

天敵之合理化應用

台灣使用生物防治技術控制害蟲的歷史，相當悠久，至今生物防治被重視的程度，更超過以往任何時期。主要的原因是國人經濟富裕，生活水準大幅提高，對農產品的衛生、品質、與安全更加重視。尤其是最近發生多次農藥殘留超過容許量的問題之後，對於農產品安全性的疑慮更是日漸升高，要求運用生物防治，及其它防治方法，以減少農藥使用量的呼聲四起。

生物防治是除了農藥之外，最能配合蟲害發生情況，適時適地操作的防治技術。早年，台灣曾大規模的運用，成效相當良好，如大量釋放赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma* spp.) 防治為害甘蔗及玉米的數種螟蟲、使用基徵草蛉 (*Mallada basalis*) 及捕植蟎 (*Amblyseius* spp.) 防治果園、網室內的葉蟎、以釉小蜂 (*Tetrastichus brontispae*) 防治蛀食可可椰子的紅胸葉蟲 (扁金花蟲, *Brontispa longissima*) 等。

唯生物防治在某些情況下，仍會呈現不穩定的效果，導致評估天敵效益的指標，如防治率或寄生率，出現較大幅度的起



食蚜虻將卵產在蚜蟲群落附近

伏。探討其原因，多數都是因為天敵的生物特性與環境條件沒有契合所致。

生物干擾

天敵“工作”的環境狀況，對天敵效能有直接的影響，通常愈單純的環境，愈適合以生物農藥的方式釋放天敵，防治效果也比較理想。探究原因是蟲相單純，沒有二次性天敵的干擾。舉例來說，在網室內釋放基徵草蛉幼蟲，雖能有效的抑制粉介殼蟲和潛葉蛾，但是草蛉幼蟲，會遭受到蟻類及一些捕食性動物攻擊的威脅，因此若能事先清除釋放區內的蟻類，將可提高草蛉存活率，增大防治效果。此外，草蛉的卵也易被黑卵蜂 (*Telenomus* spp.) 寄生；其幼蟲及蛹易被姬蜂科 (*Ichneumonidae*) 昆蟲寄生，如當園區有寄生蜂的存在時，根據試驗調查指出，草蛉的生物防治效力將明顯降低。

由於長期連續性的大量釋放單一
種天敵，將使田間二次性天敵的數量逐漸升高，增加了天敵被寄生或被捕食的機會。因此
搭配不同種類天敵，

一種食蚜虻的幼蟲

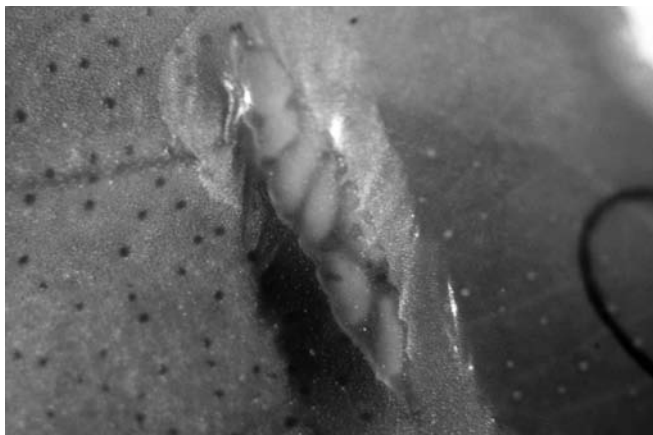
間隔使用，會是較好的應用考量，如防治柑桔葉蟬 (*Panonychus citri*) 時宜輪流施放草蛉、捕植蟻及食蟻瓢蟲。

食餌的因素

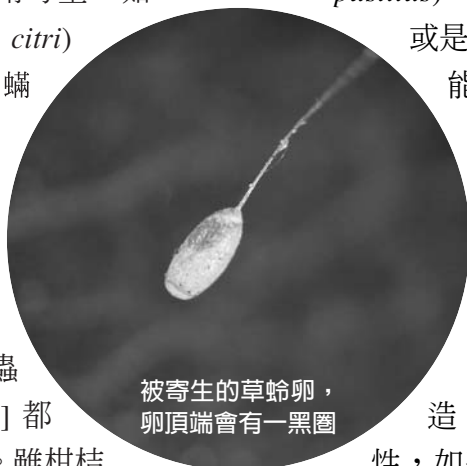
每種天敵都有其偏好的食餌種類及食餌齡期，如捕植蟻和黑囊食蟻瓢蟲 [*Stethorus (Stethorus) aptus*] 都是柑桔葉蟬的捕食性天敵。雖柑桔園中的基徵草蛉，捕食的對象有葉蟬、介殼蟲及一些身軀柔軟的小蟲，但潛葉蛾 (*Phyllocnistis citrella*) 仍是比較合適的食餌之一。目前已發現潛葉蛾的寄生性天敵有 4 科 9 種，分別出現在此蛾的各個發育階段，如白腹嚙小蜂 (*Citrostichus phyllocnistoides*)，偏好寄生在二齡幼蟲；串繭跳小蜂 (*Ageniaspis citricola*)，喜好寄生在老熟的幼蟲及蛹。

