

基于模糊综合评价法的森林生态系统健康评价

——以北川县自然保护区为例

樊建霞

(重庆三峡职业学院 重庆 万州 404155)

摘要: 以北川县自然保护区森林生态系统为研究对象,通过主成分分析的定量筛选和定性筛选相结合的方法,建立了森林生态系统健康评价指标体系,采用灰色关联法确定权重,构建了模糊综合评价模型对其森林生态系统健康进行了综合评价。结果表明:北川县自然保护区森林生态系统健康状态偏向于亚健康(评价值为2.77),海拔是影响其健康的主要因子。

关键词: 健康评价;主成分分析;灰色关联分析;模糊综合评价

中图分类号: S76 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2015)01-0079-03

Forest Ecosystem Health Assessment Based on Fuzzy Synthetic Appraisal: Taking the Nature Reserve in Beichuan County as an example

FAN Jian-xia

(Chongqing Three Gorges Vocational College, Wanzhou 404155, Chongqing, China)

Abstract: In this paper, taking the case study of forest ecosystem of the nature reserve in Beichuan county for example, qualitative and quantitative methods were used to establish an assessment index system, the weight of each index was obtained by the principal component analysis, and then the fuzzy model was set up to assess the forest ecosystem of the nature reserve in Beichuan county. The results showed that forest ecosystem of the nature reserve in Beichuan county was in a subhealthy state (value 2.77), and the elevation was the most influential element on forest ecosystem health.

Key words: Health assessment, Principal component analysis, Grey correlation analysis, Fuzzy synthetic assessment

森林生态系统健康问题成为近年来一个热门话题^[1-3]。北川县自然保护区在“5·12”地震中遭到一定程度的毁损,致使区内局部范围内的森林生态系统功能衰退^[4],所以对该保护区的森林生态系统健康进行评价显得及其重要。但是目前对灾后该保护区森林生态系统健康评价方面的研究还未见报道,而且目前森林生态系统健康评价大多是定性判断^[5],将定性判断与定量评价的有机结合乃是研究森林生态系统健康的重要问题。因此,本文以北川县自然保护区为研究对象,构建模糊综合评价模型对其森林生态系统健康进行了综合评价,为进一步

全面、深入地研究和指导北川县灾后森林生态系统的快速恢复以及可持续发展提供有力数据支持。

1 研究区域概况

北川县自然保护区地处绵阳市北川县,位于北纬 $30^{\circ}14' \sim 32^{\circ}14'$,东经 $103^{\circ}44' \sim 104^{\circ}42'$ 。县境内海拔高度为540 m ~ 4 769 m。年平均气温 15.6°C ,年平均降水量1 399.11 mm,平均日照 $931.1 \text{ h} \sim 1 111.5 \text{ h}$ 。森林和水资源极为丰富;在地理分布上表现出森林成分复杂、种类繁多、类型丰富

收稿日期: 2014-10-10

基金项目: 大熊猫等保护动物栖息地恢复模式及效益评价研究项目(北政采招<2011>099)。

作者简介: 樊建霞(1986-),女,河南滑县人,硕士研究生,主要从事数学生态学研究。邮箱: 591044045@qq.com。

等特点。

2 研究方法

2.1 样地调查

在野外踏查的基础上,于2013年6月~10月期间,根据保护区主要森林类型、生长、分布情况共设置20块有代表性的样地。采用20m×20m的标准样方调查法进行植被调查,记录海拔、坡向、干扰状况、土壤状况等基本状况,对高度>1.3m的乔木进行每木检尺,记录其树种名称、株数、树高及胸径等。样地内按对角线分别设置5个2m×2m的灌木样方,并在其四角设置4个1m×1m的草本样方。分别记录灌木和草本的种类、株(丛)数、郁闭度、盖度等因子。

2.2 建立评价指标体系

本研究根据指标选取应遵循的原则,结合北川县自然保护区实际情况,初步选取了3层次18个指标。由于初选的部分评价指标之间可能存在一定程度的相关性,因此不应直接综合这些指标^[6]。本研究采用主成分分析法对初步选取的18个指标进行定量筛选,应用统计软件SPSS20.0分析得到特征值(表1)和特征向量,结合定性筛选,北川县自然保护区森林生态系统健康评价指标体系包括3大类9个

