

文章编号: 1001-1498(2003)02-0216-09

红松混交林中红松幼树 生长环境的研究进展及展望

张群¹, 范少辉¹, 沈海龙²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 针对我国东北东部山区典型地带性森林植被红松混交林的恢复与发展, 已有大量的研究工作。本文综述了红松混交林中红松幼树阶段生长环境的研究进展, 主要包括林分结构、光照条件、伴生树种、立地条件等几方面的因子对红松幼树生长的影响, 并由此提出了进一步研究的方向。

关键词: 红松混交林; 红松幼树; 环境因子

中图分类号: S791.247 **文献标识码:** A

红松 (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) 混交林是以红松居优势, 伴生有多种阔叶树和部分针叶树的混交林, 主要分布在我国东北(辽宁、吉林、黑龙江三省)的东部山区和俄罗斯远东地区, 在朝鲜半岛以及日本本州、四国等地亦有零星分布。南北跨纬度 $18^{\circ}(34^{\circ} \sim 52^{\circ})$, 东西跨经度 $16^{\circ}20'(124^{\circ} \sim 140^{\circ}20')$, 同时沿 $50^{\circ}N$ 线两侧, 也有红松树种的岛状分布^[1]。一般情况下, 红松只有在集中分布区才形成以红松占优势的森林群落, 而间断分布和岛状分布的红松皆属散生。

1 红松混交林中红松幼树生长环境的研究进展

红松是第三纪保留下来的孑遗种, 它与多树种混生在一起, 形成了茂密的红松混交林。这类原始森林重要的组成树种红松及其混生树种如水曲柳 (*Fraxinus mandshurica* Rupr.)、核桃楸 (*Juglans mandshurica* Maxim.)、黄檗 (*Phellodendron amurense* Rupr.)、紫椴 (*Tilia amurensis* Rupr.) 和红皮云杉 (*Picea koraiensis* Nakai) 等, 均以其高大、通直和优质的木材而闻名遐迩。这些森林是珍贵的生活和生产资源, 也是重要的环境资源, 对气候、水文生态效应和农牧业生产, 具有深远的影响^[2]。自古以来已有众多国内外的专家、学者对红松及其混交林进行了长期、系统的研究, 以摸清红松混交林的群落结构与动态、生物学特性等, 研究领域涉及生态、育种、经理等多学科。由于红松混交林天然分布区域主要局限于亚洲东北部及日本西岸的三角地带, 其中又以我国东北东部地区, 尤其是小兴安岭为集中分布区, 因此对于天然红松混交林的研究主要集中在俄国、中国, 日本和南北朝鲜只有少量的研究文献。其中对红松混交林中红松幼树生长环境的相关研究均有涉及。

俄国的红松林研究始于 19 世纪中叶, 主要研究了红松林的林型划分, 红松混交林的植被

收稿日期: 2002-12-20

基金项目: 国家“十五”重点攻关项目“天然林保育技术研究与示范”(2001BA510B08)

作者简介: 张群(1978—), 女, 福建福州人, 硕士研究生。

发育,在树种更替理论的基础上提出了年龄更替理论,并应用于红松林动态研究中。关于红松混交林的群落结构研究,主要包括对天然红松林的配置结构、复层结构、群团特征、垂直结构以及年龄结构特征等。1867年 . . . 首次注意到红松林内木本层的团状配置特点^[3], . . . 指出红松林的这种团状结构在幼苗、幼树阶段就已形成。 . . . 第一次研究了天然红松林的垂直结构,认为多数林分都具有 2~3 个乔木层,1 个下木层,1 个蕨类层和 2~3 个草本层,此外还有层间植物。关于红松耐荫性的研究, . . . 的研究表明红松不同发育阶段的幼树需要的光照条件是不同的,幼苗适宜的郁闭度为 0.6~0.7,幼树适宜的郁闭度为 0.3~0.5,揭示了红松幼苗和幼树随年龄增长需光量增大的规律。 . . . 提出了阔叶树下红松更新较好的观点^[4]。Pulinets M P^[5]研究了全光及不同程度灌木庇荫条件下,光强对红松生长的影响,并指出在生长初期光强对红松树高生长没有明显影响,但随着红松的生长需要一定程度的林冠遮盖,当林分成林后则需要全光的条件。1956年 . . . 对俄国的红松林研究工作进行了系统的总结和整理,写出了《远东红松林》一书,这标志着俄国红松林研究的鼎盛时期^[4]。

