

# 水利局旱作灌溉推行站試驗準則與 歷年試驗成果之研討

## A Study on Experimental Criterion & Resultation of Upland Irrigation Demonstration Station, P.W.C.B.

林 聰 明

水利局旱作灌溉推行計劃主辦工程師

### 一、引 言

臺灣省水利局承農復會經費補助，自民國 52 年 8 月起，辦理旱作灌溉推行計劃以來，承農復會、農林廳及有關水利會全力支援與配合下，無論在試驗研究或示範推廣方面均已獲有相當的成果。自計劃成立迄今，已歷八年，本局配合本省若干水利開發計劃，前後分別在高雄、豐田、石門、苗栗、彰化、岡山及瑞穗等地設立旱作灌溉推行站，辦理旱作物灌溉處理比較試驗及旱作灌溉效益之示範工作，截至 59 年夏作為止總共完成 205 作灌溉試驗（詳如表 1）所供栽培作物以什糧為主，但亦有若干蔬菜作物。因 52.53 年屬籌備創辦期間，各推行站一切設備未盡充實，未能正式開始試驗，而五十六年以前尚屬摸索階段，因此在試驗過程中，試驗準則曾有多次修正，至五十六年起，才正式擬定各推行站工作規範，提供各站循辦。

關於各旱作灌溉推行站歷年試驗，示範、推廣成果及其他有關專案調查研究報告，已逐年編印成冊，提供各方面參考在案，本文僅就各旱作灌溉推行站之田間試驗準則與歷年試驗成果，作一綜合性的分析檢討摘述於後，以供參考。

### 二、各旱作灌溉推行站試驗準則

各旱作灌溉推行站管轄約有五公頃之耕地，依據耕營方式，分為標準與試作兩區。標準區即試驗田，面積約 0.2-0.3 公頃，由推行站負責依照各種作物標準栽培法耕營並辦理灌溉處理試驗。試作區面積約五公頃，其一切耕種管理悉由農民自行仿照標準栽培法辦理，惟其種植作物品種，耕種時期與灌溉均應受推行站指揮。茲就標準區的試驗準則簡述於後：

#### (一)標準區之試驗設計原則

標準區分為 A. B. C. D 四種灌溉試驗處理，

表 1. 歷年來各推行站試驗次數統計表

(1970年夏作止)

季 別	站 別 作物別	站 別							合 計
		石門	苗栗	彰化	岡山	瑞穗	高雄	豐田	
春	米	3	2	7	3	2			17
	花生	3	5	7	2	5	1		23
	高粱	4	5	2	4	2			17
	大豆	1	1	2	5				9
	甘藷							1	1
	芝麻					1			1
	越瓜								1
作	綠豆				2				2
	花豆					2			2
	大豆	2	3	6		6		2	19
	甘藷	3	1	6			2		12
	花生		2	1		6		2	11
	宿根高粱	4	4						8
	瓜子瓜			3					3
夏	西瓜	2	5						7
	甜椒		1						1
	玉米		1						1
	黃蘗				1				1
	大豆	1	1	1				1	3
	甘藷	1	4	7	8	6			27
	花生			1	3		2		6
秋	油花	1	1	1					2
	菜豆							1	3
	花豆					1			2
	豌豆			1		3			4
	玉米				5	3			8
	小麥		1	2					3
	蘿蔔		1	3				1	5
	蠶豆	2					1		2
	甜菜	1							1
	葱		2						2
	芥菜	1							1
	合 計	29	40	50	33	37	9	7	205

各處理均設四重覆小區。各處理重複小區之排列方式原則上採用逢機完全區集法，惟因本計劃試驗處理與重複次數相等，故亦可採用拉丁方格排列。各處理內容如下：

**A處理：**為一機動性之灌溉處理，在作物種植後，嚴密觀測有效根層之土壤水分，當土壤水分消耗至二分之一有效水分含水量時即予灌溉，其一次灌溉水深以恢復至田間容水量（24小時容水量）為原則。

**B處理：**為一定期定量灌溉處理，在作物種植前，依各作物之生理特性，需水臨界期，預先擬定灌溉。日期及水深，依計劃實施灌溉。倘灌溉期距過長，經由土壤保水力核算結果，土壤水分無法供應作物消耗時，予以增加灌溉次數。其一次灌溉水深，依作物需水量與灌溉期距的因素決定之。

