

文章编号:2095-7300(2015)04-001-06

广西岩溶区大化县生态环境脆弱性评价

俞月凤, 何铁光*, 蒙炎成, 韦彩会, 张野,
李忠义, 李婷婷, 王瑾, 唐红琴

(广西壮族自治区农业科学院 农业资源与环境研究所, 广西 南宁 530007)

摘要:广西大化县属于典型的岩溶地区,具有岩溶区特有的脆弱生态环境系统,石漠化面积较大,生态系统稳定性差.以大化县16个乡镇为评价对象,合理选取9项岩溶地区生态环境脆弱性影响因子,并建立生态环境脆弱性评价指标体系,采用主成分分析方法确定各指标的权重和模糊综合评价分析方法进行生态环境脆弱性评价,从而为大化县的岩溶生态系统的恢复和重建、土地利用结构的优化提供参考资料.结果表明,有4个中度脆弱乡镇,8个轻度脆弱乡镇,4个潜在脆弱乡镇.图1,表5,参16.

关键词:大化县;生态环境脆弱性;主成分分析;模糊综合评价

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

在现有社会经济和技术水平下,生态环境退化不能长期维持目前人类利用和发展的水平时,称为脆弱生态环境^[1].自20世纪80年代人们提出了生态过渡带的概念以来,生态环境脆弱性研究就已经成为国际生态环境研究的热点问题之一^[2-4].我国学者针对脆弱生态环境也有较多的研究,赵跃龙等^[1]和冉圣宏等^[5]对脆弱生态区评价的理论与方法进行了研究;陶和平等^[6]以西藏“一江两河”地区为例,对区域生态环境脆弱性评价进行了研究;黄宝荣等^[7]对海南岛生态环境脆弱性进行了评价.我国西南岩溶地区是中国四大生态环境脆弱区之一,覃小群等^[8]和官冬杰等^[9]分别对广西岩溶县和重庆市岩溶地区的生态环境脆弱性进行了评价.开展岩溶区生态环境脆弱性评价研究,能够更准确认识岩溶环境的脆弱性,有利于进行生态修复,从而促进该区生态经济社会的可持续发展.

广西大化瑶族自治县地处桂西石灰岩山区,属于典型的岩溶生态脆弱区.该地区自然条件恶劣,贫困和生态环境退化问题均十分突出,大面积岩溶

生态脆弱区的存在严重阻碍了当地经济社会可持续发展,生态重建已刻不容缓.县域是中国同时具备地域、空间和行政独立性的最基本区域单元,科学评价该尺度生态环境脆弱性状况及变化具有积极的理论和现实意义^[10].

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

广西大化县位于云贵高原向广西丘陵过渡地带的斜坡上,属于广西最典型的“九山半水半分田”的石山区贫困县.大化县年平均气温在18.2~21.7℃,全年>10℃活动积温为7 152~7 773℃,平均日照时数139 515 h,平均日照率达32%,虽然日照时数和日照率偏低,但秋夏日照率高达50%~70%,完全能满足林木生长发育的需要.降雨量丰富,年均降雨量1 673 mm,但雨量分布不均匀.全县国土总面积27 116万hm²,其中,石山岩溶地貌18 186万hm²,占总面积的68%;土山丘陵6 132万hm²,占总面积的22%.成土母质以碳酸

收稿日期:2015-09-12

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460135);广西科学研究与技术开发计划项目(编号:桂科攻1355007-8);中国科学院科技服务网络计划(编号:KFJ-EW-ST5-092);广西农业科学院基本科研业务专项(编号:2015YT31);广西农业科学院科技发展基金(编号:2015JZ17)

作者简介:俞月凤(1988-),女,广西岑溪人,硕士,实习研究员,研究方向:农业生态和环境.

*通讯作者,Email: tghe118@163.com.

