

人为干扰(间伐)对红松人工林林下植物多样性的影响

于立忠¹,朱教君^{1,*},孔祥文²,胡万良²,谭学仁²

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; 2. 辽宁省森林经营研究所, 丹东 118002)

摘要:根据对辽宁东部地区红松人工林林下高等维管植物调查资料,采用 Simpson 指数 (SP), Shannon-Wiener 指数 (SW) 和 Pielou 均匀度指数 (PI) 等进行多样性测度分析,探讨人为干扰(不同间伐强度)对红松人工林林下植物多样性的影响。结果表明:人为干扰改变林下光照环境,促进植物生长,对红松人工林林下高等维管植物的物种多样性产生较大影响。随着干扰(间伐)强度增加,红松人工林林下植物种类、数量明显增加;不同干扰强度区林下植物种类高于对照区 200%~400%;不同干扰强度红松人工林林下植物种类的丰富度和多样性明显高于对照区;人为经营干扰改变了红松人工林林下植物组成,随干扰强度增加,共有物种增加,且人为干扰林分的共有种和相似系数明显高于对照区。

关键词:红松人工林;干扰;物种多样性

文章编号:1000-0933(2006)11-3757-08 中图分类号:S791.270.6;S718.3 文献标识码:A

The effects of anthropogenic disturbances (thinning) on plant species diversity of *Pinus koreansis* plantations

YU Li-Zhong¹, ZHU Jiao-Jun^{1,*}, KONG Xiang-Wen², HU Wan-Liang², TAN Xue-Ren² (1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; 2. Liaoning Institute of Forest Management, Dandong 118002, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26 (11): 3757 ~ 3764.

Abstract: In this paper, we studied the influence of anthropogenic disturbances (thinning management) on the species diversity of understory plants in *Pinus koreansis* plantations in eastern Liaoning province. Investigations were conducted by establishing sample-plot in the experimental sites (20 m × 30 m). Production of trees was estimated by measuring tree height, DBH and canopy width in the experimental sites under different thinning intensities. Diversity of understory vegetation was surveyed by sample plots method in Spring (the middle ten day in May) and Summer (the last ten day in July). Two sample plots (1 m × 10 m) were established in each experimental site along the hillside for surveying the plant species, height, abundance and coverage. Based on the calculations of diversity such as Simpson index (SP), Shannon-Wiener index (SW) and Pielou index (PI), we analyzed the species diversity of understory plants in *Pinus koreansis* plantations. The results showed that anthropogenic disturbances had altered the understory light conditions, improved the growth of vegetation, and impacted obviously the species diversity of higher vascular plants. The more the disturbance density enhanced, the more plant species and quantity increased. There were 2—4 times species in all of the thinned plantations more than those of in the control plantations. The richness and diversity of plant species were significantly higher in *Pinus koreansis* plantations with different disturbances than those in the control plantations. Anthropogenic disturbances changed the composition of understory plants, and the mutual plant species increased with the disturbance intensity enhanced. In addition, both the mutual plant species and analogical coefficient in disturbance plots were higher than those of the control plots. Overall, the results suggested that anthropogenic disturbances not

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30371149);中国科学院“百人计划”资助项目

收稿日期:2006-04-21;修订日期:2006-07-30

作者简介:于立忠(1970~),男,辽宁铁岭人,博士,高级工程师,从事森林生态/森林培育研究。E-mail:ylzylp@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jiaojunzhu@iae.ac.cn

Foundation item: The project was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 30371149);

Received date: 2006-04-21; Accepted date: 2006-07-30

Biography: YU Li-Zhong, Ph. D., Senior Engineer, mainly engaged in silviculture and forest ecology. E-mail: ylzylp@163.com

only improved the biodiversity of understory plants, but kept on the forest ecological benefits (e. g., water conservation), and possibly promoted positive succession of *Pinus koreansis* forests as well.

Key words: *Pinus koreansis* plantations; disturbance; plant species diversity

生物多样性是生态系统持续发展和生产力的核心,是人类赖以生存的条件,是社会经济持续发展的基础^[1]。随着人类影响的日益加大,人工生态系统和人控生态系统中生物多样性的研究和保护逐渐引起人们的重视。近年来发展的一些针叶人工林,在林分郁闭后限制林下其他植物的生长,出现生物多样性明显下降^[2],不能满足健康生态系统异质性的要求,因此十分有必要开展人工针叶林生物多样性的保育研究。红松是我国东部地区重要造林树种之一,目前关于阔叶红松林下植物多样性研究较多^[3~5],但对于红松人工林下植物多样性的研究较少^[6~8]。实施森林分类经营以来,一部分人工林被划入生态公益林,提高该种类型林分的生态功能与效益是我们当前生产与科研面临的重要任务。研究表明,森林生物多样性破坏会给森林生态系统的稳定发展带来严重危害,造成森林的整体生态防护功能下降,而保护和恢复森林生物多样性则能有效地控制和解决这些问题^[9,10]。针对上述问题,本文通过对55年生红松人工林下高等植物调查分析,探讨不同人为干扰(经营性间伐)强度对红松人工林下高等植物物种多样性变化的影响,以期对人工生态群落植物多样性研究及通过人为干扰促进人工林向地带性顶极演替等提供一定基础。同时为今后合理经营人工针叶纯林,充分发挥该类型林分的生态效能和经济效益提供一定的科学依据。

