

部定大學用書

經濟昆蟲學

(上篇總論)

國立編譯館大學用書編審委員會主編

易希陶編著

國立編譯館出版
正中書局印行

部 定 大 學 用 書
經 濟 昆 蟲 學
(上篇總論)

國立編譯館大學用書編審委員會主編

易 希 陶 編 著

國 立 編 譯 館 出 版
正 中 書 局 印 行



版權所有

翻印必究

中華民國五十一年十二月臺初版

中華民國六十六年十月臺修七版

部定大學用書 **經濟昆蟲學** (上篇總論)

全二冊 上册 基本定價 二元三角

(外埠酌加運費滙費)

主編者 國立編譯館大學用書編審委員會

編著者 易 希 陶

出版者 國立編譯館

發行人 黎 元 譽

發行印刷 正中書局

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

海外總經銷 集成圖書公司

(香港九龍油麻地北海街七號)

海風書店

(日本東京都千代田區神田保町一丁目五六番地)

東海書店

(日本京都市左京區田中門前町九八番地)

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號(4493)同
(500)

序

余從事昆蟲學教學，垂三十年，在返國初期，一因昧于本國情形，再因當時我國斯學，尚在萌芽時代，為搜集教學資料，煞費思量。迨抗戰軍興，各大學逐步南遷，余由北平而西安，再經湘桂而閩嶺，流連轉徙，備嘗風塵之苦，此時學校設備，諸多簡陋，師生生活，尤欠安定，教學已難應付，研究更少可能，歲月蹉跎，於茲十載。大戰勝利後，余應臺大聘請來臺，一切情形，乃大異往昔。第一：臺灣因地理環境關係，以蠶產昆蟲聞名于世，故在日據時期，已有不少研究資料；第二：臺灣為良好農業地區，害蟲防治乃有其特殊之重要性；第三：自第二次大戰以來，因各國新興殺蟲藥劑之發明，害蟲防治，成為農業增產及人類保健上之重要一環，而受舉世人士之空前注意。處此情勢之下，吾人乃不能不以最大決心，承擔此一由時代賦予之艱鉅任務，業業兢兢，至今又十有五載矣。

近數年來，隨本省經濟建設以及文化教育之進展，農科院系，逐漸擴充，有關昆蟲學之課程增多，修讀學生之人數亦遠非昔比。如農學院中以昆蟲學為必修課程者，除專攻之植物病蟲害系外，尚有農藝、園藝、森林及農業推廣等四系，而經濟昆蟲學一課，殆即為上述各系之必修科，蠶、蠶、推、廣三系之農業昆蟲，森林系之森林昆蟲，仍皆不出經濟昆蟲學之範圍故也。尤有進者，在現正進行之本省經濟建設中，農業增產既為工作重心所在，則害蟲防治，自為當務之急。再則為增進公眾健康，對衛生昆蟲之防除，亦不能視之等閒。由此可知經濟昆蟲學牽涉範圍之廣汎與其今日對吾人關係之迫切，殆有非常人所能想像者。惜自光復以來，從事本省昆蟲工作之同仁，各忙於本身業務，致有關本國文字

之教學用書乃至參考文獻，皆奇形匱乏，此於青年學子之習研，固爲一重大窒碍，即對從事實際工作之同仁，亦極感不便。筆者有見及此，爰利用公餘時間，編著此書，以應本省目前之迫切需要，取材力求新穎確實，解述務期平易通俗，惟自執筆以來，瑣務繁冗，時間短促，疏漏之憾，則有待于他日之補正矣。

本書上篇，爲適應普通昆蟲學及昆蟲形態學之需要，對外部形態及內部解剖，記述頗詳，故亦可用于上述二科之教學及參考，而此二章，在講授植物病蟲害系昆蟲組或昆蟲系之經濟昆蟲學時，則可省略。對於下篇之害蟲各論各章，皆可依照其科目性質及學分數等，酌予取捨，如對農藝系學生，可側重作物害蟲各章；對園藝系學生，可側重園藝害蟲各章；對森林系學生，則可側重森林害蟲各章等是。如此乃能使學者把握重點，集中注意。

