average reading of evapotranspiration was 6.33 mm/day throughout the growth. The evapotranspiration had a highly significant correlation with pan evaporation, solar radiation, sunshine hours and relative humidity of meteorological elements. K and Kc by the use of Blaney & Criddle formula calculated at 0.76 to 1.45 and 0.82 to 1.27, respectively. Its peak value appeared commonly in early August. The ratio of transpiration was 269.03.

#### 緒 論

벼는 湛水狀態로 栽培하고 있는 實情이고 生育期別로 그 必要量이 달라지므로, 適期에 適量의 自然降雨가 내린다는 것은 過去의 統計資料를 살펴볼 때 不可

能하다는 것을 알 수 있다. 그러므로, 人爲的으로 用水源을 確保하고 生育에 必要한 適期 適量을 灌溉하여 줄 必要性이 있게 된다.

이와 같이, 適量을 適期에 灌溉하기 爲해서는 벼가 生育期別로 必要로 하는 水量을 正確히 把握해야 한다.

즉, 生育期別 必要水量이 農業用水開發에 있어서 畚用水의 算定基準이 되므로, 이 基準이 確立됨으로써 長期의인 用水開發計劃을 樹立할 수 있을 뿐만 아니라 效率의인 水 管理計劃을 期할 수 있게 되는 것이다.

한편, 水에 供給하여야 할 灌溉水量中 作物生長에 不可缺한 葉水面蒸發量(以下 蒸發散量으로 稱하기로 함)에 該當하는 部分을 正確하게 把握한다는 것은 매우 重要한 것이다.

이에 本 研究는 大邱地方의 벼 生育에 必要한 生育期別 必要水量中 蒸發散量에 對한 算定基準을 定立하기 爲하여, 蒸發散量 測定試驗을 通한 蒸發散量 및 株間水面蒸發量·蒸散比 等を 測定·調査하고, 實驗에서 얻은 蒸發散量 實測值와 蒸發散量 算定公式(現在 사용하고 있는 Blaney & Criddle<sup>1,2)</sup> 公式 外 8가지 公式)에 依한 計算值를 比較하여 大邱地方의 벼 生育에 가장 適合한 作物係數를 決定하고자 遂行되었다.

材料 및 方法

本 實驗은 慶北大學校 實習農場의 埴壤土質인 畚作試驗圃에서 實施하였으며, 材料 및 方法은 다음과 같다.

1. 試驗期間

1982年~1984年의 各 6月 中旬에서 9月 中旬까지 4個月間에 걸쳐 試驗을 實施하였다.

2. 栽培概要

1) 供試品種

大邱地方에 適合한 一般系品種인 眞珠(晩生種)를 供試品種으로 選擇하였다.

2) 移秧 및 栽植密度

移秧은 6月 10日에 行하였으며, 栽植密度는 1株 3本으로 하여 30×15 cm의 間隔으로 植었다.

3) 施肥 및 農藥撒布

施肥 및 農藥撒布는 慶北大學校 附屬農場의 經營과 農事情報에 準하여 實施하였으며 施肥量은 Table 1과 같다.

4) 其他栽培管理는 標準栽培法에 準하여 實施하였다.

3. 試驗區 配置

試驗區로는 直徑 20 cm의 有底圓筒形으로 된 PVC Cylinder를 3個 埋設하여 蒸發散量을 測定하였고, 1984年에 限하여 넓이 314.2 cm<sup>2</sup>(17.7×17.7 cm), 깊이 30 cm의 正四角形 PVC 箱子를 1個 埋設하여 株間水面蒸發量도 測定하였다.

4. 測定裝置 및 方法

1) 測定裝置

蒸發散量 및 株間水面蒸發量 測定에 使用된 裝置는 秤量法을 利用한 小型 Lysimeter로서, 그 構造는 Fig.

