

江西省伏、秋旱时空分布特征及其预测

陆叔鸣

(江西省气象台)

提 要

农业干旱不仅与降雨量大小有关,而且和雨量时间分布有关。本文通过不均匀降水的“模型”,规定了单站干旱指标,再结合干旱面积和强度,确定大范围干旱标准。据此得出较符合实际的时空分布特征,并在预报实践中取得较好的效果。

一、引 言

雨季结束后,江西省经常受副热带高压控制,尤其是大气环流异常时,高压长时间稳定控制我省,从而久晴无雨或降雨甚少,形成大范围严重干旱。据初步统计,解放后江西省有中等强度以上大范围伏旱或秋旱的频率高达60%,即平均3年中就有2年不是出现伏旱就是出现秋旱。1966年伏旱连秋旱(南昌市80多天总雨量仅为4mm),致使全省粮食减产,人畜供水困难,对国民经济建设和人民生活造成极大影响。因此,干旱,特别是大范围的伏、秋干旱的分析和预报具有明显的社会效益。

二、干旱气候概况

在历史上,江西的旱灾频繁而又严重,尤其在1949年以前,由于森林破坏,水土流失,河床淤塞,又无水利工程,遇到干旱天气,便赤地千里,饿殍载道。1929—1935年的7年中便有1929、1932、1934、1935年发生旱灾。1934年全省受旱成灾面积达2700多万亩,占当时耕地总面积的3/4。

解放后,江西省干旱较严重的有1963、1966、1971、1978、1986、1988等年,其中以1963年旱期最长,干旱从1962年秋冬开始,越冬作物萎蔫,1963年又接着春旱,5—6月降雨仍偏少,8—10月雨量又继续偏少,形成严重的大范围干旱。

江西省干旱大多发生于伏秋期间,春旱冬旱也时有发生。这主要由于地处东亚季风区,雨量变率较大造成的。表1为南昌、吉

表1 3站年季平均雨量及各季度雨量百分率

站名	年雨量 (mm)	季度雨量 (mm)/百分率(%)			
		1—3月	4—6月	7—9月	11—12月
南昌	1596	317/20	816/51	305/19	156/10
吉安	1471	296/20	691/47	301/20	174/12
赣州	1431	292/20	643/45	317/22	190/13

安、赣州3站年、季历年平均雨量及各季雨量的百分率。由表看出,4—6月的雨量3站在650—800mm之间,各占年雨量的1/2左右;而7—9月雨量在300mm左右,占年雨量的20%左右;10—12月、1—3月的雨量百分率分别为12%和20%。按作物需水量来衡量,7—9

月的降雨量一般不能满足喜湿作物需要。这样,江西省在伏秋期间干旱就比较频繁。因此本文仅对伏、秋干旱的时空分布特征及其预测进行分析讨论。

三、大范围伏、秋旱标准

农业干旱是一个很复杂的过程,除了受降水量多少,降水性质,气温,光照和风等气象要素影响外,还和水利条件,土壤性质,森林植被,耕作制度,作物种类,生育期等有关。目前很难用一个统一的确切的综合指标表示。尽管如此,降水仍是农业需水的主要来源,降水的多少及其时间上的分配与某一地区的干湿状况有极密切的关系。它在一定程度上反映了对作物需水满足程度⁽¹⁾。因此,为了简便,我们只用雨量这个气象要素表征干旱。

1. 单站干旱指数

雨量的大小对某一地区干旱的影响是十分显然的。同时,经验表明,在相同的雨量下,降雨的时间分配是否均匀,对于干旱程度的影响也是至关重要的。如1966年,南昌站7月总雨量为215mm,较历年平均(126mm)偏多,但该月雨量全部落在上半月,下半月滴雨未下。8月降雨又仅有0.5mm,所以干旱迅速发展,而且变得很严重。假设这215mm的雨量每隔15天降50mm就不会有旱象发生。

另外,旱季前期的雨量对于干旱程度有影响。考虑4—6月江西省正值汛期,除了个别年份外,降水频繁,雨量充沛,土壤含水量足够作物需要。所以,在雨季结束前,江西很少发生干旱。汛期雨量的多少主要影响江、河、湖、塘、水库的水位高低,从而在后期的旱季对灌溉起作用。但江西丘陵分布较广,灌溉条件较差,因此我们这里暂且不考虑灌溉的作用,只涉及自然降水对干旱的影响。当然,不同量的自然降水过程对近期的土壤含水量影响是不同的。

