

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2012.02.010

巨尾桉工业原料林下植物群落学分析

程盛慧¹, 杨宇明¹, 赵一鹤^{2*}, 李昊民¹

(1. 西南林业大学 林学院, 昆明 650224; 2. 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 昆明 650224)

摘要: 基于群落调查方法,对巨尾桉林下植物进行群落学分析。结果表明:巨尾桉林下植物共有维管束植物 57 科、124 属、154 种及变种,以禾本科和菊科的种类占优势;林下植物物种组成较为分散,优势属不明显;种子植物 53 科划分为 6 个分布区类型和 2 个变型,以热带分布科为主;种子植物 120 个属有 14 个分布区类型和 7 个变型,以热带分布属为主,植物区系成分较为复杂。林下植被可分为灌木层和草本层,但是分层现象不明显,草本层植物占优势,偶见有少量的层间植物分布。林下物种丰富度表现为草本层>灌木层;而 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数则表现为灌木层>草本层,生境空间异质性及人为干扰活动影响了巨尾桉林下植物组成及分布。

关键词: 巨尾桉林; 林下植物; 区系分析; 多样性

中图分类号: Q948.15 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2012)02-0192-06

Community analysis of undergrowth vegetation in industrial plantation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

CHENG Sheng-Hui¹, YANY Yu-Ming¹, ZHAO Yi-He^{2*}, LI Hao-Min¹

(1. College of forestry, South-West Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China)

Abstract: Based on standard community survey methodologies, community analysis of undergrowth vegetation in the *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* industrial plantations were analyzed. The results showed that, totally 154 vascular plants species belonging to 57 families and 124 genera were found. The dominating families were Gramineae and Compositae. The distribution of different plants was dispersed. And, there were no distinguishing dominating genera. 53 spermatophyte families could be classified into six areal types and two variables, mainly composed of tropical distribution families; 120 spermatophyte genera could be classified into 14 areal types and 7 variables which were dominated by 14 tropical distribution genera as dominating areal types. The pantropic areal types accounted for 28.04% of non-cosmopolitan families. From the above, the flora composition of the undergrowth vegetation in the *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* industrial plantations was very complicated. There were two layers of undergrowth vegetation in the *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* industrial plantations; herbaceous layer and shrub layer, but the layers were less obviously classified and the herbaceous layer predominated. The species richness of herbaceous layer was more than shrub layer's. The Simpson index, Shannon-Wiener index, evenness index of herbaceous layer was less than shrub layer's. The habitat heterogeneity space and intense human disturbances had great impacts on its species composition and distribution.

Key words: *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*; undergrowth plants; floristic analysis; diversity

① 收稿日期: 2011-09-26 修回日期: 2011-12-10

基金项目: NSFC-云南联合基金(U0933601)[Supported by the Joint Fund of the Natural Science Foundation of China and Yunnan Province (U0933601)]

作者简介: 程盛慧(1986-),女,四川威远人,硕士研究生,从事生物多样性与自然保护研究,(E-mail)chengshenghui@yahoo.com.cn.

*通讯作者: 赵一鹤,博士,主要研究方向为森林生态学,(E-mail)kjzc123@163.com.

桉树(*Eucalyptus* spp.)是桃金娘科(Myrtaceae)桉属(*Eucalyptus*)树种的统称,绝大部分原产澳大利亚及其周围岛屿,截止1998年,得到承认的有808种137亚种和变种,其中有经济用途的100多种,是三大速生树种(松、杨、桉)之一,我国于1890年开始引种(祁述雄,1989),巨尾桉(*E. grandis*×*E. urophylla*)是以巨桉(*E. grandis*)为母本、尾叶桉(*E. urophylla*)为父本的杂交品种,引进中国已有多多年,目前已成为我国南方各省短周期工业原料林的主要栽培品种,其综合了巨桉生长快、纸浆得率高,以及尾叶桉对低海拔干旱土壤的适应性和抗溃疡病能力强的特点,易无性繁殖、喜光、生长迅速、干形好、耐-3℃短期霜冻;适宜土层深厚、肥沃、疏松、排水良好的山地红壤和砖红壤上生长。到2010年,我国桉树人工林集中连片的已逾250万公顷,零星种植20亿多株,栽种于南方16个省(自治区)的600多个县,年产材量超过1000万立方米,我国是仅次于巴西的第二植桉大国(谢耀坚,2003;赵一鹤等,2005)。桉树林带来了巨大经济效益和社会效益,同时也带了一些颇具争议的生态效益。例如桉树林地力衰退、林地生产力下降、生物多样性减少、水土流失加剧、地下水位下降、小气候改变等(郑海水等,1997)。目前,国内对桉树生态效应的研究主要在生物多样性(韩艺师等,2008)、化感作用(方碧真等,2010)、病虫害防治(梁一萍等,2010)、桉树叶挥发成分(陈月圆等,2010)等方面。针对巨尾桉林下植物区系分析、结构特征研究鲜见报道。本研究结合云南省普洱市独特的地理气候条件和极其丰富的生物多样性特征,对巨尾桉林下植物进行群落学分析,科学客观地认识林下植物区系及群落结构特征,为巨尾桉林的可持续经营提供理论参考和科学依据。

