

論作物害蟲綜合防治

謝 豐 國*

壹、前 言

作物遭受有害生物(包括蟲、菌、菌質及病毒、草、蟎、線蟲、鼠類、鳥類及其他動物)為害之損失相當嚴重,據 1969 年 Metcalf 氏之估計,全世界作物受害損失達 1,396 億美元;其中病、蟲、草三害損失計 749 億美元,約佔總產量之 34.9%,而僅蟲害一項損失即達 297 億美元,佔總產量之 13.8%,其中小麥損失 1,780 萬噸,稻米 1 億 2,070 萬噸,玉米 4,440 萬噸⁽¹⁹⁾。根據估計,台灣近年稻作病蟲害損失每年約佔 13~15%⁽²⁾,故以 1970~1976 年本省平均年產 245 萬噸稻谷計⁽⁸⁾,每年損失逾 30 餘萬噸。

為了減少蟲害損失,昆蟲學者曾提出許多害蟲防治的理論,而蟲害防治技術之應用亦經先驅工作者不斷試驗改進,例如化學防治、生物防治、行為防治(包括物理及化學的,如引誘劑、忌避劑、抗代謝劑、激素及不孕處理等)等。其中殺蟲劑由於具有速效性、廣效性及使用方便等優點,自 1940 年代起即成為人類保健及農業生產不可或缺之「寵物」。然而連續使用農藥的弊害亦經相繼發現,諸如害蟲抗藥性的產生、農藥殘量污染及害蟲重現等問題,因此最近有些藥劑(尤其是有機氯化烴類)在許多地區已遭致禁用的「厄運」。

近年來由於資訊、交通系統的建立,有效而具選擇性農藥的發現,以及電腦及其他科技的發展,植物保護專家乃提出所謂「綜合防治或蟲害管理」的觀念,企圖以兩種或多種防治技術的配合運用,尋求突破昔日蟲害防治技術的障礙^(13,17,20,27,31,35,36)。

貳、原 理

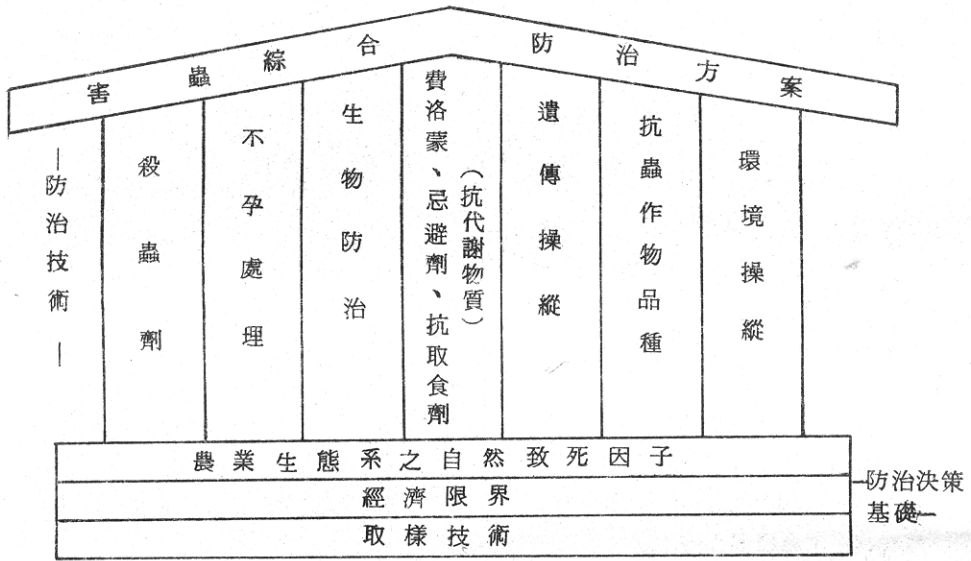
現代的害蟲綜合防治原理或蟲害管理,係根據完整的生物學知識,以遏阻害蟲所造成之損失並兼顧人類之安全為目的,即是以了解害蟲之生態、棲群變遷及經濟為害限界為基礎,應用兩種或多種的技術或方法防治害蟲,使害蟲不致造成作物的經濟損失,而又顧及人畜安全為原則的防治法。綜合防治的原理不僅強調合理使用農藥,避免傷害天敵及人畜,使自然致死因子發揮最大作用,並有效地控制害蟲的生殖力,使害蟲棲群不致超過經濟為害水平。因此綜合防治蟲害是一個多邊形的蟲害防治系統,於預估防治費用及經濟利益之後,以多元性之途徑,防治關鍵害蟲,尋求有效又安全之經濟防治效果。此種綜合防治原理可由下頁圖⁽¹⁴⁾說明,據此,作物害蟲綜合防治方案如同模擬建造一座房屋一樣,必須以防治決策基礎為根基,結合各種可行之防治技術,達成有效、經濟、安全之防治目標。

