

Analysis of Characteristics of Precipitation in the Western Mountainous Area in Henan Province

Binglu Shen

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan
Email: shenbinglucuit@outlook.com

Received: Oct. 17th, 2019; accepted: Nov. 1st, 2019; published: Nov. 8th, 2019

Abstract

Based on the time-lapse precipitation data from 28 stations in the western mountainous area of Henan Province from 2014 to 2016, the daily variation of precipitation in the western mountainous areas and the temporal and spatial evolution of different precipitation levels and precipitation durations were analyzed. The study found that the daily change of precipitation, precipitation frequency and precipitation intensity is significant, in which the precipitation intensity contributes the most to the precipitation; the precipitation contribution rate of each precipitation in the western mountainous area shows a linear increase trend with a slight decrease after the precipitation duration, while the precipitation incidence is obvious. The power exponential type shows a decrease trend; the precipitation contribution rate and precipitation rate of each precipitation level in the western mountainous areas show a trend of decreasing power index with the gradual increase of precipitation level, and the frequency of light rain is the highest; in addition, statistical analysis shows for precipitation in the mountainous area of western Henan, there is a significant negative correlation between quantity and latitude.

Keywords

Mountain Area, Precipitation Duration, Precipitation Level, Precipitation Contribution Rate, Precipitation Incidence

河南省西部山区降水特征分析

沈秉璐

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都
Email: shenbinglucuit@outlook.com

收稿日期: 2019年10月17日; 录用日期: 2019年11月1日; 发布日期: 2019年11月8日

摘要

利用河南省西部山区28个站点2014~2016年逐时降水资料,对西部山区降水日变化及不同降水等级和降水历时的时空演变规律进行了分析,研究发现,降水量、降水频次与降水强度日变化显著,其中降水强度对降水量的贡献最大;西部山区各个降水历时的降水贡献率随降水历时的逐渐增大呈现先略有减少后增加的一个线性增加趋势,而降水发生率则呈明显的幂指数型减小趋势;西部山区各个降水等级的降水贡献率和降水发生率随降水等级的逐渐增大均呈幂指数递减的趋势,且小雨发生频率最高;此外,统计分析表明河南西部山区降水量与纬度呈显著负相关关系。

关键词

山区, 降水历时, 降水等级, 降水贡献率, 降水发生率

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

在全球变暖的背景下,北半球中纬度地区气温明显升高,进而与温度密切相关的水循环也出现显著变化,而降水作为水循环的关键部分,也对应发生变化[1]。受海拔高度,经纬度等的影响,不同区域降水具有不同的变化趋势。山区由于地形作用十分显著,对当地的降水有不可忽视的影响[2]。

针对我国不同地区降水变化特征,国内外学者开展了大量研究。已有工作指出我国浙江省2004~2016年夏季降水的日变化区域差异显著[3],而江淮流域的降水日变化具有主次峰值即双峰值变化特征,且该特征与各种具有不同持续时间降水的事件有紧密联系[4][5]。此外,北方吉林省省内自南部向北部降水呈现逐渐递减的趋势[6],而我国西北地区的塔克拉玛干沙漠中部降水发生的天气背景与新疆盆地尤其是南疆有密切关系,多数受南疆盆地较弱的气旋式辐合风场、低槽、低槽切变线影响[7]。西南地区的四川盆地地区及重庆汛期降水日变化的降水频次与降水量则呈现“V”型分布[8][9]。华南沿海降水垂直方向上的水汽输送对降水的形成有较为关键的作用[10][11]。

受海拔高度,经纬度等的影响,不同区域具有不同的变化趋势。山区由于地形作用十分显著,对当地的大气环流,降水等都有不可忽视的影响,且山区由于人口密度较小,人为因素影响程度较弱,故而能较为客观地反映出由于自然原因而产生的降水等气象要素的变化[12][13]。此外,由于地理特性,山区多为泥石流等自然灾害的高发地,因此开展山区降水变化特征研究可深入了解山区降水基本规律,从而为防灾减灾提供决策参考。河南省位于我国中东部,地势大体为西高东低,海拔起伏较大。省内西部山区受地形影响,易发生局部短时强降水,从而极易出现洪涝灾害[14][15]。省内西部山区的降水分布由于处于季风区内,主要受季风环流及高大山地地形的综合作用,与省内平原地区相比,差异较为明显。受地形影响,易发生局部短时强降水,从而极易出现洪涝灾害,又由于西部以中山(海拔1000~3500 m)为主,沿崤山、外方山、伏牛山、熊耳山、小秦岭等山脉极易使泥石流发育,因此,与地形相对应的,河南省的泥石流灾害也主要发生于此区域,且近年来相关区域已发生过多次造成严重灾害的泥石流,对当地居民的生存及发展产生巨大威胁和伤害,因而对河南省西部山区气候及降水特征的研究历来备受关注。前

