

咸阳市建国 60 年来耕地利用因素 与粮食生产相关分析

郭 毅¹, 赵景波^{1,2}

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062;

2. 中国科学院地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘 要: 首先从粮食产量计算模型中解析出耕地利用 4 因素, 即耕地利用广度、耕地利用程度、耕地利用结构以及耕地利用集约度, 进而采用相关分析法求得各阶段耕地利用 4 因素与粮食产量的相关系数, 并参考其偏相关系数, 研究建国 60 年来耕地利用这 4 方面对粮食生产影响的时序变化, 结果表明: (1) 不断加强的耕地利用集约度始终是第一位的贡献因素, 但其影响趋势缓慢减弱; (2) 耕地利用广度对粮食产量的影响趋势减弱, 二者互动效应不明显, 然而, 在耕地面积大幅度减少和农业生产技术快速发展的情况下, 耕地面积对粮食生产的约束力增强; (3) 耕地利用程度与粮食生产的相关性增强趋势凸显, 从而, 加大耕地利用程度成为推动粮食生产的有效新动力。 (4) 耕地利用结构变化对粮食产量的贡献减弱, 然而其对粮食生产的制约性渐强。

关键词: 粮食生产; 耕地利用; 相关分析; 咸阳

中图分类号: F301.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)05-0203-08

咸阳地区位于关中平原腹地, 农业区位优势条件好, 拥有陕西省 32 个粮食生产大县中的 5 个, 素有“关中粮仓”之称; 在农业发展过程中, 政策及技术与国家大环境接轨, 因而本地区粮食生产发展具有典型性。研究本地区建国 60 年来粮食生产变化的特征, 对于探析关中地区乃至中国在这一完整时段粮食生产发展的特征具有借鉴意义。

关于耕地利用和粮食生产的问题一直是国内外学术界研究的一个热点^[1], 主要集中于耕地资源的集约与可持续利用^[2-4]、数量和质量变动现状与机制及其作用于粮食生产的机理^[5-7]等方面。傅泽强等人将粮食产量与耕地面积变化率进行相关分析, 结果表明耕地数量变化与粮食产量表现出基本一致和变化不同步的两种不同的相关性^[8]。朱会议^[2]、陈百明^[9]等人分析了粮食播种面积及单产对粮食产量的影响, 而王鹏^[10]等人着重分析研究了区域农业结构调整与土地利用结构之间一致性; 邵晓梅^[11]、邹健^[12]等人综合分析了耕地利用的各方面对粮食生产的影响, 突破了以往的就粮食产量研究粮食播种面积、单产, 就耕地利用论耕地面积、质量变化, 或是局限于耕地面积变化、播种面积、单产等对粮食产量的影响上。本文在前人的研究基础上, 从粮食产量计算模型出发, 定量地分析了影响粮食生产的 4

个因子, 进而将其化归为耕地利用的 4 个方面, 从而对影响粮食生产的耕地利用因子进行了归纳界定。

另外, 在研究方法上, 范建刚^[13]、傅泽强^[8]等人分别运用了灰色关联分析、单因素相关分析, 本文参考了严丽坤^[14]相关系数及偏相关系数在分析研究中的应用方法, 尝试将偏相系数应用于耕地利用变化对粮食生产的影响上, 对相关性分析作了有力的补充, 从而定量地解释了耕地面积与粮食产量呈异向相关这一现象。

1 地区概况

咸阳市地处陕西关中平原中部, 位于东经 107°38'至 109°10', 北纬 34°11'至 35°32'之间。东与铜川市、渭南市为邻, 北与延安市、甘肃省毗连, 是黄土高原向关中盆地的过渡地带^[15]。南北长 123 ~ 145 km, 东西宽 65 ~ 106 km, 总面积 10 196 km²。地处暖温带, 属大陆性季风气候, 气候温和, 光、热、水资源较丰富。咸阳地区主要土壤类型有黑垆土、塬土、黄绵土、潮土、褐土等, 其中塬土是本市南部重要的耕种土壤, 主要分布在渭河阶地和渭北黄土台塬塬面, 占全市土地面积的 28.95%, 黄绵土广泛分布于本市的低山丘陵、高原沟壑和台塬边坡地带, 占全市土地面积 32.83%。粮食作物分为夏粮和秋粮, 夏粮以小

收稿日期: 2009-11-18

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40672108); 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目 (SKLLQG0605)

