

白银市伏旱的气候变化特征及El Nino的影响

郭俊瑞

白银市气象局, 甘肃 白银

收稿日期: 2023年10月9日; 录用日期: 2023年11月10日; 发布日期: 2023年11月20日

摘要

为农业抗旱减灾提供准确的气候信息, 充分利用气候资源, 调整作物种植结构和产业布局, 加快白银市生态环境建设。利用白银市四站1957~2022年66年的降水量资料, 计算了伏旱指数, 使用EOF、线性倾向估计、非参数统计检验方法——MK、滑动谱分析等方法, 分析了伏期干旱的气候变化特征。结果表明: (1) 白银市伏旱主要有两种变化形式: 全市一致型和南北相反型; (2) 北部伏旱趋势不显著, 南部伏旱有显著增加趋势, 但北部的年代际变化要比南部大。北部2015年以来转入正常~多雨期, 南部现在正处于干旱位相; (3) 北部伏旱无明显周期, 南部有显著的3a周期; (4) 北部于1991年发生突变, 干旱减弱, 但2004年以后干旱又有所加剧; 南部于1996年发生突变, 干旱持续增强; (5) 当El Nino发生时, 白银市夏季降水偏少几率增加, 容易导致伏期出现干旱。该研究有助于进一步认识伏旱的气候变化特征和影响因素, 为气候预测提供了重要信息。

关键词

伏旱, 气候变化, 特征, El Nino

The Climatic Characteristics of the Mid-Summer Drought in Binyin and El Nino to Its Influence

Junrui Guo

Baiyin Meteorological Bureau, Baiyin Gansu

Received: Oct. 9th, 2023; accepted: Nov. 10th, 2023; published: Nov. 20th, 2023

Abstract

To provide accurate climate information for agricultural drought relief, make full use of climate

文章引用: 郭俊瑞. 白银市伏旱的气候变化特征及 El Nino 的影响[J]. 气候变化研究快报, 2023, 12(6): 1165-1170.
DOI: 10.12677/ccrl.2023.126120

resources, adjust crop planting structure and industrial layout, and accelerate the ecological environment construction in Baiyin City. Based on the precipitation data of four stations in Baiyin from 1957 to 2022, using EOF, linear tendency estimation, nonparametric statistical test methods—MK, sliding spectrum analysis and other methods, the mid-summer drought index was calculated and the climate change characteristics of summer drought were analyzed. The result shows that: (1) There are two main types of the mid-summer drought in Baiyin: The same type in the whole city and the opposite type in the north and the south. (2) The trend of the mid-summer drought in the north is not significant, but the trend of the summer drought in the south is significant, but the interdecadal variation in the north is larger than that in the south. The north has been back to normal-rainy period since 2015 and the south is now in a dry spell. (3) There is no obvious period of the mid-drought in the north, but there is a significant period of 3a in the south. (4) In 1991, there was a sudden change in the north, and the mid-drought weakened, but it intensified after 2004. In 1996, there was a sudden change in the south, and the mid-drought continued to intensify. (5) When El Nino occurs, there is less rainfall in Baiyin in the summer, which tends to lead to the mid-drought in the incubation period. This study is helpful to further understand the characteristics and influencing factors of climate change, and provides important information for climate prediction.

Keywords

The Mid-Summer Drought, Climatic Variety, Characteristic, El Nino

Copyright © 2023 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

白银市与同纬度地区相比较, 降水明显偏少, 干旱发生频率高。按照年降水 < 250 mm 为干旱区, 250~450 mm 为半干旱区, 则全市处于干旱半干旱过渡区。该地区又处于东亚季风边缘区, 受西风带和高原季风的综合影响, 使得该地区的气候问题变得极其复杂[1] [2] [3] [4] [5]。但突出的气候特点是降水稳定性差, 干旱发生频率高, 干旱是影响当地雨养农业的主要气象灾害。全市近 70%的耕地以旱作农业为主, 降水对农业生产、人畜饮用和人们日常生活构成了重大影响。在各时段的干旱中, 伏旱的影响较为重大, 因为, 伏旱既影响当年的秋粮生产, 重伏旱年可造成秋粮大面积减产甚至绝收。伏期降水偏少对深层土壤蓄墒不利, 进而又影响来年的夏粮生产。近年来, 伏旱有频发趋势[6] [7]。以前有人[8]-[14]研究过白银的干旱气候特征, 在全球增暖背景下, 我国干旱灾害的严重程度、持续时间和影响范围均呈增加趋势[15] [16] [17]。时过 20 年, 气候发生了较大变化, 白银伏旱的趋势、突变、周期等特征又是如何变化的, 需进一步再做分析。海表温度异常对全球气候产生较大影响, 已引起广泛关注。有必要探索赤道太平洋异常海温 El Nino 对白银市伏旱的影响。为目前振兴乡村决策提供准确的气候信息, 有利于充分利用气候资源, 调整作物种植结构和产业布局, 对加快白银市生态环境建设具有重要的意义。

