

# 安徽省沿江地区耕地利用集约度及粮食安全相关分析

张平平, 鲁成树

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

**摘要:** 利用 1989—2008 年的耕地资源与粮食统计数据, 运用主成分分析和回归模型预测的研究方法, 分析了近 20 a 安徽省沿江地区耕地利用集约度、粮食安全水平以及二者的相关性。结果表明: (1) 耕地利用集约度时序变化明显, 为“两升两降”4 个变化阶段, 其空间差异显著, 以北高南低为主要特征; (2) 粮食安全指数大体处于安全状态, 指数波动起伏上升, 区域发展不平衡; (3) 耕地利用集约度与粮食安全指数二者相关性系数较大, 相关性明显。该研究结果可为安徽省沿江地区耕地资源合理利用和保障粮食安全提供理论依据。

**关键词:** 安徽省沿江地区; 耕地利用集约度; 粮食安全

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)03-0202-06

中图分类号: F301.24, F307.11

## Correlation Analysis of Cultivated Land Use Intensity and Food Security Along Yangtze River in Anhui Province

ZHANG Ping-ping, LU Cheng-shu

(College of Land Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241003, China)

**Abstract:** Based on the statistical data of land resources and grain yields during 1989—2008, we analyzed the cultivated land use intensity, food security, and their correlation for the regions along the Yangtze River in Anhui Province using the methods of principal component analysis and regression prediction. The results were as follows. (1) Temporal changes of the land cultivation intensity were evident, with two increasing periods and two decreasing periods; the spatial differences were also apparent with a decreasing trend from north to south. (2) Food security index was generally at a safe state, with the index following a fluctuating upward trend and unbalanced regional development. (3) The correlation between cultivation intensity and food security index was strong. The above results might provide a theoretical basis for the regional intensive use of cultivated land resources and food security assurance for the study region.

**Keywords:** area along the Yangtze River in Anhui Province; cultivated land use intensity; food security

随着经济社会的不断发展, 耕地数量一直处于不断减少的态势, 在人口增长和后备资源有限的情况下, 解决区域粮食安全的主要途径是提高耕地利用集约度<sup>[1]</sup>。通过增加耕地单位面积投入与产出, 在有限的耕地面积上提高耕地利用率, 不断增强耕地粮食生产能力, 走内涵挖潜和持续发展的道路, 保障区域粮食安全<sup>[2]</sup>。目前, 关于耕地利用集约度与粮食安全相关研究, 主要集中在耕地集约利用的现状分析及变化研究、评价指标体系构建以及耕地数量变化对粮食安全影响等方面<sup>[3-13]</sup>。且较多关注全国层面和经济发达地区, 对中部地区和粮食主产区的研究较少, 特别是将两者联系起来, 进行长时间时序特征和空间差异分析的研究较少。随着皖江城市带承接产业转移示

范区的建设, 沿江地区经济社会的发展面临重大机遇, 建设用地需求量的增加促使耕地将面临继续减少的趋势<sup>[5]</sup>。本文以安徽省沿江地区 9 个城市为例, 以 1989—2008 年为研究时段, 运用全局主成分分析和回归模型预测法, 研究耕地利用集约度与粮食安全水平的差异及其变化规律, 揭示分析二者的关系, 为耕地合理利用和保障区域粮食安全提供有益参考, 促进皖江城市带经济社会的全面发展。

## 1 研究方案

### 1.1 研究区概况

安徽省作为中国农业大省之一, 是粮食主产省、余粮省、粮食调出省, 对于稳定中国粮食安全具有重

收稿日期: 2010-09-18

修回日期: 2010-11-29

资助项目: 安徽省软科学研究计划项目“统筹区域发展下的安徽沿江地区土地利用调控研究”(07030503014)

作者简介: 张平平(1986—), 女(汉族), 安徽省巢湖市人, 硕士研究生, 主要从事土地评价和土地利用规划研究。E-mail: wenpingjingling@126.com。

要作用<sup>7</sup>。而粮食主产区省肩负着确保粮食安全的重要责任,在我国农业和农村经济发展全局中也有举足轻重的地位。安徽省沿江地区包括合肥、马鞍山、芜湖、铜陵、池州、安庆、宣城、巢湖、滁州9个城市,是安徽省乃至全国传统的粮食主产区,属于经济成长区<sup>6</sup>。沿江地区属亚热带湿润季风气候和暖湿半湿润气候,地形以平原为主,土壤肥沃,水热条件组合较好,2008年沿江地区耕地面积为 $1.59 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,占全国耕地总面积 $1.22 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的1.30%。2008年粮食总产量 $1.43 \times 10^{11} \text{ t}$ ,单位面积产量 $9.01 \text{ t/hm}^2$ ,是全国平均水平 $4.34 \text{ t/hm}^2$ 的2.07倍,占全

