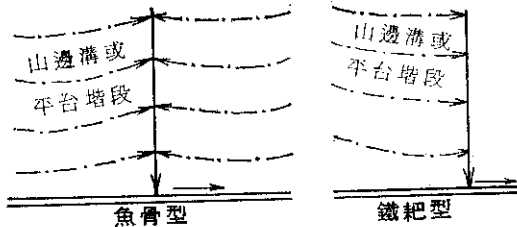
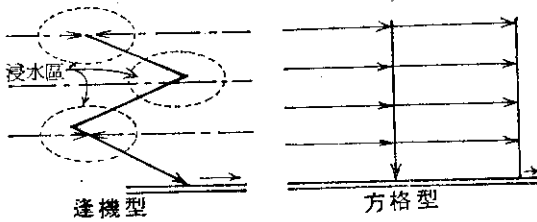


果園排水系統的規畫

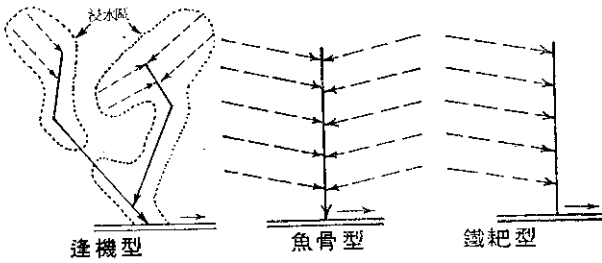
張天佐



圖一·山坡地明溝排水系統



圖二·平地明溝排水系統



圖三·暗管或暗溝排水系統

果樹、土壤與水分三者有密切的關係，單以水分來講，無論地面或地下，若水分過多時，對果樹與土壤均有損害。像地面流水會發生土壤沖蝕，尤其山坡地更易發生。

地下根系生長的土層水分如過多時，水分充塞土壤空隙，空氣不流通，土溫降低，土壤微生物無法轉化有機與無機肥，供果樹吸收。此外尚會發生病害、根系腐爛、栽培管理困難及果實歉收等弊害，果

園若實施良好的排水，即可減輕或免除這些弊害。排水方法大略分為地面明溝與地下暗管或暗溝。此兩種方法各有利弊；明溝占地，阻礙機具通過，但起初投資費用少，暗管或暗溝却相反。

果園排水需先作全區排水系統的規劃。各個果園因地形、土壤、地下水與果樹等的不同，排水系統亦有所差異。規劃先行勘查，能有地形圖更好，如無，利用平面圖甚至草圖，亦

可定出排水範圍。

調查項目有山脊山谷位置、坡度方向、原有水溝、農路位置、湧泉、浸水、低窪地位位置等。以挖坑或鑽洞調查土壤、地質。山坡地出水路多無問題，平地排水出口往往有問題，須調查果園餘水排至何處？能否排出？需不需要集團性排水？實地資料齊全後，才能規劃與採用何種排水方法。此種調查規劃工作，業主如不能辦理時，可洽請地方政府或山地農牧局等機構協助。協助人員宜會同業主，規劃應配合業主意願與財務能力。

明溝排水設計

明溝常用於排出地面多餘的水，主要是雨水。山坡地果園最先收集雨水的明溝多為山邊溝或平台埕段，再集中排至上下坡方向的山谷明溝。一般因地形而定的明溝排水系統，多為圖一魚骨型或鐵耙型兩種。

地面水都是從高處往低處流，果園如有未整平的低窪地區，可採用圖二逢機型明溝排水系統。如地面平坦，坡度均勻，可採用圖三方格型明溝排水系統。

果園坡頂邊界，如有區外的水侵進時，應設截洩溝或環溝。靠近溪岸的果園如有溪水泛溢時，應設堤防截堵或設明溝截洩。溪水如滲入果園，可平行溪流設明溝排出。

果園地下如有不透水層，使地下水過剩時，可設明溝排出。果園如有地下暗堤堵塞地下水而發生湧泉，或坡脚果園如在坡脚發生湧泉時，均可設明溝排出多餘的地下水。

排水明溝的設計，先估計排水明溝需要排出的逕流量。逕流量的估計

，山坡地可用公式一計算，平地用公式二。

$$Q = \frac{1}{360} C I A \dots \dots \dots \text{公式一}$$

式中 Q 為尖峯逕流量（立方公尺／秒）

- C 逕流係數（普通用 0.8）
- I 降雨強度（毫米／小時）（普通小面積用 2.00）
- A 集水面積（公頃）。

$$Q = 1,000 \times n \times 86,400 \dots \dots \text{公式二}$$

式中 Q 為尖峯逕流量（立方公尺／秒）

- h 平均最大日雨量（公厘）
- c 逕流係數（普通用 0.7，低濕地用 1.00）
- A 集水面積（平方公里）
- n 計劃排水時間（日）（普通用一或二日）。

排水明溝的大小可依公式三設計。

$$Q = AV = A \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \text{公式三}$$

- 式中 Q 為設計流量（立方公尺／秒）
- A 流水橫斷面積（平方公尺）
- V 流速（公尺／秒）
- n 滿寧粗糙係數（草水溝 0.04，土水溝及砌石水溝 0.025，混凝土水溝 0.016）
- P 潤邊長（公尺）
- S 降坡

