

⑥  
24-33

# 广西龙胜里骆的森林气候资源 分析与桂东北山地的开发利用

## Analysis of the Forest Climate Resources of Long Sheng Liluo in Guangxi and Exploitation of the Mountainous Area in Northeastern Guangxi

邓世宗  
Deng Shizong

5716.3

(广西农业大学林学院 南宁市邕武路 530001)  
(Guangxi Agriculture University, Forestry  
College, Yongwu Road, Nanning, Guangxi, 530001)

A

**摘要** 在广西龙胜县里骆林区进行11年森林气候观测基础上,对低山区域杉木林气候和中山区域常绿阔叶林气候的光能,热量和水分资源进行分析,并计算了它们的植物气候生产力,提出对桂东北山地气候资源开发利用的四点建议:(1)提高光能利用率;(2)创造更适宜的生态气候环境,以更有效地利用热量资源;(3)中山区域的首要生产任务是:最大限度地保护和扩大非常丰富水源;(4)引种(进)和推广适宜山地生态气候条件的树种和农作物,把桂东北山地建设成为具有广西特色的杉木林基地。

**关键词** 森林气候 分析 山地 开发利用 气候生产力 气候资源

**Abstract** On the basis of surveying the forest climate in Guangxi Long Sheng Liluo forest Area. We analysed the solar, heat and water resources of the China firs' climate on hilly areas and the evergreen forest areas' climate in middle mountainous areas and investigated the production capacity of these plants. Suggestions for developing and utilizing the climatic resources of hilly areas in Northeastern Guangxi were put forward as follows: (1) increasing the utilizing efficiency of solar energy; (2) creating a favorable ecological and climatic condition for utilizing the heat resources effectively; (3) protecting and developing the water resources to a great extent in middle mountainous areas; (4) introducing and extending the species of trees and crops suitable for the climate of mountainous region, and building the region into a fir forest base with Guangxi character.

**Key words** climatic Resources, Analysis, Mountainous Region, Development and Utilization, Climatic production Capacity

1993-12-06 收稿.

1994-12-15 修回.

## 1 龙胜里骆山地的自然概况

龙胜里骆林区属桂东北山地区域高炮山岭南坡, 是大南山向西南延伸的一翼。地理位置 $25^{\circ}50' \sim 25^{\circ}58'N$ ,  $110^{\circ}02' \sim 110^{\circ}07'E$ 。山脊线走向 $N15^{\circ}E$ , 地势北高南低, 逐渐倾斜。山体浑圆完整, 最高峰高炮1703m, 最低里伍塘210m, 这里得江河床高度200m, 比差1500m<sup>[1]</sup>。

森林覆盖, 在1000m以下的低山区域, 绝大多数为杉木林。1000~1300m的中山地带则以常绿阔叶林为主, 1300m以上为常绿与落叶阔叶混交林。

广西农业大学林学院于1979年在龙胜里骆林区建立森林生态定位站, 直至1990年底进行了11年的森林气候观测研究工作。里骆杉木林区的林内, 外观测场设在海拔370m的山坡中部, 处于较开阔的面向东南的马蹄形凹坡地内, 其微地形的坡向为 $S35^{\circ}W$ , 坡面 $25^{\circ} \sim 27^{\circ}$ 。植物群落为杉木—东方乌毛蕨—狗脊。杉木生长良好, 郁闭度0.7~0.8, 现有立木 $80 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 分布均匀, 1979年测定, 林龄22年立木的平均高度14.8m, 平均胸径18.5m, 蓄积量 $180 \sim 225 \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。灌木层盖度20%~30%, 高度1~2m, 以柃木、荷木占优势。草本层盖度60%~70%, 高约1m, 东方乌毛蕨、狗脊共为优势种<sup>[2]</sup>。

生态站的西江坪常绿阔叶林气候观测研究工作在1981~1990年进行的。西江坪谷地海拔高度1000m, 为第四纪冰川作用遗留下来的中山槽谷地貌类型, 长约2km, 宽50~100m, 是一长条状的宽平谷地, 两侧水沟切割较深, 冰融三角面明显<sup>1</sup>。谷地山坡全为常绿阔叶林复盖。林内、外气候观测场设在海拔1020m的山坡中部, 都朝内斜向西江坪河谷, 坡向 $N35^{\circ}W$ , 坡度 $35^{\circ}$ 。以米椎、罗浮栲、红润楠为建群种的常绿阔叶林, 乔木层郁闭度0.9, 可明显分三层。第一层林木高约20m, 胸径30~40cm, 米椎占优势。第二层林木高8~15cm, 胸径10~15cm, 羊角杜鹃和岩杜鹃最多。第三层林木高4~7m, 胸径10cm以下, 种类更多, 岩杜鹃最多。灌木层植物高2m以下, 复盖度30%~40%, 多为上层乔木的幼树。草本地被层植物高1m以下, 熊巴耳、镰叶瘤足蕨最多, 常铺地生长。林内藤本植物比较发达, 以流梳子等为常见<sup>[3]</sup>。

