



我國無人機施藥應用之發展與 日本無人機適用農藥登記現況

江致民¹ 粘志遠¹ 陳品諱¹ 謝奉家¹

一、前言

為解決農業缺工問題並提升農業競爭力，許多國家已針對作物病蟲害防治研發各項智慧農業技術，對於農噴無人機（又稱無人飛行載具、Unmanned Aerial Vehicle、UAV或Drone）的應用需求與日俱增，而在政府無人機管理及訓練制度陸續完備

下，全國各地皆有多位青農投入無人機農噴的行業，並將傳統嚴重缺工的施藥工作翻轉成為炙手可熱的新興行業，但針對無人機應用技術尚有許多值得加強研究及改進的領域。本文介紹近年國內無人機施藥的發展及日本無人機用藥的登記現況，希冀借鏡日本強化我國無人機農噴應用及管理模式。

| 註1：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。

二、無人機施藥證照制度及民航法規鬆綁

為因應新型態農用無人機操作者的管理需求，行政院農業委員會（簡稱農委會）動植物防疫檢疫局及交通部民用航空局（簡稱民航局），共同研擬無人機農藥代噴人員的相關管理規範及資格審核，並由農委會農業藥物毒物試驗所（簡稱藥毒所）與各地區學校院所合作，辦理無人機專業農藥代噴之教育訓練課程，建立無人機農噴雙證制度，即為農委會「空中施作類別之農藥代噴技術證書」與民航局「遙控無人機專業操作證」（圖1），故取得雙證即成為無人機農噴作業人員的基本需求。

此外，考量無人機農業用途之作業期間易連續超過3個月，為符合農民執行農務作業實務需求並簡化申請程序，交通部已於2021年7月19日修正「遙控無人機管理規則」，配合農委會建置智慧農業耕作環境之規劃，增列經農政機關登記合格之法人，其「飛航活動申請許可期間」由原先的3個月延長至以6個月為限之規定（修正條文第31條、第32條），以減少無人機飛航申請的頻率，有利於無人機代噴人員依據作物生長期的安排施藥作業期程。

