

肆 如何推行旱作灌溉

雲林農田水利會總工程師

柯 海 生

一、推行旱作灌溉之必要性

1. 臺灣旱作灌溉發展概述

(1) 臺灣灌溉的傳統觀念：

灌溉在人類活動史上，至少已有五千年以上的歷史，而在臺灣較具規模的灌溉活動，則可以追溯到荷人入侵前三百餘年前的史事。三百多年來，對灌溉的一種根深蒂固的傳統觀念，都認為灌溉就是「水稻灌溉」，將水稻以外的作物不予重視，故冠以旱作以示區別（日本人可能也有這種觀念）。幾百年來，東南亞各國一切灌溉設施及灌溉經營和管理，多以水稻灌溉為中心而辦理。甚至五十多年前，以現代化的工程技術及大規模經營觀念開始引進臺灣而創辦的許多灌溉系統，如嘉南大圳、桃園大圳等，也以水稻灌溉為主而興建和經營。這種觀念影響所及，臺灣的灌溉事業發展到目前為止，上至灌溉管理規章法令及經營政策，下至工程之規劃設計規範公式，均未超出以水稻灌溉為主的範疇。

這種水稻為主的灌溉觀念，其形成與發展的背景至為明顯，其原因不外如下：

(一) 臺灣以稻米為主糧，水土資源開發均以生產水稻為主。

(二) 自給自足為主之農業經營時期，主糧之水稻生產優先於其他作物。

(三) 水稻為長期利潤穩定性最高之作物，政府以往亦僅保障水稻穩定其利潤。

隨着社會經濟發展的各項沖激，上述三項左右農業經營的主要因素，已不再成為絕對性的事實；促進雜糧生產已成為農業經營的新趨向。旱作灌溉的推行，也漸受重視；灌溉之傳統觀念，亦面臨着修正的強烈要求。

(2) 早期的臺灣旱作灌溉：

臺灣早期對旱作並非不作任何灌溉，或不懂如何灌溉，祇是程度上遠不如水稻受到重視。故在臺灣灌溉文獻，少有旱作灌溉計劃或灌溉技術之記載，而真正有旱作灌溉的記錄，是近五十年的事。

臺灣最早將旱作灌溉列入灌溉系統設計和灌溉管理的重要項目，應算是嘉南大圳系統。規劃該系統當時，發現可開發之水源遠不足提供全區域栽培

水稻的需要，而制定出所謂的三年輪作制度，即水稻、甘蔗、雜作（水稻及甘蔗以外之作物）三種作物，輪流栽培於全區域內，以求水源均霑，區域均衡發展。惟四十多年來的經驗，灌溉的重點還是放在水稻。水稻利用水源仍具有絕對的優先。旱作灌溉是在水稻不需灌溉或水稻灌溉有剩餘水源時，才得有機會灌溉。故其灌溉執行，少有人留意；灌溉績效亦多不加追蹤和考核。故旱作灌溉之技術和方法，也因之長期處於粗放和不進步的狀況。

臺灣糖業公司是臺灣第一個重視旱作灌溉的機構，其發展的歷史，雖與嘉南大圳系統之完成同一時期，不過其對甘蔗灌溉之重視和所作之基礎研究試驗，遠超越任何其他機構。實際上，嘉南大圳系統之三年輪作制度，也是為臺糖公司增產甘蔗而設計之制度，故在用水之優先次序上，甘蔗僅次於水稻而列為第二優先。可惜臺糖公司之旱作灌溉，僅限於甘蔗一種，而臺灣適種之經濟旱作不下二十餘種，這些作物的灌溉資料。在當時均付諸缺如。

(3) 近期的臺灣旱作灌溉：

(一) 旱作灌溉試驗：

由水利有關單位真正從事有系統的旱作灌溉試驗始自民國 52 年。參與試驗的單位頗多，主要由農復會支助臺灣省水利局及有關水利會進行，臺灣大學農工系也參與頗多的學理研究和技術指導，農林廳所屬各試驗機構及臺糖公司等研究單位，均提供適當的協助。十餘年來，已累積不少試驗成果，惟示範和推廣工作，剛在起步，旱作灌溉推行上的許多問題尚待從事灌溉工作者的努力探討。下列為十餘年來臺灣所成立的主要旱作灌溉試驗和示範站，所得報告不下百篇，待有關於旱作灌溉者參考：

