

不同伐桩直径及高度对马占相思 萌芽更新影响的研究*

黄世能

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

摘要 对速生多用途树种马占相思进行了不同伐桩高度(25 cm、50 cm、75 cm和100 cm)及不同直径(4.1~8.0 cm和8.1~12.0 cm)萌芽更新影响的研究,结果表明,伐桩的萌芽率及平均萌条数随伐桩高度的增加而增加,随直径的增大而减少。萌条直径、长度及直立萌条(可望生长成材之萌条)总断面积随伐桩的高低和大小而增减。伐桩最低的萌芽率比以往报道的结果高4倍以上。以短轮伐期经营的马占相思人工林,采用50~75 cm伐桩高度萌芽更新效果好。

关键词 马占相思; 萌芽更新

萌芽更新对于促进那些被砍伐林木的更新有着十分重要的意义。Johnson(1975)观测到赤柞(*Quercus rubra* L.)伐桩的萌芽率在一定径级范围内随直径的增大而增加,随后萌芽率下降^[1]。MacDonald和Powell(1983)对糖槭(*Acer saccharum* Marsh.)的更新研究表明,小径级林木的伐桩萌芽率较大径级林木高,平均萌条数也较大径级林木多^[2]。Harrington(1987)研究了不同伐桩高度、不同林龄及采伐季节对红枝桤木(*Alnus rubra* Bong.)萌芽更新的影响^[3]。Jamwal和Dutt(1987)报道,增加伐桩高度可以提高白头银合欢(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)萌芽矮林的产量^[4]。然而,有关伐桩直径和高度对树木萌芽更新的交互作用,目前除Khan和Tripathi(1986)曾作过调查外^[5],尚未见有更多的报道。

马占相思(*Acacia mangium* Willd.)是一速生多用途固氮树种,原产于澳大利亚北部、巴布亚新几内亚及印度尼西亚东部,1979年引入我国,是华南热带地区较成功的外引树种之一^[6]。在用该树种营造新材试验林时,我们发现,贴地伐取样木留下的伐桩萌芽率不到20%。Pan和Yang(1987)观测到,风折后的马占相思树桩低于1 m时失去萌芽能力^[6]。Yantasath(1987)报道在泰国马占相思的萌芽更新率仅为10%~20%^[7],这一结果与Brewbaker(1987)在美国夏威夷观测到的结果(萌芽率<20%)相似^[8]。

马占相思萌芽更新的研究目的在于探索:①马占相思人工林更新的适宜伐桩高度;②不同伐桩的高度、直径以及两者的交互作用对萌芽更新的影响。

本文于1989年6月13日收到。

*本研究为国家攻关项目“生物质能技术开发”的“薪炭林选种引种及栽培经营技术”课题的一部分,并得到加拿大国际发展研究中心的资助。海南省琼海县上涌乡林场黄开轩同志协助调查工作,本文经李炎香、郑海水副研究员审阅并提出修改意见,在此一并致谢。

一、试验地自然概况

试验地设在海南省琼海县上涌乡。地处 $118^{\circ}28' E$, $19^{\circ}14' N$, 海拔22 m。该地区年平均气温 $24^{\circ}C$, 年平均降雨量2 185 mm。土壤为浅海沉积岩发育成的褐色砖红壤, 有机质含量1.00%, 全N含量0.04%, 速效P 0.7 mg/100 g土, 速效K 1.6 mg/100 g土, pH值5.0。

二、材料与方方法

(一) 试验材料

为4年生马占相思纯林, 株行距 $1.5m \times 1.5m$, 面积0.27 ha, 采伐时林分生长情况见表1。

表1 马占相思更新试验前林分生长情况

树龄 (a)	种植密度 (株/ha)	保存率 (%)	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)	平均枝下高 (m)	平均冠幅 (m)
4	4444	81	8.0	11.16	6.98	2.10

