

江河源区沙漠化

董治宝 胡光印 颜长珍 著
逯军峰 魏振海



科学出版社

江河源区沙漠化

董治宝 胡光印 颜长珍 著
逯军峰 魏振海

国家自然科学基金重点项目“江河源区土地沙漠化
过程及其与冰冻圈的互馈关系”(40638038)资助

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是论述江河源区沙漠化过程的专著。全书共 13 章。第 1~3 章介绍了江河源区土地沙漠化研究的背景和意义、沙漠化发生的自然和人文背景以及土地利用/覆盖与景观格局变化背景。第 4~10 章根据 1975~2005 年的监测结果,论述了沙漠化现状与特征、时空演变过程、土壤物理化学过程、植被演替过程、风沙地貌过程和景观格局过程。第 11、12 章在分析沙漠化成因的基础上,提出沙漠化防治建议。第 13 章对该区沙漠化研究进行了全面总结,并提出了该地区下一步沙漠化研究的重点。

本书可供地理、环境、防沙治沙和国土规划等专业的科研人员和生产部门的相关人员参考,也可作为高等院校地理、荒漠化防治等相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

江河源区沙漠化/董治宝等著. —北京:科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-034423-6

I. ①江… II. ①董… III. ①河源—沙漠化—研究 IV. ①P942.073

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 105302 号

责任编辑:彭胜潮/责任校对:贾 荣
责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

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>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 22 1/4

字数: 434 000

定价: 129.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

沙漠化是全球最大的环境问题之一，而中国又是受沙漠化影响最严重的国家之一。这两句话概括了全球和中国的沙漠化形势。国际社会和科学界对沙漠化问题的关注始于 20 世纪 70 年代中期，起因于非洲萨赫勒地区的持续干旱及其造成的巨大灾害。自 1977 年联合国沙漠化大会之后，中国开始了沙漠化研究，研究工作集中在北方干旱、半干旱地区。研究人员对 20 世纪 50 年代以来中国北方沙漠化的时空变化规律进行了全面阐述，从生态学、风沙物理学、历史地理学和第四纪地质学等方面深入分析了北方沙漠化的成因和机制，通过不同气候带和沙漠化类型区治理试验的示范研究，提出了不同类型沙漠化土地的整治模式。

20 世纪 90 年代以来，青藏高原的沙漠化问题开始受到关注，先期主要针对沙漠化危害严重的地区进行了应急研究，如青海共和盆地、西藏阿里狮泉河镇、西藏“一江两河”中部流域地区、青海格尔木市等地的沙漠化问题与防治技术研究。这些研究虽然很少涉及江河源区，但填补了关于高寒地区沙漠化研究的空白，丰富了沙漠化研究的内容，在青藏高原土地沙漠化危害、类型、分布等方面获得了一些初步的宏观认识。目前关于青藏高原沙漠化研究存在基础工作薄弱和理论研究肤浅等问题。以往针对北方沙漠化的理论与方法应用于高寒地区存在局限，致使目前青藏高原沙漠化研究还难以完整、准确地阐述区内沙漠化的一些基本问题，如沙漠化成因、沙漠化发展趋势、沙漠化防治效益评价等。

20 世纪 90 年代后期，随着对江河源区生态环境问题关注的增加，江河源区沙漠化问题也被提上了议事日程，越来越受到国家有关部门、各级地方政府和科学界的广泛关注。近年来，相继开展了一系列野外调查与研究，取得了一定的研究成果。然而，对江河源区土地沙漠化问题的认识还远不能满足该区生态环境建设的需要，尤其是关于该区独特的沙漠化形式、过程及其环境效应尚缺乏研究。我们在国家自然科学基金重点项目“江河源区土地沙漠化过程及其与冰冻圈的互馈关系”（批准号：40638038）的资助下，于 2007 年开始，开展了江河源区沙漠化问题研究；主要通过遥感技术和野外调查，分析了 1975~2005 年间沙漠化的时空演变过程，探讨了沙漠化的形成原因与防治方法。

本书是我们近年来江河源区沙漠化研究工作的总结，在沙漠化的自然与人文环境、土地利用/覆盖与景观格局变化的基础上，深入分析了沙漠化现状与特征、时空演变过程、土壤物理化学过程、植被演替过程、风沙地貌过程和景观格局过程。在分析沙漠化成因基础上，提出了沙漠化防治建议。在国家自然科学基金重点项目执行和本书写作过程中，得到了中国科学院寒区旱区环境与工程研究所王涛所长、沙漠与沙