国粮食总产量的2.70%。沿江地区同时是安徽省的经济重心区,2008年GDP总量5 684.26亿元,占全省GDP总量的64.05%,特别是马鞍山、合肥、芜湖、安庆4个城市GDP占全省42.32%(表1)。

2010年1月国务院批复《皖江城市带承接产业转移示范区规划》(以下简称《规划》),9个城市作为皖江城市带承接产业转移示范区,区域建设用地需求量将不断加大,耕地面积减少的趋势将难以避免,而沿江地区又是重要的粮食主产区,其耕地数量的不断减少不仅危及区域经济社会的可持续发展,更会影响到国家的粮食安全。

表1 2008年安徽省沿江地区土地利用情况

行政区	土地面积/ $\text{hm}^2$	固定资产投资/ $10^4 \text{ 元}$	地区生产总值/ $10^4 \text{ 元}$	耕地总面积/ $\text{hm}^2$	粮食总 产量/ $\text{t}$	单位面积粮食产量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$
合肥市	702 948.41	11 955 071	16 648 400	217 175	1 866 346	8.593 7
马鞍山市	168 573.80	3 100 935	6 362 900	49 668	446 366	8.987 0
芜湖市	336 255.42	4 447 168	7 496 500	90 600	830 385	9.165 4
铜陵市	106 447.39	1 384 249	3 253 100	24 094	146 380	6.075 4
池州市	839 172.82	1 119 089	1 924 000	81 482	659 094	8.088 8
安庆市	1 539 839.23	3 328 662	7 047 200	284 941	2 604 155	9.139 3
宣城市	1 232 342.87	3 245 816	4 116 100	151 776	1 294 085	8.526 3
巢湖市	939 367.47	2 572 148	4 793 300	290 344	2 316 817	7.979 6
滁州市	1 352 322.23	2 691 881	5 201 100	395 148	4 123 016	10.434 1
沿江地区	7 217 269.66	33 845 019	56 842 600	1 585 228	14 286 644	9.012 4
安徽省	14 012 579.19	46 389 393	88 741 700	4 144 981	30 233 000	7.293 9
全国	960 000 000.00	1 728 284 000	3 006 700 000	121 715 900	528 709 000	4.343 8

## 1.2 数据来源

以市为地域研究单元采集数据,使用的数据主要来源于《安徽省统计年鉴(1990—2009年)》、《中国统计年鉴(2009年)》、《全国2009年国土资源公报》以及安徽省土地利用变更调查数据提供的信息与数据源。

## 1.3 研究方法

(1) 任若恩、费罗成等人结合经典主成分分析和时序立体数据表,引入了全局主成分分析方法(GPCA),对指标、时间、空间三维立体数据表进行分析。该方法可以将单年份数据表按时间顺序纵向展开形成全局数据表,然后对全局数据表实施经典主成分分析<sup>8-9</sup>。笔者运用全局主成分分析法,通过软件SPASS 13.0,计算评价安徽沿江地区1989—2008年耕地利用集约度。

(2) 利用Eviews软件6.0,运用线性回归模型预测法,对安徽沿江地区1989—2008年耕地利用集约度与粮食安全水平进行相关性分析。

## 2 沿江地区耕地利用集约度评价

### 2.1 沿江地区耕地利用特征

2.1.1 耕地投入强度大,产出率高 安徽省沿江地区耕地利用强度和产出水平明显高于全国和安徽省的平均水平(表2)。2008年沿江地区土地垦殖率为28.06%,为全国平均土地垦殖率的2.21倍;耕地复种指数由1989年的207.34%增至2008年的224.13%,远高于全国平均水平。单位耕地面积的化肥使用量、农业机械动力分别是全国平均水平的1.51,1.78倍,人均粮食产量为 $0.497 2 \text{ t/人}$ ,分别是安徽省和全国的1.11,1.25倍。

2.1.2 耕地面积逐渐减少,耕地质量偏差 从1989—2008年,20 a耕地面积共减少 $1.03 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,占1989年耕地面积的6.11%,年均减少 $5 147.19 \text{ hm}^2$ 。特别是2000—2003年4 a间,耕地面积减少幅度较大,由 $1.63 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 减少到 $1.55 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,共减少 $8.49 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。随后由于国家加强