表1 部分主成分的特征值及方差贡献率

Table 1 Eigenvalues and variance contribution rate of parts of principal components

主成分	初始特征值			提取因子载荷		
	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
1	7.322	40.680	40.680	7.322	40.680	40.680
2	3.542	19.679	60.359	3.542	19.679	60.359
3	2.069	11.494	71.853	2.069	11.494	71.853
4	1.429	7.938	79.791	1.429	7.938	79.791
5	1.050	5.833	85.624	1.050	5.833	85.624
6	0.772	4.291	89.915			

表3

Table 3

各指标评价标准

Evaluation criterion of all indexes

指标	I	II	III	IV	V
蓄积量(m ³ ·400m ⁻²)	4.4	3.6	2.8	2	1
灌木丰富度	3.5	3.0	2.5	2.0	1.0
草本丰富度	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
郁闭度	0.8	0.7	0.6	0.5	0.2
土层厚度(cm)	60	50	40	30	20
海拔(m)	<1 600	1 600~2 000	2 000~2 400	2 400~2 800	>2 800
坡向	无坡向	阴坡	半阴坡	半阳坡	阳坡
坡位	平地、全坡	谷地、下部	中部	上部	脊部
病虫害等级	无	发病率<10%	发病率10%~30%	发病率>30%	发病率>50%
干扰强度	无	在生态系统承受范围内	中等	较重,生态系统受到破坏	严重,生态系严重破坏

指标。活力指标为单位面积蓄积量;组织结构指标包括植物丰富度指数、郁闭度、土层厚度、坡向和坡位;抵抗力指标包括病虫害等级、干扰活动强度。

2.3 确定评价指标权重

本文采用模糊综合评价法进行评价,其结果数值在0~1之间,且数值越大,评价结果越好。鉴于此特点,本研究运用灰色系统理论中的灰色关联分析法确定权重^[7]。具体结果如表2所示。

表2 各层次评价指标权重

Table 2 The weight of various evaluation indexes

目标层	要素层	一级指标层	二级指标层
森林生态系统健康	森林生态系统活力(0.10)	生物量(1.00)	蓄积量(1.00)
		植物丰富度(0.30)	灌木丰富度(0.52) 草本丰富度(0.48)
		林分组织结构(0.14)	郁闭度(1.00)
森林生态系统健康	森林生态系统组织结构(0.73)	土壤因子(0.13)	土层厚度(1.00)
		环境因子(0.43)	海拔(0.38) 坡向(0.30) 坡位(0.32)
		森林生态系统统抵抗力(0.17)	可持续性(1.00)
			病虫害等级(0.55) 干扰活动强度(0.45)

2.4 构建模糊综合评价模型

本研究根据模糊数学理论建立北川县自然保护区森林生态系统健康评价的模型^[7]:

$$B = RoA$$

式中B为各等级的模糊子集;R为权重集;A为通过隶属函数得到的隶属度模糊关系矩阵;o为模糊矩阵积运算。

隶属函数各参数的确定如下:总体原则是尽量参照国家标准或国际标准,如无国家标准或国际标准参考《森林资源规划设计调查主要技术规定(国家林业局)》,同时结合北川县自然保护区的具体条件,从而确定本文各评价指标的很健康、健康、亚健康、不健康和病态五个等级的标准值。各指标具体评价标准见表3。

3 结果与分析

3.1 北川县自然保护区森林生态系统健康评价

由隶属函数和表 3 可得出要素层森林生态系统活力、组织结构以及抵抗力的隶属度和权重,根据模糊综合评判运算规则,可得出目标层森林生态系统对 I、II、III、IV、V 级的评判结果。为了直观地反映模糊综合评判的结果,并消除最大隶属度原则对森林生态系统健康的发展趋势的忽视,对其评判结果进行赋值运算,使其评价结果更符合实际状况。各样地评价结果的平均值即为总体评价结果。具体结果见表 4。

