

山东日照市2种干旱指标的应用对比

陆桂荣, 郑美琴, 周秀君, 张民凯, 马品印

(山东省日照市气象局, 山东 日照 276826)

摘 要:对山东省日照市年和各季节的旱涝情况使用降水距平百分率指标和 Z 指数旱涝指标2种方法进行了应用对比分析。结果表明: Z 指数旱涝指标能较客观地反映旱涝程度,降水距平百分率指标反映旱涝程度较轻。在此基础上,用 Z 指数指标对日照市1955年以来的旱涝进行了逐年分析,发现日照市年和各季节旱涝变化都具有鲜明的阶段性及群发性特征,总体上旱情重于洪涝。

关键词:旱涝指标;降水距平百分率; Z 指数

中图分类号:P468.0⁺24

文献标识码:A

引 言

旱涝由于对社会和经济有重大影响一直受人们关注^[1]。近20 a年,我国的旱涝发生呈现加剧趋势,对国计民生构成了严重威胁,而且随着我国国民经济的持续发展,造成的损失将越来越大^[2],使人们对旱涝指标的研究更加重视。由于中国地域广阔、地形复杂,各地区气候和天气受地理位置和地貌特征的影响较大,因此有必要对中国气候演变特征进行分区研究^[3]。李维京等^[4]指出20世纪70年代末以后,我国东部的的主要雨带纬度位置逐渐南移,一直维持在34°N以南地区,夏季降水的分布特征为北少南多,长江流域及其以南大部分地区则处在一个相对的多雨期,而华北、东北大部分地区则处于一个相对的少雨期,干旱频繁发生。杨绚等^[5]也指出近50 a来华北东部—东北南部区的干旱化最严重,干旱等级的线性趋势为0.175/10 a。杨成芳^[6]等人对山东省近531 a的旱涝演变特征进行了分析,山东省的干旱和洪涝变化呈阶段性分布,具有多时间尺度周期特征。

日照市地处鲁东南的黄海之滨,属暖温带湿润季风区大陆性气候。年平均降水量839.6 mm,4季分配不均,夏季最多,冬季最少。干旱(春旱、初夏旱、夏旱、秋旱)和洪涝(少数年份春涝、夏涝、秋涝)给当地农业生产造成严重影响,因此对日照市旱涝

变化的研究具有现实性和必要性,以选取适合本地的区域旱涝指标,旨在为旱涝趋势预测和防灾减灾提供有意义的参考。

1 资料和方法

选用日照气象站1955年1月至2007年12月的月降水量,以3~5月、6~8月、9~11月及12月~次年2月的平均降水量分别代表春季、夏季、秋季、冬季的降水量。使用降水距平百分率和 Z 指数2种方法分析结果与1955年以来旱涝实况记录进行比较,以分析它们在反映日照市旱涝程度上的异同。

国内外不少科学工作者对旱涝指标作过大量的研究,旱涝指标大致可以分为气象指标、水文指标和农业指标。但水文指标和农业指标专业性强,且资料收集困难,分析旱涝发生规律有局限性。尽管用降水的多寡来衡量旱涝程度比较粗糙,没有考虑到水分支出,也没有结合作物长势,但是降水序列年代较长、形式简单、计算方便、容易掌握。所以本文旱涝指标以降水要素来表示,用降水距平百分率和 Z 指数研究近53 a来日照的旱涝变化状况。

降水距平百分率反映了某时段降水量相对于同期平均状态的偏离程度。计算公式为: $P = (R - \bar{R})/\bar{R}$,式中 R 指年降水量, $\bar{R}$ 指降水量的多年平均值。通用标准见表1。

收稿日期:2009-09-16;改回日期:2010-01-26

基金项目:日照市科学技术计划项目“全球气候变暖影响下日照沿海气候与环境的演变”(7404)资助

作者简介:陆桂荣(1973-),女,山东梁山人,工程师,主要从事气象影视节目制作等工作. E-mail:lg2200@126.com

表1 降水距平百分率的旱涝等级

Tab.1 The flood and drought grade of precipitation anomaly percentage

等级	距平百分率	旱涝类型
1	$P \geq 75\%$	重涝
2	$50\% \leq P < 75\%$	大涝
3	$25\% \leq P < 50\%$	偏涝
4	$-25\% < P < 25\%$	正常
5	$-50\% < P \leq -25\%$	偏旱
6	$-75\% < P \leq -50\%$	大旱
7	$P \leq -75\%$	重旱

