

台灣昆蟲性費洛蒙/誘引劑之研發與應用

黃振聲¹ 顏耀平² 洪巧珍¹

1 農委會農業藥物毒物試驗所 應用毒理組/生物藥劑組

2 靜宜大學 應用化學系

Development and application of insect sex pheromones and attractants in Taiwan

Jenn-Sheng Hwang¹, Yao-Pin Yen² and Chau-Chin Hung¹

1 Division of Applied Toxicology/Division of Bio-pesticide, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute.

²Department of Applied Chemistry, Providence University

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(Integrated pest management, 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 年認為發展一個蟲害綜合防治計劃，就如建造一棟樓房，應建基於：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、耕作防治、生物防治、物理防治、誘引及忌避劑利用、不孕技術、遺傳操縱、法規防治、殺蟲劑使用等多種方法。亦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的副作用。

自 Butenandt 等人於 1959 年首次發表家蠶 (silkworm moth, *Bombyx mori*) 性費洛蒙報告以來，至 1987 年累積有一千六百餘篇有關性費洛蒙的報告發表，至今，總計約有一千多種昆蟲性費洛蒙及相關誘引物質被分離、鑑定出來。由於性費洛蒙及誘引物質較傳統的殺蟲劑低毒或無毒性，又專一性高、生物活性強、用量少、持久性長、與其他蟲害防治措施（尤其是生物防治）相容性大、及人工合成容易等特性，因此，如何研發利用性費洛蒙/誘引劑，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。

台灣誘引物質之研發與利用始於 1911 年，日人新渡戶即以掛袋法誘殺防治東方果實蠅 (Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*) 產卵，並於田間實施以糖蜜加亞砷酸鉛之毒餌誘殺果實蠅成蟲；三輪勇四郎於 1939 年研究以肥皂水加甲基丁香油(Methyl eugenol)加 Lemon grass oil 混合物以誘殺果實蠅。光復後，陶氏於 1952 年研發氟矽酸鈉加糖漿加水之誘殺劑以誘殺果實蠅，1956 年之後，台灣持續使用含毒甲基丁香油及含毒蛋白質水解物 (Protein hydrolysate) 來誘殺果實蠅，迄今仍然沿用。

台灣昆蟲性費洛蒙的研究，始於 1970 年由周延鑫氏獲得當時農復會支助計畫，於中央

研究院動物研究所對牛壁蝨的性費洛蒙組成分進行研究，曾鑑定出牛壁蝨/褐狗壁蝨 (Brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*) 的性費洛蒙為 2,6-dichlorophenol。當時周氏在農復會支助下，與台灣植物保護中心、台灣省農業試驗所合作，分別對斜紋夜蛾 (Tobacco cutworm, *Spodoptera litura*)、小菜蛾 (Diamondback moth, *Plutella xylostella*) 等害蟲性費洛蒙的成分鑑定、合成及田間應用技術等多方研究。

台灣國家科學委員會為促進昆蟲性費洛蒙研究，乃於 1984 至 1989 年連續 6 年推動跨不同研究領域的大型整合性研究計畫--「昆蟲性費洛蒙研究」，結合中央研究院、台灣大學、中興大學、清華大學、陽明醫學院、淡江大學、輔仁大學、農業藥物毒物試驗所、農業試驗所、茶葉改良場、桃園改良場、台中改良場、台南改良場、高雄改良場、及亞洲蔬菜研究中心等單位的化學分析、有機合成、生物學、昆蟲學及植物保護人員，針對亞洲玉米螟 (Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*)、番茄夜蛾/玉米穗蟲 (Tomato fruit worm, *Helicoverpa armigera*)、斜紋夜蛾、茶姬捲葉蛾 (Smaller tea tortrix, *Adoxophyes privatans* spp.)、水稻瘤野螟 (Rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis*)、菜心螟 (Cabbage webworm, *Hellula undalis*)、球菜夜蛾 (Black cutworm, *Agrotis ipsilon*) 及柑桔和番石榴粉介殼蟲 (Citrus mealybug, *Planococcus citri*; Guava mealybug, *P. minor*) 等進行研究；國科會前後支持 98 項性費洛蒙相關研究計畫，包括：(1)昆蟲大量飼育技術及行為研究，(2)性費洛蒙組成分離與鑑定，(3)性費洛蒙合成，(4)性費洛蒙配方及生物檢定研究，(5)田間應用與效益評估，總經費約六千萬新台幣。同時農業委員會自 1986 年亦配合進行大規模的性費洛蒙田間誘蟲試驗。

