

# 森林抚育对南京南郊杉木马尾松群落乔木层的影响

蒋 春<sup>1</sup>, 黄利斌<sup>1</sup>, 严 俊<sup>2</sup>, 孙戴妍<sup>2</sup>

(1. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 2. 南京市林业站, 江苏 南京 210017)

**摘要:**为了探索抚育经营对森林群落多样性指数及蓄积量的影响,采用典型样地取样法,把位于同一地点的杉木马尾松群落分成2部分,一部分进行中度抚育,另一部分不抚育,10 a后对2部分乔木树种的多样性指数及蓄积量进行研究。结果显示,未进行抚育的群落内乔木层物种多样性 Shannon-Wiener 指数( $H'$ )为2.029 0, Simpson 指数( $D$ )为0.853 7, Pielou 均匀度指数( $J$ )为0.881 2, 总蓄积量为30.627 4 m<sup>3</sup>;抚育后的群落内乔木层物种多样性  $H'$  为2.190 0,  $D$  为0.851 8,  $J$  为0.790 0, 总蓄积量为54.213 1 m<sup>3</sup>。抚育后群落的多样性指数  $H'$  明显提高, Simpson 指数  $D$  大致相等, Pielou 均匀度指数( $J$ )有所下降, 森林总蓄积量显著提高。说明适当的森林抚育措施可以提高群落的生物多样性和蓄积量。

**关键词:**森林抚育;乔木层;多样性指数;蓄积量;南京

中图分类号:S718;S753.52<sup>+</sup>5

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2021.04.010

## Effects of tending on tree layer of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* community in southern suburb of Nanjing

Jiang Chun<sup>1</sup>, Huang Libin<sup>1</sup>, Yan Jun<sup>2</sup>, Sun Daiyan<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China; 2. Nanjing Forestry Station, Nanjing 210017, China)

**Abstract:** This article dealt with the effects of tending management on forest community diversity index and volume. The community composed of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* (Lamb). in the studied area was divided into two parts by typical plot sampling. One part was moderately tending, the other remained unchanged. After 10 years, the diversity index and volume of tree species in the two parts were analyzed. The species diversity indexes of tree layer in the community without tending were shown as followed, Shannon Wiener index ( $H'$ ) was 2.029 0, Simpson index ( $D$ ) was 0.853 7, Pielou evenness index ( $J$ ) was 0.881 2, and the total volume was 30.627 4 m<sup>3</sup>. The species diversity indexes of tree layer in the community after tending, shown as  $H'$  was 2.190 0,  $D$  was 0.851 8,  $J$  was 0.790 0, and the total volume was 54.213 1 m<sup>3</sup>. After tending management,  $H'$  of the community increased,  $D$  was approximately equal,  $J$  decreased, and the total forest volume increased significantly. It was concluded that appropriate forest tending measures could improve the biodiversity and volume of the community.

**Key words:** Forest tending; Arbor layer; Diversity index; Volume; Nanjing

物种多样性是生态学研究的重要内容,了解森林群落的多样性指数对保护森林群落的多样性有

重要的指导意义。许多学者在这方面做了大量研究。在2010年之前,多数研究是对森林群落多样性

收稿日期:2021-06-02;修回日期:2021-06-21

基金项目:国家科技支撑计划林业生态科技工程项目“浙江及江苏区域城镇景观林综合保健功能评价利用技术与示范”(2015BAD07B06-7);江苏省林业科技创新与推广项目“南京丘陵山区退化杉木林修复技术示范”(LYKJ-南京[2021]04)