表征旱涝的空间分布以及程度的另一种方法是 Z 指数。某一时段的降水量一般不服从正态分布,假设其服从 P—III 型分布,对降水量 X 进行正态化处理,将概率密度函数转化成以 Z 为变量的标准正态分布。

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \varphi_i + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6}$$

式中 C_s 为偏态系数, φ_i 为标准变量,均可由降水量资料序列计算求得,即

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n\sigma^3)}$$

$$\varphi_i = (X_i - \bar{X})/\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

根据 Z 变量的正态分布曲线,可划分为 7 个等级并确定其相应的 Z 界限值,作为各级旱涝指标。界限值见表 2^[7]。

表2 以 Z 值为标准的旱涝等级Tab.2 The flood and drought grade of Z -index

等级	Z 值	旱涝类型
1	$Z \geq 1.645$	重涝
2	$1.037 \leq Z < 1.645$	大涝
3	$0.842 \leq Z < 1.037$	偏涝
4	$-0.842 < Z < 0.842$	正常
5	$-1.037 < Z \leq -0.842$	偏旱
6	$-1.645 < Z \leq -1.037$	大旱
7	$Z < -1.645$	重旱

2 2种指标的应用对比

由表1和表2旱涝等级标准得出1955~2007年日照市旱涝年份,见表3。用降水量距平百分率法划分,日照市近53a中没有出现重涝年,有4a大涝,6a偏涝,涝年出现频率为18.9%。没有重旱年和大旱年,有12a偏旱,旱年出现频率为22.6%。以 Z 指数划分,日照市近53a有重涝年4a,6a大涝,1a偏涝,涝年出现频率为20.8%。没有重旱年,有7a大旱,7a偏旱,旱年出现频率为26.4%。

表4选取2次最严重的洪涝和2次较重干旱作为代表年,根据民政局和防汛抗旱指挥部统计的实际灾情与用降水距平百分率和 Z 指数这2种方法划分的旱涝年份进行对比,以评估各指标对旱涝的反应敏感程度。

结果显示,2种指标都能反映出历年的旱涝,但结果不尽相同。在确定总体灾害年数上差别不大,旱年差3a,涝年差1a。在确定旱涝程度上, Z 指标反应结果较好,降水距平百分率指标明显比 Z 指数响应慢,反映出的旱涝程度比较弱。如用降水距平百分率把1964年和1974年历史上的重涝年只划分为大涝,洪涝程度偏轻;把1997年和2002年典型的大旱年和其它年份一样划分为偏旱年,明显降低了干旱程度。但对1977年和1978年的大旱,2种指标反映的干旱程度都偏轻,把1977年都划分为偏旱,1978年用 Z 指标划分为偏旱,而用降水距平百分率只划分为正常。

用降水距平百分率法和 Z 指数对各季节的旱涝情况进行了逐年分析,并与实际的旱涝情况验证比较。结果显示2种方法计算的旱涝年出现概率分别为冬季63.5%和47.2%,春季49.1%和30.2%,夏季58.5%和52.8%,秋季75.5%和47.2%,用降水距平百分率法确定的旱涝年份明显多于实际情况, Z 指数的计算结果比较接近实际。降水距平百分率法把一些正常年份如1965年划分为春季偏旱、1967年划分为秋季偏涝等,混淆了同一年的旱涝性,夸大了季节的旱涝程度;在划分中等强度以上的旱涝等级时,程度又偏轻,如把历史上的重涝年1960年、1964年的夏季重涝划分为大涝,把1955年的春季大旱划分为偏旱。这说明降水距平百分率对平均值的依赖性较大,不满足正态分布。而 Z 指数却可以弥补这一不足。由于 Z 指数消除了降水量平均值不同的影响,是通过降水距平百分率进行正态化处理得到的,服从标准的正态分布,所以旱涝比例分布

