



马繁东,王岩,肖鑫,等.富裕县日降水量小于不同阈值连续日数特征[J].黑龙江农业科学,2020(6):43-49.

# 富裕县日降水量小于不同阈值连续日数特征

马繁东,王岩,肖鑫,郭丰赫,王娜

(齐齐哈尔市气象局,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为充分了解富裕县气象干旱特征,对小于或等于不同阈值降水量连续日数进行了研究。对富裕县 1961-2018 年逐日降水量,利用统计分析和线性倾向估计法分析了日降水量 $<0.1\text{ mm}$ 、 $<1.0\text{ mm}$ 、 $<5.0\text{ mm}$ 和 $<10.0\text{ mm}$ 不同阈值的平均最长连续日数、历年最长连续日数变化趋势,极端最长连续日数和连续 10 d 以上过程出现的频次历年特征。结果表明:日阈值 $<0.1\text{ mm}$ 、 $<1.0\text{ mm}$ 、 $<5.0\text{ mm}$ 和 $<10.0\text{ mm}$ 平均最长连续日数月际间变化均呈单峰型, $<0.1\text{ mm}$ 、 $<1.0\text{ mm}$ 和 $<5.0\text{ mm}$ 均为 5 月最多,7 月最少; $<10.0\text{ mm}$ 为 6 月最多,8 月最少。6 月份 $<1.0\text{ mm}$ 、 $<5.0\text{ mm}$ 、 $<10.0\text{ mm}$ 最长连续日数变化趋势均呈减少趋势。 $<10.0\text{ mm}$  6、7 月呈减少趋势, $<5.0\text{ mm}$ 、 $<10.0\text{ mm}$  8、9 月呈增加趋势。但各阈值连续日数历年变化趋势并不显著。 $<0.1\text{ mm}$ 、 $<5.0\text{ mm}$ 极端最长连续日数出现在 6 月份,分别是 30 和 72 d。 $<10.0\text{ mm}$ 极端最长连续日数出现在 7 月份上跨达 111 d。各阈值最长连续日数连续 10 d 以上中, $<0.1\text{ mm}$  5 月最多,出现 36 年。 $<1.0\text{ mm}$  5 月最多出现 49 年, $<5.0\text{ mm}$  5 月最多出现 57 年, $<10.0\text{ mm}$  5 月和 6 月最多,均出现 57 年。

**关键词:**干旱;不同阈值;连续日数;特征

干旱是我国最常见的自然灾害之一,具有发生频率高、持续时间长和影响范围广的特点。它的频繁发生和长期持续不但会给国民经济特别是农业生产带来巨大损失,还会造成水资源短缺、荒漠化加剧、沙尘暴频发等诸多深远的不利影响<sup>[1]</sup>。旱灾是黑龙江省农业的五大自然灾害之首,损失远远超过洪涝、冰雹、低温早霜、虫鼠灾害,旱灾已成全省社会经济发展的心腹大患<sup>[2]</sup>。在我国已发展和应用的气象干旱指数种类非常多,其中 Z 指数<sup>[3-4]</sup>、Palmer 指数<sup>[5-6]</sup>、湿润度和干燥度指数<sup>[7-8]</sup>、连续无有效降水日数<sup>[9]</sup>等在气象干旱监测业务和研究中都得到了广泛的应用。

干旱不仅与一定时期内的降水量距平有关,还与该时期内的降水强度、小于不同降水强度的日数及其持续日数等密切相关,而且对于不同的行业对象,干旱所对应的日降水量阈值是不一样的<sup>[10]</sup>。降水量或降水量距平虽然从一个角度较好地反映了当地干湿状况的好坏,但对于诸如强降水过程后的连续干旱等反映效果较差,甚至可能会得出相反的结论。而干旱日数、持续干旱日数,特别是日降水量小于不同阈值的持续日数等指标较好地弥补了这方面的不足,且对农业生产、水利灌溉等具有很好的指导意义<sup>[11]</sup>。

