

河南省棉花气候适宜度变化趋势分析*

任玉玉¹⁾ 千怀遂²⁾

¹⁾(河南大学环境与规划学院,开封 475004)

²⁾(广州大学地理科学学院,广州 510405)

摘 要

结合前人的研究确立河南省棉花气候适宜度模型,对所选 46 个站点 1961—2000 年的适宜度进行计算,分析 1961—2000 年全省及各站点适宜度的变化趋势,表明 1981—2000 年适宜度变化趋势显著。对 1981—2000 年各站点适宜度的变化趋势根据变化的方向和强度进行分类,将河南省划分为适宜度强增长型、弱增长型、减弱型。分析结果表明:河南省棉花气候适宜度总体呈下降的变化趋势,各地的变化趋势依据热量带和地形地貌的不同有明显的地域差异。结合各地 1981—2000 年的气候资料对各类型的气候适宜度变化原因进行了初步分析。

关键词:气候变化;气候适宜度;棉花;河南省

引 言

由于大气中温室气体浓度增加,导致过去 100 年里全球平均气温明显上升。20 世纪全球地面平均气温上升了 0.5~0.6℃,其中在 20 世纪最后 20 年升温达 0.3~0.4℃^[1-3],与此同时,温度的升高也引起了降水、日照等一系列气候因子的变化。气候变暖对农业生产产生了重大的影响。棉花是一种喜光喜温的短日照作物,生长期和收获期均很长,不同生育期的气候条件差异显著,因而棉花产量与各生育期的气候条件有十分显著的关系。关于气候对河南省棉花的影响已经做过许多工作^[4-6],为棉花生产的合理布局提供了一定的科学依据,但大多数侧重于静态的温度影响分析,考虑气候变化的多因子综合效应研究相对较少。

河南省地貌类型多样,分布复杂。西部海拔高且起伏大,东部地势低而平坦,在西部中山与东部平原之间广泛分布着大小不等的低山丘陵,另外,秦岭山脉自西向东延伸到河南省境内后成扇形铺开,且前缘很不整齐;东部平原的西南镶嵌着南阳盆地,豫鄂交界处分布着东西走向的桐柏山和大别山。复杂的地形使各地气候变化趋势多样。气候变化引起河南省棉花适宜区及各地种植制度、品种类型和关键期的变动。

1 资料与方法

本文遵循均匀布点的原则,并考虑地形地貌条件的影响,在全省选择了 46 个气象站点。所用资料包括 1961—2000 年 46 站的逐旬气候资料(来自河南省气候中心)以及 1961—2000 年河南省各县(市)的棉花单产资料(1983 年、1988 年和 1998 年缺失,资料来自农业统计年鉴和农村统计年鉴)。

为定量分析气候条件对河南省棉花生长的满足程度,本文引入适宜度模型。根据黄璜^[7]、马树庆^[8]、徐学璇等^[9]和赵峰等^[10]的研究,结合河南省实际情况,降水量、温度和日照的适宜度函数分别为:

$$S_R = \begin{cases} R/R_1 & R < R_1 \\ 1 & R_1 < R < R_h \\ R_h/R & R > R_h \end{cases} \quad (1)$$

$$S_T = \frac{[(T - T_1)(T_2 - T)^B]}{[(T_2 - T_1)(T_2 - T_0)^B]} \quad (2)$$

$$B = (T_2 - T_0)/(T_0 - T_1)$$

$$S_S = \begin{cases} e^{-[(S - S_0)/b]^2} & \text{播种期、吐絮期} \\ e^{-[(S - S_0)/b]^2} & S < S_0 \quad \text{(除播种期、吐絮期)} \\ 1 & S \geq S_0 \quad \text{以外的其他生育期} \end{cases} \quad (3)$$

* 河南省自然科学基金项目“河南省主要农作物气候适宜性变化研究”(0111070200)资助。

2005-01-17 收到,2005-09-06 收到再改稿。

式中 S_R, S_T, S_S 分别为棉花生育期间降水、温度、日照的适宜度。 R, T, S 为降水、温度和日照的观测值。 R_l, R_h 是生育期内作物旬适宜降水量的下限和上限; T_1, T_2, T_0 分别是棉花在该时段内的下限温度、上限温度和最适温度;本文以日照时数达可照时数的 70%(日照百分率)为临界点,认为日照百分率

