

The Characteristics of Hourly Precipitation Variation in the Altay Region during the Recent 13 Years

Ernan Bo, Jiangwei Zhao, Heba Ma, Lieke Te

The Altay Meteorological Bureau, Altay Xinjiang
Email: burlen_928@126.com

Received: Feb. 18th, 2018; accepted: Mar. 2nd, 2018; published: Mar. 9th, 2018

Abstract

In this paper, the characteristics of daily precipitation variation in the Altay region in summer were investigated, based on the hourly precipitation data from the Altay benchmark climatological station during June to August between 2005 and 2017. The results showed that the amount of precipitation in the Altay region was presented as a double-summit variation, of which two summits appeared in the morning and evening. The peak value of precipitation frequency was at around 12:00 and the peak value of precipitation intensity was at around 19:00. The rainfall types included short-duration rainfalls (305 times), mid-duration rainfalls (31 times) and long-duration rainfalls (22 times), among which the contribution of short-duration rainfalls was the most to summer precipitation, while mid-duration rainfalls contributed the least. Moreover, the peak value of short-duration rainfalls appeared in the evening, as well as mid-duration rainfalls, while that of long-duration rainfalls was detected in the morning. Although the daily peak value of frequency of short-duration rainfall was apparently higher than that of mid-duration and long-duration rainfalls, the peak values of these 3 types all appeared around 12:00. The precipitation intensity of short-duration and mid-duration rainfalls peaked in the evening while that of long-duration rainfall peaked in the afternoon. Interestingly, when categorized into 3 levels of amount of precipitation, the daily peak value of level 1 was higher than those of levels 2 and 3. The peaks of levels 1 and 3 took place in the afternoon, while that of level 2 was in the early morning.

Keywords

Hourly Precipitation, Daily Peak, Precipitation Frequency, Altay Region

阿勒泰单站近13a夏季小时降水日变化特征

博尔楠, 赵江伟, 玛合巴, 特列克

阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰

摘要

利用阿勒泰基准气候站2005~2017a夏季(6~8月)逐小时降水资料揭示了阿勒泰单站夏季降水的日变化特征, 结果表明: 1) 2005~2017a夏季(6~8月)阿勒泰单站降水量日峰值呈双峰型, 日峰值出现在早晨和傍晚; 降水频率的日峰值出现在上午12:00; 降水强度的日峰值出现在傍晚19:00。2) 2005~2017a夏季(6~8月)阿勒泰单站出现短时降水达305次, 中时降水31次, 长时降水22次; 短时降水对夏季降水的贡献率最大, 其次为长时降水, 中时降水贡献率最小。3) 短时降水的日峰值最大, 出现在傍晚; 长时降水的日峰值其次, 出现在早晨; 中时降水量的日峰值最小, 出现在傍晚。短时降水频率的日峰值明显高于中时降水和长时降水, 同时三者的日峰值均出现在12:00。短时降水和中时降水的降水强度日峰值出现在傍晚, 长时降水的降水强度日峰值出现在午后。4) 1级降水日峰值大于2级和3级, 1级和3级降水量日峰值出现在午后至傍晚, 2级降水量日峰值出现在清晨。

关键词

小时降水, 日峰值, 降水频率, 阿勒泰

Copyright © 2018 by authors 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

