

國立中興大學農學院叢書

第 二 號

昆 蟲 學

上 冊

貢 穀 紳 編 著

國立中興大學農學院
出版委員會出版

PDG

國立中興大學農學院叢書

第 二 號

昆 蟲 學

上 冊

貢 穀 紳 編 著

國立中興大學農學院
出版委員會出版

編著者簡介：字意超，江蘇武進人，1921年4月3日生。福建省立農學院植物病蟲害學系農學士、美國威斯康辛大學(University of Wisconsin)昆蟲學碩士及植物病理學碩士、美國佛州大學(University of Florida)哲學博士。1995年8月12日獲頒美國佛州大學傑出校友獎。曾任大學助教、講師、副教授、教授、系主任、院長、美國佛州大學昆蟲學系客座教授、農復會技正、臺灣植物保護中心主任、國立中興大學校長及名譽教授等職。專長昆蟲生態與害蟲防治。

國立中興大學農學院叢書第二號

昆 蟲 學

上 冊

1962年8月 初 版
1978年9月 修訂版
1984年6月 修訂版
1991年6月 修訂版
1995年3月 修訂版
1998年10月 修訂版

劃撥儲金帳戶中字第 0021569-8 號

編著及 貢 毅 紳
發行者

臺中市國光路313號
出版者 國立中興大學農學院出版委員會
印刷者 廣 益 印 書 局

臺中市中正路103巷1號

修訂版序

1964年秋，穀紳應美國佛州大學邀請擔任昆蟲學系客座教授。行前，正值本書初版印行，迄今已十數寒暑，因發行倉促，難免有欠週之處，穀紳曾計畫將部分資料隨時空之需要加以補充，以應有關人士參考。奈因1967年夏回國後，除仍擔任原教學工作外，尚兼農院行政工作，因此有關資料，未能積極蒐集整理。及至1974年春，復應中國農村復興聯合委員會之聘，主持臺灣植物保護中心。接長之初，因興建實驗大樓，聘請工作人員，開劃及推展有關業務等，更無法專心編撰。

近為同好屢屢函詢，遂不揣簡陋，再鼓勇氣，引用新知，增加索引，修正陳跡，予以再版。拙著原為昆蟲學之一部分（第五篇 昆蟲分類），因此有關昆蟲分類之基本理論、研究方法等，多未逮及。近十多年來，世界各國，新知與科技，發展迅速。試驗研究，益顯精深。有關論著，質量俱進。以往未曾發現而今有專文報導者，屢見不鮮。為因應時空關係，諸多資料，取捨至感困難。

本書主旨，在使初學者對昆蟲綱各目昆蟲之分類情形，有一概括瞭解。故分類依據，仍以昆蟲各期之外部形態及內部解剖特徵為主。至於應用昆蟲生態、生理、遺傳特質、體液反應等作為分類依據，以及近年藉電腦處理之數值分類（Numerical taxonomy）等，以其已超越一般昆蟲分類之範疇，故略而未提。

此一修訂版，承國立中興大學昆蟲學系昆蟲分類學教授張書忱先生，楊仲圖先生及國立臺灣大學植物病蟲害學系昆蟲分類學教授李本鵬先生提供寶貴意見；連博士日清兄提供原尾目及缺翅目等之最新資料；中興大學昆蟲學系 1964及1965 級同學協助編排索引，蔡小姐皎協助打字，馬堪津、程建中、蘇文瀛諸學弟協助校對；內子雷洪音於公務家務煩忙勞累中仍多方協助。感激之餘，一併敬表謝忱。

1978年9月6日

貢穀紳 於臺灣植物保護中心

易 序

昆蟲類之跋扈于地球為時久矣，但其研究之成為獨立學科而受吾人之重視，則尚不過一二世紀事。就我邦情況而言：自民初創立新制大學後，農科課程內漸有昆蟲學之設列，第彼時研究乏人，師資缺少，故此科之實際講授，仍多困難。其後隨政治情勢之改善，各種科學研究漸有蓬勃之氣，但未幾抗戰軍興，全般學術工作，復遭嚴重打擊，非僅昆蟲學為然也。

