

不同强度间伐对奉贤区水源涵养林 及其林下植物多样性的影响

黄丹¹, 惠晓萍¹, 韩玉洁¹, 吴尧¹, 耿晔¹,
薛春燕¹, 薛耀英², 顾国林², 汤纪红²

(1. 上海市林业总站, 上海 200072; 2. 奉贤区林业署, 上海 201400)

摘要: 对不同强度抚育后上海市奉贤区水源涵养林林分的生长及其林下植物多样性变化情况进行了调查研究, 结果表明, 间伐1年后不同强度间伐对林分胸径和树高生长的影响差异不明显。间伐2年后间伐样地的胸径和树高生长量均大于对照。但不同强度间伐对2种林分生长的影响不同: 65%(T3)的间伐强度最有利于杜英纯林林分生长, 30%(T5)的间伐强度最有利于香樟重阳木混交林生长。人工干扰后不同强度间伐间木本植物种类差异不明显, 优势种未发生变化, 而草本植物 Simpson 和 Shannon-Wiener 多样性指数均高于对照样地。不同强度间伐林下草本植物 Simpson 和 Shannon-Wiener 多样性指数不同。相对较大的间伐强度最有利于林下植物的生长和更新。

关键词: 间伐强度; 水源涵养林; 植物多样性

中图分类号: S 753.7 **文献标识码:** A

Effect of Intermediate Cutting Intensity on the Growth and Plant Diversity of the Water Conservation Forests in Fengxian District of Shanghai

HUANG Dan¹, HUI Xiao-ping¹, HAN Yu-jie¹, WU Yao¹, GENG Ye¹, XUE Chun-yan¹,
XUE Yao-ying², GU Guo-lin², TANG Ji-hong²

(1. Shanghai Forestry Station, Shanghai 200072, China; 2. Fengxian Forestry Station, Shanghai 201400, China)

Abstract: In this study, the effect of intermediate cutting intensity on the growth and plant diversity of the water conservation forests in Fengxian district of Shanghai was investigated and analyzed. The results showed that the DBH and height of testing plant were not significantly affected in the first year after the intermediate cutting. However, these two parameters were higher than that of the control group in the 2nd year after intermediate cutting. The different effects of intermediate cutting intensity on the growth of 2 types of forests were also displayed. 65% of intermediate cutting intensity (T3) was most helpful to the growth of *Elaeocarpus sylvestris* while 30% of thinning intensity (T5) was optimal for the growth of the mixed forest of *Cinnamomum camphora* and *Bischofia polycarpa*. The effects of intermediate cutting on the dominant species and distribution of varieties were not significant. However, the Simpson and Shannon-

收稿日期: 2012-05-24

基金项目: 上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2009)第9—6号]

作者简介: 黄丹(1984-), 女, 硕士, 助理工程师, 研究方向: 森林培育, E-mail: hd.2007@163.com;

惠晓萍(1959-)为本文通讯作者, 女, 高级工程师, 研究方向: 森林培育, E-mail: huixiaoping888@sina.com

Wiener diversity index of the herbaceous plants were higher than that of the control. The Simpson and Shannon-Wiener diversity index of the herbaceous plants varied with the intermediate cutting intensity. Furthermore, appropriate heavy intermediate cutting was helpful for the growth and diversity of undergrowth plants.

Key words: thinning intensity; water conservation forests; plant diversity

水源涵养林是具有特殊意义的水土防护林种之一,泛指河川、水库、湖泊的上游集水区大面积的原有林和人工林^[1]。人工水源涵养林是保护水库水源地水质、防止水土流失的有效植被类型。奉贤区水源涵养林属于典型的黄浦江水源涵养林,它在涵养水源、保持水土、改善水质、调节气候和保护野生动物等方面发挥着重要的作用。上海林业部门于2003年启动了黄浦江上游水源涵养林建设,由于造林初植密度较高和抚育工作滞后,林分普遍郁闭度过高、生长势弱,生态功能不高,生态效益未能充分发挥。