叁、策 略

在模擬的害蟲綜合防治方案中(下頁圖),取樣是防治決策基礎之一。無論是研究害蟲的棲群變遷、作物的蟲害損失估計、害蟲之為害程度或經濟限界,及蟲害防治效益之評估,均須具有代表性之樣品單位作為估算之依據,因此上述種種即牽涉到取樣技術之正確性或可靠性。取樣技術一般除了要考慮樣品是否具有代表性以外,尚須注意隨機性及無偏性等,務必樣品均值(\bar{X})儘可能接近真值(

*台灣植物保護中心技正。

μ)，並使取樣機差 (S.E.) 減至最低程度，以提高估值的精確度⁽⁴⁾。因此決定選取樣品單位應注意事項包括：1 逢機性；2 穩定性；3 恒定性；4 越小越好，但仍保有合理的代表性；5 可用以估計絕對棲群；6 取樣時期宜適當，為期愈短愈佳；7 取樣工具、方法等均宜一致，其結果宜以數量表示；8 取較多且較小的單位為宜⁽²²⁾。



害蟲綜合防治方案模式圖 (Gonzalez, 1970)

樣品數目之確定須考慮兩點：其一為決定每一取樣點之單位數；其二為決定全族群之樣品數。樣品數之取決有數種方法可資參考⁽⁴⁾。

其次為經濟限界 (Economic thresholds, 簡稱 ET) 及經濟為害水平 (Economic injury level, 簡稱 EIL) 之擬定。前者係指蟲群密度可能增至 EIL 而需要防治之程度，惟必先比較經濟效益，始行防治^(32,33)；而後者則指可能引起經濟損害之最低蟲群密度，此時為了避免損失，防治措施之實施乃屬必要⁽³²⁾。

估計 EIL 之方法，係計算害蟲棲群密度與作物產量或品質 (Pest density / Crop yield or quality) 之關係，或密度與損害程度 (Density / Damage) 之關係⁽³²⁾，可用兩種方法估計，一為觀察法 (Observational methods)，多數憑「田間經驗」，經多年之累積經驗觀察而得；其二為數量法 (Quantitative methods)，即從事實際室內外實驗設計，從蟲群密度與作物產量或質量之關係而計算求得。事實上累積的觀察法與實驗的數量法相互配合，可得到更可靠的估值。

第三個防治決策之基礎，為鑑定自然界中害蟲之存亡因子。環境中真正影響害蟲棲群之生存、繁衍及死亡者，只有數個關鍵因子，關鍵因子之鑑定，係利用收集及製備生命表，並從其中分析致死因子而來⁽⁶⁾。常用的生命表有兩類型，一種是蟲齡生命表 (Age-specific life table)，適用於各世代分明的蟲種；另一種為時別生命表 (Time-specific life table)，亦稱棲群表 (Population table)，是前者之變型，適用於世代重疊的蟲種⁽³⁾。

生命表之製作，一般均沿用 Morris 及 Miller⁽²³⁾ 之方法，生命表製妥後，即需加以分析。分析步驟為：第一、剖析關鍵因子，決定致死因子對棲群變動之影響力；其次為把死亡率做成次級模式 (Submodel)；第三為綜合各項次級模式而成一方程式，由方程式之推論，加上實際觀察結果，方能預測棲群變動之情形，進而推論棲群動態之關鍵因子為密度應變因子 (Density-dependent factor)，反密度應變因子 (Inverse density-dependent factor)，緩密度應變因子 (

