

李博渊, 马宏君, 庄晓翠, 等. 2010—2016年新疆阿勒泰地区暖季降水日变化特征[J]. 干旱气象, 2017, 35(5): 797-805. [LI Boyuan, MA Hongjun, ZHUANG Xiaocui, et al. Characteristics of Diurnal Variation of Precipitation in Warm Season in Altay of Xinjiang During 2010-2016[J]. Journal of Arid Meteorology, 2017, 35(5): 797-805], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2017)-05-0797

2010—2016年新疆阿勒泰地区 暖季降水日变化特征

李博渊^{1,2}, 马宏君², 庄晓翠², 赵江伟²

(1. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 新疆阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰 836500)

摘要:利用阿勒泰地区2010—2016年5—9月(暖季)21个自动站逐时降水资料,运用常规统计法,采用逐时降水量及其频次和强度、不同持续时间降水4个指标对该区暖季降水日变化特征进行研究。结果表明,阿勒泰地区暖季降水总量及日数的空间分布总体上与海拔、纬度呈正相关,与一般规律不同。该区逐时降水量及其强度日变化山区呈双峰型,峰值出现在17:00—18:00和22:00(北京时,下同),其他区域及全地区呈单峰型,峰值出现在16:00—19:00。一般性降水量及其频次、逐时降水频次山麓丘陵地区呈双峰型,其他区域为单峰型。强降水量主要发生在午后至傍晚。该区降水主要以短历时为主,持续1h的次数最多,持续2h的降水量最多,对总降水量的贡献也最大;持续1~3h的降水次数占总降水次数的84.1%,与我国东部地区不同。在月分布上,8、9月与暖季差异较大。该区暖季降水主要是昼雨,且以短历时降水为主,与伊犁河谷和南疆不同。

关键词:阿勒泰地区;暖季降水;日变化;降水持续性

文章编号:1006-7639(2017)05-0797-09 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2017)-05-0797

中图分类号:P426.6

文献标志码:A

引言

降水日变化是地球上天气和气候变化中最显著的信号之一,它的形成与各种日变化现象紧密联系^[1-2],降水日变化的深入研究对于充分理解天气气候系统、降水形成机制、评估区域气候特点、水循环特征及提高天气预报准确率和防灾减灾等方面具有重要意义^[3-5]。

观测事实表明,中国夏季降水日变化在空间分布上存在显著区域差异,华南和东北地区日降水峰值出现在傍晚,青藏高原东部地区降水峰值出现在午夜^[6]。中国东部暖季总降水的60%来自持续时间较长(>6h)的降水,这些降水凌晨达到最大,然而持续时间较短(<3h)的降水一般在傍晚达到最大^[7]。降水日变化依赖于区域和持续时间,在邻近的2个地区也存在明显差异,年平均降水的日峰值在我国西南和东南地区分别出现在午夜或凌晨和傍

晚^[8]。长江流域中部春、夏日降水主要发生在清晨,并显示出明显的昼夜间局部转移的迹象^[9]。西南地区各季逐时降水量最大频率出现时刻较为分散,四川、重庆和贵州部分地区的夜雨较频繁,云南则以昼雨为主,且逐时降水相对集中于某个时段的特点较为明显^[10-11]。华北地区的燕山、太行山一带暖季日降水峰值经常出现在中午和下午,北方草原于夜间和凌晨达到峰值^[12]。西安市日降水在降水量和降水频次上呈现出不一致的变化特征,夏季降水日峰值出现在下午至傍晚,累计降水频次呈现双峰型^[13]。

新疆小时降雨频数呈现西北多、东南少的特征;4mm·h⁻¹以上量级雨强的强降雨高频时段北疆自西向东依次出现在下午、前半夜和后半夜,南疆多出现在夜间;新疆各区域逐时降水频率的日变化表现为塔城北部、阿勒泰地区呈现双峰特征,北疆其余地区则是较为一致的单峰型;南疆各区域则以双峰型

收稿日期:2017-04-13;改回日期:2017-06-11

基金项目:新疆科技支撑项目(201533113)资助

作者简介:李博渊(1988—),男,新疆阿勒泰人,工程师,从事预报服务及其相关研究。E-mail:lbyxjalt@163.com。

通信作者:庄晓翠(1964—),女,重庆人,高级工程师,从事预报服务及其相关研究。E-mail:zxcxjalt@163.com。

居多^[14]。新疆伊犁河谷夏季降水日变化峰值主要发生在夜间,且以短历时降水为主^[15-16]。新疆阿勒泰地区降水的研究主要集中在月、季、年等较大时间尺度上,如大到暴雪对冬季降水量的贡献^[17-18]、暴雪天气的中尺度特征^[19-21]、T639 模式在暖区强降雪中的预报检验^[22]、冬季降水量及积雪深度^[23-24]、牧区雪灾的综合评估及分类^[25-26]等。目前不论全球还是区域模式,对新疆地区降水的模拟普遍都存在高估现象^[27],而作为全球气候系统变化最基本模态之一的降水日变化,在该区域的变化特征还不清楚。

1 研究区概况

阿勒泰地区位于新疆最北部、准噶尔盆地北沿,地形复杂,有高山丘陵、河流湖泊、沙漠戈壁。整个

地势北部、东部高,西南低,自北、东部向西南至额尔齐斯河和准噶尔盆地急剧倾斜。北部到东部是阿尔泰山脉,呈西北东南走向,且具有西北部高、东南低的特征;西南部为萨吾尔山脉,呈东西走向。在阿尔泰山和萨吾尔山之间,是横贯该地区 5 县的额尔齐斯河和乌伦古河;南部为准噶尔盆地和盆地北沿的戈壁沙漠。该区处于欧亚大陆中心腹地,远离海洋,属于中温带大陆性气候区。夏季短促、气温平和、无霜期短(151 d),最冷月为 1 月($-16\text{ }^{\circ}\text{C}$),最热月 7 月($21\text{ }^{\circ}\text{C}$),年平均降水量为 200 mm 左右,山区可达 400~600 mm。

