

# 無線土壤水分感測系統 在番荔枝果園之應用

文/圖 黃政龍



圖2.接點輸出的控制記憶模組

## 前言

臺灣近年來平均年降雨量達2,510公釐，是世界平均值的2.6倍，但因降雨分配極不平均，且地形陡峭，河川短小，約有60%以上的降水量直接排入海洋中，平均每位國民可分配之淡水量不到世界平均值的六分之一。在水資源如此不足下，農業用水卻占73%，未來如因水資源不足，農業用水必定受到影響。另一方面，栽種於坡地的作物，大多仰賴大型蓄水池供水灌溉，但蓄水池容量有限，在夏季枯水期需大量用水時，常有水源汲取不易及不足的情形，如何提高灌溉用水的使用效率即成為重要課題。

果樹的生長發育及結果各階段，都必須有充足的水分才能正常進行。適當且合理的水分灌溉不但節省水資源、有助於果樹正常生長、減少病蟲害，並可提昇農產品的質與量。目前農友大都依經驗、時間及氣候條件作為灌溉的依據，難有客觀的標準，利用土壤水分感測器監測土壤水分變化，並針對番荔枝試驗研究灌溉時機，

可建立適當灌溉模式。

## 無線土壤水分感測系統介紹

有鑑於土壤水分對作物栽培的重要，應加速無線土壤水分感測器及相關設備開發，本場引進市售產品研究並進行田間試驗，目前市售土壤水分計有許多型式及量測原理，主要可分為兩種型式，分別為量測土壤含水百分率及土壤潛勢兩種，含水百分率是指單位土壤所含的水分量，以%為單位，一般比較容易了解。另一種是土壤潛勢，所謂潛勢是指土壤中水分的能量狀態，量測土壤水分張力，簡單的說就是植物由土壤中取得水分的難易程度，單位為分巴，以一般標準0~10分巴為飽合狀態(濕潤)，20~30分巴為任何土壤質地及作物皆適合之狀態，30~60分巴為一般作物需要灌溉的狀態。

本次使用的無線土壤水分感測系統是量測土壤潛勢，主要由土壤溫度感測器、土壤水分感測器、無線傳輸器及無線接收

控制器四項組成(圖1)分別介紹如下：

**土壤水分感測器**：埋入土壤中測量土壤中的水分張力，可量測的範圍為0至200分巴。

**土壤溫度感測器**：可量測土壤溫度，範圍為-40~60°C，也可作為土壤水分值校正。

**無線傳輸器**：可安裝4組土壤水分張力及溫度感測器，以無線電方式將資料傳輸至接收控制器，直線理想的情況下

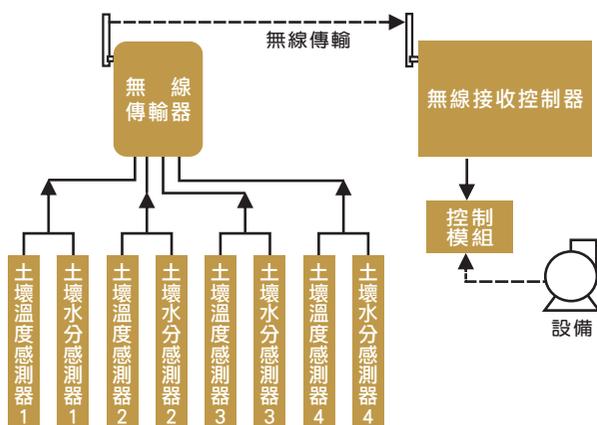


圖1. 無線土壤水分感測系統架構圖

傳輸距離可達300公尺，電力使用太陽能板與鋰電池並聯供電，不需外接電線提供電源。

**無線接收控制器**：可將接收之土壤資訊顯示於銀幕供管理者參考，另外也可選擇具3組接點輸出的記憶控制模組(圖2)，在接收器中設定警戒值，當感測值超過警戒值時，可透過此模組自動控制外部的抽水機等設備進行灌溉。

## 番荔枝果園田間試驗及調查

本套土壤水分感測系統於98年3月起至10月底在太麻里番荔枝果園進行試驗(圖3)，記錄農友栽培番荔枝之土壤水分管理及變化(圖4)，試驗於太麻里西側山區進行，屬於石質土及崩積土，表土層以粉質壤土為主，土層淺薄，排水性良好。土壤水分張力及溫度感測器分別安



