

文章编号:1001-4810(2001)04-0310-07

贵州岩溶石漠化地区生态环境恢复的初步研究^①

——贵阳黔灵山的启示

张竹如¹,李 燕¹,王林均¹,陈 强¹,陈黎明²

(1. 贵州工业大学资源与环境学院,贵阳 550003; 2. 贵州省环境监测中心站,贵阳 550003)

摘 要:贵州省石漠面积约 98 万 ha^[1],87.16%石漠分布在贵州的西部和南部,其中 93.93%为石灰岩石漠,6.07%为白云岩石漠,即它们都属岩溶石漠。贵阳市黔灵山是一森林公园,山体由下二叠系厚层块状茅口灰岩组成,为一裸露型岩溶化山原,在大片裸露的基岩上生长着繁茂的林木使其群峰叠翠、古木参天。黔灵山的自然生态景观启示我们:①植物在自然界存在“无土栽培”;②某些已经石漠化地区土壤难恢复,但植被有可能恢复;③亚热带湿润气候带岩溶石漠的形成人文干扰是主导因子。基于此,文中还对贵州石漠化地区生态环境的综合治理提出了初步建议。

关键词:贵州省;岩溶石漠化;生态环境综合治理

中图分类号:X141;S766 **文献标识码:**A

0 引 言

石漠化,即石质荒漠化,简称石化,是自然营力及人文干扰下使原来比较连续的土地上植被遭破坏、土壤严重流失而造成大片基岩裸露的一种土地退化过程,它是一种山地灾害,危及人类的生存,是一严重的生态环境问题^[1]。

本文介绍了贵州石漠化分布的基本状况。贵阳市黔灵山由岩溶发育的裸露石灰岩组成,在裸露的基岩上却林木茂盛使之群峰叠翠。笔者初步考察了黔灵山的地质、岩石、构造、地貌、气候及林木在基岩上扎根方式;与贵州石漠化严重地区相对应的自然营力条件进行对比,得出了植物在自然界存在“无土栽培”、在亚热带湿润气候带岩溶石漠化演化人文干扰是主导因子,及贵州岩溶石漠化地区生态环境可恢复等认识,并对贵州岩溶石漠化地区生态环境综合治理提出几点切实可行的初步建议。

1 贵州省石漠化简介

笔者收集了 1984~1986 年贵州省林业厅森林二类调查原始资料,作了相关的野外工作,对全省 9 个地、州、市(包括 83 个市、县)的石漠化面积及地质简况作了极其初步的统计研究,初步估计全省石漠化面积约 98 万 ha,计算了各地州市石漠面积与全省石漠化面积的百分比值(表 1)。从表 1 可知,贵州境内石漠的分布在各地、州、市有较大的差异,石漠化面积集中分布在贵州西部及南部的毕节地区、六盘水市,安顺地区、黔西南州及黔南州,即长江流域和珠江流域的分水岭地带,占全省石漠面积的 87.16%。其中石灰岩石漠为 93.93%,白云岩石漠 6.07%,砂页岩及浅变质岩分布区未发生石漠化。因此,贵州省内主要为岩溶化石漠,即可溶岩石水蚀性石漠,90%以上发生在石灰岩裸露的岩溶正地形地区。

^① 基金项目:贵州省科学技术基金计划 2001(3073)项目
作者简介:张竹如(1946—),女,教授,环境地质地球化学专业。
收稿日期:2001-03-25

表 1 贵州省石漠分布状况简表
Tab. 1 Distribution of rocky desertification areas in Guizhou province

地、州、市名称	石灰岩石漠		白云岩石漠		总石漠	
	面积(ha)	%	面积(ha)	%	面积(ha)	%
贵阳市	6566	0.67	0	0	6566	0.67
遵义地区	17640	1.80	2548	0.26	20188	2.06
毕节地区	108290	11.05	2548	0.26	110838	11.31
六盘水市	102900	10.50	6664	0.68	109564	11.18
安顺地区	173264	17.68	5978	0.61	179242	18.29
黔西南州	213738	21.81	13524	1.38	227262	23.19
铜仁地区	36456	3.72	4018	0.41	40474	4.13
黔南州	233534	23.83	4312	0.44	237846	24.27
黔东南州	28126	2.87	19894	2.03	48020	4.9
总计	920514	93.93	59486	6.07	980000	100.00

注：①本表系根据 1984~1986 年省林业厅森林资源二类调查及笔者野外工作资料整理而成；②在一定的地形范围内（如一座山、一个谷地），基岩裸露率>70%称为石山，也称石漠化；基岩裸露率 30%~70%为半石山，也称为准石漠化。本表中统计数字为石漠化面积，不包括准石漠化面积。石漠化总面积占贵州省总面积的 5.57%。