作者简介: 郭 毅 (1982—), 女, 陕西咸阳市人, 从事环境评价与防治。E-mail: mulberry@stu.snnu.edu.cn。

通讯作者: 赵景波 (1953—), 博士生导师, 从事自然地理与环境研究。E-mail: zhaobjb@snnu.edu.cn。

麦为主,秋粮以玉米为主。此外还有薯类、豆类。

2 数据来源、指标选取及研究方法

2.1 数据来源

本文中 1949~1998 年粮食和耕地利用相关数据来源于《咸阳辉煌五十年》^[16],1998~2007 年粮食数据来自于《陕西省统计年鉴》^[17],1981~2003 年耕地利用数据来自于《咸阳市统计年鉴》^[18](1997、1999~2003 年)以及《陕西省统计年鉴》(1999 年、2004~2008 年),2008 年数据摘自《咸阳市 2008 年度土地利用变化情况分析》^[19]及《咸阳市 2008 年秋粮作物产量预报》^[20]。

2.2 指标选取

2.2.1 粮食产量计算模型

粮食总产量(10^4 t) = 单位面积粮食产量(t/hm^2) ×

粮耕指数 × 复种指数 × 耕地面积(10^4 hm^2) (1)
式中,复种指数为农作物总播种面积/耕地面积;粮耕指数^[12]为粮食作物播种面积/农作物总播种面积 × %。这一指标用以反映耕地利用结构中的种植业结构。本文认为越高的粮食播种面积比重代表着越

强的粮食生产能力。

2.2.2 耕地利用指标确定 耕地是粮食生产的载体,是粮食安全的根本保障^[21]。以上 4 个独立因子反映耕地利用对粮食产出的直接效应。其中,耕地面积表示耕地大小,利用的广度;复种指数反映了耕地利用的程度^[11];粮耕指数^[12]则从耕地利用角度,反映了粮食在农业结构中的比例;单位面积粮食产量是反映耕地利用集约度或强度^[8]的指标。

反之,如图 1 所示,可以将耕地资源利用过程中,在利用广度、利用程度、利用结构及强度 4 个方面上用粮食产量公式的 4 因子作为指标来表征。其中,用年末耕地面积 $X_1(k)$ 来表现耕地利用广度;复种指数 $X_2(k)$ 来表示耕地利用程度;用粮食单产 $X_3(k)$ 来表现耕地利用集约度;鉴于在粮食生产中,玉米产量对秋粮产量具有的拉动作用(玉米单产 > 秋粮单产 > 粮食单产),因而,在耕地利用过程中,采用粮耕指数 $X_3(k)$ 和“玉米播种面积占秋粮播种面积百分比” $X_4(k)$ 两项指标来共同表现耕地利用结构,从而从定性分析粮食产量过渡到定量研究耕地利用对粮食生产的影响。

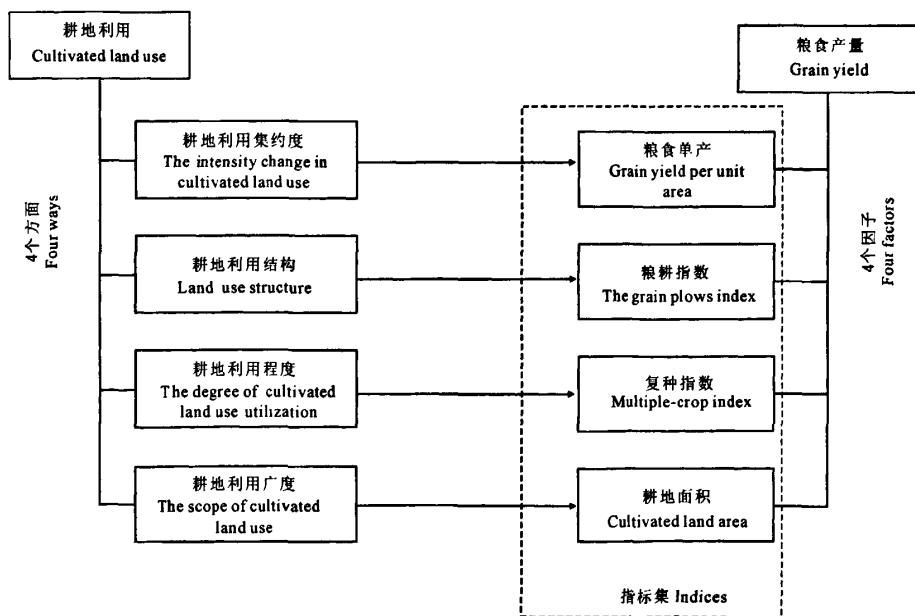


图 1 耕地利用与粮食生产关系模型

Fig.1 The relationship between cultivated land use and grain production

耕地利用 4 个方面用粮食产量相互独立的 4 因子来表征,系统地整合了耕地利用变化对粮食生产的影响因素。

2.3 研究方法

相关分析是研究随机变量之间关系的一种数学

方法。它处理的是一种相互关系,并用相关系数来表示变量间关系密切的程度^[22],主要是通过对相关系数的计算与检验来完成的。包括简相关系数、偏相关系数和秩相关系数。

