

日喀则地区近45年降水时空特征分析

扎西宗吉*, 小格桑卓玛, 玉拉

日喀则市气象局, 西藏 日喀则

收稿日期: 2024年4月15日; 录用日期: 2024年5月13日; 发布日期: 2024年5月20日

摘要

本文基于日喀则地区7个气象站1979~2023年共计45年逐年降水资料, 利用线性倾向估计和累计距平方法、经验正交函数法、小波分析法对日喀则地区降水进行时空变化特征分析, 结果表明: 日喀则地区各区域降水空间变化特征呈东南部多、东部及西部降水偏少特点, 降水量分布与地形显著相关, 降水主要集中在日喀则东南部地区, 地形因素对降水有调制作用。降水呈现波动的特征, 年降水量呈现以2000年为界的年代际变化, 且增加趋势不明显, 日喀则年降水量存在两个显著的周期, 分别为2~3年、5年, 小波方差与第一主成分的波动周期大致一致。

关键词

青藏高原, 日喀则, 降水变化, 时空特征

Analysis of Spatial and Temporal Characteristics of Precipitation in Shigatse Area in Recent 45 Years

Zhaxizongji*, Xiaogesangzhuoma, Yula

Shigatse Meteorological Bureau, Shigatse Xizang

Received: Apr. 15th, 2024; accepted: May 13th, 2024; published: May 20th, 2024

Abstract

This article is based on annual precipitation data from 7 meteorological stations in the Shigatse region for 45 years from 1979 to 2023. Linear tendency estimation and cumulative anomaly methods, empirical orthogonal function method, and wavelet analysis are used to analyze the spatiotemporal variation characteristics of precipitation in the Shigatse region. The results show that

*通讯作者。

the spatial variation characteristics of precipitation in each region of the Shigatse region are characterized by more in the southeast and less in the east and west, and the distribution of precipitation is significantly correlated with terrain. Precipitation is mainly concentrated in the southeastern region of Shigatse, and terrain factors have a modulating effect on precipitation. The precipitation exhibits fluctuating characteristics, with an interdecadal variation of annual precipitation bounded by the year 2000, and the increasing trend is not obvious. There are two significant periods of annual precipitation in Shigatse, which are 2~3 years and 5 years, respectively. The wavelet variance is roughly consistent with the fluctuation period of the first principal component.

Keywords

Tibetan Plateau, Shigatse, Precipitation Change, Temporal and Spatial Characteristics

Copyright © 2024 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

青藏高原作为世界上最大的高原之一，其独特的地理位置和复杂的地形气候条件使得其降水特征备受关注。其复杂多样的地形地貌使得该地区的降水时空分布呈现出明显的异质性。这种时空变化受到青藏高原特有的地形、季风、大气环流等多种因素的综合影响，形成了独特而丰富的降水特征。青藏高原云和降水主要受中纬度西风带、亚洲季风系统和以及高原局地天气系统的影响[1]，青藏高原降水空间分布不均匀，年降水量从东南向西北递减[2]，年降水量大部分分布在夏季，其次是秋季和春季，冬季最少。夏季降水量大约占全年降水量的 60%~70%，冬季降水量不足全年降水量的 10% [3]。高原东南地区降水强度大、降水频率高，而西北地区正好相反。虽然近几十年来高原年降水量总体呈增加趋势，但降水变化的空间分布有明显差异[4]，高原大部分地区年降水量都呈增加趋势，但在东部和东南部地区，年降水量正在减少[5]。气候变暖导致青藏高原的冰川退缩、多年冻土退化、河流流量增加、湖泊水位上升，区域尺度水循环加速，降水事件的时空特征发生显著变化[6]。因此，深入了解青藏高原降水的时空分布、季节变化以及与气候变化的关系，对于理解该地区的水文循环、生态系统稳定性以及对气候变化的适应性具有重要的科学价值。

日喀则位于青藏高原西南部，毗邻雅鲁藏布江和年楚河河谷，海拔较高，南部紧靠喜马拉雅山，西部为阿里高原，北接藏北高原，地形呈现出丘陵和山地交错的特点。已有的气候研究表明在全球升温背景下日喀则未来将继续升温，而对其降水变化研究上，由于各研究资料长度不一，对其未来降水变化趋势仍存在争议[7] [8] [9]。气温的变化使得日喀则地区降水时空分布不均匀，因此几乎每年均会出现不同程度的干旱、洪涝灾害而对农牧业、人民群众生产生活造成严重影响[10]。目前针对日喀则地区降水问题的研究主要以降水个例分析居多，而长时间尺度的降水时空分布特征研究结果大多停留在 2010 年前后，并无近期研究成果。因此，本文基于日喀则地区 7 个主要气象台站多年降水资料，对 1979~2023 年降水时空变化特征进行分析，以期为该地降水预测以及后人继续深入研究提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 数据来源

