3. 作物與土壤遙測技術應用

農業部農業試驗所農業化學組/張翊庭/副研究員

3.1 遙測技術方法簡介

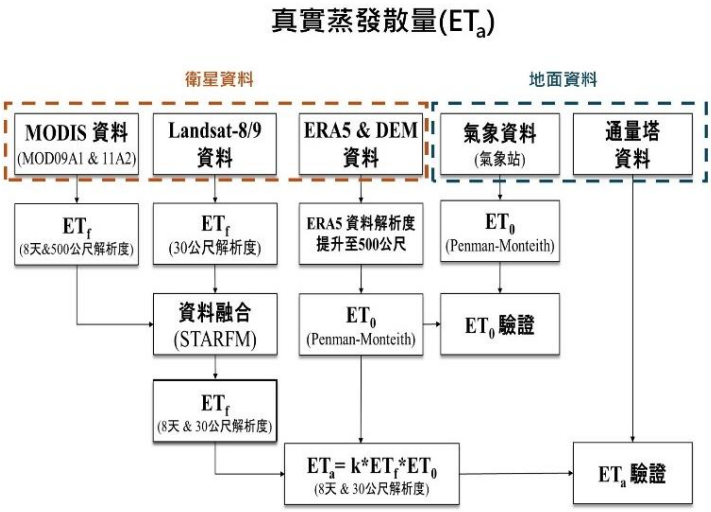
為使有限水資源得以有效利用，水文循環中各環節之估算是掌握水資源可利用量的重要工作。在農業水資源估算中，除了土壤入滲外，蒸發散量佔有相當的比例，不僅為農業用水規劃利用之重要參數，更是灌溉營運管理之依據。傳統在蒸發散量推估上，大部分以固定氣象站之蒸發皿量測結果或是利用相關經驗公式推估結果，雖然能估算區域的概似量，卻無法兼顧到研究區內地表現象的差異性。為能夠提供快速且大尺度之農業用水資訊，本研究以衛星影像進行區域性蒸發散推估模型建立，嗣後使用現地調查與通量資料進行精度評估與模型校正，配合主要農業區灌區大宗作物分布圖資，便可兼顧不同地表環境，討論不同區域灌溉水利用、主要作物需水量之重要議題，且透過長時間、連續的表土利用與蒸發散量資料累積，未來也可作為預防性農業用水資源調配需水/蓄水之參考資訊。

(一) 大宗作物分布判釋：

研究區域以桃園管理處灌區、臺中管理處灌區、嘉南管理處灌區和臺東管理處灌區為主。計畫應用遙測技術、地理資訊等技術，以歐洲哥白尼計畫的多光譜衛星 (Sentinel-2)、美國大地衛星 (Landsat-8)、航照正射影像及 UAV 影像等影像為材料，依據作物生長特性及影像性徵 (紋理、色調和幾何等) 進行上述 4 大灌區裡作、1 期作、2 期作、全年作、多年作作物判釋，並與農田現況取樣調查資料進行驗證比對。

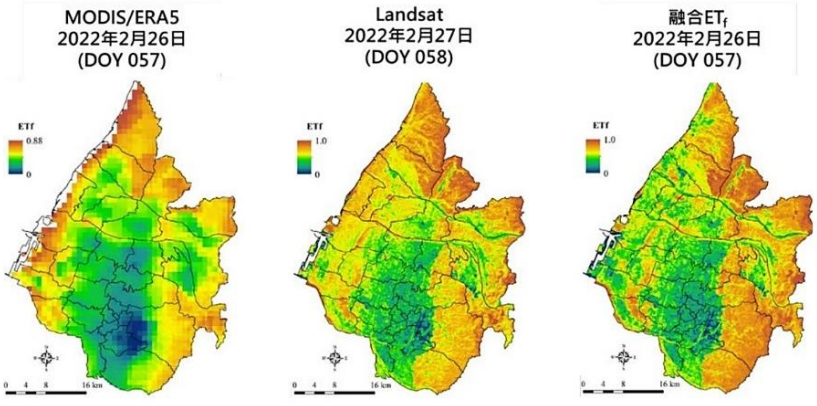
(二) 區域蒸發散推估：

計畫建立衛星估算地表真實蒸發散量模型，並進行研究區域的真實蒸發散量 (actual evapotranspiration, ET_a) 估算，使用 Senay (2016) 所提出的 SSEBop (Operational Simplified Surface Energy Balance) 模型 (圖一)。



