

田作物의 必要水量 決定을 爲한 研究

A Study to Determine the Consumptive Use of Water for Upland Crops

金 哲 會* · 柳 時 昶* · 李 根 厚* · 徐 元 明*
Chul Hoe Kim, Si Chang You, Keun Hoo Lee, Won Myung Suh

Summary

This study was carried out to investigate the consumptive use of water for red peppers and soy beans. The correlation between the soil moisture contents and the selected meteorological factors during the growing season was analyzed. Characteristics of the drought at Jinju, Yeosu, Gwangju, and Mokpo area were figured out in view of frequency analysis.

The results obtained from this study could be used as a reasonable criteria for the estimation of the duty of water in the design of upland irrigation systems.

Obtained results are summarized as follows:

1. Red peppers were grown at the three levels of soil moisture contents; 75 percent, 50 percent, and 25 percent, respectively. The red pepper grown at the 75 percent of soil moisture content showed the highest yield.

The total evapotranspiration during the growing season from red peppers was 471.1mm, which was 86.6mm less than the pan evaporation.

2. The soy bean grown at 75 percent soil moisture content showed the highest yield, although there was no significant difference in yields among treatments.

The total evapotranspiration during the growing season from the soy bean was 342.8 mm, which was 119.2mm less than the pan evaporation.

3. Coefficients of consumptive use(k) and meteorological data are shown on Table-9.

4. The significant correlations between the evapotranspiration and the humidity and daily temperature range were observed. Results are shown on Table-11. Evapotranspiration can be easily estimated from the humidity and daily temperature range by using the equation(1)

$$E_{pt} = 4.808 - 0.041H + 0.207\Delta T \dots \dots \dots (1)$$

where, E_{pt} ; evapotranspiration(mm/day)

H ; humidity(%)

ΔT ; daily temperature range (°C)

5. The variations of soil moisture content during the growing season at the soil depth of 5cm, 15cm, and 45cm are shown on Fig. 4~9.

The results of the correlation analysis between the evapotranspiration from the crops and the soil moisture content are shown on Table-12.

The evapotranspiration can be estimated from soil moisture contents at the different

*慶尙大學校 農科大學

depth of the soil by using the equation (2).

$$E_{pt} = 3.433 - 0.364M_1 + 0.359M_2 - 0.055M_3 \dots \dots \dots (2)$$

where, E_{pt} ; evapotranspiration (mm/day)

M_1 ; soil moisture meter reading at 5cm depth

M_2 ; " " 15cm "

M_3 ; " " 40cm "

6. The estimated probable successive dry days in selected areas are shown on Table 13.

Gumbel-Chow method was used to calculate the probable successive dry days.

Further investigation are required to obtain the more detailed and reliable results.

I. 序 論

우리나라는 全耕地面積의 46%가 밭작物 栽培面積으로서 食糧增産에 큰 比重을 차지하고 있으나 地力과 保水力이 좋지 못하고 土深이 낮아 土地의 生産性이 낮은 實情이다. 따라서 田作物의 自給度는 떨어지고 外國에서 많은 量을 輸入하고 있으며 特히 經濟作物의 收量 確保에 있어 많은 問題點을 안고 있는 것이다.

一般적으로 作物의 收量を 極大化하기 위하여는 生物學적으로 自然環境에 適合한 遺傳形質을 갖인 品種을 擇하여 作物의 物理的인 栽培環境을 最適으로 해주어야 하는 것이다. 여기서 物理的인 栽培環境中에 人爲적으로 調節이 可能한 것으로는 充分한 養分과 適正水分의 供給이 代表的인 것이다. 田作物에 對한 需要가 急増함에 따라 田地灌溉計劃이 積極化되고 있는 것은 生育期間中에 旱魃이 甚하여 無降雨日數가 10餘日 以上이 持續될 境遇 土壤水分이 萎凋點에 達하게 되어 低位生産性을 免치 못하고 있기 때문이다.

本 研究에서는 高추, 콩에 對한 消費水量을 決定하고 南部地方의 旱魃日數와 特性, 土壤水分의 變化와 氣象要素와의 相關係數를 調査하여 合理的인 計劃用水量 算定을 위한 基準을 얻고자 한 것이다.

