

## 湘南“常寒1号”桉树萌芽更新规律研究

邓翔<sup>1</sup>, 马涛<sup>2</sup> 李蔚婷<sup>2</sup> 罗先权<sup>2</sup> 邹建文<sup>2</sup> 陈灵<sup>2</sup> 王萍<sup>2</sup> 李柏海<sup>\*2</sup>

(1 湖南郴州林业科学研究所, 郴州 423000, ;2 湖南省植物园, 湖南 长沙 410116)

**摘要:** 【目的】以湘南地区“常寒1号”人工林木为研究对象, 欲系统地探究其诸多生长指标间的关系。【方法】分析萌芽更新伐桩上芽点数与各芽点平均萌条数的相关性, 以及总萌条数、各芽点萌条数与主萌条的部分生长量指标之间的相关性; 利用单因素方差分析法探究不同水平的伐桩高度、直径处理对伐桩芽点数、芽点区位、主条萌发点区位的影响, 以及萌芽点的不同位置水平对该点萌条数的效应; 利用多因素方差分析法探究桩高、桩径 2 种处理对伐桩总萌条数、各阶段主萌条长度、直径生长量等因子的交互影响。【结果】(1) 伐桩上萌芽点的多寡与各芽点的平均萌条数量无显著相关性; (2) 伐桩的总萌条数量与主萌条直径无显著相关性, 但与其长度显著负相关; (3) 某个芽点的萌条数与该芽点主萌条的直径无显著相关性, 但也与其长度显著负相关; (4) 伐桩上芽点数量随其高度处理水平的提高而显著增加, 但受直径处理的影响不显著; (5) 芽点均匀分布在伐桩上, 不会受其高度和直径处理的显著影响, 上部芽点的萌芽数量显著高于中部和下部的; (6) 伐桩高度和直径处理对定杆后的萌芽株高度和直径生长量均无显著影响, 但对其上的总萌条数有显著影响。【结论】(1) 芽点萌发的萌条数量不会因为萌芽点增多而相应减少, 芽点和伐桩总萌条在数量变化上是同步的; (2) 无论是伐桩还是单个芽点, 其上萌条数增加, 会抑制主萌条的长度生长, 但对直径生长影响不显著; (3) 更高的伐桩拥有更多的芽点和萌条, 但高度达到 30cm 以上时, 这种趋势被减弱; 直径 12~18cm 的伐桩拥有最多的芽点数和萌条数; (4) 相比于中下部, 伐桩上部的萌芽点由于拥有更多的生长空间和光照, 可以发出更多的萌条; (5) 定株后, 主萌条受竞解除, 其高及直径生长不再受伐桩高度和直径的效应; (6) 综合理论与生产实际, 保留 10~15cm 左右高度的伐桩较科学合理, 更有利于萌芽更新。

**关键词:** 湘南; “常寒1号”; 萌芽更新; 伐桩

## Study of Stump Sprouting of "Changhan no.1" in Southern Hunan

Dengxia<sup>1</sup>, MaTao<sup>2</sup> LiWeiting<sup>2</sup>, LuoXianquan<sup>2</sup> ZouJianwen<sup>2</sup>, ChenLin<sup>2</sup> WangPing<sup>2</sup> LiBohai<sup>\*2</sup>

(1 Chengzhou Forest Research Institute Chenzhou, Hunan, 42300, 2Hunan Botanic Garden, Changsha Hunan, China 410116),

**Abstract:** 【Objectives】 study the relationship among many growth indexes Systematically of "Changhan No.1" plantation in South Hunan. 【Methods】 This paper analyzes the correlation between the number of sprouts and the average number of sprouts at each sprout point, as well as the correlation between the total number of sprouts, the number of sprouts at each sprout point and the partial growth index of the main sprouts. The single factor variance analysis method is used to explore the influence of different levels of cutting pile height and diameter treatment on the number of sprouts, the location of sprouts and the location of the main sprouts, And the effect of different position level on the number of sprouts at the sprouting point; the interaction of pile height and pile diameter on the total number of sprouts, length of main sprouts at each stage, diameter growth and other factors of felling pile was explored by using the method of multi factor variance analysis. 【Results】 (1) There is no significant correlation between the number of sprouts on a cutting pile and the average number of sprouts on each sprout point; (2) there is no significant correlation between the total number of sprouts on a cutting pile and the diameter of the main sprouts, but there is a significant negative correlation between the total number of sprouts on a cutting pile and its length; (3) there is no significant correlation between the number of sprouts on a certain sprout point and the diameter of the main sprouts on that sprout point, but there is also a significant negative correlation between the number of sprouts on a cutting pile and its length; (4) the number of sprouts on a cutting pile is related to With the increase of the treatment level,

