



生物多样性与环境变化丛书

5



气候变化生物学

Climate Change Biology

[美] Lee Hannah 著
赵 斌 明泓博 译

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS





生物多样性与环境变化丛书

气候变化生物学

Climate Change Biology

[美] Lee Hannah 著

赵 斌 明泓博 译

Q I H O U B I A N H U A S H E N G W U X U E



5

高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

图字 : 01-2012-0686 号

Copyright ©2011 Elsevier Ltd. All rights reserved

This edition of *Climate Change Biology* by **Lee Hannah** is published by arrangement with
ELSEVIER LIMITED of The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK

本书 *Climate Change Biology* 作者为 **Lee Hannah**

本书中文翻译版由 **ELSEVIER LIMITED** 授权高等教育出版社有限公司出版

The ISBN of the original work: 978-0-12-374182-0

The ISBN of the Chinese Translation: 978-7-04-038892-3

内容提要

气候变化生物学是研究气候变化对自然系统影响的学科,重点探索生物系统和气候系统之间的相互作用,以及气候变化驱动的生物学动态,并希望了解人类诱发的这种变化对未来的影响。本书是全球第一本有关气候变化生物学方面的高年级学生教材,通过考察当前和远古的气候变化效应,引导读者理解当前人为导致的变化所产生的影响。书中论述了气候变化背景下自然保护和其他生态学意义的许多细节,并提出了积极应对未来气候变化增速的方案。为了让读者更直观地了解生物系统所发生的变化,本书提供了包括地图、图表和彩色照片等丰富的插图。

本书的结构遵循如下原则。绪论部分概述气候系统。第二部分探讨了目前观察到的人为引起的气候变化对自然界的影响。第三部分致力于探讨过去陆地、海洋、淡水生物系统中气候变化方面的经验教训。基于这些认识,在第四部分考察了关于未来可能发生的变化的理论和模型。在本书的最后两个部分,考察了如何利用有关气候变化生物学的认识来设计更加动态的自然保护系统,以及如何通过国际政策和温室气体的减排努力影响生物及其保护。

本书适合于生态学、环境科学、自然保护和资源管理等学科的高年级本科生和研究生阅读,也可成为探讨气候变化的原因与生物效应相关课程的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

气候变化生物学 / (美) 汉纳 (Hannah, L.) 著; 赵斌, 明泓博译. — 北京: 高等教育出版社, 2014.1
书名原文: *Climate change biology*
ISBN 978-7-04-038892-3

I. ①气… II. ①汉… ②赵… ③明… ④明… ①气候变化—生物学—研究 IV. ①P467

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第278865号

策划编辑 柳丽丽
责任校对 胡晓琪

责任编辑 柳丽丽
责任印制 毛斯璐

封面设计 张楠

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京中科印刷有限公司
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 21.5
字数 530千字
插页 8
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2014年1月第1版
印次 2014年1月第1次印刷
定 价 59.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号: 38892-00

审图号: GS(2013)502号

本书插图系原文插图

译者序

总的来说,不管何种原因,地球正在发生着变化,而且这种变化在很大程度上已经不可避免。其中,全球气候变化已经毋庸置疑地成为了热点话题。人们普遍认为气候变化将会给地球生态系统带来更多的问题。因此,加深理解气候变化与生物系统之间的关系,特别是了解生物体如何应对气候变化,可有助于我们设计出更为合理的保护措施以减少可能的破坏。可以肯定,生物圈和气候之间如何相互作用将决定未来数个世纪的人类与自然系统的健康。

我从2003年开始涉足全球变化对生态系统影响的研究工作。为了制造让自己学习的压力,也为了培养该研究领域的后备力量,我从2005年开始在复旦大学开设了“地球系统科学与管理”全校公选课程,从2008年开始面向生命科学学院的本科生和研究生开设了“全球变化生物学”课程。在备课和课程教学中,我越来越发现,缺乏合适的教科书和课外读物,不管对教师还是学生,都是举步维艰的。上课没有相应的教材,学生只能“裸”听,无法完成课前预习和课后复习。为此,我一直在寻找合适的教材或课外读物,并在2011年成功遴选了两本书籍,《变化中的生态系统——全球变暖的影响》(*Changing Ecosystems: Effects of Global Warming*)和《气候变化生物学》(*Climate Change Biology*)。这两本书正好搭配为姊妹篇,前者略显通俗与科普,后者相对精准与专业,适合不同层次要求的学生阅读。其中,《变化中的生态系统——全球变暖的影响》一书已于2012年6月由高等教育出版社出版。

