

文章编号:1001-1498(2004)04-0420-07

择伐经营后马尾松次生林阔叶树的 生长与群落恢复

周志春¹, 徐高福², 金国庆¹, 何建平²

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 浙江省淳安县新安江开发总公司, 浙江 淳安 311700)

摘要:对千岛湖国家森林公园几种类型的马尾松次生林,实施“砍松留阔”择伐实验,以促使林下阔叶树种的恢复性生长,快速改善其群落结构和生态功能,弱化松材线虫病的威胁。观测结果表明,马尾松次生林经40%~50%强度的择伐利用6a后,林下的苦槠、石栎、青冈等地带性常绿阔叶树种呈快速的恢复性生长,林相结构得到快速恢复而形成新的森林景观。经过封禁,马尾松纯林恢复成为具有较多地带性常绿阔叶树种的松阔混交林,苦槠和石栎的重要值超过20%,林分密度达250株 hm^{-2} ;而以马尾松为主的针阔混交林则快速向常绿阔叶林演替,乔木层中苦槠的重要值和林分密度提高了近1倍。分析表明,对马尾松次生林的科学择伐经营,不仅显著增强了松林的生态功能,而且还增加了中间收入,是一种简单易行、成本低、效果好的林相改造措施。

关键词:马尾松;次生林;择伐经营;地带性常绿阔叶树种

中图分类号:S791.248 **文献标识码:**A

至2002年我国松材线虫病(*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle)疫区面积已逾8万 hm^2 ,已直接威胁到全国3300多万 hm^2 松林和许多著名风景区与重点生态区域的安全。在南方各省规划的生态公益林中,大部分为马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)天然次生林。面对松材线虫病的巨大威胁,如何科学经营和管理这些以马尾松为主的生态公益林,特别是对一些著名风景区次生松林进行改造,以快速改善危险区次生松林的林分结构与生态功能是一个新的重大课题。

针对松材线虫病危险区次生松林的生态整治,通过人工促成栽培恢复和营建具有地带性的混交林,国内外虽有相关研究报道,但缺少具体成功的简单易行的整治技术。万志洲等^[1]针对南京中山陵风景名胜区森林景观建设的需要,提出“林下补阔技术”改造紫金山疫区次生松林之林相。王希华等^[2]借鉴宫胁法(即依据某地区潜在植被,选择合适植物群落的乔木层优势种构建其自然植被),通过保留和引进木荷(*Schima superba* Carnd. et Champ.)等顶极群落的种苗促使浙江天童国家森林公园马尾松林快速恢复为常绿阔叶林。引进地带性常绿阔叶树种或采用“林下补阔”等措施在技术上是可行的,但仅适用于较小面积的松林改造,对于大面积松林的林相改造和生态整治,其经济代价难以承受,在整体上缺乏有效的技术支撑。

收稿日期:2003-09-09

基金项目:浙江省科技厅重点项目“林种树种结构调整支撑技术研究与示范”(011102166)

作者简介:周志春(1963—),男,江苏丹阳人,博士,研究员。

现有马尾松次生林是在亚热带常绿阔叶林破坏后,以种子入侵林地而形成的。在无人为影响的自然状态下,马尾松林逐渐向地带性顶极群落演替^[3]。借助自然之力,马尾松林的进展演替速度缓慢,需几十甚至上百年的时间。强化人为有效干扰,可快速改善现有森林的群落结构,大大提高森林稳定性、景观多样性和生态功能。本文结合浙江省淳安县启动的千岛湖马尾松林相改造工程,在分析现有马尾松演替动态的基础上,充分运用林窗经营技术,以加快马尾松林的进展演替,提出快速有效改善次生松林林相结构和生态功能的人工促成技术。