本書插圖，上篇多取自各東西名著，皆於每一圖下註明來源，惟圖內標符，爲謀整齊劃一起見，多有更動。下篇各圖，則以標本寫生爲主，因各蟲形態構內，皆有實物大小之記載，故各圖倍率多未作註明，希讀者諒察。

上述插圖之準備，承臺大農學院視聽中心何榮燦先生及本系何鐵光朱耀沂二助教多所協助，原稿繕寫，助理涂淑妹小姐尤著辛勞。又女兒秀華，雖專攻園藝，但對余此一工作，亦曾助力多端。對以上諸君，余皆不能無一言以爲謝也。

中華民國五十一年四月

梅坡易希陶序于國立臺灣大學植物病蟲害學系

經濟昆蟲學

上 篇 總 論

目 次

緒 言	1
第一章 昆蟲在動物界之地位及特徵	6
第一節 昆蟲在分類學上之地位	6
第二節 昆蟲及其近緣諸綱之特徵	8
第二章 外部形態	12
第一節 皮膚	12
第二節 頭部	15
第三節 胸部	34
第四節 腹部	50
第三章 內部構造	59
第一節 分泌器官	59
第二節 筋肉組織	67
第三節 消化系	72
第四節 循環系	81
第五節 呼吸系	86
第六節 神經系	100
第七節 感覺器	108
第八節 發音器、發光器、及脂肪體	121

第九節 生殖系.....	128
第四章 昆蟲之變態	140
第一節 變態之意義及型式.....	140
第二節 卵期.....	145
第三節 稚蟲及幼蟲期.....	147
第四節 前蛹期及蛹期.....	156
第五節 成蟲期.....	161
第五章 昆蟲之生態	165
第一節 昆蟲之食性.....	165
第二節 昆蟲之敵害.....	177
第三節 競爭及共棲.....	180
第四節 昆蟲與氣象.....	181
第五節 昆蟲之動作.....	190
第六節 昆蟲之分佈.....	198
第七節 害蟲之繁殖及獵蝨.....	206
第六章 昆蟲之分類	213
第一節 分類概說.....	213
第二節 昆蟲綱之分目.....	217
第七章 益蟲及害蟲	234
第一節 益蟲與害蟲之定義.....	234
第二節 益蟲概說.....	235
第三節 害蟲概說.....	243
第四節 有關害蟲防治之調查及注意.....	251
第八章 害蟲防治法	257

第一節 化學防治.....	257
第二節 物理防治.....	263
第三節 農業防治.....	275
第四節 生物防治.....	278
第五節 法規防治.....	285
第九章 主要殺蟲藥劑	289
第一節 毒殺劑.....	289
第二節 觸殺劑.....	292
第三節 熏殺劑.....	304
第四節 通效劑.....	312
第五節 滲透劑.....	327
第六節 引誘劑及忌避劑.....	330
主要參考書目錄	333
西文索引	346
中文索引	386

