

98.2.24-5.20.

高等学校教材

植物生态学

(第二版)

曲仲湘 吴玉树 王焕校 姜汉侨 唐廷贵 编

G

大
生
主

越
如
为
行对

5.11

生态学
生态学
(第二版)

曲仲湘 吴玉树 王焕校 姜汉侨 唐廷贵 编

出版

H267.09

高等教育出版社

8507670

高等学校教材

植 物 生 态 学

(第 二 版)

曲仲湘 吴玉树 王焕校 姜汉侨 唐廷贵 编

高等教育出版社

高等学校教材
植物生态学
(第二版)

曲仲湘 吴玉树 王焕校 姜汉桥 唐廷贵 编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京广内印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 20.75 字数 476,000

1983年10月第2版 1984年8月第1次印刷

印数 00,001-12,300

书号 13010-0953 定价 3.55 元

再版前言

本书自1980年出版以来,全国有关高等院校均试用于教学。1982年8月,在内蒙古呼和浩特市召开的全国植物生态学教材教学讨论会上,与会代表根据教学实践,对本书提出了许多宝贵意见,并要求原编者对本书修改再版。

本书编写之初,是按综合大学植物学专业基础课的要求,和讲授时数为60学时的规定拟定大纲。以后,鉴于有些学校没有开设自然地理学和植物地理学等课程,因此,在编写中加重了各生态因子内容和主要植被类型的介绍,这就加大了篇幅;种群生态和生态系统等各章又属于新章,在内容深浅的掌握上毫无经验,而引文生涩、材料选用不当等问题,在各章中均或多或少存在。针对这些问题,种群生态和生态系统各章都重新编写,其他章次则在第一版的基础上以删节为主,而在某些部分适当加以补充和修改。全书各章均由原编写人负责重写或修改。

七十年代以来,生态学发展极为迅速,新的理论体系和研究方法不断提出,新的分支学科越来越多,加之环境科学的出现,使得生态学的内容更为广泛。而作为大学本科的专业基础课如何根据学科的现代发展以确定本课的教材体系,仍然是一个有待进一步研究的问题。我们当为此而与全国同行共同努力。

本书虽经修订再版,但因编写者水平所限,内容中的错误和不妥之处在所难免。而对全国同行对本书第一版所提出的宝贵意见,藉此谨表谢忱。

编写组

一九八三年十月

前 言

本教材是根据教育部 1977 年在北戴河和成都召开的两次教材会议的精神编写的，供综合大学生物系植物专业使用，也可供高等师范院校及农、林院校有关专业参考。

六十年代以来，国际上生态学的发展极为迅速，本教材努力从反映现代科学水平出发，在原有植物生态学教材基础上，增加了植物种群生态和生态系统两部分。全书以绿色植物在生物中的物质和能量转化、蓄积作用为中心，从植物个体、种群、群落和生态系统几个水平上，阐述物与环境间相互关系的规律性。编写的材料比原定教学时数（讲课60学时）多一些，在应用此进行教学时，可根据学生的基础及各校的具体情况，在内容上作适当取舍，某些章节可参考浏览。

本书在曲仲湘教授主持下，由五人共同编写。第一、二章由曲仲湘编写，第三、七、八、九章吴玉树编写，第四、五、六章由王焕校编写，第十、十一、十二章由姜汉侨编写，第十三、十四、十五、十六章由唐廷贵编写。

本书承兰州大学、内蒙古大学、厦门大学、中山大学、南京大学、上海师范学院、复旦大学、上海师范大学和西北大学等生物系的有关同志参加审稿，提出了很多宝贵的修改意见。在编写过程中，杭州大学和南开大学生物系给予了很大支持，在此一并致谢。