1 研究区域概况

普洱市地处云南省西南部,22°02′~24°50′ N, 99°09′~102°19′ E,属南亚热带山地湿润季风气候,气候温和,雨量充沛,干湿季分明,垂直气候类型明显。年均降水量102.8~2793 mm,年均日照时数884~2188.4 h,多年平均气温18~20℃;最冷月为1月,平均气温10.5~13.3℃;最热月为6月,平均气温21.9~24.8℃。调查的范围位于普洱市西部的澜沧、孟连和西盟3个县,调查地点海拔1384~2045 m,坡度11°~27°,土类为赤红壤和红壤。

2 研究方法

2.1 调查方法

采用群落学调查法,设置投影面积15 m×15 m的正方形样地,记录每块样地的经纬度、海拔、土类、土层厚度、坡向、坡度、坡位等因子。将样地划分为25个3 m×3 m的小样方,布设梅花形的5个3 m×3 m小样方(标准地中心1个,四角各1个),即每块样地内选取3 m×3 m样方5个,分别记录每样方内的灌木(包括木质藤本和乔木更新苗)和草本(包括草质藤本)种类。对于野外不能确定的植物物种,采集标本,进一步进行鉴定。为较好地反映群落的物种组成特征,根据桉树林种一面积格局(赵一鹤,2008),共设置了巨尾桉林样地40块,总面积约0.90 hm²,调查了灌草层样方200个。

2.2 数据分析

选用物种丰富度、Simpson指数和Shannon-Wiener指数、Pielou均匀度指数来测度和分析物种多样性特征,以重要值来反映林下植物物种在群落中所处的地位及作用(马克平,1994)。

表1 巨尾桉林下维管植物各类群统计
Table 1 Statistics of communities undergrowth vegetation in plantation of *E. grandis*×*E. urophylla*

植物种群 Phytogroup	科 Family	属 Genus	种 Species
蕨类植物 Pteridophyte	4	4	4
种子植物 Spermatophyte			
裸子植物 Gymnospermae	2	2	2
双子叶植物 Dicotyledoneae	45	94	118
单子叶植物 Monocotyledoneae	6	24	30
合计 Total	57	124	154

3 结果与分析

3.1 巨尾桉林下植物区系分析

3.1.1 巨尾桉林下植物区系组成 从巨尾桉林下植物区系组成的统计结果(表1)看出,巨尾桉林下植物共有维管束植物57科、124属、154种及变种,分别占云南省维管束植物总数的17.48%、5.55%、1.3%,占普洱市维管束植物总数的21.35%、8.14%、2.91%。在154种维管束植物中蕨类植物4科、4属、4种;种子植物53科、120属、150种,其科、属、种分别占普洱

市种子植物的 21.63%、8.33%、3.0%；裸子植物 2 科, 2 属, 2 种, 双子叶植物 45 科, 94 属, 118 种, 单子叶植物 6 科, 24 属, 30 种。

对巨尾桉林下种子植物主要科进行统计(表 2), 结果表明, 含 10 个种以上的科有 3 个, 按种数多少排列分别为禾本科(Gramineae)、菊科(Compositae)、蝶形花科(Leguminosae), 含 3~9 个种的科有 11 个, 按种数多少排列, 依次是大戟科(Euphorbi-

aceae)、茜草科(Rubiaceae)、唇形科(Lamiaceae)、蔷薇科(Rosaceae)等。上述的 14 个科包括 73 属 102 种, 占总属数的 58.87% 和占总种数的 66.23%。

