

中国

温带草原与 荒漠生物多样性

吕世海 等 著

Biodiversity of China Temperate
Grassland and Desert



科学出版社

本书受国家“十二五”科技支撑项目“中国生物多样性监测预警技术及观测网络构建技术及应用”（项目编号：2012BAC01B08）；国家环境保护公益行业科研专项“东北生态屏障区生态环境监测预警及管控技术研究”（项目编号：201509040）资助出版。

中国温带草原与荒漠生物多样性

吕世海 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

《中国温带草原与荒漠生物多样性》一书共七章,分别从生态系统、物种和遗传的角度全面介绍了中国北方温带草原生物多样性现状,并针对区域生态系统演变规律,阐述了生物多样性受威胁的因素和保护空缺,提出了实施区域生物多样性可持续管理的对策和措施,对有效维护中国北方草原生物多样性具有重要参考价值。

本书可供草地生态学、恢复生态学、环境生态学、生物多样性保护等领域的科技工作者和高校学生以及环境保护、生态建设与水土保持等领域的管理人员参考和阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国温带草原与荒漠生物多样性 / 吕世海等著. —北京: 科学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-03-044911-5

I. ①中… II. ①吕… III. ①温带-草原-生物多样性-研究-中国
②荒漠-生物多样性-研究-中国 IV. ①Q16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 126942 号

责任编辑: 张 菊 刘 超 / 责任校对: 彭 涛

责任印制: 肖 兴 / 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>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 32 3/4

字数: 770 000

定价: 268.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《中国温带草原与荒漠生物多样性》 撰写成员

主	笔	吕世海					
主	审	杜广明					
成	员	郑志荣	叶生星	刁兆岩	张	晨	常学礼
		刘及东	高军靖	王铁梅	布	和	

前 言

温带草原与荒漠 (temperate grassland and desert) 是温带草原与温带荒漠的统称。它是在温带气候条件下发育的, 以强旱生灌木或半灌木、旱生或中旱生多年生草本和小半灌木、半灌木等植物类群为主所构成的地带性植被类型。

在中国境内, 温带草原主要分布于东北地区西部、内蒙古高原中东部、鄂尔多斯高原大部、黄土高原中西部以及祁连山、阿尔泰山和伊犁等地区的波状高平原和低山丘陵区, 地理区位大致从北纬 51° 的松嫩平原起, 经内蒙古高原、鄂尔多斯高原, 直至北纬 35° 黄土高原西缘。行政区域涉及内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、西藏等 12 个省 (自治区), 草原面积 7453.75 万 hm^2 , 占全国草原面积的 56.22% 。温带荒漠主要分布于鄂尔多斯高原以西、经贺兰山麓、阿拉善高原直达新疆天山南北广大极干旱荒漠区, 地理位置为东经 $74^{\circ} \sim 109^{\circ}$, 北纬 $33^{\circ} \sim 48^{\circ}$, 东西长约 2900km , 南北宽约 1600km , 行政区域涉及内蒙古、宁夏、甘肃、新疆、青海和西藏 6 个省 (自治区), 面积 5573.42 万 hm^2 , 占全国荒漠面积的 88.10% 。

温带草原与荒漠区生态系统类型多样, 结构复杂, 是以饲用植物和草食动物为主体的生物群落与其生存环境共同构成的动态生态系统, 也是物质与能量流转跨越两个或两个以上营养级, 且层次多、过程长的开放生态系统。该区域地域辽阔, 分布范围广大, 面积约占国土总面积的 13.67% , 是中国境内分布面积最大的陆地生态系统, 也是欧亚大陆 Steppe 草原类型最为齐全、结构保存最为完整、生物多样性最为丰富的两类生态系统。据调查统计, 该区共有 1 个生态系统型、3 个生态系统目、9 个生态系统纲、24 个生态系统属、126 个生态系统丛。其中, 草地生态系统目中涵盖有温性草原、温性草甸、温性沼泽和温性荒漠 4 个生态系统纲, 共计 12 个生态系统属, 77 个生态系统丛, 分别占温带草原与荒漠区生态系统纲、属、丛总数的 44.4% 、 50.0% 和 61.1% 。已探明的脊椎动物种类, 包括圆口类、鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类, 共计有 6 纲、42 目、130 个科、446 属、930 种。其中, 草原区特有的国家 I 级保护动物 14 种, 国家 II 级保护动物 48 种。已调查发现的维管束植物共有 3734 种, 分属蕨类植物、裸子植物和被子植物 3 个植物门、8 个植物纲, 共计 135 个科、885 个属。其中, 野生维管束植物有 3553 种、分属 135 个科、829 个属, 分别占该区维管束植物科属种总数的 100% 、 93.67% 和 95.10% 。在野生维管束植物中, 已发现的温性草原特有植物 30 种, 温性荒漠特有植物 5 种, 分属 14 个科、28 个属, 分别占该区野生维管束植物科属种的 10.37% 、 3.38% 和 0.99% 。然而, 由于区域自身生态本底的脆弱性, 以及受气候变化和人类活动的共同影响, 在过去 100 年间, 温带草原与荒漠区也是生态退化激烈区和自然灾害频发区, 每年由此而过境或产生的沙尘暴, 不仅给当地民众的生产生活带来巨大影响, 而且也危及下游区域的生态安全。因此, 阐明