达到 70%以上,棉花对日照条件的反应即达到适宜状态, S_0 表示日照百分率为 70%的日照时数, b 为经验常数。为了便于对比各地气候适宜度的情况,本文不考虑具体的棉花品种,参考前人的研究统一设定各参数,模型中各参数取值见表 1。

表 1 棉花各生育期的模型参数

生育期	播种期	出苗期	现蕾期	花铃期	吐絮期
$T_0/^\circ\text{C}$	26	26	28	26	26
$T_1/^\circ\text{C}$	10	15	19	15	15
$T_2/^\circ\text{C}$	35	35	35	35	32
S_0/h	9.15	9.24	9.32	8.56	7.71
b	4.94	4.98	5.03	4.67	4.16
R_l/mm	7.8	7.8	21.0	37.0	20.3
R_h/mm	8.7	8.7	23.0	39.0	21.7

注: T_0, T_1, T_2 来源于文献[11]和[12]; S_0, b 取自文献[7]; R_l, R_h 是根据文献[5]中相关数据计算所得。

全生育期适宜度评估需要构建全生育期适宜度模型以及包括温度、降水量和日照的综合适宜度模型。在这项工作中,许多学者常采用几何平均和乘积综合的方法,本文为了突出对产量贡献大的生育期在适宜度模型中的作用,采用对数加权法构建全生育期适宜度模型^[13],即首先将各生育期的气候适宜度作对数处理,并用气候产量与各生育期适宜度的相关系数作权重加权平均,然后求取指数得到全生育期的适宜度,最后采用乘积综合的方法设计气候适宜度综合模型,即:

$$S_i = \exp \left| \sum_{j=1}^n \left(r_{ij} / \sum_{j=1}^n r_{ij} \right) \ln S_{ij} \right| \quad (4)$$

$$S = (S_S \times S_T \times S_R)^{1/3} \quad (5)$$

式中 i 表示第 i 个因子, j 代表第 j 个生育期, r_{ij} 即为第 i 个因子第 j 个生育期的适宜度与相应气候产量的相关系数, $\sum_{j=1}^n r_{ij}$ 为第 i 个因子各生育期与气候产量的相关系数之和; S_{ij} 表示第 i 个因子第 j 生育期的适宜度, S_i 表示第 i 因子全生育期的适宜度, S 表示全生育期总适宜度。

本文按照均匀分布的原则,在全省选取了 46 个市(县)1961—2000 年的逐年棉花单产及旬降水量、旬均温和旬日照时数资料。这些资料分别来源于河南省农业经济统计资料和气象台站。根据棉花影响因子的组成特点,可以把棉花产量分解为趋势产量和气候产量,前者的变化主要是由于社会经济因子造成的,后者则主要取决于气候因子的变化。本文

用正交多项式方法拟合趋势产量,与实际产量对比得到气候产量。

为了比较对数加权法与几何平均法的优劣,检验适宜度模型,分别对两种方法所得适宜度模型与气候产量进行相关分析(表 2)。由此可见,前者优于后者,而且适宜度与气候产量的关系极为显著。除此之外分析各站点典型年份适宜度与单产的具体情况也可论证适宜度评价的准确性,例如,济源县 1985 年适宜度为 0.48,远低于一般水平,同年棉花亩产仅 32 kg,与其相邻的 1984 和 1986 年亩产则分别为 90 kg 和 74 kg。扶沟 1985 年适宜度为 0.508,棉花亩产仅为 58 kg,1997 年适宜度较高,为 0.656,棉花亩产 80.6 kg。

表 2 两种方法所得到的适宜度与气候产量的相关系数

	R_{S_R}	R_{S_S}	R_{S_T}
对数加权	0.296	0.209	0.147
几何平均	0.245	0.085*	0.138*

注:*表示在 $\alpha=0.05$ 水平上显著;其他在 0.01 水平上显著。

2 结果与分析

2.1 河南省棉花气候适宜度年际变化

用各站点各年总适宜度,计算河南省棉花气候适宜度的平均值(图 1)。从图 1 可得,40 年来棉花气候适宜度距平可明显的分为 3 个阶段:20 世纪 60 年代末以前适宜度呈现增高趋势,且变率较大;60 年代末至 80 年代初适宜度距平一直为正值,适宜度

