

# 北部地區稻田耕作制度及灌溉方法 對作物產量之影響研究

林孟輝、辛仲文、許苑培

## 摘 要

為瞭解北部地區稻田耕作制度（雙期作水稻和水稻與甜玉米、甘薯輪作）及灌溉方法（適期灌溉、輪灌和續灌）對作物產量的影響，水稻以台農 67 號和台中秈 10 號，甜玉米以興農 236 號，甘薯以桃園 1 號為材料，於 1997 年第二期作（秋作）和 1998 年第一期作（春作）在新屋鄉進行試驗。試驗結果顯示，在水田中以續灌法所需之水量（第二期作為 20,730 m<sup>3</sup>/ha，第一期作為 18,485 m<sup>3</sup>/ha）明顯比輪灌法（第二期作為 12,876 m<sup>3</sup>/ha，第一期作為 7,204 m<sup>3</sup>/ha）及適期灌溉法（第二期作為 12,740 m<sup>3</sup>/ha，第一期作為 12,791 m<sup>3</sup>/ha）為高，然而其水稻之產量卻比適期灌溉法約降低 2.4-6.0%，主要是有效分蘖及稔實率降低所致。至於輪灌法和續灌法影響水稻產量的原因，推測可能是在幼穗分化期間缺乏曬田的緣故。

秋作甜玉米試區之用水量只需 1,820 m<sup>3</sup>/ha，只有水稻用水量的 14.3%，秋作甘薯試區則為 2,737 m<sup>3</sup>/ha，佔水稻用水量的 21.5%。因此本省在 9 月至翌年 1 月之秋冬季常缺水時期，旱作栽培應可節省灌溉用水。

關鍵詞：耕作制度、灌溉方法、適期灌溉。

## 前 言

台灣屬亞熱帶海島型氣候，年平均降雨量雖在 2500 mm 左右，但受自然環境支配，降雨不論地區分佈或時間分配均有顯著不同，豐枯水期明顯，河川流量變化甚大，枯水期可供利用之水源有限，供應各標的用水常感不足，造成乾旱現象。

本省目前每年可用的水資源（水庫、河川、地下水），約有 192 億 m<sup>3</sup>，而農業年總用水為 150 億 m<sup>3</sup>，佔是年總用水量之 78%，遠多於民生用水之 24 億 m<sup>3</sup>（13%）及工業用水之 18 億 m<sup>3</sup>（9%）。在農業用水年總用水量中，又以農業灌溉用水量之 124.9 億 m<sup>3</sup> 佔大部分<sup>(6)</sup>。由於人口不斷增加，生活品質提升，工商業發展迅速，造成對淡水資源之競爭利用，於是大量農業用水被移用，尤其是栽培水稻所使用之灌溉水，致生農業灌溉用水缺乏之問題。

基於水資源為一定量，並非是取之不盡，用之不竭之資源，因此，亟須積極從事各種作物水分生理之研究，充份瞭解水分用量對作物生育與產量之影響，以因應土壤缺水對作物生產所造成之問題。其中水稻因遺傳特性，需要大量灌溉用水以求豐盛產量，然而近年來國人飲食習慣改變，米飯消耗量

減少，形成所謂稻米過剩。又從稻米生產經濟成本效益及經貿現實觀點雙重考量，傳統稻米生產方法已必須予以修正。因此在不同的栽培模式下，以灌溉方法來穩定作物產量及品質，進而節省灌溉水量之試驗研究，亟待加強。本研究即在探討不同灌溉方法在單期作及雙期作稻田之耕作制度下對不同作物之產量的影響，並測量作物之需水量，藉以求得水資源高效率利用。

## 材料與方法

1997 年第二期及 1998 年第一期於桃園區農業改良場內黏質壤土區進行試驗。參試作物為水稻（台農 67 號及台中秈 10 號）、甘薯（桃園 1 號）及甜玉米（興農 236）。三種耕作制度為：雙期作水稻（第一期作插秧期為 3 月上旬，第二期作為 8 月上旬）做對照；水稻（插秧期為 3 月上旬）與甘薯及甜玉米（秋作）輪作；甘薯及甜玉米（春作）與水稻（插秧期為 8 月上旬）輪作。

