



專題演講 1

無人機運用在臺灣智慧農業

主講人：陳吉昌



107年中華植保學會大會
107年11月30日

無人機運用在臺灣智慧農業

簡報大綱

- 前言
- 台灣農業目前經營的困境
- 利用無人機提供精準農業管理
- 無人機搭載高光譜影像分析與應用
- 民航局公告~遙控無人機規範
- 無人機噴灑農藥需辦理相關登記
- 無人機噴灑農藥技術門檻
- 台灣無人機噴藥的市場分析
- 結論

前言

台灣智慧農業4.0、無人機將扮演重要角色

- 現在人類已達72億人口，預估2050年，地球上會有96億人，糧食問題是人類急需克服挑戰的難題。
- 智慧農業、精準農業、友善農業已經是現代農業發展的趨勢、台灣農業經營結構急需進行調整，重新整合農地經營面積、跳脫過去經營農業必須靠密集勞動力的模式、利用無人機協助專業農民進行農業智慧化管理，將可以帶動台灣農業轉型、提升農業競爭力。
- 現代科技跳躍式進步中、無人機結合AI人工智慧、未來將改變農業生產作業模式、目前無人機已經開始應用在智慧農業農作物種植前土壤分析、生長期養分分析、病蟲害定期監測分析、播種、施肥、農藥噴灑、或代替蜜蜂給花朵授粉---等智慧農業工作。

台灣農業目前經營的困境

- **台灣農業經營的現況：**台灣農地單位面積小、種植的作物種類繁多、農村勞動力人口快速老化中、缺工嚴重、工資上漲，加上台灣高溫多濕的氣候環境、農作物病蟲害發生又比較嚴重、年輕人即時有意願從事農業經營、但多數人仍不太願意親自去執行噴藥工作，雇工噴藥也愈來愈困難、尤其是種植在山坡地上的農作物噴藥、施肥等工作困難度愈來愈高，造成年邁農民休耕、廢耕比率愈來愈高，台灣高山農業經營面臨逐漸休克的困境。

利用無人機提供精準農業生產管理

- 利用無人機搭載多光譜相機、可提供農夫判斷農作物灌溉問題、觀測農作物生長發育情形、土壤差異、監測是否有病蟲草害、甚至農作物的播種、施肥，農藥噴灑、或代替蜜蜂給花朵授粉---等工作
- 採用無人機搭載高畫素相機/紅外光相機，定期進行農作物拍攝影像勘測。再將影像結合，可創造出時間序列動畫，不但可以顯示農作物的生長變化，健康和 unhealthy 植物差異的圖像，一般憑我們肉眼並無法察覺這些差異，也可顯露出問題點和機會點，以做為農作物管理參考
- 無人機搭配多光譜相機加上套裝電腦分析軟體、未來將會是智慧農業的標準配備(農民耕種面積達2甲以上時、亦可委託智慧農業顧問公司協助監測與管理)

無人機協助農民智慧經營農業的項目

- ◎ 無人機將是持續農業生產的支柱，讓農業管理更容易。
 - 土壤養分及灌溉水分析：氮、磷、鉀、鈣、硫、鎂、水分
 - 作物葉片養分分析：氮、磷、鉀
 - 病蟲害監測分析：稻熱病、紋枯病、飛蟲、蚜蟲、紅蜘蛛、紅火蟻、老鼠---等
 - 播種：水稻直播田、綠肥
 - 施肥：噴灑肥料
 - 農藥噴灑：噴灑農藥
 - 代替蜜蜂給花朵授粉：噴灑花粉
 - 環境消毒：大面積農場、牧場消毒
- ◎ 全球各地的農民大家都在優化生產模式，面對有限的農業資源，固定的作物生長時間和不可控制的天氣條件---等限制下，盡可能去提高田間智慧管理工作，提高品質與產量。

