

當老農遇上新科技— 以無人機解決農業缺工問題

王仕賢 行政院農業委員會科技處處長

黃文意 行政院農業委員會科技處研究發展科科长

楊舒涵 行政院農業委員會科技處研究發展科技正

壹、前言

世界各國戮力將跨域新興科技導入農業應用，加速農業轉型，其中無人機早期為戰略需求，開發應用於軍事用途，美國為全球最大市場，隨資通訊等技術進步與發展，應用範圍包含：蒐集地理資訊、國土安全監控，設施檢查、警政巡邏、噴灑農藥、農田測繪、林務及災害勘查等，現今無人機已多元應用於空中觀測與攝影等民生商業用途。另根據研究 Ipsos Business Consulting Analysis (2018)、國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心科技產業資訊室(2018)、台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理(2019)指出，到 2025 年農用無人機市場將達 37 億美元，約佔整體無人機市場 8 成左右，經濟影響力將達到 300 億美元。

近年來，臺灣由於農村人口老化，2018 年我國農業從業人數約 56.1 萬人，僅占全國就業人口 4.9%，農民平均年齡約 63 歲（資料來源：行政院農業委員會統計年報），從

事農業人力大幅短缺，農業生產力受到嚴重衝擊，故農委會推動智慧農業計畫，將跨域科技導入農業應用，其中無人機技術，可以大幅提高農業生產效率，減少對生態的衝擊。無人機幫助農民以更即時、更低成本，與更少的勞動方式進行農業生產；對政府單位而言，採用無人飛機，可對當地的農業做最完整的監控與認證，最後達到改善農民生計、對環境更友善，與提供消費者少農藥及化肥農產品的多贏局面。

貳、無人機於農業應用發展

一、發展趨勢

(一) 美國

PrecisionHawk 公司，成立於 2010 年，總部位於美國北卡羅來納州羅利，原本是一家農業無人機代售商和利用無人機提供空中路徑計算及數據評估解決方案的初創企業。發展

至今已成為美國最大的農業數據分析提供商之一，專注於農業遙感圖像的處理和分析。

AeroVironment 公司，成立於 1971 年，總部位於美國加州蒙諾維亞。從事開發、設計、生產、支援及經營無人機系統（UAS）與高效能系統（EES）。近期則推出一款可用於農作物監控的無人機 Quantix。

（二）瑞士

Gamaya 公司於無人機上安裝光譜影像相機，將相機結合了遙測、機器學習和作物科學技術。此相機也可以安裝在輕型飛機上。其原理是使用機器學習通過獲取的圖像與其數據庫中的圖像進行比較，並使用顏色分配特定條件來將成像數據轉化成信息。

（三）中國大陸

大疆公司 2006 年成立，針對農業的產品包含農業植保機 MG-1、MG-1S、MG-1S RTK、MG-1S Advanced、MG-P、MG-1P RTK 與 T16 等型號。2017 年時則曾與美國陶氏益農（Dow AgroSciences）簽訂合作備忘錄，成為研究、推廣、銷售合作夥伴，計劃共同研發無人機專用藥劑。

（四）日本

NTT 集團在日本福島縣南相馬市選擇 8 公頃土地進行實驗，結合日本的準天頂衛星（QZSS）、無人機、人工智慧（AI）、大數據、以及各種農藥技術，在 2019 年 4 月～2021 年 3 月之間進行 3 年實驗，以耗時減少

30%、收穫增加 30% 為目標。這次合作之智慧農業經營服務方案，主要驗證 3 種服務的效率：作物成長診斷與肥料調整、70 種病蟲害狀況診斷與對應，以及病蟲害預測與預防。

日本 OPTIM 公司成立於 2000 年，已開發出「精準農藥噴灑技術」的新型 AI 系統，能利用無人機所拍攝的照片，找出受到病蟲害的熱點，此外還能運用無人機將農藥精準施用於需要施藥位置。

