

昆蟲在現代林業中之角色與重要性

文、圖 ■ 范義彬 ■ 林業試驗所森林生物組

楊平世 ■ 國立臺灣大學昆蟲學系教授

前言

近年來環保意識高漲，環境問題已經不再是各個單一國家或地區的問題，而是整個地球村、全人類共同的生存問題，這個轉變對我國林業經營的政策和理念有著很大的衝擊和轉變。傳統的林業經營純以木材生產為目標；60年代加入水土保持的經營，70年代轉變為森林多目標經營：例如木材、水資源、森林遊樂、野生動物等，其後又增加了國民健康、陶冶性靈、自然教育、環境綠化、生態保育等「多目標、多功用」的利用價值（林文鎮，1991）；80年代視生態保育為大纛，倡導的是生態林業及生物多樣性的經營。

傳統的林業經營幾乎把森林昆蟲與害蟲視為等號（方三陽，1988；蕭剛柔，1992；關崇智，1991），但是這種觀念或經營方式與現代生態保育及生物多樣性的永續經營理念，有很大的差距；因為昆蟲在目前生態保育的潮流中已經不再被視為害蟲，昆蟲在森林蟲害綜合管理中並非一律用藥劑加以防除，反而要保護害蟲的天敵；在森林植群的開花結實上，大多數的開花植物依靠授粉昆

蟲來傳花授粉，缺其不可；在森林生態系中有的是一級消費者，例如大多數的食植性昆蟲；有的是二級消費者，例如捕食性的昆蟲：螳螂、瓢蟲、草蛉、食蚜蠅等，以及寄生性的昆蟲：寄生蠅、寄生蜂等，還有的是分解者，例如：糞金龜、埋葬蟲、白蟻等，在能量循環及食物鏈中扮演著不可或缺的角色；在森林自然教育上是最生動活潑的題材，因為昆蟲的種類繁多、多采多姿；在森林生態系經營和自然保留區管理上的重要指標生物，例如：蝴蝶和蛾類等植食性昆蟲可作為植群組成的指標生物，而水棲昆蟲則是溪流河川水質的指標生物；而且很多昆蟲可以當成藥劑、作成藝術品、商品及民俗食物的來源等等；因此，當前的林業人員必須更積極面對這種森林資源多元化的改變，來調整傳統的林業經營方式，加入生態保育及生物多樣性的理念，如此才能開創台灣林業嶄新的一頁。

本文將分段討論昆蟲在現代林業經營的角色及重要性，提供給林業經營者一個參考依據。



一、在森林害蟲管理上

害蟲綜合管理 (IPM: integrated pest management) 的觀念肇始於1960年左右，在1966年Smith和Reynolds將其定義為：為維持生態系平衡下運用多種可行的防治方法，使害蟲的族群密度維持在經濟危害水平之下；最簡單的說法便是利用各種方法讓害蟲的族群動態降至經濟危害水平之下，是一個預防、綜合的方式來經營管理我們的植栽。而害蟲防治 (pest control) 的意義是指植物害蟲發生後採取之防除害蟲的手段或方法，這是一種事後的補救工作，有點像是頭痛醫頭、腳痛醫腳，無法根本解決植物病蟲害的問題。

是否所有的森林昆蟲都是害蟲？是否所有的森林害蟲都需要以藥劑防治呢？在害蟲綜合管理中，害蟲的定義是指那些植食性昆蟲對植物的取食已經超過經濟危害水平，對人類的利益已造成危害者，才稱為害蟲。因此不同的經濟作物，依據其栽植目的、經濟價值而有不同的經濟危害水平、不同的防治時機和防治方法。例如園藝作物中的花卉和高經濟價值的水果，它們的經濟危害水平非常低，只要受到一點危害，便會對其品質造成非常大的損失，因此它們的害蟲綜合管理必須非常嚴密及精緻；而造林木和綠化植物的經濟危害水平非常高，若非植株被植食性昆蟲的取食已經危害到其生存、防風的功效或是影響到景觀，一般輕微的影響可以使用一些簡便、無毒害的防治方法便可以使害蟲的族群降至經濟危害水平之下，無須實施藥

劑防治。

由於化學殺蟲劑價廉而又普遍，且具有快速殺蟲的效果，在作物生產過程中很受依賴。而森林害蟲種類繁多複雜，為了防除森林害蟲使用大量殺蟲劑，固然殺死害蟲，但也容易對環境造成毒害。施用藥劑不當使得附近的非目標生物也被波及，有益的昆蟲如授粉昆蟲、天敵昆蟲等經常比害蟲先中毒而死，較大的空中飛禽、地上其他動物等可能因取食有毒的植物或動物而間接中毒，藥劑亦隨水滲透至溪流中而毒殺水中的各類魚蝦，甚至影響到人類的生存。利用無毒害的防治方法控制害蟲可能防治效果不很高，但是反覆施用也可以使害蟲逐漸減少至不影響植物生長，而且對環境不產生任何毒害，真正符合生態保育的原則。