盐岩为主,地带性红壤只是分布在土山,石山、半石山普遍主要石灰土。

1.2 数据获取

本研究收集的资料主要包括:大化县地质地貌相关数据,包括坡度、碳酸盐岩出露面积等数据;大化县各乡镇森林覆盖率;大化县农业资源相关资料,包括人口密度、粮食单产量和人均耕地面积数据。以上数据资料主要来源于大化县国土局、统计局、农业局、林业局、发改局等部门的相关统计数据。

1.3 研究方法

广泛收集大化县生态环境评价相关数据,选取岩溶区生态环境脆弱性评价指标体系,采用主成分分析方法确定各指标权重,在此基础上根据冉圣宏等^[1]提出的脆弱生态环境现状模糊综合评价方法,对大化县内各乡镇区域进行生态环境脆弱性评价。

2 大化县生态环境脆弱性综合评价分析

2.1 评价指标体系的选择

大化县具有典型的岩溶环境,是一个独特的生态系统,其生态环境系统变异敏感度高、环境容量低、抗干扰能力弱及稳定性差等一系列生态环境脆弱的特征^[11]。为了能够客观的评价岩溶区生态环境脆弱性,需要建立起统一的评价指标体系,并量化不同的脆弱区的脆弱程度,才有可能对全区的岩溶生态脆弱区有一个整体客观的认识^[12,13]。近年来,从国内外对脆弱生态区开展的许多广泛而深入的研究可知,导致生态环境脆弱的原因多种多样,不同生态环境脆弱区的表现形式不相同。本研究综合自然因素和人为因素从以下几个方面选取生态环境脆弱性评价的指标:

(1)碳酸盐岩出露是造成岩溶生态环境脆弱的背景条件。碳酸盐岩的成土速度缓慢,溶蚀作用强烈,从而导致土层浅薄,土被不连续,土壤肥力先天不足。因此选择碳酸盐岩出露面积百分比作为地质条件的指标。

(2)在岩溶地区,地表崎岖破碎,坡陡平少。坡度是影响水土流失的重要因素之一,随着坡度的增加,坡面上的土壤稳定性降低,因此也是岩溶生态环境脆弱的主要原因之一。坡度 $\geq 25^\circ$ 的耕地属于陡

坡耕地,我国规定坡度 $\geq 25^\circ$ 的土地不能进行耕种,因此选择坡度 $\geq 25^\circ$ 的土地面积百分比作为评价指标。

(3)石漠化是指在喀斯特环境背景下,由于人类活动和自然因素,导致地表出现土地退化过程和现象。土地石漠化是岩溶区一种突出的生态环境问题,是影响我国社会经济发展和人民生活的三大环境灾害之一,石漠化使该地区社会经济的进一步发展受阻,对该地区人类的生存造成了直接的威胁。因此本研究按石漠化程度分为重度、中度和轻度石漠化,选择不同石漠化程度的面积百分比作为评价指标。

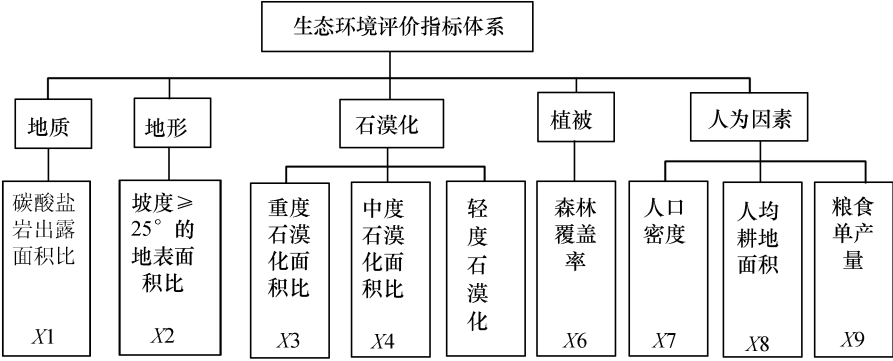
(4)森林生态系统是许多生物赖以生存的基础,对改善生态环境,维持生态平衡,保护人类生存发展的环境起着重要的作用。尤其在岩溶生态环境下,森林生态系统可以减弱土壤的侵蚀作用和促进石山区的风化成土。森林覆盖率是岩溶生态系统抵御外界干扰和自我调控及恢复能力的重要影响因素,因此选择森林覆盖率作为评价指标。

