

文章编号: 1004-8227(2009)12-1115-06

安徽省耕地资源数量变化及其对粮食安全的影响

李彬¹, 武恒²

(1. 滁州学院国土信息工程系, 安徽 滁州 239000; 2. 西北农林科技大学理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 利用 1978 年以来 30 年的耕地资源统计数据, 分析了安徽省耕地资源数量变化总体特征, 探讨了耕地资源数量变化对粮食安全的影响。其结果表明: (1) 耕地资源总量和人均耕地占有量均有呈直线递减趋势, 其中耕地资源总量年均减少率为 0.24%, 人均耕地面积年均减少率为 1.15%。(2) 粮食产量总体呈增加趋势, 但具有较明显波动性, 粮食安全仍将面临着很大挑战。(3) 粮食总产量与单产水平和复种指数密切相关; 而粮食总产量年变化率, 则主要受耕地面积和粮食播种面积变化影响。1978 年以来, 耕地资源数量逐渐成为影响该省粮食产量增加的主要限制因子。

关键词: 耕地资源; 粮食安全; 影响因素; 安徽省

文献标识码: A

耕地资源是农业生产最基本的物质条件, 它在数量和质量上的变化将影响粮食生产的波动, 从而影响粮食有效供给及粮食安全水平。中国人口众多, 耕地资源日益稀缺, 随着经济和城市化的快速发展, 在今后相当长的一段时期内, 耕地资源非农业利用仍将无法从根本上逆转^[1]。因此, 研究耕地数量变化及其对粮食安全的影响具有重要现实意义, 我国学者在这方面也已作了大量研究, 积累了较为丰富的研究成果^[2-7]。李宗尧(2006 年)对安徽沿江地区耕地数量变化与粮食安全之间的关系进行了定量研究^[8], 但对全省耕地资源变化及其对粮食生产和粮食安全影响的研究报道目前尚不多见。安徽是传统农业大省和重要商品粮基地, 在国家粮食安全中具有不可低估的作用。研究该省耕地资源动态变化特征, 分析其变化对粮食生产的影响, 对维持全省粮食生产稳定以及保障国家粮食安全均具有重要意义。笔者在查阅相关统计资料基础上, 对改革开放以来 30 年(1978~2007 年)安徽省耕地资源变化趋势进行了分析, 并探讨了耕地资源变化对粮食安全的影响, 以期为该省合理利用和保护耕地资源, 促进粮食生产健康稳定发展提供相关参考和借鉴。

1 数据来源与研究方法

全省耕地和粮食生产基础数据主要来源于安徽统计年鉴(1984~2008 年), 获取基础数据后, 建立

相关数据库, 包括安徽省 1978~2007 年耕地数量和粮食产量数据库等, 使用 SPSS 13.0 等统计分析软件对数据进行统计分析。主要采取的研究方法为: (1) 利用历年来的耕地资源总量、人均耕地占有量、复种指数、粮食总产量和粮食单产水平等长序列数据阐述其动态变化特征。(2) 应用相关分析和回归分析等方法, 探讨安徽省耕地资源数量变化对粮食安全的影响。

2 结果与分析

2.1 安徽省耕地资源变化分析

2.1.1 耕地资源总量和人均耕地变化趋势

自 1978 年以来, 安徽省耕地资源总量呈现出逐年减少的基本变化特征。耕地资源总量由 1978 年的 $446.916 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 减少到 2007 年的 $414.417 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 净减少耕地 $32.499 \times 10^4 \text{ hm}^2$; 与 1978 年相比, 至 2007 年耕地减少了 7.27%, 年均减少率为 0.24%。耕地资源总量(y)随年份(x)变化的回归模型为:

$$y = 3\ 086.705 - 1.333x \\ (r = -0.974, n = 30, p < 0.0001)$$

该模型相关系数 $r = -0.974$, 相伴概率 $p < 0.0001$, 因此模型有意义, 表明 1978~2007 年, 安徽省耕地资源总量有随时间变化而呈直线递减的

