

生 态 学 名 著 译 丛

Grasses and Grassland Ecology

禾草和草地生态学

David J. Gibson 著

张新时 唐海萍 等译



高等教育出版社

Grasses and Grassland Ecology

禾草和草地生态学

David J. Gibson 著

张新时 唐海萍 等译

图字: 01-2011-3591 号

Copyright © Oxford University Press 2009

"Grasses and Grassland Ecology, First Edition" was originally published in English in 2009. This translation is published by arrangement with Oxford University Press.

本书 *Grasses and Grassland Ecology, First Edition* 英文原版于 2009 年出版。
本书翻译版由牛津大学出版社授权出版。

内容简介

草地唤起激情, 她们是地球上最大的生物群区, 代表了不可胜数的生物多样性来源, 并且提供了重要的产品和服务。她们是我们人类作为一个物种, 第一次站立和走过的地方。本书参考了来自生态、自然历史和农业学科的大量文献, 系统讲解了草地的起源和发展演变, 世界草地的分布和功能; 从禾草的系统与进化到其生态形态学和解剖学结构再到生理机制; 从种群、群落和生态系统三个尺度分别介绍了草地生态学的基本问题和研究热点; 最后从草地的利用和可持续发展角度介绍了火、放牧、干旱等对草原的干扰以及牧区的管理和草地生态系统的重建。全书系统性强, 层次分明, 可作为相关专业高年级本科生和研究生的专业参考书, 并且有助于那些禾草和草地的研究者、土地管理者以及世界各地对草原感兴趣的任何人, 来理解和热爱我们生活的地球, 特别是其中的草原。

图书在版编目(CIP)数据

禾草和草地生态学 / (英)戴维·J·吉普森著;
张新时, 唐海萍译. --北京: 高等教育出版社, 2018. 9
书名原文: Grasses and Grassland Ecology
ISBN 978-7-04-049262-0

I. ①禾… II. ①戴…②张…③唐… III. ①禾本科
牧草-草原生态学 IV. ①S812.29

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 010173 号

策划编辑 柳丽丽 责任编辑 柳丽丽 封面设计 张楠 版式设计 范晓红
插图绘制 杜晓丹 责任校对 刘丽娴 责任印制 赵义民

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 固安县铭成印刷有限公司
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 21
字数 500 千字
彩插 4
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hepmall.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2018 年 9 月第 1 版
印 次 2018 年 9 月第 1 次印刷
定 价 88.00 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 49262-00
审图号: GS(2014)1760 号

译者前言

本书所采用的地球草地植被类型或生物群区系统,是依据德国著名气候学家柯本于20世纪早期提出的,熟为人知的地球气候分类系统。由于该系统的气候类型是以相对应的植被类型来命名的,简洁明了,雅俗共赏,易于记忆和理解,因而得到专业界和社会公众的普遍认可,历百年而不衰。现代的气候部门和学界虽然已不再采用该系统,而代之以专业的气候学系统,但在生态学界,特别是从事植被生态学研究的学者仍然对柯本的系统情有独钟。本书的作者将地球的草地分为三大类群,即热带草地、温带草地和高寒草地。这和我国植被生态学者在《中国植被》和《中国植被图(1:100万)》两本专著中的草地植被分类是基本一致的。通过阅读本书使读者能清晰地理解草地作为地球上重要的生物群区在南北/东西四半球对称分布的地带性格局,及其地球行星气象学和气候学解释。

温带草原带曾是地球上最大的放牧场,包括欧亚草原区、北美草原区、南美潘帕斯草原区和南非维尔德草原区四大温带草原区。其中,欧亚草原区的面积是最大的,包括蒙古高原及其邻近的草地和沙地,这里曾孕育出中世纪世界上最大的蒙古帝国。

我国不存在原生的稀树草原,即热带和亚热带的典型草地类型,这是因为我国的热带和亚热带都分布在湿润区,而没有干旱和半干旱区之故。然而,在我国热带和亚热带地区却存在大面积的次生灌草丛,这主要是由于森林被砍伐和反复樵采的结果,可以理解为稀树草原的类比物。这些灌草丛的禾草质地粗粝、适口性差,不适于放牧和饲养家畜,经济价值低下,生态功能也不高,却占据着我国热带和亚热带高温多雨的大片土地,可谓是我国草地植被的一块短板,亟待生态重建。

高寒草地包括地球上极地外缘的冻原草地,以及高原和高山区的高寒草甸、草原和亚高寒草甸、草原。我国的青藏高原及其边缘高山发育着地球上最大面积的多种类型的高寒草地。其中包涵着极其丰富和稀有的高寒动植物的生物多样性,是地球上弥足珍贵的高山天然野生动物园和基因库。

