

有機農場蟲害綜合防治

章加寶

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

摘要

有機農業在害蟲防治上採非農藥防治的方法來綜合防治害蟲，主要是利用農業防治、生物防治及物理防治等措施作綜合性的應用。亦即基本上可利用害蟲、農作物及其生態環境間的關係，抑制害蟲及創造有利益蟲之生存環境，以農業操作來作田間管理，從土壤、肥料、種子、抗蟲品種、樹勢整理、農作物廢棄物、輪作、混作及間作之應用達到防治害蟲之目的。並結合捕殺、誘殺、遮斷、溫濕度處理來防治害蟲。再以捕食性、寄生性天敵及微生物來防治害蟲。除上述三個面向的防治方法外，在有機農業害蟲防治上，亦可結合天然資材等來防治害蟲。本文僅就目前有機農場可採取的綜合防治措施作介紹，並舉一些國內外實例提供有機農場蟲害綜合防治上之參考。

關鍵字：有機農業、蟲害、管理

e-mail：bug01@mdais.gov.tw

前言

如何管理有機農場的蟲害，其先決條件，勢必要先瞭解自然生態系與農業生態系，爾後才能有效執行所謂的害蟲綜合防治。在以往所謂綜合防治是指化學防治加上其他非化學防治之方法，此處所講的綜合防治，係指非農藥防治方法的整合型綜合防治，在此應事先敘明。由於在農業生態系之前是一個自然生態系，當初先民經營農業時，由於農地需求少，對於自然生態的影響有限，並無病蟲害的問題，但隨著人口增多，農業化漸漸擴大，多樣性的自然生態系逐漸演變為農業生態系，使得以農作物為食的少數害蟲數量劇增，成為關鍵性少數害蟲，於是乎有藥劑防治應運而生，由於當初只求防治害蟲，增加作物產量，卻衍生出因使用農藥所產生的後遺症，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，因此造成人蟲的世紀大對決，其後果罄竹難書。

昆蟲對人類、作物、畜牲造成傷害者就是所謂的關鍵少數害蟲，大多數昆蟲在食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，在自然界中扮演警察的角色，能有效控制害蟲而不致產生不良後果。近年來由於生態保育意識及有機農業的崛起，因之非農藥防治特別被重視，尤其生物防治不管國內外任何有關有機農業的議題均扮演不可或缺的角色，而天敵公司亦應運生，目前在全世界已有 100 家以上，且正逐漸增加中。由於生物防治的目的在於利用天敵來調整害蟲族群密度，對於害蟲的調節作用具有永久性或半永久性，但天敵不一

定能把害蟲控制在經濟為害限界下，有時天敵必須以人工協助，才能彰顯防治害蟲的效果。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環境的方法。尤其在進入世界貿易組織之後，有機農作物害蟲綜合防治措施更值得大力研發及推展。

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、物理防治及其他相關架構所組成，在有機農業蟲害管理中，可茲利用者主要有農業防治、物理防治、生物防治。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。在有機農場中如何管理害蟲，而有效的作綜合防治，對於農業生態系的瞭解有其必要性。昆蟲之防治主要以族群為對象。如有些害蟲繁殖力強，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。此外，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，因蟲制宜在害蟲大發生前，適時適法防治害蟲，尤其在有機農場，吾人採取非農藥防治方法勢必要以預防為主，在害蟲還沒造成危害前就控制害蟲，以免害蟲族群坐大，不可收拾。因此在有機蟲害綜合防治中，要以農業防治為基礎，由於農業防治要對整個農業生態系有完全的掌控，因此遷涉到栽培技術，在採取栽培措施的同時進行害蟲的管控。在有機農場中害蟲的天敵，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，必要時亦可引進外來天敵或以人工繁殖釋放。但應慎選天敵種類、釋放天敵時間和方法，掌控天敵釋放次數和數量。因此在有機農場的害蟲綜合防治中應以預防為主，先要瞭解整個有機農場的農業生態系，以農業防治為基礎，合理運用生物防治及其他非農藥防治等措施，將害蟲抑制在經濟危害水平之下，達到經濟及有效的目的。本報告擬就有機農場可利用的害蟲綜合防治方法及國內外的一些實例，提出報告，俾供有機農場蟲害綜合防治之參考。

