



在地經營共同提升香蕉產業之無人機精準施藥技術

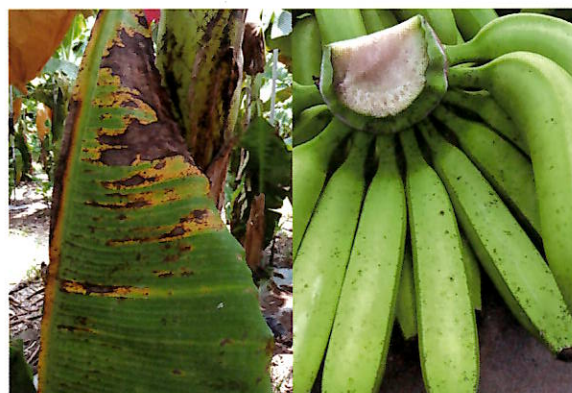
農業部農業藥物試驗所 楊尚唯・陳品諱・曾偉樵 農業部茶及飲料作物改良場 江致民

財團法人台灣香蕉研究所 陳奐宇・曾國維・黃昭寰・蕭文璿

前言

香蕉(*Musa acuminata* Colla)為芭蕉科(Musaceae)芭蕉屬(*Musa* sp.)之作物，源起於東南亞與印度等地區，是適合生長於熱帶或亞熱帶的高大型一年生草本植物，也是我國重要的大宗外銷果品之一，多種植在臺灣中部及南部地區(包含屏東縣、南投縣、嘉義縣及高雄市)。由農業部農業統計資料結果顯示，臺灣香蕉在112年出口到日本的重量為3,240公噸，產值約160,153千元新臺幣，於111年出口到日本的重量為3,081公噸，產值約169,266千元新臺幣，其中112年農情資源網資料統計顯示，高雄及屏東地區香蕉種植面積達6,233公頃，佔全臺灣香蕉種植面積14,866公頃的41.93%，其中屏東縣更為臺灣香蕉的主要產區，平均每年種植面積皆達4,000公頃以上。

香蕉黑星病(banana freckle)，病原菌為*Guignardia musae* Raciforski(有性世代)*Phyllosticta musarum* (Cooke) Petrak (無性世代)，是目前影響臺灣香蕉產區主要的葉部病害之一。其病徵在葉片表面危害，呈黑色突起斑點。斑點最初在葉片中肋而漸擴及葉面，有時會順著雨水匯聚成黑色條斑。本病



香蕉葉部黑星病葉部病徵(左)及果實病徵(右)



應用無人機於香蕉田區噴施殺菌劑之情形

亦可感染果實，在香蕉抽穗後發病，初期斑點為紅色或棕色，突起於果皮表面而使果皮粗糙不平，斑點直徑約1毫米，周圍呈暗綠水浸狀，待果實成熟時斑點轉成黑色。香蕉黑星病可藉雨水傳播，在颱風或連續降雨過後，需施用系統性藥劑進行防治，現行以噴藥車噴施藥劑的防治方法，但常因雨後田土泥濘未能及時施藥防治，抑或施藥機械未能準確將藥劑施用於頂端蕉葉，導致防治效果不彰。

香蕉作物栽培困境

香蕉因大面積種植，在病蟲害防治上對於節省人工的器械使用需求與日俱增，以往多使用傳統手持式噴霧器、進展到微粒動力噴霧機及自走式噴藥車等，若導入無人機施藥將有助於系統化管理及降低施藥成本，然而在香蕉作物已有低水量用藥方式(微粒動力噴霧機)，因此應用延伸至無人機上，操作相容性較高，且過去香蕉亦有使用載人