我国的天然草地面积大约有4亿公顷,占国土面积的42.67%,在世界上列第三位,可谓是一个草地大国,但我国的草地畜牧业产值仅占5%,是个草地畜牧业的小国、弱国,在草地生产、经营管理和保育方面十分落后,对草地的科学研究水平较低。全国草地牲畜严重超载过牧,80%以上的草地不同程度地发生退化,生产力低下,草地的生态服务功能被明显削弱,荒漠化的趋势增强。“借他山之石可以攻玉”,我们翻译本书的初衷正是如此,通过对世界上其他国家和地区的草地的了解,从而对我国草地的生产、经营管理和保育的粗放、落后、不足和忽视

有所认识。让我们期望我国在今后 20~30 年期间有规划地大力发展人工草地与草地农业支持的现代化草地畜牧业,形成我国现代化农业的支柱产业,从而使天然草地得到全面保育、永久的禁牧还草,恢复和发展其巨大的生态服务功能,更加郁郁葱葱地覆盖哺育我们祖国的大地。

张新时 唐海萍

前 言

……巨大的地表延伸着,直到遇到远方热情洋溢的天空才下沉,其上零星点缀着一排树木……下沉之处,有如静谧之海或无水之湖……白天从这里落下……她是可爱的也是狂野的,但是她的千篇一律也让人感到压抑。

查理·狄更斯描述在伊利诺伊州,接近 Lebanon 附近时看到普列那草原禾草的情景(《游美札记》,1842)

草地唤起激情,她们是地球上最大的生物群区,代表了不可胜数的生物多样性来源,并且提供了重要的产品和服务。她们是我们人类作为一个物种,第一次站立和走过的地方。因此,禾草和草地被广泛地研究着。但是,经过了几年高年级本科生和研究生的草地生态学课程教学,我意识到需要一本适合的教材。由此,我写作本书,希望不仅对选修我课程的学生有所帮助,并且有助于那些研究者、土地管理者以及世界各地对草原有兴趣的任何人。

本书参考了来自生态、自然历史和农业学科的大量文献。植物名的命名法根据 2008 年 5 月美国农业部(USDA)植物国家数据库(<http://plants.usda.gov/index.html>),对于未列入该数据库中的物种,则使用其原始来源的学名;如果数据库更新了该物种学名,则以之替换原始来源名称。一些科的植物有了新学名:例如,当我讲到高羊茅时,我用 *Schedonorus phoenix* 代替旧的学名 *Festuca arundinacea*。旧学名包含在索引中新学名的参考部分。

我自己对草原的体验最早来自于英格兰南部白垩草原,其后就始终不渝地爱上了她。Newborough Warren, Anglesey 的沙丘草地, Snowdonia, Wales 的山地草地对我也非常重要,因为我在南威尔士大学(现在是 Bangor 大学)度过了我的博士求学生涯。我对草地的研究受到许多导师和同事的影响,但是我必须特别提及以下几位:Paul Risser(早先在 Oklahoma 大学), Lloyd Hulbert(堪萨斯州立大学)和 20 世纪 80 年代晚期 Konza 普列那草原上的长期生态定位研究团队,他们对于我理解北美普列那草原产生了巨大且持久的影响。本书的写作始于那时的影响。

写作一本书通常要花费很长时间,但是我非常感谢南伊利诺伊大学卡本代尔分校(Southern Illinois University Carbondale)在 2006 年春季提供了休假使得我有时间完成几章。太多的人为我写作本书提供了帮助。我要特别感谢我的同事们,他们为我答疑解惑并且帮助我阅读了不同章节的草稿, Roger Anderson(第 10 章), Elizabeth Bach(第 1 章), Sara Baer(第 7 章和第 10 章), Ray Callaway(第 6 章), Ryan Campbell(索引), Gregg Cheplick(第 5 章), Keith Clay(第 5 章), Jim Detling(第 9 章), Stephen Ebbs(第 4 章), Don Faber-Langendoen(第 8 章), Richard Groves(第 8 章), Trevor Hodkinson(第 2 章), Allison Lambert(第 1、2、3、4、8 章), Susana

Perelman(第8章), Wayne Polley(第4章), David Pyke(第10章), Steve Renvoize(第3章), Paul Risser(第1章), Tim Seastedt(第7章), Rob Soreng(第2章)和 Dale Vitt(第8章)。感谢 Daniel Nickrent, Hongyan Liu, Gervasio Piñeiro, Sam McNaughton, Dale Vitt, Steve Wilson 和 Zicheng Yu 允许我使用他们精彩的照片。John Briggs 友好地提供了彩插 13 的卫星影像, Howard Epstein 提供了原始图(图 4.3)。来自 SIUS 图像设备的 Cheryl Broadie 和 Steve Mueller 在准备照片和数据方面提供了非常大的帮助。Helen Eaton, Ian Sherman 和牛津大学出版社的职员们总是不知疲倦地提供帮助,促使本书正式出版。最后,我满怀感激地要感谢我的妻子 Lisa 和我们的孩子 Lacey 和 Dylan,她们的爱以及情感的支持使得我最终完成了马拉松似的书稿撰写工作。

