

昆蟲性費洛蒙(誘引劑)簡介及應用

黃振聲、洪巧珍

農業藥物毒物試驗所 應用毒理組、生物藥劑組

一、前言

二、性費洛蒙及其作用機制

三、性費洛蒙在蟲害防治之利用

四、台灣性費洛蒙研發及應用實況

五、使用需注意事項

六、田間使用實例

七、相關資材及技術諮詢

一、前言

據估計，全世界農作物的生產，每年因為有害生物的侵害，可造成約35%的產量損失，僅蟲害一項的產量損失約14%。因此自合成化學殺蟲劑發明後，殺蟲劑即長期大量使用來防治蟲害，雖然保護了農作物免於害蟲的侵害，但也衍生了許多不良的副作用，諸如：抗藥性害蟲的增加，傷害非標的生物及天敵，促使主要害蟲重覆發生及次要害蟲容易猖獗；而有些殺蟲劑具長效性及生物蓄積性，更容易帶來環境污染問題及傷害人體健康等後遺症。

現今世界農業生產的新潮流是有機農法的永續農業理念，而永續農業的植物保護趨勢是害物綜合管理(IPM)，各國的專家學者已公認害物綜合管理及許多替代性的防治方法，是唯一可減少傳統農藥使用的策略。Gonzalez於1970年即認為發展一個害蟲綜合防治計畫，就如建造一棟樓房，應先建立基礎，包括：害蟲的取樣調查、害蟲的經濟防治基準、害蟲族群的自然死亡因子(族群動態)；而蟲害防治的技術，就如樑柱一樣，包括：抗蟲品種、天敵利用、微生物防治、耕作防治、性費洛蒙與誘引劑利用、忌避劑利用、物理防治、不孕技術、遺傳操縱、法規防治、殺蟲劑的使用等多種方法。

害蟲綜合管理的理念即希望透過對害物的生物及生態學之充份了解，以保育天敵及發展各種

害蟲防治技術，聯合運用來抑制害蟲的發生，並促進傳統殺蟲劑的合理使用，以降低殺蟲劑在環境的負載量及不良副作用。

早在17、18世紀，博物學家即發現自然界中的生物，尤其是昆蟲個體間，或與其寄主植物、天敵間，彼此藉著某些化學物質來互通訊息。近年來，由於微量化學分析技術的進步，科學家們已分離、鑑定出許多天然的化學刺激物質，這些物質與昆蟲的生理、行為及生存息息相關，可分為2大類：一是體內的激素或賀爾蒙(Hormone)，另一為生物體間的化學傳訊素(Semiochemicals)。化學傳訊素又可細分為費洛蒙(Pheromone)、開洛蒙(或利它素，Kairomone)、阿洛蒙(或利己素，Allomone)、新洛蒙(或互利素，Synomone)及阿紐蒙(Apneumone)。

Dethier等人於1960年曾依化學刺激物質對昆蟲引發的行為反應型式，將前述各種化學刺激物質分類為：誘引劑(Attractant)、忌避劑(Repellent)、阻礙劑(Arrestant)、刺激劑(Stimulant)及抑制劑(Deterrent)等類。由於這些可改變昆蟲行為的化學物質(Behavior-modifying chemicals, BMCs)，一般具有很強的生物活性、專一性高、持久性長、無毒害、與其他蟲害防治措施(尤其是生物防治)相容性大，及一般實驗室即可產製等特性，因此，如何研發利用各種行為改變化學物質，尤其是具有誘引作用的性費洛蒙(Sex pheromone)，來協助解決蟲害問題

，乃是世界各國諸多學者專家極力發展的各種生理性防治劑 (Biorational pesticides) 之一。

二、性費洛蒙及其作用機制

德國科學家 Karlson 和 Butenandt 兩人歷經 30 餘年的研究，於 1959 年終於自 50 萬隻雌性家蠶體內，分離出 12 mg 純化結晶的雌性誘引物質，並鑑定出其化學結構為 (E)10-(Z)12-hexadecadien-1-ol (簡稱家蠶醇 Bombykol)，並創議此類物質稱為 Pheromone (音譯為費洛蒙)。因此，對低等生物而言，費洛蒙可以解釋為一種由生物個體分泌出體外，可引發或刺激同種其他個體，產生某些行為反應的揮發性化學物質。

按照費洛蒙所引發的行為反應或生物功能，通常可將昆蟲費洛蒙分別為 4 類：(一)性費洛蒙、(二)警戒費洛蒙、(三)招募費洛蒙，及(四)聚集費洛蒙。性費洛蒙被研究利用有較多的例子，在鱗翅目昆蟲，尤其是蛾類，性費洛蒙多由雌蟲分泌，可以引誘雄蟲自遠處飛來同雌蛾交尾，所以性費洛蒙常被稱為性引誘劑或性誘餌。

至今，總計約有 1,000 多種昆蟲性費洛蒙或引誘劑被分離、鑑定出來，以鱗翅目昆蟲性費洛蒙種類佔多數，約為 60%。昆蟲性費洛蒙的化學分子量介於 200~300 之間，化學結構多為長碳鏈的 (C₈~C₂₀)，具有 1~3 個不飽和鍵，官能基為醛、醇、酯類物質，或松烯類的衍生物。其具有揮發性

，可經空氣或水擴散到遠距離，估計在 1 立方厘米空氣中，只需有數百個性費洛蒙分子，雄蟲即可感知性費洛蒙的存在，尋線找到雌蟲的位置。因此，如能分離鑑定出天然性費洛蒙的組成份，再以人工方法合成與天然費洛蒙具相同生物活性的合成性費洛蒙，即可在農業害蟲管理上做廣泛的利用。

