旱作灌溉方法介紹

秦立德



（黃金全提供）

當我們放水到田裏去灌溉旱作物，注意水在田間流動的時候，常常會發現以下各種情形：

(1)如果灌水在田間漫流，則流到田區另一端的時間較長。

(2)如果灌水在溝內流動，則流到田區另一端的時間較短。

(3)如果田面翻耕，土塊尚未打碎，灌水前進速度較慢。

(4)如果翻耕以後，土塊再經打碎整平，灌水前進速度較快。

(5)如屬砂質土壤，灌水前進遲緩，且有時半途停止前進。

(6)如屬壤質土壤，灌水前進較快。

(7)如果水頭集中一塊灌溉，灌水前進速度較快。

(8)如果水頭分爲數塊灌溉，灌水前進速度較慢。

由此可見，同樣的水頭因爲田面處理及土質不同等關係，灌完某一塊田所需要的時間都不相同。灌完一塊田的時間越短，則一天灌好的田地越多，也就是「灌溉效率」越高，這是一般農民最期望的事情，也是推廣人員工作的重心。如何縮短田間灌溉配水時間，提高灌溉效率，就要借重於灌溉方法的研究了。

廣義的灌溉方法，大致可以分做四類：

(1)漫灌法—灌水全面漫流田區。

(2)溝灌法—灌水局部濕潤田面。

(3)噴灌法—灌水如降雨般噴洒田面。

(4)地灌法—灌水自地下補充向上濕潤田面。

目前本省旱作物多與水稻輪作，旱作物灌溉方法的選擇，頗受水稻田特殊地形及土層的影響。一般而言，多爲地面灌溉，並採用「水平漫灌法」及「水平漫灌法」。例如大豆、花生等條播密植作物，多採用「水平漫灌法」；甘藷、甘蔗等條播疏植作物，多採用「水平溝灌法」，玉米、高粱等作物，行距在花生及甘蔗之間，亦可採用「紋溝漫灌法」，以縮短灌溉配水時間。三種方法各有特點，本省水利局及各地農田水利會，正在農復會及臺灣大學農業工程系的經費及技術援助下，進行不同土質、不同作物及不同作物生長時期的灌溉方法試驗，希望早日得到可靠資料，進而分析、研究三種方法在不同情形下，灌水流量、田區長度及灌溉水深的相互關係。

(一)水平漫灌法

「水平漫灌法」爲將灌水引入水平田區以內，水流藉水深向前方及兩側推進散開，所以田面平整及光滑爲第一要務。水頭大則水流深，田區越寬水流越淺，所以水頭大小及田區寬狹，爲控制水流深度及前進速度的重要因素。根據嘉南農田水利會在嘉義新港試驗結果，如果田區長度在一百公尺左右，土質爲砂壤土，則每公尺田區寬度的水頭流量應在四秒公升以上，每次灌溉配水深度才可以小於一百公厘。同樣情形之下，如果田面特別平整光滑，每次灌溉配水深度可減至八十公厘以下。但是根據土壤物理分析、土壤水份測定及作物根系發育等資料，每次灌溉應配水深度，可能僅爲四十公厘，證明本省的水平漫灌法尚有提高效率之必要。

「水平漫灌法」灌溉效率的測驗方法非常簡單，應用工具僅有量水槽、馬錶、皮尺、竹樁等，記錄事項僅有引入流量、水流前進距離及時間、各點積水消失時間等項。農友測得上項資料以後，可以送請水利局或水利會旱作灌溉工作站，根據土壤滲水率、土層容水量等資料，求得有效灌溉水深及灌溉配水效率。如果有效灌溉水深高出計劃灌溉水深很多，農友應從田面整平、變化田區寬度及變化水頭流量方面改善。

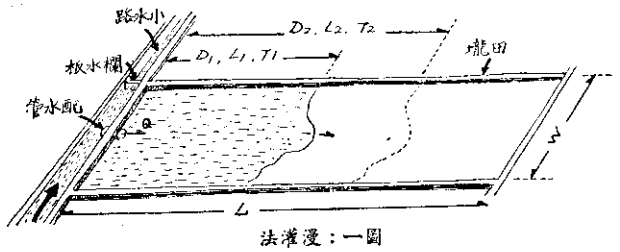
「水平漫灌法」需要水頭流量較大，灌溉前，輪區、單區以內的小水路，應予澈底檢查並整修；補充小水路及配水小斗門的設置要予充實，灌溉期間才可以提高配水效率，提前完成配水作業。

