

青岛近百年的旱涝变化特征分析

陈志梅¹, 刘兆桐¹, 张晓慧¹, 于莉莉²

(1. 海军北海舰队海洋水文气象中心, 青岛 266003; 2. 天津气象局, 天津 300074)

摘 要: 根据 1900~2002 年青岛月降水资料, 利用 Z 指标方法确定了青岛的旱涝年份, 并从季节上进行了旱涝分析。结果表明青岛年降水旱年有 20a, 涝年有 17a, 出现旱或涝的概率为 37.4%, 至少有一个季节出现旱或涝的年份占 84.5%。年降水量以 10.6mm/10a 的速度下降, 各季节降水量的变化趋势不一致, 夏、秋季是下降趋势, 而春季和冬季则呈现出上升趋势。

关键词: 青岛降水; Z 指标; 旱涝; 变化趋势

中图分类号: P731 文献标识码: A 文章编号: 1003 - 0239 (2006) 2 - 0072 - 07

1 引言

旱涝和洪水、台风、地震、火山爆发等都是对人类威胁十分严重的自然灾害。特别是旱涝, 近一、二十年, 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。青岛观象台是一个具有百年规范观测资料的气象观测台站, 是中国建站较早的气象台站之一。利用青岛站长期资料的优势对降水量的旱涝及趋势特征进行分析, 对气候研究及天气预测有重要意义, 同时对进一步研究全国气候变化也有帮助。

2 资料和方法

本文选用青岛观象台 1900 年 1 月~2002 年 12 月的月降水量, 1914、1915、1937、1938 年因战乱等原因造成个别月份缺测, 在此, 仅以实际所有资料进行计算。我们以 3~5 月、6~8 月、9~11 月及 12 月到下一年 2 月的平均降水量分别代表春季、夏季、秋季、冬季的降水量, 同时, 取 1900~1909 年、1910~1919 年..... 记为 1900 年代、1910 年代.....。

确定旱涝的指标有多种, 目前常用的有降水量距平百分率指标、降水温度均一化指标、湿度指标及 Z 指标等^[1~2]。在此, 我们用距平百分率和 Z 指数来共同研究近百年来青岛的旱涝变化状况。

降水距平百分率反映了某时段降水与同期平均状态的偏离程度, 不同地区不同时期有不同的平均降水量, 因此, 它是一个具有时空对比性的相对指标。在气象部门日常业务中, 多半用降水距平百分率作为划分旱涝的指标。计算公式为: $P = (R - \bar{R}) / \bar{R} \%$, 式中

R 指年降水量, \bar{R} 指年降水量的多年平均值。通用标准见表 1。

由于某一时段的降水量一般并不服从正态分布,而是一种偏态分布。现假设月、季降水量服从 Person 型分布,其概率密度分布为:

$$P(X)=[\beta \Gamma(\gamma)]^{-1}[(X-\alpha)/\beta]^{-1}e^{-(x-\alpha)/2}$$

对降水量 X 进行正态处理,可将概率密度函数 Person 型分布转换为以 Z 为变量的标准正态分布,其转换公式为:

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

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

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

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

表 1 距平百分率的旱涝等级

表 2 Z 指标的旱涝等级

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

等级	Z 值	旱涝类型
1	Z 1.645	重涝
2	1.037 Z < 1.645	大涝
3	0.842 Z < 1.037	偏涝
4	-0.842 < Z < 0.842	正常
5	-1.037 < Z -0.84	偏旱
6	-1.645 < Z -1.037	大旱
7	Z < -1.645	重旱

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。

3 降水量的年际和年代际变化特征

青岛市年降水量近 103a 来波动较大,平均值为 683.0mm,均方差达 206.6mm,其中最少的年份为 1981 年,年降水量仅为 299.6mm,而最多的年份为 1911 年,高达 1272.7mm,是最少年份降水量的 4 倍多。

