

Climatic Characteristics of the Frequency with Daily Minimum Temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ in Altay Region

Xianlin Feng, Xiaocui Zhuang, Kangni Qian

Altay Regional Meteorological Bureau, Altay Xinjiang
Email: 1186876299@qq.com

Received: Feb. 21st, 2020; accepted: Mar. 4th, 2020; published: Mar. 11th, 2020

Abstract

Based on the complete data from seven weather stations in Altay region of Xinjiang, the frequency with daily minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ from 1981 to 2018 (from September to May of the following year) is obtained and the spatial and temporal distribution of the yearly first and last days with daily minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ is researched. With the method of correlation analysis and significance test, it can be concluded as following tips: 1) The spatial distribution of the average, maximum and minimum of the frequency in all stations shows the trend that the frequency increases from northwest to southwest and southeast. The frequencies of Fuyun and Qinghe stations, which are in the eastern part of Altay, are significantly higher than those in the central and western parts. 2) During the 38 years, the maximum frequency in Altay occurred in the 1980s and early 1990s, while the minimum frequency occurred in the early 2000s. The earliest first day appeared in the 1980s, 1990s and 2010s, while the latest appeared mainly in the 1990s. The earliest first day appears in September and the latest in October. The earliest last day appeared in the early 2000s and there is no obvious characteristic about the latest last day. Almost all the last days appear in April at the earliest and May at the latest. 3) The frequency in all stations shows a significant decreasing trend from 1981 to 2018. The interannual change rates of the frequencies in these stations are sorted by number as following: $-4.39\text{ d}/10\text{a}$ in Altay station, $-4.52\text{ d}/10\text{a}$ in Qinghe station, $-5.16\text{ d}/10\text{a}$ in Buerjin station, $-5.45\text{ d}/10\text{a}$ in Habahe station, $-6.27\text{ d}/10\text{a}$ in Fuhai station, $-6.37\text{ d}/10\text{a}$ in Jimunai station, $-6.66\text{ d}/10\text{a}$ in Fuyun station.

Keywords

Altay, 0°C , Distribution Characteristics

阿勒泰地区最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的气候特征

冯先林, 庄晓翠, 钱康妮

阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰
Email: 1186876299@qq.com

收稿日期: 2020年2月21日; 录用日期: 2020年3月4日; 发布日期: 2020年3月11日

摘要

利用新疆阿勒泰地区1981~2018年(9月至翌年5月)完整的7个气象站的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数资料分析阿勒泰地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数及初、终日的空间分布特征和时间分布特征。通过相关分析和显著性检验, 结果表明: 1) 1981~2018年阿勒泰地区各站出现的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值、最多和最少日数的空间分布均呈自西北向西南和东南递增的特征, 东部的富蕴和青河站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数明显多于中西部。2) 38a间, 阿勒泰地区各站最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的最多日数出现在1980年代和1990年代初, 最少日数则出现在2000年代初。初日最早的年份在1980年代、1990年代和2010年代均有出现, 最晚则主要出现在1990年代; 在38a间, 初日最早全部出现在9月, 最晚为10月。终日最早出现在2000年代初, 最晚则没有明显的规律; 在38a间, 终日最早基本全部在4月出现, 最晚则在5月。3) 1981~2018年间阿勒泰地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数均呈显著的减少趋势; 各站年际变化的气候倾向率从小到大依次为: 阿勒泰站-4.39 d/10a、青河站-4.52 d/10a、布尔津站-5.16 d/10a、哈巴河站-5.45 d/10a、福海站-6.27 d/10a、吉木乃站-6.37 d/10a、富蕴站-6.66 d/10a。

关键词

阿勒泰, 0°C , 分布特征

Copyright © 2020 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

进入 21 世纪以来, 受全球气候变化和人类活动的共同影响, 全球气候变暖已是不争的事实, 但由于地理位置和地形地貌的差异, 不同区域气候变暖程度差别较大, 人们关注更多的是全球气候变暖的热点话题, 而对寒冷事件关注较少。低温与城市冬季采暖、输水管道防冻及农牧业生产关系密切, 对冬季设施农业生产的整体规划和布局, 以及畜牧业的安全越冬等有重要意义[1]。

