



第一章 概論

焦點統整

▲灌溉排水的略史：

- 一我國之農業，自有史以來即與【水利】有密切之關係。
- 二中華民族五千年來農業之基礎是【黃河流域與長江流域】。
- 三帝堯時代，洪水成災達 20 年之久，經大禹治導，歷時 8 年。
- 四周朝創【井田溝洫之制】。為一種完善之灌溉排水體系，故周朝 800 年，農業繁榮，文化昌盛，農田水利功效最大。
- 五周末戰國中秦國廣興水利，如鄭國渠，使關中成為沃野。如蜀太守李冰父子，在四川成都興建都江堰，使成都盆地普獲灌溉之利。
- 六晉末漢族南移，長江中游之兩湖盆地，與下游之沖積平原遂成為新農業區，水利事業隨之而興，豐富之農業，足供北方所需，又隋開【運河】，首創南北運糧之水道，兼具通航與灌溉之利。
- 七唐末江南土地墾殖日盛，五代時吳越王錢鏐興修【太湖】之水利，開溝引渠，建立灌溉排水之基礎，對太湖地區農業發展貢獻甚大。
- 八宋、元、明、清四朝，戰禍連年，農業基礎遭破壞，新興之灌溉事業少見，即以往之設施也遭破壞、荒廢，如東南之新農業區，也少水利建設，此一時期可稱之為農田水利事業之衰退時期。
- 九民國以來，政府為謀水利振興，新興灌溉事業成績卓著，首推【陝西之涇惠渠、渭惠渠及洛惠渠】等三大渠之完成。其他各地也有大小不同灌溉工程興建，對各地區之農業增產，貢獻甚大。

【註：參陳清田著，2001，〈灌溉排水原理〉，《灌溉排水營運管理》



，行政院農業委員會，頁1-6～1-8。】

▲灌溉之意義：

一灌溉之原始意義：植物的生長，【水分】為其必要之生存條件。但實際上，大自然中水分的供應大多不能與作物之需要互相配合，經常時而過多或過少；故【以人工供給作物生長所必要的水分】即為灌溉之原始意義。

二依據【氣象及農作物在生長上所必需之水分量】，以決定灌溉是否必要。

三近年來，由於科技進步快速，不但擴大了灌溉的內容、效果等功能，亦成功達成灌溉之目的。因此今日灌溉之涵義為【為維持農業之永續發展，增進農作物之生產力，以人工輸水、配水和取水的方式，適時適量並有組織地分配給農田】。

四為確保農業與農田之永續經營及利用，今日灌溉排水對於農業而言，除了要能夠【維持農作物生長並增加產量】外，更必須有【調節微氣候、涵養地下水、促進水資源循環及國土保護】等作用。

【註：參陳清田著，2001，〈灌溉排水原理〉，《灌溉排水營運管理》，行政院農業委員會，頁1-1。】

▲灌溉之目的：【87農田水利會】

灌溉之主要目的在於【提供農作物生長所必要之水分】者，稱為【溼潤灌溉】；若是為【使土壤吸收灌溉水中之肥分，而以施肥為主要目的】者，則稱為【培肥灌溉】。除此之外，灌溉亦有下列其他目的：

一【改善土壤的物理性】：適當之灌溉排水，可使土壤的孔隙及團粒構造增大，並增加有效水分，使空氣流通，對於作物根部之生長更加適宜。當土壤過於乾燥、表土硬化及耕耘困難時，灌溉亦可使表土鬆軟，以便於犁耙。

二【土地改良及放淤】：洪水把含有大量淤泥之河水引進低溼地、河灘



- (一)【光合作用速率降低】。
- (二)【呼吸作用減少，且氣孔會關閉以減少水分蒸散流失】。
- (三)【葉部脹壓減弱且呈現凋萎現象】。
- (四)【新陳代謝功能受損，產生脫水作用，最後可能死亡】。

【註：參游俊基、林達雄著，2011，〈灌溉管理概說〉，《農田水利會技術人員訓練教材灌溉管理類合訂本》第一冊，頁47。】

▲植物吸水之器官及原理：〈87農田水利會〉

一植物根部的根毛細胞為吸收水分的主要器官。作物每日所消耗之水分，幾乎全部由根毛細胞所吸入，植物葉部細胞雖能吸收空氣中之水分，但分量卻是微不足道的。

二【植物吸水之原理】：根毛細胞之所以能夠吸水，並將水分送達至十公尺高之葉部，其原因有下列三種說法：

- (一)被動吸水。
- (二)滲透作用。
- (三)其他的吸水作用。

加入生長素可增加植物吸收水分的作用。此種吸水作用與植物自身之生命現象相關，即為植物為維持其本身生命之生理需要所產生之吸水現象，特稱之為自動吸水。自動吸水僅占總吸水量之1%~10%。

