

應用生態學



明延凱 周光裕 編著

APPLIED ECOLOGY



地景企業股份有限公司

APPLIED ECOLOGY

應用生態學

明延凱 周光裕 編著



地景企業股份有限公司

應用生態學 / 明延凱, 周光裕編著. --初版.

--臺北市：地景，民 86

面； 公分

ISBN 957-8976-54-2 (平裝)

1.生態學

367

86010339

應用生態學

編 著：明延凱 周光裕

發行人：蘇永昌

發行所：地景企業股份有限公司

LAMPER ENTERPRISES CO., LTD.

地 址：台北市大安區 10663 臨江街 166 號 4 樓

4F 166 LINJIANG ST.,

TAIPEI 10663 TAIWAN

電 話：(02) 732-2732

傳 真：(02) 738-4867

郵 撥：12562624 地景企業股份有限公司

登 記 證：局版台業字第 4290 號

編 輯：曲憶芳 陳育彤

印 刷：聯和印製廠有限公司

地 址：台北市寶興街 21 號

中華民國 86 年 9 月初版

(1997 , 9)

新台幣 400 元

ISBN 957-8976-54-2

版權所有・翻印必究

序

全世界只有一個地球，養育著 53 億人口。其中，12 億中國人擁有 960 萬 km^2 的領土面積，這意味著 22 % 的世界人口僅擁有 7 % 的世界陸地面積，據此中國的國土資源顯得尤為精貴。然而，這有限的資源和擁擠的空間不但未能得到足夠的保護，而且生態破壞和環境污染卻正在日趨威脅著人民的生存和安全。目前，中國沙漠及沙漠化面積約為 153.3 萬 km^2 ，占國土面積的 15.9 %，仍有 400 多萬 ha 農田和 500 多萬 ha 草場受到沙漠化的威脅；中國現有耕地約 1.33 億 ha，但被大量占用的趨勢十分嚴重，僅 1990~1992 年三年內的累計減少 178 萬 ha；淡水資源赤字嚴重，成、過熟林的採伐僅能維持 7~8 年；全國草原退化面積達 9000 萬 ha，占可利用草場面積的 1/5，但仍以每年 100 多萬 ha 的速度擴大；水土流失、水力和風力侵蝕面積已達 367 萬 km^2 ，每年流失泥沙多達 50 億 t，帶走氮、磷、鉀肥約 4000 萬 t；遭受瀕危滅絕威脅的動植物種達數千種；“三廢”和有毒化學品污染的農田逾 700 萬 ha；都市噪聲污染日益加劇，被列為都市“四害”之一，等等。有專家認為，近 40 餘年來因生態破壞造成的經濟損失至少 6000 多億元，並呈逐年遞增趨勢。

自然災害頻繁，損失慘重。據美國減輕自然災害 10 年顧問委員 1987 年統計的數字表明，在過去的 20 年中，諸如地震、洪水、颱風、龍捲風、滑坡、海嘯、火山噴發和自然大火等重大自然

災害，在世界範圍內造成了 280 萬人死亡和 250~1000 億美元的直接經濟損失，受影響的人口多達八億二千萬人，並經常引起人們的驚恐和造成社會的動蕩。中國是世界上自然災害種類和數量比較多、自然災害經濟損失也比較嚴重的少數國家之一。據已有資料表明，中國約有一半以上的人口和約占全國總產值 2/3 以上的工農業處在洪水和其他災害諸如旱、地震、風、雹、滑坡、泥石流、病蟲害等的威脅之中。自然災害除與「自然」本身的因素有關之外，無疑人類活動已是某些自然災害事件相繼發生甚至在某些地區出現新的自然災害事件的原因之一，有時是其中的主導因素。