## 2 低山区域的杉木林气候资源分析

### 2.1 光能资源

根据广西太阳总辐射的计算经验公式<sup>[3]</sup>:

$$\theta = S_0(a + b'/s_1) \quad (1)$$

式中 $\theta$ : 太阳总辐射量;  $S_0$ : 天文辐射量;  $S' = s/s_1$ : 日照百分率(其中 $S$ 为实际日照时数,  $S_1$ 为可照时数);  $a, b$ 是与云量(状)、大气透明状况等有关经验系数。 $a$ 值取0.115(春季)、0.137(夏季)、0.177(秋季)、0.140(冬季);  $b$ 值取0.665(春季)、0.601(夏季)、0.567(秋季)、0.597(冬季)。 $\theta, s/s_1, S_0$ 的值均取旬总量, 计算出各旬的总辐射量, 再求得月、年的总辐射量。里骆杉木林区空旷地的太阳总辐射量列于表1。<sup>[4]</sup>由表1可知, 生长季内光能资源比较丰富。例如夏季总辐射量最多, 比广西48个县气象站(下同)夏季总量占年总量的比例(31.4%~35.5%)大; 同时, 森林对光的反射率一般比草地减少10%, 也能获得较多的光能。冬季最少, 比广西48个站冬季总量占年总量的比例(15.1%~17.8%)小。日均温 $\geq 10^{\circ}C$ 期间的总辐射量 $288.58 \text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 占年总量的81.6%, 林木和农作物生长季较长(242

天), 太阳辐射的有效性较大。光合有效辐射为  $176.77 \text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 光合生产潜力为  $78.55 \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 月最大值在 7~9 月, 每月达  $9.00 \sim 10.20 \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{e}^{-1}$ , 最小值在 12~2 月, 为  $3.84 \sim 4.13 \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{e}^{-1}$ 。光能与热能(量), 水分的年变化基本同步。

表 1 里骆(海拔 370m)的太阳总辐射量( $\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ )(1980~1990 年平均)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	17.58	16.45	22.06	25.58	29.68	35.34	45.55	46.05	40.65	31.95	24.16	18.55
季节	春季 (3~5)月		夏季 (6~8月)		秋季 (9~11月)		冬季 (12~2)月		全年			
	77.33	21.9	126.94	35.9	96.76	27.3	52.59	14.9	353.62			

## 2.2 热量资源

2.2.1 气温变化的特征及其生态效益。里骆杉木林内, 外 11 年平均气温列于表 2<sup>[4]</sup>; 从表 2 可知, 月、年的平均气温、平均最高气温, 林内都比林外低, 平均最低气温则林内都比林外高。一年中以 1 月平均气温最低, 7 月最高, 3~11 月都在  $12.4^\circ\text{C}$  以上, 是林木和农作物的生长季; 其中 4~10 月都在  $17.4^\circ\text{C}$  以上, 是杉木胸径生长迅速时期; 5~9 月为  $21.4 \sim 25.8^\circ\text{C}$ , 是杉木生长最快时期。5~8 月是降水和日照高值期, 光、热、水的高值期基本相同, 有利杉木速生丰产及农作物生长发育, 提高产量, 所以桂东北低山区域成为我国著名的杉木中心产区之一。

表 2 里骆杉木林内与林外平均气温( $^\circ\text{C}$ )(1980~1990 年平均)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
平均气温	林内 7.2	7.9	12.4	17.4	21.4	24.4	25.8	25.5	23.1	19.0	14.5	9.2	17.3
	林外 7.4	8.1	12.6	17.6	21.6	24.7	26.1	25.8	23.4	19.3	14.7	9.3	17.5
	差值 -0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2
平均最高气温	林内 11.3	11.2	16.4	21.7	25.7	28.5	30.1	30.4	28.1	23.7	19.5	14.6	21.8
	林外 12.1	11.9	17.2	22.8	26.7	29.6	31.6	32.1	29.5	25.3	20.7	15.5	22.9
	差值 -0.8	-0.7	-0.8	-1.1	-1.0	-1.3	-1.5	-1.7	-1.4	-1.6	-1.2	-0.9	-1.1
平均最低气温	林内 4.2	5.5	9.2	13.9	17.8	21.1	22.6	22.0	19.4	15.3	10.7	5.0	13.9
	林外 4.1	5.2	9.1	13.7	17.6	21.0	22.4	21.9	19.2	15.0	10.4	4.8	13.7
	差值 0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2