II. 文獻概要

作物의 收量과 灌溉의 反應效果에 對한 研究는 灌溉時期를 擇하는 方法과 灌溉水量을 調節하는 方法으로 區分하여 處理되었으나^{4,5,6,7,8} 最近에는 氣象作物, 土壤資料를 가지고 收量を 豫測하는 模型을 Flinn⁹은 發表하였으며 Blaney¹⁰, Christiansen¹¹

Penman²² 등은 氣象要素를 가지고 作物의 消費水量의 解析方法을 開發하였다^{12,13,14}.

作物의 種類 및 生育時期에 따른 相對蒸發散比를 求하기 爲하여 水收支의 解析方法이 導入되고 있으며²⁰ 適正土壤水分에 依한 作物係數를 實驗적으로 定義하고 있다^{2,13,16,17,23}.

國內에서 田作物의 用水量에 對한 調査로서 農業技術研究所에서 보리(1972), 콩(1972)에 對한 調査가 있으며 蒸發散量調査를 爲하여 農業氣象觀測所에서 Lysimeter를 製作 測定한 바가 있다. 農工利用研究所에서 田地灌溉 改善試驗으로 Chamber 法을 利用하였다. 韓¹⁵은 오이의 용수량試驗을 하였으며 鄭^{4,6,6,7}이 당근, 배추의 用水量, 權¹⁸이 딸기 用水量을 調査한바 있다.

III. 材料 및 方法

1. 用水量 調査

라이시미터(Thornthwaite Lysimeter)를 2條 製作設置하여 消費水量을 測定하였고 1/2000 試驗水

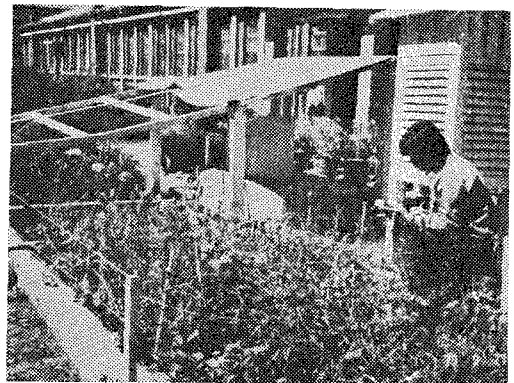


Fig. 1. Photograph of Lysimeter System



Fig. 2. Photograph of Pot Cultivation

트(Pot) 30개를 利用하여 作物生育에 適正한 水分을 調査하였다. 라이시미터에는 12點式 自己 溫濕度計과 석고블럭(Gypsum Block)을 5cm, 15cm, 40cm의 깊이에 設置하였으며 풋트에는 10cm, 20cm의

가. 供試品種 및 栽培

Table—1. Method of Cultivation

		Seeding Date	Planting Distance	Number of Plant	Manuring
Soy-bean	Pot	June 22	cm 10	6	N.P.K 4-5.6-4.4kg
	Lysimeter	"	10	72	"
Red pepper	Pot	May 5		1	N.P.K 25-20-23kg
	Lysimeter	"	45	9	"

*Other management is due to standard of crop cultivation

깊이에 溫度센서와 석고블럭을 設置하여 土壤水分測定機로 1日 2回 計測하였다. 또한 풋트는 土壤水分含量을 75%, 50%, 25%의 3個水準을 두어서 라이시미터區의 對照區와 比較하였고 3反覆의 完全任

나. 土壤의 性質

Table—2. Properties of Soil

Depth	Depth		Bulk Density		Organic Content		Soil Moisture	
	Increment	cm	Lysimeter	Lysimeter	Lysimeter	Lysimeter	Lysimeter	Lysimeter
			I	II	I	II	I	II
cm	cm	g/cc	g/cc	%	%	%	%	
10~20	15	1.442	1.442	1.70	1.70	16.70	20.54	
20~30	10	1.364	1.463	1.80	1.80	26.50	24.75	
30~40	10	1.351	1.520	2.60	2.90	28.00	26.07	
40~50	10	1.224	1.477	1.80	1.70	35.12	26.66	
50~60	15	1.391	1.631	1.70	1.80	30.53	23.88	