综合几方面的考虑,我们从汛期结束开始,以逐日雨量的大小及其时间分配两方面作限定来划分干旱时段,再通过对一定考察时期内干旱时段的计算,得出定量的具有时空可比性的单站干旱指数。

按江西省气象局业务处规定,雨季结束至8月20日为伏旱考察期,8月21日—10月10日为秋旱考察期。据经验,在伏、秋旱考察期内,日雨量5—24mm、25—50mm、50mm以上的雨日后,分别在3、5、7天之内无旱情,划分干旱时段从相应的第4、6、8天开始,凡满足(1)顺序10天内总雨量小于10mm,且大于5mm的日雨量在后5天内,则称此10天为干旱时段;若顺序的第二个10天不满足此规定,则前10天的干旱时段延长至累积雨量5mm为止。(2)若前一个顺序10天总雨量小于5mm,而第二个顺序10天总雨量小于20mm,且大于5mm的雨日在后5天之内,则第二个10天也为干旱时段。若第二个顺序10天大于20mm,则前一个顺序10天的干旱时段延长至累积雨量之和10mm为止。其余类推。上述几条限定,相当于用一个不均匀降雨模式,考虑雨量大小及其时间上分配来划分出干旱时段。

干旱程度可用于干旱天数来表征。但总的干旱天数相同,由于连续干旱天数不同,实际干旱程度也不同。如某年干旱总天数为30天,干旱时段划分可以是10天+10天+10天。也可以是10天+20天,也可能是连续30天。这三种情况干旱程度显然是不相同的。因此,我们用公式 $Z = (\sum N_i + M)/L$ 来定量表示干旱程度。其中 N_i 为划分的第 i 个干旱时段的日数, M 为 N_i 中最长时段的日数, L 为干旱考察期的总日数。公式对最长干旱日数加强权重,以反映连续干旱长度不同对于干旱程度的影响。为了便于时空比较,我们取 L 为平均的考察期日数($L=50$ 天)。如果整个考察期均为干旱,则 $Z=2.0$,如果整个考察期无干旱日数,则 $Z=0$ 。据

1949年后的资料，取 Z 等于0.8—1.00为轻度干旱（相当于有连续20—25天干旱），取1.01—1.31为中等干旱（相当于有连续26—33天干旱），取1.31以上为严重干旱（相当于有33天以上的连续干旱）。这样我们用单站干旱指数 Z 就可以客观地表征单站干旱程度。取全省均匀分布的19个代表站，分别计算各站历年伏、秋干旱指数，填在图上，得出江西省历年伏、秋干旱指数空间分布图。图1给出了1966年、1990年计算的全省干旱

从数值大小和分布上都表明干旱程度和范围比1966年要小得多。用公式算出的干旱指数，通过近10年的实践比较，在强度和分布上与实况基本相符。解放后干旱严重的1966、1978、1974、1971、1986、1988、1963等年以及干旱很轻的1954、1961、1973、1975、1987等年用指数都能较好地反映出来。

2. 大范围干旱标准

由干旱的空间分布图可以清楚地看到，小范围的、零星的伏、秋旱在我省年年都

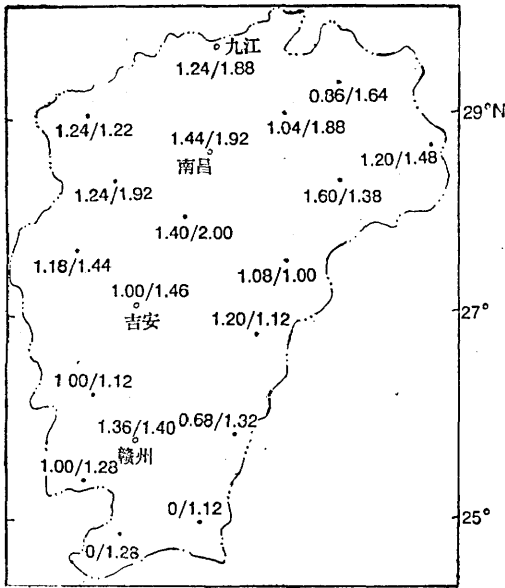


图 1a 1966年伏、秋旱指数分布图
(伏旱指数/秋旱指数)

