

基于退耕背景下安塞县商品型生态 农业系统演变过程分析

李奇睿¹, 王继军^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要:为探讨退耕还林还草工程实施后商品型生态农业系统演变态势及其影响因素的变化情况, 借鉴已有研究结果, 建立商品型生态农业系统综合评价指标体系, 运用生态位评价的多边形综合指标法和灰色关联分析法, 对 1998—2008 年安塞县商品型生态农业系统演变过程进行了定量分析。结果表明: 研究期内, 安塞县商品型生态农业系统综合生态位显著提高, 系统发展的主要影响因素也随之变化。依据系统综合生态位发展曲线, 目前农业资源和经济效益是安塞县商品型生态农业系统发展的主要影响因素, 通过提高资源有效利用率, 协调产业与资源关系, 有望进一步推动商品型生态农业系统的发展。

关键词:商品型生态农业; 生态位; 灰色关联度; 演变态势; 影响因素; 安塞县

中图分类号: Q 14; X24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)03-0097-05

Evolution of Commodity-oriented Agro-ecosystem under Grain for Green Project in Ansai County

LI Qi-rui¹, WANG Ji-jun^{1,2}

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: For probing into the evolution situation and influencing factors of commodity-oriented agro-ecosystem (CA) under the Grain for Green Project, the composite evaluation index of agricultural eco-economic system was built by referring to previous results. The evolution of CA in Ansai County from 1998 to 2008 was analyzed by utilizing the polygon synthesis indicator approach and the grey correlation analysis approach. Results showed that: complex ecological niche of CA advanced significantly. Meanwhile, influencing factors for system development varied. According to the complex ecological niche curves, currently, agro-resources and economic benefit were the main influencing factors for the development of CA. In the future, the ecological agro-system development would be promoted by improving the resource-utilization efficiency and optimizing the consistency between industry and resources.

Key words: commodity-oriented agro-ecosystem; ecological niche; grey correlation grade; evolution situation; influencing factor; Ansai county

为改善生态环境, 促进生态经济系统协调发展, 1999 年开始在生态脆弱区实施“退耕还林(草)”工程。在此背景下, 退耕区商品型生态农业建设取得了明显的生态、经济和社会效益, 产生了新的特征: 林草覆盖率、水土流失治理程度显著提高; 高效设施农业成为退耕区主干道周围农业生产的主要模式; 农民人

均纯收入明显增长, 工副业、种植业和果业收入占农民总收入的比重明显增加; 农业生产稳定指数和粮食稳定性指数显著升高^[1]。由此可知, 商品型生态农业系统演变态势及其主要影响因素发生了变化。此时, 对系统演变态势及其主要影响因素, 以及产业发展与农业资源一致性的判定成为农业生态经济可持续发

收稿日期: 2010-12-10

修回日期: 2011-02-28

资助项目: “十二五”国家科技支撑计划项目“黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业关键技术集成与示范”(2011BAD31B05); 国家自然科学基金项目“黄土丘陵退耕区域农业生态经济系统耦合过程及其模式研究”(40771082)

作者简介: 李奇睿(1986-), 男, 山东济南人, 硕士研究生, 研究方向: 流域生态。E-mail: leelee8612@gmail.com

通信作者: 王继军(1964-), 男, 陕西渭南人, 研究员, 研究方向: 生态经济。E-mail: jjwang@ms.isw.c.ac.cn

展方案制定的现实需求。

生态位一词最早是 Grinnel 于 1917 年提出的^[2], Elton、Hutchinson 和 Odum 等^[3-5]先后对生态位概念进行定义和扩展。生态位是生物单元在特定的生态系统中与环境及其他生物单元相互作用的过程所形成的相对生态地位和作用^[6]。近年来,多有学者运用生态位原理构建模型,对旅游、土地利用、城市发展等问题进行研究。王芳等运用生态位原理构建了区域旅游经济协调发展的评价指标体系,并量化了区域旅游经济发展协调度^[6]。俞艳等建立了基于生态位适宜度的土地生态经济适宜性评价模型,克服了传统评价方法仅注重土地自然条件的不足^[7]。陈亮等运用社会-经济-自然复合生态系统生态位评价指标体系对中国 2003 年 31 个省区(不包括香港、澳门和台湾)的复合生态系统生态位做出了定量评价,结果表明,广东、福建和海南的综合生态位排在全国前三位^[8]。