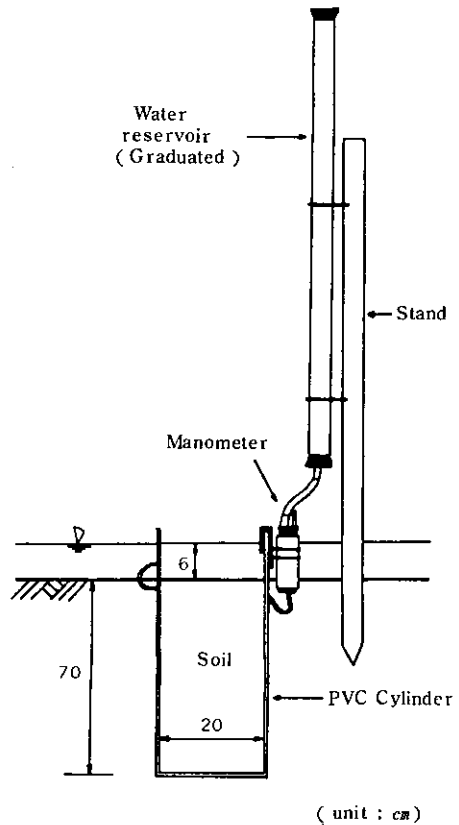


Fig. 1. A cross-section of micro-lysimeter

Table 1. Amounts of fertilizer applied

Item Unit	Fertilizer amounts			Amounts of 3 elements		
	H <sub>2</sub> N-CO-NH <sub>2</sub>	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	KCl	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
kg/10 a	27.7	13.8	16.8	10.6	6.3	8.4

1과 같다.

2) 測定方法

測定은 pot 內의 水面을 6 cm로 維持시켜 每日 午前 9時에 實施하였고, 測定期間에 pot 外의 湛水深은 4 ~ 7 cm로 維持시켰다. 測定値는 mm/day 단위로 換算하여 分析에 使用하였다.

5. 氣象資料 및 生育調査

1) 氣象資料

試驗期間中の 氣象(氣溫, 濕度, 降水量, 日照時間, 蒸發計 蒸發量 等)은 試驗圃場에 隣接하고 있는 大邱測候所의 氣象資料를 蒐集하여 使用하였다.

2) 生育調査

벼의 生育調査는 6月 15日부터 旬別로 草長 및 分數를 調査하였다.

6. 作物係數의 算出方法

1) 作物係數의 算出

$$ET = K \cdot ET_0, \quad K = \frac{ET}{ET_0}$$

여기서, ET는 蒸發散量 測定試驗에서 얻은 實際 蒸發散量(mm/day)이며, ET<sub>0</sub>는 蒸發散量 算定公式에 依한 蒸發散量 計算值(mm/day), K는 蒸發散量을 算定하는데 利用되는 作物係數이다.

2) 蒸發散量 算定公式

Blaney & Criddle<sup>1, 2)</sup> 公式 外 8가지 算定公式은 Table 2와 같다.<sup>16, 17, 18)</sup> 現在 우리나라에서 使用하고 있는 Blaney & Criddle<sup>1, 2)</sup> 公式 外에 使用可能한 公式이 있는지의 與否를 檢討하고, 相互 比較하기 爲해 9個 公式을 使用하였다.

結果 및 考察

1. 生育狀況

試驗期間(1982年~1984年)의 生育時期別 草長 및

Table 2. Evapotranspiration estimating formulae

Method \ Item	Formula	Crop coef.	Factors
Pan evaporation	$ET = K_p \cdot E_{pan}$	$K_p$	ET : Evapotranspiration (mm / day) P : Mean daily percentage of annual daytime
Blaney & Criddle	$ET_0 = P (0.46T + 8.13)$	K	
Alter Blaney & Criddle	$K = K_t \cdot K_c$	$K_c$	$K_c : 0.173t - 0.314 (t : ^\circ F)$
Christiansen	$ET_0 = 0.755 E_{pan} \cdot C_t \cdot C_w \cdot C_h \cdot C_s$	-	Ct : Temperature Cw : Wind velocity Ch : Mean humidity Cs : Ratio of solar radiation Epan : Pan evaporation (mm/day) T : Mean temperature (°C) Ra : Solar radiation (mm/day)
Hargreaves	$ET_0 = D \cdot T \cdot F_h \cdot F_w \cdot F_s \cdot F_e$	-	Correcting coefficients Fh : Humidity Fw : Wind velocity Fs : Ratio of solar radiation Fe : Elevation D : Monthly daytime coefficients W : Weighting factors as temperature and altitude
Hargreaves & Christiansen	$ET_0 = 0.492 R_s \cdot C_{TT} \cdot C_{WT} \cdot C_{HT}$	-	C <sub>TT</sub> : Temperature C <sub>WT</sub> : Wind velocity C <sub>HT</sub> : Humidity
Jensen-Haise	$ET_0 = C_T \cdot (T - T_x) \cdot R_s$	-	C <sub>T</sub> : Temperature coefficient (0.025) T <sub>x</sub> : -3 °C
Makkink (Radiation)	$ET_0 = A + B \cdot W \cdot R_s$	-	A : -0.3 B : Modified coefficient as RHmean and mean daytime wind velocity
Penman	$ET_0 = W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)$	-	Rn : Net solar radiation (mm/day) f(u) = 0.27(1+u/100) u : Wind velocity e <sub>a</sub> - e <sub>d</sub> : Difference between aqueous vapor pressure and saturated vapor pressure (mmHg)