the number of buds in the upper part was significantly higher than that in the middle part and the lower part, but the effect of diameter treatment was not significant; (5) the number of buds in the upper part was significantly higher than that in the middle part and the lower part; (6) the height and diameter treatment of the cutting piles had no significant effect on the height and diameter growth of the buds after the stem was fixed, but it had no significant effect on the height and diameter growth of the buds on the upper part. The total number of sprouts had a significant effect. 【Conclusion】 (1) The number of sprouts will not decrease because of the increase of sprouts, and the total sprouts of sprouts and stumps will change synchronously; (2) the increase of the number of sprouts on both stumps and single sprout will inhibit the growth of the length of the sprouts, but has no significant effect on the diameter growth; (3) the higher stumps have more sprouts and sprouts, but the height reaches 30cm. In the above case, the trend is weakened; the stump with a diameter of 12~18cm has the most number of sprouts and sprouts; (4) compared with the middle and lower part, the sprout on the upper part of the stump can produce more sprouts because of more growth space and light; (5) after the establishment of the plant, the main sprout is removed from competition, and its height and diameter growth are no longer affected by the height and diameter of the stump; (6) comprehensive theory. Compared with the production practice, it is more scientific and reasonable to keep the cutting pile with a height of about 10~15cm, which is more conducive to the germination and regeneration.

**Keywords:** *Southern Hunan; 'Changhan no. 1'; Germination and regeneration; stump*

桉树原产澳大利亚，现已成为我国南方速生人工林中经济效益高、创汇最多的树种，其生长快、发展迅速、病虫害少，是中国具代表性的人工林速生树种[1]。近几十年来，在中国南亚热带地区广为引种栽培，表现良好[2]，湖南地区也做过大量的耐寒桉树引种试验[3]，其适合生长的湘南地区也已广泛开展了桉树引种栽培工作[4, 5]。

萌芽更新作为一种高效率低成本的无性更新繁育方式，被广泛应用[6, 7]。早有学者就砍伐留桩的直径和高度对林木萌芽的影响进行大量的研究[8~11]。桉树具有很强的萌芽能力，适合作为短轮伐期的优良树种[12]。一般说来，桉树伐桩的高度和直径对萌芽更新期间的萌芽条生长力有较为显著的影响。伐桩的高度和直径对萌芽更新期间的萌芽条的生长量也存在影响。例如在桩径 3cm~17cm 的范围内，尾叶桉的萌芽数量、萌条高和地径均随桩径的增大而显著增加[13]。另外，伐桩高度对尾巨桉的萌芽力也有极显著的影响，但对萌芽林的胸径和树高生长影响不显著[14]。

湘南地区培育“常寒 1 号”林分较多。该桉树品种具极强的耐寒性且生长迅速，同时抗逆性佳，抗病虫害能力强，适合在湖南北纬 30° 以下的地区种植[15]。本文研究湘南地区 7a “常寒 1 号”砍伐留桩上萌芽点和萌条的生长规律，为该地区“常寒 1 号”耐寒桉树的萌芽更新提供理论依据，指导轮伐和定株作业更为科学有效地进行。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

本研究的试验点位于永州市东安县,地理坐标位置为 E110° 59' ~E111° 34' , N26° 07' ~N26° 52' 。全区总面积 2219.95km<sup>2</sup>, 地形以丘陵为主, 西北略高于东南部, 中部较为平坦。东安热量丰富, 日照充