(5)人口压力和人为干扰是造成岩溶区生态环境脆弱的重要原因之一。由于人口增长,可耕地少,人们长期的乱砍滥伐和陡坡开荒,使农业生态环境日益恶化。人地矛盾进一步激化,森林资源减少,水土流失严重,石漠化加剧,经济发展受到了严重的影响。在恢复经济中又进一步破坏了生态环境,从而陷入了“越垦越穷,越牧越荒”恶性循环中。因此选择人口密度、粮食单产量和人均耕地等作为人为因素的评价指标。

选取以上 9 个指标来评价大化县岩溶区各乡镇生态环境的脆弱性(如图 1),采用主成分分析来确定各指标的权重。

2.2 各标权重的确定

在生态脆弱性评价中,由于每个指标在生态环境系统中所起的作用不同,及相对于其它指标的重要性不同。因此,需要对各个指标重要程度的大小进行衡量,通常用指标的权重来表示其相对重要程度。因子权重的确定方法很多,一般采用专家评分法、层次分析法、主成分分析等方法来确定。此外,无论评价采用何种方法,都必须经过三个步骤^[14]:(1)选择建立评价指标体系;(2)确定指标体系中各因子权重;(3)利用数学原理分析计算。每种方法都有其适用范围和局限性,本研究选择在 SPSS20.0 中采用主成分分析方法来确定各指标权重。



对所选取的9个评价指标进行主成分分析,分析结果见表1.根据特征值大于1,且累积方差贡献率大于80%的原则提取主成分.由表1可见,前四个主成分的特征值大于1,且累积方差贡献率达82.951%,因此提取前4个主成分可以解释大部分生态环境指标的变异性.

表1 各主成分特征值和方差累积贡献率

Tab.1 Eigenvalues and contribution of the principal components

主成分 PCA	特征值			总方差解的情况		
	总特征值/%	方差贡献率/%	累积贡献率/%	总特征值/%	方差贡献率/%	累积贡献率/%
1	3.458	38.418	38.418	3.458	38.418	38.418
2	1.538	17.093	55.510	1.538	17.093	55.510
3	1.404	15.597	71.107	1.404	15.597	71.107
4	1.066	11.844	82.951	1.066	11.844	82.951
5	0.719	7.994	90.944			
6	0.337	3.744	94.688			
7	0.271	3.015	97.703			
8	0.130	1.441	99.144			
9	0.077	0.856	100.000			

主成分载荷矩阵中的数据(见表2)除以主成分相对应的特征值开平方根,便得到主成分中每个指标所对应的特征向量,根据各主成分的方差贡献率对各指标的特征向量进行加权平均,最后经过指标权重归一化求得各指标的最终权重值(表2).

表2 生态环境脆弱性因子载荷矩阵和权重值

Tab.2 Eco-environment vulnerability of factor pattern and weight values

评价指标	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	权重
X1	0.503	0.037	-0.030	0.062	0.140
X2	0.477	-0.143	0.014	-0.177	0.075
X3	0.036	0.596	0.029	0.027	0.120
X4	0.027	0.012	-0.296	0.887	0.087
X5	0.204	-0.558	0.267	0.294	0.043
X6	0.499	0.142	0.097	0.077	0.180
X7	-0.192	-0.271	0.646	0.048	0.017
X8	0.367	0.287	0.413	0.019	0.214
X9	-0.234	0.369	0.492	0.288	0.125

2.3 生态环境脆弱性评价方法与结果

脆弱生态环境脆弱度评价方法很多,但目前尚未形成一种大家一致认可的评价方法.在确定各指标权重后,利用数学原理进行综合评价分析,本研究采用生态环境现状模糊综合评价法^[5]来进行大

化县生态环境脆弱度的综合评价.

1)确定各项指标的分级标准.由于目前对岩溶石山区生态环境脆弱性的分级尚无统一的标准,没有普遍认可的评价依据,本次评价参考广西岩溶县^[8]和重庆市^[9]的分级方法,各分级标准如表3.