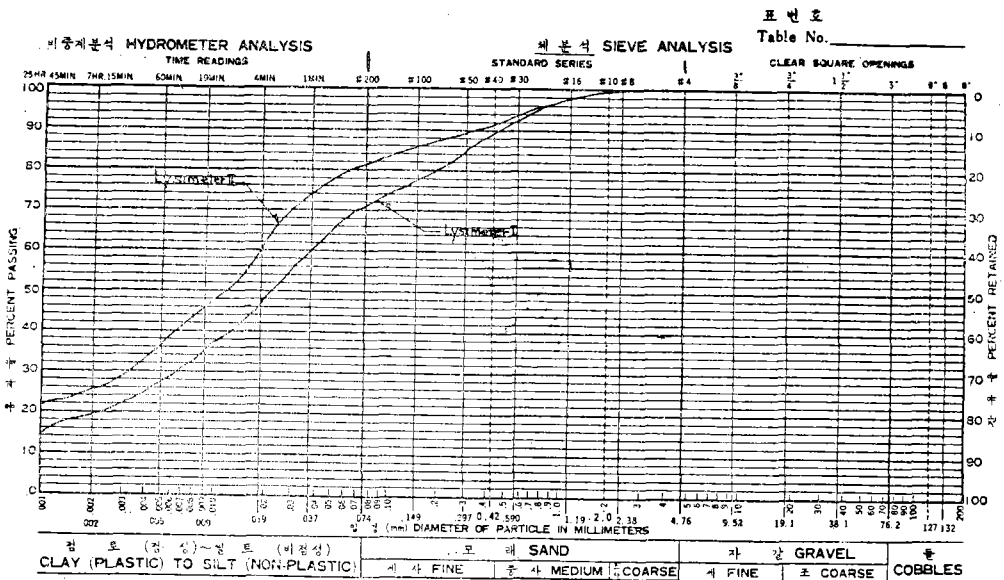


Fig. 3. Gradation Curve

意配置法으로 適正土壤水分을 調査分析하였다.

圃圈을 擇하여 年別, 季節別, 月別로 特性을 分析하였다.

2. 旱魃 調査

旱魃의 影響을 比較的 많이 받는 南部 몇몇 地方 中에서 長期 觀測資料가 있는 晉州 麗水, 光州, 木

從來에는 灌溉期인 6~8月을 주로 하여 水文分析 을 하였음에 比하여 本 研究에서는 田作物 栽培期 間에 重點을 두어 分析 하였다.

Table-3. Specification of Observation Stations

Station	Lat. (N)	Long. (E)	Gage Height	Ground Level	Observation Period
Jinju	35° 10'	128° 6'	0.3 ^m	25.0 ^m	60 years
Gwangju	35° 08'	126° 55'	0.2	70.9	38
Yeosu	34° 44'	127° 44'	0.2	67.0	35
Mokpo	34° 47'	126° 23'	0.2	53.0	73

3. 生育 및 收量 調査

Table-4. Characteristics of Red Pepper Plants

Treatment	Days to Flowering	Fruit Length	Weight of One Ripened Red Pepper	Flowering Date	Length of Plants	Drying Ratio	Yield of One Plant.	
							Wet Weight	Dry Weight
	day	cm	gr	month day	cm	%	gr	gr
75-1-1	105	8.1	8.5	7, 29	68	22.2	101.2	22.40
75-1-2	105	8.0	8.2	7, 28	65	20.8	114.2	23.75
75-1-3	105	8.1	8.6	7, 29	66	24.1	109.5	26.40
50-1-1	104	7.9	8.1	7, 27	63	33.9	92.5	31.30
50-1-2	104	7.8	6.4	7, 28	60	25.8	98.7	25.45
50-1-3	104	7.6	7.9	7, 28	59	27.9	82.5	23.00
25-1-1	106	7.1	6.5	7, 30	53	37.2	76.3	28.40
25-1-2	106	6.8	4.2	7, 31	54	35.7	79.5	28.40
25-1-3	106	6.4	2.9	7, 30	56	30.6	81.6	25.00
in Lysimeter	104	8.5	9.0	7, 28	72	19.2	127.2	24.40
out Lysimeter	106	7.4	8.4	7, 30	56	32.8	75.3	24.70