混合使用天敵，是明智的應用策略？

有報導指出，使用兩種寄生性天敵，*Encarsia Formosa* 和 *Eretmocerus eremicus* 或是 *E. Formosa* 和 *Eretmocerus mundus*，也可以釋放捕食性的瓢蟲 (*Delphastus*



串繭蜂較偏好寄生在柑桔潛葉蛾的老熟幼蟲與蛹身上



被寄生的草蛉卵，
卵頂端會有一黑圈

pusillus)，配合寄生蜂 *E. formosa*，或是 *Encarsia pergandiella*，都能有效的防治銀葉粉虱。唯目前台灣還沒有明確的例子，可以用來闡明大量釋放單一種天敵或混合施放不同特性天敵的效果何者為佳。

另一方面，植株的構造，也會影響食餌的適合性，如基徵草蛉幼蟲捕食大豆上的神澤葉蟬 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 時，容易被葉蟬產生的絲與葉毛絆住，無法行動，因而死亡。但這種現象在紅肩草蛉 (*Chrysocerca formosana*) 幼蟲，或是一些捕食蟻類的瓢蟲，則較不明顯。無疑的，天敵的選用，也必須考慮到食餌與作物因素的配合。

天敵可能被應用在歧異度很大的不同環境中

亞蔬中心曾報導一種小菜蛾寄生蜂 (*Diadegma eucerophaga* Horstmann) 不會在平地立足，但是能在海拔 1 千公尺以上，較低溫的山地蔬菜產區立足，使當地的小菜蛾不再是嚴重的害蟲；自印尼引進的彎尾姬蜂 (*Diadegma semiclausum*)，在海拔 1,700 公尺的山區，可以立足，但是在低海拔地區，防治小菜蛾的效果，無法令人滿意。相反的，本地種小繭蜂 (*Cotesia plutellae*) 在平地有相當高的寄生率。

另外有報導也指出，在二點葉蟬 (*Tetranychus uticae*) 仍處於低密度的狀態時，釋放智利捕植蟻 (*Phytoseiulus persimilis*)，可以在短時

間內達到防治目的，但是該種捕植蟎在濕度高於 60% 時才能存活；安平草蛉 (*Mallada boninensis*) 與基徵草蛉，雖整年都可以釋放到柑桔園，防治害蟲、害蟎，但在溫度較高的季節，活動能力則較好 (最適溫度範圍為 25 - 30°C)；草蛉 (*Chrysoperla rufilabris*)，不適應乾燥的環境，但是在較潮濕環境，能防治效果較佳；草蛉 (*Chrysoperla carnea*) 則適合釋放在乾燥的地區。

綜合上述例子，不論是多年生栽植、短期耕作、露天栽培、設施保護、釋放地點等因素，各種環境皆有不同的溫度、濕度，且作物形態與化學因子也盡不相同，天敵唯有生育在最合適的環境裡，才能發揮最大的防治效果。

了解天敵在不同季節的反應，可以讓我們對天敵作最有效的利用

吹棉介殼蟲整年都能為害柑桔，多群聚在葉脈中肋處，也會遷移到枝幹上固著，吸食植物汁液，分泌蜜露，誘發煤病，影響光合作用，早年曾經嚴重為害，幾乎摧毀了台灣的柑桔產業。直至引入澳洲瓢蟲之後，情況方始改善。由於同樣成功的例子也多次發生在其它國家，遂吸引了焦點，使本土天敵的貢獻反倒被忽略了。

小紅瓢蟲 (*Rodolia pumila*) 是土產天敵，其搜尋、捕食吹棉介殼蟲的能力，並不亞於澳洲瓢蟲。在台灣，澳洲瓢蟲活躍於低溫季節，氣溫升高之後，小紅瓢蟲開始出現。二者在不同季節協力發揮防治效果，使得吹棉介殼蟲不再是柑桔的重要害蟲。

害蟲還處於低密度時期，是釋放天敵的理想時機

許多害蟲，如蚜蟲，族群的增長速度太快，遠大於天敵的繁殖潛能，因而自然發生的天敵，時常無法有效的抑制害蟲的擴展。人為釋放，隨可在短時間內彌補天敵數量上的不足，但是要進入最大防治效果的階段，往往還需要數天的時間。如食蚜虻是防治蚜蟲的理想天敵，其成蟲對蚜蟲有很強的搜尋能力，會將卵產在蚜蟲群落的附近，使孵化的幼蟲立即取食蚜蟲，但田間釋放食蚜虻的蛹或剛羽化的成蟲時，需要先歷經產卵前期，才能產卵，因而此段時間的延滯，常被誤以為是天敵效能不佳。為了有效防治害蟲，最理想的天敵釋放時機，應該是在害蟲發生初期，甚至於要在害蟲還沒有發生之前，就先建立好天敵族群。

由於許多生物防治例子即可發現，理想型的防治只需釋放數次天敵，就能順利的將主要害蟲抑制下來，永久性的成為次要害蟲，然而更多的時候，須將天敵當成農藥般，於害蟲發生時撒布使用。因此，對天敵的生物特性與對應環境，該如何恰當拿捏掌握，實是當今值得深切的課題。



小紅瓢蟲 (*Rodolia pumila*) 是防治柑桔吹棉介殼蟲 (*Icerya purchasi*) 的土產天敵