

# 昆蟲身體外部的構造

## 一、觸角

觸角位在昆蟲頭部的前方，一般具有二根，是由很多節連結起來的。它是昆蟲重要的感覺器官，例如嗅覺（各種昆蟲）、味覺（蜜蜂）、溫度（蟋蟀）及觸覺（各種昆蟲）。而它的形狀在各種昆蟲身上也不盡相同，如絲狀（椿象）、鞭狀（蜻蜓）、念珠狀（白蟻）、羽毛狀（蛾）、鰓葉狀（金龜子）、膝狀（蜜蜂）及櫛齒狀（叩頭蟲）等。



蝴蝶頭部的特寫

## 二、複眼和單眼

昆蟲的複眼相當於人類的眼睛，一樣位在頭部，而且數目也是二個，但是構造卻不相同。複眼是由數千或上萬之小眼緊密排列起來的，放大來看就像是蜂巢一般。蜂、蠅、蟬、椿象等昆蟲除了複眼之外，尚有單眼。一般來說，單眼只能感覺亮度（明暗），但在完全變態之幼蟲（如蝶、蛾）頭部旁的一排單眼也能看出形狀和顏色。



威嚇中的端紅蝶幼蟲

## 昆蟲的觸角

蝶	金龜子	蠅	蜻蜓
蛾	蜂 蟻	白蟻	椿象

### 三、口器

昆蟲的口器一般是由大顎、小顎、小唇及下唇所構成。負責把食物撕咬嚼碎的是大顎及下顎，然而它們是左右活動的，與人類的上下活動是完全不同的。蝗蟲的口器是咀嚼式的，牠的大顎相當發達。蝶、蛾類的口器是虹吸式的，不用的時候則捲曲起來。牠的小顎由二根合起來形成吸管，便於吸食花蜜。蚊子與椿象的口器是刺吸式的，其構造是由大顎、小顎和舌共同組成。蠅類的口器為吮舔式，它是利用上唇、上咽喉及下唇組成吻部，再利用吻部前端舔息。

### 四、胸部

胸部是昆蟲的運動中樞，看起來好像是一整塊，但仍可仔細分為前胸、中胸及後胸三部份。在上述每一部份均長有一對腳，同時在中、後胸各有一對翅膀。胸部中有很多肌肉，這些肌肉一部份讓腳活動，以便昆蟲能走或跳；另一部份肌肉是讓翅膀動作以便飛行。

### 五、翅膀

鳥類及蝙蝠的翅膀是由前肢變化而成的，但昆蟲的翅膀則是由背部外骨骼向外延伸演化而成。鳥類及蝙蝠的翅膀內有骨骼支撐整個翅膀，但昆蟲則是利用縱脈及橫脈來支撐，至於脈相則視昆蟲種類而有所不同。昆蟲翅膀的功能在於：飛翔（大部份昆蟲）、保護身體（甲蟲）、發出聲音（蟋蟀、螽蟖）或無作用（蠹蛾）。

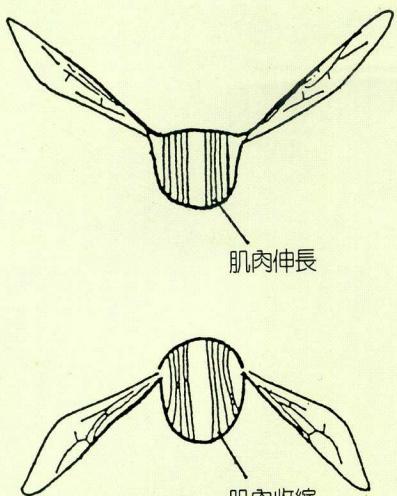
\* \* \* \* 腦筋急轉彎：蚊子、蒼蠅的翅膀只有兩個，另外二個到哪兒去了？\* \* \* \*

