

雅鲁藏布江盛夏降水年际变化及其可能机制

杨铖¹ 赤曲² 周顺武¹ 吴萍³ 旦增伦珠² 孙阳¹

¹

1. 南京信息工程大学气象灾害教育部重点实验室/气象灾害预报预警与评估协同创新中心/气候与环境变化国际合作联合实验室/资料同化研究与应用中心, 南京 210044

2. 西藏自治区气象台, 拉萨 850000

3. 国家气候中心, 北京 100081

关键字: 雅鲁藏布江; 盛夏降水; 年际变化; 水汽输送; 大气环流

自 20 世纪 90 年代中期以来, 高原正经历着快速暖湿化, 对高原及其周边环境的影响甚巨 (Yang 等, 2014; Ma 等, 2022)。雅鲁藏布江(YZR)作为高原腹地, 其水文过程与高原的水循环关系密切。因此, 深入了解 YZR 的降水变化对把握高原的降水是十分必要的。

高原位于西风和季风的交汇区, 在两大环流系统的共同作用下, 高原降水的特征已为诸多研究指出 (Cui 等, 2021; Song 等, 2022)。中纬度西风的强弱主要受制于北大西洋涛动 (NAO), 由海表温度异常引起的北大西洋大气活动不仅对西风有削弱作用, 同时也有助于季风的加强 (Wang 等, 2022)。此外, ENSO 对印度夏季风及其引发的高原降水也有明显的调制 (Hu 等, 2021)。孙亦和巩远发 (2019) 探讨印度夏季风异常对高原夏季降水的影响时, 发现印度季风通过调整局地环流系统而导致水汽、动力等过程异常而影响高原夏季降水。张文霞等 (2016) 研究发现, 雅鲁藏布江流域夏季降水的年际变化是印度夏季风活动导致的异常水汽输送造成的。

关于高原降水已有诸多研究成果, 然而以往大多针对的是高原整体且高原降水的空间差异显著 (Sang 等, 2016)。本研究对近 57 年 (1961—2017 年) 青藏高原腹地雅鲁藏布江中游河谷地区 4 个站 (拉萨、日喀则、泽当和江孜) 盛夏 (7—8 月) 月平均降水和同期 NCEP/NCAR 大气环流资料, 采用合成、相关

分析等方法，分析了该地区盛夏降水的年际变化特征及其可能成因。结果表明：

(1)

基金项目：国家自然科学基金（41801017；42030611；42165005），国家高技术研究发展计划（2018YFC1505705）资助

近 57 年来该地区盛夏降水无显著线性趋势（0.322 mm/10 年，未通过信度检验），以 3 年左右显著周期的年际振荡为主。（2）该地区盛夏降水年际波动与区域内水汽收支的变化直接相关，印度半岛—东南亚异常反气旋水汽通量输送和水汽在高原腹地辐合上升的动力过程是盛夏降水年际振荡的主要原因。（3）对流层中低层印度半岛—东南亚异常反气旋环流是该地区盛夏降水年际异常的重要水汽输送通道，该通道将西太平洋、南海和孟加拉湾等地水汽不断输送到高原，期间西太副高和伊朗高压等大尺度系统异常对水汽输送过程起到了重要作用，同时高原盛夏季风低压和南亚高压给水汽在高原腹地辐合抬升提供了动力条件。

