

过去 50 年吉林省玉米带玉米种植面积 时空变化及其成因分析

王宗明¹, 于 磊², 张 柏¹, 宋开山¹

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012

2. 山东理工大学资源与环境工程学院, 山东 淄博 255049)

摘要: 吉林省中部的玉米带现已成为中国重要的商品粮基地。建国以来, 玉米种植面积的时空分布发生了很大变化。过去 50 年间, 吉林省中部玉米带的玉米种植面积占呈波动增加趋势, 并在 1996 年达到最高值, 1997 年后又开始下降; 1980 年以后, 即吉林省中部玉米带大规模产业化发展以后, 玉米种植重心向东移动。对于玉米种植面积变化的原因分析表明, 政策引导、农业科技和以及与其它作物的经济收益比较优势是非常重要的驱动因素。另外, 近些年吉林省玉米带年平均气温明显增加, 冬季和春季增温较多, 玉米带的玉米种植面积呈现出随气温增加而线性增加的趋势。

关 键 词: 玉米种植面积; 驱动因素; 气候变化; 吉林省玉米带

中图分类号: F323.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2006)03-0299-07

种植结构的演变与农作物品种的改变、气候变迁、土壤水质环境以及种植习惯等因素密切相关^[1], 研究其演变过程及主要影响因素, 对于指导农业生产、实现区域农业与社会经济可持续发展具有现实意义^[2,3]。吉林省位于世界著名的“黄金玉米带”上, 是中国重要商品粮基地, 玉米种植面积每年在 $200 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 左右, 占全省农作物种植面积的一半以上。吉林省中部玉米带是中国玉米种植的重要区域, 玉米种植也是该区域内农民收入的主要来源。本文试图通过分析吉林省玉米带过去 50 年玉米种植面积时空变化以及主要影响因素, 为认识中国重要农业区农业种植结构的变化以及制定对策提供依据。

1 吉林省玉米带概况与数据来源

吉林省玉米带位于吉林省中部, 属于松嫩平原一部分(图 1)。包括长春和四平等 11 个市县, 面积 $3.49 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区地带性土壤为黑土和黑钙土, 年均降水量 480~600 mm, $> 10^\circ\text{C}$ 积温 2 850~3 150 $^\circ\text{C}$, 无霜期 130~150 天。这里雨热同季, 夏季高温湿润, 昼夜温差大, 光热资源丰富, 土地平

坦, 土壤肥沃, 非常适合玉米的生长发育, 有利于玉米的高产稳产。如今, 该地区已逐渐形成了中国以玉米为主的商品粮基地。得天独厚的自然条件和先进的玉米科学技术造就了闻名中外的吉林玉米带^[4,5]。

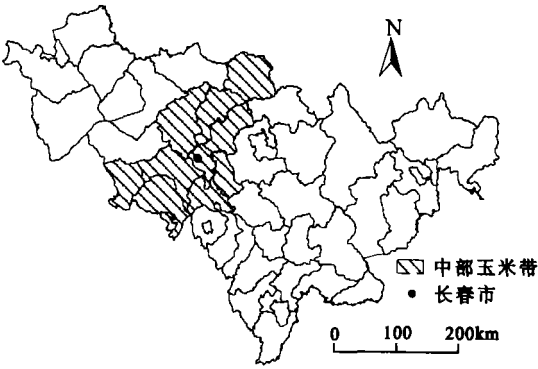


图 1 玉米带在吉林省的位置

Fig 1 Location of maize belt in Jilin Province

实际上, 从 19 世纪下半叶到 20 世纪 30 年代之间近 50 年的时间里, 长春及其周边地区一直是东北地区最大的大豆集散地。从 1917~1920 年 4

收稿日期: 2004-12-22 修订日期: 2005-06-27
基金项目: 国家自然科学基金项目(40401003)、吉林省生态恢复与生态系统管理重点实验室开放课题基金项目(DS2004-03)、中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-19)。
作者简介: 王宗明(1976-), 男, 内蒙古赤峰人, 博士, 副研究员, 从事生态遥感与生态系统模型研究。E-mail: zongmingwang@neigae.ac.cn