其中輪作區採逢機完全區集設計，三重複，旱作均作畦，畦高 20 cm。甘薯之行株距為 100×25 cm，甜玉米之行株距為 80×25 cm，甘薯及甜玉米以一般慣行法實施灌溉。每一小區不含 PC 田埂（寬 45 cm），其面積為  $20.2 \times 9.4 = 189.88 \text{ m}^2$ 。旱作於成熟時調查其農藝性狀。

水稻採裂區設計，品種為副區，三種灌溉處理為主區，三重複，共 3×3 小區。三種灌溉處理依圖 1 所示實施計劃用水，並於灌溉前、後記錄水錶讀數，若試驗期間遇有降雨時，當降雨量小於 0.5 mm/day，不計有效雨量；當降雨量大於 150 mm/day，有效雨量計為 150 mm/day（田埂高 200 mm）。水稻栽培管理除水分外均依當地慣行法實施，再參酌水稻生育狀況與氣候條件，進行施肥及病蟲害防等田間管理。水稻成熟時，每區每品種逢機取十株調查其株高、穗數、產量構成要素及以坪割方式取 100 株調查其產量。

試驗田區之水源，是利用本場現有之儲水池及抽水站等設備（含田間主幹管線設施），分出支管沿各試驗田區之量水設備，以實施灌溉，為便於準確計算田區之用水量，在各試驗田區之管路出水口均設直徑 3 吋量水表及控制閥。

## 結 果

### 一、水田

#### 1. 灌溉水量之分析

本試驗初期之整地用水量不予以計算，第二期作從 8 月 18 日插秧後第二天開始統一實施各種灌溉並記錄用水量，至水稻黃熟期（收穫前 7-10 天）止；第一期作則自 3 月 8 日插秧。三種灌溉法之用水量經統計平均後如表 1-3 所示，1997 年第二期作水稻生育期共 113 天，第一期作為 124 天（生育日數自插秧日起至收穫止），依管路水錶實際讀數，第二期作適期灌溉區之實際灌溉水量為 241.93 m<sup>3</sup>，相當於日用水深 11.27 mm；湛水灌溉區之實際灌溉水量為 393.63 m<sup>3</sup>，相當於日用水深 18.34 mm；輪流灌溉區之實際灌溉水量為 244.50 m<sup>3</sup>，相當於日用水深 11.40 mm；若考慮降雨量之有效性，則田間日用水深在適期灌溉區為 12.43 mm，在湛水灌溉區為 19.50 mm，在輪流灌溉區為 12.56 mm。整個試驗期間之適期灌溉區用水量最少，比湛水灌溉區減少 7,889.3 m<sup>3</sup>/ha，亦較輪流灌溉區少 135.6 m<sup>3</sup>/ha。

