

# 土地石漠化的生态地质环境背景及其驱动机制 ——以贵州省喀斯特山区为例

张殿发<sup>1</sup>,王世杰<sup>1</sup>,周德全<sup>2</sup>,李瑞玲<sup>1</sup> (1.中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室,贵州 贵阳 550002; 2.贵州省区域地质调查研究院,贵州 贵阳 550005)

**摘要:** 在分析贵州省喀斯特山区的土地石漠化的生态地质环境背景基础上,探讨了土地石漠化内、外动力驱动机制。认为地质构造运动塑造了陡峻而破碎的喀斯特地貌景观,由此产生的较大地表切割度和地形坡度,为水土流失提供了动力潜能;古环境演化为喀斯特石漠化提供了广泛分布的碳酸盐物质。温暖潮湿的季风气候为喀斯特地貌的强烈发育提供了必要的溶蚀条件,超载的社会经济压力则是导致喀斯特山区土地石漠化最重要的驱动力。

**关键词:** 土地石漠化; 喀斯特; 生态地质环境; 驱动机制; 贵州省

**中图分类号:** X141; F124.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5906(2002)01-0006-05

**Eco-Geo-Environment of Rocky Desertification and Its Driving Mechanism—A Typical Example in Karst Mountainous Areas of Guizhou Province.** Zhang Dianfa et al (National Laboratory of Environmental Geochemistry, Geochemistry Institute of Chinese Academy of Sciences, GUIYANG 550002); *Rural Eco-Environment*, 2002, 18 (1):6-10

**Abstract:** As a main form of land desertification, rocky desertification is developing drastically in karst mountainous areas of Southwest China. As a main result of interactions between irrational human activities and the vulnerable eco-geo-environmental settings, rocky desertification has become one of the most serious environmental, social and economic problems in Guizhou Province. Various endogenic processes in the geological history created the characteristics and geomorphic features of the surface rocks that are responsible for the vulnerability of the eco-geo-environmental settings. The resultant extensively distributed steep slopes and gullies, offer potential energy for water erosion. The pure carbonate rock, accounting for 44.66% of the total land area of the province, provides an abundant material basis for rocky desertification. External disturbances resulting mostly from rapid population growth, poverty, irrational human activities and unreliable social factors, help trigger and accelerate development of the rocky desertification. It could be concluded that rocky desertification is the final result of a vicious cycle of social economic stress and environmental deterioration.

**Key words:** rocky desertification; karst; eco-geo-environment; driving mechanism; Guizhou Province

## 1 引言

土地石漠化(rocky desertification)是指在亚热带地区喀斯特强烈发育的自然环境背景下,受人为活动的干扰破坏,造成土壤严重侵蚀,基岩大面积出露、生产力严重下降的土地退化现象。石漠化不仅使土地丧失生产力,严重影响

农、林、牧业生产,而且正在吞噬着喀斯特山区民众的生存空间,因此土地石漠化已经成为喀斯特地区生态恶化与经济落后的症结。

基金项目:国家“九五”攻关项目(96-920-04-02-02);国家自然科学基金重点项目(49833002);王宽诚博士后研究基金(200012)

收稿日期:2001-07-03

目前贵州省石漠化土地总面积达 13 888 km<sup>2</sup>, 约占全省土地总面积的 7.9%, 并以平均 508.16 km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup> 的速度不断扩展<sup>[1]</sup>。贵州省土地石漠化分布具有明显的规律性: 首先, 石漠化土地集中分布在喀斯特强烈发育的区域, 如水城(喀斯特面积占该地区土地总面积的 93.66%)、平坝(94.39%)、普定(100%)、思南(98.20%)、惠水(93.72%)、清镇(100%)等市县; 其次, 土地石漠化多在地质构造活动强烈的区域发育, 如河流上游及河谷地带, 有乌江流域的纳雍、织金、黔西、清镇、安顺、德江、沿河; 赤水河流域的毕节、大方、仁怀; 北盘江流域的水城、盘县、晴隆、关岭、贞丰; 南盘江、红水河流域的兴义、兴仁、罗甸等。上述特点表明贵州省土地石漠化与特定的生态地质环境背景具有某些必然的联系。

