

Climate Change Characteristics of Rainstorm during the Meiyu Period in Wuhan City in Recent 56 Years

Li Zhang, Zhonglv Huang, Ming Li

Wuhan Meteorological Bureau, Wuhan Hubei
Email: 165525715@qq.com

Received: Aug. 12th, 2018; accepted: Aug. 25th, 2018; published: Aug. 30th, 2018

Abstract

In this article, we study the climate change characteristics of rainstorm in Wuhan's Meiyu period, by using the precipitation data from five national meteorological observation stations in Wuhan, and the definition of Meiyu period which is revised by Wuhan regional climate center. Meanwhile, the main methods of this research are the trend analysis, moving average, Mann-Kendall test and Morlet wavelet analysis. Main results are: 1) The variation characteristics of heavy rain days and heavy rainfall in Wuhan's Meiyu period are similar. The rainstorm happened the most in late June, and then in early July and mid-July, the least in late May. The amount of precipitation for rainstorm in Meiyu period varies annually: the oscillation amplitude increased especially in late 1990s; the amount of precipitation in late 1990s is obviously larger than that in early 1990s. And the maximum value of precipitation happened in 1991. 2) In Wuhan, the rainstorm in Meiyu period's average rate of contribution for the whole precipitation is 45.6%. The peak of the rate appeared in 2005, which is 99.2%, and the valleys of the rate appeared in 1965, 1971 and 1977, which is zero. Such rate is well corresponding to the amount of precipitation in Meiyu period. 3) An increase of total rainfall for the rainstorm in Wuhan's Meiyu period around 1980s is a mutant phenomenon. Specifically, it began in 1979. 4) The abnormal change of the period of oscillation for total rainfall for the rainstorm in Wuhan's Meiyu period in 56 years is mainly 12 a, secondly 7 a. Furthermore, a short period of 4 a appeared in mid-1980s.

Keywords

Meiyu Period Rainstorm, Climate Characteristics, Mann-Kendall Test, Morlet Wavelet Analysis

武汉市近56 a梅雨期暴雨气候变化特征

张 丽, 黄钟吕, 李 明

武汉市气象局, 湖北 武汉

摘要

本文利用1960~2015年武汉区域内5个国家级观测站逐日降水观测资料,以武汉区域气候中心按照最新标准修订的湖北省梅雨期时间为标准定义武汉市梅雨期,据此研究武汉市梅雨期暴雨的气候特征。主要研究方法为线性趋势、滑动平均、Morlet小波分析和Mann-Kendall突变检验等。结果表明:1)武汉市梅雨期暴雨日数及暴雨量变化特征基本一致;梅雨期暴雨出现在6月下旬的次数最多。梅雨期暴雨量存在较大的年际变化,尤其进入90年代后年际振荡幅度增大,90年代后期暴雨量偏多趋势明显。极大值出现在1991年。2)武汉市暴雨贡献率多年平均值为45.6%,峰值出现在2005年,达99.2%,谷值现在1965、1971、1977年,没有出现暴雨过程。3)武汉市梅雨期暴雨总量80年代前后的增多是一次突变现象,具体是从1979年开始的。4)武汉市梅雨期暴雨总量异常的振荡周期变化在56年中以准12 a为主;其次是7 a左右的周期。另外从80年代末中期开始存在4 a左右的短周期。

关键词

梅雨期暴雨, 气候特征, 突变检验, Morlet小波分析

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

武汉市地处长江中下游地区,每年的6~7月份正处在东亚季风向北推进的阶段,往往强盛的暖湿气流与北方南下的冷空气在这一带相遇并形成静止锋,静止锋上多气旋波活动,常常出现阴雨连绵天气,造成降雨集中、暴雨频繁,持续时间长,也就是人们所称的“梅雨”[1]。梅雨灾害是我国洪涝灾害的主要因素之一[2]。例如,2011年6月18日,受大气中低层切变线和地面梅雨锋系统的共同影响,湖北省出现了一次大范围的降雨过程,其中武汉市黄陂区武湖站和新洲区潘塘站的降水量分别达到了243 mm和212 mm。此次特大暴雨造成了武汉市区内多处严重的道路积水、交通堵塞、房屋倒塌,直接经济损失达数亿元人民币。因此,认识武汉市梅雨暴雨的分布特征对保障人民的生活出行甚至生命财产安全都有很大的意义。

许多的气象工作者对梅雨期暴雨做了不同程度、不同方向的研究,但针对武汉市梅雨期暴雨的研究还非常少。加强对梅雨期暴雨规律的分析,探寻其影响因子的强信号,有利于提高对梅雨期暴雨的预测能力[3],有利于减少暴雨灾害带来的损失,对保障国家和人民生命财产安全有着重要的现实社会意义。

