

贵州省生态环境敏感性评价方法研究

贺秋华², 钱谊^{*}, 李昌平, 刘青

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏南京210046; 2. 南华大学城市建设学院, 湖南衡阳421001)

摘要 对贵州省生态环境敏感性评价方法的选用原则、评价程序和评价方法要点进行了探讨。拟采用层次分析法计算各指标的权重, 采用均匀分布函数确定各指标的隶属度, 然后采用模糊综合评判方法对各县域单元的土壤侵蚀、石漠化、生物多样性及生境、酸雨敏感性进行定量评价, 进而对区域生态环境敏感性进行综合评价。

关键词 生态环境; 敏感性; 评价方法

中图分类号 X171.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)15-06432-02

Study on the Assessment Method of Ecological Environmental Sensitivity in Guizhou Province

HE Qiu hua et al (College of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210046)

Abstract In this paper the assessment method, selection principle, assessment process of ecological environmental sensitivity in Guizhou province and its key element were discussed. The analytical hierarchy process was used to calculate the relative importance of every index, and even distribution function was selected to define the subordinate degree of every index, and fuzzy synthetical judgement was adopted to assess the sensitivity of the eco-environment for all counties in Guizhou province.

Key words Eco-environment; Sensitivity; Assessment method

生态环境敏感性是指生态环境中部分环境要素或因子对人类活动反应的灵敏程度。生态环境敏感程度的高低直接反映区域生态环境承受人为胁迫能力的高低, 影响工农业生产的发展和人民生活水平的提高, 进而制约区域社会经济的发展。因此, 对生态环境敏感性评价方法进行研究, 并对贵州省生态环境敏感性进行综合评价、明确区域的主要生态环境问题及其敏感程度、针对不同的生态环境敏感类型区域提出相应的生态环境治理与开发利用对策措施, 以期对贵州省生态环境保护、生态建设和产业布局等提供科学依据, 尤其对西部大开发战略在贵州合理贯彻实施, 具有重要的理论意义和现实价值。为此, 有必要针对贵州生态环境的特点和现存的主要生态环境问题, 提出一套合理的生态环境敏感性评价方法。

1 评价方法选用原则

生态环境敏感性研究在全国尚十分缺乏, 其评价方法正处于探索与发展阶段, 尚不成熟, 也无定论。为此, 确立评价方法的原则十分必要。贵州省生态环境敏感性评价方法可依据以下原则确立:

1.1 科学性与实践性 评价指标、评价程序、评价模型、数据处理、等级划分、评价结论等要科学合理, 并能反映贵州生态环境敏感性的实际。

1.2 简明性与实用性 评价方法应尽量简洁明了, 不单纯追求高深、标新立异, 力求既科学合理, 又简单省时省力, 便于操作和推广。

1.3 定量为主与定性结合 评价中要尽量采用数理统计方法, 使评价结果定量化、客观化。同时, 针对生态环境本身、生态环境敏感性、影响因子的多样性与复杂性以及各因子之间普遍存在非线性关系, 评价中应适当兼顾定性描述方法, 使评价结果更直观实用。

2 评价单元

拟以贵州省县域行政区划单位作为评价单元, 将同一评价单元的生态环境敏感性因子的近似均值性和不同评价单元生态环境敏感性因子的差异性作为评价的主要依据, 对区域生态环境敏感性进行综合评价。

3 评价程序

拟在对贵州生态环境要素(包括自然环境要素和社会经济环境要素)进行遥感调查和常规资料收集的基础上, 明确区域的主要生态环境问题(土壤侵蚀、石质荒漠化、酸雨和生物多样性受损等), 从中选取能全面、综合反映贵州省生态环境敏感性状况的要素和因子, 建立评价指标体系、计算指标权重、划分评价等级、对区域生态环境敏感性进行综合评价(图1)。