2.3.1 简单相关系数 简单相关研究的是两个变

量间的关系。其计算公式:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad r_{xy} \in [-1, 1] \quad (2)$$

$r_{xy} > 0$, 表示正相关, 即两要素同向相关; $r_{xy} < 0$, 表示负相关, 即两要素异向相关。 r_{xy} 的绝对值越接近于 1, 表示两要素的关系越密切; 越接近于 0, 表示两要素的关系越不密切。通常认为 $-0.7 < r_{xy} < 0.7$ 时, 相关性不强。

2.3.2 偏相关系数 事物之间的关系, 有时要牵涉到三个或三个以上的变量。由于两个变量以外的其它变量的影响往往掩盖了事物的本质联系。即简单相关系数有时并不反映或并不很好地反映两变量的真实联系, 甚至有时两变量并不存在内在联系, 但简单相关系数却很显著, 这种显著性是受到了其它因素的影响而产生的。为了剔除其它有关因素的影响, 统计学中提出了偏相关。其计算公式如下:

$$r_{xy \cdot z} = (r_{xy} - r_{xz}r_{yz}) / \sqrt{(1 - r_{xz}^2)(1 - r_{yz}^2)} \quad r_{xy \cdot z} \in [-1, 1] \quad (3)$$

$r_{xy \cdot z}$ 表示剔除了要素 Z 的影响, 要素 X 与 Y 的相关性。

3 咸阳地区粮食产量变化与耕地利用变化格局

3.1 粮食产量呈阶段性波动增长

根据对建国以来咸阳地区粮食总产量的统计, 绘制出这一完整历史时期粮食产量变化曲线(图2)和粮食产量年变化率曲线(图3)。由图2和图3可以看出, 建国以来, 咸阳地区粮食产量总体上呈增长态势, 从1949年51.6万t增加至1980年的102.3万t, 粮食产量翻一番。至2008年, 全年粮食产量为204.9万t, 比1980年又翻了一番, 从而咸阳地区实现了建国以来粮食产量翻两翻的高速增长。但其增长率渐小, 粮食产量增长渐趋缓慢。

另外, 从图2中粮食总产量的3年移动平均曲线, 可以看到粮食生产呈明显的阶段性增长, 且每一阶段历时大约7年(除第I阶段和第III阶段之外)。将粮食产量变化曲线划分为不同阶段的年份, 正值自然灾害发生或社会变革。据相关资料记载, 1961年国家遭受严重的自然灾害, 导致粮食产量大幅下降^[23]; “文化大革命”打乱了正常的生产秩序, 使得生产持续下降, 在两年之后的1968年粮食产量达到

谷底^[17]; 1981、1988年咸阳地区遇到了历史上罕见的洪涝灾害^[23]; 1995年陕西农业再次遭受特大自然灾害, 严重的旱灾使得粮、棉、烟等农产品较上年减产^[17]; 2001年又出现洪涝灾情。根据粮食产量变化曲线的这一间歇性特点, 将粮食生产划分为7个增长阶段进行分析, 从而排除了自然灾害等非耕地利用因素对粮食产量的影响。粮食单产可以作为衡量耕地利用集约度的指标。

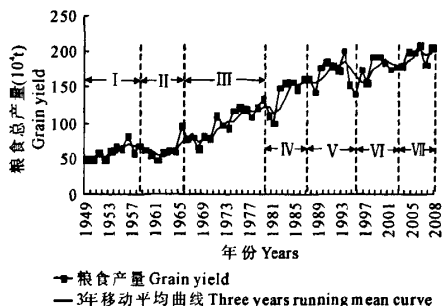


图2 咸阳地区粮食总产量变化曲线图

Fig.2 The Change of grain overall production in Xianyang

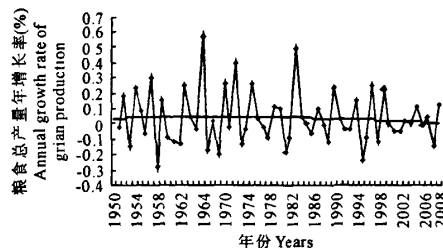


图3 咸阳地区粮食年增长率变化曲线图

Fig.3 The change of annual growth rate of grain production

咸阳地区粮食生产可分为7个增长阶段, 即: 1949~1960年为第I增长阶段; 1961~1967年是第II增长阶段; 1968~1980年是第III增长阶段; 1981~1987年第IV增长阶段; 1988~1994年是第V增长阶段; 1995~2001年是第VI增长阶段; 2002~2008年是第VII增长阶段。

