

# 植物

# 生态学

● 祝廷成 钟章成 李建东 合编



ZHIWU SHENGTAIXUE 高等教育出版社



Q944.3  
ZTC

111068

# 植 物 生 态 学

祝廷成 钟章成 李建东 合编

高等教育出版社

**植物生态学**

祝廷成 钟章成 李建东 合编

•  
高等教育出版社出版  
新华书店重庆发行所发行  
重庆新华印刷厂印装  
•

开本787×1092 1/16 印张23 字数515 000  
1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷  
印数0 001—3 870

ISBN 7-04-000916-1/Q·61

定价4.45元

## 前 言

本书是于1984年由教育部委托东北师范大学和西南师范大学承担编写的高等师范院校《植物生态学》教材。

近年来,植物生态学进展迅速,高等师范院校生物系普遍开设了植物生态学课程。因此,编写一本内容比较概括和完整的教材,是非常必要的,而且也是可能的。

具有比较广博的知识,是做一个合格的教师的标准之一。因此,要有相当的广度,是高等师范院校教材的特点之一。所以,本教材从基本概念谈起,依次论述了植物个体、种群、群落、生态系统乃至生物圈。除了绪论以外,共编排了四篇:第一篇“植物与环境”,是以植物个体为对象,讲述了植物与环境因子相互作用中的主要规律,着重阐述了环境因子对植物的生态作用,各生态类型划分的原则以及植物对环境的改造,它可与植物生理生态学相辅相成。第二篇“种群生态学”,种群是指在一定时间、一定地区同种个体的自然组合。由于有一系列的生态现象,难以用单一植物个体的性质与环境作用解释清楚,必须扩展到植物种群的基本特征和种群的增长规律,进行探讨和分析。本篇包括了种群密度、增长能力、种群的遗传与进化及其变动与调节等内容。第三篇“群落生态学”,以植物群落为对象,包括群落的组成、结构、类型划分、地理分布以及群落的演替和排序,探讨了植物群落与环境间的相互关系,同时还叙述了我国植被资源的基本概貌。第四篇“生态系统”,把生态系统作为一个整体,阐述了绿色植物在生态系统中的作用,强调了所有大大小小的生态系统都有植物这一成员,因为它具有吸收太阳能而驱动该生态系统的第一性生产的装置,突出了生态系统的结构和功能的关系,评述了生态平衡和生态模型。最后,用生态工程的发展来总结全书。以上四篇均以植物生态学的基础理论为主,各部分之间,既有一定的独立性,同时又有一定的联系,综述了植物生态学的观点、学说和方法。

解放以来,我国的植物生态学随着社会主义现代化建设蓬勃发展,尤其是近几年来,出版了一系列这方面的书籍和著作,在相当程度上,反映了植物生态学的成就。为了大学生学习方便,在本书后,汇编了我国近30年来出版的中文的植物生态学主要书目100本,供查阅参考。

本书由三人共同编写。前言、绪论、第四篇“生态系统”以及参考书目由祝廷成编写;第一篇“植物与环境”及第二篇“种群生态学”由钟章成编写;第三篇“群落生态学”由李建东编写。

本教材初稿于1984年12月写成。1984年12月10日至17日召开了高等师范院校《植物生态学》教材的评审会议,评审工作由国家教委教材编审委员会植物学编审小组组长、中山大学张宏达教授和华东师范大学宋永昌教授主审,承蒙17所高等院校的27位老师参加了评审会,对本书的初稿进行了仔细的审阅,并提出了许多宝贵的修改意见,谨在这里向他们表示衷心的感谢。