**C處理：**為一定期節水灌溉處理，其灌溉次數與B處理同，但一次灌溉水深較B處理減少20%，以觀察節水灌溉之效果。

**D處理：**為一對照區，原則上不予灌溉，用以比較其他灌溉處理區之增產效果，惟為了維持作物生機，在作物無法發芽或呈現凋萎時，則給予一次最少量之灌溉。

#### (二)有效雨量之估算標準

旱作灌溉之有效雨量因牽涉之因素甚為複雜，目前尚未有一套完善的估算方法，本計劃為實用上方便起見，暫訂有效雨量估算準則如下：

1. 日雨量1公厘以下之雨量，只能濕潤表土或作物枝葉，而成為蒸發損失，故應視為無效。
2. 灌溉後24小時內之降雨視為無效雨量，並應設法排除。
3. 估算有效雨量時，降雨前後土壤水分量，除A處理區各重覆小區應分別計量外，B、C、D各處理均以各重覆小區間平均值計量，即各不同處理各只有一有效雨量值。
4. 降雨後測定層土壤水分大於田間容水量時，除應設法排除外，其有效雨量可以下式估算。

$$\text{有效雨量} = \frac{FC - \text{降雨前土壤水分}}{100} \times D +$$

$$\text{該月作物} \times \left( \frac{\text{連續降雨日數}}{\text{日用水量}} + 1 \right)$$

式中 F.C = 田間容水量容積百分比 (%)

D = 測定值代表土層厚度 (mm)

5. 降雨後測定層土壤水分小於田間容水量時，其降雨量全部視為有效雨量。

6. 在同一地點，測定點之深度不均一時，有效雨量之計算應以降雨前後之土壤水分垂直分佈曲線，計算兩曲線所包圍之面積代替上式之前項數值。

(三)B、C兩處理區降雨後灌溉水深扣除原則：

以預定灌溉日期以前，灌溉期距之 $\frac{1}{2}$ 時間，視作有效雨期，並擬定各站標準區之最小灌溉水深作為扣除灌溉水深之下限，灌溉水深之扣除原則暫定如下：

1. 有效雨期以內之總降雨量如果超過一次灌溉水深之75%則該次灌溉應予取消。
2. 有效雨期以內之總降雨量如果小於一次灌溉水深之75%則該次灌溉水深應扣除降雨量，但剩餘水深不可小於最小灌溉水深。
3. 各站標準區最小灌溉水深參照過去試驗資料，暫定如下，惟如與田間灌溉實績不符時，可呈准修正。

表 2. 各站最小灌溉水深表

站別 灌溉法	石門	苗栗	彰化	岡山	瑞穗
漫灌	15mm	18mm	20mm	10mm	15mm
溝灌	10mm	13mm	15mm	7mm	10mm

### 三、歷年來試驗成果之檢討

由各推行站歷年試驗資料分析結果，除可獲得各不同灌溉處理效果，各作物需水量，作物需水量與主要氣象因子間之關係及作物吸水圖型外，並可由各作物經濟效益之分析結果，創立各推行站地區之經濟輪作方式，以提供將來大面積推廣之參考。關於各推行站之試驗成果，除高雄與豐田兩推行站因設立不久後，發現其試驗環境不甚適宜，在試驗成果尚未穩定前，即予停辦，故在此不予舉述外，茲就石門、苗栗、彰化、岡山及瑞穗等五個推行站之試驗成果，逐項簡述於後：

為明瞭各推行站試驗田之土壤保水特性，以供檢討試驗成果之參考，特將各站調查所得有關保水力因子列表如表2，由表2可知，岡山站的保水力最大，苗栗站最小。

表 3. 各推行站土壤保水力特性分析表

站 別	石 門	苗 栗	彰 化	岡 山	瑞 穗
土 質	坩質粘土	砂 土	壤質砂土	坩質壤土	壤 土
有 效 根 層 (em)	40	40	80	60	40
假 比 重	1.16	1.35	1.52	1.46	1.31
孔 隙 率 P (%)	54.1	45.4	42.6	45.4	47.6
田 間 容 水 量 F.C (%)	33.0	15.3	24.4	27.6	31.4
凋 萎 點 P.W.P (%)	13.2	2.2	14.7	12.4	5.2
總 有 效 水 分 T.A.M (%)	19.8	13.1	9.7	25.2	26.2
基 本 滲 透 率 mm/hr	49.0	640.0	206.5	5.1	13.8

(一)各灌溉處理效果之比較

由表 4. 可知配合作物需水臨界期灌溉之B處理其灌溉效果最為顯著。在 182 作之灌溉試驗中，最高產量發生在B處理者有 120 作約佔總試驗次數之 66 %。以期作別而言，春作 70 次試驗中，最高產量發生在B處理者有 52 次，佔春作次數之 74 %，夏作

51 次中則有 35 次，佔夏作次數之 69 %，秋作 61 次中則有 33 次，佔秋作次數之 54 %。其中苗栗站標準區因受地下水水位之干擾特別大，致各處理間之效益不明顯。苗栗站標準區已自民國 59 年秋作起，改移地勢較高的地點，以期繼續探討各處理間之灌溉效果。