目 录

前言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 沙漠化研究背景与起源	(1)
1.2 江河源区沙漠化研究的目的与意义	(5)
1.3 江河源区沙漠化研究进展	(8)
1.4 江河源区沙漠化背景	(12)
参考文献	(14)
第 2 章 研究区概况	(17)
2.1 自然概况	(17)
2.2 社会经济概况	(32)
参考文献	(38)
第 3 章 土地利用/覆盖与景观格局变化	(39)
3.1 研究资料与方法	(40)
3.2 土地利用/覆盖变化特征	(53)
3.3 土地利用/覆盖景观格局变化	(95)
3.4 小结	(107)
参考文献	(109)
第 4 章 沙漠化数据资料与研究方法	(111)
4.1 沙漠化遥感监测方法	(112)
4.2 研究资料	(121)
4.3 沙漠化分类系统	(121)
参考文献	(124)
第 5 章 沙漠化现状与特征	(126)
5.1 长江源区	(126)
5.2 黄河源区	(131)
5.3 若尔盖盆地	(135)
5.4 小结	(138)
第 6 章 沙漠化时空演变过程	(139)
6.1 长江源区	(139)
6.2 黄河源区	(153)
6.3 若尔盖盆地	(168)
6.4 小结	(180)

第 7 章 沙漠化的土壤物理化学过程	(181)
7.1 沙漠化过程中土壤退化研究进展	(182)
7.2 沙漠化土壤物理过程	(185)
7.3 沙漠化土壤化学过程	(202)
参考文献	(213)
第 8 章 沙漠化的植被演替过程	(217)
8.1 研究进展	(217)
8.2 植被调查及分析方法	(224)
8.3 沙漠化过程中群落演替特征	(225)
8.4 沙漠化过程中土壤与植被的关系	(237)
8.5 讨论与结论	(241)
参考文献	(243)
第 9 章 沙漠化的风沙地貌过程——以若尔盖盆地为例	(247)
9.1 若尔盖盆地沙丘时空变化	(248)
9.2 若尔盖盆地沙丘形成分布影响因素探讨	(257)
参考文献	(267)
第 10 章 沙漠化的景观格局过程	(269)
10.1 研究方法	(271)
10.2 长江源区沙漠化景观过程	(274)
10.3 黄河源区沙漠化景观过程	(279)
10.4 若尔盖盆地沙漠化景观过程	(284)
10.5 小结	(290)
参考文献	(290)
第 11 章 沙漠化成因	(292)
11.1 自然因素	(293)
11.2 人为因素	(319)
11.3 不同区域沙漠化成因对比分析	(323)
11.4 沙漠化成因间相互关系	(325)
11.5 小结	(326)
参考文献	(327)
第 12 章 沙漠化防治	(329)
12.1 沙漠化发展方式及其防治重点	(331)
12.2 不同沙区沙漠化治理对策	(332)
12.3 沙漠化防治措施	(333)
12.4 结论与讨论	(338)
参考文献	(338)
第 13 章 结论与展望	(339)
13.1 主要结论	(339)
13.2 存在问题与展望	(342)

Contents

Preface

Chapter 1 Introduction	(1)
1.1 An Outline of Aeolian Desertification Research	(1)
1.2 Objectives and Significances of Aeolian Desertification Research in the Study Area	(5)
1.3 Research Progresses in Aeolian Desertification in the Source Regions of the Yangtze River and the Yellow River	(8)
1.4 Background of Aeolian Desertification in the Study Area	(12)
References	(14)
Chapter 2 Geographic Settings of the Source Region of the Yangtze River and the Yellow River	(17)
2.1 Physiographic Settings	(17)
2.2 Social and Economic Situations	(32)
References	(38)
Chapter 3 Land Use/Cover and Landscape Patterns	(39)
3.1 Materials and Methods	(40)
3.2 Land Use/Cover Change	(53)
3.3 Landscape Pattern Change	(95)
3.4 Conclusions	(107)
References	(109)
Chapter 4 Research Techniques for Aeolian Desertification	(111)
4.1 Remote Sensing Monitoring Methods	(112)
4.2 Materials	(121)
4.3 Classification System of Aeolian Desertification	(121)
References	(124)
Chapter 5 Status of Aeolian Desertification	(126)
5.1 Source Region of the Yangtze River	(126)
5.2 Source Region of the Yellow River	(131)
5.3 The Zoige Wetland	(135)
5.4 Conclusions	(138)