石門旱作灌溉推行站。

崎頂砂丘灌溉實驗站。

大潭旱作噴灌示範區。

苗栗旱作灌溉推行站。

彰化旱作灌溉推行站。

新港旱作灌溉試驗站。

學甲旱作灌溉研究試驗站。

高雄農場旱灌輔導區。

二仁旱灌推廣區。
岡山旱作灌溉推行站。
曹公圳冬季裏作灌區。
屏東農場旱灌輔導區。
瑞穗旱作灌溉推行站。
臺東農場旱灌輔導區。
臺東旱作灌溉推行站。

(二)旱作灌溉推行現況：

目前臺灣的旱作灌溉推行，以下列地區為主：

(A)臺糖公司自營農場：

臺糖公司的自營農場，大部份都有專門灌溉甘蔗的自設水源，其中以地下水源為主，另配合水利會提供之水源。灌溉技術上，除了傳統式之地面灌溉之外，另推行噴灑和滴水灌溉。

(B)曾文水庫灌區：

曾文水庫灌區即嘉南水利會之前烏山頭水庫系統灌區，曾文水庫灌溉計劃是目前全省最大規模以及可靠之水源，固定時間執行旱作灌溉地區，至今已六、七年歷史，效果斐然，已成爲全省最主要之旱作產地。惟其灌溉技術停滯於粗放式的灌溉，是否有再改進的可能，爲旱作灌溉應深加研討的問題之一。

(C)其他水利會灌區：

除曾文水庫灌區之外，其他亦正式推行旱作灌溉的最大區域，首推雲林地區的濁幹線灌區，惟其水源的可靠性低，除了局部地區，可略得灌溉之外，大部份地區均未能獲得充分的灌溉。惟十餘年來，由地下水之充分開發，不管水利會的深井，或私人的淺井，已大量應用於旱作灌溉。其他高屏地區等，旱作灌溉也漸見普遍，故目前開始推行旱作灌溉，將旱作灌溉的重要技術，推廣於大眾，應無困難，也正是適當的時候。

2.推行旱作灌溉的客觀條件：

在灌溉管理和灌溉技術上，旱作灌溉和水稻灌溉確有甚大區別，一向以水稻灌溉爲主的臺灣，究竟有什麼客觀的要求，來提倡推行旱作灌溉，這些要求不外如下：

(1)旱作物經濟價值的提高：

已日趨商業化的農業經營中，農民已經瞭解如何機動地選擇利潤較高的作物來栽培，近年來的農業市場顯示：水稻已不再常爲較高利潤的作物，故旱作的栽培日見普遍，旱作灌溉就不得不及時推行，以配合實際的需要。

(2)提高水資源利用效率的要求。

隨着人口的增加，工商業的發達，水資源競相利用的事實，愈來愈加尖銳。提高農業用水效率，節餘水源以供公共給水及工業用途的壓力，日益增高。傳統粗放式的旱作灌溉，已不合乎高用水效率的要求，故推行旱作灌溉實勢在必行。

另以單位體積之用水效率而言，水稻爲最浪費水量的作物其效率最低。旱作已逐漸代替水稻成爲部份糧食的情況下，大規模推行旱作灌溉，應爲節約水源的可行辦法之一。

(3)提高土地利用效率的要求：

農業用途的土地，如不依賴法令上的保護，是無法與都市和工商業競爭。足見農業用途的土地，其利用效率偏低是不爭的事實。欲提高土地利用效率，不外設法增加單位面積農作物之產量。旱作爲僅次於水稻的普遍農作物，惟其一向疏於適當的灌溉，產量偏低。爲增加旱作單位面積產量，以提高土地之利用效率，推行旱作灌溉，爲其最有效的方法。

(4)旱作灌溉試驗成果給予之信心：

自民國五十二年本省廣泛辦理旱作灌溉試驗和示範以來，所得的成果顯示：各種旱作如能給予適時適量的灌溉，其單位面積之生產量，與不加灌溉或灌溉不當的情形，平均可增加 20~50%，甚至增產 100% 的例子也很多。足見目前臺灣對旱作灌溉的理論基礎和執行技術，已達到可以大規模推行的階段。且從水、土兩項資源之利用而言 20~50% 是一項極難得的增產率，故旱作灌溉實不允再不加推行的工作。

二、旱作灌溉推行的重點與困難

1.推行旱作灌溉的重點：

(1)經濟利益的宣導：

農業生產是一種經濟活動，而旱作灌溉則爲農業生產的一項重要投入 (Input)，其最終目的是要獲得經濟利益的報酬，故旱作灌溉推行上，應首重經濟利益的宣導，其重點應在如何作下列分析：

(一)旱作灌溉可能增加之產量及增加之利益。

(二)旱作灌溉的成本，包括固定成本 (Fixed Cost) 和變動成本 (Varied Cost)，或爲投資成本和運轉成本。

(三)灌溉淨益。

農民或農業管理者，一旦發現旱作灌溉確有利

可圖，則推廣或推行工作當必事半功倍。上述第一項應以試驗和示範的成果取信農民，一般而言，旱作灌溉除了直接可以增產之外，另外還可配合輪作增強地力，提高作物品質，增加肥料使用率、兼作病蟲防治、防止霜凍，控制生產日期等效益。至於第二、三項，應指導如何分析，以增加對旱作灌溉的信心。