种子植物 120 个属中, 含 2~5 个种的属有 21 个, 有 51 个物种, 占总属数的 17.50%, 占总种数的 34.00%; 单种属共有 99 个, 占 82.50%, 总种数的 66.00%, 是巨尾桉林下植物物种的主要组成成分, 巨尾桉林下植物物种的优势属不明显。

表 2 巨尾桉林下种子植物主要科

Table 2 Statistic of spermatophytic family of undergrowth vegetation in plantation of *E. grandis* × *E. urophylla*

科名 Family	属数 No. of genus	种数 No. of species	科名 Family	属数 No. of genus	种数 No. of species
禾本科 Gramineae	16	22	毛茛科 Ranunculaceae	3	3
菊科 Compositae	15	17	百合科 Liliaceae	3	3
蝶形花科 Leguminosae	9	16	山茶科 Theaceae	3	3
大戟科 Euphorbiaceae	7	9	樟科 Lauraceae	2	3
茜草科 Rubiaceae	4	7	壳斗科 Fagaceae	2	3
唇形科 Lamiaceae	4	5	越桔科 Vacciniaceae	1	3
蔷薇科 Rosaceae	3	5	菝葜科 Smilacaceae	1	3

表 3 巨尾桉林下植物科的分布区类型

Table 3 Differences of areal types of spermatophytic family of undergrowth vegetation in plantation of *E. grandis* × *E. urophylla*

分布区类型及变型 Type of distribution	科数 No. of family
1. 世界分布 Cosmopolitan	20
2. 泛热带分布 Pantropic	18
2.2 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted	1
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	2
5. 热带亚洲只热带大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Australasia	2
8. 北温带分布 North Temperate	5
8.4 北温带和南温带间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjuncted. ("Pan-temperate")	4
12. 地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	1
合计 Total	53

3.1.2 巨尾桉林下植物区系成分分析 从巨尾桉林下植物科的分布区类型的统计结果(表 3)看出, 林下种子植物 53 科可划分为世界分布类型、泛热带分布、热带亚洲和热带美洲间断分布、北温带分布等 6 个分布区类型和 2 个变型, 无中国特有分布科, 巨尾桉工业原料林下植物主要以热带分布科为主。

根据吴征镒(1991)对中国种子植物属的分布区类型的划分, 可将巨尾桉林下植物区系的 120 个属划分为 14 个分布区类型和 7 个变型, 无中亚分布类型(表 4)。热带分布属(2-7)有 74 属, 占总属数的

61.67%, 温带分布属(8-14)有 31 属, 占总属数的 25.83%。巨尾桉工业原料林下的植物物种以热带分布属为主。

3.2 巨尾桉林下植物群落学特征分析

3.2.1 林下植物群落结构特征 巨尾桉林下植物可分为灌木层和草本层两个层次。灌木层高度在 2.5 m 以下, 盖度 1%~5%, 重要值在 5.00 以上的有思茅水锦树(*Wendlandia augustinii*)、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera*)、红木荷(*Schima wallichii*)、栓皮栎(*Quercus variabilis*)、岗柃(*Eurya groffii*)、南烛(*Vaccinium bracteatum*)、束序芭麻(*Boehmeria siamensis*)、白饭树(*Flueggea virosa*)、假朝天罐(*Osbeckia crinita*)等。草本层种类丰富, 主要以禾本科和菊科的物种占优势, 高度 2.0 m 以下, 盖度变化大, 禾本科的弓果黍(*Oplismenus compositus*) (重要值 0.91~37.48) 在地面成片生长, 盖度在 5%~50%, 硬杆子草(*Capillipedium assimile*) (重要值 4.96~28.6) 在林下成丛分布, 盖度在 5%~15%; 菊科的飞机草(*Chromolaena odorata*) (重要值 5.48~24.91), 盖度为 5%~50%, 紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*) (重要值 2.57~37.48) 盖度在 5%~70%, 飞机草和紫茎泽兰在林下成片的生长, 两者的入侵性及繁殖能力强。草本层其他物种有菜蕨(*Callipteris esculenta*) (重要值 0.91~17.14)、画眉草(*Eragrostis nigra*) (重要值 1.80~11.90)、竹叶草(*Oplismenus compositus*) (重要值 0.92~10.38)、阴地蕨(*Botrychium ternatum*)

