

贵州喀斯特山区生态环境脆弱性分析

苏维词, 朱文孝

(贵州省山地资源研究所, 贵州 贵阳 550001)

摘 要: 贵州是我国喀斯特地貌最发育的省份之一, 属典型的生态环境脆弱区。本文在阐述贵州喀斯特山区生态环境脆弱性基本特征的基础上, 着重分析了其成因机理, 并简要地提出了相应的生态治理对策。

关键词: 生态环境脆弱性; 成因机理; 治理对策; 贵州喀斯特山区

中图分类号: X 171. 1

文献标识码: A

贵州地处我国西南喀斯特的腹心地带, 碳酸盐岩出露面积达 13 万 km^2 , 占全省土地总面积的 73%, 是我国喀斯特地貌最发育的省份。全省 95% 的县(市、区、特区)都属喀斯特分布区, 91.7% 的耕地、88.3% 的农村人口、94% 的粮食产量和 95.7% 的国民生产总值都出自在有喀斯特分布的县份, 贵州的工业、农业、交通、城建、旅游、生态等各方面都直接或间接地受到喀斯特影响, 喀斯特是贵州最大和最基本的省情之一。受喀斯特环境脆弱性的影响, 贵州社会经济发展与生态环境的协调差, 可持续能力弱, 人地矛盾、人粮矛盾尖锐突出。因此, 探讨喀斯特生态环境脆弱性特征及其成因, 搞好喀斯特脆弱环境的治理, 对于提高贵州喀斯特山区生态环境容量和稳定性, 实现可持续发展具有重要意义。

1 贵州喀斯特山区生态环境脆弱性的基本特征

喀斯特生态环境是一种特殊的物质体系(地球化学过程占主导地位的双重含水介质碳酸盐岩系)、能量体系(碳、钙循环交换、贮存转移强烈)、结构体系(地表、地下二元三维空间地域系统)^[1]和功能体系(开放系统下强溶蚀动力过程的熵控自组织功能)构成的多相多层次复杂界面体系, 属环境相对均衡要素之间突发转接或异常空间衔接的一个非线性典型域, 并集中显示出环境界面变异敏感度高、空间转移能力强、生态系统竞争程度高、生物量小、被替代概率大、环境容量低、承灾能力弱、稳定性差等一系列体现喀斯特环境脆弱性的特征。

1.1 喀斯特环境的人口容量小

水、土、气是人类赖以生存的环境要素, 在贵州喀斯特生态环境要素水、土、气中, 水、土俱缺, 尤以可供有效利用的土地要素最为薄弱, 而喀斯特环境的人口容量并不取决最优势要素, 而是取决于最薄弱的要素, 即土地要素。一是贵州喀斯特环境中的可耕地比重小, 仅占全省土地总面积的 10.75%, 单位面积宜耕地平均只有 $10.67 \text{ hm}^2/\text{km}^2$, 比全国平均 $13.13 \text{ hm}^2/\text{km}^2$ 和广西 $11.6 \text{ hm}^2/\text{km}^2$ 、湖南 $18.3 \text{ hm}^2/\text{km}^2$ 等邻省区的平均水平都低, 全省喀斯特地区人均耕地只有 $0.052 \text{ hm}^2/\text{km}^2$, 已低于联合国规定的人均耕地警戒线。二是耕地资源质量差, 与水热条件相似的我国东部非喀斯特区相比, 贵州喀斯特地区单位面积耕地的产量低。据统计, 贵州上等田土仅占耕地总面积的 21.2%, 而 78.8% 为中、下等田地, 平地仅占耕地的 25%, 75% 为坡地; 水田占耕地的 42%, 58% 为旱地, 水田中有效灌溉面积仅占 65%; 40% 以上的耕地耕作层厚度 $< 15 \text{ cm}$, 近年全省耕地平均水稻单产约为 $5250 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 玉米则只有 $3000 \text{ kg}/\text{hm}^2 \sim 3750 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 只相当于同纬度湘、赣、苏等省的 70%~91%, 人均粮食占有量 1996 年只有 288 kg, 仅高于京、津、沪三个直辖市。三是非耕地开发利用难度大, 产出率低。以喀斯特发

