

高等学校试用教材

植物生态学

云南大学生物系编



人民教育出版社

植物生态学 云南大学生物系编

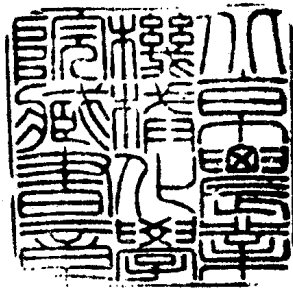
0948.1

Q948.1
2

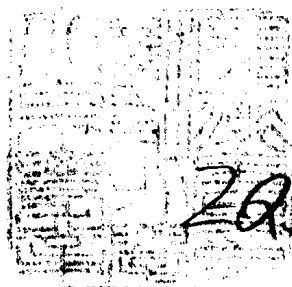
高等学校试用教材

植物生态学

云南大学生物系编



人民教育出版社



2630/19

高等学校试用教材

植物生态学

云南大学生物系编

*

人民教育出版社出版

四川省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21.75 字数497,000

1980年7月第1版 1983年3月第4次印刷

印数15,001—27,500

书号 13012·0503 定价 1.60 元

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圈中物质和能量的转化、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植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,在应用此书进行教学时,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,某些章节可参考选用。

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、九章由吴玉祜(已调至杭州大学任教)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、十五章由唐廷贵(已调至南开大学任教)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,在此一并感谢。

由于时间仓促和我们水平所限,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、低温对植物的生态作用与植物的生态适应.....62
第一节 植物生态学的内容范畴.....1	二、高温对植物的生态作用与植物的生态适应.....68
第二节 植物生态学的任务.....3	第四节 温度对植物分布的影响70
第三节 植物生态学的历史和发展.....4	一、温度与植物的分布.....70
第二章 植物的环境8	二、温度与引种驯化.....72
第一节 自然环境.....8	三、植物温度需要量及其确定方法.....74
一、大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈.....8	第五章 植物与水的生态关系78
二、生物圈.....9	第一节 水及其变化规律.....78
第二节 人工环境.....11	一、水的循环和平衡.....78
第三节 环境因子的生态分析.....11	二、水的几种形态及其变化规律.....80
一、生态因子的分类.....11	三、水的分布.....82
二、环境因子的生态分析.....12	四、群落内的水分状况.....83
第三章 植物与光的生态关系14	五、植物水分保障指标.....84
第一节 光的性质及其变化.....14	第二节 水对植物的生态作用及其植物生态类型.....85
一、太阳光的光谱组成.....14	一、植物体的水分平衡.....85
二、大气圈中辐射的减弱.....15	二、水对植物的生态作用.....87
三、地表的光照情况.....18	三、以水为主导因子的植物生态类型.....90
四、水体和植物群落中的光照情况.....20	第三节 旱涝对植物的危害及植物的抗性96
第二节 光对植物的生态作用及植物的生态适应.....24	一、旱害及植物的抗旱性.....97
一、光照强度对植物的生态作用.....24	二、涝害及植物的抗涝性.....100
二、光谱成分对植物的生态作用.....28	第四节 水与植物的产量101
三、日照长度对植物的生态作用.....30	一、植物的需水量.....101
第三节 光能与植物产量.....33	二、水分临界期、最大需水期和灌水期.....102
一、净光合作用对光的依赖关系.....34	三、水分的调节与植物的产量.....103
二、光能利用率及其影响因素.....37	第五节 水污染与植物104
三、提高作物光能利用率的途径.....40	一、水体污染对植物的危害.....104
第四章 植物与温度的生态关系43	二、植物的净化作用.....105
第一节 温度及其变化规律.....43	三、关于污水灌溉问题.....107
一、热量平衡.....43	第六章 植物与大气的生态关系109
二、温度变化的规律.....44	第一节 空气成分及其对植物的生态作用.....109
第二节 节律性变温对植物的影响.....52	一、二氧化碳和氧的生态作用.....109
一、植物的感温性.....52	二、氮的生态作用.....115
二、昼夜变温与温周期.....55	第二节 大气污染与植物116
三、物候.....57	一、大气污染对植物的危害和植物的抗性.....117
第三节 极端温度对植物的生态作用.....62	二、植物的净化作用.....122
	第三节 风的生态作用和防风林124
	一、风的形成及其种类.....125