(二)水平溝灌法

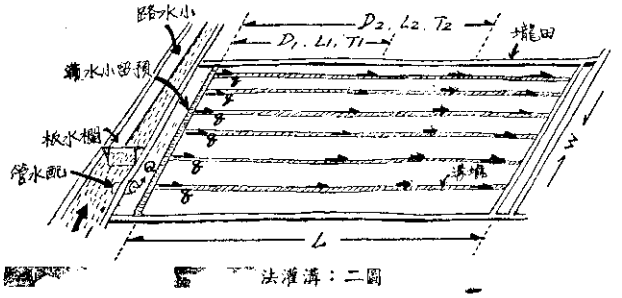
「水平溝灌法」爲將灌水導入田區水平隴溝之中，水流在溝內藉水深向前推進，所以溝底平滑順、

直爲第一要務。水頭流量與隨溝水深的關係比較簡單。根據嘉南農田水利會在嘉南農事試驗結果，如果隨溝長度在一百公尺左右，溝距在一公尺左右，土質爲壤土，則每溝流量保持二秒公升，每次灌溉水深可維持在六十公厘以內。同樣情形下，如果溝底特別平滑順直，每次灌溉水深可減低至四十公厘以內。如果溝距僅五十公分左右，則可採用隔溝灌溉方法，保持每次灌溉水深六十至四十公厘。如此則證明「水平溝灌法」，遠較「水平漫灌法」可經濟用水，實爲值得注意之點。

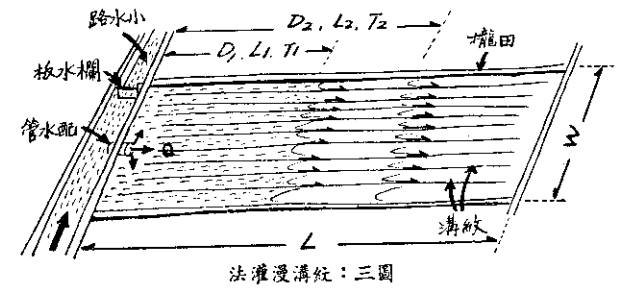
「水平溝灌法」灌溉效率的測驗方法，與「水平漫灌法」略同，應用工具亦略同。記錄事項之中，要特別注意斷水以後，隨溝水流繼續前進的距離與時間，隨溝底部與側部土壤水份透滲的深度，根據這些資料，水利局或水利會等作灌溉工作站都可估算有效灌溉水深，建議農友如何增加配水速度及改善灌溉效率。



法灌漫：一圖



法灌溝：二圖



法灌漫溝紋：三圖

「水平溝灌法」要注意使各隨溝的流量分配均勻，例如自小給水路引入流量爲二十秒公升，要同時灌溉十條隨溝，則每條隨溝的流量應保持二秒公升。最好的方法是在各隨溝前預留一條小水溝，小給水路的水先放入這條水溝，再用直徑略同的竹管引入各隨溝，小水溝裏水位保持一定，各竹管的流量便會約略相同。灌底及灌側的土塊要打碎，雜草要挑開，以免阻礙水流前進；各隨溝末端再設一橫向小水溝，以溝通各隨溝流量，也都是應該注意的事情，以保持各隨溝水量的均勻。

(三) 紋溝漫灌法

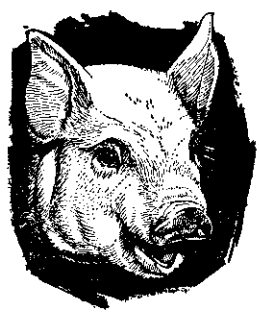
「紋溝漫灌法」具有溝灌及漫灌兩法的特點，密植行栽作物之間，先行佈置細小紋溝，當灌水放入田區以後，會先行沿紋溝前進，再逐漸漫流紋溝兩側田面，所以田面整平、紋溝修直爲提高灌溉效率的重要因素。根據農林廳臺南農業改良場在嘉義北港試驗花生灌溉的結果，如果田區長度在一百公尺左右，土質爲砂壤土，則每公尺田區寬度的水頭爲二至三秒公升時，每次灌溉配水深度可以小於七十公厘。同樣情形，如果田面整理特別好，每次灌溉配水深度可以小於五十公厘。所以「紋溝漫灌法」實爲一種改良的「漫灌法」，灌溉效率比「漫灌法」可以提高三成左右。

