

# 臺北地區甘藷灌溉需水量試驗

## The Experiment for water Requirement on

## Sweet Potato in Taipei Area

施 嘉 昌

### 一 引 言

臺灣過去灌溉皆以水稻爲主，農民們亦深信唯種水稻可得最高收益，因此種植旱作常被忽視，即有種植皆賴天時雨水，無灌溉之利，推其原因固然爲灌溉水量缺乏，而單賴雨水其減產程度似不像水稻那麼顯著亦爲主要原因。目前在加強農業生產之目標下，各農業專家皆認爲各種作物應普遍栽培，並在作物育種、栽培技術、適量施肥、病蟲害防治及灌溉水利等方面同時注意，方可達集約經營之目的，其中灌溉水利一項，爲天然水源所支配，目前本省普遍缺水，故論集約經營之因素，灌溉水利應首決條件。經嘉南灌溉區初步調查，如以單位水量灌溉所得純收益作比較，似以旱作可得較高之經濟價值，如將目前水稻灌溉水量之一小部分用於旱作灌溉，經初步試驗可增生20%~95%。

實施旱作灌溉以前須探知各種作物之需水量，本文以全省旱作栽培面積最廣之甘藷在臺大農場內作需水量試驗，本試驗自50年6月15日開始至51年8月25日止，共計春、秋兩作，所得資料僅適用於臺北地區，茲將資料分析如下，希能有助於甘藷灌溉之應用。

### 二 試驗區環境與試驗方法

本試驗地點位於臺北市基隆路三段臺大農工系農具工廠西北，瑠公圳分渠圍繞東北境界，東南側境界各有排水溝爲本場之排出口。試驗區之灌溉水自西南瑠公圳分渠引入經3吋巴歇爾水槽灌入試驗區，給水渠爲24×20cm磚造矩形渠道，每區灌溉口皆有小型插板門控制，區周有小排水溝，以排洩區內餘水。試驗區尚稱平坦，東西向高低差僅13公分，區內設地下水位觀測孔6處，本試驗區共分18小區，每區10×10=100平方公尺，土壤爲粉質黏土，飽和水分(Saturation percentage) 61%，田間含水量(Field capacity) 31%，凋萎點(Wilting point) 17%，地下水位平均離田面44公分，試驗以控制土壤水分爲標準，試驗方法說明如下：

1. 試驗時間：秋作50年6月15日至11月30日，共169日；春作51年4月11日至同年8月25日共138日。

2. 試驗品種：秋作臺農17號，春作臺農58號。

3. 試驗分三處理六重覆：

A. 無灌溉處理：除降雨外不予灌溉。

B. 1/4有效水分處理：土壤水分低於有效水分之25%時，實施灌溉，使土壤濕潤深度爲40公分。

C. 3/4有效水分處理：土壤水分低於有效水分之75%時，實施灌溉，使土壤濕潤深度爲60公分。

試區中每隔適當時間作機動性採取表土(深30公分)以烘乾法測定水分重量百分率，如土壤水分低於20.5%及27.5%，分別實施灌溉，使土壤水分保持在規定限度內，應灌水深以下式計算之

$$d = \frac{P_{ac}}{100} A_s D$$

式中d爲施灌水深

$P_{ac}$ 爲土壤實際含水百分率，亦即土壤田間含水量百分率減去規定之土壤水分下限百分率。

$A_s$ 爲土壤假比重(Apparent specific Gravity)本試驗用1.5。

D.爲土壤浸濕之深度

4. 栽培方法：採用畦形種植，畦條南北向排列，畦高30cm，間距90公分，每隔30公分植一棵，除南北方向兩端各留田溝寬30公分外，畦上共植31棵，每棵插藜條一根，長度爲6~8節，插植後各區澆以少量相等之水使其成活，週後補植一次開始處理。