在韩国, Kim Y C^[6~10]对影响红松幼树生长的非生物环境作了系统的研究,主要包括遮荫效果研究、苗期针叶研究、不同光强效果和幼树的栽植密度等。

原始红松林总面积 5 000 万 hm^2 ,中国约占 60%,俄罗斯占 30%,朝鲜半岛只占 10%左右^[11]。我国的红松混交林面积最大,又是其中心分布区(我国东北东部的中低山区长白山、完达山、小兴安岭一带),因此,对红松混交林的生产 and 研究具有重要的作用。我国对红松混交林的研究可追溯至清代以前,并保留有一定的文字记载(《山海经》、后汉《东夷列传》、《魏书》、《北史列传》、《契丹志》、《女真世纪》及《封长白山记》)^[3]。从史料上看,可以说红松混交林的研究史是与其开发史和破坏史同步发展的。至近代,特别是伴随着红松混交林资源的逐渐枯竭,我国学者对红松混交林展开了广泛、全面、深入的研究,主要涉及红松的形态与分布研究,红松混交林的群落、生态学研究,生物学特性研究,杈干性研究,采伐方式及更新方式研究,生理、解剖学研究,遗传品质研究,营造红松人工林及树木利用研究等领域。

然而,由于近几十年来红松混交林资源锐减,红松混交林的采伐方式及森林更新的问题,成为红松混交林资源恢复的关键问题。许多林学家及林业工作者也为此作了巨大努力,并在研究及实践的基础上提出了“栽针保阔”的经营思想。1954年刘慎鄂先生以森林演替的规律为原则提出了应以“推进针叶树种代替杂木林的过渡期为目的”,在阔叶树下加植红松或其它耐荫树种,这是最早提出的“栽针保阔”经营思想。在“东北林区采伐更新问题”的大讨论中,陈大珂、周晓峰针对红松混交林的更新问题提出“留阔栽红的更新途径”,强调“欲恢复红松林,并充分利用森林资源,在大部分的伐区内,以保留阔叶幼树与栽植红松相结合形成针阔混交林的方式较为合适。”通过对红松种群扩散规律及群落动态的进一步研究,周晓峰在 1982 年发表的“阔叶红松林的恢复途径——栽针保阔”一文中系统论述了红松混交林世代更替中的周期性波动规律及地带性顶极在次生演替中对干扰的弹性极限问题。这样,“栽针保阔”作为一种次生天然林林相改良的经营思想逐步形成了^[1]。随着“栽针保阔”经营思想在东北林区的普及,证明了“栽针保阔”是恢复和发展红松混交林的一项有效途径。然而,由于“栽针保阔”思想的发展时间较短,还需要大量的研究工作来充实和完善该理论体系。目前,在“栽针保阔”恢复途径中,林下栽植的红松幼树生长缓慢,郁闭成林较晚,死亡率高,分权率高等问题,给红松混交

林的恢复和发展带来一定困难,为此有关人员开展了大量的研究工作。

1.1 林分结构对红松生长的影响

红松之所以能够形成高干良材,主要是由于其“先高后径”的生长特性,即红松的高、径生长过程在时间和空间上是分异的。由于上层林分的作用,树高的形成主要是在林隙(林分结构)的作用下完成,也就是上方透光侧方庇荫的作用。当红松获得适宜的上层林隙条件生长起来,并进入林冠层后,光照条件改善,这时主干开始分杈,林冠逐渐增大,高生长渐缓,径生长加速。随着红松林木的衰老又形成新的林隙,如此循环不息。因此,红松林木的高、径生长过程受上层林分结构作用,且这种林分结构的抑制效应主要是作用于仍处于林下的红松幼树阶段的垂直空间内。陈动等^[12]就群落结构对红松生长影响的研究结果也证明,在红松幼苗、幼树和小径木阶段生长的竞争关系主要体现在垂直方向上,而达到上层林冠后,竞争关系主要体现在水平方向上。可见,林分结构对红松的生长起着相当重要的作用。不仅如此,郭明辉^[13]对不同林分结构下的人工红松林的木材材质进行了测试和分析,结果表明红松木材的管胞长度、纤丝角、生长轮密度、干缩率和差异干缩、绝大多数力学性质指标差异显著。李俊清等^[14]通过对红松人工幼林透光伐效果的研究,从林分的密度和垂直结构角度分析,得出要加快红松幼年的生长速度,提高森林生产量,切实可行的途径是通过有效的管理方式,建立合理的林分结构。红松半透林内针、阔叶树分别处于不同层次,吸取地上、地下不同空间层次的营养,有利于环境资源的充分利用,且林内红松生长较快。相比之下,单层结构的红松全透林只能从较小的空间范围内取得生活资源,降低了环境容纳量,导致生产力低下。

