

部編大學用書

森林昆蟲學

關崇智著

部編大學用書

森林昆蟲學

關崇智著

國立編譯館主編
黎明文化事業公司出版

自序

光陰似箭、日月如梭，回顧自民國三十九年大學畢業後，隨即於中興大學農學院昆蟲學系服務。在民國五十九年春承蒙臺灣省農業研究中心資助，曾在日本東京農業大學大學院昆蟲學研究室進修，為期一年，專門從事昆蟲學之研究。迄至今日，一晃已有二十八整年，在此漫長歲月裡，我一直都站在教育的崗位上，從事培育青年的工作，為了輔導學生，更為了充實自己，在課餘之時，便有計畫地研究昆蟲方面的知識，尤其有關森林和林產物的害蟲。我覺得在此科學昌明、社會經濟發達的大時代中，森林對於國家的關係極為重大！可說要想造成一個富強康樂的國家，必須非培植森林和保護森林不可，但在森林內常有許多妨碍樹木生長的害蟲，所以要想培植和保護森林，必須先注意加害森林的昆蟲類、並加強害蟲防治的研究工作。

我國幅員遼闊，各地氣候又多不同，所以害蟲的種類特別多。臺灣接近熱帶和亞熱帶，地多高山，最適宜於林木生長，實為造林最理想地方，可是在林木生長期間害蟲發生特別多，蟲類繁殖也特別迅速。凡負責經營林業生產的人們，如能注意林蟲的加害，根絕害蟲發生和蔓延，深信臺灣的木材，不但取之不盡，用之不竭，足供發展國內木材工業，更可運銷國外，爭取大量外匯，以充裕國計和民生。

正由於森林和昆蟲的重要，筆者不揣淺陋，乃從事森林昆蟲學資料搜求和研究，曾經化費近十餘年的工夫，才完成森林昆蟲學彙編一

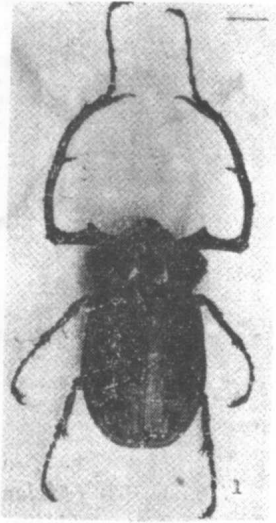
2 森林昆蟲學

書。本書共分二編：第一編包括有八章，專討論昆蟲的形態、生理、分類、昆蟲和樹木關係、害蟲發生預測和被害調查，以及害蟲防治法等。第二編為各論分別說明各種主要害蟲的形態、生活習性、經濟重要性和防治方法等。凡是重要害蟲、都附有插圖和說明，由於害蟲種類太多，和限於財力物力的條件不足，所以未能把所有害蟲都附上插圖和說明，此深引以為遺憾！也是特向讀者道歉的！

森林昆蟲種類既多，有關於森林昆蟲方面的學識又廣，因此本書遺漏和錯誤地方，定所難免，深望昆蟲學先進者，能夠予以指教！

周崇智 中華民國六十七年十月
於國立中興大學農學院昆蟲研究所

森林害蟲(一)



1. 長臂金龜 (*Cheironus maclesyi formosanus* Ohaus)
2. 二點赤鍬形蟲 (*Metopodontus branchardi* Parry)



3. 臺灣步行蟲 (*Carabus nankotaizanus* Kano)
4. 兜蟲 (*Allomyrina dichotomus* Linnaeus)

森林害蟲(二)



5. 長臂金龜 (雌蟲) (*Cheirotonus macleayi formosanus* Ohaus)



6. 星天牛 (*Melanaster chinensis* Füller var. *macularius* Thomson)



7. 大綠叩頭蟲 (*Camposternus mirabilis* Fleutiaux)



8. 赤圓鍬形蟲 (*Ncolucanus castanopterus* Hope var. *swinhoei* Bates)



9. 黑艷蟲 (*Aceraius grandis hirsutus* Kuwert.)