5. 肥料：所施肥料種類及分量如表一，分基肥與追肥兩種，基肥在整地時一次供給，追肥在插植後兩個月中耕培土時供給。春作甘藷除表中肥料量外，施石灰90公斤，每小區各施紫雲英綠肥65公斤，在整地時一次供給。

6. 試驗過程：

(1) 土樣：每小區逢機取樣五處(地面下30公分)，混合後測定土壤水分，每週採土一次，必要時作機動性取樣，以便處理。

表一 甘藷試驗施肥量

肥料名	基 肥		追 肥	
	每公頃 公斤數 (kg/ha)	本試驗區 施肥量 (kg)	每公頃 公斤數 (kg/ha)	本試驗區 施肥量 (kg)
堆 肥	7,000	1,260	—	—
過磷酸鈣	150	27	—	—
氯 酸 鉀	56	10.05	70	12.6
硫 酸 銨	50	9.0	50	9.0

(2)生長調查：地上部分每處逢機選取二區每區五棵，每隔一週調查莖蔓生長量，每隔一個月掘取區中一棵調查地上及地下部分生長情形。

(3)揚蔓共三次，第一次在種植後二個月，第二次為第三個月，第三次為第四個月。

(4)中耕除草二次，第一次在種植後一個月，第二次在種植後第二個月。

7. 收穫時調查：

(1)每區各行分別秤量莖蔓及塊根重量。

(2)每區逢機選取一行分棵調查莖蔓及塊根之重量及大小個數。

三 氣象條件與地下水位

1. 秋作甘藷種植期間雨量分佈：本期種植期間自50年6月15日至11月30日，共169日，插植時之土壤有效水分為64%，及至種植後5天降雨47.2mm，使甘藷成活良好。在試驗期間，雨量分佈尚稱均勻，惟插植後一個月下旬，一天(7月9日)降豪雨130公厘，第二個月中旬連續降雨4天(7月25日至28日)計178.8公厘，第三個月中旬亦連續降雨4天(9月26至29日)計136.6公厘，及至第四月上旬連續降雨二日(10月24至25日)計76.6公厘似嫌過多，雨量未能全部利用。自第四月中旬後至收穫雨量稀少，而蒸發量降低，濕度增高，甘藷莖蔓生長速度減弱，對甘藷塊根生長無影響。在生長期間之旬間雨量蒸發量及溫度列如表2，共計降雨量為980.8公厘，如以有效雨量率60%計，生長期間可利用之雨量為588.5公厘。平均每天利用3.5公厘。

表二 秋作甘藷氣象資料統計表

名 稱	降 雨 量	蒸 發 量	平均溫度	名 稱	降 雨 量	蒸 發 量	平均氣溫
日 期	(mm)	(mm)	C°	日 期	(mm)	(mm)	C°
0年				50年			
6月15日~ 25日	47.2	6.18	31.3	9月16日~ 25日	51.6	3.33	28.3
6月26日~ 7月 5日	34.5	4.08	30.4	9月26日~10月 5日	158.1	3.41	26.6
7月 6日~ 15日	133.6	4.46	31.0	10月 6日~10月15日	1.6	4.12	25.4
小 計 或 平 均	215.3	4.90	30.9	小 計 或 平 均	211.3	3.62	26.8
7月16日~ 25日	70.6	5.71	31.1	10月16日~ 25日	76.6	5.39	27.2
7月26日~ 8月 5日	120.6	4.08	31.1	10月26日~11月 5日	40.1	2.34	21.6
8月 6日~ 15日	37.3	4.52	30.2	11月 6日~ 15日	3.0	3.22	23.9
小 計 或 平 均	228.5	4.77	30.1	小 計 或 平 均	119.7	2.98	24.2
8月16日~ 25日	30.8	5.99	31.2	11月16日~ 25日	9.0	2.44	21.7
8月26日~ 9月 5日	70.6	4.66	31.2	11月26日~ 30日	0	2.98	23.2
9月 6日~ 15日	95.6	3.96	30.4	小 計	9.0	2.72	22.5
小 計 或 平 均	197.0	4.87	30.9	總 計 或 平 均	980.8	4.14	27.4

