

刘海隆 阳作明

(重庆市气象局, 400039)

王 玲

(西南农业大学土壤系)

提 要

以重庆市所有气象站点近36年的年、月平均温度和降水量等因子为基础,应用桑斯维特(C·W·Thornthwait)修正式,模拟计算了土壤常年年、月水分盈亏量,同时根据气候干旱标准,分析了各类干旱的发生强度及分布规律,并进一步研究了土壤水分盈亏量与干旱强度之间的紧密关系,最后得出了重庆市所辖区域内各类干旱及其不同干旱程度的一般分布规律。

关键词: 水分盈亏 蒸散量 干旱

引 言

干旱的频繁发生给农业生产和人们生活带来的严重危害,促使对干旱的研究也更加深入。人们根据不同的需要,建立了许多不同的干旱判别模型。有根据农作物叶面温度建立的温差模型^[1],根据降水量与时间分布建立的不均匀降水模型^[2],根据降水和气温建立的实时监测模型^[3],还有根据农田水分平衡原理,建立的动态评估模型^[4,5]。模型过简,很难客观反映实际状况,较完备的模型又常常计算较繁琐,且各种资料较难获得。本文从土壤水分平衡原理出发,根据降水量、温度、可照时数等要素建立了简便可行的干旱判别模型,文中以云阳代表重庆东北部,酉阳代表重庆东南部,涪陵代表重庆中部,永川代表重庆西部进行分析。

1 土壤水分盈亏量

水是生命之源。土壤长期水分平衡失调,农作物正常生长发育所需水分发生欠缺,导致降质减产,即我们所说的干旱。从植物生理学角度来看,干旱就是土壤的水分不能满足农作物正常光合作用、蒸腾作用及正常生理代谢之所需。土壤水分的多少与降水量、灌溉量、土壤蒸发量、径流量、作物截留量、下渗漏水量、潜水蒸发量等因子密不可分。

根据农田水分平衡基本原理^[6],在某一时段内,对一定面积的土壤的各项水分收入

等于各项水分支出。

$$R + I + P = E + R_n + H + Y \quad (1)$$

式中, R : 降水量, I : 灌溉量, P : 潜水蒸发量, E : 土壤蒸散量, R_n : 径流量, H : 下渗漏水量, Y : 作物截留量。

重庆各地农田土壤地下水位大部分大于2m^①,其月潜水蒸发量在5~10mm之间^[9],对大面积的农田土壤而言,其水分就主要来源于降水。作物截留量随作物种类而不同,间隙性降水截留量多,集中性暴雨截留量少,通常取日降水量>3.0mm之前的降水量为无效降水量^[10]。据实际农田观测资料分析^[7],旱地作物整个生育期内日渗漏量很少,可以忽略不计。稻田平均日渗漏强度沙土可达5.8mm/日,壤土为1.5mm/日,粘土为0.8mm/日。本文取雨养旱地为研究对象,因此水分的减少主要是降水时产生的径流以及土壤的蒸发。据此把式(1)简化,得到式(2):

$$\Delta Q = R - \epsilon R - E \quad (2)$$

式中, ΔQ : 土壤水分盈亏量, R : 降水量, ϵ : 径流系数, E : 土壤可能蒸散量。

1.1 降水量 R 的确定及其分布特征

我们对重庆市1960~1995年的降水量(R)进行了分析,年均降水量大部为1000~1300mm。东部比西部略偏多,其中东南部、

① 资料来源于1999年重庆市农业气象观测报表

东北部为高值区,年降水量大于 1250mm;西北部为低值区,年降水量小于 1100mm。在时间分布上,月降水量呈正弦变化(如图 1 所示),降水主要集中在 4~9 月,其间降水量占全年降水量的 60% 以上,在丰水期内,月降水仍有较大的差异,最大值出现在 5~6 月,7~8 月间出现极小值,然后在 9 月又出现极大值(见图 1)。