飛機噴藥的案例。然近年為達精準用藥及省工目的，以無人機進行防治香蕉之病蟲害為一新穎的方法，無人機相應的施藥參數尚待驗證，本研究藉科學方式進行無人機精準施藥劑驗證試驗，建立香蕉無人機精準施藥基本參數，期驗證以無人機作為施藥器械，噴灑藥劑在香蕉上防治病蟲害，可達一定防治成效，期使無人機應用在香蕉農業代噴上更普遍，也使香蕉產業藉由有效應用無人機精準施藥技術，提高施作效率並達到防治目的，並希冀透過本計畫將無人機用藥方式導入財團法人臺灣香蕉研究所訂定的外銷優質香蕉制訂作業規範中，以利快速推廣其無人機用藥模式。

早期國內曾有以載人飛機進行香蕉園區的大範圍空中施藥的案例，其使用藥劑的特性與現今農噴無人機使用之施藥相近，故值得探究香蕉病蟲害是否可以應用無人機施藥進行防治，於2023年農業部農業藥物試驗所

(下稱本所)研究團隊與財團法人台灣香蕉研究所(下稱蕉研所)合作，進行香蕉葉部黑星病的防治試驗，以屏東縣內埔鄉與潮州鎮地區的香蕉田作為無人機示範場域，建立無人機精準施藥基本參數。以農噴無人機進行精準施藥參數確認，並依每公頃用藥量(單位面積施藥量)與傳統地面農藥噴施的施用量相同為原則進行無人機驗證試驗，最終驗證結果顯示無人機施藥可達到與地面施藥相近的防治效果，甚至無人機施藥組有更好的植株健康程度，因此希望藉由此一結果逐漸讓香蕉產業的農民，可逐漸接受此一效率高且相對施藥者較安全的施藥方式。且農噴無人機為一省工器械，未來或許可逐步取代傳統較耗時及耗水量的噴藥車噴藥方式。

無人機於香蕉作物之精準施藥技術初探

本研究在內埔鄉與潮州鎮之香蕉田為示範場域，以新樂飛A610J機型的農噴無人機(25公斤以下，具5顆噴頭)執行驗證試驗，選

用之噴頭型號為Teejet XR110015 VS、水泵開度80% (壓力3 kg/cm²)，並以固定飛行高度為作物上方3公尺，在蒲氏風級2級(風速在3.3 m/s)以下，以飛行速度1 m/s，及使用每公頃180公升的水量，有效噴幅(行距)為3公尺，建立香蕉之無人機施藥基礎參數。於香蕉中株期，在黑星病發生初期時進行噴灑，依登記於香蕉黑星病之白克列與亞托敏藥劑，以每公頃施藥量，經藥劑調配、攪拌及過濾等程序後，進行噴灑施用，就藥效結果顯示，調查香蕉活葉指數及罹病度，在兩個示範場域以無人機施用藥劑組，具有顯著較對照組佳的結果，綜合結果皆顯示，無人機施藥組的植株健康程度較好。此試驗結果驗證應用無人機施藥，在香蕉可達防治香蕉葉部黑星病之目的，且能更節省人工，藉由建立精準施藥基本模式，供新進的農噴無人機農藥代噴人員參考，也提供果樹作物應用無人機施藥的案例示範。



辦理建構香蕉無人機農業代噴產業生態系示範觀摩會合影(串聯屏東地區無人機香蕉農業代噴產業團體(農藥所、蕉研所、實踐大學、屏東無人機農業代噴業者)共同見證香蕉應用無人機的成果。



於香蕉田區示範應用無人機於香蕉作物施藥技術於香蕉田應用無人機施藥過程

結論與展望
加強香蕉產業及無人機應用團體之結合

香蕉產業目前尚依賴傳統的地面施用農藥的方式進行病蟲害防治，但在農業勞工短缺問題日益嚴重下，無人機的應用需求逐漸提高，本次透過科學化的無人機農藥應用評估，驗證其施藥之有效性，期提升香蕉農對應用無人機的信心。本所與蕉研所於2023年11月28日於屏東九如地區舉辦「建構香蕉無人機農業代噴產業生態系示範觀摩會」，建立香蕉無人機農業代噴產業生態系，並串聯生態系中不同利害關係人，其中產業生態系中藉由分屬基石者、利基者及促進者，三類型的角色之利害關係人，各司其職串聯整個生態網絡。本次生態系以屏東無人機農藥