2. 春作甘藷種植期間雨量分佈：本期種植期間自51年4月11日至同年8月25日，共138日，雨量較秋作略多，不能全部利用者計有第一月下旬一天(5月5日)降雨63.1公厘，第二月中旬一天(5月29日)降雨63.2公厘，第二月下旬至第三月上旬連續降雨11天(6月6日至16日)170.8公厘，其中13日計78.2公厘，第四月下旬連續降雨8天(7月31日至8月8日)計207.7公厘，其中8月5日降雨102.3公厘，在生長期間之旬間雨量連同蒸發量與氣溫列如表三，總降雨

量為860公厘，有效雨量利用率仍以60%計，則可供利用之雨量為516.0公厘，平均每日可利用3.8公厘。

3. 其他氣象因子，除雨量外其他有關甘藷生長之氣象因子為蒸發量、氣溫、濕度及日照時數，其中前二者影響較大，列如表二，三，並說明如下：

A. 秋作：前三個月蒸發與氣溫均較高，平均每日各為4.85公厘及30.6°C自第四月後漸低，近收穫之半個月各低至2.72公厘及22.5°C，生長期間平均蒸發量為4.14公厘，氣溫為27.4°C。生長期間平均蒸發量為

表三 春作甘藷氣象資料統計表

51年				51年					
日期	名稱	降雨量 (mm)	蒸發量 (mm)	平均氣溫 C°	日期	名稱	降雨量 (mm)	蒸發量 (mm)	平均氣溫 C°
4月11日~	20日	54.5	3.61	19.4	6月30日~	7月9日	55.9	5.56	28.1
4月21日~	30日	19.7	4.15	23.3	小計或平均		208.9	4.83	27.7
5月1日~	10日	67.4	2.75	23.2	7月10日~	7月19日	17.8	5.62	29.9
小計或平均		141.6	3.50	22.0	7月20日~	29日	94.1	4.51	28.5
5月11日~	20日	14.1	3.83	25.1	7月30日~	8月8日	207.7	5.28	28.5
5月21日~	30日	102.5	3.30	25.2	小計或平均		319.6	5.14	29.0
5月31日~	6月9日	37.8	4.65	26.9	8月9日~	18日	0.1	5.54	28.8
小計或平均		154.4	3.93	25.7	8月19日~	24日	35.4	5.95	27.4
6月10日~	19日	145.3	3.72	26.4	小計或平均		35.5	5.75	28.1
6月20日~	29日	7.7	5.22	28.7	總計或平均		860.0	4.51	26.5

4.14公厘，氣溫為27.4°C。

B.春作：本期作日蒸發量與氣溫自種植後逐漸上升，第一月平均各為3.5公厘與22.0°C，收穫前之半個月平均為5.75公厘與28.1°C，生長期間平均日蒸發量為4.51公厘，氣溫為26.5°C。

4. 地下水位：本試驗田四周皆種水稻，並有灌排溝渠包圍，水位高低無一定規律，最高最低值相差約78.5公分，其影響之因子為降雨，區周渠道水位及灌溉三者，平時地下水位較高平均離田面0.44公分，在

