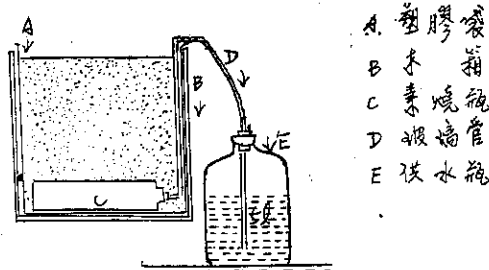


四、落花生的吸水經過與節水灌溉之研究

本試驗承農復會之補助於民國53年度舉辦，旨在試驗重要旱地作物生育期間吸水經過及其灌溉與乾旱之影響，本文為春作落花生灌溉試驗之初步結果報告。



- A 塑膠袋
- B 木箱
- C 素燒玻璃管
- D 玻璃管
- E 供水瓶

圖1. 吸水箱構造

一、試驗方法及材料

本試驗分爲：(一)吸水經過及需水量試驗。(二)生育各時期乾旱處理試驗及。(三)灌溉時期及灌溉水量試驗於民國52年2至8月間，在臺南區農業改良場採用落花生品種臺南六號進行。

(一) 吸水經過及需水量試驗，落花生播種於四個木製試驗箱中，面積30公分×30公分，高40公分箱底放一自動給水用素燒瓶（28公分×18公分×6公分）有玻璃管與箱外之給水瓶連結（附圖1）箱內以塑膠袋，土壤盛於塑膠袋內，給水瓶水位保持與素燒瓶上面平行，每一木箱各栽植落花生一株，每天測定水瓶減水量（蒸發散量）另用四個同樣木箱不種作物測定土面蒸發，此八個木箱放於田間，距木箱上面約1.5公尺處用塑膠布覆蓋以防雨水落入箱內，每箱用硫酸銨肥料4.5公克，過磷酸鈣27公克氯化鉀3.5公克，均於播種前與表層15公分之土壤混合，土壤爲本場砂壤土，於4月25日播種8月19日收穫。

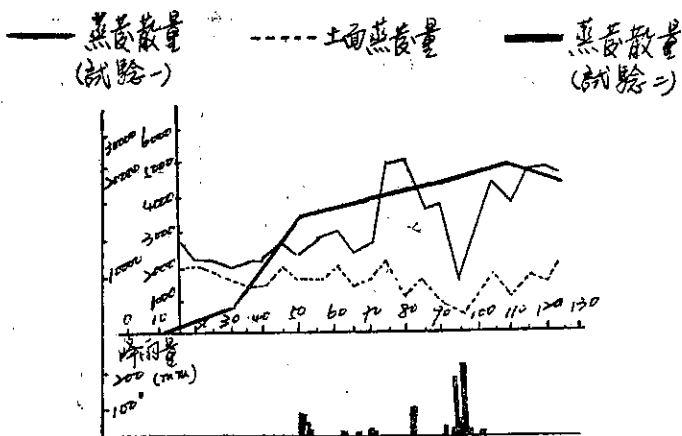


圖2. 落花生吸水試驗過程圖

播種後30日至60日間其吸水率由2%增加至8%左右，即在此30日間其吸水率之變化最大，另於試驗(2)在玻璃室測定落花生消耗水量結果(表2)與試驗(一)同樣其吸水量隨落花生之生長而增加，由初期之3.4公升增加12.5公升到15.9公升其次爲10~29日間與50~69日間約增加3公升，生育後期之增加量較少約1~2公升，由上述結果可見在落花生之營養體小之生育初期吸水量較少而營養體大後之生育後期吸水量較多，但其吸水量

之變異較差，最大的時間為以播種後50日左右之開花盛期為中心的始花期（約播種後30日）～結莢初期（播種後約60日）在此期間吸水率由2%增加至8%，以後之生育期間即維持7%~8%之吸水率至成熟期。

根據測定結果在本試驗春作落花生之全生育期間中所消耗之吸水量一株為 37.112cc，其全乾物重為 117gr，落花生乾物1公克所需之水分即需水量為371cc。

(二) 各生育時期乾旱處理試驗，試驗木箱放於玻璃室，生育期間每隔20天，中斷停止供水，停止時期分為播種後10~29天，30~49天，50~69天，70~89天，90~109天等5處理與全期供水及無供水區（除花生開始萎凋時由土面灌1公升水）等共7個處理，木箱用隨機區組法排成，重複4次，（乾旱處理期間以外土壤水分保持有效土壤水分70~80%），肥料與試驗(一)相同，於4月14日播種，4月23日開始第一次乾旱處理，8月12日收穫。

