

Characteristics of Daily Precipitation with Different Intensities in Flood Season in the Middle and Eastern Part of Gansu Province

Hui Di¹, Suichan Wang^{1*}, Yanhua Ye¹, Ning Zhang¹, Fan Zhou²

¹Lanzhou Meteorological Bureau, Lanzhou Gansu

²Pingliang Meteorological Bureau, Pingliang Gansu

Email: 545171101@qq.com, *wscletter@163.com

Received: Jun. 27th, 2019; accepted: Jul. 5th, 2019; published: Jul. 12th, 2019

Abstract

According to the Bonsal marginal distribution function, we used daily precipitation data of regional automatic stations (total 1328) in the central and east area of Gansu province and divided it into five different grades of intensity. Then we analyzed the spatial distribution characteristics of five different precipitation grades. The results show that the annual average precipitation days show a decreasing distribution from southwest to northeast. The distribution of annual average precipitation is significantly different from that of annual average precipitation days, which decreasing from southeast to northwest gradually. At the same time, there are several relatively rainy areas in the less rainy areas. For different precipitation intensity grades, regardless of the number of precipitation days or the amount of precipitation, the amount in the south is more than that in the north. And with the increase of precipitation grade, the regional differences of precipitation days and precipitation are gradually significant.

Keywords

The Bonsal Marginal Distribution Function, Thresholds of Precipitation for Different Intensity, The Amount of Precipitation, Spatial Distribution

甘肃中东部地区汛期不同强度日降水特征

狄 慧¹, 王遂缠^{1*}, 叶燕华¹, 张 宁¹, 周 帆²

¹兰州市气象局, 甘肃 兰州

²平凉市气象局, 甘肃 平凉

Email: 545171101@qq.com, *wscletter@163.com

收稿日期: 2019年6月27日; 录用日期: 2019年7月5日; 发布日期: 2019年7月12日

*通讯作者。

摘要

利用2010~2017年甘肃省中部及河东地区1328个区域自动站5~9月的逐日降水量资料,按照Bonsal边缘分布函数方法将日降水量划分为弱、较弱、中等、较强和强5个强度等级,分析不同强度等级的降水量和降水日数的空间分布特征。结果表明:年降水日数呈现出由西南向东北减少的分布形式。年均降水量由南向北逐渐减小,同时少雨区域包含多个相对多雨区。对于不同强度等级的降水,无论是降水日数还是降水量,总体均呈现出南多北少的分布,并且随着降水等级的增加,降水日数、降水量的地区差异也逐渐显著。

关键词

Bonsal边缘函数, 不同等级降水阈值, 降水量, 空间分布

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

甘肃省位于中国西北地区,深居内陆,范围内黄土高原、青藏高原和内蒙古高原三大高原交汇,并且下垫面地形特征十分复杂,造成甘肃范围内天气气候复杂多变,气候类型包括干旱气候区,半干旱、半湿润气候区。在这样的气候背景下,甘肃省全年总降水的分布十分不均匀。大量研究表明[1][2][3][4][5],甘肃省年降水稳定性较差,依照地形呈现出自西北向东南呈增加的分布形式,同时年总降水量相对少,主要集中于夏季。因而无论从气候分区角度还是地形特征角度,对于甘肃省降水的研究都应该分区区域进行探讨。

已有的大部分研究依据地形将甘肃省分为河东地区和河西地区[6][7],通常将黄河以西作为河西,黄河以东称为河东。上述方法能够在一定程度上呈现出降水的地域性特征,但是考虑到甘肃省地理范围广阔,且降雨量空间分布非常不均匀,因而选用确定的降水量阈值划分降水等级是不严谨的[8]。同时甘肃省区域自动站降水资料丰富,本文选取Bonsal边缘函数方法[9],针对每个站点定义具有本地化特征的降水阈值,进一步分析甘肃范围内降水的时空分布特征,以期弥补上述提到的些许不足。

2. 资料及方法

2.1. 资料

本文使用2010~2017年汛期(5~9月)甘肃省中部及河东地区(兰州、白银、临夏、定西、陇南、天水、平凉、庆阳、甘南)共计1536个区域自动站的逐日降水量资料。

