

# 茶樹灌溉效果之觀察與需水量之試驗研究\*

## Studies on the Effects of Irrigation and the Water

### Requirement of Tea plant

常 昭 鳴\*\*

林 仰 峰\*\*

J. M. Chang

Y. F. Lin

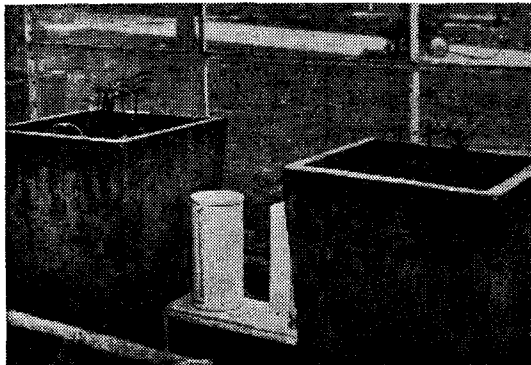
#### 一、前 言

我國茶園管理向極粗放，本省茶園更是如此，關於茶樹灌溉問題尚未有人着手研究，平鎮茶業試驗所於民國五十二年開始，曾就茶樹經過灌水後之效應加以觀察，發現產量確有增加，由於茶樹係多年生之葉用作物，水分對生長之影響極大，特別在農業經營上，灌溉水的經濟有效利用，對於生產成本的關係至巨，如何運用最經濟合理之灌溉水量及勞力以得最有效的增產效果，實為茶樹生產與經營的最重要問題。因之，平鎮茶業試驗所乃進而從事茶樹基本灌溉資料之探求與研究。

#### 二、試驗設計

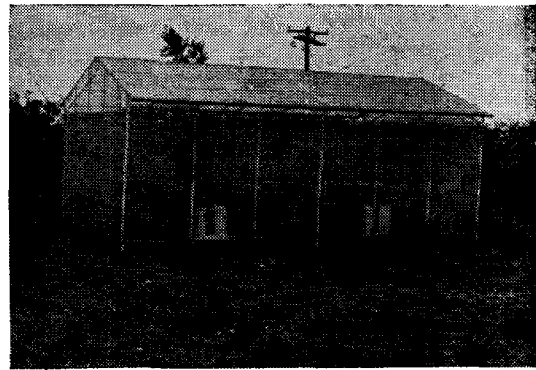
##### (一) 溫室：

利用本所現有之水泥盆作盆栽試驗，水泥盆盆高80公分，長與寬均為72公分，共計八盆（如圖一），



圖一 水泥盆與供水箱

每盆在盆面下 40 公分處埋設素燒陶管 (Un glazed bottle) 一個，素燒陶管離土面則為30公分，以塑膠管與盆外之自製鐵皮供水箱 (Water supply box) 相連，將水泥盆排成二列，每列四盆，隨機選取六盆種植本所自行育成之臺農 121 號二年生扦插苗，每盆三株，成等邊三角形排置，該品種茶樹生長快，抗病蟲害性強，移栽於盆時即將之剪枝保留高度約15公分至20公分，任其自然生長。另兩盆不種茶樹，作為空白試驗，以測定土面之蒸發量與重力水之流失量，另以本所之設備與材料自行打造鐵製溫室架，外覆以0.5mm 厚之透明塑膠布，溫室長6公尺，寬4公尺（如圖二）。



