

黑龙江省宝泉岭垦区粮食生产动态分析与预测

李国凤, 宋 戈

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

摘 要:保持一定数量的耕地资源是实现区域粮食安全的重要保障。以黑龙江省宝泉岭垦区为研究区,从耕地压力角度出发,采用耕地压力指数模型,基于商品粮基地具有向国家提供商品粮的特殊地位,综合考虑国家粮食安全和区域粮食安全的关系,对 1989—2008 年宝泉岭垦区耕地与粮食生产状况进行了分析,运用时间序列、灰色系统模型及 DPS 数据处理系统软件,对 2011—2020 年宝泉岭垦区的粮食安全状况进行了预测。结果表明:20 a 来宝泉岭垦区粮食一直处于安全状态,宝泉岭垦区粮食安全动态变化情况大致分为三个不同阶段:1989—2000 年耕地压力指数波动上升,2001—2003 年耕地压力指数下降,2004—2008 年耕地压力指数波动上升。在未来 10 a,在满足商品率为 91% 的条件下,年末总人口、耕地面积、粮食总产量逐年增加,耕地压力指数持续降低,在满足区域粮食安全的基础上,粮食商品率有很大的提升空间。最后,提出继续加强政策支持力度、依靠科技进步、严格保护耕地等建议以进一步提高宝泉岭垦区的粮食生产能力。

关键词:耕地变化; 粮食安全; 耕地压力指数; 宝泉岭垦区

中图分类号:F326.11

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0223-05

Grain Production Dynamic Analysis and Prediction of Baoquanling Reclamation in Heilongjiang Province

LI Guo-feng, SONG Ge

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Keeping a certain quantity of cultivated land resources is an important guarantee of achieving regional food security. The state of grain production with the model of cultivated land pressure index from the perspective of cultivated land pressure in Baoquanling reclamation was analyzed from 1989 to 2008. It also forecasted the state of food security in the years from 2011 to 2020 by using the time series, the grey method and the tools of DPS. Results showed that Baoquanling Reclamation Area has been in food security state in recent 20 years. Dynamic changes of food security in Baoquanling Reclamation Area can be divided into three stages: gradual rise of cultivated land pressure index from 1989 to 2000, decrease from 2001 to 2003 and gradual rise from 2004 to 2008. In the coming 10 years, under the condition of commodity rate of 91%, total population of the end of year, cultivated land area, grain output will rise year by year, cultivated land pressure index will decline continually and the commodity rate of food will have much more room for improvement. At the end, the paper proposed suggestions on strengthening policy support, depending on scientific support and protecting cultivated land strictly to increase grain production ability of Baoquanling Reclamation Area.

Key words: cultivated land change; food security; cultivated land pressure index; Baoquanling reclamation area

粮食安全问题关系到国计民生,是国家发展和社会稳定的前提^[1]。耕地是土地资源的精华,其数量和质量的变化必将引起粮食产量的波动,从而影响到粮食安全水平^[2]。20 世纪 90 年代以来,随着我国人口

不断增加、经济快速发展和城镇化建设步伐不断加快,粮食供求关系和生产格局都发生了巨大变化^[3-4]。因此,选用科学的方法,客观合理地评价区域粮食安全至关重要。目前,学术界关于粮食安全的研究大多

收稿日期:2011-11-04

修回日期:2012-01-12

资助项目:国家自然科学基金(41071346);黑龙江省青年学术骨干项目(1154G45)

作者简介:李国凤(1987—),女,内蒙古宁城人,硕士研究生,主要研究方向为土地利用。E-mail:cleverguoguo@126.com

通信作者:宋戈(1969—),女,黑龙江庆安人,教授/博导,博士/博士后,主要研究方向为土地利用。E-mail:songgelaoshi@163.com

局限于定性分析^[6-9],或用主观性较强的简单的数理统计方法进行分析^[10-12],且多集中于经济发达但耕地资源紧张的东南地区^[13-15],对于粮食生产能力较强的垦区研究较少。