分蘖數 變異는 Fig.2 및 Fig.3과 같다.

各 年度別 草長은 서로 비슷한 傾向을 띠고 있었으나, 分蘖減退期에서 登熟初期까지는 1984年, 1983年, 1982年의 順으로 적어지는 現象을 보였다.

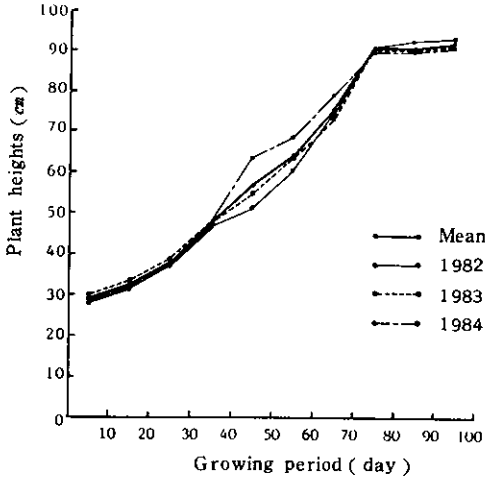


Fig.2. Variation of plant heights

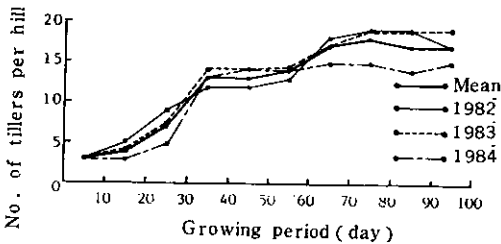


Fig. 3. Variation of tillers per hill

分蘖數는 移秧後 漸次로 增加하여 各 年度의 分蘖最盛期가 共히 登熟初期인 8月 下旬에 나타났으며, 1984年의 8月 中旬에서 9月 中旬까지의 分蘖數가 다른 해의 觀測值보다 적게 나타난 것 外에는 대체로 비슷한 變化를 보였다.

2. 蒸發散量의 生育期別 變化

全 生育期間에 걸쳐 測定한 蒸發散量을 生育期別로 平均한 값은 Table 3과 같다.

Fig.4에서와 같이 蒸發散量은 移秧後 6月 下旬까지는 減少하였다가 漸次로 增加하여 穗孕期인 8月上旬에서 最大值가 나타났으며, 그 後 漸次로 減少하였다. 生育初期에 蒸發散量이 蒸發計 蒸發量보다 낮은 數值를 나타냈는데, 이는 旺盛하지 못한 蒸散作用, 地下 및 測定裝置로의 熱移動, 낮은 氣溫 等 複合的인影

Table 3. Variation of evapotranspiration at each growth stage

(unit : mm/day)

Year		1982	1983	1984	Mean
Jun.	E.	-	-	-	-
	M.	5.9	5.7	5.6	5.7
	L.	5.2	4.5	4.1	4.6
Jul.	E.	7.1	6.2	4.6	6.0
	M.	6.3	5.6	7.1	6.3
	L.	5.8	6.7	6.9	6.5
Aug.	E.	9.6	9.3	9.5	9.5
	M.	7.2	10.4	8.5	8.7
	L.	5.1	6.3	6.3	5.9
Sep.	E.	6.2	5.5	3.7	5.1
	M.	5.3	4.8	5.0	5.0
	L.	-	-	-	-
Mean		6.37	6.50	6.13	6.33