由于时间仓促和我们的水平所限，本书中的错误和不妥之处一定不少，希望各校在使用过程中，能提出宝贵的意见，以便进一步修订改进。

编写组

1980年 3 月

目 录

第一章 绪论1	一、昼夜变温与温周期.....48
第一节 植物生态学的内容范畴.....1	二、物候.....50
第二节 植物生态学的任务.....3	第三节 极端温度对植物的生态作用.....55
第三节 植物生态学的历史和发展.....4	一、低温对植物的生态作用与植物的生态适应.....55
一、植物生态学的历史前期.....4	二、高温对植物的生态作用与植物的生态适应.....61
二、植物生态学的建立.....5	第四节 温度对植物分布的影响.....63
三、植物生态学的新进展.....6	一、温度与植物的分布.....63
四、近代我国植物生态学的情况.....7	二、温度与引种驯化.....64
第二章 植物的环境8	三、积温.....66
第一节 自然环境.....8	第五章 植物与水的生态关系69
一、大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈.....8	第一节 水及其变化规律.....69
二、生物圈.....9	一、水的循环和平衡.....69
第二节 人工环境.....11	二、水的几种形态及其变化规律.....71
第三节 环境因子的生态分析.....12	三、群落内的水分状况.....73
一、生态因子的分类.....12	第二节 水对植物的生态作用及植物的生态类型.....74
二、环境因子的生态分析.....13	一、植物体的水分平衡.....74
第三章 植物与光的生态关系15	二、水对植物的生态作用.....76
第一节 光的性质及其变化.....15	三、以水为主导因子的植物生态类型.....79
一、太阳光的光谱组成.....15	第三节 旱涝对植物的危害及植物的抗性.....85
二、大气圈中辐射的减弱.....16	一、旱害及植物的抗旱性.....85
三、地表的光照情况.....19	二、涝害及植物的抗涝性.....88
四、水体和植物群落中的光照情况.....21	第四节 水与植物的产量.....90
第二节 光对植物的生态作用及植物的生态类型.....25	一、植物的需水量.....90
一、光对植物的生态作用.....25	二、水分临界期和最大需水期.....91
二、以光为主导因子的植物生态类型.....29	第五节 水污染与植物.....92
第三 不同类型植物及植物群体的生物生产量.....34	一、水体污染对植物的危害.....92
一、不同类型植物的净光合作用对光的依赖关系.....34	二、植物的净化作用.....93
二、植物群体的生物生产量及其提高途径.....37	三、关于污水灌溉问题.....95
第四章 植物与温度的生态关系42	第六章 植物与大气的生态关系97
第一节 温度及其变化规律.....42	第一节 空气成分及其对植物的生态作用.....97
一、热量平衡.....42	一、二氧化碳和氧的生态作用.....97
二、温度变化的规律.....43	二、二氧化碳和氧的平衡.....103
第二节 节律性变温对植物的影响.....48	第二节 大气污染与植物.....103
	一、大气污染对植物的危害和植物的抗性.....104

二、植物的净化作用	100
第三节 风的生态作用和防风林	111
一、风的生态作用	111
二、防风林	114
第七章 植物与土壤的生态关系	118
第一节 土壤性质与植物的生态关系	119
一、土壤基本物理性质与植物的生态关系	119
二、土壤基本化学性质与植物的生态关系	124
三、土壤的生物性质与植物的生态关系	129
第二节 以土壤为主导因子的植物生态类型	130
一、酸性土植物	130
二、盐碱土植物	132
三、沙生植物	136
第三节 土壤污染与植物	139
第八章 植物的生态适应(生活型和生态型)	142
第一节 植物的生活型	142
一、生活型的概念	142
二、生活型的分类	143
三、生活型谱	146
第二节 植物的生态型	147
一、生态型的概念	147
二、生态型的类别	148
第九章 植物种群生态	152
第一节 种群的一般特征	152
一、种群的数量和增长	152
二、种群的年龄结构	156
三、种群内个体的空间分布格局	158
四、邻接效应	159
第二节 种间关系	162
一、竞争	162
二、寄生	166
三、共生和附生	167
四、种间结合	168
五、植物分泌物对种间组合的影响	169
六、生态位	170
第三节 种群动态	171
一、自然植物种群动态	171
二、影响种群数量变动的因素	176
第十章 植物群落的特征	180
第一节 植被和植物群落的概念	180
第二节 植物群落的种类组成及其数量特征	181

一、组成群落的植物种类数目	181
二、种的多度和密度	185
三、盖度	181
四、体积和重量	186
五、频率	187
六、种的结合	188
七、优势度	190
第三节 群落的外貌和结构	191
一、群落的层片结构(生活型组成)	191
二、群落的垂直结构	193
三、群落的水平结构	196
四、周期性和群落的季相	198
第四节 群落类型的综合特征	200
一、种的存在度和恒有度	200
二、确限度	201
三、群落系数	202
第十一章 植物群落的演替	206
第一节 植物群落的形成和发育	206
一、植物群落形成的一般作用	206
二、植物群落形成的过程	209
三、植物群落发育的时期	210
第二节 植物群落演替的基本类型	211
一、按基质性质和变化趋势而划分的演替类型	212
二、按时间上的发展而划分的演替类型	212
三、按决定演替的主导因素而划分的演替类型	212
第三节 植物群落的原生演替	213
一、旱生演替系列	213
二、水生演替系列	215
三、演替的进展和逆行	216
第四节 群落的次生演替	217
一、森林的采伐演替	217
二、草原的放牧演替	219
三、次生演替的一般特点	221
第五节 演替的“顶极”理论及其它	222
第十二章 植被的主要类型及其分布	225
第一节 植被分类的意义和研究途径	225
一、植被分类的研究途径	225
二、关于群落分类的几个问题	230
三、中国植被分类的原则、单位和系统	230
第二节 植被分布的地带规律性	231
一、植被分布的概念	231
二、植被分布的水平地带性	231

二、植被分布的垂直地带性	249
第十三章 生态系统的结构	246
第一节 生态系统的概念	246
第二节 生态系统的组成成分	248
第三节 生态系统的结构	251
第十四章 生态系统的功能	254
第一节 生态系统的能量流动	254
一、能源	254
二、能量	254
三、初级生产和次级生产	257
四、能量流动分析	264
五、生态系统中的食物链和食物网	271
六、金字塔营养级	272
第二节 生态系统的物质循环	274
一、物质循环的基本概念	274
二、生物地球化学循环的主要类型	275
三、生态系统中的营养循环	281
四、毒性物质循环	288
第十五章 生态系统的平衡	291