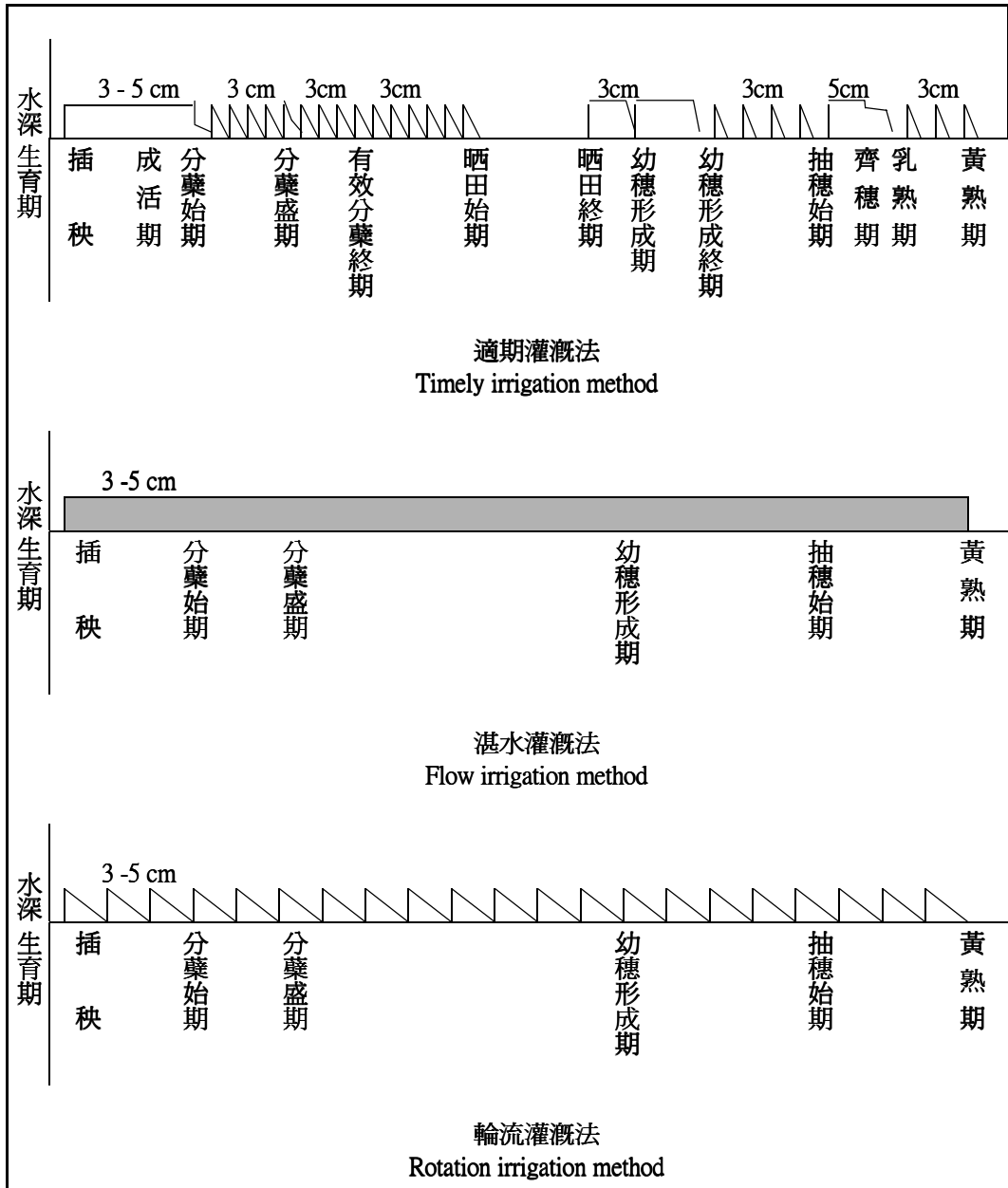


圖 1. 水田三種灌溉方法之計畫用水實施模式

Fig. 1. Schemes of three water irrigation methods for paddy rice.

第一期作適期灌溉區之實際灌溉水量為 242.88 m<sup>3</sup>，相當於日用水深 8.42 mm；湛水灌溉區之實際灌溉水量為 351.0 m<sup>3</sup>，相當於日用水深 10.61 mm；輪流灌溉區之實際灌溉水量為 136.8 m<sup>3</sup>，相當於日用水深 4.84 mm；若考慮降雨量之有效性，則田間日用水深在適期灌溉區為 14.14 mm，在湛水灌溉區為 16.60 mm，在輪流灌溉區為 10.4 mm。整個試驗期間之輪灌溉區用水量最少，比湛

水灌溉區減少 11,281 m<sup>3</sup> / ha，亦較適期灌溉區少 5,586 m<sup>3</sup> / ha。

表 1. 1997 年第二期作及 1998 年第一期作稻田實施適期灌溉法、湛水灌溉法和輪流灌溉法之用水量分析

Table 1. The water amount of timely, continous flow and rotation irrigation in paddy for the second crop of 1997 and first crop of 1998.

項 目 Item	適期灌溉法 Timely irrigation (TI)		湛水灌溉法 Continous flow irrigation (FI)		輪流灌溉法 Rotation irrigation (RI)	
	第二期 2nd crop	第一期 1st crop	第二期 2nd crop	第一期 1st crop	第二期 2nd crop	第一期 1st crop
	累積用水量 (m <sup>3</sup> ) Accumulative water amount	241.9	242.8	393.6	351.0	244.5
灌溉次數 No. of irrigation	49	46	102	91	40	22
生育日數 (day) Growth period	113	124	113	124	113	124
平均每次灌溉水深 (mm) Mean water depth of irrigation	26.0	22.7	20.32	14.5	32.19	27.3
平均日用水深 (mm) Mean water depth per day	11.27	8.42	18.34	10.61	11.40	4.84
有效雨量 (mm) Efficient precipitation	130.5	690.5	130.5	723	130.5	723
平均田間日用水深 (mm) Mean water depth per day at field	12.43	14.14	19.50	16.60	12.56	10.4
平均灌溉期距 (day) Mean irrigative interval	2.3	2.7	1.1	1.4	2.8	5.6
灌溉用水量 (m <sup>3</sup> /ha) Water amount of irrigation	12740.9	12791.2	20730.2	18485.4	12876.5	7204.6

