

贵州省喀斯特山区生态环境脆弱性研究

张殿发,王世杰,李瑞玲

(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)

摘要:贵州省喀斯特山区生态脆弱,主要表现为敏感度高、环境容量低、抗干扰能力弱和稳定性差。地球内动力机制奠定了其脆弱的生态环境背景,如地貌类型复杂、碳酸盐岩广泛分布、山高坡陡、土层薄而不连续等。季风活动和人口压力是喀斯特生态系统扰动的外动力机制,大气环流决定了贵州省阴湿多雨的气候特点,为岩溶发育提供了重要的侵蚀营力;社会经济压力超过了其生态系统的承载力,加剧了生态环境的恶化。

关键词:喀斯特;生态环境;石漠化;贵州

中图分类号:X144 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-8107(2002)01-0077-03

喀斯特是一种具有特殊的物质、能量、结构和功能的生态系统^[1],其特征是生态敏感度高,环境容量低、抗干扰能力弱,稳定性差,森林植被遭受破坏后,极易造成水土流失,基岩裸露,旱涝灾害频繁。喀斯特地表渗漏性强、保水能力差、土层瘠薄,土地生产能力易于受到干扰而大幅度降低或丧失,其主要原因在于石灰岩成土速率慢^[2],地形切割强烈、坡度陡峭、溶蚀和水蚀作用显著,特别受到人为干扰后,植被恢复困难,地表土层遭侵蚀而石漠化。前人对于喀斯特生态环境脆弱性的特征进行了广泛而深入的研究^[3],本文侧重对其成因机制进行探讨,以便为退化喀斯特生态系统的恢复和重建提供理论依据和决策参考。

1 喀斯特山区生态脆弱性的环境背景

贵州在大地构造上属扬子准地台范畴,从晚远古代震旦纪到古生代及中生代的第三纪,每一个地质时代的地层都有不同面积和厚度的碳酸盐岩分布和出露,在湿热气候的外力作用下,大部分地区都有不同程度的岩溶发育。新生代以来自西向东大面积、大幅度掀斜上升,使贵州高原处于我国第二大梯级向第一大梯级的过渡部位,这种高原地势全面而深刻地影响着贵州省生态环境状况。在地形、地貌上,贵州喀斯特高原表现为高原-峡谷型地貌结构,河流切割深,地面起伏大,地表破碎,从而奠定了贵州喀斯特生态脆弱性与敏感性的环境背景。

第一,碳酸盐岩广布。贵州高原除黔东南等少数地区外,其余73%的地区均为岩溶地貌,与广西、云南连成一片,被誉为世界“岩溶胜地”。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%。全省喀斯特分布面积

13万km²,碳酸盐岩的总厚度6200~11000m^[4]。

第二,山地性显著。地史上多次造山运动致使贵州省地层褶皱断裂发育,构成了地势高低悬殊的峰林盆地、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、平原、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%^[4]。

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11~14km/100km²;在东部、东北部沅江上游20~30km/100km²;而全省平均17km/100km²,垂直切割深度,在中部、东北部300~500m/100km²;在西部、南部和北部一般500~700m/100km²;个别可达到1000m/100km²。地面坡度小于10°的土地占总面积的14.24%,10°~25°的占50.69%,>25°的占41.07%^[4]。

第三,植被覆盖度低。1638年,徐霞客在《游黔日记》中惊叹“自入贵省,山皆童然无木,而贵阳尤甚”。可见过去没有大规模采伐森林,喀斯特山区的森林也不多,且以耐旱性、喜钙性、岩生性为特征的藤本刺灌丛、旱生性乔木灌草丛、肉质多浆灌丛等植物群落,即岩溶植被为主。再加上后来的毁林开荒,植被破坏,贵州高原的植被覆盖度普遍偏低。根据卫星影像解译,除农业植被占土地总面积的22%外,高覆盖度的仅占15%,中覆盖度的占28%,而低覆盖度的却占35%,这种植被覆盖度,在降水季节较长、降水量较大的喀斯特地区,对于径流调节和固持土壤都很不利。加之林地多为用材林,树种多为

收稿日期:2001-11-20; 修订日期:2001-12-12

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)