第一节 生态系统的演替	291
第二节 生态系统的平衡	294
第三节 生态系统的类型	297
一、淡水生态系统型	298
二、海洋生态系统型	299
三、陆地生态系统型	301
第四节 生态系统的管理	303
一、农业生态系统的管理	304
二、牧场生态系统的管理	305
三、林业生态系统的管理	306
第五节 生态系统的小结	307
第十六章 生态系统的研究方法——系统分析	309
第一节 系统分析的基本概念	309
第二节 系统分析过程	311
第三节 系统分析举例	314
主要参考书	324

第一章 绪 论

生态学(Ecology)一词是1869年德国动物学家 Haeckel 命名的一门生物学科,植物生态学(Plant Ecology)就是其中发展得最为完善的一个分支。由于生态学是一门综合性较强、涉及面较广、充满辩证关系的学科,一百多年来不仅在生物科学中得到全面的发展,而且在自然科学和社会科学中,近年来也都有了迅速的发展。生态学的理论基础建立在进化论物种起源的“自然选择”和“最适者生存”两项基本原则上。它揭示了在地球进化过程中,物种形成从无到有,从简单到复杂,从低级到高级,从贫乏到丰富的自然规律,成为研究有机体与环境之间的相互关系,以及研究生态系统中物质能量转化、循环、再生产等动态平衡过程中最根本的基础。

植物生态学旨在阐明植物与其周围环境相互关系的规律,包括植物种的个体和种群在不同环境的适应过程,环境对植物种的塑造作用;植物群体或群落在不同环境中的形成过程,植物群落对环境的改造作用。最终还要发挥植物的生态效益和经济效益,为人类社会作出贡献。

第一节 植物生态学的内容范畴

植物生态学研究的内容,简明地说,就是研究植物与环境相互关系的规律。可分为四个方面:植物个体与环境的生态关系,植物种群与环境的生态关系,植物群落与环境的生态关系,以及在生态系统中物质能量转化、循环、再生产过程中植物的作用。

研究植物与环境间的相互关系,其范围涉及多门学科。在植物学科中,与植物分类、形态解剖、生理、遗传等学科有关;在环境方面,与土壤、地形、气候、水文等学科有关;在自然科学方面,数学、物理、化学、新技术等,也日益渗透到植物生态学内容中来。

一种植物的个体,如一株树、一棵草,各自都有对环境的需要,并且与环境间形成一定的生态关系;一片森林、一块草地、一丘农田作物,也各有其对环境的需要,并与其环境构成一定的生态关系。缺乏适当的环境条件,不论是植物个体还是群体,就不可能获得良好的生长,更谈不上优高产。前者是植物个体与环境间的关系,后者是植物群体与环境间的关系。根据植物生态关系,可主要分为个体生态学与群体生态学,以及种群生态学和生态系统学四大部分。

1. 个体生态学 主要是研究植物的个体发育和系统发育与环境间的关系。

一粒种子播种萌发,经过生长、开花、结实到产生种子,其中每个环节所需要的能量和物质基础,均取自其周围环境,能量和物质供应的数量、质量和速度,依各种具体环境特点而不相同,受时间、空间条件的支配,这就是说,植物与其周围环境间的关系,因时因地而产生差异。环境条件的差异和变化,必然影响生存其中的植物;植物适应于变化的环境,必然在它们的形态结构、生理特性和遗传本质上反映出来,发生一定的变异,植物的这种变化称为生态适应。如果环境的变化

强度超过了植物的适应能力,个体发育就会失常或中断,甚至导致死亡。生态适应必然包含着植物体与环境中能量与物质之间的密切关系,以及数量、质量、速度等的动态关系,这就是植物个体生态学研究的基本内容。

物种的进化过程叫做系统发育,它是由个体发育的每一个世代,一代接一代,环环相扣,表现为物种进化:即由低级到高级,从简单到复杂,由正常到特化或退化的过程,这是植物种在进化过程中,通过与环境相互作用的历史过程,发生了遗传变异的结果。例如,在地球历史发展过程中,低等水生植物通过逐步适应过程,由水生环境过渡到湿生、中生环境,植物体不断发生相应的变异,才进化到高等种子植物。地球上植物旧种的消亡,新种的产生,以及植物种的生态适应性的形成等,都有一定的环境和历史背景。探求种系进化与其环境间关系的历史发展过程,就是进化生态学的一个基本内容。

2. 种群生态学 种群是由同种植物许多个体组成的,种群的数量级是决定种群大小的指标,种群年龄级是决定种群幼年、中年、老年成分的。植物有野生种群,如单种的树林和草地;又有人工种群,如麦田、稻田和棉田等。植物群落内部包含着许多不同种群,各有不同的数量级、年龄级。动物种群非常显明,如蜂群、蚁群、鸟群和鱼群等。人类社会也是一个种群。研究植物种群与环境之间和群落之间的相互关系,就是植物种群生态学。