二、风的生态作用	126
三、防风林	129
第七章 植物与土壤的生态关系	133
第一节 土壤性质与植物的生态关系	134
一、土壤基本物理性质与植物的生态关系	134
二、土壤基本化学性质与植物的生态关系	139
三、土壤的生物性质与植物的生态关系	145
第二节 以土壤为主导因子的植物生态类型	146
一、盐碱植物	147
二、沙生植物	151
第三节 土壤污染与植物	154
第八章 植物的生态适应(生活型和生态型)	157
第一节 植物的生活型	157
一、生活型的概念	157
二、生活型的分类	158
三、生活型谱	161
第二节 植物的生态型	162
一、生态型的概念	162
二、生态型的类别	163
第九章 植物种群生态	167
第一节 种群的一般特征	167
一、种群的数量和增长模型	167
二、种群的年龄组成	169
第二节 种群中个体的空间分布格局	171
第三节 种间关系	172
一、种间竞争	173
二、寄生	177
三、共生和附生	178
四、种间结合	179
五、植物分泌物对种间组合的影响	180
第四节 影响种群数量变动的因素	171
一、外界环境因素	181
二、种内因素	183
第十章 植物群落的特征	185
第一节 植被和植物群落的概念	185
第二节 植物群落的种类组成及其数量特征	186
一、组成群落的植物种类数目	186
二、种的多度和密度	187
三、盖度	189

四、体积和重量	191
五、频度	192
六、种的结合	193
七、优势度	194
第三节 群落的外貌和结构	196
一、群落的层片结构(生活型组成)	196
二、群落的垂直结构	198
三、群落的水平结构	201
四、周期性和群落的季相	203
第四节 群落类型的综合特征	205
一、种的存在度和恒有度	205
二、确限度	206
三、群落系数	207
第五节 植物群落与环境的梯度分析	208
一、环境梯度与生境格局	208
二、排序	209
第十一章 植物群落的演替	215
第一节 植物群落的形成和发育	215
一、植物群落形成的一般作用	215
二、植物群落形成的过程	218
三、植物群落发育的时期	219
第二节 植物群落演替的基本类型	220
一、按基质性质和变化趋势而划分的演替类型	220
二、按时间上的发展而划分的演替类型	221
三、按决定演替的主导因素而划分的演替类型	221
第三节 植物群落的原生演替	222
一、旱生演替系列	222
二、水生演替系列	224
三、演替的进展和逆行	225
第四节 群落的次生演替	226
一、森林的采伐演替	226
二、草原的放牧演替	227
三、次生演替的一般特点	229
第五节 演替的“顶极”理论及其它	230
第十二章 植被的主要类型及其分布	233
第一节 植被分类的意义和研究途径	233
一、植被分类的研究途径	233
二、中国植被分类的原则、单位和系统	239
第二节 地球表面的主要植被类型及其特征	241
一、常雨木本群落	241
二、雨绿木本群落	245
三、照叶木本群落	247

四、硬叶木本群落·····	248	第一节 生态系统的能量流动·····	282
五、夏绿木本群落·····	250	一、能量·····	282
六、针叶木本群落·····	251	二、初级生产和次级生产·····	285
七、雨绿干燥草本群落·····	252	三、能量流动分析·····	293
八、夏绿干燥草本群落·····	253	四、生态系统中的食物链和食物网·····	300
九、中生草本群落·····	254	五、金字塔营养级·····	301
十、湿生草本群落·····	256	第二节 生态系统的物质循环·····	302
十一、水生草本群落·····	256	一、物质循环的基本概念·····	302
十二、干荒漠群落·····	257	二、生物地球化学循环的主要类型·····	304
十三、冻荒漠群落·····	258	三、生态系统中的营养循环·····	310
第三节 植被分布的地带规律性·····	258	四、营养循环的模式·····	316
一、植被分布的概念·····	258	第三节 生态系统的平衡·····	317
二、植被分布的水平地带性·····	259	第四节 生态系统的基本原理·····	320
三、植被分布的垂直地带性·····	264	第五节 生态系统的管理·····	322
第十三章 生态系统的基本概念·····	270	一、农业生态系统的管理·····	322
第一节 什么是生态系统·····	270	二、牧场生态系统的管理·····	324
第二节 生态系统的组成成分·····	272	三、林业生态系统的管理·····	325
第三节 生态系统的结构·····	274	第十五章 生态系统的研究方法——系统	
第四节 生态系统的类型·····	276	分析·····	327
一、淡水生态系统型·····	277	第一节 系统分析的基本概念·····	327
二、海洋生态系统型·····	278	第二节 系统分析过程·····	329
三、陆地生态系统型·····	280	第三节 系统分析举例·····	332
第十四章 生态系统的功能·····	282		

