

Characteristics of Precipitation in Shandong Province in 50 Years

Wenzhao Zhang, Chaopeng Li, Mei Zheng, Shuhan Yang, Yuyang Song, Ke Zhang, He Sha, Bingyun Wang*

College of Atmosphere Science, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan
Email: 1834313419@qq.com, *312310108@qq.com

Received: Jun. 29th, 2020; accepted: Jul. 22nd, 2020; published: Jul. 29th, 2020

Abstract

As one of the largest agricultural provinces in China, Shandong province is also one of the important settlements of population in central and eastern China. According to the daily precipitation data of 17 stations in 1961-2007 from the Chinese Academy of phonological observation net work in Shandong, the changes of precipitation was analyzed using Climate trend rate, Mann-Kendall test method and Wavelet analysis. The results showed that the rainfall of light rain, moderate rain, heavy rain and torrential rain were reducing, but the extraordinary rain was increasing. More extreme rainy weather would be occurring in Shandong. The results can provide reference for sustainable development of agricultural production and social economy in Shandong Province.

Keywords

Shandong Province, Precipitation, Climate Change, Sustainable Development

近50年山东省降水特征分析

张文朝, 李超朋, 郑梅, 杨舒晗, 宋雨洋, 张可, 沙核, 王炳赞*

成都信息工程大学, 大气科学学院, 四川 成都
Email: 1834313419@qq.com, *312310108@qq.com

收稿日期: 2020年6月29日; 录用日期: 2020年7月22日; 发布日期: 2020年7月29日

摘要

山东省作为中国农业大省之一, 也是中东部人口重要聚居地之一, 其降水的气候变化对农业生产和社会
*通讯作者。

文章引用: 张文朝, 李超朋, 郑梅, 杨舒晗, 宋雨洋, 张可, 沙核, 王炳赞. 近 50 年山东省降水特征分析[J]. 可持续发展, 2020, 10(3): 473-479. DOI: 10.12677/sd.2020.103059

的可持续发展有着较大影响。本文利用1961~2007年山东地区17个站点的降水资料通过气候倾向率、小波分析法以及MK检验等方法分析47年来山东地区降水量分布时间变化的特征。结果表明：在全球气候变暖的总背景下，近47年来山东地区总体降水量呈减小趋势。小雨、中雨、大雨、暴雨、特大暴雨降水量呈弱下降趋势，大暴雨降水量呈弱上升趋势。由此可见山东地区在研究时段内不同量级的降水有一定的变化，极端降水天气增多。研究结果可为山东省农业生产和社会经济的可持续发展提供参考。

关键词

山东省，降水，气候特征，可持续发展

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

水是生命之源，一个地区降水的多寡对于该地区的水资源补充极为重要，对于农作物的生长发育更是极为重要。山东省是中国农业大省之一，该地区气候属暖温带季风气候，降水相对集中，雨热同期，四季分明，春秋略短暂，冬夏略长。作为中国中东部人口重要聚居地之一，其降水的变化对东部经济建设和社会发展有着较大影响，因此研究该地区降水气候时空特征，并发现其内在联系可以给山东地区的农业和经济的可持续发展提供降水气候变化的参考依据。