Table-5. Characteristics of Soybean Plants

Treatment	Sowing Date	Flowering Date	Maturing Date	Plant Height	Stem Diameter	Branch Numbers per Plants	Numbers of Plants	Pod Number	One Liter Grain Weight	100 Grain Weight
75-2-1	6, 28	8, 5	9, 27	49.3	5.0	4.0	6	24.0	892.30	29.8
75-2-2	6, 28	8, 5	9, 26	49.5	4.4	3.8	6	22.8	729.33	27.3
75-2-3	6, 28	8, 5	9, 25	49.2	4.5	4.0	4	16.0	892.00	23.4
50-2-1	6, 28	8, 4	9, 29	49.0	4.0	3.1	6	18.6	742.50	25.2
50-2-2	6, 28	8, 4	10, 10	41.7	3.5	3.3	4	13.2	840.00	24.8
50-2-3	6, 28	8, 4	9, 30	45.2	3.3	3.2	5	16.0	797.50	25.8
25-2-1	6, 28	8, 7	9, 27	45.0	3.2	2.9	5	14.5	806.00	22.3
25-2-2	6, 28	8, 7	9, 30	42.6	3.2	3.0	5	15.0	784.00	26.1
25-2-3	6, 28	8, 7	10, 40	42.5	3.5	3.0	4	12.0	770.00	26.0
in Lysimeter	6, 28	8, 3	10, 20	49.7	4.2	3.2	12	38.4	752.50	26.1
out Lysimeter	6, 28	8, 4	10, 30	48.6	3.9	3.0	36	108.0	656.00	24.8

75%水準이 많은 량이나 處理間에는 有意성을 보이지 않았다.

IV. 實驗結果 및 考察

1. 고추의 收量

고추의 收量은 表 5,6에 表示된 바와 같이 處理間 高度의 有意성이 있었으며 L.S.D.檢定の 結果 76%水準이 가장 收穫량이 많았고 50%와 25%의 水準間에는 有意差를 보이지 않았다.

Table-6. Yield Components of Red Pepper

Repli- cation	Soil Moisture			Remarks
	75%	50%	25%	
1	101.2 ^g	92.5 ^g	76.3 ^g	Lysimeter : 127.2
2	114.2	98.7	79.5	
3	109.5	82.5	81.6	
Total	324.9	273.7	237.4	
Mean	108.3	91.23	79.13	

Table-7. Analysis of Variance

Factors	DF	SS	MS	F
Total	8	1522.91		**
Treatment	2	1288.38	644.19	16.48 > 10.92
Error	6	234.53	39.09	= F _{0.01}

L.S.D 1) 75%T-50%T=17.0. > 12.51 (5%)

2) 75%T-25%T=29.17 > "

3) 50%T-25%T=12.10 < 12.51

2. 콩의 收量

콩의 收量에 있어서는 表 8,9에서 보는바와 같이

Table-8. Yield Components of Soy-bean

Repli- cation	Soil Moisture			Remark
	75%	50%	25%	
1	892.8	742.5	710.8	Lysimeter; 752.5
2	729.3	840.0	784.0	
3	892.0	797.5	770.0	
Total	2514.1	2380.0	2264.8	
Mean	838.03	793.33	754.93	

Table-9. Analysis of Variance

Factors	D.F	S.S	MS	F
Total	8	35911.7		1.219 < 5.14 = F _{0.01}
Treat	2	1037.8	5189	
Error	6	25533.7	4255.6	

3. 蒸發散量

本 調査期間中에는 降雨량이 例年에 比해 많은 것으로 나타났다. 고추는 表-10에서 보는 바와 같이 計器蒸發量이 558mm인데 比하여 蒸發散量은 471.1mm로서 86.9mm가 적었으며 콩은 蒸發散량이 342.8mm이고 計器蒸發量이 462mm이었다. 이것을 基準으로 하여 蒸發散係數를 計算하여 얻은 結果는 表-10의 K값이다.

또한 濕度와 日較差가 蒸發散에 미치는 影響을 分析한 結果는 表-11에서와 같이 高度의 有意성을 보였으며 標本數 40, 相關係數 R=0.609이었다.