三影響作物吸水之因素：

- (一)只要能夠增加作物光合作用及蒸散作用之因子，亦能增進作物之吸水能力。
- (二)土壤溶液之濃度高，將會降低作物細胞之吸水力；反之，則作物之吸水力較大。
- (三)土壤水分含量多，則根細胞之吸水力亦大。
- (四)能促進作物生命活躍之因素，亦可促進其吸水力。



▲土壤中之水分：〈87、102農田水利會〉

一、可分為固態、液態及氣態。其中，以液態水對土壤之作用及植物之生長最為重要。

二、土壤水分可分為以下三種：

(一)【吸著水】(Hygroscopic Water)：包圍在土粒表面極薄之一層水膜，其緊附於土粒之外表，亦稱為【吸溼水】。由於【土壤保水力(土壤吸力)】極強，吸著這層水膜並使其成為非流動性的水，在孔隙中不能自由移動，且不能供植物攝取，對植物而言，為無用的水，又稱為【無效水分】。

(二)【毛管水】(Capillary Water)：亦稱【微管水】。於「吸著水」外側另一層之水分，意指「吸著水」與外界水互相吸引，充斥在毛細管中。此部分水所承受的引力在 $31 \sim \frac{1}{3}$ 氣壓之間，除了較接近「吸著水」之一小部分不能移動外，其餘皆能在孔隙中移動，且能供植物利用，故為可供植物利用之【有效水分】。〈102農田水利會〉

(三)【重力水】(Gravity Water)：由於引力小於 $\frac{1}{3}$ 氣壓之水，土壤不能吸住，常受地心引力之吸引而向下滲漏，則此部分的水稱為重力水。土壤中如有不透水層，或因地勢低窪排水困難，則重力水易積於土壤的粗孔隙中，形成過剩水分，使空氣閉塞(空氣無法流通)，對一般作物生長不利，遇此情形必須設法排水。故重力水亦為【無效水分】。

三、土壤和水的關係：

(一)土壤保持水分所需要之能值，即為所稱之「功」，可由土壤中抽出該水分所需之「力」來表示。大多採用【氣壓或 pF 值】兩種：

$$\begin{aligned} 1. \text{【氣壓】：} & 1 \text{ 氣壓 (20}^\circ\text{C)} = 1013 \times 10^6 \text{ 達因/平方公分} \\ & = 76 \text{ 公分水銀柱高 (76 cm-Hg)} \\ & = 1033.23 \text{ 公分水柱高。} \end{aligned}$$



練教材灌溉管理類合訂本》第七冊，頁2；郭勝豐、黃振昌著，2001，〈田間灌溉方法〉，《灌溉排水營運管理》，行政院農業委員會，頁4-51~4-52。】

▲地表灌溉法：

將水從田區上端流至下端，並一面滲漏一面前進，稱為地表灌溉（Surface irrigation）。地表灌溉分為【有控制灌溉及無控制灌溉】，無控制灌溉為一種古老的灌溉方法，一般稱之為【漫灌】；有控制灌溉則分為【畦溝灌溉、埂間灌溉、水盤灌溉、紋溝灌溉、圍埂漫灌】等。

一、無控制灌溉（漫灌法）：漫灌（Wild Flooding）指將給水路中的水導入輔助給水路中，然後將輔助給水路中的水流入耕地，以作全面性的灌溉。由於漫灌法需要極大的水量，其損失也大，因此若不是在用水量十分豐富的地區，是難以施行的。漫灌法通常用於適當坡度（約 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{500}$ ）的耕地，或是栽種穀類、牧草的地區。

二、有控制灌溉：

(一)【畦溝灌溉（Furrow irrigation）】：與埂間灌溉及圍埂漫灌不同，為在較平坦之耕地中，使灌溉水沿著地形坡度（約 3%）所作的畦溝流下之一種灌溉方法。例如於臺灣輪作水田之平坦地，因水流停留於畦溝內，作物便可種植在畦頂上；此法適用於【條播作物】如甘蔗、甘藷等。只是需要考慮沖刷的問題，過長的畦溝容易在上游發生深層滲漏及過度沖刷，但是對於農業機械之操作及土地經濟利用而言，畦溝較長比畦溝短有利。

