

张磊,潘婕,陶生才,等. 基于标准化降水指数的近51 a 山东临沂市旱涝时空特征[J]. 干旱气象, 2013, 31(4): 695-701, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-04-0695

基于标准化降水指数的近51 a 山东临沂市旱涝时空特征

张磊¹, 潘婕², 陶生才³, 赵福年⁴

(1. 山东省临沂市气象局, 山东 临沂 276004; 2. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081;
3. 甘肃省酒泉市气象局, 甘肃 酒泉 735000; 4. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 基于1961~2011年临沂市10个气象观测站的逐月降水数据, 采用标准化降水指数(SPI), 分析了临沂市旱涝时空分布特征。结果表明: 临沂市旱涝变化具有阶段性特征, 1960年代初中期和1970年代初中期, 雨涝频繁; 1960年代中后期和1970年代中后期及整个1980年代, 干旱频繁; 1990年代到21世纪初早期旱涝交替发生, 2003年以后以雨涝为主。冬春季干旱呈弱的减轻趋势, 秋旱呈弱加剧趋势, 夏季旱涝变化趋势不明显。北部山区、西部丘陵、南部平原的旱涝变化总体上具有相对一致的趋势, 但在1960年代中期、1980年代中期、21世纪初早期西部丘陵的旱涝变化幅度较其他2个区域要大。全市旱涝变率在21世纪初早期最大, 1970年代中后期最小, 3个区域的变率总体上表现出与全市大致相同的趋势, 2004年以后南部平原旱涝变率持续增大。

关键词: 标准化降水指数(SPI); 旱涝; 时空特征; 临沂市

文章编号: 1006-7639(2013)-04-0695-07 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-04-0695

中图分类号: P426.616

文献标识码: A

引言

气象灾害造成的损失巨大, 而在气象灾害中, 旱涝灾害的影响又最为严重^[1]。山东临沂市地处鲁中南低山丘陵区东南部和鲁东丘陵南部, 全市山地、丘陵、平原面积各占1/3, 属于暖温带季风区大陆性气候, 春季少雨多风, 易发生春旱; 夏季高温高湿, 洪涝、大风、冰雹灾害性天气较为频繁; 秋季降水变率大, 亦有秋旱出现; 冬季寒冷干燥, 雨雪稀少。临沂是山东省内自然灾害发生最频繁、受灾损失最严重的地区之一, 由于其独特的地理位置、地貌形态以及气候特征, 各种自然灾害发生频率和灾害程度各不相同, 其中发生频率最高的是旱涝灾害^[2], 对工农业生产造成了严重的影响, 分析其演变特征和发生规律, 能够为应对气候变化背景下的临沂市抗旱防涝减灾工作提供理论依据。

目前, 常用的旱涝指标主要包括降水距平百分率(Pa)、Palmer 干旱指数(PDSI)、土壤相对湿度指数、

标准化降水指数(SPI)、Z指数、综合气象干旱指数(CI)等。国内外不少学者对比分析了不同指数监测干旱事件的效果^[3-11], 基于降水资料的SPI指数不仅具有计算简单和多时间尺度的优势, 能够对不同空间的旱涝进行比较, 稳定性较好, 而且在极端情况下, 优于国内广泛使用的Z指数, 因而在干旱监测中得到了广泛应用。由于SPI的时空可比性, 国内外许多学者采用SPI分析了各地干旱的时空变化特征^[12-20]。裴洪芹等^[21]利用降水距平百分率分析了1962~2007年间临沂市的降水及早涝变化特征。

本文根据最新的临沂市逐月降水资料, 采用SPI分析临沂市旱涝时空分布特征, 同时分析临沂市不同区域旱涝变率的变化趋势, 从而为实现临沂市旱涝灾害监测及评估, 进而为减轻该地区旱涝灾害损失、合理利用水资源提供科学依据。

1 资料和方法

根据区域地理环境和水热条件将临沂市分为3

收稿日期: 2013-04-16; 改回日期: 2013-09-26

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题“综合气候变化影响与风险时空格局评估技术”(2012BAC19B10)资助

作者简介: 张磊(1986-), 男, 安徽安庆人, 本科, 助理工程师, 主要从事农业气象方面工作。E-mail: 15864992857@163.com

通讯作者: 潘婕(1975-), 女, 北京人, 副研, 博士, 研究方向为气候变化。E-mail: panjie75@ami.ac.cn

个区域:北部山区(蒙阴、沂水、沂南)、西部丘陵(平邑、费县)和南部平原(临沂市、郯城、苍山和东南部的莒南、临沭)。采用临沂市 10 个县(区)气象观测站(图 1)1961~2011 年逐月降水资料,对于 1961 年沂南、临沭 2 站缺失数据通过回归订正法^[22]予以插补。