Chapter 6	Tempo-spatial Changes of Aeolian Desertification: 1975~2005	(139)
6.1	Source Region of the Yangtze River	(139)
6.2	Source Region of the Yellow River	(153)
6.3	The Zoige Wetland	(168)
6.4	Conclusions	(180)
Chapter 7	Soil Physi-chemical Processes in Aeolian Desertification	(181)
7.1	Research Progress	(182)
7.2	Soil Physical Processes	(185)
7.3	Soil Chemical Processes	(202)
	References	(213)
Chapter 8	Vegetation Degradation Processes	(217)
8.1	Research Progress	(217)
8.2	Investigation and Analysis Method	(224)
8.3	Community Succession Characteristics	(225)
8.4	The Relationship Between Soil and Vegetation	(237)
8.5	Discussion and Conclusions	(241)
	References	(243)
Chapter 9	Geomorphologic Processes in Aeolian Desertification: A Case Study in the Zoige Wetland	(247)
9.1	Tempo-spatial Change of Dunes Since 1960s	(248)
9.2	Control Factors of Sand Dunes	(257)
	References	(267)
Chapter 10	Change of Landscape Patterns in Aeolian Desertification	(269)
10.1	Research Method	(271)
10.2	Source Region of the Yangtze River	(274)
10.3	Source Region of the Yellow River	(279)
10.4	The Zoige Wetland	(284)
10.5	Conclusions	(290)
	References	(290)
Chapter 11	Causes of Aeolian Desertification	(292)
11.1	Natural Factors	(293)
11.2	Anthropogenic Factors	(319)
11.3	Comparative Analysis of the Causes of Aeolian Desertification in Different Areas	(323)

11.4	Inter-relationship of Desertification Causes	(325)
11.5	Conclusions	(326)
	References	(327)
Chapter 12	Desertification Control	(329)
12.1	Modes of Desertification Development and Keys to Control	(331)
12.2	Regional Strategies to Control Aeolian Desertification	(332)
12.3	Control Measures	(333)
12.4	Discussion and Conclusions	(338)
	References	(338)
Chapter 13	Conclusions and Perspectives	(339)
13.1	Conclusions	(339)
13.2	Perspectives	(342)

第 1 章 绪 论

1.1 沙漠化研究背景与起源

1.1.1 研究背景

“我们不要过分陶醉于我们对自然的胜利，对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的效果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎意料的影响，常常把第一个结果又取消了。”“美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及其他各地的居民，为了得到耕地，把森林都砍光了，但是他们梦想不到，这些地方今天竟因此成为不毛之地，因为他们使这些地方失去了森林，因而也失去了积聚和贮存水分的中心”(恩格斯，1971)。

沙漠化的发展及其引起的灾难不断引起人们的关注。在 1870 年以前，美国南部大平原地区土壤肥沃，畜牧业发达，一片人与自然和谐共处的景象。1870 年后，美国政府鼓励开发大平原。尤其是第一次世界大战爆发后，受世界小麦价格飙升的影响，美国南部大平原进入了“大垦荒”时期。经过几十年发展，大平原从草原世界变为“美国粮仓”；与此同时，这里的自然植被遭到严重破坏，表土裸露在狂风之下。20 世纪 30 年代，美国经历了一次百年不遇的严重干旱，一场大灾难随之而来。1934 年 5 月 12 日，一场巨大的“黑风暴”席卷了美国东部的广阔地区，沙尘暴从南部平原刮起，形成一个东西长 2 400 km、南北宽 1 500 km、高 3.2 km 的巨大的移动尘土带。狂风卷着尘土，遮天蔽日，横扫中东部，尘土甚至落到了距离美国东海岸 800 km、航行在大西洋中的船只上。风暴持续了整整 3 天，掠过美国 2/3 的土地，刮走 3 亿多吨沙土，半个美国被铺上了一层沙尘。黑风暴发生后美国政府采取措施，对草原加以保护，严禁开垦；还专门制定了“农业复兴计划”，推行免耕法；开始了声势浩大的全民造林运动，沿西经 100° 线种植了一条宽 100 英里、纵贯美国的防护林带，恢复了这一地区的自然环境，避免了黑风暴的继续肆虐。

继北美黑风暴之后，当时苏联未能吸取美国的教训，历史再次重演。在“向大自然要粮”的号召下，1954 年至 1963 年间，苏联在中亚等地开垦了 0.067 亿 hm^2 处女地。大批青年响应“把红旗插上荒原”的号召，来到中亚，他们把树根挖得干干净净，杂树野草烧得精光，剩下裸露的黑土，种上小麦。到了 20 世纪 60 年代，垦荒区却频频暴发“黑风暴”。黑风暴来临时，天空像个倒扣的黑锅，大地一片昏暗，漆黑的狂风连刮几天几夜，贪婪地吞噬着失去森林草原保护而干旱的土地。狂风所过之

