

文章编号: 1001-1498(2010)06-0839-06

马尾松与红椎等 3 种阔叶树种营造混交林的生长效果

郭文福, 蔡道雄, 贾宏炎, 温恒辉

(中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西 凭祥 532600)

摘要: 对马尾松分别与红椎等 3 种阔叶树种及与杉木混交试验林的 6 年生和 11 年生林分生长数据进行了分析, 结果表明: (1) 6 年生林分, 混交小区及纯林小区中马尾松的平均树高为 4.6~4.9 m, 平均胸径为 6.0~7.4 cm, 不同混交组合间差异不显著, 但在马尾松 × 米老排混交组合中马尾松生长不良; 11 年生林分, 不同处理对马尾松平均胸径和蓄积量均有显著影响, 其中, 对照(马尾松纯林)的平均胸径和蓄积量最大, 分别为 12.6 cm 和 121.05 m³ · hm⁻²; 马尾松 × 米老排混交组合中马尾松的平均胸径和蓄积量最小, 分别为 8.7 cm 和 43.18 m³ · hm⁻²。(2) 11 年生林分各树种平均树高顺次为: 米老排(14.3 m) > 红椎(10.2 m) > 火力楠(9.9 m) > 杉木(9.1 m) > 马尾松(8.1 m); 马尾松 × 米老排组合中的马尾松和马尾松 × 红椎组合中的红椎, 因林木生长竞争剧烈, 需要及时间伐。(3) 适合培育阔叶树种大径材的松阔混交组合有 2 种, 分别为马尾松 × 红椎和马尾松 × 火力楠, 而米老排以人工纯林方式造林效果好, 初植密度建议为 1 000~1 600 株 · hm⁻²。

关键词: 马尾松; 红椎; 火力楠; 米老排; 混交林; 生长; 径级分布

中图分类号: S791.248

文献标识码: A

An Analysis of the Growth and Structure of Mixed Plantations Consisted of *Pinus massoniana* and Broadleaf Species

GUO Wen-fu, CAI Dao-xiong, JIA Hong-yan, WEN Heng-hui

(Experimental Centre of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Pingxiang 532600, Guangxi, China)

Abstract: ANOVA was used to analyze the 6 years and 11 years growth data of the *Pinus massoniana* (pine) plantation mixed with *Castanopsis hystrix*, *Michelia macclurei*, *Mytilaria laosensis* or *Cunninghamia lanceolata* respectively. The result showed that: (1) The differences of tree height (*H*) and diameter at breast height (*DBH*) of mixed pine plantation were not significant among treatments at the age of 6, and the mean *H* and *DBH* were respectively 4.6—4.9 m and 6.0—7.4 cm, of which the growth was very poor in mixed stand with *Mytilaria laosensis* and the differences of *DBH* and accumulated stock of mixed pine plantation were significant at 11-year-old stands, among which the pure pine stand (the controlled treatment) with 12.6 cm in *DBH* and 121.05 m³ · hm⁻² in accumulated stock is the best for tree growth, however, the pine stand mixed with *Mytilaria laosensis* is the worst with 8.7 cm in *DBH* and 43.18 m³ · hm⁻² in accumulated stock. (2) At the age of 11, the mean *H* for 4 different species in relevant mixed stands respectively were 14.3 m for *Mytilaria laosensis*, 10.2 m for *Castanopsis hystrix*, 9.9 m for *Michelia macclurei*, 9.1 m for *Cunninghamia lanceolata* and 8.1 m for Pine. The pine trees in stand mixed with *Mytilaria laosensis* and the *Castanopsis hystrix* trees in pine-*Castanopsis hystrix* mixed stand mixed should be thinned to a suitable density. (3) Two mixed stands with composition of *P. massoniana* × *Castanopsis hystrix*, and *P. massoniana* × *Michelia macclurei* are suitable to grow valuable big diameter timber for broadleaf species, and *Mytilaria laosensis* is recommended to plant as pure plantation with the best initiative density of 1 000—1 600 trees hm⁻².