1 研究地区自然概况

选择千岛湖国家森林公园的马尾松天然次生林作为研究对象。千岛湖地处中北亚热带的过渡地带,气候温暖湿润,雨量充沛,年均气温 17℃, 10 年积温 5 410℃, 年降水量 1 430 mm, 无霜期 263 d。由于特殊的小气候效应,目前年均气温较建湖前升高 0.3℃, 极端最高气温降低 1.7℃, 极端最低气温升高 4.4℃。水库建成后经过 40 余年的封禁,形成了 2.0 万 hm² 林相结构较好的马尾松次生林。有些次生松林已演替成针阔混交林,而相当数量的松林则具有丰富的以地带性常绿阔叶树种苦槠(*Castanopsis sclerophylla* (Lindl.) Schott.)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.)、石栎(*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai) 为主的林下树木。千岛湖的森林土壤有红壤、黄壤、岩性土 3 类,有机质、全 N 含量中等,有效 P 含量普遍较低。

千岛湖现有马尾松次生林森林景观单一、生物多样性低、稳定性差、生态功能脆弱,对林火和病虫害抵抗力差。20 世纪 70 年代 8 a 一遇的松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker) 危害,到 80 年代 5 a 一遇,90 年代 2 a 一遇,常年危害面积在 1 000 hm² 以上,1996 年高达 2 500 hm²。松材线虫病已在周边的江苏南京、安徽马鞍山和浙江富阳、舟山等地发生,对千岛湖呈包围之势,因此,必须对 82% 划为生态公益林的马尾松次生林林相进行改造。

2 研究方法

试验地设置在浙江省淳安县小金山林场 3 林班 1 小班,该小班位于千岛湖中心湖区,面积 12.1 hm², 坡向东,坡度 30°。选择坡位和立地条件基本一致的马尾松纯林、松阔混交林、阔叶林(林龄 30 年生左右)作为实验地块。1996 年 5—7 月对其中的马尾松纯林和松阔混交林实施“砍松留阔”为主的强度择伐,促进林下地带性阔叶树种的生长与群落演替,以求在不采用皆伐的基础上实行林相改造,获取最大的综合效益。由于择伐后次年的大雪(1997 年 1 月)造成实验地块部分松木的被压,1997 年 4—5 月再次进行以清理雪压木为目的的择伐,其结果马尾松纯林和松阔混交林最后的择伐强度分别为 46% 和 37%。

在上述马尾松纯林、松阔混交林和阔叶林实验地块各设立 1 个固定样地。考虑到南方山体地形复杂、灌丛密集等情况,乔木层选用 20 m × 20 m 的样地^[4],每样地分成 16 个 5 m × 5 m 的样方,灌木及草本层采用每样方右下方 1 m × 1 m 小样方调查,研究“砍松留阔”处理后第 6 a 林下地带性阔叶树的恢复生长和重要值变化,以及群落的树种多样性^[5]。由于本项目为生产性实验,目的在于监测次生松林的林相改造效果,故未设重复。

此外,于 2002 年 10 月在淳安县姥山林场出水坞林区经过林相改造的 1 个林分中设立固定样地,以进一步研究“砍松留阔”对林相改造的效果。1985 年 10 月因姥山林场马尾松无性系种子园花粉隔离带建设的需要,将其周围约 10.8 hm² 以马尾松为优势种的松阔混交林(林龄

在 22 年生左右)中的马尾松全部择伐,经过 17 a 的封禁,现已演替成以苦槠、石栎等为主的常绿阔叶林。由于缺乏马尾松择伐前的林分本底数据,这里仅通过设立 3 个固定样地以说明地带性阔叶树的生长现状。样地的设立与调查方法同上。