杉木林内年极端最高气温  $35.9^\circ\text{C}$ , 比林外低  $1.6^\circ\text{C}$ ; 极端最低  $-3.1^\circ\text{C}$ , 比林外高  $0.7^\circ\text{C}$ 。年极端振幅  $39.0^\circ\text{C}$ 、比林外小  $2.3^\circ\text{C}$ 。平均气温年较差  $18.6^\circ\text{C}$ , 比林外小  $0.1^\circ\text{C}$ 。这表明杉木林能减轻季风影响的程度, 使林下气层的冷热过程变得缓和起来, 造成温和得多的小气候环境。

杉木林日最低气温  $\leq 0^\circ\text{C}$  的平均天数 8 天, 比林外减少 2 天; 平均初、终期为 12 月 24 日和 2 月 1 日, 共 40 天; 林外为 12 月 23 日和 2 月 13 日, 共 53 天, 林内比林外缩短 13 天, 林内、外高温期都是 7、8 两月, 但是, 月平均最高气温林外达  $31.6 \sim 32.1^\circ\text{C}$ , 林内只有  $30.1$

~30.6℃, 比林外低1.5~1.7℃。日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 的天数, 林外平均7天, 初、终期为7月2日和8月20日, 共50天。林内无 $\geq 35^\circ\text{C}$ 高温。因此, 杉木林小气候有利林木生长发育的天数比林外多20天, 积温多334.7℃。

2.2.2 林木和农作物生长期的热量资源。植物生长期的各种界限温度, 采用了80%保证率的积温及其初、终期。

林内日均温 $\geq 0.1^\circ\text{C}$ 的初日是1月2日, 比林外早10天; 终日是12月31日, 持续364天, 比林外多10天。积温5326.0℃, 比林外少5.6℃。

林内日均温 $\geq 5^\circ\text{C}$ 的初日是3月2日, 终日是12月8日, 持续282天。积温5671.0℃, 比林外少82.6℃。

林内日均温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的初日是3月30日, 终日是11月25日, 持续241天。积温5174.6℃, 比林外少40.5℃。

林内日均温 $\geq 15^\circ\text{C}$ 的初日是4月16日, 终日是10月18日, 持续186天, 积温4356.5℃, 比林外少38.1℃。

林外平均终霜日是1月28日, 平均初霜日是12月16日, 无霜期321天。不出现 $-3.5^\circ\text{C}$ 的低温有80%的保证率。

### 2.3 水分资源

2.3.1 降雨量的年变化、林内分配和季节分配。里骆11年平均降雨量林内和季节分配列于表3<sup>[4]</sup>和表4<sup>[4]</sup>, 由表3可知, 年平均降雨量为1537.9mm, 以夏季最多, 春季接近夏季, 再次为秋季, 冬季最少。春夏半年雨量1087.6mm, 占年雨量70.7%; 秋冬半年450.3mm, 占29.3%。春夏湿, 秋冬干相当明显。

表3 降雨量的年变化、林内分配(mm)(1980~1990年平均)

样地	降 雨	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合计	占年雨量%
林内	林冠截留雨量	14.0	15.2	14.9	23.8	37.8	33.7	23.2	24.9	11.9	13.2	12.4	5.4	231.4	15.0
	树干茎流雨量	1.4	2.0	2.2	3.9	6.4	6.0	3.6	3.7	1.8	2.0	1.9	0.5	35.4	2.3
	通过林冠雨量	55.2	76.7	83.6	135.5	228.3	203.5	124.8	126.8	72.6	66.3	72.9	24.9	1271.1	82.7
	灌草层截留雨量	3.2	4.3	4.9	8.4	12.8	12.3	7.9	6.7	4.1	4.5	4.8	1.8	75.7	4.9
	通过灌草层雨量	52.0	72.4	78.7	128.1	215.5	191.2	116.9	120.1	68.5	61.8	68.1	23.1	1195.4	77.7
林外	降雨量 (林内合计)	70.6	93.9	100.7	164.2	272.5	243.2	151.6	155.4	86.3	81.5	87.2	30.8	1537.9	100.0
	占年降雨量%	4.6	6.1	6.5	10.7	17.7	15.8	9.9	10.1	5.6	5.3	5.7	7.0	100.0	