收稿日期: 2009-07-10

基金项目: 科技部国际科技合作项目(中德)“生物质资源利用与环境改善的可持续土地利用创新模式”(2008DFA32070)

作者简介: 郭文福(1962—),男,广西北流人,高级工程师.主要研究方向:南亚热带珍贵树种育种及栽培技术. Email. guo_wf@hotmail.com

Key words: *Pinus massoniana*; *Castanopsis hystrix*; *Michelia macclurei*; *Mytilaria laosensis*; mixed stand model; growth; distribution of diameter level

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 是我国松属 (*Pinus* Linn.) 树种中分布最广的一种, 也是我国亚热带东部湿润地区典型的乡土针叶树种, 广泛分布于 15 个省(区), 是南方重要的商品用材树种, 经营马尾松大、中或小径材的经济效益均较好, 但经营马尾松纯林和连茬种植马尾松, 对林地生产力及可持续经营都产生一些负面作用, 如林地有机养分含量, N、P、K、Ca 等大量元素都有不同程度的降低^[1]。营造混交林, 特别是马尾松、杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook) 与乡土阔叶树种营造针阔叶混交林, 是解决这一问题的可行途径^[2-4]。我国南亚热带地区树种丰富, 红椎 (*Castanopsis hystrix* A. DC.) 和火力楠 (*Michelia macclurei* Dandy) 等优良乡土阔叶树种均是营造马尾松阔叶混交林较为成功的树种^[2-6]。营造松阔混交林对马尾松生长及林地生产力的保持和提高有较好的促进作用。优良珍贵阔叶用材林一般以生产大径级用材为经营目的, 其经济效益和森林的多种效益较高^[7], 而通过营造松阔混交林, 既可高效培育优质大径级阔叶用材, 又可在短时间内收获经济效益较好的中、小径级松材, 但相关的试验研究报道较少。本文利用马尾松与米老排 (*Mytilaria laosensis* Lecte.)、红椎、火力楠、杉木的混交试验林 6 年生和 11 年生时的观测数据, 分析了马尾松在几种混交林分中的生长效果, 并评价其对培育优质阔叶用材林的作用, 为南亚热带地区高效、可持续培育马尾松用材林和珍贵优良乡土阔叶用材林提供科学依据。

1 试验地概况

试验地位于广西凭祥中国林科院热带林业实验中心伏波试验场 (22°03'49"N, 106°50'37"E), 属南亚热带季风气候, 年均气温 21.5℃, 年均降水量 1400 mm。土壤为花岗岩发育的红壤, 风化壳厚度 6 m 以上, 土壤层深 1~2 m; 轻黏土, 20~40 cm 土层的土壤密度为 1.20~1.40 g·cm⁻³, 土壤呈酸性 (pH 值 4.3~5.1); 土壤肥力状况中上等, 有机质含量 21~45 g·kg⁻¹, 土壤全 N、全 P、全 K 的含量分别为 0.9~1.1、0.4~0.5、1.8~2.4 g·kg⁻¹。前茬为杉木林。1989 年 10—12 月在采伐迹地炼山后块状整地, 植穴规格为 50 cm × 50 cm × 27 cm。1990 年 3 月按试验设计完成各树种的种植, 初植密度 3 333

株·hm⁻²。2001 年开始间伐, 主要伐除混交林小区中所有的马尾松及小部分阔叶树, 保留阔叶树以培育大径级阔叶用材。

2 试验设计和数据收集

采用随机区组试验设计, 不同的树种组合, 5 个处理, 即马尾松 × 米老排 (M₁)、马尾松 × 红椎 (M₂)、马尾松 × 火力楠 (M₃)、马尾松 × 杉木 (M₄) 和马尾松纯林 (对照, M₅)。马尾松与混交树种比例为 4:1, 每植 4 行马尾松间种 1 行混交树种, 垂直行状混交, 即行的走向为坡面的流水方向, 每小区面积约 0.15 hm²。每区组 3 次重复, 同一区组的坡位和坡向均相同, 立地条件比较一致。