本文对日降水量小于不同阈值的持续日数进行了分析,分析结果丰富了对当地干旱特征的认识,为农业生产和抗旱减灾提供参考。

## 1 材料与方法

利用富裕县 1961-2018 年 58 年日降水资料,统计阈值 $<0.1\text{ mm}$ 、 $<1.0\text{ mm}$ 、 $<5.0\text{ mm}$ 、 $<10.0\text{ mm}$ 最长连续日数,在统计各月不同阈值最长连续日数时,依照地面气象观测规范<sup>[12]</sup>采用上跨月份进行连续计算,其中 5 月份上跨日期截止到 4 月 1 日。分析 5-9 月各阈值最长连续日数平均值、极值、连续日数达 10 d 以上出现频率规律,用线性倾向估计法分析最长连续日数历年变化趋势。

## 2 结果与分析

### 2.1 5-9 月日降水量小于各阈值的平均最长连续日数月际间特征

由表 1 可知,5-9 月 $<0.1\text{ mm}$ 阈值的平均最长连续日数为 8.8 d,其中 5 月最多为 11.9 d,7 月最少为 6.5 d。 $<1.0\text{ mm}$ 阈值的平均最长连续日数为 11.9 d,其中 5 月最多为 16.8 d,7 月最少为 8.5 d。 $<5.0\text{ mm}$ 阈值的平均最长连续日数为 21.9 d,其中 5 月最多为 31.8 d,7 月最少为 13.1 d。 $<10.0\text{ mm}$ 阈值的平均最长连续日数为 32.7 d,其中 6 月最多为 46.4 d,8 月最少为 19.6 d。

收稿日期:2020-03-15

第一作者:马繁东(1967-),男,学士,工程师,从事气象服务与应用气象研究。E-mail:137450070@qq.com。

表 1 1961-2018 年日降水量小于各阈值连续日数平均日数

Table 1 Average number of days for periods of consecutive days with daily precipitation lower than different threshold values from 1961 to 2018

项目 Item	降水等级 Level of precipitation/mm	日数 Days/d						
		5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	平均 Average	最长 Longest
平均最长连续日数 Average longest consecutive days	0.1	11.9	9.5	6.5	7.7	8.6	8.8	
	1.0	16.8	13.2	8.5	9.4	11.4	11.9	
	5.0	31.8	28.0	13.1	15.6	20.9	21.9	
	10.0	44.3	46.4	25.9	19.6	27.5	32.7	
极端最长连续日数 Longest consecutive days of precipitation extremes	0.1	29	30	16	23	27		30
	1.0	45	36	19	23	34		45
	5.0	61	72	36	36	64		72
	10.0	61	91	111	41	69		111
连续 10 d 以上出现次数 Occurrence times for more than 10 consecutive days	0.1	36	22	12	12	16		36
	1.0	49	31	21	25	36		49
	5.0	57	54	38	46	52		57
	10.0	57	57	50	54	55		57

由图 1 可见,日降水量阈值<0.1 mm、<1.0 mm、<5.0 mm、<10.0 mm 平均最长连续日数月际间变化均呈单峰型,其中<0.1 mm、<1.0 mm、<5.0 mm 均为 5 月最多,7 月最少,<10.0 mm 平均最长连续日数是 6 月最多,8 月最少,阈值越大,月际间的差异越大。日降水量小于各阈值的平均连续日数,反映了一个地区干旱过程可能连续的时间<sup>[4]</sup>。在夏季对农作物生长的有效降水是 10 mm 以上,说明历年来 6 月份日降水小于有效降水平均最长连续日数最多,平均最长干旱时间多于其他月份。8 月份日降水小于有效降水量平均最长连续日数最少,说明 8 月份平均最长干旱时间短于其他月份。

2.2 各月日降水量小于不同阈值最长连续日数极值特征及变化趋势

2.2.1 5 月 由图 2 可以看出,历年日降水量<0.1 mm最长连续日数为 29 d,出现在 2003 年。趋势几乎没有变化。<1.0 mm 最长连续日数 45 d,出现在 1987 年。历年变化呈弱减少趋势,线性趋势为 0.8 d·10 a<sup>-1</sup>;<5.0 mm 最长连续日数 61 d,出现在 1985 年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 0.7 d·10 a<sup>-1</sup>;<10.0 mm 最长连续日数 61 d(依据富裕气候特征连续日数上跨到 4 月 1 日为截止日期),出现 15 个年份。历年变

