

# 1961—2010 年湖南气候变化特征及其对烟草种植的影响

张超, 彭莉莉, 黄晚华, 陆魁东\*

(湖南省气象科学研究所, 湖南 长沙 410007)

**摘要:** 利用湖南省 1961—2010 年逐日降水量、气温和日照时数, 采用线性倾向估计、M-K 检验和滑动  $t$  检验等方法, 分析了与烟叶生长密切相关的气候资源近 50 年的变化特征, 并探讨了气候变化对烟草生产的影响。结果表明: 湖南大田期日照时数总体呈下降趋势, 平均每 10 年减少 10.8 h; 大田期降水量总体呈上升趋势, 平均每 10 年上升 6.3 mm, 并在 1991 年发生了突变; 成熟期降水量总体呈上升趋势, 平均每 10 年上升了 12.8 mm, 气候突变发生在 1989 年; 高温热害发生次数总体呈上升趋势, 且在 2000 年发生了突变, 自 2000 年以后, 高温热害发生次数显著增多, 发生机率明显增大; 经历近 50 年的气候变化后, 湘西北烟区和郴州烟区烟草种植的适宜度降低, 湘西南烟区和长沙烟区的烟草种植适宜度提高, 湘西中部、邵阳烟区、永州南烟区烟草种植的适宜度变化不大。

**关键词:** 降水量; 气温; 日照时数; 气候变化; 烟草种植; 湖南

中图分类号: S162.5 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)05-0482-05

## Influence of climate change on tobacco planting in Hunan in 1961 to 2010

ZHANG Chao, PENG Li-li, HUANG Wan-hua, LU Kui-dong\*

(Institute of Meteorological Science of Hunan Province, Changsha 410007, China)

**Abstract:** Based on daily temperature, precipitation and sunshine duration from 1961 to 2010 in Hunan, the climate change features closely related with the growth of tobacco in recent 50 years were analyzed using regression analysis, Mann-Kendall jump test and moving  $t$ -test and the influence of climate change on tobacco planting was discussed. The results showed that sunshine duration at field stage had decreased, with an average decrease of 10.8 h per decade; precipitation at field stage had increased, with an average increase of 6.3 mm per decade and abrupt climate change occurred in 1991; precipitation at mature stage had increased, with an average increase of 12.8 mm per decade and abrupt climate change occurred in 1989; the times of high temperature damage showed an increasing trend and the probability of this damage had increased significantly since 2000. The climate change in recent 50 years reduced the suitability of north Xiangxi tobacco area and Chenzhou tobacco area to tobacco planting and improved the tobacco planting suitability of southern Xiangxi tobacco area and Changsha tobacco area.

**Key words:** precipitation; temperature; sunshine duration; climate change; tobacco planting; Hunan

农业是受气候变化影响最大的行业。在全球气候变暖的背景下, 农业气候资源也发生着显著的变化, 并对作物的生长发育、种植制度、生产结构与布局等产生了较大的影响<sup>[1-3]</sup>。关于气候变化对作物影响的研究结果<sup>[4-5]</sup>表明: 气候变暖使作物全年

生长季延长, 生育期缩短<sup>[4]</sup>; 区域变暖使作物的潜在生长季延长, 作物可以提前种植和较晚收获<sup>[5]</sup>; 气候变化使湖南的油菜、柑橘、油茶等越冬农作物最适宜种植面积增大, 使双季稻、棉花等夏季农作物最适宜种植面积减小<sup>[6]</sup>; 随着 1 月平均气温升高,

收稿日期: 2012-06-14

基金项目: 湖南省烟草专卖局重大科技专项(10-11Aa01)

作者简介: 张超(1978—), 女, 湖南澧县人, 工程师, 主要从事应用气象研究, 67177351@qq.com; \*通信作者, lukuidong@163.com

南丰县蜜橘种植的最优区面积明显增加<sup>[7]</sup>；气候变暖将导致局部地区的农作物产量下降，低纬度地区所有谷物产量都趋于降低，中高纬度地区某些谷物产量趋于增加，某些地区谷物产量下降，但当降水量在适宜范围内时，气候变暖可使旱作区农作物产量增加<sup>[8]</sup>。这些研究结果表明，气候变化对作物的影响是正面和负面并存的，因此，积极开展气候变化对作物影响的研究，对进行远期规划和防御显得尤为重要。

