



植物生态学

龙文兴/主编

 科学出版社

植物生态学

龙文兴 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

植物生态学是揭示植物及其环境关系的科学,其研究成果已成为人类改造自然、认识社会和发展经济的重要指导,在生态文明建设中发挥着越来越重要的作用。

本书系统阐述了植物生态学的传统经典内容及最新的研究进展,主要从植物个体、种群、群落、生态系统和景观等层次详细介绍了植物生态学的概念、原理和技术方法,同时为更好地引导读者运用所学的知识原理分析解决问题,书中还有针对性地引用并分析了30多个案例,使读者在学习本书内容时能够激发思维,拓宽视野,活学活用。

本书可以作为植物生态学教材,供综合性大学、师范院校和农林院校等植物生态学及相关专业的师生和科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物生态学/龙文兴主编. —北京:科学出版社,2016.9

ISBN 978-7-03-049666-9

I. ①植… II. ①龙… III. ①植物生态学 IV. ①Q948.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第200204号

责任编辑:郭勇斌 邓新平 / 责任校对:张怡君

责任印制:张 伟 / 封面设计:黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年9月第一版 开本:720×1000 1/16

2016年9月第一次印刷 印张:25

字数:504 000

定价:98.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书编委会

主 编 龙文兴

副主编 (按姓氏笔画排序)

卜文圣 王 旭 王计平 陈 伟

姜 勇 谭正洪

编 委 (按姓氏笔画排序)

于 强 王秋华 王茜茜 刘 轩

寿江燕 何 禾 陈雅鑫 岑举人

林 灯 周 韬 胡晓纯 康 勇

谢智旭

前 言

党的十八大报告将生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设和社会建设一道纳入中国特色社会主义事业总体布局，并对生态文明建设进行全面部署，要求全国人民更加自觉地珍爱自然，更加积极地保护生态。自此，生态文明建设正式步入了快车道。2015年4月25日，由新华网授权发布的《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》指出：“加快推进生态文明建设是加快转变经济发展方式、提高发展质量和效益的内在要求，是坚持以人为本、促进社会和谐必然选择，是全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴中国梦的时代抉择，是积极应对气候变化、维护全球生态安全的重大举措。”要求到2020年，实现“国土空间开发格局进一步优化、资源利用更加高效、生态环境质量总体改善、生态文明重大制度基本确立”。在生态文明建设中，植物生态学的原理、技术和方法将大有用武之地，生态学发展的春天来了。

植物生态学是研究植物及其环境关系的科学。植物个体与环境关系、种群数量及分布、群落结构和群落动态、生态系统结构和功能、景观结构和功能等相关原理和方法被广泛应用于植物多样性和生态环境的保护，用于解决人类发展过程中出现的粮食、人口、环境和能源问题。人们逐步认识到，生态学在时空尺度上与自然、社会、经济等方面有着密切联系，它不仅是一门揭示生物与环境关系的学科，而且已经成为指导人类改造自然、认识社会、发展经济的行为准则。

本书从植物个体、种群、群落、生态系统和景观等层次介绍植物生态学主要概念、原理和技术方法，其中既有传统经典的生态学内容，也有最新的生态学学科发展内容。为了适应教学的需要，每章开头给出了学习目的提示，提醒读者需要掌握和了解的内容；每章末尾给出了一些复习题，便于读者回顾反思章节内容。特别地，本书注重引导读者运用所学内容来分析问题，在每节内容后引用了一个案例，结合案例引导读者思考和讨论问题，使所学内容能够活用，激发读者的思维，拓宽读者的视野。

本书在编写过程中，编写团队人员王计平、王旭、王秋华、卜文圣、刘轩、于强、姜勇、何禾、岑举人、周韬、陈伟、王茜茜、林灯、康勇、谢智旭、陈雅鑫、寿江燕和胡晓纯等在章节的构思、撰稿、绘图、校对等工作上给予了大力支持；臧润国教授和杨小波教授对本书的编写给予了悉心指导，在此表示深深的感谢！

