

費洛蒙可能成爲未來的殺蟲劑嗎？

楊瑞典

國立臺灣教育學院化學系

(一) 引言

自古以來，人類的生存一直遭受到天然災害的威脅，如飢荒、疾病等。對這些災難的克服，化學家也作了不少的貢獻。在第一次世界大戰期間，德國化學家哈柏 (Fritz, Haber) 利用大氣中的氮來製造氨，而氨是合成肥料的主要成份，對於農作物的增產大有幫助。約三十年後，另一化合物，DDT 被用來控制瘧疾及其他傳染病。隨後，DDT 及其他殺蟲劑廣泛地用到農業方面 (註 1)。現今人口約 45 億，如以年增加率約為 2% 來算，到西元 2000 年，人口將增至 70 億，至西元 2040 年，世界人口將突破 100 億大關 (註 2)。糧食若無法急速增加或農作物遭受蟲害而使收成減少，飢荒問題隨之而至，因此農作物蟲害防治之研究，便成了很重要的課題。

(二) 使用殺蟲劑所引起的問題

在第二次世界大戰之前，人類所使用的殺蟲劑，大多是銅、砷、鉛之無機化合物，這些化合物幾乎對所有的動物 (包括人類在內) 都具有毒性。至西元 1940 年代，開始採用含氯之有機殺蟲劑 DDT，但是長期使用會引起那些問題呢？

1. 抗藥性 (resistance): DDT 在 1940 年被採用，但在西元 1946 年，已經發現一種家蠅 (housefly) 對 DDT 產生抗藥性，為克服這類的問題，必須不斷地開發新的殺蟲劑。
2. 環境污染及生態平衡被破壞: DDT 非常安定，不易被分解，在當時被認為是相當好的殺蟲劑，然而時至今日，這些優點反而成為其缺點，究其原因，不外是 DDT 之安定性及其易溶于脂肪組織中，一旦進入生物體內，就不易排泄它，造成 DDT 因食物鏈 (food chain) 而引起濃縮累積的現象，例如在長島 (long island) 沼澤地帶的浮游生物，其體內 DDT 之含量為 0.04 ppm，小魚吃掉這些小生物，小魚的 DDT 含量便達到 1 ppm，海鷗捕食這些小魚後，DDT 含量竟高達 75 ppm。至於 DDT 及其他含氯的殺蟲劑對野生動物之毒性亦有記載，美國國鳥禿鷹 (bald eagle) 及其他鳥類，已近乎絕種；這些鳥類繁殖後代的能力與其體內 DDT 之含量有密切的關係，如鵟鳥 (osprey) 其正常繁殖率為每年 2.5 隻，若體內 DDT 含量為 3 ppm，則繁殖率降為 1.1 隻，若為 5 ppm，其繁

殖率更降為0.5隻，因此有些國家如加拿大（1969）、美國（1972）已嚴格限制DDT之使用。近來其他含氯之殺蟲劑也被禁止使用，主要原因是這些殺蟲劑已經被證實對某些動物足以引起癌症。因此，長期使用，對人類也可能產生相同的效應（註3）。

人類有鑑於此，便努力開發一種只能撲滅害蟲而不影響到人類及其他有益生物的殺蟲劑，因而有費洛蒙（pheromones）之產生。

（三）費洛蒙是什麼？

費洛蒙就是動物或昆蟲同類之間為傳遞信息（communication）所分泌出的化學物質，這些化學物質是作為牠們集會、攻擊、吸引異性、尋找路途的資料或信號（註4）。人類對動物或昆蟲同類之間以這種化學物質來傳遞信息的觀念，並不新奇，早在1690年，J. Ray就提出雌性蛾（female moth）散發出的味道（scent）足以吸引雄性蛾。1779年Bonnett已注意到螞蟥藉著足跡，告訴其同類去搬運食物。1879年J.H. Fabre更加以證實蝴蝶間之相互吸引也是靠氣味（odor），直至1959年，前後相距約270年之久，才分離出第一種性費洛蒙（sex pheromone）。為何需要花這麼長的時間呢？因性費洛蒙在腺體上（gland）之含量大約只有 10^{-9} 克。而要吸引同類的昆蟲所需的量更少，只需幾百個或幾千個分子而已。這樣微量的研究須靠精密的儀器，如GC/MS（氣相層析質譜儀）FT-NMR（富氏轉換核磁共振儀）等。最近20年的研究都集中於性費洛蒙這方面，在1965年之前只發現3種，到目前為止，已發現數百種了。

（四）費洛蒙之特性

費洛蒙具有那些重要的特性呢？

1 微量性：費洛蒙最重要的特性之一，就是只需微量（約 10^{-18} 克）的費洛蒙就足以引起動物或昆蟲的生理反應，甚至於少至30個分子而已（註5）。

2 專一性：自然界似乎有一種傾向，避免不同種類的動物互相交配，因此每一種動物都擁有牠們自己所獨有的費洛蒙來吸引其異性。

3 結構上與其活性有很大的相關性：因具有此種特性，所以在結構上稍有改變，其生理活性可能消失或被抑制。

4 活性之有效距離：以蛾為例，其性費洛蒙足以吸引遠至50～100米的同類異性昆蟲，有些費洛蒙其活性有效距離只幾公分而已。其散佈方式是藉擴散或風力之助。

5 必要性：對大多數的動物而言，性費洛蒙是必要的，不可缺少的，動物或昆蟲可以綿延不斷，不致於絕種，應歸功於費洛蒙。

最後，我們必須認清費洛蒙是從天然物中如脂肪酸、松烯（terpene）或類固醇（steroids）等經生合成（biosynthesis）而來的，因此費洛蒙可被微生物分解（biodegradable），對生態環境而言似乎是安全無害的。