本书可供高等师范院校作为教材用,也可供综合性大学生物系使用,力图使其适合大学生学习植物生态学基础理论的要求。对于从事林业、牧业以及环境科学等实际工作的技术人员,

也有参考作用，并适于广大自然科学工作者及农业干部自学。

考虑到教材除应适应教学计划的需要外，还应对学生有一定的参考价值，因此，书中所编内容，较目前植物生态学教学学时为多，各校可根据需要自行取舍。

植物生态学涉及面十分广泛，由于编者水平有限，书中难免出现错误和疏漏之处，欢迎读者提出批评和改进意见。

编 者

1987年9月

# 目 录

## 绪 论

## 第一篇 植物与环境

### 第一章 生态因子概述..... 5

#### 第一节 关于环境的概念 ..... 5

##### 一、生物圈的环境 ..... 5

##### 二、有关植物环境的几个概念 ..... 6

#### 第二节 生态因子的分类 ..... 8

##### 一、气候因子 ..... 8

##### 二、土壤因子 ..... 8

##### 三、生物因子 ..... 8

##### 四、地形因子 ..... 9

##### 五、人为因子 ..... 9

#### 第三节 研究生态因子的基本观点 ..... 9

##### 一、生态因子的综合性 ..... 9

##### 二、生态因子中的主导因子 ..... 9

##### 三、生态因子的可调剂性和不可代替性 ..... 9

##### 四、直接因子和间接因子 ..... 10

##### 五、生态因子的阶段性 ..... 10

### 第二章 光对植物的生态作用 ..... 11

#### 第一节 植物的能量来源——太阳

##### 辐射及其变化 ..... 11

##### 一、光的性质 ..... 11

##### 二、光照强度及其变化 ..... 11

##### 三、光质及其变化 ..... 15

##### 四、日照长度及其变化 ..... 19

#### 第二节 光强的生态作用 ..... 19

##### 一、光强对植物生长的生态作用 ..... 19

##### 二、光强对植物发育的影响 ..... 20

##### 三、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>和CAM植物的分类、生理 生态和地理分布 ..... 21

#### 第三节 光质的生态作用 ..... 24

##### 一、光质对植物生长的生态作用 ..... 24

##### 二、光质与光合作用 ..... 26

#### 第四节 光能的信息作用 ..... 28

##### 一、光周期现象和地理分布 ..... 28

##### 二、光周期反应的实质 ..... 30

##### 三、光周期在生产中的应用 ..... 32

#### 第五节 植物对光适应的生态类型

##### ..... 34

##### 一、阳性植物 ..... 34

##### 二、阴性植物 ..... 34

##### 三、耐阴植物 ..... 35

### 第三章 温度对植物的生态作用 ..... 36

#### 第一节 地球表面的热量平衡与变化

##### 规律 ..... 36

##### 一、热能的来源与平衡 ..... 36

##### 二、气温的变化 ..... 39

##### 三、气温的地理分布 ..... 40

##### 四、土壤温度及其变化 ..... 42

##### 五、植物温度与环境温度 ..... 44

#### 第二节 温度对植物的生态作用 ..... 45

##### 一、温度对植物生长的生态作用 ..... 45

##### 二、温度对植物发育的生态作用 ..... 45

#### 第三节 周期性变温的生态作用 ..... 46

##### 一、温周期现象与植物 ..... 46

##### 二、季节变温与物候 ..... 49

#### 第四节 极端温度的生态作用 ..... 54

##### 一、低温对植物的生态作用 ..... 54

##### 二、高温对植物的生态作用 ..... 57

### 第四章 水分对植物的生态作用 ..... 60

#### 第一节 不同状态的水及其生态作用

##### ..... 61

##### 一、降水及其生态作用 ..... 61

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 二、大气湿度及其生态作用 .....                  | 64        |
| 三、土壤水分及其生态作用 .....                  | 66        |
| <b>第二节 植物体的水分平衡 .....</b>           | <b>67</b> |
| 一、根的吸水与外界因素的关系 .....                | 67        |
| 二、外界因素对蒸腾作用的影响 .....                | 69        |
| 三、植物体内的水分平衡 .....                   | 72        |
| <b>第三节 干旱与水涝对植物的影响 .....</b>        | <b>73</b> |
| 一、干旱对植物的影响和植物的抗旱性 .....             | 73        |
| 二、水涝对植物的影响 .....                    | 76        |
| <b>第四节 以水分关系为基础的植物生态类型 .....</b>    | <b>78</b> |
| 一、水生植物 .....                        | 79        |
| 二、陆生植物 .....                        | 80        |
| <b>第五节 水体污染对植物的危害与植物的净化效应 .....</b> | <b>83</b> |
| 一、水体污染与植物富集 .....                   | 84        |
| 二、植物对污染物质的吸收和积累——植物的净化作用 .....      | 84        |
| <b>第五章 大气对植物的生态作用 .....</b>         | <b>92</b> |
| <b>第一节 大气的组成及其生态作用 .....</b>        | <b>92</b> |
| 一、二氧化碳的生态作用 .....                   | 92        |
| 二、氧的生态作用 .....                      | 95        |
| 三、氮的生态作用 .....                      | 95        |
| <b>第二节 大气污染与植物的关系 .....</b>         | <b>96</b> |
| 一、大气中有毒物质对植物的生态作用 .....             | 97        |
| 二、植物监测 .....                        | 102       |
| 三、植物净化 .....                        | 103       |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第三节 空气流动对植物的作用 .....</b>    | <b>104</b> |
| 一、风的形成 .....                   | 105        |
| 二、风的类型 .....                   | 105        |
| 三、风的生态作用 .....                 | 107        |
| 四、防风林的生态效应 .....               | 107        |
| <b>第六章 土壤对植物的生态作用 .....</b>    | <b>110</b> |
| <b>第一节 土壤质地和结构与植物的关系 .....</b> | <b>110</b> |
| 一、土壤质地 .....                   | 110        |
| 二、土壤结构 .....                   | 112        |
| <b>第二节 土壤化学性与植物生态 .....</b>    | <b>113</b> |
| 一、土壤酸度与植物 .....                | 113        |
| 二、土壤有机质与植物 .....               | 115        |
| 三、土壤矿质元素与植物 .....              | 116        |
| 四、植物的盐害和抗盐性 .....              | 117        |
| <b>第三节 土壤生物与植物生态 .....</b>     | <b>119</b> |
| 一、土壤生物的种类与分布 .....             | 119        |
| 二、土壤微生物与植物生态的关系 .....          | 120        |
| <b>第四节 植物对土壤适应的生态类型 .....</b>  | <b>123</b> |
| 一、植物对土壤的pH适应的生态类型 .....        | 123        |
| 二、植物对钙的需要和适应的生态关系 .....        | 124        |
| 三、盐化生境中的植物生态类型 .....           | 125        |
| <b>第五节 土壤污染与植物的关系 .....</b>    | <b>127</b> |
| 一、土壤污染的主要途径 .....              | 127        |
| 二、土壤净化和土壤污染 .....              | 127        |
| 三、污染物在土壤中的迁移转化规律 .....         | 128        |