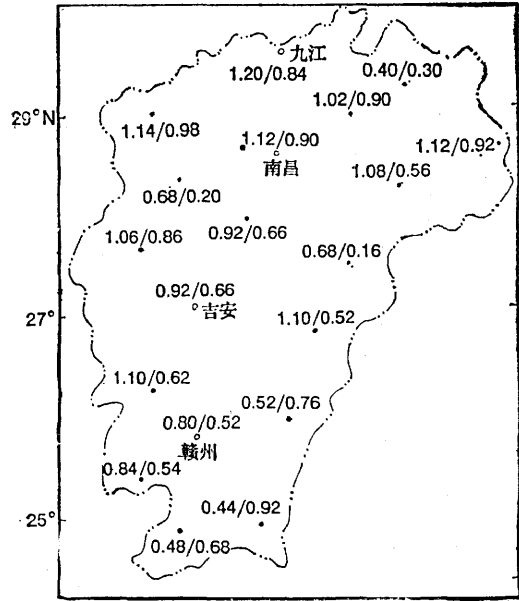


图 1b 1990年伏、秋旱指数分布图
(伏旱指数/秋旱指数)

指数分布图。1966年伏、秋连旱、且是全省性大范围的严重干旱。由图看出全省19个站伏、秋旱指数几乎全在1.0以上，且秋旱重于伏旱，所以秋旱指数普遍比伏旱指数大。赣北、赣中、赣南分片的平均伏旱指数分别为1.23、1.14、0.75，秋旱指数平均分别为1.68、1.36、1.23，从这些指数的大小，我们能知道各片的干旱程度了。伏旱平均指数赣南仅为0.75，这表明1966年赣南伏旱属轻度，但该年的秋旱指数为1.23，因此秋旱要比伏旱重。而1990年伏、秋干旱指数，无论

有，伏、秋干旱指数 $Z \geq 0.8$ 的每年至少有几个县。但大范围的干旱不是年年都有，而它正是我们所关心的。表2和表3列出了全省1954年以来有中等以上大范围干旱的伏、秋干旱指数 ≥ 0.8 的站数和它们平均伏旱指数($\bar{Z}_{\text{伏}}$)、秋旱指数($\bar{Z}_{\text{秋}}$)。以平均干旱指数 $\bar{Z}$ 和站数 S 的乘积作为干旱程度及面积的综合判据。我们取 $\bar{Z} \times S > 14$ 为重度的大范围干旱（相当于有全省70%以上面积，即14个站左右，有30天以上的连旱），取

表 2 江西省中等以上伏旱年份表

雨期	年份	$\bar{Z}_{\text{伏}}$	站数S	$\bar{Z}_{\text{伏}} \times S$	程度
多雨	1957	1.05	12	12.60	中
	1961	1.11	8	8.88	中
少雨	1962	1.09	9	9.81	中
	1966	1.19	16	19.04	重
	1971	1.30	14	18.20	重
多雨	1972	1.02	9	9.18	中
少雨	1978	1.29	11	14.19	重
	1983	1.19	16	19.04	重
	1986	1.08	15	16.20	重
	1988	1.30	14	18.20	重
	1989	1.24	14	17.36	重
	1990	1.04	12	12.48	中

表 3 江西省中等以上秋旱年份表

雨期	年份	$\bar{Z}_{\text{秋}}$	站数	$\bar{Z}_{\text{秋}} \times S$	程度
多雨	1954	1.10	11	12.10	中
	1955	1.25	11	13.75	中
少雨	1959	1.27	8	10.16	中
	1963	1.39	11	15.29	重
	1964	1.41	10	14.10	重
	1966	1.47	19	27.93	重
	1967	1.31	11	14.41	重
	1968	1.28	11	14.08	重
多雨	1969	1.05	10	10.50	中
	1974	1.53	17	26.01	重
	1976	1.17	8	9.36	中
少雨	1978	1.33	11	14.63	重
	1981	11.15	13	14.95	重
	1986	1.33	19	25.27	重
	1989	1.20	13	15.60	重

$8.8 < \bar{Z} \times S \leq 14$ 为中等的大范围干旱 (相当于有全省50%以上面积即10个站左右有25—30天的连旱), 取 $4 < \bar{Z} \times S \leq 8.8$ 为轻度的

的大范围干旱 (相当于有全省30%以上面积即6个站左右有20—25天的连旱), 取 $\bar{Z} \times S \leq 4$ 为全省无大范围干旱 (相当于最多有全省20%面积即4个站有20天左右的连旱)。