圖二 溫室設置全景

每盆於土面下30公分處並埋設石膏吸濕體一塊以測定水分含量（如圖三）。

##### (二) 田間：

在本所選取傾斜度約10度之茶園一處，品種為黃

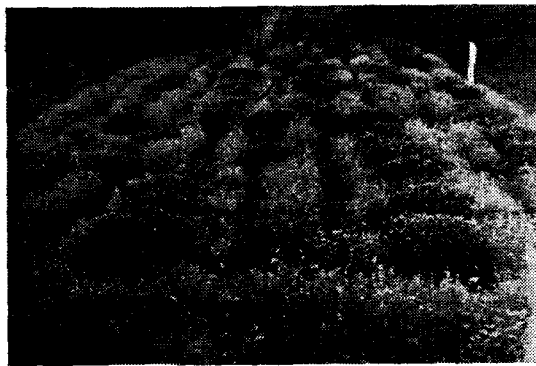
\* 本試驗承蒙農復會補助經費，試驗期間蒙農復會前水利組劉組長如松、陳技正運、水利局黃工程師金全賜予指導，本報告完成復蒙本所吳所長振鐸賜予教正，謹此一併致謝。

\*\*平鎮茶業試驗所技佐。

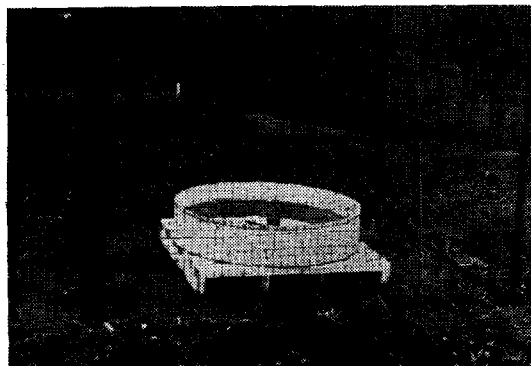


圖三 水分含量測定情形

心烏龍，於自然情形下分不予灌水及土壤降低至最大田間含水量之25%、50%、75%時即予灌水等四種處理，田間設計為隨機區組，六重複，共計二十四處理小區，每處理小區寬一公尺，長六公尺，種植茶樹四株，區間設一至二行茶樹加以台刈(Collar, pruning)後作為保護行，防止不同處理間水分流動之影響，重複間則埋設白鐵皮深達一公尺，並露出土面5—10公分，白鐵皮表面塗以柏油，以阻止重複間水分流動



圖四 田間試驗區



圖五 四呎大型蒸發皿

而影響試驗之成績，每二株茶樹間二十公分及四十公分處各埋置石膏濕體(Gypson block)，一隻，以測定處理小區之水分含量。另在試驗區旁裝設四呎大蒸發皿一座(如圖五)，其設計圖係由省水利供給，經指定廠商承製後由補助款下撥付運送本所安裝使用，其周圍並由本所自行打造鐵製安全裝置一座。

龍潭鄉灌溉效應觀測區：

本試驗並在龍潭選定特約茶農一家，四百株茶樹分成四區，每區一百株，分別以灌溉及無灌溉處理之，其品種為硬枝紅心，灌溉區之處理方法係當地如連續十日未有降雨時即予灌水，每次每樣 16,000c.c.，無灌區則聽由自然降雨，不另灌水。

### 三、試驗過程與成績記載

(一)試驗區設置：

本試驗於五十三年八月正式開始實施，田間試驗區選定後依設計區分佈置如平面附圖，並採取表土，20公分及40公分三土層深度計六樣品送請臺灣大學農業工程系作機械分析，其結果如表一。同時埋設白鐵皮及石膏吸濕體，溫室於十月底製作完成，即將臺農121號二年生茶苗按原設計移植入水泥盆。

