

# 水原地方의 確率寡雨日數를 이용한 기대증발산량의 算定

## Probable Evapotranspiration of Paddy Rice using Dry Day Index

鄭 夏 禹\* · 朴 成 宇\*\* · 金 成 俊\*\*\*  
Chung, Ha Woo · Park, Seong Woo · Kim, Seong Joon

### Summary

This study is to determine seasonal consumptive use of water of a design year during growing period (June-September) for paddy rice in Suwon. To obtain Dry Day Index which is defined as the number of probable dry days occurring at a design year, Slade Partly Unsymmetrical Distribution Function was adopted. Dry Day Index was analysed with 5, 10 and 30 day-term. And each of them was evaluated with recurrence intervals of 1, 3, 5, 10 and 20 year using 49 years daily rainfall data('35-'83). Their singnificance were tested at 1% level by  $\chi^2$  test. On the basis of these values, Probable Evapotranspiration (ET) which is the daily average ET for the sum of both ET on dry days and ET on rainy days were estimated using 5 years daily actual ET data('82-'86). Their Crop Coefficients were also determined by the modified Penman equation(1977) proposed by Doorenbos & Pruitt.

### I. 緒 論

灌溉는 農作物의 生産性을 向上하기 위하여 耕地에 人工的으로 물을 供給하는 것으로, 灌溉水を 必要로 하는 時期와 必要한 量을 正確히 規明한다는 것은 農業用水開發과 물의 效率의 인 利用管理에 있어서 대단히 重要한 事項이다.

논에 대한 必要水量은 주로 灌溉와 降雨에 의하여 공급되어지며, 蒸發散量과 浸透量에 의해 決定되어진다. 이 중에서 蒸發散量은 氣象要因에 의하여 左右되는 바, 특히 降雨의 量과 降

雨日數에 따라 그 量에 있어서 큰 差異를 나타내게 된다.

그러므로 實測된 資料의 年度가 計劃基準年에 해당한다면 實測值가 곧 基準值로서의 價値가 있지만 그렇지 못할 경우에는 이를 補完할 必要性을 갖게 된다.

本 研究에서는 水原地方의 氣象資料를 이용하여 水稻生育期間에 대한 旱魃頻度를 月別, 旬別 및 半旬別로 確率寡雨日數를 決定하고, 이를 근거로 한 旬別 및 半旬別 期待蒸發散量을 頻度別로 구해서 5年間 實測한 蒸發散量과의

\* 서울大學校 農科大學

\*\* 서울大學校 農科大學 名譽教授

\*\*\* 서울大學校 大學院

關係를 比較究明하여 適切な 水稻의 作物係數를 決定하고자 한다. 이 論文은 1982年~1986年(5年間) 農林水産部, 農業振興公社의 研究事業인 '作物 消費水量 算定方法의 定立'에 의하여 研究되었음.

## II. 資料 및 方法

### 1. 資料

#### 가. 寡雨分析 資料

寡雨日數를 分析하기 위하여 水原測候所에서 觀測된 49個年('35~'83)間의 日降雨資料를 사용하였다.

#### 나. 蒸發散量 分析資料

##### 1) 實測蒸發散量 資料

蒸發散量은 서울大 農大 畜試驗圃場(砂壤土)에서 5個年('82~'86)간 測定한 中生種 一般系인 常豐의 日別蒸發散量資料를 사용하였다.

##### 2) 氣象資料

潛在蒸發散量을 구하기 위하여 水原測候所의 5個年('82~'86)間의 日別氣象資料를 사용하였으며, 이는 Doorenbos & Pruitt(1977)가 發表한 修定Penman式으로 計算하였다.

### 2. 方法

#### 가. 確率寡雨日數 分析

水原地方의 49年間 日降雨資料의 寡雨現象을 좌표계에 나타내면 그림1과 같은 日降雨量值의 度數分布가 左側으로 極端하게 기울어져 있으므로 이 分布에 적합한 Slade非對稱分布函數인 式(1)을 選擇하였다.

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{c \log \frac{d(x+b)}{t^2+1}} e^{-u^2} du \dots\dots\dots (1)$$

여기서, P(x) : 確率降雨日數

x : 級平均

b, c, d, t : 1次, 2次, 및 3次 모멘트로 부터 誘導된 媒介變數

確率降雨日數 P(x)를 計算하는 과정은 다음과 같다.

