

雜食性天敵昆蟲的開發潛力與應用前景

鄭哲皓（助理研究員）

黃意捷（計畫助理）

前言：天敵昆蟲專一性分類介紹

應用於生物防治之天敵昆蟲，依獵物與寄主專一性程度分類成：以單一屬昆蟲為目標的專食性 (monophagous)、以單一目昆蟲為目標的寡食性 (oligophagous)，以及目標昆蟲包含多個目的廣食性 (polyphagous)。捕食性天敵另可依照取食食物種類分為：只取食活體獵物的肉食性 (carnivorous)、以活體獵物為主但可取食植物的 zoophytophagous(因中文無對照用語，在此稱作動植物雙食性)、以及食物種類多樣的雜食性 (omnivorous)。天敵昆蟲的食性與獵物偏好將影響該天敵昆蟲的量產生產成本、防治對象與使用策略，以國內天敵商品為例，生產者考量重要害蟲種類的市場需求，大多以寡食性（如部份種類捕植蟎、蚜蟲寄生蜂等）、廣食性（如草蛉幼蟲、捕食性椿象等）、雜食性但有特別偏好害蟲種類之天敵昆蟲（如部份瓢蟲成蟲、捕食性椿象等）為商品。這些天敵施用於作物地上部，防治效果不如專食性天敵強力但仍有優良的防治效果，飼養方面則可以使用其他替代獵物與食物完成生活史，在生產成本與市場接受度能達到妥協。國外生物防治公司之天敵商品，除了專供地上部害蟲防治外，亦有販售土棲害蟲防治之天敵昆蟲，本文從國外天敵昆蟲商品與田間推廣案例，介紹這些定位不同於國內天敵商品之土棲雜食性天敵，包含其特性、應用種類、防治對象及使用要點。

土棲雜食性天敵介紹

「天敵昆蟲在田間消失速度太快，導致害蟲無法穩定防治」為生物防治在應用上最受農友詬病的問題，為此，研究學者針對如何使天敵穩定有效地防治害蟲提出許多改善策略，如預測害蟲族群發生進行精準釋放、田區設置替代食物與棲所提昇天敵存活率、棲地營造以增加田區現有天敵數量，以及使用多種不同防治定位的天敵昆蟲—先投入環境適應力較強的天敵昆蟲預妨害蟲入侵，害蟲數量增加後再改用防治能力較強的天敵昆蟲。

土棲雜食性天敵是指平時生活在土壤中，以土壤裡的各種物質為食的昆蟲，這些昆蟲具有捕食能力，可在時機適合時移動至作物上防治害蟲或是捕食躲入土壤中的害蟲。土棲雜食性天敵在過去被認為是腐食性清除者或農業害蟲，但隨著研究調查與生物防治觀念的改變，他們逐漸被認為是害蟲入侵時的第一道防線。土棲雜食性天敵的優點在於，廣泛的食性能使他們比獵物偏好性強烈的其他天敵昆蟲更容易長久棲息於田間而不會逃逸消散，同時飼養成本低、容易量產，土棲的特性則使他們有著優良的環境適應力，不易受到農事操作、防治資材、氣候變化影響。然而，他們作為生物防治的效果持久但緩慢，無法像專食性天敵那樣迅速見效，而適用的作物類別以溫室蔬果及花卉等低矮植物為主，甚少用於高大作物的地上部防治。這些土棲雜食性天敵中，已知的種類包含隱翅蟲（如 *Dalotia coriaria*）、蠼蠊（如 *Labidura ri-*

paria、*Doru lineare* 等)、捕植蟎(如 *Gaelolaelaps aculeifer*、*Macrocheles robustulus* 等)等,其中又以捕植蟎類商品化案例最多。

由國外生物防治商品—捕植蟎來看土棲性天敵的應用價值

國外已有多間生物防治公司將土棲性捕植蟎開發為商品販售,以荷蘭生物防治公司 Koppert 為例,該公司已推出兩種土棲性捕植蟎商品,商品名(捕植蟎學名)分別為 Entomite-M(*Stratiolaelaps scimitus*) 及 Macro-Mite(*Macrocheles robustulus*),這兩種土棲捕植蟎皆以蟲體混合泥炭土的形式,包裝於紙製容器內製成商品(圖一),農友將其混合均勻後以 100-500 隻/平方公尺的施用量施灑於表土,藉此防治土壤介質中的各種害蟲,適用於草莓、茄科、葫蘆科、花卉等溫室作物。



圖一、土棲性捕植蟎(左)與國外商品(右)。商品擷取自生物防治公司 Tip Top Bio 網站 (<https://www.retail-tiptopbio.com/>)

