

陕西省农业生态经济系统综合评估 及空间聚集特征分析

徐 茜,任志远

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘 要: 基于陕西省农业生态经济统计数据,构建农业生态经济综合评估指标体系,采用熵权法确定权重系数,对陕西省各县(区)进行农业生态经济系统综合评估,在此基础上基于地理事物空间分布的自相关理论,进一步探索其在空间分布上的聚集特征。研究结果表明,近十年全省变化波动较大。2007年陕西省农业生态经济水平的空间差异呈现出由以西安市为中心的关中地区向陕北、陕南递减的态势。各县(区)的农业生态经济系统及其子系统间的相互关系也具较大差异,关中地区各县(区)各系统间协调得最好,陕北地区最差。2007年陕西省各县(区)的农业生态经济水平主要趋向于低低集聚,而表现为高高集聚的县(区)主要集中于西安市各县(区)及其临近区域,陕北和陕南地区的空间集聚主要表现为低低集聚。另外,关中地区边缘个别市、县表现为非集聚现象,且分布于高高集聚地区的外缘,其非集聚地区地理分布较为集中。

关键词: 农业生态经济综合评估;熵权法;空间自相关;陕西省

中图分类号: F326.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)05-0196-07

农业生态经济系统是农业经济与农业生态两大系统之间不断进行物质、能量等的交流和联系的有机统一体。它受自然规律和经济规律的双重制约,其影响因素繁杂而多样,晏路明构建了5个层面的农业生态经济系统综合评估指标体系框架,尝试借助GIS、RS技术和现代数学方法,以福建省为例进行农业生态经济系统综合评估研究^[1];王继军等^[2,3]对黄土丘陵区农业生态经济系统进行了相关探讨;邹金伶,康文星^[4]对农业生态系统能值分析的农业绿色GDP核算进行分析。近年来,对于农业生态经济系统的能值分析也愈加关注^[5-7]。农业生态系统与经济系统的优良配置直接影响农业生产状况,农业生态系统是农业经济系统的基础条件,前者一旦遭受自然或人为破坏,直接影响后者经济结构的变化,甚至失调。本研究以陕西省为研究区域,主要研究农业生态经济系统中各子系统间的相互关系,并用多指标综合分析方法,研究陕西农业生态经济水平的空间差异,各县(区)的农业生态水平空间分布的聚集状况,研究结果可为陕西省农业生态经济发展战略的进一步提升提供决策依据。

1 研究区概况

陕西省位于中国西北地区东部的黄河中游,地

处105°29'~111°15'E和31°42'~39°35'之间,地域南北长、东西窄。地势南、北高,中间低,有山地、平原、高原等多种地形。从北到南可以分为陕北高原、关中平原、秦巴山地3个地貌区。陕北黄土高原约占全省土地面积45%,地势西北高,东南低,其北部为风沙区,南部是丘陵沟壑区,是我国水土流失最严重的地区之一。关中平原,约占全省土地的19%,地势平坦,交通便利,气候温和,物产丰富,经济发达,粮油产量和国民生产总值约占全省的2/3,是全省的精华之地。秦巴山地即秦岭、大巴山山地以及介于两山之间的汉江谷地,约占全省土地面积的36%,是林特产的宝库。陕西省横跨3个气候带,南北气候差异较大,陕南具有北亚热带气候特色,关中及陕北大部具有暖温带气候特色,长城沿线以北具有中温带气候特色。陕西省是黄河、长江上中游重要的生态屏障,是西部生态环境建设的一个主战场。陕西省有条件并将努力成为西部大开发“桥头堡”和“第一阶梯”。

