

# 南方石灰岩山地石漠化及其治理的生态学分析

陈海, 梁小英

(西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069)

**摘要:**依据生态学原理,从山地石漠化的生态学属性和山地石漠化的生态学机理两个方面探讨了南方石灰岩地区山地石漠化过程的生态学原理。在此基础上,提出防治山地石漠化应遵循的生态学原理:①减少对环境亚系统的人为干扰,增加其稳定性原理;②增大各亚系统的有机联系及其协调度原理;③因地制宜,辩证施治的原理。

**关键词:**山地石漠化;山地复合生态系统;生态学基础

**中图分类号:**X144 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2002)03-0295-03

据“八五”国家攻关项目“生态环境综合整治和恢复技术研究”成果表明,南方石灰岩地区是我国5个典型脆弱生态区之一(除此以外,还有北方干旱绿洲-沙漠过渡地区、北方半干旱农牧交错区、西南山地河谷地区和藏南山地地区),它主要包括贵州、广西省区的76个县(市),约 $17 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。同时,这一地区也是我国贫困问题较为集中的区域,这种石漠化效应涉及工农业生产各个领域,严重制约当地经济、社会和环境的持续发展,威胁着人们的生存。因此,探讨南方石灰岩山地石漠化过程及治理措施的生态学基础就显得极为重要。

## 1 石灰岩山地石漠化的生态学机理

揭示石漠化发生的生态学机理,需从分析环境与人类活动的关系入手。首先要了解石漠化发生区的环境特征。在石漠化发生地区,土壤是限制因子,土层薄、水分状况的不稳定是石漠化发生环境的明显特征之一。土壤呈酸性易于分解构成了地表的脆弱性,再加上降水的季节性及猛烈性,两者构成潜在的环境不稳定因素,而这种潜在不稳定因素又发生在土壤较少的环境中,从而进一步增大了不稳定效应。但是,人们不能有意识的适应环境的特点,例如,我国贵州及广西石灰岩山地地区,最初都有郁闭的森林,由于人口的增加而进行坡耕、砍伐和放牧,引

起环境退化。环境退化的过程通常是从树木数量减少、盖度变小开始,发展到建群种改变。再加上环境退化发生在石灰岩地区,植被盖度减少便会出现裸露土层,在水及重力侵蚀作用下,演变成一种特殊的环境退化形式——石灰岩山地石漠化过程。可见,从生态学角度看,石漠化过程便是生态系统劣化过程的延续和发展。其主要表现为:水蚀及重力侵蚀使土壤内有机质及营养元素迁移到生态系统之外,造成本生态系统内物质循环量减少。随着石漠化过程加大,水蚀及重力侵蚀的加大,物质的损失越来越大(主要是土壤的减少),生态系统基本功能越来越失调。再加上人类不合理的开发使用,终于超出生态系统的阈值,从而造成生态系统中的构成要素:土壤及物质代谢基本成分——生产者的消失,使该生态系统结构彻底破坏,功能完全丧失。

所以,生态系统结构上和功能上的劣化过程,从构成成分的减少到功能的失调,直至生态系统完全崩溃,便是石漠化过程的生态学机理。

## 2 石灰岩山地石漠化生态学属性

从生态学角度认识石漠化过程,即是其生态学属性。石漠化过程的第一个生态学属性是反馈性。当石漠化过程开始后,如有水流经过脆弱疏松的地表,便会使土壤中一些易溶成分进入水中,形成小股泥

收稿日期:2000-05-07

基金项目:“九五”国家重点科技攻关资助项目(96-920-13-01)

作者简介:陈海(1971-),男,山西侯马人,西北大学教师,硕士,主要从事环境科学研究。

流。由于降水的强烈性、集中性,使得水中携带有少量的固体物质,这种情形更加重了对土壤的侵蚀。于是,在适当的条件下,就产生了水流—小股泥流—携少量固体物质加重侵蚀的反馈过程。同时,该过程又发生在陡坡和岩石风化区,再加上重力侵蚀作用,使得—经有携固体物质的泥流出现,其破坏过程将会加速。所以,山地石漠化过程,随降水及地表土壤的裸露程度大小而变化。