表一 土壤機械分析記錄

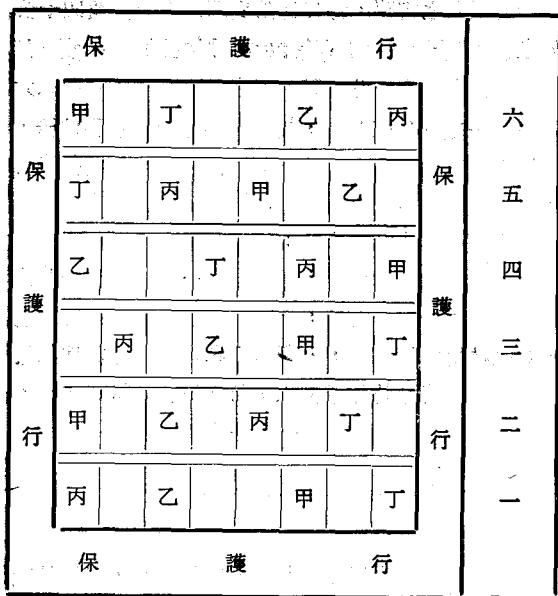
樣品	水分當量	凋萎點	假比重	機 械 分 析			土壤質地
				砂粒	粉粒	粘粒	
A表土	24.27	16.38	1.298	14.7	36	49.3	粘土
A20cm	24.44	12.83	1.396	11.7	36	52.3	粘土
A40cm	25.30	22.19	1.387	12.7	28	59.3	粘土
B表土	24.40	17.50	1.278	23.7	37	39.3	粘質壤土
B20cm	23.98	19.82	1.417	16.7	34	49.3	粘土
B40cm	24.96	21.43	1.373	12.7	32	55.3	粘土
合計	147.35	110.15	8.149	92.2	203	304.8	
平均	24.56	18.36	1.358	15.37	33.83	50.8	

(二)栽培管理：

#### 1. 台刈與剪枝

田間試驗區之保護行均以動力台刈機施行台刈，於茶檯離地面五公分處切除，以避免影響處理小區中茶樹之生長，各處理小區均行淺剪枝(Light pruning)。溫室中之移植苗於離土面上15—20公分處施行剪定，促其發芽生長。

#### 2. 施肥



品種：黃心烏龍 重複：六  
處理：甲、保持自然情形不予灌水。  
乙、保持土壤水分75%。  
丙、保持土壤水分50%。  
丁、保持土壤水分25%。

圖六 田間排列圖

田間試驗區於冬茶結束時即予播種綠肥魯冰，並

施用過磷酸石灰，每公尺30克，溫室則在移植後立即以12:8:5之比例施用氮、磷、鉀三要素。

### 3. 伸育調查：

淺剪枝前及剪枝後將茶樹之生育情形作一調查，至年底再行剪枝時之記錄即可得其全年之生長量，各處理間對生育之影響可予比較後加以分析。

### 4. 補植：

溫室中種植之茶樹部分由於供給水分過多，致使根部無法呼吸而有窒息現象，葉部首先發生枯黃，繼之以萎縮而脫落，茶樹即呈死亡，此等死亡茶樹需去除後再予重新移植。

### 5. 採摘：

田間試驗區春茶開始即予採摘，採摘標準為一心二葉每次按不同處理分區記錄其生葉收量，以比較其各處理間產量之差異性，決定灌水量多寡。

### (二) 觀測結果與討論：

#### 1. 茶樹生長調查：

第一年之剪枝後量取各處理小區各株茶樹之樹高及樹冠之縱橫，再於翌年實施剪枝前量取一次，可憑此二數據得茶樹一年來之生長量（如表二），以比較各處理對茶樹生育之影響。

表二 茶樹剪枝前後生長調查表

單位：公分

時期	處理 項目	甲			乙			丙			丁		
		高	縱	橫	高	縱	橫	高	縱	橫	高	縱	橫
54	年生長量	26.56	6.80	11.91	22.14	8.24	13.88	27.30	6.25	12.25	23.97	4.76	10.83
55	年生長量	20.21	11.46	13.13	21.72	17.17	12.36	20.61	15.42	16.30	16.45	13.50	14.38
	二年總生長量	46.77	18.26	25.04	43.86	25.41	26.24	47.91	21.67	28.55	40.42	28.26	25.21