根据张家宝^[28]对阿勒泰地区的分区,结合地形及站点分布和实地考察将该区分为:河谷平原区、沿山区、山麓丘陵及山区 4 个区域(表 1)。

表 1 阿勒泰地区站点信息及区域分区

Tab. 1 The information of meteorological sites and the region partition in Altay

区域	站名	县(市)	经度/ $^{\circ}\text{E}$	纬度/ $^{\circ}\text{N}$	海拔高度/m
河谷平原区	地方渔场	福海	87.23	47.03	451.0
	布尔津	布尔津	86.87	47.70	473.9
	福海	福海	87.29	47.07	500.9
	哈巴河	哈巴河	86.40	48.05	532.6
	黄金海岩	福海	87.41	47.25	554.0
	阿克达拉	福海	87.58	47.06	564.9
	齐干吉迭乡	福海	87.69	46.87	597.0
	沙尔塔木乡	哈巴河	86.55	48.14	677.0
	杜热乡	富蕴	88.50	46.48	717.0
沿山区	阿勒泰	阿勒泰	88.08	47.73	735.3
	恰勒什海乡	吉木乃	86.13	47.52	802.0
	富蕴	富蕴	89.52	46.98	807.5
	阿舍勒铜矿	哈巴河	86.33	48.27	893.0
	园林场	阿勒泰	88.14	47.86	909.0
	吉木乃	吉木乃	85.87	47.43	984.1
山麓丘陵区	塔克什肯口岸	青河	90.84	46.18	1 117.0
	沙尔巴斯套村	青河	89.89	46.66	1 161.0
	青河	青河	90.38	46.67	1 218.2
	托斯特乡	吉木乃	86.12	47.28	1 247.0
	吐尔洪乡	富蕴	89.84	47.01	1 338.0
山区	贾登峪	布尔津	87.13	48.50	1 451.0

2 资料及方法

采用2010—2016年5—9月(简称暖季)新疆阿勒泰地区8个国家基本气象站和13个区域自动站逐时降水资料(自动站只有暖季有小时降水量),站点分布见图1。经过新疆气象信息中心筛选、整理、检测,并剔除不完整及错误资料,严格实现了数据质量控制。运用常规气候统计方法,将逐时降水量、降水频次、降水强度及不同持续时间降水按4个区域进行统计,对该地区降水日变化特征进行研究。

降水总量按照中国气象局的规定,指前一日20:00至当日20:00(北京时,以20:00为日界)各时次 ≥ 0.1 mm降水累计总量;逐时降水量是指某整点到下一整点1 h内 ≥ 0.1 mm的降水总量;降水强度为降水总量与降水日数的比值;逐时降水量比率为逐时降水量与逐时降水频次的比值;降水持续时间定义为一次降水事件开始至结束的小时数。按新疆的降水标准,将1 h降水量为0.1~9.9 mm定义为一般性降水, ≥ 10.0 mm降水称之为强降水。分别用近7 a各区域平均值(如山麓丘陵区为塔克什肯口岸、沙尔巴斯套村、清河、托斯特乡、吐尔洪乡共5站的要素平均值)代表相应区域的要素值,阿勒泰地区21个站的要素平均值代表全地区相应的要素值。

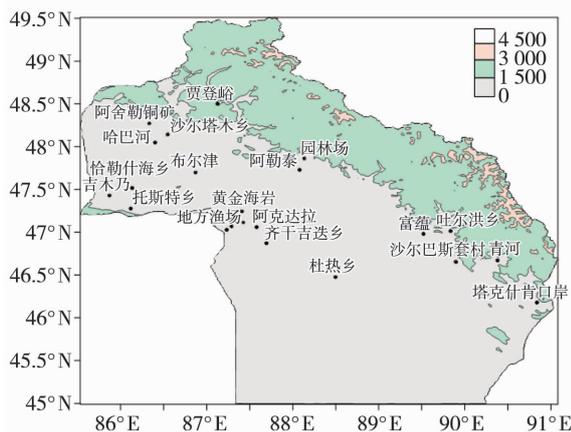


图1 阿勒泰地区21个站点分布及地形高度(单位:m)

Fig. 1 The spatial distribution of 21 meteorological sites and terrain height (Unit: m) of Altay

3 结果分析

3.1 日降水空间分布特征

3.1.1 降水总量空间分布

阿勒泰地区近7 a暖季降水总量空间上总体由西部、北部向东南逐渐减小,山区最多、河谷平原最少。最大值出现在北部山区的贾登峪站

(291.4 mm),最小值出现在南部河谷平原的杜热站(53.0 mm)[图2(a)]。该区暖季一般性降水和强降水分别占暖季降水总量的61.0%、39.0%,在空间分布上与降水总量基本一致。可见阿勒泰地区降水总量、一般性降水和强降水山区多、河谷平原少。

阿勒泰地区暖季降水日数和一般性降水日数及强降水日数与降水总量的空间分布基本一致[图2(b)]。强降水日数占总降水日数的7.2%,一般性降水则占92.8%。可见,阿勒泰地区暖季强降水日数虽少,但对降水总量的贡献较大不容忽视,而一般性降水对总降水的贡献主要是降水日数较多,造成对总降水量的贡献较大。

降水总量的月分布为沿山7月最多,其他区域6月最多,最少均出现在9月(图略)。月降水总量的空间分布6—8月与暖季降水总量基本一致,5月和9月为北多南少(图略)。强降水6月日数最多,其次是7月,其分布与暖季降水基本一致。