收稿日期: 2000-02-28; 改回日期: 2000-05-24

作者简介: 苏维词(1964-), 男(苗族), 湖南人, 1990 年北京师大地理系毕业, 硕士, 副研究员。主要从事地域系统、生态环境与可持续发展研究, 发表学术论文 60 余篇(部)。Tel 0851-6854329。

育典型的黔中波玉河流域为例,自然状况下,经济林(主要是油桐林)的产值仅有540元/hm²(按1987年市场价格计算);人工经营条件下,单位面积用材林(杨树林)年产出折现款可供养活温饱标准下的人口数量只有1.56人/hm²。这表明贵州喀斯特环境中单位面积土地的农业生产综合能力低、人口容量小。按农业生态区域法概算^[2],在目前生产力水平条件下,贵州的合理人口容量约2950万人(而1998年底贵州实有人口3655万人,人口超载达700万,全省每年需调进粮食约10亿kg),即167人/km²,只相当于同纬度我国东部非喀斯特省份如湖南的50%、江西的70%,不到江苏的30%。

1.2 适生树种少,群落结构简单,生物量低

喀斯特环境下广泛发育的自然土壤是石灰土,属于富钙、弱碱性、自然肥力较低的土类,土层浅薄且不连续,保水保肥能力差,植被生境条件恶劣,只有那些耐瘠耐旱嗜钙的岩生性植被才易生长^[3]。因此喀斯特环境中植物适生种类少,群落结构简单,食物链易受干扰而中断,生态系统稳定度低,脆弱性强;同时植被生长速度慢,生物生产力与生物量均比全国其它湿热的亚热带地区明显偏低(表1.2)。

表1 喀斯特地区生物生产力与湿润亚热带地区平均值比较(t/hm²·a⁻¹)

Table 1 Comparison of the annual growing amount of various communities (species) in the middle part of Guizhou Karst region (Puding county) with moist subtropical zone of China(t/hm²·a⁻¹)

项目	乔 木					灌木林疏林	草 从 (g/m ² ·a ⁻¹)
	平均	杨树	栎类	马尾松	杉木		
普定喀斯特区	5.612	6.657	1.13	4.82	5.81	2.86	146~205
全国平均	9.76	10.43	8.85	8.56	8.41	10.2	310

1)据王庆琐、杨汉奎等人资料整理。

表2 贵州喀斯特环境下的生物量(乔木层)与相似气候条件下的非喀斯特区比较¹⁾

Table 2 Comparison of biomass (arborous layer) in Guizhou Karst region with non-Karst region under the similar climate conditions

地点及森林类型	经纬度 (E, N)	土壤状况	乔木层地上部分生物量
袁牢山木柞石栎木	101.24	山地黄棕壤(土厚>150cm)	348.7(t/hm ²)
湖南会同56a杉木林	110.27	山地黄壤(土厚>100cm)	274.9(t/hm ²)
贵州茂兰喀斯特原始森林	108.25	岩缝,黄壤(裸岩率95%)	89.2(t/hm ²)

1)据文献[4]资料整理。

1.3 生态环境敏感度高,易遭破坏而难于恢复

喀斯特生态环境系统的物质能量转换途径脆弱,对外来影响适应能力弱,对外界变化的响应程度高,敏感性强。如喀斯特森林植被极易遭破坏,而一旦遭破坏,生态系统的物质能量交换就会暂时中断1),生态环境就会迅速逆转:以石灰岩山地为例,将会顺序出现常绿阔叶林(如青冈等)石灰岩山地→常绿落叶阔叶混交林(如栎类、化香等)石灰岩山地→灌草丛(如野算盘、月月青等)石灰岩山地→草丛(如白茅、野古草等)石灰岩山地→裸露半裸露石灰岩山地,即石漠化景观。目前贵州石漠化面积已占全省土地总面积的12.8%,并且每年仍以933km²的速率递增。石漠化标志着生态环境已崩塌,它实质上就是喀斯特生态环境系统逆向演替的顶极阶段,一旦石漠化,恢复治理就相当困难,而且恢复速率也极慢,以黔中的普定县石灰岩采石区自然恢复为例,进行封山后,前3a~5a只能生长少数禾本类、菊科类杂草,后才有藤刺灌丛侵入生长,随着草被复盖率的不断提高和小生境的逐渐改善,化香、朴树、月月青等树种开始侵入,再慢慢发展成喀斯特灌木林地,该过程至少需要30a~45a,经对样区附近胸径为15cm的树种样本分析,其树龄已达32a。由此推测,喀斯特石漠化地区发展成乔木林地,则至少需要60a以上。

