

SANXIAKUQU SHUITU LIUSHI WENTI YANJIU
GEJU GUOCHENG JIZHI YU FANGZHI

三峡库区水土流失 问题研究

——格局、过程、机制与防治

李月臣 刘春霞◎著



科学出版社

三峡库区水土流失问题研究 ——格局、过程、机制与防治

李月臣 刘春霞 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在水土流失研究的理论和方法指导下,借助遥感、GIS等现代技术的支持,以三峡库区(重庆段)为研究区,重建了研究区水土流失动态变化的时空格局与过程,分析了研究区水土流失敏感性的空间分异规律,揭示了研究区水土流失的驱动机制,制定了研究区水土流失防治规划,对该区的水土流失从空间格局、演变过程、驱动机制到防治等方面进行了全面深入的分析与研究。研究的基本目标在于认识和理解三峡库区(重庆段)这一典型的生态环境敏感性和脆弱区水土流失时空特征的基本规律及其内在机制,进而丰富和推动区域水土流失的综合研究。

本书适合水利、环保、林业、国土等相关部门的工作人员以及科研院所和高校相关专业的科研人员、教师和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

三峡库区水土流失问题研究:格局、过程、机制与防治
/ 李月臣,刘春霞著. —北京:科学出版社,2011.4
ISBN 978-7-03-030381-3

I. ①三… II. ①李… ②刘… III. ①水土流失-研究-重庆市 IV. ①S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 029516 号

责任编辑:韩卫军 唐静仪 / 封面设计:四川胜翔

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>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年3月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2011年3月第一次印刷 印张:7.5 (18彩页)

印数:1—820 字数:150 000

定价:45.00元

前 言

水土资源是人类赖以生存和发展的物质基础。在局部地区,尤其是生态环境脆弱地区,由于人类对自然资源掠夺式的经营,生态平衡遭到严重破坏,多种自然灾害频繁发生,造成严重的水土流失。水土流失是全球性的主要环境问题之一,不但导致土壤退化、土地生产力降低,影响农业生产和粮食安全,而且随径流泥沙运移的污染物质对异地(侵蚀区的相邻地区,包括位于侵蚀流域的下游地区、湖泊和近海地区)生态环境、人类生存和社会经济发展带来严重影响。同时,水土流失和泥沙搬运使土壤有机质的含量、组分产生较大变化,进而影响全球生源要素的循环乃至全球气候变化。可见,水土流失问题是自然和人文过程综合作用的结果,是制约人类生存和社会可持续发展的重大环境问题,是各种生态问题的集中反映。目前,水土流失是人们关注的主要生态过程之一,它带来的生态环境演变过程及其社会经济效应已成为国际研究的热点问题之一。在我国,水土流失已经成为头号生态环境问题。举世闻名的三峡工程库区位于长江上游的末端,地处长江上游与中、下游的结合部,是长江流域生态经济系统进行物质、能量、信息交换的通道。长江上游是整个长江流域的生态屏障,三峡库区正位于这个生态屏障的咽喉地带,是中国 17 个具有全球保护意义的生物多样性关键地区之一。水土流失已经成为影响这一地区生态安全和社会经济健康发展的关键因子和亟待解决的问题。重庆市域内三峡库区面积约占整个三峡库区面积的近 80%,其水土流失面积比和流失强度远高于邻近的四川、贵州、湖北等地区。这一区域水土流失问题的研究对保证三峡工程健康、保障三峡库区乃至整个长江流域的生态安全与区域社会经济可持续发展都具有十分重要的意义。

本书选择三峡库区这一典型生态系统敏感和脆弱区的水土流失问题作为研究对象,在水土流失研究的理论和方法的指导下,借助遥感、GIS 等现代技术的支持,以三峡库区(重庆段)为研究区,重建了研究

区水土流失动态变化的时空格局与过程,分析了研究区水土流失敏感性的空间分异规律,揭示了研究区水土流失的驱动机制,制定了研究区水土流失防治规划,研究了本区水土流失的极端表现形式——石漠化的相关问题。演变的基本目标在于认识和理解三峡库区(重庆段)这一典型的生态环境敏感性和脆弱区水土流失时空演变的基本规律及内在机制,进而丰富和推动区域水土流失的综合研究。

重庆师范大学地理与旅游学院的赵纯勇教授、杨华副教授、陈国建副教授、汪洋博士、张虹讲师、闵婕讲师、王才军讲师以及重庆市水土保持生态环境监测总站的唐继斗、黄建辉、郭洪忠、蒋光毅等同志参与了本书的部分研究工作。本书在写作过程中得到了重庆大学资源及环境科学学院的袁兴中教授,西南大学资源环境学院的何丙辉教授,北京师范大学资源学院/减灾与应急管理研究院的陈晋教授、何春阳副教授的大力支持与帮助。2009和2010级研究生孔次芬、简太敏、何志明、胡晓明对本书进行了文字编辑工作。此外,科学出版社韩卫军编辑也为本书的出版付出了大量辛勤的劳动。在此,谨对他们的指导、帮助和支持表示衷心的感谢!