处,地面被“啃掉”十几厘米,遍地是沙砾和尘土,原来绿油油的田野也被染成了黄褐色。“黑风暴”造成了惨重的灾难。

1968~1972年间,西非和撒赫勒地区长期干旱导致土地沙漠化/荒漠化蔓延。这次,荒漠化/沙漠化问题得到了全球关注,联合国为此召开了一系列会议,荒漠化/沙漠化研究开始起步。20世纪后期,由于荒漠化在干旱地区,尤其是在非洲的加速发展,导致的社会经济和政治问题引起全世界的警惕,1977年“联合国荒漠化大会”(UN Conference on Desertification)的召开和1992年由各国首脑参加的“联合国环境和发展大会”(UNCED)把荒漠化作为影响人类社会持续发展的重要问题列入《21世纪议程》,都说明了国际社会的重视程度。特别是“联合国环境和发展大会”召开以后,根据联合国的决议,通过政府间的谈判,形成了《联合国关于在发生严重干旱和/或荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化的公约》(简称《防治荒漠化公约》),许多国家都签署了该文件,在动员各国政府、社会团体、民营组织和科学家与荒漠化作斗争方面取得了共识。

当前,土地沙漠化/荒漠化是一个全球性的问题,它直接影响2.5亿的人口和1/3(超过4 000万 km²)的陆地表面。另外,主要依靠土地生存、通常也是地球最贫穷的大约10亿人口的生活也正遭受着土地沙漠化/荒漠化的威胁。虽然受沙漠化/荒漠化影响最严重的是非洲,在那儿整个大陆的2/3是荒漠和干旱地区,但是沙漠化/荒漠化危害的并不仅限于非洲干旱地区。美国土地的30%以上也受沙漠化/荒漠化影响。拉丁美洲与加勒比地区的1/4是荒漠和干旱地区。在西班牙,1/5的土地存在变为荒漠的危险。北半球沙漠化/荒漠化威胁日益增长的严重性由于美国的严重干旱和南欧的水资源紧缺而更加明显。就全球来说,5 200万 km²干旱区农业土地的大约70%已经退化或受荒漠化威胁(来自联合国防治荒漠化公约秘书处网站资料, <http://www.unccd.int/knowledge/faq.php#answer2>)。

中国是世界上沙漠化土地面积大、分布广、类型复杂、危害严重的国家之一。以王涛为首席科学家的国家重点基础研究发展规划项目“中国北方沙漠化过程及其防治研究”(王涛等,2003a)监测结果显示,2000年中国北方沙漠化土地总面积为38.57万 km²,其中轻度和潜在沙漠化土地13.93万 km²,中度沙漠化土地9.98万 km²,重度沙漠化土地7.91万 km²,严重沙漠化土地6.76万 km²;沙漠化土地仍在蔓延,而且呈加速发展的趋势。

沙漠化的蔓延给人类造成严重危害。首先,沙漠化问题是一个生存和发展问题。沙漠化最直接和最严重后果是造成人类赖以生存的土地生产力的下降和土地资源的丧失,造成粮食减产、牲畜死亡,当地居民长期营养不良,生活在贫困线以下,甚至酿成饥荒,导致成千上万人的死亡,人们背井离乡,成为生态难民。沙漠化不仅毁坏土地,而且影响交通运输、危害水利设施、影响城市建设,这严重威胁到人类的生存和可持续发展(中国科学院兰州沙漠研究所北京风沙课题组,1987)。其次,沙漠化问题

是一个生态问题。由于干旱和人为影响，草地高度和盖度下降，甚至沦为不毛之地；森林衰败，动植物数量减少，物种消亡，生物多样性下降。第三，沙漠化问题是一个环境问题。影响最大的就是土地沙漠化导致的浮尘、扬沙天气增多，沙尘暴频发，大气环境恶化，呼吸不畅，波及地区居民眼病和呼吸道疾病多发，严重影响人类健康（王澄海，2003）。最后，但并不是最次要的，沙漠化问题是一个全球性问题。从气象卫星影像上可以看到，南半球有一条黄色的带子从南美经非洲到澳大利亚；北半球另一条黄色的带子从北美经南欧、西亚到中亚，这两条黄色的带子所覆盖的正是全球沙漠化最严重的地区。黄带子覆盖全球很多国家，其造成的生态和环境问题影响更是直达全球，没有一个国家能够幸免。而且，沙漠化问题与全球气候变化、生物多样性保护、热带雨林保护、粮食安全、水资源枯竭等全球性问题互相影响。