表 4. 各推行站歷年來各處理最高產量發生次數統計表

站 別	石 門			苗 栗			彰 化			岡 山			瑞 穗			合 計		
	春 作	夏 作	秋 作	春 作	夏 作	秋 作	春 作	夏 作	秋 作	春 作	夏 作	秋 作	春 作	夏 作	秋 作	春 作	夏 作	秋 作
1/2有效水分區 (A)	1	0	1	1	4	0	2	0	3	3	0	3	0	2	0	7	6	7
定時定量區 (B)	10	10	4	6	5	1	13	11	11	11	0	11	12	9	6	52	35	33
定時定量區 (C)	0	1	1	6	3	3	1	2	1	2	0	2	0	1	7	9	7	14
對 照 區 (D)	0	0	0	0	2	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3	7

(二)臨界期灌溉處理成果

各站主要作物B處理區(臨界期灌溉區)之產量約較D處理區(對照區)增產10~60%，除苗栗站因受地下水之影響，灌溉增產量普遍不高外，其他各站就季作別而言，以秋作灌溉效果最顯著，春作次之，夏作期間由於颱風，暴雨等原因，灌溉效果頗不穩定。若以作物別而言，以玉米與大豆灌溉效果最佳，其次為高粱，甘藷等作物，請參閱表 5。

本計劃試驗之要目的並非在求各作物之灌溉增產率，為此D處理區並非絕對不灌溉區，而為維持作物生機，在發生凋萎時即予救濟灌溉，故如以無灌溉區

之產量為標準來計算時，各作物的灌溉增產率必定高於表 3 之數值，尤其蔬菜作物如無施救濟灌溉，幾無法生長，故灌溉應為其生長之先決條件。

(三)灌溉用水量之檢討

一般什糧作物，在全生長期間，只要配合其需水臨界期灌溉二至三次已足夠，而灌溉總用水量多在 200 公厘以內。惟在實際應用上，苗栗與彰化二站為砂質土壤之代表性地區，其土壤保水力較低，表層土壤極易乾燥，故除需水臨界期外，應增加一至二次灌溉。石門站之下層土壤多含礫石，保水力亦低，灌溉次數亦應酌予增加，因此灌溉總用水量多較其他各站

爲高。蔬菜作物因淺根，灌溉次數較多，故其灌溉補給量亦比其他什糧作物爲高。(參閱表 5)

四有效雨量利用情形

有效雨量之利用受當年降雨情形之影響很多，大

體而言以石門站之有效雨量最多，平均約在 200 公厘左右。而其他各站平均約在 150 公厘左右。在各季作別中則以春作最多，夏作次之，秋作最少。

表 5. 各推行站歷年各季主要作物臨界期灌溉效果成果統計表

站別	季別	作物	灌溉臨界期 (種植後日數)	灌溉次數 (次)	灌溉水深 (mm)	有效雨量 (mm)	平均產量 (kg/ha)	灌溉增產率 (%)
石門	春作	玉米	30. 50. 70	1-4	55—205	190—245	4,003	10—55
		花生	30. 50. 70	3-5	110—270	240—280	3,395	22—23
		高粱	30. 50. 70	2-3	135—210	170—260	5,682	19—56
		大豆	35. 50. 65	4	210	250	1,278	11
	夏作	大豆	35. 50. 65	2	90	295	2,022	21
		甘藷	30. 60. 90	2	85—125	140—395	15,274	23—30
		宿根高粱	30. 50. 70	2-3	110—185	160—340	3,704	17—23
	秋作	油菜	—	5	320	215	762	33
		芥菜	—	5	300	200	10,120	31
		甜菜	—	3	155	125	8,143	17
		蠶豆	—	2	135	270	2,321	45
	苗栗	春作	玉米	30. 50. 70	1-4	50—160	110—165	3,553
花生			50. 70. 90	1-4	50—160	165—190	1,852	6—12
高粱			30. 50. 70. 90	1-4	40—160	120—205	4,085	3—34
夏作		西瓜	30. 50. 70	2	80—120	30—140	13,035	34
		宿根高粱	30. 50. 70	1-3	50—140	20—70	3,183	5—8
		玉米	30. 50. 70	2	100	80	4,258	29
秋作	甘藷	30. 50. 70	3	160	135	13,295	8	
	葱	每隔五天一次	5	125	95	27,280	22	
彰化	春作	玉米	30. 50. 70	3-4	100—190	70—140	6,653	11—21
		花生	40. 70. 90	2-3	110—200	55—145	2,663	26—28
		高粱	30. 50. 70	3	175	65	4,100	13
		大豆	35. 50. 65	3	70	135	2,056	20
	夏作	大豆	35. 50. 65	1-4	50—170	85—160	1,561	17—64
		甘藷	25. 50. 75	1-3	50—185	125—205	15,707	9—37
		花生	40. 70. 90	4	140	100	2,808	16
		瓜子瓜	—	2	120	125	336	21
秋作	甘藷	25. 50. 75	3-5	170	35—135	4,370	17—43	
	蘿蔔	—	2-3	80—170	35—50	1,405	10—31	
	胡蘿蔔	—	9	225	75	17,035	9	