2. 资料与方法

利用1960~2015年武汉区域内5个国家级观测站逐日降水观测资料。以武汉区域气候中心按照最新标准修订的湖北省梅雨期时间为标准定义武汉市梅雨期。梅雨日期标准简单介绍为:1)雨日的确定:区域中有三分之一以上监测站出现0.1毫米以上(含0.1毫米)的降水,且区域内日平均降水量达到或超过2

毫米, 该日定义一个雨日。2) 雨期开端日: 从第一个雨日算起, 往后第 2 个一直到第 10 个中雨日数占相应时段内总日数的比例大于或等于百分之五十, 则第一个雨日为雨期开端日。3) 雨期结束日: 从雨期的最后一个雨日算起, 往前第 2 个一直到第 10 个的雨日数占相应时段内总日数的比例大于或等于百分之五十, 则最后一个雨日为雨期结束日。4) 雨期的确定需满足条件: 任何连续 10 日的雨日比例大于或等于百分之四十、雨日数大于或等于 6 天且没有连续 5 天(含 5 天)以上的非雨日、站平均降水强度每天需大于或等于 5 毫米。一个雨期长度为该雨期的开端日到结束日所经历的日数。5) 入梅时间确定: 第一个雨期的开端日就算作为入梅日。6) 出梅时间确定: 最后一个雨期结束日的次日算作为出梅日。7) 梅雨期的确定: 梅雨期内可以出现多个雨期, 梅雨期长度为入梅日到出梅日前一天的日数。

为研究武汉市梅雨期暴雨的区域特征, 定义 3 种暴雨特征量, 它们分别是 1) 暴雨量: 梅雨期日降水量 ≥ 50 mm 的降水量的累积; 2) 暴雨日数: 梅雨期日降水量 ≥ 50 mm 的暴雨日数的累积; 3) 暴雨贡献率: 梅雨期暴雨量与梅雨期降水量之比, 它反映梅雨期暴雨量对梅雨期降水量的贡献大小。同时, 本文为更好地消除台站迁移、城市热岛效应的影响, 所研究梅雨期气候特征的暴雨日数、暴雨量、暴雨贡献率均为五站区域平均。

对 2000~2015 年 16 年间的武汉市发生的梅雨期暴雨进行整理, 筛选出暴雨个例。找出 2000~2015 年共 16 年间武汉市梅雨期内 5 个气象站(包括武汉站、蔡甸、黄陂、新洲和江夏)至少有一个气象站出现了日降水量(20~20 时)超过 50 毫米定义为一个武汉梅雨期暴雨个例。

本文采用线性倾向估计和二项式系数滑动平均、Morlet 小波分析、Mann-Kendall 突变检验等方法[4]。

3. 梅雨期暴雨年际变化特征

3.1. 梅雨期暴雨日数旬际变化特征

为了解近 56 a 武汉市梅雨期暴雨的旬际变化特征, 分别统计出武汉市 5 个观测站近 56 a 梅雨期内逐旬的暴雨日数, 再做区域平均, 得出武汉市梅雨期多年逐旬暴雨日数累计的时间演变曲线(图 1), 由图中可以看出: 武汉市梅雨期暴雨主要发生在 6 月中旬至 7 月中旬, 其中发生在 6 月下旬的日数最多, 其次是 7 月上旬和 7 月中旬, 5 月下旬和 7 月下旬也偶有发生, 但日数较少。

3.2. 梅雨期暴雨日数及暴雨量的年际变化特征

图 2 是武汉市梅雨期暴雨日数的年际变化曲线及 11 a 滑动平均曲线。由暴雨日数时间演变曲线可看出, 武汉市梅雨期暴雨日数存在较大的年际变化, 峰值出现在 1991 年, 而武汉市在 1991 年确实出现特大暴雨洪涝。由滑动平均曲线可以看出 20 世纪 80 年代后期武汉市梅雨期暴雨日数有增多趋势, 到 2000 年以后又有所回落。图 3 是武汉市梅雨期暴雨量标准化距平时间演变曲线及 11 a 滑动平均曲线。从图上可以看到: 武汉市梅雨期暴雨量距平在 90 年代以前以负值居多, 90 年代后开始正值增多, 11 a 滑动平均曲线显示从 20 世纪 80 年代开始有增多趋势, 2000 年以后有减少趋势。梅雨期暴雨量标准化距平的极大值同样也出现在 1991 年, 且暴雨量距平的年际变化趋势与暴雨日数的年际变化趋势相一致(图 2)。因此后文主要研究梅雨期暴雨量的演变特征。