## 第二篇 种群生态学

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第七章 种群生态学和种群的基本特征 .....</b> | <b>133</b> |
| <b>第一节 种群生态学概述 .....</b>       | <b>133</b> |
| 一、种群的概念 .....                  | 133        |
| 二、种群生态学的历史 .....               | 133        |
| 三、研究种群生态学的意义 .....             | 134        |
| 四、种群生态研究的现状与进展 .....           | 135        |
| <b>第二节 种群的基本特征 .....</b>       | <b>136</b> |
| 一、种群的空间格局 .....                | 136        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 二、种群的密度 .....              | 137        |
| 三、繁殖力 .....                | 138        |
| 四、年龄结构 .....               | 139        |
| 五、生命表 .....                | 141        |
| 六、存活曲线 .....               | 143        |
| <b>第八章 种群的增长 .....</b>     | <b>147</b> |
| <b>第一节 种群的内禀增长能力 .....</b> | <b>147</b> |
| <b>第二节 种群的指数增长 .....</b>   | <b>149</b> |
| 一、在种群世代不重叠的情况下的模式 .....    |            |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| .....                    | 149 |
| 二、在种群世代数有重叠的情况下的模式.....  | 150 |
| 三、关于指数模型的意义 .....        | 151 |
| 第三节 种群的逻辑斯蒂增长 .....      | 152 |
| 一、逻辑斯蒂增长模式 .....         | 152 |
| 二、植物种群的逻辑斯蒂性 .....       | 154 |
| 第四节 种群数量的变动与调节 .....     | 158 |
| 一、种群数量的变动与调节 .....       | 158 |
| 二、植物种群的繁殖与对策 .....       | 160 |
| 第九章 种群之间的相互关系 .....      | 162 |
| 第一节 互利共生 .....           | 162 |
| 一、互利共生现象 .....           | 162 |
| 二、互利共生模型 .....           | 163 |
| 第二节 寄生与食虫植物.....         | 164 |
| 一、寄生 .....               | 164 |
| 二、食虫植物 .....             | 165 |
| 第三节 种间竞争 .....           | 166 |
| 一、种间竞争的原理和竞争模型 .....     | 166 |
| 二、竞争对植物分布、形态和产量的影响 ..... |     |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| .....                  | 168 |
| 三、竞争对植物群落演替的影响 .....   | 170 |
| 第四节 次生物质对种间组合的影响 ..... | 171 |
| 一、植物与植食动物间的相互作用 .....  | 171 |
| 二、植物与植物间的相互关系 .....    | 172 |
| 第十章 种群的遗传与进化.....      | 174 |
| 第一节 自然种群的遗传变异 .....    | 174 |
| 一、表现型变异 .....          | 174 |
| 二、种群的遗传生态分化 .....      | 176 |
| 第二节 遗传生态的分类.....       | 179 |
| 一、生态变式 .....           | 179 |
| 二、生态型 .....            | 180 |
| 三、生态种 .....            | 181 |
| 四、生态型族 .....           | 181 |
| 第三节 隔离与物种形成.....       | 181 |
| 一、生态地理隔离与物种形成的关系 ..... | 181 |
| 二、生态隔离与物种形成的关系 .....   | 182 |
| 三、季节隔离 .....           | 182 |
| 四、生物隔离 .....           | 183 |

### 第三篇 群落生态学

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第十一章 植物群落的结构 .....  | 185 |
| 第一节 种类组成 .....      | 185 |
| 第二节 种类成分的数量特征 ..... | 187 |
| 一、多度 .....          | 188 |
| 二、密度 .....          | 188 |
| 三、盖度 .....          | 190 |
| 四、群聚度 .....         | 190 |
| 五、频度 .....          | 191 |
| 六、高度 .....          | 192 |
| 七、重量 .....          | 192 |
| 八、体积 .....          | 193 |
| 第三节 群落的综合特征 .....   | 193 |
| 一、存在度和恒有度 .....     | 193 |
| 二、确限度 .....         | 193 |
| 三、优势度 .....         | 194 |
| 四、重要值 .....         | 194 |
| 五、群落系数 .....        | 195 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第四节 生活型与生活型谱 .....             | 195 |
| 一、生活型 .....                    | 195 |
| 二、生活型谱 .....                   | 197 |
| 第五节 植物群落的垂直结构 .....            | 198 |
| 一、成层性 .....                    | 198 |
| 二、层片 .....                     | 199 |
| 第六节 植物群落的水平结构 .....            | 200 |
| 一、小群落 .....                    | 200 |
| 二、镶嵌性 .....                    | 200 |
| 第七节 时间上的成层现象——<br>周期性 .....    | 200 |
| 第十二章 植物群落的演替 .....             | 203 |
| 第一节 植物群落形成的基质 .....            | 203 |
| 第二节 植物群落形成的过程——<br>群落的发生 ..... | 204 |
| 一、繁殖体的传播 .....                 | 204 |
| 二、定居 .....                     | 204 |