参考文献

- [1] Cui, A. N., Lu, H. Y., Liu, X. Q., Shen, C. M., Xu, D. K., Xu, B. Q. and Wu, N. Q. (2021) Tibetan Plateau Precipitation Modulated by the Periodically Coupled Westerlies and Asian Monsoon. *Geophysical Research Letters*, 48(7), e2020GL091543. <https://doi.org/10.1029/2020GL091543>.
- [2] Hu, S., Zhou, T. J. and Wu, B. (2021) Impact of Developing ENSO on Tibetan Plateau Summer Rainfall. *Journal of Climate*, 34(9), 3385-3400. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0612.1>.
- [3] Ma, Y. M., Wang, B. B., Chen, X. L., Zhong, L., Hu, Z. Y., Ma, W. Q., Han, C. B. and Li, M. S. (2022) Strengthening the three-dimensional comprehensive observation system of multilayer interaction on the Tibetan Plateau to cope with the warming and wetting trend. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 15(4), 100224. <https://doi.org/10.1016/j.aosl.2022.100224>.
- [4] Sang, Y.-F., Singh, V. P., Gong, T. L., Xu, K., Sun, F. B., Liu, C. M., Liu, W. B. and Chen, R. Z. (2016) Precipitation variability and response to changing climatic condition in the Yarlung Tsangpo River basin, China. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(15), 88208831. <https://doi.org/10.1002/2016JD025370>.
- [5] Song, C. Y., Wang, J., Liu, Y. J., Zhang, L., Ding, Y. H., Li, Q. P., Shen, X. Y., Song, Y. L. and Yan, Y. P. (2022) Toward role of westerly-monsoon interplay in linking interannual variations of late spring precipitation over the southeastern Tibetan Plateau. *Atmospheric Science Letters*, 23(3), e1074. <https://doi.org/10.1002/asl.1074>.
- [6] 孙亦和 巩远发. (2019) 印度夏季风影响下的青藏高原降水及环流异常变化特征. 成都信息工程大学学报, 34(04), 411-419. <https://doi.org/10.16836/j.cnki.jcuit.2019.04.014>.

- [7] Wang, J., Liu, Y. J., Song, C. Y., Ding, Y. H., Li, Q. P., Wu, P., Xu, Y. and Xu, X. D. (2022) Synergistic impacts of westerlies and monsoon on interdecadal variations of late spring precipitation over the southeastern extension of the Tibetan Plateau. *International Journal of Climatology*, 1-20. <https://doi.org/10.1002/joc.7648>.
- [8] Yang, K., Wu, H., Qin, J., Lin, C. G., Tang, W. J. and Chen, Y. Y. (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>.
- [9] 张文霞, 张丽霞和周天军. (2016) 雅鲁藏布江流域夏季降水的年际变化及其原因. *大气科学*, 40(5), 965-980. <https://doi.org/10.3878/j.issn.1006-9895.1512.15205>.

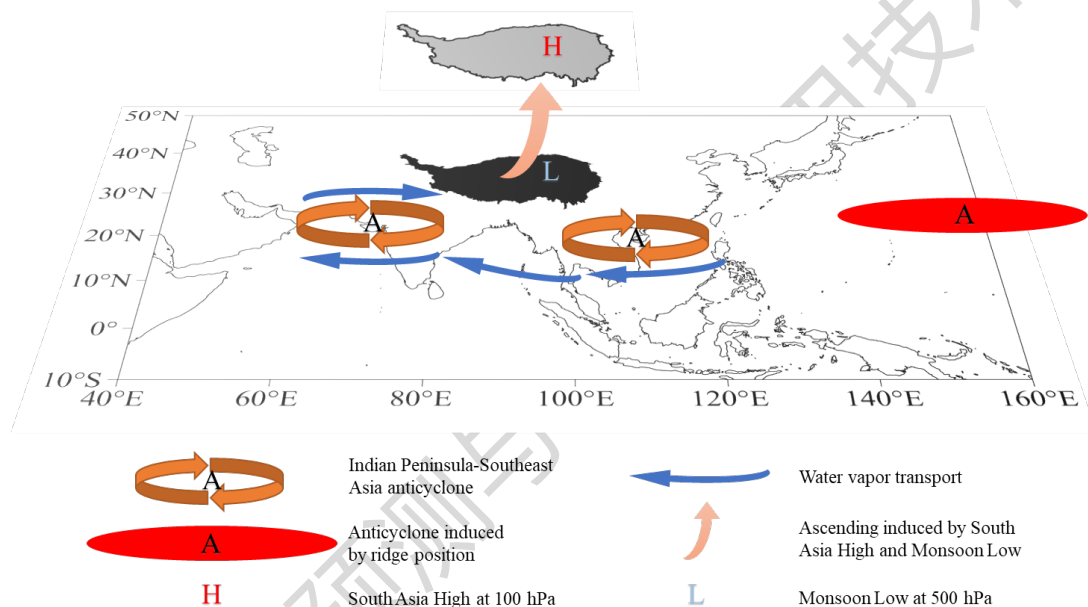


图 1 雅鲁藏布江降水年际变化的可能机制示意图

Figure 1. Schematic diagram of the possible mechanisms of interannual variation of precipitation in YZR.