受全球及区域尺度气候变化影响, 不同区域极端天气气候事件明显增多, 气候变化和极端气候事件以及它们之间的关系是当前国际社会十分关注的科学问题。Zhai *et al.* [1]指出, 过去 50 多年(相对于 2005 年)我国东部地区降水日数下降, 但极端强降水日数增加。虽然华北地区夏季降水减少趋势明显[2], 但极端降水量在总降水量中的比重呈增加趋势[3]。由于降水分布在时空上的高度不均匀性, 只有逐时或更高时间分辨率上的降水资料才能更加准确地反映降水强度信息和降水演变过程的特征。日累计降水量在表征降水强度时会过高估计长时间连续性弱降水的强度, 低估短时强降水的强度。近几年, 随着长时间序列的逐时、逐分钟降水资料的出现, 越来越多的研究关注小时或更短时间尺度的降水特征。Yu *et al.* [4] [5] [6]和 Yu and Zhou [7]利用长序列的逐时台站降水资料分析发现, 中国夏季降水的日变化具有明显的区域性, 而长持续性降水的峰值多位于夜间和清晨, 短持续性降水的峰值多出现在下午或傍晚。在华北地区, 夏季降水总量和频次有所减少, 但降水强度在增加。诸多国内学者研究了不同区域的逐时降水长期变化特征和日变化特征, 得到一些有意义的结论[8]-[16], 同时, 刘伟东等[17]利用聚类分析方法, 田付友等[18]利用 Γ 函数和李建等[19]利用 5 年一遇极端降水对不同区域短时降水进行了讨论。近年来随着我国高时空分辨率降水资料的出现, 国内有不少学者开始从小时尺度出发对降水特性进行深入分析研究。Yu 等[6]首次利用我国台站 1991~2004 年自动观测降水资料分析夏季降水的日变化特性, 指出我国夏季降水日变化特征区域差异显著, Yu 等[5]进一步分析指出降水持续时间是区分不同类型降水事件的一个关键因素, 且降水的持续性能很好地解释降水日变化的双峰值。李建等[9]使

用 1961~2004 年的小时降水来分析北京夏季降水的气候特征和日变化规律,指出降水量和降水频次在下午至凌晨呈现高值时段、中午前后出现最低值,且近 40 年短时降水事件降水量明显增加、长时降水事件降水量有所减少。姚莉等[20]分析了我国 1 小时雨强的时空分布特征,指出雨强日变化具有明显地区差异。王夫常等[21]分析了我国西南区域的降水日变化,指出西南降水夜雨特征明显,且降水日变化存在东西区域差异。于文勇等[22]对我国降水持续性的季节演变特征进行分析,指出降水持续时间的季节演变能反映出典型雨带随季节的变化特征。宇如聪等[23]分析降水演变过程的气候特征,指出降水过程存在明显不对称性,降水开始至达到峰值的时间较峰值发生后至降水结束的时间明显偏短。刘伟东等[17]对北京地区逐小时降水的时空分布进行聚类分析指出北京地区的自动站分布合理性高。这一系列研究丰富了我们对降水特性尤其是降水日变化特性的认识,有助于深入理解降水气候特征及其形成演变机制。

阿勒泰市位于新疆北部,是阿勒泰地区的首府城市,夏季降水对阿勒泰社会经济发展、旅游、交通、生态和农牧业生产等等均有重大影响,但是目前阿勒泰还没有研究夏季小时降水的相关成果。因此,需研究阿勒泰夏季小时降水的气候特征,为精细化预报预测业务提供重要参考。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源

选取阿勒泰基准气候站 2005~2017a 夏季(6~8 月)逐小时降水资料。

2.2. 研究方法

本研究以阿勒泰单站近 13a 夏季小时降水日变化特征,对 2005~2017 年夏季(6~8 月)逐小时降水数据进行分析,统计出一天中每小时时段在 2005~2017 年夏季的总降水量和总降水时数,对于一天中的某小时,13 个夏季的总时数 = $92 \times 13 = 1196 \text{ h}$,根据这些统计结果进一步计算出一天中每小时气候平均的降水量、降水频率和降水强度,它们的计算公式如下:1) 降水量 $PA = \text{总降水量}/1196$;2) 降水频率 $PF = (\text{总降水时数}/1196) \times 100\%$;3) 降水强度 $PI = \text{总降水量}/\text{总降水时数} = \text{降水量}/\text{降水频率}$ 。统计出降水量日峰值、降水频率日峰值以及降水强度日峰值及其所对应的时间。由于不同天气过程所导致的降水,其持续时间和强度有所差异将持续时间小于等于 3 h 的降水定义为短时降水,持续时间为 4~5 h 的降水定义为中时降水持续时间大于 6 h 的降水定义为长时降水,并讨论各分区不同持续时间降水的日变化特征。另外将不同强度降水划分为 3 个等级(1 级、2 级和 3 级): $0.1 \sim 6.0 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$; $6.1 \sim 12.0 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$; 大于 $12.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$,并揭示各分区不同强度降水的日变化特征。