3.1.2 降水强度空间分布

阿勒泰地区近7 a来,暖季降水强度的空间分布与降水总量和降水日数有较大区别。由图2(c)可知,北部山区为降水强度的大值区,中心位于贾登峪站($5.2 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$),最小值出现在黄金海岸($2.0 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$)。一般性降水强度的空间分布与全地区基本一致,强降水强度空间分布与全地区和一般性降水有显著区别。由图2(d)可知,最强中心出现在东部富蕴和沙尔巴斯套站($20.7 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$),最小值出现在杜热站($13.3 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$);总体上表现为山区和山麓丘陵区较大、河谷平原较小。全地区强降水、一般性降水与降水总量和降水日数的空间分布基本一致,强降水的降水强度分布说明阿勒泰地区强降水受复杂地形影响较大。

降水强度的月变化相对较复杂,山区5月最大、8月最小,沿山7月最大、8月最小,其他区域6月最大、9月最小。降水强度的月空间分布与暖季降水强度具有相似分布特征(图略)。

综上所述,阿勒泰地区暖季降水总量及日数的空间分布总体上与地理位置、海拔和纬度密切相关。暖季降水总量、降水频次与海拔和纬度的相关系数达0.499~0.686,相关性通过了0.01或0.05的信度检验(表2),表现为明显的正相关,即随海拔和纬度的增加降水总量、降水频次也增加(表2)。一般情况下纬度升高,降水相对减少,而阿勒泰地区的情况与此相反,这与该地区的地形有密切关系。首先,该地区高海拔、高纬度处于阿勒泰地区北部。其次,

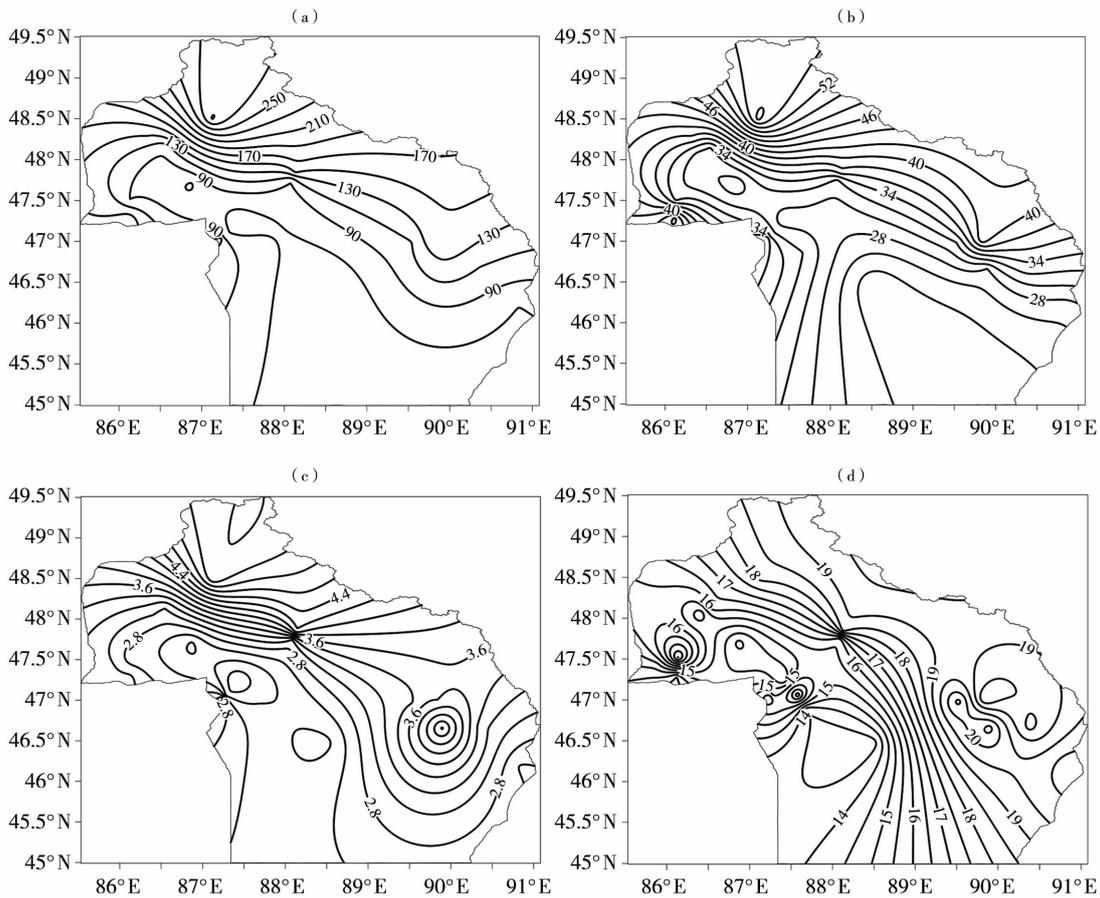


图2 阿勒泰地区2010—2016年暖季降水总量(a,单位:mm)、降水日数(b,单位:d)、降水强度(c,单位:mm·d⁻¹)、强降水强度(d,单位:mm·d⁻¹)的空间分布

Fig.2 Spatial distribution of the total rainfall (a, Unit:mm), rainfall days (b, Unit:d), precipitation intensity (c) and the strong rainfall intensity (d, Unit:mm·d⁻¹) in warm season of Altay region during 2010 - 2016

表2 阿勒泰地区降水与海拔及纬度的相关系数

Tab.2 The correlation coefficients of precipitation with altitude and latitude in Altay region

降水量级	降水总量		降水频次		降水强度	
	纬度	海拔	纬度	海拔	纬度	海拔
≥ 0.1 mm	0.499 *	0.686 **	0.516 *	0.573 **	0.365	0.696 **
0.1 ~ 9.9 mm	0.577 **	0.542 **	0.496 *	0.494 *	0.629 **	0.476 *
≥ 10 mm	0.407	0.708 **	0.472 *	0.700 **	-0.203	0.472 *