圖一、真實蒸發散計算與參考蒸發散驗證方法流程。

透過中解析度成像分光輻射計 (MODIS) 衛星與 Landsat 衛星資料計算出蒸發散分率 (evapotranspiration fraction, ET_f)，而後乘上參考蒸發散係數 (k) 與歐洲中期天氣預報中心第五代再分析資料 (ERA5) 衛星氣象資料計算的參考蒸發散量 (reference evapotranspiration, ETo)。其中為配合臺灣精準農業的需求，取得高時間解析及高空間解析影像，將使用時空自適應反射融合模型 (spatial and temporal adaptive reflectivity fusion model, STARFM) 影像融合方法 (Zhu *et al.*, 2010) 生成 ET_f 時序資料，此方法為採用同一時間 (或相近時間) 的低時間解析但高空間解析影像 (Landsat 衛星影像) 計算 ET_f，與高時間解析但低空間解析影像 (MODIS 衛星影像) 計算的 ET_f 作為使用資料，融合產製另一時間點的高時間解析與高空間解析度影像 (圖二)，最終可獲得研究區域的 30 m 空間解析度，每 8 日週期性的 ET_a 成果分布圖。

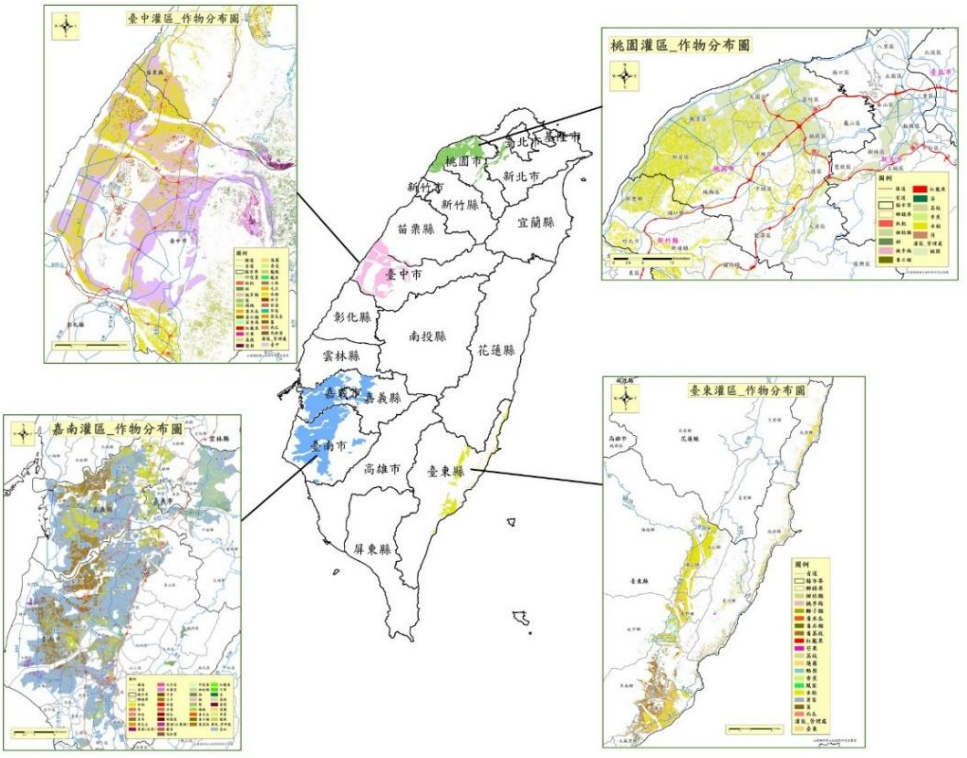


圖二、同一時間 (或相近時間) STARFM 影像融合 ET_f 成果示意圖。

3.2 大宗作物分布判釋應用

計畫完成多年桃園、臺中、嘉南、臺東 4 個灌區主要作物栽植分布判釋，其中短期作物栽植分布以主要產區為主，長期作物及果樹更新為桃園復興、新竹 (寶山、峨眉、橫山、新埔、竹東、關西)、苗栗 (大湖、卓蘭)、臺中 (東勢、石岡、豐原、新社)、嘉義 (大林、梅山、番路、中埔、竹崎)、臺東 (東河) 等地區。作物種類包含：水稻、玉米、甘藷、大豆、花椰菜、番石榴及香蕉外，還有大芥菜、水芋、水蓮菜、牛蒡、甘藍、胡蘿蔔、胡麻、草莓、馬鈴薯、甜瓜、荷、蘿蔔、柑桔類、印度棗、芒果、枇杷、柿、桃李梅、紅龍果、荔枝、梨、番木瓜、番荔枝、椰子、楊桃、葡萄、酪梨、蓮霧、龍眼、鳳梨等 (圖三)。