年间,共出口大豆 204×10^4 t 是国际上著名的“豆城”。1949年以后,玉米带所在地区玉米种植面积开始逐渐增加,1979年美国《农业》杂志主编来中国考察,提出了在东北发展玉米带的建议,被国务院采纳。从此,一条覆盖长春地区向南延伸到四平市的东北玉米带引起全世界的关注。

本文中所用气象资料来自“中国自然资源数据库”^①,统计资料来自《吉林农网》^②和吉林省统计年鉴(1999~2001)^[6-8]。

2 吉林省玉米带玉米种植面积时空动态分析

2.1 吉林省和中部玉米带玉米种植面积变化趋势

吉林省全省及中部玉米带粮食作物种植面积和玉米种植面积的变化见图 2。

从图 2a可以看出,对于吉林省全省而言,总体

上玉米种植面积波动增加,自从 1960 年开始一直稳定在 100×10^4 hm² 以上,1996 年达到了最高,为 245.68×10^4 hm²。而玉米的种植面积占粮食作物种植总面积的比例也同样稳步上升,在 1993 年有所下降,1996 年达到 69.97%,为历史最高水平;而且该比例与年份的线性相关关系很好 (R^2 达到了 0.9014)。

对于吉林省中部玉米带,玉米种植面积总体呈波动增加趋势,而且从图 2b 中可以看出,在 1970、1975 年两处变化比较剧烈,1996 年达到最高,为 124.36×10^4 hm²,占玉米带当年粮食作物总种植面积的 79.45%,占全省当年玉米种植面积的 1/2 以上。玉米种植面积占粮食作物总种植面积的比例也呈明显的增加趋势,该比例曲线图 1970 年斜率增大,而且在 1996 年达到最高值,从 1997 年开始下降,到 2000 年又达到 20 世纪 90 年代初的水平。

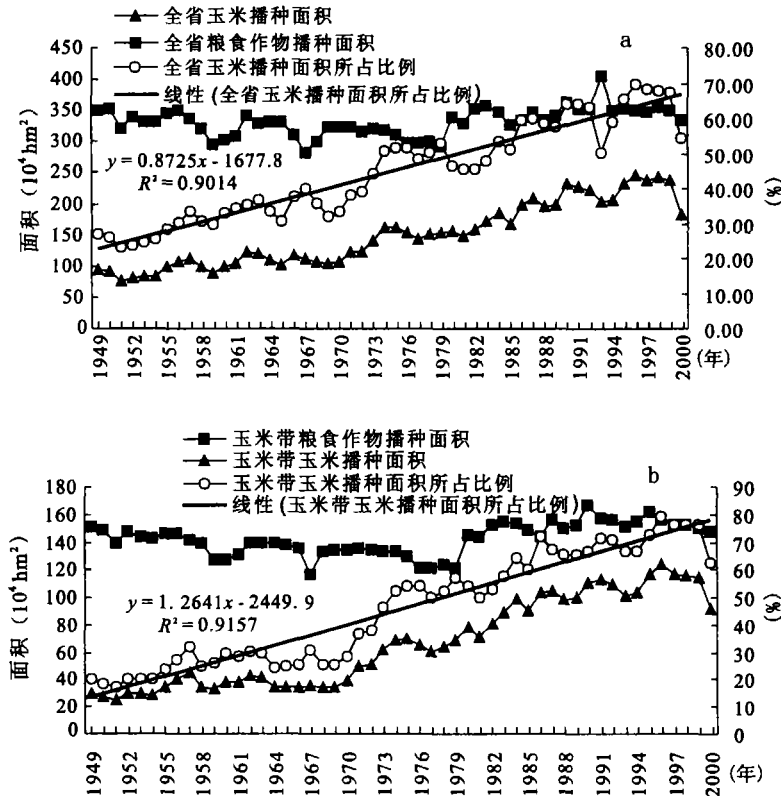


图 2 吉林省全省 (a) 和中部玉米带 (b) 玉米种植面积与粮食作物种植面积变化曲线

Fig. 2 Change in ratios of sown area of maize to that of grain in Jilin Province and maize belt in central part