Delayed density-dependent factor) 或非密度應變因子 (Density-independent factor)，此等名詞既可以數學方程式又可以辭義定之，而所有之致死因子均可歸類於上述四種之一，惟其間亦有難於劃分者^(3,6)。

肆、技 術

根據上述害蟲綜合防治之原理，欲減少害蟲棲群之豐度 (Abundance)，使其密度不致超越 E 或 EIL，則須運用下列任何兩種或多種技術⁽⁷⁾之配合，方可達到綜合防治之目的。

一、環境控制

環境控制是耕作防治的主要原理，其目的為操縱環境中各因子，使其不利於害蟲，以減少害蟲棲群的增長率及為害程度。操縱環境的技術很多，例如田間清潔衛生、改善儲藏及加工過程、農田鋤犁、作物輪栽、作物栽培期及收成期的改變、種植陷阱作物 (Trap crops)、栽培地劃分、灌溉或水源管理等等。

二、抗蟲品種栽培

作物抗蟲現象概略可分為迴避 (Avoidance)、抵抗 (Resistance) 及免疫 (Immunity) 等三項，一般從事作物抗蟲性研究多偏重於「抵抗」一種。抵抗的由來多數具有下列特徵之一、二：非偏好和偏好 (Nonpreference and Preference)、抗生作用 (Antibiosis)，及容忍 (Tolerance)⁽²⁶⁾。作物抗蟲現象可能受遺傳單因子、多因子、數量因子或額外核因子等作用所控制。栽培抗蟲品種，對欲加防治的害蟲具有專一性、累積性及長期性之效果，對人畜及害蟲天敵並無危險，亦不引起環境污染等問題，可作為主要的害蟲防治法。

三、性費洛蒙及荷爾蒙 (Sex Pheromones and Hormones)

論及性費洛蒙在防治上的應用，應屬生物自殺法。此乃利用費洛蒙之誘引力而大量撲殺或擾亂害蟲，其優點在於其選擇性高，尤其和一般的藥劑防治作比較時，其價格便宜，且不易造成環境污染。昆蟲分泌的另一種化學物質為荷爾蒙，主要有腦荷爾蒙 (Brain hormone)、青春荷爾蒙 (Juvenile hormone)，及蛻皮荷爾蒙 (Ecdyson) 三種，分別控制幼蟲及蛹的發育和形成。改變昆蟲齡期荷爾蒙之正常含量，即可導致昆蟲不正常的發育和生殖。迄今已合成的青春荷爾蒙已達數百種，將來似極有發展希望。

四、生物防治

此係增加環境阻力中之生物因子值，以遏阻害蟲之繁殖。換言之：利用天敵來抑制害蟲，使其棲群密度降低到經濟為害水平之下的一種防治策略。此種防治法有保持環境品質的特性。本文所指之天敵應包括：寄生性或捕食性之昆蟲與蜘蛛，害蟲之病原微生物及其他捕食昆蟲之動物。

(一) 利用寄生性或捕食性之昆蟲與蜘蛛進行生物防治可經由下列三種途徑：1. 引入天敵。2. 保育與增強，即管理環境使其有利於現存天敵。3. 釋放天敵。

(二) 病原生物之利用：1. 病毒，2. 細菌，3. 真菌，4. 原生動物，5. 立克次氏體，6. 線蟲。

(三) 其他捕食昆蟲的動物之利用：其他捕食昆蟲之動物中，以鳥類最為重要。故益鳥之保護、繁殖，為必要之措施。

五、不孕處理

不孕原理之應用有二：其一為大量飼育昆蟲，經輻射線處理，使其不孕後釋放到田間。其二為用化學藥劑直接使田間的棲群不孕。二者的基本理論均為不孕的昆蟲和正常的昆蟲交配而減少或中和其生殖潛力。輻射處理一般使用 γ 射線或 x 射線；化學不孕即是使昆蟲接觸能產生不孕的化學藥劑，如代謝拮抗物及烷基化劑。若在棲群很低的情況下，利用不孕雄蟲的釋放，可能有頗大的潛力。