因此,要加快林下红松幼树的生长速度且生长健康良好,需要科学合理的林分结构。陈动等^[12]就群落结构对红松生长影响的研究还表明,对红松幼株生长影响较大的群落结构因子依次是:最近邻体相对于幼株的方位、最近邻体的树种种类、周围林木的平均冠面积、草本和灌木的盖度,而适宜红松幼株生长的群落结构因子是:上层冠面积较小、最近邻体是阔叶树并处于样木的阴面、草本层和灌木层不发达。研究结果还表明,随着年龄的增大,影响红松生长的结构因子会发生相应的变化。王树力等^[15]通过对原始红松林下红松被压解析木的研究,认为上层结构因子对林下红松生长影响显著,这些因子有树高、树种种类、林下红松年龄、方位、树冠面积等。王树力等^[16]的研究结果也表明,林下红松的生长受上层林冠结构的制约,良好的红松幼苗、幼树生长与阔叶树、稀疏的林冠、适宜的树木方位配置及稍大的干扰强度是分不开的。范竹华等^[17]对杨桦次生林下红松幼树的最佳生长条件进行研究表明,林下无灌木或少灌木、距离立木1.5 m以外,林冠郁闭度0.5~0.6为红松幼树更新的最佳条件,同时提出了通过胸径与林分密度的关系对林分郁闭度进行控制的直接方法。

由此可见,林下红松幼树的生长受到上层林冠结构的制约,也是红松自身生长的生物学特性所决定的。适宜的林隙环境是红松幼树生长的重要保证,影响红松幼树生长的主要林分结构因子为:红松幼树周围林木的树种种类、树高、冠幅及其相对于红松幼树的方位,以及草本和灌木的盖度等。

1.2 光照条件对红松生长的影响

红松生长与光照关系十分密切,可以说光因子是影响红松生长诸因子中的主要因子^[18]。

红松属阳性树种,但幼年阶段适宜一定程度的庇荫,随着年龄的增长,耐荫能力逐渐减弱,需光量不断递增,直至需要全光条件才能维持正常生长。如果长期生存于林冠下,幼树则趋于

衰亡,形成了天然红松林下“只见幼苗,不见幼树”的现象。丁宝永等^[19]经研究证明,当林下光照强度低于 100~250 lx,就会抑制红松生长。

詹鸿振等^[20]研究了不同庇荫条件下的光照特点对红松苗的影响,认为红松幼年由于具有耐荫与生长缓慢等特征,高生长与光照强度没有直接关系,但是综合的生长指标和生物量积累都与光照条件和庇荫特点有关,红松幼苗在林墙下的庇荫下,光照日变化的节律明显,各方光照总和数量较大,其生长好于林冠下栽植的红松苗。刘传照等^[21]经过 3 a 的生态因子观测、红松幼树生长量调查及红松幼树的模拟遮光试验,结果表明生长在林下的红松幼树对光照的要求比其它任何生态因子都具有更大的依赖性。而且,光照条件对红松幼树生长的影响不仅作用于生长季,而且也作用于非生长季,且后者比前者的影响效果更显著。红松幼树的生长随年龄的增大其需光量逐渐增强,因此应及时抚育、逐渐加大透光伐的强度,以满足红松幼树生长的需要。

光照条件对红松生长的影响,不仅是红松自身生长的生物学特性决定的,还在于光照条件对红松幼树光合作用的影响,从而影响幼树的营养物质含量及红松的生长。詹鸿振等^[22]通过对庇荫条件和光照条件下,红松幼树营养特点的研究,认为在庇荫条件下红松幼树能有正常的 N、P、K、Cu 等元素的含量,但对于红松生长季而言,N、P、K 等营养元素却感到不足。且庇荫条件下红松的 Ca、Fe 元素含量较低,生长发育不健壮,其营养元素特点与弱苗相似,此期间应适时透光。李俊清等^[23]通过对天然更新红松幼树叶绿素总量、a/b 比值和高生长的分析也说明了林下光照不足,影响了红松幼树的生长和存活。李俊清等^[24]通过对不同光强下红松幼树光合作用和营养物质含量的季节模式的研究也表明,光是影响红松生长的主要原因,同时红松幼苗生长是受光、养分的季节变化相互影响的。水也是一个重要因素,其自身变化的规律,与其他资源的相互关系以及对红松的影响是很复杂的。

