

A Comparison Study of Extreme Climate Changes in Different Areas in Northern China

Xiukun Qi, Yao Tang, Ying Zhou, Dongling Li*

Department of Geography & Spatial Information Techniques, Ningbo University, Ningbo Zhejiang
Email: *donglingli_06@126.com

Received: Jan. 31st, 2017; accepted: Feb. 14th, 2017; published: Feb. 17th, 2017

Abstract

Extreme climate events are a complex system including many meteorological disasters, which become the hot issue to the international community today. Based on records of extreme high temperature and extreme low temperature events in northeast China, North China and northwest China, we concluded that the highest rising rate of extreme maximum temperature events occurred in North China, while the rising rate of extreme minimum temperature is higher in northeast China than in North China. Besides, when precipitation in northeast China and North China reduced, the extreme precipitation events were strengthened with high frequency of droughts and floods. In northwest China, the extreme precipitation and drought events increased in most regions. All these phenomena indicate that the global climate warming results in the increasing frequency of extreme high temperature events and extreme precipitation events, but declining frequency of extreme low temperature events in most regions in China.

Keywords

Extreme Climate Events, Temporal and Spatial Variations, Impact Factors

近几十年来中国北方极端气候变化对比研究

齐秀莹, 唐耀, 周颖, 李冬玲*

宁波大学地理与空间信息技术系, 浙江 宁波
Email: *donglingli_06@126.com

收稿日期: 2017年1月31日; 录用日期: 2017年2月14日; 发布日期: 2017年2月17日

*通讯作者。

摘要

极端气候事件是一个包括诸多气象灾害事件的复杂系统,已成为当今国际社会普遍关注的热点问题。通过搜集近50年来中国东北、华北及西北地区的极端高温、极端低温事件的记录,利用Photoshop软件进行数据整理分析发现:华北地区极端最高气温上升速率较大,东北地区极端最低气温的上升速率最大,其次是华北地区;东北地区降水量减少,极端降水事件增多、增强,旱涝灾害频发;华北地区极端降水量明显减少,极端降水事件发生频次减少、强度减弱,有干旱的趋势;西北地区极端降水事件增多、增强,大多数地区干旱事件增多。这些表明由于全球气候变暖的加快,中国大部分地区极端高温事件增多、增强,极端低温事件减少、减弱,极端降水事件频发。

关键词

极端气候事件, 时空变化, 影响因素

Copyright © 2017 by authors 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

近几十年来,随着全球气候变暖,高温热浪、低温冷害、干旱、洪水等极端天气事件频繁发生,给人类的生产、生活造成了严重影响,对社会经济发展带来了严重危害。因此,研究极端天气事件对人类来说迫在眉睫,且意义重大。国内外许多专家学者致力于极端气候的研究,通过收集气象观测站的观测数据,用各种技术方法分析研究了极端气候事件的时空分布、变化趋势、发生原因等,并预测其未来发展的趋势,取得了一定成果。但是目前为止,对中国极端气候事件的时空分布规律进行全面总结的研究较少,本文试图通过总结有关中国或中国各地极端气温与降水事件的研究,并利用 Photoshop 软件进行统计,探究近几十年来中国极端气候事件的时空分布规律,探讨分析其发生的可能原因。

2. 中国北方极端气温事件及影响因子探讨

2.1. 东北地区极端气温事件

1951~2006年56年间,黑龙江省齐齐哈尔市气温显著上升,年极端最高气温以 $0.10^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率上升,暖夜以 $2.55\text{d}/10\text{a}$ 的速率上升,暖日以 $0.53\text{d}/10\text{a}$ 的速率上升,夏季日数以 $0.61\text{d}/10\text{a}$ 的速率增多,热夜日数以 $3.01\text{d}/10\text{a}$ 的速率增多,暖期持续日数以 $0.24\text{d}/10\text{a}$ 的速率增多。年极端最低气温以 $0.86^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率上升,冷夜以 $2.16\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少,冷日以 $0.95\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少,霜冻日数以 $4.04\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少,冰冻日数以 $1.72\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少,冷期持续日数以 $0.77\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少,日平均温差以 $0.33^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率减小[1]。

1961~2009年49年间,吉林省极端最高气温的增幅为 $0.05^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,极端高温日数以 $0.41\text{d}/10\text{a}$ 的速率增多;极端最低气温的增幅为 $0.88^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,极端低温日数以 $4.34\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少[2]。辽宁省极端最高气温的增幅为 $0.08^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,极端高温日数以 $1.02\text{d}/10\text{a}$ 的速率增多;极端最低气温的增幅为 $0.85^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,极端低温日数以 $4.38\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少[2]。