六、遺傳控制

雖然有許多事實，證明遺傳原理可用來操縱昆蟲棲群，但昆蟲學家很少加以應用。事實上，操

縱遺傳因子亦可用於蟲害防治，譬如澳洲羊蠅對地特靈 (Dieldrin) 及大利農 (Diazinon) 的抗藥性基因頻率，可被操縱而降到原有的零點水平上⁽⁴⁰⁾。

七、殺蟲劑

殺蟲劑包括無機的、植物性的及有機合成劑，後者約佔 90 %，包括有機氯劑、有機磷劑及氨基甲酸鹽劑三類。由於殺蟲劑具有速效性、廣效性及使用方便等優點，況且目前尚無其他技術可替代殺蟲劑以解決植物保護問題，故在可預見的將來，殺蟲劑仍會繼續大量使用。一種新的殺蟲劑應具備下列優良條件：對人畜毒性低、效力大、價格便宜、無藥害、使用後能迅速分解，不造成殘留毒問題等。同時在用量、配方、藥劑施用時期、施藥方法、施藥地點及環境因素配合方面都力求改進，使殺蟲劑針對目標害蟲有特效，而不致影響非目標生物。一般施藥方法有噴灑、撒粉、粒劑、燻蒸等，噴灑型式則有普通徒手噴灑及動力噴灑等。

伍、實例

作物害蟲綜合防治成功的實例不少，有些範例施行過程既費時又複雜，有些則較為簡單可行。然而過去成功的實例並非都已被推廣採用，理由是綜合防治受許多因素限制，諸如 1 地域及季節；2 作物種類及栽培法；3 取樣技術；4 害蟲種類及其棲群之變遷；5 防治技術之運用；6 作物市場價格等。今特舉下列實例，闡明實施害蟲綜合防治的過程及內容，俾供參考。

(28)

一、棉花害蟲 (包括棉鈴象鼻蟲 *Anthonomus grandis* 及棉實蛾 *Pectinophora gossypiella* 等)

(一) 栽種抗蟲品種：栽種色素棉子油酚 (Pigment gossypol) 含量較高之棉花品種。試驗顯示，棉花品種中色素棉子油酚含量愈高者，其抗蟲性愈強。又栽種 “Frego bract” 品種棉花，可增加殺蟲劑對害蟲的防治效率，抑低害蟲棲群，減少棉花球的受害損失⁽²⁹⁾。

(二) 應用農藝技術：包括 1 將成熟植株作去葉或乾燥處理，使棉花球同時開放，加速機械收穫；2 提早收穫，切碎植株並將殘株犁入棉田土裏；3 種植前先行灌溉，以淹斃越冬蟲卵；4 在棉花定植前，先種植別種新作物，誘使越冬之蛹大量羽化，在無棉花果實可供產卵前即死亡。此等處理曾使美國德州 (Texas) 之重要害蟲棉實蛾 (Pink bollworm , *Pectinophora gossypiella*) 降為次要害蟲，而幾乎不須施藥防治。

相反地，在尼加拉瓜 (Nicaragua)，對棉田之管理却強調，收穫後的殘株處理，即將殘株留在田間，直至翌年五月雨季開始之後，由於殘株長出新葉，引誘主要害蟲棉鈴象鼻蟲 (*Anthonomus grandis*)，此時即可徒手或用藥劑捕殺成蟲，數日後再將殘株剷除燒燬⁽¹²⁾。此外，同時間隔種植 (Strip planting) 棉花及高粱，證實其間生存之捕食性天敵比在棉花單作田者為多。因此，前者即使不施藥防治害蟲，其單位棉產量亦比後者為高⁽¹⁶⁾。

(38)

(三) 利用天敵之自然防治：在主要的棉花害蟲中已發現其寄生者 55 種，捕食者 17 種。若無此等天敵存在，則不易維護正常的棉產量，對其善加保護與利用，即可抑制害蟲，達到自然防治的作用。

