無人飛行載具應用於水稻田區管理之展望

文 / 圖 胡智傑[1]、張芳瑜[2]、周浩平[3]、王玉瑤[4]

前　言

無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)是目前各國重點發展領域，近二十年來，世界上各先進國家莫不投注大量的研發經費開發相關技術。不論在民間或軍事用途上，UAV可取代人力執行長時間、高污染及高危險的監測與監視工作，即進行所謂3D任務：單調(dull)、骯髒(dirty)及危險(dangerous)。隨著無人機飛控系統的進步，各行各業開始大量使用無人機，希望能解決該領域遭遇的問題。臺灣(2017年農業統計資料)水稻栽培面積約27萬公頃，為臺灣最重要的糧食作物，且水稻產業機械化程度高，植株結構單純，非常適合發展UAV技術以解決產業遭遇的問題。目前UAV於水稻產業應用技術開發，主要針對水稻營養診斷、病蟲害診斷辨識、預警與防治及天然災害勘查，以下依目前重點發展階段分項說明。

UAV於水稻營養診斷應用

近年來，國內外對於水稻生育肥培管理，大多利用水稻葉片顏色的深淺進行生育期診斷與肥培管理依據。水稻葉色濃淡、葉綠素含量與植體氮素含量間具有高度相關性。因此，菲律賓國際稻米研究也推廣利用葉色板快速判斷植株營養狀態，依據葉色深淺畫分2、3、4、5號等4個(或6、7個)不同等級區塊，用來比對葉片顏色並予以建議施肥操作。葉色卡操作的最適時機、比對時的光線反射以及操作的使用者，都會影響葉色判讀的準確性，但小面積的水稻田還能靠著人力拿著葉色卡去比對，大面積水稻田要如何有效管理？此時就可借重UAV的功能了。

因此，研究人員開始致力利用遙測光譜或高光譜資料特定波段的各式植生指數(vegetation index)，如標準化植生指數(normalized difference vegetation index, NDVI)、綠波段標準化植生指數(green normalized difference vegetation index, GNDVI)、簡易比植生指數(sample ratio vegetation index, SRVI)...等，進行植體營養狀態的探討，

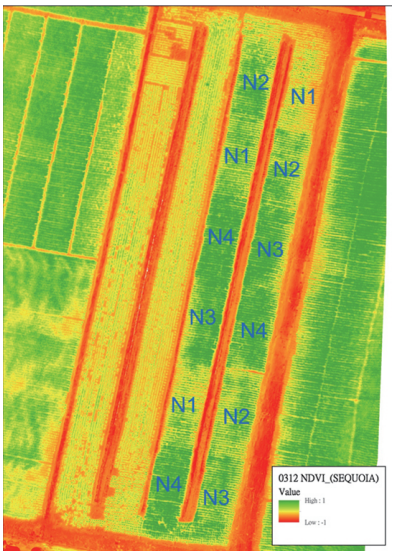

圖1. 利用UAV拍攝不同施肥等級水稻標準植生指數圖資。N1至N4分別代表每公頃施用70、140、210、280公斤氮肥

預測葉片氮濃度、葉片葉綠素含量、葉面積指數、產量...等。相關研究如本場，利用UAV搭載多光譜相機，拍攝不同施肥等級水稻(圖1)，並配合植體氮元素含量分析，建置不同空拍光譜與植體氮素含量關係資料，未來可以應用於大範圍田區作為施肥管理依據。

UAV於水稻病害診斷辨識、預警及防治應用

水稻病害種類繁多，由植物病原細菌 *Xanthomonas oryzae* pv. oryzae 引起的水稻白葉枯病及真菌病原*Pyricularia oryzae* Cavara.所引起的稻熱病(rice blast)為影響臺灣水稻產量重要因子之一，如何精確預警水稻病害發生的時間及區域，一直都是農業專家努力的方向。目前水稻病害監測預警仍仰賴各農業改良場植物保護人員按時赴田間調查發病狀況，再依結果發布警報通知農民加強防治，其過程耗時且監測區域有限。因此，農業專家近年致力於利用UAV進行大面積病害辨識或預警研究，相關研究如農業試驗所利用UAV搭載高光譜相機，進行水稻白葉枯病拍攝，結果顯示確實可將健康植株及罹病植株分類並予以量化。

本場利用UAV搭載多光譜相機，進行稻熱病圃連續拍攝並配合植病專家現場罹病度調查，結果顯示罹病度超過7%的區域，標準植生指數可明顯觀察到差異(圖2)。另外，利用UAV熱顯像機，進行較大範圍多光譜拍攝，並配合地面罹病度調查，結果顯示，罹病度與植被指數及溫度相關(圖3)，未來可利用熱顯圖層配合植生指數圖層結果來預測稻熱病發病熱點。