注: * 表示通过 $\alpha=0.05$ 信度检验, ** 表示通过 $\alpha=0.01$ 信度检验

阿勒泰地区的降水,往往与中亚低值系统的活跃有关,当其活跃时该地区受其前部西南气流上分裂的短波槽影响,产生降水天气;在对流层低层常伴有低空西南气流或急流,将较低纬度大量的暖湿空气向降水区输送,为阿勒泰地区的降水天气提供了水汽条件。另外,西南气流沿阿尔泰山脉而上,有利于暖湿空气的地形抬升和影响系统的滞留,造成降水量大、降水持续时间长^[28-29]。因此,该区北部地形更

有利于降水形成。

3.2 降水日变化特征

3.2.1 逐时降水量日变化

近7 a 暖季阿勒泰地区、河谷平原区、沿山区、山麓丘陵区逐时降水量日变化呈准单峰型,峰值出现在 16:00—19:00;午夜(00:00—03:00)是一天中降水量最少的时间段(图3)。山区逐时降水日变化呈双峰型,主峰出现在 17:00—18:00,副峰出现在

22:00左右;降水量最少的时间段出现在04:00、07:00—08:00。

就各月而言,5月山区为双峰型,但峰值出现在10:00、02:00,其他区域与暖季基本一致;6月河谷平原区为双峰型,峰值出现在10:00、15:00—17:00。山区为三峰型,其他区域与暖季基本一致;7月各区域与暖季基本一致;8月各区域表现为三峰或多峰型;9月河谷平原区呈单峰型,峰值出现在13:00,山区呈双峰分布,峰值出现在02:00、12:00—19:00,其他区域与暖季一致(图略)。

暖季河谷平原区、沿山区、山区及全地区平均一般性降水的逐时降水量日变化与降水量比率日变化

趋势基本一致[图4(a)]。山麓丘陵区一般性降水量比率日变化与逐时降水量比率有较大区别,呈较清晰的双峰型,主峰出现在午后15:00—17:00,副峰出现在10:00,最小值出现在02:00—03:00[图4(b)]。

暖季全地区、河谷平原区、沿山区、山麓丘陵区强降水的逐时降水量日变化表现为单峰型。峰值出现在18:00—19:00,但沿山区的主峰值是全地区和河谷平原区的2倍[图4(c)]。山区呈双峰型,峰值出现在20:00、23:00—00:00,山麓丘陵区的峰值明显大于山区[图4(d)]。阿勒泰地区沿山区和山麓丘陵区大多位于平原到山脉的过渡区,即地形陡升

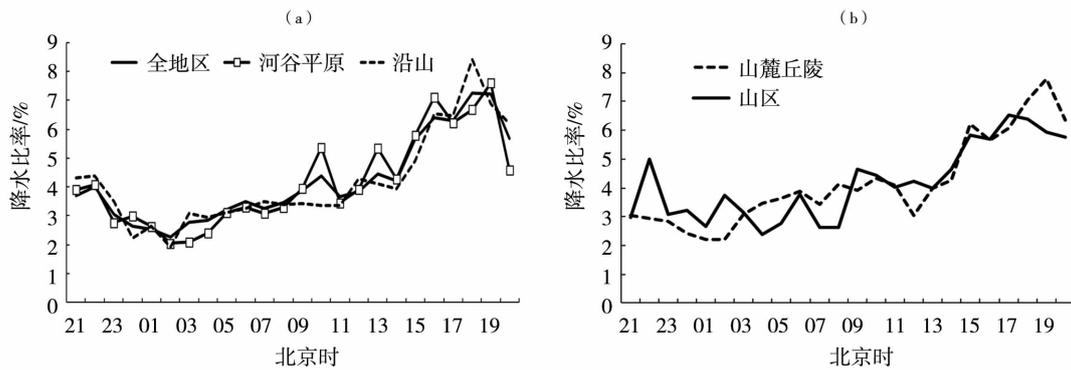


图3 阿勒泰地区2010—2016年暖季逐时降水量比率日变化

Fig. 3 The diurnal variation of hourly rainfall ratio in warm season during 2010 - 2016 in Altay region

