

有機農栽培作物蟲害管理~談非農藥防治法

行政院農業委員會苗栗區農業改良場 章加寶

摘要

有機農業在防治害蟲上是不得使用化學農藥，因此在害蟲防治上所採取的防治方法則採取非農藥防治的手段來防治害蟲。在害蟲非農藥防治方法中，主要有農業防治、生物防治及物理防治等防疫措施。此外，檢疫方面亦應值得重視。整體而言，農業防治就是利用害蟲、農作物及其生態環境間的關係，採取可行的農業技術造成農作物生長優勢，而抑制害蟲及製造有利益蟲之生存環境，以農業上適當的操作來作田間管理，因此可以從土壤肥料、種子之管理，抗蟲品種之利用，田間樹勢之整理、農作物廢棄物清除，作物之輪作、混作及間作之應用等等著手而達到防治害蟲之目的。物理防治是採取物理方法來防治害蟲，可以捕殺、誘殺、遮斷、溫濕度處理來防治害蟲。生物防治則以捕食性天敵如草蛉、食蟲椿象、瓢蟲、螳螂、鳥類、鴨類、蛙類等等。寄生性天敵如寄生蜂、寄生蠅等及微生物如真菌、細菌、病毒、線蟲、原生動物等天敵來防治害蟲。廣義的生物防治尚涵蓋昆蟲不孕性、昆蟲生長激素、性費洛蒙及抗蟲品種等。除上述防治方法外，在有機農業害蟲防治上，亦有以牛奶、糖醋液、酒精及忌避植物等來防治害蟲。此外，在進入世貿組織後，有機農產品流通更趨頻繁，植物檢疫更應重視及即早採取因應措施。本文僅就目前有機農業可採取的非農藥防治措施作介紹，並舉一些實例提供有機農業在防治害蟲上之參考。

關鍵字：有機農業、蟲害管理

e-mail：bug01@mdais.gov.tw

前言

生物族群的演替受一系列因素的影響，在農業生態系之前是一個自然生態系，當先民開疆闢土經營農業之時，當初地廣人稀，所需農地面積甚為狹小，對於自然生態的影響很少，所以幾乎無病蟲害的發生，但隨著人口增多，農業漸漸的機械化，很多荒郊野地闢為良田，植物相由複雜變為單純，使得以農作物為食的少數害蟲數量劇增，一躍而為大害蟲，於是乎有藥劑防治的產生，而致衍生出因農藥不當使用的諸多問題，諸如害蟲抗藥性，農藥殘留，野生動物的死亡，以致於化學防治更加困難，因此蟲大

戰於焉產生，造成雙方均付出慘痛的代價。

就已知昆蟲種類中，對人類、作物、畜牲造成傷害者不到千分之一，大多數昆蟲雖然很卑微，但在生物網上卻是不可或缺的一環，昆蟲能夠提供鳥類、魚類、兩棲類、爬蟲類及許多其他動物所需食物。另外，很多昆蟲是生物防治上常用的捕食性及寄生性天敵，在生態的平衡上扮演甚為重要的角色，在自然界中能有效控制害蟲而不致產生不良後果，可謂真正的幕後英雄。近年來生態保育意識抬頭，可謂風起雲湧，而有機農業的推動更是平地一聲雷，生物防治在此際遇下特別被重視，不管國內外任何有關有機農業的議題均扮演不可或缺的要角，由於生物防治的目的在於利用天敵來調整害蟲族群密度，是屬於生態學的範疇，天敵本身就是存在於自然生態系中的一個生態因子，天敵在自然生態體系中族群一旦建立，對於害蟲的調節作用具有永久性或半永久性，但各天敵不一定能把害蟲控制在不發生經濟損失情形下，有時天敵必須加以人工協助，才能彰顯防治害蟲的效果。一般農藥之解釋是凡用以防治農林作物或農林產物之病菌、蟲類、其他動物、雜草以及促進或抑制植物生長之藥劑皆稱農藥，因之舉凡殺菌劑、殺蟲劑、殺線蟲劑、除草劑、殺鼠劑、引誘劑、忌避劑、植物生長調節劑、輔助劑、費洛蒙及昆蟲生長調節劑皆可謂之農藥；其他非採用農藥的防治方法可謂非農藥防治法，在害蟲管理之領域中，以非農藥防治法來管理害蟲是不破壞生態的一種立意甚佳之管理方法。值此進入世界貿易組織之際，有機農作物害蟲非農藥防治措施更值大力研發及推展，本文茲有機農作物上可採取之非農藥防治法作介紹，提供田間管理害蟲之參考。