实施宏观调控政策, 2004—2008 年耕地减少趋势有所缓解。安徽沿江地区虽然有优越的气候条件, 但由

于人口增长的压力, 使生产的重点长期集中于耕地的开发利用, 促使耕地质量总体水平逐渐降低。

表 2 2008 年安徽沿江地区耕地利用程度

行政区	农业机械总动力/ 10 <sup>4</sup> kW	化肥施用量/t	单位耕地面积的 农业机械动力/ (kW · hm <sup>-2</sup> )	单位耕地面积的 化肥使用量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	人均耕地 (hm <sup>2</sup> /人)	人均粮食 (t/人)
合肥市	167.03	188 859	0.769 1	0.869 6	0.044 6	0.383 4
马鞍山市	46.74	27 027	0.941 0	0.544 2	0.038 8	0.348 4
芜湖市	96.71	69 276	1.067 4	0.764 6	0.039 3	0.359 8
铜陵市	37.01	20 088	1.536 1	0.833 7	0.032 6	0.198 1
池州市	91.39	55 657	1.121 6	0.683 1	0.051 3	0.414 7
安庆市	235.33	200 158	0.825 9	0.702 5	0.046 4	0.424 2
宣城市	187.24	120 346	1.233 7	0.792 9	0.054 8	0.467 6
巢湖市	267.08	229 469	0.919 9	0.790 3	0.063 6	0.507 2
滁州市	491.45	305 760	1.243 7	0.773 8	0.088 3	0.921 6
沿江地区	1 619.98	1 216 640	1.021 9	0.767 5	0.055 2	0.497 2
安徽省	4 807.46	3 073 696	1.159 8	0.741 5	0.061 5	0.448 5
全国	82 190.40	52 390 000	0.675 3	0.430 4	0.091 7	0.398 1

## 2.2 耕地利用集约度评价模型构建

2.2.1 评价指标体系的建立 在遵循全面多样性、数据可获得性、指标可比较性、动态性等相关原则下, 参考借鉴其他学者的有关研究成果<sup>[1, 3, 5, 7, 9-11]</sup>, 结合研究区 9 个市耕地集约利用特点, 经因子分析筛选出 17 个指标, 分别从投入、利用、产出强度和土地可持续利用利用状况 4 个方面构建耕地利用集约度评价指标体系(见表 3)。

2.2.2 评价过程 由于各个评价指标的计量单位不

同, 故需对评价指标进行标准化处理。根据公式(1)标准差标准化法对指标标准化处理, 将标准化后的数据组成新的矩阵, 将其导入 SPASS 13.0 软件做因子分析。

$$x'_{ij} = \frac{(x_{ij} - \mu)}{\sigma} \quad (1)$$

式中:  $x'_{ij}$ ——指标原始数据的标准化值;  $x_{ij}$ ——指标原始数据;  $\mu$ ——第  $j$  项指标均值;  $\sigma$ ——第  $j$  项指标标准差。

表 3 耕地利用集约度评价指标体系

一级指标	二级指标	公式
投入强度	地均劳动力投入量 $X_1$ / (人 · hm <sup>-2</sup> )	农业总人口 / 耕地总面积
	地均化肥投入量 $X_2$ / (t · hm <sup>-2</sup> )	化肥投入量 / 耕地面积
	地均机械动力投入量 $X_3$ / (kW · hm <sup>-2</sup> )	机械动力投入量 / 耕地总面积
	地均农电投入量 $X_4$ / (kWh · hm <sup>-2</sup> )	农电投入量 / 耕地总面积
利用强度	垦殖系数 $X_5$ / %	耕地总面积 / 土地总面积 × 100%
	复种指数 $X_6$ / %	农作物总播种面积 / 耕地总面积 × 100%
	有效灌溉系数 $X_7$ / %	有效灌溉面积 / 耕地总面积 × 100%
产出强度	劳均产值 $X_8$ (元 / 人)	农业总产值 / 农业总人口
	地均产值 $X_9$ (元 · hm <sup>-2</sup> )	农业总产值 / 耕地总面积
	劳均产量 $X_{10}$ (t / 人)	粮食总产量 / 农业总人口
	地均产量 $X_{11}$ (t · hm <sup>-2</sup> )	粮食总产量 / 耕地总面积
	农民人均纯收入 $X_{12}$ (元 / 人)	农民总纯收入 / 农村总人口
土地可持续利用状况	稳产系数 $X_{13}$ / %	(1 - 成灾面积) / 农作物播种面积
	人均耕地面积 $X_{14}$ (hm <sup>2</sup> / 人)	耕地总面积 / 地区总人口
	安全系数 $X_{15}$ (kg / 人)	粮食总产量 / 地区总人口
	平衡指数 $X_{16}$ / %	年末耕地总面积 / 年初耕地总面积
	非农指数 $X_{17}$ / %	非农业人口数 / 地区总人口