国内外气象工作者对区域降水气候做了很多的研究和探索。高留喜和刘秦玉[1]通过 EOF 等方法对山东春季降水的时空变化特征进行了相关分析，并且得出山东省春季降水分布类型：总体一致型、东南-西北差异型和西南-东北差异型，同旱(涝)是山东春季各月降水的基本型，山东春季易出现干旱，春季降水存在明显的年际变化，有 4.8~6 年的振荡周期。张立波等[2]利用华东地区 88 个气象站逐日降水资料指出了华东地区年雨日和年降水量的长期趋势变化几乎相反，年雨日普遍减少，而年降水量除山东省外却普遍增加，反映年平均的日降水强度增加。夏季、冬季降水量在山东省呈减少趋势，在其他地区呈增加趋势，其中长三角地区夏季及江淮流域冬季的降水增加显著，而雨日在山东和福建是负趋势，其他地区为正趋势。年雨日在山东中东部、福建北部减少最多，且四季雨日都是减少趋势，平均每 10a 减少 3~5 d。山东半岛年雨日在 20 世纪 70 年代末期发生突变，此后年雨日明显减少。任永健等[3]分析了中国东部夏季降水年代际变化指出太平洋年代际振荡会影响中国东部降水变化。赵绿荣等[4]分析发现威信县年平均气温呈微弱升高趋势，年降水量呈明显减少趋势。年平均气温突变年份在 2000 年，年降水量突变年份较多，以 1983 年最显著。林春泽等[5]分析了湖北省夏季降水日变化特征。Yaw *et al.* [6]分析了 1901~2015 年期间的非洲中部降水和温度变化，并对该地区的气温和降水变化进行了预估。Shridevi *et al.* [7]等研究了加勒比海岛巴巴多斯逐日极端气温和降水指数的历史趋势，指出该地区年降水量总量、简单日降水量强度指数(SDII)和日降水量呈现增长趋势，年平均最高气温和最低温度也是呈现增长趋势，其中年平均最低温度增速是年平均最高温度的 5 倍多。

2. 研究资料与方法介绍

2.1. 研究资料

本文采用中国气象局日均资料中的山东地区 1961 年至于 2007 年覆盖山东省 17 个站点(表 1)的 24 小

时累积降水资料进行分析。

Table 1. Stations and location
表 1. 站点及位置

站号	54725	54736	54751	54753	54776	54808	54823	54774	54836
站名	惠民	羊角沟	长岛	龙口	成山头	朝阳	济南	威海	沂源
经度	117.32	118.51	120.43	120.19	122.41	115.35	116.59	121.91	118.09
纬度	37.30	37.16	37.56	37.37	37.24	36.02	36.41	37.30	36.11
站号	54843	54852	54857	54863	54871	54916	54936	54945	
站名	潍坊	莱阳	青岛	海阳	石岛	兖州	莒县	日照	
经度	119.05	120.42	120.20	121.10	122.26	116.51	118.50	119.32	
纬度	36.42	36.56	36.04	36.46	36.52	35.34	35.35	35.23	

在气候学研究中, 四季的划分通常将本年的 12 月至次年的 2 月定义为冬季, 3~5 月为春季, 6~8 月为夏季, 9~11 月为秋季。并且根据国家降水标准量级分布如表 2:

Table 2. National precipitation standards
表 2. 国家降水标准量级

量级	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
24H 雨量(mm)	0.1~9.9	10~24.9	25.0~49.9	50.0~99.9	100.0~199.9	>=200

2.2. 研究方法

本研究在计算变化趋势时, 采用最小二乘法[8]、小波分析法[8] [9]和 Mann-Kendall 突变检验法[10]。其中, 最小二乘法用来计算降水随时间的线性回归关系。小波分析法分析降水变化的周期性和频率。Mann-Kendall 检验多用于气候变化趋势分析研究, 实现的较长序列变化的突变检测。具体方法请见参考文献, 在此不作赘述。

