

喀斯特小流域石漠化耕地治理方式研究 ——以贵州毕节石桥小流域、关岭木工小流域为例

周 玮,熊康宁,高渐飞

(贵州师范大学中国南方喀斯特研究院,贵州 贵阳 550001)

摘 要:贵州毕节石桥小流域与关岭木工小流域处于石漠化严重、坡耕地比例高、粮食产量低且不稳定、人口密度大、农业经济水平低的喀斯特山区。通过对研究区人口增长的预测,利用人一地关系平衡模型,计算出该两小流域需保有的耕地量分别为 281.91hm²、228.68hm²。但由于需保有的耕地面积较未出现石漠化耕地面积大,致使需保有的耕地中仍有部分地存在石漠化。但如果对这部分石漠化土地都实施退耕还林还草,将无法保障流域内农民的口粮需求。为此,对该两小流域耕地石漠化区域开展包括林农间作、粮草间作、坡改梯等治理措施。结果流域内耕地的石漠化得到了有效控制,土壤侵蚀模数由 2007 年的 721.63t/(km²·a)、42.42 t/(km²·a)下降到 2009 年的 472.78 t/(km²·a)、35.59t/(km²·a),植被覆盖率分别提高 11.3%、6.4%,人均经济收入分别增加 300 元和 231 元,不仅有效地治理了石漠化耕地,而且农民生计也得到了保障。

关键词:耕地;石漠化;治理;农民生计;喀斯特小流域

中图分类号:S157.3

文献标识码:A

0 引 言

中国南方石漠化主要分布在以贵州高原为中心的贵州、云南和广西 3 省区,其中贵州为石漠化最为严重的省份^[1],有 55 个县(市、区)进入“十一五”全国 100 个石漠化综合治理试点县。截至 2005 年贵州全省 61.92% 的喀斯特出露区,石漠化面积 37 597.36 km²,占全省总面积的 21.34%^[2],其中耕地石漠化是贵州石漠化主要组成部分。据统计,贵州省耕地石漠化面积占全省石漠化面积的 35.7%,乔灌木林地占 17.2%,牧草地占 1.5%,其它土地类型占 31.2%,未利用地占 10.4%,且每年以 2 万 hm² 的速度增长^[3,4]。而贵州又是南方地区农业人口最多,贫困程度最深的省份,大面积的石漠化耕地仍关系到农民的生计问题,如果采取“一刀切”的方式,即对这部分耕地全部退耕还林还草,又不能落实补偿政策,农户的前期生计将无法保障,从而导致治理工作难度增大或

无法实施治理工程。如何在人口高密度区的耕地上进行石漠化治理,同时又能保障农民生计,是迫切需要解决的问题。文章以试点县(毕节市、关岭县)两个典型小流域为例,探索耕地的石漠化治理与保障农民生计不受影响的协调持续发展思路与方法。

1 研究区概况

1.1 石桥小流域

石桥小流域位于乌江流域上游段,毕节市东南部的鸭池镇和梨树镇境内,距毕节市 14km,土地总面积为 854.10hm²;属中山坡谷地地貌类型,地势起伏较大,最高海拔 1 742m,最低海拔 1 400m,相对高差为 342m。流域地处长江流域乌江水系白浦河支流区,横断山脉东侧,出露地层为三迭系下统永宁镇组(T₂yn),以石灰岩出露为主,局部有侏罗纪紫色砂页岩、页岩分布。由于流域内紫色砂页岩岩性松软,风

基金项目:国家十一一重大科技支撑计划课题“喀斯特高原退化生态系统综合整治技术与模式”(2006BAC01A09)