第二期記錄用水量自 8 月 20 日至 12 月 1 日止，第一期自 3 月 10 日至 7 月 2 日止；生育日數自插秧日起至收穫止，第二期共 113 天，第一期共 124 天；田間用水量 = 灌溉水深 + 有效雨量。  
Water amount was record from 20th Aug. to 1st Dec. for second crop and 10th Mar. to 2nd Jul. for first crop. Growth period were 113 days for second crop and 124 days for first crop from planted to harvested. Water amount = water of irrigation + efficient precipitation.

## 2. 水稻農藝性狀及產量調查

1997 年第二期作台農 67 號及台中秈 10 號在三種處理時每區塊之農藝性狀及產量分別列於表 2。由表 2 可看出台農 67 號在適期灌溉區時其穗數 (15.6 支) 及一穗粒數 (108.4 粒) 皆表現最好，其公頃產量達 5,267 kg，而千粒重及稔實率與其他處理並無顯著差異；在湛水灌溉區時，因穗數 (13.2 支) 及一穗粒數 (90.8 粒) 明顯下降，使得公頃產量只有 5,079 kg，而在輪灌區時，其產量構成要素之表現皆介適期灌溉區及湛水灌溉區之間，若產量以適期灌溉區為對照時，湛水灌溉區減產幅度為 3.6%，而輪灌區則減產 1.3%。台中秈 10 號在不同處理時，其農藝性狀之表現亦有相同之趨勢，產量亦以適期灌溉區最高 (4,088 kg/ha)，湛水灌溉區最低 (3,988 kg/ha)，不過其公頃產量之減產幅度只有 2.4%，不似台農 67 號大。另，兩品種在湛水灌溉區中，其株高皆有較長的趨勢，

且早期之分蘗數亦較多，但多為無效分蘗，故後期之穗數反而有減少的情形。

第一期作各品種之株高、穗數和千粒重在各種處理下，並無明顯差異，只有稔實率和一穗粒數在湛水灌溉區有下降的趨勢，導致產量較低（表 3）。

表 2. 1997 年第二期作各水稻品種之農藝性狀及產量於不同種處理間之差異

Table 2. Agronomic characteristics and yield of rice among different irrigation treatments for 2nd crop of 1997.

品 種 Variety	處 理 Treatment	株高 Plant height (cm)	穗數 Panicle No. per plant	千粒重 1000-grain weight (g)	一穗粒數 Spikelet No. per panicle (grain)	稔實率 Seed setting (%)	產量 Yield (kg/ha)	指數 Index
台農 67 Tainung 67	適期灌溉(TI)	93.1	15.6	22.6	108.4	83.3	5267.7	100.0
	湛水灌溉(FI)	96.8	13.2	22.5	90.8	82.2	5079.0	96.4
	輪流灌溉(RI)	92.5	14.2	22.4	98.8	81.3	5198.7	98.7
	LSD(0.05)	2.69	1.12	0.88	11.84	3.33	162.34	
台中秈 10 Taichung Sen 10	適期灌溉(TI)	91.3	16.0	24.9	99.8	77.4	4088.5	100.0
	湛水灌溉(FI)	94.5	13.9	24.7	86.4	76.7	3988.3	97.6
	輪流灌溉(RI)	90.1	14.2	24.5	91.7	79.1	4015.3	98.2
	LSD(0.05)	3.46	1.44	0.55	5.70	3.34	83.8	

TI, FI and RI: timely irrigation, continous flow irrigation and rotation irrigation, respectively.

表 3. 1998 年第一期作各水稻品種之農藝性狀及產量於不同種處理間之差異

Table 3. Agronomic characteristics and yield of rice among different irrigative treatments for 1st crop of 1998.