黑龙江垦区是中国三大垦区之一,是我国重要的商品粮生产基地,不但要保证区域内食物的需求,还肩负着保障国家食物供给水平的重任。改革开放 30 a,黑龙江省垦区粮食综合生产能力实现跨越式发展,累计生产粮食 1 796 亿 kg,累计向国家交售商品粮 1 380 亿 kg,分别是改革开放前 33 a(1949—1978 年)累计总和的 6.20 倍和 10.2 倍^[5]。2006 年 12 月 28 日,黑龙江省委出台的政策(黑发[2006]30 号)强调,“要把支持垦区加快发展列入黑龙江省委、省政府重要工作日程,切实加强对垦区工作领导。要支持垦区完善农业综合配套体系建设,积极争取国家有关部门对垦区发展给予支持,为垦区加快发展创造有利条件”;2008 年,黑龙江省开展了千亿斤粮食产能工程,垦区起着关键性的作用;2009 年,国务院(中发[2009]1 号)提出,“发挥国有农场在建设现代农业、保障国家粮食安全等方面的积极作用。”因此,开展黑龙江省垦区粮食安全问题研究,对于推进黑龙江省千亿斤粮食工程和维护国家粮食安全具有重要意义。

粮食安全是一个非常复杂的问题,简单的相关分析或以粮食总产量代表粮食安全只能计算出区域粮食生产能力,不能全面、准确地反映出耕地、人口与粮食安全的关系。耕地压力指数模型科学、合理,还反映了粮食安全与确保粮食安全的耕地之间的关系^[16]。鉴于此,本研究采用耕地压力指数模型,基于商品粮基地具有向国家提供商品粮的特殊地位,综合考虑国家粮食安全和区域粮食的关系,对宝泉岭垦区 1989—2008 年粮食安全状况进行动态分析,运用时间序列和灰色预测模型预测宝泉岭垦区未来 10 a 的粮食安全状况,以期对区域粮食产业布局、农业可持续发展提供参考,为其他地区科学度量粮食安全状况提供科学依据。

1 研究区概况

宝泉岭垦区位于黑龙江省东北部,黑龙江和松花江汇合的三角地带。东经 129°25′—130°26′,北纬 46°23′—47°54′,垦区土地面积 6 115 km²,辖宝泉岭、新华、二九〇、绥滨、江滨、军川、名山、延军、共青、普阳、汤原、依兰、梧桐河 13 个国营农场。宝泉岭垦区是黑龙江省农垦总局所属 9 个垦区中最大的垦区,耕地占全垦区总面积的 1/7。1989—2008 年宝泉岭垦区耕地总面积由 27.28 万 hm² 增长到 31.75 万

hm²,粮食单产由 2 214.07 kg/hm² 增加到 7 247.85 kg/hm²。截至 2008 年末,宝泉岭垦区总人口 20.97 万人,耕地总面积 31.75 万 hm²,耕地复种指数达到 0.99。宝泉岭垦区粮食总产量于 2006 年突破 200 万 t,到 2009 年已经达到 252.70 万 t^[17],为提高粮食综合生产能力,确保国家粮食安全做出了突出贡献。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源

本研究数据来源于《黑龙江垦区统计年鉴》(1990—2009)、《黑龙江省国民经济和社会发展统计公报》(1989—2008)和黑龙江省垦区统计部门的相关统计资料等。

2.2 研究方法

采用最小人均耕地面积及耕地压力指数模型^[18-19]、灰色系统 GM(1,1)预测模型^[20]及时间序列分析中的平滑预测法^[21],结合 DPS 数据处理系统软件,对 1989—2008 年宝泉岭垦区耕地面积、粮食产量、人口数量、最小人均耕地面积和耕地压力指数等数据进行分析,并预测它们的变化趋势。