今者，農業增產乃至國民保健，皆為當務之急，則昆蟲學之教學實須力予加強。現大學內有關該科，課程何止一二？而中文教材奇感匱乏，致青年學子深覺不便。幸同道貢毅紳先生亦有見及此，近以昆蟲學書稿示余，囑為之序，余受而讀之，知其取材標準，繁簡適度，切合當今需要，大有助於此種基本知識之傳授，因乃欣然應之。貢先生為余福建農學院舊雨，專攻昆蟲學垂二十年，發表著作頗多，其治學之精勤，風為同曹所敬佩。曩者赴美進修，幾經寒暑，返國後主持中興大學農學院昆蟲學系系務，滋多建樹，此書之作，尤能裨益士林，嘉惠後學，其風行於世，可以預卜。

民國五十一年孟夏

易希陶 序於國立臺灣大學植物病蟲害學研究所

劉 序

我與貢教授雖為同行，但貢教授忠於業而勤於學，所撰昆蟲學一書，通論之後，分類復出，以視我之一無所成，實不可同日而語。我從九一八以後，即與昆蟲學逐漸脫離，興趣所在，雖時仍涉獵，然究以公務逼人，作輟無常，不甘退伍而亦不可能也。

我與貢教授的接觸，一為香蕉假莖象鼻蟲防治，二為臺灣植物保護會議，三為農業推廣教育。中興大學農業教育系成立之初，貢教授曾參與學劃，然為時甚暫，即棄之而去，亦見其忠於所業，不像我之久於農政也。

香蕉向為臺灣之重要外銷農產，年前香蕉假莖象鼻蟲暴發，勢同野火，自北而南，莫之能禦。是時官吏束手，農民徒嘆奈何而已。而貢教授，奮身而出，研求防治，奔走山野，卒告成功。無貢教授學以致用之精神，今日扶桑蕉市雖佳，臺灣尚何增產之可言。

五十一年秋貢教授以所著昆蟲學上冊見惠。已知其治學之嚴謹。昆蟲學原分三冊。上為通論，中為分類，下為主態與防治。今分類繼之而出，足見其治學之勤。我之學業久荒，焉敢任校閱之責，況遠行在即，時亦不許。

但以貢教授於國家之貢獻及其於學業之精進，我所知者，皆足為青年法，願為一言，故樂為之序。

我在臺大理院兼課，有課外閱讀之規定，所列參考書，多為外文，學生每以為苦。貢教授昆蟲學問世，其嘉惠青年，當非淺鮮。寄語貢教授，願窺全豹者，正急不能待也。

民國五十三年三月九日

劉淦芝 序於臺北

初 版 自 序

筆者執教二十餘年，教學之餘，深感蟲學之精深，即窮畢生精力，亦難窺其全豹；況我國有關蟲學之書籍，坊間出版甚少，而今科學昌明，大有一日千里之勢，歐美各國新學說與創見之發表時有所聞，故比較新穎完善的課本實為需要，穀紳有感於斯，特撰寫此書。

本書凡三冊，部分內容，原為余授課之講義，試教多年，幾經增刪修改，整理成篇。上冊分緒論、外部形態、內部解剖及生理、發育與變態；中冊為分類簡介；下冊分生態概述、防治及研究技術等篇。其中所用術語名詞，除部分採用日本譯名外，多為我國所習用及個人所擬定。撰寫之初，深知工作艱鉅，決非率爾操觚，所可戲事，是以萃諸書之長，撷其精華，旁徵博引，以資互證，析疑辨正，以免訛誤，頗收他山攻錯之益。

唯穀紳學識淺陋，復因付梓匆促，有關本書之取材、編排，限於各種條件，未能盡如理想，錯誤之處，在所難免，尤盼海內先進有以正之是幸。

本書撰寫期間，蒙國立臺灣大學農學院植物病蟲害學研究所主任易博士希陶、中國農村復興聯合委員會植物生產組組長劉博士廷蔚、臺灣糖業試驗所所長劉博士淦芝等指示良多，脫稿後復承賜序，部分稿件並承本系張教授書忱撥冗賜正，筆者衷心銘感。又本系楊仲圖、王德一、李幼成、劉忠廷諸弟代為製圖、整理文字及校對；五一級暨五二級同學代為謄寫；內子雷洪音於公務家務煩忙之餘，仍予協助，併此致謝。