东北地区冷夜指数下降的幅度和暖夜指数上升的幅度远大于冷昼日数减少的幅度和暖昼日数增加的幅度, 极端最低气温的上升趋势远大于极端最高气温的上升趋势, 造成气温日较差显著减小; 极端高温事件增多、增强, 极端低温事件减少、减弱。

2.2. 华北地区极端气温事件

1951~2003年53年间, 北京市年平均气温、极端最高气温、极端最低气温都呈现上升趋势, 年平均气温增幅为 $0.39^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 极端最高气温的增幅为 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 极端最低气温的增幅为 $1.0^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。1971~2003年, 北京的高温事件呈现增加的趋势, 尤其是20世纪90年代以后, 低温事件呈现较明显的下降趋势, 下降幅度为 $1.24\text{次}/\text{a}$ [3]。1951~2009年59年间, 北京市冬季冷日和冷夜均呈现减少趋势, 其中冷夜减少趋势更明显, 为 $4.2\text{d}/10\text{a}$, 冷日减少趋势为 $1.7\text{d}/10\text{a}$ 。1960~2009年50年间, 北京市霜冻日数以 $3.58\text{d}/10\text{a}$ 的速率显著减少, 与年极端低温一样, 霜冻日数在1988年前后存在明显的突变现象。冬季北京极端低温事件强度趋于减弱, 冷夜持续出现日数呈减弱趋势。高温日数以 $1.19\text{d}/10\text{a}$ 的速率增加[4] [5] [6]。

1951~2009年59年间, 天津市极端最高气温和极端最低气温均呈现上升趋势, 极端最高气温以 $0.12^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率上升, 极端最低气温以 $0.80^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率上升, 上升幅度远大于极端最高气温, 导致气温日较差变小, 闷热天气增多。天津市的高温日数明显增加, 冬季缩短, 夏季延长, 入冬推迟, 入春入夏提前[7]。暖日以 $1.18\%/10\text{a}$ 的幅度显著增加, 冷夜以 $2.48\%/10\text{a}$ 的幅度显著减少, 霜冻日数以 $4.4\text{d}/10\text{a}$ 的幅度显著减少。值得一提的是, 暖日的增加、冷夜的减少以及霜冻日数的减少幅度都在1993年发生突变, 1993年后, 暖日增加幅度明显上升, 冷夜减少幅度明显下降, 霜冻日数显著减少[7]。持续暖期自80年代后迅速增加, 增加幅度为 $12.6\text{d}/10\text{a}$ 。持续冷期显著减少, 减少幅度为 $19.2\text{d}/10\text{a}$, 从20世纪50年代起, 持续冷期就呈现逐年代递减的趋势, 自1992年以来, 天津市已无持续冷期出现[7]。

1961~2005年45年间, 山西省年极端最高气温变化趋势不明显, 太原的年极端最高气温以 $0.15^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度升高, 大同、临汾的年极端最高气温分别以 $0.18^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.11^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度降低。年极端最低气温显著上升, 太原、大同、临汾的年极端最低气温分别以 $0.76^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.40^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $1.11^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度上升。临汾、运城的年内高温日数分别以 $0.89\text{d}/10\text{a}$ 和 $0.78\text{d}/10\text{a}$ 的速率显著减少。此外, 山西省年内平均气温高于 22°C 的相对暖日数增多, 年内最低气温低于 0°C 的相对冷日数显著减少, 寒潮呈现明显减少的趋势[8]。

1961~2008年48年间, 内蒙古气候明显变暖, 年平均气温以 $0.45^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度显著上升。1984~2006年23年间, 内蒙古地区霜冻出现的频次变化不明显, 其变化率为 $0.6\text{次}/10\text{a}$, 但由霜冻引发的农作物受灾面积的增加率较为显著, 其增加率为 $1536\text{km}^2/10\text{a}$, 并且两者呈现明显的正相关, 表明霜冻对农作物影响的强度加大, 经济损失在逐渐增加。低温冷害1984~2006年的增加率为 $0.9\text{次}/10\text{a}$, 农作物受灾面积的增加率为 $90.85\text{km}^2/10\text{a}$, 且两者呈现较明显的正相关。