足, 年均气温 17.0℃, 最高气温 38.5℃, 最低气温 7.50℃, 年均降水量为 1335mm, 无霜期 300d, 年均日照数超过 1325h。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 试验设置

在永州市东安县 7a 生“常寒 1 号”长势良好的桉树人工林分中随机挑选 90 株样木在 2017 年 1 月伐除。砍伐时, 随机选择 30 株样木尽可能贴近地面砍伐, 30 株砍伐点控制在 20cm 左右, 其余 30 株砍伐点控制在 35cm 左右。伐除后形成了 90 个桩高不同、桩径各异的伐桩。

### 1.2.2 指标测定

记录从砍伐后到伐桩开始萌动的的时间  $T_0$ 。之后分别在砍伐后的数个时间点  $T_1=3M$ 、 $T_2=7M$ 、 $T_3=10M$  ( $M$  代表月数) 对每个伐桩进行相关指标测定。并且, 在  $T_1$  测量之后进行定株, 只保留最长、长势最好的 1 株萌条作为主萌条, 其余萌条抹除。测定的指标包括:

伐桩高度 ( $a$ ) 和伐桩基径 ( $b$ );

芽点数 ( $n$ ):  $T_1$  时各个伐桩上着生萌条的芽点数量;

总萌条数 ( $m$ ):  $T_1$  时各个伐桩上的萌条总数;

芽点萌条数 ( $m_j$ ):  $T_1$  时各个伐桩上每个芽点的萌条数; ( $j$  表示芽点编号,  $j=0, 1, 2, \dots, n-1$ )

芽点高度 ( $c$ ):  $T_1$  时各个伐桩上的芽点离地面的高度;

芽点主萌条长 ( $h_j$ ) 和芽点主萌条径 ( $d_j$ ):  $T_1$  时各个伐桩上每个芽点最粗壮、长势最好的 1 根萌条的长度和直径;

伐桩主萌条直径 ( $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ ) 与长度 ( $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ ):  $T_1\sim 3$  时各个伐桩主萌条的直径和高度。

## 1.3 数据处理

### 1.3.1 实测变量的整理及其它试验分析变量的推算

试验得到的实测变量有: 伐桩高度 ( $a$ ), 伐桩基径 ( $b$ ), 3M 生时的芽点数 ( $n$ )、芽点萌条数 ( $m_j$ )、芽点高度 ( $c$ )、芽点主萌条长 ( $h_j$ ) 和芽点主萌条径 ( $d_j$ ) 和  $T_1\sim 3$  时各个伐桩的主萌条直径 ( $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ )、主萌条长度 ( $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ )。

3M 生时 90 个伐桩只有几乎全部萌芽, 各处理萌芽率差异不显著, 故这里不做萌芽率分析。而根据以上实测变量可推算出其它一些试验分析变量, 推算公式如下的:

$$\text{总萌条数 } (m) = \sum_1^n m_j \quad (\text{式 1})$$

$$\text{萌芽点平均萌条数 } (\bar{m}_j) = \frac{m}{n} \quad (\text{式 2})$$

$$\text{萌芽点在伐桩上的位置 } (C_j) = \frac{c}{a} \quad (\text{式 3})$$

### 1.3.2 各处理及其水平的确定

伐桩高度处理 A 有 3 个水平：A1（伐桩高度  $a \leq 15\text{cm}$ ）、A2（ $15\text{cm} < a \leq 30\text{cm}$ ）、A3（ $30\text{cm} < a$ ）；伐桩直径处理 B 有 3 个水平：B1（伐桩直径  $b \leq 12\text{cm}$ ）、B2（ $12\text{cm} < b \leq 18\text{cm}$ ）、B3（ $18\text{cm} < b$ ）。3M 时萌芽点在伐桩上的位置 C 有 3 个水平：下部 C1（ $C_j \leq 0.33$ ）、中部 C2（ $0.33 < C_j \leq 0.67$ ）、上部 C3（ $0.67 < C_j$ ）。需要就伐桩的高度 A、直径 B 和芽点在伐桩上的位置 C 这 3 个处理，对萌芽生长情况的一些测量指标进行方差分析。

