林业科学研究 1997,10(2):182～188
Forest Research

切根、截顶对湿地松裸根苗生长调控效果的研究*

姜景民 胡世才 虞沫奎 罗训志 陈 彬 唐金娣

摘要 在江西景德镇和安徽泾县布置了1年生湿地松裸根苗生长后期切根和截顶试验,研究其对苗木形态和造林表现的效应及其合理应用制度。两年的结果表明,切根苗的高、径及主根形态指标均低于未切根苗,而侧须根系增加,早切根及多次切根处理效应最显著。造林后切根苗生长表现优于对照,在干旱及植被竞争激烈的立地,表现出较高成活率。截顶苗的各项形态指标都低于对照,但截顶对苗木的造林表现无负效应,截顶因解除了弱小苗木的受压而提高了苗木的整齐度,但过晚截顶不利于苗木及时封顶。最后对两项苗木生长调控措施提出了应用原则。

关键词 湿地松 切根 截顶 苗木形态 造林表现

切根、截顶是在苗木生长后期调控苗木生长生理状态以适应于造林地环境的苗圃培育措施,在美国、新西兰等国针叶树种裸根苗木培育中有广泛应用[1,2]。我国以往对苗木质量比较重视地上部分指标,忽视各部分之间的均衡,致使一些地方和一些树种的造林成效不高。近年来这种看法逐步有所改观,对切根等措施也提倡推广应用[3]。但是,不同树种苗木在不同生长阶段和不同环境条件下对人为调节措施的反应和效果是不同的[4～7],必须研究确定合理的调控技术。

湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)、火炬松(*Pinus taeda* L.)在我国发展势头迅猛,潜力很大,但在一些立地和干旱年份,裸根苗造林成活率不高,苗木质量是主要原因之一。提高苗木质量应从育苗的各个环节着手,我们在培育湿地松裸根苗中,设置了苗木切根、截顶措施的育苗及其苗木造林试验,以分析其实施的效果,不合理应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

枫树山林场位于29°24′N,117°11′E,年均温17.1 ℃,年降雨1 700 mm,年相对湿度79%,无霜期247 d,夏秋干旱。该场苗圃为南方大型苗圃之一,耕作制度采用水稻—苗木轮作制(2∶3左右),且每年筑床时在苗床上铺黄心土以控制杂草、病害,故质地较粘重。造林地为低山紫砂岩残积坡积母质,中厚层黄红壤,原植被为马尾松残次林。

马头林场地处30°45′N,118°33′E,年均温16.8 ℃,年降雨1 293.5 mm,年蒸发量1 610.1 mm。苗圃为长期育苗的老圃地,沙壤土。造林地为低山第四纪红黄壤,原植被为马尾松林。

1996_03_26收稿。

姜景民副研究员(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);胡世才,陈彬(江西省景德镇市枫树山林场);虞沫奎(安徽省林业科学研究所);罗训志,唐金娣(安徽省径县马头林场)。

* 本文为1991～1995年世界银行贷款国家造林项目“国外松速生丰产林培育技术研究与推广”课题内容之一,项目实施得到枫树山林场和马头林场大力支持,本所吕本树先生审阅文稿,特此致谢。

两地历年平均及 1994, 1995 年度降雨量及逐月分配如表 1。

表 1　试验点降雨量逐月分配　　(单位: mm)

地点	年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
马头	年均	53.5	75.7	119.8	170.1	173.0	213.0	190.4	196.5	166.6	73.4	79.7	40.1	1 553.0
	1994	47.3	73.2	37.6	56.8	121.1	151.8	47.9	53.4	50.8	107.2	29.0	65.2	843.8
	1995	60.6	77.0	85.8	146.6	179.3	212.3	191.8	54.3	14.9	180.2	0	17.7	1 216.3
枫树山	年均	63.1	123.2	173.4	237.5	256.2	269.9	192.4	107.3	84.2	82.3	61.0	48.1	1 718.6
	1994	76.1	143.4	88.0	301.8	343.4	499.0	68.4	62.5	88.7	45.0	20.8	108.0	1 845.1
	1995	126.7	55.2	195.0	438.1	374.1	594.7	153.6	116.1	20.3	50.3	5.5	12.5	2 142.1

1.2　试验用苗培育

试验用种枫树山林场采用广东台山种子园种子, 马头林场采用该场母树林种子, 均经筛分后取大中粒种子浸种播于沙床上催芽, 再芽苗移栽(枫树山林场移栽时切除根尖) 至苗床上, 株行距 8 cm×12 cm(100 株/ m^2) , 按常规育苗措施管理。后期两地遭受长期干旱, 灌水不足, 对苗木生长有所影响。