岡	春 作	玉 米	30.	50.	70	2	135	60	7,116	63
		高 粱	30.	50.	70	2-3	85—135	70—260	6,333	8—27
		大 豆	35.	50.	65	2-3	100—195	70—280	3,150	5—68
		綠 豆			—	2-3	120—220	54—100	1,350	24
山	夏 作	黃 麻			—	2	105	420	6,430	—
	秋 作	甘 藷	25.	50.	75	3	120—210	20—40	25,370	13—23
		玉 米	30.	50.	70	3	120—210	20—40	6,022	43—45
瑞	春 作	玉 米	30.	50.	70	1-2	65—70	130—170	3,305	14—37
		花 生	50.	70.	90	1-2	60—110	70—175	1,455	11—45
		高 粱	30.	50.	70	2	90	75	3,665	47
		花 豆			—	1	50—65	85—105	1,481	96—157
穗	夏 作	大 豆	30.	50.	70	2-3	120—200	65—110	2,003	8—70
		花 生	50.	70.	90	1-2	70—140	90—205	2,036	3—34
	秋 作	甘 藷	50.	70.	90	2-3	130—150	100—110	15,071	18—57
豌 豆		30.	50		2	70	100	448	22	
玉 米		30.	50.	70	2-3	115—140	85—100	2,533	51—56	

(四)各作物需水量之檢討

各推行站為探求作物需水量，均利用採土烘乾法及土壤水分張力計兩種方法，在作物生長期間，追蹤根系土層土壤水分消長情形，以推算田間作物需水量。各種供試作物之作物需水量及主要作物之吸水圖型均已分別求出。表 6. 及表 7. 分別表示各站季作物別及各季作物別之作物需水量概值。表 8. 係各站主要作物生長盛期之日平均作物需水量及全生育期之日平均作物需水量，為決定灌溉系統輸水容量之重要資料，作物需水量數值，雖然由於作物種類及各站自然環境之不同而有相當之差異，但仍可歸納為如下兩點結論：

1. 作物需水量較一般外國之測定結果為低。此乃由於土壤水分追蹤法只能測定當時土壤含水率，前後兩次土壤含水率的差值並不含有在測定期間由地下補給水之水分。

2. 一般雜糧作物，全生長期間作物需水量約在 150-400mm 之間，(參閱表 4.) 全生長期間平均日作物需水量多在 2.0-3.0mm 之間，最盛期日平均作物需水量多在 3.0-6.0 之間。

表 6. 歷年來各推行站主要作物季作物別作物需水量統計表 單位：公厘(mm)

季 別	石 門	苗 粟	彰 化	岡 山	瑞 穗
春 作	270-410	160-350	170-290	220-290	180-250
夏 作	180-380	160-350	170-300	—	230-330
秋 作	150-400	160-350	150-200	190-280	180-300

表 7. 歷年來各主要作物別作物需水量統計表

單位：公厘 (mm)

季 別		春 作	夏 作	秋 作
大 豆		220—440	130—310	150
玉 米		160—300	250	170—350
高 粱		200—350	250—370	
花 生		170—410	160—300	440
甘 藷			210—380	150—400
西 瓜			180—200	
油 菜				150—250
小 麥				160—170
瓜 子 瓜			150	
豌 豆				150—250
蘿 蔔				70—200
胡 蘿 蔔				170—200
花 豆	130			170—180
芝 蔴				280—320
蠶 豆				200—230
葱				160—230
平 均		160—410	160—380	150—400

表 8. 各推行站主要作物平均與生長最盛期日需水量

(1964-1970夏作)