(五) 如何利用費洛蒙以消滅害蟲？

使用費洛蒙也許可以用來控制昆蟲而毋須使用殺蟲劑，因而有關費洛蒙的研究及使用須靠昆蟲學家、生理學家、農藝學家、化學家、農人等之通力合作。以費洛蒙來控制昆蟲，通常有二種方法：

1 用費洛蒙來偵測 (monitor) 昆蟲，以便決定何時、何地該噴灑殺蟲劑及其使用量。這種方法是以微量的費洛蒙來引誘昆蟲，使其掉入陷阱中，由農夫視其在陷阱中昆蟲的多寡，由此可估計出農田裏昆蟲之數量，以便決定是否噴灑農藥。例如在以色列以 2 毫克的性費洛蒙可以偵測 12.5 畝的棉田達一月之久。在往昔蟲害季節，雖噴灑殺蟲劑 10 至 15 次之多，而農作物損害情形約為 30 %，但使用此種方法，只需噴灑 1 至 2 次，而損害率卻幾乎降為零。

2 使用費洛蒙，以控制昆蟲的數量，其一以費洛蒙為餌，在農田裏普設陷阱，將雄性昆蟲捕捉起來，使其無法與雌性昆蟲交配，昆蟲之數量自然而然的就減少。其二是在大氣中散佈費洛蒙使雌性（或雌性）昆蟲，迷失方向，無法找到交配的伙伴，或使用抑制劑，以取代費洛蒙，而這些抑制劑之味道可以掩蓋過費洛蒙的味道，如此亦可達到相同的效果，減少交配的機會，繁殖率自然減少。在這二種方法中需有一套簡單有效的散發裝置，並能維持在空氣中的有效濃度，同時這種裝置必需能夠防止費洛蒙被氧化、分解、水解等。

(六) 化學家應作那些事？

從上述的幾段話中，我們對費洛蒙的特性，及其被用來控制昆蟲的方法，略有所知，那麼化學家應作那些事呢？首先，化學家必需設計出安全、簡單、有效的合成方法來製造純的費洛蒙，然後大量生產。同時化學家須與昆蟲學家等合作，根據昆蟲的習性、行為、生命週期等來設計不同型式的陷阱，然後再設計費洛蒙的緩慢散佈的裝置，並能防止被氧化、分解等問題，直到費洛蒙用完為止。另外同時使用多種費洛蒙以控制多種昆蟲的方法也必須加以研究，至於長期使用費洛蒙或抑制劑對自然界平衡的影響或引起昆蟲突變（相當於對殺蟲劑之抗藥性）之可能性，在這方面，知道的還是有限，尚得努力研究。

(七) 費洛蒙與殺蟲劑之比較

	費 洛 蒙	殺 蟲 劑
1	對昆蟲之防治具有選擇性	不具選擇性益蟲害蟲通殺
2	保持生態平衡	破壞生態平衡
3	對環境不造成污染	嚴重地污染環境
4	無毒且可被微生物分解	有毒，有的殺蟲劑非常安定，並會累積
5	抗藥性未知，但似乎不可能	很快產生抗藥性
6	用量很少，對每隻昆蟲而言只需 10^{-18} 到 10^{-15} 克	用量大，殺死每隻昆蟲約需 10^{-6} 克

7	價格足可與殺蟲劑抗衡（因用量少且幾乎無副作用（註6）	總費用高包括副作用（side-effect）
---	----------------------------	------------------------

（八） 結 論

從前述各項的分析比較，不難得到一個結論，費洛蒙可能成為未來的殺蟲劑，因為費洛蒙並不直接殺死昆蟲，顯然地，它們不是殺蟲劑，但是在未來對蟲害之防治，它們將扮演非常重要的角色，尤其是大家對生態問題的重視以及化學工業正朝著生產特殊用途而價值高、量少的化學品，因此蟲害之防治應朝著這個方向發展，是毋庸置疑的。

附 註

註1：MASTERON., slowinski, "chemical principle" 4th edition p.1

註2：環境科學選粹第一集 p.125 科學圖書社印行

註3：與註一同 p.318

註4：Linstromberg, Baumgarten., Organic Chemistry, 4th edition. p.257

註5：FINE, "chemistry" 2nd edition p.647

註6：Arnon Shani., J. CHEM. EDUC., 59,579 (1982)

編輯室小啓

- 一、來稿請附添作者簡歷，以便在揭刊時介紹。
- 二、稿前請附提綱。
- 三、非特約稿請勿超過10,000字。
- 四、凡來稿具時間性或需提前刊載者請於每期截稿前五日（次月份于當月20日截稿）寄下。
- 五、答詢稿件，因須邀聘專家解答，來件請儘量提早，以便即期刊出。
- 六、歡迎各地科教活動通訊稿，稿酬從優。
- 七、譯稿請附原文本（或複印本），譯名請附原文。