

稻田轉作與旱作栽培灌溉之探討

蘇匡基 張學琨 侯福分

摘 要

近年來由於稻米生產過剩及畜牧業之發展，因此雜糧作物之生產益形重要。政府為舒緩稻米生產過剩之壓力及提高國內雜糧作物之自給率，積極推行稻田轉作雜糧作物。水田與旱田之土壤性質不同，如何使雜糧作物在水田發揮最高之生產力，必須從栽培技術著手，本文搜集有關雜糧作物灌溉試驗，並針對稻田轉作雜糧作物存在之問題加以分析，供為雜糧研究工作同仁之參考。

關鍵字：雜糧作物、稻田轉作、灌溉。

前 言

本省稻作面積由民國卅八年之 747,675 公頃至民國七十年之 668,823 公頃，顯然稻作面積有略減之趨勢，但糙米生產量欲由卅八年之 1,214,523 公噸增加至七十年之 2,375,096 幾乎增加一倍，主要由於品種改良及栽培技術之改進使單位面積產量由卅八年之 1,624 Kg/ha，增加至七十年之 3,520 Kg/ha，從肥料用量亦可看出投資亦相對增加，每公頃肥料用量在民國卅八年為 135 Kg，至七十年則增加為 986 Kg 增加 7.5 倍（表一）。而同時由於國人消費習慣之改變食米之消費量日漸減少，由六十一年之每人每年消費 133.5 公斤減至七十一年之 95.8 公斤，即減少 28.2 %。而同時在蔬菜却增加 29.6 %，水果增加 71.1 %，肉類增加 54.2 % 之消費。由於食米消費量減少，加之外銷困難造成稻米生產過剩，投資浪費之現象，因此不得不推行稻田轉作，而擬定稻田轉作六年計劃。希望能將部份水田轉作雜糧及其他作物以減緩稻米生產過剩之壓力及補貼之負擔。

本省由於畜牧等日漸發達對於飼料谷類作物如玉米、高粱之需求量相當大（表二），因此如能轉作玉米、高粱則可節省部份外匯，但由於水田與旱田之性質及生態環境各異，因此這些旱地作物是否適合種植于水稻田，其生產力如何？又水稻田之環境應如何改善以利雜糧作物之生產，均為必須研究之問題。

-
1. 農林廳副廳長，桃園區農業改良場場長，台東區農業改良場副研究員兼作物改良課課長。
 2. 本文係 1986 年于台大農工系主辦之旱作灌溉研討會演講稿。

稻田轉作現況

行政院核定之稻米生產及稻田轉作六年計劃方案，于七十三年間開始積極推行結果，當年合于稻田轉作休耕認定標準之面積為 63,804 公頃，超過計劃目標達 46%，但玉米、高粱却僅達計劃目標之 41%，而園藝作物則超過計劃面積之 8 倍。七十四年一期作轉作玉米 4,493 公頃，養殖漁業 343 公頃，休耕 4,182 公頃，合計 39,772 公頃。值得注意的是由於轉作提出雜糧作物如玉米、高粱之保價收購，間接誘導非轉作地區種植玉米、高粱，如七十三年第一期作高粱種植面積 5,663 公頃，其中屬於轉作者僅 1,155 公頃（20%），非轉作者 4,508 公頃（80%）。而至七十四年一期作高粱種植面積為達 12,929 公頃其中屬於轉作者僅佔 17%，由此可見非轉作地區高粱面積之增加更迅速。而玉米亦有相同之趨勢。檢討 73~74 年轉作之情形可發現園藝作物增加面積太快，主要有稻谷之補貼為誘因，但其產品無法保價收購，市場較狹窄，如任其擴充將導致生產過剩。價格下跌而損及農民，因此目前園藝作物已不列入獎勵對象。同時雜糧作物之轉作太零星，無法降低生產成本，因此現正積極鼓勵對象。為使雜糧生產能全面機械化，已在全省主要雜糧生產地區設置代耕中心，並積極研製各種雜糧作物之收穫機械。同時為解決梅雨為害玉米及防止不肖商人利用進口玉米或回流玉米繳交取得不法利益。去年開始試辦玉米穗收購、烘乾、脫粒一貫作業之方式。結果相當理想。

轉作之能否成功除政策之配合外，必須考慮農民之轉作意願，而農民之轉作意願首先要考慮的是轉作物與其他的對抗作物之經濟效益。據台灣區雜糧基金會及台灣省農林廳分析民國 72 年之雜糧作物經濟效益發現就淨收益觀之，一期作如以蓬萊稻之淨收益為 100，其每公頃利潤指數超過 100 者有甜玉米、高粱及胡麻三種，其餘各類作物之利潤均較蓬萊稻米為低。由于甜玉米與胡麻之銷路有限，而高粱每年進口量約 70 萬多公噸，如以每公頃平均產量 5 公噸計算，則每年約可種植 148,669 公頃。二期作而言如以蓬萊稻每公頃利潤 2,588 元為 100，則利潤較其為高者有玉米、大豆、甘薯、落花生、甜玉米、茄子、甘藍、苦瓜等蔬菜類（表三）。可見二期作各類作物之利潤普遍較蓬萊稻為佳，由此可見二期作水田轉作雜糧及其他作物顯然較一期作物易為農民所接受。

就目前所採取之轉作政策採用補貼及保證價格收購而言，二期轉作雜糧作物均較水稻有利，每公頃淨收益玉米（台農 351）為 26,321 元，即為水稻之 10 倍，大豆 21,556 元較為水稻之 8.3 倍，落花生 51,758 元為水稻之 20 倍。食用甘薯 90,586 元為水稻 35 倍，而一期作之高粱 26,752 元為水稻之 3.6 倍。

配合稻田轉作有關雜糧生產技術之研究

目前被指定為主要轉作物玉米、高粱、大豆，在政府分別以每公斤 15 元、14 元及 25 元保證價格收購之情況下，農民在有利可圖下種植意願頗高，然而要使轉作能落實生根，尚有一些問題亟待突破：(1)應提高單位面積之生產量。此點必須從育種及栽培技術改