化呈弱增加趋势,线性趋势为 0.5 d·10 a<sup>-1</sup>。以上小于各阈值最长连续日数变化趋势均没有通过显著性水平为 0.10 的检验。

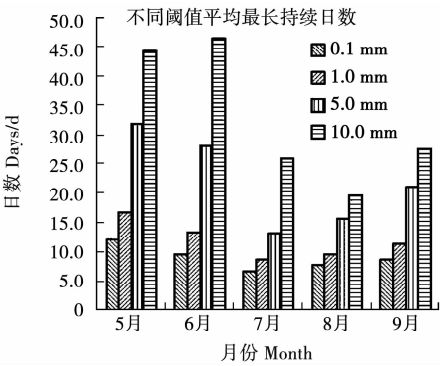


图 1 不同阈值降水量平均最长连续日数  
Fig.1 The average number of consecutive days with different threshold precipitation values

2.2.2 6 月 由图 3 可以看出,日降水量<0.1 mm 最长连续日数 30 d,出现在 1979 年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势不足 0.2 d·10 a<sup>-1</sup>。<1.0 mm最长连续日数 36 d,出现在 2004 年。历年变化呈弱减少趋势,线性趋势为-0.9 d·10 a<sup>-1</sup>。<5.0 mm 最长连续日数 72 d,出现在 2003 年。历年变化呈减少趋势,线性趋势为-1.1 d·10 a<sup>-1</sup>。<10.0 mm最长连续日数 91 d,出现 4 个年份,均在 1996 年之前。历年变化呈减少趋势,线性趋势

为 $-2.0\text{ d}\cdot10\text{ a}^{-1}$ 。以上小于各阈值最长连续日数变化趋势均没有通过显著性水平为0.10的

检验。

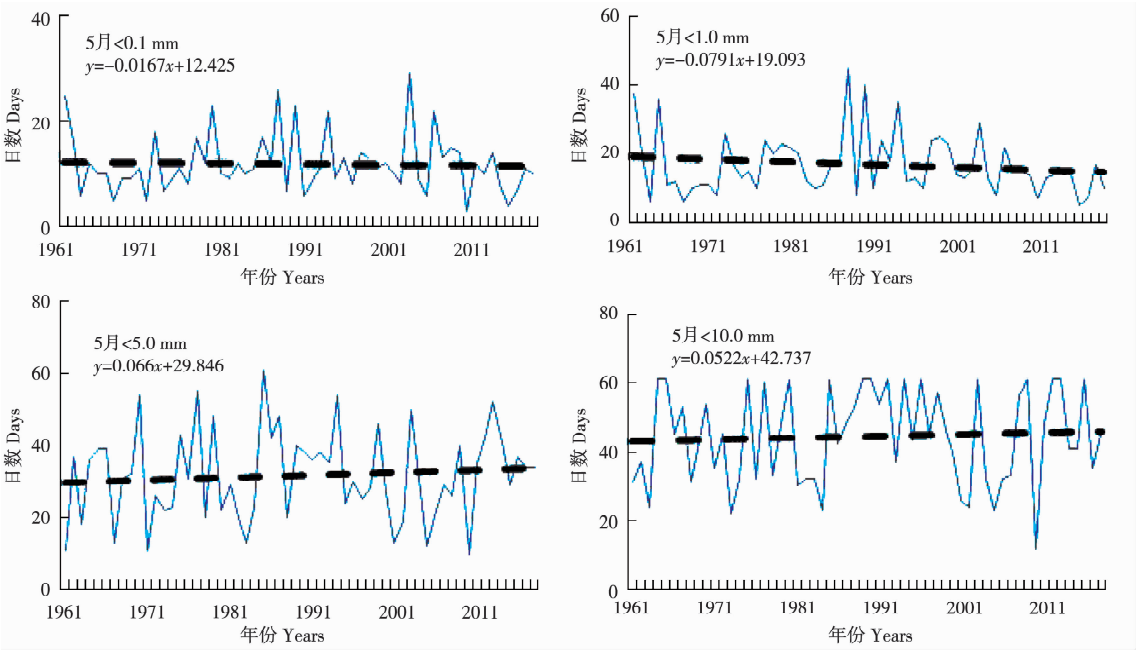


图2 1961-2018年5月日降水量小于不同阈值连续日数变化

Fig. 2 Variations in consecutive days with daily precipitation lower than different threshold values in May from 1961 to 2018