2 指标体系与测算方法

2.1 指标体系的选取

以晏路明^[8]给出的农业生态系统评估指标体系为依据,考虑数据的可获得性,将农业生态系统分为

收稿日期:2010-03-30

基金项目:国家自然科学基金项目(40771019);陕西师范大学研究生创新基金支持项目

作者简介:徐 茜(1984—),江苏沐阳人,硕士研究生,研究方向为水土资源评价与规划。E-mail: xuqian19840613@163.com。

通讯作者:任志远(1953—),陕西兴平人,教授,博士生导师,主要从事国土资源开发与生态环境评价研究。

四个层面(图1),主要由农业自然资源、农业产出、农业投入及农业经济稳定性四个子系统来表达。农业自然资源指数包含气候及土地资源两方面;农业产出由农业土地产出、农业劳力产出及农业总产值增长三个方面来表达;农业投入主要以农业物能投入来

表现;农业经济稳定性包括粮食生产稳定性和农业生产稳定性。其中,粮食产量增长率由式1算得。

粮食产量增长率 =
$$\left| \frac{\text{后一年粮食产量} - \text{前一年粮食产量}}{\text{前一年粮食产量}} \right| \quad (1)$$

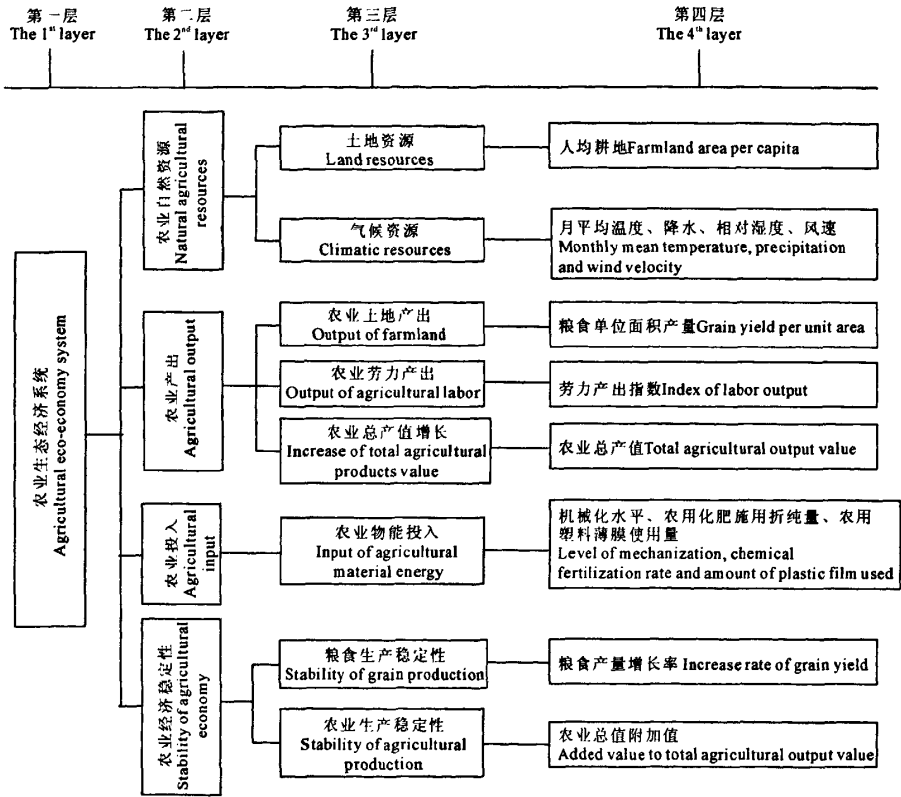


图1 农业生态系统评估指标体系

Fig.1 The assessment index system of agricultural eco-economy system

2.2 数据采集

本研究所采用的社会经济数据以1997~2008年陕西省各市(县)的经济数据为依据,主要来源于陕西省统计年鉴^[9],1997~2008年各市气候数据来源于陕西省统计年鉴^[9],2007年各县气候数据取于陕西省各站台实测数据。

2.3 计算方法

设原始数据中有m项指标,指标项中有n个样本。先对原始数据做无量纲化处理(公式2),各指标均为正指标^[10]。

$$y_{ij} = \frac{100 \times x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (2)$$