收稿日期: 2008-11-07; 修回日期: 2008-12-24

作者简介: 李彬(1980~), 男, 江苏省邳州人, 博士, 主要从事农业资源与环境等方面的研究, E-mail: libchn@yahoo.cn

总体态势。

在耕地资源总量持续减少的同时,安徽省人口数量则持续增加,由 1978 年的 4 713 万人,增加到 2007 年的 6 676 万人,年均增长率为 1.39%。受耕地资源总量不断减少和人口数量不断增加影响,人均耕地占有量也呈现出逐年递减的总体趋势。人均耕地面积由 1978 年的 0.095 hm^2 减少到 2007 年的 0.062 hm^2 ,略高于联合国粮农组织确定的人均耕地 0.053 hm^2 警戒线;与 1978 年相比,人均耕地占有量减少了 34.54%,年均减少 1.15%。全省人均耕地面积(y)随年份(x)的变化方程为:

$$y = 2.381 - 0.001x$$

$$(r = -0.992, n = 30, p < 0.0001)$$

该方程相关系数 $r = -0.992$,相伴概率 $p < 0.0001$,模型有意义,表明 1978~2007 年,安徽省人均耕地占有量有随年份呈直线递减的趋势。

2.1.2 耕地资源利用程度变化趋势

耕地利用程度可用耕地复种指数变化曲线描述,复种指数是指全年农作物总播种面积与耕地总面积之比^[9]。1978~2007 年,全省耕地复种指数呈现较明显的阶段性变化特征(图 1),具体表现为:(1)1978~1980 年,耕地复种指数呈下降趋势,由 1978 年的 179.291% 下降到 174.075%。(2)1980~1999 年,耕地复种指数呈波动上升,由 1980 年的 174.075% 增加到 1999 年的 202.289%,增加率为 16.208%,年均增加率 0.853%。(3)1999~2001 年,复种指数呈下降趋势,降低率为 3.487%,年均降低率为 1.162%。(4)2001 年以后,复种指数呈快速增加趋势,2005 年达到最大值,为 213.935%,与 2001 年相比,增加率为 9.579%。

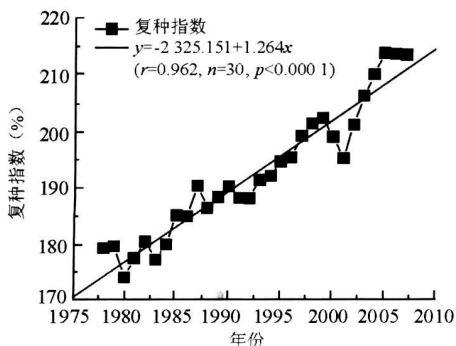


图 1 耕地复种指数动态变化

Fig. 1 Multiple Cropping Index

以上各阶段耕地复种指数曲线变化,其成因各不相同。1978 年,安徽省凤阳县小岗村农民首创农业大包干,拉开了中国农村改革的序幕。一方面,农民生产自主性增大,产业结构开始有所改变,农业科技水平得到提高,同时为恢复地力和土壤结构,降低了复种指数;另一方面,城市的大规模建设,占用大量耕地,农作物播种面积减少,复种面积又开始扩大。20 世纪 90 年代中期以来,“三农”问题日渐突出,农民增收困难,农村存在一定程度的抛荒现象,耕地复种指数在 1999 年至 2001 年出现较大幅度下降。其后随着国家对农产品价格的调控和农业零税率、农业补贴等一系列惠农政策实施,极大地调动了农民种粮积极性,复种指数再次增加,表现为 2001~2007 年复种指数上升,并于 2005 年达到最高点。尽管耕地复种指数的变化具有较明显的阶段性特征,但总体仍呈增加趋势,由 1978 年的 179.291% 增加到 2007 年的 213.646%,增加率为 19.162%,年均增加 0.639%。耕地复种指数(y)随年份(x)的变化模型为:

$$y = -2.325.151 + 1.264x$$

$$(r = 0.962, n = 30, p < 0.0001)$$

该模型相关系数 $r = 0.962$,相伴概率 $p < 0.0001$,模型有意义,表明 1978 年以来,安徽省耕地复种指数随年份具有呈直线增加的总体趋势。