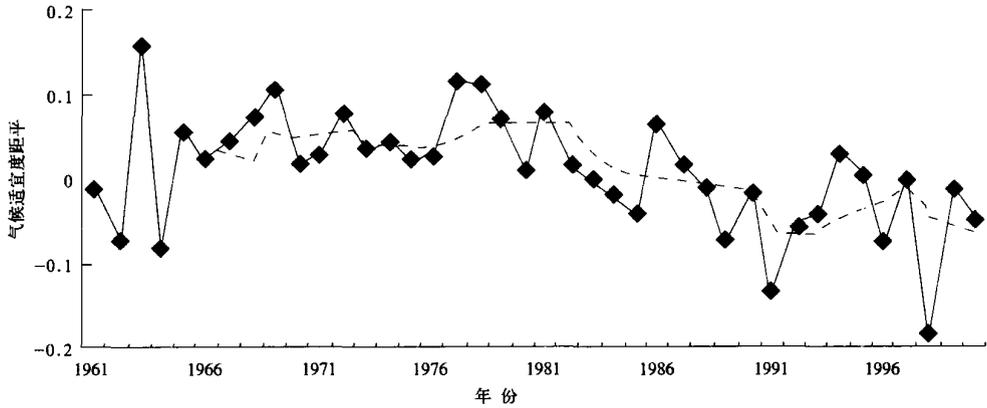


图1 河南省棉花气候适宜度距平的年际变化(实线)和10年滑动平均曲线(虚线)

值高且稳定;80年代末以来,距平值出现明显的下降趋势,并且变率增大。总体来看,40年来河南省棉花气候适宜度变化有明显的阶段性,其中近20年来的下降趋势非常显著,值得关注。为分析引起河南省棉花适宜度变化的主要生育期和具体的气候因子,本文进一步分析各生育期适宜度的变化情况。