1.1.2 研究起源

“荒漠化”(desertification)一词最早出现在 Lavauden 1927 年的一篇科学论文中，他使用“desertification”一词来描述 Sahara 地区荒漠化的景观，指出这一地区的荒漠化完全是人为因素造成的。20 世纪 30 年代，美国农业部针对中西部地区的沙漠化土地扩展和沙尘暴的频繁发生，成立了水土保持局，开始了土壤风蚀的研究和防治工作。前苏联为了开发里海地区的石油天然气，20 世纪 30 年代修筑了中亚铁路，围绕铁路沿线的沙害开展了防治研究，创造了工程与生物的多种防治方法。到 1949 年，法国人 A. Aubreville 在研究了非洲热带森林被滥伐与火烧后，后退了 360~400 km 之多，使森林地区变成热带草原，又逐渐变成类似沙漠景观的过程，指出：“农垦、采伐森林、土壤侵蚀交织在一起，导致非洲热带森林地区的土壤和植被遭到破坏，在那里沙漠多少总是对农业有明显的威胁，而且在干旱和炎热季节，总是以初始状态呈现出热带大草原的最终形成趋势，如果继续忽视其脆弱性，终将导致类似沙漠景观的出现”。他将这种环境退化过程也称为“desertification”(Aubreville, 1949)，用来描述稀树草原化的极端情况，即荒漠植物稀少的干旱区范围扩大，通常是向半干旱地区的扩展。其主要的标志是：土壤受到严重侵蚀，土壤的物理和化学性质发生了明显的变化，更多的旱生植物种的滋生蔓延。1968 年开始，在非洲萨赫勒地区，雨季降雨量的起始日期和持续时间都发生了变化，引起了该地区非常严重的干旱，并造成巨大的人口和经济的损失，干旱一直持续到 1973 年，当时，干旱给人们一种不可抗拒的自然规律的深刻印象。但是随着问题研究的深入，人们认识到，干旱并不是造成众多灾难的唯一原因。之所以把干旱与荒漠化联系在一起，是因为人们需要一个比干旱更为广泛的概念来描述环境退化的多方面影响。到 20 世纪 80 年代初，尽管“荒漠化”(desertification)一词已为大多数研究者所接受，但由于研究者的专业背景和所强调的研究内容不同，又使得这一概念常有不同的含义，累积超过 100 多个定义(Glantz

et al., 1983; 王涛等, 2003b)。

明确沙漠化的概念是展开沙漠化研究的重要前提, 对于“沙漠化”这一概念, 在中国国内已经有过很多的研究和探讨(董玉祥, 1994; 朱震达, 1998; 王涛, 2003; 李详余等, 2005)。

由于各个研究人员的专业背景、研究目的和个人认识的不同, 使得他们之间所给出的定义存在不同程度的差别。“沙漠化”概念之间的最大区别主要体现在沙漠化所发生区域和沙漠化驱动因子两个方面。朱震达(1981)很早就对“沙漠化”的概念进行了探讨, 他认为沙漠化是在人类不合理的经济活动与脆弱的生态环境相互作用而造成的土地生产力下降, 土地资源丧失, 地表呈现出类似于沙漠景观的土地退化过程。杨根生等(1986)认为, 沙漠化是指在有沙物质分布的干旱、半干旱以及部分半湿润地区, 在不同的时间尺度下, 以风力为主要动力条件, 与其他各种相关因素一起所形成一系列气候地貌过程。这就是说沙漠化不仅发生在人类活动时期, 而且也发生在地质时期, 并且两者具有不同的时间尺度, 人类活动对沙漠化影响的时间尺度远远短于自然环境对沙漠化影响的时间尺度。董光荣等(1988)认为, 沙漠化是指“原本不是沙漠地区却出现了以风沙活动为主要标志的、类似于沙漠景观的环境变化过程”, 以上去掉了时间、区域和成因等限制条件, 提出了这个更为简洁的沙漠化概念。吴正(1991)将“沙漠化”定义为“在干旱、半干旱和部分半湿润地区, 由于自然因素或人为活动影响, 破坏了自然生态系统的脆弱平衡, 是原非沙漠的地区出现了以风沙活动为主要标志的、类似于沙漠景观的环境变化过程, 以及在沙漠地区发生沙漠环境条件的强化与扩张过程。简言之, 沙漠化就是沙漠的形成与扩张过程。”他在这个定义里面充分考虑了时间、地点和成因等因素。后来朱俊凤与朱震达等(1999)在以前研究的基础上对沙漠化的定义进行了修订, 认为沙漠化是在具有一定沙物质基础和干旱大风的动力条件下, 由于过度的人为活动与资源、环境不相协调的情况下所产生一种以风沙活动为主要标志的环境退化过程。董玉祥等(1995)认为, 土地沙漠化是指干旱、半干旱及部分半湿润地区由自然与/或人类因子作用下所形成的以风沙活动为主要标志的土地退化过程, 发生沙漠化过程的土地称为沙漠化土地。苏志珠等(2002)也对“沙漠化”概念进行了探讨, 从避免不必要的争论和表达简洁的角度出发, 认为沙漠化是指“原非沙漠地区出现以风沙活动为主要标志的、类似沙漠景观的环境变化以及原系沙漠地区环境条件的强化与扩张过程”。王涛(2003)综合了国内外对沙漠化的研究, 对“沙漠化”定义及其内涵进行了进一步的剖析, 他将概念的内涵归纳为时间上、空间上、成因上、景观上、发展趋势上以及荒漠化结果 6 个方面, 并进行了详细的阐述。他认为沙漠化是人类活动所导致的脆弱生态环境地区的土地退化, 他还从研究的时空范畴、成因机制和可逆性三个方面指出了沙漠与沙漠化研究之间的差别。