作者简介:蒋 春(1973—),男,江苏盐城人,副研究员,硕士。主要从事风景园林理论研究。

现状进行调查和评价,2010 年之后呈现出把多样性保护理论与生态建设相融合的研究趋势,并把生物多样性研究的方法和结果应用于森林经营实践<sup>[1-5]</sup>。位于南京南郊江苏省林业科学研究院院内的小团山森林植被群落目前保存完整,是该区域具有一定代表性的植被群落。为了摸清该群落的多样性及蓄积量状况,把该区域杉木马尾松群落分成 2 部分试验,对一部分进行森林抚育,另一部分不抚育,利用典型样地调查法对 2 部分乔木层树种进行调查,对比分析多样性指数和蓄积量,以期为该区域森林抚育及健康森林经营提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 群落及其所处环境概况

研究对象为杉木马尾松群落,位于江苏省林业科学研究院内小团山,占地面积 7.16 hm<sup>2</sup>,经纬度为 31°51'22",118°46'33"。群落所处的林分起源于 20 世纪 60 年代初营造的马尾松林,于 20 世纪 70 年代末在林内补植杉木,形成松杉混交林;自 20 世纪 90 年代末开始,马尾松遭受松材线虫病危害,以后逐年进行松树病死木伐除,在间伐后的林窗空地补植冬青 (*Ilex purpurea* Hassk)、深山含笑 (*Michelia maudiae* Dunn)。林内出现自然生长的枫香树 (*Liquidambar formosana* Hance)、白玉兰 (*Magnolia denudata*)、麻栎 (*Quercus acutissima* Carruth.) 等地带性阔叶树。林分郁闭度为 0.75—0.85。群落内海拔高度范围为 88—100 m,坡度 17—20°,坡向西南,坡位中段,地貌类型为低山丘陵坡地,土壤为黄棕壤,土层厚度 0.5—1.0 m。所处区域气候属北亚热带湿润季风气候,年均气温 15.1℃,无霜期 229 d,年日照 2 199.5 h,年平均降水量 1 100 mm;地带性植被为常绿、落叶阔叶混交林。

### 1.2 试验方法

于 2007 年 11 月对研究群落西半部分进行森林抚育试验,东半部分保持不动。抚育强度为中度抚育,应用间伐、定株、修枝等措施,去除竞争株、竞争枝及影响林木生长的杂灌。抚育时由于杉木生长已处于过熟林阶段,生长出现明显衰败,被全部伐除,仅保留目标树种(部分健壮的马尾松及阔叶树种)<sup>[6]</sup>。然后于 2017 年 10 月 16—20 日采取典型样地取样法,在对该群落全面调查的基础上,在抚育过的西半部分和未抚育的东半部分各选取有代表性的区域设置 9 个样地,每个样地的规格为 20 m×

20 m<sup>[7]</sup>。采用每木检尺法对 18 个样地内高 3 m 以上、胸径≥4 cm 的乔木树种进行全面调查,记录乔木树种的种名、属名、科名、株数及胸径<sup>[7]</sup>。

### 1.3 统计指数

群落中某个种的重要值是其在群落中地位和作用的综合数量指标<sup>[8]</sup>。

重要值(%)=[(相对密度+相对频度+相对显著度)/3]×100。

相对密度(%)=(样地内某树种的总株数/样地内所有树种的总株数)×100;

频度(%)=(某树种出现的样地数/全部样地数)×100;

相对频度(%)=(某树种的频度/全部树种频度之和)×100;

相对显著度(%)=(某树种胸高断面积之和/样地内所有树种胸高断面积之和)×100<sup>[7,9]</sup>。

物种多样性指数是反映物种丰富度和均匀度的综合指标<sup>[8]</sup>。物种多样性指数依据以下公式计算<sup>[7,10]</sup>:

Patrick 物种丰富度指数:  $R = S$ ;

Shannon-Wiener 多样性指数:  $H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \cdot \ln P_i)$ ;

Simpson 优势度指数:  $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$ ;

Pielou 均匀度指数:  $J = H' / \ln S$ 。

其中,  $S$  为每样地中的平均物种数;  $P_i$  为样地中种  $i$  的相对重要值,  $P_i = N_i / N$ ,  $N_i$  为第  $i$  个种的重要值,  $N$  为  $S$  个种的全部重要值之和。

