

各種土性別 經濟的用水量 決定試驗

Experiment for Various Soils on Economic Duty of Water in Paddy Fields

黃 垠

Hwang, Eun

Summary

In Korea, the duty of water in paddy fields was measured at the Agricultural Experimental Station in Suwon about 60 years ago.

After that time some testing has been made in several places, but the key points in its experiment were the water depth of evapo-transpiration. Improved breeds, progress in cultivation and management techniques as well as development of measuring apparatus in recent years have necessitated the review of the duty of water in paddy fields. The necessity of reviewing the conventional methods has become even more important, as no source of information has been made available through survey of water utilization on a soil use basis which requires data on peculiar features of the water depth of evapo-transpiration. For example, the duty of water in paddy field is largely affected by the water depth of evapo-transpiration in connection with the wetted paddy field, whereas in connection with the normal paddy fields without this characteristic the vertical percolation become the predominant factor in measuring the decreasing depth of water. Therefore, it becomes important that not only the water depth of evapotranspiration but also the vertical percolation process should also be observed in order to arrive at a realistic conclusion.

As the vertical percolation has a close relationship to the height of the underground water, the change of the latter can be measured. As the conclusion of this experiment, the following subjects are indicated.

1. In order to determine the economic duty of water in paddy fields on a basis of varying soil features,

the varying soil features in the benefited area should be investigated thoroughly.

The water depths of evapo-transpiration (ET) ratio to evaporation in the evaporator (V) on a basis of the varying soil features are as follows:

clay loam $ET/V=1.11$, loam $ET/V=1.64$,
sandy loam $ET/V=1.63$

2. The decreasing depth of water consists of the water depth of evapotranspiration, the vertical percolation and the percolation of foot path. Among these three, the percolation of foot path can be utilized again.

3. As the result of this experiment, it shows the decreasing depth of water as follows.

clay loam 9.3 mm/day, loam 13.5mm/day, sandy loam 15.3mm/day

4. On a basis of the varying soil features and the height of the underground water, the vertical percolation varies.

5. The change of the vertical percolation on a basis of the varying soil features shows as follows:

clay loam 1~2 mm/day, loam 2~3 mm/day, sandy loam 3~4mm/day

6. The level of the underground water changes sensibly by priority of clay loam, loam, sandy loam. When it rains, the level of the underground water rises fast and falls down slowly.

7. The level of the underground water changes within the scope of 25cm.

8. The transpiration ratio is given in table 8 and their value are as follows:

clay loam 168.8, loam 255.6, sandy loam 272.5

目 次

- I 緒 言
- II 試驗區選定
- III 土性檢定
- IV 試驗區設置
 - (1) 野外圃場設置
 - (2) Floating Lysimeter 設置
- VI 用水量的 消費機構
 - (1) 葉水面蒸發量
 - (2) 浸透量
 - (3) 降下浸透量の 測定과 實態
 - (4) 눈두렁 浸透量の 測定과 實態
 - (5) 減水深測定
 - (6) 地下水位測定
- VI 結 言
- VII 摘 要
- VIII 參考文獻

I 緒 言

地球上의 平均降雨量은 約 840mm 인데 우리나라의 平均年雨量은 約 1,165mm 로 降雨의 惠澤을 比較的 받고있다고 말할 수 있다. 그러나 灌溉期間의 降雨分布는 고르지 못하다. 特히 移秧時期인 6月의 降雨은 우리나라 米穀生産量을 左右하는 因子로 아직 健在하고 있다. 이를 克服하기 위하여 水資源開發에 힘을 기우리고 있다. 우리나라 水資源의 消費機構를 보면 表 1과 같다.

表一. 水資源消費機構 (建設部)

水資源總量	1,100億ton	
蒸發散量	400 "	36.4%
總流出量	700 "	63.6%
洪水時流出量	470 "	67.0%
平常時流出量	230 "	33.0%
河川水利用量	51.2 "	7.3%

表一에서 보는바와 같이 河川水利用量이 約51.2億ton으로 나머지 約 650億ton은 헛되이 바다로 보내고 있다. 그 利用率은 外國에 比하여 몹시 떨어지는데 앞으로 물 需要는 10年後에 140億ton, 20年後에 240億ton으로 늘것을 推算하고 있으니 全天候農業用水源開發에 발마추어 그 利用率을 20%以上으로 높혀서 平素는 農土를 거쳐 물이 흐르도록 하고 洪水 때만 河川으로 물이 흐르도록 할것이다. 社會가 進歩하는데 따라 水資源의 需要는 이와 같이 늘어나

나 새로운 水資源開發은 反對로 점점 어려워져가고 있다. 따라서 今後의 用水量 增加에 對해서는 畚自體의 물利用을 合理化하모로서 그 增加量을 감당할 必要性을 느끼게 되었다.

食糧生産의 至上命題인 全天候農業開發은 農業用水의 確保와 그것의 經濟的인 消費가 優先한다 用水源을 確保하여 灌溉施設을 計劃하는 基本要因은 經濟的用水量 決定에 있다. 이는 用水源의 確保, 灌溉規模, 工事費, 營農上 管理等 모든 事項과 綿密한 關聯을 맺고 있다. 然이나 韓國에서 畚用水量을 다룬 일은 1908년부터 1915년에 걸쳐 日人 草野, 福田, 飯島諸氏가 勸農模範場에서 試驗한 것을 爲始하여 1933년부터 1936년까지 農事試驗場 南鮮支場에서 試驗한것과 1962년부터 1964년까지 忠南大學校 農科大學에서 閔丙燮教授가 試驗한것, 1965년에 農村振興廳 農工利用研究所, 1967년에 土聯 農業土木研究所에서 各各 試驗한것 등 여러가지가 있으나 前記 2者는 이미 時代의 흐름과 더불어 水稻品種, 收量, 栽培方式등이 달라지는데 따라 必然的으로 再檢討되어야 하겠으며 특히 葉水面蒸發量은 氣象條件外에 水稻의 生理的作用에도 크게 영향을 받는 것이므로 水稻의 移秧 活着後 一定期間으로 生育過程에 따라 生育期를 區分하는 것이 栽培時期의 移動에 대한 適應性이 있을뿐 아니라 水稻의 生理上 合理的인 것으로 思料한다. 아울러 土性別 Data가 없는데 이機會에 이를 補充하고자 한다. 도리켜 보건대 用水量計算이 舊態依然한 用水理論을 踏襲하고 있을뿐 아니라 過去 몇몇 實測記錄이 있으나 모두 短篇的인 觀測에 不過하고 綜合的인 것이 이루어지지 못하였다. 本試驗에서는 우리나라 畚의 代表的인 土性이라 할 수 있는 砂壤土, 壤土, 埴壤土를 選定하여 各己 合理的이고 經濟的인 畚用水量을 試驗하여 灌溉施設 設計의 指針을 얻으며 營農上의 灌溉效率 向上과 生育期別 必要水量의 科學的인 分析으로 農業用水의 高度利用을 꾀하고자 한다.

II 試驗區選定

우리나라의 中部地方으로 各 土性을 고루 갖추고 있는 土地改良組合을 物色하였든바 京畿道 高陽土地改良組合을 選定하게 되었다. 더우기 本研究를 遂行하는데 있어서 李光燾 組合長님의 깊은 配慮와 關係職員의 아낌없는 協助로 本試驗을 無難히 遂行할 수 있었음을 깊이 感謝드리는 바입니다.

이 組合은 그림 1, 그림 2에서 보는 바와 같이 京畿道の 西北으로 陵谷과 一山을 中心으로 南쪽에 길게 뻗어 있는 3,734.02町步의 平坦한 平野로



그림 1. 試驗區 位置

이곳은 漢江下流에 位置하며 蒙利區域은 高陽郡 全行政面積의 半以上을 차지하고 있다. 1932년에 治水事業으로 起工하여 1940年 3월에 高陽灌溉組合을 創設한 以後 3次的 擴張工事を 이룩하여 今日에 이르고 있다.

畚用水量은 氣象狀態, 品種, 土性, 地下水의 高低등을 一次的 要因으로 變하는 것으로 알고 있다. 지금까지 氣象狀態나 品種에 따른 試驗은 몇가지 볼 수 있으나 土性別로 試驗한 것이 없어 이를 中心으로 地下水의 變動, 浸透量의 趨移 등 綜合的인 減水深을 究明코자 一般的으로 畚의 土性を 代表하는 砂壤土區, 壤土區, 植壤土區를 高陽土地改良組合管內에서 각각 2區씩 都合 6個區를 選定하여 이곳에 株間葉水面蒸發計, 株間水面蒸發計, N型 減水深測定器, 地下水位測定器 등을 設置하고 各土性區마다 한쪽 試驗畚에는 vinyl을 둘러 畦畔浸透가 없도록 하였다. 그리고 簡易雨量計와 溫度計, 蒸發計등을 設

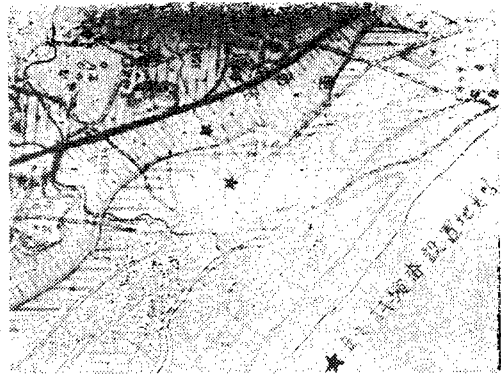


그림 2 試驗區 位置(擴大圖)

置하여 一般氣象觀測을 하므로서 諸般觀測을 뒷받침 하도록 하였다. 한편 本大學內에 鐵製 Floating Lysimeter를 6區 設置하여 各已 土性別로 2區씩 試驗畚의 耕土를 크기 1m×1m×0.8m를 採取 運搬하여 對比試驗이 되도록 하였으며 一般氣象觀測을 하도록 器具를 設置하였다.

위에서 말한 各種計量器를 後述하는 方法에 따라 設置하고 이들에 各各 供試品인 벼 (品種 白金, 中生種)를 中部地方의 移秧適期인 6月 10日 (勸農日)에 심었다. 그리하여 對比試驗에 依하여 生育期別 (活着期, 生長期, 分蘖期, 幼穗形成期, 穗孕期, 出穗開花期, 糊熟期, 成熟期) 물管理와 消費量을 測定하여 물管理에 따른 用水量을 決定하고 風乾物生産量을 調査하여 合理的인 畚用水量을 얻고자 한다.

Ⅲ 土性檢定

上記 3地區의 土性檢定을 하였든바 表-2를 얻었다.

表-2 土 性 檢 定

土壤系	土壤統	土壤區名	Gravel >2 mm	VCS 2~1	CS 0.5	MS 0.25	FS 0.25~ 0.10	VFS 0.10~ 0.05	SiH 0.05~ 0.002	Clay <0.002	土地所在地	耕作者
西江設系	華城統	一 山 植 壤 土 區	1.3%	0.6	0.7	1.2	1.6	3.2	40.3	52.4%	高陽·知道·大壯	김계환
鹹水系	河海水成統	高村壤土區	10.9%	4.6	7.5	8.7	7.3	5.0	44.3	22.6%	" " 土堂	전현숙
"	"	松浦砂壤土區	1.0%	0.3	0.7	2.9	9.7	8.4	66.7	11.3%	" " 698-5	임춘도

Ⅳ 試驗區設置

(1) 野外圃場設置

高陽土地改良組合 管內에서 選定한 上記 3種 土性別 試驗區를 5m×4m 크기로 3區씩 計 6區를 造成하여 各種 試驗器具를 運搬設置하였다. 그 設計圖를보 이면 그림 3과 같다.