以往台灣森林經營多屬於粗放的管理方式，往往要等到造林樹種開始枯萎或死亡才會引起林業人員的注意，而且一、二株的數量通常還不構成處理的條件，直到整片林地都遭受危害時再來防除便為時已晚，一方面很難控制病蟲害的蔓延擴散，另一方面防治

▼ 蛀幹昆蟲對造林木的危害最大：圖為星天牛 (*Anoplophora maculata* (Thomson))。



成本，例如人力、時間和金錢都將變的非常高昂；因此，完善的森林蟲害管理著重的是利用綜合的管理方法，例如：適地適種、建造複層林、混淆林、以無害的防治法防除害蟲等措施是最根本的做法，同時要加現場人員蟲害管理的專業知識，才能及早發現蟲害徵兆加以預先防範，避免蟲害的猖獗（范義彬、魯丁慧，2000）。

二、在生物多樣性上

生物多樣性可簡單解釋為『生物之間的多樣化和變異性及物種生境的生態複雜性』，包括所有植物、動物和微生物的所有物種和生態系統，以及物種所在的生態系統中的生態過程。生物多樣性通常被認為有三個水平：即遺傳多樣性、物種多樣性和生態系統多樣性（薛達元等譯，1993）。

昆蟲在自然界中種類和數量最多，佔了動物界的四分之三，是食物鏈中重要的一環，其他動物，例如：鳥類、蝙蝠、蜥蜴、青蛙等脊椎動物，以及蜘蛛、寄生蜂、食蟲椿等無脊椎動物皆依賴昆蟲為生。昆蟲在生態系中扮演一級消費者，例如大多數的食植性昆蟲；有的是二級消費者（捕食性昆蟲、寄生性昆蟲），例如捕食性的昆蟲：螳螂、瓢蟲、草蛉、食蚜蠅等，以及寄生性的昆蟲：寄生蠅、寄生蜂等；還有的是分解者，例如：糞金龜、埋葬蟲、白蟻等，在能量循環及食物鏈中扮演著不可或缺的角色。

開花植物（flowering plants）除了自花授粉的植物，不必任何媒介便可達到授粉目



▲蜜蜂是很多植物的授粉昆蟲。



▲榕屬植物與榕果小蜂之間的共生，因長時間二者共同的演化，已產生了極高的專一性。

的外，一般開花植物必須靠外在的力量及媒介如：風、水、昆蟲或其他動物來達到授粉、受精的目的。由風傳播花粉之植物稱為風媒花植物（wind pollinated plants），由昆蟲傳播花粉之植物稱為蟲媒花植物（insect pollinated plants）；風媒花植物，其花被多數缺如，花粉粒量多，乾燥，形小而質輕，多數無蜜腺，柱頭分枝多，常作羽毛狀；蟲媒花植物，其花被發達而豔麗，花粉粒量少，潮濕，形大而質重，多數具蜜腺，柱頭擴大，但不呈羽狀。其中以昆蟲為最主要的媒介。許多訪花昆蟲是許多開花植物傳花授粉的重要媒介，例如榕屬植物與榕果小蜂間



互相依存的關係是個最好的例子。

森林生態系是昆蟲的最大生存棲地，不同的森林環境中孕育著種類繁多的昆蟲，森林的開發破壞除了影響大型脊椎動物的生存，生活在其中的昆蟲也會受到很大的影響。

林試所福山分所所管轄的試驗林是屬低海拔保存最完整的天然林，林試所保護系每個月在福山典型林地內以改良式的Robinson trap整夜誘集，誘集到的昆蟲帶回實驗室中，將其分類到目，鱗翅目昆蟲則分類到科，所有昆蟲均計算數量，並將其烘乾以電子天平予以秤重，求其乾重；就所得的昆蟲數量而言，鱗翅目佔37%，雙翅目佔51%，其他目的昆蟲佔12%；然而就乾重而言，鱗翅目佔91%，雙翅目佔1%，其他目的昆蟲佔8%；這樣的數據顯示雙翅目的豐度雖高，但是生物量卻微不足道。傳統上認為數量最大的昆蟲就是最優勢的昆蟲，但是就功能（能量流動）來看，鱗翅目昆蟲在福山森林生態系的重要性遠高於數量龐大的雙翅目（趙榮台，1997）。