注: 树龄包括苗期2个月。

(二) 试验设计

鉴于以往贴地采伐萌芽率低, 本研究采用如下4种伐桩高度(以下称桩高): $A_1(25\text{ cm})$ 、 $A_2(50\text{ cm})$ 、 $A_3(75\text{ cm})$ 和 $A_4(100\text{ cm})$ 。采伐日期为1988年2月8日。采伐方式为机械疏伐, 强度为株数的75%, 即在原林分中先隔行砍伐, 再于保留行中隔株砍伐。采伐前于每种高度中量测100株树的伐桩直径(即砍伐处直径, 以下称桩径), 得到不同高度伐桩数按直径分布如表2。

表2 不同采伐高度伐桩数按直径分布

桩高	桩径 (cm)					最小桩径 (cm)	最大桩径 (cm)
	<4.1	4.1~8.0	8.1~12.0	>12.0	合计		
A_1	5	35	48	12	100	2.9	14.3
A_2	5	46	46	3	100	3.1	14.5
A_3	5	55	37	3	100	3.5	14.1
A_4	7	51	42	—	100	2.9	11.9

因桩径分布不均及供试林分面积有限, 本研究仅以伐桩数分布最多的两个中间径级 [$B_1(4.1\sim 8.0\text{ cm})$ 、 $B_2(8.1\sim 12.0\text{ cm})$] 结合4种桩高安排 4×2 完全随机化析因实验, 每处理组(A×B)调查数目如表2所示。

(三) 观测项目

1. 伐桩萌芽率 伐后1周开始逐日观测伐桩的萌芽始期及萌条数量, 直到确认伐桩枯死

不萌芽为止。

2. 萌条数量及其变化 为了解萌条数量的变化过程,除调查伐桩开始萌芽时的萌条数量外,还分别于萌芽林龄(以下称林龄)为1、2、3、6、9和12个月时调查萌条数量,最后一次增加调查各伐桩所有直立萌条的直径(萌芽点以上10 cm处,下同)和数量以及不同伐桩部位(部位划分详见表6)的萌条数量。

3. 伐桩存活率 伐桩存活率调查与萌条数调查同期进行。

4. 萌条生长 分别于林龄为3、6、9和12个月时测量各伐桩主萌条(伐桩中最高大之萌条)的长度及其直径。

5. 萌条总断面积 以林龄12个月时各伐桩全部直立萌条的直径计算而得。

(四) 统计分析

除伐桩萌芽率及存活率外,所有项目的统计分析均剔除林龄12个月前枯死的伐桩所对应各项目的数据。方差分析采用不成比例次级组类含量(样本)的平均数加权平方方法^[9],模型为 $X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$,分析前对数据进行方差齐性检验,并对以计数形式记录的数据(萌条数量)进行平方根($\sqrt{x+1/2}$)变换。

三、结果与分析

(一) 伐桩萌芽率和存活率

1. 萌芽始期及萌芽率 具有萌芽能力的伐桩在采伐后19~28天内萌芽,但不同处理组间的萌芽始期有差异。一般是高而小的伐桩萌芽较早,最迟不超过22天;粗而矮的伐桩萌芽较晚,约1/4强的伐桩采伐后24天开始萌芽。少数伐桩伐后6个月时在中部或下部还萌发新条,但一般萌生后1~2个月即因光照不足或虫害而枯死。

伐桩的萌芽率随桩高的增加而增加,随桩径的增大而减少(表3)。DeBell(1971)和Harrington(1984)等人对其它树种的研究也得到同样的结果^[3,10]。 u 检验(大样本频率检验)结果表明,同一桩高内不同桩径对萌芽率的影响不显著;不同桩高对 B_1 伐桩的萌芽率无显著影响,而 A_1 在 B_2 时伐桩萌芽率极显著低于 A_2 、 A_3 和 A_4 ($u = 2.62 > u_{0.01} = 2.58$),同时也极显著低于 B_1 的 A_2 、 A_3 和 A_4 。

表3

不同处理组伐桩萌芽率比较

(单位:%)

桩 径	桩 高				均 值
	A_1	A_2	A_3	A_4	
B_1	94.3	100.0	100.0	100.0	98.6
B_2	87.5	100.0	100.0	100.0	96.9
均 值	90.9	100.0	100.0	100.0	97.7