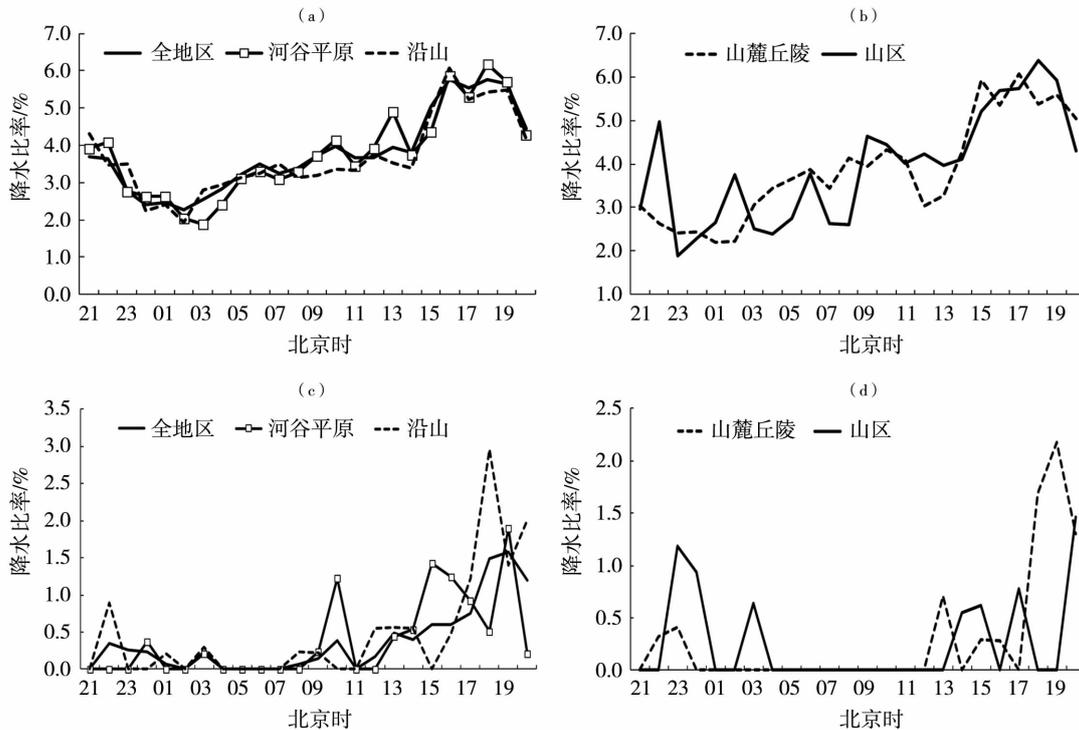


图4 阿勒泰地区2010—2016年暖季一般性降水(a,b)及强降水(c,d)逐时降水量比率的日变化

Fig. 4 The diurnal variation of hourly rainfall ratio of general rainfall(a, b) and strong rainfall(c, d) in warm season during 2010 - 2016 in Altay region

区,因此,地形的作用使得这 2 个区域的强降水明显多于其他区域。可见,暖季强降水量主要发生在午后至傍晚,地形作用使沿山和山麓丘陵区的强降水量峰值较大。

3.2.2 逐时降水频次的日变化

阿勒泰地区暖季全地区及河谷平原、沿山区逐时降水频次也表现为单峰型[图 5(a)],与逐时降水量日变化相似。山麓丘陵区呈双峰型,主峰出现在午后 15:00—19:00,副峰出现在 10:00,最小值出现在 01:00。山区降水频次日变化呈单峰型,峰值出现在午后 15:00—19:00[图 5(b)]。

就各月而言,5 月沿山区降水频次呈双峰型,山区呈三峰型,其他区域与暖季基本一致;6 月河谷平原区、山麓丘陵区为单峰型(峰值分别出现在 11:00、17:00),山区则为双峰型(峰值出现在 22:00、18:00),沿山区与暖季基本一致;7 月沿山区呈多峰型,河谷平原区呈三峰型,山区呈双峰型(主峰出现在午后至傍晚),山麓丘陵区与暖季基本一致;8 月山麓丘陵区呈单峰型,峰值出现在 04:00—10:00,其他区域呈双峰型或三峰型,主峰都出现在午后至傍晚;9 月全地区和沿山区呈双峰型,其他区域呈三峰型和多峰型(图略)。

一般性降水频次与全地区各区域降水频次变化趋势一致。由于强降水逐时频次为小概率事件,全地区共出现 93 次逐小时强降水,主要频次集中在 15:00—20:00(图略)。各区域逐时降水强度日变化与降水量日变化趋势基本一致。

3.3 不同持续时间降水日变化特征

3.3.1 不同持续时间降水频次变化特征

暖季阿勒泰地区降水主要以短历时降水为主,随着降水持续时间的增加,降水次数不断减少。就全区而言,持续 1 h 的降水次数最多(26.4 次),占

降水总次数的 48.8%;持续 2 h、3 h、4 h、5 h、6 h 的降水次数分别为 13.1、6.0、3.1、1.9 和 1.2 次,分别占总降水次数的 24.2%、11.1%、5.7%、3.5%、2.2%。统计发现,持续 1~3 h 的降水次数占总降水次数的 84.1%,持续 1~6 h 的降水次数占总降水次数的 95.5%,持续 8 h 以上的降水只占总降水次数的 3.3%[图 6(a)]。

各区域降水次数的变化趋势和全地区降水次数的变化趋势整体相似,均为短历时降水居多,随着降水持续时间的增加,降水次数相应减少。短历时降水山区的降水次数较多,河谷平原区较少[图 6(b)]。山区、山麓丘陵、沿山、河谷平原区降水事件中持续 1~3 h 的次数分别达 81.6、48.0、46.2 和 39.5 次,分别占到降水总次数的 79.4%、84.5%、84.2%、84.8%。可见降水事件中持续 1~3 h 的降水次数对降水总次数的贡献山区最少、河谷平原区最多。全地区及各区域不同持续时间降水次数的各月变化趋势与暖季的基本一致(图略)。

3.3.2 不同持续时间降水量变化特征

阿勒泰地区暖季不同持续时间降水的降水量具有一定波动性,短历时降水的降水量较多,其中降水持续 2 h 的降水量最多(22.6 mm);其次为持续 3 h 的降水量(17.4 mm);持续 8 h 的降水量最少(4.7 mm)[图 7(a)]。不同持续时间降水的贡献率与其降水量的变化趋势很相似(图略)。降水贡献率最大的为持续 2 h 降水,达 21.8%,其次为 3 h 降水,贡献率达到 16.3%;贡献率最小的为持续 8 h 的降水,仅为 3.7%。可以看出持续 1 h 的降水次数虽然最多,但是其降水量和降水贡献率不是最大。降水事件中持续 1~3 h 的降水量达到 54.7 mm,占总降水量的 52.0%;1~6 h 的降水量达到 76.4 mm,占总降水量的 89.2%,明显高于我国东部地区^[7]。