鱗翅目蛾類分泌性費洛蒙的腺體，在成熟雌蛾典型位於腹部第 8 及 9 節之節間膜內面，具有可外翻之上皮腺 (Glandular epithelium)，平常第 8 及 9 節縮進第 7 節內，而性費洛蒙分泌腺體同時凹陷入腹腔內。雌蛾分泌性費洛蒙時，會主動伸出腹末端節及腺體區，並收縮腺體，間斷地釋放出高低不同濃度的性費洛蒙。

性費洛蒙在生物體內合成之過程所知不多，可能是源自食物並經代謝而形成性費洛蒙前驅物質 (Precursor)，積存於性費洛蒙腺體內，再由費洛蒙生物合成神經胜肽 (Pheromone biosynthesis activating neuropeptide, PBAN) 活化生成性費洛蒙。以家蠶而言，一隻雌蛾平均含有 10 ng 性費洛蒙成份。

性費洛蒙的釋放受到多種內外因子所控制，通常僅在一天中特定的時刻才釋放，如夜蛾科的斜紋夜蛾 (Tobacco cutworm, *Spodoptera litura*)、甜菜夜蛾 (Beet armyworm, *Spodoptera exigua*)，及螟蛾科的亞洲玉米螟 (Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*)、二化螟

(Rice stem borer, *Chilo suppressalis*) 等昆蟲，多在夜晚釋发性費洛蒙；而捲葉蛾科的楊桃花姬捲葉蛾 (*Carambola fruit borer, Eucosma notanthes*) 及介殼蟲科的番石榴粉介殼蟲 (*Guava mealybug, Planococcus minor*) 則在白天清晨釋放。

雌蟲發情分泌性費洛蒙時，常表現雙翅微張，腹部末端微微向上翹起，並常伴隨微微振翅行為，放出來的性費洛蒙分子即可藉著蒸發作用及昆蟲振翅時所造成的氣流，從腺體表面擴散開來，並藉空氣為媒介，傳遞信號至接受者(雄蟲)。

昆蟲性費洛蒙具揮發性，可依照簡單的擴散定律來表示其擴散情形，並可依釋放速率 (Emission rate) Q (單位為分子/秒) 與反應閥限濃度 (Behavioral threshold concentration) K (單位為分子/立方厘米) 之比值 Q/K ，來估算性費洛蒙傳遞信號所需時間、信號消逝所需時間，及傳遞有效距離。 Q/K 值愈高，有效距離愈遠，且信號消退的時間愈慢。

雄蟲之所以能察覺化學傳訊物質，主要在觸角上的毛狀化學感覺器 (Trichodea)，感覺器內有神經細胞突觸，性費洛蒙分子與突觸膜上的蛋白質接受器結合，就以啟動腺嘌呤環化，然後打開 K^+ 或 Na^+ 離子通道，產生電位差而發出訊號，訊號經神經細胞傳導至中央神經系的大腦，再使雄蟲對嗅覺刺激引起行為反應。例如雄蟲觸角感受到性費洛蒙的氣味，

受刺激而引發正趨風性 (Anemotaxis)，即從遠處向性費洛蒙源作逆風直飛，至近距離時 (1m 內)，則變為彎曲飛行，接近雌蟲時，先著陸、步行、振翅、碰觸，繼而伸出交尾器進行交尾。

學者專家對於昆蟲受性費洛蒙源導向趨集的行為反應機制有多種說法，一般認為在無風狀態下，性費洛蒙分子從腺體釋放出來，以球形狀態向四方擴散開來，即形成一外圍濃度低而裡面濃度高的擴散梯度或濃度梯度，昆蟲可察覺此種不同濃度的梯度，自低濃度趨向高濃度飛行。或者在有風的情況下，風將性費洛蒙以雲團狀吹開來，形成一長橢圓形的氣味走廊 (Odor corridor)，雌蟲附近的性費洛蒙濃度仍較其他距離點者高，雄蟲可藉此氣味走廊找尋到雌蟲所在處，進而達到交配及繁衍子代的目的。因此，我們可利用昆蟲這種行為習性，使用天然或人工合成的性費洛蒙，在農業害蟲防治上作廣泛的利用。

三、性費洛蒙在蟲害防治之利用

早在1930年，歐洲就曾利用含處女蛾的誘蟲器，進行葡萄螟蛾 (*Grape berry moth, Eupoecilia (Clysia) ambiguella*) 的大量誘殺試驗。1940年，美國農部亦曾利用舞蛾 (*Gypsy moth, Lymantria dispar*) 的雌性費洛蒙萃取液來偵測

該蟲的發生。Beroza於1960年提出利用高濃度的性費洛蒙來干擾雌、雄蟲交尾行為的構想，Gaston等人於1967年則首次於田間試驗證實高濃度的性費洛蒙可阻礙雌、雄蟲的交尾行為，直到1978年Albany國際公司始成功研發出棉紅鈴蟲(*Cotton pink bollworm*, *Pectinophora gossypiella*)性費洛蒙干擾劑(Gossyplure)，並獲得美國環保署的註冊登記。目前(1990)約有250種昆蟲的費洛蒙誘餌已商品化，可用來調查或偵測害蟲的發生；美國環保署已核準19種昆蟲費洛蒙製劑，可大量使用來防治害蟲。現就性費洛蒙4種利用方式分述如下：

