

天敵在有機農業害蟲防治上的利用

撰文/章加寶

前言

由於作物栽培之多樣化及新品種的引進等等因素，害蟲問題日趨嚴重，因之使用化學藥劑在所難免，然而卻造成藥害、抗藥性及農藥殘留等諸多問題，也因此引起人們對生物防治的重視，生物防治一詞首由美國學者於 1919 年提出，但是大規模的研究與應用則是晚近的事。生物防治上利用的天敵主要以捕食性及寄生性天敵為生物防治的主力，且在生態保育上扮演不可或缺的角色。

天敵資源有捕食性及寄生性昆蟲、昆蟲以外動物、病原微生物。以捕食性天敵之利用於害蟲防治為例，西元 304 年，晉代嵇含所著的「南方草木狀」中記載，利用一種黃猄蟻 (*Oecophylla smaragdina*) 來防治柑桔角肩椿象，此乃世界上最早利用天敵的實例。捕食性天敵之利用，在近代最具成效的如 1888 年在美國加州為防治吹綿介殼蟲 (*Icerya purchasi*) 而從澳洲引進澳洲瓢蟲 (*Rodolia cardinalis*)，此為近代以捕食性天敵防治害蟲最成功的例子之一。吹綿介殼蟲在 1905 年曾在台灣大發生，當時引進澳洲瓢蟲成功防治該蟲，此為在亞洲地區生物防治成功之第一例。

有關生物防治的運作，早在 1956 年已成立國際生物防治組織 (IOBC)，其主要目的係聯合全世界生物防治工作者，促進全球生物防治及綜合防治研究與推廣，其下更成立六個區域性生物防治組織，遍

佈全球。在生物防治市場上，全世界有近百個生物防治公司，單就美國已有五、六十個生物防治公司在販賣天敵；在加拿大及歐洲也各有十幾家的天敵公司，法國、英國、荷蘭陸續成立天敵公司。由於天敵在生物防治上已累積龐大的研究及推廣能量，本文僅就我國往昔及目前捕食性及寄生性天敵研發及利用情形，再就國外天敵利用提出報告，供我國在天敵開發與應用上之參考。

臺灣天敵昆蟲資源

天敵昆蟲主要可分為捕食性和寄生性兩大類。捕食性天敵有蜻蜓、螳螂、椿象、草蛉、食蟲虻、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻類、胡蜂類等等，其中瓢蟲、草蛉、螳螂、椿象及捕植蠹等較常被利用。寄生性天敵主要為寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科包括小繭蜂科、小蜂總科、寄生蠅科等。其他天敵方面，在脊椎動物中，有多種魚類、兩棲類、爬蟲類、鳥類及哺乳類以昆蟲為食。其中消滅害蟲作用較大的是某些鳥類，其次是兩棲類、魚類、爬蟲類和哺乳類中的食蟲目和翼手目。在鳥類中取食昆蟲的益鳥有 7 目 15 科 23 種，其所捕食的昆蟲，可分為四類，即益蟲、農業害蟲、衛生害蟲、益害不明或無特殊經濟關係的種類。以養鴨除蟲及保護青蛙為例，養鴨除蟲在 1950 年代台灣光復初期，農家飼育鴨隻，在水稻收割後放鴨吃遺落稻粒，順便吃蟲，雖無生物防治之名，但已有生物防治之實。蛙類以捕食昆蟲和

其他無脊椎動物為主，尤以昆蟲為多。病原微生物包括細菌、真菌、病毒、立克次氏體、原生動物及線蟲，應用比較廣泛的有蘇力菌、白殭菌、昆蟲病毒及線蟲。

臺灣有記錄的昆蟲不到兩萬種，在天敵昆蟲方面，根據 Lo and Chen(1995) 指出近三十年來，先後完成糧食作物水稻、玉米、大豆及甘薯，與蔬菜。果樹包括柑桔、龍眼、荔枝、檸檬、梨、葡萄、釋迦，及其他特作包括茶、煙草、桑等作物之重要天敵資源調查，計 476 種以上。近 20 年來臺灣學術研究機構引進天敵種類達 23 種。臺糖引進天敵昆蟲 17 種，單就 1993 年農試所轉進引進寄生蜂 18 種。