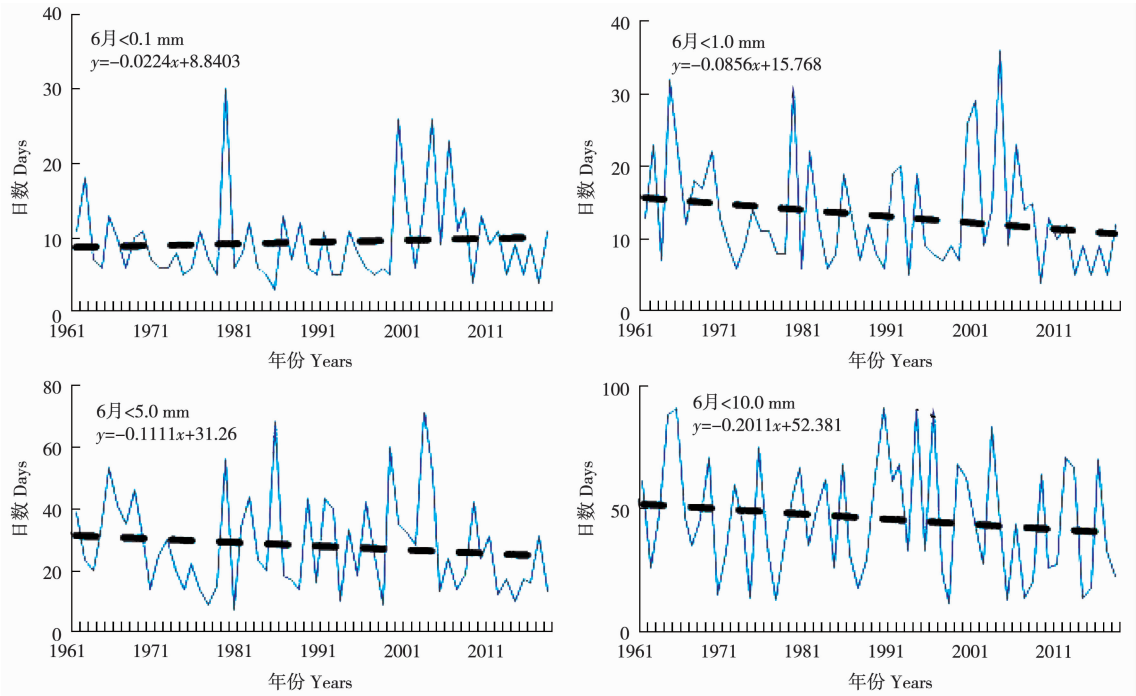


图3 1961-2018年6月日降水量小于不同阈值连续日数变化

Fig. 3 Variations in consecutive days with daily precipitation lower than different threshold values in June from 1961 to 2018

2.2.3 7月 由图4可以看出,日降水量 $<0.1\text{ mm}$ 最长连续日数16 d,出现在2000年。

历年变化呈弱增加趋势,线性趋势 $0.1\text{ d}\cdot10\text{ a}^{-1}$ 。 $<1.0\text{ mm}$ 最长连续日数19 d,分别出现在1968

和1969年,历年来无显著变化。 $<5.0$  mm最长连续日数36 d,出现在1967年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 $0.2 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。 $<10.0$  mm最长连续日数111 d,出现在1996年。历年变化呈

减少趋势,线性趋势为 $-2.4 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。以上小于各阈值最长连续日数变化趋势均没有通过显著性水平为0.10的检验。

