

Biodiversities in Plant-soil Systems of
Alpine Grasslands on the Qinghai-Tibetan Plateau and
Their Responses to Global Changes

青藏高原高寒草地 植物-土壤系统的生物多样性 及其对全球变化的响应

董世魁 王学霞 张勇 汤琳 刘世梁/著

非
外
借



科学出版社

青藏高原高寒草地植物-土壤 系统的生物多样性及其对 全球变化的响应

董世魁 王学霞 张 勇 汤 琳 刘世梁 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以青藏高原高寒草地植物-土壤系统的生物多样性保护理论为主要内容,详细介绍了青藏高原高寒草地生物多样性的现状,阐明了高寒草地植物多样性、土壤动物多样性和微生物多样性的分布特征和相互关系,揭示了高寒草地生物多样性对气候变化和草地退化的响应机制。本书综合集成了青藏高原高寒草地植物生态学、土壤生态学和全球变化生态学等方面的最新研究成果,可为青藏高原高寒草地植物-土壤系统的生物多样性保护提供理论依据,同时为世界同类地区高寒草地的生态保护提供科学借鉴。

本书可作为生态学、环境科学、土壤学、微生物学、草业科学领域的科研和管理人员的工具书,也可作为相关专业本科生和研究生的学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原高寒草地植物-土壤系统的生物多样性及其对全球变化的响应 / 董世魁等著. —北京: 科学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-03-056053-7

I. ①青… II. ①董… III. ①青藏高原-寒冷地区-土壤-植物系统-生物多样性-关系-气候变化-研究 IV. ①S154.4 ②P467

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 314966 号

责任编辑: 张 震 孟莹莹 / 责任校对: 王 瑞

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 无极书装

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

北京厚诚则铭印刷科技有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 8 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2018 年 8 月第一次印刷 印张: 18 1/2

字数: 372 000

定价: 129.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

青藏高原是全球高寒草地的集中分布区和最大分布区，也是高寒生物资源的重要基因库，位列全球生物多样性保护的 34 个热点地区之一。高寒草地生物多样性不仅为青藏高原地区的农牧民提供了牧业生产和文化传承等生态服务功能，还为中下游地区提供了水源涵养、水土保持、气候调节等多种生态服务功能。高寒草地生物多样性的状况不仅影响着高原地区的人类福祉，而且影响着周边乃至我国中东部的生态安全。然而近年来，在气候变化、人类活动等因素的影响下，青藏高原地区的高寒草地大面积发生退化，严重威胁着高寒草地生物多样性的维持，从而影响了高寒草地生态服务功能的正常发挥。阐明青藏高原高寒草地生物多样性的维持和保育机制，对改善青藏高原高寒草地的生态服务功能，促进青藏高原地区生态、经济、社会的可持续发展，维护青藏高原及其中下游地区的生态安全具有极其重要的实际作用和战略意义。因此，开展青藏高原高寒草地生物多样性保护方面的基础研究，探寻高寒草地生态服务功能和牧业生产水平的保障机制，已成为青藏高原高寒草地生态环境保护的必由之路。

该书作者通过长期的野外观测和实验研究，总结、凝练了青藏高原高寒草地生物多样性保护的基础理论，综合集成了《青藏高原高寒草地植物-土壤系统的生物多样性及其对全球变化的响应》一书。该书的学术价值在于：以高寒草地生态系统植被和土壤两大组分为切入点，系统分析了不同类型草地的植物多样性、土壤动物多样性和微生物多样性变化规律，阐明了高寒草地植物多样性与土壤生物多样性的相互关系，揭示了草地植物多样性、土壤生物多样性及其关系对气候变化、草地退化的响应机制。

该书理念新颖、思路清晰、逻辑严谨、论据充分、内容全面，是一部具有科学创意和理性思维的学术专著，可以供草业、生态、环境等多个学科领域的科研人员、管理人员和教师、学生使用。特此推荐，以是为序。