代噴應用協會作為基石者，主要為技術應用角色作為本生態系的核心；然而透過本所、蕉研所、實踐大學及屏東縣政府作為促進者，蕉研所依據香蕉作物的種植特性及農藥使用方式，建立香蕉栽培管理技術，本所於屏東縣完成香蕉推薦用藥的無人機試驗，驗證國產之無人機於香蕉作物使用農藥的防治效果，確立無人機在香蕉應用之基本參數；本所亦與實踐大學合作，辦理各項無人機教學課程，內容包含：施藥操作技術、飄散試驗設計、噴頭流量校正、試驗航線規劃與執行、適用農藥調配測試、桶混施藥量計算、農藥不良反應試驗等等。培訓具備較完整的無人機及農藥應用觀念之農噴無人機操作專業人才，強化在果樹作物之無人機應用技術



香蕉無人機農業代噴產業生態系示意圖

並提升用藥品質。由屏東縣政府推動植物診療師(植醫)制度下，使蕉農對於作物病蟲害能及早發現並防治；再由優良農藥供應商、無人機業者與香蕉農戶作為利基者，有品質的農藥、優良的農噴無人機及適合應用無人機的香蕉農田，提供基石者，屏東無人機農藥代噴應用協會一個優良的無人機技術支持、高品質農藥可噴灑及適合應用相關無人機參數的香蕉農田，藉由整個產業生態系生生不息的運作，讓整個香蕉的無人機農業代噴產業可更順暢的運作下去。而在科學驗證無人機施藥後的防治效果不遜色於傳統噴藥模式，讓在地的香蕉農戶可逐步接受此新穎

的施藥器械。並透過當地無人機農藥代噴應用協會，持續將試驗驗證的無人機精準施藥技術落地應用於香蕉作物，加速當地無人機農業代噴團體使用噴灑香蕉的適精準施藥技術執行作業，並確保其人員施藥安全，同時也兼顧作物生產的品質。未來期許此項技術落地應用後能繼續蓬勃發展，使未來農噴無人機在香蕉作物之應用能越來越廣泛，並應用此省工、省水器械，改善農業缺工問題及同時把關外銷農產品的用藥安全品質，同時可收省工省水兼外銷之效，共同邁進香蕉產業之智慧化生產目標。◎

致謝

本研究承蒙農業部智慧農業計畫112農科-13.3.1-藥-P1計畫經費支持，並感謝農藥所黃莉欣博士提供田間試驗規畫經驗分享。

參考資料

- 1.周明儀、葉仲基。2020。使用無人飛行載具防治包心白菜害蟲之藥劑霧滴分佈、飄散距離及藥效評估。農林學報。67(3)：207-214。
- 2.曾偉樵、江致民、謝奉家、粘志遠。2023。無人飛行載具適用農藥製劑之理化規格—細度及起泡性探討。臺灣農藥科學。14：1-22。
- 3.楊尚唯、曾偉樵、陳品鎔、林士勛、李念家、黃莉欣。推廣無人機應用蘇力菌之精準施藥技術於水蓮作物。農業世界 490期：50-55。
- 4.蘇慶昌、趙治平。2013。香蕉黑星病田間整合性防治技術示範。農業世界 364期：50-57。
- 5.Chen, P., F. Ouyang, G. Wang, H. Qi, W. Xu, W. Yang, Y. Zhang, and Y. Lan. 2021. Droplet distributions in cotton harvest aid applications vary with the interactions among the unmanned aerial vehicle spraying parameters. Industrial Crops and Products. 163:113324.
- 6.Chen, S., Lan, Y., Zhou, Z., Ouyang, F., Wang, G., Huang, X., Deng, X. and Cheng, S., 2020. "Effect of Droplet Size Parameters on Droplet Deposition and Drift of Aerial Spraying by Using Plant Protection UAV." Agronomy, 10 (2): 195.