根據上表所列數據，各處理茶樹生長情況皆甚良好，54年由於試驗剛開始，灌溉水分之控制較為不易在乙處理中往往有達於90%以上之有效水分以致使茶樹根部呼吸困難，影響其高度之生長，丙處理則無上述之現象，但生育效果却不顯著，至55年，其生育情況較為穩定，乙處理在縱與高方面，皆較甲處理提高而橫的方面却不明顯，由兩年所得之初步結果顯示出紅壤中有效水分雖高達75%，土壤中之空隙却相對減少，茶樹根部之呼吸作用無法正常進行，致使茶樹生長產生抑止的現象，反觀在相同之土壤條件下土壤之

有效水分達50%，其茶樹之生長情形，在縱橫方面均有顯著的增加，在高的方面增加量雖有限，然沒有反現象，此足以表示，土壤保持50%有效水分以上，茶樹之葉莖部或是根部之生長情形較一般處理為良好。

茶樹生育初期，土壤經灌溉之處理，其發芽較早，發芽率高，葉的生長亦較快。

#### 2. 生葉收量：

##### (一) 田間不同灌溉處理生葉收量之比較：

本試驗以本所標準採摘法一心二葉採摘，全年共採摘十四次，其全年收量統計表如表三：

表三 茶樹灌溉試驗全年生葉收量統計表  
單位：公克

重 複	處 理				合 計	平 均
	甲	乙	丙	丁		
	平均年採收量	平均年採收量	平均年採收量	平均年採收量		
一	59.21	158.29	124.07	58.64	400.21	100.05
二	81.29	88.50	90.86	63.14	323.29	80.82
三	89.78	75.14	85.93	55.79	306.64	76.66
四	45.79	63.64	110.35	108.00	327.78	81.95
五	68.07	48.14	91.14	63.29	270.64	67.66
六	67.00	141.43	57.21	86.64	352.28	88.07
合 計	411.14	575.14	559.06	435.50	1,980.84	
平 均	68.52	95.86	93.18	72.58		
增產率%	100	140	136	106		
次 第	4	1	2	3		

由上表看出生葉收量，經灌溉處理之乙、丙、丁皆較無灌溉之甲處理為高，且其收量隨灌溉量之增加而增加，其次第之排列為乙、丙、丁、甲，尤以乙、丙二處理顯著增產，約提高至36~40%，能有此增產值，不但可增加茶農之收益，同時在臺灣耕地逐漸減少之今日，對於提高臺灣之總產量，灌溉為一條可行的途徑。

現就灌溉量之多少對收量之關係作一分析：灌溉可提高茶葉之產量已不容置疑，然以經濟觀點，自當求出一最經濟之用水量。

乙、丙處理之土壤水分保持在75%及50%有效水分以上其產量可提高至40%及36%，較之保持25%有效水分之丁處理（其增產值6%）高出30%以上，是故丁處理雖有增產，然效果不顯，而乙處理之增產值雖較丙處理高出4%，然就灌溉用水之經濟有效利用價值言，自當以丙處理為最有效之經濟用水量。

(二) 茶樹灌溉與不灌溉其生葉收量之比較：

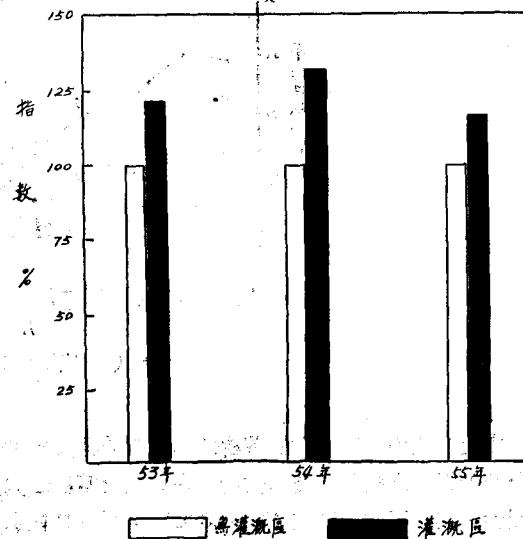
本試驗區位於龍潭，採摘法以現茶農所採用之剪刀剪採法，全年採摘次數視茶樹生長情形及氣候因子而異，其生葉收量及指數如表四及圖六：