項 站 別	作 物	生長最盛 期需水量 (mm/day)	全生長期 平均需水量 (mm/day)	項 站 別	作 物	生長最盛 期需水量 (mm/day)	全生長期 平均需水量 (mm/day)	
石 門	春作玉米	5.3	2.8	彰 化	夏作甘藷	4.8	2.5	
	春作花生	4.6	2.6		秋作甘藷	4.2	1.8	
	春作高粱	5.4	2.9		秋作小麥	1.8	1.6	
	苗 栗	夏作宿高	4.6	3.0	岡 山	春作玉米	3.4	2.5
		夏作大豆	4.7	3.2		春作花生	5.7	3.1
		夏作甘藷	5.9	3.0		春作高粱	3.7	2.6
		秋作蠶豆	2.9	2.0		春作大豆	6.0	3.0
苗 栗	春作玉米	2.6	1.9	秋作玉米		3.1	2.3	
	春作花生	3.6	1.9	秋作大豆		3.0	2.3	
	春作高粱	5.0	2.0	秋作甘藷		3.3	2.4	
	夏作宿高	3.9	2.2	瑞 穗	春作花生	3.3	2.0	
	夏作西瓜	3.8	2.3		春作高粱	3.1	2.0	
	秋作甘藷	4.2	2.0		夏作花生	3.7	2.5	
	秋作葱	3.0	1.8		夏作大豆	4.1	2.6	
彰 化	春作玉米	5.5	2.2		秋作甘藷	4.3	1.6	
	春作花生	3.6	2.2	秋作豌豆	2.6	1.7		
	春作高粱	3.5	2.3	秋作玉米	2.8	2.9		
	春作大豆	3.0	2.0					
	夏作大豆	4.9	2.8					

#### (A) 作物需水量與主要氣象因子間之關係

爲提供將來擬定灌溉規劃及用水管理之參考，各推行站均就所求得之作物需水量，探求作物需水量與各氣象因子之關係，茲將各站主要作物月別作物需水量係數，(Blaney & Griddle 法之 K值)及作物蒸發散比分別列於表 9' 表中蒸發散比係表示作物需水量與大型蒸發盤蒸發量之比值，在本省各地以往之氣象觀測中均採用小型蒸發盤測定蒸發量，爲提供將來之應用，茲將各推行站，大小蒸發盤之月別蒸發量比值列於表 10，惟當引用各項係數時，由於測定結果具有地域性，應先查明該地區作物生長環境是否與資料提供地區相類似，方能求得所需之數值。

#### (B) 作物吸水型態

根據試驗結果顯示，各推行站之吸水型態，對作物間之差異較小，而因不同土壤環境之差異較大，如石門、岡山、瑞穗等站，爲壤土或粘土，土層較厚，土壤保水力較大，吸水型態較接近標準吸水型態，即其吸水比由上而下依次減小，(所謂標準吸水型態，係各層吸水，由上而下依次爲 40. 30. 20. 10) 而苗栗、彰化兩站爲砂土，土壤保水力較差，表層之蒸發又大，以致作物之耗水大都取於次層，以致吸水型態變爲比較細長，(參閱圖 1) 圖中有效根層深度係表示作物耗水時所能引起之土壤水分變化深度。各站中，石門、岡山、瑞穗之有效根深介於 40-60 公分之間，彰化站爲砂土，根深可達 80 公分，苗栗站則由於地下水位過高有效根深僅達 40 公分爲止。

表 9. 各推行站主要作物月別日需水量，蒸發散比，及 B-C 公式 K 值 (1964~1970平均值)

站別	作物	項目	月別												種植收穫期間
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
石門	玉米	U				2.12	4.03	3.93	3.08						4月上旬~7月中旬
		C				0.72	1.22	1.47	0.71						
	花生	U			2.05	3.44	2.38	3.11	1.81						3月中旬~7月下旬
		C			1.47	1.18	0.76	0.82	0.54						
	高粱	U				1.53	4.02	4.21	2.95						4月上旬~7月下旬
		C				0.71	1.22	1.33	0.67						
	宿根高粱	U								2.17	3.47	4.10	1.72		8月上旬~11月中旬
C									0.63	0.90	1.39	0.72	0.45		
大豆	U			0.90	3.13	1.67	1.81		2.74	3.84	4.01	2.11		3月上旬~6月下旬 8月上旬~11月中旬	
	C			0.19	0.60	1.06	0.29		0.45	0.70	0.84	0.47	0.46		
甘藷	U						2.06	3.63	4.15	4.10	2.81	1.83		6月上旬~11月上旬	
	C						0.49	0.56	0.70	0.79	0.62	0.41	0.40		
蠶豆	U	2.89	2.35	1.28								1.25	2.52	11月上旬~3月上旬	
	C	0.75	0.64	0.46								0.87	0.64		
苗栗	玉米	U			0.67	1.42	2.55	1.67						3月中旬~6月下旬	
		C			0.18	0.45	0.48	0.23							
	花生	U			0.99	2.45	2.84	1.96	1.62	2.48	2.48	1.27	0.75		3月上旬~7月中旬 7月下旬~11月下旬
		C			0.39	0.70	0.60	0.47	0.16	0.34	0.57	0.25	0.09	0.07	
	高粱	U				0.78	2.78	3.88	2.66	0.74					4月上旬~8月中旬
		C				0.29	0.53	0.70	0.40	0.24					
	宿根高粱	U								1.85	3.97	2.84	1.73		8月中旬~11月下旬
		C								0.48	0.66	0.52	0.54	0.35	
大豆	U			1.00	1.99	3.14	2.30	1.90	1.37	2.77	1.78	1.21		3月中旬~7月上旬 8月上旬~11月中旬	
	C			0.48	0.60	0.59	0.57	0.53	0.34	0.69	0.61	0.50	0.13		
甘藷	U	1.12	0.95							2.71	2.93	2.85	1.54	9月中旬~2月中旬	
	C	0.46	0.28							0.50	0.62	0.81	0.76		
西瓜	U							3.58	2.71	1.51				7月上旬~9月上旬	
	C							0.32	0.54	0.52					
葱	U	1.20	1.37	2.53	0.80								0.27	12月下旬~4月上旬	
	C	1.22	0.71	0.86	0.25								1.18		
		0.35	0.40	0.60	0.17								0.08		