通过统计软件 SPASS 13.0 得出决策矩阵的特征根和相应的贡献率, 并采用 GPCA 将 17 个指标中有相关性或重叠性的信息进行剔除, 归并上述 17 个评价指标后, 得到主成分如表 4 所示。总结计算, 确定前 6 个特征值根累计贡献率达到 87.51%, 即可以反映出 17 个变量所反映信息量的 87.51%, 已包含原始全局数据表中大部分信息。因此, 确定 17 个特征值根中提取前 6 个特征根作为主成分。

表 4 各主成分总方差解释

因子	初始特征值			载荷矩阵提取值		
	特征值	方差	累计方差	特征值	方差	累计方差
1	5.4931	32.3121	32.3121	5.4931	32.3121	32.3121
2	4.0181	23.6357	55.9478	4.0181	23.6357	55.9478
3	2.4200	14.2351	70.1830	2.4200	14.2351	70.1830
4	1.2801	7.5301	77.7131	1.2801	7.5301	77.7131
5	0.9636	5.6680	83.3812	0.9636	5.6680	83.3812
6	0.7015	4.1268	87.5079	0.7015	4.1268	87.5079
7	0.6101	3.5891	91.0970			
8	0.5012	2.9485	94.0455			
9	0.3867	2.2745	96.3200			
10	0.2656	1.5623	97.8823			
11	0.1439	0.8466	98.7289			
12	0.0905	0.5321	99.2610			
13	0.0666	0.3920	99.6531			
14	0.0360	0.2116	99.8647			
15	0.0167	0.0983	99.9630			
16	0.0049	0.0289	99.9919			
17	0.0014	0.0081	100.0000			

计算综合得分:

$$Z_k = u_i x'_i = u_1 x'_1 + u_2 x'_2 + \dots + u_p x'_p \quad (2)$$

$$F_n = a_1 Z_1 + a_2 Z_2 + \dots + a_m Z_m \quad (3)$$

式中:  $Z_k (1 \leq k \leq m)$  —— 各样本在第  $k$  个主成分上的得分;  $u_i$  —— 对应的特征向;  $x'_i (1 \leq i \leq p)$  —— 各指标标准化后数据;  $f_n$  —— 某区域第  $n (1 \leq n \leq T)$  年综合得分;  $a_1, a_2, \dots, a_m$  —— 各主成分贡献率;  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m (1 \leq m \leq p)$  —— 各主成分得分。根据公式 (2), (3) 计算得到 1989—2008 年安徽沿江地区耕地利用集约度水平 (见图 1)。

### 2.3 评价结果分析

2.3.1 近 20 a 沿江地区耕地利用集约度呈总体波动上升态势 2008 年耕地利用集约度达到最大值 10.073 7, 远远高于 1991 年的最小值 -8.205 6, 年均提高 0.914 0, 提高幅度较大。1989—2008 年, 合肥、马鞍山、芜湖耕地利用集约度由 -3.233 5, 0.692 53, -1.534 3 提高到 10.875 9, 13.391 2, 19.359 6, 主要原因是由于这些城市经济社会发展较快, 投入到耕地

利用的生产要素增多, 促进耕地利用趋于集约化。将这 20 a 沿江地区耕地利用集约度分为 4 个不同阶段, 为“两升两降”, “两升”为 1992—1997 动态起伏增长和 2004—2008 年快速增长阶段; “两降”为 1989—1991 年快速下降和 1998—2003 年总体缓慢下降阶段。2008 年 9 个市耕地利用集约度分值都提高到 5.00 以上, 芜湖市增幅较大, 耕地利用集约度进入快速增长期。但由于各个市自身耕地利用特点, 耕地利用集约度呈现不同程度的增长。