(1) 最小人均耕地面积:是指在一定区域范围内、一定食物自给水平和耕地生产力条件下,为了满足人口正常生活的食物消费所需的耕地面积。最小人均耕地面积是食物自给率、食物消费水平、耕地生产力水平等因子的函数,计算公式为:

$$S_{\min} = \beta \frac{G_r}{pqk} \quad (1)$$

式中: S_{\min} ——最小人均耕地面积(hm²/人); β ——区域粮食自给率(%); G_r ——人均粮食需求量; p ——区域粮食单产(kg/hm²); q ——食物播种面积占总播种面积的比重(%); k ——复种指数(%)。

(2) 耕地压力指数:最小人均耕地面积与实际人均耕地面积之比,如下式:

$$K = S_{\min} / S_a \quad (2)$$

式中: K ——耕地压力指数; S_{\min} ——最小人均耕地面积(hm²/人); S_a ——实际人均耕地面积(hm²/人)。

耕地压力指数可以衡量一个地区耕地资源的稀缺和冲突程度,给出耕地保护的阈值,可作为耕地保护的调控指标,也是测度粮食安全程度的指标。即当 $K < 1$ 时,实际人均耕地面积大于最小人均耕地面积,表明耕地生产力的供给水平能够满足人们的粮食消费水平;当 $K = 1$ 时,粮食供需平衡;当 $K > 1$ 时,实际人均耕地面积没达到最小人均耕地面积的要求,粮食安全受到威胁,此时需要执行最严格的耕地保护制度。

(3) 时间序列:也叫时间数列或动态数列,是通过分析要素(变量)随时间变化的历史过程,揭示其发展变化规律,并对其未来状态进行预测。其中最常用的就是平滑预测法。

(4) 灰色系统 GM(1,1)模型:是通过对原始数据的处理,发现掌握系统发展规律,对系统的未来状态作出科学的定量预测。统计预测要求有足够的样本和充分的数据,还需要符合典型分布。灰色系统预测模型对数据要求不高,更不需要典型分布,且实践证明其预测精度比较高。可用于近期、中长期预测,特别适合于土地利用方面的预测。

3 耕地、人口、粮食和耕地压力指数动态分析

3.1 耕地面积的动态变化

1989年以来,宝泉岭垦区耕地资源总量变化总体上呈上升趋势(图1)。耕地面积由1989年的27.28万 hm^2 增加到2008年的31.75万 hm^2 ,增加了4.47万 hm^2 ,年平均增长2352.63 hm^2 。耕地面积变化大致分为三个不同的阶段。第一阶段是1989—1999年,这一阶段耕地面积缓慢增长,10a间增长了1.66万 hm^2 ,主要原因是黑龙江省开展土地综合开发和山水田林路综合治理,但非农建设用地的增加,使耕地面积增加速度缓慢;第二阶段是1999—2003年,这一阶段耕地面积减少了8443.00 hm^2 ,其主要原因是农业结构内部调整,实行生态退耕及建设占用耕地;第三阶段是2003—2008年,这一阶段耕地面积增加了3.67万 hm^2 ,特别是2003—2004年1a间耕地面积增加1.56万 hm^2 ,达到20a来的最高值。主要是因为黑龙江垦区实行了“撤队建区和土地复垦”改革工作,促使宝泉岭垦区耕地面积增加。另外,宝泉岭垦区坚持“节流、挖潜、开源”三项措施,保证垦区耕地稳中有增。一是抓好节流,严格控制新增建设用地规模,二是抓好挖潜,盘活存量土地,三是抓好开源,加大土地整理复垦力度。

3.2 人口数量的动态变化

1989—2008年宝泉岭垦区人口数量变化可以分为两个阶段(图1)。第一阶段是1989—1997年,这一阶段人口逐年减少,8a间人口减少了6504人,这是由这一阶段宝泉岭垦区人口自然增长率逐年下降引起的;第二阶段是1997—2008年,这一阶段人口波动增加,由1997年的20.62万人增加到2008年的21.41万人,年均增加718.18人。

