

# 长白山红松阔叶混交林森林天然更新条件的研究

徐振邦, 代力民, 陈吉泉, 王 战, 戴洪才, 李 昕

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

**摘要:** 研究长白山红松阔叶混交林森林天然更新的变化规律及其条件。红松阔叶混交林是长白山主要的森林类型, 保存不多, 对于研究以前森林经营环境具有重要意义。研究的目的在于揭示红松天然更新规律及其与森林组成结构的关系。研究结果表明, 红松阔叶混交林天然更新与森林群落类型, 海拔, 森林植物条件及人类活动等干扰有极大关系。一般在陡坡或山脊上胡枝子柞树红松林中, 那里林冠郁闭度达到 80%~90% 或更大, 林分中红松组成也更大, 红松天然更新良好。每公顷有红松幼苗和小幼树万株以上。但是在郁闭的红松林冠下, 很少能长大。在大部分的阔叶红松混交林中, 除了林冠比较郁闭的地方外, 针叶树包括红松在内的天然更新通常稀少, 每公顷仅有幼苗幼树数千株, 其中大部是阔叶树。随着海拔上升到一定范围, 在更新中云冷杉的成分增加。老择伐迹地由于林下植被密, 常常缺乏更新。74.2% 耐荫树种的幼苗幼树是在林冠下观察到, 它们 70% 以上分布于离立木 2.5m 以内, 这正好等于林木平均冠幅的半径。所以, 红松和耐荫树种幼苗的更新最好是在郁闭的林分下。

**关键词:** 森林天然更新; 红松; 红松阔叶混交林

## Natural regeneration condition in *Pinus koraiensis* broad-leaved mixed forest

XU Zhen-Bang, DAI Li-Min, CHEN Ji-Quan, WANG Zhan, DAI Hong-Cai, LI Xin (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang 110015, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(9): 1413~1420.

**Abstract:** The Korean pine (*Pinus koraiensis*)-broadleaved mixed forest was one of the dominant vegetation types in Changbai Mountain Forests, now it is a rare remnant ecosystem with an irreplaceable reference for understanding the pre-logging environment of the region. Primary objective of this study was to examine the natural regeneration of Korean pine in the forest and its relation to the forest composition and structure. Our results indicated that natural regeneration was closely related to forest community composition, structure and human disturbances such as pine seeds harvesting. Natural regeneration of the Korean pine was moderate in the Mongolian oak-Korean pine forest on steep slopes, where the canopy density reaches 80%~90% or more and the proportion of Korean pine in the forest was high. Over ten thousand seedlings and small saplings of Korean pine per hectare were observed, but they rarely grew up under close canopies. In Korean pine-broadleaved mixed forests there is no much natural regeneration of conifer trees including Korean pine, except in the relatively close canopies. In the Korean pine-broadleaved mixed forests the natural regeneration is largely of hardwood trees, especially seedlings and saplings of *Fraxinus mandshurica*, which sometimes reach more than 13000 plants per hectare. At higher elevations the amount of spruce and fir seedlings and saplings increases. A significant low density of seedlings at the old partially cutting sites was observed, which suggested that partial removals of canopy trees strongly influenced regeneration. Our results also showed that seventy-four per cent of the seedlings and saplings of shade-toler-

收稿日期: 2001-01-28; 修订日期: 2001-06-05

作者简介: 徐振邦, 男, 沈阳市人, 研究员。主要从事森林生态研究。

万方数据

ant species was recorded under the canopy. Interestingly, more than 70% of total natural regeneration of Korean pine was found within 2.5 m from the standing live trees, which is the average radius of crown projection. Therefore, the best seedling regeneration environment of Korean pine and the shade-tolerant species is under the close canopies.

**Key words:** forest natural regeneration, *Pinus koraiensis*; Korean pine broad-leaved mixed forest

文章编号:1000-0933(2001)09-1413-08 中图分类号:S718.5 文献标识码:A

森林天然更新是森林生态系统自我繁衍恢复的手段,因此研究森林天然更新的条件及其与森林群落结构关系是至关重要的。这无论对于了解森林生态系统的动态规律,还是采取合理的经营措施都是非常必要的。在以往的研究工作中,以红松的天然更新开展较多,国内外发表了不少研究论文,揭示了红松天然更新对森林动物的依赖关系<sup>[1~3]</sup>。在长白山红松阔叶混交林生态系统的工作中,关于森林天然更新的研究,涉及了更新的一般状况,红松幼树的生长条件,世代更替,林隙与更新等问题<sup>[4~8]</sup>。至于红松阔叶混交林中各组成树种的天然更新条件,则研究不多。利用 20 世纪 80 年代以来对长白山北坡已有未经整理的有关调查资料加以研究总结,试图寻找红松阔叶混交林中红松及其伴生针阔叶树的天然更新条件及其与森林群落结构的关系,为合理经营阔叶红松林提供科学依据。