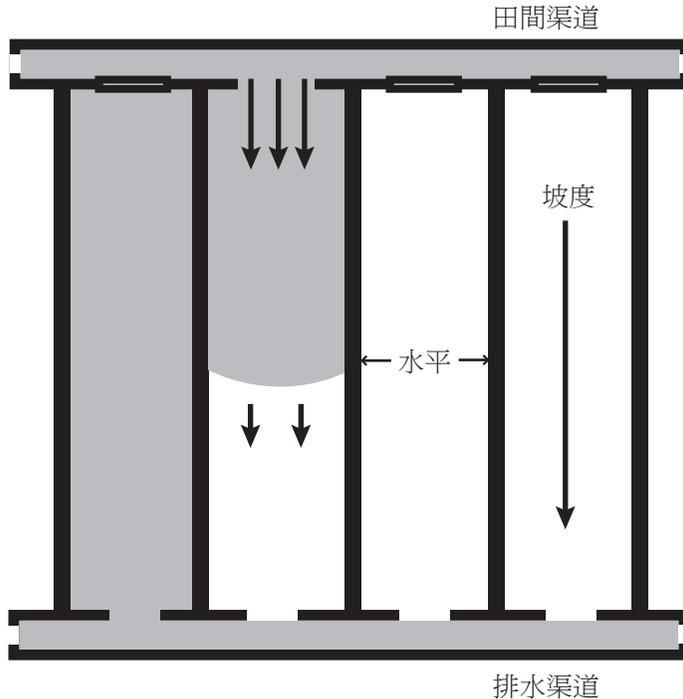
【註：條播指在田間每隔一定的距離，將種子均勻撥散，成條帶狀分布，再覆土掩蓋。適用於麥、棉等作物。】

(二)【埂間灌溉（Border irrigation）】：指將耕地整理成具有一定的坡度，並沿著坡度的方向設置低田埂，將耕地區分為細長的區塊，一般稱之為「坵塊」，在沿著坵塊的高位短邊部分設置【給水



路】，由給水路供水以作全面性的灌溉。埂間灌溉適用於許多土質，但必須和土壤之物理性相互配合；埂間灌溉亦適用於【密生點播】等作物，例如水稻灌溉。

【註：坵塊以長方形為原則，長邊以田埂為界，短邊則臨接農路及水路，使其能夠直接排水及臨路灌溉。】



埂間灌溉示意圖

- (三)【水盤灌溉 (Basin irrigation)】：為果樹灌溉方法之一，將果樹四周挖溝灌水，使水能夠覆蓋於果樹四周，若地形良好，則水之覆蓋便可同時圍繞兩棵以上的果樹；各水盤若有相互連接者，便可經由給水渠道輸送至水盤之中。
- (四)【紋溝灌溉 (Corrugation irrigation)】：採用平水溝將灌溉水引



由農業主管機關另訂。

- (三)乾旱發生時，若經由政府公告輔導棄耕或休耕者，事後再遇降雨，可灌溉及時恢復計畫作物者，將視作物之減產狀況以減收水利會會費，但不另外給予救濟補貼。
- (四)水利會加強配水管理及緊急設法救災水源之費用等，事後由主管機關審核後，若有必要，將由政府之預算以救災科目撥助水利會。
- (五)水利會之會費，除了公告休耕地區及完全停止供水地區全免之外，其餘地區最多以減少 50% 為限。

三救旱財源：

- (一)各農田水利會預算內依規定編列之意外事故準備金。
- (二)水量被移用之後所得的補償金額，合併上一項財源統籌支用。
- (三)前兩項財源運用之後，若有不足再向政府（中央政府及地方政府）申請以救災科目支援。

【註：參陳焜耀著，2001，〈灌溉配水技術〉，《灌溉排水營運管理》，行政院農業委員會，頁3-26~3-28。】

▲乾旱缺水期之配水方法：〈102農田水利會〉

全世界皆有乾旱，主要為因雨水匱乏，導致在某一水系統下，河水的流量難以供應現有作物需水及民生用水，所發生之週期缺水現象。通常將年降雨量 250~500 公釐地區稱為【半乾地區】，年降雨量少於 250 公釐地區稱之為【乾旱地區】。而全球有 25% 地區為乾旱地區。在臺灣，以連續 100 日以上無降雨稱為【大旱】（The large scale drought），連續 50 日以上無降雨稱為【小旱】（The small scale drought）。然而，根據 J.W. Smith 於 "Agriculture Meteorology" 的解釋，就農業之觀點而言，【農業乾旱】（Agriculture drought），指在某一期間因雨水不足而導致土壤乾燥並缺乏水分，致使作物不能正常生長及成熟所發生的天然災害。該現象為作物之耗水量大於吸水量，



導致作物體內因過度缺乏水分而受害。且農業乾旱亦因發生乾旱之原因不同，而有各種不同之種類，例如土壤乾旱、生理乾旱及大氣乾旱等。其中讓作物之損失慘重且危害普遍者為【土壤乾旱】；【大氣乾旱】則是因為延續之時間較長，亦能導致土壤乾旱，故為乾旱之一種。

臺灣屬於亞熱帶海島型氣候，雖有豐沛的降雨量，但因為降雨季節和降雨地區分布不均，豐枯水期明顯，河川之流量變化大，故枯水期可供利用之水源有限，供應各標的用水常感不足。且發生乾旱之時間大多發生在冬春季，約 10 月～3 月最多。