北方温带草原与荒漠区的生物多样性，既有利于维护区域生态系统的健康，也有利于保护国家北方生态屏障的安全。

本书是在大量文献检索和多年野外调查基础上，集体编撰的成果，比较全面地反映了中国北方温带草原与荒漠区的自然环境特征、生态系统类型、动植物种类、遗传特性等多样性现状，而且针对区域生态系统演变规律，阐述了生物多样性受威胁的因素和保护空缺，提出了实施区域生物多样性可持续管理的对策和措施，对有效维护中国北方草原生物多样性具有重要参考价值。全书由吕世海研究员执笔完成，郑志荣博士、叶生星博士、刁兆岩博士、张晨博士、王铁梅博士、高军靖硕士、陈贵廷硕士诸同志参与了资料收集和整理、动植物名录的校准、野外生态调查、GIS 制图及相关章节内容研究与编撰等工作，内蒙古大学的杨贵生教授指导野生动物种类筛查、编目及区系分析；河北师范大学的陈艳梅博士、鲁东大学的常学礼教授、呼伦贝尔学院的刘及东教授等参与了野外调查、部分章节数据收集、分析评价及 GIS 制图等工作；黑龙江八一农垦大学的杜广明教授完成了植物物种鉴定、系统分类与物种拉丁名校注，并对全书进行了审阅。本书受国家“十二五”科技支撑项目（编号：2012BAC01B08）和国家环境保护公益行业科研专项（编号：201509040）共同资助完成。同时，在书稿编撰过程中，也受到环境保护部南京环境科学研究所高吉喜研究员及其项目组成员、辉河国家级自然保护区白锁根局长、布和副局长、李峰主任，西鄂尔多斯国家级自然保护区杨永华、杨先锋两位局长等诸同志给予的大力支持。在此，对所有付出辛勤劳动的同仁表示诚挚的感谢！

本书经多次审阅、修改后定稿。由于学识水平所限，书中内容难免存在诸多不足，切望得到各位专家、学者和有识之士的批评指正。

作者
2015 年 5 月

目 录

第一章 温带草原概述	1
第一节 温带草原溯源	1
一、温带草原概念内涵	1
二、世界温带草原起源	2
三、中国温带草原的形成与发展	2
第二节 温带草原地理分布	5
一、温带草原分布概况	5
二、欧亚大陆温带草原	6
三、北美大陆温带草原	8
四、南美洲温带草原	9
第三节 中国温带草原的基本特征	9
一、空间分布及区划	9
二、区域水热环境特征	14
三、草原类型及特点	19
第四节 中国温带草原区社会经济发展	27
一、行政区划	27
二、产业经济	29
三、社会发展	32
第二章 研究进展及研究方法	34
第一节 研究进展与评价思路	34
一、生物多样性研究进展	34
二、生态服务功能研究进展	39
三、生物多样性评价思路	42
第二节 生物多样性调查	45
一、植物多样性调查	46
二、野生动物多样性调查	50
三、景观多样性遥感调查	54
四、植被高光谱及相关参数测定	58

