DOI:10.19789/j.1004-9398.2017.02.013

近50年来四川省蒲江县气候变化特征初探

左良优

(首都师范大学资源环境与旅游学院,北京 100048)

摘 要

利用蒲江县1960年至2009年的气温、降水资料,采用线性倾向估计、滑动平均、距平等方法,研究了蒲江县近50年来气温和降水的年、季变化特征. 结果表明: 在全球气候变化的背景下,近50年来,蒲江县的年平均气温呈微弱的上升趋势,阶段性变化明显,可分为1960年至1985年的下降阶段和1986年至2009年的上升阶段,春、夏季表现出与年平均气温一致的阶段性变化; 年降水量呈明显减少趋势,四季降水变化夏、秋季降水减少尤为显著; 年降水量的明显减少使得蒲江县近50年来各类干旱都有发生,其中冬干和夏旱出现的频率较高,在降水量较少的时期,年平均气温较高,各类干旱发生的频次高,较重干旱及以上程度的干旱发生频次增加.

关键词: 气候变化,气温,降水,干旱,蒲江.
中图分类号: P467

0 引 言

气候变化的问题日益引起全世界的广泛关注,成为当今人类社会亟待解决的重大问题之一. 在2013年IPCC发布的第五次评估报告中就明确指出"在1880年至2012年期间温度升高了0.85 ℃(0.65 ~ 1.06 ℃)[1]","全球变暖是不争的事实[2]".

对于全球气候的变化,不同区域的响应各异[3-8]. 20世纪80年代开始,中国气温变化与全球气温变化一致,呈变暖趋势[9-11]. 增暖主要出现在东北、华北和西北西部,西南地区增暖不明显,部分地区甚至出现了降温的趋势[12-14]. 陈隆勋[15]等曾指出,西南地区气温自20世纪50年代暖期到1990年气温连续下降,之后才略有上升. 另外,我国的年降水也有明显的区域差异[16-20],西北地区、东北东部、长江中下游地区及东南沿海一带降水增长趋势明显,而华北大部、华东北部及西南东部等地降水呈明显下降趋势. 许多学者[21-23]也对成都市的气候变化进行了研究,认为成都市气温在20世纪50年代以后呈升降交替变化,年降水量波动下降.

蒲江县位于四川盆地西南部,成都平原西南边缘,界于30°05′N ~ 30°21′N,103°19′E ~ 103°41′E,毗邻天府新区,属于成都"半小时经济圈". 全县面积为583 km^2,地貌类型以浅丘为主,兼有深丘、山地和平坝. 境内有蒲江河和临溪河,其中蒲江河属于岷江水系,流域面积达到287.5 km^2. 气候为亚热带湿润性季风气候,气候温和,无酷暑严寒. 本文利用近50年来蒲江县气温和降水资料,探讨气候变化趋势,从而为认识全球气候变化下的区域响应,以及当地农业生产、环境保护相关的管理决策提供参考.

1 资料与方法

利用蒲江气象站1960年至2009年的气温和降水资料,计算出年平均气温、四季气温和年、季降水量. 季节划分采用气象学上的标准,即3月至5月为春季,6月至8月为夏季,9月至11月为秋季,12月到次年的2月为冬季. 在统计分析并绘出蒲江县各气象要素(气温、降水量)以及相关变量的季节、年际变化曲线的基础上,运用线性趋势分析法、5年滑动平均法、距平法等方法分析蒲江的气候变化.

1.1 线性趋势法

用气象要素与其对应的时间建立一元线性回归方程:

$$y = a + bt \quad (1)$$

式中,y为气象要素,如气温、降水; a为回归常数,b

收稿日期: 2016-06-20

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为回归系数，a、b 可以用最小二乘法进行估计. 其中，b 表示气候要素的线性趋势(变化率)；$b>0$ 表示随时间 t 的增加 y 呈上升趋势，$b<0$ 表示随时间 t 的增加 y 呈下降趋势；b 值的大小反映了上升或下降的速度，b 为零时表示无线性变化趋势.

1.2　滑动平均法

滑动平均[24]是趋势拟合技术最基础的方法，它相当于低通滤波器. 滑动平均的公式为:

$$Y_n = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} x_{i+j-1} \quad j = 1,2,\cdots,n-k+1 \tag{2}$$

式中 k 为滑动长度，本文中取 5. Y_n 是滑动平均值.