目 次

自序	1
第一編 總 論	1
第一章 森林害蟲和森林昆蟲學的意義	1
第二章 昆蟲的形態	4
第一節 外部的形態	4
第二節 內部的形態	19
第三章 昆蟲的生理	31
第一節 體壁	31
第二節 脫皮	35
第三節 消化	37
第四節 同化作用和發育	45
第五節 排泄	47
第六節 代謝作用	49
第七節 呼吸	55
第八節 血液的循環	63
第九節 生殖	66
第十節 感應性	69
第十一節 昆蟲行爲	76

第四章 昆蟲的生態	78
第一節 昆蟲生態的意義	78
第二節 昆蟲的分佈	78
第三節 影響昆蟲分佈的因子	85
第四節 昆蟲的生活環	88
第五節 昆蟲的習性	90
第六節 森林昆蟲的消長情形	95
第七節 昆蟲的生活環境	105
第五章 森林昆蟲的分類	132
第一節 分類的系統	132
第二節 害蟲加害形態的分類	141
第六章 昆蟲和樹木的關係	146
第一節 昆蟲取食對於樹木的傷害	146
第二節 昆蟲習性對於樹木的傷害	156
第三節 昆蟲對樹木生理的傷害	164
第七章 害蟲發生預測和被害調查法	173
第一節 害蟲發生預測在害蟲防治上的重要性	173
第二節 害蟲發生預測法	175
第三節 被害的調查法	183
第八章 森林害蟲防治法	195
第一節 機械防治法	196

第二節 物理防治法	200
第三節 化學防治法	206
第四節 林業防治法	287
第五節 生物防治法	293
第二編 各論	309
第九章 食葉性蟲類	309
第十章 食樹木分生組織的害蟲類	386
第十一章 刺吸性蟲類	429
第十二章 造瘿蟲類	489
第十三章 蝕材性蟲類	495
第十四章 種子和果實的害蟲類	509
第十五章 苗圃害蟲	514
主要參考文獻	528

第一編 總 論

第一章 森林害蟲和森林昆蟲學的意義

人類生活之需要木材，始始於原人時代，考諸我國史乘，遠在三皇五帝之世，即有明確記載，如有巢氏構木爲居，乃木材用於建築之嚆矢；燧人氏鑽木取火，則爲利用木材謀煮食之創舉；神農氏以木爲耒耜，得開創農業經濟之先河。爾後舟車之建造，蠶業之倡行等等，凡有關於吾人衣食住行者，幾無一非樹木不爲功。到了現代，隨科學之倡明，樹木森林之利用價值，愈見提高，因而對森林保護，乃益爲社會所重視。森林樹木之主要災害，約有蟲害、病害及火災三端，而此三者之中，則以蟲害最頻繁可畏而難於控制，所以森林學家對森林蟲害大有談虎色變之感。而森林昆蟲學 (Forest entomology) 乃開始在十九世紀創立一門科學，爲應用昆蟲學 (Applied entomology or Economic entomology) 之一分科，由於近代工業之發達，木材和林產的應用，日趨廣泛，所以提倡林業從事生產，爲當前工業發達國家所刻不容緩之要務。林產爲人類所必需，森林爲國家的經濟命脈，其關係於國計民生，既深且鉅，所以林業的經營，各國都特別地重視。臺灣由平地至高山，分有熱帶、亞熱帶、溫帶和寒帶等四大林帶，木材的產量很豐富，所以臺灣的森林資源，本來就很豐富，再加上政府當局竭力經營和開發，木材產量與日俱增，除供應發展國內木材工業外，更能大量輸出，藉此換取高額外匯，以充裕國計優厚民生。

臺灣位於熱帶和亞熱帶，氣候溫暖，土地肥沃，最適宜栽種各種

樹木，但在生長期間，經常受到各種害蟲的侵害，影響樹木生長很大。所以森林昆蟲學對於森林的保護，是非常重要的，同時森林保護學者，除了研究預防火災和水土保持之外，更應該對森林害蟲的分類、形態、生態、生理、地理和防治法等加以研究，因此森林昆蟲學也可說是森林保護學 (Forest protection) 的一個分科。凡是對於森林和林產物有關係的蟲類，都屬於森林昆蟲學的範圍，研究森林昆蟲的人們，大都著重棲息在森林苗圃和林產物中的各種蟲類，凡是研究此類昆蟲的科學，便稱為森林昆蟲學 (Forest entomology)。