|                       |     |                            |     |
|-----------------------|-----|----------------------------|-----|
| 三、群落 .....            | 205 | 三、北欧学派的分类系统 .....          | 224 |
| 四、竞争 .....            | 205 | 四、苏联学派的分类系统 .....          | 224 |
| 五、反映 .....            | 205 | 五、中国植被的分类系统 .....          | 225 |
| 六、稳定 .....            | 205 | 第六节 植物群落的命名 .....          | 226 |
| 第三节 植物群落的演替 .....     | 205 | 第七节 中国植被的分类 .....          | 227 |
| 一、演替的概念 .....         | 205 | 第十四章 植物群落的梯度分析与排序 .....    | 229 |
| 二、演替的阶段 .....         | 206 | 第一节 群落的梯度分析 .....          | 230 |
| 三、演替的类型 .....         | 206 | 第二节 排序 .....               | 232 |
| 四、演替系列 .....          | 207 | 一、样地调查与资料正理 .....          | 232 |
| 五、次生演替 .....          | 210 | 二、排序的方法和程序 .....           | 233 |
| 六、演替顶极 .....          | 212 | 第十五章 世界植被的主要类型及其分布概要 ..... | 239 |
| 第四节 研究演替的基本方法 .....   | 214 | 第一节 森林 .....               | 240 |
| 一、定位观察 .....          | 214 | 一、热带雨林 .....               | 240 |
| 二、植被演替普查 .....        | 214 | 二、红树林 .....                | 242 |
| 三、演替的数量方法 .....       | 214 | 三、常绿阔叶林 .....              | 242 |
| 四、历史植被的演替方法 .....     | 216 | 四、常绿落叶阔叶混交林 .....          | 244 |
| 第十三章 植物群落的分类 .....    | 217 | 五、常绿硬叶林 .....              | 245 |
| 第一节 植物群落的分类原则 .....   | 217 | 六、竹林 .....                 | 245 |
| 一、按群落外貌的分类 .....      | 217 | 七、夏绿林 .....                | 246 |
| 二、按优势度的分类 .....       | 218 | 八、针阔叶混交林 .....             | 247 |
| 三、按景观的分类 .....        | 218 | 九、针叶林 .....                | 248 |
| 四、按动态的分类 .....        | 219 | 第二节 草原 .....               | 248 |
| 五、按种类成分的分类 .....      | 219 | 一、草甸草原 .....               | 250 |
| 六、按森林的生态环境的分类 .....   | 219 | 二、干草原 .....                | 250 |
| 第二节 植物群落分类的基本单位 ..... | 219 | 三、荒漠草原 .....               | 250 |
| ——群丛 .....            | 219 | 四、高寒草原 .....               | 250 |
| 第三节 植物群落分类的小单位 .....  | 221 | 第三节 荒漠 .....               | 251 |
| 一、亚群丛 .....           | 221 | 第四节 冻原 .....               | 253 |
| 二、群丛相 .....           | 221 | 第五节 草甸 .....               | 254 |
| 三、群丛变型 .....          | 221 | 第六节 沼泽 .....               | 255 |
| 四、群丛片断 .....          | 221 | 一、木本沼泽 .....               | 256 |
| 五、小群丛 .....           | 221 | 二、草本沼泽 .....               | 256 |
| 六、阶段 .....            | 221 | 三、苔藓沼泽 .....               | 256 |
| 第四节 植物群落分类的高级单位 ..... | 221 | 第十六章 植物群落分布的规律性与区划 .....   | 257 |
| 一、群系 .....            | 221 | 第一节 植物群落的分布规律性 .....       | 257 |
| 二、植被型 .....           | 222 | 一、地带性植被 .....              | 257 |
| 第五节 群落的分类系统 .....     | 222 | 二、非地带性植被 .....             | 264 |
| 一、英美学派的分类系统 .....     | 222 |                            |     |
| 二、法瑞学派的分类系统 .....     | 223 |                            |     |

|                |     |
|----------------|-----|
| 三、泛域植物群落 ..... | 284 |
| 四、群落复合体 .....  | 284 |
| 第二节 植被区划 ..... | 265 |
| 一、概念 .....     | 265 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 二、植被区划的依据 .....   | 266 |
| 三、我国植被区划的单位 ..... | 267 |
| 四、命名 .....        | 267 |