2.3. 西北地区极端气温事件

据西北地区已有文献记载, 1961~2011年51年间, 青海省极端最低气温以 $0.56^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度上升, 极端最高气温以 $0.42^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度上升, 可见极端最低气温的升温趋势更明显。极端最高气温在20世纪变化不显著且偏低, 21世纪后急剧升高; 极端最低气温在波动中逐年升高, 21世纪后持续偏高[9]。同期, 青海省霜冻日数以 $4.0\text{d}/10\text{a}$ 的速度减少, 结冰日数以 $4.1\text{d}/10\text{a}$ 的速度减少, 夏天日数以 $1.6\text{d}/10\text{a}$ 的速率增加。霜冻日数和夏天日数均在1997年后变化趋势显著, 而结冰日数几乎一直保持明显的下降趋势, 2010年达到历史最低, 冷夜(昼)指数以 $7.8\text{d}/10\text{a}$ ($3.5\text{d}/10\text{a}$)的速率下降, 暖夜(昼)指数以 $6.8\text{d}/10\text{a}$ ($5.2\text{d}/10\text{a}$)的速率上升[9]。

1961~2010年50年间, 陕西地区年极端高温事件以3.4 d/10 a的趋势显著增加, 极端高温事件在20世纪80年代较少发生, 90年代中期以后显著增加, 2000年以后一直处于平均值以上, 平均高温日数无明显变化趋势。年极端低温事件以2.2 d/10 a的速率明显减少, 极端低温事件在90年代以前偏多, 90年代以后显著偏少, 90年代中期以后减少趋势最为显著。平均低温日数以2.7 d/10 a的速率减少, 减少趋势显著, 低温日数也在90年代中期以后显著减少[10]。

宁夏年平均气温自20世纪60年代中期以来持续上升, 1986年之后增温速率加快, 增温幅度高于全国平均值, 冬季增温最大[11]。1961~2004年44年间, 宁夏年极端最高气温以0.20℃/10 a的速率升高, 年极端最低气温以0.47℃/10 a的速率升高, 上升幅度明显大于年极端最高气温的上升幅度, 导致极端气温年较差呈下降趋势[12]。

宁夏1960~2009年50年间极端冷指标显著下降, 其中, 全天极端低温天数以0.40 d/a的速率减少, 其中白天、夜间的极端低温天数分别以0.25 d/a和0.66 d/a的速率减少。近50年间宁夏极端暖指标呈现升高的趋势, 全天极端高温天数每年增加0.76天, 其中, 白天、夜间极端高温天数分别以0.48 d/a和0.67 d/a的速率增加; 最大连续霜冻天数以0.30 d/a的速率减少, 生物生长季每年增加0.35天, 夏季天数每年增加0.29天[13]。

新疆地区气温从20世纪60年代开始就逐渐上升, 80年代中后期温度迅速变暖[14]。其中, 乌鲁木齐年均温在1993年突然显著升高, 此后一直持续升高。1950~2010年61年间, 乌鲁木齐的年极端最高(低)气温以0.27℃/10 a (0.57℃/10 a)的速率升高, 夏日天数以0.94 d/10 a的幅度增加, 热夜天数以1.39 d/10 a的幅度显著增加, 暖夜日数以1.84 d/10 a的幅度显著增加, 冷夜日数以8.64 d/10 a的幅度显著减少; 高温日数以0.82 d/10 a的幅度减少, 暖(冷)昼日数以0.82 d/10 a (4.63 d/10 a)的幅度减少, 霜(冰)冻日数以3.22 d/10 a (3.07 d/10 a)的幅度显著减少[15]。新疆阿勒泰地区1961~2008年48年间年极端最高(低)气温以0.39℃/10 a (1.11℃/10a)的速率上升, 极端最低气温的上升速率约为极端最高气温的3倍[16]。

1960~2009年50年间, 甘肃省平均气温以0.31℃/10 a的速率上升, 年内日最高(低)气温以0.24℃/a(0.29℃/10 a)的速率升高。全天极端高温天数以7.1 d/10 a的速率升高, 其中, 白天、夜间的极端高温天数分别以5.1 d/10 a和6.1 d/10 a的速率升高。全天极端低温天数以4.0 d/10 a的速率减少, 其中, 白天、夜间的极端低温天数分别以2.9 d/10 a和5.1 d/10 a的速率减少。 $\geq 35^\circ\text{C}$ 高温天数以0.4 d/10 a的速率增加, $\leq 0^\circ\text{C}$ 低温天数以3.0 d/10 a的速率减少[17]。

