

## 贵州省石漠化地区生态系统健康状况评价综述<sup>\*</sup>

刘唐松,戴全厚

(贵州大学 林学院, 贵阳 550025)

**摘要:**石漠化地区生态系统健康是区域生态系统可持续发展的基础,也是区域人类环境可持续发展的基础。基于对石漠化成因机制分析,把可持续发展理论引入生态系统健康评价体系,对石漠化地区生态系统健康状况评价原则、指标筛选、评价方法进行了初探,为进一步研究石漠化提供参考。

**关键词:**石漠化;生态系统健康;贵州省

**中图分类号:**X171.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2008)04-0165-03

## Reviews of Ecosystem Health Assessment on Rocky Desertification Area in Guizhou Province

LIU Tang-song, DAI Quan-hou

(Forestry College of Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** Ecosystem health is the foundation of sustainable development on regional ecosystem in rocky desertification area and regional environment. The paper introduces the principles, indexes and methods about ecosystem health assessment in rocky desertification area based on analyzing the cause of rocky desertification, combining sustainable development theory with ecosystem health assessment. Moreover, it provided the reference for researching the rocky desertification further.

**Key words:** rocky desertification; ecosystem health; Guizhou province

### 1 引言

在亚热带湿润气候带的石灰岩等碳酸盐岩类分布区,由于造壤能力低,且在长期的岩溶作用下产生了地表及地下双层空间结构,大气降水常通过地表岩溶裂隙、漏斗、落水洞、洼地等,快速、直接渗入地下岩溶空间,导致地表保蓄水能力差。土被分布具较大的局限性和离散性,在石缝、溶沟、溶槽中心,有不同厚薄的土层存在,在凸起地形多裸岩分布,形成亚热带湿热环境下喀斯特地区特有的土地类型。在这种背景下,由于人为干扰造成植被持续退化乃至丧失,导致水土资源流失,土地生产力下降,基岩大面积裸露于地表而呈现类似荒漠景观的土地退化过程,称喀斯特石漠化<sup>[1]</sup>,是土地荒漠化的主要类型之一<sup>[2]</sup>。

生态系统健康是比稳定性、恢复力、多样性更为全面综合的概念<sup>[3]</sup>,是指生态系统没有病痛反应、稳定且可持续发展。即随着时间的演替,生态系统始终有活力且可维持其组织的自主性,受外界胁迫时易恢复。具有没有失调症状、有良好的恢复力和自我维持力、对邻近生态系统没有危害、对社会、经济发展及人类健康有支持和推动的功能特征<sup>[4]</sup>。

我国的黔、滇、桂、川、鄂、湘接壤地区是世界上最大的喀斯特高原,贵州省地处中国典型的喀斯特地质地貌分布中心。

碳酸盐岩极为发育,喀斯特出露面积占全省土地总面积的73%。长期以来,由于自然和人为因素影响,地表植被遭到破坏,导致严重的水土流失,基岩大面积裸露形成了难以治理的石漠化。目前,贵州省轻度以上石漠化面积为35 920 km<sup>2</sup>,占国土总面积的20.39%。其中,中度和强度石漠化面积分别为10 518 km<sup>2</sup>和2 669 km<sup>2</sup>。石漠化面积平均每年以1 800 km<sup>2</sup>的速度推进,耕地面积每年则以7 600 km<sup>2</sup>的速度在减少。石漠化的发展,使人类逐步失去了赖以生存的土壤资源,造成了山区群众的生产和生活困难,严重制约了当地社会经济的发展,是产生贫困的根本原因。石漠化的治理已经到了刻不容缓的地步。对石漠化地区生态系统健康状况进行评价,是为了解石漠化地区生态系统健康现状、可持续发展水平以及制约可持续发展的因素,从而为区域石漠化治理提供标尺和依据,最终实现石漠化地区生态健康与可持续发展。

### 2 国内外研究动态

#### 2.1 喀斯特石漠化的研究进展

##### 2.1.1 喀斯特石漠化程度分级、类型的划分及判别

喀斯特石漠化程度分级、类型的划分及判别是过去的一些研究重点之一。按周德全等人对石漠化程度分级<sup>[5]</sup>,首先确定石漠化的零级和顶级状态,采用等比内插法进行分级。

\* 收稿日期:2007-05-15

基金项目:贵州大学科研启动基金项目(X060056);贵州省自然科学基金项目(黔科合J字[2007]2150号);国家重点基础研究发展规划项目(2006CB403206-6)