中国工程院院士 任继周

2017 年仲夏于涵虚草舍

前 言

青藏高原是全球海拔最高的高原，具有“世界屋脊”“亚洲水塔”之称。青藏高原因其丰富的物种多样性，被世界自然基金会列为全球 34 个生物多样性保护热点区域之一。高寒草地作为青藏高原的主体生态系统类型，不仅发挥着水源涵养、气候调节、牧业生产、碳素汇集等生态服务功能，而且也是全球高寒生物资源和遗传基因的储存库，具有十分重要的生物多样性保育价值。近几十年来，受气候变化、超载过牧等多重因素的影响，整个青藏高原地区的草地大面积发生退化，生物多样性流失加剧，生态系统功能受损严重。草地退化导致原生植物群落物种减少，毒杂草类增多，部分地区形成了以毒杂草等为主的草地。草地退化也导致土壤微生物和土壤生物多样性降低，影响土壤生物多样性的生态服务功能。可见，高寒草地退化已严重威胁到高原生物多样性生态服务功能的正常发挥，开展全球变化背景下高寒草地生物多样性保育管理研究尤为及时和必要。基于这一背景，本书作者系统总结了多年来在高寒草地植物多样性、土壤生物多样性及二者关系研究的系列成果，凝练为学术专著《青藏高原高寒草地植物-土壤系统的生物多样性及其对全球变化的响应》。

本书共分七章，主要内容包括：第一章主要阐述了生物多样性的概念、类型与价值，包括生物多样性的基本概念和类型，生物多样性的生态服务价值，全球及中国的生物多样性概况，青藏高原高寒草地的生物多样性概况（由董世魁、刘世梁撰写）；第二章主要介绍了草地植物多样性、草地土壤微生物多样性、草地土壤动物多样性及植物多样性-土壤生物多样性关系研究进展（由张勇、王学霞撰写）；第三章主要阐述了高寒草地植物多样性的调查与监测方法，植物多样性的空间分异规律，植物多样性与功能多样性的关系，高寒草地植物多样性的生态功能（由董世魁、汤琳、王学霞撰写）；第四章主要论述了高寒草地土壤生物多样性的空间分异规律，土壤微生物多样性的空间分异规律，土壤生物多样性与生态系统稳定性的关系（由王学霞、张勇、董世魁撰写）；第五章主要论述了高寒草地植物多样性与土壤生物多样性的关系，包括土壤微生物多样性与土壤动物多样性的关系，植物多样性与土壤微生物多样性的关系，植物多样性与土壤动物多样性的关系（由王学霞、张勇、董世魁撰写）；第六章主要论述了高寒草地植物多样性和功能群多样性对增温的响应，植物物种多样性和功能群多样性对草地退化的响应（由王学霞、张勇、董世魁撰写）；第七章主要论述了高寒草地土壤微生物和动物多样

性对增温和草地退化的响应,草地植物与土壤生物多样性关系对全球变化的响应(由张勇、王学霞、董世魁撰写)。

本书通过大量第一手资料的实证分析和国内外文献的引证综述,拟回答以下科学问题:如何有效监测高寒草地植物多样性和土壤生物多样性?如何科学量化高寒草地植物多样性和土壤生物多样性的生态功能?高寒草地植物多样性和土壤生物多样性的关系是什么?高寒草地植物多样性和土壤生物多样性在草地类型和空间维度上有何变化规律?草地退化对高寒草地植物和土壤生物多样性及其相互关系的影响机制是什么?气候变化对高寒草地植物和土壤生物多样性及其相互关系的影响机制是什么?

本书内容新颖、系统、全面,是一部很有科学创意和理性思维的专著。本书的写作意图在于将高寒草地生物多样性保护领域的创新性研究成果介绍给广大读者,使从事生态学、草业科学、环境科学、农学和相关学科领域的科研人员、管理人员和大专院校师生了解高寒草地生物多样性保护的基础理论,为青藏高原高寒草地生物多样性保护管理提供科学依据。

本书的研究工作得到国家重点研发计划课题“生态恢复效果与生态功能提升能力监测评估”(2016YFC0501906)、“十二五”国家科技支撑计划课题“高寒草地生物多样性综合保护与持续利用技术”(2012BAC01B02)、环保公益项目“高寒荒漠区国家级自然保护区生态监测与综合管理研究”(201209033)等多个国家级项目的资助,在此对项目支持方表示衷心的感谢!

