

西藏不同气候区域旱涝特征分析

向毓意¹⁾ 杜 军²⁾ 马玉才¹⁾

1) (西藏自治区气候中心, 拉萨 850000)

2) (西藏自治区气象台, 拉萨 850000)

摘 要 提出有效降水的概念, 并将有效湿润度(有效降水与可能蒸发量的比值)的异常程度作为判别指标, 对西藏高原不同气候区域的旱涝特征进行了研究。

关键词: 有效降水量; 旱涝特征; 蒸发量; 湿润度

1 引言

旱涝灾害, 尤其是旱灾, 是影响西藏农业生产最主要的气象灾害之一, 几乎每年都有不同程度的发生, 对农业生产危害较大。了解和掌握旱涝的时空分布特征及其发生规律, 对搞好农业生产有着十分重要的意义。

分析旱涝灾害, 关键的问题是旱涝指标的确定。目前, 大致有以下几种方法: (1) 直接以降水量的多少来确定^[1,2]; (2) 同时考虑降水和其他因素, 如温度降水均一化指标; (3) 根据蒸发量和降水量的相对大小确定旱涝指标^[3,4]; (4) 利用水量平衡原理确立指标^[5]。由于上述方法的侧重点不同, 影响要素的选择也存在差异, 因此, 都存在一定的局限性。从理论上讲, 利用水量平衡原理分析最理想, 但所选择的要素不进行常规观测, 资料难以获取, 且计算比较复杂, 不利于旱涝灾害的实时监测, 因此, 前3种方法运用得更为普遍。气象工作者就西藏的旱涝灾害进行了较多的研究。杜军^[6]根据汛期(5~9月)降水的多少直接进行旱涝等级的划分。向毓意等^[7]综合考虑汛期降水量和降水日数, 探讨了拉萨地区的旱涝状况。旺杰等^[8]利用降水Z指数分析了西藏的旱涝分布情况。但在实际工作中, 根据这些指标分析的结果与实际调查情况存在一定的差异。通过对指标的分析, 我们认为主要存在以下4方面的问题: (1) 以汛期或月降水总量为主要判别因子反映不出降水在时段内的时间分布情况; (2) 旱涝灾害的形成是降水量、气温、风、辐射、土壤蓄水量等诸多因子共同作用的结果, 而指标中所考虑的因子并不十分全面; (3) 没有考虑到作物生长季各个时期对水分的需求差异; (4) 非气象因素的影响, 如农田水利设施条件好的地区比差的地区受灾的可能性和受灾程度要小。

本文将降水量、降水日数共同考虑, 提出有效降水量的概念, 并根据有效降水量与蒸发量的相对大小关系对西藏不同气候区域作物生长需水关键期的旱涝时空分布特征进行研究。

2 方法简介

进行旱涝研究时, 重点之一是考虑某时段(如旬、月或季)的降水总量:

$$R = \sum r_i, \quad (1)$$

式中, R 为时段内降水总量, r_i 为日降水量。

按(1)式计算的降水量不能反映出降水在时段内的时间分布情况, 而降水的时间分布对于是否形成灾害具有重要的意义。例如, 拉萨 1979 年 5 月 11 日~6 月 8 日近 1 个月无降水, 而 6 月 9 日一天的降水量就接近了 5 月中旬~6 月上旬常年的降水总量。用(1)式就不能反映出 5 月中旬~6 月上旬作物需水关键期缺水致旱的情况。

为了克服这种不足, 我们引入有效降水量的概念, 即:

$$R_y = d \times \frac{1}{D} \sum r_i, \quad (2)$$

式中, R_y 为有效降水量, d 为降水日数, D 为时段内总日数, $\frac{1}{D} \sum r_i$ 表示时段内的平均日降水量。

公式(2)能在很大程度上克服因降水在分析时段内的分布不均造成旱涝指标判别率下降的问题。

形成旱灾的原因除了降水量外, 还有温度、风、日照、土壤蓄水量等诸多因子, 而蒸发量是气温、风、日照共同作用的直接体现。为此, 我们将有效降水量与可能蒸发量的比值作为旱涝判别的指标, 定义为有效湿润度:

$$z = R_y / E_0, \quad (3)$$

式中, 可能蒸发量 E_0 运用 Penman 公式确定^[9]:

$$E_0 = \left\{ \frac{p_0}{p} \frac{K}{\gamma} \left[(1 - \alpha) Q_A \left(a + b \frac{n}{N} \right) - \sigma T_k^4 (0.56 - 0.079 \sqrt{e_a}) \left(0.1 + 0.9 \frac{n}{N} \right) \right] + 0.26(e_s - e_a)(0.5cu_2) \right\} / \left(\frac{p_0}{p} \frac{K}{\gamma} + 0.1 \right), \quad (4)$$

式中, E_0 为可能蒸发量 (mm/d); p_0 为海平面气压 (hPa); p 为实际测站气压 (hPa); K 为温度-饱和水汽压曲线的斜率; γ 为湿度计常数; Q_A 为理论太阳辐射; n 为实际日照时数; N 为理论日照时数; T_k 为绝对温度; σ 为 Stefan-Boltzmann 常数; e_s 为饱和水汽压; e_a 为实际水汽压; u_2 为 2 m 高度上的风速; c 为风速修正系数; α 为反射率; a 、 b 为由日照比率估算太阳辐射的经验系数^[10]。

(4) 式中 K 和 γ 可由下两式确定:

$$K = \frac{e_a}{273 + T} \left[\frac{6463}{273 + T} - 3.927 \right], \quad (5)$$

$$\gamma = \frac{c_p p}{\varepsilon L}, \quad (6)$$

式中, c_p 为干空气定压比热; ε 为水汽分子量对于干空气分子量的比值, L 为水的蒸发潜热 (J cm^{-3})。

对于计算得到的有效湿润度序列, 我们按照 WMO 提供的气象要素异常标准进行判别, 即:

$-2.0\delta > \Delta z$	异常干燥,
$-2.0\delta \leq \Delta z < -1.5\delta$	干燥,
$-1.5\delta \leq \Delta z \leq 1.5\delta$	正常,
$1.5\delta < \Delta z \leq 2.0\delta$	湿润,
$2.0\delta < \Delta z$	异常湿润,

其中, Δz 为有效湿润度距平, δ 为有效湿润度标准差。

根据分析研究, 结合实际调查, 我们依据 Δz 的异常程度定义如下旱涝判别指标: 在作物生长关键期, 若连续两个旬的有效湿润度为异常干燥 (湿润) 或者连续三个旬出现干燥 (湿润)、(其中非连续三旬) 异常干燥 (湿润), 则判定为一次轻旱 (涝); 若连续三个旬的有效湿润度异常干燥 (湿润) 或连续三个旬以上有效湿润度为干燥 (湿润) 或异常干燥 (湿润), 则定为一次重旱 (重涝)。

3 资料

考虑到资料长度和西藏农业生产的分布情况, 我们选择了青藏高原不同气候区域具有 37 年以上资料序列、分布在主要农区的 11 个气象站的旬气温、气压、水汽压、降水量及降水日数、风速、日照百分率资料, 分别计算了作物生长关键期逐旬的有效湿润度, 并据此对高原不同气候区域的旱涝特征进行了讨论。

4 指标的检验

我们运用文献[6~8]中所采用的 3 种旱涝指标以及本文所定义的旱涝指标, 分别对拉萨 1961~1997 年的旱涝灾害进行了判定, 并与实际调查得到的资料 (西藏自治区抗灾办提供) 进行了比较。结果表明: (1) 对于典型的旱涝年, 4 种指标均能够作出判定, 但所判断的等级存在一定的差异。(2) 本文所定义的指标对一般旱、涝年的鉴别能力比文献[6~8]中指标的判别力明显要好, 例如 1988 年, 根据抗灾办资料的记载, 拉萨初夏部分县发生旱灾, 本文的指标清楚地表明拉萨 5 月上旬~6 月中旬出现了较严重的旱情。调查了解到的有记载的旱涝灾害在本文的指标中全部都能反映出来, 而文献[6~8]的 3 种指标判别情况与实际调查有一定的出入, 准确率约为 70%~80%。(3) 运用文献[6~8]的 3 种指标判别出的有灾年份当中, 有的年份实际上并没有灾害发生, 例如 1976 年。这与把整个汛期 (5~9 月) 作为研究时段而不考虑作物具体的需水时期有关, 本文的指标在对拉萨进行的实验研究中没有出现这种情况。综上所述, 本文的旱涝指标不仅考虑了降水在分析时段内的时间分配, 而且包含了温度、辐射、风等相关因素的影响, 同时, 有针对性地选择了作物生长关键期 (对水分条件依赖强) 的时间进行旱