### 1.3.3 数据分析

相关性分析的变量：

芽点数（n）和每萌芽点的平均萌条数（ $\bar{m}_j$ ）

总萌条数（m）和 3M 生时的主萌条长（H1）

总萌条数（m）和 3M 生时的主萌条直径（D1）

各萌芽点的萌条数（ $m_j$ ）和该点的主萌条长（ $h_j$ ）

各萌芽点的萌条数（ $m_j$ ）和该点的主萌条直径（ $d_j$ ）

单因素方差分析：

不同水平的桩高处理 A 对该伐桩芽点数（n）的影响

不同水平的桩径处理 B 对该伐桩芽点数（n）的影响

不同水平的桩高处理 A 对所有萌芽点位置（ $C_j$ ）的影响

不同水平的桩径处理 B 对所有萌芽点位置（ $C_j$ ）的影响

不同水平的桩高处理 A 对主萌条所在萌芽点的位置（ $C_0$ ）的影响

不同水平的桩径处理 B 对主萌条所在萌芽点的位置（ $C_0$ ）的影响

不同水平的萌芽点位置处理 C 对该萌芽点萌条数（ $m_j$ ）的影响

多因素方差分析：

不同水平桩高处理 A 和桩径处理 B 对总萌条数（m）的影响

不同水平桩高处理 A 和桩径处理 B 对各阶段主萌条长度（H1、H2、H3）的影响

不同水平桩高处理 A 和桩径处理 B 对各阶段主萌条基径（D1、D2、D3）的影响

## 2 结果与分析

### 2.1 伐桩上芽点及萌条数量对生长指标的影响

90 个伐桩在 3M 生时, 有 88 个发出了萌芽条。对这 88 个伐桩的一些生长指标做相关性分析, 结果见表 1。

表 1 3M 生伐桩生长指标相关性表  
Table1 Growth Index Relativity Analysis of Stump In third months

变量1	变量2	样本量	相关系数	P值
萌芽点数 (n)	各芽点平均萌条数 ( $\bar{m}_j$ )	88	0.009	0.934
总萌条数 (m)	主萌条长度 (H1)	88	-0.217*	0.042
总萌条数 (m)	主萌条直径 (D1)	88	0.000	0.998
各萌芽点的萌条数 (mj)	该点的主萌条长度 (hj)	462	-0.129**	0.005
各萌芽点的萌条数 (mj)	该点的主萌条直径 (dj)	462	-0.039	0.409

注: 相关性系数标注\*表示在置信度(双侧)为 0.05 时、标注\*\*表示在置信度(双侧)为 0.01 时, 该相关性是显著的。下同。

萌芽点数 (n) 与各芽点平均萌条数 ( $\bar{m}_j$ ) 之间的相关系数仅 0.009, 显著性检验概率  $P=0.934$ , 高于  $\alpha=0.05$  的显著性水平。这说明在 88 个样本的调查结果上看, 两变量之间不存在明显的相关关系, 萌芽点数的多少并不会影响每个萌芽点所生发萌条的数量。

总萌条数 (m) 与该伐桩的主萌条长度 (H1) 以及主萌条直径 (D1) 的相关系数分别为 -0.217 和 0.000, 通过显著性检验概率可知, 在  $\alpha=0.05$  的显著水平上, 总萌条数 (m) 与该伐桩的主萌条长度 (H1) 显著负相关性, 与主萌条直径 (D1) 相关性不显著。这说明从 88 个样本的调查结果上看, 伐桩上萌条数增加, 对主萌条的直径不会产生太大影响, 但会明显缩短其长度。

各萌芽点的萌条数 ( $m_j$ ) 与该芽点主萌条长度 ( $h_j$ ) 和直径 ( $d_j$ ) 之间的相关系数分别为 -0.129 和 -0.039, 显著性检验概率  $P$  值分别为 0.005 和 0.409, 前者相关性极显著。这说明在对 462 个芽点的调查结果上看, 芽点萌条数增多并不会影响这个芽点主萌条的直径, 却也能明显缩短其长度。