烟叶是湖南省重要的经济作物之一。气候是影响烟草生长发育、产量和品质的主要环境因素。气候的变化和波动对烟草的生产和种植布局影响突出，因此，研究湖南烟草种植布局对气候资源变化的响应，对科学利用气候资源并及时调整种植区划具有重要意义。陆魁东等<sup>[9]</sup>在进行湖南烟草种植区划时选取大田期日照时数、大田期降水量、成熟期降水量及成熟期连续 5 d 最高气温  $35^{\circ}\text{C}$  高温热害发生机率等 4 个因子作为烟草种植区划指标。笔者着重分析 1961—2010 年来上述 4 个气候因子对湖南烟草产量和品质的影响，现将结果报道如下。

## 1 数据来源与研究方法

基于湖南省气候中心整编的全省 96 个气象站 1961—2010 年逐日降水量、气温和日照时数等数据，统计各气象站 1961—2010 年大田期降水量、大田期日照时数、成熟期降水量及成熟期高温热害发生机率。

利用 Mann-Kendall 突变检验法(M-K 检验)和滑动  $t$  检验法<sup>[10-11]</sup>对资料序列进行突变检验，运用线性倾向估计法、M-K 法的 UF 趋势曲线对烟区气候资源的变化趋势进行分析。由于 M-K 检验不能用于多点突变检查，当使用 M-K 方法检测时，如果 2 条线的交叉点位于信度线之外，或用 M-K 检验法同时检测出多次突变时，则使用滑动  $t$  检验法对突变点进行进一步确定<sup>[12]</sup>。本研究滑动  $t$  检验的 2 个子序列长度均取 10。

根据肖汉乾等<sup>[13]</sup>的研究结果(表 1)，只有当温、光、水达到一定条件时，才适宜烟草种植。笔者以表 1 中各区划指标的等级范围为标准来探寻这些气候因子 1961—2010 年的时空变化特征。

表 1 湖南烟草种植气候区划指标

Table 1 Climatic zoning indexes for tobacco planting in Hunan

指标等级	大田期日照时数/h	大田期降水量/mm	成熟期降水量/mm	成熟期高温热害发生机率/%
最适宜	600	700 ~ 800	> 250 ~ 300	<20
适宜	550 ~ < 600	650 ~ 700 或 800 ~ 850	> 300 ~ > 350	20 ~ 70
次适宜	450 ~ < 550	< 650 或 850	250 或 350	70
不适宜	< 450	950		

## 2 结果与分析

### 2.1 1961—2010 年湖南各烟区气候区划指标的变化

#### 2.1.1 大田期日照时数变化特征

湖南省大田期的日照时数均在 450 h 以上，满足烟草种植的光照条件，特别是湘西、常德、岳阳北部的区域，日照时数均 600 h，最适宜烟叶生长。株洲、长沙、湘潭、衡阳的大部分区域以及郴州北部日照时数为 550 ~ 600 h，也很适合烟草种植。由图 1 可见，大田期日照时数 50 年平均值为 582 h，总体呈下降趋势，平均每 10 年减少 10.8 h，下降趋势显著。从 5 年滑动平均情况来看，从 20 世纪 60

年代初到 70 年代末，大田期日照时数具有波动下降的趋势；从 70 年代末到 90 年代初，又经历了一段较平缓的上升期，90 年代又出现了下降。2000—2010 年一直处于波动上升阶段。

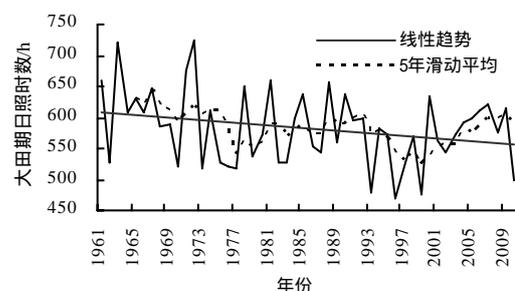


图 1 湖南近 50 年的大田期日照时数

Fig.1 Annual trend of sunshine duration at field stage

由封三图 2-A 可知,全省除平江县、岳阳县、长沙县、浏阳市、株洲市、江华县、江永县等少数县(市)大田期日照时数呈上升趋势外,其他大部分地区大田期日照时数均呈下降趋势,以湘西下降趋势最为明显,平均每 10 年下降 20 h 以上。

用 M-K 法对湖南省大田期日照时数的突变性进行检验时出现了多个突变点,突变特征不明显。运用滑动  $t$  检验法对突变点进行进一步确定,发现自 1970 年以来,湖南大田期日照时数未发生明显突变,虽然 20 世纪 70 年代初、80 年代初和 90 年代初大田期日照时数分别呈现出由多到少、由少到多和由多到少的转变,但这 3 次转变都未达到显著性水平,突变特征不明显。