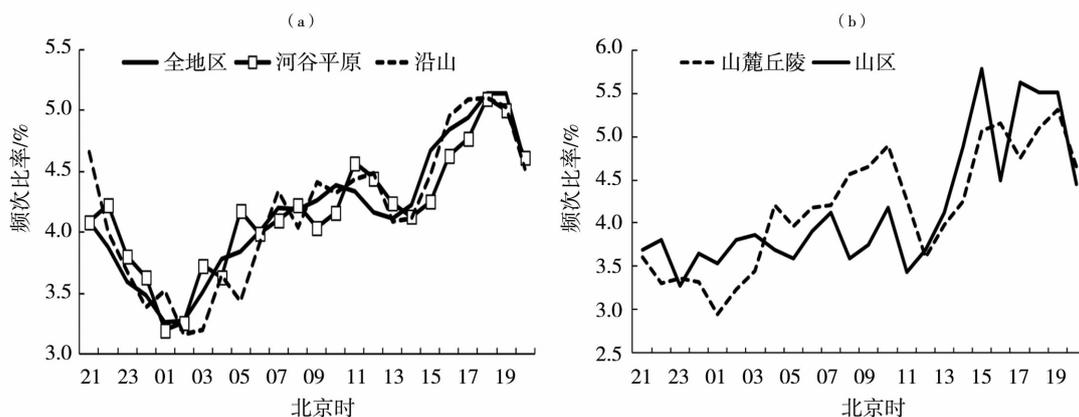


图 5 阿勒泰地区 2010—2016 年暖季逐时降水频次比率日变化

Fig. 5 The diurnal variation of hourly rainfall frequency ratio in warm season during 2010–2016 in Altay region

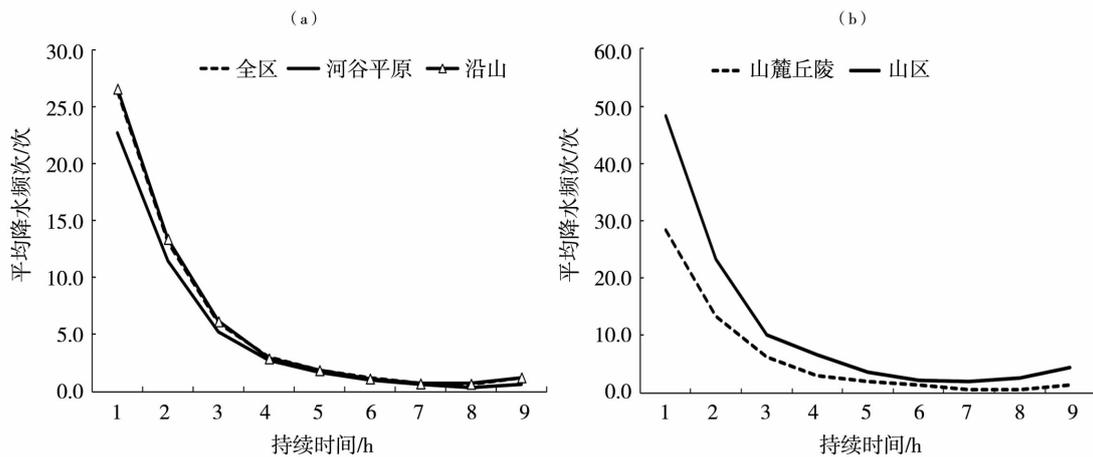


图 6 阿勒泰地区 2010—2016 年暖季不同持续时间降水发生的频次
 Fig. 6 The frequency of precipitation with different lasting duration in warm season during 2010 - 2016 in Altay region

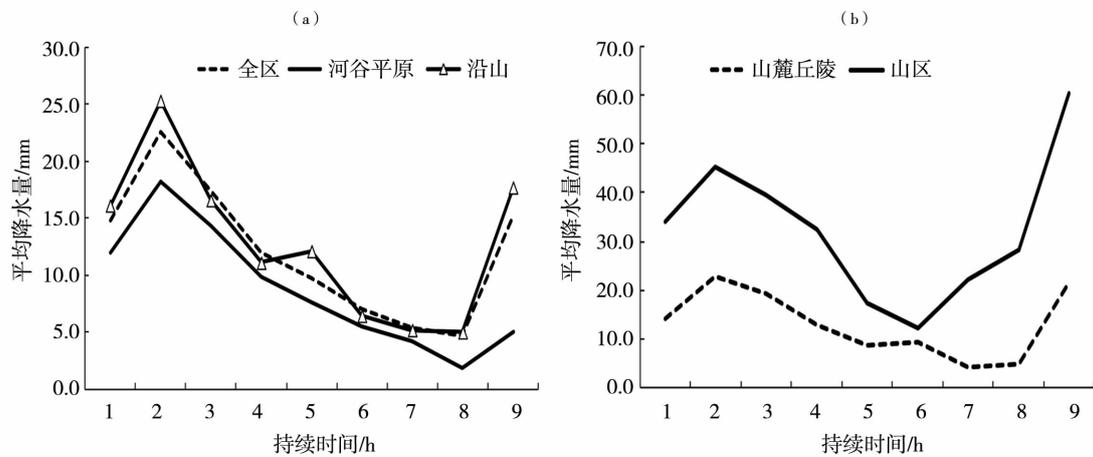


图 7 阿勒泰地区 2010—2016 年暖季不同持续时间的降水量分布
 Fig. 7 The variation of precipitation amount with different lasting duration in warm season during 2010 - 2016 in Altay region

各区域不同持续时间降水量均呈明显的波动变化,山区波动性最明显,河谷平原区变化幅度相对最小(图 7)。结合 4 个区域不同持续时间的降水贡献率(图略)来看,河谷平原、沿山及山麓丘陵区降水中持续 2 h 的降水量最多,分别为 18.3、25.3、22.7 mm,贡献率也是最大,分别是 23.1%、23.0%、19.2%;山区不同持续时间降水中持续 8 h 以上的降水量最大(60.3 mm),其贡献率也最大(20.7%)。河谷平原、沿山、山麓丘陵及山区 1~3 h 的降水量分别为 44.6、58.1、56.2 和 118.6 mm,其贡献率分别为 56.1%、51.9%、47.0%、40.7%。山麓丘陵区大于 8 h 持续时间的降水量和贡献率仅次于持续 2 h 的降水。

就各月而言,6—7 月与暖季一致;5 月和 8 月山

区与暖季有明显区别,以 >6 h 的长历时降水较多,其他区域与暖季基本一致(图略);9 月山区以长历时降水为主,河谷平原、山麓丘陵区虽仍以短历时降水为主,但 1~3 h 的降水比率较暖季明显减小。沿山区短历时、长历时降水基本相当(图略)。