D.J.G

2008 年 5 月于伊利诺伊州,卡本代尔

目 录

第 1 章 导论	1	5.1 繁殖和种群动态	88
1.1 草地的定义及其同义词 问题	1	5.2 真菌关系	102
1.2 世界草地的范围	4	5.3 遗传生态学	111
1.3 草地的丧失	7	第 6 章 群落生态学	120
1.4 草地的产品和服务	14	6.1 植被-环境关系	120
1.5 早期的草地生态学家	20	6.2 演替	123
第 2 章 系统与进化	23	6.3 物种的相互作用	127
2.1 禾本科的特征	23	6.4 草地群落结构模型	132
2.2 禾草分类的传统与现代观点	25	6.5 小结:尺度问题	139
2.3 各亚科的特征	27	第 7 章 生态系统生态学	141
2.4 化石证据与进化	32	7.1 能量和生产力	141
第 3 章 生态形态学和解剖学	38	7.2 养分循环	154
3.1 发育形态学——植物繁殖 单位	38	7.3 分解作用	163
3.2 燕麦的结构	39	7.4 草原土壤	168
3.3 茎秆	40	第 8 章 世界草地	175
3.4 叶	47	8.1 植被描述方法	175
3.5 根	50	8.2 世界草地概述	177
3.6 花序和小穗	52	8.3 区域草地分类案例	195
3.7 禾草种子及幼苗发育	55	第 9 章 干扰	202
3.8 解剖学	58	9.1 干扰的概念	203
第 4 章 生理学	62	9.2 火	206
4.1 C_3 植物和 C_4 植物光合作用	62	9.3 食草作用	213
4.2 牧草品质	73	9.4 干旱	227
4.3 次级化合物:抗捕食防御 物质和他感物质	79	第 10 章 管理和重建	230
4.4 硅	85	10.1 管理技术和目标	230
4.5 草本植物无性繁殖的生理 整合和无性系分株的调节 机制	86	10.2 牧区评价	240
第 5 章 种群生态学	88	10.3 重建	254
		参考文献	262
		植物名索引	312
		动物名索引	320
		主题词索引	322
		译后记	325

第1章 导 论

每一片青草覆盖的山坡对于那些愿意读她的人来说,都是一本打开的书。在她的书页上写着现在的状况,过去的事件,并且预示着未来。有些人看不懂;但让我们靠近她,理解她,并采取明智的行动,及时将我们的土地利用方法和保育活动密切和谐地融入大自然的法则。

——John E. Weaver (1954)

本章的目的是介绍草地生物群区。草地是分布最广泛,可以说对人类社会最有用,但也是这个星球上最受威胁的生物群区。然而,明晰草地的定义却是令人惊异地困难。在这里,我们寻求这样一个定义(1.1节);讨论草原在哪里出现(1.2节);它们是如何消失,破碎化和退化的(1.3节);并且总结其突出且巨大的价值(1.4节)。本章以两位草地生态学的先驱——John Bews and John Weaver的简略传记结尾(1.5节)。

1.1 草地的定义及其同义词问题

简单地说,草地被定义为“以草为主导的生境”,然而很难得到一个更有用、严格,却无所不包的定义(表 1.1)。事实上,许多权威人士并未提供定义,而仅仅假设当我们看到一个草地时,我们就会认出它是草地。其他人定义草地时更倾向于不使用特殊特征;例如,Milner 和 Hughes (1968) 提出一个植物区系的定义(表 1.1),但是补充了一个更有用的方法,即考虑草地的外貌或结构,如“一个没有木本物种的低矮植物覆盖的植物群落”。这些不同定义的共同之处主要在于禾草(禾本科的成员)占据优势,木本植被不常见或多度低,并且通常伴随着干旱气候。Risser 的定义(1988)也许是最综合的,因为它包含了这些想法。其他重要因子,如深厚、肥沃、富含有机质的土壤(多数是黑钙土——见第 7 章),频发天然火(第 9 章),大群食草哺乳动物(第 9 章)联合起来,也有助于表征世界上许多地方的天然草地。半天然或人工草地,例如,市容草地(amenity grassland,第 8 章)可能缺乏其中某些特征,特别是自然的干扰。

众多的学科有一系列的术语,它们几乎是一种专门与草地有关的语言(表 1.2)。许多这类术语从草地放牧管理,也就是放牧场管理的漫长历史中起源(第 10 章)。许多这类术语已经被有关专业组织所规范,例如,代表了美国、澳大利亚和新西兰超过半数的机构和学会的牧草和放牧术语委员会。在表 1.2 中列出的几个术语是经常被用作同义词的(例如,位于北美中西部的普列那草原和草地),但是其他的特指某一类型的草地(如稀树草原)或地理位置(如南