涝灾害的研究，其判别能力明显优于文献[6~8]中的 3 种指标。

5 分析结果

5.1 湿润、半湿润气候区旱涝气候特征

西藏湿润、半湿润气候区主要包括林芝地区以及山南地区东部¹⁾。林芝地区大部以及山南地区东部作物生长关键期一般都在 4 月中旬~6 月中旬，较中西部地区早约 1 个月。由于该时段区域雨水相对丰沛，干旱对农业生产影响并不大。1961~1997 年的 37 年间林芝地区仅发生了 5 次干旱（1967、1971、1981、1992、1997 年），频率为 14%，并且没有重旱；近 40 年涝灾也只发生了 4 次（频率为 11%），且全为轻涝。可见旱涝灾害对东部、东南部农业生产的影响是有限的。

5.2 干旱、半干旱气候区旱涝气候特征

藏北地区、阿里地区、日喀则地区及拉萨、昌都地区大部为干旱、半干旱气候区¹⁾。西部的阿里属于干旱气候区，降水稀少，几乎每年都有旱灾发生，而且 90% 以上是重旱，极大地制约了当地农业的发展。藏北地区以畜牧业为主，农业所占的比重较小，故本文不作讨论。

5.2.1 昌都地区旱涝特征

昌都大部分地区作物生长关键期为 5~7 月。由于此期间旱涝灾害的发生与否是影响农作物产量的决定性因素之一，因此，我们针对该时段讨论昌都地区的旱涝灾害特征。昌都地区旱涝灾害的发生频率比林芝地区高，1961~1997 年有 7 年（1963、1966、1975、1977、1982、1985、1986 年）出现旱灾，频率为 19%，全部都是轻旱；涝灾仅有 1 次，发生在 1961 年，为重涝。由于昌都农区多以山地为主，土壤蓄水力差，且大体为半干旱区（部分地区为半湿润区），水分资源并不十分丰富，旱灾对农业造成大的损失要大于涝灾，是影响当地农业生产的最主要的气象灾害之一。对旱灾序列的分析表明，区域旱灾的发生主要有以下两个特点：（1）旱情等级均一：所出现的 7 年旱灾均为轻旱，历史上没有重旱发生；（2）成灾时间的一致：7 次旱灾全部发生在 5 月上旬~中旬，仅有的 1 次涝灾也发生 5 月。

5.2.2 雅江中游地区旱涝特征

5.2.2.1 旱涝频率

雅鲁藏布江中游地区近 40 年中发生旱灾的年份有 21~26 年，其中泽当最多，达 26 年，其他地区 21~22 年；涝灾 4~8 年，泽当、江孜较多，分别为 8 年、7 年；拉萨、日喀则较少，为 4 年。表 1 是对雅鲁藏布江中游各地旱涝灾害发生频率的统计。由表 1 可以看出：（1）雅鲁藏布江中游地区旱灾发生频率在 57%~70%，其中泽当旱灾的频率最

表 1 雅鲁藏布江中游地区农区旱涝频率（%）

	拉萨	泽当	日喀则	江孜
轻旱	35	27	32	33
重旱	22	43	27	24
合计	57	70	59	57
轻涝	11	17	11	8
重涝	0	5	0	11
合计	11	22	11	19

