

用生态气候因子作农用长期 天气分级预报的试验

温福光

(广西玉林地区气象局)

提 要

植物物候现象是生态气候内容之一,它是当前和过去相当一段时间内环境因素的综合反映,包括当前和过去相当一段时间内气候要素的综合反映。用植物物候现象作为预报因子,与长期预报对象建立相关模式,反映气候因子的综合性,具有较好的物理意义。本文主要用茶树、橡胶树的第一个物候现象为预报因子,采取统计分级相关的方法,预报秋季干旱趋势。

广西玉林地区地处低纬,南近热带海洋,属亚热带季风气候,随着季风的变化,一年中有若干个明显的自然天气阶段。年际间从立秋至秋分这段时间,环流特征、控制系统、盛行风向,以及气压、温度等要素相对稳定,大体上可划分为一个自然天气阶段。但是,由于副热带高压中心位置和强度不同,登陆影响的台风〔注1〕次数不同,在同一自然天气阶段中,各年的降水数量及时间分配仍有很大差别,常有不同程度的干旱发生。这时期正是晚稻、甘蔗、香蕉、橡胶等作物旺盛生长的季节,天气干旱对粮食生产和多种经营影响很大。为了探索这段时期的干旱趋势,本文采用生态气候因子与自然天气阶段干旱的相关分析方法,试图作干旱的分级趋势预报。

一、农业干旱的成因及指标

入秋后,本地常受副热带高压南侧环流控制,南面热带海洋的台风或南海低压比较活跃,当台风在适当地段登陆,次数比较频繁时,雨量就比较充沛,甚至发生洪涝;但当台风路径偏南偏东,或登陆地段不适当时,本地受副高控制,下沉气流旺盛,高温少雨,蒸发量大,形成长期干旱。这就是本地区秋季明显的自然天气阶段干旱。这种干旱有两个显著的特点,一是空间尺度大,常常影响几个县,甚至整个地区;二是时间长,常常连续半个月,甚至整个自然天气阶段。由于大范围干旱,给农业生产和其他行业带来了严重的损失。1980年秋季严重干旱,北流县晚稻受旱26980亩,减产1037.54万斤;旱地作物受旱13686亩,红茹减产302.59万斤;花生减产67.07万斤。

干旱有自然原因和主观原因,自然原因是由于长期高温少雨,蒸发量大,土壤湿度少,主观原因是由于支配生产的人没有采取适应性的作物栽培和必要的抗旱措施。从作物水分平衡

的观点出发,正常生长的作物根系吸收的水分稍大于蒸腾量,当根系吸水量小于蒸腾量时则产生干旱。不同作物、不同品种,同一品种不同生育期抗旱能力不同,干旱的指标不同。我地区是以双季稻为主的农业区,干旱指标应以水稻需水量为主,同时考虑甘蔗、香蕉、豆类、茹类等。土壤水份是影响作物干旱的主要原因,土壤水份充足时,作物体内水份处于平衡状态;土壤水份不足时,根系吸收水份少,蒸腾多,作物体内失去平衡,气孔关闭,空气中的二氧化碳无法进入光合器官,从而降低光合作用的速度,生长缓慢,以至死亡。降水量是耕地用水的主要来源,降水的时间分布和数量大小是干旱程度的主要标志。根据当地主要作物的需水量,考虑降水量大小和时间分布,定出本地的干旱指标。用降水量相对系数确定干旱指标,是我地区多年来普遍应用的指标,能比较客观地反映本地的干旱状况。降水量相对系数表达式为:

$$C = R_{\text{旬}} / 100 + R_{\text{大}} / 50 \quad (1)$$

式中: C为旬降水相对系数

$R_{\text{旬}}$ 为旬降水量

$R_{\text{大}}$ 为该旬中日最大降水量

并确定:连续两旬 $C \leq 0.7$ 时为小旱

连续三旬 $C \leq 0.7$ 时为中旱

连续四旬 $C \leq 0.7$ 时为大旱

为下一步进行相关分析,以北流县气象站资料为代表,将历年干旱情况进行分级,规定:无旱为1级,小旱为2级,中旱为3级,大旱为4级,则历年干旱分级情况见表1。

表1 北流县历年秋季干旱等级

年份	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
干旱级																			
干旱	无	小	无	无	大	中	中	大	无	大	小	中	无	中	小	无	小	大	大
分级	1	2	1	1	4	3	3	4	1	4	2	3	1	3	2	1	2	4	4

