拾伍

水資源管理利用

一 發展及應用三維地電阻影像技術推估農地之土壤水文特性

劉滄棪

電阻層析成像技術 (ERT) 有效表現含水量的變化程度，透過現地同步量測土壤含水量與地電阻率，可以建立兩者的經驗關係曲線 (圖15–1)，進而將電阻率影像轉換為含水量的空間分布，並可以由電阻率變化百分比知道優勢入滲區域以及相對量級。111年至114年完成臺灣北、中、南、東4區多處長期與短期點位監測，長期監測點包括桃園市新屋區、臺中市霧峰區、彰化縣竹塘鄉、彰化縣溪州鄉、臺南市柳營區、臺東縣臺東市，短期監測點包括臺中市霧峰區 (圖15–2)、臺南市新市區、臺南市白河區。於各場址觀測時淺表層電阻率具有差異表示土壤材料的不同，在各別田區中，土壤特性亦有相當程度的差別，導致灌溉過程水分傳輸特性的獨特性，如於彰化竹塘的觀測結果顯示 (圖15–3)，局部明確電阻率變化率可在灌溉過程向深處延伸，表示犁底層有局部滲漏的現象，水分可沿著犁底層滲漏處向下傳輸，當傳輸到粗砂等良好透水材料層後，則可迅速向下移動，最後至地下水位面，該區域的地質環境是有助於灌溉用水向地下水補注。

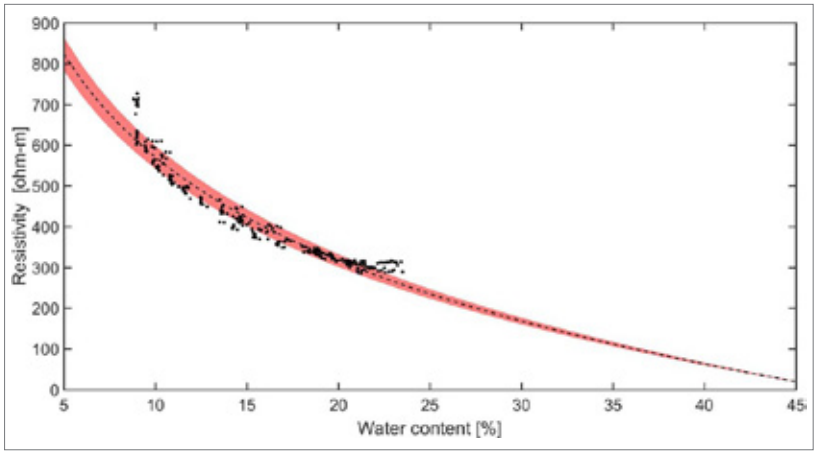


圖15–1. 現地電性資料與含水量對數回歸曲線與其5%誤差 (紅色底色)