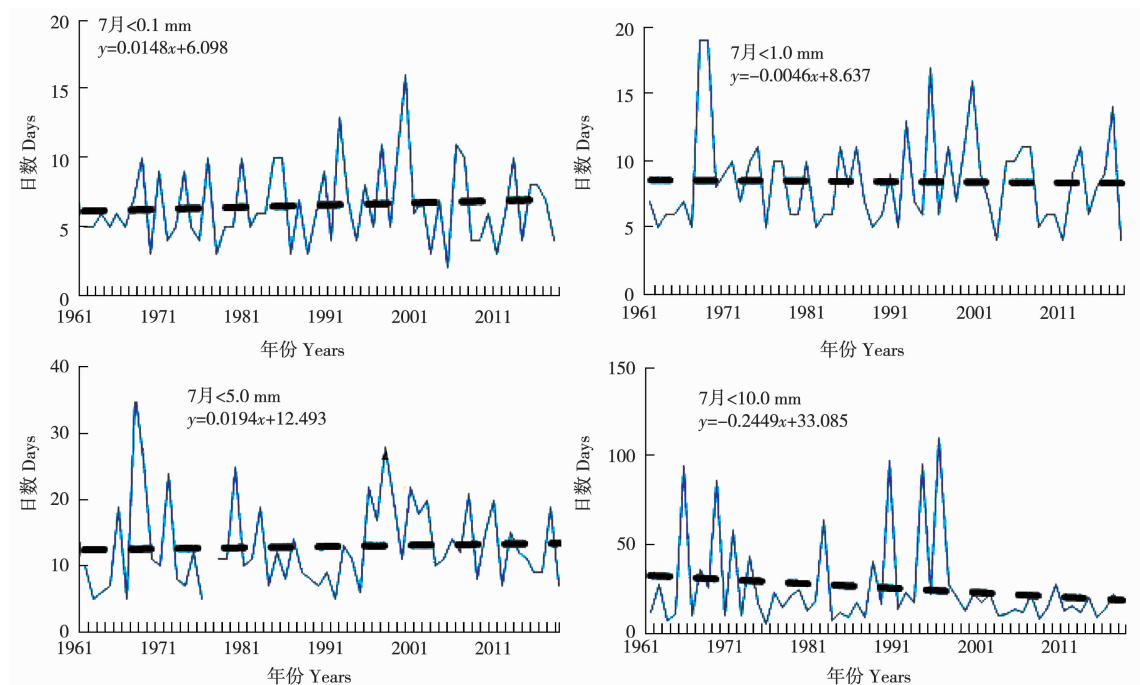


图4 1961-2018年7月日降水量小于不同阈值连续日数变化

Fig. 4 Variations in consecutive days with daily precipitation lower than different threshold values in July from 1961 to 2018

2.2.4 8月 由图5可以看出,日降水量 $<0.1$  mm最长连续日数23 d,出现在2016年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势 $0.5 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。 $<1.0$  mm最长连续日数23 d,出现在2016年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 $0.3 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。 $<5.0$  mm最长连续日数36 d,出现在1968年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 $0.9 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。 $<10.0$  mm最长连续日数41 d,出现在1968年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 $0.9 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。以上小于各阈值最长连续日数变化趋势均没有通过显著性水平为0.10的检验。

2.2.5 9月 由图6所示,日降水量 $<0.1$  mm最长连续日数27 d,出现在1973年。历年日数无明显变化。 $<1.0$  mm最长连续日数34 d,出现在1973年。历年日数没有明显变化。 $<5.0$  mm最长连续日数64 d,出现在2008年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 $1.8 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。

$<10.0$  mm最长连续日数69 d,出现在2008年。历年变化呈弱增加趋势,线性趋势为 $1.5 \text{ d} \cdot 10^{-1}$ 。以上小于各阈值最长连续日数变化趋势均没有通过显著性水平为0.10的检验。

### 2.3 5-9月极端最长连续日数的月际分布

由表1可知, $<0.1$  mm极端最长连续日数6月最多为30 d,5月次之为29 d; $<1.0$  mm极端最长连续日数5月最多为45 d,6月次之为36 d; $<5.0$  mm极端最长连续日数6月最多为72 d,9月次之为64 d; $<10.0$  mm极端最长连续日数7月最多为111 d,6月次之为91 d。