品 種 Variety	處 理 Treatment	株高 Plant height (cm)	穗數 Panicle No. per plant	千粒重 1000-grain weight (g)	一穗粒數 Spikelet No. per panicle (grain)	稔實率 Seed setting (%)	產量 Yield (kg/ha)	指數 Index
台農 67 Tainung 67	適期灌溉(TI)	99.3	15.3	24.5	101.6	85.0	6544.1	100.0
	湛水灌溉(FI)	101.5	16.3	23.8	100.8	78.6	6157.2	94.1
	輪流灌溉(RI)	101.0	14.0	24.3	117.1	79.4	6423.6	98.2
	LSD(0.05)	4.64	3.24	2.37	14.22	5.26	240.84	
台中秈 10 Taichung Sen 10	適期灌溉(TI)	101.2	15.1	27.1	102.3	79.9	6459.8	100.0
	湛水灌溉(FI)	101.7	15.1	26.7	101.1	72.3	6073.9	94.0
	輪流灌溉(RI)	99.9	13.7	27.1	118.8	75.2	6306.2	97.6
	LSD(0.05)	1.85	2.36	2.78	13.12	4.42	236.13	

Description of abbreviation are the same as shown in Table 2.

## 二、旱作

### 1. 灌溉水量之分析

甜玉米及甘薯試區之灌溉用水量如表 4。甜玉米試區及甘薯試區皆分別於播種及插植後開始

灌水，俟畦高（20 cm）三分之二濕潤後，將多餘水分排乾，而後秋作甜玉米於播種後 30 天及 60 天各灌溉一次，每次灌 11.4 m<sup>3</sup>（預定水深 60 mm），俟畦面濕潤後，將多餘水分排乾，至採收時，其生育期共 106 天，實際灌溉水量為 34.6 m<sup>3</sup>，平均每次灌溉水深 60.65 mm；春作則因雨水過多及生育期只有 72 天，是以只於播種後及 40 天灌水，實際灌溉水量為 21.6 m<sup>3</sup>，平均每次灌溉水深 56.88 mm。

秋作甘薯則於插植當天及插植後 60、100 天各灌溉一次，每次灌 17.1 m<sup>3</sup>（預定水深 90 mm），俟畦面濕潤後，亦將多餘水分排乾，至收穫時，其生育期共 165 天，實際灌溉水量為 52.0 m<sup>3</sup>，平均每次灌溉水深 91.24 mm；春作亦因豐沛雨水及生育期短（因為後期需種植水稻，故提早採收），故只灌溉兩次，實際灌溉水量為 35.8 m<sup>3</sup>，平均每次灌溉水深 94.27 mm。

表 4. 1997 年秋作及 1998 年春作甜玉米與甘薯之用水量分析

Table 4. Water amount of irrigation at sweet corn and sweet potato field for fall crop of 1997 and spring crop of 1998.

項目 Item	甜玉米 Sweet corn		甘薯 Sweet potato	
	秋作 Fall crop	春作 Spring crop	秋作 Fall crop	春作 Spring crop
累積用水量 (m <sup>3</sup> ) Accumulative water amount	34.6	21.6	52.0	35.8
灌溉次數 No. of irrigation	3	2	3	2
生育日數 (day) Growth period	106	72	165	111
平均每次灌溉水深 (mm) Mean water depth of irrigation	60.65	56.88	91.24	94.27
平均日用水深 (mm) Mean water depth per day	1.72	1.58	1.66	1.70
有效雨量 (mm) Efficient precipitation	104	449.5	264	597
平均田間日用水深 (mm) Mean water depth per day at field	2.70	7.82	3.26	7.08
平均灌溉期距 (day) Mean irrigative interval	35.3	36.0	55	55.5
灌溉用水量 (m <sup>3</sup> /ha) Water amount of irrigation	1819.57	1137.56	2737.25	1885.40

甜玉米試區秋作自 9 月 8 日至 12 月 23 日止，春作自 3 月 25 日至 7 月 5 日止。

秋作甘薯試區自 9 月 8 日至翌年 2 月 14 日止，春作自 3 月 21 日至 7 月 10 日止。

The growth period of sweet corn was from 8th Sep. to 23th Dec. 1997 for fall crop and 25th Mar. to 5th Jul. 1998 for spring crop.

The growth period of sweet potato was from 8th Sep. 1997 to 14th Feb. 1998 of next year for fall crop and 21th Mar. to 10th Jul. 1998 for spring crop.