三、無人機農噴雙證合法人數分布

為協助國內飛手考取證照，藥毒所、民航局及農委會動植物防疫檢

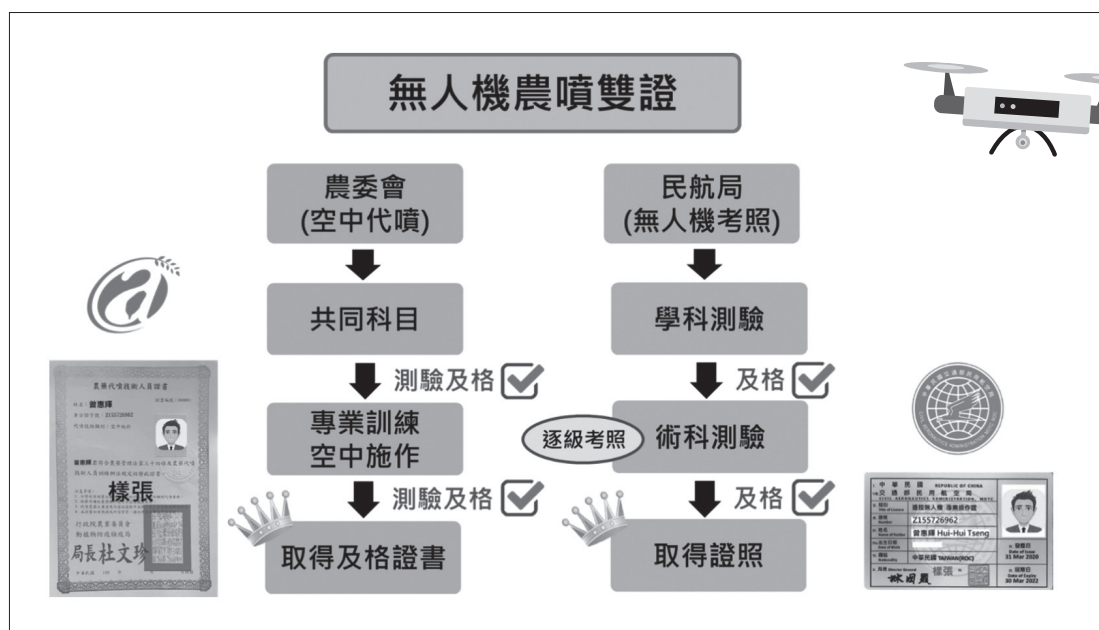


圖1. 無人機農噴雙證考照流程。

疫局攜手合作，共同規劃無人機施藥相關課程內容，並與國立臺灣大學、國立嘉義大學、國立東華大學、國立宜蘭大學、明道大學、實踐大學等學

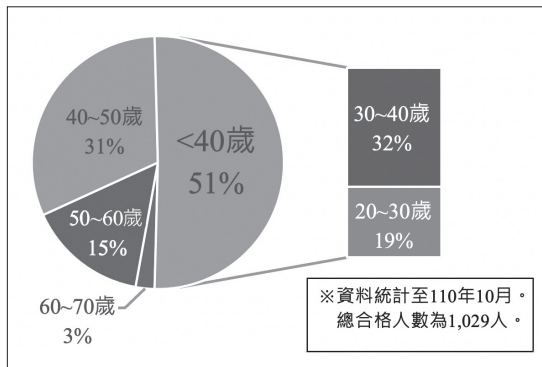


圖2. 無人機農藥代噴訓練合格人員之年齡分布圖。



圖3. 全國無人機農噴雙證合格人數分布圖 (統計至2021年10月)。

資料來源：農委會動植物防疫檢疫局。

校合作辦理訓練課程及考照作業，建立多區域的農民無人機考照地點，以滿足臺灣各地區飛手就近考取農噴雙證需求 (圖1)。截至2021年10月為止，農藥代噴人員訓練已取得合格證書者，共計有1,029人 (圖2)，其中年齡在40歲以下的青農占51%，年齡在50歲以下占82%，再者，取得無人機農噴雙證者共計643位，其全國無人機農噴雙證合格人員分布 (圖3)，顯示無人機設備的導入，確實有助於提升青農返鄉務農之意願，並改善農村年輕人口不足的問題。

四、無人機施藥之飄散污染之防止策略

無人機施藥受到外在因素影響其藥液著藥量，影響因子包含噴霧霧滴大小、氣候條件及飛行條件等，因此，「農藥使用及農產品農藥殘留抽驗辦法」針對無人機施藥者有所規範，要求在環境風速須在3公尺／秒以下才能進行施藥，且其飛行高度亦不得超過植冠上方4公尺，藉以避免發生藥劑於目標區分布不均勻，或藥液飄散至非目標區等問題。此外，無人機機型及噴頭的差異性也會影響藥液飄散程度，為避免及預防藥液飄散的污染，在以無人機進行農噴前，施藥人員須評估藥劑對周圍環境的影響，包含施藥時間點的妥適性、施藥當下的環境風速、環境溫度及濕度

等，並以適當設定飛航路線，避免在風速過大之不良環境進行無人機噴藥作業，以防止農藥霧滴飄散污染鄰田。

五、無人機藥劑理化規格檢驗及田間驗證試驗

為因應農藥業者進行無人機適用藥劑的試驗需求，農委會於2018年8月16日公告「農藥田間試驗準則」第3條修正案。針對國內以無人機施用之農藥，規定必須要進行相關實驗驗證。上述準則新增之規定概述如下：（一）成品農藥對蜜蜂成蟲非劇毒且對水生物毒性非劇毒；（二）應進行標準規格檢驗並確認不致阻塞施藥管路；（三）應進行飄散調查試驗；（四）應進行噴灑均勻性測試。

因無人機施藥多以較低稀釋倍數進行，其使用濃度將提高，表1以5種水稻稻熱病藥劑於無人機施藥為例，以單位面積施藥量與地面許可藥劑相同之原則進行稀釋（每公頃噴施量為20公升），說明其農藥理化特

性，各項基本性質分析結果如表1所示，5種試驗藥劑在低稀釋倍數下的粒徑D90皆小於75 μm ，均無阻塞噴嘴的現象。但以三賽唑可濕性粉劑（WP）在攪拌後1個小時會呈現約1公分的沉澱現象，顯示於無人機施用的可濕性粉劑應注意配製後不可靜置過久，以避免施藥容器底部產生過多沉澱的現象。

為瞭解水稻地面施用之慣用藥劑應用於無人機的適用情況，農委會於2019年爭取科技部經費挹注下進行「無人機農噴產業鏈核心技術開發與安全評估模式建構」研究計畫，由藥毒所及農委會農業試驗所共同進行田間試驗研究，進行20種農藥的試驗評估並進行超過100公頃的大規模驗證測試，其中5種水稻稻熱病藥劑已於2020年2月18日公告其無人機使用方法。整體而言，此計畫驗證在良好的藥劑品質及正確的施藥條件下，水稻地面核准使用之藥劑普遍可應用於無人機施藥作業。而後續無人機適用藥劑的登記管理方式有待主管機關的評估。

表1.5種水稻稻熱病藥劑用於無人機施藥之理化特性分析

| 普通名稱 | 劑型 | 稀釋倍數 | 粒徑 (μm) (D10) | 粒徑 (μm) (D50) | 粒徑 (μm) (D90) | 沉澱與否 | 黏度 (cp) |
|-------|----|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|---------|
| 嘉賜黴素 | SL | 16.7 | - | - | - | 無 | 1.07 |
| 丙基喜樂松 | EC | 16.7 | 5.49 | 9.35 | 15.7 | 無 | 1.38 |
| 亞賜圃 | EC | 16.7 | 2.05 | 7.93 | 18.5 | 無 | 1.24 |
| 護粒松 | EC | 16.7 | 0.17 | 0.38 | 1.97 | 無 | 1.21 |
| 三賽唑 | WP | 50 | 1.51 | 5.87 | 13.4 | 有 (1公分) | 1.074 |



