

拉萨近 45 年旱涝变化的初步探讨

杜 军

(西藏自治区气象台, 拉萨 850000)

摘 要 采用二值时间序列分析的方法, 对拉萨旱涝变化的规律, 旱涝持续性、转折性和周期性进行探讨, 同时对太阳黑子与旱涝的关系进行研究。结果发现, 拉萨历史上涝出现的机率明显多于旱, 旱涝的持续性比交替性占优势; 出现一次涝的过程后, 平均将有 2~3 年左右的非涝过程, 而一次旱的过程后, 平均将有 3 年的非旱过程, 最长达 7 年。涝的主要周期为 2~3 年, 旱以 3 年、6~7 年为周期。在太阳黑子低值年的当年及第一年和高值年的当年、第一年、第三年易出现干旱, 而高值年的第二年易发生涝。

关键词 旱涝变化 二值滤波 太阳黑子

1 引言

旱涝是拉萨重要的气象灾害之一, 尤其是旱灾, 每年均有不同程度的发生, 对农牧业生产影响较大。5 月春旱不仅使春播作物出苗、保苗困难, 越冬作物返青后也呈苗黄苗瘦状态, 还影响作物的有效分蘖, 从而影响成穗数和最终产量。春旱还使牧草返青推迟, 生长缓慢, 加之牲畜饮水困难, 从而加重了牲畜的“春乏”。6~8 月正值作物拔节、抽穗的需水关键期, 若遇干旱, 会造成一定程度的减产。即使是多雨年也并不感到雨水过多, 因而涝灾出现的机率较小, 且影响范围也较小。

从农牧业生产实际出发, 了解和掌握旱涝的时空分布特征及其发生规律, 对搞好高原农牧业生产有着十分重要的意义。本文根据文献[1]中的旱涝等级标准, 计算了拉萨历年旱涝情况, 结果与实况较吻合, 证明了这一标准的代表性和可靠性, 较好地反映了拉萨旱涝的发生规律。在此基础上, 探讨了拉萨旱涝特征, 以及与太阳黑子的关系, 这对研究拉萨旱涝成因无疑有一定的意义, 对评价拉萨农业气候资源也有一定的参考价值。

2 资料来源及处理方法

本文利用拉萨 1952~1996 年历年 5~9 月降水总量, 采用文献[1]中的规定, 计算出拉萨近 45 年的旱涝等级。

文献[1]中的旱涝等级标准为

$$1\text{级: } (\bar{R} + 1.17\sigma) < R_i,$$

$$2\text{级: } (\bar{R} + 0.33\sigma) < R_i \leq (\bar{R} + 1.17\sigma),$$

3级: $(\bar{R} - 0.33\sigma) < R_i \leq (\bar{R} + 0.33\sigma)$.

4级: $(\bar{R} - 1.17\sigma) < R_i \leq (\bar{R} - 0.33\sigma)$,

5级: $R_i \leq (\bar{R} - 1.17\sigma)$,

式中 $\bar{R}$ 为5~9月多年平均降水量, R_i 为逐年5~9月降水总量, σ 为标准差。

旱涝分5个等级: 1级为重涝, 2级为轻涝, 3级为正常, 4级为轻旱, 5级为重旱。

过去的旱涝研究中, 只求综合周期, 旱涝在一个周期中, 综合周期和大气波动很难吻合。因此, 对旱(涝)单项周期的研究就显得十分重要。为了研究单项周期, 把原始旱涝等级资料转化为二分变量 R (0,1), 这样在研究旱(涝)时, 涝(旱)周期实际上已被滤掉了, 达到了滤波的目的, 这就是“二分变量滤波”法^[2]。具体做法是: 在研究旱时, 把4级和5级序列值都转化为“1”称旱, 其余级记为“0”称非旱; 而在研究涝时, 则将1级、2级记为“1”, 其余级记为“0”, 称涝和非涝。这样, 原来的旱涝等级序列就转化成了二值序列, 达到“二分变量滤波”。

3 旱涝变化的基本规律

3.1 旱涝的时间分布特征

表1列出了旱涝等级的分布特征, 从旱涝的频数和频率分布来看, 拉萨历史上涝(含重涝)出现的机率明显多于旱(含重旱), 平均3~4年一遇旱(涝), 9~11年一遇重旱(涝)。

表1 近45年旱涝频数、频率分布

等级	1	2	3	4	5	$\Sigma_{1,2}$	$\Sigma_{4,5}$
频数	4	12	15	9	5	16	14
频率	8.9%	26.7%	33.3%	20.0%	11.1%	35.6%	31.1%