## 第四篇 生态系统

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第十七章 生态系统及其结构 .....      | 273 |
| 第一节 什么是生态系统 .....        | 273 |
| 第二节 生态系统的类型 .....        | 275 |
| 第三节 生物圈 .....            | 276 |
| 第四节 生态系统的结构 .....        | 278 |
| 第十八章 生态系统的能量流动 .....     | 282 |
| 第一节 能量的来源和能量平衡 .....     | 282 |
| 第二节 生态系统的“能流” .....      | 283 |
| 第三节 生态系统能量流动的渠道 .....    | 284 |
| 一、食物链 .....              | 284 |
| 二、食物网 .....              | 285 |
| 第四节 能量流动的过程 .....        | 287 |
| 第五节 生态金字塔 .....          | 289 |
| 第六节 能量流动的生态效率 .....      | 293 |
| 第七节 能流语言 .....           | 295 |
| 第八节 按能量来源划分生态系统的类型 ..... | 297 |
| 第十九章 生态系统的物质循环 .....     | 299 |
| 第一节 物质和能量的关系 .....       | 299 |
| 第二节 物质流及其周转 .....        | 300 |
| 第三节 水循环 .....            | 301 |
| 第四节 营养物质循环 .....         | 304 |
| 一、碳的循环 .....             | 305 |
| 二、氮的循环 .....             | 309 |
| 三、磷的循环 .....             | 310 |
| 四、硫的循环 .....             | 312 |
| 第五节 有毒物质的循环 .....        | 314 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 第六节 按物质循环特点划分生态系统类型 .....         | 317 |
| 第二十章 生物系统的生物生产 .....              | 319 |
| 第一节 第一性生产 .....                   | 319 |
| 第二节 第一性生产量的地区分异 .....             | 321 |
| 第三节 第二性生产 .....                   | 326 |
| 第二十一章 生态系统的相对平衡 .....             | 328 |
| 第一节 什么叫生态平衡 .....                 | 328 |
| 第二节 生态系统的自我调节 .....               | 329 |
| 第三节 生态阈限 .....                    | 330 |
| 第二十二章 生态系统的模型 .....               | 332 |
| 第一节 生态模拟的原理 .....                 | 332 |
| 第二节 模型的类别 .....                   | 334 |
| 第三节 建立生态模型的过程 .....               | 335 |
| 第四节 采用模型法研究生态系统的<br>一般过程 .....    | 341 |
| 第五节 生态模型的若干实例 .....               | 345 |
| 第六节 生态模型的作用和展望 .....              | 349 |
| 第二十三章 生态系统工程 .....                | 351 |
| 一、物质能量的多层分级利用 .....               | 352 |
| 二、水陆交换的物质循环系统 .....               | 353 |
| 三、“废物”再生的环境调节工程系统 .....           | 353 |
| 四、多功能污水自净工程系统 .....               | 353 |
| 五、多功能农工联合生产系统 .....               | 354 |
| 附：高等院校本科生学习《植物生态学》<br>中文参考书 ..... | 355 |

## 绪 论

现代生物学有两个发展方向：一是以分子生物学为代表的微观分析方向；另一是以生态学为代表的宏观综合方向，两者相辅相成，共同造福于人类。

自从1869年由德国的生物学家欧内斯特·海克尔(ernest Haeckel)把生态学(ecology)这一术语引入科学中后，生态学被看作是研究生物与周围环境和无机环境相互关系的科学。生态学的英文是ecology，ecology一词来源于希腊文，由字根“oikos”和“logos”结合而成，“oikos”是住所，“logos”是科学。因此，从原意来讲，生态学是研究生物“住所”的科学，属于生物学的主要科目，这一概念为广大学者所沿用。

地球上有形形色色的生物，它们在不同的环境中进行各种各样的生活。描述这些现象，观测活的生物如何适应环境之间的关系，并加以对比分析，总结其规律，则是生态学的经常性活动。因此，可以说生态学的研究工作是生物性状的“投影”。生态学是宏观的科学，野外的科学。生态学的基本方法是野外(田间)比较生态地理法。实验，固然重要，但须知任何实验，都意味着对原有环境状态的干扰和破坏，因此，总是需要做相应的校正。

传统的生态学划分为个体生态学(接近于生理生态学)和群体生态学两大学科，并依据研究对象属于哪类生物而划分为植物生态学和动物生态学两大分科，进一步划分出昆虫生态学、鱼类生态学、兽类生态学等。又以研究对象的环境为基础，划分为陆地生态学和水域生态学两大学科。前者包括森林生态学、草地生态学以及荒漠生态学；后者有海洋生态学、淡水生态学，湖泊生态学等分科。

在1954年召开的第三届国际生态学会议上，曾给生态学确定了下述内容：“1. 研究生物在其历史条件下的适应性；2. 研究作为物种存在形式的种群的形成与发展规律；3. 作为表现生物与环境关系的生物群落的形成与发展规律”。在这次会议中，还议定，“生态学家注意研究与生活环境相联系的生物适应性和数量，研究在不同自然地理景观和人类定向生产活动条件下，受生物群落影响的环境变化”。