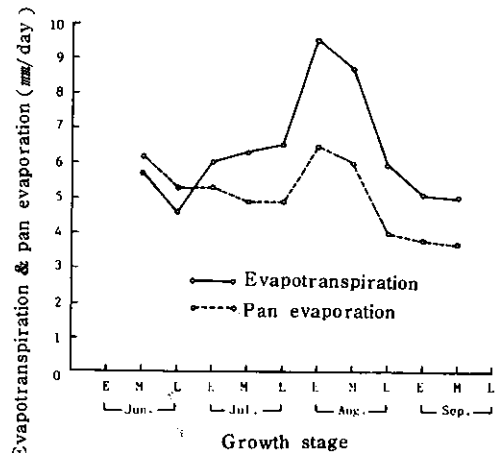


Fig. 4. Comparison between the evapotranspiration and the pan evaporation during the experimental period

響을 받았던 것으로 思料된다.

한편, 試驗期間의 全期間 1日平均 蒸發散量은 6.33 mm로 나타났다. 이는 圖<sup>11)</sup>의 實驗에서의 全期間 1日平均量 6.14 ~ 6.74 mm, 韓<sup>12)</sup>의 統一벼 實驗에서의 6.26 mm와 거의 비슷하였으며, 呂<sup>20)</sup>의 4.89 mm/day, 黃<sup>21)</sup>의 全期間 1日平均量 5.56 ~ 6.04 mm, 金<sup>11)</sup>의 5.74 mm/day 보다는 높은 값이었다.

3. 株間水面蒸發量의 生育期別 變化

1984年에 設置한 株間水面蒸發計로부터 얻은 株間水面蒸發量은 Table 4와 같다. 株間水面蒸發量은 벼의

**Table 4. Variation of evapotranspirations and evaporations at each growth stage**  
(unit: mm/day)

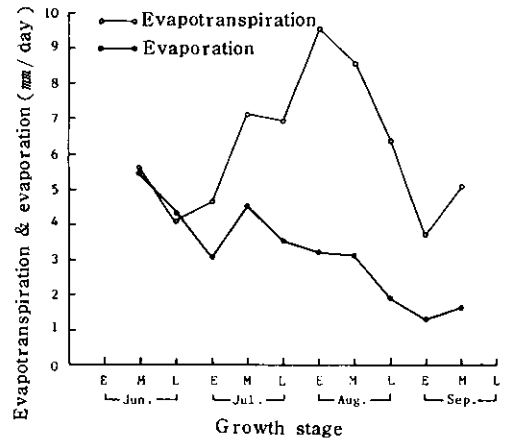
Item		Evapotranspiration	Evaporation
Growth stage			
Jun.	E.	-	-
	M.	5.6	5.5
	L.	4.1	4.3
Jul.	E.	4.6	3.1
	M.	7.1	4.5
	L.	6.9	3.5
Aug.	E.	9.5	3.2
	M.	8.5	3.1
	L.	6.3	1.9
Sep.	E.	3.7	1.3
	M.	5.0	1.6
	L.	-	-
Mean		6.13	2.85

被覆程度에 따라 다르며, Fig.5에서 보는 바와 같이 移秧後 6月下旬까지는 蒸發散量과 株間水面蒸發量이 거의 一致하였으나, 漸次로 減少하여 7月中旬과 9月中旬에만 蒸發量이 약간 增加할 뿐 全般的으로 減少하는 傾向을 보였다. 旬別 株間水面蒸發量의 範圍는 1.3~5.5 mm/day로 나타났다.

4. 氣象要素와 蒸發計 蒸發量 및 蒸發散量과의 相關 關係

本 試驗期間中の 氣象要素와 蒸發計 蒸發量 및 氣象要素와 蒸發散量과의 相關性을 生育期別로 살펴본 바 Table 5 및 Table 6과 같다.