### 六、腳

昆蟲的腳是由基節、轉節、腿節、脛節及跗節所組成。節與節連結的地方具有柔軟的膜，能夠向一定的方向彎曲。昆蟲的腳由於生活方式及環境之不同而有不同的適應功能，如吊掛（蝶、蛾、蜻蜓），步行（步行蟲、螞蟻），跳躍（蟋蟀、蝗蟲），捕食（螳螂），挖掘（蝼蛄）及游泳（龍蝨）等。

### 七、腹部

昆蟲的腹部是位於身體的後半段，一般是為圓筒型，有10節、11節或比這個更少。這些腹節之間都有節間膜，使昆蟲之腹部具有伸縮的彈性。大致來說，昆蟲腹部沒有腳，但是有些完全變態類的幼蟲



昆蟲胸部肌肉與翅膀的動作



瓢蟲



瓢蟲幼蟲

蟲腹部有腳。另外，在有些不完全變態類昆蟲的第11體節生出二根尾毛，它的作用類似觸角。蠼螋的尾毛特化像剪刀一般堅強，有時可用來防禦及捕食。而完全變態類昆蟲（蝶、蛾、蜂等）的尾毛都退化了。

### 八、產卵管

產卵管是雌性昆蟲的外生殖器。它的形狀及長度會因種類而有所不同，但其功能都是在於產卵繁衍後代。



長尾水青蛾



天牛



海蟑螂

## 身體內部的構造

昆蟲體內的各種器官類似於人類，但其所在位置及形式則與人類的有所不同。昆蟲的消化器官位在身體中央，食物經口器、食道、前腸、中腸及後腸等完成消化；排泄器官位在後腸前方的馬氏管（此乃以義大利醫生馬爾丕基氏命名），這個器官主要是製造尿酸。呼吸器官是經氣孔、氣管到身體各部，最後體液連接在一起。昆蟲的循環系統在背部有一條背血管，從這個管中壓出來的血液通過身體各部份，再流回這種。另外，在雌蟲體內有卵巢，雄蟲體內有精巢，是為生產精、卵及繁殖後代的重要器官。