本书中的部分阶段性成果已在国内外刊物上先行发表,还有部分成果是首次公开发表。这些研究成果主要是在我们承担的系列科研项目的支持下,在GIS应用研究重庆市高校重点实验室中完成的。

水土流失的综合研究对于区域生态环境和社会经济可持续发展具有重要意义。作者深切期望本书的出版能够促进三峡库区水土流失问题的综合研究,并希望能对从事地理学、生态学及相关学科的专家学者有所裨益。限于作者水平,书中不妥之处在所难免,敬请读者雅正!

李月臣 刘春霞

2010年11月于重庆

目 录

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 水土流失与土壤侵蚀概念	(1)
1.2 水土流失与土壤侵蚀的相互关系	(2)
1.3 水土流失的主要研究内容与进展	(2)
1.3.1 水土流失机理	(2)
1.3.2 水土流失过程模拟与预测	(3)
1.3.3 水土流失格局与尺度特征	(5)
1.3.4 水土流失研究的新技术与方法	(5)
1.4 本书的背景与意义	(6)
1.5 本书的主要内容	(7)
1.6 本章小结	(8)
参考文献	(8)
第2章 三峡库区(重庆段)自然环境与社会经济特征评价	(12)
2.1 自然条件评价	(12)
2.1.1 地理位置	(12)
2.1.2 地质概况	(13)
2.1.3 地形地貌	(14)
2.1.4 气候	(16)
2.1.5 水文特征	(17)
2.1.6 植被	(18)
2.1.7 土壤	(18)
2.2 自然资源评价	(20)
2.2.1 土地资源	(20)
2.2.2 水资源	(20)
2.2.3 生物资源	(21)
2.2.4 光热资源	(21)
2.2.5 矿产资源	(21)
2.3 社会经济条件评价	(22)
2.3.1 人口与劳动力	(22)

2.3.2	经济发展与产业结构	(22)
2.3.3	土地利用结构	(24)
2.3.4	基础设施建设	(25)
2.3.5	库区移民	(25)
2.3.6	农村能源结构	(26)
2.3.7	科技、教育及群众生活水平	(26)
2.4	本章小结	(27)
	参考文献	(27)
第 3 章	三峡库区(重庆段)水土流失的时空格局特征	(28)
3.1	水土流失时空格局演变特征研究方法	(29)
3.1.1	水土流失数量动态变化分析方法	(29)
3.1.2	水土流失空间动态变化分析方法	(32)
3.1.3	水土流失地理空间分异特征分析方法	(34)
3.2	研究数据	(35)
3.3	三峡库区(重庆段)水土流失时空格局演变特征分析	(38)
3.3.1	水土流失的时序变化特征	(38)
3.3.2	水土流失空间演变特征	(40)
3.3.3	水土流失动态变化的区域差异分析	(40)
3.3.4	水土流失与地理环境因子的相关特征分析	(41)
3.4	本章小结	(45)
	参考文献	(46)
第 4 章	三峡库区(重庆段)水土流失敏感性评价及其空间分异规律	(48)
4.1	水土流失敏感性评价方法	(48)
4.1.1	降雨侵蚀力敏感性评价方法	(49)
4.1.2	土壤可蚀性敏感性评价方法	(50)
4.1.3	地形因子敏感性评价方法	(51)
4.1.4	覆盖因子敏感性评价方法	(52)
4.1.5	水土流失敏感性综合评价方法	(52)
4.2	数据获取与处理	(53)
4.3	水土流失敏感性评价与空间分异特征分析	(54)
4.3.1	降雨敏感性特征	(54)
4.3.2	土壤可蚀性敏感性特征	(54)
4.3.3	地形敏感性特征	(54)
4.3.4	覆盖因子敏感性特征	(55)
4.3.5	水土流失敏感性综合评价	(55)

