

新疆阿勒泰冬季暴雪时空分布特征及重现期分析

潘映梅^{1*}, 肖 芃², 庄晓翠^{3#}

¹阿勒泰喀纳斯飞机场, 新疆 阿勒泰

²巴里坤县气象局, 新疆 巴里坤

³阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰

Email: #pdm-1968628@163.com

收稿日期: 2021年8月24日; 录用日期: 2021年9月20日; 发布日期: 2021年9月26日

摘 要

基于1980~2020年冬季阿勒泰地区7个国家基本气象站的逐日降水观测资料, 运用统计分析、耿贝尔极值I型分布法, 分析了阿勒泰地区冬季暴雪的变化特征和不同重现期下降水极值的分布情况, 结果表明: 1) 阿勒泰地区暴雪日数呈波动式阶段性变化, 具有明显的年代际变化特征: 从20世纪80年代开始至21世纪10年代, 暴雪日数呈现增多趋势, 各县市均表现为较为一致时间段的特性; 此后至今, 呈现东北部暴雪日数明显下降、而西南部却出现增多的态势。2) 暴雪日数由东北向西南逐渐减少, 富蕴县发生暴雪的次数最多。3) 在不同重现期各站的暴雪日最大降水量相差较大, 大值区位于东部。

关键词

暴雪, 时空变化特征, 耿贝尔极值分布, 重现期, 新疆阿勒泰

Spatial and Temporal Distributions of Heavy Snowstorm and Reproducibility Analysis in Altay Xinjiang

Yingmei Pan^{1*}, Peng Xiao², Xiaocui Zhuang^{3#}

¹Altay Kanasi Airport, Altay Xinjiang

²Meteorological Bureau of Barköl Kazakh County, Barköl Kazakh Xinjiang

³Xinjiang of Altay Meteorological Bureau, Altay Xinjiang

Email: #pdm-1968628@163.com

*第一作者。

#通讯作者。

Abstract

Based on the daily precipitation observation data at 7 meteorological stations in Altay from 1980 to 2020, the variation characteristics of Heavy snowstorm days and the extreme distribution of precipitation of different return periods were analyzed by using statistical method and the Gumbel extreme value I distribution method. The results showed that: 1) The heavy snowstorm days fluctuated periodically and had obvious inter-decadal variable characteristics, and shows an increasing trend from the 1980s to the 1990s. All counties were characterized by relatively consistent time periods; since then, the heavy snowstorm days in the northeast decreased significantly, while the southwest increased. 2) The Heavy snowstorm days decreased gradually from northeast to southwest area in Altay and most occurred in Fuyun. 3) In different return periods, annual maximum daily snow precipitation had greater spatial differences, The high value region is located in the east.

Keywords

Heavy Snowstorm, Temporal and Spatial Variation Characteristics, Gumbel Extreme Value Distribution, Return Period, Altay Xinjiang

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

在气候变暖背景下, 极端强降水事件增多, 对国民经济发展和人民生活等危害较大。2021年7月18日18时至21日0时, 中国郑州出现罕见持续强降水天气过程, 郑州20日16时~17时, 一个小时的降雨量达到了201.9 mm; 19日20时到20日20时, 单日降雨量552.5 mm; 17日20时到20日20时, 三天的过程降雨量617.1 mm。尤其是在7月20日16点~17点, 一个小时的时间降雨量达201.9 mm, 小时降水量和单日降水量均为60年来最高。从气候学的角度来看, 小时降水、日降水的概率, 重现期通过分布曲线拟合来看, 都是超千年一遇的。据不完全统计, 此次严重洪涝灾害, 给人民群众生命财产安全造成了巨大损失: 郑州市受灾人口188.49万人, 直接经济损失532亿元。

阿勒泰地区位于新疆西北部, 冬季暴雪是该区的主要灾害性天气之一, 频次多, 强度大, 给当地的牧业、交通和人民生活带来巨大的损失。因此, 开展对阿勒泰地区暴雪天气和气候特征研究具有迫切的需求。庄晓翠[1][2]等采用阿勒泰地区1961~2010年的逐日降雨资料, 研究了该区冬季降水、大到暴雪的气候变化特征, 表明历年降雪量呈现增加趋势; 郭城[3]等利用阿勒泰地区气象观测站地面、高空天气图、 T_{639} 预报资料, 分析了暴雪天气过程, 发现强冷空气和低涡汇合, 配合切变线东移是造成阿勒泰地区暴雪天气的最主要影响系统, 这些研究主要集中于暴雪天气的气候分析, 而对于极端暴雪的风险研究相对较少。因此, 本文选择可导致雪灾发生的暴雪日降水量、暴雪次数等气象数据, 研究该地区极端降水的时空变化特征, 并基于耿贝尔极值模型分析暴雪不同时间尺度重现期的风险估值, 为政府决策、工程建设、灾害风险评估及防御规划提供参考依据。

2. 资料与方法

2.1. 研究数据资料

阿勒泰地区7个国家气象站逐日降雨量站(表1)数据,来源于新疆气象信息中心,资料起止时间为1980年11月~2020年3月31日。根据阿勒泰地区气候及农牧业生产特点,将11月至次年3月定为冬季。