作物栽培管理與害蟲綜合防治

首先要瞭解有機農場的農業生態系，亦即對有機農場中的氣象、地形、地物，害蟲與栽培作物間的關係。作物的種類及耕作技術等均與害蟲及天敵的發生有關。由於農業生態系因人為破壞及變更，常招致害蟲猖獗，這些都是吾人經營有機農場應考慮的重點工作。因此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管理措施並促成農作物之生長強勢，進而抑制害蟲繁殖，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。因此在從事有機農業時，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，可由作物健康管理，從土壤、肥料、作物抗蟲性、種植方式、田間管理等多重面向來討論。

首先由土壤質地考量，由於土壤質地、酸鹼值等與害蟲發生有密切的關係，諸如較

潮濕土質易發生螻蛄、蟋蟀，較鬆土質易發生夜盜蟲、蟻蟻。由於多數地下害蟲發育過程，與土壤有關，因此深翻土地和改良土壤不僅利於作物生長，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危害。黃條葉蚤、斜紋夜盜、東方果實蠅、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，但是卵卻產在土中。因此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、繁殖及危害亦有所改變，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危害程度。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，經陽光曝曬而死亡，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，使危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。

有關抗蟲品種係利用作物對害蟲的迴避、抗生作用、容忍，在選種時宜選擇抗蟲品種，諸如高粱台中5號抗黍蚜(方等，1988a)、水稻抗褐飛蝨品種有 Mudgo，係因水稻缺少 asparagine 所致(鄭，1965)。

作物之種植方式也影響害蟲發生的豐度，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，例如花生、甘藷與水稻輪作可減輕病蟲害。木瓜、玉米混作，可減少蚜蟲傳播輪點病。往昔臺灣很多地區有上半年種落花生，下半年種水稻的輪作現象，由於上半年造成旱作害蟲發生，下半年由於灌溉及犁耙而消滅地下害蟲，當時農家還可捕捉台灣大蟋蟀，作為農村特殊風味餐。

肥料之種類及用量，往往影響害蟲之發生。例如，氮肥過多，作物趨於柔嫩，害蟲易危害，如水稻氮肥過多，褐飛蝨發生較嚴重，其他作物亦然，廐肥堆積過多，常引起金龜子幼蟲等土棲昆蟲之棲息繁殖。大量施用氮肥，造成植物組織含大量氮化合物，且碳氮比降低，使二化螟生存率增高，產卵數也增加，因此多氮栽培往往造成二化螟大發生。矽肥的施用，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，矽肥的施用，使二化螟與浮塵子的為害減輕(朱等，1975)。

作物的修剪管理影響害蟲之發生有密切關係，如果枝條過密往往影響害蟲的發生，如葡萄園一作、二作、三作，咖啡木蠹蛾的發生在一作比二、三作嚴重，此與剪枝有密切關係(章，1988)。二化螟亦因水稻播種株數的多寡而增減，種植適當的株數，則通風、日照正常生育條件良好，植株健壯，抗蟲性提高，質量增加，損失率相對降低。稀植則因肥培及光照的差異、行間及株間空隙大，雜草叢生，表土容易乾枯。此外，更因株數不

足，產量降低。過度密植則為害蟲提供較佳的發育與繁殖場所，例如在水稻田可以誘致飛蝨類及葉蟬類等的大發生，也使水稻提早封行，田間防治不易。

種植時期和收穫期也影響害蟲的發生，為避免害蟲危害，應將作物播種期、移植期及收穫期做適當調整，可預妨害蟲之發生。如日本曾為迴避二化螟之危害，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危害。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、蓮霧也造成害蟲相改變，對某些害蟲也有一定影響。

田間廢棄物及雜草常為害蟲棲息的場所，因此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，以消滅害蟲。如田間葡萄殘株集中處理，減少木蠹蛾的發生；稻草處理，可殺死稻蒿內之害蟲。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。又如金龜子類產卵於枯死之樹幹、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。楊桃受果實蛀蛾危害，可將受害落果清除，可減少果實蛀蛾危害。番石榴、柑桔等易受東方果實蠅危害的果樹，其落果應予清除，以免田間為害蟲之自然繁殖場。

生物防治與害蟲綜合防治

害蟲生物防治是有機農業上重要的防治害蟲手段，主要是指利用天敵來防治害蟲，廣義包括昆蟲不育性、生長調節劑、性費洛蒙及抗蟲育種等防治技術。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。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，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。近年來有機農業推展，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、釉小蜂防治柑桔木蝨、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、紅棗及其他有機蔬果之蚜蟲及葉蟎(章，1997；2000；章等，1998)、黃斑粗喙椿象防治鱗翅目害蟲(章，2002)、寄生蜂防治東方果實蠅(黃及章，2002)。