非農藥防治法

農作物蟲害管理體系常由競爭取代、檢疫防治、遺傳操作、不育技術、農業防治、化學防治、綜合防治、生物防治、抗蟲品種、物理防治及其他架構等等所組成，但大體上可歸類為農業防治、物理防治、化學防治、生物防治、檢疫防治，而田間防治害蟲又以物理防治、化學防治及生物防治為主要防治措施。害蟲大發生原因，首為害蟲的內在因素，亦即遺傳學特性，依其本身生物學特性，決定其是否大發生。如果繁殖力強，適應性廣，又具遷移、擴散等習性，一遇環境條件適宜，就大發生。其次為環境條件，包括生物、非生物因素對害蟲的影響，諸如氣候條件、作物、天敵等對害蟲族群數量之影響，施肥、灌水、噴藥等也會影響害蟲種群數量，另外，一種害蟲與害蟲間及天敵的關係，也影響害蟲族群數量。因此必須找出害蟲大發生的主因，才能有效防治害蟲。抑制害蟲族群數量的目的與原則，

是以最小防治費用，獲取最大收益，要達到有效防治害蟲，就要採取不同措施，在害蟲大發生前，適時防治害蟲，因此要以預防為主，在害蟲還沒造成危害前就控制害蟲。另外，要以農業防治為基礎，因為農業防治一般遷涉到栽培技術，在採取栽培措施的同時進行防治，而且也是事先預防治害蟲。由於害蟲有數種天敵，應加以保育。因此在不影響經濟情況下，將害蟲數量控制在一定的水準，而不完全滅絕，使天敵發揮作用，必要時引進外地的天敵蟲或以人工繁殖釋放。在採取化學防治時能夠及時控制害蟲發生，但應慎選農藥，選擇施藥時間和方法，掌控用藥次數和藥量。因此防治害蟲應以預防為主，以農業防治為基礎，合理運用化學防治、生物防治、物理防治等措施，將害蟲抑制在經濟危害水平之下，經濟、安全、有效目的。

本報告擬就各非農藥防治法及其在農業上之應用，簡述如下，俾供害蟲管理上之參考。

農業防治

農業防治就是利用害蟲、作物及生態環境間的關係，採用一系列之農業技術措施並促成農作物之生長強勢，進而抑制害蟲繁殖，直接或間接消滅害蟲，進一步創造有利益蟲之生存及繁殖的條件，從而使作物免受或減輕害蟲為害。因之農業防治項目主要研究包括創造不利害蟲的條件，以抑制害蟲繁殖；育成抗蟲品種，以避免或減少害蟲為害，達到直接消滅害蟲。所以如果能有效從操作害蟲及作物生態的層面著手，則較易於達到防治效果。有關農業防治，可從土壤、肥料、作物抗蟲性、輪作、混作、田間管理等多面向來討論。

一、土壤質地

害蟲與土壤質地有密切的關係，砂質壤土易於發生粉介殼蟲、葡萄根瘤蚜，潮濕土地易發生螻蛄、蟋蟀，輕鬆土地易發生夜盜蟲、蟻蟻。多數害蟲生長和發育過程，與土壤有關，因此深翻土地和改良土壤不僅利於作物生長且能提高作物產量，同時在害蟲防治上亦深具功能。

螻蛄在土壤中取食、生長和繁殖，生活過程與土壤有關；叩頭蟲幼蟲離開土壤就不能存活；金龜子、球莖夜蛾、一些象鼻蟲幼蟲也都在土壤中生活和為害。有些害蟲某世代生活於土下，例如葡萄根瘤蚜，在葡萄根生活。黃條葉蚤、斜紋夜盜、果實蠅、瓜實蠅、下紅天蛾等，雖常取食植物地上部，但卻在土中化蛹。蝗蟲、蟋蟀和扁蝸牛等，幼蟲生活於土中，取食亦是植物地上部，但是卵卻都產在土中。

以土壤作為生棲環境的害蟲，假使土壤條件有所改變，則對其生長、繁殖及為害亦有所改變，例如土壤溫度、濕度、結構、pH 值等均為其決定性因子。任何一個土壤環境條件的改變，特別是決定性因子的改變，均將明顯影響昆蟲壽命、發育和繁殖，也就間接影響害蟲發生量及為害程度。例如瓜蠅之化蛹在低於 3%含水量土中，對發育及生存不利，土壤含水量 30%則不能羽化。

