

文章编号: 1001-1498(2009)02-0262-07

# 广东省尾巨桉和马占相思人工林林下植物多样性动态变化\*

张宁南, 许涵\*\*, 徐大平, 李意德, 杨曾奖, 时忠杰

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520)

**摘要:**采用固定样地连续定位监测法对广东省高要市 2 种主要的速生丰产林树种尾巨桉和马占相思人工林群落的下木层、草本层的物种丰富度、Shannon-wiener 物种多样性指数、Simpson 物种多样性指数、Pielou 均匀度指数及物种组成等参数自 2004 年到 2007 年的动态变化进行对比分析。结果表明: (1) 与 2004 年相比, 2007 年尾巨桉林下木层的物种数稍有减少 (减少 3 种, 占 2004 年物种数的 12.0%), 草本层的物种数显著增多 (增加 16 种, 占 2004 年物种数的 51.6%); 下木层和草本层的 Shannon-wiener 物种多样性指数、Simpson 物种多样性指数、Pielou 均匀度指数均明显增大; 2007 年复查时, 下木层消失的物种数比增加的物种数稍多, 但草本层消失的物种数远少于增加的物种数。(2) 马占相思林下木层和草本层的物种数均稍有减少 (分别减少: 3 种, 占 2004 年物种数的 10.3%; 4 种, 占 2004 年物种数的 19.0%); 下木层和草本层的 Shannon-wiener 物种多样性指数、Simpson 物种多样性指数、Pielou 均匀度指数均有减少或变化不明显; 2007 年复查时, 下木层和草本层消失的物种数均比增加的物种数多。

**关键词:**速生丰产林; 物种多样性; 尾巨桉; 马占相思

中图分类号: S792.39.05

文献标识码: A

## The Dynamic Changes of Species Diversity of *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia mangium* Plantations in Gaoyao, Guangdong

ZHANG Ning-nan, XU Han\*\*, XU Da-ping, LI Yi-de, YANG Zeng-jiang, SHI Zhong-jie

(Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

**Abstract:** Three permanent plots in *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia mangium* plantations were set up in Gaoyao, Guangdong province to measure the species diversities of the understory and herbage layers, with the employment of four diversity indexes: species abundance, Shannon-Wiener diversity, Simpson diversity and Pielou evenness indexes. Investigations were carried out in 2004 and 2007. The results are as follows: (1) The number of species decreased in the understory layer of *E. urophylla* × *E. grandis* plantation from 25 in 2004 to 22 in 2007, while the number of species increased greatly in the herbage layer from 31 in 2004 to 47 in 2007; while all of Shannon-Wiener, Simpson diversity indexes and Pielou evenness index increased in these two layers. And the number of disappeared species in the understory layer was more than that of the newly appeared species in 2007, which was contrary to the herbage layer. (2) The number of species decreased in both the understory and the herbage layers of *A. mangium* plantation, while Shannon-Wiener, Simpson diversity indexes and Pielou evenness index decreased or changed a little. The numbers of disappeared species were more than that of the newly appeared species in both the understory and the herbage layers in 2007.

**Key words:** fast-growing and high yield plantation; floristic diversity; *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*; *Acacia mangium*

收稿日期: 2008-07-28

基金项目: 国家科技部社会公益研究项目“华南主要外来树种人工林生态环境影响的研究”(2003D B3J116)

作者简介: 张宁南(1974—),男,湖南会同人,助理研究员,在职博士生, Ningnanzhang@126.com

\* 骆士寿、陈德祥、王胜坤、张清海、谭裕谷、黄川腾、李荣喜等参加了野外调查,在此一并致谢!

\*\* 通讯作者.

桉树 (*Eucalyptus* spp.) 和相思 (*Acacia* spp.) 已成为华南地区最重要的两大类短轮伐期速生用材林树种。桉树自 20 世纪 80 年代后期和 90 年代初期开始大面积造林, 目前种植面积已超过 150 万  $\text{hm}^2$ , 仅次于巴西和印度, 居世界第 3 位<sup>[1]</sup>, 到 2010 年, 估计我国桉树人工林面积可达 250 万  $\text{hm}^2$ , 比现有林增加 100 万  $\text{hm}^2$ , 平均产量为  $15 \sim 18 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 年生产木材 2 625 万  $\sim$  3 150 万  $\text{m}^3$  (以 70% 出材率计)<sup>[2]</sup>。相思从 20 世纪 70 年代末我国开始引种, 至今成功的已有 20 多种<sup>[3]</sup>, 其中马占相思 (*A. mangium* Willd)、大叶相思 (*A. auriculiformis* Cunn) 和厚荚相思 (*A. crassicaarpa* A. Cunn ex Benth) 等树种在我国广东、广西和海南等省区大面积造林, 成为南方短轮伐期工业原料林的重要造林树种。