由於表四及圖六顯示出茶樹經灌溉後其產量皆較無灌溉區為高，其增產值約為30%左右，甚至有高達35.5%以上。

在品質方面，雖沒有正式之比較試驗，但初步之鑑定結果，顯示出灌溉後之品質，在色、香、味方面均較無灌溉區為佳。

表四 茶樹灌溉與無灌溉生葉收量比較表  
單位：公斤/百樣

重 複 生 葉 收 量	I		II		採 收 次 數
	灌 溉 區	無 灌 溉 區	灌 溉 區	無 灌 溉 區	
53年年採收量	114.9	84.9	102.0	95.4	五
54年年採收量	113.7	84.9	106.5	82.2	六
55年年採收量	107.4	91.2	101.4	88.8	四
三 年 合 計 採 收 量	336.0	261.0	309.9	266.4	十五



圖七 茶樹灌溉區與無灌溉區生葉收量指數表

在試驗區現場可以明顯看出經灌溉後之茶樹不論老葉、新芽其色澤青翠光亮，置於手中有柔軟之感，葉面積大，較之無灌溉區色澤暗淡，葉面粗糙之比，相去甚遠。

3. 溫室中供水箱供水情形：

水泥盆中放置之素燒以塑膠管與外面之供水箱相連，如供水箱水面高度高過素燒水面，則由於水壓的力量迫使水向素燒中流，再壓入土壤，則土壤之含水率經常高過100%，空隙漸為水所填滿，茶樹根部無法呼吸，致生枯萎現象而終於死亡，因此水箱之水面應略低於素燒，令其水分之供給完全由土壤毛細作用之力量自供水箱中吸取。

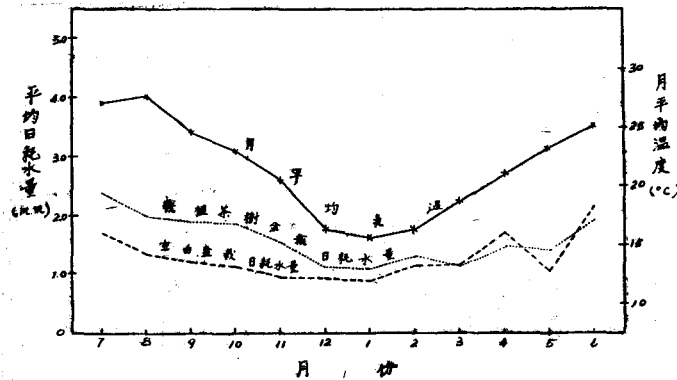
4. 蒸發散量：

利用溫室盆栽試驗測定一年度（54年7月至55年6月）每月之平均日耗水量，以求得溫度與茶樹蒸發散量之關係與範圍：

表五 溫室盆栽日耗水量及月均溫記錄表

(氣溫：°C)  
單位：(耗水量：mm)

月 份 別	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
月 平 均 溫 度	27.1	27.6	24.6	23.0	20.4	16.3	15.6	16.3	18.7	20.9	23.2	25.0
栽 植 茶 樹 盆 栽 日 耗 水 量	2.39	1.99	1.90	1.86	1.52	1.12	1.10	1.31	1.13	1.47	1.39	1.90
空 白 盆 栽 日 耗 水 量	1.74	1.35	1.22	1.13	0.96	0.93	0.90	1.15	1.16	1.70	1.03	2.15