作者简介:张殿发(1964-),男,博士后,主要研究方向为农业生态地质环境与可持续发展,已发表论文30多篇。

松、杉等针叶树；草种多为禾本科草；经济林多为需复垦的油桐等树种，生态系统非常脆弱。

第四，降水充沛，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 1000mm 外，多数地区为 1000~1300mm。而且径流系数全省平均达 0.54，夏季（5~10 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，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 1038km），全干流省内天然落差 2036m。其它山区性小河多有落差大、水流急的特点。贵州高原河川径流的径流深与径流量均比较大，年内分配不均，洪枯流量比达数百至数千，雨季汛期水土流失动力强劲^[5]。

2 喀斯特生态环境脆弱性的内动力机制

喀斯特生态脆弱性的环境背景主要是由地球内动力机制决定的，如碳酸盐岩和陡峻的地貌特征等。中元古晚期至志留纪阶段，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、强烈沉陷和消亡等 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。

2.1 古环境的沧桑巨变形成了分布广泛的碳酸盐岩沉积建造

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—广海型两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→陆的转化，之后主要为内陆河、湖环境^[6]。自晚震旦纪到三叠纪晚期，发育了四大套碳酸盐岩沉积建造，碳酸盐岩分布面积 15 万 km²，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 8500m；碳酸盐岩地层自元古代震旦纪至中生代三叠纪均有出露。由于碳酸盐岩分布面积广、产出厚度大，从而为贵州省土地石漠化的广泛发育奠定了物质基础。

2.2 新构造运动塑造了陡峻的地貌格局

新构造运动对形成贵州省现代地貌格局具有主导作用^[7]。燕山运动塑造了贵州现在地貌轮廓的雏形，喜山运动继承并奠定了贵州现代地貌的基础。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，进而奠定了境内现代的地貌格局，并进入了乌江峡谷侵蚀阶段。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，但隆升与相对宁静阶段的更替愈来愈频繁，显示近代隆升加剧的趋势。

新构造运动使贵州地势最终由西向东成为三大梯级状。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。新构造上升运动再加上溯源侵蚀，使贵州第四纪沉积厚度小、分布零星。由于控制地貌发育的地质构造极其复杂，新构造运动非常活跃，出露的地层又齐全多样，又由于地史上气候冷暖、干湿变化，使塑造地貌形态的外营力多次变化，而又基本上表现为亚热带湿热气候下强烈的化学风化作用和侵蚀作用，塑造出陡峻、破碎、山地性显著的地貌特征。

3 喀斯特生态环境脆弱性的外动力机制

喀斯特生态系统的外部扰动主要来自季风环流和人类活动，其中季风环流决定了贵州省阴湿多雨的气候特点，为岩溶发育提供了重要的侵蚀营力；人类活动是喀斯特生态系统退化最重要的驱动力，贫困迫使人们采用不合理的方式利用自然资源，人口的超载造成人地关系失衡，砍伐森林、陡坡开垦等导致生态环境日益恶化，农业生态系统退化、土地质量变异、承载力降低，最终导致石漠化的发生和扩展。

3.1 季风活动决定了贵州省阴湿多雨的气候特点

贵州省位于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^[8]。雨量充沛的温暖湿润气候为岩溶发育提供了重要的侵蚀营力。

贵州省的地理位置，使影响当地大气环流既具有西风带环流系统的特点，又有亚热带环流系统的特点，南北气流交叉比较频繁而剧烈。夏季，在东南季风和西南季风影响下，出现较大降水，成为一年中雨量高峰时期；秋季太平洋副热带高压逐渐南撤，北方冷气流逐渐加强，常形成准静止锋并出现气旋波，

形成秋风秋雨的低温阴雨天气;冬季多冷锋过境,也容易致雨,黔西常有静止锋,如遇低槽东移,静止锋移到黔中,就会出现持久的阴雨天气,故贵州出现雨淞这种灾害天气的几率为全国之冠;春季,热带海洋气流开始到达,大气层结构不稳定,如有低槽或低涡过境,引来冷暖平流形成锋区,常带来春雨,加上西藏高压开始活跃,其东北气流与太平洋副热带高压的西南气流在贵州上空也会形成静止锋,产生持续的春寒阴雨天气。此外,海拔 1500m 高空正是多云带之一,贵州大部分地势正处于这一高度,这也是全年多阴雨的一个原因。这样的大气环流背景使贵州省平均降水日数在 170 天以上,西部最长达 200 天以上,最少的南部边缘红水河流域也达 150 天以上,在国内仅次于川西和台湾东部。