3 结果与分析

3.1 地带性常绿阔叶树的重要值变化和恢复性生长

表 1 给出了小金山林区实验地块的次生松林择伐经营前及封禁 6 a 后林内阔叶树的恢复性生长和重要值变化。马尾松纯林经择伐改造 6 a 后,地带性常绿阔叶树苦槠和石栎在乔木层中悄然兴起,其重要值分别达 6.74 % 和 4.49 %,每公顷的株数分别为 150、100 株,平均树高 6.0 m,平均胸径 6.2 ~ 7.6 cm。马尾松纯林择伐后,生长在灌木层的枫香(*Liquidambar formosana* Hance)、白栎(*Quercus favri* Hance)、短柄(*Q. glandulifera* Blume var. *brevipetiolata* (D. C.) Nakai)、黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)等乔木树种以及短尾越桔(*Vaccinium carlesii* Dunn)、隔药柃(*Eurya muricata* Dunn)、木(*Loropetalum chinense* (R. Br.) Oliv.)、尖连蕊茶(*Camellia cuspidata* (Kochs) Wight)等灌木树种,经过恢复性生长也进入林冠的第 2 层,重要值高达 20.73 %,说明该林分通过人为干扰已快速向针阔混交复层林发展。

表 1 小金山林区马尾松次生林实验地块改造前后乔木层树种的生长情况

实验地块	调查时间	乔木层树种	重要值/ %	林分密度/ (株 hm^{-2})	平均胸径/ cm	平均树高/ m	立木蓄积/ ($\text{m}^3 \text{hm}^{-2}$)
马尾松纯林	1996-03	马尾松	100.00	1 700	14.3	12.0	159.723
	2002-10	马尾松	68.04	875	15.5	12.2	97.875
		苦槠	6.74	150	7.6	6.0	2.389
		石栎	4.49	100	6.2	6.0	1.590
		其它阔叶树	20.73	1 100	4.8	4.7	5.978
松阔混交林	1996-03	马尾松	66.87	1 900	14.5	12.0	183.542
		苦槠	25.83	800	12.7	8.8	46.638
		黄檀	3.03	100	11.8	11.3	6.099
		枫香	3.00	100	11.3	7.4	4.068
		其它阔叶树	1.27	100	4.0	4.5	0.368
	2002-10	苦槠	44.82	1 350	12.4	8.5	73.119
		马尾松	34.05	1 000	16.2	13.0	128.619
		枫香	4.05	100	14.0	9.5	7.505
		黄檀	3.87	100	13.3	12.8	8.561
		其它阔叶树	13.21	475	4.7	5.0	2.571
阔叶林	1996-03	苦槠	60.19	1 300	14.6	7.9	92.519
		石栎	8.25	135	8.9	8.3	3.701
		野柿	8.42	225	6.9	6.8	3.216
		其它阔叶树	23.15	500	7.8	6.5	8.852
	2002-10	苦槠	68.73	1 550	14.7	8.7	120.035
		石栎	6.83	150	10.5	11.2	7.193
		野柿	8.41	250	8.8	9.4	7.353
		其它阔叶树	16.03	625	8.8	6.9	14.677

对于马尾松为主的针阔混交林实验地块,经“砍松留阔”改造6 a后,苦槠已成为该林分的优势树种,其重要值由25.83%增至44.82%,提高了73.5%,密度由800株 hm^{-2} 增至1350株 hm^{-2} ,增加了68.9%。乔木层中其它阔叶树的重要值和数量也大幅度增加。从调查结果来看,以苦槠和石栎为主要建群种的北亚热带常绿阔叶林,在6 a的间隔期内主要阔叶树种的高径和树干体积虽在增长,但其重要值和林分密度却变化较小,说明若无外界干扰它应是本地区稳定的森林群落类型。

出水坞林区的针阔混交林在马尾松全部择伐17 a后,林内的苦槠、石栎和青冈等树种的生长得到恢复。在设置的3个固定样地中,苦槠、石栎和青冈3个地带性常绿阔叶树种总的重要值分别达62.10%、37.36%和43.56%,林分密度分别为2050、950、2725株 hm^{-2} (表2)。由于有杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)侵入林层,2号样地的苦槠和石栎林分密度和重要值较低。比较而言,处于下坡的3号样地(侵入的杉木经“拔大毛”择伐利用)其阔叶树的生长最为繁茂,各种阔叶树种总的林分密度高达7950株 hm^{-2} 。