二、國內發展與應用概況

（一）農政管理

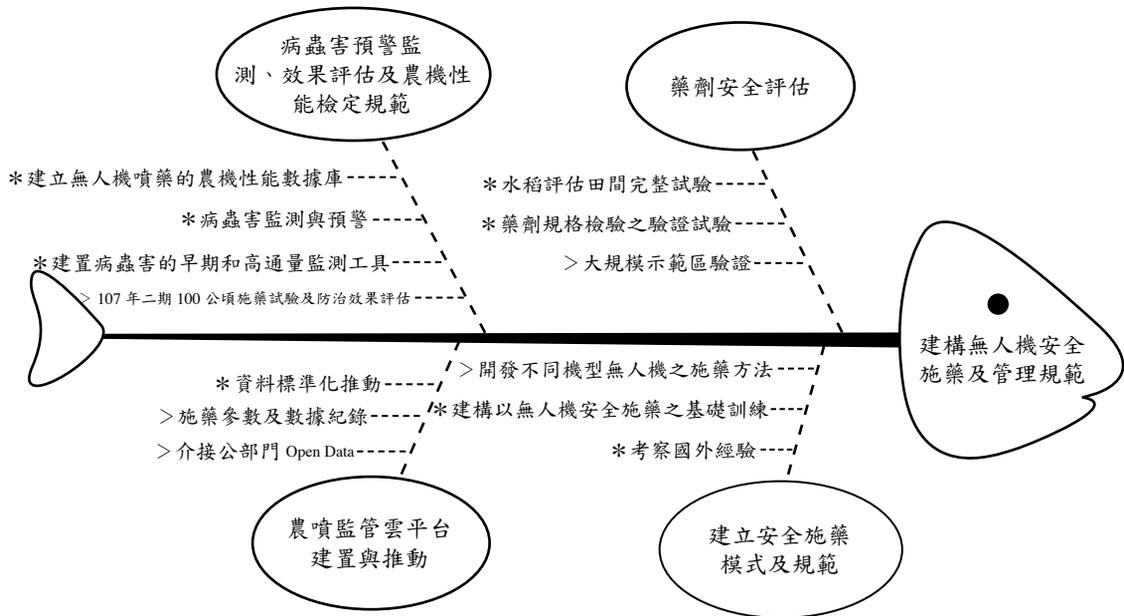
以無人機影像拍攝，應用林政案件蒐證（防止山老鼠）、漂流木、森林火災初步探勘、森林資源及堰塞湖監控等業務。遠洋漁船利用無人機進行漁群勘查，協助打撈作業；進行養殖勘災及管理提升效率等。衛星影像配合無人機進行空間資訊蒐集，提供影像加值應用，利用空拍影像所產製之 DSM 成果，影像（正射）處理後，配合其它相關圖資進行比對，以提供初步分析判釋，可用於山坡地水土保持查報違規應用等。

（二）植物保護

農藥噴灑對於農民來說健康風險高、耗時、耗力。以水稻而言，過去傳統背噴藥機噴灑 1 公頃稻田需花費半天的時間，而相較傳統施藥方法，使用無人機一公頃稻作噴灑只需 20 分鐘就能完成。為解決國內無人機應用於作物病蟲害管理尚缺完整評估藥劑安全

性及其適法性問題，農委會整合研發能量提升無人機農噴產業鏈之應用潛力，進行以水稻為示範之各面向計畫研究，包含：1、藥劑面：完整安全評估無人機水稻藥劑；2、技術面：建構無人機病蟲害監測及預警與研擬農機性能測定基準；3、法規面：研擬無人機施藥技術規範；及 4、管理面：建構無人機農

噴監管平台。2019 年，以臺南市至少 100 公頃水稻田為試驗場域，同步研究藥劑的安全評估及施藥條件，建立省工且安全的無人機施藥模式，研擬無人機農噴管理所需之技術規範及農機性能測定基準，一併解決無人機農噴應用的迫切問題。



(註) 科技成熟度標注說明：
 +：我國已有之產品或技術
 *：我國正發展中之產品或技術
 >：我國尚未發展中產品或技術

圖 1 建構無人機安全施藥及管理規範重要科技關聯圖

資料來源：農業藥物毒物試驗所提供

(三) 應用無人機進行勘災作業

農委會著手利用科學化的工具，在水稻、香蕉、玉米等高莖作物的倒伏勘災作業運用無人機與地理資訊系統，於 2016 年首次於尼伯特風災後，進行利用無人機協助臺東地區釋迦災損勘災效率可能性研究，緊急協調申請空域進行航拍。並快速調動人員進行現地調查收集必要的資料，迅速建立災損的影像

判釋模型，配合現調的進度而擴大災損判釋面積與精準度，快速列出災損比率的地籍資料清單。後於 2019 年首採無人機拍攝認定豪大雨旗美地區水稻倒伏勘災損比例，試辦以無人機勘災且做為現金災害救助的依據，全部作業時間共 15 天，節省農民等候勘災的時間，並得以即早進行復耕。