第一章 绪 论

早在 1866 年,德国人 Haeckel(1834—1911)首先把“研究有机体与环境相互关系的科学”命名为生态学(Ecology)。

植物生态学(Plant ecology)是植物学的一门分支学科。旨在阐明植物与其周围环境相互关系的规律,包括植物种的个体对不同环境的适应过程,和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及其发展过程和植物群落对环境的改造作用。

第一节 植物生态学的内容范畴

植物生态学研究的内容,简单地说就是研究植物与环境相互关系的规律。可分为三个方面:植物个体与环境的生态关系、植物群体与环境的生态关系以及在生态系统的物质循环和能量流动中植物的作用。

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、气候等学科有关。此外,数学、物理、化学、新技术等也日益渗透到生态学的内容中来。

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、一块农田作物,也各有其对环境的一定需要,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有良好的生长,更谈不上优质高产。前者就是植物个体与环境间的关系,后者就是植物群体与环境间的关系。因此,植物生态关系的研究,可以分为个体生态学与群体生态学两个部分。

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。

一粒种子萌发后经过生长、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的环境,能量和物质供应的数量和质量依各种具体环境而不同,受时间、空间的支配,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,必然影响生存于其中的植物;植物适应于变化的环境而在它们的形态构造、生理特性中反映出来,发生一定的变异,植物的这种变化就称为生态适应。如果环境的变化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的能量与物质之间的密切联系,以及数量和质量的动态关系,这就是个体生态学研究的基本内容。

物种的进化途径叫做系统发育。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,通过遗传变异与环境相互作用的历史过程。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为高等

种子植物。地球上植物旧种的消亡、新种的产生以及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,是进化生态学的一个基本内容。

群体生态学 主要研究植物群落的结构和功能、形成和发展等方面与其所处环境间的相互关系。

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。不同种类的个体植物都各自在群落内部占有不同的空间,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、灌木和草本。最上层大乔木高达50—60米,还有大量的藤本和附生植物、绞杀植物等。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没有热带潮湿森林的高。群落的结构和功能的差异,是由于性质不同的环境对植物群落所起作用不同所致。

植物群落有它的形成和发展过程。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,水位降低,芦苇又逐步为灌丛代替,继之,灌丛又被树木所代替,最后形成了森林群落。每一个植物群落都是经常处于其发生发展过程之中。群落的形成和发展是植物与环境相互作用的结果,它反映出环境与群落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的过程中,也对环境条件起着改造作用。

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之中。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;植物和动物的死体和排泄物被微生物分解,再还原为无机物质;无机营养物质又重被植物吸收利用。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,它受其中生物的相互关系,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,以及环境科学等更加紧密地相互渗透和联系起来,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,更要用量化的数学方法来揭示植物与环境间的生态关系的规律性。

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运输事业的迅猛发展,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,使公害丛生。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。

近代生物学的研究正向微观和宏观两个方向发展,一方面是从群体、个体、细胞水平向细胞

器、亚细胞器、分子的水平发展；另一方面是从群体发展到生态系统的研究。从这二个方面使人们对生物学规律的认识获得重大的突破。

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改造环境条件,从而最大限度地发挥植物的增产和优质潜力,这是植物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、物质循环和信息调节等,揭示这种自然规律,是植物群落和生态系统理论研究的任务。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,以维持生态系统的平衡。在此基础上还能对植物群落和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环境。

