

開發資通訊技術，臺灣農業再升級

無人機應用於林業保育： 既有成果及後續發展重點

劉俊毅¹ 吳立德¹ 彭麗文¹ 向韻如¹

壹、前言

無人飛行載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）又稱為無人機，相關應

用可謂現今熱門新興產業，其具備高機動性及可低空雲下拍攝等特性，可結合各類感測器進行航空攝影或即時影像回傳，而產製之影像藉由地理資

| 註 1：行政院農業委員會林務局。

訊系統及影像分析技術，得補足部分林地工作人力及降低人身安全風險，獲得相當程度之資訊準確度及提升效率，如整合其他無人機系統軟硬體設備，亦可能就局部地區進行大面積影像資料搜集。然科技絕非萬能，UAV 各式機型在飛行方式、重量大小、續航能力等均不同，各有相對較適合之實務應用面向，如能掌握 UAV 本身及所搭載之感測器或其他工具，瞭解其特性、知識技術發展和適用範圍與限制，將有利於林務工作相關應用。

貳、UAV 應用成果概況：旋翼機部分

一、應用 UAV 建立立體森林護管機制

為健全森林保護管理，行政院農業委員會林務局（簡稱林務局）研擬建立立體森林護管機制，以 UAV 結

合航空攝影、地理資訊系統以及影像應用技術，輔助過去以人力為主之林地巡護、森林火災防護及各項業務勘查等工作，運用現代科技，突破傳統人力之限制，達到對林地管理、森林保護及野火等進行即時、有效之監控管理，提高森林護管效率。

林務局於 106 年初進行為期 6 個月初步試辦計畫，藉以評估及瞭解小型 UAV 結合航攝影像等應用森林護管之可行性，未來小型 UAV 將以專責人力及任務導向為執行原則。

自 106 年至 108 年 8 月底止，總計利用 UAV 執行面積為 16,405 公頃，應用層面包括：配合檢警執行森林火災、天然災害、盜伐及濫墾蒐證等林政暨國土保護案件；租地、造林地、礦區、濫墾及盜伐現場勘查測繪；林地變異點調查；貴重木及森林資源