人对降水变化的分析和研究多针对全国各大地区,而单独对河南西部山区降水变化的区域特征缺少较为细致的分析。因此,开展相关研究具有重要意义。

2. 资料和方法

2.1. 资料

本文选用资料为 2014 年 5 月 19 日~2016 年 12 月河南省西部山区 28 个台站观测得到的逐时降水数据。首先对部分站点出现的缺省逐时降水数据进行剔除并进行整理,即小于等于 0.1 mm 的小时降水量数据不计入降水,大于 0.1 mm 才可计为发生降水,从而避免由于高海拔昼夜温差较大从而产生露水较多等自然原因造成的部分误差。

2.2. 方法

首先将降水强度定义为总降水量除以总降水时次,降水频次为降水时次占样本总时次的百分比,即总降水时次除以总样本时次,降水量为降水强度乘降水频次。分别计算出降水频次、降水强度和降水量,再将其按 0 时至 23 时即共计 24 个小时分别逐时进行统计,得到西部山区 28 个站点相关物理量的日变化特征。之后通过对降水的日变化进行分析,降水的峰值振幅定义为 A_p ,其中, $A_p = R_{\max}/R_{\text{ave}} - 1$, R_{ave} 为降水平均值, R_{\max} 为降水最大值。而降水的谷值振幅定义为 A_v ,其中 $A_v = 1 - R_{\min}/R_{\text{ave}}$, R_{ave} 与降水的峰值计算式中一样,为降水的平均值, R_{\min} 为降水最小值。然后进行降水历时和降水等级分析,降水历时为发生一次降水过程所持续的时间,将降水历时按照超短历时(1~3 h)、短历时(4~6 h)、长历时(7~12 h)、超长历时(12 h 以上)分为四类。降水等级为发生一次降水过程后累积的总降水量,将降水等级按照小雨(0.2~5 mm)、中雨(5.1~10 mm)、大雨(10.1~25 mm)、暴雨(25.1~50 mm)、大暴雨(50 mm 以上)分为五类。为更清晰分析各分类与总体之间的关系,采用相关分析研究地形地貌对河南省西部降水的影响。相关分析是研究两个或两个以上处于同等地位的随机变量间的相关关系的统计分析方法,相关系数计算公式如下所示

$$r_{kl} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_{ki} - x_k}{s_k} \right) \left(\frac{x_{li} - x_l}{s_l} \right) \quad (1)$$

其中 s_k 和 s_l 分别表示第 k , 第 l 个变量的标准差, r_{kl} 的绝对数值越大,表示两者的关系越密切。最后根据各站点筛选出的发生降水的资料,定义降水贡献率为各个分类区域所发生的总降水量除以所有区域总降水量的和,降水发生率为各个分类区域所发生的降水次数除以所有区域总降水次数的和。

3. 结果和分析

3.1. 河南省西部山区降水日变化特征

图 1 给出了河南省西部山区降水量、降水频次和降水强度的日变化曲线。由图可见,山区的降水日变化非常明显。降水频次的日变化是为一个单峰值结构,谷值出现在凌晨 3 时左右,峰值则是出现在下午 4 时左右。降水量具有下午 5 时的主峰值以及晚上 7 时的次峰值,但主次峰值振幅相差较小。降水强度在午后至夜间较强。在凌晨 3 时左右也有一极大值。由降水量,降水频次,降水强度日变化曲线对比可得,降水量与降水强度的日变化与更为相近,在 6 时至 14 时降水强度与降水量的位相出现高度重合。