在害蟲防治上或許可藉由土壤管理。若改變土壤環境的生態條件，則可抑制害蟲發育及繁殖。將原來在地下的害蟲翻至土表，由於光、溫度、濕度等物理因子和鳥類、青蛙及天敵昆蟲等捕食，使其大量死亡。如蝸牛產卵於土中，在其產卵期進行中耕，將卵塊暴露於地面，經陽光曝曬，石灰質卵殼易爆裂，餘卵雖未被翻至土表，但因土壤疏鬆，遭乾燥影響也難於存活。若利用深耕，將害蟲翻入土層深處，使不能由土中羽化。藉由植物地上部被翻入土中，使為害植物地上部的害蟲，因失去寄主而死亡，尤其雜草清除，更具意義。深耕也使土壤害蟲遭農機具傷害而死亡，而其巢穴和蛹室受破壞，亦增加其死亡率。

二、抗蟲品種

有關抗蟲品種係由於利用作物對害蟲的迴避、抗生作用、容忍，有關報告亦非常之多，本文不再贅述，所以在選種時宜選擇抗蟲品種，諸如高粱台中 5 號抗黍蚜、水稻抗褐飛蟲品種有 Mudgo，係因水稻缺少 asparagine 所致。

三、混作及輪作

同一地區連續栽培同樣作物，則害蟲發生越激烈，若以輪作方式，可減少害蟲發生，例如煙草與水稻輪作可減輕病蟲害，針葉與闊葉樹混作亦可減輕病蟲害。木瓜、玉米混作，可減少蚜蟲傳播輪點病。臺灣很多地區首先在上半年第一期作種落花生，下半年第二期作種水稻的輪作現象，而第一期作造成旱作害蟲發生，在第二期作水稻期由於灌溉及犁耙而消滅地下害蟲。

四、肥料對昆蟲之影響

肥料之種類及用量，往往影響害蟲之發生，最明顯的例子，氮肥過多，作物趨於柔嫩，害蟲易為害，如水稻氮肥過多，褐飛蟲發生較嚴重，其他作物亦然，廐肥堆積過多，常引致蠅、蚊、叩頭蟲幼蟲、金龜子幼蟲等土棲昆蟲之棲息繁殖。水稻害蟲發生與肥料關係，諸如二化螟、縱捲葉蟲、

黑尾浮塵子及褐飛蝨等害蟲。如氮肥之施用，則植物組織含大量氮化合物，且碳氮比降低，使二化螟生育良好，生存率增高，體重增加，成蟲產卵數也增加，因此多氮栽培往往造成二化螟大發生。矽酸肥料的施用，恰可緩和多氮栽培之害，增加抗螟性的機制。氮肥的施用，使二化螟、縱捲葉蟲、褐飛蝨及浮塵子類的發生較嚴重，但與癭蠅發生無關，矽肥的施用，使二化螟與浮塵子的為害減輕，但稻苞蟲的發生卻較嚴重。施用氮、鉀肥於甘藍，發現桃蚜產蟲數量、速度增加，致桃蚜發生增多。同樣生長於甘藍上的菜蚜，其發生與氮肥、鉀肥施用量及植物中可溶性氮含量無關。

五、剪枝與枝葉密度對昆蟲的影響

果園中枝條過密常影響害蟲的發生與否，如葡萄園一作、二作、三作，咖啡木蠹蛾的發生在一作比二、三期作為害嚴重，此與剪枝有密切關係。二化螟因水稻播種量的多寡而增減，葡萄葉片濃密與鳥類為害有關。一定耕種面積內種植適當的株數，則通風、日照正常生育條件良好，農作物因而生長健壯，其抗蟲性可以提高，質量因此而增加，蟲害損失率也能夠相對的降低。若作物稀植，不但未能充分利用土地、肥培條件及光照的差異、行間株間空隙大，因而雜草叢生，表土蒸發量大，容易乾枯。此外，更因株數之不足，產量因而大受限制，在遭受蟲害之後，缺苗、毀株及損果，影響產量甚鉅。

過度密植為害蟲提供良好的發育與繁殖場所，主要是田間小氣候相對濕度高及光照的不足，例如在水稻田可以誘致飛蝨類及葉蟬類等的大發生。過度密植也使水稻提早封行，田間防治工作不易，倒伏後就更嚴重。

六、種植時期與收穫期改變

為避免害蟲為害，將作物播種期、移植期及收穫期做適當調整，可收預妨害蟲之效果。如日本曾為迴避二化螟之為害，將水稻播種期延遲 10~15 天，此時可逃避第一代二化螟，而第一代二化螟幼蟲因之餓死而不能為害。美國伊利諾州一帶為迴避麥癭蠅之為害，將小麥播種期予以遲延。目前在臺灣的產期調節，諸如葡萄、果桑也造成害蟲相改變，對某些害蟲也有一定影響。