非草原、澳大利亚草原)。草甸和围栏牧场的区别表现在它们各自利用和管理上的不同,则回溯到数百年前,在几种欧洲的语言中就有所反映。例如,法文 *pré* 和 *prairie*, 德文 *Wiese* 和 *Weide*, 以及拉丁语 *pratium* 和 *pascuum* (Rackham 1986)。而如牧草和草本这样的术语专指对牧场管理者有用的草地部分。牧草(饲料)是尤其相关和重要的组分,因为它定义了被用来喂养家养食草动物的那部分。饲料科学是一个特化了的农业学科,有其自己的权属(例如 Barnes *et al.* 2003)。总的来说,与草地相关联的术语和语言既反映了这些生态系统的共同点,又反映了它们在广阔的世界范围内分布的多样性。

表 1.1 草地的定义

定义	来源
“我们大陆中间不可分割的大旷野……干旱是首要的不能改变的限定因子……一个旅行的地方……无树的平原……”	Manning (1995)
“一个禾本科占优势的,没有树木的植物群落”	Milner 和 Hughes (1968)
“……一个禾草占优势,但是也包含许多阔叶草本(杂类草)的植被类型”	Bazzaz 和 Parrish (1982)
“被禾草占优势的植被所覆盖的土地”	The Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
“木本植被的普遍缺乏可帮助定义草地……”	Knapp 和 Seastedt (1998)
“[草地]……主要是禾草(Gramineae)和禾草状植物[多数是莎草科(Cyperaceae)]占优势,气候普遍干湿季分明,并以极端的温度和降水著称”	Sims (1988)
“草本和灌木植被占优势,靠火烧、放牧、干旱和/或寒冻温度维持的陆地生态系统”	Pilot Assessment of Global Ecosystems; White <i>et al.</i> (2000)
“总植被的四分之一或更多由以禾本科为优势生活型的草本植物群落构成,禾草赋予景观以具特征的和统一的植物性结构,可能存在一些上层的散生乔木和灌木”	Kucera (1981)
“包括用于收获牧草的群落在内的任何植物群落,在其中禾草和/或豆科牧草构成优势植被”	Barnes 和 Nelson (2003)
“一个具有足够支持禾草生存,但不足以支持树生存的年平均降水量(25~75cm [10~30英寸])的区域”	Stiling (1999)
“<1 棵树/5 英亩……坡度为 2%~4%”	Anderson (1991)
“周期性干旱气候下的植被类型,有以禾草和禾草状物种占优势的冠层,它们生长的地方每公顷的树木少于 10~15 株”	Risser (1988)

表 1.2 草地术语(来源表示出处)定义由 Thomas (1980)再制作,在 Hodgson (1979)版本的基础上修改

术语	定义	来源
牧草/饲料(forage)	任何植物类物质,包括草本,但不包括用于饲养家畜的浓缩物	Thomas (1980)

续表

术语	定义	来源
草本 (herbage)	草地的地上部分是植物类物质的集聚,具生物量和营养价值	Thomas (1980)
草甸 (meadow)	一块草地其本地的或引进的牧草生产力因景观位置或水文而变化,如割草场、湿草甸	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
围栏牧场 (pasture)	一类封闭的放牧管理单元,以围栏或其他屏障与其他地块隔离,专用于牧草的生产,主要以放牧的方式收获	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
人工草场 (pastureland)	专用于生产本地的或引进的牧草的土地,主要以放牧的方式收获	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
永久草场 (permanent pasture)	由多年生草或天然下种的一年生植物构成的草场,通常在连续 10 年或更多年间每年持续放牧	Barnes 和 Nelson (2003)
北美草原 (prairie)	法文术语的草地,现用于描述北美大平原的草地。在美国定义为几乎平的或起伏的草地,通常是无树的,并经常以土地贫瘠为特征	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
放牧场 (rangeland)	美国术语,用于形容本地植被中以禾草、禾草状植物、杂类草或灌木占优势的土地,且该土地被当作一个天然的生态系统进行管理	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
草皮 (sod)	一片被放牧的动物挖出或刨出的草地	Thomas (1980)
稀树草原 (savannah)	具有散生的乔木或灌木的草地;通常是真正的草原和森林之间的过渡类型,伴有干湿季交替的气候	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
澳大利亚草原 (spinifex)	澳大利亚干草原,以禾草三齿稈草属 (<i>Triodia</i>) 占优势,且偶有灌木 (金合欢属 <i>Acacia</i>) 和矮乔木 (桉属 <i>Eucalyptus</i>)	Skerman 和 Riveros (1990)
干草原 (steppe)	半干旱草地,特征是出现在散生灌木中的低矮禾草,具有其他的草本植被和偶有的木本物种	Forage and Grazing Terminology Committee (1992)
低郁闭草地 (sward)	一个具有低 (如高度 < 1m) 的郁闭叶层覆被的草地,包括地上和地下两部分,但不包括木本植物	Thomas (1980)
南非草原 (veld)	南非草地的非洲术语,具有散生的乔木的灌木丛	Bews (1918)