基于以上背景,运用“生态位”原理分析安塞县商品型生态农业系统演变过程,旨在明确系统演变态势及其主要影响因素,为协调资源与产业的关系,实现农业生态经济系统良性循环奠定基础。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

安塞县地处黄土高原腹地,土地面积 2 950.36 km²,属典型的梁峁状丘陵沟壑区,地貌类型主要为黄土梁涧、梁峁状黄土丘陵和沟谷阶地^[9],地形支离破碎,丘陵起伏,沟壑纵横,沟壑平均密度约为 4.33 km/km²。平均气温 8.9℃,降水量北少南多,主要集中在夏季,年平均降水量 505.3 mm。境内植被较差,天然植被破坏殆尽,南部分布有少量天然次生林^[10-11]。按统计资料,安塞县下辖 14 个乡镇,211 个行政村,1 018 个村民小组^[12]。2008 年安塞县总人口为 17.10 万人,其中农业人口 14.98 万人,农业总产值为 62 305 万元。

1.2 研究时段与资料来源

1999 年安塞县成为退耕还林还草工程试点县,开始实施退耕还林还草工程。因此以 1998 年为基准年,选择 1998-2008 年为研究时段,探讨退耕还林还草工程实施后商品型生态农业系统演变轨迹的变化情况。

研究过程中所涉及的降雨量、人口、各产业产值和收入来自于 1998-2008 年的《安塞县统计年鉴》、安塞县农业局、蔬菜局、畜牧局等,土地利用资料来自于安塞县国土局和国土资源部土地调查资料。

1.3 研究方法

1.3.1 生态位评价的全排列多边形综合指标法 生态位评价的全排列多边形综合指标法是指:利用 n 个指标可以作出一个中心正 n 边形, n 边形的 n 个顶点分别为这 n 个指标当 $R_i = 1$ 时的值,中心点为这 n 个指标当 $R_i = 0$ 时的值,中心点到顶点的线段为各指标标准化值所在的区间^[8](图 1)。

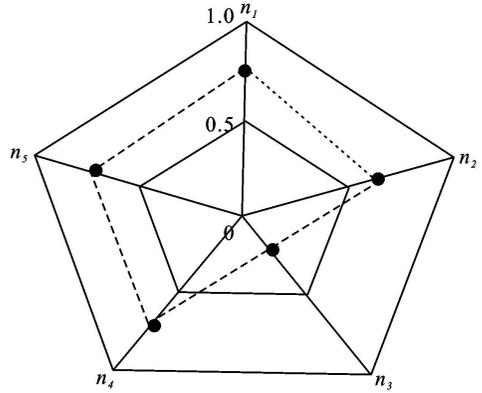


图 1 多边形综合指标法示意图

从图 1 中既可以看出各单项指标的大小及其与最大、最小值之间的差距和随时间的变化动态,又可以从各指标两两组成的 $n(n-1)/2$ 个三角形中计算其综合指标值。计算公式为^[8]:

$$R = \left[\sum_{i < j} R_i \cdot R_j \right] / [2n(n-1)] \quad (1)$$

式中: $\sum_{i < j} R_i \cdot R_j$ ——各指标所有可能两两组合乘积的总和; R ——综合指标。

相对于加权平均法,多边形综合指标法不需要专家定权,只需确定指标的上下界就可以按公式计算,并且在计算综合指标值时具有明确的几何意义(多边形面积及比值)。而加权平均法仅单纯将多维指标求和压缩成一维指标,不具任何几何意义^[8]。