项目研究过程中,曾得到北京师范大学杨志峰院士、康慕谊教授、江源教授、刘全儒教授、崔保山教授、刘静玲教授、石建斌副教授、李晓文副教授的帮助和支持,曾得到甘肃农业大学胡自治教授、张德罡教授、姚拓教授、蒲小鹏副教授的指导和帮助,曾得到兰州大学龙瑞军教授、林慧龙教授、梁天刚教授、尚占环教授的协助和支持,曾得到中国农业科学院高清竹研究员及青海大学畜牧兽医学院马玉寿研究员、董全民研究员、施建军研究员、王彦龙副研究员、李世雄副研究员在试验研究和野外工作中的支持和帮助,曾得到中国科学院西北高原生物研究所周华坤研究员、曹广民研究员、姚步青副研究员的关心和帮助,甘肃农业大学的数位研究生参与了野外采样工作,在此一并表示感谢!

中国工程院院士、兰州大学教授任继周先生在百忙之中拨冗作序,令我们十分感动!在此对任院士表示最崇敬的谢忱!

由于编著者水平有限,书中不当之处在所难免,希望读者能不惜赐教,及时指出本书的不足之处,并希望提出修改建议和意见,以便我们日后改进。

著 者

2018年2月

目 录

序

前言

第一章 概述.....	1
第一节 生物多样性的概念、类型与价值	1
一、生物多样性的概念	1
二、生物多样性的类型	2
三、生物多样性的价值	3
第二节 全球及中国的生物多样性概况	4
一、全球生物多样性概况	4
二、中国生物多样性概况	5
第三节 青藏高原高寒草地的生物多样性概况	8
一、草地生态系统多样性	8
二、草地植物多样性	13
三、草地动物多样性	14
四、草地微生物多样性	15
本章小结	15
第二章 青藏高原高寒草地植物-土壤系统生物多样性研究进展	17
第一节 草地植物多样性研究进展	17
第二节 草地土壤微生物多样性研究进展	19
第三节 草地土壤动物多样性研究进展	21
第四节 植物多样性-土壤生物多样性关系研究进展	22
本章小结	25
第三章 高寒草地植物多样性的分异规律与生态功能	26
第一节 高寒草地植物多样性的调查与监测方法	26
一、高寒草地植物多样性调查与监测的取样方法	26
二、高寒草地植物多样性调查与监测的取样面积	34
第二节 植物多样性的空间分异规律	40
一、高寒草地环境因子的差异性分析	40
二、植物物种多样性的空间分布规律	48

三、环境因子与植物物种多样性的关系	52
四、干扰因子与植物物种多样性的关系	57
五、植物功能群多样性的分异规律	58
第三节 植物多样性与功能多样性的关系	62
一、研究方法	62
二、高寒草甸植物物种多样性与功能多样性之间的关系	65
三、高寒草原植物物种多样性与功能多样性之间的关系	66
四、高寒荒漠植物物种多样性与功能多样性之间的关系	68
第四节 高寒草地植物多样性的生态功能	70
一、高寒草地生物多样性与生产力的关系	71
二、高寒草地植物多样性-生态系统的稳定性	74
三、高寒草地植物物种多样性与生态系统碳储量的关系	79
四、草地植物物种多样性与氮储量的关系	82
五、高寒草地植物物种多样性与生态系统土壤养分维持功能的关系	85
第五节 讨论与结论	87
本章小结	89
第四章 高寒草地土壤生物多样性分异规律及其生态功能	91
第一节 土壤生物多样性的监测与评价方法	91
一、土壤动物多样性的监测与评价方法	91
二、土壤微生物多样性的监测与评价方法	93
第二节 土壤微生物多样性的分异规律	94
一、高寒草地细菌群落多样性的分异规律	94
二、高寒草地土壤氮转化速率	96
三、细菌多样性、活性与环境因子之间的关系	97
第三节 土壤动物多样性的分异规律	99
一、高寒草地土壤线虫群落特征	99
二、高寒草地土壤跳虫群落特征	103
三、土壤动物群落多样性与环境因子的关系	104
第四节 高寒草地土壤生物多样性的生态功能	107
一、高寒草地土壤微生物、动物多样性与植物生产力的关系	107
二、高寒草地微生物多样性与土壤养分的关系	108
三、不同高寒草地土壤线虫功能结构特征	109
四、土壤微生物多样性对土壤养分的调控作用	110
五、土壤微生物多样性对土壤生物化学过程的调控作用	115