## 2 土地石漠化的生态地质环境背景

贵州省处于世界上成因最复杂、类型最齐全、分布面积最大的东亚喀斯特中心<sup>[2]</sup>。特定的生态地质环境背景决定了喀斯特生态环境的脆弱性。生态敏感度高, 环境容量低, 抗干扰能力弱和稳定性差为其主要特征。贵州喀斯特山区地貌类型复杂、山高坡陡、土被薄而不连续, 加之森林覆盖率低和人为活动的强烈干扰, 土地石漠化的形势日益严峻。

### 2.1 陡峻而破碎的地貌格局

地史上多次造山运动致使贵州省地层褶皱断裂发育, 构成了地势高差悬殊的峰林盆地、峰林谷地、峰林洼地、峰丛峡谷交错镶嵌的独特地貌形态。贵州高原地表的切割深度较大, 加之岩性和地质构造等因素的影响, 地貌类型极其复杂, 高原、山原、山地、丘陵、盆地、河谷阶地等均有分布, 其中山地占 79.77%, 丘陵占 18.08%, 台地占 0.27, 平原仅占 1.88%<sup>[3]</sup>。

贵州高原地势由西向东表现为一个梯状的大斜坡, 即由西部海拔 2 400 ~ 2 000 m 以上向东逐渐降至黔中的 1 400 ~ 1 000 m 和东部的 800 ~ 500 m。地貌的主要特征表现为除威宁、

赫章一带还保存部分原始高原面外, 大部地区崎岖破碎, 在连绵起伏的山岭中或山岭之间, 散布着高差 100 ~ 200 m 的丘陵, 镶嵌着大小不等而形态各异的峡谷、河谷盆地与岩溶盆地, 各种地貌类型交错分布。

由于长期经受强烈的内外营力作用, 贵州高原的地形切割度和地面坡度都比较大。其中水平切割密度, 在西部乌江上游和红水河上游为 11 ~ 14 km·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, 在东部、东北部沅江上游为 20 ~ 30 km·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, 全省平均 17 km·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>; 垂直切割深度, 在中部、东北部为 300 ~ 500 m·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, 在西部、南部和北部一般为 500 ~ 700 m·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, 个别可达到 1 000 m·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。地面坡度小于 10° 的土地占贵州高原土地总面积的 14.24%, 10° ~ 25° 的占 50.69%, > 25° 的占 41.07%。贵州高原这种山多平地少的地貌格局, 以及由此而产生的较大的切割度和较大的坡度, 决定了其生态环境的脆弱性与敏感性。在贵州高原降水量较大、暴雨多的情况下产生的强烈外动力作用, 是水土流失的潜在动因。

### 2.2 碳酸盐岩广泛分布, 喀斯特强烈发育

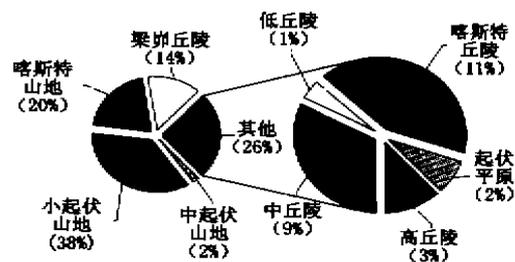


图 1 碳酸盐岩在不同地貌单元区的分布比例  
Fig.1 Percentage of carbonate rock in various geomorphic units

贵州省 85 个县(市)中, 喀斯特面积比例大于 30% 的有 75 个, 占全省总县(市)数的 88%<sup>[3]</sup>。全省喀斯特分布面积 13 万 km<sup>2</sup>, 占土地总面积的 73.6%, 碳酸盐岩的总厚度为 6 200 ~ 11 000 m。从地质年代的晚元古代震旦纪到古生代及新生代的第三纪, 每个地质年代的地层都有不同面积和厚度的碳酸盐岩分布和

出露。在各种地貌单元中碳酸盐岩均有分布(图1),在小起伏山地所占比例最高,其次是喀斯特山地、梁岭丘陵和喀斯特丘陵,而在低丘陵、中起伏山地、起伏平原和高丘陵所占比例最低。