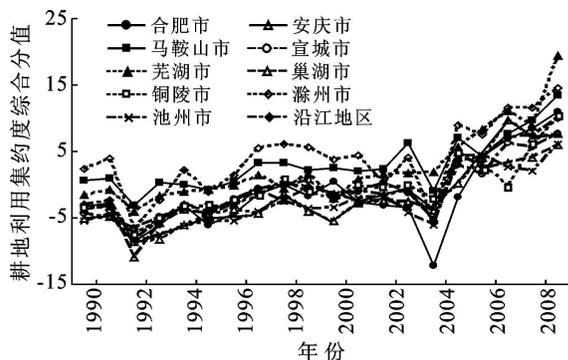


图 1 1989—2008 年安徽省沿江地区 9 市耕地利用集约度综合分值变化

2.3.2 耕地利用集约度区域空间差异明显 从图 1 可见, 9 个市耕地利用集约度空间差异较大。由于合肥、芜湖、马鞍山属安徽省经济重心区, 该地区经济条件较好, 耕地利用投入生产要素较多, 耕地利用集约度高于沿江地区平均水平。同时, 通过极差、方差、标准差的计算 (见图 2), 发现沿江地区耕地利用集约度差异总体呈现扩大趋势, 随着耕地利用集约度水平的不断提高, 各市呈现不均衡发展, 可以看出沿江地区耕地利用集约度呈现北高南低的特点。

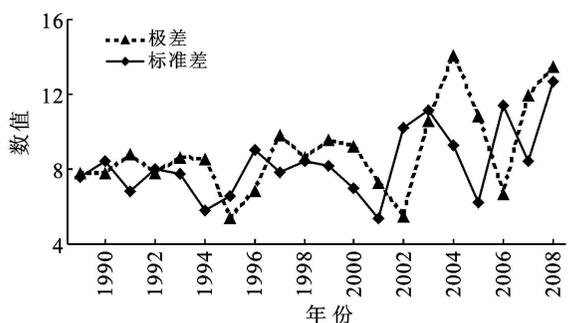


图 2 1989—2008 年安徽省沿江地区耕地利用集约度水平离散指标变化

## 3 耕地利用集约度与粮食安全水平相关分析

### 3.1 粮食安全指数

借鉴其他学者的相关研究, 总结粮食安全内涵包

括以下 4 个方面: 确保生产足够的粮食; 保证粮食质量健康; 最大限度地稳定粮食供应; 确保所需粮食的人们都能获得粮食<sup>[12-16]</sup>。考虑到我国粮食生产空间布局和社会经济发展现状, 粮食态势变化对粮食安全有决定性的影响, 通过粮食安全指数概念建立相关模型, 定量分析沿江地区 1989—2008 年的粮食安全态势。粮食安全指数采用粮食生产量与粮食需求量之比来确定, 其中粮食需求量采用区域人口和人均消费量乘积来计算<sup>[17]</sup>。计算公式为:

$$R = \frac{S}{Q} = \frac{S}{DP} \quad (4)$$

式中:  $R$ ——某地区粮食安全指数;  $S$ ——该地区粮食生产量;  $Q$ ——该地区粮食需求量;  $D$ ——该地区总人口;  $P$ ——人均粮食需求量(由耕地、人口、粮食的动态情况分析, 设定沿江地区人均粮食需求量为 400 kg/人)。

其中, (1)  $R=0$ , 需要从别的地区调入粮食, 粮食安全处于不安全状态。(2)  $0 < R < 1$ , 由区域生产部分粮食, 其余供给需要部分从外界调入。(3)  $R=1$ , 区域粮食供需平衡。(4)  $R > 1$ , 区域粮食生产量大于粮食需求量, 可以调出补充其它地区。

### 3.2 沿江地区粮食安全指数变化分析

根据公式(4), 结合《安徽省统计年鉴(1990—2009年)》、《全国统计年鉴(2009年)》等统计资料, 计算出 1989—2008 年粮食安全指数如图 3 所示。

3.2.1 沿江地区粮食态势基本处于安全状态 从图 3 可以看出, 沿江地区粮食安全指数在 1989—2008 年间, 其中除了 1991, 1992, 1994, 2001, 2003 年以外, 其余年份均大于 1, 处于安全状态, 这与沿江地区一直充当“粮食主产区”的角色相辅。主要是由于这些地区农耕历史悠久, 水土条件较好, 自然气候适宜, 中高产田比重较大, 通过实施耕地保护、农业科技推广等粮食生产支持政策, 不断提高粮食产量。

3.2.2 沿江地区粮食安全水平呈现波动不均衡发展 从图 3 可以看出, 沿江地区粮食安全指数是波动上

升, 越来越趋于稳定, 特别是 2003 年以后, 连续 5 a 均高于 1, 但是不同区域粮食安全指数存在差异, 发展不均衡。如 1989 年滁州市粮食安全指数为 2.163 9, 而铜陵、马鞍山、芜湖、池州、安庆均小于 1。2008 年, 合肥、芜湖、马鞍山、铜陵 4 个城市粮食安全指数均小于 1, 其中铜陵市是资源主导型城市, 耕地面积相对较少, 同时由于矿产开采, 导致地表塌陷, 耕地综合生产能力偏低; 其余 3 市是皖江城市带承接产业转移示范区建设的重心区, 由于人口增长和经济社会发展的需要, 势必会占用一部分耕地, 地区生产的粮食不能满足自身的需要。而滁州粮食安全指数一直处于最高水平, 全市耕地生产能力较强, 粮食总产较大, 滁州市在保障沿江地区以及安徽的粮食安全中起着重要的作用。另外, 宣城市宣州区、巢湖市庐江县也是国家投资建设的“商品粮基地”, 全市粮食安全指数也有继续提高的趋势。