五、地面遥感测产模型构建	59
第三节 生物多样性测度	60
一、群落 α 多样性测度	60
二、群落 β 多样性测度	61
三、群落物种生态位测度	62
第四节 生态系统服务功能评估	62
一、评价指标构建原则	62
二、指标体系构成	63
三、评估技术与方法	64
附表：草原生态系统生物野外观测记录表	67
第三章 中国温带草原与荒漠生态系统多样性	73
第一节 生态系统多样性概述	73
一、生态系统	73
二、生态系统多样性	76
三、中国生态系统多样性	78
第二节 温带草原区生态系统多样性	79
一、基于系统分类法的生态系统多样性	79
二、基于群系分类法的生态系统多样性	84
三、典型植被群系空间分布特征	87
第三节 森林生态系统	89
一、生态系统类型	89
二、空间分布特征	92
三、生态系统丰富度	93
四、生态系统多样性	95
第四节 草地生态系统多样性	99
一、生态系统类型	99
二、生态系统分布特征	101
三、典型植物群系	107
第五节 湿地生态系统多样性	114
一、湿地生态系统概述	114
二、湿地生态类型及分布	115
三、湿地典型植物群系	118
四、湿地动植物保护	121

第六节 荒漠生态系统多样性	127
一、荒漠生态系统概述	127
二、荒漠生态类型及分布	127
三、荒漠植被典型群系	130
第四章 高等动植物物种多样性	136
第一节 野生脊椎动物多样性	136
一、野生脊椎动物基本特征	136
二、野生脊椎动物种类组成	137
三、野生脊椎动物地理分布	138
第二节 维管束植物多样性	145
一、维管束植物概述	145
二、蕨类植物	146
三、裸子植物	149
四、双子叶植物	150
五、单子叶植物	165
第三节 高等动植物物种特有性	170
一、野生脊椎动物特有性	170
二、野生维管束植物特有性	176
第四节 受威胁物种丰富度	178
一、珍稀濒危野生动物	178
二、珍稀濒危及重点保护植物	180
第五节 外来入侵高等动植物种类	189
一、外来入侵物种	189
二、外来入侵动物	190
三、外来入侵植物	191
第五章 动植物遗传多样性	194
第一节 遗传多样性概述	194
一、遗传多样性基础	194
二、遗传多样性的起源与演化	195
三、遗传多样性的研究意义	197
第二节 农作物遗传多样性	198
一、农作物种质资源	198
二、典型农作物类群	199

三、重要经济作物类群	202
第三节 饲用植物遗传多样性	207
一、饲用植物遗传资源	207
二、饲用植物类群及特性	209
三、饲用植物遗传资源利用	211
第四节 园艺作物遗传多样性	212
一、野生蔬菜植物	212
二、野生花卉植物	222
三、草坪地被植物	226
第五节 药用植物遗传多样性	229
一、野生药用植物编目	229
二、野生药用植物分布	237
三、重点保护类野生药用植物	238
第六节 畜禽遗传多样性	238
一、畜禽遗传多样性现状	238
二、地方特有畜禽遗传资源	240
三、畜禽遗传资源保护	242
第六章 温带草原与荒漠生物多样性动态变化	245
第一节 草地沙化植物群落演替	245
一、草地沙化标准	245
二、群落退化演替特征	246
三、优势种群生态位变化	250
四、物种多样性演变动态	254
五、土壤动物多样性环境响应	256
第二节 草地退化生态风险演变动态	261
一、草地退化现实表现	261
二、地面高光谱模型构建	262
三、草地生产力空间格局分析	266
四、草地退化生态风险评价	270
第三节 生态系统时空动态变化	277
一、生态系统结构组成	277
二、生态系统演变动态	278
三、生态系统类型转换特征	279

四、生态系统空间变化特征	283
第四节 生态系统功能动态变化	289
一、涵养水源能力动态变化	290
二、固持土壤能力动态变化	297
三、生物固碳能力动态变化	301
第七章 温带草原与荒漠可持续保护与管理对策	305
第一节 保护成就及经验教训	305
一、生物多样性保护成就	305
二、生态环境问题	318
三、潜在压力	323
四、当前面临的挑战	326
第二节 优先保护重点及空缺分析	330
一、需要保护的重点对象	330
二、现有保护措施的保护程度分析	332
三、保护空缺分析	334
四、优先重点对象名单	340
第三节 保护战略与技术对策	344
一、可持续保护与发展战略	344
二、结构优化与技术集成创新	348
三、环境监管制度与机制建设	351
四、法律法规体系建设	353
参考文献	355
中国温带草原与荒漠维管植物名录	364

第一章 | 温带草原概述

温带草原是一种植被类型，通常指分布在年降水量 200 ~ 350mm 的栗钙土、黑钙土地区，由旱生或中旱生草本植物组成的草本植物群落，其优势植物是多年生丛生或根茎型禾草和一些或多或少具有耐旱能力的各种杂类草。温带草原是世界上分布范围最广、面积最大的植被类型，在陆地生态系统中具有防风固沙、涵养水源、维护生物多样性和草牧业生产等多重生态和经济功能，也是构成陆地生态系统最重要的组成部分。科学保护和培育温带草原，对维护区域自然生态系统平衡具有十分重要意义。