2.2 粮食供给动态变化分析

2.2.1 粮食总产量和人均粮食占有量

粮食总产量和人均粮食占有量如图 2 所示。粮食生产总体呈增加趋势,但具较明显波动性,大致可分为两个阶段。第 1 阶段为 1978~1990 年,粮食总产量基本呈稳定上升态势,产量由 $1.482.60 \times 10^4 \text{ t}$

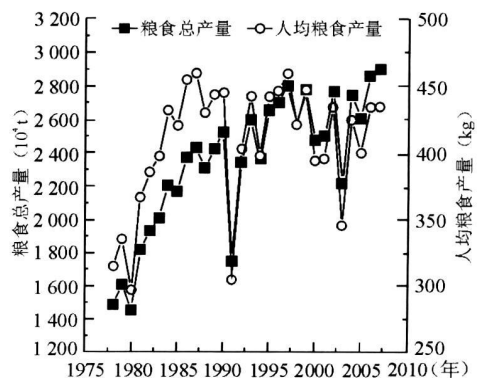


图 2 粮食总产量和人均粮食产量动态变化

Fig. 2 Total and per Capita Grain Yield

增加到 $2\,520.13 \times 10^4$ t, 增加了 69.98%, 年均增加 5.38%。第 2 阶段为 1991~2007 年, 粮食生产开始有较大波动, 粮食总产量在波动中上升; 1991 年总产量仅为 $1\,749.15 \times 10^4$ t, 尚不及 1981 年水平, 其后粮食产量仍存在较大波动, 波动周期为 3~6 a; 至 2007 年, 粮食总产量达到 $2\,901.40 \times 10^4$ t, 为 1978 年以来历史最高水平, 与 1978 年相比, 粮食总产量增长了 95.697%。安徽作为产粮大省, 为维持国家粮食生产的安全稳定作出了贡献。

人均粮食占有量变化趋势与粮食总产量基本一致。其中 1990 年以前, 总体呈稳定增加趋势, 1987 年达到 459.372 kg, 为 30 a 来最高水平, 是 1978 年的 1.46 倍。1990 年以后, 出现较大波动。1991~2007 年, 波动范围为 304.518~458.782 kg, 其平均值为 413.131 kg, 波动幅度较大; 2000~2007 年, 人均粮食占有量徘徊在 345.523~434.601 kg; 进入 21 世纪, 其平均为 407.701 kg。而人均粮食占有量 400 kg 是达到小康水平最低通用标准, 也是我国粮食安全的主要标准之一。以此为对照, 30 a 来人均粮食占有量多集中在 350~450 kg 区间波动; 特别是 2000 年以来的 8 a 间, 2000、2001、2003 和 2005 年 4 a 人均粮食占有量均低于 400 kg 标准。由以上分析可见, 无论总产量还是人均占有量, 自 1990 年以来均有较大幅度波动。同时, 随着人口增长和人民生活水平的进一步提高, 对粮食的需求也将日益增加。因此, 21 世纪安徽省粮食安全仍将面临很大挑战。