(一)偵測法

即以天然或合成性費洛蒙配製成誘餌，再與適當的捕蟲器具組合成誘蟲器，然後在田間設置誘蟲器來調查、偵測及監視害蟲的發生期，進而估計害蟲密度，預測作物被害程度，以作為決定施藥與否或採行其他防治措施之參考。

利用性費洛蒙誘蟲器作為蟲害發生調查之工具，一般可利用於：

1. 偵測新害蟲是否入侵新的地區或新的作物栽培區，例如在機場、海關或其他害蟲可能入侵的地點，設置誘蟲器，作為早期告警及檢防疫之訊息，以便早期發現害蟲，作為緊急防治的依據。

2. 監視田間害蟲族群發生消長，如以誘蟲器替代人工取樣調查，以了解害蟲的發生期，進而

預測害蟲族群的消長，或設定經濟防治基準，以決定施藥適期，減少藥劑使用量及次數。

3. 調查害蟲發生的數量，作為評估某種防治策略之有效性，如在施藥之前及施藥之後，分別以誘蟲器誘蟲，並比較施藥前、後的誘蟲數目，如此便可簡易估計農藥的殺蟲效果。

發展性費洛蒙偵測系統時，除需先開發高誘引效果的性費洛蒙誘餌，及穩定性高且標準化的誘捕器外，如何建立誘蟲數與害蟲族群密度或作物被害度之關係，及依經驗判斷解釋誘捕蟲數資料所代表的生物意義，是決定誘捕蟲數資料能否被利用的關鍵所在。

大面積或區域性實施偵測法時，通常每1~10公頃面積設置一個誘蟲器即可，如果是獨立的農田、果園，應該每塊田都有一個誘蟲器，則誘捕蟲數比較具代表性。另外，在害蟲發生早期或族群密度較低時，進行偵測的成效較佳。加拿大、英國及蘇俄等國，曾設定蘋果蠹蛾(*Apple codling moth*, *Cydia pomonella*)的誘蟲數達每週每個誘蟲器捕獲5隻時，即需施藥防治，依此可減少50~75%的噴藥次數。

以色列亦利用性費洛蒙誘蟲器來偵測棉花紅鈴蟲的發生，認為每個誘蟲器每晚捕獲8~9隻時，可預期10日後有10%棉鈴受害，應該施藥防治，依此僅需施藥2次即可有效防治本蟲，而農民傳統需要施藥10~15次。

臺灣在性費洛蒙偵測害蟲發

生之利用上，黃氏曾研究以處女雌蟲誘蟲器來偵測番石榴粉介殼蟲的發生為害，發現每公頃設置一個誘蟲器即可偵知雄蟲飛行活動狀況，而誘捕雄成蟲數與雌成蟲發生數具顯著性之正相關關係，亦即粉介殼蟲雌性費洛蒙誘蟲器可利用來偵測田間族群發生，以提供防治策略及防治時機的情報。

石與朱亦報告於甘藍菜田以合成性費洛蒙誘蟲器來偵測斜紋夜蛾的發生為害，認為每公頃設置一個誘蟲器，在移植期每週誘蟲器累積誘蟲數達68隻，或於葉片肥大期及結球期，每週誘蟲器累積誘蟲數分別達113及157隻，即達經濟防治基準，應於2週內施藥防治。

農政單位利用甲基丁香油誘殺器已建立全省東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) 發生密度監測網，可依照誘殺果實蠅蟲數決定不同的防治措施。將來需繼續加強研發各種重要害蟲的誘捕偵測系統，及累積足夠的基礎資料，再教育農民提昇性費洛蒙有關的知識水平，使能對誘蟲資料作經驗判斷，以利用性費洛蒙誘蟲器來標定害蟲發生的位置及時機，提供寄生蜂釋放、適期藥劑防治或危害程度判斷之參考。

(二)大量誘殺法

即於作物栽培區，大量設置性費洛蒙誘蟲器或撒佈含毒誘餌，誘殺田間大多數的雄蟲(甚至達滅雄程度)，可降低雌蟲的交尾率

，進而抑制害蟲的產卵量及次代的族群密度，以減少作物被害率。

大量誘殺法是基於誘殺器與田間雌蟲對雄蟲競爭決定誘捕或交尾的理論，故單獨使用誘殺器來防治害蟲時，須設置足夠數目且高誘殺效率的誘殺器，能夠誘殺80~90%以上的雄蟲，才能確實降低害蟲次代的族群密度。如果性費洛蒙可對雌蟲或兩性引誘時，或者，先用殺蟲劑降低害蟲幼蟲的密度，再對成蟲或越冬世代的成蟲進行大量誘殺，則大量誘殺法的成效可增加很多。

另外，性費洛蒙與天敵、微生物製劑、荷爾蒙及不孕劑等合用，都能增強綜合防治害蟲的效果。大量誘殺法，有時在不同地區實施的成效有異，可能是不同地區的害蟲密度高低有別所致，有人則認為對害蟲大量誘殺防治成功，是由於誘蟲器的設置而減少藥劑的使用，使得天敵發揮應有的效用所致。

實施大量誘殺法時，如何提高誘蟲器的誘殺效率，及決定單位面積設置誘蟲器的數目是重要的前提。誘蟲器可與其他方法合用，如對趨光性害蟲，可與誘蟲燈合用，或與農藥配合使用，均可增加誘蟲器的誘殺效率。另以電腦模擬害蟲在無遷移狀況下，每公頃使用25個以上誘蟲器，較能有效抑制害蟲發生；惟單位面積設置誘蟲器的數目，常受實際害蟲密度的影響，且應注意誘蟲器的設置宜配合害蟲分佈型式。