彰	玉米	U C K			1.73 0.50 0.36	2.52 0.69 0.49	3.72 0.82 0.56	1.84 0.43 0.32							3月上旬~6月中旬
	花生	U C K			1.57 0.47 0.37	2.24 0.60 0.53	2.96 0.75 0.49	2.07 0.58 0.32							3月上旬~6月下旬
	高粱	U C K			1.64 0.41 0.56	2.55 0.70 0.58	3.45 0.75 0.71	1.59 0.59 0.35							3月下旬~6月下旬
	大豆	U C K	1.47 0.36 0.36		1.46 0.51 0.79	1.31 0.49 0.38	2.47 0.65 0.50	1.33 0.48 0.39	2.08 0.42 0.29	3.17 0.59 0.48	2.96 0.60 0.35	1.51 0.32 0.31	1.84 0.46 0.47	1.66 0.65 0.65	3月上旬~6月中旬 7月上旬~9月下旬 10月上旬~1月中旬
	甘藷	U C K	1.33 0.58 0.72	1.05 0.59 0.63				1.52 0.25 0.27	3.48 0.70 0.61	3.27 0.70 0.57	3.10 0.48 0.48	2.24 0.46 0.37	2.11 0.59 0.45	1.68 0.62 0.59	6月中旬~10月上旬 10月中旬~2月下旬
	小麥	U C K	1.38 0.48 0.43	0.97 0.32 0.34									1.32 0.35 0.24	1.66 0.51 0.39	1.58 0.61 0.52
蘿蔔	U C K	2.19 0.95 0.63	1.45 0.81 0.66											1.20 0.65	12月上旬~2月中旬
岡	玉米	U C K	2.17 0.75 0.75	1.35 0.76 0.46	1.51 0.61 0.53	1.71 0.89 0.63	1.58 0.31 0.26					1.82 0.35 0.37	2.34 0.77 0.60	2.98 0.97 0.80	2月上旬~5月中旬 10月中旬~2月上旬
	花生	U C K		2.27 1.32 0.53	2.62 0.91 0.56	4.75 1.18 0.91	5.01 1.23 0.89	4.45 1.33 0.60							2月中旬~6月中旬
	高粱	U C K		1.81 0.36 0.29	2.33 0.51 0.50	3.00 0.80 0.60	1.73 0.46 0.39					1.82	2.35	2.98	2月中旬~5月下旬
	大豆	U C K	1.62 0.84 0.54	2.58 0.60 0.35	3.17 0.56 0.46	3.89 0.74 0.63	2.74 0.75 0.37					0.29 0.36	0.54 0.81	0.68 0.95	2月中旬~5月下旬 10月上旬~1月中旬
	甘藷	U C K	2.41 0.93 0.66	1.77 0.82 0.50								2.23 0.49 0.45	2.64 0.74 0.56	2.50 1.02 0.75	10月中旬~2月中旬
瑞	花生	U C K		1.05 0.51 0.20	2.56 0.64 0.55	2.66 0.73 0.42	2.02 0.78 0.34	0.93 0.50 0.16	2.67 0.52 0.39	3.72 0.69 0.51	1.57 0.72 0.41	1.04 0.40 0.20			2月中旬~6月中旬 7月中旬~10月中旬
	高粱	U C K			1.20 0.51 0.26	1.90 0.65 0.36	2.77 0.92 0.48	1.57 0.56 0.27							3月中旬~6月中旬
	大豆	U C K						1.88 0.16 0.22	3.02 0.47 0.53	3.47 0.74 0.58	2.51 0.68 0.36	0.85			6月上旬~9月下旬
	甘藷	U C K	1.52 0.78 0.41	1.11 0.62 0.20								1.09 0.58 0.23	1.87 0.82 0.39	2.06 1.04 0.44	10月下旬~2月中旬
	豌豆	U C K	2.24 1.06 0.52	1.58 0.64 0.32									1.56 0.73 0.38	1.76 1.11 0.46	11月上旬~2月下旬
	玉米	U C K	1.35 0.85 0.33	0.98 0.56 0.26	1.35 0.44 0.31	2.40 0.71 0.37	2.66 0.77 0.39	1.52 0.61 0.15					1.54 0.29	1.79 0.80 0.40	1.92 0.82 0.37



