

西南喀斯特区域农业生态系统评价研究^{*}

——以广西河池地区为例

罗俊^{1,2,3} 王克林^{1,2} 陈洪松^{1,2}

(1. 中国科学院亚热带农业生态研究所 长沙 410125; 2. 中国科学院环江喀斯特农业生态试验站
环江 547100; 3. 中国科学院研究生院 北京 100049)

摘要 本研究以农业生态环境、农业经济和社会3个子系统作为准则层,选取森林覆盖率、水土流失率等12个指标因子建立评价指标体系,对1995年和2003年广西河池地区的农业生态系统进行对比评价。结果表明:由于农业生态规划和管理的加强,河池地区农业生态系统由1995年的中等状态转变为2003年的良性状态,基本符合当地农业发展状况;但农业生产潜力尚未充分发掘,导致经济和社会子系统评价指数仍较低,从而影响到区域农业整体水平的提高;应在加强生态环境保护的基础上,发展并扩大农村种养产业链等促进河池地区农业经济的快速增长。

关键词 喀斯特区域 农业生态系统 评价 河池地区

Evaluation of agro-ecosystems in Karst Areas—A case study of Hechi Region of Guangxi Province. LUO Jun^{1,2,3}, WANG Ke-Lin^{1,2}, CHEN Hong-Song^{1,2} (1. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China; 2. Huanjiang Experimental Station of Karst Ecosystem, Chinese Academy of Sciences, Huanjiang 547100, China; 3. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China), *CJEA*, 2007, 15(3): 165~168

Abstract The evaluation of agro-ecosystems is valuable for assessing agricultural development, especially in fragile Karst Areas. Three sectors (ecology, society and economy), and 12 indices (forest cover, soil and water loss, etc) were selected for the evaluation of the agro-ecosystem of Hechi Region for the period of 1995~2003. The results show an improvement from midium status to well status of the agro-ecosystem from 1995 to 2003. The increase is attributed to enhancement in planning and management of the agro-ecosystem, which is in accord with the local agricultural development conditions. However, agriculture and production potentials are not being fully exploited thus inducing lower indices in the economy and society sectors, and somehow restricting local agricultural development. In order to expand agricultural chain and strengthen economic development, several recommendations are advanced based on identified environment issues.

Key words Karst Area, Agro-ecosystem, Evaluation, Hechi Region

(Received Dec. 25, 2005; revised Feb. 20, 2006)

喀斯特生态系统是世界上典型的脆弱生态系统类型之一,尤其在发展中国家,一般都面临着贫困和生态环境恶化的双重难题。因此,进行喀斯特区域农业生态系统评价研究,对了解该区域农业生态系统的结构、功能、现状和发展具有重要意义。目前我国对喀斯特地区农业生态系统的研究多集中于生态环境的脆弱性评价和石漠化治理等方面,对土地退化与生态恢复重建的研究也较多,而对农业生态系统的总体研究则较少,主要集中于农业生态系统健康管理方面^[1~4]。在区域尺度上,不同时期农业生态系统状况的对比研究也需进一步加强。本研究通过对桂西北河池地区1995年和2003年农业生态系统状况进行评价比较,揭示了喀斯特地区农业生态系统的现状及存在问题,为该区农业生态系统管理提供支持。

1 研究区域概况与研究方法

河池地区东连柳州,南界南宁,西接百色,北邻贵州省黔南布依族苗族自治州,介于东经106°34'~109°09'和北纬23°41'~25°37'之间,属亚热带季风气候,降水多集中于夏季;全地区土地面积3.35万km²,

^{*} “十五”国家科技攻关项目(2001BA606A08)、中国科学院项目(NK-十五-H-1)和中国科学院知识创新工程领域前沿项目(01200220055413)资助

收稿日期:2005-12-25 改回日期:2006-02-20

主要包括河池市、宜州市、环江毛南族自治县等 11 个县(市),人口 397.7 万人^[5]。该区属云贵高原山前区,喀斯特地貌广泛发育,裸露石灰岩面积占本地区的 48.0%,喀斯特峰丛洼地为主要景观类型;喀斯特特殊的水动力条件、地质构造条件和气候条件使其成土速度慢、土层薄且分布不均;此外还受人为活动的影响,造成严重的水土流失,土壤肥力急剧下降,生态系统极其脆弱。该区也是我国最贫困的喀斯特农业区,在《中国 21 世纪议程》中列为政府给予重点支持以消除贫困的地区之一。针对这些问题,20 世纪 90 年代以来,当地政府实施了诸如生态移民、退耕还林等一系列生态恢复和重建措施,取得了一定的生态效果,但对农业生态系统的整体影响尚待进一步研究。