1.2 世界草地的范围

就全球而言,草地出现于每个大陆(不包括南极洲),占据面积 $(41 \sim 56) \times 10^6 \text{ km}^2$,覆盖31%~43%的地球表面(引自世界资源 2000—2001)(彩插 1)。此估计范围反映了不同组织对草地定义的差异,特别是范围扩展到将农田、冻原或灌丛都包括在内时。据被最广泛接受的全球生态系统先导分析分类(Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE) Classification)报告的估计,草地覆盖面积 $52\,544\,000 \text{ km}^2$,占总土地面积的40.5%(White *et al.* 2000;世界资源 2000—2001)。PAGE 的草地分类排除了世界数据库中由夜间灯光确定的城市面积(估计为 $1\,010 \text{ km}^2$),却依然很宽泛,包括稀树草原($17.9 \times 10^6 \text{ km}^2$),稀疏和郁闭的灌丛($16.5 \times 10^6 \text{ km}^2$),冻原($7.4 \times 10^6 \text{ km}^2$)以及非木本的草地($10.7 \times 10^6 \text{ km}^2$)。PAGE 的分类基于土地覆盖卫星影像(satellite imagery),影像来自国际地圈-生物圈计划的数据与信息系统(IGBP-DIS),利用先进的高分辨率的辐射仪(AVHRR)数据获得 DISCover, 1km 分辨率的土地覆盖图(Loveland *et al.* 2000)。

根据 PAGE 的分类,草地比其他的主要覆盖类型占据更多的地球表面,如森林($28.97 \times 10^6 \text{ km}^2$),农业($36.23 \times 10^6 \text{ km}^2$)(White *et al.* 2000),将近 800×10^6 人口居住在这片广袤的区域上,多于森林区(约 450×10^6 人),但是少于农业区(2.8×10^9 人,1995 年估计)。 800×10^6 草地居民的多数生活在稀树草原区(413×10^6 人),而这其中大部分(266×10^6 人)在非洲萨赫勒地区(White *et al.* 2000)。相比较,人口最少的草原区是冻原(11×10^6 人),其中仅有 104 000 人生活在北美冻原草地。

就全球而言,非洲萨赫勒的草地是最为广阔的,面积为 $14.46 \times 10^6 \text{ km}^2$;亚洲紧随其后(不包括中东)为 $8.89 \times 10^6 \text{ km}^2$;然后是欧洲、北美洲和大洋洲(包括新西兰和澳大利亚)的草地,均在 $6.0 \times 10^6 \sim 7.0 \times 10^6 \text{ km}^2$ (表 1.3)。按面积算,世界上有 11 个草地面积超过 $1 \times 10^6 \text{ km}^2$ 的国家,其中居于首位的澳大利亚草地面积为 $6.6 \times 10^6 \text{ km}^2$ (表 1.4)。世界上各个主要区域的代表性草地均已列于此表中。按照草地面积的百分率,这 11 个国家均有 >80% 的面积是草地(表 1.5),其中贝宁有最大的草地覆盖率(93.1%)。这些国家中,有 9 个位于非洲萨赫勒,而且都很小,土地面积不足 $1 \times 10^6 \text{ km}^2$ (纳米比亚^①是最大的,为 $825\,606 \text{ km}^2$)。澳大利亚具有所有国家中最为广袤的草地,草地覆盖率排名第六(85.4%)。

草地对世界许多大流域的生态系统功能都有贡献,如在集水区提供一个景观的功能单位。一个代表世界 55% 的土地(不包括格陵兰和南极洲)共 145 个已制图流域的调查表明,25 个流域拥有大于 50% 的草地覆盖率。这些流域包括塞内加尔河、尼日尔河、沃尔特湖、尼罗河、图尔卡纳湖、谢贝利河、朱巴河、赞比西河、奥卡万戈河、奥兰治河、林波波河、曼戈基河和马尼亚河等,其中 13 个在非洲,5 个在亚洲,3 个在南美洲,2 个在北美洲,1 个在北美洲和中美洲之间,1 个在大洋洲(图 1.1)。欧洲没有一个已制图的流域的草地多于 25%。

^① 此处原文为 Mozambique, 有误。依据表 1.5 中数据,应为纳米比亚。——译者注

表 1.3 世界各地的草地面积和人口,不包括格陵兰和南极

地区	稀树草原 ($\times 10^6 \text{ km}^2$)	灌丛 ($\times 10^6 \text{ km}^2$)	非木本草地 ($\times 10^6 \text{ km}^2$)	冻原 ($\times 10^6 \text{ km}^2$)	全球草地 ($\times 10^6 \text{ km}^2$)	人口 ($\times 10^3$ 人)
亚洲 ^a	0.90	3.76	4.03	0.21	8.89	249 771
欧洲	1.83	0.49	0.70	3.93	6.96	20 821
中东和北非	0.17	2.11	0.57	0.02	2.87	110 725
非洲萨赫勒	10.33	2.35	1.79	0.00	14.46	312 170
北美洲	0.32	2.02	1.22	3.02	6.58	6 125
中美和加勒比	0.30	0.44	0.30	0.00	1.05	30 347
南美洲	1.57	1.40	1.63	0.26	4.87	56 347
大洋洲	2.45	3.91	0.50	0.00	6.86	3 761
世界	17.87	16.48	10.74	7.44	52.53	789 992

a. 不包括中东国家。

引自 White *et al.* (2000)