進著手較爲有利；如玉米在轉作前每公頃平均產量爲 2,937 公斤。而自從台農 351 號推廣以來平均產量在七十三年爲 3,708 公斤，增加 26.2%。高粱在六十七年爲 3,968 公斤，七十三年爲 4,204 公斤。其他作物如大豆、落花生、小麥則增產有限（表四）。(2)降低單位面積生產成本。這方面可從節省勞力支出如推行不整地栽培及省工機械化栽培。(3)如何維持地力，使水田生產力不致因轉作爲旱田而降低，因此適合各地區之良好耕作制度極待建立。在這些問題近三年來在農委會之補助下，各試驗機關已進行了許多試驗及示範之工作，僅將重要結果摘述如下：

1. 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討：

爲探討各種雜糧作物省工栽培之可行性及求取最經濟理想之栽培方法，本計畫于民國七十二年在全省各地改良場同時進行；主要參試作物爲玉米及大豆，採用裂區設計，主處理爲灌溉與不灌溉；副處理分爲 8 項：(1)不整地＋其餘田間作業不採行。(2)不整地＋施用殺草劑＋其餘田間作業不採行。(3)不整地＋施用殺草劑＋開灌排水溝＋其他田間管理不採行。(4)同(3)唯加實施病蟲害防治。(5)不整地＋施用肥料＋其餘田間作業不採行。(6)不整地＋施用肥料＋實施病蟲害防治＋其餘田間作業不採行。(7)整地拌稻穀＋全盤管理。(8)整地＋作畦＋全盤管理。(9)整地＋全盤管理（對照）。試驗結果顯示灌溉區玉米增產 0.6~36% 以台南地區增產幅度最大（表五）。全省平均增產率 14%，因此水田轉作玉米灌溉是必要的。施肥亦爲增產之必要因素，施用肥料可增加 58~249%（表六）。而產量最高之處理出現最多者爲第(8)處理，其次爲(7)及(6)（表七）。然而產量最高之處理其純收益並非最高，純收益最高之處理爲(5)及(6)（表八）。主要原因在第(5)及(6)處處理分別可減少生產成本 37.7%及 31%（表九）。顯示在稻田轉作玉米之栽培方法，視氣候情況適時加以灌溉，並採用不整地方式，施用肥料，至於病蟲害之防治則視實際情形而定，其餘田間管理均可不採行，另外從本試驗可知，推廣轉作玉米應以新竹以南較爲有利，其公頃純收益可達 30,000 元以上（三重市除外）。新竹市以北收益均在 15,000~26,000 元之間，收益偏低。而其中以嘉南地區及台東地區之收益最高（表八、九）。此與目前玉米生產地主要分佈於此兩大地區相符合。由本試驗所獲得之結果經于七十四年開始進行全省性之示範，頗受農友之重視。

2. 稻田耕作制度改善試驗

爲尋求全省各地區最適合之水田耕作制度，由各改良場針對當地之情況擬定數種不同之耕作制度模式進行試驗，初期注重在水稻產量較低之地區，而後進行一般雙期作田。試驗結果，一般認爲在低產稻田以全年轉作較爲有利，如桃園場在酸雨爲害地區試驗結果：顯示以甘薯—蘿蔔之耕作方式較爲有利每公頃全年純收益達 127,807 元。而水稻則虧損 1,390 元，台中場爲在大甲以高粱—宿根高粱—玉米最爲有利，純收益達 54,180 元/ha/年，而水稻收益僅 15,468 元。高雄場亦報告在岡山之低產單期作田採用大豆—高粱—宿根高粱之制度較水稻可增收 52,688 元。在雙期作田之結果：一部份認爲兩期均轉爲旱作較爲有利如新竹之高粱—宿根高粱、花蓮之落花生—玉米。其他場所均以保持一期水稻一期雜糧或再加裡作較爲有利。其中被認爲較有希望之雜糧作物有高粱、玉米、大豆等。在台南場以香瓜（夏作）及大蒜（冬季裡作）較爲有利。唯此種園藝作物價格並

不穩定，不宜大面積推廣（表十）。由連續 2～3 年之耕作制度試驗所得之結果，亦在全省各地進行耕作制度改善示範。

3. 水田轉作大豆之有關試驗

大豆在本省栽培面積最高曾達 59,000 公頃（民國 49 年），而目前僅 5,535 公頃（表十一）。由于本省需求量大，如能給予適當地保價收購，其潛力相當大。因此為配合水田轉作在全省各地進行大豆適應性及栽培法試驗。其結果簡述如下：在台東地區連續三年辦理種植時期及適應性試驗，認為以夏作栽培較為有利，平均公頃產量為 2,580 公斤較春作增加 10.5% 而秋作僅 897 公斤，較夏作減產 62%（表十二），品種間以花蓮一號產量最高，較十石高出 21.8%，其次為高雄 8 號，較十石高出 13.7%。春作主要減產原因在於生育末期容易遭梅雨害。在不同之栽培方式以整地之產量較不整地者為高，平均高出 12%。但純收益却以不整地較高，多出整地 17.8%。因此大豆栽培仍應以不整地方式栽培較為有利。

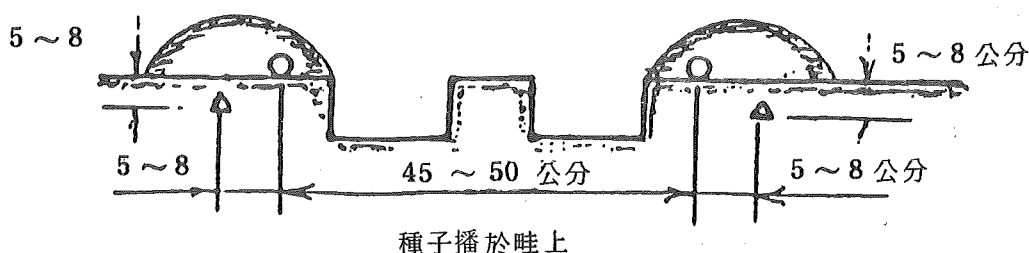
在全省夏作大豆省工栽培試驗中發現不施肥區之處理(3)及(4)在高雄及台東可獲得最高收益，每公頃分別為 39,963 元及 45,795 元，而其他地區則為不整地施肥區之收益最高，僅在花蓮整地拌谷殼十全盤管理獲得最高收益。（表十三），施肥對產量亦普遍增加，唯幅度不如玉米（表六及表十四）。由此可見大豆不整地栽培應予提倡，而施肥與否則視地區及氣候而定。