利用调查得到的乔木树种的胸径,通过查阅《江苏省一元立木材积表》获得样地里乔木树种的蓄积量。

## 2 结果与分析

### 2.1 未抚育样地内乔木层树种重要值

未进行抚育的群落样地内共有乔木树种 10 种,隶属 10 科 10 属。其中,优势科为大戟科、杉科、壳斗科、金缕梅科。乔木树种有油桐 (*Vernicia fordii* Hemsl)、杉木、麻栎、枫香树、马尾松、青桐 [*Firmiana platanifolia* (L. f.) Marsili]、朴树 (*Celtis sinensis* Pers.)、香樟 [*Cinnamomum camphora* (Linn) Presl]、白玉兰、泡桐 (*Paulownia fortunei*)。未进行抚育的群落样地内所有树种的重要值见表 1。

表 1 未抚育的群落样地内乔木树种的重要值 %							
序号	树种	科	属	相对密度	相对频度	相对显著度	重要值
1	油桐	大戟科	油桐属	27.02	15.63	12.73	18.46
2	杉木	杉科	杉木属	12.63	15.63	22.71	16.99
3	麻栎	壳斗科	栎属	20.45	14.13	13.58	16.05
4	枫香树	金缕梅科	枫香树属	11.69	14.13	20.70	15.51
5	马尾松	松科	松属	15.71	14.13	16.30	15.38
6	青桐	梧桐科	梧桐属	5.63	10.60	9.59	8.61
7	朴树	榆科	朴属	2.48	5.3	2.01	3.26
8	香樟	樟科	樟属	2.48	5.3	0.78	2.85
9	白玉兰	木兰科	木兰属	1.26	3.36	0.81	1.81
10	泡桐	玄参科	泡桐属	0.65	1.79	0.79	1.08

根据表 1 所示,群落样地内乔木层分层明显。油桐、杉木、麻栎、枫香树、马尾松占据群落第 1 林层空间,在群落中处于主导地位。

油桐的重要值为 18.46%,排序位居第 1,在群落内出现的相对频度为 15.63%。在群落中的优势地位十分显著,是该群落的优势种。杉木的重要值为 16.99%,排序位居第 2,在群落内出现的相对频度为 15.63%。在群落中的优势地位也十分显著,是该群落的优势种,也是建群种。

麻栎的重要值为 16.05%,排序位居第 3,在群落内出现的相对频度为 14.13%。枫香树的重要值为 15.51%,排序位居第 4,在群落内出现的相对频度为 14.13%。马尾松的重要值为 15.38%,排序位居第 5,在群落内出现的相对频度为 14.13%,枫香树和马尾松是该群落的建群种。这 3 个树种是群落里的次级优势种。

青桐在群落内出现的相对频度为 10.60%,重要值为 8.61%,为重要的伴生种。

朴树、香樟、白玉兰及泡桐在群落内出现的相对频度分别为 5.3%,5.3%,3.36%,1.79%,重要值分别为 3.26%,2.85%,1.81%,1.08%。这 4 个树种其胸高断面积都比较小,重要值处于靠后位置,为群落里的偶见种。

2.2 抚育后样地内乔木层树种重要值

抚育后的群落样地内共有乔木树种 16 种,隶属 12 科 15 属。其中,优势科为松科、金缕梅科、樟科、木兰科。乔木树种有马尾松、枫香树、香樟、油桐、白玉兰、冬青、深山含笑、麻栎、泡桐、喜树( *Camptotheca acuminata*. )、苦楝( *Melia azedarach* L. )、香椿( *Toona sinensis* )、三角枫( *Acer buergerianum* Miq. )、短柄 枹( *Quercus glandulifera* Bl. )、朴树、乌柏