1.3　试验设计

1.3.1　苗圃　1994 年度两苗圃分别设置了苗木切根和截顶试验。苗木切根试验包含不同切根时间和次数, 共设置 5 种处理: (1) 8 月初切根(代号 A) , (2) 9 月初切根(S) , (3) 8 月初、9 月初两次切根(A S) , (4) 8 月初、9 月初、10 月初 3 次切根(ASO) , (5) 对照(CK) 。8 月初切根深度 12 cm 左右, 9、10 月份切根深度 15 cm 左右。应用切根铲进行操作, 由于人工作业精度不易掌握, 且苗木主根深度不等, 该措施对部分苗木的影响相当于国外切根作业中的 Wrenching(原地切根, 即不切断主根系, 仅在苗床上方作土层翻动) 。试验按 3 次重复完全随机区组排列, 小区面积 1.5 m^2。切根后即浇水以减少苗木死亡。

苗木截顶试验按截顶时间和次数设置 4 种处理: (1) 8 月中旬截顶(PA) , (2) 9 月中旬截顶(PS) , (3) 8 月中旬、9 月中旬两次截顶(PAS) , (4) 对照(CK) , 3 次重复完全随机区组排列。截顶保留高度 20 cm, 由于天气干旱, 苗木高生长受影响, 截顶高度降至 18 cm 左右。截顶后新梢形成和生长缓慢, 第二次截顶效应很小, 故枫树山点数据统计中舍弃了二次截顶处理。

1995 年度按切根和截顶两因素进行裂区设计, 分别在两苗圃试验, 切根包括 8 月中旬切根(A) 、9 月中旬切根(S) 、两次切根(AS) 和不切根(CK) 4 个水平; 截顶包括截顶(P) 和不截顶(NP) 两个水平, 共 8 种组合, 4 次重复, 小区面积 1.5 m^2。截顶原计划于 8 月底进行, 因干旱当时苗木高度多达不到预计截顶高度(20 cm) , 故推迟至 9 月中旬(枫树山) 和 9 月下旬(马头) 进行, 操作方法同前。

1.3.2　造林地　1994 年度试验苗木两地均于 1995 年 3 月上旬造林, 按原区组作 3 次重复, 随机排列, 造林密度 2.5 m×2.5 m(1 600 株/ hm^2) , 49 株方形小区。枫树山林场采用全垦整地, 大穴栽植, 年内全面抚育两次。马头林场采用穴状整地, 小穴造林, 后期扩穴除灌 1 次。

1.4　调查分析

两年度中自 8 月初始, 每苗床小区固定 10 株(1994 年) 或 30 株(1995 年) 。每月初作业前调查、统计苗高、径均值。12 月份在每小区中央连续量测 50 株苗木的高、径, 并随机掘取 10 株苗木, 量测各部分的烘干重, 计算各种比值, 1995 年度马头试验苗增测了侧根数和总长度及根

尖数。1994 年度苗木造林试验于 1995 年底量测高、径及保存率。统计分析采用方差分析, Duncan 多重比较, 各项指标均以小区均值计算, 百分率经 arcsin $\overline{x}$ 转换。

2 结果与分析

2.1 苗圃阶段

据逐月调查, 8 至 10 月初是苗木第二次生长旺盛时期, 控制苗木生长的各项措施宜在此阶段实施。分析结果表明, 除少数因子外, 切根和截顶两措施的交互影响效应不显著, 因此在以下分析中, 将对两者分别论述。