七十年代初,联合国提出了一个宏大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)的基础。工业生产过程中排放的有毒废物,也是通过植物、动物、微生物的作用,而向两极转化:一方面因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。从植物学研究的角度出发,防治污染,维持和改善自然环境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,如果将生态学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,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污染生态学和生态系统学作好准备。学习本课的重点应放在植物个体和群

落与环境的生态关系以及生态系统的基本理论上,同时对实践应用方面以及科学研究的方法方面,都要尽量予以注意和介绍。

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,则经历着较长的历史过程。最初只是一些零碎的感性知识,经过逐步积累和集中,再提高到理论。植物生态学成为一门独立的学科,在所有生物科学中是比较迟的。十八世纪中期,林奈(Linnens)的《植物种志》(1753年)出版,标志着植物分类学已经成熟了,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至二十世纪初,才正式登上自然科学的舞台。

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产实践。植物生态学的历史与发展,也始终是与人类社会生产发展的需要紧密相连。

古希腊哲学家席欧弗拉斯特(Theophrastus, 公元前370—285),已对不同地区生长着不同的植物和群落予以注意。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生态关系。如“凡草土之道,各有谷造,或高或下,各有草土(物)。叶下于𦵏;𦵏下于菰(莞);菰下于蒲;蒲下于苇;苇下于藿(藿);藿下于葵;葵下于荈;荈下于萧;萧下于薜(薜);薜下于萑(萑);萑下于茅。凡彼草物,有十二衰,各有所归。”这些植物的形态和分布顺序,在原书内附有专图,现转录于下:

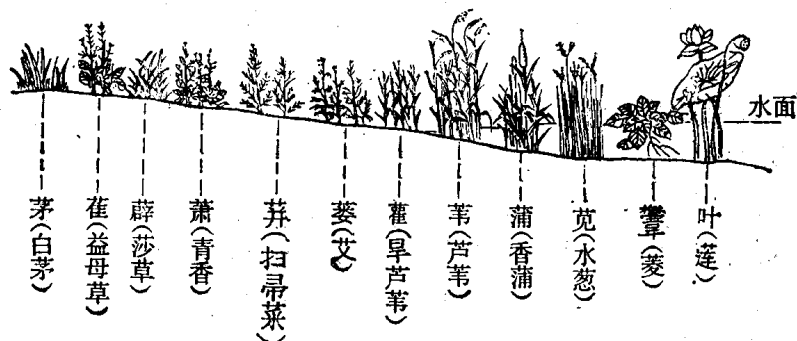


图 1-1 我国两千多年前水生生态系列示意图

(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)

我国两千多年前的这种科学记载,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,亦有一定的科学基础。明朝时代大医药科学家李时珍编纂的《本草纲目》,已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方面的知识了。

在国外,只是到了十八世纪欧洲大陆上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,于是欧洲有些国家派出了许多探险船舰,航行到

世界各地去寻找经济资源。到十九世纪中期,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洪堡德(A. Humboldt, 1769—1859)与英国人达尔文(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考察。洪堡德的专著《植物地理学知识》发表于1807年,对世界的植物分布做了理论上的阐述,开创了植物地理学。达尔文著名的《物种起源》一书,发表于1859年,创立了生物进化学说“天择论”。这两位伟大的学者,都具有广博的科学知识,不仅精通植物学,而且对地质学、气象学等,均有较深的造诣,同时又对自然现象有敏锐的洞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,做出了各自的科学概括,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

瓦尔明(Warming E., 1845—1923)的著作《以植物生态地理为基础的植物分布学》(德文版, 1895)(在译为英文版时书名改为《植物生态学》, 1909)问世,以及三年后辛柏尔(Schimper A. F. W., 1856—1901)的专著《以生理学为基础的植物地理分布》(1898)的刊行标志着这门学科的诞生。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。辛柏尔从植物生理功能与形态结构、生活力等方面,来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。

瓦尔明和辛柏尔等为植物生态学奠定了生态、生理和进化三个发展方向。而另一些学者,如瑞典的 H. Von Post 于1851年首先创立了样方法,对群落中的植物进行定量研究。奥国的 A. 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,从此一门新兴的学科建立起来了。