2.2 玉米带玉米种植比例的空间变化

玉米带各县市玉米种植面积折线图见图 3。

另外,为直观地表达玉米带玉米种植比例的空间位移,本文将 1950、1960、1970、1980、1990、2000 年各

① 吉林农网 <http://www.jlagri.gov.cn/>

② 中国自然资源数据库 <http://www.naturalresources.csdn.cn/>

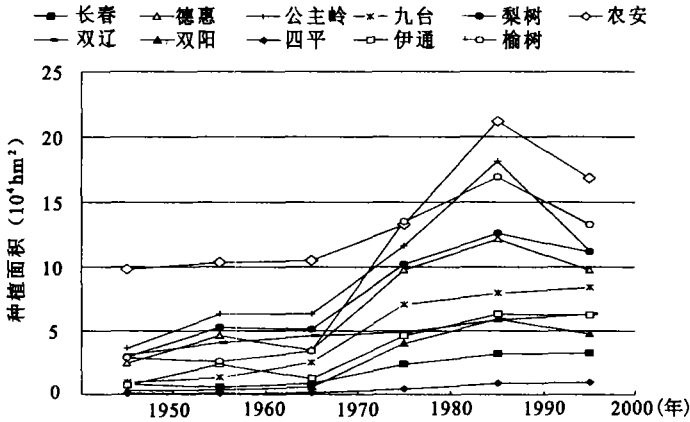


图 3 吉林省玉米带各县市玉米种植面积 (1950~2000)

Fig 3 Maize sown area of different counties in maize belt in Jilin Province from 1950 to 2000

年各县市的玉米种植面积做成点状图 (图 4), 以点的多少表示种植面积多少, 以分析随着时间的变动, 种植面积的多少是否有空间的变动。

1950年玉米带西部的农安、公主岭、梨树和双辽、榆树、德惠 6 县市种植面积较大, 都在 $2 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上, 而东部的九台、长春、伊通、双阳、四平 5

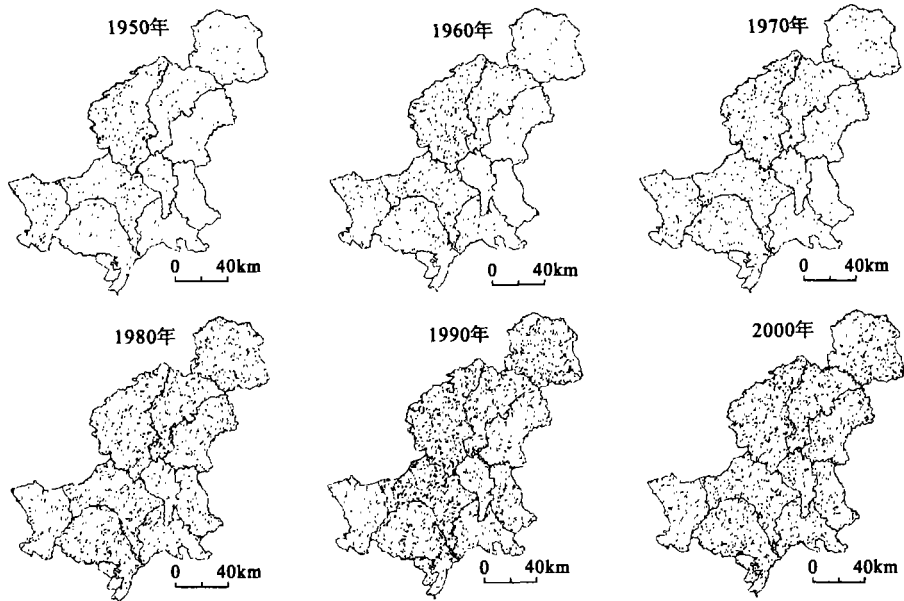


图 4 吉林省玉米带玉米种植空间布局的变化

Fig 4 Change in spatial pattern of maize sown area in maize belt of Jilin Province