## 2.2 不同水平的伐桩高、径及芽点位处理对萌条生发的影响

就伐桩的高度 A、直径 B 和芽点在伐桩上的位置 C 的不同水平, 对芽点数、芽点位置、主萌条数等生长指标进行了单因素方差分析, 其多重检验结果分别见表 2~8。

表 2 伐桩高度对芽点数的多重检验结果  
Table 2 Multiplicate Test Results of Stump Height on bud point

伐桩高度	伐桩数量	芽点数 (n)
A1	28	3.7586±0.52b
A2	34	5.7143±0.42a

A3	26	5.9615±0.45a
----	----	--------------

注：±后数字为标准误；不同小写字母表示差异显著（P < 0.05）。下同。

表 3 伐桩直径对芽点数的多重检验结果

Table 3 Multiply Test Results of Stump diameter on bud point

伐桩直径	伐桩数量	芽点数 (n)
B1	21	5.2174±0.68a
B2	41	5.6585±0.38a
B3	26	4.3077±0.48a

表 4 伐桩高度对芽点位置的多重检验结果

Table 4 Multiply Test Results of Stump Height on bud position

伐桩高度	伐桩数量	芽点位置 (Ci)
A1	28	0.5489±0.02a
A2	34	0.5305±0.02a
A3	26	0.5631±0.02a

表 5 伐桩直径对芽点位置的多重检验结果

Table 5 Multiply Test Results of Stump diameter on bud position

伐桩直径	伐桩数量	芽点位置 (Ci)
B1	21	0.5205±0.02a
B2	41	0.5509±0.02a
B3	26	0.5579±0.02a

表 6 伐桩高度对主萌条位置的多重检验结果

Table 6 Multiply Test Results of Stump Height on The most important Sprouting position

伐桩高度	伐桩数量	主萌条所在萌芽点的位置 (C0)
A1	28	0.5804±0.04a
A2	34	0.6418±0.04a
A3	26	0.6335±0.05a

表 7 伐桩直径对主萌条位置的多重检验结果

Table 7 Multiply Test Results of Stump diameter on The most important Sprouting position

伐桩直径	伐桩数量	主萌条所在萌芽点的位置 (C0)
B1	21	0.5129±0.05a
B2	41	0.6432±0.04a
B3	26	0.6692±0.04a

表 8 芽点位置对芽点萌条数的多重检验结果

Table 8 Multiply Test Results of bud position on number of their sprouts

萌芽点位置	萌芽点数	该芽点萌条数 (mj)
C1	119	5.7339±0.33b
C2	194	5.6392±0.25b
C3	149	7.0604±0.40a

由表 2 可知, 伐桩高度的不同水平对伐桩上芽点数有显著的影响, 在 0~45cm 的高度范围内, 更高的伐桩能够萌生出更多的芽点, 但 A2 (15cm<a≤30cm) 和 A3 (30cm<a) 水平的芽点数无显著差异。

根据表 3 可知, 在 8~24cm 的直径范围内, B2 水平(12~18cm)的伐桩萌生的芽点数多于 B1 (0~12cm) 和 B3 (18cm~24cm), 但是差别并未达到显著水平。

根据表 4~7 可知, 不同的伐桩高度和直径, 对其上芽点的位置没有显著影响, 也无法调控主萌条在伐桩上出现的位置。

由表 8 可知, 芽点在伐桩上的相对位置会对该点发出的萌条数量产生显著影响, 处于伐桩靠上位置(C3 水平) 萌芽点的萌条数要显著多于中部和下部 (C2 和 C1)。

### 2.3 不同水平的伐桩高度和直径对萌芽幼苗生长量的影响

同时考虑不同水平的伐桩高度处理 A 和直径处理 B 这两个因素, 对各个观测时间点(T1=3M、T2=7M、T3=10M) 的主萌条高度和直径生长量分别进行多因素方差分析。3M 测定后定株, 88 个萌芽伐桩即成为幼树。方差分析结果见表 9。

表9 处理A和B对主萌条的主要生长量指标的多因素方差分析结果

Table 9 Results of multivariate analysis of variance of main growth indexes of main sprout in treatment A and B