桃園場辦理北部地區夏作大豆栽培改進研究計劃認為花蓮 1 號適合該地區種植，而播種期以早播（7 月 25 日）者優於晚播（8 月 5 日）。栽培密度以行距 50 公分，株距 10 公分最佳。在大豆子粒充實期增施氮肥可以增進大豆之株高、分枝、單株莢數與百粒重。

稻田轉作雜糧作物所面臨之技術性問題

由上節各種試驗顯示高粱、玉米及大豆為具有潛力之水田轉作作物，而各種有利之耕作制度亦在各改良場之試驗下已建立，然在實際推行中仍然遭遇若干問題，極待解決如：(1)高粱播種初期常遭遇低溫及梅雨害，導致發芽不良。(2)夏作大豆播種期易遭遇颱風及豪雨，影響發芽及生育。(3)春作玉米收穫期遭受梅雨及颱風導致倒伏，發生嚴重病害及穗上發芽，影響產量及收益至鉅。這些問題目前有一部份已獲得解決；如高粱採用移植方式可克服上述之困難，此項研究由侯氏等人在台中場進行，利用水稻育苗箱育苗 8—12 天俟苗長至 12—15 公分時，利用水稻插秧機移植，移植時本田採用水田方式整地蓋平，並施用殺草劑，移植後立即排乾田面積水，改以旱田方式管理，其收量不亞於一般整地播種。此種方法目前已在台中地區進行大面積示範，預計今年可達 500 公頃。在去年之示範結果顯示台中縣平均產量為 4.2 噸，南投縣為 4.3 噸。而最高產量可達 7.0 噸，與水稻收益比較南投縣增加約 2,900 元，台中縣較水稻減少 2,200 元。

關於夏作大豆遭遇梅雨之問題如改用台東場研成的不整地作畦栽培（如圖）將可排除積水，減少種子腐爛之現象，本年度台東場在關山地區之示範成果相當良好。



有關一期作玉米遭遇颱風及梅雨之問題，近程方面應加強推廣烘乾機，遠程方面應育成抗倒伏及抗穗上發芽之品種。

其他如設計雜糧栽培之機械化一貫作業應為當前之急務，欲達成此項目標除加強省工栽培之研究外應積極發展雜糧之栽培及收穫、調理機械，設立雜糧代耕中心。使雜糧之栽培能像水稻一樣達到機械化普遍之程度。

旱作栽培與有關灌溉試驗研究

玉 米

玉米原產熱帶，性喜高溫，生育初期及出穗前後，需要充分之水分，至生育後期則須稍為乾燥，玉米在本省之需水量在 178 — 269 mm 之間。在各地栽培其需水量可由 $cu = 0.409E - 1.87$ 公式求得，玉米對土壤之選擇較不嚴格，除保水力極差之砂土及影響根部發育之重粘土外其他土壤均可栽培。本省玉米栽培可分春作、秋作及裡作，裡作係在第二期水稻收穫後種植，秋作則在 9 月上旬—10 月上旬種植，即在第一期水稻收穫後種植綠肥。

玉米在本省之總蒸發散量據台南場報告在 382.7 mm — 427.55 mm 之間。生育期間因平均蒸發散量在 3.86 — 4.36 mm 之間。玉米品種間之用水效率略有差異，台南場（1970 年）指出台南五號之用水效率高出 $E - 40$ 。至于目前推廣之台農 351 號目前尚無資料。對不灌溉之預測法據台南場及新竹場報告，三種不同之預測法之間並無顯著差異，(1) 土壤水分法，利用 **Tensiometer** 保持地面下 80 公分處之土壤水份張力在 $PF\ 3.2$ 以下。如超出即行灌溉。(2) 利用盤面蒸發量法，利用 **U.S.W.B.** 蒸發盤測定日蒸發量，累計蒸發量超出 **AM** 時灌溉之。(3) 利用體內水分法；即採用 **Namken** 氏相對膨壓度測定，保持相對膨壓在 80% 以上。因此利用其中任何一種方法均可預測。

至于實際田間之栽培如以生育日數計算各改良場所資料顯示：春作以 **A.S.M.** 保持 60% 以上者產量最高，較對照（不灌溉）區增產 11 倍之多。其次分別於播種後 15, 30, 45 天各灌一次（增產 510 %）。播種後 60 及 90 天各灌乙次（增加 291.7 %），再其次為播種後 15 及 45 天各灌乙次或僅播後 45 天灌乙次（表十五）。因播種後 30—45 日為玉米之伸長最大期，缺水將影響植株之生長，導致植株矮化，莖葉乾物重降低，同時影響抽穗不整齊，生育日數延長。而在播種後 45—70 天土壤水分對玉米穗之大小影響最大。間接影

響果穗重量及籽實產量。乳熟期之缺水影響籽實之飽滿度，秋作及裡作之灌溉效果亦與春作略同，唯冬季之灌溉效果不太明顯。從本試驗亦可看出秋季之產量最高同為 A. S. M 保持 60% 以上之處理，秋作為 7261 kg/ha，而春作僅 3979 kg/ha，冬季裡作為 6343 kg/ha。三個不同期作均以 A. S. M. 保持 60% 以上最好。其次為在播種 30，45 及 60 天各灌一次。再其次為播種後 30 及 60 天各灌一次。同樣試驗台中場指出在秋作玉米播種後至間拔前不應灌溉，過濕反而影響玉米之初期生育，而需水量較多之時期為幼穗形成期，雄花抽穗，果穗吐絲期及乳熟期。

