

# 動物學 (上冊)

Fourth Edition  
*Zoology*



原 著

Stephen A. Miller · John P. Harley

總 校 閱

曾萬年 日本東京大學海洋研究所農學博士  
國立台灣大學動物學系教授

校 閱

嚴震東 戴昌鳳 呂光洋 李玲玲 林芳郁  
陳俊宏 陳瑞芬 鍾虎雲 林瑞萍



麥格羅·希爾



藝軒圖書出版社

# 動物學 ( 上冊 )

Zoology, 4<sup>th</sup> ed

Stephen A. Miller · John P. Harley 原著

## 總 校 閱

曾萬年 日本東京大學海洋研究所農學博士  
國立台灣大學動物學系教授

## 校 閱

嚴震東 美國傑佛遜醫學院生理學博士  
國立台灣大學動物學系教授

戴昌鳳 美國耶魯大學生物學系博士  
國立台灣大學海洋研究所教授

呂光洋 美國密西西比州州立大學生態學博士  
國立台灣師範大學生物學系教授

李玲玲 美國加州大學戴維斯校區生態學博士  
國立台灣大學動物學系副教授

林芳郁 美國加州大學聖塔芭芭拉分校生物學系博士  
國立台灣大學動物學系副教授

陳俊宏 美國奧瑞崗州立大學動物學系博士  
國立台灣大學動物學系副教授

陳瑞芬 國立台灣大學動物學系博士  
國立台灣大學動物學系助理教授

鍾虎雲 日本獸醫畜產大學獸醫學博士  
國立台灣大學動物學系兼任教授

林瑞萍 國立台灣大學動物學系理學士  
國立台灣大學動物學系兼任副教授

## 譯 者

王明智 許皓捷 邱郁文 趙明仁 韓玉山  
莊淑君 朱雲瑋 林明志 郭建賢 陳一菁  
沈康寧 何英毅 陳修玲

US International The McGraw-Hill Companies, Inc.  
Boston, Burr Ridge IL, Dubuque IA, Madison WI, New York, San Francisco, St Louis  
Bangkok, Bogota, Caracas, Kuala Lumpur, Lisbon, London,  
Madrid, Mexico City, Milan, Montreal, New Delhi, Santiago,  
Seoul, Singapore, Sydney, Taipei, Toronto

美商麥格羅·希爾國際股份有限公司 ( 台灣 ) · 華軒圖書出版社 合作出版暨發行

---

## 動物學 (上)

---

© 2001 年，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司台灣分公司版權所有。  
本書所有內容，未經本公司事前書面授權，不得以任何方式（包括儲存  
於資料庫或任何存取系統內）作全部或局部之翻印、仿製或轉載。

Original : Zoology, 4<sup>th</sup> ed  
By Stephen A. Miller & John P. Harley  
ISBN: 0-697-34555-6  
Copyright © 1999 by McGraw-Hill, Inc.  
All rights reserved.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 P H W 2 1 0 9 8 7 6 5 4 3 2 1

作 者 Stephen A. Miller & John P. Harley

總 校 閱 曾萬年

校 閱 嚴震東 戴昌鳳 呂光洋 李玲玲 林芳郁  
陳俊宏 陳瑞芬 鍾虎雲 林瑞萍

譯 者 韓玉山等譯

合作出版 美商麥格羅·希爾國際股份有限公司（台灣）  
暨發行所 台北市信義區忠孝東路五段 510 號 23 樓  
TEL: (02) 2727-2211 FAX: (02) 2346-3300  
<http://www.mcgraw-hill.com.tw>

藝軒圖書出版社  
台北縣新店市民權路 98 號 9 樓（捷運新店線大坪林站同仁醫院出口）  
TEL: (02) 2219-2577 FAX: (02) 2219-8511  
<http://www.yihisient.com.tw>  
E-mail: yihisient@ms17.hinet.net

總 經 銷 藝軒圖書文具有限公司  
台北市羅斯福路三段 316 巷 3 號（台大校門對面，捷運新店線公館站）  
TEL: (02) 2367-6824 FAX: (02) 2365-0346

郵政劃撥：0106292-8

台中門市  
台中市北區五常街 178 號（健行路 445 號宏總加州大樓）  
TEL: (04) 2206-8119 FAX: (04) 2206-8120

國際書局  
台中市學士路 187 號（中國醫藥學院附近）  
TEL: (04) 2201-5386

大夫書局  
高雄市三民區十全一路 107 號（高雄醫學院正對面）  
TEL: (07) 311-8228

出版日期 西元 2001 年 3 月 初版  
行政院新聞局出版事業登記證／局版北市業字第 323 號

印 刷 宏陽電腦製版排版有限公司

定 價 新台幣 元

---

ISBN : 957-493-338-5

---

國家圖書館出版品預行編目資料

動物學 / Stephen A. Miller, John P. Harley

著；曾萬年總校閱 -- 初版. -- 臺北市：

麥格羅希爾：2001 [民 90]

冊：公分 含索引

譯自：Zoology, 4th ed.