试验观测因子为树高、枝下高和胸径等。从造林第 1 年至第 11 年期间, 间隙性地进行过 9 次固定样地调查, 为突出结果的代表性, 本文分别取其中 6 年生和 11 年生的生长观测数据进行生长效果分析。因为 6 年生是林分郁闭后林木间开始个体竞争分化的阶段, 此时也是生产上的卫生伐起始林龄; 11 年生为中龄林的起始阶段, 林木间分化较大, 一般是第 1 次抚育间伐的开始林龄。本文用数理统计软件 SPSS 中的方差分析及多重比较 (LSD) 方法^[8], 分析不同混交组合林分的生长及其差异性; 用 11 年生林分调查数据, 分析林木的径级分布规律。

林木材积分别按以下公式计算^[9-11]:

$$\text{马尾松: } V_{\text{松}} = 0.7143 \times 10^{-4} D^{1.867008} H^{0.9014632}$$

$$\text{杉木: } V_{\text{杉}} = 0.6567 \times 10^{-4} D^{1.769412} H^{1.069769}$$

$$\text{米老排: } V_{\text{米}} = 0.6833 \times 10^{-4} D^{1.926256} H^{0.8840614}$$

$$\text{红椎和火力楠: } V_{\text{阔}} = 0.5276 \times 10^{-4} D^{1.882161} H^{1.00931}$$

3 结果与分析

3.1 幼龄混交林的生长

对 6 年生林分平均树高和平均胸径进行方差分析, 结果表明: 马尾松在各处理林分间的平均树高和平均胸径差异不显著。由表 1 看出: 马尾松在各混交小区及纯林小区中的平均树高为 4.6~4.9 m, 变化不大; 平均胸径为 6.0~7.4 cm, 变化较大, M₅ 的平均胸径最大 (7.4 cm), M₁ 的最小 (6.0 cm); 总蓄积量中, M₁ 最大, M₅ 次之, 其他处理间马尾松蓄积量和总蓄积差别不大, 说明在此阶段, 混交树种对马

尾松生长的影响未达显著程度。

在5~6年生时, 试验林林分开始郁闭。马尾松在郁闭之初的幼林生长阶段, 由于林木个体间的竞争才刚开始(除M₁外), 不同混交组合对马尾松尚未出现促进生长的正面影响, 反而因树种选择不当, 使马尾松生长受到较大的负面影响, 如在M₁林分中, 由于幼林生长速度较快, 6年生米老排平均树高达8.2 m, 比马尾松高3.5 m; 此外, 米老排枝叶非

常浓密, 叶面指数高, 对强阳性树种马尾松来说, 生长环境的上方和侧方光照均严重不足, 势必影响其正常生长。据观察, M₁林分从第4年开始, 马尾松枝叶稀疏, 并部分开始枯落, 甚至出现少量树木枯死的现象, 而其他处理林分并无此现象。故马尾松×米老排混交组合不能生产有商品价值的马尾松小径材, 但对米老排的生长极为有利, 因为它占据了较大的营养空间。

表1 不同树种混交6年生林分的生长指标

混交林代号	树种	保存率/ %	保存密度/ (株·hm ⁻²)	平均树高/ m	平均胸径/ cm	单株材积/ m ³	蓄积量/ (m ³ ·hm ⁻²)	总蓄积量/ (m ³ ·hm ⁻²)
M ₁	马尾松	91.7	2 445	4.7	6.0	0.008 1	19.802 5	42.411 9
	米老排	92.0	613	8.2	10.0	0.036 9	22.609 4	
M ₂	马尾松	90.5	2 414	4.9	7.3	0.012 1	29.205 0	31.393 6
	红椎	93.5	623	4.8	4.1	0.003 5	2.188 6	
M ₃	马尾松	90.5	2 414	4.6	7.0	0.010 5	25.343 2	29.132 2
	火力楠	95.0	633	5.0	5.0	0.006 0	3.789 0	
M ₄	马尾松	93.2	2 486	4.7	6.5	0.009 4	23.365 1	33.067 2
	杉木	99.1	660	5.6	7.5	0.014 7	9.702 1	
M ₅	马尾松纯林	92.1	3 070	4.8	7.4	0.012 4	38.064 2	38.064 2