世界各國曾以大量誘殺法來

防治夜盜蟲(Cutworm, *Spodoptera* spp.)的發生，結果成效不一：以色列曾於3,000公頃的農田，以每公頃設置2個誘蟲器，結果可減少30~40%農藥施用次數；日本則認為每公頃設置9個誘蟲器時，誘殺蟲數最高，惟每公頃需設置15個以上的誘蟲器，始可降低雌蛾交尾率。

臺灣李氏於1985年報告於10公頃以上的大豆田，每公頃設置5~10個誘蟲器大量誘殺斜紋夜蛾，結果處理區的大豆被害葉率可減少53%，而且每公頃防治成本可節省新台幣1,500元。顏等人於1991年曾試驗於落花生播種後，每公頃放置4~5個斜紋夜蛾性費洛蒙誘蟲器，8~9個甜菜夜蛾性費洛蒙誘蟲器，及13~18個番茄夜蛾(Tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera*)性費洛蒙誘蟲器，綜合防治3種夜蛾科害蟲，結果顯示，落花生生育期間可減少60%之幼蟲數，誘殺區的被害葉率則較未誘殺區減少40.7%。鄭等人於1991年報告，於500公頃青蔥田，每公頃放置30個甜菜夜蛾性費洛蒙誘蟲器，可減少20%幼蟲數，青蔥生產量提高24%。

黃等人於1988年成功研發甘藷蟻象(Sweet potato weevil, *Cylas formicarius*)性費洛蒙誘蟲器，其再捕率可達82~97%，田間試驗結果顯示，每分地設置4個誘蟲器，可減少甘藷被害率達65%，若與藥劑配合防治甘藷蟻象，每公頃防治成本約可節省新台幣7,600元。邱氏於1987年報告，於面積540公

頃的小琉球島，以每月每公頃投放4個含毒甲基丁香油纖維板的用量，進行大量誘殺東方果實蠅試驗，經連續投放誘殺板一年後，可將該島的東方果實蠅滅雄，達到完全防治的效果。

利用性費洛蒙誘蟲器大量誘殺害蟲的方法，較易為農民所接受，因為農民可看到數百或成千上萬的成蟲被誘殺，常誤認為防治有效。目前我國農政單位推廣大量誘殺斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、茶姬捲葉蛾(*Smaller tea tottrix*, *Adoxophye* sp.)、甘藷蟻象及楊桃花姬捲葉蛾的防治工作，宜儘量提高單位面積設置誘蟲器的數目，較易達到成效，但若因此促使農民減少用藥次數及藥量，當屬有經濟效益。

(三)交配干擾法或迷惑法

Beroza於1960年首次提出，認為於田間維持高濃度的性費洛蒙，將可干擾或阻礙雌、雄蟲正常的交尾行為，終至影響害蟲的生殖，並抑制其族群發生。此法之作用機制尚未完全明瞭，推測是：1.昆蟲的週圍神經系統(觸角感覺器及受器)對高濃度的性費洛蒙產生適應性(Adaptation)及中央神經系統產生習慣性(Habitation)；2.處女蟲的天然性費洛蒙受到高濃度合成性費洛蒙的掩蔽作用(Camouflage or mask)；3.在高濃度性費洛蒙環境中，雄蟲的感覺器對天然的性費洛蒙產生失衡作用(Imbalance)；4.高濃度的合成性費洛蒙源與處女蟲之間產生競爭作用等，造成雌、雄蟲無法正常交

尾而繁衍子代。

理論上，雌蛾交尾抑制率要達到70~95%以上，才屬防治有效。世界各國曾對茶姬捲葉蛾、東方果蛾 (Oriental fruit moth, *Cydia (Grapholita) molesta*)、桃樹蛀蟲 (Peach tree moth, *Synanthedon exitiosa*)、蘋果蠹蛾、葡萄螟蛾、棉紅鈴蟲、舞蛾、西方松甲蟲 (Western pine beetle, *Dendroctonus brevicomis*)、小菜蛾、甜菜夜蛾、楊桃花姬捲葉蛾等20餘種害蟲，進行干擾試驗，證實確可達到有效防治的結果。

通常性費洛蒙施用量若不足夠(5~20克/公頃)，則無法發揮干擾交尾的效果，因此，性費洛蒙用量常要達50~200克/公頃以上，始能有效抑制害蟲發生。本省黃和洪於1996年曾利用合成性費洛蒙，進行楊桃花姬捲葉蛾交配干擾試驗，干擾劑用量為52~67克/公頃，其持效性約可達5個月，干擾劑施放期間，處理果園的誘引抑制率及交尾抑制率分別為94.6~100%及48.0~96.3%，處理果園的果實被害率較傳統殺蟲劑施用果園減少11~72%，防治成效顯著。

多種昆蟲性費洛蒙已被製成緩釋劑型之干擾劑，可像殺蟲劑一樣地被撒佈田間，來控制害蟲發生。例如美國Hercon公司出品的片劑 (Laminates or flakes)、Scentry公司的中空管 (Hollow fibers or capillaries)、Fermone公司的liquid flowable，英國ICI公司的微膠囊 (Microcapsules) 及日本信越

公司的塑膠管或微粒 (Polyethylene ropes or particles) 等。惟目前性費洛蒙合成品的售價多屬昂貴，因此未來如何改進合成的路徑，及放大合成的產量，以降低合成品的售價，是一重要課題。