灌溉直接影響玉米之肥料利用效率，台南場（1968）報告在無灌溉時，施肥量間之差異不顯著，亦即施肥無效，但在灌溉時則肥效差異顯著，亦即肥料之效應因灌溉增加而增加。最適當之施氮量為 80—120 kg/ha，新近品種台農 351 號施氮量已增加到 160—200 kg/ha。但相反地肥料亦可提高用水效率。灌溉無施肥者其用水效率為 21.44—26.02 kg/mm 而施肥區則平均為 35 kg/mm。

落花生

落花生性喜高溫，種子發芽最低溫度為 12°C，生育期間之最適當溫度為 25—27°C。如遇低溫則生育遲緩，影響產量。本省落花生之全期作需水量在春作為 238.7—519.1 mm。夏作為 213.5—328.8 mm。秋作為 250 mm。因此在生育期中，月平均雨量為 200—300 公厘，且分佈均勻，均可生育良好。唯收穫期最忌梅雨，常導致發芽及品質降低。落花生最適宜之土壤為 PH 值 5.8—6.2 之砂質壤土。

在本省落花生之總蒸發散量為 484.4—582.88 mm，生育期間日平均蒸發散量為 4.89 mm—4.04 mm（台南場 1969）。落花生適當之灌溉期受當期作降雨量之影響很大，一般而言春作生育初期較乾旱，因此灌溉應著重于生育初期。據台南場 54 年觀察指出春作在播種後 75 日內總降雨量僅 10.4 mm，而播種後 76—90 日，降雨日數 4 天，降雨量 54.3 mm，播種後 91—129 日降雨日數 19 天，降雨量達 541.1 mm。佔全生育期總降雨日數之 88%。因此在播種後灌溉一次者可增產 19—34%。灌溉兩次者可增產 40—92%。灌溉三次者可增產 110—163%。而同年秋作在全生育期降雨量為 223.4 mm，而播種後 45 日內總降雨量為 218.9 mm。佔全生育期總降雨量之 97.8%。因此在播種後 60 天起實施灌溉者才有增產之效果。

落花生在生育各階段之吸水率為始花期以前吸水率為 1%（每株約等於 400 c. c）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 2500—3000 c. c）。吸收量之變異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）間在此期間吸收率由 2% 增加至 8%，以後之生育期間維持 7—8%。台南場在溫室盆栽試驗不同生育期乾旱對生育及產量之影響指出，種子收量以播種後 50—69 日斷水乾旱之處理最低。其次為 30—49 日處理。由此可知播種後 40—60 日之間予以乾旱處理對種子減產最大。換言之，落花生生育期間受旱最甚之時期為播種後 50 天前後之開花期及結莢初期，其減產之機構可能因妨害開花授精，而減少成熟莢數與種子之飽滿度。另在乾期間不同生育期灌溉一次之試驗結果：顯示以播種後 50 天灌溉

者產量最高，且灌溉效應亦最高，為無灌溉區之 206 %（表十六）因此春作落花生乾旱期間最有效率之灌溉方式為盛花期至結實初期灌溉一次，水量為 40mm。實施灌溉應先了解根系分佈，落花生之根系分佈據台南場調查指出，因期作而異，春作因雨量過多大部份根群分佈比較淺而秋作則因雨量較少，大部份根群分佈較深，播種後一個月大部分根群分佈在地面 20—30 公分深處，主根較深，約 40—60 公分。二個月後約分佈在地面 30—40 公分，主根深約 70—80 公分深。三個月後則變動不大，除主根伸長外（最長約 1 公尺以上），大部份之根群分佈與播種後二個月調查者相同，因此在砂質壤土落花生之有效根群深為 40 公分。

落花生之灌溉效應可能因品種、氣象、土壤及肥料之條件而異。在國外 White 及 Bavel (1955) 報告在美國灌溉可增加 59—73% 之莢果產量，在日本報告灌溉增產 30—50%（砂丘地）及 10—15%（洪積火山灰土壤）。據張建勛報告在學甲灌溉增產 20%。台北場 (1961) 用噴灌增收 21%，蘇 (1963) 在春作落花生灌溉 40—50mm 三次，在秋作時用 40—50mm 水灌溉 4—5 次分別增產 30% 及 47%。據台南場 1954 年試驗結果：耐旱性強之品種如南改系 35 號，39 號灌溉效應較少。而耐旱性弱之品種如台農 3 號，農育 6101 號之灌溉效應較大。

肥料與灌溉之連應效果在台南場之三次試驗中均未達顯著差異。唯在 1963 年之結果顯示密植 30 × 10 cm × 1 株配合施肥 N : P₂O₅ : K₂O = 20:80:80 加上灌溉可獲得 100% 之增產。

土壤水分會影響落花生之植株形態，據陳清義氏 (1965 年) 指出：土壤含水量愈多，落花生地上部之生長越旺盛，即落花生株高、分枝數、葉數均與土壤濕度成正比，過濕對果實之生長反而不利，開花數雖多，但結實率及產量則低，豆粒小。他認為在播種及生育初期以最大田間容水量之 40—50% 為宜。至生育後期以後土壤含水量不宜低於水分當量 (Mo. eg) 之 40% 之界限。

大 豆

本省有關大豆之灌溉試驗均在民國 50—58 年間完成。大豆全期作需水量春作在 185—260.7 mm 之間，夏作在 142.8—335.7 mm 之間，秋作在 142.1—233 mm 之間。總蒸發散量為 241.8 mm，生育期間日平均蒸發散量為 2.30mm（台南場 1967）。大豆之灌溉時期台南場 (1965) 報告籽實收量以土壤有效水份保持在 60% 以上之處理最好，較無灌溉增收 61.7%。而在開花期間（播種後 30—75 天左右）土壤水分對籽實產量影響最大。開花期後之乾旱會使開花數、結莢數，每株種子粒數及種粒重量都減少，而空莢率亦增加。因此大豆在生育期中乾旱時最經濟而有效之灌溉時期在開花期，灌水一次（約 46mm）者比無灌溉區可能增收一倍。