用 $\bar{Z} \times S$ 这个综合判据来判定某一年的干旱比较客观。它不仅在强度上而且在干旱范围上同时作了衡量。如1963年和1989年的秋旱, 论强度1963年 $\bar{Z}$ 为1.39, 较1989的1.20要重, 但1963年的面积比1989年的面积小, 用综合判据就能用一个量来区分它们。按综合判据, 解放后我省的严重大范围伏旱有1966、1971、1978、1983、1986、1988、1989等7年, 严重的大范围秋旱有1963、1964、1966、1967、1968、1974、1978、1981、1986、1989等10年。表2、表3中列出的其它年份分别为中等的大范围的伏旱和秋旱。

四、江西省伏、秋干旱空间分布特征

我们计算了各站 ≥ 0.8 的伏、秋干旱指数 (相当于轻度以上干旱) 出现频率 (见图2)。

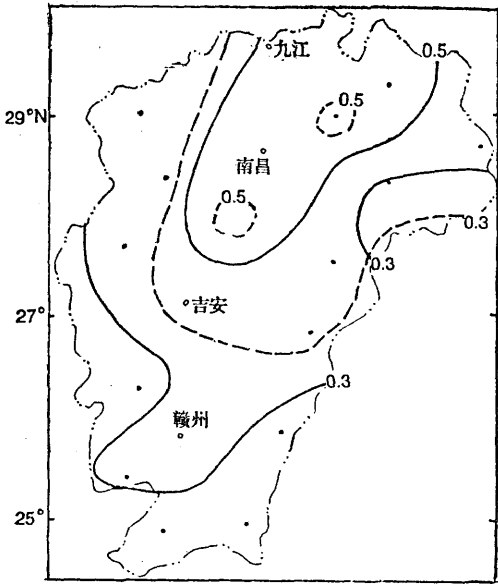


图 2 江西省伏、秋旱出现频率图
实线: 秋旱; 虚线: 伏旱

由图看出, ①我省秋旱多于伏旱, 且范围

大, 0.3频率等值线伏旱在 27°N 附近, 秋旱可南伸到 26°N 以南。秋旱的0.5频率等值线包含了整个鄱阳湖平原, 中心在鄱阳, 频率为0.68, 而伏旱的0.5频率线比较分散, 主要在清江、鄱阳、玉山等地, 最大的伏旱频率在清江为0.58; ②无论伏旱还是秋旱, 北部均多于南部, 干旱频率等值线呈舌形自北向南伸, 频数由北向南递减。由图看出, 赣州地区南部的龙南、定南、寻乌等地基本无干旱; ③频率等值线由河谷、平原向丘陵、山地递减, 表明伏、秋旱河谷平原多于丘陵、山地的特征。

上述分布特征与我省所在的地理位置有关。雨季结束后, 副高脊线一般稳定在 25°N 以北, 我省在副高控制下, 晴热少雨, 南部有时可受到东风波或台风边缘影响。尤其是南岭以南, 降雨次数多些。9月开始, 副高自北向南移动, 时常稳定控制在我省北部、中部。而南部还不时受副高南缘或西侧的影响常有降雨。因此, 我省伏、秋旱北部要多于南部。丘陵、山地干旱较平原轻些。

我们分别计算了南、中、北三片累年平均干旱强度指数, 由表4可以看到伏、秋旱在

表4 江西省南、中、北三片平均干旱指数

片	伏旱指数			秋旱指数		
	北	中	南	北	中	南
平均值	0.62	0.70	0.55	0.81	0.71	0.61

强度分布上的特征: ①秋旱不仅频率大于伏旱, 且强度也大于伏旱。南、中、北三片秋旱平均指数均较伏旱指数大, 秋旱最大的为0.81, 而伏旱最大的为0.70; ②伏旱指数中部最大为0.70, 其次为北部, 最小在南部, 而秋旱指数最大的为北部的0.81, 其次为中部。这说明我省伏、秋干旱强度分布上有一致性, 伏旱最重的在中部, 而秋旱最重的在北部。

五、江西省大范围伏、秋旱时间分布特征

按照“赣北多雨期、少雨期划分及干旱

预测”(2)一文中划分的雨期, 对照大范围伏、秋旱就可以看出我省干旱的时间分布特征。

1. 少雨期干旱多, 多雨期干旱少。解放后的少雨期1958—1968年、1978—1990年内, 大范围中等以上伏旱有3—5次, 而多雨期的1954—1957年, 1969—1977年内只有1—2次; 中等以上秋旱在少雨期1958—1968年内有6次, 1978—1990年内有4次, 而多雨期内只有2—3次。这表明伏、秋旱的多寡和少雨期、多雨期密切相关。