多光譜 波長頻譜



- (一) 可見光，波長範圍約為 0.4 ~ 0.7 微米 (μm)。
- (二) 除了可見光之外，還有一些光線是人眼感受不到的，如波長比可見光還短的 γ 射線、X 射線、紫外線，以及波長比可見光還要長的紅外線、熱紅外線、無線電波等，這些光線通稱為輻射線。
- (三) 一般光譜儀記錄的光譜波長範圍大約在 0.4 ~ 2.5 微米之間，也就是記錄可見光、近紅外線及部分短波紅外線範圍的光譜反射量。
- (四) 記錄時因取樣間隔可以從 1 奈米 (nm) 到 10 奈米，也就是光譜波長的取樣點數 (簡稱波段) 可以從兩百多個到兩千多個，而把每一個波段的光譜反射量連起來便形成所謂的光譜曲線。
- (五) 傳統的遙測技術因波段數只有 3 ~ 7 個，因此稱為多光譜遙測，這些波段範圍大都在可見光及近紅外線上。
 1. 我國自行研發的福爾摩沙衛星二號就是屬於多光譜遙測衛星，它的 4 個波段分別是藍色波段 (0.45 ~ 0.52 μm)、綠色波段 (0.52 ~ 0.60 μm)、紅色波段 (0.63 ~ 0.69 μm) 及近紅外線波段 (0.76 ~ 0.90 μm)。
- (六) 新近的「成像光譜儀」可以獲得數十至數百個較窄的波段資料，含有豐富且細緻的地物光譜反射資訊，稱之為高光谱影像。

無人機搭載多光譜相機



民航局~遙控無人機規範

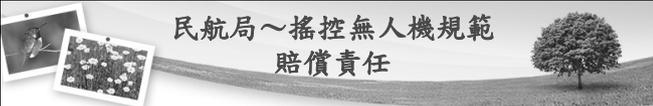
(修正日期: 民國 107 年 04 月 25 日)

- **遙控無人機，所有人應辦理註冊：起飛重量 250 公克以上必須辦理**
- **操作人應經測驗合格：由民航局發給操作證後 (飛行駕照區分小型機及大型機)，始得操作**
- **距地表高度不逾四百呎之區域：由直轄市、縣 (市) 政府依公益及安全之需要，公告遙控無人機活動之區域、時間及其他管理事項。**

民航局~遙控無人機規範

- **從事遙控無人機飛航活動應遵守下列規定：**
 - 一、遙控無人機飛航活動之實際高度不得逾距地面或水面**四百呎**。
 - 二、不得以遙控無人機**控製或噴灑任何物件**。
 - 三、不得**裝載依第四十三條第三項公告之危險物品**。
 - 四、依第九十九條之十七所定規則之操作限制。
 - 五、不得於**人群聚集或室外集會進行上空活動**。
 - 六、不得於**日落後至日出前**之時間飛航。
 - 七、**在目視範圍內操作**，不得以除矯正鏡片外之任何工具延伸飛航作業距離。
 - 八、操作人不得在**同一時間控制二架**以上遙控無人機。
 - 九、操作人應隨時監視遙控無人機之飛航及其周遭狀況。
 - 十、應防止遙控無人機與其他航空器、建築物或障礙物接近或碰撞。
- **政府機關 (構)、學校或法人經檢具有關文書向民航局申請核准者，得不受前項第一款至第八款規定之限制。**
- **前項政府機關 (構)、學校或法人，從事核准之遙控無人機飛航活動前，應向民航局申請許可；其涉及第一項第五款之限制者，應先取得活動場地之直轄市、縣 (市) 政府及相關中央主管機關之同意。**

民航局~遙控無人機規範 賠償責任



- **第 99-15 條 操作遙控無人機而致他人死傷，或毀損他人財物時，不論故意或過失，遙控無人機所有人應負賠償責任；其因不可抗力所生之損害，亦應負責。自遙控無人機上落下或投下物品，致生損害時，亦同。**
- **遙控無人機所有人將其遙控無人機交由他人操作所生之損害，由所有人及操作人負連帶賠償責任。**