1.3.2 灰色关联分析 灰色关联分析(GRA)是系统分析的一个重要方法,它是两个系统或系统内的各因素随时间变化时,其变化方向和速度的关联程度。在系统发展过程中,哪些因素是主要影响因素,可以用关联度的排序来分析。关联度大的表明该因素是影响系统发展的主要影响因素,关联度小的说明系统发展不受或少受此因素的影响。通过关联度分析,便于分清主导因素和潜在因素,分清优势和劣势,为分析评价系统发展提供相关的信息^[13-14]。进行灰色关联度分析的主要步骤^[15-17]为:(1)确定分析序列。建立因变量参考数列 X_0 ,自变量比较数列 $X_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$;(2)数据的标准化处理;(3)计算关联系数,比较数列 X_i 对于参考数列 X_0 在 K 点的关联系数:

$$\varepsilon = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (2)$$

(4) 计算关联度, 各比较数列 X_i 对于参考数列 X_0 的关联度:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon(k) \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

式中: ε ——关联系数; $\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)|$ ——数列 X_0 与数列 X_i 的两级极小差; $\max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|$ ——数列 X_0 与数列 X_i 的两级极大差; ρ ——分辨系数, 一般取 $\rho = 0.5$; r_i ——关联度, 反映各比较数列对参考数列的影响程度。

1.4 综合评价指标体系的构建

商品型生态农业系统以商品输出为主要生产经营目的, 寓生态系统于经济系统之中^[18], 其核心是产业与资源耦合, 产业布局受制于经济效益, 生态环境的改善能够促进资源质量的提高^[19]。因而, 生态环境、农业资源、产业态势、经济效益可以反映商品型生态农业系统的演变过程。本文以安塞县 1998—2008 年统计数据为基础, 遵循科学性、层次性、系统性、可行性原则, 选取研究区商品型生态农业系统综合评价指标(表 1)。

表 1 商品型生态农业系统综合评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
综合生态位	生态环境生态位(X_1)	年降雨量
		人口密度
		可灌溉面积
		林草面积率
	农业资源生态位(X_2)	农林牧土地利用结构
		人均基本农田
		果园地比重
		牧草地比重
	产业态势生态位(X_3)	工副业比重
		农业产业链与资源量相关度
		农业劳动力/非农业劳动力
		商品加工(贮藏)率
	经济效益生态位(X_4)	农产品商品率
		人均纯收入
		人均粮食产量
		农业产投比

2 系统演变过程分析

根据商品型生态农业系统综合评价指标体系(表 1), 运用全排列多边形综合指标法, 计算由生态环境生态位、农业资源生态位、产业态势生态位和经济效益生态位构成的区域商品型生态农业系统综合生态位, 分析 1998—2008 年安塞县商品型生态农业系统演变过程。

2.1 生态环境—农业资源—产业态势—经济效益生态位

采用极差标准化的方法^[20]对县域统计数据进行处理, 并利用公式(1)计算得出 1998—2008 年安塞县生态环境生态位、农业资源生态位、产业态势生态位、经济效益生态位(图 2)。

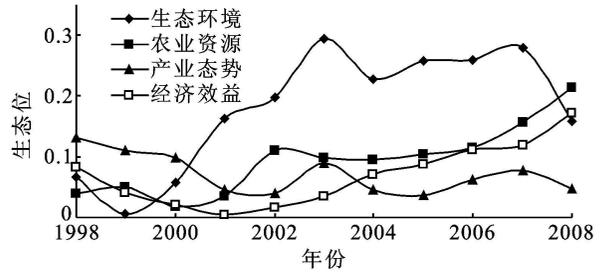


图 2 1998—2008 年安塞县生态环境、农业资源、产业态势、经济效益生态位变化

由图 2 可以看出, 11 a 间生态环境生态位明显升高, 2008 年较 1998 年升高了 138.18%, 年均递增率为 9.07%。经过 1998—1999 年的大幅降低后, 1999—2003 年间生态环境生态位显著升高, 增幅达 4 693.94%; 2003—2008 年间生态环境生态位波动较大, 总体呈下降趋势, 年均递减 5.97%。究其原因主要是 1999 年退耕还林还草工程的实施, 改善了退耕区生态环境, 改变了生态环境生态位的原有演变轨迹, 特别是 2000 年工程大规模实施后, 安塞县生态环境得到明显改善; 2003 年后退耕林地林分结构单一、全球变暖气候干旱等问题显现, 生态环境生态位有所降低。