3.2 人口过快增长超过了喀斯特生态环境的承载力

贵州省的人口压力已严重超过喀斯特脆弱生态系统的承载能力^[9]。一方面来自大量外来人口的迁入,另一方面是人口净增长率很高。1) 外来人口的迁入主要分布在几个主要的历史时期,如明代屯垦戍边,大量汉族迁入贵州省,仅明万历年间就在贵州屯兵 3 万名,到清代末,随着汉族人口的大量迁入,少数民族只占总人口的 1/3、1/4 左右。抗战爆发后,内地大量人口涌入贵州;1958~1965 年的大三线建设,8 年间全省累计迁入人口 622.89 万人^[10]。2) 人口机械增长速率仍然很快,仅 1980~1987 年,全省总人口净增 744.37 万人,年递增 1.72%,远高于全国同期人口增长速度。贵州省 1949 年总人口 1416.40 万人,1978 年 2686.40 万人,到 1999 年人口增长到 3710.06 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/km²,增加到 1999 年的 209.19 人/km²^[11]。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,贵州省人均耕地面积由 1949 年的 0.127hm² 锐减到 1999 年的 0.051hm²,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 300kg 警戒线以下,为了满足粮食的需求,每年平均从外地引进粮食达 20 亿 kg。如果按照人均 300kg

粮食计算,贵州省只能承载 2500 万人口^[12],到 2000 年人口增长到 3525 万人,人口超载率达 41%。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 69.18 万 hm²,占总耕地的 19.8%,而坡度在 35° 以上的耕地有 28.18 万 hm²,占总耕地的 5.74%,新开垦的坡地,大多在 3~5 年内丧失耕种价值,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。

3.3 贫困是喀斯特生态环境恶化的巨大驱动力

贵州喀斯特山区正面临着来自贫困与环境恶化的双重压力,贫困是导致环境恶化的重要根源之一,环境恶化又加剧了贫困。喀斯特贫困地区普遍存在人口增长速度高于经济增长速度,使人地矛盾十分突出。人口增长对粮食、耕地以及生活资源的需求量的增加,导致毁林毁草开荒,造成本已脆弱的喀斯特生态环境严重恶化,农业生产困难,严重地制约了当地群众脱贫致富和社会经济的持续发展。随着人口增长,土地超载,导致长期乱砍滥伐和陡坡开荒,使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→耕地质量下降或山地石化→贫困”的恶性循环。

参考文献:

- [1] 袁道先. 中国岩溶学[M]. 北京:地质出版社,1993
- [2] 王世杰,等. 碳酸盐岩风化成土作用的初步研究[J]. 中国科学(D辑),1999,29(5):441-449
- [3] 屠玉麟. 贵州土地石漠化现状及成因分析[A]. 李菁. 石灰岩地区开发治理[C]. 贵州人民出版社,1996
- [4] 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]. 贵州人民出版社,1996.
- [5] 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.
- [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] 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.
- [8] 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.
- [9] 张殿发,欧阳南远,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.
- [10] 吕左. 中国贵州人口研究[M]. 贵阳:贵州教育出版社,1999.
- [11] 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.
- [12] 曲格平. 中国人口与环境[M]. 北京:中国环境科学出版社,1992.

Study on the Eco-Environmental Vulnerability in Guizhou Karst Mountains

ZHANG Dian-fu, WANG Shi-jie, LI Rui-ling

(National Laboratory of Environmental Geochemistry, Geochemistry Institute of Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

Abstract: Guizhou Karst Mountains have characteristics of high eco-sensibility, low environmental capacity, weak anti-jamming capability and poor stability. Geodynamical mechanism laid a foundation of karst eco-environmental vulnerability, such as mountain crest, spread karst and very thin soil. Monsoon activity and population pressure are extrinsic disturbing force of karst ecosystem, atmospheric circulation decided that climate feature of Guizhou Province is overcast and rainy, which provide important erosive force for karst development; societal and economical pressure exceed the bearing capacity of karst ecosystem, which aggravate karst eco-environmental deprivation.

Key words: karst; eco-environment; rocky desertification; Guizhou Province