观测月份	生长量		A	B	A×B
3M	总萌条数 (m)	F 检验值	3.89*	5.532**	0.605
		P 值	0.024	0.006	0.66
	苗高 (H1)	F 检验值	0.479	3.705*	0.86
		P 值	0.621	0.029	0.491
	直径 (D1)	F 检验值	1.862	1.223	0.4
		P 值	0.162	0.3	0.808
7M	苗高 (H2)	F 检验值	1.086	0.308	0.172
		P 值	0.343	0.736	0.952
	直径 (D2)	F 检验值	0.064	0.908	0.502
		P 值	0.938	0.407	0.734
	苗高 (H3)	F 检验值	0.341	0.471	0.092
		P 值	0.712	0.626	0.985
10M	直径 (D3)	F 检验值	0.080	1.110	0.566
		P 值	0.924	0.335	0.668

由表 9 可知, 无论是对哪个生长因子, 在何时观测, 伐桩高度 A 和直径 B 两个处理的交互效应 A×B 均不会对观测值产生显著的影响。这说明在研究湘南桉树人工林萌芽更新时, 桩高与桩径两个因素可以独立进行分析。

桩高处理 A 和桩径处理 B 均对定株之前观测到的伐桩总萌条数 (m) 有着显著影响。而桩径处理 B 对 3M 时的主萌条高度也有显著影响。欲进一步探究处理 A 和 B 不同水平的影响程度, 进行 A 和 B 的单因

素方差分析，结果见表 10。

表 10 处理 A 和 B 对主萌条的主要生长量指标的方差分析结果

Table 10 Analysis of variance results of main growth indexes of main sprouts treated with A and B

处 理	水 平	3M			
		样本量	总萌条数 (m)	苗高 (H1)	直径 (D1)
桩高 处理	A1	28	25.0357±4.52b	10.47±1.02a	1.85±0.11a
	A2	34	31.9412±3.16ab	12.24±1.19a	2.22±0.14a
	A3	26	39.5000±3.87a	10.75±1.14a	2.02±0.13a
桩径 处理	B1	21	20.2381±3.33b	14.29±1.28a	2.18±0.16a
	B2	41	38.0000±3.27a	11.49±0.98ab	2.11±0.11a
	B3	26	31.9615±4.41ab	8.27±0.94b	1.82±0.14a
		7M			
		样本量	苗高 (H2)	直径 (D2)	
桩高 处理	A1	28	127.72±7.74a	11.30±0.78	
	A2	34	131.92±7.69a	11.10±0.66	
	A3	26	117.21±7.97a	11.86±0.65	
桩径 处理	B1	21	119.43±10.01a	10.06±0.77	
	B2	41	124.86±6.80a	11.75±0.66	
	B3	26	133.90±7.41a	11.90±0.59	
		10M			
		样本量	苗高 (H3)	直径 (D3)	
桩高 处理	A1	26	167.49±11.36a	14.38±1.10a	
	A2	33	171.25±10.04a	13.86±0.95a	
	A3	23	157.81±10.89a	15.02±1.02a	
桩径 处理	B1	21	159.03±12.55a	12.34±1.06a	
	B2	35	161.51±10.03a	15.00±1.04a	
	B3	26	178.58±9.70a	15.09±0.80a	

由表 10 可知，伐桩越高，总萌条数显著增多；但桩径对萌条数的影响更为复杂，3 个水平萌条数从多到少依次为 B2 (12cm<b≤18cm)、B3 (18cm<b)、B1 (b≤12cm)。桩高处理 A 对 3~10M 间的主萌条长度和直径均不存在显著影响。桩径处理 B 对 3M 时（此时尚未定株）的主萌条长度影响显著：桩径越大，长度越短；定株后，随着主萌条的继续生长，在 7~10M 时，这种影响被削弱，不再显著。而在 3~10M 间，桩径处理 B 对主萌条直径始终都不存在显著影响。