### 2.1.2 大田期降水量变化特征

湖南省大田期降水量除南岳区偏多外(降水量 950 mm),其他区域降水量适宜,均满足烟草种植对大田期降水量的需求。烟草种植的最适宜区所占比例最大,接近全省烟草种植面积 的 2/3,主要集中在湘西北、湘中、湘东和湘南,这些地区大田期降水量在 700~800 mm。

大田期降水量 50 年平均值为 737.6 mm,总体呈上升趋势,平均每 10 年上升 6.3 mm,上升趋势不显著。从 5 年滑动平均情况来看,从 20 世纪 60 年代初到 70 年代末,大田期降水量波动上升;从 70 年代末到 80 年代末波动下降;80 年代末到 2000 年,降水量上升趋势明显;2000—2010 年波动下降。由封三图 2-B 可知,全省除岳阳东南部、长沙东部、邵阳大部分地区大田期降水量呈下降趋势外,其他地区的大田期降水量均呈上升趋势,怀化上升趋势最明显,平均每 10 年上升 15 mm 以上。

用 M-K 法对湖南省大田期降水量的突变性进行检验时也出现了多个突变点,且大田期降水量在 20 世纪 70 年代初和 90 年代初分别经历了由多变少和由少变多的转折。运用滑动  $t$  检验法对转折点进行进一步检验,确定其突变性(图 3),发现自 1970 年以来, $t$  统计量在 1989—1992 年变化显著,取 1989—1992 年的波谷值作为突变点,即近 50 年湖南大田期降水量的突变发生在 1991 年。1991 年后全省大

田期降水量显著增多。

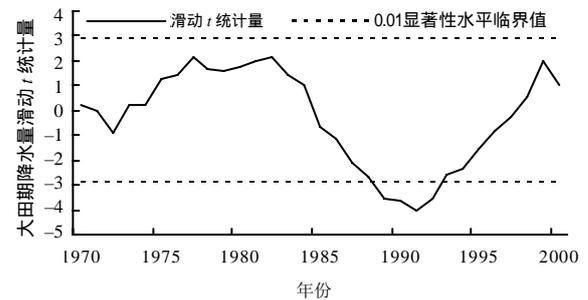


图 3 大田期降水量滑动  $t$  统计量曲线

Fig.3 Moving  $t$ -test of precipitation at field stage

### 2.1.3 成熟期降水量变化特征

湖南省成熟期降水量达不到烟草种植最适宜的降水量条件,除新晃县、芷江县、麻阳县、怀化市西部和会同县西部属烟草种植适宜区域,其他区域成熟期降水量均大于 350 mm,对烟叶的生长来说,只满足了次适宜的要求。

成熟期降水量 50 年平均值为 422.7 mm,总体呈上升趋势,平均每 10 年上升 12.8 mm,上升趋势不显著。从 5 年滑动平均情况来看,从 20 世纪 60 年代初到 60 年代末,成熟期降水量处于上升阶段;从 60 年代末到 80 年代中期一直呈波动下降状态;80 年代中期到 2000 年,降水量上升趋势明显;而 2000—2010 年,一直处于波动下降阶段。由封三图 2-C 可知,全省除个别气象站成熟期降水量呈下降趋势外,其他站点成熟期降水量均呈上升趋势,以永州中部、郴州东部、怀化东北部和益阳西部上升趋势最明显,平均每 10 年上升超过 20 mm。

用 M-K 法对湖南省成熟期降水量的突变性进行检验时也出现了多个突变点,从 UF 趋势线图(图略)可以看到,成熟期降水量在 20 世纪 70 年代初和 80 年代末经历了由多变少和由少变多的转折,与大田期降水量发生转折的时间基本一致。运用滑动  $t$  检验法对转折点进行进一步检验,以确定其突变性(图 4),自 1970 年以来, $t$  统计量在 1989—1992 年变化显著,取 1989—1992 年的波谷值作为突变点,即近 50 年湖南成熟期降水量的突变发生在 1989 年,1989 年后全省成熟期降水量显著增多。