数据来源于甘肃省气象局信息中心,通过全面和严格的质量控制,数据质量良好。但考虑到部分区域站地理位置较为偏僻,资料可能受到传感器故障、采集器故障等其他因素影响,导致数据可疑或者错误[10][11][12]。本文通过计算出每个区域站对应的气候界限值(气候学中绝无可能出现的要素上下限阈值定义为气候界限值),分别与对应站点的降水资料作对比,如果降水数据超出气候界限值,则判断该站点资料错误,剔除异常站点,最终选定1328个区域站,能够精确反映甘肃中部及河东地区降水的分布状况。

2.2. 降水量强度等级的确定方法

本文统计过程中, 将日降水量大于等于 0.1 mm 的定义为一个雨日。

选取 Bonsal 边缘分布函数方法[9]计算不同强度等级降水的阈值, 避免了使用同一标准的定义方法在不同地区检测不到强降水的不足。依据该边缘函数法: 如果降水量有 n 个值, 先将所有样本值按升序排列: $x_1, x_2, x_3 \cdots x_m \cdots x_n$, 那么某个值小于或者等于 x_m 的概率 P 由以下公式计算得到:

$$P = (m - 0.31) / (n + 0.38) \quad (1)$$

式中 m 为 x_m 的序号, 如果序列有 100 个值, 那么第 99 个百分位上的值为排序后的 x_{99} ($P = 98.3\%$) 和 x_{100} ($P = 99.3\%$) 的线性插值。0.31 和 0.38 为经验系数, 经过 Bonsal 等人验证适用于降水不均匀地区。该方法已在西北地区降水等级划分中得到了很好的应用[13], 尤其是在降水较少且分布不均的地区应用效果也得到了许多研究的阐明, 因而 Bonsal 边缘函数方法是适用于甘肃中部及河东地区降水等级划分的。

利用此方法, 将甘肃省中部及河东地区共计 1328 个区域站降水量进行排序, 确定降水阈值。将升序排列的第 20% 分位的降水量作为阈值 1, 第 40% 分位的降水量作为阈值 2, 第 60% 分位的作为阈值 3, 第 80% 分位的作为阈值 4。在确定降水阈值的基础上, 统计出近 8 年研究区域 1328 个区域站逐年不同量级降水日数和降水量, 进一步分析不同降水强度等级下甘肃省中部及河东地区降水的时空分布特征。

3. 结果分析

3.1. 年降水日数和降水量

为简便称呼, 将甘肃省中部及河东地区简称为研究区域。可以看到, 图 1(a) 中研究区域内年均降水日数呈现出由西南向东北减少的分布形式, 位于西南部的甘南藏族自治州杂秀区域站(W9502) 平均年降水日数最多, 达到 97 天; 位于东北部的定西市陇阳站(W4041) 年均降水日数最少, 为 23 天。

年平均降水量的分布特征(如图 1(b) 所示) 与年均降水日数有显著差异, 年均降水量基本呈现由南向北逐渐减小的分布型, 同时少雨区域包含多个相对多雨区。陇南地区和甘南高原年降水量最多, 降水量集中在 200~550 mm 之间, 最大值位于陇南市康南林场(W6053) 为 908 mm; 定西至陇西一带年降水量相对较少, 降水量在 150~170 mm 之间, 最小值位于定西市石峡湾新庄(W4271) 为 52.8 mm。这是由于夏季暖湿气流经由四川盆地达到甘南高原和陇南地区, 给本地带来充沛的水汽, 而定西至陇西等地受东部的六盘山及西部青藏高原地形共同影响, 夏季风常常不稳定, 无法保证该区域有充足的水汽供应。