### 2.3 降水充沛、暴雨多、河流落差大

贵州高原属于中亚热带湿润季风气候地区,降水较丰富。除西北部边缘的威宁、赫章等地年降水量不足1 000 mm外,多数地区为1 000~1 300 mm。全省平均径流系数达0.54,为水土流失提供了充足的动力。更为重要的是在夏季(5月—10月),全省范围内的大雨、暴雨和短历时高强度的暴雨,以及连续暴雨都较多,因此,在15°~60°的裸露坡地和植被稀疏的坡耕地上,不论溅蚀、面蚀或细沟侵蚀都很严重。贵州高原的河川都是山区雨源型,大致以苗岭为分水岭,分属长江流域和珠江流域;天然落差大,以贵州高原最大的河流乌江为例(全长约1 038 km),全干流省内天然落差为2 036 m。其它山区性小河也多有落差大、水流急的特点。贵州高原河川径流的径流深与径流量均较大,年内分配不均,洪枯流量倍比达数百至数千,雨季汛期水土流失动力强劲<sup>[4]</sup>。

## 3 土地石漠化的驱动机制分析

### 3.1 土地石漠化的地球内动力驱动机制

贵州省生态地质环境的沧桑巨变起源于地球内动力作用过程。中元古宇晚期至志留纪,通过大洋板块俯冲带的向洋迁移,大陆不断向南增生,贵州由濒临陆缘的大洋环境经过活动性大陆边缘逐渐转化为大陆地壳。泥盆纪至晚三叠世中期,由于扩张作用,陆块发展经历了裂前隆起、地壳拉伸变薄、裂陷、上隆剥蚀、强烈沉陷和消亡6个时期。晚三叠世晚期至今则受太平洋板块俯冲和印度洋板块与欧亚板块碰撞的影响,贵州属于滨太平洋活动带的一部分,初期的上升使之结束了全部海相沉积史,进入内陆环境发展阶段,由早期的大型内陆拗陷盆地变为晚期的小型断陷盆地<sup>[5]</sup>。

### 3.1.1 新构造运动塑造了陡峻而破碎的地貌格局

贵州晚近期的构造运动,在新第三纪至早更新世时期是以大面积、大幅度的间歇性隆升为主,曾经历新第三纪中—上新世末期和第四纪早更新世末期等强烈隆升阶段。其中,早更新世末的隆升运动是地史上具有转折意义的构造运动,这次运动使贵州高原掀斜隆起,进而奠定了贵州省境现代的地貌格局。中更新世以来,地壳运动仍以大面积的间歇性掀斜隆升为主,伴有局部的差异性隆升,但隆升和相对宁静阶段的更替越来越频繁,显示近代隆升有加强的趋势。

贵州省新构造运动的性质大致是:自西向东大面积、大幅度掀斜上升的同时,伴以断裂、断穹的差异上升和某些断陷盆地的相对下降,并继承老的地质构造再次活动,而整个上升运动又具有间歇性。新构造运动使贵州地势高起于广西、四川盆地达800~1 000 m以上,而且由西向东成为3大梯级状的大斜坡。新构造运动的间歇性,造就了不同时代的夷平面,使各流域范围内从分水岭到河谷区地貌呈梯级状下降,河谷中还普遍出现4~5级阶地,河流出现急流、险滩、跌水、瀑布、裂点、河流袭夺的行迹也很常见。新构造上升运动加上溯源侵蚀,使贵州第四纪沉积厚度小、分布零星。

### 3.1.2 古环境变迁形成了广布的碳酸盐

在中元古代至中奥陶世,贵州几乎全为海洋环境,早古生代早期是贵州省地史上最广泛和最大的海侵时期;晚奥陶世至晚三叠世中期,则海水进退频繁,是贵州由海洋向陆地转化的重要时期,出现陆棚台盆型和陆棚—广海型2种特殊的古地理格局;晚三叠世的安源运动,使海水全部退出贵州,完成了由海向陆的转化,之后贵州主要为内陆河、湖环境<sup>[6]</sup>。自晚震旦纪到三叠纪晚期,发育了4大套碳酸盐岩沉积建造,碳酸盐岩分布面积达13万 km<sup>2</sup>,占全省总面积的73.6%。在垂直分布上,贵州碳酸盐岩总厚度达8 500 m;碳酸盐岩地层自元古代震旦

