

2 种杉木人工林林下植被多样性研究

胡玉燕 (福建省南平市延平区林业局, 福建南平 353000)

摘要 [目的] 调查闽北丘陵地区不同杉木人工林林下植被多样性。[方法] 以 2 种不同的杉木人工林(杉木纯林、杉木米槠混交林)林下植被为研究对象, 调查灌木层、层间层、草本层的组成及多样性。[结果] 杉木米槠混交林灌木层植被共 41 种, 层间层 12 种, 草本层 10 种; 杉木纯林灌木层有 21 种, 层间层 6 种, 草本层 12 种。[结论] 杉木米槠混交林多样性指数高于杉木纯林, 发展针阔混交林套种模式有利于杉木人工林的可持续发展。

关键词 杉木; 人工林; 多样性

中图分类号 S718 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)12-174-04

Understorey Vegetation Diversity of Two Types of Chinese Fir Plantations

HU Yu-yan (Plantation Bureau of Yanping District, Nanping, Fujian 353000)

Abstract [Objective] To research the understorey vegetation diversity of two types of Chinese fir plantations in northwestern Fujian. [Method] With understorey vegetations of two types of Chinese fir plantations (mixed plantation of Chinese fir and *Castanopsis carlesii*, pure plantation of Chinese fir) as the research materials, the composition and diversity of shrub layer, interlayer layer and herb layer were investigated. [Result] As for the mixed plantation of Chinese fir and *Castanopsis carlesii*, there were 41 vegetation species in shrub layer, 12 vegetation species in interlayer layer, and 10 vegetation species in herb layer. As for pure plantation of Chinese fir, there were 21 vegetation species in shrub layer, 6 vegetation species in interlayer layer, and 12 vegetation species in herb layer. [Conclusion] Species diversity index of the mixed plantation of Chinese fir and *Castanopsis carlesii* is higher than that of pure plantation of Chinese fir. Development of the interplanting pattern of mixed broadleaf-conifer forest is conducive to the sustainable development of Chinese fir plantation.

Key words Chinese fir; Plantation; Diversity

杉木在我国南方林业生产中占有重要地位, 其造林面积约占全国人工林总面积的 24.1%, 在福建省林业生产中具有重要的作用, 尤以南平市和三明市的延平、建瓯、沙县等 11 个县市区的杉木林生长较好, 这些地区是杉木的中心产区, 属于闽江上游三大支流的流域范围^[1]。由于杉木多代连栽现象日益加剧, 造成杉木人工林生产力和土壤肥力下降, 直接威胁着杉木人工林可持续经营^[2]。近年来国内外林业工作者高度关注生物多样性和生态恢复问题, 其中包含林下植被生物多样性研究^[3-5]。人工林林下植被多样性是评估人工林生态系统的一个重要指标, 研究该指标可为优化人工林林分结构、健全经营管理、提高物种多样性指数提供参考依据^[6]。笔者调查了闽北丘陵地区不同杉木人工林林下植被多样性, 以期促进杉木人工林的可持续发展。

1 材料与方

1.1 研究地概况 研究地位于福建省南平市延平区延夏林

场太平工区, 地处闽北丘陵地区, 气候类型为中亚热带海洋季风气候, 年均气温为 19.0 °C, 年降水量约 1 650 mm。

1.2 研究对象 2015 年 4 月份在该研究地选择林地环境相似、杉木年龄结构基本一致的 2 种类型杉木人工林: 杉木纯林、杉木米槠混交林。这 2 种林分采用近自然抚育管理, 近 8 年未受到任何人为干扰。

1.3 研究方法

1.3.1 样地设置及调查。 选择典型的标准样地对 2 种杉木人工林林分进行调查, 样地基本情况见表 1。在每种林分中设置 3 块坡度、海拔基本一致的 20 m × 20 m 乔木样方, 在每个乔木样方内按对角线设置 4 个 5 m × 5 m 小样方。调查灌木层(树高 < 5 m)和层间层的物种名、株数、地径、树高等, 草本层的物种名、株数、盖度等。

1.3.2 数据统计。

(1) 植物重要值 = 相对多度 + 相对频度 + 相对显著度或

表 1 不同类型杉木人工林样地基本情况

Table 1 Basic situation of the plantation sites of different patterns of Chinese fir