3.2 中龄混交林的生长

3.2.1 胸径的生长 由表2可见: M₁中马尾松的平均胸径与其他处理间均差异显著($P=0.05$), 其他各处理间林分中马尾松的平均胸径差异不显著。表3表明: 11年生马尾松在不同混交处理间的平均胸径差异极显著。林分中混交树种平均胸径的大小顺序为: 米老排(18.1 cm) > 杉木(12.9 cm) > 火力楠(12.2 cm) > 红椎(10.7 cm)。马尾松在M₅(纯林)林分中的平均胸径最大, 说明马尾松林在中龄期初, 除米老排外, 其他混交树种无论是杉木还是红椎和火力楠, 对马尾松胸径的生长均未产生显著影响。换言之, 此时马尾松对阔叶树的生长也没有产生明显影响。另外, 混交林中的米老排与一般生产上密度较大的米老排纯林相比, 胸径生长量提高30%以上^[10, 12], 但此时混交林中的马尾松径级太小, 尚无

表2 11年生各混交林分中马尾松的平均胸径和平均树高

混交林代号	平均胸径/cm	平均树高/m
M ₅	12.6 a	8.6 a
M ₂	12.0 a	8.6 a
M ₃	11.7 a	8.1 a
M ₄	11.2 a	7.8 a
M ₁	8.7 b	7.5 b

注: 同列相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著。

大的经济利用价值。

表3 11年生各混交林分中马尾松平均胸径、平均树高生长方差分析结果

观测指标	变异来源	自由度	均方和	均方	F值
平均胸径	组间	4	27.271	6.817 7	8.939 2**
	组内	10	7.627	0.762 7	
	合计	14	34.898		
平均树高	组间	4	2.88	0.720	2.352 9
	组内	10	3.06	0.306	
	合计	14	5.94		

注: $F_{0.05}(4, 10) = 3.48$, $F_{0.01}(4, 10) = 5.99$, 下同。

3.2.2 树高的生长 由表2可见: 不同混交林分中, 马尾松树高间有差别, M₁和M₄林分中马尾松的树高均低于8.0 m。与胸径结果分析相似, 在米老排混交小区(M₁)中, 马尾松生长受到压抑, 生长不良。方差分析结果(表3)表明: 各处理间马尾松的树高差异不显著, 但混交树种间的平均树高相差较大, 其大小依次为: 米老排(14.3 m) > 红椎(10.2 m) > 火力楠(9.9 m) > 杉木(9.1 m)。各混交树种的平均树高均大于相应处理中马尾松的树高, 尤其是M₁处理, 米老排的树高超过马尾松6.8 m, 其他树种也高出马尾松近2 m。由此可见: 11年生混交林分中, 不同树种间, 尤其是马尾松与

阔叶树种间的竞争开始进入较强烈的阶段,此时要根据林分的经营目标,通过间伐对林木密度进行调控。

3.2.3 材积及蓄积量的生长 本试验各处理的林分立木总蓄积量分别由马尾松蓄积量和混交树种蓄积量 2 部分组成。表 4、5 表明:不同的混交组合对马尾松蓄积量的影响达极显著水平;马尾松纯林 (M_5) 的蓄积量最大,是 M_1 林分中马尾松蓄积量的 2.8 倍; M_5 与 M_3 、 M_4 的马尾松蓄积量差异显著,与 M_2 的差异不显著。从 11 年生中龄林马尾松蓄积量来看,混交林造林方式暂无提高马尾松材积生长量的作用。这说明,若以经营马尾松短周期原料林为目的,经营纯林可得到较多的木材产量;从经济收益方面来看,是最佳选择。不同混交组合对林分总蓄积量的影响不显著, M_1 处理由于米老排生长量较大,故总蓄积量最大,其它各处理间的总蓄积量差异不大。

3.3 林分结构及林分质量状况

林木径阶分布能反映林分的生长状况和林木间的竞争关系,是林分结构稳定性的重要指标^[6,11]。林分的径高比不但反映林木的尖削度等形质指标,同时也反映林木间的生长竞争程度,进而反映林分的稳定性。径高比值越小,则林木尖削度越小,林木间的竞争强度越大,林分稳定性弱;反之尖削度越大,林木间竞争越小,林分稳定性强。