1) 西藏自治区气候中心，西藏农业气候资源分析及区划，1996。

高，拉萨、日喀则、江孜大体相当；（2）涝灾同样也是泽当最高（22%），江孜其次（19%），拉萨、日喀则同为 11%；（3）旱灾多于涝灾；（4）江孜重涝多于轻涝，其他地方轻涝多于重涝，拉萨、日喀则近 40 年没有重涝发生；泽当重旱多于轻旱，拉萨、日喀则、江孜则是轻旱多于重旱；（5）轻旱平均 3 年一遇，重旱 3~5 年一遇；轻涝平均 5~10 年一遇，重涝拉萨、日喀则没有发生，泽当、江孜 10~20 年一遇。

5.2.2.2 旱涝灾害发生时段统计特征

对雅鲁藏布江中游地区 4 个站旱涝灾害发生时间的统计表明，区域旱灾的出现主要集中在 5 月上旬~6 月中旬这 5 个旬期间，即基本上为初夏干旱；6 月下旬以后发生的干旱历史上拉萨 2 次，泽当 5 次，而且均属于初夏、盛夏连旱，江孜也只有 7 次，其中仅 1 次盛夏干旱（图 1），其余都是初夏、盛夏连旱。

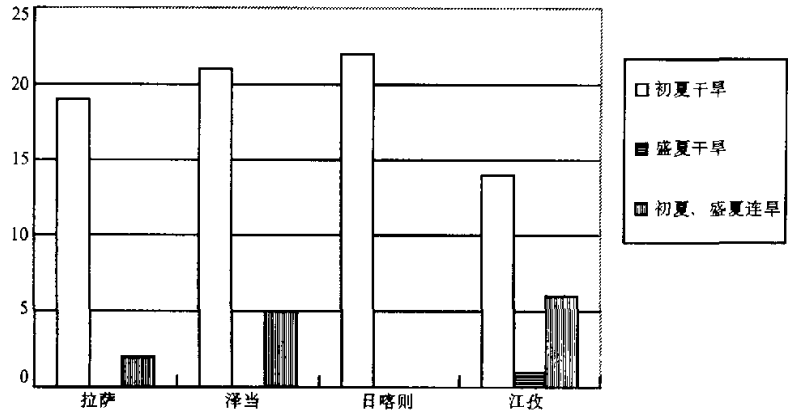


图 1 雅鲁藏布江中游地区旱灾发生时段分布

涝灾的出现时间不如旱灾那么集中，拉萨、泽当多集中在 5 月上旬~7 月上旬、日喀则主要在 5 月，江孜 5~8 月都有发生。

表 2 雅鲁藏布江中游农区各年代旱涝次数统计

		60 年代	70 年代	80 年代	90 年代
拉萨	旱	7(3)	4(2)	6(2)	4(1)
	涝		2(0)	1(0)	1(0)
泽当	旱	7(4)	5(3)	8(6)	6(4)
	涝	1(0)	3(1)	4(1)	
日喀则	旱	6(5)	3(2)	7(1)	6(2)
	涝	1(0)	1(0)	1(0)	1(0)
江孜	旱	5(1)	4(2)	8(5)	4(1)
	涝	3(2)	3(1)	1(1)	

注：表中括号内为重旱、重涝次数

5.2.2.3 旱涝灾害的年代际特征

表 2 为雅鲁藏布江中游地区各年代旱涝灾害发生的次数。由表 2 可知，20 世纪 80 年代是旱涝灾害最为频繁的 10 年，成灾年份各地都在 7 年以上，其中泽当 10 年中年年有灾发生；70 年代旱灾最少，仅 3~5 年，但却是涝灾出现最多的 10 年。由于涝灾的发生次数相对比旱灾少，从总体上看，70 年代也是旱涝灾害出现最少的年代。60、90

年代旱涝灾害的出现频率也比较高，但未达到 80 年代的水平。

5.2.2.4 局地、区域性旱涝灾害统计特征

如果在同一年中区域内两个以上的站在相近的时段都发生了旱涝灾害，我们就将其判定为一次区域性灾害。

雅鲁藏布江中游地区区域性旱灾的出现年份明显多于局地性旱灾（表 3）。1961~1997 年的 37 年中有 20 年发生了区域性旱灾，其中拉萨、日喀则、泽当、江孜 4 个地方同时发生旱灾的有 14 年，3 个地方同时发生的有 6 年；局地性旱灾只有 7 年，其中两个站同时发生的有 5 年，单站发生旱灾的仅 2 年。可见，雅鲁藏布江中游地区的旱灾以区域成灾为主。雅鲁藏布江中游地区涝灾具有明显的局地性，区域性涝灾 4 年（4 站 2 年、3 站 2 年），局地性涝灾共 7 年，其中单站涝灾占了 5 年。