表 1.4 草地面积最多的国家(草地面积 $>1\,000\,000 \text{ km}^2$ 的国家)

国家	地区 ^a	总土地面积(km^2)	总草地面积(km^2)
澳大利亚	大洋洲	7 704 716	6 576 417
俄罗斯联邦	欧洲	16 851 600	6 256 518
中国	亚洲	9 336 856	3 919 452
美国	北美洲	9 453 224	3 384 086
加拿大	北美洲	9 908 913	3 167 559
哈萨克斯坦	亚洲	2 715 317	1 670 581
巴西	南美洲	8 506 268	1 528 305
阿根廷	南美洲	2 781 237	1 462 884
蒙古	亚洲	1 558 853	1 307 746
苏丹	非洲萨赫勒	2 490 706	1 292 163
安哥拉	非洲萨赫勒	1 252 365	1 000 087

a. 亚洲不含中东国家。

引自 White *et al.* (2000)。

表 1.5 草地覆盖率最高的国家(草地面积占比>80%的国家)

国家	地区 ^a	土地总面积 (km ²)	草地覆盖率 (%)	国际旅游者 ($\times 10^3$ 人·年 ⁻¹) ($\pm\%$ 10年变化) ^b	国际旅游收入 ($\times 10^6$ US \$ · 年 ⁻¹) (± 10 年 变化) ^b
贝宁	非洲萨赫勒	116 689	93.1	145 (+150)	28 (-7)
中非共和国	非洲萨赫勒	621 192	89.2	23 (+331)	5 (-6)
博茨瓦纳	非洲萨赫勒	579 948	87.8	693 (+160)	174 (+361)
多哥	非洲萨赫勒	57 386	87.2	ND	ND
索马里	非洲萨赫勒	639 004	86.7	10 (-74)	ND
澳大利亚	大洋洲	7 704 716	85.4	4 059 (+180)	8 503 (+471)
布基纳法索	非洲萨赫勒	273 320	84.7	693(+160)	32 (+459)
蒙古	亚洲	1 558 853	83.9	87 (-57)	21 (ND)
几内亚	非洲萨赫勒	246 104	83.5	96 (ND)	4 (ND)
莫桑比克	非洲萨赫勒	788 938	81.6	ND	ND
纳米比亚	非洲萨赫勒	825 606	80.6	405 (ND)	214 (ND)

a. 亚洲不包括中东国家。b. 从 1985—1987 年至 1995—1997 年的变化。ND 代表无资料。
引自 White *et al.* (2000)。

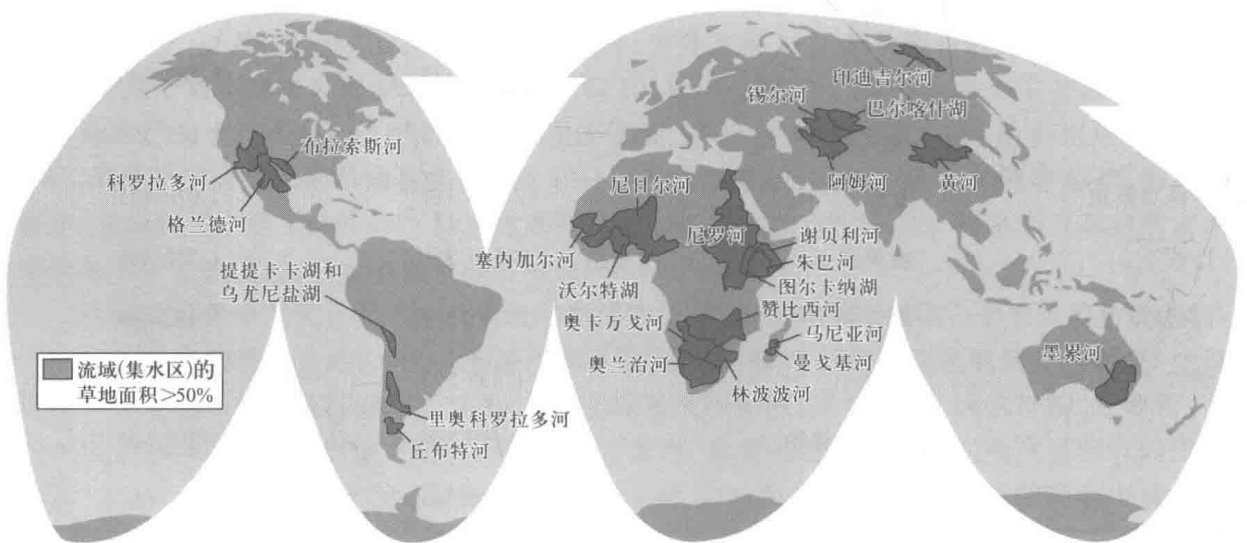


图 1.1 世界草地集水区。从 White *et al.* (2000) 得到使用许可。

1.3 草地的丧失

草地覆盖地表如此之大面积的土地,难怪它在整个人类历史上被大量利用。例如,在澳大利亚,人类和草地火之间的密切关系已然存在了4万年或更久(Gillison 1992)。在巴布亚新几内亚,类似的相互关系,即刀耕火种农业(slash-and-burn agriculture)想来至少存在了9000年(Gillison 1992)。事实上,人们普遍认为智人可能出现在非洲的稀树草原(Stringer 2003)。进一步回溯,草地与主要的植物和动物群体——禾草和食草的哺乳动物协同进化,互相关联(第2章)。