1 试验地概况

研究地点位于辽宁省本溪县草河口镇辽宁省森林经营研究所实验林场的解放林内,地理位置 124°5'N, 41°50'E,平均海拔 645m,坡度为 15~20°。年平均气温 6.1~6.3℃,年最低气温 -33℃,最高气温 32℃,年均降雨量 926.3mm,年蒸发量 1118mm,无霜期 127d^[11]。该地区属长白山脉西南延伸部分,属温带大陆性季风气候。植被为长白植物区系,原始阔叶红松林已被砍伐殆尽,目前绝大多数地区已演变为以柞木林和杂木林为主的次生林^[11]。本实验地林分营造于 1949年,造林密度为 1m×1m,造林前为以山杨(*Populus davidiana*)、桦树(*Betula* spp.)为主的次生林。土壤为山地棕色森林土,土层厚度 30~50cm。

2 研究方法

2.1 不同经营干扰尺度划分

固定样地试验设置于 1968年春,当时林龄为 19年生,间伐强度以单位面积保留林木株数确定,分别设置面积各为 1000 m²的试验小区 5个^[12],最初分别保留 800、1000、1200、1600、2000株/hm²,对照小保留 2340株/hm²。又经过 1972、1982、1996年的 3次间伐后,现林地各小区分别保留 420、530、580、730、980株/hm²,其中对照区从未进行过任何人为干扰的林分,通过自然稀疏保留到现有株数(1360株/hm²)。与对照相比,各小区的采伐干扰强度分别为 69%、61%、57%、46%、28%。

本研究中按照采伐强度将人为经营干扰等级划分为 5级:其中极强度(420株/hm²,69%)、强度(530株/hm²,61%)、中度(580株/hm²,57%)、弱度(730株/hm²,46%)、极弱度(980株/hm²,28%)及对照区(1360株/hm²),目前林分基本稳定,林下植被近 3a变化较小。试验林分基本情况见表 1。

2.2 植被调查

调查采用固定标准地与样方调查结合进行。分别在不同经营干扰强度的红松人工林固定标准(面积为 20m×30m)内进行林木生长量调查,调查因子有树高、胸径和冠幅等。

林下植被多样性调查采用样带法,分别在春季(5月下旬)和夏季(7月下旬),在每块标准地内分别沿山坡设置两个样带,样带面积为 1m×10m,调查每个样带中的植物种类、高度、多度、盖度等,由此计算出种个物种的重要值。同时应用 ZD- 数字式照度计在每个样带两侧间隔 1m处测定光照强度,在林外设对照点,通过每个样带 22个光照测定平均值与林外对照点的比值,计算出该样地的相对光照强度。

2.3 多样性指数计算

表 1 试验林分基本状况

Table 1 The basic status of the experimental stands

类型 Type	胸径 DBH(cm)	坡向 Aspect	坡位 Site condition	海拔 Elevation	林分密度 Stand density(株/hm ²)	相对照度 Relatively light intensity
A	31.36	N	中上	540	420	11.70 %
B	30.98	N	中	540	530	10.89 %
C	28.57	NE	中	530	580	9.03 %
D	26.3	NE	中	530	730	8.05 %
E	23.5	N	中	540	980	10.45 %
F	19.8	NE	上	550	1360	7.47 %

A:极强度区 69 % thinned plot ;B:强度区 61 % thinned plot ;C:中度区 57 % thinned plot ;D:弱度区 46 % thinned plot ;E:极弱度区 28 % thinned plot ;F对照区 control plot ;下同 the same below

多样性指数的计算方法详见文献^[13~16]。

丰富度指数:

$$R_o = S$$

多样性指数采用 Simpson 指数 (SP) 和 Shannon-wiener (SW) 指数计算:

$$SP = 1 - \sum (P_i)^2 ; SW = - \sum P_i \ln P_i$$

均匀度指数采用 Pielou 指数:

$$J_{sw} = \left(\sum P_i \ln P_i \right) / \ln S ; J_{si} = \left(1 - \sum (P_i)^2 \right) / \left(1 - 1/S \right)$$

优势度指数采用 Alatalo 指数:

$$AL = [1 / \sum (P_i)^2 - 1] / [\exp(- \sum P_i \ln P_i) - 1]$$

式中, S 为样方中物种数, P_i 为种的重要值。

群落相似系数采用 Sorensen 指数:

$$IS = [2C / (A + B)] \times 100 \%$$

式中, A 为样地 A 的物种数, B 为样地 B 的物种数, C 为样地 A 与 B 的共有物种数。

3 结果与分析

3.1 不同干扰强度对红松人工林下植物种类的影响

通过对不同干扰强度试验区调查样带内出现植物物种数量的统计,表明对照区无显著的优势种,而在各种干扰试验区中不仅物种数逐渐增加,而且出现显著的优势种(表 2)。干扰区植物总数量比对照区提高 135 % ~ 1321 %,植物物种总数提高 115 % ~ 328 %。根据不同干扰强度区内植物分布情况,以样地内植物物种出现的数量划分为 4 个梯度 (< 10 株, 10 ~ 50 株, 50 ~ 100 株, > 100 株),其中中度以上干扰区内超过 50 株的植物种占总数量的 12 % ~ 18 %,超过 10 株以上的植物种占总数量的 33 % ~ 60 %,而弱度区、极弱度区分别为 4 % ~ 17 % 和 30 % ~ 48 %,对照区仅为 0 % ~ 10 % 和 14 % ~ 26 %。可见人工经营干扰导致红松人工林下植物优势种的增加。