石漠化过程的反馈性还反映在人为影响上。当人口日益增多,为维持生计,不得不在陡坡上开垦土地,使得土地发生退化。例如贵州省罗甸县大关村,曾经有优良的生态环境,当地百姓曾经靠山吃山,维持着生计,但由于近代人口急剧增加,毁林开荒,导致森林严重的退化和贫困。1980 年人均收入仅为 50 元,生活用水奇缺,是有名的三靠村(吃粮靠返销,用钱靠贷款,穿衣靠救济)<sup>[1]</sup>。可见,正是由于土地荒漠化,使生产力下降,从而陷入“愈垦愈穷,愈穷愈垦”的恶性循环中,更加重了土地石漠化过程。

石漠化过程的第二个生态学属性是自我恢复能力,即如果消除外界干扰,其退化过程有逐步停止的特性。自我恢复能力的大小取决于退化过程的阶段和程度,取决于石漠化发生地的自然条件特点。例如,贵州全省碳酸岩出露面积  $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 占全省土地面积的 73%。但是,由于贵州水热条件优越,即使土层薄,只要去除人为干扰,都有灌木草本植物生长。据贵州省凯里、黄平等地在白云质石灰岩山地恢复植被的实践表明,由草被演变为藤刺灌丛约 8~10 年,再演替为萌生灌丛约 7 年,再演替为疏林 7~10 年,进而演替为喀斯特森林,又约 9 年,即由灌丛草被演替为喀斯特森林需要 35 年。

深入探讨石漠化的生态学特性,不仅使我们认识到石漠化过程有一经发生就具有自行扩展的特性和人为活动对该过程的影响,而且使我们认识到它具有—种很重要的特性——具有自我恢复能力。认识和掌握这两个属性,对于防止石漠化有重要意义。在石漠化发生的初期,利用其具有自我恢复的特性,采取封山育林的办法是有效果的。鉴于自我恢复过程与石漠化过程成反比,所以在初期开始治理,则会收到事半功倍的效果。

### 3 防治措施的生态学原理

生态工程是改善脆弱生态环境的最直接有效的手段。防治生态工程是把具有生态学上高效能结构

原理应用于山地石漠化过程,并模拟生态系统,建成适应特殊环境的各类防治体系。根据山地石漠化的程度,山地石漠化的生态工程可分为两类:① 具有石漠化危险地区的调节型生态工程——即通过有目的的干预,调节该生态系统内部的物流和能流,增大该系统的抵抗力;② 在已经石漠化土地上的修复型(或重建型)生态工程——通过人为大量投入提高系统的能量利用率,增强系统的稳定性及恢复力。但是,无论是哪一类生态工程,其内涵都是利用生态原理,寻求具体的防治措施。

山地复合生态系统是以人为中心,由山地环境亚系统、山地社会亚系统和山地经济亚系统构成的复合系统(如图 1)。因此,山地环境亚系统是两个亚系统发展的基础和保障,山地经济亚系统和山地社会亚系统可以为山地环境亚系统提供社会及经济保证,所以采取防治措施应遵循以下生态学原理。

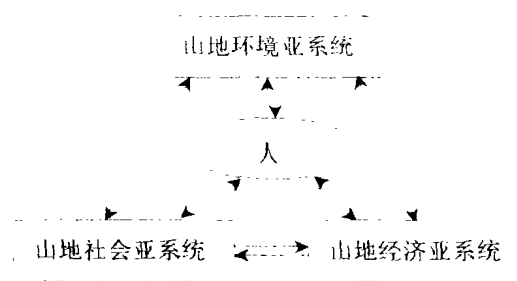


图 1 山地复合生态系统

Fig. 1 The complex ecological system of mountains region

#### 3.1 减少对环境亚系统的人为干扰,增加其稳定性

减少人为干扰,是恢复稳定性的前提。人是山地复合系统的核心,是能动因素,是整个大系统的启动力量,为 3 个亚系统提供劳动和智力投入。目前,造成山地石漠化的主要原因是人为干扰过度,如过度垦殖、过度放牧等,使原本脆弱的森林植被遭到破坏引起土壤侵蚀造成的。如果人类能够正确认识 3 个亚系统之间的关系,减少外界干扰,那么山地石漠化程度是可以减轻的。例如:贵州省中部和西部喀斯特山地和碳酸盐形成的弧形山顶部的悬崖峭壁上,多生长郁闭度很高的乔木和灌木;贵阳市区内黔灵山、东山的喀斯特森林景观,高大挺拔郁郁葱葱,都是喀斯特地貌保护和未受破坏的结果<sup>[2]</sup>。