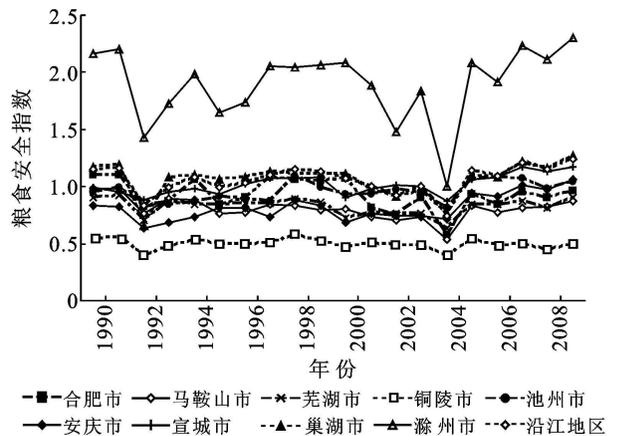


图 3 1989—2008 年安徽省沿江地区 9 市粮食安全指数空间变化

### 3.3 耕地利用集约度与粮食安全指数相关性分析

从耕地利用集约度与粮食安全指数的变化规律来看, 两者之间存有相似性。为了进一步说明两者关系, 以耕地利用集约度“两升两降”划分 4 个时段, 分别对耕地利用集约度与粮食安全指数相关性进行拟合(见表 5)。

表 5 安徽沿江地区耕地利用集约度和粮食安全指数相关系数

年份	1989—1991	1992—1997	1998—2003	2004—2008	1989—2008
耕地利用集约度累年变化值	-5.281 4	5.532 1	-5.182 0	6.557 0	12.997 9
耕地利用集约度年均变化值	-1.760 5	0.922 0	-0.863 7	1.311 4	0.649 9
粮食安全指数累年变化值	-0.326 4	0.156 0	-0.387 4	0.104 0	0.088 2
粮食安全指数年均变化值	-0.108 8	0.026 0	-0.064 6	0.020 8	0.004 4
$R-F$ 相关性	0.726 6	0.591 7	0.757 8	0.492 9	0.528 6

由表 5 可以明显看出, 在 1992—1997 年和 2004—2008 年 2 个时段内, 随着耕地利用集约度的

增加, 粮食安全指数也增加; 相反, 1989—1991 年和 1998—2003 年内, 随着耕地利用集约度的下降, 粮食

安全指数也随之下降,两者的变化趋势同步。

为总体揭示沿江地区耕地利用集约度与粮食安全指数之间的关系,反映未来的变化趋势,通过 Eviews 6.0 软件,选用 1989—2008 年耕地利用集约度与粮食安全指数作为原始数据,建立一元回归预测模型,拟合构建两者的关系为:

$$R' = 1.066\ 634 + 0.019\ 534Y \quad (5)$$

$$r^2 = 0.528\ 638, \quad F = 20.187\ 23, \quad d_f = 18$$

式中: $Y$ ——地区耕地利用集约度; $R'$ ——粮食安全指数; $d_f = n - 2$ ,  $n$  为计算的年数,  $n = 20$  (1989—2008 年)。

由于  $Y$  系数为 0.019 534, 表示随着耕地利用集约度水平的不断提高, 粮食安全指数也不断提高, 粮食安全态势越来越好。为促使耕地集约利用, 保障区域粮食安全, 分别估算 2020 年和 2030 年耕地利用集约度水平, 及其相应的粮食安全指数。

(1) 耕地利用集约度水平预测。在当前的社会、经济投入、科技水平、国家政策等不变因素的情况下, 选取沿江地区 1989—2008 年的耕地利用集约度进行拟合, 构建关于沿江地区耕地利用集约度的时间序列预测模型为:

$$Y = 0.620\ 3X - 6.859\ 1 \quad (R^2 = 0.622\ 6) \quad (6)$$

式中: $X$ ——时间序列; $Y$ ——耕地利用集约度。

依据公式(6)将  $X = 30$ ,  $X = 40$  分别带入到上述公式(6)中, 计算得出在当前的经济社会发展水平下, 2020 年, 2030 年耕地利用集约度分别为  $Y_{20} = 11.749\ 9$ ,  $Y_{30} = 17.952\ 9$ 。

