

关于干旱监测评估指标的一种新探讨

庞万才 周晋隆 王桂芝

(内蒙古兴安盟气象局, 乌兰浩特 137400)

提 要

从有效降水过程观点入手, 针对降水过程次数、降水过程总量, 尤其是降水过程的时间分布结构和效能, 提出了一种新的干旱指数式。该结果在干旱研究分析、监测评估业务和决策服务中都有实用意义。

关键词: 有效降水过程 适时性 干旱指数 预警系统

引 言

我国干旱和半干旱地区大约占国土总面积的一半左右, 内蒙古自治区大都属于半干旱、干旱地带, 干旱是全区最主要的气候灾害, 干旱造成的损失占全区气象灾害的一半左右。干旱的危害不仅是影响农业, 而且危及牧业、林业、生态、水资源、生物乃至人民生活等诸多方面。因此, 干旱问题的研究是个十分重要的课题, 做好干旱监测、评估、预警业务, 是气象业务发展的需要, 是决策气象服务的需要, 具有重要的现实意义。

1 客观的确定干旱指标是干旱问题研究的首要前提

对于干旱指标的研究, 已有很多专家学者从各个不同角度曾给出经验指标或公式, 并收到一定效果^[1]。但实践中感到: 有的指标对表征本地区干旱程度和特征不够理想; 有的本地应用时缺乏历史资料数据; 有的计算要素多且过于繁杂; 尤其是能用于现实监测预警业务的更少。所以, 目前大多地区仍采用最简单、最省事的做法, 即采用季节、阶段降水总量分级或距平百分率划分。单纯以降水量划定, 存在最突出的问题是不能揭示其时间分布结构、效能和特征。

对于某一地区而言, 干旱的形成除了大范围环流的影响外, 其干旱程度主要取决于

降水的有效性, 这里所说的有效性, 包含有效降水过程次数、有效降水量, 尤其是降水过程的时间分布特征。降水过程的“适量”及“适时”性很重要, 持续无降水时间过长, 出现“该下不下”的情况, 自然发生干旱。降水过于集中, 强度过大, 即出现“不该下了还下”的情况时, 导致洪涝发生。实践中经常有这种情况: 即对某个季(月)而言有时虽然降水总量正距平, 但由于都降在季(月)末, 则该季(月)仍然发生了干旱。因此, 在考虑研究阶段内降水量的同时, 如何表征降水过程的时间分布效能, 即“适时性”, 显得十分重要。

2 一种新的干旱指数表达式及物理意义

本文的干旱指数表达式(经验公式)如下:

$$P = K_T K_R \quad (1)$$

$$K_T = \bar{T}/T \quad (2)$$

$$K_R = \sum_{i=1}^N R'_i \cdot t'_i \quad (3)$$

$$R'_i = (R_i - \bar{R}/t)/\bar{R} \quad (4)$$

$$t'_i = (t - \Delta t_i)/(t + \Delta t_i) \quad (5)$$

其中 \bar{T} 为某研究时段内的平均气温多年平均值, T 为某一年同期的平均气温值, t 为该时段的总天数, N 为该时段内有效降水过程次数, \bar{R} 为该时段降水量多年平均值, R_i 为一次有效降水过程的降水总量, Δt_i 为

两次有效降水过程的间隔日数。

K_T, K_R, R'_i, t'_i 分别为相对蒸散效能指数、降水过程总效能指数、雨量相对指数、时间分布相对指数。干旱指数 P 愈小, 干旱程度愈重。

文中有效降水过程指日雨量 $> \bar{R}/t$ 的降水过程, 连续性降水作为一次过程处理。 Δt_i 是第 i 次降水过程起始日与第 $i-1$ 次过程终止日之间间隔天数。计算 Δt_i 的目的是考虑前期底墒及持续干旱时间。

显然, P 值愈小旱的愈重。有效降水过程愈少, 愈旱; 降水量愈小愈旱; 有效降水过程的间隔愈长愈旱; 蒸发愈多愈旱。

作为单站分析, 采用 P 式指数效果很理想, 如果作区域分析, 可采用 $P_1 = P(\bar{R}/\bar{R}_1)$, 效果更好。 \bar{R}_1 为区域(全地区或全省)该研究阶段降水量平均值, \bar{R} 为某站该阶段降水量平均值。