## 1 研究地区的自然地理概况

调查地区是在长白山北坡,位于吉林省的东南部,为阔叶红松林的生态分布区。主要的工作是在长白山自然保护区的白山,头道,白河等保护站及其毗邻的白河林业局的和平,红石等林场内开展的。海拔从 600~1350m。气候冬季漫长凛冽,夏季短暂多雨,春季风大干燥,秋季凉爽多雾。年平均气温 0.9~3.9℃。大于或等于 0℃的积温为 2010~2952℃。无霜期长 104~130d,年降水量 632.8~782.4mm。物种丰富。主要树种有红松(*Pinus koraiensis*, P),紫椴(*Tilia amurensis*, T),糠椴(*T. mandshurica*, Tm),色木(*Acer mono*, A),白牛子(*A. mandshuricum*, Am),拧劲槭(*A. triflorum*, At),水曲柳(*Fraxinus mandshurica*, F),蒙古柞(*Quercus mongolica*, Q),裂叶榆(*Ulmus laciniata*, U),大青杨(*Populus ussuriensis*, Po),山杨(*P. davidiana*, Pd),枫桦(*Betula costata*, B),黄菠萝(*Phellodendron amurense*, Ph),核桃楸(*Juglans mandshurica*, J)及红皮云杉(*Picea koraiensis*, Pc),鱼鳞云杉(*P. jezoensis*, Pj),臭冷杉(*Abies nephrolepis*, Ab),沙松(*A. holophylla*, Ah)等。有时还可以遇到长白赤松(*Pinus sylvestriiformis*)与长白落叶松(*Larix olgensis*, L)。很少见到红松纯林,常常形成以红松为优势的针阔混交林或以阔叶树为主的红松阔叶混交林。在其分布的上限常与云冷杉形成红松云冷杉混交林。在陡坡的地形上,可遇到较纯的红松林。

## 2 研究方法

通过线路调查,根据森林植被类型,共建立标准地 11 块,进行立木,植被,更新调查。标准地大小,一般为 50m×50m,大者可达 2hm<sup>2</sup>。立木测定按一般方法,分别树种测量各项立木因子,计算单位面积蓄量,林木组成等。植被分下木,草本层和苔藓层,记载各种类的盖度。更新是通过样方调查进行的。样方的大小是 2m×2m,按机械排列,样方间相隔 2m。数量依标准地面积和更新状况而定,一般为 50~100 个。更新调查的树种是红松阔叶林的主要组成树种,其中特别是红松,云杉和水曲柳等珍贵的针阔叶树种。不包括灌木和亚乔木。为了更好了解更新与植被的关系,根据高度把更新对象分为幼苗,幼树等。对于针叶树其高度<10cm 为幼苗,相当于 1~3 年生,>11cm 的为幼树。对于阔叶树其高度<30cm 为幼苗,高于 30cm 为幼树。调查时记载更新幼苗幼树出现的频度,相应高度,所在样方的主要植物及盖度,上方林木的郁闭度,更新数量,与其和最近立木的距离等。在典型的林分中还进行了大量幼苗幼树年龄与高度调查。

## 3 研究结果

### 3.1 森林天然更新与森林群落类型

**3.1.1 草类灌木红松阔叶混交林的森林天然更新** 主要分布于海拔 650~850m 的山坡下部,靠近小溪附近地形平缓的阴坡数据立 3 块标准地即 T~1, T~3 与 T~6 等。立木主要是以红松为主,组成达 6~9 成,有时大青杨和香杨占较大比重。其他混交树种为水曲柳,椴树和色木等。优势木的最大胸径达 50~100cm,