由图2可见,自20世纪70年代以来,除播种期适宜度有明显的增加趋势外,其他各生育期适宜度均呈下降趋势,其中出苗期最为明显,是引起全生育期适宜度下降的主要原因。

由图3可以看出,出苗期适宜度主要是受降水因子变化的影响,降水适宜度线性变化倾向为 $-3.2 \times$

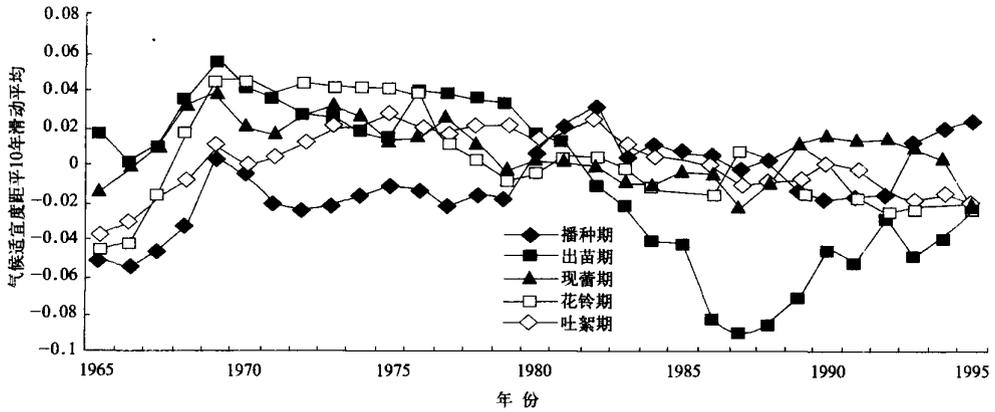


图2 河南省棉花各生育期气候适宜度距平10年滑动平均曲线

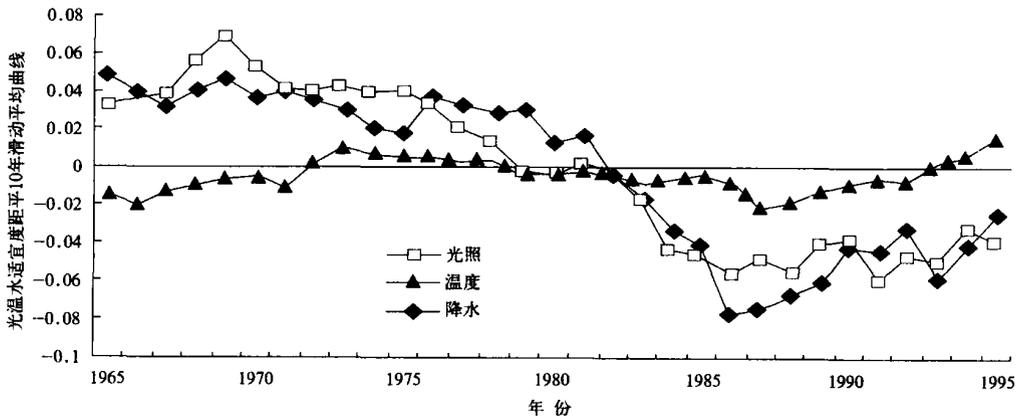


图3 河南省棉花出苗期光温水适宜度距平10年滑动平均曲线

$10^{-3}a^{-1}$,远大于日照($-7.0 \times 10^{-4}a^{-1}$)和温度($-1.1 \times 10^{-3}a^{-1}$)。这主要是由于河南省出苗期的降水量远大于适宜水量,并且以每年 0.442 mm 的趋势上升,使得适宜度逐年下降。

2.2 河南省棉花气候适宜度变化分类

由于河南省地处我国第二级地形阶梯与第三级阶梯之间的地形过渡地带以及亚热带与温带之间气候过渡带附近,气候变化具有明显的地域性,使得适宜度变化也有明显地域差异性。

利用标准差对各站近20年来的适宜度变化倾向进行聚类分析,得到 $-2.4 \times 10^{-3}a^{-1}$, 0 和 $2.6 \times 10^{-3}a^{-1}$ 3个分界值。由于只有永城、新蔡、南召、洛阳4个站点的变化倾向小于 $-2.4 \times 10^{-3}a^{-1}$,而且这4个站点在地域上邻近 $-2.4 \times 10^{-3}a^{-1} \sim 0$ 之间的站点,所以将其合并,最终利用MapInfo的分析功能并结合地域上的临近性和地形地貌特征,将河南省棉花气候适宜度的变化分为减小型(I)、微增型(II)和强增型(III)3种类型,其分布如图4所示。



图4 河南省棉花适宜度变化趋势分类

2.2.1 减小型

本类型适宜度变化倾向在 $-6.0 \times 10^{-3}a^{-1} \sim 0$ 之间,主要分布在淮河以南、豫东山前平原、南阳盆地边缘山区、豫北太行山前丘陵平原及洛阳盆地。永城、新蔡、南召、洛阳适宜度变化倾向在 $-2.6 \times 10^{-3} \sim -6.0 \times 10^{-3}a^{-1}$ 之间,减少的倾向明显。该区的分布面积最大,是引起全省平均适宜度下降的主要原因,除淮南外大部分分布在适宜或较适宜种植棉花的地区,对未来的棉花种植区域调整有重大影响。

由于该类型分布的地域较广,经纬度及海拔高度差异大,变化的诱发因子各不相同,为能正确地分析变化的原因,本研究分5个区分别讨论。

豫东山前平原(I1)棉花气候适宜度在播种、现蕾、花铃和吐絮4个生育期分别有不同程度减小,变化倾向分别为 $-1.77 \times 10^{-3}a^{-1}$, $-9.0 \times 10^{-3}a^{-1}$, $-8.63 \times 10^{-3}a^{-1}$ 和 $-3.89 \times 10^{-3}a^{-1}$ 。其中以现蕾期降低的速率最明显,主要是由于近年来现蕾期降水变率升高,旱涝灾害频繁,降低了本区种植棉花的气候适宜性。例如,开封站降水量极差由20世纪80年代的 115 mm 升至90年代的 230 mm ,降水适宜度变化倾向为 $-2.04 \times 10^{-2}a^{-1}$,总适宜度变化倾向为 $-8.8 \times 10^{-3}a^{-1}$ 。为防止本区棉花适宜度降低造成损失应注意现蕾期灌溉及旱涝灾害的防治工作。