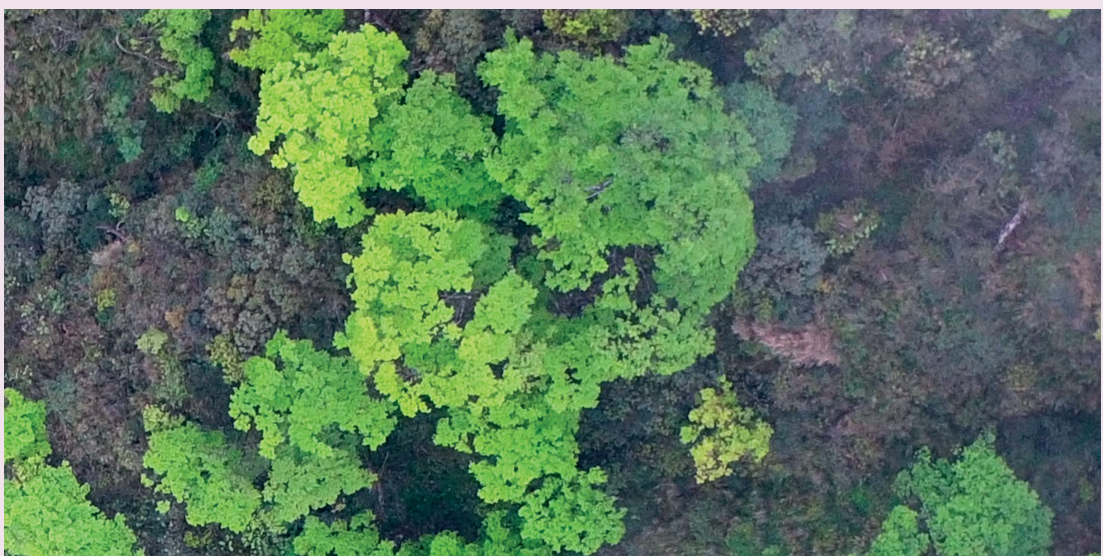


圖 1. 106 年春季臺灣水青岡。

調查；保安林及林野巡視；保安林災害及非營林樣態監控；火場監測及災後勘查；海岸林監測、漂流木清查、崩場地勘查；護野鳥專案；育樂業務或遊樂區工程勘查等空拍任務。

二、宜蘭縣大白山區臺灣水青岡分布調查

臺灣水青岡為目前「文化資產保存法」法定 4 種珍貴稀有植物之一，其中位於大白山區之種群是臺灣目前發現位置最東、海拔最低的分布地點。由於當時已發現部分水青岡鄰近礦場，為提供未來保育與礦業之施政參考，於 106 年春季利用水青岡新葉與其他樹種色澤之差異（圖 1），進

行水青岡於該山區分布位置調查（圖 2），並持續監控物候狀況，以進一步保育大白山區臺灣水青岡種群續存。

三、連江縣熱感影像拍攝試驗

林務局於 107 年前往連江縣諸島，利用熱成像相機拍攝島上梅花鹿、燕鷗等不同物種、不同拍攝時間之熱影像，判讀成效分析。初步成果顯示熱成像相機對動物種類的偵測能力以大型哺乳類動物效果較明顯（圖 3），鳥類推測因羽毛保溫效果，無法讓體溫外溢而不易被偵測出（圖 4）。

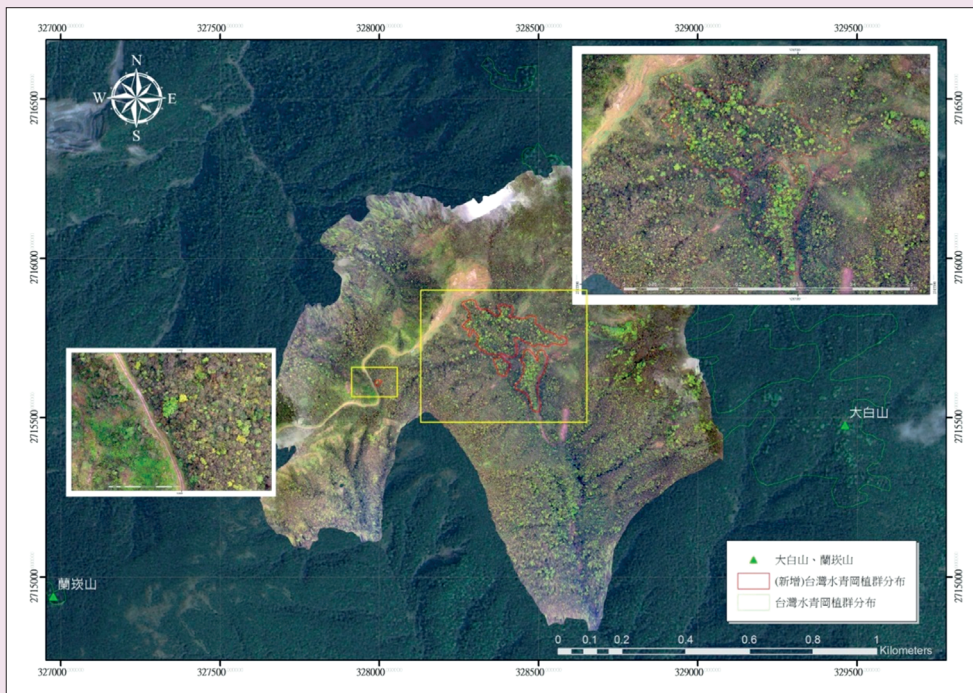


圖 2. 106 年春季臺灣水青岡分布範圍。

四、崩塌地應用無人機播種植生工法 技術研發試驗性研究

林務局委託試驗研發混合不同植生基材，製成適用於 UAV 播種之植生粒劑，並透過播種載具裝置於崩塌現地進行 UAV 播種試驗，希藉此達到植生導入與植生復育。後續並透過影像拍攝、NDVI 植生指標與現地調查進行試驗結果驗證，以評估該工法於崩塌地之植生復育可行性。