干扰是种群动态变化的重要因素之一^[2-3],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发生结构、动态过程的变化,甚至改变其演替方向^[4]。抚育间伐是常见的森林干扰类型,可以通过改变林分的密度、结构,影响林分的生长发育和演替方向^[5]。抚育间伐对林分及林下植物影响的研究多见报道,但是目前针对上海市水源涵养林的抚育间伐的研究还未见报道。本文针对上海市奉贤区水源涵养林的典型林分类型,采用不同强度的间伐方式,探讨不同强度间伐对奉贤区水源涵养林及其林下植物多样性的影响,为研究确定适合上海市水源涵养林的抚育间伐及全面发挥上海市水源涵养林的生态功能提供参考。

1 试验地概况

奉贤区位于上海市南部,滨江临海,西北枕黄浦江,南临杭州湾,属北亚热带海洋性季风气候,四季分明,日照充分,冬季较寒冷,夏季较湿热,多雷暴雨降水,年降水量达到1 062 mm,年内光、温、水同季,年平均气温约15.5℃,夏季平均气温为27~28.5℃,冬季平均气温为4.7~6℃,森林覆盖率9.55%,该地区主要为粘质土壤,境内水网密布,土壤肥沃,海拔高度为2~3 m,地势平坦,是主要的农业耕作区。

本研究所选取的邬桥段黄浦江水源涵养林位于

奉贤区西北角的庄行镇浦秀村(N30°58'~N31°01', E121°21'~E121°28'),区域呈狭长带状,在黄浦江的上游,北与黄浦江相连,西邻南沙港,南至北横路,东靠竹港,林带营造时间为2003—2004年,区域周边主要树种为栎树、杨柳、杂交杨、紫叶李、云南黄素馨、瓜子黄杨。

2 研究方法

2.1 样地设置方法

2009年12月在上海市奉贤区庄行镇浦秀村设置8块固定样地,面积为20 m×20 m,分2种林分类型:杜英纯林和香樟重阳木混交林。杜英纯林按照株数进行T1(35%)、T2(50%)、T3(65%)间伐;香樟重阳木混交林按照株数进行T4(20%)、T5(30%)、T6(40%)间伐,并各设1块对照样地CK(0%)。由于间伐采取了“去劣留优、去弱留强”的措施,所以间伐后各样地林分特征,特别是平均胸径有差异。2009年各样地林分特征见表1。

表1 样地基本特征
Tab. 1 Basic characteristics of stand plots

林分类型 Stand type	处理 Treatment	密度/ hm ⁻² Density	平均 胸径/cm Mean DBH	平均 树高/m Mean height	郁闭度 Canopy density
杜英纯林	CK	4 450	9.63	6.18	0.8
	T1	1 475	11.02	6.87	0.7
	T2	1 225	11.21	6.65	0.6
	T3	800	11.63	6.59	0.5
香樟重阳木 混交林	CK	2 225	9.68	7.88	0.7
	T4	1 825	9.68	7.70	0.6
	T5	1 725	9.85	7.23	0.6
	T6	1 525	11.29	8.90	0.6

2.2 调查和计算方法

为了保证研究的科学性和系统性,每年均使用相同方法对林分进行每木检测、林下植被多样性调查。

林分生长调查:抚育前(2009年)和抚育后(2011年和2012年)3次对样地内的乔木每木检测,

测量出各样地内单木树高、胸径、冠幅等指标。植物多样性调查:2012年在样地4角及中心位置设置5个灌木样方(2 m×2 m)、5个草本样方(1 m×1 m),详细记录每个样方内灌木和草本的种数、个体数、高度、盖度,将更新的乔木幼苗(高<1 m)统计在灌木中。

生物多样性指标选用了重要值(P_i)、Simpson多样性指数(D)和Shannon-Wiener多样性指数(H')3个指标,计算方法见文献^[6-7]。

3 结果与分析

抚育间伐对林分生长的研究主要集中在不同抚育强度对胸径、树高、蓄积与林分生产力的影响;不同的抚育措施会对林分生产力造成不同影响,这是由于各研究中树种、林分条件、间伐方式等方面存在差异,导致所得结论也不相同^[8-9]。