表4 降雨量的季节分配(mm)(1980~1990年平均)

样 地	春季(3~5月)		夏季(6~8月)		秋季(9~11月)		冬季(12~2月)	
	雨量	占年雨量%	雨量	占年雨量%	雨量	占年雨量%	雨量	占年雨量%
林内及林外	537.4	34.9	550.2	35.8	255.0	16.6	195.3	12.7

2.3.2 降水的年际、月际变化和保证率。里骆降水量的年际变化不大,年相对变率7.1%;秋冬半年(9~2月)雨量的最大变率为43.9%,极值差389.6mm,极值比7.5倍,容易出现秋冬干旱,对杉木和秋冬作物生长不利。

雨量的月际变化大,5、6、7、8月的相对变率分别为33.3%、25.7%、41.8%、47.0%;最大变率分别为93.4%、86.3%、106.6%、197.8%。极值差分别为409.5,322.4,258.4,416.5mm。极值比分别为5.5,3.5,5.7,9.9倍。降雨强度大,有效性差,旱涝灾害频繁,不利于杉木速生丰产和农业的稳产高产。

里骆80%保证率的年降雨量为1470mm,90%保证率的年雨量为1370mm。日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 、 $> 22^{\circ}\text{C}$ 期间80%保证率的降雨量分别为1290.0mm,1040mm,510.0mm。林木和农作物生长期间水分有充分保障。

2.3.3 杉木林的水量平衡。根据1985~1989年水量平衡研究资料<sup>[6]</sup>,里骆杉木林年收入的水量为1575.7mm,最大支出项蒸散量为859.3mm,占年雨量54.5%,比林外少146.2mm;地面经流量(深度)5.2mm,占年雨量0.4%,比林外少6.5mm;盈余的水量为711.2mm,占年雨量45.1%,比林外多152.9mm。即每年下渗入林地的水量为 $7112\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,比草坡地多 $1529\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,下渗水层深达0.71m,可见桂东北低山区域的地下径流水资源是丰富的。杉木林地的地下径流资源是草坡地的1.27倍。这就是杉木林水分资源的生态效益之一。但是9月和12月的水量平衡为负值。

#### 2.4 植物气候生产力的估算<sup>[7]</sup>

(1)根据Lieth的植物产量与年平均气温的关系式计算,里骆农作物的经济产量是 $10.28\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;森林的木材产量是 $18.15\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(2)根据Lieth的植物产量与年降水量的关系式计算,农作物的谷物产量是 $9.75\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;森林的木材产量是 $17.25\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(3)根据Lieth的植物产量与年平均实际蒸散量的关系式计算,农作物的谷物产量是 $8.40\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;森林的木材产量是 $15\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(4)根据Lieth的植物可能产量与可能蒸散量的关系式计算,农作物谷物的可能产量是 $11.10\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;森林的木材可能产量是 $19.95\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

综合四种产量计算的结果表明:(1)温度产量高于降雨量产量,表明热量资源优于降水资源;(2)实际蒸散量的产量低于温度和降水的产量,表明春季低温和秋季干旱都限制了植物蒸腾的正常机能、实际蒸散量偏小而产量偏低;(3)可能蒸散量的产量最高,表明如果热量、水分条件很协调,植物蒸腾机能充分发挥,蒸散量达到最大可能值,产量就可能达到最高值;(4)里骆现在的杂优水稻平均产量 $6.00\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;海拔较低的河各两岸的产量 $7.50\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。杉木林的实际蓄积量为 $7.5\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。粮食产量与应该达到的实际产量差 $0.90\sim 2.40\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;与可能产量差 $3.60\sim 5.10\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。增产潜力为64%。木材产量与应该达到的实际产量差 $7.5\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,与可能产量差 $12.45\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,增产潜力为1.66倍。