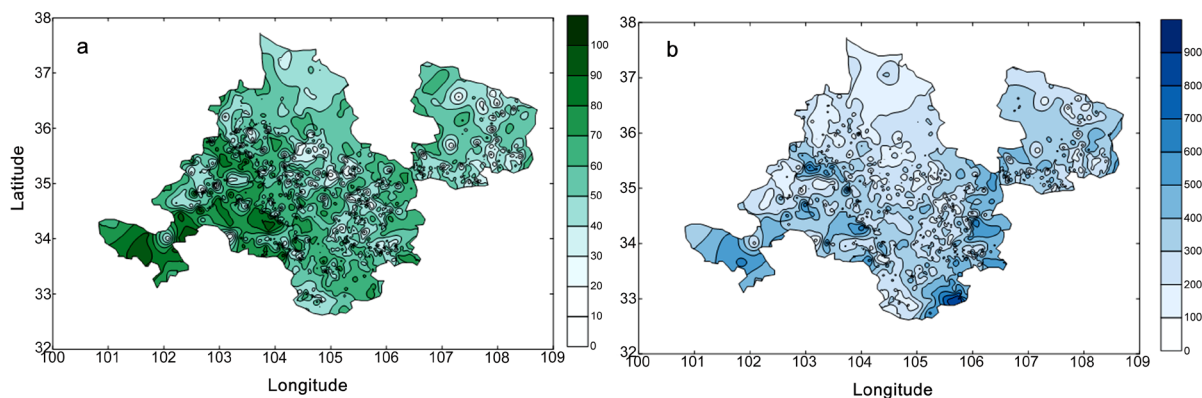


Figure 1. Distribution of average annual rainfall days (a) and amount of precipitation (b) in the in the central and east area of Gansu province from 2010 to 2017

图 1. 2010~2017 研究区域年均降水日数(a)、年均降水量(b)分布图

对比图 1(a)和图 1(b), 可以发现一个地区的年降水量与降水日数的分布并非呈现出线性相关: 以玛曲西北部为例, 在甘南范围内其对应的年均降水日数相对其他地区较多, 但是其年均降水量却较少。出现这样的现象, 说明分析一个地区年降水量的分布特征, 不仅需要考虑该地区年总降水日数的分布, 还要考虑不同强度等级的降水日数。由此可以看出, 研究区域内降水日数的差异与降水强度的差异共同造成降水总量的差异。

以上讨论了研究区域年降水的总体空间分布特征, 可以发现虽然降水整体呈现出由西南向东北减少的趋势, 也存在明显的地域性特征。为了进一步分析不同区域内的降水差异, 本文从划分不同强度的降水等级出发, 细化不同强度等级的降水日数分布特征对降水量分布的影响。

3.2. 降水阈值

通过利用 Bonsal 边缘函数方法对各区域站降水阈值计算, 发现不同等级的降水阈值空间分布差异较大, 反映出该区域汛期降水空间分布的复杂性。

图 2 给出了研究区域汛期不同等级降水阈值的空间分布, 由图可以看到研究区域内不同等级降水阈值的空间差异显著。阈值 1 具有从西南向东北递减的空间分布特征, 这与年均降水量的分布特征一致, 表明弱降水在总降水中占有重要比例。受海拔高度及局地地形影响, 大值中心主要位于西南部的甘南高原。值得注意的是, 阈值 1 在东北部存在跷跷板式的分布特征, 高值中心与低值中心对称分布。该地区位于陇东黄土高原东北侧, 山、川、塬纵横交错, 地形特征较为复杂, 特殊的下垫面条件使得该地区降水分布存在显著差异。阈值 2、3 的变化基本具有纬向分布特征, 从较高纬度向较低纬度明显增加。

阈值 4 代表强降水阈值, 由图 2(d)可以看到, 阈值 4 在庆阳、平凉、天水东部及陇南东南部相对较大, 均有显著的大值中心, 中心值平均在 14 mm 以上, 其他范围内阈值较小。与年均降水量的分布对比, 可以发现降水量大的区域强降水阈值大, 说明强降水在年均降水量中占有重要比重。