植壤土區는 土色이 黃色으로 准長石의 殘積土로 約 70cm 아래에서 風化된 岩盤이 採取되었으며 用水幹線에 沿하여 있어 물 管理가 便利한 곳이다.

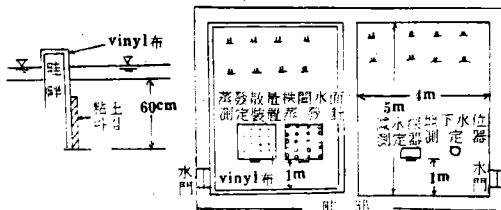


그림 3 試驗器具配置圖

壤土區는 土色이 淡黑色으로 高陽土組가 創設되기 前까지는 갯벌로 버려두었던 곳으로 1m 以上 掘鑿하여도 갯흙만 나왔다. 用水支線이 가까이 있어 물管理에 不便을 느끼지 않았다. 砂壤土區는 土色이 淡灰色으로 砂質이며 過去에 漢江 河口의 갯벌로 버려졌던 곳인 만큼 1m 以上 掘鑿하여도 土層에 變化가 없으며 이 以上 파면 모래자갈이 나온다. 農道에 沿하여 用水支線이 있어 물管理는 便利하나 논두렁이 管理中 3回可量 補修하였다. 이들 試驗區

表-3 栽培概要

項目	時日	備考			
播種	4月25日	保溫折衷못자리			
移秧	6月10日	勸農日, 品種, 白金(中生種)			
基肥 (10a 當)	6月10日	堆肥	窒素	磷酸	加里
		750 kg	8 kg	6 kg	6 kg
追肥	6月25日	3 kg	2 kg	2 kg	
中耕 除草	第1回	6月15日			
	第2回	7月15日			
	第3回	7月25日			
農藥 撒布	7月22日	二化螟虫 稻熱病發生으로 Sumithion, Bla's 1,000倍液撒布			
出穂開花	8月19日	出穂最盛日			
落水	9月11日				
刈取	10月5日				
脫穀調製	10月14日				

에 表-3과 같이 基肥를 施用하여 6月 10日에 벼(品種, 白金, 中生種)를 1株3本씩 21cm×24cm 植으로 移秧完了한 全景을 들면 그림 4, 그림 5, 그림 6과



그림 4 壤土區移秧光景

같이 9月 10日에 落水한 다음 稔實光景을 들면 그림 7, 그림 8, 그림 9와 같다. 本試驗을 遂行중 一般栽培法에 準한 栽培概要를 揭示하면 表-3과 같다.

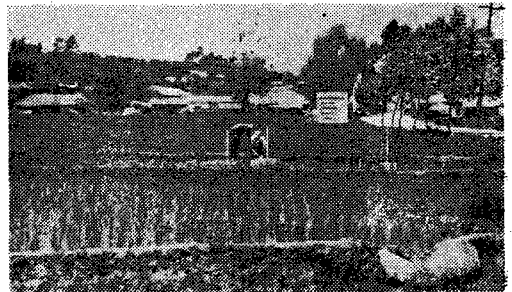


그림 5 壤土區 移秧光景

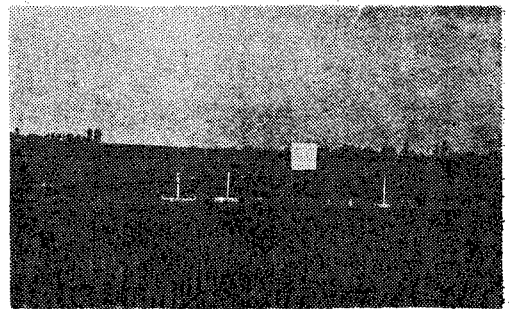


그림 6 砂壤土區 移秧光景

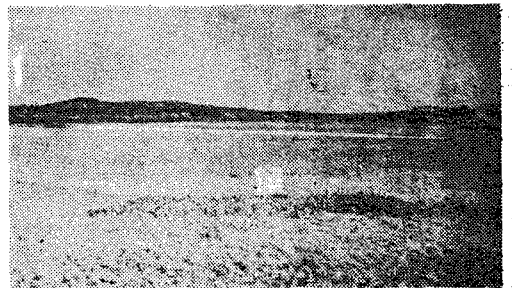


그림 7 壤土區 稔實光景



그림 8 壤土區 稔實光景

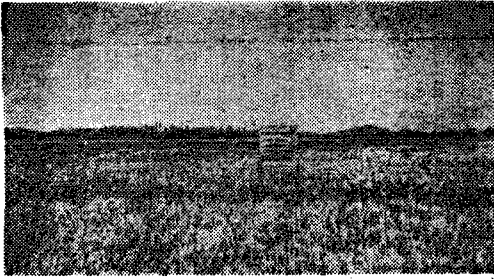


그림 9 砂壤土區 稔實光景

그리고 栽培期間중 一般氣象觀測은 計器를 高陽 土地改良組合 櫛內에 設置하여 每日 午前 10時에

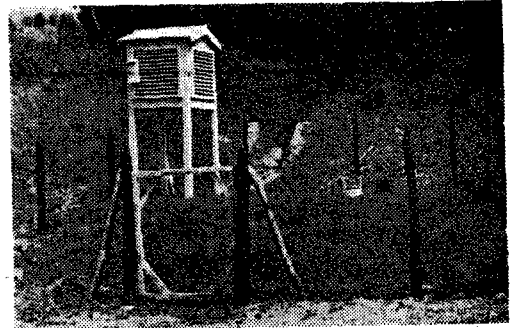


그림 10 氣象觀測所(高陽土組)

觀測하도록 하였다. 氣象觀測設備은 그림 10과 같으며 여기서 얻은 氣象表는 表-4와 같다.

表-4 灌溉期間의 氣象表

生育期別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
平均氣溫 (C°)	22.6	25.3	24.3	24.6	26.8	27.1	25.6	25.1	23.9	20.6	245.9
蒸發量(mm/day)	50.6	3.28	5.08	3.82	2.38	4.41	5.04	2.73	4.09	3.99	39.88
降水量(mm)	23.8	1.5	85.6	53.7	220.4	0.7	66.1	168.0	154.5	69.5	843.8
降水日數	2	1	4	4	7	3	5	5	2	4	37

※ 生育期別 數字는 表-5 參照

觀測期間인 移秧日(6月 10日)부터 落水日(9月 10日)까지의 氣象概況은 平年과 大差없었으며 蒸發量은 365.3 mm로 日平均 3.97 mm/day이고, 降水量은 843.8 mm로 比較的 降雨의 惠澤을 받은 해로 記錄되는데 특히 降水日數가 觀測日數 92日중 37日로 40%를 차지하여 호린날이 많아 7月과 8月의 平均氣溫이 그다지 높이지 못하였다.

(2) Floating Lysimeter 設置

한편 野外試驗의 信憑性을 높이고 葉水面蒸發量의 精密한 測定을 하기 위하여 前記 3土性別 試料를 高陽土組管內 試驗畝에서 各各 1m×1m×0.8 m 크기를 層別로 2個씩 計 6個를 採取 運搬하여 本大學 實習農場에 設置한 Floating Lysimeter 에 넣어 2週日間 灌水과 排水를 反覆하면서 放置하여 두었다가 土壤이 原狀態로 還元하는 것을 기다려 6月 10日에 2區의 計 6區에 벼(品種, 白金)를 移秧하고 小型 畚水面蒸發計를 3組 設置하였다. 消耗水量測定은 各 Lysimeter 에 裝置한 簡易擴大水位計에 依하고 Hook gauge 로 再檢하는 方式을 취하였다. 그리하여 이곳에서 얻은 葉面蒸發量, 水面蒸發量, 葉水面蒸發量 및 그 收量은 野外圃場值에 加算하여 그 平均值를 취하기로 하였다. 設計圖面과 實驗裝置全景을 들면 그림 11, 그림 12와 같으며 秋收前에 稔實光景을 들면 그림 13과 같다. (栽培途中 물탱크漏水로 3畝는 失敗하였다.) 氣象觀測은 그 옆에 別途로 그림 14와 같이 設置하여 每日 午前 10時에 觀測하였다.

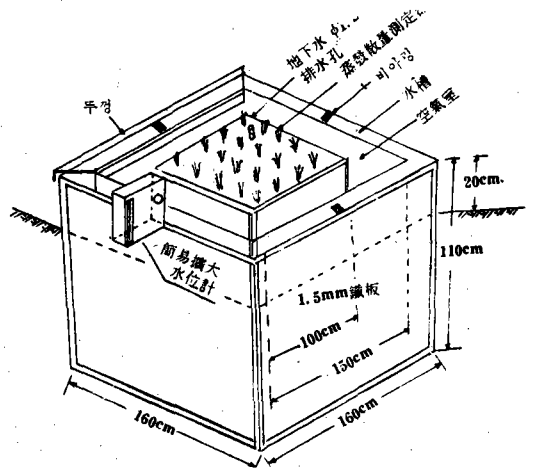


그림 11 Floating Lysimeter 立面圖

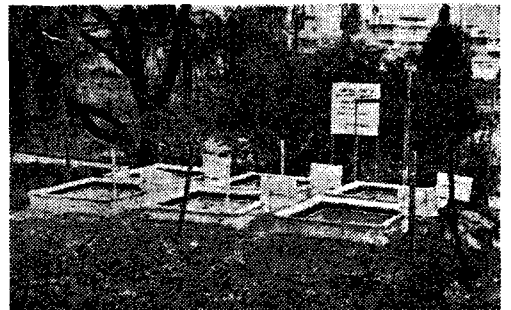


그림 12 Floating Lysimeter 設置光景

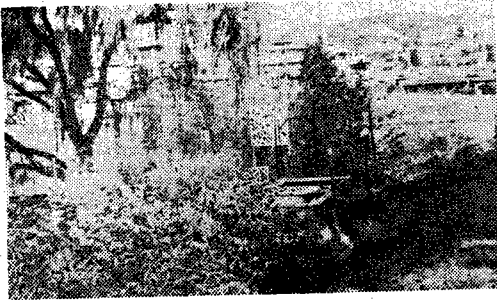


그림 13 Floating Lysimeter 内の 稔實光景

◎ Floating Lysimeter 設計

Floating Lysimeter 는 可及的 自然에 가까운 狀態에서 葉水面蒸發量을 簡單히 그리고 精確히 測定하기 위하여 3重의 鐵製물탱크를 만들어 中間은 空氣室로 하여 물에 띄워서 水稻를 栽培하는데 밑面에 20cm 정도의 흙은자갈層을 두어 浸透水가 降下하도록 하여 이를 모아 tank 의 모서리에 設置한 1 inch pipe 를 通해서 簡易 pump 로 퍼 올려 排水하도록 設計된 것으로 물탱크側面에 浮子를 設置하고 浮子를 簡易水位計를 連結하여 葉水面蒸發에 따른 減水深이 생기면 簡易水位計의 上下移動으로 表示하도록 하였다. 土壤탱크가 물탱크속에서 뜨기 위한 關係式은 다음과 같다.

$$B = W_1 + W_2 + W_3$$

$$B : \text{浮力} = (H_1 - h_3) \times R_1$$

W_1 : 물로 飽和되었을 때 土壤 및 礫의 重量

$$= (Sa_1 \times h_1 \times R_1^2) + (Sa_2 \times h_2 \times R_2^2) = 1,605,065 \text{kg}$$

Sa_1 : 물로 飽和되었을 때의 土壤 假比重(1.63)

Sa_2 : 물로 飽和되었을 때의 礫의 假比重(2.22)

W_2 : 浮遊 Tank 材料의 重量

$$= (4H_1R_1 + 4H_2R_2 + R_3^2) \times d \times Sr = 135.8 \text{kg}$$

d : 材料의 두께 (1.5mm)

Sr : 材料의 比重(7.8)

W_3 : 空氣室 카바, 調整用 Balance, 其他

土壤 Tank 속에 設置한 計測器의 全重量 (58.13kg)

數式과 같은 狀態로 만들기 是 어려우므로 B 가 $W_1 + W_2 + W_3$ 보다 若干 크게 만들어 水中에 띄워서 空氣室에 錘를 넣어 適當한 h_3 가 되게 調整하는 것이 簡單하다. 그리고 tank 側面에는 바람에 依한 傾斜를 막기 위하여 tank 側面에 로우러를 달고 水槽內의 水面蒸發을 抑制하여 誤差를 없애기 위하여 流動 parapine 을 띄워 둔다. 自然狀態인 土壤의 假比重을 1.0 으로 하여 여기서 擘한 設計斷面値는 다



그림 14 氣象觀測所(圖場畝)

음과 같다.