臺灣天敵昆蟲資源往昔應用

素木得一於 1909 年自紐西蘭引進澳洲瓢蟲 (*Rodolia cardinalis*) 防治吹綿介殼蟲 (*Icerya purchasi*)，同時亦引進蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri*) 防治球粉介殼蟲，1980 年代初期，農試所已開發了大量繁殖技術。臺糖利用本地之大十三星瓢蟲 (*Synonymcha grandis*) 防治甘蔗綿蚜蟲 (*Ceratovacuna lanigera*)。

農試所也在 1938 年自爪哇引進爪哇閻魔蟲 (*Plaesius javanus*) 防治香蕉假莖象鼻蟲 (*Odoiporus longicollis*) 及香蕉球莖象鼻蟲 (*Cosmopolites sordidus*)。1983 年自留尼旺島引進亮腹袖小蜂 (*Tamarixia radiata*) 防治柑桔木蝨。1947 年利用臺灣盲椿象 (*Cytorhinus mundulus*) 防治甘蔗飛蝨 (*Perkinsiella saccharicida*)。1995 年農試所自夏威夷引進寄生蜂 *Encarsia haitiensis* 及 *E. quadelopupae* 防治螺旋粉蝨 (*Aleurodius dispersus*)。該所亦大量繁殖東方蚜小蜂 (*Erectocerus orientalis*) 防治銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii*)。1983 年臺灣自關島引進袖小蜂 (*Tetrastichus brontispae*) 防治可口椰子紅胸葉蟲 (*Brontispa longissima*)。玉米螟天敵有赤眼卵寄生蜂即 *Trichogramma chilonis*、*T. ostrinae* 及 *Trichogrammatoidea* sp.，其中以 *T. ostrinae* 寄生效

果最優，目前主要為繁殖該蜂防治玉米螟 (Lo and Chen, 1995)。

臺灣天敵昆蟲資源晚近應用

1. 基徵草蛉 (*Mallada basalis*)

草蛉的卵或幼蟲均可應用於防治有機蔬果及其他作物小型害蟲，主要為蚜蟲類和葉蟬類，此外尚包括薊馬類、介殼蟲類、粉蝨類的幼若齡蟲，或某些夜蛾類的卵 (Chang, 1997; Chang, 2000; Chang and Hwang, 1995; Chang and Hsieh, 2005; Chang et al., 1997)。

2. 東方果實蠅寄生蜂

東方果實蠅的生物防治，則以幼蟲寄生蜂及蛹寄生蜂為主，並已開發完成東方果實蠅幼蟲收集器及寄生蜂之量產技術。(Hwang and Chang, 2002; Hwang et al., 1998)。

3. 瓢蟲

瓢蟲類可捕食蚜蟲、介殼蟲、薊馬、猿葉蟲等。田間應用主要為防治蚜蟲及介殼蟲。目前主要培養的瓢蟲有大十三星瓢蟲、六條瓢蟲、七星瓢蟲、小紅瓢蟲及錯紋瓢蟲等。

4. 闊腹螳螂 (*Hierodula patellifera*)

闊腹螳螂捕食對象包括蝗蟲、蠅、蚊、蛾類等，在田間主要應用於有機甘藷葉的蝗蟲防治。目前已技術移轉民間。

5. 黃斑粗喙椿象 (*Eocanthecona furcellata*)

主要以鱗翅目幼蟲為食，目前已推廣到田間用於防治斜紋夜盜、紋白蝶、猿葉蟲等 (Chang, 2002, 2004; Chang and Hsieh, 2001)。

此外，農試所利用小黑花椿象防治南黃薊馬，已建立大量繁殖技術，並已作田間初步釋放，防治效果甚佳。中華斑腿盲椿象 (*Campylomma chinensis*) 與小黑花椿象同為防治南黃薊馬的重要天敵，已建立大量繁殖技術，並已作田間釋放。

國外天敵昆蟲資源應用

全世界因為生物防治每年所產生的經濟價值約 5,000 億美元，雖然是估計值，但可就因為利用生物防治而降低病蟲草害所造成的損失提供依據，由於集約式的農業操作使得生物多樣性快速流失，因此可藉由實施生物防治來避免生物多樣性的消失。成功的生物防治，促成經濟價值之提升。美國和非洲主要害蟲如粉蝨、加州紅介殼蟲和樹薯粉介殼蟲，由於實施生物防治成功，使得害蟲族群密度降低 99.9%。生物防治成功要件是益損比，澳洲近百年來，生物防治計畫每年有 5,800 萬美元的效益，但只投資 250 萬美元，其益損比為 23:1。雖然生物防治的實質價值已經被很多計畫所證實，但生物防治的社會和環境利益很少被量化，例如包括藉由生物防治之成功達到提升創意和保育，或者因生物防治而來的間接利益。在美國農藥使用所造成環境和社會損失估計每年至少 10 億美元。然而，少數生物防治應用卻造成天敵攻擊和降低有益和非目標害蟲之族群密度，例如澳洲昆士蘭引進甘蔗蟻螞來防治甘蔗害蟲，目前則變成一種干擾性有害生物。