纪至中生代三叠纪均有出露。碳酸盐岩分布面积广、产出厚度大,为贵州省土地石漠化的广泛发育奠定了物质基础。

### 3.2 土地石漠化的外动力驱动机制

驱动土地石漠化的外部机制包括季风环流和人类活动。

#### 3.2.1 大气环流决定了贵州省的气候特点

贵州省位于青藏高原隆起的东翼斜坡,太平洋季风和印度洋季风交汇影响的边缘地带,加之低纬度的区位和高海拔的地势,冷暖空气常在此交汇,形成静止锋;雨量充沛的温暖湿润气候为喀斯特发育提供了重要营力。

大气环流不仅决定贵州省阴湿多雨的气候特点,同时还决定各地气候随季节变化的规律性<sup>[7]</sup>。冬季,中纬度地区上空的西风气流不断东移,引导地面冷空气南下,在贵州中部形成静止锋,从而造成持续低温阴雨天气。若西伯利亚高压较强大,又有引导其南移的大气环流条件相配合,则会形成寒冷天气。春季,由于北方冷空气在南移过程中不断变性,常取东北路径侵入本省,受到地形阻挡而在湘西和贵州省东北部形成冷气垫,给西南暖湿气流的爬升提供了有利条件,常造成中部以东地区阴雨连绵和持续低温天气。如遇高空低槽或低涡东移,还会带来强度较大的降雨过程。夏季,7月份,原控制我国 35°N 以北地区的西北气流强度已大为减弱,低纬度高空东风气流接近青藏高原南部,35°N 以南为西太平洋副高压控制。副高压脊线于 6 月中旬第一次北跳到 20°N,7 月中旬再次北跳到 25°N,以后就在 25°N~35°N 之间南北跳动。副高压北上西伸进入我国后,脊线南侧为东南气流,北侧至 35°N 以南为西南气流,亚洲东南部均受西南季风控制。当副热带高压开始北上西伸影响贵州时,如遇北方冷空气南侵,或受低层高空切变影响,气流辐合作用加强,易发生大到暴雨天气。秋季,北半球高纬度地区的冷高压势力开始加强,地面冷气团再度活动于蒙古与中蒙边境,中高纬度上空西风带南移,青藏高原南侧的西风急流开始建立,西

太平洋副高压逐渐南移,10 月下旬基本上退回到 20°N 以南,西南季风向南撤出贵州。这时,来自北方的冷空气逐渐加强,南下次数增多,易造成本省连绵阴雨天气。

#### 3.2.2 人口过快增长超过了喀斯特生态环境的承载力

贵州省人口的急剧增长,已严重超过脆弱喀斯特生态系统的承载能力<sup>[8]</sup>。1949 年贵州省总人口 1 416.40 万人,到 1999 年增长到 3 710.06 万人,人口自然增长率始终高于 14‰,在全国名列前茅,人口密度从 1949 年的 80.43 人·km<sup>-2</sup>,增加到 1999 年的 209.19 人·km<sup>-2</sup>。<sup>[9]</sup>

人口的增加造成人地关系失衡、农业生态系统退化、土地质量变异、承载力降低。贵州省是全国唯一没有平原支撑的喀斯特山地省,人均耕地面积由 1949 年的 0.13 hm<sup>2</sup>(1.9 亩)锐减到 1999 年的 0.05 hm<sup>2</sup>(0.76 亩),且 80% 属于坡陡贫瘠的低产耕地。建国以来,贵州省的人均粮食大多在 300 kg 警戒线以下,为了满足粮食的需求,贵州省每年平均从外地引进粮食达 20 亿 kg。如果按照人均 300 kg 粮食计算,贵州省只能承载 2 500 万人口,到 1999 年人口增长到 3 683.83 万人,人口超载率达 47.35%。

人口的严重超载使当地农民被迫毁林开荒,全省 81.02% 的耕地分布在大于 6° 的坡地上,其中坡度大于 25° 的耕地为 69.18 万 hm<sup>2</sup>,占总耕地的 19.8%,而坡度在 35° 以上的耕地竟有 28.18 万 hm<sup>2</sup>,占总耕地的 5.74%。新开垦的坡地,大多在 3~5 a 内丧失耕种价值,甚至变为裸岩荒坡。坡耕地比例高是造成贵州省粮食产量低而不稳、水土流失和石漠化的主要制约因素(图 2)。

据统计,1989 年全省共有耕地为 185 万 hm<sup>2</sup>,其中旱地达 107 万 hm<sup>2</sup>,占耕地总面积的 58%;在旱地中大于 25° 的坡耕地为 25 万 hm<sup>2</sup>,占旱地总面积的 23.8%。从图 2 可以看出,土地石漠化的发生比例与大于 25° 的坡耕地比例及垦殖率呈密切的正相关,所以,陡坡开垦是导致土地石漠化最重要的因素之一。