貢穀紳 於中興大學農學院昆蟲學系

目 錄

第一篇 緒 論

I 昆蟲在動物界中之分類地位… 1	IV 昆蟲與其他節足動物…………… 9
II 昆蟲在動物界之勢力…………… 1	V 昆蟲及昆蟲學…………… 10
III 昆蟲適應的徵象…………… 7	VI 主要常見昆蟲…………… 11

第二篇 外 部 形 態

體 壁 (23~27)

I 體壁的機能與結構…………… 23	IV 體節及其分區…………… 26
II 表皮突起物…………… 24	V 副器及非副器…………… 27
III 體色…………… 25	

頭 部 (28~34)

I 頭部概述…………… 28	III 昆蟲之觸角…………… 32
II 昆蟲之眼…………… 30	

口 器 (35~46)

I 咀嚼式…………… 35	5. 蚤之口器…………… 42
II 刺吸式…………… 38	III 銼吸式…………… 43
1. 蟬類之口器…………… 38	IV 舐吮式…………… 45
2. 蚊類之口器…………… 38	V 曲管式…………… 45
3. 厩蠅之口器…………… 40	VI 咀吸式…………… 46
4. 體蝨之口器…………… 41	

類 (47)

胸 部 (48~50)

I 胸部之結構…………… 48	II 胸部之板片…………… 48
-----------------	------------------

足 (51~54)

I 足之構造.....51	III 幼蟲之足.....54
II 足之種類及功用.....52	

翅 (55~63)

I 翅之邊緣與角.....55	IV 前後翅連繫結構.....57
II 翅之結構.....55	V 翅脈與翅室.....58
III 翅之特化.....56	VI 翅之鱗毛與其他.....62

腹部 (64~70)

I 腹節之結構.....64	III 腹部副器官突起物.....65
II 腹部節數.....65	

發音器 (71~76)

I 直翅目發音器.....71	IV 鞘翅目發音器.....74
II 同翅目發音器.....72	V 鱗翅目發音器.....75
III 半翅目發音器.....73	VI 雙翅目及膜翅目發音器.....75

發光器 (77~78)

第三篇 內部解剖及生理

內骨骼 (79~82)

I 內骨.....79	III 胸內骨.....81
II 幕狀骨.....80	

肌肉系統 (83~93)

I 肌肉之組織.....83	III 肌肉之力.....93
II 肌肉之排列.....85	

神經系統 (94~101)

I 中央神經系.....94	III 皮下神經系.....99
II 內臟神經系.....97	IV 神經系統的變異.....100

消化系統 (102~113)

I 前腸.....102	III 後腸.....110
II 中腸.....107	IV 消化器之附屬器及其他.....111

呼吸系統 (114~129)

I 氣孔.....114	V 呼吸系統之形式.....122
II 氣管.....118	1. 完全開孔呼吸系.....122
III 微氣管.....120	2. 半開孔呼吸系.....122
IV 氣囊.....121	3. 無氣孔呼吸系.....123

VI 呼吸作用的節制.....	123	用.....	124
VII 水生與內寄生昆蟲的呼吸作			

循環系統 (130~140)

I 循環器官.....	130	1. 血漿.....	135
1. 背管.....	130	2. 血細胞.....	136
2. 隔膜與血腔.....	133	3. 血液之凝結.....	138
3. 副搏動器官.....	134	4. 血液之機能.....	138
II 血液或稱血淋巴.....	135	III 血液之循環.....	139

排泄器官，脂肪體，及其他血體腔結構 (141~150)

I 馬氏管.....	141	V 尿酸細胞.....	148
II 脂肪體.....	144	VI 腺體分泌作用.....	148
III 排泄細胞.....	147	VII 消化管壁及其他.....	149
IV 色素與體壁.....	147	VIII 扁桃細胞.....	149

腺體或分泌器官 (151~163)

I 有管腺或外分泌腺.....	152	II 無管腺或內分泌腺.....	158
-----------------	-----	------------------	-----

感覺器官及知覺 (164~190)