據報告稱，目前每年性費洛蒙的需求量不超過2公噸，如果每年需求量增加為100公噸，則擴大產能，有可能使產品價格降至每公克為0.05~0.15美元，如此，性費洛蒙用於交配干擾法始屬可行。另外，私人廠商能積極參與費洛蒙的產銷，亦有助於性費洛蒙之利用，早日從試驗階段進入商業化時代。

由於性費洛蒙的作用機制不同於傳統的藥劑，因此在評估大量誘殺法及交配干擾法對抑制害蟲發生的有效性時，不能僅從誘殺雄蟲數多寡來評斷，宜從雌蟲交尾成功率、田間受精卵數、次代幼蟲或蛹存活數，及作物被害度等來評估較正確。利用性費洛蒙來防治害蟲時，需大面積施用較有效，因此常不易找到生態環境相類似的大區域，同時進行不同的比較處理或多次重複，且性費洛蒙試驗材料及調查的人工費用鉅大，故在缺少比較處理組和對照組，及重複調查數據不易收集下，致防治效益不易評估，或統計上無法比較，此宜由多年重複試驗結果來判斷防治效益。

(四)性費洛蒙可兼作其他用途

1. 可利用性費洛蒙特具的種性別，協助近緣害蟲種類的鑑定，例如對臺灣亞洲玉米螟 (*Ostrinia*

furnacalis) 及 歐洲 玉米 螟 (*O. nubilalis*) 的 釐 清， 番 石 榴 粉 介 殼 蟲 (*Planococcus minor*) 及 柑 桔 粉 介 殼 蟲 (*P. citri*) 的 發 現 及 區 辨， 臺 灣 荔 枝 細 蛾 (*Conopomorpha sinensis*) 與 馬 來 西 亞 可 可 細 蛾 (*C. cramerella*) 種 類 調 查， 均 有 重 大 貢 獻。

2. 作 為 研 究 害 蟲 遷 移 分 散 行 為 及 族 群 動 態 之 工 具。

3. 有 些 性 費 洛 蒙 兼 具 開 洛 蒙 (利 它 素) 的 作 用， 可 被 利 用 來 增 強 寄 生 蜂 尋 找 害 蟲 的 能 力， 以 提 高 害 蟲 被 寄 生 率。

4. 可 於 大 面 積 作 物 栽 培 區 內 的 局 部 作 物， 施 用 性 引 誘 劑， 引 誘 害 蟲 大 量 聚 集 於 陷 阱 作 物 上， 再 撒 佈 藥 劑 殺 除 之， 則 可 減 少 藥 劑 使 用 範 圍 及 藥 量。

5. 性 費 洛 蒙 與 不 同 濃 度 的 殺 蟲 劑 合 用， 可 監 測 田 間 害 蟲 對 殺 蟲 劑 的 抗 藥 性。

Klassen 等 人 於 1982 年 回 顧 以 往 性 費 洛 蒙 及 其 類 似 物 研 發 及 利 用 的 情 形， 在 已 知 的 610 種 昆 蟲 性 費 洛 蒙 當 中， 有 193 種 用 在 調 查 及 偵 測 法， 12 種 用 在 大 量 誘 殺 法， 3 種 用 在 干 擾 法。 性 費 洛 蒙 用 在 調 查 及 偵 測 法， 以 鱗 翅、 雙 翅 及 鞘 翅 目 昆 蟲 所 佔 比 率 較 多； 用 在 大 量 誘 殺 法， 以 雙 翅 及 鞘 翅 目 昆 蟲 較 多； 用 在 迷 惑 法， 則 僅 有 鱗 翅 目 昆 蟲。 由 於 性 費 洛 蒙 利 用 於 蟲 害 防 治 的 作 用 機 制 是 改 變 害 蟲 正 常 的 行 為， 而 非 傳 統 殺 蟲 劑 是 直 接 對 害 蟲 產 生 毒 殺 效 果， 故 性 費 洛 蒙 利 用 於 各 種 害 蟲 的 防 治， 無 法 一 體 適 用， 都 能 產 生 經 濟 有 效 的 結 果。

因 此， 利 用 性 費 洛 蒙 來 控 制 害 蟲 發 生， 應 注 意 下 述 要 點 及 對 付 的 害 蟲 種 類， 較 易 發 揮 防 治 效 果：

1. 宜 採 預 防 策 略， 於 害 蟲 發 生 早 期 即 使 用。

2. 處 理 面 積 宜 較 隔 離， 或 大 於 害 蟲 的 移 動 範 圍， 以 減 少 懷 卵 雌 蟲 再 侵 入， 而 減 低 防 治 效 果。

3. 多 與 其 他 防 治 方 法 合 用， 發 揮 綜 合 防 治 的 效 果。

4. 作 物 的 經 濟 防 治 基 準 較 高 或 低。

5. 作 物 的 害 蟲 相 較 簡 單。

6. 害 蟲 屬 單 一 關 鍵 害 蟲。

7. 世 代 長。

8. 單 (寡) 食 性。

9. 遷 移 性 小， 如 毒 蛾 雌 蟲 不 活 動。

10. 抗 藥 性 害 蟲。

11. 鑽 莖 蛀 果 或 地 下 害 蟲， 如 咖 啡 木 蠹 蛾、 楊 桃 蛀 蟲、 甘 藷 蟻 象 等。

希 望 在 有 志 之 士 共 同 努 力 研 究 之 下， 性 費 洛 蒙 及 其 類 似 物 在 本 省 的 植 物 檢 疫 與 防 疫 及 蟲 害 管 理 體 系 中， 未 來 能 扮 演 更 重 要 的 角 色， 提 供 更 適 切、 成 功 的 利 用 途 徑， 以 促 進 殺 蟲 劑 更 合 理 的 使 用， 並 確 保 環 境 生 態 的 品 質。