3. 群体生态学 植物各种个体和种群组成群落,研究群落的结构和功能、形成和发展等方面与其所处环境间的关系,就是植物群体或群落生态学的主要内容。

一定地段内共居的许多不同种类的植物,构成一个有规律的组合整体。不同种类的个体植物都各自在群落内部,占有不同的地位和空间,起着不同的作用,彼此发生一定的相互关系,这就形成植物群落内部一定的结构和功能。例如湖滨芦苇群落,植物种类比较简单,主要是芦苇,还有一些细小的沼生植物。群落的结构也很简单,只有一个芦苇上层和下面的沼生草本层。但在潮湿热带森林中,植物种类就异常丰富,有多层的乔木、小乔木、灌木和草本。最上层大乔木高达50—60米,个别树种更高,还有大量的藤本、绞杀和附生植物等。若以绿色植物的生物产量来衡量群落的功能,则芦苇群落的生产率,远不及热带潮湿雨林的高。群落的结构与功能的差异,是由于不同性质的环境条件,对植物群落类型所起的作用不同所致。

植物群落有它自己的形成发展过程。新淤积的湖滩上,原来没有什么高等陆生植物生长,是一片裸地,以后才逐步有植物定居下来,最后形成了芦苇群落。随着淤积增高,水位下降,芦苇又逐步为灌丛所代替,继之,灌丛又被树木所代替,最终形成了森林群落。每一种植物群落类型,都是经常处于发生发展过程之中。群落的形成和发展是植物群体与环境相互作用的结果,它反映出群落与环境、结构和功能之间的关系,是一个动态的历史过程,而群落在其发展变化过程中,也对环境条件起着改造作用,因此,植物群落有改造环境的巨大功能。

4. 生态系统学 近年来生态学更有了新的发展,研究对象扩大到生态系统,研究内容着重于生态系统的结构与功能,生态系统的平衡和生态系统的调控机制。

生态系统内生物与环境的关系,是建立在能量流动和物质循环的生物学过程中。首先,绿色植物的光合作用,将太阳能转化为生物化学能;植物作为动物的食物,能量转送到动物体中;植物

和动物的尸体及其排泄物,被微生物分解,生产出沼气能和高级腐化物;其中有机腐化物作为肥料,又被植物吸收利用,再循环,再生产,越来越丰富。所以,能量流动和物质的生物化学循环,是生态系统的基本功能,它受其中生物之间的相互关系,及生物与环境的相互关系所制约。

生态系统的研究,促使个体生态和群体生态在新的基础上更加紧密地相结合。同时,又使植物生态学与动物生态学、微生物生态学,以及环境科学等,也更加紧密地相结合,成为综合性最强的科学研究过程。

生态系统的研究,对植物生态学的研究方法,也提出了新的要求,即不仅用描述的方法来表述,更要用数理方法来揭示植物与环境间生态关系的规律性。

与此同时,新兴的污染生态学,也正在迅速地发展中。由于现代化生产和生活方式,例如工农业生产和交通事业的迅速发展,产生了大量的废气、废水、废渣和垃圾等,严重地污染了环境,毒害动植物及人类自身,构成了环境危机,公害病丛生。为了挽救这一空前危机,污染生态学应运而生,其中植物污染生态学是一个重要方面。

近代生态学的研究,正向微观和宏观两个方向发展,一方面从群体、个体、细胞水平向细胞器、亚细胞器、分子水平发展;另一方面是从群体向生态系统、综合生态系统水平发展。从这两个方面进行研究,使人们对生物学规律的认识,获得了重大的突破。

第二节 植物生态学的任务

作为一门独立的学科,植物生态学不仅有它自己的研究内容和范畴,还有它明确的研究任务和目的。

环境对于植物种的生长发育和物种进化的作用,建立在植物种的个体发育和系统发育与环境间所存在的必然联系上,揭示这种自然规律性,是植物个体生态和进化生态理论的任务。以植物个体生态和进化生态理论为依据,从植物与环境相互关系的规律性出发,更好地控制和调节植物与环境间的关系。一方面设法改善环境条件,以满足植物对环境条件的要求;另一方面,又要充分发挥植物的生态适应潜力,使其能最充分地利用环境资源和能源,提高环境条件的利用率,从而最大限度地发挥植物的增产和优质潜力,这是个体生态学的重要任务。

环境对于植物群落的结构和功能、形成和发展的作用,建立在植物群落与环境之间所存在的种种相互促进和制约的生态关系上。这种关系是由一个普遍的自然法则所支配,那就是在植物群落内部的植物之间、植物和其它生物之间、植物与环境之间存在着能量传递、物质转化与循环,以及信息与调节等规律性,揭示这种自然规律,成为植物群落和生态系统理论的研究任务。而应用群落和生态系统的理论,可以深刻地说明群落的结构、功能、形成和发展,与环境的关系,以及它们因环境变化而发生相应变化的内在规律,从而去充分利用和改造群落,发挥群落的生产潜力,同时,可利用群落改造环境,以维持和提高生态系统的平衡水平。在此基础上还能对植物群落生态系统的变化和发展趋势,进行质量评价和科学预测。这无疑将有助于农、林、牧、副、渔业生产力的发展,有利于维护和改善人类生存的自然和社会环境。