1.4 承灾能力弱,喀斯特旱涝灾害频繁

这除了受气候因素(主导因素)和人类活动引起的植被条件变化的影响外,崎岖破碎的喀斯特地表结构和特殊的喀斯特水文地质条件起了推波助澜的作用。在喀斯特地区,除盆(谷、坝)地外,其余地区土层浅薄且不连续,土壤的贮水保水能力差,加上岩体裂隙、漏斗、落水洞发育,贵州喀斯特地区虽然年

均降水总量达1 100 mm~1 400 mm,但地表降水很容易迅速转入地下深处而难以被植被利用,使地表生境干旱缺水;而转入地下水系管网的水,由于各地段地下管网的通畅性差异很大,一遇大雨又很容易在低洼处堵塞起来造成局部涝灾,所以贵州素有“十天不雨即干旱,一场大雨又成灾”的说法,这实质上是喀斯特环境承灾的阈值弹性小、生态环境脆弱的一种反映。据资料统计^[9]:在1500~1949年的450 a时间里,贵州共出现过有记载的区域性洪灾558次,即平均每年约1.2次,旱灾377次,平均每年约0.84次。从近几十年的情况看,喀斯特发育典型地区的旱涝灾害出现频率明显高于气候条件类似的非喀斯特地区(表3)。

表3 黔东南州和黔南州在1951~1990年间的旱涝灾害频率比较¹⁾

Table 3 Comparison of the frequencies of drought and flood in Qiannan autonomous prefecture with that of Qiandongnan autonomous prefecture during 1950~1990										
地区	总面积 (km ²)	喀斯特出露面积 百分比(%)	年均温 (℃)	年均降水 (mm)	旱灾次数及频率			洪灾次数及频率		
					大旱	中小旱	频率(%)	大涝	中小涝	频率(%)
黔东南州	30337	23.1	15.7	1240	5(次)	15(次)	50	2(次)	11(次)	32.5
黔南州	26193	81.5	15.9	1258	9(次)	15(次)	60	7(次)	12(次)	47.5

1)据文献[6]整理,表中的大旱指每年农作物受灾面积在100万亩以上,中小旱在40万亩以上;大涝指每年农作物受灾面积在20万亩以上,中小涝则在12万亩以上。

2 贵州喀斯特生态环境脆弱性的成因机理分析

2.1 碳酸盐岩系的抗风蚀能力强,成土过程缓慢

贵州的灰岩不仅风化速度慢而且含碎屑矿物及杂质很少,CaCO₃及MgCO₃易溶物含量很高,且易淋失,而酸不溶物通常为1%~5%,低者仅1%,能溶滤残留的物质甚少。据对贵州132个点的分析资料计算¹⁾,灰岩风化剥蚀速率为23.7 mm/千年~110.7 mm/千年,若按平均61.68 mm/千年的剥蚀速率、平均酸不溶物3.9%计算,一千年只有风化残余物2.47 mm,换句话说每形成1 cm厚的风化土层需要4 000余年,慢者需要8 500年^[3,7],较非喀斯特区慢10~80倍,且厚度分配不均,这是喀斯特山区土层浅薄且分布不连续、喀斯特生境先天不足和脆弱性强的背景和基本原因。