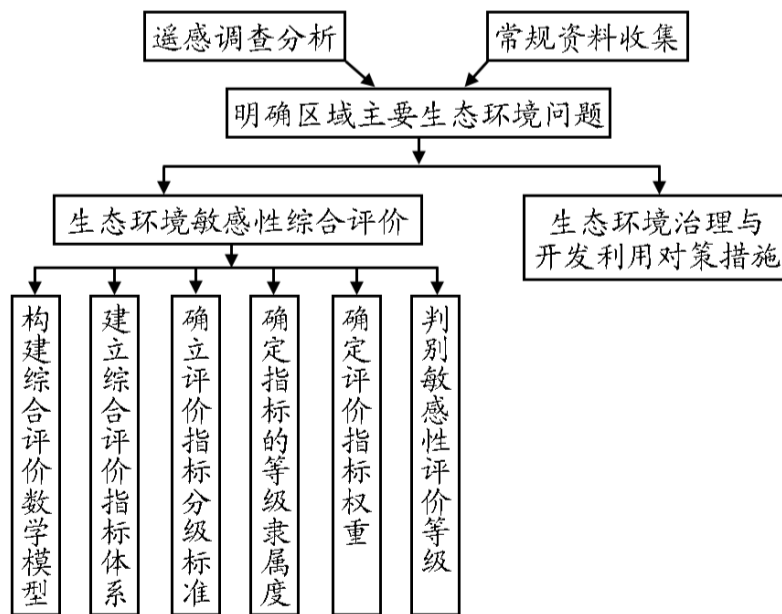


图1 贵州省生态环境敏感性评价程序

Fig.1 Evaluation process of ecological environment sensitivity of Guizhou Province

4 评价方法

目前生态环境敏感性研究以定性研究为主, 定量研究缺乏, 即使有定量研究也集中于酸雨这一单一生态环境问题敏感性研究, 而其他生态环境敏感性研究很少, 更谈不上进行区域生态环境敏感性综合评价研究。鉴于此, 笔者拟采用层次分析法计算各指标的权重, 采用均匀分布函数确定各指标的隶属度, 采用模糊综合评判方法对县域单元的土壤侵蚀、

基金项目 南华大学博士(硕士)及归国人员启动基金科研资助项目(52032XJQ2032023)。

作者简介 贺秋华(1974-), 男, 湖南常宁人, 在读博士, 讲师, 工程师, 从事环境影响评价与规划研究工作。* 通讯作者。

收稿日期 2008-03-19

石漠化、生物多样性及生境、酸雨敏感性进行定量评价,继而
对区域生态环境敏感性进行综合评价。

4.1 模糊综合评判的数学模型

4.1.1 划分指标集。 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$, 此处 $u_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 表示对生态环境敏感性有影响的第 i 个因素(即
指标)。

4.1.2 给出评判集。 $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$, 此处 $v_j (j = 1, 2, 3, \dots, m)$ 表示评价的第 j 个等级。

4.1.3 单因素评价。 建立隶属函数确定每个因素对各评价
等级的隶属度。

4.1.4 确定各因素的权重。 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 此处 a_i 是
评判因素 u_i 对该事物的影响相对于其他因素的重要程度。
一般, $0 \leq a_i \leq 1$ 且 $\sum a_i = 1$ 。

4.1.5 综合评判。 建立从 U 到 V 的模糊映射, 并根据 $B =$
 $A * R$ 对指标系统权数集 A 和评判矩阵 R 进行模糊合成运
算, 得到各县生态环境敏感性的二级综合评判向量 B 。在运
算中, 为适当兼顾各因素并保留单因素评判的全部信息, 选
择 $M(*, +)$ 模型(加权平均型), 即根据 $b_j = \sum a_i * r_{ij}$ 来计算
综合评判向量 B 中各元素之值, 然后根据最大隶属原则判定
评价等级。

4.2 建立评价指标体系

4.2.1 目标层 U 。 黔中地区生态环境敏感性评价。

4.2.2 基准层(U_1, U_2, U_3, U_4)。 U_1 为土壤侵蚀敏感性指
标; U_2 为石漠化敏感性指标; U_3 为生物多样性及生境敏
感性指标; U_4 为酸沉降敏感性指标。

4.2.3 指标层。 在4个基准层下共选15个具体指标, 分别
为 $U_1: U_{11}$ 降水侵蚀力 R ; U_{12} 土壤质地; U_{13} 地面坡度; U_{14} 农
用地类型。 $U_2: U_{21}$ 碳酸盐岩出露面积; U_{22} 土壤侵蚀模数;
 $U_{23} > 15^\circ$ 坡地比重; U_{24} 植被覆盖率。 $U_3: U_{31}$ 保护地面积比
重; U_{32} 受保护植物数目; U_{33} 水旱灾害发生频率。 $U_4: U_{41}$ 岩
石类型; U_{42} 土壤类型; U_{43} 植被与土地利用; U_{44} 年平均降
水量。