### 2.4 日降水量小于不同阈值连续10 d以上出现年数

由表2可知,1961-2018年中 $<0.1$  mm连续10 d以上日数5月最多出现36年,6月次之出现22 a。 $<1.0$  mm连续10 d以上日数5月最多出现49年,9月次之出现36年。 $<5.0$  mm连续

10 d以上日数 5 月最多出现 57 年,6 月次之出现 54 年。<10.0 mm 连续 10 d 以上日数 5 月和 6 月最多,均出现 57 年,9 月次之出现 55 年。

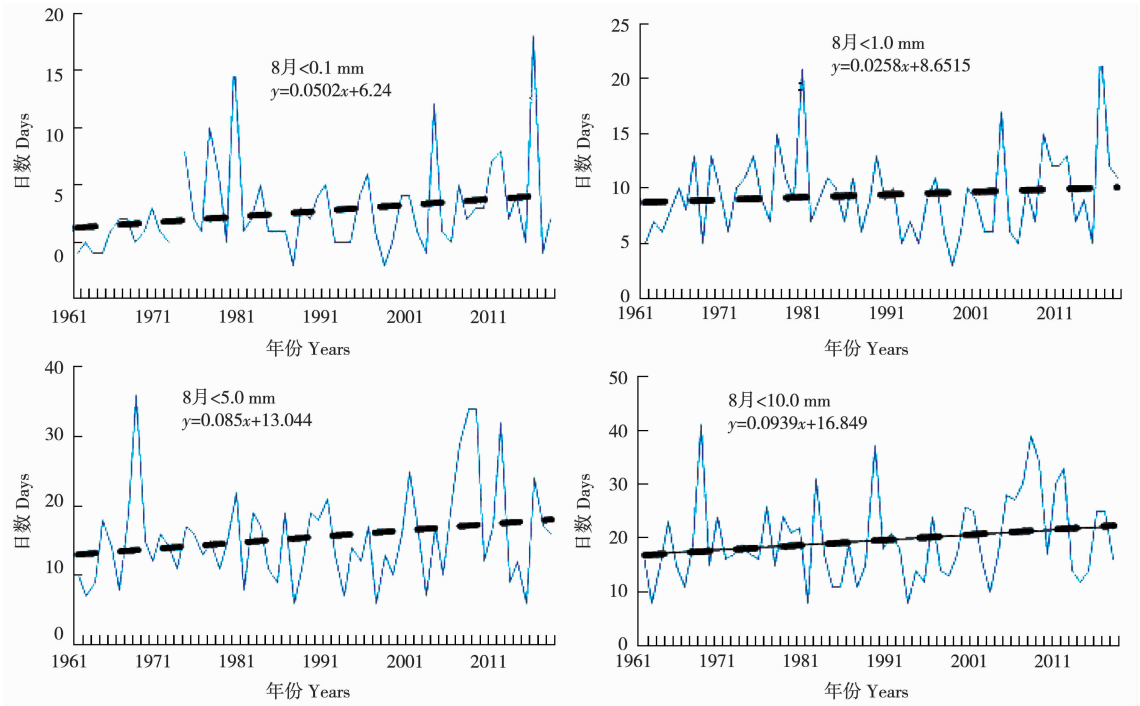


图 5 1961-2018 年 8 月日降水量小于不同阈值连续日数变化

Fig. 5 Variations in consecutive days with daily precipitation lower than different threshold values in August from 1961 to 2018