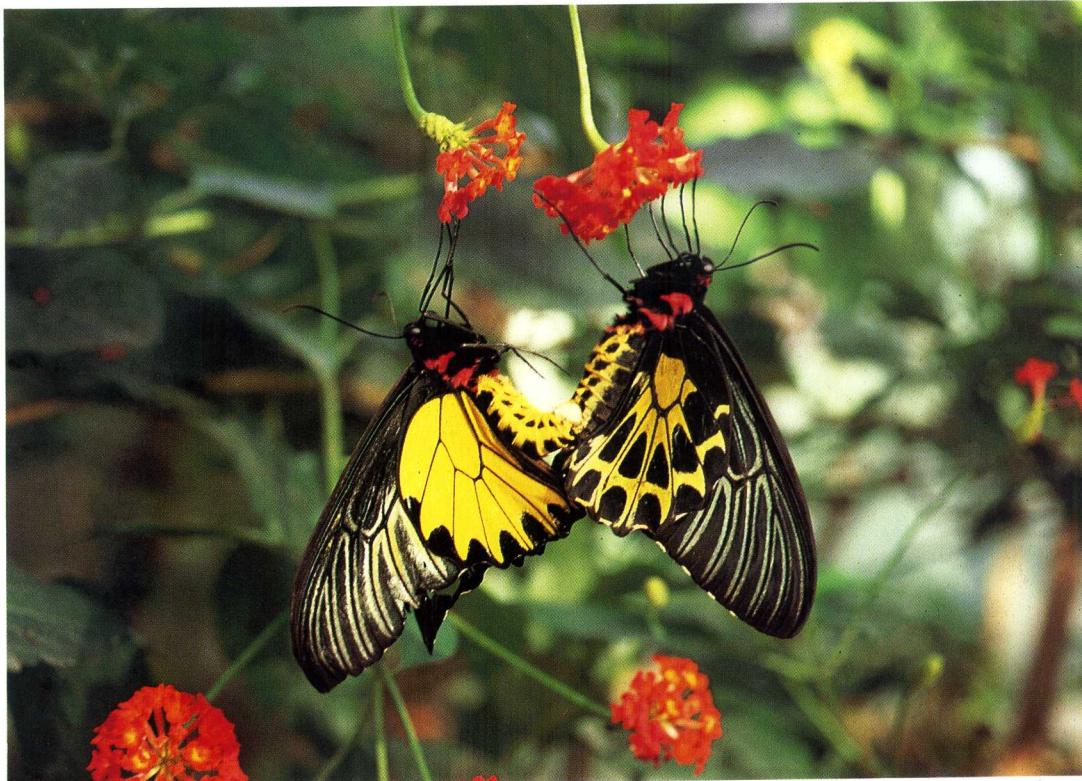
瓢蟲卵



蠶繭



圓翅紫斑的蝶蛹



交尾中的黃裳鳳蝶



孵化中的大白斑蝶



獨角仙(雄蟲)

## 昆蟲的變態

昆蟲從卵孵出到成長為止，身體的構造會不斷發生變化，而其中最大的變化即在於翅膀生出的方式。

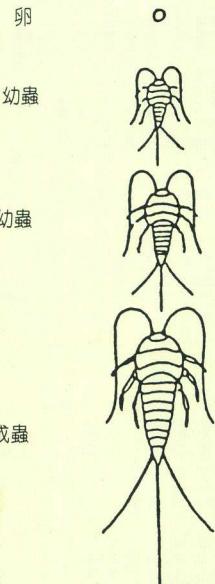
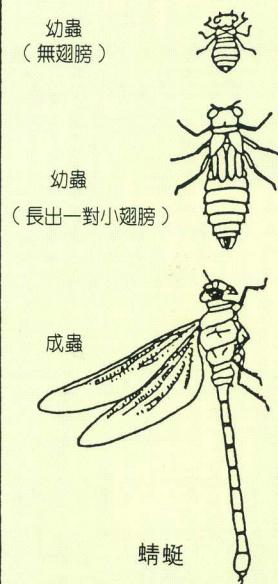
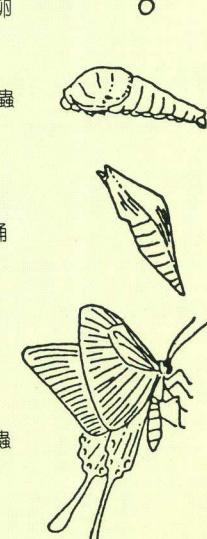
### 一、無變態

衣魚等無翅亞綱昆蟲從幼期到成蟲都是不長翅膀的原始昆蟲類。衣魚的幼蟲和成蟲的外表大同小異，只是體節數會隨年齡而有所不同。這種成長的過程，我們稱之為無變態。雖然是無變態的昆蟲，但因為牠是昆蟲，所以牠要長大還是必須要脫掉舊皮。

### 二、不完全變態

蝗蟲、蟑螂、螳螂、椿象、浮塵子、蟬、蠼螋等在若蟲時期就看得見小小的翅芽，這雙翅芽在每次蛻皮之後就會長大一點，然後直到成蟲，翅膀才完全長成。有些昆蟲，像蟬或蜻蜓，在最後一次蛻皮羽化為成蟲時，會改變住處。蟬是從土中爬上樹幹或草上，蜻蜓則是由水中爬上石頭或草葉之上。

## 昆蟲的變態

無變態	不完全變態	完全變態
 卵 ○ 幼蟲 成蟲	 卵 幼蟲 (無翅膀) 幼蟲 (長出一對小翅膀) 成蟲	 卵 ○ 幼蟲 蛹 成蟲

上述昆蟲在幼期就和成蟲的形狀相同，從卵孵化出來時就是一隻若蟲（若是水生者則稱為稚蟲），然後變成成蟲的成長過程，我們稱之為不完全變態。這種不完全變態類的若蟲，因其翅膀可自外面看到，所以又稱牠們為外生翅群。