六、日本適用於無人機施用農藥之登記現況

日本無人機施藥發展歷史已超過20年，近年來日本政府積極擴大推廣無人機在農業領域上的應用，並於2019年成立「農用無人機普及計畫」，將無人機分成7個研究方向，分別為：(一)農藥噴灑；(二)施肥；(三)播種；(四)授粉；(五)運輸貨物；(六)多光譜影像應用；(七)野生動物防範對策，並擴大無人機施藥面積目標至2022年達100萬公頃，故對於無人機適用藥劑的登記更迫切需要。

依日本內閣府「規制改革実施計畫(管理辦法實施計畫)」於2019年6月21日公告，針對現有已登記於地面

施用之藥劑，當申請變更使用於無人機時，不需進行作物農藥殘留試驗，即藥劑評估以藥害試驗為主，並將登記之地面藥劑更改為更高濃度噴灑時的測試內容如下：

- (一) 藥害試驗：必要。
- (二) 藥效試驗：非必要。
- (三) 作物殘留試驗：非必要。

依日本「農藥取締法(農藥管理法)」規定，無人機噴灑設備的選用可由農藥施用人員自行決定，應符合稀釋比例、使用量等條件，即可以無人機進行作業。

截至2021年10月1日止，日本登記於無人機之成品農藥數量如表2所示，其登記適用作物包含果樹、蔬菜、豆類等10餘類作物，2年內登記

表2. 日本登記於無人機之成品農藥數量

| 2019年3月 | | 截至2021年10月1日 | | 新增登記數 |
|---------|-----|--------------|-----|-------|
| 作物分類 | 登記數 | 作物分類 | 登記數 | |
| 果樹類 | 18 | 果樹類 | 31 | +13 |
| 蔬菜類 | 38 | 蔬菜類 | 115 | +77 |
| 根莖類 | 24 | 根莖類 | 51 | +27 |
| 豆類 | 68 | 豆類 | 67 | -1 |
| 甘蔗 | 3 | 甘蔗 | 12 | +9 |
| 甜菜 | 7 | 甜菜 | 9 | +2 |
| 稻 | 410 | 稻 | 494 | +84 |
| 麥類 | 53 | 麥類 | 56 | +3 |
| 蕓苣 | 1 | 蕓苣 | 1 | 0 |
| 玉米 | 7 | 玉米 | 2 | -5 |
| 飼料作物 | 1 | 飼料作物 | 1 | 0 |
| 樹木類 | 12 | 樹木類 | 16 | +4 |
| 草 | 3 | 草 | 7 | +4 |
| 其他 | 1 | 其他 | 1 | 0 |
| 總計 | 646 | 總計 | 863 | +217 |

資料來源：日本農林水產省網頁 (<https://www.maff.go.jp/>)。



無人機農藥數量增加217種，目前適用於無人機施藥的作物主要以水稻及小麥為主，其他登記於蔬菜、果樹等的其他作物，其數量仍然有限，未來將持續推動不同作物的無人機適用農藥登記數量。此外，日本政府除鼓勵農藥業者申請登記外，同時針對高需求農藥之產地，與廠商共同建立相關配套措施，擴大推動加速適用於無人機噴灑的農藥登記數量，以利發展各種作物的無人機施藥應用。

在不同生長型態作物的無人機施藥作業，可利用RTK系統（Real Time Kinematic，即時動態定位技術）提高施藥精確度進而提升防治效果。透過自動導航及定高技術，在地形不規則或有坡度的作物應用上將可解決其施藥上之困難，配合施藥軌跡、施藥條件等資訊的系統管理，讓無人機施藥的範圍更為廣泛且易於管理，並可降低對施藥者的農藥暴露風險。



七、總結及展望

農委會於2019年即宣布啟動「無人機精準農業與農噴應用元年」，經過2年的努力，我國無人機農噴發展已經具有初步的規模，具備無人機農噴雙證的專業代噴人員已經遍布全國，未來應透過產官學界的共同努力加速各種作物適用藥劑的評估並建立良好施藥參數，借鏡日本近年建立的無人機藥劑簡化評估流程，運用無人機精準用藥降低化學農藥的使用量。對於具規模的農企業而言，導入無人機農噴技術，強化大面積作物的栽培管理模式並提高農產品的安全品質，藉以增加優質農產品的外銷競爭力。

為提高無人機施藥作業的病蟲害防治效果，應整合農藥實名制及植物醫療師（亦稱植物醫師）制度，實現科技化病蟲害管理方式，期許未來結合大數據及AIoT的智能化設備，以提升智能化作物栽培管理的便利性，建構安全永續的無人機農噴應用模式。