

旱灾成灾综合指数的研究¹⁾

宫德吉

(内蒙古气候中心, 010051)

郝慕玲

侯 琼

(内蒙古农牧业气象中心) (内蒙古气象科学研究所)

提 要

分析了旱灾成灾的主要影响因素。指出作物的需水状况及环境对水的供应状况是决定旱灾能否发生的关键因素。自然降水的变异、土层水的调贮量、作物不同生育期对缺雨的反应状况及人类活动都会对灾情产生影响。因为不同生育阶段作物的水分敏感度不同,旱灾不是单凭降水距平就可以完全确定,必须根据缺雨程度、缺雨持续时间和缺雨期间作物对水分的敏感度等情况进行综合评价,并给出了全面评价成灾状况的旱灾综合指数。

关键词: 旱灾 综合指数 水分敏感度

引 言

我国大部分地区的农业生产都要受到旱涝灾害的影响。特别是西北和华北地区更常年受着干旱的困扰。旱灾是这些地区发生次数最多、分布范围最广、影响程度最烈的一种气象灾害。但是至今在旱灾的监测上却没有一个被大家共同接受了的评价标准。这主要是因为旱灾的确定,既要考虑大气干旱,也要考虑土壤干旱,还要考虑作物的需水状况,以及人类对水供需的调节能力。它受大气、土壤的水热状况,作物的结构,甚至经济和社会的制约,是一个非常复杂的过程。本文主要从为农牧业服务的角度,对旱灾成灾的综合指数作一些探讨。

1 旱灾的概念

通常人们所说的干旱,既可以指旱灾(drought),也可以指干旱气候(arid climate)。

干旱气候是一种常年干燥少雨的气候类型。它是一种长期稳定的气候现象,一般表现为可能蒸散量大于实际降水量1.5倍以上。即相对于热量收支而言,缺乏足够的降水收入。它反映的是气候的水热平衡特性。这种气候类型主要分布于内陆和一些特定的地区。而旱灾是指一段时间内连续少雨,使当地植物的生长发生困难或危及其生命的一种特殊天气。这种严重的缺雨现象,通常可能仅仅发生在作物的某个生育关键期。相对于气候现象而言,旱灾只是一种短期的不稳定天气现象。它可以发生在各种气候类型和几乎所有的地区。

2 旱灾因子分析

旱灾是由供水量和需水量不平衡造成的。旱灾的发生主要与下列因子有关。

2.1 缺雨程度

1) 本工作受内蒙古科委项目资助。

缺雨是旱灾的主要致灾因子。

按照“物竞天择，适者生存”的自然选择法则，一个地区的自然生态对水分的需求，应当与当地的降水气候状况相适应。所以通常旱灾的发生不在于当地平均降水量的多少，而主要决定于降水量与平均状态相比的偏少程度。

竺可桢认为，若雨量比平均值增减达25%，作物已受到伤害；若雨量增减达40%，则可以无收^[1]。这个指标对我国的多数地区基本是正确的，但对干旱和半干旱地区却要作些调整。从内蒙古中西部地区看，粮食产量大体上与降雨量成线性正相关关系。该地区降雨偏多25%，不但不减产，反而是大丰收。造成这种状况的原因是，人类为了生存，总是想方设法把一些对人有益的动植物引进到原本不生长这些动植物的地区。那些被引进的作物的需水量与当地的平均降水状况常有一定的偏差。凡是能引种成功的，其偏差值都在作物自身调节能力允许的范围内。干旱和半干旱地区引种的作物的需水量总是大于当地的平均降水量。这种供需的偏差，使得干旱和半干旱地区更易显旱。人们积极引种，长期与自然界顽强搏斗的结果是，作物的种植疆域扩大了，一些耐旱品种育成了。同时也产生了作物的需水量与当地的平均降水量不完全一致的问题。因此，从当地适种作物的需水来

看，如果仍用降水距平百分率来表示干旱，则年雨量在400mm以下的地区必须比450mm以上的地区指标上浮。

2.2 作物缺雨敏感度的影响

作物在不同生长阶段，缺雨的敏感度是不同的^[2]。因此，不同生长阶段出现的干旱对灾情的影响也不同。一般说来，播种期必须有一定的降水才能保证出苗，而出苗以后，苗期的作物需水少、抗旱能力也最强。而且“蹲苗阶段”出现轻旱还能促进根系深扎，增强作物的抗逆性，为生殖生长阶段接受水肥准备好生态基础。在苗期之后的营养生育期，作物的需水逐渐增大，但对短时缺雨仍不敏感。多数作物在生殖生育期对干旱最敏感，需水量也最大。华北地区雨水最大的夏季，也正是本区多数作物的生殖生育期。这时出现的干旱会严重影响作物花器的生长发育及开花灌浆，造成严重减产。所以本区农谚说“春旱不算旱，夏旱丢一半”。作物进入成熟期以后，需水量又明显减少，对缺雨的敏感度也大幅度下降。如果作物仅在某一个生长阶段遭受缺雨危害，所受到的影响通常是有限的，所造成的粮食减产一般不超过3—4成。因此，我们定义造成3成以上减产的生长阶段的缺雨敏感度为1，造成1成减产的缺雨敏感度为0.3。于是我区适种作物各生长阶段的缺雨敏感度由表1给出。