七、清除廢棄物

田間雜草應時常刈除以減少害蟲寄生機會，收穫後作物殘部，須加清除，以消滅內部害蟲。如田間葡萄殘株集中燒死木蠹蛾幼蟲；燒燬稻草，可殺死稻蒿內越冬之水稻害蟲。在葡萄收穫後，清理果園，勿使落葉蓋地

面，避其腐化，避免成蟲產卵其上。又如可可椰子犀角金龜卵產於枯死之樹幹、堆肥或腐植土壤中，幼蟲即以腐植質為食，所以清除朽木、堆肥及其他腐植質堆積物，可達防治目的。楊桃受果實蛀蛾為害，可將受害落果清除，可減少果實蛀蛾為害。番石榴、柑桔等易受東方果實蠅為害的多數果樹，其落果應予清除，以免田間為東方果實蠅之自然繁殖場。

植物檢疫

植物檢疫是國家為防止農作物危險性病、蟲、雜草隨同農產品擴散蔓延而制定的一套措施。植物檢疫包括境內檢疫和境外檢疫。境外檢疫的主要任務，是防止國外的病蟲、雜草進入國內，同時防止國內檢疫對象流入國外。常設有進口、出口及過境檢疫。如美國葡萄蚜傳入法國，梨圓介殼蟲的傳播均以植物檢疫的法規防治來遏止，日本為了杜絕瓜實蠅、東方果實蠅及瓜實蠅之侵入，而制定法規。此外，自國外引入本省的新害蟲，諸如可可椰子紅胸葉蟲、香蕉弄蝶等等因人為問題而侵入。目前害蟲境外檢疫對象有主要為東方果實蠅等。境內檢疫的主要任務，是將國內局部地區發生的危險性病蟲封鎖於一定範圍內，防止其擴散蔓延。一般來說，害蟲在原產地或在已發生多年的地區，天敵已經很多能控制一部份害蟲。但是如果害蟲被帶入新地區，一旦氣候及食物等條件適宜，就會比原來產地的危害嚴重很多，因為這時沒有天敵控制。進入世貿組織，農產品流通頻繁，植物植檢更為重要。

生物防治

生物防治指利用天敵防治害蟲，有關植物保護著作中，特別是在生物防治和綜合防治專著，仍繼續採用此義。但隨著治蟲新技術的不斷發展，近幾年來對生物防治一詞有不同解釋，有人將利用昆蟲不育性包括化學不育劑、放射線處理不育和遺傳不育等和昆蟲激素等防治法，也歸入生防範圍，生物防治概念就更加廣泛。所以廣義的生物防治，除了天敵之利用外，抗蟲性品種之利用，不孕性雄蟲之釋放，有害遺傳因子之導入，費洛蒙之利用，競爭種類之置換等等，皆可包括在內。用天敵來防治害蟲，可利用資源為捕食性及寄生性昆蟲、昆蟲以外動物及病原微生物。生物防治在生態的隔離地區，所謂生態島嶼之環境較易生效，小若果園者，大若夏威夷群島，在生物防治上皆能大有成就，但夏威夷係一海洋性島嶼，而臺灣卻屬於大陸性之島嶼，兩者不論氣候、生物相均大相逕庭，是故臺灣不若夏威夷之有利條件，因此在生防上就必須多費功夫。一般以較少移動而群棲性之害蟲，較易作生物防治，如介殼蟲、蚜蟲等。成功的生物

防治能一勞永逸，但達理想者少之又少，是故在生物防治上必須要注意的如天敵的立足、環境因素之認知、大量飼養等等條件。

利用捕食性天敵防治害蟲，以我國歷史最悠久，公元 304 年，晉代稽含所著的「南方草木狀」記載，利用一種黃獵蟻防治柑桔角肩椿象，此乃世界最早利用天敵的實例。捕食性天敵之利用，在近代最具成效，諸如 1888 年，美國加州為防治吹綿介殼蟲而從澳洲引進澳洲瓢蟲，此為以捕食性天敵防治害蟲最成功的例子。吹綿介殼蟲在 1905 年曾在臺灣大發生，當時從夏威夷引進澳洲瓢蟲，此為在亞洲地區生物防治成功之第一例。1950 年代，臺糖公司也利用赤眼卵寄生蜂防治甘蔗螟蟲，數十年來，生物防治工作發展更加迅速，廣泛展開以蟲治蟲、以菌治蟲和以菌治病的研究。由於農藥的大量使用造成各種負面效應陸續出現，注重生態保育時代的來臨，促使天敵昆蟲的應用必定是臺灣目前及未來防治害蟲的重要主力之一，尤其近年來有機農業進展神速，生物防治更扮演重要角色，過去臺灣昆蟲學者已在天敵著力甚殷，曾利用寄生蜂防治紅胸葉蟲、赤眼卵寄生蜂防治玉米螟、絢小蜂防治柑桔木蟲、捕植蟎防治草莓葉蟎。近年來更特別注重天敵昆蟲在田間防治害蟲之應用，諸如應用草蛉防治草莓、木瓜、紅棗、茶及其他有機蔬果之蚜蟲及葉蟎、寄生蜂防治玉米螟、黃斑粗喙椿象防治鱗翅目害蟲、小花椿防治薊馬等等。