4.3.6 水土流失现状与水土流失敏感性的关系	(56)
4.4 本章小结	(57)
参考文献	(57)
第 5 章 三峡库区(重庆段)水土流失的驱动机制研究	(59)
5.1 水土流失驱动机制的统计分析方法	(60)
5.1.1 主成分分析方法	(60)
5.1.2 典型相关分析方法	(60)
5.1.3 系统动力学方法	(61)
5.1.4 人工神经网络方法	(61)
5.1.5 多元回归分析方法	(61)
5.2 水土流失驱动因子的选取	(62)
5.3 三峡库区(重庆段)社会经济因子的驱动机制分析	(63)
5.3.1 水土流失与人口因子的关系	(63)
5.3.2 水土流失与经济发展因子的关系	(64)
5.3.3 水土流失与土地利用因子的关系	(64)
5.3.4 水土流失与农业发展因子的关系	(64)
5.4 本章小结	(65)
参考文献	(65)
第 6 章 三峡库区(重庆段)水土流失类型分区与防治规划	(67)
6.1 水土保持“三区”划分	(67)
6.1.1 划分原则	(67)
6.1.2 划分标准	(68)
6.1.3 “三区”范围	(68)
6.2 水土流失类型区划分	(69)
6.2.1 划分原则	(69)
6.2.2 划分方法	(70)
6.2.3 水土流失类型区命名方法	(70)
6.2.4 水土流失类型区分区特征	(70)
6.3 水土流失综合防治规划	(76)
6.3.1 预防保护与监督管理规划	(76)
6.3.2 治理措施规划	(77)
6.4 本章小结	(83)
参考文献	(84)
第 7 章 三峡库区(重庆段)石漠化研究	(85)
7.1 石漠化成因分析	(85)

7.1.1	自然成因	(86)
7.1.2	人为成因	(86)
7.2	石漠化特征分析	(87)
7.2.1	石漠化的数量特征	(87)
7.2.2	石漠化的空间分布特征	(88)
7.2.3	石漠化的发育特征	(89)
7.3	石漠化敏感性评价	(89)
7.3.1	石漠化敏感性评价方法	(89)
7.3.2	石漠化敏感性特征评价	(92)
7.4	石漠化防治分区	(100)
7.4.1	东北部三峡库区腹地石漠化重点治理区	(101)
7.4.2	中南部石漠化重点治理区	(102)
7.4.3	石漠化一般治理区	(103)
7.5	石漠化治理措施	(103)
7.5.1	实施植被恢复工程	(103)
7.5.2	加强基本农田建设,建立复合农业生态系统	(103)
7.5.3	有效开发利用喀斯特水资源	(104)
7.5.4	加强农村能源建设	(104)
7.5.5	实施易地扶贫搬迁(生态移民)	(104)
7.6	本章小结	(104)
	参考文献	(105)
第 8 章	结论与展望	(107)
8.1	主要结论	(107)
8.1.1	水土流失动态变化的时空格局与过程	(107)
8.1.2	研究区水土流失敏感性的空间分异规律	(108)
8.1.3	研究区水土流失的驱动机制	(108)
8.1.4	研究区水土流失防治规划	(108)
8.1.5	水土流失的极端表现形式——石漠化	(109)
8.2	本书特色	(110)
8.3	不足及展望	(110)

第 1 章 绪 论

水土资源是构成大自然的两项基本要素，也是人类赖以生存和发展的不可替代的物质基础。在局部地区，尤其是生态环境脆弱地区，由于人类对自然资源掠夺式的经营，生态平衡遭到严重的破坏，多种自然灾害频繁发生，造成了严重的水土流失问题。水土流失是全球性的主要环境问题之一，它不但导致土壤退化、土地生产力降低，影响农业生产和粮食安全，而且随径流泥沙运移的污染物质对异地(侵蚀区的相邻地区，包括位于侵蚀流域的下游地区、湖泊和近海地区)生态、环境、人类生存和社会经济发展也带来严重影响。同时，水土流失和泥沙搬运使土壤有机 C、N 的含量、组分产生较大变化，进而影响全球生源要素(C、N、P、S)循环乃至全球气候变化(李占斌等，2008)。可见，水土流失是制约人类生存和社会可持续发展的重大环境问题，是各种生态问题的集中反映。目前，水土流失是人们关注的主要生态过程之一，水土流失引起的生态环境和社会经济问题也成为全球关注的热点问题。