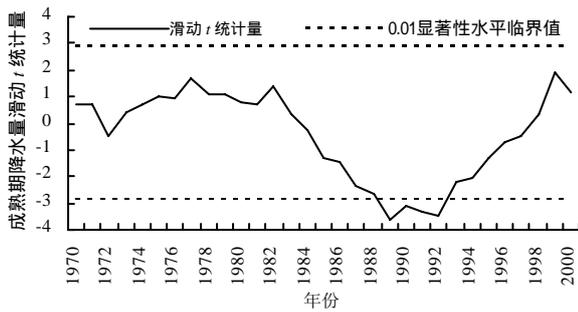


图 4 成熟期降水量滑动  $t$  统计量曲线

Fig.4 Moving  $t$ -test of precipitation at mature stage

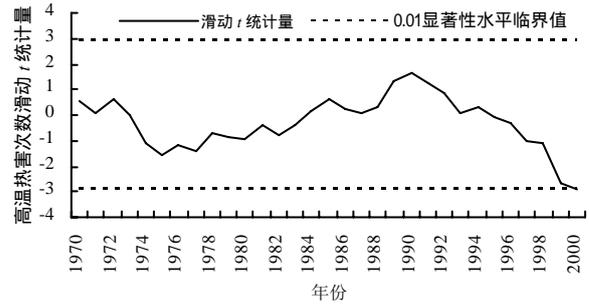


图 5 高温热害次数的滑动  $t$  统计量

Fig.5 Moving  $t$ -test of times of high temperature damage

### 2.1.4 成熟期高温热害发生机率的变化特征

湘西、衡阳以及株洲是高温热害高发区，每年发生高温热害的机率在 70% 以上，对烟叶生长来说属次适宜区，其他区域的高温热害发生机率为 20% ~ 70%，是烟草种植的适宜区，南岳、桂东县和汝城县 50 年来未出现过高温热害。全省高温热害发生 50 年平均 0.6 次，总体呈上升趋势，平均每 10 年增加 0.03 次，上升趋势不显著。从 5 年滑动平均看，从 20 世纪 60 年代初到 70 年代末，高温热害发生次数减少；从 70 年代末到 90 年代初呈增加的趋势，90 年代初到 2000 年，又出现了减少，2000—2010 年，高温热害发生次数增加比较明显。由封三图 2-D 可见：湘北、湘东和湘南大部分区域的高温热害发生次数呈上升趋势，以湘东南和洞庭湖流域上升趋势最明显，平均每 10 年增加 0.1 次以上，怀化、湘西自治州以及邵阳大部分区域高温热害发生次数呈减少趋势。如果高温热害发生次数呈历年增长趋势，说明每年发生高温热害的机率在增大。通过以上分析可知，随着高温热害发生次数总体的增加，全省高温热害发生机率总体上也呈上升趋势，特别是在 2000 年以后高温热害发生机率增大明显。

用 M-K 法对高温热害发生次数的突变性进行检验有多个突变点出现，UF 趋势线图(图略)显示，高温热害发生次数自 20 世纪 70 年代中期到 2010 年一直处于由少到多的状态。运用滑动  $t$  检验法进一步检验该趋势的突变特征(图 5)，自 1970 年以来， $t$  统计量在 2000 年变化显著，这表明以 2000 年为突变点，自 2000 年以后，高温热害发生次数显著增多，高温热害发生机率明显增大。

### 2.2 气候变化对烟草种植的影响

从单个气候因子的影响来看，大田期日照时数平均每 10 年减少了 10.8 h。随着大田期日照时数总体上的减少，烟草生长的最适宜区、适宜区面积在逐渐减小，龙山县、桑植县、永顺县、保靖县由最适宜区变为适宜区，衡阳以及郴州东部各县(市)由适宜区变为次适宜区。大田期降水量平均每 10 年上升了 6.3 mm。随着大田期降水量总体上的增多，种植烟草的最适宜区和适宜区均有所增多，绥宁县、靖州县、洪江县和怀化中南部的鹤城区由适宜区转变为最适宜区，新晃县由次适宜区转变为适宜区。成熟期降水量总体的增多致使全省基本成为烟草种植的次适宜区。全省大部分地区高温热害的发生机率呈增长趋势，使得烟草种植的适宜区面积呈减少趋势，怀化、湘西自治州和邵阳的大部分区域高温热害发生次数呈逐年下降趋势，这些区域的烟草种植适宜度有所提升。

目前，湖南的烟草种植区主要分为湘西、湘中和湘南三大烟区。湘西烟区又可细分为湘西北、湘西中和湘西南烟区，其代表站分别为桑植、凤凰和靖州。随着气候的变化，湘西北烟区大田期降水量、成熟期降水量和高温热害发生次数虽然均有增加，但增加趋势都不很明显，对烟草种植适宜度的影响不大，而大田期日照时数在不断减少，且下降趋势显著。以上变化使得湘西北烟区，如桑植、龙山、永顺等地的烟草种植适宜度下降，烟叶的品质和产量也受到影。湘西中烟区大田期日照时数有所下降，大田期降水量、成熟期降水量和高温热害发生次数有所增加，但变化都不显著，对烟草种植的适宜度影响不明显。湘西南烟区大田期降水量的增多