(2)旱作灌溉智識與技術之傳授：

旱作灌溉的基本觀念與水稻灌溉略有不同，而執行的技術亦相當複雜，故旱作灌溉推行亦應着重於這基本智識和技術的傳授。其中比較重要的事項如下：

- (一)如何以土壤性質、氣象因子、作物特性等因素估計物需水量。
 - (二)如何根據地形條件，可利用之水量及水質、作物栽培型態、配合經濟分析以決定採用何種方式的旱作灌溉。
 - (三)如何依據灌溉方式，規劃田區及辦理灌溉系統之佈置，及如何估計灌溉用水量並完成灌溉系統之設計與施工。
 - (四)如何利用或修改現有灌溉系統，來推行旱作灌溉。
 - (五)如何依據水源及系統已知的因素來擬定配水計劃，並根據配水計劃來執行田間之配水和灌溉系統的管理。
 - (六)如何選定灌溉設備及如何辦理維護及保養。
- (3)推行主要對象的選定：

臺灣目前至少有百分之九十的灌溉水源，統由水利局管轄下的各地農田水利會來調配和管理，故旱作灌溉推行，首應選定農田水利會為主要的執行單位，全力加以輔導和協助。其次山坡地開發的執行單位，亦可為推行旱作灌溉的有力單位，山坡地一般可引灌水源有限，地形複雜，極可採用高效率的噴灑或滴水灌溉方法，至於小規模的自營農場亦應列為輔助的對象。

2.推行旱作灌溉可能遭遇的困難：

(1)旱作利潤不穩定：

利潤的不穩定可能為推行旱作灌溉最大的障礙，長期來旱作物的市價，忽高忽低，時可獲暴利，時會虧損得盪然無存。常有人視栽培旱作為一項賭博，盡量減少生產成本的投入，把旱作灌溉視為可有可無的事項，至於為旱作灌溉再來增加設備投資，更是裹足不前。這絕非一個灌溉管理者所能控制

的困難問題。

(2)設備投資及運轉成本昂貴：

旱作灌溉中之噴灑或滴水灌溉，其設備費用相當昂貴，而且在運轉上亦需要較多的勞力和消耗能源的動力，如沒有相當可靠的利潤可圖，實難作全面的推廣。

(3)需要較密集的勞力：

不論採用地表式的旱作灌溉或管路式的旱作灌溉，所需要人力的密集程度，遠比水稻高甚多。在農業勞動力缺乏，政府大力鼓吹農業機械化的農村，欲推行需要更多勞力的旱作灌溉，是否可以順利進行，誠難加以預料的事，亦仍為推行旱作灌溉所需要加以克服者。

(4)小農制配水計劃擬定及執行困難

旱作的需水量是隨作物的種類，氣象因子、土壤性質，作物生長時期而異；灌溉效率更隨着田坵長度及作物栽培型式而不同。在一大面積的灌溉系統上，一坵塊的上述任一因素，均有差異，灌溉需水量亦隨着而變。臺灣平均單位農場的經營面積，一般都在 1.0 公頃以下，加上坵塊不集中之因素，平均每一坵塊都在 0.3~0.6 公頃之間，設想一區 50 公頃的輪區，往往會有 200 筆以上的坵境，為每一坵塊作不同的灌溉計劃，一旦面積增為數千或數萬公頃，則個別擬定灌溉計劃成為不合實際的事。以往均不顧個別坵塊的差別，在同一時期供灌同一深度的水量。這種傳統式旱作灌溉推行方式，採用已久，雖相當實際可行，但以旱作灌溉的觀點而言，尚嫌過份粗放，用水效率過低。在推行旱作灌溉的過程中，是否可以實際有效地改進這種缺陷，也是旱作灌溉推行的一項難題。

三、旱作灌溉推行方法

1.擴大設立旱作灌溉聯合示範區：

推行旱作灌溉的主要工作即在：證實旱作灌溉的效果以取信農民，並指導如何選定灌溉方法，設置灌溉設施，擬定灌溉計劃，執行田間灌溉管理為主，最有效的辦法是設立可以同時兼辦上列各項工作的示範區。這些示範區應以灌溉管理、農業推廣、農業試驗、農業學術等聯合設置最為合適。茲列舉最合適參與示範區設立之單位如下：