表 6 11 年生各混交林分中马尾松的胸径结构

混交林	株数/株	平均胸径/cm	标准差/cm	变动系数/%	偏度	峰度	最小胸径/cm	最大胸径/cm
马尾松纯林 (M_5)	166	12.1	3.625	30.04	0.286	-0.338	3.8	21.3
马尾松 × 米老排 (M_1)	53	8.1	2.350	29.03	0.319	0.195	3.1	14.2
马尾松 × 红椎 (M_2)	159	11.6	3.272	28.33	0.384	0.010	4.0	20.7
马尾松 × 火力楠 (M_3)	148	11.1	3.553	32.02	0.533	0.570	4.7	24.7
马尾松 × 杉木 (M_4)	145	10.7	2.921	27.25	0.317	-0.487	5.3	18.5

根据 11 年生林分调查数据统计,不同混交处理(包括对照)马尾松胸径大于 11.0 cm(即年均生长量 1.0 cm 以上)的株数占总株数的比例,按大小顺次为: M_5 (57.8%) > M_2 (52.6%) > M_3 (47.3%) > M_4 (43.4%) > M_1 (9.4%),与马尾松蓄积量的大小顺次相同。可见,马尾松纯林及其与红椎混交林分的大径级木比例较大,与米老排混交 (M_1) 的最小。各混交组合小区中马尾松林木的径高比,按大小顺次为: M_5 (1 68.3) > M_3 (1 69.0) > M_4 (1 69.4) > M_2 (1 71.4) > M_1 (1 85.2),说明与米老排混交的

表 4 11 年生各混交林分中马尾松平均蓄积量和

混交林代号	林分总蓄积量 $m^3 \cdot hm^{-2}$	
	马尾松蓄积量	总蓄积量
M_5	121.05 a	121.05 a
M_2	102.40 ab	127.76 a
M_3	92.42 b	125.08 a
M_4	83.06 b	118.37 a
M_1	43.18 c	159.38 a

表 5 11 年生各混交林分中马尾松蓄积量和林分总蓄积量方差分析结果

观测指标	差异来源	自由度	均方和	均方	F 值
马尾松蓄积量	组间	4	10 055.9 2 513.961	13.72 **	
	组内	10	1 832.9	183.286	
	合计	14	11 888.8		
林分总蓄积量	组间	4	3 322.2	830.554 8	1.7
	组内	10	4 889.2	488.919 6	
	合计	14	8 211.4		

3.3.1 纯林小区和混交小区的马尾松林分结构及质量 由表 6、图 1 看出:马尾松纯林 (M_5) 的平均胸径最大,径级频率分布图的偏度最小,径级分布最接近正态分布(正态分布的偏度为 0,峰度为 0),说明此处理的林木生长正常,林木间的竞争分化不大;与火力楠混交的小区 (M_3),偏度和峰度都最大的,说明径级分布偏离正态分布较大,主要特点是比平均值稍小径级林木出现的频率较高,大于平均直径林木则有较大的分化,因此,认为此类混交组合林木间开始出现较强竞争,环境空间有利于较大径级林木的发展。

