

從土壤水分觀點來談：

怎樣做好旱地作物的灌溉？

徐玉標

我們栽培作物，都希望作物的產量高，品質又好，而要想達到這個目標，便要把握着幾個有關作物增產的因素：即①品種的選擇是否適當？②施肥的種類、數量、時間及方法是不是符合土壤的種類和作物生長期的需要？③病害和蟲害的防治是否徹底？④作物生長期中，土壤水分是否有不足或過多的情形發生？

在這裏所要討論的，只限於土壤水分的問題。

甚麼叫做「土壤有效水分」？

一般旱地作物，在生長期中，土壤中水分的含量不可以過多，但也不能過少。水分過多時，土壤中的空隙都被水分所充滿，土壤空氣含量減少，作物根系呼吸困難，結果不但影響根系的伸長，要是時間太久，還能引起根的腐爛，以致減產。相反的水分，如果水分太少時，作物根系便不能夠吸收足夠的水分，來維持正常生長的需要，要是水分低於某一限度，還有枯死的可能。因此，要使作物生長正常，土壤水分便應該設法保持在合理的範圍以內。這種範圍，我們稱它為「土壤有效水分範圍」。

土壤有效水分範圍，它的最高含水量稱為田間含水量，最低點稱為凋萎點。田間含水量是指一塊田區在灌溉或大雨之後，一或兩天後土壤中所有的水分含量，凋萎點是指作物在開始凋萎時的土壤水分含量。

土壤有效水分範圍，因土壤粒子的粗細有很大的不同。一般說來，各種土壤的有效水分範圍如表一所示。

農友或許會問，為什麼要以田間含水量來作為土壤水分的上限呢？因為比田間含水量高的水分，

是不穩定的，隨時能够移動，往下滲入土層底部，成為地下水。同時，這種水分佔有空隙，影響土壤通氣，所以高於田間含水量的水分，對旱作栽培不需要，也是應該力求避免的。從表一我們可以看出兩點：①土壤質地不同，田間含水量和凋萎點的水分含量完全不同，例如比較粘重的土壤，它的凋萎點往往比砂質土的田間含水量還要高。②土壤質地愈粘重，它的有效水分範圍愈寬，反之，如砂質土，它的有效水分範圍實際只佔二、三%水分而已。通常所謂土壤有效水分百分率，是以凋萎點為起點，而以田間含水量為一〇〇%時，其所含的水量是指對有效水分範圍以內所佔的百分比而言。它與普通所謂土壤水分含量的意義不同。

作物可利用的土壤有效水分

土壤有效水分範圍既然因土壤質地粗細而不同，則在鑑定土壤有效含水量之前，對土壤質地的檢別，也應該略加說明：

(1) 土壤質地的檢別：

檢別土壤質地最好的方法是機械分析，但這要委託研究機關分析，很覺得麻煩。有經驗的人，把土壤放在食指與大拇指之間一摸，由感覺的不同，便可決定它是屬於那一種土壤，和機械分析所得結果差不多，既方便又實用。今將感覺檢別土壤質地的方法介紹如下：

●凡有粗糙感覺的是砂粒，凡有「滑溜」感覺的是粘粒，細軟如滑石和麵粉的是粉粒。
●將土壤樣本加水或塊，直徑約一公分半，用食指及大拇指壓之或帶，假如極易形成一具有塑性

做了初步判斷後，再以二指細摸之如有粗糙之感覺特別顯明，定必含砂很多，可加「砂質」二字來形容它；如有似滑石之感特別顯明，一定含粉粒很多，可加「粉質」二字來形容它；假如這二種感覺都不特別顯明，那麼這種土壤一定屬於前述初步決定的三種土壤之一。舉例來說，有一土壤，摸之很光滑，很少粗糙之感，極易捏成長帶，那一定是粉質粘土；假如不能捏成長帶，那一定是粉質壤土了。

用感覺判別土壤質地，完全要憑經驗，經驗愈豐富，結果也愈準確。

(2) 土壤有效水分田間鑑定法：

田間含水量及凋萎點的狀態以及土壤質地的檢別，各位農友可以親身體驗，很容易做到。現在再介紹一種土壤有效水分田間鑑定的方法如表二。

表一：各種土壤的田間含水量凋萎點和有效水分範圍

土壤種類	田間含水量 (%)	凋萎點 (%)	有效水分範圍 (%)
砂土	三.二	一.一	一.〇
壤質砂土	三.五	一.二	一.〇
砂壤土	八.五	三.五	五.〇
壤土	一三.二	五.一	八.一
砂質粘壤土及粘質壤土	一八.二	七.五	一〇.五
粉質粘土及粘土	二五.三	一四.二	一一.一