贵州省西部和南部发育石漠的石灰岩类岩石的地层有：石炭系大塘组、黄龙群、马平组；二叠系下统栖霞组和茅口组；三叠系中、下统大冶组、夜郎组、永宁镇组、杨柳井组、安顺组、关岭组等。

早更新世末以来贵州地壳表现为大面积、大幅度间歇性、西部强于东部的掀斜状隆升，水动力发生强烈的变化，产生了岩溶向深发育和不均匀发育作用，形成以正地形为主的侵蚀溶蚀地貌特征。区内地形崎岖不平，石牙嶙峋，土壤零星贫瘠，植被稀少。据贵州省环境监测中心站报导，近年来，尽管贵州在绿化荒地和水土保持方面有了长足的进展，但由于岩溶生态系统类似于沙漠边缘^[2]，是一种具有“自毁性系统”，森林破坏和水土流失的情况已相当严重，一时积重难返，预计贵州每年仍将有数万亩土地石化^[1]，因此必须引起政府部门及科研部门高度重视，并找出切实可行的治理方案及措施。

2 黔灵山地质地貌及生态特征

2.1 地质地貌特征

黔灵山位于贵阳市区西北角，是中国较少见的城市区内森林公园。黔灵山大体构造位置属扬子准地台上四级构造单元——贵阳复杂构造变形区。山体的主要部位为北北东向黔灵山背斜，由下二叠系茅口组组成。山体东部为贵阳向斜，由三叠系白云质灰岩、白云岩组成，贵阳城区位于此向斜上。山体西部为黔灵湖

向斜，轴部由侏罗系自流井群砂岩、页岩及泥岩组成。黔灵山背斜上断裂发育，北东—南西向压扭性断层及北北东向、北西向、近南北向张性、张扭性断层纵横交错。从黔灵山麓至山顶弘福寺，为一条北西—南东向陡倾斜断层，数步一折的“九曲径”（俗称“二十四道之字拐”）就是沿此断层盘旋的。组成黔灵山背斜的地层为茅口组灰色、浅灰色厚层块状灰岩及厚层块状白云质斑块灰岩，质纯，方解石含量>90%，Al₂O₃+SiO₂<5%，厚度>500m。

黔灵山主体海拔 1300~1500m，比东侧贵阳市区及西侧黔灵湖高 200~400m。山体基岩裸露，凹槽、沟谷、石牙及岩溶漏斗、落水洞、溶洞发育，属侵蚀溶蚀地貌。

2.2 生态特征

黔灵山林木繁茂，遮天蔽日，群峰叠翠（图版 I—1），计有林木 1000 余种，维管束植物 467 种^[3]，是长期自然形成的亚热带湿润常绿、落叶阔叶林。笔者从黔灵山麓沿“九曲径”→“弘福寺”→象王岭“瞰筑亭”主要旅游路线及景点观察，发现该地树木生长具有如下几个特征：①树木成林，绝大多数生长在突出的石牙上（图版 I—4、5，图版 II—2）；②树根呈张开的手掌状，须根深扎在光秃基岩的裂缝中（图版 I—2、3，图版 II—3、4、6）；③古树根穿行在裸露基岩的裂隙中，根系与岩石盘结在一起（图版 II—3、5）；④树根与光秃岩石抗争，相互扭抱（图版 I—5、6，图版 II—1）；⑤树根犹如龙爪把基岩紧紧抓住（图版 I—6）；⑥光

秃基岩面上的小坑中生长着的树木其根系象绳子一样盘绕其中(图版Ⅱ-2);⑦陡峭的断层壁上林木扎根在溶蚀坑槽中,曲节虬枝,形成生机勃勃的醉汉林(图版Ⅱ-5)。黔灵山林木生长的这些特点表明,早期它们的种子或枝条在基岩的裂隙、凹槽、沟缝等处便开始了生命,随着树木生长,发达的根系穿插在岩缝中并不断扩张基岩裂隙。成林的树木使裸露基岩戴上了浓郁如盖的林冠,雨季时,尽管地形陡峭,林冠却减少了雨水对基岩面直接冲刷,使得仅有的零星土层被保存下来,促进生态环境向着良性方向发展。