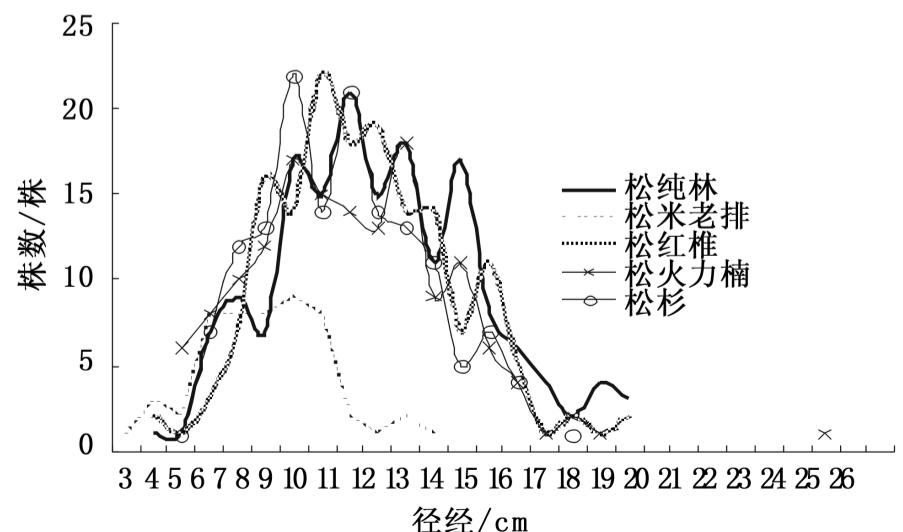


图 1 在不同混交林分中马尾松的径级分布

马尾松径高比最小,林木的尖削度最小,林木间竞争最强,林分稳定性最差;与红椎混交小区的径高比次之(1 71.4);马尾松纯林的林木尖削度最大,林木间竞争不如混交林的剧烈。

据观察,11年生不同混交林分中, M_1 组合的米老排生长最快,而马尾松因光照等条件不足,生长不良,枝叶稀疏,叶色发黄,半数以上林木枯死; M_2 、 M_3 和 M_4 等组合的马尾松生长仍属正常阶段,林分健康状况较好。说明如经营目的树种为马尾松,应选择经营纯林或与红椎、火力楠营造混交林,米老排不合适与其混交。

3.3.2 混交林中阔叶树种林分结构及其质量 表7表明:混交林中米老排生长速度最快,胸径年均生

长达1.6 cm,比普通米老排纯林的生长速度快30%左右,胸径变异系数最小。米老排生长速度快主要与其生物学特性有关,即幼龄阶段一般比马尾松生长快,在混交林中,米老排占据了较有利的生长空间。红椎和火力楠的生长速度比相似条件下的纯林高10%~15%^[5,13],但与马尾松的生长竞争相对较小。由图2可见:在林木径级分布规律上,米老排的径级分布较接近正态分布,有较合理的结构;火力楠次之;而红椎的径级分布与正态分布相差较大,胸径变异系数也比较大,即比平均胸径小的林木集中出现在靠近平均胸径的径级处,而大于平均胸径的林木其径级变幅较大,进而表明,红椎林木径级朝大径级方向分化,林分稳定性不如米老排和火力楠的高。

表7 在混交林中米老排等阔叶树种的径级分布

混交树种	株数/株	平均胸径/cm	变动系数/%	偏度	峰度	最小胸径/cm	最大胸径/cm
米老排	159	18.1 ±2.928	16.19	-0.046	-0.637	11.7	25.9
红椎	176	10.1 ±3.880	38.30	0.386	0.871	1.4	26.3
火力楠	178	11.9 ±3.176	26.76	0.104	0.987	2.5	22.3

在混交林中,阔叶树种的径高比从小到大为:红椎(1 94.7) < 火力楠(1 80.9) < 米老排(1 78.9)。由此表明,红椎林木的尖削度小,干形较圆满;火力楠与米老排林木的干形差不多,尖削度较大;也可进一步说明,红椎林分中林木的竞争程度较后两树种的大,故此年龄段的马尾松 × 红椎混交林要及时进行间伐,调节林木密度使其生长处于最佳状态。

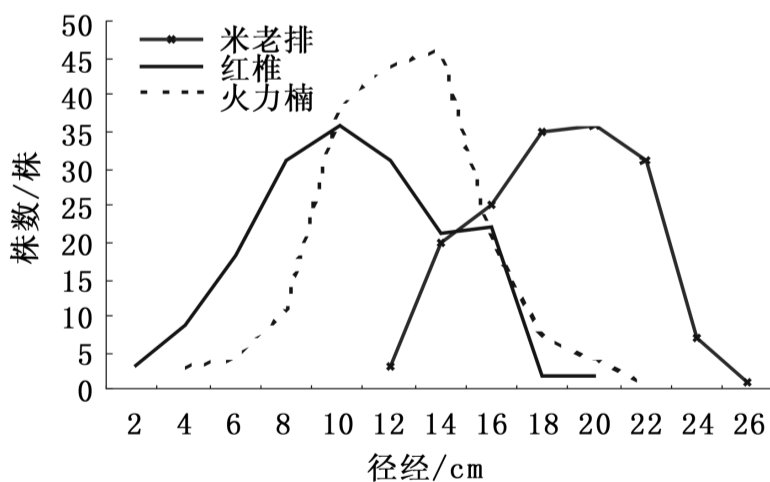


图2 在不同混交林分中阔叶树种林木径级分布

4 结论与讨论

(1) 本试验中,若以经营大径级阔叶材为经营目的的混交林,红椎和火力楠与马尾松营造的针阔混交林,均为较好的混交组合。因为无论是6年生还是11年生,混交林中阔叶树种的生长表现均比一般阔叶纯林好,而此时马尾松的生长尚未受到阔叶树种的剧烈竞争,林木生长正常。11年生马尾松 ×