六、土壤稀有微生物对土壤速效养分及地上生物量的调控作用	117
第五节 讨论与结论	119
本章小结	123
第五章 高寒草地植物多样性与土壤生物多样性的关系	125
第一节 土壤微生物多样性与土壤动物多样性的关系	125
一、高寒草地土壤生物多样性之间的关系	125
二、土壤细菌多样性与土壤动物多样性的关系	126
三、土壤跳虫与线虫多样性的关系	127
第二节 植物多样性与土壤微生物多样性的关系	128
一、植物多样性与土壤细菌多样性的关系	128
二、植物功能群丰富度与土壤细菌多样性的关系	129
第三节 植物多样性与土壤动物多样性的关系	130
一、植物多样性与土壤线虫多样性的关系	130
二、植物多样性与土壤跳虫多样性的关系	136
第四节 讨论与结论	140
本章小结	142
第六章 高寒草地植物多样性对全球变化的响应	143
第一节 植物多样性及其生态服务功能对增温的响应	143
一、植物多样性对增温的响应	143
二、植物生物量对增温的影响	144
三、草地植物多样性与生物量关系对增温的响应	145
第二节 植物多样性对草地退化的响应	147
一、试验设计与研究方法	148
二、草地退化对土壤环境因子的影响	150
三、草地退化对高寒草甸植物群落组成及植物多样性的影响	155
四、草地退化对高寒草原植物多样性的影响	156
五、草地退化对高寒荒漠植物群落组成及植物多样性的影响	158
第三节 植物功能群多样性对草地退化的响应	160
一、草地退化对高寒草地功能群植被组成的影响	160
二、草地退化对植物功能群多样性的影响	164
第四节 植物多样性-功能多样性关系对草地退化的响应	166
一、草地退化对高寒草甸植物物种多样性与功能多样性关系的影响	166
二、草地退化对高寒草原植物物种多样性与功能多样性关系的影响	169
三、草地退化对高寒荒漠植物物种多样性与功能多样性关系的影响	172

第五节 讨论与结论	175
本章小结	176
第七章 高寒草地土壤生物多样性及其与植物多样性的关系对全球变化的响应	178
第一节 土壤细菌多样性对草地退化的响应	178
一、高寒草地细菌群落组成对草地退化的响应	179
二、草地退化对高寒草地微生物活性的影响	182
三、细菌多样性、活性与环境因子的相互关系	187
第二节 草地退化对高寒草地土壤动物多样性的影响	190
一、草地退化对高寒草地土壤线虫群落特征的影响	191
二、高寒草地土壤跳虫群落特征	202
第三节 土壤动物多样性对气候变化的响应	207
一、增温对高寒草甸线虫组成及多样性的影响	207
二、增温对高寒草甸土壤跳虫多样性及组成的影响	211
第四节 土壤微生物多样性对气候变化的响应	213
一、增温对高寒草甸细菌多样性的影响	213
二、增温对高寒草甸微生物组成的影响	214
第五节 增温、增雨和过度放牧对土壤微生物群落的影响	218
一、对土壤微生物多样性的影响	218
二、对微生物群落结构的影响	223
三、对稀有微生物和特有微生物的影响	240
四、对土壤微生物量碳氮磷的影响	247
第六节 高寒草地植物与土壤生物多样性关系对全球变化的响应	252
一、增温对植物多样性-土壤微生物多样性关系的影响	252
二、增温对植物多样性-土壤微生物多样性关系的影响机制	253
第七节 讨论与结论	256
本章小结	262
参考文献	264
后记	285

第一章 概述

生物多样性是人类社会赖以生存和发展的基础，可以分为遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性 4 个层次。中国是生物多样性最为丰富的国家之一，在全世界占有十分独特的地位。青藏高原是中国生物多样性极其丰富且保存相对完好的地域之一，同时也是全球高寒生物多样性富集的地区之一，被世界自然保护联盟列为“25 个生物多样性重点保护地区”之一。高寒草地是青藏高原地区分布面积最广的生态系统，也是全球海拔最高、类型最为独特的生态系统。因此，了解青藏高原高寒草地的生物多样性概况及其重要价值，掌握高寒草地生物多样性的研究现状和发展方向，对青藏高原高寒草地生物多样性保护工作的开展具有十分重要的科学意义。本章在总结整理相关信息和文献资料的基础上，明晰如下科学问题：生物多样性的概念与内涵是什么？全球和中国的生物多样性概况如何？青藏高原高寒草地生物多样性有何重要地位？高寒草地生物多样性的研究进展如何？