3.1 不同抚育强度对林分生长的影响

3.1.1 不同抚育强度对林分胸径生长的影响

间伐对林分生长的影响,首先反映在林分密度上,而林分密度的效应直接作用于胸径^[10-11]。本研

究中不同抚育强度对杜英纯林和香樟重阳木混交林分胸径生长影响情况见表2。由表2可以看出,间伐1年后不同强度间伐对林分胸径生长的影响差异不明显。间伐2年后间伐样地的胸径生长量均大于对照,说明了抚育区相对于对照区林分胸径生长明显加快。原因在于林分经过间伐后,林内光照增强,保留木生长空间增大,个体间对土壤肥力和空间资源的争夺减弱。

但不同强度间伐对2种林分胸径生长的影响不同:杜英纯林间伐2年后的胸径生长量大小依次为:T3>T2>T1>CK,表现为随间伐强度的增加而增加。杜英纯林T3样地经抚育后2年内生长量达1.76 cm,比对照区高出23.08%,2年生长量和增长率明显大于对照,胸径生长效果最好。在香樟和重阳木混交林中间伐2年后胸径生长量大小依次为:T5>T6>T4>CK。间伐2年后胸径生长量先随间伐强度的增大而增加,当间伐强度达到一定值后又开始降低。T5样地经抚育后2年内生长量达2.04 cm,比对照区高出15.25%,2年生长量和增长率显著大于对照,胸径生长效果最好。

表2 不同强度间伐下林木胸径生长状况

Tab. 2 Growth status of plantation DBH with different intermediate cutting intensities

林分类型 Stand type	处理 Treatment	调查时间 Investigation time			年生长量/m Increment in 1 year	1年生长率/% Growth rate in 1 year	2年生长量/m Increment in 2 years	2年生长率/% Growth rate in 2 years
		2009	2011	2012				
杜英纯林	CK	9.63	10.51	11.06	0.88	9.14	1.43	14.85
	T1	11.02	11.78	12.55	0.76	6.90	1.53	13.88
	T2	11.21	11.97	12.87	0.76	6.78	1.66	14.80
	T3	11.63	12.45	13.39	0.82	7.05	1.76	15.13
香樟重阳木 混交林	CK	9.68	10.67	11.45	0.99	10.23	1.77	18.29
	T4	9.68	10.60	11.49	0.92	9.50	1.81	18.70
	T5	9.85	10.98	12.01	1.13	11.47	2.16	21.93
	T6	11.29	12.39	13.33	1.10	9.74	2.04	18.07

3.1.2 不同抚育强度对林分树高生长的影响

本研究中不同强度间伐下林木树高生长状况见表3。由表3可以看出,间伐1年后不同强度间伐对林分树高生长的影响差异不明显。间伐2年后间伐样地的树高生长量均大于对照,可见,抚育间伐能促进林分树高生长。

但不同强度间伐对2种林分树高生长的影响不同:杜英纯林间伐2年后的树高生长量大小依次为:T3>T2>T1>CK,表现为随间伐强度的增加而增加。在香樟和重阳木混交林中间伐2年后树高生长量为:T5>T6>T4>CK。间伐2年后胸径生长量

先随间伐强度的增大而增加,当间伐强度达到一定值后又开始降低。这一结果与不同强度间伐对2种林分胸径生长的影响相同。

综合分析可知,抚育间伐能够不同程度地促进林分生长,但不同强度间伐的林分之间差异不明显,这可能由于抚育时间较短,抚育强度对林分生长的影响还不明显。不同的林分应该采用不同的间伐强度。就本研究而言,杜英纯林和香樟重阳木混交林分别采用65%(T3)和40%(T5)的间伐强度最有利于林木生长。

表3 不同强度间伐下林木树高生长状况

Tab. 3 Growth status of plantation height with different intermediate cutting intensities