杨树可达 120cm, 每公顷株数为 150~290 株, 每公顷蓄积量一般 150m<sup>3</sup>, 大青杨树占优势的林分, 可达 520m<sup>3</sup>。由于 20 世纪 40 年代以来遭受过不同程度的择伐, 林冠稀疏, 郁闭度较小, 一般为 0.6~0.7。这为杂草灌木的生长繁殖创造了条件。这些林分本来植物种类繁多, 根据研究, 长白山北坡约有 75% 的高等植物种类集中在阔叶红松混交林带。这里记载到种类有 65 种, 占各标准地植物种类总数约 77%。所以伐后各种植物竞相生长, 形成茂密的林下植被, 严严实实地覆盖着林地。其中灌木的盖度一般为 30%~60%, 优势的种类为毛榛 (*Corylus mandshurica*), 黄花忍冬 (*Lonisera chrysanthy*), 东北山梅花 (*Philadelphus schrenkii*), 乌苏里绣线菊 (*Spiraea ussuriensis*), 盖度可达 10%~25%。草本层盖度为 40%~80%, 有时可达 90%, 高度一般可达 40~50cm。优势种类为山茄子 (*Brachybotrys paridiformis*), 木贼 (*Equisetum hiemale*), 黄瓜香 (*Matteuccia struthiopteris*), 盖度一般从 5%~15%, 山茄子和黄瓜香有时可达到 40%。这些茂密的林下植被, 其落叶常常阻隔了林木种子与土壤接触, 使种子困难发芽。即使发了芽, 也因活地物严实的遮盖, 得不到阳光难以成长。所以这里更新通常很差 (表 1)。幼苗幼树很少, 更新频度均不到 10%。说明这里不仅现在, 而且过去都缺乏更新条件。

**3.1.2 榛子水曲柳红松林的森林天然更新** 分布于海拔 640~1000m, 向阳缓坡或斜坡排水良好的地方。林下植被的盖度比较大, 根据两块 B~1 与 T~3 标准地, 其盖度均达到 80%。也是受择伐影响, 与林冠稀疏有关。林木密度每公顷 210~280 株, 立木以红松为主, 组成达 50%~70%。每公顷蓄积量在 150m<sup>3</sup> 以下。平均胸径为 30~36cm, 最大达 40~50cm。林分郁闭度为 0.6~0.7, 所以林下植物也比较发达。高等植物种类占该植被带高等植物种类总数 37.25%。灌木较密, 总覆盖达 60%~70%。常常以毛榛占优势, 盖度可达 30%~40%。此外主要的还有花楷槭 (*Acer ukurunduense*), 黄花忍冬和东北山梅花等。草本植物盖度为 20%~50%, 主要是山茄子和毛缘苔草 (*Carex compylorina*), 其盖度为 15%。此外较常遇见的为小叶芹 (*Aegopodium alpestre*), 东北猪殃殃 (*Galium dahuricum*), 猴腿蹄盖蕨 (*Athyrium multidentatum*), 羊胡子苔草 (*Carex callitrichos*) 及木贼等。因林下植物不如前述林分茂盛, 所以更新稍好, 每公顷遇到幼树 1000 至 1500 株, 其中部分为红松, 落叶松等针叶树。红松幼树的高度从 20~75cm 不等。落叶松, 水曲柳和色木高 125~150cm, 可见这些幼树均不是近期出现的, 而是在相当长时期以前逐渐积累而成的 (见表 1)。最近更新起来的幼苗极少, 这显然是与择伐后形成茂密的林下植被有关。

**3.1.3 灌木阔叶红松林的森林天然更新** 此森林群落类型出现于长白山台地 650~1000m 的缓坡或阴坡上。共调查了 T~5, H1, H2, No. 1, Ho1 和 Ho2 等 6 个林分的立木因子和植被特征。另外灌木红松杨树林 (T~5) 乃阔叶红松林干扰后派生林分, 所以也列在此处。这些林分大部分未采伐过, 所以林分的密度较大, 为 400~570 株/hm<sup>2</sup>, 蓄积量均达到 400~550m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。只有个别新近择伐的林分, 密度较小, 近 300 株/hm<sup>2</sup>, 蓄积量近 200m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 但这对现有的更新状况无大影响。林分平均胸径 32~42cm, 最大可达 80~92cm。杨树林木平均胸径达 80cm, 最大到 100cm 以上。林分郁闭度也比较大, 一般均达到 0.8。由于林冠密, 林下植被受到限制, 一般总盖度为 30%~40%, 主要灌木为毛榛, 暖木条英迷 (*Viburnum burejaticum*), 五加 (*Aconthopanax sessiliflorus*), 东北山梅花, 东北溲疏等, 盖度不大, 多数不超过 5%, 很少达到 10%。但部分杨树林因树龄大, 林冠透光性强, 植被盖度达 90%。由于林下植被较稀, 减少了对生长条件的竞争, 为幼苗幼树的生长创造条件, 森林天然更新通常较好, 1hm<sup>2</sup> 有幼苗幼数千株到一两万余株。红松更新也不错, 除了 T~5 标地更新的是清一色色木外, 其余的都有不少红松更新, 1hm<sup>2</sup> 约有 1000 余株至 4000 多株幼苗幼树。此外, 还有数百至上千株的云杉, 冷杉或沙松幼苗幼树。在更新组成中, 如表 1 所示, 红松组成达 3~5 成, 云冷杉达 2~5 成。阔叶树更新的树种主要是水曲柳, 色木和糠椴, 紫椴。同时, 还有榆树, 柞树和白牛子等。