第一节 温带草原溯源

一、温带草原概念内涵

温带草原是在干旱、半干旱环境下形成的以草本植物为主的植被和与其着生的土地所构成的天然综合体。

温带草原的植物种类组成中以禾本科、豆科和莎草科植物占优势，在禾本科中，又以丛生禾草针茅属（*Stipa*）最为典型。植物的生活型组成以地面芽植物为主，另有一定数量的地下芽植物和一年生植物，草原植物群落包括丛生禾草层片、根茎禾草层片、杂类草层片和苔草层片。草原群落结构简单，仅有草本层和地被层，草原植物地下部分发育旺盛，其郁闭程度往往超过地上部分。

温带草原地区无森林群落分布，其成因除了水分供应不足，土壤中有钙积层使得乔木的根系难以向下生长以外，草本植物根系强的竞争力也是非常重要的因素。在温带草原上，凡是草本植物不适应生长的地方，木本植物能够生长旺盛。此外，温带草原中经常发生的火灾也是有利于禾草类植物发育的一个自然因素。

温带草原的季相变化十分明显，主要建群植物的生长、发育盛期大多集中在水热同期的 7 ~ 8 月。在整个生长季节内，由于构成温带草原的植物群落层片复杂，优势植物种类的开花期不同，表现为不同的季相色彩。

温带草原植物普遍存在旱生结构，如叶面积缩小，叶片内卷，气孔下陷，机械组织和保护组织发达等。许多植物形成致密的株丛，基部常被宿存的枯叶鞘所包围，以避免夏季地面过热，并保护更新芽渡过漫长而寒冷的冬季。

二、世界温带草原起源

草原是地球演化史上一定时期的产物。从7000万年前的白垩纪（Cretaceous Period）初期开始，地球暖干化现象逐渐明显，为被子植物的形成和繁育创造了有利条件，并导致大量蕨类植物和裸子植物的衰败和灭绝。到白垩纪末期，随着被子植物的大量繁衍和地球气候环境的变迁，被子植物逐渐发展成为最大的植物类群，并取代了裸子植物和蕨类植物，占据了地球陆生植物中的统治地位（高瑞祺，1982）。其中，与草原的形成和发展关系最为密切的禾本科植物，起源于白垩纪末期（Thomasson, 1987）。到1000万年前的第三纪（Tertiary Period）中期，森林中开始分化出类似芦竹亚科（Arundiaceae）的禾本科植物（Stebbins, 1972），并占据了林中或林缘的开放生境。因这类植物对新环境的适应性强，其个体繁殖的速度非常快，进而取代了继续灭绝的森林，形成了热带稀树干草原。此后，强烈的造山运动，加上大陆漂移，以及大西洋和印度洋的相继出现，使地球上的陆地气候更加干旱化，原来大面积的森林植被被半灌木、小半灌木及草本类植物所替代，形成了今天草原的基本外貌和植被组成（韩建国等，1996）。

三、中国温带草原的形成与发展

中国自中生代燕山运动之后，地壳处于长期相对稳定阶段，准平原化作用使得地势趋于平坦，除台湾、喜马拉雅和塔里木盆地西端为海侵区外，其余地区都已成为陆地，但东、南、西三面仍被古地中海和南海暖海洋环绕，气温较现代高得多。到古新世初期，全球年均气温仍比现在高9℃左右。古新世晚期，全球气温继续上升，直到始新世晚期气温才下降至古新世初期的水平。此后不久，气温又回升到比现在高约12℃的水平，到渐新世全球气温又有大幅度下降。在距今6500万~2600万年的早第三纪，内蒙古地区和西北地区北部属暖温带阔叶林地带，南部属亚热带疏林草原和荒漠地带。早第三纪沉积主要是杂色沙和黏土的湖或三角洲相沉积，鱼类、甲壳类、淡水软体动物等水生动物遗体丰富。此外，还有长杏赫鲛、无角犀牛等森林动物和大型食草性鳞甲目动物等。北疆阿尔泰地区早第三纪，由于濒临古地中海，气候温暖湿润。此时，在准平原上生长着以银杏（*Ginkgo biloba*）、水杉（*Metasequoia glyptostroboides*）、枫杨（*Pterocarya stenoptera*）、水青冈（*Fagus longipetiolata*）、落羽松（*Taxodium distichum*）、栲树（*Fraxinus* spp.）、北美鹅掌楸（*Liriodendron tulipifera*）、胡桃（*Juglans regia*）、鹅耳枥（*Carpinus turczaninowii*）等为优势种的东亚类型和北美类型森林（周廷儒，1960）。

