

西双版纳橡胶产量的模糊综合评判预报

刘文杰 李红梅 段文平
(中国科学院西双版纳热带植物园热带雨林生态站)

【摘要】利用模糊综合评判方法,选择 8 个气象因子对橡胶产量进行了预报。预报结果准确率较高,通过实例运算,拟合率达 100%。

关键词: 橡胶产量; 气象因子; 模糊综合评判

橡胶产量有明显的年波动,影响其产量变化的一类因素是气象因子,它是引起这种波动的主要因素。因此,用气象因子来预报橡胶产量在理论上是合理的。本文结合实例,对西双版纳橡胶产量进行模糊综合评判预报,为橡胶生产提供服务。

1 原理

所谓模糊综合评判就是借助模糊变换的原理,在考虑了与被评判事物有关的因素时,对该事物做总的评价。如已给单因素评判矩阵 R ,又给定着眼点的权数分配 A ,则综合评判为 $B = A \cdot R$ 。在橡胶产量的预报中,应视

A 是预报因子构成的实况输入, R 是历年观测资料给出的预报因子和预报对象之间的关系矩阵, B 为所做出的预报。

2 方法

采用西双版纳勐仑镇 (21°56'N, 101°15'E) 中科院西双版纳热带雨林生态站 1989~1994 年橡胶产量及同期气象资料,经灰色关联分析发现,有 8 个气象因子对橡胶产量的影响达到极显著水平 (表 1)。选用这 8 个气象因子为预报因子,用模糊综合评判方法对本区橡胶产量进行气象预报。文中所统计橡胶树品系为 PB86,栽培密度为 405 株/hm²。

表 1 历年橡胶产量与主要气象因子

年 份	1989	1990	1991	1992	1993	1994
A ₁ 3~11 月平均温度 (°C)	24.2	24.3	24.4	23.8	23.9	24.1
A ₂ 3~11 月平均最高温度 (°C)	31.6	31.2	31.1	30.9	30.8	31.2
A ₃ 3~11 月平均日较差 (°C)	12.8	12.0	12.1	12.1	11.8	11.9
A ₄ 3~11 月 ≥ 18 °C 积温 (°C · d)	6 652	6 431	6 724	6 833	7 012	6 983
A ₅ 3~11 月平均相对湿度 (%)	83	82	84	85	83	85
A ₆ 6~10 月降水日数 (d)	68	71	70	69	64	65
A ₇ 6~10 月降水量 (mm)	863.7	891.5	921.7	842.1	835.5	868.5
A ₈ 3~11 月日照时数 (h)	1 618	1 587	1 611	1 621	1 696	1 701
B 橡胶产量 (kg/hm ²)	1 308	1 259	1 274	1 287	1 475	1 592

2.1 数据处理

预报因子 A_i 采用极差标准化,将 A_i 历年观测值按 (1) 式进行标准化处理,使数据均在 [0, 1] 内。极差标准化公式为

$$A_i = \frac{A - A_{min}}{A_{max} - A_{min}} \tag{1}$$

式中 A_{max} —— 气象因子最大值;
 A_{min} —— 气象因子最小值;
 A —— 要素值。

将预报因子分为 5 级, 标准为: $A_i \leq 0.2$ 为 1 级; $0.21 < A_i \leq 0.4$ 为 2 级; $0.41 < A_i \leq 0.6$ 为 3 级; $0.61 < A_i \leq 0.8$ 为 4 级; $A_i > 0.8$ 为 5 级。

预报对象 B 采用等差分级法, 划分为 5 级: $B < 1\ 275$ 为 1 级; $1\ 275 \leq B < 1\ 350$ 为 2 级; $1\ 350 \leq B < 1\ 425$ 为 3 级; $1\ 425 \leq B < 1\ 500$ 为 4 级; $B \geq 1\ 500$ 为 5 级。按预报因子及预报对象分级标准, 将其转化为分级值 (表 2)。

表 2 预报因子与预报对象分级值

年份	1989	1990	1991	1992	1993	1994
A_1	4	5	4	1	2	3
A_2	5	2	2	1	1	3
A_3	5	1	2	2	1	1
A_4	2	1	3	4	5	5
A_5	2	1	4	5	2	5
A_6	3	5	5	4	1	1
A_7	2	4	5	1	1	2
A_8	2	1	2	2	5	5
B	2	1	1	2	4	5

预报因子 A_i 分为 m 级 ($m = 1, 2, \dots, a$), 每级为一行, 预报对象 B 分为 n 级 ($n = 1, 2, \dots, b$), 每级为一列, 即成 $a \times b$ 列联表。以 $\cdot_m$ 为行的边缘总和, $\cdot_n$ 为列的边缘总和, 根据表 2 预报要素分级值, 分别组建 A_{1-8} 的 5×5 列联表 (表 3 为 A_1 的列联表, A_{2-8} 的列联表略)。

表 3 A_1 的列联表

	B					$\cdot_m$
	1	2	3	4	5	
A_1	1	0	1	0	0	1
	2	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	0	1
	4	1	1	0	0	2
	5	1	0	0	0	1
$\cdot_n$	2	2	0	1	1	6

