

“中国南方喀斯特”荔波世界自然遗产地 水土流失现状与驱动力分析

李波^{1,2}, 周忠发¹, 刘梦琦¹

(1. 贵州师范大学 中国南方喀斯特研究院, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州省科技风险投资管理中心, 贵州 贵阳 550002)

摘要: 荔波世界自然遗产地有着不同强度级别的水土流失现象, 局部区域还伴随石漠化的发生。基于GIS与遥感技术, 对遗产地内水土流失现状进行了遥感调查, 分析了其空间分布与特点, 并对其驱动力进行了探讨。结果认为, 遗产地主要受生态环境、成土物质与速度、土壤流失难易、环境异质性及人地矛盾关系的历史等因素控制。该研究为荔波遗产地进行水土流失综合防治, 合理利用土地资源, 完善产业结构调整等方面提供依据, 有助于世界自然遗产地生态环境的保护与可持续发展。

关键词: 中国南方喀斯特; 世界自然遗产; GIS与遥感; 水土流失; 驱动力

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)01-0236-04

中图分类号: P642.25, S157.2

Soil Erosion and Its Driving Forces in Libo of the Southern China Karst

LI Bo^{1,2}, ZHOU Zhong-fa¹, LIU Meng-qi¹

(1. Institute of South China Karst, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China;

2. The Technology Venture Capital Investment Management Center of Guizhou Province, Guiyang, Guizhou 550002, China)

Abstract: Soil erosion in the Libo World Natural Heritage has different strength classes and partly accompanies rocky desertification. Based on GIS and RS technologies, the article analyzes the spatial distribution and features of soil erosion and probes its driving forces. The area is mainly controlled by factors like ecological environment, soil materials, soil erodibility, environmental heterogeneity, and the historical relationship between human and land. The study provides a reference basis for integrated soil loss control, reasonable soil utilization, and local industrial structure adjustment and is helpful to ecological environment protection and sustainable development in the Libo World Natural Heritage.

Keywords: Southern China karst; world nature heritage; GIS and RS; soil erosion; driving force

1 荔波喀斯特世界自然遗产地概况

1.1 自然地理概况

(1) 地形地势。荔波喀斯特遗产地位于中国贵州省荔波县境内。地势西高东低, 由北部向南部广西盆地逐渐过渡。平均海拔 747 m, 海拔变化在 385 ~ 1 109 m 之间, 是一个内部差异较大, 深受河流切割的亚热带喀斯特高原。以樟江两岸为代表, 喀斯特形态从分水岭至河谷呈规律性变化, 是第四纪构造抬升区产生的喀斯特地貌逆向演化的特殊过程。

(2) 地质构造。荔波喀斯特地区属扬子地块的黔南古断褶束, 地层间多不整合接触现象, 区内缺失上三叠统和侏罗系, 在附近的山间断陷盆地中有部分

中生界红层。该区内构造以近南北向构造带为主, 为隔槽式褶皱系, 由彼此平行的, 宽达 30 ~ 50 km 的大型箱状背斜与紧密向斜相间构成。背斜的核部是石炭系、二叠系碳酸盐岩, 向斜轴部为中三叠统的碎屑岩。褶皱两翼岩层陡峭, 甚至直立, 并向西有序排列, 地下则有网状地下河发育^[1]。

(3) 地层与岩性。荔波喀斯特地区沉积岩厚达 8 600 m, 时代分属震旦纪至三叠纪, 但奥陶系和志留系层位不全。喀斯特发育的地层主要是石炭系大塘组(C_{1d})、摆佐组(C_{1b})、黄龙群(C_{2hn})、马平群(C_{3mp})、三叠系栖霞组(P_{2q})和茅口组(P_{2m}), 岩性为灰岩、白云岩、白云质灰岩等。

(4) 气候与水文。荔波喀斯特地区处于中亚热

收稿日期: 2009-05-18

修回日期: 2009-07-17

资助项目: 贵州省国际科技合作重点项目“自然遗产提名地水土流失遥感动态监测与防治”(黔科合外 G 字[2007] 400127); 贵州省十一五攻关项目“喀斯特地区土地利用适宜性评价系统开发与示范”(黔科合 SY 字[2008] 3072)