(一) 荷蘭生物防治概況

在荷蘭有關機關學校在天敵研究方面，包括捕食行為、族群動態、演化策略、綜合防治、和寄主植物交互作用、取食策略、生物防治應用，共有三十多項主題。

1. 天敵公司介紹

主要介紹荷蘭 Syngenta bioline 及 Koppert biological systems 兩家生物防治公司，生物防治的利用方面主要包括天敵生產、包裝、儲存，及輔導溫室農場之天敵昆蟲利用，該兩家公司提供不同天敵昆蟲種類、包裝形式及配方，用於防治花卉、番茄、甜椒、胡瓜及茄子等不同農作物的害蟲及害蟻，成效良好。Syngenta 分布於 90 多個國家，2006 年營業額就有 81 億美元。單就研發部門在 2006 年就投資 8 億，占營業額的 10%。該公司已有全球化研究

中心的網路，包括歐洲和北美。該公司的綜合管理包括三大主軸，即綜合農場管理 (Integrated farm management, IFM)、綜合作物管理 (Integrated crop management, ICM) 及綜合有害生物管理 (Integrated pest management, IPM)。在 Syngenta bioline 的生物防治系統主要是在溫室內利用，開發理想的環境來執行綜合作物管理 (ICM)，Syngenta bioline 是生物防治的企業組織，已經發展出綜合作物管理技術來監測商業溫室作物的害蟲密度，預測害蟲發生的情形，以此作為田間害蟲防治的依據。同時該公司也開發費洛蒙誘蟲盒作為早期監測西方花薊馬 (*Frankliniella occidentalis*) 之用。Syngenta bioline 生物防治公司在荷蘭有多處據點，以在斯奇丹地區為例，在附近主要為近海的 Haven Hoek van Holland 地區，該公司輔導的作物 70% 為花卉，30% 為青椒、番茄。例如 Uffelen, R. Mooijman b.v. 及 Scholtes 三處溫室花卉農場，均為專業化生產。Uffelen 農場溫室面積占 4 公頃，全年可定量生產菊花，設施採自動化設備，菊花在種植後，由 Syngenta bioline 公司提供智利捕植蟻，用機械拉開長條型包裝來釋放天敵。若偵測害蟻密度過高，隨即用瓶裝智利捕植蟻，採用機械轉動方式釋放天敵。

Koppert biological systems 公司是國際上生物防治及授粉的重要領導者之一，自公司創立以來，開發和利用多種天敵防治害蟲及多種熊蜂為作物授粉，這種生物防治手段廣泛應用於蔬菜、花卉、盆栽、溫室植物、苗木培育、球莖花卉、菇類和果樹生產。該公司的國際團隊除了輔導生產者利用天敵防治田間害蟲，同時結合綜合防治管理和熊蜂授粉。對於新害蟲即時反應，尋求解決方案，解決和改進天敵生產、包裝、運輸和監測害蟲方法。分公司分布於英國、比利時、法國、義大利、西班牙、美國、加拿大、墨西哥、土耳其、肯亞、波蘭、摩洛哥、南非、紐西蘭。