2. 伐桩存活率 不同林龄的伐桩存活率调查结果(表4)表明,伐桩存活率在林龄6个月已趋稳定,换言之,萌芽的伐桩在伐后6~7个月已不再枯死。林龄12个月时存活率的 u 检验结果,同一桩高内不同桩径间的伐桩存活率无显著差异。对 B_1 伐桩而言, A_1 的存活率显著低于 A_4 的存活率($u = 2.27 > u_{0.05} = 1.96$),其余两两之间差异不显著;对 B_2 伐桩而

表 4 不同林龄不同处理组伐桩存活率比较

(单位：%)

桩 径	桩 高	林 龄 (月)					
		1	2	3	6	9	12
B ₁	A ₁	94.3	91.4	91.4	82.9	82.9	82.9
	A ₂	100.0	100.0	95.7	93.5	93.5	93.5
	A ₃	100.0	100.0	96.4	90.9	90.9	90.9
	A ₄	100.0	100.0	98.0	98.0	98.0	98.0
B ₂	A ₁	87.5	87.5	85.4	70.8	70.8	70.8
	A ₂	100.0	100.0	97.8	87.0	87.0	87.0
	A ₃	100.0	97.3	97.5	89.2	89.2	89.2
	A ₄	100.0	100.0	95.2	90.5	90.5	90.5

言, A₁ 显著低于 A₂、A₃ 和 A₄ ($u=1.97\sim 2.47 > u_{0.05}$), 而后三者之间无显著差异。交互作用的研究表明, A₁ × B₂ 伐桩的存活率极显著低于 A₂ × B₁、A₃ × B₁ 及 A₄ × B₁ ($u=2.64\sim 3.97 > u_{0.01}$); A₂ × B₂ 与 A₄ × B₁ 的存活率间差异显著, 此外不同处理组间无显著差异。

(二) 萌条数量及其变化

1. 萌条数量的变化过程 自伐桩开始萌芽至林龄为12个月时的萌条数量变化过程(图1)表明, 不同直径及高度的伐桩其萌条数量变化趋势是一致的。林龄1个月时萌条数最多, 以后逐渐减少, 林龄2~6个月时减少较快, 之后趋于平缓。高伐桩萌条数变化较低伐桩明显。不同林龄的萌条数多少按桩高排列始终为 A₄ > A₃ > A₂ > A₁, 按桩径排列始终为 B₁ > B₂。

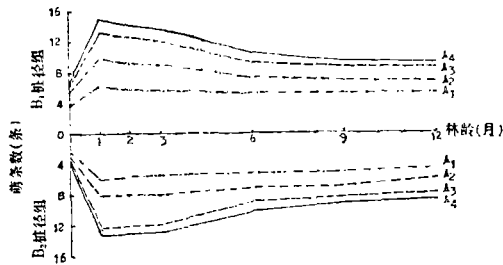


图 1 不同处理组伐桩萌条总数变化过程

伐桩的萌条数量是衡量伐桩萌芽更新能力的主要因子之一。为分析不同处理对萌条数量的影响, 将最后一次调查结果以数值形式列于表 5。表 5 显示, 萌条数量随伐桩高度的增加而增大。方差分析表明, 桩高对萌条数的多少有极显著影响。平均数差异显著性检验结果, 各桩高的萌条数量间存在极显著差异。

有极显著影响。平均数差异显著性检验结果, 各桩高的萌条数量间存在极显著差异。

表 5 不同处理组伐桩的萌条数及方差分析

萌 条 数 (条)				方 差 分 析				
桩 高 \ 桩 径	B ₁	B ₂	均 值	变异来源	df	SS	MS	F
A ₁	5.29	5.17	5.23 a	桩 高	3	22.382	7.461	37.87**
A ₂	6.50	5.84	6.17 b					
A ₃	8.47	8.00	8.24 c					
A ₄	9.14	8.74	8.94 d					
均 值	7.35 A	6.94 A	7.15	总 的	316	83.932		