1998—2008 年, 农业资源生态位显著升高, 2008 年较 1998 年升高了 450.35%, 年均递增 18.59%。1999—2001 年退耕还林还草工程实施初期, 退耕区封山禁牧恢复植被, 资源开发受限, 农业资源生态位较 1998 年有所下降, 年平均递减 3.17%; 2001—2002 年通过大规模补种果树、兴建果园, 农业资源生态位明显升高, 较 1998 年升高了 182.95%; 随后几年, 农业资源生态位较为稳定; 2006—2008 年, 安塞县鼓励农民舍饲养羊, 人工牧草地面积明显增加, 农业资源生态位显著升高, 年平均递增 36.19%。

研究期内, 产业态势生态位明显下降, 2008 年较 1998 年下降了 64.46%, 年均递减 9.83%。1998—2002 年产业态势生态位持续下降, 特别是退耕还林还草工程实施后生态位下降速度明显加快, 主要原因是退耕还林还草工程实施初期, 退耕区农业劳动力减少, 农业资源开发受限, 产业与资源一致性降低; 2002

— 2003 年间退耕还林还草工程实施效果显著, 农业资源量大规模积累, 推动了相关产业的发展, 产业态势生态位显著升高, 2003 年较 2002 年升高了 123.93%; 2003 年后随着劳务输出增加, 林草资源闲置等产业发展与资源利用不一致问题的日益显现, 产业态势生态位总体呈下降趋势, 年均递减 11.98%。

1998—2008 年, 经济效益生态位明显升高, 2008 年较 1998 年升高了 106.24%, 年均递增率为 7.51%。1998—2001 年退耕还林还草工程实施初期, 为恢复生态系统, 有意识地降低经济系统发展速度, 安塞县经济效益生态位持续降低, 年均递减 64.01%; 2001—2008 年随着退耕还林还草工程的深入实施, 生态系统修复, 农业资源量增加, 相关产业形成, 经济效益生态位持续升高, 年均递增 71.84%。

2.2 商品型生态农业系统综合生态位

为消除各指标数据数量级和量纲差异的影响, 采用极差标准化的方法^[20]对原始数据进行标准化处理, 并利用公式(1)计算得出 1998—2008 年安塞县商品型生态农业系统综合生态位(图 3)。

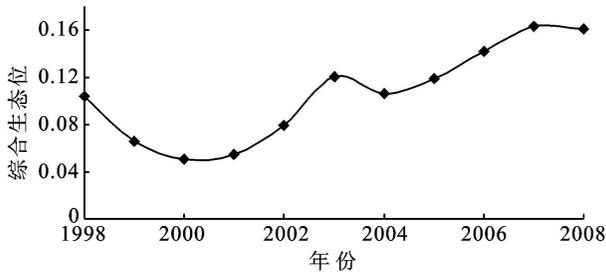


图 3 1998—2008 年安塞县商品型生态农业系统综合生态位
研究期内, 安塞县商品型生态农业系统综合生态位呈波动上升趋势(图 3), 2008 年较 1998 年升高了

表 2 不同时期安塞县商品型生态农业系统综合生态位影响因素的关联度排序

排序	1998—2000 年		2000—2003 年		2003—2008 年	
	影响因素	关联度	影响因素	关联度	影响因素	关联度
1	经济效益	0.7972	农业资源	0.7902	农业资源	0.8291
2	生态环境	0.7615	产业态势	0.7609	经济效益	0.7254
3	农业资源	0.7318	经济效益	0.6321	生态环境	0.5621
4	产业态势	0.7072	生态环境	0.5479	产业态势	0.5065