表1 内蒙古适种作物不同生长期的缺雨敏感度

月 旬	4月			5月			6月			7月			8月			9月											
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下									
春小麦	播种			分蘖			拔节			抽穗			乳熟			腊熟 收											
	0.4			0.5			0.7			1.0			0.5			0.3											
玉米				播种			苗期			拔节			抽穗			灌浆			腊熟			收					
				0.5						0.5			0.8			1.0			0.8			0.3					
谷子							播种			苗期			拔节			孕穗			灌浆			腊熟			收		
							0.4			0.3			0.8			1.0			0.8			0.3					
莜麦	播种			分蘖			拔节			孕穗			抽穗			乳熟			黄熟收								
	0.5			0.5			0.6			0.8			1.0			0.8			0.2								
高粱				播种			苗期			拔节			抽穗			灌浆			腊熟			收					
				0.5			0.5			0.8			1.0			0.7			0.3								
大豆				播种			分枝			开花			结荚			灌浆			收								
				0.6						0.5			1.0			0.8			0.4								
综合	0.4			0.5			0.6			0.9			0.8			0.4											

2.3 缺雨持续时间的影响

旱灾是长时间缺雨的累积效果。缺雨的时间越长,干旱就越重。

2.4 人工补水的影响

灌溉是最有力的抗旱措施。努力创造条件进行人工补水是人类通过经济和社会活动影响环境的一个重要方面。

3 旱灾综合指数

旱灾必须根据缺雨程度、缺雨持续时间和缺雨发生时期作物的生长阶段等多方面的情况进行综合评价。

3.1 关于供水问题

自然降水是植物吸取水的主要来源。自然降水在时间上是不连续的,呈脉冲性的不规则状态。而生态系统的需水要求却是规律的连续状态,是地表土层把脉冲性的天然降水转化成了连续供水。土壤层对水的这种调节作用对生态系统有重要意义,否则生态系统处在非旱即涝的环境中是很难生存的。当供水丰沛时,部分水变成土壤水贮于地下。由于土壤水的存在,在一定的时间内,即使无雨,植物也并不受灾。这就是所谓“天旱地不旱”的结果。所以在讨论干旱的时候,不能不考虑土壤水的作用。

此外,人工补水也是对植物供水的一部分。于是

$$R = P_r + S_o + B_r \quad (1)$$

这里, R 代表实际供水, P_r 为自然降水, S_o 为前期土壤的有效水贮存, B_r 为人工补水。

3.2 作物需水量的确定

作物的需水量是一个与作物品种及生育阶段有关的量。它通常是由试验观测及统计分析得出。不同的作物品种和作物不同的生育期,所需的降雨量是不同的(见表2)。根据自然选择原理,虽然干旱和半干旱地区种植的作物的需水量大于当地的平均供水量,但差值却应在作物的调适量之内。于是干旱和半干旱地区适种作物的需水量可由下式求出:

$$Q = R_o + a(S_e - S_o) \quad (2)$$

式中, Q 为作物需水量, R_o 为平均供水量, S_e 为最适土壤有效水量, S_o 为前一旬平均土壤有效水量, a 为调适系数。调适系数是一个经验系数,通常取 $a=0.2$ 。最适土壤有效水量一般取土壤相对湿度为70%时的水量。

各种作物所需的平均供水量是由科学试验观测和统计得出的,也可由作物生长正常年份的降雨量和前期的平均土壤有效水量统计得出。即:

$$R_o = P_r + S_o \quad (3)$$

这里 P_r 是作物生长正常年份的平均雨量。

表2 内蒙古适种作物生长正常年份不同时期所需的平均降雨量(单位:mm)

月	4月			5月			6月			7月			8月			9月			全生 育期
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
春小麦	播种 20	分蘖 60		拔节 90		抽穗 140	乳熟 50		腊熟 20		收						380		
玉米				播种 25	苗期 80		拔节 130		抽穗 70	灌浆 140	腊熟 20		收						465
谷子				播种 20		苗期 20	拔节 70	孕穗 100	灌浆 70	腊熟 70	收						350		
莜麦	播种 20		分蘖 40		拔节 70		孕穗 70		抽穗 100	乳熟 50	黄熟 50	收						400	
高粱				播种 25	苗期 80		拔节 130		抽穗 80	灌浆 100	腊熟 50		收						465
大豆				播种 50		分枝 50		开花 180		结荚 145	灌浆 75	收						500	
综合	20			45			70			135			130			50			450

3.3 缺雨指数

缺雨指数定义为:

$$K = \frac{R - Q}{Q} \quad (4)$$

式中, R 是评价期对作物的供水量, Q 是评价期的作物需水量。

干旱是较长时间缺雨的气象现象, 一句以内的缺雨不会出现干旱, 一句以上时间的缺雨, 才会产生干旱问题。所以其最小评价期应为旬或作物的生育期。

3.4 综合成灾指数

综合成灾指数被定义为:

$$H = \sum_{i=1}^n K_i P_i \quad (5)$$

式中, H 是旱灾综合成灾指数, K_i 是单位评价时间内的缺雨指数, P_i 是与评价期相对应的作物缺雨敏感度。若以旬为最小评价时间单位, 则 n 表示缺雨旬的个数。作物不同生育期的缺雨敏感度见表 1。