改善山地环境亚系统结构是增大稳定性的保障。山地环境亚结构的转变表现在对垂直和水平空间结构的改善上。在水平结构上不能依靠单一物种,例如贵州长防林一期工程的树种配置比较合理,有 25 种之多,有效地防治病虫害的发生。相反,重庆云阳长江林场由于树种单一(均为柏木林),1975 年发

生的病虫害几乎毁掉全部林场。所以,在水平结构上,应采取多种树种有机配合,增大环境亚生态系统的物种多样性。在垂直结构上,不能仅依靠高大的乔木,应当配置乔、灌、草的立体结构。林分结构简单,则保持水土能力差。据研究,单层结构的柏木林地表径流量大(最大可为年降雨量的 17%),具有多层结构的林分,年均径流量仅占降雨量的 4%<sup>[2]</sup>。所以,在垂直结构上,乔、灌、草立体结合可极大提高环境亚系统的稳定性。

### 3.2 增大各亚系统的有机联系及其协调度

如图 1 所示,3 个亚系统中的任何一个都是以其他两个为条件,并以与其他两个亚系统间的能量、物质和信息的交换为存在前提。所以,山地复合生态系统的改善,仅依靠环境亚系统的改善是不能充分实现的,还应当增大各亚系统的有机联系,增大协调度。

增大各亚系统的有机联系,主要是增大社会、经济亚系统对环境亚系统的投入。山地石漠化主要是人们过度看重经济产出和收益,而忽视了对环境亚系统的投入。只有增大投入,才能有效遏制环境亚系统的退化趋势,改善环境亚系统的结构,提高其功能。目前,投入的方式主要是采取生物措施和工程措施。生物措施主要是人为恢复地表植被,工程措施主要是防止水土流失。在实践中只有把两种措施结合起来综合使用,才能取得最佳效果。据长江上游防护林防止侵蚀产沙量研究表明:生物措施和工程措施治理效果显著,生物措施可减少 25% 的泥沙,工程措施可减少 20% 的泥沙。生物措施与工程措施相结合,流域悬移质沙漠数为  $16.47 \text{ m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ,比只采取生物措施多减少近 30 个百分点<sup>[3]</sup>。相反,仅采取单一措施,效果会大打折扣。例如,在贵州省毕节地区河官屯龙潭坪小流域的治理中仅采取工程措施,1997 年 7 月的一次大降雨,冲毁水沟 94 处,最大一处为 40 m<sup>[2]</sup>。可见,只有采取生物与工程措施相结合,才能真正改善经济、社会亚系统与环境亚系统的联系。另外,在增大投入时,还要采取适当的经济措施,充分调动人民群众的治理积极性。仅有经济措施,缺少生物工程措施,则有可能使已有的建设成果

付之一炬。仅有生物工程防治措施,缺少经济措施,则会减少人们改善山地复合生态系统的积极性。例如,我国水土保持法中明确提出“禁止在 25°以上坡陡地开垦种植农作物,并提出已在陡坡地开垦种植农作物的,应当采取有利措施,退耕还林还草”。但是,由于没有相应的经济措施,多年来收效甚微。贵州省在 1991 年提出“先还林后退耕”的经济措施后,逐步解决了农民粮食问题,同时也极大地改善了当地的环境状况。

增大各亚系统的协调度,主要是指增大经济、社会亚系统的协调力度。在国土整治中,我国历来采取以“条”为主的治理方式,林业部门主要是造林,缺乏有效的工程措施;水利部门进行水土保持主要以工程措施为主,往往缺乏配套的生物措施,形成目前林少造林、水跑治水、土瘦改土的治理局面。所以,为改善山地复合生态系统,应实行以一个部门为主,综合运用经济、行政、法律手段的综合治理局面<sup>[2]</sup>。