2.2 山多坡陡的地表结构不利于水土资源的保存

贵州喀斯特地表崎岖破碎,不仅山地面积大(其中山地占87%、丘陵占10%、而平川坝地仅占3%),而且坡度陡:全省地表平均坡度达17.78°,其中>25°的陡坡地占全省总面积的34.5%,15°~25°的占34.9%,两者合计占69.4%。山多坡陡的地表结构加剧了斜坡体上水、土、肥的流失(如表4),在某些人类活动扰动的激发下,使大片喀斯特山地变成荒山秃岭,植被生境恶化,环境脆弱性增强。

表4 喀斯特山区坡度与土层厚度及侵蚀状况之关系¹⁾

Table 4 The relation between slope and soil depth, soil erosion in Guizhou Karst areas							
坡 度	10°~15°	15°~20°	20°~25°	25°~30°	30°~35°	35°~40°	>40°
有机质厚度(cm)	20	17	15	18	9	7	6
土层厚度(cm)	120	81	86	78	71	42	<20
土壤侵蚀量(t/km ² ·a ⁻¹)	285		3150		11700		>32100

1)据资料[4]和杨明德、邓自民等:贵州岩溶与经济发展的相关分析,1989。

2.3 土体中普遍存在着“上松下紧”的两种质态界面降低了斜坡体稳定性,对环境脆弱性起放大作用

喀斯特区土壤剖面中通常缺乏C层(过渡层),在基质碳酸盐母岩和上层土壤之间,存在着软硬明显不同的界面,使岩土之间的粘着力与亲和力大为降低,一遇降雨激发便极易产生水土流失和块体滑移¹⁾。同时,贵州因地处亚热带湿润气候区,化学淋溶作用强烈,上层土体中的物理粘粒(<0.01 mm)容易发生垂直下移累积,从而造成喀斯特区土体的上松(质地轻、通透性强)与下紧(质地粘重、通透性差),

1)杨明德,等.乌江流域地貌类型图及宜林地貌分区研究.1990年.
©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

形成一个物理性状不同的界面,这也容易导致水土流失的产生。可见,喀斯特区土石间和土壤内部上、下层间存在的这两个质态不同的界面,不仅是该地区水土流失强烈的重要内因,而且还因水土流失加剧会使其生境更趋恶化,对生态环境的敏感性和脆弱性起放大作用。

2.4 钙生性环境对植被生长的选择限制作用强

喀斯特山区是一种典型的钙生性环境,组成其生态环境基底的化学元素主要为Ca、Mg、Si、Al、Mn、Fe等富钙亲石元素,而植被生长所需的N、P、K、Na、I、B、F等营养型元素则相对匮乏;加之土层浅薄,岩体裂隙、漏斗发育,喀斯特地表干旱严重,这种严酷环境对植物生长有极大的限制作用,许多喜酸、喜湿、喜肥的植物在这里难以生长,即使能生长也多为长势不良的“小老头树”,出现的主要是一类耐瘠嗜钙的岩生性植物群落,如旱生性的草灌丛、多种藤本有刺灌丛等,叶片革质化明显,群落结构相对简单,生态系统的正向演替速率慢且易中断,群落的自控能力弱,这是喀斯特生态环境脆弱的重要原因

2.5 人口超载的压力

1997年贵州人口为3605万。粮食总产量达创纪录的1025万t,但人均占有粮食仅283kg,与人均400kg的小康标准和350kg的温饱标准相距甚远,按现状生产力水平,以温饱标准计算,当前贵州的合理人口容量应是2950万,人口超载率达21%,人地矛盾人粮矛盾突出。人口超载是贵州陡坡垦荒严重($>25^{\circ}$ 的陡坡耕地约占全省耕地总面积的20%)和退耕还林还草困难的主要原因,它间接地加剧了生态环境的恶化和生态环境的脆弱性程度。

2.6 顺坡耕作的影响

在贵州186万 hm^2 (按习惯面积数统计)的总耕地面积中,旱坡耕地占58%,而在旱坡耕地中,实现梯土化的或等高耕作的不到三分之一,即占总耕地面积38.7%以上的耕地实施的仍是传统的顺坡耕种,这种落后的耕作方式极大地加快斜坡体上的水土流失和石漠化进程(表5)。