[ *Sapium sebiferum* ( L. ) Roxb. ]。抚育后的群落样地内所有树种的重要值见表 2。

表 2 抚育后的群落中乔木树种的重要值 %							
序号	树种	科	属	相对密度	相对频度	相对显著度	重要值
1	马尾松	松科	松属	10	12.16	59.01	27.06
2	枫香树	金缕梅科	枫香树属	27.9	12.16	18.69	19.58
3	香樟	樟科	樟属	9.68	12.16	4.94	8.93
4	油桐	大戟科	油桐属	13.06	9.46	3.13	8.55
5	白玉兰	木兰科	木兰属	9.52	12.16	3.53	8.41
6	冬青	冬青科	冬青属	11.61	8.11	3.24	7.65
7	深山含笑	木兰科	含笑属	8.39	8.11	2.41	6.3
8	麻栎	壳斗科	栎属	6.61	9.46	1.71	5.93
9	泡桐	玄参科	泡桐属	0.65	4.05	1.21	1.97
10	喜树	蓝果树科	喜树属	0.65	2.70	0.49	1.28
11	苦楝	楝科	楝属	0.32	2.70	0.29	1.1
12	香椿	楝科	香椿属	0.65	1.35	0.48	0.83
13	三角枫	槭树科	槭属	0.32	1.35	0.77	0.81
14	短柄枹	壳斗科	栎属	0.32	1.35	0.03	0.57
15	朴树	榆科	朴属	0.16	1.35	0.05	0.52
16	乌柏	大戟科	乌柏属	0.16	1.35	0.02	0.51

根据表 2 所示,群落样地内乔木层分层明显。马尾松、枫香树、香樟、油桐、白玉兰占据群落第 1 林层空间,在群落中处于主导地位。马尾松为强阳性树种,占据第 1 林层的最上层空间,其重要值为 27.06%,排序位居第 1。但由于近年松材线虫病危害严重,大多数个体因感病而枯萎,长势并不理想,实际为渐趋被取代树种。枫香树的重要值为 19.58%,排序位居第 2。在群落中的优势地位十分显著,是该群落的优势种,也是该群落的建群种。香樟的重要值为 8.93%,排序位居第 3,油桐的重要值为 8.55%,排序位居第 4,白玉兰的重要值为 8.41%,排序位居第 5,这 3 个树种是群落里的次级优势种。

第 2 林层主要由冬青、深山含笑和麻栎组成。冬青的重要值为 7.65%,排序位居第 6,深山含笑的重要值为 6.3%,排序位居第 7,麻栎的重要值为 5.93%,排序位居第 8。这 3 个树种在群落里数量和胸高断面积之和并不高,为重要的伴生种。泡桐的重要值为 1.97%,排序位居第 9。喜树、苦楝的重要值分别为 1.28%,1.1%,排序分别位居第 10 和第 11。香椿、三角枫、短柄枹、朴树、乌柏在群落内各只出现过 1 次。其重要值分别为 0.83%,0.81%,0.57%,0.52%,0.51%。这 11 个树种其胸高断面积

都较小,重要值都处于靠后位置,为群落里的偶见种。

抚育经营后,乔木树种明显增多,从 10 种增加到 16 种,究其原因这是由于高大杉木、藤本、病死木伐除后,为小乔木的生长提供了空间,促进了小乔木的生长。胸径大于 4 cm 的小乔木明显增多。并且在较大林隙地,补植了常绿树种冬青、深山含笑,改善了冬季的林相景观。

### 2.3 样地内乔木层树种多样性指数对比

抚育与未抚育的群落样地内乔木层物种多样性指数对比见表 3。

表 3 群落样地内乔木层物种多样性指数对比				
群落	物种丰富度 指数 $R$	Shannon-Wiener 多样性 指数 $H'$	Simpson 优势度 指数 $D$	Pielou 均匀度 指数 $J$
未抚育	10	2.029 0	0.853 7	0.881 2
抚育	16	2.190 0	0.851 8	0.790 0