在正式开始翻译《气候变化生物学》的时候,我正好在为复旦大学生命科学学院的本科生和全校研究生讲授“全球变化生物学”课程。当时突发奇想,能否让选修本课程的学生共同参与该书的初译工作呢?当我把这个想法告诉大家的时候,得到了同学们的积极响应。于是,我就将该书拆分成许多片段,让22名本科生和18名研究生来参与翻译工作。其中,本科生主要来自生物科学与生物技术专业,而研究生主要来自化学生物学、生态学、植物学、计算机软件与理论、环境科学等专业。虽然翻译工作按期完成,但汇总和核对工作成了一个巨大的难题,于是在2012年开年的寒假,我将这个工作打包成一个实习项目邀请了10名学生参与,这些学生分别来源于自然科学、社会科学、经济管理、中国语言文学、环境科学和法学等专业。虽然同学们都付出了巨大的努力,但由于专业限制,最后的翻译质量离我的要求还有不小的距离。不过,在整个翻译和核对工作中,有一位学生脱颖而出引起了我的注意,这就是现在该书的合作翻译者明泓博同学。他也是选修本课程的学生之一,在其他学生还在为划分各自的翻译内容而纠结之时,他已根据自己的兴趣主动完成了一个完整章节的翻译工作,而且翻译质量也远远超出了平均水平。于是,我邀请他来与我合作翻译和校对,我先逐字逐句地核对或翻译一遍,然后他在我整理成文的基础上再次逐字逐句地核对一遍,有歧义的地方标注出来,我们讨论后决定最后的文字。

在此,我非常感谢参与翻译的各位师生的辛勤劳动和通力合作,也非常感谢原著作者 Lee

Hannah 博士及 Elsevier Limited 在版权转让方面的积极配合。同时,这本书能够如期出版,也与高等教育出版社的李冰祥、陈正雄、柳丽丽等编辑所付出的时间和劳动分不开。

赵 斌

2013 年 6 月 12 日复旦大学立人生物楼

缩 略 词 表

缩略词	英语全称	汉语翻译
AAAS	American Association for the Advancement of Science	美国科学促进会
ABC	America Broadcast Company	美国广播公司
ACI	Atmospheric Circulation Index	大气环流指数
AO	Area of Occupancy	占有面积
AOGCM	Atmosphere Ocean GCM	海气耦合模式
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	高级星载热辐射反射辐射计
BCI	Barro Colorado Island	巴洛科罗拉多岛
BER	Biomass Enhancement Ratio	生物量增长比率
CAM	Crassulacean Acid Metabolism	景天酸代谢
CATHALAC	The Water Center for the Humid Tropics of Central America and the Caribbean	中美洲和加勒比热带湿润区 研究所水研究中心
CCS	Carbon Capture and Storage	碳捕获存储技术
CNN	Cable News Network	美国有线电视新闻网
CPR	Continuous Plankton Recorder	浮游生物连续记录器
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	联邦科学与工业研究组织
DGVM	Dynamic Global Vegetation Model	全球植被动态模型
D-O	Dansgaard-Oeschger	丹斯伽阿德-厄施格尔旋回
EAR	Endemics-Area Relationship	地方特有种-面积关系
EO	Extent of Occurrence	分布区
ERSDAC	Earth Remote Sensing Data Analysis Center	地球遥感数据分析中心
ENSO	El Nino/Southern Oscillation	厄尔尼诺/南方涛动
ESA	Endangered Species Act	濒危物种法案
EU	European Union	欧盟
FACE	Free Air CO ₂ Enrichment	自由大气 CO ₂ 富集
FAST	Free Air Sequestration Technology	自由空气封存技术
GCM	Global Climate Model/ General Circulation Model	全球气候模型/大气环流模式