**3.1.4 胡枝子柞树红松林的森林天然更新** 该类型出现于陡坡向阳的地方或靠近山脊的两侧, 在线路上遇见两块, 但仅作一块调查, 即标地 Ho3, 海拔 600m。这里红松组成较大, 可达到 9~10 成, 混交树种主要是蒙古栎, 此外有云冷杉及椴树等。通常林分密度高, 蓄积量大, 蓄积为 550m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。因林冠郁闭度大, 达 0.8 以上, 坡度陡, 土壤干燥, 林下植被种类稀少, 盖度不大, 为 30%~40%。灌木优势种类有胡枝子 (*Lespedeza bicolor*), 兴安杜鹃 (*Rhododendron dauricum*)。草本植物层更稀, 山菊 (*Chrysanthemum zawadzki*)。

表 1 红松阔叶混交林天然更新

Table 1 Natural regeneration in different broadleaved *Pinus koraiensis* mixed forests

标准地号 Plot No.	树种 Tree species	频度(%) Frequency	平均高 (cm) Mean height	树高范围 (cm) Height range	株数/hm <sup>2</sup> No. of regeneration /hm <sup>2</sup>	小苗株数/hm <sup>2</sup> No. of small seedling /hm <sup>2</sup>	样方植被盖度(%) Quadrat veget. cover.		优势植物 Dominant plant	更新组成 Regenerat. composition
							有苗 Small seedl. or regenerat.	没更新 No. regenerat.		
T-1		0					80~14		山茄子 黄瓜香	
T-4	色本	4	100	50~150	100	0	66~14.7		山茄子 忍冬	10A
T-6		8								
	色本 水曲柳	4	50		100	0	70	80	山茄子 三梅花	5A5F
		4								
B-1		45								4P4L2F
	红松		75	50~100	500					
	落叶松		125	100~150	500					
	水曲柳		125	100~150	150					
T-3		28			1500		63.3~1		毛榛	9A1P
	红松	4	20	20	200	80	56.7~4.7		山茄子	
	色本	24	152	30~200	1300		50~14.1			
T-5		60							毛榛	10A
	色本	60	70	60~300	4000	0	56~16.2	57.3~14.2	山茄子	
						0	70	56.5~15.4		
H1					10190	1700				4P4Ab1Pi 1T+A
	红松		59	5~100	3950	875				
	云杉		82	5~200	775	25				
	冷杉		86	5~300	3625	275				
	椴树		220	15~300	965	475				
	色本		48	15~100	875	50				
H2					10400	5450				4P3Ab2T 1Pc+A
	红松		15	5~100	4100	2100				
	云杉				475	25				
	冷杉				3025	2000				
	椴树				2250	1175				
	色本				550	150				
Ho1		68			3000	750				3P3Ab2A 1U1B+T
	红松	28	13.2	5~50	850	550				
	冷杉	30	24.5	5~50	950	200				
	沙松									
	白牛子	10	40	15~50	250					
	色木	22	43	40~50	650					
	裂叶榆	8	45	40~50	200					
	椴树	4	50	50	100					
Ho2					2350	600				5P3A2Ab+ Pc,U,Po,Q, Am
	红松	39	14	5~50	1150	600				
	冷杉	15	25	5~50	425					
	云杉	2	50	50	50					
	色木	20	50	15~70	500					
	裂叶榆	3	60	15~70	75					
	杨树	1	70	40	25					
	柞树	2	27	15~40	50					
	白牛子		42	15~70	75					
No. 1		97			20500	14490				6F2A1P 1T+Q,U
	红松				1070	780				
	水曲柳				13000	13000				
	椴树				860	140				
	柞树				210					
	榆				290	70				
	色木				5070	500				