ISBN 957-493-338-5 (上冊：精裝)

ISBN 957-493-339-3 (下冊：精裝)

1. 動物學

380

90001269

# 前言

在修訂《zoology》第四版期間，我們針對以前版本在增進學生瞭解「動物學」這個活躍而動態的科學領域的貢獻，做了詳細的評估。許多學生和教師不斷地讚揚本書是現有普通動物學教科書中可讀性最高的一本。一本教科書，如果可讀性不高，即使它很具有權威性，而且鉅細靡遺，對普通動物學教師和學生而言，將無甚用處。內容的可讀性和整合性是我們在第四版中堅持保留，並且改進的特徵。我們感激所有在修訂新版過程中提供建議的教師和學生們。

編撰普通動物學教科書的最大挑戰之一，是必須兼顧書本的內容適中，而且又能適合不同教師教授動物學的需求。第四版和第三版相同，內文維持在七百頁之內，並且以彩色呈現。許多教師已利用全彩的圖說，選擇特定的章節，當做教材。

在這個版本中，我們努力改進所有章節的正確性和清晰性，同時更新部分內容。本版有下列新的特徵：新的或修訂的圖說和圖片、新的專欄內容、包含最近才被描述的動物門（環口動物門）、擴充及更新有關支序分類學的內容、每章末並附有與該章內容相關的網際網路資訊、擴充關於軟體動物門的描述、野生動物警訊等。我們相信，對於學生和教師來說，野生動物警訊特別有價值。第一個「野生動物警訊」，介紹瀕危物種和受威脅物種的分類，以及美國地區物種消失問題的嚴重性；其他有關野生動物警訊的介紹，則描述特定動物種類的危機，並且分散在本書的不同章節之中，以提醒讀者有關人類已經對動物族群造成的影響。其中所介紹的瀕危物種，有一些是脊椎動物，另有一些則是無脊椎動物，例如卡那藍蝴蝶（Karner blue butterfly）、更新世的愛荷華螺類及淡水貽貝。我們希望這些「野生動物警訊」能讓學生更加瞭解保護野生動物棲地和物種的重要性。

本書分為六個單元。在前面數章中，我們經由介紹生物共有的生命特徵，來強調所有生命型式的相互關係。第一單元包括動物學簡介和細胞的化學、構造及功能。第二單元包含分子生物學、遺傳學及胚胎學等基礎生物學概念。第三單元介紹演化，第四單元包含行為和生態。演化和生態的主題，放在各動物門及其形態和功

能的内容之前，目的是要強調這兩者是所有動物學概念的重要基礎。第五單元介紹各類動物，強調牠們在演化上的關係，也就是把主要動物門相連在一起的動物結構和動物的適應。第十六章包含動物的分類、結構和類緣關係。我們在第十六章擴充了有關支序學原理的說明，並且在第十七章至三十一章中，用支序圖來描繪演化的關係。支序學分析在動物系統學上益形重要。由於支序分析法常獲得一些與傳統分類不同的類群，因此有必要向初學者介紹其方法。這些章同時包括各動物門的條列特徵和全彩圖片。我們並把一些鮮為人知的無脊椎動物門安排在特定章節的卷尾中介紹，其目的是要反映各章所介紹動物的演化關係。放在卷尾，可避免有關這些動物的討論在各章的冗長敘述中被忽視。第六單元以比較的方法介紹動物的形態和功能，這種方法包括特定器官系統的敘述和全彩圖片，以描繪其構造和功能演變的演化關係。第六單元也包含無脊椎和脊椎動物等量而平衡的描述。

——戴昌鳳教授譯

## 補充的參考資料

1. An Instructor's Manual/Test Item File, prepared by Jane Aloï, provides examples of lecture/reading schedules for courses with various emphases. In addition, each chapter contains a detailed outline, purpose, objectives, key terms, summary, sources for audiovisual materials and computer software, and approximately 50 multiple-choice test questions.
2. General Zoology Student Study Guide, prepared by Jane Aloï and Gina Erickson, contains subject-by-subject summaries, questions, Web site addresses, and learning activities.
3. A set of 100 full-color acetate transparencies are available to supplement class-room lectures.
4. General Zoology Laboratory Manual, fourth edition, by Stephen A. Miller, is an excellent corollary to the text and incorporates many of the same learning aids. This edition offers enhanced coverage of the scientific method, a new exercise on cladistics, and activities in the survey of the animal phyla in Part Two that emphasize evolutionary relationships. A Laboratory Resource Guide is also available and contains additional

information about materials and procedures, and the answers to worksheet questions that accompany the lab exercises.