林分类型 Stand type	处理 Treatment	调查时间 Investigation time			年生长量/m Increament in 1 year	1年生长率/% Growth rate in 1 year	2年生长量/m Increament in 2 years	2年生长率/% Growth rate in 2 years
		2009	2011	2012				
杜英纯林	CK	6.18	6.80	7.39	0.60	10.03	1.21	19.58
	T1	6.87	7.51	8.11	0.64	9.32	1.24	18.05
	T2	6.65	7.36	7.95	0.71	10.68	1.30	19.55
	T3	6.59	7.36	7.94	0.77	11.68	1.35	20.49
香樟重阳木 混交林	CK	7.88	8.87	10.17	0.99	12.56	2.29	29.06
	T4	7.70	8.80	10.02	1.10	14.29	2.31	23.05
	T5	7.70	8.76	10.10	1.06	13.77	2.40	31.17
	T6	8.90	9.98	11.25	1.08	12.13	2.35	26.40%

3.2 不同抚育强度对林下植被生长的影响

3.2.1 不同抚育强度对林下植物种类的影响

试验地林下灌木以更新小苗为主,并伴有少数造林是栽植的蚊母、海桐和黄馨。从表4和表5中发现,人工干扰后不同强度间伐间木本植物种类差异不明显。杜英纯林和香樟重阳木混交林不同抚育区中主要木本植物的种类和重要值变化较小。在杜英纯林中不同强度间伐林内木本植物的优势种均为蚊母和杜英;在香樟重阳木混交林中不同强度间伐林内木本植物的优势种均为小蜡。原因可能是干扰时间短,间伐对木本植物群落的影响还尚未显现。林下草本植物种类干扰区均大于对照区,而且草本植物种类随间伐强度增大总体呈增加的趋势。这是因为经过间伐林内光照、水分等环境条件改善,林下草本植物迅速萌发生长,使得种类和数量均有不同程度的增加。

在杜英纯林中植物总数量依次为: T2>T3>T1>CK,不同抚育强度间植物数量差异明显;草本

植物种类依次为: T3>T2>T1>CK,对照区与间伐区植物种类差异明显,不同强度间伐间差异虽然不明显,但T3样地中重要值大于10%的植物有4种,多于其他样地。在香樟重阳木混交林中植物总数量依次为: T5>T6>CK>T4,对照区的植物数量虽然略多于T4区,但是差异不明显。草本植物种类依次为: T6>T5=T4>CK, T6样地的草本植物种类明显多于其他样地。

从表4和表5中看出,虽然经过抚育后林下植被的数量和种类有所增加,但植物数量超过100株的种类均为4~7种差异不明显,草本植物增加的种类,其数量一般低于50株。可见所增加的植物优势地位不突出。

从表4和表5中看出,虽然经过抚育后林下植被的数量和种类有所增加,但植物数量超过100株的种类均为4~7种差异不明显,草本植物增加的种类,其数量一般低于50株。可见所增加的植物优势地位不突出。

表4 不同强度间伐林下植物种类分布情况

Tab. 4 Plant species distribution with different intermediate cutting intensities

林分类型 Stand type	处理 Treatment	植物总数量 Plant number	植物种类 Plant species	木本植物 Shrub	草本植物 Herb	植物种类分布/株 Distribution of plant species			
						<10	10~50	50~100	>100
杜英纯林	CK	9 370	19	6	13	6	5	3	5
	T1	12 050	27	5	22	11	6	5	5
	T2	21 330	29	5	24	9	9	5	7
	T3	17 550	32	6	26	11	11	5	5
香樟重阳木 混交林	CK	15 300	13	3	10	2	2	4	5
	T4	15 040	17	4	13	7	3	2	5
	T5	16 760	16	3	13	6	1	3	6
	T6	16 550	31	6	25	14	11	2	4

表5 不同强度间伐林下植物重要值分布情况

Tab. 5 The important value of undergrowth distribution with different intermediate cutting intensities