1.3　距平法

分析方法采用的是距平法，计算公式为:

$$\hat{X} = X_i - \overline{X} \tag{3}$$

式中 $\hat{X}$ 为距平值，X_i 为气象要素值，$\overline{X}$ 为气象要素序列均值. 其中

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i \tag{4}$$

2　结果与分析

2.1　气温的变化特征

2.1.1　年平均气温变化

蒲江县 1960 年至 2009 年 50 年的平均气温为 16.3 ℃. 最高值出现在 2000 年，为 17.9 ℃，比平均值偏高 1.6 ℃. 最低值出现在 1976 年、1984 年和 1989 年，均为 15.6 ℃，比平均值低 0.7 ℃.

从图 1 可知，蒲江县近 50 年的年际变化较明显. 年平均气温的变化趋势可以用一元线性回归方程来判断. 近 50 年来蒲江县年平均气温总体呈平缓略升的趋势，变化趋势不大，变化倾向率为 0.03 ℃/10 a，明显低于四川年平均气温的变化幅度 0.116 ℃/10 a[25]，且未通过显著性检验，这说明近 50 年来温度上升的趋势不显著.

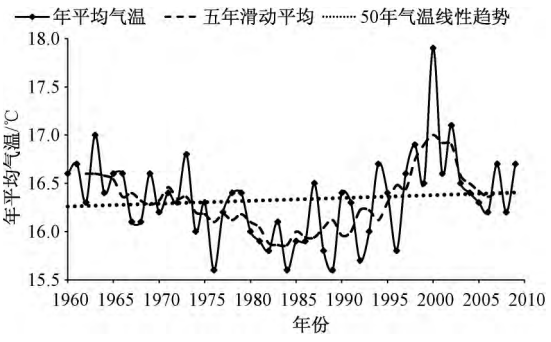


图 1　蒲江 1960—2009 年的年平均气温变化

郝丽萍[23]曾得出成都市在 1986 年以后气温发生了转折，呈现出明显的持续上升趋势的结论，根据图 1 中的 5 年滑动平均曲线的走势，也可看出蒲江县近 50 年的气温变化表现出明显的阶段性特点. 大体上可以分为两个阶段(图 2)，即 1960 年至 1985 年的降温阶段和 1986 年至 2009 年的升温阶段，均通过置信度为 0.001 的显著性检验；同时，升温阶段也与赵文虎[25]等得出的四川年平均气温的升温阶段吻合. 因此，可以看出 1960 年至 2009 年蒲江县的气温变化是升降交替出现，并且变化趋势明显，这可能是造成蒲江县近 50 年气温整体呈微弱上升的原因之一. 此外，还可以看出明显的相对冷暖期(图 1)，20 世纪 60 年代到 70 年代中期和 20 世纪 90 年代中期到 2009 年为相对暖期，20 世纪 70 年代中期到 20 世纪 90 年代中期为相对冷期，其中 20 世纪 80 年代达到研究序列的最冷时期，与李跃清[26]等得出的四川盆地气温在 20 世纪 80 年代最冷一致.

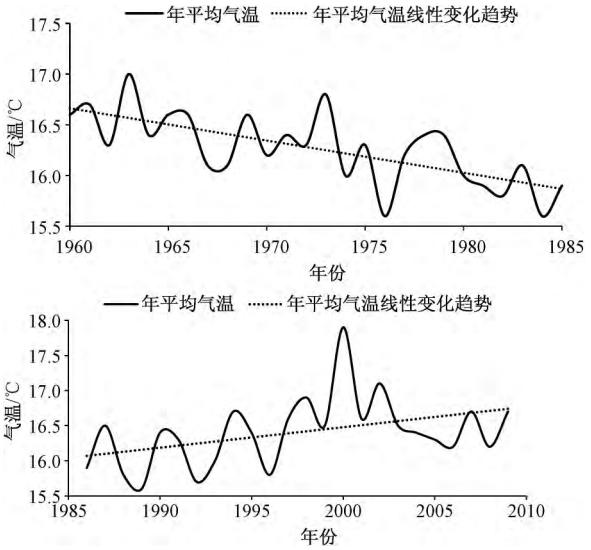


图 2　蒲江县 1960—2009 年年平均气温变化

2.1.2　四季平均气温的变化

四季气温变化倾向率均未通过显著性检验，春夏季呈微弱的下降趋势，秋冬季呈上升趋势；其中，秋季的气温变化倾向率大于年平均气温变化倾向率，可见，近 50 年来蒲江县气温呈微弱上升主要是秋、冬两季的上升趋势推动的，而春、夏季则表现为负贡献. 此外，春、夏季气温表现出与年际变化的特征相似，都以 1985 年为界，表现为 1960 年至 1985 年的下降阶段和 1986 年至 2009 年的上升阶段.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2 降水的变化特征