阿勒泰地区位于新疆维吾尔自治区最北部、准噶尔盆地北沿, 地形复杂, 有高山丘陵、河流湖泊、沙漠戈壁, 整个地势东北高、西南低, 自东北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, 西南部为沙吾尔山脉, 呈东西向; 在阿尔泰山和沙吾尔山之间, 是横贯该地区五县(哈巴河、布尔津、福海、富蕴、青河)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[2]。特殊的地形地面及阿勒泰地区又位于中高纬度的地理环境, 使得阿勒泰地区冬季漫长, 多积雪, 最低气温低, 常在 0°C 以下; 冬季降雪量在河谷平原至阿尔泰山和沙吾尔沿山占全年降水总量的 32.1%~39.9%, 是全年降水量最多的季节, 略高于夏季; 高山地区全年各月均有降雪, 年降雪量占年降水量的 80% 以上[3]。对新疆阿勒泰地区的低温日数气候特征已有相关研究, 李海花[1]等分析出阿勒泰地区 1961~2012 年冬季 -20°C 的低温日数具有自东南向西北递减的空间分布特征, 且 1 月出现的低温

日数最多, 12月出现的最少; 冬季低温日数的极值空间分布特征与平均值的一致。其中, 年极大值出现的时间集中在1960年代中期至1970年代中期之间, 年份差异较大, 而年极小值均一致的出现在2006年; 各站冬季平均低温日数在51a内的倾向率为 $-1.74\sim-4.24$ d/10a, 呈减少趋势。新疆阿勒泰市是中国著名雪都, 因此, 对阿勒泰地区最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的气候特征进行分析, 为该地区冰雪旅游资源提供参考, 也具有重要的意义。

2. 资料与方法

利用新疆阿勒泰地区1981~2018年(9月至翌年5月)完整的7个气象站的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数资料进行分析。以7站出现日数的平均值代表阿勒泰地区的平均值。气候值取世界气象组织(WMO)设定的标准气候值时段(1981~2010年)的平均值。分析项目包括阿勒泰地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数及初、终日的空间分布特征和时间分布特征。初日为该地首次出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日期, 终日为最低气温最后一次 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日期, 即最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 结束的日期, 初终间为初日和终日之间的日数, 本文也统计其气候特征。

假设 $y(x)$ 为一个气候要素的观测序列($x=1,2,3,\dots,n$), n 为序列长度, 以序列 x 为自变量, 气候要素为因变量, 利用最小二乘法建立一元线性回归方程: $y=ax+b$, 线性方程斜率 a 的10倍定义为气候倾向率, 表征时间序列的变化趋势。气候倾向率的大小表征变化速度, 正负则表征变化方向: $a>0$ 表示增加, $a<0$ 表示减少。采用滑动 t 检验, 检验线性趋势的显著性。