上篇 總論

緒言

根據古生物學 (Paleontology) 之研究，有翅昆蟲之出現於地球，約在古生代 (Paleozoic era) 末葉石炭紀 (Carboniferous period) 之早期，嗣經中生代 (Mesozoic era) 而入新世代 (Cenozoic era) 之第三紀 (Tertiary)，始有最初之人類化石發現。以故昆蟲類在地球上之歷史，實遠較吾輩人類者為悠久，因而人類之受害於昆蟲，乃自原人 (Primitive man) 之時代始。惟古代人類人口稀少，生活單純，食糧之匱乏無虞，而對自然界之理解有限，雖受害於昆蟲，一般無關重要，偶遭嚴重蟲災，則亦無法為之防治也。關於蟲災之記載，西洋方面最早見於舊約全書中，如其所述埃及之蝗害，視為一切災害中之最可畏者。又吾人考諸史乘，可知古代希臘文明之衰落，實與瘧疾之猖狂有密切關係，此病原體之傳播者非他，即瘧蚊耳。其次中美 (Central America) 方面之古代文化，受影響於飛蝗者亦非淺鮮。再就我國而言，在距今約三千年前之周代，已有慘重蝗災之記載。及至唐朝，詩人白居易 (公曆 772—846 年) 作捕蝗詩，形容蝗害之嚴重，其中有「雨飛蠶食千里間，不見青苗空赤土。」之句。至關於蝗害對策，當貞觀之治 (約民前 1280 年)，唐太宗仰天吞蝗，以人君之尊，竟能作如此之驅蟲示範，考諸中外，實屬史無前例，難能可貴。迨姚崇為相 (民前約 1200 年)，亦秉承先皇政策，獎勵除蝗，蓋欲以人力救天災，較之西方之祈禱用事者，科學化多多矣。惟白樂天對此，不表贊同，其詩中有云：

「河南長吏言憂農，課人晝夜捕蝗蟲；
是時粟斗錢三百，蝗蟲之價與粟同；
捕蝗捕蝗竟何利，徒使飢人重勞費；
一蝗雖死百蝗來，豈將人力勝天災。」

察其用意，在嫌捕蝗之法，難獲經濟實惠，而非對除蟲政策有所非議也。反觀彼時之西方各國，對於昆蟲災害，莫不視為天神所降，靡敢抗逆，惟宗教之是依，視祈禱為妙策，如羅馬博物學家普烈尼(Pliny)所著之世界史(The History of the World, 77 B. C.)，主張對害蟲加以防治者，匪特灼見空前，即其後千數百年間，亦未見有其他西方學者，予以響應，斯亦奇矣。

人類對於昆蟲之知識，至希臘文化時代，已具科學雛形，如當時哲學家亞里士多德(Aristotle, 384—322 B. C.)所發表之昆蟲分類，殆為後世奠定斯學之良好基礎。惜其後經過千數百年間之黑暗時期，至十六世紀以後，昆蟲學之研究，始復趨活躍，第其初二、三百年間，仍偏重於分類、生態、及形態等之純正研究，至十八世紀末期，一般社會漸感昆蟲為害之嚴重，亟思予以防遏，應用方面之研究，乃應運而興。如英國之黎塞爾(Lesser)曾於1799年發表其名著昆蟲神學(Insect Theology)，力述除治害蟲，絕非宗教所能濟事，且列舉防治害蟲之各種實際方法，以資應用，如果樹之整枝，樹幹之遮斷，草木灰、石灰等之撒布，冬季驅殺之勵行，以及雨天或侵早黃昏時之捕捉等等，幾皆為防治害蟲之基本法則，時至今日，仍為一般所採用。自此以後，對於昆蟲在應用方面即所謂經濟昆蟲之研究，日趨鼎盛，至十九世紀初期，已有森林、園藝等害蟲之重要著作，相繼問世，入二十世紀以來，隨其他有關科學之顯著進步，