2. 少雨期干旱严重, 并可能出现2—3年的连旱和伏秋连旱, 多雨期则干旱程度轻, 基本无连旱。

3. 按大范围干旱判据统计, 解放后我省有轻度以上伏旱频率高达0.76, 秋旱达0.78; 中等伏、秋旱频率均为0.14; 重度伏旱频率为0.10, 秋旱为0.27。可见重度秋旱的频率为伏旱的1.5倍。出现重度秋旱或伏旱的频率为0.35, 中等以上秋旱或伏旱的频率为0.62。

六、伏、秋旱的预测

1. 超长期趋势预报

干旱的多、寡和雨期的密切关系, 为我们制作10年左右(一个雨期平均长度)的干旱趋势, 提供了物理背景及统计规律。按赣北154年降雨资料划分, 90年代为多雨期, 因此初步预计90年代江西省大范围干旱频次少。中等以上大范围伏、秋旱大约2—3次。

2. 伏、秋旱的长期预报

据统计, 如果片上的雨量在7、8月 $<80\text{mm}$, 9月雨量 $<60\text{mm}$, 我省就有干旱发生。我们通过相关普查, 初选出相关检验信度 α 超过0.05的预报因子, 再经逐步回归进一步筛选, 建立片上7—9月各月雨量和伏、秋干旱指数预报方程。最后将各预报方程结果综合分析, 得出临近年的长期预报结论。

下面仅列出赣北、赣南片上的伏、秋旱指数

预报方程:

$$Z(\text{赣北伏旱}) = 2.8948 + 0.06419x_1 \\ - 0.07765x_2$$

(x_1 、 x_2 分别为上年10月日本海、里海附近500hPa关键区的高度)

$$Z(\text{赣南秋旱}) = -1.4367 + 0.04015x_3 \\ + 0.03004x_4$$

(x_3 、 x_4 分别为上年10月、11月贝加尔湖、北冰洋极地附近500hPa关键区高度)

上述两个方程用1954—1978年资料建立的,它们预报结果的剩余标准差为0.2,复相关系数分别为0.75和0.76,回归效果方差检验 $F = 8.9 > F_{0.01} = 5.6$,表明回归效果是良好的。由图3可见,方程预报的趋势和

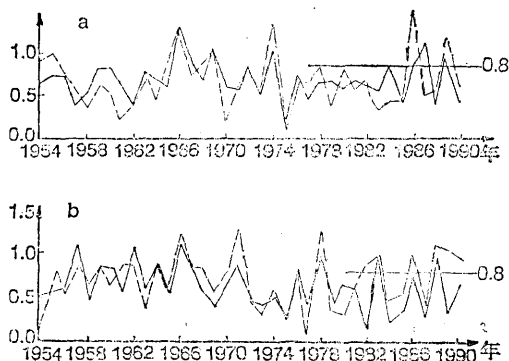


图3 赣南秋旱指数(a)、赣北伏旱指数(b)预报(实线)与实况(虚线)

实况基本上是一致的。1978年以前的实线是

拟合曲线,1978年以后为实际预报曲线。赣北伏旱预报,除1982、1989、1990年趋势相反之外,其它9年预报趋势还是不错的。赣南的秋旱除1987、1984年外,其它10年趋势预报与实况基本相符。

七、结论

1. 江西省干旱北部多且重于南部,平原、河谷多于丘陵、山地;秋旱多于且重于伏旱,伏旱以中部最重,其次为北部,秋旱以北部最重,其次为中部。

2. 时间分布特征是少雨期干旱频率高且强度大,还可能出现2—3年连旱,多雨期则相反。

3. 伏、秋干旱时空分布特征与我省的气候状况较一致,与雨期的划分相关密切,这表明利用单一降水因素来反映干旱有一定的可行性。如果能增加气温或蒸发的因素的修订,干旱指数会更接近实际。

4. 通过伏、秋旱指数定量计算,使各年的干旱程度和范围具有时空可比性,便于年与年之间及不同地区之间进行客观比较。

参考文献

- (1) 李世奎等,中国农业气候资源和农业气候区划,科学出版社,1988年9月。
- (2) 陆叔鸣,赣北多雨期、少雨期划分及干旱预报,江西气象科技,1986年第4期。