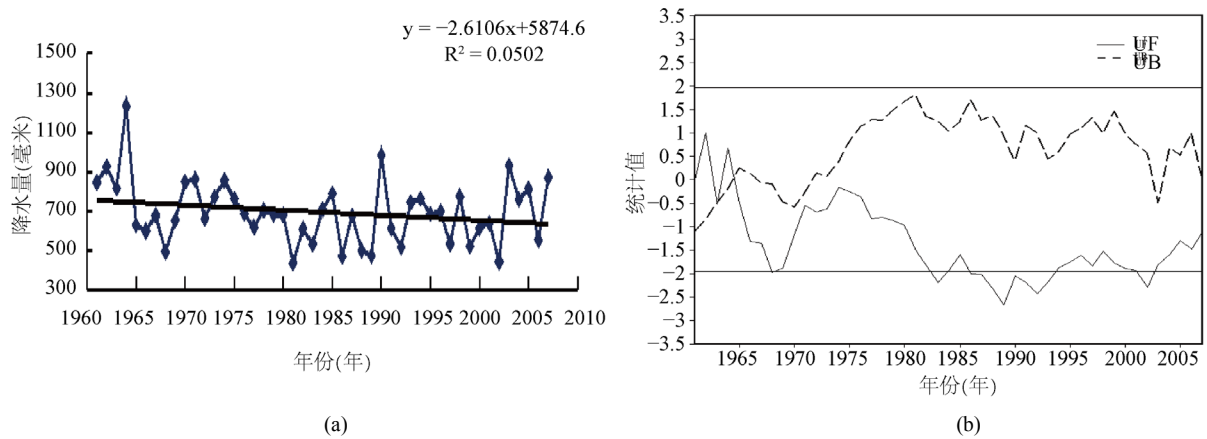
3. 降水时空变化分析

3.1. 年均降水量的年际变化

降水量级年代变化: 山东地区在 1961 年至 2007 年这 47 年来, 总的降水量呈减小趋势(图 1(a)), 减少速率约为 2.6 mm/a。相对其前五年降水量来看, 自 2002 年以后降水量略有增加。由多年降水量的 MK 图(图 1(b))可看出: 就有一个交点, 无明显突变, 一些年代降水量增多如 1963 年~1969 年, 自 1970 年后降水量多为减少趋势, 虽有些年代会增加, 但增加趋势不明显, 所以总体上降水量为减少趋势, 与降雨量趋势图有一致性。

3.2. 年均降水量周期变化分析

由降水量距平值的 25 年时间尺度分析(图 2), 25 年以上的时间尺度降水量变化呈“多 - 少 - 多 - 少”四个阶段: 在 1970 年以前, 降水量偏多, 但在 1970 年~1980 年降水量偏少, 1980~1990 年降水量有所增多, 1990~2007 年降水量再次减少, 在 1980 年~2005 年存在约 9~11 年的周期震荡。其中, 约 11 年的主周期最为明显, 与太阳黑子周期类似。次主周期约为 13~15 年左右。



图(b)中实曲线为UF, 虚曲线为UB, 横坐标为年份, 纵坐标为M-K统计量(横线为临界值 $u(0.05) = 1.96$)

Figure 1. Average annual precipitation trend (a) and MK test (b)

图 1. 年均降水量趋势图(a)和 MK 检验(b)

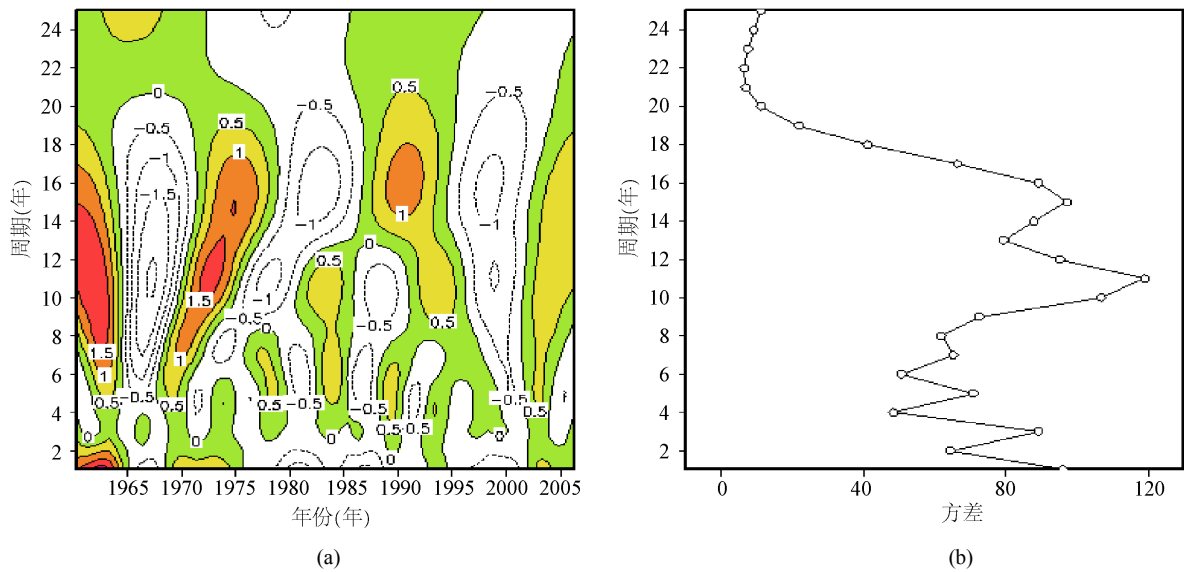


Figure 2. Analysis of periodic changes of average annual precipitation (a) and periodic variance (b)