七十年代初,联合国提出了一个宏伟的国际科研协作计划,即“人与生物圈”研究计划,目的是为合理开发和利用生物资源,维护和改善自然和社会环境,提供科学理论和寻求最有效的手段。其中包括十四个大项目,都是研究人的生活和生产活动对自然生态系统的影响,涉及一系列有关生态系统内部,植物种及群落与其自然环境之间,以及生物与人类社会之间的基本生态规律问题。

植物是地球表面上最基本的生物资源,也是其它生物(动物、微生物)资源和生物能源(化石燃料、沼气)的基础。工业生产过程中排放的有毒物质,也是通过植物、动物、微生物的作用,而向两极分化:一方面由于生物的净化作用而解毒,把生物资源转移到安全的贮藏库中;另一方面,因生物的富集能力逐级加强,通过食物链造成动、植物及人畜的严重危害,使生物资源受到破坏和损失。从植物学的角度研究这些问题,防治污染,维护和改善自然和社会环境,就是植物污染生态学的重要任务。

生态学理论来自生产实践,反过来又能指导生产。事实证明,如果将生态理论和生产实践相结合,就会获得成功。反之,违背了自然生态规律,就会事与愿违,不仅效果低,还会受到大自然的惩罚。

植物生态学这门课程的任务,在于奠定一个比较扎实的植物个体生态学和群落生态学基础,为进一步学习和研究种群生态、污染生态和生态系统等作好准备。学习本课程的重点,应放在植物个体和群体与环境的生态关系,以及生态系统的基本理论上。同时,对生态实践应用以及科学调查研究方法方面,都要尽量予以注意介绍。

第三节 植物生态学的历史和发展

植物与环境的生态关系,是自然界客观存在的,但人们对其规律性的认识,则经过较长的历史过程。最初只是一些零星的感性认识,经过逐步积累和集中,再提高到有系统的理论。植物生态学成为一门独立的学科,在整个生物科学中是比较迟的。十八世纪中期, Linneus 的《植物种志》(1753)出版了,标志植物分类学已经成熟,十九世纪植物生理学又形成一门独立的学科,而植物生态学一直到了十九世纪末期和二十世纪初期,才算正式登上自然科学的舞台,发挥着兴旺发达的作用。

一、植物生态学的历史前期

科学是反映人类对自然规律的认识过程,认识的源泉又主要来自人们的社会生活和生产实践。植物生态学的历史与发展,也始终是与人类社会活动的需要紧密相连。

古希腊哲学家 Theophrastus (公元前 370—285)已经对不同地区生长着不同的植物和群落类型,予以注意。我国的古籍《管子——地员篇》(约公元前 200 年以前),也已记载有江淮平原上、沼泽植物的带状分布与水文土质的关系。如“凡草土之道,各有谷造,或高或下,各有草物。下于𦵏;𦵏下于莞(莞);莞下于蒲;蒲下于苇;苇下于藿;藿下于葵;葵下于菲;菲下于萧;萧下于

(薜); 薜下于萑(葦); 萑下于茅。凡彼草物, 有十二衰, 各有所归”。这些植物的生态和分布顺序, 在原书内附有专图, 现转录于下:

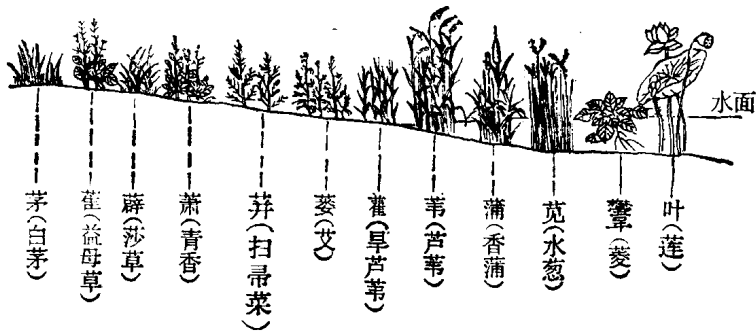


图 1-1 我国二千多年前水生生态系列示意图
(括弧内是植物的今名以与古名对照)(引自夏纬瑛《管子地员篇校释》, 1958 年)

我国二千多年前这种科学描述, 与近代植物生态学发展初期的水平相比毫无逊色。其后各个朝代中, 有关植物生态学的记载亦不鲜见。例如北魏贾思勰撰写的《齐民要术》与现代农业生态学相比, 亦有一定的科学价值。明代大医药科学家李时珍编纂的《本草纲目》, 亦描述了不同药草的生境特点。这些都说明, 我国古代已经具有许多植物生态学知识了。