大豆之根系經台南場調查結果：春作分佈較淺，秋作較深，播種後一個月大部份根系分佈在地面 20—30 公分深處，主根較深約 40—60 公分。二個月後分佈在地面約 30—40 公分處，主根約 70—80 公分深。三個月後則變動不大。

使用黑色塑膠布覆蓋，不但可抑制雜草之滋生同時可節省灌溉用水，覆蓋黑色 PE 較無覆蓋者平均增產 8%。

至于行株距及肥料與灌溉之連應試驗結果：各主效應之效果顯著，即播種後40天灌一次及40、60及80日各灌一次之籽實收量均比無灌溉區各增加68—55%。栽培密度以行距愈密，（30、45、60 cm）收量愈高。在株距固定為10cm情形下，行距30 cm之籽實產量較45 cm者增收20%。

甘 薯

據蘇氏（1963）指出在甘薯生育期間適時灌溉可增產33%。肥料施用與灌溉交感作用呈極顯著，亦即在無灌溉之情形，施肥效果無效，在有灌溉之情形下，才能增加產量。

甘薯灌溉之適當時期因種植時期略有差異，台南場（1955）在秋作以土壤有效水分保持在60%以上之處理產量最高，每頃塊根重量達26,202公斤較對照不灌溉增產85%，但製籤率有減少之趨勢，在插植後40及80天各灌溉乙次者增收36.3%，種植後40或60天灌溉者分別增加23%及17%，新竹場認為在插植後60天灌溉效果最好，台中場（1955）報告在插植後60及100天各灌溉乙次，可增產31.2%，僅插植後80天灌溉乙次者增產10.8%。同場（1955）報告糊仔甘薯在水稻收穫後灌溉3—4次，每隔20天灌一次增產15—19%。由此可見甘薯在生育期間行1—4次之灌溉可增加產量。灌溉次數以2—3次為宜。

甘薯之灌溉效應在品種間之表現並不一致；飼料用品種如江心尾。台農31號，台南14號效果較大，而食用品種效果較少（台中場、台南場1955）。

結 論

近年來由于國人肉類及蔬果消費之增加，稻米之消費因而相對減少，導致稻米生產過剩，造成倉容及貯藏之壓力。因此推行稻田轉作成為現階段之重要農政措施，配合此項措施，雜糧作物在農業生產之地位益形重要，由于雜糧作物在本省過去一向種植于山坡地或旱地、因此水田轉作此類旱作所造成之環境生態之影響及其生產潛力均需有充分了解。為使稻田轉作能落實生根必須使其經濟效益在無政府之保證價格收購及補貼之情況下能與其他對抗作物競爭，欲達成此種目標長程方面應從育種著手，育成高產之品種並改善栽培技術，以提高雜糧作物單位面積之生產潛力。育種較費時，唯近程應從栽培技術改良著手如灌溉施肥技術，由于過去之試驗資料均在旱田狀態下辦理，而水田與旱田之土壤性質不同，如何使雜糧作物在稻田之環境下發揮最大潛力，似應充分了解。另外發展雜糧機械，研究省工栽培方法，建立雜糧一貫作業機械化栽培制度以提高農民種植雜糧意願，亦為今後應努力之目標。雜糧灌溉及施肥對增產有很大的影響，除應加強試驗研究，亦須做大面積之示範，以加速雜糧之生產。

參 考 文 獻

1. 邱發祥、鄭志波、許東暉 1984 一般雙期作水田耕作制度改善試驗、雜糧作物試驗研究簡報 25:331 — 333。

2. 彭武男、邱發祥、許東暉 1984 桃園濱海酸雨爲害地區耕作制度改善之探討。
雜糧作物試驗研究簡報 25:334—336。
3. 張進益、林瑞品 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討。
雜糧作物試驗研究簡報 25:343 — 346。
4. 黃勝忠、曾勝雄 1984 春作高粱、夏作大豆、秋裡作玉米省工栽培法之研究。
雜糧作物試驗研究簡報 25:353 — 356。
5. 黃勝忠、曾勝雄 1984 稻田轉作雜糧作物耕作制度改善試驗
25:357 — 359。
6. 李文輝、莊商路 1984 稻田利用調整—稻田耕作制度改善試驗。25: 365 — 367
7. 糧食局 1984. 台灣糧食生產情形及業務概況 台灣省政府糧食局編印 pp. 59。
8. 農林廳 1985 稻米生產及稻田轉作計劃推行會議資料 農林廳彙編
74.年 8 月 13 日
9. 台中區農業改良場 1986 稻田轉作高粱機械栽培試作執行報告 油印本。
10. 侯福分 1985 稻田轉作高粱耕作技術改良油印本 pp. 16。
11. 郭能成、林萬居、許哲夫 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討。
雜糧作物試驗研究簡報 26:325 — 326。
13. 黃秋蘭 1984 水田轉作大豆栽培試驗。雜糧作物試驗研究簡報 26:314 — 317。
14. 周明和 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討。雜糧作物試驗研究簡報
26:303 — 310。
15. 連大進、謝佑祥、管仁修 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術綜合探討 雜糧
作物試驗研究簡報 26:297 — 302。
16. 陳武德、李文輝 1984 雜糧作物試驗研究簡報 26:282 — 285。
17. 蘇匡基、曾明傳 1964 甘薯品種間灌溉與施肥連應試驗 雜糧作物試驗研究簡報
(7): 48—49。
18. 鄭朝洲、徐三吉 1966 落花生栽培密度與灌溉連應試驗 雜糧作物試驗研究簡報
(9): 93—95。
19. 台南區農業改良場 1961 大豆灌溉時期試驗雜糧作物試驗研究簡報
(3): 117—118。
20. 農林廳 1984 台灣主要什糧生產之經濟分析 pp 172。
21. 台南區農業改良場 1961 生育期別之土壤水份處理對大豆生育及收量之影響 雜
糧作物試驗研究簡報 (3): 114—116。
22. 台南區農業改良場 1962 春作大豆灌溉時期試驗雜糧作物試驗研究簡報
(4): 124—125。
23. 張新吉、吳炎融 1971 施肥及灌溉對玉米露菌病發病之影響 雜糧試驗研究改良
簡報 (14): 226—229。
24. 張新吉、顏貽淦、周讚昆 玉米灌溉時期試驗 雜糧作物試驗研究簡報 (5): 195
25. 周泰鈞、張茂盛 1986 轉作田玉米灌溉對施肥效果之影響及後期施肥適期試驗 台
東區農業改良場油印本 pp. 5。