淮南区(I2)棉花气候适宜度在播种、出苗、现蕾和吐絮期都有下降的趋势,其中播种期的趋势最明显,变化倾向为 $-5.2 \times 10^{-3}a^{-1}$,其余3个生育期的变化倾向分别为 $-2.55 \times 10^{-3}a^{-1}$, $-3.91 \times 10^{-3}a^{-1}$, $-1.1 \times 10^{-4}a^{-1}$ 。播种期适宜性的变化主要受播种期降水变率增加,降水适宜度下降的影响。如桐柏播种期降水量的标准差由20世纪80年代的 56.6 mm 增加为90年代的 81.6 mm ,适宜度变化倾向为 $-9.5 \times 10^{-3}a^{-1}$ 。

洛阳盆地(I3)播种、花铃和吐絮3个生育期棉花气候适宜度都有所降低,变化倾向分别为 $-5.5 \times 10^{-3}a^{-1}$, $-3.56 \times 10^{-3}a^{-1}$ 和 $-1.81 \times 10^{-2}a^{-1}$,吐絮期的降低对总适宜性的影响最大。主要因为本区吐絮期降水不足,且有随时间下降的趋势,而气候变化后蒸发量变大使得水分的亏欠加剧,气候适宜性降低。虽然温度的上升能弥补本区热量上的亏欠,适宜性变化倾向 $b=1.5 \times 10^{-3}a^{-1}$,但变化程度较低,受降水影响,总适宜度下降。如洛阳吐絮期降水量在 $50 \sim 100 \text{ mm}$ 之间,远小于 203 mm 的适宜水量下限,同时随时间逐步下降,致使吐絮期降水的适宜性减弱,适宜度变化倾向 $b=-6.0 \times 10^{-3}a^{-1}$ 。本区防止适宜度降低应注意吐絮期的灌溉或者尝试对热量要求稍高而对吐絮期降水要求较低的品种。

豫北太行山前丘陵平原区(I4)纬度偏高,全生育期大于 0°C 积温在 $4350 \sim 4500^\circ\text{C}$,热量资源较少,自20世纪80年代以来温度上升使各生育期适宜度呈现上升趋势,但日照时数减少使适宜度下降,二者相互抵消,气候适宜度的变化趋势很不明显,其中播种期、出苗期、现蕾期和花铃期呈微弱上升趋势,其变化倾向分别为 $2.27 \times 10^{-3}a^{-1}$, $1.11 \times 10^{-3}a^{-1}$, $1.2 \times 10^{-3}a^{-1}$ 和 $1.0 \times 10^{-5}a^{-1}$,吐絮期呈弱下降趋势($b=1.9 \times 10^{-3}a^{-1}$),全生育期呈下降趋势($b=$

$-3.9 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$)。

南阳盆地边缘山区(Ⅰ5)棉花气候适宜度的变化在各生育期有不同的表现,由播种期到吐絮期,变化倾向依次为 $2.88 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $-6.03 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $-8.1 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$, $-2.354 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 和 $2.7 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$ 。本区适宜性变化的原因与其他区有显著的不同,主要是出苗期的降水量本已大于适宜水量的上限,而降水量仍有随时间缓慢上升的趋势,致使适宜性降低。以南召为例,该地区出苗期降水多在 100~250 mm 之间,大于适宜水量的上限,降水量的增加无疑会引起总适宜性的下降,出苗期降水适宜度的变化倾向为 $b = -9.2 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 。所以本区棉花生产应注意出苗期的降水问题。

2.2.2 弱增型

该类型主要包括豫北平原东部和豫东平原东北部、伏牛山—大别山山前丘陵高地地区以及南阳盆地地区,适宜度的变化倾向在 $0 \sim 2.6 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 之间。