第一节 生物多样性的概念、类型与价值

一、生物多样性的概念

生物多样性 (biodiversity) 是指一定空间范围内生命有机体及其与环境形成的生态复合体，它是体现自然界生物资源丰富多彩的标志，也是人类生存和发展的物质基础。生物多样性是一个内涵十分广泛的概念，包括多个层次或水平。其中研究较多且意义重大的主要有遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性 4 个层次，涵盖了从微观到宏观的全部尺度，其中物种多样性是生物多样性在物种水平上的表现形式，可表征生物群落的结构复杂性，体现群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异，是生物多样性重要的有机组成部分 (马克平等, 1995; Tilman, 2000; 李延梅等, 2009)。

近十几年来有关生物多样性的研究较多 (刘爱原等, 2012)，总观生物多样性研究领域的研究现状，当前生物多样性研究的热点可以归为以下 8 个方面：①生物多样性与生态系统功能的关系；②生物多样性的生态系统服务价值评估；③生物多样性对气候变化的响应；④生物多样性的长期动态监测；⑤生物多样性评价

指标;⑥生物多样性信息管理;⑦生物多样性保护技术与对策;⑧生物入侵与生物安全(李延梅等,2009;王利松等,2010;Joint Nature Conservation Committee,2010)。近年来,宏观生态学(景观、区域全球生态学)和微观生态学(种群、个体和分子生态学)的学科技术和方法不断更新,为生物多样性研究和保护工作提供了理论和技术支撑。一系列前沿的生物多样性研究和保护工作在DNA分子标记技术、基因工程技术、空间信息技术等新技术的支持下将取得进一步重大突破(李延梅等,2009)。

二、生物多样性的类型

(一) 遗传多样性

遗传多样性是生物多样性的的重要组成部分。广义的遗传多样性是指地球上生物所携带的各种遗传信息的总和。这些遗传信息储存在生物个体的基因之中。因此,遗传多样性也就是生物的遗传基因的多样性。任何一个物种或一个生物个体都保存着大量的遗传基因,因此,可被看作是一个基因库。一个物种所包含的基因越丰富,它对环境适应能力越强。遗传多样性是生命进化和物种分化的基础。

狭义的遗传多样性主要是指生物种群内基因的变化,包括种群内显著不同的种群之间及同一种群内的遗传变异。此外,遗传多样性可以表现在多个层次上,如分子、细胞、个体等。在自然界中,对于绝大多数有性生殖的物种而言,种群内的个体之间往往没有完全一致的基因型,而种群就是由这些具有不同遗传结构的多个个体组成的。

在生物的长期演化过程中,遗传物质的改变(或突变)是产生遗传多样性的根本原因。遗传物质的突变主要有两种类型,即染色体数目和结构的变化及基因位点内部核苷酸的变化。前者称为染色体的畸变,后者称为基因突变(或点突变)。此外,基因重组也可以导致生物产生遗传变异。

(二) 物种多样性

物种多样性是指地球上动物、植物、微生物等生物种类的丰富程度。物种多样性包括两个方面,一是指一定区域内的物种丰富程度,可称为区域物种多样性;二是指生态学方面的物种分布的均匀程度,可称为生态多样性或群落物种多样性。物种多样性是衡量一定地区生物资源丰富程度的一个客观指标。

在阐述一个国家或地区生物丰富程度时,最常用的指标是区域物种多样性。区域物种多样性的测量有以下三个指标:①物种总数,即特定区域内所拥有的特

定类群的物种数目；②物种密度，指单位面积内的特定类群的物种数目；③特有种比例，指在一定区域内某个特定类群的特有种占该地区物种总数的比例。

（三）生态系统多样性

生态系统是各种生物与其周围环境所构成的自然综合体，所有的物种都是生态系统的组成部分。从结构上看，生态系统主要由生产者、消费者、分解者构成。生态系统的功能是对地球上的各种化学元素进行循环和在各组分之间维持能量的正常流动。生态系统多样性主要是指地球上生态系统组成、功能的多样性及各种生态过程的多样性，包括生境的多样性、生物群落和生态过程的多样化等多个方面。其中，生境的多样性是生态系统多样性形成的基础，生物群落的多样化可以反映生态系统类型的多样性。