2. 资料和方法

选取白银市辖区内景泰、白银、靖远、会宁 4 个气象站旬降水量资料(1957~2022) NCEP/NCAR 再分析北半球 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格点海温资料(1951~2022)。

伏旱的起止时间: 7 月中旬~8 月中旬

伏旱指数: $F_{ij} = (X_{ij} - \bar{X})/S$

其中, X_{ij} 为某站逐年伏期降水量, $\bar{X}$ 为某站多年平均值, 均方差 $s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}$

干旱指数值大致介于-2~+4 之间。干旱指数越小, 干旱程度越大, 反之亦然。

伏旱的大气干旱标准:

$F_{ij} < -1.2$ 特旱

$-1.2 \leq F_{ij} < -0.8$ 重旱

$-0.8 \leq F_{ij} < -0.4$ 轻旱

$-0.4 \leq F_{ij} < 0.5$ 正常

$F_{ij} \geq 0.5$ 多雨

为客观定量地分析该区伏旱的分布及变化特征, 使用 EOF 方法对伏旱资料进行分区。EOF 能够把随时间变化的气象要素场分解为空间函数部分和时间函数部分。空间函数部分能够概括场的地域分布特点, 对应载荷向量(LV), 一经求出就不随时间变化。

使用线性倾向估计分析干旱变化倾向率, 并用假设统计检验法对趋势的显著性进行分析检验; 采用非参数统计检验方法——Mann-Kendall 法检测序列的突变点[18]; 使用滑动谱分析[19]检测周期。

3. 结果

3.1. 伏旱的气候变化特征

3.1.1. 伏旱的空间异常特征

对白银 4 站近 66 年伏旱指数 EOF 分析(图 1), 第一特征向量 LV1, 各站皆为正值, 解释方差达到 68.35%; 第二特征向量 LV2, 南北相反, 北部景泰、白银两站为负值, 南部靖远、会宁两站为正值, 解释方差达到 18.05%; 第三特征向量 LV3, 中部白银、靖远二站为正值, 北部景泰、南部会宁站为负值, 解释方差达到 10.31%; 第四特征向量的解释方差只有 3.29%。前两个向量累积解释方差超过了 86%, 体现了白银市伏旱的两种主要变化形式: 全市一致型和南北相反型。

从第三和第四特征向量来看, 南北和中部具有差异存在, 说明了白银市伏旱变化的复杂性。因此, 我们选择会宁代表南部, 白银代表北部, 分析干旱的时间变化。

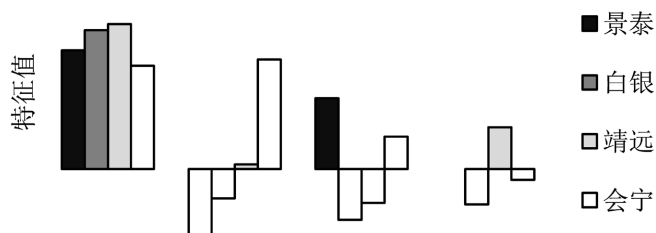


Figure 1. Eigenvectors of EOF decomposition during summer drought in Baiyin
图 1. 白银市伏旱 EOF 分解的特征向量

3.1.2. 伏旱的时间变化特征

1) 伏旱趋势、年代际变化特征

各地伏旱指数普遍有减少趋势, 北部不显著, 南部以 0.15 mm/10a 的速率显著减少($r = -0.29$, $P < 0.01$), 即南部的伏旱有增强趋势; 南部进入 1996 年以后减少趋势更加明显(图 2); 北部的年代际变化要比南部大。从干旱指数的三年滑动平均历史演变中可以看出: 北部伏旱主要发生在 1960~1967、