计算各预报因子权重公式如下:

$$f_i = \frac{\frac{a}{k-a} \left[\frac{max}{n=1, 2, \dots, b(mn)} \right]}{\frac{max}{n=1, 2, \dots, b(mn)}} \tag{2}$$

式中 mn —— 预报因子处于 m 级相对应的预报对象, B 处于 n 级产生的数据即频数;
 k —— 预报因子数。

采用 (2) 式计算最大频数, 则模糊向量

A 为: $A = (0.15, 0.11, 0.15, 0.16, 0.09, 0.11, 0.13, 0.17)$ 。

2.2 列联比构成模糊矩阵 R

预报因子 A_i 在 m 级条件下, 预报对象 B 出现 n 级的概率, 即预报准确率以 $mn / \cdot_m$ 表示; 预报对象 B 出现 n 级情况下, 预报因子 A_i 处于 m 级的概率, 即历史概况率以 $mn / \cdot_n$ 表示。列联比则为

$$u_{mn}^i = \frac{mn}{\cdot_m} + \frac{mn}{\cdot_n} \tag{3}$$

由于列联比会出现 $u_{mn}^i > 1$, 因此需归一化处理方可构成模糊矩阵 R 。根据表 3 中 A_1 的列联表, 由 (3) 式算出 A_1 的列联比 (表 4)。

表 4 A_1 的归一化列联比

	B (归一化)				
	1	2	3	4	5
A_1	1	0	1	0	0
	2	0	0	0	1
	3	0	0	0	0
	4	0.5	0.5	0	0
	5	1	0	0	0

2.3 模糊关系合成

用模糊综合评判公式 $B = A \cdot R$ 进行合成运算, 预报时以 B_j 最大值为预报理论值, 用因素求和型运算

$$B_j = \max_{m=1}^k (A_m \cap r_{mj}) \tag{4}$$

式中 A_i —— 模糊向量值;

r_{mj} —— 模糊矩阵元素,

k —— 预报因子数。

例如 1989 年 A_1 为 4 级, $A_2、A_3$ 为 5 级, $A_4、A_5、A_7、A_8$ 为 2 级, A_6 为 3 级, 查各因子对应的列联比表, 即得模糊矩阵 R , 则 1989 年 B 为

$B = (0.15, 0.11, 0.15, 0.16, 0.09, 0.11, 0.13, 0.17)$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.51 & 0.51 & 0 & 0 \\ 0 & 0.48 & 0.28 & 0 & 0.39 \\ 0 & 1.00 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 & 0 & 0 \\ 0.52 & 0.48 & 0.28 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$= (0.06, 1.00, 0.14, 0, 0.04)$

3 结果与分析

利用 (4) 式进行 $B = A \cdot R$ 合成运算, 则 6 年的橡胶产量预报结果如表 5。

为进一步验证该预报模型的准确性及适应性, 利用本区橡胶农场的产量资料及同期气象资料对橡胶产量进行预报, 结果如表 6。

表 5 预报结果及检验

年份	$\tilde{B} = (B_1$	B_2	B_3	B_4	$B_5)$	$\hat{B}$	B	拟合
1989	(0.06	1.00	0	0.14	0.04)	2	2	
1990	(1.00	0.15	0	0.11	0.14)	1	1	
1991	(1.00	0.24	0	0.09	0.21)	1	1	
1992	(0.09	1.00	0	0.14	0.71)	2	2	
1993	(0.47	0.38	0	1.00	0.52)	4	4	
1994	(0.22	0.56	0	0.24	1.00)	5	5	

表 6 勐仑农场橡胶产量预报及检验

年份	$\tilde{B} = (B_1$	B_2	B_3	B_4	$B_5)$	B	B	拟合
1991	(1.00	0.24	0.38	0.55	0.09)	1	1	
1992	(0.14	1.00	0.25	0.19	0.44)	2	2	
1993	(0.52	0.44	0.09	1.00	0.40)	4	4	
1994	(0.32	0.48	0.07	0.27	1.00)	5	5	
1995	(0.21	0.52	0.11	0.14	1.00)	5	5	

可见, 预报模型的预报准确率为 100%, 说明此方法是可行有效的。

参考文献

1. 丘宝剑. 卢其尧. 农业气候区划及其方法. 北京: 科学出版社, 1987, 83 ~ 89

2. 汪培庄. 模糊集合论及其应用. 上海: 上海科技出版社, 1986 (2)

3. 高素华. 黄增明. 海南岛橡胶林小气候. 北京: 气象出版社, 1989, 165 ~ 172

FUZZY COMPREHENSIVE EVALUATION METHOD FOR FORECASTING RUBBER YIELD IN XISHUANGBANNA

Liu wenjie
(Tropical Rainforest Ecosystem Station , Xishuangbanna Botanic Garden)

ABSTRACT

In this paper, the rubber yield is forecasted with eight meteorological factors using fuzzy comprehensive evaluation method. It s indicated that through calculation of example, the rate of forecast accuracy is more higher.

KEY WORDS: Rubber yield; Meteorological factors; Fuzzy comprehensive evaluation