草地在整个人类历史上被居住和利用。这不可避免地导致其发生巨大的变化,最近这个生物群区丧失了很大部分。草地覆盖的主要改变归因于:

- 农业
- 破碎化(fragmentation)
- 非本地物种的入侵
- 火(缺少)
- 荒漠化(desertification)
- 城市化/人类定居
- 家畜

其中,前面三项——农业、破碎化和非本地物种的入侵——也许对天然草地构成了最大的威胁,将在下面讨论。城市化的范围在表1.6中列出,荒漠化在第8章讨论,火和家畜取食的影响在第9章和第10章讨论。

表 1.6 剩余的和转变的草地的估计

大洲和地区	剩余的草地(%)	转变为农田(%)	转变为城市区(%)	总转变率(%)
北美:美国的高草草原	9.4	71.2	18.7	89.9
南美:科罗拉多疏林地和巴西、巴拉圭和玻利维亚的稀树草原	21.0	71.0	5.0	76.0
亚洲:蒙古、俄罗斯和中国的达乌尔(呼伦贝尔)草原	71.7	19.9	1.5	21.4
非洲:中部和东部 Mopan 和 Miombo ^a , 分布在坦桑尼亚、卢旺达、布隆迪、刚果民主共和国、赞比亚、博茨瓦纳、津巴布韦和莫桑比克	73.3	19.1	0.4	19.5
大洋洲:澳大利亚西南部的灌丛和疏林地	56.7	37.2	1.8	39.0

引自 White *et al.* (2000)。

a. 指典型的稀树草原。——译者注

全球范围内,草地曾被大规模地转换为人主导的利用方式;在世界的13个陆地生物群区

中,45.8%的温带草地、稀树草原和灌丛,23.6%的热带/亚热带草地、稀树草原和灌丛,26.6%的洪泛草地和稀树草原,以及12.7%的山地草地和灌丛都已被转换(Hoekstra *et al.* 2005)。只有4.6%的生境受到保护,温带草地、稀树草原和灌丛的保育风险指数较高(被转换的生境和被保护的生态区的比率为10:1),高于其他任何陆地生物群区。这意味着在草地上生境转换超过生境保护的比率比在任何其他陆地生物群区上都要高;每丧失10 hm²草地,只有1 hm²草地受到保护。世界自然基金会(WWF)的保育科学计划中,美国分部的“全球200计划(Global 200)”在世界范围内认定了17个“极度濒危的”草地生态区(表1.7),以及额外13个被认定为“脆弱的”草地生态区(Olson and Dinerstein 2002)。生态区(ecoregions)是生物群区内的精密的生态区域,以本地的地理、气候以及独特的物种组合为特征。极度濒危的和脆弱的草地生态区包括一些世界上最多样和壮观的草地,如Terai-Duar稀树草原和南亚的草地,它们是以7 m高的甘蔗属(*Saccharum*)植物为优势种的冲积草原,且生存着亚洲地区密度最高的老虎、犀牛和其他有蹄类动物。其他极度濒危的区域包括位于南非凡波斯和西南澳大利亚的森林和灌丛的生态区,这两处都有大量的禾草,以及高水平的多样性和特有种。“全球200计划”确定的所有极度濒危的区域都正在遭受生境丧失和转换的影响。

表 1.7 极度濒危的草地生态区

主要生境	生物地理域	生态区
热带和亚热带草地、稀树草原和灌丛	非洲热带	苏丹稀树草原
	印度-马来西亚	Terai-Duar 稀树草原和草地
温带草地、稀树草原和灌丛	新北区	北美草原
	新热带区	巴塔哥尼亚草原
洪泛地草地和稀树草原	非洲热带	苏德-萨赫勒洪泛地草地和稀树草原
	印度-马来西亚	库奇兰恩洪泛地草地
	新热带	潘塔纳尔洪泛地稀树草原
山地草地和灌丛		埃塞俄比亚高地
	非洲热带	南部裂谷山地疏林地
		德拉肯斯堡山地灌丛和疏林地
地中海森林、疏林地和灌丛	非洲热带	高山硬叶灌木群落
	澳大拉西亚	澳大利亚西南部森林和灌丛
	新北区	加利福尼亚灌丛和疏林地
	新热带区	智利常绿有刺灌丛
荒漠和旱生灌丛	古北区	地中海森林、疏林地和灌丛
	非洲热带	马达加斯加有刺丛林
	澳大拉西亚	卡纳文旱生灌丛