(三) 灌溉時期與灌溉水量試驗，灌溉時期分為播種後20日，35日，50日，65日及80日灌溉等5處理，灌溉分為標準灌溉量，標準灌溉量之80%及60%與無灌溉等4處理，田間設計採用裂區試驗2重複以灌溉水量為主處理，灌溉時期為副處理，每小區行長5公尺6行區（行株距50公分×20公分單株）面積15平方公尺，每小區間隔離1公尺，以免受隣區灌溉之影響，每公頃施肥量為硫酸銨50公斤，過磷酸鈣300公斤，及氯化鉀150公斤均於播種前做基肥施用，在所定灌溉時期前一天由試驗區採地面下20cm處土壤用烘乾法測定其土壤水分，計算灌溉水量，本試驗區土壤屬於砂壤土，圃場容水量12.5%，其假比重為1.5於3月7日播種8月1日收穫。

二、試驗結果

(一) 吸水經過及需水量試驗試驗期間每5天各木箱平均吸水量如表1及圖2，如以種植落花生木箱消耗水量為蒸發散量，以未種落花生木箱消耗水量為土壤蒸發量，則落花生本身之吸水量可由蒸發散量減去土壤蒸發量間接求其近似值雖然吸水量受日照，氣溫，風等氣象因子支配，作物本身之生育時期別吸水量亦有變異，如以每5天之吸水量對總吸水量之比率為吸水率，在本試驗結果於始花期以前其吸水率約1%（每株約等於400cc）開花初期（播種後30~40天）約2%，開花盛期（播種後40~60天）增加至3%，結莢初期以後，（播種後60天以後）即增加至7~8%左右，（約等於2,500~3,000cc）。

表1 落花生生育期間吸水量吸水率與開花數關係

生育日數	花數	生育期間蒸發散量	無植箱生育期間蒸發量	吸水量	吸水率
1~5	—	2,730	1,960	770	2.07
6~10	—	2,125	2,020	105	0.28
11~15	—	2,110	1,875	235	0.63
16~20	—	1,900	1,500	400	1.08
21~25	—	2,077	1,320	757	2.04
26~30	5.63	2,132	1,340	792	2.13
31~35	35.0	2,715	1,963	752	2.03
36~40	63.0	2,088	1,510	578	1.56
41~45	70.0	2,614	1,507	1,107	2.98
46~50	96.0	2,984	1,899	1,085	2.95
51~55	103.3	2,198	1,305	893	2.41
56~60	39.0	2,647	1,575	1,072	2.89

61~65	39.0	4,740	2,220	2,520	6.79
66~70	90.7	4,983	910	4,073	10.97
71~75	31.3	3,397	1,420	1,977	5.33
76~80	18.7	3,783	720	3,063	8.25
81~85	18.3	1,400	465	935	2.53
86~90	12.0	2,963	1,010	1,953	5.26
91~95	—	4,210	1,660	2,550	6.87
96~100	1.0	3,537	805	2,732	7.36
101~105	11.5	4,513	1,505	3,008	8.11
106~110	46.0	4,620	1,315	3,305	8.91
111~115	80.3	4,400	1,950	2,450	6.60
合 計	760.4	63,136	31,794	37,112	100.00

表2 落花生各生育期各乾旱處理每20天吸水量(每一木箱平均單位: cc)

處 理 別	播 種 後 日 數						總 吸 水 量
	10~29	30~49	50~69	70~89	90~109	110~126	
無 供 水 區	—	3200*	4000*	6020*	4250*	4000*	21470
10 ~ 29 日 乾 旱 區	—	16145	16808	23125	21825	20098	97901
30 ~ 49 日 乾 旱 區	3200	1000*	22568	16673	20830	20330	84601
50 ~ 69 日 乾 旱 區	3600	15905	6133*	23388	26000	22670	97696
70 ~ 89 日 乾 旱 區	3200	16318	20383	8090	24500	21535	94026
90 ~ 109 日 乾 旱 區	3300	14555	19013	18673	7110*	22935	85586
全 期 供 水 區	3800	16943	19100	20830	23238	21177	102687
無乾旱處理時之平均吸水量	3420	15973	19100	20830	23238	21177	103738