采用熵权法^[11~13],从底层到高层计算各指标权重。第一,用公式(2)计算第i个指标下第j个样本的比重值 p_{ij} ;第二,运用公式(3)计算出第i项指标

的信息熵值 e_i ;第三,按公式(4)计算出第i项指标的权重 a_i ,则得到各指标权重 $a_1, a_2, \dots, a_m$;第四,用各指标权重值乘以各样本值,即得出各指标的一系列新值;第五,高一层的指标层由低一层指标层新值的算术平均值求得。

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{j=1}^n y_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$e_i = -(\ln n)^{-1} \sum_{j=1}^n (p_{ij} \ln p_{ij}) \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

$$a_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{i=1}^m (1 - e_i)} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

3 陕西省农业生态经济水平时空动态变化

3.1 各地市农业生态经济水平时空动态变化

由图 2 可知,陕西省 1997~2008 年农业生态经济水平变化波动较大,总体仍呈下降趋势。1997~2000 年各市农业生态经济水平逐年下降,2000~2002 年间略有上升,后续几年除个别地区个别年份外,全省总体又呈下降趋势。

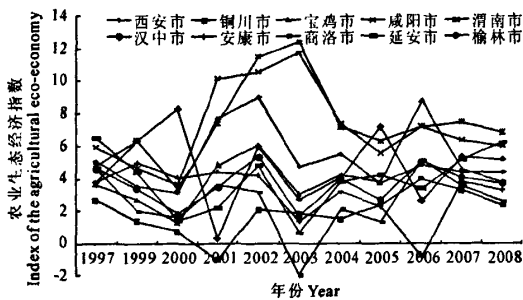


图 2 陕西省农业生态经济指数时序变化
Fig.2 The time change of index of the agricultural eco-economy in Shaanxi Province

2000 年榆林市农业生态经济指数为全省 10 市中最 高,其主要原因为该年份在全省 7 市粮食增长率为负值的情况下,榆林市为全省最高,增长了 70%。2001 年榆林市农业生态指数猛然下降是由于农业经济稳定性指数为负数 -13.937,当年榆林市粮食产量增长率为负值 -22.396%。

2003 年农业生态经济指数除咸阳市、渭南市外,其余 8 市均比 2002 年有显著下降,这主要是因为该年份除咸阳市、渭南市、铜川市 3 市外,其余各市农业经济稳定性指数均较低,粮食产量增长率均

为负值,其中商洛市最低,为 -12.425%,因而 2003 年商洛市农业生态经济指数为负值。

2006 年安康市农业生态经济指数显著下降,且为全省最低,为 -0.9159,其原因为当年其粮食产量增长率为全省最低,也是 10 市中唯一粮食产量减产的市,因而其经济稳定性指数较低,为 -13.2835。

3.2 分县农业生态经济水平等级现状评估及空间差异分析

现借助于 Arcview GIS 地理信息系统,将属性数据赋予地理空间之中,采用 Quantile(数量等分)分级法^[14],将各指标由低到高均分为 5 级(表 1),等级越高水平越高。现以 2007 年为例,分析陕西省 95 个县(区)农业生态经济系统及其各子系统的空间差异。

3.2.1 陕西省农业生态经济水平的空间差异分析

陕西省农业生态经济水平的空间差异由图 3 中①图可明显看出:全省农业生态经济水平并不高,主要处于 2 级水平(1 级占 16.33%、2 级占 39.79%、3 级占 19.39%、4 级占 14.29%、5 级占 10.20%)。5 级水平主要集中于关中地区,且西安市市辖区为最高值 4.07,陕北和陕南地区的个别县也属 5 级。陕北地区农业生态经济指数平均值为 1.62,陕南为 1.46,陕北整体比陕南农业生态经济水平要高,但二者农业生态经济水平均低于全省平均水平,均主要以 2 级水平为主。陕北 2 级水平占其整个地区的 48%,占全省的 30%;1 级占整个地区的 20%,占全省 33.33%。陕南 2 级水平占其整个地区的 64.29%,占全省的 45%;1 级占整个地区的 27.27%,占全省 40%。全省农业生态经济水平的空间差异呈现出由以西安市为中心的关中地区向陕北、陕南递减的态势。