$h_1=90\text{cm}$	$h_2=12\text{cm}$	$h_3=7.2\text{cm}$
$d=1.5\text{mm}$	$H_1=100\text{cm}$	$H_2=110\text{cm}$
$R_1=100\text{cm}$	$R_2=150\text{cm}$	$R_3=160\text{cm}$

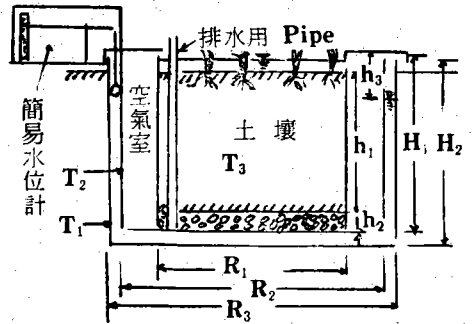


그림 15 Floating Lysimeter 斷面圖

V 用水量의 消費機構

畚用水量은 株間水面蒸發量, 葉面蒸發量, 降下浸透量, 두렁浸透量의 4가지로 構成되는 純用水量과 畚레用水量으로 2大別된다. 畚레用水量은 다음 機會에 研究코자 한다.

먼저 土性別에 依한 生育期別 各種 觀測値를 整理하여 이를 旬別, 日平均値 및 이들이 차지하는 百分率을 들면 表-5, 表-6, 表-7과 같다.

이들을 觀察하면 栽培期間中 比較的 降雨가 고르게 왔거니와 특히 分藥後期와 出穗開花期에는 降雨量과 降雨日數가 많아 蒸發計蒸發量이 적었다. 表-6에서 보는 바와 같이 어느 土性이고 처음 活着期에 葉面蒸發量을 除外하고 모두 最高値를 나타내고 있는데 처음에 畚레질, 測定器埋設, 灌水初期의 土壤孔隙과 閉鎖浸透形成過程중 土壤狀態의 不安定에서 오는 誤差가 過大히 參加하지 않았나 疑心되기도 하나 矯正할 方法이 없어 그대로 記載하였다. 全般的인 概況을 살펴보면 葉面蒸發量과 水面蒸發量은 反對的인 現象이 있으므로 葉水面蒸發量은 穗孕期나 出穗開花期를 頂點으로 凸形을 이루면서 分布

表-5

生育期別各種觀測值

※ 極大値は取捨計

單位 mm

番 號	生 育 期	月 日	蒸發計			植 壤 土 區			壤 土 區			砂 壤 土 區									
			蒸 發 量	蒸 發 量	蒸 發 量	株 面 蒸 發 量	間 面 蒸 發 量	降 透 量	下 透 量	畦 深 減 水 量	株 面 蒸 發 量	間 面 蒸 發 量	降 透 量	下 透 量	畦 深 減 水 量						
1	活 苐 期	6/11~6/15	25.3	0.9	29.7	30.6	17.8	15.8	64.2	5.4	34.9	40.3	22.5	25.8	88.6	6.3	38.6	44.9	24.9	29.5	99.3
2	生 育 初 期	6/16~6/25	32.8	7.7	25.3	33.0	23.1	10.4	66.5	13.4	34.2	47.6	26.8	20.8	95.2	12.4	36.8	49.2	36.6	24.3	110.1
3	分 葉 初 期	6/26~7/5	50.8	19.5	27.1	46.6	23.8	35.6	106.0	29.1	35.2	64.3	32.3	47.3	143.9	28.3	45.9	74.2	39.8	62.7	176.7
4	" 中 期	7/6~7/15	38.2	24.1	12.1	36.2	15.7	25.7	77.6	38.2	21.9	60.1	26.6	35.2	121.9	36.6	20.2	56.8	36.4	42.6	135.8
5	" 後 期	7/16~7/25	23.8	24.5	8.9	33.4	10.9	16.5	60.8	48.7	12.8	61.5	25.0	29.3	115.8	46.9	14.5	61.4	28.9	35.2	125.5
6	幼 穗 形 成 期	7/26~8/4	44.1	38.4	11.1	49.5	16.9	22.6	89.0	60.2	13.1	73.3	20.3	32.1	125.7	58.9	10.9	69.8	25.3	40.8	135.5
7	穗 孕 期	8/5~8/14	50.4	47.3	12.3	59.6	22.7	25.9	108.2	56.8	18.2	75.0	22.9	38.4	136.3	55.6	18.9	74.5	29.9	47.3	151.7
8	出 穗 開 花 期	8/15~8/21	19.1	19.6	6.4	26.0	19.1	27.5	72.6	45.0	11.5	56.5	17.0	42.2	115.7	42.9	9.7	52.6	25.6	57.1	135.3
9	糊 熟 期	8/22~8/31	40.9	33.6	9.1	42.7	15.3	37.8	95.8	46.3	13.1	59.4	20.4	56.8	136.6	43.7	12.3	56.0	22.8	68.6	147.4
10	成 熟 期	9/1~9/10	39.9	39.0	9.5	48.5	12.4	33.1	94.0	44.5	16.6	61.1	22.0	52.8	135.9	38.4	19.9	58.3	28.5	62.7	149.5
計			365.3	254.6	151.5	406.1	177.7	250.9	834.7	387.6	211.5	599.1	235.8	380.7	1215.6	370.0	227.7	597.7	298.7	470.8	1367.2
日 平 均			3.97	2.77	1.65	4.41	1.93	2.73	9.07	4.21	2.30	6.51	2.56	4.14	13.21	4.02	2.48	6.50	3.25	5.12	14.86

表-6 生育期別日平均値

番號	壇 壤 土 區						壤 土 區						砂 壤 土 區					
	T	We	ET	Pv	Ps	D	T	We	ET	Pv	Ps	D	T	We	ET	Pv	Ps	D
1	0.18	5.94	6.12	3.56	3.16	12.84	1.08	6.98	8.06	4.50	5.16	17.72	1.26	7.72	8.98	4.98	5.90	19.86
2	0.77	2.53	3.30	2.31	1.04	6.65	1.34	3.42	4.76	2.68	2.08	9.52	1.24	3.68	4.92	3.66	2.43	11.01
3	1.95	2.71	4.66	2.38	3.56	10.60	2.91	3.52	6.43	3.23	4.73	14.39	2.83	4.59	7.42	3.98	6.27	17.67
4	3.82	1.21	3.62	1.57	2.57	7.76	3.82	2.19	6.01	2.66	3.52	12.19	3.66	2.02	5.68	3.64	4.26	13.58
5	2.38	0.89	3.34	1.09	1.65	6.08	4.87	1.28	6.15	2.50	2.93	11.58	4.69	1.45	6.14	2.89	3.52	12.55
6	3.84	1.11	4.95	1.69	2.26	8.90	6.02	1.31	7.33	2.03	3.21	12.57	5.89	1.09	6.98	2.53	4.08	13.59
7	5.04	1.23	5.96	2.27	2.59	10.82	5.68	1.82	7.50	2.29	3.84	13.63	5.56	1.89	7.45	2.99	4.73	15.17
8	2.73	0.91	3.71	2.73	3.93	10.37	6.43	1.64	8.07	2.43	6.03	16.53	6.13	1.39	7.51	3.63	8.16	19.33
9	4.09	0.91	4.27	1.53	3.78	9.58	4.63	1.31	5.94	2.04	5.66	13.66	4.37	1.23	5.60	2.28	6.86	14.74
10	3.99	0.95	4.85	1.24	3.31	9.40	4.45	1.66	6.11	2.20	5.28	13.59	3.84	1.99	5.83	2.85	6.27	14.95
計	26.39	18.39	44.78	20.38	27.85	93.00	41.23	26.13	66.36	26.56	42.51	135.38	39.47	27.05	66.51	33.48	52.48	152.25
平均	3.97	1.84	4.48	2.04	2.79	9.30	4.12	2.61	6.64	2.66	4.25	13.54	3.95	2.71	6.65	3.35	5.25	15.25

D: 減水深

單位 mm

Pv: 降下浸透量

Ps: 土層浸透量

We: 株間水面蒸發量

ET: 葉水面蒸發量

V: 蒸發計蒸發量

T: 葉面蒸發量

表一七

各種測定値의 生育期別百分比(%)

番號	埴壤土區						壤土區						砂壤土區					
	T	We	ET	Pv	Ps	D	T	We	ET	Pv	Ps	D	T	We	ET	Pv	Ps	D
1	0.4	19.6	7.5	10.0	6.3	7.7	1.4	16.5	6.7	9.5	6.8	7.3	1.7	16.9	7.5	8.3	6.3	7.3
2	3.0	16.7	8.1	13.0	4.1	8.0	3.4	16.2	8.0	11.4	5.5	7.8	3.4	16.2	8.2	12.3	5.2	8.1
3	7.6	17.9	11.5	13.4	14.2	12.7	7.5	16.2	10.7	13.7	12.4	11.8	7.6	20.1	12.4	13.3	13.3	12.9
4	9.5	8.0	8.9	8.8	10.2	9.3	9.9	10.4	10.0	11.3	9.2	10.0	9.9	8.9	9.5	12.2	9.0	9.9
5	9.6	5.9	8.2	6.2	6.6	7.3	12.6	6.1	10.3	10.6	7.7	9.5	12.7	6.4	10.3	9.7	7.5	9.2
6	15.1	7.3	12.3	9.5	9.0	10.6	15.5	6.2	12.2	8.6	8.4	10.4	15.9	4.9	11.7	8.5	8.7	9.9
7	18.6	8.1	14.7	12.8	10.3	13.0	14.7	8.6	12.5	9.7	10.1	11.2	15.0	8.3	12.5	10.0	10.0	11.1
8	7.7	4.2	6.4	10.7	11.0	8.7	11.6	5.4	9.5	7.2	11.1	9.5	11.6	4.2	8.8	8.6	12.1	9.9
9	13.2	6.0	10.5	8.6	15.1	11.5	11.9	6.2	9.9	8.7	14.9	11.3	11.8	5.4	9.4	7.6	14.6	10.8
10	15.3	6.3	11.9	7.0	13.2	11.2	11.5	7.8	10.2	9.3	13.9	11.2	10.4	8.7	9.7	9.5	13.3	10.9