北苍术 (*Attractylis chinensis*), 石防风 (*Peucedanum terebinthaceum*), 宽叶苔草 (*Carex siderotica*) 等是这里的特有种, 但盖度很少超过 5%。森林天然更新通常很好, 尤其红松的天然更新更令人满意。幼苗常常可到 10000 多株/hm<sup>2</sup>, 更新频度达 90%, 此外还有沙松更新。但未见有大量幼树, 这说明这里因上层林冠密, 缺乏良好的幼树生长条件。

表 2 云冷杉红松混交林天然更新

Table 2 Natural regeneration in *Pinus koraiensis* conifer mixed forest

标准地号 Plot No.	树种 Tree species	更新频度(%) Freq. (%)	平均高(m) Mean height	高变动范围(cm) Height range	更新数量/hm <sup>2</sup> No. of regen/hm <sup>2</sup>	小苗数量/hm <sup>2</sup> No. of small seedl./hm <sup>2</sup>	更新样方植被盖度(%) Regen. quad. veget. cover	优势植物 Dominant plant	苔藓盖度(%) Moss cover	更新组成 Regenerat. composit.
B-3		36								
	红松	28	10	5~30	800	400	<5	moss	90	6P3Ab1Pc
	红皮云杉	8	100	10~250	200					
	冷杉	12	30		400					
B-4		100			9625	20375		moss	90	
	红松	60	184	30~500	3375	2500				
	红皮云杉	70	207	30~400	3500	10750				
	冷杉	20	181	40~250	750					
	落叶松	35	419	150~700	1375					
	白桦	15	740	700~800	625	7125				
No. 2		96			9830	2060			80	
	红松				2440	1520				6Ab3P1
	鱼鳞云杉				1300	90				P+L20n+L, B
	冷杉				5720	90				
	落叶松				360	360				
	白桦				10	0				

**3.1.5 藓类云冷杉红松林的森林天然更新** 分布于阔叶红松林带的上限, 海拔 1000~1350m 的地带。调查了 3 片林分(B3, B4 和 No. 2), 林木中有云杉, 冷杉, 红松, 长白赤松和长白落叶松。林分密度大, 蓄积量高, 分别为 600~700 株/hm<sup>2</sup> 和 500m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。林木组成以红松或云冷杉占优势, 红松可占 40%~60%。但受采伐影响变化较大, 强度择伐后保留的林分郁闭度, 密度和蓄积量都很低, 有的形成以落叶松为优势。林分平均胸径 20~36cm, 最大胸径 52~60cm。林下植被简单, 种类少, 盖度小, 盖度一般小于 <10%。灌木主要是青楷槭 (*Acer tagmetosom*), 花楷槭, 兰靛果忍冬 (*Lonicera caerulea* var. *edulis*) 等。草本层遇到多为耐阴小草。主要有酢酱草 (*Oxalis acetosella*), 舞鹤草 (*Mainthemum bifolium*), 七瓣莲 (*Trientalis europaea*), 鹿蹄草 (*Pyrola rotundifolia*), 北悬钩 (*Rubus arcticus*) 等。但藓类很发达, 盖度达 50% 以上。主要是 *Hylocomastrium splendens*, *Rhytiadelphus triquetrus* 等。由于林下植被稀少, 为森林更新创造了很好条件。天然更新很好, 每公顷有幼苗幼树近万株至 3 万株。主要是云冷杉和红松。有时在林窗大的地方, 可见少量落叶松。但其长势很弱, 最后多因林下光照不足而被自然淘汰。由于林下天然更新好, 森林采伐可以使幼树从被压状态下得到解放, 因此在择伐地上常常可见大量的云冷杉和红松等年龄较大的伐前更新的幼树。同时因林下植物种类稀少, 良好的更新条件可持续相当长的时间, 所以林下小苗往往源源不断。

