

# 昆蟲誘引物質在 整合性蟲害管理之應用

## 緒言

昆蟲基於生理上及行為上之需求，為了生存及繁衍子代，須藉由本身釋放及接收外界化學物質，達到同種間個體訊息傳遞、溝通或不同物種種間互相吸引與排斥的目的。這些化學物質具揮發性，可透過空氣或水的媒介傳遞，造成昆蟲行為的改變。大部分昆蟲的觸角具嗅覺功能，其上有數以百計的化學接收器，可以感受到這些化學物質，透過中央神經系統、內分泌系統及循環系統等器官協調，表現出行為及生理上的改變，例如產卵行為、尋找食物及求偶交尾行為 (Plimmer et al., 1982)。當然化學物質不全然具誘引作用，有些對昆蟲有害或



↑圖1. 東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 之觸角

產生忌避作用，此為昆蟲化學生態學家研究課題之一，研究學者針對這些化學物質進行鑑定、分離及合成等工作，去探討對昆蟲行為及生理上之影響，以及評估如何實際應用於田間蟲害防治及族群監測的用途。Cook 等人 (2007) 針對植物、昆蟲及其天敵三者間之關係，提出一個 Push-Pull 的蟲害整合性管理 (Integrated pest

management) 策略，係利用昆蟲對視覺刺激物 (Visual stimulants)，寄主味道 (Host volatiles)，聚集費洛蒙 (Aggregation pheromones)，性費洛蒙 (Sex pheromones)，產卵刺激物 (Oviposition stimulants)，味覺刺激物 (Gustatory stimulants) 的反應研擬出避免害蟲來到目標作物危害或將害蟲從目標作物誘引至其它不具危害壓力

的棲息地的管理策略。近年來植物保護學家，實際應用植物與昆蟲有關之化學物質於蟲害防治上，且防治成果明顯，限於篇幅關係，本文將僅針對害蟲有關之誘引物質在蟲害防治上應用加以描述。

## 昆蟲間化學物質之傳遞與利用

由植物或動物所釋放出來的物質，能夠激起物種行為上或生理反應的化學物質，統稱為 Semiochemicals，當 Semiochemicals 影響同一物種的個體，它被稱為 Pheromone。當 Semiochemicals 影響不同物種的個體，它被稱為 Allelochemicals。

大部分昆蟲藉由嗅覺感受器如觸角(圖1)上的化學接受器接收化學物質的刺激，在同種或不同物種個體間，透過化學物質傳遞訊息及產生特定的行為反應。此類物質具揮發性，如費洛蒙 (Pheromone)、

卡洛蒙 (Kairomone)、阿洛蒙 (Allomone)、互利素 (Synomone) 等，另外還有產卵誘引物質、忌避物質 (Antifeedants) 及其他眾多的化合物。

### 一、費洛蒙的作用對象為同種的個體，依據其功能可分為：

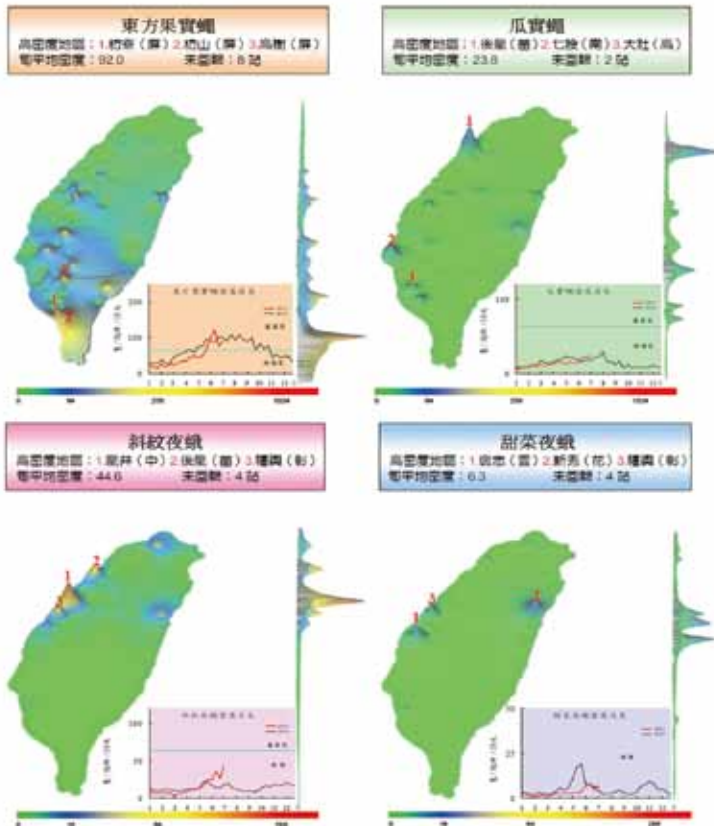
1. 性費洛蒙 (Sex pheromone)：外腺體分泌，吸引同種類異性，並於適當距離誘導求偶及交尾行為。此類物質隨著化學合成及分離鑑定技術之發展，迄今已有千餘種昆蟲性費洛蒙被鑑定出來，最常被用於蟲害防治技術上。
2. 聚集費洛蒙 (Aggregation pheromone)：可以造成同種類個體大量聚集，有利於交尾競爭、大量危害寄主或抵禦外來入侵之天敵。
3. 警戒費洛蒙 (Alarm pheromone)：警告同種類個體儘速躲避天敵之攻擊或進行其它防禦行為。
4. 標誌費洛蒙 (Marked or trail pheromone)：社會性昆蟲如工蟻 (worker) 分泌的費洛