有人曾做過這樣一段趣味性的描述：地球是人類在宇宙中的諾亞方舟，是人類的母親，而人類卻像個不曉事的調皮孩子，不珍惜撫愛自己的母親，反而帶來很多的災難，高懸起大氣污染、臭氧層變薄、土地沙漠化、資源枯竭、人滿為患的達摩克利斯之劍。蘇俄一位地理學家對人類在改造自然方面所起的作用也曾說過：人類社會通過從周圍環境取得能量和物質並以已變換過的（工業的、家庭的和其他的）形式予以歸還時，干預了自然過程的動力平衡循環。然而，在長期進化過程中，大自然已具備了恢復被破壞的自然過程的能力。……這樣，也發生過局部的不可逆轉的變化。自從工業革命以來，人類對環境影響的總強度已經超出地球表面許多大面積地區的恢復能力，導致了不但是局部而且是區域性的不可逆的變化。

目前，地球面臨的災難有些甚至是毀滅人類自身生存的災難，而這些又是人類自身造成的。爲了喚起全球人的警覺，推動社會的地球保護事業，1992 年 6 月 3 日至 14 日在巴西的里約熱內盧召開了舉世矚目的聯合國環境與發展大會，共有 183 個國家的代表團、118 位國家級元首和國際組織的代表出席了這次大會，它標誌著人類在實現可持續發展的進程中，各國政府和人民願意建立廣泛和有效的國際合作，共同把人類居住的星球建成一個環

境良好、有利於持續發展的世界。在這次大會上，原則上通過了《里約熱內盧宣言》、《21世紀議程》、《森林原則聲明》3個文件，並簽署了《氣候變化框架公約》和《生物多樣性公約》。根據聯合國環境與發展大會精神，中國提出了環境與發展領域應採取的10條對策和措施，並制定了《中國21世紀議程》行動計劃，現已頒布實施。

《應用生態學》旨在運用生態學的基礎理論，針對當今世界面臨的人口劇增、能源短缺、糧食不足、資源枯竭、環境污染等嚴重的社會和生態問題進行分析和探討，喚起人們對環境和資源危機的憂患意識，在開發利用自然資源和發展工農業生產的同時，應採取哪些行之有效的措施和生態對策予以防治和保護；目的就在於給當代和後代人建立最舒適的生活、工作和生產條件，以保證經濟的持續發展和社會的繁榮進步。

《應用生態學》的編寫體系尚屬初次嘗試，鑒於作者的水平有限，在內容和結構的編排上一定會有許多不當之處，甚或謬誤，為此懇切希望讀者提出寶貴的意見，以便今後再版時予以修正和提高。

編著者

1995年11月

目錄

上篇

第一章 生物圈概述 3

第一節 現代生物圈的概念 3

第二節 大氣圈 4

一、大氣的組成 4

二、大氣對生物的生態作用 5

第三節 水圈 6

一、水圈的構成 6

二、水對生物的生態作用 7

第四節 岩石圈和土壤圈 8

一、岩石圈 8

二、土壤圈 8

第二章 生物圈的形成與演變 11

第一節 生物起源與演化 11

- 一、生命起源概述 11
- 二、細胞起源與演化 16
- 三、多細胞生物的進化 20
- 四、人類的起源與進化 30

第二節 生物與環境 32

- 一、生物對環境的適應 32
- 二、生態因子作用的分析 39

第三章 生態系統及其類型 44

第一節 生態系統與生態平衡 44

- 一、生態系統 44
- 二、生態平衡 54

第二節 生態系統的類型 58

- 一、陸地生態系統 58
- 二、水域生態系統 77

第四章 生物圈面臨的問題 88

第一節 人類活動與生物圈的關係 86

- 一、人在生物圈的位置 86
- 二、人類對生物圈的影響 87

第二節 自然災害對生物圈的影響 98

- 一、自然災害及其分類 98
- 二、自然災害的影響 101
- 三、自然災害的發展趨勢 105

下篇

第五章 自然資源保護 111

第一節 自然資源保護及其意義 111

- 一、自然資源的含義及其基本特徵 111
- 二、自然資源保護的主要目標 112
- 三、自然資源保護的意義 114

第二節 自然資源的現狀與生態保護對策 117

- 一、土地資源的利用和保護對策 119
- 二、水資源的利用和保護對策 125
- 三、生物資源的利用和保護對策 133
- 四、礦產資源的利用和保護對策 159
- 五、海洋資源的利用和保護對策 168