第一作者简介:周玮(1986—),女,硕士研究生,主要从事喀斯特生态恢复与区域经济等方面的研究。E-mail:zhouwei-460@163.com。

通讯作者:熊康宁,男,教授,主要从事喀斯特与洞穴、资源与环境及石漠化生态治理等方面的研究。E-mail:xiongkn@163.com。

收稿日期:2009-12-25

化强烈,风化壳厚度大,土壤以石灰土和黄棕壤为主,为水土流失提供了丰富的物质基础。流域属亚热带湿润季风气候区,多年平均气温 12.8℃,平均降雨量 863mm,4—9 月降水量占全年降水量的 52.4%。由于流域内喀斯特广泛发育,地表水下渗强烈,地表旱灾较为严重。2007 年农业人口 3 186 人,农业人口密度为 372 人/km²,人均耕地约 0.14hm²,农民人均收入 2 173 元/年。产业结构、经济收入渠道单一,主要以种植业、家庭养殖业为主,然而土地产出率低下,猪、鸡、鸭、鹅家庭养殖业是农户经济的主要来源。

1.2 木工小流域

木工小流域位于北盘江北岸,土地总面积 1 256.83hm²,为典型的喀斯特中山峡谷地貌,山多、山高、坡陡。位于法郎向斜上,出露地层主要为中统三叠系法郎组(T₂f)碳酸盐类岩石,质纯层厚。岩石坚硬,风化微弱,风化壳薄。地貌以岩溶峰丛、谷地为主,地表起伏强烈,相对高差悬殊,最高海拔 1 455m,最低海拔 601m,相对高差为 854m;气候炎热,年平均气温 19℃,无霜期 339 天,无低于-3℃的霜冻期;热量资源丰富,年太阳辐射在 90.00kcal/cm² 以上。气温差异明显,最大温差大于 17℃。年总降雨量 1 205mm,降雨分布不均匀,冬春旱情严重。土壤以黄壤、黄色石灰土为主,中性至碱性,土层厚薄不均。2007 年农业人口 2 426 人,农业人口密度约 193 人/km²,人均耕地约 0.09hm²,农民人均收入 1 851 元/年。以种植业为主,主要粮食作物有玉米、水稻、小麦等;经济作物主要有花椒、砂仁、花生、桃、李等。

2 石漠化及耕地状况

利用研究区 2007 年 SPOT 卫星遥感影像数据

(2.5m 分辨率),并根据 0.01km² 的图斑中岩石裸露率(%)、0.01km² 的图斑中植被+土被盖率(%),将石漠化分为无石漠化、潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、强度石漠化和极强度石漠化^[5];依据全国土地分类(过渡期间适用),采用 3S 技术,通过 GPS 野外实地建立解译标志,用遥感影像的光谱特征自动提取和人机交互解译相结合的方法,同时叠加地质图(1:50000)、地形图(1:10000)、土地利用图(1:10000)、植被图(1:50000)、林业资源二次调查图(1:10000)等图件综合分析,最后经过野外实地验证校正,建立土地利用与石漠化空间数据库。

2.1 石桥小流域

流域内喀斯特面积 776.01hm²,占流域土地总面积的 90.9%,非喀斯特面积 78.09hm²,占 9.1%;在喀斯特面积中无石漠化面积 194.95hm²,占流域内喀斯特面积的 25.1%;潜在石漠化面积 177.3hm²,占 22.9%;石漠化面积 403.76 hm²,占 52.0%。流域石漠化整体状况以轻度为主(表 1),但由于人多地少,基本口粮短缺,陡坡开垦率高,植被破坏,耕作方式粗放,导致水土流失加剧,生态环境恶化,耕地石漠化面积呈增大趋势。

流域内的土地利用主要以耕地、灌木林地和疏林地为主。其中耕地 456.57hm²,占流域面积的 53.46%。耕地以坡耕地为主,多分布在从坡中上部和顶部。各土地利用方式中,发生在耕地的石漠化比重最大(图 1),面积达 222.45hm²,占耕地面积的 48.7%。其中,轻度石漠化耕地面积为 160.25hm²,占耕地面积的 35.1%,中度石漠化面积为 41.83hm²,占 9.2%,多分布在下游中低山区;在上游及坡顶则呈现强度石漠化,面积为 20.37hm²,占 4.5%。

表 1 石桥小流域不同土地利用方式下石漠化的分布

Tab. 1 Distribution of rocky desertification under different land use types in Shiqiao Basin

