第九章 作物蟲害之非農藥防治

余志儒

行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

一、蟲害防治方法

防治方法之分類各家不一，常有重疊或歸類不同的困擾。一般而言，大致可區分為化學、物理、生物、栽培及法制等五類，略述如表一。

表一、作物蟲害防治方法分類

方法	項目
化學	合成農藥、自然農藥等
物理	溫度、濕度、光、色、設施、套袋、障礙物等
生物	生物天敵、生物農藥、費洛蒙、生長調節劑、不孕性處理等 較有爭議：如生物農藥之蘇力菌、費洛蒙與生長調節劑有時被歸類為化學農藥;不孕性處理被歸類為物理防治。
栽培	制度：輪作、間作、調整植期等 選種：抗(耐)病虫、抗(耐)寒或熱等（或歸屬生物防治） 管理：行株距、灌溉、清園、雜草、土質、肥培等
法制	法律、檢疫等

以上諸多方法中，除化學方法中的合成農藥之外，其餘所有方法我們都可認為是非農藥防治法。而聯合數種方法來防治一種害蟲或整個栽培區域與過程的所有害蟲都有學者稱之為害蟲綜合防治(integrated pest control)或害蟲綜合管理(integrated pest management)。

二、蟲害防治原則

防治原則主要有三：防治時機、防治部位及使用量。對於不同的害蟲所採取的防治措施雖有分別，但是無論採取何種方法，其防治原則不變。

(一)防治時機：時機的把握最為首要，在害蟲發生初期族群密度尚低，甚至尚未發現時就加以防治，此正是預防重於治療的實現，最為上策。對於壓制程度可以經濟損害界限(economic threshold)為上限，不必以滅絕為最終要求。

(二)防治部位：此即所謂的對症下藥，有賴對害蟲弱點蟲期及其棲息取食習性等之掌握。例如費洛蒙之應用適合成蟲期，卵寄生蜂適用於害蟲之卵期，蘇力菌則適用於鱗翅目害虫之幼蟲期。不同防治方法各有其針對的害蟲弱點蟲期。有的害蟲隱藏於葉背脈絡間或其他縫隙中不易察覺，如葉　、薊馬、粉蝨、蚜蟲、介殼蟲等小型害蟲。有的則蛀食葉肉、莖或果實內部難以觸及，如葉潛蠅、螟蛾、果實蠅、瓜實蠅等。瞭解害蟲的生物特性與生活習性，針對弱點虫期在正確部位施行適當的防治方式，使人力、物力得到最經濟有效的發揮。

(三)使用量：直接影響防治成本，包括單位面積之使用量、時間間隔及次數等。

三、害蟲相

充份瞭解害蟲與確實監測是實現上述三個原則的先決條件，所以害虫相越單純就越容易掌控。我們可以藉完善的設施將害蟲相加以單純化，同時嚴格約束工作人員的門禁出入，將之視為一種防治方法，也可延緩害蟲的入侵與減少入侵數量，降低其猖獗機會，也使防治效果更形彰顯。農作物害蟲種類繁多，若以網室栽培的紗網加以分隔，則可將之單純化歸納成大型害蟲與小型害蟲二大類如表二。

表二、網室栽培之害蟲相歸類

	蟲類別	特性比較
大型	鱗翅目：夜蛾、螟蛾、毒蛾等。	遷移力－強；食量－大
	雙翅目：瓜實蠅、果實蠅等。	生活史－長；生殖力－低
	鞘翅目：金龜子、金花蟲（守瓜）等。	【口器－咀嚼式】
	其　它：椿象、蝗蟲、鼠、蝸牛等。	
紗網		
小型	同翅目：蚜蟲、粉蝨、介殼蟲等。	【口器－刺吸式】
	纓翅目：薊馬。	【口器－銼吸式】
	雙翅目：潛蠅（根、莖、葉）	【口器－咀嚼式】
	其　它：葉	【口器－刺吸式】

