

滁河流域降水量变化特征分析

刘美丽¹,姚 鹏²,湛忠宇¹,朱永军¹,韩伯成¹

(1. 江苏省水文水资源勘测局南京分局,江苏 南京 210009;

2. 江苏省水利建设工程有限公司,江苏 扬州 225000)

摘要:为研究气候变化影响下的滁河流域降水量时空特征,基于滁河流域51个雨量站的2008—2020年逐日降水资料,应用Mann-Kendall法、线性回归法和累计距平法对滁河流域不同尺度降水量进行分析。结果表明:年降水量年际变化幅度较大,夏季降水占年降水50%,占比最大,冬季占比最小,年降水及春、秋、冬季降水均呈不显著上升趋势;年降水量分布总体上呈东南向西北递减,夏季和秋季降水量中游和下游明显多于上游,春季降水量上游和下游明显多于中游,冬季降水量则呈上游>中游>下游分布。

关键词:滁河流域;降水量;时空分布

中图分类号:TV122

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2023)07-0036-0004

Spatio-temporal analysis of precipitation in analysis of precipitation variation characteristics in the Chuhe River Basin

LIU Meili¹, YAO Peng², ZHAN Zhongyu¹, ZHU Yongjun¹, HAN Bocheng¹

(1. Nanjing Branch of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Nanjing 210009, China; 2. Jiangsu Hydraulic Engineering Construction Co., Ltd., Yangzhou 225000, China)

Abstract: Based on the daily precipitation data of 51 rainfall stations in the Chuhe River basin from 2008 to 2020, the temporal and spatial distribution characteristics of precipitation in the Chuhe River basin under the influence of climate change were analysed by using Mann Kendall, linear regression and cumulative anomaly methods. The results show that the interannual variation range of annual precipitation is large. Summer precipitation accounts for 50% of annual precipitation, accounting for the largest proportion, while winter precipitation accounts for the smallest proportion. The annual and spring, autumn and winter precipitation showed no significant upward trend, and the annual precipitation changed greatly; The annual precipitation distribution is generally decreasing from southeast to northwest, while the quarterly precipitation presents different spatial distribution characteristics. The precipitation in the middle and lower reaches in summer and autumn is significantly more than that in the upper reaches, the precipitation in the upper and lower reaches in spring is significantly more than that in the middle reaches, and the precipitation in winter presents the distribution pattern of upper reaches>middle reaches>lower reaches.

Key words: Chuhe River Basin; precipitation; temporal and spatial distribution

收稿日期: 2022-12-14

作者简介: 刘美丽(1988—),女,工程师,硕士,主要从事水文水资源相关工作。E-mail: 582821441@qq.com

1 概况

降水是流域水文循环的重要组成环节,流域径流量、地表水资源量和地下水资源量等的变化均受到降水量的影响。对降水量变化趋势进行分析,可为流域水旱灾害预测预报、水资源配置与调度、水生态环境保护与修复等提供科学依据^[1-4]。通过对年、季度、月份和日等不同尺度的降水时空变化进行研究,于洋等^[1]依据海河流域降水量变化,指出海河流域夏季降水量呈明显增加趋势,秋季降水量呈微弱增加趋势,春季和冬季降水量呈微弱减少趋势。鲁向晖等^[5]分析赣江流域年、汛期及四季降水量时空变化,发现赣江流域全年和春季降水量呈南少北多的分布格局,汛期和夏季降水量空间分布较均匀。以往学者^[6-8]对滁河流域暴雨洪水研究较多,主要集中在滁河流域场次暴雨洪水分析,而对流域降水年际变化和空间分布的定量分析较少,从不同尺度进行降水量研究的更少。本文基于流域51个雨量站点资料,用时间序列数理统计方法对滁河流域不同尺度降水时空变化规律进行研究,以期提升对滁河流域降水的认识,为今后滁河流域降水径流预测、水资源优化配置和防洪减灾提供参考。

