

香蕉最好的朋友

——一種微小的寄生性動物（Parasitoids）防止了
一片人類的栽植地被草食性動物所破壞。

王效岳 譯。

臺灣省立博物館

對於植物而言，草食性昆蟲是一項巨大的威脅，牠們具有大量的繁殖能力，快速發育的生活史和有效率的擴張方式，種種因素皆賦予許多種類昆蟲潛伏的能力，能夠在很短的時間內，迅速建立起一個龐大的族群並且造成重大的危害。只有少數種類的植物能夠完全避免被草食性昆蟲啃食，而且大多數的植物必須承受一種以上的昆蟲所攻擊，這些昆蟲的範圍真是令人驚奇的廣泛——超過三十萬種的甲蟲、蠅類、蚜蟲、蚱蜢、蝶蛾類、蜂和其他昆蟲——都以活的植物組織做為美食。和所有的脊椎動物（包括哺乳動物、鳥類、魚類、爬蟲類和兩棲類）種類做一個比較，牠們的種類合計只有約五萬四千種。

現在引發了一項有趣的生態問題，既然昆蟲對植物造成了重大的威脅，為什麼地球仍能夠維持綠色呢？在種類和數量都頗多的草食性昆蟲威脅下，植物怎能夠仍然豐茂地覆蓋住地球表面呢？

和所有其他的生態環境一樣，草食性動物和其所取食植物之間的關係通常是很複雜的。就昆蟲而言，幾種因素使昆蟲對植物的破壞力量趨於緩和，譬如許多植物能夠產生有毒的物質，諸如番木鱈鹼（Strychnine）、咖啡鹼（Caffeine）、除蟲菊精（Pyrethrins）等，能夠抑制草食性昆蟲的生長和發育。有些植物具有特殊的結構，像纖維、棘突、芒刺、堅硬的外表皮、傷口分泌結晶物等，皆可阻礙昆蟲的食害。此外像氣候、季節變化、土壤的品質和其他的客觀情況也會影響草食性昆蟲和植物的消長。昆蟲經常比植物對多變化的氣候更容易遭受傷害——譬如，驟降的塞冷或乾旱會造成昆蟲的死亡，却可能僅對牠們所取食的植物造成輕微的損失。此外，許多植物的生長季節要優先於昆蟲，在昆蟲大量發生之前便搶先萌發出柔嫩的新枝葉。

植物受到保護的另一項因素便是以草食性昆蟲為食的動物的存在，其中最重要的一類是寄生蜂和寄生蠅。大多數寄生性的動物產卵於其寄主昆蟲的體表或體內，少數則產卵於寄主植物上，當草食性的昆蟲取食後便進入其體內，當卵粒孵化後，未成熟的幼蟲便在寄主體內進食和生長，像水蛭或條蟲。到了發育的最後時期，有些寄生幼蟲的體積幾乎和牠們的寄主一樣大，並且最後將牠給破壞。

長成後的寄生蜂（蠅）是自由地營獨立生活，這點和許多其他種類的寄生動物不相同。大多數成年的寄生蜂（蠅）不是捕食性，却像蝴蝶一樣以花蜜或樹液為食。由於牠們在幼蟲時期已經攝取了足夠的食物，已貯存了充裕的蛋白質足供製造卵粒，所以在短短生命的成蟲時期，牠們大多數的時間是花在找尋適當的寄主以便產卵，而攝食一些花蜜和樹液恰可提供足夠的能量去完成這項任務。

寄生蜂（蠅）的生活方式變化多端，有些模樣平常的寄生蠅產卵在蝶蛾幼蟲的體內，有些模樣古怪的姬蜂（*ichneumon*）具有很長的產卵管，能夠鑽透木材產卵於躲在樹幹深處的甲蟲幼蟲體內。由於寄生蜂（蠅）的身體小，生命史短，幼蟲經常匿藏於寄主體內，所以牠們是最不為人類知曉的動物種類之一，常常會發現新的種類。許多種類的寄生蜂（蠅）演化成只寄生於一種或數種寄主昆蟲，結果牠們的生活史便和其寄主之間具有特殊的個別關連，所以生物學家對許多這類寄生昆蟲的瞭解以及牠們在自然界扮演的角色仍停留在開始的階段。