DOI: 10.29572/TARIAR.202603_114.0015

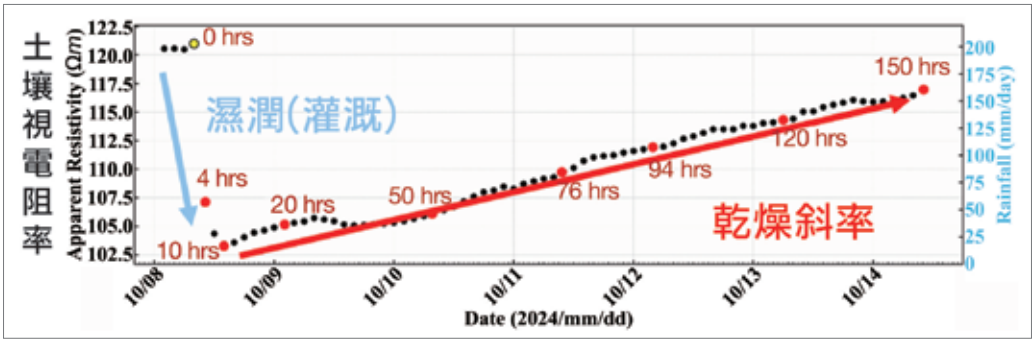


圖15–2. 本所水田灌溉過程中的視電阻率中位數變化

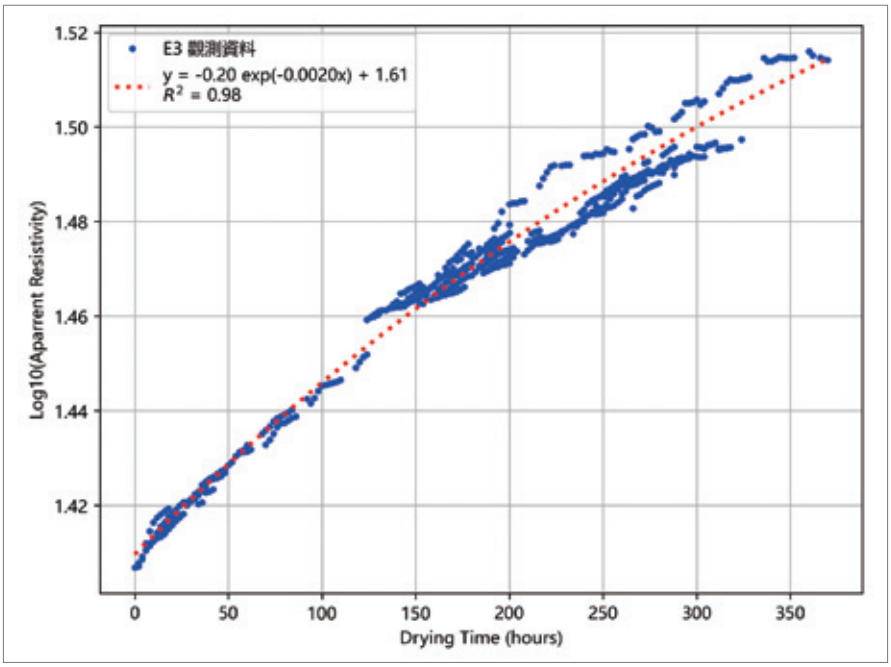


圖15–3. 113年竹塘水田監測期間之視電阻率乾燥趨勢與回歸線

二 繪製重要農業區土壤水力參數預測圖

許健輝、張郁欣

於臺東灌區代表性土系總計調查約185個點位，涵蓋土系面積約為9,740公頃，若納入過去調查之點位，則涵蓋土系面積可達13,157公頃，未來可新增134個水利小組之水力特性資料供檢索，包含質地、總體密度、有效水量及飽和導水度，並利用過去及114年土壤調查數據討論不同預測模型之優劣，並且繪製空間分布圖。結果顯示土壤質地以壤土占比最多，砂質壤土次之；總體密度介於1.28–1.84 g cm^{-3}，平均為1.48 g cm^{-3}；

有效水容量 (available water capacity) 為田間容水量和永久凋萎點相減之結果，其範圍介於0.07–40 cm^3 cm^{-3}；飽和導水度範圍介於0–0.014 cm s^{-1}。未來將持續累積主要農業區之基礎水力參數，並且精進數據分析方法，以產製全臺農業區可應用之水力特性圖資。

三 建立作物節水灌溉模式及驗證

(一) 食用玉米灌溉模式建立與驗證

李欣叡

作物係數可用於推算作物基本需水量進行精準灌溉，已建置臺灣本土食用玉米作物係數，春作及秋作於生育初期的作物係數分別為0.51和0.58，生育中期的作物係數分別為0.84和0.77。為評估此本土參數的應用性，將此參數配合CRPOPWAT建立灌溉排程進行精準灌溉，於臺中市霧峰區設置不同灌溉處理，分別為對照組慣行栽培、CROPWAT精準灌溉；為了解不同生育期遭逢乾旱的影響，亦增加精準灌溉下於生育初期、生長發育期、生育中期停止供水，以及僅提供60%水量的全期缺水處理，共計6種灌溉處理。初步結果顯示，春作精準灌溉產量優於對照組，並且於6種處理中有最佳的水分利用效率，而在開花前生長發育期進行缺水產量最低，相較於精準灌溉降低81%產量；秋作對照組產量優於精準灌溉，全期缺水有最佳的水分利用效率，於開花後中期缺水對於產量影響最多，相較於精準灌溉處理降低34%產量。食用玉米在不同期作及不同氣候型態對水分管理的反應不同，將蒐集多年度資料長期觀察，並適時調整乾旱逆境應對策略。