3 亚热带湿润气候带岩溶石漠化地区生态环境恢复的初步探讨

3.1 黔灵山生态特征的几点启示

3.1.1 自然界存在“无土栽培”,光秃岩石上可生长多种植物,包括高大乔木

黔灵山主体由厚层块状质地较纯的石灰岩组成,成土母岩中酸不溶物少($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 < 5\%$)。尽管树木成林水土得以保存,但土层仍十分零星贫瘠,多数植物扎根在无土的基岩中。它们的根系在基岩中几乎无孔不入,并随着基岩面凸凹及裂隙皱纹表现出各种不同的形状。调查中我们发现,岩面上不仅生长地衣、苔藓等低等植物、维管束植物(高等植物中蕨类植物和种子植物),而且还有成林的乔木。这明确无误地告诉我们——自然界存在“无土栽培”。众所周知,植物生长繁殖最基本的条件是阳光和水分,贵州地处亚热带湿润气候带,具有丰富的水热资源,完全能满足植物生长的水热需求,黔灵山森林即是在这样的气候条件下于无土的基岩上岩生形成林木的典型。

3.1.2 已石漠化地区土壤恢复困难,但植被可恢复

石灰岩地区土壤形成是困难的,据李彬测算,每千年碳酸盐岩溶蚀残余物只有 2.47mm^[4];王安祥认为,在亚热带湿润气候条件下要形成 1m 厚的土壤,需要剥蚀掉含方解石 90% 的岩石 20m,时间长达 50 万年^[5,6]。在已成为石灰岩石漠地区,由于多为正地形,很难接受异地冲积层堆积形成土壤,只能靠石灰岩本身风化残积成土。因此,要在数十年或数百年的时间里单靠自然营力作用形成土层来改变其生态环境是不现实的,也是不可能的。但在这些已形成石漠的地区,数十年时期内植被的恢复却是可能的。①首先,有优越的适合植物生长的气候条件。于此,以安顺地区为例。该区年均气温 14℃,7 月均温 21.9℃,1 月

均温 4.1℃;年降水量 1360mm,4~10 月为雨季,集中了全年 90% 降水量;生理辐射(指太阳辐射能中波长在 380~710nm 之间的能被绿色植物所吸收的部分)50kcal/cm² 左右,并以 4~10 月份较多,属南亚热带湿润气候带。总的特点是雨水丰沛,光热水年变同步,夏半年光、热、水构成最佳匹配,蒸发量小,冬暖夏凉,越冬条件好,植物生长季节长。②裸露岩溶地貌的最大特点是地形崎岖不平,石灰岩表面沟槽纵横交错,凹槽、沟谷、洼坑、石牙遍布,岩溶负形态在雨季可以短期或临时承水。区内无夏旱,蒸发量小,雨季与植物生长夏半年同步,天然地提供了“无土栽培”的条件,飞籽或人工植造都可能使树木成活。③方解石在湿润气候条件下是活性矿物^[7],易溶解;在地表楔入岩石裂隙中的水富氧及重碳酸根,可促使方解石溶解;植物生长产生的有机酸能促使方解石溶解,而植物根系生长作用又使基岩裂隙扩大。因此,植物生长与基岩裂隙扩溶扩张同步,使其根系能紧紧与基岩结合,为高大乔木在石缝中求生存提供了条件。对于岩溶石山上植物的生长条件,前人已作过大量研究,代表性的有曹建华、钱凯光等。他们从生物岩溶的角度研究藻类、地衣等对碳酸盐岩浅表层岩石结构的改造而影响岩体表层持水特性及植物的生长。他们研究成果表明,地衣等能截留雨水,有生命活力的地衣岩表,一次主动吸水量为无植物者的 35 倍;分布无生命活力地衣遗骸的岩表一次主动吸水量也为无生物者的 4.2 倍。它们的存在对于林木的生长是很有意义的。所以,石灰岩上森林浓郁如盖成为可能。

3.1.3 亚热带湿润气候带岩溶石漠化发生的主导因子是人文干扰

黔灵山森林以不庸争议的事实启示我们,在优越气候条件下光秃的岩溶山地上自然力作用可形成森林,林冠阻止或减缓了雨水直接冲刷斜坡,使其水土得以保持。岩溶山地,尤其是石灰岩基岩之上的土壤剖面,多缺失 C 层^[8],土壤体(A+B 层)直接与基岩接触,岩土之间亲和力和粘着力差,土层极不稳定,极易发生水土流失^[9]。在斜坡、陡坡地带,若植被一旦遭破坏,或不合理耕植,使自然界已形成的岩、土、植物根系平衡的和谐关系遭破坏,势必导致石漠化的迅速发生。它不同于干旱气候带沙化的成因。因此,人文干扰是亚热带湿润气候条件下石漠化主导因子。