从年代际变化看,整个前 50a,除 1920 年代是很小的正距平值外,其他年代都是负距平,从 1950 年代起是持续 3 个十年的正距平,并一个年代比一个年代强;1980 年代起,降水量急速转为负距平,且强度成为上世纪最早的年代,1990 年代后干旱情况有所缓解,到本世纪的前 3a,降水量已逐渐接近正常年份(见图 2~3)。

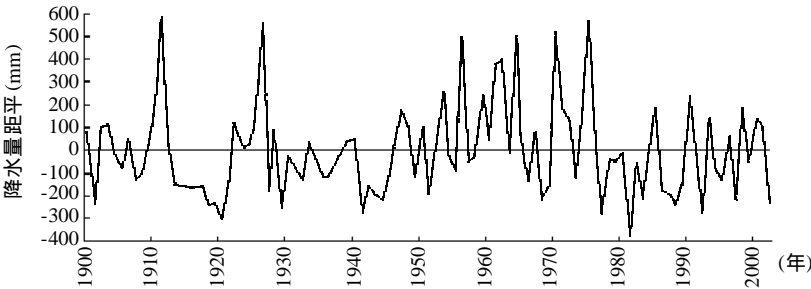


图 1 青岛年降水量距平逐年变化图
(1900~2002 年, 断线部分为缺测)

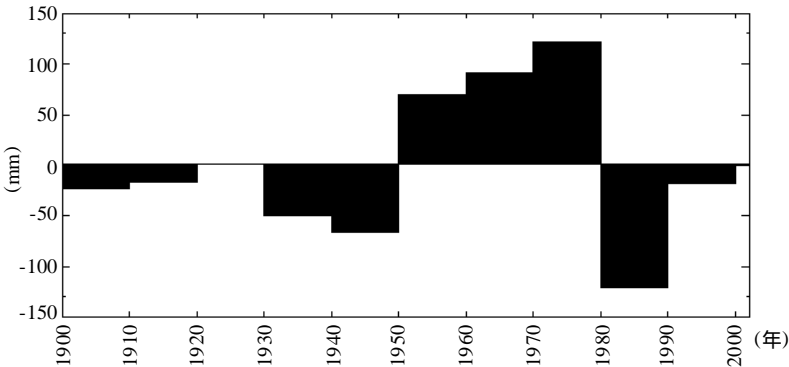


图 2 青岛年代降水量距平图

4 旱涝年的确定

用距平百分率法划分, 青岛市近 103a 中有 4a 是重涝年, 分别是 1911、1926、1970、1975 年; 4a 是大涝年, 分别为 1956、1961、1962、1964 年; 重旱年没有, 大旱年有 1a, 为 1981 年。另外, 偏涝年有 9a, 偏旱年有 20a, 正常年的概率为 61.6%。

以 Z 指标确定的旱涝情况为: 重涝年有 7a, 分别为 1911、1926、1956、1962、1964、1970、1975 年; 大涝年有 5a, 分别是 1953、1959、1961、1974、1990 年; 偏涝年有 5a; 重旱年有 5a, 分别是 1920、1941、1977、1981、1992 年; 大旱年有 10a, 分别为 1901、1918、1919、1929、1944、1968、1983、1988、1997、2002 年; 偏旱年有 5a; 正常年的概率为 62.6%。

对比两种指标对青岛旱涝年份的确定发现, 在确定总体灾害年数上, 差别不大, 旱年差一年, 涝年相同。但在确定旱涝程度上, 距平百分率指标明显比 Z 指标响应慢, 如确定旱年时, 1981 年这样公认的重旱年, 只划分为大旱年, 并且仅仅确定一年为大旱年, 其他都划分为偏旱年, 这明显降低了干旱程度。在确定涝年时, 洪涝程度也偏轻。因此, Z 指标更加客观的反映了降水量的变化特征, 更加切合历史实际情况。

从年降水量的旱涝分布看(见表 3), 出现旱或涝的概率为 37.4%, 其中 1930 年代的降水量最为平稳, 没有旱或涝年出现, 1900 年代仅有一年(1901 年)。1980 年代出现旱涝