土地利用	土地总面积 /hm ²	石漠化面积/hm ²			合计
		轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化	
水田	14.56				
旱地	442.01	160.25	41.83	20.37	222.45
有林地	24.57				
灌木林地	215.36	93.86	31.40		125.26
疏林地	101.10	35.13	6.70	2.84	44.67
河流水域	5.71				
建筑用地	39.41				
裸岩石砾地	11.38			11.38	11.38
合计	854.10	289.24	79.93	34.59	403.76

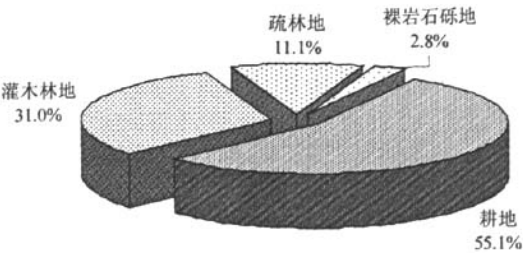


图 1 石桥小流域石漠化土地组成
Fig.1 Proportion of rocky desert in Shiqiao basin

2.2 木工小流域

流域内喀斯特面积 1 145.79hm²，占流域土地总面积的 91.2%；非喀斯特面积 111.04hm²，占 8.8%。喀斯特面积中，无石漠化面积 91.78hm²，占流域土地总面积的 8.0%；潜在石漠化面积 131.34hm²，占11.5%；

石漠化面积 922.67hm²，占 80.5%。流域内石漠化程度较高，虽以轻度石漠化为主，但耕地多是山坡上的石旮旯地，山高坡陡，形成“有土必流、无土可流”的局面，造成耕地中强度石漠化占有较大的比例，甚至形成极强度石漠化耕地，而且呈增加趋势。

流域内的土地利用主要以裸岩石砾地、荒草地、灌木林和耕地为主(表 2)，其中耕地面积为241.61hm²，占流域面积的 19.22%。耕地多分布于峰丛中下部海拔在 600~1 200m 区域。耕地内，石漠化的面积达 108.60hm²，占耕地面积的 44.9%，占整个流域石漠化土地的 11.8%(图 2)。石漠土耕地中，轻度石漠化面积为 81.65hm²，占耕地面积的33.8%；中度为 7.99hm²，占 3.3%；强度及极强度石漠化面积为 18.96hm²，占 7.8%。耕地地块小，土层较薄(一般小于 40cm)，土壤贫瘠，水资源缺乏，生产力极为低下，农民主要收入来自农作物和少量的养猪，生活困难。

表 2 木工小流域不同土地利用方式下石漠化的分布
Tab.2 Distribution of rocky desertification under different land use types in Mugong Basin

土地利用	土地总面积/hm ²	石漠化面积/hm ²				合计
		轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化	极强度石漠化	
水田	56.57					
旱地	185.04	81.65	7.99	17.7	1.26	108.60
有林地	125.21					
灌木林地	193.61	100.82	65.73	0		166.55
疏林地	60.87	15.77	13.98	5.49		35.24
天然草地	9.28	4.18	0.15			4.33
建筑用地	16.66					
荒草地	317.46	123.47	168.98	22.54	0.83	315.82
裸岩石砾地	292.13			272.92	19.21	292.13
合计	1 256.83	325.89	256.83	318.65	21.3	922.67

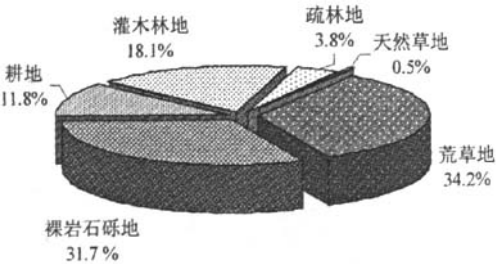


图 2 木工小流域石漠化土地组成
Fig.2 Proportion of rocky desert in Mugong Basin

3 治理措施配置

3.1 耕地需求分析

人口预测:由于经果林 3 年可挂果,届时农户有一定的经济收入,可用货币换购粮食,满足对粮食的需求,所以预测期限拟定为 3 年。另外由于预测期短,研究区人口自然增长率较稳定,故采用直接预测法进行人口预测计算,即:

$$Pe=Pb(1+k)^n$$

式中,Pe:期末人口数;