3.2. 河南省西部山区降水结构时空演变规律

3.2.1. 山区降水历时变化特征

从河南省西部山区不同历时的降水事件发生率及其对总降水量的贡献率统计结果(图 2)可以看出,河南西部山区各个降水历时的降水贡献率随降水历时的逐渐增大出现先略有减少后缓慢增加的趋势,其中

7~12 h 的贡献率最高, 达到 29%。与降水贡献率相比, 降水发生率的变化趋势十分明显, 整体随着降水历时的增加, 呈现幂指数型减小趋势。其中 1~3 h 的超短降水历时发生频率最高, 约占 60%。综合不同历时的降水发生率以及降水贡献率, 可以得出河南西部山区的降水事件主要是以短历时甚至是超短时降水为主, 而对降水的贡献率则是以 7 h 及 7 h 以上的长历时降水为主。

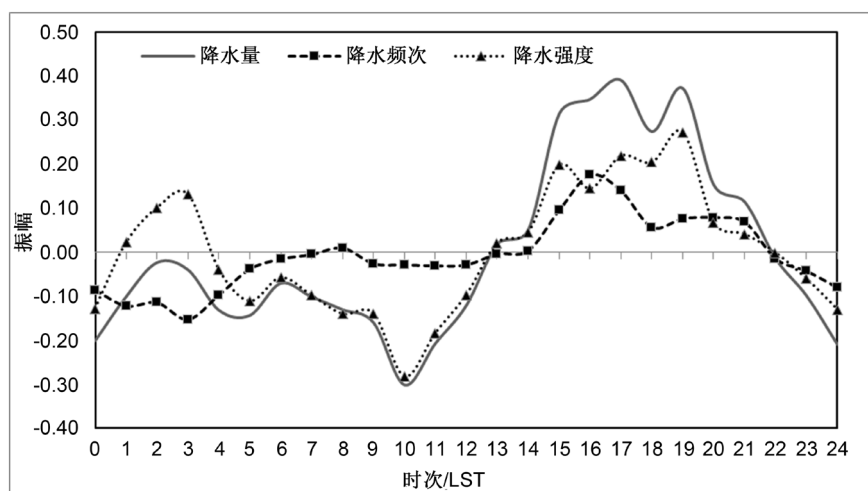


Figure 1. Daily variation curve of average precipitation, precipitation frequency and precipitation intensity in the western mountainous area of Henan Province

图 1. 河南省西部山区平均降水量、降水频次、降水强度的日变化曲线

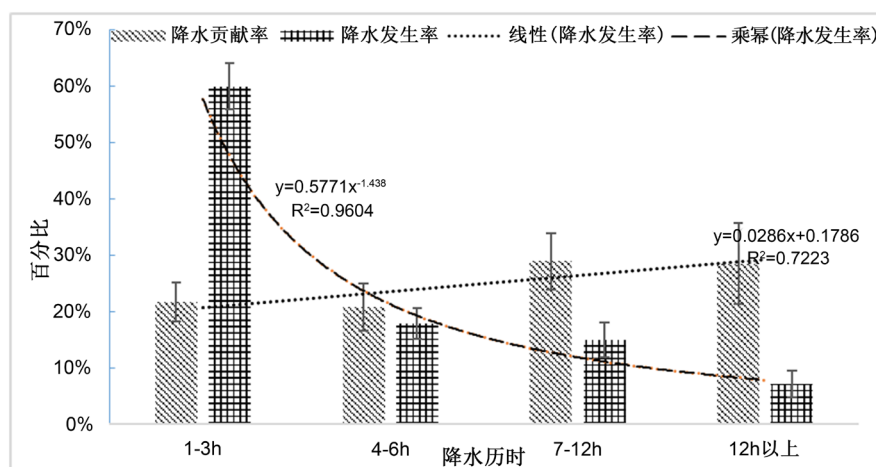


Figure 2. Precipitation incidence, precipitation contribution rate and site error line of different durations in the mountainous area of western Henan Province