圖八 月平均溫度影響耗水量之變異圖

由上圖表中，不論栽植茶樹或空白盆栽其耗水量完全隨着氣溫之變化而發生變動。今以栽植茶樹之盆栽而論，其月平均溫度在 23°~28°C 時，平均日耗水量均在 1.86mm 以上，月平均溫度在 20°C 以上時，平均日耗水量在 1.39mm 以上，而月平均氣溫在 15°~19°C 時平均耗水量則為 1.11~1.31mm 之間。此足以表示出在桃園一帶之粘質紅壤茶園耗水量，在氣溫正常狀態下之變異情形。

此外由於溫室內溫度平均比室外約高 1°~1.5°C，由於蒸發隨氣溫之增高而增加，因此室內實際蒸發量當亦較室外為高。

水分全年總蒸發蒸散量，以栽植茶樹較空白之盆栽為大，初期茶樹經修剪，無敷蓋作用，故其差異甚為顯著，中期由於茶樹枝葉生長逐漸茂盛，產生敷蓋之效用，減少土面之水分蒸發，故其差異較小，後期以四與六月甚為特殊，空白盆栽蒸發量反較栽植茶樹盆栽為大，此乃由於試驗地位於較高之台地，適逢東北風較大且經月吹送不間，由於空白盆栽之土壤表面完全裸露於大氣中，藉風力之助，致使土壤面蒸發甚速，不像栽植茶樹之盆栽有大面積之茶樹敷蓋作用，

故其二者之蒸發量產生相反數值。

#### 5. 石膏吸濕體之差異：

石膏吸濕體各個之組成均無法完全相同，彼此間略有差異，且其靈敏度稍差，當土壤含水率下降時，石膏吸濕體無法立即隨之下降，且如水分保持飽和狀態過久，常發生失效，隨時應予檢換。其在測定儀上所顯示之讀數亦難與實際取土而得之資料求得一固定之關係，如完全以該儀器之讀數來決定土壤含水量與灌水量，實不可靠，似應配合實際取土以供乾法求其土壤含水量互作比照，再行決定灌水較為正確，唯在時間與人力上花費頗多，尤其茶樹係一多年生之長期作物，試驗結果絕非一朝一夕可以求得。

#### 6. 水分含量測定：

田間試驗區每隔三日用電阻式水分測定儀測其水分含量，根據每次測定資料顯示之有效水分含量，若未達到其所需之水分含量即予施灌。經 24 小時後再測定其有效水分含量記錄之，茲將 54 年 7 月至 55 年 6 月各月中所測得之水分含量其平均值列於表六以資對照參考。