Pb:初期人口数;

k:人口自然增长率;

n : 预测期限(取 3 年)。

石桥小流域: $Pe_1 = 3\ 186 \times (1 + 8\%)^3 = 3\ 289$ 人

木工小流域: $Pe_2 = 2\ 426 \times (1 + 6\%)^3 = 2\ 485$ 人

保有耕地量计算: 采用人一地关系平衡模型^[6]计算 3 年内需保有的耕地量:

$$P \cdot GD = CL \cdot GY$$

保有耕地量: $CL = P \cdot GD / GY$

式中, P : 人口总量;

GD : 满足人口基本营养需求的人均粮食需求量
(按照玉米 450kg/人·年计);

CL : 耕地面积(hm²);

GY : 耕地年产量。

据调查, 石桥小流域的人口自然增长率为 8%, 木工小流域 6%; 玉米产量石桥小流域为 5 250kg/hm², 木工小流域的为 4 890kg/hm²。据此计算, 石桥小流域和木工小流域的保有耕地量分别是 281.91 hm²、228.68hm²。

3.2 措施配置

为改善流域的生态环境, 对于保有耕地以外的耕地可以退耕还林还草。石桥小流域可转化为生态用地(耕地总量减需保有耕地量)的耕地 174.66hm², 木工小流域仅为 12.93hm²。但在石桥小流域现有的耕地面积中不存在石漠化的耕地面积只有 234.12 hm²、木工小流域只有 133.01hm², 均小于需保有的耕地面积。也就是说, 在石桥、木工小流域的需保有耕地中仍分别有 47.79hm²、95.67hm²的耕地存在不同程度的石漠化, 若将这部分耕地全部退耕还林还草, 将威胁到农民粮食的安全。因此, 根据不同流域的特点及农村经济发展方向, 因地制宜, 对流域耕地石漠化区域实施林粮间作、粮草间作、坡改梯等措施, 既保证对石漠化耕地进行治理, 又不至于使流域内粮食安全受到威胁。

喀斯特流域是一个三维空间地域系统。即从地域空间位置上看, 表现为一个从上游到下游, 从分水岭到河谷, 从地面到河流排泄基面以下一定深度的一个三维空间地域结构系统。喀斯特水系结构、水文动

态、水化学特性都会随流域游段的不同、地貌类型的更替而变化^[7]。石桥小流域地处高原山地区, 高差相对较小(342m), 生境特点垂直差异不显著, 但上游至下游生境特点差异大, 上游区较下游区水资源贫乏, 石漠化程度亦呈现逐渐增强的趋势。因此按照流域不同游段特点, 因地制宜, 进行治理措施布设。木工小流域河流深切程度大, 垂直高差达 854m, 具有明显的垂直分异特点; 海拔 850m 以下为南亚热带干热河谷气候, 900m 以上为中亚热带河谷气候; 从谷底到谷肩的温差达 4~5℃^[9,10], 依据垂直差异进行工程布设。

3.2.1 石桥小流域

(1) 在流域上游区, 发展泡壳核桃为主的干果类经济林产业。泡壳核桃根系发达, 适宜温凉气候, 是当地的优质实生种。在中度和强度石漠化区种植经济林纯林 38.80 hm²; 在轻度石漠化区及其它游段的坡顶进行玉米+核桃的林农间作, 种植面积 102.45 hm²。

(2) 在中游区, 老百姓有种草养鹅的习惯, 在农户周边的轻度石漠化区域进行玉米与阔叶菊苣的农草间作; 在中度石漠化区, 采取九九桃王+阔叶菊苣的林草配置, 发展以户为经营模式的种草养鹅生态产业和市场前景好的九九桃王鲜果类经果林产业。阔叶菊苣种植面积 38.48hm²(其中林草间种 23.40hm², 粮草配置 15.08hm²), 九九桃王种植面积 23.40hm²; 在石漠化耕地相对集中、土层较厚、但水土流失极为严重的区域, 布设坡改梯 30.20hm², 改善土地耕作环境, 提高粮食产量, 解决基本口粮短缺的问题。