2.2.1 年降水量变化

近 50 年来,蒲江县的年平均降水量为 1 232.6 mm,最大值出现在 1961 年,为 1 674.6 mm,最小值出现在 2001 年,为 629.7 mm,两者差值 1 044.9 mm,是多年平均降水量的 85%,降水相对变率为 16.6%. 由图 3 可以看出,1960 年至 2009 年的 50 年间,蒲江县的降水量总体上有明显的减少趋势,年降水量的趋势倾向率为 -56.1 mm/10 a,减少趋势明显,且通过了信度 0.02 的显著性检验,与田宏[27]等得出的四川盆地未来 15 年将出现全盆地干旱少雨的趋势一致.

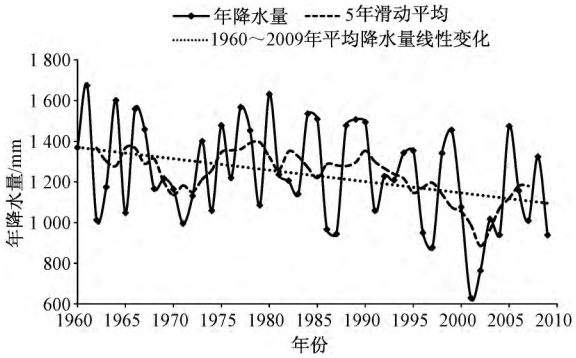


图 3 蒲江县 1960—2009 年平均降水量变化

由表 1 蒲江县降水量的年代际变化可知,50 年平均降水量波动性较大,少雨期与多雨期交替出现. 20 世纪 60 年代降水量距平值为 95.5 mm,降水丰沛,为相对多雨期;到了 20 世纪 70 年代,降水距平值为 29.2 mm,降水较多,但与 60 年代相比有所减少;20 世纪 80 年代平均降水量比 50 年平均降水量偏多 89.2 mm;20 世纪 90 年代平均降水量比 50 年平均降水量偏少 1.6 mm;从 2000 年到 2009 年,降水距平值为 -199.5 mm,降水减少的趋势更加明显,处于相对少雨期,说明 2000 年以前,蒲江县的气候相对湿润,2000 年以后,蒲江县的气候相对干旱,与李跃清[28]得出的四川盆地西部 90 年代以来降水表现出增加的趋势恰好相反.

表 1 蒲江县 1960—2009 年降水量距平年代际变化

单位 mm

时间	1960—1969	1970—1979	1980—1989	1990—1999	2000—2009
年距平	95.5	22.9	82.9	-1.6	-199.5
春季距平	4.0	-6.9	22.9	-16.2	-3.8
夏季距平	51.0	26.7	64.3	7.2	-149.1
秋季距平	44.8	0.9	-8.7	6.6	-43.7
冬季距平	-4.2	2.2	4.5	0.2	-2.9

2.2.2 四季降水量的变化

从表 1 可以看出,蒲江县的降水特征在季节上表现为夏季降水量最大,约占全年降水量的 56.1%,略低于胡毅[21]等得出的 1960 年至 1999 年蒲江县夏季降水量占年总降水量的 57.3%,说明 2000 年至 2009 年以来,蒲江县夏季降水减少了;秋季降水比夏季略少,其次是春季,冬季降水最少.

四季降水变化与年平均降水变化趋势相同. 分析历年各季降水得出,四季的降水均呈减少趋势,夏、秋季减少尤为显著,减少率分别为 38.8 mm/10 a、15.6 mm/10 a. 而春、冬季降水减少趋势不明显,均未通过显著性检验,说明蒲江县降水减少主要是由夏、秋季降水减少造成的. 从不同年代际的四季降水变化来看,春季平均降水以 20 世纪 80 年代最多,与 50 年均值相比多 22.9 mm,20 世纪 90 年代最少,比 50 年均值少 16.2 mm;夏季平均降水量以 20 世纪 80 年代最多,与 50 年均值相比多 64.3 mm,21 世纪初最少,比 50 年均值少 49.1 mm;秋季平均降水量以 20 世纪 60 年代最多,与 50 年均值相比多 44.8 mm,21 世纪初最少,比 50 年均值少 43.7 mm;冬季平均降水量以 20 世纪 80 年代最多,比 50 年均值多 4.5 mm,20 世纪 60 年代最少,与 50 年均值相比少 4.2 mm.