县市则在 $1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以下, 四平面积最小, 为 400 hm^2 。到 1960 年, 西部的公主岭、双辽两县市持续增加, 而中东部德惠、伊通增加较快。但仍是农安和公主岭 2 县市种植面积最多, 农安突破 $10 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。到 1970 年除九台县玉米种植面积增加较多, 伊通和德惠种植面积有较大幅度减少外, 其它县市变化不大 (图 3)。

到 1980 年, 除双辽、农安这两个早期玉米种植

面积就很大的县变化不大外, 其它县市玉米种植面积均有大幅度增加, 其中双阳增幅最大, 为 580%; 公主岭增幅相对较小, 也达到 84%。1980~1990 年种植面积都有所增加, 但增幅不大, 四平虽然在此期间增幅达到 203%, 但种植面积仍为最少, 只有 $8\,670 \text{ hm}^2$ 。1990~2000 年, 除长春、九台、双辽和平四县市略有增加 (增幅不大, 仅为 2%~9%) 外, 其它县市种植面积有所减少, 其中公主岭

减少最多,为 38%。从总体趋势来看,玉米种植 1950~ 1970年期间表现为从西部集中种植向东部和南部扩展; 1980~ 2000年期间,则表现为总体在种植面积数量上的增加,而空间聚集上变动不是非常大(见图 3图 4)。

2 3 玉米带玉米种植空间重心移动

为分析玉米带玉米种植空间分布的变动规律,本文引入人口地理学中人口分布重心的原理来计算玉米种植面积分布的重心变化情况。原理是:假设某个区域由几个小区单元构成,其中第 i 个小区单元的中心坐标为 (X_i, Y_i) , M_i 为该小区某种属性意义下的“重量”(可以理解为权重),则该属性意义下的区域重心坐标为:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i X_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$$
$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i Y_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \tag{1}$$

式中, M_i 为各县市玉米种植面积。根据上式,分别计算了从 1950~ 2000年 6个时期玉米种植面积的重心位移(图 5)。

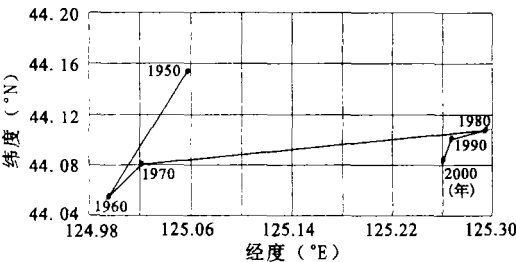


图 5 吉林省玉米带玉米种植重心的迁移 (1950~ 2000)

Fig 5 Movement of gravity of maize sown area in maize belt of Jilin Province

可以看出, 1980年以后,即吉林省中部玉米带大规模产业化发展以后,玉米种植重心向东移动。1950~ 2000年,玉米种植重心向东移动 18.34 km,向南移动 0.33 km。1950~ 1970年,玉米种植重心向西南偏移,而自 1980年重心东移后,到 2000年同样是向西南略有移动。对于重心在 1980年后大规模向东迁移的原因,据分析主要有两点,一是政策引导,以长春市为核心的周围县市玉米种植技术和产量都有很大提高,使得玉米种植面积不断增加;二是由于长春市区周边的玉米商品粮周转市场和玉米深加工企业的辐射作用。

3 玉米带玉米种植面积变化的原因分析

3 1 政策和科技因素分析

在过去 50年中,在吉林省中部的玉米带,玉米已经由主要粮食作物类型之一转变为具有绝对优势的主导作物。一般来说,粮食作物的单产水平、稳产程度以及经济收益是决定粮食结构的主要因素。玉米带玉米种植面积的迅速增加主要是由于玉米的生态适应性强、产量高而且收益较高。据比较分析,在 20世纪 90年代初的几年,玉米、水稻、大豆、高粱、小麦相比较,玉米的单位面积收益明显高于除水稻外的所有其它粮食作物^[2-9]。水稻的收益虽较高,但受土质、灌溉水的限制和灌溉措施缺乏的影响较多,因此种植面积增加缓慢。

