

Distribution of Heavy Snow and Its Relation with East Asian Winter Monsoon in North-Central Inner Mongolia

Xueqiang Wang¹, Xuefeng Meng², Chenghai Wang³

¹Xilingol League Meteorological Bureau, Xilinhot Inner Mongolia

²Meteorological Bureau of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot Inner Mongolia

³Key Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of Gansu Province, College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou Gansu

Email: wxq13847906615@163.com

Received: Apr. 25th, 2019; accepted: May 7th, 2019; published: May 14th, 2019

Abstract

Based on the basic data and conventional observation data of 15 ground meteorological stations in Xilingol League of Inner Mongolia from 1970 to 2012, the spatial and temporal distribution characteristics of heavy snow in Xilingol League area are analyzed comprehensively, and the effects of East Asian Winter Monsoon on heavy snow and snow cover in Xilingol League area are compared and analyzed. The results show that the number of snowstorm days has gradually decreased from southeast to northwest in the past 40 years. The number of days of heavy snow has changed from a relatively stable change in the 1970s and 1980s to a state of obvious fluctuation in the past 20 years, while the number of days of heavy snow fluctuates slightly, except for the extreme values in individual years and the years without heavy snow. Heavy snow occurs from September to May of the following year, with the largest number in March and two peaks in March and November of the whole year. From 1970 to 2012, the East Asian winter monsoon showed an obvious linear weakening trend. The winter monsoon began to weaken in the mid-1980s. There was an obvious inverse correlation between the number of snow days and the East Asian winter monsoon index in Inner Mongolia, but not with the number of snowstorm days. This shows that the weakening of the East Asian winter monsoon is one of the reasons for the increase of heavy snow and snow cover in the north-central Inner Mongolia. First, the relationship with extreme snowfall events is not obvious.

Keywords

Heavy Snow, Snowstorm, Temporal and Spatial Variation, Correlation Analysis, East Asian Monsoon

内蒙古中北部大(暴)雪的分布及其与东亚冬季风关系

王学强¹, 孟雪峰², 王澄海³

¹锡林郭勒盟气象局, 内蒙古 锡林浩特

²内蒙古自治区气象局, 内蒙古 呼和浩特

³兰州大学, 大气科学学院/甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州

Email: wxq13847906615@163.com

收稿日期: 2019年4月25日; 录用日期: 2019年5月7日; 发布日期: 2019年5月14日

摘要

利用1970~2012年内蒙古锡林郭勒盟15个地面气象观测站基本资料和常规观测资料, 综合分析了锡林郭勒盟地区大(暴)雪时空分布特征, 并对比分析了东亚冬季风对锡林郭勒盟地区大(暴)雪及积雪的影响。结果表明: 近40年大(暴)雪日数由东南向西北逐渐减少。大雪的日数由20世纪七、八十年代的较平稳变化过渡到近20年的具有明显波动的状态, 而暴雪日数波动较小, 除了个别年份出现极值和没有出现暴雪的年份以外。大(暴)雪出现在9月至次年5月, 3月最多, 全年在3月和11月存在两个峰值。在1970~2012年期间, 东亚冬季风呈明显的线性减弱趋势, 冬季风自20世纪80年代中期开始减弱, 内蒙古大雪和积雪日数与东亚冬季风指数存在着明显的反相关关系, 而与暴雪日数相关关系不显著, 这表明, 东亚冬季风减弱是内蒙古中北部地区大雪、积雪增加的原因之一, 而与极端降雪事件的关系并不明显。

关键词

大雪, 暴雪, 时空变化, 相关分析, 东亚东季风

Copyright © 2019 by author(s) 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