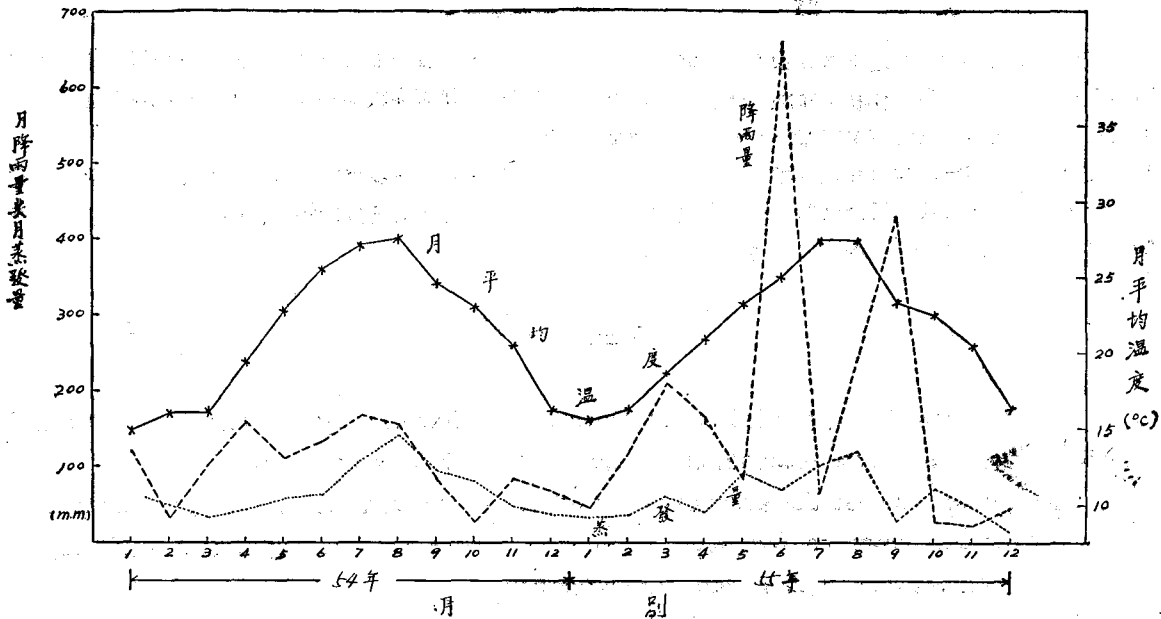
表六 各處理土壤平均有效含水量記錄

月份別	處理 埋設深度	甲		乙		丙		丁	
		20cm	40cm	20cm	40cm	20cm	40cm	20cm	40cm
54年7月份平均值		78.67	80.33	75.67	78.67	76.33	79.67	74.67	73.23
54年8月份平均值		43.25	56.75	42.50	48.50	43.75	49.75	40.50	48.75
54年9月份平均值		51.00	58.20	63.00	65.60	61.40	61.60	56.80	61.60
54年10月份平均值		46.25	54.25	50.00	51.25	47.50	49.75	41.25	49.50
54年11月份平均值		51.75	42.50	74.50	69.50	74.50	71.25	67.50	65.25
54年12月份平均值		67.00	67.20	69.40	69.60	67.00	67.40	63.00	62.80
55年1月份平均值		71.25	72.00	70.25	71.00	71.00	71.75	69.75	69.25
55年2月份平均值		72.00	71.50	72.25	72.00	72.75	71.75	71.75	72.50
55年3月份平均值		71.80	76.80	70.80	72.20	73.20	74.80	70.80	75.00
55年4月份平均值		75.25	76.25	72.50	71.25	74.75	74.25	73.00	75.75
55年5月份平均值		54.25	68.75	48.00	59.50	48.25	60.75	48.75	62.00
55年6月份平均值		55.20	62.60	52.00	58.40	54.00	59.60	50.20	59.20

7. 氣象資料記錄：

月之降雨量與蒸發量，及月平均溫度，其曲線如圖九

試驗區之雨量、溫度、蒸發量自五十四年元月至五十五年十二月計有二年之資料記載，並求出年中各



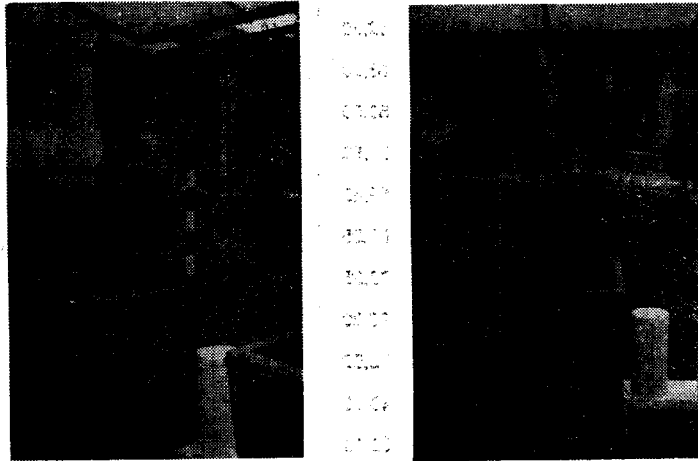
圖九 月降雨量、蒸發量及月均溫曲線圖

由圖中得知月蒸發量隨月平均溫度之提高而增加，亦達到最高峯。圖中之曲線甚為一致。當每年7—8月平均氣溫為一年中之最高時其蒸發量而蒸發量亦隨着降雨量之多寡而有變動，降雨量