2.4. 中国北方极端气温事件分布特征及原因分析

综合中国北方文献资料以及数据发现, 近几十年来, 中国北方的年极端最高气温、年极端最低气温都有不同程度的上升, 全天极端高温天数普遍增加, 全天极端低温天数普遍减少, 暖日增加幅度明显上升, 冷夜减少幅度明显下降, 霜冻、冷冻日数减少, 中国北方各地的气候明显变暖。

为更好地探讨北方各地极端气温变化, 根据搜集全国各地已有文献记载的极端气温事件与表格, 利用Photoshop软件绘制了已有文献记录的中国部分地区的极端高温、低温事件发生频率分布图(图1)。从图中可以看出近几十年来, 中国大部分地区极端高温事件增多、增强, 极端低温事件减少、减弱, 可见, 气候变暖对中国的影响范围广、程度深。中国大部分地区极端最低气温的上升速率远大于极端最高气温的上升速率。极端最高气温上升速率较大的是华北地区, 极端最低气温的上升速率以东北地区最大, 其次是华北地区。就各个省份或城市而言, 极端最高气温上升速率较大的是青海省和新疆的阿勒泰地区; 山西临汾、新疆阿勒泰地区、北京市、东北三省、天津市、西藏地区和山西太原, 这些地区的极端最低气温的上升速率均达到较高水平。

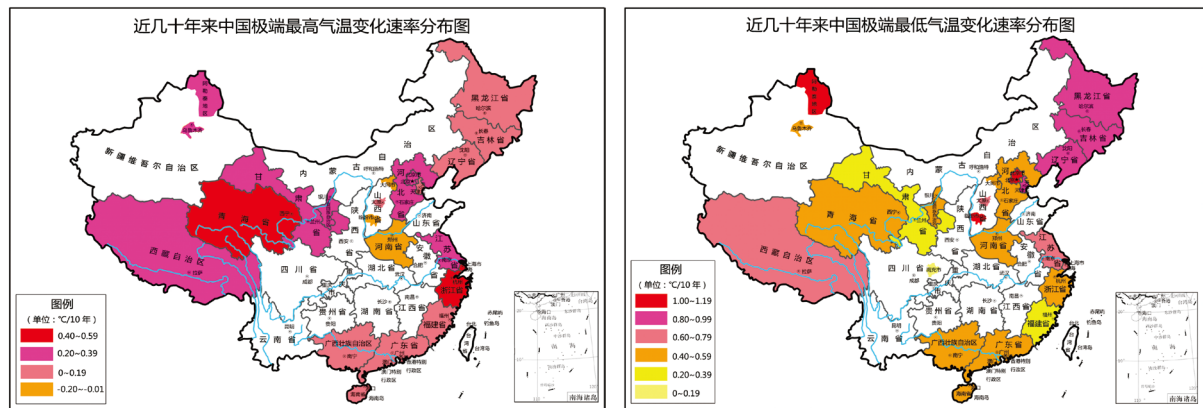


Figure 1. The rising rate of extreme heat and extreme low temperature events in Northern China

图 1. 近几十年来中国北方极端最高、最低气温变化速率分布图(单位: $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)

通过搜集全国各地已有文献记载的极端气温事件及原因分析,我们认为厄尔尼诺、太阳活动、城市化和工业化等人类活动是近几十年来极端气温事件频发的主要原因。厄尔尼诺现象主要指太平洋东部和中部的热带海洋的海水温度异常地持续变暖,使整个世界气候模式发生变化,造成一些地区干旱而另一些地区降雨量过多的情况。厄尔尼诺现象通过改变大气环流,造成水分空间分布的异常,从而导致气温的升高,干旱、洪灾的多发。太阳活动影响大气环流,进而影响天气气候,从而导致气温的寒暖变化与水旱灾害。此外,随着社会经济的发展,人类生产、生活排放出大量的温室气体,城市建设日益加深,范围不断扩大,且不注重居住环境与自然环境的结合,造成城市热岛效应的产生,导致城市市区气温远高于郊区的气温[18] [19]。

年极端高温以新疆(尤其是南疆)最为频发的原因主要是新疆地区缺乏水汽来源,降水偏少,同时地表覆盖物以沙漠为主,白天由于日照强,升温非常迅速。西北地区的年极端高温发生频次也较多,仅次于新疆,这与西北地区属于亚热带地区,夏季易受副热带高压控制,导致该地区的日最高气温较高有关。年极端高温在青海高原及甘肃南部的高原地带很少发生,原因是这些地区的海拔较高,导致温度普遍偏低[20]。