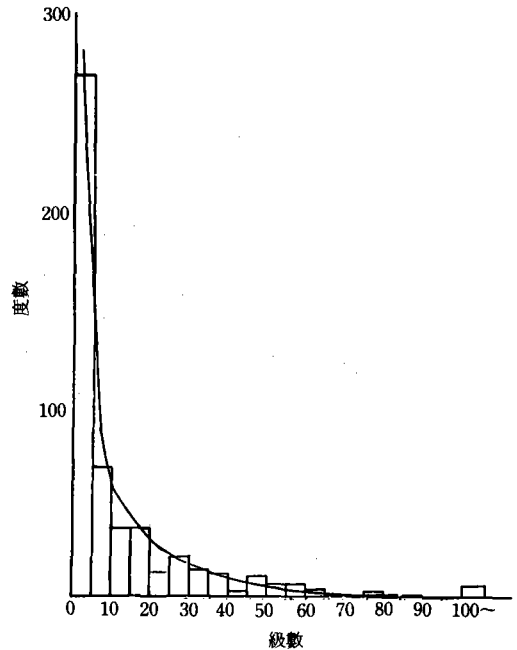


Fig. 1. 水原지방의 6月降雨量 分布圖(49年間)

1) 積分上限值(y)  $C \cdot \log(d(x+b)/(t^2+1))$ 를 구하기 위하여 降雨量의 크기를 級으로 나누어 다음과 같이 정리한다.

$$\text{가) } \bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{\sum f}, U_2 = \frac{\sum f \cdot x^2}{\sum f} - \bar{X}^2,$$

$$U_3 = \frac{\sum f \cdot x^3}{\sum f} - 3\bar{X} \frac{\sum f \cdot x^2}{\sum f} + 2\bar{X}^3$$

여기서,  $\bar{X}$  : 平均,  $U_2, U_3$  : 算術平均에 대한 2차, 3차 모멘트, f : 級數

나) t는 3次方程式  $t^3 + 3t - D = 0$ 로 부터 구한다. 여기서,

$$t = |A|^{1/3} - |B|^{1/3}$$

$$A = \frac{D}{2} + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + 1},$$

$$B = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + 1},$$

$$D = \frac{u_3}{u_2^{1.5}}$$

다)  $b = \frac{(u_2)^{1/2}}{t}$  ,

$z = 2.30258 \cdot \sqrt{2} \cdot c = \frac{2.30258}{\sqrt{\ln(t^2+1)}}$

$d = \frac{t(t^2+1)^{1.5}}{(u_2)^{1/2}}$  에서

$k = \frac{d}{t^2+1} = \frac{(t^2+1)^{1/2}}{b}$

여기서,  $\sqrt{2}$  : 기본함수의 表準確率表에 포함된 常數

$2.30258 : \ln(10)$

2) 위의 값들을 이용하여, 降雨量(x)과 確率降雨日數 P(x)를 다음과 같은 媒介變數를 사용하여 계산하였다.

가)  $X = x - \bar{x} + b$

나)  $s = \log k X$

다)  $y = z \cdot s$

라)  $f(y) = \text{正規分布}$

이 確率降雨日數 P(x)를 이용하여, 各 降雨量(x)에 대한 平年, 3年, 5年, 10年 및 20年頻度의 確率寡雨日數를 半旬, 旬 및 月別로 구한다.

나. 期待蒸發散量

期待蒸發散量은 一定한 期間동안에 發生가능한 降雨日數의 蒸發散量과 無降雨日數의 蒸發散量과의 合을 구하고, 이 값을 주어진 期間으로 平均한 平均日蒸發散量으로 한다.

여기서 無降雨日은 0mm이하의 降雨日에 대한 確率寡雨日數를 취하였다.

頻度別 確率寡雨日數와 實測蒸發散量 資料를 이용하여 期待蒸發散量을 半旬 및 旬別로 式(2)와 같이 구하였다.