(一) 植生基材及種子材料

因 UAV 承載重量限制，選用的植生基材特性應盡量以輕質、保水、經濟等為主。經考量評估後，植生基材為培養土、黏質壤土、緩效性肥料、團粒化劑及碎紙纖維。

而崩塌地應用之種子材料，以易取得、儲藏與搬運，施工經費便宜，並可於短期間



圖 3. 以可見光（左）及熱感（右）拍攝大坵島上梅花鹿。

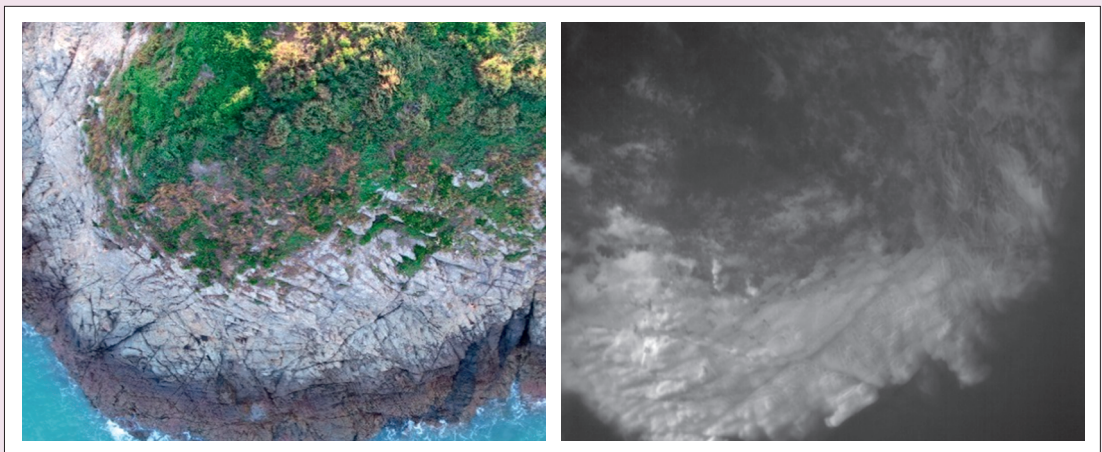


圖 4. 以可見光（左）及熱感（右）拍攝蛇島上燕鷗類。

達到植被覆蓋等特性，適合做為廣大面積快速綠化以促進植生演替之種子材料。

(二) UAV 播種成果

試驗於 107 年 4 月及 6 月，共擇 3 處崩塌地（太平山事業區第 77 林班、大甲溪事業區第 8 林班及濁水溪事業區第 22 林班）內各約 0.2 公頃之崩塌面積，進行 2 次 UAV 空中植生播種，經 1～2 個月的生長期後進行觀察，現地發芽的情況良好，植生覆蓋率約在 10%～15% 之間（圖 5）。

雖 5 月因汛期豪雨影響，部分植生粒劑遭受掩埋，但經現地調查其下邊坡之粒劑，植生粒劑內部之草本種子發芽率達 70%，木本則超過 50%，可見粒劑於惡劣環境下仍可能順利生長。倘若該工法能配合播種時機與適當環境條件，對於崩塌地之植生復育，應具有相當之可行性。