缩略词	英语全称	汉语翻译
GFDL	General Fluid Dynamics Laboratory	普通流体动力学实验室
GHG	Greenhouse Gas	温室气体
GISP	Greenland Ice Sheet Project	格陵兰冰盖项目
GLM	Generalized Linear Model	广义线性模型
GRID	Global Resource Information Database	全球资源信息数据库
GRIP	Greenland Ice Core Project	格陵兰冰芯项目
GSFC	Goddard Space Flight Center	戈达德太空飞行中心
GtC	Gigatons of Carbon	十亿吨碳
HadCM	Hadley Climate Model	哈德利气候模型
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	联合国政府间气候变化专门委员会
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国际自然保护联盟
JSC	Johnson Space Center	约翰逊太空中心
K-T	Cretaceous-Tertiary	白垩纪-第三纪
LGM	Last Glacial Maximum	末次盛冰期
MIS11	Marine Isotopic Stage 11	海洋同位素阶段 11
MIT	Massachusetts Institute of Technology	麻省理工学院
MITI	Ministry of International Trade and Industry	国际贸易及工业部
MPA	Marine Protected Area	海洋保护区
mpg	Mile Per Gallon	每加仑行驶英里数
NAO	North Atlantic Oscillation	北大西洋涛动
NASA	National Aeronautics and Space Administration	美国国家航空航天局
NBC	National Broadcasting Company	美国全国广播公司
NBII	National Biological Information Infrastructure	国家生物信息基础设施建设项目
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	归一化植被指数
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	美国国家海洋和大气管理局
NPR	National Public Radio	美国国家公共电台
NREL	National Renewable Energy Laboratory	美国国家能源部可再生能源实验室
PDO	Pacific Decadal Oscillation	太平洋年代际振荡
PETM	Paleocene-Eocene Thermal Maximum	古新世-始新世极热期
PFT	Plant Functional Type	植物功能类型
ppb	Part Per Billion	十亿分之一
ppm	Part Per Million	百万分之一
PV	Photovoltaic	光伏技术

缩略词	英语全称	汉语翻译
RCM	Regional Climate Model	区域气候模式
SAR	Species–Area Relationship	物种–面积关系
SDM	Species Distribution Model	物种分布模型
SRES	Special Report on Emissions Scenarios	排放情景特别报告
SST	Sea Surface Temperature	海面温度
UCSB	University of California, Santa Barbara	美国加利福尼亚大学 圣巴巴拉分校
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
USDA	United States Department of Agriculture	美国农业部
USGS	United States Geological Survey	美国地质勘探局
UV	Ultraviolet	紫外线
WG	Work Group	工作组
WRI	World Resources Institute	世界资源研究院

致 谢

加利福尼亚大学圣巴巴拉分校(UCSB)海洋制图工作室(Ocean o'Graphics)的 Karoleen DeCastro 和 Monica Pessino 为本书提供了许多原始插图。感谢 Patrick Roehrdanz 和 Trinidad Pizano 长时间的辛苦描图。Lynn Scarlett 在北极熊是否列入濒危物种清单有亲身的体验,她很大度地贡献出了自己的一些认识。感谢 Andy Richford 看到了这个主题的重要性并自始至终地对项目给予充分的信任。最后,衷心地感谢保护国际基金会(Conservation International)同事们的建议和鼓励,以及在一个变化的时代培训新一代保育专家这个重要性问题上的信任。

目 录

致谢

第一部分 绪 论

第 1 章 一门新的学科:气候变化生物学	3
温室星球	5
生命的边界	6
分布区迁移的相互作用	7
变化的化学	7
反馈于气候	8
气候变化生物学	9
第 2 章 气候系统和气候变化	10
气候系统	10
地球气候的演化	13
导致气候变化的自然驱动力	17
当前气候的主要特征	19
系统的稳定状态	21
人类驱动的变化:CO ₂ 的上升	22
急剧的气候变化	27
变化和全球碳循环	30
模拟气候系统	31
区域气候模式	35
通用的 GCM	38
排放情景	39
GCM 的输出信息	40
用降尺度数据进行生物评估	41
扩展阅读	41

第二部分 人为引起的气候变化的影响

第 3 章 物种分布区迁移	45
第一个变化的证据:珊瑚白化	46
酸化作用——CO ₂ 带来的双重打击	49

陆地上的最初改变	50
分布区迁移的证据日益增多	52
模式中的模式	59
物种灭绝	60
淡水变化	63
害虫与病原体	64
扩展阅读	66
第4章 物候:气候变化导致的生物学事件的时令变化	67
春季的到来	69
淡水系统	72
春季提前,秋季延后	73
热带雨林物候	74
海洋系统	76
机制:温度和光周期	77
食草类昆虫的生活史	78
物种间的时令错位	80
扩展阅读	82
第5章 生态系统变化	83
热带生态系统的变化	83
云雾林	85
温带生态系统的变化	88
高山生态系统	91
依赖于冰川和积雪的生态系统	93
极地和海洋生态系统	96
极地食物网:南大洋中的变化	99
热带海洋系统	100
深海海洋系统	101
海洋化学的改变	104
生态系统对气候系统的反馈	105
扩展阅读	107
 第三部分 来自过去的教训 	
第6章 过去陆地生态系统的响应	111
变化范围	111
地壳运动	112
伴随地壳运动的气候变化史	112
快速而广泛:冰期的记录	116
北美和欧洲的冰道赛	117