本研究用层次分析法构建指标体系,确定指标权重;然后建立指标分级参考体系,对各指标值进行等级评定和打分,统一量纲;最后用模糊综合评价方法^[6]进行农业生态系统评价。研究所用资料主要来源于 1995 年和 2003 年广西河池地区生态、经济和社会等方面相关的文献、统计年鉴、调查报告和试验汇报资料等。

2 农业生态系统评价指标体系的构建

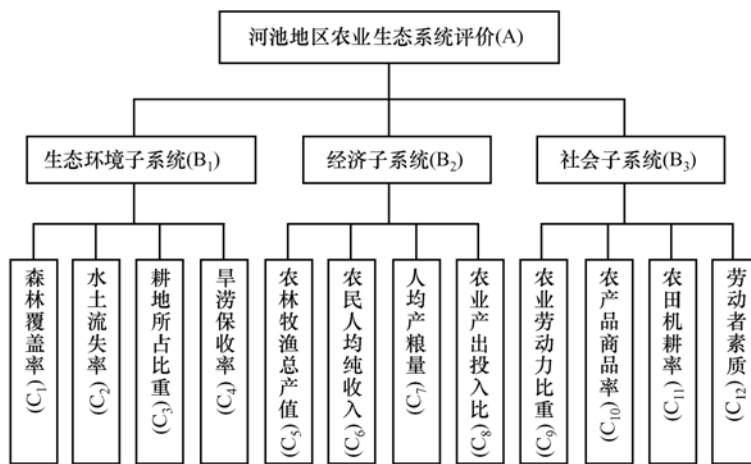


图 1 河池地区农业生态系统评价递阶层次结构

Fig.1 The successive arrangement structure of agro-ecosystem evaluation in Hechi Region

喀斯特地区农业生态系统的评价应以喀斯特生态类型为基础,根据科学性、系统性和实践性的原则^[7],选取能反映喀斯特地区生态和社会经济特征的指标。本研究把生态环境、经济和社会 3 方面作为一级指标来评价河池地区的农业生态系统功能,二级指标综合考虑了农业生态系统的背景条件和区域自身的特点,选取 12 项代表性的指标因子建立指标体系(图 1)。

在咨询有关专家的基础上,运用层次分析法^[10]获取指标权重(表 1)。主要步骤为:首先,通过对每一层指标进行两两比较后,采用 1~9 级标度的方法构造下一层对上一层的判断矩阵;然后,计算判断矩阵的最大特征根 λ_{max} 及其正交化特征向量 $P = [p_1, p_2, \dots, p_n]^T$ 得到各元素的权重;第三步,误差检验。为使根据经验构造的判断矩阵与理论矩阵具有令人满意的一致性,需用相容性指标 CI 进行检验,即 $CI = \frac{I_{max} - n}{n - 1} < 0.01$ (I_{max} 为该层所有指标中的

表 1 河池地区农业生态系统评价指标总排序表

Tab.1 The weight arrangement of the evaluation indices of agro-ecosystem in Hechi Region

层次 Levels	A	B ₁	B ₂	B ₃	C 层次总排序权重 General weight of factors of level C
	1.0				
C ₁		0.4375	0.3125	0.2500	0.1563
C ₂		0.3571			0.1250
C ₃		0.2857			0.0938
C ₄		0.2143			0.0625
C ₅		0.1429			0.0625
C ₆			0.2941		0.0919
C ₇			0.2353		0.0735
C ₈			0.1765		0.0552
C ₉			0.2941		0.0919
C ₁₀				0.2381	0.0595
C ₁₁				0.2381	0.0595
C ₁₂				0.2857	0.0714

最高得分值, n 为该层指标个数)就可认为该判断矩阵所得的权重向量是可以接受的^[8]。

从文献资料和社会调查中获取河池地区 1995 年和 2003 年生态环境、经济和社会等方面指标的相关数据(表 2),表示农业生态系统在不同时期的功能状况。为使三大子系统评价中所选用的 12 个指标具有同一