(四) 微生物防治：利用蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis*) 或棉實蛾 (Pink bollworm)，擬軀蟻 (Cabbage looper , *Trichoplusia ni*) 及甜菜夜盜蟲 (Beet armyworm , *Spodoptera exigua*) 之核多角體病毒 (Nuclear polyhedrosis virus) 處理鱗翅類害蟲。

(五) 化學防治：防治主要棉花害蟲，前後使用了 DDT、BHC、Toxaphene、Aldrin、Endrin、EPN、Malathion、Parathion、Carbaryl、Heptachlor、Strobane 及 TDE，最後又改用神劑及植物性殺蟲劑，並規定必要時才使用系統性殺蟲劑，以保護天敵。

(六) 經濟限界 (E T) 之研究及擬訂：防治害蟲之決策，儘量根據 E T，E T 之擬定，則以前述田間觀察法及實驗數量法求得，所得 E T 則因地區及關鍵害蟲種類而有所差異，累積的資料便可用來預測蟲群趨勢，建立害蟲發生偵察及適期防治之系統。

二、苜蓿象鼻蟲 (*Hypera postica*)⁽¹⁰⁾

(一)化學防治：於春秋幼蟲大量孵化時施用藥劑(如Heptachlor 或 Furadan)，抑制幼蟲棲群之增長。苜蓿收割時，則用藥劑處理殘梗，以防除殘存之幼蟲及成蟲。在秋季，當成蟲遷返田間時，亦施用藥劑，以減少越冬成蟲之數量及其翌春之產卵率。

(二)耕作技術之應用：包括 1 適時灌溉，淹斃越冬成蟲；2 促使作物早熟，避免成蟲產卵；3 適時收割第一期作，使初齡幼蟲曝曬於烈日下而死亡；4 或延緩收割時間，逃避成蟲之遷入及產卵；5 維持田間清潔衛生；6 於春秋兩季苜蓿收穫後焚燒苜蓿田，以殺死蟲卵。

(三)生物防治：苜蓿象鼻蟲幼蟲之內寄生蜂(*Bathyplectes curculionis*)於 1911 年引入美國並即開始立足。寄生蜂之發生一般比害蟲約晚 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ 之發育時間，當冬末春初害蟲幼蟲為害時，寄生蜂仍在繭中越冬，故於此時施用殺蟲劑以抑制早期發生之害蟲幼蟲。至春季天氣暖和時，寄生蜂開始大量羽化，此刻寄生蜂大肆活躍，寄生率相當高，因此可避免使用藥劑，既節省施藥費用，又可保護天敵。

(四)經濟為害限界之擬定：目前美國各州苜蓿產區正根據該區環境，加強研究苜蓿能夠忍受象鼻蟲為害的最高限度，例如在紐約州苜蓿之 E T 為 56 隻幼蟲/每莖苜蓿(18·32)。

三、蘋果潛蠅(*Rhagoletis pomonella*)⁽²⁴⁾

(一)以砒劑噴灑及保持田間衛生相互配合防治，於噴第一次藥後之一週內，再以前次之半數藥量作第二次噴灑；田間衛生則包括清除落果，並以藥劑噴灑業經砍除或捨棄之蘋果植株及其他寄主。觀察顯示，田間衛生為最有效及持久之防治法之一。

(二)以 A zinphos - methyl, Dimethoate, Phosalone, 及 Phosmet 等或其他選擇性藥劑，取代砒劑，噴灑嚴重受害之果園。

(三)誘餌噴灑配合 Malathion 空中噴灑，對蘋果潛蠅之防治效果雖然不佳，但是對其他果蠅則非常有效。

(四)在孤立之蘋果園區，可使用不孕雄蟲釋放技術。

(五)根據誘捕蟲數訂定施藥時間，證實可降低防治成本，且減少對益蟲及益蟻之傷害。試驗顯示，利用陷阱誘捕到一隻成熟雌蟲時，即進行第一次施藥，其後並依誘捕蟲數，決定施藥次數及最後一次施藥時間，即可減少一般施藥次數，其防治效果亦比過去按成蟲自土中羽化時施藥防治為佳⁽²⁵⁾。