（四）景观多样性

近年来，有些学者还提出了景观多样性（landscape diversity），作为生物多样性的第四个层次。景观是一种大尺度的空间，是由一些相互作用的景观要素组成的具有高度空间异质性的区域。景观多样性是指由不同类型的景观要素在空间结构、功能机制和时间动态方面的多样化程度，或指不同类型的生态系统构成景观在空间结构、功能机制和时间动态方面的多样化和变异性。景观要素分为斑块、廊道和基质。斑块是景观尺度上最小的均质单元，它的大小、数量、形态和起源等对景观多样性有重要意义。

三、生物多样性的价值

生物多样性是地球生命的基础。它重要的社会经济伦理和文化价值无时无刻不在宗教、艺术、文学、兴趣爱好，以及社会各界对生物多样性保护的理解与支持等方面反映出来。它们在气候调节、水源保护、土壤功能维持等生态学过程中发挥着重要作用，对人类社会的维持和发展起支撑作用。生物多样性的意义主要体现在它的价值。对于人类社会来说，生物多样性具有直接价值、间接价值和潜在价值。

（一）直接价值

多样的生物是人类衣、食、住、行及生产的基础和原材料。例如，经过漫长

的进化、驯化过程,不同的粮食作物为地球上不同区域的人类居民提供了多样的食物,使人类生存和繁衍成为可能,地球上众多的生物造就了人类社会丰富多彩的生产活动。

(二) 间接价值

生物多样性具有重要的生态功能。在生态系统中,野生生物之间具有相互依存和相互制约的关系,它们共同维系着生态系统的结构和功能。生物多样性提供了人类生存的基本条件(如食物、水和空气),保护人类免受自然灾害和疾病之苦(如调节气候、洪水和病虫害)。野生生物一旦减少,生态系统的稳定性就要遭到破坏,人类的生存环境也就要受到影响。

(三) 潜在价值

野生生物种类繁多,人类只对其中的极少数做过比较充分的研究,大量野生生物的使用价值目前还不清楚。但是可以肯定,这些野生生物具有巨大的潜在使用价值。一种野生生物一旦从地球上消失就无法再生,它的各种潜在使用价值也就不复存在。因此,对于目前尚不清楚其潜在使用价值的野生生物,同样应当珍惜和保护。

第二节 全球及中国的生物多样性概况

一、全球生物多样性概况

全世界有 500 万~5000 万个物种,但实际上在科学上记述的仅有 140 万左右。除对高等植物和脊椎动物的了解比较清楚外,对其他类群如昆虫、低等无脊椎动物、微生物等类群,还很不了解。初步估计有昆虫 75 万种,脊椎动物 4.5 万种,有花植物和苔藓约 25 万种。初步估计,在科学上记述的全球生物多样性概况如下。

细菌和蓝绿藻 4760 种,藻类 29600 种,真菌 46983 种,苔藓植物 17000 种,裸子植物(针叶植物) 750 种,被子植物(有花植物) 250000 种,原生动物 30800 种,海绵动物 5000 种,珊瑚和水母 9000 种,线虫和环节动物 24000 种,甲壳动物 38000 种,其他节肢动物和小型无脊椎动物 132461 种,昆虫 751000 种,软体

动物 50000 种, 海星 6100 种, 鱼类 19056 种, 两栖动物 4184 种, 爬行动物 6300 种, 鸟类 9198 种, 哺乳动物 4170 种, 总计 1438362 种。

生物多样性并不是均匀地分布于全世界 168 个国家; 全球生物多样性主要分布在热带森林, 仅占全球陆地面积 7% 的热带森林容纳了全世界半数以上的物种。热带生物学研究重点委员会根据生物多样性的丰富程度、特有物种分布状况及森林被占用速度等因素, 确定了 11 个需要特别重视的热带地区: 厄瓜多尔海岸森林、巴西可可地区、巴西亚马孙河流域东部和南部、喀麦隆、坦桑尼亚山脉、马达加斯加、斯里兰卡、缅甸、苏拉威西岛、新喀里多尼亚、夏威夷。

二、中国生物多样性概况

中国有高等植物 30000 余种, 仅次于世界高等植物最丰富的巴西和哥伦比亚, 占世界第三位。苔藓植物 2200 种, 隶属 106 科, 占世界科数的 70%; 蕨类植物 52 科, 2200~2600 种, 分别占世界科数的 80% 和种数的 22%; 裸子植物全世界共 15 科, 79 属, 约 850 种, 中国就有 10 科, 34 属, 约 250 种, 是世界上裸子植物最多的国家; 被子植物约有 328 科, 3123 属, 30000 多种, 分别占世界科、属和种数的 75%、30% 和 10%。

