

应用相似分析对海南岛油棕引种扩种 适宜气候生态条件的区划

高素华 唐守顺

(中央气象局气象科学研究院)

一、引言

油棕原产于南纬 10° 至北纬 15° 以内,海拔150米以下的非洲潮湿森林边缘地区。发展成大规模栽培的油料作物,仅有60多年的历史。

油棕产油量高,其单产是油菜籽和花生的4—5倍,而且投产早,收获期长,有“世界油王”之称。一般经济寿命有20—25年,自然寿命长达80年以上。

近年来,由于世界市场对植物油料需求迫切,油棕已成为国外发展最快的一种油料作物。目前,全世界油棕种植已在7,000万亩以上,其中栽培面积已超过2,000万亩,主要集中在马来西亚、印度尼西亚和扎伊尔等国。

我国海南岛位于北纬 $18^{\circ}10'$ 和 $20^{\circ}10'$ 之间,属于热带的北缘地区,热量比国外油棕产区少,而且有明显的低温干旱的威胁。60年代初,全岛各县人民公社和部分国营农场广泛种植过油棕,最高年分种植面积达37.8万亩,累计种植面积达60万亩。但由于环境欠适和品种低劣等原因,大部分未经收获就已淘汰,现只有海南岛南部的国营南滨农场还存有油棕9,000亩,累计收获棕油2,435吨,平均每亩年产棕油19.7公斤(厚壳种)水平较低。1975年引进的薄壳良种,1979年亩产棕油已达230公斤。位于崖县的南滨农场能获得种植的成功,海南的其他地区能否种植?其产量和经济效益将如何?这是一个值得探讨的问题。

本文正是针对这一问题,从油棕要求的农业气候条件出发,用模糊相似优选比方法,找出全岛与崖县农业气候条件相似的地区,试图为进一步引种扩种油棕提供一个简明的农业气候区划。

二、区划因子的选择

油棕原是热带野生稀疏林木,性喜高温、湿润和光照充足的生态环境。

月平均温度在 20°C 以上,油棕才能正常生长,最适宜的温度是 $25-28^{\circ}\text{C}$,当气温低于 17.5°C 时,油棕生长显著延缓,果实发育不良,产量降低。气温低于 15°C 时,油棕几乎停止生长,低于 10°C ,果穗严重败坏,更低的低温便起更有害的作用。

油棕生长发育理想的水分条件是月降雨量不低于各月蒸发量。一般年雨量在1,800—3,000毫米之间,无明显旱季为最理想。1,000—1,500毫米的年雨量是油棕良好生长的最低要求。

年雨量低至 1,000 毫米, 若分布均匀, 土壤质地良好, 持水力强或有灌溉条件的地区, 油棕亦能正常生长发育。降雨量过少, 也会成为油棕生产的限制因子, 明显地出现季节性产果。

油棕喜光, 要求每日有 5—7 小时的光照, 烈日当空, 时有阵雨, 尤其是日晴夜雨的天气, 更为有利。成龄树比幼龄树对光照的要求更甚, 开花比生长所需光强更甚。

根据油棕的生物学特性以及海南岛地区气候条件的差异, 选取以下五个气候要素作为油棕引种扩种的区划因子: (1) 年平均气温, 表征热量的多少; (2) 极端最低气温的多年平均值, 表征冬温条件和寒害可能情况; (3) 年降水量和 (4) 年雨日概括水分条件; (5) 年日照时数代表光照条件。

三、区划方法和结果

在海南岛热带季风条件下, 低温对油棕生长、生产是致命的限制因素。栽培实践表明, 极端低温低于 5℃ 以下, 并有霜出现的年份, 果穗会大量败坏, 引起产量的突然下降。因此油棕在我国最适宜栽种的地区, 应是海南岛南部以及同一等温线的各地区, 海南岛北部次之, 更北地区, 油棕虽能生长, 但难望有经济上的收益(华南热带作物科学研究所, 1980)。如湛江地区曾种油棕 4,000 余亩, 但无论农垦或民营, 皆无收获(广东省湛江农垦局设计队, 1981)。所以我们可以把海南岛北部沿海作为引种扩种油棕的北界。