农村能源单一,大部分农民依靠砍柴草作为生活能源,山柴人均占有量少,人与能源矛盾在许多地区相当突出,加上长期以来农民植被保护意识淡漠、科学技术知识不够,而且相关法规不健全,不能有效地保护植被,使喀斯特地区森林覆盖率不足 15%,其中,安顺、毕节、六盘水地区的森林覆盖率在 10%以下,而其土地石漠化比例最高(图 2)。

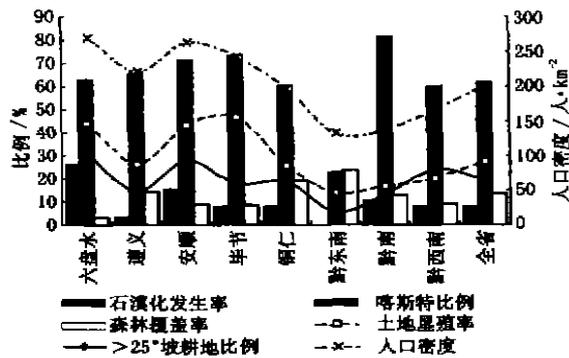


图 2 土地石漠化与其影响因素之间的关系  
Fig.2 Relationship of rocky desertification and influential factors

#### 4 结语

喀斯特地区正面临着来自贫困与生态恶化的双重压力,贫困是导致生态恶化的根源,生态恶化又加剧了贫困。贫困地区人口增长速度普遍高于经济增长速度,人地矛盾十分突出。人口增长,土地超载,导致长期乱砍滥伐和陡坡开荒,农业生态环境日益恶化,形成“人口增加→陡坡开荒→植被减少、退化→水土流失加重→石漠化→贫困”的恶性循环。西部大开发战略为西南喀斯特地区的持续发展提供了前所未有的机遇,恢复退化生态环境和缓解贫困是这一战略的关键,而摸清喀斯特山区石漠化的形成机制又是生态环境改善与全方位脱贫的关键。

为了打破生态恶化与民众贫困恶性循环的中间链条,实现国泰民安、山川秀美、人民生活富足的社会目标,有必要将生态经济学的理论和方法引入喀斯特地区的石漠化研究。将喀斯特地区土地石漠化放在生态经济系统中,研究喀斯特生态经济系统脆弱性的成因、演化,系统的承载能力及抗干扰能力;研究喀斯特生态经济系统的结构演化及功能状况,社会经济压力的变迁对生态系统的干扰程度,喀斯特生态经济系统的基本矛盾及其矛盾运动;研究系统扰动与响应的反馈过程及弹性阈值,揭示生态经济失衡导致石漠化的内在成因和机制,以便为退化喀斯特生态系统的恢复重建提供可操作性的战略方针及具体措施。

#### 参考文献:

- [1] 屠玉麟.贵州土地石漠化现状及成因分析[M]//李菁.石灰岩地区开发治理.贵阳:贵州人民出版社,1996
- [2] 袁道先.中国岩溶学[M].北京:地质出版社,1993
- [3] 贵州省区域地理信息项目领导小组.贵州省地理信息数据集[M].贵阳:贵州人民出版社,1996
- [4] 安裕伦.贵州高原水土流失及其影响因素研究[J].水土保持通报,1999,19(3):47-52
- [5] 贵州省地质矿产局.贵州省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987
- [6] 贵州省地质矿产局区域地质调查大队.贵州岩相古地理图集[M].贵阳:贵州科技出版社,1992
- [7] 许炳南,张弼洲,黄继用,等.贵州春旱、夏旱、倒春寒、秋风的规律、成因及其预报研究[M].北京:气象出版社,1997
- [8] 张殿发,欧阳自远,王世杰.中国西南喀斯特地区人口、资源、环境与可持续发展[J].中国人口·资源与环境,2001,11(1):77-81
- [9] 《贵州五十年》编委会.贵州五十年(1949—1999)[M].北京:中国统计出版社,1999

作者简介:张殿发(1964—),男,吉林省九台市人,博士后,主要研究方向为农业生态地质环境与可持续发展。