

桶柑需水評估與供水策略

蔡正賢（副研究員）
張雅玲（助理研究員）
林鈺荏（助理研究員）

前言

桶柑為芸香科柑橘屬常綠性作物，根據農業年報，110年全臺栽培面積3,000公頃，年產量51,374公噸，以新竹縣、苗栗縣及臺中市種植最多。桶柑於2~3月開花著果，直到12月至隔年1月採收，果實生育時間長，因受氣候環境影響而發生之天然災害包含乾旱、日燒、水傷及寒害，其中109~110年因連續乾旱，使果實著果量減少且生長不良而導致減產。為使桶柑產業永續發展，有必要了解桶柑需水特性，俾利建立水資源供應對策。

桶柑需水特性

水分供應影響桶柑開花、著果，果實大小、產量、品質，以及冠層發育。各月份需水特性不同。2月為花芽分化期，前期需要乾旱；2月中旬以後，需要水分以促進春梢萌發及開花；3月溫度回升，春梢萌發與開花，缺水敏感度高，需要足夠水分，避免開花期乾旱引起過多的落花，降低產量並抑制春梢；4月溫度回升趨於穩定，為春梢生長著果期，適度的水分可增加著果，乾旱或多雨反而導致過多的落果；5~6月溫度升高，為果實發育期，果實約為最終大小的60%，缺水敏感度中等；7~11月溫度高，為果實膨大期，也是果實發育的關鍵時期，缺水敏感度高；12月至隔年1月低溫乾旱，桶柑果實成熟轉色，輕微缺水對果實大小沒有重大影響，然而長時間的乾旱會導致葉片缺水影響光合作用，

並影響果實品質。久旱驟雨容易引發裂果（圖一），一般多發生在果實成熟期，最好保持果園土壤水分穩定。



圖一、久旱驟雨易引發桶柑裂果。

桶柑缺水表徵

缺水不僅影響當年產量，且後續的復耕處理可能影響往後數年的果樹生產，應謹慎多方面評估。首先，應密切觀察氣候的變化，例如連續未降雨時間、日照強度、氣溫等，高溫會使乾旱問題更嚴重。其次，採納有效的工具監測土壤水分，田間若無水分監測設備，至少應觀測植株反應，是否出現可能缺水的表徵，以決定是否需要供水。缺水狀態下，根會釋放化學訊號給葉片，以減緩水分的損失，也會降低葉片的生長，氣孔導度使淨光合作用率下降，莖生長停滯以及果實生長受抑制。嚴重缺水狀態下，葉片向內捲、葉尖焦枯、落葉、落花、落果（圖二），而發育中果實缺水的表現則為果實停止生長。