5. **The Customized Laboratory Manual.** Each lab manual exercise is also available individually as offprints, so students need buy only those exercises used in the laboratory. Contact your local sales representative for more details.
6. **Life Science Animations** is a series of five videotapes featuring more than 50 animations of key physiological processes spanning the breadth of concepts covered in a typical life science course. Of particular interest to professors teaching zoology are tape 3, *Animal Biology: Part I*, and tape 4, *Animal Biology, Part II*. These full-color animations enable the student to more fully and easily grasp such concepts as the formation of the myelin sheath, saltatory nerve conduction, signal integration, reflex arcs, and the organ of static equilibrium. (ISBNs 25050 and 25071)
7. **How to Study Science**, by Fred Drewes, offers students valuable tips on note-taking, how to interpret text figures, how to manage time, how to prepare for tests, and how to overcome "science anxiety." (ISBN 14474)
8. **The Life Science Living Lexicon CD-ROM**, by William Marchuk, provides comprehensive coverage of all the life science disciplines—biology, anatomy, physiology, botany, zoology, environmental science, and microbiology—by combining complete lexicon components:
  - Overview of word construction and how to use the text material
  - Glossary of common biological root words, prefixes, and suffixes
  - Glossary of descriptive terms
  - Glossary of common biological terms, organized by discipline
  - Section describing the classification system
 in a powerful interactive CD-ROM with more than a thousand vivid illustrations and animations of key processes and systems—including histology micrographs and an interactive quizzing program. (ISBN 12133)
9. **Critical Thinking: A Collection of Readings**, by David J. Stroup and Robert D. Allen, is available for instructors who are working to integrate critical thinking into their curricula. This inexpensive text helps in the planning and implementation of programs intended to develop students' abilities to think logically and analytically. The book is a collection of articles that provide instruction and examples of current programs. The authors have included descriptions and evaluations of their personal experiences with incorporating critical thinking study in their coursework. (ISBN 14556)

## 誌 謝

我們感謝下列審稿者，在本書撰寫期間提供詳盡的批評和建議。他們在繁忙的教學和研究工作中，特別撥出時間來閱讀我們的初稿，並且提供建設性的建議，大幅增進本書的內容。

## 審稿者

Jane Aloï, *Saddleback College*  
 Beverly Burden, *Louisiana State – Shreveport*  
 Sarah Cooper, *Beaver College*  
 Tom Dale, *Kirtland Community College*  
 Elizabeth Desy, *Southwest State University*  
 Patricia Dooris, *Saint Leo College*  
 Peter Ducey, *State University of New York at Cortland*  
 Bruce Edinger, *Salem-Tekyo University*  
 DuWayne Englert, *Southern Illinois University*  
 Jim Goetze, *Laredo Community College*  
 Nels Granholm, *South Dakota State University*  
 Michael Hartman, *Haywood Community College*  
 William F. Hibschan, *Hartford Community College*  
 Karen Hickman, *University of Mary Hardin-Baylor*  
 Brian Hill, *Freed-Hardeman University*  
 Nathan Hovekamp, *Lenoir Community College*  
 Daniel Ippolito, *Anderson University*  
 Steve Landers, *Troy State University – Main Campus*  
 Virginia Lyons, *Trinity College*  
 Eddie Lunsford, *Tri-County Community College*  
 William Mathena, *Kaskaskia College*  
 Thomas Moon, *California University of Pennsylvania*  
 Eric V. Nelson, *Ohio Northern University*  
 Murray Paton Pendarvis, *Southeastern Louisiana University*  
 Neil Schanker, *College of the Siskiyous*  
 Fred Schindler, *Indian Hills Community College*  
 Amy C. Sprinkle, *Jefferson Community College – Southwest*  
 Mike Stokes, *Western Kentucky University*  
 John Tibbs, *University of Montana*  
 Dwina Willis, *Freed-Hardeman University*  
 Robert Yost, *Indiana Purdue University – Indianapolis*

一本教科書的出版需要許多人的努力，我們非常感謝 WCB/McGraw-Hill 同仁的付出，他們展現高度的耐心、技巧和對本書的奉獻精神。本書的執行編輯 Marge Kemp 以及副總裁兼編輯 Kevin Kane 協助本書從初期規劃階段逐漸成形。發展編輯 Adora Pozolinski 促使本書第四版順利印行，使我們在超乎想像的紛雜事務中，仍能按預訂計畫進行。Peggy Selle 則充當我們的計畫經理，我們感謝她在本書發行過程中的高度協調技巧。

最後，也是最重要的，我們要感謝家人的耐心和鼓勵。Janice A. Miller 在本書的計畫和撰寫期間，與本書日夜為伍，她不幸於本書第一版發行的兩個月前突然逝世。我們的妻子，Carol A. Miller 和 Jane P. Harley 在本書修訂過程中，持續給予支持，我們感激家人在本書撰寫和修訂期間的犧牲。我們把本書獻給 Janice 和我們的家人。

Stephen A. Miller  
John P. Harley

## 編者序

美國 Ozarks 學院 Stephen A. Miller 教授與 Eastern Kentucky 大學 John P. Harley 教授編著，1999 年 WCB/Mc-Graw-Hill 公司出版的第四版 Zoology，是目前最受歡迎的動物學教科書之一。原書共分為六個單元三十九章，內容涵蓋分子生物學與細胞、生殖、遺傳與演化、行為與生態、類緣關係、以及構造與功能等領域。探討的動物從低等到高等，從各個層面來瞭解物種演化的過程及其生命現象的共同特徵。各章內容圖文並茂、生動有趣，值得一讀。