冬季灌溉渠道停水，水稻收穫，水位亦因之下降，平均離田面0.76cm，同時每田區之地下水位亦參差不齊，故本試驗各處理田間之劃分皆以地下水位高低為因子來設計。

本試驗田區中設有地下水位觀測井六處，每天觀測地下水位一次，經平均後得各觀測井之地下水位，然後以流經之方向平均求得各小區地下水位離田面深度列如圖1。

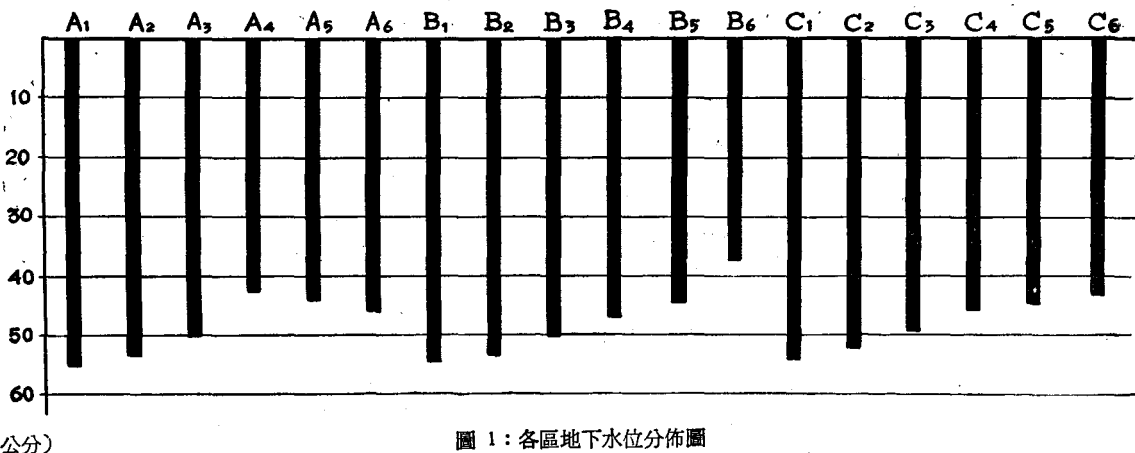


圖 1：各區地下水位分佈圖

#### 四 土壤水分控制與需水量

試驗區內土壤水分，除A處理由雨水所支配外，B、C二處理皆控制在土壤水分下限，即B處理土壤水分低於有效水分之25%時即實施灌溉，使土層在40公分深度以上保持濕潤；C處理為土壤水分低於有效水分之75%時實施灌溉，使土層在60公分深度以上保持濕潤，其每次灌溉水深以公式  $\frac{P_{ac}}{100}$  計算如下：

1. B處理當土壤有效水分降低至25%時，即其實

際土壤水分為20.5%，欲灌至田間容水量31%，則應補充之土壤水分為10.5%，以  $P_{ac}=10.5$ ， $A_s=1.5$  及  $D=40$ 公分代入上式，則可得最大一次灌水深度為63公厘。

2. C處理當土壤有效水分降低至75%時，即其實際土壤水分為27.5%欲灌至田間容水量31%，則應補充之土壤水分為3.5%，以  $P_{ac}=3.5$ ， $A_s=1.5$ 及  $D=60$ 公分代入上式則可得最大一次灌深為31.5mm，春秋二作各處理甘藷灌溉水深列如表四。

表四 春秋二作B, C處理甘藷灌溉水量表

處理區號	B處理 (1/4有效水分)							C處理 (3/4有效水分)						
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	平均	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	平均
春作	100.7	95.5	98.5	91.1	91.0	54.7	88.4	387.2	109.3	144.4	134.1	243.2	240.7	232.2
秋作	118.3	113.8	113.8	118.4	104.7	54.7	103.9	423.8	191.1	163.8	154.7	318.7	341.4	265.6

表四所列數字純為灌溉補給之水量，尚未考慮雨量在內，如以有效雨量利用率來估計有效雨量時，可根據50年冬紫雲英盆栽試驗時之數據來估計。此試驗試盤內徑25公分，高30公分，降雨時測其土壤飽和後排出之水，而計算其有效雨量利用率為57%，如此所得之結果雖與田間有異，而田間土層深度亦較厚，故實際應用於田間之有效雨量利用率定較上數為高，茲取較保守之數值為60%，則春作甘藷可利用之雨量為516公厘，秋作為606公厘，如論甘藷灌溉需水量可列