表 4 巨尾桉林下植物属的分布区类型
Table 4 Differences of areal types of spermatophytic genera of undergrowth vegetation in Plantation of *E. grandis* × *E. urophylla*

分布区类型及变型 Type of distribution	属数 No. of genus	占其非世界分布的比例(%)
1. 世界分布 Cosmopolitan	13	—
2. 泛热带分布 Pantropic	30	28.04
2.1 热带亚洲、大洋洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Australasia(to N. Zeal.) & C. to S. Amer. (or Mexico) disjuncted	4	3.74
2.2 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted	1	0.93
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	5	4.67
4. 旧世界热带分布 Old World Trop.	14	13.08
4.1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断分布 Trop. Asia, Africa(or E. Afr., Madagascar) & Australasia disjuncted	1	0.93
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	8	7.48
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to trop. Africa	5	4.67
7. 热带亚洲(印度—马来西亚)分布 Trop. Asia(Indo-Malesia)	5	4.67
7.1 爪哇、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java, Himalaya to S., SW. China disjuncted or diffused	1	0.93
8. 北温带分布 North Temperate	10	9.35
8.4 北温带和南温带间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjuncted. (Pan-temperate)	8	7.48
8.5 欧亚和南美洲温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted	1	0.93
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	2	1.87
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	6	5.61
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	1	0.93
12. 地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	0	0
12.3 地中海区至温带—热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布 Mediterranean to Temp. - Trop. Asia, Australasia & S. Amer. disjuncted	1	0.93
13. 中亚分布 C. Asia	0	0.00
14. 东亚分布 E. Asia	2	1.87
15. 中国特有分布 Endemic to China	2	1.87
合计 Total	120	100

(重要值 0.48~10.33)、白茅 (*Imperata cylindrica* var. *major*) (重要值 1.17~9.18)、滇龙胆 (*Gentiana rigescens*) (重要值 0.85~5.36) 等。层间植物有 8 种,以木质藤本为主,如巴豆藤 (*Craspedolobium schochii*) (重要值 2.55~6.98)、菝葜 (*Smilax china*) (重要值 0.64~4.94)、白花酸藤子 (*Embelia ribes*) (重要值 2.49~3.70)、细圆藤 (*Pericampylus glaucus*) (重要值 2.26~3.42) 等,草质藤本就见一

种薯莨 (*Dioscorea cirrhosa*) (重要值 1.70)。藤本植物大多攀援巨尾桉树干生长,少数依附在林下灌木层生长。

3.2.2 林下植物物种多样性特征分析 (1)物种丰富度:对 40 块巨尾桉林下草本层与灌木层植物物种丰富度(图 1)的测度结果表明,物种丰富度为 11~48,其中,草本层为 8~30,灌木层为 3~21。由于人为干扰程度不同和存在的空间异质性,样地物种丰富度大小各有差异,但基本变化趋势是草本层 > 灌木层。(2)物种多样性指数:图 2、图 3 的测度结果表明,巨尾桉林下物种 Simpson 指数值和 Shannon-Wiener 指数值的变化趋势大致表现为草本层 < 灌木层,部分样地出现草本层 > 灌木层的情况,其原因是样地所处的立地条件不同,人为干扰程度不同也对林下植物物种多样性产生影响。(3)均匀度指数:图 4 结果表明,Pielou 均匀度指数变化趋势大致为草本层 < 灌木层,Pielou 均匀度变化趋势与 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数变化不一致。

4 结论与讨论

巨尾桉林下共有维管束植物 57 科、124 属、154 种及变种。林下种子植物中含 3~10 个种以上的科有 14 个,包括 73 属 102 种,单种属共有 99 个属,说明林下植物受人为干扰较大,物种组成较为分散,单种属较多,优势属不明显。

巨尾桉林下种子植物 53 科可划分为 6 个分布区类型和 2 个变型,120 个属可划分为 14 个分布区类型和 7 个变型,林下种子植物区系复杂。热带分布 23 科,占非世界分布科的 69.70%,热带分布有 74 属,占非世界分布属的 69.16%,表明林下种子植物区系以热带分布科、属为主,同时也体现了巨尾桉林下植物南北过渡交融的特点。