昆蟲學之此一分科，遂亦蒸蒸日上，終且在科學界獲得其重要之地位。

由以上所述，可知以昆蟲類為研究對象之昆蟲學 (Entomology)，可大別為純正昆蟲學 (Pure Entomology) 與經濟昆蟲學 (Economic Entomology) 之二大部門。前者亦曰普通昆蟲學 (General Entomology)，包括各種純正的研究，如昆蟲分類學 (Systematic Entomology)、昆蟲形態學 (Insect Morphology)、昆蟲生理學 (Insect Physiology)、昆蟲生態學 (Insect Ecology) 等，為其主要分科。後者亦曰應用昆蟲學 (Applied Entomology)，乃以昆蟲類與人生經濟關係為研究範圍者，其主要分野有農業昆蟲學 (Agricultural Entomology)、森林昆蟲學 (Forest Entomology) 及醫用昆蟲學 (Medical Entomology) 等。惟近年隨科學之進步，昆蟲學之分科亦漸形增加，如昆蟲分類學中，為研究某一派門之分類而成立單獨分科，如研究鱗翅類之鱗翅學 (Lepidopterology)、研究鞘翅類之鞘翅學 (Coleopterology) 等是。又經濟昆蟲學方面，對為害室內物資昆蟲之研究，有所謂家政昆蟲學 (Household Entomology)；對水產有關昆蟲之研究，有所謂水產昆蟲學 (Fishery Entomology)；對影響樹木昆蟲之研究，則有所謂樹木昆蟲學 (Dendroentomology) 等等。要之經濟昆蟲學乃以純正昆蟲學為基礎之學科，如以此學科，比為一溶液，則純正昆蟲學之各種研究如分類、形態、生理、生態乃至細胞、組織等等，皆須溶解其內，然後經濟昆蟲學方能成一完整之溶液，未可或缺其一也。往昔當經濟昆蟲學之萌芽時期，純正昆蟲學者祇應用方面工作為好事家之所為，而從事應用研究之人，則視純正工作為不急之務，迨晚近文化增進，經時昆蟲學之重要，漸為一般社會所公認，同時因經濟昆蟲學之進步，方知昆蟲學之純正研究，實為應用

方面未可或缺之基礎，彼此之諒解增深，終乃互敬互助，水乳交融，整個昆蟲學之偉大殿堂，殆即奠基於此。

次就世界主要各國之現況而言，此方設施之較為完美而研究最著成績者，堪稱美國。蓋此邦農業措施規模宏大，氣候風土復適於害蟲繁殖，迫乎環境需要，經濟昆蟲學之發軔，尙略早於歐洲，自十九世紀後期以來，中央之農業部與各州試驗研究機構，密切聯繫，分工合作，焚膏晷景，百年如一日，其有今日之成就，殊非偶然。第二次世界大戰後，或因 DDT、BHC 等新興殺劑之發明，或由各種病原生物之應用，害蟲防治，更有劃時代之進展。其鄰邦之加拿大，因環境情形略與美國相似，此方面之發展亦頗可觀。歐洲諸國因氣候關係，害蟲種類，不若美國之多，且其農業制度爲集約經營之小農制，以故蟲害問題，一般不如美國之嚴重。在第二次大戰以前，義大利之農業昆蟲事業，殆爲歐洲之冠，其國立之農業昆蟲試驗場，設立於 1875 年，成績卓著。德國方面則以森林昆蟲學爲其特長，自十九世紀以來，有勒卓堡 (Ratzeburg)、艾賀夫 (Eichhoff)、愛塞立 (Escherich)、戴法爾 (Zwölfer) 諸權威學者相繼出現，遂使該邦在此一領域始終處於世界之領導地位。法國在 1878 年因葡萄瘿蚜 (Phylloxera) 之猖獗，曾展開歷史性之大規模調查工作。英國在昆蟲學之純正研究上，具有悠久歷史及雄厚基礎，應用方面，則在家政昆蟲及醫用昆蟲較多努力。第二次大戰以後，殖民地紛紛獨立，因感農林增產之重要，對於農業及森林害蟲之研究，亦漸臻注意。

東方各國中，此一學科之最著成績者爲東鄰日本。該邦在 1897 年時，因浮塵子慘重災害之發生，遂使蟲害問題，受到社會之深切注意而共謀防禦之方，此爲日本經濟昆蟲學之發軔。經數十年之努力，對該國

各種害蟲之研究試驗，斐然有成。第二次世界大戰以後，因國內人口激增，食糧材木皆感匱乏，爲配合農業增產政策，害蟲防治遂成燃眉急務，十餘年來，新藥劑之製造及專門刊物之發行，尤與日俱增，此非政府之賢明領導及全國專家之堅苦努力無以致此，殊值吾人敬佩者也。

