

推廣無人機應用蘇力菌 之精準施藥技術於水蓮作物

前言

龍骨瓣苔菜 (*Nymphoides hydrophylla* (Lour.) Kuntze) 又稱水蓮或野蓮，是臺灣原生種植物，在分類上屬於睡菜科 (Menyanthaceae)，苔菜屬 (*Nymphoides*) 的多年水生浮葉型植物，原是一種生長在中圳埤 (又稱美濃湖、中正湖) 的水生野草，在地多以「野蓮」的客語名稱稱之。在一九八〇年代，當地農民嘗試把野生水蓮當成作物來栽種，並利用魚塢進行栽培，從小面積栽培，隨意插播，任其粗放生長，逐漸擴大到今日水蓮在美濃的栽培規模，每戶水蓮農種植面積都以「甲」來計算，已成為臺灣高雄美濃地區特色作物。

美濃當地水蓮農民也有目前全臺灣最規格化的管理模式，從最初栽培的種苗、施肥、施藥、淹水、採收、清洗、包裝、配送在當地都已有標準程序。據農會統計，近年的水蓮種植面積將近 150 公頃，全臺灣約九成的種植面積都在高雄美濃地區，因水蓮種植於水池下，較不易受臺灣夏季颱風的影響，屬四季皆可栽培的作物，一年可種植三至四期作，成為當地農

民種植作物主要的選擇之一。水蓮其細長嫩莖為主要食用部位，原本主要消費者為美濃在地市集及板條餐廳，近年在美濃農會與當地農民聯手推出「美濃野蓮」的品牌標章推廣下，通路逐漸往各地餐廳拓展，現已是許多火鍋店、熱炒餐廳餐桌上的佳餚，也可在各超市通路上看到水蓮的身影。

褐帶紋水螟 (*Parapoynx crisonalis* Walker) 為近年在水蓮栽培過程中主要危害的水生有害生物，也是影響水蓮產量的原因之一。褐帶紋水螟具有利用水生植物葉片造巢移動之特性，導致農藥防治效果有限，且若以背負式噴霧器噴藥的方式，藥液較難到達水蓮池中央，除非人工下池噴藥，然而下池噴藥也有操作上的困擾，因而影響防治效果。為達精準用藥及省工目的，並考量對環境生態的影響，故農業藥物試驗所 (以下簡稱本所) 選用蘇力菌以無人機進行施藥，以驗證並評估其有效性，藉此試驗建立無人機搭配蘇力菌的施藥參數，期能導入水蓮產業，提高施作與防治的效率。並經由示範場域的觀摩，並整合無人機農業代噴相關單位，提供高雄美濃地區運用無人機農噴技術

防治水蓮褐帶紋水螟的新技術，不僅省工也可達到精準用藥，提高水蓮栽種的品質與管理效率。

水蓮作物栽培困境

水蓮種植時，其莖部的長度會隨著水位的高度而增長，進而提升產量。為增加水蓮產量，農民逐漸增加水蓮栽培池塘的深度，目前以 150 公分深為常見的水蓮池深度，相較過去在淺塘的栽種模式，深水池的栽種模式，將增加採收時的人力成本，而水蓮採收後在清洗、包裝等工序尚需要人工完成。目前普遍栽培二甲的水蓮面積，從採收到出貨至少需數十位工人投入，仍是個十分耗費人力的產業。

就病蟲害防治方面，高雄區農業改良場（下稱高雄場）於二〇二三年的調查中顯示，褐帶紋水螟，為近年水蓮栽培期間重要的害蟲之一，其幼蟲棲息在水生環境下，身上布滿氣

管鰓（圖 1），且會利用水生植物葉片造巢移動（圖 2），幼蟲以咀嚼式口器取食水蓮葉片，造成孔洞，葉面積減少下將影響植株光合作用效率，是影響水蓮栽培過程中產量與品質的限制因子之一。噴藥防治是最直接且最容易看到防治成效，然而因水池深不易仰賴人工以背負式噴霧器施作，僅能沿池邊行走進行噴藥作業，導致藥劑不易到達池中央的水蓮，造成防治效果不佳，降低產量的困境。近年無人機施藥技術已漸成熟，且法規已訂定，導入無人機精準施藥技術更是刻不容緩，也可擴大無人機農業代噴產業的服務對象，不僅可減少水蓮病蟲害防治噴藥時的人力與時間成本，依據測試結果，平均一分地約需 3 分鐘左右的施藥時間，且可達精準施藥的目的，更成為防治水池中央的褐帶紋水螟的一個解方。