表 1 农业生态经济系统及其子系统分级标准

Table 1 The dividing scale standard of agricultural eco-economy system and sub-system

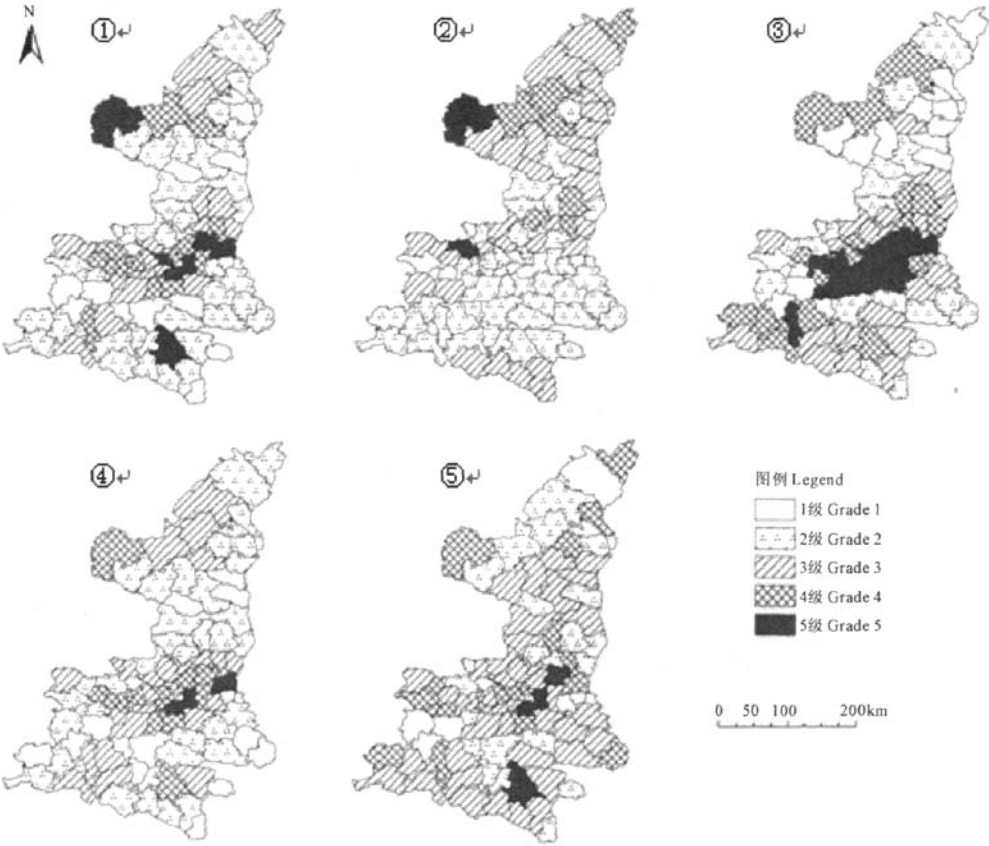
	1 级 Grade 1	2 级 Grade 2	3 级 Grade 3	4 级 Grade 4	5 级 Grade 5
农业生态经济指数 Index of agricultural eco-economy	(0.82,1.22)	(1.23,1.65)	(1.66,2.07)	(2.08,2.74)	(2.75,4.07)
农业自然资源指数 Index of natural agricultural resources	(4.87,7.53)	(7.54,12.98)	(12.99,19.61)	(19.62,30.95)	(30.96,44.92)
农业产出指数 Index of agricultural output	(1.88,4.69)	(4.70,6.71)	(6.72,8.51)	(8.52,11.64)	(11.65,23.14)
农业投入指数 Index of agricultural input	(0.25,1.21)	(1.22,2.48)	(2.49,4.82)	(4.83,8.94)	(8.95,13.92)
农业经济稳定性指数 Index of stability of agricultural economy	(1.90,4.96)	(4.97,8.16)	(8.17,11.80)	(11.81,19.08)	(19.09,33.18)