从表 3 可以看出,未抚育群落样地的丰富度指数为 10,抚育群落样地的丰富度指数为 16,未抚育群落样地的丰富度指数比抚育后的低。

未抚育群落样地 Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ )平均值为2.029 0,抚育后的平均值为 2.190 0,比未进行抚育的群落样地高。其值反映了该群落物种整体多样性水平。 $H'$ 值越大,物种数越多,物种在群落中分布越均匀;相反, $H'$ 值越小,表明物种数越少,物种在群落中分布越不均匀<sup>[11-13]</sup>。

未抚育群落的样地 Simpson 优势度指数平均值为 0.853 7。抚育后的样地 Simpson 优势度指数平均值为 0.851 8,和未进行抚育的群落样地大致相同。整体来看,群落的 Simpson 优势度指数( $D$ )较高。

未抚育群落的样地 Pielou 均匀度指数( $J$ )平均值为 0.881 2。抚育后的样地 Pielou 均匀度指数( $J$ )平均值为 0.790 0,比未抚育的群落样地低。

抚育后与未抚育的群落样地内乔木层物种多样性指数相比,丰富度指数( $R$ )及 Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ )都明显提高,Simpson 优势度指数( $D$ )大致相同,而 Pielou 均匀度指数( $J$ )不升反降,说明森林抚育一定时期内可以提高群落的生物多样性,但效果不十分显著。

### 2.4 样地内乔木层树种蓄积量对比

群落样地内乔木层树种蓄积量对比见表 4。由表 4 可见,抚育后样地除了青桐、油桐、麻栎、朴树及

杉木外,其他相同树种的蓄积量都比未抚育样地树种高得多。抚育后样地所有乔木树种的蓄积量明显高于未抚育样地所有乔木树种的蓄积量。除人工栽植的冬青和深山含笑外,林地里还次生出如喜树、乌桕、短柄枹、苦槠、三角枫、香椿等乡土树种,究其原因这是中强度抚育清除了杉木、病害马尾松及杂灌藤本等植物后,给保留木腾出了生长空间,抚育后的群落乔木层树种生长迅速,蓄积量明显比未抚育群落树种高。

未抚育样地因没有调查到冬青、深山含笑、喜树、乌桕、短柄枹、苦槠、三角枫、香椿等树种,所以这些树种的蓄积量在表 4 里无数据,同样,在抚育后样地没有调查到青桐、杉木 2 个树种,所以这 2 个树种的蓄积量在表 4 里也无数据。

表 4 2 部分样地内乔木层树种蓄积量对比 $m^3$			
序号	树种	未抚育样地 所有乔木树 种的蓄积量	抚育后样地 所有乔木树 种的蓄积量
1	枫香树	7.827 9	11.249 0
2	青桐	3.562 4	—
3	油桐	3.261 9	1.480 2
4	麻栎	4.149 8	0.741 9
5	泡桐	0.192 8	0.928 9
6	白玉兰	0.210 0	2.300 4
7	香樟	0.135 3	2.503 5
8	马尾松	4.083 2	31.296 0
9	冬青	—	1.328 5
10	含笑	—	1.022 4
11	喜树	—	0.269 6
12	乌桕	—	0.008 1
13	短柄枹	—	0.010 0
14	朴树	0.604 0	0.018 3
15	苦槠	—	0.187 2
16	三角枫	—	0.579 6
17	香椿	—	0.289 5
18	杉木	6.600 1	—
合计		30.627 4	54.213 1

## 3 结论与讨论

本次抚育对比试验是在 2007 年进行的,于 2017 年对试验地进行调查测试,调查结果发现,抚育经营后,群落的物种数和多样性指数明显提高,尽管均匀度指数略有下降。因此从生物多样性保护出发,森林抚育措施可以提高群落的生物多样