3. 结果分析

3.1. 空间分布特征

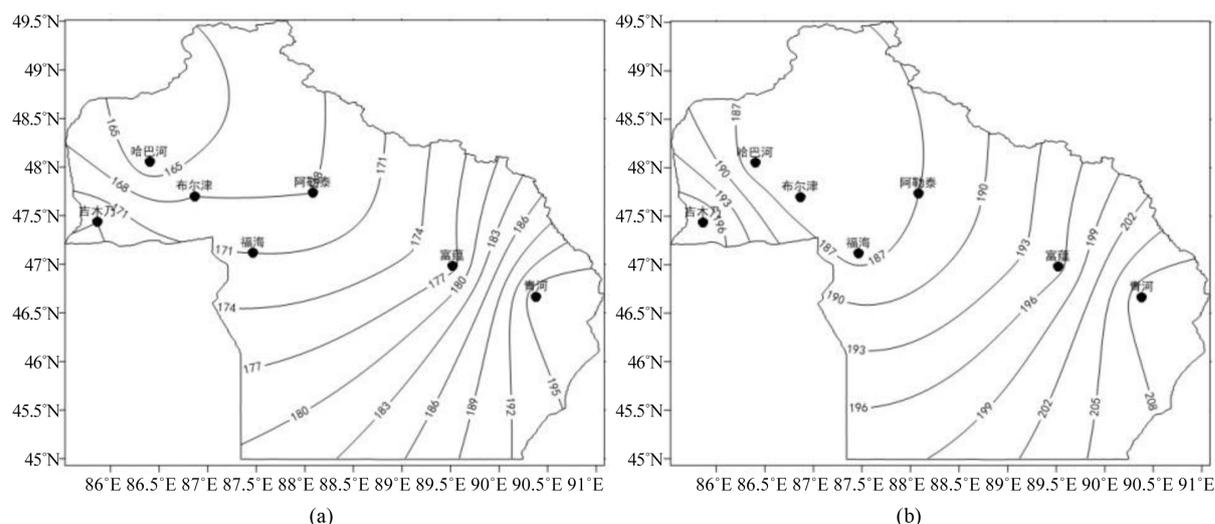


Figure 1. The spatial distribution map of the average (a) and maximum (b) number of days with minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ appeared in Altay region from 1981 to 2018

图 1. 1981~2018 年阿勒泰地区出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值(a)和最大值(b)的空间分布图

由图 1(a)可知, 38a 内阿勒泰地区最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值有两个中心, 一个小值中心位于哈巴河站(163 d), 一个大值中心位于青河站(197 d)。受阿尔泰山脉、沙吾尔山脉地形的共同影响, 最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数自河谷哈巴河站向西南和东南逐渐增多。全地区 38a 内最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值为 174 d, 仅东部的富蕴站和青河站高于全地区平均值, 吉木乃站为 174 d, 与全地区平均值持平, 其余各站均少于

全地区平均值。各县(市)出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值呈自西北向西南和东南递增的分布特征, 东部与西部相差可达 30 多天。

图 1(b)为阿勒泰地区各站 1981~2018 年出现的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的最多日数的空间分布图, 有两个中心, 一个小值中心位于哈巴河站和布尔津站(均为 185 d), 一个大值中心位于青河站(210 d), 从小值中心向西南和东南逐渐增多。其中, 全地区 38a 内出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均最多日数为 190 d, 阿勒泰、哈巴河、布尔津和福海站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的最多日数少于全地区平均最多, 仅吉木乃站和东部两站(富蕴、青河站)多于全地区平均最多。整体空间特点呈自西北向西南和东南递增的分布特征, 东部出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数最多值比西部和中部偏多 10~20 d。

1981~2018 年阿勒泰地区各站出现的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的最少日数的空间分布与平均值和最多值基本一致(图略), 也是有两个中心, 小值中心位于哈巴河站(138 d), 大值中心位于青河站(179 d), 也是从哈巴河站向西南和东南逐渐增多。其中, 全地区 38a 内出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均最少日数为 152 d, 西部三站(吉木乃、哈巴河、布尔津站)和中部偏北的阿勒泰站少于全地区平均最少, 仅中部偏南的福海站和东部两站多于全地区平均最少。全地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的最少值的空间分布呈自西北向西南和东南递增的分布特征, 东部明显多于西部, 相差可达 40 d。

由此可见, 1981~2018 年阿勒泰地区各站出现的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值、最多及最少日数的空间分布均呈自西北向西南和东南递增的特征, 东部的富蕴和青河站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数明显多于中西部。这种分布特征与阿尔泰山脉和沙吾尔山的地形分布一致。

3.2. 时间分布特征

Table 1. The average, maximum and minimum days with minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ and the year in which they occurred of each station in Altay region from 1981 to 2018

表 1. 1981~2018 年阿勒泰地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均、最多和最少值及其出现年份

| | 最多 | 出现年份 | 最少 | 出现年份 | 38a 平均 |
|-------|-----|------|-----|------|--------|
| 阿勒泰 | 187 | 1987 | 140 | 2006 | 168 |
| 吉木乃 | 199 | 1987 | 146 | 2006 | 174 |
| 哈巴河 | 185 | 1987 | 138 | 2006 | 163 |
| 布尔津 | 185 | 1987 | 149 | 2006 | 168 |
| 福海 | 186 | 1985 | 154 | 2015 | 171 |
| 富蕴 | 195 | 1984 | 154 | 2006 | 176 |
| 青河 | 210 | 1992 | 179 | 2006 | 197 |
| 全地区平均 | 190 | | 152 | | 174 |