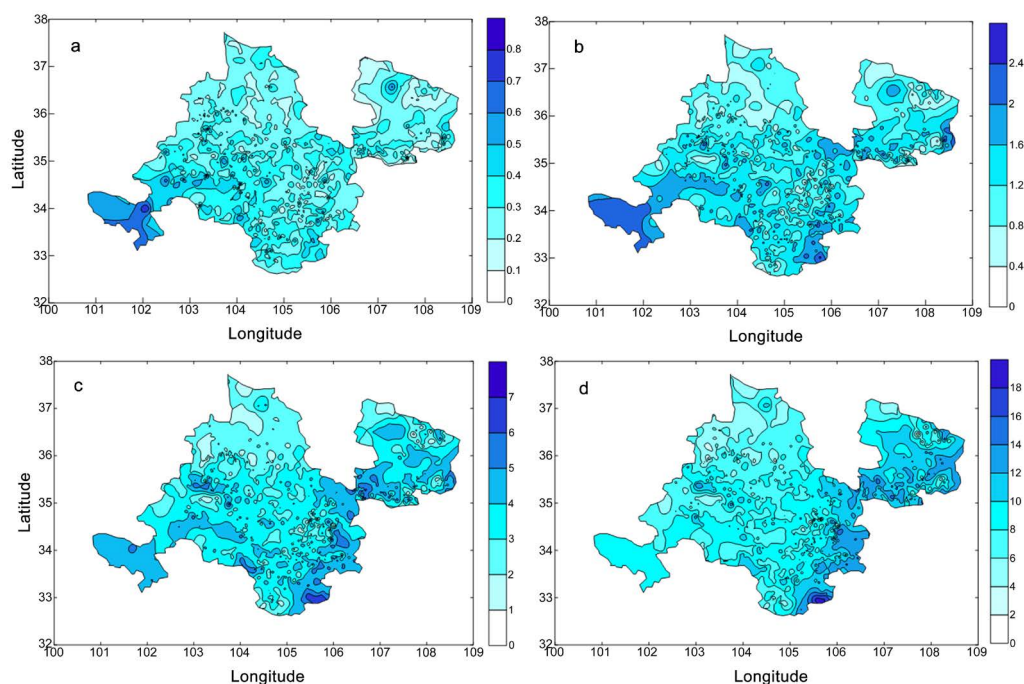


Figure 2. Distribution of precipitation thresholds for different grades in the central and east area of Gansu province from 2010 to 2017: (a) Threshold 1; (b) Threshold 2; (c) Threshold 3; (d) Threshold 4

图 2. 2010~2017 年研究区域不同等级降水量阈值分布图: (a) 阈值 1; (b) 阈值 2; (c) 阈值 3; (d) 阈值 4

3.3. 不同强度等级降水日数分布

根据得到的不同等级降水阈值, 对各区域站逐日降水量进行划分, 得到不同强度等级降水日数的分布(图 3)。可以发现, 各区域站的年均弱降水日数多在 10~18 天。对于较弱降水日数, 临夏回族自治区的东乡县、天水市麦积区、庆阳市宁县等地的年均较弱降水日数达到 25~28 天, 偏北地区(白银市景泰县)仅有 3 天。中等强度降水日数最多的站点位于甘南玛曲县、临夏市和东乡县等地, 年平均中等强度降水日数达到 18~20 天, 而偏北地区白银市景泰县等地仅为 5 天左右。此外, 甘南迭部县、玛曲县和临夏市永靖县等地的平均强降水日数在 18~19 天, 而景泰县等地的年均强降水日数为 4 天左右(图 3(e))。综合发现, 甘南地区各等级降水日数显著偏高, 表明近 8 年该地区降水频发。