人为经营干扰后,林内光照条件发生变化,林下木本、草本植物种类也发生了变化。耐荫植物衰退,喜光植物增多(见表 3)。从表 3 可见,极强度区(A)林下出现了翅卫矛(*Euonymus macroptera*),五味子(*Schisandra chinensis*),小叶鼠李(*Rhamnus parvifolia*),东北接骨木(*Sambucus mandshurica*),白花绣线菊(*Spiraea alba*)等灌木及花曲柳(*Fraxinus rhynchophylla*)幼苗和 1 年生红松(*Pinus koraiensis*)幼苗,强度区(B)内木本植物只有五种:白花绣线菊,花曲柳、卫矛(*Euonymus alatus*),山里红(*Crataegus pinnatifida*),翅卫矛等;中度区(C)内的木本植物为 6 种,五味子、翅卫矛、南蛇藤(*Celastrus orbiculatus*)、小叶鼠李、白花绣线菊和 1 年生红松幼苗。随着干扰强度的降低,林下木本植物的种类与数量也随之下落,弱度区(D)、极弱度区(E)内木本植物较少,只有 2 ~ 3 种,分别为翅卫矛、小叶鼠李和 1 年生红松幼苗。对照区内只有红松 1 年生幼苗。

表 2 不同密度红松人工林内植物种类分布情况

Table 2 The distribution of plant species at Korean pine plantations with different densities

样地 Plot	季节 Season	植物总数量 Total number of plant	物种数 Number of species	木本植物	草本植物	< 10 株	10 ~ 50 株	50 ~ 100 株	> 100 株
				种数 Number of woody plants	种数 Number of herbaceous plants	(株/20m ²) Less than 10 species	(株/20m ²) 10 ~ 50 species	(株/20m ²) 50 ~ 100 species	(株/20m ²) More than 100 species
A	春季 Spring	1262	60	6	54	34	19	4	3
	夏季 Summer	1895	53	6	47	21	22	6	4
B	春季 Spring	1318	51	5	46	34	11	3	3
	夏季 Summer	5727	58	5	53	33	16	5	4
C	春季 Spring	1150	44	5	39	24	13	2	4
	夏季 Summer	2233	54	5	49	24	21	4	5
D	春季 Spring	6205	42	2	40	28	10	1	2
	夏季 Summer	4588	41	3	38	21	12	4	3
E	春季 Spring	3925	47	2	45	31	12	2	2
	夏季 Summer	3797	56	3	53	29	19	6	2
F	春季 Spring	489	14		14	11	2		
	夏季 Summer	403	19	1	18	14	3	1	1

表 3 不同干扰强度对林下主要高等植物及多度、盖度表

Table 3 The main higher plant species, abundance and coverage at different disturbed plantation