3.2.2 农业生态经济系统及其子系统间的空间差异分析 陕西省农业自然资源水平的空间差异由图 1 中②图可明显看出:农业自然资源水平最高的为

陕北,值为 17.93,3 级及 3 级以上水平的县(区)占

整个地区的 80%,且无 1 级水平;关中其次,值为 13.46,略低于全省平均水平(值为 13.95),农业自然资源水平为 3 级及 3 级以上水平的县(区)占整个地区的 35.71%,2 级占 57.14%;陕南最差,值为 11.14,农业自然资源水平主要集中在 2 级,占整个陕南地区的 78.57%。关中低于陕北的主要原因为人均耕地指数较低,值为 0.089,低于全省平均水平(值为 0.092),更低于陕北(值为 0.136)。农业自然资源指数属 5 级的县仅有两个,为关中的麟游县和

陕北的定边县;农业自然资源指数属 4 级的县(区)关中占 28.57%,陕北占 71.43%;农业自然资源指数属 3 级的县(区)关中占 38.71%,陕北占 45.16%,陕南占 16.13%;农业自然资源指数属 2 级的县(区)关中占 47.06%,陕北占 9.80%,陕南占 43.14%;农业自然资源指数属 1 级的县(区)全部为市辖区,包括关中 4 个及陕南 1 个,原因是市辖区的人均耕地指数均较低。



① 农业生态经济指数 Index of agricultural eco-economy; ② 农业自然资源指数 Index of natural agricultural resources;
③ 农业产出指数 Index of agricultural output; ④ 农业投入指数 Index of agricultural input;
⑤ 农业经济稳定性指数 Index of stability of agricultural economy

图 3 陕西省 5 种指数等级的空间分布

Fig. 3 Spatial distributio of the five kinds of indices in Shaanxi Province

农业产出水平的空间差异由图 3 中③图可明显看出:关中地区的农业产出水平最高,值为 10.61,大于等于 4 级水平的县(区)占整个地区的 64.29%;陕南次之,值为 7.67,主要集中于 2 级、3 级水平,占整个地区的 67.86%;陕北最低,值为 5.65,1 级、2 级水平的县(区)占整个地区的 72%。农业产出指

数属 5 级的县(区)中除陕南的城固县外其余全部分布在关中地区;农业产出指数属 4 级的县(区)关中占 42.11%,陕北占 26.32%,陕南占 31.58%;农业产出指数属 3 级的县(区)关中占 35%,陕北占 10%,陕南占 55%;农业产出指数属 2 级的县(区)关中占 30%,陕北占 30%,陕南占 40%;农业产出指数属 1

级的县(区)主要分布在陕北,占 81.25%。

农业投入水平的空间差异由图 3 中④图可明显看出:农业投入水平最高的为关中地区,值为 4.23, 71.43%县(区)的农业投入水平平均大于等于 3 级;其次为陕北地区,值为 2.13,64%的县(区)均集中于 2 级水平;陕南最差,值为 1.79,78.57%的县(区)均小于等于 2 级水平。农业投入指数为 5 级的 2 个县(区)均分布于关中地区;农业投入指数为 4 级的 13 个县(区)中除陕北的定边县及陕南的安康市市辖区外其余均分布于关中地区;农业投入指数为 3 级的县(区)中 65.38%都分布于关中地区;农业投入指数为 2 级的县(区)关中占 23.68%,陕北占 42.11%,陕南占 34.21%;农业投入指数为 1 级的县(区)关中占 18.75%,陕北占 25%,陕南占 56.25%。