3. 阿勒泰单站夏季小时降水日变化特征

2005~2017a 夏季(6~8 月)阿勒泰单站降水量日峰值呈双峰型,出现在早晨 8:00 和傍晚 20:00,均为 $0.05 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$,19:00 也接近 0.05,中午 13:00 接近 $0.04 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$;从 22:00 至清晨 8:00 降水量相对最小,均在 $0.04 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下(图 1(a))。

通过分析降水频率的日峰值可以发现,日峰值出现在 12:00,为 0.04;06:00 以及 9:00~11:00 均在 0.03~0.04 之间;21:00 降水频率最小,不足 0.02(图 1(b))。

降水强度的日峰值出现在傍晚 19:00,为 $2.4 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$;8:00 和 20:00 为 $1.9 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$;夜间至清晨 22:00~7:00 及上午 9:00~12:00 降水频率相对最小,均不足 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。这主要是傍晚地面温度较高,随着高空冷却,形成上冷下暖的不稳定层结从而容易形成对流性天气造成的,而夜间和上午大气温度相对较低,大气柱相对较为稳定,不易形成对流性天气,所以降水强度较小(图 1(c))。

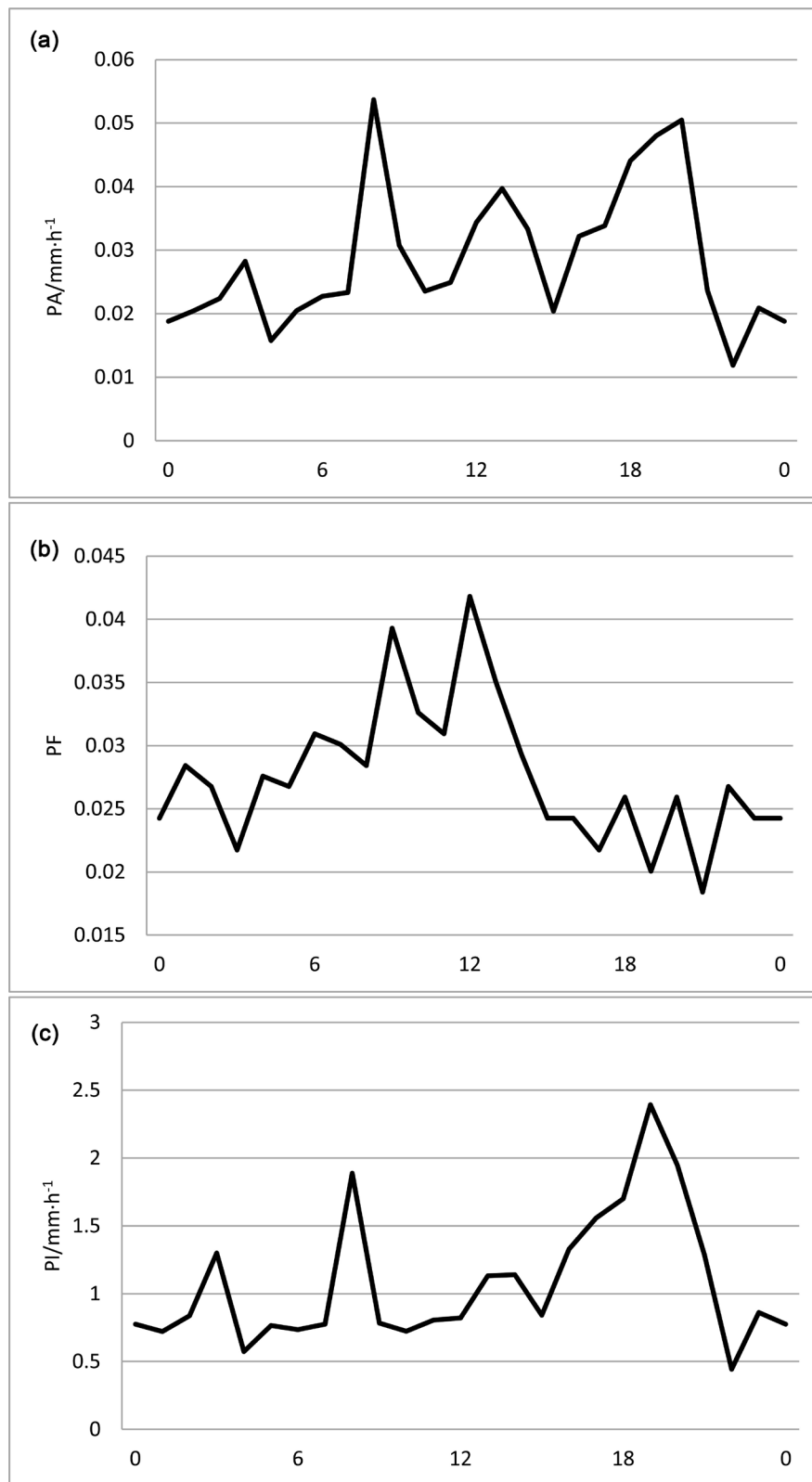


Figure 1. Daily variations of amount of summer precipitation (a) precipitation frequency (b) and precipitation intensity (c) for the Altay station

图 1. 阿勒泰单站夏季降水量 PA (a), 降水频率 PI (b) 和降水强度 PI (c) 的日变化特征

4. 不同持续时间小时降水日变化特征

4.1. 不同持续时间降水对总降水的贡献

将持续时间 1~3 h 的降水定义为短时降水, 4~5 h 的降水定义为中时降水, ≥ 6 h 的降水定义为长时降水。2005~2017a 夏季(6~8 月)阿勒泰单站累积降水量达 832.4 mm, 其中出现短时降水达 305 次, 累积降水量达 467.3 mm, 占近 13a 夏季降水量的 56%; 共出现中时降水 31 次, 累积降水量达 134.7 mm, 占夏季降水量的 16%; 共出现长时降水 22 次, 累积降水量达 230.4 mm, 占夏季降水量的 28%。可见阿勒泰单站短时降水对夏季降水的贡献率最大, 其次为长时降水, 中时降水贡献率最小(表 1)。

4.2. 不同持续时间降水日峰值及其出现的特征