### 3 中山区域的常绿阔叶林气候资源分析

#### 3.1 光能资源

根据经验公式(1)计算<sup>[3]</sup>;西江坪空旷地的太阳总辐射量列于表4。年总辐射量为

343.35kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>, 比里骆减少10.26kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>, 平均每上升100m减少1.59kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>。总辐射量以夏季最多, 比广西48个站夏季占年总量的比例(31.4%~35.5%)大; 冬季最少, 比广西48个站冬季占年总量的比例(15.1%~17.8%)小。日均温≥10℃期间的总辐射量256.02kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>, 占年总量74.5%, 比里骆少32.57kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>, 平均每上升100m减少5.07kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>。年光合有效辐射为171.67kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>, 比里骆少5.11kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>。光合生产潜力为76.28t·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>。月最大值是7~9月, 每月达8.91~9.93t·hm<sup>-2</sup>·e<sup>-1</sup>; 最小值是12~2月, 每月为3.45~3.86t·hm<sup>-2</sup>·e<sup>-1</sup>。光合生产潜力高值期与热量, 水分的高值期基本相同, 有利林木速生丰产。

表5 西江坪(海拔1020m)的太阳总辐射量(kJ·cm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)1981~1990年平均)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	17.12	15.58	21.35	24.83	28.89	34.62	44.09	44.67	40.11	31.44	23.32	17.33
季节	春季 (3~5)月	占年总 量%	夏季 (6~8)月	占年总 量%	秋季 (9~11)月	占年总 量%	冬季 (12~2)月	占年总 量%	年总量			
	75.07	21.9	123.38	35.9	94.87	27.6	50.03	14.6	343.35			

### 3.2 热量资源

3.2.1 气温变化的特征及其生态效益。西江坪常绿阔叶林10年平均气温列于表6<sup>[4]</sup>。10年平均气温、平均最高气温林内都比林外低; 平均最低气温则林内比林外高。林内3~9月的平均气温比林外低0.1~0.3℃; 10~2月则比林外高0.1~0.3℃或相等。1年中以1月平均气温最低, 7月最高; 4~11月平均气温都在10.8℃以上, 5~10月为15.6℃以上。是林木和农作物的生长季和活跃生长期, 都比里骆缩短了1个月。平均气温≥20℃只有6~8月, 比里骆缩短了2个月。日均温稳定通过22℃的日数只有22天, 平均初、终期分别是7月19日和8月9日。冬季寒冷, 夏季温凉湿润, 适宜于喜温凉树种和农作物生长发育。

表6 西江坪常绿阔叶林内与林外平均气温(℃)(1981~1990年平均)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	
平均气温	林内	4.2	4.9	9.1	14.1	17.9	20.3	22.2	22.1	19.7	15.6	10.8	5.8	13.9
	林外	4.2	4.9	9.2	14.3	18.1	21.0	22.4	22.3	19.9	15.6	10.8	5.5	14.0
	差值	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.3	-0.1
平均最高气温	林内	7.5	7.6	12.5	17.5	21.4	24.0	25.5	26.2	23.4	19.2	14.6	10.2	17.5
	林外	8.4	8.5	13.2	18.5	22.7	25.5	27.5	28.0	25.0	20.6	16.2	11.7	18.8
	差值	-0.9	-0.9	-0.7	-1.0	-1.3	-1.5	-2.0	-1.8	-1.6	-1.4	-1.6	-1.5	-1.3
平均最低气温	林内	1.8	2.8	6.5	11.4	15.0	18.2	19.6	19.2	16.8	12.6	7.7	2.3	11.2
	林外	1.3	2.5	6.3	11.0	14.6	17.8	19.2	18.9	16.5	12.3	7.3	1.8	10.8
	差值	0.5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4

林内年极端最高气温 38.0℃, 比林外低 2.0℃; 极端最低-5.6℃, 比林外高 2.6℃; 极端振幅 43.6℃, 比林外缩小 4.6℃。平均气温年较差林内 18.0℃, 林外 18.2℃, 比林外小 0.2℃。

林内日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的平均天数是 32 天, 比林外 39 天缩短了 7 天; 其初、终期是 12 月 8 日和 3 月 1 日, 共 84 天; 林外初、终期是 11 月 30 日和 3 月 2 日, 共 93 天。林内比林外缩短了 9 天。所以日最低气温 $\geq 0.1^{\circ}\text{C}$ 的天数, 林内是 $>281$ 天, 比林外 272 天多 9 天, 其日均温 $\geq 0.1^{\circ}\text{C}$ 的积温, 林内为 4743.2℃, 比林外 4704.1℃多 39.1℃。这就是常绿阔叶林热量资源的生态效益之一。