作者简介: 李波(1974—), 男(汉族), 贵州省遵义市人, 硕士研究生, 研究方向为 GIS 与遥感、喀斯特环境。E-mail: liboeml@126.com。

通信作者: 周忠发(1969—), 男(汉族), 贵州省遵义市人, 教授, 研究方向为 GIS 与遥感、喀斯特环境。E-mail: fa6897@163.com。

带季风湿润气候区,具有春暖夏凉,四季如春,降水丰沛的中亚热带山地湿润气候特点。1月平均气温为 $5.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,7月平均气温为 $23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,年平均气温为 $15.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,气温年较差 $18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$;年平均降水量 $1\,752\text{ mm}$,集中分布在4—10月;年日照时数 $1\,272\text{ h}$,日照百分率 29% ,太阳辐射年总量为 $632\,898\text{ kW/m}^2$ 。荔波遗产地地处珠江流域红水河水系打狗河中游地区。主要河流水系有西部的打狗河水系及东南部的三岔河水系,构成喀斯特发育的区域侵蚀—溶蚀基准面。

(5) 土壤与植被。荔波喀斯特地区土壤以中性至弱碱性的石灰土代表性强,其中又以发育在喀斯特峰林、峰丛和喀斯特槽谷斜坡喀斯特森林下的黑色石灰土最为普遍,在部分喀斯特洼地、盆地和槽谷底部分布有黄壤。植被类型与顶极群落为由不同优势种组成的常绿落叶阔叶混交林,现存植被的类型较多。峰丛峰林常绿落叶阔叶混交林景观连片分布,面积达 335 km^2 ,在世界同纬度喀斯特地区极为独特,具有很高的科学价值^[1]。

1.2 荔波世界自然遗产地水土流失治理必要性

“中国南方喀斯特”世界自然遗产荔波遗产地主要包括茂兰国家级自然保护区、荔波樟江国家重点风景名胜。第三十一届世界遗产委员会在大会上审议通过“中国南方喀斯特”列为世界遗产名录。荔波世界自然遗产地因满足下列遗产标准而被提名:反映地球演化历史主要阶段的杰出范例,包括生命的记录,重要的、正在进行的地貌演化,重要的地貌形态或自然地理特征;反映陆地、淡水、海岸、海洋生态系统和动植物群落正在进行的重要的生态和生物演化过程的杰出范例;包含就地保护生物多样性最重要和显著的自然栖息地,包括从科学和保护的角度看,具有突出普遍价值的濒危物种的栖息地^[2]。

荔波遗产地属中山河谷丘陵中强度侵蚀区,以水力侵蚀为主。水土流失在地类上主要分布在缓冲区内坡耕地、闲置地与林草覆盖度较低的疏幼林地、灌木林以及荒山荒坡山。流域内喀斯特广布,土层浅薄,土壤流失后石山裸露造成石漠化,直接危及到遗产地生态安全和环境保护、区域内居民的生产生活条件和生存环境以及区域经济的可持续发展。

2 荔波世界自然遗产地水土流失现状与特点

2.1 荔波水土流失强度的分级标准

地壳表层土壤在自然营力和人类活动综合作用下,单位面积和单位时段内被剥蚀并发生位移的土壤侵蚀量,以土壤侵蚀模数表示。根据中华人民共和国水利部发布《土壤侵蚀分类分级标准》(中华人民共和国水利行业标准 SL190—2007),荔波世界自然遗产地一级类型区属于水力侵蚀(I),其二级类型区属于西南土石山区(I_s),主要土壤为黄壤、黄棕壤和石灰土等类型,以溶蚀为主,水土流失主要表现为轻度—中度侵蚀^[3]。荔波世界自然遗产地侵蚀等级划分按每年每 1 km^2 土壤的流失量为标准来划分(表1),并参照土壤侵蚀强度面蚀分级指标进行确定(表2)。