目前臺灣是根據供水率來判定乾旱之程度。當供水率不足，卻能以加強灌溉管理方式來度過缺水期者，視為安全階段；但是當供水率持續下降，就必須進行緊急灌溉。若以輪區進水口為界，上游系統之灌區，採用延長期距或大區輪灌等措施；下游輪區，若能夠開闢新水源，並施行小輪灌制度，亦能夠度過乾旱危機。但是若供水率仍繼續下降，則判定已達危險期，必須放棄部分之灌溉面積，甚至要施行休耕或轉耕。

一傳統所採用之配水方法多為非常灌溉，該方法為一種臨時的灌溉方法，亦稱【間歇灌溉】。其方法有：

- (一)【輪距延長法】：在不影響作物生長之原則下，可維持原一次之灌溉水深，但須延長輪距實施配水。
- (二)【均勻遞減法】：亦稱為【減水深法】，指處於少量缺水狀態時，整個灌區所減少的水量，由各輪區公平分擔，並以遞減輪區需水量之方式行之。各輪區所重新分配之水量，由均勻遞減係數決定，而均勻遞減係數由各進水口之取水率計算得之。亦指將視實際減少之水源程度，依照配水之比率來減少各系統之配水量，但仍維持原定輪距。
- (三)【分區輪灌配水法】：當灌區缺水嚴重，使用減水深法實施配水



一〇二年農田水利會新進職員聯合統一考試試題

● 選擇題

- (B) 1. 台灣灌溉用水水質標準中電導度之限值為：(A) $650 \mu S/cm25^\circ C$ (B) $750 \mu S/cm25^\circ C$ (C) $850 \mu S/cm25^\circ C$ (D) $950 \mu S/cm25^\circ C$ 。
- (D) 2. 下列哪一個金屬離子被列入灌溉用水水質標準？(A) 金 (B) 銀 (C) 錫 (D) 鐵。
- (B) 3. 在灌溉區池塘通常可以儲存雨量以提供灌溉之需求，有關池塘大小的設計，下列何者正確？(A) 池塘大小隨其位置往流域口遞增 (B) 池塘大小不超過有效降雨量 (C) 池塘大小隨其位置往流域口遞減 (D) 池塘大小需大於灌溉區總需水量。
- (B) 4. 稻作生長最適合的土壤水分範圍為：(A) 田間含水量至重力水 (B) 飽和水分至田間含水量 (C) 臨界濕度值 (D) 吸濕係數。
【註：隨著稻作各生長階段及土質的不同，其在生產期間之日需水量會因而差異很大。而稻作之最適土壤水分範圍，在田間含水量與飽和水分之間。】
- (C) 5. 水稻作物係數 (Kc) 在哪一時期為最高？(A) 插秧期 (B) 分蘖初期 (C) 開花初期 (D) 成熟初期。
【註：水稻作物係數 (Kc) 值，在成熟末期最低，為0.95，開花初期最高，為1.40，而插秧期為1.02，分蘖初期為1.20。】
- (#) 6. 一般而言，SAR (鈉吸比) 高於何值即不適於灌溉之用？(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4。



【註：鈉吸著率（S.A.R.）值之分級如下：

一、 S_1 ：S.A.R. 值之低限自 0~2 至高限 2.5~10 之間，鈉含量低之灌溉水，可用於所有土壤，且於大多情況之下，引起交換性鈉離子聚積而危害作物之可能性低。

二、 S_2 ：S.A.R. 值之低限自 2.5~10 至高限 7.0~18 之間，鈉含量為中等，於黏重土壤且有機質低者，常有鈉離子造成之危害，尤其在淋洗作用緩慢、排水不良且鈣含量低之土壤更甚，換言之，即指在該土壤之下滲的水流將土壤中的可溶性物質溶解帶走的作用很緩慢，且排水不良的情況下更為嚴重。此種水質最好施灌於粗質地且滲透性強之土壤。

三、 S_3 ：S.A.R. 值之低限自 7.0~18 至高限 11.0~26.0 之間，為鈉含量高之灌溉水，適用於非石膏質土壤，容易產生因鈉離子聚離而發生毒害的情形。但是如果排水良好，淋洗作用旺盛，施用有機物可改善該土壤之物理性，則此種水質仍然可以施用。

四、 S_4 ：S.A.R. 值之低限自 11.0~26.0 至高限 30.0 之間，鈉、鹽含量高之灌溉水，除非土壤施用石膏或其他方法改良，否則該水已不適合用於灌溉。若此等級之水質鹽分含量偏高而鈉含量偏低，則土壤中的鈉離子就不至於引起土粒分離散亂，對於土壤之物理性亦較為有利，但仍應進行淋洗作用。】

（C）7. 缺水期實施非常灌溉之輪灌期距延長法的執行原則為何？（A