### 三、完全變態

蝶、蛾、蜂、蟬等昆蟲，從卵孵化出來的幼蟲和成蟲一點都不像，這些幼蟲主要的活動是拼命的吃東西長大，等長得夠大了就靜止不吃東西，然後脫掉舊皮變成一個形狀不同，從外表可見得到腳及翅膀的成蟲。一般這個靜止不動的時期稱之為蛹。蛹在經過一定日子之後，等完全成熟就會破皮而出。卵→幼蟲→蛹→成蟲，此順序是完全變態昆蟲身體變化的過程。完全變態的昆蟲在幼蟲時代，從外面看不見翅膀，所以稱為內生翅群。



端紅蝶卵



端紅蝶蛹



端紅蝶幼蟲



端紅蝶

## 一、什麼是生態學？

生態學是生物學的基礎科學之一。這門學問的歷史不長，但是發展卻很迅速。尤其近年來，科技的進步雖然明顯地改善了我們的生活，但相對地也造成人口爆炸，環境污染和生態保育等等問題。這些問題的產生是人類與環境關係未能妥適處理所造成的。而探討人類與環境關係的問題，正是生態學的主題，因此生態學的研究是從根本上解決前述問題的關鍵。

生態學（Ecology）這個名詞是由德國Haeckel首先提出的，他並且給了下面的定義：「生態學研究動物與有機和無機環境的所有關係」。而最為大家所接受的定義則是：「研究生物與其環境之間的相互關係的科學」。一般認為生態學的研究是以個體、族群、群聚和生態系統為研究對象。所謂族群是指一定棲所內同一種個體所組成的集合，群聚則是同一棲所內不同種個體所組成的集合，生態系統則包含了一定棲所內所有生物和非生物的組成。因此生態學又可分為個體生態學、族群生態學、群聚生態學和生態系統生態學等分支。

由於生態學包含的內容太過龐雜，下面僅針對發展最為迅速的族群生態學加以概括的介紹。



對峙準備打架的獨角仙

## 二、昆蟲族群生態學

昆蟲族群生態學最主要的研究主題包括：族群動態及種間關係如：競爭、捕食、寄生、植食和共生等。

### 1. 族群動態

自然界中生物的族群密度不是穩定的，往往會隨著各種環境的變化而變動。而生物造成的问题往往與它的密度有密切關係，例如：一隻昆蟲的食量有限，但蟲數多時，就會對我們栽種的作物造成很



潺潺溪中水蟲豐



大的災害。瞭解生物族群密度的變動過程，有利於我們對它的管理或保育。有用的魚類、昆蟲要怎麼利用才不會使它們絕滅？有害的昆蟲或動物，要怎麼控制才最經濟有效？都必須以族群動態的瞭解為基礎。生物受到各種環境因子的影響，大致可分為生物和非生物因子，前者如：寄生、捕食、疾病、食物等，後者如：溫度、濕度、降雨等。生態學家發現生物因子對生物的影響往往與密度有關，例如：族群密度高時，疾病的傳播快，病死的生物多；非生物因子則經常造成固定比例的個體死亡。在泰國調查傳播登革熱的病媒蚊——埃及斑蚊的族群動態時，發現自然界中1、2齡幼蟲會競爭食物造成很高的死亡率。當人們使用藥劑去防治斑蚊成蟲時，使成蚊產卵密度減少，結果存活幼蟲和蛹數反而增加，而病媒蚊也隨著增加。雖然每一代都用藥劑殺死90%以上的成蚊，當成蚊的數量反而逐漸增加。當他們使用藥劑來噴殺幼蟲時，成蚊的密度立刻顯著下降，登革熱的傳播就被控制了。