## 2. 各項作物之農藝性狀及產量調查

甜玉米試區每區塊之農藝性狀及產量列於表 5，結果顯示秋作甜玉米之雄花期在 10 月 6-9 日之間，吐絲期在 10 月 12-17 日之間，平均株高 102.2 cm、穗長 17.9 cm、穗徑 3.9 cm、每穗重 151.2 g，其鮮穗產量為 4,218 kg/ha；春作平均株高 126.3 cm、穗長 16.4 cm、穗徑 4.1 cm、每穗重 205.3 g，其鮮穗產量為 5,250.6 kg/ha。

秋作甘薯試區每區塊之農藝性狀及產量列於表 6，結果顯示鮮莖葉重 12,834 kg/ha，塊根產量 21,192 kg/ha。春作鮮莖葉重 24,150 kg/ha，塊根產量 19,120 kg/ha。

表 5. 1997 年秋作及 1998 年春作甜玉米試區之農藝性狀及產量

Table 5. Agronomic characteristics and yield of sweet corn for fall crop of 1997 and spring crop of 1998.

期作 Crop	株高 Plant height (cm)	穗長 Ear length (cm)	穗徑 Ear diameter (cm)	穗重 Ear weight (g)	鮮穗重 Yield of fresh ear (kg/ha)
秋作 Fall crop	102.2	17.9	3.9	151.2	4218.3
春作 Spring crop	126.3	16.4	4.1	205.3	5250.6

表 6. 1997 年秋作及 1998 年春作甘薯試區之農藝性狀及產量

Table 6. Agronomic characteristics and yield of sweet potato for fall crop of 1997 and spring crop of 1998.

期作 Crop	插植期 Planted date	生育日數 Growth period (day)	鮮莖葉產量 Fresh stover yield (kg/ha)	塊根產量 Tuber yield (kg/ha)
秋作 Fall crop	8th Sep. '97	165	12834	21192
春作 Spring crop	21th Mar. '98	111	24150	19120

## 討 論

本試驗田區土質為粘質壤土，依據桃園農田水利會編製之灌溉計畫書內所擬定的稻作本田日需水量，自插秧後 30 日是 7.6 mm/day，第 31 日起至收穫是 6.4 mm/day。另，台灣省農田水利會編印之水稻栽培灌溉排水管理一書中<sup>(2)</sup>，亦指出台灣西部之粘質壤土的日需水量為 7-8 mm，輪灌期距為 8-7 日，而本試驗之適期灌溉法、湛水灌溉法及輪灌法之平均日用水量分別為 11.27、18.34 及 11.40 mm，皆比計畫用水高出甚多，且平均灌溉期距亦只有 2.3、1.1 及 2.8 日。根據金氏<sup>(5)</sup>於 1950 至 1954 年於台灣大學水田區所進行之灌溉試驗結果顯示，第一期作平均需水量為 1,111.5 mm，第二期作為 975.0 mm。而本試驗之湛水灌溉法中，為維持田區湛水狀態，故第一期作平均用水量為 2,073.0 mm，第二期作為 1848.5 mm，高出上述試驗甚多，推測主要原因是本試驗田在進行灌排水工程時，聲底層遭破壞，使得以泥土作田埂之排水邊坡有滲漏情形。因此與金氏之試驗比較及參考水稻生育日數後，估計每次灌溉後，其一天約滲漏 10 mm。

所謂有效雨量，是指降雨能供給作物生長之雨量，因而可減少灌溉用水者。一般影響有效雨量之因素甚多，主要有作物種類、土壤、降雨強度、時間、原有之灌溉水深、田埂高度等等。而本試驗基於北部氣象條件及田區設計，將降雨量自 0.5 mm/day (含)至 150 mm/day 者，歸為有效雨量。於 1997 年

第二期作水稻生育期間之總降雨量為 130.5 mm，皆為有效雨量，但在整個灌溉需水量中，湛水灌溉法只佔 5.0%，適期灌溉法佔 10.2%，對整個需水計畫中不如期望之高。其主要因素是本期作之降雨量比歷年（1985-1995 年）同期之降雨量 415.9 mm 低甚多，而 1998 年第一期作降雨量則比歷年同期為高，因此輪灌區與旱作區之實際用水量比計畫用水量少了許多。