模糊相似优选比作本区划的思路是, 由前述五要素组成的农业气候条件与崖县越相似的地区, 引种扩种成功的可能性越大; 相似越差, 当然就越不宜引种扩种。

我们将海南岛的崖县、陵水、莺歌海等 19 个站依次编为 $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{18}$, 将年平均气温(c_1), 年极端最低气温多年平均值(c_2), 年平均降水量(c_3), 年雨日(c_4) 和年平均日照时数(c_5) 为相似因子, 列为表 1, 所用资料年限一般是 1957—1980 年, 少数站资料不足 24 年。

表 1 各站要素 C 值及 D 值

编 号	站 名	c_1		c_2		c_3		c_4		c_5	
		℃	D	℃	D	毫 米	D	天	D	时	D
A_0	崖 县	25.5	—	10.4	—	1255	—	114	—	2514	—
A_1	陵 水	24.7	0.8	10.2	0.2	1647	0	135	0	2470	44
A_2	莺 歌	25.2	0.3	9.4	1.0	1065	190	103	11	2597	0
A_3	保 乐	24.1	1.4	6.9	3.5	1938	0	160	0	1950	564
A_4	东 抱	23.9	1.6	6.8	3.6	1566	0	142	0	2155	359
A_5	通 什	22.4	3.1	4.2	6.2	1692	0	157	0	1991	523
A_6	万 宁	24.4	1.1	9.2	1.2	2139	0	162	0	2214	300
A_7	琼 中	22.5	3.0	4.6	5.8	2494	0	196	0	1760	754
A_8	东 方	24.6	0.9	8.2	2.2	980	275	91	23	2656	0
A_9	白 沙	22.8	2.7	3.3	7.1	1923	0	175	0	2000	514
A_{10}	琼 海	24.0	1.5	8.2	2.2	2062	0	170	0	2119	395
A_{11}	昌 江	24.2	1.3	7.9	2.5	1647	0	125	0	2349	165
A_{12}	昌 屯	23.4	2.1	6.2	4.2	2007	0	179	0	1945	569
A_{13}	儋 县	23.2	2.3	6.2	4.2	1792	0	165	0	2043	471
A_{14}	文 昌	23.9	1.6	7.5	2.9	1760	0	159	0	2038	476
A_{15}	定 安	23.8	1.7	6.6	3.8	1949	0	163	0	1898	621
A_{16}	澄 迈	23.7	1.8	5.4	5.0	1775	0	165	0	2095	419
A_{17}	临 高	23.4	2.1	5.8	4.6	1440	0	137	0	2169	345
A_{18}	琼 山	23.7	1.8	7.2	3.2	1643	0	152	0	2223	291

以绝对值距离 D 表示两样本间的差异, 样本 x_i, x_j 与固定样本 x_0 的绝对值距离 D_i, D_j 分别为,

$$D_i = |x_i - x_0|,$$

$$D_j = |x_j - x_0|,$$

特别应指出的是, 根据油棕生长发育对气候条件的要求, 本文选定的固定样本崖县的年降水量、年雨日、年日照时数没有达到最适水平。就全岛19个站的资料看, 这三个要素值都没有超出油棕要求的范围, 考虑到这一实践意义, 我们补充规定:

$$D_i = \begin{cases} |x_i - x_0| & x_i \leq x_0 \\ 0 & x_i > x_0 \end{cases}$$

计算出各站各要素的D值(见表1)后, 建立相似优选比矩阵 $\tilde{R} = \{r_{ij}\}$:

$$r_{ij} = D_j / (D_i + D_j), \quad i, j = 1, 2, \dots, 18.$$

显然,

$$r_{ji} = 1 - r_{ij};$$

为方便起见, 我们规定当 $i=j$ 时, $r_{ij} = 1$ 。例如, 就要素 c_1 言, A_1 与 A_2 对 A_0 的相似程度优先选择比为

$$r_{12} = D_2 / (D_1 + D_2) = 0.3 / (0.8 + 0.3) = 0.27$$

$$r_{21} = 1 - r_{12} = 0.73$$

上面两个优选比值很直观地表明, A_1 对于 A_0 的相似程度远不如 A_2 对 A_0 的相似程度。这样, 便得出了对应于 c_1 的矩阵 $\tilde{R}_1$; 同样, 对其他各要素也可分别建立矩阵 $\tilde{R}_2, \tilde{R}_3, \tilde{R}_4, \tilde{R}_5$ (从略)。

从矩阵出现的数值中, 由大而小地选取 λ 值, 建立 λ 一水平集:

$$r_{ij}(\lambda) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \geq \lambda \\ 0 & r_{ij} < \lambda \end{cases}$$