蒸發計 蒸發量 및 蒸發散量은 氣象要素中 日射量·日



**Fig. 5. Comparison between the evapotranspiration and the evaporation.**

照時間·相對濕度와는 상당히 有意性이 있었는 반면, 氣溫·風速과는 有意性이 적은 것으로 나타났다. 氣溫은 단지 移秧後 51~60日째 되는 때에만 有意性이 있었을 뿐, 대체로 낮은 相關關係를 보여 주었다.

한편, 蒸發散量과 蒸發計 蒸發量과의 關係에서는 高度의 相關性을 나타내었는데, 이 事實은 蒸發計 蒸發量이 氣象의 綜合尺度의 意義를 가졌음을 立證하는 것으로서 蒸發散量의 尺度로 蒸發計 蒸發量을 使用할 수 있음을 보여 주는 것이다.

蒸發散量의 氣象要素에 對한 金<sup>10)</sup>, 閔<sup>11)</sup>, 韓<sup>12)</sup> 등이 發表한 相關係數를 比較해 보면, 閔<sup>11)</sup>의 氣溫·日射量·相對濕度에 對한 相關係數, 韓<sup>12)</sup>의 氣溫에 對한 相關係數와는 상당한 差異가 있었으나, 그 外는 대체로 一致하였다.

**Table 5. Correlation coefficients between amounts of pan evaporation and meteorological factors at each growth stage**

Meteorological factors	Mean temperature	Mean R. humidity	Solar radiation	Sunshine hours	Mean wind velocity
Growth stage					
1 - 10	0.5574	-0.8723	0.9593	0.9333	-0.2058
11 - 20	0.5727	-0.8862	0.8537	0.8152	0.1010
21 - 30	0.7378	-0.8666	0.9111	0.9518	0.2226
31 - 40	0.2890	-0.8808	0.9623	0.9069	0.3060
41 - 50	0.7761	-0.9147	0.9728	0.9522	0.3691
51 - 60	0.8438	-0.7368	0.8728	0.8205	0.3829
61 - 70	0.3746	-0.8819	0.8958	0.8531	0.5039
71 - 80	0.4171	-0.8700	0.7836	0.7035	-0.1981
81 - 90	0.4084	-0.6017	0.7736	0.7560	-0.2620
91 - 100	0.1414	-0.5467	0.7973	0.5997	0.3640
Mean	0.5118	-0.8058	0.8782	0.8292	0.1584

Table 6. Correlation coefficients between amounts of evapotranspiration and meteorological factors at each growth stage

Meteorological factors Growth stage	Pan evaporation	Mean temperature	Mean R. humidity	Solar radiation	Sunshine hours	Mean wind velocity
1 - 10	0.9490	0.5785	-0.8588	0.9415	0.9391	-0.3063
11 - 20	0.9256	0.5738	-0.7708	0.8774	0.8159	0.0245
21 - 30	0.9829	0.6952	-0.8509	0.8988	0.9212	0.1737
31 - 40	0.9595	0.3216	-0.8655	0.9345	0.9051	0.3110
41 - 50	0.9566	0.7580	-0.9106	0.9341	0.9230	0.3388
51 - 60	0.9048	0.8439	-0.8362	0.8593	0.7852	0.3959
61 - 70	0.9351	0.3725	-0.8657	0.9544	0.8829	0.5213
71 - 80	0.9650	0.3789	-0.8842	0.8175	0.7336	-0.1611
81 - 90	0.9215	0.3276	-0.6495	0.9060	0.9160	-0.3552
91 - 100	0.9178	0.2980	-0.5548	0.7200	0.5534	0.2579
Mean	0.9418	0.5148	-0.8047	0.8844	0.8375	0.1201

### 5. 作物係數의 比較

#### 1) 作物係數의 選定

蒸發散量 算定公式으로 求한 作物係數는 Table 7 과 같으며, 全 生育期間의 平均値를 基準으로 設計基準作物係數<sup>15)</sup>와 諸 作物係數를 比較해볼 때 거의 一致하는 것은 Blaney & Criddle<sup>1,2)</sup> 式에 依한 作物係數(K) 및 補正作物係數(Kc), Hargreaves<sup>5)</sup> 式에 依한 作物係數였다.