以上对沙漠化概念的讨论主要是基于中国北方沙漠化的基础上进行的。而江河源区与中国北方干旱、半干旱地区存在很大差别, 无论是从气候环境、地理环境还是人

类社会经济活动等方面都是如此。如果说在中国北方地区的沙漠化过程中着重强调人类活动的影响的话,那么,在人口稀少的青藏高原高寒地区则不得不得着重考虑自然过程对沙漠化影响的重要性。因此,在《联合国防治荒漠化公约》(UNCCD)对“荒漠化”的定义的基础上,将中国高寒地区的沙漠化概念表述为“沙漠化是指在干旱、半干旱和部分半湿润地区,由于受自然因素或人类活动的影响,破坏了自然生态系统的脆弱平衡,使原非沙漠的地区出现了以风沙活动为主要标志和类似沙漠景观的环境变化过程,以及在沙漠地区发生了沙漠环境条件的强化与扩张过程”(吴正,1991)更为贴切。

1.2 江河源区沙漠化研究的目的与意义

江河源区是长江和黄河发源地的总称,是三江源国家级自然保护区的主体部分,该区域提供了长江总水量的 25%和黄河总水量的 49%,被誉为“中华水塔”,甚至“亚洲水塔”。这里曾是水草丰美、湖泊星罗棋布、野生动物种群繁多的高寒草原、草甸区,被称为生态系统的一片“净土”。近百年来,随着全球气候变暖,冰川、雪山逐年萎缩,直接影响到高原湖泊和湿地的水源补给,众多的湖泊、湿地面积缩小甚至干涸,沼泽地消失,泥炭地干燥并裸露,沼泽低湿草甸植被向中旱生高原植被演变,生态环境已变得十分脆弱。随着人口的快速增加和人类日益增强社会经济活动,从而加速了该地区生态环境恶化的进程。草地大规模的退化与沙漠化的发展,不仅使该地区草地生产力和对土地的保护功能下降,优质牧草逐渐被毒、杂草所取代;与此同时,一些草地危害动物大肆繁殖,导致草地载畜能力下降,野生动物栖息空间减小,栖息地破碎化,生物多样性降低。更为重要的是,随着源区植被与湿地生态系统的破坏,水源涵养能力急剧减退,导致长江和黄河中下游的广大地区旱情加重,使得工农业生产受到严重制约,并已直接威胁到整个长江、黄河流域的生态安全。

这一地区严峻的环境退化形势在 20 世纪末期已引起了党和政府及国际社会的广泛关注。1999 年,中国探险协会组织了水资源专家与其他科学家对澜沧江进行了综合考察,通过考察提出了“开发大西北,保护三江源”的建议。在 2000 年 3 月 21 日,由国家林业局、中国科学院和青海省人民政府联合召开了“青海三江源自然保护区可行性研讨会”,会议认为,“中华水塔”面临着严重威胁,建立“三江源自然保护区”是西部大开发中生态环境建设的一大战略任务,不仅将为西部地区的开发创造良好的自然环境,也为中国及东南亚各国的经济发展及生态安全提供重要保证,加强三江源区的生态保护是历史赋予中国人民的重要使命,不仅意义重大,而且刻不容缓。青海省人民政府经过认真调研,于 2000 年 5 月批准建立“三江源省级自然保护区”,并于 2001 年 9 月批准成立了“青海三江源自然保护区管理局”。2001 年 8 月,国家级自然保护区评审委员会办公室派出专家组赴三江源地区进行了实地考察,国家环境保护总局、国家林业局、农业部、水利部也派员参与了考察。依据这次考察的成果,国家林业局规

划院和三江源保护区管理局制定了三江源保护区 2001~2010 年的 10 年建设总体规划。在 2003 年 1 月，国务院正式批准三江源自然保护区晋升为国家级自然保护区。

江河源区是国家三江源自然保护区的主体部分，该地区环境的特殊性主要体现在以下 4 个方面：

1) 亚洲和中国大部分地区的“生命之源”