3.2.2 林木和农作物生长期的热量资源。为了在生产应用上取得 80% 的成功, 这里采用的是 80% 保证率的积温及其初终期。

林内日均温 $\geq 0.1^{\circ}\text{C}$ 的初日是 2 月 28 日, 终日是 12 月 9 日, 持续日数 285 天; 积温 4655.8℃, 比林外少 34.1℃。

林内日均温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的初日是 3 月 19 日, 比林外迟 11 天; 终日是 11 月 30 日, 比林外迟 3 天; 持续 257 天, 比林外少 8 天, 积温 4435.2℃, 比林外少 103.9℃。

林内日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的初日是 4 月 3 日, 终日是 11 月 1 日, 持续 213 天; 积温 4009.6℃, 比林外少 109.9℃。

林内日均温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 的初日是 5 月 8 日, 终日是 10 月 5 日, 比林外多 1 天; 持续 151 天, 积温 3096.3℃, 比林外少 41.5℃。

西江坪有霜的平均日数 28 天, 平均初霜日是 11 月 21 日, 终霜日是 2 月 14 日, 有霜期 86 天, 无霜期 279 天。不出现 $-6.0^{\circ}\text{C}$ 的低温有 80% 的保证率。

### 3.3 水分资源

3.3.1 降水量的年变化、林内分配、季节分配。西江坪 10 年平均降水量的年变化、林内分配列于表 7<sup>[4]</sup>。季节分配列于表 8<sup>[4]</sup>。10 年平均降雨量为 1947.0mm, 比里骆多 409.1mm, 海拔每升高 100m, 降雨量增加 62.9mm。以夏季雨量最多, 春季次之, 再次为秋季, 冬季最少。春夏半年雨量 1351.4mm, 占年雨量的 69.4%, 秋冬半年 595.5mm, 占 30.6%。春夏温, 秋冬干也明显。

表 7 西江坪降雨量的年变化、林内分配(mm)(1981~1990年平均)

样地	降 雨	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合计	占年雨量%
林内	林冠截留雨量	11.9	14.7	17.5	26.6	33.6	38.0	20.4	21.9	15.1	10.9	11.8	6.2	228.6	11.7
	树干茎流雨量	2.6	4.1	4.7	6.6	9.7	10.3	5.9	6.0	3.9	3.4	3.5	1.5	62.2	3.2
	通过林冠雨量	65.8	108.5	112.2	176.7	261.8	274.3	160.0	165.2	102.9	92.6	94.6	41.5	1656.2	85.1
林外	降雨量 (林内合计)	80.3	127.3	134.4	209.9	305.1	322.6	186.3	193.1	121.9	106.9	109.9	49.2	1947.0	100.0
	占年降雨量%	4.1	6.5	6.9	10.8	15.7	16.6	9.6	9.9	6.3	5.5	5.6	2.5	100.0	

表8 西江坪降雨量的季节分配(mm)(1981~1990年平均)

样地	春季(3~5月)		夏季(6~8月)		秋季(9~11月)		冬季(12~2月)	
	雨量	占年雨量%	雨量	占年雨量%	雨量	占年雨量%	雨量	占年雨量%
林内及林外	649.4	33.4	702.0	36.0	338.7	17.4	256.8	13.2

3.3.2 降雨量的年际、月际变化和保证率。降雨量的年际和夏半年际变化不大, 相对变率7.2%和11.0%, 秋冬半年相对变率22.5%, 最大变率47.8%, 极值差515.7mm, 极值比2.5倍, 易出现秋旱和冬旱。

雨量的月际变化大, 5、6、7、8月的相对变率分别为30.6%、25.4%、49.7%、52.6%; 最大变率分别为84.3%、49.0%、123.8%、235.6%。极值差分别为435.8mm、294.7mm、358.9mm、589.2mm。极值比分别为4.6倍、2.6倍、7.6倍、15.1倍。降雨强度大, 有效性差, 易旱涝, 对农林业生产不利。

西江坪80%保证率的年雨量为1850mm, 90%保证率的年雨量1750mm, 日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 期间80%保证率的年雨量分别为1350mm和1250mm。对喜温凉湿润的树种生长所需水量有充分保障。白腊山一带只种一季中稻, 其生长期内的需水量850mm, 所以水分资源尚待充分开发利用。