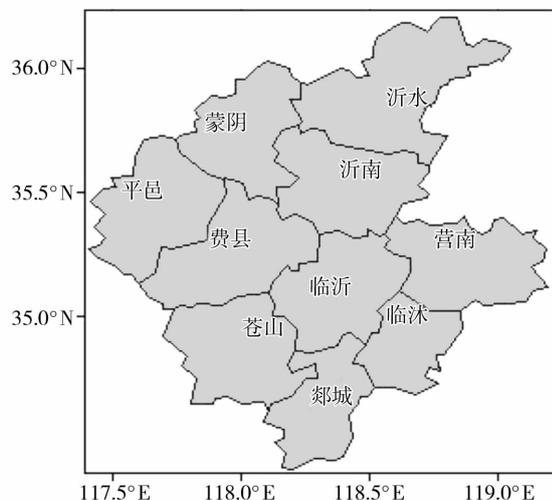


图 1 临沂市各县区站点分布

Fig. 1 Distribution of the meteorological stations in Linyi of Shandong Province

标准化降水指数(SPI)是 McKee 等^[23]1993 年提出的,表征某时段降水量出现概率多少的指标,其特点是利用较长时间的降水量(一般应超过 30 a)资料,即可计算不同时间尺度的干旱指数,该指标适用于月以上尺度的干旱监测与评估。本文主要分析 12 个月和 3 个月时间尺度的 SPI,因为 12 个月时间尺度的 SPI 能比较清楚地反映旱涝阶段性变化,而 3 个月时间尺度 SPI 可以反映季节干旱,与农业干旱关系密切^[24]。

2 结果与分析

2.1 临沂市旱涝时间变化特征

2.1.1 不同时间尺度的 SPI 比较

SPI 是在计算出某时段内降水量的分布概率后,再进行正态标准化处理,最终用标准化累积频率分布来划分干旱等级,具体计算过程参见文献^[25],旱涝划分等级参照气象干旱等级国家标准^[26],并按干旱等级标准增加了雨涝划分等级,见表 1。

利用 1961~2011 年临沂市 10 个气象观测站的逐月降水数据,分别计算出近 51 a 各站 1、3、12 个月时间尺度的 SPI 值(图 2),用 10 个站的 SPI 算术平均值代表全市的旱涝指数。图 2 表明,时间尺度

表 1 SPI 旱涝等级分类

Tab. 1 The classification of drought and flood grade based on SPI

SPI	旱涝等级
$SPI \geq 2.00$	特涝
$1.50 \leq SPI < 2.00$	重涝
$1.00 \leq SPI < 1.50$	中涝
$0.50 \leq SPI < 1.00$	轻涝
$-0.50 < SPI < 0.50$	正常
$-1.00 < SPI \leq -0.50$	轻旱
$-1.50 < SPI \leq -1.00$	中旱
$-2.00 < SPI \leq -1.50$	重旱
$SPI \leq -2.00$	特旱

短的 SPI(1 个月、3 个月),由于受短时间降水影响大,旱涝之间的转换显得很突然,SPI 频繁地在 0 线上下波动,反映出短期的旱涝变化特征,也说明临沂市旱涝频繁发生的特点,从图 2 SPI 1 个月、3 个月尺度变化曲线还可以看出,在某些年份如 1970、1974、1976、1977、2007、2011 年旱涝等级也有所不同,其中干旱等级比雨涝等级变化幅度表现得更为明显;随着时间尺度的延长(12 个月),SPI 对短期降水的响应减慢,旱涝变化比较稳定,周期更明显,可以清楚地反映出长期的旱涝趋势变化特征,从 SPI(12 个月)变化曲线上看,临沂市出现重旱或重涝以上等级的次数较 SPI(1 个月、3 个月)明显减少,且旱涝之间的转换过程也相对平缓,这也说明了前期降水变化的累积影响。如临沂市灾情统计表明:2002 年全市范围内出现了夏秋特大连续干旱,各地受灾严重,据 2002 年临沂市统计年鉴资料显示,全市因干旱农作物受灾面积达 389 625 hm^2 ,农业直接经济损失 158 261 万元。2003 年降水又异常偏多,各地受涝严重,全市农作物受灾 170 233 hm^2 ,直接经济损失达 32 056 万元。结合表 2 SPI(3 个月)、SPI(12 个月)的连续变化值可以看出,SPI(3 个月)显示 2002 年 7 月至 2003 年 1 月为干旱阶段,2003 年 2~12 月转为雨涝;SPI(12 个月)显示 2002 年 7 月至 2003 年 6 月为干旱阶段,2003 年 8~12 月为雨涝阶段。可见,随着时间尺度的增加,旱涝等级会发生变化,而且旱涝的起始和结束时间相应延后,这充分反映了前期降水变化的累积影响。