农业经济稳定性水平的空间差异由图 3 中⑤图可明显看出:关中最高,值为 10.57,农业经济稳定性水平主要集中于 3 级水平,占整个地区的 40.48%;陕南次之,值为 10.02,区域内 57.14%的县(区)都集中于 3 级水平;陕北最差,值为 9.14,农业经济稳定性水平最大的为 4 级水平,区域内的县(区)主要集中于 2 级、3 级水平。农业经济稳定性指数为 5 级的 4 个县(区)中有 3 个都分布于关中地区;农业经济稳定性指数为 4 级的县(区)中关中占 46.67%,陕北占 33.33%,陕南占 20%;农业经济稳定性指数为 3 级的县(区)中关中占 40.48%,陕北占 21.43%,陕南占 30.09%;农业经济稳定性指数为 2 级的县(区)中关中占 38.46%,陕北占 34.61%,陕南占 26.92%;农业经济稳定性指数为 1 级的县(区)中关中占 62.50%,陕北占 25%,陕南占 12.50%。

4 农业生态经济水平的空间自相关分析

空间事物分布的自相关性反映集聚程度。运用空间自相关分析陕西省各县(区)农业生态经济水平的空间相关关系,全局自相关用于研究研究区内农业生态经济水平是否有集聚现象,局部自相关用于研究其农业生态经济水平程度高低的具体空间分布。

4.1 全局空间自相关

自相关统计量 Moran's I 的具体表达式为^[15]:

$$I = \frac{n}{S_0} \times \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

其中 x_i 表示第 i 个空间单元(位置)上的农业生态经济

济指数, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, 矩阵元素 w_{ij} 表示空间拓扑关系, S_0 是空间矩阵 W 的所有元素之和。

Moran's I 的取值范围为 $[-1, 1]$ 。在给定的显著性水平下,若 $I > 0$,表明为正相关关系,值越大,集聚越显著;若 $I < 0$,表明为负相关关系,值越小,其分布差异越显著;若 $I = 0$,表明各值呈无规律的随机分布状态。

陕西省各县(区)农业生态经济水平的 I 值为 0.5605,表明为正相关关系,集聚程度较为显著。

4.2 局部空间自相关

Moran 散点图通过散点图的形式,定性地分析出每个地区与周边地区产业经济间的相互关系^[16]。Moran 散点地图还可通过 GIS 的空间展示功能,将它们在研究区域中显示出其具体地理分布^[17]。

Moran 散点图横坐标为陕西省 2007 年各县(区)农业生态经济指数,纵坐标为陕西省 2007 年各县(区)农业生态经济指数的滞后变量。二者均经标准化处理,斜线表示二者的线性相关关系,其斜率即为 Moran's I 值。对于空间权重矩阵的设置,本研究选择了 queen 的二阶邻接矩阵。散点图由 4 个象限组成:第一象限为高高集聚(农业生态经济水平高值单元被农业生态经济水平高值单元所包围),第二象限为低高集聚(农业生态经济水平低值单元被农业生态经济水平高值单元所包围),第三象限为低低集聚(农业生态经济水平低值单元被农业生态经济水平低值单元所包围),第四象限为高低集聚(农业生态经济水平高值单元被农业生态经济水平低值单元所包围),坐标轴上的值为非集聚^[18]。

由图 4 可明显看出,陕西省 2007 年各县(区)农业生态经济水平值主要落在第三象限,占整体的 52.336%,说明农业生态经济水平低的县(区)趋向于农业生态经济水平低的县(区)集聚;第一象限占 26.168%,表明这些农业生态经济水平高的县(区)趋向于农业生态经济水平高的县(区)集聚,但其分布散乱,说明其差异性较大;而第二、四象限值的分布明显要少,分别为 10.280% 和 7.477%;另还有 4 个县(市)落在坐标轴上,说明为非集聚。