2 研究方法

滁河位于长江与淮河之间,是长江下游左岸一级支流,流域面积8 000 km²,干流长269 km。源于安徽省肥东县,流经安徽省合肥市、滁州市和江苏省南京市。流域属于亚热带湿润季风气候区,年降水量910~1 056 mm,降水量集中于汛期5—9月。根据滁河流域的特征,襄河口闸以上为上游,汊河集闸-襄河口闸为中游,汊河集闸以下为下游。

选取滁河流域51个雨量站2008—2020年日降水数据,资料来源于水文年鉴。流域季节划分时间为春季(3—5月)、夏季(6—8月)、秋季(9—11月)、

冬季(12—2月)。

降水量的年际变化趋势采用一元线性回归和Mann-Kendall(M-K)法分析,降水量阶段性分析采用累积距平法,采用反距离权重法对降水量空间变化进行分析。

3 研究过程

3.1 不同尺度降水量年际变化

3.1.1 年降水量、季度降水量年际变化

对滁河流域近年的年降水量和季度降水量进行统计(表1)。由表1可知,滁河流域2008—2020年平均年降水量1 104.9 mm,春季、夏季、秋季、冬季的平均降水量分别占年降水量的19%、50%、20%、11%,夏季降水量占比最大,冬季降水量占比最小。年降水量及季度降水量极值比较大,表明年尺度、季度尺度降水量年际间变化剧烈。

分别对年降水量和季度降水量进行线性回归分析,年降水量以14.7 mm/a的速率递增,流域近年来春、秋、冬均呈微弱上升趋势,其中秋季上升最明显,增加速率为6.1 mm/a,其次为冬季,增加速率为4.7 mm/a,春季上升最不明显,增加速率为0.78 mm/a,变化趋势均不显著。

对不同时间尺度降水量进行累积距平分析(图1),年降水2008—2014年降水量的累计距平全为负值,其中2011—2013年下降明显,说明流域处于枯水期,其后年份出现正负交替,即出现枯丰交替。春季降水2011—2015年降水量的累计距平全为负值,说明春季降水处于低值期;夏季降水2008、2011、2015、2016年降水量的累计距平全为正值,说明夏季降水处于高值期;秋季降水2008—2015年降水量的累计距平全为负值,说明秋季降水处于低值期,其后年份累计距平全为正值,说明秋季降水处于高值期;冬季降水2012—2019年降水量的累计距平全为负值,说明冬季降水处于低值期。

表1 2008—2020年滁河流域不同时间尺度降水量统计

时间尺度	平均值/mm	最大值/mm	最小值/mm	极值比	M-K统计量
年	1 104.9	1501.8	627.5	2.39	0.53
春季	208.3	376.6	90.1	4.18	0.16
夏季	551.9	876.1	253.4	3.46	-0.04
秋季	217.5	545.3	67.6	8.07	1.40
冬季	126.9	224.9	47.6	4.72	0.52