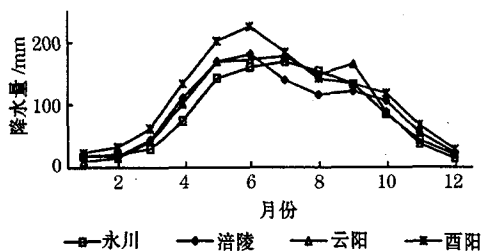


图 1 重庆降水量月分布图

1.2 径流系数 ϵ 的确定

我们知道: $\epsilon = d/r$ (d : 径流深; r : 降水量)。据重庆市水利部门多年测定,全市多年平均径流深为 414mm^[7],据重庆市气象台 36 年气象资料统计,全市多年平均降水量为 1089mm,得径流系数为 0.38。

1.3 土壤可能蒸散量 E 的确定

对土壤可能蒸散量(E)的求算,彭曼(H·L·Penman)公式是应用最广的方法之一。但其计算过程比较复杂,人们也一直在研究简便可行的方法。重庆地处四川盆地东部,常年大风天气较少,土壤水分的蒸发主要是由于热力原因所致,因此,我们采用以月平均温度为主要因子,同时考虑月可照时数的桑斯维特(C·W·Thornthwait)经验公式来确定土壤可能蒸散量(E)^[8],并对原式进行必要修正。

$$E = 16f \cdot \left(\frac{10T_i}{I}\right)^a \cdot \left(\frac{S}{360}\right)$$

$$a = 0.675 \cdot 10^{-6} \cdot I^3 - 0.771 \cdot 10^{-4} \cdot I^2 + 1.792 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0.49239$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{t_i}{5}\right)^{1.514}$$

式中, E : 土壤可能蒸散量, f : 季节参数, a : 参数, I : 年热指数, S : 某时段内可照时数, T_i : 某时段平均温度, t_i : 各月平均温度。

根据 1960~1995 年的相关资料对重庆

各地的土壤年可能蒸散量进行计算,以彭曼公式^[8]为对照,通过信度 $\alpha = 0.05$ 的 t 检验,误差在 4%~10% 左右,得到了重庆土壤可能蒸散量时空分布图(图略)。总体来看,东部大部地区年蒸散量小于西部地区,大部在 600mm 以下,而西部地区大部在 630mm 左右。年蒸散量较小的地区主要集中在四川盆地边缘的高海拔地区。在时间分布上,土壤的水分蒸发主要集中 4~9 月,极大值出现在 6~9 月,与降水量的时间分布规律具有很好的同步性(见图 2)。

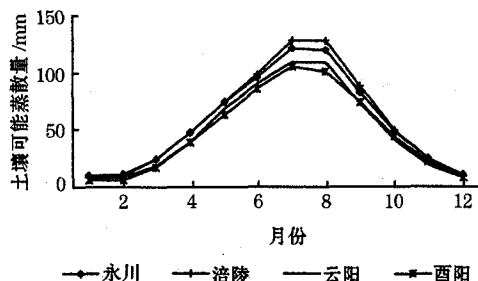


图 2 重庆土壤可能蒸散量月分布图

1.4 水分盈亏量

水分盈亏量是指有效降水量与可能蒸散量的差额 $((1 - \epsilon)R - E)$ 。结果表明,重庆西部地区大部年土壤水分收支基本保持平衡,但西部的潼南、江津、綦江等地年土壤水分处于亏缺状态,东部地区大部年土壤水分处于盈余状态,其中城口、梁平、黔江、酉阳、秀山等地年盈余量超过 200mm。土壤水分的亏缺主要发生在 7~8 月,详见图 3。

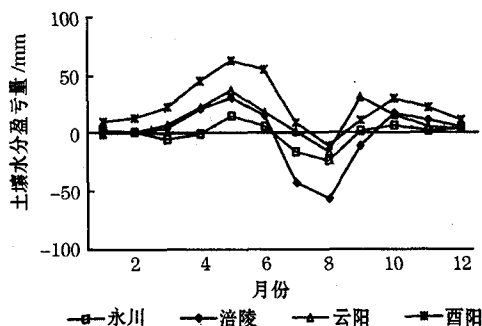


图 3 重庆土壤水分盈亏量月分布图

2 水分盈亏量与干旱的关系

2.1 重庆各地干旱特点

根据重庆气候干旱的标准对重庆各地区

1960~1995年的干旱情况进行了统计。我们用干旱强度(常年年均干旱次数)来反应各地干旱的强弱,各地干旱强度分布概况如图4所示。结果显见,重庆是一个伏旱高发区,这也验证了“十年九旱”之说。夏旱少于伏旱,春旱最少。