表 3 各评价指标的分级标准
Tab.3 Classification standards of assessment indexes of eco-environmental vulnerability

脆弱度	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
潜在脆弱 I	21.79	0.77	0.00	0.00	0.00	60.00	50.00	0.93
轻度脆弱 II	32.37	21.43	7.48	22.05	11.83	45.00	59.00	0.72
中度脆弱 III	42.94	42.10	14.95	44.11	23.66	30.00	68.00	0.52
重度脆弱 IV	53.52	62.77	22.43	66.16	35.48	20.00	77.00	0.31
极度脆弱 V	64.10	83.43	29.90	88.22	47.31	10.00	95.00	0.10

2)建立模糊关系矩阵,计算综合评价结果向量.本研究参考冉圣宏等^[5]提出的脆弱生态区评价的理论与方法,采用生态环境现状模糊综合评价法中的最大隶属度方法进行计算分析,大化县各乡镇对不同脆弱程度的隶属度评价结果如表4所示.

3)模糊综合分析结果比较排序.计算出各乡镇的隶属度后,在此采用加权平均原则求隶属等级的方法^[15],对模糊综合评价结果向量进行分析,评价各个乡镇的脆弱度等级,并可进行比较排序.

采用加权平均原则对16个乡镇的评价结果进行分析,根据分析结果进行脆弱度等级划分及比较排序(表5).其中, $B^* < 1.5$ 为潜在脆弱, $1.5 \leq B^* < 2.5$ 为轻度脆弱, $2.5 \leq B^* < 3.5$ 为中度脆弱, $3.5 \leq B^* < 4.5$ 为重度脆弱, $B^* \geq 4.5$ 为极度脆弱.大化县16个乡镇的生态环境脆弱性评价结果表明,有4个中度脆弱乡镇,8个轻度脆弱乡镇,4个潜在脆弱乡镇.

表 4 大化县各乡镇生态环境脆弱性评判结果

Tab.4 A fuzzy comprehensive a Assessment of eco-environmental vulnerability of towns of Dahua county

乡镇	I	II	III	IV	V
板升乡	0.429	0.140	0.274	0.081	0.075
七百弄乡	0.273	0.352	0.018	0.021	0.335
雅龙乡	0.494	0.029	0.059	0.237	0.180
江南乡	0.204	0.488	0.175	0.116	0.017
百马乡	0.305	0.014	0.297	0.131	0.252
古文乡	0.191	0.325	0.249	0.019	0.215
大化镇	0.292	0.384	0.187	0.109	0.028
古河乡	0.384	0.306	0.106	0.175	0.029
六也乡	0.483	0.177	0.169	0.153	0.017
贡川乡	0.609	0.186	0.188	0.000	0.017
北景乡	0.198	0.103	0.330	0.185	0.184
乙圩乡	0.509	0.134	0.126	0.000	0.231
岩滩镇	0.408	0.236	0.000	0.269	0.087
都阳镇	0.438	0.215	0.288	0.000	0.059
羌圩乡	0.532	0.355	0.095	0.000	0.017
共和乡	0.476	0.281	0.104	0.123	0.017

表 5 大化县各乡镇生态环境脆弱度等级划分及比较排序

Tab.5 Grade and sequence of eco-environmental vulnerability of towns of Dahua county

乡镇名	B*	脆弱度等级	脆弱度排序	乡镇名	B*	脆弱度等级	脆弱度排序
六也乡	1.309	I	1	岩滩镇	1.939	II	9
贡川乡	1.324	I	2	江南乡	2.049	II	10
羌圩乡	1.348	I	3	大化镇	2.097	II	11
共和乡	1.455	I	4	雅龙乡	2.155	II	12
都阳镇	1.517	II	5	古文乡	2.673	III	13
古河乡	1.776	II	6	七百弄乡	3.039	III	14
板升乡	1.776	II	7	百马乡	3.054	III	15
乙圩乡	1.777	II	8	北景乡	3.231	III	16