參、UAV 應用既有成果：定翼機部分

林務局農林航空測量所於 108 年初正式以「熊鷹」作為第一款國產定

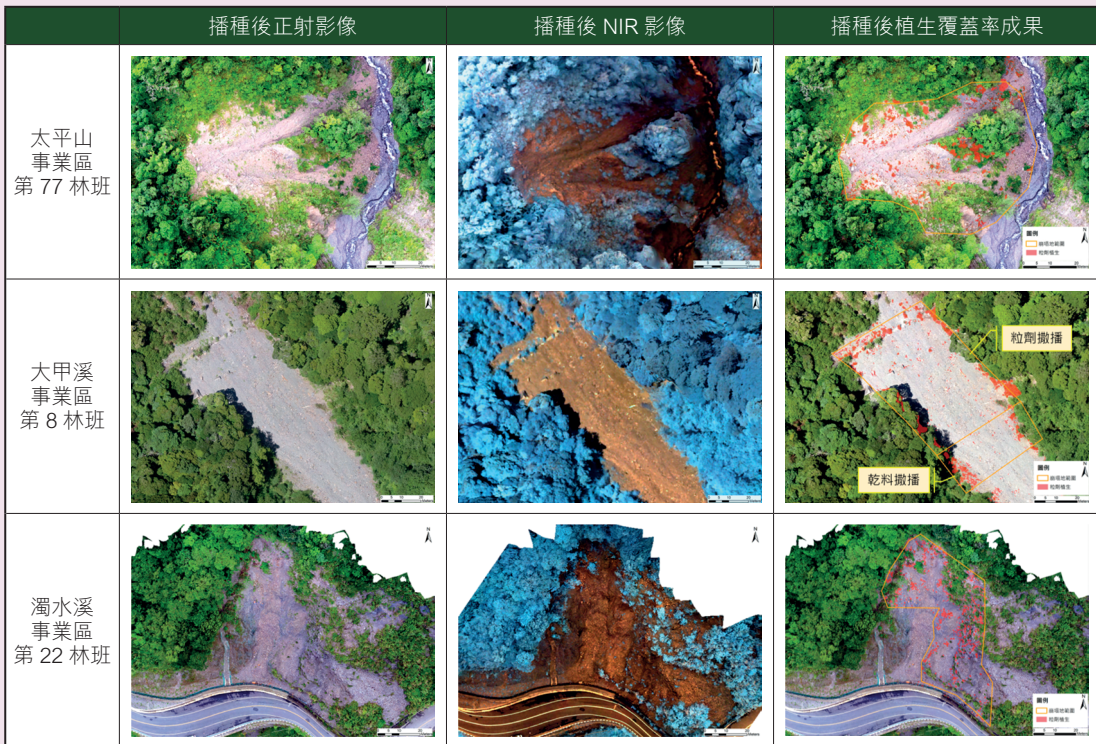


圖 5. 播種後正射、NIR 影像及植生覆蓋率成果。

翼型無人機的名稱，投入林務局臺灣中低海拔地區之國土生態熱點、租地補償收回及行政院農業委員會農糧署甘藍菜面積調查案件攝像作業，機上搭載量測型數位相機，可針對林務局之保育與林政需求，機動提供高解析度、高精度之航照影像。

考量國土生態保育之迫切所需，對目前已建置有限無人機任務規劃，著重拍攝臺灣中低海拔地區之國土生態熱點影像，提供定位、環境變遷、追蹤及調查之用，使發揮其獲取影像與偵測性能，多時期影像滿足變遷分析目的，使臺灣綠色生態系統更為健全。

全年度預計將完成 35 架次任務，拍攝約 875 平方公里（87,500 公頃）之高解析度影像，提供定位、環境變遷、追蹤及調查之用，另於汛期期間亦可視災害程度辦理緊急航拍任務，即時傳輸重點區域之災後影像，透過影像比對、判釋及分析災損程度，以利政府應變決策，降低災害造成之影響。目前執行任務成果如圖 6 和圖 7。