하고 土性別 葉水面蒸發量의 變化는 埴壤土 < 壤土 < 壤土로 되어있어서 壤土區의 水稻生育이 가장 旺盛하였으며 浸透量은 土性이 가르키는대로 埴壤土 < 壤土 < 砂壤土였다. 또 蒸發計蒸發量의 平均値가 3.97mm/day인데 埴壤土區의 株間水面蒸發量은 4.48mm/day이고 壤土區와 砂壤土區의 그것은 6.65mm/day로 거의 2배에 가까우며 減水深은 土性에 따라 顯著한 差異를 가져오고 있다. 從來 用水量計劃에서 葉水面蒸發量은 重要視하여 計算에 參與하였으나 浸透量은 모두 一律의인것으로 取扱하였다. 그런데 여기서 보는바와 같이 눈두렁浸透는 隣接畝에서 다시 利用可能한 물로 還元하겠지만은 降下浸透만은 大部分이 地下水로되어 反覆利用이 不可能한 물로 되므로 마땅히 用水量計劃에 參與하여야 할 性質의것으로 이는 土性 및 生育期에 따라 顯著한 差異를 가져오고 있다. 앞으로는 적어도 埴壤土는 1~2 mm/day, 壤土는 2~3 mm/day, 砂壤土는 3~4 mm/day, 정도의 降下浸透量을 用水量計算에 加算할것이며 더욱이 多收穫을 위한 適正減水深 (20~30mm/day)을 發生시킬 경우에는 더욱더 많은 降下浸透量을 計上하여야 할것이다. 日減水深은 6.65~19.86mm/day의 範圍에서 變하는데 그 平均은 9~15mm/day로 되어있다. 土性別順位는 埴壤土 < 壤土 < 砂壤土로되어 當然한 歸結이라 생각된다. 表一七에서 生育期別 用水量의 消耗比率를 보면 어느 期間이고 全用水量의 7.3~13.0%를 消耗하고있으므로 灌溉計劃에서 餘裕를 보아 1生育期間의 灌溉量은 全用水量의 1.5 割以內이며 萬若에 이 期間에 降雨(5mm以上)가 있으면 그 量 만큼 差引한

값을 灌水量으로 定할것이다.

우리나라에서 觀測된 各種 消費水量을 다음 頁의 表一八에서 比較하여보면 年이나 場所에 따른 差異는 있으나 品種이 改良되고 栽培技術이 向上되는데 따라 ET/V값이 漸次 높아졌으며 埴壤土의 ET/V=1.23 정도이나 壤土나 砂壤土로 土性이 바뀌면 ET/V=1.64 T/V=1.63 으로 增加되는 傾向에 있으며 蒸散比는 日本 西原農試에서 347, 京都農大에서 326 로 알려져있는데 우리나라에서는 忠南 農大에서 339, 359 344 을 얻은것 以外는 모두 300 以下の 값을 얻어 훨씬 그 값이 떨어지니 注目할 일이다. 이는 緯度 上昇에서 오는 植物生理, 氣象條件, 水溫등이 影響을 준것이 아닌가 推測된다.

(1) 葉水面蒸發量

葉水面 蒸發量의 測定法은

- 直接測定法
 - 秤量法(有底箱, Lysimeter, pot)
 - 變動法(亂流微變動法, chamber法)
 - 水收支法(土層內 水分收支, 降雨와 流出量의 收支)
- 間接測定法
 - 熱收支法(耕地面의 Energy 收支)
 - 傾度法(空氣力學의 方法)
 - 複合法(熱收支法과 傾度法의 組合)
 - 氣候學의 方法(經驗法, 實驗法)

이들 方法은 그 目的, 環境條件, 測定의 難易에 따라 各各 一長 一短이 있는데 現時點에서 가장 實

우리나라에서 觀測한 各種 消費水量의 比較表

表一八

觀測所	年度	蒸發計 蒸發量 (mm)	葉面 蒸發量 (mm)	水面 蒸發量 (mm)	葉水面 蒸發量 (mm)	降 浸透量 (mm)	T/V	W _e /V	ET/V	反當 收量 容積(石) 重量(kg)	反當개 收量 (kg)	10a當 風乾 物生產量 (kg)	蒸散比	土性	備考
勸農模範場	1909	509.71	—	—	636.21	54.24	—	—	1.25	4.8338	1067.939	1,519.145	—	植壤土	1町=0.9917ha
	1910	429.30	272.83	235.17	508.00	—	0.64	0.55	1.19	5.352	485.745	1,114.035	242.9	"	1反=991.737m ²
	1911	416.60	—	—	487.58	532.15	—	—	1.12	2.940	256.500	549.000	—	"	1石=0.180391m ³
	1913	442.00	133.70	271.24	407.27	689.82	0.30	0.62	0.92	2.9939	241.924	522.728	253.6	"	1貫=3.75kg
	1914	415.53	127.39	261.27	387.39	486.39	0.30	0.63	0.93	3.2429	268.204	703.133	179.7	"	水稻는 中生種인
	1915	503.60	467.97	239.21	703.71	691.79	0.92	0.48	1.40	6.9050	607.508	1,783.823	260.2	"	
1916	353.10	164.48	252.79	412.78	145.27	0.45	0.72	1.17	4.0213	603.195	1,074.795	151.8	"		
忠南農大	1962	438.75	340.6	205.15	545.75	—	0.744	0.478	1.22	—	—	1,005.8	389	"	
	1963	407.58	455.9	194.0	649.9	—	1.07	0.46	1.53	3.05	457.50	1,270.2	359	"	
	1964	472.70	401.1	287.8	488.9	—	0.82	0.59	1.40	2.80	420.00	1,166.0	344	"	
農大 研究	1967	324.10	330.1	184.4	514.5	185.6	1.02	0.57	1.59	3.226	633.00	1,702.0	193.9	"	
서울農大	1968	365.3	254.6	151.5	406.1	177.7	0.70	0.41	1.11	6.950	580.750	1,508.250	168.8	植壤土	
	1968	365.3	387.6	211.5	599.1	235.8	1.06	0.58	1.64	7.300	688.000	1,516.500	255.6	壤土	
	1968	365.3	370.0	227.7	597.7	298.7	1.01	0.62	1.63	7.000	580.750	1,357.750	272.5	砂壤土	

用的이고 信憑性이 높은것은 畚안에 設置한 有底箱에 依한 直接測定法과 Floating Lysimeter에 依한 直接測定法이 좋다고 思料된다. 그리하여 前記한바와 같이 本 大學內에 Floating Lysimeter를 6區 設置하여 簡易擴大水位計로 觀測하고 있는것이 그림 12 이고, 高陽土地改良組合 管內의 各 試驗區에서 有底箱인 葉水面蒸發量測定器를 1m×1m=1m²크기로 設置하여 每 16 株를 심어 微氣象의 變化를 막기 위하여 畚面보다 20cm정도 높혀 白色 에나멜塗를 하여 光線의 輻射를 막으면서 畦畔에서 1m 以上 떨어져서 設置하였다(그림 16參照)兩者 모두 箱底에는 20cm의 굵은모래層을 두어 이곳에 pipe를 세워서 畚面위로 뽑아 올려서 觀測期間中에 이곳에서 수시로 poly-hose-pump로 물을 끌어올려서 降下浸透를 發生시켜 土壤속에서 생기는 물의 腐敗를 막아 畚의 健全한 生育을 圖謀하였다. 測定期間中의 畚面湛水位는 周圍에있는 畚과 그다지 差가 나지않도록하며 水位測定은 Hook gauge를 使用하며 午前 10時에 測定하였다

그리고 株間水面蒸發計는 그림 17과 같으며 #18 亞鉛鐵板으로 製作하여 白色에나멜塗 (2回)를 한 다음 畚內의 所定位置에 畚面上 3cm 정도 높게 設置하여 底面으로 물이 自由로히 來往하도록하며 株間水面蒸發計內에는 그 畚에있는 土壤을 可及의 自然狀態 대로 두게 5cm정도를 一律的으로 잘아서 畚面과 비슷하게 만든다. 그리고 한쪽엔 木杭을 박아 눈금을 하여 基準線을 定해준다. 이와 같이 裝置한 다음에 內部的 圓筒과 外側의 半圓筒에 尺을 插植

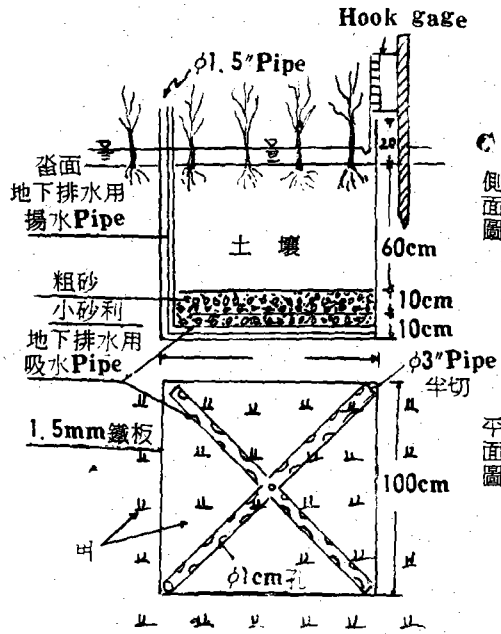


그림 16. 葉水面蒸發量測定裝置

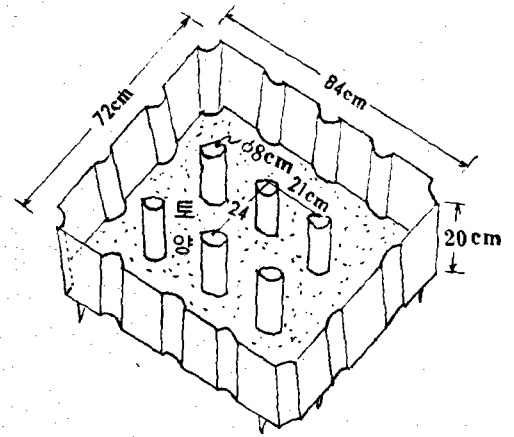


그림 17. 株間水面蒸發計

하여 每日 所定時間에 株間水面蒸發量을 Hook gauge로 測定하였다.

畚의 消費水量중 株間水面蒸發量과 葉面蒸發量은 純用水量중에서도 浸透量과 달라서 反覆利用이 不可能한 絕對的 消費水量이며 더욱이 氣象條件과 畚 生育狀態에 따라서만 變化하는 特徵을 가지고있다. 用水量計劃에서는 兩者의 合計量인 葉水面蒸發量으로 調査計劃하면 되는것이다. 氣象條件은 蒸發計蒸發量으로 나타낸다. 그리하여 兩者間의 比를 求하므로써 해에다른 氣象條件의 相異를 消去하여 畚 生育에 隨伴한 葉水面 蒸發量의 變化를 알 수 있다.

