

應用地電阻影像探測技術 監測田間水分動態資訊

農試所農化組 許健輝 賴俊融 劉滄琴

一、前言

依據水利單位統計資料(經濟部水利署, 2021), 民國110年台灣地區各標的用水總量約 $143.461 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中以農業灌溉用水 $88.790 \times 10^8 \text{ m}^3$ (占約61.9%) 最多, 其次依序為農業養殖用水量與畜牧用水量 $8.783 \times 10^8 \text{ m}^3$ (占約6.1%), 生活用水 $31.634 \times 10^8 \text{ m}^3$ (占約22.1%), 工業用水 $14.254 \times 10^8 \text{ m}^3$ (占約9.9%)。由此數據顯示, 農業灌溉用水是水資源利用的最大支出項目, 如何妥適利用農業水資源是農業部門必須面對的課題。

農業水資源規劃的基礎為土壤水文特性, 土壤含水特性對於田間水分管理及農業區水資源之運作管理為不可或缺之角色。例如土壤含水量不足或過高均不利於作物生長, 適切的給水灌溉回應作物在不同生長期之需求, 才能使作物健康成長, 獲得最佳產值(Brady and Weil, 2000)。然而, 近年來因全球氣候變遷, 造成旱、澇交替的極端氣候現象, 成為台灣的新常態, 亦即短時間內有高降水量, 此時田間土壤含水量可能高於作物所需, 如何抓住正確時間點排去土壤層中過多的水量亦為土壤水分管理之重要課題。土壤層如含過多的水量, 造成飽和層之地下水位上升, 根系缺氧以致妨害作物生長(Brady and Weil, 2000)。此外, 田間排水除讓作物成長有較佳的環境條件外, 期望此排水能成為額外的農業灌溉水源。

二、地電阻影像探測法簡介

傳統上, 田間土壤水分調查多針對單一農田內設置水分感測器, 作為作物成長期間之灌溉依據。傳統量測方法對於田間土壤水分之掌控精度有賴於感測器布點的密度, 如果佈點密度不足, 水分感測器獲得土壤含水資訊為點狀之片段結果, 無法滿足農業水資源精準管理的需求。為解決感測器布點密度之限制, 農業部農業試驗所(簡稱本所)導入地電阻影像探測方法進行田間土壤水分動態調查, 地電阻影像探測法(electrical resistivity

作者：許健輝副研究員
連絡電話：04-23317435

tomography, ERT)屬於非破壞性探測技術，且具成本低、工期短等優勢。該方法為傳統地球物理探測技術之一，被廣泛應用在工程地質、地下水調查、海水入侵、溫泉、地熱測勘等領域，是工程界常用的地球物理方法之一。地電阻影像探測法(ERT)以非破壞性方法大範圍解析地下數公尺至數10公尺內的電阻率分布，再搭配土壤含水量觀測，建立電阻率與土壤含水量關係，即可應用於大範圍土壤含水量推估，解決傳統感測器單點量測與布點密度不足的問題。

三、應用地電阻影像探測法於農田水分動態之初步成果

2022年初在本所及濁水溪沖積扇之扇頂等地區進行試驗，並設置水文監測站與地電阻儀(圖一)，觀察枯季與雨季田間土壤水分變化。以本所場址為例，地電阻剖面如圖二所示，觀察剖面可發現上層電阻較低，下層電阻較高，與試驗場址地質條件有關，其淺層為砂土夾不均質礫石，深部為均勻礫石層；場址電性資料、降雨量與田間土壤含水量變化如圖三所示，從圖三中觀測結果發現電性資料變化與含水量變化一致，可觀察到在降雨初期，由於降雨量很少，土壤濕

潤程度不高，在電性資料與田間土壤含水量未有明顯的反應，在中期時隨著降雨次數增加，電阻率變化的特徵開始明顯出現，田間土壤含水量也隨之增加，由此觀測結果可初步驗證地電阻影像探測法(ERT)有效表現含水量的變化程度，未來具有農田用水管理應用的潛力。