二、生态气候因子的选择和处理

秋季干旱是大的环流形势造成的,要预报这种天气趋势,需要选用独立性好、比较稳定、反映空间尺度大的因子。植物物候现象,是植物通过外界环境条件影响,本身进行生化作用而产生的一种质和量的变化过程,不同物候期反映植物本身生长发育阶段的时间差异。某一物候期发生,在气候条件方面,不但反映当时的气候特点,而且反映过去一段时间气候的累积,能反映气候的平均情况、特殊情况和历史演变规律,是多种气候要素的综合反映。植物物候现象,是生态气候内容之一,用植物物候作为预报因子,具有较好的独立性和气候要素综合性,比起气象单要素更为客观。本地区是由北热带向中亚热带的过渡地带,植物种类繁多,物候期比较复杂。而本地普遍生长的茶树(*Camellia jinensis*)和橡胶树(*Hevea brasiliensis*),生育期有明显的季节特点,物候现象比较清楚,有较长时间的物候观测资料,因此本文采用这两种植物的物候期作为预报因子。

茶树是多年生植物,在我国亚热带种植的茶树,其新梢生长有明显的年周期性,以越冬顶芽萌发开始,再到顶芽越冬为止,在整个年周期中,新梢的形成随着一年内的气候变化,表现出生长和休眠相互交替的规律,新梢生育期周期性的长短随气候条件不同而有所异,形成明显的物候期。茶树的芽分为营养芽和花芽,初春茶树在一定温度条件下,营养芽吸水膨胀,继而伸长,鳞片开展,茶芽萌动。茶芽萌动是茶树由休眠转入生长的表征,是一年中头一个物候现象。本地区茶芽萌动,多在元月下旬至3月上旬,茶芽萌动迟早,与冬季光、温、水等要素有关,不仅与各要素的数量多少、时间分配有关,而且与各种要素的不同组合有关,反映了从冬季过渡到春季的一段时间的生态气候,具有季节转换的气候特点。

橡胶树是多年生热带作物,北移在本地区的南亚热带部分地方种植,冬季有明显的落叶休眠期。春季日平均气温稳定上升到12℃时,橡胶树顶芽萌动,小叶逐渐展开,叶面积迅速扩大,叶片颜色由黄棕色——棕黄色——黄绿色——浅绿色,以后顶芽和叶面积停止生长,叶片由绿色变为浓绿色,叶面油亮,叶片水平伸展,挺直质地则硬,这就是第一蓬叶稳定期(即刈胶开始期)。橡胶第一蓬叶稳定期,基本上算作是一年中的第二物候期。本地区橡胶树第一蓬叶稳定期多在4月下旬到5月底。橡胶第一蓬叶稳定期的迟早,与冬季寒害程度有关,与春季回暖迟早有关,还与冬春日照、相对湿度等要素有关,反映冬春的气候状况,同时也在一定程度上反映从春季向夏季过渡的生态气候,同样具有季节转换的特点。

茶树萌动期采用北流县茶场1962—1980年观测资料,将萌动期分为三级:在2月8日以前萌动的为1级,2月9日至3月2日的为2级,3月3日以后的为3级。橡胶树第一蓬叶稳定期采用国营红山农场资料,分为两级:4月30日以前的为1级,5月1日以后的为2级。现将有关资料列表,见表2。

表2 茶树萌动期、橡胶树第一蓬叶稳定期资料

年份		1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
茶	萌动期 (日/月)	17/1	19/3	2/3	25/3	24/2	4/3	1/3	27/2	30/1	7/2	28/2	7/1	2/3	8/2	20/3	26/2	15/2	1/2	8/2
	分级	1	3	2	3	2	3	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	2	1	1
橡 胶 树	第一蓬叶 稳定期	7/5	15/5	3/5	16/4	20/4	10/5	15/7	25/5	5/5	18/4	27/4	1/4	2/5	15/4	26/5	26/5	25/4	27/4	24/4
	分级	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1