豫北平原东部和豫东平原东北部(Ⅱ1)棉花气候适宜性在播种和出苗期都有明显的升高,其中播种期升高的趋势对总适宜性有较大的影响,其变化倾向为 $6.793 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 。本区播种期降水和热量条件均不足,但近年来,这两个因子分别以不同的速率上升,趋近适宜量,虽然降水使得云量增加,降低了日照时数,但 3 个因子综合效应仍使适宜度上升。兰考近年来降水以 $0.952 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 的增加速率趋近于 R_1 ,温度以 $9.45 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{a}^{-1}$ 趋近于 T_0 ,适宜度均有所上升(降水适宜度变化倾向 $b = 1.06 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$,温度为 $7.0 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$),日照适宜度稍有下降($b = -8.7 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$),但总适宜度有所上升(播种期 $b = 6.8 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$,总适宜度为 $6.5 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$)。本区可以适当利用播种和出苗期的气候变化情况,选择对期间温度和降水要求较高的品种。

伏牛山—桐柏山山前丘陵高地地区(Ⅱ2)花铃期和吐絮期棉花气候适宜度的升高(花铃期 $b = 8.1 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$,吐絮期 $b = 3.19 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$)引起总适宜度提高。气候变化改善了该区花铃期光温水的配置情况。以汝南为例,花铃期光温水适宜度的变化趋势均是升高的(温度变化倾向 $b = 3.4 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$,日照为 $1.32 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$,降水为 $1.23 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$)。1990 年以前汝南降水不足,且旱涝灾害频繁,但 1990 年以后降水有明显的增长趋势,而且稳定度有所增加。汝南的温度本已较适宜,近年又有上升趋

势,适宜度升高,但若继续现在的趋势,温度适宜度将因大于适宜温度而下降。汝南日照时数以 $9.0 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 的速度趋向于适宜日照时数,适宜度增加。总的来说,该区各气候因子适宜性有不同程度的提高。本区应适当安排生产活动,避免因作物生长过盛造成资源浪费,不能充分利用气候变化带来的有利气候条件。

南阳盆地地区(Ⅱ3)受花铃期气候变化的影响,降水变率减小,日照时数提高,气候适宜性上升。虽然温度升高后热量条件高于作物的要求,适宜性稍有下降,但与其他因子综合,表现为总适宜度的上升。以邓州为例,花铃期降水量波动减小,20 世纪 80 年代本区降水量在 10~50 mm 之间,至 90 年代降水量稳定在 20 mm 左右,降水量的变差系数由 0.440 降至 0.194。花铃期降水、日照适宜度都有明显的上升趋势,变化倾向分别为 $1.61 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$, $1.38 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$,温度稍有下降,变化倾向为 $-3.0 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$,3 个因子综合作用使得花铃期总适宜度变化倾向为 $1.07 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$,全生育期为 $2.3 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$ 。本区应充分利用气候变化带来的花铃期日照、降水适宜度的增长,同时注意温度上升带来的影响。

2.2.3 强增型

适宜度变化倾向在 $2.6 \times 10^{-3} \sim 7.0 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 之间,主要分布在受温度限制较大的豫西山地丘陵地区,另外在豫北的范县一带也有零星分布。该类型的分布面积虽不及减弱型,但多分布在不适宜种植棉花的山区,大部分地区有明显的增强趋势。

太行山—王屋山前丘陵区(Ⅲ1)各生育期气候适宜性变化的倾向值依次为 $5.7 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $6.64 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $-6.16 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $-3.9 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $1.17 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 。由此可以看出,本区出苗期气候适宜性上升最大。该区全生育期大于 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 积温为 4300~4500 $^\circ\text{C}$,稍高于豫西山区,所以温度的变化对本区的影响不如山地区明显,作用最大的是降水的变化。出苗期降水量下降,变率减小,对棉花气候适宜性的提高有很大影响。如孟县出苗期降水量在适宜水量上下浮动,距适宜水量的偏差不大,而且以 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 的趋势下降,所以适宜度明显上升,同时温度升高也使得适宜性提高。孟县降水适宜度变化倾向 $b = 1.57 \times 10^{-2} \text{a}^{-1}$,温度为 $3.5 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 。