图 2. 年均降水量周期变化分析(a)和周期方差(b)

3.3. 不同降水量级分析

1) 小雨的分析

在 1961 年至于 2007 年, 山东地区年小雨的总降水量的平均值为 296.4 mm。年小雨的总降水量呈略微减少趋势, 减少速率约为 6.4 mm/10a (图 3)。

2) 中雨的分析

山东地区中雨的降水总量的多年平均值约 223.36 mm, 年总降水量呈下降趋势, 减少速率为 7.2 mm/10a (图 4), 年总降水量在 1964 年现了相对大值超过 300 mm, 其他年份都在 200 mm 上下波动。

3) 大雨的分析

由图 5 可知, 山东地区大雨的降水总量的多年平均值为 300.3 mm, 年总降水量呈下降趋势, 减少速率约为 7.3 mm/10a, 年总降水量在 1964 年和 1990 年出现了相对大值。

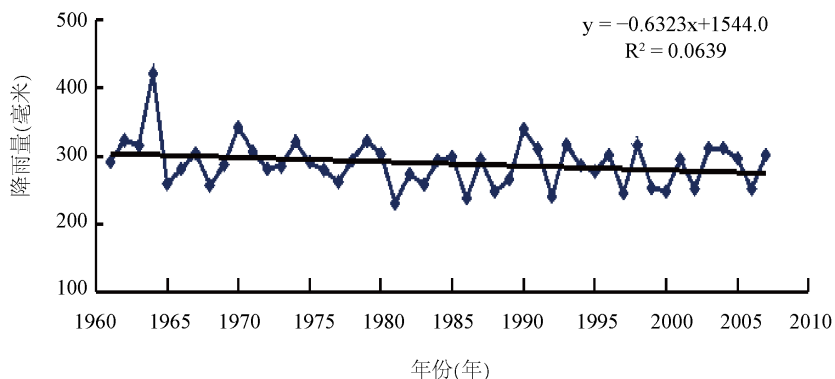


Figure 3. Annual total precipitation change of light rain
图 3. 小雨年总降水量变化

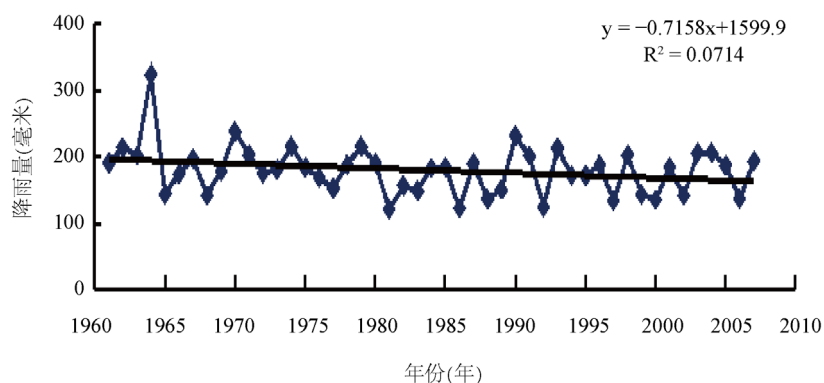


Figure 4. Annual total precipitation variation of moderate rainfall
图 4. 中雨天总降水量变化

