

长江流域未来极端降雨变化规律研究

夏良源

华东师范大学

摘要：未来极端天气和气候变化对经济、环境和人类活动的影响已成为全世界关注的焦点问题,水文极端事件通常指降雨异常和洪水、干旱等极端水文事件。长江流域作为我国经济发展的重要地区,夏季极端降水事件和洪涝灾害频发,对其农业、自然生态系统和人类社会发展产生深远影响,因此研究气候变化下未来长江流域极端降水的变化特征对于防灾减灾、区域水资源安全与管理至关重要。本研究基于跨部门多影响模型比较项目第三阶段 (ISIMIP3) 偏差校准的 10 个国际耦合模式比较计划第六阶段 (CMIP6) 全球气候模式的日降水数据开展分析,首先,根据国家气象局 (CMA) 降水数据集 1981-2014 年历史数据,评估 CMIP6 模型再现长江流域历史降雨的效果。然后,选取年最大日降水量,第 1%、5%、25%、50% 百分位降水量、年平均降水 6 个指标,在格点尺度分别计算其未来 3 个社会共享路径 (SSP) 情景 (SSP1-RCP2.6、SSP3-RCP7.0、SSP5-RCP8.5) 下 2071-2100 年较基准期 (1981-2010) 的空间、区域平均变化率,同时利用 Sen's Slope 法分析流域未来年最大日降雨量的变化趋势。之后,分析长江流域、长江源区、长上中下游各区域平均年降水量在控制期 (piControl)、历史 (1971-2014) 和未来 (2015-2100) 时期的变化特征。最后,基于 Hydrobasin 分级体系,选取流域中下游 5 个典型四级子流域及其内部的 95 个六级次子流域,在两级子流域尺度下分析短时频发极端降水变化特征,并引入空间并发指数 (FCS) 对各子流域内多点并发极端降水事件的发生特点及规律进行对比分析。研究得到的主要结论有: 1. 1971-2014 年 CMIP6 模型模拟的长江干流及各支流的日平均降水量在全流域及四大子流域的变化趋势。模型集合模拟在全流域及各子流域与观测数据集有较好一致性。在空间格局上基本能够抓住流域降水从源头向下游递增的特点,在源头、中游流域与 CMA 观测结果一致性高,上游、下游流域模拟结果存在高估。2. 2071-2100 年长江流域最大日降水量、1%、5%、25%、50% 降水量、平均降水指标的区域平均变化率较基准期 (1981-2010) 均增加且在 SSP585 情景下增长显著,其中平均降水量指标增加最大;除平均降水呈现出由东南部下游流域向源头递减趋势外,其余指标均在流域源头处增幅最大。年最大日降雨量的趋势分析结果表明:整体呈增加趋势,但在源头处部分地区有所下降。显著性水平空间格局显示,SSP126 情境下长江流域未表现出明显显著性,SSP370、SSP585 情景下各模型在上游区域年最大降水显著上升 ($P<0.05$)。3. 在三个不同回归期中,除了升温 1.0°C 时空间内近一半的网格点重现期有所增加外, 1.5°C 、 2.0°C 、 3.0°C 升温情景下大部分格点的回归期均呈下降趋势,在升温 3.0°C 情景下减少最明显,其平均回归期分别变为: 5.8 年 (10 年一遇)、22.1 年 (50 年一遇)、40.1 年 (100 年一遇)。在空间上,回归期变化呈现出由西北源头向东南递减的趋势,洪水事件在流域上游流域边界处发生更频繁。4. 较基准期相比,未来空间并发指数 (FCS) 高值占比在各子流域均有显著提高,且鄱阳湖流域 (20-27) 在 SSP126、SSP370、SSP585 情景下呈现出随升温情景依次顺序递增的规律。在季节分布上也较不均匀,未来各情景下洞庭湖、汉江、下游干流和中游干流四个研究区域与历史相比最大增幅出现在夏季 (JJA),而鄱阳湖流域则集中在秋季 (SON),且极端降水占比随温度升高逐渐递增。除鄱阳湖、下游干流和中游干流在冬季 (DJF) 有所增加,洞庭湖减少,而汉江未出现变化。

关键词：极端降水; 长江流域; 气候变化