在 λ 值减小的过程中, 最先达到全行元素都为1的那行所代表的站应是与 A_0 最为相似。

比如 $\tilde{R}_1$, 当 $\lambda = 0.53$ 时, 第2行首先全行为1, 即表明就 c_1 而言, A_2 与 A_0 最相似, 将 A_2 编号为1, 然后将 A_2 所对应的行、列(第2行和第2列)从 $\tilde{R}_1$ 中删去, 得到新的矩阵 $\tilde{R}_1'$ 。

为更细致地比较每站之间的相似程度大小, 这时可按新矩阵 $\tilde{R}_1'$ 中数值再由大到小选取 λ , 重复上述步骤, 将最先全行为1的行编号为2, 如此下去, 直到每行都有编号为止。如果有 n 行同时在某一 λ 水平达到全行为1, 则先将这 n 行仍按正常编号(比如 $a_1, a_2, \dots, a_n$), 再取平均数为每行的正式编号, 即 $(a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n$ 。同样可对 $\tilde{R}_2, \tilde{R}_3, \tilde{R}_4, \tilde{R}_5$ 矩阵各行得到相应的编号, 结果如表2。

显然, 编号越小, 相似程度越大。一般而言, 各站五要素编号之和, 反应了气候条件综合相似程度。和数越小, 气候条件与固定样本越相似。

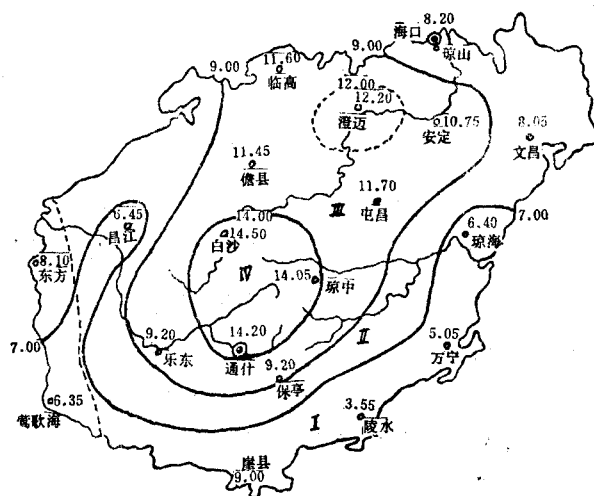
依据农业气候分析中生活因子的同等重要性定律和环境因子对植物发育非同等重要性的定律, 我们认为对上述五因子给予一定的权重, 而不直接相加求和是比较妥当的。考虑到油棕在海南岛生长的致命限制因子是低温寒害, 而其他几个因子处于相对次要的位置, 我们对 c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 分别给予权重0.1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.1。这样, 得到加权后编号之和 S (见表2)。

按和数值 S 的大小, 结合油棕的生物学特性, 将全岛分为四个区域: 适宜区, 较适宜区, 较次适宜区和不适宜区, 如图1。

表 2

各站相似程度编号及加权数和

站 号	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	$\sum_{i=1}^5 c_i$	加 权 和 数 S
A ₁	2	1	8.5	8.5	3	23.0	3.55
A ₂	1	2	17	17	1.5	38.5	6.35
A ₃	6	9	8.5	8.5	15.5	47.5	9.20
A ₄	8.5	10	8.5	8.5	8	43.5	9.20
A ₅	18	17	8.5	8.5	13.5	65.5	14.20
A ₆	4	3	8.5	8.5	6	30.0	5.05
A ₇	17	16	8.5	8.5	18	68.0	14.05
A ₈	3	4.5	18	18	1.5	45.0	8.10
A ₉	16	18	8.5	8.5	13.5	64.5	14.50
A ₁₀	7	4.5	8.5	8.5	9	37.5	6.40
A ₁₁	5	6	8.5	8.5	4	32.0	6.45
A ₁₂	13.5	12.5	8.5	8.5	15.5	58.5	11.70
A ₁₃	15	12.5	8.5	8.5	11.5	56.0	11.45
A ₁₄	85	7	8.5	8.5	11.5	44.0	8.05
A ₁₅	10	11	8.5	8.5	17	55.5	10.75
A ₁₆	11.5	15	8.5	8.5	10	53.5	12.20
A ₁₇	13.5	14	8.5	8.5	7	51.5	11.60
A ₁₈	11.5	8	8.5	8.5	5	41.5	8.20



海南岛油棕引种扩种农业气候区划

(图中数字为相似程度编号加权数和S值)