在国外, 只是到了十八世纪, 欧洲资产阶级民主革命成功, 资本主义经济开始得到迅速发展的时候, 由于生产上需要大量的生物资源, 于是许多国家派出探险船舰, 航行到世界各地去寻找经济资源。十九世纪中期, 许多著名的生物学家, 曾在这些航程中, 取得了有关植物生态学方面的丰富资料。其中有重大贡献的, 如德国人 Humboldt(1769—1859)、英国人 Darwin (1809—1882) 等, 他们都曾经过环球旅行, 进行了生物学和地理学方面的科学考察。Humboldt 的专著《植物地理学知识》发表于 1807 年, 对世界的植物分布, 作了理论上的阐述, 开创了植物地理学。Darwin 著名的《物种起源》一书, 发表于 1859 年, 创立了生物进化学说。这两位伟大的学者, 都具有敏锐的观察力和缜密的分析力, 因而能够深刻独到地看到复杂的、相互联系的生态关系。他们通过植物地理分布和进化论的大量材料, 做出了各自的概括, 成为植物生态学正式诞生前的重要文献和依据, 为植物生态学的形成奠定了基础。

二、植物生态学的建立

瑞典人 Warming(1845—1923)的著作《以植物生态地理为基础的植物分布学》一书德文版(1895), 在译为英文版时改名为《植物生态学》, 以及三年后德国人 Schimper(1856—1901)的著作《以生理学为基础的植物地理分布》(1898)。以上两书的刊行, 标志着植物生态学的诞生。这两本经典著作, 对植物生态学的建立, 起到了不可磨灭的功绩。Schimper 从植物生理功能与形态结构、生活力等方面, 进行阐述植物的生态适应; 用环境因子的综合作用, 来阐明植物分布的多样性; 从历史的发展观点, 来分析研究植物和群落的起源和发展, 从而开辟了生理生态学和进化生态学的广阔道路。

Warming 和 Schimper 等, 为植物生态学奠定了生态、生理和进化三个发展方向。而一些学

者,如瑞典的 Von Post 于 1851 年创立了样方法,对群落中的植物进行定量研究;奥国的 Kerner 于 1863 年介绍了研究群落结构和动态的方法等。这样,逐渐在理论和方法上奠定了基础,从此,一门新兴的植物生态学建立起来了。

植物生态学的研究对象,地区性很强,这是因为地球表面上各个地区的植被及自然环境,都很大的差异,各地区的文化水平和经济发展情况也不相同,生产上有待解决的主要问题各不一样,因而植物生态学的发展,从开始起即以地区性特点为背景,形成为不同的学派,主要有四大学派:即英美学派、法瑞学派、北欧学派和俄国学派,及若干较小的学派。

英美学派以英国 Tansley 和美国 Clements 为代表,研究的主要对象是以英国诸岛及北美洲大陆为主,研究课题是森林、草原、海滨和湖滩植被及其利用为目的。代表著作有 Clements 的《普通植物生态学》(1909 年初版,1929 年再版),有 Tansley 的《不列颠群岛的植被》(1935 年初版,1946 年再版),这两本书的影响最大最深,其中演替和顶极、生态系统和生态平衡等学术性概念,都是第一次提出。法瑞学派以法国 Braun-Blanquet 为代表,研究中心分别为 Montpellier 大学和 Zurich 大学,研究对象以地中海和阿尔卑斯山植被为主, Braun-Blanquet 所著《植物社会学》(1932 年英译本)为代表。该学派特点是在群落学分析上强调区系成分,以特征种为群落生态和分类依据。北欧学派以 Du-Rietz 为代表,研究中心在 Upssala 大学,主要研究对象是森林,以瑞典、挪威等国为主,其特点是在生态学的分析方法上比较细致。俄国学派以 В. Н. Сукачев 为代表,以列宁格勒大学为中心,主要研究欧亚大陆寒温带的草原、森林、土壤为对象,着重于草原利用、沼泽开发、北极的资源评价等课题,形成为生态地植物学及生物地理群落学,苏联生态学家集体写的《苏联植被》一书,是有代表性的著作。

三、植物生态学的新进展

1935 年, Tansley 提出“生态系统”这一科学概念,认为生态系统中的能量流转、物质循环,维持着相对的生态平衡,这是由于其中各类生物成员与其周围所处的环境之间,存在着能动的相互关系,存在着自我维持和调节控制的能力。这就是生态系统概念最初提出时的一个原始设想。

美国青年 Lindeman 首先为这个科学设想提供实验证据。他对湖沼中生物生产者和各级消费者的生物产量的转化,进行了定量研究分析,在营养动力学方面,作出了卓越的贡献,为生态系统学开创了广阔的前景。1942 年又提出了“食物链”、“金字塔规律”、“十分之一”定律等新的学术成就,为生态系统奠定了稳固的基础。