↑圖1. 褐帶紋水螟幼蟲 (身上布滿氣管鰓)

→圖2. 褐帶紋水螟於水蓮田造巢情形 (紅色箭頭處)

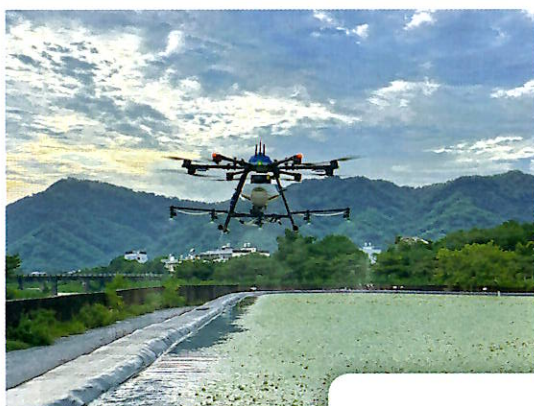


另外，近年我國水蓮陸續外銷到日本、新加坡、香港及加拿大等地區，除量與質需加強外，也需防止外銷造成的檢疫問題，導致燻蒸處理影響產品品質。因此以無人機作為施藥器械，雖為水蓮種植者迫切需要，但外銷時也要注意農藥殘留問題，對於不同國家，在農藥殘留上的標準不同，需符合輸入國的符合農藥殘留規範或是不得檢出，才能順利輸入該國，否則將有全面銷毀的風險。為解決此問題，本所選用登記在蔬菜上之微生物殺蟲劑蘇力菌作為防治之植物保護資材，於採收前一個月開始使用。蘇力菌屬於會產生專一性殺蟲毒蛋白的昆蟲病原細菌，對非目標生物無害，且無農藥殘

留的疑慮。以無人機搭配噴灑蘇力菌，針對水蓮的重要害蟲褐帶紋水螟進行防治，並在高雄美濃區水蓮田執行驗證試驗，結果顯示以無人機噴灑蘇力菌對於褐帶紋水螟具有顯著的防治效果，且應用蘇力菌防治褐帶紋水螟將可降低水蓮外銷時病蟲害遭受檢疫的風險，亦減少農藥殘留的風險。

無人機於水蓮作物精準施藥技術初探

本所於美濃地區的水蓮田作為無人機示範場域 (圖 3)，建立相關施藥參數，包含噴頭類型、有效噴幅、水泵開度、飛行高度等，以確立應用無人機施用蘇力菌防治褐帶紋水螟之參數，並在符合單位面積施藥量 (每公頃每次用量) 之原則下正確配藥 (圖 4)，進行施灑。試驗利用新樂飛 A610J 新機型的農噴無人機 (25 公斤以下，5 顆噴頭)，進行試驗，試驗之噴頭型號為 Teejet XR11001 VS、水泵開度 50% (壓力 2.55 kg/cm^2)，測試在飛行高度 2 公尺



↑圖3. 應用無人機於水蓮田區噴施蘇力菌之情形

→圖4. 無人機施用藥劑調配流程 (應遵守農藥標示每公頃每次用量)

無人機施用藥液調配流程



★無人機施藥應遵守農藥標示每公頃每次用量

且蒲福風級 2 級 (風速在 3.3m/s) 以下，以飛行速度 2.6m/s，並使用每公頃 40 公升的水量，有效噴幅 (行距) 為 3 公尺，建立無人機施藥參數。本示範場域在水蓮種植後期施用 (圖 5)，水池中水蓮葉片覆蓋率達 90% 以上，以無人機搭配蘇力菌噴灑，就藥效結果顯示在水蓮葉片危害度及褐帶紋水螟造巢率上，與對照組相較，具有顯著的防治效果，此試驗結果也驗證蘇力菌可利用無人機噴灑達到防治水蓮