3.3 粮食产量的动态变化

粮食产量年际波动较大,总体呈现出上升趋势(图1)。由1989年的52.22万t增长到2008年的230.14万t,年均增长9.36万t。其中,2000年粮食大幅减产,主要是由于农业结构内部调整,经济作物播种面积上调,粮食作物面积减少,从而导致粮食总产量减少;2003年粮食大幅减产主要是干旱少雨造成的。

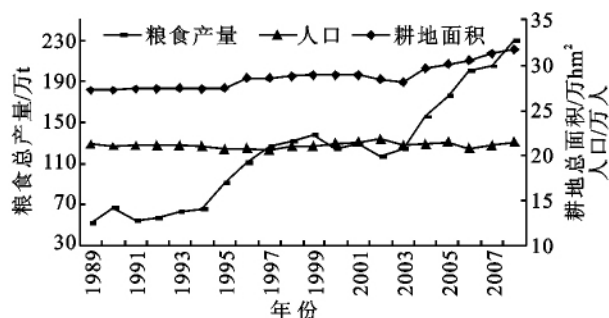


图1 1989—2008年宝泉岭垦区耕地面积、人口数量和粮食产量动态变化

3.4 耕地压力指数动态变化分析

宝泉岭垦区是我国粮食生产基地,人均粮食占有量较高,本研究以上交商品粮之后的余粮作为模型中的区域内部粮食产量,以人均食物需求量为500 kg/人^[22],计算得出宝泉岭垦区1989—2008年的 S_{\min} 值和 K 值(图2)。

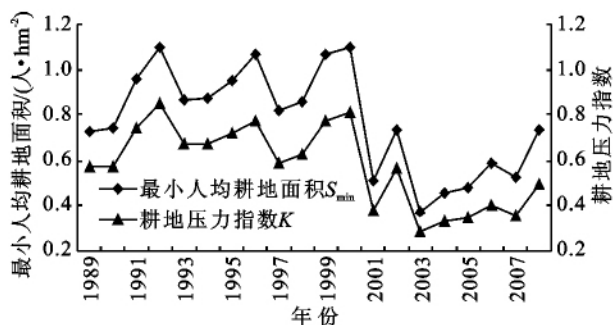


图2 1989—2008年宝泉岭垦区最小人均耕地面积和耕地压力指数变化

通过对黑龙江省宝泉岭垦区1989—2008年最小人均耕地面积和耕地压力指数变化分析发现,耕地压力指数一直小于1,即宝泉岭垦区一直处于粮食安全状态。20a间研究区粮食安全水平各不相同,耕地压力指数总体呈现波动下降趋势。依据计算结果,1989—2008年宝泉岭垦区粮食安全动态变化情况大致分为3个阶段:

1989—2000年,宝泉岭垦区的耕地压力指数呈波动上升趋势,特别是1992年达到了20a来的最高点,耕地压力指数为0.85。黑龙江省正处于土地综合开发和山水田林路综合治理阶段,但由于非农建设

用地的增加,耕地面积增加速度缓慢,同时粮食生产稳步增长,商品率逐年提高,由 1989 年的 58.73% 提高到 2000 年的 88.76%,为国家提供了越来越多的商品粮。垦区留粮则逐年减少,导致耕地压力指数增大,粮食安全虽然能够得以保障,但有危险的趋势。

2001—2003 年耕地压力减小。2000 年由于农业结构内部调整减少了粮食作物播种面积,致使粮食作物大幅减产,同时国家正在实行的退耕还林政策使耕地面积减少从而间接影响了粮食产量;2002 年粮食大幅减产,主要是干旱少雨等自然因素造成的,理论上这一时期的耕地压力指数应该是增大的。由于地区保护,2003 年宝泉岭垦区留粮达到 20 a 来的最高值,为 41.37 万 t,导致垦区内部耕地压力指数 K 值减小,但是从国家层面上看,宝泉岭垦区向国家提供的商品粮大幅减少,由 1999 年的 124.34 万 t 减少到 2003 年的 83.90 万 t,商品率明显降低,由 1999 年的 89.62% 下降到 2003 年的 66.97%,这表明应加强抵御自然灾害的能力,在保障商品率不降低的前提下,减小区域内部耕地压力,为国家粮食安全做出更大的贡献。