表5 贵州不同耕种方式下的水土流失及石漠化状况比较¹⁾

Table 5 Comparison of erosion of soil with water and rocky desertification under different cultivating conditions

耕种方式	水分流失量 (%)	泥沙流失量 (%)	山地石漠化速率 (%)
对照地(裸坡耕地)	100	100	100
玉米顺坡耕种	112.44	132.96	132.96
玉米等高耕种	85.73	73.87	73.87
玉米花生等高间作套种	79.68	62.87	62.87

1)据文献[8]和[9]整理。

3 贵州喀斯特脆弱环境的治理对策

3.1 科学地制定喀斯特地区生态环境建设与保护规划和实施方案

以《全国生态环境建设规划》为指导,针对贵州喀斯特山区生态脆弱性现状、类型及其成因,尽快制定喀斯特生态环境建设与保护规划和实施方案,其中应把喀斯特森林植被的恢复和营造、坡耕地和石脊地上的水土流失与重点地段(如河源区、干流两岸的狭谷区等)的石漠化防治、以六盘水等地为代表的主要工矿区的生态环境建设示范作为重点,进行规划,明确目标,制定具体实施方案,分类分期分批实施。

3.2 设立喀斯特地区生态环境建设专项基金

我国北方的沙漠化治理和黄土高原的水土流失治理都有专项经费,而少数民族最集中、贫困面最大、生态债务沉重、对本地区和长江、珠江两大流域中下游地区可持续发展均有深远影响的以贵州为中心的西南喀斯特脆弱生态环境的治理却没有相应的经费,因此应呼吁国家尽快设立西南喀斯特生态环境建设专项经费,同时鼓励热心于环保和绿色事业的国内外企业、民间团体、组织和个人捐款,以加大喀斯特生态治理力度。

3.3 建立和实施合理的流域开发生态补偿机制

地处长江和珠江上游的贵州喀斯特地区既是我国贫困的集中区,又是我国南方最典型的生态脆弱

区, 而长江、珠江中下游地区则是我国经济相对发达的地区, 在进行流域开发与治理活动时, 应坚持协调互利的原则, 上游多出力, 下游多出钱, 即从中、下游地区经济开发所获效益中抽取一定比例用于补偿上游地区的生态建设, 使流域上游喀斯特地区能与中下游经济发达地区形成一种良性的经济生态互动关系, 促进整个流域的持续协调发展。

3.4 因地制宜发展特色生态农业, 寓生态建设于经济发展之中, 强化脆弱环境治理的利益驱动机制

根据各地区喀斯特地域的具体特征, 因地制宜地发展既有生态效益又有经济效益的生态农业: 如喀斯特峡谷山区可发展农林牧复合型立体农业, 喀斯特低山丘陵区则宜种植林果药为主的生态经济林, 而面积辽阔、耕地资源稀缺、生态环境高度脆弱的喀斯特峰丛山区则应努力退耕还林还草, 选择食草型畜牧业作为支柱产业培植发展。发展生态农业, 不仅有助于生态环境改善, 缓解人地(耕地)矛盾, 而且较传统种植业能更快地增加农民收入, 调动农民参与生态环境治理的积极性, 巩固生态环境治理成果。

3.5 控制人口的过快增长

争取在 3 a~4 a 时间内, 把贵州目前 $> 14\%$ 的人口自然增长率降低到目前全国平均水平(约 9%), 以缓解日趋突出的人口超载压力。

3.6 禁止顺坡耕作

在目前无力实施梯田(土)化工程和退耕还林还草地区, 要改变传统粗放经营的顺坡耕作方式, 实行等高耕作和间作套种, 以减缓水土流失和石漠化势头。

3.7 加大喀斯特区生态环境治理关键技术的引进和研究开发力度

恢复植被是喀斯特区生态环境治理关键的一环, 与非喀斯特区不同的是, 喀斯特区的植被具有嗜钙性、石生性特点, 因此在引进、借鉴外省(区、市)生态环境治理先进技术和经验时, 要加大适合喀斯特地域特色的生态环境治理技术的研究开发力度, 如适合喀斯特区生长的优势经果林特别是道地中药材品种的选育和规模化栽培技术、喀斯特石漠化治理的先锋植被的选育技术等。逐步提高喀斯特区林草覆盖率, 增大环境容量和生态环境系统的稳定性。