1971~1975、1980~1991、2003~2013 年, 2015 年以来转入正常~多雨期; 南部伏旱主要发生在 1971~1975 年、1985~1988 年和 1997 年以后三个阶段, 现在正处于干旱位相。

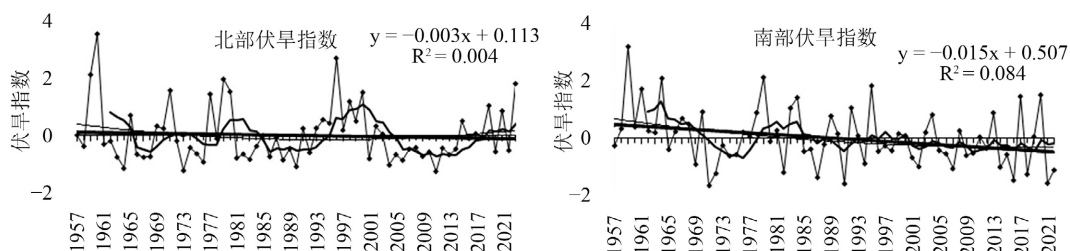


Figure 2. Historical evolution of the drought index in Baiyin

图 2. 白银市伏旱指数历史演变

2) 伏旱的周期、突变特征

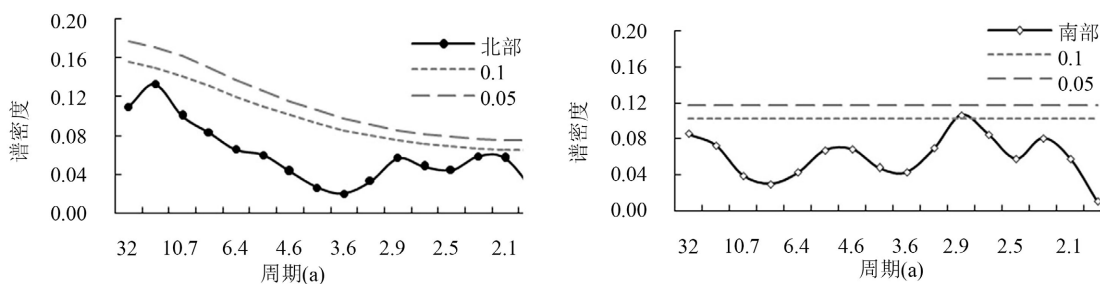


Figure 3. Power spectrum analysis of summer drought index in Baiyin

图 3. 白银市伏旱指数功率谱分析

功率谱分析结果表明(图 3): 北部无明显周期, 南部有显著的 3a 周期。

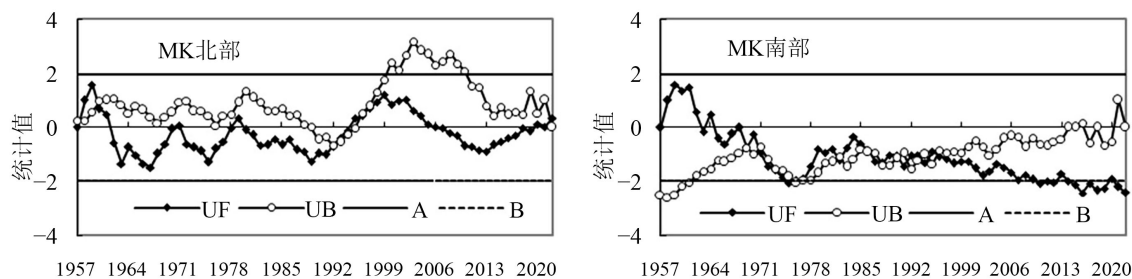


Figure 4. Analysis of sudden changes in the summer drought index in Baiyin

图 4. 白银市伏旱指数突变分析

M-K 分析结合伏旱历史演变(图 2)结果: 北部于 1991 年发生突变增加, 干旱减弱, 但 2004 年以后干旱又有所加剧; 南部于 1996 年发生突变减少, 干旱持续增强(图 4)。