由表 1 可知, 阿勒泰地区各站 1981~2018 年出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数最多值几乎全部出现在 1980 年代, 其中出现在 1987 年的居多, 仅青河站出现在 1990 年代; 而最少值几乎全部出现在 2006 年, 只有福海站出现在 2015 年。

由表 2 可知, 38a 间阿勒泰地区各站最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的初日最早出现在 1990 年代 9 月上旬和中旬的较多, 分布在阿勒泰、吉木乃和哈巴河站; 位于河谷地带的布尔津站和福海站则出现在 2018 年的 9 月 14 日, 而位于东部的富蕴、青河站则出现在 1980 年代的 9 月上旬, 这与气候变暖在较寒冷区表现突出有关。初日最晚则基本出现在 1990 年代的 10 月中旬和下旬初; 吉木乃站和青河站出现在 2010 年代的 10 月上中旬。

Table 2. The earliest, latest time of the first day with the minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ and the year in which they occurred of each station in Altay region from 1981 to 2018**表 2.** 1981~2018 年阿勒泰地区各站最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的初日出现的最早、最晚时间及其年份

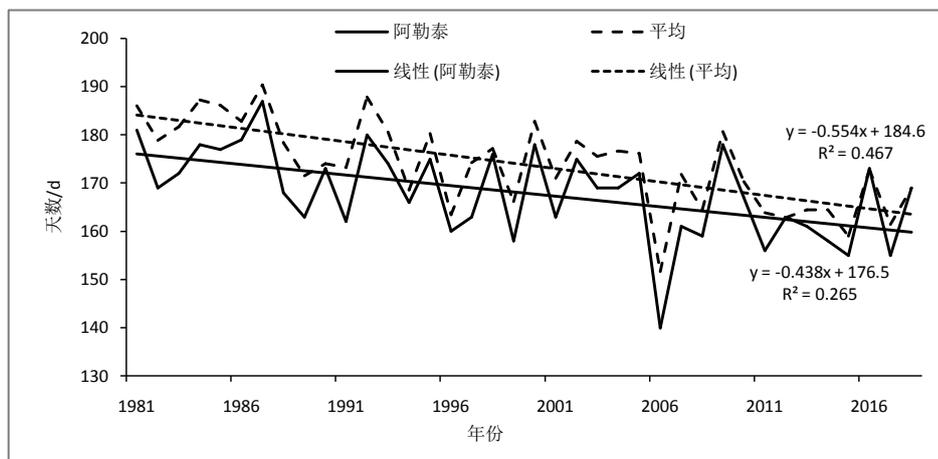
| | 最早 | 出现年份 | 最晚 | 出现年份 |
|-----|----------|------|-----------|------|
| 阿勒泰 | 9 月 8 日 | 1994 | 10 月 19 日 | 1995 |
| 吉木乃 | 9 月 7 日 | 1994 | 10 月 19 日 | 2011 |
| 哈巴河 | 9 月 17 日 | 1998 | 10 月 22 日 | 1997 |
| 布尔津 | 9 月 14 日 | 2018 | 10 月 20 日 | 1995 |
| 福海 | 9 月 14 日 | 2018 | 10 月 20 日 | 1995 |
| 富蕴 | 9 月 7 日 | 1985 | 10 月 14 日 | 1991 |
| 青河 | 9 月 2 日 | 1981 | 10 月 5 日 | 2016 |

Table 3. The earliest, latest time of the last day with the minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ and the year in which they occurred of each station in Altay region from 1981 to 2018**表 3.** 1981~2018 年阿勒泰地区各站最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的终日出现的最早、最晚时间及其年份