生命科學是二十一世紀的顯學，新發現不斷上演，原著收容了很多有趣的科學新知，非常引人入勝。但是原文書中的專門術語與生疏的拉丁文動物名稱，常使讀者望而卻步，大大減低學習的興趣。為了服務讀者，藝軒圖書公司總經理董水重先生不惜花費鉅資取得該書的中文版授權。翻譯文章，要忠於原著且行文要流暢，以達到信、達、雅之目的，才能引起讀者的共鳴。

翻譯工作，分別由學有專精的台大動物學研究所、漁業科學研究所及師大生物研究所的十三位博、碩士班研究生擔綱，台大動物學系（所）、海洋研究所及師大生物系的十位教授負責審稿和潤筆。

最後階段的整編與校對工作，超乎想像中的繁瑣，幸蒙戴昌鳳等多位教授、博士班韓玉山同學以及藝軒編輯人員雷碧秀、李卿僑、傅秀惠、及鍾秀娟等人的協助。本書的完成匯集了很多人的智慧，非常感謝所有編譯者不計代價的付出。希望它的問世，能對生命科學教育的普及有所助益，同時也希望它能成為動物學自修的良伴。因倉促付梓，恐有疏漏，但願社會賢達不吝指教，以便再版時予以修正，使本書能夠達到更完美的境界。

國立台灣大學動物學系教授

曾萬年 謹識

2001 年 1 月於生命科學館

# 目次

## 上冊

|                  |    |                           |    |
|------------------|----|---------------------------|----|
| 前 言              | i  | pH：測量酸性與鹼性                | 20 |
| 編者序              | iv | pH：以緩衝劑控制                 | 21 |
| 第一單元 科學、細胞及分子生物學 | 1  | 動物的分子                     | 21 |
| 1 動物學在科學中的地位     | 2  | 碳水化合物：儲存能量與結構性支持          | 22 |
| 單一世界的觀點          | 3  | 脂質：能量、介面及訊號               | 22 |
| 遺傳的統一性           | 3  | 蛋白質：生命多樣性的基礎              | 24 |
| 生命的基礎單位          | 3  | 核苷酸與核酸：訊息儲存、化學訊息及<br>能量轉移 | 25 |
| 演化的一致性與生命的多樣性    | 4  | 野生動物警訊 1 問題的概觀            | 27 |
| 環境與世界資源          | 8  | 摘 要                       | 28 |
| 何謂動物學？           | 10 | 關鍵名詞                      | 28 |
| 動物分類             | 10 | 思考性問題                     | 29 |
| 科學方法             | 10 | 網際網路上的參考資料                | 29 |
| 摘 要              | 12 | 3 動物的細胞、組織、器官及器官系統        | 31 |
| 關鍵名詞             | 12 | 細胞是什麼？                    | 34 |
| 思考性問題            | 12 | 為什麼多數細胞都很小？               | 34 |
| 網際網路上的參考資料       | 13 | 細胞膜                       | 36 |
| 2 動物生命的化學基礎      | 15 | 細胞膜的結構                    | 36 |
| 原子與元素：所有物質的結構單元  | 16 | 細胞膜的功能                    | 37 |
| 原子結構             | 16 | 透膜運動                      | 37 |
| 能階層              | 17 | 簡單擴散                      | 37 |
| 化合物與分子：原子群集      | 17 | 輔助擴散                      | 37 |
| 共價鍵：共用電子對        | 18 | 滲 透                       | 40 |
| 氫 鍵              | 19 | 過 濾                       | 40 |
| 離子鍵：正負電荷相互吸引     | 19 | 主動運輸                      | 43 |
| 酸、鹼及緩衝劑          | 20 | 胞吞作用                      | 43 |
|                  |    | 胞吐作用                      | 43 |