李景文等^[2]在凉水实验林场调查了不同光照条件下(红松幼树周围天然发生的阔叶树和灌丛对其庇荫的状况)11 a 生人工红松幼树的生长状况。从红松幼树所处光照的条件,发现光照对红松生长的影响很大。凡四面有阔叶树、灌丛遮蔽而上方透光的红松,其树干最高(2 m 以上,比上方遮蔽的同年生幼树高 1.7 倍)、生长最快(年平均高生长量 31~35 cm)、干形最好(树干的尖削度小)、冠幅大小也适中;侧方遮蔽的次之,年平均生长量为 23~31 cm,但受单向光照时,树干常发生弯曲;全光条件下(四周无遮蔽)生长的红松,生长量虽然较高(年平均高生长量 25~26 cm),但干形较差(尖削度最大,胸径与地径比值为 0.13~0.20)。生长最差的是受阔叶树上方的遮蔽,同年生长的幼树,树高尚不及 1.3 m,年平均高生长量不足 20 cm。

从上述学者研究就光照条件对红松生长的影响结果看,他们均认为红松幼树阶段适宜的光照条件不是全光,而是需要一定程度的庇荫,这样能减少红松的再生长、早期分杈、推迟结实时间,并能够形成良好的尖削度,但如不适时透光,红松幼树也不能正常生长。

1.3 红松混交林中伴生树种对红松生长的影响

在红松混交林中除红松外还有其他许多混交树种,如水曲柳、核桃楸、蒙古栎(*Quercus mongolicus* Fisch.)、山杨(*Populus davidiana* Dode)、白桦(*Betula platyphylla* Suk.)、紫椴等,它们与红松之间在更新、动态上存在着密切的联系,并构成了整体红松针阔混交林。

从整个林分的动态过程分析,阔叶树与不同年龄阶段的红松存在着明显的动态消长关系。在原始红松林中,阔叶树对红松的伴生作用主要是在红松发育的前期和中期(160 a 以下),具

体表现为对红松更新和生长的抑制或促进。随着红松的发育过程,寿命短的阔叶树逐渐退出林分,寿命较长的阔叶树与红松之间经过竞争,数量逐渐达到稳定;红松处于衰亡阶段时,阔叶树又开始填充林分空间,形成了红松与阔叶树在空间上的消长动态过程。

由于阔叶树的存在,为林下红松生长创造了良好的环境。同时,还抑制红松早期结实,减少病虫害,减少早期分权,从而有利于红松形成高大干材,提高经济效益^[25]。在进行红松人工幼龄林的调控时,周荫祥等^[26]认为,全光不是红松生长的最佳生境,伐除全部上层阔叶树不利于红松生长,林分的蓄积量也最低;而不伐除上层阔叶树和影响红松生长的亚乔木和灌木,红松生长也会受到抑制,应保留适宜或稍多的阔叶树,对提高林地生产力,阔叶树提前间伐利用及减少红松分权都是较为有益的。

徐振邦等^[27]利用红松混交林中红松的主要伴生树种的叶片来研究伴生树种对红松生长的影响。实验证明了椴树和水曲柳凋落物对红松生长的影响,主要是通过改善土壤的理化性质,从而改善了红松的生境,促进红松根系、叶和树干的生长,因此椴树和水曲柳是红松良好的伴生树种;而红松和云杉凋落的针叶却对红松幼苗生长有不利的影响,因此红松纯林或红松与云杉针叶混交林的弊端较多。

在红松进入速生期后,生长速度大大加快,保留阔叶树的密度大小会影响红松的生长,应适时进行透光伐或间伐。阔叶树的密度以及阔叶树侧枝的撞击是影响红松分权的可能因素之一,因此靠保留较多的阔叶树来降低红松的分权率是不现实的,应从营造混交林,加强幼林保护,防治病虫害,人工修枝,抚育间伐等措施入手,才是较好的解决办法^[28]。

1.4 立地条件对红松生长的影响

在红松混交林的自然分布区内,虽然大气候和大地貌已经基本一致,但不同的林地之间仍存在着很大的差异,表现在它们处于不同的地形部位,即立地差异,因而小气候、土壤、水文及其它环境状况也略有不同。