有關沙漠飛蝗的研究是族群動態研究的有名例子。在非洲沙漠飛蝗的發生，使莊稼毫無收成，並導致飢荒和傳染病使非洲老百姓流離失所。昆蟲學家發現飛蝗有兩型——獨居型與聚集型，牠們雖然是同一種，但形態、生理和習慣有很大的差異，這些差異就對人類造成了嚴重的為害。科學家還發現環境因子與聚集型飛蝗的發生有密切關係，因此科學家希望可以在有大發生可能之前加以預防控制，當然目前的研究還未能將蝗災有效的控制，這是一個值得大家投入心力的老問題。

大家對各種生物尤其是昆蟲為了求生存所做的適應一定印象深刻吧！例如：擬態、保護色和警戒色等，這些適應多數是為了對付生物性的敵人。大家都應該記得英國胡椒蛾的例子。這些蛾類的顏色與樹上的藻類相似，使鳥類不易發現。但是當工業化引起污染造成藻類死亡後，只有黑色的蛾能妥善的掩蔽自己，不被捕食，因此族群中多數的個體都是黑色的。昆蟲學家現在大量利用這種自然界的力來量來控制害蟲的密度，以減少對環境的污染。

## 2. 種間關係

最近十幾年來，昆蟲學家對昆蟲和植物間的關係非常感興趣。他們發現植物並不是弱者，大部分的植物都會利用物理或化學的方法來保護自己不被昆蟲為害。例如：長刺、變硬、含有有毒的物質等。例如蘿藦科植物含有一種有毒的物質——奮心配糖體，一般昆蟲都不敢為害。但是樺斑蝶卻可以取食這種植物，並將毒質加以貯存。當鳥類吃到樺



斑蝶愛吸長穗木的花蜜

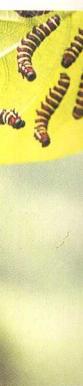
斑蝶後，會中毒嘔吐，以後便不再吃這種蝴蝶。其他不具毒性的蝴蝶，也利用擬態樺斑蝶而得以逃避天敵的捕食。

澳洲的野兔和病毒的關係是另一個有趣的例子。當兔子被引進到澳洲後，由於食物充足、環境適合，很快地大量繁殖，進而危害農作物。後來引進一種病毒，很快地就把兔子的族群壓制下來。外來的生物一旦立足，往往沒有天敵可以控制它的密度，而成爲重要的有害生物。昆蟲學家則到害蟲的原產地去尋找、引進天敵來控制外來害蟲的危害。

洋槐是一種具有大型刺的植物，有些螞蟻與洋槐有共生的現象，洋槐提供螞蟻食物，而螞蟻則幫助洋槐趕走其他植食者和清除鄰近植物。有螞蟻共生的洋槐，周圍的植物都會被螞蟻清除掉。有些螞蟻與洋槐的關係非常密切，離開洋槐就不能生存了。植食者與植物的關係原來只對一方有利，在演化的過程竟發展出共生的現象，而同時提高了雙方生存的機會。這種共生關係的研究漸漸受到了重視，尤其對具有東方精神的我們，進行這方面的研究是最適宜的了。



蓋在五節芒上的舉尾蟻窩





群集吸水的鳳蝶



萬蝶群棲的「紫蝶幽谷」



蟲海戰術？

上的舉尾鐵窩

### 三、族群生態學的應用

#### 1. 人口問題

台灣是一個島國，大家對人口問題的感受一定深刻，對家庭計劃的口號也一定不陌生。為什麼有時候是「兩個恰恰好」，有時候又是「一個不算少」。這些政策的擬訂是族群生態學的應用之一。利用族群生態學所發展的數學模型，可以幫助我們預測人口變動的情形，而擬訂適當的人口政策。另外它還可以預測人口結構的變動，已往家庭小孩多時，小孩在人口中所占的比例高，因此我們必須增加小孩生長所需的資源，例如：學校、老師和遊樂設施等。而當人口政策施行後，往往發現人口結構中，老人的比例增加，老人的問題又變得嚴重起來。這些情形都可由數學模型中加以預先推測而早做準備。又由數學模型的推測也發現早婚人口的增長率有很大的影響，這也是家庭政策中不鼓勵早婚的一個根據。