较降水距平百分率更为合理。

通过降水距平百分率和 Z 指数分析的年和各季节旱涝与实际情况对比发现:2 种方法都是基于降水量对多年平均值的偏离进行统计分析来表征旱

涝程度,皆受降水平均值影响较大,对月尺度的旱涝反映不够好,与实际情况有一定的偏差。 Z 指数的分析结果与当地生产实际比较接近。因此,可确定 Z 指数为日照市的旱涝指标。

表 3 以降水距平百分率和 Z 指数划分的 1955 ~ 2007 年日照市旱涝年份

Tab.3 The drought and flood years during 1955 – 2007 classified by precipitation anomaly percentage and Z – index in Rizhao

旱涝级别	以距平百分率划分的旱涝年份	以 Z 指数划分的旱涝年份
重涝	无	1960,1964,1970,1974
大涝	1960,1964,1970,1974	1956,1962,1975,1990,2003,2007
偏涝	1956,1962,1975,1990,2003,2007	1961
正常	1957,1958,1959,1961,1963,1965,1966,1967,1969,1971,1972,1973,1976,1979,1980,1981,1982,1984,1985,1986,1987,1991,1993,1995,1996,1998,1999,2000,2001,2005	1957,1958,1959,1963,1965,1966,1967,1971,1972,1973,1976,1979,1980,1981,1982,1984,1985,1986,1987,1991,1993,1995,1996,1998,1999,2000,2001,2005
	1955,1968,1977,1983,1988,1989,1992,1994,1997,2002,2004,2006	1968,1969,1977,1978,1992,1994,2004
偏旱		
大旱	无	1955,1983,1988,1989,1997,2002,2006
重旱	无	无

表 4 以降水距平百分率和 Z 指数划分的旱涝年份与历史实际对比

Tab.4 Contrast of drought and flood years classified by precipitation anomaly percentage and Z – index with actual observation

年份	灾情	降水距平百分率 计算结果	旱涝级别	Z 指标 计算结果	旱涝级别
1964	春涝,3 ~ 5 月份 277 mm,比常年同期偏多 116%,出现“早春汛”。4 月降水量 148.3 mm,阴雨连绵,造成春地瓜育苗烂床。8 月 1 日 ~ 15 日降水量 281.7 mm,受灾面积 0.63 万 hm^2 。	69.75%	大涝	2.13	重涝
1974	8 月 11 日 ~ 13 日普降暴雨,降水量 452 mm,洪水冲淹农作物 0.95 万 hm^2 ,绝产 0.38 万 hm^2 。	54.20%	大涝	1.73	重涝
1997	1997 年 1 月 11 日至 11 月 24 日,近 11 个月累计降水量 470.3 mm,比常年同期减少 41.7%。夏季,全市受旱农作物面积 17.3 万 hm^2 。	-39.22%	偏旱	-1.51	大旱
2002	夏秋连旱,年平均降水量 505.4 mm,是多年平均的 38.1%。作物受旱面积 15 万 hm^2 ,绝收 1 万 hm^2 。	-39.91%	偏旱	-1.55	大旱

3 用 Z 指数指标分析日照市历年旱涝

3.1 年旱涝变化趋势及特征

图 1 为 Z 指数时间演变图。根据表 2 划分的旱涝类型,则图中上、下水平线之间的区域为正常年份,在上线以上、下线以下的区域所对应的年份分别是涝年、早年。一元线性回归趋势线的 x 截距为

27.2(即 $y=0$ 时, x 对应的值),所以 1981 年左右为旱涝临界年,1981 年以前涝年较多、早年很少,自 2000 年以来表现为明显的涝、旱交替特点;从一元线性回归趋势线上可以明显看出,日照市近 53 a 来的 Z 指数值是下降的,1981 年以前总体上多为正值,1981 年以后负值较多,出现干旱的年份占早年总数的比例为 64.3%,表明日照市近 53 a 有向干旱

发展的趋势。

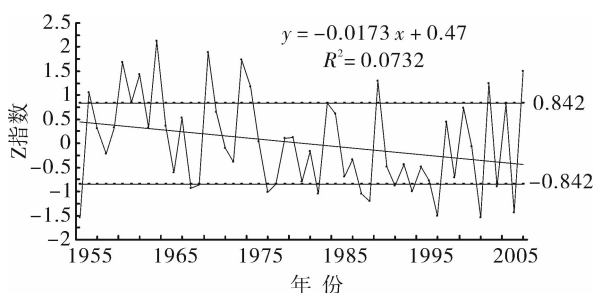


图1 1955~2007年日照市Z指数时间演变
(上水平线为 $Z=0.842$, 下为 $Z=-0.842$,
斜实线为一元线性回归趋势线)