3. 极端降水事件及其影响因子讨论

气候变暖使地表水分蒸发加剧,导致大气中水分含量增多,为了维持水分的平衡,降水会增加,极端降水事件的发生频率会增大。气候变暖还会使水分循环加快,改变降水的空间分布,导致降水的空间分布不均,进而造成干旱和洪灾的频发。

3.1. 东北地区

21 世纪以来,黑龙江省的三江平原、松嫩平原和大小安岭林区冬季极端降水事件强度显著增强、雪灾频发,而春秋季节极端降水事件的发生频率明显减少,气候暖干化且夏秋季水资源短缺[21]。

黑龙江省齐齐哈尔市的年降水量以 $4.04 \text{ mm}/10 \text{ a}$ 的速率减少,连续有雨日数、连续无雨日数、大雨日数则分别以 $0.03 \text{ d}/10 \text{ a}$ 、 $2.68 \text{ d}/10 \text{ a}$ 和 $0.01 \text{ d}/10 \text{ a}$ 的幅度减少。平均雨日降水强度、1 日(5 日)最大降水量、非常湿天降水量、极端湿天降水量分别以 $0.07 \text{ mm}/10 \text{ a}$ 、 $0.85 \text{ mm}/10 \text{ a}$ ($1.11 \text{ mm}/10 \text{ a}$)、 $0.40 \text{ mm}/10 \text{ a}$ 和 $0.35 \text{ mm}/10 \text{ a}$ 的幅度增强[1]。

3.2. 华北地区

1951 年以来,北京市最大 1 日降水量以 $10.8 \text{ mm}/10 \text{ a}$ 的速率减小,降水日数和相对湿度分别以 1.90

d/10 a 和 1.17%/10 a 的速率减少。1960~2009 年 50 年间, 最大 1 日降水量和连续 5 日最大降水量分别以 5.47 mm/10 a 和 12.5 mm/10 a 的速率减少, 大雨以上降水日数、极端湿日天数、极端湿天降水量分别以 0.37 d/10 a、0.198 d/10 a 和 3.86 mm/10 a 的速率微弱减少, 而中雨降水日数以 0.92 d/10 a 的速率增加。1990~2009 年 20 年间北京市有逐渐干旱的趋势[2] [22]。

天津市 1951~2009 年 59 年间连续干日呈现增加趋势, 最大连续 5 天降水量、连续湿日减少, 日降水强度减弱, 强降水率和极强降水率分别以 1.92%/10 a 和 1.42%/10 a 的幅度减少。此外, 强降水率和极强降水率近年来周期变小, 这表明强降水发生频率增加[7]。

1984~2006 年 23 年间, 内蒙古地区干旱发生频次以 4.2 次/10 a 的速率增加, 因干旱造成的农作物的受灾面积增加率为 6118.80 km²/10 a [23]。由于降水过分集中, 造成处于干旱的气候背景下的内蒙古常有水灾发生, 特别是 7 月下旬到 8 月上旬, 暴雨和大暴雨集中出现最易造成洪灾。内蒙古 1984~2006 年 23 年间洪灾发生次数以 1.9 次/10 a 的速率增加, 由洪灾引起的农作物受灾面积也以 638.49 km²/10 a 的速率显著增加[23]。以上表明, 23 年间内蒙古洪灾的增加速率明显低于干旱的增加速率, 洪灾引发的农作物受灾面积的增加速率也明显低于干旱引发的农作物受灾面积的增加速率, 干旱的危害明显强于洪灾的危害[24]。

3.3. 西北地区

西北干旱区 1961~2000 年近 40 年来极端降水天数以 0.5 d/10 a 的速率增加, 20 世纪 80 年代中期以后迅速增加[25]。

陕西省的极端降水事件在 20 世纪 80 年代初期迅速增多, 到 80 年代末期减少, 2000 年后又增加。1961~2010 年近 50 年来陕西地区平均暴雨日数呈增加趋势, 夏季暴雨日数增加, 秋季暴雨日数下降; 严重干燥事件的频次以 0.21 次/10a 的速率增加, 尤其是在 1997 年以后严重干燥事件发生频繁; 严重湿润事件以 0.12 次/10a 的速率减少[10]。