短轮伐期速生树种在华南地区的大面积发展, 获得了巨大的经济和社会效益, 给当地农民带来了多方面的利益, 但同时大面积种植速生树种对当地生态环境所造成的影响也日益受到人们的关注, 特别是一些负面效应的产生引起了社会的广泛关注及学术界的激烈争论; 其中, 速生树种对林下植物物种多样性的影响已成为国内外研究的热点<sup>[4-12]</sup>。因此, 作者在速生丰产林树种的主要分布区——广东高要, 采用固定样地连续定位监测法对 2 种主要的速生丰产林树种尾巨桉 (*E. urophylla* S. T. Blake  $\times$  *E. grandis* W. Hill ex Maiden) 和马占相思人工林自 2004 年到 2007 年 3 年间的林下植物物种多样性的变化进行定位监测, 并进行对比分析, 旨在准确揭示尾巨桉和马占相思人工林林下植物物种多样性及其动态变化规律, 为华南地区人工林生物多样性保护、管理和可持续经营提供理论依据。

## 1 研究地概况

研究地点分别位于西江流域中游的广东省高要

市 (114°30' ~ 114°45' E, 23°30' ~ 27°50' N) 西江林业局下属的林科所长坑尾桉树林区 (尾巨桉人工林) 及高要林场勤坑工区 (马占相思人工林), 两地相隔 10 km 左右。属亚热带季风气候, 年平均气温为 22℃, 每年 7—8 月最热, 1 月最冷, 历年各月平均气温在 11℃ 以上, 年平均积温为 8 041℃, 无霜期 340 d。年平均降水量 1 647.9 mm, 4—9 月降雨量最多, 占全年降雨量的 83%, 历年平均降雨日数为 156 d。历年平均日照时数 1 801.6 h, 年平均湿度在 80% 左右。一般 1—4 月吹东北风, 5—9 月吹东风, 10 月以后吹东北风, 历年平均风速为  $1.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

两块林地的土壤为花岗岩发育的赤红壤。该地区赤红壤面积占山地面积的 92.6%, 其特点: 土层厚, 表土棕色, 心土棕红色, 土壤普遍呈酸性反应, pH 值介于 4.5 ~ 5.5。该区地处亚热带季雨林带 (季风常绿阔叶林), 有热带和亚热带的种类混生, 上层乔木以亚热带植物科属为主, 也有少量热带乔木, 优势树种不明显。北部靠亚热带常绿阔叶林地区, 以壳斗科 (Fagaceae)、樟科 (Lauraceae)、山茶科 (Theaceae) 占优势, 林下热带性灌木种类繁多, 附生藤本植物较多。亚热带季雨林破坏后的次生植物, 以含芒萁 (*Dicranopteris linearis* var. *dichotoma* (Thunb.) Holtt) 或鹧鸪草 (*Eriachne pallescens* R. Br.)、桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa* (Art.) Hasck) 或岗松 (*Baeckea frutescens* L.)、马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 等占优势。

## 2 研究方法

### 2.1 固定样地的设置及基本概况

于 2004 年 10 月, 在西江林业局下属林科所长坑尾桉树林区和高要林场勤坑工区马占相思人工林区沿北坡的不同海拔分别设定尾巨桉林和马占相思林固定样地各 3 个, 各样地的立地概况见表 1。

表 1 高要速生丰产林树种尾巨桉和马占相思人工林固定样地基本概况

林分类型	样地号	坡位	经度 (E)	纬度 (N)	海拔 /m	样地面积 / $\text{m}^2$	初查时间 (年·月)	复查时间 (年·月)
尾巨桉	1	中坡	112°38'46"	23°05'24"	181	1 200	2004-10	2007-07
	2	下坡	112°39'15"	23°00'58"	165	1 200	2004-10	2007-07
	3	上坡	112°29'12"	23°00'55"	208	1 200	2004-10	2007-07
马占相思	1	下坡	112°38'45"	23°05'22"	150	600	2004-10	2007-12
	2	中坡	112°38'46"	23°05'24"	181	600	2004-10	2007-12
	3	上坡	112°38'46"	23°05'24"	181	600	2004-10	2007-12