3 计算结果及稳定性分析

针对内蒙古乌兰浩特近 30 年(1971~2000 年)逐年春、夏、秋各季 P 值的计算结果(采用 $P_1 = P(\bar{R}/\bar{R}_1)$ 计算的结果, 下同)分析可知, 各季 P 值最大值分别为 1.44, 1.96, 1.99; 最小值分别为 0.0, 0.28, 0.0; 平均值分别为 0.53, 0.81, 0.56。 P 值的相对极差变幅秋季最大, 夏季最小, 这一特征与本地降水量的极差变幅特点相一致, 这从一个侧面反映了 P 值的客观性(见表 1)。我们又对全盟各旗县 8 个气象站点逐年各季进行了计算, 得到 960 个 P 值, 其变化范围总体都在

表 3 干旱指数客观性分析

年份	降水量	P 值	旱涝	本季内有效降水过程						主要特征分析		
				日/月	雨量	日/月	雨量	日/月	雨量			
1981	55.5	0.80	不早	8~9/4	7.3	17~18/4	21.5	2/5	10.2	10~11/5	11.7	雨量分布适中
1998	56.5	0.34	中旱	11~12/4	6.0	23/4	9.3	28/5	34.9			雨量集中在季尾

由表 3 可知, 乌兰浩特市 1981 年、1998 年春季(4~5 月)总降水量接近, 为 56mm 左右, 历年(1971~2000)平均值为 43.6mm。如果单纯从降水量指标看, 季降水量距平百分率, 1981 年为 27.3%, 1998 年为 29.8%, 接近 30% 的正距平, 都划为春不早。

1.0 上下, 具有较好的稳定性且各地区间具有相对可比性。

表 1 各季 P 值与降水量(R)极差变幅分析

	春	夏	秋
P_{max}	1.44	1.96	1.99
P_{min}	0.0	0.28	0.0
ΔP	1.44	1.68	1.99
\bar{P}	0.53	0.81	0.56
$\Delta P/\bar{P}$	2.7	2.1	3.6
序	2	3	1
R_{max}	92.7	644.0	156.8
R_{min}	3.5	114.2	5.7
ΔR	89.2	529.8	151.1
\bar{R}	43.6	307.4	61.3
$\Delta R/\bar{R}$	2.1	1.7	2.5
序	2	3	1
序差	0	0	0

4 干旱指标的确定及应用

4.1 干旱分级指标

我们将干旱分为大旱、中旱、轻旱、不早四级, 其对应干旱指数分级指标参见表 2。

表 2 干旱(P 值)分级指标

干旱等级	大旱	中旱	轻旱	不早
春、秋季	<0.20	0.20~0.40	0.40~0.60	>0.60
夏季	<0.45	0.45~0.60	0.60~0.75	>0.75

4.2 应用

(1) 首先在干旱灾害分析研究中应用。我们在研究本地区旱灾的发生频率、季节分布特征、时空变化特点等方面, 都是以此为基础分析的。实践表明在干旱灾害的确定评估中, P 指数干旱指标明显优于降水量分级指标。这里以乌兰浩特 1981、1998 年春季为例(见表 3)。

但是, 1998 年确实是本地春旱年, 究其原因, 主要是第一场透雨($\geq 15.0\text{mm}$ 降水过程)偏晚, 降水量集中在春季末尾, 造成整个春季干旱, 从有效降水过程及时间间隔看, 该年最好的一次降水过程的 Δt_i 为 35 天之久, 干旱是必然的。而 1981 年, 虽然降水量较

1998年少1mm,但是由于降水过程分布适中,各有效降水过程的间隔(Δt_i)多在10天左右,且第一场透雨来得早,出现在季中期,下得及时,因而本年春季不早。 P 指数干旱指标较客观地表证了这一事实。