蒙，具有協助標誌食物或返巢位置及指引同伴依氣味尋找食物的功用。

5. 產卵費洛蒙 (Oviposition pheromone)：雌蟲產卵時分泌此類費洛蒙，可幫助其他雌蟲找到適合的產卵場所，使子代幼期就近得到適宜發育及存活的處所。此類物質有時具有忌避作用，可避免重覆產卵。另社會性昆蟲如女王蜂，會分泌此類化學物質，抑制幼期雌性個體產卵管發育(演變成螞蟥)而發育成為工蜂，發揮社會分工之職責。

一般而言，卡洛蒙 (Kairomone) 類的物質，通常對釋放者不利，接受者有利，如寄主植物所分泌化學物質，吸引植食性昆蟲來取食危害可稱為卡洛蒙；當寄主植物受到嚴重危害時，會分泌化學物質使植食性昆蟲不再取食或吸引植食性昆蟲的天敵來協助抵抗蟲害，係對釋放者有利，稱為阿洛蒙 (Allomone)。互利素 (Synomone) 則是對釋放者及接收者皆有利，例如馬來西

## 本旬四種蔬果害蟲發生概況



↑圖2. 以昆蟲誘引物質作危害蟲密度監測之工具

亞雨林環境有一種野生蘭花 (*Bulbophyllum cheiri*) 會分泌一種物質 (methyl eugenol) 吸引東方果實蠅雄蟲來聚集取食並使其協助蘭花完成授粉。

### 源自昆蟲本身之誘引物質在田間蟲害防治之利用方式

通常田間施用化學傳訊物質如性費洛蒙，對人畜無毒無害，但可改變害蟲的行為，進而控制族群發展，達到蟲害防治目

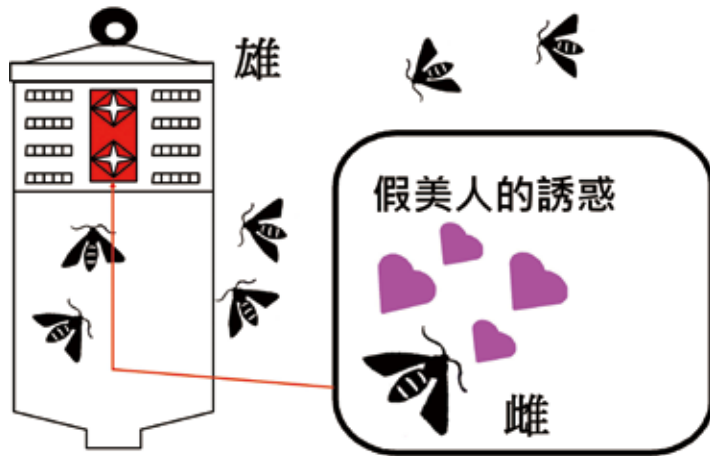
標，藉此減少作物損害及農藥施用量。一般應用上可分為：

#### 一、監測害蟲族群動態：

由於誘引物質具有同種的專一性及性別上之差異，因此可作為田間族群之監測 (Monitoring)，累積長期密度資料，配合地理資訊系統及環境氣象資料，可早期偵測害蟲族群動態發揮預警效果，提早實施防治工作，壓制族群增長，減少施用農藥之成本 (圖2)。

#### 二、直接作為大量誘殺 (Mass trapping)：

昆蟲性費洛蒙是一種無毒化學合成物，通常雌蛾散發的氣味引誘雄蟲飛來交尾，因此可利用這種原理誘使雄蛾進入特製的陷阱，減少田間雄蛾數，讓雌蛾無法交尾進而達到防蟲目的 (圖3)。利用性費洛蒙防治害蟲必須同一區域內的農友大家同時進行才能成功。如果未能同時進行，則該區飛出的雄蛾仍可與鄰區的雌蛾進行交尾。