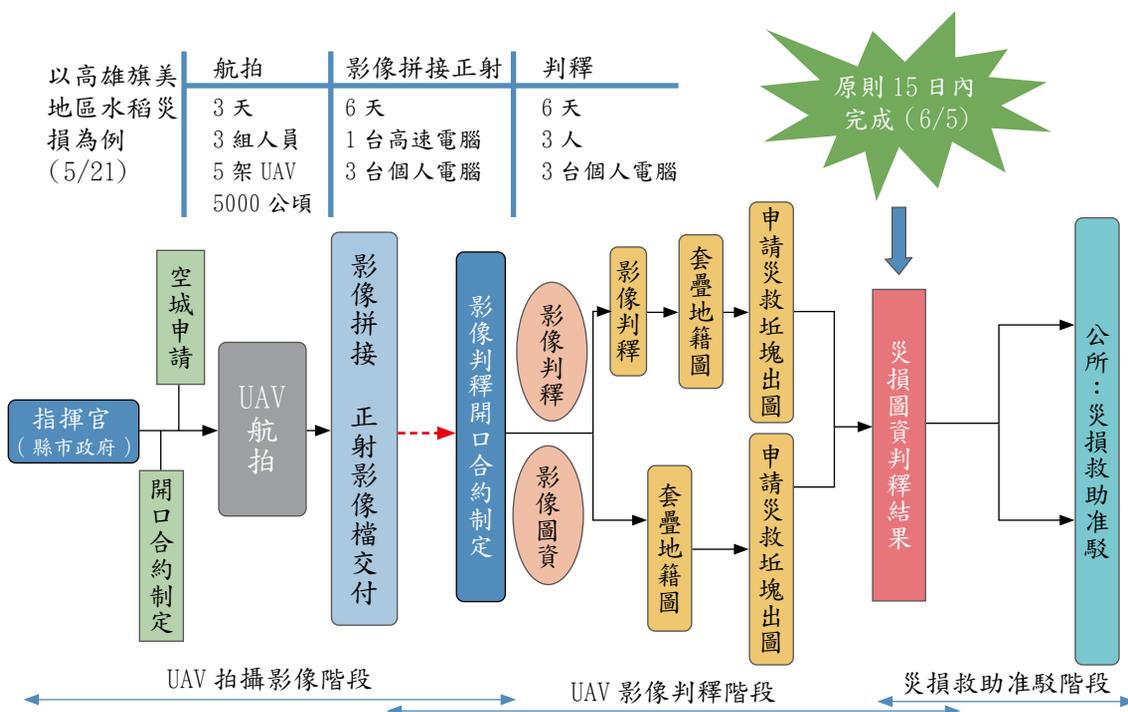


圖 2 無人機水稻倒伏勘災的精進流程

資料來源：農業試驗所提供

(四) 應用無人機進行農業生產管理監控

1、養殖漁業水質監測

農委會研究團隊開發無人機自動巡航水質檢測系統規劃搭載相機並安裝三種以上水質參數監測系統，可拆裝水面停留起降輔助

載臺 1 套及遠距控制系統、GPS 導航點自動飛行、一鍵返航、環繞定點模式，可減少至養殖場巡視監控，達到省工效益。

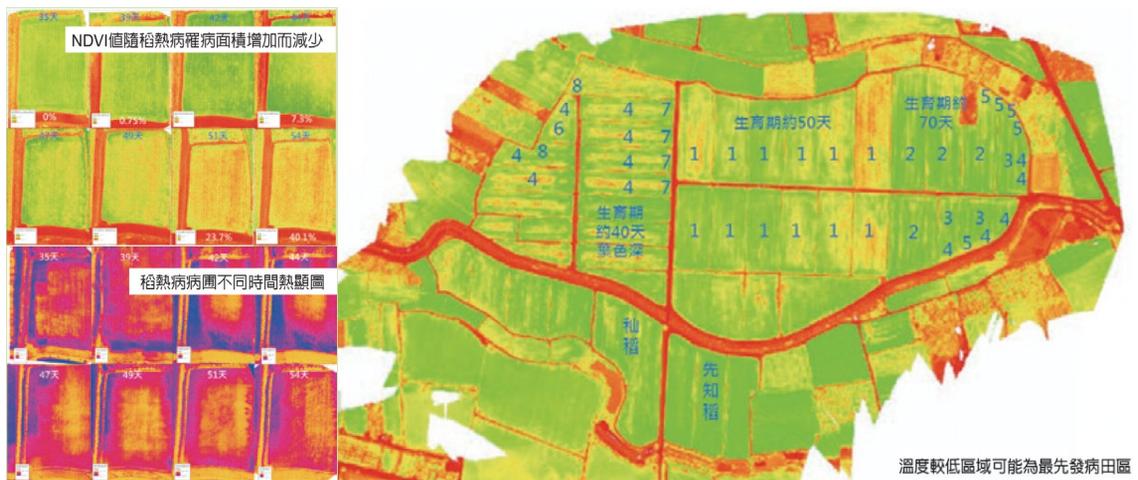


圖 3 無人機於稻熱病發生區域預警研究

資料來源：高雄區農業改良場／國立屏東科技大學提供

2、稻熱病智能化預警監測研發

全世界稻作栽培區域中，由真菌類病原所引起的稻熱病（Rice Blast）是諸多水稻病害種類中最为普遍且嚴重的問題，每年約造成 30% 產量的歉收。在臺灣，每年平均發病面積約 2 萬公頃，嚴重影響產量及農民收益。因此，農委會近年進行相關防治研究，以無人機進行田區微氣候觀測，推測稻熱病發病熱區，並配合團隊研究特定預警光譜，進行稻熱病（罹病度 1% 下）預警，以及早進行精準防治。

3、水稻營養狀態預測模式建立

水稻葉色濃淡、葉綠素含量與植體氮素含量具有高度相關性。近年來，各農業改良試驗單位多推廣利用葉色板快速判斷植株營養狀態，惟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，且大面積水稻田難有效管理，因此農委會研究團隊，利用無人機搭載多光譜相機，拍攝不同施肥等級水稻，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，未來可以用於大範圍田區作為施肥管理依據。

參、結語

目前無人機可協助農田作物的栽培面積抽樣調查，掌握敏感作物的生產動態及災害農損的調查，亦可應用於農噴業務，取代人員施噴，減少地面施噴對農夫或施噴業者之人體危害，並透過昆蟲、植病及農工專家合作，建立無人機噴藥作業的最佳化操作試驗，提供農民運用無人機噴藥之依循，同時達成農藥減量及防病蟲害之效果。未來將於無人機上整合監測及農噴功能，使無人機自動找尋病徵進行農噴防治，對於缺工、友善環境及食安問題，智能化無人農噴機將會是最適切的解決方案。我國更將持續投注於新技術的開發研究，將無人機導入物聯網及邊緣計算能力，甚至可由中央電腦系統自動安排航班，分析農作物生產狀況，再由機器人填充農藥肥料，自動執行飛行至特定區域噴灑，讓農業生產變得更智能、更有效率、更環保。