2.1.2 旱涝年际变化

SPI 的年际变化可以反映出旱涝发生的具体时段。结合图 2 中的 SPI(12 个月)的连续变化可见,

表2 2002年7月至2003年12月SPI(3个月)和SPI(12个月)的逐月变化值

Tab.2 The monthly variation of SPI in three-month and 12-month scale from July 2002 to December 2003

	2002						2003											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SPI(3个月)	-1.00	-2.99	-2.77	-2.17	-1.52	-1.16	-0.52	0.54	0.72	1.16	1.34	1.37	1.22	1.17	1.14	1.18	1.00	1.21
SPI(12个月)	-1.68	-1.92	-1.86	-1.87	-1.85	-1.94	-2.03	-1.92	-1.81	-1.81	-1.96	-1.78	-0.2	0.87	1.30	1.59	1.74	1.76

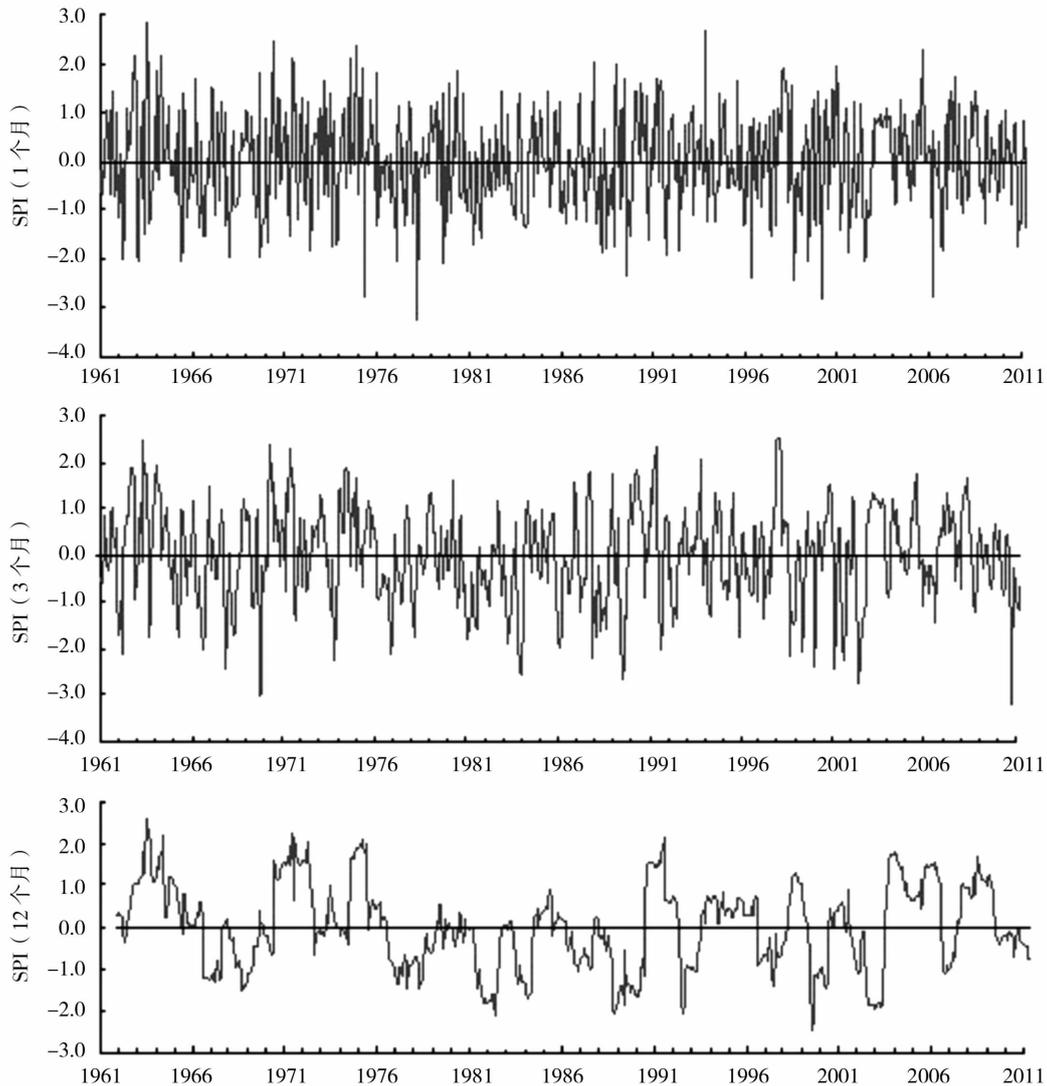


图2 1961~2011年临沂市不同时间尺度SPI变化

Fig.2 The variation of SPI with different time scales in Linyi city from 1961 to 2011