水稻栽培期間，土壤長時間處於水分飽合或湛水狀態時，不但消耗大量灌溉用水，也阻礙土壤通氣<sup>(1)</sup>，使得土壤還原電位降低<sup>(9,12)</sup>，造成毒害物質的累積<sup>(14)</sup>，影響水稻的根系活性及養分吸收<sup>(7)</sup>。上述原因足以說明本試驗中，無論台農 67 號或台中秈 10 號在湛水灌溉時，其產量比其他兩種方法低。而輪灌法之產量較適期灌溉法低之原因，可能是因適期灌溉法時，於水稻有效分蘖終期至幼穗形成期前實施曬田之緣故。因曬田主要可抑制無效分蘖發生、促進土壤通氣、促進有機物分解、改善土壤還元性、防止稻株倒伏等<sup>(6,10)</sup>。因此在第二期試驗中可發現，適期灌溉法及輪灌法之累積用水量只有湛水灌溉法的 61.5% 及 62.1%，而公頃產量可增加 1.3-3.6%，是以適期灌溉法較符合經濟效益。

政府自 73 年起實施「稻田生產及稻田轉作六年計畫」，至 84 年底，稻作面積由 64.4 萬公頃，降為 36.3 萬公頃，減少 44%，稻田接受輔導轉作休耕面積約 18 萬公頃，其中休耕與種植綠肥面積六萬餘公頃，轉作雜糧、園藝及雜項作物約 11 萬公頃，未來國內農業發展仍將朝此方向進行。因此就國內農業生產結構、高效率用水計畫、改善生產環境及提高農民所得而觀之，旱作灌溉為未來農業發展之重要課題，而本省稻作生產除穩定國內糧食供需外，尚肩負生態性功能<sup>(13)</sup>，水稻田面積將無法大幅縮減，因此水旱田輪作將是未來本省耕作制度的主流。

就本試驗觀之，1997 年秋作甜玉米之用水量只有 34.2 m<sup>3</sup>，共灌溉三次，而春作只有二次。主要因玉米生長過程中需要適當水分供給，過多水分或缺水均會造成嚴重的傷害，產量驟減，品質變劣。玉米不同生育期遭受缺水對植株生長發育影響不一。若依產量為準，缺水發生在營養生長期時產量減少 12-15%，在吐絲期缺水時減產 53%，吐絲後三星期缺水減產約 30%<sup>(4)</sup>。因此本試驗於播種時灌溉，以利種子發芽及營養生長所需，再於播種後 30 天（約玉米雄花期）及播種後 60 天（及子粒充實期）各灌溉一次，因此秋作甜玉米生育期間共用水 34.6 m<sup>3</sup>，換算為公頃面積用水量時需 1,820 m<sup>3</sup>，而春作每公頃只需 1,138 m<sup>3</sup>。

甘薯生育期可分為發育初期（植後約 30 天左右）、莖葉發育旺盛期（植後約 30-90 天左右）、發育轉變期（植後約 90-120 天左右）、塊根肥大期（植後約 120-150 天左右）及塊根成熟期（植後約 150-180 天左右）<sup>(3)</sup>。因此本試驗於甘薯插植時即灌水，以利發育初期之生長發根，又因在植後 60 天時，甘薯之葉片（含葉柄）的乾物質累積可達到最大，是以在此時期再灌水，以利光合作用及蒸散作用，至植後 100 天為塊根肥大期，亦需適當水分，是以再行灌溉。因此秋作甘薯生育期間共用水 52.0 m<sup>3</sup>，換算為公頃面積用水量時需 2,737 m<sup>3</sup>。甘薯在最後實行灌溉後至收穫共有 65 天，而此期間之有效降雨量共 160 mm，對節省灌溉水方面有很大助益。雖然春作甘薯只灌溉兩次，每公頃用水量只需 1,885 m<sup>3</sup>，但因後期（8 月上旬）需種植水稻，甘薯必須提早採收，因此公頃產量只有 19,120 kg，比正常收穫之 30,000 kg 低很多，故春作時與水稻輪作似乎不符經濟成本。