在距今3000万年左右的早第三纪末的渐新世后期，地壳发生了较大的喜马拉雅构造运动，台湾和古地中海地槽都强烈褶皱起来，喜马拉雅山、阿尔卑斯山形成，非洲大陆、印度半岛与欧亚大陆连在一起，陆地面积进一步扩大，并造就了中国从西到东逐渐降低的三级阶地地形。青藏高原的隆起，使得中国在环境和气候方面形成了三个不同的大区，即青藏高原及其邻近的高寒区、西部干旱半干旱区和东部季风盛行区。上新世断裂隆起的构

造分异运动,改变了早第三纪坦荡的地表形态,西南部地区急剧隆升,东部地区下降,西北地区早第三纪被夷平了的古生代地槽褶皱形成的阿尔泰山、天山、昆仑山、祁连山强烈上升,而塔里木盆地、准噶尔盆地和阿拉善高原等大面积台块部分相对低下而坦荡。在贺兰山以东内蒙古地区喷发的火山熔岩掩盖在准平原面上,普遍中幅度上升,大兴安岭和阴山隆起。在距今 170 万~340 万年的早第三纪末至新第三纪初期古地中海消失,欧亚大陆连成一片,西北地区内陆性气候逐渐加强。

中新世初期全球年均气温又开始回升,中新世末期以后气温逐渐下降,全球气候变冷,海陆热力差异加大,原始季风形成,破坏了早第三纪由于行星风系控制所形成的纬度地带性分布格局。在内蒙古高原上,新统末期地层中含石灰性的红色风化壳,表明当时气候已趋向于干旱。到了新第三纪,内蒙古地区的温带森林已被森林草原所代替,无角犀牛等森林动物趋于灭亡。在塔里木盆地上新统地层中有小叶榆和诺林杨化石,说明与现在新疆荒漠气候相近。在阿尔泰地区第三纪末期地层中有现存种椴树(*Tilia europaea*)、榛树(*Corylus heterophylla*)、赤杨(*Alnus japonica*)、云杉(*Picea asperata*)等化石,还有一些与现存种相似的欧洲杨、第三纪枫杨等化石,也遗存一些早第三纪的水杉、美国鹅掌楸化石等,植被组成与现代近似。

进入第四纪以来,随着全球气温的明显降低,出现了地球历史上第四次大规模冰川运动,在地貌、气候、海平面、生物、人类等方面发生了一系列重大变化,给现今地球环境带来了极大的影响(夏正楷,2000)。第四纪新构造运动——喜马拉雅运动活跃,大兴安岭、阴山、贺兰山、祁连山、阿尔泰山、天山、昆仑山继续隆起。差异性升降运动造成的大型山间断陷盆地和山前断陷盆地运动,使得准噶尔盆地、塔里木盆地、河西走廊、银川地堑和河套盆地等逐渐下降,盆地沉降物厚度加大,盆地周围山麓地带主要为巨厚的山麓砾石层。阿尔泰山、天山、昆仑山、祁连山发生多次冰期,山地冰川向下扩展到海拔 1800~2000m 的地带,雪线下降幅度为 900~1200m,山前冰水沉积物组成的冲积扇特别发达。西北与内蒙古地区形成广泛的戈壁、沙漠和黄土分布区。在更新世冰缘寒冷气候影响下,大致在北纬 38°~40°以北的地区出现岛状多年冻土,并伴随气候向干燥方向的发展,干燥剥蚀作用强烈进行,山麓洪积堆也在不断扩大。由于第四纪气候变冷和周期性波动,冰期和间冰期交替显著。冰期极地气候带南移,气温下降,属于北半球中纬度的中国北方地区气温下降幅度高达 8~13℃,为适应冷凉气候的草本植物群落的发育提供了必要的条件。