(가) 葉水面蒸發量의 變化

株間水面蒸發量, 葉面蒸發量 및 그 合計인 葉水面蒸發量은 氣溫, 水溫, 濕度, 日射量등의 氣象條

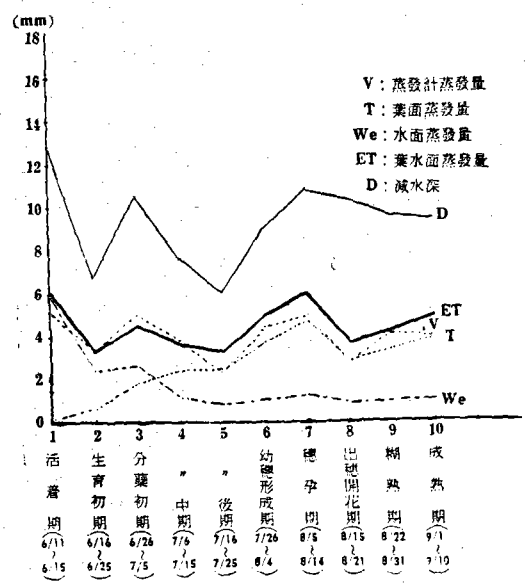


그림 18. V, T, V, We, ET, D의 生育期別 日平均值(埤壤土區)

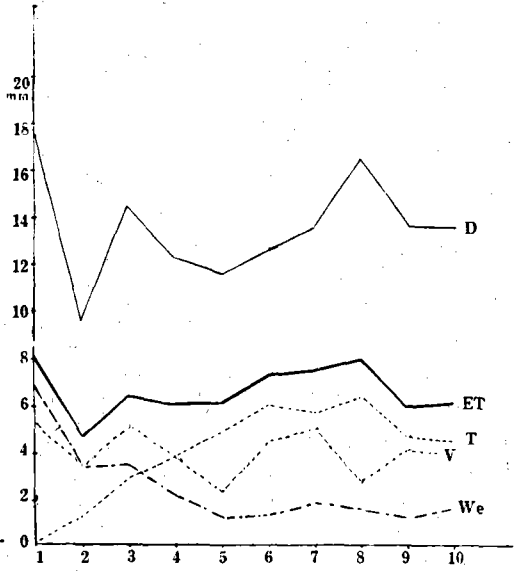
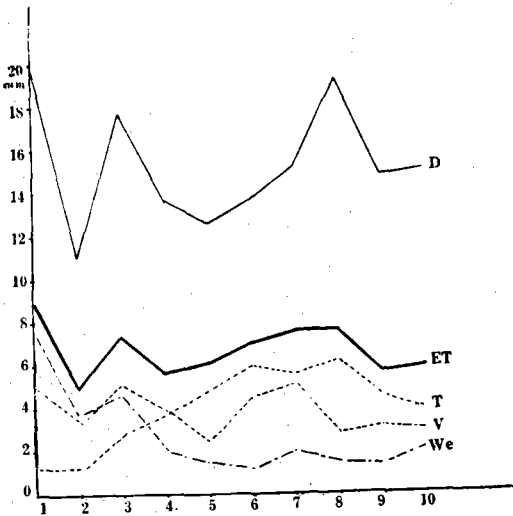


그림 19 V, T, We, ET, D의 生育期別日平均值(壤土區)

그림 20 V, T, We, ET, D의 生育期別日平均值(砂壤土區)

件과 水稻의 生育狀況에 따라 左右된다. 灌溉期間 中の 生育期別變化는 그림 18, 그림 19, 그림 20 에 서 土性別 生育期別 平均值로 表示하였다.

水面蒸發量은 生育初期인 分蘖初期까지가 最高值 로 5.9~7.2mm/day를 나타내면서 크나 水稻가 茂盛하여 水面이 遮蔽되는데 따라 分蘖中期부터 減少 하여 出穗開花期에 最低로 0.9~1.6mm/day로 되었 다가 그 後는 漸增한다 (그림 18, 19, 20 參照)

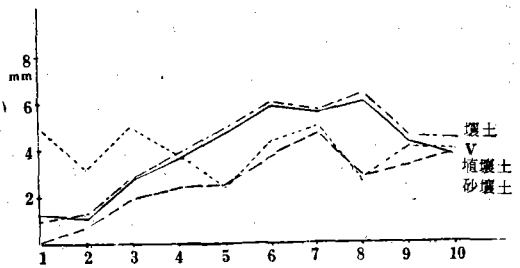


그림 22 土性別 T의 比較

開花期에 最高로 4.7~6.4mm/day로 되었다가 그이 後는 多少 減少되는 傾向을 보인다

이것을 그림 22에서 土性別로 보면 壤土區가 絶 對值에서 他區보다 훨씬 떨어지고 있다. 이는 他區 보다 生育이 旺盛하지 못하며 특히 뿌리의 伸長이 좋지 못하여 水稻의 生理作用이 떨어져있음을 가리 켜주고 있다.

兩者의 合計인 葉水面蒸發量(ET)은 生育期別 起 伏이 比較的 적어서 蒸發計蒸發量과 닮아 비슷하게 變하고 있으며 [壤土區에서는 穗孕期에 最高로 5.96mm/day를 나타내고 壤土區와 砂壤土區는 出 穗開花期에 最高로 8.07 mm/day, 7.51mm/day를 나타내고 있다]. 活着期에서 生育初期에 줄어들었다 가 分蘖初期에 上昇하여 다시 分蘖中期에 若干 줄 어들다가 穗孕期 또는 出穗開花期까지 계속 上昇하 여 最高를 나타내어 壤土區는 穗孕期에 最高로 5.96mm/day를 나타내고 壤土區와 砂壤土區는 出穗

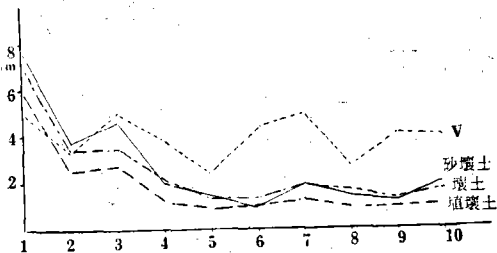


그림 21 土性別 We의 比較

이것을 그림 21에서 土性別로 比較하여 보면 生育 初期에 最大值이고 그 後는 水面이 遮蔽되는데 따 라 減少되는데 3區가 大體로 같은 形態를 이루고 있다. 砂壤土區는 生育期中에 他區와는 若干 다른 變化를 이루고 있는데 이는 主로 株當分蘖數가 적 어 露出水面積이 크기 때문에 變化가 생긴것으로 생각 된다. 한편 葉面蒸發量은 이와 反對로 生育 初期는 적고 水稻가 生育하는데 따라 增大하여 出穗

開花期에 最高로 8.07mm/day, 7.51mm/day를 나타내며 그 後는 急히 줄어들어서 落水日을 맞이하고 있다. 즉 生育期中 2개의 凸形을 나타내고 있는 것이다. 灌溉期間中の 葉水面蒸發量의 合計는 92日間に 406.1mm~599.1mm이며 平均 534.3mm 정도이다.

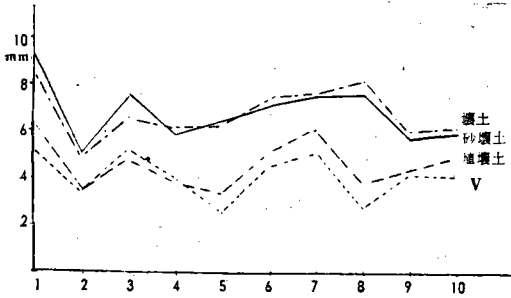


그림 23 土性別 ET의 比較

다음에 그림 23에서 葉水面蒸發量을 土性別로 比較한즉 壤土區는 全生育期를 通하여 다른 區보다 絶對值가 떨어진다. 그러나 그 形態는 같아있어서 消費機構는 같았다고 볼 수 있다. 壤土區와 砂壤土區는 全生育期를 通하여 그 形態가 거의 같으므로 消費機構가 거의 같다 다만 砂壤土區가 生育期의 前半에 ET가 높았으나 後半에 떨어지고 있다. 이는 兩區가 모두 鹹水成系 河海水成統으로 土壤生成이 같은데 다만 壤土區는 土色이 淡黑色이고 砂壤土區

는 淡灰色이어서 日射의 吸收度가 다르며 砂壤土區는 若干 肥切이 빨리 나타나기 때문이 아닌가 思料된다.

(나) 蒸發計蒸發量과의 比(表-9 參照)

畚의 葉水面蒸發量(ET)은 水稻生育과 氣象條件에 依해서만 支配되는데 氣象條件은 蒸發計蒸發量(V)으로 代表된다. 그러므로 葉水面蒸發量과 蒸發計蒸發量의 比를 求하므로써 年에 따른 氣象條件의 相異를 消去하여 水稻生育에 따른 葉水面蒸發量의 變化를 살펴보면 다음과 같다. 葉水面蒸發量 對 蒸發計蒸發量比는 灌溉期間을 通하여 1.11~1.64로 過去에 알려져있던 1.23보다 훨씬 큰 값을 나타내었으며 過去에는 土性에 따른 言及이 없었는데 土性에 따라 그값이 變하고 있었다. 이는 土性, 品種改良, 栽培管理, 收量增加 등에 따른 값의 向上이라 생각된다. 多收穫畚에서는 이 값이 더욱더 커지리라 想像된다. 이를 生育期別로 보면 生育이 進行되는데 따라 그 比는 增大하여 分蘖後期에 큰 값을 나타내다가 그 後 若干 줄어들었다가 다시 出穗開花期에 最高의 값을 나타내는 것은 分蘖後期에 無効分蘖을 抑制하므로써 ET/V 값이 줄었다가 가장 물의 消耗가 旺盛한 出穗開花期에 最高值(2.96)를 나타내는 것으로 當然한 歸結이라 解析된다(活着期

表-9. 生育期別 蒸發計 蒸發量과의 比

番 號	項 目 生育期別	V	壤 土 區				壤 土 區				砂 壤 土 區			
			T/V	We/V	ET/V	D/V	T/V	We/V	ET/V	D/V	T/V	We/V	ET/V	D/V
1	活着期(6/11~6/15)	25.3	0.04	1.17	1.21	2.54	0.21	1.38	1.59	3.50	0.25	1.53	1.78	3.92
2	生育初期(6/16~6/25)	32.8	0.23	0.77	1.01	2.03	0.41	1.04	1.45	2.90	0.37	1.12	1.50	3.36
3	分蘖初期(6/26~7/5)	50.8	0.38	0.53	0.91	2.09	0.57	0.69	1.26	2.83	0.56	0.90	1.46	3.48
4	" 中期(7/6~7/15)	38.2	0.63	0.32	0.95	2.03	1.00	0.57	1.57	3.19	0.96	0.53	1.49	3.55
5	" 後期(7/16~7/25)	23.8	1.03	0.37	1.40	2.55	2.05	0.54	2.59	4.87	1.97	0.61	2.58	5.27
6	幼穗形成期(7/26~8/4)	44.1	0.87	0.25	1.12	2.02	1.37	0.30	1.67	2.85	1.34	0.25	1.59	3.08
7	穗孕 期(8/5~8/14)	50.4	0.94	0.24	1.18	2.15	1.13	0.36	1.49	2.70	1.10	0.38	1.48	3.01
8	出穗開花期(8/15~8/21)	19.1	1.03	0.34	1.37	3.80	2.36	0.60	2.96	1.06	2.25	0.51	2.76	7.08
9	糊熟 期(8/22~8/31)	40.9	0.82	0.22	1.04	2.34	1.13	0.32	1.45	3.34	1.07	0.30	1.37	3.61
10	成熟 期(9/1~9/10)	39.9	0.98	0.24	1.22	2.36	1.12	0.42	1.54	3.41	0.96	0.50	1.46	3.75
合 計 比		365.3	0.70	0.41	1.11	2.28	1.06	0.58	1.64	3.33	1.01	0.62	1.63	3.74