Fig. 6에서 보는 바와 같이 蒸發散量의 變化樣相과 諸 作物係數의 變異를 比較해볼 때<sup>16)</sup>, 蒸發散量과 類似하게 變化한 것은 Blaney & Criddle<sup>1,2)</sup> 式에 依한 K와 Kc, Penman<sup>10)</sup>, Makkink<sup>13)</sup>, Jensen-Haise<sup>8)</sup> 式에 依

한 作物係數라고 評價된다.

以上을 綜合적으로 살펴보면, 大邱地方의 用水量 算定時 매번 實驗을 行하지 않고서도 蒸發散量을 算定하는데 適合한 作物係數는 Blaney & Criddle<sup>1,2)</sup> 式에 依한 作物係數 K였고, 그 다음이 補正作物係數 Kc였다.

#### 2) 蒸發散係數

蒸發散係數는 6月 下旬에서 最小値를 나타냈으며 8月 下旬에서 1.48로 peak를 이루었고, 全期間 平均 蒸發散係數는 1.27이었다. 이는 金<sup>9)</sup>의 1.30, 黃<sup>7)</sup>의 1.84 ~ 2.00, 韓<sup>4)</sup>의 1.38보다 적은 편이었다.

#### 3) Blaney & Criddle<sup>1)</sup> 式에 依한 作物係數(K)

作物係數 K는 6月 下旬에서 最小値 0.76을 나타

Table 7. Variation of crop coefficients

Growth stage Coef.	Jun.			Jul.			Aug.			Sep		Mean
	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M		
ET	5.7	4.6	6.0	6.3	6.5	9.5	8.7	5.9	5.1	5.0	6.33	
ET coef.	0.92	0.87	1.14	1.30	1.33	1.45	1.46	1.48	1.37	1.36	1.267	
B & C (K)	0.94	0.76	0.96	1.02	1.00	1.45	1.38	0.99	0.99	1.00	1.049	
B & C (Kc)	0.98	0.82	0.96	1.01	0.99	1.27	1.26	0.98	1.05	1.11	1.044	
Christiansen	1.22	1.19	1.56	1.72	1.76	1.82	1.93	2.01	1.79	1.73	1.673	
Hargreaves	0.82	0.84	1.04	1.04	1.14	1.20	1.20	1.29	1.27	1.11	1.094	
Har. & Chr.	1.13	1.14	1.45	1.65	1.52	1.91	1.83	1.83	1.94	1.65	1.604	
Jensen-Haise	1.00	0.92	1.16	1.20	1.13	1.41	1.46	1.40	1.41	1.21	1.229	
Makkink	0.77	0.68	0.90	0.94	0.92	1.20	1.22	1.13	1.05	0.87	0.970	
Penman	0.90	0.86	1.10	1.22	1.16	1.63	1.50	1.31	1.35	1.24	1.227	
Standad	0.89	0.91	0.95	0.99	1.06	1.18	1.30	1.22	1.11	0.96	1.057	

Remark : ET : Evapotranspiration

B & C : Blaney and Criddle

Har. & Chr. : Hargreaves and Christiansen

Standard : Design standard crop coefficient

ET coef : Evapotranspiration coefficient

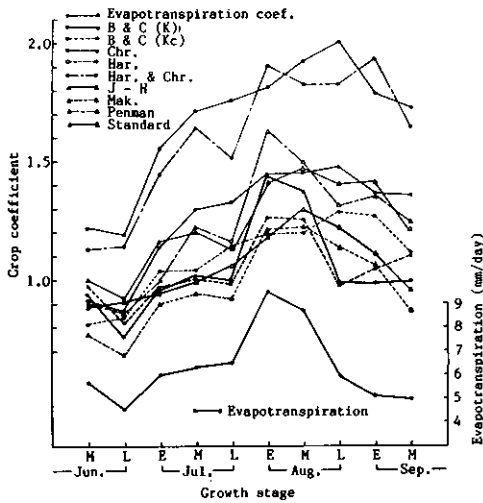


Fig. 6. Comparison between the crop coefficients and the evapotranspiration

냈으며 peak를 이루는 時期는 8月上旬으로 1.45였다. 全期間 平均 作物係數(K)는 1.05로서, 韓<sup>4)</sup>의 1.08, 設計基準補正作物係數<sup>15)</sup>, 金<sup>11)</sup>의 統一벼 實驗에서의 1.06과 거의 비슷하였다.