(3) 在下游区, 水资源较丰富, 以轻度石漠化为主, 发展肉牛养殖产业。在养牛场附近的坡脚, 进行一年生黑麦草+紫花苜蓿种植, 面积为 7.03hm²; 在坡腰, 进行九九桃王+多年生黑麦草+紫花苜蓿的林草间作, 面积为 5.49hm², 增加经果林(草)比重, 扩大养殖规模, 促进生态畜牧业发展。

治理具体方案如表 3 所示。

表 3 石桥小流域石漠化耕地治理措施配置表

Tab. 3 Measures taken in restoring farmland from rocky desertification in Shiqiao Basin

石漠化耕地	面积 /hm ²	治理面积 /hm ²	经果林/hm ²			人工种草/hm ²		坡改梯 /hm ²
			经果林(纯林)	林草配置	林农间作	纯种草	粮草间作	
轻度石漠化	160.25	160.25		5.49	102.45	7.03	15.08	30.20
中度石漠化	41.83	41.83	18.43	23.40				
强度石漠化	20.37	20.37	20.37					
合计	222.45	222.45	38.80	28.89	102.45	7.03	15.08	30.20

3.2.2 木工小流域

(1)在海拔 900m 以下区域,发展顶坛花椒种植产业。顶坛花椒喜温耐旱耐瘠,根系发达,能深入岩石裂缝^[11],适应性强、产量高,是当地适生的优质品种,具有明显地方特色,有较好的生态和经济效益。在中度、强度及极强度石漠化区,种植花椒纯林14.10 hm²。在土层较薄、土壤质地较差的轻度石漠化区,采取林草间作,种植花椒+皇竹草 11.08hm²,皇竹草的须根扩展范围宽,毛根多且根长,抗旱、保水固土能力强,营养价值高,可满足当地百姓喂猪养牛、养鹅的需要;在土层较厚的区域,进行花椒+玉米的林农间

作,种植面积 42.45hm²。

(2)在海拔 900m 以上区域,发展金银花种植产业,金银花是一种多年生常绿缠绕木质藤本植物,具有根系发达,生根力强,覆盖率高,极度耐旱等特点,是国家确定的常用名贵中药材之一^[12],市场前景好,生态效益高。在中度和强度石漠化区,种植金银花 12.85hm²。在轻度石漠化区,布设坡改梯 28.12hm²,提高土地生产力,增加粮食产量,解决基本口粮短缺的问题。

治理具体方案见表 4。

表 4 木工小流域石漠化耕地治理措施配置表
Tab.4 Measures taken in restoring farmland from rocky desertification in Mugong Basin

石漠化耕地	面积 /hm ²	治理面积 /hm ²	经果林/hm ²			坡改梯 /hm ²
			经果林(纯林)	林草配置	林农间作	
轻度石漠化	81.65	81.65		11.08	42.45	28.12
中度石漠化	7.99	7.99	7.99			
强度石漠化	17.7	17.7	17.7			
极强度石漠化	1.26	1.26	1.26			
合计	108.60	108.60	26.95	11.08	42.45	28.12

4 治理效益

工程实施后,经对两条流域石漠化治理措施效益进行监测与调查,石桥小流域植被覆盖度提高了 11.3%,木工小流域提高 6.4%。水土流失得到有效控制,土壤侵蚀模数分别由 2007 年的 721.63t/(km²·a)、42.42t/(km²·a)下降到 2009 年的 472.78t/(km²·a)、35.59t/(km²·a)。两个小流域经济林都还处于生长期,经济效益不明显。但石桥小流域的草食畜牧业已有明显经济效益:种草养牛规模从 20 头发展到 75 头,菊苣养鹅从 5 户发展到 50 户,两个生态产业已初步形成。石桥、木工小流域的经济收入较工程实施前分别平均提高 300 元/人、231 元/人。实施林草—林粮—粮草间作,寻找替代产品,发展产业化,将生态建设目标与农民的利益有机结合起来对石漠化耕地进行治理的思路与做法,得到了农民的普遍认同。