陆地之外:南温带的响应	120
南北半球的理论相通	121
急剧的气候变化:新仙女木期	124
热带的响应	126
生物记录中的米兰科维奇强迫	128
来自过去变化的经验教训	129
扩展阅读	129
第 7 章 过去海洋生态系统的变化	131
温度变化的影响	131
海平面变化的影响	135
大洋环流的变化	137
海洋化学的变化	139
珊瑚礁的分布	140
地质深邃时期的礁石	142
对热带礁石未来的意义	142
扩展阅读	143
第 8 章 过去淡水的变化	144
湖泊——展现过去气候的窗口	145
淡水随气候变化的形式	149
淡水生物群、生境和食物链	151
地质深邃时期:进化和物种累积的脚步	153
近期(第三纪和更新世)的变化记录	154
快速前瞻	155
扩展阅读	155
第 9 章 灭绝	157
主要的五大灭绝	157
灭绝事件的原因	160
气候是大灭绝中的共同因素	161
行星撞击和气候	162
气候变化总会导致灭绝吗?	163
地质深邃时期的气候与灭绝	163
过去的 1 亿年	164
过去的 200 万年:冰期开端的灭绝与更新世灭绝	166
未发生的冰期灭绝	169
灭绝的模式	169
扩展阅读	170

第四部分 关注未来

第 10 章 来自实验的认知	173
理论	173
增温	173
CO ₂ 浓度升高的影响	174
遮阴效应与紫外线	175
全球碳储存因此而产生的变化	175
实验室温室实验	176
野外实验	182
增温方法	182
模拟干旱和降水增加	184
自由大气 CO ₂ 法	184
全植被实验的结果	185
野外 CO ₂ 实验的结果	186
北极实验	188
扩展阅读	190
第 11 章 模拟物种和生态系统的响应	191
模型类型	193
全球植被动态模型(DGVM)	195
物种分布模型(SDM)	198
林窗模型	206
模拟水生系统	207
地球系统模式	212
扩展阅读	212
第 12 章 评估气候变化引起的灭绝风险	213
来自过去的证据	216
借助物种分布模型进行评估	217
物种-面积关系	218
有关物种扩散的问题	219
与地区特有种相关的问题	220
检验评估结果	221
不再仅仅是与北极熊有关	222
百万物种正面临威胁吗?	223
为什么未来可能与过去不同	225
扩展阅读	225

第五部分 自然保育的重要性

第 13 章 自然保护中的适应策略	229
-------------------------	-----

关于保护区及气候变化的早期概念.....	230
保护区规划.....	234
持续性规划.....	237
抵抗力和恢复力.....	238
保护区管理.....	239
海洋保护区.....	241
应对气候变化的保护区.....	245
扩展阅读.....	247
第 14 章 连通性与景观管理	248
领地需求型物种.....	251
移栖种.....	253
物种分布区的改变.....	254
连通性规划.....	255
管理人类控制景观中的连通性.....	257
区域间协调.....	258
监测.....	258
扩展阅读.....	259
第 15 章 物种管理	260
受胁物种.....	260
气候变化对受胁物种的影响.....	262
受气候变化威胁的物种.....	263
评估受气候变化威胁的物种.....	266
一个标志性的例子.....	266
管理受气候变化威胁的物种.....	268
去除其他胁迫因素.....	268
原位管理	269
辅助迁移	270
物种拯救	272
用于本工作的资源.....	273
扩展阅读.....	274
第六部分 探寻解决方案:国际政策与行动	
第 16 章 减缓:减少温室气体排放、汇和解决方案	277
气候政策.....	277
稳定大气温室气体的浓度.....	278
可用于未来 50 年的实际措施	279
能源效率.....	281
可再生能源.....	281

太阳能	282
风能	283
生物燃料	284
水电、潮汐能和地热	284
核能	284
石油的终结	285
清洁煤炭?	286
取回 CO ₂	289
综合考虑	290
扩展阅读	290
第 17 章 气候变化应对措施引起的灭绝风险	292
跨越 50 年的楔子	292
过去的经验	293
替代能源的土地利用需求	294
太阳能	294
风能	296
生物燃料	296
水能、潮汐能和地热能	298
核能	299
碳封存	299
自由空气封存技术系统对土地利用的需求	300
地球工程	300
估计灭绝风险	301
短期楔子和长期途径	303
扩展阅读	303
第 18 章 评估风险,设计解决方案	304
影响、风险和适应	304
评估过程	304
研究域和粒度	305
生物学评估	306
独立的生物学评估	307
适应方案的设计	307
两个例子	308
再来一遍	309
参考文献	311
索引	322

第一部分

绪 论