(c) 各生育時期乾旱處理試驗, 在玻璃室栽培之落花生於生育之各時期(每隔20天)中斷供水探究乾旱之影響最大時期, 各處理別每單株平均種子收量根據Duncun之多種變域測驗法結果如次:

處 理 別	10~29	whole period irrigated	70~89	90~109	30~49	50~69	whole period drought
籽 實 重	18.00	15.40	14.55	13.07	9.55	8.18	3.18

Duncun's
Multiple
Range

因此可知種子收量以50~69日乾旱處理區最低(除缺水區),次為30~49日乾旱處理區,而50~69日區與30~49日區間其差異不顯著,其他處理區即10~29日區70~89日區及90~109日區與全期供水區(對照區)其收量之差異均不顯著,因此可說播種後約50日之前後20日乾旱處理對種子收量之影響最大而其他期間之乾旱處理似對種子收量無顯著的影響。

表3 落花生各生育時期乾旱處理對開花之影響。

處 理 別	生 育 期 間										平均單株 總開花數
	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	101~110	111~120		
無 供 水 區	28.0	77.5	15.8	11.0	81.0	30.8	44.8	3.8	25.8	318.5	
10 ~ 29 日 乾 旱	56.3	56.3	42.5	67.5	60.0	50.0	32.3	40.8	64.0	469.7	
30 ~ 49 日 乾 旱	34.5	6.5	57.3	30.9	70.0	74.3	54.3	81.0	110.0	518.8	
50 ~ 69 日 乾 旱	54.3	55.3	32.3	12.8	123.5	72.8	58.8	74.3	97.0	581.1	
70 ~ 89 日 乾 旱	66.0	60.9	33.8	70.8	62.8	2.0	106.0	63.0	69.3	534.6	
90 ~ 109 日 乾 旱	44.8	58.0	47.5	91.0	103.0	50.0	26.8	2.8	44.5	468.4	
全 期 供 水 區	56.8	63.0	42.3	61.8	58.8	43.5	38.8	47.0	75.0	487.0	

根據表3,乾旱處理期間其開花數會顯著的減少,特別是在乾旱處理的後半10天總花數不到10個左右,乾旱處理後恢復正常供水時開花數有顯著的增加,在50~69日及70~89日乾旱區其恢復開花數較其他處理區更顯著,結果其總開花數較對照之全期供水區多10~20%因此可知乾旱處理會壓制落花生之開花,但恢復正常供水時亦隨之恢復正常開花。

表4 各生育時期乾旱處理對生育及收量之影響

處 理 別	株高 (cm)	鮮莖 葉重 (gr)	乾莖 葉重 (gr)	總開 花數	成熟 莢數	成熟莢數		乾莢重 (gr)	種子重 (gr)	剝實率 (%)
						總開花數%				
無 供 水 區	23	186	48	319	8	2.5		7.25	3.18	43.8
10~29 日 乾 旱 區	112	679	150	470	29	6.2		28.50	18.00	63.1
30~49 日 乾 旱 區	81	616	146	519	22	4.2		19.25	9.55	49.1
50~69 日 乾 旱 區	94	697	158	581	19	3.3		15.00	8.18	54.5
70~89 日 乾 旱 區	95	703	161	535	28	5.2		23.25	14.55	62.5
90~109 日 乾 旱 區	89	607	145	468	26	5.6		21.67	13.07	60.3
全 期 供 水 區	111	630	157	487	25	5.1		23.00	15.40	67.0

由表4各生育期間乾旱處理除無供水區,其他處理與全期供水區間鮮莖葉重,與乾莖葉重其差異不顯著,成熟莢數除30~49日乾旱及50~69日乾旱區略少其他處理區差異亦不顯著,但剝實率為全期供水區>10~29日乾旱區>70~89日乾旱區>90~109日乾旱區>30~49日乾旱區>50~69日乾旱區>無供水區之順序,即在開花至莢果肥大期(播種後30~69日)間之缺水較開花前或成熟期(播種後70日至收穫)對剝實率之影響大,因此生育期間乾旱處理對收量的影響,似由減少成熟莢數及減低剝實率(即充實不良)而來,這種關係於全期供水區與無供水區比較時更為明顯。