图 2. 河南省西部山区不同历时的降水发生率、降水贡献率以及站点差异误差线

进一步分析了河南省西部山区不同历时降水贡献率和发生率的空间分布特征。如图 3 所示, 超短历时(1~3 h)多数站点降水发生率大于 50%, 集中发生于卢氏县, 说明 1~3 h 超短历时的降水发生率占整体降水发生率的主体, 该结论与图 2 所得结论很好对应。在超短历时(1~3 h)降水贡献率中, 栾川县西南部叫河马阴村, 贡献率高达 29% (图 3)。如图 4 所示, 短历时(4~6 h)降水集中发生于栾川县, 且降水贡献率较大的区域主要集中在卢氏县东南部与栾川县西南部。对于 7~12 h 长历时的发生率主要集中在洛宁县, 贡献率则集中在卢氏县(图 5)。12 h 以上的降水发生率, 主要集中于栾川县北部, 而卢氏县除桦栎树, 狮子坪两个站点外, 贡献率均较小(图 6)。

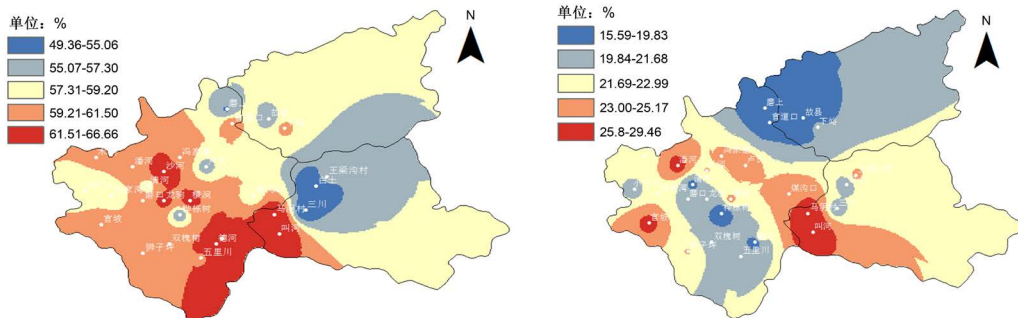


Figure 3. The spatial distribution of occurrence and contribution rate for 1 to 3 hours
图 3. 1~3 h 降水发生率和贡献率空间分布特征

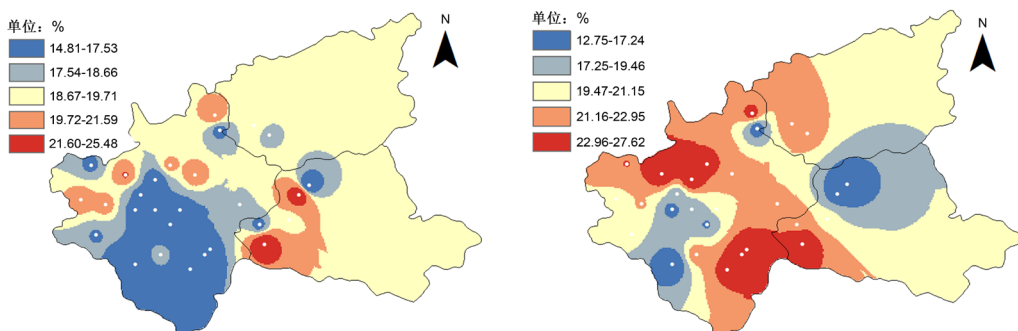


Figure 4. The spatial distribution of occurrence and contribution rate for 4 to 6 hours
图 4. 4~6 h 降水发生率和降水贡献率空间分布特征

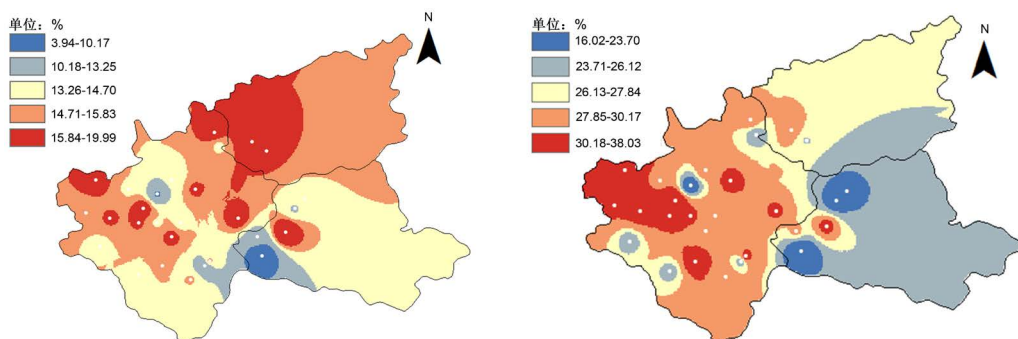


Figure 5. The spatial distribution of occurrence and contribution rate for 7 to 12 hours
图 5. 7~12 h 降水发生率和贡献率空间分布特征