天敵昆蟲可分為捕食性天敵及寄生性天敵兩大類。捕食性天敵能捕食多種獵物，其成蟲及幼蟲獵物來常常源相同，成蟲及幼蟲常營自由生活(朱，1974)。寄生性天敵寄主範圍狹窄，專一性高，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，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(陳，1974；鄭，1977)。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、胡蜂等等。其中瓢蟲、草蛉、椿象及螳螂等較常被利用。寄生性天敵最主要的是寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科，包括小繭蜂科、小蜂總科、寄生蠅科等。在國外已有天敵公司，專門販賣天敵昆蟲，目前在全世界已有 100 家以上，其中以美國占絕大多數，其所販賣的天敵主要為草蛉、椿象、瓢蟲、螳螂、捕植蟎、寄生蜂，且很多為跨國際的公司。此外，在脊椎動物中，從魚類到哺乳類，有許多種類是以昆蟲為食，其中消滅害蟲作用較大的是鳥類，其次是兩棲類、魚類、爬蟲類和哺乳類中的食蟲目和翼手目。以養鴨除蟲及保護青蛙為例。養鴨除蟲，在元朝王禎的「農書」即有記載。臺灣光復初期在水稻收割後，養鴨人家放養鴨子於田中取食稻粒，無形中兼除蟲。目前在臺灣的有機水稻飼養合鴨亦為一顯著的例子。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。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。應用比較廣泛的有蘇力菌、白僵菌及昆蟲病毒等。臺灣在 1957 年引入蘇力菌，推廣在擬尺蠖、小菜蛾、菜心螟、紋白蝶、松毛蟲及茶蠶。在病毒方面，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(侯，1977)。

物理防治與害蟲綜合防治

在有機農場中可利用各物理方法驅殺害蟲，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。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；稻苞蟲之壓殺等屬之。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。田間使用黃色粘板誘殺害蟲。亦可利用害蟲之習性或趨性來誘殺害蟲，例如利用昆蟲趨光性，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。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；在玉米田以蘇力菌混合米糠誘殺玉米螟；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。亦可利用害蟲潛伏習性，以麻布纏繞樹幹，害蟲爬上時藏伏於其內；將枯草、落葉置於農地，蟋蟀、螻蛄等害蟲潛入其內，亦可聚殲之。

利用適當裝置以隔離害蟲，使其無法接近，例如以紗網蓋覆瓜苗，以防守瓜之食害。使用網室木瓜隔絕蚜蟲傳播病毒病，網室印度棗防東方果實蠅。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、檸檬、枇杷、葡萄、番石榴、梨、蘋果、苦瓜(方等，1988b)等等，為防蟲上之有效方法。石灰塗於樹幹呈環狀，以遮斷爬行害蟲之上昇。此外，利用寶特瓶阻蝸法，將改良過的寶特瓶套於葡萄樹幹上能有效防止扁蝸牛爬上葡萄危害(章，1990；2002)。

此外，浸水處理為作物播種前，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、金龜子類、卵、幼蟲、蛹浸死。

結論

近年來，由於有機農業之發展，人們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，開發非農藥防治法遂成爲發展的新途徑。

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爲少數，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，爲將來開發非農藥防治法的可循之徑。尤其現今推行有機農業的聲浪中，如何將非農藥的各種防治法綜合應用於害蟲管理系統中，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爲將來最具效用的害蟲防治法。因此，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。非農藥的綜合防治法，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，此爲不利條件，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。而田間的實際操作，應靈活應用，例如防治甜菜夜蛾可以草蛉捕食其卵，黃斑粗喙椿象捕食其幼蟲，性費洛蒙誘殺成蟲，以此種三管齊下的方法來防治甜菜夜蛾。類似的綜合防治方法，應在往後有機農場防治害蟲時，可參考應用。

參考文獻

- 方敏男 章加寶 黃蘚 1988a 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。
- 方敏男 章加寶 黃蘚 1988b 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 章加寶 2002 黃斑粗喙椿象大量飼養與應用 農作物害蟲與害蟻生物防治研討會 台灣昆蟲特刊 3:175-181。
- 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。
- 黃勝泉 章加寶 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研討會專刊
- 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。
- 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。
- 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.

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.