由於國科會與農委會大力推動支助性費洛蒙研究與應用計畫，自 1986 年起，台灣有關性費洛蒙及誘引物質的研究報告才有大幅度的增加，研究的昆蟲種類除前述者外，尚包括：甜菜夜蛾 (Beet armyworm, *Spodoptera exigua*)、茶捲葉蛾 (Tea tortrix, *Homona magnanima*)、甘藷蟻象 (Sweet potato weevil, *Cylas formicarius*)、甘藷螟蛾 (Sweetpotato vine borer, *Omphisa anastomasalis*)、二化螟 (Rice stem borer, *Chilo suppressalis*)、蕪菁夜蛾 (Turnip moth, *Agrotis fuscosa* (segetum))、擬尺蠖 (Cabbage looper, *Trichoplusia ni*)、甘蔗黃螟 (Sugarcane grey borer, *Tetramoera schistaceana*)、甘蔗櫛叩頭蟲 (Sugarcane wireworm, *Melanotus tamsuyensis*)、桃折心蟲 (Oriental fruit moth, *Grapholita molesta*)、楊桃花姬捲葉蛾 (Carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*)、粗腳姬捲葉蛾 (Litchi fruit borer, *Cryptophlebia ombrodelta*)、荔枝細蛾 (litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*)、番荔枝粉螟 (Carob moth, *Apomyelois ceratoniae*)、桃蚜 (Green peach aphid, *Myzus persicae*)、小白紋毒蛾 (Small tussock moth, *Orgyia posticus*)、台灣豆金龜/藍艷豆金龜 (Taiwan beetle, *Popillia taiwana* (*P. indigonacea*))、煙甲蟲 (Cigarette beetle, *Lasioderma serricorne*)、粉斑螟蛾 (Almond moth, *Ephestia cautella*)、印度穀蛾 (Indian meal moth, *Plodia interpunctella*)、黃條葉蚤 (Striped leaf beetle, *Phyllotreta striolata*)、松斑天牛 (Pine sawyer, *Monochamus alternatus*)、黑角舞蛾 (Casuarina moth, *Lymantria xyliana*)、及瓜、果實蠅 (Melon fly, *Bactocera cucurbitae*; Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*) 等。

另外，前台灣省農林廳及現今農委會動植物防疫檢疫局，為加強非農藥防治技術之應用，亦持續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、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、及茶等作物。另推廣的誘引劑種類主要為含毒甲基丁香油、克蠅、或蛋白質水解物，用以誘殺危害各種瓜類及水果果實的瓜、果實蠅。該等性費洛蒙及誘引劑應用的方式，主要作為偵測或監測 (Detection or monitoring) 及大量誘殺或滅雄 (Mass trapping or attraction-annihilation)，而交配干擾法或迷惑法 (Mating disruption or confusion method) 僅小面積示範推廣於楊桃作物。現就較具成效者分述如下。

斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、番茄夜蛾：石與朱於 1995 年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，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。李氏於 1985 年在 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，結果處理區的被害葉率可減少 53 %，每公頃防治成本可節省新台幣 1,500 元。顏等人於 1991 年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 個番茄夜蛾性費洛蒙誘蟲器，綜合防治三種夜蛾科害蟲，結果顯示落花生生育期間可減少 60 % 之幼蟲數，被害葉率則較未誘殺區減少 40.7 %。鄭等人於 1991 年在 500 公頃青蔥田，每公頃放置 30 個甜菜夜蛾性費洛蒙誘殺器，可減少 20 % 幼蟲數，青蔥生產量提高 24 %。目前，斜紋夜蛾性費洛蒙應用在葡萄、甜柿、毛豆、蔬菜、花卉等作物約 10,000 公頃；甜菜夜蛾性費洛蒙應用在青蔥、蔬菜、毛豆等作物約 1,800 公頃。

甘藷蟻象：黃等人於 1989 年曾開發甘藷蟻象性費洛蒙誘餌及雙層漏斗式誘蟲器，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 7,000 元。現已將雙層漏斗式誘蟲器技術轉移廠商商品化利用，每年應用性費洛蒙大量誘殺防治甘藷蟻象約 3,600 公頃。