關於天敵昆蟲可分為捕食性天敵及寄生性天敵兩大類，捕食性天敵昆蟲分屬於 18 目，200 科，諸如瓢蟲、草蛉、螳螂、食蟲椿等。寄生性天敵昆蟲分屬於 5 目，即雙翅目(Diptera)、膜翅目(Hymenoptera)、鞘翅目(Coleoptera)、撚翅目(Strepsiptera)以及鱗翅目(Lepidoptera)，分隸 97 科，最常被利用的有寄生蜂和寄生蠅等等。捕食性天敵體型一般屬於大型或中型，大多大於其獵物(pre)，並且常能捕食多種獵物，且需多隻獵物才能維持其生存及發育，其成蟲及幼蟲獵物常常來源相同，捕食後立即致獵物於死地，成蟲及幼蟲常營自由生活。寄生性天敵大多屬小型或微小型，寄主範圍狹窄，專一性(specificity)高，祇能寄生一種或數種近種寄主。並且常固定寄生取食單隻寄主個體，即能完成發育，其尋找寄主方式多由成蟲為主，並產卵發育為幼蟲，營寄生生活，成蟲則自由生活。

捕食性昆蟲：蜻蜓、螳螂、椿象、草蛉、食蟲虻、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻、胡蜂等等。其中瓢蟲、草蛉、椿象及螳螂等較常被利用。

寄生性昆蟲：最主要的是寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科，包括小蘭蜂科、小蜂總科、寄生蠅科等。

其他天敵：在脊椎動物中，從魚類到哺乳類，有許多種類是以昆蟲是以昆蟲為食，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。其中主要吃蟲的益鳥有 7 目 15 科 23 種。各鳥所吃的昆蟲，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：養鴨除蟲在我國已有 600 餘年歷史。元朝王禎的「農書」記載：「蝻未能飛時，鴨能食之，如置鴨數百於田中，頃刻可盡」。1978 年在中國大陸的 9 個縣，養鴨一萬餘隻，進行四千多畝晚稻放鴨治蟲試驗，解剖 114 隻鴨子，捕食生物有稻飛蟲、葉蟬、螟蛾、粟夜盜、稻苞蟲、葉甲蟲、蠅類、蜘蛛、青蛙、蚯蚓及穀粒、雜草根等，其中害蟲占 90.4 %，每小時每隻鴨子最高捕蟲量達 1,200 餘隻。

保護青蛙：兩棲類動物中的蟾蜍和青蛙等，以捕食昆蟲和其他無脊椎動物為主，尤以昆蟲最多，是眾所周知的有益動物。

病原微生物：自然界中能使昆蟲感病的病原微生物包括細菌、真菌、病毒、立克次氏體、原生動物及線蟲等。利用蟲生病原或其代謝產物來防治害蟲，稱為微生物防治。應用比較廣泛的有蘇力菌、白殭菌及昆蟲病毒等。應用病原微生物防治害蟲已有很長的歷史，已知可利用病原體有千種以上。在害蟲病原微生物中，以真菌致病最多，占 60% 以上，而昆蟲的真菌病中，由白殭菌引起的占 21%，目前國內外成功使用的，主要有白殭菌、黑殭菌等等。目前臺灣已利用白殭菌防治甜菜夜蛾，蘇力菌臺灣在 1957 年引入使用，推廣在擬尺蠖、小菜蛾、菜心螟、紋白蝶、松毛蟲及茶蠶。

昆蟲病毒寄主主要是鱗翅目昆蟲，其次是膜翅目、雙翅目，少數是鞘翅目昆蟲和脈翅目昆蟲，被感染的多為幼蟲，病毒寄主專一性強，每種病毒能感染某種昆蟲，少數病毒能感染一種以上寄主。可分三大類，即核多角體病毒(NPV)、顆粒體病毒(GV)和細胞質多角體病毒(CPV)。應用較廣的是核多角體病毒，其次是顆粒體病毒。臺灣已利用核多角體病毒防治甜菜夜蛾及利用顆粒體病毒防治小菜蛾。