1962 年以来, 宁夏年降水量、多年平均降水日数分别以 0.82 mm/a 和 0.23 d/a 的速率减少, 平均降水强度以每年 0.01 mm/d 的速率增加。1951~2004 年 54 年间, 宁夏成灾暴雨日数呈现显著上升趋势, 平均每 10 年增加 1 次。1990~2004 年近 15 年来, 宁夏共发生 9 次春季干旱, 干旱持续时间加长且程度加重[11] [26]。

1951~2008 年 58 年间, 新疆乌鲁木齐降水呈现增多趋势。年降水量在 1987 年气候突变后呈现显著上升趋势, 冬、夏两季的降水量增多趋势较为明显。1950~2010 年 61 年间, 乌鲁木齐的年降水量、最大 1 天(5 天)降水量分别以 13.72 mm/10 a、1.16 mm/10 a (1.58 mm/10 a) 的速率增加; 中(大)雨天数也以 0.49 d/10 a (0.28 d/10 a) 的速率增加, 降水强度以 0.17 (mm/d)/10 a 的幅度增加, 连续无雨日数则以 0.14 d/10 a 的幅度减少[15]。

1961~2008 年近 48 年来, 新疆阿勒泰地区的年最大日降水量和年降水强度分别以 0.6 mm/10 a 和 2.8 d/10 a 的速率增加, 且在 1999~2008 年 10 年间达到最高值, 大雨月和暴雨月集中出现, 并分别以 0.5 月/10 a 及 0.4 月/a 年的速率上升[16]。

1960~2009 年近 50 年来, 青海省极端降水天数、中雨天数分别以 0.14 d/10 a 和 0.18 d/10 a 的速率上升; 最大 1 天(5 天)降水总量以 0.37 mm/10 a (0.49 mm/10 a) 的速率上升, 且逐年平均降水强度的和 0.04 m/(a·d) [27]。

3.4. 中国北方极端降水分布特征及原因分析

综合中国各地文献资料以及数据发现, 近几十年来, 中国大部分地区的降水量、降水程度、降水日

数和相对湿度都有不同程度的上升，旱涝灾害发生频率不断上升，春旱严重，干旱持续时间加强且程度加重。

为更好地探讨全国各地极端降水的分布特征，根据搜集全国各地已有文献记载的极端降水事件与表格，利用 Photoshop 软件制作了图 2，表明随着气候变暖，中国大多数地区极端降水事件频发，旱涝灾害趋于严重。东北地区降水量减少，极端降水事件增多、增强，旱涝灾害频发；华北地区极端降水量明显减少，极端降水事件发生频次减少、强度减弱，有干旱的趋势；西北地区极端降水事件增多、增强，大多数地区干旱事件增多。

东北地区在北太平洋的一个闭合低压的控制下，又处在西太平洋副热带高压的边缘，同时在印度洋北侧和孟加拉湾上有南支槽存在，向东北输送大量的水汽；夏季风强度很强，来自印度季风的强西南气流与来自副热带高压的强偏南气流将大量的水汽集中输送到东亚地区，并与东北上空的偏南风汇合，使水汽输送到较高的纬度，南下的冷空气与北上的暖湿气流在东北东部交汇，利于锋面降水发生，也增加了极端降水的发生[28]。

华北地区位于东亚副热带季风区，降水量主要来自夏季降水。近 50a 来，全球变暖使东亚夏季风持续减弱，从南方输送而来的水汽减少，导致华北地区夏季降水量减少[29]。北极涛动处于负位相，导致东亚地区中纬度和高纬度的经向环流加强，也导致冷空气南袭，造成了华北地区的干冷气候；与此同时，拉尼娜的海温出现异常分布，使西北太平洋副热带高压偏弱且偏南，从而导致西太平洋的水汽向华北地区输送的过程受阻，进而造成华北地区干旱[29]。