3.8 建立喀斯特区生态环境的监测预警与管理系统

以省内典型喀斯特地区的定位观测资料和各种开发活动的动态监测资料为基础, 通过系统分析与模拟, 结合贵州社会经济发展需要及长远规划, 建立具有喀斯特地域特色的生态环境监测预警与管理系统, 具体包括: 1. 建立喀斯特区人口、资源、环境与社会经济持续协调发展的评价指标体系; 2. 根据喀斯特区生态环境结构、功能及其演替规律, 建立喀斯特景观动态变化的预测系统; 3. 通过分析不同喀斯特生态类型对外界干扰的响应状态, 确定合理的生态阈值, 建立喀斯特生态景观变化的预警系统^[10]; 4. 在上述系统支持下, 建立符合贵州喀斯特山区社会经济发展生态建设和环境保护的决策管理系统。

本文引用了贵州师大杨明德教授的部分资料, 特此说明并致谢。

参考文献:

- [1] 杨明德. 论喀斯特地貌地域结构及其环境效应[A]. 贵州省环境科学学会. 贵州喀斯特环境研究[C]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1998: 19~25.
- [2] 苏维词. 清镇县主要耕作土种的农业自然生产潜力及其限制因子分析[J]. 农业现代化研究, 1996, 17(1): 45~49.
- [3] 王克林, 章春华. 湘西喀斯特山区生态环境问题与综合整治战略[J]. 山地学报, 1999, 17(2): 125.
- [4] 杨汉奎, 朱文孝, 李坡, 等. 喀斯特环境质量变异[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1994: 32~55.
- [5] 贵州省图书馆. 贵州历代自然灾害年表[Z]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1981: 280~361.
- [6] 贵州省民政厅. 贵州省自然灾害年表 1950~1990 年[Z]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1991: 150~180.
- [7] 袁道先, 蔡桂鸿. 岩溶环境学[M]. 重庆: 重庆出版社, 1988: 24~30.
- [8] 朱安国. 水土流失与水土保持[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1986.
- [9] 苏维词, 周济祚. 贵州喀斯特山地的“石漠化”及其防治[J]. 长江流域资源与环境, 1995, 4(2): 177~183.
- [10] 曾辉, 崔海亭, 黄润华. 西北干旱区脆弱景观的生态整治对策[J]. 自然资源, 1997: 5~6.

THE ECO-ENVIRONMENTAL FRAGILITY IN KARST MOUNTAIN REGIONS OF GUIZHOU PROVINCE

SU Wei-ci, ZHU Wen-xiao

(*Institute of mountain resources of Guizhou province, Guiyang, 550001 PRC*)

Abstract: Karst landforms are widely distributed in Guizhou province and 73 % of its total area is covered by carbonate rock where the eco-environment is very fragile. This paper analysed the fundamental features of eco-environmental fragility in Guizhou Karst mountain regions as follows: 1) population capacity of Karst mountain regions is very low. The average capacity of population is about 167 persons/km² at present; 2) Plant community structure is relatively simple and its biomass (aboveground) is usually less than 89.2t/hm²; 3) Karst eco-environment is very sensitive and is easily destroyed by all kinds of irrational human being's activities; 4) Capacity resisting natural disasters is very weak so that the frequencies of drought and flood on the Karst region are higher than that of non-karst region. Based on these analysis, the authors emphatically explored. The causes and forming mechanism of karst eco-environmental fragility from the following aspects such as weathering-resistance of carbonate rock, the soil-forming process of carbonate rock, surface structures of karst landforms, two different kinds of boundary face in karst soil profile, calciferous environment, overloaded pressure of population and backward farming methods. Finally, corresponding countermeasures for karst eco-environment fragility were suggested.

Key words: Eco-environmental fragility; cause and mechanism; countermeasure; Guizhou Karst mountain area