应用二值序列的旱涝指标

$$D_f = 100 \frac{V_{rd} - V_{rf}}{V_{rd} + V_{rf}} \quad (1)$$

$D_f = 0$ 代表均匀气候, $D_f > 0$ 代表涝占优势的气候, $D_f < 0$ 代表旱占优势的气候。式中 V_{rd} 和 V_{rf} 代表旱和涝的标准序列变化比, 可用下式计算

$$V_r = 100(1 - \rho) \quad (2)$$

相关系数

$$\rho = \frac{\hat{P}_{11} - \hat{P}^2}{\hat{P}(1 - \hat{P})} \quad (3)$$

式中 $\hat{P} = N_1 / N$, N_1 是序列值为1的次数, $\hat{P}_{11}$ 是相邻两值均为1的概率。

可以看出, 如果二值序列是绝对随机的, 则 $\rho=0$; 如果是绝对持续的, 则 $\rho=1$; 如果是绝对交替的, 则 $\rho=-1$ 。 V_i 小于 100% 越多, 持续性越显著, 否则交替性越显著。对 D_i 进行计算 (见表 2)。

表 2 旱涝指标统计

指标	S	P	P_{11}	V_i	D	L
旱	14	0.311	0.089	96.397	20	3.10
涝	16	0.356	0.089	83.540	23	2.60

注: S 为频数, P 为频率, D 为旱涝转换次数, L 为平均长度

根据 (1) 式, 得到拉萨 1952~1996 年的旱涝指标 $D_i=7.145$, 这说明涝出现的概率大于旱 ($D_i>0$), 拉萨在历史上是涝占优势的气候。

3.2 旱涝的持续性和交替性

从上面的计算结果来看, 拉萨旱涝的持续性比交替性占优势 ($V_i<100\%$), 涝序列的持续性较早序列明显。拉萨持续偏涝多以持续 2 年为主, 而持续偏旱则以持续 2~3 年为主。

为了了解旱涝平均强度的信息及预示较长长度连续旱涝的优势程度, 引进转换次数公式^[3], 即

$$D = 2 \sum_{i=1}^N X_i - 2 \sum_{i=2}^N X_i X_{i-1} - (X_1 + X_N). \quad (4)$$

二值序列“1”值之间的平均长度 L 值, 即

$$L = \frac{2(N-S)}{D}. \quad (5)$$

式中 N 为序列长度, S 为“1”值个数。

结果列于表 2, 计算表明, 一次涝的过程后, 平均将有 2~3 年左右的非涝过程, 最长达 5 年, 即 1974 年出现涝后, 1975~1979 年为非涝年; 而出现一次旱的过程后, 平均将有 3 年的非旱过程, 最长达 7 年, 即 1968~1974 年。可以看出涝出现的机率比旱多, 这与上述结论是一致的。

3.3 旱涝趋势

表 3 为 1952~1996 年逐年代的旱涝频率及平均旱涝等级, 并且规定 ≥ 3.2 级为偏旱, ≤ 2.8 级为偏涝, 介于二者之间为正常^[4]。

表 3 各年代旱涝频率及旱涝等级

年代	1	2	3	4	5	$\Sigma_{1,2}$	$\Sigma_{4,5}$	等级
50 年代	25.0	12.5	37.5	25.0	0	37.5	25.0	偏涝
60 年代	10.0	40.0	30.0	10.0	10.0	50.0	20.0	偏涝
70 年代	0	20.0	60.0	20.0	0	20.0	20.0	正常
80 年代	0	20.0	20.0	30.0	30.0	20.0	60.0	偏旱
90 年代	14.3	42.8	14.3	14.3	14.3	57.1	28.6	偏涝

统计结果表明:

(1) 50年代降水较为充沛,较气候平均值偏多7%,平均旱涝等级为2.6,属于偏涝年,其中重涝年就有2年,出现在1952、1954年,占历史出现重涝年的50%。

(2) 60年代拉萨的旱涝状况仍以涝占优势,涝年占了一半,其中1962年雨量达到历史最高值,较气候平均值偏多89%,属于重涝年,致使山洪爆发,对农业生产影响较大。这一年代出现过一次大旱年,即1967年,雨量仅有246.2 mm,为历史次低值,较气候平均值偏少40%。

(3) 70年代,降水较前18年平均减少42.5 mm,旱涝年仅占40%,没有出现重旱(涝),属于正常。

(4) 进入80年代,受全球气候变暖等因素的影响,西藏大部分农区降水明显减少,拉萨也不例外,旱的频率明显大于涝,占60%,其中1981~1983年连续3年干旱,1982、1983年2年重旱,1983年仅有208.6 mm的降水,为历史最低值,加之当时水利条件较差,造成粮食总产连续3年下降。1986~1989年中有3年少雨干旱,其中1986年为重旱年。80年代共出现3次重旱年,占历史出现重旱年的60%。