(二) 中部地區水稻、食用玉米及甘藷最適灌溉指引建立

蔡璿如、吳東鴻、李欣叡

109年為自53年以來首次無颱風侵臺的一年，且6至10月上旬各水庫集水區降雨量為歷史平均值2至6成。因應農業用水缺乏問題，111至114年於總所試驗田區設置流量計與水位計等 (圖15–4)，記錄不同作物間用水需求，配合本土化水稻、食用玉米及甘藷作物係數，計算與田間驗證基礎需水量，以更新符合現今氣候條件下之灌溉指引，除提升農業用水效率，亦可提供供灌配水決策參考。水稻藉由不同的灌溉管理方式，採間歇灌溉 (0至5 cm或0至土面下10 cm水位復灌)總灌溉量約可較慣行灌溉減少40%需求，復灌頻率由2天延長至4天，在一期作可提升約兩倍水分利用效率，二期作降雨量相對豐沛，因此水分利用效益提升較不明顯 (表15–1)。旱作作物透過作物係數、蒸發散量及地區氣象資料等參數，藉由CROPWAT程式推估每旬需水量，提升旱作作物的精準灌溉效率，食用玉米各生育階段每旬需水量約20至30 mm (圖15–5)，甘藷各生育階段每旬約需30 mm (圖15–6)。