本书引用了戈锋的《现代生态学》（第二版）、Mackenzie 等的《Ecology》（第二版，影印版）、Manuel 的《Ecology: Concept and Applications》（第5版，影印版）、尚玉昌的《普通生态学》（第三版）、李俊清等的《森林生态学》（第二版）、李振基等的《生态学》（第四版）、曲仲湘等的《植物生态学》（第二版）中部分图片。本书也引用了李明财等（2009）、石福孙等（2008）、张强（2008）、陈小燕等（2008）、李琦等（2014）、刘钟龄等（1993）、赵哈林等（2010）、卢俊培和曾庆波（1981）、王电杰等（2011）、刘国军等（2010）、庞雄飞等（1981）、Begon（1986）、魏新增等（2008）、李肇晨等（2015）、姚红和谭敦炎（2005）、Krebs（1978）、May（1978）、Price（1975）、张静等（2012）、张桂芹等（2015）、张泽钧等（2002）、郭泉水等（1999）、臧润国等（1999）、Deng 等（2008）、单贵莲等（2012）、丁易和臧润国（2008）、杨小波和吴庆书（2000）、朱万泽等（2011）、朱美玲等（2015）、任平等（2013）、李泽红等（2014）等同行发表的成果，在此一并表示衷心的感谢！

最后，本书的出版得到了海南大学、海南省科技厅、海南省林业厅和国家自然科学基金委员会等单位的大力支持，我们表示深深的感谢！

作者

2016年4月30日

目 录

前言

绪论	1
一、引子	1
二、植物生态学概念	3
三、植物生态学发展简史	4
四、研究内容	6
五、研究方法	8
参考文献	9
第一章 植物与环境	11
第一节 生态因子与环境	11
一、生态因子的概念及分类	11
二、环境的概念及其类型	13
三、植物与环境的关系	14
第二节 光照与植物的生态关系	17
一、光照强度与植物的生态关系	17
二、光照时间与植物的生态关系	22
三、光谱与植物的生态关系	23
四、案例分析	25
第三节 温度与植物的生态关系	26
一、温度的性质	26
二、温度对植物的生态作用	28
三、植物对温度的适应	34
四、植物对极端温度的适应	36
五、案例分析	38
第四节 水分与植物的生态关系	39

一、水的性质	39
二、水对植物的生态作用	42
三、植物对水的适应	44
四、植物对旱涝的适应	46
五、植物对水的作用	47
六、案例分析	48
第五节 土壤与植物的生态关系	50
一、土壤的性质	50
二、中国森林土壤分布	54
三、土壤污染物对植物的影响	55
四、植物对土壤的适应	57
五、植物对污染土壤的修复	58
六、案例分析	59
第六节 大气与植物的生态关系	61
一、大气的性质	61
二、大气对植物的生态作用	62
三、植物对大气污染的作用	64
四、案例分析	66
第七节 火与植物的生态关系	67
一、火的发生条件与火的类型	68
二、火与环境	69
三、植物对火的适应	73
四、火对植物群落的影响	74
五、火对生态系统的影响	75
六、林火对景观的影响	76
七、案例分析	77
第八节 风与植物的生态关系	78
一、风的特征和主要类型	78
二、风对植物的生态作用	81
三、植物对风的适应	82
四、植物对风影响	83
五、案例分析	83

第九节 人为因子与植物生态关系	85
一、人为因子的类别和性质	85
二、人为因子对植物的生态作用	86
三、案例分析	87
本章提要	89
复习题	91
参考文献	92
第二章 植物种群	94
第一节 种群的概念和特征	94
第二节 种群的数量特征与动态变化	95
一、种群密度	95
二、影响种群数量的基本参数	96
三、种群生命表	97
四、年龄结构与性别比例	102
五、种群的数量增长模型	103
六、种群数量的波动	106
七、种群的数量调节	106
八、案例分析	107
第三节 种群的空间分布特征	109
一、种群概率分布模型	110
二、种群空间分布格局	111
三、案例分析	113
第四节 种群的生活史对策	115
一、生活史对策和生活史对策权衡	115
二、r 对策和 k 对策	116
三、案例分析	117
第五节 种群间的相互关系	119
一、竞争作用	119
二、捕食	125
三、寄生	129
四、促进作用	132
五、共生	132