表 4 各样地森林生态系统评价结果

Table 4 The assessment results of forest ecosystem health of all sampling plots

样地	I	II	III	IV	V	评价结果	总体结果
1	0.46	0.32	0.22	0	0	1.76	
2	0.23	0.33	0.33	0.11	0	2.32	
3	0.17	0.26	0.38	0.19	0	2.59	
4	0.13	0.13	0.30	0.44	0	3.05	
5	0	0.20	0.20	0.60	0	3.40	
6	0.14	0.09	0.28	0.20	0.29	3.41	
7	0.32	0.32	0.22	0.14	0	2.19	
8	0.08	0.39	0.39	0.14	0	2.60	
9	0.09	0.25	0.35	0.25	0.06	2.95	
10	0	0.25	0.29	0.23	0.23	3.44	2.77
11	0.16	0.08	0.28	0.28	0.20	3.29	
12	0.15	0.21	0.19	0.20	0.25	3.18	
13	0.40	0.40	0.20	0	0	1.80	
14	0.26	0.37	0.37	0	0	2.11	
15	0.23	0.27	0.38	0.12	0	2.39	
16	0.35	0.09	0.29	0.27	0	2.48	
17	0.07	0.35	0.34	0.24	0	2.74	
18	0.15	0.14	0.31	0.10	0.30	3.26	
19	0.09	0.29	0.15	0.27	0.20	3.17	
20	0.14	0.14	0.26	0.19	0.27	3.30	

从表 4 可以看出,北川县自然保护区森林生态系统的总体健康状况介于 II 和 III 级之间,但偏向于 III 级,呈现出由 II 级即健康状态向 III 级即亚健康状态发展的态势。

3.2 影响森林生态系统健康主要因素

从表 3 权重表可以看出,在 3 个要素层中,对北川县自然保护区森林生态系统健康状况影响最大的是森林生态系统组织结构,其权重为 0.73,其次是森林生态系统抵抗力,影响最小的是森林生态系统活力。在森林生态系统组织结构的一级指标中,影响最大的是环境因子,其权重为 0.43,这也说明环境是健康森林生态系统的基础,而且在 3 个环境因

子中影响最大的是海拔,其权重为 0.38,这同时也表明在北川县自然保护区森林生态系统健康评价中,海拔是影响最大的因子。

4 结论与讨论

本文构建模糊综合评价模型对北川县自然保护区森林生态系统健康进行了综合评价。结果表明,海拔是影响北川县自然保护区森林生态系统健康的主要因子。总体而言,保护区森林生态系统健康状况为亚健康,主要原因可能是保护区森林组织结构稳定性较低缘故。所以要加强对北川县自然保护区的管理,以提高其森林生态系统健康状况。

由于森林生态系统的复杂性以及其理论体系还不够完善,有些评价指标在量化以及动态因子选取方面存在困难,再者有些评价指标目前还没有统一的评价标准,各研究者们所采用的标准也不统一^[8-9],且不同的区域间也有差异,因此造成所选取的隶属函数不同,其健康评价的结果有所差异,所以选取最适合的隶属函数还有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 孔红梅,赵景柱,姬兰柱,等. 生态系统健康评价方法初探[J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 486~490.
- [2] 马克明,孔红梅,吴文彬,等. 生态系统健康评价: 方法与方向[J]. 生态学报, 2001, 21(12): 2106~2115.
- [3] 王彦辉,肖文发,张星耀. 森林健康监测与评价的国内外现状和发展趋势[J]. 林业科技, 2007, 43(7): 78~85.
- [4] 胡平,傅之屏. 地震后大熊猫潜在栖息地恢复的初步研究[J]. 绵阳师范学院报, 2011, 30(2): 64~68.
- [5] 谭三清,张贵. 基于模糊综合评判法的城市森林健康评价——以湖南省株洲市为例[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010, 36(4): 474~477.
- [6] 严今石. 关于综合评价的多元统计分析方法的探讨[D]. 延边: 延边大学, 2006.
- [7] 谢季坚,刘承平. 模糊数学方法与应用(第二版)[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1999.
- [8] 胡伏湘. 基于模糊理论的城市生态系统评估模型的研究[J]. 湖南工业大学学报, 2008, 22(4): 89~91.
- [9] 刘娜,艾南山,方施,等. 基于熵权的模糊物元模型在城市生态系统健康评价中的应用[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2007, 34(5): 589~595.
- [10] Hilty J, Merenlender A. Faunal Indicator Taxa Selection for Monitoring Ecosystem Health[J]. Biological Conservation, 2000, 92(2): 185~197.
- [11] De Vries W, Reinds G J, Deelstra H D, et al. Intensive monitoring of forest ecosystems in europe: technical report [R]. Forest Intensive Monitoring Coordinating Institute, Netherlands, 1999: 173.