2004—2008 年,耕地压力指数波动上升。2006 年开始,黑龙江省政府出台政策积极争取国家有关部门支持垦区发展,国务院也对国有农场给予高度重视,商品率持续大幅上升,到 2008 年商品率达到 90.16%,为 20 a 的最高值。但在垦区内部,耕地压力指数达到了 0.494 9,建议继续加大政策支持力度、严格保护耕地、依靠农业科技进步,提高宝泉岭垦区的粮食生产能力。

4 商品率约束下宝泉岭垦区粮食安全趋势预测

4.1 粮食安全影响因子变化趋势预测

根据灰色系统原理和方法,借助 DPS 数据处理系统,把宝泉岭垦区 1989—2008 年耕地及粮食产量变化数据带入灰色模型 GM(1,1)中进行计算,得出耕地面积、粮食总产的拟合方程:

$$x(t+1)=-10.50877\exp(-0.100424t)+11.253675$$

$$x(t+1)=-259.444202\exp(-0.113878t)+274.210284$$

对模型进行后验差检验:方差比 $C=0.293\ 5$, $0.262\ 1$,小误差概率 $P=1.000\ 0$,效果较好。用平滑预测法对人口进行预测,经计算所得的数据与原始数据的误差显示,滑动平均法的计算结果优于移动平均法,其中,三点滑动平均的计算结果与原始数据的误差最小。因此,用三点滑动平均法进行预测,预测模型如下:

$$y_t=\frac{1}{2l+1}[y_{t-l}+y_{t-(l-1)}+\cdots+y_{t-1}+y_t+y_{t+1}+\cdots+y_{t+l}]$$
 (3)

式中: y_t —— t 点的滑动平均值; l ——单侧平滑时距(点数)。当 $l=1$,则上式称为三点滑动平均,计算公式为:

$$y_t=\frac{(y_{t-1}+y_t+y_{t+1})}{3}$$
 (4)

经过上述方法对宝泉岭垦区人口数量、耕地面积、粮食产量进行预测,预测结果见表 1。

表 1 2011—2020 年宝泉岭垦区人口、耕地、粮食产量、最小人均耕地面积和耕地压力指数预测

年份	年末总人口/万人	耕地面积/万 hm^2	粮食总产量/万 t	最小人均耕地面积/ hm^2	耕地压力指数 K
2011	21.2270	31.3885	283.1002	0.6521	0.4410
2012	21.2287	31.6569	297.7038	0.6277	0.4210
2013	21.2305	31.9307	312.3075	0.6010	0.3996
2014	21.2322	32.2098	326.9111	0.5789	0.3816
2015	21.2339	32.4939	341.5148	0.5539	0.3620
2016	21.2356	32.7830	356.1184	0.5357	0.3470
2017	21.2373	33.0770	370.7221	0.5206	0.3342
2018	21.2391	33.3756	385.3257	0.5008	0.3187
2019	21.2408	33.6788	399.9294	0.4893	0.3086
2020	21.2425	33.9865	414.5330	0.4772	0.2951

4.2 耕地压力指数预测

根据耕地压力指数模型,按人均食物需求量为 500 kg/人,粮食商品率为 91% 计算,可得到 2011—2020 年宝泉岭垦区的最小人均耕地面积和耕地压力指数(表 1)。

预测结果显示,未来 10 a,宝泉岭垦区年末总人口、耕地面积、粮食总产量逐年增加,最小人均耕地面

积和耕地压力指数将持续降低,到 2020 年,人均粮食产量将增至 19 514.32 kg/人,耕地压力指数可降至 0.30。说明 2011—2020 年宝泉岭垦区粮食产需差距会进一步缩小,耕地面积能够保证粮食生产安全。在这种情况下,可以大力调整农业内部种植结构,实施退耕还林还草以改善生态环境,甚至可以让耕地休闲。视经济社会发展对耕地需求情况,可适度将耕地