由 Moran 散点图进一步得到 Moran 散点地图(图 5),高高集聚的县(区)主要集中于西安市各县(区)及其周边县(区),宝鸡市 3 县(千阳、麟游、凤翔)及榆林市 1 县(靖边),说明 96.429% 的高高集聚县(区)都集中于关中地区,陕北为极个别县,而陕南无高高集聚现象。陕北和陕南地区的空间集聚主要表现为低低集聚,在全省的低低集聚县(区)中陕北

占33.929%,陕南占42.857%。另外,关中地区边缘市、县(华阴市、兴平市、武功县、周至县)表现为非集聚现象,且分布于高高集聚地区的外缘,非集聚地区地理分布较为集中。

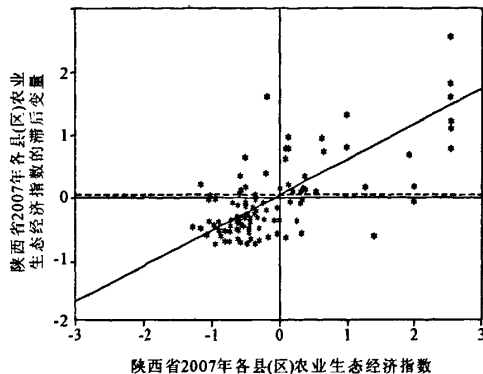


图4 陕西省2007年各县(区)农业生态经济水平 Moran 散点图

Fig.4 The Moran index scatterplots of the agricultural eco-economy level in shaanxi Province in 2007

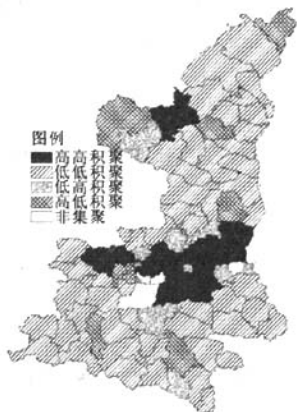


图5 陕西省2007年各县(区)农业生态经济水平空间集聚图

Fig.5 Moran map of index of the agricultural eco-economy in shaanxi Province in 2007

5 结论与讨论

1) 本文对陕西省农业生态经济系统进行了综合分析,对近十年来陕西省农业生态经济水平的变化做整体评价,得知农业生态经济水平变化波动较大,总体仍呈下降趋势,说明陕西省的农业生态经济水平的稳定性相对较差。

2) 基于GIS技术,将陕西省各区、县的农业生态经济指数及其四个子系统指数以地图的形式展现

出来,揭示出其空间分布规律的差异性。陕北地区农业自然资源水平最高,而农业产出水平、农业投入水平及农业经济稳定性水平最高的地区均为关中。

3) 通过空间自相关分析,对各县(区)与周边地区农业生态经济水平的集聚关系进行相关分析。关中地区的核心部位——西安市表现为高高集聚,陕北和陕南地区主要表现为低低集聚。这更加证明关中地区的农业生态经济水平为全省最高。

对于陕西省农业生态经济系统今后的发展,应以协调和可持续发展为最终目标,从农业资源利用、农业生态环境提升方面及生态经济友好型农业发展3方面层层深入。(1)农业资源利用方面。在农业经济发展的同时,自然资源的合理开发、利用及保护也同等重要。随着人口数量的不断增加及城镇化进程的加快所导致的耕地非农化,以及生态退耕工程,使得人均耕地面积逐年减少,因而需要高效、集约地利用耕地资源。为提高耕地的产出率,在不同地域应结合当地的气候条件布局不同的农业类型,因地制宜布局农业。(2)农业生态环境提升方面。为促进环境与经济的同步发展、协调发展,应在不破坏生态环境的基础上积极发展农业,推广特色农业、生态农业、绿色农业及有机农业的迅速发展。(3)生态经济友好型农业发展方面,要保证粮食安全、农业经济的共同发展,实现其可持续发展模式。各地区的自然环境资源都有其生态服务价值,在经济产值增加的同时必须要保证该地区的生态保育功能不受损害,最终实现农业生态经济的协调发展与可持续发展。