2.1.1 尾巨桉林固定样地 位于西江林业局下属林科所长坑尾桉树林区,前期林木(35年生马尾松林)于1965年种植,平均胸径16.0 cm,平均树高17.0 m。2000年10月采伐,采用炼山清杂和人工挖穴整地(长×宽×深=60 cm×50 cm×35 cm)。2001年4月种植尾巨桉无性系33-27号(*E. urophylla* × *E. grandis* Clone 33-27),初植密度1 650株·hm<sup>-2</sup>(株行距3.0 m×2.0 m),造林前施桉树专用肥0.6 kg·株<sup>-1</sup>(基肥),造林后于2001年6—7月进行首次抚育,于10月份进行第2次抚育(采取扩穴松土方式,扩穴30 cm)。2002年5月再次抚育,全面铲草,追施桉树专用肥0.5 kg·株<sup>-1</sup>;2003年5月追施桉树专用肥0.5 kg·株<sup>-1</sup>。

2.1.2 马占相思林固定样地 位于西江林业局高要林场勤坑工区,前期林木(32年生马尾松林)于1967年飞播造林,平均胸径14.0 cm,平均树高9.0 m。1998年11月采伐,采用炼山清杂和挖暗穴。1999年3月种植马占相思,密度1 650株·hm<sup>-2</sup>(株行距3.0 m×2.0 m),造林前施钙镁磷肥0.25 kg·株<sup>-1</sup>(基肥),同年6月全面铲草,2000年5月使用草甘磷进行化学除草。

## 2.2 调查方法

因为尾巨桉林和马占相思林下大径级的其它乔木种类极少,故本文仅针对下木层和草本层进行调查。将尾巨桉林的每块固定样地均分成12个100 m<sup>2</sup>(10 m×10 m)的小样方,将马占相思林的每块固定样地均分成6个100 m<sup>2</sup>(10 m×10 m)的小样方。2004年10月对小样方内的植物种类进行全面初查,2007年7月复查尾巨桉林,12月复查马占相思林,记录样方下木层中所有胸径1.0 cm的小乔木、灌木和大藤本的种名、胸径和高度;同时在每个小样方的右上角设1个2 m×2 m固定小样方,记录胸径<1.0 cm或树高在1.5 m以下幼苗和草本植

物的种名、株数和盖度。

## 2.3 物种多样性测度选用指数

下木层和草本层的物种多样性测度选用多样性指数<sup>[13]</sup>为:

(1)物种丰富度指数(S):

$$S = \text{样方内出现的总物种数目。}$$

(2) Shannon-Wiener多样性指数( $H'$ ):

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

式中: $P_i$ 为第*i*个物种的个体占该样方物种总数的比例。

(3) Simpson指数( $SP$ ):

$$SP = N(N-1) / \sum n_i(n_i-1)$$

式中: $S$ 为种数, $N$ 为该样方所有调查植株的个体数, $n_i$ 为第*i*个物种的总个体数。

(4) Pielou均匀度指数( $E$ ):

$$E = H' / \ln S$$

式中: $S$ 为物种丰富度。

## 3 结果与分析

### 3.1 尾巨桉林和马占相思林生长情况

从表2看出:从2004年到2007年,尾巨桉和马占相思的平均胸径和平均树高均有明显增长;尾巨桉除2号样地少数植株萌芽而表现为植株密度稍微增加外,另2个样地表现为植株密度减少;马占相思的3个样地均表现为植株密度的明显减少,减少的植株数目远超过尾巨桉林;因为马占相思林容易自然整枝,部分下部枝条枯死,而且在这3年间该样地还经历台风的影响,降低了植株密度。两种林分的郁闭度均表现为下降,尾巨桉林主要由于生长放缓,树冠自然整枝严重,马占相思林主要由于下层受压木被淘汰及部分冠幅较大的优势木受台风影响风倒。