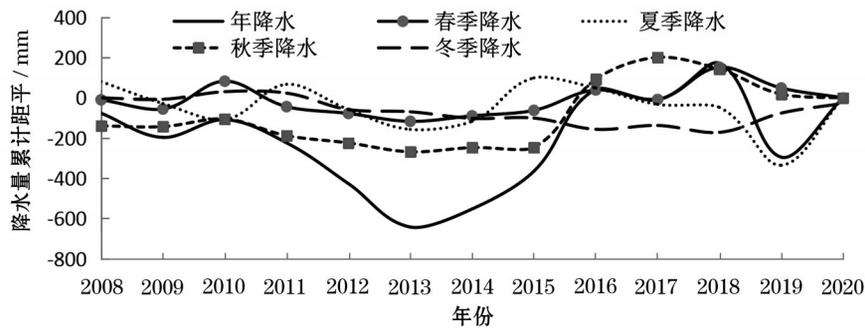


图1 滁河流域年降水量、季度降水量累计距平

3.1.2 月降水量变化

由滁河流域月降水量统计参数变化趋势可以发现,主要降水月份(6—9月)的总降水占全年降水的58.2%,月降水量多年均值最大的月份为7月份(209.8 mm),占年降水量的19.2%,其次为6月,占年降水量的15.4%,最小的月份为12月份(31.6 mm)。从月降水量标准差的变化可知,标准差最大是6月份、最小是2月份。对照降水的年内分布,可以看到,降水量大的月份标准差较大;降水量小的月份标准差也偏小。从月降水量变差系数变化趋势可知,7—8月变差系数相对较小,表明汛期降水量较为集中,变差系数最大是10月份(1.33),最小是7月份(0.40)。从月降水量偏态系数变化趋势可以发现,大部分月份的偏态系数均为正偏,5月、6月和10月偏态系数较大,说明在这几个月份降水量大的事件较少,而降水量小的事件较多;7月偏态系数为负,说明7月降水量大的事件偏多,这与实际情况吻合。

从月降水量年际变化线性回归分析拟合(表2)来看,2、3、4、7、8、9月降水量呈现减少趋势,8月份减少最明显,递减速率为4.5 mm/a。其他月份呈现增加趋势,6月份增加最明显,增加速率为10.5 mm/a。

3.2 不同尺度降水量空间分布

为了更好地研究滁河流域年降水的时空分布

特征,本文利用 ArcGIS对滁河流域年降水量、季度降水量和暴雨量进行反距离权重分析。

3.2.1 年降水量空间分布

滁河流域年平均降水量分布见图2,可知年降水量分布总体上呈东南向西北递减,西南和东北部年降水量偏少。最大年降水量出现在苏家湾站,为1 788 mm(2016年),最小年降水量出现在小马厂站,为473 mm(2019年)。分析滁河流域上游、中游、下游降水量发现,上游降水量为473~1 788 mm,中游降水量为526~1 742.2mm,下游降水量为514.1~1 682 mm。滁河流域的年降水量以中游最多,其次为下游,上游降水量最少。降水量偏少区域位于滁河源头肥东县梁园至黄瞳庙、流域北部明光、来安县和六合北部金牛山水库一带,降水量偏多区域位于流域中下游交界处汉河集闸、晓桥一带和流域南部马鞍山半边月、仙踪一带。

3.2.2 季度降水量空间分布

近年来,滁河季度降水的空间分布特征明显,夏季和秋季的中游和下游降水明显多于上游,春季降水量上游和下游明显多于中游,冬季降水量则呈现上游>中游>下游的趋势。

春季降水呈西南多东北少,最多区域位于流域西南部梁园至半边月和下游葛塘一带,最大值为240.5 mm,出现在上游苏家湾站;降水最少区域位

表2 滁河流域月降水量年际变化趋势

月份	线性回归方程	月份	线性回归方程
1	$y=3.5995x-7\ 204.5$	7	$y=-2.7599x+5\ 768.2$
2	$y=-0.1238x+302.08$	8	$y=-4.4732x+9\ 172.3$
3	$y=-0.7162x+1\ 501$	9	$y=-0.346x+792.59$
4	$y=-1.7726x+3\ 637.1$	10	$y=5.5062x-11\ 032$
5	$y=3.2666x-6\ 488.1$	11	$y=2.082x-4\ 137.2$
6	$y=10.458x-20\ 894$	12	$y=1.2113x-2\ 408$