表2 出水坞林区马尾松次生松林择伐封禁17 a后地带性阔叶树的生长现状

样地号	乔木层树种	重要值/ %	林分密度/ (株 hm^{-2})	平均胸径/ cm	平均树高/ m
1(上坡)	苦槠	22.64	800	13.30	9.44
	石栎	39.46	1250	15.13	13.34
	其它阔叶树	30.89	1550		
	杉木	7.01	275	11.48	9.18
2(中坡)	苦槠	8.58	275	13.96	8.95
	石栎	28.78	675	19.91	12.37
	其它阔叶树	41.29	2150		
	杉木	21.35	700	13.59	9.32
3(下坡)	苦槠	24.11	1825	9.05	7.51
	石栎	12.86	800	10.51	8.32
	青冈	6.59	100	14.20	8.75
	其它阔叶树	66.41	5225		
	杉木	9.13	650	7.18	6.60

3.2 次生松林择伐封禁后的群落恢复和树种多样性

小金山林区马尾松纯林和松阔混交林在择伐利用后的头2 a内,其林相结构从远观变化较小,但从近处看,林相破坏却很明显,约每隔50~60 m都留有一纵向宽2~3 m的集材道,成为较明显的“林窗”。株数较少而处于林冠第1层的马尾松与灌木层树木反差非常大。在解除生长受压的限制后,处于灌木层中的苦槠、石栎等经过3~5 a的恢复性生长,相继进入乔木层,林相结构得到快速的恢复。马尾松纯林恢复成为具有较多地带性常绿阔叶树种的松阔混交林,而原来以马尾松为主的针阔混交林演变成为以苦槠和石栎为主的混交林,两者的林分郁闭度从择伐后的0.6,基本上恢复到择伐前的0.9。

通过马尾松的择伐经营,出水坞林区以马尾松为主的针阔混交林在封禁17 a后,已恢复和演替为林相比较好的常绿阔叶次生林,远观似暗绿色的蘑菇群,浑圆形的树冠像波浪漫布山冈^[6]。在不同的地段,地带性常绿阔叶树种苦槠、石栎的树高变化在9~20 m间。乔木层中,

苦槠和石栎的主要伴生树种有冬青 (*Ilex purpurea* Hassk.)、白栎、枫香、野柿 (*Diospyros kaki* Thunb. var. *sylvestris* Makino) 等。灌木层常见树种有隔药柃、木、短尾越桔、尖连蕊茶、杜鹃 (*Rhododendron simsii* Planch.)、山矾 (*Symplocos sumutia* Buch.-Ham.)、毛果南烛 (*Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude var. *hebecarpa* (Franch. ex Forb. et Hemsl.) Chun) 等。

表 3 列出了两林区马尾松次生林择伐封禁后现有的树种多样性。在小金山林区,择伐后的马尾松纯林经过 5 a 的恢复,苦槠、石栎等地带性阔叶树种快速地进入林冠第 2 层。由于出现大量林窗,许多阳性树种如枫香、黄檀、白栎、短柄等,甚至一些灌木树种也同时由灌木层进入林冠第 2 层,结果 Simpson 和 Shannon-Wiener 多样性指数很高,分别达 0.856 和 2.244。原来以马尾松为主的针阔混交林,虽经过择伐出现大量林窗,但原先第 2 层林冠中大量存在的苦槠等地带性阔叶树种仍然会抑制灌木层中一些阳性树种的进入,灌木层中只有苦槠等较耐荫树种才能升入林冠层,乔木层的物种多样性指数就较低。对于以苦槠、石栎为主的较为典型的地带性常绿阔叶林,其林分结构较为稳定,Simpson 和 Shannon-Wiener 多样性指数中等,分别为 0.611 和 1.484。对于出水坞林区以马尾松为主的针阔混交林,马尾松全部择伐后虽然经历了 17 a 的封禁而形成了以苦槠、石栎为优势种的阔叶林,但该群落仍处在进展演替之中,稳定性较差,其林冠层中还存在大量的阳性树种如枫香、野柿、黄檀、白栎等,同样有些灌木树种也进入第 2 林冠层,因而具有较高的物种多样性指数。