### 3.2 森林天然更新与海拔

由于森林植被类型分布是受海拔的影响, 当然森林天然更新也免不了要受到海拔的制约。从图 1 可以

清楚地看出,如果排除采伐的影响,显然森林天然更新的数量,包括针阔叶树,都是因海拔的上升而明显地增加。在海拔低的地方更新数量不多,每公顷只有幼苗幼树数百株至数千株,随海拔上升,更新的数量就逐渐增至上万株到两三万株不等。而且随海拔上升红松,云杉,冷杉等针叶树的幼苗幼树数量明显增多。这显然是与这些针叶树种的生态学特性和海拔的植物生长条件有关。同时调查到的阔叶树种,大多数适应于中海拔地带生长,随海拔上升,将逐渐为更耐寒的岳桦和花楸(*Sorbus pokuashanensis*)等树种所取代。

### 3.3 森林天然更新与上方林冠

森林天然更新与上方是否有林冠的蔽荫有很大关系。根据不同生长条件森林天然更新调查,847株幼苗幼树分配的情况,从图2可以看出,幼苗幼树,不论是针叶树或阔叶树大部分均出现在林冠下。以红松而言,林冠下的幼苗,一般要比林窗处多4倍以上。若以针叶树而言,出现在林冠下的幼苗要比林窗处也多4倍多。但似乎幼树于林窗处要略多于林冠下。至于耐荫阔叶树种也不例外,在林冠下比林窗处约多出近3倍。在林冠下的幼树数量也稍多于林窗处。可见林窗对森林天然更新的影响首先不是耐荫树种,而应该是喜光的杨桦树种<sup>[5]</sup>。林冠的存在对于出现耐荫树种的幼苗更新显然是有正面的作用。

### 3.4 森林天然更新与最近立木的距离

根据调查,如图3所示,绝大部分的更新包括幼苗幼树(70%以上)是分布在距立木2.5m的范围内。以后逐渐减少,到离树4m以外,几乎寥寥无几了。这种分布趋势不论是红松,云冷杉等针叶树是如此,耐荫阔叶树的幼苗幼树也是一样。这从图4,图5可以清楚看出。而且不仅幼苗多集中分布于立木附近,连幼树也多出现于离树不远的地方。但比较一下针阔叶树幼苗幼树分布的特点,当距立木2.5m时,针叶树的幼苗幼树数量就显著减少,而阔叶树的幼苗幼树要到3m或4m以外方始减少。这可能是因阔叶树幼苗生长较快的缘故,3~4a其高度就可超越30cm而成为幼树,所以在距立木稍远一点的地方,见到的幼树自然也相对较多。

根据对未受干扰林分立木每木检尺的材料及长白山阔叶红松林主要树种冠幅与胸径相关模型,计算出调查林分林木平均树冠投影面积( $S$ )为:

$$S = 6923.04\text{m}^2 / 410 \text{株} = 16.89\text{m}^2 / \text{株}$$

其平均冠幅半径( $R$ )为2.32m。

这与绝大多数更新出现距最近立木的距离极其吻合。可见绝大多数更新的幼苗幼树是出现于林冠的范围之内。这也与上述更新在林冠下出现比林窗内或林中空地上多的调查结果是完全一致的。可见对于耐荫或阴性树种,上层林密,抑制了林下植被发展,可减少其幼苗的竞争,对这些树种的天然更新有利。一但这些树种的幼苗生长超越了草本层,浓密的林冠就会对其幼树生长产生负面影响。此时林窗的出现,无疑就成为其幼树生长的必要条件。因天窗的出现,可为林下幼树腾出要求愈来愈大的生长空间。但是突如其来大面积林中空地也会对林下大幼树甚至小径木造成灾难。因为这样不仅会造成幼树对环境的不适应,也会给许多灌木徒生猛长的机遇,形成了强劲的新竞争对手,而且还会带来许多自然灾害,如强度疏伐后的柞林,使林下红松幼树早春出现严重的“红帽”现象,影响生长,甚至造成大面积死亡。这些耐荫的阔叶红松林组成树种可以在自己的母树下产生幼苗,也可以相互在彼此的林冠下发生,更新的数量主要取决于更新初始条件,即种源,种子发芽和幼苗的生长条件等。林窗的出现主要是为幼树的生长创造条件。