(5) 90年代降水较80年代平均增加96.7 mm,旱涝状况以涝占明显优势。1990、1991连续2年多雨偏涝,作物需水关键期与降水时段较为吻合,作物穗大粒重,粮食增产。1993、1995年为偏涝年,气象年景属于正常偏丰。1992、1994年降水偏少,干旱、病虫害普遍发生发展,对农业生产影响较大。

(6) 从各年代旱涝变化来看,拉萨的旱涝状况仍以涝占优势。

4 旱涝变化的干湿期划分

对二值滤波得到的旱涝时间序列 $H(0,1)$ 和 $L(0,1)$ 的对应元素求和 $S(0,1)=H(0,1)+L(0,1)$,得到新的二值时间序列,即旱涝等级序列 $S(0,1)$ 。为了突出旱涝阶段性特征,根据旱涝等级序列 $S(0,1)$ 的累积距平绘制曲线图^[5](见图1)及历年旱涝等级(表略),得到旱涝划分(表4)。

从干湿期划分来看,湿期占有较为明显的优势,这说明拉萨旱涝状况以涝占优势。

图2为拉萨5~9月降水量距平百分率11年滑动平均曲线图,从图中可知,1952~

表4 拉萨干湿期划分

干湿期	时段	涝	干	正常
湿期	1952~1966	1954~1955	1953	1957~1959
		1961~1962	1956	
		1965~1966	1961	
干期	1967~1969		1967、1969	1968
湿期	1970~1974	1970、1974		1971~1973
干期	1975~1989		1975~1976	1977~1979
		1980、1985	1981~1983	
			1986~1989	
湿期	1990~1996	1990~1991 1993、1995	1992、1994	1996

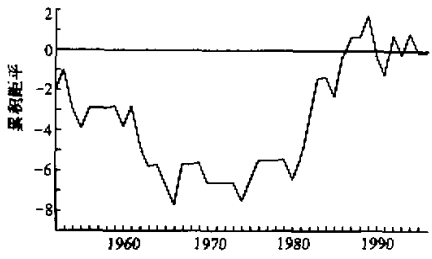


图1 旱涝等级序列 $S(0, 1)$ 的累积距平曲线图

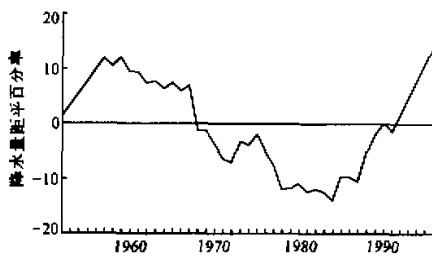


图2 拉萨5~9月降水量距平百分率11年滑动平均曲线

1968 和 1990~1996 年为雨量偏丰期, 1969~1989 年为雨量偏少期, 从变化的趋势来看, 多雨期还将持续若干年, 此后可能转入雨量偏少期。

5 旱涝变化的周期性分析

在计算旱(涝)的周期时, 借助于二变变量, 涝(旱)的周期实际上已被滤掉了。文献[2]中提出旱(涝)二变变量周期性应该有两种, 即周期和循环周期。周期是旱(涝)严格的周期性重现, 其中间没有旱(涝)出现; 而循环周期是任何旱(涝)的周期重现, 不管它中间是否以旱(涝)出现。循环周期可以用于气候预报, 而周期可以用于气候分析。周期总是循环周期, 但循环周期不一定是周期。例如, 在以下资料中有 2 个长度为 3 的循环周期, 3 个长度为 4 的循环周期: 1001010010110。在另一方面, 长度为 3 和 4 的周期都是 2 个。循环周期可以由短的周期叠加而成。文中利用功率谱分析方法对二值序列做循环周期分析, 将涝(含重涝)、重涝、旱(含重旱)、重旱序列分别做功率谱分析(分别取最大落后时刻为 11、10、9), 得到拉萨旱(涝)的循环周期, 见表 5。

表 5 拉萨旱涝循环周期

等级	M	显著周期	等级	M	显著周期
重涝	11	2.2	重早	11	3.1
	10	10, 2.2		10	3.3
	9	9, 2.3		9	3.6, 3.0
涝	11	2.8	旱	11	5.5, 2.8
	10	2.5		10	6.7, 5.0, 2.9
	9	2.6, 2.3		9	6.0, 2.6, 3.0

注: 以上循环周期通过 $\alpha=0.1$, $\alpha=0.2$ 红噪音的检验, M 为最大落后时刻

从表 5 可知, 拉萨旱的主要振荡周期为 3 年和 6~7 年; 重涝存在 9~10 年、2 年的振荡周期; 涝的主要循环周期为 2~3 年。我们知道副热带高压、极涡等环流系统活动周期为 3~4 年, QBO(准两年振荡)周期为 2~2.9 年, 厄尔尼诺指数存在显著的