1.1 水土流失与土壤侵蚀概念

(1) 水土流失(water and soil loss): 是指在水力、重力、风力等外营力作用下，水土资源和土地生产力的破坏和损失，包括土地表层侵蚀和水土损失，亦称水土损失《中国大百科全书水利卷》(王礼先，中国大百科全书出版社，1992)。《简明水利水电词典》(华东水利学院，科学出版社，1981)提出，水土流失是指地表土壤及母质、岩石受到水力、风力、重力和冻融等外力的作用，使之受到各种破坏和移动、堆积过程以及水本身的损失现象，这是广义的水土流失。狭义的水土流失是特指水力侵蚀现象。

(2) 土壤侵蚀(soil erosion): 《中国大百科全书·水利卷》对“土壤侵蚀”定义为：陆地表面，在水力、风力、冻融和重力等外营力作用下，土壤、土壤母质和其他地面组成物质被破坏、剥蚀、转运和沉积的全过程。广义的土壤侵蚀是指土壤和成土母质在外营力作用下被分离、破坏和移动的过程。狭义的土壤侵蚀仅指土壤(本身)在外营力作用下被分离、破坏和移动的过程。

1.2 水土流失与土壤侵蚀的相互关系

水土流失和土壤侵蚀是水土保持学科和山区国土整治的常用概念。美、英、前苏联等多数国家基本上采用“土壤侵蚀”一词，其含义基本一致，即指由雨水和风等作用引起土壤的分离、搬运和流失。我国多采用“水土流失”一词，有的也采用“土壤侵蚀”这一术语(郭耀文，1996；杨子生，2001；Bennett，1939；Hudson，1976；Brady，1974；Foth，1984；Moore，1975；Morgan，1995)。土壤侵蚀是水土流失的本质，土壤侵蚀过程就是土壤和水分同时流失的过程。土壤侵蚀必然导致土壤和水分(主要指土壤水分，水蚀区还包括径流)的同时流失，即水土流失；反之，土壤流失(以及相应的水分流失)了，也就意味着发生土壤侵蚀了。水土流失包括土的流失和水的流失，两者是“形影”相随、相伴而失的，其核心是土的流失，土壤的流失必然意味着“水”也发生了流失。农业生产上总结的“三跑田”中的“三跑”(即跑土、跑水、跑肥)，将土壤固相物质的损失、水的损失和土壤养分的损失有机结合在一起，就是最好的说明(杨子生，2001)。通过对水土流失和土壤侵蚀的定义可以看出，两者表达的内容虽有部分差异，但其本质是一致的，两者是同一事物、同一事件的不同表述，可以视为同义语。因此，人们常将“水土流失”与“土壤侵蚀”两词等同起来使用(何腾兵，1999；吴以孜，2001；席有，1992)。本书在表述中未对水土流失和土壤侵蚀的概念加以严格区分，把水土流失与土壤侵蚀作为同义语使用。

1.3 水土流失的主要研究内容与进展

水土流失问题的研究最早始于德国人 Wollny，他在 19 世纪后期建立了第一个实验小区，对植被覆盖、坡度、坡向等因素对水土流失的影响进行了研究。迄今为止水土流失问题的研究已经有一百多年的历史。一百多年来，水土流失问题的研究经历了从最初的定性描述到定位观测再到过程模拟，发展到今天大量新的理论与技术方法被广泛应用到了水土流失的研究中。在不同的时期，各国学者在这一领域针对不同的方向展开了大量研究与实践工作，为水土流失问题的研究奠定了坚实的理论与实践基础。