国家粮食政策对玉米生产的倾斜也起到了重要作用。从 1992年开始,大豆退出国家定购,改为定购玉米, 1993年大豆彻底退出定购,导致大豆的种植面积大幅度减少,而玉米种植面积则在这段时间内直线上升。而从 1997年起,受“新东北现象”的影响,玉米种植也受到很大冲击,导致玉米大量积压,由此带来的仓储费用等问题也给地方农业部门带来困扰,因此在 20世纪 90年代末,吉林省玉米带玉米种植面积开始有一定程度的下降。

3 2 吉林省玉米带玉米种植面积变化的气候因素分析

近百年来,地球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化,人类活动导致的温室效应增强使得自 1860年以来,全球平均温度升高 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$,根据政府间气候变化专门委员会最新报告,到 2100年,全球平均温度将增加 $1.4 \sim 5.8^{\circ}\text{C}$ ^[10]。中国气候将继续变暖,到 2020~ 2030年,全国平均气温将上升 1.7°C ;到 2050年,全国平均气温将上升 2.2°C ^[11]。东北地区是北半球欧亚大陆的第三个高增温区,也是 20世纪中国变暖趋势最为明显的地区之一。在全球气候变暖的大背景下,东北平原出现了持续而显著的增温现象,20世纪 80年代以来,平均气温上升 $1.0 \sim 2.5^{\circ}\text{C}$,物候期提前,积温增加,作物有效生育期延长。预计这种大幅度增温趋势在未来几十年或更长的时间内将继续下去^[12]。农业生态系统作为陆地生态系统的重要组成部分,对气候变化高度敏感,因而农业生产对气候变化的响应成为全球变化科学研究中的焦点问

题之一。由于气候变暖导致的气候带移动对种植业会有较大影响, 会使中纬度和高纬度地区的作物布局发生较大变化。它将通过改变农业生产条件带来农业生产布局和结构变动^[13 14]。

3 2 1 过去 40 年气候变化趋势

本文将吉林省长春和四平两地市所属的气象台站(长春、公主岭、双辽) 1961~ 2000 年的气象数据进行平均, 得到玉米带的各月平均气温和降水资料, 以揭示过去 40 年吉林中部玉米带的气候变化情况。对于玉米带 1961~ 2000 年年降水量以及春(3~ 5 月)、夏(6~ 8 月)、秋(9~ 11 月)、冬(12~ 2 月) 4 个季节降水量的分析结果(表 1)表明, 降水量在过去 40 年中并无明显增加或减少趋势, 与年份无相关关系。

表 1 吉林玉米带降水量年际变化趋势分析
Table 1 Change trend of annual precipitation
in maize belt in Jilin Province

	决定系数 (R^2)
年降水量	3 00E - 05
3~ 5 月降水量	0.042 7
6~ 8 月降水量	0.000 4
9~ 11 月降水量	0.040 1
12~ 2 月降水量	0.074 6

从过去 40 年玉米带气温变化趋势可以看出(图 6), 年平均气温总体上升趋势非常明显。1988 年以前, 除 1969 年平均气温最低, 为 4.8℃ 外, 其它各年平均气温均在 5.0~ 6.0℃ 之间。1988 年以后都在 6.0℃ 以上, 并且有继续上升的趋势。几个气温较低的波谷年份为 1969、1976 和