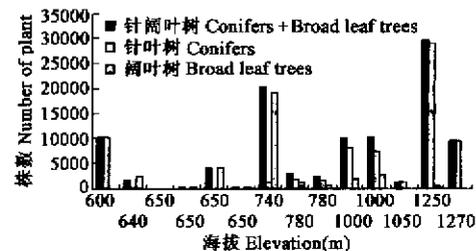


图1 森林天然更新与海拔的关系

Fig. 1 Forest natural regeneration with elevation

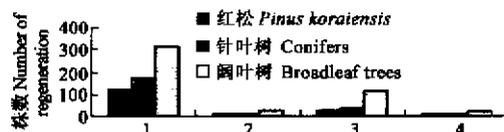


图2 不同条件下的天然更新

Fig. 2 Natural regeneration under different condition

不同生长条件 Different regeneration condition: 1-林冠下幼苗 Seedlings under canopy; 2-林冠下幼树 Saplings under canopy; 3-林窗内幼苗 Seedlings on gap; 4-林窗内幼树 Saplings on gap

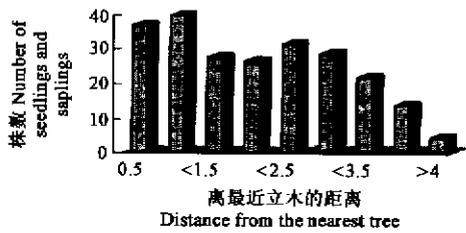


图3 距立木不同距离的更新情况

Fig. 3 Distribution of regeneration in different distance from the nearest tree

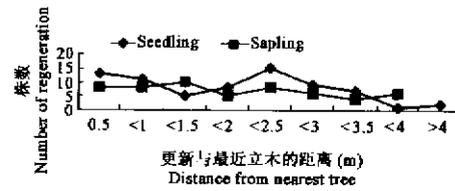


图4 针叶树更新数量按距最近立木距离的分配

Fig. 4 Distribution of coniferous regeneration in different distance of nearest tree

### 3.5 阔叶红松林森林天然更新的分布和密度

对于耐荫的阔叶红松林组成树种,阔叶树有椴树,色木,水曲柳,榆树,槭树等,针叶树有红松,云杉,冷杉,沙松等,具有相当忍耐林冠的蔽荫,在有种源的条件,其天然更新的特点一般是遵循上述规律的。即大多数天然更新是出现在树冠的范围内,而且愈靠近树干基部幼苗数量愈多,离立木距离愈远,更新的幼苗愈少。

3.5.1 森林天然更新的数量分布 至于树种更新的分布状况,即幼苗幼树依立木不同距离的分布状况可从下式求得:

$$M_i = M \times F_i \text{ 或 } M_i = (10000 \div (4 \times V)) \times m \times F_i \quad (1)$$

式中,  $M_i$ : 调查林分单位面积 ( $\text{hm}^2$ ) 某更新段的更新数量;  $M$ : 调查林分单位面积 ( $\text{hm}^2$ ) 的更新数量;  $m$ : 样方调查的更新数量;  $F_i$ : 某更新段的更新率%, 即某更新段的更新数量占调查更新总数量的百分率;  $V$ : 样方总数;  $i: 1, 2, \dots, n$ , 更新段序号, 更新段从立木基部为中心, 半径为 0.5m 开始, 间距为 0.5m 延伸, 所形成的同心圆环, 每圆环宽度均为 0.5m。

3.5.2 更新密度 更新密度 ( $Z_i$ ) 是指每  $1\text{m}^2$  面积上的更新数量, 亦即某一更新段的更新数量被其面积的除数, 可从下式计算:

$$Z_i = (m \times F_i \times n^2) / 4V(2i-1) \text{ 或 } Z_i = (M \times F_i \times n^2) / (10000(2i-1)) \quad (2)$$

式中符号同上。

根据式(2)计算出调查林分与立木不同距离各更新段的更新密度依次为 3.65, 0.9, 0.55, 0.38, 0.34, 0.26, 0.16, 0.08, 0.03。可见更新密度随离立木距离的增加而急剧下降, 到离树 4.5m 时的更新段, 平均仅有 0.03 株/ $\text{m}^2$ , 即相当于  $10\text{m}^2$  才能有一株更新幼苗或幼树。这再一次说明良好的更新不出于离立木太远的地方。