物理防治

為利用各種物理作用以驅殺害蟲方法，包括徒手捕殺、機械使用，以及溫、濕、光等環境因子之調節，電氣、音波、氣壓之應用等等。

一、捕殺法

此為徒手或用器械，將害蟲之卵、幼蟲、蛹、或成蟲等驅殺之方法，可分為直接捕殺與間接捕殺二類。

- 1.直接捕殺：包括手捕、刺殺、壓殺、打殺等等，方法雖較原始，然運用適宜時，效果顯著。如二化螟、三化螟之採卵；蚜蟲、介殼蟲等之捏殺；天牛、木蠹蛾等幼蟲之鐵絲刺孔；稻苞蟲之壓殺；家蠅之拍殺等等屬之。
- 2.間接捕殺：有擊落、搖落、拂落、摘採、粘捕、網捕等等，如金龜子、象鼻蟲之類，搖擊時，即行下墜，可以收集殺斃之。家庭所用捕蠅紙之殺蠅，為粘捕之代表實例。以捕蟲網捉捕飛行性之成蟲，應用尤為廣泛。

二、誘殺法

利用害蟲之特殊習性或趨性作用，以適當裝置將害蟲誘集而驅殺之方法稱為誘殺法。

- 1.光誘：利用昆蟲趨光性，如螟蟲、夜盜蟲、金龜子等之誘蟲燈，多數害蟲之發生預測燈等即為其實例。
- 2.餌誘：利用昆蟲趨化性，以適當食餌誘殺害蟲之方法，如以糖蜜；包括黑糖、酒、醋等之混合劑，誘殺夜盜蛾；以餌木誘殺小蠹蟲、象鼻蟲；以甘薯、馬鈴薯、蘿蔔等誘殺叩頭蟲幼蟲等等。
- 3.伏誘：利用害蟲潛伏習性，如以麻布等纏繞於樹幹，害蟲爬上時乃藏伏於其下，枯草、落葉之置於農地內，蟋蟀、螻蛄等害蟲必潛入其間，可聚殲之。用泡桐樹葉鋪放於切根蟲發生的地上，可以誘到大量的切根蟲。
- 4.器誘：利用適當器械以誘殺害蟲之法，如以發條旋轉之捕蠅箱、內貯化學物質之捕蟲瓶等，使害蟲一入器內即無法逃出。

三、遮斷法

利用適當裝置以隔離害蟲，使其無法接近者為遮斷法。

- 1.網遮：夏季使用蚊帳，以避蚊叮；家屋內裝紗門、紗窗，使蚊蠅類無法侵入等等。以紗網蓋覆瓜苗，以防守瓜之食害，則為野外網遮法之應用。大量使用的網室木瓜、隔絕蚜蟲傳播病毒病，網室印度棗防東方果實蠅。

- 2.袋遮：以報紙、牛皮紙之類作紙袋套掛於果實上，以防果實蛀蟲、果實蠅、瓜實蠅等之侵入，在臺灣實施的套袋有香蕉、檬果、枇杷、葡萄、番石榴、梨、蘋果、苦瓜等等，為園藝上之有效方法，可謂不勝枚舉。
- 3.環遮：以膠布、報紙之類，纏繞於作物下部，或以某些物質如石灰塗於樹幹呈環狀，以遮斷爬行害蟲之上昇。
- 4.溝遮：於害蟲發生區之周圍掘明溝於地面，以阻止害蟲之蔓延，可用於行軍蟲、尺蠖等害蟲，寬約30分，深60公分。
- 5.屏遮：以草蓆、木板、或其他器材作成屏障，以防止害蟲之侵入。
- 6.其他：如利用寶特瓶套於葡萄樹幹上防止扁蝸牛爬上葡萄為害。

四、溫度處理法

本項包括高溫處理及低溫處理二項：

- 1.高溫處理：高溫之下，促進昆蟲快速死亡，一般可利用陽光及火力，如積穀、貯藏食品、被服等之蟲害，經由適當之日晒，可將害蟲驅殺。砍伐後之樹木，利用日晒，可將內部之蠹蟲類殺滅。利用火力之燒殺法，受白蟻及一般蠹蟲類嚴重為害之木材，可以火燒燬，能獲得澈底之防治。園圃、畦畔之雜草廢物等，如在冬季予之燒除，則其間越冬害蟲，可盡行殺斃。為驅殺壤內之昆蟲、病菌，有所謂燒土法，如苗床土壤之消毒多採用之，一般加熱至60°C以上維持1~1.5小時，即可獲圓滿結果。另外農民亦有利用火來燒稻蒿以殺滅其內害蟲。
- 2.低溫處理：貯藏品如保存於5~15°C之低溫，不致發生蟲害，但欲利用低溫以殺斃害蟲，則不如高溫之可靠。又低溫之殺蟲效率，以高、低溫交互作用時為高。外銷荔枝以低溫處理，防治果實害蟲。