宁夏位于西北内陆，处于半湿润区、半干旱区向干旱区的过渡带，属温带干旱半干旱气候。全球气候变暖，加速了土壤水分蒸发，导致土壤干旱化加剧[13]。

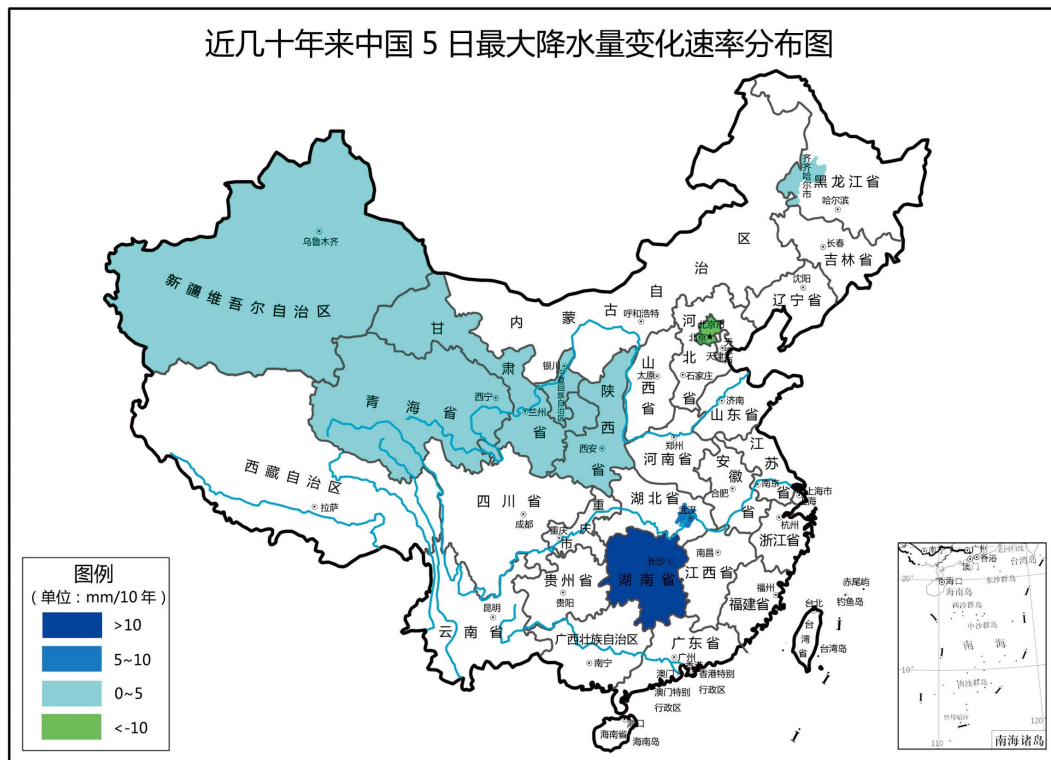


Figure 2. The spatial variation of the maximum 5-day precipitation in recent decades in China

图 2. 近几十年来中国 5 日最大降水量变化速率分布图(单位: mm/10a)

4. 结论

(1) 通过总结中国北方各地极端气候事件的相关研究, 并利用 Photoshop 软件进行统计, 发现近几十年来, 随着全球气候变暖, 北方大部分地区极端高温事件增多、增强, 极端低温事件减少、减弱极端降水事件频发, 旱涝灾害趋于严重。

(2) 中国北方地区极端最低气温的上升速率远大于极端最高气温的上升速率。极端最高气温上升速率较大的是华北地区, 极端最低气温的上升速率以东北地区最大, 其次是华北地区。极端气温普遍成因有厄尔尼诺现象、太阳活动以及城市化、工业化和人类活动。

(3) 西北地区年极端高(低)温发生频次存在特殊性。年极端高温以新疆(尤其是南疆)最为频发, 西北东南部地区的年极端高温发生频次也较多, 而年极端高温在青海高原及甘肃南部的高原地带很少发生; 极端低温在高原地区多发, 北疆极端低温发生频次也较多。

(4) 极端气温与极端降水存在一定的关联性。中国大部分地区极端高温事件增多、增强, 气候变暖使地表水分蒸发加剧, 导致大气中水分含量增多, 为了维持水分的平衡, 降水会增加, 极端降水事件的发生频率会增大。气候变暖还会使水分循环加快, 改变降水的空间分布, 导致降水的空间分布不均, 进而造成干旱和洪灾的频发。

基金项目

浙江省宁波大学大学生科研创新计划(SRIP)项目资助。

参考文献 (References)