聯合國世界糧農組織（FAO）與國際通訊聯盟（International Telecommunication Union）於 2018 年出版「無人機在農業上的利用」專刊，說明世界各國透過無人機結合衛星、全球定位系統（GPS）、物聯網（IoT）、人工智慧（AI）及無線感測網路（WSN）等智慧技術，進行全方面農業應用研究與發展。在各國相關研究中，無人機法規制定及實行為各國所面臨之一大挑戰，南非共和國首先於 2015 年 7 月制定並通過無人機駕駛之法規，各國對於法規制定與管理均一致認同無人機應註冊並保險，且操作者須有證照，希望能藉由法規及妥善管理使無人機能在農業應用中發揮最大效益。

除法規制定外，專刊亦列舉世界各國發展中案例：國際稻米研究所（IRRI）亦透過民

間參與公共建設方式，發起降低稻米製作戶或小農之風險計畫，主要於東南亞國家運作，透過稻米衛星監測系統（SRM），並結合遙感、作物生長模型和資訊與通信技術（ICT），可提供即時與精確的稻米生長資訊、產量以及受到生物或非生物造成之損害；德國 SAP 公司開發無人機相關軟體，可透過平台繪製飛行地圖，並提供所收集圖像之分析數據，實際解決農業上的問題；印度透過無人機進行作物健康情形分析及早期偵測，人工林之數量及高度偵測、面積與體積之估算，並透過無人機監測推動野生動物保育，另為加速該國農作物保險計畫之農民申請理賠，除使用目前對農作物產量估算所採用之「農作物切割試驗（CCE）」外，擬透過無人機結合 AI、衛星遙感數據等技術優化 CCE 位置，不僅提供作物面積圖外，亦能指出作物狀況。

此外，東南亞受到自然災害（地震、洪水、颶風及乾旱）風險最高之一的緬甸，亦透過無人機進行即時動態定位技術（RTK）及全球定位系統（GPS）進行先導測試，進而提高地理資訊系統（GIS）之可信度及成本效益，應用於農業災害風險管理、土地利用和自然資源管理；巴拿馬透過無人機進行原住民社區森林監控計畫，除提供自然資源、生物多樣性及環境健康等資訊外，亦可使用無人機所收集之訊息阻止或回報非法砍伐樹木，監控森林火災之發生、作物收成及水資源等。

未來期待藉由無人機搭配影像系統、噴藥系統或即時分析等新興智慧技術，進行農業生產場域智慧即時監測與控制，減少農漁畜各產業現場人員巡視及操作等時間，提高農業生產效率，解決農業缺工問題。