日平均 期待蒸發散量 =

$$\frac{\text{確率寡雨日數} \times \text{無降雨日의 平均日蒸發散量} + \text{確率降雨日數} \times \text{降雨日의 平均日蒸發散量}}{\text{半旬 또는 旬}} \dots \dots \dots (2)$$

다. 作物係數

頻度別 確率寡雨日數와 氣象資料를 이용하여 式(2)와 同一한 方法으로 潛在蒸發散量을 구한 후 式(3)과 같이 作物係數를 구하였다.

作物係數 =  $\frac{\text{期待蒸發散量}}{\text{潛在蒸發散量}} \dots \dots \dots (3)$

### III. 結果 및 考察

#### 1. 確率寡雨日數

가. 月別 確率寡雨日數

確率寡雨日數는 주어진 期間의 日數에서 確率降雨日數를 除하여 구하였다.

水原地方의 6月에 대한 49年間の 降雨量을 Table-1과 같이 크기別로 區分하여 整理, 計算하여 確率降雨日數를 구하고, 이용하여 確率寡雨日數를 구하였다.

1) 計算方法

가) Table-1과 같이 降雨量의 크기를 級으로 나누어 媒介變數를 구하면 다음과 같다.

$\bar{X} = \frac{\sum fx}{\sum f} = 13.2$

$u_2 = \frac{\sum fx^2}{\sum f} = \bar{X}^2 = 478.8$

$u_3 = \frac{\sum fx^3}{\sum f} - (3\bar{X} + \frac{\sum fx^2}{\sum f}) + 2\bar{X}^3 = 62807.1$

$D = \frac{u_3}{u_2^{1.5}} = 5.99$

$A = \frac{D}{2} + \sqrt{(\frac{D}{2})^2 + 1} = 6.15$

$B = \frac{D}{2} - \sqrt{(\frac{D}{2})^2 + 1} = -0.163$

$t = |A|^{1/3} - |B|^{1/3} = 1.2858$

$z = \frac{2.30258}{\sqrt{\ln(t^2+1)}} = 2.331$

$b = \frac{u_2^{1/2}}{t} = 17.02$  }  $\dots \dots \dots (4)$

$k = \frac{(t^2+1)^{1/2}}{b} = 0.0957$

나) 4)의 값들을 이용하여 Table-2와 같이 降雨量(x)에 대한 그의 再現可能確率값을 算定하였다. Table-2의 7欄은 10.69×6欄의 값이고, 8欄은

Table-1. 水原地方의 49個年間 降雨分布表(6月).

級 數(mm)	級平均(x)	級數(f)	fx	fx <sup>2</sup>	fx <sup>3</sup>
.1- 5.0	1.4	274	380.0	527.0	730.9
5.1- 10.0	7.5	69	517.5	3881.3	29109.4
10.1- 15.0	12.5	37	462.5	5781.3	72265.6
15.1- 20.0	17.5	37	647.5	11331.1	198296.9
20.1- 25.0	22.5	13	292.5	6581.3	148078.1
25.1- 30.0	27.5	22	605.0	16637.5	457531.3
30.1- 35.0	32.5	15	487.5	15843.8	514921.8
35.1- 40.0	37.5	13	487.5	18281.3	685546.9
40.1- 45.0	42.5	3	127.5	5418.8	230296.9
45.1- 50.0	47.5	11	522.5	24818.8	1178890.8
50.1- 55.0	52.5	7	367.5	19293.8	1012921.9
55.1- 60.0	57.5	7	402.5	23143.8	1330765.8
60.1- 65.0	62.5	4	250.0	15625.0	976562.5
65.1- 70.0	67.5	1	67.5	4556.3	307546.9
70.1- 75.0	72.5	1	72.5	5256.3	381078.1
75.1- 80.0	77.5	3	232.5	18018.8	1396453.3
80.1- 85.0	82.5	.0	.0	.0	.0
85.1- 90.0	87.5	1	87.5	7656.3	669921.9
90.1- 95.0	92.5	.0	.0	.0	.0
95.1- 100.0	97.5	.0	.0	.0	.0
100.1-	152.5	6	914.9	139507.0	21272492.0
Total		524	6924.9	342159.1	30863412.0

Table-2. 實際降雨日數와 確率降雨日數의 計算表.