4) 補正 Blaney & Criddle<sup>2)</sup>式에 의한 補正 作物係數(Kc)

Blaney & Criddle<sup>1, 2)</sup>式에 溫度補正係數를 使用하여 求한 補正作物係數 Kc는 Blaney & Criddle<sup>1, 2)</sup>式에 의한 作物係數(K)와 거의 비슷한 變化를 보였으며, 全期間 平均值는 1.04로, 金<sup>11)</sup>의 1.07보다는 약간 적었고, 金<sup>12)</sup>의 1.05와는 비슷한 數值였다.

6. 蒸散比와 乾物重

蒸散比는 風乾物 1g을 生産하는데 要하는 蒸散量을 意味하는 것으로서, 1984년에 測定한 重量單位의 總蒸散量을 總乾物重에 對한 比로 表示한 바 Table 8

Table 8. Variation of transpiration ratios and weights of dry matters (root removal)

Item	Accumulative	Weights of	Transpiration	
Growth stage	(g)	(g)	ratio	
Aug.	E.	12,488.39	43.5	287.089
	M.	15,227.61	58.2	261.643
	L.	17,471.44	65.6	266.333
Sep.	E.	18,675.92	70.3	265.660
	M.	20,307.79	76.8	264.424
	L.	-	-	-
Mean	-	-	269.030	

과 같다. 蒸散比는 乾物重이 增大함에 따라 약간 減少하는 傾向을 보였고, 平均 269.03으로 나타났다.

이는 黃<sup>7)</sup>의 統一벼 實驗에서의 蒸散比 260.4 ~ 275.0과 거의 一致하였고 金<sup>9)</sup>의 207.8, 呂<sup>20)</sup>의 164.1 ~ 193.9보다 컸고 閔<sup>14)</sup>의 462.5 및 設計基準蒸散比<sup>4)</sup> 400~500 보다는 적었다.

한편, 蒸散量과 乾物重의 關係는 Fig.7과 같으며, 相關係數 0.998로 높은 相關性을 보였는데, 이는 蒸散量과 乾物重이 아주 密接한 指數函數의인 關係가 있다는 것을 意味한다.

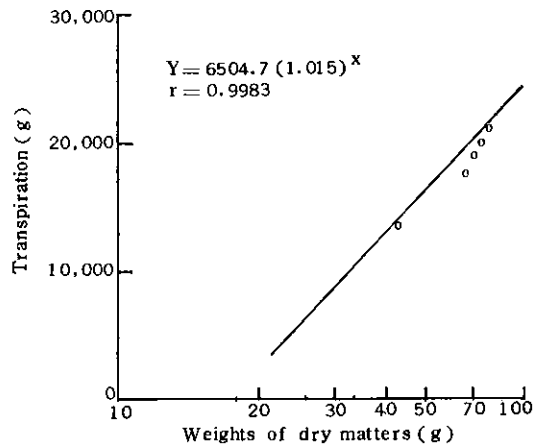


Fig. 7. Relationship between the transpiration and the weights of dry matters (root removal)

摘 要

本 研究는 大邱地方에 있어서 벼의 蒸發散量에 對한 算定基準를 定하기 爲하여 實驗에 依해 蒸發散量을 測定하고, 測定된 實測値와 이제까지 發表된 여러 가지의 蒸發散量 算定公式(Blaney & Criddle<sup>1, 2)</sup> 公式 外 8가지 公式)에 依한 計算値를 比較하여, 大邱地方의 벼 生育에 가장 適合한 作物係數를 算出함에 있다. 試驗期間은 1982年에서 1984年까지였으며, 實驗은 慶北大學校內 實習農場에서 實施하였고, 試驗을 爲한 供試品 種으로는 '眞珠'를 使用하였다. 實驗 結果를 要約하면 다음과 같다.