短时降水的降水量日峰值出现在午后至傍晚的 18:00~20:00, 19:00 的降水量超过 $0.04 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 夜间的 22:00、00:00、4:00 和 5:00 以及上午的 10:00 和 11:00 最小, 均不足 $0.01 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。中时降水的降水量日峰值出现在傍晚 20:00, 为 $0.01 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 此外早晨 8:00 和中午 12:00、13:00 也可达 $0.01 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。长时降水的降水量日峰值出现在 8:00, 接近 $0.02 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 此外 9:00~13:00 以及午后的 16:00 和 17:00 也均在 $0.01 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上。由此可见短时降水的降水量日峰值最大, 出现在傍晚; 长时降水的日峰值其次, 出现在早晨; 中时降水量的日峰值最小, 出现在傍晚, 图 2(a)。

短时降水的降水频率日峰值出现在 12:00 和 18:00, 均在 0.02 以上, 此外早晨 7:00 和 9:00 以及傍晚 20:00 的降水频率日峰值也在 0.02 以上; 夜间的降水频率相对最小。中时降水的降水频率日峰值出现在 12:00 和 9:00, 均为 0.01; 午后至前半夜降水频率相对较小。长时降水的降水频率日峰值也出现在 12:00, 为 0.01, 午后至傍晚相对较小。短时降水频率的日峰值明显高于中时降水和长时降水, 同时三者的日峰值均出现在 12:00, 图 2(b)。

短时降水的降水强度日峰值出现在午后 19:00, 为 $2.8 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 夜间至上午相对较小。中时降水的降水强度日峰值出现在傍晚 20:00, 为 $4.8 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 与短时降水相似, 中时降水强度频率在夜间以及上午相对较小。长时降水的降水强度日峰值出现在午后 16:00~17:00, 分别为 $3.9 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 和 $3.1 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 同样也是在夜间至上午降水强度相对较弱, 午后至傍晚最强, 这与午后至傍晚温度相对最高, 同时伴随冷空气的入侵形成“上冷下暖”的不稳定层结从而容易产生对流性天气有关, 而夜间至上午气温相对较低, 大气层结相对稳定, 故不容易产生对流性天气, 从而导致上述时段降水强度较弱。