4.3 确立评价指标分级标准 依据国家有关生态功能区划
工作生态环境敏感性指标体系分级标准, 参照国家制定和颁
布的有关环境标准、行业标准与设计标准, 同时参考有关省
区生态环境质量指标分级、评分标准制定贵州省生态环境敏
感性评价指标体系分级标准。

4.4 确定评价指标(因素)对各评价等级的隶属度 基于生
态环境敏感性各等级之间的模糊性, 即各等级在中介过渡时
所呈现出的“亦此亦彼性”, 通过取分段线性函数(降、升半梯
形或三角形)来确定生态环境敏感性各等级的隶属函数。第
1级, 对于数值愈大等级愈高的评价因素 i , 如碳酸盐岩出露
比重、土壤侵蚀模数等, 其隶属函数为:

$$r_{i1} = \begin{cases} 1, & X_i \leq S_{i1} \\ (S_{i2} - X_i) / (S_{i2} - S_{i1}), & S_{i1} < X_i < S_{i2} \\ 0, & X_i \geq S_{i2} \end{cases} \quad (1)$$

对于数值愈大等级愈低的评价因素 i , 如植被覆盖率等,
其隶属函数为:

$$r_{i1} = \begin{cases} 0, & X_i \leq S_{i2} \\ (X_i - S_{i2}) / (S_{i1} - S_{i2}), & S_{i2} < X_i < S_{i1} \\ 1, & X_i \geq S_{i1} \end{cases} \quad (1)$$

第 j 级($j = 1, 2, 3, 4$), 对于数值愈大等级愈高的评价因
素 i , 其隶属函数为:

$$r_{ij} = \begin{cases} [X_i - S_{i(j-1)}] / [S_{ij} - S_{i(j-1)}], & S_{i(j-1)} < X_i < S_{ij} \\ [S_{i(j+1)} - X_i] / [S_{i(j+1)} - S_{ij}], & S_{ij} < X_i < S_{i(j+1)} \\ 0, & X_i \leq S_{i(j-1)} \text{ 或 } X_i \geq S_{i(j+1)} \end{cases} \quad (j)$$

对于数值愈大等级愈低的评价因素 i , 其隶属函数为:

$$r_{ij} = \begin{cases} [X_i - S_{i(j+1)}] / [S_{ij} - S_{i(j+1)}], & S_{i(j+1)} < X_i < S_{ij} \\ [S_{i(j-1)} - X_i] / [S_{i(j-1)} - S_{ij}], & S_{ij} < X_i < S_{i(j-1)} \\ 0, & X_i \leq S_{i(j-1)} \text{ 或 } X_i \geq S_{i(j+1)} \end{cases} \quad (j)$$

第5级, 对于数值愈大等级愈高的评价因素 i , 其隶属函
数为:

$$r_{i5} = \begin{cases} 0, & X_i \leq S_{i4} \\ [X_i - S_{i4}] / [S_{i5} - S_{i4}], & S_{i4} < X_i < S_{i5} \\ 1, & X_i \geq S_{i5} \end{cases} \quad (5)$$

对于数值愈大等级愈低的评价因素 i , 其隶属函数为:

$$r_{i5} = \begin{cases} 1, & X_i \leq S_{i5} \\ [S_{i4} - X_i] / [S_{i4} - S_{i5}], & S_{i5} < X_i < S_{i4} \\ 0, & X_i \geq S_{i4} \end{cases} \quad (5)$$

4.5 确定指标权重 由于各项指标在整个生态环境敏感性
评价系统中的地位和作用各不相同, 因此有必要对不同指标
赋予不同的“权重”。赋予评价指标权重的合理与否很大程
度上影响综合评价的正确性和科学性。目前, 在实践中常用
方法仍然是依据研究者的实践经验和主观判断来确定权重,
其准确性无法检验, 且通常带有研究者的主观随意性。笔者
拟采用 T.L. Saaty (1980) 提出的、近年来被广泛应用的“层次
分析法”来确定权重。由于评价指标体系是一个递阶多层次
结构体系, 评价指标已经层次化, 因此采用这种方法可以避
免大量指标同时赋权的混乱和失误, 从而提高评价的准确性
和方便性。

其工作程序如下: 建立阶梯层次结构, 将评价指标层
次化(如前述指标体系); 建立比较矩阵。其方法是以上
一层次的指标为准则, 对同一层次指标进行两两比较, 其比
较结果以 T.L. Saaty 的 1-9 标度法表示; 采用求和法计算
各评价指标的权重。