벼의 蒸發散量은 移秧後 增加하기 始作하여 穗孕期末에서 出穗開花期에 이르는 8月上·中旬에서 最大 值를 나타냈으며, 그 後 漸次 減少하였다. 全生育期間의 平均 1日 蒸發散量은 6.33mm였다. 또한, 蒸發散量

은 氣象要素中 日射量, 日照時間, 相對濕度와 높은 相關性을 지니고 있었다. 各各의 相關係數는 0.884, 0.838, -0.805 이었고, 蒸發計 蒸發量과는 相關係數 0.942 로서 高度의 有意性을 지니고 있었다. 大邱地方의 벼 生育에 適合한 作物係數는 Blaney & Criddle<sup>1,2)</sup> 公式에 依한 K와 Kc로, 그 範圍는 各各 0.76 ~ 1.45, 0.82 ~ 1.27 이었고 最大値는 共히 8

月 上旬에 나타났다. 蒸散量과 乾物重은 相關係數 0.998 로서 高度의 相關性을 보였으며, 平均 蒸散比는 269.03 이었다.

本 研究에서 얻은 作物係數와 蒸發散量 및 蒸散比는 大邱 및 隣近地域의 用水源 計劃時 蒸發散量을 算定하는데 有用하게 使用될 것으로 期待된다.

## 引 用 文 獻

1. Blaney, H. F. and Criddle, W. D. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. pp. 1-96. U. S. Dept. Agr. Irrigation and Water conser. SCS.
2. Blaney, H. F. and Criddle, W. D. 1962. Determining consumptive use and irrigation water requirements. U. S. Dept. Agr. Tech. Bulletin 1275; 1-24.
3. Christiansen, J. F. 1966. Estimating pan evaporation and evapotranspiration from climatic data. Proc. of ASCE, Irr. & Drain. Div. 94 (2); 243-264.
4. 韓旭東, 鄭斗浩, 權純國. 1972. 統一벼 用水量에 關한 試驗研究報告. pp. 47-71. 農水産部 農工利用研究所.
5. Hargreaves, G. H. 1956. Irrigation requirements based on climatic data. Proc. of ASCE, Irr. & Drain. Div. 82 (3); 1-10.
6. Hargreaves, G. H. and Christiansen, J. E. 1969. Irrigation requirements from evaporation Proc. VII Congr. ICID, Mexico City 23; 570-596.
7. 黃 垠, 金哲圭. 1971. 新品種 統一벼 (IR 667)의 用水量 測定試驗. 韓國農工學會誌 13 (4); 21-26.
8. Jensen, M. E. and Haise, H. R. 1963. Estimating evapotranspiration from solar radiation. Proc. of ASCE, Irr. & Drain. Div. 89; 15-41.
9. 金哲基. 1969. 벼 用水計劃上의 葉面蒸發量 및 株間水面蒸發量에 關한 基礎的인 研究. 韓國農工學會誌 11 (2); 27-36.
10. 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 (I). 韓國農工學會誌 16 (2); 1-34.
11. 金始源, 吳完錫, 金善柱. 1981. 水稻品種間의 必要水量差異에 關한 研究. 韓國農工學會誌 23 (2); 35-44.
12. 金善柱. 1981. 벼 品種別 消費水量 差異에 關한 研究. pp. 1-44. 建國大學校大學院 農學碩士論文.
13. Makkink, G. F. 1957. Testing the penman formula by means of lysimeters. J. Inst. Water Engr. 11 (3); 277-288.
14. 閔丙燮. 1969. 벼 生育期間中의 논에서의 水分 消費에 關한 研究 (I). 韓國農工學會誌 11 (2); 1-27.
15. 農業振興公社. 1972. 農業用水開發必要水量基準. pp. 4-13.
16. 農業振興公社. 1982. 農業用水開發試驗研究. pp. 346-427. 서울大學校 農科大學 附屬 農業開發研究所.
17. 農業振興公社. 1982. 밭 灌溉理論 및 灌溉計劃樹立 外 2. pp. 15-23.
18. 農業振興公社. 1983. 作物의 消費水量. 24: 14-84.
19. Penman, H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London Ser. A. 198; 120-146.
20. 呂運哲. 1971. 畝適正用水量 調查報告. pp. 1-67. 農業振興公社 農工試驗所.