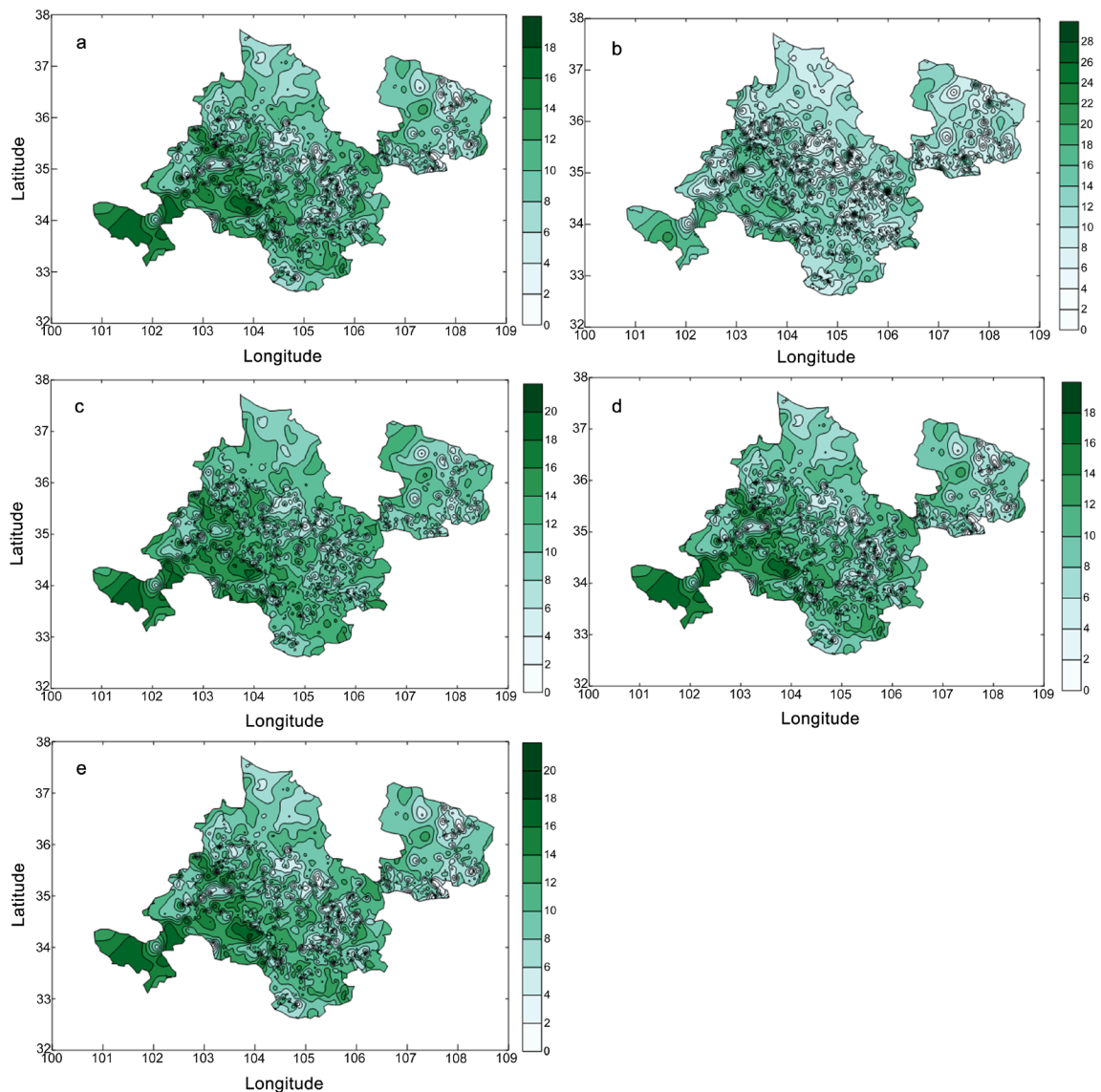


Figure 3. Distribution of average annual rainfall days for different intensity grades in the central and east area of Gansu province from 2010 to 2017: (a) The days of weak intensity rainfall; (b) The days of relative weak intensity rainfall; (c) The days of relative medium intensity rainfall; (d) The days of relative heavy intensity rainfall, (e) The days of heavy intensity rainfall

图 3. 2010~2017 年研究区域不同等级降水日数分布图: (a) 弱降水日数; (b) 较弱降水日数值; (c) 中等降水日数; (d) 较强降水日数; (e) 强降水日数

对比不同等级降水量的空间分布后发现(图 4): 弱降水量在研究区域内总体相差不大; 甘南地区的较弱降水量最大值中心在 25 mm 以上, 而北部低值中心为 10 mm 左右, 不足大值中心的一半; 中等强度的降水量, 南北地区差距明显加大, 陇南平均降水量为 70 mm, 而白银市会宁县年均降水量为 6.8 mm; 较强强度的降水量南北差距进一步显著, 最大较强年均降水量位于陇南岷县 164 mm, 最小年均降水量位于白银市景泰县为 12 mm; 陇南的康南林场年均强降水量高达 670 mm, 最小的白银市会宁县仅有 71 mm, 仅为最大的 1/10。