红椎和马尾松 × 火力楠混交林中,马尾松的平均胸径均达11.1~11.6 cm,接近纯林,且年生长量在1.0 cm以上,属较快的生长速度,若让其生长至12~15年,然后将马尾松全部或大部分间伐,同时也间伐少量生长不良的阔叶树,生产马尾松中小径级材作为短周期造纸原料或人造板原料,可取得较好的经济效益,达到“以短养长”的经营效果;保留的阔叶树在间伐马尾松后,可取得更大的营养空间,有利于培养阔叶树种优质大径材^[7]。

(2) 马尾松 × 米老排混交林分中的米老排生长比一般生产上密度较大的米老排纯林快,6年生林分的平均树高远高于马尾松,11年生林分平均胸径达18.1 cm。因马尾松在其树冠下生长不良,大部分枯死,这相当于密度较小的米老排纯林,据此可推知,若以经营米老排大径材为目的,在较好的立地条件下,经营纯林的初植密度一般为1 000~1 600株·hm⁻²,不宜过密。这样可缩短培育大径材米老排的周期,提高经济效益。

(3) 混交树种的选择、混交比例和混交方式的设计是营造混交林的关键技术。从马尾松林分生长效果看,无论是林分郁闭初期的幼龄阶段,还是中龄林开始阶段,所选的几种树种与马尾松营造松阔或松杉混交林,对马尾松的生长均未起到促进林木生长的作用。主要原因,一方面是混交树种选择不当,如阔叶树种米老排由于其早期生长迅速,枝叶浓密,

严重压抑马尾松的生长,在林分 6 年生之前马尾松就开始大量枯死,说明选择米老排营造马尾松阔叶混交林不适当。其他树种与马尾松的混交林,许多研究结果表明是成功的^[2-6,11],至于本试验的 11 年生林分尚未显示积极的混交效果,可能与混交树种的株数比例过低有关(只占 25%),因为一般马尾松在针阔混交林中,阔叶树种比例大多在 30%~40%^[2-3,5-6,11];另一方面,从混交方式上看,行状混交是采取单行还是多行间混交?混交行的走向以坡面流水方向的行状混交方式还是与等高线平行的行状混交?可能其混交效果大小及出现的早晚是不同的,采取何种方式最好,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 杨承栋,孙启武,焦如珍,等. 大青山一二代马尾松土壤性质变化与地力衰退关系的研究[J]. 土壤学报, 40(12):267-273
- [2] 黄勤坚. 培育马尾松大径材适宜松楠混交模式研究[J]. 广西林业科学研究, 2004, 33(3):119-123
- [3] 曹汉洋,陈金林. 杉木马尾松木荷混交林生产力研究[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(2):158-161
- [4] 梁建平,龙定健,曹艳云. 松阔人工异龄混交林营造技术[J]. 广西林业科学, 1997, 26(13):106-111
- [5] 王道兴. 杉木、火力楠混交林效益与营造技术[J]. 福建林业科技, 1998, 25(4):78-80
- [6] 蒋家淡. 红锥杉木混交造林效果研究[J]. 福建林学院学报, 2002, 22(4):329-333
- [7] 蔡道雄,贾宏炎,卢立华,等. 论我国南亚热带珍优乡土阔叶树种大径材人工林的培育[J]. 林业科学研究, 2007, 20(2):165-169
- [8] 苏宗明,傅荣华,周建斌,等. 统计软件 SPSS for Windows 实用指南[M]. 北京:电子工业出版社, 2000:418-452
- [9] 广西林业勘测设计院、广西林学院. 森林调查手册[R]. 1986
- [10] 陈永富,郭文福. 米老排立木材积表及地位指数表的编制[J]. 林业科学研究, 1991, 4(增刊):117-120
- [11] 林俊平. 红锥不同模式造林效果分析[J]. 福建林业科技, 2002, 29(3):59-61
- [12] 郭文福,李运兴,卢志芳. 米老排人工林生长规律的研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(5):585-589
- [13] 卢立华,汪炳根,何日明. 立地与栽培模式对红锥生长的影响[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5):519-523