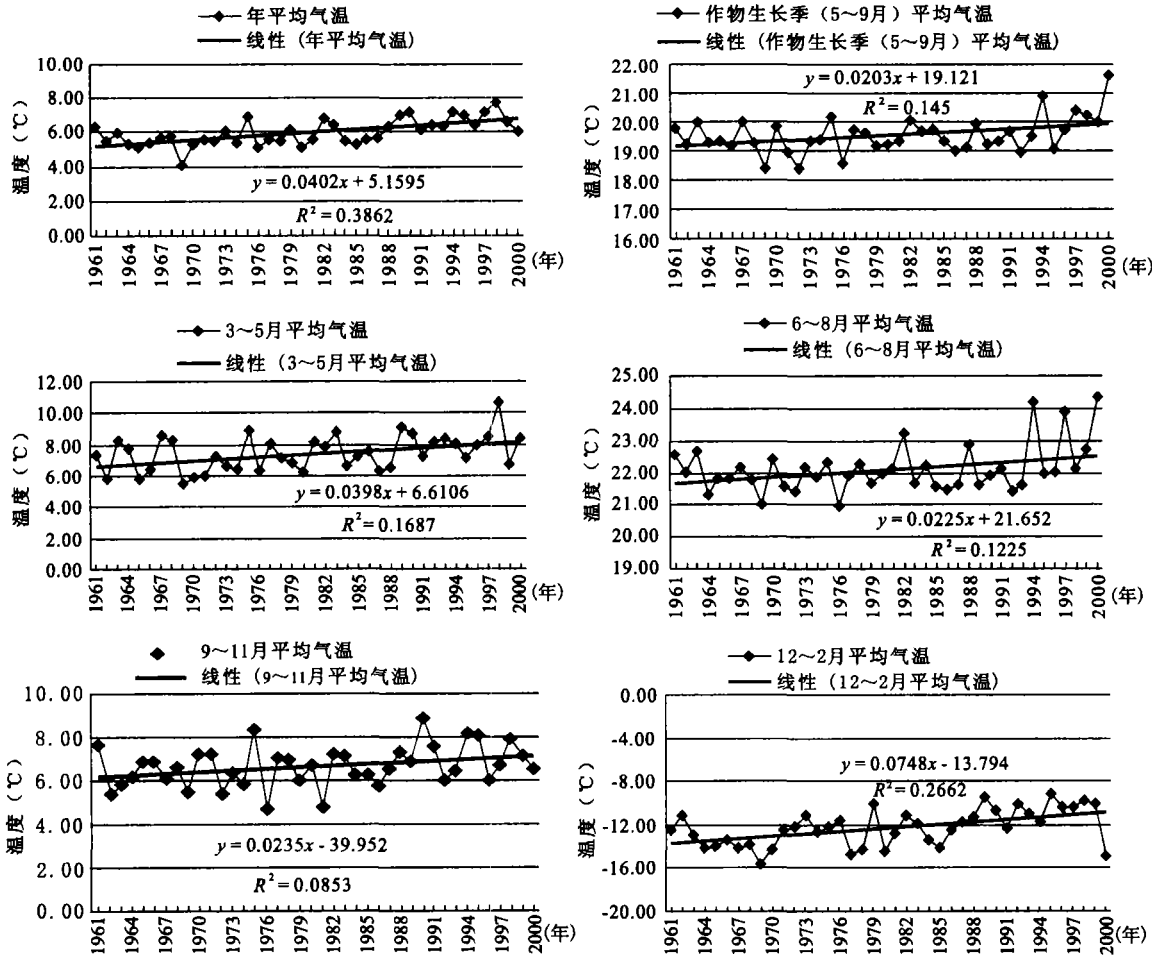


图 6 吉林省玉米带过去 40 年 (1961~ 2000) 中气温变化趋势

Fig 6 Change trend of mean air temperature in maize belt of Jilin Province from 1961 to 2000