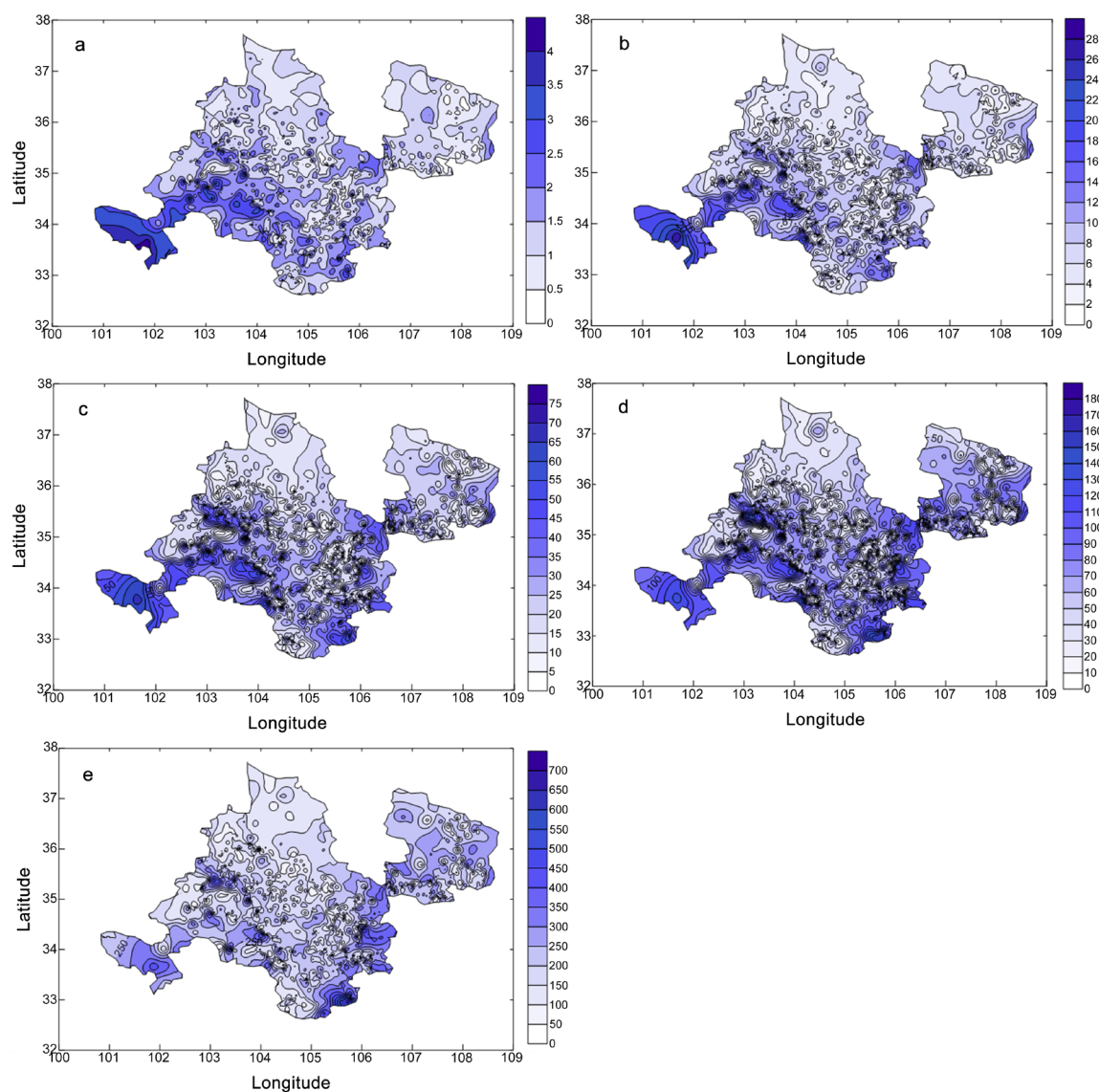


Figure 4. Distribution of average annual rainfall for different intensity grades in the central and east area of Gansu province from 2010 to 2017: (a) The amount of weak intensity rainfall; (b) The amount of relative weak intensity rainfall; (c) The amount of relative medium intensity rainfall; (d) The amount of relative heavy intensity rainfall; (e) The amount of heavy intensity rainfall

图 4. 2010~2017 年研究区域不同强度等级降水量分布图: (a) 弱降水量; (b) 较弱降水量; (c) 中等降水量; (d) 较强降水量; (e) 强降水量

综上所述, 对于不同强度等级的降水, 无论是降水日数还是降水量, 总体均呈现出南多北少的分布, 并且随着降水等级的增大, 降水日数、降水量的地区差异也逐渐显著。

4. 结论与讨论

本文选取 2010~2017 年甘肃中部及河东地区 1328 个区域自动站的逐日降水量, 采用 Bonsal 边缘函数方法对降水进行划分, 通过对不同等级降水日数及降水量的分析, 得出以下结论:

近 8 年甘肃中部及河东地区年均降水日数呈现出由西南向东北减少的分布形式, 位于西南部的甘南藏族自治州尕秀区域站(W9502)平均年降水日数最多; 位于东北部的定西市陇阳站(W4041)年均降水日数最少。年平均降水量的分布特征, 基本呈现由南向北逐渐减小的分布型, 同时少雨区域包含多个相对多雨区。陇南地区和甘南高原年降水量最多, 定西至陇西一带年降水量相对较少。

不同等级的降水阈值空间分布差异较大。阈值 1 具有从西南向东北递减的空间分布特征, 这与年均降水量的分布特征一致。阈值 2、3 的变化基本具有纬向分布特征, 从较高纬度向较低纬度明显增加。阈值 4 代表强降水阈值, 在庆阳、平凉、天水东部及陇南东南部相对较大, 均有显著的大值中心, 其他范围内阈值较小。

无论是降水量还是降水日数, 均呈现出明显的南多北少的分布特征, 这与大多数甘肃降水的研究结果较为一致。在对比不同等级降水事件的分布特征后发现, 随着降水等级的加强, 降水的区域性差异显著增加。已有研究表明, 显著的南北差异应该与甘肃省内较为独特的地形特征密切相关, 偏北地区纬度较高, 由于水汽输送能力有限, 是研究区域内降水偏少的地区。强降水量、降水日数在研究区域内的增加, 与许多有关极端降水的研究结果一致, 这反映了近年来研究区域极端降水事件增多的事实。

上述研究仅从统计学的角度进行分析, 事实上甘肃中部及河东地区的降水受到诸多方面因素的影响, 包括: 祁连山脉地形、孟加拉湾水汽输送、副热带高压位置变化及不断加快的城市化进程, 因此导致不同等级降水(降水日数、降水量)变化的具体原因还有待进一步研究。

基金项目

兰州市科技局项目(2018-4-57)和甘肃省气象局气象科研项目(GSMAMs2018-24)共同资助。

参考文献

- [1] 宋连春, 张存杰. 20 世纪西北地区降水量变化特征[J]. 冻土与冰川, 2003, 25(2): 143-148.
- [2] 王鹏祥, 杨金虎, 张强, 等. 近半个世纪来中国西北地面气候变化基本特征[J]. 地球科学进展, 2007, 22(6): 649-655.
- [3] 李栋梁, 彭素琴. 中国西部降水资源的稳定性研究[J]. 应用气象学报, 1992, 3(4): 451-458.
- [4] 刘德祥, 董安祥, 邓振镛. 中国西北地区近 43 年降水资源变化对农业的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(4): 179-184.
- [5] 王燕, 王润元, 王毅荣, 等. 近 37 年甘肃省降水特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(4): 94-99.
- [6] 王红桃, 包光, 胡亚飞. 甘肃省 1967-2008 年气温和降水时空变化[J]. 沙漠与绿洲气象, 2017, 11(2): 34-42.
- [7] 李栋梁, 谢金南, 王蕾, 等. 甘肃河东年降水量的周期变化[J]. 高原气象, 2000, 19(13): 295-303.
- [8] 宁亮, 钱永甫. 中国年和季各等级日降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2008, 27(5): 1010-1020.
- [9] Bonsal, B.R., Zhang, X.B., Vincent, L.A. and Hogg, W.D. (2001) Characteristics of Daily and Extreme Temperature over Canada. *Journal of Climate*, 14, 1959-1976.
[https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<1959:CODAET>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<1959:CODAET>2.0.CO;2)
- [10] 林磊, 任义芳, 张建飞, 等. 气象观测数据质量控制方法的探讨[J]. 农业与技术, 2018, 38(17): 126-127.
- [11] 中国气象局. 中华人民共和国气象行业标准 - 地面观测记录质量控制 QX/T66-2007[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [12] 李静锋, 赵艳玲. 浅谈自动站数据异常处理方法[J]. 气象研究与应用, 2006, 27(z1): 145.
- [13] 杨晓丹. 中国西北地区降水变化及其可能原因的诊断研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国气象科学研究院, 2005.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网首页：<http://cnki.net/>，点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”，跳转至：<http://scholar.cnki.net/new>，搜索框内直接输入文章标题，即可查询；
或点击“高级检索”，下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2168-5711，即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版：<http://www.cnki.net/old/>，左侧选择“国际文献总库”进入，搜索框直接输入文章标题，即可查询。

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：crl@hanspub.org