林分类型 Sand type	海拔 Altitude m	坡度 Gadient °	坡位 Slope position	坡向 Slope direction	郁闭度 Cnopy density	林龄 Forest age a	平均胸径 Average diameter at breast height//cm	平均树高 Average plant height//m
杉木纯林 Pure plantation of Chinese fir	401	7	下坡位	东坡	0.8	20	15.4	12.8
杉木米槠混交林 Mixed plantation of Chinese fir and <i>Castanopsis carlesii</i>	352	6	下坡位	东坡	0.9	23	17.8	14.9

相对盖度;

相对多度 = 某种植物的个体数/植物总个体数 × 100% ;

相对频度 = 该种的频度/所有种的频度总和 × 100% ;

相对显著度 = 某种植物个体地径断面积/样方中全部个体地径断面积总和 × 100% ;

相对盖度 = 某种植物个体盖度/样方中全部个体盖度 × 100% 。

作者简介 胡玉燕(1974-), 女, 福建南平人, 工程师, 从事森林培育、森林资源开发与利用研究。

收稿日期 2016-03-22

(2) 多样性指数采用 Shannon - Wiener 指数计算, $H =$

$-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$, S 为物种的总数, P_i 为第 i 种植物个体数量占全部植物个体数量的比例。

(3) 均匀度指数采用 Pielou 均匀性指数计算, $J = H/H_{\max}$, H_{\max} 为理论上最大的多样性指数, 即 $H_{\max} = \ln S$ 。

(4) 优势度指数采用 Simpson 指数计算, $C = \sum_{i=1}^n P_i^2$ 。

2 结果与分析

2.1 杉木米楮混交林林下植被组成

2.1.1 杉木米楮混交林灌木层组成。杉木米楮混交林灌木层植物共 19 科 32 属 41 种, 其中山茶科植物种类最多(7

种), 其次为杜鹃花科和冬青科, 均为 4 种; 冬青属植物种类最多(4 种)。由表 2 可知, 整个灌木层的优势种是杉木和米楮, 米楮重要值 43.78, 其次是杉木(33.92), 表明杉木米楮混交林林分中, 主要造林树种生长优势明显, 群落处于一个生长旺盛的阶段。

2.1.2 杉木米楮混交林层间层组成。杉木米楮混交林层间层植物共 5 科 10 属 12 种, 重要值最大的是中华猕猴桃(80.56), 其次为异色猕猴桃(32.69), 重要值为 15~30 的植物有 7 种, 超过总数 50.0% (表 3)。除了优势种中华猕猴桃外, 各植被重要值分布较平均。

表 2 杉木米楮混交林灌木层重要值

Table 2 The importance value of shrub layer in mixed plantation of Chinese fir and *Castanopsis carlesii*

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对显著度 Relative dominance	重要值 Importance value
1	锐尖山香圆	<i>Turpinia arguta</i>	0.77	0.34	0.02	1.13
2	马银花	<i>Rhododendron ovatum</i>	0.77	0.51	0.02	1.30
3	大叶冬青	<i>Ilex latifolia</i>	1.53	0.34	0.02	1.90
4	茶	<i>Camellia sinensis</i>	1.54	0.68	0.02	2.24
5	小叶白辛树	<i>Pterostyrax corymbosus</i>	1.53	0.34	0.42	2.30
6	变叶榕	<i>Ficus variolosa</i>	1.54	0.85	0.02	2.41
7	华山矾	<i>Symplocos chinensis</i>	1.54	0.68	0.27	2.49
8	算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	1.54	0.68	0.27	2.49
9	沿海紫金牛	<i>Ardisia lindleyana</i>	1.54	0.85	0.14	2.53
10	刺叶桂樱	<i>Laurocerasus spinulosa</i>	1.54	0.68	0.42	2.64
11	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>	1.54	0.68	0.42	2.64
12	小叶青冈	<i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	1.54	0.68	0.42	2.64
13	石楠	<i>Photinia serratifolia</i>	1.54	0.68	0.42	2.64
14	冬青	<i>Ilex chinensis</i>	1.53	1.02	0.21	2.76
15	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	2.31	0.85	0.09	3.25
16	乌饭树	<i>Vaccinium bracteatum</i>	2.31	0.68	0.42	3.41
17	红豆树	<i>Ormosia hosiei</i>	1.54	1.36	0.75	3.65
18	杜茎山	<i>Maesa japonica</i>	2.30	1.02	0.45	3.78
19	短柱茶	<i>Camellia brevistyla</i>	1.54	0.68	1.66	3.88
20	山乌柏	<i>Triadica cochinchinensis</i>	1.54	0.68	1.66	3.88
21	鼠刺	<i>Itea chinensis</i>	1.54	1.19	1.66	4.39
22	木姜子	<i>Litsea pungens</i>	2.31	0.85	1.73	4.89
23	黄脉莓	<i>Rubus xanthoneurus</i>	1.54	1.36	2.08	4.97
24	黄瑞木	<i>Adinandra millettii</i>	2.31	0.85	2.08	5.23
25	细齿叶柃	<i>Eurya nitida</i>	2.31	1.19	1.86	5.36
26	鹿角杜鹃	<i>Rhododendron latoucheae</i>	2.30	1.36	1.73	5.40
27	油茶	<i>Camellia oleifera</i>	3.08	0.85	3.32	7.25
28	山矾	<i>Symplocos sumuntia</i>	2.31	2.38	3.18	7.87
29	木荷	<i>Schima superba</i>	3.08	4.58	0.27	7.93
30	赤杨叶	<i>Alniphyllum fortunei</i>	3.07	1.02	3.95	8.05
31	过路惊	<i>Bredia quadrangularis</i>	3.85	3.74	1.27	8.85
32	毛冬青	<i>Ilex pubescens</i>	1.53	0.68	6.63	8.85
33	黄枝润楠	<i>Machilus versicolora</i>	3.85	1.19	3.94	8.97
34	凹叶冬青	<i>Ilex championii</i>	3.07	3.23	2.75	9.05
35	乌药	<i>Lindera aggregata</i>	3.08	4.92	1.70	9.70
36	格药柃	<i>Eurya muricata</i>	3.85	2.72	4.05	10.61
37	青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	3.85	3.74	7.86	15.44
38	猴欢喜	<i>Sloanea sinensis</i>	1.54	0.85	13.26	15.65
39	草珊瑚	<i>Sarcandra glabra</i>	5.38	13.58	0.93	19.90
40	杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	5.38	14.77	13.76	33.92
41	米楮	<i>Castanopsis carlesii</i>	9.23	20.71	13.84	43.78
合计 Total			100	100	100	300