5 认识与体会

喀斯特小流域都具有相对独立、完整的生态系统

特征,每个小流域都可能找到特色适生的经济林果树种。如石桥小流域就有优质适生的泡壳核桃,木工小流域就有特色的“顶坛花椒”。对既可种树也可种草的区域,治理的关键是与老百姓的种植或养殖习惯和农村经济发展方向结合,达到生态与经济的协调,从而真正保住治理成果。同时,考虑辅助发展 1~2 个农村生态产业,稳定农民经济收入,促进实现生态建设产业化,产业发展的生态化,推动农村经济发展,进而从根本上解决石漠化地区经济收入困难、可持续发展后劲不足等一系列问题。

参考文献

[1] 陈奇伟,熊康宁,蓝安军.基于“3S”的贵州喀斯特石漠化现状及变化趋势分析[J].中国岩溶,2007,26(1):37-42.
[2] 熊康宁,盈斌,罗娅,等.喀斯特石漠化的演变趋势与综合治理[J].世界林业研究,2009,22(特刊):18-23.
[3] 刘拓,周光辉,但新球,等.中国岩溶石漠化——现状、成因与防治[M].北京:中国林业出版社,2009:1-12.
[4] 许静.石漠化年吞噬贵州耕地 30 万亩[EB].http://www.china.com.cn/tech/zhuanti/wyh/2008-01/16/content_9539353.htm,2005-6-17/2010-4-03.
[5] 熊康宁,黎平,周忠发,等.喀斯特石漠化的遥感—GIS 典型研究——以贵州省为例[M].北京:地质出版社,2002:42-44.

- [6] 谢高地,成升魁,丁贤忠. 人口增长胁迫下的全球土地利用变化研究[J]. 自然资源学报,1999,14(3):193-199.
- [7] 杨明德. 喀斯特流域结构特性及其水文效益[C]//杨明德. 喀斯特研究——杨明德论文集. 贵阳:贵州民族出版社,2003:127-136.
- [9] 李阳兵,王世杰,李瑞玲,等. 花江喀斯特峡谷地区石漠化成因初探[J]. 水文地质工程地质,2004,(6):37-42.
- [10] 苏维词,杨华. 典型喀斯特峡谷石漠化地区生态农业模式探讨——以贵州省花江大峡谷顶坛片区为例[J]. 中国生态农业学报,2005,13(4):218-220.
- [11] 容丽,熊康宁. 花江喀斯特峡谷适生植物的抗旱特征 I:顶坛花椒根系与土壤环境[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2007,25(4):1-7,34.
- [12] 苏孝良,于东平,高武国. 喀斯特石漠化地区种植金银花的生态与经济效益[J]. 贵州林业科技,2005,33(1):50-54.

Research on control way for cultivated land in karst rocky desertification basin —A case in Shiqiao Basin, Bijie City and Mugong Basin, Guanling City in Guizhou Province

ZHOU Wei, XIONG Kang-ning, GAO Jian-fei

(Institute of South China Karst, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China)

Abstract: Shiqiao Basin in Bijie City and Mugong Basin in Guanling City in Guizhou Province are karst rocky mountain areas with strong rocky desertification, high density of population, and low and instable grain yield as well as low agricultural economic level. Through forecasting the increase trend of the population and using the human-land balance model, the necessary farmlands for these two basins have been counted as 281.91hm² and 228.68hm². However, the area of necessary farmland is larger than non-desertification farmland, which leads to rocky desertification still appear in the farmland. If the grain for green project has been carried out in this place, it will not meet the need for food. Therefore, the measures as intercropping of trees and crops, crop-grass intercropping, reforming sloping fields to terraced fields have been carried out. As a result, rocky desertification has been controlled and soil erosion modulus of the two basins has decreased from 721.63t/(km² · a) and 42.42t/(km² · a) in 2007 to 472.78t/(km² · a) and 35.59t/(km² · a) in 2009, vegetation covered lands have increased by 11.3% and 6.4%, per capital income has increased by 300 Yuan and 231 Yuan. Rocky desertification has been controlled as well as peasants' have got much more livelihood safety.

Key words: cultivated land; karst rocky desertification; control way; livelihoods of the famers; small karst basin