V: 蒸發計 蒸發量 (mm)

We: 水面蒸發量 (mm)

D: 減水深 (mm)

T: 葉面蒸發量 (mm)

ET: 葉水面蒸發量 (mm)

에 큰 값을 나타내는 것은 計器設置를 위한 土壤組織의 攪亂, 移秧前 灌水의 日淺에 따른 土壤空隙의 不完全 閉塞 등이 서서히 安全化하므로써 생기는 誤差로 解析된다)

(2) 浸透量

畚의 浸透量은 前述한 葉水面蒸發量과는 달리 畚의 立地條件, 耕種方法 등에 따라 크게 달라진다. 그리하여 畚 減水深의 大勢를 決定하는 것은 이 浸透量이라 말할 수 있다. (단 濕畚은 論外임) 一般으로 浸透量은 그 浸透經路에 따라 다음과 같이 區分한다. 즉 畚面에서 耕盤을 거쳐 浸透하는 것을 降下浸透라 하고 耕盤보다 얕은 部分의 논두렁에서 浸透하는 것을 논두렁浸透라 한다. 畚의 浸透機構는 主로 土壤에 關聯이 있는데 實際의 畚에서는 灌溉期에 벼를 파물심기 때문에 벼 뿌리에서 吸收되는 蒸散도 降下浸透의 樣相에 影響을 미치는 것이다. 즉 根群域에서 뿌리로부터 吸收蒸散되기 때문에 根群아래의 量은 그만큼 減少한다. 그러므로

$$\text{減水深} = \text{葉水面蒸發量} + \text{根群域아래의 降下浸透量}$$

$$\text{浸透} + \text{논두렁浸透量}$$

으로 나타내는 것이 옳을 것이다.

一筆 畚의 降下浸透量은 減水深에서 葉水面蒸發量과 논두렁浸透量을 減하여 間接的으로 求하여야 하는데 이 경우 논두렁浸透量의 分離測定이 어려우므로 現實的으로 논두렁을 Vinyl로 둘러 쌓서 논두렁浸透를 없애고 이 狀態에서 測定한 減水深에서 葉

水面蒸發量을 減하여 求하는 것이 가장 簡便하고 確實한 方法이다. 이와 같이 降下浸透量을 測定하자면 減水深을 測定해야하는데 이 減水深은 N型 減水深測定器로 測定한다. N型 減水深測定器는 그림 24와 같은 無底의 틀로 이틀을 길이 5cm 정도 畚面에 插入하여 裝置한다. 틀의 側壁에는 Vinyl 포대가 2個있어 常時 內外水位差를 2cm 까지 調節하도록 되어있으며 이속에 벼를 2株 심을 수 있게 24cm×28cm로 되어있다. 測定을 할 때는 틀을 畚面에 5cm 插入하고

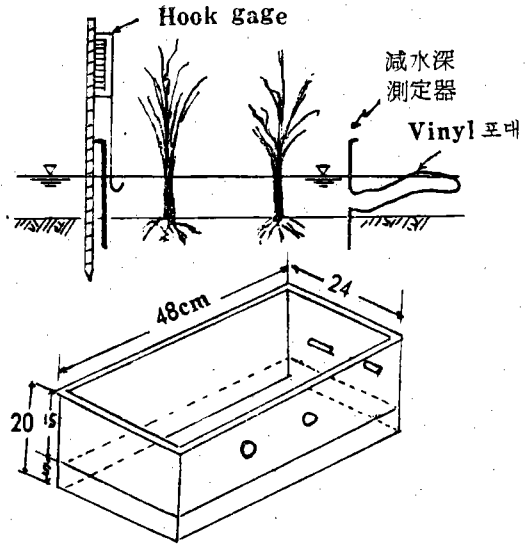


그림 24 N型 減水深測定器

表-10

降下浸透量(Pv) 및 논두렁浸透量(Ps)

單位: mm

番 號	平 均 氣溫(°C)	埴 壤 土 區			壤 土 區			砂 壤 土 區		
		Pv	Ps	Pv/Pv+Ps	Pv	Ps	Pv/p ₀ +Ps	Pv	Ps	Pv/Pv+Ps
1	22.6	17.8	15.8	53.0%	22.5	25.8	46.6%	24.9	29.5	45.8%
2	25.3	23.1	10.4	69.0%	26.8	20.8	56.3%	36.6	24.3	60.1%
3	24.3	23.8	35.6	40.1%	32.3	47.3	40.6%	39.8	62.7	38.8%
4	24.6	15.7	25.7	37.9%	26.6	35.2	43.0%	36.4	42.6	46.1%
5	26.8	10.9	16.5	39.8%	25.0	29.3	46.0%	28.9	35.2	45.1%
6	27.1	16.9	22.6	42.8%	20.3	32.1	38.7%	25.3	40.8	38.3%
7	25.6	22.7	25.9	46.7%	22.9	38.4	37.4%	29.9	47.3	38.7%
8	25.1	19.1	27.5	41.0%	17.0	42.2	28.7%	25.6	57.1	31.0%
9	23.9	15.3	37.8	28.8%	20.4	56.8	26.4%	22.8	68.6	24.9%
10	20.6	12.4	33.1	27.3%	22.0	52.8	29.4%	28.5	62.7	31.2%
計		177.7	250.9	41.5%	235.8	380.7	38.2%	298.7	470.8	38.8%

Vinyl포대를 단 다음 일단 vinyl포대를 들어서 포대에 안 에 물을 틀안으로 들이켜서 틀안의 水位를 Hook gauge 로 測定해준다. 그後 그림 24와 같은 狀態로 放置한 다음 24時間이 經過하고나서 다시 Vinyl 포대를 들어 올려 水位를 測定하면 前後의 水位差가 減水深이 된다. 測定에는 다음과 같은 注意가 必要하다.

(1) 논두렁에서 1m 以上 떨어져서 設置할 것

(2) 畝面に 約5cm 挿入한 다음 물길이 생기지 않도록 周邊을 손 끝으로 고를것.

(3) 測定時는 vinyl 포대를 들어올려서 물을 完全히 틀안에 들이킬것

(4) vinyl 袋는 日射와 水浸의 反覆에 弱하므로 1 日에 1회정도 交換할것

(3) 降下浸透量의 測定과 實態

從來 用水計劃에서는 한 灌溉期間中에 降下浸透量은 全灌溉期間을 通하여 恒常一定하다고 假定하여 單純히 葉水面蒸發量의 生育期別變化만을 考慮하여 減水深의 期別變化를 求하였다. 그런데 現實은 降下浸透量 自體도 立地條件이나 水 管理에 따라 어떤 變化를 일으키고 있으며 表-10에서 보는 바와같이 降下浸透量은 全浸透量에 대해서 最小 24.9%, 最大 69.0% 로 全浸透量의 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ 이 논두렁浸透로 흘러가고 있다.

全減水深에서 차지하는 浸透量의 比는 50% 以上이며 降下浸透量이 차지하는 比는 20% 以上이다. 그리고 濕畚을 除外하고 그 變化는 減水深에 對해서 葉水面蒸發量의 變化보다도 더욱더 支配的인 影響을 미치고 있다. 그러므로 그 값은 單純히 推定할 수 없으며 對象畚에서 반드시 實測하여야 한다. 元來 浸透의 最大要因은 溫度이어서 氣溫上昇과 더불어 浸透量이 增加한다. 그림 25, 그림 26, 그림 27

은 그 變化를 土性別로 나타낸 것이다. 여기서 降下浸透量은 葉水蒸發量과는 反對로 灌溉初期에 많았다가 活着後 차차 줄어들다가 幼穗形成

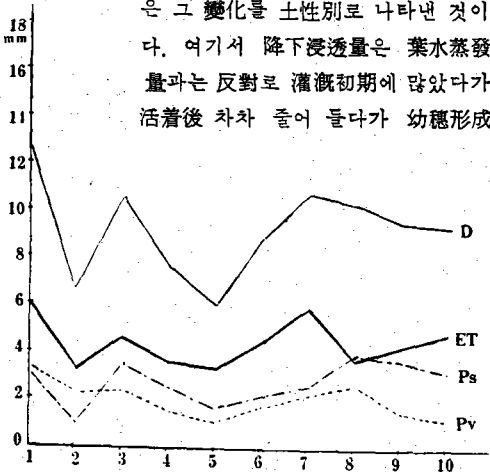


그림 25 ET, Pv, Ps, D의 生育期別 日平均值 (壤土區)

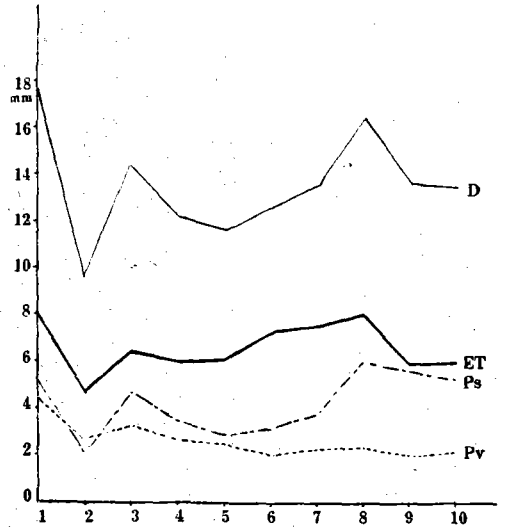


그림 26 ET, Pv, Ps, D의 生育期別 日平均值 (壤土區)

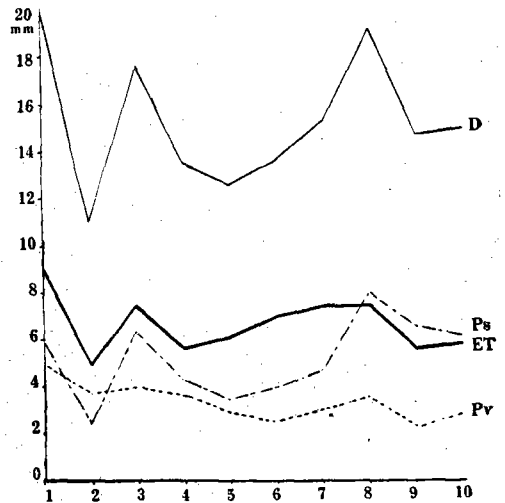


그림 27 ET, Pv, Ps, D의 生育期別 日平均值 (砂壤土區)

期를 고비로 氣溫關係로 서서히 上昇하여 出穗開花期를 고비로 糊熟期에는 떨어졌다가 다시 上昇한다. 그 原因은 湛水深에 따른 (時期나 길이) 土壤속의 動水分配의 變化와 水稻根의 伸長에 의한 土壤孔隙의 減少, 葉水面蒸發量의 變化에 따른 浸透量의 變化라 指摘할 수 있겠으며 糊熟期以後의 上昇은 水稻의 毛根이 退化腐敗하여 "물길"을 만들기 때문이라 생각 된다.