同时,在 1942 年,苏联的 В. Н. Сукачев 提出“生物地理群落”的概念,其涵义与生态系统是相吻合的,不过 В. Н. Сукачев 认为“生物地理群落是植物群落学概念的发展”。苏联在四十年代就开始对生物地理群落进行“定位研究”,1958 年中苏科学协作,曾在云南西双版纳设立了一个“定位研究站”。采用的方法基本上与 Lindeman 在美国使用的没有差别,不过规模更大一些。

从 50 年代至今,工业三废、农药化肥残毒、交通车辆尾气、城市垃圾等,造成了环境的严重污染。有毒物质通过食物链急剧富集,对植物、动物产生严重污染,发生公害病,危及人类生命安全。同时,环境污染破坏了自然生态系统的自我调节和相对的生态平衡,造成自然环境和社会环

境恶化。因而,生态系统中的生态平衡维持,环境质量的~~评价和改善~~成为全世界极为关切的重大科学问题。联合国教科文组织于1964年开始组织国际生物科学研究计划(I. B. P),推动了一些国家对生态系统进行重点研究。1971年,联合国教科文组织又组织了“人与生物圈”(MAB)研究计划,于是生态学中的生态系统成了最活跃~~的领域~~,进展十分迅速,出现了本门学科的新进展。

随着生态系统研究的逐步深入,工程学上“系统分析”的方法,被引进生态系统概念中来,系统分析的数学手段,也与生态学研究途径相结合,这是生态系统在理论上和方法上的一个新飞跃。这个方面的研究趋势是一个新方向。

系统生态学认为,在任何特定时间内,构成生态系统的生物,及其与环境间复杂的状态(结构与功能),都可以用定量的数字来表达,同时系统中的变化(动态),也可以用数学的函数关系式来表达。所以,系统生态学就是应用系统分析的方法,来研究生态系统,建立生态模型,可以阐明一个生态系统的机能,并预测系统的变化。因而,在认识和合理利用管理生态系统中,将可能起到重要的作用。

近年来,植物生态学(无论是个体生态或群体生态)在理论和方法上,也都出现了新的动向。例如,对植物种的生态研究,已从野外调查进入到在控制条件下(如人工气候室)进行单项或综合因子的实验模拟。对个体的生态适应性研究,已从形态解剖方面深入到对生理效率和物质转化途径的定量研究。这就进一步为生态系统中能流和物流的过程,提供了以个体为单位的基础数据。在植物群落研究中,已从群落学特征的描述和分类、分布的野外调查,转向种群的定量分析、实验群落学和人工群落学的研究,提出以生态位(niche)为种群生态学研究的最基本单位和出发点,并从而研究群落~~的数量~~动态。同时,已开始将地面的群落定量研究与遥测、遥感新技术研究相结合等。总之,植物生态学的新进展,正在方兴未艾的迅速发展中。

四、近代我国植物生态学的情况

解放前,在我国只有少数几个人在植物地理、个体生态和群落生态方面,做过一点零星的工作。新中国建立初期,为了开发利用全国自然资源,曾调动全国大学生物系,及科学院有关专家和研究所,对海南岛、东北、西北、西南等地区,进行了大规模的综合考查工作,带动了植物生态学在我国的第一次大发展。到了70年代,为了建设四个现代化强国,植物生态学作为科学技术的一个方面军,结合合理开发和利用自然资源,以及环境保护的需要,掀起了第二次新高潮,植物生态学队伍的数量和质量,得到进一步扩大和提高。为了实现社会主义四个现代化,植物生态学必将得到空前的大发展,我们一定要为此而做出更大的努力。

解放后,我国植物生态学方面的工作,取得了优异的成果,首先表现在《中国植被》巨著的出版,及《中国植被图》的刊印,标志着赶上了世界水平。在引种栽培橡胶树方面,奇迹般地超过了世界先进水平。自1952至1982年,我国植胶事业的总结表明,不仅使我国由橡胶进口国一跃而成为橡胶原料自给自足有余的橡胶生产国(居世界第四位),还出现了经济效益和生态效益双丰收的空前大好形势。植胶事业的成功是与植物生态学家的参加分不开的。特别是植物生态学老专家李继侗教授,在为筛选橡胶树宜林地生态条件方面,作了许多工作。

第二章 植物的环境

研究植物与环境之间的相互关系,不仅要了解植物本身各方面的特性,还要了解它们生活和生存环境方面的特性,以及它们两者之间相互作用的关系。只有对具体植物和具体环境进行具体分析,才能弄清和掌握植物与环境的相互促进、相互制约、共同发展的规律。

第一节 自然环境

生态学中所理解的环境,是指生物有机体生活空间的外界自然条件的总和。在这种意义上,生物环境不仅包括对其有影响的种种自然环境条件,而且还包括生物有机体的影响和作用。

植物所需要的物质基础,除了地球本身所提供的物质条件之外,最根本的能源动力是由太阳辐射所提供的。有了无机物质和能源的供应,植物体才能生产出有机物质,将能源储存下来,有生命活动的植物体,才能把有机物质和有机能源,继续不断地转化、传递、循环下去。因此,太阳和地球是植物最根本的环境基础,可以说,一切环境特征都是由此产生的,这就是植物的宇宙环境和地球环境,奠定了生态学上的宏观概念。