1980 年, 气温偏高的几个年份为 1975、1982、1990、1994 和 1998 年, 其中 1998 年气温达到最高值, 为

7. 74℃。以 10 年为 1 个阶段, 对作物生长季 (5~ 9 月) 平均气温进行分析, 结果表明, 1961~ 1970、1971~ 1980、1981~ 1990 和 1991~ 2000 年这 4 个时段的作物生长季的平均气温则分别为 12. 86℃, 12. 91℃, 13. 05℃ 和 13. 52℃, 增温趋势显著。20 世纪 70 年代比 60 年代增加了 0. 05℃, 而 80 年代比 70 年代增加了 0. 16℃, 20 世纪 90 年代 10 年的生长季的平均气温则比 80 年代的 10 年增加了 0. 47℃。比较分析表明, 1991~ 2000 年 10 年的生长季平均气温比 1961~ 1970 年 10 年的生长季平均气温增加了 0. 66℃。

年平均气温的增温率为 0. 040 2℃ /a 对于春、夏、秋、冬 4 季, 冬季的增温最明显, 增温率为 0. 074 8℃ /a 春季次之, 增温率 0. 039 8℃ /a 而夏季和秋季趋势相对较小 (增温率分别为 0. 022 5℃ /a 和 0. 023 5℃ /a)。这些发现与前人对东北地区气候变暖现象的研究结果基本一致^[12-15]。

3. 2. 2 气候变化与玉米带玉米种植面积的关系

对于作物种植面积的改变, 种植者应该有一个适应的过程, 即种植面积改变对气候的变化有一个滞后效应。对 1961~ 2000 年玉米种植面积及年平均气温变化进行阶段性对照分析 (图 7), 结果表明, 玉米带年平均气温与玉米种植面积呈现出较一致的上升/阶段性下降趋势, 玉米带玉米种植面积增减的阶段性变化与温度变化阶段之间存在着较好的对应关系。而且玉米种植面积的峰/谷略滞后于气温变化。

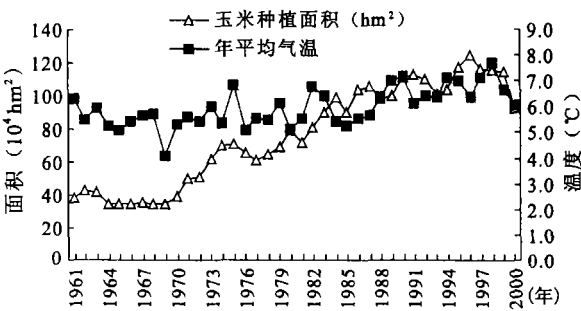


图 7 吉林省玉米带玉米种植面积与年平均气温 (1961~ 2000)

Fig 7 Maize sown area and mean annual air temperature in maize belt of Jilin Province

从图中可以看出, 1970~ 1975 年玉米种植面积的急剧上升趋势与此时段内气候变暖趋势是一致的。1980 年开始玉米种植面积开始了又一个上

升期, 这与政策的引导是分不开的。而 1980 年以后, 玉米种植面积与年平均气温变化曲线线形保持很好的一致性, 且滞后趋势很清晰。

4 讨 论

吉林省玉米带作为重要的商品粮生产基地, 其形成与演化受到多种因素的影响。各驱动因子相互作用, 同时各因子所起的作用也存在阶段性和层次性。环境条件是最基本的驱动因子; 政策因子的阶段性特别明显, 它是引导性因子, 决定种植业的规模; 社会需求和经济效益是最直接的驱动因子, 科技进步在客观上使种植结构的调整更加合理、深入。尽管吉林省玉米带在玉米经济发展上遇到许多困难和问题, 但玉米仍是吉林省农业的优势品种, 有较大的竞争潜力和广阔的发展前景, 并有较高的综合和较强的产业带动能力, 现阶段还没有任何一种农作物能大面积代替玉米。尤其是中国玉米经过 1999~ 2002 年的连续 4 年减产后, 供求关系又发生变化, 市场开始向卖方倾斜, 正在进入一个新的高价位阶段。