临沂市1960年代初和1970年代中前期雨涝频繁;1970年代中后期到1990年代初早期干旱则比较频繁,14 a共出现8次干旱事件,且持续时间长;而1990年代初以后则显示出旱涝频繁交替的特征。

2.1.3 旱涝季节变化

研究表明^[16],3个月时间尺度的SPI可用于分析季节干旱,并且能够较好地代表农业干旱变化状

况。本文用SPI(3个月)来分析临沂市旱涝的季节变化特征。用3~5月、6~8月、9~11月、12月至翌年2月的SPI值,分别代表春季、夏季、秋季、冬季的SPI值。用方差分析各季节的旱涝变化幅度。结果表明:近51 a的春夏秋冬4季SPI(3个月)的方差分别为1.019、0.971、1.022和1.026,可见冬季旱涝变化幅度最大,秋季次之,夏季最小。图3给出各季节的SPI(3个月)变化曲线。

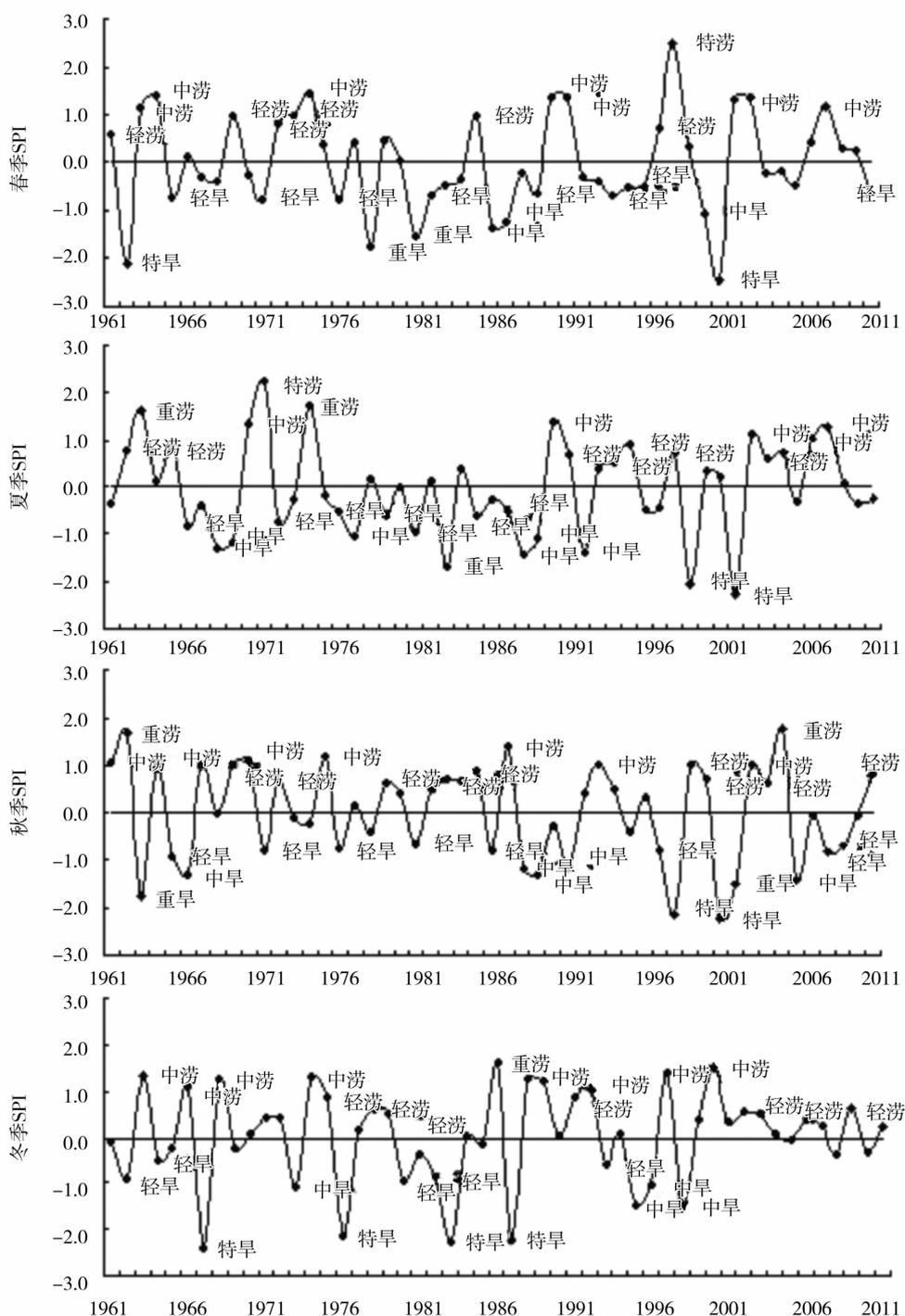


图3 1961~2011年临沂市各季节SPI变化

Fig. 3 The variation of SPI in four seasons in Linyi city from 1961 to 2011

春季临沂市旱涝呈阶段性变化特征,其中1961~1975年期间春季雨涝比较频繁,1976~1995年期间春旱较频繁,1996年以后旱涝呈交替变化特征。近51 a中春旱年份达16 a之多,其中2001年春旱最严重,SPI达到-2.43,而雨涝年份为15 a,其中1998年春季降水最多,雨涝最严重,SPI达到2.5,

其余年份为正常年。计算SPI线性倾向率为 $0.02/10 a$ ($P < 0.05$),表明从长期变化趋势上看,临沂市春旱呈弱减轻趋势,春季多雨年呈增多趋势,但变化趋势不明显。

1961~1975年期间夏季雨涝较频繁,且雨涝等级相对较大,1976~1990年期间夏旱发生明

显增多,为夏旱最频繁的阶段,1990 年以后又以雨涝为主,且等级变化较为稳定,但期间极端事件发生次数有所上升,2002 年干旱表现最为明显,当年受灾也最为严重。51 a 间雨涝最严重的年份为 1971 年,SPI 值为 2.22,最早年份为 2002 年,SPI 值为 -2.27。计算夏季 SPI 线性倾向率为 0.00/10 a,表明从长期变化看,临沂市夏季无明显的干旱或雨涝趋势。