3.2 耕地利用变化

3.2.1 耕地面积逐年减少 据对建国60年来咸阳地区耕地面积的统计(图4), 可以清楚地看到, 耕地面积在建国初的4年以及1963~1966年是增加的, 也就是说耕地面积在粮食增长的第I阶段前期及第II阶段前半期是增加的, 这是由于新中国初期开荒造田面积超过建设占用耕地面积, 使耕地逐年增加。而整个历史时期内的其它所有年份, 耕地面积

均呈不同程度的减少趋势,其中 1996~2003 年间减少速率最快。

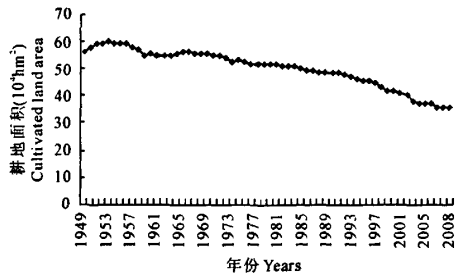


图 4 耕地面积变化趋势图

Fig.4 Changes trend of quantity cultivated land

3.2.2 耕地利用集约化明显 将建国以来咸阳地区粮食单产的统计数据绘制成曲线图,观察图 5 可知,粮食单产总体呈快速增长。从而可以断定这一指标所反映的耕地利用集约度是逐渐加强的。

另外,粮食单产呈阶段性波动增长,对曲线分阶段来看(表 1),粮食单产累计增加值在第Ⅲ阶段最大,累计增加 0.85,第Ⅱ阶段次之(累计增加 0.70),

第Ⅰ阶段最小,为 0.11。同时,粮食单产年均变化率在第Ⅱ阶段最大,年平均增加 0.11,第Ⅳ阶段次之(年平均增加 0.10),第Ⅰ阶段和第Ⅵ阶段最小。可见,农业在经过建国初期(第Ⅰ阶段)的恢复,粮食单产出现了大幅度持续提高,而在粮食单产提高到一定程度之后,受边际报酬递减规律制约,增加趋于平缓,耕地利用集约度(或强度)是先快速增强,后增强速度减慢。

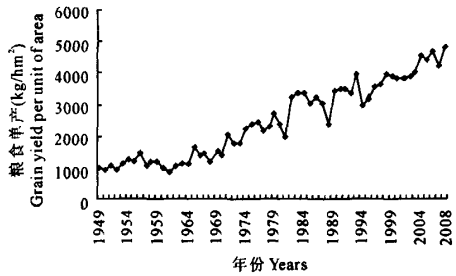


图 5 耕地利用集约度变化趋势图

Fig.5 Changes trend of intensity in cultivated land use

表 1 不同粮食生产阶段粮食单产累年变化率和年均变化率

Table 1 Total and annual growth rate of grain yield per unit area in different periods

项目 Item	I	II	III	IV	V	VI	VII
粮食单产累年变化率 Change rate of grain yield per unit area for years in succession	0.11	0.70	0.85	0.61	0.34	0.19	0.23
粮食单产年均变化率 Yearly average rate of change of grain yield per unit area	0.01	0.11	0.07	0.10	0.06	0.03	0.04

3.2.3 耕地利用程度呈波动性缓慢增加 根据对本地区耕地复种指数、粮耕指数及“玉米占秋粮总播种面积”3 项数据的统计,绘制成曲线图,观察图 6 中复种指数曲线的变化,其整体上是呈缓慢上升的。且在第Ⅰ增长阶段后几年及 1982 年以后的 4 个粮食增长阶段增加较快。这是由于,在建国初期,对很多被闲置耕地采取一系列措施加以利用,提高了复种指数;以及,1982 年土地联产承包责任制在本地区实施,再次提高了复种指数。

3.2.4 耕地利用类型结构向有利于粮食产量提高的方向发展 首先,从图 6 中明显可以观察到,玉米占秋粮播种面积百分比持续增加,第Ⅰ阶段呈线性增加,其后每一阶段内都呈波动增加。在咸阳地区粮食作物中,玉米和小麦播种最广泛,且都属于高产作物,而小麦单产又和粮食作物平均单产相当,对提高粮食单产贡献不大。相比之下,玉米单产高于秋