注: ① 均值栏内数值后的大、小字母分别示桩径、桩高对应平均数的检验结果, 下同。

② **示 $p < 0.01$; ns 示不显著, 下同。

图1及表5还表明, 萌条数量随桩径的增大而减少, 这是因为在通常情况下, 伐桩越粗, 树皮越厚, 而树皮被认为对不定芽或休眠芽的萌生起机械阻碍作用^[6,11]。本研究结果证明, 树皮的这种作用确实存在, 但影响不显著。桩径与桩高的交互作用对萌条数量无显著影响(表5)。这些结果与Khan和Tripathi对大叶栎(*Quercus griffithii* Hook. f. et Thoms.)、尼泊尔栎木(*Alnus nepalensis* D. Don)等树种进行更新研究的结果完全一致^[6]。

2. 不同伐桩部位萌条分布情况 表6列出林龄12个月时不同伐桩部位保存萌条数的调查结果。除A₁伐桩外, 绝大多数萌条(74%以上)位于伐桩上部, 且桩高越高, 这一现象越明显, 说明伐桩太低不利于萌芽及萌条存活。

表6 不同伐桩部位萌条分布情况(占总条数%)

桩 径	桩 高	伐 桩 部 位				合 计
		0~25 cm	26~50 cm	51~75 cm	76~100 cm	
B ₁	A ₁	100.0	—	—	—	100.0
	A ₂	25.3	74.7	—	—	100.0
	A ₃	7.8	36.6	55.6	—	100.0
	A ₄	3.9	18.0	39.0	39.1	100.0
B ₂	A ₁	100.0	—	—	—	100.0
	A ₂	22.0	78.0	—	—	100.0
	A ₃	7.5	35.8	56.7	—	100.0
	A ₄	2.7	24.2	32.8	40.3	100.0

3. 直立萌条数 伐桩中直立萌条的数量直接影响萌芽矮林的产量, 调查结果(表7)表明, 较粗的伐桩具有较多的直立萌条, 这是由于粗的伐桩桩围较大从而给萌条提供更多的向上生长的空间所致。桩径对直立萌条数量的影响十分显著(表7)。相反, 伐桩的高低对直立萌条数量的影响不显著, 而且直立萌条数随桩高的变化也不规则, 条数最多为A₃伐桩, 可见伐桩过高或过低都不利于直立萌条的形成。桩高与桩径的交互作用对直立萌条数亦无显著影响。

表7 不同处理组伐桩的直立萌条数及方差分析

直 立 萌 条 数 (条)				方 差 分 析					
桩 高	桩 径	B ₁	B ₂	均 值	变异来源	df	SS	MS	F
A ₁		3.77	3.94	3.86 a	桩 高	3	0.622	0.207	2.27 ns
A ₂		3.64	4.06	3.85 a	桩 径	1	0.829	0.829	9.11**
A ₃		3.86	4.85	4.36 a	桩高×桩径	3	0.324	0.108	1.19 ns
A ₄		3.70	4.38	4.04 a	误 差	309	27.958	0.091	
均 值		3.74 A	4.31 B	4.03	总 的	316	29.733		

(三) 萌条径、高生长

12个月生萌条直径的调查结果(表8)表明, 伐桩高大, 贮藏物质多, 萌生的萌条粗壮, 反之, 萌条细弱。方差分析结果(表8)显示, 桩高对萌条直径生长的影响极显著。均数差异检验结果, 除A₁与A₂、A₂与A₃及A₃与A₄之间差异不显著外, 其余间的差异极显著。桩

径对萌条直径生长的影响也十分显著, 而桩高与桩径的交互影响则不显著。

表 8 不同处理组萌条直径生长及方差分析

萌 条 直 径 (cm)				方 差 分 析					
桩 高	桩 径	B ₁	B ₂	均 值	变异来源	df	SS	MS	F
		A ₁	2.03	2.46	2.25 a	桩 高	3	9.449	3.150
A ₂	2.37	2.55	2.46 ab	桩 径	1	6.613	6.613	15.17**	
A ₃	2.43	2.72	2.58 bc	桩高×桩径	3	1.520	0.507	1.20 ns	
A ₄	2.72	2.76	2.74 c	误 差	309	130.862	0.424		
均 值		2.39A	2.62B	2.51	总 的	316	148.444		