表3 杉木米楮混交林层间层重要值

Table 3 The importance value of interlayer layer in mixed plantation of Chinese fir and *Castanopsis carlesii*

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对显著度 Relative dominance	重要值 Importance value
1	南蛇藤	<i>Celastrus orbiculatus</i>	2.44	4.35	0.21	6.99
2	木防己	<i>Cocculus orbiculatus</i>	4.88	4.35	2.23	11.46
3	绿爬山虎	<i>Parthenocissus laetevirens</i>	4.88	5.80	4.06	14.74
4	东南葡萄	<i>Vitis chunganensis</i>	7.32	7.25	3.63	18.19
5	勾儿茶	<i>Berchemia sinica</i>	7.32	7.25	3.67	18.24
6	网脉酸藤子	<i>Embelia rudis</i>	7.32	7.25	3.80	18.37
7	菝葜	<i>Smilax china</i>	7.32	8.70	4.32	20.33
8	显齿蛇葡萄	<i>Ampelopsis grossedentata</i>	12.20	7.25	4.45	23.89
9	流苏子	<i>Coptosapelta diffusa</i>	7.32	10.14	7.17	24.63
10	鸡矢藤	<i>Paederia foetida</i>	14.63	11.59	3.67	29.90
11	异色猕猴桃	<i>Actinidia callosa</i>	12.20	13.04	7.45	32.69
12	中华猕猴桃	<i>Actinidia chinensis</i>	12.20	13.04	55.32	80.56
合计 Total			100	100	100	300

2.1.3 杉木米楮混交林草本层组成。杉木米楮混交林草本层植物共9科10属10种,主要是芒萁和淡竹叶,2种植物重要值占总数的70%,其次为狗脊蕨,其重要值为32.28,其他草本层物种为伴生种(表4)。

表4 杉木米楮混交林草本层重要值

Table 4 The importance value of herb layer in mixed plantation of Chinese fir and *Castanopsis carlesii*

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对盖度 Relative coverage	重要值 Importance value
1	石松	<i>Lycopodium japonicum</i>	2.63	0.53	0.75	3.92
2	黑莎草	<i>Gahnia tristis</i>	2.63	1.07	1.51	5.21
3	叶下珠	<i>Phyllanthus urinaria</i>	5.26	0.43	1.51	7.20
4	扇叶铁线蕨	<i>Adiantum flabellulatum</i>	5.26	0.75	1.51	7.52
5	肾蕨	<i>Nephrolepis auriculata</i>	5.26	1.71	3.02	9.99
6	艳山姜	<i>Alpinia zerumbet</i>	10.53	0.64	1.51	12.68
7	光里白	<i>Diplpterygium laevisisima</i>	7.89	1.07	3.77	12.74
8	狗脊蕨	<i>Woodwardia japonica</i>	18.42	10.70	3.17	32.28
9	淡竹叶	<i>Lophatherum gracile</i>	21.05	37.33	38.01	96.39
10	芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	21.05	45.78	45.25	112.08
合计 Total			100	100	100	300