↑圖3. 以雌性費洛蒙誘引雄蛾之原理

以性費洛蒙誘殺害蟲不會產生害蟲抗藥性問題，並可以節省農藥及勞力，也可避免農藥殘留。惟雌雄一生中交尾多次，且對作物的危害以幼蟲期最為嚴重，因此早期預警及提早防治措施是蟲害管理上之重要策略，透過大面積資材之布設及區域性同步實施防治是為防治成功與否的關鍵。

### 三、干擾交尾行為 (Mating disruption)：

採用干擾交尾的方法，在田間大量密集施用性費洛

蒙製劑，透過高濃度的性費洛蒙干擾雄蟲正常的求偶行為，使雌蟲無法正常進行交尾，此方法的原理有二種推論：

1. 因環境中充滿高濃度性費洛蒙，使雄蟲無法透過濃度梯度定位 (Orientation) 雌蟲的位置。

2. 雄蟲長期處於高濃度人工合成性費洛蒙的環境中而導致嗅覺疲勞，或是田間雌蟲釋放的性費洛蒙氣味被掩蓋，雄蟲無法接收到，或失去感受平衡，以致雄蟲無法表現正常求偶行為。性費

洛蒙干擾交尾方式，對環境是友善的，適合有機農業之施用，惟須注意田間化學合成誘引物之穩定性及施用成本。

### 四、外來害蟲偵測：

採用適當誘引劑設置於進口港區、進口農產品集散地、作物栽培區等重點區域，可偵測重要檢疫害蟲是否入侵，以掌握相關害蟲入侵國內的狀況，得以及時採取防疫措施，在第一時間發動入侵害蟲撲滅計畫，防堵境外害蟲在國內環境立足的機會。

### 五、與其它防治技術搭配使用：

利用誘引物質防治害蟲，可有效壓制族群發展，若害蟲於幼蟲期為最重要之危害期時，則可藉由族群數量之發展，推測族群之經濟危害水平，配合其它如化學防治、耕作防治及生物防治等整合性防治，控制族群發展及降低危害率，減少經濟上之損失。



## 六、田間應用時應注意事項

性費洛蒙誘引劑的作用機制與傳統化學藥劑完全不同，具有經濟、安全、方便、有效的優點，但要有效應用性費洛蒙於蟲害管理系統中必須掌握下列要點，才能發揮作用提高防治效果。

**1. 確認目標害蟲的種類：**由於性費洛蒙的專一性甚高，對害蟲種類的正確鑑定是採用此方法的首要關鍵。

**2. 發展有效的性費洛蒙製劑：**人工合成性費洛蒙製劑在田間應用的另一個關鍵因子，就是必須和野生雌蟲所散發的性費洛蒙競爭，因此正確鑑定及合成費洛蒙成分，並組合出有效的性費洛蒙製劑是研究單位積極研發的目標。

**3. 選用合適的誘蟲裝置：**使用性費洛蒙進行大量誘殺法須選用合適的誘蟲裝置，因性費洛蒙本身並無殺蟲作用，對於引誘過來的雄蟲必須藉由適當的誘蟲裝置防止再度逃逸或直接致死，以降低田間有效雄蟲數量，使雌

蟲無法正常完成交尾而達到降低害蟲族群增長的目的。特別需注意同一個誘蟲裝置不可混合使用兩種以上誘劑，以免因誘劑成分混雜導致干擾誘蟲效果。近年來研究人員以無線射頻裝置 (Wireless Sensor

Network)，利用誘引劑吸引昆蟲進入感應點即時傳遞蟲情資料，對於高風險害蟲或入侵害蟲疫情管制將邁入現代化。

**4. 預防性保護：**性費洛蒙在防治上應用的原理是藉由降低雄成蟲的數量，減少交尾機會而達到降低繁殖率的目的。多數農業昆蟲對作物的危害都是由幼蟲時期取食所造成，因此要保護農作物減少損失，必須自前一代的害蟲成蟲開始誘殺防治。應用於監測目的時，則須從作物栽培初期就設置監測陷阱，定期收集密度資料，以了解目標害蟲的發生動態，確實掌握防治時機。

**5. 定期更換誘引劑：**性費洛蒙誘引劑多採緩釋性配方，



↑圖4. 雄蟲爭相取食甲基丁香油之情形

田間應用時會隨時間降低誘引效果，必須定期更新以維持誘引效果。

## 田間蟲害防治應用實例

### 一、東方果實蠅之田間防治應用

果實蠅雄成蟲性成熟後，觸角內化學接受器 (Chemical receptor) 對甲基丁香油 (Methyl eugenol) 極為敏銳，此物質稱為 parapheromone，目前所知為雄蟲分泌性費洛蒙之前驅物 (圖4)，雄成蟲藉此物質定位取食內含有混合農藥之甲基丁香油後造成死亡，經大量撲殺雄蟲後，雌成蟲與雄蟲交尾機會降低，