作者简介:刘唐松(1986-),男,贵州省松桃人,主要从事水土保持与荒漠化防治方面的学习与研究。E-mail:gzuiliuts@163.com

通信作者:戴全厚(1969-),男,陕西长武人,副教授,博士,主要从事水土保持和生态恢复重建研究。E-mail:qhdairiver@163.com

在零级与顶级石漠化之间按照等比内插法,划分出轻度、中度、重度和极重度 4 个等级。

根据李阳兵等人对石漠化类型划分总结<sup>[6]</sup>,分别从不同角度将石漠化划分为若干个等级。按石漠化严重程度划分:将岩石裸露所占面积达 70% 以上的地带划分为石漠化地区<sup>[7]</sup>,裸露的碳酸盐岩面积小于 50% 的地区为无明显石漠化区<sup>[8]</sup>。目前,在石漠化评价指标选择和石漠化强度与等级的划分等方面仅从地表形态,根据基岩裸露面积、土被面积、坡度、植被加土被面积、平均土厚等将石漠化强度分为无明显石漠化、潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、强度石漠化、极强度石漠化,或根据裸岩面积百分比、现代沟谷面积比、植被覆盖率、地表景观特征(裸岩出露方式)、土地生产力下降率将石漠化程度分为轻度、中度、强度石漠化。按发生地貌类型划分:石漠化分布在古溶原解体、构造活动强烈的河流上游及河谷地带的典型峰丛山区、深切峡谷区,其次是溶蚀丘陵区等碳酸盐岩连续分布区。石漠化发生的微地貌类型可分为峰林溶原石漠化组合模式、峰丛洼地、峰林谷地石漠化组合模式、峰丛峡谷石漠化组合模式<sup>[6]</sup>。按岩性类型划分可分为:纯质灰岩、白云岩石漠化区,碳酸盐岩层与非碳酸盐岩层互层、间层石漠化区;其中纯质灰岩区形成仅有稀疏的藤刺灌丛覆盖的石海,白云质灰岩区形成稀疏植被覆盖的坟丘式荒原<sup>[6]</sup>。

石漠化判别指征系指能够鉴定石漠化土地质量,且可度量或可估测的土地属性,全面反映石漠化土地主要属性。石漠化判别指征在景观尺度上,以某一石漠化类型的自然景观较为一致的地域(或地块)为对象,其地表形态和生态状况应是石漠化程度的直接反映<sup>[5]</sup>。比如可以利用基岩裸露率、植被覆盖率、区域土壤侵蚀模数、土壤质地和土地生产力状况等的差异性来判别各级石漠化。不仅使判别指标具有代表性和可操作性,而且由于可以综合利用地面调查及 RS 技术比较容易地获取所需信息,使得指标又具有易得性。

### 2.1.2 喀斯特石漠化评价指标体系

喀斯特石漠化评价指标体系是石漠化评价的基础。不同尺度的石漠化评价,应有不同的评价指标、标准和方法,并且区域评价应基于景观尺度评价之上<sup>[5]</sup>。

从目前的石漠化评价指标体系研究状况来看,石漠化评价大都以定性描述为主,评价指标繁冗,且相互重叠、多为间接性指标,指标不易获取,可操作性差。

### 2.1.3 喀斯特石漠化的成因机制

从目前的研究来看,喀斯特石漠化的发生是自然因子和人为因子综合作用的结果。其本质的内因是强烈发育的喀斯特地貌形成的脆弱生态系统。即由于喀斯特地区生态环境的脆弱性、土地的承载力及自然资源的有限性与当地快速增长的人口压力之间的矛盾,同时包括气候、地质等因素引起喀斯特地区生态环境的逆行演替直接导致了石漠化。根据王德炉等人研究<sup>[9]</sup>,喀斯特地区土地退化的主要原因是植被系统的退化,由于植被退化,使得喀斯特地面土壤遭受流水侵蚀加剧,成为石漠化形成的直接动力。而人为干扰也是通过改变土地生态系统,且主要是改变植被系统的状态,放大或促进了流水侵蚀作用,减弱了自然生态系统对流水侵蚀作用效应的抑制和缓冲作用,从而加速了石漠化的进程。

### 2.1.4 喀斯特石漠化防治

近年来,喀斯特地区土地石漠化已引起国家的高度重视,喀斯特石漠化综合治理已成为各级政府及各科研机构紧迫任务之一。石漠化植被恢复机理研究、石漠化预警预报系统、石漠化地区综合治理等成为研究重点,并在一些典型区域取得阶段性成就。石漠化的防治应紧密结合其成因,因害设防,防治结合:重点是解决协调喀斯特地区人地资源矛盾、植被恢复与重建等综合措施。