表一：歷年來稻作栽培面積，平均產量與肥料施用量統計表

年代	稻作面積	糙米產量	平均產量		施肥量	
			Kg/ha	指數	Kg/ha	指數
30	646,927	1,199,006	1,853	100.0	417	100.0
38	747,675	1,214,523	1,624	87.6	135	32.4
40	789,075	1,484,792	1,882	101.6	355	85.1
50	782,510	2,016,276	2,577	139.1	677	162.3
60	753,451	2,313,802	3,071	165.7	668	160.2
70	668,823	2,375,096	3,560	192.1	986	236.5
73	587,186	2,290,000	3,728	201.2	943	226.1

資料來源：台灣省政府糧食局1984台灣糧食生產情形及業務情況。

表二：72年本省主要雜糧作物生產及進口情形

作物	省產		進口	自給率
	面積(ha)	數量(t)	公噸	%
小麥	1,219	1,569	700,625	0.22
大麥	—	—	411,402	—
玉米	43,532	147,786	3,459,109	4.09
大豆	5,592	8,457	1,413,872	1.18
高粱	3,939	14,072	533,711	7.40

表三：72年二期作主要雜糧作物與水稻成本收益比較

作物	生產價值	生產成本	損益		家族勞動報酬		
			+轉作前	轉作後	轉作前	轉作後	%
水稻	72,956	70,373	+2,583	+2,583	+20,198	+20,198	100
玉米	67,744	59,071	+8,673	+22,373	20,102	33,802	167.4
(一般品種)							
玉米	83,763	68,142	15,204	28,904	33,202	46,902	232.2
(台農351)							
大豆	47,820	37,381	10,439	24,139	24,518	38,218	189.2
落花生	112,244	78,453	33,791	54,341	53,833	74,383	268.3
甘薯	138,234	65,615	72,619	96,169	92,931	113,482	461.9

註：包括自家勞辦費。資料來源：台灣主要雜糧生產之經濟分析（農林廳 1984）

表四：近年來主要雜糧作物單位生產量變動情形

年 代	玉 米	高 梁	大 豆	落花生	甘 薯	小 麥	粟	水 稻
1978	3,164	2,829	1,668	1,598	15,964	2,081	1,300	4,112
1979	3,195	2,732	1,464	1,593	16,476	2,582	1,288	4,296
1980	3,125	3,367	1,692	1,617	16,949	2,496	1,326	4,654
1981	2,937	3,968	1,543	1,607	15,314	2,658	1,343	4,504
1982	3,280	3,679	1,548	1,636	16,293	2,297	1,315	4,764
1983	3,167	3,478	1,536	1,361	15,514	1,287	1,179	4,871
1984	3,708	4,204	1,725	1,683	15,269	2,321	1,303	4,842

表五：灌溉對不整地玉米台農351號之影響

處 理	桃 園	台 中	台 南	台 東	花 蓮	平 均
灌 溉	3,790	2,609	3,966	3,341	2,399	3,221
不灌溉	3,655	2,482	2,916	3,320	2,193	2,913
指 數	103.7	105.1	136.0	100.6	109.3	114.0

註：表中數字為9個處理之平均

表六：施肥對玉米產量之影響

		台 中	台 南	花 蓮	台 東
灌 溉 區	不 施 肥	1,927	2,686	1,720	1,731
	施 肥	3,725	5,516	2,620	5,953
	%	193	205	152	394
不 灌 溉 區	不 施 肥	1,833	1,919	1,447	1,721
	施 肥	2,899	4,129	2,755	5,808
	%	158	215	190	338

表七：全省省工栽培方式對玉米產量之影響（僅列最高之處理）

地 點	公 頃 產 量		處 理 代 號	
	73. / 春 作	73. / 秋 作	春 作	秋 作
宜蘭	3,720		(8)	
三 重	7,395		(8)	
新 屋	3,821		(9)	
新竹市	4,598	3,644	(7) 與 (9)	(7)
桃園觀音		3,926		(8)
台北三峽		3,890		(8)
宜蘭壯圍		3,944		(8)
彰化大村		4,180		(6)
台南鹽水		6,151		(7)
花蓮鳳林	4,586	3,654	(8)	(8)
花蓮鳳林	4,509		(8)	
台東	6,912		(8)	

表八：各地區省工栽培玉米收益最高之處理

地 點	公 頃 (元/公頃)	純 收 益 與對照比較	處 理 代 號
宜蘭市	15,700	+3,425	(6)
宜蘭壯圍✦	16,700	+ 970	(6)
三 重	69,701	+11,240	(5)
台北三峽✦	17,831	+14,990	(5)
桃園新屋	26,050	+9,105	(6)
桃園觀音✦	22,795	+4,555	(6)
新竹市	31,565	+2,965	(5)
彰化大村✦	30,660	+18,343	(6)
台南鹽水✦	57,475	+11,370	(6)
花蓮鳳林	30,080	+7,656	(5)
花蓮鳳林✦	7,850	+3,321	(5)
台東	65,941	+1,125	(5)