锡林郭勒盟位于内蒙古自治区中北部, 东西长约 600 km, 南北宽约 460 km 总面积约为 20.3 万 km²。南邻河北省张家口、承德地区, 北与蒙古国接壤。全盟以草原植被为基本植被类型, 畜牧业经济为主体, 是我国四大草原之一, 草地面积占全盟总面积的 97.2% [1]。锡林郭勒盟地处中高纬西风环流带, 冷空气活动频繁, 冬季寒冷、漫长, 降水的主要形式是降雪, 而积雪的变化在气候系统中有着重要作用, 对于农业生产、生态环境有着重要的影响[2]-[7]。放牧牲畜是锡林郭勒盟地区主要的牧业生产方式, 受白灾的威胁最大, 频繁发生的雪灾造成大面积草场被掩埋和牲畜走失, 导致大量的牲畜死亡, 是制约经济建设和牧业发展的重要因素之一。王澄海等[8]对东亚冬季风变化与青藏高原冬季降雪减少的大气环流异常特征进行了分析研究; 杨凯, 王澄海[9]对青藏高原南、北积雪异常与中国东部夏季降水关系进行了研究, 目前关于冬季风指数和冬季降水关系的研究工作, 主要集中在冬季降(雪)水对冬季风初步响应的研究, 本文试图探讨东亚冬季风和内蒙古中北部地区冬季大雪、暴雪的相关特征, 这对内蒙古中北部地区大雪、暴雪的预测具有重要意义。因此, 通过对历史资料的统计分析, 总结大雪、暴雪天气的时空分布特点以及发生规律, 对提高此类天气的预报准确率及做好相关的防灾、减灾工作具有重要意义。

2. 资料

利用锡林郭勒地区的锡林浩特市、东乌珠穆沁旗、西乌珠穆沁旗、乌拉盖、阿巴嘎旗、那仁宝

力格、苏尼特左旗、苏尼特右旗、朱日和、二连浩特市、镶黄旗、正镶白旗、太仆寺旗、正蓝旗、多伦县 15 个气象观测站 43 年(1970~2012 年)的大雪、暴雪及积雪(积雪深度 ≥ 5 cm)年发生的日数为资料。对本地区的大雪、暴雪资料进行分析统计时,均采用地面气象观测中的 24 小时(20~20 时)降雪资料。日降雪量 ≥ 5 mm 记为单站大雪日,日降雪量 ≥ 10 mm 记为单站暴雪日(不计其中含雨夹雪的日数)。

东亚冬季风强度指数是定量研究东亚冬季风活动的重要表征量,研究冬季风建立的东亚冬季风指数较多,文中采用王会军等[10]提出的东亚冬季风指数(EAWMI),定义为 $25^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\text{E}\sim 145^{\circ}\text{E}$ 范围内 500 hpa 高度场的平均值,所用资料是美国国家环境预测中心的 1948~2012 年 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 空间分辨率的月平均大气再分析资料。

3. 大雪、暴雪时空分布特征

3.1. 空间分布特点

从全盟年平均大雪、暴雪日数分布来看(图 1(a)、图 1(b)),锡林郭勒盟的中东部和南部地区均是大雪、暴雪的多发区,这与南部的阴山山脉和东北部的大小兴安岭的地形屏障作用影响,偏南和东南暖湿气流受此地形强迫抬升使雪量增大[11]。锡林郭勒盟大雪日数最多的中心在西乌珠穆沁旗(34 d)、太仆寺旗(33 d),大值区都超过了 30 d,二连浩特为小值区,小值区为 8 d,其余地区由东南向西北逐渐减少。暴雪的分布特点基本和大雪相同,暴雪日数最多的中心为太仆寺旗、锡林浩特和西乌珠穆沁旗,大值区均为 6 d。西北部地区为最小值,小值区为 1 d。总的来看,大雪、暴雪日数的分布均是自东南向西北递减的。

