

四川省区域农业生态系统综合评价

周梦佳^{1,2}, 陈治谏^{*}, 廖晓勇, 王海明

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京100049)

摘要 结合运用专家咨询法和层次分析法, 研究建立了四川省农业生态系统综合评价指标体系, 以市域作为评价单元, 对四川省区域农业生态系统效益进行了综合评价和比较分析, 探讨了不同区域的农业生态系统特征。

关键词 农业生态系统; 综合评价; 专家咨询; 层次分析法; 四川省

中图分类号 S181 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)09-04234-03

Comprehensive Evaluation of the Regional Agro ecosystem in Sichuan Province

ZHOU Mengjia et al (Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610041)

Abstract Using the expert consultation method and analytic hierarchy process, the comprehensive evaluation index system of agro-ecosystem in Sichuan Province was studied and established. Taking city territory as evaluation unit, the benefits of the regional agro-ecosystem in Sichuan Province were comprehensively evaluated and analyzed. The agro-ecosystem characteristics of different areas were discussed.

Key words Agro-ecosystem; Comprehensive evaluation; Expert consultation; Analytic hierarchy process; Sichuan Province

农业生态系统是人类为满足社会需求, 在一定边界内通过干预, 利用生物与生物、生物与环境之间的能量和物质联系建立起来的功能整体^[1]。它是一个社会—经济—自然复合生态系统, 受自然、社会经济的影响^[2-3]。根据对农业生态系统研究的任务和目的、实际评价涉及的内容不同, 将其归纳为结构评价、功能评价、效益评价3个方面。由于系统结构决定系统功能, 系统功能的最终结果是系统效益, 在实际评价时可从一方面或多方面结合进行, 而且可以依不同的研究目的、从不同侧面进行^[4]。笔者结合运用专家咨询法和层次分析法, 从生态、经济和社会效益3个方面对四川省农业生态系统进行综合评价, 以期相关部门实施决策调控提供科学依据。

1 研究区概况

四川省位于中国西南腹地, 地处长江上游, 面积约48.5万km²。四川地貌类型复杂多样, 东西差异大, 区域东部为低山丘陵, 中部为平原, 西部为高山高原^[5], 山地、丘陵、平原和高原分别占全省面积的77.1%、12.9%、5.3%、4.7%; 气候地带性和垂直变化明显, 热量充足, 雨量充沛, 土壤肥沃, 是我国最大的粮、油、猪肉生产基地之一。2006年全省粮食总产量3409.2万t, 肉类总产量949.2万t, 农民人均纯收入3012.99元。

2 研究方法

2.1 建立评价指标体系 定量评价区域农业生态系统效益, 首先要选取客观且具代表性的评价因子建立评价指标体系。该研究遵循整体性原则、区域性原则、简明性原则, 以生态学、经济学、社会学理论知识为基础, 并结合专家意见, 分3个层次选择了18个评价指标, 建立了四川省区域农业生态系统综合评价指标体系^[6-16], 见图1。

2.2 评价方法

2.2.1 确立指标权重。 由于各评价指标因子在整个指标体

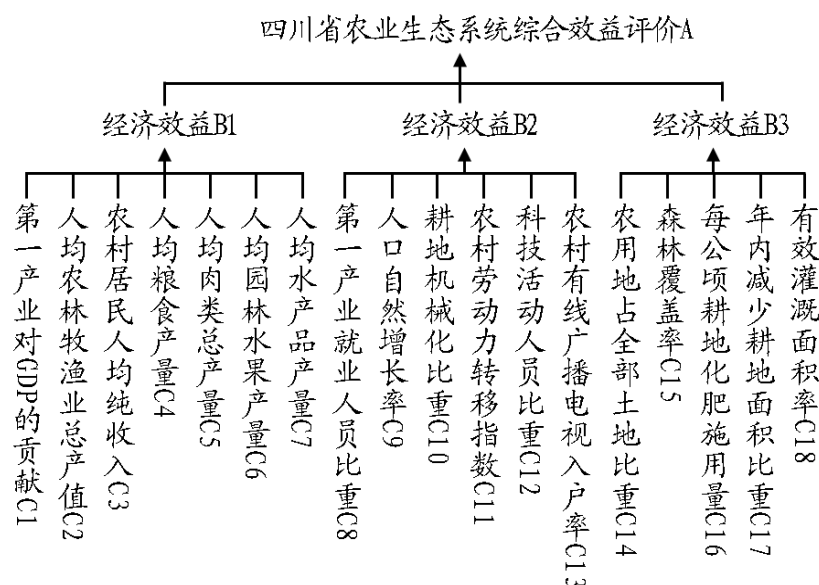


图1 四川省区域农业生态系统综合评价指标体系

Fig.1 The comprehensive evaluation index system of regional agro ecosystem in Sichuan Province