3.2 贵州岩溶石漠化地区生态环境综合治理的初步建议

3.2.1 利用高科技手段,建立石漠化监测和治理的

信息系统,是石漠化科学综合治理的基础工作

本文的第一部分介绍贵州省石漠化土地的分布状况利用的资料之所以是贵州省林业厅森林统计资料,是因为除此外再无全省更精确的资料可以利用。换言之,贵州这一石漠化严重的省,有关监测部门到目前为止尚无一张全省石漠化土地分布图,一切测报数据多是估计数据,底数不清,当然谈不上规划、治理和跟踪管理。

遥感卫星资料应用在环境监测、土地资源调查等领域在工业发达国家已有 40 多年历史(1957 年开始),在中国也已有 10 多年(1986 年开始)^①。该方法在识别岩石类型、岩土分界、荒山荒地、林木生长与消失等方面有很高的分辨率^②。它是国土资源、水土流失、荒漠化调查的省时、省力和省钱的高科技手段。利用遥感卫星信息,可建立省、地、州、市等地方级的石漠化监测系统,以及时掌握辖区内石漠化治理和演化的动态,并对石漠化综合治理作规划及动态管理。

3. 2. 2 推广经济生态治理,走可持续发展道路

黔灵山仅是裸露岩溶区岩生森林公园的一个实例,然而贵州岩溶地区岩生耐旱喜钙植物群落并不缺乏,政府应投入一定力量对其进行研究,选择包括有经济价值、观赏价值,能自我播种,易生长等特征的优秀物种,在石漠地区生态恢复的同时也能发展经济,走可持续发展道路。此外,各地、州、市还应根据本地区经济发展结构、城镇建设、交通网络、工矿建设、旅游资源等和已形成石漠地区的情况,统一规划,综合治理。

3. 2. 3 政府出台优惠政策,租赁石山,切实落实封山育林

对贵州大多石漠化地区,借助自然营力作用可使植被恢复,但这些地区经济落后,人口素质低,交通不便,由政府实施“封山育林”在管理上存在困难并要耗费大量资金和人力,而且其成效如何也难以预测。建议把石漠化的荒山租赁给农户个人或集体,所营造的林木或其它经济收入归租赁者,政府在石山有较好经济收益后再收取土地租赁金。由于租赁者有经济刺激,就可以管好林木,使封山育林成为可能,从而实现石漠地区生态环境恢复的目的。

参考文献:

[1] 陈黎明. 贵州喀斯特石化及生态环境恢复的研究[J]. 环保科技, 1991,(1).

[2] 李玉辉. 喀斯特的内涵的发展及喀斯特生态环境保护[J]. 中国岩溶,2000,19(3):260—262.

[3] 杨龙. 贵州旅游地理[M]. 贵阳:贵州科技出版社,1997:134.

[4] 李彬. 中国南方岩溶区环境脆弱性及其经济发展滞后原因分析[J]. 中国岩溶,1995,14(3).

[5] 王安祥. 贵州地质灾害对土壤资源的影响[J]. 贵州地质,1991,8(1):74.

[6] 王瑞江,等. 贵州六盘水石漠化的特点、成因与防治[J]. 中国岩溶,2001,20(3).

[7] A. N 彼列尔曼. 后生地球化学[M]. 北京:科学出版社,1975:153.

[8] 苏维词. 贵州喀斯特山区的土壤侵蚀性退化及其防治[J]. 中国岩溶,2001,20(3).

[9] 杨明德. 喀斯特流域地貌环境脆弱带初步探讨[A]. 地貌、环境、发展[C]. 中国科技出版社,1995:153—156.

A PRELIMINARY STUDY OF ENVIRONMENTAL
REHABILITATION IN THE KARST ROCKY
DESERTIFICATION REGIONS OF GUIZHOU PROVINCE
——Spired from Qianling Mountain

ZHANG Zhu-ru¹, LI Yan¹, WANG Lin-jun¹, CHEN Qiang¹, CHEN Li-ming²

(1. College of Resources and Environment, Guizhou University of Technology, Guiyang 550003, China;
2. Environmental Monitoring Center Station of Guizhou Province, Guiyang 550003, China)

Abstract: The area of the rocky desertification is about 9800km² in Guizhou, 87.16% of which is in the south and west of Guizhou. The area of limestone rocky desertification is 93.3%, and that of dolostone rocky de-

① 潘习哲. 陆地卫星遥感在中国(内部资料). 1994.
② 历银喜. 中国遥感卫星 Land set-7 性能介绍(内部资料). 1994.

sertification is 6.07%. Qianling Mountain is a forest park in the city of Guiyang. It is underlain by thick-bedded and massive Permian limestone and is a naked karst plateau mountain. But dense trees grows up on the naked bedrock of the park. The Qianling Mountain's natural eco-landscape reminds us as follows: ① There is a plantation without soil in nature. ② Rehabilitation of soil is very difficult, but that of plantation is possible. ③ Human interference is a major factor of the formation of rocky desertification under the humid climate conditions in the subtropical zone. Therefore, a preliminary suggestion about comprehensive control of eco-environment in Guizhou was put forward.