表 3 雅鲁藏布江中游地区局地性、区域性旱涝灾害统计

	区域性		局地性	
	4 个站	3 个站	2 个站	1 个站
旱灾	1961、1964、1965、1966、 1969、1972、1979、1982、 1983、1986、1987、1988、 1989、1995	1967、1970、1975、 1991、1993、1997	1963、1985、1992、 1994、1996	1971、1981
涝灾	1977、1980	1962、1978	1971、1990	1966、1968、1981、 1983、1984

6 结论

（1）本文同时考虑降水量和降水日数，提出有效降水量的概念，把有效降水量与可能蒸发量的比值——有效湿润度——的异常程度作为旱涝判别指标对西藏不同气候区作物生长关键期的旱涝特征进行研究。

（2）旱涝灾害对湿润、半湿润农业生产的影响力是有限的，在作物生长关键期旱涝灾害频率较低，历史上没有重旱、重涝发生。

（3）昌都地区旱涝灾害的发生频率比东南部略高，旱灾对农业生产的影响力明显高于涝灾。该区域旱灾具有灾害等级均一（全为轻旱）、成灾时间的一致（只发生在 5 月）两个特点。

（4）雅鲁藏布江中游地区旱灾发生频率在 57%~70%。该区域旱灾基本上为初夏干旱，涝灾的出现时间不如旱灾那么集中；20 世纪 80 年代是旱涝灾害最为频繁的 10 年，成灾年份各地都在 7 年以上，70 年代旱灾最少，仅 3~5 年，但却是涝灾出现最多的 10 年；旱灾的发生具有明显的区域性，涝灾具有明显的局地性。

参 考 文 献

1 冯佩芝、李翠金、李小泉，中国主要气象灾害分析（1951~1980）、北京：气象出版社，1985。
2 鞠美生、杨贤为、李丽娟、王有民，我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究，应用气象学报，1997，8(1)，26~23。

- 3 程纯枢, 我国气候干湿条件的分布特点, 北京: 气象出版社, 1986.
- 4 王毓棠, 华北农业干旱研究进展, 北京: 气象出版社, 1997.
- 5 安顺清、邢久星, 修正的帕默尔干旱指数及其应用, 气象, 1985, 11(12), 17~19.
- 6 杜军, 拉萨近 45 年旱涝变化的初步探讨, 大气科学, 1999, 23(1), 119~125.
- 7 向毓意、许燕, 拉萨 5 mm 以上降水日数与旱涝的关系, 气象, 1998, 24(5), 39~41.
- 8 旺杰、罗文红、边巴次仁、边巴扎西, 西藏地区旱涝分布特征, 西藏气象, 1999, 1, 24~26.
- 9 康绍忠、熊运章, 干旱缺水条件下麦出蒸散量的计算方法, 地理学报, 1990, 45(4), 475~483.
- 10 戴家洸, 西藏气候, 北京: 气象出版社, 1990.
- 11 王葵、陈沈斌、侯光良, 利用彭曼公式计算潜在蒸发的高度订正方法, 气象学报, 1988, 46(3), 381~383.

A Study of Drought/ Flood Features of Different Climatic Region in the Tibetan Plateau

Xiang Yuyi¹⁾, Du Jun²⁾ and Ma Yucai¹⁾

1) (Climatic Center of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000)

2) (Meteorological Observatory of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000)

Abstract The concept of effective precipitation is provided in this study, the ratio of effective precipitation and evaporation called as the effective moisture index is treated as the index of drought / flood damage. The drought / flood features of different climatic region in the Tibetan Plateau are discussed by using this index.

Key words: effective precipitation; drought / flood feature; evaporation; moisture index.