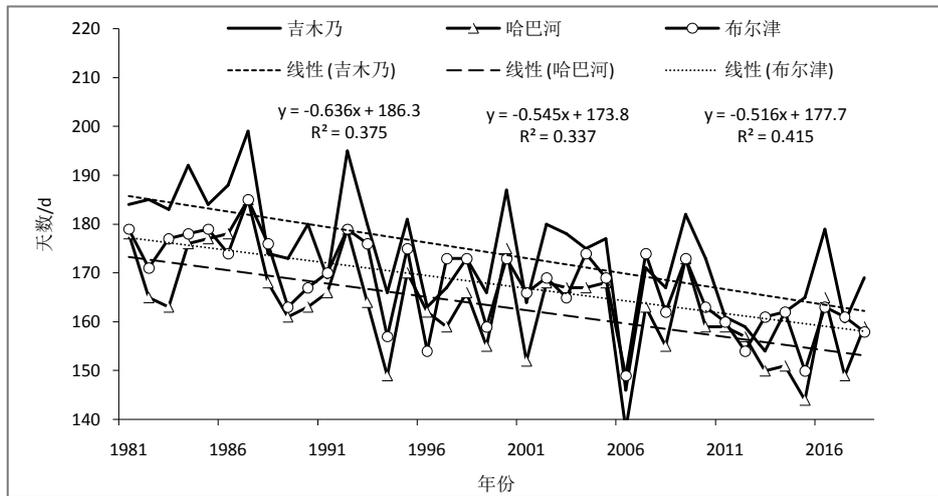
| | 最早 | 出现年份 | 最晚 | 出现年份 |
|-----|----------|-----------|----------|------|
| 阿勒泰 | 4 月 15 日 | 2015、2016 | 5 月 20 日 | 1998 |
| 吉木乃 | 4 月 8 日 | 2007 | 5 月 27 日 | 1988 |
| 哈巴河 | 4 月 5 日 | 2007 | 5 月 23 日 | 1983 |
| 布尔津 | 4 月 1 日 | 1997 | 5 月 18 日 | 2019 |
| 福海 | 3 月 28 日 | 2016 | 5 月 15 日 | 1985 |
| 富蕴 | 4 月 4 日 | 2007 | 5 月 18 日 | 2019 |
| 青河 | 4 月 19 日 | 2009 | 5 月 27 日 | 2013 |

由表 3 可知, 阿勒泰地区各站最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的终日最早基本都出现在 2000 和 2010 年代 4 月份的上旬和中旬, 2000 年代的居多, 仅布尔津站出现在 1997 年, 而福海站最早则出现在 2016 年 3 月末。终日最晚都出现在 5 月的中下旬, 在 1980、1990 和 2010 年代均有出现, 1980 和 2010 年代的居多。

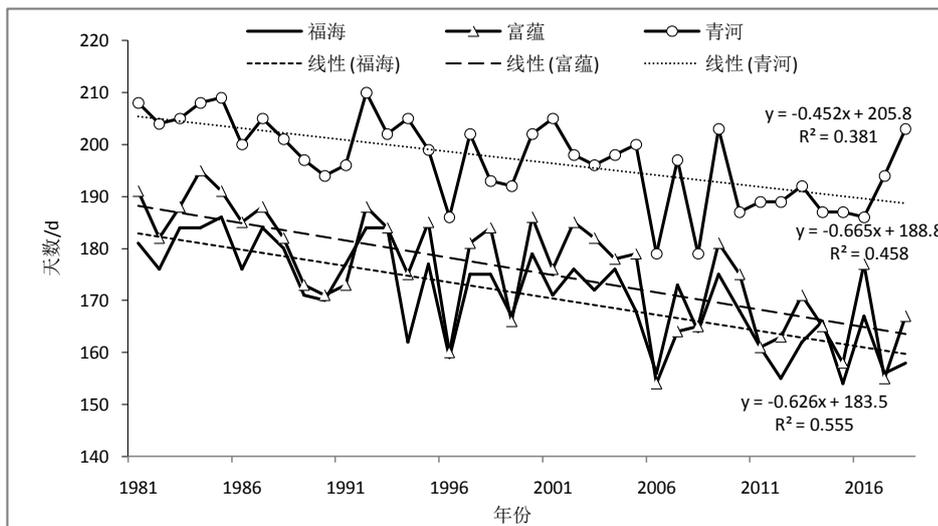
3.3. 趋势变化



(a)