2.1.1 切根 两年度试验结果如表 2、3。

表 2 1994 年度两地切根处理苗木各项生长指标测定结果

处理	苗高 H(cm)	苗径 D(mm)	切根后高生长 HI(cm)	切根后径生长 DI(mm)	高径比 H/D	苗茎干重 SW(g)	根系干重 RW(g)	主根干重 MRW(g)	侧须根干重 LRW(g)	侧主根干重比 L/M	全苗干重 TW(g)	茎根干重比 S/R
马 头 林 场												
A	19.33 b	5.49	4.23 ab	3.06	32.23	5.192	1.776	0.867	0.909	0.969	6.968	2.946
S	20.81 ab	6.24	5.71 ab	3.81	31.92	6.078	1.896	1.032	0.864	0.763	7.974	3.383
AS	18.25 b	6.09	3.15 b	3.67	34.06	4.453	1.632	0.821	0.811	0.982	6.075	2.992
ASO	19.57 b	6.43	4.47 ab	4.01	31.76	5.314	1.848	0.841	1.007	1.076	7.163	3.188
CK	22.68 a	7.22	7.58 a	4.79	31.54	5.679	1.849	0.982	0.867	0.835	7.528	3.205
F 值	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
枫 树 山 林 场												
A	23.68	8.22			29.52 b	11.13	3.26	1.91	1.35	0.787 b	14.39	3.413
S	26.21	8.49			31.24 b	10.45	2.83	1.69	1.14	0.748 b	13.28	3.870
AS	23.89	8.15			28.94 b	9.11	2.91	1.29	1.62	1.408 b	12.02	3.193
ASO	23.57	7.83			30.28 b	8.37	2.63	1.12	1.51	1.385 a	11.00	3.487
CK	28.23	8.70			33.91 a	10.07	2.89	1.76	1.14	0.624 b	12.96	3.697
F 值	NS	NS			$> F_{\alpha=0.05}$	NS	NS	$> F_{\alpha=0.10}$	NS	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	NS

表 3 1995 年度两地切根、截顶处理苗木的生长效应

		枫 树 山 林 场									马 头 林 场				
处理		H (cm)	D (mm)	$D_{12\sim8}$ (mm)	SW (g)	MRW (g)	LRW (g)	TW (g)	S/R	L/M	H (cm)	D (mm)	侧根数 (条)	侧须根长 (cm)	根尖数 (个)
切根	A	17.88	0.603 b	0.237 b	5.005 b	0.844 b	0.546 a	6.404 b	3.539 b	0.592 a	21.50	0.566	37.3 a	1008 a	462 a
	S	18.35	0.600 b	0.237 b	5.346 b	0.735 b	0.460 bc	6.229 b	4.387 a	0.573 a	21.15	0.578	35.6 a	969 a	444 a
	AS	18.21	0.593 b	0.215 b	4.591 b	0.628 b	0.489 bc	5.708 b	4.288 a	0.671 a	21.03	0.564	26.9 b	989 a	433 a
	CK	18.64	0.661 a	0.288 a	6.573 a	1.665 a	0.343 c	8.761 a	3.489 b	0.196 b	21.55	0.582	27.7 b	851 b	209 b
	F 值	NS	$> F_{a=0.01}$	$> F_{a=0.01}$	$> F_{\alpha=0.05}$	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$	NS	NS	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$
截顶	P	17.63	0.606	0.236	4.508	0.939	0.430	5.877	3.474	2.569	20.26	0.548	31.2	157.4	396
	NP	18.91	0.623	0.252	6.184	0.997	0.489	7.674	4.378	2.439	22.35	0.593	32.5	160.7	378
	F 值	$> F_{\alpha=0.10}$	NS	NS	NS	NS	$> F_{\alpha=0.10}$	NS	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	$> F_{\alpha=0.01}$	NS	NS	NS	NS
切根×截顶	F 值	NS	NS	NS	NS	NS	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	NS	NS	NS	NS	$> F_{\alpha=0.10}$	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$

注: 表 2、3 中处理栏内, A——8 月初切根; S——9 月初切根; AS ——8 月初、9 月初 2 次切根; ASO ——8 月初、9 月初、10 月初 3 次切根; P —— 截顶; NP—— 不截顶。

从绝对值来看, 切根苗木的高度和地径较对照苗低, 因为切根抑制了苗木的高、径生长量, 尽管一些结果处理之间的差异未达到显著水平, 这种抑制的效果还是显而易见的。切根苗的地上部分干重低于对照苗木, 说明切根造成根系损伤后直接影响水分和有效养分的吸收, 致使苗木的地上部分生长能力有所下降。在马头点, 切根苗木的高径比与对照苗木无差异, 在枫树山点, 处理间有一定差异, 切根苗值低于对照苗, 因此总的来说, 由于切根对苗木的高和径都产生影响, 作为相对值, 用高径比不能反映处理的真实效果。

从苗木各地径级频率分布看, 切根使小径级苗有所增加, 尤其是马头林场, 受切根处理小区, ≤0.5 cm 的苗木占 35% 左右, 对照区则为 15%, 因此通用的苗木分级标准不适用于切根苗。切根苗木的地径变幅与对照无差异, 亦即切根不能改善苗木的均匀度。