从表2资料看出,茶树萌动期、橡胶树第一蓬叶稳定期年际间波动性很大,茶树萌动期最早年份为1月7日,最迟年份为3月25日,迟早相差76天;橡胶树第一蓬叶稳定期最早年份为4月1日,最迟年份为5月26日,迟早相差56天。

三、生态气候因子与自然天气阶段干旱分级相关分析

干旱长期预报是一种趋势预报,年际间干旱波动性很大,所采用的预报因子——植物物候期,年际间波动性也很大,如果直接用实际记录建立相关,既不能从本质上反映相互之间

关系，相关系数也较小。植物物候期迟早，是一种相对的趋势，干旱程度也是一种相对趋势，既然两者都是相对趋势，因此采用分级的方法，建立定性相关。

(一) 分级列表

设预报对象干旱为 y ，预报因子茶树萌动期为 x_1 ，橡胶树第一蓬叶稳定期为 x_2 ，分级情况见表3。

表3 预报对象、预报因子分级表

年份 项目	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
y	1	2	1	1	4	3	3	4	1	4	2	3	1	3	2	1	2	4	4
x_1	1	3	2	2	2	3	2	2	3	1	2	1	3	1	3	2	2	1	1
x_2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1

(二) 统计相关频数

根据表3资料，列表统计相关频数，见表4表5。

表4 x_1 相关频数表

y 级别j $a_{1, ij}$	I	II	III	VI	$a_{1, i.}$
$a_{1, 1j}$	1	0	2	3	6
$a_{1, 2j}$	3	2	1	2	8
$a_{1, 3j}$	2	2	1	0	5
$a_{1, j}$	6	4	4	5	19

表5 相关频数表

y 级别j $a_{1, ij}$	I	II	III	VI	$a_{2, i.}$
$a_{2, 1j}$	1	2	2	4	9
$a_{2, 2j}$	5	2	2	1	10
$a_{2, j}$	6	4	4	5	19

表4、表5中： $a_{1, ij}$ 为第1个因子(x_1)为*i*级 y 为*j*级时的频数； $a_{2, ij}$ 为第2个因子(x_2)为*i*级 y 为*j*级时的频数； $a_{1, .i}$ 为第一个因子(x_1)频数表中行的合计数； $a_{1, i.}$ 为第一个因子(x_1)频数表中列的合计数。例如， x_1 为2级 y 为1级时，有3年。

(三) 统计相关机率

因为预报对象、预报因子分级次数不相等，为下一步相关统计需要，用表4、5中频数转换为相关机率，用下式统计：

$$P_{1,ij} = \frac{a_{1,ij}}{a_{1,j} a_{1,i}} \quad (2)$$

式中： $P_{1,ij}$ 为第1个因子， x 为*i*级*y*为*j*时的机率；

$a_{1,ij}$ 为第1个因子， x 为*i*级*y*为*j*级时的频数；

$a_{1,j} a_{1,i}$ 为相应行列合计值相乘积。

根据表4、5数值，用〈2〉式计算，得到相应的各级相关机率，见表6、7。

表6 X_1 相关机率表

y 级 j	I	II	III	IV
$P_{1,ij}$				
$P_{1,1i}$	0.027	0.000	0.083	0.1000
$P_{1,2i}$	0.063	0.063	0.031	0.050
$P_{1,3i}$	0.067	0.1000	0.050	0.000

表7 X_1 相关机率表

y 级 j	I	II	III	IV
$P_{2,ij}$				
$P_{2,1i}$	0.019	0.056	0.056	0.089
$P_{2,2i}$	0.083	0.050	0.050	0.020