大约距今 110 万~60 万年发生的昆仑-黄河构造运动,使青藏高原平均海拔升至 3000m 以上,青藏高原的强烈隆起阻碍了南北气流的交换,加强了季风环流,形成以 10 万年为周期的冷暖交替大循环,气候趋于干旱化。离石黄土大规模堆积,洛川地区离石黄土的厚度近 80m 左右,形成了现今的黄土高原雏形。距今 15 万年以来发生的共和运动使青藏高原隆升到 4000m 以上,加剧了季风环流作用,气候总体趋势是向冷干方向发展,随着最后冰期的到来,普遍开始马兰黄土堆积。西北地区在早更新世、中更新世初期和晚更新世中期到晚期发生过三次较大规模的风沙活动,气候干冷多风,期间风沙停止活动,气候温湿,古土壤发育。新疆的内流湖湖面升降与冰期同步,冰川前进,气候冷湿,湖面

上升；冰川后退，气候干热，湖面下降。在晚更新世冰期，柴窝堡湖、大柴旦湖均为高湖面。内蒙古地区的内流湖湖面升降与夏季风进退一致，夏季风强盛时期气候温暖湿润，湖面扩张；冬季风强盛时期，气候干燥寒冷，湖面缩小。阴山以南和东北地区，因受东南季风的影响，气候相对湿润，呈现干草原景观。阴山以北地区，因受东南季风的影响较小，气候干旱，植物旱生化现象明显，植物种类相对较少，呈现荒漠草原景观。西北地区，由于东南季风影响不到，区域气候干燥，大部分地区呈现荒漠景观，山地植被呈垂直分布，有森林和山地草原分布。

据张兰生等(1997)的研究，在内蒙古大青山调角海子剖面中，距今大约10 900~10 200年为风成黄色粉砂沉积，罕见孢粉，反映出极为干旱寒冷的气候环境。距今10 000年前后，随着地球温度的明显增高，调角海子剖面中的木本、草本和总孢粉沉积速率分别为 10^2 粒/(g·a)、 10^3 粒/(g·a)、 10^3 粒/(g·a)，较前期增加了两个数量级，孢粉种属增至10种以上，植物密度和植物种群显著增加(李少兵和索秀芬，2011)。以桦木为主要木本成分的森林草原分布在调角海子地区(海拔2000m)，年平均温度在0℃左右，已接近或略低于现代调角海子的年平均温度。此时，岱海和黄旗海已进入高湖面期，在温度回升的同时，降水明显增加(王苏民和冯敏，1991；王涛等，1992)。距今9200年前后，随着气温的再次回升，调角海子剖面植物种属和孢粉浓度则显著增加，桦木孢粉数量占孢粉总数的一半以上，表明森林在植被中又处于主导地位，而土壤中 CaCO_3 的含量急剧减少，并存在未分解的泥炭层。距今8800~8600年，岱海和鄂尔多斯等地出现了冰缘现象(周廷儒等，1982)，大青山调角海子剖面油松(*Pinus tabulaeformis*)、榆树(*Ulmus pumila*)、栎、榛等花粉浓度明显增加，而云杉、冷杉(*Abies fabri*)等花粉浓度显著减少，表明地球表面进一步增温变湿，进入全新世大暖期更替期。

大暖期结束后，地球温度波动下降，环境趋于好转，内蒙古科尔沁沙地麦里剖面在风沙层上出现泥炭沉积(任国玉和张兰生，1997)，古土壤层、炭化层、泥炭或腐殖层得以广泛发育。特别是后来小暖期的气候波动，促进了南方与北方之间以及山上与山下之间的植物交流，草原植被的群落分化更加明显，形成于山地森林外围的草原植被逐渐下移到丘陵高平原区，并逐渐沿经向东移、扩展，奠定了我国现今温带草原的基本轮廓。据黄翡等(2004)运用植硅体分析，结合孢粉资料探讨了内蒙古中东部太仆寺全新世草原植被、环境变化及其与人类活动的关系。结果表明，内蒙古中东部地区在距今5000年之前，羊草(*Leymus chinensis*)、针茅(*Stipa* spp.)草原中 C_4 植物占一定比例，距今5000年之后， C_4 植物明显减少，反映当地的气候变冷变干动态；草原中的针茅属、冰草属(*Agropyron*)、麻黄属(*Ephedra*)、锦鸡儿属(*Caragana*)、紫菀属(*Aster*)以及一些藜科(*Chenopodiaceae*)类一、二年生植物成分增多，反映了内蒙古温带草原植被旱生化演替动态。其中，距今7000~5000年，为内蒙古中东部全新世气候适宜期，也是草原植被成分的多样化繁盛期，且周围有松林及温带落叶林分布；距今4200~3000年，草原植被明显退化与沙化，冰草属、紫菀属和蒿类灌木逐渐增多；到距今3000~2170年，草原中蓝刺头(*Echinops latifolius*)等菊科(*Chrysanthemum*)植物的繁盛以及 C_4 植物的增多，进一步反映了草原植被的发育与区域降水量的增加有着极大的相关性；