圖3. 土壤水分感測系統田間安裝情形

裝在土壤深度10、20、30及40公分之位置進行量測。本區因燈照調節產期，果實採收期延後，冬期果在農曆2月中至清明後收成(國曆3月上旬至4月初)，之後各生長管理期程及土壤水分之變化說明如下：

**休眠期**：採收後果樹休眠約20天，期間由4月上旬至下旬，灌溉週期為2周1次，於4月下旬修剪前施有機肥，土壤水分張力保持於20分巴以下。

**修剪、新梢生長期：**果樹經休眠後在4月下旬開始進行強修剪，約1周完成，之後新梢開始生長，這段期間灌溉週期約為每周一次，可促進新梢生長，水分張力大多保持在30分巴以下，僅1次到達33分巴。

**授粉期：**開花約30天後即端午節過後至6月上旬開始授粉，灌溉週期同樣約為每周一次，水分張力多保持在30分巴以下。

**果實生育期：**授粉後結果，開始為果實生育期，期間為6月上旬至9月下旬，其中，生育初期至8月上旬以前，灌溉週期配合降雨，約1~2周一次，土壤水分張力大多保持在30分巴以下，有3次達35分巴，之後隨即灌溉。但因遇88風災之後至9月上旬天氣乾燥、炎熱，水源不足，土壤水分張力提高，灌溉週期同樣約1~2周一次，使用灑水噴頭每次灌溉1~2小時，但深度30及40公分之土壤無法完全濕潤，灌溉後土壤水分張力最低保持在42cb，僅表面約20公分土壤濕透，土壤水分張力可降至10分巴以下。因此8月中旬後土壤水分張力最高到達80分巴，直到9月下旬的密集降雨才使土壤完全濕透，土壤水分張力下降至30分巴以下。

**採收期：**9月下旬10月初開始採收，於10月下旬採收完畢，此期間灌溉週期配合降雨只灌溉一次，土壤水分張力保持在60分巴以下，完成整期作生產。

### 結語

本系統於番荔枝果園安裝試驗，整個生產過程除了風災後的乾旱，使土壤水分張力提高，作業初期的修剪、發芽、開花及結果初期等大部分時間均可保持於20~30分巴，適合作物生長，對照番荔枝栽培手冊，與建議的20分巴差異不大，後期收穫時期之土壤水分張力值約在60分巴以下，較栽培手冊建議的30分巴高，可加強灌溉。另外系統使用無線感測器網路，因省電且不需要傳輸線、容易建立互動式網路及不因單一感測元件失效即導致系統失效，不需配置傳統環境監控系統之電源及訊號傳輸線，其建構及維修成本較低，更適合於果園等農業環境使用。

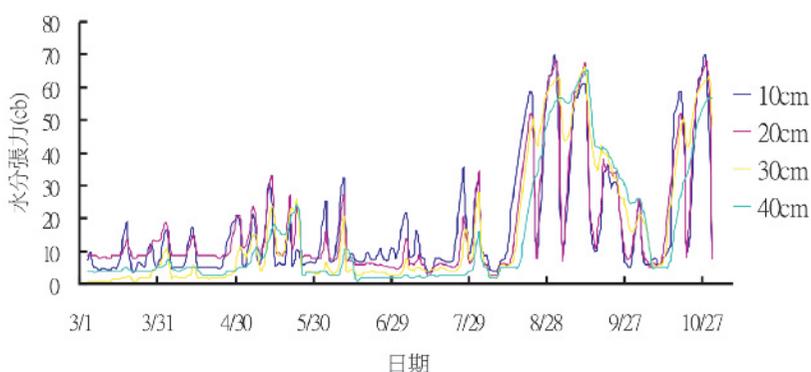


圖4.番荔枝果園土壤水分趨勢圖