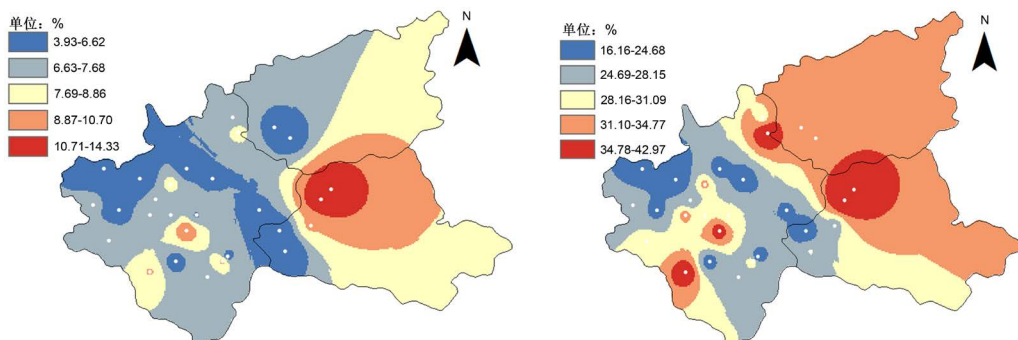


Figure 6. The spatial distribution of occurrence and contribution rate over 12 h
图 6. 12 h 以上降水发生率和贡献率空间分布特征

3.2.2. 山区降水等级变化特征

进一步对河南省西部山区不同降水等级的降水事件发生率及其对总降水量的贡献率进行统计(图略)。河南西部山区各个降水等级的降水贡献率和降水发生率随降水等级的逐渐增大均呈现幂指数递减的趋势。就降水发生率而言,小雨(0.2~5 mm)的降水发生率(96%)明显高于其他等级降水发生率,暴雨(25.1~50 mm)及大暴雨(50 mm 以上)发生频率十分低。就降水贡献率而言,小雨(0.2~5 mm)降水贡献率最大(69%)。综合来说,小雨(0.2~5 mm)是发生频率最高的,且是降水量的贡献主体。对河南省西部山区不同等级降水贡献率和发生率的空间分布特征(图略)进行分析发现,豫西山区小雨整体发生率较高,其中王梁沟村,叫河,潘河三个站点的降水发生率最高,而叫河的小雨贡献率最高。中雨的发生率和贡献率集中在卢氏县。大雨的发生率整体较低,大雨贡献率多集中在卢氏县南部,叫河最低。暴雨发生率偏低,集中在山区中部,而栾川县,洛宁县降水贡献率均为低值。大暴雨的发生率集中于卢氏,贡献率除了王梁沟,卢氏,官道口,其余站点均较低。

3.3. 地理位置对降水量的影响

表 1 为利用经度、纬度及海拔与降水量的相关系数及显著性结果。由表中可知,纬度与降水量相关系数相较于经度和海拔与降水量的相关性,纬度与降水量的相关性系数呈负相关最高(-0.454),相关性最强。且由于显著性 $P = 0.015$ ($0.01 < P < 0.05$),即差异性显著。也就是说,相较于经度,海拔与降水量的相关性,纬度与降水量相关性最强,呈显著负相关。

Table 1. Correlation coefficient and significance of longitude, latitude and altitude with precipitation (sample size $N = 28$)

表 1. 经度、纬度及海拔与降水量的相关系数及显著性(样本量 $N = 28$)

相关系数	纬度	经度	海拔高度
降水量	-0.454*	-0.241	-0.182

*为在置信度(双侧)为 0.05 时,相关性是显著的。无*表示没有达到 0.05。

4. 结论

本文利用河南省西部山区 2014~2016 年逐时降水资料,对西部山区降水从日变化、降水历时、降水等级以及影响降水量的地理因素等角度进行了分析。得出以下结论:

- 1) 降水频次、降水强度日变化显著,降水频次的日变化是为一个单峰值结构,峰值出现在下午 4 时。降水量和降水强度日变化的振幅较大,重合度较高,即降水强度对降水量贡献较大。综合来看,降水主要发生在下午 15 时至夜间,与强度密切相关。
- 2) 西部山区各个降水历时的降水贡献率整体随降水历时的增大呈现先略有减少后增加的一个线性增加的趋势,而降水发生率则呈明显的幂指数型减小趋势。西部山区的降水事件主要是以短历时降水为主。而对降水的贡献率则以长历时降水为主。
- 3) 西部山区各个降水等级的降水贡献率和降水发生率随降水等级的逐渐增大均呈幂指数递减的趋势,山区小雨发生频率均较高,是降水量的贡献主体。
- 4) 纬度与降水量有显著负相关性。即降水量变化与纬度变化呈密切负相关。

基金项目

成都信息工程大学本科教学工程项目(BKJX2019007, BKJX2019013, BKJX2019042, BKJX2019056, BKJX2019062, BKJX2019081, BKJX2019089, BKJX2019120 和 JY2018012)支持。

参考文献

- [1] 张波, 谷晓平, 古书鸿. 贵州山区降水集中度和降水集中期的时空变化特征[J]. 水文, 2017, 37(6): 63-67.
- [2] 刘海文, 丁一汇. 华北汛期日降水特性的变化分析[J]. 大气科学, 2010, 34(1): 12-22.
- [3] 王颖, 刘丹妮, 张玮玮, 马辛宇. 2004-2016年浙江省夏季降水的日变化特征[J]. 干旱气象, 2019, 37(1): 1-9.
- [4] 吴晶璐, 惠品宏, 刘建勇, 汤剑平. 江淮流域极端降水时空变化特征: 站点观测和再分析的对比[J]. 大气科学学报, 2019, 42(2): 207-220.
- [5] 卢楚翰, 周洁雯, 胡叶, 孙燕. 春季影响江淮地区的天气尺度气旋活动与同期降水的联系[J]. 大气科学, 2019, 43(2): 311-324.
- [6] 王丽伟, 黄晓龙, 冯晓莉, 邱译萱, 许晖, 刘玉英. 2006-2015年吉林省夏季降水日变化特征[J]. 中国农学通报, 2019, 35(3): 122-130.
- [7] 周雪英, 贾健, 刘国强, 王芳, 仇会民, 孙怀琴. 1997~2017年塔克拉玛干沙漠腹地降水特征[J]. 中国沙漠, 2019, 39(01): 187-194.
- [8] 韩林君, 白爱娟. 2004-2017年夏半年西南涡在四川盆地形成降水的特征分析[J]. 高原气象, 2019, 38(3): 552-562.
- [9] 曾波, 谌芸, 王钦, 徐金霞. 1961-2016年四川地区不同量级不同持续时间降水的时空特征分析[J]. 冰川冻土, 2019, 41(2): 444-456.
- [10] 陈璐艳, 邹燕, 刘琪, 王凤文. 亚洲-太平洋涛动与华南后汛期降水的联系机制[J]. 复旦学报(自然科学版), 2018, 57(4): 484-489.
- [11] 赵恩榕, 简茂球, 李春晖. 华南降水季节演变的年代际变化[J]. 热带气象学报, 2018, 34(3): 360-370.
- [12] 尚升海, 角媛梅, 刘澄静, 章侃丰, 李绒. 哀牢山区降水时空变化及其阻隔效应研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(8): 92-98.
- [13] 徐飞, 贾仰文, 牛存稳, 刘佳嘉, 张汶海. 横断山区气温和降水年季月变化特征[J]. 山地学报, 2018, 36(2): 171-183.
- [14] 栗晗, 王新敏, 张霞, 吕林宜, 徐文明. 河南“7·19”豫北罕见特大暴雨降水特征及极端性分析[J]. 气象, 2018, 44(9): 1136-1147.
- [15] 雷蕾, 朱伟军, 毕宝贵, 周毓荃. 河南一次强降水过程云和降水结构的中尺度数值模拟[J]. 气象, 2007(4): 15-22.