I 感覺器官之分類.....	164	IV 化學感受器.....	174
II 機械感覺器.....	166	V 溫度及濕度感覺.....	178
III 聽覺器官.....	170	VI 視覺器官.....	179

生殖系統 (191~210)

I 生殖系統之主要部分.....	191	VI 性細胞與精子傳遞.....	202
II 雌性生殖器官.....	192	V 性別決定.....	208
III 雄性生殖器官.....	199		

第四篇 發育與變態

變 態 (212~220)

I 變態之定義.....	212	IV 大小變化.....	214
II 形態變化.....	213	V 變態之種類.....	214
III 習性變化.....	213		

胚胎時期 (221~230)

I 分割與原胚層形成.....	221	V 胚胎體節之形成.....	226
II 胚帶之形成.....	222	VI 胚胎背合與胚蔽膜退化.....	226
III 原腸期之形成.....	222	VII 器官形成之起源.....	229
IV 羊膜、漿膜與胎動現象.....	223	VIII 發育程序.....	229

生長時期 (231~246)

I 齡蟲及齡期.....	232	V 幼蟲之適應性.....	240
II 幼蟲之形式.....	232	VI 線條、瘤突與其他.....	241
III 脫皮與生長.....	234	VII 幼蟲期.....	245
IV 生長率.....	238		

休息時期 (247~251)

I 前蛹.....	247	IV 蛹之保護.....	250
II 蛹之活動.....	248	V 羽化.....	250
III 蛹之種類.....	248		

成蟲器官之發育 (252~259)

I 真皮.....	253	VII 氣管系.....	257
II 消化管.....	256	VIII 背管.....	258
III 馬氏管.....	256	IX 中央神經系.....	258
IV 唾液腺及絹絲線.....	256	X 肌肉系統.....	258
V 脂肪體.....	257	XI 後變態發育.....	258
VI 扁桃細胞.....	257		

後胚胎發育之生理 (260~261)

I 生長與變態激素調節.....	260	II 靜止期.....	260
------------------	-----	-------------	-----

有性時期 (262~274)

I 交尾.....	262	III 交尾期間之食性.....	265
II 產卵.....	263	IV 生殖方式.....	266

緒 論

(Introduction)

I. 昆蟲在動物界之分類地位

宇宙萬物——有機與無機，或生物與非生物——可分為三界：礦物界 (Mineral kingdom), 植物界 (Plant kingdom) 及動物界 (Animal kingdom)。現代科學家，又以合成界 (Synthetic kingdom) 稱為第四界。

上述三自然界 (Natural kingdoms) 間，雖各有其獨特之處，然相互關係，至為密切。在動物界中，復按其體軀構造，生活習性，以及胚胎發生等，隨其親緣關係，自最低等的原生動物至最高等的脊椎動物間，分為若干門 (Phylum)，門下分為若干綱 (Class)，綱下分為若干目 (Order)，目下分為若干科 (Family)，科下分為若干屬 (Genus)，屬下分為若干種 (Species)。昆蟲即屬於節足動物門的昆蟲綱。茲以爲害臺灣水稻最嚴重的三化螟 (*Scirpophaga incertulas* (Walker)) 爲例，說明其在動物界之分類地位如次：

界 Kingdom: Animal (動物界)

門 Phylum: Arthropoda (節足動物門)

綱 Class: Insecta 或 Hexapoda (昆蟲綱或六足綱)

目 Order: Lepidoptera (鱗翅目)

科 Family: Pyralidae (螟蛾科)

屬 Genus: *Scirpophaga* (*Tryporyza*)

種 Species: *incertulas*

學名 *Scirpophaga incertulas* (Walker)