### 3.3 因地制宜,辨证施治

在山地石漠化过程中,山地环境亚系统结构和功能均发生变化,如从最初的自然环境开始退化。首先是组成环境亚系统的环境要素量的变化(土壤减少、植被覆盖度降低等)。当这种环境要素量的减少达到一定程度时,环境亚系统的结构便发生质的变化,使环境退化至不易恢复的状态。所以,应当根据石漠化的程度,采取相应的措施才能取得最佳效果,例如:贵州省把乔、灌、草覆盖度不足 40%、基岩裸露占 70% 以上的山地称喀斯特石山;基岩裸露占 30%~70% 的称喀斯特半石山;少于 30% 的称为潜在石化的荒山。所以,在喀斯特石山荒漠化的治理上,要针对其特点,按类型实行规模治理。喀斯特石山半石山,属轻度到中度破坏,采取封山育林育草措施;喀斯特半石山石山,属中度到严重破坏,采取人工造林措施;喀斯特石山半石山农地,采取退耕还林措施;喀斯特石山半石山森林植被,应严格禁止各种人为活动,采取保护措施<sup>[2]</sup>。因此,因地制宜、辨证施治的原理就是根据石漠化进程,研究石漠化地区自然资源的保护措施,并根据石漠化进度,判断开发程度和自然环境的变化。

## 参考文献:

- [1] 蔡运龙. 退化土地的生态重建、社会工程途径[J]. 地理科学, 1999, (3): 198-203.  
 [2] 宋宗水. 三峡库区及长江上游地区林业生态建设问题的研究[J]. 生态经济通讯, 1998, (4): 21-33.

### 3 结 论

紫杉醇是具有细胞毒作用的次生代谢产物<sup>[6]</sup>,在正常条件下不会大量合成,只有在特殊环境胁迫条件下才会大量合成。T<sub>14</sub>菌在分泌色素以后,开始

停止生长,而紫杉醇又不溶于培养液,因此要提高紫杉醇含量必须提高菌体的生物量以及解决菌体分泌色素问题。我们可以根据其生物合成途径以及其他代谢途径相联系,选择有效的诱导子、前体物、培养条件的优化等条件来提高紫杉醇的产率。

#### 参考文献:

- [1] WANI M C, TAYLOR H L, WALL M E, *et al.* Plant antitumor agents VI The isolation and of taxol, a novel tileukemic and antitumor agent from *Taxus brevifolia*[J]. *Am Chem Soc*, 1971, 93(9): 2 325-2 327.
- [2] STOBEL G A, STAIERLE A, STIERLE D. Taxol and taxane production by *Taxomyces and reanae*, an endophytic fungus of pacific yew[J]. *Science*, 1993, 260(5105): 214.
- [3] 蔡武成, 袁厚积. 生物物质常用分析法[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [4] DO C B, CORMIER F. Accumulation of anthocyanins enhanced by a high osmotic in grape (*Vitis vinifera* L.) cell suspensions-anthocyanin production in graperino cell culture[J]. *Plant Cell Rep*, 1990, 9: 143-146.
- [5] ZHONG J J. Effect of initial sucrose concentration on excretion of anthocyanin pigments in suspended cultures of *perlla frutescens* cellsplant. suspension cell culture[J]. *World J Micro Biotechnol*, 1994, 10: 590-592.
- [6] 余龙江, 李 为, 梅兴国, 等. 前体促进紫杉醇生物合成的研究[J]. *生物技术*, 1999, 9(1): 4-7.

(编 辑 徐象平)

## A study on fermentation condition of endophytic fungus associated with taxol

ZHANG Ya-ni, DONG Zhao-lin

(The life Science institute Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract:** Effects of sugar content, carbon source, nitrogen source and precursor feeding on taxol production of endophytic fungus in liquid fermentation were studied. The results showed: nitrogen source and precursor feeding resulted in significant increase of taxol production. Sugar also have a certain influence.

**Key words:** taxol; endophytic fungus; precursor feeding

(上接第 298 页)

- [3] 雷孝章. 长江上游防护林体系不同林种的生态经济效益研究[J]. *自然资源学报*, 1998, 11(4): 364-371.

(编 辑 徐象平)

## Analysis on the deteriorated mountains region of the southern calcareous stone region and its principle of the ecology

CHEN Hai, LIANG Xiao-ying

(Department of Urban and Resources Science, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract:** Based on the principle of the ecology, the course of the deteriorated mountains region of the southern calcareous stone was discussed in two aspects. First, the ecology property of the deteriorated mountains region is elaborated; next, the ecological mechanism of the deteriorated mountains region is discussed. And then based on the basic ideas, the ecological principle of the resume of the deteriorated mountains region is elaborated.

**Key words:** the deteriorated mountains region; the complex ecological system of mountains region; the ecological principle