由表 2 可知, 1998—2000 年间, 4 个影响因素与安塞县商品型生态农业系统综合生态位的相关度都较高, 经济效益生态位为首要影响因素, 生态环境生态位次之; 2000—2003 年间, 农业资源生态位和产业态势生态位为系统主要影响因素; 2003—2008 年间, 农业资源生态位和经济效益生态位为主要影响因素。由此看出, 研究期内安塞县商品型生态农业系统主要影响因素发生了明显变化; 同时还反映出了研究期内各影响因素的变化情况。

54.95%, 年均递增率为 4.48%。

1998—2000 年间, 随着产业态势生态位、经济效益生态位、农业资源生态位的明显下降, 安塞县商品型生态农业系统综合生态位持续下降, 年平均递减 30.31%。

2000—2003 年间, 由于退耕还林还草工程的大规模实施, 生态环境生态位和农业资源生态位明显上升, 产业态势生态位和经济效益生态位波动上升, 进而系统综合生态位稳定升高, 2003 年较 2000 年升高了 138.03%;

2003—2008 年间, 安塞县商品型生态农业系统综合生态位波动上升, 其中, 2003—2004 年间、2007—2008 年间, 系统综合生态位两次下降, 年均递减率分别为 11.76% 和 1.13%; 2004—2007 年间, 系统综合生态位则以年均 15.39% 的速度递增。这一时期, 系统资源量的积累和区域经济的发展, 推动了农业资源生态位和经济效益生态位的稳定升高。但系统内部结构不合理、产业与资源一致性降低等问题的显现, 使得生态环境生态位和产业态势生态位波动下降。

3 各阶段系统演变影响因素分析

根据表 1, 选取影响商品型生态农业系统综合生态位(X_0)的 4 个因子: 生态环境生态位(X_1)、农业资源生态位(X_2)、产业态势生态位(X_3)、经济效益生态位(X_4)。结合安塞县商品型生态农业系统综合生态位发展曲线的变化趋势, 采用极差标准化的方法^[4]对县域统计数据进行处理, 并利用公式(2)、(3)计算得出各影响因素在不同时期对安塞县商品型生态农业系统综合生态位的影响程度(表 2)。

1998—2000 年间, 安塞县商品型生态农业系统主要受经济效益、生态环境因素的影响。1999 年以前, 系统发展长期依赖于内部生态、经济子系统间的封闭循环, 产业与资源一致性相对较高, 但经济发展对农业资源的掠夺式开发导致生态环境破坏, 生态系统供给能力降低, 制约了系统的发展; 1999 年退耕还林还草工程在安塞县局部开始实施, 有效地改善了生态环境, 但经济效益也因资源可利用量的减少和产业态势的下降而显著降低, 系统发展受到制约。

2000-2003年间,随着退耕还林还草工程的大规模实施,生态环境恢复,农业资源量增加,产业结构调整,进而生态经济系统得以恢复和重建。此时,安塞县商品型生态农业系统演变轨迹发生了明显变化,农业资源量的增加和产业结构的调整成为系统的主要影响因素,二者推动了商品型生态农业系统的发展。

2003-2008年间,农业资源和经济效益成为安塞县商品型生态农业系统的主要影响因素。安塞县在巩固退耕还林还草成果的基础上,通过优化资源和产业结构,提高资源利用率,增加系统经济效益,进一步推动系统的发展。与此同时,该县林草资源与畜牧业产业链缺失,产业与资源一致性较低等问题显著,阻碍了商品型生态农业系统的进一步发展。

此外,研究期内,生态环境、产业态势对安塞县商品型生态农业系统的影响程度明显降低;经济效益对系统的影响程度略有下降;农业资源则显著升高,且其影响程度始终处于较高水平(表2)。这表明现阶段合理开发利用农业资源,提高经济效益是推动商品型生态农业系统发展的有效途径;同时在生态环境保护的基础上,提高农业资源有效利用率,优化产业与资源关系,可以进一步推动系统的发展。