3.3. 暴雨贡献率的年际变化

为了解梅雨期暴雨对梅雨期总降水的影响, 分别计算武汉市各站梅雨期该年逐日降水量 ≥ 0.1 mm 的累积, 然后再做区域平均得到梅雨期总降水量, 分别绘出近 56 a 武汉市梅雨期暴雨贡献率和梅雨期总降水量的时间演变曲线(图 4, 图 5)。由图可见: 武汉市梅雨期暴雨对梅雨期总降水量的总体贡献较大, 多年平均值为 45.6%, 且存在明显的年际变化, 峰值出现在 2005 年, 达 99.2%, 谷值出现在 1965、1971、

1977年,当年没有出现暴雨过程。比较梅雨期暴雨贡献率曲线和梅雨期总雨量曲线,发现其二者并非一一对应,但也有很好的正相关性。一般来说,丰梅年对应暴雨贡献率高比值,而枯梅年对应低比值。

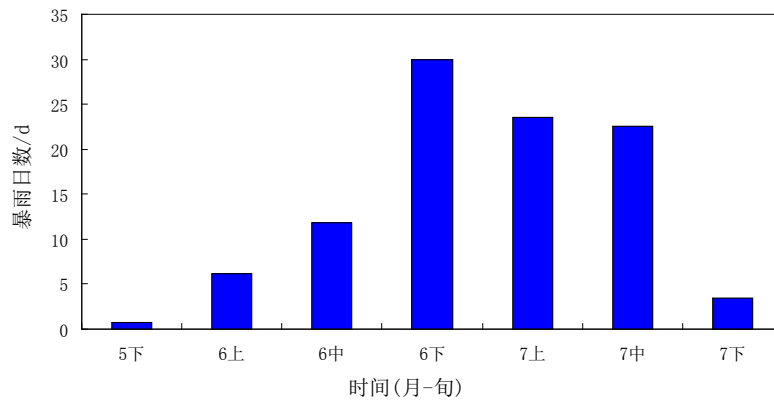


Figure 1. The count of heavy rain days in Wuhan MeiYu period displayed in every ten days' style
图 1. 武汉市梅雨期多年逐旬暴雨日数累计

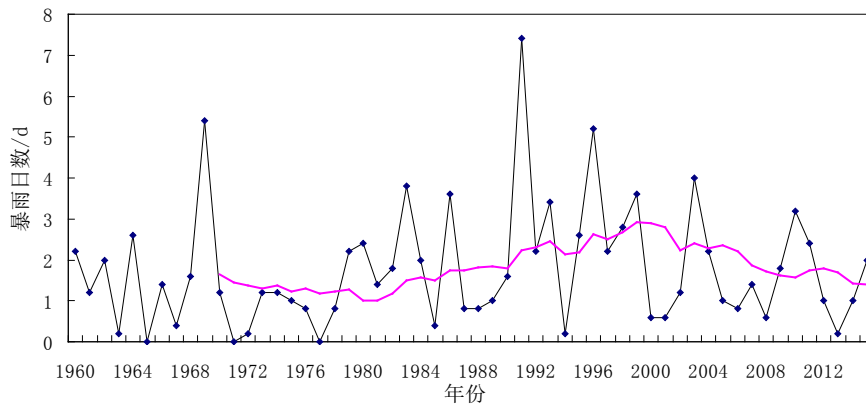


Figure 2. The graph of heavy rain days in Wuhan MeiYu period over time and the 11 a temporal average curve
图 2. 武汉市梅雨期暴雨日数时间演变曲线、11 a 滑动平均曲线