表1 农业生态系统效益综合评价指标因子权重

Table 1 The weight of comprehensive evaluation index factor of agro ecosystem benefits

层次 Level	A	B1	B2	B3	C 层次总排序权重 Total sating weight of Clevel
	1.000 0				
		0.539 6	0.163 4	0.297 0	
C1		0.370 9			0.200 1
C2		0.250 9			0.135 4
C3		0.172 1			0.092 9
C4		0.086 8			0.046 9
C5		0.056 6			0.030 5
C6		0.037 5			0.020 2
C7		0.025 3			0.013 6
C8			0.381 9		0.062 4
C9			0.229 9		0.037 6
C10			0.136 8		0.022 4
C11			0.074 0		0.012 1
C12			0.136 8		0.022 4
C13			0.040 5		0.006 6
C14				0.048 0	0.014 2
C15				0.337 8	0.100 3
C16				0.337 8	0.100 3
C17				0.089 4	0.026 6
C18				0.187 0	0.055 5

基金项目 中科院成都山地所前沿项目(1100001007); 中科院西部行动计划项目(KZCX2-XB2-07); 国务院三建委办公室资助项目(SX2001-021)。

作者简介 周梦佳(1983-), 女, 四川宜宾人, 硕士研究生, 研究方向: 区域发展、流域生态环境。* 通讯作者, 博士, 研究员, Email: chenzhijian@sina.com。

收稿日期 2009-01-09

系中所起作用不同, 对农业生态系统效益的影响程度有差

异,为了区分其影响的差异性,笔者结合运用专家咨询法和层次分析法^[17-19],借助Yaahp软件进行计算,得到四川省农业生态系统效益综合评价各指标的权重值,见表1。

2.2.2 标准化评价指标数据。为了保证评价指标数据的获取和评价结果的实用性,根据四川省实际情况,以地级行政区作为评价单元,原始数据来源于《2007 四川统计年鉴》及相关文献和调查资料。由于不同的评价指标值间存在很大的差异,因而为了消除量纲的影响,采用极差标准化法^[20]对数据进行标准化处理。

2.2.3 计算农业生态系统效益综合得分。各个评价单元的农业生态系统效益综合得分按如下公式计算:

$$I_i = \sum_{j=1}^{18} w_j \cdot ij$$

式中, I_i 为第*i*个评价单元的综合得分; w_j 为第*j*个评价指标的权重值; ij 为第*i*个评价单元第*j*项评价指标的标准化处理值。

2.2.4 划分农业生态系统综合评价等级。为了凸显四川省各地区农业生态系统综合的差异,将全省农业生态系统效益得分划分为4个等级,其中,60~70分为Ⅳ级,50~60分为Ⅲ级,40~50分为Ⅱ级,40分以下为Ⅰ级。同时,在ARCGIS软件的支持下,以四川省农业生态系统综合效益得分为专题变量,生成四川省农业生态系统综合评价等级图。经计算四川省区域农业生态系统综合评价结果见表2、图2。