Table-10. Meteorological Data and Consumptive Use of Water Expressed by 10-days Mean

Month	10 days	Rainfall	Humidity	Temper- ature	Evapora- tion	Evapotranspiration		K	
						Red Pepper	Soy Bean	Red Pepper	Soy Bean
5	F	1007	72	160	36				
	M	521	73	148	36	13.0		0.36	
	L	96	62	200	58	27.8		0.48	
6	F	171	85	202	31	18.0		0.58	
	M	82	82	224	38	26.6		0.70	
	L	1370	90	237	31	24.5	7.1	0.79	0.23
7	F	258	82	241	38	34.2	8.7	0.90	0.30
	M	378	81	234	34	34.0	16.7	1.00	0.49
	L	2124	88	266	46	47.4	28.1	1.03	0.61

8	F	184	84	268	46	49.7	35.9	1.08	0.78
	M	1001	84	267	34	38.4	29.9	1.13	0.88
	L	3590	81	243	33	34.3	32.3	1.04	0.98
9	F	696	84	212	33	31.7	36.3	0.96	1.10
	M	368	84	216	30	28.2	36.3	0.94	1.21
	L	60	74	199	34	32.0	36.4	0.94	1.07
10	F	35	77	164	36	31.3	34.6	0.87	0.96
	M	—	71	151	37	—	27.0	—	0.73
	·	—	73	138	30	—	13.5	—	0.45

이것을 數式으로 表示한 것은 (1) 式이다.

Table—11. Analysis of Variance Table for Regression Equation(1)

Source	D.F	SS	MS	F ratio
Total	39	53.489		
Regression	2	19.900	9.950	10.960**
Residual	37	33.589	0.907	> 5.23
Lack of fit	35	33.009	0.943	$F_{0.01}$
Matched X's error	2	0.58	0.290	

$$E_{pt} = 4.808 - 0.041H + 0.207\Delta T \dots \dots (1)$$

여기서

E_{pt} ; 澆水面 蒸發量(mm/day)

H; 濕度(%)

ΔT ; 日交差(°C)

한편 5cm, 15cm, 40cm深度로 調査된 土壤水分과 (濕度 및 日較差와의) 相關關係를 分析한 結果는 相關係數 $R=0.468$ 이였으며 分析結果는 表-12과 같으며 다음 式으로 計算할 수 있을 것이다.

$$E_{pt} = 3.433 - 0.364M_1 + 0.359M_2 - 0.055M_3 \dots (2)$$

여기서 E_{pt} ; 蒸發散量(mm/day)

M_1 ; 土壤水分計讀值(5cm깊이)

M_2 ; " (15cm깊이)

M_3 ; " (40cm깊이)

Table—12. Analysis of Variance Table for Regression Equation (2)

Source	D.F	SS	MS	F-Ratio
Total	39	53.489		
Regression	3	12.637	4.212	3.711
Residual	36	40.852	1.134	> 2.86
Lack of fit	34	39.746	1.169	$F_{0.05}$
Matched x's error	2	1.105	0.552	

4. 土壤水分

作物的 生育과 氣象要因의 變化가 土壤水分의 變化에 어떠한 影響을 미치는가를 알아보기 위하여

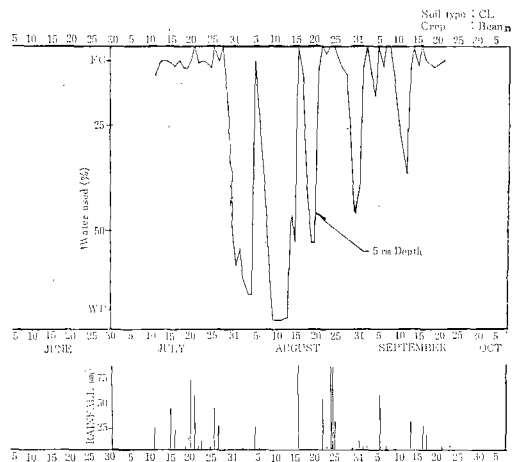


Fig. 4. Soil Moisture Observations for Soybean at 5cm Soil Depth.