表 2 1995 年和 2003 年各指标实际数据

Tab.2 The actual value of all indices in 1995 and 2003

年份 Years	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂ *
1995	29.92	7.09	6.08	27.51	294632	900	303	4.43	46.22	59.3	9.53	0.73
2003	51.57	6.86	6.65	26.56	715718	1497	329	6.73	46.96	67.9	23.23	2.12

* 数据 C₁₂(劳动者素质)为中等教育以上人口比重。

量纲。本研究结合河池地区喀斯特农业生态系统的实际情况,参考前人生态评价的标准值^[7],按照相邻标度值之间指标值分布尽量均匀同时又尽量反映客观情况的原则,用 1~9 的分值和相应的量化阈值标准建立农业生态系统评价的准则参数体系(见表 3)。在同一量纲时,处于阈值之间的数据,则用相邻估算的方法进行参数标准化。

表 3 河池地区农业生态系统评价指标量化准则

Tab.3 The standardized table used to assess the grades of each index

指标因子 Indices	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
森林覆盖率/%	10	15	20	25	30	35	40	45	50
水土流失率/%	45	40	35	30	25	20	15	10	5
耕地所占比例/%	30	25	20	18	15	13	10	7	5
旱涝保收率/%	5	7	10	15	25	30	35	40	50
农业总产值/亿元	10	20	35	50	65	80	100	150	250
农民人均纯收入/元	300	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
人均产粮量/kg·人 ⁻¹	200	250	300	350	400	450	500	550	600
产出投入比/%	2	3	5	8	10	15	20	25	30
劳动力所占比例/%	90	85	75	60	45	30	15	10	5
农产品商品率/%	10	20	30	40	50	60	70	80	90
农业机耕率/%	5	10	15	25	35	50	65	80	95
劳动者素质/%	1	2	3	5	7	10	13	15	18

表 4 各指标分值与评价值

Tab.4 The grades and assessment results of all indices

指标序号 Indices	1995 年 Year 1995		2003 年 Year 2003		理想评价值 Perfect assessment results
	分值 Grades	评价值 Assessment results	分值 Grades	评价值 Assessment results	
C ₁	5	0.7812	9	1.4063	1.4063
C ₂	8	1.0000	8	1.0000	1.1250
C ₃	8	0.7500	8	0.7500	0.8438
C ₄	6	0.3750	5	0.3125	0.5625
C ₅	3	0.2757	5	0.4595	0.8271
C ₆	3	0.2206	4	0.2941	0.6618
C ₇	3	0.1655	4	0.2206	0.4964
C ₈	3	0.2757	4	0.3676	0.8271
C ₉	5	0.2975	5	0.2975	0.5355
C ₁₀	6	0.3570	7	0.4165	0.5355
C ₁₁	2	0.1190	4	0.2380	0.5355
C ₁₂	1	0.0714	4	0.2857	0.6429
B ₁	27	2.9062	30	3.4688	3.9376
B ₂	12	0.9375	17	1.3418	2.8124
B ₃	14	0.8449	20	1.2377	2.2500
A	53	4.6886	67	6.0483	9.0000

3 河池地区农业生态系统综合评价

给各指标打分后,各指标评价值的计算公式为:

$$P_i = X_i W_i \quad (1)$$

式中, P_i 为第 i 个指标的评价值, X_i 为第 i 个指标的量化分值, W_i 为第 i 个指标的权重。 j 年份农业生态系统的综合评价指数 P_j 为:

$$P_j = \sum_{i=1}^{12} X_{ij} W_{ij} \quad (2)$$

式中, X_{ij} 为 j 年份第 i 个指标的量化分值, W_{ij} 为 j 年份第 i 个指标的权重。把两个年份各层指标进行标准化后的分值和评价值见表 4。