圖15–4. 灌溉溝渠流量監測設備

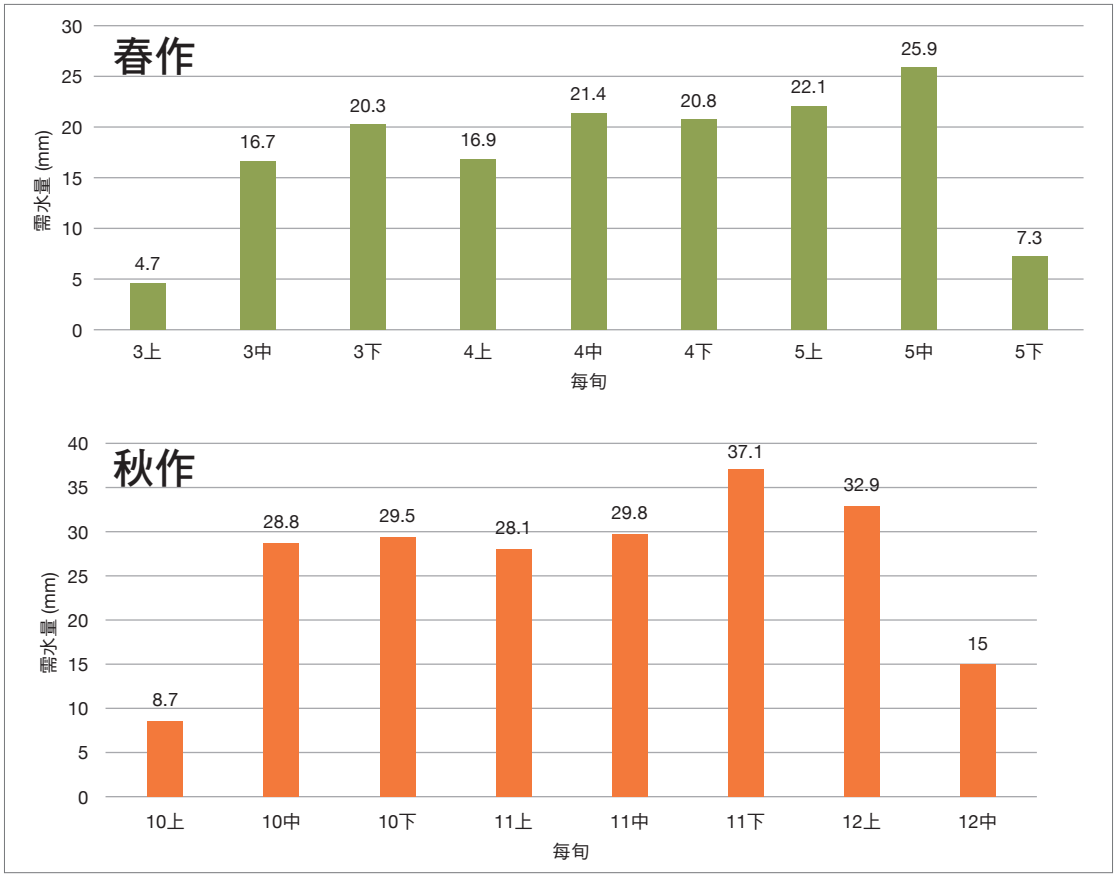


圖15–5. 春、秋作食用玉米每旬需水量

表15-1. 水稻不同灌溉方式效益比較

灌溉方式	總灌溉時數 (h)	復灌頻率 (d)	總進水量 (mm)	水分利用效率 (kg m^3)
慣行 (CP)	233.3/271	2.2/2.2	2,441/1,886.6	0.25/0.37
間歇灌溉 (0–5 cm)	88.7/68.7	3.9/4.8	1,255.5/1,446.9	0.50/0.40
間歇灌溉 (0–10 cm)	87.7/72.7	3.9/4.4	933.7/1,408	0.62/0.40