降雨量(x) (mm)	X	s	y	F(y)	1-F(y)	確率降雨 日數P(x)	實測值 (日)	$\chi^2$
0						10.69	10.69	.00
5	8.76	-.749	-.1763	.4300	.5700	6.10	5.10	.16
10	13.76	.1213	.2853	.6123	.3877	4.15	3.69	.05
15	18.76	.2559	.6022	.7265	.2735	2.93	2.94	.00
20	23.76	.3585	.8437	.8006	.1994	2.13	2.18	.00
25	28.76	.4415	1.0389	.8506	.1494	1.60	1.92	.06
30	33.76	.5111	1.2027	.8855	.1145	1.22	1.47	.05
							Total	.33

주.  $X = x - \bar{X} + b$ ,  $s = \log(k\bar{X})$ ,  $y = z * s$ ,  $F(y)$  = 正規分布值

降雨量이 0.1mm 이상의 降雨日數가  $\frac{524}{49} = 10.69$  (日/月), 5.0mm 이상의 降雨日數는  $\frac{524-274}{49} = 5.10$  (日/月) 등으로 計算되었다. 實測降雨日數와 確率降雨日數의 關係를  $\chi^2$ 檢定해 본 結果 有意性이 있는 것으로 나타났다.

다) 確率降雨日數 P(x)를 이용하여 Table-3과 같이 頻度別 確率寡雨日數를 구하였다. 즉 0.1mm 이상의 確率降雨日數는 平年에  $10.69 \times 1 = 11$ 日, 3年頻度에  $10.69 \times \frac{1}{3} = 3.6 \approx 4$ 日 등으로 計算되었고, 月中의 確率寡雨日數는 30日(또는 31日)에서 確率降雨日數를 뺀 日數이다. 降雨量이 5.0mm 이상의 경우에 대해서도 같은 方法으로 計算하였다.

Table-3. 確率月寡雨日數(6月).

降雨量 (mm)	P(x)	確率月寡雨日數 (日)				
		平年	3年	5年	10年	20年
0	10.69	19	26	28	29	29
5	6.10	24	28	29	29	30
10	4.15	26	29	29	29	30
15	2.93	27	29	29	30	30
20	2.13	28	29	29	30	30

나. 半旬 및 旬別 確率寡雨日數  
가. 項과 동일한 方法으로 구한 頻度別 半旬 및 旬別 確率寡雨日數는 Table-4, Table-5와 같다.

Table-4. 半旬別 確率寡雨日數.

單位 : 日

頻度 \ 月 半旬	6						7					
	上1	上2	中1	中2	下1	下2	上1	上2	中1	中2	下1	下2
平年	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3
3年	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
5年	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5
10年	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
20年	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6

頻度 \ 月 半旬	8						9		確率總 寡雨日數
	上1	上2	中1	中2	下1	下2	上1	上2	
平年	3	3	3	3	3	3	2	3	54
3年	4	4	4	4	4	5	4	4	82
5年	4	4	4	4	4	5	4	5	89
10年	5	5	5	5	5	6	5	5	102
20年	5	5	5	5	5	6	5	5	102

Table-5. 旬別 確率寡雨日數.

單位 : 日

頻度 \ 月 旬	6			7			8			9	確率總 寡雨日數
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	
平年	6	7	6	4	5	5	5	6	6	5	55
3年	9	9	9	8	8	9	8	9	9	8	86
5年	9	9	9	9	9	10	9	9	10	9	92
10年	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	102
20年	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	102

### 2. 半旬 및 旬別 期待蒸發散量

頻度別 半旬 및 旬期間의 確率寡雨日數와 實測蒸發散量('82~'86)을 이용하여 구한 半旬 및 旬期間의 期待蒸發散량은 Table-6, Table-7 및 Fig. 2, Fig. 3과 같다.