性,但效果还不十分显著。

抚育样地里所有乔木树种的蓄积量明显高于未抚育样地里所有树种的蓄积量。说明适度的抚育措施能够改善林木生长的营养空间,促进林分树木的健康生长,达到提高森林质量和蓄积量的效果<sup>[14]</sup>。

林分密度调控是促进林木生长,提高林木质量,改善林分结构,发挥森林多效益、生物多样性的关键技术<sup>[15-16]</sup>。虽然通过合理抚育来调整群落树种组成与林分密度,协调种间关系,能够为树种自然更新创建适宜的生存空间,提高群落自然发育潜力<sup>[17]</sup>,但不恰当的人为干扰却会导致群落的生物多样性降低,比如笔者看到某国有林场森林抚育时,一律伐除胸径 1 cm 以下的乔木、灌木及草本类植物,林分乔木层下面空间通透,看起来树干整齐单一,但导致群落生物多样性大大降低。所以,森林抚育措施一定要适当,要做到科学抚育。

本次研究仅仅调查了森林群落乔木层的多样性指数和蓄积量,为全面了解森林群落的生长状况,后续将跟进研究灌木层、草本层的多样性指数。同时,为了进一步了解森林抚育对群落生长的影响,拟于 2022 年及 2027 年,对该群落抚育后和未抚育的样地再次进行调查,探究其生物多样性及生长量变化情况。

#### 参考文献:

- [1] 褚文珂,周莹莹,陈子林,等.珍稀植物华顶杜鹃群落分类和物种多样性研究[J].杭州师范大学学报(自然科学版),2013,12(3):240-244.
- [2] 赵小娜,秦 浩,张 峰.山西文峪河上中游森林群落多样性[J].生态学报,2017,37(4):1093-1102.
- [3] 王月霞,金 毅,吴初平,等.浙江省主要亚热带森林群落类型物种和谱系水平的  $\alpha$  和  $\beta$  多样性比较[J].生物多样性,2016,24(8):863-874.
- [4] 伊贤贵,丁 晖,方炎明,等.基于固定样地的黄山不同海拔森林群落物种多样性分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(1):149-155.
- [5] 李兆中,武小钢,赵 璐.基于文献计量学的我国城市绿地生物多样性研究[J].中国城市林业,2019,17(2):82-86.
- [6] 黄利斌,蒋 春,王 磊.南京郊区典型人工林分空间结构及间伐响应[J].江苏林业科技,2010,37(2):1-6.
- [7] 梁珍海,李冬林,金雅琴,等.无想山国家森林公园锥栗群落结构与多样性特征[J].林业与生态科学,2018,33(2):165-171.
- [8] 孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,等.基础生态学[M].北京:高等教育出版社,2002:141-144.
- [9] 张银龙.环境生态学[M].沈阳:辽宁大学出版社,2003:89-90.
- [10] 尚玉昌.普通生态学[M].北京:北京大学出版社,2010:306.
- [11] 姜汉桥,段昌群,杨树华,等.植物生态学[M].北京:高等教育出版社,2010:58-59.
- [12] 金 慧,赵 莹,赵 伟,等.长白山牛皮杜鹃群落物种多样性的海拔梯度变化及相似性[J].生态学报,2015,35(1):125-133.
- [13] 李冬林,季永华,梁珍海.马陵山森林公园森林群落类型及物种多样性分析[J].西南林业大学学报,2013,33(5):74-77.
- [14] 郑阿宝.森林抚育技术指导手册[M].南京:江苏凤凰科学技术出版社,2014:8.
- [15] 于世川,张文辉,尤健健,等.抚育间伐对黄龙山辽东栎林木形质的影响[J].林业科学,2017,53(11):104-113.
- [16] 唐继新,贾宏炎,王 科,等.密度调控对米老排中龄人工林生长的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(1):45-53.
- [17] 张庆费,许 源.城市森林生物多样性保育途径探讨[J].中国城市林业,2016,14(3):1-5.