四、其他

利用植物生長調節劑 Chlormequat chloride 處理黑醋栗，發現一方面可調節或促進植物的生長，一方面又可阻礙蚜蟲(*Hyperomyzus lactucae*)之生長，降低其生殖率與存活率，或影響其對寄主的選擇，以致蚜蟲棲群密度受到抑制⁽³⁰⁾。

對為害棉花及萵苣的擬軋蟻(*Trichoplusia ni*)，用生物藥劑核多角體病毒(NPV)處理，比用化學藥劑處理或無處理者增加 40 % 之防治效果，又因 NPV 無損益蟲，故 NPV 處理區之益蟲棲群比其他處理區增加 50 % 以上。若擬軋蟻於棉花葉上產卵後，予以適當之去葉處理，即可降低該蟲在秋季萵苣上的產卵量⁽³⁷⁾。

利用費洛蒙陷阱(Pheromone trap)誘集為害梨樹之蘋果蛀心蟲(*Laspeyresia pomonella*)雌蟲數，以決定防治適期，可提高防治效果，減少施藥次數及藥劑引起之不良副作用⁽³⁹⁾。

對森林中樞捲葉蟲(*Choristonema fumiferana*)之綜合防治，係以蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)及幾丁酶(Chitinase)混合劑，於第三齡幼蟲出現高峯期，進行空中施藥，對樞樹枝葉之保護有顯著之效果，乃因上述混合劑阻礙了樞捲葉蟲之發育，減少蛹重、雌蟲產卵率及卵之存活率之故⁽²¹⁾。

對蘋果紅蜘蛛(害蟎)(*Panonychus ulmi*)之防治試驗，施用非抑制蟎類的殺菌劑 Captan + Sulfur，則害蟎類棲群提早發生及增長，使得益蟎(*Stethorus punctum*)棲群亦相形增加，因而以低劑量之殺蟎劑 Cyhexatin 適時處理果園一次，即可輔助益蟎抑制害蟎棲群。另一試驗，

在整季中對果園不施用油類或殺蟎劑 Dinocap，而僅依賴益蟎 (*S. punctum*) 即可抑制害蟎棲群，而至 7~8 月間，另一捕食蟎 (*Amblyseius fallacis*) 數量增至最高峯，而成爲害蟎的主要抑制者，故在全季中僅適時施用 Cyhexatin 三次，即可控制害蟎棲群⁽¹⁵⁾。

近年來在臺灣，對柑桔害蟲亦曾嘗試過綜合防治試驗，在柑桔葉芽開始出現時及 7~10 天後，即以 Azodrin 藥液塗刷於柑桔樹幹上，可防治各種蚜蟲、粉介壳蟲，軟體介壳蟲、有壳介壳蟲、椿象、潛蛾、木蝨、吹綿介壳蟲及銹蟬等，並可保護天敵，增加自然防治率，使上述害蟲不致於大量發生⁽³⁴⁾，惟因部分柑桔似有流膠之藥害發生，若能選用無藥害之藥劑進一步試驗，此法不失爲一相當可行之防治技術。本省對果樹膠蟲之防治試驗顯示，針對初齡若蟲適時噴藥防治，既可避免傷害天敵，又可達到經濟有效之防治目的；配合對成蟲作連續性的 (3~4 次) 藥劑適期處理，以及適當剪除並燒燬嚴重受害之枝條，即可抑制膠蟲之發生危害，避免經濟損失⁽⁹⁾。此外，在稻作害蟲生態及防治研究方面，近年來亦強調害蟲經濟爲害水平之訂定，著重經濟防治原則之應用，而且對害蟲天敵之調查與生物防治之利用亦頗重視。此等研究均已獲得其佳之初步結果^(1,5,11)。上述研究均係以增進對害蟲生物學知識之進一步瞭解爲基礎，以期達到綜合防治害蟲之目的。

陸、結 語

很顯然地，各種蟲害防治技術單獨使用均各有利弊，有的防治效果不顯著，有的防治會產生不良後果。在過去，研究與推廣人員已犯有錯誤，誤認單一的防治技術就能解決一切蟲害防治問題。害蟲綜合防治或蟲害管理觀念之應運而生，即以加強瞭解害蟲之生物學爲基礎，針對主要害蟲提出綜合防治之原理，以達到安全、實用、經濟及可靠的蟲害防治目標。質言之，上述防治害蟲的新觀念，必須強調下列基本原則⁽³⁵⁾：