样地 Plot	植物名称 Plant name				总盖度 Coverage	科、属、种 Section, genus, species
	全部木本植物 Whole woody plant	多度 Abundance	主要草本植物 Main herbaceous plants	多度 Abundance		
A	花曲柳 <i>Fraxinus rhynchophylla</i>	Un			0.9	36 科 50 属 53 种
	翅卫矛 <i>Euonymus macroptera</i>	Un	柔枝莠竹 <i>Microstegium vimineum</i>	Cop ³		
	五味子 <i>Schisandra chinensis</i>	Un	粗茎鳞毛蕨 <i>Dryopteris crassirhizoma</i>	Cop ²		
	小叶鼠李 <i>Rhamnus parvifolia</i>	Un	酸模叶蓼 <i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Cop ¹		
	东北接骨木 <i>Sambucus mandshurica</i>	Un	黄精 <i>Polygonatum sibiricum</i>	Cop ¹		
	白花绣线菊 <i>Spiraea alba</i>	Un	东北野大豆 <i>Glycine soja</i>	Cop ¹		
	红松 <i>Pinus koraiensis</i>	Un				
B	白花绣线菊	Un	柔枝莠竹, 粗茎鳞毛蕨, 酸模叶蓼	Cop ³	0.9	36 科 52 属 58 种
	花曲柳	Un	黄精 <i>Polygonatum sibiricum</i>	Cop ²		
	卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	Un	香茶菜 <i>Rabdosia japonica</i> var.	Cop ¹		
	山里红 <i>Crataegus pinnatifida</i> 、	Un	<i>glaucocalyx</i>	Cop ¹		
	翅卫矛	Un	鸡腿堇菜 <i>Viola acuminata</i> Ledeb.	Cop ¹		
C	五味子	Un	柔枝莠竹, 黄精,	Cop ³	0.7	34 科 50 属 54 种
	翅卫矛	Un	粗茎鳞毛蕨、萎灵菜、	Cop ²		
	南蛇藤 <i>Celastrus orbiculatus</i> 、	Un	细辛幌子 <i>Jeffersonia Barton</i>	Cop ¹		
	小叶鼠李	Un	透骨草 <i>Phryma leptostachya</i> var.	Cop ¹		
	红松	Un	<i>asiatica</i>	Cop ¹		
D	白花绣线菊	Un	柔枝莠竹, 酸模叶蓼, 黄精, 铃兰	Cop ³	0.4	26 科 38 属 40 种
	翅卫矛	Un	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	Cop ²		
	小叶鼠李	Un	繁缕 <i>Stellaria dichotoma</i>	Cop ¹		
	红松	Un	水金凤 <i>Impatiens noli-tangere</i>	Cop ¹		
E	翅卫矛	Un	柔枝莠竹, 黄精, 酸模叶蓼	Cop ³	0.5	34 科 48 属 56 种
	小叶鼠李	Un	酢浆草, 透骨草, 水金凤	Cop ²		
	红松	Un	鸡腿堇菜 <i>Viola acuminata</i>	Cop ¹		
		茜草 <i>Rubia cordifolia</i>	Cop ¹			
F	红松	Un	露珠草 <i>Circaea cordata</i>	Cop ²	0.2	17 科 19 属 19 种
		鸡腿堇菜	森林假繁缕 <i>Krascheninnikovia</i>	Cop ²		
		<i>sylvatica</i>	水金凤, 铃兰 <i>Convallaria majalis</i>	Cop ¹		
				Cop ¹		

极强度区(A)林下草本植物较多,包括 29 科 43 属的 46 种草本植物,主要为禾本科,其次为豆科、蓼科、鳞毛蕨科、百合科;强度区(B)林下包括 31 科 47 属的 53 种草本植物,主要为禾本科,其次为唇形科、蓼科、堇菜

科、百合科、蔷薇科、酢浆草科等;中度区(C)的草本植物包括 28 科 44 属 48 种,主要有禾本科、豆科、蔷薇科、透骨草科等;弱度区(D)林下草本植物有 23 科 33 属 37 种,主要有禾本科、石竹科、蓼科、百合科、凤仙花科、酢浆草科等;极弱度区(E)林下有 31 科 45 属 53 种草本植物,主要有禾本科、百合科、堇菜科、蹄盖蕨科、蓼科、酢浆草科、透骨草科、凤仙花科、菊科等,对照区(F)内只有 16 科 18 属 18 种草本植物,主要是柳叶菜科,其次为堇菜科、石竹科、百合科和凤仙花科等。

从总盖度来看,强度区林地最高,其次是中度区,再次是弱度区,对照区的林下植物总盖度最小。这说明人为经营干扰以后,大量阳性杂草侵入,林下植物种类发生改变,林下物种多样性有所提高。

3.2 不同干扰强度的红松人工林下物种丰富度

物种丰富度是反映群落多样性的重要指标之一。干扰对植物组成的影响是广泛存在的,影响结果的不同与植物群落本身的特点、干扰的特征、资源和环境条件的改变等有关^[17]。人为经营干扰强度影响着人工红松林下高等植物的物种丰富度。不同人为干扰强度对林下植物种类的丰富度影响很大(图 1)。无论早春,还是仲夏,不同干扰强度林下植物种类均高于对照区,增加幅度在 2~4 倍之间。人为经营干扰强度的不同导致红松人工林下植物物种丰富度差异较大,其中除极弱度区外,随干扰强度的增加,物种丰富度表现为增加的趋势。对照区及极弱度区、中度区、强度区的夏季物种丰富度高于春季,而弱度区与极强度区的夏季物种丰富度低于春季。极弱度区由于光照充足(表 1)及立地条件等影响,其物种丰富度也高于其它的几种人为经营干扰处理。

通过分析林下相对光照强度与植物物种丰富度的变化(图 2),虽然夏季林下相对光照强度与植物物种丰富度的回归方差分析不显著($p_{春季} < 0.05$; $p_{夏季} = 0.058$),但二者之间的相关性较好,随林下相对光照强度的增加,林下植物物种丰富度增加,由此可以解释极弱度区的物种丰富度高,主要是由于林下相对光照强度较高的原因。

3.3 不同经营干扰强度红松人工林下植物多样性变化

物种丰富度是植物物种多样性的一个侧面,它未能充分反映林分中物种相对多度的信息。而物种多样性指数是把物种数、个体数、分布特性等信息结合过来的一个统计量,能定量反映林分中物种的丰富度、变化程度及均匀性。