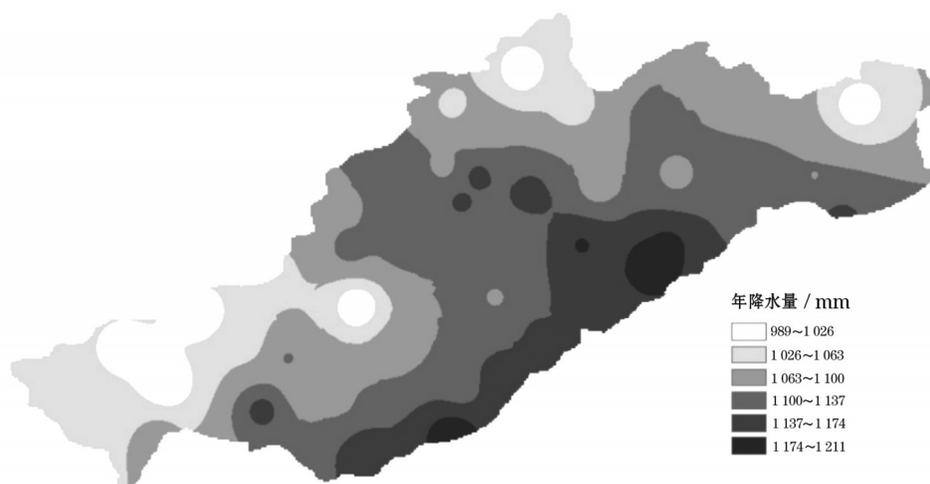


图2 滁河流域2008—2020年不同时期降水量空间分布

于流域北部明光、来安县一带,最小值为176.6 mm,出现在中游屯仓站。夏季降水呈东南多西北少,与年降水量空间分布一致,最多区域位于流域中下游东南部马鞍山含山县仙踪、南京浦口和六合区红山窑闸站一带,最大值为607.4 mm,出现在中游三岔水库站;降水最少区域位于上游肥东县梁园至大马厂、北部明光和六合北部金牛山水库一带,最小值为455.1 mm,出现在上游黄疃庙站。秋季降水分布呈明显的中部多两端少,降水最多区域位于流域中部小马厂至下游葛塘一带,最大值为233.2 mm,出现在中游晓桥站;降水最少区域位于流域北部明光、来安县一带,最小值为165.1 mm,出现在中游屯仓站。冬季降水最多区域位于流域南部仙踪至乌江闸一带,最大值为165.1 mm,出现在上游半边月站;降水最少区域位于流域北部明光、来安县和东部六合金牛山水库一带,最小值为102.8 mm,出现在中游水口站。

4 结 语

通过对滁河流域2008—2020年的降水量进行特征值统计和线性趋势分析,获取了滁河流域不同时间尺度降水的变化特点和趋势,得到以下结论。

(1)滁河流域2008—2020年平均年降水量1 104.9 mm,夏季降水最多,占年降水量的50%,冬季降水最少。降水量主要集中在6—9月,其中7月降水量最大,12月降水量最小。

(2)滁河流域2008—2020年的年降水量以14.7 mm/a的速率递增,春、秋、冬均呈上升趋势,其中秋季上升最明显,增加速率为6.1 mm/a。8月减少

最明显,递减速率为4.5 mm/a,6月增加最明显,增加速率为10.5 mm/a。

(3)年降水量分布总体上为东南向西北递减,以中游最多,其次为下游,上游降水量最少。夏季和秋季降水量中游和下游明显多于上游,春季降水量上游和下游明显多于中游,冬季降水量则呈上游>中游>下游的趋势。

本文采用单变量趋势检验分析方法得出了流域的降水趋势,结论可为滁河流域近年来的降水量变化趋势研究提供参考。

参考文献:

- [1] 于洋,李春丽,夏达忠,等. 海河流域近10 a降水量变化特征及趋势分析[J]. 海河水利,2021(4):34-38.
- [2] 王雨潇,孙营营,张天宇,等. 1998—2020年三峡库区最大1 h降水的时空变化特征[J]. 河海大学学报(自然科学版),2023,51(1):10-18.
- [3] 许钦,叶鸣,蔡晶,等. 1956—2018年太湖流域降水统计特征及演变趋势[J]. 水资源保护,2023,39(1):127-132,173.
- [4] 商守卫,王磊之,王银堂,等. 1960—2019年成都地区极端降水时空演变特征分析[J]. 水资源保护,2023,39(3):195-204.
- [5] 鲁向晖,张海娜,胡羊羊. 赣江流域1966—2015年降水量多尺度时空变化特征分析[J]. 水土保持研究,2021,28(2):168-175.
- [6] 柏正林. 滁河流域“2003·06”暴雨洪水分析[J]. 水文,2009,29(3):88-89.
- [7] 蔡正中,叶成林. 滁河流域“08.08”洪水防洪调度与启示[J]. 人民长江,2009,40(1):18-20.
- [8] 何翠敏,刘菊,柏正林. 安徽滁河雨洪特性及与长江洪水遭遇组合分析[J]. 水科学与工程学报,2015(4):6-9.