（二）紐西蘭生物防治概況

130年來紐西蘭的果農利用天敵在害蟲防治策略上，已被當做一個重要手段。因21世紀用天敵來防治害蟲可能會達到永久的地位，因此對於天敵和害蟲早期的發現和鑑定上所需的經濟和科學的資源，不管是商業上或政策上仍是持續的支持。未來減少農藥的使用將是一個市場導向，在害蟲防治上，由於環境保育的關係而促使天敵的使用及穩定的需求。對於天敵的引進，近年來也有一些爭論，因此已有計畫正在進行調查紐西蘭引進天敵對於環境的衝擊。由於果樹外來天敵引進已有150年以上，因此是一件值得研究的課題。對於外來和本土動物相不同棲地之間的衝擊分析結果，可指出未來天敵可預測衝擊的依賴性及生態的有效技術。自從1950年代以來藉由商業、人類活動或天敵分散和遷移，已經有92種外來天敵意外立足，大約是每10年7種。第19世紀最後20年，16種引進天敵中有14種是捕食性，2種寄生性。1900-1960年間有29種天敵意外建立，其中19種為寄生性天敵。到1970年代陸續有10種新種的捕食性天敵引進，15種寄生性天敵被引進。早期果樹害蟲引進9種捕食性天敵和15種寄生性天敵。目前天敵方面，捕食性和寄生性天敵有135種，其中本地種19種占14%。在135種天敵中，24種占18%確定立足，92種占68%是外來種，意外立足，也就是藉由古典的生物防治而意外移入而立足的天敵約4倍。捕食性和寄生性天敵比例為40%比60%。

（三）泰國生物防治概況

泰國生物防治的主要工作首推水稻重要害蟲的天敵相調查及效益評估，也對重要的農作物玉米、棉花、大豆、果樹及蔬菜害蟲的果實蠅類、瓜實蠅類、小菜蛾、薊馬類作深入的研究及示範推廣。對於香蕉拮抗蝶(*Erionota torus*)的防治則釋放卵寄生蜂跳小蜂(*Ooencyrtus erionotae*)與幼蟲寄生蜂絨繭蜂(*Apanteles erionotae*)，均能成功防治該蟲。幼蟲寄

生蜂絨繭蜂是於1973年自美國夏威夷引進而成功防治從夏威夷入侵的香蕉拮抗蝶。我國也在1987年由夏威夷引進該兩種寄生蜂成功防治香蕉拮抗蝶。在泰國北部的龍眼及荔枝園則長期釋放一種屬於旋小蜂科(Eupelmidae)平腹小蜂屬(*Anastatus* sp.)的寄生蜂防治荔枝椿象(*Tessaratoma papillosa*)。為防治甘蔗白螟(*Scirpophaga excerptalis*)則利用一種幼蟲寄生蜂*Cotesia flavipes*及一種赤眼卵寄生蜂*Trichogramma* spp. 防治該蟲，效果良好。此外，利用黃斑粗喙椿象(*Eocanthecona furcellata*)防治蔬菜鱗翅目幼蟲如斜紋夜盜(*Spodoptera litura*)及紋白蝶(*Pieris rapae crucivora*)。黃斑粗喙椿象也為台灣果蔬菜作物常見捕食性天敵，因其捕食量甚大，為頗具利用潛力之生物防治因子，能捕食鱗翅目及多種鞘翅目、半翅目及同翅目幼蟲。美國曾引進該蟲防治科羅拉多金花蟲(*Leptinotarsa decemlineata*)，東南亞國家也應用其防治害蟲。

泰國為防治布袋蓮而引進布袋蓮象鼻蟲(*Neochetina ecihorniae*)及普吉象鼻蟲(*N. bruchi*)，已建立大量飼養技術，釋放效果也達成功階段。為防治椰子的害蟲台灣兜蟲(*Oryctes rhinoceros*)，泰國於1965年自加羅林群島(Caloline islands)引進土蜂科(Scoliidae)的幼蟲外寄生蜂。1965年自加拿大引進幼蟲寄生蜂的一種小菜蛾寄生蜂(*Diadegma insularis*)防治小菜蛾，該種寄生蜂於1992年也由位於台灣的亞洲蔬菜研究暨發展中心自尼加拉瓜或牙買加引進台灣防治小菜蛾。此外，泰國1970年代也從夏威夷引進*Cryptolaemus* spp.等數種瓢蟲，也從印度引進數種寄生蜂，1987年自塞班島引進瓢蟲*Curinus coeruleus*，1989年引進瓢蟲*Olla abdominalis*防治銀合歡木蝨(*Heteropsylla cubana*)。至於由泰國輸出的天敵，有夏威夷在1950年代自泰國引進果實蠅類的天敵屬於小繭蜂科的*Biosteres* spp.及*Opius* spp.等寄生蜂，日本自泰國引進姬小蜂科(Eulophidae)的薊馬釉小蜂(*Ceranisis menes*)防治南黃薊馬(*Thrips palmi*)。此外，該種薊馬釉小