Fig. 1 The temporal evolution of Z-index
in Rizhao from 1955 to 2007

各年代旱涝变化特征:① 1955~1959年平均降水接近近53 a平均值,属于正常。出现过1次大旱年和1次大涝年。1955年雨量仅有503.7 mm,为历史最低值,较近53 a平均值偏少40%;② 20世纪60年代降水较为丰沛,较近53 a平均值偏多15%,涝年占了40%。1964年雨量达到历史最高值,较近53 a平均值偏多70%,属于重涝年。这一年代仅出现过2次偏旱年。③ 1970年代旱涝状况仍以涝占优势,有2次重涝年、1次大涝年和2次偏旱年;④ 进入1980年代,受全球气候变暖等因素的影响,降水明显减少,有3次大旱年无涝年;⑤ 1990年代降水最少,较近53 a平均值偏少13%,有2次偏旱年、1次大旱年和1次大涝年;⑥ 进入21世纪,降水量呈增多趋势,年平均降水略高于近53 a平均值。但总体上还是旱大于涝,有1次偏旱年、2次大旱年和

2次大涝年。2002年为干旱年,降水仅有504.5 mm,为历史次低值;⑦ 从各年代旱涝变化来看,日照市的旱涝状况以旱占优势。

3.2 4季旱涝变化趋势及特征

图2为日照市近53 a来冬季、春季、夏季和秋季的Z指数的历年变化图。4季的旱涝变化趋势不同,冬、春季的变化略呈上升趋势,为雨涝增强趋势但不明显;夏、秋季是下降趋势即干旱增强,夏季最明显,秋季次之。冬、夏、秋3季旱涝灾害的临界年是在1981年,春季在1982年。说明冬季和春季分别是从1981年和1982年起由总体偏旱转向总体偏涝,而夏季和秋季则是从1981年起由总体偏涝转向总体偏旱。可见日照市近53 a来夏旱和秋旱比较明显,且干旱程度愈来愈剧烈。夏季一般正值夏玉米和水稻的需水临界期,秋季是大秋作物的后期生长期和冬小麦的适期播种期,这应该引起有关部门的高度重视。

各年代4季旱涝变化特征:① 1955~1959年旱涝状况以旱占优势,干旱4次、洪涝3次;② 1960年代旱涝年份最多,干旱8次、洪涝13次,以涝占优势。1960~1962年连续3 a、1962~1965年连续4 a各发生秋涝和夏涝;③ 1970年代旱涝状况仍以涝占优势,干旱6次、洪涝9次。④ 1980年代干旱次数明显增多,干旱10次、洪涝3次。⑤ 1990年代干旱次数仍大于洪涝,干旱11次、洪涝9次。1992~1994年、1997~1999年连续3 a各发生夏旱和秋旱;⑥ 2000年以来旱涝次数明显增多,干旱7次(包括1次重旱、5次大旱)、洪涝10次;⑦ 近53 a