四、為何要非農藥防治？

多年來的農藥使用，已使生態環境與人身健康亮起紅燈。因此，減少使用農藥或完全不用藥為當下多數生產者與消費者的共同體認。但若僅著眼於作物與人的健康安全，很可能流於只專注採收後有害物質檢測的濫觴，而其檢測標準亦即『安全最低容許量』常因消費者的需求而迥異，對於整個生態環境的平衡與永續未必得宜。較嚴格的『非農藥防治』應該要有『我們只有一個地球』的危機意識，在農耕生產過程中謹守生態平衡與永續的信念，有一份執著與理想。所謂的生態環境至少應該包括：對生物之食物鏈及其生活品質，非生物之空氣、土壤及水質等之維護與尊重，將干擾降至最低。

五、『預防』觀念

所謂防治，包含預防與治療兩層意義。前有提到預防重於治療才是上上之策，此雖為眾所週知的道理，但在蟲害的『預防』方面仍有三個重要觀念仍需加以闡明，才更能掌握『預防』的精髓，而達事半

功倍的效果。此即零蟲防治、植物養生與確實監測。

(一)零蟲防治

『零蟲防治』就是在害蟲未發生時即進行防治，此與傳統觀念有衝突。傳統方法是在害蟲族群密度達到經濟損害界限時才進行防治，但由於在估測害蟲族群密度時採樣誤差的影響，以致常有錯失防治時機的憾事。因此，一般多以所謂的防治曆或經驗為依據，或定期、或隨作物之生長期作防治處理，有打散彈的意味。事實上，『零蟲防治』亦是定期作防治處理，不同的是此觀念乃根據作物的害蟲相、各種害蟲的發生時期及其棲息部位等資訊，提早在害蟲出現之前即作預防處理，並定期持續執行，不給害蟲坐大的機會。是制敵機先、防患於未然的做法。

(二)植物養生

人為求健康長壽需要養生，農作物要減低病蟲害同樣也要養生。除了慎選品種、種子消毒等栽植前作業之『先天條件』外，其他有關作物栽植的任何措施我們稱之為『後天作為』也會影響其生長與健康，此包括地力的培育與環境的營造（風水)。好的地力可直接提供作物營養以利生長，營養過與不及都不好。生長環境除了植株間的微氣候要合適外，更應注意病蟲害的來源要根絕，完善的設施與病蟲害中間寄主植物（雜草）的管理都不容馬虎。如此才算達到『養生』的基本條件，植株因此得以健康，才能發揮其原始抵抗力，並有利於生物天敵的存活，便可大大減少防治壓力。關於培育地力與營造環境牽涉範圍很廣，方法很多，在此僅能扼要簡述如后以供參考。

1．培育地力：培育永續地力。

(1)合理施肥：以有機肥為主力之合理施肥，不必刻意排斥化學肥料。

(2)耕作制度：調整植期、輪耕、休耕、綠肥等。

(3)耕犁方式：增加翻土之深度、次數及淹水、晒田之時間與次數等，讓田間殘株、雜草及土中或縫隙之殘存病蟲源得以根除。

2.營造環境：風水（微氣候－害蟲棲息部位的溫濕度)。

(1)行株距：豐產應擺在次要考量。適當之行株距，雖可能減產，但因減少病蟲害防治成本或足可彌補這方面的損失綽綽有餘。

(2)通風與散熱：加強通風效果可有效減低病蟲害之坐大。

(3)給天敵機會：微氣候環境對天敵的影響為生物防治成敗主要關鍵之一。

(4)不給害蟲機會：網室隔離、清園、翻土、曬土、淹水等。

(三)確實監測

上述的預防措施旨在減少害蟲的種類、數量或延緩入侵與猖獗時間，並不能完全隔絕。除了持續預防措施之外，確實的蟲害監測不可輕忽。『確實監測』包括高頻度與高敏感度的調查。調查可定期或不定期，但每次時間間隔不要超過 1 星期，取樣點愈多、愈平均分散愈好。調查時以最老葉、心葉、花芽為必要取樣點，其餘葉片或部位可視負荷能力斟酌監測，每個取樣點確實調查害蟲種類及其各蟲期之數量。當害蟲有明顯增殖時，雖未見為害狀也必須檢討預防措施的漏洞，並趕緊加強或改變防治方法。若讓害蟲族群密度接近甚至超過經濟損害界限才來防治，恐已造成產品品質或產量的損失。