中国的动物也很丰富, 脊椎动物共有 6347 种, 占世界总种数的 13.97%。中国是世界上鸟类种类最多的国家之一, 共有鸟类 1244 种, 占世界总种数的 13.5%; 中国有鱼类 3862 种, 占世界总种数 (19056 种) 的 20.3%。包括昆虫在内的无脊椎动物、低等植物和真菌、细菌、放线菌, 其种类更为繁多。目前尚难做出确切的估计, 因大部分种类迄今尚未被认识。

(一) 中国森林的生物多样性

中国共有森林 15894.1 万 hm^2 , 森林蓄积量 112.7 亿 m^3 , 森林覆盖率为 16.55%。中国森林类型众多, 拥有各类针叶林、针阔叶混交林、落叶阔叶林、常绿阔叶林和热带林, 以及它们的各种次生类型。据《中国植被》对天然乔灌木林的分类, 中国划分有森林 210 个群系、竹林 36 个群系、灌木与灌丛 (不含半灌木及草丛) 94 个群系。此外, 还有许多人工栽植营造的用材林、防护林、经济林和农林复合生态系统类型, 更丰富了森林生态系统类型的多样性, 这是中国森林生物多样性的一个特点。中国还拥有世界上最完整的温带山地垂直带谱、亚热带山地垂直带谱, 北半球纬度最高的热带山地雨林、季雨林类型, 种类最丰富的落叶松属 (*Larix*)、松属 (*Pinus*)、云杉属 (*Picea*)、冷杉属 (*Abies*)、栎属 (*Quercus*) 森林, 中国还有世界上罕见的高生物量的雅鲁藏布江峡谷云

杉林。在这多种类型的森林中,栖息着丰富多样的野生动物。据统计,中国的 6347 种脊椎动物大部分栖息在森林中或林缘。这些动物中,许多为中国特有或主要分布在中国,如全世界有雉类 276 种,中国就有 56 种,占 20%左右,其中 19 种为中国所特有。其他如大熊猫、金丝猴、白唇鹿、羚牛、毛冠鹿等动物也为中国所特有。

中国有乔灌木树种 8000 余种,其中乔木 2000 多种,灌木 6000 多种,包括了世界分布、热带分布、温带分布、泛地中海分布和中国特有的各种成分。中国的树种大多数在地理成分上为热带、亚热带性质,但同时也几乎包括了世界温带分布的所有木本属,如槭属 (*Acer*)、桦木属 (*Betula*)、胡桃属 (*Juglans*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、栎属 (*Quercus*)、云杉属 (*Picea*)、冷杉属 (*Abies*)、胡颓子属 (*Elaeagnus*) 等。中国有许多起源古老的孑遗树种,这是全人类极宝贵的财富。由于在新生代第四纪冰川期,华南、华中、西南广大地区,除局部山地有山地冰川外,大多数山地未遭受冰川影响,成为植物种的“避难所”,从而保存了许多中国特有的孑遗种,如发生于石炭纪和二叠纪之前的银杏 (*Ginkgo biloba*),中生代至古近纪的罗汉松 (*Podocarpus* spp.)、陆均松 (*Dacrydium pectinatum*)、三尖杉(粗榧) (*Cephalotaxus* spp.)、红豆杉(紫杉) (*Taxus chinensis*)、穗花杉 (*Amentotaxus argotaenia*)、白豆杉 (*Pseudotaxus chienii*) 等,孑遗的阔叶树还有木兰 (*Magnolia* spp.)、鹅掌楸 (*Liriodendron chinense*)、双花木 (*Disanthus cercidifolius*)、马蹄荷 (*Exbucklandia populnea*)、大果马蹄荷 (*Exbucklandia tonkinensis*)、红花荷 (*Rhodoleia championii*)、连香树 (*Cercidiphyllum japonicum*)、马尾树 (*Rhoiptelea chiliantha*)、糙叶树 (*Aphananthe aspera*)、青檀 (*Pteroceltis tatarinowii*)、喙核桃 (*Annamocarya sinensis*)、青钱柳 (*Cyclocarya paliurus*)、杜仲 (*Eucommia ulmoides*)、圆籽荷 (*Apterosperma oblata*)、猪血木 (*Euryodendron excelsum*) 等。中国特有的树种还有通脱木 (*Tetrapanax papyrifer*)、半枫荷 (*Semiliquidambar cathayensis*)、喜树 (*Camptotheca acuminata*)、伯乐树 (*Bretschneidera sinensis*)、珙桐 (*Davidia involucrata*)、蜡梅 (*Chimonanthus praecox*)、蓝果树 (*Nyssa sinensis*)、香果树 (*Emmenopterys henryi*)、秤锤树 (*Sinojackia xylocarpa*)、山白树 (*Sinowilsonia henryi*)、瘿椒树 (*Tapiscia sinensis*) 等。