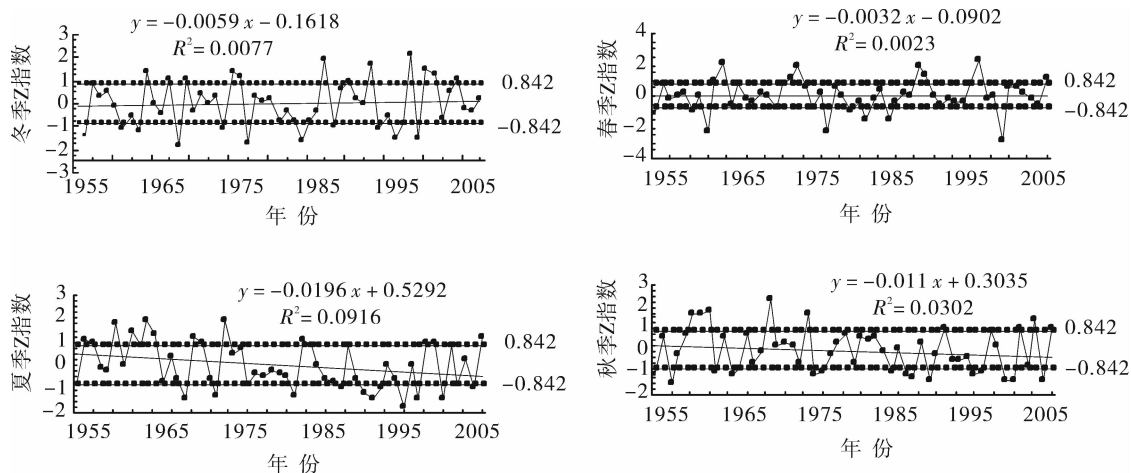


图2 1955~2007年日照市4季Z指数时间演变

Fig. 2 The temporal evolution of seasonal Z-index in Rizhao from 1955 to 2007

来季节性旱涝出现的频率较高,干旱次数略高于洪涝。

以上分析表明旱涝趋势为 1960、1970 年代为洪涝期,1980、1990 年代为干旱期。日照市旱涝年际变化具有鲜明的阶段性和群发性特征,也存在一定的年代际变化。

4 结论与讨论

(1)使用降水距平百分率和 Z 指数指标分析结果与 1955 年以来旱涝实况记录进行比较,发现:2 种方法的评价与实际情况有一定的偏差,但 Z 指数较降水距平百分率对旱涝程度的反映更为客观,其分析结果与当地生产实际比较接近。降水距平百分率指标反映旱涝程度较轻。

(2)日照市年和各季节旱涝变化都具有鲜明的阶段性及群发性特征。旱涝趋势为 20 世纪 60、70 年代为洪涝期,80、90 年代为干旱期。总体上旱情重于洪涝。

本文确定 Z 指数为旱涝指标适用于分析本站气候的历史变化趋势,可为日照市的旱涝特征分析提供可靠参考依据。降水距平百分率和 Z 指数 2

种方法在日照市旱涝分析中的应用仅是初步的尝试,综合温度、蒸发量、作物的需水量等指标更准确地进行本站的旱涝评估,还要做进一步更深入的研究。

参考文献:

- [1] 吴洪宝. 我国东南部夏季干旱指数研究[J]. 应用气象学报, 2000, 11(2): 137.
- [2] 陈志梅, 刘兆桐, 张晓慧, 等. 青岛近百年的旱涝变化特征分析[J]. 海洋预报, 2006, 2(2): 72.
- [3] 苏同卫, 李可军, 李启秀, 等. 天津市及周围地区近 500 a 旱涝变化分析[J]. 干旱气象, 2007, 25(1): 21 - 24.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 杨成芳, 薛德强, 孙即霖. 山东省近 531 年旱涝变化特征气候诊断分析[J]. 山东气象, 2003(4): 5.
- [7] 鞠笑生, 杨贤为. 我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究[J]. 应用气象学报, 1997, 8(1): 26 - 82.
- [8] 王绍武, 蔡静宁, 朱锦红. 中国气候变化的研究[J]. 气候与环境研究, 2002, 7(2): 137 - 145.
- [9] 陈文海, 柳艳香, 马柱国. 中国 1957 ~ 1997 年气候变化趋势的季节特征[J]. 高原气象, 2002, 21(3): 251 - 257.

Application and Comparison of Two Kinds of Drought Indices In Rizhao of Shandong Province

LU Guirong, ZHENG Meiqin, ZHOU Xiujun, ZHANG Minkai, MA Pinyin

(Rizhao Meteorological Bureau of Shandong Province, Rizhao 276826, China)

Abstract: The yearly and seasonal flood and drought status in Rizhao were analyzed based on precipitation anomalous percentage and Z - index. The results show that precipitation anomalous percentage reflect the flood or drought degree more lighter, and Z - index can be more accurate. In this paper the Z - index was used to analyze the flood and drought status from 1955 to 2005 and found that in the 1960s and 1970s it was a flood period and in the 1980s and 1990s it was a drought period in Rizhao, and generally the drought events occurred more frequently than the flood.

Key words: flood and drought index; precipitation anomalous percentage; Z - index