第二期作水稻試區之需水量為 241.9 m<sup>3</sup>（適期灌溉），換算為公頃面積用水量時需 12,741 m<sup>3</sup>。而秋作甜玉米試區只需 34.6 m<sup>3</sup>（1,820 m<sup>3</sup>/ha），只有水稻用水量的 14.3%，秋作甘薯試區需 52.0 m<sup>3</sup>（2,737 m<sup>3</sup>/ha），佔水稻用水量的 21.5%。因此就本省在秋冬季（自 9 月至翌年 1 月）常缺水時期，旱作栽培似可提高灌溉水的使用效率。



## 誌 謝

本研究承財團法人桃園農田水利研究發展基金會計畫編號 1004 號補助經費，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 王敏昭。1974。土壤通氣對水稻生長的影響。國立中興大學碩士論文。
2. 台灣省水利局、中國農村復興聯合委員會、台灣省農田水利協進會。1977。水稻栽培灌溉排水管理 6pp。
3. 李良、高景輝。1985。甘薯品種間光合產物的生產及分配之研究。中華農學會報 新 131: 10-23。
4. 朱德民。1995。缺水對影響玉米的生長發育。作物學專論 p.70-73。九州圖書文物有限公司出版。台北市。中華民國。
5. 金城。1955。水稻需水量五年試驗報告。水利通訊 3: 71-81。
6. 陳世雄。1991。曬田對水稻磷之吸收及分蘖之影響。中華農藝 1: 277-291。
7. 陳世雄。1992。土壤還元電位對水稻根活性與光和作用之影響。中華農藝 2: 169-181。
8. 莊光明、甘俊二。1995。灌溉節水之內涵及其對農業生產之影響。灌溉節水技術手冊 p.1-7。農委會水利特刊第八號。
9. 曾清田。1994。玉米。作物灌溉技術實務 p.12-19。農業工程中心刊行。桃園縣。中華民國。
10. 張學琨。1961。水稻輪灌需水及對生育與產量之影響。台灣省輪流灌溉試驗及推行報告 p.43-54。台灣省輪流灌溉推行委員會編印。
11. 張學琨。1986。稻田轉作與旱作栽培灌溉之探討。旱作栽培技術研討會。農業工程中心刊行。桃園縣。中華民國。
12. 張英勝。1984。水稻田還元電位的變異及管理。國立中興大學碩士論文。
13. 蔡明華。1996。水稻田生態環境維護對策之推行。1995 年中日農業水利生態研討會 p.67-86。
14. Ponnamperna, F. N. 1967. Dyname aspects of flooded soil and the nutrient of the rice plant. p.295-328. In IRRI. (ed.) The Mineral Nutrition of the Rice Plant. Manila, Philippines.

## Effect of Cropping System and Irrigation Methods on Crops Yield in the Northern Area Paddy

Meng-Huei Lin, Jong-Wen Hsin and Yuan-Pei Hsu

### Summary

Field experiments were conducted in the second crop of 1997 and first crop of 1998 to investigate the effect of cropping systems on crops yield in the northern area paddy. Three cropping systems, rice-rice, rice-upland crops, and upland crops-rice were involved in this experiment. Three irrigation methods, continuous flow irrigation, rotation irrigation and timely irrigation methods were tested. The experimental results showed that the continuous flow irrigation method always consumed more water (20,730 and 18,485 m<sup>3</sup>/ha for 1st crop of 1997 and 2nd crop of 1998, respectively) than rotation irrigation method (12,876 and 7,204 m<sup>3</sup>/ha, respectively) and timely irrigation method (12,740 and 12,791 m<sup>3</sup>/ha, respectively). Furthermore, the continuous flow irrigation method decreased effective tiller number and seed setting of rice resulted in lower yield (decreased 2.4-6.0% than timely method). The continuous irrigation and rotation irrigation method decreased rice yield because it was without the soil-drying treatment during growth period. Then the best irrigation method is timely method which is kept various depth of water and suspension of water to dry on the field in growing season. Moreover timely irrigation can not only get higher production but also saved a lot of water.

The experimental result also showed sweet corn and sweet potato only need 1,820 m<sup>3</sup>/ha and 2,737 m<sup>3</sup>/ha for fall crop of 1997, respectively. Because there are dry season at autumn and winter in Taiwan. Thus in order to conserve water resource, we suggest that during dry season, from September to the January of next year, is the season for growing upland crops.

Key words: Cropping system, Irrigation method, Timely irrigation.