表 2 2004-2007年尾巨桉林和马占相思林样地的生长情况

林分类型	样地号	调查时间(年月)	平均胸径/cm	平均树高/m	立木度/(株·hm <sup>-2</sup> )	立木度变化百分率/%	郁闭度
尾巨桉	1	2004-10	10.6	15.2	1 508		0.75
		2007-07	12.5	18.5	1 442	-4.4	0.70
	2	2004-10	9.6	13.9	1 783		0.70
		2007-07	11.5	18.5	1 792	+0.5	0.65
	3	2004-10	9.9	14.2	1 767		0.70
		2007-07	11.7	19.0	1 742	-1.4	0.65
马占相思	1	2004-10	13.8	13.1	1 317		0.95
		2007-12	17.4	15.7	867	-34.2	0.85
	2	2004-10	10.2	10.9	1 833		0.90
		2007-12	12.6	14.5	1 100	-40.0	0.80
	3	2004-10	12.9	11.1	1 067		0.85
		2007-12	16.9	15.5	683	-36.0	0.75

### 3.2 下木层物种多样性动态变化

从表 3 可以看出:与 2004 年相比,2007 年尾巨桉林的下木层的 Shannon-wiener 物种多样性指数 ( $H'$ )、Simpson 物种多样性指数 ( $SP$ )、Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 均明显增大,而马占相思林的  $H$  和  $SP$  均有所减少, $E$  无变化或稍有增减。尾巨桉林和马占

相思林相比,2004 年 3 号样地尾巨桉下木层的  $H'$ 、 $SP$  和  $E$  均比马占相思的小,而 1、2 号样地尾巨桉林下木层的  $H'$ 、 $SP$  和  $E$  明显比马占相思林的大;到 2007 年,除尾巨桉 3 号样地的  $E$  小于马占相思林的外,尾巨桉林下木层的  $H'$ 、 $SP$  和  $E$  均比马占相思林的大。

表 3 尾巨桉林和马占相思林不同样地的下木层植物多样性变化

林分类型	年份	物种丰富度 ( $S$ )			Shannon-wiener 多样性指数 ( $H'$ )			Simpson 多样性指数 ( $SP$ )			均匀度指数 ( $E$ )		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
尾巨桉	2004	17	15	17	2.16	2.10	1.30	6.95	6.14	2.22	0.76	0.78	0.46
	2007	18	18	14	2.42	2.51	1.94	9.79	10.18	4.88	0.84	0.87	0.63
马占相思	2004	22	17	14	2.07	1.69	1.85	4.70	3.08	4.01	0.67	0.60	0.70
	2007	19	14	10	1.86	1.58	1.64	4.11	3.00	3.71	0.63	0.60	0.72

### 3.3 下木层物种植株密度及其组成动态变化

尾巨桉林和马占相思林林下以灌木为主,极少有植株胸径超过 5.0 cm。这与速生丰产林的经营模式有关,即为了减少林下植被对幼林早期生长的影响,种植前炼山及种植后 1~2 年化学及人工除草,这样只剩少数低矮的灌木。从表 4 看出:整体上,从 2004 到 2007 年,尾巨桉林和马占相思林下木层植株密度总体是减少的,只有个别样地略有增加。

表 4 尾巨桉林和马占相思林不同样地的下木层植株密度的变化

林分类型	年份	植株密度 / (株 · hm <sup>-2</sup> )			合计
		1	2	3	
尾巨桉	2004	1 608	850	2 425	4 883
	2007	1 017	858	1 692	3 567
马占相思	2004	2 017	2 833	1 767	6 617
	2007	2 267	2 283	1 683	6 233

从表 5 看出:尾巨桉林和马占相思林下木层 3 年间物种数均减少 3 个。尾巨桉林一些偏阳性的种类消失,另一些偏阳性(假鹰爪 (*Desm chinensis* Lour)、黄毛葱木 (*Aralia decaisneana* Hance)、春花 (*Raphiolepis indica* (L.) Lindl)) 和中生的种类(台湾榕 (*Ficus formosana* Maxim.)、鼎湖钓樟 (*Lindera chunii* Merr)、假苹婆 (*Sterculia lanceolata* Cav.)、杜茎山 (*Maesa japonica* (Thunb.) Moritzi)) 出现,特别是鼎湖钓樟的株数显著增加;而马占相思林则表现为一些原本为中生的种类消失,包括华润楠 (*Machilus chinensis* (Champ. ex Benth.) Hemsl)、罗浮冬青 (*Ilex lohfauiensis* Merr),但新出现的种类为偏阳性。