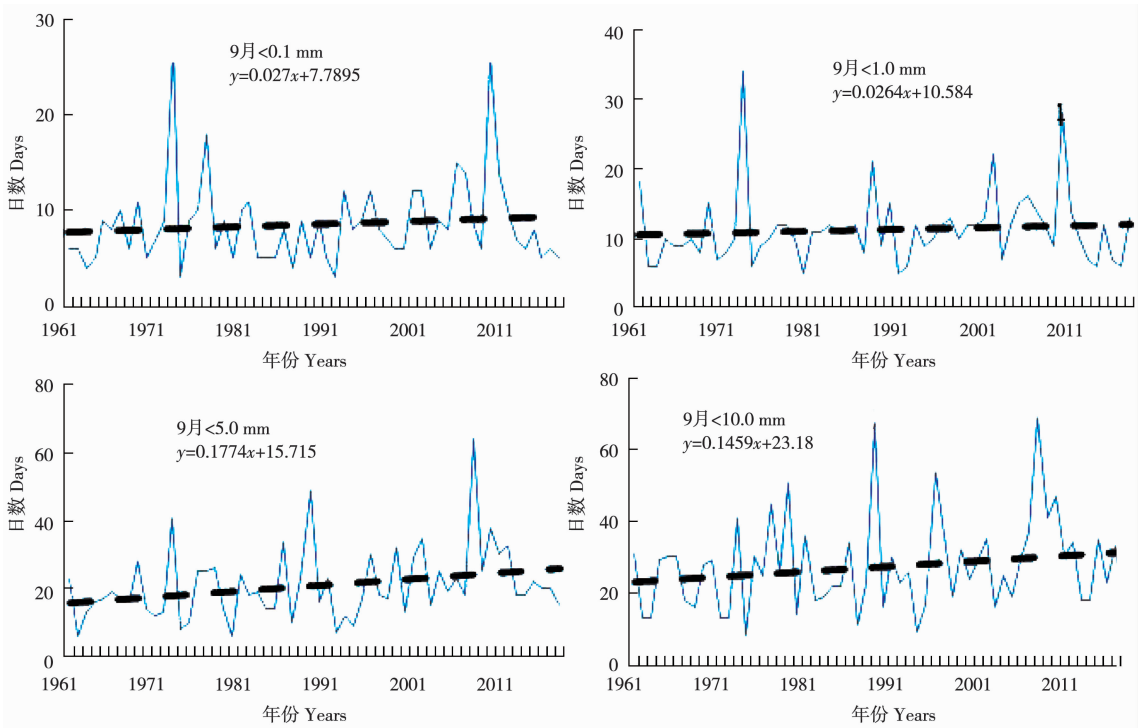


图 6 1961-2018 年 9 月日降水量小于不同阈值连续日数变化

Fig. 6 Variations in consecutive days with daily precipitation lower than different threshold values in September from 1961 to 2018

表 2 1961-2018 年日降水量小于不同阈值连续 10 d 以上出现次数

Table 2 Recurrence times of periods lasting more than 10 consecutive days with daily participation lower than different threshold values from 1961 to 2018

降水等级	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	极值
Level of precipitation/mm	May	June	July	August	September	The extreme
0.1	36	22	12	12	16	36
1.0	49	31	21	25	36	49
5.0	57	54	38	46	52	57
10.0	57	57	50	54	55	57

3 结论与讨论

日阈值<0.1 mm、<1.0 mm、<5.0 mm、<10.0 mm 平均最长连续日数月际间变化均呈单峰型,<0.1 mm、<1.0 mm、<5.0 mm 均为 5 月最多,7 月最少,<10.0 mm 为 6 月最多,8 月最少。

6 月份<1.0 mm、<5.0 mm、<10.0 mm 最长连续日数变化趋势均呈减少趋势。<10.0 mm 6、7 月呈减少趋势,<5.0 mm、<10.0 mm 8、9 月呈增加趋势。以上小于各阈值最长连续日数变化趋势均没有通过显著性水平为 0.10 的检验,说明变化趋势并不显著。

<0.1 mm、<5.0 mm 极端最长连续日数出现在 6 月份,分别是 30 和 72 d。<10.0 mm 极端最长连续日数出现在 7 月份上跨达 111 d。

各阈值连续 10d 以上日数<0.1 mm 5 月最多,出现 36 年。<1.0 mm 5 月最多出现 49 年,<5.0 mm 5 月最多出现 57 年,<10.0 mm 5 月和 6 月最多,均出现 57 年。

小于不同阈值的最长连续降水日数是涉及跨月的连续日数,并不是当月的日数反映,但能反映阶段性小于不同阈值降水日数的真实情况,对于旱分析更具有实际意义。

参考文献:

[1] 邹旭恺,张强,王有民,等. 干旱指标研究进展及中美两国

国家级干旱监测[J]. 气象,2005,31(7):6-9.