2.2.2 粮食单产水平

提高粮食综合生产力, 可通过扩大耕地面积、提高复种指数和粮食单产水平等 3 条基本途径实现。其中耕地是基础, 而粮食单产水平则是关键。特别是在当前耕地资源日趋紧张的态势下, 通过提高粮食单产水平促进粮食稳产增收, 将逐渐显现出不可替代的作用。1978 年以来, 粮食单产水平变化态势如图 3 所示。单产水平总体呈逐年增加趋势, 其中 1978~1990 年, 单产水平(y) 基本呈直线增加, 其随时间(x) 变化模型为:

$$y = -285.819 + 0.146x$$

$$(r = 0.946, n = 13, p < 0.0001)$$

而 2000 年以来, 粮食单产则基本维持在 4.40 t/hm^2 左右水平, 趋于稳定。粮食单产水平的持续增加, 对确保粮食总产在耕地资源不断减少的条件下保持相对稳定增长, 具有重要作用。

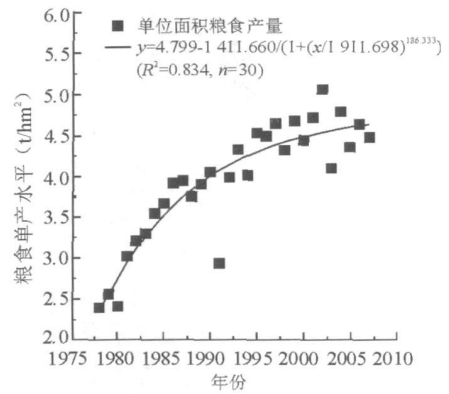


图 3 单位面积粮食产量动态变化

Fig. 3 Grain Yield of per Hectare

2.3 耕地资源变化对粮食安全的影响

2.3.1 耕地面积变化对粮食播种面积的影响

耕地面积变化直接影响粮食播种面积的变化。1978 年以来, 耕地面积和粮食播种面积年变化率如图 4 所示。二者变化趋势基本一致, 即耕地面积增加年份, 粮食播种面积也增加, 如 2004、2006 和 2007 年; 而耕地面积显著减少年份, 通常也导致粮食播种面积大幅度减少。但二者变化趋势并非完全一致, 耕地面积与粮食播种面积保持同步变化的年份共 16 a, 其比例为 53.33%; 耕地面积减少而粮食播种面积增加的年份为 14 a, 占 46.67%。为进一步分析耕地面积变化对粮食播种面积的影响, 将研究时段进行分割, 分别对二者进行相关分析, 结果如表 1 所示。各研究时段相关系数 r 值均 > 0 , 表明耕地面积和粮食播种面积总体具有正相关关系, 但相关性并不强。1998~2007 年, 二者相关系数最大, 表明耕地面积对粮食播种面积的约束作用较其他时段大。由于粮食播种面积的变化除取决于耕地面积外, 还受复种指数变化影响, 因此耕地面积减少并不

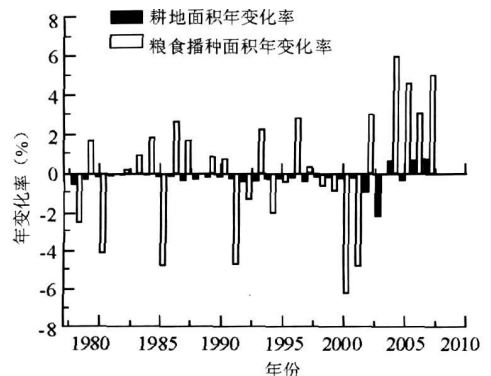


图 4 耕地面积和粮食播种面积年变化率

Fig. 4 Annual Change Rate of Cultivated Area and Planted Grain Area

一定必然导致粮食播种面积减少。

表 1 不同时段耕地面积和粮食播种面积年变化率的相关系数

Tab. 1 Correlative Coefficient of Annual Cultivated Area and Planted Grain Area Change Rate

年份	1978~ 2007	1978~ 1987	1988~ 1997	1998~ 2007
相关系数(r)	0.281	0.172	0.003	0.360

2.3.2 耕地资源数量变化对粮食产量的影响

耕地面积和粮食总产量年变化率如图 5 所示,二者是正相关关系($r=0.192$) (表 2)。但二者变化趋势并非完全同步,具有较明显的时段性特征。1978~ 1987 年和 1998~ 2007 年,粮食总产量和耕地面积变化率相关系数 $r > 0$,变化趋势相对一致,即粮食总产量随耕地面积的增加而增大,而耕地面积显著减少年份,粮食总产也大幅度减小;特别是 1998 年以来,二者相关系数 $r=0.790$,表明该时段耕地面积对粮食总产量具有明显约束作用。而