1.3.1 水土流失机理

水土流失机理的研究最早始于 19 世纪晚期，但在当时仅仅是限于侵蚀产沙的表面现象观测和定性描述(白清俊，1999)。1934 年，Horton 将实验水槽成功

地应用于坡面流研究,极大地促进了水土流失机理领域的研究(罗细芳等,2004)。1947年,Ellison将水土流失划分为降雨分离、径流分离、降雨输移和径流输移4个子过程,为研究水土流失机理奠定了重要的基础。20世纪60年代,水土流失和产沙的机理研究得到了一定发展。80年代以后,水土流失机理研究取得长足进展,特别是在水力对水土流失机理方面的研究较为系统和深入。同时,对影响水土流失因子如降雨、土壤特性、地貌形态、土地利用方式、植被覆盖度等侵蚀机制也进行了大量研究。研究认为,坡面侵蚀过程自降雨到达地面开始,首先是溅蚀、片蚀、细沟侵蚀过程,然后发展到浅沟侵蚀、切沟侵蚀。我国著名院士黄秉维先生从水力侵蚀的研究机制出发,认为坡面水蚀分为两步:首先是土粒与土体的分离,其次是细沟间片流剪切力的作用(黄秉维,1988)。20世纪90年代以来,水土流失机理研究又取得了新的进展,充实了土壤密度、持水性、颗粒尺度、水力传导性、植物根系、切沟侵蚀等方面的研究(邵颂东等,2000)。Lowery等(1995)认为水土流失的判别应与其密度、持水性、颗粒尺度、水力传导性以及植物根系等指标密切联系起来。Warkentin(1995)认为土壤质量的好坏应取决于它在整个生态系统中所完成的各项功能,如养分循环、降水分布,以及对不利影响的缓冲能力等。Poesen等(1994)探讨了粗颗粒覆盖对细沟侵蚀及沟间侵蚀的影响。

上述这些对水土流失机理持续和深入的研究为水土流失进行模拟和预报、指导水土保持措施配置、防治和减少水土流失奠定了坚实的理论基础。

1.3.2 水土流失过程模拟与预测

水土流失过程的模拟与预测研究是水土流失研究领域的重要内容,它对监测和预测水土流失、指导水土保持措施配置、优化水土资源利用具有重要意义。水土流失模型研究是水土流失过程定量研究的有效手段。一直以来,各国学者在水土流失过程的模拟与预测领域的研究开展了大量工作,科学的模拟、预测模型的建立与发展完善成为这一领域的研究热点。1877年德国土壤学家Ewald Wollny开创了水土流失的定量研究(Meyer,1984),但在当时对水土流失的研究也是仅限于表面现象的观察和定性的描述。20世纪二三十年代,水土流失定量化监测与研究得到了全面发展。20世纪60年代,水土流失研究逐步建立了一些有物理成因基础、能模拟水土流失与产沙物理过程的数学模型,但这些模型仍具有深刻的经验烙印(罗细芳等,2004)。如今,随着人们对水土流失过程研究的不断深入与发展,水土流失模型已实现了由估算单一坡面的水土流失模型转向估算流域内的水土流失和沉积模型,再向区域乃至国家范围内的水土流失估算模型的转移,以及由经验性模型向分析型、确定型模型的转移,从统计模型向描述过程的物理模型的转移。总体上,水土流失模型可以分为经验统计模型和物理模型两大类(张光辉,2002)。

1.3.2.1 经验统计模型

经验统计模型是基于侵蚀过程的重要因子统计分析,一般不考虑侵蚀过程,只产生大概可能的结果。经验统计模型最具代表性的是1965年美国Wischmeier和Smith提出的通用土壤流失方程(Universal Soil Loss Equation, USLE)(Wischmeier et al., 1965),该方程全面考虑了影响水土流失的自然因素,并通过降雨侵蚀力、土壤可蚀性、坡度坡长、作物覆盖和水土保持措施五大因子进行定量计算。USLE所依据的资料丰富、涉及区域广泛,因而具有较强的实用性,在世界范围内得到了广泛的推广。1978年,Wischmeier和Smith针对应用中存在的问题,对USLE进行了修正(Wischmeier et al., 1978),使USLE更具普遍性。1997年美国土壤保持局建立了USLE的修正模型RUSLE(Revised Universal Soil Loss Equation)(Renard et al., 1997)。我国学者针对USLE模型的基本原理结合我国区域实际,开展了一系列相关的研究,发展和完善了USLE模型(杨艳生等,1982;蔡强国等,1989;Liu et al., 1994;张光辉等,1995;陈明华等,1995;王万忠等,1996;刘宝元等,1999)。