表1 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数/ ($\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)	平均流失厚度/ ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$)
微度	< 500	< 0.37
轻度	200, 500, 1 000 ~ 2 500	0.37 ~ 1.9
中度	2 500 ~ 5 000	1.9 ~ 3.7
强度	5 000 ~ 8 000	3.7 ~ 5.9
极强烈	8 000 ~ 15 000	5.9 ~ 11.1
剧烈	> 15 000	> 11.1

注:据中华人民共和国水利行业标准SL190—2007。

表2 面蚀(片蚀)分级指标

地面坡度/($^{\circ}$)		5~8	8~15	15~25	25~35	>35
非耕地的 林地覆盖 度/%	60~70	轻度				强烈
	45~60	轻度				强烈
	30~45	中度			强烈	极强烈
	<30	中度		强烈	极强烈	剧烈
坡耕地		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈

注:据中华人民共和国水利行业标准SL190—2007。

2.2 荔波遗产地水土流失现状

通过遥感平台,将遥感影像图解译后得到土地利用图,结合国家水土流失强度分级标准,分析出水土流失现状。利用GIS数据分析功能,得出研究区各流失强度所占面积及比例(表3)。

表3 荔波遗产地水土流失强度等级与所占面积

类别	微度		轻度		中度		强烈		合计
	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2
核心区	28 431.73	38.94	256.81	0.35	696.63	0.96	132.83	0.18	29 518
缓冲区	39 752.82	54.44	1 248.39	1.71	2 279.30	3.12	217.49	0.30	43 498
遗产地	68 184.55	93.38	1 505.20	2.06	2 975.93	4.08	350.32	0.48	73 016

2.3 遗产地水土流失特点

2.3.1 遗产地内水土流失分布 荔波遗产地水土流失主要集中在缓冲区内(表3),区内人为农业活动较强烈,植被郁闭度也不高,草坡、疏林广泛分布,水土流失主要发生在坡耕地地类。其中以轻、中度水土流失最为明显,集中在翁昂、捞村、拉圭、高桥、弄母、板潭等地。弄母、板潭、高桥地区及其周边地区出现了轻、中度,伴随强烈水土流失现象。荔波遗产地核心区由于植被覆盖率和植被郁闭度高,所以总体水土流失情况较少(表3),但在人类活动频敏的局部地区也有强烈水土流失情况发生,主要分布在板贵、板老一带。

2.3.2 遗产地内局部地区有喀斯特石漠化现象 荔波遗产地喀斯特发育强烈,山峦起伏,河谷深切,地形地貌复杂,原生植被生长缓慢,对环境变化极为敏感,容易退化,其出露地层主要为石炭系、二迭系岩石,岩性主要为灰岩;加之历史原因导致的生态破坏后果严重,原来居住在内的农民由于生活能源缺乏,驱动其对原生植被的砍伐和破坏,使原本脆弱的生态环境遭到破坏,水土流失加重,基岩裸露面积增大,使缓冲区与核心区局部地区有不同程度的石漠化现象发生^[4]。

3 荔波世界自然遗产地水土流失驱动力分析

3.1 遗产地生态环境特殊,生态系统结构简单,稳定性差

地球表层的物质是可溶解的碳酸盐岩,物质能量流动是 C、Ca 元素交换、贮存和转移的化学溶蚀动力过程,形成一个二元(地表、地下双层结构)三维空间地域的耗散结构开放系统。整个生态环境系统显示出稳定性差,变异敏感度高,抗干扰能力弱,异质性强,系统功能低下,环境生态容量低等一系列脆弱性本质特征^[5]。如果人类不合理利用喀斯特环境,那么喀斯特环境潜在的脆弱性将被人类活动强化。若喀斯特水、土环境要素缺损,环境与生态之间的物质能量受阻,植物生境也将严酷。这种环境不仅导致了对植物的严格选择,甚至发生变异来适应环境,使喀斯特地区的植被结构简单。系统循环中水、土环境要素起着十分关键的作用,因此水土保持工作是喀斯特环境治理中一项重要工作,对荔波遗产地生态环境保护的作用更为明显。