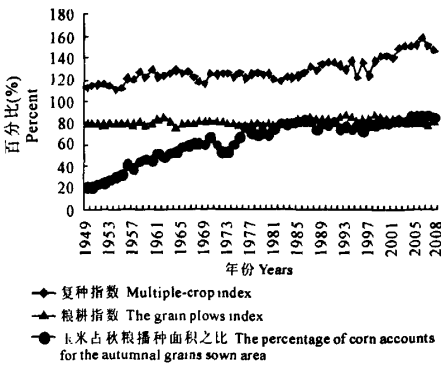


图 6 耕地利用程度及耕地利用结构变化趋势图

Fig.6 Change trends of the degree of utilization use structure of cultivated land

粮单产(图 7),始终高于粮食单产,对粮食单位面积产量拉动作用明显。因而,这种耕地利用类型结构

的变化是有利于粮食产量的增加。

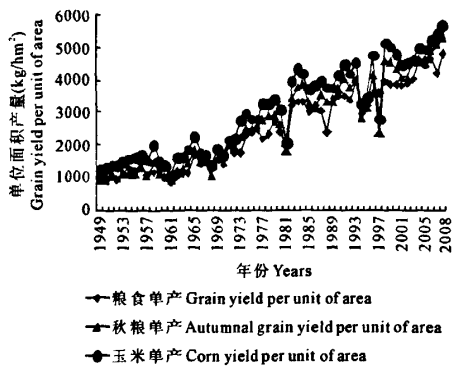


图 7 粮食、秋粮及玉米单产变化趋势图
Fig.7 Change trends of the total grain, autumn grain and corn yield per unit area

其次,从图 6 还可观察到,粮耕指数在平稳中略

显增加。这样,与经济作物相比,粮食作物在种植业结构中所占比例的增加,无疑对增加粮食产量有利。

4 耕地利用变化与粮食生产的相关性分析

在分析了粮食产量及耕地利用 4 因素的变化格局之后,为了解在粮食生产发展过程中耕地利用变化对其影响,还应分阶段对 4 个因素与粮食生产的相关性进行一一分析。本文运用 SPSS 15.0 软件对各时段粮食总产量与耕地利用 4 因素数据分别进行 Pearson 相关系数计算以及偏相关计算,统计结果见表 2 和表 4。其中, $R_{0i}(i = 1,2,3,4,5)$ 分别表示 X_0 变量与 X_i 变量($i = 1,2,3,4,5$)之间的 Pearson 相关系数,相应地, $R_{0i \cdot 1 \cdots i-1, i+1 \cdots 5}(i = 1,2,3,4,5)$ 表示在剔除了其它 4 个变量后, X_0 变量与 X_i 变量($i = 1,2,3,4,5$)之间的偏相关系数。

表 2 不同阶段耕地利用各因素与粮食总产量相关系数

Table 2 Correlative coefficients between the use of cultivated land and grain production in different periods

粮食生产阶段 Grain production in different periods	R_{01}	R_{02}	R_{03}	R_{04}	R_{05}
第 I 阶段 The first stage	0.213	0.187	0.175	0.578(*)	0.962(**)
第 II 阶段 The second stage	0.773(*)	0.197	-0.432	0.786(*)	0.996(**)
第 III 阶段 The third stage	-0.852(**)	0.448	-0.715(**)	0.506	0.987(**)
第 IV 阶段 The fourth stage	-0.764(*)	0.044	0.522	0.907(**)	0.955(**)
第 V 阶段 The fifth stage	-0.098	-0.037	0.21	0.631	0.977(**)
第 VI 阶段 The sixth stage	-0.672	0.903(**)	0.693	0.128	0.919(**)
第 VII 阶段 The seventh stage	-0.546	0.377(*)	-0.407	0.616	0.937(**)

注: * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关; ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。
Note: * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed); ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

横向比较表 2 中各时段粮食产量与耕地利用 4 因素的简单相关系数,得到各时期影响咸阳地区粮食总产量的前 3 位主要因素(见表 3)(去除了 $R_{0i} \leq 0.600$ 的变量),以便了解不同粮食生产历史时期,耕地利用各方面对粮食生产的贡献大小。

在第 I 粮食生产阶段,与粮食生产关系密切的是耕地利用集约度。在建国初期农业恢复和发展的国内大环境下,咸阳地区进行了农村土地改革和 3 年农业生产恢复,解放了农村生产力^[24]。努力改进作物品种、推广农业技术,并提出了增施肥料、深耕保墒、合理灌溉、选择良种、实行密植、防治病虫害 6 项技术等一系列加强耕地利用集约度的举措,以提高粮食单产,有效地增加了粮食产量。