蜂還可防治豆花薊馬 (*Megalurothrips usitatus*)、菊花薊馬 (*Microcephalothrips abdominalis*)、小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*) 及煙草薊馬 (*Frankliniella fusca*)，該種天敵也分布於台灣。

(四) 夏威夷生物防治概況

每年引進夏威夷州並立足的節肢動物大約有 20 種，因此執行害蟲防治是非常必要的，而生物防治最少有三個利基為其他防治方法所無法達到的，分別為具有永久性、經濟性和安全性，很多生物防治計畫在夏威夷的執行比世界其他國家還早，因此夏威夷亦是全世界執行害蟲和雜草生物防治成功最高比率的地區之一。根據數據從 1890-1988 年，夏威夷總共引進 849 次天敵試圖防治害蟲，包括再引進的種類。生物防治的目標害蟲，60 次是被引進用於食糞昆蟲角蠅的防治，69 例是用於防治棉蚜，40 例是用於防治介殼蟲，雜草的生物防治為 36 例，主要防治一種 *Lantana camara* 雜草。在前述各目中，最多的科，膜翅目有小爾蜂科 (Braconidae) 89 種，Encyrtidae 有 40 種，Eulophidae 有 34 種。鞘翅目有瓢蟲科 (Coccinellidae) 119 種，金龜子科 (Scarabaeidae) 30 種，步行蟲科 (Carabidae) 16 種。雙翅目有 Tachinidae 12 種，Syrphidae 9 種，Ceidomyiidae 5 種。食草昆蟲的引進和釋放始於 1902 年，主要用於防治 *Lantana*。在 50 年間至少有 27 種取食 *Lantana* 雜草的昆蟲被釋放，其中有 15 種立足成功。至 1985 年，總共有 71 種食草昆蟲和 1 種真菌用來防治 21 種雜草。種類最多的天敵昆蟲為鱗翅目 31 種，其次為鞘翅目 24 種，雙翅目 8 種。在鱗翅目中，螟蛾科 (Pyralidae) 6 種，夜蛾科 (Noctuidae) 3 種，捲葉蛾科 (Tortricidae) 3 種。目前，已有 43 種昆蟲和真菌立足。蝸牛防治方面，有撚翅目 16 種，鞘翅目 15 種及雙翅目 13 種，用來防治蝸牛。其中大部分鞘翅目屬於步行蟲科。蝸牛和脊椎動物的引進近年來已成為爭論的話題，有 17 種的捕食性蝸牛被引進防治有害蝸牛，包括 14 種用來防治

非洲大蝸牛，三種已經立足，其中二種為 *Gonaxis*，一種為玫瑰蝸牛 *Euglandina rosea*。脊椎動物的引進中，三種鳥類被引進，二種已立足。三種淡水魚用來防治蚊子。7 種蛙類被引進。254 種被引進而立足的天敵中，至少有 157 種有寄主專一性，至少有 33 種被證明會攻擊本土或有益種類。在 1800-1898 年的 99 年間，在 254 種引進而立足的天敵中，至少有 210 種天敵用於防治夏威夷的有害植物和動物。這些成效每年可節省 1 千萬美元。

歐美販賣的主要天敵

1. 會聚瓢蟲 *Hippodamia convergens*

主要為取食蚜蟲、椿象、甲蟲幼蟲、薊馬、象鼻蟲、豆薊馬，馬鈴薯甲蟲、粉蝨、葉蟬及軟體昆蟲。

2. 蒙式瓢蟲 *Cryptolaemus montrouzieri*

主要為取食粉介殼蟲，若食物缺乏時亦取食軟介殼蟲，釋放時應選在早晨或黃昏時，該蟲廣泛應用於柑桔產業防治柑桔粉介殼蟲。

3. 普通草蛉 *Chrysoperla carnea*

幼蟲主要取食蚜蟲、介殼蟲、紅蜘蛛、葉蟬若蟲、蛾類卵、薊馬、粉蝨。成蟲取食蜂蜜、花粉和花蜜。

4. 粉蝨寄生蜂 *Eretmocerus eremicus*

該種寄生蜂為粉蝨幼蟲寄生蜂，在早晨或黃昏時釋放天敵，效果較佳。如果另有粉蝨 *Trialeurodes* 屬發生，考慮釋放寄生蜂 *Encarsia* 屬。

5. 恩蚜小蜂 *Encarsia formosa*

該寄生蜂為防治溫室粉蝨優良的天敵昆蟲，也能防治煙草粉蝨，該寄生蜂可配合草蛉和另一種捕食性甲蟲防治粉蝨。

6. 寄生蜂 *Trichogramma brassicae*

能夠寄生 200 種以上害蟲卵，包括蛀蟲類、尺蠖類、果蛾類、夜蛾類等多種蛾類的卵。

7. 蚜蟲寄生蜂 *Aphidius ervi*

該種寄生蜂主要為防治蚜蟲 *Aulacorthum solani* 和 *Macrosiphum euphorbiae*，當作物上有翅型蚜蟲密度很低時，每週釋放。