上述作物分布圖資經農田現況取樣調查資料進行驗證，總體精度約為 90.2-99.82%，KAPPA 值為 0.75-0.98，除了能提供作物分布圖資給農情、學術單位作為相關作物與生態之研究、規劃與應用，在本計畫中也能結合蒸發散資訊，討論各作物與地區之水資源利用效率，並針對利用效率低之作物種植區域改善其水資源調度方針。

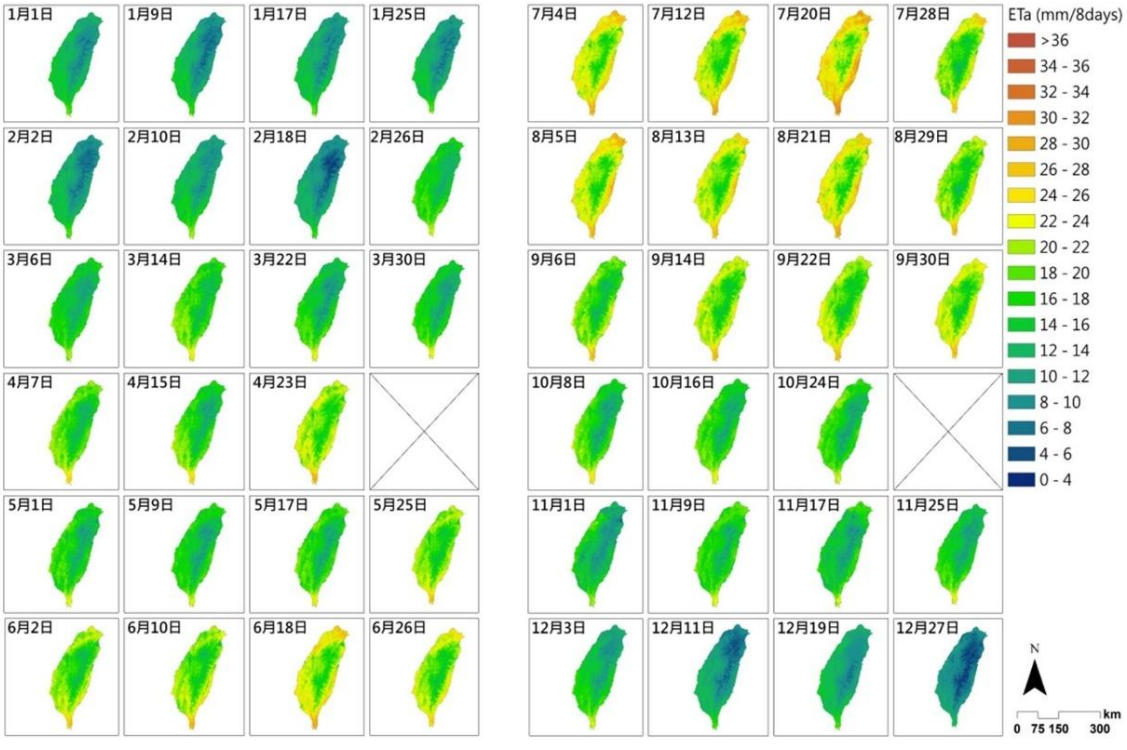


圖三、4 個主要灌區作物判釋分布示意圖。

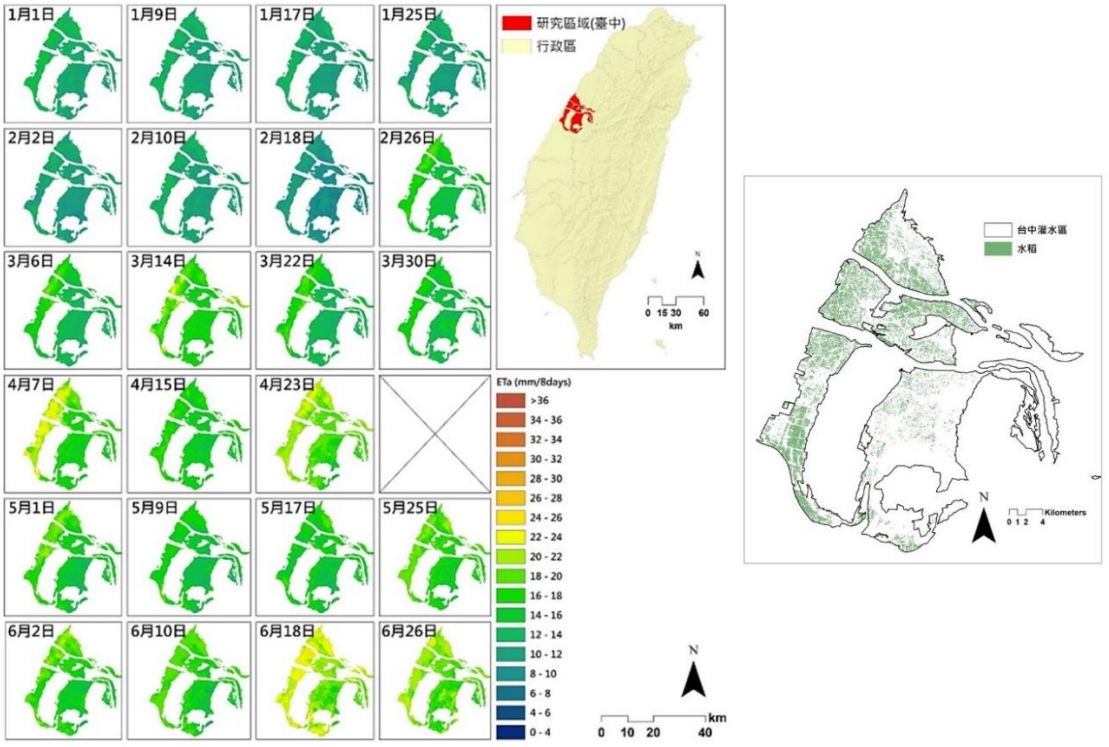
3.3 區域蒸發散推估應用

本計畫目前已累積自 111 年起之臺灣本島衛星估算真實蒸發散量 (ET_a) 成果，並以位在臺中、高雄、彰化、屏東 4 座通量塔進行 ET_a 資料驗證，其相關係數約落在 0.58-0.77，顯示此模型具一定信賴度。以 111 年資料為例進行觀察 (圖四)，在時間分布的概觀變化，蒸發散量隨著冬季、春季至夏季漸增，並於秋季開始遞減至冬季。空間分布則以西部平原區以及東部花東縱谷平原為高，其次為西北部丘陵台地區，山區則相對為低。