回顧以農立國之我邦，每年所受蟲害之損失不知凡幾，民初以來，全國各省隨各級農校之設立，有關經濟昆蟲學之教育，漸有推行，惟國難頻仍，進步遲遲，歲月蹉跎，成就極爲有限。臺灣地接熱帶，蟲類繁多，主要農產莫不受其剝削，據最近統計，自民國38年至47年之十年間，全省農業生產（包括植物生產及家畜生產）每年所受蟲害損失，平均約爲七億二千餘萬元，相當於生產總值之9.45%。又在包括病害、蟲害及與生物災害有關之旱災、風災等農業災害中，蟲害損失一項，約佔損失總額之61%。由上述數字，吾人對本省蟲害之嚴重情形，當不難想像。近數年來，朝野人士對重要害蟲之藥劑防治，可謂不遺餘力，惟問題之解決，必須由有關基本研究着手，非僅藉泊來藥劑之運用所能濟事，舉凡害蟲之分類、形態、生理、生態，乃至藥劑生產、生物防除等研究，無一非孔急之圖，環顧友邦進步情形，愈感吾人之禔乎其後，所謂任重而道遠者，其爲吾儕工作同仁之共同感覺乎。

第一章 昆蟲在動物界之地位及特徵

第一節 昆蟲在分類學上之地位

據近年多數學者之統計，全世界之已知動物，約為一百一十萬種（參閱第一表），且隨調查之日趨精確，每年約有六、七千之新種追加發

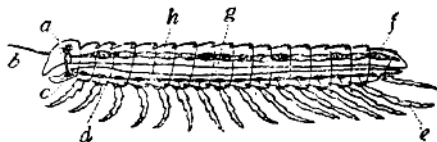
第一表 現存動物界之已知種數估計表

	斯丹麥氏 (Stammer) (1950)	赫、斯二氏 (Hegner & Stiles) (1951)	林、翁二氏 (Linsley & Uslinger) (1953)	洛、斯氏 (Ross) (1956)
原生動物	20,000	29,000	30,000	30,000
海棉動物	4,500	5,000	4,500	4,500
腔腸動物	9,000	10,000	9,000	9,000
扁形動物	5,275	6,500	6,000	6,500
圓形動物	5,000	10,000	10,000	3,500
環形動物	6,690	7,500	7,000	7,000
節足動物				
昆蟲綱	750,000	700,000	830,000	900,000
其他	58,100	70,000	73,315	73,000
軟體動物	104,000	90,000	80,000	80,000
棘皮動物	4,500	6,000	4,000	5,000
脊索動物	61,600	102,000		40,000
其他小門	7,635		7,025	4,000
合 計	1,036,300	1,036,000	1,120,310	1,162,500

表，故其實際種數，猶不止此。此等動物，吾人依其發生系統，類別為若干門（Phylum），各門復區分為若干綱（Class）。其中有亦謂節足

動物門(Phylum Arthropoda)者,其種類之多爲同儕冠。該門動物,皆爲雌雄異體(Gonochorite),體軀爲左右對稱(Bilateral symmetry),由多數環節(Segment, 亦曰體節)構成,各環節之形式未必相同,但一般各具有節之附屬器一對,左右對生,此節足動物名稱之所由來也。體表通常被幾丁質(Chitin)之硬皮,而形成所謂外骨骼(Exoskeleton),以保護其體軀,並供肌肉之附着。各體節之分界近處,有柔軟之膜質部,此雖非真正之環節分界處,但一般呼之爲環節間膜(Intersegmental membrane)。節足動物之體內器官,亦與高等動物保持不同之位置,即消化系統貫於體之中軸,其背方爲循環器,腹側爲神經系,惟神經中樞之腦(Brain),則位於食道之背面,由環狀之神經索(Nervous cord)與腹側之喉下神經球(Suboesophageal ganglion)自食道兩側連繫之(第一圖)。

感覺器一般頗發達,眼有單眼及複眼之分。呼吸器有鰓、氣管、肺囊等種類,但間亦有無特別器官者。本門之泌尿器官,亦



第一圖 節足動物之基本構造模式圖

a. 腦; b. 觸角; c. 喉下神經球; d. 神經索; e. 腳;
f. 外骨骼; g. 消化器; h. 背管(循環器) [Shmeil]