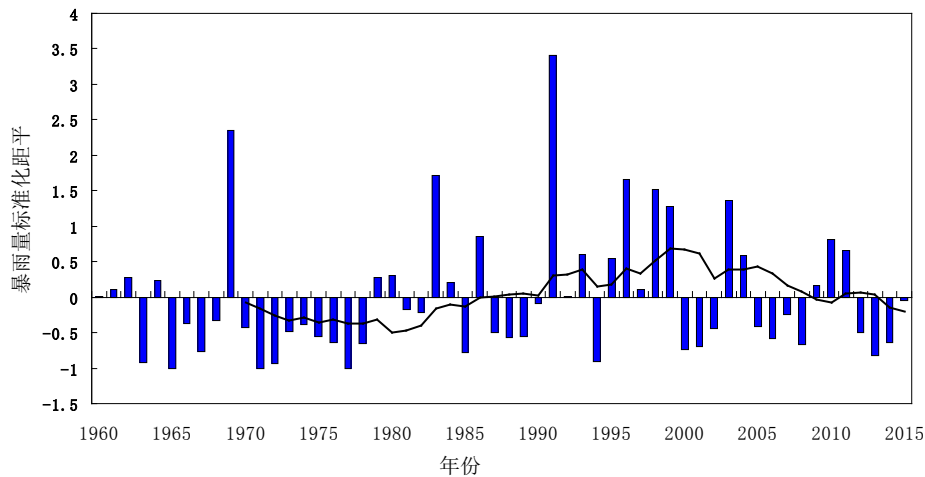


Figure 3. The bar graph of standardized Wuhan MeiYu period's heavy rain departure over time and 11 a temporal average curve
图 3. 武汉市梅雨期暴雨量标准化距平时间演变曲线(柱线)、11 a 滑动平均曲线(实线)

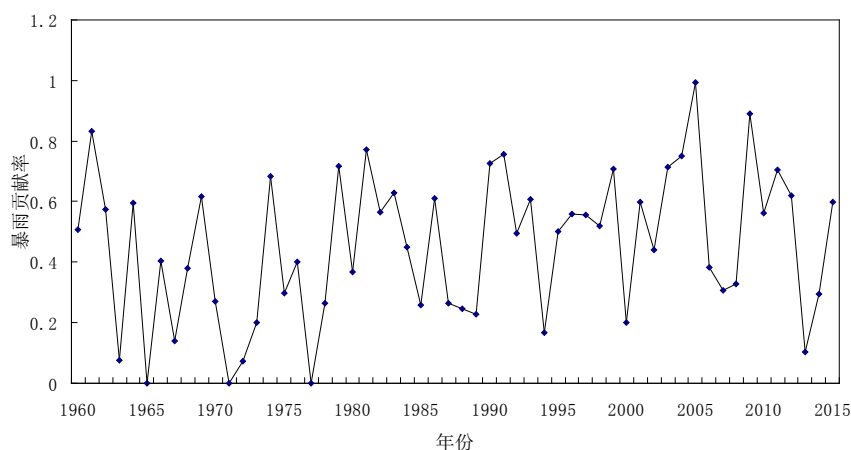


Figure 4. The graph of contribution rate of Wuhan Meiyu period's heavy rain over time
图 4. 武汉市梅雨期暴雨贡献率时间演变曲线

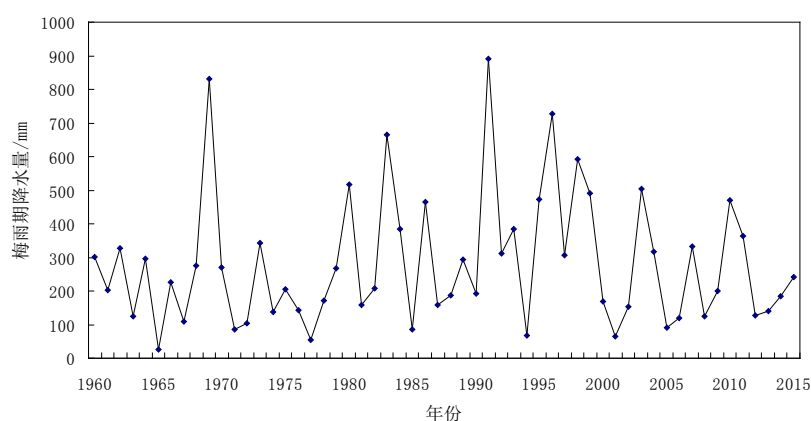


Figure 5. The graph of total rainfall in Wuhan Meiyu period over time
图 5. 武汉市梅雨期总降水量时间演变曲线

4. 梅雨期暴雨量异常的突变检验及小波分析

4.1. 梅雨期暴雨异常的突变特征

由上面分析可见，武汉市梅雨期极端降水的变化在一些时段可能具有突变性质，因此本文进一步做了武汉市梅雨期暴雨量标准化距平序列的 Mann-Kendall 统计量曲线，以明确各区域梅雨期极端降水异常的突变性质。结果表明有表现出明显的突变性质(图 6)。由图中的 UF 曲线可见，武汉市梅雨期暴雨总量在 80 年代后呈明显上升趋势，根据 UF 和 UB 曲线交点的位置，确定武汉市梅雨期暴雨总量 80 年代前后的增多是一次突变现象，具体是从 1979 年开始的。

4.2. 梅雨期暴雨异常的周期振荡特征

图 7 是武汉市梅雨期暴雨总量标准化距平序列的 Morlet 小波分析实部。由图可见，武汉市梅雨期暴雨总量异常的周期变化在 56 年中以准 12 a 为主；其次是 7 a 左右的周期，另外从 80 年代中期开始存在 4 a 左右的短周期。这对武汉市梅雨期暴雨量的预测方面有一定的参考指示意义。