- 一、釐訂防治計畫時，務須考慮整個生態系中生物與非生物之相互關係。
- 二、維護生態系之複雜性。
- 三、避免擾亂生態系之穩定性。
- 四、作物適應生態系 (如氣候、水源、蟲相等) 後始行種植。
- 五、充分瞭解關鍵害蟲及天敵之生態、行爲及棲群動態。
- 六、預測蟲群趨勢。
- 七、應用經濟限界，施行害蟲防治。
- 八、維持害蟲於次經濟棲群 (Subeconomic populations) 水平即可 (害蟲若完全消除，則天敵亦無法生存)。
- 九、儘可能驅除作物生產區所有新發生的重要害蟲。
- 十、應用化學防治時，僅需使害蟲密度低於經濟限界，儘量不使其他弊害發生 (如抗藥性害蟲的產生等)。
- 十一、選用具有高度選擇性及生物分解性之農藥，或應用協力劑，增加藥效而不傷天敵。
- 十二、儘可能應用土生天敵作自然防治。
- 十三、選擇抗蟲性作物品種。
- 十四、利用耕作技術配合防治害蟲，如選定種植、收割、灌溉、施肥、除草、剪枝及銷燬殘株的時間或利用輪作方法等。
- 十五、把作物蟲害防治計畫納入督導的防治系統，由有實際經驗的專家負責督導害蟲綜合防治工作。

柒、引用文獻

- 1 邱瑞珍，1978，水稻偽黑尾葉蟬與褐飛蝨之天敵。水稻病蟲害：生態學與流行學，pp47~82，邱人璋主編。

- 2 洪汝煌、田春門，1973，臺灣稻作病蟲害之發生與防治適期研究。臺灣農業 9(1): 68 ~ 120。
- 3 陳秋男，1977，昆蟲棲群動態之基本概念與研究法。蟲害防治研討會專刊，pp127 ~ 142，國立中興大學農學院昆蟲系主編。
- 4 陳秋男，1977，取樣技術與蟲害管理。蟲害防治研討會專刊，pp143 ~ 152，國立中興大學農學院昆蟲系主編。
- 5 鄭清煥，1978，水稻褐飛蝨的經濟為害水平之研究 I。中華農業研究 27 : 229 ~ 236。
- 6 謝豐國，1975，棲群動態：生物防治基礎研究之一。植物保護學會會刊 17 : 42 ~ 53。
- 7 謝豐國，1975，蟲害防治與稻谷增產。科學月刊 6 (3) : 26 ~ 30。
- 8 謝豐國，1978，倉儲害蟲之發生與防治。昆蟲生態與防治，pp189 ~ 201，蘇仲卿、嚴奉琰、林飛棧合編。
- 9 謝豐國、黃振聲，1979，果樹膠蟲之習性及其防治。臺灣省政府農林廳編印，12pp+8fig.s.
10. Armbrust, E. J., and G. G. Gyrisco. 1975. Forage crops insect pest management. pp445-469. in R.L.Metcalf, and W.H. Luckmann, eds., Introduction to insect pest management. John Wiley and Sons, New York.
11. Chen, C. N., and C. C. Cheng. 1978. The population levels of *Nilaparvata lugens* (Stal) in relation to the yield loss of rice. I. Plant Prot. Bull. 20:197-209.
12. Falcon, L. A., and R. Daxl. 1974. Report to the government of Nicaragua on the integrated control of cotton pests (NIC/70/002/AGP) for the period June 1970 to June 1973. Food and Agricultural Organizations of the United Nations, Rome.
13. Glass, E. H. 1975. Integrated pest management: rationale, potential, needs and improvement. Entomol. Soc. Amer. College Park ix, 141 pp.
14. Gonzalez, D. 1970. Sampling as a basis for pest management strategies. pp 83-103. in Proceedings tall timbers conference on ecological animal control by habitat management no. 2.
15. Hull, L. A., D. Asquith, and P.D.Mowery. 1978. Integrated control of the European red mite with and without the mite suppressant Dinocap. J. Econ. Entomol. 71:880-885.
16. Johnson, E. K., J. H. Young, D. R. Molnar, and R. D. Morrison. 1976. Effects of three insect control schemes on population of cotton insects and spiders, fruit damage, and yield of Westburn 70 cotton. Environ. Entomol. 5:503-510.
17. Kilgore, W. W., and R. L. Doutt, eds. 1967. Pest control: biological, physical, and selected chemical methods. Academic Press, New York, 477 pp.
18. Koehler, P. G., and D. Pimentel. 1973. Economic injury levels of the alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae). Can. Entomol. 105:61-74.
19. Metcalf, R. L. 1970. Lecture in 'Fundamental of insect control'.
20. Metcalf, R. L., and W. H. Luckmann, eds. 1975. Introduction to insect pest management. John Wiley and Sons, New York, 587 pp.
21. Morris, O. N. 1976. A 2-years study of the efficacy of *Bacillus thuringiensis* - chitinase combinations in spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*) control. Can. Entomol. 108:225-233.