1.3.2.2 物理模型

物理模型是用数学物理关系描述侵蚀过程,在理论上较之统计模型更为准确,因此也有人称之为理论模型(张光辉,2002)。它可以描述水土流失时间和空间尺度上的流失状况,因而目前多采用物理模型进行水土流失评价。物理模型以美国的WEPP(Nearing et al., 1990)、欧洲的EU-ROSEM(Morgan, 1994)和LISEM(De Roo et al., 1996)、澳大利亚的GUEST(Rose et al., 1983)最具代表性。其中WEPP模型是目前国际上最为完整也是最复杂的水土流失预报模型,它几乎涉及与水土流失相关的所有过程,主要包括天气变化、降雨、截留、入渗、蒸发、灌溉、地表径流、地下径流、土壤分离、泥沙输移、植物生长、根系发育、根冠生物量比、农机的影响等子过程。我国是水土流失最为严重的国家之一,根据不同区域水土流失的特征与规律,学者们建立了适合我国区域特征的水土流失理论物理模型。谢树楠等(1990)从泥沙运动力学的基本原理出发,通过理论推导建立了坡面产沙量与雨强、坡长、坡度、径流系数和泥沙中数粒径间的函数关系,在充分考虑植被和土壤类型对水土流失影响的基础上,建立了具有一定理论基础的流域侵蚀模型,并用黄河中游三个中等流域产沙实测数据进行了精度检验,结果表明该模型具有一定的计算精度。汤立群(1996)从流域水沙产生、输移、沉积过程的基本原理出发,根据黄土地区地形地貌和侵蚀产沙的垂直分带性规律,建立了流域产沙随时间、空间分布的确定性模型。该模型充分借鉴了国外已有研究成果,模型结构简单明了,又考虑了黄土地区水土流失的垂直分带性规律,是目前国内较为理想的侵蚀模型。蔡强国(1998)在充分考虑黄土丘陵沟壑区复杂地貌特征和侵蚀垂直分带性的基础上,将流域水土流失模型划分为坡面、沟

坡和沟道三个相互联系的子模型,建立了各自的定量模拟方程。该模型考虑因素较为全面,模型结构合理,充分考虑了黄土丘陵沟壑区水土流失的实际情况,可较为理想地模拟次降雨引起的水土流失过程。

1.3.3 水土流失格局与尺度特征

水土流失不仅是多因子综合影响的一个复杂的时空变异过程(Qiu et al., 2002; Wang et al., 2001),而且也是一个典型的多重尺度变异过程(Bloschl, 1996; Lovejoy et al., 1995)。因此,揭示水土流失的格局及其尺度特征也是水土流失研究的重要内容。不同强度的水土流失可视为景观的一种元素,不同水土流失等级的斑块在空间上的更迭和组合,是根据一定范围内的水土流失等级、类型、个体的相似性进行类群归并的产物。以往对水土流失过程的研究,更多的是利用小区的观测试验结果来推断大尺度上的水土流失过程。20世纪末和本世纪初,越来越多的生态学家、水文学家和土壤学家开始关注和发展景观格局和水土流失的空间变异性和尺度变异的理论和方法(Bloschl, 1996; Turner et al., 1989; Wood et al., 1990; Levin, 1992; Fekete et al., 2001)。异质景观内不同的土地利用格局深刻影响着流域的径流和产沙过程,探索不同景观格局对流域水土流失过程的影响,将流域水土流失过程与景观格局结合起来,研究水土流失的格局特征是目前水土流失研究的一个重要方向。Bergkam(1998)研究了加拿大萨斯喀彻温省南部水土流失的空间格局特征;Qiu等(2002)研究了水土流失时空格局的变异特征;Wang(2008)对江西省兴国县水土流失的景观格局进行了研究;游珍等(2005)以黄家二岔流域为例,分析该区的景观格局,选取斑块大小、斑块破碎度、等高连通度、顺坡连通度和斑块相对位置指数5个指标对景观格局进行量化,再结合地形将该流域分为阴坡和阳坡分别计算它们的景观格局,并分析它们与水土流失的关系;索安宁等(2005)对黄土高原腹地径河流域12个子流域的景观格局与流域水土流失关系进行了定量分析;李月臣等(2008)对三峡库区水土流失的时空格局特征进行了深入分析。此外,很多学者也开展了水土流失尺度效应的研究,研究表明,随着尺度增加,水土流失过程的发生机制会发生明显的改变(Pennock, 1990; Bergkam, 1998; Basnyat, 1999; Shi et al., 2000)。尽管这些水土流失格局和尺度变异研究没有和相应的生态过程相结合,缺乏机制性分析,但是有力地促进了水土流失等生态过程的尺度变异及其影响因子研究。

1.3.4 水土流失研究的新技术与方法

20世纪80年代以来,世界各国对水土流失问题日益关注,面对水土流失加剧的趋势,各国学者加强了对水土流失调查和监测新技术与方法的研究,力求在技术和方法上有新的突破(李秀霞, 2006)。近年来,随着遥感与地理信息系统技