六、附生	133
七、化感作用	133
八、案例分析	137
第六节 种群遗传与变异	140
一、种群变异的来源	140
二、遗传多样性丧失的原因	144
三、遗传多样性的研究方法	145
四、物种的形成与进化	148
五、案例分析	151
第七节 种群的保护	153
一、影响种群发展的因素	153
二、meta 种群	155
三、最小存活种群	160
四、种群生存力	161
五、案例分析	164
本章提要	166
复习题	168
参考文献	169
第三章 植物群落	173
第一节 群落生态学的概念	173
一、群落的概念	173
二、群落的性质	173
三、群落生态学的概念	174
第二节 群落的物种组成	174
一、群落物种种类组成	174
二、群落物种的数量组成	177
三、物种多样性	180
四、谱系多样性	188
五、案例分析	190
第三节 群落的外貌及结构	193
一、植物生活型	193
二、生活型谱	195

三、群落的层片	195
四、群落的结构	196
五、案例分析	199
第四节 群落物种多样性维持	201
一、林隙更新	201
二、生态位理论和中性理论	204
三、物种多样性维持机制的检验	209
四、案例分析	215
第五节 植物功能性状	220
一、功能性状概念和分类	220
二、功能性状与环境关系	222
三、功能性状间的权衡	223
四、功能多样性	224
五、案例分析	225
第六节 植物功能群	229
一、功能群的概念	229
二、功能群的划分	229
三、植物功能群与群落关系	230
四、案例分析	231
第七节 植被分类	233
一、陆生植被分布特征	234
二、植被分类原则	234
三、植被的分类单位	236
四、植被分类方法	236
五、《中国植被》分类概述	238
六、案例分析	241
第八节 群落演替	246
一、群落演替概念	246
二、群落演替过程	246
三、影响群落演替的因素	249
四、群落演替机制	250
五、群落演替类型	250

六、群落演替系列	251
七、群落演替时间	254
八、群落演替顶极学说	255
九、群落演替模型	258
十、案例分析	261
本章提要	267
复习题	270
参考文献	271
第四章 植物生态系统	276
第一节 生态系统的概念	276
第二节 生态系统的结构	277
一、营养结构	277
二、空间结构	279
三、时间结构	279
第三节 生态系统的类型	280
一、森林生态系统	280
二、草原生态系统	280
三、荒漠生态系统	281
四、湿地生态系统	281
五、海洋生态系统	282
六、淡水生态系统	283
七、农田生态系统	284
八、城市生态系统	285
九、案例分析	285
第四节 生态系统的功能	290
一、生态系统的生物生产	290
二、生态系统的能量流动	291
三、生态系统的物质循环	292
四、生态系统的信息传递	299
五、案例分析	303
第五节 生态系统的稳定性	306
一、生态系统稳定性的概念	306

二、生态系统稳定性的类型	307
三、生态系统稳定性的具体表现	307
四、生态系统的自我调节能力	307
五、生态系统稳定性的影响因素	308
六、案例分析	308
第六节 生态系统的服务价值	310
一、生态系统服务的定义	310
二、生态系统服务功能的主要内容	311
三、生态系统服务功能价值评估	315
四、案例分析	320
第七节 生态文明	325
一、文明与生态文明的概念和关系	325
二、为什么要建设生态文明	326
三、建设生态文明思想的提出	326
四、生态文明的特征	328
五、案例分析	329
本章提要	332
复习题	334
参考文献	335
第五章 景观生态学	336
第一节 景观的概念	336
第二节 景观的基本要素	338
一、斑块	339
二、廊道	341
三、基质	342
四、案例分析	343
第三节 景观的结构	346
一、景观粒度	346
二、景观对比度	347
三、孔隙度	349
四、景观指数	349
五、案例分析	353