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,都有很大的差异,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,分化为不同的学派。主要有三大学派:俄国学派、英美学派和欧洲学派,各大学派中又分为许多小学派。

欧洲学派中有北欧(瑞典、挪威、丹麦)和西欧(法国、瑞士)两个学派。北欧学派的代表人物为 Du-Rietz, 中心在 Upssal 大学,主要研究对象是森林,以在生态学的分析方法上比较细致为特点。西欧学派的中心在瑞士 Zurich 大学和法国的 Montpellier 大学,代表人物为 Braun-Blanquet, 研究对象是地中海和阿尔卑斯山区以及受到人为破坏的植被,该学派的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的依据。欧洲的这两个学派,以西欧学派影响较大。代表性著作是 Braun-Blanquet 的《植物社会学》一书(英译本, 1932年)。

英美学派:英国以 A. G. Tansley 为代表,研究工作主要是森林、草甸和海滨植被及其利用,代表著作是 Tansley 的两本书:《普通植物生态学》和《不列颠群岛的植被》(1935, 1946—53, 再版)。在这两本书里,第一次提出“生态系统”和“生态平衡”的概念。美国是后起的资本主义国

家,在开国前森林占全国面积的1/2,到十九世纪下半叶才开始对农业耕地的开拓和对森林、草地的利用,这样就推动了生态学的研究。代表人物为 F. F. Clements,总结性专著有《植物的演替》(1916)、《植物演替和指示植物》(1928)以及与 Weaver 合著的《植物生态学》(1925, 1938 再版)。这个学派的特点是群落的动态演替研究和关于演替顶极的学说。

俄国学派:俄国的自然植被开发,也是迟到十九世纪六十年代以后才开始的。沙俄废除农奴制促使农业资本主义经济的发展,促进了草原大量开垦,因而植物生态学和土壤学的研究同时兴起,形成了两者结合的俄国的《生态地植物学》。他们着重于草场利用、沼泽开发,以及北极地区的开发利用和土地资源评价等。俄国学派的代表人物是苏卡乔夫(B. H. Сукачев),代表性的著作作为苏联生态学家集体写的《苏联植被》(1940, 1956 年增订)一书。

三、植物生态学的新进展

1935 年 Tansley 提出“生态系统”这一概念,认为生态系统中的能量流转与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。

美国林德曼(R. L. Lindeman)首先为这个科学设想提供实验证据。他对池沼中生物生产者和各级消费者的生物产量的转移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。

同时在 1942 年,苏联的苏卡乔夫提出“生物地理群落”的概念,其涵义与生态系统是相吻合的,不过苏卡乔夫认为“生物地理群落是植物群落学概念的发展”。苏联在 40 年代就开始对生物地理群落进行“定位研究”,采用的方法基本上与林德曼没有差别,不过规模更大一些。

50—60 年代,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。有毒物质经食物链急剧富集,对植物和动物产生严重污染,而且危及人类的生命安全。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的恶化。因而,生态系统中生态平衡的维持,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,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研究领域,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”的方法被引进到生态系统的概念之中,系统分析的数学手段也与生态学研究途径相结合,这是生态学在理论上和方法上的一个新飞跃。这个方面的研究趋势,形成了系统生态学的新方向。

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关系的状态(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。模型包括从简单的主观图表到为电子计算机使用而设计的复杂数学模型。借助于各种模型,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上,将可能起到

重要的作用。

近十年来,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、分布的调查,转向种群的定量分析和实验群落学的研究,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、遥感新技术相结合。

四、近代我国植物生态学的情况

在我国,解放前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有关的专业和研究所,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,其中包括植物生态学的野外调查工作,这就带动了植物生态学在我国的第一次大发展。到1976年以后,为了建设四个现代化强国,生态学作为科学技术的一个方面军,结合合理利用和开发自然资源以及环境保护的需要,兴起了第二次新高潮,现在正处在这一高潮中。为了实现四个现代化的新任务,我国植物生态学已经兴起的新高潮必将得到空前的大发展,我们一定要为此付出艰苦的努力。