3.2. El Nino 的影响

统计 El Nino 年夏季 6~8 月 nino 3.4 区平均海温距平, 1957 年以来共有 12 次在 0.5℃ 以上, 对应白银市各地伏旱, 则景泰、靖远发生伏旱的几率为 83%, 白银为 67%, 会宁为 58%。

通过计算 1~8 月、冬季 12~2 月, 春季 3~5 月 nino 3.4 区平均海温距平与白银市各站伏旱指数的相关系数, 靖远、会宁与 7 月、8 月和 nino 3.4 区夏季海温距平有显著的负相关, 其余各月各站相关不显著。说明各站干旱对 El Nino 的响应不完全一致。

白银市气象局立项的《白银市汛期降水气候预测因子研究》(2017), 统计了 1961~2010 年夏季期间发生 El Nino 的 10 个年份中国西北地区东部各站降水偏少的几率, 从图 5 中可以看出, 当夏季有 El Nino 出现时, 西北地区东部夏季降水普遍偏少, 其中高原东部 - 甘肃中东部 - 宁夏 - 陕西西部偏少几率在 70% 以上, 兰州、榆中、临夏、临洮、华家岭、惠农、西峰等站点偏少几率达到 100%, 民和、海原、固原、环县、平凉、合作、岷县、略阳等站点偏少几率达到 90%, 而高原大部及陕南在 60% 以下, 特别是青南高原在 50% 以下, 表明了高原、高大山脉对气候的影响。高原东侧的气候变化敏感区, 对 EL nino 的响应程度要高出其它区域。而且 El Nino 对夏季各月降水的影响与夏季的分布基本相同。

说明当 El Nino 发生时, 有利于白银市夏季降水偏少, 容易导致伏期出现干旱。

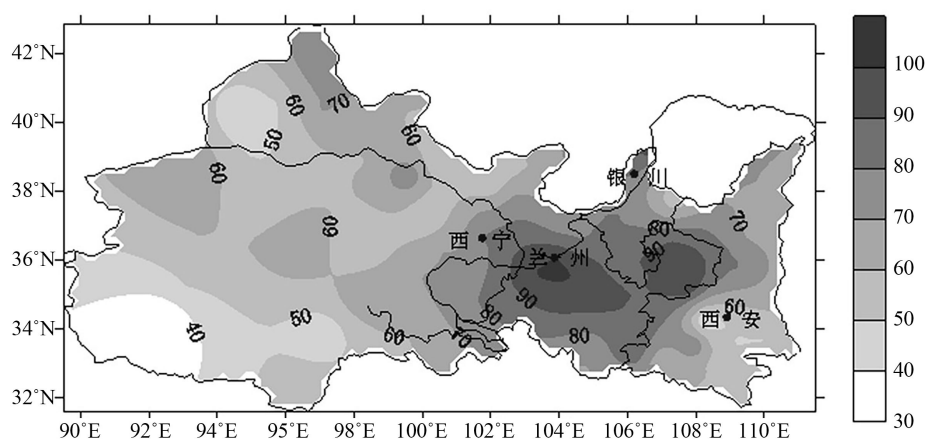


Figure 5. Probability of insufficient summer precipitation in the eastern northwest of China in El Nino year
图 5. El Nino 年中国西北地区东部夏季降水偏少的几率

4. 结论

- 1) 白银市伏旱有两种主要变化形式: 全市一致型和南北相反型。
- 2) 北部伏旱趋势不显著, 南部伏旱有显著增加趋势, 但北部的年代际变化要比南部大。北部 2015 年以来转入正常~多雨期, 南部现在正处于干旱位相。
- 3) 北部伏旱无明显周期, 南部有显著的 3a 周期。
- 4) 北部于 1991 年发生突变, 干旱减弱, 但 2004 年以后干旱又有所加剧; 南部于 1996 年发生突变, 干旱持续增强。
- 5) 当 El Nino 发生时, 白银市夏季降水偏少几率增加, 容易导致伏期出现干旱。

降水量是大气干旱的主要因素, 标准化降水也是我国常用的干旱指数[20] [21] [22]之一, 通过我们与以前工作[8]的对比, 在重旱以上级别或多雨年, 两者基本一致, 差异主要在正常级别附近, 这是不可避免的阈值界定问题。需要在具体预测服务中注意。