第六章 環境污染防治的生態對策 177

第一節 水體污染與廢水處理的生態對策 177

一、水體污染 水體自淨 水質標準 177

二、廢水和污水處理的基本方法 183

三、水體的富營養化 186

第二節 大氣污染及其防治對策 188

一、大氣污染和大氣污染物 188

二、大氣污染的綜合防治對策 191

第三節 土壤污染與防治對策 194

一、土壤污染 194

二、土壤自淨與土壤污染防治對策 197

第四節 固體廢物的處理與資源化 200

一、固體廢物 200

二、固體廢物資源化 201

第七章 都市生態系統的保護對策 202

第一節 都市生態系統的主要環境問題 202

一、都市大氣污染 202

二、都市污水危害 203

三、固體廢物、生活垃圾的影響 204

四、都市噪聲污染 205

五、都市生物資源的減少 206

第二節 都市生態環境的建設 207

一、加強都市環境的綜合治理 207

二、運用生態觀改造、規劃和建設都市 208

三、未來都市發展與模式 212

第八章 生態監測 216

第一節 生態監測與理論基礎 216

一、生態監測 216

二、生態監測的理論基礎 221

第二節 大氣污染的生態監測 225

一、指示植物法 226

二、常用大氣污染監測的指示植物 231

三、大氣污染的植物監測方法 232

第三節 水質污染的生態監測 244

一、生物種、群落和系統層次的生態監測 246

二、生物測試 255

三、水污染的細菌生態監測 263

第九章 生態環境質量評價 285

第一節 生態環境質量 265

一、生態環境質量的研究動態 265

二、生態環境質量的背景 266

第二節 生態環境質量的評價 270

一、生態環境質量的判定 270

二、參數的選擇及其數量表徵 272

三、生態環境質量評價模型 273

第三節 生態環境質量預測 285

一、預測的基本原理與方法 285

二、生態環境質量預測 286

第十章 生態工程 291

第一節 生態工程的理論基礎與設計原則 291

一、生態工程的理論基礎 291

二、生態工程的設計原則 298

第二節 生態工程能量過程分析 304

一、能量分析的基礎條件 305

二、各種流量與能流量的轉換 307

三、能量的分析 312

第三節 物質循環與平衡條件 313

一、物質循環分析 314

二、經濟效益分析 318

第四節 複合農業生態工程數值模擬及最優化處理 323

一、複合農業生態工程數值模擬 323

二、生態工程的最優化處理 327

第十一章 環境生態學評價方法 331

第一節 水域生態系統評價調查 331

一、環境影響評價的對象 331

二、現狀調查 331

三、預測 334

四、評價 335

第二節 陸地生態系統評價調查法 336

一、陸生植物評價調查法 336

二、陸生動物評價調查法 341

上篇

地球在不斷發展與演化的過程中逐漸形成大氣圈、水圈和起伏不平的岩石圈，它們為生命的誕生創造了物質和能量的基礎條件。在漫長歲月的不斷變化中，各種不同的生物類群占據了地球表面和水體，並與其周圍環境構成了一個相互聯繫、相互制約的統一整體，建立起協調的生態關係；在生物群落內部以及生物群落與環境之間往復地進行著物質和能量的轉移、交換，形成物質和能量連續輸入和輸出持續性的平衡狀態，進而出現了大小不等、形態結構各異的穩定的生態系統。生物圈則是一個巨大而又極其複雜的生態系統。

人類的生存和生產活動要受到生物圈的影響和制約，然而人類的各種生產方式和活動卻又在不斷的影響或改變生物圈的成分和特點，發生了人與生物圈之間的必然聯繫，以人類的智慧建立起不同類型的人工生態系統。