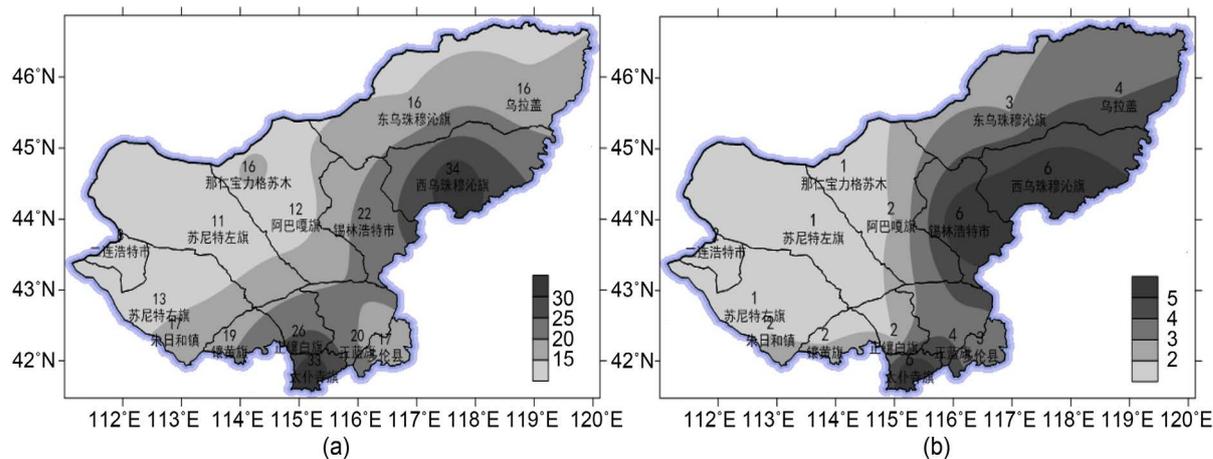


Figure 1. Distribution of heavy snow days (a) and snowstorm days (b) in Xilingol league area from 1970 to 2012

图 1. 锡林郭勒盟地区 1970~2012 年大雪日数(a)和暴雪日数(b)分布图

3.2. 时间分布特点

从锡林郭勒盟地区的大雪、暴雪月际变化图来看(图 2),大雪日数自 9 月至次年的 5 月份都有发生,各月之间差异较大,主要发生在 3、4 月和 10、11 月。3 月和 11 月发生的大雪日数最多,分别为 35 d 和 32 d,4 月和 10 月次之,分别为 30 d 和 26 d。暴雪发生的月份较大雪少,分别在 3、4、5 月和 10、11、12 月份,主要发生的月份与大雪基本一致。大雪和暴雪的发生日数在 3、4 月和 10、11 月存在两个峰值,原因主要是由于季节交替,冷暖空气的交汇频繁,从而有利于产生强降水天气。

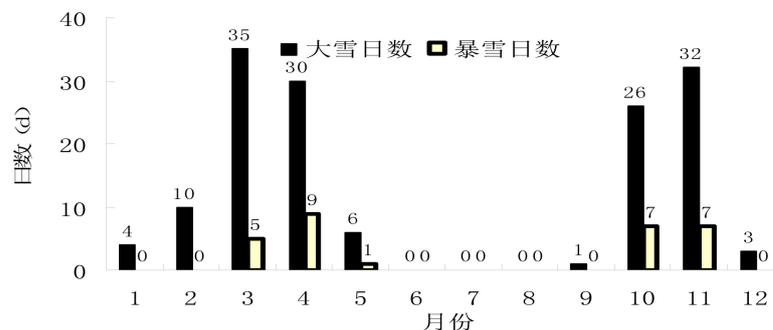


Figure 2. Intermonthly change of heavy snow and snowstorm in Xilingol league from 1970 to 2012

图 2. 锡林郭勒盟地区 1970~2012 年大(暴)雪月际变化

从锡林郭勒盟地区大雪、暴雪日的年际变化曲线来看(图 3), 大雪、暴雪在七十年代和九十年代至 21 世纪初发生的日数较多, 八十年代最少, 其中在 1992 年和 2003 年出现了大雪日数极大值, 极大值均为 9 日。暴雪日数的极大值则出现在 1977 年, 对应极大值为 5 日。总的来看, 大雪的日数由七、八十年代的较平稳变化过渡到近 20 年的具有明显波动的状态, 而暴雪日数波动较小, 除了个别年份出现极值和没有出现暴雪的年份以外。