4 结论与建议

11 a来,安塞县商品型生态农业系统综合生态位呈上升趋势,其中生态环境生态位、农业资源生态位、经济效益生态位显著升高,产业态势生态位明显下降。生态环境、产业态势对安塞县商品型生态农业系统的影响程度明显降低;经济效益影响程度略有下降;农业资源影响程度显著升高,且始终处于较高水平。目前,农业资源和经济效益是安塞县商品型生态农业系统发展的主要影响因素。

研究期内,系统演变态势及其影响因素的变化促进了商品型生态农业的建设,推动了系统的发展。但目前由于对林草资源开发利用的强制保护,农业资源有效利用率降低,产业与资源一致性下降,阻碍了商品型生态农业系统的进一步发展。

因此,在今后商品型生态农业建设过程中,应在生态环境保护的基础上,调整产业结构,提高农业资源有效利用率,优化产业与资源关系,发展高效设施农业、草畜养殖业及相关工副业,提高系统的经济效益,实现商品型生态农业系统的协调、可持续发展。

参考文献:

- [1] 李奇睿,王继军.“退耕还林工程”实施后安塞县商品型生态农业建设成效[J].干旱地区农业研究(待刊).
- [2] 郝仕龙,曹连海,李壁成.生态位理论及在土地利用研究中的应用[J].中国水土保持,2010(3):35-37.
- [3] Elton C S. Animal Ecology[M]. London: Sidgwick and Jackson, 1927: 63-68.
- [4] Hutchinson G E. Concluding remarks: Cold spring Harbor Symp[J]. Quant, 1957, 22: 66-77.
- [5] Odum E P. Basic Ecology[M]. Philadelphia P A: Saunders College Publishing, 1983.
- [6] 王芳,林妙花,沙润.基于生态位态势的江苏省区域旅游经济协调发展研究[J].南京师大学报:自然科学,2009,32(4):139-144.
- [7] 俞艳,何建华.基于生态位适宜度的土地生态经济适宜性评价[J].农业工程学报,2008,24(1):124-128.
- [8] 陈亮,王如松,王志理.2003年中国省域社会-经济-自然复合生态系统生态位评价[J].应用生态学报,2007,18(8):1794-1800.
- [9] 焦峰,温仲明,石辉,等.黄土高原安塞县土地结构[J].山地学报,2004,22(4):406-410.
- [10] 陈源泉,高旺盛.基于农业生态服务价值的农业绿色GDP核算:以安塞县为例[J].生态学报,2007,27(1):250-259.
- [11] 刘梦云,寇宝平,常庆瑞,等.安塞小流域土壤养分分布特征研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2002,30(6):21-24.
- [12] 徐勇,张同升,杨勤科.黄土高原安塞县生态退耕情景及农业影响[J].地理学报,2006,61(4):369-377.
- [13] 郭婷,邓艾.甘南州农牧民收入影响因素的灰色关联度分析[J].社科纵横,2007,22(6):11-12.
- [14] 邓聚龙.灰色系统、社会、经济[M].北京:国防工业出版社,1985.
- [15] 任平,王广杰,何伟,等.多元统计分析在粮食产量影响因素分析中的应用:以四川省为例[J].资源开发与市场,2005,21(3):187-189.
- [16] 陈婷.福建省耕地动态变化的驱动力分析即可持续利用[J].大庆师范学院学报,2008,28(2):120-122.
- [17] 单薇,肖会敏,耿向平.基于灰色关联度模型分析农民收入的影响因素[J].河南科学,2005,23(2):306-309.
- [18] 王继军.黄土高原商品型生态业研究[J].生态经济,1999(4):41-43.
- [19] 王继军,姜志德,郭满才,等.70年来陕西省纸坊沟流域农业生态经济系统耦合态势[J].生态学报,2009,29(9):5130-5137.
- [20] 乔标,方创琳.城市化与生态环境协调发展的动态耦合模型及其在干旱区的应用[J].生态学报,2005,25(11):3003-3009.