转换为其它用途以满足工业化、城市化对土地的需求。同时说明宝泉岭垦区粮食商品率有很大的提升空间,也可以通过提高粮食商品率,为保障国家粮食安全作出更大的贡献。

5 结论

本文采用耕地压力指数模型,对宝泉岭垦区1989—2008年粮食安全状况进行动态分析,运用时间序列、灰色预测及DPS数据处理系统软件,对宝泉岭垦区未来10a的粮食安全状况进行预测。得出宝泉岭垦区20a间粮食安全水平各不相同,耕地压力指数呈波动下降趋势。粮食商品率对区域内粮食安全影响很大。在未来10a,在保证商品率为91%的条件下,宝泉岭垦区年末总人口、耕地面积、粮食总产量逐年增加,最小人均耕地面积和耕地压力指数持续降低。

本研究是在对耕地面积、人口和粮食产量动态分析的基础上对耕地压力指数进行预测,预测结果具有一定的参考价值。但由于GM(1,1)模型是根据耕地变化的趋势来预测未来的耕地面积,对政府政策及经济发展速度等因素考虑较少,具有一定的局限性,因而在预测方法上尚需不断完善。另外,本文只对黑龙江省宝泉岭垦区粮食安全状况进行了时间上的度量与分析,粮食安全的空间格局差异有待于进一步探讨。

参考文献:

- [1] 李玉平. 河南省粮食生产与耕地变化的分析及预测[J]. 地域研究与开发, 2007, 26(3): 96-98.
- [2] 刘彦随, 郑伟元. 中国土地可持续利用论[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] 鲁奇, 吕鸣伦. 五十年代以来我国粮食生产地域格局变化趋势及原因初探[J]. 地理科学进展, 1997, 16(1): 31-36.
- [4] 殷培红, 方修琦, 马玉玲. 21世纪初我国粮食供需的新空间格局[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 625-631.
- [5] 黑龙江省农垦总局统计局. 黑龙江垦区统计年鉴[R]. 北京: 中国统计出版社, 1990—2009.
- [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] 曾科军, 陈逸, 高中贵, 等. 长江三角洲土地利用变化与粮食安全分析[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(6): 58-61.
- [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] 张群生. 贵州省耕地人口及粮食安全研究[J]. 安徽农业通报, 2010, 16(15): 11-12.
- [10] 吕晓虎, 赵景波. 陕西省粮食安全定量评价研究[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(2): 219-225.
- [11] 张金鑫, 穆兴民, 王飞, 等. 榆林市耕地资源与粮食安全研究[J]. 水土保持研究, 2009, 16(2): 160-164.
- [12] 石淑芹, 陈佑启, 姚艳敏, 等. 中国区域性耕地变化与粮食生产的关系研究[J]. 自然资源学报, 2008, 23(3): 361-368.
- [13] 姚鑫, 杨桂山, 万荣荣. 昆山市耕地变化和粮食安全研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 148-152.
- [14] 鲁春阳, 杨庆, 媛文枫. 重庆市耕地与粮食生产动态变化研究[J]. 农机化研究, 2010(9): 12-15.
- [15] 汤进华. 湖北省耕地变化与粮食生产的特征分析[J]. 水土保持通报, 2010, 30(2): 79-82.
- [16] 李玉平, 蔡运龙. 区域粮食安全状况测算方法研究: 以河北省为例[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(8): 159-164.
- [17] 黑龙江省农垦总局统计局. 黑龙江省农垦总局2010年国民经济和社会发展统计公报[Z], 2010.
- [18] 蔡运龙, 傅泽强, 戴尔阜. 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): 127-134.
- [19] 李玉平, 蔡云龙. 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): 466-470.
- [20] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [21] 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.
- [22] 郭巍, 宋戈. 基于粮食安全的黑龙江省耕地压力动态变化定量分析[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(2): 47-51.