根据林业部带岭林业实验局红松更新调查研究组(1965年)的调查结果分析,红松生长在山上比山下好,坡地比平地好。陈乃全等的研究认为海拔、坡向、坡度等地形因子对人工红松生长均有不同程度的影响。从坡向上看,红松在半阴半阳坡生长好,阴坡比阳坡生长好。李庆超利用多元线性回归和数量化理论方法研究了人工红松林与立地因子之间的关系,结果表明坡形是影响人工红松林生长的主导立地因子^[2]。徐绪双^[29]采用方差分析的方法研究地形因子与人工红松林树高生长和胸径生长的关系,认为不同的坡位、坡向及坡度的组间生长差异不显著,这可能与组间划分的合理性有关。坡的长短会影响林地的排水状况,也影响了红松的生长状况,同样坡度的林地,坡短的排水性较好,幼苗、幼树生长也好,而坡长的排水性较差,或间歇性积水,其幼苗、幼树生长就不好(林业部带岭林业实验局红松更新调查研究组,1965年)^[2]。

土壤因子对红松生长的影响很早就受到普遍重视。60年代就通过造林实践得出了土层厚的地段比土层薄的地段红松生长好的结果。徐绪双^[29]通过对红松生长与立地条件关系的调查研究,认为在立地条件中,表土层(黑土层)厚度是制约红松生长的重要因子。他把表土层厚度划分为20 cm以上,19~11 cm,10 cm以下3个等级,研究结果表明表土层厚、中的平均树高分别比薄的高55.6%和12.5%。土壤越深厚,养分、水分贮备越多,在干旱情况下缓冲能力越强。王政权^[1]在黑龙江省勃力县红松人工林中进行了生长与土壤关系的较详细研究,得出

土壤物理性质中土壤厚度(A+B层厚度)和A层厚度与红松人工林高生长量呈正相关,即随着厚度增加,林木高生长量增大,当土壤厚度从薄层增加到厚层时,红松高生长量相差40%。事实上,土壤因子对红松生长的影响不仅仅表现在土壤厚度。徐厚谦认为土壤因子中起主导作用的有土壤类型、土层厚度、腐殖质层厚度和土壤干湿度。李庆超则认为有土壤种类、土层厚度、黑土层厚度和B层质地。陈乃全还强调了容重作用,因为容重不仅能影响土壤水气比例和土体内生物活动,而且影响土壤团聚体内营养元素的释放和固定,但土壤厚度是主导因素,因此应选择斜坡和缓坡排水良好,土层较深厚的地段^[2]。宋秀琴等^[30]从红松树高生长与林地土壤理化性质的相关关系入手,研究影响红松幼树高生长的主导因子,结果表明,影响红松幼树高生长的主导因子是土壤有机质、全N含量和土壤最大持水量,且与红松幼树高生长呈正相关关系,红松是喜肥不耐旱树种,幼龄阶段对土壤有机质和全N含量及土壤的通透性及持水量要求较高,而对土壤K和P的含量要求不严。因此营造红松时,要选择土壤肥沃、湿润、通透性能良好的宜林地。

水湿地上的红松幼树,由于经常性或季节性积水,使土壤透气性不良,造成根系难以正常生长,使幼树处于弱度生长状态,渐渐趋于濒死。裸露、朝阳、冲风、陡坡的红松林生长最差。因为这类红松,早春容易出现生理干旱现象,影响红松的成活和生长。丁宝永等^[19]认为红松属浅根性树种,根系常呈水平分布,易风倒,适宜土壤深厚、排水良好的地块。

王业蘧^[1]认为红松生长的适宜立地为:坡度平缓,阴坡,低海拔,土壤A层深厚(20cm以上),土壤容重轻,土壤中含P丰富,Ca、Co、Mg、Ni、Mn含量要少。

综上所述,红松生长立地应位于缓坡,阴坡或半阴半阳坡,土壤肥沃、湿润、通透性能良好,土层深厚且腐殖质层厚度大,避免水湿地和冲风口。

1.5 其它相关研究

李俊清等^[31]探讨了原始林下红松幼年生长慢的生理机制,认为由于红松林内土壤偏酸、林下光照强度弱、叶量少、光合产物的积累不多等多种因素,致使红松林下幼树生长强烈受到N素的限制,缺乏N的供应,P也无法用于物质生产之中以促进植物生长,所以生长很慢,有P积累的现象。从其立地条件和林分特征中还发现,红松林的蓄积量和郁闭度过大,由此导致林木间根系竞争养分激烈,异株克生作用加强,土壤动物、微生物的活动受抑等均不利于幼树的生长和矿质元素代谢的现象发生。而解决的主要办法就是改变原始林的结构特征,这样不仅适时改善了林内光照条件,促进了养分循环,还能利用红松幼树的生长,促进林分的天然更新。