森林害蟲在動物分類中屬於動物界 (Kingdom Animal)，節足動物門 (Phylum Arthropoda)，昆蟲綱 (Class Insecta)。凡昆蟲直接或間接危害森林和林產物的，都稱做森林害蟲 (Injurious forest insects)。生活在森林裏的蟲類很多，一般為害樹木、竹類和林產物等。但也有一些蟲類寄生在樹木上，不但沒有害處，並且還有益處，稱此為森林的益蟲 (Beneficial forest insects)。害蟲和益蟲間的區分並無絕對的界線，一般人認為益蟲和害蟲，乃基於人類利益的一種主觀區分，就某種害蟲來說，往往因人、因地和因時的關係不同，它的益和害的差別便很大。森林害蟲常有侵害果樹園藝植物的，但有時亦能為害農藝作物，所以森林昆蟲和農業昆蟲，在分類學上，實難嚴格劃分，例如舞蛾 (*Lymantria dispar* Linnaeus)，在幼蟲期主要取食闊葉樹及落葉松等，一旦該種樹木被加害枯死或食物缺乏時，便被迫而離開此樹，轉移到另一棵可吃的樹木上或作物上，像豆類黍類和水稻等，此一時便成為作物的害蟲。姬金龜子 (*Anomala rufocuprea* Motschulsky)，在幼蟲期間不僅食害苗木，還能為害各種農作物，所以也是重要作物害蟲的一種。

關於森林昆蟲學的解釋，更有的學者認為凡是研究為害樹木的昆蟲的一切學識，統稱為樹木昆蟲學 (Dendro-entomology)。森林所包

括的樹木種類很多，通常可分闊葉樹、針葉樹和落葉樹等三大類。爲害此類樹木的害蟲種類和數量，多得令人可怕！凡是研究此類害蟲的分類，生活習性和森林落葉層中的昆蟲等，都屬於森林昆蟲學 (Forest entomology) 的範圍。所說的樹木昆蟲學，就狹義來說，便指著樹木被害蟲侵害所引起的樹木特殊的變化，或樹木生長減退等情形。就廣義來說，便是樹木被寄生的害蟲侵害後，使樹木的內部形態發生顯著的生理變化。此種變化足以顯示害蟲發生和樹木生理間的關係，樹木地理分布狀態和害蟲分布間的關係，昆蟲傳播毒素病 (Virus) 和其他病原菌等的關係。凡是以上廣狹兩方面所說的事物，都是樹木昆蟲學所應研究的學識。森林昆蟲學主要的目的，在保護森林內有益蟲類和害蟲的防治方法，以期限制害蟲的繁殖，減少樹木的損失，以增加林業的生產。

我國土地廣大，物產豐盈，而森林資源，尤爲富饒。臺灣是一個大島，本島中部和東部的山地，約佔全島面積的五分之三，林野寬廣，更因高度增加而氣溫遞減，所以有熱帶、亞熱帶、溫帶和寒帶等林木，呈現著垂直的分布狀態。在亞熱帶林中，樟樹特多，所以臺灣成爲世界天然樟腦的重要產地。省柚、油杉、紅檜、扁柏、香杉等爲臺灣五大珍木。臺灣蓄材量很豐富，它是本省主要資源之一。可惜在森林經營和保護方面，國人多不關心，除預防火災發生和山洪爆發之外，對嚴重危害樹木的害蟲類，多被一般人們所忽視，因而在森林中常發生嚴重災害。森林由於害蟲所造成的損失，重大得令人不可想像！簡單而言之，害蟲能直接影響樹木的生長，使木材的產量降低，材質變劣。間接足可阻礙國家建築事業的發展，損害國家經濟的收入，所以森林昆蟲學一科，實有研究普遍提高的必要。

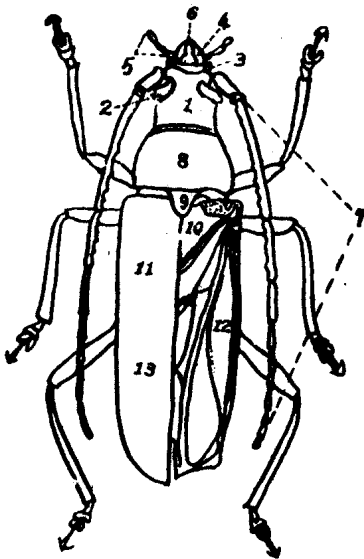
本書可供研究森林學者地參考，又可供經營林業者地參考，更可供從事林業生產事業者的參考。

第二章 昆蟲的形態

第一節 外部的形態

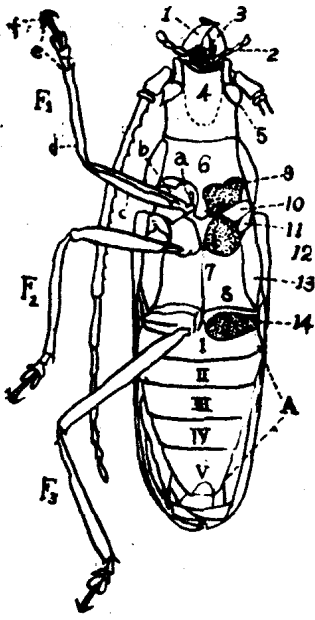
I 成蟲 (Imago)