土棲性捕植蟎經國外研究認為可防治多種作物害物,包含二點葉蟎、西方花薊馬、根瘤線蟲、黑腹果蠅及蕁蚋等;而生物防治公司則將其標的防治害蟲定為蛹期薊馬,部份薊馬種類(如小黃薊馬、南黃薊馬)在成蟲與幼蟲時期棲息在作物幼嫩部位危害,但

幼蟲成熟時會潛入土壤化蛹,這些蛹期薊馬成為化學藥劑與高專一性天敵昆蟲防治上所無法觸及的漏網之魚,導致農友防治後,薊馬族群仍能迅速恢復並持續危害。土棲性捕植蟎在防治定位上補足了高專一性天敵及化學藥劑防治的缺口,雖然防治效果緩慢,但土棲性捕植蟎長久存在田間的特性能夠提供穩定的抑制效果。這些土棲捕植蟎的商品說明顯示,他們主要分佈在表土 1-2 公分處與作物根部附近防治害蟲,但他們對濕度要求較高,栽培介質需要保持溼潤鬆散的結構才能使這些土棲捕植蟎族群的長久存在,而若要使用在地上部,應於日落後濕度較高的時候使用。

由國外生物防治推廣案例—蠅蠍來看土棲雜食性天敵的應用價值

蠅蠍是在近年來被認為具有「第一道防線」潛力的天敵昆蟲,蠅蠍因其晝伏夜出、食性多樣甚至會取食作物與成熟果實、喜歡群聚躲在陰暗潮濕環境的習性,在以往歐美國家被認為是居家害蟲,然而後續有學者進行田間調查發現,蠅蠍數量較多的果園,其果樹上的蚜蟲數量較少,使生物防治學者開始注意到這隻昆蟲的應用潛力進行推廣。

蠅蠍已在歐美與東南亞地區有相關研究成果,其中,環紋肥蠅(*Euborellia annulipes*, 圖二)為東南亞各國家常見之土棲雜食性昆蟲,相關文獻指出環紋肥蠅可捕食多種鱗翅目害蟲(如小菜蛾、紋白蝶、玉米螟蛾、斜紋夜蛾等)的幼蟲與蛹、果實蠅幼蟲與蛹、香蕉球莖象鼻蟲幼蟲等。玉米螟蛾田間防治試驗顯示,作物生長期間以 1 萬隻/公頃施放密度使用環紋肥蠅一次,與未處理的組別相比,作物受害率可降低 4 成。蠅蠍屬於漸進變態昆蟲,其若蟲於 3 齡後即顯著具有捕食能力,同時成蟲壽命極長,在自然環境下



圖二、環紋肥螻成蟲（左）與末齡若蟲（右）

可存活長達半年，農民施放後即可長久立足於田間，可降低施放頻率與成本。然而，螻螻完成生活史所需的時間長達8週，對於商業生產者而言需時過長，東南亞國家的生物防治市場尚在推廣階段，故環紋肥螻未有生物防治商品案例，研究學者以無償推廣的形式教授農民飼養釋放。

結語

生物防治的原理是藉由自然界食物鏈局部放大，以捕食者、寄生者、病原菌與獵物相生相剋的關係來防治害蟲，然而自然食物鏈錯綜複雜，農民僅使用少數幾種專一性高的天敵昆蟲進行防治，容易出現天敵找不到獵物而迅速消失，食物鏈中斷導致害蟲迅速再發生的窘境，故生物防治使用策略上逐漸出現「以食性較廣的雜食性天敵進行初步預防，害蟲族群增加時才使用食性專一性高的天敵昆蟲進行治療」的觀念。

土棲雜食性天敵昆蟲在國外已有商品化及推廣案例，這些天敵昆蟲建議在尚未發生害蟲或害蟲族群低時施放，他們可在田間找尋各種資源棲息存活，相較於專一性較高的

天敵昆蟲能更早建立族群抵禦害蟲入侵。然而，這些雜食性天敵昆蟲為土棲性，對光線、濕度要求比較不同，因此建議於黃昏、傍晚等光線減少、濕度逐漸增加的時期使用，同時在使用後應定期補充表土濕度，增加這些天敵昆蟲棲息於表土層並向上移動至作物防治害蟲的機會。目前，國內受限於市場規模與開發量能，生物防治商品尚未有土棲雜食性天敵，參考國外已商品化雜食性天敵昆蟲之推薦施用作物、防治害蟲種類，再加上國內生物防治使用者亦興起「預防勝於治療」之施用概念，土棲雜食性天敵昆蟲在國內極具開發潛力，值得廠商與各研究單位積極投入研發。