年份最多，有 6a 是灾害年，其次是 1970 年代，其他年代的出现概率相同。同时发现，后 50a 明显比前 50a 年变化频繁在年代内旱涝年数差别加大。

表 3 青岛各年代旱涝年数 (以 Z 指标确定)

	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	合计
旱 涝	1	2	3	0	3	1	1	1	5	2	1	20
	0	2	1	0	1	3	3	4	1	2	0	17

5 年降水量趋势变化特征分析

部分年份的降水量因战乱等原因缺测，因此，我们只取连续年份研究其趋势变化情况。图 3 是只取连续时段的降水量距平图(1939~2002 年)。近 64 年来，降水量以 10.6mm/10a 的速度下降。陈文海^[3]的研究也认为，在华北地区存在降水量减少的趋势。经过对比分析，发现 5 阶多项式能很好的反映降水变化的阶段性。由 5 阶拟合线可以看出，年降水量的变化分为三个阶段：1939~1950 年为偏少期；1951 年起降水逐渐增多，一直到 1976 年都是偏多期；此后又进入偏少期，降水量虽有小幅波动，但总体都处于偏少期。章名立^[4]认为，中国东部降水量从本世纪 40 年代中期以后有增长的趋势，降雨量在 40 年代中期到 50 年代中期为一高峰期，以后持续下降，到 60 年代中期雨量减少到低于正常值的水平，而且到 80 年代末一直没有明显的回升趋势。可以看出，在阶段变化上，青岛的降水变化同中国东部降水量的变化虽年份略有差别，但基本趋势是一致的。

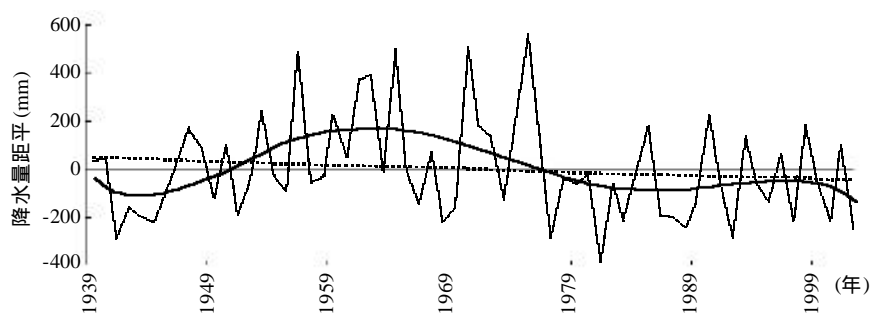


图 3 青岛年降水量距平逐年变化图 (1939~2002 年)
(斜虚线为趋势线，粗曲线为 5 阶多项式拟合值)

6 各季节旱涝情况及趋势变化特征分析

用距平百分率法分析各季节的旱涝情况发现，旱涝年份明显较多，正常年的概率分别为春季 43%，夏季 51%，秋季 32%，冬季 31%，可能以此标准夸大了季节的旱涝程度。我们同时以 Z 指标计算了各季节情况并统计列于表 4。主要特点有：

表 4 各年代各季节旱涝年数 (以 z 指标确定)

	春 季		夏 季		秋 季		冬 季		年	
	涝	旱	涝	旱	涝	旱	涝	旱	涝	旱
1900~1909 年	1	1	2	2	1	1	1	1	0	1
1910~1919 年	0	2	2	1	1	3	2	3	2	2
1920~1929 年	0	3	3	2	3	3	3	1	1	3
1930~1939 年	3	0	0	3	2	2	1	1	0	0
1940~1949 年	0	4	2	2	0	1	1	2	1	3
1950~1959 年	4	1	2	1	2	1	3	2	3	1
1960~1969 年	3	2	4	2	2	2	2	5	3	1
1970~1979 年	3	1	5	2	1	2	1	1	4	1
1980~1989 年	1	2	0	3	2	3	1	3	1	5
1990~1999 年	1	1	1	2	0	1	2	3	2	2
2000~2002 年	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1
合计	20	18	22	21	15	21	18	22	17	20