林龄12个月时萌条长度调查结果(表9)显示, 伐桩愈高、桩径愈大则萌条愈长。方差分析表明, 桩径对萌条高生长有极显著影响, 而桩高对萌条高生长影响不显著, 这可能与萌条间对光的竞争有关。桩高与桩径的交互作用对萌条高生长亦无显著影响。

表 9 不同处理组萌条长度及方差分析

萌 条 长 度 (m)				方 差 分 析					
桩 高	桩 径	B ₁	B ₂	均 值	变异来源	df	SS	MS	F
		A ₁	2.38	2.78	2.58 a	桩 高	3	2.606	0.869
A ₂	2.61	2.90	2.76 a	桩 径	1	9.221	9.221	24.79**	
A ₃	2.62	2.91	2.77 a	桩高×桩径	3	0.713	0.238	0.64 ns	
A ₄	2.78	2.91	2.85 a	误 差	309	114.952	0.372		
均 值		2.60A	2.88B	2.74	总 的	316	127.492		

(四) 萌条断面积

萌条总断面积是萌芽林的产量指标之一。调查结果(表10)表明, 伐桩中直立萌条总断面积随伐桩的高低和大小而增减。方差分析显示, 桩高和桩径对直立萌条总断面积的影响极显著, 但两者的交互作用不显著。均数差异检验表明, 不同桩径的萌条总断面积间差异极显著; 对不同桩高而言, A₁与A₂、A₃与A₄间的差异不显著, A₂与A₃差异显著, 其余间的差异极显著。

表10 不同处理组直立萌条总断面积及方差分析

萌 条 总 断 面 积 (cm ²)				方 差 分 析					
桩 高	桩 径	B ₁	B ₂	均 值	变异来源	df	SS	MS	F
		A ₁	8.28	10.89	9.59 a	桩 高	3	742.349	247.450
A ₂	10.01	11.99	11.00 a	桩 径	1	1128.627	1128.627	35.18**	
A ₃	10.56	15.46	13.01 b	桩高×桩径	3	96.196	32.065	1.00 ns	
A ₄	12.18	14.97	13.58 b	误 差	309	9913.598	32.083		
均 值		10.26A	13.33B	11.80	总 的	316	11880.770		

四、结语与讨论

1. 影响马占相思伐桩萌芽率的主要因子是伐桩高度。作为增加伐桩高度的结果,本研究中最低的伐桩萌芽率也比 Yantasath、Brewbaker 等人报道的结果高 4 倍多。可以认为,增加伐桩高度是提高马占相思萌芽更新能力的有效的技术措施。

2. 桩高和桩高与桩径的交互作用对伐桩的存活有显著或极显著影响,细高伐桩的存活率较粗矮伐桩的存活率高。已萌芽的伐桩自伐后 6~7 个月起不再枯死。由此可见,对马占相思人工林施行矮林作业的更新效果调查,至少应在采伐后半年进行才真实可靠。

3. 伐桩开始萌芽的时间因伐桩的高低和大小而有所不同,细高的伐桩萌芽较早,粗矮的伐桩则较迟,始萌期持续约 10 天。因此,对马占相思的萌芽效果应自伐桩开始萌芽起连续 10 天进行观测。

4. 桩高对萌条数量、萌条断面积和萌条直径生长影响极显著,桩径对萌条高、径生长,萌条断面积及直立萌条的形成有极显著影响,而对萌条数无显著影响,桩高与桩径的交互作用对上述调查因子影响不显著。综合以上结果分析,以短轮伐期经营的马占相思人工林,采用 50~75 cm 的伐桩高度萌芽更新效果较好。