2.2 杉木纯林林下植被组成

2.2.1 杉木纯林灌木层组成。杉木纯林灌木层植物共有12科19属21种,种数远低于杉木米楮混交林灌木层,林下植被较单一,其中山茶科种数最多(4种),其次是茜草科和山矾科

(均为3种),蔷薇科和冬青科均为2种,其余均为1种。杉木纯林林下灌木层主要优势种是杉木,其重要值为99.90,占整个林分灌木层的33.3%,其次是格药苓,重要值为29.22,重要值小于10的有13种(表5),说明该层次物种分布不均。

表5 杉木纯林灌木层重要值

Table 5 The importance value of shrub layer in pure plantation of Chinese fir

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对显著度 Relative dominance	重要值 Importance value
1	冬青	<i>Ilex chinensis</i>	1.15	0.52	0.47	2.15
2	山矾	<i>Symplocos sumuntia</i>	2.30	0.79	1.88	4.96
3	虎皮楠	<i>Daphniphyllum oldhamii</i>	2.30	2.10	0.72	5.12
4	短尾越橘	<i>Vaccinium carlesii</i>	2.30	0.79	2.16	5.24
5	虎刺	<i>Damnacanthus indicus</i>	3.45	1.31	0.96	5.72
6	中华杜英	<i>Elaeocarpus chinensis</i>	2.30	0.79	2.82	5.91
7	石斑木	<i>Rhaphiolepis indica</i>	3.45	0.79	1.88	6.11
8	尖连蕊茶	<i>Camellia cuspidata</i>	3.45	1.05	1.66	6.16
9	狗骨柴	<i>Diplospora dubia</i>	2.30	0.79	4.37	7.45
10	刺柏	<i>Juniperus formosana</i>	4.60	1.57	1.62	7.80
11	光叶山矾	<i>Symplocos lancifolia</i>	4.60	1.31	2.94	8.85

接下表

续表 5

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对显著度 Relative dominance	重要值 Importance value
12	木荷	<i>Schima superba</i>	4.60	2.10	2.29	8.99
13	大黄栀子	<i>Gardenia sootepensis</i>	5.75	2.10	2.14	9.99
14	小叶六道木	<i>Abelia parvifolia</i>	5.75	2.62	3.60	11.97
15	毛冬青	<i>Ilex pubescens</i>	5.75	3.15	4.84	13.74
16	马银花	<i>Rhododendron ovatum</i>	5.75	2.36	5.95	14.06
17	黄瑞木	<i>Adinandra millettii</i>	8.05	2.89	3.60	14.54
18	密花山矾	<i>Symplocos congesta</i>	4.60	4.46	6.10	15.16
19	赤楠	<i>Syzygium buxifolium</i>	5.75	1.84	9.38	16.96
20	格药柃	<i>Eurya muricata</i>	9.20	6.82	13.20	29.22
21	杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	12.64	59.84	27.41	99.90
合计 Total			100	100	100	300

2.2.2 杉木纯林层间层组成。杉木纯林层间层植物共 5 科 6 属 6 种,物种数最少,其中葡萄科有蛇葡萄和三叶青 2 种,其余均为 1 种。由表 6 可知,杉木纯林层间层主要优势种是

尖叶链珠藤和酸藤子,其中尖叶链珠藤重要值最大(90.11),其次是酸藤子(67.03)。

2.2.3 杉木纯林草本层组成。杉木纯林草本层植物共 7 科 10 属

表 6 杉木纯林层间层重要值

Table 6 The importance value of interlayer layer in pure plantation of Chinese fir

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对显著度 Relative dominance	重要值 Importance value
1	绿爬山虎	<i>Parthenocissus laetevirens</i>	13.79	11.76	4.08	29.64
2	蛇葡萄	<i>Ampelopsis sinica</i>	10.34	11.76	13.19	35.30
3	羊角藤	<i>Morinda umbellata</i>	13.79	9.80	14.46	38.06
4	三叶青	<i>Tetrastigma hemsleyanum</i>	17.24	13.73	8.88	39.85
5	酸藤子	<i>Embelia laeta</i>	20.69	21.57	24.78	67.03
6	尖叶链珠藤	<i>Alyxia acutifolia</i>	24.14	31.37	34.60	90.11
合计 Total			100	100	100	300