5. 讨论

标准化降水指数是相对本站平均值和均方差而计算的, 不同台站具有不同的平均值和均方差, 如果研究区域处于降水量变化不大的同一个气候区, 比如都属于干旱区, 这样的话就可以讨论干旱的空间分

布。反之，区域内气候差异大，如白银市南部降水是北部的两倍，讨论干旱空间分布就失去了意义。

通过分析 El Nino 与伏旱的关系，虽然 El Nino 出现时白银发生伏旱的几率较高，但也有无伏旱的年份，甚至没有 El Nino 也会发生伏旱，说明 El Nino 不是影响白银伏旱的唯一因素。下一步我们将进一步诊断分析。

基金项目

白银市科技局科技计划项目“白银市伏旱的气候特征及其影响因子分析”(2023-1-61R)。

参考文献

- [1] 罗哲贤. 西北干旱研究的若干问题[J]. 干旱气象, 2003, 21(4): 55-58.
- [2] 孙国武. 中国西北干旱气候研究[M]. 北京: 气象出版社, 1997: 384.
- [3] 叶笃正, 杨广基, 王兴东. 东亚和太平洋上空平均垂直环流(一)夏季[J]. 大气科学, 1979, 3(1): 1-11.
- [4] 夏权, 孙喆, 吴芳蓉, 等. 陇中地区玉米春霜冻害等级指标研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(31): 167-171.
- [5] 魏桂英, 陈少勇, 张媛文. 腾格里沙漠南缘沙尘暴的气候变化特征分析——以甘肃省景泰县为例[J]. 干旱区研究, 2015, 32(6): 1133-1139.
- [6] 杨小霞, 严加坤. 干旱胁迫对不同年代谷子苗期根系表型的影响[J]. 中国农学通报, 2023, 39(7): 24-32.
- [7] 卓玛草, 袁建钰, 韩博, 等. 气候变化对甘肃省雨养农业区玉米种植区划的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(2): 211-219.
- [8] 陈少勇, 李逢春, 曹治国, 等. 白银市干旱气候特征[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(4): 93-97.
- [9] 陈少勇. 干旱对白银市夏粮生产的影响[J]. 甘肃农业, 2000(7): 42-43.
- [10] 陈少勇, 瞿汶. 白银市春末夏初干旱气候分析[J]. 甘肃气象, 1999, 17(4): 20-22.
- [11] 王银花, 石光普, 王将, 等. 靖远县近 60 年来农业气候资源变化特征[J]. 中国农学通报, 2014, 30(2): 302-308.
- [12] 韩通, 陈少勇, 乔立. 祖厉河流域近 50a 降水变化及典型人类活动对降水的影响[J]. 干旱气象, 2009, 27(3): 220-226, 244.
- [13] 石光普, 杨文科, 景怀玺, 等. 白银市夏季降水特征及其大气环流异常分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(3): 1537-1541, 1544.
- [14] 张仲杰, 杨鑫, 李奇三. 中国西北东部降水量变化的空间分布及突变特征[J]. 农学学报, 2017, 7(10): 84-89.
- [15] 薛亮, 袁淑杰, 王劲松. 我国不同区域气象干旱成因研究进展与展望[J]. 干旱气象, 2023, 41(1): 1-13.
- [16] 韩兰英, 张强, 贾建英, 等. 气候变暖背景下中国干旱强度、频次和持续时间及其南北差异性[J]. 中国沙漠, 2019, 39(5): 1-10.
- [17] 王敏, 尹义星, 陈晓旻, 等. 基于 SPEI 的近百年天津地区气象干旱时空演变特征[J]. 干旱气象, 2022, 40(1): 11-21.
- [18] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 60-91.
- [19] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, 16(4): 482-493.
- [20] 钱正安, 吴统文, 宋敏红, 等. 干旱灾害和我国西北干旱气候的研究进展及问题[J]. 地球科学进展, 2001, 16(1): 28-38.
- [21] 中央气象局气象科学研究所, 等. 中国近 500 年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1981.
- [22] 吴晓文, 钱正壹. 青藏高原北侧地区夏季干湿年间垂直运动及高原热力影响差异的对比分析[J]. 气象学报, 1996, 54(5): 558-568.