4.6 计算生态环境敏感性评判向量, 确定敏感性等级 根
据以上所做工作, 采用模糊综合评判方法对各县级单位生态
环境敏感性进行计算, 为适当兼顾各因素并保留单因素评判
的全部信息, 计算时采用 $M(*, +)$ 模型, 即 $b_j = \sum a_i * r_{ij}$ 。
而 $M(*, +)$ 模型就是通常所说的加权平均模型, 该算法
对所有的因素依权重大小均衡兼顾, 在考察整体指标时效果
明显。

然后根据最大隶属原则确定评价等级, 即若 $b_k = \max$
(b_1, b_2, \dots, b_m), 则可判定该敏感性评价等级为 v_k 等级。

4.7 生态环境治理与开发利用对策措施 根据不同评价区
的生态环境敏感性评价结果, 将中度及其以上敏感等级的区
域划分为敏感区。生态环境敏感性是综合表征各生态系统
出现生态环境问题概率大小的参量, 由于生态环境问题的内
容存在差异, 生态环境敏感区的内容也不相同。因此, 贵州
省生态环境敏感区可分为土壤侵蚀敏感区、石漠化敏感区、

表2 即食醉鱼制品细菌菌群定性和定量组成

Table 2 Qualitative and quantitative composition of bacterial colony of instant dried drunk fish

组别 Group	细菌 Bacterium	初始点 Initial point		180 d		210 d		240 d		330 d	
		菌株 Strain	所占百分 比 % Proportion	菌株 Strain	所占百分 比 % Proportion	菌株 Strain	所占百分 比 % Proportion	菌株 Strain	所占百分 比 % Proportion	菌株 Strain	所占百分 比 % Proportion
1	芽孢杆菌 <i>Bacillus</i> spp.	15	35.8	6	33.3	-	-	-	-	-	-
2	葡萄球菌 <i>Staphylococcus</i> spp.	16	38.1	1	5.6	10*	100	19	86.4	110	95.7
3	玫瑰小球菌 <i>Micrococcus rose</i>	5	11.9								
4	李斯特菌 <i>Listeria</i> spp.			11	61.1	-	-	-	-	-	-
5	棒状杆菌 <i>Corynebacterium</i> spp.	2	4.7								
	未鉴定 Not identified	4	9.5	0	0	0	0	3	13.6	5	4.3
	总计 Total	42	100	18	100	10	100	22	100.0	115	100.0

注: * 表示其中2株为 *Staphylococcus warneri*, 8株为 *Staphylococcus saprophyticus*。

Note: * means two of the strains are *Staphylococcus warneri*, the other eight are *Staphylococcus saprophyticus*.

称, 蜡样芽孢杆菌存在于种类繁多的食物中, 其中包括奶和奶制品、肉和肉制品、香料、干制品、谷类, 尤其是水稻和蛋类^[17], 还有可能从药品包括口服药品中分离出来^[18]。蜡样芽孢杆菌为条件致病菌, 在自然界广泛存在, 最适生长温度 28~35℃, 最低生长 pH 值为 4.7, 最低水分活度为 0.95^[19]。而李斯特菌在环境中无处不在, 在绝大多数食品中都能找到。肉类、蛋类、禽类、海产品、乳制品、蔬菜等都被证实是李斯特菌的感染源。李斯特菌中毒严重的可引起血液和脑组织感染, 很多国家已经采取措施来控制食品中的李斯特菌, 并制定了相应的标准。李斯特菌中最具致病性的单增李斯特氏菌在一般热加工处理中能存活, 热处理已杀灭了竞争性细菌群, 使单增李斯特氏菌在没有竞争的环境条件下易于存活, 所以在食品加工中, 中心温度必须达到 70℃ 持续 2 min 以上。单增李斯特氏菌在自然界中广泛存在, 酸性、碱性条件下都适应, 所以即使产品已经过热加工处理充分灭活了单增李斯特氏菌, 但有可能造成产品的二次污染, 因此蒸煮后防止二次污染是极为重要的。即食水产制品病原菌存在与否及其种类和数量与原料、辅料、工艺、操作卫生状况等相关, 因此, 实施 HACCP 管理来规范生产, 显得特别重要。

3 结论

研究表明, 该产品残存的不仅有芽孢菌, 还有相当数量的葡萄球菌等非芽孢菌, 不符合标准产品的要求。因此, 笔者认为生产者应该查明原因, 改进工艺, 严格按照工艺参数加工制作, 改善生产环境、器具、人员卫生条件, 以消除产品存在的品质和安全隐患, 促进产业的发展。