表2 农业生态系统综合评价结果

Tab. 2 The comprehensive evaluation results of agro-ecosystem

区域 Regions	评价单元 Evaluation units	经济效益得分 Economic benefits score	社会效益得分 Social benefits score	生态效益得分 Ecological benefits score	综合得分 Comprehensive score	等级 Grade
中部平原丘陵地区 Central plain hilly regions	成都市 X1	38.33	90.21	26.67	47.87	Ⅳ
	绵阳市 X2	55.91	68.07	34.47	56.61	Ⅲ
	德阳市 X3	68.96	73.12	16.78	60.42	Ⅱ
	眉山市 X5	65.76	49.32	22.70	57.68	Ⅲ
	乐山市 X11	45.47	49.29	48.07	50.52	Ⅲ
东部低山丘陵地区 Eastern low mountain hilly regions	资阳市 X6	67.79	56.38	34.47	60.63	Ⅱ
	内江市 X7	42.34	49.53	30.76	40.08	Ⅲ
	泸州市 X8	43.68	44.66	34.54	44.96	Ⅲ
	宜宾市 X9	43.37	32.88	34.46	42.45	Ⅲ
	自贡市 X10	46.62	59.17	11.49	42.78	Ⅲ
	南充市 X12	50.19	51.38	17.80	46.51	Ⅲ
	遂宁市 X13	56.98	66.74	15.89	52.46	Ⅱ
	达州市 X14	61.75	45.35	22.41	51.80	Ⅲ
西部高山高原区 Western high mountain plateau regions	巴中市 X15	62.50	39.04	34.46	54.21	Ⅲ
	广元市 X6	57.16	50.59	37.06	53.68	Ⅲ
	广安市 X17	46.72	43.58	22.91	42.91	Ⅲ
	雅安市 X4	59.45	40.47	34.21	52.26	Ⅲ
	攀枝花 X18	37.16	59.14	37.71	40.91	Ⅲ
	凉山州 X19	32.68	11.95	33.83	29.63	Ⅳ
	阿坝州 X20	30.17	14.30	38.39	30.02	Ⅳ
甘孜州 X21	25.27	13.25	41.86	28.23	Ⅳ	

3 结果与分析

3.1 农业生态系统效益指标分析 从农业生态系统的各个效益指标来看,经济效益得分以德阳市最高,甘孜州最低,全省各行政区中Ⅰ级地(市)占24%,Ⅱ级地(市)占24%,Ⅲ级地(市)占28%,Ⅳ级地(市)占24%;社会效益得分以成都市最高,凉山州最低,全省各行政区中Ⅰ级地(市)占19%,Ⅱ级地(市)占24%,Ⅲ级地(市)占33%,Ⅳ级地(市)占24%;生

态效益得分以乐山市最高,自贡市最低,全省各行政区中Ⅰ级地(市)占0%,Ⅱ级地(市)占0%,Ⅲ级地(市)占10%,Ⅳ级地(市)占90%。从农业生态系统的综合效益得分来看,四川省农业生态系统综合效益地区差异明显,大体上是东部好于西部,盆地平原好于山地高原区。全省各行政区中综合效益Ⅰ级地(市)占10%,Ⅱ级地(市)占38%,Ⅲ级地(市)占38%,Ⅳ级地(市)占14%;其中,以资阳市和德阳市农业生态系统综合效益最好,眉山市、绵阳市、巴中市等较好,成都市、南充市、泸州市等处于中等,阿坝州、凉山州和甘孜州最差。