|                  |    |                    |    |
|------------------|----|--------------------|----|
| 細胞質、胞器及細胞組成      | 45 | ATP：細胞的流通能量        | 64 |
| 細胞質              | 45 | 細胞如何轉換能量：概觀        | 65 |
| 核糖體：蛋白質的工作檯      | 45 | 摘要                 | 66 |
| 內質網：生產與運輸        | 45 | 關鍵名詞               | 67 |
| 高爾基體：包裝、歸類、及輸出   | 45 | 思考性問題              | 67 |
| 溶小體：消化與分解        | 47 | 網際網路上的參考資料         | 67 |
| 粒線體：動力產生器        | 47 |                    |    |
| 細胞支架：微管、間絲、及微絲   | 48 | 5 動物如何獲取營養素中的能量    | 69 |
| 纖毛與鞭毛：運動         | 49 | 糖解作用：營養素新陳代謝的第一個階段 | 70 |
| 中心粒與微管組織中心       | 49 | 糖解作用的演化觀點          | 70 |
| 液泡：細胞維持          | 49 | 電子轉移的本質            | 72 |
| 細胞核：資訊中心         | 50 | 發酵作用：無氧生活          | 72 |
| 核膜：進出細胞核的閘道      | 50 | 有氧呼吸：ATP 的主要來源     | 74 |
| 染色體：遺傳容器         | 50 | 有氧呼吸的能量得分：一張收支平衡表  | 74 |
| 核仁：核糖體的前聚點       | 50 | 脂肪與蛋白質的新陳代謝：替代性的食物 | 76 |
| 組 織              | 51 | 分子                 |    |
| 上皮組織：許多形式與功能     | 51 | 新陳代謝的控制            | 77 |
| 結締組織：連接與支持       | 51 | 新陳代謝貯存池            | 77 |
| 肌肉組織：運動          | 51 | 野生動物警訊 3 卡娜藍蝴蝶     | 78 |
| 神經組織：通訊          | 51 | 摘要                 | 79 |
| 器 官              | 51 | 關鍵名詞               | 79 |
| 器官系統             | 55 | 思考性問題              | 79 |
| 野生動物警訊 2 東非黑犀牛   | 56 | 網際網路上的參考資料         | 79 |
| 摘要               | 56 |                    |    |
| 關鍵名詞             | 57 | 第二單元 動物生命的延續       | 83 |
| 思考性問題            | 57 |                    |    |
| 網際網路上的參考資料       | 57 | 6 細胞分裂             | 84 |
| 4 能與酶：生命的驅動力與控制力 | 59 | 有絲分裂、細胞質分裂及細胞週期：概觀 | 85 |
| 能量是什麼？           | 60 | 間期：複製遺傳物質          | 87 |
| 能量轉換定律           | 60 | 有絲分裂時期             | 87 |
| 活化能              | 61 | 前期：有絲分裂紡錘體的形成      | 87 |
| 酶：生物性催化劑         | 62 | 中期：染色體的排列          | 89 |
| 酶的結構             | 62 | 後期：子染色體的移動         | 89 |
| 酶的功能             | 63 | 末期：細胞核的再形成         | 89 |
| 影響酶活性的因子         | 63 | 細胞質分裂：分割細胞質        | 89 |
| 輔因子與輔酶           | 64 | 細胞週期的控制            | 89 |
|                  |    | 減數分裂：有性生殖的基礎       | 90 |

|                      |     |                        |     |
|----------------------|-----|------------------------|-----|
| 第一次減數分裂：前期 I 至末期 I   | 91  | 性染色體連鎖                 | 113 |
| 第二次減數分裂：前期 II 至末期 II | 91  | 從性性狀                   | 113 |
| 配子形成                 | 93  | 染色體數目與構造的改變            | 113 |
| 精子生成                 | 93  | 數目與構造改變的檢測             | 113 |
| 卵生成                  | 93  | 數目的變化                  | 114 |
| 野生動物警訊 4 黑紋背林        | 95  | 構造的變化                  | 115 |
| 摘要                   | 96  | 摘要                     | 115 |
| 關鍵名詞                 | 96  | 關鍵名詞                   | 118 |
| 思考性問題                | 96  | 思考性問題                  | 118 |
| 網際網路上的參考資料           | 96  | 網際網路上的參考資料             | 118 |
| <b>7 遺傳模式</b>        | 97  | <b>9 分子遺傳學：基本的細胞控制</b> | 119 |
| 現代遺傳學的誕生             | 98  | DNA：遺傳物質               | 120 |
| 孟德爾的遺傳定律             | 98  | 雙股螺旋模型                 | 120 |
| 分離                   | 99  | 真核生物的 DNA 複製           | 121 |
| 獨立分配                 | 102 | 基因的作用                  | 122 |
| 表現型的檢驗               | 102 | 三種主要的 RNA              | 123 |
| 其他遺傳模式               | 103 | 遺傳密碼                   | 123 |
| 多對偶基因                | 103 | 轉錄                     | 123 |
| 不完全顯性與共顯性            | 103 | 轉譯                     | 125 |
| 數量性狀：多基因             | 104 | 轉譯後的修改反應               | 125 |
| 環境效應與基因表現            | 105 | 真核生物中基因表現的調控           | 127 |
| 摘要                   | 105 | 突變                     | 127 |
| 關鍵名詞                 | 105 | 基因點突變的類別               | 127 |
| 思考性問題                | 105 | 突變的原因                  | 128 |
| 網際網路上的參考資料           | 106 | 遺傳工程技術的應用              | 128 |
| <b>8 染色體與基因連鎖</b>    | 107 | 重組 DNA                 | 128 |
| 真核細胞染色體              | 108 | 基因嵌入                   | 129 |
| DNA 與蛋白質組成           | 108 | 摘要                     | 132 |
| 性染色體與體染色體            | 108 | 關鍵名詞                   | 132 |
| 染色體數目                | 110 | 思考性問題                  | 133 |
| 連鎖關係                 | 111 | 網際網路上的參考資料             | 133 |
| X 連鎖                 | 111 | <b>10 描述性胚胎學</b>       | 135 |
| 里昂假說                 | 113 | 受精                     | 136 |
| Y 連鎖                 | 113 | 卵的活化                   | 137 |
| 體染色體連鎖               | 113 | 代謝與在核發生的現象             | 138 |