本世纪50年代以后，有两个事态激化起来。其一，是人口膨胀，以及随之而来的粮食不足；其二，是产业技术革命和滥用自然资源，导致了环境污染，以及随之而来的物种绝灭和资源枯竭。于是，出现了世界性的生态灾难。生态灾难促进生态学理论的发展，生态灾难启示人们认识到，人与动、植物，动、植物与环境相互依存，相互联系，相互制约，构成一个系统，也就是生态系统。这是生物与环境长期相适应形成的客观规律。人是生态系统的主人，同时，也是生态系统的成员。因此，为了保证人类的健康及环境的优美，合理地开发和永续不断地利用自然资源，必须大力开展以生物群体与环境形成的生态系统为中心的生态学研究，1965—1972年，全世界规模的国际生物学计划(IBP)和1972年开展的“人和生物圈”研究计划(MAB)，都有力地

推动了生态学的发展。

近20年来,生态学得到了蓬勃发展,它的地位也越来越突出。生态学与其它学科相互渗透,衍生出一系列的新的学科。以生态学与数学、物理学、化学、地学等四个基础学科相结合,就产生一些边缘科学。例如,生态学与数学相结合,产生了“数学生态学”。凡是要弄清楚生态规律,总是离不开数量上的研究,利用数理分析的方法,研究种群与生态系统;再用系统工程的方法建立数学模型,论证生态系统变化的后果,新兴的“系统生态学”都给生态学增加了活力;生态学与物理学相结合,产生了“能量生态学”,用热力学定律阐明生态系统的能量流动和功能动态;生态学与化学结合,产生了日渐活跃的“化学生态学”,它对认识动植物在生态系统中的通讯联络及信息传递以及其调节机理、揭示生物与环境关系的本质,是颇有意义的;生态地理学的“边界效应”,说明新的生物种大都出现在两个不同地区的交错地带,把生态学与地学结合起来,研究“巨系统”,也是一个新的势头。

最近,生态学作为一门横向科学,与社会科学相互渗透,又兴起了一些新的学科,如经济生态学(研究经济效益和生态效益的统一),人口生态学、城市生态学等。生态学与应用科学结合起来的求也在增长,出现了农田生态学、渔业生态学、热带生态学、自然保护区生态学、污染生态学等多种应用生态学的分支学科。伴随着人类不断向高空、海洋和深地层发展,生态学的研究空间领域也相应地扩展,如伴随航天事业的发展,已产生了“宇宙太空生态学”,这是探讨太空生态因子对人类和其它生物产生什么影响的一门新科学。

生态学发展的经验告诉我们,一门科学只有当人们感觉到它与切身的生活、命运不可分割时,才关心、才重视,才能得到较快的发展。可以预测,随着科学、文化的日益发达,人类对于生态环境影响的手段日益加强,影响的程度日益深远,就必须深入掌握生态规律和生态学原理,因此,生态学的任务,将要与日俱增。

对于我国来说,我们有世界上最高最大的高原,有着各种类型的生态环境,我国的社会主义建设正在全面展开,将要大力开发这些辽阔的地区。因此,探讨各种独特生态环境下的植物生态学,既是我国生态学发展的优势所在,又符合现代化建设的需要。因此,在我国,从来没有象今天这样普遍地注意生态学,重视维护生态平衡的问题。各门学科,从环境改善、水利工程、国土整治、自然保护区、工农业生产布局、城市规划到社会人口、政治经济都要求了解生态学,希望与生态学建立联系,不同地区,不同行业的人都加入了这一所谓的“生态学乐园”的大合唱,在此大合唱中,植物生态学是“主旋律”。地球上的生命总是直接或间接地依赖绿色植物所固定的有限数量的太阳能来维持,各项事业中许多重大问题的决策需要生态学,尤其是植物生态学原理,作为制定有关政策及生产规划的基础。

第一次把生态学概念用于植物学的是尤金·瓦尔明(Eug. Warming)他于1895年发表了《Plantesamfund》巨著,主张植物生态学是研究植物和它们的生存条件之间的相互关系,以及植物的特性与环境因子之间的矛盾,还研究植物对周围环境的适应和变化历史。植物生态学(phytoecology),作为植物学的一个主要分支学科,1910年在布鲁塞尔召开的第三届国际植物学会议上得到承认,并且确认植物生态学划分为个体生态学(auteolog)和群体生态学(种群、群落)

(synecology)。因此,可以说尤金·瓦尔明是植物生态学的奠基人。

植物界庞大而复杂,种类繁多,在地理上分布最广,人们利用植物最久。植物的生态效应强大,正是植物从太阳截获能量,并通过食物链传递给非绿色有机体(真菌、动物、人);又是植物从土壤和大气吸收生命所必需的营养成分,并把它合成各种化合物,供给非绿色有机体,才保证了丰富多彩的生物界得以生存和繁衍,植物的生态可塑性也比动物明显,因此,植物生态学是发展较早的学科,至今已有90多年的历史。近年来,人们对植物生态学的兴趣和关注有了很大增长。自60年代以来,在国际上得到迅速地发展,它不但从描述走向实验,从定性走向定量,而且和人类社会当前面临的一系列重大问题的解决有着密切关系,因而,成为当前举世瞩目的一门学科。这一分支学科已经在从个体、种群、群落和生态系统等各种不同水平上,分别论述植物与其周围环境之间的相互关系和规律。植物生态学的理论和观点,与农业、林业、牧业、园艺、环境保护等至为密切。农学及林学等应用学科中的关于农作物及树木与环境关系的原理,都是植物生态学提供的。显然,不把活的植物与它的环境反应联系起来加以研究,其研究成果将是脱离生产实际的。