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,还要了解它们生活环境方面的特性以及它们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,才能弄清植物与环境的关系。

第一节 自然环境

生态学中所理解的环境,是指生物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。

植物所需要的物质条件,除了地球本身所提供的一切物质基础之外,最根本的能源动力是由太阳辐射所提供的。有了物质和能源的供应,植物体才能生产出有机物质,将能源继续不断地传递下去。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

当地球表面第一批生物诞生时,它们遇到的是水、空气和地表岩石的风化壳,以后在生物的活动下,在岩石圈的表层形成了土壤圈。大气圈的对流层、水圈、岩石圈和土壤圈,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有一千公里以上的厚度,但直接构成植物的气体环境的部分,只是下部对流层约16公里的厚度。大气中含有植物生活所必需的物质,如光合作用需要的 CO_2 和呼吸作用需要的 O_2 等。对流层中还含有水汽、粉尘等,它们在气温的作用下,形成的风、雨、霜、雪、露、雾和冰雹等,一方面调剂着地球环境的水分平衡,有利于植物的生长发育;另一方面也会给植物带来破坏和损害。

(二) 水圈 包括地球表面71%的海洋,内陆淡水水域,以及地下水等,构成植物丰富的水分物质基础。水体中还溶有各种化学物质、各种溶盐及矿质营养、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,都是植物不同的环境。液态水通过蒸发、蒸腾,转为大气圈中的水汽,再成为降水回到地面上,构成物质循环的一个方面。大气中水热条件结合在一起,就会产生风云千变的地区气候特性。

(三) 岩石圈 岩石圈是指地球表面30—40公里厚的地壳,是水圈和土壤圈最牢固的基础。没有岩石圈也就没有水圈和土壤圈。岩石圈中贮藏着丰富的地下资源如化石燃料、铁矿、铜矿等,植物生长发育所需的矿质养料也贮藏于岩石圈中。因此,岩石圈也是植物所需的矿质养料的

贮藏库。由于各种岩石的组成成分不同,它风化所形成的各种土壤的成分也就不同,这又为植物的生存创造了各种不同的土壤环境。

(四) 土壤圈 岩石圈表面的风化壳是土壤的母质,这种母质含有丰富的矿质营养物质,再加上水分、有机质、生物(微生物)等,在长时间的相互作用下,形成了土壤。土壤本身有它自己的结构和化学性质,是介乎无机物和生物之间的一种物质,和其它各自然圈的性质和作用完全不同,不能因为它的数量太少,和其它自然圈很不相称,而把它列为岩石圈的附属部分,而应该根据它的质的特点,列为一个独立的圈层。土壤圈和植物之间的密切关系非常明显,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种常识。

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,构成一个有生命的生物圈。

著名的地质学家 E. 兹尤斯(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 B. N. 维尔纳德斯基(1934)给生物圈的定义是:“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”。

根据生物分布的幅度,生物圈的上限可达海平面以上 10 公里的高度,下限达海平面以下 12 公里的深处。在这一广阔的范围内,最活跃的是生物。其中绿色植物能在生命活动过程中,截取太阳能,吸收土壤中的水分和养分,吸收大气中的 CO_2 和 O_2 等。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。

生物圈中的植物层,叫做植被。植被在地球环境中的作用,具有极其重大的意义。地球上总的生物生产量中,植被占 99%。因此,植被在地球上对能量转化和物质循环过程,是一个十分重要和稳定的因素。

环境与生物界之间,还经常进行着各种各样的能量交换和物质循环,例如植物光合作用所产生的氧,暂时回到大气库中,以现在的速度计,大约需要 2000 年再循环一次;生物呼吸作用释放出的 CO_2 进入大气库后,大约要经过 300 年再为植物所利用。整个水圈的水分,每 200 万年经过生物的吸收排放再循环一次。其它矿质循环和氮素等元素的循环,在生物的作用下,所需要的时间,更是亿万年的时间了。说明植物与大环境相互影响、相互作用的结果,形成了地球植被所需要的物质条件,也就是大环境的特征。植物对太阳辐射能的转化效率,约占全部辐射能的 1% 左右,所以太阳能还具有 99% 左右的生产潜力有待发挥,构成了农业不断增产的最根本的能源基础。