第四节 景观的功能	355
一、斑块的功能	356
二、廊道的功能	359
三、基质的功能	359
四、案例分析	362
第五节 景观规划	368
一、概念和原理	368
二、案例分析	372
本章提要	381
复习题	383
参考文献	383

绪 论

一、引子

(一) 超强台风“威马逊”带来的伤痛^①

海南属于热带季风气候，每年的5~10月为台风多发季节，自1949年以来登陆海南的台风总计150个。2014年7月18日下午，编号为“1409”的超强台风“威马逊”登陆海南，一路“横扫”海南东北部。“威马逊”(Rammasun)在泰语里是“雷神”的意思，在这里肆意的展示“雷神”的力量。70 m/s!相当于坐在时速252 km的汽车上打开车窗的感觉。一组数据或许能够说明“威马逊”的威力：受“威马逊”影响，琼、粤、桂、滇4省(自治区)154个县(市、区)超过1100万人受灾，83人死亡(失踪)，86.2万人紧急转移安置；4万间房屋倒塌，23.2万间受损；农作物受灾0.0191万hm²，其中绝收0.026万hm²；直接经济损失384.8亿元。在这组数据中，海南的损失最重。

大贺村是海南省文昌市翁田镇东北角一个靠海的小渔村，村里的陈老汉祖祖辈辈生活在这里，因为地处台风经常“光顾”的海南东北角，今年已经快80岁的他一辈子见过很多台风，但2014年7月18日下午在这里登陆的超强台风“威马逊”却让他感叹“这么大的台风我活了一辈子了也是第一次见”。

据文昌市三防办提供数据，文昌全市受灾人口423 840人，安全转移244 206人，台风导致死亡人数10人，失踪2人，伤员410人(其中重伤4人)，房屋倒塌17 273间涉及69 092人、房屋掀顶23 430间涉及70 290人，台风造成直接经济损失596 793.8万元。其中北部地区受灾最严重，翁田镇的瓦房几乎全部损毁，台风登陆点内六村全部夷为平地，锦山镇、冯坡镇房屋损坏过半，全市道路、通信、电力几乎全部瘫痪。

在文昌市登陆后，“威马逊”携狂风暴雨一路向海口袭来，2014年7月18日下午到夜间，百余万海口市民经历了惊心动魄的10多个小时。

^① 毛雷. 2015-07-17. 超强台风“威马逊”一周年：伤痛、感动和改变. <http://news.0898.net/n/2015/0717/c231190-25625264.html>

当天下午，风雨不断增强，海口城市内涝严重，尤其是到了下午下班的时间，整个城市的交通基本瘫痪，大部分在路上行驶的车辆被雨水浸泡。在小区内停放的车辆也没有幸免，不少小区的地下车库被淹，停放在小区内的车也被不断上涨的积水淹没，被狂风吹倒的树木砸中的车辆更是不计其数。

“大风吹得整个大楼都在摇，感觉像地震了一样！”家住海口长堤路一小区23层的王女士依然记得“威马逊”登陆后那个夜晚的恐怖景象：家里阳台的玻璃门被吹破了，雨水被狂风抛进屋内，再加上停电和大楼不断地摇晃，一家人从楼梯步行到3楼躲避，直到19日凌晨风雨减弱才敢上楼回家。

19日上午，经历“威马逊”洗劫后的海口城区一片狼藉：大部分主干道上都是被狂风刮倒的树木，市区内的户外广告牌几乎没有完整的，各个建筑工地上的塔吊像毛巾一样“搭”在建的高楼上，积水退去后路面上抛锚的车辆随处可见……

统计数据显示，海口受灾人口85.59万人，因灾死亡8人，倒塌房屋5365间，损坏房屋33790间，紧急转移群众4.59万人，造成直接经济损失约93.59亿元。29个变电站全部失压，电力线路倒塌、倒杆、断杆、损毁8999根（座），断线3116处，电力负荷损失超95%；城区3家水厂因断电停水；倾倒树木约10万株，133条道路受阻。