同样分析了武汉市梅雨期暴雨日数异常的突变及周期振荡性质(图略)，与暴雨总量各图比较发现：梅雨期暴雨日数的变化特征与暴雨总量的变化特征基本一致。

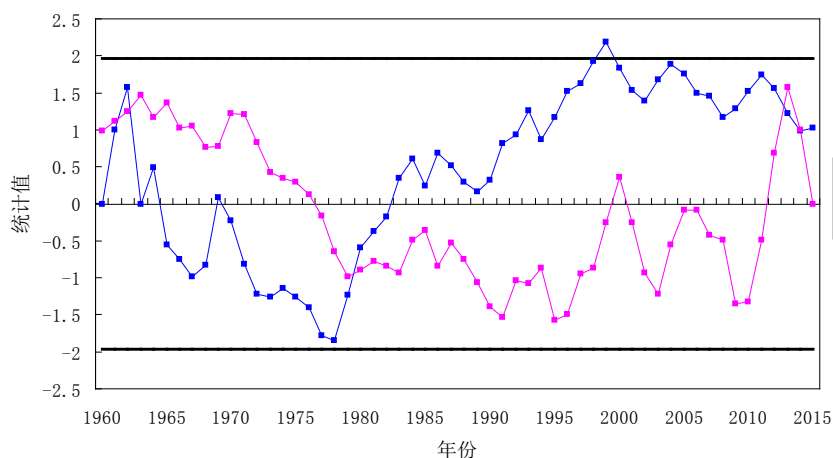


Figure 6. The Mann-Kendall statistical graph of standardized Wuhan Meiyu period's heavy rain departures
图 6. 武汉市梅雨期暴雨量标准化距平序列的 Mann-Kendall 统计量曲线

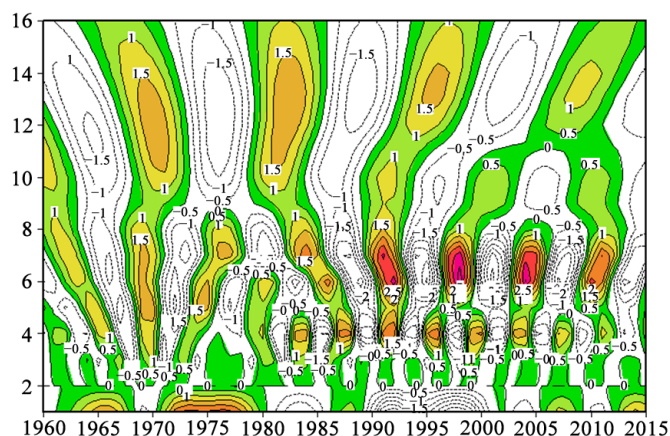


Figure 7. The Morlet wavelet analysis graph of standardized Wuhan Meiyu period's heavy rain departures
图 7. 武汉市梅雨期暴雨量标准化距平序列 Morlet 小波分析实部图

5. 结论

1) 武汉市梅雨期暴雨日数及暴雨量变化特征基本一致；梅雨期暴雨出现在 6 月下旬的次数最多，其次是 7 月上旬和 7 月中旬，5 月下旬出现次数最少。

2) 武汉市暴雨量在 90 年代前期持续偏低，90 年代后期暴雨量偏多趋势明显。梅雨期暴雨总量存在较大的年际变化，尤其进入 90 年代后年际振荡幅度增大。极大值出现在 1991 年。

3) 武汉市暴雨贡献率多年平均值为 45.6%，峰值出现在 2005 年，达 99.2%，谷值现在 1965、1971、1977 年，没有出现暴雨过程。暴雨贡献率的大小与梅雨量的多少有很好的对应关系。

4) 根据 Mann-Kendall 检验，确定武汉市梅雨期暴雨总量 80 年代前后的增多是一次突变现象，具体是从 1979 年开始的。

5) 根据 Morlet 小波分析，武汉市梅雨期暴雨总量异常的周期变化在 56 年中以准 12 a 为主；其次是 7 a 左右的周期。另外从 80 年代末中期开始存在 4 a 左右的短周期。

参考文献

- [1] 周曾奎. 江淮梅雨[M]. 北京: 气象出版社, 1996.

-
- [2] 陶诗言, 朱文妹, 赵 卫. 论梅雨的年际变化[J]. 大气科学, 1998, 12(特刊): 2-13.
- [3] 叶笃正, 黄荣辉. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1996: 387.
- [4] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 42-61.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: crl@hanspub.org