#### 2. 蟲害防治問題

人類與昆蟲的戰爭存在已非常久遠。早期人們對害蟲的態度是不共戴天——「除了死蟲外沒有一

隻好蟲」。這種觀念在人們發明了化學殺蟲劑後更變本加厲，1934年DDT被發明後，人們以為昆蟲再也無法與人類競爭。可是不久人們便嚐到了苦果，害蟲產生抗藥性，殺蟲劑不再有效；殘毒污染了環境，更使農藥進入人體造成許多的疾病；而生態系受到破壞，害蟲再猖獗、大發生的頻率增加。這些都是未考慮生態原則造成的後果。

其實害蟲也是農業生態系中的一分子，它的密度變動與生態系息息相關。昆蟲族群生態學的研究，使人們可以調查害蟲的密度，推測它的危害量。甚至可以預測害蟲的密度變動和可能造成的損失。在考慮經濟環境保護的原則下，我們來決定什麼情況下應該施行防治。這樣的考慮，使美國殺蟲劑的使用量減少50%。除了節省成本外，也降低了對環境的污染。進一步由環境因子——如氣候、天敵、植物生長狀況等對害蟲的影響，來推測那一種防治措施較為有效或那些防治措施可加以配合使用，這就是目前昆蟲學家所提倡的害蟲綜合防治和蟲害管理的觀念，它使已往蟲害防治方法所造成的傷害減到最小，也使農民的收穫大大的提高。

### 3. 資源族群的管理

自然資源可以分為消耗性資源和可更新資源兩大類。煤、鐵和石油等隨著開採利用的過程，資源存量會越來越少，屬於消耗性資源。相反的，森林、漁業和野生動物等資源，在人們利用後，能因繁殖恢復，所以稱為可更新資源。

人類對可更新資源的利用，往往有利用過度的危機，即利用的量超過了資源族群本身的繁殖或生長的能力，使資源蘊藏量越來越少，甚至嚴重到絕滅的程度。例如：藍鯨是現存最大的動物，目前全世界只剩幾百頭，如果不加以保護，就有絕滅的危機。

如果我們對資源的利用只有生產的觀念，片面的強調產量的提高，而忽略了按資源族群的動態規律來管理資源就會過度的利用資源，而造成資源毀滅。應用族群生態學的方法可以為我們估計資源族群的最大持續產量，也就是在資源可以恢復的前提下最大的產量，不過科學家同時也發現人們可以獲得最大淨收益的最適產量，往往低於最大持續產量。因此依據生態的原則來利用和管理資源族群，除了可以確保它的永續利用，也可以使我們作最有效的利用而獲利最大。