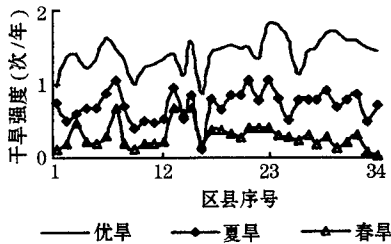


图4 重庆各地干旱强度分布图

(注:图4中县1~34依次代表:城口、开县、云阳、巫溪、奉节、巫山、潼南、垫江、梁平、万州、忠县、石柱、大足、荣昌、永川、万盛、铜梁、北碚、合川、渝北、璧山、沙坪坝、江津、巴南、南川、长寿、涪陵、丰都、武隆、黔江、彭水、綦江、酉阳、秀山)

2.2 干旱指数

我们把干旱指数定义为土壤水分盈亏量与土壤可能蒸散量之比。它客观反映了土壤旱涝的程度。

$$\beta = \Delta Q / E$$

β :干旱指数; ΔQ :土壤水分盈亏量; E :土壤可能蒸散量。

当 β 为负值时,它反映的是土壤水分亏缺的程度,值越小,亏缺越严重,土壤也就更干旱;反之,当 β 为正值时,它反映的是土壤水分盈余的程度,值越大,盈余水分也就越多。

运用干旱指数法,我们根据3~4月的干旱指数来确定春旱,5~6月的干旱指数来确定夏旱,6月下旬~9月上旬的干旱指数来确定伏旱,于是得到重庆各地的干旱指数分布,如表1所示。土壤可能蒸散量分别与同时段彭曼公式计算结果相对照,分别通过信度 α 为0.01、0.005、0.005的 t 检验,误差分别为10%~20%、5%~15%、2%~10%。同时,对三类干旱指数与前面的干旱强度进行显著相关检验,通过信度 $\alpha = 0.005$ 的 t 检验。

由结果可知,重庆各地伏旱指数基本都为负值,这表明在伏旱期内,重庆各地土壤大都处于缺水状态,东部比西部更严重。而春

旱和夏旱指数的负值区主要集中在中西大部、东北局部,这也意味着春旱和夏旱时段内,土壤水分亏缺程度要比伏旱弱,范围小。

表1 重庆各地干旱指数

站名	春旱指数	夏旱指数	伏旱指数
城口	0.43	0.05	-0.1
云阳	0.01	-0.09	-0.41
奉节	0.25	0.02	-0.36
潼南	-0.25	-0.26	-0.4
梁平	0.31	0.1	-0.24
忠县	0.17	0.1	-0.38
大足	-0.31	-0.21	-0.36
永川	-0.24	-0.12	-0.36
铜梁	-0.18	-0.16	-0.38
合川	-0.07	-0.11	-0.39
璧山	-0.18	-0.12	-0.43
江津	-0.18	-0.15	-0.47
南川	0.16	0.11	-0.36
涪陵	0.12	0	-0.5
丰都	0.1	-0.06	-0.51
彭水	0.29	0.11	-0.35
酉阳	0.81	0.41	-0.22

2.4 干旱类型的划分

根据各类干旱指数,我们把重庆各地划分为无旱区、轻旱区、中旱区和重旱区。划分指标如表2所示。

根据表2的划分标准,得到了反映重庆各地区常年干旱程度的分布表(详见表3)。

表2 干旱类型的划分指标

类型	春旱	夏旱	伏旱
无旱区	$\beta \geq 0$	$\beta \geq 0$	$\beta \geq 0$
轻旱区	$-0.1 \leq \beta < 0$	$-0.1 \leq \beta < 0$	$-0.2 \leq \beta < 0$
中旱区	$-0.2 \leq \beta < -0.1$	$-0.2 \leq \beta < -0.1$	$-0.4 \leq \beta < -0.2$
重旱区	$\beta < -0.2$	$\beta < -0.2$	$\beta < -0.4$