表 2 粮食总产量及其年变化率与影响因子的相关系数

Tab. 2 Correlative Coefficients Between Total Grain Yield, Its Annual Change Rate and Their Influencing Factors

相关系数	耕地面积年变化率	粮食播种面积年变化率	复种指数	粮食单产水平	
粮食总产量	1978~ 2007	0.192	0.466	0.797	0.965
	1978~ 1987	0.306	0.487	0.779	0.995
	1988~ 1997	-0.170	0.811	0.721	0.982
	1998~ 2007	0.790	0.612	0.435	0.598
粮食总产量年变化率	1978~ 2007	0.345	0.459	-0.069	0.190
	1978~ 1987	0.359	0.594	-0.001	0.209
	1988~ 1997	-0.412	0.472	0.108	0.606
	1998~ 2007	0.647	0.547	0.213	0.827

为进一步研究耕地资源变化对粮食产量的影响,分别对不同研究时段耕地面积年变化率、粮食播种面积年变化率、复种指数、粮食单产水平与粮食总产量、粮食总产量年变化率的相关性进行统计分析,其结果如表 2 所示。1978~ 2007 年,单产水平、复种指数与粮食总产量的相关性最密切,相关系数分别为 0.965 和 0.797;而总产量年变化率,则主要受耕地面积年变化率和粮食播种面积年变化率影响,复种指数、粮食单产与其相关性较弱。以上分析表明,加大耕地资源利用程度和提高粮食单产水平,对保持安徽省粮食总产量稳定增长具有决定性意义。而保持耕地和粮食播种面积相对稳定,则对维持粮食总产量不致过于剧烈波动,保持相对稳定具有重要的现实意义。

不同研究时段,影响粮食总产量及其年变化率的因素也各不相同。1978~ 1987 年,单产水平和复

1988~ 1997 年,相关系数 $r < 0$,二者变化表现为不完全同步,即耕地面积减少年份并非必然导致粮食总产减少。耕地面积持续减少,而粮食总产量保持波动增长,是安徽省耕地资源和粮食总产量变化的基本特征。

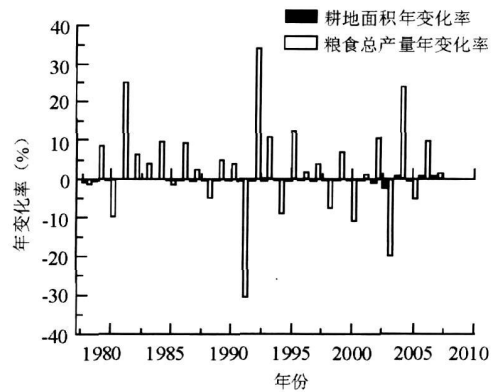


图 5 耕地面积和粮食总产量年变化率

Fig. 5 Annual Change Rate of Cultivated Area and Grain Production

种指数是主要影响因素,其与粮食总产量的相关系数分别为 0.995 和 0.779,均为极显著相关水平。这主要是由于随着农村经济改革不断深入,极大提高了农民种粮积极性,同时农业科技水平也有了很大发展,致使耕地资源利用程度和粮食单产水平不断提高。而 1988~ 1997 年,单产水平和复种指数与粮食总产量的相关性已出现降低,具体表现为二者与粮食总产量相关系数 r 的降低;而与此同时,粮食总产量与粮食播种面积年变化率的相关系数达到 $r=0.811$,为极显著相关;单产水平、播种面积和复种指数成为影响该时段粮食总产量的主要因素。1998~ 2007 年,单产水平、复种指数与粮食总产量的相关性继续降低,相关系数分别降为 0.598 和 0.435;而耕地面积年变化率与粮食总产量的相关系数则上升为 $r=0.790$ 。以上分析表明,随着时间推移,单位面积粮食产量和复种指数对粮食总产量的