在云南南亚热带山地环境条件下,由于水热条件充足,为巨尾桉林下植物生长发育提供了良好的环境条件,地带性植被物种多样性丰富,巨尾桉林下伴生植物物种多样性虽较高,但物种组成特征表现为以阳性先锋植物和适应性强的广布旱生植物物种为主,多属次生成分和外来物种,特别是一些新侵入的种类,而原植物群落的林下植物物种成分在巨尾桉林中较少。林下种子植物多集中于禾本科、菊科等一些世界性大科中,物种多以紫茎泽兰、飞机草、弓果黍占优势,表明群落受到人为的干扰较大而

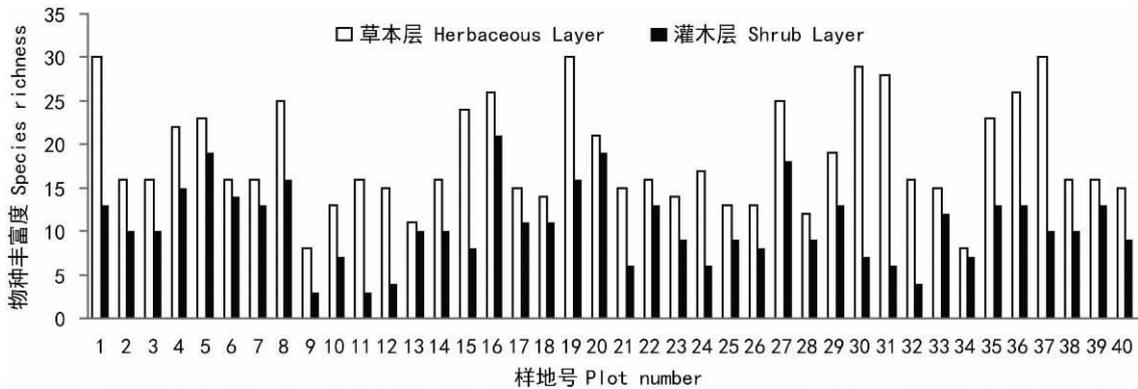


图 1 草本层与灌木层物种丰富度

Fig. 1 The species richness of herbaceous and shrub layers

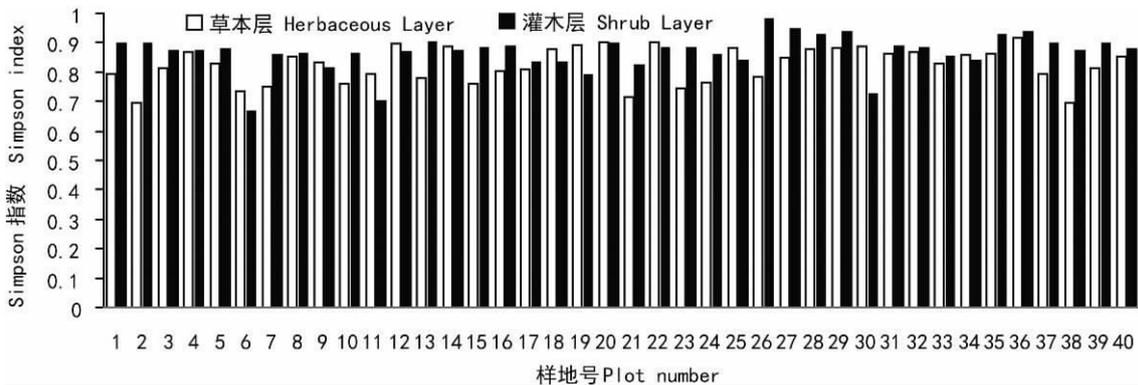


图 2 草本层与灌木层的 Simpson 指数

Fig. 2 The Simpson diversity index of herbaceous and shrub layers

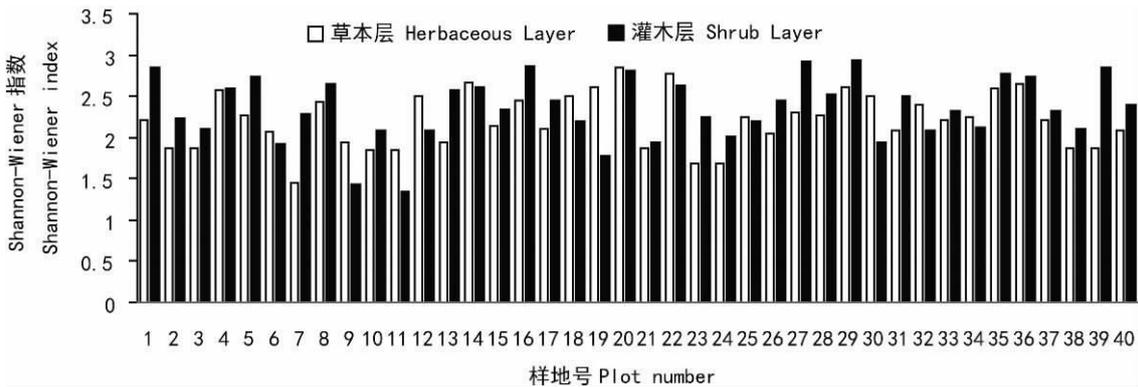


图 3 草本层与灌木层 Shannon-Wiener 指数

Fig. 3 The Shannon-Wiener diversity index of herbaceous and shrub layers

具有明显的次生性。这些次生种类具有喜光,耐干旱,耐瘠薄,根系发达,萌芽力强,易更新的生物学特性。其次是由于巨尾桉林建立后,改变了原有的生境,与外来物种的生物学特性相适应,加之外来物种的入侵性和扩散性较强,这样就为外来物种(紫茎泽兰、飞机草等)的入侵创造了条件,造成了草本层的主要种类以紫茎泽兰、飞机草等占绝对优势,并成为群落的主要伴生种类。