圖二、嚴重缺水導易致落花(左圖)、落果(右圖)。

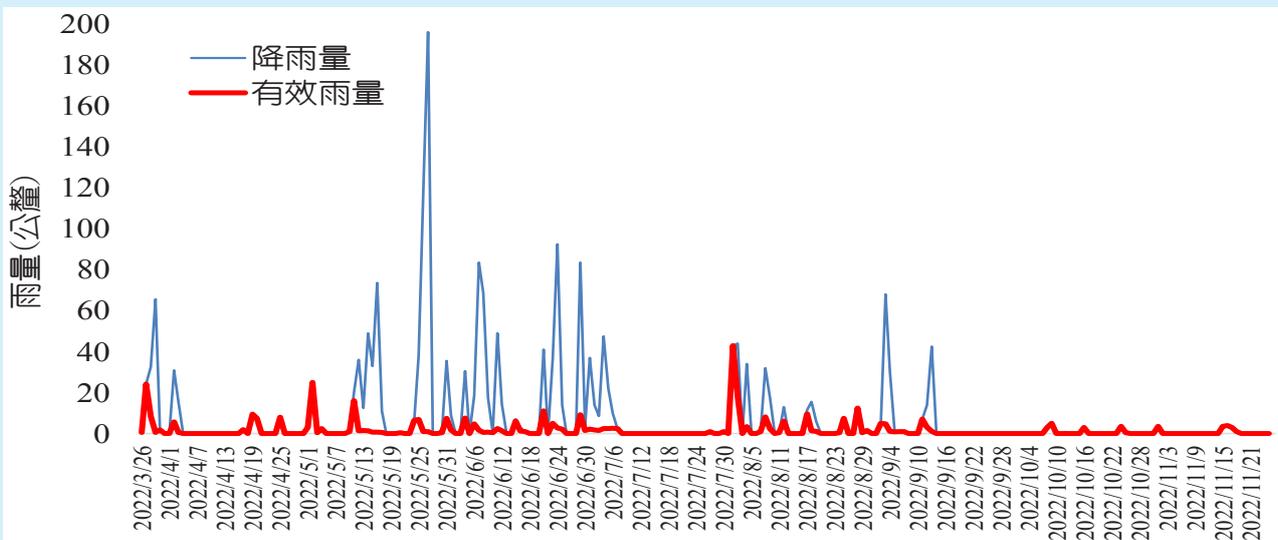
桶柑需水量

以卓蘭鎮內灣里監測區為例，111年3月起架設簡易氣象站，根據溫度、濕度、風速以及日射量等氣象資料計算需水量。果園從3月開花期至11月果實肥大期，需水量總計約4,555公噸/公頃，各月份需水量不同，大致從3月的366公噸/公頃開始逐漸增加(除111年5月豪雨例外)，7月需水量最高，約747公噸/公頃，以後又逐漸降低，到11月需水量降至約400公噸/公頃。

桶柑需水量絕大部分由降雨供應，約佔總需水量的80%以上。降雨量只能直接於田間利用而無法蓄存，即使季節降雨量夠多，

但强度高且集中的降雨，對作物用水幫助有限。以111年降雨狀況來說，5~6月著果及細胞分裂期因為降雨足夠，不僅完全滿足桶柑用水，土壤始終維持相當高之水分含量，甚至導致著果數量大幅下降達受災標準，但是9月中旬至11月期間幾乎無降雨，導致果實膨大前期、中後期因有效降雨減少，土壤長期乾旱，此時期為桶柑缺水敏感期，對桶柑果實有不利之影響。

降雨能被作物利用的水量，稱之為有效降雨量，天然降雨量很少屬於有效降雨(圖三)，大部分經由逕流或滲漏損失，無法實際被桶柑利用，例如5~6月强度高且集中的降



圖三、降雨量與有效雨量比較。

雨，雖然累積雨量相當大，一旦從7月8日起連續乾旱，到7月底已呈現明顯缺水，8月至9月上旬多日降雨，10月中旬以後也開始出現缺水，農民切不可因為降雨量高，而誤以為降雨量已足夠作物利用，以致延誤供水時機。

土壤吸收降雨並供應作物利用，是桶柑在乾旱期間重要的用水來源。土壤深厚、根系深廣，可以儲存以及利用較多的水分；土壤若出現密實層，會影響水分入滲，無法保留較多的降雨，應適度改善。建議農友多了解自己果園的土壤，以充分釐清土壤可提取水量，才能精確估算用水平衡點，適時提供桶柑用水。

評估土壤可提取水量的重要指標稱為「土壤容易利用有效水分量」，以111年度卓蘭鎮內灣里為例估算根域範圍內(0~75公分)土壤容易利用有效水分量約473公噸/公頃，另外可能至少有140公噸/公頃的水量來自根域範圍以下的深層土壤毛管水，合計約613公噸/公頃，於需水量最高的7月約可支持桶柑20~25天用水，連續乾旱超過此日數則需補充灌溉。

桶柑供水策略

由於降雨量分布的不均勻，不能滿足桶柑全部生育期水分需求，必須人為進行灌溉，以補天然降雨之不足。灌溉量、灌溉次數和時間，需根據桶柑需水特性、生育階段、氣候、土壤條件而定。

春季是桶柑葉片生長、開花、著果的關鍵時期，此時若雨量不足，需要灌溉以減少缺水的影響，到梅雨來臨之前，持續保持土

壤濕潤，一旦雨季開始，停止灌溉，保持土壤容納降雨的空間。

夏、秋季是桶柑需水最高的時期，長期缺水會影響果實的膨大，氣候變遷影響下，小雨日數減少、乾旱連續天數增加，沒有引水灌溉的田區，容易長期缺水，應設法規劃灌溉系統。如果預期長期乾旱，應確認有足夠水量由灌溉系統支應。如果灌溉水塔蓄水容量不足，則必須尋覓足夠水源補充。

灌溉水源有限之田區，至少應於旱季與重要生育時期適度灌溉補充水分，此種管理的好處是土壤處於可控制範圍內之乾燥，減少水分蒸發，並可容納更多降雨，水分利用率提高，因此灌溉次數不多，灌溉水總用量也較少。

灌溉水源充足之田區，可落實水源精準調控之管理，設置土壤水分張力計，監測土壤水分，維持土壤水分張力為開花後30 kpa，果實轉色後200 kpa，使桶柑始終有最佳之水分吸收。

結語

為因應氣候變遷造成乾旱衝擊，農委會已將柑橘類列為乾旱中度敏感作物，針對乾旱的調適，亦提供管路灌溉設施補助，加強引水蓄水設施。對於果園管理者而言，建議盡量多了解自己的土壤，最好應用感測設備，掌握土壤的濕度，監測土壤的歷時變化，也應清楚降雨時間與總量及水資源供應與植株生育的相關性，適時適量灌溉。