处理 Treatment	杜英纯林 Forest of <i>Elaeocarpus sylvestris</i>				处理 Treatment	香樟重阳木混交林 Forest mixed <i>Cinnamomum camphora</i> and <i>Bischofia polycarpa</i>			
	全部灌木 Shrub	重要值 Importance value	主要草本 Most of herb	重要值 Importance value		全部灌木 Shrub	重要值 Importance value	主要草本 Most of herb	重要值 Importance value
CK	蚊母	40.96	猪殃殃	28.44	CK	小蜡	69.33	刺果毛茛	41.16
	杜英	35.00	黄鹌菜	16.49		海桐	15.36	猪殃殃	18.38
	女贞	9.34	蚊母草	13.73		女贞	15.31	斑种草	11.36
	栾树	6.30	水花生	7.29				婆婆纳	8.20
	黄馨	6.28	蛇莓	5.73				牛繁缕	5.83
	海桐	2.12	斑种草	5.73				稻槎草	5.56
T1	蚊母	46.21	黄鹌菜	16.10	T4	小蜡	64.10	刺果毛茛	35.29
	杜英	34.60	斑种草	15.64		女贞	21.35	卷耳	15.75
	女贞	10.24	蚊母草	11.80		海桐	7.27	稻槎草	11.64
	栾树	6.83	猪殃殃	7.88		杜英	7.27	猪殃殃	8.80
	海桐	2.13	蛇莓	7.06				蚊母草	6.10
			水花生	4.95				婆婆纳	4.17
T2	蚊母	54.88	蚊母草	17.23	T5	小蜡	70.04	斑种草	29.99
	杜英	26.71	黄鹌菜	11.99		海桐	22.54	蚊母草	22.10
	女贞	10.98	猪殃殃	11.67		朴树	7.42	刺果毛茛	10.00
	栾树	5.06	繁缕	10.38				猪殃殃	7.15
	珊瑚树	2.38	斑种草	7.95				婆婆纳	6.85
			蛇莓	7.52				碎米荠	6.58
T3	蚊母	56.38	黄鹌菜	24.06	T6	小蜡	46.40	猪殃殃	29.81
	杜英	13.53	繁缕	13.96		海桐	22.32	斑种草	14.49
	海桐	10.23	猪殃殃	7.32		朴树	10.73	碎米荠	11.84
	女贞	10.12	蚊母草	6.82		杜英	9.72	蚊母草	6.91
	栾树	8.15	葎菜	6.17		栾树	5.93	卷耳	6.03
	构树	3.25	婆婆纳	4.79		女贞	4.92	婆婆纳	3.64

3.2.2 不同抚育强度对林下植物多样性的影响

由于研究区林内灌木种类较少,而且人工干扰后不同强度间伐间木本植物种类差异不明显,故本文只对林下的草本植物做多样性分析。从表6中看出,间伐后林下草本植物 Simpson 和 Shannon-Wiener 多样性指数均高于对对照样地。这表明抚育措施不仅增加了上层乔木的生长,同时还促进了林下植被的多样性与生长更新。马履一等对北京山间伐后的油松林下植物多样性进行研究,也认为间伐改善了林内光照条件,提高了林下草本多样性^[12]。

在杜英纯林中 Shannon-Wiener 多样性指数大小依次为: T3>T2>T1>CK,随着间伐强度的增大而升高,T3样地明显高于其他处理。Simpson 指数除对照外,在其他3种间伐强度中差异不明显。在香樟重阳木混交林中 Simpson 多样性指数大小依次为: T6>T5>T4>CK,且 T6样地的 Simpson 和 Shannon-Wiener 指数均达到高于其他样地。两指数中 Shannon-Wiener 指数变化幅度稍大,对抚育

措施更敏感,本研究结果与前人研究类似^[13,14]。

表6 不同强度间伐林下草本植物多样性指数

Tab. 6 Species diversity indices of herbaceous plants with different intermediate cutting intensities

林分类型 Stand type	处理 Treatment	D	H'
杜英纯林	CK	0.852 4	4.083 5
	T1	0.911 4	4.662 1
	T2	0.911 6	5.074 0
	T3	0.907 8	5.108 7
香樟+重阳木 混交林	CK	0.768 3	3.672 9
	T4	0.818 6	4.117 2
	T5	0.830 6	3.694 5
	T6	0.862 3	4.651 5

注:表中 D 为 Simpson 多样性指数, H' 为 Shannon-wiener 多样性指数。

Note: D means Simpson diversity index and H' means Simpson diversity index in the table.