不一致,有具環節器(Segmental organ)者,如有爪類(Onychophora);有具殼腺(Shell gland)、觸角腺(Antennary gland)等之特別腺者,如甲殼類;亦有具開孔於腸之馬爾壁管(Malpighian tubes)者,如昆蟲類。生殖爲有性卵生,間亦作單性生殖,有時二者交替而營所謂異態生殖(Heterogony)。

具有上述特徵之節足動物，佔全體動物種類之絕大部份，而昆蟲類即屬於此門之一綱，由第一表所示，更可知該綱種類之多，又為其他任何部門所望塵莫及。是故昆蟲在動物分類學上，雖屬區區一綱，但其勢力之龐大，地位之特殊，殆非吾人所能想像。然則該綱動物有何特殊之處？又其近緣各綱包括何等種類？吾人將於次節略述之。

第二節 昆蟲及其近緣諸綱之特徵

節足動物門之分綱，因學者之意見而略異，但一般作如下之分類：

1. 有爪綱 (Onychophora)
2. 甲殼綱 (Crustacea)
3. 蛛形綱 (Arachnida)
4. 倍腳綱 (Diplopoda)
5. 盾腳綱 (Chilopoda)
6. 昆蟲綱 (Insecta)

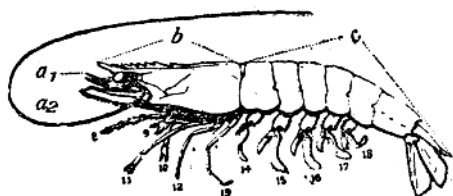
茲就各綱之特徵及其所屬動物，簡單說明如下：

有爪綱 (Onychophora) —— 體軀由頭部及胸部 (Body) 構成，頭部具觸角及口器各一對，並生一對之口部突起。體呈蠕蟲形，成自多數不顯明之環節，腳為 17—34 對，其末端有鉤爪二枚，故名。泌尿器為環節器，此與其他節足類不同者。為中形乃至略大形之陸棲種類，分佈於非洲、南美、西印度等地，稱曰鉤蟲 (第二圖)。



第二圖 鉤蟲之一種 (*Peripatus capensis*) (實物大)
(Moseley)

甲殼綱 (Crustacea)——體軀成自頭胸部 (Cephalothorax) 及腹部, 外被堅固之甲殼, 故名。前端具觸角二對, 口器成自一對上顎及二對



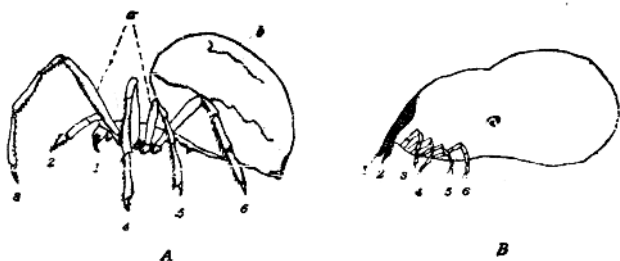
第三圖 蝦之一種 (*Panaeus canaliculatus*) ($\times \frac{1}{2}$)

a₁. 第一觸角; a₂. 第二觸角; b. 頭胸部;

c. 腹部; 8—13. 胸腳; 14—18. 腹腳 [岸上] 樣式皆有極大變

異, 種類之多, 在本門中居第三位。

蛛形綱 (Arachnida)——體或由頭胸部及腹部二部構成, 如蜘蛛; 或頭、胸、腹三部合而為一, 如壁蝨。具口器二對, 步腳四對, 無觸角。腹



第四圖 蛛形綱之二種

A. 蜘蛛之一種 (*Epeira*)

B. 壁蝨之一種 (*Ixodes*)

a. 頭胸部; b. 腹部; 1—2. 口器; 3—6. 步腳。

[Nitsche]