五、濕度處理法

此可分為乾燥處理與浸水處理之二方面：

- 1.乾燥處理：收穫後之穀類，在貯藏前，予以充分乾燥，則非僅減少蟲害，且可免菌類之繁殖。
- 2.浸水處理：作物播種前，先浸水一段時間，可將地下害蟲的幼蟲或蛹先行浸斃，爾後再種植。如在菜園種植前先浸水三天，可將黃條葉蚤卵、幼蟲、蛹浸死。

六、不育技術

利用物理的或化學的方法造成昆蟲不育，大量釋放於田間與野外正常蟲交配而產生無生殖力的後代，達到減少和消滅害蟲的目的，有人將之列於廣義生物防治的範疇，或稱做遺傳防治法。使昆蟲不育的方法有兩類；一是物理方法，主要是用 γ 射線處理昆蟲造成不育，而鈷六十是常用的放射源。二是化學方法，即用化學藥劑處理昆蟲而引致不育。

輻射不育利用輻射源照射昆蟲，在一定的劑量下可以引致昆蟲不育，但並不引起昆蟲的生活失常和死亡。各種昆蟲及其不同蟲期或齡期對輻射的敏感性不同，過高的照射劑量會造成昆蟲的生活失常和死亡，一般用於害蟲防治的不育昆蟲，多是在蛹期或成蟲期處理，所用的 γ 射線的照射劑量因昆蟲種類、蟲期或齡期而異，一般以發育早期對輻射的敏感性最高，但也有例外情況。目前臺灣有東方果實蠅的實例。

不育法與防治害蟲的其他方法相較，特點是只對目標害蟲發生作用，可避免對有益動物和人類健康的危害，也很少可能引起害蟲的抗性。在害蟲數量較少時，顯得更加有效。但是應用不育法防治害蟲應考慮經濟又容易大量飼養，釋放的不育昆蟲應有廣泛擴散能力和充分活動力，以保證找到自然界中能正常生活的昆蟲。不育蟲應具有正常生命力，能正常覓食、交配及壽命。最好是一生中共交配一次的昆蟲。若不育技術與其他防治方法相結合，更易達到實用的階段。

七、其他

微波或超音波的應用，以振動頻率每秒在 2 萬次以上為特徵、人的耳朵難以感覺到的超聲波，能使在液體介質中的動植物細胞和微生物引起幾乎是剎那間的機械性破裂和死亡。該法對昆蟲殺傷力很強，消滅倉庫害蟲既經濟又有效。近年來亦有用微波或超音波引誘雄蟲遷離雌蟲，藉以阻止害蟲繁殖。

結論

非農藥防治法在以往常常為人所忽視，由於吾人越重視生態環境及農產品的品質，因之謀求具有安全性的替代防治方法，乃為今後努力的目標，開發非農藥防治法遂成為發展的新途徑。目前在人類與害蟲的爭鬥戰場上，雖然還是以化學防治作為主力戰，其他防治方法為輔助，因此要將非農藥防治方法化為主力，將化學方法轉變為輔助，仍為今後在害蟲管理上的取向，考諸非農藥防治法目前之所以逐漸被重視，乃由於農藥使用之泛

濫，害蟲防治目前以使用合成化學藥劑防為主，在作物害蟲防治上，不可否認的已有其相當的經濟上的貢獻，但另一方面卻付出相當大的代價。由於合成化學藥劑殺蟲力強，在害蟲防治上有立竿見影之效，然而造成農業上、環境上諸多的問題，例如對非目標生物造成的毒性、殘留毒、抗藥性害蟲的產生，害蟲的再猖獗及造成嚴重環境污染。近年來，先進國家甚為重視化學農藥殘毒造成環境污染的問題，一方面禁止使用毒性強、污染性的合成農藥，另一方面開發藥效選擇性高，對動物毒性低，殘效短、安全性高之生物藥劑，如 ICR 的開發，以及發展安全性高之害蟲非農藥防治方法，以期達到質量均優的農產品，由於農藥使用後所造成的錯綜複雜的關係，今後開發非農藥防治法是刻不容緩的事。