子代無法繼續繁衍，族群密度無法增加，而達到降低果實蠅族群之防治目標。此技術由於壓制族群密度效果明顯，不但符合經濟效益，且廣為國際上防治果實蠅時所採用。此技術著重在誘殺雄蟲，故誘殺時機是為關鍵，宜於開花期或中果期前開始防治，若能大面積持續進行效果更佳。若於族群密度高時才進行誘殺，則效果不易彰顯。

## 二、瓜實蠅 (*Bactrocea cucurbitae* Coquillett) 之田間防治應用

國內為有效降低瓜實蠅危害，早期推廣應用含毒克蠅 (Cuelure) 之滅雄防治，指導農民於瓜果栽培地區懸掛，進行誘殺雄蟲之工作，減少雌蟲交尾機會，進而達到控制瓜實蠅發生密度之目的，以減輕其族群危害壓力，目前此防治方法仍需搭配食物誘餌之施用。

## 三、夜蛾類之田間防治應用

以三種斜紋夜蛾



←圖5. 田間懸掛性費洛蒙誘蟲盒之形式

(*Spodoptera litura* (Fabricius))、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* (Hubner))及番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera* (Hubner)) 為例，均屬雜食性且繁殖力強，常造成嚴重危害的疫情，因此較早成為植物保護研究標的，其誘殺防治技術發展已臻成熟 (如圖5)。田間實際應用時，斜紋夜蛾及番茄夜蛾每公頃設置 2~4 個誘蟲器，甜菜夜蛾每公頃設置 4~8 個；在青蔥田防治甜菜夜蛾時則每公頃設置 30 個。誘蟲器可使用專用型或寶特瓶 DIY 型式，誘餌每一至二個月更新。

## 四、其它鱗翅目害蟲之田間防治應用

目前常用的其他鱗翅目害蟲性費洛蒙包括茶樹上防治茶姬捲葉蛾及茶捲葉蛾，荔枝上黑角舞蛾，水稻防治二化螟或瘤野螟等，其它蔬果類害蟲之應用有楊桃花姬捲葉蛾、小菜蛾、亞洲玉米螟、小白紋毒蛾、桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾等，國內試驗研究機構及學校目前均積極開發誘餌劑型或改善施用器材。

## 源自寄主植物本身或其它衍生物之誘引物質在田間應用

源自於寄主植物之誘引物質應用，以防治果實蠅來看，成熟寄主水果果實本身的揮發性物質，會吸引雌蟲來產卵。昔日



↑圖6. 果實蠅類田間食物來源(鳥糞、葉片上煤煙物、花蜜、葉背分泌物)

農友使用果汁或新鮮水果切片誘殺雌蟲，減少雌蟲危害機會，就是依照這樣的特性操作，缺點是時效短，且誘到的雌蟲懷卵者比例偏高。另外害蟲為延續生存及繁衍後代，亟須從自然界攝取食物，以獲得營養(圖6)，如大自然中葉片中微生物死亡之沈積物、植物本身或害蟲分泌蜜露、花蜜及鳥糞等食物，這其中蛋白質之攝取更為雌蟲生殖產卵所必需食物

誘引劑之施用。以果實蠅類成蟲為例，以作物或動物碎雜物應用蛋白質水解原理，研製成蛋白質水解物之食物誘餌，在國內已列為正式防治材料。

由於源自寄主植物或其他衍生物之揮發性物質的萃取分析與成分鑑定，須投入相當多人力進行研究，雖有不少成分已被鑑定且成功合成應用在田間誘效比較仍有很大落差，是為研究人員須

持續進行研討之工作。

## 結論

利用昆蟲誘引物質進行害蟲的密度監測，提供化學防治行動之適當時機，配合其它防治方法之策略，農藥的使用就不會氾濫。未來隨著昆蟲與植物間的化學生態研究上的進展，開發有效用的揮發性物質不但可作為誘殺害蟲之防治材料，另外藉由植物本身之衍生物質引導天敵加入控制害蟲，甚至運用互利素等物質增進植株授粉或其它忌避物質於蟲害防治上運用，均是值得我們期待的。

## 參考文獻

Cook, S. M., Z. R. Khan, and J. A. Picket. 2007. The Use of Push-Pull Strategies in Integrated Pest Management. 52:375-400.

Plimmer, J. R. M. N. Inscore, and T. P. McGovern. 1982. Insect attractants. Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. 22:297-320.