贡献率有逐渐降低趋势, 而耕地面积和粮食播种面积的变化, 则对粮食总产量变化的影响越来越密切, 耕地资源数量逐渐成为粮食总产量能否持续增加的主要限制性因子。

以粮食产量为因变量(y), 耕地面积年变化率(x_1)、粮食播种面积年变化率(x_2)、复种指数(x_3)和粮食单产水平(x_4)为自变量(x), 进行多元线性回归分析, 得到因变量(y)随自变量(x)变化的多元线性回归模型为:

$$y = 244.641 + 96.874x_1 + 15.951x_2 + 0.671x_3 + 506.515x_4$$

表 3 回归系数分析

Tab. 3 Coefficient s Analysis

	回归系数		标准化回归系数	t 值	p 值	相关关系		共线性统计量
	B	标准误差	β	t	p	简单相关	偏相关	容忍度
常数	244.641	341.459		0.716	0.480			
x_1	96.874	32.293	0.117	3.000	0.006	0.192	0.514	0.918
x_2	15.951	5.727	0.118	2.785	0.010	0.466	0.487	0.771
x_3	0.671	2.261	0.019	0.297	0.769	0.797	0.059	0.341
x_4	506.515	34.805	0.904	14.553	0.000	0.965	0.946	0.360

定如下: $x_4 > x_1 > x_2 > x_3$ 。显然, 这一判别比简单相关系数更能揭示因变量(y)与各自变量(x_i)的关系实质。标准回归系数揭示各因子(x_i)对粮食总产量(y)的重要性程度, 其排序为 $x_4 > x_2 > x_1 > x_3$ 。回归系数显著性检验(p)表明 x_1 、 x_2 和 x_4 对因变量“粮食总产量”均具有一定的重要性。自变量 x_3 和 x_4 的容忍度值均较小, 因而模型存在多重共线性问题。对上述 4 个变量再作逐步回归分析, 以消除多重共线性影响, 得到的逐步回归方程为:

$$y = 342.516 + 96.662x_1 + 16.338x_2 + 514.463x_4$$

该方程 $R^2 = 0.965$, 调整了的 $R^2 = 0.961$, 表明方程具有良好回归效果, 拟合度高。粮食总产量的变化是耕地面积、粮食播种面积和单产水平共同作用的结果。其标准化回归系数分别为: 0.116, 0.121, 0.918; 回归系数检验统计量 t 值分别为: 3.048, 2.982, 23.555; p 值分别为: 0.005, 0.006, 0.000; 回归模型的显著性检验 $F = 240.052$, $p = 0.000$, 因此该模型有意义。单位面积粮食产量、耕地面积和粮食播种面积是影响粮食产量的显著性因子。因此, 在确保耕地资源总量基本稳定的同时, 加大农业科技投入, 以提高粮食单产水平, 对未来安徽省粮食生产具有决定性意义。

上述方程 $R^2 = 0.965$, 表明具有较好回归效果, 拟合程度较高, 粮食总产量是各因子综合作用的结果; 回归模型的显著性检验 $F = 173.747$, $p = 0.000$, 因此该模型有意义。

模型回归系数分析结果如表 3 所示。从简单相关系数看, x_3 和 x_4 与 y 存在明显的线性关系, 而 x_1 、 x_2 与 y 的线性关系不强, 其相关系数绝对值的大小顺序为: $x_4 > x_3 > x_2 > x_1$; 各因子偏相关系数均 > 0 , 表明粮食总产量(y)与任一因子 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 的关系, 在控制其余 3 个因子情况下, 均呈正相关关系; 其关系密切程度由偏相关系数绝对值的大小决