(下转第 72 页)

截止2012年底,四川省财政先后在两州8县投入资金15400.00万元,通过6年来的治理前期取得了一定的成效,但是由于其治理时间较短和后期治理经费不足等原因,导致部分已治理区域沙化情况重新恶化,并未达到预期治理效果。为了保障财政资金投资效益的可持续性,需要资金和技术的跟进。如果不继续巩固会加大沙化程度,浪费以前治理的人力、物力和共同的心血。

(4) 发挥沙化治理工程示范带动作用、提升示范工程档次的需要

川西藏区生态保护与建设项目启动后,2013年~2020年期间需治理沙化土地28.85万 hm^2 ^[8],迫切需要先进和成熟的治理经验。川西北防沙治沙试点示范工程通过了6年的探索与总结,探索出了一些治理技术和模式,发挥了沙化土地治理工程示范带动和引领作用,然而治理过程中仍然存在许多问题需要完善,需要更多的后续实践和研究,进一步提升示范工程的科技含量,为川西藏区的前期工作提供支撑,发挥示范、带动和引领作用。

(5) 改善牧民生活区环境,促进民族地区和谐发展的现实需要

川西藏区属欠发达地区,生产方式落后,贫困人口多,农牧民增收困难,经济社会发展远远低于全国

平均水平,贫困人口占农业人口的比重高达36%^[7]。区域内主导产业和农牧民的生产生活对自然资源的依赖性大,通过项目实施,开展植灌种草、发展中药材、鼠虫害治理等以及越冬暖棚建设、牧道建设、打草基地等沙化治理配套设施,加快改善生态面貌和农牧民生产生活条件,解决民生问题,是提高农牧民生活水平、共享改革开放成果、促进民族区域经济社会可持续发展的现实需要。

参考文献:

- [1] 王信建,林琼,戴晟懋.四川西北部土地沙化情况考察[J].林业资源管理,2007,6:16~20,28.
- [2] 四川省林业厅.四川省第四次沙化土地监测报告,2010.
- [3] 骆建国,郑文靖.川西北草地沙漠化现状与防治对策研究[J].四川林业科技,2006,27(1):63~66.
- [4] 郭享孝,孟宏伟,陈昌久.关于川西北沙化问题的调研报告[J].四川林业科技,2010,31(2):1~3.
- [5] 邓东周,王朱涛,蒙嘉文.川西北地区土地沙化成因探讨及对策建议[J].四川林业科技,2010,31(3):83~91.
- [6] 若尔盖、理塘、红原、石渠、阿坝、壤塘、色达、稻城县省级沙化治理试点项目实施方案、作业设计(2007~2012年度).
- [7] 四川省林业厅.川西北地区土地沙化科学考察报告,2010.
- [8] 四川省发展和改革委员会.川西藏区生态保护与建设规划(2013~2020年),2013.
- [9] 张永民,赵土洞.全球荒漠化的现状、未来情景及防治对策[J].地球科学进展,2008,23(3):306~311.

(上接第81页)

- [12] 崔保山,杨志峰.湿地生态系统健康评价指标体系 I. 理论[J].生态学报,2002,22(7):1005~1011.
- [13] 陈高,代力民,姬兰柱,等.森林生态系统健康评估 I 模式、计算方法和指标[J].应用生态学报,2004,15(10):1743~1749.
- [14] 王亚玲.潭江流域森林生态系统健康评价[D].广东:中山大学,2005.
- [15] 张践,任继红.北川县小寨子沟自然保护区生物多样性研究[J].现代农业科技,2012(3):261~263.

- [16] 王金玲,马遵平.北川小寨子沟景区旅游开发现状及发展对策[J].绵阳师范学院报,2008,27(7):34~37.
- [17] 李谨,安树青,程小莉,等.生态系统健康评价的研究进展[J].植物生态学报,2001,2s(6):641~614.
- [18] Yazvenko S B, Rapport D J. A framework for assessing forest ecosystem health[J]. Ecosystem Health,1996,2(1):40~52.
- [19] Robert T Lackey. Values, policy and ecosystem health[J]. Bioscience,2001,51(5):437~443.
- [20] Allen Eric. Forest health assessment in Canada[J]. Ecosystem Health,2001(7):28~34.