伏牛山地(Ⅲ2)播种、现蕾、吐絮期适宜度都有明显升高,变化倾向分别为 $3.27 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$, $3.75 \times 10^{-3} \text{a}^{-1}$ 和 $8.97 \times 10^{-4} \text{a}^{-1}$,但以花铃期上升趋势最

为显著($b = 6.3 \times 10^{-3} a^{-1}$)。本区花铃期适宜性上升主要受气候变化带来的温度和日照时数增加的影响。受山地地形影响,本区热量不足,全生育期积温仅 $3800 \sim 4050 \text{ }^{\circ}\text{C}$,云量多,日照资源不足。但随气温升高,热量资源和日照资源均得到显著改善。以卢氏为例,卢氏地区花铃期日照时数有明显的上升趋势,均值由 20 世纪 80 年代 $5.58 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 升为 90 年代的 $8.15 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$,同时波动变小,变差系数由 0.20 降为 0.18,适宜性显著上升。近年来的气候变化使得温度有随时间趋向于 T_0 的趋势($b = 7.65 \times 10^{-2} a^{-1}$),降水适宜度也有所升高($b = 3.0 \times 10^{-4} a^{-1}$)。而且,该站热量资源不足,距棉花生长的适宜热量有较大的距离,若以目前的趋势发展,温度适宜性将继续增加。

3 结 论

近年来,在全球气候变化的大背景下,河南省棉花气候适宜度发生了相应的变化。利用各站点各年总适宜度,计算分析了河南省棉花气候适宜度的平均值及其 10 年滑动平均的变化情况。结果表明:

1) 从全省范围来看,气候适宜度总体呈下降的趋势。分析各生育期适宜度的变化得出下降的主要原因是出苗期降水适宜度的下降。

2) 适宜度的变化有明显的地域差异。在淮河以南的亚热带和南阳盆地在山区的适宜度下降,平原区和盆地内部适宜度上升;而淮河以北黄河以南的大部分温带平原、河谷区适宜度下降,山区适宜度上升;黄河以北适宜度变化倾向与海拔高度呈负相关,山区降低平原区升高;淮河以南和以北的地区,在相同的地形条件下,适宜度变化的趋势相反。

3) 根据各站点 1980—2000 年适宜度的变化倾向,将全省分为减弱型、弱增型和强增型。在减弱型中,豫东山前平原、淮南区、洛阳盆地和南阳盆地边缘山区分别受不同生育期降水变化的影响,适宜度下降;豫北太行山前的丘陵平原区则因为吐絮期日照时数的下降,导致棉花气候适宜度下降。微增型中豫北东部和豫东平原东北部地区主要受播种期降水和温度变化的影响,适宜度上升;花铃期和吐絮期 3 个因子适宜性的提高是伏牛山—桐柏山山前丘陵

地区棉花气候适宜度提高的主要原因;南阳盆地花铃期光照和降水条件的改善对本区适宜度提高贡献最大。强增型主要分布在受温度限制较大的豫西山地丘陵区,温度上升对本区适宜度上升有重要作用,其中太行山—王屋山前丘陵区出苗期降水条件的改善对适宜度上升也有很大的作用。

本文分析了各地棉花气候总适宜度的变化情况以及引起变化的生育期,并进一步分析了发生变化的具体原因。为制定新的棉花农业区划、选择新品种和实际生产过程中防灾工作提供了一定的依据。但是由于时间和经验不足,本文在计算降水适宜度时,没有考虑温度变化情况下蒸发量的变化,同时忽略了温度、降水量、日照和大气中 CO_2 、水蒸汽含量等变化因子的共同作用对作物个体生理的影响,以及不同棉花品种对气候的不同要求,所以,本文的结论还有待进一步验证。