荔枝細蛾、松斑天牛、黑角舞蛾：黃等人於 1996 年利用可可細蛾的性費洛蒙組成分，調配出荔枝細蛾的性費洛蒙誘引劑，搭配黏膠誘蟲盒，可偵測荔枝與龍眼園內荔枝細蛾發生狀況，提供適期施藥參考。黃等人於 2000 年研發松樹萎凋病主要媒介昆蟲-松斑天牛的誘引劑，搭配黏膠誘蟲盒，可偵測誘殺松斑天牛雌、雄成蟲。黃等人於 2006 年研發黑角舞蛾性費洛蒙製劑，搭配 2,000ml 有 4 個 3cm² 開口的寶特瓶誘蟲器，可偵測或大量誘殺黑角舞蛾。

楊桃花姬捲葉蛾：洪等人於 2001 年分離鑑定楊桃花姬捲葉蛾的性費洛蒙組成分為 (Z)-8-dodecenyl acetate 及 (Z)-8-dodecenyl alcohol。早期黃和洪於 1994 年曾研發花姬捲葉蛾的性費洛蒙製劑，搭配三層式有 16 個 0.8cm² 開口的寶特瓶誘蟲器，其持效性可達 5 個月，可用來偵測花姬捲葉蛾族群密度時，當每週每個誘蟲器誘獲 3-10 隻成蟲，則果實被害率約 0.2-4 %，與一般施藥果園的果實被害率相當，應可不施藥；如每週每個誘蟲器誘獲 15 隻以上成蟲，則果實被害率約 32.4-41.5 %，果園即需施藥。用在大量誘殺時，每公頃設置 40 個性費洛蒙誘蟲器，可降低花姬捲葉蛾族群密度為每週每個誘蟲器誘蟲數為 1.0-4.5 隻 (無誘殺者 3.2-20.1 隻)，果實被害果率僅為 1.9 %。黃和洪於 1997 年研發花姬捲葉蛾性費洛蒙交配干擾用緩釋劑型，並進行交配干擾試驗，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。洪等人於 2001 年再次進行性費洛蒙干擾劑對花姬捲葉蛾之防治效果，亦顯示類似效果，處理果園的誘引抑制率達 100 %，綁線雌蟲與網籠內雌蟲之交尾抑制率分別為 89.6-100 及 62.5-100 %，果實被害率則減少 50-93.2 %。目前，推廣應用花姬捲葉蛾性費洛蒙於楊桃果園約 560 公頃。

瓜、果實蠅：邱與朱於 1987 年曾於 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，經連續投放毒餌一年後，可將該島的果實蠅滅雄，達到完全防治的效果。另利用含毒甲基丁香油誘殺器，已建立台灣全島果實蠅發生密度監測網，可依照誘殺果實蠅蟲數決定不同的防治措施。黃與顏於 1998 年試驗推測瓜、果實蠅在冬季被誘殺蟲數降低，是由於冬季寄主食物減少，且因低溫使瓜、果實蠅產卵、發育與繁殖率均降低所致，而非冬季低溫使甲基丁香油及克蠅誘引力降低所致。目前，農政單位利用含毒甲基丁香油，進行大量誘殺防治果實蠅計劃，每年推廣約 12 萬公頃果園。近年，黃等人於 2002 年分析鑑定番石榴果實中含有 24 種主要揮發性成分，其中酯類成分對果實蠅成蟲較具誘引性，並調配出複成分配方，對雌、雄成蟲均具誘引力，將來可改進甲基丁香油只能誘引雄性果實蠅之缺點，可用來大量誘殺會產卵危害果實的雌性果實蠅。

利用性費洛蒙或誘引物質來防治害蟲是種高科技，而性費洛蒙或誘引物質從基礎研究到實際利用，涵蓋的學門範圍相當廣泛，包括形態學、生理學、生態學、行為學、化學、蟲害防治學等，需要研究的項目及開發的技術亦頗為繁雜，須要結合多種學科領域的研究人員，長期持續地通力合作始能成功。又性費洛蒙和誘引物質的作用機制及使用方法異於傳統藥劑，也需加強教育農民正確使用的技術及基本知能，始能發揮性費洛蒙和誘引物質的效用，獲得農民肯定而喜好使用。

希望在有志之士共同努力研究與推廣之下，性費洛蒙及相關誘引物質在植物防疫與檢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、成功的應用途徑，以促進殺蟲劑更合理的使用，並確保生態環境的品質。

聯絡作者(Corresponding author) E-mail : jshwang@tactri.gov.tw