在红松幼树阶段,红松的新梢生长所需的养分大部分来自宿存1~3a生针叶的光合作用,少量养分取自茎的贮存,而根系内贮存的养分只能供应根系本身形态的形成。所以,应促进针叶生长,使针叶数量多、长度大、色泽好。对林木的叶锈病、松针病等病害应给予高度重视。保证针叶繁茂生长,增加光照量是保证幼林早期速生的关键^[32]。

红松的自然分布区很小,说明它的生态幅度比较窄,正因为如此,红松对环境条件的微小差异反应极为敏感。红松是一种低补偿点的树种,幼年能耐蔽荫,随年龄的增长需光量相应增加;恢复红松要模拟自然,形成既有上方光线又有侧方庇荫的环境是恢复红松混交林的有效途径^[33]。

椴树红松林中的灌木层及主要灌木树种,虽然在林分的养分循环中处于次要地位,但具有促使林分养分步入良性生物循环的重要作用^[34]。

陈永亮等^[35]对红松纯林与混交林中红松主枝芽的激素含量进行了测定与比较,并对其与红松分权的关系进行了一定的分析,认为无论是在红松纯林还是混交林内,在不同时期,红松分权与主枝顶芽、副芽的内源物质含量水平具有一定的关系。红松分权是多种内源物质共同影响、共同作用的结果,而且这种影响和作用与外界环境条件,如光照等的影响是密切相关的。

在天然红松混交林内,小径红松的发生和生长与上层林冠结构动态有密切联系,对红松林的维持和发展具有重要作用。红松种群由小径红松上升到主林层是其自我维持过程的一个艰难阶段,完成这一阶段需要一定的自身形态特征和生理条件,并且所要求的森林结构条件也是非常苛刻的。时间上要求与上层红松分异、与上层阔叶树趋同;垂直空间上要求去除上层林冠或减少上层林冠层次;水平空间上要求与红松相离,与阔叶树相位合适。若这样的结构条件及一定的自身形态特征及生理条件不存在,小径红松就会被淘汰。尽管如此,红松的高寿命与高耐性使小径红松终究有一定比例上升到主林层^[36]。

刘福祥^[37]、王占富等^[38]均研究了机械损伤对红松生长的影响,认为机械损伤是造成红松侧枝多、分权,提前结实且结实多的原因,红松损伤的树梢若程度不太严重的均能再生长,但其高生长受到抑制,径生长正常。

李景文^[39]提出了“定株培育”的方法,即在团块树群里选出一定数量的红松或在无红松的阔叶树里选出珍贵阔叶树作为培育对象,利用培育木周围的辅佐木,人为创造侧方庇荫和上方透光的适宜林隙条件。该方法是一种按照自然格局的异质性分别采取不同措施,而不是按照人为格局的同一性(同一树种、同一林龄、同一林层)经营森林,将会保留更多动植物种群的栖息地,使森林更加繁茂健康地成长。

王忠利^[40]对红松人工林自然生长规律的研究结果表明,未经人为干扰的红松人工林 10 a 左右郁闭,20 a 以前生长比较快,以后生长趋于平缓。红松在 18 a 以前,种内对环境条件的竞争激烈,林木自然稀疏强烈,大致每隔 5 a 出现 1 次高峰,20 a 以后趋于平稳,因此间隔 4~5 a 应及时抚育间伐和修枝,以提高林地的生产力。

综上所述,关于影响红松混交林中红松幼树生长的相关环境因子的研究已取得了很大的进展,为今后深入地研究影响林下更新红松幼树阶段生长的主要环境因子,并寻找红松单株的最适生长环境规律,建立量化的衡量标准,提供了理论依据和技术指导。

2 研究展望

红松混交林是我国长白山山脉、小兴安岭山脉等温带地区的地带性典型森林植物群落之一。其中的优势树种红松,具有高大耸直,干形圆满,木材物理性质良好,高寿命等特点,生产力水平高,经济价值大,而红松的种子、树脂和树皮等也有很高的经济价值,可以说红松“全身”都是宝,因此自古以来东北东部山区分布广袤的红松混交林一直为世人所瞩目。红松混交林的工业性采伐始于 1903 年帝俄修建中东铁路,由于缺乏对红松混交林资源利用科学的指导思想和对红松混交林采伐更新问题的认识,至 20 世纪 60~70 年代我国的红松混交林资源锐减,出现红松商品材枯竭。目前,天然红松混交林资源已基本消耗殆尽,恢复和发展红松混交林已成为林业工作者刻不容缓的任务。此外,近年来随着我国天然林资源保护工程广泛深入的开展,天然林中生态关键种和主要珍贵或特有树种的保护、恢复和扩繁技术已成为其中的重要一环,红松作为红松混交林中的优势树种,同时也是其生态关键种,自然是东北林区试验示范区