(4) 논두렁浸透量의 測定과 實態

논두렁 自體의 透水性은 間接的 測定法을 써서 條件이 많은 두 畚을 (크기 4m×5m) 選定하여 한쪽은 自然狀態로 두고 다른 한쪽은 畚周圍를 깊이 60cm로

파서 vinyl 을 입혀 vinyl 은두렁을 만들고 판 도랑은
 粘土를 다져넣어 도리켜서 은두렁浸透를 防止하도록
 하고 兩者의 一筆減水深에서 은두렁浸透量을 求하
 는 方法을 採用하였다. (그림3 參照). 은두렁浸透量은
 減水深의 30%以上을 차지하는 것으로 그림25, 그림
 26, 그림 27은 은두렁浸透量의 變化를 그린 Graph
 이다.

耕盤보다 얇은 部分의 은두렁에서 隣接한 畚이나
 排水路에 浸透漏水되어 나가는 水量이 은두렁浸透量
 이다. 이 은두렁浸透量은 그 殆半이 차례 차례 反覆
 利用되는 性質을 가지고 있어서 個個의 畚으로 보면
 管理上 큰 關係가 있으나 用水量計劃上으로는 그
 다지 問題가 되지 않는 水量이다. 一般으로 周圍의
 畚이 고루 灌水되고 각 은두렁의 斷面이나 透水性에
 큰 差가 없으면 高位畚에서 浸入한 量과 거의 같은
 量의 물이 低位畚으로 浸出될 것이다. 實際로 은두렁
 浸透로 消費되는 水量은 排水路에 따른 은두렁에서
 나가는 浸出量과 用水路에 따른 은두렁에서 들어오
 는 浸入量의 差이다. 故로 消費水量으로서의 은두렁
 浸透量은 主로 排水路에 따른 은두렁浸透量의 大小
 에 依해서 決定된다. 但 各圃場의 最上流部畚이나 은
 두렁斷面, 透水性, 畚面標高差, 灌水深에 差가 있을
 경우는 은두렁浸透量이 크게 달라진다. 은두렁浸透
 量에서 用水量計劃上 問題로 되는것은 排水路로 흘
 러나가는 漏水和 은두렁가까이의 降下浸透量의 存在
 이다. 一筆減水深의 測定에서 畚內部에 設置한 N型
 減水深測定值보다 값이 크게 나타나는데 그 까닭은
 單純한 은두렁浸透뿐만 아니라 은두렁가까이에서 일
 어나는 降下浸透量이 相當히 包含되어있기 때문이다.
 은두렁浸透量의 大小는 隣接畚과의 差나 水位差, 透
 水性에 依해서 決定되는데 透水性은 土質, 斷面, 은
 두렁마크등에 따라 크게 다르며 또한 같은 은두렁
 일지라도 灌溉期間중에 많은 變化를 일으킨다. 그
 리고 은두렁은 水面위에 나와 있기때문에 乾濕이 反
 覆되어 淺水나 雨天이 계속되면 龜裂이 發生하여
 透水性이 커지고 深水나 降雨일 때는 減少한다.

(5) 減水深測定

$$\text{用水量(粗)} = \text{蒙利面積} \times \text{減水深} \times \frac{1}{1 - \text{純用水量}}$$

(水路損失率)이다. 그러므로 用水量調查計劃上 直
 接 必要한것은 減水深이며 이것은 지금까지 記述한
 葉水面蒸發量, 降下浸透量, 은두렁浸透量의 總和에
 해당한다. 畚減水深을 決定하는 要因은

蒸發散量 { 氣象條件(氣溫, 濕度, 日照, 風
 向, 風速 등)
 벼生育(品種, 土壤, 氣象, 栽培
 管理 등)

減水深 { 降下浸透量 { 水理의 條件(地形, 排水路水位
 地下水位, 水稻蒸散, 土壤透
 水性(或層狀態, 龜裂, 酸化還
 元, gass 氣泡의 發生消滅,
 耕耘作業, 水管理)
 畦畔浸透量 { 水理의 條件(畚面差, 灌水差,
 水管理)
 透水性(土質, 乾濕, 畦畔管理,
 鼠虫穴의 有無)

이들 諸要因中 葉水面蒸發量은 氣象條件에 依해서,
 降下浸透量은 排水路水位등으로 代表되는 動水勾配
 와 最少 透水土層의 透水性에 依해서, 은두렁浸透量
 은 은두렁의 透水性에 依해서 各各 支配의 影響을
 받는다. 또 各 消費水量중에서 降下浸透量의 大小
 가 減水深의 값을 크게 左右하는 要因이 되고 있는
 것이다. 한 土地改良區域의 現況用水量을 把握하자
 면 반드시 實際의 減水深調査가 必要하다. 따라서
 土地改良組合內의 各 地域에 따른 現況用水量의 實
 測은 水消費機構와 그 對策講究, 連續 旱天時의 最
 小限의 灌溉對策, 節水對策, 水價評價 등에 莫重한
 뜻을 지니고 있다. 減水深測定은 N型 減水深測定
 器를 使用한다. (그림24 參照) 減水深의 精度를 높
 이자면 試驗畚의 選定과 維持管理를 잘 하여야 한
 다. 一般的으로 測定值을 얻을 수 없거나 값의 差
 가 크거나 하는 것의 要因은 모두 그 選定과 管理의
 不充分에 있다.

測定畚의 選定은

- ① 測定畚은 土壤, 土地條件, 栽培管理등으로 보
 야 그 地域의 平均의 性格을 갖인 畚일것.
 - ② 用水의 供給과 排水가 便하고 獨立된 水管理
 가 可能할 것.
 - ③ 信賴할 수 있는 觀測者를 求할것.
 - ④ 水管理와 耕作者가 같은 사람일것.
 - ⑤ 交通이 편한곳
- 등에 留意하면서 選定하고 選定된 畚에 對한 水管理
 와 은두렁管理는 다음에 留意하였다.
- ① 水門의 開閉操作이 正確하고 漏水가 없을것
 - ② 周圍를 수시로 두루 살펴서 구멍을 파는등 漏
 水의 原因을 防止할것.
 - ③ 觀測者가 다니는 은두렁은 무너지지 않도록
 단단히 할것.
 - ④ 灌水는 短時間에 하고 灌水深은 周圍와 같이
 할것.

測定은 1mm 정도의 精度만 있으면 充分하므로
 Hook gauge 를 쓰고 測定時刻은 降雨量, 蒸發量 등
 一般氣象觀測과 맞추기 위하여 每日 午前 10時에 1
 회씩 24時間마다 行하였다. 그리고 測定值의 整理
 에 있어서는 前後值가 5 mm/day 以上の 差가 나서

明白히 測定誤差라 생각되는 極大値와 蒸發量보다 작은 極小値는 모두 除外하였다. 用水量計劃에서 가장 必要한 減水深의 期別變化는 地形, 土壤, 地下水位, 耕種法, 물管理法등에 따라 반드시 一定한 型을 가지는것이 아니다. 그러므로 具體的으로 實測 하여야 生育期別 用水對策을 세울 수 있는 것이다. 그림 25, 그림 26, 그림 27에서 土性別 減水深의 變化를 보면 어느 것이나 中凹型的 變化를 나타내고 있으며 植壤土區는 減水深의 期別變化가 葉水

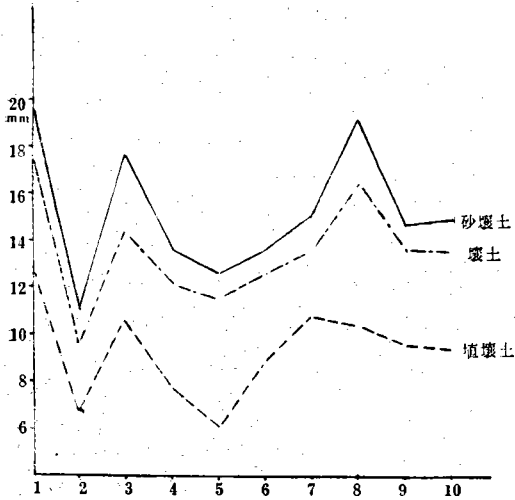


그림 28 土性別減水深의 比較

面蒸發量의 期別變化와 얼핏 닮은 型을 나타내어 葉水面蒸發量이 支配的인 要素가 되어 敏感하게 反應하고 있으나 다른 區는 浸透量쪽이 支配的인 要素로 作用하여 期別增減狀態가 다르다. 그림 28에서 土性別 減水深을 比較하여 본 즉 壤土區와 砂壤土 區는 그 變化狀態가 너무 닮아있는데 그 原因은 같은 鹹水成系의 河海水成統土壤으로 生成되었기 때문이 아닌가 推察한다. 그리고 期別 減水深중 最大를 나타내는 것은 어느區나 活着期이다. 따라서 畚 用水量을 供給하는 用水路의 크기는 이때의 用水量과 畚別用水量을 서로 比較하여 큰 쪽을 基準으로 設計할것이다.

6) 地下水位測定

우선 供試土壤의 透水係數를 測定하기 위하여 지름 3inch의 甎石 pipe를 試驗畚에 깊이 15cm 정도 打入하여 試料를 採取하여 파라핀으로 密封한 다음 實驗室로 가져와서 變水頭法에 依하여 透水係數를 測定한즉 植壤土 3.37×10^{-6} cm/sec, 壤土 1.70×10^{-6} cm/sec, 砂壤土 1.70×10^{-6} cm/sec 이었다.

灌溉期에 地下水位가 나타나는 것은 반드시 普通의

地下水位를 意味하는것이 아니라 土壤속에서 어느 點의 土中水壓(potential)을 意味하는 것이다. 즉 土壤속의 滲透가 開放滲透이면 普通의 地下水位로 간주할 수 있으나 閉鎖滲透일 경우는 土壤속에서 어느 點(一般으로 Filter 길이 의 中間點)의 土中水壓을 나타내는 것이라 解釋된다. 然이나 普通畚은 灌溉期間에 一時的으로 閉鎖滲透가 일어나고 있다. 그 變動狀況을 測定하기 위하여 다음 埋設要領에 依하여 Fig 29와 같은 方法으로 各試驗畚에 埋設하였다.

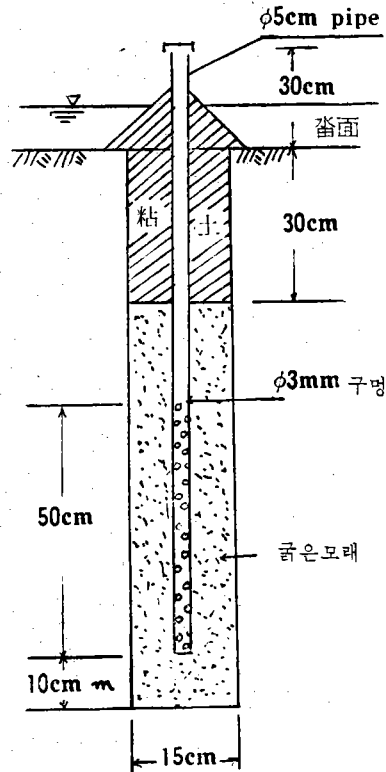


그림 29 地下水位觀測 Pipe

水位觀測은 簡單히 1m 길이 의 竹尺을 使用하였다.

① 直徑 15cm 의 auger 로 年間 最低地下水位以下 15~20cm 까지 구멍을 파서 그 바닥에 두께 10cm 정도 잔자갈을 投入한다.