图 1 海南岛油棕引种扩种农业气候区划 (图中数字为相似程度编号加权数和S值)

四、分 区 评 述

1. 适宜区 $S < 7.00$, 包括琼海、万宁、陵水、崖县、乐东西南部, 东方中部和昌江中部。此区最大特点是热量充沛, 冬季气温较高, 年平均气温都在 24°C 以上, 年极端最低气

温多年平均 $\geq 8^{\circ}\text{C}$ (仅昌江为 7.9°C), 5°C 以下的低温基本不出现, 全年无霜。除莺歌海外, 年降雨量在 1,600—2,100 毫米上下, 均比崖县多; 全年雨季一般都在 6—7 个月 (仅莺歌海为 3.1 月, 昌江 5.1 月) 雨季长短 (何大章, 1980) 基本与崖县相近或更长一些。日照条件与崖县相仿。所以, 本区乃是引种扩种油棕最有利的地区。但其西南沿海旱情较重, 必须首先注意解决灌溉问题。

2. 较适宜区 $7.00 < S < 9.00$; 包括琼山东半部、文昌、琼海西部、琼中东南部、保亭南部、乐东中部、东方东部、昌江西北部以及东方和儋县西部沿海。此区热量条件好, 年极端最低气温多年平均在 $7-8^{\circ}\text{C}$, 5°C 以下的低温出现频率为 6—13%, 基本无霜。除西部沿海外, 本区年雨量以及雨季长短都与崖县相仿。总的看来, 此区热量条件与越冬条件虽次于适区, 但若注意选用良种、改进栽培措施等, 油棕是大有希望在本区栽培并获得较好产量的。当然, 比较干旱的西部沿海地区, 在没有解决灌溉条件之前, 不宜栽培油棕。

3. 较次适宜地区 $9.00 \leq S \leq 14.00$; 包括琼山西部、定安、屯昌、琼中和保亭中部, 乐东东北、白沙及儋县大部, 临高和澄迈。此区热量条件更次, 年极端最低气温多年平均值为 $5-7^{\circ}\text{C}$, 低于 5°C 的气温出现频率为 20—40%, 有霜年分为 5—8 年一遇, 澄迈每 3.3 年便一年有霜。此区年降水量和雨季都与崖县相仿或稍多。日照较崖县少。此区栽培油棕最大的弱点是冬季低温, 生长问题不大, 但经济效益不可忽视。如儋县各气候要素值处于本区中等水平, 是典型的代表站。据华南热带科学研究所 1966—1979 年的观察, 气候条件最有利的年份, 亩产棕油仅 165 斤, 只是南滨农场棕油亩产的三分之一强一些。气候条件最不利的年份仅亩产棕油 16 斤。可见此区进行油棕生产应持慎重态度。

4. 不适宜区 $S > 14.00$; 主要是琼中、白沙、通什三地海拔较高的山地。此区年平均气温在 23°C 以下, 年极端最低气温多年平均值低于 5°C , 5°C 以下的杀伤性低温出现频率为 61—75%, 有五分之一到二分之一的年份见霜。水分条件与崖县相似, 日照条件较次。此区热量条件差, 越冬条件十分不利, 故不宜考虑油棕栽培。

参 考 文 献

- 广东省湛江农垦局设计队 1981 湛江地区热带作物分布简介。热带作物研究。
华南热带作物科学研究院、华南热带作物学院 1980 热带作物栽培学。农业出版社。
何大章 1980 论海南岛热带气候。华南师范学院学报自然科学版 1980(2)。

AN ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL AND CLIMATIC SIMILARITY SUITABLE FOR INTRODUCING AND EXPANDING OIL PALM PLANT IN HAINAN ISLAND

Gao Suhua

(Academy of Meteorological Science, Central Meteorological Service)

Tang Shoushun

(Nanjing Institute of Meteorology)

The method of Fuzzy Preferential Ratio of similarity has been used in the division of regions for introducing and expanding oil palm plant in Hainan Island. Since it is quite evident that Hainan Island differs greatly from the original or primary oil palm growing areas in climatic conditions, we take Yaxian county, where oil palm growing is the best in China at present, as a fixed sample to show the similarity of climatic conditions in different oil palm growing places to that of Yaxian County. The whole island is divided into most optimum, sub-optimum and unsuitable regions. Then a discussion on the key problems of oil palm production in different regions had been held. Finally, we have furnished a tentative decision for developing oil palm production in China.