本文降水资料选择日喀则区域日喀则、江孜、帕里、拉孜、定日、聂拉木、南木林共计 7 个气象站，

气象站点分布见图 1。从图 1 中可发现, 研究站点主要分布在日喀则偏东部区域内, 中部及西北部无研究站点, 这是因为中部及西北部因部分气象站建站时间晚, 数据时间尺度短, 因考虑到高原特殊地形, 气象站点数据完整性及长时间尺度数据的代表性, 故选取资料时间相对较长的 7 个气象站 1979~2023 年共计 45 年逐年降水资料进行研究。

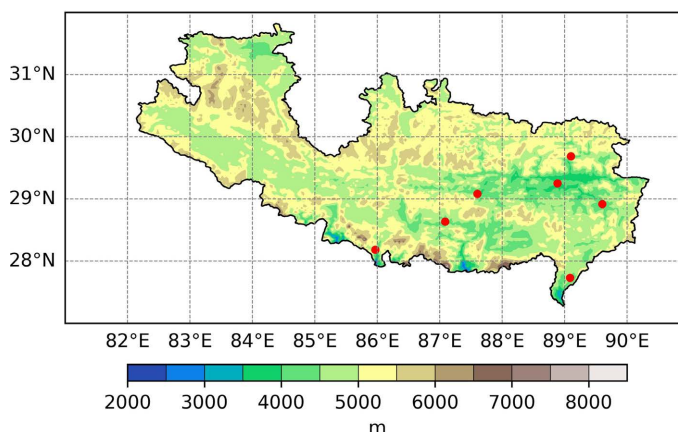


Figure 1. Research site and terrain distribution
图 1. 研究站点及地形分布

2.2. 研究方法

本文使用线性倾向估计和累计距平方法、经验正交函数法(EOF)、小波分析法(Morlet), 分别对日喀则地区近 45 年降水数据进行时间序列变化趋势、降水突变以及降水的周期变化规律进行研究和分析。

3. 研究结果分析

3.1. 年降水量的空间分布特征

通过对日喀则地区多年年均降水量分布分析发现(图 2), 1979~2023 年日喀则地区 7 站年降水量 409.3 mm, 并呈明显的东少西多分布, 年均降水量最高值出现在日喀则南部的聂拉木站, 其年均降水量为 640.1 mm, 聂拉木站 1979~2023 年期间年降水量最高值出现在 1988 年, 为 946.6 mm, 最低值 259.4 mm 出现在 2015 年。而年均降水量最低值出现在定日站, 降水量为 280.5 mm。分析聂拉木站降水较多的原因, 主要为聂拉木位于喜马拉雅山脉的东南部, 地形呈南低北高, 在夏季受到印度季风输送的水汽受北部高山阻挡, 易在较低的南部堆积, 从而呈现出降水量较多, 而降水低值区定日站则因南部山脉阻挡水汽输送, 从而造成其降水偏少。

3.2. 年降水量的 EOF 分解时空特征

对日喀则年降水量进行 EOF 分解, EOF 第一模态的方差贡献率 79.19% (图 3(a)), 第二模态的方差贡献率为 19.88% (图 3(b)), 因此可以认为 EOF 第一模态反映了日喀则年降水量的空间分布趋势。从第一模态发现, 降水主要集中在日喀则东南部地区, 在日喀则西部和东部的降水较少, 降水整体上呈东南高、东西低的分布; 而第二模态的空间分布则与第一模态相反, 即降水主要集中在日喀则西部地区, 而东部地区的降水较少, 这可能与地形等因素对降水的调制作用有关。

从第一主成分的时间序列分析(图 4), 降水呈现波动的特征, 波动的周期大致为 5 年, 但需要对该时间序列做进一步的定量分析, 才能辨别降水量是否具有周期性的特点。以一倍标准差为标准, 高于 1 倍