(2) 粮食安全指数预测。经模型检验, 耕地集约利用集约度对粮食安全指数有显著性影响。由此进行回归预测, 将由公式(6)经时间序列预测的  $Y_{20}$ ,  $Y_{30}$  带入到公式(5), 运用 Eviews 6.0 软件, 回归预测出  $R'_{20} = 1.296\ 2$ ,  $R'_{30} = 1.417\ 3$ 。未来 20 a 耕地利用集约度有所提高, 2020 年和 2030 年粮食安全均指数大于 1, 处于安全状态。

## 4 结论

本研究利用 1989—2008 年的耕地资源和粮食生产的统计数据, 运用全局主成分分析法, 计算 1989—2008 年耕地利用集约度, 呈现时序变化明显、空间差异显著的特点。

通过界定粮食安全指数涵义, 分析安徽沿江地区粮食安全大体处于安全状态, 1989—2008 年中有 15 a 的  $R$  大于 1, 仅有 5 a 的  $R$  略小于 1, 区域之间粮食安全指数差值有趋于离散分布的特征。且随着城市定位及发展战略的影响, 合肥、芜湖、马鞍山作为安徽

经济重心区, 粮食生产能力逐渐降低, 到 2008 年已需从外界调入粮食补充需求。将耕地利用集约度与粮食安全指数分时段拟合, 并构建一元回归模型, 两者相关系数较大, 相关性明显。

但是本文在评价安徽沿江地区耕地利用集约度, 分析其与粮食安全相关性的同时, 在以下几个方面还有待进一步研究与讨论:

(1) 随着城市化水平提高, 非农指数 ( $X_{17}$ ) 会大幅提高, 对“土地可持续利用状况”影响具有双重性, 构建的指标体系有待进一步优化完善。

(2) 基于数据分析的结果, 本研究利用一元回归模型总结耕地利用集约度与粮食安全指数之间的关系, 拟合出的关系较为简单, 建立的模型还不是十分精确。今后的研究中, 需要加强粮食安全影响因素的分析, 因为粮食安全除受耕地利用集约度影响以外, 还受自然气候、制度、创新和科技投入等外部因素的影响。此外, 如何通过数量、统计等模型构建出涵盖其全部影响因素, 综合有效的模型, 是保障粮食安全今后研究的重点。

(3) 由于数据限制, 耕地面积采用的是统计数据, 统计数据与土地利用变更数据有一定差距。此外, 电力投入指标采用的是统计年鉴中“农村用电量”的数据进行计算的, 不是单纯投入到农业中的电力。这些会对计算精度有一定的影响, 但不影响最后比较分析结果。

(4) 部分地区耕地利用集约度低于沿江地区平均水平, 具有一定的提升空间。但是随着耕地利用集约度的提高带来的生态环境问题却值得注意, 尤其是过于重视资金投入, 从而忽视对耕地质量的保护。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张琳, 张凤荣, 安萍莉, 等. 不同经济发展水平下的耕地利用集约度及其变化规律比较研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 108-112.
- [2] 何毅峰, 谢永生, 王继军, 等. 吴起县耕地变化与粮食安全问题研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(10): 583-588.
- [3] 范辉, 余国忠. 河南省耕地集约利用水平差异的时空特征分析[J]. 水土保持通报, 2009, 29(5): 151-155.
- [4] 俞文政, 曲福田, 祁英香, 等. 青海湖地区耕地利用变化的动力机制和趋势模型[J]. 水土保持通报, 2009, 29(5): 169-173.
- [5] 张琳, 张凤荣, 吕贻忠, 等. 耕地利用集约度的变化规律研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(12): 4127-4133.
- [6] 赵翠薇, 濮励杰, 孟爱云. 不同经济发展阶段地区耕地变化的对比研究: 以广西江州和江苏吴江为例[J]. 资源科学, 2006, 28(5): 50-56.