[2] 金玲,王忠波,王玉. 黑龙江省干旱灾害问题研究[J]. 黑龙江水利科技,2008,36(5):16-18.

[3] 王志伟,翟盘茂. 中国北方近 50 年干旱变化特征[J]. 地理学报,2003(S):6 1-6 8.

[4] 王志伟,刘文平,王红霞. 我国北方干旱逐月变化特征分析[J]. 气象,2005,31(7):31-40.

[5] 刘巍巍,安顺清,刘庚山,等. 帕默尔旱度模式的进一步修正[J]. 应用气象学报,2004,15(2):207-215.

[6] 王越,江志红,张强,等. 基于 Palmer 湿润指数的旱涝指标研究[J]. 南京气象学院学报,2007,30(3):383-389.

[7] 马柱国,符斌斌. 1951-2004 年中国北方干旱化的基本事实[J]. 科学通报,2006,51(20):2429-2439.

[8] 马柱国. 华北干旱化趋势及转折性变化与太平洋年代际振荡的关系[J]. 科学通报,2007,52(10):1199-1206.

[9] 刘莉红,翟盘茂,郑祖光. 中国北方夏半年最长连续无降水日数的变化特征[J]. 气象学报,2008,66(3):474-477.

[10] Reiser H,Kutiel H. Rainfall uncertainty in the Mediterranean: Definitions of the daily rainfall threshold (DRT) and the rainy season length (RSL)[J]. Theoretical and Applied Climatology,2009,97: 151-162.

[11] 廖要明,陈德亮,谢云. 中国日降水量小于不同阈值日数时空分布特征[J]. 地理学报,2012,67(3):321-336.

[12] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003.

# Characteristics of Consecutive Days Featuring Daily Precipitation Lower than Different Threshold Values in Fuyu County

MA Fan-dong, WANG Yan, XIAO Xin, GUO Feng-he, WANG Nan

(Qiqihar Meteorological Bureau, Qiqihar 161006, China)

**Abstract:** In order to gain a deeper understanding of meteorological drought in Fuyu County, the consecutive days in which precipitation was lower than or equal to different threshold values were examined. Using the daily precipitation data of Fuyu County spanning from 1961 to 2018, the yearly frequency characteristics pertaining to the occurrences of the average longest period of consecutive days, the trend of variations in yearly longest period of consecutive days, the longest period of consecutive days of precipitation extremes and the period of more than 10 consecutive days with daily precipitation less than different threshold values, including  $<0.1$  mm,  $<1.0$  mm,  $<5.0$  mm and  $<10.0$  mm, were examined through statistical analysis and linear trend estimation. The results showed that monthly variations in the average longest period of consecutive days with precipitation lower than daily threshold values of  $<0.1$  mm,  $<1.0$  mm,  $<5.0$  mm and  $<10.0$  mm exhibited a single peak pattern, with the period associating with thresholds of  $<0.1$  mm,  $1.0$  mm and  $5.0$  mm occurring most frequently in May and least frequently in July and the period associating with threshold of  $<10.0$  mm occurring most frequently in June and least frequently in August. The variations in the longest consecutive days associating with threshold values of  $<1.0$  mm,  $<5.0$  mm and  $<10.0$  mm present a decreasing trend in June; those associating with the threshold value of  $<10.0$  mm present a declining trend in June and July and those associating with the threshold values of  $<5.0$  mm and  $<10.0$  mm presented an increasing trend. The longest periods of consecutive days of precipitation extremes associating with threshold values of  $<0.1$  mm and  $<5.0$  mm appeared in June, which last 30 and 72 days, respectively. The longest period of consecutive days of precipitation extremes associating with the threshold of  $<10.0$  mm appears in July with a span of 111 days. Among the periods of longest consecutive days that last more than 10 days, months associating with threshold values of  $<0.1$  mm,  $1.0$  mm and  $<5.0$  mm in May appeared most frequently, with years of appearance being 36, 49 and 57 years; those associating with the threshold of  $<10.0$  mm appeared most frequently in May and June, with years of appearance being 57 for both months.

**Keywords:** drought; different threshold values; consecutive days; characteristics

欢迎关注本刊微信公众号