临沂市秋季则表现出旱涝频繁交替变化特征,在 1970 年以前和 1986 年以后,旱涝交替频繁,且等级变化幅度大,尤其在 1990 年代中后期到 21 世纪初表现得更为明显,在 1971 ~ 1985 年之间,旱涝交替等级变化幅度相对稳定,近 51 a 里干旱年份为 17 a,也是 4 个季节里最多的,说明临沂市秋季干旱的频率比其他季节大,雨涝年份为 20 a。计算 SPI 线性倾向率为 -0.10/10 a ($P < 0.05$),表明从长期变化趋势上看,临沂市秋旱呈弱增多的趋势,秋季多雨年呈弱的减轻趋势,但变化趋势不显著。

冬季临沂市旱涝变化比较频繁,1961 ~ 1965 年之间和 2001 年以后旱涝等级变化幅度相对平缓,尤其是 2001 年以后,在正常线上下波动,且以雨涝表现为为主。1966 ~ 2000 年期间旱涝等级变化幅度比其他时间段大,期间出现过 4 次极端干旱事件,是 4 个季节里最多的,说明临沂市冬季出现极端干旱事件的频率比其他季节大。SPI 线性倾向率为 0.07/10 a ($P < 0.05$),表明从长期变化趋势看,临沂市冬季多雨年呈弱增多的趋势,干旱呈弱的减轻趋势,变化趋势均不显著。

2.1.4 旱涝频率变化

临沂市各月干旱发生频率在 25% ~ 37% 之间,雨涝发生频率在 24% ~ 37% 之间,其中 6 月、7 月干旱频率大于雨涝频率,其余月份多表现为雨涝频率大于干旱,其中 5 月表现最为明显,雨涝频率为 37%,干旱频率为 25% (图 4)。此外,各年代旱涝变化频率分别为 27%/35% (1960 年代),30%/30% (1970 年代),32%/24% (1980 年代),31%/34% (1990 年代),30%/42% (2001 年以后)。从图 4 可以看出,近 51 a 临沂市经历了一个涝—旱—涝的变化过程,1960 年代以雨涝为主,1970 年代雨涝频率有所变小,而干旱频率加大,到 1980 年代雨涝频率降到最小,干旱频率达到最大,1980 年代以后干旱频率有所减小,但幅度并不大,而雨涝频率的增大幅度则显得十分明显,这跟旱涝年际变化的结论较为一致。