5. 不同等级小时降水的日变化特征

本文根据需要, 将小时降水量分为 3 个等级, 1 级: $0.1\sim 6.0 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$; 2 级: $6.1\sim 12.1 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$; 3 级: $\geq 12.1 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。1 级降水的降水量日峰值出现在 18:00, 接近 $0.04 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, 另一个峰值出现在 13:00 和 9:00; 2 级降水的降水量日峰值出现在 8:00, 接近 $0.02 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$; 3 级降水的降水量日峰值出现在 19:00, 超过 $0.02 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。1 级降水日峰值大于 2 级和 3 级, 1 级和 3 级降水量日峰值出现在午后至傍晚, 2 级降水量日峰值出现在清晨(图 3)。

Table 1. Contributions of the three types of precipitation durations to total precipitation in summer for the Altay station
表 1. 阿勒泰单站夏季不同持续时间降水对总降水的贡献

不同持续时间降水	出现次数(次)	累积降水量(mm)	占夏季降水量的比例(%)
短时降水	305	467.3	56%
中时降水	31	134.7	16%
长时降水	22	230.4	28%

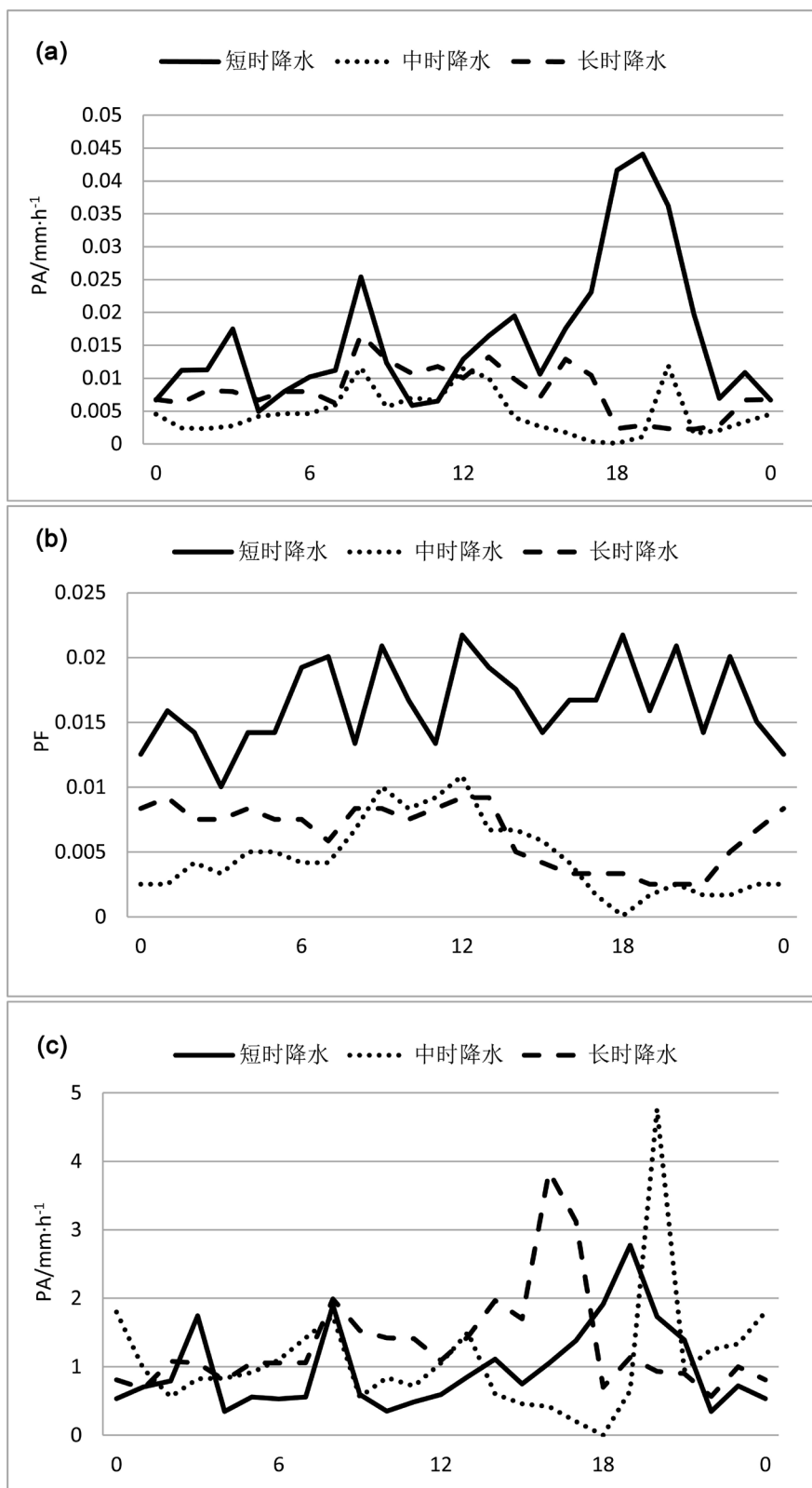


Figure 2. Daily variations of different types of precipitation durations in summer for the Altay station ((a) Precipitation amount, (b) Precipitation frequency, (c) Precipitation intensity)

图 2. 阿勒泰单站夏季不同持续时间降水日变化特征((a) 降水量 PA, (b)降水频率 PI, (c)降水强度 PI)

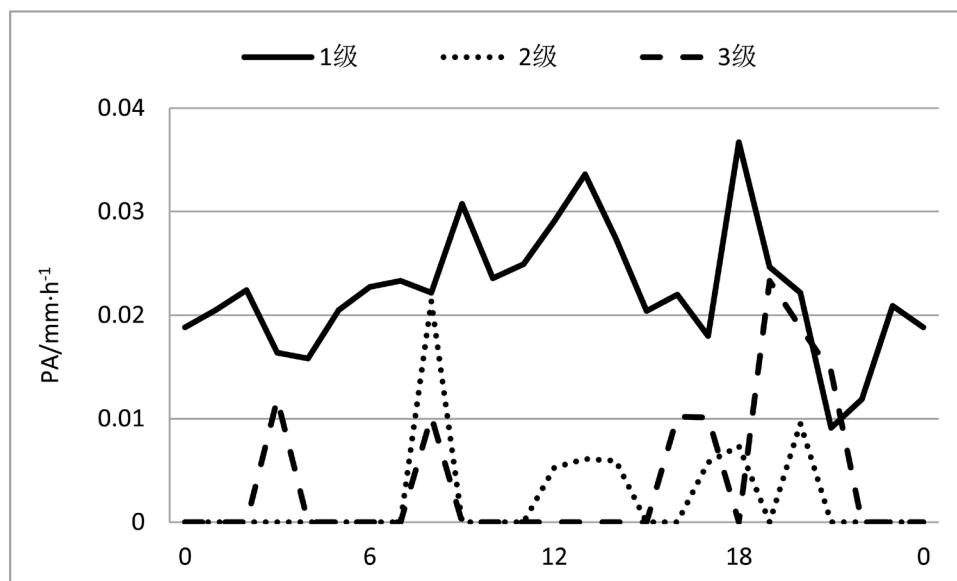


Figure 3. Daily variations of different levels of hourly precipitation amount in summer for the Altay station
图 3. 阿勒泰单站夏季不同级别小时降水量日变化特征

6. 结论

1) 2005~2017a 夏季(6~8 月)阿勒泰单站降水量日峰值呈双峰型, 日峰值出现在早晨和傍晚; 降水频率的日峰值出现在上午 12:00; 降水强度的日峰值出现在傍晚 19:00。

2) 2005~2017a 夏季(6~8 月)阿勒泰单站出现短时降水达 305 次, 中时降水 31 次, 长时降水 22 次; 短时降水对夏季降水的贡献率最大, 其次为长时降水, 中时降水贡献率最小。

3) 短时降水的日峰值最大, 出现在傍晚; 长时降水的日峰值其次, 出现在早晨; 中时降水量的日峰值最小, 出现在傍晚。短时降水频率的日峰值明显高于中时降水和长时降水, 同时三者的日峰值均出现在 12:00。短时降水和中时降水的降水强度日峰值出现在傍晚, 长时降水的降水强度日峰值出现在午后。