▲天蛾科(Sphingidae)是福山森林生態系裡的生物量最高的昆蟲。

三、在棲地經營管理上

目前我國對於國家公園的保育區或是國有林內的自然保留區、自然保護區的管理方式幾乎一律採取封閉、不加入人工干擾消極的管理，一般的學者專家也認為任其自然演替就是最好的管理方式，但是這樣的自然演替究竟是否真正能走向極盛相或是多樣性最高的方向進行？或是更劣化、多樣性更低？至今尚有很大的爭議！但是在國外棲地經營管理已經是個非常熱門的話題，藉由人為的方式加入更多原生植物以提高植群的多樣性，並控制外來動植物的入侵，控制棲地的多樣性以維持物種的多樣性，這種棲地的經營管理需要管理人員有著深厚的生態背景及知識，運用精密的人工干擾或介入，使得生態系提早或朝向更多樣性的方向演替。

棲地經營管理的成敗與否除了取決於管理者的生態背景知識及執行時對棲地的現況了解程度，另外，最重要的便是經常性的環境監測，透過指標生物的調查才能了解環境的變動，目前多採用植物生態或是永久樣區的監測方式進行，可是這種方式非常耗費人力、物力及經費，若能利用更具代表性的指標生物做為調查監測的目標將會更為簡便，例如：鳥類、蝴蝶或蛾類。

因為不同的昆蟲取食的食物，活動的環境都有不同，每種昆蟲都會選擇自己特定的生活環境，因此之故，不同的棲地環境中有一些特殊、最具有代表而且容易發現的昆蟲，例如松樹林裡的松毛蟲、松斑天牛、松大象鼻蟲等；竹林裡的竹捲葉螟、玉帶蔭



▲蜉蝣（mayfly）是水質良好的指標生物。

蝶、竹長緣椿、竹盲椿象；低海拔人工林裡的長斑擬燈蛾、圓端擬燈蛾、小白紋毒蛾等，由這些食性專一的食植性昆蟲的存在，可以反映這個植群的狀態，更可讓我們確實掌握環境的資源及其動態（范義彬，1997）。

森林內的河川溪流是集水區經營的重要目標，濱水生態系的研究也是目前一個熱門的研究方向，而傳統監測河川水質之優劣主要以化學方法為主，因為化學檢驗分析十分準確，可是化學法也有盲點，像工廠附近之採樣，在有無廢水排放時作監測，變異相當大，而且水是流動的，必須相當多的取樣數，數據才會準確；加上化學檢驗必須有各種精密的儀器設備及訓練有素的專家才能操作。而以水棲昆蟲做為指標生物，是個簡便而準確的環境監測方法。因為底棲水生昆蟲之能夠生存在某些定水域，是經過長期演化而適應下來的，如水域環境受到破壞污染，這些水棲昆蟲便無法立即適應，不是立即死亡就是逃離原來的棲所；依據此特性，調查這些底棲水生昆蟲的種類和數量來監測水質及水域環境的變化（楊平世，1992）。

四、在森林自然教育上

說昆蟲是在自然教育中最生動活潑、最受歡迎的一種教育資源，一點也不為過，可以從林試所針對其所屬林業陳列館中95項解說展示主題的評量研究（葛兆年等 1999）得知。林業陳列館中展示的內容相當於自然教育的範疇，讓受訪者印象最深刻者前五名如下：（1）、虎頭蜂（7.6%）；（2）、蛙之鳴（6.3%）；（3）、重要樹木害蟲（6.3%）；（4）、珍稀動植物（5.4%）；（5）、昆蟲擬態與保護色（4.1%）。

其中有3項都是以昆蟲為主題，而且在珍稀動植物的展示中也有若干種昆蟲在內，由此可以證實昆蟲是最佳的自然教育資源和題材。

昆蟲是環境教育或戶外教育中最佳的題材（范義彬，1999），它有許多優點，舉例如下：

1. 數量最多，隨處可見，取材容易。因此可選擇一些數量多的或是農作物上的害蟲，加以捕捉、採集、製作標本，這是其他環境教育題材所欠缺，且無法比得上的。
2. 種類繁多，多采多姿。昆蟲是動物界中種類最多的一群，佔了75%以上，例如台灣的蝴蝶有400種，蛾類有4,000種，天牛超過600種，而陸生的哺乳動物不過80多種，鳥類約400多種。昆蟲這多樣化的特色，最能吸引兒童的注意和興趣。
3. 生態複雜，變化多端。昆蟲的棲息環境複雜多端，例如居家環境中就有很多衛生害蟲，此外在森林、草叢、溪流、高山等等