2.2.3 干旱特征分析

蒲江县 1960 年至 2009 年的降水总体呈明显减少的趋势,说明蒲江县有变干的趋势,干旱对农业生产和生态环境影响很大,因此,根据四川省气象局发布的干旱标准(DB51/T 582 -2013)[29],并结合降水资料对蒲江县近 50 年来的干旱情况进行分析,以期在全球气候变化背景下,为该地旱灾影响评估提供参考.

近 50 年来,蒲江县各类干旱都有发生,其中,冬干发生的频率最高,为 38%;其次是夏旱,频率为 26%;春旱、伏旱和秋旱发生相对较少. 干旱程度多以一般干旱为主,严重及特重干旱发生频率较少,仅为 5%. 从不同年代际来看,春旱在各年代都有发生,其中,20 世纪 70 年代、80 年代和 21 世纪初春旱发生频次较高. 夏旱在各年代也都有发生,其中,20 世纪90 年代以来夏旱发生频率较高,且在 2009 年发生了一次特重干旱. 伏旱在各年都有发生,但都为一般干旱,其中 20 世纪 70 年代和 21 世纪初伏旱发生的频次较高,约占伏旱总频次的 67%. 除 20 世纪 60 年代外,其余年代都发生了不同程度的秋旱,

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

且在 2001 年发生了一次严重秋旱. 冬干在 20 世纪 60 年代发生频次最高,其余年代冬干发生的频次相当. 由于蒲江县降水量呈减少趋势,在 21 世纪初,较重及以上程度的各种干旱发生的频次相对较高. 此外,在 1988 年、1992 年和 2001 年还出现了秋冬连旱的情况.

3　结　论

(1) 近 50 年蒲江县气温总体呈现微弱上升趋势,表现出明显的阶段性特征,即 1960 年至 1985 年的降温阶段和 1986 年至 2009 年的升温阶段. 四季平均气温的变化趋势与年平均气温的变化趋势并不完全一致,具有季节性差异,春、夏季平均气温呈下降的趋势,而秋、冬季表现出升温的趋势,同时,春、夏季还表现出与年平均气温一致的阶段性特征.

(2) 近 50 年来,蒲江县降水量总体呈减少趋势,减少速度为 56.1 mm/10 a. 20 世纪 70 年代以前降水丰沛,70 年代出现了短暂的少雨期,20 世纪 80 年代为多雨年,90 年代到 21 世纪初降水持续减少. 四季降水量变化都呈减少趋势,特别是夏、秋季的降水量减少尤为显著,为蒲江县年降水量呈下降趋势的贡献最大.

(3) 近 50 年来,蒲江县各类干旱都有发生. 其中,冬干发生的频率最高,为 30%,其次是夏旱,春旱、伏旱和秋旱发生相对较少. 干旱程度多以一般干旱为主,严重及特重干旱发生频率较少. 对比图 1 和图 3 可以看出,20 世纪 70 年代出现了短暂的少雨期,同时也是年平均气温较高的时期,使得各种干旱发生的总频次最高; 而年平均气温较低的时期,年平均降水相对较多,干旱发生的频次就相对较少; 到 21 世纪初,降水减少趋势显著,年平均气温高,使得较重干旱及以上程度的干旱发生频次增加.

(4) 在全球气候变暖的大背景下,蒲江县的气候也受到了变暖趋势的影响. 气温年际变化与四川省的年际变化一致,最冷年代出现在 20 世纪 80 年代,年平均最高气温和年平均最低气温的变化趋势一致等. 气候变化和人类的生产和生活息息相关,直接影响到区域生态环境建设和经济发展,而对蒲江县近 50 年气候变化趋势的研究,能为当地农业生产、环境保护和相关管理决策提供一定的参考.

参　考　文　献

[1] 秦大河, Stocker T, 259 名作者和 TSU(驻伯尔尼和北京). IPCC 第五次评估报告第一工作组报告的亮点结论[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(1): 1-6.

[2] 秦大河, 董文杰, 罗勇. 中国气候与环境演变: 2012[M]. 北京: 气象出版社, 2012: 28-34.

[3] 符淙斌, 董文杰, 温刚, 等. 全球变化的区域响应和适应[J]. 气象学报, 2003, 61(2): 245-250.

[4] 王遵雅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报, 2004, 62(2): 228-236.

[5] 丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告(I): 中国气候变化的历史和未来趋势[J]. 气象变化研究进展, 2006, 2(1): 3-8.

[6] 陈隆勋, 朱文琴, 王文, 等. 中国近 45 年来气候变化的研究[J]. 气象学报, 1998, 56(3): 257-271.

[7] 丁一汇, 任国玉, 赵宗慈, 等. 中国气候变化的检验及预估[J]. 沙漠与绿洲气象, 2007, 1(1): 1-10.