(四) 历史拟合率

为了检验历史拟合率，需要进行历史资料回代，逐年反查，作出评定。反查的方法是，根据 x_i 级别，查对历史上对应于 y 值各级的相关机率，然后将 x_i 所查到的与 y 各级的历史相关机率分别相加，那末得到对应于 y 最大值的级别，即为 y 的预报级别。例如，1964年 x_1 为2级，查表6得对应于 y 的各级相关机率为0.063、0.063、0.031、0.050； x_2 为2级，查表7得对应于 y 各级相关机率为0.083、0.050、0.050、0.020。将两因子对应各级的相关机率相加得：0.146（0.063+0.083）、0.113（0.063+0.050）、0.081（0.031+0.050）、0.070（0.050+0.020），在四项机率合计值中，显然第一项（0.146）最大，即与 y 第1级的相关机率最大，因此这一年预报 y 为1级（无旱），评定正确。其他年份同样，逐一回代评定。全部回代后得出历史拟合率统计表，见表8。

从表8看出，历史回代，预报与实况相差1级以下的，历史拟合率为15/19 = 79%。结果表明，历史拟合率不算高，但基本上可以用。

(五) 试报情况

留两年资料作为试报。

1981年茶树3月1日萌动， x_1 为1级，查表6得对应于 y 的各级相关机率为0.027、0.000、0.083、0.1000；橡胶树第一蓬叶稳定期在4月28日， x_2 为1级，查表7得各级相关机率为0.019、0.056、0.056、0.089。相应级别相关机率相加后得0.046（0.027+0.019）、0.056（0.000+0.056）、0.139（0.083+0.056）、0.189（0.100+0.056），在四个级别中，显然第4级（0.189）最大，所以预报 y 为4级，实况 y 为4级（大旱），预报正确。

1982年茶树2月26日萌动，橡胶树第一蓬叶稳定在4月21日，预报 y 为4级，实况 y 为4级（大旱），预报正确。

两年试报均正确。

表8 历史拟合率表

项目 年份	I			II			III			IV			预 报	实 况	评 定
	$P_{1,i1}$	$P_{2,i1}$	合计	$P_{2,i2}$	$P_{2,i2}$	合计	$P_{1,i3}$	$P_{2,i3}$	合计	$P_{1,i2}$	$P_{2,i4}$	合计			
1962	0.027	0.083	0.113	0.00	0.050	0.050	0.083	0.050	0.133	0.100	0.020	0.120	3	1	√
1963	0.067	0.087	0.150	0.100	0.050	0.150	0.050	0.050	0.100	0.00	0.020	0.020	1(2)	2	√
1964	0.064	0.083	0.147	0.063	0.050	0.113	0.031	0.030	0.061	0.050	0.020	0.070	1	1	√
1965	0.063	0.019	0.082	0.063	0.056	0.119	0.031	0.056	0.087	0.050	0.089	0.139	4	1	×
1966	0.063	0.019	0.082	0.063	0.056	0.119	0.031	0.056	0.087	0.050	0.089	0.139	4	4	√
1967	0.067	0.087	0.150	0.100	0.050	0.150	0.050	0.050	0.100	0.00	0.020	0.020	1(2)	3	√
1968	0.063	0.083	0.146	0.063	0.050	0.113	0.030	0.050	0.081	0.050	0.020	0.070	1	3	√
1969	0.063	0.083	0.146	0.063	0.050	0.113	0.030	0.050	0.081	0.050	0.020	0.070	1	4	×
1970	0.067	0.083	0.150	0.100	0.050	0.150	0.050	0.050	0.100	0.00	0.020	0.070	1(2)	1	√
1971	0.027	0.019	0.046	0.00	0.056	0.056	0.083	0.056	0.139	0.100	0.089	0.189	4	4	√
1972	0.063	0.019	0.082	0.063	0.056	0.119	0.031	0.056	0.087	0.050	0.089	0.139	4	4	√
1973	0.027	0.019	0.046	0.00	0.056	0.056	0.083	0.056	0.139	0.100	0.089	0.189	4	3	√
1974	0.067	0.083	0.150	0.100	0.050	0.150	0.050	0.050	0.100	0.00	0.020	0.070	1(2)	1	√
1975	0.027	0.019	0.046	0.00	0.056	0.056	0.083	0.056	0.139	0.100	0.089	0.189	4	3	√
1976	0.067	0.083	0.150	0.100	0.050	0.150	0.050	0.050	0.100	0.00	0.020	0.070	1(2)	2	√
1977	0.063	0.083	0.146	0.063	0.050	0.113	0.030	0.050	0.080	0.050	0.020	0.070	1	1	√
1978	0.063	0.019	0.082	0.063	0.056	0.190	0.031	0.056	0.087	0.050	0.089	0.139	4	2	√
1979	0.027	0.019	0.046	0.00	0.056	0.056	0.083	0.056	0.139	0.100	0.089	0.189	4	4	√
1980	0.027	0.019	0.046	0.00	0.056	0.056	0.083	0.056	0.139	0.100	0.089	0.189	4	4	√