Key words: Guizhou province; Karst rocky desertification; Comprehensive control of eco-environment

宋林华研究员当选国际洞穴协会执行局委员并任副秘书长

2001 年 7 月 15—22 日在巴西巴西利亚召开的第十三届国际洞穴协会代表大会上,我国地质学会岩溶地质专业委员会副主任委员宋林华先生被选为国际洞穴协会执行局委员和副秘书长。

宋林华先生生于 1942 年 8 月,江苏武进人;1966 年毕业于南京大学地质系水文地质工程地质专业。现为中国科学院地理科学与资源研究所研究员、博士生导师、知识创新基地学术指导;石林研究中心主任、风景地学研究中心主任;中国地质学会理事、中国地质学会岩溶地质专业委员会副主任委员、中国地质学会洞穴研究会副主任委员、中国地理学会地貌专业委员会委员、中国地理学会喀斯特与洞穴专业组组长、中国风景名胜区协会专家咨询委员会专家、国际地理联合会喀斯特委员会委员、国际水文学家联合会喀斯特委员会委员、国际风景旅游洞穴协会委员及 2000 中国代表。

宋林华先生自 1972 年以来,长期从事喀斯特水文地质、喀斯特生态环境、洞穴学及风景旅游资源的研究工作。1981 年曾作为中国代表首次参加国际洞穴协会代表大会,并在千人大会演讲“中国南方喀斯特”。20 多年来宋林华先生曾先后与英国、美国、加拿大、新西兰、澳大利亚、保加利亚、法国、南斯拉夫、斯洛文尼亚等国开展国际合作和学术交流,并多次参加国际洞穴协会、国际旅游洞穴协会、国际水文学家喀斯特委员会、国际地理联合会、喀斯特水资源研究与开发、经典喀斯特研究、世

界保护联盟喀斯特生态与世界遗产、喀斯特地区持续发展等重大国际会议,广泛宣传我国喀斯特研究的最新成果,有力地促进了我国喀斯特学术界与国际同行们的学术交流。特别是近年来,通过石林研究基金和石林研究中心,广泛吸引国内外喀斯特科研工作到云南石林开展研究工作,对促进我国喀斯特学科的发展,提高我国喀斯特风景旅游的科学技术水平做出了积极的贡献。近 30 年来,宋林华先生共在国内外学术刊物、国内外学术会议上发表、交流论文百余篇、出版编著 6 本。

鉴于宋林华先生对推动喀斯特学科发展所做出的积极贡献,中国、澳大利亚、加拿大、美国、新西兰、挪威、英国、斯洛文尼亚、捷克、法国等国家联合提名推荐宋先生为第十三届国际洞穴协会执行局委员和副秘书长的候选人,他也是十四位候选人中唯一来自亚太地区的学者。在短暂但极其关键的 3 分钟竞选报告中,宋林华先生的讲演受到全体会议代表的热烈鼓掌欢迎。在随后的全会选举中,宋先生获得了 75% 的选票,一次通过当选,任期从 2001—2005 年。宋林华先生的当选除他自己突出的工作成绩外,与中国代表团团长张寿越教授的努力、国际友人和国际洞穴协会领导的大力支持,以及中国同行们在喀斯特学科方面取得的巨大成就是密不可分的。

(中国地质学会岩溶专业委员会 供稿)



1	3	
2		
4	5	6



1、遮天蔽日的黔灵山森林公园一角
3、生长在岩石上的枫香古树及梧桐
5、多条树根沿石面生长并环抱基岩

2、高大的马尾松树干和根系
4、比树干还粗壮的树根沿基岩垂直裂隙延伸
6、多条树根沿岩面、沟缝伸展生长的根系



1	2	3
4	5	
	6	

1、不对称根系

3、岩石上生长的树木

5、岩石上生长的树木

2、沟槽中的小树根系

4、岩石上生长的树木

6、关岭顶云乡石板井村岩石上人工植造林（八角枫）