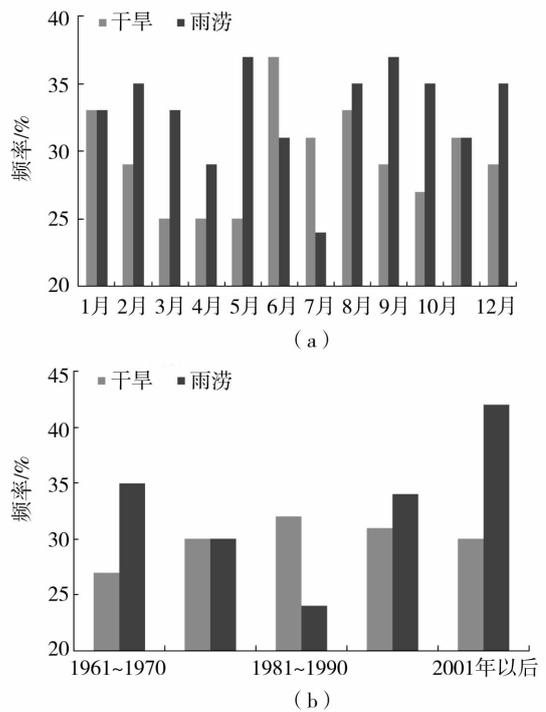


图4 1961 ~ 2011 年临沂市各月 (a) 及各年代 (b) 旱涝频率变化

Fig.4 The monthly (a) and decadal (b) frequency variations of drought and flood in Linyi city from 1961 to 2011

2.2 临沂市旱涝空间变化

用各区域所含站点的 SPI 算术平均值代表该区域的旱涝指数,分别计算北部山区、西部丘陵、南部平原 3 个区域年尺度的 SPI (12 个月) (图 5),可以看出,3 个区域的旱涝变化基本趋于一致,均呈弱干旱化变化趋势,但均不显著。其中在 1960 年代中

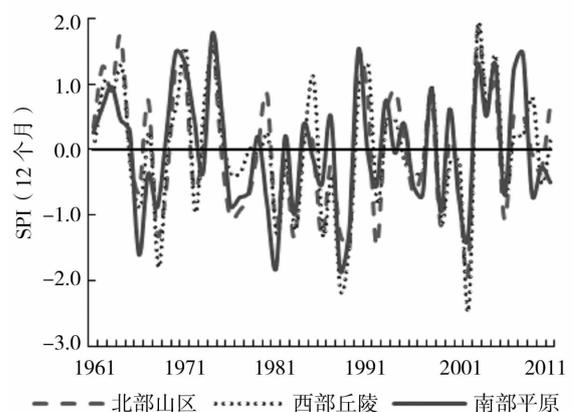


图5 1961 ~ 2011 年临沂市各区域 12 个月 SPI 时间序列

Fig.5 The time series of annual SPI in three regions of Linyi city from 1961 to 2011

期、1980年代中期、21世纪初早期西部丘陵地区的旱涝等级变化幅度较其他2个区域大。近51 a各区域的旱涝特征具体表现为:1960年代中前期和1970年代初期到中期,以雨涝为主,1960年代中后期和1970年代中后期及1980年代,以干旱为主,1990年代到21世纪初早期则表现为旱涝交替变化趋势,2003年以后则以雨涝为主。

2.3 旱涝变率的变化特征

参考 Vicente 等^[27]所用5 a滑动平均,采用SPI(12个月)的5 a(60个月)滑动标准差表示变率,60个月滑动标准差值记作中间年月值,如1961年1月至1965年12月这60个月的标准差记为1963年6月值,最后得到1963年6月至2009年6月标准差时间序列,用10个站滑动标准差的算术平均值代表全市平均变率,各区域内所含站点的滑动标准差的算术平均值代表该区域的变率。

由图6可见,临沂市21世纪初早期旱涝变率最大,1980年代末到1990年代初较大,其次是1960年代末和1970年代中期,而变率较小的年代则分布在1970年代中后期到1980年代末和1990年代中期。3个区域总体上表现出和全市大致相同的趋势,只是在1980年代中期和21世纪初早期西部丘陵地区旱涝变率较其他区域明显偏大。