此外，聚焦於農業使用土地範圍，對照本計畫提供之 111 年的臺中灌區水稻種植空間分布以及同年臺灣地區稻作生育情形旬報等資料，1 月為研究區水稻育苗整地階段、2-3 月為插秧階段、4 月進入分蘗期與抽穗、5 月為黃熟期與乳熟期，6 月則進入收穫，而農田的 ET_a 自 1 月起隨著時間與生物量上升而增加，至 6 月中達到高峰，並隨著完成收穫而降低，與水稻生長週期具有一致性 (圖五)。由上述成果可得知，蒸發散量模型可做為農田利用水循環中蒸發散損失之評估依據，建立臺灣各農業區域週期性蒸發散量變化之資料庫。



圖四、臺灣本島 111 年 1 月至 12 月每 8 日之真實蒸發散成果分布圖。



圖五、臺中灌區 111 年 1-6 月真實蒸發散成果，與同年度 1 期作水稻種植分布。

在極端氣候影響之下，勢必得快速獲取大尺度水資源調度參考資訊，才能降低災損，本計畫透過衛星影像融合技術建立了更短時間且高解析度的影像資料來源，並建立真實蒸發散量(ET_a) 估算模型，配合農地利用資訊，可迅速提供各區域作物供需水資訊，同時也可透過長時間累積之資料，提供研究相關資訊，以期達到預防性水資源供需調整之依據。