Table 1. Heavy snowstorm frequency decadal variations in each station in Altay nearly 41a

表 1. 近 41a 阿勒泰地区各站大到暴雪频次的年代际变化

年代	哈巴河	吉木乃	布尔津	福海	阿勒泰	富蕴	青河	合计
1981~1990	2				4	3	2	11
1991~2000	2				3	8	6	19
2001~2010	8				14	14	11	47
2011~2020	4	2	4	1	2	5	5	23
共计	16	2	4	1	23	30	24	100

2.2. 研究方法

降雪量级标准按气发[2004]45号《新疆降水量级标准(修订版)》,24 h降雪量达6.1~12.0 mm为大雪、12.1~24.0 mm为暴雪、24.1~48.0 mm为大暴雪。本文以24 h降雪量>12.0 mm,作为一个暴雪日。统计阿勒泰地区历年暴雪等级降雪量、日数建立时间序列,年最大日降雪量可以反映致灾降水过程的强度特征,极端最大日降雪量是每年选择1个日降雪量最大的数据,构成年极端最大日降雪量序列。气候平均值采用1981~2010年平均。运用统计法分析气候特征;利用耿贝尔I型极值分布型研究不同重现期下降水估值的分布特征。

3. 暴雪的时间变化特征

由表中可以看出,阿勒泰地区暴雪日数呈波动式阶段性变化,具有明显的年际、年代际变化特征。第一,从20世纪80年代开始至21世纪10年代,暴雪日数是持续上升的阶段,尤其集中在2000年代,为47次,呈现跳跃式增高,各县市均表现为较为一致时间段的特性。此后至今,各代表站暴雪日数分布存在一定的差异:东北部暴雪日数呈现明显下降态势,而西南部却出现暴雨日数增多。

4. 空间分布特征

图1为对阿勒泰地区7个观测站1981~2020年的历年暴雪日数分布图,可以看出,阿勒泰地区各站暴雪日数,且由西南向东北呈现少一多的分布特征,其中地处东北部的山区丘陵地带暴雪发生的次数最多,其次是中部的阿勒泰市,而西部的吉木乃、布尔津县次数较少,尤其南部的福海县40年来只有1d,这与研究成果[4]比较一致。由此可见,东北部山区暴雪日数较西南部平原地区大,更容易形成暴雪灾害。

5. 不同重现期下的年最大过程降水量极值分布

5.1. 重现期计算方法

分析极端气候事件出现的强度和频率是气候概率统计学的重要内容,许多专家学者利用气候概率方法对极端气候事件进行了研究,对气候要素的极值进行拟合,常用Gumbel分布(极值I型)[5]、Frechel分布(极值II型)、Weibull分布。研究表明,耿贝尔分布模型对于不同重现期的降水分布表现不错[6][7]。

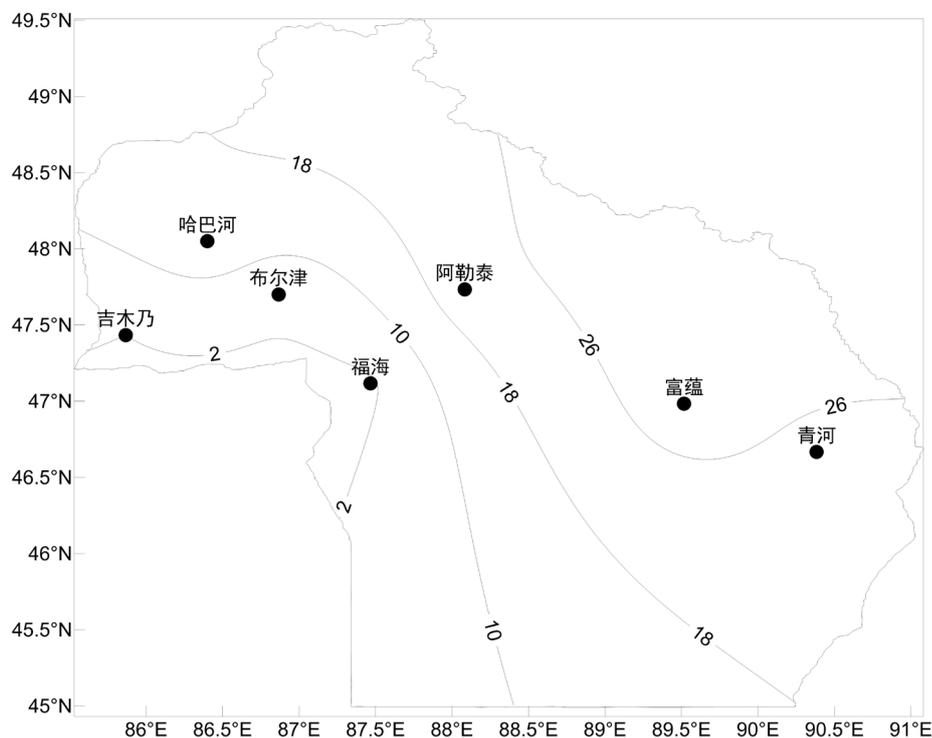


Figure 1. Spatial distribution of Heavy snowstorm days in Altay
图 1. 阿勒泰地区冬季年暴雪日数的空间分布