研究的重点。

然而,红松混交林是一种动态且具有较强恢复能力的生态系统,即使遭受了多种自然及人为的干扰,但经过长期更新和演替过程,仍能够恢复为其原有稳定、高产、优质林分,最终达到相对稳定的顶极群落状态。关于恢复和发展红松混交林问题,由于“栽针保阔”思想发展时间较短,其思想系统还不够完善,具体的实施原则和方法还需要经过广泛的实践应用来进一步验证,特别是林下栽植的红松幼树生长缓慢,林分郁闭晚,影响了栽植红松的成活和生长,同时还存在红松结实早、分权率高等问题,给红松混交林的恢复和发展带来一定困难。在东北林区的生产实践中还形成了一些经验性的营林经验,如红松“脱了衬衣穿大褂,摘掉帽子露脑瓜”的说法,就是对红松适宜生境形象贴切的描述,然而它只是停留在经验水平,太笼统,在生产实践中不容易把握尺度,从而也很难将其在生产中推广。因此,将传统经验转化为量化的指标,如用林分的垂直结构、上层阔叶树的开敞度等,来衡量红松的适宜生长环境,将“栽针保阔”经营思想系统化、完整化、具体化,用于红松混交林的恢复与发展是今后研究工作的方向,以对现实的红松混交林恢复和林分结构调整的工作提供科学的指导。

参考文献:

- [1] 王业蓬.阔叶红松林[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1995
- [2] 李景文.红松混交林生态与经营[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1997
- [3] 王凤友.红松研究() [M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1994
- [4] 李景文.提高红松更新与培育质量的研究课题组.研究综述及文献索引[R].哈尔滨:东北林业大学,1992
- [5] Pulinets M P,The influence of light intensity on the growth of *Pinus koraiensis* [J].Lesnoe Khozyaistvo,1986(4):40~42
- [6] Kim Y C,Effect of inorganic environmental factors on the growth of *Pinus koraiensis* seedlings (I) The influence of shading on the growth of seedlings grown on the seedbed[J].Journal of Korean Forestry Society,1986,No. 75(1):43~54
- [7] Kim Y C,Effect of inorganic environmental factors on the growth of *Pinus koraiensis* seedlings. (VII) The influence of shading pretreatment on weight growth in the transplanting bed[J]. Journal of Korean Forestry Society,1988,77(1):100~108
- [8] Kim Y C,Effect of inorganic environmental factors on the growth of *Pinus koraiensis* seedlings. (VIII). The influence on needle leaf growth of seedlings grown on the transplanting bed[J]. Journal of Korean Forestry Society,1988,77(2):193~198
- [9] Kim Y C,Effect of inorganic environmental factors on the growth of *Pinus koraiensis* seedlings (IX). The influence of seedling weight growth and T/R ratio of seedlings in transplanting bed[J]. Journal of Korean Forestry Society,1988,77(4):414~420
- [10] Kim Y C, Chon S K, Effects of inorganic environmental factors on the growth of *Pinus koraiensis* seedlings(X) The influence of shading pretreatment and density on the needle growth and other organs in the transplanting bed[J]. Journal of Korean Forestry Society,1989,78(2),143~150
- [11] 李景文.提高红松更新与培育质量的研究课题组.研究报告[R]哈尔滨:东北林业大学,1992
- [12] 陈动,朱春全,葛建平,等.原始红松林群落结构对红松生长影响的研究[J].吉林林学院学报,1991,7(3):35~39
- [13] 郭明辉.林分结构对人工林红松木材材质的影响[J].东北林业大学学报,2001,29(3):1~6
- [14] 李俊清,王业蓬.红松人工幼林透光伐效果的分析[J].应用生态学报,1991,2(1):8~13
- [15] 王树力,史永纯,鄢德义,等.天然林冠下红松被压木极限生长形态学指标的研究[J].1998,23(2):4~6
- [16] 王树力,武敬辉,史永纯.红松种群天然更新及幼年生长与林分结构关系的研究[J].吉林林学院学报,1998,14(1):6~10
- [17] 范竹华,郑泽玉,崔乐玖,等.次生林下红松幼树的最佳生长条件[J].华东森林经理,2002,16(2):15~18
- [18] 姚国清,池桂清,董兆琪,等.红松生长与光照关系的探讨[J].生态学杂志,1985,4(6):48~50
- [19] 丁宝永,张世英,陈祥伟,等.红松人工林培育理论与技术[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1994
- [20] 詹振鸿,刘传照,徐桂林,等.不同庇荫的光照特点及对红松苗的影响[J].东北林业大学学报,1986,14(2):25~33