在魚屍上舐食的蠅類



在夾竹桃蚜堆中捕食的赤星瓢蟲



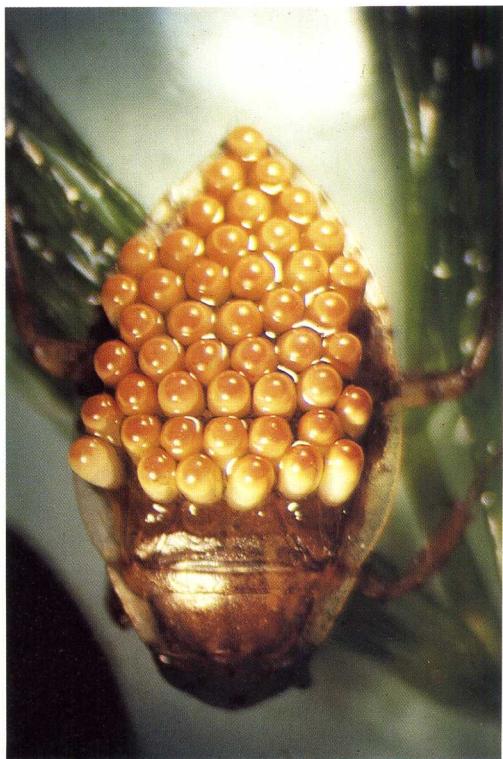
找到紋白蝶幼蟲嗎？



## 四、系統生態學

前面所提的族群生態學問題和其他生態問題都有一些相同的特性，即牽涉的因子太多，關係太複雜，因此不易分析和瞭解。近年來，由於電腦的進步快速，使我們開始能夠嘗試解決需要大量運算才能解析的問題，生態學的問題即是很典型的例子。透過電腦的運算，使我們可以在電腦中進行模擬試驗，而對整個電腦中進行模擬試驗，而對整個系統的特性有更深入的瞭解。尤其對複雜而不能實際進行試驗的問題，這種研究方法的好處更加明顯。例如：核電廠設立後對環境的影響，水庫遭破壞後造成的災害，或病媒昆蟲可能造成的流行病及農業害蟲的發生預測等等。

下面以果蠅的不孕性防治為例，說明模式化的研究在解決複雜問題的角色。美國農部的Knippling博士在1930年代首先提出不孕性防治的概念，利用放射線處理過不孕性雄蟲，大量釋放到田間與野外的雄蟲競爭與雌蟲交尾的機會，使雌蟲交尾無效，產下無效的卵，而達到降低害蟲密度的目的。Knippling博士以簡單的數學模式推論這種防治方法比化學防治有效而經濟。



背負卵群的負子蟲



豆娘交尾時軀體呈心形



交尾中的小灰蝶



交尾中的豆娘



打架中的黑蟋蟀

這種防治技術也會引進到本省，用來防治為害果樹的東方果實蠅。近年來昆蟲學家研究發現，許多種類的果實蠅的雄蟲會聚集在一起，競爭地盤，釋放費洛蒙，吸引雌蟲前來交尾；雌蟲則對雄蟲的求偶行為（如：振翅、唱歌等）加以檢視。由於經過放射線處理的雄蟲在地盤的競爭上不如野外雄蟲，進入地盤中的機會減少，即使進入，由於牠的求偶行為已經改變，雌蟲會拒絕與牠交尾。這些雄蟲往往飛到果園中，利用雌蟲產卵時，強迫交尾。我們希望利用模式來解答：雄蟲對地盤的競爭、雌蟲的選擇力和雄蟲強迫交尾的習性三種特性中，那一個對不孕性防治的效果影響最大。經過分析發現，雌蟲選擇力是系統中最重要的因素。因此我們在大量飼養果實蠅時，要特別注意雄蟲求偶行為的改變，才能確保防治的效果的改變，才能確保防治的效果。從昆蟲行為的瞭解和模式的解析過程，使我們能發現防治系統的漏洞而事前謀求補救之道。



枯木堆下甲蟲多

## 五、結論

生態學所包含的範圍非常廣泛，與其他學科的關係也非常密切。經由生態學的相關研究，使我們對生物及環境的關係更加瞭解。而利用生態學原則來解決許多與環境有關的問題，也使人們不再自食惡果。

根據統計，近二千年來有100多種哺乳動物和139種鳥類從地球上消失了，其中約有三分之一是近五十年中絕滅的。這些事實喚起了人們保護野生動物的強烈要求。相反地，人們迫切地希望消滅許多有害動物，例如：農林害蟲和醫學、衛生害蟲，雖然經過人們長期而大規模的防治活動，但它們卻照樣地存活著，並行產生越來越嚴重的為害。為什麼人們想消滅的生物難以消滅，而人們想保護的生物卻不知不覺中被消滅了，這是一個值得深思的問題。生物都存活在生態系中，遵循著生態原則而存活，也遵循著生態原則而滅絕。在人們百思不解的管理活動中，大自然默默地在昭示我們生態的原則和生存的法則，這些都亟待我們的揭開和了悟。



黑蟋蟀(雄蟲)



具隱蔽色的螽斯