表 3 马尾松次生林择伐经营后群落的物种多样性

样地	小金山林区		样地	出水坞林区	
	Simpson 多样性指数	Shannon-Wiener 多样性指数		Simpson 多样性指数	Shannon-Wiener 多样性指数
马尾松纯林	0.856	2.244	1(上坡)	0.804	1.860
松阔混交林	0.466	1.101	2(中坡)	0.895	2.392
阔叶林	0.611	1.484	3(下坡)	0.829	2.164

3.3 次生松林择伐经营获得的经济收益

结合林相改造,通过择伐经营一方面可以获得较好的经济收益,另一方面可以节省松材线虫病发生时对病木处理的费用。小金山林区马尾松纯林实验地块的择伐改造强度为 46% (按蓄积计),采伐蓄积 $79.801 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,出材 $43.89 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$;马尾松阔叶混交林择伐强度为 37%,采伐蓄积 $88.100 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,出材 $48.46 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。经过择伐改造,获得了较高的经济收入,马尾松纯林每公顷收入 22 823 元,马尾松阔叶混交林每公顷收入 25 199 元。

4 结论与讨论

本文以千岛湖国家森林公园的马尾松次生林为例,在分析其种群结构的基础上,运用林窗经营技术,实施择伐经营以调整松林密度,促进林下苦槠、石栎等常绿阔叶树种的生长与群落恢复。千岛湖的马尾松林是经过 40 余年的封禁形成的,本文选择小金山林区坡位和立地条件基本一致的马尾松纯林和松阔混交林作为马尾松择伐实验林分。经过 6 a 的封禁,马尾松林相结构得到快速的恢复,其中马尾松纯林恢复成具有较多地带性常绿阔叶树种的松阔混交林,乔木层中苦槠和石栎大量涌现,两者的重要值已超过 10%,林分密度 $250 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均树高达 6.0 m,而松阔混交林择伐改造 6 a 后,已恢复成以苦槠为主的针阔混交林,乔木层中苦槠的

密度由 800 株 hm^{-2} 增至 1 350 株 hm^{-2} , 重要值由 25.83% 升至 44.82%, 并超过马尾松。作为参照的苦槠和石栎混交林, 苦槠等主要阔叶树种在 6 a 间隔期间的重要值和林分密度变化不大。此外, 本文还报道了出水坞林区 10.8 hm^2 次生松林在马尾松全部择伐 17 a 后林内苦槠、石栎和青冈等恢复性生长。统计发现, 苦槠等 3 个常绿阔叶树种的林分密度为 950 ~ 2 050 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$, 重要值达 37.36% ~ 62.10%, 这进一步说明马尾松择伐经营对次生松林树种结构调整和进展演替的效果。

当马尾松次生林经较高强度的择伐后, 林下的苦槠、石栎等地带性常绿阔叶树种呈现快速的恢复性生长, 同时一些阳性树种如枫香、白栎和一些中生性树种如隔药枥、山矾也大量进入林冠层, 林相结构很快恢复而形成新的森林景观, 较松阔混交林树种的多样性较高, 但这种群落不稳定, 随着进展演替, 阳性和一些中生性树种将逐渐引退, 形成以苦槠、石栎为优势种的地带性常绿阔叶林。树种多样性将下降, 并稳定在一定的高度。

对马尾松次生林实施林相改造, 不仅可快速地诱导培育地带性常绿阔叶林, 提高生态功能, 增添新的森林景观, 而且可有计划地生产松材, 产生较好的经济效益。近年来课题组开始推广应用本实验成果, 仅新安江开发总公司就实施林相改造面积 1 195 hm^2 , 生产木材 26 880 m^3 , 收入 1 290.24 万元。然而由于南方山体复杂, 目前的择伐作业较为粗放, 伐倒木对林下阔叶树造成一定的损伤, 对枝桠材难以处理而只能置留于林中, 这也影响林下阔叶树的生长和短期内的森林景观。为避免和减少这种影响需要改进择伐作业方式, 如利用简易索道集材, 并且应提高对择伐木的综合利用效率。