人为经营干扰后红松人工林下植物种类、数量发生变化的同时,植物多样性也相应发生变化。从图 3 可以看出,人为经营干扰后红松人工林下植物的 Shannon-Wiener 指数(SW)和 Simpson 指数(SP)随着人为干扰强度的增加而增加,其中以极强度区(A)和中度区(C)为最高,依次为强度区(B),极弱度区(E),对照区(F),弱度区(D)。Pielou 的均匀度指数 J_{sw} 与 J_{si} 及优势度指数 AL 与多样性指数呈相同的变化趋势(图 4、图 5),可见人为经营干扰对红松人工林下植物多样性的影响较大。但春季与夏季木本植物的多样性没有显著的差异($p > 0.05$),部分样地中的木本植物数量差异主要是由于在春季没有 1 年生的红松幼苗,而在夏季却出现了 1

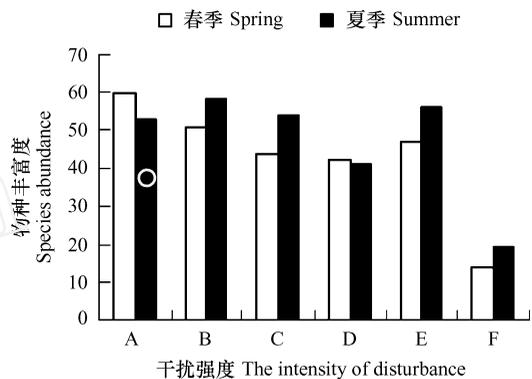


图 1 不同干扰强度下红松人工林下植物丰富度

Fig. 1 The species abundance index of Korean pine plantations with different disturbances

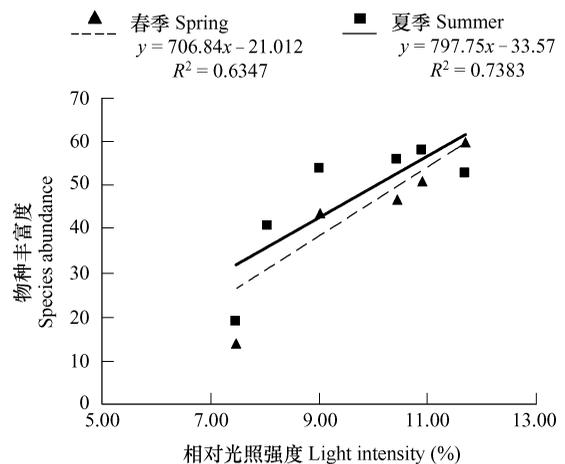


图 2 植物物种丰富度与相对光照强度的关系

Fig. 2 The relationship between species abundance and light intensity

年生红松幼苗(表2)。而图2与图3中春季与夏季红松人工林下植物丰富度与植物多样性指数的差异主要是由于在夏季有少部分早春草本植物已经消失,同时出现更多的草本新物种。

本研究结果与中等干扰假说有一定的差异,中度干扰假说认为:如果扰动速率太低,少数竞争力强的生物类群在群落内取得完全优势;如果扰动速率太高,只有那些生长速度快、侵占能力特强的物种才能生存下来;仅当扰动率中等时,物种生存的机会才是最多的,因此群落物种多样性最高^[18,19]。但本研究所设定的干扰的中等强度等级中的A处理是否可以作为红松人工林人为经营干扰强度的标准,即是否还有干扰的上限有待于进一步探讨。但作为对照区(F)的自然生长红松人工林,其林下植物多样性指数最低,经过人为经营干扰的红松人工林下植物多样性均有所提高,这一结果与对物种丰富度的分析结果是一致的。可见人为经营干扰对提高红松林物种多样性具有明显的作用。

3.4 不同干扰强度及不同季节红松人工林下植物共有种及相似系数比较

林分共有种和相似系数是物种多样性差异的重要表现特征。本试验研究的对象处于立地条件相对一致的生态环境条件下,林下植物组成的差异主要是由于人为经营干扰而引起^[20]。探讨人为经营干扰下红松人工林植物相似性对深入分析人为经营干扰对红松人工林下植物多样性的影响具有重要意义。

从理论上讲,在自然状态下,在一定的尺度范围内,气候土壤条件相同,只要群落的建群种一致,其林下植物应有较高的相似性,较高的共有种,但人为经营干扰改变这一规律。从表4看出,人为经营干扰后红松人工林下植物相似系数较高,但变化较大。对照林分(F)与人工经营干扰的其它5种林分的相似系数最小,只有31%~45%。人为经营干扰强度最大A区与中度区(C)的相似系数最大,达到69%~71%;其余几种干扰强度林下植物相似系数变化在53%~69%之间。

同时从表5还可见对照区(F)与不同强度的人为经营干扰红松林下共有种较少,仅为9~14种,而经过干扰的林下植物共有种较多,达到23~37种;但各林分春季与夏季的共有种的相似系数较大,尤其是对照区与弱度区的相似系数最高,达到82%~84%。其余几种干扰处理林分的相似系数为72%~77%(表4)。可见人为经营干扰改变了红松人工林下植物组成,而随着干扰