② pipe 아래 50cm 사이에 지름 3mm 의 작은 구멍을 多數 甎石 Strainer 로 한 2 inch 鐵管을 세우고 그 周圍에 畚面下 30cm 까지 굵은모래를 채워서 Filter 를 만든다.

③ 畚面下 30cm 와 畚面上 30cm 는 粘質赤土를 다져넣어 地表水가 直接 浸入하거나 Pipe 壁을 타고 漏水하지 않도록 해준다.

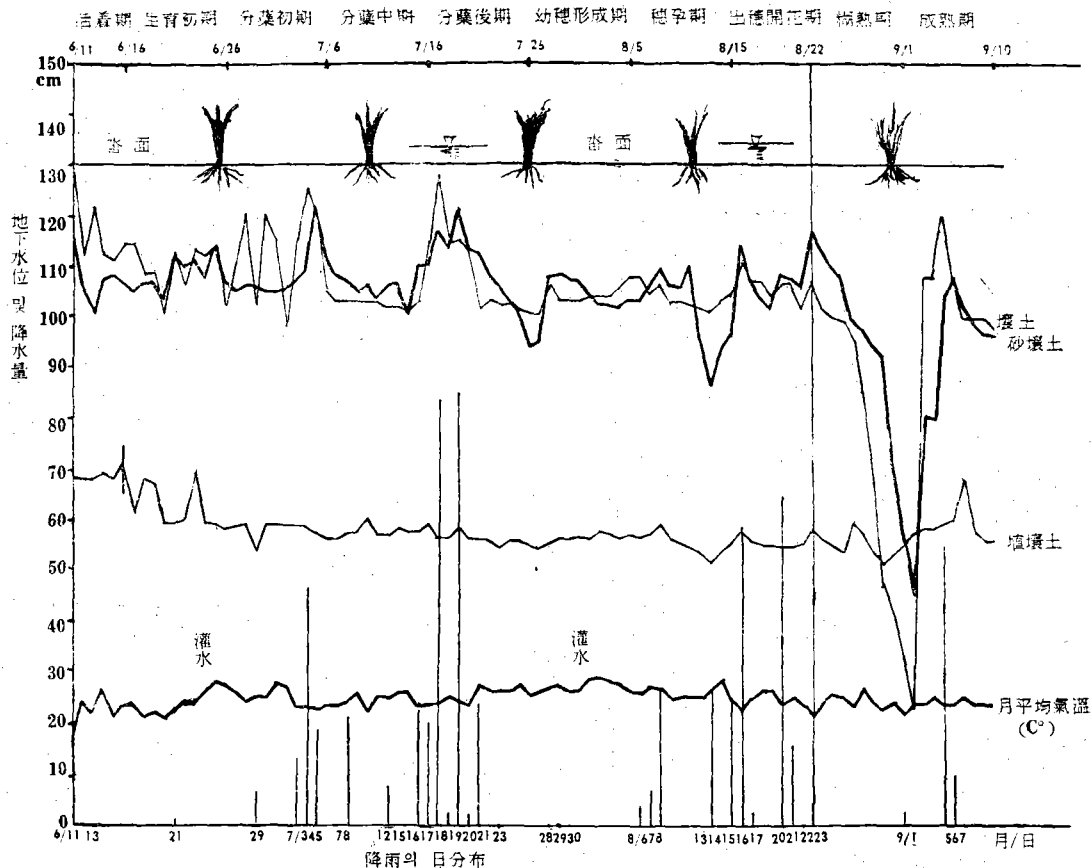


그림 30 土性別 降雨, 氣溫에 따른 地下水位變動

地下水位變動을 降水量과 對比시켜 Fig 30과 같이 그려본즉 7월 17日과 8월 23日의 降雨日에 Peak가 存在하며 上昇은 急하나 降下는 느려서 降雨가 있으면 곧 急上昇하였다가 3~4日 동안에 서서히 下降한다. 그리고 水位가 높을수록 急下降하였다. 地下水位의 變動範圍는 一般으로 25cm 정도의 間隔으로 上下하는데 다만 壤壤土區에서는 地下水位가 훨씬 떨어지며 그 變動間隔도 半으로 줄어들고 있다. 어느것이나 落水日이 가까워서 灌水를 하지 않았더니 9月2日처럼 閉鎖滲透를 벗어나 開放滲透現象을 나타낼라고 水位가 훨씬 떨어졌다가 降雨로 말미암아 急上昇하고 있는것은 興味있는 現象이다.

VI 結 言

從來 畚用水量決定은 葉水面蒸發量이 中心이었으나 本研究를 通하여 土性과도 密接한 關係가 있으므로 蒙利區域을 土性別로 그 面積을 算出할것이며 특히 濕畚을 除外하고 一般畚은 降下浸透量이 畚用水量을 Control 하고있다. 그러나 이 降下浸透量은 土壤透水性과 地下水의 高低에 關係가 깊으므로 이것도 아울러 調査할 것이다. 이렇게 하므로써 從來

보다 具體的이고 合理的인 畚用水量을 決定할 수 있는 設計指針을 提示하였으며 降下浸透의 影響, 土性別 減水深의 差異를 學術的으로 밝히게 되었다. 그리고 水稻生育別 用水量의 變動은 活着期와 穗孕期 및 出穗開花期에 peak를 나타내므로 이 3期는 물의 供給이 充分하여야 收穫을 얻을수 있으며 특히 活着期에 最大를 나타내고 있으므로 用水路의 크기는 이때의 用水量과 畚用水量을 서로 比較하여 큰 쪽을 基準으로 設計할것이다. 또한 貯水池를 水源으로 하는 곳은 生育期別 消耗水量 Graph를 參考로그래 그 때 그때의 氣象通報와 맞추어 用水對策을 세우면 큰 도움을 얻을 것으로 믿는다.

지금까지의 물管理는 前述한바와 같이 主로 畚面 溢水의 Control이 中心이라 말할수 있다. 그러나 多收穫畚은 모두 浸透가 比較的 良好한 畚에서 이루어졌다는 事實로보아 水稻生育을 向上시키는 見地에서 透水效果가 注目을 끌지 않을수 없게되었다. 그 結果 水稻收量과 畚의 降下浸透量 사이에는 密接한 關係가 있어 收量이 最大로 되는 浸透量은 15~25 mm/day (平均 20mm/day)이라 한다. 이것은 減水深으로 20~30mm/day이다. 따라서 今後의 물管理

는 氣象, 土壤條件등을 充分히 考慮한 다음 水稻生
育段階에 對應한 仔細한 물管理가 必要하며 단지
澁水에 依한 control 이 아니라 浸透가 나쁜 濕畝는
排水를 하여 土壤中에 適正浸透量을 發生시키는 것
이 重要하다. 그리하여 機械化나 多收穫을 目的으
로하는 圃場整理, 乾畝化, 適正浸透量 등이 進展하
면 用水量의 增加는 加一層 強調될것이다. 要約하
면 農業의 近代化에 따라서 畝用水量은 점점 增大
하는 傾向에 있으므로 이들 變化를 올바르게 推定
하여 새로운 水源對策과 配水計劃이 同時에 檢討되
어야 할것으로 내다본다.

VII 摘 要

우리나라에서 畝用水量을 測定한것은 이미 60年前
이 었으며 그동안 몇군데서 試驗한것이 있으나 모
두 葉水面蒸發量이 中心이었다.

그런데 品種改良, 栽培管理의 向上, 計器의 發達
과 學術의 進展으로 過去에 測定한 값을 지금까지
準用하기는 어느정도 反省이 必要하며 더욱이 品種
別 Data는 있으나 土性別 試驗値가 없어서 土性別
用水量은 全然 모르고 있었으며 降下浸透量이 적은
濕畝에서는 葉水面蒸發量이 畝用水量을 左右하므로
葉水面蒸發量의 測定만으로 좋으나 그렇지 못한 普
通畝는 葉水面蒸發量보다 오히려 降下浸透量이 支
配的인 役割을 하고있다. 따라서 앞으로 葉水面蒸
發量도 重要하지만 降下浸透量도 直接測定하여 現
實的이고 經濟的인 用水量을 測定하여야 할것으로
생각한다. 이 降下浸透量은 다시 地下水位의 高低
와 關係가 깊으므로 아울러서 地下水의 變動도 測定
할 것이다. 이와같은 趣旨에서 本研究를 推進한 즉
다음과 같은 事項을 指摘하게 되었다.

(1) 土性別 經濟的 用水量을 決定하자면 蒙利區
域內의 土性調査를 明白히 할것이며 土性에 따른
葉水面蒸發量과 蒸發計蒸發量의 比는 埴壤土 ET/V
 $=1.11$, 壤土 $ET/V=1.64$ 砂壤土 $ET/V=1.63$ 이
었다.

(2) 減水深은 葉水面蒸發量, 降下浸透量, 논두렁
浸透量으로 構成되는데 이중 논두렁浸透는 再次 利
用이 可能하나 葉水面蒸發量과 降下浸透量도 測定할
것이다.

(3) 土性別 減水深은 埴壤土 9.3mm/day, 壤土

13.5mm/day, 砂壤土 13.5mm/day 이었다.

(4) 降下浸透量은 土性과 地下水이 高低에 따라
다르다.

(5) 土性別 降下浸透量의 變化 埴壤土 1~2 mm/
day 壤土 2~3mm/day, 砂壤土 3~4mm/day 이다.

(6) 地下水位의 變動은 埴壤土보다 壤土, 砂壤土
順으로 敏感하여 降水가 있으면 急히 地下水位가
上昇하였다가 서서히 下降한다.

(7) 地下水位의 變動範圍는 25cm 정도이었다.

(8) 蒸發比는 埴壤土區 168.8, 壤土區 255.6 砂
壤土區 272.5 이었다.

VIII 參考文獻

- 草野嶽男 1909 勸農模範場報告 Vol. 4 p. 56
 福田文六 1910 勸農模範場報告 Vol. 5 p. 64~68
 福田文六 1911 勸農模範場報告 Vol. 6 p. 45~50
 福田文六 1913 勸農模範場報告 Vol. 7 p. 104~108
 飯島寬一郎 1915 勸農模範場報告 Vol. 9 p.26~32
 飯島寬一郎 1916 勸農模範場報告 Vol. 10 p. 120~
 129
 李昌九 1961 農業工學 富民文化社 p. 79~81
 閔丙燮 1962 農業水利 富民文化社 p. 145~157
 閔丙燮 1963 忠南大 論文集 vol. 3 p. 389~396
 池泳鱗 外 3人 1965 水稻作 鄉文社 p. 210~217
 閔丙燮 1965 農工學會誌 vol. 2 p. 49~59
 農村振興廳 農工利用研究所 1966. 試驗研究報告書
 p. 87~102
 土地改良組合聯合會 農業土木研究所 1967 試驗研
 究事業報告書 Vol. 5 p. 166~186
 農業土木學會(日本) 1966 農業土木學會誌 vol. 34
 No. 1, p.25~29
 農業土木學會(日本) 1966 農業土木學會誌 Vol.
 34. No. 2, p. 27~32
 農業土木學會(日本) 1966 農業土木學會誌
 Vol. 34, No. 6 p. 24~30
 農業土木學會(日本) 1966 農業土木學會誌. Vol.
 34 No. 9, p. 15~22
 農業土木學會(日本) 1967 農業土木學會誌 Vol.
 34 No. 10, p. 13~19
 農業土木學會(日本) 1967. 農業土木學會誌 Vol.
 34, No. 12 p. 20~27