3.3.3 常绿阔叶林的水量平衡。根据1985~1989年水量平衡研究资料<sup>6</sup>, 西江坪常绿阔叶林年收入的水量为1920.0mm, 其中蒸散量支出, 林内716.0mm, 林外937.2mm, 林内比林外减少221.2mm, 分别占年雨量的37.3%和48.8%。径流量(深度)林内为10.4mm, 林外为28.2mm, 分别占年雨量0.5%和1.5%。其盈余下渗, 涵养在枯枝落叶层和土壤中的水量, 林内1193.6mm, 林外954.6mm, 分别占年雨量的62.2%和49.7%, 林内比林外多239.0mm, 即每年下渗林地的水量为 $11936\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比草坡地多 $2390\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。下渗水层深达1.19m<sup>[6]</sup>, 可见桂东北中山区域的地下径流水资源是极为丰富的, 它是低山区域地下径流水资源的1.68倍; 常绿阔叶林地的地下径流水资源又是草坡地的1.25倍。这就是中山区域常绿阔叶林水分资源的生态效益之一。

#### 3.4 植物气候生产力的估算<sup>[7]</sup>

(1) 根据Lieth的植物产量与年平均气温的关系式计算, 农作物的谷物产量是 $8.81\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆少 $1.5\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 森林的木材产量是 $15.90\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆少 $2.25\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(2) 根据Lieth的植物产量与年降水量的关系式计算, 农作物的谷物产量是 $10.80\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆多 $1.05\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 森林的木材产量是 $19.50\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆多 $2.25\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(3) 根据Lieth的植物产量与年实际蒸散量的关系式计算, 农作物的谷物产量是 $6.75\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆少 $1.65\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 森林的木材产量是 $13.50\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆少 $1.50\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(4) 根据Lieth的植物可能产量与年可能蒸散量的关系式计算, 农作物的谷物产量是 $10.26\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆少 $0.84\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 森林的木材产量是 $18.45\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 比里骆少 $1.50\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

综合四种产量计算表明：(1) 降水的产量高于温度的产量，表明水分资源优于热量资源。至于降水的产量超过可能产量，表明降水量过剩于植物生长发育所需的水量。(2) 实际蒸散量的产量低于温度和降水的产量，而且过低于可能产量（只占可能产量的48%），这是温度和水分都很不协调的结果。温度过低、水分过剩，环境过潮湿，抑制了植物的蒸腾作用（实际蒸散量只占降雨量48%），这是西江坪农、林业生产两个限制性因子，也是桂东北中山区域、热量和水分资源综合表现出与低山区域根本不同的特点。(3) 现在白腊山一带杂优水稻产量  $6.00\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，22年生杉木林蓄积量平均为  $3.3\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。粮食产量与应该达到的实际产量差  $0.75\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ；与可能产量差  $4.26\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，增产潜力为71%。杉木的木材产量与应该达到的实际产量差  $10.20\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，与可能产量差  $15.15\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，增产潜力为3.6倍。

## 4 桂东北山地的开发利用

### 4.1 提高光能资源的利用率。

目前里骆，泗水乡一带农林业生产的光能利用率都很低，只有1.3%和0.93%。中山区域的西江坪、白腊山一带的光能利用率则更低，只有1.1%和0.68%<sup>[8]</sup>。目前国内水稻的光能利用率已达2.5%，国外已达3.2%。可见桂东北山地的光能资源浪费太大。建议：山地以发展林业为主，走林农、林牧相结合的道路。(1) 要强调科学研究，加强技术措施，把科技兴林，科技兴农的方针落实到生产上，克服当前林业生产中听任自然的原始落后状况；(2) 要科学地使农作物产量形成和树高、胸径生长的关键时期与光能的高植期（7~9月）完全吻合；(3) 创造理想的植物群体，使各种作物和林分达到最适的叶面积系数；(4) 培育、推广高光效的品种和树种；(5) 尽量满足植物对水、热、CO<sub>2</sub>等环境条件的要求，提高植物对光能的利用率、达到农、林业稳产高产，速生丰产。

### 4.2 创造更加适宜农、林业生产发展的生态气候环境，以更有效地开发利用山地的热量资源。

桂东北低山区域由于受季风影响，冬季低温和夏季高温时间较长，春季回暖推迟，秋季降温提早，杉木胸径开始生长时间常推迟到3月底，停止生长时间常提前于11月上中旬。7、8月出现30~35℃高温期，使生长缓慢。杉木迅速生长时间只有5、6、9三个月。9月干旱、光、热、水不协调，又使杉木不能迅速生长。因此建议：在营造杉木林时，采用杉木林与常绿阔叶林片状或带状混交的技术措施，在山坡上部，山脊线上，阳坡上营造片状或带状常绿阔叶林，在山坡中下部、荫坡和低洼部位营造杉木林；在低海拔农作区的边缘，以及冲沟河谷两岸的陡坡地上，营造常绿阔叶林。这种混交林带（片）还具有保护农田、谷坡、河岸、保持水土的作用。