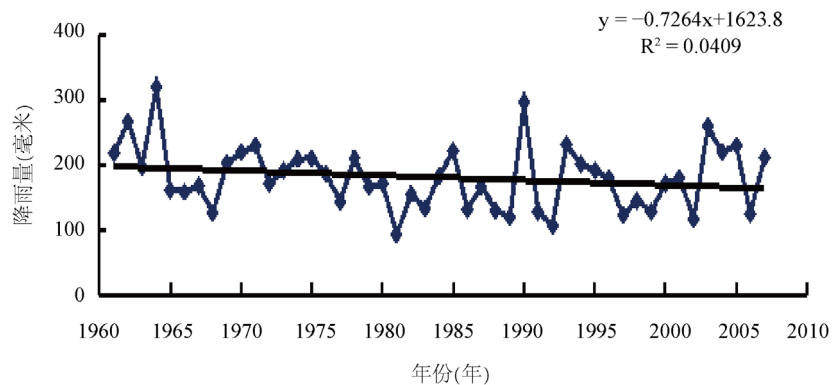


Figure 5. Annual total precipitation change of heavy Rain
图 5. 大雨年总降水量变化

4) 暴雨的分析

由图 6 可知, 山东地区暴雨的降水总量的多年平均值为 276.4 mm, 暴雨年总降水量程下降趋势, 减少速率约 9.2 mm/10a (通过了 0.05 水平显著检验), 但是自 2000 年以后暴雨降水量有略微增加趋势。

5) 大暴雨的分析

山东地区大暴雨年降水总量多年均值为 166.4 mm, 年总降水量呈较弱上升趋势, 增速约为 2.5 mm/10a (图 7), 该趋势与之前的所有量级的趋势相反。

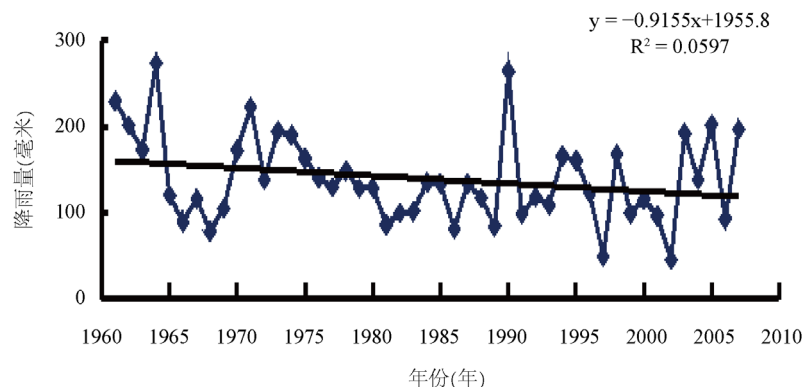


Figure 6. Annual total precipitation change of torrential rain
图 6. 暴雨年总降水量变化

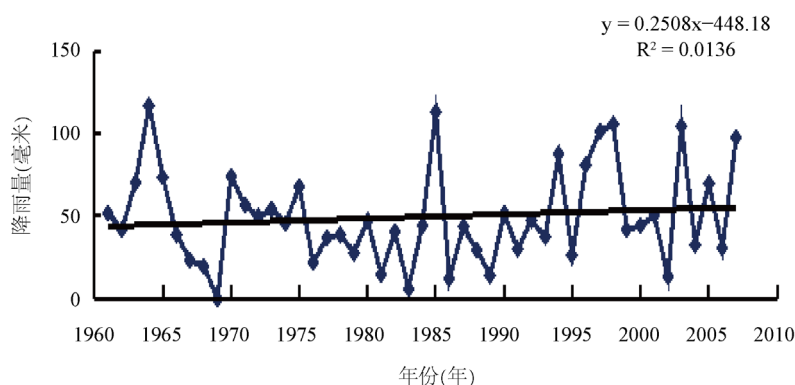


Figure 7. Annual total precipitation change of torrential rain 100 - 200 mm/d
图 7. 大暴雨(100 - 200 mm/d)年总降水量变化

6) 特大暴雨的分析

山东地区特大暴雨的降水总量的多年平均值为 18.4 mm，特大暴雨年总降水量呈较弱下降趋势，减少速率为 0.3 mm/10a (图 8)，与与小雨，中雨，大雨，暴雨的减少趋势相同。