民航局~遙控無人機規範 罰則



- **遙控無人機之所有人或操作人有下列情事之一者，由民航局廢止其操作證，並處新臺幣三十萬元以上一百五十萬元以下罰鍰，並得沒入遙控無人機：**
 - 一、於禁航區、限航區及航空站或飛行場四周之一定距離範圍內從事飛航活動。
 - 二、逾距地面或水面高度四百呎從事飛航活動。
- **所有人或操作人有下列情事之一者，並處新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰；情節重大者，並得沒入遙控無人機：**
 - 一、未領有操作證而操作遙控無人機。
 - 二、未投保或未足額投保責任保險而從事遙控無人機活動。
- **處新臺幣三萬元以上十五萬元以下罰鍰；情節重大者，並得沒入遙控無人機：**
 - 一、違反有關遙控無人機註冊或標明註冊號碼之規定。
 - 二、違反有關直轄市、縣 (市) 政府公告之區域、時間及其他管理事項之規定。
 - 三、違反有關遙控無人機飛航活動應遵守之規定。
- **違反有關辨識別、檢驗、認可、維修與檢查、飛航活動之活動許可及內容、製造者與進口者之登錄及責任、飛航安全相關事件之通報等事項規定者，禁止其活動，並處新臺幣一萬元以上一百五十萬元以下罰鍰；情節重大者，並得沒入遙控無人機。**



無人機噴灑農藥 需辦理相關登記

- 成立公司法人登記
- 無人機所有人向民航局辦理登錄註冊
- 操作人向民航局申請考飛行操作證照
- 操作人必須具備農藥代噴人員證照
- 辦理法人從事代噴農藥申請
- 噴藥之前、要先向直轄市、縣（市）
政府及相關中央主管機關、申請同意
- 聘任專業植物醫生協助病蟲害鑑定
- 購買適合無人機噴撒使用的推薦農藥

無人機噴灑農藥 技術門檻

- 對症用藥的技術問題
- 藥劑專業問題
- 噴霧參數及噴嘴的技術問題
- 無人機性能及智能化
- 操控無人機的專業人員培訓
- 噴藥前的藥效及藥害專業測試

無人機噴灑農藥 技術門檻 對症用藥

植物醫生協助專業鑑定

- 農作物病蟲草害的預防、鑑定、防治，是一門專業的深奧學問，專業的植物醫生對症用藥、才能確保無人機施藥有效性，達到預期防治的效果
- 所以農作物栽培管理、未來需要整合農業技術專家及器材、資材——等相關服務人員，透過此團隊的協助，提供農友正確資訊、精準的施肥用藥、有效提高農作物品質及產量

無人機噴灑農藥 技術門檻 藥劑問題

- 現有的農藥一般劑型、大多數不適合無人機空噴使用。
- 農藥法規規定、空噴的農藥ULV劑型(超低容量劑)必須取得登記，目前有登記的ULV劑型產品僅9種水稻老藥劑(共43支許可證)、這些舊產品無法滿足目前農作物防治病蟲害使用需求
- 一般農藥SP、WP、EC、SC、EW——劑型、高濃度稀釋下，容易出現結塊、分層、堵塞噴嘴——等各種情況，所以缺乏空噴專用藥劑，是發展無人機代噴農藥的困擾點
- ULV劑型藥液濃度很高，直接施用，或高濃度稀釋施用，如果操作不當，容易對作物產生藥害，所以慎選藥劑，選對噴嘴、採用標準的施用參數、添加專用防飄移防蒸散劑是非常重要。

一般代噴業者，不容易取得無人機ULV專用空噴藥劑

無人機噴灑農藥 技術門檻 建立飛行參數及選定噴嘴

開發適當飛行噴灑參數、選對噴嘴、才能確保空噴效果

☆建立飛行參數的項目：

1. 噴嘴型號(霧粒大小、角度)噴霧可均勻涵蓋作物最易發生病蟲害之部位
2. 飛行高度(不造成作物傷害、飄散程度最低)
3. 橫移距離(配合飛行高度及噴嘴角度修正)
4. 對作物飛行方式(垂直或平行畦面、直線或繞行等)

☆噴嘴特性的重要：噴嘴最主要的特性就是流量精準可控。在固定的壓力下，噴出的水量是一定的，噴嘴的流量差異要控制在3%的範圍之內。只有流量精準可控，才能根據泵的出水量、不同作物、不同藥劑的作業量，實現自動化動態調節施藥量。

☆噴霧壓力決定噴嘴的噴霧品質：包括霧滴的分佈、噴霧角度等。XR系列的噴嘴，由於獨特的設計，即使在低壓下也可以保證良好的噴霧品質，XR扇形噴嘴具有中心液量最多，並向兩端逐漸減少的特性，必須通過相鄰噴嘴30%的重疊，即可在噴杆方向上獲得均勻一致的噴霧分佈。