生物科学在我国学校教育中,受到重视。微观方面的分子生物学、细胞遗传学等在中学教材中,早已有了适当的安排,而宏观的生态学体系,近年来,在教材中也有了反映,初级中学的《植物》课程中,有植物群落及植被的地理分布;高级中学的《生物》中,有生物与环境、生态系统、自然保护等章节。植物生态学在高等院校生物系已列为必修或选修的基础课程。考虑到本书也可作为高等师范院校的教材,所以,注意了与中学教学相结合。编写时,尽量多用国内外的实例,通过实例对比,阐述宏观方面的生态学基本理论。这样,既可丰富教学内容,活跃课堂气氛,又能利于广大学生理解和掌握,有助于培养新一代生态学工作者。



# 第一篇 植物与环境

植物生态学主要论述植物与环境之间的相互关系。它包括植物个体在不同环境中的适应过程和环境对植物的塑造作用,还包括植物群体在不同环境中的形成过程及其对环境的改造作用。因此,研究植物与环境之间的相互关系是植物生态学的基础。

## 第一章 生态因子概述

### 第一节 关于环境的概念

#### 一、生物圈的环境

生活在大气圈、水圈、岩石圈和土壤圈界面上的生物,构成了一个有生命的生物圈。在这个圈里,由于生物的活动,特别是绿色植物的活动,使地球的各个自然圈之间发生着物质和能量的相互渗透,形成整个地球表面生物的能量转化和物质循环系统。同时,这些自然圈又成为生物圈在地球表面上的环境,并具有各自的特征。

#### (一) 大气圈

大气圈是几种不同气体的机械的混合物,成膜状包围着地球。海陆的表面可以认为是大气圈假想的下限,因为实际上空气一直可以渗透到地壳的内部;大气圈的上限变化不定,因为它将逐渐地过渡到宇宙空间,约为1,000公里以上。直接构成植物的气体环境的是大气最下层的对流层,其密度最大,约含大气全部质量的70—75%,平均高度为10公里,在极地上为8公里,赤道上为16公里。

对流层对地球外壳有重要的意义。云、雨、气团的水平与垂直移动均在这里发生。电子气团不断运动,使气团经常地混合。不过,在对流层全部厚度中,空气组成的主要成分是保持不变的。大气中的氧的总含量近 $10^{15}$ 吨。氧是很活泼的元素,它在自然界中对生物的作用甚大。氮在空气中是一种中性介质,它的作用是“冲淡”氧气,使氧气含量不致过高,避免氧化作用过于激烈。 $\text{CO}_2$ 在空气中的含量变化较大。由于该气体比重较大,所以在3—4公里以上高度内 $\text{CO}_2$ 要比下层少些。直接与地面毗连的空气层,由于受植物光合作用的影响, $\text{CO}_2$ 含量也相对少些。 $\text{CO}_2$ 在空气中虽然含量不多,但作用极大。首先,它是光合作用的原料,同时还具有吸收和释放辐射能的作用,影响地面和空气的温度。臭氧在平流层上部形成一个臭氧层。它对高能紫外线辐射有吸收作用,保护生物体免遭紫外线的伤害。因而,使生物圈内高等动植物才有可能发展、进化到现今



的繁荣局面。

大气中还含有水汽、粉尘等,它们在气温作用下形成风、雨、霜、雪、露、雾和雹等,调节着生物圈的水分平衡,从而有利于植物的生长发育。当这一平衡失调时,也会给植物带来破坏和损害。

## (二) 水圈

水是生命过程的介质,又是生命过程氢的来源。地球上的海洋、冰川、湖泊、河流、土壤和大气中共含有约15亿立方公里的水。如果以地球总表面积(5.1亿平方公里)上水的平均深度为计算单位,则海洋即液态咸水约占总水量的97%,深度在2,700—3,800米之间;大部分在南半球。在余下的3%中,四分之三是以固体状态在两极冰盖和冰川中,深度约为50米。另外,大量的液态淡水约有15米。地面水主要在世界各大湖中,约0.4—1米。大气中平均含水量相当于0.03米深的液体。水分在地球上的流动及再分配一般有三种形式:大气环流、洋流和河流排水。依靠这三种方式来维持地球各处水分的平衡。

水体中溶有各种化学物质(矿物营养和有机营养物质)。溶解在水中的 $\text{CO}_2$ 和 $\text{O}_2$ 为植物生存提供了必要条件。水体进行着不断的物理化学过程、生物过程和地质过程。这些过程必然影响水体溶液总浓度的变化;特别是大气中水热条件差异,促进水热的重新分配,影响着地区性气候变化。这一切都影响着植物的生态和分布。