## 2.2 生态系统健康状况评价体系

### 2.2.1 评价的指标体系

生态系统健康可从活力、恢复力、组织结构、生态系统服务功能的维持、管理选择、外部输入减少、对邻近系统的影响及人类健康等方面衡量<sup>[10-11]</sup>。生态系统健康评价指标体系最重要的是生态系统的完整性、适应性和效率<sup>[12]</sup>。指标的选取应遵循科学性、客观性、可操作性、整体性、可获取性、可比性等原则<sup>[13]</sup>。

### 2.2.2 评价标准及指标权重的确定

目前对生态系统健康评价,主要根据不同的生态系统制定不同的评价指标,结合相应的指标确定各指标的权重,建立评价函数,最后进行综合评价。罗跃初等<sup>[14]</sup>在对流域生态系统健康评价中指出:评价生态系统所选指标首先要选用能够表征生态系统主要特征;其次要对这些特征进行归类区分,分析各个特征对生态健康的意义;再次是要对这些特征因子进行度量,确定每个特征因子在生态系统健康中的权重系数,每类特征因子在生态系统健康中的比重;最后建立生态系统健康评价的指标体系。

## 3 存在的问题

目前在对石漠化研究中,研究方法以描述性、概念性为主,缺少模型构造和数理统计的研究,仅少数研究者进行过自然背景指标、人口特征类指标、人地关系类指标与石漠化的相关分析<sup>[15-16]</sup>。在对石漠化分级评价中,指标的繁冗性及各指标相互交叉、相互重叠,且许多指标不具易得性和可操作性,同时,有些指标还缺乏合理性。在生态评价方面,石漠化地区生态系统健康状况评价还是空白,尤其是量化评价及评价指标权重的确定等方面,还需要进一步的研究。以为石漠化的综合治理提供指导和依据。

## 4 展望

### 4.1 评价原则

评价原则是建立评价指标体系及进行指标筛选的总则,在对石漠化地区生态系统健康状况评价中,可参照目前的可持续发展评价原则,具体应做到:

(1) 数据应具有易获得性和可操作性。在指标选取中应充分考虑所选指标是否易于获得,且能够被准确测定。不易获取的指标不宜于评价,不易获取指标不具可操作性。

(2) 指标应具有简易性、可比性、相关性、代表性、预警性、敏感性、准确性、综合性和主导性。所选指标应尽可能简易,且具可比性;同时,所选指标与石漠化应有较好的相关性,相关之中有具有代表性、预警性、敏感性、准确性。在对众多因子筛选过程中,既要充分考虑到多种影响因素,又必须找出对石漠化发展程度起控制作用的主导因子,坚持综合性和主导性相结合。

(3) 指标体系的整体性、开放性等<sup>[17-19]</sup>。要对生态系统作出合理评价,首先所选指标就应该体现整体性、开放性。

(4) 指标的选取还要体现不同的地域差异性。即在对石漠化地区生态系统建立评价指标体系时,不仅要参照目前生态系统健康评价体系原则,而且评价的指标体系还应体现出石漠化地区生态系统的差异性与特殊性。

#### 4.2 指标筛选

对石漠化地区生态系统健康状况评价,旨在说明区域石漠化成因、过程、程度、发展速率及危害等,以便为石漠化治理提供必要的依据。石漠化评价大体可分为3类<sup>[20]</sup>:一是对石漠化现状评价。即在一定的时间和地域范围内对土地评价单元石漠化程度鉴定;二是对石漠化发展速率评价,即石漠化发展的快慢程度;三是石漠化危险性或灾害性评价,是对区域土地石漠化的综合评价,并进行趋势预测。

在对石漠化现状评价指标选取中,由于植被退化是引起石漠化的主导因子<sup>[9]</sup>,因此可以选择群落生物量、群落高度、枯落物厚度、土壤厚度、基岩裸露面积或土壤中石砾含量、乔灌木层盖度因子作为石漠化程度评价的指标。

在筛选石漠化发展速率评价指标时,可以综合区域土壤侵蚀模数、坡度、地质、一定时间内(如一年)区域小生境种数变化、基岩裸露率变化、土壤总量改变或石砾含量改变量等因子以及石漠化现状评价指标中的各指标改变量等作为评价指标,但需要具体研究量化,以区域为单元进行评价。