3.2 遗产地内成土物质少,成土速度慢

喀斯特成土物质来源于碳酸盐岩风化淋溶后的残留物质。由于碳酸盐岩在风化溶蚀中,90%的物质溶解于水而被带走,不溶残留物的含量一般小于10%。遗产地区域内地表、地下喀斯特发育,地表起

伏度大,山高坡陡,聚积了较大的势能,加之土壤与母岩之间缺乏 C 层,土石之间黏合力差,暴雨之下易发生土块滑移。这些因素导致地表土层的稳定性较差,在流水作用下易于迁移流失而重新聚积。

3.3 土壤易于流失,喀斯特环境异质性较强

土壤迁移流失的形式有两种:一种是地表迁移流失,坡面上的土壤顺坡面向低处迁移;另外一种形式是土壤从地表经溶蚀裂隙、溶洞、落水洞等迁移至地下,其中一部分土壤存留于岩体空洞之中,另一部分由地下河带至地表河流,因此遗产地内喀斯特土层的迁移流失是双向的。由于喀斯特成土速度慢,土壤易于流失而重新聚积,导致喀斯特环境异质性较强。在较小的空间范围内,土层厚薄不均,甚至出现无土覆盖的裸岩。在较大的范围内,洼地、盆地及山麓的土层较厚,一般在 2 m 左右。缓冲区内分布较广的坡地,土层浅薄,一般小于 40 cm,有裸岩零星分布。还有一些山地的裸岩大面积出露,形成石山、半石山或石芽地,以致土层薄而不连续。

3.4 遗产地内人地矛盾关系影响

人为因素是主要是历史原因导致的生态破坏后果严重,原来居住在内的农民由于生活能源缺乏,驱动其对原生植被的砍伐和破坏,使原本脆弱的生态环境遭到破坏,水土流失加重,基岩裸露面积增大,这是形成水土流失的主要原因之一。另外,由于人地矛盾影响及环境效应,该流域的农业耕种方式沿袭传统的农业耕种方式,使得对资源采取掠夺式的开发,同时流域内因土地利用结构不合理使水土保持状况每况愈下,主要表现在坡耕地面积大,水土流失严重,致使土地耕作层逐年变低,加之粗放耕作,土壤肥力下降,质地变劣,生产能力低,特别是在缓冲区表现更为突出。

4 结论

“中国南方喀斯特”荔波世界自然遗产地喀斯特发育强烈,在自然背景因素、人类活动因素影响下,导致遗产地的水土流失。遗产地区域内水土流失面积整体比例并不明显,不到 10%,但并不代表其危害和破坏性小,在喀斯特石山地区,如果完全按照《土壤侵蚀分类分级标准》来划分,还有待于继续完善。

喀斯特石山脆弱生态环境区其土层薄,局部区域(强度石漠化)是无土可流的现状,侵蚀模数再也不能表现其程度,所以荔波遗产地也如此,局部区域水土流失危程度高,其侵蚀模数并不突出。遗产地区域内水土流失主要表现在缓冲区,占全部流失面积的 75%,甚至还伴随石漠化的发生。

因此,只有加强区域内的水土流失综合防治,合

理利用土地资源,完善产业结构调整⁹,促进当地旅游业的发展。荔波世界自然遗产地保护性基础设施建设项目对于保护当地的自然生态景观具有积极的作用,更好地保护有限的自然资源。

今后在荔波世界自然遗产地的开发与建设项目必须落实各项环境保护和污染防治措施,实施水土保持措施,建立和推广综合的农村可持续发展模式,改善当地农民生产生活条件。加强生产管理和环境管理,防止污染事故的发生,对保护目标不产生污染影响。通过对遗产地制定一系列水土流失防治对策,完善水土保持措施,加强遗产地水土流失的监测与评价,实施荔波世界自然遗产地生态环境的保护与地方经济发展的可持续发展。

[参 考 文 献]

[1] 高道德,张世从,毕坤,等.黔南岩溶研究[M].贵阳:贵

州人民出版社,1986.