的長帶，大概屬於粘土類；假如雖能形成一帶，但極易斷裂，大概為粘質壤土；假如不能形成一帶，則大概為壤土或砂土。這樣

表二：田間有效土壤水分鑑定指標

觀 察 土 壤 形 態 與 觸 覺 情 形				土的含水量 (%)	土中存 在的 有效 水
土粘或土粘質粉	土	土 壤 砂	土 砂		
裹粒面土，干燥堅硬，失構之壤有龜裂乾。造團表時裂乾。	碎而堅硬，成易密，粉破。	由開從土鬆乾，縫手粒散，流指可。	流出指可，單鬆乾，縫手粒散，狀、	○ 二 五	○ 二 五
。密揉用軟土，球成壓，壤球壓力能柔。	合可用碎土，。使壓，壤狀結力但易。	球壤力能燥外，球壤力能燥外，狀揉把用，表。	球壤力能燥外，。成土壓不乾。	二 五 五	二 五 五
條揉和，可帶之姆用成狀，可指食球狀。成挾指狀。	。球壓狀較可面之，揉如光可輕成塑，滑使微球。	。成土壓不乾，球壓易狀力結，易。	球土用潤，外狀壤壓，稍表。揉力不帶乾，或把能濕燥。	五 ○ 七 五	五 ○ 七 五
覺粘帶指極易滑，成用感有條手。	滑愈成狀可，柔多分如揉軟，粘土成光則土壤球。	不，但弱可光且易之揉滑表破球成。面裂，障。	。之成壓，易球很力有於狀脆可時粘。弱揉用着。	七 一 五 ○ ○	七 一 五 ○ ○
。潤擠當之成可，在時用手留掌濕壓，長。	痕有的成可跡，濕條一用。潤狀時手的，長做。	的，或可痕有濕用跡濕條手。潤狀做。	。而外，不之，以不表，見手粘濕土出土壤手潤球水壤力。	○ 一 五 ○ ○	○ 一 五 ○ ○

如何決定灌溉所需的水深？

(1) 土層中水分的消耗：

旱田土壤栽培作物之後，對土壤中水分吸收消耗情形，大體是這樣的：

①表層土壤（二五%根系深度）：因為最接近大氣層，容易蒸發，同時根系分佈最密，所以最容易乾燥，一般作物對這一層吸收的水量約佔全部吸收水量四〇%。

②中層土壤（表層下二五%根系深度）：根系吸收水分佔全部吸收量三〇%。

③心層土壤（中層壤下二五%根系深度）：根系吸收佔二〇%。

④底層土壤（最低層二五%根系深度）：根系吸收佔一〇%。

因爲根系吸收土壤水分依根系深度而不同，再加上地下水毛细管作用的影響，所以田間土壤愈往

下掘，土壤愈爲潮濕。因此，我們灌溉來補充土壤水量，所需要的水深也應該依據各種作物根系分佈

深度，分層計算，才為合理。

(2) 各種土壤灌溉需要水深：

土壤有效水分範圍，雖然是從凋萎點至田間容水量。但如果讓土壤水分降低到凋萎點時才行灌溉，作物的主葉已蒙受不利影響，已經太遲，所以爲

，作物的生長已蒙受不利影響，已經人過，所以爲了要保障作物的產量，一般都是以水分降至有效水分五〇%時，更進一步問答水量。（實際上有許多

分五〇%時，便灌至田間含水量。（實際上在許多作物如蔬菜類及陸稻等，土壤水分在五〇%以上，已經會影響到產量）。表三是以各種土壤，深度在

已經會影響到產量)。表三是以各種土壤，灌溉在二十公分時，從不同有效水分範圍施灌至田間容水量時所需要的水深。

某一田區圓滿完成灌溉實例

某一田區已有三星期未施行灌溉，我們在田間掘一洞穴，察看全部根系的土壤質地和水分分佈情形，依照土壤質地檢別及水分鑑定法所述，判定其爲：

表土：表土二十公分厚的土層爲中質地壤土，水分在有效水分二五—五〇%之間。

心土：表土下二十公分的土層為細質地粉質粘土，水分在有效水分五〇—七五%之間。

底土：心土之下二十公分厚的土層爲砂壤土，有效水分在七五——一〇〇%之間。

參照表三所列，查得每一土層所需灌溉水深爲

心土：一八公厘(mm) } 加起來得五二公厘(mm)
底土：七公厘(mm)

(main)

灌溉所需水深雖然已經求得，但實際施灌時，因田間小補給水路滲漏損失，同時整地情形也很難理想，所以欲求全部根系完全灌達，一般應照計算值再加上三〇—四〇%。即：

實際施灌水深 $52\text{mm} + \frac{1}{3} \times 52\text{mm} = 70\text{mm}$

農友或許會問，雖然知道要灌怎麼多的水量，但要如何測出來呢？

這要看用水來源從何而來？如果水溝是水利會供應時，那麼你可以告訴水利會管理人員，某一田區面積○●三公頃現在需要灌七十公厘水深，管理

員便會告訴你灌溉時水頭流量應該多大，要灌幾分幾秒。您如此照做，便可完成灌溉任務。

如果是自己打井的水源，知道水井的總容水量，灌溉時間的求法如下：

應灌水量(噸) $\parallel 10,000 \times 0.070 \times 0.3 = 210.0$
噸的水。

應灌時間 = $210,000 / 1.0 = 21,000$ 秒 = 330 分 = 5 小時 30 分。

表三：土層二十公分厚度灌溉所需水深
(單位：公厘)

砂質粘壤土	砂質粘壤土	砂壤土	細砂土或壤質砂土	砂土	土	種類	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
攪質粘土或粘土	攪質粘土或粘土	土	土	土	土	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
二・三	二・二	一・一	五・一	二・四	二・四	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
三・三	二・七	一・二	一・二	四・五	一・六	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
一・五	一・五	一・三	三・八	一・六	三・三	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
一・五	一・八	一・五	一・六	一・三	一・八	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
七・五	七・五	四・七	一・六	〇・八	一・五	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有
一・〇	一・九	六・九	四・四	一・五	一・五	深	從二・五%有從五・〇%有從七・五%有