(1)技術及財務贊助單位：農復會。

(2)技術指導單位：各大學農學院。

(3)政府負責推行單位：農林廳、水利局、糧食局。

(4)示範執行單位：

- (一)農田水利會
- (二)水利局工程處
- (三)農林廳農業試驗所
- (四)山地農牧局工作站
- (五)縣市農會

示範區的設立，不必太重視數量，應以配合區域發展的特性而成立性質各異之示範區，如嘉南平原地區，宜設立地表旱作灌溉為主的示範區；山坡地如花蓮、臺東山地，以設立管路為主的旱作灌溉示範區。

示範區不妨按照現行區域發展計劃，全省先行設立七個示範區，必要時再設分區。設立的地點盡量利用現有農業試驗所或前水利局及水利會所設的試驗站為據點，視需要予擴充或改建。

示範區應備的主要組成單位和功能建議如下：

- (一)研究試驗單位：負責基本的研究試驗。
- (二)示範單位：負責示範區內或與其他單位合作的示範區外之示範田之示範、訓練和觀摩。
- (三)推廣指導單位：負責一般之推廣及公私單位之資料提供、技術指導、代辦系統設計及資料分析。
- (四)協調單位：負責示範區內各單位間及與其他機關之協調聯繫。
- (五)管理單位：負責行政、總務、人事、財務等之管理。

2.將旱作灌溉列為灌溉管理單位的中心工作：

全省的灌溉系統，目前在水利局之監督下，分由十六個農田水利會在管理營運。多數雙期水稻田，水利會均未正式辦理旱作灌溉；而輪作田之旱作灌溉，除曾文水庫灌區以外，多亦未列為主要的中心業務，其推行情形均相當粗放。監督單位之水利局對該項業務亦未加列管和考核。今後欲推行旱作灌溉，最迅速有效的途徑，是將旱作灌溉視同水稻灌溉，在各水利會列為中心業務工作，水利局負責督導考核。其步驟及方法如下：

(1)由政府正式公告命令各農田水利會限時將旱作灌溉列為重要中心業務工作。

(2)水利局負責研擬「農田水利會旱作灌溉執行要點」，指導各地水利會如何利用有限之水源，作最有效之旱作灌溉，並准予增列執行旱作灌溉的預算，視需要分年設置旱作灌溉之設備，其績效予以追蹤考核。

(3)水利會參照該要點，分別擬定旱作灌溉計劃，逐年送水利局核定後實施。這些旱作灌溉計劃內容應包括：

(一)灌溉設施之改善計劃。

(二)旱作灌溉配水計劃，其內容應分：預定施灌地區及面積，施灌日期及日數，灌溉水量、各灌溉系統輸配水量、水源水量之預估等。

(三)灌溉的預定成果。

(四)灌溉系統管理人員的訓練計劃。

3.繼續辦理旱作灌溉之基礎研究試驗：

自民國五十二年由農復會支助及水利局和水利會辦理的許多旱作灌溉試驗，目前除了極少數外，大部份都已停頓。實際上這種研究試驗，永無完成之日。這種工作應由學術研究單位負責推行，並由各事業單位酌予協助和支助，而主要研究經費以由國家的研究經費分配較為合理。

4.鼓勵國內廠商生產旱作灌溉設備：

有些旱作灌溉需要相當複雜的設備，如畦溝灌溉之虹吸管，噴灑灌溉用的噴頭、水閥、管線、抽水機、加壓機、管線移動輪架等以及滴水灌溉用之特殊鑿孔管線、漏水頭等等，這些設備之所以昂貴，是因國內未大量使用，一般廠商不敢冒然投資生產，以致多數仰賴外國的進口，價錢昂貴當為必然的事。在推行旱作灌溉的過程中，如能由政府輔導或鼓勵國內廠商投資生產有關設備，以降低旱作灌溉設備之投資成本，對推行旱作灌溉，當有莫大之裨益。

5.協助建立旱作灌溉系統：

現有的灌溉系統，多半為水稻灌溉而設，這些施設可能部份需要加以修改，且今後欲推行的山坡地開發，也亟需要新建旱作灌溉系統，這些改建或新建的工程投資金額都相當龐大，又農業利潤偏低，投資報酬一般均難以償還短期性之借貸債務，故為推行旱作灌溉，政府如能對上述兩項投資酌予貸款或補助，對山坡地等地區精密性的旱作灌溉推行，一定會有良好的績效。

6.廣泛介紹旱作灌溉常識：

旱作灌溉的常識，如能藉各項傳播媒介廣泛介紹給農民瞭解！則旱作灌溉的推行工作，當可以收到事半功倍的效果。傳播介紹的方法，特建議如下：

(1)編印「旱作灌溉手冊」，提供農民及灌溉管理單位之參考。

(2)經常舉辦旱作灌溉觀摩會，以交換旱灌智識和技術。

(3)拍攝「旱作灌溉」專輯之教育性影片，供學校、農會、水利局作推行用之教材。

(1)將旱作灌溉列為各級農業學校之教材。