▲夜間賞螢火蟲是森林自然教育中最吸引人的項目。

不同的棲息地，不論是天然或是人工環境皆有各種不同昆蟲生活其中，因此取材容易又方便。

4. 顯淺易懂，生動有趣。昆蟲會走、會爬、會跳、會飛、會游泳，是一種看的到、摸得到、甚至聽得到、聞得到的一種教學資源，這種生動活潑的特性更能讓一般的學童接受。
5. 與環境關係密切，極富教育價值。例如對水質敏感的水棲昆蟲如蜉蝣、石蠅，或是食性專一的蝴蝶等等，皆可以做為監測環境變化的工具，用來闡述生物與環境密不可分的關係（范義彬、楊平世，2000）。
6. 可做為昆蟲教育的題材非常多。昆蟲教育可以應用的題材非常廣泛，舉凡昆蟲的分類、生理、形態、生態等等皆可以作為教育的運用。昆蟲世界中很多題材都是非常新鮮活潑、生動有趣的，例如與昆蟲形態有關的題材：認識昆蟲的身體、認識昆蟲的口器、認識昆蟲的腳等等；與昆蟲分類有關的有：認識昆蟲、昆蟲種類介紹；與昆蟲生態有關的有：昆蟲與人類、昆蟲的偽裝術、夜行性昆蟲觀察、水棲昆蟲等等。目前這方面教學設計在教育中的運用尚不充足（傅等，1996。范和張，1997）。

五、在森林副產品利用上

很多昆蟲可以當成藥劑、作成藝術品、商品及民俗食物的來源等等，有很大的經濟價值。在落後民族中，從食用昆蟲獲取的蛋白質，佔動物蛋白質的10~30%（楊平世，1997），一些肥肥胖胖的蛾類或金龜子幼蟲是他門蛋白質的主要來源，例如天蠶蛾幼蟲可長到10公分長，看起來肥胖可口，是非洲民族喜愛的食物。而家蠶蛾和天蠶蛾的絲是人類最早利用的蛾類，家蠶蛾的絲可以紡織製衣，天蠶蛾的絲非常的強韌且耐腐蝕，可做魚網、魚線，甚至可以做成降落傘、防彈衣的材料，台灣有16種天蠶蛾，其利用發展的價值和空間非常大（范義彬、楊平世、何逸民，2000）。

以往台灣有著「蝴蝶王國」的美譽，那是因為在民國40~70年間靠著蝴蝶標本和其加工藝術品賺取可觀的外匯，目前依然有蝴蝶農場在繁殖飼育蝴蝶，做為學校教學或是國內外蝴蝶館的展示用。還有很多大型美麗的昆蟲具有很高的觀賞、蒐藏的價值，例如：皇蛾、天牛、金龜子、鍬行蟲、吉丁蟲



▲冬蟲夏草在中藥上是一種名貴的補藥。



▲台灣體型最大的昆蟲—皇蛾常發生在低海拔闊葉林中。

等，尤其是一些稀有的種類，每單隻可以賣到上萬元的價錢。

在中藥上的「冬蟲夏草」是一種蝙蝠蛾的幼蟲被真菌寄生所造成的子實體，而「殭蠶」則是蠶寶寶的幼蟲被真菌寄生的蟲屍，其他在中藥材上利用到的還有螳螂的卵囊—螵蛸，虎頭蜂的蜂窩—露蜜房、芫菁—金蒼蠅、蟬脫的殼—蟬蛻等等；民俗食物有「肚扒仔」—台灣大蟋蟀、「水龜」—龍蟲、「蜂蝦仔或蜂筍」—蜜蜂和虎頭蜂，還有油炸大蝗、虎頭蜂酒等；另外，蜜蜂或其他蜂類所產的蜂蜜、蜂蠟、蜂膠及蜂王乳等皆是高經濟價值的商品。

結論

昆蟲屬變溫動物，多數生活於熱帶地區，但是在北極或南極也都有昆蟲生活其中。從平地到高山、熱帶雨林到沙漠、人類居住臥室及糧食中、甚至地穴或溫泉中都有昆蟲生活在其中。大體來說，植物可生存處，人類能生活區域，都可覓得昆蟲蹤跡。昆蟲具有驚人的適應能力，是其在地球上演

化成功的要因，而昆蟲適應地球環境的因素包括：具幾丁質外骨骼、演化出具飛翔功能的翅、具有變態現象以適應環境、有強大的生殖能力、體型細小。

小小的昆蟲牠需要的生活空間較小，需要的食物也少，發育時間較短，生活史世代輪替較快；因此在自然淘汰壓力下，獲得機會產生適應之速率較快，因此造就昆蟲演化成功的最大原因。

台灣的森林可以說是生物多樣性最多最豐富的地段，最需生態保育的維護。由以上的介紹可知生活在森林中的昆蟲扮演著不可或缺的角色，我們對牠們的瞭解十分有限，反而對牠們造成生存的威脅。🌿

參考文獻（請逕洽作者）



（圖片 / 高遠文化）