水稻生育期間(6月上旬~9月上旬: 總102日)에 대해 頻度を 平年, 3年, 5年, 10年 및 20年으로 區分한 半旬期間의 期待總蒸發散량은 各各 497.0mm, 658.5mm 691.0mm 771.2mm, 771.2mm이었고, 旬期間의 期待總蒸發散량은 各各 504.9mm, 672.0mm, 707.1mm, 755.2mm, 755.2

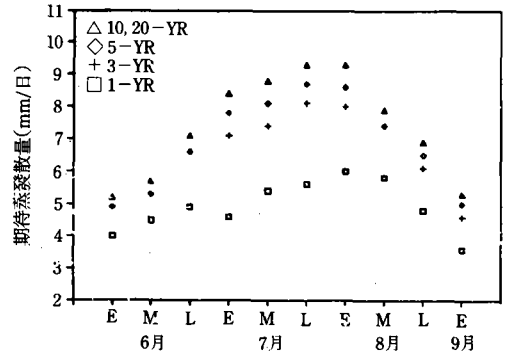


Fig. 3. 旬期間의 頻度別 期待蒸發散量.

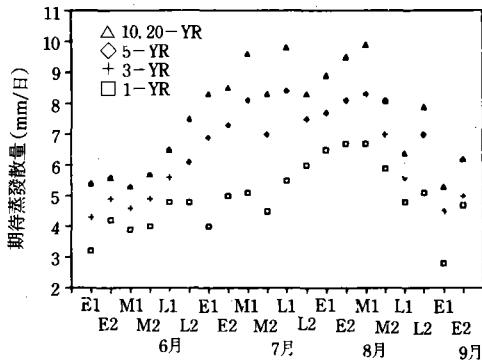


Fig. 2. 半旬期間의 頻度別 期待蒸發散量.

mm이었다.

또한 半旬期間의 期待蒸發散量이 最大로 나타난 時期는 7月 下旬初와 8月 中旬初였으며, 旬期間의 最大値는 7月 下旬과 8月 上旬期에 나타났다.

### 3. 半旬 및 旬別 作物係數

5年間の 日別 氣象資料를 이용하여 Penman式으로 구한 頻度別 潛在蒸發散量과 期待蒸發散量에 의한 半旬 및 旬別 作物係數는 Table-8, Table-9에서 보는 바와 같다.

Table-6. 半旬期間의 頻度別 期待蒸發散量.

單位 : mm/日

頻度	半旬	6						7					
		上1	上2	中1	中2	下1	下2	上1	上2	中1	中2	下1	下2
平年		3.2	4.2	3.9	4.0	4.8	4.8	4.0	5.0	5.1	4.5	5.5	6.0
3年		4.3	4.9	4.6	4.9	5.6	6.1	6.9	7.3	8.1	7.0	8.4	7.5
5年		5.4	5.6	5.3	5.7	6.5	6.1	6.9	7.3	8.1	7.0	8.4	7.5
10年		5.4	5.6	5.3	5.7	6.5	7.5	8.3	8.5	9.6	8.3	9.8	8.3
20年		5.4	5.6	5.3	5.7	6.5	7.5	8.3	8.5	9.6	8.3	9.8	8.3

頻度	半旬	8						9		期待總蒸發散量
		上1	上2	中1	中2	下1	下2	上1	上2	
平年		6.5	6.7	6.7	5.9	4.8	5.1	2.8	4.7	497.0
3年		7.7	8.1	8.3	7.0	5.6	7.0	4.5	5.0	658.5
5年		7.7	8.1	8.3	8.1	5.6	7.0	4.5	6.2	691.0
10年		8.9	9.5	9.9	8.1	6.4	7.9	5.3	6.2	771.2
20年		8.9	9.5	9.9	8.1	6.4	7.9	5.3	6.2	771.2

Table-7. 旬期間의 頻度別 期待蒸發散量.

單位：mm/日

頻度 \ 月旬	6			7			8			9	期待總蒸發散量
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	
平年	4.0	4.5	4.9	4.6	5.4	5.6	6.0	5.8	4.8	3.6	504.9
3年	4.9	5.3	6.6	7.1	7.4	8.1	8.0	7.4	6.1	4.6	672.0
5年	4.9	5.3	6.6	7.8	8.1	8.7	8.6	7.4	6.5	5.0	707.1
10年	5.2	5.7	7.1	8.4	8.8	9.3	9.3	7.9	6.9	5.3	755.2
20年	5.2	5.7	7.1	8.4	8.8	9.3	9.3	7.9	6.9	5.3	755.2

Table-8. Penman 式에 의한 半旬別 作物係數.