表 10. 各推行站大型與小型蒸發盤蒸發量比值

(1965-1970)

月 站 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
石 門	1.19	1.16	1.08	1.11	1.09	1.13	1.12	1.08	1.09	1.07	1.08	1.12
苗 粟	0.83	0.79	0.98	0.97	0.99	0.98	1.01	0.94	0.97	0.99	0.93	0.88
彰 化	0.83	0.93	0.88	0.89	0.93	0.94	0.93	0.96	0.91	0.93	0.92	0.88
岡 山	0.80	0.89	0.88	0.90	0.93	1.06	1.08	0.96	0.94	0.94	0.87	0.79
瑞 穗	1.01	0.98	0.99	1.01	1.02	1.05	0.99	0.99	1.05	1.04	0.98	0.99

圖 1. 各推行站作物代表性吸水圖型  
(生長最盛期)

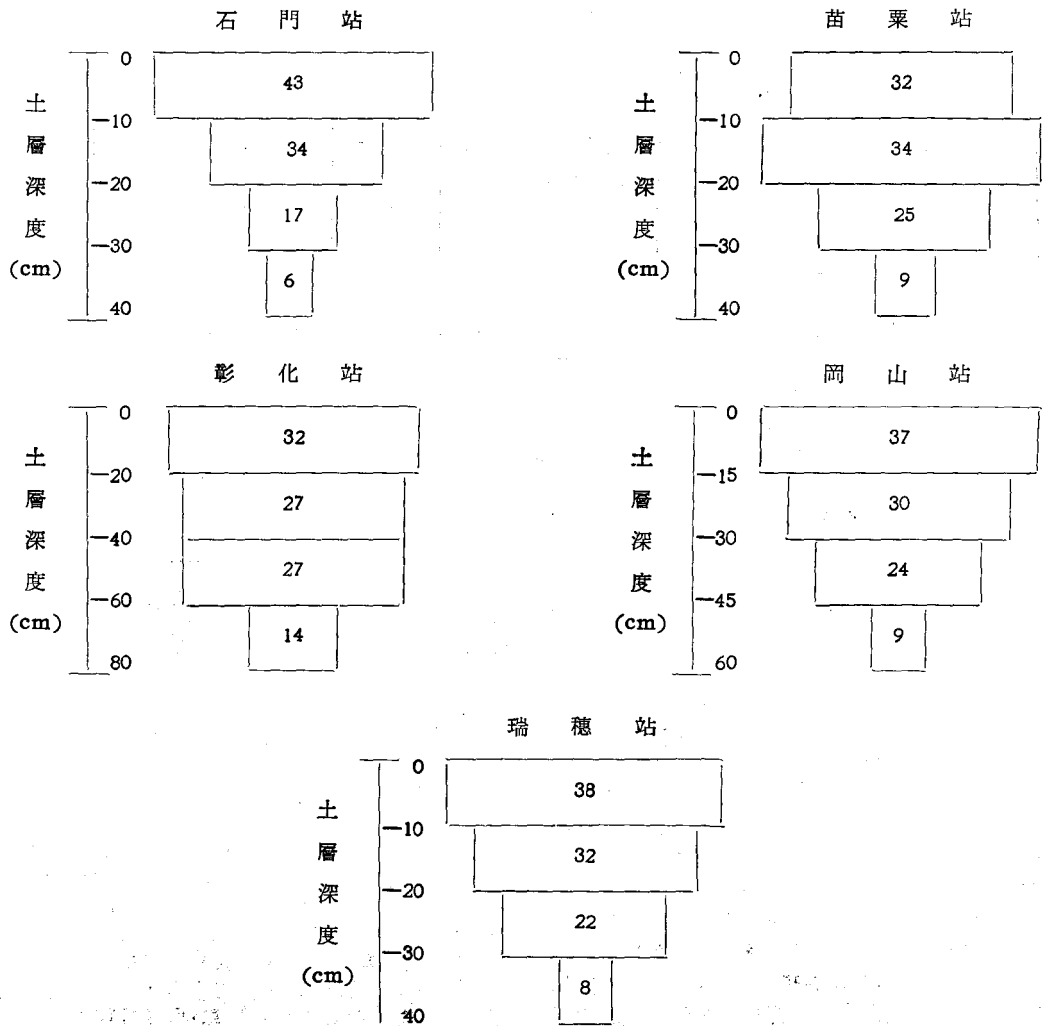


表 11. 各推行站計劃輪作方式與一般輪作方式年效益比較表 (1963-1970夏)