各类切根苗木之间, 总的来讲, 8 月份切根效应大于 9 月份切根, 多次切根效应大于单次切根, 即早切根与多次切根的抑制效应最为显著。

地下部分, 1994 年度试验两地各项根系生物量指标处理间差异多不显著, 仅枫树山点多次切根苗木主根生物量显著降低, 从而主侧根之比项处理间有显著差异, 但总的来说, 切根使主根生物量减少, 侧须根生物量有所增加, 以多次切根效果较大, 侧根与主根干重之比因切根及随次数增加而提高, 而根系总量处理间无差异。1995 年度试验两地的根系指标处理间都呈现显著差异, 切根使主根干重减少, 侧须根干重增加, 侧根数较多, 须根量大, 从而根尖数量多, 侧须根与主根干重比切根苗显著大于对照苗。

苗木的总干重处理间无显著差异或有所减小, 作为相对值, 茎根干重比差异亦不显著, 或有所增加, 也不能恰当地反映切根苗木的质量。

2.1.2　截顶　两地两年度截顶处理的结果如表 3、4。无疑, 截顶苗木的高度要低于对照苗, 苗木之间的高度也较为一致, 截顶使苗木丧失一部分光合作用面积, 在一段时间内抑制了苗木生长, 这从截顶苗地径小于对照苗上得到反映, 而以早截顶处理效果较大。

表 **4**　**1994** 年度截顶苗木各项测定指标处理间的比较

处理	*H*(cm)	*D*(mm)	*SW*(g)	*MRW*(g)	*LRW*(g)	*L*/*M*	*RW*(*g*)	*TW*(g)	S/R
				马　头　林　场					
PA	20.47 b	6.15	3.913 b	0.656	0.355	0.474	1.011	4.924 b	4.043
PS	20.10 b	6.52	4.663 b	0.913	0.443	0.465	1.356	6.019 b	3.941
PAS	18.94 b	6.02	3.935 b	0.766	0.294	0.315	1.060	4.631 b	4.122
CK	25.23 a	6.68	6.527 a	1.239	0.522	0.365	1.761	8.289 a	4.255
F 值	$> F_{\alpha=0.01}$	NS	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	NS	NS	NS	$> F_{\alpha=0.05}$	NS
				枫　树　山　林　场					
PA	24.16 b	8.37 b	9.341	2.078	1.018	0.488	3.096	12.437	3.153
PS	25.59 b	8.92 a	9.296	2.202	0.918	0.437	3.119	12.416	3.336
PAS	24.34 b	8.30 b	–	–	–	–	–	–	–
CK	38.68 a	8.88 a	11.414	2.260	0.908	0.442	3.169	14.583	3.812
F 值	$> F_{\alpha=0.01}$	$> F_{\alpha=0.01}$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注: 处理栏内各项内容参见表 3 下注。

从图 1 可以看到, 与对照相比, 受截顶处理小区的苗木地径弯幅减小, 分布相对集中, 因此截顶减小了苗木地径的变异系数, 从而提高了所生产苗木的均匀度。它使大径级苗生长受到抑

制, 使小径级苗生长获得促进。

各处理间根系各项指标的差异一般不显著, 但总的趋势是截顶苗木的主根干重、侧须根干重、根系总干重减小, 侧须根与主根之比稍有增加, 表明截顶对根系生长也有一定不利影响。苗木的总干重截顶苗低于对照, 这主要是地上部分减小所致, 茎根比差异多不显著, 但截顶苗均低于对照。8月份截顶苗在停止生长前均形成侧芽, 9月份截顶使一部分苗木到2月份尚无成芽, 尤其是1995年度马头林场9月下旬截顶苗木, 近80%苗木在年终时仍无侧芽。

2.2 造林表现

在马头林场, 造林阶段、夏季生长期及全年的降雨量都少于常年。如表5所示, 切根苗的高、径都显著大于对照苗, 保存率远高于对照10%以上, 表现出在干旱条件及粗放抚育下切根苗的优势。在枫树山林场, 切根苗与对照之间的树高、地径和保存率差异未达显著水平, 但切根苗的高、径指标都超过对照苗。