参 考 文 献

- [1] 王政. 全球近 50 年气温波动分析. 数理统计与管理, 2003, 23(4): 1-6.
- [2] 秦大河. 气候变化的事实影响及我国的对策. 外交学院学报, 2004, 77: 14-22.
- [3] 魏凤英, 曹鸿兴, 王丽萍. 20 世纪 80~90 年代我国气候增暖进程的统计事实. 应用气象学报, 2003, 14(1): 79-86.
- [4] 太华杰, 王建林, 庄立伟. 中国棉花产量变化及其气象预测. 北京: 气象出版社, 1996: 11-99.
- [5] 贺菊美, 郝任侠. 实用农业气象指南. 北京: 中国农业科技出版社, 1988: 120-130.
- [6] 千怀遂, 石艳蕊, 魏东岚. 气候对河南省棉花产量的影响及其变化研究. 自然资源学报, 2000, 20(6): 1061-1068.
- [7] 黄璜. 中国红黄壤地区作物生产的气候生态适宜型研究. 自然资源学报, 1996, 11(4): 340-345.
- [8] 马树庆. 吉林省农业气候研究. 北京: 气象出版社, 1994.
- [9] 徐学璇, 高鹏, 蒋定生. 延安降水对农作物生长适宜性的模糊分析. 水土保持研究, 2000, 7(2): 73-76.
- [10] 赵峰, 千怀遂, 焦士兴. 农作物气候适宜度分析. 资源科学, 2003, 25(6): 77-82.
- [11] 刘文. 棉花生长发育的计算机模拟模型研究初探. 中国农业气象, 1992, 13(6): 10-16.
- [12] <http://www.zzys.agri.gov.cn/amsys/mian/3.htm>. 1999, 12.
- [13] 任王玉, 千怀遂, 刘清春. 河南省棉花气候适宜度分析. 农业现代化研究, 2004, 25(3): 231-235.

Climatic Suitability of Cotton and Its Changes in Henan Province

Ren Yuyu¹⁾ Qian Huaisui²⁾

¹⁾ (College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001)

²⁾ (School of Geographical Science, Guangzhou University, Guangzhou 510405)

Abstract

Cotton is an important economic crop for Henan Province. With long growth season, cotton is sensitive to climate change, so its climate suitability in Henan Province comes to be a valuable research. Combining previous researches and existent climatic suitability models, the cotton climatic suitability model suitable to Henan Province is established. According to homogenize principle, 46 stations in Henan province are chosen. With meteorologic data from 1960 to 2000, the cotton climatic suitability degrees of these stations during 1960—2000 are calculated and the mean is used as the general cotton climatic suitability of Henan Province. The result shows that the cotton climatic suitability degree in Henan Province has a declined tendency, particularly the latter twenty years. To explore the reason of this phenomenon, the changes and their impact on suitability of the climate elements (precipitation, sunshine hour and temperature) in the five growth seasons are analyzed. The final result shows that the decline of precipitation suitability in seedling stage is the main reason of this decline. Then the tendency and intensity of the suitability change in each station during 1980—2000 are calculated. The result shows the change situation embodies strongly regional character. The suitability change tendencies in the mountainous areas of the Nanyang Basin and in the subtropical regions south to the Huaihe River decline and in plain areas increase while the change tendencies in areas north to Huaihe River are reverse, i.e. the tendencies in most plain areas of Henan Province from Huaihe River to the Yellow River decrease and in mountainous areas increase. To areas north to the Yellow River, the character of change tendencies is like the subtropical regions: the mountainous areas have decrease tendency and the plain areas have increase tendency. From the south to the north in Henan Province the Huaihe River and Yellow River are the board line of different suitability changes tendencies. Based on the cotton climate suitability of the stations during 1980—2000, the change tendencies in Henan Province are divided into three styles: the rash increase style including Funiu mountainous areas and Taihang Wangwu mountainous areas; the weak increase style including the Yudong Plain, Funiu-Tongbai plateau areas and the Nanyang Basin; the decrease style the rest areas. Lastly with the precipitation, sunshine and temperature data during 1980—2000 in the 46 stations the processes and reasons of the climate suitability changes in different areas are analyzed. For example, the increase of precipitation deviation in bud stage is the main reason of the suitability decrease for the Yudong Plain while the increases of temperature and sunshine hour in boll stage in the Funiu mountainous areas make the climate condition more suitable to the cotton growth.

Key words: climate change; climatic suitability; cotton; Henan Province