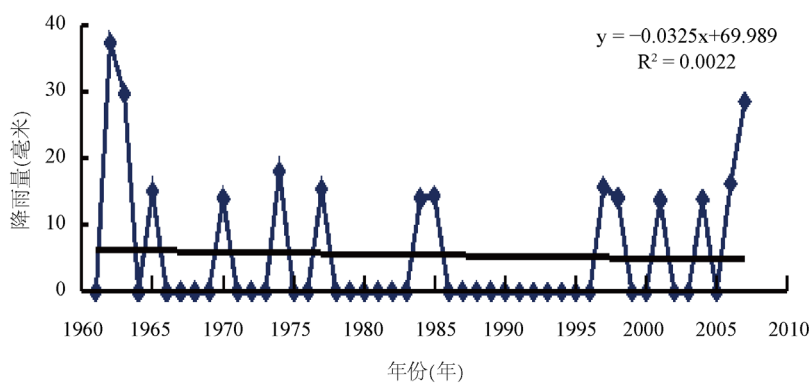


Figure 8. Annual total precipitation change of torrential rain more than 200 mm/d
图 8. 特大暴雨(>200 mm/d)年总降水量变化

4. 结论及讨论

本文初步分析了山东地区 1961 年~2007 年 17 个测站的降水资料，结论如下：

1) 降水周期的分析: 在 25 年以上的大尺度上山东地区的降水量总体上经历了“多-少-多-少”四个阶段, 从小尺度上出发, 降水量周期变化不是非常明显, 有很多较小的周期变化。

2) 降水量级年代变化: 大暴雨年降水量呈弱的上升趋势, 增速约为 2.5 mm/10a, 小雨、中雨、大雨、暴雨的降水年降水量都呈弱下降趋势, 减少速率约为 5~10 mm/10a, 特大暴雨基本没变化。

3) 从山东地区的年均降水总量来看, 大雨年均降水约为 300 mm, 其次小雨年均降水约为 296 mm, 再次暴雨年均降水总量约为 276 mm, 之后为中雨约为 223 mm, 大暴雨年降水总量约为 166 mm, 特大暴雨年均降水总量最少约为 18 mm。

本文仅对山东地区降水的时空分布特征进行了分析, 为山东省农业和经济的可持续发展提供了一定的参考, 但其形成机理还有待分析和研究。

基金项目

四川省雅安市科技局 2019 年度科技计划项目(2019yyjskf02)和欧美同学会(中国留学人员联谊会) 2020 年度研究课题(2)。

参考文献

- [1] 高留喜, 刘秦玉. 山东春季降水的时空变化特征分析[J]. 高原气象, 2005(5): 811-815.
- [2] 张立波, 景元书, 娄伟平, 肖薇. 近 50a 华东地区雨日及降水量的变化特征[J]. 大气科学学报, 2013, 36(4): 426-433.
- [3] 任永建, 宋连春, 肖莺. 1880~2010 年中国东部夏季降水年代际变化特征[J]. 大气科学学报, 2016, 39(4): 445-454.
- [4] 赵绿荣, 曾厅余, 刘成. 威信县近 54 年的气候变化特征和突变分析[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2013, 35(S2): 296-299.
- [5] 林春泽, 刘琳, 林文才, 白永清, 祁海霞, 杨浩. 湖北省夏季降水日变化特征[J]. 大气科学学报, 2016, 39(4): 490-500.
- [6] Twumasi, Y.A., Merem, E.C., Namwamba, J.B., Ayala-Silva, T., Abdollahi, K., Okwemba, R., Lukongo, O.E.B., Akinrinwoye, C.O., Tate, J. and La Cour-Conant, K. (2020) Analysis of Precipitation and Temperature Variability over Central Africa (1901-2015). *Atmospheric and Climate Sciences*, **10**, 220-239.
<https://doi.org/10.4236/acs.2020.102012>
- [7] Mohan, S., Clarke, R.M. and Chadee, X.T. (2020) Variations in Extreme Temperature and Precipitation for a Caribbean Island: Barbados (1969-2017). *Theoretical and Applied Climatology*, **140**, 1277-1290.
<https://doi.org/10.1007/s00704-020-03157-9>
- [8] 王文圣, 丁晶, 李跃清. 水文小波分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [9] 董长虹. Matlab 小波分析工具箱原理与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [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.