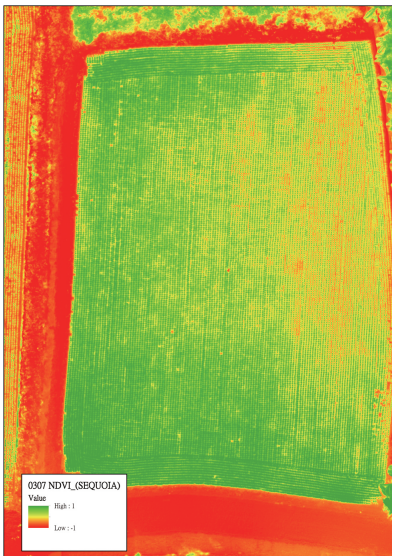

圖2. 稻熱病圃罹病後9天標準植被指數圖資，罹病度為7.3%。

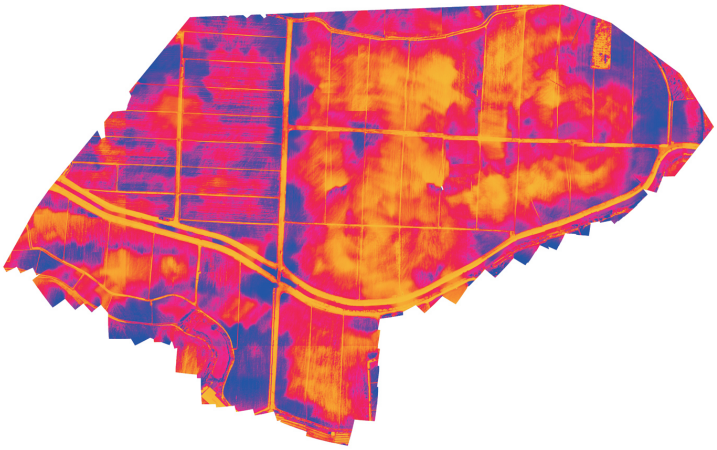

圖3. 水稻田區(43公頃)熱顯像圖資，顏色較深區域為溫度較低區域。

無人機(UAV)利用於水稻噴藥作業，為目前產業應用最多且較成熟的區塊。以無人植保機搭載10公斤以上高濃度藥液，依欲防治病蟲不同，調整飛行速度，每次約可噴灑3～5分水稻田區(圖4)，確實可節省噴藥時間，對於高齡稻農在湛水期間不需至田裡作業，更是一大福音。無人機噴藥與任何動力噴藥相同，容易遭遇藥液飄散等問題，現行無人植保機進行藥劑防治，多採用定量噴藥系統(已有些可變量噴藥機型問世)，對於無人機飛行速度、旋翼氣流、霧滴飄散等影響還未完全有效克服，導致農藥浪費甚至臨田汙染等問題，如何增加噴藥效率甚至對靶噴藥，達到精準噴藥的作業要求，以減少農藥使用量，也是目前研究人員亟需解決的問題。

圖4. 無人植保機執行水稻噴藥作業情形

UAV於水稻天然災害勘查應用

近年來受到全球氣候變遷影響，颱風、暴雨等極端氣候災害頻繁，不僅使農民財產損失，政府更須花費相當多人力，針對災害發生情形及相關災害補償進行鑑別及判定，不僅耗費時間與人力資源，更易造成紛爭。106年5月間農委會修正的「農產業天然災害救助辦法」，第5點第2項提出「農產業災情實地勘查認定，以攝影、照相或數位化工具先行影像存證，另得以科技工具輔助勘察」。因此，現場災損情形未來將有機會透過UAV航拍影像分析後所產生的災損判釋成果，提供農損查報所需的空間輔助圖資，以協助地方人員進行勘災作業並加速災後復耕。

結　語

隨著UAV技術發展，其操作門檻與成本會越來越低，在農業上的應用也將越來越廣泛，為因應農業人口減少，開發UAV於農業上更有效率的應用方法，為各研究單位農業專家需持續研究與努力的方向，未來可多元利用農業UAV系統來推升農業生產力，邁向高效率、安全與低風險的新農業時代。

1 農藝研究室　助理研究員　(08)7746734　3 植保研究室　助理研究員　(08)7746757
2 農藝研究室　助理研究員　(08)7746732　4 植保研究室　研究助理　(08)7746761