3.5 年低频振荡周期^[6]。这说明拉萨的旱涝与天气环流系统变化、太阳活动、海温异常有关。

6 太阳活动与旱涝的关系

太阳黑子存在着 11 年的活动周期, 且这种 11 年周期增长要比衰减快些。太阳活动极大值也存在涨落现象, 一次涨落为 22 年, 称为海尔周期或磁周。拉萨旱涝与太阳黑子活动究竟有什么关系呢? 由于资料年代较短, 太阳黑子活动极值年与对应的旱涝等级样本太少, 不能得到显著性的规律, 但可得到一些有意义的现象 (表 6), 即拉萨旱涝较为严重的年份基本上出现在太阳黑子极值年, 太阳黑子低值年 (m) 的当年及后一年和高值年 (M) 的当年、第一年、第三年易出现干旱; 而高值年的第二年易出现涝, 第三年不会出现涝; 低值年的前一年一般不会出现正常年——雨水不是偏多就是偏少。

表 6 太阳黑子活动 11 周期极值年与拉萨旱涝

低值年				高值年				
-1	m	+1	+2	M	+1	+2	+3	+4
1953 (H)	1954 (L)	1955 (L)	1956 (H)	1958 (CH)	1959 (Z)	1960 (L)	1961 (H)	1962 (L)
1963 (L)	1964 (H)	1965 (H)	1966 (L)	1969 (H)	1970 (L)	1971 (Z)	1972 (Z)	1973 (Z)
1975 (H)	1976 (SH)	1977 (Z)	1978 (Z)	1981 (H)	1982 (H)	1983 (H)	1984 (Z)	
1985 (L)	1986 (H)	1987 (H)	1988 (CH)	1991 (L)	1992 (H)	1993 (L)	1994 (H)	

注: H 表示旱, CH 表示初夏旱, SH 表示盛夏旱, L 表示涝, Z 表示正常

7 结论

(1) 从旱涝的频数和频率分布来看, 拉萨历史上涝出现的机率明显多于旱。平均 3~4 年一遇旱 (涝), 9~11 年一遇重旱 (涝)。

(2) 拉萨的旱涝状况以涝占优势, 持续性比交替性占优势。拉萨持续偏涝多以 2 年为主, 而持续偏旱则以 2~3 年为主。一次涝的过程后, 平均将有 2~3 年左右的非涝过程, 最长达 5 年; 一次旱的过程后, 平均将有 3 年的非旱过程, 最长达 7 年。

(3) 从 5~9 月降水距平百分率 11 年滑动平均曲线看, 1952~1968, 1990~1995 年为雨量偏丰期, 1969~1989 年为雨量偏少期。多雨期还将持续若干年, 此后可能转入雨量偏少期。

(4) 拉萨旱的主要振荡周期为 3 年和 6~7 年; 重涝存在 9~10 年, 2 年的振荡周期; 涝的主要循环周期为 2~3 年。这说明拉萨旱涝与天气环流系统变化、太阳活动、海温异常有关。

(5) 拉萨旱涝较为严重的年份基本上出现在太阳黑子极值年, 在太阳黑子低值年的当年及第一年和高值年的当年、第一年、第三年易出现旱灾, 而高值年的第二年易发生涝灾, 第三年不会出现涝。

参 考 文 献

- 1 中央气象局气象科学研究所, 1981, 中国近五百年旱涝分布图集, 北京: 地图出版社.
- 2 么枕生, 1983, 旱涝历史记载的统计学处理方法, 气象科技, No.5, 38~43.
- 3 徐南平, 袁美英, 1994, 近200年来旱涝变化的探讨, 黑龙江气象, No.2, 18~21.
- 4 张先恭等, 1993, 1980~1991年旱涝分布图, 气象, 19(4), 33~38.
- 5 黄嘉佑, 1995, 气候状态变化趋势与突变分析, 气象, 21(7), 54~57.
- 6 魏松林, 1995, 厄尔尼诺事件的一种预测方法, 黑龙江气象, No.3, 19~21.

Preliminary Studies on Variations of Drought/ Flood of the Last 45 Years in Lhasa

Du Jun

(Meteorological Observatory of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000)

Abstract By using the method of bi-value time series analysis, the rule, persistence, turning and cycle of drought/ flood in Lhasa are discussed, and the relationship between sunspot and drought/ flood is studied. The results show that the chance of flood is more than drought, the persistence of drought/ flood prevail over the turning. On the average, after the occurrence of drought/ flood, it will be 2~3 years non-drought/ non-flood period. The main oscillation of flood/ drought is 2~3 years, 3 and 6~7 years. The drought often happens in the same year and the next year of sunspot low-value, and in the same year of sunspot high-value; and the first and third year after then however the flood happen in the second year after the year of sunspot high-value.

Key words variation of drought/ flood bi-value filtering sunspot