1. 資料來源：全省各改良場73年雜糧試驗研究簡報

2. ✦秋作

2. 彭武男、邱發祥、許東暉 1984 桃園濱海酸雨爲害地區耕作制度改善之探討。
雜糧作物試驗研究簡報 25:334—336。
3. 張進益、林瑞品 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討。
雜糧作物試驗研究簡報 25:343 — 346。
4. 黃勝忠、曾勝雄 1984 春作高粱、夏作大豆、秋裡作玉米省工栽培法之研究。
雜糧作物試驗研究簡報 25:353 — 356。
5. 黃勝忠、曾勝雄 1984 稻田轉作雜糧作物耕作制度改善試驗
25:357 — 359。
6. 李文輝、莊商路 1984 稻田利用調整—稻田耕作制度改善試驗。25: 365 — 367
7. 糧食局 1984. 台灣糧食生產情形及業務概況 台灣省政府糧食局編印 pp. 59。
8. 農林廳 1985 稻米生產及稻田轉作計劃推行會議資料 農林廳彙編
74.年 8 月 13 日
9. 台中區農業改良場 1986 稻田轉作高粱機械栽培試作執行報告 油印本。
10. 侯福分 1985 稻田轉作高粱耕作技術改良油印本 pp. 16。
11. 郭能成、林萬居、許哲夫 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討。
雜糧作物試驗研究簡報 26:325 — 326。
13. 黃秋蘭 1984 水田轉作大豆栽培試驗。雜糧作物試驗研究簡報 26:314 — 317。
14. 周明和 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術之探討。雜糧作物試驗研究簡報
26:303 — 310。
15. 連大進、謝佑祥、管仁修 1984 稻田轉作雜糧作物省工栽培技術綜合探討 雜糧
作物試驗研究簡報 26:297 — 302。
16. 陳武德、李文輝 1984 雜糧作物試驗研究簡報 26:282 — 285。
17. 蘇匡基、曾明傳 1964 甘薯品種間灌溉與施肥連應試驗 雜糧作物試驗研究簡報
(7): 48—49。
18. 鄭朝洲、徐三吉 1966 落花生栽培密度與灌溉連應試驗 雜糧作物試驗研究簡報
(9): 93—95。
19. 台南區農業改良場 1961 大豆灌溉時期試驗雜糧作物試驗研究簡報
(3): 117—118。
20. 農林廳 1984 台灣主要什糧生產之經濟分析 pp 172。
21. 台南區農業改良場 1961 生育期別之土壤水份處理對大豆生育及收量之影響 雜
糧作物試驗研究簡報 (3): 114—116。
22. 台南區農業改良場 1962 春作大豆灌溉時期試驗雜糧作物試驗研究簡報
(4): 124—125。
23. 張新吉、吳炎融 1971 施肥及灌溉對玉米露菌病發病之影響 雜糧試驗研究改良
簡報 (14): 226—229。
24. 張新吉、顏貽淦、周讚昆 玉米灌溉時期試驗 雜糧作物試驗研究簡報 (5): 195
25. 周泰鈞、張茂盛 1986 轉作田玉米灌溉對施肥效果之影響及後期施肥適期試驗 台
東區農業改良場油印本 pp. 5。

表一：歷年來稻作栽培面積，平均產量與肥料施用量統計表

年代	稻作面積	糙米產量	平均產量		施肥量	
			Kg/ha	指數	Kg/ha	指數
30	646,927	1,199,006	1,853	100.0	417	100.0
38	747,675	1,214,523	1,624	87.6	135	32.4
40	789,075	1,484,792	1,882	101.6	355	85.1
50	782,510	2,016,276	2,577	139.1	677	162.3
60	753,451	2,313,802	3,071	165.7	668	160.2
70	668,823	2,375,096	3,560	192.1	986	236.5
73	587,186	2,290,000	3,728	201.2	943	226.1

資料來源：台灣省政府糧食局1984台灣糧食生產情形及業務情況。

表二：72年本省主要雜糧作物生產及進口情形

作物	省產		進口		自給率
	面積(ha)	數量(t)	公噸		%
小麥	1,219	1,569	700,625		0.22
大麥	—	—	411,402		—
玉米	43,532	147,786	3,459,109		4.09
大豆	5,592	8,457	1,413,872		1.18
高粱	3,939	14,072	533,711		7.40

表三：72年二期作主要雜糧作物與水稻成本收益比較

作物	生產價值	生產成本	損益		家族勞動報酬		
			+ 轉作前	轉作後	轉作前	轉作後	%
水稻	72,956	70,373	+2,583	+2,583	+20,198	+20,198	100
玉米 (一般品種)	67,744	59,071	+8,673	+22,373	20,102	33,802	167.4
玉米 (台農351)	83,763	68,142	15,204	28,904	33,202	46,902	232.2
大豆	47,820	37,381	10,439	24,139	24,518	38,218	189.2
落花生	112,244	78,453	33,791	54,341	53,833	74,383	268.3
甘薯	138,234	65,615	72,619	96,169	92,931	113,482	461.9

註：包括自家勞辦費。資料來源：台灣主要雜糧生產之經濟分析（農林廳 1984）

表九：玉米不同栽培法生產成本比較

地 點	產 量		生 產 成 本		
	最 佳 處 理	對 照	最 佳 處 理	對 照	%
宜 蘭 市	2,800 (6)	3,344	26,300	41,500	63.4
宜蘭壯圍	2,900 (6)	3,611	26,800	42,000	63.8
台北三重	6,823 (5)	7,219	32,644	49,824	65.5
台北三峽	3,405 (5)	3,619	33,244	51,024	65.1
桃園觀音	3,385 (6)	3,904	28,030	40,370	69.9
桃園新屋	3,232 (6)	3,429	22,430	39,370	56.9
新 竹 市	3,973 (5)	4,598	28,030	40,370	69.9
彰 化	4,180 (6)	3,465	32,040	39,658	80.8
台 南	6,065 (6)	5,852	33,500	41,675	80.3
花 蓮	2,620 (5)	4,276	23,420	40,916	57.2
花 蓮 ✦	2,018 (5)	2,963	22,420	39,916	56.2
台 東	5,953 (5)	6,843	23,354	38,729	60.3