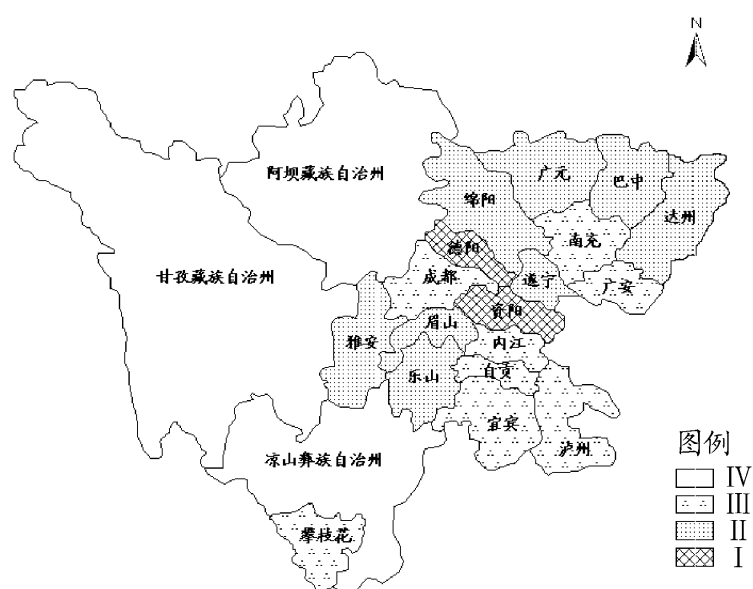


图2 四川省农业生态系统综合评价等级

Fig. 2 The comprehensive evaluation grades of agro-ecosystem in Sichuan Province

3.2 各区域农业生态系统特征

3.2.1 中部平原丘陵地区。全年气候温暖湿润,河网密布,水热条件充沛,作物生长期长,适合各种农作物生长,农业自然条件优越,是传统的水田农业区。区位优势极为优越,社会经济发展水平高,农业基础设施好,农业科技含量高,是四川农业发展水平最高的地区,农业生态系统综合效益等级都在Ⅱ级或Ⅲ级以上,Ⅰ级地(市)占20%,Ⅱ级地(市)占60%,Ⅲ级地(市)占20%,无Ⅳ级地(市)。从经济效益得分来看,德阳市不断加大对“三农”的投入,调动了农民积极性,其人均农林牧渔业总产值、人均粮食产量、人均肉类总产量指标得分较高,在该区中经济效益得分最高;成都市是四川省省会,其第一产业对GDP贡献指标得分较低,在该区中经济效益得分最低。从社会效益得分来看,成都市因其第一产业就业人员比重、耕地机械化比重、劳动力转移指数、科研活动人员比重指标得分较高,在该区中社会效益得分最高;乐山市因其耕地机械化重、科技活动人员比重、农村有线广播电视入户率指标得分较低,在该区中社会效益得分最低。从生态效益得分来看,2006年乐山市园林管理和生态建设取得了新进展,荣获国家园林城市称号,其农用地占全部土地比重、森林覆盖率、年内减少耕地比率和有效灌溉率等指标得分较高,在该区中生态效益得分最高;德阳市因其化肥的施用量大,每公顷耕地化肥施用量指标得分较低,在该区中生态效益得分最低。从农业生态系统的综合效益得分来看,德阳市虽然经济效益得分最高、社会效益处于中等水平、生态效益得分最低,但因社会效益权重为0.1634,生态效益权重为0.2970,经济效益起着主导作用,因而使其在该区中综合效益得分最高,农业生态系统综合效益等级为Ⅰ级;成都市虽然社会效

益得分最高,生态效益处于中等水平,但因其经济效益得分最低,所以在该区中综合效益得分最低,农业生态系统综合效益等级为III级。

3.2.2 东部低山丘陵区。该区气候属亚热带湿润气候,水热条件较为充沛,土地利用多以林地为主,农村劳动力资源丰富但其人口素质不高,农业生态系统综合效益等级都在II级或以上,I级地(市)占9%,II级地(市)占36%,III级地(市)占55%,IV级地(市)占0。从经济效益得分来看,资阳市以新农村建设统揽农业工作,农村经济得以稳步发展,其第一产业对GDP贡献、人均粮食产量、人均肉类总产量、人均水产品产量指标得分较高,在该区中经济效益得分最高;2006年内江市发生了80年来最严重的伏旱,农业经济损失巨大,其第一产业对GDP贡献、人均农林牧渔业总产值、人均肉类总产量、人均园林水果产量指标得分较低,在该区中经济效益得分最低。从社会效益得分来看,2006年遂宁市农村社会事业全面进步,其第一产业就业人员比重、人口自然增长率、农村劳动力转移指数、农村有线广播电视入户率指标得分较高,在该区中社会效益得分最高;宜宾市因其耕地机械化比重、科技活动人员比重、农村有线广播电视入户率指标得分较低,在该区中社会效益得分最低。从生态效益得分来看,广元市天保工程和退耕还林工程成效显著,其农用地占全部土地比重、年内减少耕地面积比率指标得分较高,在该区中生态效益得分最高;自贡市因其农用地占全部土地比重、森林覆盖率、每公顷耕地化肥施用量、有效灌溉率指标得分较低,在该区中生态效益得分最高。从农业生态系统的综合效益得分来看,资阳市虽然社会效益和生态效益得分都处于中等,但因其经济效益得分最高,使其在该区中综合效益得分最高,农业生态系统综合效益等级为I级;内江市虽然社会效益和生态效益得分都处于中等,但因其经济效益得分最低,使其在该区中综合效益得分最低,农业生态系统综合效益等级为III级。

3.2.3 西部高山高原区。位于青藏高原东部,受青藏高原和西南季风的影响,全年日照充足,气温较低,干旱期长,灌溉条件成为该区农业发展的制约因素,农业生态系统综合效益等级都在II级或II级以下,无I级地(市),II级地(市)占20%,III级地(市)占20%,IV级地(市)占60%。从经济效益得分来看,雅安市因其人均农林牧渔业总产值、人均肉类总产量、人均园林水果产量指标得分较高,在该区中经济效益得分最高;甘孜州因其人均农林牧渔业总产值、农村居民人均纯收入、人均粮食产量、人均肉类总产量、人均水产品产量、人均园林水果产量指标得分较低,在该区中经济效益得分最低。从社会效益得分来看,攀枝花因其第一产业就业人员比重和科技活动人员比重指标得分较高,在该区中社会效益得分最高;凉山州地处边远的地区,经济较为落后,农业机械化程度不高,第一产业就业人员比重、人口自然增长率、耕地机械化比重、科技活动人员比重和农村有线广播电视入户率指标得分较低,在该区中社会效益得分最低。从生态效益得分来看,甘孜州人口较少,其单位面积耕地化肥施用量最少,人类对环境的影响相对较小,在该区中生态效益得分最高;雅安市单位面积耕地化肥施用量和年内减少耕地面积比