耿贝尔分布[3] [4]又称第 I 型极值分布。原始分布为指数型分布时，样本极值渐近服从耿贝尔分布。它的概率密度函数和分布函数形式分别为：

分布函数：

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-c(x-b)}} \quad (1)$$

保证率函数：

$$P(x) = P(X \geq x) = 1 - e^{-e^{-a(1-b)}} \quad (2)$$

其中 a 称为尺度参数， b 是分布密度的众数。

年降水最大极值的估计值 X_p ：

$$X_p = \frac{1}{a} \ln[-\ln(1-p)] + \mu \quad (3)$$

5.2. 日极端最大降雪量重现期估计

以阿勒泰地区 7 个代表站为例，根据耿贝尔极值 I 型分布法对日最大降水量进行拟合，并对不同重现期日最大降水量进行估计。结论如下：

阿勒泰地区东部不同重现期的日最大降水量值最大，明显超过其他 5 站，最小值为福海站；在不同重现期下各站年最大日降水量相差较大，当重现期时间尺度达到 50 a 以上时，所有县域都达到了暴雪的标准，而且除西南部外，均达到了大暴雪级别降水；当重现期时间尺度在 5 a 以内时，西南部降水极值均达不到暴雪标准，尤其是福海县冬季降水表现明显偏少，只有在重现期时间尺度在 50 a 以上时才达到暴雪标准。

从表 2 中显示, 不同站点的重现期日最大降水量增长速度较为相似。

Table 2. The maximum daily precipitation in Altay area in winter during different return periods (unit: mm)

表 2. 阿勒泰地区冬季不同重现期最大一日降水量(mm)

n年一遇	5年	10年	30年	50年	100年	计算频率与经验频率的相对误差平方和	
阿勒泰市	15.0	18.1	22.9	25.0	27.9	0.14	
哈巴河县	14.7	18.1	23.2	25.6	28.8	0.34	
吉木乃县	10.7	13.0	16.6	18.2	20.4	0.24	
最大日降水量	布尔津县	10.2	12.6	16.2	17.9	20.2	1.38
	福海县	7.6	9.3	12.0	13.2	14.8	0.55
	富蕴县	17.8	22.2	28.9	31.9	36.0	1.11
	青河县	19.6	24.0	30.6	33.7	37.8	0.22

6. 结论

本文选择暴雪日数及年一日最大降雪量作为极端指数, 探讨了阿勒泰地区冬季暴雪的时空变化特征, 并给出了不同重现期时间尺度的降水估值。

1) 1980 年以来, 阿勒泰地区暴雪日数呈波动式阶段性变化, 具有明显的年际、年代际变化特征。从 20 世纪 80 年代开始至 21 世纪 10 年代, 暴雪日数是持续上升的阶段, 尤其集中在 2000 年代, 为 47 次, 呈现跳跃式增高, 各县市均表现为较为一致时间段的特性。此后至今, 东北部暴雪日数呈现明显下降、而西南部却出现增多态势

2) 阿勒泰地区各站暴雪日数, 且由西南向东北呈现少 - 多的分布特征, 其中富蕴频次最多, 为 30 d, 南部的福海县 40 年来只有 1 d。由此可见, 东北部山区暴雪日数较西南部平原地区大, 更容易形成暴雪灾害。

3) 阿勒泰地区东部不同重现期的日最大降水量值最大, 明显超过其他 5 站, 最小值为福海站; 在不同重现期下各站年最大日降水量相差较大, 福海县冬季降水表现明显偏少, 只有在重现期时间尺度在 50 a 以上时才达到暴雪标准, 同样 50 a 时间尺度, 东部估值均达到了大暴雪级别降水。

基金项目

新疆自治区自然科学面上项目《新疆北部持续性暴雪过程水汽特征研究》。

参考文献

- [1] 庄晓翠, 李博渊, 张林梅. 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.
- [2] 白松竹, 李焕, 张林梅. 阿勒泰地区冬季降水变化特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 8(1): 17-22.
- [3] 郭城, 李博渊, 杨森. 新疆阿勒泰地区大到暴雪天气气候特征[J]. 干旱气象, 30(4): 604-608.
- [4] 赵正波, 林永波, 李博渊. 新疆阿勒泰地区大到暴雪日数气候变化特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 7(5): 14-18.
- [5] 王晓光. 气象要素重现期的计算方法与比较[J]. 内蒙古气象, 2015(5): 29-32.
- [6] 王俊超, 彭涛, 王清. 乌江流域极端降水时空分布特征及重现期分析[J]. 暴雨灾害, 38(3): 267-275.
- [7] 毛玲古丽·阿哈巴斯, 潘冬梅. 阿勒泰地区年一日最大降水量时空分布及其重现期估算[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(5), 401-405.