染,推测可能与工农业活动等随机因素有关。

因茶叶生产已成为日照市产茶地区农村经济的支柱产业和农民增收的主要来源,而土壤是茶叶赖以生长的物质基础,考虑到东港、后村镇出现的轻度土壤污染现象会对当地茶叶生产产生不利影响,为提高茶叶品质,保证茶叶的增产增收,建议当地茶农在严格按照产品质量标准施用有机肥的同时,大力推广无公害茶叶栽培技术,必要时还可以采取相应的措施对土壤进行改良。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 颜雄,张杨珠,周卫军,等.长山县“百里茶廊”6个茶叶基地的土壤肥力质量评价[J].农业现代化研究,2007,28(3):354-357.
- [ 2 ] 谢正苗,李静,王碧玲,等.基于地统计学和GIS的土壤和蔬菜重金属的环境质量评价[J].环境科学,2006,27(10):2110-2116.
- [ 3 ] 易桂花,彭培好,倪师军.蒙顶山茶区土壤重金属环境质量及土壤pH值现状评价[J].地球与环境,2009,37(4):430-435.
- [ 4 ] 唐文春,金立新,周雪梅.成都市土壤中元素地球化学基准值研究及其意义[J].物探与化探,2005,29(1):71-83.
- [ 5 ] 胡永华,王恒旭,王志坤,等.杞县大蒜产区土壤重金属元素地球化学特征及环境质量评价[J].安徽农业科学,2006,34(2):1411-1412.
- [ 6 ] 刘苹,赵海军,刘兆辉,等.山东省露地蔬菜产地土壤重金属含量的环境质量分析与评价[J].农业环境科学学报,2010,29(6):1130-1136.
- [ 7 ] 王春光,张思冲,辛蕊,等.哈尔滨市东郊菜地土壤重金属环境质量评价[J].中国农学通报,2010,26(2):262-266.
- [ 8 ] 史同广,郑昭佩,王智勇,等.GIS支持下的鲁东南丘陵区茶树土地适宜性评价[J].山地学报,2008,6(5):560-564.
- [ 9 ] 庞绪贵,陈长峰,李秀章,等.鲁北小清河流域土壤中元素分布特征及环境质量评价[J].地质通报,2005,24(2):160-164.
- [ 10 ] 马黎春,盛建东,蒋平安,等.克拉玛依地区土壤速效微量养分空间变异特征[J].干旱区地理,2004,27(2):202-206.
- [ 11 ] 倪俊,杨良华,雷能忠.基于GIS的舒城县土壤养分综合评价[J].皖西学院学报,2008,24(5):153-156.
- [ 12 ] 贾宇平,段建南.黄土高原沟壑区小流域土壤碳酸盐碳的空间分布特征[J].干旱区地理,2004,27(2):166-171.
- [ 13 ] 马黎春,盛建东,蒋平安,等.克拉玛依干旱生态农业区土壤质地的空间异质性研究[J].干旱区地理,2006,29(1):109-114.
- [ 14 ] 迟清明,鄢明才.应用地球化学元素丰度数据手册[M].北京:地质出版社,2007:82.
- [ 15 ] 夏立江,王安康.土壤污染及其防治[M].上海:华东理工大学出版社,2001:59-87.
- (上接第207页)
- [ 7 ] 祝小迁,程久苗,费罗成.安徽省耕地集约利用及其驱动力分析[J].中国土地科学,2009,23(2):11-17.
- [ 8 ] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].2版.北京:高等教育出版社,2004:84-93.
- [ 9 ] 费罗成,程久苗,沈非,等.区域土地集约利用水平时空比较研究:以中部地区为例[J].地域研究与开发,2008,27(5):90-94.
- [ 10 ] 王玲,孙洁,吕新.基于主成分分析的耕地集约利用评价[J].湖北农业科学,2009,48(3):607-611.
- [ 11 ] 李静,宋尧,郭蒙,等.基于GIS的黑龙省耕地集约利用水平的空间格局分析[J].水土保持通报,2009,29(1):123-127.
- [ 12 ] 何蒲明,王雅鹏,黎东升.湖北省耕地减少对国家粮食安全影响的实证研究[J].中国土地科学,2008,22(10):52-63.
- [ 13 ] 朱红波.论粮食安全与耕地资源安全[J].农业现代化研究,2006,27(3):161-164.
- [ 14 ] 傅泽强,蔡运龙,杨友孝,等.中国粮食安全与耕地资源变化的相关分析[J].自然资源学报,2001,16(4):313-319.
- [ 15 ] 李宗尧,杨桂山.安徽沿江地区耕地数量变化特征及其对粮食安全的影响[J].资源科学,2006,28(6):91-96.
- [ 16 ] 赵连武,谢永生,王继军,等.陕西省米脂县耕地动态变化与粮食安全研究[J].水土保持通报,2009,29(4):143-148.
- [ 17 ] 费罗成.中国中部地区耕地集约利用评价及安全水平预测[D].安徽芜湖:安徽师范大学,2009.