参考文献:

- [1] 晏路明.农业生态经济系统综合评估的方法与技术应用研究[J].中国农业生态学报,2009,17(2):348—353.
- [2] 任春燕,王继军.黄土丘陵区农业生态经济效益评价指标体系的构建[J].水土保持通报,2009,29(1):155—159.
- [3] 张丽萍,程积民,王继军.黄土丘陵区上黄试区农业生态经济系统演变阶段划分及其驱动力初探[J].西北农林科技大学学报,2009,9(4):24—28.
- [4] 邹金伶,康文星.基于农业生态经济系统能值分析的农业绿色GDP核算——以怀化市为实例[J].中南林业科技大学学报,2009,29(2):55—60.
- [5] 王润平,荣湘民.山西省农业生态经济系统能值分析[J].应用生态学报,2008,19(10):2259—2264.
- [6] 张耀辉.农业生态系统能值分析方法[J].中国农业生态学报,2004,12(3):181—183.
- [7] 杨松,孙凡.重庆市农业生态经济系统能值分析[J].西南大学学报,2007,29(8):49—54.
- [8] 晏路明.地理信息系统在农业经济发展综合评价中的应用——

- 原理·方法·模型·实证[M].北京:科学出版社,2007.
- [9] 陕西统计局.陕西省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2007.
- [10] 胡永宏,贺思辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000.
- [11] 余 宏.外贸出口市场多元化的定量表达[J].商业时代,2006,(18):28—29.
- [12] 邱苑华.管理决策与应用熵学[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [13] 周荫清.信息理论基础[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [14] 宋小冬,钮心毅.地理信息系统实习教程[M].北京:科学出版社,2008.
- [15] Cliff, Ord A J K. Spatial Processes: models and application[M]. London:Pion,1973.
- [16] Anselin L. The Moran scatter plot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association[A]. Fisher M, Scolten H J, Unwin D. Spatial analytical perspectives on GIS[C]. London:Taylor&Francis, 1996.
- [18] 葛 莹,姚士谋.运用空间自相关分析集聚经济类型的地理格局[J].人文地理,2005,(3):21—25.

The analysis of comprehensive assessment of agricultural eco-economy system and its feature on gathering in Shaanxi Province

XU Qian, REN Zhi-yuan

(College of Tourism & Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: Based on statistical data of agricultural eco-economy in Shaanxi Province, a comprehensive evaluation index system for agricultural eco-economy was built; Using entropy weight method to determine the weight coefficients, comprehensive assessment was made of agricultural eco-economy system in various counties (districts) of Shaanxi; Then based on self-related theories of spatial distribution of geographic things, their distribution in space and the aggregation characteristics were further explored. The results showed that the province's agricultural eco-economy has fluctuated greatly in the past ten years. There was a decreasing trend of spatial differences from Xi'an, as the center of the Guanzhong region, to the northern and southern parts of Shaanxi in 2007. The relations between agricultural eco-economy system and its subsystems in every county (districts) have a larger difference. Coordination of the inter-systems in counties (districts) of Guanzhong area is the best while that in northern Shaanxi was the worst. Agricultural eco-economy level of counties (districts) in the province in 2007 mainly tended to low-low aggregation. During the this period of time, the agricultural eco-economy level in the counties (districts) in Xi'an and its surrounding area showed high-high aggregation, while that in the northern and southern parts of Shaanxi turned out low-low aggregation. In addition, the agricultural eco-economy level in a few cities and counties at the edge of Guanzhong region showed non-aggregation, and these cities and counties were mainly located in concentration at the edge of high-high aggregation area.

Keywords: comprehensive assessment of agricultural eco-economy system; entropy weight method; self-related spatial distribution; Shaanxi Province