香蕉在非洲和東南亞地區早已被人類耕種，並且推廣到許多其他的熱帶地區，結果每次都很快地被各地區的草食性昆蟲視為美食。在中南美洲地區，許多變成香蕉蟲害的昆蟲，也以原產於該地區的赫蕉（*Heliconia*）做為食物，顯然是因為這兩種同屬於大型草本植物之間具有相似的關連性。

香蕉和赫蕉的葉子中不含有多量的植物鹼（alkaloids）、有毒的皂素（toxic Saponins）、奮心配醣體（Cardiac glycosides）和單寧（tannins），所以有毒的化學物質在保護這些植物免於昆蟲危害方面可能不扮演重要的角色。同時實驗證明這些植物也不含有任何不能發覺的有毒化學物質，從葉子萃取出來的人工飼料對於飼養於實驗室的昆蟲是沒有毒害的。

究竟是什麼因素使香蕉免於被草食性昆蟲大量地摧殘呢？主要的抑制因素就是寄生蜂（蠅）的存在。由於牠們持續不斷地大量殺死草食性昆蟲的卵和蛹——有些種類的寄生蜂（蠅）可能寄生於超過一個種類以上的寄主昆蟲，有些不同種類的寄生蜂（蠅）則各自特化以攻擊卵、幼蟲或蛹的不同階期——結果防止了植物的巨量損失，使殘存的草食

性昆蟲得以增加食物和生活空間。

由於寄生蜂（蠅）生物防治的效用，草食性昆蟲很少造成生長在美洲的赫蕉的重大損害，但是相同的草食性昆蟲却經常造成香蕉這種經濟作物的重大損傷。這種進口的農作物生長速度遠快於赫蕉，而且富含較多的氮素，這對食葉性昆蟲而言是一項主要的蛋白質來源，若捨棄赫蕉而選食含有較多氮的香蕉，則可增加成長速度和存活率，所以有更多的昆蟲開始依賴香蕉做為食物，而非牠們原先賴以為食的中美洲本地區的寄主植物赫蕉。按理而論，寄生蜂（蠅）寄生於香蕉害蟲的數量比例應該和本地生長的赫蕉的比例相同，事實上其比例却在一般正常的情況之下。

在一九五〇年代末期，開始從空中噴灑新的有機合成殺蟲劑（如DDT、Carbaryl），去防止昆蟲對香蕉葉、果實和莖的損害，雖然這些損害只有相當低的程度。結果發生了諷刺的現象，噴灑殺蟲劑反而造成了香蕉大規模的破壞，因為殺蟲劑更嚴重地和更長期地抑制了寄生蜂（蠅）的族群數量，而超過原先所欲抑制的草食性昆蟲目標。

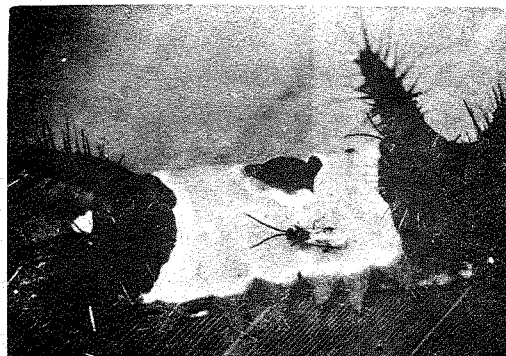
在香蕉栽植區應用殺蟲劑的最初效果是令人滿意的，但是不久就產生了令人驚訝的反作用，噴灑過藥劑的香蕉蒙受某些草食性昆蟲廣泛、重覆和日增的嚴重損害，然而這類昆蟲在其本地區的赫蕉上却只有低密度的族群數量，而在完全沒有噴灑殺蟲劑的香蕉區只有稍高一些的族群密度，並且沒有噴灑藥劑的香蕉絕對不會蒙受噴灑藥劑後跟隨而來的那種慘重損害。為什麼會造成這種差異呢？或許是因為寄生蜂（蠅）從噴灑藥劑區消失，却在附近未噴灑藥劑區域繁盛地生殖。正常地情況下，寄生蜂能夠殺死超過90%的草食性昆蟲的卵，而寄生蠅和其他種類的寄生蜂能夠殺死很大比例的蛹。同時寄生蜂（蠅）所寄生的對象有很大的差異，每一種草食性昆蟲在不同的成長時期都會有數種寄生蜂（蠅）的攻擊。顯然地，由於藥劑噴灑區域內寄生蜂（蠅）的消失，使得草食性昆蟲的族群數量發生爆炸。