第一章 生物圈概述

第一節 現代生物圈的概念

『生物圈』這一學術用語，最初是由奧地利的地質學家休斯（E. Suess）於 1875 年提出來的。二十世紀 20 年代，原蘇聯的生物地球化學家維爾納茨基發現生物活動對地球表面化學物質的遷移和富集有著重大的影響，進而提出了生物圈的學說——把住滿生物的地球外殼稱為生物圈。它是生命物質（活質）及其活動產物集中的範圍，在其範圍內可以劃分出若干圈或層。生物圈包括平流層的下層、整個對流層、沉積岩圈（即岩石圈的成層部分，基本上由沉積岩組成）和水圈。

生物圈範圍的劃分，目前有廣義的和狹義的兩種理解方法，即：

廣義的理解，認為生物圈的範圍應從海平面以下約 12 km 的深處到地平面以上約 23 km 的高空，包括大氣圈的對流層、水圈、岩石圈和土壤圈。這是一個生命強烈地起作用 and 比較集中的範圍，特別是植物在這一範圍內起著能量積聚的主導作用。從生物能夠到達的對流層下層至高於對流層幾十米的範圍內，進行著風媒植物的花粉和風播植物原始體的遷移；昆蟲也常在這個範圍內活動。最近有生物學家指出，許多「未經證明的空中飛行物」或稱「飛碟」，可能是一些昆蟲（蝴蝶）群。這種昆蟲群有可能長達 100 多 km，寬 25 km，鳥類在季節性飛行時也可飛至對流層的上層。地表下連同底土的土壤——植物根系區，則是微生物和土壤動物大量集中的地方。

狹義的理解，認為生物圈僅係植物生存的地帶，也稱植物地理圈或植物圈。如果就廣義的生物圈的厚度（由上到下）在陸地上和海洋裡是幾十公里，那麼狹義的生物圈的厚度在陸地上僅有幾十厘米（如凍原）或幾十米（如熱帶雨林），很少有超過 100m 的。在水體中，生物圈的範圍一般要比陸地廣。在淡水湖中，具有浮游生物的水層深到幾米至幾十

米；在海洋中，大量浮游的藻類可深達 100m 以上，少數藻類（如硅藻）可以深達 400m。

植物地理圈（或物植圈）歸納為以下幾個類型：

(1)表層植物地理圈 為陽光直接照射，覆蓋著整個陸地，包括所有水體。

(2)水下植物地理圈 主要指比較深的水體底部，植物類型多數是細菌。

(3)地下植物地理圈 主要指那些伴隨著石油達到 1200m 深度的層間水中的絳紅色硫磺細菌群。這些細菌的發育和繁殖依賴於石油及其產物的有機物質。

第二節 大氣圈

大氣圈是地球表面包圍整個地球的一個氣體圈層，是地球表面逐步向星際空間過渡且物質組成越來越稀薄的地帶，是由多種氣體組成的空氣層。

一、大氣的組成

恒定的組分 氮占 78.09 %、氧占 20.95 %、氬占 0.93 %，三者約占空氣總量的 99.97 %，另外還有微量元素氦、氖、氫、氙及臭氧等。這些氣體的含量幾乎是不變的。

可變的組分 包括二氧化碳、水蒸汽等。在正常狀態下，水蒸汽的含量為 0~4 %，二氧化碳的含量近年來已達到 0.035 %。但其含量可受地區、季節、氣候以及人們生活、生產活動等因素的影響而發生變化。

不定的組分 包括塵埃、硫化氫、硫氧化物、氮氧化物等。它們主要是由人為因素造成的（如工業“三廢”等），也可由火山爆發、森林火災、油井燃燒、地震、海嘯等因素所引起。不定組分的種類和數量與該地區的工業類別、排放的污染物以及氣象條件等多種因素有著密切關