各地的旱灾的临界标准可根据当地作物的反应决定。一般来说, $-40\% > H \geq -80\%$, 减产幅度 $10\% - 20\%$, 为轻旱; $-80\% > H \geq -120\%$, 减产 $20\% - 40\%$, 为中旱; $H < -120\%$, 减产量 $> 40\%$ 为大旱。

从式(5)中可以看出, 旱灾的成灾情况等于干旱持续期间各单位评价期灾情的累积结果。而单位评价期的灾情等于其缺雨指数和缺雨敏感度的乘积。所以缺雨程度越重、缺雨敏感度越大, 则单位评价期的灾情越重。而且, 干旱持续的时间越长, 则其累积灾情也越重。

由式(4)还可以看到, 缺雨程度是由水的供需矛盾决定的。需水主要是由当地种植的作物的需水量决定的。因此, 不适当地种植需水量过大的作物, 会造成人为的旱灾。若当地生长的仅为地方性植物, 则需水标准将完全与当地的平均雨量一致。

由式(1)可知, 供水与评价期的降水量、前期土壤有效水贮存及人工补水量有关。将式(1)代入式(4)可以看到: 评价期雨多不会

有旱灾; 及时进行人工补水可以减缓旱灾; 前期多雨也不易有旱灾。

所有这些情况, 都完全与事实相符。可见旱灾综合指数, 确实能综合与旱灾有关的各方面的情况, 对旱灾的灾情进行较全面的评价。

4 讨论

4.1 关于可能蒸散问题的考虑

美国的旱灾指数基本上都考虑了可能蒸散问题。例如被认为颇具优点的 steila 旱灾指数(SDI)就是如此。但正如拜伦指出的, 在干旱和半干旱地区, 除非灌溉有保证, 否则了解可能蒸散没有实际意义^[4]。因为可能蒸散在干旱和半干旱地区远远大于降水量, 而实际上的蒸散却只是流域水分平衡的一个分量:

$$E = P_r - J_N$$

式中, E 为实际蒸散, P_r 为降水量, J_N 为径流量。

也就是说, 如果没有其他的水来源, 在干旱和半干旱地区的蒸散只能是自然降水中除去径流掉的部分, 除此没有其他水可供蒸散。因此, 可能蒸散对这些地区是一个太高的标准。正因如此, 我们采用了以生长在当地的地方性植物的需水量作为衡量缺雨与否的标准。

4.2 关于土壤水问题

由式(1)可以看到, 我们把前期的有效土壤水贮存也当作评价期实际水收入的一部分。不过, 这里仅指耕作层以上的供植物的营养根吸收的水。因为这一部分水在植物吸水时, 首当其冲。一般说来, 干燥地区的土壤湿度比湿润地区明显偏小。因此, 同样发生干旱, 干燥地区显旱的时间快, 灾情也重。土壤有效水是指土壤湿度中减去萎蔫系数后的水量。

4.3 旱灾综合指数的适用范围问题

本旱灾综合指数虽然是我们研究干旱和半干旱地区的农业干旱时提出来的, 但它

对其它地区也是适用的。特别是,还可对不同作物的灾情进行评估。只需把各种作物的需水量和缺雨敏感度分别代入公式即可。

参考文献

- 1 竺可桢. 华北之干旱及其前因后果. 竺可桢文集, 北京: 科学出版社, 1979.
- 2 北京农业大学农业气象专业. 农业气象学, 北京: 科学出版社, 1982.
- 3 中央气象局气象台. 1950—1971年我国灾害性天气概况及其对农业生产的影响. 1972年6月.
- 4 陈仲全等. 干旱气候. 兰州: 甘肃教育出版社, 1991.
- 5 Steven J. Meyer 等. 针对玉米的作物特性的干旱指数. 气象科技, 1994, (2).
- 6 宫德吉等. 内蒙古干旱等级判定方法. 内蒙古气象, 1994, (6).
- 7 内蒙古自治区气象局. 内蒙古主要农作物立地气候环境的研究(油印). 1994年5月.

Study on the Complex Index of the Drought Disaster

Gong Deji Hao Muling Hou Qiong

(The Inner Mongolian Meteorological Bureau, Huhehaote 010051)

Abstract

The mainly factors of the drought causing disaster are analysed. The results show that the drought disaster occurring mostly depends on the states of the crop water requirement and the environment water supply. The precipitation variability, the water store in soil layers, the crop response on rainfall deficit in the different growing period and human activity influence on the drought disaster. Because the crop sensibility to water in the growing periods are different, the complex evaluation is conducted according to the rainfall deficit, the deficient duration and the crop sensibility to water during the deficient rainfall. The complex index evaluating the drought disaster is also given.

Key Words: drought disaster complex index crop sensibility for water