()內 數字表示處理代號

表十：全省各地收益最高之轉作制度（各區改良場）

地 點	耕 作 制 度	生 產 成 本	全 年 元／公頃	純 收 益 比 較
新 竹	高粱—宿根高粱	38,279 +31,929	104,374	+20,773
新 竹	水稻—玉米	48,894 +40,598	98,964	+15,363
彰 化	水稻—大豆—小麥	62,438 +31,290 31,911	90,474	+35,308
(大村)	水稻—水稻—小麥	62,438 +61,389 +31,911	81,020	+25,859
	水稻—綠肥—玉米	62,438 +0+ 48,108	75,349	+20,183
台 南	水稻—香瓜—玉米	59,290 +61,180 +51,715	99,218	+83,630
✦	高粱—早熟稻—大蒜	43,465 +63,340 +102,750	87,547	+71,952
高 雄	大豆—高粱—高粱宿根	35,659 +30,820 +18,698	109,876	+52,688
花 蓮	落花生—玉米	49,026 +34,855	57,753	+8,480
台 東	玉米—水稻	36,300 +47,520	76,136	+17,929
	水稻—田菁—玉米	47,520 +6,500 +36,300	67,116	+8,909

✦ 單期作低產稻田

表十一：本省主要雜糧作物栽培面積變化情形

	玉	米	甘	薯	落	花	生	大	豆	小	麥
民國 40 年	5,246	231,389		84,889	23,251				14,335		
民國 50 年	15,292	235,794		98,615	59,582				21,759		
民國 60 年	22,276	225,293		86,368	40,151				1,036		
民國 70 年	35,250	54,447		50,853	10,293				1,019		
民國 71 年	39,126	45,536		50,645	7,782				1,008		
民國 72 年	43,691	36,095		46,186	5,594				1,219		
民國 73 年	52,604	27,791		52,261	5,535				—		

表十二：台東地區不同季節大豆產量表

	春	作	夏	秋	秋	作
台 東 市	2,371		2,424		1,122	
台 東 縱 谷	2,670		2,720		770	
東 河	1,261		2,679		856	
太 麻 里	2,421		2,498		1,201	
平 均	2,181		2,580		897	
%	89.5		100		38.2	

註：台東市為71-73年平均，其他各地為一年資料。

表十三：大豆省工栽培產量比較表

	最 佳 處 理 代 號	桃 園 (5)	台 中 (5)	台 南 (6)	高 雄 (3)	花 蓮 (7)	台 東 (4)
產 量 (Kg/ha)	最佳處理	1,116	2,902	2,129	2,463	2,263	2,803
	對 照	1,600	2,695	1,993	2,311	2,054	2,437
收 益 (元/ha)	最佳處理	8,483	54,439	26,635	39,963	26,546	45,795
	對 照	7,323	39,012	14,810	21,114	21,921	22,415

表十四：施肥對夏作大豆產量之影響

		台	中	台	南	高	雄	花	蓮	台	東	平	均
灌 溉 區	不施肥	1,610	1,067	1,721		905	2,269	1,514.4					
	施 肥	2,902	1,831	1,905		1,516	2,353	2,101.4					
	%	1.8	1.7	1.1		1.7	1.0	1.4					
不灌溉區	不施肥	1,532	837			901	1,858	1,282					
	施 肥	2,240	1,464			1,545	1,918	1,791.8					
	%	1.5	1.7			1.7	1.0	1.4					

表十五：不同生育時期之灌溉對玉米產量之影響

處	理	春 作		秋 作		冬季裡作	
		Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
1.播種後15日灌溉一次		263	79.6	3,819	135.0	2,503	125
2.播種後30日灌溉一次		244	73.8	4,939	174.6	2,820	141
3.播種後45日灌溉一次		324	98.2	4,576	161.7	3,410	170
		✦ (4)					
4.播種後60日灌溉一次		1,085	328.9	4,842	171.1	2,937	146
5.播種後75日灌溉一次		208	63.0	4,513	159.5	2,887	144
6.播種後90日灌溉一次		320	97.0	4,370	154.5	2,467	123
7.播種後15及45日各灌溉一次		209	63.5	4,923	174.0	3,700	184
		✦ (2)					
8.播種後30及60日各灌溉一次		955	289.1	6,253	221.0	4,157	207
9.播種後45及75日各灌溉一次		401	121.5	5,548	196.4	3,557	177
		✦ (3)					
10.播種後60及90日各灌溉一次		1,096	391.7	5,253	185.6	3,373	168
11.播種後15、30及45日各灌溉一次		253	76.8	5,209	184.1	4,477	223
		✦ (2)		✦ (3)			
12.播種後30、45及60日各灌溉一次		2,016	610.8	5,948	210.1	4,623	230
13.無灌溉(對照)		330	100.0	2,830	100.0	2,007	100
		✦ (1)		✦ (1)			
14.A.S.M. 保持60%以上		3,979	1,205.7	7,261	256.5	6,343	316

註：品種為台南5號，資料來源：台南場 1954

A.S.M.: Available soil moisture

表十六：落花生灌溉時期對產量之影響

灌 溉 時 期	灌 溉 區 Kg/ha	無 灌 溉 Kg/ha	指數(灌溉/無灌溉×100%)
播種後20.日	695	563	123
播種後35.日	902	485	186
播種後50.日	1,169	567	206
播種後65.日	1,008	693	145
播種後80.日	911	664	137
平 均	937	594	158

表十七：甘薯灌溉與施肥對產量之影響

	灌 溉	不 灌 溉	平 均
施 肥	1,088	790	939
不 施 肥	665	673	667
平 均	877	732	

資料來源：蘇(1963)

Historical Review of Irrigation of Dryland Crop in Transferred Paddy Field ¹

K.C. Su², K.C. Chang³, F.F. Hou⁴

SUMMARY

The decrease of rice consumption cause the over-production of rice in recent year. To release this pressure and strengthen self-sufficient ability of dryland crop, the government vigorously encourages farmers to culture dryland crops instead of rice in the paddy field. However, as knowing the soil physical and chemical property between paddy and dryland are quite different, therefore the technique to increase the yield of dryland crop in paddy field must be pay attention. This paper collected the papers about the irrigation of dryland crop, and the problem of transferred crop in paddy field also discussed.

-
1. This article is a written text of speech about irrigation practices of dryland crops in 1986 in Agricultural Engineering Department of National Taiwan University.
 2. Deputy Commissioner of Department of Agriculture and Forestry Taiwan Provincial Government.
 3. Director of Tou-Yuang DAIS.
 4. Chief of Crop Improvement Department of Taitung DAIS.