(二) 中国草地的生物多样性

中国草地以温带草原为主,依据全国第一次草地资源普查的植物名录,初步收录 254 科、4000 多属、9700 多种植物,世界著名栽培牧草在我国草原均有野生种和近缘种分布。尤其是禾本科饲用植物不仅数量多、分布广,而且在草原上起到优势作用的种类比较集中。已知国家重点保护动物中,分布于草原区的 I 级保护动物有 14 种,II 级保护动物有 48 种。

(三) 中国湿地的生物多样性

中国共有湿地高等植物 2276 种, 隶属于 815 属、225 科, 其中苔藓植物 64 科、139 属、267 种, 蕨类植物 27 科、42 属、70 种, 裸子植物 4 科、9 属、20 种, 被子植物 130 科、625 属、1919 种; 湿地野生动物共有 25 目、68 科、724 种, 其中鸟类 12 目、32 科、271 种, 两栖类 3 目、11 科、300 种, 爬行类 3 目、13 科、122 种, 兽类 7 目、12 科、31 种。

(四) 中国海洋的生物多样性

中国海洋的物种极为丰富, 已被描述和发现的海洋生物大约 20278 种, 但实际上远不止这个数字。随着人们对海洋环境特别是深海和远洋生物的认知、研究仪器的更新、研究手段的进步, 正不断有新的海洋生物物种被发现。

海洋植物一般分为大型藻类、单细胞藻类和高等海洋植物。大型藻类主要有蓝藻门、红藻门、褐藻门和绿藻门; 单细胞藻类主要包括硅藻门、甲藻门、金藻门等, 其中硅藻门是单细胞藻类的主要成员; 高等海洋植物包括海生单子叶植物海草, 热带和亚热带海滩上特有的木本植物红树。我国已知大型藻类约 1200 种, 海草 13 种, 红树约 30 种, 海藻有重要的经济价值, 可食用的藻类如红藻门中的紫菜、石花菜, 褐藻门中的海带、裙带菜, 蓝藻门中的螺旋藻等; 可作为工业原料提取琼胶、褐藻胶等的如红藻门中的石花菜。红树分布于广西、广东、台湾、福建和海南岛, 在海岸带形成高矮不同的红树林, 具有保护海岸、滩涂的作用, 还可为鱼、虾、蟹等提供良好的生长繁殖场所, 形成海岸高生物多样性区域。

海洋动物门类众多, 尤其是无脊椎动物更是繁复庞杂。我国海洋已记录原生动物约 2000 种, 海绵动物 200 种, 腔肠动物约 1000 种, 多毛类环节动物 900 多种, 软体动物和甲壳动物各约 3000 种, 棘皮动物 580 种, 苔藓动物 470 多种。多毛类环节动物、软体动物、节肢动物和棘皮动物是海洋底栖生物的主要类群。多毛类动物由于其隐居的特性, 使发现和采集较为困难, 实际种类和数量远远超出人们的想象, 是海洋食物链上极其重要的一环。脊椎动物在海洋中主要是鱼类。据最新统计, 我国已知海洋鱼类已超过 3000 种, 约占世界海洋鱼类的 1/4。海洋鱼类是最重要的海洋生物, 其种类多、数量大, 是海洋中的主宰, 在海洋食物链中处于顶级, 在海洋渔业中占有举足轻重的地位。个别有毒种类还可作药用。除鱼类外, 海洋脊椎动物还包括爬行动物、鸟类、哺乳类, 均在生态系统和经济上具有一定价值。另外, 海洋中还有各类微生物, 主要是细菌, 包括