非農藥防治法不勝枚舉，可是目前被實際應用於害蟲防治者僅為少數，因此需加以研究開發新的種類尚多。並且應選擇較具有潛力的防治措施，為將來開發非農藥防治法的可循之徑。如何將非農藥防治法加諸於害蟲管理系統中，以發揮其應有的功能，端賴日後改進與研究，則非農藥防治法可冀成為將來最具效用的害蟲防治法。因此，為求合理、安全、有效及經濟的目標，以達減少農藥使用，發展非農藥防治法不但是順應世界潮流，更因之而取代傳統化學防治法。

但非農藥防治法，例如天敵因係一生物因子，其所受環境因子之影響甚大，效果亦屬於遲效性，此為不利條件，所以不論研究或推廣，類似於生物防治的而且像大面積的應用須要大量天敵的飼育，供應困難及操作技術的簡化，都是推展利用天敵策略所面臨，所需解決的問題。目前為了配合加速農業升級，發展精緻農業，更應發展非農藥防治法，以便推廣生產高品質、高經濟價值、無農藥殘留的農產品。而有機農業之推展更是建設人間滯工，多一分有機，多一分淨土，非農藥防治法之研發更是扮演有機農業重要的推手，在經濟及保育面向上兩者兼顧。如此，則有機農業的格局才會廣又大，視野才會寬。

參考文獻

- 1.王宗楷 1978 害蟲防治研究入門 農業出版社 P.206~235。
- 2.不具名 1982 農業昆蟲學上冊 浙江大學出版 P.7~57。
- 3.方敏男 章加寶 黃蘚 1988 台中三號高粱黍蚜之防治適期 台中農改場研究彙報 19:35-44。
- 4.方敏男 章加寶 黃蘚 1988 使用套袋方法防治瓜實蠅危害苦瓜及絲瓜之效益評估 植物保護學會會刊 30:210-221。
- 5.朱耀沂 1974 捕食性天敵在生物防治上之重要性 植保會刊 17:1~20。
- 6.朱耀沂、林水金、蔣時賢、吳文哲 1975 作物施肥條件與害蟲的發生 科學農業 23:469~480
- 7.李文蓉 1977 害蟲不孕性處理與應用技術 蟲害防治研討會專刊 P.109~120。
- 8.侯豐男 1977 害蟲寄生性微生物在害蟲防治上之利用 蟲害防治研討會專刊 P.39~48。
- 9.貢毅紳 1977 不孕性昆蟲與昆蟲防治 蟲害防治研討會專刊 P.58~108。
- 10.章加寶 1988 葡萄主要害蟲之生態與防治 中華昆蟲特刊第二號 果樹害蟲綜合防治研討會 11-31 頁。
- 11.章加寶 1997 天敵昆蟲草蛉在有機農業害蟲防治上的利用 有機農業科技成果研討會專刊 p.135-147。台中區農業改良場編印。1
- 12.章加寶 吳子淦 張瀛福 1998 捕食性天敵昆蟲草蛉飼養與利用 害蟲生物防治及生物技術研討會 p.77-89。
- 13.章加寶 2000 台灣天敵昆蟲生物多樣性 兩岸生物多樣性研討會專集 p.101-111。
- 14.章加寶 2002 黃斑粗喙椿象大量飼養與應用 農作物害蟲與害蟎生物防治研討會 台灣昆蟲特刊 3:175-181。
- 15.陳秋男 1974 利用寄生性昆蟲於蟲害管理之基本研究與考慮事項 植保會刊 17:21~28。
- 16.黃勝泉 2002 東方果實蠅幼蟲收集器開發及其蛹寄生蜂量產技術 昆蟲生態與瓜果實蠅研究討會專刊
- 17.蒲蟄龍 1978 害蟲生物防治的原理和方法 科學出版社 261PP。
- 18.鄭文義 1977 害蟲寄生性天敵在害蟲防治上之利用 蟲害防治研討會專刊 P. 49~74。

- 19.鄭清煥 1965 作物抗蟲現象及其在害蟲防除上之利用價值 植保會刊 P.49~74。
- 20.Chang, C. P. 1990 Evaluation of chemical and exclusion methods for control of *Bradybaena similaris* (Ferussac), on grapevine in Taiwan. *Agri. Ecos & Environ.*31(1):85-88.
- 21.Chang, C. P. 2002. *Bradybaena similaris* (de Ferussac) (Bradybaenidae) as a pest on grapevines of Taiwan. *In Molluscs as crop pests.* p.241-244. CABI Publishing