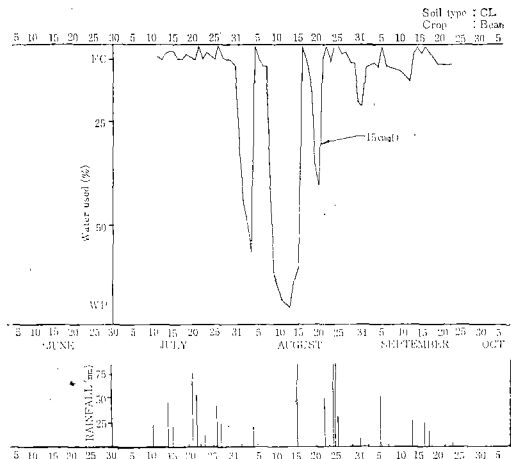


Fig. 5. Soil Moisture Observations for Soybean at 15cm Soil Depth

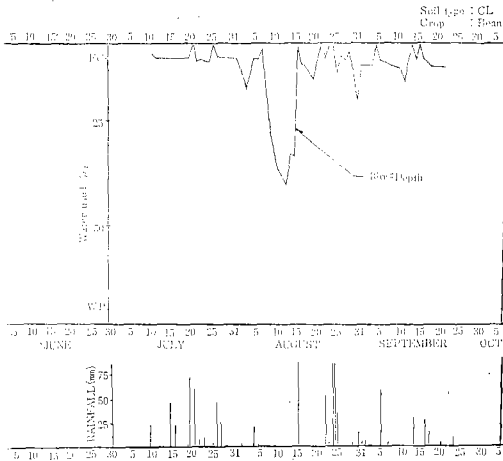


Fig. 6. Soil Moisture Observations for Soybean at 40cm Soil Depth

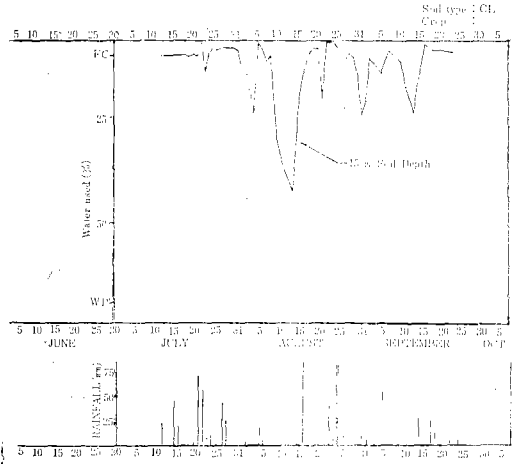


Fig. 8. Soil moisture observations for Red Pepper at 15cm Soil Depth

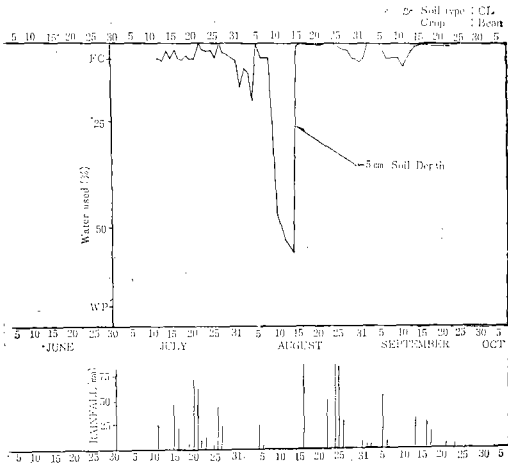


Fig. 7. Soil moisture observations for Red Pepper at 5cm Soil Depth

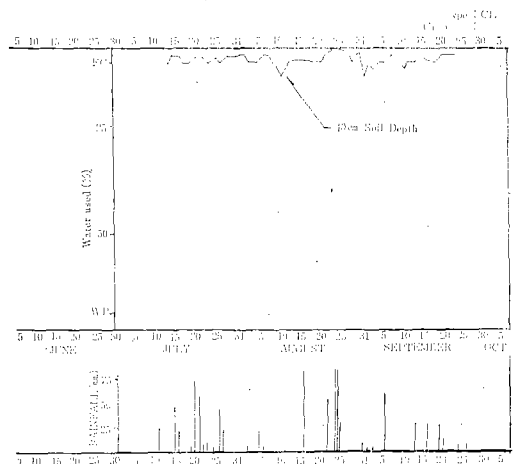


Fig. 9. Soil moisture observations for Red Pepper at 40cm Soil Depth

Table-13. Comparison of Probable Successive Dry Days by Season

Drought standard rainfall	Return Period in years	Gwangju				Yeosu				Mokpo				Jinju			
		Mar.-May	June-Aug	Sept.-Nov.	Dec.-Feb.	Mar.-May	June-Aug	Sept.-Nov.	Dec.-Feb.	Mar.-May	June-Aug	Sept.-Nov.	Dec.-Feb.	Mar.-May	June-Aug	Sept.-Nov.	Dec.-Feb.
<5mm	10	38	27	43	56	28	29	49	64	32	30	43	51	30	27	49	70
	25	47	32	52	67	34	35	58	76	38	35	51	61	34	32	59	84
	50	53	35	58	76	37	39	65	86	65	86	65	39	38	36	67	95
	100	59	39	65	85	41	43	72	95	47	42	64	76	42	40	78	107
	200	66	42	71	93	45	48	80	105	51	46	60	83	45	43	86	118
<10mm	10	51	31	51	83	36	37	58	79	15	37	60	75	36	31	57	70
	25	62	36	60	100	42	44	69	94	53	43	73	90	42	36	69	95
	50	71	40	67	113	47	50	77	105	60	48	83	101	47	41	77	107
	100	79	44	70	125	52	55	84	119	56	52	92	111	51	45	85	119
	200	88	47	80	138	57	60	92	126	72	57	102	122	55	50	93	132