（二）中国四分之一国土现雾霾，近半数国人受影响^①

2013年年初以来，中国发生大范围持续雾霾天气。据统计，受影响雾霾区域包括华北平原、黄淮、江淮、江汉、江南、华南北部等地区，受影响面积约占国土面积的1/4，受影响人口约6亿人。国家发展和改革委员会（发改委）7月11日公布在官方网站上的一份报告披露了上述信息。

这份题为“节能减排形势严峻产业发展潜力巨大”的报告指出，本轮雾霾天气呈现出三大特点：其一是影响范围广；其二是持续时间长，一月份北京市只有5天达到二级标准；三是污染物浓度高。在开展监测的74个城市中，部分点位的小时最大值达到 $900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

持续的雾霾天气和中国节能减排的严峻形势有着密切关系。报告指出，2013年上半年，虽然中国经济下行压力较大，工业增加值增速同比回落，但工业结构趋重，工业能耗、用电量、高耗能产品产量均同比上升，这对单位GDP能耗降低形成“两面夹击”，非常不利。

报告提醒，未来，如果在稳增长过程中放松节能减排要求，势必造成能源消

^① 周锐. 2013-07-11. 中国四分之一国土现雾霾，近半数国人受影响. <http://www.chinanews.com/gn/2013/07-11/5032645.shtml>

费大幅增长,要实现全年单位 GDP 能耗下降 3.7% 以上,二氧化硫、化学需氧量、氨氮、氮氧化物排放总量分别下降 2%、2%、2.5%、3% 的目标,形势依然严峻,任务十分艰巨。

报告指出,除了经济发展方式粗放、产业结构和能源结构不合理等直接原因,中国大气严重污染问题的存在还和静稳、逆温等气象条件,以及大气污染防治能力薄弱、法制体制机制不完善等有关。

在持续的雾霾天气中,民众的健康问题也受到各方关注。国家环境保护部科技标准司官员接受中新社记者采访表示,虽然煤烟污染所排放的重金属、细颗粒物($PM_{2.5}$)、二氧化硫和氮氧化物等污染物一定会影响人体健康,但至于对寿命的影响,目前还没有充分证据,国际上对该数值的算法亦存在较大争议。目前环保部正在会同国家卫生和计划生育委员会开展调查研究,建立评估体系以准确界定污染的损害。

上述两则新闻报道的,分别是极端气候和环境污染事件。这些事件损害人民财产,危害人民生活,严重影响人类健康。由于植被的破坏和温室气体的过度排放,全球气候逐渐变暖已成为不争的事实,由此引发的极端性气候发生的规模和频率都将增加,“威马逊”事件仅是全球气候变化的一角。由于化石能源大量燃烧产生的废气和颗粒物,以及汽车尾气过量排放,已经严重破坏了人类赖以生存的空气、水、土壤等资源,“雾霾”事件也仅是现阶段环境污染的综合表现。究其根本原因,都是人类违背自然客观规律,破坏自然生态系统的稳定。人类已经在为自己的行为付出代价。

如何保护人类赖以生存的自然环境,实现可持续发展,已经是多数人共识。党的十八大把生态文明建设放在突出位置,纳入建设中国特色社会主义事业“五位一体”的总体布局,“融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,努力建设美丽中国,实现中华民族永续发展”。生态文明建设追求人、自然、社会和谐发展。其中,植物生态学的原理、技术和方法在生态文明建设中大有用武之地。生态文明建设时代的到来就是生态学发展春天的来临。

二、植物生态学概念

生态学一词来源于希腊文, oikos 表示住所和栖息地, logos 表示学科,原意是研究生物栖息环境的科学。1866 年德国动物学家海克尔(Haeckel)首先提出“ecology”,指出生态学是研究有机体及其周围环境——包括非生物环境和生物环境的相互作用的科学。1954 年,澳大利亚生态学家安德烈沃斯(Anderewarth)将生态学定义为“研究生物有机体分布与多度的科学”;1972 年加拿大生态学家克雷布斯(Krebs)进一步定义“生态学是研究影响有机体分布与多度的科学”;20 世纪 70 年代,美国著名生态学家奥德姆(Odum)提出,生