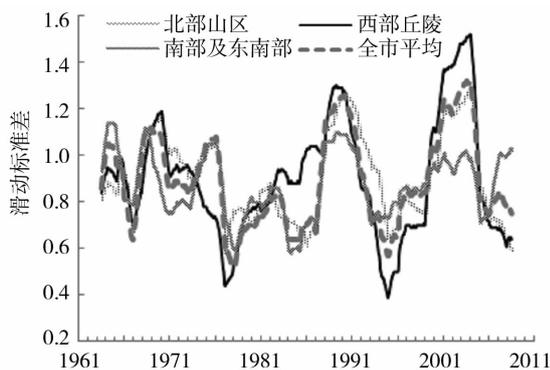


图6 1961~2011年临沂市全市及各区域12个月SPI 5 a滑动标准差时间序列

Fig. 6 The time series of five-year running standard deviation of annual SPI in three regions and the whole city of Linyi from 1961 to 2011

3 结论和讨论

(1)临沂市旱涝变化具有阶段性特征,1960年代初中期和1970年代初中期,雨涝比较频繁,1960年代中后期和1970年代中后期及整个1980年代,干旱则比较频繁,尤其是1980年代,是干旱发生最频繁的一段时期,1990年代到21世纪初早期则表

现为旱涝交替变化趋势,2003年以后则以雨涝表现为主。从气候学角度分析,本区处在东亚季风区域和高空西风带的南部边缘,深受季风环流的影响,季风气候的特点十分明显,而高空西风带和太平洋副热带高压的南北活动位置及进退时间各年不一,冷暖气团强弱及交界场所也常有变化,致使各年降水量大小不均匀,且降水的季节分布差异较大,其中夏季降水占全年的60%以上。

(2)临沂市4季旱涝随时间的变化表现出不同的特征,从长期的变化趋势看,冬春季干旱呈弱减轻趋势,秋季干旱呈弱加剧趋势,变化趋势均不显著,而夏季旱涝变化趋势则不明显。

(3)在空间上,3个区域的旱涝变化总体上具有相对一致的趋势,但在1960年代中期、1980年代中期、2001~2003年表现出一定的差异性,其中西部丘陵的旱涝变化幅度较其他区域大。从长期变化趋势看,3个区域均呈弱干旱化的变化趋势,但不明显。

(4)全市在21世纪初早期旱涝变率最大,1970年代中后期最小,3个区域的变率总体上表现出与全市大致相同的趋势,只是在1980年代中期和21世纪初早期西部丘陵旱涝变率较其他区域明显偏大,反查该区的SPI可知,西部丘陵区域在1980年代中前期到末期出现过旱—涝—旱—涝的连续交替变化过程,而在21世纪初早期(2002~2003年)则出现过由特旱转重涝的过程。2004年以后,北部山区、西部丘陵变率较为平稳,且均较前期明显减小,只有南部平原持续升高,表明该区域旱涝变化仍较频繁,需要引起足够的关注。

由于SPI反映的是某年降水量与历史同时期降水量的差异情况,且SPI只考虑了降水因素,而气候变暖、蒸发加大也是造成干旱的重要因素,所以在利用SPI进行旱涝分析时,必须结合具体情况加以分析。另外,降水较其他气象要素更具有局地性的特点,因降水时空分布不均造成的局地旱涝分布异常现象时有发生,所以选择合理的空间尺度是分析旱涝变化的基础,需要进行更为详细的研究,区域自动雨量采集系统的降水资料将是未来旱涝分析的重要数据。

参考文献:

- [1] Obasi G O P. WMO's role in the international decade for natural disaster reduction[J]. Bull Am Meteorol Soc, 1994, 75(9): 1655 - 1661.
- [2] 赵兴学, 赵兴学, 罗丛彬, 等. 临沂市主要自然灾害类型及防灾减灾对策[J]. 临沂师范学院学报, 2010, 32(3): 115 - 120.