使情況變得得更糟的另一項原因是草食性昆蟲對於殺蟲劑逐漸增加的抗藥力，尤其在重覆使用藥劑的區域更是如此。由於殺蟲劑能夠造成草食性昆蟲大量的死亡率，即使僅具有輕微抗藥性的少數幾隻個體也構成了存活和繁殖的主要決定因素，並且將牠們生理上對藥劑忍耐的基因特性快速地散佈於整個草食性昆蟲的族群中。由於這種抗藥性已知存在於危害許多其他農作物的草食性昆蟲群之中，所以也很可能是危害香蕉的重要因素，尤其是存在於草食性昆蟲愈來愈猖獗的那些區域。

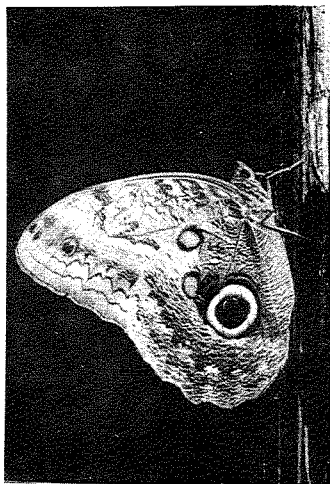
不同於草食性昆蟲，寄生蜂（蠅）不能對殺蟲劑演化出有效的抗藥性，所以在重覆噴灑藥劑的情況下通常會遭遇更多的死亡。雖然我們仍不明瞭何以寄生蜂（蠅）不能發



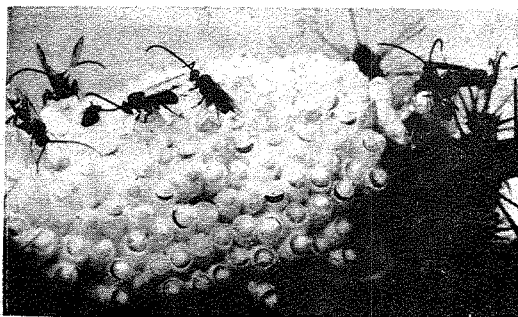
圖片(一)：
香蕉葉是許多熱帶地區草食性昆蟲嗜食的對象。



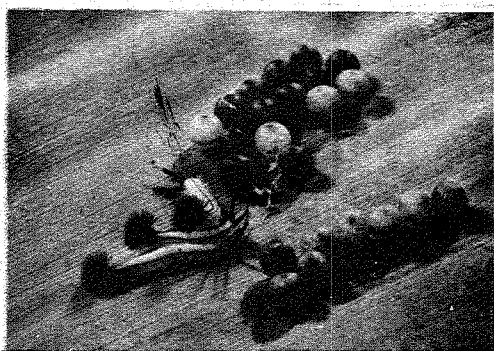
圖片(四)：
一隻雌小繭蜂 (braconid wasp) 停在馬鞍蛾 (saddleback moth) 幼蟲的身體上，用銳利的產卵器將卵粒產入該幼蟲的體內，當蜂幼蟲孵化後，便在蛾幼蟲體內啃食，最後殺死牠。