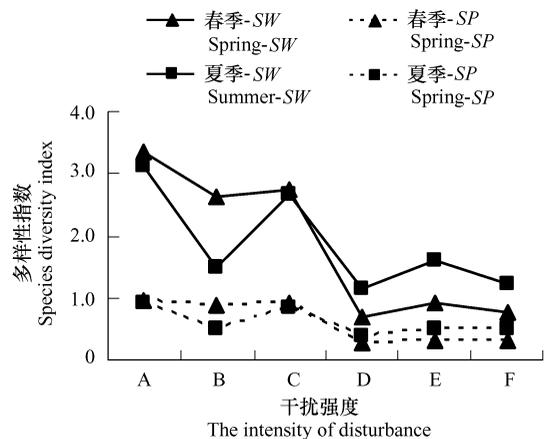


图3 人为经营干扰对物种多样性的影响

Fig. 3 The effects of human disturbance on species diversity

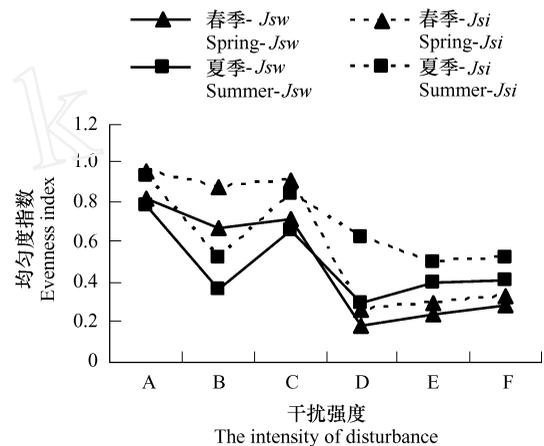


图4 人为经营干扰对均匀度指数的影响

Fig. 4 The effects of human disturbance on evenness index

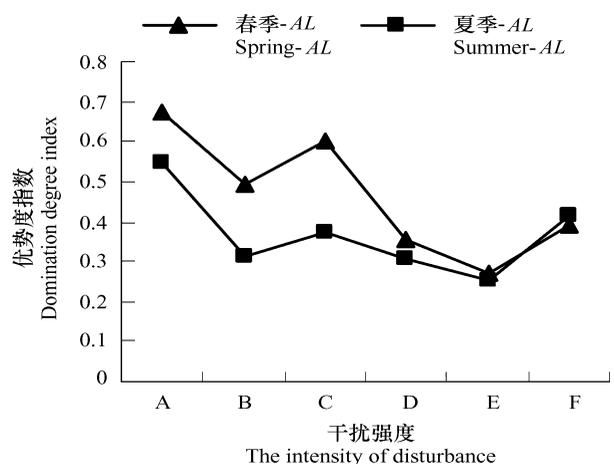


图5 人为经营干扰对优势度指数的影响

Fig. 5 The effects of human disturbance on domination degree index

强度的增加,共有物种增加,且人为干扰林分的共有种和相似系数明显高于对照区。

表 4 不同干扰强度红松人工林下共有种和植物物种相似系数

Table 4 The community species and resemble coefficient of species at different disturbed Korean pine plantation

样地 Plot	春季 Spring						夏季 Summer					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
A		63.64	71.15	58.82	59.81	32.43		57.66	69.16	62.37	62.39	36.11
B	35		63.83	69.57	61.86	34.38	32		58.93	69.39	61.4	36.36
C	37	30		53.49	57.14	31.03	37	33		57.45	65.46	38.36
D	30	32	23		69.66	39.27	29	34	27		60.42	44.07
E	32	30	26	31		39.34	34	35	36	29		42.67
F	12	11	9	11	12		13	14	14	13	14	

表中对角线上部为相似系数,下部为共有种数 Resemble coefficient at the top of table, community species at the underside of table

表 5 不同干扰强度红松人工林下春季与夏季的共有种和植物物种相似系数

Table 5 The common species and coefficient of similarity at different disturbed Korean pine plantation in spring and summer

样地 Plot	A	B	C	D	E	F
相似系数 Coefficient of similarity	72.57	77.06	73.47	82.93	75.73	84.85
共有种 Common species	41	42	36	34	39	14

4 讨论

4.1 人为经营干扰有利于阔叶红松林的进展演替

干扰是种群动态变化的重要因素之一^[21,22],它可以通过改变生境条件、增加生境异质性等许多复杂的过程使植物群落本身发生结构、动态过程的变化,甚至改变其演替方向。尤其是对人工林群落的人为干扰,直接影响着群落的发展与稳定。人为经营干扰的时间、强度、间隔期等都影响着干扰的结果,对提高植物群落的稳定性与多样性具有重要的意义。对红松人工林的人为经营干扰,一方面是森林生态系统经营的要求,另一方面也是提高林下植物多样性,持续发挥林地生态效益的要求。通过长时间的人为干扰,逐渐增加人工红松林的干扰强度,容易使一些喜光植物得以侵入,增加了林下植物的多样性,有利于维持和促进森林生态系统的平衡与稳定,调整人工林生态系统的演替方向。在以后的经营过程中,逐渐保留有培育前途的阔叶树,将人工红松纯林诱导成红松阔叶混交林,有可能缩短阔叶红松林的培育周期,促进阔叶红松林的演替进程。本研究的干扰时间长达 40 多年,但还需要更长时间的干扰及更大强度的干扰来证实人为经营干扰的效果,这需要进一步的深入研究。