☆選對噴嘴霧化及噴霧穿透率才能提升防治效果：超低量霧化噴頭、空心圓噴嘴、傘行噴嘴、超低量離心式霧化噴頭、壓力式噴頭、煙霧機噴煙霧防治法——等)

無人機噴灑農藥 技術門檻 測試藥效及藥害

測試藥效及藥害

- 適合無人機使用的藥劑及營養劑、必須交由田間技術部測試人員、進行各種作物田間實地測試、首先確認無藥害現象、接著測試防治藥效及肥效測試

無人機噴灑農藥 技術門檻 無人機智能化

無人機性能及智能化

- 智能化是趨勢：未來植保無人機的發展方向一定是智能化、自動化；控制系統的進步將會讓打藥更精準，更方便，也會解決操控飛機的飛手誤差的問題(配備RTK)
- 手控飛行誤差太大：無人機飛到100米外，靠肉眼的誤差太大，即便是熟練的飛手也難以保證飛行的精準度，造成噴藥重噴漏噴，所以無人機自動化程度愈高，加上操控人員的熟練度，就可以減少噴藥誤差

無人機噴灑農藥 技術門檻 飛手培訓

操控無人機 專業人員培訓

- 飛行操控員對無人機維修保養、簡易故障排除、電腦化及智能化的操作、必須具備一定的專業程度、才能勝任
- 政府已經開始規劃農藥代噴藥受訓項目加入無人機操作訓練課程
- 農民在乎的是噴藥防治效果、效果取決於植物醫生對症用藥的專業度及控制操作無人機飛行員的熟練度

無人機噴灑農藥 技術門檻 高品質施藥的關鍵因素

高品質施藥的關鍵因素

- 如何保證高品質施藥呢?“高品質施藥”定義在特定參數條件下、以正確的速率、在正確的施藥位置施用正確的農藥產品，對目標病蟲害進行防治。如果沒有高品質施藥這一前提，利用無人機噴藥將不被消費者接受，科技優勢都將變得一文不值。
- 所以規劃和執行高品質無人機施藥，絕不僅僅是參考農藥標籤防治說明那樣簡單，而是要對產品、設備及環境因素都有更加全面深刻的認識。
- 減少藥劑漂移，在目標區域滿足必要的覆蓋、滲透，減少蒸散流失——等，都是關鍵性要求。為了達到這些要求，施藥者必須做出更多決策，如正確選擇噴嘴、壓力、流速、距離冠層的高度、速度，以及確保環境條件有利於施藥一等，都是高品質施藥的關鍵。
- 高品質施藥需考慮可持續環境中人、畜、有益昆蟲及其它要素的安全。

這些參數可能都要根據不同作物、目標害蟲及環境條件做出相應調整。

無人機噴灑農藥 技術門檻 台灣無人機噴藥的市場分析

- ◎大面積農田、農場
- ◎高山茶園、高山果園、蓮花、筍白筍、芋頭
- ◎特殊地形農地、因人工施藥困難、容易造成施藥者農藥中毒的問題，採用無人機噴藥速度快、又節省人工成本。
- ◎有機農業：有機農業是明日之星，利用無人機定期噴灑生物農藥，來開發大面積有機農業栽培，提高農民栽種有機作物單位面積，減少人力不足之困擾

結語

1. 現代科技跳躍式進步中，無人機結合AI人工智慧，未來將會改變全球農業生產作業模式，產官學大家要積極思考、如何做，才能跟上、甚至超越，讓台灣優良的農業技術、繼續在國際上發光發熱
2. 未來在台灣農民採用智慧農業最簡單的解決方案，就是在手機上安裝新的APP應用程式，透過農業顧問公司隨時掌握田間作物各種狀況。讓各種田間作業將實現更高效率化、科技化、自動化，這些應用農業智慧科技技術將逐漸普遍的為更多農民所採用。
3. 本人期望未來政府推出無人機施藥的申請流程，能考量作物發生病蟲害防治期的迫切性、制定出來的申請流程具效率化、讓業者與農民都能遵守配合遵守執行、且主管部門也容易督導的好法規
4. 新法規的制定或是改革，必須評估科技發展的速度，取得大家的共識，尤其在新科技技術使用磨合期間、法規制定更需放慢腳步，廣納多元聲音與付出較多時間來交流溝通，才不致於朝令夕改，讓大家無所適從