3 讨论和结论

岩溶区的生态环境脆弱性是岩溶区特殊的自然因素和人为活动的综合作用。由大化县生态脆弱性评价结果可以看出,大化县范围内没有生态环境极度脆弱和重度脆弱的乡镇,均为中度脆弱以下,北景乡、百马乡、七百弄乡和古文乡为中度脆弱,是大化县石漠化比较严重的乡镇,且人均耕地面积较少,其中北景乡是岩滩水电站库区乡,其石漠化面积大,人均耕地面积少,森林覆盖率相对较低,生态环境最不稳定;六也乡、贡川乡、羌圩乡和共和乡为潜在脆弱性,其他一半乡镇为轻度脆弱。森林覆盖率低也是造成生态环境脆弱的主要原因,据国内外有关资料^[16],要使岩溶山区的生态环境处于良性循环,森林覆盖率至少要达到30%。近二十年来,大化县的石漠化治理取得一定的进展,据有关新闻报道,大化县森林覆盖率在前两年已达60%。在本次评价中,大化县各乡镇的森林覆盖率均达30%,且大部分达60%以上,这对本评价结果有重要的影响,也表明本次评价结果在一定程度上能够反映实际情况。

以大化县为例,通过合理选取岩溶地区生态环境脆弱性影响因子建立生态环境脆弱性评价指标体系,采用主成分分析方法科学客观的确定各指标的权重,制定一套客观准确的分级标准,然后建立模糊综合分析数学评价模型,构建模糊关系矩阵,计算综合评价结果向量,最后采用加权平均原则求隶属等级的方法评价各乡镇的脆弱度等级并排序,为大化县的岩溶生态系统的恢复和重建、土地利用结构的优化提供参考资料。以中国最基本的区域单元——县域为评价尺度,与目前许多关于生态环境脆弱性评价模型研究有所差别,研究具有较强的针对性。此外,目前较多研究采用层次分析法和模糊综合评价的方法进行生态环境脆弱性评价^[8,9],层次分析方法确定权重具有较大的主观性,该文采用主成分分析方法来确定各指标的权重,结合模糊综合评价方法进行脆弱性评价,相对具有一定的客观性。此次评价结果基本符合大化县岩溶生态环境的实际情况和人们的长期认识,因此该研究方法具有一定的合理性和可操作性。

参考文献:

[1] 赵跃龙,张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究

[J]. 地理科学,1998,18(1):73-79.

ZHAO Yue-long, ZHANG Ling-juan. Study on method of quantitative assessment of fragile environment[J]. Scientia geographica sinica, 1998, 18(1):73-78.

[2] Williams L R, Kaputka L A. Ecosystem vulnerability: a complex interface with technical components[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2000, 19(2): 1 055-1 058.

[3] Tixier A, Dandrieux G, Dusserre R. Environmental vulnerability assessment in the vicinity of an industrial site in the frame of ARAMIS European project[J]. Journal of Hazardous Materials, 2006, 13(7):251-264.

[4] Kvarner J, Swensen G, Erikstad L. Assessing environmental vulnerability in EIA-the content and context of the vulnerability concept in an alternative approach to standard EIA procedure[J]. Environmental Impact Assessment, 2006, 26(3):511-527.

[5] 冉圣宏, 金建君, 薛纪渝. 脆弱生态区评价的理论与方法[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1):117-122.

RAN Sheng-hong, JIN Jian-jun, XUE Ji-yu. Assessment of vulnerable ecological regions: theory and methodology[J]. Journal of natural resources, 2002, 17(1):117-122.

[6] 陶和平, 高攀, 钟祥浩. 区域生态环境脆弱性评价——以西藏“一江两河”地区为例[J]. 山地学报, 2006, 24(6): 761-768.

TAO He-ping, GAO Pan, ZHONG Xiang-hao. A study of regional eco-environment vulnerability——A Case of “One-river-two-tributaries”, Tibet[J]. Journal of mountain science, 2006, 24(6):761-768.

[7] 黄宝荣, 欧阳志云, 张慧智, 等. 海南岛生态环境脆弱性评价[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 639-646.

HUANG Bao-rong, OU YANG Zhi-yun, ZHANG Hui-zhi, et al. Assessment of eco-environmental vulnerability of Hainan Island, China[J]. Chinese journal of applied ecology, 2009, 20(3):639-646.

[8] 覃小群, 蒋忠诚. 广西岩溶县的生态环境脆弱性评价[J]. 地球与环境, 2005, 33(2): 45-51.

QIN Xiao-qun, JIANG Zhong-cheng. An Assessment of eco-environmental vulnerability in Karst counties of Guangxi[J]. Earth and environment, 2005, 33(2):45-51.