頻度 \ 月旬	6						7					
	上1	上2	中1	中2	下1	下2	上1	上2	中1	中2	下1	下2
平年	1.59	1.20	1.11	1.25	1.33	1.50	1.43	1.39	1.65	1.67	1.96	1.67
3年	1.59	1.23	1.18	1.36	1.40	1.61	1.77	1.55	2.03	1.84	2.27	1.67
5年	1.59	1.24	1.20	1.39	1.48	1.61	1.77	1.55	2.03	1.84	2.27	1.67
10年	1.59	1.24	1.20	1.39	1.48	1.74	1.84	1.60	2.18	1.93	2.33	1.69
20年	1.59	1.24	1.20	1.39	1.48	1.74	1.84	1.60	2.18	1.93	2.33	1.69

頻度 \ 月旬	8						9	
	上1	上2	中1	中2	下1	下2	上1	上2
平年	1.86	1.33	1.86	1.55	1.66	1.59	1.22	1.72
3年	1.97	1.36	2.08	1.67	1.70	1.84	1.50	1.81
5年	1.97	1.36	2.08	1.72	1.70	1.84	1.50	1.94
10年	2.07	1.41	2.25	1.72	1.73	1.93	1.56	1.94
20年	2.07	1.41	2.25	1.72	1.73	1.93	1.56	1.94

Table-9. Penman 式에 의한 旬別 作物係數.

頻度 \ 月旬	6			7			8			9	平均
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	
平年	1.21	1.25	1.44	1.35	1.74	1.81	1.67	1.49	1.60	1.33	1.49
3年	1.23	1.33	1.65	1.65	2.00	2.03	2.00	1.64	1.74	1.44	1.67
5年	1.23	1.33	1.65	1.73	2.03	2.10	2.05	1.64	1.81	1.51	1.71
10年	1.24	1.36	1.69	1.79	2.10	2.11	2.16	1.68	1.82	1.52	1.75
20年	1.24	1.36	1.69	1.79	2.10	2.11	2.16	1.68	1.82	1.52	1.75

半旬別 作物係數는 頻度別로 平年에 1.11~1.96, 3年에 1.18~2.27, 5年에 1.20~2.27, 10年 및 20年에 1.20~2.33의 範圍를 보였고, 旬別로는

各各 1.21~1.81, 1.23~2.03, 1.23~2.10, 1.24~2.16, 1.24~2.16의 範圍를 보였다.

#### 4. 半旬 및 旬別 期待蒸發散量과 實測蒸發散量과의 比較

實測總蒸發散量과 頻度別 期待總蒸發散量을 비교하여 보면 Table-10, Table-11과 같으며, 이를 旬別로 圖示하여 보면 Fig. 4와 같다.

實測蒸發散량은 Table-11에서 '82년에 613.3 mm, '84년에 509.3mm, '85년에 539.0mm로서

平年과 3年頻度사이의 값을 보였고, '83년과 '86년에는 각각 460.1mm, 437.9mm로 平年頻度보다 작게 나타났다.

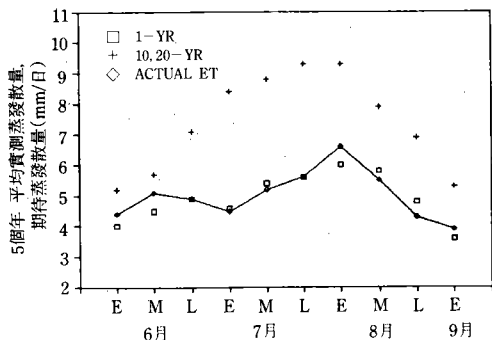
한편 5個年 平均 實測總蒸發散량은 509.9mm로서 平年과 3年頻度사이의 값을 보였고, 또한 5個年 平均 實際總降雨日數도 32日로 平年과 3年頻度사이의 降雨日數를 보였다.