人们随温度的升降而增加或减少玉米种植面积的行为可以看作是对气候变化的响应, 这种驱动与响应的过程是人类。气候变化对玉米种植面积会产生一定的影响, 而人类也将感知气候影响并采取相应的适应措施的过程。本文对于中国重要的玉米生产基地——吉林玉米带的研究表明, 该地区过去 40 年中气候变暖趋势是非常明显的, 而且 1980 年以后增温幅度增加。作为对气候变暖的人为响应, 玉米种植面积与年平均气温的升高过程呈现出相关的趋势。这些结论对于分析人类适应气候变化的行为, 以便更快速有效地对气候变化做出反应有着重要的借鉴意义。随着人类对气候变化认识能力的不断提高, 响应气候变化周期的缩短, 一方面能充分利用有限的气候资源, 另一方面也减少了由于不适宜的农业种植带来的损失。

参考文献:

[1] 张于牧. 农作物种植结构的演变与农村社会变迁 [J]. 古今农业, 2005 1: 9~ 14.
[2] 王 洋, 王新江. 吉林省种植结构演变的驱动机制研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2005 21(1): 33~ 36.
[3] 苏桂武, 方修琦. 京津地区近 50 年来水稻播种面积及其对降水变化的响应研究 [J]. 地理科学, 2000, 20(3): 212~ 217.

[4] 吉林省地方志编纂委员会 (编纂). 吉林省志 (卷四• 自然地理卷) [M]. 长春: 吉林人民出版社, 1992

[5] 齐晓宁, 王 洋, 王其存, 等. 吉林玉米带的地位与发展前景 [J]. 地理科学, 2002 **22**(3): 379~ 384.

[6] 吉林省统计局. 吉林统计年鉴 1999 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1999

[7] 吉林省统计局. 吉林统计年鉴 2000 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2000

[8] 吉林省统计局. 吉林统计年鉴 2001 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001

[9] 何艳芬, 张 柏, 刘志明. 吉林省近 50 年粮食产量及作物结构变化研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, **20**(2): 132~ 135

[10] 王绍武, 谢志辉, 蔡静宁, 等. 近千年全球平均气温变化的研究 [J]. 自然科学进展, 2002 **12**(11): 1146~ 1149

[11] 丁一汇. 地球逐渐变暖人类不寒而栗 [J]. 科学中国人, 2002 **10**: 36~ 38.

[12] 王石立, 庄立伟, 王馥棠. 近 20 年气候变暖对东北农业生产水热条件影响的研究 [J]. 应用气象学报, 2003, **14**(2): 152~ 164.

[13] 张厚瑄, 林而达. 中国农业响应全球气候变化的策略问题 [J]. 农业环境保护, 1997 **16**(1): 35~ 39

[14] 邢 勇. 温室效应加剧对农业的影响及其对策 [J]. 农业现代化研究, 2004 **25**(1): 72~ 76.

[15] 王馥棠, 赵宗慈, 王石立, 等. 气候变化对农业生态的影响 [M]. 北京: 气象出版社, 2003

Changes in Spatial and Temporal Distribution of Maize Sown Area and Its Causative Factors in Maize Belt of Jilin Province in Last 50 Years

WANG Zong-Ming¹, YU Lei², ZHANG Bai¹, SONG Kai-Shan¹

(1. Northeast Institute of Geography and Agroecology Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130012
2. College of Resources and Environmental Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049)

Abstract Maize belt of Jilin Province now is one of important bases for commodity food in China. The spatial and temporal distribution of maize sowing have changed greatly in this area after the foundation of P. R. China in 1949. This paper studied the evolution process and the related driving factors of the changes to provide references for adjusting regional agricultural structure. The study showed that the sown area of maize in maize belt of Jilin Province increased fluctuantly. It got the culmination in 1996 and descended from 1997. Our analysis showed that after the large-scale agricultural industry development in 1980, the gravity of sown area of maize moved eastwards. Among the driving forces, the policy induction, agricultural technology and comparative superiority over other crops were important driving forces. In addition, in recent years, it got warmer and this phenomena was more obvious in winter and spring. The sown area of maize in maize belt of Jilin Province took on the increasing trend along with the increased air temperature.

Key words maize sown area, driving forces, climate change, maize belt in Jilin Province