5. 本研究仅就伐桩高度及直径对马占相思萌芽更新的影响进行了探讨,至于其他因素如采伐季节等对萌芽更新的影响,将有待于进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Johnson, P. S., 1975, Growth and structural development of red oak sprout clumps, *For. Sci.*, 21, 413~418.
- [2] MacDonald, J. E. et al., 1983, Relationships between stump sprouting and parent-tree diameter in sugar maple in the 1st year following clear-cutting, *Can. J. For. Res.*, 13, 390~394.
- [3] Harrington, C. A., 1984, Factors influencing initial sprouting of red alder, *Can. J. For. Res.*, 14, 357~361.
- [4] Dutt, A. K. et al., 1987, Effect of coppicing at different heights on wood production in *leucaena*, *LRR*, 8, 27~28.
- [5] Khan, M. L. et al., 1986, Tree regeneration in a disturbed sub-tropical wet hill forest of North-East India: Effect of stump diameter and height on sprouting of four tree species, *Forest Ecology and Management*, 17, 199~209.
- [6] Pan Zhigang et al., 1987, Australian acacias in The People's Republic of China, Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR, Canberra, Australia, 136~138.
- [7] Yantasath, K., 1987, Field trials of fast-growing, nitrogen-fixing trees in Thailand, Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR, Canberra, Australia, 176~179.
- [8] Brewbaker, James L., 1987, Performance of Australian acacias in Hawaiian nitrogen-fixing tree trials, Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR, Canberra, Australia, 180~183.
- [9] R. G. D. 斯蒂尔等, 1960, (杨纪珂等译, 1979), 数理统计的原理和方法, 科学出版社, 326~338.
- [10] DeBell, D. S., 1971, Stump sprouting after harvest in swamp tupelo, *U. S. For. Serv. Res. Pap.* SE-83.
- [11] Evans, J., 1984, Silviculture of Broadleaved Woodland, *Forestry Commission Bulletin* 62, HMSO, London, 68~88.

STUDY ON THE EFFECT OF STUMP DIAMETER AND HEIGHT ON SPROUT REGENERATION IN MANGIUM (*ACACIA MANGIUM* WILLD.)

Huang Shineng

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Abstract The effect of diameter and height of stumps on sprout regeneration in mangium was studied in a short rotation mangium plantation. The study is based on observations of four height classes (25 cm, 50 cm, 75 cm and 100 cm) and two diameter classes (4.1~8.0 cm and 8.1~12.0 cm) of the stumps. The results showed that sprouting percentage of the stumps and number of sprouts per stump increased with the stump height, whereas they decreased with stump diameter. The length and diameter of sprouts and the total basal-area of all upright sprouts per stump increased with the increases in stump height and diameter. For achieving good results of sprout regeneration, it appears that young mangium plantation should be coppiced at heights ranging between 50~75 cm.

Key words *Acacia mangium* Willd.; sprout regeneration

恢复胡杨、梭梭和怪柳荒漠林创新路

由新疆林科院、内蒙阿拉善盟林业处和中科院新疆分院生土所承担的国家攻关项目“荒漠地区胡杨、梭梭更新复壮技术”,包括“怪柳抗逆性及其造林技术”,1989年10月经新疆、内蒙古自治区科委组织鉴定,认为成果达到国际和国内研究的先进水平,为“三北防护林建设工程、恢复荒漠林提供了配套技术。(1)建立了南疆塔里木河流域胡杨林天然落种更新的预测模型;(2)把胡杨林划分为湿润、干燥、干旱和盐地类型,相应制定了经营原则;(3)引洪灌溉及独特的渠道进出口设计;(4)不同密度和林龄的胡杨林科学管理方法。内蒙采用“护、封、促、育、造”营林技术措施,再现乔、灌、草立体草场生态系统。现已封育胡杨林12.5万亩,更新复壮3.88万亩,每年提供林下牧草150万kg,可为1 1367只羊提供冬春饲料。在更新幼林中,可伐除老树24 615 m³,纯收入437.4万元,投产比为1:5.5。

探索了梭梭个体、群体发生规律和不同荒漠立地条件下天然更新能力。对梭梭成过熟林隔带皆伐,大面积疏残梭梭林围栏封禁,每年提高覆盖度1.2%~2.4%。已封育50多万亩,节省造林费8 750万元。封育5年梭梭,产草量增加4.7倍,名贵中药肉苁蓉产量增加5倍。

对怪柳研究提出了深栽植苗造林,解决了重盐碱地上不易成活的难题。在自治区的支持下,在沙地和盐碱荒地上,大面积洪灌,快速恢复和发展怪柳林27万亩。

(中国林业科学研究院林业研究所 周士威)