註：此為113年一期作/二期作調查數據

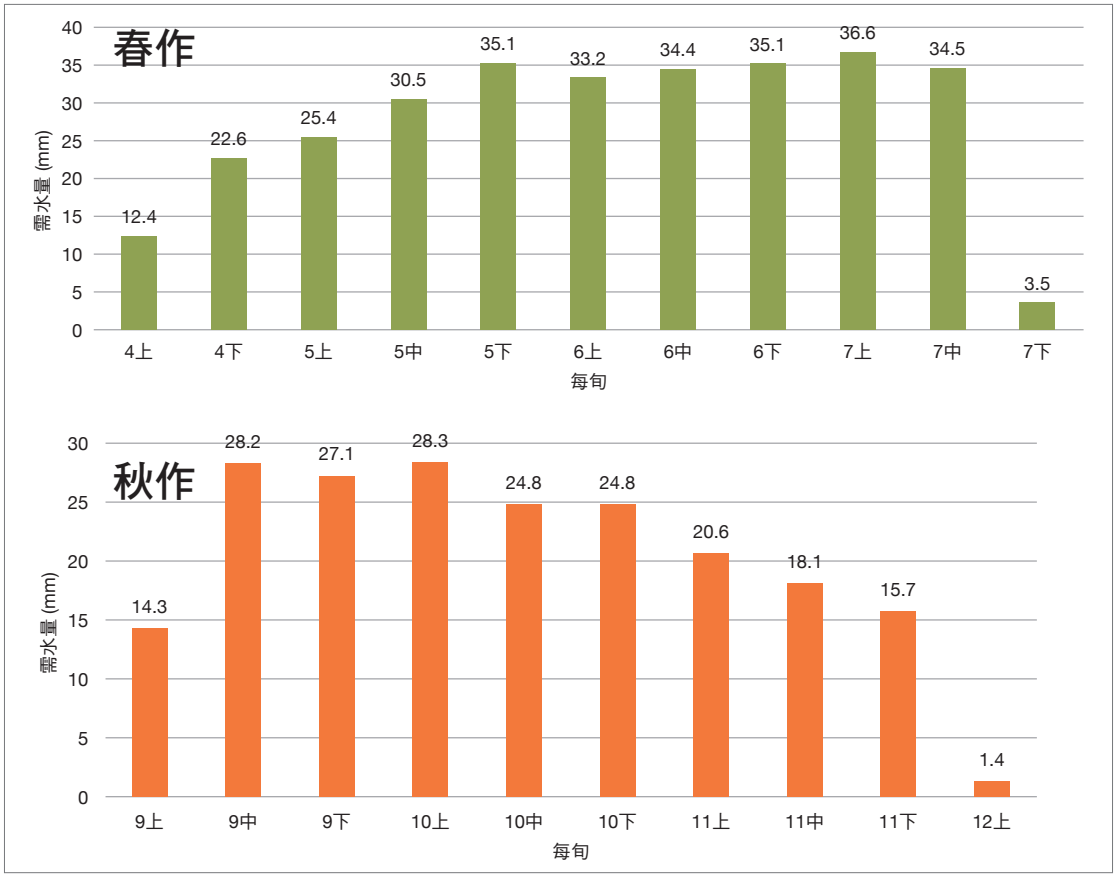


圖15–6. 春、秋作甘藷每旬需水量

(三) 荔枝節水灌溉模式建立及驗證

柯昱成、蔡耀賢、朱彧瑩、張哲瑋

為充分利用水資源，將有限水資源於作物生育期間內進行適當分配，以提高灌溉水的利用效率和生產效益，透過監測土壤含水量數值變化，進行田間灌溉驗證。評估幼果期環刻與灌溉對‘台農7號–早大荔’及灌溉處理對‘台農5號–紅寶石’之影響 (表15–2)，結果顯示，‘台農7號–早大荔’在相同灌溉處理下，停梢期環刻，有助於高單株平均產量、開花枝平均結果數，但會造成單果重量降低；而在相同環刻處理下，是否灌溉對開花枝平均結果數無顯著影響；此外，果實發育期灌溉能提高‘台農5號–紅寶石’果實重量，但會導致可溶性固形物含量降低 (圖15–7)，顯示灌溉會影響果實發育及果實糖分累積。

表15–2. 荔枝‘台農7號–早大荔’灌溉處理對產量與果實發育之影響

處理	調查枝總果實數 (粒)	調查枝總果重 (g)	調查枝平均果重 (g)	全株產量 (kg)
灌水加環刻	76.6 ± 34.9 a[z]	2201.8 ± 928.0 a	29.3 ± 1.9 bc	79.9 ± 11.8 a
灌水不環刻	41.2 ± 13.2 b	1306.6 ± 407.1 b	31.9 ± 1.5 ab	74.6 ± 13.6 ab
不灌水加環刻	57.0 ± 15.1 ab	1547.6 ± 236.0 ab	27.7 ± 3.3 c	65.0 ± 23.0 ab
不灌水不環刻	39.3 ± 10.7 b	1335.5 ± 330.1 ab	34.2 ± 3.2 a	54.9 ± 11.2 b

[z] 平均值±標準差，英文字母相同代表處理間無顯著差異 (依LSD測驗5%水準)。百分比已經過角度轉換處理。

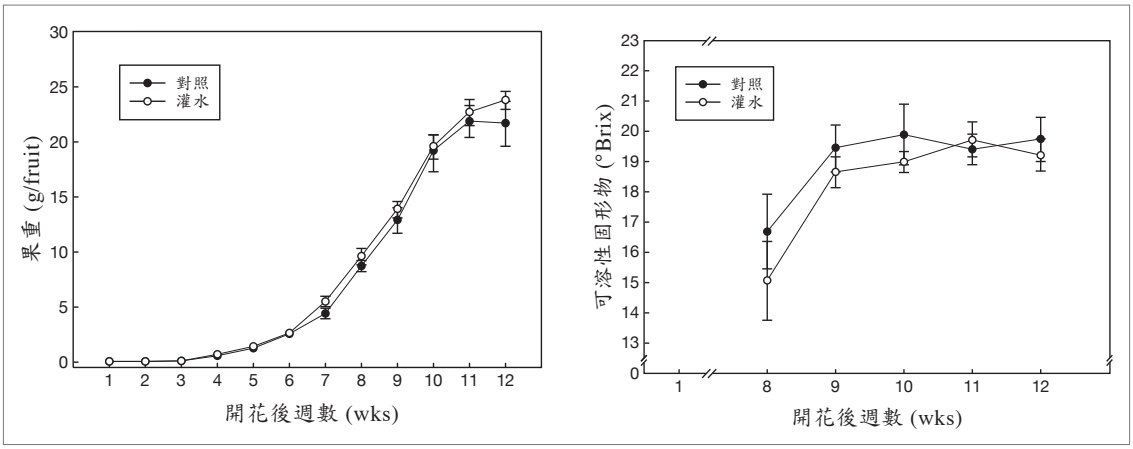


圖15–7. 荔枝‘台農5號–紅寶石’開花期間灌溉對果實發育 (左) 及可溶性固形物累積 (右) 之影響