

洋蔥作物需水感測系統介紹

文・圖/張耀聰¹、劉晏嘉²、鄭俊昇³

前言

作物水分管理直接影響農作物的收成及品質，管理不當甚至會造成作物病害的發生。近年來，由於氣候變遷造成滂旱不均，使得作物需水管理成為農業生產關鍵因子之一，以往田間作物需水灌溉純粹為世代經驗傳承，即便農友購入常見的土壤水分張力計或土壤水分感測等設備進行量測，但因土壤質地因子影響，測得數值會出現極大差異，難以直接判斷作物是否需水，而此類土壤水分感測設備對於作物需水的對應關係，仍需要考量作物的種類、植株發育情況與外觀表徵及土壤質地等因素進行綜合評估，最終再與感測數值作對應比較，如此土壤水分感測設備顯現數值對農友才具有意義。但此種作法曠日費時，一旦其中一項參數改變，土壤水分感測設備顯示的數值對應作物需水將再重新被定義，且仍須經由不斷觀察測試才能對應至作物需水規則。為解決以上作物需水間接量測問題，開發作物本體量測技術，將更直接提供農友作物實際需水狀態，進而適當進行灌溉，以達到精準灌溉及節水的功能。

洋蔥作物需水灌溉管理

洋蔥為恆春半島極為重要的作物，該地區亦為南部最大的洋蔥栽種產區，每年10月至隔年4月為主要栽種季節，經以往研究人員調查，恆春半島栽種洋蔥耕地，主要以砂質土為主，占46.5%，壤土與黏土分別為29.6%及23.9%。而不同土壤質地的洋蔥需水灌溉，依據老農經驗分為砂質土約5~7天左右灌溉1次，壤土約10天左右灌溉1次，黏土約2週左右灌溉1次，但當植株於幼苗期時，灌溉間隔天數將會縮短，以避免幼苗階段缺水，此外天氣因素亦會影響灌溉頻率。為了解恆春半島耕地不同土壤質地種植洋蔥的需水狀態，因此於恆春洋蔥耕地採取3種不同質地土壤進行洋蔥盆栽測試(表1)，以確認不同土壤質地洋蔥需水狀態。

¹土肥研究室

副研究員 (08)7746767

²工業技術研究院中分院

研究員

³工業技術研究院中分院

副研究員

表1. 恆春半島洋蔥耕地不同土壤質地進行盆栽測試的土壤分析

採樣的代表土壤	砂土區	壤土區	黏土區
砂粒(%)	87.28	14.57	21.15
黏粒(%)	3.81	29.62	48.60
粉粒(%)	8.91	55.81	30.25
質地	砂土(S)	砂壤土(SL)	黏土(C)

選擇恆春半島栽種面積最多的洋蔥品種(CAL708)，並於發芽盤播種後3天移入穴盤中，再經8週培育後移植入表1所列3種不同土壤質地的6吋盆栽中，培育2個月後進行限水管理，並使用TDR100土壤水分感測器進行土壤水分測定；另觀察洋蔥植株外觀變化狀態，以植株折葉至葉尖出現黃化作為洋蔥作物需水分級的外觀判定依據，如葉尖出現黃化則判定植物已經損傷，已達植物最低需水的土壤含水量。藉此範圍判定為洋蔥作物需水至缺水受損的推測，因此將洋蔥需水分級為1. 正常狀態：植株外觀正常，葉片直挺。2. 缺水狀態：正常直挺的葉片，在不受外力影響，自然出現生理折葉現象，此為植株需進行灌溉階段。3. 極度缺水：當洋蔥作物缺水折葉後，若持續不進行水分補給，葉尖則會出現黃化受損狀態，此部分為不可逆反應，因此有可能會造成作物減產情況發生。經盆栽洋蔥刻意限水進行測試，推測從折葉出現至葉尖黃化時的土壤水分含量，砂壤土推測為14.6%~12.5%(圖1)、黏土推測為19.2%~15.2%(圖2)及砂土推測為5.9%~4.5%(圖3)。



圖1. 砂壤土土壤水分含量於14.6%~12.5%洋蔥植株外觀變化情形



圖2. 黏土壤水分含量於19.2%~15.2%洋蔥植株外觀變化情形



圖3. 砂土土壤水分含量於5.9%~4.5%洋蔥植株外觀變化情形

由以上測試結果可知，洋蔥作物的需水狀態於3種不同土壤質地下，土壤水分含量數值差異性極大，並且需不斷觀察作物狀態才能與土壤水分含量變化間接對應，因此本體量測將更直接與準確了解作物需水狀態。

作物本體量測技術應用

過去作物缺水的檢測技術可分為兩類，一為直接式生理檢測；另一為間接式檢測。直接式生理檢測為直接量測作物本體來獲得缺水資訊，如葉片水勢、葉片相對含水量等檢測。間接式檢測則如前述藉著土壤水分張力計或土壤水分感測器量測等。而在作物本體感測為直接使用感測裝置量測作物需水，國內以往鮮少相關研究，近期相關研究僅有「熱影像檢測技術應用於番茄水分逆境檢測之研究」，但在洋蔥方面，並無本體量測技術開發，而本場經由農工合作開發，可使用一種非侵入式工具—電阻抗譜學(electrochemical impedance spectroscopy, EIS) (圖4)，依據作物缺水狀態，植物本體的電阻抗值提升原理進行量測，並依據前述作物不同需水情況，進行作物實際需水情況及EIS量測比對，並進行迴歸分析，以設定不同需水狀態閾值，並可將作物需水狀態分為正常狀態、缺水狀態及極度缺水狀態，再藉由無線訊號傳輸系統，提醒使用者作物需水情況，以做為灌溉參考依據，此項系統開發主要可應用於洋蔥作物，將使洋蔥作物水分管理智能化及資訊化，藉以改善水資源應用模式，提升作物產能或品質。



圖4. EIS作物需水阻抗型設備溫網室操作測試

結語

灌溉為農業生產中巡田項目之一，未來若能利用智能化系統更簡便進行科學化管理及灌溉，將有效節省人力，甚至精準管理與分配水資源於農業生產，相信在未來導入大數據應用後其發展更為蓬勃，加上感測設備更精準投入時，未來以手機、平板或電腦進行田間生產管理將指日可待，若農友或設備生產業者有相關疑問或技轉興趣，可洽本場研究人員，將獲得更多智慧農業相關訊息，早日推動智農系統落地應用。