用生态、经济和社会 3 方面评价值之和表示农业生态系统综合评价指数。1995 年河池地区农业生态系统综合指数

为 4.6886, 2003 年为 6.0483。本研究结合河池地区农业生态系统的实际情况, 在参考相关生态系统评价等级划分的基础上^[4], 确定了河池地区农业生态系统评价等级, 其劣、差、中、良、优级评价指数分别为 0~1、1~3、3~5、5~7、7~9。由表 4 可知, 河池地区农业生态系统, 1995 年处于中等状态, 到 2003 年变为良性, 总体状况有一定改观。从各一级子系统上看, 体现农业生态环境系统的评价值 8 年来提高 19.4%, 这与该区此期间实施的开发式扶贫移民有关。把生态环境恶劣的石山区贫困人口分期分批迁移出来, 安置到土山荒地等自然资源相对丰富而又未充分利用的地方进行综合开发; 并制定优越的移民政策, 使移民在维护良好植被的同时生产生活也得到了保证, 从 1996~2003 年肯福移民迁入区土壤侵蚀模数下降 27%, 森林覆盖率提高 17%, 水土流失减少 25%, 水分利用率提高 30%~45%, 迁入的贫困人口也彻底脱贫; 移民迁出区人口压力得到很大程度缓解, 推行退耕还林还草等生态保护措施, 调整种植结构, 发展特色种养业, 在解决农民温饱的基础上使生态环境得到一定改善。

河池地区农业经济子系统的评价值 2003 年比 1995 年提高 43.1%, 社会子系统的评价值也提高 46.5%, 说明该区社会经济发展较快。系统因子中农民素质和农业总产值变化明显, 主要得益于近年来地区政府与相关科研部门合作在移民迁出区和迁入区建立了若干现代农业示范园, 实行科学合理的农业复合种植模式, 获得了良好的生态经济效益, 如中国科学院亚热带农业生态研究所与环江毛南族自治县合作建立了肯福农业示范区, 提出“科技项目+公司+基地+农户”的移民开发模式并在农业示范区推行, 开垦了高标准的梯地和甘蔗地, 种植的农作物普遍获得高产, 并推广运用沼气, 实现了资源的循环利用, 生态环境也得到有效保护; 利用西南喀斯特地区特殊的地理条件, 发挥地区优势, 对农民进行种养技能的培训, 种植甘蔗、桑蚕、板栗、八角、旱藕、火麻、甜茶等特色经济林果^[9]; 发展特色养殖业, 建立了香猪、野山鸡、乌鸡生产基地, 获得很好的经济效益。

与理想状况相比, 2003 年河池地区生态、经济、社会评价指数分别低 0.4688、1.4706 和 1.0123, 综合评价指数低 2.9517。由此看来, 经过 8 年的发展, 该区农业生态系统虽有较大改善, 但系统整体仍不十分协调和完善, 还存在很大的发展空间。该区应继续加强生态建设, 对已启动的封山育林(草)、建立生态村等项目应严格落实, 使生态环境得到更大改善。经济和社会评价指数与理想情况差距较大, 说明河池地区农业社会经济发展的潜力还很大, 地区优势产业尚未完全发挥出来, 还需进一步加强管理, 应在保持生态建设为主的基础上, 发展特色种养业, 提高农民的科技水平, 延长农产品生产加工产业链, 活跃农村经济市场。

参 考 文 献

- 1 苏维词, 牟井兰. 喀斯特地区生态环境脆弱性现状区划初探——以贵州省乌江流域为例. 贵州科学, 1993, 11(3): 24~30
- 2 万 军, 蔡运龙. 喀斯特生态脆弱区的土地退化及生态重建——以贵州省关岭县为例. 中国人口·资源与环境, 2003, 13(2): 52~56
- 3 章家恩, 骆世明. 农业生态系统健康的基本内涵及其评价指标. 应用生态学报, 2004, 15(8): 1473~1476
- 4 孙志高, 李 彬. 山东烟台市农业生态系统健康评价. 山东农业大学学报(自然科学版), 2004, 35(1): 95~101
- 5 河池地区农业区划办. 河池地区农业资源综合分析报告(1995). 1996. 7
- 6 喻建华, 张 露, 高中贵, 等. 昆山市农业生态环境质量评价. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(5): 64~67
- 7 王丽梅, 孟范平, 郑纪勇, 等. 黄土高原区域农业生态系统环境质量评价. 应用生态学报, 2004, 15(3): 425~428
- 8 武兰芳, 欧阳竹, 唐登银. 区域农业生态系统健康定量评价. 生态学报, 2004, 24(12): 2740~2748
- 9 河池地区经济社会统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2001. 17~32
- 10 Alphonse C.B. Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries. Agricultural Systems, 1997, 53(1): 97