4 结论与讨论

通过对不同强度间伐水源涵养林林分生长及林下植物多样性的研究可以得出以下结论:

(1) 上海市水源涵养林普遍存在郁闭度过高、生长势衰弱,生态功能不高等问题,进行抚育间伐能够有效地促进水源涵养林林分生长、增加林下植物多样性,从而达到提高林分生产力、维持森林生态系统稳定性的目的。

(2) 不同的林分应该采用不同的间伐强度。本研究中,杜英纯林宜采用65%(T3)的间伐强度。而在香樟重阳木混交林中采用30%(T5)的间伐强度时林木生长最快,采用40%(T6)的间伐强度时最有利林下植物的生长和更新。

(3) 抚育间伐能够不同程度地促进林分生长,但不同强度间伐的林分之间差异不明显,这可能由于抚育时间较短,抚育强度对林分生长的影响还不明显。

(4) 人工干扰后不同强度间伐,木本植物种类差异不明显,优势种未发生变化。原因可能是干扰时间尚短,间伐对木本植物天然更新的促进作用尚没有发挥。一般认为,抚育间伐能够提高草本植物的多样性,而且多样性随着间伐强度的增大而增加。本文也得出间伐能够提高草本植物的多样性的结果,但没有显示出随着间伐强度的增强而增大的规律,可能是间伐后部分样地的植物呈聚集分布(現地观察),是多样性指数有所降低。

(5) 相对较大的间伐强度在短期内有利于水源涵养林林木的生长和林下植物多样性的提高。但是抚育间伐后林分生长和林下植物多样性变化是一个动态过程,需要系统地对水源涵养林生长及其林下植物多样性的影响进行研究,才能得到更加科学可靠的结论。

参考文献:

[1] 寇韬,李春燕,宫照红,等. 水源涵养林研究现状综述

[J]. *防护林科技*, 2009, 15(5): 59-62.

- [2] 朱教君,刘足根. 森林干扰生态研究[J]. *应用生态学报*, 2004, 15(10): 1703-1710.
- [3] Aubert M, Alard D, Bureau F. Diversity of plant assemblaged in managed temperate forests: a case study in Normandy (France) [J]. *Forset Ecology and Management*, 2003, 175: 321-337.
- [4] 于立忠,朱教君,孔祥文,等. 人为干扰(间伐)对红松人工林林下植物多样性的影响[J]. *生态学报*, 2006, 26(11): 3757-3764.
- [5] 毛志宏,朱教君. 干扰对植物群落物种组成及多样性的影响[J]. *生态学报*, 2006, 26(8): 2695-2701.
- [6] Ge F. *Modern Ecology* (2nd edition) [M]. Beijing: Science Press, 2008: 75.
- [7] Qian Y Q, Ma K P. *Principles and Methodologies of Biodiversity Studies* [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1994: 141-165.
- [8] Knoebel B R, Burkhardt H E, Beck D E. A growth and yield model for thinned stands of yellow poplar [J]. *Forest Science*, 1986, 32(2): 27, 62.
- [9] Wu J Y, Long Y Z, Dong Y P. Research of Thinning Effect on Slash Pine Plantation [J]. *Forest Research*, 1995, 8(6): 630-633.
- [10] 童书振,张建国,罗红艳,等. 杉木林密度间伐试验[J]. *林业科学*, 2000, 36(1): 86-89.
- [11] 孙祥水. 间伐对楠木杉木混交林生长影响的研究[J]. *亚热带农业研究*, 2008, 4(3): 184-187.
- [12] 马履一,李春义,王希群,等. 不同强度间伐对北京山区油松生长及其林下植物多样性的影响[J]. *林业科学*, 2007, 43(5): 1-9.
- [13] 徐扬,刘勇,李国雷,等. 间伐强度对油松中龄人工林林下植被多样性的影响[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2008, 32(3): 135-138.
- [14] 谢华. 杉木人工林抚育间伐效应研究[D]. 合肥:安徽农业大学, 2007.