参考文献

[1] 王哲恩, 许钟, 郭全友, 等. 软包装即食醉鱼制品细菌学品质安全分析

(上接第 6433 页)

生物多样性及生境敏感区和酸沉降敏感区 4 种类型。针对生态环境的不同敏感区类型提出相应的生态环境治理与开发利用对策措施。

参考文献

[1] 郝吉明, 段雷, 谢绍东. 中国土壤对酸沉降的相对敏感性区划[J]. 环境科学, 1999, 20(4): 1-5.
 [2] 王敬华, 张效年, 于天仁. 华南红壤对酸雨敏感性的研究[J]. 土壤学报, 1994, 31(4): 348-354.
 [3] 刘燕华, 李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展[M]. 北京: 商务印书馆,

[J]. 海洋渔业, 2007, 29(4): 349-354.

- [2] 王宏海, 戴志远, 张燕平. 醉鱼干加工工艺[J]. 中国水产, 2004(6): 75-76.
 [3] 王宏海, 戴志远, 张燕平, 等. HACCP 系统在醉鱼干加工中的应用[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(6): 24-28.
 [4] 陆峰, 戴志远. 浙江地区三种醉鱼干的质量及成分分析[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(4): 125-131.
 [5] 黄伟坤, 唐英昌, 黄焕昌, 等. 食品检验与分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000: 14-17.
 [6] 中华人民共和国卫生部. 食品卫生检验方法理化部分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
 [7] 李博. GDL 豆腐中的主要腐败菌的研究及 HACCP 的建立[D]. 北京: 中国农业大学, 2001: 17-18.
 [8] 中华人民共和国卫生部. 食品卫生检验方法微生物部分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
 [9] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
 [10] 须田三千三, 鸿巢章二. 水产食品学[M]. 东京: 恒星社厚生阁, 1987: 126-126, 241-242.
 [11] 许钟, 杨宪时. 调味扇贝半干制品适宜水分含量的研究[J]. 水产学报, 1998, 22(2): 190-192.
 [12] 矢野信礼, 小林登史夫, 藤川浩. 食品への予測微生物学の適用[M]. 东京: サイエンスフォーラム株式会社, 1997: 100-104.
 [13] 日本水产学会. 水产加工食品の保全[M]. 东京: 恒星社厚生阁, 1980: 106-107.
 [14] 横田理雄, 石谷孝佑. 食品と包装[M]. 东京: 医齿药出版株式会社, 1982: 89-99.
 [15] JAMES M. 现代食品微生物学[M]. 徐岩, 张继民, 汤丹剑, 等, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
 [16] GRANUMP E. *Bacillus cereus* and its toxins[J]. *Appl Bacteriol*, 1994, 76(S): 61-66.
 [17] KRAMER J M, GILBERT M J. *Bacillus cereus* and other *Bacillus* species [C]// DOYLE MP. *Foodborne Bacterial Pathogens*. New York: Marcel Dekker, 1989: 22-70.
 [18] GARCIA ARRIBAS ML, PLAZA C L, DE LA ROSA, et al. Characterisation of *Bacillus cereus* strains isolated from drugs and evaluation of their toxins[J]. *Appl Bacteriol*, 1988, 64: 257-264.
 [19] 天津轻工业学院. 食品添加剂[M]. 北京: 轻工业出版社, 1978: 28-35.
 2001.
 [4] 杨志峰, 徐俏, 何孟常, 等. 城市生态敏感性分析[J]. 中国环境科学, 2002, 22(4): 360-364.
 [5] 王效科, 欧阳志云, 肖寒, 等. 中国水土流失敏感性分布规律及其区划研究[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 14-19.
 [6] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究[J]. 生态学报, 2000, 20(1): 9-12.
 [7] RODRIGUES E, VILA L. Ecological sensitivity atlas of Argentine continental shelf [J]. *International Hydrographic Review*, 1992, 69(2): 47-53.
 [8] HORNER, HICKEY J. Ecological sensitivity of Australian rainforests to selective logging[J]. *Australian Journal of Ecology*, 1991, 16(1): 119-129.
 [9] 贺秋华, 张丹, 陈朝猛, 等. GIS 支持下的黔中地区生态环境敏感性评估[J]. 生态学杂志, 2007, 26(3): 413-417.