12 种,其中里白科有 3 种,禾本科、铁角蕨科和莎草科均为 2 种,其余均为 1 种;里白属和铁角蕨属均有 2 种,其余均为 1 种。香附子在整个杉木纯林地被物中分布最广,数量最多,

重要值达 148.62,将近总数的 50.0%,其次是里白科的中华里白,重要值是 29.79,重要值大于 10 的有 7 种,除了优势种,其余优势度不明显(表 7)。

表 7 杉木纯林草本层重要值

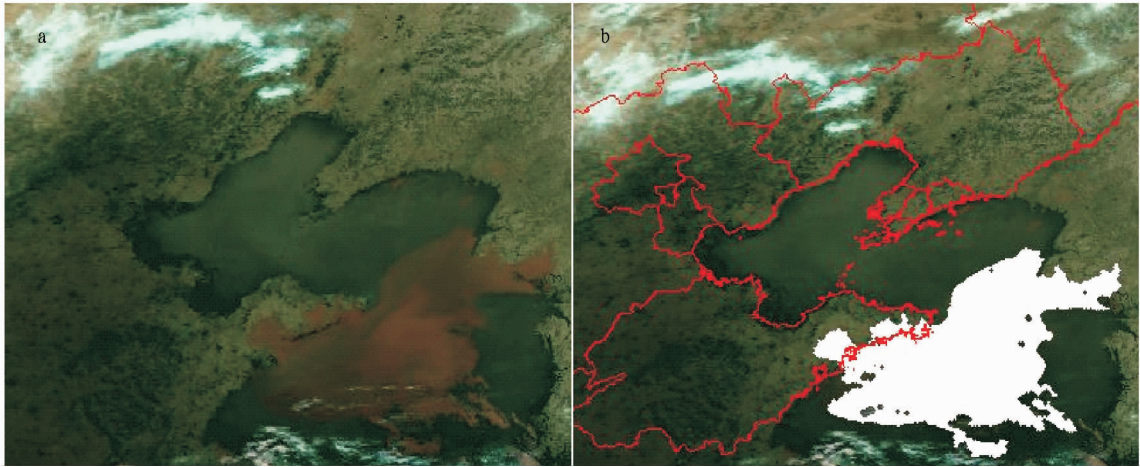
Table 7 The importance value of herb layer in pure plantation of Chinese fir

序号 Code	种名 Species name	拉丁名 Latin name	相对频度 Relative frequency	相对多度 Relative abundance	相对盖度 Relative coverage	重要值 Importance value
1	淡竹叶	<i>Lophatherum gracile</i>	1.67	0.13	0.41	2.21
2	艳山姜	<i>Alpinia zerumbet</i>	3.33	0.22	0.82	4.37
3	中亚荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	5.00	1.75	0.08	6.83
4	拟二叶飘拂草	<i>Fimbristylis diphylloides</i>	5.00	0.52	2.87	8.40
5	五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	5.00	1.14	2.46	8.60
6	华南毛蕨	<i>Cyclosorus parasiticus</i>	6.67	1.22	4.11	11.99
7	里白	<i>Diplopterogium chinense</i>	6.67	1.53	4.11	12.30
8	芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	10.00	4.63	4.02	18.65
9	扇叶铁线蕨	<i>Adiantum flabellulatum</i>	11.67	2.84	6.57	21.07
10	卵叶铁角蕨	<i>Asplenium trichomanes</i>	11.67	5.24	10.26	27.17
11	中华里白	<i>Diplopterogium glaucum</i>	15.00	6.99	7.80	29.79
12	香附子	<i>Cyperus rotundus</i>	18.33	73.80	56.49	148.62
合计 Total			100	100	100	300

2.3 2 种林分各层次多样性比较。杉木米槠混交林多样性指数(2.67)远高于杉木纯林多样性指数(1.40),杉木米槠混交林优势度指数(0.11)小于杉木纯林优势度指数(0.40),这说明杉

木米槠混交林林分群落更加稳定,不易受外来环境干扰,能更好地保持杉木林分水土,有利于杉木人工林的可持续发展。

(下转第 239 页)



注:白色区域为叠加了雾区自动识别出来的结果。

Note: White region is the result of automatic recognition of the fog area.