綜合上述三個觀念，提供以下實際操作時之建議：

1.種植前：

(1)選種：選擇無害蟲感染的種原及選擇抗蟲或耐害品種等。

(2)清園：除田區內及附近之上期作殘株與殘果為重要蟲源外，雜草尤其務必清理乾淨，因為雜草通常是病蟲的中間寄主或棲息休息的場所。兩期作間應有相當之空檔期，讓上一期作殘留之害蟲蛹得以羽化出現，而加以撲滅。清園工作越確實，對於其他防治方法越有加乘的效果，絕對不可等閒視之。儘管有學者認為雜草可做為生物天敵的棲所，有使害蟲不致大發生的效用。此也許在多年生作物上可能達到，短期作物上則可行性很低。

(3)耕犛：透過多次翻土、延長曬土與浸水時間等方式，消滅上一期作殘存之蟲源。

2.栽培期：

(1)設施及其管理：完善的網罩及與嚴謹的門禁管理是兩大關鍵訴求。四圍與人員農機械出入口之網罩務求無縫隙，尤其出入口更需不厭其煩的嚴謹與執行。如此可有效減少與延緩害蟲入侵的數量與時間，使害蟲更容易被壓制並減低其猖獗的機會。

(2)行株距：不要一味要求以密植來提高產量，密植除影響操作之順暢、植株易徒長脆弱外，更影響枝枒間的微氣候。此等微氣候可能有助於病蟲害的孳長，也可能阻礙生物天敵的棲息與發揮。

(3)通風與散熱：風扇、水牆、噴霧、太子樓、遮陰網等，以及合理的行株距都有助於通風與降溫，改善植株枝枒間的微氣候。

(4)肥培：確實配合土壤肥力監測與合理施肥，強壯的植株亦有強化抗病蟲或耐病蟲的能力。

六、以生物防治為主體的非農藥防治中草蛉之角色

比起大自然環境，農業栽培算是相當程度的人為環境，作物相單純，範圍內的食物網也較單純。以本土即已存在的生物天敵進行害蟲防治，可謂既有效又安全。雖然有人質疑大量人為釋放的天敵可能對其他物種造成生存壓力，影響生態平衡。但至少目前為止尚無法證明本土生物天敵有此影響，尤其在設施內此顧忌更低。況且有某些先進國家已透過公權力要求農作害蟲必須以生物防治為優先作為，生物天敵無法壓制害蟲時才考慮其他防治方法。因此，除了上述有關設施與栽培之管理外，以生物防治為主體的非農藥綜合防治有其可行性。

生物防治亦必須要有前述的三個觀念。天敵也可以『預防』性的釋放，亦即在無任何害蟲即行釋放做『零蟲防治』，與『植物養生』、『確實監測』密切配合，其間草蛉可扮演關鍵性之角色。草蛉食性廣，能捕食多種小型害蟲，如粉蝨、葉潛蠅、葉　、蚜蟲、薊馬及介殼蟲等，可做為害蟲綜合防治的主力。但草蛉也有一些限制需要聲明，以免在實際應用時被打了折扣。茲就應用與飼養之觀念及注意事項加以

說明，期使草蛉的功能再上層樓，對有心從事永續農業之生產者有所助益。

(一)觀念調整

1.草蛉為最佳先鋒部隊但非全能部隊

草蛉行動速度快，搜尋力強，食性廣，在害蟲未發生或發生初期密度尚低時即釋放巡狩於枝枒間，對小型害蟲有顯著的壓制效果。但較老熟的小型害蟲會反抗，草蛉常有棄獵的現象，而讓老熟害蟲有繁殖的機會。故草蛉獵食速度必須快於害虫繁殖速度才能發揮效果，若害蟲族群已大量增殖，則須和其他天敵或防治措施搭配，方能予以抑制。