5cm, 15cm, 40cm의 深度別로 地中溫度와 土壤水分을 測定하였다. 그림 4~9에서 나타난 바와같이 5cm 表層에서는 5일이면 萎凋點에 達하나 15cm 깊이에서는 9일만에 나타나고 40cm깊이에서는 50% 以上의 水分을 維持하고 있음을 볼때, 40cm以下에서는 外氣에 큰 影響을 直接的으로 받지않고 作物生育에 따라 影響을 받고 있는 것을 알 수 있었다.

5. 旱魃日數

晉州, 麗水, 光州, 木浦地域에서 年別, 季節別, 月別로 移動平均法에 依하여 最大連續旱魃日數를 算出하였으며 이 資料를 가지고 分析方法이 比較的 容易한 Gumbel-Chow法으로 確率連續旱魃日數를 計算하였다. 再歸年限別로 求하여진 確率連續旱魃日數는 表-13과 같다.

旱魃이 가장 甚한 季節은 各 地域 共히 12~2月이며, 9~11月이 다음이고, 3~5月, 6~8月의 順으로 나타났다. 月別로는 1月, 12月, 2月, 11月, 10月, 3月의 順이었다.

V. 摘 要

食糧의 自給 自足이 安保의 次元에서 重要視되고 田作物에 對한 需要가 急增하고 있는 現實을 勘案할 때 生産性의 提高는 必要 不可缺한 課題인 것이다.

따라서 政府에서는 充分한 收量確保를 爲하여 田 地灌溉計劃을 積極化하여 發展的으로 推進하고 있으나 必要水量算定에 設計基準의 될만한 資料가 不足한 實情이다.

本 研究에서는 高추, 콩에 對한 消費水量을 決定하고 旱魃이 甚한 몇 개의 地域을 擇하여 旱魃의 分布特性을 調査하며 作物生育期間中 土壤水分의 變化와 氣象要素와의 相關을 分析하여 合理的인 計劃用水量 算定에 基準을 주고자 遂行하였다. 本 實驗을 通하여 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 高추는 土壤水分含量을 75%, 50%, 25%의 3 個水準에서 栽培한 結果를 볼 때 75%의 水準에서 가장 收量이 좋았으며 處理間 高度의 有意성을 보였다. 生育期間中에 消費水量은 471.1mm이었으며 同期間의 蒸發計蒸發量 보다는 86.9mm가 적었다.

2. 콩은 75%의 水準에서 좋았으나 處理間 有意성은 없었다. 栽培期間中 消費水量은 342.8mm로서 計器蒸發量보다 119.2mm가 적었다.

3. 蒸發散係數(K)와 栽培期間中의 氣象資料는 表-10과 같다.

4. 現地에서 손쉽게 求할 수 있는 濕度와 日較差만을 가지고 消費水量과 相關을 求한 結果는 表-11이며 高度의 有意성을 보였으며 다음 式으로 表示된다.

$$E_{pt} = 4.808 - 0.041H + 0.2074T$$

여기서

E_{pt} : 消費水量(mm/day)

H : 濕度(%)

$4T$: 日交(°C)

5. 高추와 콩의 生育期間中 5cm, 15cm, 40cm의 深度에서 土壤水分의 變化曲線은 그림 4, 5, 6, 7, 8, 9와 같으며 消費水量을 決定하기 爲하여 土壤水分과의 相關을 求하여 본 結果는 表-12와 같으며 다음 式으로 計算할 수 있다.

$$E_{pt} = 3.433 - 0.364M_1 + 0.359M_2 - 0.55M_3$$

여기서

E_{pt} : 消費水量(mm/day)

M_1 : 土壤水分計讀值(5cm深度)

M_2 : " (10cm ")

M_3 : " (40cm深度)

6. 確率連續旱魃日數를 Gumbel-Chow法을 導入하여 分析한 結果는 表-13과 같다.