距今约 2170 年之后，随着人类活动逐渐加剧，草原植被的更新与演替主要受到人类活动的强烈影响。

总体而言，中国北方草原全新世大致经过了早全新世（距今 10 200 ~ 8500 年）增温期、中全新世（距今 8500 ~ 3500 年）适宜期、晚全新世（距今 3500 年）降温干早期三个大的发展阶段，其形成过程既体现了自然环境的动态演变，也体现了地球植物的进化历史。

第二节 温带草原地理分布

一、温带草原分布概况

温带草原通常位于沙漠和温带森林之间，主要分布在南北两半球的中纬度地带(图 1-1)。在北半球，主要占据欧亚大陆和北美大陆的温带地区，分布地域从黑海沿岸往东，横贯中亚，经蒙古的边缘地区，中国的准噶尔盆地、内蒙古，以及黑龙江、吉林、辽宁三省的西部，东西连成带状；在中美洲中西部为一南北向的宽阔地带。在南半球，温带草原则占据南美大陆的亚热带地区，呈马蹄形环绕荒漠气候区，并沿南美洲南部东海岸形成了一个狭长的草原带。但是，在北美洲、阿根廷和横跨乌克兰到中国的一条宽大的区带上，温带草原常常受农耕活动的影响，其边界已发生了较大幅度的改观。

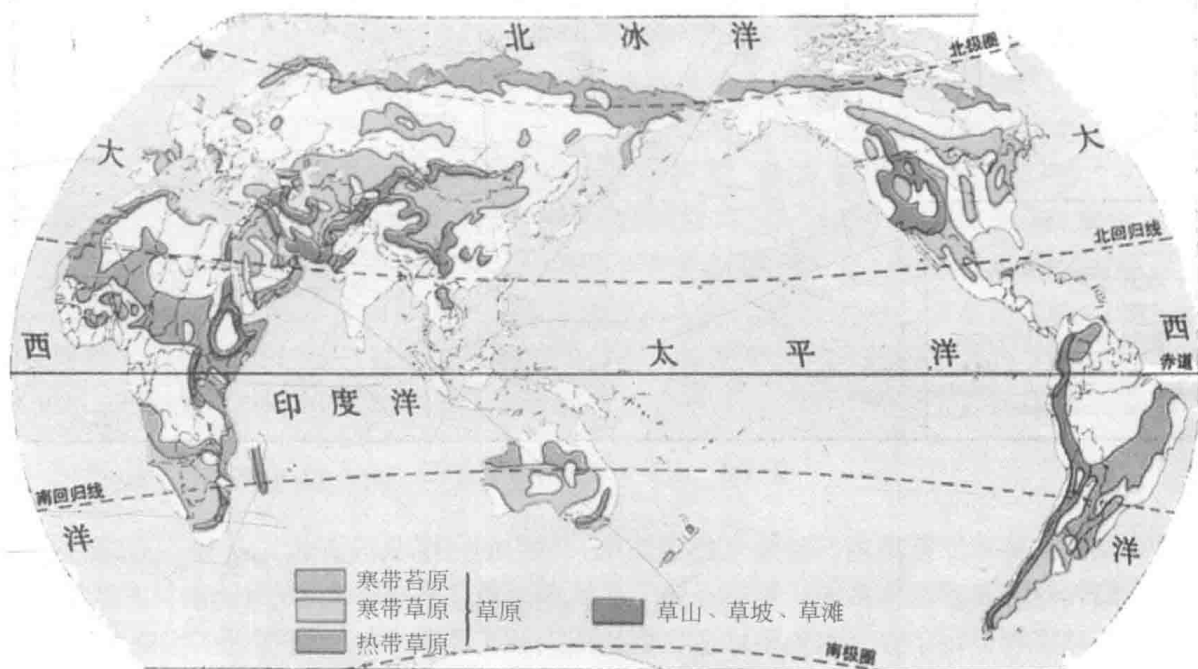


图 1-1 世界草原资源分布示意图

温带草原在不同的地区有着各自独特的名称，在北美洲常称为普列利草原（Prairie），即北美大陆草原；在南美洲则叫做潘帕斯草原（Pampas），即南美草原；而在欧亚大陆区域则称为斯坦普草原（Steppe），即欧亚大陆草原。