青藏高原被称为“世界屋脊”、地球的“第三极”，青藏高原的隆起打乱了行星风系的临界尺度，迫使大气环流改变行径，成为一个独立的气候区域，孕育了黄河、长江、澜沧江、恒河和印度河等国内外许多著名的河流，是欧亚大陆上大江大河发育最多的区域。三江源地处青藏高原腹地，起着各江河水文循环的初始作用。

水是生命之源，直接影响到人类的生存和社会经济的可持续发展。中国是个缺水大国，自 20 世纪 70 年代初以来，黄河出现的频繁断流已经对中下游地区造成了巨大的经济损失，不但影响到区域经济的发展、人民群众生活水平的提高和社会的安定，也影响到了中国社会经济的可持续发展。中国西部地区与东部地区之所以存在着较大的经济差距，除了经济基础、信息和人才等的差别外，最关键的还是缺少水资源。历史证明，黄河流域、长江流域的文明得到保护、延续和发展，就是有稳定的生命源，有江河源区较为稳定的生态环境和水源供应。而进入新世纪以来，水资源的战略地位更加突出了。

2) 世界上海拔最高、面积最大的高原湿地分布区

湿地与森林、海洋并称为全球三大生态系统。湿地生态系统具有水陆过渡性、系统脆弱性、功能多样性和结构复杂性的基本特征，在水源涵养、减缓径流、蓄洪防旱、防灾抗灾、降解污染、维持生物多样性、为人类生产生活提供多种资源和调节气候等方面有着其他生态系统不可替代的作用，具有巨大的生态功能，在生态安全体系中独具特色。湿地也是珍稀水禽的繁殖地、临时栖息地和越冬地。因此，湿地被誉为“地球之肾”、“生命的摇篮”。

三江源地区有河流、湖泊、沼泽、雪山、冰川等多种湿地类型，面积达 7.33 万 km^2 。其中，沼泽分布率大于 2.5%，是全国分布率最高的地区；有较大支流 180 余条；大、小湖泊 16 500 余个，其中在仅有 100 km^2 左右的星宿海就有 2 600 多个湖泊；冰川总面积 1 400 km^2 以上，年消融量愈 10 亿 m^3 。区内分布有许多国内外知名的湿地，仅列入《中国重要湿地名录》的湿地就有扎陵湖、鄂陵湖、玛多湖、黄河源区岗纳格玛错、依然错和多尔改错，还有著名的约古宗列沼泽、星星海沼泽，以及著名的有各拉丹冬、阿尼玛卿山、尕斯库勒湖和祖尔肯乌拉山的岗钦等雪山冰川。

3) 世界上高海拔地区生物多样性最集中的地区

三江源区所处的地理位置和独特的地貌特征，决定了其具有丰富的生境多样性、

物种多样性、基因多样性、遗传多样性和自然景观多样性。

源区最低海拔约3 000m左右, 最高海拔6 564m, 海拔4 000~5 800m的高山是保护区地貌的主要骨架。由于保护区面积大, 地形复杂, 气候差异明显, 三江源严酷的高寒环境构成了独特的生命繁衍区, 许多生物至此已达到边缘分布和极限分布, 成为珍贵的物种资源和高原基因库。更由于地处黄土高原、横断山脉、羌塘高原和塔里木盆地等中国几个一级地理单元之间, “边缘效应”非常突出, 生物的演化、变异等过程在激烈进行, 孕育了众多高原独有的生物物种。区内维管束植物有87科、471属、2 238种, 约占全国植物种数的8%, 其中种子植物种数占全国相应种数的8.5%, 分别约占青海省维管束植物的81%、57%、31%。脊椎动物370种, 约占青海省脊椎动物种类的47%、全国的11%; 其中哺乳纲84种, 占青海省哺乳纲种类的44%。鸟纲237种, 占青海省的56%; 两栖爬行类15种, 占青海省的6%。此外, 已鉴定昆虫11目87科378种。因而有丰富的物种多样性和遗传多样性。

国家重点保护植物有3种, 其中有著名的虫草(冬虫夏草), 另有列入国际贸易公约附录Ⅱ的兰科植物31种。国家重点保护动物有69种, 占青海省国家重点保护动物种类的26%, 其中国家一级重点保护动物16种, 国家二级重点保护动物53种。此外, 还有三江源地区特有植物种类100余种, 青海省分布的植物种类270种, 青藏高原特有植物种类705种以及青海省级保护动物艾虎、沙狐、斑头雁、赤麻鸭等32种。这充分显示了物种的稀有性。