表5 花生灌溉時期與灌溉水量對種實收量之影響

灌 溉 時 期	灌 溉 水 量				灌溉時期 別平均收量	同 指 數 (%)
	標準灌溉量	標準灌溉 量之80%	標準灌溉 量之60%	無 灌 溉		
播 種 後 20 日	677.5	811.5	730.0	562.5	695.4	100
播 種 後 35 日	1106.0	1107.5	909.0	484.5	901.8	130
播 種 後 50 日	1496.0	1266.5	1345.0	566.5	1168.5	168
播 種 後 65 日	1050.5	1069.5	1218.5	692.5	1007.8	145
播 種 後 80 日	1105.5	928.5	944.5	663.5	910.5	131
灌溉水量別平均收量	1087.1	1036.7	1029.4	593.9		
同 上 指 數 (%)	183	175	173	100		

註：灌溉水量間差異

L.S.D(0.05)=118.93, L.S.D(0.01)=218.42灌溉時期間差異

L.S.D(0.05)=38.83, L.S.D(0.01)=122.35在同一灌溉時期之灌溉水量間差異

L.S.D(0.05)=251.22在同一灌溉水量之灌溉時期間差異

L.S.D(0.05)=275.99

表6 落花生灌溉時期及灌溉水量對於生育及結實之影響(20株平均)

灌 溉 時 期		灌 溉 水 量				灌 溉 時 期 平 均
		標準灌溉量	同左之80%	同左之60%	無 灌 溉	
播種後 20日	株 高 (cm)	32.5	25.0	31.6	27.5	29.15
	鮮 莖 葉 重 (gr)	54.1	47.5	55.6	52.6	52.45
	成 熟 莢 數	11.25	9.15	15.05	12.85	12.07
	剝 實 率 (%)	49.7	57.3	52.0	51.1	52.53
	灌 溉 量 (mm)	16.1	16.6	13.9	—	15.5
播種後 35日	株 高 (cm)	35.5	36.0	30.1	27.9	32.40
	鮮 莖 葉 重 (gr)	60.8	66.6	68.1	49.2	61.2
	成 熟 莢 數	16.85	16.45	14.75	13.05	15.40
	剝 實 率 (%)	54.0	54.8	52.3	50.9	53.00
	灌 溉 量 (mm)	43.5	35.6	24.9	—	34.6
播種後 50日	株 高 (cm)	36.8	35.7	30.5	28.3	32.82
	鮮 莖 葉 重 (gr)	68.6	62.5	69.0	61.4	65.40
	成 熟 莢 數	21.00	15.35	18.40	15.35	17.52
	剝 實 率 (%)	54.0	55.0	54.7	50.1	53.45

	灌 溉 量 (mm)	50.4	41.3	32.0	—	41.2
播種後 65日	株 高 (cm)	34.5	32.9	33.0	25.4	31.45
	鮮 莖 葉 重 (gr)	68.4	67.0	74.3	60.0	67.42
	成 熟 莢 數	14.00	16.45	18.75	14.65	15.96
	剝 實 率 (%)	52.9	51.5	54.4	50.2	52.33
	灌 溉 量 (mm)	57.4	47.9	34.5	—	44.9
播種後 80日	株 高 (cm)	36.6	29.2	33.0	30.8	32.40
	鮮 莖 葉 重 (gr)	58.6	59.2	68.4	51.6	59.45
	成 熟 莢 數	16.8	15.95	18.90	11.2	15.71
	剝 實 率 (%)	51.9	52.1	50.8	52.0	51.7
	灌 溉 量 (mm)	62.8	48.4	38.1	—	49.8
灌溉水量 別平均	株 高 (cm)	35.18	31.76	31.64	27.98	
	鮮 莖 葉 重 (gr)	62.10	58.96	67.08	55.96	
	成 熟 莢 數	15.98	14.67	17.17	13.42	
	剝 實 率 (%)	52.50	54.14	52.84	50.55	
	灌 溉 量 (mm)	46.0	35.4	28.7	—	