8. 蚜蟲寄生蜂 *Aphidius colemani*

該種小繭蜂主要寄生棉蚜 *Aphis gossypii*、桃蚜 *Myzus persicae* 及 *Myzus nicotianae*。

9. 小黑花椿象

Orius 該屬對於薊馬、紅蜘蛛、蚜蟲和小型蛾類幼蟲效果佳，*Orius majuscultus* 主要用於防治西方花薊馬，*Orius laevigatus* 主要防治西方花薊馬 *Frankliniella occidentalis*。*Orius insidiosus* 易立足於有花粉的作物。

10. 蚜蟲捕食蝽 *Aphidoletes aphidimyza*

可捕食 60 種以上蚜蟲，具有易於使用及偵測寄主的能力，易為蚜蟲蜜露吸引而取食。

11. 蚜蟲寄生蜂 *Aphelinus abdominalis*

主要防治是蚜蟲幼蟲，如 *Macrosiphum euphorbiae* 和 *Aulacorthum solani*，對 *Macrosiphum euphorbiae* 防治效果甚佳。

12. 智利捕植蟎 *Phytoseiulus persimilis*

主要用於捕食二點葉蟎 *Tetranychus urticae*，由於該蟎為害作物甚廣，特別是番茄、草莓和裝飾植物。

13. 加州捕植蟎 *Amblyseius californicus*

該捕植性天敵能忍受長期飢餓，主要防治對象為二點葉蟎和赤葉蟎。

14. 捕植蟎 *Amblyseius cucumeris*

防治的害蟲包括胡瓜、青椒、草莓、玫瑰、番茄及其他花卉植物等上面的薊馬及葉蟎。

15. 捕植蟎 *Amblyseius degenerans*

對於小型食餌獵捕及搜尋能力非常活躍。如果食物缺乏，雌蟎會捕食雄蟎。比 *Amblyseius cucumeris* 耐低濕。

16. 捕植蟎 *Amblyseius montdorensis*

能捕食薊馬、二點葉蟎、銹蟎和寬蟎，特別是推廣用於西方花薊馬的防治。

17. 捕植蟎 *Hypoaspis miles*

主要捕食菇類蕈蠅幼蟲和落於地面化蛹之薊馬。防治對象為胡瓜、番茄、青椒及裝飾植物上的土棲昆蟲，包括蕈蠅、薊馬、蟎類和其他土棲昆蟲。

18. 捕食性 *Atheta coriaria*

該種捕食性天敵特別喜歡捕食 Sciarid fly，*Bradysia paupera* 和 Shorefly，*Scatella* spp. 和大多數節肢動物。

19. 捕食性 *Macrolophus caliginosus*

該種天敵為新近增加到 *Encarsia* 和 *Eretmocerus* 兩種寄生蜂的防蟲天敵，共同對抗粉蝨族群。該種天敵對於粉蝨的 *Bemisia* sp. 和 *Trialeurodes* sp. 具有機動性和攻擊性。

20. 捕食性瘿蠅 *Feltiella acarisuga*

該種天敵幼蟲取食二點葉蟎和赤葉蟎，成蟲不捕食害蟲，只取食蜜水，主要以幼蟲捕食葉蟎，也只能在食餌出現時才能立足。在短日照時會滯育。

以上僅就捕食性及寄生性天敵提出報告。

歐洲及北美冬季天氣寒冷，害蟲密度下降，作生物防治容易成功，此應為台灣與歐美生物防治時應特別注意的事項。在荷蘭的溫室或網室可利用生物防治及釋放熊蜂授粉。其他農作物除可利用天敵外，亦可利用休耕、輪作等方式來防治蟲害，台灣耕地狹小，一年四季害蟲均可存活。近年來由於耕作相改變，園藝作物變成主要栽培項目，一些新興害蟲因之紛擾，對殺蟲藥劑容易產生抗性，使得防治工作變得非常棘手，因此國外對該類害蟲的管理，往往是利用天敵防治，尤其在歐美對園藝作物害蟲的生物防治有先進之技術，有多種生物天敵均已商品化，普遍銷售給農民應用。