3.5.3 森林天然更新最适林分密度 根据上述更新的幼苗大部分是出现在树冠的范围以内, 设林木树冠投影面积 ( $G$ ) 为胸径 ( $D$ ) 的统计函数, 即  $G = F(D)$ , 则有理由认为要求森林天然更新时的最佳林木密度 ( $S$ ) 应该为:

$$S \geq 10000/G, \text{ 或 } \geq 10000/F(D)$$

## 4 小结

(1) 长山北坡针阔混林森林天然更新状况与森林类型有关, 以陡坡胡枝子柞树红松林更新数量最多, 质量也较好。榛子红松林次之, 蕨类及山茄子红松针阔混交林最差。

(2) 海拔对森林天然更新的影响也很显著。海拔愈高, 云冷杉更新增加, 喜温的阔叶树种在减少, 而耐

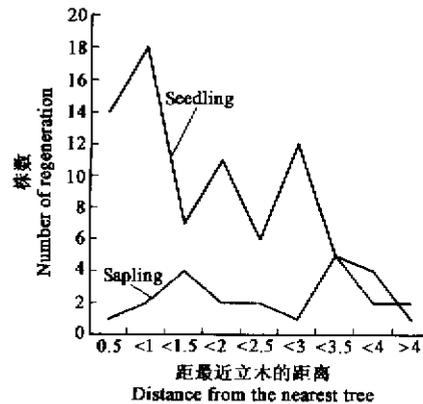


图5 更新数量按距最近立木距离的分配情况

Fig. 5 Distribution of hardwood trees regeneration in different distance from the nearest tree

寒的阔叶树种在增加。

(3) 干扰特别是采伐常常可以改变针阔混交林森林天然更新的方向,造成林下植被迅速繁殖。

(4) 森林天然更新幼苗出现的地方,主要是围绕在树冠半径的范围内。而且一般多在 1m 的范围内。

(5) 根据上述天然更新的特点,可以设计出开始大量森林天然更新的林分,其林木的密度应不小于林分单位面积除以要求更新时立木树冠投影的面积。

参考文献

[ 1 ] 中国科学院林业土壤研究所. 红松林. 北京: 农业出版社, 1980. 248~306.

[ 2 ] Соловьев, К.П. Некоторые факторы влияющие на возобновление кедров под палогом леса и на лесосеках после выборочных рубок. Сб работ ДР.ИХ дальгиз хабарово стр. 58~107.

[ 3 ] 李 昕, 徐振邦, 陶大力. 小兴安岭丰林自然保护区阔叶红松林红松天然更新研究. 东北林业大学学报, 1989, 17(6).

[ 4 ] 王 战, 徐振邦, 等. 长白山北坡主要森林类型及群落结构特点. 森林生态系统研究. 1980(1):25~42.

[ 5 ] 徐振邦, 戴洪才, 谭征祥, 等. 阔叶红松林择伐迹地补植红松最优生长条件的选择. 森林生态系统研究, 1983(3):34~43.

[ 6 ] 伍业钢, 韩进轩. 红松群落结构分析及其天然更新规律. 森林生态系统研究, 1992, (6):14~23.

[ 7 ] 代力民, 陈 华, 赵士洞, 等. 长白山阔叶红松林择伐迹地补植更新的条件. 森林生态系统研究, 1994, (7):16~21

[ 8 ] 吴 刚. 长白山红松阔叶混交林林冠空隙树种更新动态规律的研究. 应用生态学报. 1998, 9(5):449~452.



## 欢迎订阅 2002 年《生态学报》

《生态学报》是中国生态学会主办的综合性学术刊物,创刊于 1981 年。主要报道生态学各领域(如:动物生态、植物生态、微生物生态、农业生态、森林生态、草地生态、土壤生态、海洋生态、淡水生态、景观生态、区域生态、化学生态、污染生态、经济生态、系统生态、城市生态、人类生态等众多学科)的学术论文;特别欢迎能反映现代生态学发展方向的综述性文章;创造性研究报告和研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;生态学重要书刊评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。为促进学术、科研信息的交流,欢迎踊跃投稿。

《生态学报》多年来受到广大读者的欢迎和赞誉。为进一步适应生态学学科发展和学术交流的需要,本刊自 2001 年起由双月刊改为月刊,以加快出版周期,使《生态学报》更好地为国内外从事生态学研究的科技工作者、广大干部及高等院校师生服务。

《生态学报》为月刊,每期 128 页,信息容量约 27 万字。期定价 20.00 元,年定价 240.00 元。国内统一刊号:CN11-2031/Q;国际标准刊号:ISSN 1000-0933;国外发行代号:M670;国内邮发代号:82-7。全国各地邮局均可订阅。

《生态学报》编辑部地址:北京海淀区双清路 18 号,邮政编码:100085,电话:(010)62941099  
E-mail:Shengtaixuebao@sina.com。

### 欢迎订阅! 欢迎投稿! 欢迎刊登广告!