表 5 尾巨桉林和马占相思林下木层植物种类组成及株数动态变化

林分类型	物种丰富度 ( $S$ )		2007 年复查时物种的变化 ( $S$ )	
	2004 年	2007 年	消失的植物种及其株数	增加的植物种及其株数
尾巨桉	25	22	云南大沙叶 (1)、琴叶榕 (2)、毛果算盘子 (1)、薊花花椒 (1)、黄栀子 (3)、5 个未知种 (9)	假鹰爪 (52)、台湾榕 (9)、假苹婆 (2)、黄毛葱木 (2)、红背山麻杆 (2)、杜茎山 (6)、鼎湖钓樟 (27)、春花 (5)
马占相思	29	26	白饭树 (1)、华润楠 (1)、假柿木姜 (6)、罗浮冬青 (1)、云南大沙叶 (1)、1 个未知种 (2)	瓜馥木 (1)、漆树 (1)、竹节树 (3)

注:云南大沙叶 (*Aporosa yunnanensis* (Pax et Hoffm.) Metc)、琴叶榕 (*Ficus pandurata* Hance)、毛果算盘子 (*Glochidion eriocarpon* Champ)、薊花花椒 (*Zanthoxylum avicennae* (Lam.) DC)、黄栀子 (*Gardenia jasm inoides* Ellis)、红背山麻杆 (*Alchomea trevioides* (Benth.) M Üle Arg)、白饭树 (*Flueggea virosa* (Roxb. Ex Will.) Voigt)、假柿木姜 (*Litsea monopetala* (Roxb.) Pers)、瓜馥木 (*Fissistigna oldhanii* (Hemsl.) Merr)、漆树 (*Toxicodendron succedaneum* L.)、竹节树 (*Canallia brachiata* (Lour.) Merr)。括号内数据为株数。

### 3.4 草本层物种多样性及其组成动态变化

从表 6 可以看出:与 2004 年相比,2007 年尾巨桉林草本层的 Shannon-wiener 物种多样性指数 ( $H'$ )、Simpson 物种多样性指数 ( $SP$ )、Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 均明显增大,而马占相思林的  $H$  和  $SP$  均有所减

少, $E$  稍有减少或无变化。尾巨桉林和马占相思林相比,尾巨桉林的  $H$  均比马占相思林的大;尾巨桉林的  $SP$  在 2004 年比马占相思林的小,但到 2007 年尾巨桉林的  $SP$  远比马占相思林的大;尾巨桉林的  $E$  在 2004 年比马占相思林的小,但到 2007 年二者相接近。

表 6 尾巨桉林和马占相思林不同样地的草本层植物多样性变化

林分类型	年份	物种丰富度 (S)			Shannon-wiener多样性指数 (H)			Simpson多样性指数 (SP)			均匀度指数 (E)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
尾巨桉	2004	22	23	23	2.52	2.31	2.23	9.27	6.74	5.21	0.82	0.74	0.71
	2007	30	28	31	3.02	3.02	2.76	16.57	17.84	9.50	0.89	0.91	0.80
马占相思	2004	15	13	10	2.44	2.25	2.01	12.40	10.62	8.33	0.90	0.88	0.87
	2007	12	11	6	2.19	2.11	1.56	9.38	8.36	5.02	0.88	0.88	0.87

3.5 草本层物种植株密度及其组成动态变化

从表 7 看出:从 2004 到 2007 年,尾巨桉林和马占相思林的草本层植株数密度减少或无变化;二者相比,尾巨桉林草本层的植株密度显著大于马占相思林,这与两种速生丰产林树种种植前的迹地清理方式有关。尾巨桉林种植后仅穴位旁人工铲草,但马占相思林不仅种植后当年人工除草,还使用化学除草剂(草甘磷)除草(种植后第 2 年),该措施对林下植被特别是草本植物的损害较大<sup>[14]</sup>,可能造成马占相思林草本植物植株密度明显小于尾巨桉林。

从表 8 看出:在 2007 年复查时,尾巨桉林消失的植物种类较少,仅有 7 个种,但增加的种类却有 23 个种,总体上显著增加了 16 个种,且一些稍耐荫的

植物也开始在草本层中出现,如九节 (*Psychotria nuba* (Lour.) Poir) 等,这与尾叶桉后期人为干扰减少有关;在复查时,马占相思林有 8 个种消失,有 4 个新增加种,这些新增加的种类基本上还是以偏阳性的为主。