7. 1年次의 研究資料로서 結論을 맺는 것은 無理한 일이라고 思料되며 계속 實驗되고 補充되어야 할 것으로 生覺된다.

參 考 文 獻

1. Blaney, H.F. & K.V. Morin, (1942), Evaporation and Consumptive Use of Water Empirical Formulae, Trans. Amer. Geophy. Union, pp.76~83.
2. Bond, J.J. & W.O. Willis, (1970), Soil Water Evaporation: First Stage Drying as Influenced by Surface Residue and Evaporation Potential.
3. Christiansen, J.E., (1968), Pan Evapotranspiration from Climatic Data, J. of Irri. & Drain. Div., Proc. of ASCE. IR2, pp. 243~265.
4. 정두호, 김현철, (1971), 오차도 그라스와 라다 노크로바와 혼파 재배에 따른 용수량 및 관개 효과시험, 농공이용연구소, 농공-농토-1, pp. 21~30.
5. —, —, (1972), 당근 배추용수량 시험, 농공이용연구소, 농공-농토-2, pp.135~161.

6. —, 권순국, (1973), 팔기 용수량 시험, 농공이용연구소, 농공-농토-3, pp.58~63.
7. —, —, (1972~75), 통일벼 용수량 시험, 농공이용연구소, 농공-농토-3, pp.2~5.
8. Flinn T.C., (1972), The Simulation of Crop Irrigation Systems.
9. Hall, W.A. & W.S. Butcher, (1968), Optimal Timing of Irrigation, J. of Irri. & Drain. Div., Proc. of ASCE., IR2, pp. 267~275.
10. 한옥동, 김현철, (1970), 목초 용수량 시험, 시험연구보고서, 농공이용연구소, pp.13~34.
11. —, —, (1971), 오이용수량시험, 시험연구보고서, pp.31~61.
12. Jensen, M.E., (1966), Empirical Methods or Predicting Evapotranspiration Using Radiation, Conf. Proc., ASAE., pp.49~53.
13. —, Water Consumption by Agricultural Plants, pp.1~22.
14. —, J.L. Wright, & B.J. Pratt, (1971), Estimating Soil Moisture Depletion from Climate, Crop, and Soil Data, Trans. ASAE. 14(5) pp. 954~959.
15. 嶋田福也 外, (1973), 畑作物かんがい合理化に關する研究, 東海近畿農業試驗研究, 報告 第25號, pp.1~12.
16. 金哲會, 高在君, (1977) 土壤水分含量豫測 및 計劃灌溉模擬模型 開發에 關한 研究(II). 韓國農工學會誌, 19(2):25-34.
17. 金哲會, 高在君, (1977) 土壤水含量豫測 및 計劃灌溉模擬模型 開發에 關한 研究(I). 韓國農工學會誌, 19(1):1-17.
18. 권순국, 정두호, (1975), 맥류용수량 시험, 농공이용연구소, 농공-농토-4, pp.105~128.
19. 李根厚, 金哲會, (1975), 晋州地方 降雨 記錄 年限의 長短이 確率推定에 미치는 影響에 關한 研究, 慶尙大學 論文集, 14:212~224.
20. Linacre, E.T., (1967), Climate and Evaporation from Crops, J. of Irri. & Drain. Div., Proc. ASCE., IR4, pp.61~79.
21. 農林部, (1972), 農業用水開發 必要水量基準, pp. 4~13.
22. Penman, H.L., (1948), Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. pp.120~245.
23. —, (1960), A Practical Method of Determining Evapotranspiration from Temperature and Rainfall, Trans. of ASAE. Vol. No. pp.77~81.
24. 식물환경 연구소, (1967), 농사시험 연구보고, 제10집, 3권 pp.1~7.