[8] 李明志, 袁嘉祖, 李建军. 中国气候变化现状及前景分析[J]. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2003, 2(2): 16-20.

[9] 王绍武. 近百年我国及全球气温变化趋势[J]. 气象, 1990, 16(2): 11-15.

[10] 延军平, 郑宇. 秦岭南北地区环境变化响应比较研究[J]. 地理研究, 2001, 20(5): 576-582.

[11] Yan J P, Liu Y S. A study on environmental aridity over northern and southern to Qinling Mountains under climate warming[J]. Journal of Geographical Sciences, 2001, 11(2): 193-201.

[12] 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来的温度变化[J]. 气象, 1994, 20(12): 19-26.

[13] 任国玉, 徐铭志, 初子莹, 等. 近 54 年中国地面气温变化[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 717-727.

[14] 屠其璞, 邓自旺, 周晓兰. 中国气温异常的区域特征研究[J]. 气象学报, 2000, 58(3): 288-296.

[15] 陈隆勋, 周秀骥, 李维亮, 等. 中国近 80 年来气候变化特征及其形成机制[J]. 气象学报, 2004, 62(5): 634-646.

[16] 翟盘茂, 任福民, 张强. 中国降水极值变化趋势检验[J]. 气象学报, 1994, 57(2): 208-216.

[17] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近 50 年气温及降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238-244.

[18] 于淑秋, 林学椿, 徐祥德. 我国西北地区近 50 年降水和温度的变化[J]. 气象与环境学报, 2003, 8(1): 9-18.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[19] 黄晓莹，温之平，杜尧东，等. 华南地区未来地面温度和降水变化的情景分析[J]. 热带气象学报，2008，24(3)：254－258.
[20] 吉奇，宋翼凤，刘辉. 近50年东北地区温度降水变化特征分析[J]. 气象与环境学报，2006，22(5)：1－5.
[21] 胡毅，朱克云，李跃春，等. 成都平原中西部近40年气候特征及其变化研究[J]. 成都信息工程学院学报，2004，19(2)：223－231.
[22] 郝丽萍，何金海，方之芳，等. 成都市近33年候气温变化的研究[J]. 四川气象，2007，27(1)：17－20.
[23] 郝丽萍，方之芳，李子良，等. 成都市近50a气候年代际变化特征及其热岛效应[J]. 气象科学，2007，27(6)：648－654.
[24] 魏风英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京：气象出版社，2007：41－42.
[25] 赵文虎，孙卫国，程炳岩. 近50年川渝地区的气温变化及其原因分析[J]. 高原山地气象研究，2008，28(3)：59－67.
[26] 李跃清，李崇银. 近40多年四川盆地降温与热带西太平洋海温异常的关系[J]. 气候与环境研究，1999，4(4)：388－395.
[27] 田宏，陈文秀. 西南地区百年温室气候序列分析及趋势预测[J]. 四川气象，2004，24(3)：32－36.
[28] 李跃清. 21世纪前15年四川省旱涝趋势预测[J]. 四川气象，1999，19(1)：20－23.
[29] 四川省质量技术监督局. 气象术语(DB51/T 582－2013)[S]. 2013.

Primary Investigation on the Characteristics of Climate Change in Pujiang in Recent 50 Years

Zuo Liangyou

(The Institute of Resource Environment and Tourism of Capital Normal University, Beijing 100048)

Abstract

Based on Pujiang meteorological data from 1960 to 2009, linear trend estimation, moving average and anomaly method are adopted to analyze the characteristic of climatic change. The research shows in the background of global warming Pujiang climate has changed in recent 50 years, the annual average temperature of Pujiang County was weak upward trend, periodic changes obviously, and can be divided into decline from 1960 to 1985 and from 1986 to 2009 phase of the rising phase; The temperature of spring and summer showed consistent with the annual average temperature; Annual precipitation showed a decreasing trend; for seasonal precipitation changes, summer and autumn precipitation decrease is particularly significant; Annual precipitation decreased significantly makes all kinds of drought has occurred nearly 50 years in Pujiang, in which the frequency of dry winter and summer drought appear higher, in less precipitation periods, annual average temperature is high, all kinds of drought occurrence frequency is higher, resulting the occurrence frequency of severe and severer drought increased, which affected the agricultural production and the ecological environment.

Key words: climate change, temperature, precipitation, drought, Pujiang.

作者简介 左良优(1991－)，女，在读硕士，研究方向：资源开发与区域发展. E-mail: zuoliyo@163.com.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net