表 7 尾巨桉林和马占相思林不同样地的草本层植株密度变化

林分类型	年份	植株密度 / (株 · hm <sup>-2</sup> )			合计
		1	2	3	
尾巨桉	2004	1 508	2 325	2 408	6 241
	2007	1 125	1 108	1 017	3 250
马占相思	2004	533	400	433	1 367
	2007	417	400	367	1 184

表 8 尾巨桉林和马占相思林草本层植物种类组成及株数动态变化

林分类型	物种丰富度 (S)		2007 年复查时物种的变化	
	2004 年	2007 年	消失的植物种类及其株数	增加的植物种类及其株数
尾巨桉	31	47	鸭脚木 (1)、土茯苓 (1)、桑科一种 (3)、黑莎草 (18)、白背算盘子 (8)、2 个未知名种 (4)	棕叶芦 (3)、珍珠茅 (8)、假鹰爪 (14)、小叶海金沙 (5)、卫茅一种 (1)、台湾榕 (1)、薯蓣一种 (2)、禾本科一种 (12)、漆树 (1)、梅叶冬青 (1)、马鞭草科一种 (1)、九节 (4)、剑叶耳草 (2)、假臭草 (2)、华南毛蕨 (2)、红叶藤 (1)、岗松 (1)、岗桉 (3)、多花山猪菜 (3)、凤尾蕨 (8)、淡竹叶 (6)、大青 (1)、半边旗 (3)
马占相思	21	17	凤尾蕨 (1)、假钩藤 (1)、细齿叶铃 (1)、华南毛桉 (1)、梅叶冬青 (2)、山苍子 (1)、五节芒 (1)、野牡丹 (2)	鬼灯笼 (1)、黄栀子 (1)、芒草 (5)、酸果藤 (1)

注:鸭脚木 (*Schefflera octophylla* (Lour.) Hams)、土茯苓 (*Smilax glabra* Roxb.)、桑科 (Moraceae)、黑莎草 (*Gahnia tristis* Nees)、白背算盘子 (*Glochidion wrightii* Benth.)、棕叶芦 (*Thysanolaena maxima* (Roxb.) Kuntze)、珍珠茅 (*Scleria levis* Retze)、小叶海金沙 (*Lygodium scandens* (L.) Sw.)、卫茅 (*Euonymus* sp.)、薯蓣 (*Dioscorea* sp.)、禾本科 (Gramineae)、梅叶冬青 (*Ilex asprella* (Hook et Am.) Champ. ex Benth.)、马鞭草科 (Verbenaceae)、剑叶耳草 (*Hedyotis lancea* Thunb.)、假臭草 (*Eupatorium catarium* Veldkamp)、华南毛蕨 (*Cyclosorus parviticus* (L.) Farwell)、红叶藤 (*Rourea mior* (Gaeght.) Leenh.)、岗桉 (*Eurya groffii* Merr.)、多花山猪菜 (*Merrania boisiana* (Gagnep.) van Ooststr.)、凤尾蕨 (*Pteris ensiformis* Bum. f.)、淡竹叶 (*Lophanthemum gracile* Bionn.)、大青 (*Clerodendron cyrtophyllum* Turcz.)、半边旗 (*Pteris samipinnata* L.)、假钩藤 (*Uncaria* sp.)、细齿叶铃 (*Eurya nitida* Korth.)、华南毛桉 (*Eurya ciliata* Merr.)、山苍子 (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.)、五节芒 (*Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb.)、野牡丹 (*Melastoma candidum* D. Don)、鬼灯笼 (*Clerodendron fortunatum* L.)、芒草 (*Miscanthus sinensis* Anders.)、酸果藤 (*Embelia laeta* (L.) Mez.)。括号内数据为株数。

4 结论与讨论

4.1 下木层与草本层的物种多样性差异及其原因

除 2004 年尾巨桉林第 2 块样地的 Piebu 均匀度指数下木层稍高于草本层外,尾巨桉林其它物种

丰富度、Shannon-wiener 物种多样性指数、Simpson 物种多样性指数和 Piebu 均匀度指数均表现为草本层 > 下木层。陈礼清等<sup>[15]</sup>通过对四川盆周山地巨桉栽培区内巨桉人工林物种多样性研究结果表明,巨桉林灌木层的 Shannon-wiener 物种多样性指数为