II. 昆蟲在動物界之勢力

昆蟲在生物生存競爭過程中，爲獲得勝利的一群。它在動物界所佔的勢力，可從下面的數字與事實，知其梗概。

1. 數量：

目前 (或將來) 無人知道世界上動物及昆蟲確實的種數與個數。各學者對已知動物及昆蟲種數的估計 (第一表)，亦頗多出入。

第一表 現存動物及昆蟲已知種數估計表

類 別	舉 例	估 計 者		
		Metcalf & Flint 1939—1951	Ross 1956	Shiraki 1954
脊索動物門 (Chordata)	哺乳動物、鳥、龜 蛙、魚等	60,000	40,000	38,000
*昆蟲綱 (Insecta)	蝶、蛾、蚤、蠅等	640,000	900,000	1,500,000
其他節足動物門 Other Arthropoda	蜘蛛、蜈蚣、蝦等	73,500	70,000	50,000
軟體動物門 (Mollusca)	蝸牛、蚌等	80,000	80,000	80,000
棘皮動物門 (Echinodermata)	海膽、海參、海星 等	5,500	5,000	5,000
環形動物門 (Annelida)	蚯蚓、水蛭等	8,000	7,000	5,000
擬軟體動物門 (Molluscoidea)	鮮蟲類、腕足類等	3,600	2,500	2,500
扁形動物門 (Platyhelminthes)	肝蛭、條蟲等	7,000	6,500	6,500
圓形動物門 (Nemathelminthes)	蛔蟲、線蟲等	5,500	3,500	3,500
擔輪蟲動物門 (Trochelminthes)	輪蟲等	1,750	1,500	1,500
腔腸動物門 (Coelenterata)	水母、水螅等	10,000	9,000	5,000
海綿動物門 (Porifera)	海綿等	3,250	4,500	3,000
原生動物門 (Protozoa)	變形蟲、草履蟲、 眼蟲、瘧原蟲等	17,000	30,000	15,000
其他小門 (Minor phyla)	櫛水母動物門 (Ctenophora)等	900		
合	計	916,000	1162,500	1715,000

由此可悉，已知現存動物的估計數，約為 916,000~1,715,000 種。而昆蟲則為 640,000~1,500,000 種，一般說來，昆蟲種類約佔全體動物的 75~80 %。

在已知昆蟲種類中，鞘翅目約佔 40%，鱗翅目，膜翅目及雙翅目約佔 49%，其餘各目昆蟲約佔 20%。

*據美國農部昆蟲局 (Yearbook Agr., U.S. Dept. Agr., 1952) 報導現存昆蟲種數約為 685,900 種。

上面是已有記述種類的估計。至於全球究有若干種昆蟲，各學者估計差異更大，約為 2,500,000~10,000,000 種。

關於昆蟲蟲口的問題，更無法作精確的統計，詳情當於次節說明。茲舉數例於次：

1955年間，臺灣中部香蕉假莖象鼻蟲 (*Odoiporus longicollis* Oliv.) 猖獗一時，各蕉區獎勵清園，收購成蟲達二千七百餘公斤，每公斤平均約 11,000 頭，故直接捕獲成蟲三千餘萬頭。

飛蝗 (*Locusta migratoria migratorioides* Reich) 猖獗之年，蔽天飛翔，如急風暴雨；為害之猛，如亂時疫；食料缺乏時，則取食他方，綠野千里，頃刻可變為赤地。西土耳其曾於大發生年 3 個月內搜集蝗卵 3 噸及蝗蟲 1200 噸，其數量之多，實不難想見。臺灣甘蔗亦常受菲律賓飛蝗 (*Locusta migratoria manilensis* Meyen) 為害。

2. 大小：

昆蟲個體之大小，隨種類而異。同一種類，亦因性別、地域、營養、季節及其他因子的影響，差異甚著。Folsom 氏曾云：“昆蟲之大者，有大於脊索動物之小者；昆蟲之小者，有小於原生動物之大者”。此可說明各類昆蟲個體大小的差異情形。

脊索動物最小的被囊動物亞門 (TUNICATA) 僅及百分之一吋長，事實上多數昆蟲大於此種尺寸。原生動物最大的貨幣石屬 (*Nummulites*) (屬於有孔蟲亞綱 FORAMINIFERA) 有銀角大小，當然小於此種尺寸的昆蟲，亦復不少。茲列舉數例於次，個體較大的昆蟲如：