圖一、水文監測站與地電阻儀架設圖。

四、結論與展望

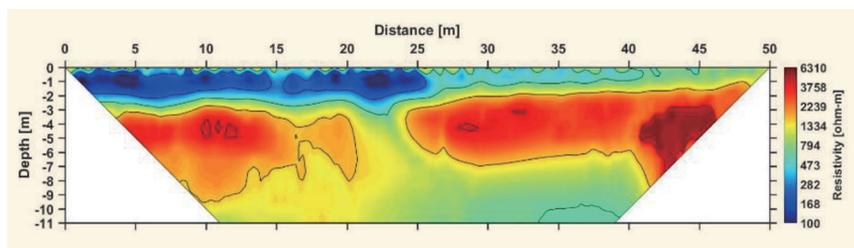
基於以上的結果，未來應用的可能發展：

- (一) 農業水資源管理：可提供大範圍土壤含水量推估的能力，將對農業水資源管理產生重要影響。通過持續監測土壤含水量變化，農民和水資源管理者可以更準確地調整灌溉計劃，確保作物獲得適當水分，同時達到節省水資源目的。
- (二) 降雨灌溉調控：結合降雨量監測，實現降雨灌溉調控。通過觀察地電阻率的變化，可以準確判斷降雨對土壤含水量影響，並相應地調整灌溉計劃，減少對地下水和灌溉水的需求。

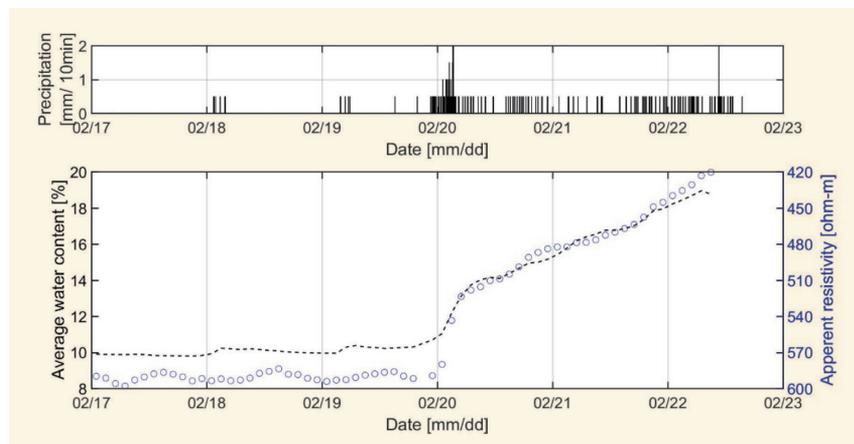
- (三) 土壤水分監測和作物生長研究：可以提供土壤水分的空間分布資訊，並能夠捕捉到不同深度的土壤水分變化。對於研究土壤水分運動、根系生長和作物生長的關係至關重要。
- (四) 灌溉系統效能評估：利用監測灌溉區域的土壤含水量變化，可以評估灌溉系統的效能。通過較實際的土壤含水量數據與灌溉計劃中的預期水分量，可以確定灌溉系統的準確性和效率，並進行調整和優化。

整體而言，地電阻影像探測法(ERT)作為一種非破壞性、成本低且工期短的探測技術，在農業領域的應用前景十分廣闊。它可以提供關鍵的土壤含水量資

訊，協助精確的農業用水管理，提高水資源利用效率，同時促進作物生長和農業生產的永續發展。



圖二、地電阻影像剖面圖。



圖三、電性資料、降雨量與田間土壤含水量變化圖。

五、參考文獻

經濟部水利署，「110年各標的用水統計年報」，2021。
 Brady, N. C. and Weil, R. R., 2000, Elements of the Nature and Properties of Soils. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.