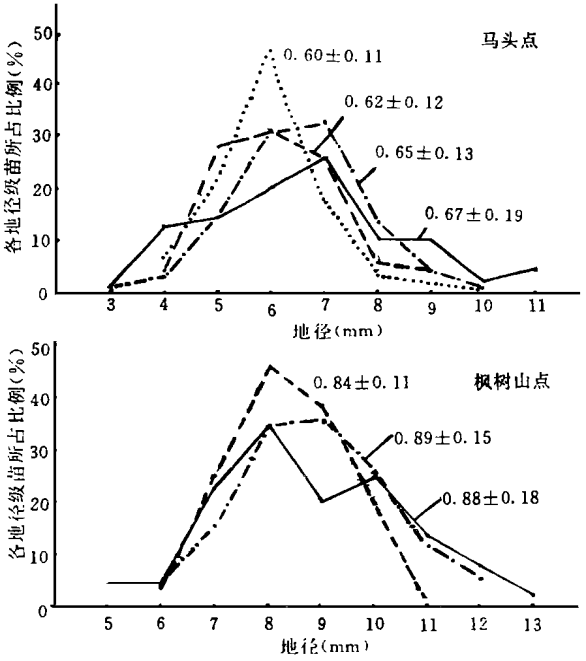

图1 1994年两地截顶试验各处理苗木的地径级频率分布
(图中数字示平均地径±离差(mm))
—— 不截顶对照 ——8月截顶
-·-·-9月截顶 ……8、9月两次截顶

两地造林一年后, 截顶苗木的高、径与对照苗木无明显差异。在马头点, 截顶苗地径超出对照苗木, 结合苗期结果, 亦即截顶苗木的生长速度高于对照。造林保存率未因截顶有明显提高, 至于今后的表现尚待继续观测。

表5 切根、截顶苗木造林效果

处理		马头林场			枫树山林场		
		树高(cm)	地径(mm)	保存率(%)	树高(cm)	地径(mm)	保存率(%)
切根	A	39.0 a	0.98 a	54.4 a	58.6	1.53	92.1
	S	40.7 a	1.02 a	62.6 a	60.1	1.56	88.9
	AS	35.8 a	0.94 a	51.7 a	58.2	1.49	87.9
	ASO	38.7 a	0.93 a	53.7 a	59.3	1.56	92.1
	CK	28.2 b	0.62 b	25.2 b	55.8	1.33	88.9
	F值	$> F_{\alpha=0.05}$	$> F_{\alpha=0.05}$	$> F_{\alpha=0.05}$	NS	NS	NS
截顶	PA	33.1	0.77	49.0	48.4	1.68	85.7
	PS	35.3	0.83	49.0	50.2	1.48	85.7
	PAS	31.9	0.73	42.9	–	–	–
	CK	33.4	0.75	44.9	52.7	1.69	84.5
	F值	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3　结论与讨论

(1) 无庸置疑, 切根将对苗木形态造成一定的影响。切根苗的高、径及地上部分生物量和主根生物量指标都低于对照苗木, 而侧须根较为发达, 早切根与多次切根的效应较晚切根和单次切根明显, 这些都与国外有关直根类针叶树苗木切根效果的报道相一致[8~10], 主根不发达的树种如北美黄杉对切根的反应较小[6]。但切根不能改善苗木的均匀度, 受切根处理的苗床小径级苗要多于未切根苗床, 但从田间表现看, 切根苗木的质量显然不能用通用的分极标准来判断。

(2) 从机理上讲, 切根后苗木内遭受水势胁迫, 光合作用强度下降, 在一段时间后胀压得到恢复, 大量新根产生, 光合作用逐渐加强, 光合产物主要向代谢活动旺盛的根系输送, 而针叶的气孔阻力仍维持在高于未切根苗的水平, 从而起苗时, 切根苗因具高的气孔阻力和根系表面而获得理想水分状态[4]。造林结果表明, 切根苗造林当年表现出比未切根苗旺盛的生长势, 在生长期末, 地径和高度已超出未切根苗, 在干旱条件下和抚育强度低的地方造林, 由于侧须根发达, 切根苗表现出较高的成活、保存率。

(3) 根据国外的经验和我们的试验结果, 苗木切根是一项有效的苗圃后期管理措施, 能够抑制苗木后期的过度生长, 促进形成纤维状根系, 提高干旱条件下造林成活率和生长, 而投入低微, 应在我国针叶树育苗中作进一步研究后加以推广应用。湿地松苗木切根应在 8～10 月份绝大多数苗木达到预期可种植规格时实施 2～3 次, 深度 15 cm 左右, 切根后应及时浇水以防苗木枯萎。因为人工切根无法保证切根深度的一致, 并可能使部分苗木根系受伤过多, 应尽快研制或引进切根机械。另外苗床的土质应加以改善, 粘重土质切根困难且可能在床面下造成紧实土层, 阻碍水气的运动和根系的生长。