3 结论

1978 年以来, 安徽省耕地资源稀缺性日益凸显, 耕地资源总量和人均占有量均呈直线递减趋势。耕地资源利用程度的变化趋势具有明显阶段性特征, 其原因与国家相关政策和农业科技进步等因素有关。粮食总产量和人均占有量总体呈增加趋势, 但存在较大波动性, 随着人口增长和人民生活水平的提高, 对粮食的需求也将日益增加, 安徽省粮食安全仍将面临着很大挑战。

耕地资源对粮食产量具有重要影响。提高耕地复种指数和粮食单产水平, 对确保安徽省粮食总产量稳定增长具有决定性意义; 而保持耕地和粮食播种面积相对稳定, 则对维持粮食总产量不致过于剧烈波动, 具有重要现实意义。回归分析结果表明, 在确保耕地资源总量基本稳定的同时, 加大农业科技投入, 以提高粮食单产水平, 对未来安徽省粮食生产具有决定性意义。

应该看到, 在当前农业科技水平条件下, 现有的农业体制和农业生产投入对提高粮食单产的作用已接近极限; 在中短期内, 耕地资源数量逐渐成为该省粮食总产量能否持续增加的限制性因子。因此研究安徽省耕地数量变化及其与粮食生产的关系, 具有

重要意义。对于省内耕地资源数量变化的时空差异,耕地质量变化及其与粮食安全的关系等问题,有待进一步研究分析。

参考文献:

- [1] 傅泽强, 蔡运龙, 杨友孝. 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.
- [2] 胡红帆. 联合国粮农组织粮食安全特殊计划[J]. 世界农业, 2000, 2: 3~ 5.
- [3] 李玉平, 蔡运龙. 浙江省耕地变化与粮食安全的分析及预测[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(4): 466~ 469.
- [4] 赵言文, 施毅超, 胡正义, 等. 基于国家粮食安全的长江三角洲地区耕地保护探讨[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(4): 461~ 462.
- [5] 杨丽萍, 郭洪海, 袁奎明. 山东省粮食生产与耕地动态变化的相关分析[J]. 中国农业资源与区划, 2007, 28(4): 9~ 12.
- [6] 孔 伟, 欧名豪. 江苏省耕地资源态势与粮食安全对策研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 69~ 71.
- [7] 周小萍, 卢艳霞, 陈百明. 中国近期粮食生产与耕地资源变化的相关分析[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2005, 5: 122~ 127.
- [8] 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.
- [9] 张正栋, 周永章, 夏 斌. 韩江流域下游耕地变化趋势及其驱动力[J]. 水土保持研究, 2007, 14(1): 17~ 20.

RELATIONSHIP BETWEEN THE CULTIVATED LAND CHANGE AND FOOD SECURITY IN ANHUI PROVINCE

LI Bin¹, WU Heng²

(1. Department of Geo-Informatics, Chuzhou College, Chuzhou 239000, China;

2. College of Science, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: Based on the statistical data over the past 30 years (1978~ 2007), the dynamic change of cultivated land in Anhui Province was quantitatively analyzed by using the statistical method. The methods of correlation analysis and multiple linear regression analysis were used for discussing the relationship between the cultivated land change and food security. The results indicates that: (1) The total area of cultivated land and per capita cultivated land has a decreasing trend year after year basically. The average decrement rate per year of the total area and per capita cultivated land is 0.24% and 1.15% respectively. (2) The total and per capita grain output have increased trend year after year basically. But the fluctuation in them is also very remarkable, so delivery pressure of food security in Anhui Province is still higher in the future. (3) It is a significant correlative relationship between total grain yield and the grain yield of per hectare, multiple cropping index, also between the annual gradient of grain yield and cultivate area, planted grain area. The results of this paper can give some references for protection and utilization of cultivated land in Anhui Province.

Key words: cultivated land; food security; influencing factor; Anhui Province