「紋溝漫灌法」的採用，特別需要栽培方面的配合，例如花生栽培行距向爲三十五公分，爲了預留

臺灣省家畜保險輔導委員會主辦：

第十次家畜保險有獎徵答

主辦機關：臺灣省家畜保險輔導委員會
協辦機關：農林廳、財政廳、臺灣省農會
徵答辦法：
(一)主旨：增進家畜保險常識
(二)徵答問題：
(1)役牛、耕牛可否加入家畜保險？
(2)參加綜合養豬計劃，要不要加入家畜保險？
(3)保險豬隻不幸發病可否得到免費醫療？
(4)保險家畜如發生斃死時，須向何單位報告檢驗？
(三)起訖日期：自即日起至元月卅一日截止(郵戳爲憑)
(四)應徵條件：限投保農戶一人一張。
(五)投遞方法及送達處所：徵答問題之答案，按應住址及投保農會、家畜保險有效期明信片上順序書寫於明信片背面，並註明本人姓名、住址、投保單號碼(無填失效)、寄南投中興新村臺灣省家畜保險輔導委員會評閱小組收。
(六)獎品：一品獎：一份：一等獎：一名，給相當市價三百元之獎品一份。二等獎：一名，給相當市價二百元之獎品一份。三等獎：一名，給相當市價一百元之獎品一份。二等外獎：二十名，給相當市價十元之獎品一份。
(七)揭曉日期及給獎方式：應徵答案凡全對者，由評閱小組編定獎次，當場決定公開抽籤，各得獎品，得獎者應隨即交各所屬縣市農會轉發。
(八)本辦法如有未盡事宜，得隨時修正之。



徵答案揭曉後，凡答對者，由評閱小組編定獎次，當場決定公開抽籤，各得獎品，得獎者應隨即交各所屬縣市農會轉發。代領負責人名單一張，於本月卅一日截止(郵戳爲憑)。

空地佈置紋溝，應將兩行所佔寬度七十公分，重新佈置爲行距二十公分，使兩行與兩行之間的空地寬度增爲五十公分，則可佈設適當深度及適當寬度之紋溝。至於玉米高粱等作物，因行距爲六十公分左右，仍可保持原來的栽培方式。爲了改善「漫灌法」的灌溉效率，希望農友們與農業改良場及農田水利會負責人員加强聯繫，一方面要推行條播及行栽方法，另一方面應注意行距寬度要大於五十公分，則田間灌溉時間才可以密切配合水門灌溉配水時間，達成圓滿的灌溉工作。

（四）灌溉水深與配水流量

在上面三種灌溉方法裡面都提到灌溉水深若干公厘及配水流量若干秒公升。灌溉水深是農業人員常用的數字，配水流量是灌溉人員慣用的單位，兩者相互的關係，需利用灌溉配水面積及時間來解釋。灌溉水深乘以灌溉面積便得到灌溉水量的體積，配水流量乘以灌溉時間也會得到灌溉水量的體積。假設灌溉水深爲D，灌溉面積爲A，配水流量爲Q，灌溉時間爲T，如果用公式來代表水深和流量的關係，則可寫作下列各式：

$$A \times D = Q \times T \cdots\cdots(1)$$

$$D = \frac{Q \times T}{A} = Q \times \frac{T}{A} \cdots\cdots(2)$$

$$Q = \frac{A \times D}{T} = D \times \frac{A}{T} \cdots\cdots(3)$$

以上是三個基本灌溉公式，需要牢記在心中。一般而言，我們會知道每塊田的面積A，測得灌水佈滿田區的時間T，量得引入田區的流量Q，則可以按照公式(2)求得灌溉水深D。

上述三種灌溉方法裡所稱灌溉水深一百公厘、七十公厘、六十公厘等數字，都是用這個公式求得的。

從公式(2)得知，如果田區面積及配水流量都一定，則灌溉時間越長，灌溉水深也越大，如何縮短灌溉時間，是我們研究灌溉方法的重心。

縮短灌溉時間要注意的事項很多，其中最重要的是縮短田區長度及整平田面土塊，從減小流距及增加流速兩方面着手。本省水利局及農田水利會在苗栗後龍、彰化芳苑、高雄岡山、花蓮芳苑、桃園十一份、嘉義新港及臺南學甲等地附近，都設有灌溉示範站，經常試驗灌溉水深與配水流量的關係，供給農友們參考。