如表五。

表五 各處理甘藷灌溉需水量表

處理區號	A(不灌溉)	B(1/4有效水分)	C(3/4有效水分)
	(mm)	(mm)	(mm)
春作	516	604.4	748.2
秋作	588.5	694.4	854.1

### 五 甘藷生長過程與需水之關係

根據甘藷之生理，塊根肥大現象是由於碳酸經同化作用所生炭水化合物供給本身營養消耗後貯蓄而成，故欲提高塊根產量，在生育前期應促進莖葉發育，到中期，由莖葉促進同化機能之旺盛，及之後期應抑制莖葉發育，使過剩炭水化合物貯藏於根部而助長肥大，因此甘藷生育前期與中期之生育條件必須良好，如氣溫高，日照時數多，濕度低，水量豐富等。本試驗曾於分蘖開始後每隔一週逢機選取 A<sub>2</sub>, A<sub>6</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> 等六區調查主莖生長情形，經平均後，繪成圖 2a (春作) 及圖 2b (秋作)；各時期每日莖葉生長量如表六所示，由此可知無論春秋作，前期生長最快，中期次之，後期最慢；並大致可看出水量較多其生長亦較快；再以各時期之分蘖數比較時 (如表七)，亦有同樣趨勢。由此可推知生長過程中需水程度，一般言之插植後至二個半月供水最為必要，第三至第四個月供水次要，第五個月後至收穫僅維持土壤水分不至凋萎點即可。

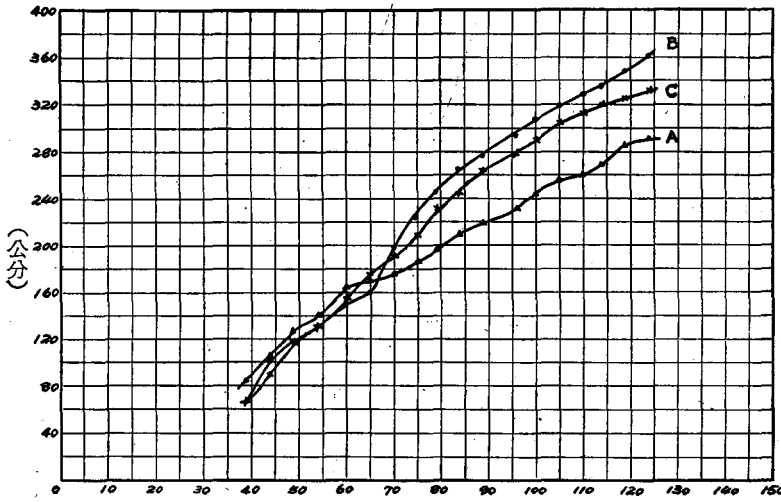


圖 2A：春作甘藷莖葉生長量

(日數)

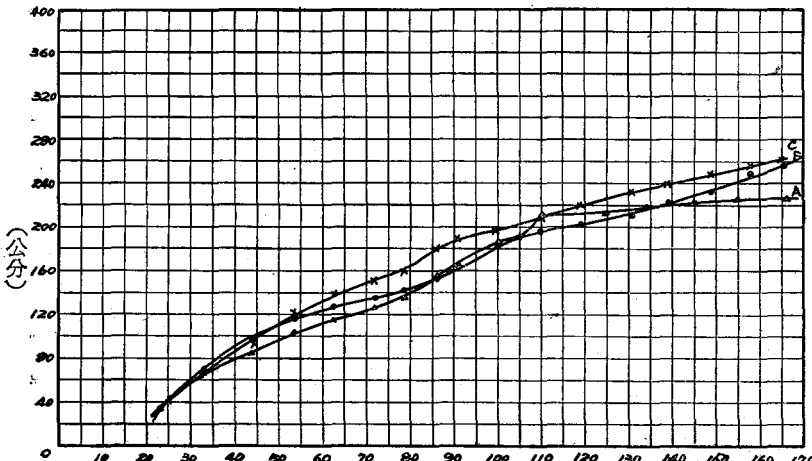


圖 2B：秋作甘藷莖葉生長量

(日數)