**Table-10.** 作物生育期間(6月上旬~9月上旬:總 102日)中 頻度別 半旬 및 旬別 期待總 散量蒸發과 確率總降雨日數.

區分		頻度	平年	3年	5年	10年	20年
		半旬	497.0	658.5	691.0	771.2	771.2
期待總 蒸發散量(mm)	旬	504.9	672.0	707.1	755.2	755.2	
	半旬	48	20	13	0	0	
確率總 降雨日數(日)	旬	47	15	10	0	0	
	半旬						

**Table-11.** 年度別 實測總蒸發散量과 實際降雨日數:作物生育期間(6月上旬~9月上旬:總 102日).

年度	'82	'83	'84	'85	'86	平均
實測總 蒸發散量(mm)	613.3	460.1	509.3	539.0	437.9	509.9
實際降雨 日數(日)	23	30	32	33	42	32



**Fig. 4.** 5個年 平均 實測蒸發散量과 期待蒸發散量과의 比較.

#### IV. 要約 및 結論

水原地方의 水稻作物에 대한 5個年間의 實測蒸發散量과 旱魃頻度を 고려한 期待蒸發散量의 關係를 究明하기 위하여 半旬期間과 旬期間으로 區分하여 分析해 본 結果는 다음과 같다.

1. 水原地方의 水稻生育期間(6月上旬~9月上旬;總 102日) 중, 旬別 確率總降雨日數를 頻度別로 구하면 平년에 55日, 3년에 86日, 5년에 92日, 10年 및 20年에 102日이었고, 半旬別로는 각각 54日, 86日, 92日, 102日, 102日이었다.

2. 同一期間의 旬別 期待總蒸發散量을 頻度別로 구하면 平년에 504.9mm, 3년에 672.0mm, 5년에 707.1mm, 10年 및 20年에 755.2mm이었고, 半旬別로는 각각 497.0mm, 658.5mm, 691.0mm, 771.2mm, 771.2mm이었다.

3. 同一期間의 Penman식에 의한 旬別 作物係數의 範圍는 頻度別로 平년에 1.21~1.81, 3년에 1.23~2.03, 5년에 1.23~2.10, 10年 및 20年에 1.24~2.16으로 나타났다, 半旬別로는 각각 1.11~1.96, 1.18~2.27, 1.20~2.27, 1.20~2.33, 1.20~2.33으로 나타났다.

4. 5個年 平均 實測總蒸發散量은 509.9mm로서, 頻度別 期待總蒸發散量과 比較하면 平年과 3年頻度사이의 값을 보였고, 또한 5個年 平均 實際總降雨日數도 32日로서 頻度別 確率總降雨日數와 比較하면 平年과 3年頻度사이의 降雨日數를 보였다.

#### 參 考 文 獻

1. 서울大學校 農科大學 附屬 農業開發研究所,



- 1986, 作物 消費水量 算定方法의 定立, 農水産部 農業振興公社.
2. 서울大學校 農科大學 附屬 農業開發研究所, 1987, 밭作物 消費水量 算定方法의 定立, 農水産部 農業振興公社.
3. Doorenbos J., and W. O. Pruitt, 1977, Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 24, Revised, Rome, Italy.
4. Edger E. Forster, 1949, Rainfall and Runoff(Slade's Patly Bounded Asymmetrical Function), New York, 179-203.
5. E. J. Winter, 1974, Water, Soil and Plant, ELBS and Macmillan, 129-131.
6. Gupta, R. K. & H. S. Chauhan, Stochastic Modeling of Irrigation Requirements, J. of Irri. & Drain. Div., ASCE, 112(1), Feb., 1986.
7. Jensen, M. E., ed, 1974, Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements, ASCE, New York, N. Y.
8. Penman, H. L., 1948, Natural Evaporation for Open Water, Bare Soil and Grass, Proc. Royal Society of London, A193, 120-146.
9. Penman, H. L., 1952, The Physical Bases of Irrigation Control, Proc. 13th International Horticulture Congress, London, England, 913-924.
10. Penman, H. L., 1956, Evaporation : An Introductory Survey, Netherlands Journal of Agricultural Science, Vol. 1, Nov, 9-29.
11. Penman, H. L., 1963, Vegetation and Hydrology, Technical Communication No. 53, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
12. W. Baier and Geo. W. Robertson, 1970, Climatic Estimates of Average and Probable Irrigation Requirements and of Seasonal Drainage in Canada, J. of Hydrology Vol. 10, 20-37.