## (三) 岩石圈和土壤圈

岩石圈是指地球表面30—40公里厚的地壳层。它是组成生物体的各种化学元素的仓库。岩石圈和水圈进行物质交换,并通过火山活动和放射衰变产物而影响到大气圈的组成。并且它主要是土壤形成的物质基础。由于各种岩石的组成成分不同,风化后形成的土壤成分也就不同,从而给植物的生存创造了各种不同的土壤类型。土壤圈不只是岩石圈的疏松表层,而是在生物体参与下形成的。物理风化和化学风化不断地从岩石圈释放无机物质,而植物残体和死有机体通过微生物不断地腐解,这些腐解产物与土壤动物的排泄物一起,逐渐变为腐殖质,它与无机风化物形成复合体,给植物生长发育提供了场所。因此,土壤圈和植物之间的关系是十分密切的。

## 二、有关植物环境的几个概念

植物与环境间的关系非常密切。在不同的环境里,同一种植物的形态、结构、生理、生化等特性是不一样的。例如,野生薄荷(*Mentha arvensis*)在溪流湿地上生长时,其叶肉海绵组织发达,栅栏组织不明显,茎带赤色,含薄荷油成分为0.17%。移植到肥沃台地,叶肉栅栏组织明显,海绵组织减缩,茎枝浓绿色,含薄荷油增加至1%。又如大黄(*Rheum officinale*)由于含有蒽醌苷而作为泻剂,但到冬天,在气候因子变化下则转变为蒽酚苷,所以在秋天收获。这些例子说明了植物和环境的关系甚为密切,然而这个“环境”的概念是广义的。有必要进一步明确有关环境的几个基本概念。

环境(environment)是指在植物居住环境中的各自存在的条件,这些条件是原来客观存在的,在没有植物存在以前就自然存在的,它们同任何植物种或植物群落没有联系。因此,这些条件中包括需要的、不需要的、或者是有害的条件。

从环境中分析出来的条件单位,称为环境因子(environment factor),如气候因子、土壤因

子、地形因子、生物因子等。在环境因子中,对于某一具体植物种有作用的因子叫做生态因子(ecological factor),如对植物的形态、结构、生长、发育、生理、生化等有影响的环境因子。

在自然界,生态因子不是孤立地、单独地对植物发生作用,而是综合在一起对植物发生作用。各个生态因子之间及其与植物之间是时时刻刻互相影响的,个别因子的作用只能在综合的条件下才能表现出来。因此,生态因子的综合称为生态环境(ecotope)。

如果把“生态环境”仅理解为“非生物的、物理的、地理的”因子综合,那么就有必要另用“生境”(habitat)这个名词代替包括生物因子在内的环境。生境是指一个植物体或其群落所居住的地方,是指具体的特定地段上对植物起作用的生态因子总和。也就是说,什么样的生境条件下决定了生长什么样的植物种或植物群落,如松树生境、沼泽生境等。可见,生境比之一般“环境”具有更具体的意义。

为了深入揭示植物与环境之间的关系,必须深入到对植物小环境和体内环境的研究。小环境(micro-environment)是指接近植物个体表面或个体表面不同部位的物理环境。例如,叶片表面附近,由于大气温度和湿度的变化,从而改变了植物蒸腾强度,使叶表面附近形成一种特殊的小气候。体内环境(inner environment)是指植物体内部的环境,例如,叶片内部直接和叶肉细胞接触的气腔、气室都是体内环境。二氧化碳从大气进入叶绿体进行光合作用所经过“三段”路程可说明环境、小环境和体内环境三者之间的相互关系(图1-1)。CO<sub>2</sub>从高层大气到群体叶片附近,再从叶片周围经过气孔到叶肉细胞的表面,最后由叶肉细胞表面到叶绿体内同化CO<sub>2</sub>的酶系统。

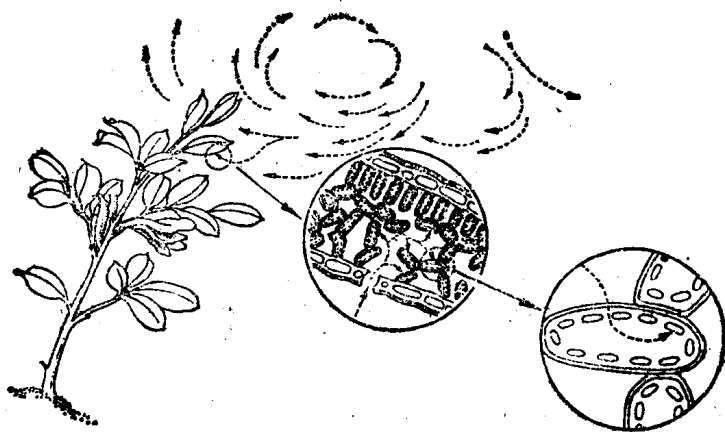


图1-1 二氧化碳从大气到叶绿体的三“段”路程(仿沈允钢、王天铎,1978)