标准差定义为降水偏多年，低于 1 倍标准差定义为降水偏少年。则降水偏多的年份主要集中在 2000 年以前，而 2000 年之后，降水逐渐呈现低发的趋势，因此，日喀则年降水量呈现以 2000 年为界的年代际变化。

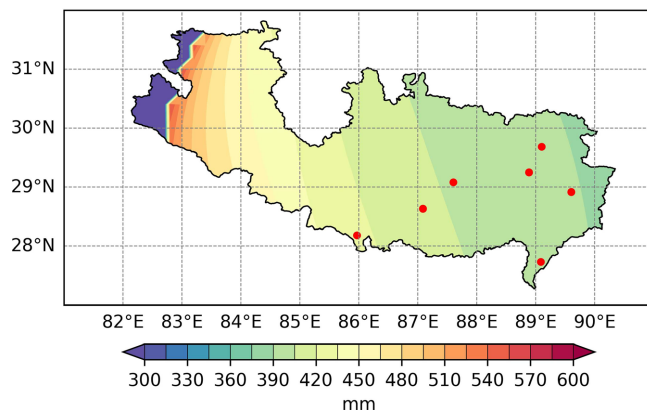


Figure 2. Spatial distribution of annual average precipitation in Shigatse in recent 45 years

图 2. 近 45 年日喀则年均降水空间分布

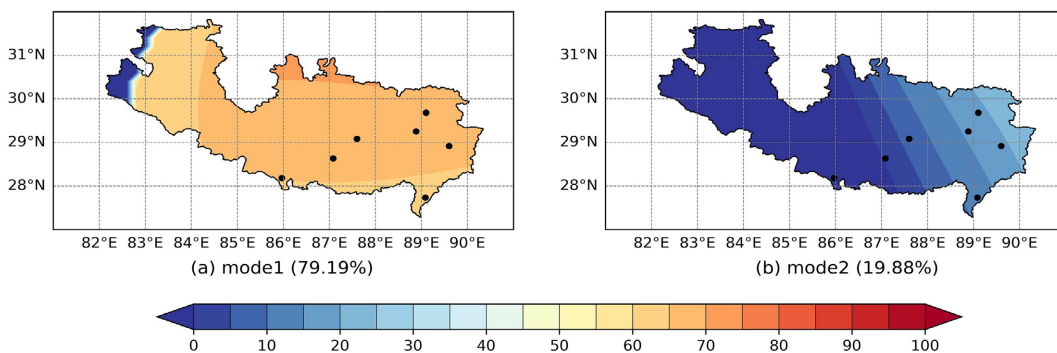


Figure 3. EOF (a) first mode, (b) second mode of annual precipitation in Shigatse in recent 45 years

图 3. 近 45 年日喀则年降水量的 EOF (a) 第一模态、(b) 第二模态

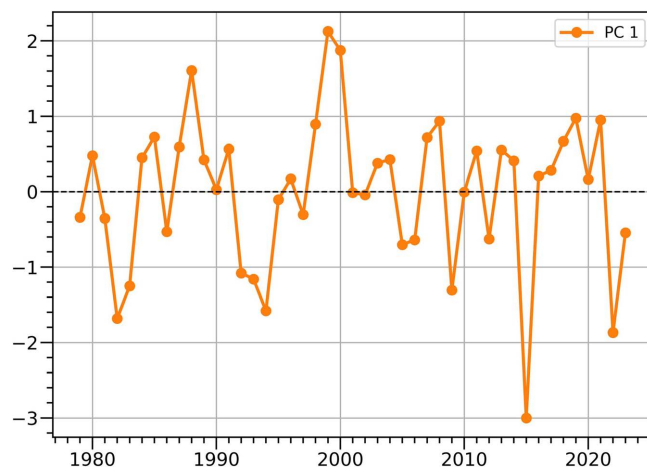


Figure 4. The first mode time series of annual precipitation in Shigatse in recent 45 years

图 4. 近 45 年日喀则年降水量的第一模态时间序列

3.3. 年降水量的年际变化

从日喀则地区年际降水量变化趋势中可以发现(图 5), 近 45 年日喀则地区年降水量波动明显, 在 210~550 mm 之间变化, 其中最高值出现在 1998 年, 降水量约为 550 mm, 最低值出现在 2015 年, 约为 210 mm。年降水量呈每十年增加 1 mm 的缓慢增加趋势, 这与高艳红等学者提出的在全球变暖背景下“高原大部分地区年降水量都呈增加趋势, 但在东部和东南部地区, 年降水量正在减少”结论一致。