在上述地球大环境之下,又可以划分为各种不同的环境级别,例如区域环境、生境,以及小环境等等。

(一) 地区环境

在地球表面的不同地区由于五个自然圈互相配合的情况差异很大,所以形成不同的地区环

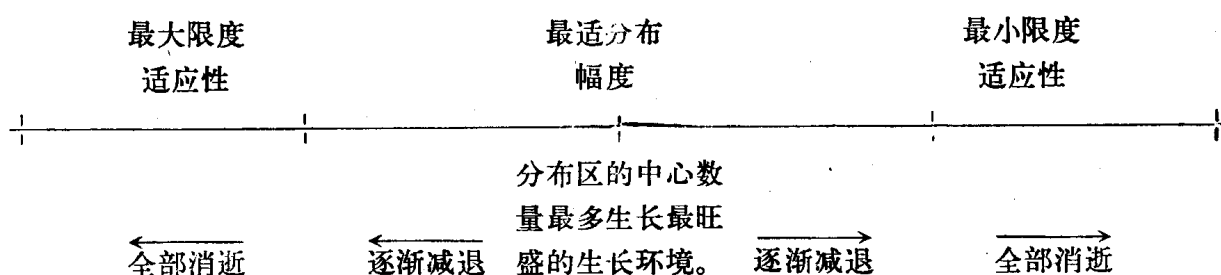
境特点。例如江河湖海、陆地、沙漠、高山、高原和平原,以及热带、亚热带、温带和寒带等,都有各自突出的自然环境特点,形成了不同的植被类型。如森林、草原、稀树草原、荒漠、沼泽、水生植被,以及农田作物等等,其中的生物资源,都是人类生存的物质基础。所以地区环境和生物群落之间的相互关系是生态学的主要研究课题。

群落类型是构成植被类型的基础,群落的一切特征都与地域环境发生着密切的关系。简单和复杂的,初级和高级的群落单位,都是由其所处的地域环境特点所决定的,同时群落又对其所处的环境进行着改造作用。

(二) 生境

植物或群落生长的具体地段的环境因子的综合叫做生境(habitat)。

植物的分布幅度,受到周围地理环境和生物环境的制约,有其一定的限度。



每一种植物的分布幅度,受到生长环境的限制,在最适分布幅度以内,植物发育最好,向着最大和最小限度两极发展,则逐渐减退,乃至全部消逝。

各种植物的生境有好有坏,如桦树在阳坡上,生长最高、最大、最好,而在阴坡上不能生长,或生长不好。反之,云杉、冷杉在阴坡上生长较好,而在阳坡上不能生长或生长不好。各种植物的生境,可以是重叠的、连续的或交叉的;或者是分离的不相连接的。例如不同山体的阳坡或阴坡,都可以成为不相连接的,但都是相同的阳坡生境和阴坡生境。又如同一类型的湖泊,可以相隔很远,不相连接,但它们的水生植物种类,基本上是相同的。例如昆明滇池中的海菜花(*Otella yunnanensis*),在云南高原上所有湖泊中,都有分布而且生长很好,但是在我国其它低海拔湖泊中,根本绝迹不能生长。

(三) 小环境和体内环境

通过对植物种与其生境的研究,才能了解种的生态特性。但这还不够,还要研究植物个体的表面小环境(micro-environment)和体内环境(inner environment)。

小环境是指接近植物个体表面,或个体表面不同部位的环境。例如,植物根系附近的土壤环境(根际),叶片表面附近的大气环境例如温度、湿度的变化所形成的小气候或微气候,都可以发生局部生境条件的变化。

植物体内又有内环境,例如叶片内部,直接和叶肉细胞接触的气腔、气室,都是内环境的形成场所。叶肉细胞生命活动所需要的环境条件,都是内环境通过气孔与外环境相连通,在气孔的控制下,使气腔和气室具有室内和室外环境的差异。叶肉细胞只有在内环境中生活,但不能在外环境中生活。例如叶肉细胞对光能的转化,进行光合作用和呼吸作用的生理功能等,都是在内环境