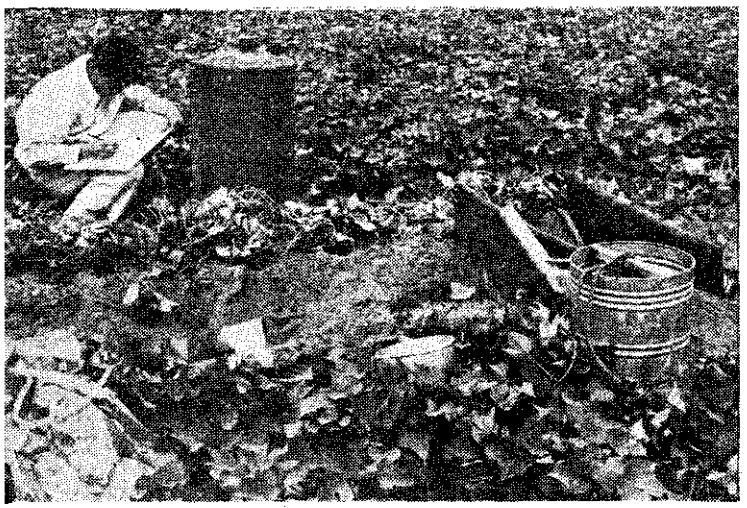
灌溉水深的單位常用公厘表示，配水流量的單位常用秒立方公尺表示，也可以用秒公升表示。

$$D\text{（公厘）} = \frac{Q\text{（秒立方公尺）} \times 3{,}600 \times 1{,}000}{A\text{（平方公尺）}} \cdots\cdots(4)$$

$$D\text{（公厘）} = \frac{Q\text{（秒立方公尺）}}{T\text{（小時）} \times 3{,}600 \times 1{,}000} \times \frac{1}{A\text{（公頃）}} \times 10{,}000 \cdots\cdots(5)$$

$$D\text{（公厘）} = \frac{Q\text{（秒公升）}}{T\text{（小時）} \times 3{,}600 \times 1{,}000} \times \frac{1}{A\text{（平方公尺）}} \times 1{,}000 \cdots\cdots(6)$$

$$D\text{（公厘）} = \frac{Q\text{（秒公升）}}{T\text{（小時）} \times 3{,}600 \times 1{,}000} \times \frac{1}{A\text{（公頃）}} \times 1{,}000 \times 10{,}000 \cdots\cdots(7)$$



灌溉方法試驗之一——滲透測驗（黃金全提供）

普通常用公式(5)及公式(6)，其化簡式如下：

$$D\text{（公厘）} = \frac{360Q\text{（秒立方公尺）}}{T\text{（小時）} \times A\text{（公頃）}} \cdots\cdots(8)$$

$$D\text{（公厘）} = \frac{360Q\text{（秒公升）}}{T\text{（小時）} \times A\text{（平方公尺）}} \cdots\cdots(9)$$

灌溉面積A可以用寬度W及長度L表示如下：

$$D\text{（公厘）} = \frac{360Q\text{（秒公升）}}{T\text{（小時）} \times L\text{（公尺）} \times W\text{（公尺）}} \cdots\cdots(10)$$

漫灌法及紋溝漫灌法的W值均爲田壠間距，溝灌法的W值則爲行距或溝距，農友們如有捲尺、馬錶及簡單量水設備，應用公式(10)，便會很容易的算得灌溉水深，看看是否過大或太小。如果過大，要考慮整平田面、增加流量或縮短流距等措施；如果過小，要考慮延長時間、減低流量或加長流距等措施；如果仍嫌過大或太小，應考慮改變灌溉方法。

如果田區長度爲一百公尺，寬度（田壠間距）爲二十公尺，灌溉時間爲一小時，流量爲四十秒公升，則自公式(10)可求得灌溉水深爲七十二公厘。如果田區長度及寬度各增加十倍，則流量要增加一百倍，才可以於一小時內全面配水七十二公厘，也就是灌溉面積二十公頃需要配水流量四秒立方公尺，才可以達成任務。假設土渠內流速每秒〇•五公尺，則需要斷面八平方公尺的水路。如屬梯形土渠，則需底寬二公尺、水面寬度八公尺、水深一•五公尺，用地及工程費用都屬於過分不經濟，所以我們要嚴格執行「輪流灌溉」。就是二十公頃面積要分二十小時來灌溉，則水路流量可減至〇•二秒立方公尺，水路斷面頂可減至底寬〇•四公尺、水面寬度一•六公尺、水深〇•四公尺，則甚合經濟原則。這種旱作物「輪流灌溉」之需要，可以推演至支配面積廣及數百公頃之支分線，輪流配水的時距，也許要延長至二十天左右。如果旱作物緊急需水時期不能拖延到五天以上，則作物的栽培時期必需分作四段，以配合灌溉水路的通水能量。

這裏充分表現了灌溉運營、灌溉工程及作物集團栽培互相配合的需要。