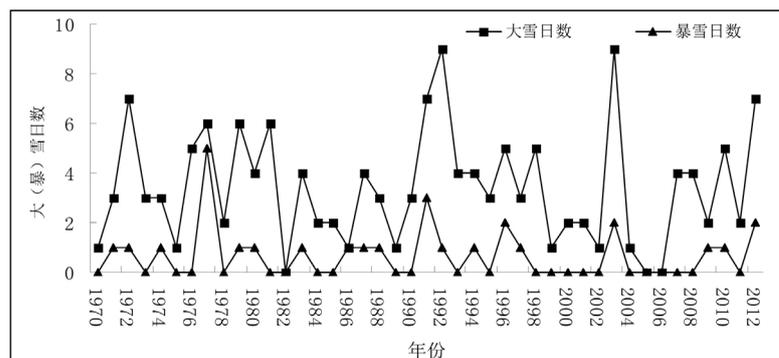


Figure 3. Interannual change curve of days of heavy snow and snowstorm in Xilingol league

图 3. 锡林郭勒盟地区大雪、暴雪日数年际变化曲线

4. 锡林郭勒盟地区冬季大雪、暴雪与东亚冬季风的相关特征

本文中的东亚冬季风指数(EAWMI)定义为 $25^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\text{E}\sim 145^{\circ}\text{E}$ 范围内 500 hpa 高度场的平均值, $\text{EAWMI} > 0$ 表示冬季风偏强。 $\text{EAWMI} < 0$ 表示冬季风偏弱。从图 4 可以看到, 东亚冬季风有明显的年际和年代际变化特征。冬季风年际变化幅度较大, 冬季风指数 1983 年最大, 2006 年最小。为了分辨季风强弱年, 以正(负)指数绝对值大于 1 个标准差代表强(弱)冬季风, 在 1970~2012 年时段内有 5 个强冬季风年和 9 个弱冬季风年, 强冬季风年分别为 1973、1976、1980、1983、1985; 弱冬季风年分别为 1972、1978、1986、1988、1989、1997、2001、2006、2008。强冬季风年均出现在 20 世纪 80 年代中期以前, 而弱冬季风主要集中在 80 年代中期以后。东亚冬季风存在明显的年代际变化, 东亚冬季风存在偏强期和偏弱期交替出现。EAWMI 的趋势表明, 1970~2012 年间东亚冬季风强度呈减弱趋势。图 2 表明, 1970~2012 年锡林郭勒盟地区大雪日数有着明显的年际变化, 偏多期和偏少期交替出现。大雪的日数由七、八十年代的较平稳变化过渡到近 20 年的具有明显波动的状态, 从大雪日数线性趋势来看, 1970~2012 年锡林郭勒盟地区平均有增加的趋势, 东亚冬季风与大雪日数之间存在着一定的反位相配置。这表明强冬季风年,

大雪日数相对减少；弱冬季风年，大雪日数相对增加。同时大雪日数的趋势表明锡林郭勒盟地区冬季极端降水天气是增加。总的来看，东亚冬季风减弱与内蒙古中北部地区冬季极端降水天气和干旱天气有着密切联系。

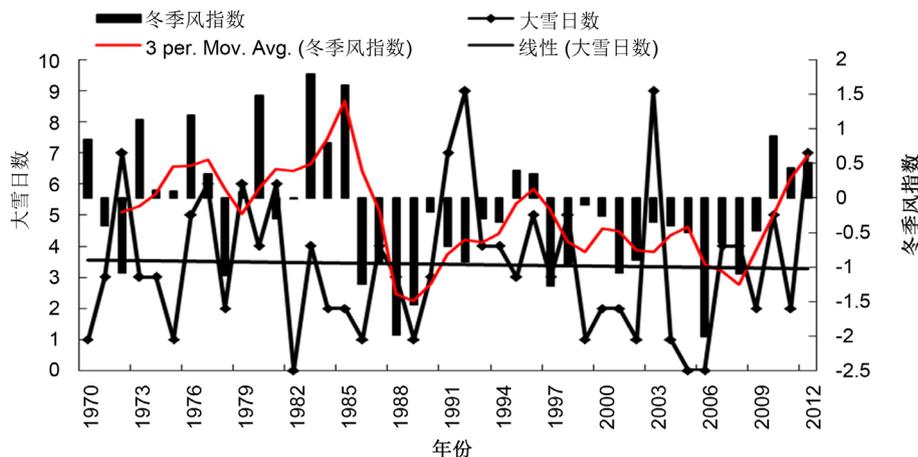


Figure 4. Interannual changes of east Asian winter wind index and heavy snow days in Xilingol league from 1970 to 2012