从降水量累计距平分析发现, 1979~2023 年日喀则地区年降水量呈交替波动减少、增多趋势, 且波动明显。20 世纪 80 年代、90 年代及 21 世纪 10 年代、20 年代初减少明显, 其中 21 世纪 10 年代波动减小最大, 这可能与 2015 年日喀则地区降水量骤降有关。20 世纪 80 年代中后期、90 年代中后期降水量以及 21 世纪 10 年代、20 年代总体呈现波动上升趋势。

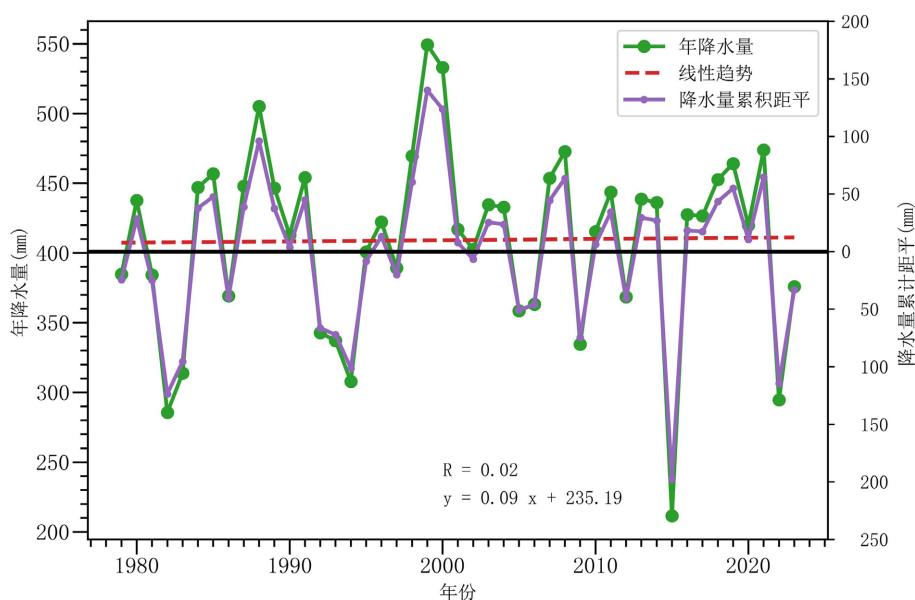


Figure 5. Variation trend of annual precipitation in Shigatse in recent 45 years
图 5. 近 45 年日喀则年降水量的变化趋势

3.4. 年降水量的周期变化

分析 Morlet 小波分析日喀则年降水时间序列可知(图 6(a)), 蓝色区域为降水低发时段, 红色区域为降水高发时段, 由此发现, 日喀则年降水量存在两个显著的周期, 第一个周期大于为 2 至 3 年, 影响范围遍及 1980 年至 2020 年, 第二个周期长度大于为 5 年, 主要影响的时间段为 2005 年以前, 具有显著的周期性。从小波方差图看(图 6(b)), 小波方差呈单峰分布, 峰值位于 5 年, 与第一主成分的波动周期大致一致。因此, 可以认为日喀则地区的年降水量整体呈五年的周期分布。

4. 结论

本文基于日喀则地区 1979~2023 年降水量资料, 对日喀则地区近 45 年降水数据进行时空变化特征分析, 结果如下:

1) 近 45 年日喀则地区各区域降水空间变化特征呈东南部多、东部及西部降水偏少特点, 降水量分布与地形显著相关, 季风输送的水汽受北部高山阻挡, 易在较低的南部堆积使得降水量增多。