圖片(二)：
這是一種幼蟲食葉的貓頭鷹蝶，嘗試噴灑殺蟲劑加以控制的結果，同時也消滅了牠的天敵，結果反而造成更嚴重的植物損害。

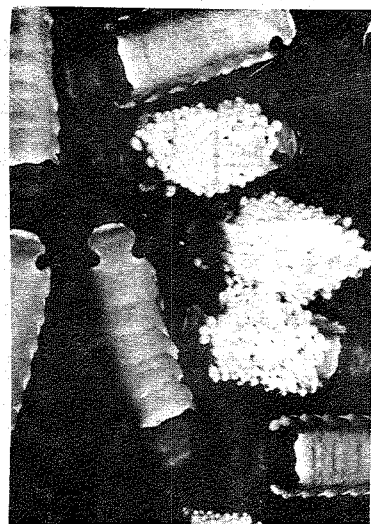


圖片(五)：
當蜂幼蟲準備化蛹時，便穿破蛾幼蟲體壁出來，並在牠的體表織結出一個個的繭。當羽化的小繭蜂破繭而出並交尾完畢後，牠們便四處自由活動，整個生活史便如此周而復始的循環。



圖片(三)：
貓頭鷹蝶的卵期、幼蟲期、蛹期都可能被寄生蜂(蠅)所寄生。幼蟲剛從顏色鮮黃的健康卵粒孵化出來，顏色較黑的卵粒已經被寄生蜂(trichogrammatid wasp)寄生。

圖片(六)：
藍鼻蛾 (the blue-nosed moth) 是兩種以上的寄生蜂(蠅)寄生的對象。其中已有四隻幼蟲體表覆滿了小繭蜂的繭。



展出抗藥力的確實原因，但是我們可以加以推測，或許是因為牠們屬於肉食性動物，所以缺乏一些新陳代謝方面的潛在機制去承受食物中的毒性。反之草食性昆蟲在演化的過程中已經有很長的一段時間是暴露在有毒植物所含的化學毒素下，結果牠們在生理機制上有很好的發展以去應付這些毒素，而對這些毒素的處理作用可能和殺蟲劑相似。（雖然赫蕉不含有許多的有毒化學物質，牠的草食性昆蟲仍具有處理毒素的生理機制，這些機制可能遺傳自早先以其他更毒植物為食物的昆蟲祖先。）

中美洲對香蕉區噴灑殺蟲劑有機合成的空中作業在一九七〇年代早期停止，不久寄生蜂（蠅）再度繁盛生殖，香蕉的損失也迅速地降低。雖然地區性的噴灑藥劑仍在進行，但是已絕少大規模地應用。在不噴灑藥劑的香蕉區，會間歇性地發生草食性昆蟲小規模的蔓延，造成這類小型災害的解釋是：

- ① 其他噴灑藥劑地區所造成大量繁殖的草食性昆蟲移入該地區的結果。
- ② 殺蟲劑從噴灑區的空中漂浮過來。
- ③ 特殊的環境條件（譬如乾旱），會妨礙寄生蜂（蠅）的活動，或導致草食性昆蟲卵粒的大量產生，造成比本地寄生蜂（蠅）的族群佔優勢。

無論真正的原因為何，只要不施用殺蟲劑太多的地區，香蕉蟲害的發生就只限於該地區，並且很迅速地消失。

寄生蜂（蠅）除了有益於香蕉和赫蕉，對其他熱帶地區的植物也扮演著重要的保護角色。對柑橘、咖啡、棉花和其他農作物大量應用有機合成殺蟲劑已經減低了草食性昆蟲的蔓延破壞，同時利用寄生蜂（蠅）以抑制草食性昆蟲的生物防治已成為許多溫帶地區栽培農作物的優良技術。我們已知寄生蜂（蠅）幾乎存在於所有的草食性昆蟲族群中，但是牠們並非在每一個族群中都能造成很高的死亡率，更進一步的實驗顯示，若將牠們實驗性地移開並不一定會導致草食性昆蟲族群的增加。對於這種情況的解釋是：如果有其他的因素存在，譬如氣候或植物所含的有毒物質成分，能夠對草食性昆蟲的存活和繁殖造成很大的影響時，寄生蜂（蠅）扮演角色的重要性就可能會相對地減少。

（取材於自然歷史雜誌，Feb. 1984）