图7 2014年4月8日03:40卫星图像及雾区自动识别结果

Fig. 7 Satellite image and fog area automatic recognition at 03:40 on 8th April 2014

作用,但对夜间的轻雾不能进行有效识别。

由于大雾的成因较多,不同季节、不同浓度、下垫面的雾区在各个通道上的特征值变化范围也较大,尤其是区分低云和雾区的难度较大。这些问题在今后还需继续研究。

参考文献

- [1] 孙涵,孙照渤,李亚春. 雾的气象卫星遥感光谱特征[J]. 南京气象学院学报,2007,27(3):289-301.
- [2] 戴丛蕊,徐虹,金燕. 卫星遥感资料在云南大雾监测中的应用[J]. 云南地理环境研究,2008,20(6):51-54.
- [3] 周红妹,葛伟强,柏桦,等. 气象卫星大雾遥感自动识别技术研究[J]. 热带气象学报,2011,27(2):152-160.
- [4] 黄子革,潘长明,王贵钢,等. MODIS 卫星海雾检测技术研究[J]. 海洋

测绘,2010,30(2):70-73.

- [5] 张春桂,何金德,马治国. 福建沿海海雾的卫星遥感监测[J]. 中国农业气象,2013,34(3):366-373.
- [6] 曹祥村,邵利民,李晓东. 黄渤海一次持续性大雾过程特征和成因分析[J]. 气象科技,2012,40(1):92-99.
- [7] 吴晓京,李三妹,廖蜜,等. 基于20年卫星遥感资料的黄海、渤海海雾分布季节特征分析[J]. 海洋学报,2015,37(1):63-72.
- [8] 何月,张小伟,蔡菊珍,等. 基于 MTSAT 卫星遥感监测的浙江省及周边海区大雾分布特征[J]. 气象学报,2015,73(1):200-210.
- [9] 李亚春,孙涵,徐萌,等. 卫星遥感图上大雾消散特点的分析研究[J]. 遥感技术与应用,2002,17(1):17-20.
- [10] 纪瑞鹏,代付,班显秀. NOAA/AVHRR 图像资料在大雾灾害监测中的应用[J]. 防灾减灾工程学报,2004,24(2):149-152.
- [11] 李亚春,孙涵,徐萌. 气象卫星在雾的遥感监测中的应用与存在的问题[J]. 遥感技术与应用,2000,15(4):224-227.

(上接第177页)

表8 2种林分各层次多样性比较

Table 8 Comparison of the diversities of different layers of two forest stands

林分类型 Stand type	层次 Layer	物种数 Species number	多样性指数 H Diversity index	优势度指数 C Dominance index	均匀度指数 J Evenness index
杉木米楮混交林 Mixed plantation of Chinese fir and <i>Castanopsis carlesii</i>	灌木层	41	2.63	0.09	0.79
	层间层	12	2.12	0.08	0.98
	草本层	10	0.95	0.36	0.54
	合计	63	2.67	0.11	0.72
杉木纯林 Pure plantation of Chinese fir	灌木层	21	1.49	0.37	0.59
	层间层	6	1.40	0.19	0.95
	草本层	12	0.80	0.56	0.44
	合计	39	1.40	0.40	0.46

3 结论与讨论

笔者通过对闽北丘陵地区2种杉木人工林林分林下植被调查研究,发现杉木米楮混交林多样性指数高于杉木纯林,说明针阔混交林林下植被丰富度高于针叶纯林。在林业生产中,可优先推荐针阔混交林栽培模式,在实践生产活动中,还需要考虑立地条件和当地社会需求,可根据实际需要,发展针阔混交林套种模式,有利于杉木人工林的可持续发展。

参考文献

- [1] 陈秀兰,何勇,张丹丹,等. 中国森林生态恢复与重建生态效益评价研究进展[J]. 林业经济问题,2008,28(3):192-196.
- [2] 马梅. 人工林地力衰退问题研究[J]. 林业科技管理,2002(3):26-29.
- [3] 胡觉,彭长清,甘世书,等. 我国人工林变化动态及增长潜力分析[J]. 林业资源管理,2014(4):6-8.
- [4] 赵良平. 森林生态系统健康理论的形成与实践[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2007,31(3):1-7.
- [5] 席一,尤振. 岷江上游退化森林生态系统的恢复与重建[J]. 安徽农业科学,2006,34(23):6281-6282,6285.
- [6] 温佐吾,冯燕. 集体林区影响人工林培育质量的非技术因素分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2010,34(6):149-152.