### 4.3 中山区域要作为涵养水源的区域，进行最大限度的保护和发展。

桂东北中山区域的年降水量最多，而蒸散量最少，水资源非常丰富。西江坪年下渗林地涵养的水量为  $11936\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  水层深达1.19m多，具有山地绿色储水库的作用。建议：把常绿阔叶林等森林涵养水源列为中山区域首要的生产任务，采取积极措施，调整和改革有关政策，最大限度地划入国家自然保护区范围。实行有效的封山育林，把水源林面积扩大到最大限度。同时开展不影响涵养水源的林副产品生产。如培植木耳、香菇、有观赏价值的花卉；开辟旅游点，疗养院等。还要引渠灌溉，减轻和避免低山区域的秋冬干旱，提高农、林业产量。

4.4 在低山区域引进和推广适宜该区域生态气候条件的作物和树种, 有80%的成功率。建议: (1) 把桂东北低山区域建设成为以杉木为主的用材林基地。引进火炬杉<sup>[2]</sup>。适当发展毛竹、油茶、油桐林。(2) 建立茶树基地, 发展茶叶生产。茶树喜温、喜湿、喜散射光, 要求年平均气温在13℃以上, 极端最低气温-10℃以上, 生长期月雨量>100mm, 相对湿度>70%。桂东北海拔400~600m低山区域是茶树的适宜生态气候环境。(3) 发展沙梨、桃、李、梅、枣、柿等水果生产; 在海拔较低的山坡宜发展柑桔, 建立水果生产基地。(4) 因地制宜, 大力发展中草药生产, 适宜种植天麻、杜仲、黄柏、厚朴、续断、黄连、黄精、金银花、玉竹、茯苓、罗汉果、灵香草等。

4.5 在中山区域, 建议: (1) 引种柳杉<sup>[3]</sup>。柳杉在海拔1000~1300m, 相似于西江坪的生态气候条件下, 年生长高度达1m, 比在许多低山区域长得好。(2) 建立中华猕猴桃生产基地, 发展猕猴桃加工业。猕猴桃喜温凉, 喜散射光, 怕强光曝晒, 所以猕猴桃基地以山地海拔1000m上下为宜。(3) 也可以种植茶树, 推广较耐寒的大叶茶和安徽橘茶。(4) 在高寒山区的无林草坡宜引种温带的喜凉豆科和禾本科牧草, 发展畜牧业。

在农业生产上, 桂东北山地区域宜种一季中稻—再生稻—一季冬作(油菜、马铃薯、绿肥、小麦、豆类)。在400m以下的开阔河盆谷地可适当种植双季稻。水稻分布的上限宜900m为止。900m以上的坡度>25°的耕地宜退耕还林或退耕还牧。农区要走农牧结合, 山区要走林牧结合, 农林牧良性循环的道路。

#### 参考文献

- 1 邓世宗. 龙胜里骆林区的地貌. 广西农学院学报, 1984, (1): 86~94.
- 2 黎向东. 龙胜里骆林区的杉木林群落. 广西农学院学报, 1983, (2): 49~58.
- 3 王献溥. 广西龙胜县里骆林区的植被概况. 广西农学院学报, 1984, (1): 75~85.
- 4 邓世宗著. 广西森林气候资源分析与利用. 第1版, 北京: 气象出版社, 1993.
- 5 广西气象科学研究所. 广西太阳辐射, 1982.
- 6 邓世宗. 森林的生态效益与减轻旱涝灾害的对策. 广西自然灾害研究与对策. 第1版, 南宁: 广西教育出版社, 1992.
- 7 邓荔生. 广西植物(农、林业)气候可能生产力的研究. 广西科学院学报, 1992, (2): 13~26.
- 8 广西气象局农业气候区划协作组编著. 广西农业气候资源分析与利用. 第1版, 北京: 气象出版社, 1988.
- 9 亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究课题协作组. 中国亚热带东部丘陵山区农业气候资源研究. 第1版, 北京: 科学出版社, 1989.

(责任编辑 唐铃弟)