- [3] 吴哲红,詹沛刚,陈贞宏,等. 3种干旱指数对贵州省安顺市历史罕见干旱的评估分析[J]. 干旱气象,2012,30(3):315-322.
- [4] 李树岩,刘荣花,师丽魁,等. 基于CI指数的河南省近40a干旱特征分析[J]. 干旱气象,2009,27(2):97-102.
- [5] 茅海详,王文. 中国南方地区近50a夏季干旱时空分布特征[J]. 干旱气象,2011,29(3):283-288.
- [6] 王劲松,李耀辉,王润元,等. 我国气象干旱研究进展评述[J]. 干旱气象,2012,30(4):497-508.
- [7] 陆桂荣,郑美琴,周秀君,等. 山东日照市2种干旱指标的应用对比[J]. 干旱气象,2010,28(1):102-106.
- [8] 程建业,任晓霞,赵晋,等. 山西朔州市近55a气象干旱趋势及防御措施[J]. 干旱气象,2012,30(3):327-331.
- [9] 李怀川,叶子祥,余贞寿,等. 浙江乐清市旱情时空分布特征分析[J]. 干旱气象,2012,30(2):182-187.
- [10] 李维京,赵振国,李想,等. 中国北方干旱的气候特征及其成因的初步研究[J]. 干旱气象,2003,21(4):1-5.
- [11] 杨绚,李栋梁. 中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):17-24.
- [12] 袁文平,周广胜. 标准化降水指标与Z指数在我国应用的对比分析[J]. 植物生态学报,2004,28(4):523-529.
- [13] 薛德强,王建国. 山东省的干旱化特征分析[J]. 自然灾害学报,2007,16(3):60-65.
- [14] 马建勇,许吟隆,潘婕. 基于SPI与相对湿润指数的1961-2009年东北地区5-9月干旱趋势分析[J]. 气象与环境学报,2012,28(3):90-95.
- [15] Sims A P, Niyogi D D S, Raman S. Adopting drought indices for estimating soil moisture: a North Carolina case study[J]. Geophysical Research Letters,2002,29(8):1183-1186.
- [16] 黄晚华,杨晓光,李茂松,等. 基于标准化降水指数的中国南方季节性干旱近58a演变特征[J]. 农业工程学报,2010,26(7):50-59.
- [17] 车少静,李春强,申双和. 基于SPI的近41年(1965-2005)河北省旱涝时空特征分析[J]. 中国农业气象,2010,31(1):137-143.
- [18] 李树军,袁静,肖清华,等. 基于SPI的潍坊市近50年的干湿特征分析[J]. 中国农学通报,2011,27(26):293-298.
- [19] 李伟光,陈汇林,朱乃海,等. 标准化降水指标在海南岛干旱监测中的应用分析[J]. 中国生态农业学报,2009,17(1):178-182.
- [20] Vicente-Serrano S M. Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910-2000) [J]. Hydrological Sciences Journal, 2006,51(1):83-97.
- [21] 裴洪芹,郇庆国,尼玛. 临沂市降水特征分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(28):12356-12357.
- [22] 杨永岐. 农业气象中的统计方法[M]. 北京:气象出版社,1983. 153-160.
- [23] Seiler R A, Hayes M, Bressan L. Using the standardized precipitation index for flood risk monitoring[J]. Int J of Climatology,2002(22):1365-1376.
- [24] Patel N R, Chopra P, Dadhwal V K. Analyzing spatial patterns of meteorological drought using standardized precipitation index[J]. Meteorological Applications,2007(14):329-336.
- [25] Edwards D C, McKee T B. Characteristics of 20th Century Drought in the United States at Multiple Time Scales[D]. USA: Department of Atmospheric Science, Colorado State University,1997. 18-21.
- [26] 张强,邹旭凯,肖风劲,等. GB/T 20481-2006 气象干旱等级[S]. 北京:中国标准出版社,2006. 16-17.
- [27] Vicente-Serrano S M, Cuadrat-Prats J M. Trends in drought intensity and variability in the middle Ebro valley (NE of the Iberian peninsula) during the second half of the twentieth century[J]. Theoretical and Applied Climatology,2007(88):247-258.

Spatial and Temporal Characteristics of Drought/Flood in Linyi Based on Standard Precipitation Index(SPI) in Recent 51 Years

ZHANG Lei¹, PAN Jie², TAO Shengcai³, ZHAO Funian³

(1. Linyi Meteorological Bureau of Shandong Province, Linyi 276004, China;

2. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, CAAS, Beijing 100081, China;

3. Jiuquan Meteorological Bureau of Gansu Province, Jiuquan 735000, China;

4. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China)

Abstract: Based on the monthly precipitation data in Linyi during 1961-2011 and the standard precipitation index, the spatial-temporal characteristics of drought/flood in Linyi were analyzed. The results indicated that the flood was more severe in the early 1960s and 1970s, and drought was more frequent in the late 1960s, the 1970s and in the whole 1980s, drought and flood manifested alternately from the 1990s to the early 21st century. Occurrence of drought in spring and winter tended to decrease weakly, while in autumn tended to be more severe, there was no obvious change in summer. There was a relative consistence in variation of flood/drought in the northern mountains' region, western hills' region and southern plains, but the change range of drought/flood in western hills was larger than that in other two regions in the middle 1960s, the middle 1980s and the early 21st century. The most drastic drought/flood variability occurred in the early 21st century, and in the late 1970s, the variability was minimum. The variability in three regions was consistent with that the whole city in the mass, but in southern plains the variability of flood/drought increased since 2004.

Key words: standard precipitation index(SPI); drought/flood; spatial-temporal characteristics; Linyi