术的日趋成熟,采用水土流失模型和地理信息系统相结合的方法,使得水土流失空间变化的定量研究得到了加强和发展,并使水土流失研究有了一个新的发展方向(刘耀林等,2006)。研究者开始将其应用于水土流失动态监测和水土保持规划方面,遥感与地理信息系统技术和土壤监测模型尤其是 USLE 或 RUSLE 的集成更是成为一种新的研究趋势,而且学者们在各自划定的研究范围内,对运用 3S 技术建立微流域、小流域直至区域的水土流失动态监测系统,探讨了各种模型与方法的应用。将水土流失与遥感、GIS 技术方法结合进行评价,其代表人物是 De Jong。20 世纪 90 年代初,De Jong 将水土流失过程概化为径流阶段和输沙阶段,初步建立了一个基于 RS 和 GIS 的模型,为水土流失预测、水土保持规划提供了一个可用的支持工具(De Jong,1999)。该模型可模拟区域尺度水土流失过程,考虑了水土流失发生的主要过程,可用来模拟区域尺度的水土流失过程,计算结果之一是水土流失图,该模型是第一个与 GIS 完全集成并直接利用遥感数据的水土流失预报模型,可更加清楚地反映水土流失的机理和时空动态,在一定程度上代表了水土流失模型开发的新思潮,这对基于水土流失物理过程的区域模型开发是一个有益的尝试(贾媛媛等,2003)。在国内,卜兆宏等(1990,1997)针对省区一级水土流失普查和监测需要,开发了水土流失遥感定量快速监测方法,并在山东、福建、江西、江苏等地推广应用;傅伯杰(1991)将 RUSLE 与 GIS 集成,完成了延河流域水土流失定量评价;李月臣等(2008,2009)运用遥感与 GIS 技术对三峡库区重庆段水土流失的时空特征及其驱动因子和水土流失的敏感性进行了研究。

1.4 本书的背景与意义

水土流失作为世界性的重大环境问题,对全球食物安全、环境质量及生态安全的负面影响日益严重,水土流失及相关问题的研究越来越受到世界各国政府及科研工作者的关注。由人为因素诱导的水土流失的发生机制与演变动态、时空分布规律及未来变化预测与恢复重建对策,已成为研究全球变化的重要组成部分,并将继续成为 21 世纪国际土壤学、农业科学及环境科学界共同关注的热点问题。各国学者在水土流失机理、水土流失过程模拟与预测、水土流失的格局与尺度特征以及水土流失监测与评价的技术与方法等领域开展了大量和卓有成效的研究工作,为水土流失问题的研究奠定了扎实的理论与实践基础。当前,我国水土流失面积占国土面积的比例约为 38%,水土流失已经成为我国头号生态环境问题(辜胜阻等,2000)。国内外学者已取得的研究成果对我国水土流失问题的研究奠定了良好的基础。但是,这些研究总体上还缺乏对典型地区的水土流失问题从格局、过程、机制与防治的深入系统和综合性的研究。

三峡库区是全国重要生态功能保护区,是全球少有的自然人工二元干扰最为

突出的地区之一,是我国乃至世界上典型的生态系统脆弱与敏感地区。三峡库区下垫面的动态变化特征对研究区域生态环境变化具有重要意义,同时作为典型区域对研究全球变化也具有重要价值。重庆市域内三峡库区面积约占整个三峡库区面积的近80%,覆盖了大部分三峡库区范围。三峡库区重庆段水土流失面积比高达51.7%,流失强度远高于邻近的四川、贵州、湖北等地区。水土流失问题已经成为影响这一地区生态安全的关键因子和亟待解决的生态环境问题。三峡库区水土流失问题的研究和理解一直受到众多学者的高度重视(张生等,2001;詹小国等,2003;廖小勇等,2005;傅涛等,2002;李红卫等,1993;杜佐华等,1999;李月臣等,2008)。这些研究提高了人们对三峡库区乃至长江流域水土流失问题的认识和理解,但同时,这些研究更多的是从局部或某一个方面对三峡库区的水土流失问题进行研究,缺少综合性的研究。因此,加强对三峡库区水土流失的时空格局与演变过程的研究,进一步认识和理解这一典型区域水土流失的驱动机制,制定科学合理的水土流失防治规划,无疑具有重要的理论和现实意义。