统计近 7 a 阿勒泰地区暖季 20:00—08:00(夜雨)、08:00—20:00(昼雨)降水出现的次数可知,该地区昼雨发生的次数较多、夜雨较少(表 3)。全区昼雨开始的降水过程占 55.8%,夜雨开始的降水过程占 44.2%。近 7 a 阿勒泰地区的沿山区发生昼雨的比率最高(57.0%),山麓丘陵区最少(54.0%)。因此,该地区降水主要是昼雨,且以短历时降水为主,与伊犁河谷和南疆的相反^[14-15]。

表3 阿勒泰地区2010—2016年暖季降水昼雨、夜雨出现比率及次数

Tab.3 The occurring rate and times of rainfall in daylight and at night in warm season during 2010–2016 in Altay region

时段	全区		河谷平原区		沿山区		山麓丘陵区		山区	
	总次数/ 次	比率/ %								
20:00—00:00	85.7	44.2	74.0	44.2	84.7	43.0	88.8	46.0	134.0	43.9
08:00—00:00	108.2	55.8	93.6	55.8	112.2	57.0	104.0	54.0	171.0	56.1

4 结论及讨论

(1)阿勒泰地区5—9月降水总量及日数的空间分布总体上与海拔、纬度呈正相关,与一般规律不同。降水总量及其频次和强度河谷平原最少、山区最多;降水总量6月最多、9月最少;降水强度山区和沿山区与降水总量的月分布略有不同,其他区域较一致。

(2)阿勒泰地区暖季逐时降水量日变化山区呈双峰型,峰值出现在17:00—18:00和22:00,其他区域呈单峰型,峰值出现在16:00—19:00;在月分布上,8月和9月日变化与暖季差别较大,其他各月较小。一般性降水量日变化全地区、河谷平原、沿山、山区的变化与暖季的趋势一致,而山麓丘陵区日变化呈双峰型,主峰出现在15:00—18:00。强降水主要发生在午后至傍晚,沿山和山麓丘陵区的峰值较大,与这些区域位于平原到山脉的过渡区,即地形陡升区有密切关系。

(3)阿勒泰地区暖季全地区及河谷平原、沿山区逐时降水频次表现为单峰型,与逐时降水量日变化相似;山麓丘陵区降水频次日变化呈双峰型;而山区呈现单峰分布,与降水量日变化不同,但主要峰值出现时间基本相似。各月逐时降水频次日变化较降水量复杂,尤其是8月和9月。一般性降水频次与全地区各区域降水频次变化趋势一致。

(4)阿勒泰地区暖季降水主要以短历时降水为主,随着降水持续时间增加,降水次数不断减少,持续1~3h的降水次数占总降水次数的84.1%(1~6h占95.5%),明显高于我国东部地区。短历时降水山区次数最多、河谷平原最少,但对降水总次数的贡献山区最小、河谷平原区最大。

(5)阿勒泰地区暖季短历时降水量较多;持续2h的降水量最多,持续8h的降水量最少。持续1h的降水次数最多,但其降水量和贡献率不是最大。河谷平原、沿山及山麓丘陵区的降水中持续2h的降水量最多,贡献率也是最大;降水事件中持续1~3h

的降水量最多。5、8月山区以>6h的长历时降水为主,9月与暖季有较明显区别,6—7月与暖季一致。该地区降水主要是昼雨,且以短历时降水为主,与伊犁河谷和南疆相反。

通过上述分析可知,新疆阿勒泰地区暖季降水日变化特征与伊犁河谷及南疆和中国东部有不同之处。因此,新疆各地区降水日变化特征并不完全一致,这可能和新疆区域复杂多变的地形地貌有关。新疆地处大陆腹地、远离海洋,三山夹两盆的特殊地形使得沙漠、绿洲、戈壁交错,较弱的西来系统通常遇山地减弱北缩,主要影响西部、北部,而难以深入影响北疆东部,特别是南疆盆地中西部;西北路径的系统,影响北疆后受天山自然屏障的阻挡,极少能够翻山影响南疆,而是从天山东侧绕流(称为东灌)影响南疆东部或仅仅东北部。地形、天气系统路径以及新疆特殊的大气环流与水汽条件等都可能是新疆降水日变化区域间差异以及与中国东部差异的影响因素。因此,新疆夜雨或昼雨及其南北疆差异机制的相关研究还有待进一步深入。

参考文献:

- [1] 赵玉春,徐明,王叶红,等. 2010年汛期长江中游对流降水日变化特征分析[J]. 气象,2012,38(10):1196–1206.
- [2] 戴泽军,宇如聪,陈昊明. 湖南夏季降水日变化特征[J]. 高原气象,2009,28(6):1463–1469.
- [3] 胡亮,杨松,李耀东,等. 青藏高原及其下游地区降水厚度季、日变化的气候特征分析[J]. 大气科学,2010,34(2):387–398.
- [4] 李红梅,周天军,宇如聪. 近四十年我国东部盛夏日降水特性变化分析[J]. 大气科学,2008,32(2):357–370.
- [5] 何清,杨青,李红军. 新疆40a来气温、降水和沙尘天气变化[J]. 冰川冻土,2003,25(4):423–427.
- [6] YU Rucong, ZHOU Tianjun, XIONG Anyuan, et al. Diurnal variations of summer precipitation over contiguous China[J]. Geophysical Research Letters, 2007,34. DOI:10.1029/2006GL02829.
- [7] YU Rucong, XU Youping, ZHOU Tianjun, et al. Relation between rainfall duration and diurnal variation in the warm season precipitation over central eastern China[J]. Geophysical Research Letters, 2007,34. DOI:10.1029/2007GL030315.