巨尾桉林下植被可分为灌木层和草本层,但层

次结构不明显,草本层植物占优势。表明巨尾桉林对灌木层的影响大于草本层,原因是造林后改变了原有的生境,灌木层和草本层植物物种的生物学特性不同,草本植物的生命力极强,具有较高的竞争能力,物种的无性繁殖力较强,而灌木层物种的无性繁殖力较弱,对生境的要求较高,林下草本的良好发育限制了灌木植物的生长。反映了南亚热带次生性草本植物适应性较强,在人工干预后很快进入新建群落,并形成优势;灌木多属原有成分,对生境要求较

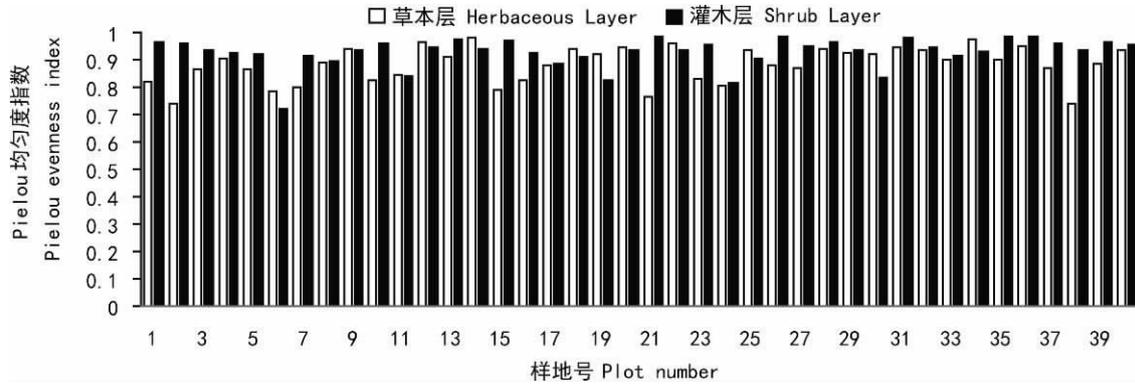


图4 草本层与灌木层 Pielou 均匀度指数

Fig. 4 The Pielou evenness index of herbaceous and shrub layers

严格,在人为干预下恢复较次生性草本植物缓慢。

巨尾桉林下物种丰富度为草本层>灌木层,研究结果与温远光等(2005)的研究结果不一致。究其原因一是由于区域的生态环境和气候条件不同,导致了研究结果的差异。温远光等(2005)研究区域为海拔在 100 m 左右低丘山地,属于北热带气候类型;而本研究区域为海拔 1 384~2 045 m 的高原山地,属南亚热带山地湿润季风气候,受地形和海拔高度变化的影响,植被垂直地带性明显,物种丰富。二是与原造林地类分布灌木和草本物种的土壤种子库有关,本次调查的巨尾桉大部分林地造林前是荒地、灌木林地,主要生长着次生性植物种类。