↑圖5.於水蓮田區示範應用無人機於水蓮作物施藥技術

褐帶紋水螟之目的，除節省人力兼具防治效果，同時也保育水雉，維護生態環境，達到多贏的局面，同時建立精準施藥作業模式，供未來農噴無人機操作人員參考。

結論與展望

本所以高雄美濃地區之水蓮田作為無人機施用蘇力菌防治褐帶紋水螟有效性及施藥參數的之示範場域，並於二〇二三年十月二十七日與高雄場及高雄市政府合作於美濃地區辦理示範觀摩會 (圖 6)。在觀摩會中本所將各個相關單位進行串聯建構水蓮無人機農業代噴產業生態系 (圖 7)，不同單位各扮演產業生態系中的角色，下面將以技術面、教育面及法規面等三個面相進行說明，其中技術面由本所進行農噴無人機應用研究，高雄場建立水蓮栽培管理技術，在產業生態系中將無人機於水蓮作物精準施藥技術導入高雄地區的無人機農藥代噴

協會，提升當地無人機農藥代噴協會應用於水蓮產業的施藥技術；而教育面由本所與實踐大學合作，設立當地無人機代



圖6. 辦理建構水蓮無人機農業代噴產業生態系示範觀摩會合影 (導入無人機於水蓮精準施藥技術)

噴業者培訓單位，辦理無人機精準施藥技術課程，培養專業的無人機代噴業者，並應用驗證試驗結果建立無人機進階實務培訓課程，在二一二年培育出 15 位具雙證照 (含無人機專業操作證與農藥代噴人員-空中施作證) 的合格無人機代噴業者，未來也陸續加入到高雄地區的無人機農藥代噴行列；而法規面，由農藥主管機關動植物防疫檢疫署研擬無人機用藥管理的方法，並與高雄市政府農業局推動在地植物醫師 (植物診療師) 的制度下，使作物病蟲害能早期發現，即時防治，並藉由整合的防治方式，使水蓮產業的栽培能更全面，也藉由產業生態系的運作，讓整個無人機農業代噴產業

在水蓮作物栽培上能更臻完善。然而美濃水蓮田區也被發現是臺灣陸域 (含淡水域) 鳥類二級保育類動物「水雉」的重要覓食及棲息場域，因此水蓮的栽培用藥是否會影響環境生態亦是社團法人高雄市野鳥學會持續關注的議題，因此藉由導入對環境非目標生物友善的蘇力菌防治方法，除能在水蓮栽培與防治褐帶紋水螟增加一個好的解方，顧好水蓮產量及品質，並在應用於害蟲防治之際，因減少化學農藥施用，兼顧農業生產及生態環境，並保護好水雉棲地，達到省工省水兼保育之效，創造一個多贏的水蓮栽培環境。



↑圖7. 水蓮無人機農業代噴產業生態系示意圖

致 謝

在此特別感謝高雄區農業改良場陳明吟助理研究員及陳建儒先生在褐帶紋水螟之研究成果分享，及茶及飲料作物改良場江致民助理研究員協助部分內文修訂與校閱，使本文得以順利完成，謹此一併誌謝。

參考文獻

- 曾偉樺、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。
- 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。
- 陳建儒、陳明吟。2023。野蓮水螟蛾知多少。高雄區農業專訊。Vol.123：20-22。4. 施禮正、顏聖紘、陳宏洲。2010。蛾兒水中游—臺灣的水螟。自然保育季刊。(70)：36-42。
- 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.
- 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.
- Lin, L. J., Hsiao, Y. Y. and Kuo, C. G. 2012. Discovering Indigenous Treasures: Promising indigenous vegetables from around the world. AVRDC-The World Vegetable Center. Publication No. 09-720. AVRDC -The World Vegetable Center, Shanhu, Taiwan. p188-191.



聚合精農事業有限公司

專業供應

樂未行

有機農法 適用資材
專售有機液肥醱酵原料

新發售：碳循環～簡易溫室用小包裝吊掛式CO₂產生袋，
使用方便！促進作物同化作用，提高產量及品質！

矽藻土、糖蜜、醱酵用菌、病害拮抗用菌、溶磷菌、苦楝油
苦茶粕、海鳥磷肥、乳清粉、海草粉、血粉、蝦蟹殼粉
抗蒸散劑、腐植酸、棕梠灰、葵無露、菌根菌、各式誘蟲紙

服務專線/06-2718430 傳真/06-2722261
地址：台南市永康區大灣路1044巷15號（崑山科大對面）
李先生/0932-986960 · E-mail：lwy96@yahoo.com.tw