1.5367~2.7129,草本层各标准地的 Shannon-wiener物种多样性指数为 1.5055~2.5155;而本研究结果显示,尾巨桉林下 Shannon-wiener物种多样性指数下木层为 1.30~2.51,草本层为 2.23~3.02。

本研究中尾巨桉草本层的物种多样性更高,原因可能有 2 点:(1)由于自然整枝、灌木层植株被淘汰或优势木受台风影响风倒使群落郁闭度降低,有充足的阳光照射到草本层,有利于草本层对光照资源的充分利用;进一步的原因可能是草本植物植株较小,可以充分利用林下不同的微环境斑块<sup>[5]</sup>;(2)可能直接与人类活动干扰有关,人类活动的干扰包括连栽等营林措施往往会引起乔木层物种多样性减低,草本层物种多样性增高,这是不同生活型的物种对立地条件和人为干扰的生态对策不同所致<sup>[16-17]</sup>。当然,桉树林下物种多样性的提高也可能是两种因素的综合影响<sup>[15]</sup>。

#### 4.2 影响人工林林下植被物种多样性的因素

温远光等<sup>[17]</sup>通过不同桉树人工林林下植物多样性的调查分析,得出桉树人工林林下具有较高的物种多样性,认为这与桉树人工林经过炼山清理后实施造林,植株密度较小,林冠结构稀疏,有利于林下植被恢复有关。人工林林下植物的多样性主要取决于林分结构、环境条件特别是人为干扰,而与人工林造林树种无关。在速生丰产林造林过程中,包括前期的迹地清理和除草均有可能降低土壤中种子库的种子存量,在连栽多代后导致储存的种子数量减少,这样短寿命的种子逐渐消亡,从而影响后续种子的萌发,从而导致物种多样性的不断降低。钟慕尧等<sup>[8]</sup>的研究结果显示:桉树林的植物物种丰富度明显比马占相思林的大,2种人工林在草本种类上不存在差异,主要是木本植物种类,桉树林远高于马占相思林;但本研究结果显示,不同人工林造林树种林下物种多样性间存在差异,尾巨桉林草本层的物种多样性较马占相思林的更高,草本层物种丰富度的大小与林下植被的物种多样性高低紧密相关。

另外,本研究结果显示,尾巨桉林和马占相思林在 2004 年至 2007 年物种多样性的变化趋势存在差异。2004 年,尾巨桉林下的草本层的种类数量比马占相思多,Shannon-wiener物种多样性指数比马占相思林大,Simpson物种多样性指数比马占相思林小,而二者的 Pielou 均匀度指数则较接近;但经过 3 年

的生长后,尾巨桉林在下木层和草本层总体上均表现为物种多样性的增加,马占相思表现为减少。引起这种变化的原因可能是林分郁闭度的变化,马占相思冠幅大、枝叶茂盛,植株密度较尾巨桉小但郁闭度大,不利于林下植物的生长。另外,也有可能因尾巨桉林种植后仅穴位旁人工铲草,但马占相思林不仅种植后当年人工除草还用化学除草剂(草甘磷)除草,导致林下植被的损害,从而降低了物种多样性。

综上所述,尾巨桉和马占相思只是众多人工林树种中的两种,主营树种的差异有可能导致林下植被变化趋势的不同<sup>[10]</sup>,同时林下植被也受立地条件<sup>[18]</sup>与经营措施(连栽代数<sup>[9]</sup>、整地方式<sup>[10]</sup>、采伐剩余物管理<sup>[11]</sup>、杂草控制方式<sup>[10-19]</sup>、间伐<sup>[12]</sup>、施肥<sup>[12,19]</sup>)等众多因素影响,因此,需要长期监测林分的生长过程,并在采伐前当年再次调查,来进一步分析尾巨桉林和马占相思林的林下植被物种多样性变化及其差异原因。