巨尾桉林下物种多样性指数 Simpson 指数值和 Shannon-Wiener 指数值变化趋势均为草本层<灌木层,与物种丰富度变化趋势不一致。一般来说,物种丰富度越高,相应的多样性指数值越大,呈正线性相关,但巨尾桉林下植物却出现相反的情况,是因为巨尾桉林群落内部存在的空间异质性,其次,巨尾桉林是人工纯林,每年进行的施肥与除草等人为干扰活动影响了林下植物的生长与分布。Pielou 均匀度指数的变化趋势为草本层<灌木层,说明灌木层物种分布比较均匀,主要物种不突出,而草本层植物个体分布不均匀,且优势种明显。

参考文献:

马克平. 1994. 生物群落多样性的测度方法. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京:中国农业出版社:141-165

祁述雄. 1989. 中国桉树[M]. 北京:中国林业出版社:1-20

郑海水,翁启杰,曾杰,等. 1997. 桉树与相思混交林生产力及生态特性研究[C]//沈国航,翟明普. 混交林研究—全国混交林与树种关系学术讨论会论文集. 北京:中国林业出版社:171-175

Fang BZ(方碧真), Yu SX(余世孝), Wang YK(王永繁), et al. 2010. Allelopathy of *Eucalyptus urophylla* on eight native tree species(尾叶桉对 8 种乡土树种的化感作用)[J]. *Acta Sun-*

yatsen Univ: Nat Sci Edi(中山大学学报·自然科学版), 49(5):113-117

Han YS(韩艺师), Wei CY(魏彦昌), Ouyang ZY(欧阳志云), et al. 2008. Effects of continuous planting rotation on forest structural characteristics and water holding capacity of *Eucalyptus* plantations(连栽措施对桉树人工林结构及持水性能的影响)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 28(9):4 609-4 617

Liang YP(梁一萍), Fang XY(方小玉), Zuo YZ(左跃珍), et al. 2010. Technology of alteration of fast-growing and high-yield plantation of *Eucalyptus* severely attacked by *Leptocybe invasa* fisher & La Salle(桉树枝瘦姬小蜂危害严重速生丰产桉树林分更新改造技术)[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报), 26(18):138-141

Wen YG(温远光), Liu SR(刘世荣), Chen F(陈放), et al. 2005. Plant diversity and dynamics in industrial plantation of *Eucalyptus* (桉树工业人工林植物物种多样性及动态研究)[J]. *J Beijing Fore Univ*(北京林业大学学报), 27(4):17-22

Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), (S):1-139

Xie YJ(谢耀坚). 2003. Primary studies on sustainable management strategy of *Eucalyptus* plantation in China(中国桉树人工林可持续经营战略初探)[J]. *World Fore Res*(世界林业研究), 16(5):59-64

Zhang L(张璐), Su ZR(苏志尧), Chen BG(陈北光). 2005. Altitudinal patterns of species diversity in the montane forest communities: a review(山地森林群落物种多样性垂直格局研究进展)[J]. *J Mountain Res*(山地学报), 23(6):736-743

Chen YY(陈月圆), Lu FL(卢凤来), Li DP(李典鹏), et al. 2010. Analysis of volatile constituents of different types of *Eucalyptus* leaf by GC-MS(不同品种桉树叶挥发性成分的 GC-MS 分析)[J]. *Guihaia*(广西植物), 30(6):895-898

Zhao YH(赵一鹤), Yang YM(杨宇明), Yang SY(杨时宇), et al. 2005. A review of the biodiversity in *Eucalyptus* plantation(桉树人工林生物多样性研究进展)[J]. *J Yunnan Agric Univ*(云南农业大学学报), 22(5):741-746

Zhao YH(赵一鹤), Yang YM(杨宇明), Yang SY(杨时宇), et al. 2008. Study on undergrowth vegetation species diversity in industrial plantation of *Eucalyptus*(桉树工业原料林林下植物物种多样性研究)[J]. *J Yunnan Agric Univ*(云南农业大学学报), 23(4):506-512