犀蜚 (*Megasoma elephas*) ——中美產——長達 5 吋；

巴西蛾 (*Erebus agrippina*) ——巴西產——翅展達 11 吋；

皇蛾 (*Attacus atlas*) ——中國南部諸省及臺灣——翅展達 10 吋；

蝗蟲 (*Tropidacris latreillei*) ——中南美產——體長 6.5 吋，翅展 9.5 吋；

熱帶天牛 (*Acrocinus longimanus*) ——觸角及足合計長度 8 吋。

【化石昆蟲中一種竹節蟲 (*Corydaloides scudderi*) 有 28 吋；一種蜻蜓 (*Meganeura sp.*) 翅展達 2 呎，一種蜉蝣 (*Platphemera antiqua*) 翅展達 5.5 吋】

個體較小的昆蟲：如一種卵寄生蜂 (*Trichogramma*) 僅及 $1/32$ 吋，細尾黑蜂科 (Proctotrupidae) 昆蟲則更為細小；雙翅目 (Diptera) 蚋科 (Simuliidae) 昆蟲有小於 $1/60$ 吋者；最小的北美產甲蟲 (*Nanosella fungi*) 屬老毛蟬蟲科 (ptiliidae)，常存於白粉病病原菌內，其大小僅及

$1/100$ 吋。

3. 歷史：

從化石的考證，昆蟲在地質時代 (Geologic age) 的古生代 (Palaeozoic era) 時，已佔重要位置 (第二表)。雖有自奧陶紀 (Ordovician period) 及志留紀 (Silurian period) 已有出現之說，但據最近名學者的研究，除類彈尾蟲 (Collembolalike) 外，昆蟲的出現，認為在古生代的上石炭紀 (Upper carboniferous period)，蟲經變遷，延續迄今，很多種類，僅見於化石。據 Carpenter 氏 (1952) 估計，昆蟲出現時期，距今約已 2 億 5 千萬年，號稱為萬物之靈的人類，在靈生代 (Psychozoic period) 始有出現。

又據 Carpenter 氏估計，自更新紀人類演進迄今，頂多約百萬年，是以人類與昆蟲之戰，始於有人類之時，進行迄今，其患依然。

4. 分佈：

昆蟲與其他動物一樣，具有活動的能力，常為趨求適宜的溫度、濕度、食物等而定其動向；或為減少居所、食物、氧 (尤以水生昆蟲為甚) 的競爭；或為避免天敵及不良環境的影響。其遷移分佈，或由於偶然，或由於其他因子所致；有時亦為高山、沙漠、海洋等所阻隔；或僅限於局部；或作長距離遷移。

昆蟲遷移分佈時，或藉翅飛翔，或藉足步行，或以跳躍、吐絲、及其他結構；或藉風、流水、寄主及人類 (有意及無意) 等力量，達到其遷移之目的。

就平面分佈而言，在北極區雖無蠅尾目 (Thysanura) 及羣尾蟲科 (Panorpidae) 昆蟲，但有少數蜉蝣目 (Ephemeroptera)、脈翅目 (Neuroptera) 及革翅目 (Dermaptera) 之昆蟲存在。而北緯 83 度，猶有蝶類發現的報導，北緯 70 度地帶，有蚊等出現。在南極區無陸上生存的脊椎動物，其鳥類及哺乳類，多生活於海中；但 Byrd (1935) 曾見有彈尾目 (Collembola) 及搖蚊 (Chironomid fly) 生存於南極陸地上。Scott 南極探險隊，有兩次獲得昆蟲的記載，唯個體數目不多。

就垂直分佈言，由於緯度方面 910 哩的溫度差異，約與垂直方面 1 哩的溫度變遷相當。理論上吾人可期望在 1 哩高的山上，與在向北 910 哩地方找到相同的昆蟲 (其他條件不變時)。正如由臺灣的嘉義，登高玉山，自山麓至山頂，可感其氣溫漸降，亦可見其植物相 (Flora) 由熱帶植物漸變至溫帶植物及寒帶所具有的植物，昆蟲的垂直分佈，其理同此。

就種類言，熱帶地區，種類較多，愈近兩極，其種類愈少；就個數言，除蟻，白蟻及熱帶產種類外，通常以溫帶氣候地區所產個體數為多 (Frost, 1942) (熱帶天敵亦多)。大體說來，植物可生存處，人類能生活區域，也可覓得昆蟲的踪跡。日常生活中所見的動物，亦以昆蟲類為最多。