- [8] LI Jian, YU Rucong, ZHOU Tianjun. Seasonal variation of the diurnal cycle of rainfall in southern contiguous China[J]. *Journal of Climate*, 2008, 21: 6036 – 6043.
- [9] CHEN Guixing, SHA Weiming, IWASSKI T, et al. Diurnal variation of rainfall in the Yangtze River Valley the spring – summer transition from TRMM measurements [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2012, 117. DOI:10.1029/2011JD017056.
- [10] 唐红玉, 顾建峰, 俞胜宾, 等. 西南地区降水日变化特征分析[J]. *高原气象*, 2011, 30(2): 376 – 384.
- [11] 薛羽君, 白爱娟, 李典. 四川盆地降水日变化特征分析和个例模拟[J]. *地球科学进展*, 2012, 27(8): 885 – 894.
- [12] HE Huizhong, ZHANG Fuqing. Diurnal variation of warm – season precipitation over northern China[J]. *Monthly Weather Review*, 2010, 138: 1017 – 1025.
- [13] 孙娴, 魏娜, 王式功, 等. 西安夏季降水的日变化特征研究[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(5): 1176 – 1182.
- [14] 陈春艳, 赵克明, 阿不力米提江·阿布力克木, 等. 暖湿背景下新疆逐时降水变化特征研究[J]. *干旱区地理*, 2015, 38(4): 692 – 702.
- [15] 黄秋霞, 赵勇, 何清. 新疆伊犁河谷夏季降水日变化特征[J]. *冰川冻土*, 2015, 37(2): 369 – 375.
- [16] 黄秋霞, 赵勇, 何清. 伊宁市主汛期降水日变化特征[J]. *干旱区研究*, 2015, 32(4): 742 – 747.
- [17] 庄晓翠, 田忠锋, 李博渊. 新疆阿勒泰地区冬季日降雪特性指标变化分析[J]. *干旱区研究*, 2014, 31(3): 463 – 471.
- [18] 庄晓翠, 李博渊, 张林梅, 等. 新疆阿勒泰地区冬季大到暴雪气候变化特征[J]. *干旱区地理*, 2013, 36(6): 1013 – 1022.
- [19] 庄晓翠, 崔彩霞, 李博渊, 等. 2016. 新疆北部暖区强降雪中尺度环境与落区分析[J]. *高原气象*, 2016, 35(1): 129 – 142.
- [20] 庄晓翠, 覃家秀, 李博渊. 2014年新疆西部一次暴雪天气的中尺度特征[J]. *干旱气象*, 2016, 34(2): 326 – 334.
- [21] 庄晓翠, 李博渊, 陈春艳. 新疆北部一次暖区与冷锋暴雪并存的天气过程分析[J]. *气候与环境研究*, 2016, 21(1): 17 – 28.
- [22] 庄晓翠, 周鸿奎, 李博渊. T639模式在新疆北部暖区强降雪中的预报检验[J]. *干旱气象*, 2015, 33(6): 1031 – 1037.
- [23] 庄晓翠, 杨森, 赵正波. 新疆阿勒泰地区降水变化特征分析[J]. *干旱区研究*, 2012, 29(3): 487 – 494.
- [24] 庄晓翠, 郭城, 赵正波, 等. 新疆阿勒泰地区积雪变化分析[J]. *干旱气象*, 2010, 28(6): 190 – 197.
- [25] 庄晓翠, 周鸿奎, 王磊, 等. 新疆北部牧区雪灾评估指标及其成因分析[J]. *干旱区研究*, 2015, 35(5): 1000 – 1006.
- [26] 李博渊, 王小号. 阿勒泰地区强降雪灾害风险研究[J]. *沙漠与绿洲气象*, 2016, 10(3): 47 – 52.
- [27] 鲍艳, 吕世华, 陆登荣, 等. RegCM3模式在西北地区的应用研究 I: 对极端干旱事件的模拟[J]. *冰川冻土*, 2006, 28(2): 164 – 174.
- [28] 张家宝. 新疆降水概论[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1987.
- [29] 张林梅, 马禹, 田忠锋. 新疆阿勒泰地区 1961 ~ 2010 年夏季极端降水事件及其环流特征[J]. *干旱气象*, 2015, 33(6): 970 – 978.

Characteristics of Diurnal Variation of Precipitation in Warm Season in Altay of Xinjiang During 2010 – 2016

LI Boyuan^{1,2}, MA Hongjun², ZHUANG Xiaocui², ZHAO Jiangwei²

(1. *Institute of Desert Meteorology of CMA, Urumqi 830002, China;*
2. *Aletai Meteorological Bureau of Xinjiang, Altay 836500, Xinjiang, China*)

Abstract: Based on the hourly precipitation data from 21 automatic meteorological stations in warm season (from May to September) in Altay region of Xinjiang from 2010 to 2016, the diurnal variation characteristics of precipitation in warm season were analyzed by using four precipitation indexes including hourly precipitation, hourly precipitation frequency, hourly precipitation intensity, and different duration precipitation. The results show that the spatial distribution of total precipitation and rainfall days in warm season of Altay presented positive correlation with elevation and latitude as a whole, it was different from the general law. The diurnal variation of hourly precipitation and its intensity in mountainous region showed a double peaks, and the maximum appeared during 17:00 – 18:00 and at 22:00, while in other regions it presented one peak and the maximum appeared during 16:00 – 19:00. General precipitation and its frequency, cumulative hourly precipitation frequency presented a double peaks in foothills, and in other regions they showed one peak. Heavy precipitation and its frequency mainly concentrated from afternoon to evening. There was mainly short – term precipitation, rainfall lasting for one hours occurred most, and rainfall lasting for two hours contributed the maximum precipitation amount to the total precipitation, the times of rainfall lasting for one to three hours was about 84.1% of total rainfall, which was different from eastern China. Rainfall in August and September was different from that in the warm season. Precipitation mainly occurred in daytime, which was different with the Yili River Valley and southern Xinjiang.

Key words: Altay; warm season; precipitation; diurnal variation; precipitation duration