四、 台 灣 性 費 洛 蒙 研 發 及 應 用 實 況

台 灣 有 關 性 費 洛 蒙 及 誘 引 劑 研 究 自 1958 年 即 有 相 關 的 報 告， 惟 從 1983 年 起 有 關 性 費 洛 蒙 研 究

報告才有大幅的增加，研究昆蟲種類有斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、小菜蛾、玉米穗蟲、亞洲玉米螟、水稻瘤野螟、茶捲葉蛾、姬捲葉蛾、番石榴粉介殼蟲、柑桔粉介殼蟲、甘藷蟻象、甘藷螟蛾、甘蔗黃螟、甘蔗叩頭蟲、桃折心蟲、楊桃花姬捲葉蛾、粗腳姬捲葉蛾、荔枝細蛾、小白紋毒蛾、玫瑰花金龜、煙甲蟲、粉斑螟蛾、印度穀蛾、松斑天牛及瓜、果實蠅等。

自1983年起，前台灣省農林廳為加強非農藥防治技術之應用，開始推廣教育農民使用性費洛蒙來防治害蟲，推廣的性費洛蒙種類有：斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、甘藷蟻象、楊桃花姬捲葉蛾、二化螟、番茄夜蛾、蕪菁夜蛾、大豆擬尺蠖、亞洲玉米螟及茶姬捲葉蛾等，分別應用於十字花科蔬菜、青蔥、落花生、大豆、花卉、甘藷、楊桃、玉米及茶等作物。而推廣的誘引劑種類主要為對付危害各種瓜果實的瓜果實蠅。該等性費洛蒙及誘引劑應用的方式，以偵測及大量誘殺為主，交尾干擾防治法僅以小面積示範推廣於楊桃作物。

五、使用需注意事項

性費洛蒙的使用方法與農藥使用方法不同，因此其使用方法對農民而言是較陌生的，以下提供使用性費洛蒙時一般注意事項：

(一)害蟲種類之鑑定

性費洛蒙具種別專一性，因此，性費洛蒙使用前，需先確認田間害蟲的種類，以便選用正確的性費洛蒙誘餌。

(二)誘殺期間

自作物種植後立即設置性費洛蒙誘蟲器至收穫為止，實施全期誘殺防治，甚至在休耕田的附近雜草也設置誘蟲器，同時鼓勵附近農友，大家一齊來進行長期的誘殺工作，更能提升防治效果。

(三)性費洛蒙誘餌

剛領到的性費洛蒙誘餌，以鋁箔紙包裹(圖1.)，放置在小瓶子內，再貯存於冰箱上層的冷凍室內備用。使用時，每個誘蟲器只能繫掛單一種害蟲的性費洛蒙誘餌，如果將2種害蟲的性費洛蒙誘餌同時繫掛在同一個誘蟲器內，常因互相干擾而捉不到蟲隻。另依每一種害蟲誘餌的有效期限，定期加置一個新誘餌；舊誘餌可不必移除而加以保留，若移除時不要任意棄置田間而引誘害蟲。

(四)誘蟲器型式

誘殺每一種害蟲，需使用專屬的誘蟲器具，目前已商品化及可自行製作之誘蟲器如表1。水盤式及黏膠式誘蟲器(圖2.)，適合研究人員研發性費洛蒙誘餌時之生物檢定用；惟二者於田間長期使用，水盤式誘蟲器常因需加水及懸掛致使用不方便，黏膠式誘蟲器則因1~2週即需更換，致使成本提高，較不合適長期應用。

另可利用廢棄的寶特瓶自行製作誘蟲器，包括楊桃花姬捲葉蛾三層式寶特瓶誘蟲器、斜紋夜

蛾及甜菜夜蛾寶特瓶誘蟲器及甘藷蟻象漏斗型誘蟲器。寶特瓶誘蟲器可利用回收洗淨的寶特瓶製作使用，製作方法相當簡單易學，可向有關農業試驗單位詢問(表1.)。

使用水盤式誘蟲器應注意更換用水及添加肥皂粉，並使盤內水量保持約8分滿；使用自製寶特瓶誘蟲器，應隨時調整開口(即害蟲進入口)的大小，誘蟲器開口內陷、口徑過大或太小，均會減低誘蟲效果。

(五)誘蟲器設置方法

可依害蟲活動高度決定誘蟲器設置高度，如甘藷蟻象多在土中爬行，或於藷蔓間跳飛，其誘蟲器要固定於畦土中，並使誘蟲器瓶口高出藷蔓約10公分。由於蛾類飛翔力較強，通常蛾類誘蟲器需懸掛於較高處。一般，誘蟲器要均勻設置於開闊、通風、無障礙物之田間，且高度應高於作物頂端約30~50公分。

(六)誘蟲器設置數量

原則上，大量誘殺害蟲時，單位面積使用誘蟲器數量愈多愈好，約10~20公尺設置一個誘蟲器，惟2個誘蟲器亦不可靠太近(1~2公尺)，否則會因干擾作用而捉不到蟲隻。而在偵測、監視害蟲發生時，則於某作物區設置3~5個誘蟲器即可。誘蟲器內誘集到的蟲體需定期記錄清除。