註：成熟莢數灌溉水量：不顯著

綜合以上結果落花生生育期間受旱最甚的時期為播種後50天前後之開花盛期及結莢初期，其減收之機構可能因妨害開花授精減少成熟莢數與減少莢果的飽滿度而來。

(白) 灌溉時期及灌溉水量試驗，本試驗處理期間（3月7日至6月26日間80日）除3月27日（播種後20日）有降雨16公厘外全期乾旱，其灌溉效果極為明顯其試驗結果如表 5根據變量分析結果。灌溉時期間之差異均在1%水準顯著灌溉水量×灌溉時期之交感作用在5%水準顯著，一次灌溉水量在本試驗範圍內標準灌溉量之 60~100%雖然由灌溉量之增多收量亦增加，但其差異在統計上均不顯著，但灌溉一次者確較無灌溉者多收7~8成，其效果在1%水準顯著，灌溉時期即播種後 50天（開花後12天，適當開花盛期）灌溉者收量最佳，與其他灌溉時期之收量差異均在1%水準顯著，其次為播種後65天灌溉區，播種後 35天（開花前）區間其差異不顯著，播種後20天區因其他灌溉時期亦有 3月27日，（播種後20天）之降雨16 mm，致使其效果不大明顯，因此可知以50日為中心後期灌溉較前期灌溉效果高，在同一灌溉時期，各灌溉水量間均較無灌溉者在 5%水準顯著但各灌溉水量間即無顯著，在同一灌溉水量之灌溉時期間，除標準灌溉量之播種後50天灌溉者較其他時期其收量差異顯著（5%水準）外，其他灌溉水量時播種後50天灌溉者與35天灌溉者（80%灌溉區）或50天灌溉者（60%灌溉區）其差異在統計上並不顯著，根據表 6灌溉區之株高，鮮莖葉重，成熟莢數及剝實率均較無灌溉區大但灌溉水量間之差異即不顯著，灌溉時期間對於株高及鮮莖葉重均以播種後 20日灌溉者較其他灌溉時期為低，成熟莢數即以播種後 50日區之 17.52最高與播種後20日區之差異在1%水準顯著，剝實率亦以播種後50日，灌溉區最高約53.5%，其他灌溉時期者均在52%左右，無灌溉者約50.55%，每次灌溉水量以有一次降雨的播種後20日區之 16mm 最少，生育後期之49.8mm最多平均約40mm左右。

由上結果可見，在嚴重乾旱時如以有限灌溉水（約40mm）補救減收時，宜在播種後50日（開花盛期）灌溉一次其灌溉效果最佳，僅一次之灌溉較無灌溉者平均可能提高70~80%之收量。

三、討論及結果

關於落花生之灌溉 據WHITE及BAVEL(1955)灌溉栽培較無灌溉栽培者增收57~73% MATLOCK (1961)用品種Argentine灌3英寸深水2~4次時增收37~53%，在本省據張建勛(1962)在學甲秋作灌溉結果增收20%，臺北區農業改良場(1961)用噴灑灌溉結果亦增收21%，筆者等(1963)在春作落花生灌溉40~50mm3次，在秋作時用40~50mm水灌4~5次時獲得各增收30%及47%，因此可證明落花生之灌溉其增產效果非常顯著，不過以上試驗結果均在有充足之灌溉水源而行隨時灌溉的狀態下，與無灌溉栽培比較所得，但本省現行灌溉制度下，僅能利用水稻灌溉之餘水供應雜作之灌溉，因此以有限之餘水量作有效之利用，僅能對選定之作物施一次灌溉，所以求其較有效之灌溉時期，為目前旱作灌溉研究應做之重要措施，落花生的吸水經過有漸增期，急增期，及維持最大吸水量期，此與營養器官之發育有密切關係，落花生地上部在開花前生長較慢，始花後至結實初期生長最快，此期間一方面繼續大量的營養生長，同時與開花結實等生殖生長並行而吸水量急激的增加，至於後半期，營養生長漸次減低但至成熟時葉片仍然保持綠色少有落葉，因此尚需要消耗多量水分維持最大吸水量至收穫。