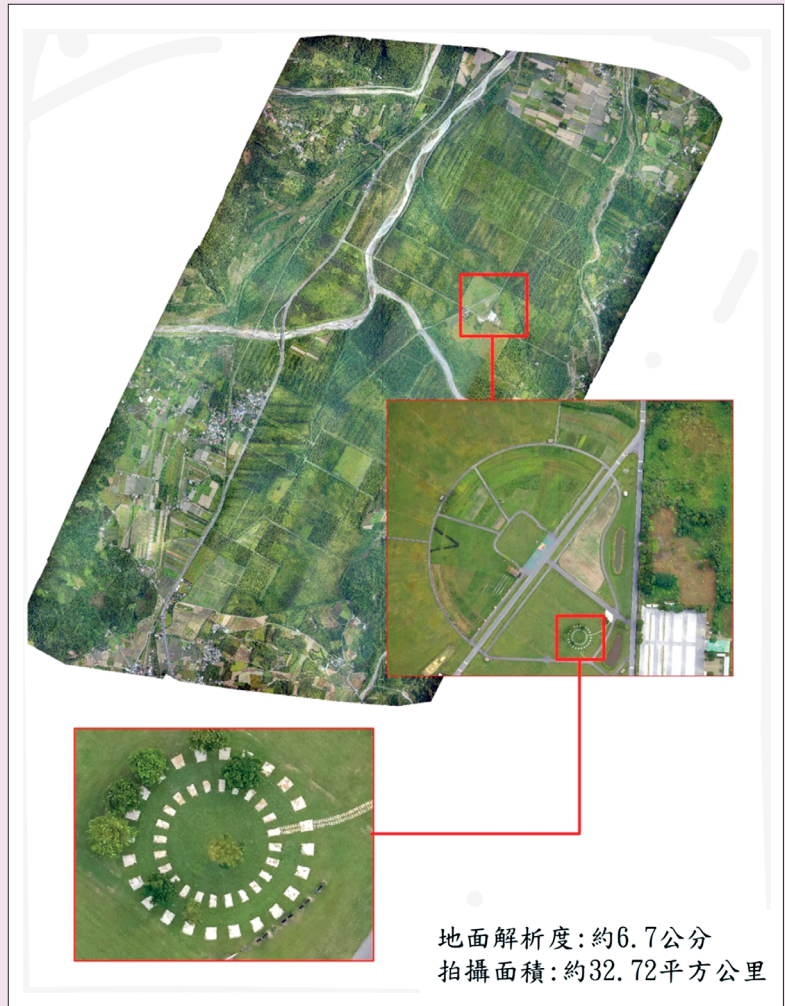


圖 6. 花蓮縣光復鄉大農大富平地森林園區無人機正射影像。

肆、後續發展重點

一、小型 UAV 旋翼機於林務局林地管理實務上，以專責人力應用於機動性、即時性之需求，如災後即時現勘、火源火場控制，以及特定目的用途如林政案件蒐證、林地超限利用、租地、礦區勘查、造林預定地、山坡地崩塌狀況及土石堆積情形、治山防洪工程監控、海岸造林地調查、資源調查等，因任務制宜，以簡化工

作，協助業務推行之時效性。此外亦將協助進行野生動、植物相關調查，以及崩場地植生工法應用評估。崩場地應用無人機進行植生復育，具有相當之可行性，但因該工法為初步試驗階段，後續仍將持續監測，未來研究在植生粒劑方面，目前因草本原生物種原尚無法量產，將評估後續量產可能性，並導入原生草本植物於植生復育。

二、在中、大型 UAV 定翼機部分，



圖 7. 苗栗縣造橋鄉石虎陸殺熱區正射影像（地面解析度約 7 公分）。

則持續朝向完善與擴充圖資服務供應鏈，並規劃多元感測器設備（如熱感攝像機）及圖像傳輸設備等，逐步投入現有無人機執行空拍任務，目前主要任務以一般航拍及環境監測作為主要指標作業。未來將建立標準航拍及製圖作業流程並提升無人機執行架次。屆時發揮無人機機動能力，搭載中像幅感測器、熱掃儀、熱成像相機執行機動任務，提供保育、林政的即時監控需求，可鎖定生態熱點目標區執行多尺度、多時期任務，亦可能在汛期災害中搭配數據鏈圖像傳輸網絡，發揮緊急勘災之作用，以期達到調查判釋及專業航拍任務進入有人機與無人機雙軌作業。

伍、結語

UAV 應用於林業及保育工作，就現階段普遍機型、重量、續航力而言，適合應用於調查地點之距離短但人員卻無法到達之情形，輔助如林火區域勘查、崩塌地調查、造林成果調查、林地管理巡護、野生動物調查等。由於目前 UAV 仍處於快速發展階段，機型、功能變化快速，適合之感測器更處於多樣化發展的階段，造價、功能各異，並無法以單一機種推廣至林務業務使用，須視任務需求，考量相關限制因素（起降場、拍攝解析度、作業規模、作業模式、採購、維護經費等），選擇適合機型輔助，以真正發揮作用。