表六 甘藷莖蔓生長量統計表

作別	處理別	各時期每月生長量			備註
		前期 (mm)	中期 (mm)	後期 (mm)	
春作	A	3.35	2.40	1.87	前期：插植後二個半月以前；中期：自二個半月至第三個半月；後期：自三個半月至收穫。
	B	4.37	3.59	2.17	
	C	3.98	3.66	1.86	
秋作	A	1.94	2.45	0.17	
	B	2.03	1.63	1.15	
	C	2.86	1.50	0.98	

表七 甘藷莖蔓分蘖數統計表

作別	處理別	各時期分枝增加數			備註
		第2月至第3月	第3至第4月	第4月後	
春作	A	9	8	4	收穫時莖蔓枯萎，莖蔓數遞減。
	B	11	8	4	
	C	10	8	3	
秋作	A	15	7	2	"
	B	16	4	1	
	C	19	11	4	

六 試驗成果之探討

本試驗因雨量豐沛，地下水位極高，土壤水分經常保持至某一適當限度，如以A處理為例，在生長期間，非但從未降低至凋萎點，且春作可保持在20.1%之土壤水分以上，亦即未低於有效水分之25%；秋作可保持在22.1%以上，即土壤水分未低於有效水分之29%。因此所得之產量無顯殊之差異，同一處理亦相

差懸殊，概言之，甘藷塊根產量以B處理最高，秋作可增產7%，春作可增產8%；C處理秋作增產6%，春作反而減產1%，由此觀之，甘藷並不需要太多之水量。以莖葉產量而言，約與水量之多寡成正比，水量愈多產量愈高。各區塊根、莖葉，塊根個數及一棵塊根重量列如表8，此項資料雖不能應用於臺灣整個地區，然在臺北地區似較適合。

表八A 春作甘藷收穫成果總表

處理	試驗區號	塊根收量 (kg/na)	比率 (%)	莖葉收量 (kg/ha)	比率 (%)	每個塊根個數			每個塊根平均重量 (g)	一棵塊根重量 (g)	比率 (%)
						150g以上	150g以下	計			
A (不灌溉區)	A1	13,366.3		25,375.0		2	0	2	254.7	626.9	
	A2	14,085.0		26,625.0		1	1	2	201.5	462.6	
	A3	9,608.8		36,850.0		1	1	2	210.5	481.1	
	A4	13,062.5		27,775.0		2	1	3	254.6	667.2	
	A5	3,206.3		45,600.0		1	0	1	236.3	262.6	
	A6	10,161.3		29,962.5		2	1	3	201.0	475.7	
	平均	10,581.7	100	32,031.3	100			2.2	226.4	496.0	100
B (1/4土壤有效水分區)	B1	14,841.3		27,675.0		2	0	2	278.3	604.5	
	B2	4,637.5		39,375.0		1	0	1	212.9	288.9	
	B3	16,748.8		24,125.0		2	0	2	240.0	537.6	
	B4	12,618.8		30,763.0		2	1	3	220.5	622.1	
	B5	7,381.3		44,575.0		1	1	2	184.0	285.5	
	B6	12,627.5		29,487.5		1	1	2	234.6	469.3	
	平均	11,475.8	108	32,660.8	102			2	228.4	468.0	94
C (1/4土壤有效水分區)	C1	14,076.3		25,887.0		1	1	2	227.4	541.0	
	C2	6,463.8		43,900.0		1	1	2	198.3	238.0	
	C3	13,056.3		47,487.5		1	1	2	192.0	383.9	
	C4	8,725.0		36,300.0		1	1	2	195.8	338.8	
	C5	11,531.3		32,300.0		2	1	3	255.6	529.0	
	C6	8,762.5		46,200.0		1	0	1	244.2	343.7	
	平均	10,435.8	99	38,762.5	121			2	218.9	395.7	80