站別	輪作別	種植作物			年產量值 (元/公頃)	年耕作本 (元/公頃)	年純效 (元/公頃)	指數 (%)	總用水量 (立方公尺/公頃)	單用水量 純效 (元/立方公尺)
		春作	夏作	秋作						
石門	計劃輪作	高粱	宿根高粱	芥菜	51,412	33,756	17,656		5,939	2.9
		花生	西瓜	胡蘿蔔	55,886	41,128	14,758		5,434	2.7
	原來輪作	水稻	水稻		24,842	28,207	3,365		45,606	
苗栗	計劃輪作	高粱	宿根高粱	葱	35,262	19,898	15,364	217	4,120	3.7
		花生	西瓜	甘藷	45,842	23,107	22,735	322	4,650	4.9
	原來輪作		西瓜	甘藷	19,220	12,150	7,070	100	—	
彰化	計劃輪作	花生	甘藷	蘿蔔	50,554	29,311	21,243	213	6,150	3.5
		玉米	大豆	甘藷	48,647	25,415	17,332	174	4,194	4.1
	原來輪作	花生	甘藷		21,344	11,356	9,988	100	—	
岡山	計劃輪作	大豆	水稻	玉米	60,672	38,219	22,453	174	5,910	3.8
		高粱	宿根高粱	甘藷	61,952	35,408	26,544	205	6,420	4.1
	原來輪作	水稻	水稻		28,408	15,482	12,926	100	10,912	1.2
瑞穗	計劃輪作	高粱	花生	豌豆	34,300	16,225	18,075	161	3,540	5.1
		花生	大豆	甘藷	42,805	19,925	22,880	203	4,120	5.6
	原來輪作	花生	大豆		22,187	10,940	11,247	100	—	

※ 耕作成本包括家工在內

#### (六) 計劃輪作方式之經濟效益

為確立有灌溉的輪作制度，各推行站經由農業指導員之指導，擬定二至三種輪作方式，配合辦理灌溉處理之比較試驗並分析各作物及各輪作方式之經濟效益，以期創立高經濟輪作制度提供作為將來推廣之藍本。

各站經歷年來辦理各種輪作方式之比較試驗結果，已可提供一年三作之高經濟輪作方式，其年純效益多較一年二作之輪作制度提高 1-2 倍 (參閱表 10)，其單位用水量所產生之純效益，約高出雙期水稻田之 2 倍以上。

### 四、結 論

(一) 由過去八年來之試驗成果獲知，B 處理區 (臨界期灌溉處理區) 增產效果最佳，且 B 處理灌溉前之土壤水分多高於  $\frac{1}{2}$  有效水分，但因 B 處理為定期灌溉處理，故灌溉前之土壤水分量並無一定數值，為進一步探求適當的灌溉起點土壤分量，B 處理宜改為灌溉起點高於  $\frac{1}{2}$  有效水分之機動性灌溉處理。

(二) 一般什糧作物全生長期間 D 處理區 (對照區) 不予灌溉亦不會全區死光，為此為探求各作物的純灌溉增產率計，D 處理區已自本年春作起改為無灌溉區。

(三) 過去各站之作物吸水型態都在作物生長最盛

期求得，如據此估算灌溉需水量時，在作物生長初期偏於浪費，為求完整資料計，自本年春作起配合作物需水臨界期，分別加測各作物根系吸水型態。

四 為進一步探討地下水補給情形，各推行站自民國 57 年起，利用舊汽油筒，改製成簡易滲漏計，埋設在標準區之 B 處理區內，藉以觀測不受地下水干擾下之作物需水量。據初步測定分析結果，將滲漏計內之作物需水量與田間所測之作物需水量作一比較，發現兩點頗不合理之現象：① 在苗栗、彰化站滲漏計內之作物需水量有反比田間為小之現象發生 (依據水分收支原理利用土壤水分追蹤法所觀測之田間作物需水量應小於滲漏計內作物需水量)，考其原因可歸納如下：本滲漏計對滲漏水之量計是以抽水操作，人為誤差甚大，滲漏計面積過小，滲漏計內之水分分佈無法與田間吻合，② 瑞穗站之地下水位很低，田間與滲漏計內之作物需水量應相近但由於資料分析顯示滲漏計內之作物需水量竟大於田間數值在 10-30% 之間，此點亦有討論之必要。考其原因可能滲漏計需水量係由張力計 PF 值以土壤含水率關係曲線間接求得與以田間採土烘乾法求得之數值難免有所偏差。為探求可靠的資料，自本年秋作起改用較大改良型鐵製，避免破壞原有之土層以減少人為誤差，儘量促使滲漏計內之水分分佈與田間吻合，並對土壤水分之測定採取同一方法，以謀求改善現有之缺點，期能獲得可靠之資料。