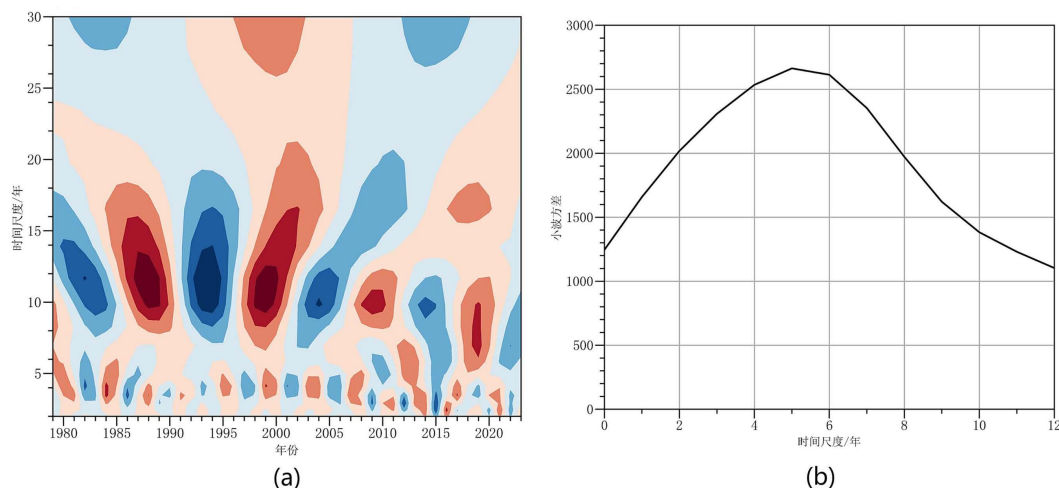


Figure 6. Wavelet coefficient (a) and wavelet variance (b) of annual precipitation in Shigatse in recent 45 years
图 6. 近 45 年日喀则年降水量小波系数(a)、小波方差(b)

2) EOF 第一模态反映了日喀则年降水量的空间分布趋势，即降水主要集中在日喀则东南部地区，地形因素对降水有调制作用。降水呈现波动的特征，波动的周期大致为 5 年，日喀则年降水量呈现以 2000 年为界的年代际变化。

3) 喀则地区年降水量呈每十年增加 1 mm 的缓慢增加趋势，增加趋势不明显，日喀则地区 1979~2023 年年降水量呈交替波动减少、增多趋势。

4) 日喀则年降水量存在两个显著的周期，第一个周期大约为 2 至 3 年，影响范围遍及 1980 年至 2020 年，第二个周期长度大约为 5 年，主要影响的时间段为 2005 年以前，具有显著的周期性。小波方差与第一主成分的波动周期大致一致。

参考文献

- [1] Schiemann, R., Lüthi, D. and Schar, C. (2009) Seasonality and Interannual Variability of the Westerly Jet in the Tibetan Plateau Region. *Journal of Climate*, **22**, 2940-2957. <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2625.1>
- [2] Xu, Z.X., Gong, T.L. and Li, J.Y. (2008) Decadal Trend of Climate in the Tibetan Plateau-Regional Temperature and Precipitation. *Hydrological Processes*, **22**, 3056-3065. <https://doi.org/10.1002/hyp.6892>
- [3] Liu, X.D. and Yin, Z.-Y. (2011) Spatial and Temporal Variation of Summer Precipitation over the Eastern Tibetan Plateau and the North Atlantic Oscillation. *Journal of Climate*, **14**, 2896-2909. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<2896:SATVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<2896:SATVOS>2.0.CO;2)
- [4] Cuo, L., Zhang, Y.X., Wang, Q.C., et al. (2013) Climate Change on the Northern Tibetan Plateau during 1957-2009: Spatial Patterns and Possible Mechanisms. *Journal of Climate*, **26**, 85-109. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00738.1>
- [5] Gao, Y.H., Cuo, L. and Zhang, Y.X. (2014) Changes in Moisture Flux over the Tibetan Plateau during 1979-2011 and Possible Mechanisms. *Journal of Climate*, **27**, 1876-1893. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00321.1>
- [6] Yang, K., Wu, H., Qin, J., et al. (2014) Recent Climate changes over the Tibetan Plateau and Their Impacts on Energy and Water Cycle: A Review. *Global and Planetary Change*, **112**, 79-91. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.12.001>
- [7] 周顺武, 假拉, 杜军. 近 42 年西藏高原雅鲁藏布江中游夏季气候趋势和突变分析[J]. 高原气象, 2001, 20(1): 71-75.
- [8] 洛桑卓玛, 拉巴, 巴丹卓玛. 西藏那曲地区 40 多年来降水趋势变化气候分析[J]. 山地学报, 2014, 32(3): 380-384.
- [9] 周海, 尚可政, 王式功, 等. 日喀则近 53 年气候变化特征分析[J]. 气象科技, 2011, 39(2): 165-171.
- [10] 增太措, 索朗达瓦. 日喀则市主要农业气象灾害及有效防御措施[J]. 农村实用技术, 2019(9): 120.