- [2] Xiong Kangning, Fu Yuliang, Liang Yongning, et al. South China Karst (Shilin Karst; Libo Karst; Wulong Karst)[Z]. Ministry of Construction of People's Republic of China, 2005.
- [3] 《土壤侵蚀分类分级标准》(中华人民共和国水利行业标准 SL190-2007)[S].北京:中国水利水电出版社,2008:4-5.
- [4] 周忠发,杨琴.喀斯特地区世界自然遗产提名地保护与石漠化综合防治探讨:以贵州荔波小七孔流域为例[J].中国人口资源与环境,2007,17(2):173-175.
- [5] 高贵龙,邓自民,熊康宁.喀斯特的呼唤与希望:贵州喀斯特生态环境建设与可持续发展[M].贵阳:贵州科技出版社,2004.
- [6] 周忠发.基于GIS的喀斯特流域石漠化综合防治探讨:以贵州织金县洗马河流域为例[J].水土保持研究,2007,14(5):264-266.

(上接第198页)

(2)生态效益、经济效益和社会效益协调发展。在治理过程中,一定要将生态治理与提高农业综合生产力和增加农户经济收入结合起来,更要与解决“三农”问题和新农村建设相结合,打造极具地方特色的精品小流域。否则,只注重生态退耕,经济发展滞后,不仅会挫伤农户的积极性,还会延缓治理进程。

(3)做好能源和燃料替代工作。小流域综合治理必须解决好燃料和能源问题,大力发展沼气和薪炭林的同时,应充分利用小流域热量充足,光照强的资源优势,开发太阳能新能源。既能防止农户改伐树木,巩固小流域治理成果,又能改善农户生活质量。

(4)发展节水农业。针对小流域水资源不足的现状,可适当引进节水农业技术,包括雨水汇集利用技术,节水灌溉技术,蓄水保墒耕作技术,地膜和秸秆覆盖保墒技术,平衡施肥技术等,发展节水农业,提高灌溉水和降雨利用率,增强农业生产综合生产能力。

[参 考 文 献]

[1] 刘刚才,游翔,张建辉,等.紫色土丘陵区小流域综合治理对水土保持的作用[J].山地学报,2007(9):590-595.

[2] 周璟,何丙辉.涪陵区小流域综合治理状况及治理措施

- 效益分析[J].水土保持研究,2006,13(5):316-318,321.
- [3] 吴伯志,段青松,刘红梅,等.滇中地区小流域综合治理及效益评价[J].中国水土保持,2006,13(6):265-267,270.
- [4] 段巧甫.小流域综合治理开发是加快生态环境建设的有效途径[J].中国水土保持,2000(6):13-15.
- [5] 吕玉伦.小流域综合治理是促进农村经济发展的有效措施[J].中国水土保持,2008(3):12-14.
- [6] 杨艳丽.生物措施在小流域综合治理中的作用[J].中国林业,2007(8B):32.
- [7] 张富,余新晓,陈丽华.小流域水土保持植物措施对位配置研究[J].水土保持通报,2008,28(2):195-198,210.
- [8] 李凤,张如良.坡耕地实行保土耕作的效益实验分析[J].水土保持研究,2000,7(3):184-186.
- [9] 王健,吴发启,孟秦倩.农业耕作措施蓄水保土效益实验研究[J].水土保持通报,2004,24(5):39-41.
- [10] 赵西宁,王万忠,吴发启.不同耕作管理措施对坡耕地降雨入渗的影响[J].西北农林科技大学学报,2004,32(2):69-72.
- [11] 吴发启,赵西宁,崔卫芳.坡耕地耕作管理措施对降雨入渗的影响[J].水土保持学报,2003,17(3):115-117.
- [12] 刘燕华,刘秀彬.脆弱生态环境可持续发展[M].北京:商务印书馆,2001:204-205.