(b)



(c)

Figure 2. (a) Trend chart of the number of days when minimum temperature is $\leq 0^{\circ}\text{C}$ for the whole area average and Altay station in 38 years; (b) Trend chart of the number of days when minimum temperature is $\leq 0^{\circ}\text{C}$ for Jimunai station, Habahe station and Buerjin station in 38 years; (c) Trend chart of the number of days when minimum temperature is $\leq 0^{\circ}\text{C}$ for Fuhai station, Fuyun station and Qinghe station in 38 years

图 2. (a) 38a 间全地区平均及阿勒泰站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数趋势变化图; (b) 38a 间吉木乃、哈巴河及布尔津站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数趋势变化图; (c) 38a 间福海、富蕴及青河站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数趋势变化图

由图 2 可知, 全地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数平均值的年际变化的气候倾向率为 $-5.55 \text{ d}/10\text{a}$; 各站年际变化的气候倾向率从小到大依次为: 阿勒泰站 $-4.39 \text{ d}/10\text{a}$ 、青河站 $-4.52 \text{ d}/10\text{a}$ 、布尔津站 $-5.16 \text{ d}/10\text{a}$ 、哈巴河站 $-5.45 \text{ d}/10\text{a}$ 、福海站 $-6.27 \text{ d}/10\text{a}$ 、吉木乃站 $-6.37 \text{ d}/10\text{a}$ 、富蕴站 $-6.66 \text{ d}/10\text{a}$ 。全地区平均及各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数均呈明显减少的趋势, 均通过了 99.99% 的 T 检验。

由最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数趋势变化图及气候倾向率可以看出(图 2), 福海、吉木乃、富蕴站减少趋势比全区快, 气候倾向率要快约 $1\sim 2 \text{ d}/10\text{a}$ 。其它站比全区减少慢, 但阿勒泰、青河站减少的趋势比全区慢 $1 \text{ d}/10\text{a}$, 布尔津和哈巴河站比全区略慢, 接近全区平均值。

4. 小结

1) 1981~2018 年阿勒泰地区各站出现的最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数的平均值、最多和最少日数的空间分布均呈自西北向西南和东南递增的特征, 东部的富蕴和青河站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数明显多于中西部。这种分布特征与阿尔泰山脉和沙吾尔山脉的地形分布一致。

2) 38a 间阿勒泰地区各站最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的最多日数出现在 1980 年代和 1990 年代初, 最少日数则出现在 2000 年代初。初日最早的年份在 1980 年代、1990 年代和 2010 年代均有出现, 最晚则主要出现在 1990 年代; 在 38a 间, 初日最早全部出现在 9 月, 最晚为 10 月。终日最早出现在 2000 年代初, 最晚则没有明显的规律; 在 38a 间, 终日最早基本全在 4 月出现, 最晚则在 5 月。

3) 1981~2018 年间阿勒泰地区各站出现最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数均呈显著的减少趋势, 这与全球变暖的大环境背景条件有一定联系。福海、吉木乃、富蕴站减少趋势比全区快, 气候倾向率要快约 1~2 d/10a, 阿勒泰、青河站减少的趋势比全区慢 1 d/10a, 布尔津和哈巴河站比全区略慢, 接近全区平均值。

参考文献

- [1] 李海花, 刘大锋. 新疆阿勒泰地区冬季低温日数气候特征[J]. 干旱气象, 2013(3): 58-63+69.
- [2] 白松竹, 谢秀琴, 朱海棠. 阿勒泰地区 0 cm 地温变化特征及成因分析[C]//中国气象学会. S5 全球典型干旱半干旱地区气候变化及其影响, 2012.
- [3] 张家宝, 袁玉江. 试论新疆气候对水资源的影响[J]. 自然资源学报, 2002(1): 29-35.