2.草蛉不適用於傳統立足式生物防治

立足式生物防治是天敵經少次釋放後，任其在田間自然繁衍，進而達到壓制害虫族群密度的目的。但草蛉也有它的天敵，據記錄卵寄生蜂就至少有 2 種。其次，成虫產卵通常在食餌附近，以保其子代孵化後有食物吃，否則必飛往他處，為要立足常反予害蟲有喘息猖獗之機。另外，在自然狀況下，天敵族群之出現與高峰期通常比害蟲較遲，此差異期間農作物之損傷可能已造成。這些因素都是傳統立足式生物防治不易成功的通病，而須以持續、定期、淹沒式的釋放方式較適合。

3.草蛉可視為生物農藥

由於人工飼料微膠囊與飼養技術之研發成功，可穩定大量生產草蛉且大幅降低生產成本，其供應之方便度可媲美一般化學農藥。

(二)飼養注意事項

1.養虫環境：溫度以 25 28℃，相對濕度在 60 75%之間最佳。濕度過高時蟲體易得病，人工飼料微膠囊會發霉，過低則微膠囊易乾扁，嚴重影響飼育效果。

2.添加物：在飼育盆中放置瓦楞紙捲作為隱蔽場所，同時提供保麗龍屑作為草蛉幼蟲之偽裝背負物，可有效減低集體飼育時的自相殘殺，提高存活率。

3.生命週期：在室溫（25 28℃）下，草蛉卵期約 3 5 天，幼蟲期約 9 15 天，蛹期約 7 11 天開始羽化為成蟲。自卵至羽化為成蟲約需時 3 4 週。

(三)田間應用注意事項

1.設施內效果優於開放田：草蛉不能捕食諸如蝶蛾類、守瓜類、金龜子類及瓜果實蠅類等體型較大之害蟲，故須利用設施加以隔離，將害虫種類單純化為小型害蟲。因此，設施之隔離要求要高，除用 32 目以上之紗網外，門禁尤須嚴謹。出入口之紗網至少要雙層交疊，並隨手迅速關閉，四週近地面之紗網要埋入土中，此嚴密之隔離措施，可有效延緩小型害蟲的入侵。
2.預防重於治療：草蛉之應用首重預防，把握防治時機非常重要，須在作物生長初期害蟲尚未發生或剛立足密度尚低時即予處理。寧讓草蛉餓死也不能有漏網之害蟲坐大，否則必定事倍功半，甚至徒勞無功。
3.勤於偵測害蟲族群消長：要隨時監測害蟲之發生及其密度消長，方能適時把握加強釋放草蛉或搭配其他防治措施之時機，防範於未然，使草蛉發揮最大效果。
4.要持續釋放：草蛉幼蟲釋放後，可巡走於植物枝條與葉片上找尋害蟲加以捕食。若無害蟲可獵食則取食花粉、露水或互相殘殺，或者餓死，故需每 7　10 天釋放 1 次，方可達到抑制害蟲之目的。
5.施放草蛉幼蟲效果優於施放卵：草蛉卵在 35℃以上高溫時孵化率銳減，幼蟲之耐熱能力較強。
6.嚴防螞蟻干擾：螞蟻與許多種類的小型害蟲有共生關係，會攻擊草蛉的卵與幼蟲，故清園工作馬虎不得。
7.施放於高莖作物的效果優於匍伏性作物。

七、消費者觀念

固然以預防觀念來面對害蟲，可以有事半功倍的防治效果，但對於防治結果也要有生態永續的概念。尤其是消費者，須接受害蟲也是地球生態系的一份子，更是生物多樣性中基因的貢獻者之一。防治不一定要將害蟲完全滅絕，乃是將害蟲密度控制在經濟損害界限之下。並且存有與虫共存的心態，殘存的害虫可能使農產品在外觀上有所缺陷，甚至見到虫跡，消費者觀念上要能認同。消費者有此認知，市場導向的結果，生產者自然樂於遵循永續農法的精神從事生產。如此，環保又健康的永續農業與「吃得健康」的農產品才有立足發展的機會。