重得分较低,在该区中生态效益得分最低。从农业生态系统的综合效益得分来看,雅安市虽然生态效益得分最低、社会效益处于中等,但因其经济效益得分最高,使其在该区中综合效益得分最高,农业生态系统综合效益等级为II级;甘孜州虽然生态效益得分最高,但因其经济效益得分最低,使其在该区中综合效益得分最低,农业生态系统综合效益等级为IV级。

4 结论

(1) 结合运用专家咨询法和层次分析法进行农业生态系统综合评价,虽然克服了专家直接打分求权重的缺点,仍然存在一定的主观性,在今后的研究中应注意专家咨询的次数和人数。

(2) 对于不同类型的农业生态系统,各评价指标因子对系统的影响有差异,其指标因子权重值也应有差异。笔者采用统一的指标体系和权重进行评价存在一定的局限性,在今后的研究中应注意根据各农业生态系统类型来确定评价指标体系和权重。

(3) 研究结果表明,四川省农业生态系统综合效益地区差异明显,大体上是东部好于西部,盆地平原好于山地高原区。其中,以资阳市和德阳市农业生态系统综合效益最好,阿坝州、凉山州和甘孜州最差。

参考文献

- [1] 沈亨理. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [2] CONWAY G R. The properties of agroecosystems[J]. *Agricultural Systems*, 1987, 24(2): 95-117.
- [3] 卞有生. 生态农业基础[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1986: 11-12.
- [4] 曹凑贵, 陈华. 农业生态系统评价若干问题探讨[J]. *生态农业研究*, 1994, 2(2): 69-74.
- [5] 四川省人民政府, 四川年鉴编委年鉴社. 四川年鉴2007[M]. 成都: 四川年鉴出版社, 2007: 28-35.
- [6] 张振中. 建立榆林地区生态农业评价指标体系的原则与方法探讨[J]. *生态经济*, 2001(1): 32-35.
- [7] 卢建波. 农业生态系统的持续性及其评价指标[J]. *生态学杂志*, 2000, 19(2): 56-58.
- [8] 胡代泽. 生态农业综合效益评价指标体系及其应用[J]. *资源开发与保护*, 1991, 7(1): 3-7.
- [9] 朱孔来. 生态农业综合效益评价方法的研究[J]. *生态学杂志*, 1991, 10(6): 67-70.
- [10] 李建军. 生态农业综合评价的指标体系及其权重[J]. *应用生态学报*, 1992, 3(1): 42-47.
- [11] 吴钢, 魏晶, 张萍, 等. 三峡库区农林复合生态系统的效益评价[J]. *生态学报*, 2002, 22(2): 233-239.
- [12] 罗俊, 王克林, 陈洪松. 西南喀斯特区域农业生态系统评价研究[J]. *中国生态农业学报*, 2007, 15(3): 165-168.
- [13] 谢花林, 李波, 王传胜, 等. 西部地区农业生态系统健康评价[J]. *生态学报*, 2005, 25(11): 3028-3086.
- [14] 张木兰, 余伟, 蒋菊生, 等. 海南农垦农业生态系统综合评价研究[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(10): 3006-3008.
- [15] 蓝福生, 莫权辉. 广西岩溶地区农业生态系统的分析评价[J]. *热带地理*, 1995, 15(3): 235-242.
- [16] 郑钦玉, 卢坤, 薛华清, 等. 三峡库区农业生态系统综合评价研究[J]. *中国生态农业学报*, 2005, 13(3): 29-31.
- [17] 徐建华. 现代地理数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 224-249.
- [18] 张超, 杨秉庚. 计量地理学基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 178-182.
- [19] SAATY T L. Decision making with the analytic hierarchy process[J]. *International Journal of Services Sciences*, 2008, 1(1): 83-98.
- [20] 孙鸿良. 生态农业的理论与方法[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1993.
- [21] 刘卫东, 石承苍, 任国业. 四川省农业功能区划研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2006, 29(3): 27-32.