第二因素的作物對乾旱抵抗最弱之期間，一般認為不一定與作物最大吸水期一致，根據試驗(一)生育期別20日間之斷水處理結果，在播種後50~69日及30~49日處理區收量比其他斷水處理顯著的少，因此可認為落花生最易受旱害之期間為播種後30~70日，即始花期至結實初期，此期間亦適需水量期間，吸水量多的生育後期較吸水量少的生育前期乾旱的影響大，根據藤吉、加藤、鈴木(1956)用 Virginia 型品種研究子房侵入後乾濕期間之差異對莢果發育之影響結果得知，如子房柄侵入土中後二星期間保持適濕以後斷水時，乾旱對莢殼之發育影響較小，但妨礙子實發育至鉅，致使空莢之發生甚多，如適濕維持逾3星期稔實稍可提高維持4星期以上，以後乾旱時對莢果之發育無不良之影響因此可知Virginia型品種在莢果發育初期（子房柄侵入~30日間）乾旱影響稔實最大，如本試驗所用之 Spanish 型品種其莢果發育期間較短根據 SCHENK (1961)結果 Virginia型之4星期莢果約等於 Spanish型之3星期莢果，因此莢果發育需水期間似在子房柄侵入後1~20日間，以後之乾旱對莢果發育之影響較小，由表3可知乾旱處理期間開花數遽減，在有效開花期間（收穫前60日以前之開花，即播種後30~60日間之開花）之乾旱處理後，雖然恢復正常供水開花數會增加，但此增加之開花數均屬於無效開花（收穫前60日以內之開花，收穫時不能得充實之莢果）致使成熟莢數顯著的減少因此播種後30~69日間，即開花期與結實初期之乾旱處理，均能減少成熟莢數及增加籽實不充實（剝實率）致使其收量顯著的減少，由上述落花生吸水經過及乾旱臨界期考察最有效灌溉時期時，在開花盛期及結實初期附近為最適宜，雖然其吸水經過，表示生育後期亦需要多量水分但根據(一)之結果，70~120日間之乾旱處理，可能對營養器官略有影響，因莢果本身抗旱性增加致使減收率不顯著，根據在試驗(二)嚴重乾旱季節舉行生育期別之一次灌溉結果，以播種後50日灌溉區者收量為最高。如以播種後50日即開花盛期為中心，後期之灌溉較前期灌溉其效果稍高（在5%水準顯著），此結果是符合吸水經過，即吸水急激增加點之50日最高，而維持最大吸水量之後期較吸水量少之前期灌溉效果為高，雖然落花生之吸水曲線在春作時與大豆為不同，但保持最大吸水量期間長久者情形相似，關於大豆灌溉時期試驗，其效果據日本長野農試(1953~1954)亦以吸水急增之始花期灌溉者最高，以始花期為中心時後期灌溉較前期灌溉有效。關於一次灌溉水量以 Israelson 公式計算之標準區及其80%與60%間，雖然水量愈多，收量愈高，但根據統計分析其差異並不顯著，據試驗三平均灌水量在初期為15mm左右，後期約50mm左右，平均一次灌溉量約40mm，在乾旱時期灌溉水量約40mm即可比無灌溉者增收73~83%。

綜合上述討論落花生於春作乾旱期間栽培時，如以落花生所要求之最少水量期獲最大收量時，應在開花盛期至結實初期之間灌溉一次40mm為佳，此期間之灌溉較無灌溉能增加成熟莢數及剝實率而提高產量。

四、摘 要

利用水田節餘水量以一次灌溉用於落花生栽培提高其產量為目的，於民國52年2月至8月以落花生品種，

臺南六號為材料利用附自動給水裝置之木箱栽培調查，其生育期間之吸水經過與試驗生育期別乾旱處理對落花生之影響另在田間舉行灌溉時期與灌溉水量對落花生之生育及收量試驗。上述三項試驗結果摘錄如次：

- (一) 春作落花生其吸水經過，在始花期前（播種後1~30日）吸水量較少，在始花期至開花盛期（31~60日）吸水量急增至最大吸水量，莢果肥大期（播種後60日以後）維持此最大吸水量至收穫，如以每五天吸水率（五天吸水量總吸水量）表示始花前約2%，始花期至開花盛期由3%急增至7~8%以後維持7~8%之吸水率至收穫，另根據本試驗測定春作落花生之需水量為317cc。
- (二) 生育時期別乾旱處理，結果以開花盛期（播種後50日）為中心之始花期至結實初期（30~70日）對乾旱之抵抗性最弱，如以開花盛期為中心，吸水量多之生育後期比吸水量少之生育前期乾旱影響較大，乾旱臨界期間之斷水會減少成熟莢數及剝實率致使收量顯著的減少（在5%水準顯著）。
- (三) 在乾旱期間，生育期間別一次灌溉時以播種後50日（開花盛期）灌溉區收量最高（在1%水準顯著）如以開花盛期為中心，後期灌溉區（即65日）較前期灌溉區灌溉效果大（其差異在5%水準顯著）以 Israelson 公式計算之灌溉水量為100吋，其60~100%間隨灌溉水量之增加，收量亦增多但統計上其差異不顯著灌溉區比無灌溉者平均增收73~83%（1%水準顯著）。

綜合上述結果落花生在春作乾旱期間栽培，而以落花生所要求之最少水量而期獲得最大收量時應在開花盛期至結實初期之間灌溉一次40mm為佳。