表3 重庆各地常年干旱分区情况

站名	春旱	夏旱	伏旱
城口	无旱区	无旱区	轻旱区
云阳	无旱区	轻旱区	重旱区
奉节	无旱区	无旱区	中旱区
潼南	重旱区	重旱区	中旱区
梁平	无旱区	无旱区	中旱区
忠县	无旱区	无旱区	中旱区
大足	重旱区	重旱区	中旱区
永川	重旱区	中旱区	中旱区
铜梁	中旱区	中旱区	中旱区
合川	轻旱区	中旱区	中旱区
璧山	中旱区	中旱区	重旱区
江津	中旱区	中旱区	重旱区
南川	无旱区	无旱区	中旱区
涪陵	无旱区	无旱区	重旱区
丰都	无旱区	轻旱区	重旱区
彭水	无旱区	无旱区	中旱区
酉阳	无旱区	无旱区	中旱区

表3表明,重庆是一个干旱多发且比较

严重的地区。西部是春旱和夏旱中的重旱集中区,中部多以中轻旱居多,而伏旱重旱区主要集中在东部和沿江地区。从地域上来看,春旱、夏旱、伏旱有一个逐步东扩和东移的特点。盆周及高海拔地区干旱相对较少或较轻,因为一方面其降水量比较充沛,另一方面它们的蒸散量又相对较少。季风气候和青藏高原、四川盆地四周大山的阻挡作用,以及重庆特殊的地形分布是形成这种干旱分布特征的根本原因。

3 结语

干旱标准是根据一定时间内降水量的多少与分布来确定干旱是否发生,从某种意义上说,它只是反映了某时段内降水量的绝对多少,而不能反映出土壤的缺水状况,对实际生产缺乏指导意义。干旱指数模型则合理考虑了降水量、蒸发量及径流量的综合作用结果,对实际生产更具现实意义,经检验结论比较符合实际情况。如果要准确的了解某一地区的干旱程度或进行作物灌溉定额,还应当考虑地形、土壤性质、作物品种、作物发育期、地下水位等等。

土壤水分盈亏状况从宏观上反映了干旱的发生情况及程度,它提供了一种考查某一

地区干旱状况的手段。而干旱的实质是土壤水分不能正常供给农作物的生理需水。本文通过对土壤水分盈亏量与各类干旱相关关系的分析,确立了一种判定大面积土壤受旱状况的模型,要更准确地分析某地区的田间水分状况,还需做进一步更深入的研究。

参考文献

- 1 李韵珠等. 作物和土壤旱情的温差模型. 气象, 1992, 18(5): 9~15.
- 2 陆叔鸣. 江西省伏、秋旱时空分布特征及其预测. 气象, 1992, 18(5): 26~31.
- 3 李小泉等. 用天气资料实时监测和评估北方的旱情变化. 气象, 1998, 24(1): 13~19.
- 4 姜爱军等. 农田水分盈亏量及旱涝客观分析方法探讨. 气象, 1992, 18(10): 28~32.
- 5 田宏. 四川盆地干旱动态评估指标的研究. 气象, 1998, 24(4): 11~15.
- 6 华孟, 王坚. 土壤物理学. 北京: 农业大学出版社, 1993: 142~154.
- 7 包中荣等. 重庆水利区划. 重庆市农业区划委员会办公室, 1988: 78~86, 338~340.
- 8 曲曼丽. 农业气候实习指导. 北京: 农业大学出版社, 1990: 36~39, 40~45.
- 9 熊毅. 中国土壤. 北京: 科学出版社, 1987: 179~180.
- 10 施成熙. 陆地水文学. 北京: 科学出版社, 1959: 231~234.

Connections between Profit and Loss of Soil Moisture and Drought in Chongqing City

Liu Hailong Yang Zuoming

(Chongqing Meteorological Bureau 400039)

Wang Ling

(Soil Department Southwest Agricultural University)

Abstract

The connection between the profit and loss of soil moisture and drought intensity is concerned. First, on the basis of the temperature and rain data of Chongqing in recent 36 years, the monthly and annual profit and loss of soil moisture is calculated with C·W·Thornthwait experience expressions. Then, according to the drought standard in climate, all kinds of laws of drought taking place in a general year are analysed, and the connection between the profit and loss of soil moisture and drought intensity is studied. Finally, the general laws of all kinds of drought distributions in Chongqing city are concluded.

Key Words: profit and loss of soil moisture evaporation drought