图 4. 1970~2012 东亚冬季风指数和锡林郭勒盟地区大雪日数年际变化

为进一步分析东亚冬季风与冬季大雪、暴雪、积雪日数作用的内在联系。从表 1 中可以看出，大雪日数、暴雪日数和积雪日数相关系数依次为-0.14，0.012，-0.129。大雪日数和积雪日数与东亚冬季风指数的相关系数都小于 0，存在着明显的反相关关系，而与暴雪日数相关关系不明显，这表明，东亚冬季风减弱是内蒙古中北部地区大雪、积雪增加的原因之一，而与暴雪关系并不明显。

Table 1. Spearman test results of the correlation between winter wind index and the number of days with heavy snow, snowstorm and snow cover

表 1. 冬季风指数与大雪、暴雪、积雪日数的 Spearman 相关性检验结果

因子		大雪日数	暴雪日数	平均积雪日数
冬季风指数	相关系数	-0.140	0.012	-0.129
	Sig. (1-tailed)	0.184	0.470	0.204
	N	43	43	43

5. 结论

1) 内蒙古中北部的大(暴)雪具有明显的空间变化特点，即大(暴)雪日数由东南向西北逐渐减少。大雪的日数近 20 年年际变率增大，表明大雪日数增多，这和全球极端事件的增加相一致。

2) 内蒙东部地区大(暴)雪出现在 9 月至次年 5 月，其中春初的 3 月最多；全年在 3 月和 11 月存在两个峰值，也即这两个时段是主要的大(暴)雪发生期，而冬季反而少于秋末和春初，很显然，这和冬季风的活动有关。

3) 在 1970~2012 年期间，冬季风和大雪、暴雪及积雪的相关分析表明，大雪日数和积雪日数与东亚冬季风指数存在着明显的反相关关系，而与暴雪日数相关关系不明显，这表明，东亚冬季风减弱是内蒙古中北部地区大雪、积雪增加的原因之一，而与暴雪关系并不明显。

基金项目

国家自然科学基金项目(41265004); 内蒙古暴风雪天气研究项目资助。

参考文献

- [1] 刘志刚, 王英舜, 等. 内蒙古锡林郭勒盟牧业气候区划[M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [2] 李小兰, 张飞民, 王澄海. 中国地区地面观测积雪深度和遥感雪深资料的对比分析[J]. 冰川冻土, 2012, 34(4): 755-764.
- [3] 王澄海, 王芝兰, 崔洋. 40 余年来中国地区季节性积雪的空间分布及年际变化特征[J]. 冰川冻土, 2009, 31(2): 301-310.
- [4] 王澄海, 董安祥, 王式功, 等. 青藏高原积雪与西北春季降水的相关特征[J]. 冰川冻土, 2000, 22(4): 340-346.
- [5] 李红梅, 李林, 高歌, 等. 青海高原雪灾风险区划及对策建议[J]. 冰川冻土, 2013, 35(3): 656-661.
- [6] 王芝兰, 王澄海. IPCCAR4 多模式对中国地区未来 40a 雪水当量的预估[J]. 冰川冻土, 2012, 34(6): 1273-1283.
- [7] 胡列群, 李帅, 梁凤超. 新疆区域近 50a 积雪变化特征分析[J]. 冰川冻土, 2013, 35(4): 793-800.
- [8] 王澄海, 李燕, 王艺, 东亚冬季风变化与青藏高原冬季降雪减少的大气环流异常特征[J]. 气候与环境, 20(4): 421-432.
- [9] 杨凯, 王澄海. 青藏高原南、北积雪异常与中国东部夏季降水关系的数值试验研究[J]. 大气科学, 2017, 41(2): 345-356.
- [10] 王会军, 贺圣平. ENSO 和东亚冬季风之关系在 20 世纪 70 年代中期之后的减弱[J]. 科学通报, 2012, 57(19): 1713-1718.
- [11] 孟雪峰, 孙永刚, 云静波, 胡英华. 内蒙古大雪的时空分布特征[J]. 内蒙古气象, 2011(1): 3-6, 41.

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