設計流速不得大於表一中所列最大安全流速。設計流量應與所估計出來的尖峯逕流量相等或稍大。出水高度至少應有十公分。

表1 最大安全流速 (公尺/秒)

| 明溝土質 | 流速 | 明溝土質 | 流速 |
|-----------|-----------|--------------|-----------|
| 純細砂 | 0.23~0.30 | 平常礫石 | 1.23~1.52 |
| 非緻密的細砂 | 0.30~0.46 | 全面密生草 | 1.50~2.50 |
| 粗石及細砂土 | 0.46~0.61 | 粗礫、石礫或砂礫 | 1.52~1.83 |
| 平常砂土 | 0.61~0.76 | 礫岩、軟土層、軟質水成岩 | 1.83~2.44 |
| 砂質壤土 | 0.76~0.84 | 砂岩 | 3.05~4.57 |
| 堅硬壤土或粘質壤土 | 0.91~1.14 | 混凝土 | 4.57~6.10 |

暗管或暗溝排水為排出地下多餘的水分，排水系統如圖三。
 沿山坡坡脚過濕地區，往往是由於一層不透水的土壤，阻擋向下的水流，使水湧向地表。此需平行湧水地區邊緣，在不透水土層上方設置暗管

暗管排水設計

或暗溝予以截流。
 暗管排水需先估計地下逕流量，然後依下列公式四設計暗管的管徑與坡度。

$$Q = AV$$

$$= \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \left(3.59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50DH}{L+50D}} \right)$$

式四
 Q 流量 (立方公尺/秒)
 A 暗管中水流橫斷面積 (平方公尺)

V 流速 (公尺/秒)
 D 暗管直徑 (公尺)
 a b 小於一的參變數 (表二)
 L 管長 (公尺)
 H 管長的高差 (公尺)

表2 公式四中的a/b值

| 管徑 (公尺) | a/b 值 |
|---------|-------|
| 0.04 | 0.71 |
| 0.05 | 0.75 |
| 0.06 | 0.77 |
| 0.08 | 0.80 |
| 0.10 | 0.83 |
| 0.12 | 0.85 |
| 0.16 | 0.88 |
| 0.18 | 0.90 |
| 0.21 | 0.92 |

暗管或暗溝的種類如圖四。暗管早年多用瓦管，如今多改用塑膠管。暗管或暗溝的間距與深度，應依降雨後一兩日內，使地下水位降低，至不影响果樹生長為準。一般果園此種危害果樹生長期的地下水位，距地面至少應有〇·八公尺。地下水位降低速度，因土壤質地與結構，或田間導水率及有效孔隙率而異。
 暗管或暗溝的深度過淺，或間距過大，兩暗管或暗溝中間地區的地下水位未能降低或降下過少，果樹生長

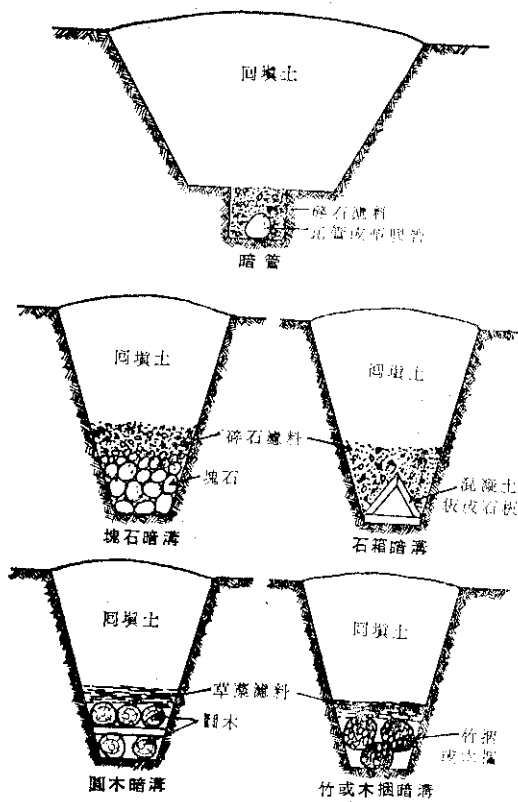
仍受浸水之害。但若暗管或暗溝的深度過深，或間距過小，投資費用過多，並不經濟。因此設計地下排水之前，應先調查土壤、測定田間導水率、自然土壤飽和導水率及有效孔隙率等，詳細予以計算設計。如粗略設計，深度為一·三~一·五公尺。
 粘土的暗管間距為一〇~二〇公尺，壤土為二〇~三〇公尺，砂土為三〇~四〇公尺。
 支管 (或稱吸水管) 與幹管 (或稱集水管) 相接角度以三〇~六〇度為宜。

暗管或暗溝的降坡過大，易造成溝底沖蝕及管道陷落，過小易遭淤塞。普通在容許範圍內，降坡儘可能大些，以便增加流速，減少投資費用。管徑與降坡可參考表三。
 地下水過多固應排出，但早期地下水却不希望排乾。此可在暗管適當位置裝設閘門，予以控制。

表3 暗管降坡

| 管徑 (公尺) | 降坡 % | | | |
|-----------|-----------|-----|--------------|------|
| | 流速 1 公尺/秒 | | 流速 1.58 公尺/秒 | |
| | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 |
| 0.04 | 0.3 | 8.0 | 0.3 | 20.0 |
| 0.05~0.06 | 0.2 | 5.5 | 0.2 | 15.0 |
| 0.08~0.13 | 0.1 | 2.0 | 0.1 | 8.0 |
| >0.13 | 0.05 | 1.5 | 0.05 | 4.0 |

塊石暗溝與大石放在溝底，上為級配碎石。竹捆或木捆成束捆紮，捆徑二〇~三〇公分，細端朝下游放置。暗溝材料多為就地取材，屬簡易性質，費用當可減少很多。



圖四·暗管及暗溝排水道橫剖面