4.2 人工生态公益林的经营理念

森林经营具有改善生物多样性的作用,同时也可调整林分结构,改善森林的整体功能的作用,因此在日益关注森林可持续发展的背景下迫切需要评估不同森林经营技术对森林结构和功能的影响。森林经营者需要知道一些经营方法和措施如何影响森林生物多样性,提高森林的整体生态功能,迫切需要利用现有的信息和数据建立模型,对下一步经营活动的影响做出可靠的动态预测,从而对经营和保护做出正确的选择^[23]。森林经营作为一种人为干扰,对林分物种组成的影响与干扰强度^[24]、频度^[25]、大小^[26]等有关,其干扰方式包括皆伐、择伐、渐伐等。不同的经营方式和强度对森林生态系统造成的干扰程度不同,依据中度干扰学说和林隙动态理论^[20],采取合理的经营方式,控制干扰强度,是进行森林经营,维持森林多样性,实现森林的可持续利用的一种有效方法。

近年来,由于森林分类经营和生态环境建设的需要,一些区域内的人工红松纯林被划分为生态公益林(即大江、大河的源头及水库上游的水源涵养林),其主要功能是提供最大的生态防护功能和发挥最大的生态效益。因此应改变过去以用材为主的经营思想,最大限度发挥其生态效益是人为经营的主要目的。人为经营干扰是提高林下植物种类与数量,提高人工林物种多样性与生态稳定性的一种重要措施与途径,同时人为经营干扰也是培育大径级材的重要手段之一,今后应加大对人为经营干扰对林分稳定性、物种多样性、生态系统持续发展能力等方面的研究。

References:

- [1] Chen B H. Status and outlook for protection of the world biological diversity. *World Forestry Research*, 1993, 6(4) : 1 ~ 6.
- [2] Xie Y. Restores Chinese the natural vegetation. Beijing: China Forestry Publishing Company, 2002. 25 ~ 88.
- [3] Hao Z Q, Tao D L, Zhao S D. Diversity of higher plants in broad-leaved Korean pine and secondary birch forests on northern slope of Changbai Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1994, 5(1) : 16 ~ 23.
- [4] Sang W G, Li J W. Dynam ics modeling of Korean pine forest in southern Lesser Xingan Mountains of China. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, 18(1) : 38 ~ 46.
- [5] Zhao X H, Zhang C Y, Zheng J M. Correlation between gap structure and tree diversity of mixed-broad-leaved Korean pine forests in northeast China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(12) : 2236 ~ 2240.
- [6] Zhou Y M, Han S J, Zhang J H, *et al.* Photosynthetic characteristics of three tree species seedlings in Changbai Mountain under different CO₂ concentrations. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(1) : 41 ~ 44.
- [7] Yu L Z, Zhu J J, Shi J W, Y *et al.* Productivity and species diversity of artificial broad-leaved Korean pine forests in eastern Liaoning mountainous areas. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(12) : 2225 ~ 2230.
- [8] Hu W L, Tan X R, Zhang F, *et al.* Effect of tending felling on biomass of *Pinus koraiensis* plantation. *Journal of Liaoning Forestry Science and Technology*, 1999, 2: 13 ~ 49.
- [9] Yu S Q, Zhou G M, Wei X L, *et al.* Biological Diversity Protection and Sustainable Development of Forests. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1997, 14(2) : 182 ~ 187.
- [10] Yang C D, Jiao R Z, Tu X N, *et al.* Developing undergrowth vegetation is an important way to recover soil fertility of Chinese fir plantation. *Scientific Silvae Sinicae*, 1995, 31(3) : 276 ~ 283.
- [11] Qi H R. Korean pine plantation. Beijing: China Forestry Publishing Company, 1991. 10 ~ 50.
- [12] Chen Z D, Zhang L P, Wang W, *et al.* Analysis on effect of different thinning intensity for Korean pine plantation. *Practical Forestry Technology*, 2005, 2: 13 ~ 15.
- [13] Lin K M, Zhang W F, Xie G Y, *et al.* Studies on the species diversity of the regenerated undergrowth in old-growth Chinese fir Plantation. *Journal of Fujian College of Forestry*, 1997, 17(4) : 313 ~ 317.
- [14] Ma K P, Huang J H, Yu S L, *et al.* Plant community diversity in Dongling mountain Beijing, China: species richness, evenness and species diversity. *Acta Ecologica Sinica*, 1995, 15(3) : 268 ~ 277.
- [15] Zhang L X, Zhang F, Shanguang T L. Vegetation diversity of Luya Mountains, *Chinese Biodiversity*, 2000, 8(4) : 361 ~ 369.
- [16] Yu S Q, Jiang C Q, Li C H, Zhou G M. The effects of human disturbance on species diversity of *Phyllostachys praeco* grove. *Forest Research*, 2003, 16(2) : 196 ~ 202.
- [17] Luo J C, Wang Q S, Mou C C, Wang X P. Plant diversity of *Pinus koraiensis* forests under disturbance in Changbai Mountains of China. *Scientific Silvae Sinicae*, 1997, 33(6) : 498 ~ 503.
- [18] Fu B J, Chen L D, Ma K M, *et al.* Principium and application of landspace ecology. Beijing: Science Publishing Company, 2001. 154 ~ 162.
- [19] Connell J H. Diversity in tropical forest sand coral reefs. *Science*, 1978, 199: 1302 ~ 1310.
- [20] Zang R G, Liu J Y, Dong D F. the dynamic of forest- gap and forest biodiversity. Beijing: China Forestry Publishing Company, 1991. 9 ~ 37.
- [21] Zhu J J, Liu Z G. A review on disturbance ecology of forest. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10) : 1703 ~ 1710.
- [22] Aubert M, Alard D, Bureau F. Diversity of plant assemblages in managed temperate forests: a case study in Normandy (France). *Forest Ecology and Management*, 2003, 175: 321 ~ 337.
- [23] Lei X D, Tang S Z. Progress in Quantitative Studies on the Forest Management Effects on Community Diversity. *Chinese Journal of Ecology*, 2000, 19(3) : 46 ~ 51.
- [24] Sagar R, Raghubanshi A S, Singh J S. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in a dry tropical forest region of India. *Forest Ecology and Management*, 2003, 186: 61 ~ 71.
- [25] Abrams M D, Knapp A K, Hulbert L C. A ten-year record of aboveground biomass in a *Kansas tallgrass* prairie: effects of fire and topographic position. *American Journal of Botany*, 1986, 73: 1509 ~ 1515.
- [26] Petraitis P S, Latham R E, Niesenbaum R A. The maintenance of species diversity by disturbance. *Quarterly Review of Biology*, 1989, 64(4) : 393 ~ 418.