(七)配合其他防治措施行綜合防治

性費洛蒙誘蟲器雖然有很強的誘殺效果，但有時仍有漏網的害蟲，因此，可依誘蟲器誘集害

蟲數目的多寡，決定噴藥時間及噴藥次數，並多採用其他耕作方法及生物防治，實行綜合防治，將能增強害蟲防治成效。

六、田間使用實例

(一)斜紋夜蛾(夜盜蟲)及甜菜夜蛾

將竹桿插立土中，再將誘蟲器繫掛於離地約1~1.5公尺處，斜紋夜蛾每公頃設置4~8個誘蟲器，甜菜夜蛾每公頃8個，在蔥田防治甜菜夜蛾，則每分地設置3個，誘餌每1~2個月加置一個。誘蟲器可使用中改式(圖3.)、水盤式或寶特瓶式(圖4.)，誘蟲器開口內陷，口徑以斜紋夜蛾為0.5~0.8公分、甜菜夜蛾為0.3~0.5公分最適宜。

(二)楊桃花姬捲葉蛾(果實蛀蟲)

偵測與誘殺時，誘蟲器宜直接繫掛於離地約1.5公尺高處的楊桃樹上，每公頃設20個，每4個月加置一個新誘餌，誘蟲器需使用三層式寶特瓶誘蟲器(圖5.)，其開口內陷，口徑以0.5~0.8公分為宜。使用交尾干擾防治時每分地以棋盤式吊掛120個干擾劑。另干擾劑使用前需清園施用殺蟲劑一次，降低花姬捲葉蛾蟲口密度，再施用干擾劑，並以誘蟲器偵測干擾劑之有效性，如果干擾劑施用期間，誘蟲器捉不到蟲隻，即表示干擾劑發揮效用。

(三)甘藷蟻象

將誘蟲器底部埋入畦土中固定，並使誘蟲器瓶口高度離開藷蔓約10公分，每分地設立4個誘蟲

器，每1~2個月加置一個新誘餌，
誘蟲器使用商品化或以寶特瓶製

作的雙層漏斗型誘蟲器(圖6.及7.)。

(四)果(瓜)實蠅

以食物誘引劑(含毒蛋白質水解物)偵測誘殺時，含毒蛋白質水解物需自行配製成液劑或餌劑，其配方如表2.，再於瓜、果實蠅密度劇增時，每7日一次以噴藥器械局部施布於果園四周果樹枝葉上，誘殺前來取食的瓜、果實蠅。亦可將前述調配好的含毒蛋白質水解物稀釋液，取300cc置於果實蠅誘蟲器內，將果實蠅誘蟲器直接繫掛於離地約1.5公尺高的果樹枝條上(圖8.)，每分地懸掛10個，每2~3週清除器內死蟲，並換新器內食物誘引劑。

如果是使用含毒甲基丁香油、克蠅或克蠅香(以4×4×0.9公分之

細纖維板當載體)，則將誘殺板直接懸掛於果園外圍離地面1.5公尺高的枝條上，最好避免日光直射，每公頃懸掛10~20片誘殺板，每2個月更新一次。因為果(瓜)實蠅誘殺蔗板內添加有殺蟲劑，農民最好現領速用，以防毒殺效果失效，且避免孩童、家畜接觸，以免發生中毒事件。

七、相關資材及技術諮詢

目前農政單位推廣及可資利用的性費洛蒙及誘引劑種類如表3.。應用性費洛蒙所需的資材與技術，可洽詢表4.所列之機關及公司行號。

表1. 目前台灣使用之誘蟲器種類

誘蟲器	型式	適用蟲種	代理廠商或洽詢單位
<u>商品化誘蟲器</u>			
中改式	乾式	斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、 二化螟、茶姬捲葉蛾	金煌塑膠股份有限公司
雙層漏斗式	乾式	甘藷蟻象	金煌塑膠股份有限公司
黏膠式	黏膠式	各種蟲類	甲富企業股份有限公司
水盤式	水式	各種蟲類	甲富企業股份有限公司
總收果實蠅誘蟲器	乾式	瓜、果實蠅	正豐化學股份有限公司
安啦蜂蠅誘捕器	乾式	瓜、果實蠅	瑞芳化工股份有限公司
<u>自行製作之誘蟲器</u>			
雙(單)層寶特瓶式	乾式	斜紋夜蛾、甜菜夜蛾瓜 、果實蠅	藥毒所、農試所、各區農 改場
雙(三)層漏斗型	乾式	甘藷蟻象	藥毒所
三層寶特瓶式	乾式	楊桃花姬捲葉蛾	藥毒所
漏斗型	乾式	亞洲玉米螟	藥毒所

表2. 含毒蛋白質水解物配方及施藥量

藥劑名稱	每公頃每次 施藥量	稀釋倍數(倍)	注意事項
25%馬拉松可濕性粉劑 混合 蛋白質水解物	0.8 公斤 混合 0.8 公升	100 100	本混合劑為高濃度含毒餌劑， 於果實蠅密度遽增時，每7天 局部施布一次。或將藥液放入 誘蟲器內，懸掛於果園四周， 另宜注意安全。
80%三氯松可溶性粉劑 混合 蛋白質水解物	0.13 公斤 混合 0.8 公升	600 100	
40%撲滅松可濕性粉劑 混合 蛋白質水解物	533 公克 混合 0.8 公升	150 100	
50%芬殺松乳劑 混合 蛋白質水解物	0.4 公斤 混合 0.8 公升	200 100	