(1) 青岛出现旱或涝的可能性都很大,至少有一个季节出现旱或涝的年份占 84.5%,只有 16a 未出现季节性旱涝。这 16a 中,有 10a 出现在 1950 年以前,6a 在 1950 年以后,也说明了 103 年间后期比前期波动加大,旱涝发生更加频繁。灾害年最长连续时段发生在 1955~1981 年,每年都有不同季节的旱涝发生。1997 年起至今,每年也都有季节性旱涝发生,而 2002 年则由于连续两个季节(夏、秋)的持续干旱,致使全年处于大旱状态。

(2) 青岛季节降水量旱涝也有年代际变化。近 50a 同前 50a 相比,冬季频发干旱,而春季则是洪涝增加,秋季也是旱年数多于涝年数,夏季从 60 年代起,洪涝年数明显多于干旱年数,80 年代以后干旱年份明显增加。

(3) 从季节性旱涝发生的频率上看,近 50a 比前 50a 发生要频繁。

7 各季节降水量趋势变化特征分析

为分析各季节降水量的年际变化,我们将其都以降水距平百分率来表示,这样,就避免了冬、春季因降水量少而无法对比变化幅度的不足。

从各季节的降水量变化趋势来看(见图4),并非都如年降水量的变化一样是下降趋势。夏、秋季是下降趋势,夏季的下降趋势为-3.34m/10a,秋季为-1.68m/10a;而春季和冬季都呈现了上升趋势,分别为 1.04m/10a 和 0.41m/10a。这与陈文海^[3]对全国降水量的季节变化趋势的研究是一致的。因夏季的降水量占全年降水量的 57%,秋季占 22%,而春、冬季仅分别占 16%和 5%,因此,正是因为夏季和秋季降水量的减少而致使年降水量呈现下降趋势,春季和冬季的降水量虽略有上升,但因所占比例小,对全年的旱涝水平起的作用较小。陈绿文^[5]指出全球陆地降水在 1900~1998 年间,7 月份无明显变化趋势,1 月份有弱的上升趋势。对比发现,青岛降水冬季同全球变化一致,而夏季有差别。