|                |     |                 |     |
|----------------|-----|-----------------|-----|
| 胚胎發育、卵裂、及卵的形態  | 139 | 12 演化與基因頻率      | 165 |
| 卵黃的量與分布        | 139 | 現代綜合理論的近觀       | 166 |
| 卵裂型式           | 140 | 演化一定會發生嗎?       | 166 |
| 主要的胚層與其衍生物     | 140 | 哈溫定理            | 166 |
| 棘皮動物胚胎學        | 140 | 演化的機制           | 167 |
| 脊椎動物胚胎學        | 144 | 族群大小、遺傳漂變、及中性選擇 | 167 |
| 脊索動物的體制        | 144 | 基因流動            | 168 |
| 兩生類胚胎學         | 144 | 突變              | 170 |
| 在陸地環境的發育       | 145 | 天擇的再檢驗          | 170 |
| 鳥類胚胎學          | 146 | 平衡多型性與異形合子優越性   | 172 |
| 中胚層的命運         | 149 | 種與種化作用          | 172 |
| 野生動物警訊 5 厚小冊貽貝 | 148 | 異域種化作用          | 173 |
| 摘要             | 149 | 鄰域種化作用          | 173 |
| 關鍵名詞           | 149 | 同域種化作用          | 174 |
| 思考性問題          | 149 | 演化速率            | 174 |
| 網際網路上的參考資料     | 149 | 分子演化            | 175 |
| <br>第三單元 演化    | 153 | 基因複製            | 175 |
| 11 演化：歷史觀點     | 154 | 鑲嵌式演化           | 175 |
| 達爾文之前的演化理論     | 155 | 摘要              | 176 |
| 拉馬克：一位早期演化論的倡者 | 155 | 關鍵名詞            | 176 |
| 達爾文的生平與他的旅程    | 155 | 思考性問題           | 176 |
| 小獵犬號的航行        | 156 | 網際網路上的參考資料      | 176 |
| 達爾文演化觀念的早期發展   | 157 | <br>第四單元 行為與生態  | 179 |
| 地質學            | 157 | 13 動物行為         | 180 |
| 化石證據           | 158 | 研究動物行為的四種途徑     | 181 |
| 加拉巴哥群島         | 158 | 近程與遠程因子         | 181 |
| 天擇導致演化的理論      | 159 | 擬人化             | 181 |
| 天擇             | 159 | 行為的發展           | 181 |
| 華萊士            | 161 | 成熟              | 181 |
| 達爾文之後的演化思想     | 161 | 本能與學習的交互作用      | 181 |
| 生物地理學          | 161 | 印痕              | 182 |
| 摘要             | 163 | 學習              | 183 |
| 關鍵名詞           | 163 | 習慣化             | 183 |
| 思考性問題          | 164 | 古典制約            | 183 |
| 網際網路上的參考資料     | 164 | 操作式制約           | 183 |

|                |     |                    |     |
|----------------|-----|--------------------|-----|
| 潛藏學習           | 184 | 共 生                | 198 |
| 洞察學習           | 184 | 其他種間適應             | 201 |
| 行為的控制          | 184 | 野生動物警訊 6 愛荷華更新世蝸牛  | 202 |
| 神經系統           | 184 | 摘 要                | 203 |
| 內分泌系統          | 185 | 關鍵名詞               | 203 |
| 溝 通            | 186 | 思考性問題              | 203 |
| 視覺溝通           | 186 | 網際網路上的參考資料         | 203 |
| 聽覺溝通           | 186 |                    |     |
| 觸覺溝通           | 186 | 15 生態學 II：群聚與生態系   | 205 |
| 化學溝通           | 186 | 群聚構造與多樣性           | 206 |
| 行為生態學          | 187 | 生態區位               | 206 |
| 棲地選擇           | 187 | 群聚穩定性              | 207 |
| 覓食行為           | 187 | 生態系                | 207 |
| 社會行為           | 188 | 營養結構               | 211 |
| 群 居            | 188 | 循 環                | 213 |
| 敵對行為、領域、及優勢位序  | 189 | 地球的生物圈             | 214 |
| 利他行為           | 189 | 陸域生態系              | 216 |
| 摘 要            | 190 | 水域生態系              | 220 |
| 關鍵名詞           | 190 | 生態問題               | 220 |
| 思考性問題          | 190 | 人口成長               | 221 |
| 網際網路上的參考資料     | 190 | 污 染                | 221 |
|                |     | 資源耗竭與生物多樣性         | 221 |
| 14 生態學 I：個體與族群 | 191 | 摘 要                | 222 |
| 動物及其非生物環境      | 192 | 關鍵名詞               | 222 |
| 能 量            | 192 | 思考性問題              | 223 |
| 溫 度            | 193 | 網際網路上的參考資料         | 223 |
| 溼 度            | 194 |                    |     |
| 光              | 194 | 第五單元 似動物的單細胞生物及動物界 | 225 |
| 地質與土壤          | 194 |                    |     |
| 族 群            | 194 | 16 動物分類、類緣關係、及體制   | 226 |
| 族群增長           | 195 | 生物分類               | 227 |
| 族群調節           | 196 | 分類位階               | 227 |
| 種間交互作用         | 197 | 命名法                | 228 |
| 植 食            | 197 | 分子方法在動物系統分類學的應用    | 228 |
| 捕 食            | 197 | 生物的各界              | 228 |
| 種間競爭           | 197 | 動物系統分類學            | 230 |
| 共同演化           | 198 | 演化關係與樹形圖           | 232 |