- [1] 娄德君, 李治民, 王冀, 高振铎. 近 50a 齐齐哈尔市极端气候事件特征分析[J]. 黑龙江气象, 2009, 26(1): 6-9
- [2] 严晓瑜, 赵春雨, 王颖, 何勇. 近 50 年东北地区极端温度变化趋势[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(1): 81-87.
- [3] 郑祚芳, 张秀丽. 北京极端天气事件及其与区域气候变化的联系[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(3): 55-59.
- [4] 郑祚芳. 北京极端气温变化特征及其对城市化的响应[J]. 地理科学, 2011, 31(4): 459-463.
- [5] 许国宇. 1951~2009 年冬季北京极端低温事件变化分析[J]. 气象与环境科学, 2011, 34(1): 23-26.
- [6] 李庆祥, 黄嘉佑. 北京极端低温事件的长期变化特征[J]. 高原气象, 2012, 31(4): 1145-1150.
- [7] 杨艳娟, 任雨, 郭军. 1951~2009 年天津市主要极端气候指数变化趋势[J]. 气象与环境学报, 2011, 27(5): 21-26.
- [8] 王智娟, 秦爱民, 史海平, 薛双青, 孙悦. 近 45 年来山西区域极端气候事件的变化特征[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2008, 22(2): 86-90.
- [9] 申红艳, 马明亮, 王冀, 王力, 李江英. 青海省极端气温事件的气候变化特征研究[J]. 冰川冻土, 2012, 34(6): 1371-1379.
- [10] 蔡新玲, 吴素良, 贺皓, 等. 变暖背景下陕西极端气候事件变化分析[J]. 中国沙漠, 2012, 32(4): 1095-1101.
- [11] 杨淑萍, 赵光平, 穆建华, 等. 宁夏极端气候事件及其影响分析[J]. 中国沙漠, 2008, 28(6): 1169-1173.
- [12] 纳丽, 陈晓光, 郑广芬, 胡文东, 孙银川. 宁夏近 40 年极端气温变化特征分析[J]. 宁夏工程技术, 2006, 5(1): 4-7.
- [13] 张明军, 汪宝龙, 魏军林, 等. 近 50 年宁夏极端气温事件的变化研究[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(4): 152-160.
- [14] 马岚. 新疆气候变化与生态环境评估[J]. 现代园艺, 2013(8): 147.
- [15] 慈晖, 张强. 1951~2008 年乌鲁木齐极端气候事件分析[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 22-28.
- [16] 古丽扎提哈布肯, 赵景波. 新疆阿勒泰地区近 50 年来极端气温与降水变化[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(7): 112-116.
- [17] 汪宝龙, 张明军, 魏军林, 黄小燕, 王圣杰. 1960~2009 年甘肃省极端气温的变化[J]. 干旱区研究, 2012, 29(4): 674-680.
- [18] 史军, 丁一汇, 崔林丽. 华东极端高温气候特征及成因分析[J]. 大气科学, 2009, 33 (2): 347-358.
- [19] 闫俊霞, 张建峰, 张春玲. 1961~2008 年华南地区极端温度变化趋势研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(25): 13879-

13880.

- [20] 杨金虎, 江志红, 魏锋, 吴胜安. 近 45a 来中国西北年极端高, 低温的变化及对区域性增暖的响应[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 625-631.
- [21] 高永刚. 黑龙江省 1967 年至 2007 年极端气温与降水综合强度的时空特征分析[J]. 资源科学, 2012, 34(11): 2170-2180.
- [22] 李书严, 马京津, 轩春怡, 王冀. 1951~2008 年北京极端天气事件分析[J]. 气候与环境研究, 2012, 17(2): 244-250.
- [23] 张秀丽, 倪娜. 北京极端降水事件变化及对城市水资源的影响[J]. 宁夏农林科技, 2013, 54(2): 103-106.
- [24] 白美兰, 郝润全, 高建峰, 刘宏伟. 内蒙古地区极端气候事件分布特征及对农业影响评估[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(2): 21-27.
- [25] 任朝霞, 杨达源. 近 40a 西北干旱区极端气候变化趋势研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(4): 10-13.
- [26] 李菲, 张明军, 李小飞, 等. 1962~2011 年来宁夏不同等级降水的变化特征[J]. 生态学杂志, 2013, 32(8): 2154-2162.
- [27] 汪宝龙, 张明军, 魏军林, 王圣杰, 马潜. 1960~2009 年青海省极端降水事件的变化特征[J]. 水土保持通报, 2012, 32(4): 92-96.
- [28] 陈晓燕. 中国北方极端降水事件特征及成因研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2012.
- [29] 沈晓琳, 祝从文, 李明. 2010 年秋, 冬季节华北持续性干旱的气候成因分析[J]. 大气科学, 2012, 36(6): 1123-1134.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>期刊邮箱: ojs@hanspub.org