表3. 目前推廣及可資應用之性費洛蒙誘餌及誘引劑種類

性費洛蒙種類	使用技術	資材洽詢對象
斜紋夜蛾	偵測誘殺，4~8 支/ 公頃/月	台灣省農會農化廠
甜菜夜蛾	偵測誘殺，8~30 支/ 公頃/1~2 個月	台灣省農會農化廠
甘藷蟻象	大量誘殺，40 支/ 公頃/1~2 個月	藥毒所
楊桃花姬捲葉蛾	1. 偵測誘殺，2~4 支 /分/4 個月 2. 交尾干擾防治， 120 個/分/5 個月	藥毒所 藥毒所
含毒甲基丁香油 (果實蠅誘殺劑)	偵測誘殺，10~20 片 /公頃/2 個月	嘉農、好速、恆勝、瑞芳、興農

克蠅 (瓜實蠅誘殺劑)	偵測誘殺，10~20片 /公頃/2週	總合鹼基、華農
克蠅香 (瓜、果實蠅誘殺劑)	偵測誘殺，10~20片 /公頃/2週	恆勝、長山、總合鹼基
含毒蛋白質水解物 (瓜、果實蠅誘殺劑， 需自行調配)	偵測誘殺，10片/分/ 2~3週	蛋白質水解物:德城行、五豐、嘉農。 25%馬拉松 WP:嘉泰、惠光、榮民、 世大、中國、嘉農、臺灣氰胺、寶稼 、臺益、瑞芳、興農、日農、華農、 嘉濱、和豐。 80%三氯松 WP:嘉泰、臺益、省農會 農化廠、臺灣庵原、法台、恆欣、國 統、嘉農、光華、和豐、正農、寶稼 、正豐、日農、華農、利臺、臺灣拜 爾、國豐、富農、生力、東和、惠光 、榮民、南億、世大、興農、嘉濱。 40%撲滅松 WP:利臺、臺灣住友、五 豐、惠光、好速、華隆、日農、興農 、瑞芳。 50%芬殺松 EC:嘉泰、大成、日農、生 力、發順、省農會農化廠、榮民、南 億、嘉農、臺灣拜爾、興農、中國農 業、臺益、大信、東和、耕得、惠大 、隆成、瑞芳、好速、新裕、光華、 正農、久昌、嘉濱、惠光、利臺、合 林、長山、正豐、臺灣日產、眾益、 華隆、世大、洽益。
1.蛋白質水解物		
2.推薦之農藥種類		
25%馬拉松可濕性粉劑		
80%三氯松可溶性粉劑		
40%撲滅松可濕性粉劑		
50%芬殺松乳劑		

表4. 性費洛蒙及誘引劑相關諮詢機關/公司行號及洽詢電話

機關/公司行號	電話號碼	機關、公司行號	電話號碼
農業藥物毒物試驗所	04-23302101	台南區農業改良場	06-2679526
農業試驗所	04-23302601	高雄區農業改良場	08-7229468
桃園區農業改良場	03-4768216	澎湖分場	06-9613404
苗栗區農業改良場	037-222111	台東區農業改良場	089-325110
台中區農業改良場	048-523101	花蓮區農業改良場	038-521108
省農會農化場	055-842101	甲富企業股份有限公司	02-223931013
金煌塑膠股份有限公司	04-23373867	久昌農化工股份有限公司	055-322668
大信農化廠股份有限公司	02-27525777	大成化學工業股份有限公司	046-832837
中國農業化工股份有限公司	06-2292121	五豐化學工業股份有限公司	02-24515291
日農企業股份有限公司	06-2219918	正豐化學股份有限公司	04-23393201
世大農化廠股份有限公司	033-885790	正農化學股份有限公司	02-27731661
生力化學工業股份有限公司	02-25113151	光華農化工廠股份有限公司	035-762131
合林企業有限公司	02-27092040	好速化學股份有限公司	02-277137357
榮民化工廠	034-751973	利臺化學工業股份有限公司	047-523105
和豐農藥工業股份有限公司	047-353518	東和化學工業股份有限公司	02-27719336
法台化學股份有限公司	02-25023399	長山化學有限公司	02-23970163
南億企業股份有限公司	05-3795185	恆勝貿易有限公司	02-25558709
恆欣股份有限公司	06-2377101	洽益化學工業股份有限公司	06-7942876
德城行有限公司	02-27125086	國豐化學工業股份有限公司	034-788006
富農化學工業股份有限公司	02-23149148	惠光化學股份有限公司	06-5702181
惠大實業股份有限公司	04-22781005	發順企業股份有限公司	02-28323022
華農企業股份有限公司	08-7224881	華隆化學股份有限公司	02-27522198
隆成化工股份有限公司	06-5982104	眾益化學工業股份有限公司	03-4221078
新裕興農化工股份有限公司	02-28347761	瑞芳化工廠股份有限公司	05-2267112
嘉泰企業股份有限公司	02-27068896	嘉濱貿易有限公司	06-2219906
嘉農企業股份有限公司	035-762122	臺灣住友商事股份有限公司	02-25229853
臺灣庵原農藥股份有限公司	02-25818156	臺灣拜耳股份有限公司	02-25039123
臺灣日產化工股份有限公司	02-27911348	臺灣氰胺股份有限公司	02-25063222
臺益農藥工廠股份有限公司	034-221078	興農股份有限公司	04-23726181
總和靛基有限公司	02-29864230	寶稼有限公司	02-27198389

1. 性費活蒙以絕箔紙包裹
2. 水盤式與黏膠式誘蟲器
3. 中改式誘蟲器
4. 雙層式實特粘誘蟲器
5. 三層式實特粘誘蟲器
6. 雙層漏斗型誘蟲器 (自製)
7. 雙層漏斗型誘蟲器 (商品)
8. 瓜果實體誘蟲器
左/麥氏誘蟲器
中/棉收果實體誘蟲器
右/安拉轉轉誘蟲器