昆蟲屬於動物界 (Kingdom Animal)，節足動物門 (Phylum Arthropoda)，昆蟲綱 (Class Insecta)。體形大體為長圓筒形，由多數相同的環節集合而成。可以分為 3 個體段，在體的前端者稱曰頭部 (Head)，其次胸部 (Thorax)，胸部後方者稱曰腹部 (Abdomen)。各



1. 頭頂 2. 複眼 3. 頭楯 4. 大顎
5. 小顎 6. 上唇 7. 觸角 8. 前胸背板
9. 小楯板或菱狀部突起 10. 中胸背板
11. 翅鞘 12. 後翅 13. 縫合線 (接合部)

圖1. 天牛的背影圖



1.大顎 2.大顎鬚 3.下唇鬚 4.咽頭 5.複眼 6.前胸腹板 7.中胸腹板 8.後胸腹板 9.前足基節窩 10.中胸前側板 11.中胸後側板 12.中足基節窩 13.後胸前側板 14.後足基節窩。A.腹部 I-V, 第 1~5 腹節, F₁ 前足, F₂ 中足, F₃ 後足 a.基節 b.轉節 c.腿節 d.脛節 e.跗節 f.爪

圖2. 天牛的腹面圖

部皆附有各種不同的器官，並在各關節間具有薄膜，便於運動。今就成蟲的外部形態說明如下：

1. 頭部 (Head)：一般呈球形，位於體軀最前端，由 7 個胚胎體節所組成。外被有堅硬的外骨骼 (Exoskeleton)，由各骨片相癒合形成頭殼 (Head capsule)。在頭殼上有複眼 (Compound eyes) 1 對，形狀為圓形，橢圓形或腎臟形等不一。鞘翅目 (Coleoptera) 及鱗翅目 (Lepidoptera) 蟲頭，其複眼間距離很遠，更有許多種蟲如膜翅目 (Hymenoptera) 及雙翅目 (Diptera) 蟲類，在複眼中間又有單眼 (Simple eyes or cells) 2 個或 3 個。觸角 (Antennae) 1 對，位於頭頂兩側，在複眼的近旁，通常由數節或數 10 節合成，長短和形狀，因昆蟲種類不同，而有差異，即在同一種類昆蟲，因性別不同亦各有很

大差異。如螻蛄爲絲狀(Filiform)，天牛爲鞭狀(Setaceous)，蠹蟲爲球桿狀(Capitate)，白蟻爲念珠狀(Moniliform)，金龜子類爲鰓葉狀(Lamellate)，蠅的不規則狀(Irregular)，其他如棍棒狀(Clavate)，鋸齒狀(Serrate)及膝狀(Geniculate)等。觸角主要功用，爲司感覺聽覺或其他等作用(圖3)。

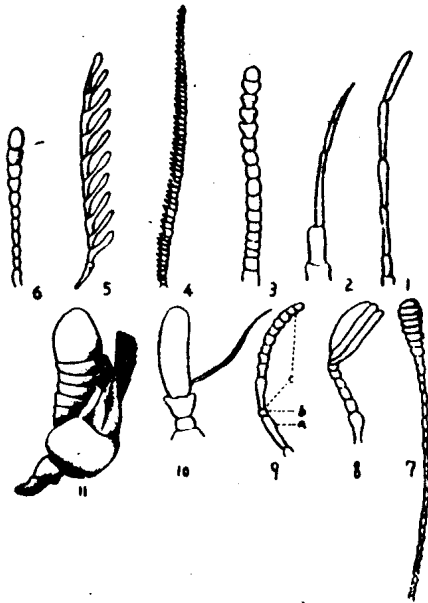


圖3. 昆蟲觸角之種類

1. 絲狀(綠椿象) 2. 鞭狀(蜻蜓之一種) 3. 念珠狀(白蟻) 4. 鋸齒狀(紅腹燈蛾♂) 5. 槲齒狀(即頭蟲之一種) 6. 棍棒狀(負泥蟲)
7. 球棍狀(紋白蝶) 8. 鰓葉狀(金龜子) 9. 膝狀 10. 不正狀(花虻)
11. 不正狀(大鼓豆蟲) a. 柄節 b. 梗節 c. 鞭節

頭前方有口器開口，用以攝取食物，其構造很複雜。一般由上唇(Labrum)大顎(Mandible)，小顎(Maxillae)，下唇(Labium)，上咽頭(Epipharynx)，下咽頭(Hypopharynx)等組成。又依昆蟲種類及生活習性不同，所以口器各部發達程度，也有差異，大別可分