第 II 粮食生产阶段,与粮食增产关系密切的是耕地利用集约化、粮食种植结构优化以及耕地面积增加。这一时期,在继续推进耕作技术以提高耕地

利用集约度的同时,随着水利事业的发展,秋粮尤其是玉米播种面积(图 6)及单产(图 7)不断扩增,成为拉动粮食单产的突出因素(见表 1,粮食单产年均变化率为 0.11),进而提高了粮食总产量。同时,这一时期耕地面积扩大(图 4),也成为本时期粮食增产的重要因素。

第 III 粮食生产阶段,与粮食生产关系密切的是耕地利用集约度、耕地面积及粮耕指数。本时期正值文化大革命,大量耕地被撂荒,耕地面积累计减少 8.0%;与此同时,这一时期,在农业生产向多样化转变的大环境下,使得粮耕指数也不同程度地减少,这两点都成为影响粮食生产的负因素。然而,本地区同时大兴农田水利建设,增建一批县办小化肥厂,扩大绿肥种植,改革耕作制度,加强了耕地利用集约度,很大程度上提高了粮食单产(见表 1,粮食单产累年变化率为 0.85),使农业生产减少了损失。

表 3 不同时段影响咸阳地区粮食总产量的前 3 位主要因素

Table 3 The fist three significant factors influencing grain production of Xianyang in different periods

时期(年) Period(year)	第一因素 The first factor	第二因素 The second factor	第三因素 The third factor
1949 ~ 1960	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	—	—
1961 ~ 1967	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	粮食种植结构 Grain crops structure	耕地面积 Area of cultivated land
1968 ~ 1980	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	耕地面积 Area of cultivated land	粮耕指数 The grain plows index
1981 ~ 1987	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	粮食种植结构 Grain crops structure	耕地面积 Area of cultivated land
1988 ~ 1994	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	粮食种植结构 Grain planter structure	—
1995 ~ 2001	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	耕地利用程度 The degree of land utilization	粮耕指数 The grain plows index
2002 ~ 2008	耕地利用集约度 The intensity of cultivated land use	粮食种植结构 Grain crops structure	—

第Ⅳ粮食生产阶段,与粮食产量关系密切的是耕地利用集约度、粮食种植结构及耕地面积。这一时期,农业生产进入全面发展时期,1982 年咸阳地区已基本实行了家庭联产承包为主的生产责任制^[16],再次解放了农业生产力,农业劳动力积极性得到极大释放,提高了粮食单产,促进了耕地的集约化利用。同时,玉米占秋粮播种面积百分比的年均增长率(见图 6)高达 2.38%,成为拉动粮食单产乃至粮食产量的有力因素。另外,这一时期,随着改革开放的到来,经济建设的需要使得耕地面积开始流失,耕地面积与粮食产量表现为负相关。

在第Ⅴ阶段,与粮食生产关系密切的是耕地利用集约度及粮食种植结构。随着农业产业结构和种植业结构的进一步调整,粮食尤其是玉米播种面积波动性增加,成为牵制粮食产量的重要因素。

在第Ⅵ阶段,与粮食产量相关性好的有粮食单产、复种指数及粮耕指数。首先,这一时期是陕西地区旱涝灾害频发时段,频繁的大旱灾害使得粮食单产及粮食播种面积波动巨大,从而,复种指数及粮耕指数对粮食产量的增加非常敏感,然而,这不应作为耕地利用的规律加以分析研究。与此同时,西部大开发战略在本地开始实施,使得大量耕地被占用,耕地面积也成为制约粮食产量增加的重要因素。

在第Ⅶ阶段,与粮食生产相关性较好的有耕地利用集约度、粮食种植结构。这一时期,在秋粮的单一化趋势影响下,玉米播种比率不断增大,有利于粮食生产。加之农业机械化的全面实施,加强耕地利用集约度,都成为粮食产量增加的增长点。而随着种植业结构的逐步调整,经济作物播种面积越来越

大,带来的粮耕指数减少成为制约粮食生产的新因素。同时,国家实施的减免农业税等一系列扶助农业举措,在一定程度提高了复种指数,以及西部大开发战略继续实施,不可逆转的城市化及耕地非农化趋势成为粮食生产的长期制约因素。所有这些耕地利用格局都成为目前及未来一段时期影响本地区粮食生产的新的推动力或制约因素。

纵观以上分析,同时结合各时段耕地利用 4 因素与粮食生产偏相关系数(见表 4),可以总结得到整个历史时期以来,在本地区粮食产量阶段性增长过程中,耕地利用的 4 因素对粮食生产的影响呈现出如下特点:

(1) 整个历史时期以来,不断地加强的耕地利用集约度始终是第一位的贡献因素。新的种植技术、不断加大的生产资料投入及农业机械化的实施等都使得粮食单产持续提高,成为拉动粮食产量递增的最主要因素。然而, R_{05} 和 $R_{05-1234}$ 呈减少趋势,说明依靠加强耕地利用集约度提高单产对增加粮食产量来说,是受到边际报酬递减规律制约的。

(2) 耕地利用广度对粮食产量的贡献作用减弱,二者互动效应不明显(R_{01} 减少为负并且绝对值减小),但对粮食生产的约束力增强,根据 $R_{01-2345}$ 总体上呈增大的趋势,尤其在最近三个时期耕地面积与粮食生产均表现出极强的偏相关性,这说明,随着耕地面积大幅度减少和农业生产技术快速发展,耕地面积成为制约粮食生产的重要因素。粮食总产量的进一步提高应在粮田面积大体稳定的基础上,通过提高单位面积产量达到的。

表4 不同阶段耕地利用各因素与粮食生产偏相关系数

Table 4 Partial correlative coefficients between the elements of cultivated land use and grain production in different periods

粮食增长阶段 Grain production in different periods	$R_{01-2345}$	$R_{02-1345}$	$R_{03-1245}$	$R_{04-1235}$	$R_{05-1234}$
第Ⅰ阶段 The first stage	0.971	0.976	0.839	-0.671	0.998
第Ⅱ阶段 The second stage	0.973	0.991	0.996	0.446	1
第Ⅲ阶段 The third stage	0.795	0.938	0.840	-0.616	0.999
第Ⅳ阶段 The fourth stage	0.292	0.992	0.935	0.772	1
第Ⅴ阶段 The fifth stage	0.979	0.741	0.935	0.906	0.927
第Ⅵ阶段 The sixth stage	0.986	0.998	0.980	0.954	0.993
第Ⅶ阶段 The seventh stage	0.998	0.999	0.993	0.973	1

(3) 受三农政策等一系列农业扶植政策的驱动,及耕地面积缩减的连带效应,耕地利用程度加强,与粮食生产相关性增强趋势凸显(R_{02} 在后两个时期逐渐增大)。另外, $R_{02-1345}$ 亦呈增大趋势,可见,加强耕地利用程度成为推动粮食生产的有效新动力。

(4) 耕地利用结构变化对粮食产量的贡献减弱(R_{03} 及 R_{04} 均呈减小趋势),然而其对粮食生产的约束力有增强的趋势,这是由于 $R_{03-1245}$ 及 $R_{04-1235}$ 均明显增加。这说明,无论是种植业结构的调整还是粮食作物种植结构的调整,对未来粮食产量的提高在空间和时间上都有其局限性。并且,在“压粮扩经”趋势下,这种耕地利用结构的变化对提高粮食生产的制约性也显现出来。

5 对策及建议

在世界性粮食危机面前,如何保持粮食生产长远而持续增长成为焦点问题。这就要求,在调整耕地利用格局上,本地区应着眼于粮食生产的以上规律,从以下3方面入手。

1) 在保持耕地面积相对稳定的基础上,依靠科技进步,增加物质和技术的投入,提高粮食单产,仍然是未来粮食增产的主要方向。在耕地集约利用程度普遍较高的情况下,粮食生产安全的保障应逐步由耕地集约利用水平的提升转向耕地面积的保护,这也是本地区实施“耕地冻结”^[25]令等一系列重大举措的科学依据。

2) 从根本上提高耕地复种指数,扩大农作物播种面积。根据范锦龙研究员研究成果^[26],耕地复种指数理论上还有很大的上升空间。因而,逐步解决制约耕地复种指数继续提高的瓶颈,进行土地制度创新以促进耕地经营使用权的合理流动,降低务农的机会成本以提高农民选择复种耕地的积极性^[27],提高耕地利用程度是我国也是本地区增加粮食产量

的未来之路。

3) 在种植业结构及粮食种植结构调整过程中,保证基本粮食需求的基础上,因地制宜地发展特色经济作物。以市场价格导向为主,并制定合理的政策,以保证粮食种植的比较效益^[28],是稳定粮食生产及确保粮食安全的现实途径。

参考文献:

- [1] Li Xiubin, Wang Xiuhong. Changes in agricultural land use in China: 1981—2000[J]. Asian Geographer, 2003, 22(1—2): 27—42.
- [2] 朱会义,李秀彬,辛良杰.现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示[J].自然资源学报,2007,22(6): 907—915.
- [3] 蒙吉军,傅在毅.我国耕地资源持续利用研究[J].地域研究与开发,1998,17(4): 32—36.
- [4] 余振国,胡小平.中国粮食安全与耕地的数量和质量关系研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(3): 45—49.
- [5] 闫慧敏,刘纪远,曹明奎.近20年中国耕地复种指数的时空变化[J].地理学报,2005,60(4): 559—566.
- [6] 李秀彬.中国近20年来耕地面积的变化及其政策启示[J].自然资源学报,1999,14(4): 329—333.
- [7] 刘成武,李秀彬.1980年以来中国农地利用变化的区域差异[J].地理学报,2006,61(2): 139—145.
- [8] 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,2001,4(16): 313—319.
- [9] 陈百明,周晓萍.中国近期耕地资源与粮食综合生产能力变化态势[J].资源科学,2004,26(5): 38—45.
- [10] 王鹏.江西上饶县农业结构调整与土地利用变化分析[J].资源科学,2004,26(2): 115—122.
- [11] 邵晓梅.区域土地利用变化及其对粮食生产影响分析——以山东省为例[J].地理科学进展,2003,22(1): 30—37.
- [12] 邹健,龙花楼.改革开放以来中国耕地利用与粮食生产安全格局变动研究[J].自然资源学报,2009,24(8): 1366—1377.
- [13] 范建刚.1983—2004年陕西粮食产量与主要投入要素的灰色关联分析[J].干旱地区农业研究,2007,25(3): 209—212.
- [14] 严丽坤.相关系数与偏相关系数在相关分析中的应用[J].云南财贸学院学报,2003,19(3): 78—80.
- [15] 聂树人,秦关民.咸阳市地理志[M].陕西人民出版社,1987: 1—261.

- [16] 陕西省咸阳市统计局. 咸阳辉煌五十年[R]. 咸阳: 咸阳市统计局, 1999: 116—156.
- [17] 陕西省统计局. 陕西省统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998—2007.
- [18] 咸阳市统计局. 咸阳市统计年鉴[R]. 咸阳: 咸阳市统计局, 1997: 1998—2003.
- [19] 咸阳市国土资源局. 咸阳市 2008 年度土地利用变化情况分析报告[OB/OL]. <http://www.xygzyj.gov.cn/adin/pub/newsshow.asp?id=1076422&chid=100752>. 2009-7-22.
- [20] 咸阳兴农网. 咸阳市 2008 年秋粮作物产量预报[OB/OL]. <http://www.xyxnw.com/xnwnews/newscontent.asp?newsindex=193>. 2008-5-28.
- [21] 麻志周. 我国耕地保护与粮食安全[J]. 国土资源, 2004, (11): 20—22.
- [22] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 36—46.
- [23] 《陕西历史自然灾害简要纪实》编委会. 陕西历史自然灾害简要纪实[M]. 北京: 气象出版社, 2002: 28—80.
- [24] 《中国农业全书》总编委会. 中国农业全书(陕西卷)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 78—223.
- [25] 杨 乐. 陕西省国土资源厅“冻结”渭滨区和秦都区用地[N]. 陕西日报, 2009-04-24.
- [26] 范锦龙, 吴炳方. 基于 GIS 的复种指数潜力研究[J]. 遥感学报, 2004, (6): 637—644.
- [27] 陈善毅. 我国耕地复种指数继续提高的瓶颈和对策[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(21): 6560—6561.
- [28] 蔡运龙, 傅泽强, 戴乐阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控[J]. 地理学报, 2002, 57(2): 128.

Analysis of correlations between cultivated land use change factors and grain production since the founding of PRC in Xiangyang

GUO Yi¹, ZHAO Jing-bo^{1,2}

(1. College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, CAS, Xi'an, Shaanxi 710075, China)

Abstract: On the basis of the total grain yield computation model, we analyzed 4 factors of cultivated land use, then computed the correlative coefficients and partial coefficients between the grain yield and the area, the degree of utilization, the use structure and intensity change in cultivated land use by using correlation analysis method in various periods. Based on the results of analysis, we discussed the effects of cultivated land use on grain production. The results show that: (1) The intensity change in cultivated land use is the most remarkable factor from beginning to end, but the influence tends to weaken slowly; (2) The influence of the area of cultivated land has the weakening tendency, comparatively, the binding force to grain yield is strengthening with farming land decreasing dramatically and the rapid development of technology in agricultural production; (3) The relation between grain yield and the degree of land utilization is closer, and it is possible to increase grain production by strengthening the degree of land utilization; (4) The changing of land use structure influences grain yield less, however, the corresponding conditionality is enhancing.

Keywords: grain productive; cultivated land use; correlation analysis; Xianyang