三江源区还有9个植被类型、14个群系纲、50个群系, 以及众多的溪流、湖泊等秀美的水体和雪山、冰川以及沼泽等湿地。区内独特的地貌类型、丰富的野生动物类型、多姿多彩的森林与草原植被类型和秀美的水体类型, 本身就是一道亮丽的自然风景。随气象条件的变化而产生的各种天象景观、随季节变化而产生的林相及水体大小、形状的变化, 更增添了自然景观的多样性。

4) 中国生态系统最脆弱和最原始的地区之一

由于青藏高原隆起的时间不长, 下垫面的物理属性较差, 多数土壤、植被尚处于年青的发育阶段, 在高寒生境中, 系统的结构和功能简单, 受到外界干扰时, 其自身的调节机制不够健全, 恢复能力较弱, 一旦破坏, 即发生退化和逆向演替现象。无论是其中西部和北部的滩地、沼泽, 还是东南部的高山峡谷, 由于地质发育年代轻, 地质不稳定, 山高、坡陡、峡谷深, 风化壳浅薄, 土壤厚度薄、质地粗, 生态环境极为脆弱。特别是一旦地表植被破坏, 很容易造成水土流失, 并极难自然恢复, 而人工恢复则要付出几倍甚至几十倍的代价。大量的黑土滩和沙化土地即是最好的例证。

在近几十年来, 江河源区沙漠化发展非常迅速, 沙漠化的发展直接威胁到江河源区的水源涵养功能, 使水土流失加重, 土地退化, 土壤结构破坏, 土壤养分流失, 物种多样性减少。江河源区沙漠化导致在源头区域进入长江的泥沙量增多, 甚至让人担心长江将会变成中国的“第二条黄河”。随着三峡水库修建完成, 来自长江源区的泥

沙会在三峡水库淤积,这必然会对三峡水利工程构成不利影响。由于江河源区平均海拔在4 000m以上,当西风环流经过羌塘高原协同沿雅鲁藏布江的西风以及柴达木盆地吹来的西北风,可在拉萨一带和长江源区形成强大的复合上升气流,使高原粉尘物质被扬升到西风急流区(方小敏,2006)。因此,沙漠化的发展有可能使得江河源区以及整个青藏高原成为新的沙尘暴源区。黄河源区的若尔盖盆地距离成都的直线距离仅有300 km,该地区的沙漠化发展将会导致大量的粉尘通过大气被输送到广大的南方地区,影响空气质量,更危害广大人民群众的身体健。本研究结合遥感与地理信息系统技术,对江河源区在1975~2005年间的沙漠化时空演变特征进行监测,通过对不同区域的沙漠化成因分析,提出了相应的沙漠化防治对策。

1.3 江河源区沙漠化研究进展

1.3.1 沙漠化动态

近几十年以来,在全球变暖的大背景下,三江源地区的土地沙漠化日益加重。沙漠化土地在江河源区的分布很不均匀,黄河源区沙漠化土地主要分布在玛多、玛沁的黄河沿岸,长江源区的沙漠化土地主要分布在楚玛尔河、沱沱河以及通天河河谷一带。应用遥感影像和土地沙漠化普查数据,结合野外调查,对江河源区的沙漠化动态变化研究(封建民等,2004;王根绪等,2004;董玉祥等,2002;沙占江等,2001;周强等,2004)发现,无论是沙漠化面积还是沙漠化程度都朝着恶化的方向发展。在沙漠化最为严重的黄河源区的玛多县,沙漠化土地分布区域由原来的不连续分布转变为连片分布,逐渐形成一条西起鄂陵湖、东至玛沁县、长达120 km、南北宽25~30 km的沙漠化分布带(封建民等,2004)。沙漠化土地在长江源区的分布比较集中,分布状况和地貌单元之间存在密切联系,沙砾质沙漠化土地主要分布在冰水洪积、冲积平原及一些河流低阶地、河漫滩上,而沙质沙漠化土地则主要分布在山前缓坡和河谷盆地,沙漠化土地在河谷地区的分布更加集中,这就使得长江源区的沙漠化在局部地区显得非常严重(董玉祥等,2002)。

1.3.2 沙漠化自然因素

1. 地质环境演变与沙漠化发展的关系

丰富的沙源是沙漠化产生的前提条件,即使仅仅是具备了干旱的环境,低覆盖的植被,强劲的风速,但如果没有丰富的沙源,也是不会出现沙漠化现象的(郭福生等,2003)。在青藏高原抬升过程中,早期分布的大量湖泊随着高原的抬升而逐渐干涸,使得大量湖泊沉积物裸露于地表。在江河源区的五道梁、沱沱河以及通天河地区,湖泊沉积物广泛分布于渐新世夷平面上,厚度达到300~350 m(吴珍汉等,2006)。中