- [21] 刘传照,李俊清,金奎刚. 林下光照条件与红松幼树生长的相关性研究[J]. 东北林业大学学报,1991,19(3):103~108
- [22] 詹鸿振,任淑文,沈淑娟. 红松幼树的营养特性研究[J]. 东北林业大学学报,1989,17(1):9~14
- [23] 李俊清,刘传照,姚成滨. 林冠下红松幼树叶绿素含量与生长关系的研究[J]. 东北林业大学学报,1990,18(2):21~26
- [24] 李俊清,柴一新,朱春全,等. 不同光强下红松幼树光合作用和营养物质含量的季节模式[J]. 生态学杂志,1991,10(5):1~5
- [25] 李学文,王清君,姚彦文,等. 红松幼树生长与上层阔叶树开敞度关系的研究[J]. 林业科技,1992,17(6):4~7
- [26] 周荫祥,商永亮,周建宇,等. 红松人工幼龄林调控技术的研究[J]. 东北林业大学学报,2000,28(3):70~74
- [27] 徐振邦,戴洪才,李昕. 主要伴生树种树叶对红松生长的影响[J]. 林业科学,1992,28(4):357~361
- [28] 周荫祥,商永亮,文树森,等. 阔叶树对红阔混交林生长的影响[J]. 林业科技通讯,1994(11):15~17
- [29] 徐绪双. 红松生长与立地条件关系的调查研究[J]. 辽宁林业科技,1986(5):34~37
- [30] 宋秀琴,王作梅. 红松幼树高生长与土壤因子相关关系的研究[J]. 辽宁林业科技,1991(1):23~25
- [31] 李俊清,徐立英,王业蘧. 林下红松幼树氮、磷贮藏与分配对生长的效应研究[J]. 生态学杂志,1987,6(5):3~6
- [32] 李学文. 红松根、茎、叶对新梢高生长的作用[J]. 林业科技,1987(6):9~10
- [33] 梁志广. 红松资源的恢复与经营技术[J]. 吉林林业科技,1989(6):17~20
- [34] 陈永亮,崔晓阳,祝宁,等. 灌木层及主要灌木种在椴树红松林养分循环中的地位与作用[J]. 东北林业大学学报,1998,26(4):7~13
- [35] 陈永亮,张亚非,刘秀芝,等. 红松纯林与混交林红松主枝芽激素含量及其与分权的关系[J]. 东北林业大学学报,2000,28(3):36~39
- [36] 刘洪儒,王树力. 天然红松林内小径红松及其在林分中的作用[J]. 林业资源管理,1994(2):59~64
- [37] 刘福祥. 机械损伤对红松生长及结实的影响[J]. 林业月报,1993(8):20
- [38] 王占富,林柏学. 林木遭受机械损伤引起的变化[J]. 林业月报,1991(12):21
- [39] 李景文. 天然红松混交林恢复的基本对策[J]. 林业月报,1997(4):3
- [40] 王忠利. 红松人工林自然生长规律的研究[J]. 林业科技通讯,2000(7):18~19

Research and Development on the Growth Environment of the Young Tree of *Pinus koraiensis* in *Pinus koraiensis*-Broadleaved Mixed Forest

ZHANG Qun¹, FAN Shaohui¹, SHEN Hai-long²

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

2. Northeastern Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: Many studies have been conducted on recovering and developing *Pinus koraiensis*-broadleaved mixed forest, the typical zonality forest on the northern of northeast China. In this paper, the development of the growth environment of *Pinus koraiensis* young tree on *Pinus koraiensis*-broadleaved mixed forest is reviewed, which include the effect of some factors, such as stand structure, light, associated tree species, site condition, on the growth of *Pinus koraiensis* young tree. The authors also put forward some suggestions on future's study.

Key words: *Pinus koraiensis*-broadleaved mixed forest; young tree of *Pinus koraiensis*; environmental factor