|                   |     |                    |     |
|-------------------|-----|--------------------|-----|
| 體制型式              | 234 | 思考性問題              | 257 |
| 對稱性               | 234 | 網際網路上的參考資料         | 258 |
| 其他體制型式            | 234 |                    |     |
| 野生動物警訊 7 歐札克大耳蝠   | 238 | 18 多細胞與組織層級的動物     | 259 |
| 摘要                | 239 | 演化觀點               | 260 |
| 關鍵名詞              | 239 | 多細胞動物的起源           | 260 |
| 思考性問題             | 239 | 動物起源               | 262 |
| 網際網路上的參考資料        | 239 | 海綿動物門              | 262 |
|                   |     | 細胞類型、體壁及骨骼         | 262 |
| 17 似動物的原生生物：原生動物  | 241 | 水流與體式              | 265 |
| 演化觀點              | 242 | 維持功能               | 266 |
| 單一質膜內的生命          | 242 | 生殖                 | 266 |
| 維持體內平衡            | 242 | 刺絲胞動物門（腔腸動物）       | 266 |
| 生殖                | 244 | 體壁與刺絲胞             | 268 |
| 共生生命型式            | 244 | 世代交替               | 268 |
| 原生動物的分類           | 244 | 維持功能               | 268 |
| 肉鞭毛蟲門             | 245 | 生殖                 | 270 |
| 鞭毛蟲亞門：鞭毛運動        | 245 | 水螅綱                | 270 |
| 植鞭毛蟲綱             | 245 | 鉢水母綱               | 273 |
| 動鞭毛蟲綱             | 247 | 立方水母綱              | 273 |
| 肉足蟲亞門：偽足與變形蟲運動    | 249 | 珊瑚蟲綱               | 275 |
| 根足蟲超綱，裂蟲綱         | 249 | 櫛板動物門              | 278 |
| 輻足蟲超綱：有孔蟲、太陽蟲及放射蟲 | 250 | 類緣關係的進一步探討         | 279 |
| 迷形蟲門              | 251 | 摘要                 | 279 |
| 頂複體蟲門             | 251 | 關鍵名詞               | 280 |
| 孢子蟲綱              | 251 | 思考性問題              | 280 |
| 微孢子蟲門             | 253 | 網際網路上的參考資料         | 280 |
| 醋酸孢子蟲門            | 253 |                    |     |
| 黏蟲門               | 254 | 卷尾 1 一些鮮為人知的無脊椎動物： | 281 |
| 纖毛蟲門              | 254 | 中生動物與扁生動物          |     |
| 纖毛與其他表膜構造         | 254 |                    |     |
| 營養                | 255 | 19 三胚層與無體腔體制的動物    | 282 |
| 基因控制與生殖           | 255 | 演化觀點               | 283 |
| 共生纖毛蟲             | 256 | 扁形動物門              | 284 |
| 類緣關係的進一步探討        | 256 | 渦蟲綱：自由生活的扁蟲        | 284 |
| 摘要                | 257 | 單殖綱                | 288 |
| 關鍵名詞              | 257 | 吸蟲綱                | 288 |
|                   |     | 條蟲綱：條蟲             | 291 |

|                 |     |               |     |
|-----------------|-----|---------------|-----|
| 紐形動物門           | 295 | 體腔的起源         | 318 |
| 腹毛動物門           | 296 | 軟體動物的特徵       | 318 |
| 類緣關係的進一步探討      | 297 | 腹足綱           | 321 |
| 摘要              | 297 | 扭轉            | 321 |
| 關鍵名詞            | 297 | 殼的旋轉          | 322 |
| 思考性問題           | 297 | 運動            | 322 |
| 網際網路上的參考資料      | 297 | 攝食與消化         | 323 |
|                 |     | 其他維持功能        | 323 |
| 20 假體腔動物體制：囊蠕蟲類 | 299 | 腹足類多樣性        | 325 |
| 演化觀點            | 300 | 雙殼綱           | 326 |
| 一般特徵            | 301 | 殼與相關的構造       | 326 |
| 輪蟲動物門           | 302 | 氣體交換、濾食、及消化   | 327 |
| 外部特徵            | 303 | 其他維持功能        | 328 |
| 攝食與消化系統         | 303 | 生殖與發育         | 329 |
| 其他器官系統          | 303 | 雙殼貝的多樣性       | 329 |
| 生殖與發育           | 303 | 頭足綱           | 330 |
| 動物動物門           | 304 | 殼             | 330 |
| 線蟲動物門           | 305 | 運動            | 330 |
| 外部特徵            | 305 | 攝食與消化         | 331 |
| 內部特徵            | 306 | 其他維持功能        | 331 |
| 攝食與消化系統         | 307 | 生殖與發育         | 332 |
| 其他器官系統          | 307 | 多板綱           | 333 |
| 生殖與發育           | 307 | 掘足綱           | 334 |
| 人類的一些重要線蟲寄生蟲    | 308 | 單板綱           | 334 |
| 線形動物門           | 311 | 尾腔綱           | 334 |
| 棘頭動物門           | 311 | 無板綱           | 334 |
| 兜甲動物門           | 313 | 類緣關係的進一步探討    | 334 |
| 曳鰓動物門           | 313 | 野生動物警訊 8 紅崗蝶鯢 | 335 |
| 類緣關係的進一步探討      | 314 | 摘要            | 335 |
| 摘要              | 314 | 關鍵名詞          | 336 |
| 關鍵名詞            | 314 | 思考性問題         | 336 |
| 思考性問題           | 314 | 網際網路上的參考資料    | 336 |
| 網際網路上的參考資料      | 314 |               |     |
| 21 軟體動物的成功      | 315 | 22 環節動物門：分節體制 | 337 |
| 演化觀點            | 317 | 演化觀點          | 339 |
| 與其他動物的關係        | 317 | 與其他動物的關係      | 339 |
|                 |     | 體分節與軀體分部      | 340 |