二、欧亚大陆温带草原

（一）区域分布特征

地球上最辽阔的温带草原区域，自欧洲多瑙河下游起，呈带状往东延伸，经匈牙利、罗马尼亚、原苏联地区、蒙古，直至中国东北平原，然后转向西南，经内蒙古高原、黄土高原达青藏高原的南部，绵延 8000 余千米（图 1-2）。这一区域环绕在亚洲荒漠区的外围，东西两侧与温带落叶阔叶林相接，北侧则与寒温带针叶林相毗邻。

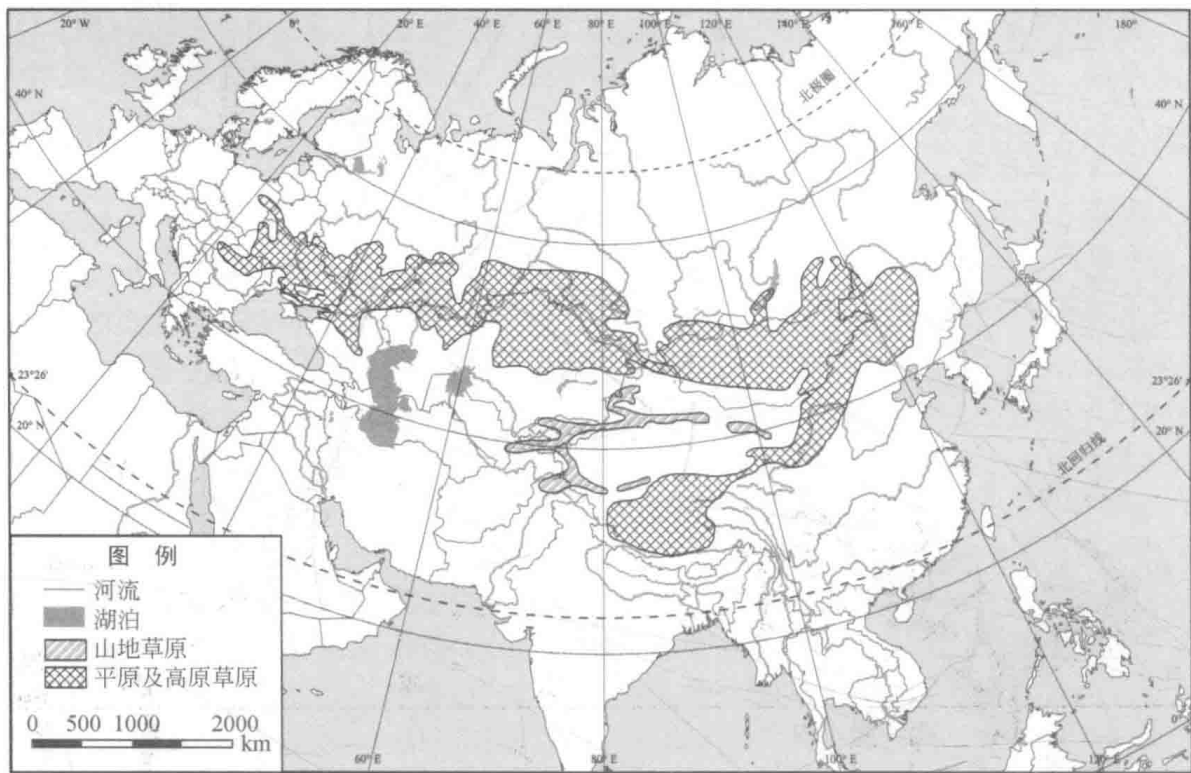


图 1-2 欧亚大草原分布示意图

在欧亚大陆草原范围内，各地水热条件在一年中的分配状况有较大差异。草原区西部为地中海气候，冬春温和多雨，夏季炎热干旱；草原植物群落中发育了大量冷凉型短命植物和类短命植物，每年春季水热条件适中则繁茂生长，夏季干旱少雨多进入休眠状态。草原区东部为太平洋季风气候，冬春季寒冷少雪，夏秋季温热多雨，水热同期，植物生长呈单峰型，夏季最为繁茂，缺少春季短命植物及类短命植物。青藏高原降水分配也为季风气候型，因地处高寒山地，气温终年较低，尤其是生长季气温低，持续时间较短，发育了适