使该区域的烟草种植适宜度显著提高,加上大部分区域高温热害次数的减少,更有利于烟叶的生长。湘中烟区又分为长沙烟区和邵阳烟区,代表站分别为浏阳和隆回。长沙烟区多年成熟期降水量和大田期日照时数变化不大,高温热害发生次数略有增加,对烟草种植适宜度影响不大,大田期降水量的明显减少提高了烟草种植的适宜度,其中浏阳表现最明显。邵阳烟区各气候资源多年的变化不明显,对烟草种植适宜度影响不大。湘南烟区可分为郴州烟区和永州南烟区,分别以桂阳和江华为代表站。郴州烟区大田期和成熟期降水量和高温热害发生次数的变化都不明显,对烟草种植适宜度的影响不大,大田期日照时数的显著减少使得该烟区部分区域的适宜度降低,如桂阳、新田和嘉禾。永州南烟区各气候资源多年的变化不明显,对烟草种植适宜度影响不大。

### 3 结论与讨论

a. 湖南大田期日照时数总体呈下降趋势,平均每10年减少10.8h,下降趋势显著;大田期降水量总体呈上升趋势,平均每10年上升6.3mm,并在1991年发生了突变;成熟期降水量总体呈上升趋势,平均每10年上升了12.8mm,气候突变发生在1989年;高温热害发生次数总体呈上升趋势,且在2000年发生了突变,自2000年以后,高温热害发生次数显著增多,高温热害发生机率增大明显。

b. 从单个气候因子的影响来看,随着大田期日照时数总体上的减少,全省烟草种植的最适宜区、适宜区面积在逐渐减小;随着大田期降水量总体上的增多,烟草种植的最适宜区和适宜区均有所增大;成熟期降水量总体的增多致使全省基本为烟草种植的次适宜区;高温热害发生机率的增高,使得烟草种植的适宜区面积呈减少趋势。

c. 综合多个气候因子的影响来看,近50年的气候变化,降低了湘西北烟区和郴州烟区烟草种植的适宜度,提高了湘西南烟区和长沙烟区的烟草种植适宜度,对湘西中、邵阳烟区、永州南烟区烟草

种植的适宜度影响不大。

#### 参考文献:

- [1] 周义,覃志豪,包刚. 气候变化对农业的影响及应对[J]. 中国农学通报, 2011, 27(32): 299-303.
- [2] 杨晓光,刘志娟,陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度的可能影响 I. 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(2): 329-336.
- [3] 周曙东,周文魁,朱红根,等. 气候变化对农业的影响及应对措施[J]. 南京农业大学学报:社会科学版, 2010, 10(1): 34-39.
- [4] 王修兰,徐师华,崔读昌. CO<sub>2</sub>浓度倍增及气候变暖对农业生产影响的诊断与评估[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4): 47-48.
- [5] Piao S L, Fang J Y, Zhou L M, et al. Variations in satellite-derived phenology in China's temperature vegetation[J]. Global Change Biology, 2006(12): 672-685.
- [6] 廖玉芳,宋忠华,赵福华,等. 气候变化对湖南主要农作物种植结构的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(24): 276-286.
- [7] 殷剑敏. 气候变化对南丰县蜜橘种植分布的影响[J]. 中国农业气象, 2007, 28(2): 190-194.
- [8] 邓振镛,张强,徐金芳. 全球气候变暖对甘肃农作物生长影响的研究进展[J]. 地球科学进展, 2008, 23(10): 1070-1078.
- [9] 陆魁东,黄晚华,肖汉乾,等. 气候因子小网格化技术在湖南烟草种植区划中的应用[J]. 生态学杂志, 2008, 27(2): 290-294.
- [10] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京:气象出版社, 1999: 69-72.
- [11] 符淙斌,王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, 16(4): 482-492.
- [12] 胡刚,宋慧. 基于Mann-Kendall的济南市气温变化趋势及突变分析[J]. 济南大学学报, 2012, 26(1): 96-101.
- [13] 肖汉乾,陆魁东,张超,等. 基于GIS的湖南烟草可种植区域精细化研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2007, 33(4): 427-430.

责任编辑: 王赛群