参考文献:

- [1] 陈炳浩. 世界生物多样性面临危机及其保护的重要性. *世界林业研究*, 1993, 6(4) : 1 ~ 6.
- [2] 解焱. 恢复中国的天然植被. 北京: 中国林业出版社, 2002. 25 ~ 88.
- [3] 郝占庆, 陶大立, 赵士洞. 长白山北坡阔叶红松林及其次生白桦林高等植物物种多样性比较. *应用生态学报*, 1994, 5(1) : 16 ~ 23.
- [4] 桑卫国, 李景文. 小兴安岭南坡红松林动态模拟. *生态学报*, 1998, 18(1) : 38 ~ 46.
- [5] 赵秀海, 张春雨, 郑景明. 阔叶红松林林隙结构与树种多样性关系研究. *应用生态学报*, 2005, 16(12) : 2236 ~ 2240.
- [6] 周玉梅, 韩士杰, 张军辉, 等. 不同 CO₂ 浓度下长白山 3 种树木幼苗的光合特性. *应用生态学报*, 2002, 13(1) : 41 ~ 44.
- [7] 于立志, 朱教君, 史建伟, 等. 辽东山区人工阔叶红松林植物多样性与生产力研究. *应用生态学报*, 2005, 16(12) : 2225 ~ 2230.
- [8] 胡万良, 谭学仁, 张放, 等. 抚育间伐对红松人工林生物量的影响. *辽宁林业科技*, 1999, 2: 13 ~ 49.
- [9] 余树全, 周国模, 韦新良, 等. 森林生物多样性保护与森林的持续发展. *浙江林学院学报*, 1997, 14(2) : 182 ~ 187.
- [10] 杨承栋, 焦如珍, 屠星南. 发育林下植被是恢复杉木人工林地力的重要途径. *林业科学*, 1995, 31(3) : 276 ~ 283.
- [11] 齐鸿儒. 红松人工林. 北京: 中国林业出版社, 1991. 10 ~ 50.
- [12] 陈忠东, 张利萍, 王卫, 等. 红松林不同间伐密度效果分析. *林业实用技术*, 2005, 2: 13 ~ 15.
- [13] 林开敏, 张文富, 谢国阳. 老龄杉木林下天然更新阔叶植物物种多样性研究. *福建林学院学报*, 1997, 17(4) : 313 ~ 317.
- [14] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究——丰富度、均匀度和物种多样性研究. *生态学报*, 1995, 15(3) : 268 ~ 277.
- [15] 张丽霞, 张峰, 上官铁梁, 等. 芦芽山植物群落的多样性研究. *生物多样性*, 2000, 8(4) : 361 ~ 369.
- [16] 余树全, 姜春前, 李翠环, 等. 人为经营干扰对人工雷竹林下植被多样性的影响. *林业科学研究*, 2003, 16(2) : 196 ~ 202.
- [17] 罗菊春, 王庆锁, 牟长城, 等. 干扰对天然红松植物多样性的影响. *林业科学*, 1997, 33(6) : 498 ~ 503.
- [18] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2001. 154 ~ 162.
- [20] 臧润国, 刘静艳, 董大方, 等. 林隙动态与森林生物多样性. 北京: 中国林业出版社, 1999. 9 ~ 37.
- [21] 朱教君, 刘足根. 森林干扰生态研究. *应用生态学报*, 2004, 15(10) : 1703 ~ 1710.
- [23] 雷相东, 唐守正. 森林经营对群落多样性影响的定量研究进展. *生态学杂志*, 2000, 19(3) : 46 ~ 51.