### 3 讨论

#### 3.1 影响芽点数及萌条数的因素



在 2.2 的结果中, 伐桩高度的增加是可以显著增多芽点数量的; 这可能是因为高度的增加带来伐桩环周面积的增大, 其形成层面积亦增大, 为芽点的发生提供了充足的空间。但伐桩直径的增加也在一定程度上增大了环周面积, 却并未显著影响芽点的数量, 在样本统计上, 适中的直径芽点数量最多; 韦东艳[16]在对尾叶桉伐桩直径与芽点数量的研究中发现, 伐桩在 0~20cm 的范围内, 直径与萌芽点数相关性不显著, 且呈现出先增后减的趋势, 这与本试验的结果契合。作者分析认为, 虽然造成环周面积增大, 但大直径的伐桩也代表了立木的充分生长发育, 故其萌芽性能可能有所下降; 伐桩直径的增大既有促进因素, 又有削弱因素, 在多方面的共同作用下, 无力影响萌芽点数。

在 2.1 的结果中, 萌芽点数 ( $n$ ) 与各芽点平均萌条数 ( $\bar{m}_j$ ) 之间相关性不显著, 说明伐桩并不会因为萌生的芽点多, 而导致每个芽点瓜分的萌条数变少, 反而提高萌芽点数, 可以有效的增加伐桩的萌芽条数。芽点和总萌条在数量变化上是同步的, 所以才造成了伐桩高度和直径对总萌条数的影响, 与对芽点数的影响是一致的, 且更为显著 (见 2.3 结果)。由此可见: 伐桩越高, 其萌条数和芽点数都会增加; 而中等直径的伐桩拥有最多的萌条数和芽点数, 这同样与韦东艳的试验结果吻合。故利用桉树萌芽更新伐桩的桩高和桩径, 在生产上是可以控制萌条数量的。

无论从单个萌芽点还是从整个伐桩来看, 增多的萌芽条数都会明显缩短其主萌条的长度, 也就不利于主萌条的确定和生长, 所以生产上, 在保证伐桩能够顺利更新的前提下, 通过降低伐桩高度和直径控制湘南地区桉树人工林萌芽更新的有效芽点数处于一个较低的数量水平, 能够减少总萌条数量, 进而提高主萌条的早期长度生长量, 有利于定株作业。

### 3.2 芽点的位置

从 2.2 的几项关于芽点位置的分析结果来看, 不同的伐桩高度和直径, 不会改变萌芽点在伐桩上的分布情况, 也不会影响伐桩上中下各区位出现主萌条的几率。越分布于伐桩上部的芽点, 其萌条数量是越多的, 作者分析原因可能是上部芽点的萌芽条拥有更多的生长空间和更充分的光照; 特别是从砍伐创面发生的芽点, 其萌条可以向四周生长, 也无其它萌条和伐桩自身遮挡光照; 但下部和中部的芽点, 其萌条只能沿着伐桩径向朝外部方向生长, 同时受到其它萌条或者伐桩本身的荫蔽。

### 3.3 伐桩高度和直径对主萌条的生长影响

本文 2.3 的结果显示, 在定株以前, 伐桩的增粗对主萌条高度生长存在显著抑制效果, 与上述讨论一致。但值得注意的是, 定株抹除非主萌条, 其对主萌条的生长空间, 光照和养分竞争解除, 所以主萌条的高生长不再受伐桩直径和高度的影响。综合来看, 伐桩高度和直径对主萌条的高度和直径生长总体说来并无影响, 这跟张加正[17]和明安刚[14]的研究结果一致。但过高和过粗的伐桩, 会使萌条的重心过高, 着生点更偏离伐桩中心, 萌条在生长过程中容易被内外因素破坏, 如自身重量、风暴、降水等。

故结合以上的讨论, 作者认为, 要更好的进行萌芽更新, 第一, 需通过降低砍伐点得到矮伐桩; 第二

选择在桉树林龄较低的时候进行主伐更新,其直径较小,留桩直径自然也小;以上措施均可减少萌条的数量,提高主萌条的长度,从而方便定株作业。结合生产来看,砍伐点越低,操作越困难,更加费时费工,所以保留 10~15cm 左右的伐桩较为合理。湘南地区桉树人工林分的轮伐期一般为 5 年,胸径在 9~12cm 左右,留桩直径较小,故在该地区短轮伐期桉树人工林中采用萌芽更新的方式是较为不错的选择。