多則蒸發量也隨之提高，但當降雨量達於某一高度時（28.2mm）此乃由於此二月份中之空氣濕度甚高，致其蒸發量却反而降低，此圖表中可以看出，在55年使水面蒸發不易所致。

6月與9月為降雨量最多之月份（高達662.3mm及429.2mm）而其蒸發量却反而下降至（70.4mm及70.4mm）

8. 溫室中茶樹之生長極為良好，定植時將之修剪保持15至20公分，經一年後其高度均達110公分左右，



圖十 溫室中供試茶樹生長情形

較之一般幼木同齡茶樹生長為快。

### 結 論

本試驗係就茶樹灌溉之基本問題作一探討，由於茶樹是一種多年生的葉用作物，雖經三年之連續紀錄，其資料僅能表示本試驗期中之趨勢，茲將初步結論列述於後，以供爾後試驗研究之參考：

一、茶樹經灌溉後，其產量確有顯著之增加，土壤有效水分如能經常保持50%，則可達36—40%之增

產。

二、經常灌水之茶樣，其生葉質地柔軟，色澤青翠而光亮。

三、土壤有效水分含量如經常高於75%則由於空隙減少，使茶樹根部呼吸困難，反有抑制其生長的現象。

四、根據氣象資料顯示，月蒸發量隨月平均溫度變動而變動，其變動趨勢頗為一致，而蒸發量亦隨降雨量而變動。

### Summary

The experiment was carried out at Pinchen Tea Experimental Station from 1963 to 1965. The results of this essential study are described briefly as follows:

1. It was shown that the average yields of tea leaves from irrigation were increased over that from no irrigation by 36-40%. There was no significant difference among different treatments from irrigation.
2. Owing to the most amount of rainfall was from June to September (1965~1966), It was necessary to irrigate in order to increase the yield of tea leaves.
3. The quality of tea leaves from irrigation plot was better than that of from the no irrigation plot.

### 參 考 文 獻

1. 張建勛(1960): 灌溉與排水學。
2. 張建勛(1957): 灌溉, 國立臺灣大學農學院叢書第2號。
3. 姜承吾(1962): 水文學。
4. 張玉鑽(1963): 旱地之土壤水分控制與灌溉對於作物生產之影響, 臺灣水利第十一卷第三期 pp.15-28。
5. 張建勛、徐玉標、施嘉昌、甘俊二(1964): 黃麻灌溉試驗, 嘉南地區及臺大旱作灌溉試驗報告 pp.29-34。
6. 張建勛徐玉標(1962): 陸稻需水量試驗, 科學農業第十卷5,6期 pp.180-181。
7. 蔣丙然(1954): 臺灣氣候誌, 臺灣銀行經濟研究室, 臺灣研究叢刊第26種。
8. 曹以松(1966): 旱地灌溉之有效雨量, 農業工程學報第12卷第1期 pp.33-41。
9. 玉井虎太郎(1964): 旱地作物灌溉講義, 農復會編印。
10. 種田行男(1958): 旱地灌溉。
11. 張建勛、秦立德、蘇匡基(1966): 旱作灌溉之效果與其實施, 臺灣省政府農林廳臺灣農業季刊2(1):113-125。
12. 水之江政輝(1962): 旱地灌溉方式決定關係之研究。
13. 水之江政輝(1967): 旱地灌溉概論。
14. IVAN E HOUK (1956): Irrigation Engineering Volume II.
15. CHANG K. F. and SHU Y. P. (1962): Upland Crop irrigation experiments in Taiwan Printed by the Rotational Irrigation Promotion Committee.
16. Orson W. Israelsen, Ph. D. (1950): Irrigation Principles and Practiees.
17. Methods for Evaluating Irrigation Systems; Agriculture Handbook 82. Soil Conservation Service U. S. Department of Agriculture May 1956.