結語

由於生物防治具有除害兼顧自然保育，維護生態環境，節省和降低生產成本等效果，因此天敵昆蟲扮演舉足輕重的地位，在以往集約式農業制度為便於經營管理，使得農業生態系繁異度降低，造成害蟲快速繁殖，仰賴化學藥劑防治蟲蟎結果卻造成抗藥性、殘毒等諸多問題，使吾人重新認識天敵及發展生物防治的重要性，人們對自然環境保育和農產品安全的考慮，使得天敵昆蟲在生物防治利用及生態效益上益形重要。綜觀目前世界各國對天敵研究與推廣的進展及成果，可以肯定利用其防治農作物害蟲深具潛力，在整個生物防治或綜合防治舞台上將扮演吃重角色，隨著有關研究及推廣投資，吾

人對其瞭解與日俱增，未來其利用效益的提昇空間深具潛力。今後除天敵有關試驗外，尚須繼續研究管理其對象害蟲族群所需的一些生態資料，如應防治之密度、釋放天敵之時機與數量、田間天敵密度能否壓抑害蟲族群及取樣方法。未來除了技術層面外，更應突破以往窠臼，使農民有使用者付費之觀念，由農民直接投放天敵，因為只有農民本身才知道自己田間害蟲蟎分布情況，同一塊田，可因不同方位依害蟲密度之不同投放不同量之天敵，所以利用天敵防治害蟲具有降低防治成本、避免環境污染、果品殘毒、提高品質及對農民及消費者提供安全保障等優點。

AgBIO

章加寶 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 研究員兼秘書

參考文獻

1. Chang, C. P. (1997) *Utilization of natural enemy- green lacewing for the control of insect pests in organic farming*. Proceedings of the symposium on science and technology of organic farming, p.135-147 (in Chinese with English summary).
2. Chang, C. P. (2000) *Investigation on the life history of Mallada basalis (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) and the effects of temperatures on its development*. Chinese J. Entomol. 20: 73-87.
3. Chang, C. P. (2002) *Mass rearing and utilization of the predatory stink bug, Eocanthecona furcellata* Symposium on the Biological Control of Agricultural Insects and Mites. Formosan Entomol., Spec. Pub. 3:175-181.
4. Chang, C. P. (2004) *Mass production and utilization of the predatory stink bug, Eocanthecona furcellata (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae)*. Abstract in XX II International Congress of Entomology. Australia
5. Chang, C. P. and Hwang, S. C. (1995) *Evaluation of the effectiveness of releasing green lacewing, Mallada basalis (Walker) for the control of tetranychid mites on strawberry*. Plant Prot Bull. 37:41-58.
6. Chang, C. P. and Hsieh, F. K. (2001) *Predatory capacity of the predatory stink bug, Eocanthecona furcellata (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae) on various prey*. Formosan Entomol. 21:257-267.
7. Chang, C. P. and Hsieh, F. K. (2005) *Effects of different foods on the longevity and fecundity of Mallada basalis (Walker) adults (Neuroptera: Chrysopidae)*. Formosan Entomol. 25: 59-66.
8. Chang, C. P., Wu, T. K. and Chang, Y. F. (1997) *The Natural Enemy-Rearing and Utilization of Green Lacewing*. Proceedings of the symposium on insect ecology and biological control. Chinese J. Entomol., Special Publ. 10:77-89 (in Chinese with English summary).
9. Hwang, S. C. and Chang, C. P. (2002) *Larval Collector for Bactrocera dorsalis Hendel and the Mass Propagation Technique of Pupal Parasitoid, Dirhinus giffardii Silvestri*. Proceeding of the insect ecology and fruit fly reseach. p. 121-129.
10. Hwang, S. C., Chang, C. P. and Lee, W. Y. (1998) *Mass propagation technique of parasitoid on oriental fruit fly, Bactrocera dorsalis Hendel*. The symposium of oriental fruit fly in Taiwan. p. 226-232.
11. Lo, K. C., and Chen, C. N. (1995) *Recent progress in the biological control of crop pests in Taiwan*. Plant. Prot. Bull. 37:357-380.