#### 参考文献:

- [1] 祁述雄. 中国桉树(第二版)[M]. 北京:中国林业出版社, 2002: 22
- [2] 徐大平. 桉树速生丰产林——我国林浆纸一体化的必然选择[J]. 中华纸业, 2006, 27(4): 14 - 25
- [3] 韦增建. 相思类树种在广西的发展前景[J]. 广西林业科学, 1996, 25(3): 158 - 161
- [4] 余雪标, 钟罗生, 杨为东, 等. 桉树人工林林下植被结构的研究[J]. 热带作物学报, 1999, 20(1): 66 - 72
- [5] 项东云. 华南地区桉树人工林生态问题的评价[J]. 广西林业科学, 2000, 29(2): 57 - 64
- [6] 陈秋波. 桉树人工林生物多样性研究进展[J]. 热带作物学报, 2001, 22(4): 82 - 90
- [7] 吴天泰. 桉树人工林与生态环境[J]. 广西林业, 2005(4): 49 - 50
- [8] 钟慕尧, 黄树才, 杨民胜, 等. 尾巨桉、马尾松和相思人工林的生态环境比较[J]. 桉树科技, 2005, 22(2): 12 - 17
- [9] 温远光, 刘世荣, 陈放. 连栽对桉树人工林下物种多样性的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(9): 1667 - 1671
- [10] Hutte C, Leumeto J L. Effect of exotic tree plantations and site management on plant diversity[M] // Bernhard-Reversat F. Effect of Exotic Tree Plantations on Plant Diversity and Biological Soil Fertility in the Congon Savanna: with Special Reference to *Eucalypts* Jakarta: Center for International Forestry Research, 2001: 9 - 18
- [11] Fabião A, Martins M C, Santos C. Influence of soil and organic residue management on biomass and biodiversity of understory vege-

- tation in a *Eucalyptus globulus* Labill plantation [J]. Forest Ecology and Management, 2002, 171: 87 - 100
- [12] Thomas S C, Halpern C B, Falk D A, *et al* Plant diversity in managed forests: understory responses to thinning and fertilization [J]. Ecological Applications, 1999, 9(3): 864 - 879
- [13] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册 [M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996: 13 - 103
- [14] 彭石冰, 江祖森, 徐声杰. 林地化学除草应用技术研究 [J]. 林业科学研究, 1993, 6(4): 444 - 449
- [15] 陈礼清, 张 健. 巨桉人工林物种多样性研究 (I) ——物种多样性特征 [J]. 四川农业大学学报, 2003, 21(4): 303 - 312
- [16] 贺金生, 陈伟烈, 李凌浩. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 303 - 311
- [17] 温远光, 刘世荣, 陈 放, 等. 桉树工业人工林植物物种多样性及动态研究 [J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(4): 17 - 22
- [18] Lemenih M, Gidyelw T, Teketay D. Effects of canopy cover and understory environment of tree plantations on richness, density and size of colonizing wood species in southern Ethiopia [J]. Forest Ecology and Management, 2004, 194: 1-10
- [19] Cameiro M, Fabião A, Martins M C, *et al* Effects of harrowing and fertilisation on understory vegetation and timber production of a *Eucalyptus globulus* Labill plantation in Central Portugal [J]. Forest Ecology and Management, 2008, 255: 591-597

## 2009年《林业实用技术》征订征稿启事

《林业实用技术》是中国林科院科信所主办的技术性林业科技期刊,被国家新闻出版署评选为期刊方阵的“双效”科技期刊;被北大图书馆评为中文核心科技期刊,并编入《中文核心期刊要目总览》2008年版(第五版);加入《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国期刊全文数据库》;2007年又获得第三届“梁希林业图书期刊奖”。本刊在林业行业中影响力大,知识度高,发行量在林业期刊中名列前茅。其办刊宗旨是:全方位报道林业科技成果,先进技术,科技、经济和市场信息,为科研、教学和生产服务,为广大林农脱贫致富服务。

主要栏目:学术园地、造林与经营、育苗技术、森林保护、多种经营、园林绿化、城市林业、数字林业、机械与设备、木材加工、森林旅游、森林公园、自然保护区、名优特新、科技成果推广、专家论坛、企事业之窗等。

稿件优先录用条件:以“科技创新”为主题,优先录用具有自主创新、自主知识产权、原创的,国家、省级基金项目的,国家、省级重点攻关(支撑)项目的科技成果,新技术研究、新产品研制和开发及专利等方面的科技论文、简报和信息。

本刊只接收电子稿件(Word格式),正规论文格式(英文略),投稿邮箱地址:aft@caf.ac.cn

地 址:北京市颐和园后中国林科院 101 邮箱(100091)

电话/传真:010 - 62889740

《林业实用技术》编辑部