文章编号: 1001-1498(2010)06-0845-05

北亚热带天然次生林群落演替对土壤有机碳的影响

马少杰, 李正才*, 周本智, 格日乐图, 孔维健, 安艳飞

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要: 以北亚热带受损天然次生林为研究对象, 探讨了植被演替对土壤有机碳的影响。结果表明: (1) 不同演替年限常绿阔叶林, 土壤有机碳含量均随土壤深度的增加而减少并最终趋于稳定; 土壤有机碳含量均随着演替年限的增加而不断增大, 增加幅度在土壤剖面上呈现波动性; 演替 20 a 到演替 40 a 群落土壤中的有机碳平均含量增加了 56.30% ($P < 0.05$)。 (2) 土壤有机碳储量随土层深度变化的趋势和土壤有机碳含量变化趋势基本一致: 总体上随深度增加而减少, 在 60~70 cm 土层出现波动; 不同土壤层次土壤有机碳储量也随着演替年限增加, 呈上升趋势, 增加幅度在土壤剖面上也呈现出波动性, 0~80 cm 土层有机碳储量平均增加了 56.01%。 (3) 该地区森林土壤碳储量总体上较低, 平均为 $79.13 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 且 0~40 cm 土层贮存的碳量比例相对其它地区要大, 达到 70% 以上。 (4) 两种演替阶段, 土壤有机碳含量与全氮、水解氮、速效磷、速效钾、速效钙、速效镁离子的含量均极显著相关。因此, 应该加强亚热带森林的保护, 促进天然次生林的正向演替, 增加森林生态系统有机碳等的截留。

关键词: 北亚热带; 天然次生林; 群落演替; 土壤有机碳; 有机碳储量

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

Effects of Community Succession on Soil Organic Carbon in North Subtropical Areas

MA Shao-jie, LI Zheng-cai, ZHOU Ben-zhi, GERI-Letu, KONG Wei-jian, AN Yan-fei

(Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract: This paper deals with the effects of community succession on soil organic carbon (SOC) in north subtropical areas. The results showed that: (1) In the succession of evergreen broad-leaved forest, the SOC content decreased and gradually kept a constant level with the increasing of soil depths; the SOC content increased continuously during the secondary forest succession; On the soil profiles, the increasing degree of SOC showed fluctuation; the SOC content of two different succession courses raised by 56.30% ($P < 0.05$). (2) The changing trend of SOC storage was almost the same as that of SOC content: on the whole, it decreased with soil depth, and appeared fluctuation in 60—70 cm; the SOC storage also increased in the community succession. On the soil profiles, the increasing degree of SOC storage showed fluctuation; the SOC storage in 0—80 cm soil layer raised by 56.01%. (3) As a whole, the SOC storage in this region was relatively low, with a mean value of $79.13 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, and the percentage of SOC storage in 0—40 cm soil layer was higher than that of the other forest areas, which was more than 70%. (4) In two restoration stages, the SOC content had a significant correlation with total nitrogen and available N, P, K, Ca and Mg, so it is necessary to enhance the protection of forests in north subtropical areas, which would be beneficial for the forest succession and enhance the C sequestration of forest ecosystems.

Key words: north subtropical China; secondary natural forest; community succession; SOC; organic carbon storage

土壤是植物群落的重要环境因子之一, 其在对植物群落发生作用的同时, 自身发育也受到植物群

收稿日期: 2009-09-14

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目 (RISF060701); 中国林业科学研究院院长基金项目 (CAFYBB2008006)

作者简介: 马少杰 (1985—), 女, 山东烟台人, 在读硕士。

* 通讯作者: 副研究员, 主要从事森林生态研究. E-mail: lizccaf@126.com