一、大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈

当地球大约在一百亿年前形成后,第一批生物诞生时,它们遇到的环境是水、空气和地表岩石的风化壳,全是无机环境。以后在生物的作用下,岩石圈的表面形成了土壤圈,构成半生命半有机环境。大气圈的对流层、水圈、岩石圈和土壤圈的综合作用,共同组成了地球的生物圈环境。

(一) 大气圈

地球表面的大气圈,虽然厚度有一千公里以上,但直接构成植物气体环境的部分,只是下部对流层,厚度约16公里。大气中含有植物生命所必需的物质,如光合作用中所需要的 CO_2 ,和呼吸作用中所需要的 O_2 等。对流层中含有水气、粉尘和化学物质等,由于气温的作用,可以形成风、雨、霜、雪、露、雾、冰雹等,一方面调节地球环境的水分平衡,有利于植物的生长发育;另一方面,也会对植物带来破坏和损伤。臭氧幕在大气圈的形成,对整个地球表面的生物界构成有利的环境。

(二) 水圈

地球表面有71%的面积,为海洋和陆地江河湖泊所覆盖,还有地下水、气体水及雪山冰盖的固体水,构成植物丰富的水分物质基础。液体水中还溶有各种化学物质、各种溶盐和矿质营养、有机营养物质等,提供植物生活上的需要。由于各个地区的水质不同,构成了植物环境的生态差异,例如海水和淡水、碱水和酸水等,都是植物的不同环境。液态水通过蒸发、蒸腾,转化为生物

体和大气圈的气态水,再转化为降水回到地面上,构成水分循环不息的物质循环。据估计,生物的吸收、蒸腾、蒸发作用,使地球水圈的全部水分,约每两千年再循环一次。大气中的水热条件结合起来,就能产生千变万化的地区气候特性,成为地球植被类型分布的重要因素。

(三) 岩石圈

岩石圈指的是地球表层约30—40公里厚度的地壳,成为大气圈、水圈、土壤圈以及生物圈存在的牢固基础,没有岩石圈就没有地球表面的一切。岩石圈中贮藏着丰富的化学物质,成为植物生长所需要的矿质营养的宝库,矿质养分通过并溶解于地下水,到达土壤中,再由植物的根部吸收到植物体内。岩石圈中还贮藏着丰富的地下资源,如化石燃料、铁矿、铜矿等各种有色金属,以及磷、氮、钾等矿藏。由于各种岩石的厚度及组成成分不同,在风化中所形成的土壤性质就有很大的差异,这又为植物的生存创造了各种不同的土壤环境,形成了植被分布的重要因素。

(四) 土壤圈

岩石圈表面的风化壳是土壤的母质,母质中含有丰富的矿质营养物质,还不能算是真正的土壤,再加上水分、有机物及有生命的生物体,特别是微生物群,在长时间的作用下,才形成了真正的土壤。它覆盖在陆地表面及海水和淡水的底层上,形成地球表面一层很薄的土壤圈层。土壤本身有它自己的结构和化学性质,是介乎无机物质和有机物质之间,含有微生物群的特殊物质,和其它各自然圈的性质完全不同。土壤圈是在生物圈进化过程中,有了生物的作用后才形成的,但又反过来成为绿色植物必不可少的基地。决不能因为它的数量相对的少,和其它自然圈很不相称,而把它列为岩石圈的附属部分,而应该根据它的性质重要这一特点,列为一个独立的圈层。土壤圈和植物之间的关系非常密切,改良土壤,就可以控制和促进植物的生长发育,获得优质高产,这是农业生产措施的一般常识。

以上四个自然圈,是生物圈的物质基础,是地球环境最基本的出发点。

二、生物圈

生活在大气圈、岩石圈、水圈和土壤圈的界面上的生物圈,构成一个有生命的、具有再生产能力的生物圈。其中绿色植物植被层给地球穿上了一件绚丽多彩的艳装。

著名的地质学家 Suess(1875),首先建立了生命圈的概念,并把相应的名词“生物圈”引用到自然科学中来。他认为生物圈就是生活物质及其生命活动的产物所集中的圈。后来,В.И. Вернадский(1934)又给生物圈下了一个定义是:“生物圈是由对流层(大气圈的下层)、水圈和风化壳(岩石圈的表层)等三个地理圈的总合所组成,生物圈是地壳的一部分”。这个定义没有提出土壤圈,被认为是不全面的。

根据生物分布的幅度,生物圈的上限可达海平面以上十公里的高度,下限可达海平面以下十二公里的深度。在这一广阔的范围,最活跃的是生物。其中绿色植物能在生命活动过程中,截取太阳的辐射能量,吸收土壤中的水分和养分,扎根在风化的岩面上,吸收大气中的 CO_2 和 O_2 等,使地球各个自然圈之间,发生互相联系,及各种物质和能量相互渗透,构成一个整体,形成了地球表面所有物质能量运动,以生物为转化和循环的中心,向着越来越丰富的方向发展。