(2)在农业年景鉴定,农作物产量预报方面,也收到了较好使用效果。由于干旱是本地区农业最主要的灾害,因而干旱的发生与否必将对作物产量构成影响。农业年景评定,以粮豆作物产量为主要评估对象。而要研究气象条件对作物产量的影响时,首先应对作物产量资料进行趋势项处理,提取出气象产量。一般产量模式可表示为: $Y = Y_t + Y_w + \Delta Y$ 。 Y 为实际单产, Y_t 称社会趋势产量,主要取决于农技、土肥、品种等因素,与生产的发展相关,是时间的函数。 Y_w 是气象产量(亦称波动产量),主要受气象条件制约。 ΔY 称随机“噪声”,一般可不予考虑。这样 $Y_w = Y - Y_t$,为便于比较分析,消除生产水平差异的影响,可用相对波动产量 Y_r : $Y_r = Y_w / Y_t$,其物理意义表明粮食产量波动的幅值,具有可比性。

我们对乌兰浩特历年粮豆单产及作物生长季干旱指数的计算结果进行对比分析, P_s 为生长季(4~9月)干旱指数, Y_r 是粮豆相对波动产量(相对气象产量)。

其计算结果(表略)是乌兰浩特作物生长季干旱指数平均值为0.63,如以 $P_s = 0.63$ 为指标,则 $P_s \geq 0.63$ 时, Y_r 平均值为15.1%, $P_s < 0.63$, Y_r 平均值为-11.2%。 $P_s \geq 0.63$ 增产的几率为11/12=91.7%, $P_s < 0.63$, Y_r 减产的几率为10/13=77.0%($Y_r \pm 5\%$ 不统计),总几率为84.0%。

我们再从极值角度予以分析,即选出30年中的大丰年和大灾年对照研究(见表4)。

由表4可知,大丰年($Y_r > 30.0\%$)出现4年,其平均增产率为35.7%,对应的生长季干旱指数都在0.63以上,平均值为0.77。而大灾年($Y_r < -30.0\%$)也是4年,平均减

产率为-44.4%,其对应的生长季干旱指数都低于0.53,均值为0.35。30年中减产最多的是1972年(-64.9%),其对应的 P_s 是0.18,也是 P_s 极小值年(大旱年)。由此亦可见本文的干旱指数其客观性所在。

表4 大丰年、大灾年干旱指数

大丰年		大灾年			
年份	$Y_r/\%$	年份	$Y_r/\%$		
1971	45.4	0.64	1972	-69.4	0.18
1973	31.4	0.65	1980	-34.2	0.53
1974	35.2	0.71	1982	-38.4	0.46
1984	30.7	1.09	1987	-35.6	0.24
平均	35.7	0.77	平均	-44.4	0.35

(3)用于干旱监测预警系统。目前我们正在建立干旱监测预警系统及其业务平台。在年、季分析的基础上,增加月、旬时段,更主要的是需要滑动计算各不同时段及各不同累计时段的干旱指数及干旱指标。组建动态的干旱指数专用数据库,进而建立相关决策服务平台。

5 小结

(1)本文的干旱指数计算并不复杂,只要有逐日降水和气温资料即可,其余各参数对于一个地区、一个季节、时段而言是常数,而且全部计算均可编程由机器自行完成。

(2)本干旱指数不但考虑了有效降水过程的降水量、降水次数和期间蒸散状况等,更重要的是对降水过程的时间分布特征给予定量表示出来,这对于许多方面的应用都具有实用性。

(3)本指数对前季(月、时段)的底墒及持续干旱时间也予以考虑。

(4)依据降水过程的时间分布结构,定量地确定干旱指数、指标,是一种新的探讨,有待于进一步改进和完善。

参考文献

- 1 王全录,郑剑非.世界各国有关干旱指标的介绍.气象科技情报,1982,(10):1~6.
- 2 庞万才主编.兴安盟农牧业气候资源与区划.北京:气象出版社,2004:43~49.

An Approach to Estimation and Detection of Drought

Pang Wancai Zhou Jinlong Wang Guizhi

(Xingan Meteorological Office, Wulanhaote, Inner Mongolia, 137400)

Abstract

From the view of effective rainfall, in consideration of the times and the amount of the rainfall, especially the temporal distribution of the rainfall and its effectiveness, a new drought index is developed. The result is useful in the detection and estimation and making decisions of drought.

Key Words: effective rainfall proper time drought index