[9] 官冬杰, 苏维词, 王海军. 重庆市岩溶地区生态环境脆弱性评价研究[J]. 农业现代化研究. 2006, 27(6): 432-435.

GUAN Dong-jie, SU Wei-ci, WANG Hai-jun. On eco-environment vulnerability assessment of karst regions in Chongqing[J]. Research of agricultural modernization, 2006, 27(6):432-435.

[10] 王瑞燕, 赵庚星, 周伟, 等. 县域生态环境脆弱性评价

- 及其动态分析——以黄河三角洲垦利县为例[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3790-3798.
- WANG Rui-yan, ZHAO Gen-xing, ZHOU Wei, et al. Assessment and dynamic changes of environmental vulnerability at county level: a case study in Kenli County of the Yellow River Delta, China [J]. Acta ecologica sinica, 2009, 29(7): 3 790-3 798.
- [11] 王 静. 岩溶山地生态脆弱性评价及治理措施研究——以重庆市南川区为例[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- WANG Jing. Karst vulnerability of mountain ecosystems and management Measures for the evaluation study——Nanchuan in Chongqing as an example [D]. Chongqing: Southwest University, 2009.
- [12] B Kochunov. , 李国栋译. 脆弱生态的概念及分类[J]. 地理译报, 1993(1): 18-23.
- Kochunov B. , LI Guo-dong interpret. Concepts and classification of fragile ecology [J]. Geography interpret newspaper, 1993, (1): 18-23.
- [13] 杨育武, 汤 洁, 麻素挺. 脆弱生态环境指标库的建立及其定量评价[J]. 环境科学研究, 2002, 15(4): 46-49.
- YANG Yu-wu, TANG Jie, MA Su-ting. The quantitative assessment and database building on fragile eco-environment [J]. Research of environmental sciences, 2002, 15(4): 46-49.
- [14] 蔡海生, 张学玲, 周丙娟. 生态环境脆弱性动态评价的理论与方法[J]. 中国水土保持, 2009, 2: 18-22.
- CAI Hai-sheng, ZHANG Xue-ling, ZHOU Bing-juan. The assessment theory and method of dynamic ecological vulnerability [J]. Soil and Water Conservation in China, 2009, 2: 18-22.
- [15] 胡永宏, 贺思辉. 综合评价方法[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- HU Yong-hong, HE Si-hui. Comprehensive Evaluation Method [M]. Beijing: Science Press, 2000.
- [16] 广西壮族自治区地方志编纂委员会. 广西通志——岩溶志[M]. 桂林: 广西人民出版社, 2000.
- Local History Compilation Committee of Guangxi. Annals of Guangxi——Karst Chi [M]. Guilin: Guangxi People's Publishing House, 2000.

Assessment of Eco-environmental Vulnerability in Dahua County, Karst area of Guangxi

YU Yue-feng, HE Tie-guang, MENG Yan-cheng, WEI Cai-hui, ZHANG Ye, LI Zhong-yi, LI Ting-ting, WANG Jin

(Agricultural Resources and Environment Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: Dahua county is the typical Karst region with eco-environmental vulnerability, where degeneration of soil is serious, the proportion of rocky desertification area is large and the stability of ecosystem is poor. 16 villages and towns of Dahua county were taken as the evaluation object, 9 influencing factors of eco-environment vulnerability were selected to establish an evaluating index system, the principal component analysis method was used to give weight for different assessment indicators, and a model of fuzzy mathematics by fuzzy comprehensive evaluation method was adopted to analyze and evaluate the eco-environment vulnerability of Dahua county. The results showed that there are 4 potentially vulnerable towns, 8 gently vulnerable towns and 4 moderately vulnerable towns among the 16 villages and towns in Dahua, which could provide reference for the restoration and reconstruction of karst ecosystem, and the structure optimization of land use in Dahua County. 1fig., 5tabs., 16refs.

Keywords: Dahua county; Eco-environmental Vulnerability; principal component analysis method; fuzzy comprehensive evaluation method

Biography: YU Yue-feng, female, born in 1988, master, research direction for agricultural ecological and environmental.