四、问题和讨论

1. 用生态气候因子作长期天气趋势预报, 是群众经验的总结。生态气候因子, 从广义上说, 它是某段时间内气候要素和其他环境因素的综合反映, 具有一定的物理意义。但是在综合要素中, 有气候的和非气候的, 两者中的份量、权重、主次位置等, 都无法分得清楚; 同时在气候要素中, 包括光、温、水等因素, 这些因素中各占的份量、比重等, 也无法分得清楚。因此, 所谓的综合反映仅是一个模糊的概念, 要弄清其物理机制还有待于今后摸索。

2. 本文用两个具有反映季节过渡的生态气候因子, 在较大的地理范围内具有相对的代表性和稳定性。这样的因子, 适用于气团属性稳定、空间范围较大的预报对象。但本文的预报对象是秋季降水趋势、地理分布不均匀, 空间范围不甚广。因此, 相互之间建立相关作出预

报，物理意义尚欠明确。

3.生态气候因子资料缺乏，年代不长，观测标准不统一，误差较大，对预报拟合和实践应用产生较大的不利影响。

4.本文将预报因子和预报对象分级，统计相关作出预报。分级预报，适用于变幅大的预报因子。分级相关预报法，方法简单，概括率高，实践证明效果较好。

主要参考文献

- 1.竺可桢等《物候学》，1963，科学普及出版社。
2. Roland B. Stull《大气运动的尺度和可预报性》，王延禄译，气象科技，1986.4。
- 3.王宗皓等《天气预报中的概率统计方法》，科学出版社，1974。
- 4.西本 洋相·里村等《长期预报技术改善のためを試み》，日本气象厅研究时报，第35卷第2号，1984.2。
- 5.须田、潼雄《日本付近における大地震の震源移动の規則性とその基に基づく长期预报（その2）》，日本气象厅研究时报，第38卷第1号。
6. C. D. Moibeey R. W. Preisendorfer《历史气候资料集的统计分析》，诚意译，气象科技，1987.1。
7. T. N. Krishnamurti H. N. Bhaeme《季风系统的振荡》，李晓东译，气象科技，1980附刊（二）。

〔注1〕我国使用的台风名称和等级标准是历史上沿用下来的，与国际规定的标准不相一致。从一九八九年一月一日起，我国将使用国际热带气旋名称和等级标准。

国际规定热带气旋中心附近的平均最大风力小于8级称为热带低压(Tropical depression)，8—9级称为热带风暴(Tropical torm)，10—11级称为强热带风暴(Seveer tropical)，12级或以上称为台风(Typhoon)。

国际标准与我国标准的主要差异是：国际规定的热带风暴和强热带风暴，我国统称为台风；国际规定的台风，我国称为强台风。

THE TEST OF USIN GECO-CLIMATE
FACT OR FOR AGRICULTURAL LONG-TERM
WEATHER GRADE FO RECAST

Wen Fuguan

(*Meteorological observatory of yulin in Guangxi*)

ABSTRACT

Plant phenological phenomenon is one of eco-climate contents. It is comprehensive reflection of environment factors, including climate factor at present and long before. It possesses good physics significance to establish related model with plant phenological factor and long-term-forecasted object to reflect climate-factor comprehensiveness. The articale used the first phenological phenomenon of tea and rubber tree as a forecast factor to forecast dry tendance in autumn by statistics-grade-related method.