从各季节的 5a 滑动平均曲线来看,冬、春季的变化曲线相似,秋季的变动幅度最大,而夏季自 80 年代以来持续负距平,这直接导致了这段时期的严重干旱。

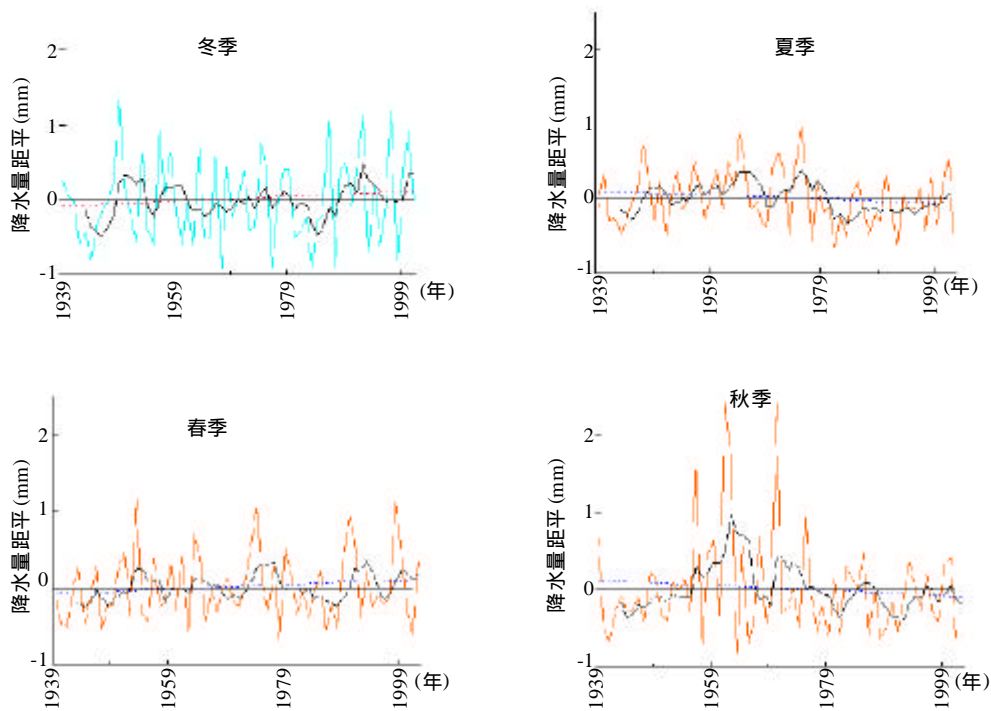


图4 青岛各季节降水量年际变化图
(斜虚线为趋势线,粗曲线为5年滑动平均线)

8 小结

本文通过 Z 指标计算方法,对过去 103a 的降水进行了研究,确定了旱涝年份,并进行了趋势分析,得出以下结论:

- (1) 百年来,青岛涝年有 17a,其中重涝年有 7a,大涝年有 5a,偏涝年有 5a;旱年有 20a,其中重旱年有 5a,大旱年有 10a,偏旱年有 5a;正常年的概率为 62.6%。
- (2) 就年降水量的旱涝情况看,青岛出现旱或涝的概率为 37.4%,1930 年代的降水量最为平稳,没有旱或涝年出现,1980 年代出现旱涝年份最多,有 6a 是灾害年。
- (3) 从各季节降水量的旱涝情况看,青岛出现季节性旱或涝的可能性很大,至少有一个季节出现旱或涝的年份占 84.5%;同时,各季节的旱涝有年代际变化,近 50 年来,秋季和冬季干旱次数增多,而春季则是洪涝次数增加,夏季的干旱主要出现在 1980 年代以后。从旱涝发生的频率上看,近 50a 比前 50a 发生要频繁。
- (4) 近 64 年来,年降水量以 10.6mm/10a 的速度下降,各季节的变化趋势不一致,夏、秋季的降水量是下降趋势,而春季和冬季的降水量则呈现出小幅上升趋势。
- (5) 本文分析表明,Z 指标比距平百分率更加客观的反映了降水量的变化特征。

参考文献：

- [1] 鞠笑生, 杨贤为, 等. 我国单站旱涝指标的确定和区域旱涝级别划分的研究[J]. 应用气象学报, 1997, 8 (1): 26~33.
- [2] 张 强, 鞠笑生, 等. 三种干旱指标的比较和新指标的确定[J]. 气象科技, 1998, 2 :48~52.
- [3] 陈文海, 柳艳香. 中国 1951~1997 年气候变化趋势的季节特征[J]. 高原气象, 2002, 21 (3): 251~257.
- [4] 章名立. 中国东部近百年的雨量变化[J]. 大气科学, 1993, 17 (4): 451~461.
- [5] 陈绿文, 施 能. 全球陆地降水初步分析[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25 (1): 84~91.

THE CHARACTERISTIC OF FLOOD AND DROUGHT CHANGE IN QINGDAO DURING THE RESENT HUNDRED YEARS

CHEN Zhi-mei , LUI Zao-tong, ZHANG Xiao-hui , YU Li-li

(Marine Hydrometeorology Center of North China Sea Naval Fleet, Qingdao 266003 China)

Abstract : Based on the monthly precipitation data in Qingdao from 1900 to 2002, we analyzed the flood and drought characteristic of year and season by Z-index. The result indicates that 20 years were drought and 17 years were flood, the probability of flood or drought is 37.4%. There are 84.5% years occur flood or drought in at least one season. The year precipitation reduced by 10.6mm per 10 years. The variation trends of every season precipitation are different. The precipitation in summer and autumn is decreasing and that in spring and winter is increasing.

Keyword : precipitation in Qingdao ; Z-index ; drought and flood ; Variation trend