在筛选石漠化危险性或灾害性评价指标时,主要结合所评价地域石漠化对区域社会经济及对周边生态系统的影响,在承认区域差异的前提下选取不同的指标,如植被、水源涵养、人民生活水平等自然社会因子,综合评价。

#### 4.3 评价方法

在对石漠化地区生态系统健康状况评价中,把可持续发展理论引入评价体系,借鉴目前可持续发展评价的单指标或复合指标与多指标或指标体系两类评价方法<sup>[19]</sup>,综合可持续发展理论,结合石漠化地区特点,建立石漠化地区生态系统健康评价指标体系。筛选出指标后,运用特尔斐法(Delphi)、层次分析法、专家打分法、主成分分析法、比较法等确定指标权重。综合自然科学、社会学、环境学、生态学等方面研究,确定评价指标的阈值、参照值、临界值、标准值等。最后对这些指标进行量化,运用加权连乘累加法对生态系统健康状况进行评价。即

$$D = \sum_{i=1}^n a_i x_i$$

式中: $D$ ——生态系统总体健康状况; $a_i$ ——第 $i$ 指标的权重; $x_i$ ——第 $i$ 指标的指标值。

石漠化地区生态系统健康状况量化评价还是空白,对石漠化地区生态系统健康状况进行研究,建立石漠化地区生态系统健康评价指标体系,为石漠化的综合治理及评价提供指导和依据,具有较高的现实意义。

#### 参考文献:

[1] Yuan Daoxian. Rock desertification in the subtropical karst of south china[J]. Z. Geomorph. N. E, 1997, 108: 81-90.

[2] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J]. 中国岩溶, 2002, 21(2): 101-105.

[3] 刘红, 刘文金, 胡东明. 生态健康[J]. 黑龙江环境通报, 1999, 23(4): 29-30.

[4] 姚艳玲, 刘惠清. 生态系统健康评价的方法[J]. 农业与技术, 2004, 24(2): 79-83.

[5] 周德全, 王世杰, 张殿发. 关于喀斯特石漠化研究问题的探讨[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22(2): 127-131.

[6] 李阳兵, 王世杰, 容丽. 关于喀斯特石漠化和石漠化概念的讨论[J]. 中国沙漠, 2004, 6(24): 689-690.

[7] 王瑞江, 姚长洪, 蒋忠诚, 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): 211-216.

[8] 吕涛. 3S技术在贵州喀斯特山区土地石漠化现状调查中的应用[J]. 中国水土保持, 2002(6): 26-27.

[9] 王德炉, 朱守谦, 黄宝龙. 喀斯特石漠化内在影响因素分析[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(3): 266-271.

[10] Rapport D J. Ecosystem Health[M]. Oxford Blackwell Science, 1998: 1-356.

[11] Rapport D J, Costanza R, McMichael A J. Assessing ecosystem health Trends[J]. Ecol. Evol., 1998, 13: 397-402.

[12] Kong H M, Zhao J Z, Wu G, et al. Ecosystem health and environment management [J]. Environ. Sci., 2002, 23(1): 1-5.

[13] 桑燕鸿, 陈新庚, 吴仁海, 等. 城市生态系统健康综合评价[J]. 应用生态学报, 2006, 17(7): 1280-1285.

[14] 罗跃初, 周忠轩, 孙轶, 等. 流域生态系统健康评价方法[J]. 生态学报, 2003, 8(23): 1606-1614.

[15] Wang S J, Li R L, Sun C X, et al. How types of carbonate rock assemblages constrain the distribution of karst rocky desertified land in Guizhou Province, P R China: Phenomena and Mechanisms[J]. Land Degradation & Development, 2004(15): 123-131.

[16] 蓝安军, 熊康宁, 安裕伦. 喀斯特石漠化的驱动因子分析[J]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 19-23.

[17] Cobb C W, Rixford C. Lessons Learned from the History of Social Indicators [M]. San Francisco: Redefining Progress, 1998.

[18] Liverman D M, Hanson M E, Brown B J, et al. Global sustainability: toward measurement [J]. Environmental Management, 1988, 12(2): 133-213.

[19] Peter H, Terrence Z. The Bellagio principles for assessment [C]// Peter H, Terrence Z. Assessing sustainable development: Principles in practice, Winnipeg, Canada: International Institute of Sustainable Development, 1997.

[20] 王德炉. 喀斯特石漠化的形成过程及防治研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2003: 54-55.

[21] 李利锋, 郑度. 区域可持续发展评价: 进展与展望[J]. 地理科学进展, 2004, 21(3): 237-248.