|                    |     |                 |     |
|--------------------|-----|-----------------|-----|
| 多毛綱                | 342 | 肢口綱             | 362 |
| 外部結構與運動            | 342 | 蛛形綱             | 363 |
| 攝食與消化系統            | 342 | 海蜘蛛綱            | 368 |
| 氣體交換與循環            | 343 | 甲殼動物亞門          | 369 |
| 神經與感覺功能            | 343 | 軟甲綱             | 369 |
| 排  泄               | 344 | 鰓足綱             | 373 |
| 再生、繁殖、及發育          | 345 | 橈足綱             | 374 |
| 寡毛綱                | 346 | 蔓足綱             | 374 |
| 外部構造與運動            | 346 | 類緣關係的進一步探討      | 374 |
| 攝食與消化系統            | 346 | 摘  要            | 375 |
| 氣體交換與循環            | 347 | 關鍵名詞            | 375 |
| 神經與感覺功能            | 347 | 思考性問題           | 376 |
| 排  泄               | 347 | 網際網路上的參考資料      | 376 |
| 生殖與發育              | 348 |                 |     |
| 蛭  綱               | 349 | 24 昆蟲與多足蟲：陸生大勝利 | 377 |
| 外部構造與運動            | 349 | 演化觀點            | 378 |
| 攝食與消化系統            | 349 | 倍足綱             | 379 |
| 氣體交換與循環            | 349 | 唇足綱             | 379 |
| 神經與感覺功能            | 350 | 蠍蛛綱與結閼綱         | 381 |
| 排  泄               | 350 | 昆蟲（六足）綱         | 381 |
| 生殖與發育              | 350 | 外部結構與運動         | 381 |
| 類緣關係的進一步探討         | 350 | 營養與消化系統         | 383 |
| 摘  要               | 352 | 氣體交換            | 384 |
| 關鍵名詞               | 352 | 循環與溫度調節         | 384 |
| 思考性問題              | 352 | 神經與感覺功能         | 385 |
| 網際網路上的參考資料         | 353 | 排  泄            | 385 |
|                    |     | 化學調節            | 386 |
| 卷尾 2 一些鮮為人知的無脊椎動物： | 355 | 生殖與發育           | 387 |
| 環節動物的近親            |     | 昆蟲的行為           | 388 |
|                    |     | 社會性昆蟲           | 389 |
| 23 節肢動物：演化成功的藍圖    | 357 | 昆蟲與人類           | 390 |
| 演化觀點               | 358 | 類緣關係的進一步探討      | 390 |
| 與其他動物的關係及分類        | 358 | 摘  要            | 392 |
| 體分節與軀體分部           | 358 | 關鍵名詞            | 392 |
| 外骨骼                | 359 | 思考性問題           | 393 |
| 變  態               | 360 | 網際網路上的參考資料      | 393 |
| 三葉蟲亞門              | 361 |                 |     |
| 螯肢動物亞門             | 361 |                 |     |

|                                  |     |                                  |     |
|----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 卷尾 3 一些鮮為人知的無脊椎動物：<br>可能是節肢動物的親戚 | 395 | 維持功能                             | 406 |
|                                  |     | 生殖與發育                            | 407 |
| 25 棘皮動物                          | 397 | 海百合綱                             | 407 |
| 演化觀點                             | 398 | 維持功能                             | 407 |
| 與其他動物的關係                         | 398 | 生殖與發育                            | 408 |
| 棘皮動物的特徵                          | 398 | 同心環綱                             | 408 |
| 海星綱                              | 400 | 類緣關係的進一步探討                       | 408 |
| 維持功能                             | 400 | 摘要                               | 409 |
| 再生、生殖及發育                         | 401 | 關鍵名詞                             | 410 |
| 蛇尾綱                              | 402 | 思考性問題                            | 410 |
| 維持功能                             | 403 | 網際網路上的參考資料                       | 410 |
| 再生、生殖、及發育                        | 404 | 卷尾 4 一些鮮為人知的無脊椎動物：<br>觸手冠動物與內肛動物 | 411 |
| 海膽綱                              | 404 |                                  |     |
| 維持功能                             | 405 |                                  |     |
| 生殖與發育                            | 405 |                                  |     |
| 海參綱                              | 406 |                                  |     |