1.5 本书的主要内容

鉴于以上研究背景,在国家自然科学基金项目(No. 40801077),教育部重点项目(No. 209100),重庆市自然科学基金项目(No. CSTC, 2008BB7367),重庆市教委科技项目(No. KJ070811),重庆师范大学博士科研启动基金(06XLB004),重庆市水利局项目等科研课题和2010年重庆师范大学学术专著出版基金(10XCB03)的支持和资助下,本研究以水土流失研究的理论和方法为指导,以三峡库区(重庆段)为研究区,对该区域的水土流失进行了全面深入地分析和研究。研究的基本目标在于认识和理解三峡库区典型生态脆弱与敏感区水土流失的基本特征与规律,进而丰富和推动我国水土流失的综合研究。主要内容共8章,分别为:

第1章:系统分析水土流失及相关概念的基本含义和相互关系,水土流失的研究内容与进展,论述本书的研究背景与意义。以三峡库区(重庆段)为研究区,明确研究内容与目标。

第2章:对研究区的全面认识是深入研究的基础与前提,本章针对三峡库区(重庆段)的具体情况,全面深入分析了这一地区的自然生态环境、自然资源现状和社会经济条件。

第3章:格局与过程的研究是揭示区域水土流失及其生态效应时空演变和空间变异的重要手段。本章在TM解译的三峡库区(重庆段)1999年和2004年水土流失数据及相关辅助数据的支持下,借助GIS技术,分析了研究区5年来水土流失的时空演变及地理空间分异特征与规律。

第4章:本章从分析研究区水土流失的自然和社会基底的角度出发,以通用

水土流失方程为基础,运用GIS技术,分析了土壤质地、降水、地形、植被覆盖因子对研究区水土流失敏感性的影响程度。在此基础上,实现研究区水土流失敏感性的综合评价。探讨了三峡库区(重庆段)这一特殊生态地理区域水土流失敏感性的高低分布规律及其在不同主导因子作用下的水土流失的空间分异特征。

第5章:驱动机制的研究对解释水土流失时空变化起着关键作用,同时也是建立水土流失动态变化模型、进行定量预测和采取有效防治措施的基础。本章运用逐步回归分析方法重点探讨了本区域水土流失的社会经济驱动机制。

第6章:本章在前几章研究的基础上,科学划分了水土流失类型和治理区,针对不同类型区规划不同的防治措施。

第7章:本章主要研究了三峡库区(重庆段)水土流失的极端表现形式——石漠化,包括其成因、数量特征、空间分布特征和发育特征,评价了石漠化敏感性的特征和规律,石漠化防治分区和石漠化防治措施等问题。

第8章:本章全面总结了本书的主要研究结论、特色以及存在的不足和下一步工作的展望。

1.6 本章小结

本章主要对水土流失的基本概念进行了解析,阐述了水土流失与土壤侵蚀的关系,综述了水土流失研究的主要内容与进展,介绍了本书的背景与意义,总结了本书的主要内容。

参 考 文 献

- 白清俊. 1999. 流域土壤侵蚀预报模型的回顾与展望 [J]. 人民黄河, 21 (4): 18-21.
- 卜兆宏, 席承藩, 李士鸿. 1990. 水土流失量遥感监测的研究设想与初步进展 [J]. 遥感技术与应用, 4: 18-25.
- 卜兆宏, 孙金庄, 周伏建, 等. 1997. 水土流失定量遥感方法及其应用的研究 [J]. 土壤学报, 34 (3): 235-244.
- 蔡强国, 陈浩. 1989. 影响降雨击溅侵蚀过程的多元正交试验研究 [J]. 地理研究, 8 (4): 28-36.
- 蔡强国, 王贵平, 陈永宗. 1998. 黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟 [M]. 北京: 科学出版社.
- 陈明华, 周伏建, 黄炎和, 等. 1995. 土壤可蚀性因子的研究 [J]. 水土保持学报, 9 (1): 19-24.
- 杜佐华, 严国安. 1999. 三峡库区水土保持与生态环境改善 [J]. 长江流域资源与环境, 8 (3): 299-304.
- Foth H D. 1984. 土壤科学原理第6版 [M]. 唐耀先, 谭世文, 张伯泉, 等译. 北京: 农业出版社.
- 傅伯杰. 1991. 陕北黄土高原土地评价研究 [J]. 水土保持学报, 1: 56-64.
- 傅涛, 倪九派, 魏朝富, 等. 2002. 雨强对三峡库区黄色石灰土养分流失的影响 [J]. 水土保持学报, 16 (2): 33-35.
- 辜胜阻, 侯伟丽. 2000. 治理长江上游水土流失的对策 [J]. 长江流域资源与环境, 9 (2): 260-264.