马尾松次生林的改造方法有多种。对于林下阔叶树种丰富的马尾松纯林和混交林, 运用林窗经营技术, 科学调整松林密度促使地带性阔叶树种的恢复性生长是一种简单易行、效果好、成本低的林相改造措施, 适宜于大面积的推广, 易为群众所接受。对于林下植被稀少的马尾松林, 结合松林密度调整和一些耐荫性优良乡土阔叶树种的引入, 也可达到林相改造的目的。作者曾到过福建省莘口教学林场, 注意到在马尾松林冠下营造闽粤栲 (*Castanopsis fissa* (Champ.) Rehd. et Wils.) 和火力楠 (*Michelia macclurei* Dandy) 等阔叶树种非常成功。作者在浙江省淳安县开展马尾松林冠下营造木荷、香樟 (*Cinnamomum camphora* (L.) Presl.) 等实验, 效果也非常好。然而林冠下阔叶树造林改造松林结构在经济上投入很高, 仅适用于一些风景区内小面积松林的改造。在生产实践中, 可结合林冠下培育珍贵用材如香樟、红楠 (*Machilus thurbergii* Sieb. et Zucc.)、闽楠 (*Phoebe bournei* (Hemsl.) Yang)、南方红豆杉 (*Taxus chinensis* var. *mairii* (Lemee et Levl.) Chang et L. K. Fu) 等以解决马尾松林相改造经济投入高的难题。

参考文献:

- [1] 万志洲, 李晓储, 徐海兵, 等. 南京中山陵风景区常绿阔叶树种引进及风景林林相改造技术的研究[J]. 江苏林业科技, 2001, 28(5): 22 ~ 26
- [2] 王希华, 宋永昌, 王良衍. 马尾松林恢复为常绿阔叶林[J]. 生态学杂志, 2001, 20(1): 30 ~ 32
- [3] 周政贤. 中国马尾松[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001. 172 ~ 173
- [4] 余树全. 浙江淳安天然次生林演替的定量研究[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 17 ~ 22
- [5] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994
- [6] 秦国峰. 千岛湖常绿阔叶林水文生态效益的研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(6): 595 ~ 602

Growth of Broad-leaved Species and Community Restoration of Secondary Masson Pine Forest after Selective Cutting

ZHOU Zhi-chun¹, XU Gaofu², JIN Guoqing¹, HE Jianping²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Xin'an River Development Corporation, Chun'an of Zhejiang Province, Chun'an 311700, Zhejiang, China)

Abstract: Selective cutting trial was conducted on some types of secondary masson pine forest in Qiandao Lake National Forest Park to accelerate growth of underground broad-leaved species, improve rapidly community structure and ecological function, and lessen threat of *Bursaphelenchus xylophilus*. The results showed that growth of zonal evergreen broad-leaved species under canopy such as *Castanopsis sclerophylla*, *Cyclobalanopsis glauca* and *Lithocarpus glaber* increased greatly after six years through selective cutting of secondary masson pine forest with 40% ~ 50% intensity. Its forest form was rapidly restored and a new forest landscape generated. After closed hillside, pure masson pine forest was restored as needle and broad-leaved mixed forest dominated by broad-leaved species. The important value of *Castanopsis sclerophylla* and *Lithocarpus glaber* exceeded 20%, and its forest density was 250 trees per hectare. Needle and broad-leaved mixed forest dominated by masson pine developed rapidly toward succession of evergreen broad-leaved forest. The important value and forest density of *Castanopsis sclerophylla* in tree layer doubled. Analysis suggested that rational selective cutting was a simple and effective method for forest form improvement of secondary masson pine forest, which not only improved its ecological function, but also increased intermediate income.

Key words: *Pinus massoniana*; secondary forest; selective cutting; forest form improvement