引自 Olson *et al.* (2000)。

世界范围内,草地最大的变化表现为转换成农业用地,从而在很多地方创建了草地/农业镶嵌区,或在其他地区大规模地转变为农田(图 1.2)。面积最大的草地丧失在北美,那里原始的高草原只剩下了 9.4%(表 1.6)。当地的损失甚至可能更大,如伊利诺伊州在 1978 年只剩下 0.01%(9.5 km²)的高质量的原生草原(伊利诺伊州能源与自然资源部,1994)。其他的 10 个州也报道其高草原的范围下降>90%。就全球而言,在南美洲和大洋洲大面积的草地也已转换为农业用地(分别剩下了 21%和 56.7%)。所有地区损失的草原,主要转换为农业用地,而不是转换为城市。从剩余的草地排除农业镶嵌区,则全球草地面积大致减少了 7.1×10⁶ km²,特别是在撒哈拉以南的非洲地区(3.5×10⁶ km²)(White *et al.* 2000)。在南美洲(1.4×10⁶ km²)和亚洲的很多地方(1.2×10⁶ km²),草地也已被转换成农业用地(图 1.2)。

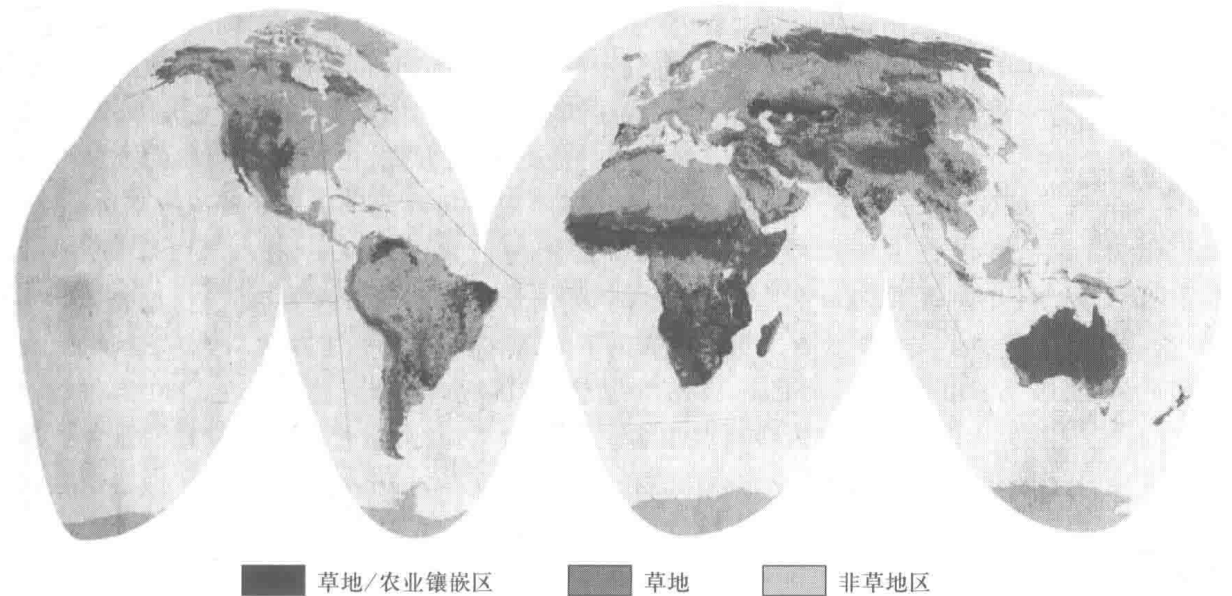


图 1.2 全球草地农业用地镶嵌。经许可引自 White *et al.* (2000)。

转换为农田导致草地迅速且大规模丧失,但生境破碎化则更危险,它将草地地块分割为更小的单元,使生态系统的结构和功能逐步降低。草地破碎化的范围由 White 等(2000)进行了说明,他报道在北美洲和拉丁美洲分析的 90 个草地区域中,37%出现了线状的小斑块。在另一项分析中,他们发现,美国大平原的公路网络割裂了 70%的草原,从而形成了< 1 000 km²的斑块。乍看上去,好像公路网络对草地破碎化程度的影响可以忽略不计,似乎 90%的草原由 10 000 km² 或更大的斑块组成。就全球来说,White 等(2000)估计近 37%的草地具有小而少的碎块生境、高度破碎化或两者兼具的特征。

破碎化除了影响估算草地的面积之外,还增加了生存斑块的周长对面积的比率,减小了有效且免受干扰的内部面积。边缘的生境可能在结构上和自然组成上不同于内部生境,具有紧实的或变化的土壤(包括农田附近的农业径流)和高密度的木本植被。破碎化可以改变自然干扰状况,例如,道路能对景观火的传播造成障碍。这些环境的差异可以对植物区系和动物区系造成若干直接的和间接的影响,包括外来种的高多样性和本地种的低多样性,低营巢成功率