為兩型；

(1) 咀嚼型口器 (Mandibulate type)：為適於咀嚼較硬的食物如天牛類及蝗蟲等，最適於咀嚼用(圖4)。其口器構造，由6部合成，有上唇 (Labrum) 懸於上唇基片的下方，略成半圓形薄片，前緣中央有1個缺口，能上下活動。上咽頭(Epipharynx)為1塊薄片，附著在上唇的內面，上生有感覺毛及感覺突起。大顎 (Mandible) 位於上唇內側，左右各有1片，呈黑色堅硬的齒狀物。小顎(Maxillae)位於大顎的下方，為1對較小的齒狀物，構造很複雜。可分軸節 (Cardo)，蝶紋節(Stipes)，葉節 (Lacinia)，外瓣 (Galea)，擔鬚節 (Palpifer) 小顎鬚 (Maxillary palpus) 等6部。下唇 (Labium) 位於口器最下

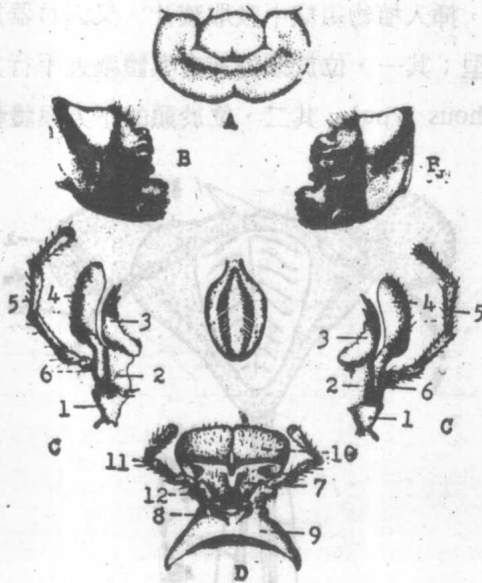


圖4. 蝗蟲的咀嚼式口器 (termes)

- A. 上唇 B. 大顎 C. 小顎 D. 下唇 E. 下咽頭 1. 軸節 2. 蝶紋節
 3. 葉節 4. 外瓣 5. 小顎鬚 6. 擔鬚節 7. 下唇前基節 8. 亞下唇基節
 9. 下唇基節 10. 舌 11. 下唇鬚 12. 生鬚節

方，基部銜接於下咽片(Gula)，或頭頸皮膜上，構造亦較複雜。分有下唇基片(Mentum)，下唇亞基片(Submentum)，生鬚節(Palpiger)及下唇鬚(Labial, palpus)等4部。下咽部(Hypopharynx)位於口器的中央，如一形似瓶狀構造，一般其基部連接於下咽片(Cula)，其下部和下唇相連，中部肥粗而短，兩端略尖。

(2) 刺吸型口器(Piercing-sucking type)：為適於吸收液體食物者，如蟬、蚊、蚤及椿象等口器。蟬蟲口器構造，殊為複雜(圖5)。其口器各部中有部分變成角質尖銳的針(Stylet)，適於穿刺吸食汁液用。如椿象口器其大顎及下顎變成4根尖銳的長針，小顎餘部變成食管(Food channel)，及唾液管(Salivary duct)，上唇退化變成小形，下唇變成分節的鞘狀物，可將4根長針包藏在鞘內，平時不易察見，用時伸出鞘外，插入植物組織中吸取液汁。又因口器於頭部著生部位不同，可分2型：其一，位於頭的前方與體軀近平行方向者，稱做前口式(Prognathous type)。其二，位於頭的下方與體軸成近於垂直方

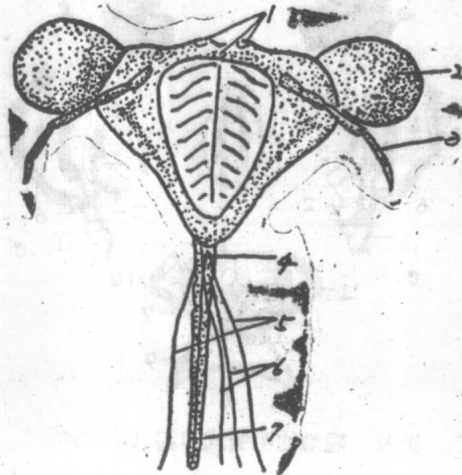


圖5. 蟬的刺吸式口器

1. 單眼 2. 複眼 3. 觸角 4. 上唇 5. 大顎 6. 小顎 7. 下唇