表八B 秋作甘藷收穫成果總表

處理	試驗區號	塊根收量 (kg/na)	比率 (%)	莖葉收量 (kg/ha)	比率 (%)	每個塊根個數			每個塊根平均重量 (g)	一個塊根重量 (g)	比率 (%)
						150g以上	150g以下	計			
A (不灌溉區)	A1	16,206		10,273		2	1	3	237.9	713.8	
	A2	22,867		17,612		2	1	3	236.3	708.8	
	A3	20,259		27,034		1	1	2	192.2	384.3	
	A4	22,680		17,620		1	2	3	173.7	521.2	
	A5	19,567		22,551		2	2	4	211.4	845.7	
	A6	14,043		21,517		2	1	3	199.8	599.3	
	平均	19,270	100	19,269	100			3	208.6	628.8	100
B (1/4土壤有效水分區)	B1	23,093		14,995		2	1	3	223.0	669.1	
	B2	21,101		13,695		1	2	3	199.2	597.6	
	B3	19,315		9,648		2	1	3	204.2	612.5	
	B4	19,612		23,138		2	1	3	232.1	696.5	
	B5	22,317		17,090		2	1	3	225.2	675.6	
	B6	18,576		22,304		1	1	2	242.3	844.6	
	平均	20,623	107	16,812	87			2.2	221.0	682.7	109
C (5/4土壤有效水分區)	C1	20,583		17,098		2	2	4	186.3	745.1	
	C2	24,132		18,343		2	1	3	230.1	690.3	
	C3	17,538		27,415		1	1	2	259.4	518.8	
	C4	18,852		27,735		2	1	3	261.9	785.7	
	C5	20,959		18,688		2	2	4	345.4	1,381.5	
	C6	21,613		18,018		2	1	3	183.4	550.1	
	平均	20,613	106	21,216	110			3.2	244.4	780.1	124

## 七 結 論

1. 臺北地區春秋作甘藷在生長期間之雨量約近1,000公厘，甘藷不需要灌溉，特別旱季，可施予適量之補給灌溉，其總量約100公厘已足。

2. 甘藷之需水量600—700公厘已足，此項水量包括雨量在內，有效雨量利用率採用60%較為安全。

3. 甘藷補給灌溉水深，使土層在40公分以內保持濕潤已足。即每次灌水深度可以  $\frac{Pac}{100} As \times 40''$  公式計算。

4. 甘藷生長期間之土壤水分以保持在有效水分之25%—75%為適，

5. 甘藷需水程度，前期供水最為必要，中期供水次要，後期僅維持土壤水分不至凋萎點即可。

6. 本資料適用於坩質黏土，地下水位平均離地面深50公分，而降雨量豐沛地區。

本試驗承陳焜崧、張魯智、徐玉標諸先生指導，

試驗期間承湯松義先生協助，一併致謝。

## 參 考 文 獻

1. 平間惣三郎：1941，甘藷の生育、收量並に品質に及ぼす灌溉の影響，臺灣農事報昭和16年：396—922
2. 玉井虎太郎：1941，立地條件としての土壤水分の狀態調查方法に就いて，臺灣農事報昭和16年：896—922
3. 陳焜崧：1949，臺灣之甘藷，臺灣銀行金融研究室，臺灣之澱粉資源：1—30
4. Orson W. Issaelsen：1956，Irrigation Principles and Practices：163—186.
5. D. W. Thorne and H. B. Peterson, 1954, Irrigation Soils：28—44
9. 施嘉昌：甘藷需水量試驗，科學農業第十卷第一、二期。
7. 施嘉昌：紫雲英需水量盆栽初步試驗，科學農業第十一卷第一、二期。