(4) 截顶造成苗木的高、径及根系等外部形态指标的降低。这主要是截顶减少了苗木的光合作用面积, 伤口的愈合又迫使光合产物重新分配, 使苗木较未截顶苗小。截顶使大苗生长受到抑制, 小苗受压得以解除, 苗木的一致性有所提高。但较晚时间截顶使苗木恢复较慢, 尤其是在干旱或苗木后期生长不良的情况下, 甚至在入冬前苗木尚未形成芽。因为截顶一段时间后, 苗木重新开始生长, 且较未截顶苗生长持续时间长, 再次抽梢将推迟苗木的休眠和抗寒性的调节过程[11], 从而过晚截顶(9 月中旬后) 会造成不利后果, 应避免实施。截顶对造林后苗木的生长和成活率都无显著影响, 从另一方面也反映出未出现负效应。因此在一定条件下, 必要时截顶也是可行的, 作为一种强度外界调控措施, 应根据环境条件和苗木生长表现来确定当年是否应用。

参　考　文　献

1　Van Dorsser J C, Rook D A. Conditioning of radiata pine seedlings by underoutting and wrenching; description of methods, equipment and seedling response. N. Z. J. For., 1972, 17: 60～73.

2　USDA, Forest Service, Southern Region. Southern Pine Nursery Handbook. Atlanda, GA. 1984.

3　黄枢, 沈国舫主编. 中国造林技术. 北京: 中国林业出版社, 1993.

4　Stupendick J P, Shepherd K R. Root regeneration of root-pruned *Pinus radiata* seedlings. Ⅱ. Effects of root pruning on photosynthesis and translocation. N. Z. J. For. Sci., 1980, 10: 148～158.

5　Tanaka Y, Walstad J D, Borrecco J E. The effect of wrenching on morphology and field performance of douglas-fir

and loblolly pine seedlings. Can. J. For. Res., 1976, 6: 453～458.

6 Duryea M L, Lavender D P. Water relations, growth and survival of root-wrenching douglas-fir seedlings. Can. J. For. Res., 1982, 12: 545～555.

7 Van Den Driessche R. Growth, survival, and physiology of douglas-fir seedlings following root wrenching and fertilization. Can. J. For. Res., 1983, 13: 270～278.

8 Kainer K A, Duryea M L. Root wrenching and lifting date of slash pine: Effects on morphology, survival, and growth. New For., 1990, 4: 207～221.

9 Benson A D, Shepherd K R. Effects of nursery practice on *Pinus radiata* seedling characteristics and field performance: Ⅱ. Nursery root wrenching. N. Z. J. For. Sci., 1977, 7: 68～76.

10 Hobbs S D, Stafford S G, Slagle R L. Undercutting conifer seedlings: effect on morphology and field performance on droughty sites. Can. J. For. Res., 1987, 17: 40～46.

11 Duryea M L, Omi S K. Top pruning Douglas-fir seedlings: morphology, physiology, and field performance. Can. J. For. Res., 1987, 17: 1371～1378.

Study on the Conditioning Effects of Undercutting and Top-pruning on Slash Pine Bareroot Seedlings

Jiang Jingmin Hu Shicai Yu Muokui
Luo Xunzhi Chen Bin Tang Jindi

Abstract Bareroot slash pine seedlings were subjected to undercutting and top-pruning treatments including different executing time and frequency, to evaluate the effects on seedling morphology and field performance. The results showed that undercutting treatmens reduced seedling height and diameter, and improved root fibrosity, earlier and multiple ones had more pronounced effects, undercutted seedlings displayed better growth than the control and higher survival rate on dry or severely vegetation-competitive sites. Top-pruned seedlings were smaller, but there were no negative effects from top-pruning on field performance, the seedling uniformity were increased due to the small seedlings free of depression, but later top-pruning was harmful to seedling bud formation timely. The application principles of the treatments as cultural practices were proposed.

Key words slash pine undercutting top-pruning seedling morphology field performance

Jiang Jingmin, Associate Professor (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Hu Shicai, Chen Bin (Fengshushan Forest Farm, Jingdezheng, Jiangxi); Yu Muokui (The Forestry Research Institute of Anhui); Luo Xunzhi, Tang Jindi (Matou Forest Farm, Jingxian, Anhui).