## 4 结论

(1) 芽点萌发的萌条数量不会因萌芽点增多而相应减少,芽点越多,整个伐桩的萌条数也会对应增加,芽点和总萌条在数量变化上是同步的;(2) 无论是伐桩还是单个芽点,其上萌条数增加,会抑制主萌条的长度生长,但对直径生长影响不显著;(3) 更高的伐桩拥有更多的芽点,也能够萌生出更多的萌条,但高度达到 30cm 以上时,这种趋势被抑制;直径 12~18cm 的伐桩拥有最多的芽点数和萌条数;(5) 伐桩上部的萌芽点由于拥有更多的生长空间和光照,可以发出更多的萌条,而中下部的萌条受上部萌条及伐桩本身造成的空间限制和阳光阻挡,萌条数较少;(6) 对萌芽桩定株后,主萌条受竞解除,其高生长以及直径生长趋于稳定,不再受伐桩高度和直径的效应;(7) 小桩径和低矮伐桩往往更能凸显出主萌条,也更有利于桉树萌芽更新的定杆作业,结合生产来看,保留 10~15cm 左右的伐桩更为科学合理。

## 参考文献

- [1]杨民胜,李天会.中国桉树研究现状与科学经营[J].桉树科技,2005,22(2).
- [2]刘友全,刘加林,潘天玲.赤桉在湖南的抗寒与生长适应性[J].中南林业科技大学学报,2000,20(3):86-89.
- [3]Arnold, R, Li, et al. Selection of cold-tolerant Eucalyptus species and provenances for inland frost-susceptible, humid subtropical regions of southern China[J]. AUST FORESTRY, 2015.
- [4]李志辉,杨波,黄丽群,等.桉树抗寒性研究——膜脂脂肪酸定量分析[J].中南林业科技大学学报,2006,26(3):28-31.
- [5]李兵.桉树林油桐尺蠖防治试验[J].湖南林业科技,2016,43(2):108-112.
- [6]梁国清.巨桉二代萌芽更新适宜伐根高度的选择[J].引进与咨询,2003,(7):12-13.
- [7]高健,刘令峰,叶镜中.伐桩粗度和高度对杉木萌芽更新的影响[J].安徽农业大学学报,1995,22(2):145-149.
- [8]Jobidon R. Stump height effects on sprouting of mountain maple, paper birch and pin cherry — 10 year results[J]. Forestry Chronicle, 1997, 73(5):590-595.
- [9]Sands B A, Abrams M D. Field Note: Effects of Stump Diameter on Sprout Number and Size for Three Oak Species in a Pennsylvania Clearcut[J]. Northern Journal of Applied Forestry, 2009, 26(3):122-125.
- [10]黄世能.不同伐桩直径及高度对马占相思萌芽更新影响的研究[J].林业科学研究,1990(3):242-249.
- [11]高健,刘令峰.伐桩粗度和高度对杉木萌芽更新的影响[J].安徽农业大学学报,1995(2):145-149.
- [12]覃华.短轮伐期巨尾桉萌芽更新培育技术[J].吉林农业,2018,440(23):109.
- [13]杨曾奖,徐大平,江松远.桩径对尾叶桉萌芽更新的影响[J].广东林业科技,2001,17(4):6-9.
- [14]明安刚,陈厚荣,李武志,等.伐桩高度对尾巨桉萌芽更新的影响[J].辽宁林业科技,2011,(05)20-21+41+60.
- [15]张耀忠,周国华.“常寒1号”耐寒桉树无性系选育研究[J].湖南林业科技,2009,36(06):1-3.
- [16]韦东艳,杜阿朋,谢耀坚,et al.尾叶桉萌芽性能差异及影响因素分析[J].中南林业科技大学学报,2011,31(6):44-49.
- [17]张加正,陈伽.不同直径伐桩对赤桉萌芽更新影响的初步研究[J].浙江林业科技,1994(4):35-37.