(8) 臺灣農業

22. Morris, R. F. 1959. Single-factor analysis in population dynamics. *Ecology* 40:580-588.

23. Morris, R. F., and C. A. Miller. 1954. The development of life tables for the spruce budworm. *Can. J. Zool.* 32:283-301.

24. Neilson, W. T. A. 1976. The apple maggot (Diptera: Tephritidae) in Nova Scotia. *Can. Entomol.* 108:885-892.

25. Neilson, W. T. A., I. Rivard, R. Trottier, and R. J. Whitman. 1976. Pheromone[®]AM standard traps and their use to determine spray dates for control of the apple maggot. *J. Econ. Entomol.* 69:527-532.

26. Painter, R.H. 1951. *Insect resistance in crop plants.* MacMillan, New York. 520 pp.

27. Rabb, R. L., and F. E. Guthrie. 1970. *Concepts of pest management.* N. Carolina State Univ. Publ. 242 pp.

28. Reynolds, H. T., P. L. Adkisson, and R. F. Smith. 1975. Cotton insect pest management. *in* R. L. Metcalf, and W. H. Luckmann, eds., *Introduction to insect pest management.* John Wiley and Sons, New York.

29. Schuster, M. F., and R. E. Anderson. 1976. Insecticidal efficacy on insect resistant cottons. *J. Econ. Entomol.* 69:691-692.

30. Singer, M. C., and B. D. Smith. 1976. Use of the plant growth regulator chlormequat chloride to control the aphid *Hyperomyzus lactucae* on black currants. *Ann. appl. Biol.* 62:407-414.

31. Smith, R. F., and van den Bosch. 1967. Integrated control. pp 295-340. *in* W. W. Kilgore, and R. L. Doutt, eds., *Pest control: biological, physical, and selected chemical methods.* Academic Press, New York.

32. Stern, V. M. 1973. Economic thresholds. *Annu. Rev. Entomol.* 18:259-280.

33. Stern, V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch, and K. S. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia.* 29:81-101.

34. Tao, C. C. 1973. Citrus insect control in Taiwan and a new integrated control method. *J. Taiwan Agr. Res.* 22:131-134.

35. U. S. National Academy of Sciences. 1969. *Insect-pest management and control.* Publ. 1965. Washington, D. C., 508pp.

36. U. S. National Academy of Sciences. 1972. *Pest control strategies for the future.* Washington, D.C., 376 pp.

37. Vail, P. V., C.F. Soo Hoo, R. Seay, and R. Ost. 1976. Experiments on the integrated control of a cotton and lettuce pest. *J. Econ. Entomol.* 69:787-791.

38. Van den Bosch, R., and K. S. Hagen. 1966. Predaceous and parasitic arthropods in California cotton fields. *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.* 820, 32pp.

39. Westigard, P. H., and K. L. Graves. 1976. Evaluation of pheromone baited traps in a pest management program on pears for codling moth control. *Can. entomol.* 108:379-382.

40. Whitten, M. J. 1971. Insect control by genetic manipulation of natural populations. *Science,* 171:682.