4) 1 级降水日峰值大于 2 级和 3 级, 1 级和 3 级降水量日峰值出现在午后至傍晚, 2 级降水量日峰值出现在清晨。

基金项目

国家自然科学基金项目(41605067)“水汽输送路径对新疆夏季降水的影响研究”资助。

参考文献

- [1] Zhai, P.M., Zhang, X., Wang, H., *et al.* (2005) Trends in Total Precipitate-On and Frequency of Daily Precipitation Extremes over China. *Journal of Climate*, **18**, 1096-1108. <https://doi.org/10.1175/JCLI-3318.1>
- [2] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. *气象学报*, 2004, 62(2): 228-236.
- [3] 翟盘茂, 王翠翠, 李威. 极端降水事件变化的观测研究[J]. *气候变化研究进展*, 2007, 3(3): 144-148.
- [4] Yu, R.C., Wang, B. and Zhou, T.J. (2004) Tropospheric Cooling and Summer Monsoon Weakening Trend over East Asia. *Geophysical Research Letters*, **31**, 271-244. <https://doi.org/10.1029/2004GL021270>
- [5] Yu, R.C., Xu, Y.P., Zhou, T.J., *et al.* (2007) Relation between Rainfall Duration and Diurnal Variation in the Warm Season Precipitation over Central Eastern China. *Geophysical Research Letters*, **34**, 173-180. <https://doi.org/10.1029/2007GL030315>
- [6] Yu, R.C., Zhou, T.J., Xiong, A.Y., *et al.* (2007) Diurnal Variations of Summer Precipitation over Contiguous China. *Geophysical Research Letters*, **34**, 223-234. <https://doi.org/10.1029/2006GL028129>

- [7] Yu, R.C. and Zhou, T.J. (2007) Seasonality and Three-Dimensional Structure of Interdecadal Change in the East Asian Monsoon. *Journal of Climate*, **20**, 5344-5355. <https://doi.org/10.1175/2007JCLI1559.1>
- [8] 殷水清, 高歌, 李维京, 等. 1961~2004 年海河流域夏季逐时降水变化趋势[J]. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(2): 256-266.
- [9] 李建, 宇如聪, 王建捷. 北京市夏季降水的日变化特征[J]. 科学通报, 2008, 53(7): 829-832.
- [10] 原韦华, 宇如聪, 傅云飞. 中国东部夏季持续性降水日变化在淮南北的差异分析[J]. 地球物理学报, 2014, 57(3): 752-759.
- [11] 姚莉, 赵声蓉, 赵翠光, 等. 我国中东部逐时雨强时空分布及重现期的估算[J]. 地理学报, 2010, 65(3): 293-300.
- [12] 常煜. 内蒙古 5~9 月小时强降水时空变化特征[J]. 中国沙漠, 2015, 35(3): 735-743.
- [13] 彭芳, 吴古会, 杜小玲. 贵州省汛期短时降水时空特征分析[J]. 气象, 2012, 38(3): 307-313.
- [14] 胡迪, 李跃清. 青藏高原东侧四川地区夜雨时空变化特征[J]. 大气科学, 2015, 39(1): 161-179.
- [15] 杨玮, 程智. 近 53 年江淮流域梅汛期极端降水变化特征[J]. 气象, 2015, 41(9): 11226-1133.
- [16] 郑祚芳, 王在文, 高华. 北京地区夏季极端降水变化特征及城市化的影响[J]. 气象, 2013, 39(12): 1635-1641.
- [17] 刘伟东, 尤焕苓, 任国玉, 等. 北京地区自动站降水特征的聚类分析[J]. 气象, 2014, 40(7): 844-851.
- [18] 田付友, 郑永光, 毛东艳, 等. 基于 Γ 函数的暖季小时降水概率分布[J]. 气象, 2014, 40(7): 787-795.
- [19] 李建, 宇如聪, 孙颉. 从小时尺度考察中国中东部极端降水的持续性和季节特征[J]. 气象学报, 2013, 71(4): 652-659.
- [20] 姚莉, 李小泉, 张立梅. 我国 1 小时雨强的时空分布特征[J]. 气象, 2009, 35(2): 80-87.
- [21] 王夫常, 宇如聪, 陈昊明, 等. 我国西南部降水日变化特征分析[J]. 暴雨灾害, 2011, 30(2): 117-121.
- [22] 于文勇, 李建, 宇如聪. 中国地区降水持续性的季节变化特征[J]. 气象, 2012, 38(4): 392-401.
- [23] 宇如聪, 原韦华, 李建. 降水过程的不对称性[J]. 科学通报, 2013, 58(15): 1385-1392.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 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: ccrl@hanspub.org