

次生林中物种引入与当地物种多样性关系研究^{*}

殷祚云 曾令海 连辉明 王洪峰 何波祥
张 谦 周丽华 陈一群 蓝燕群 蔡燕灵

(广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520)

摘要 为评估次生林中引入各种用途的植物对当地植物多样性的影响, 在广东省江门市古斗林场设置 4 个固定样方进行长期观测。结果发现: 当引入植物种数不超过样方内全部植物(包括引入种和当地种)总种数的 25%、株数不超过全部植物总株数的 5% 时, 6 a 后当地植物的物种多样性可保留 90% 以上; 这种间种方法对物种丰富度的影响小于对物种多度分布的影响。本研究可为南方集体林区次生林经营提供借鉴。

关键词 古斗林场; 次生林; 多用途植物; 间种; 物种多样性

中图分类号: S718 文献标识码: A 文章编号: 1006-4427(2014)06-0015-05

The Study of Relationships between Plants Introduction and Native Species Diversity in Secondary Forest

YIN Zuoyun ZENG Linghai LIAN Huiming WANG Hongfeng HE Boxiang
ZHANG Qian ZHOU Lihua CHEN Yiqun LAN Yanqun CAI Yanling

(Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract In order to evaluate effects of introducing multi-purpose plants on native species diversity in secondary forest, we set four fixed plots for long-term observation in Gudou Forest Farm of Jiangmen, Guangdong Province of South China. The results were as following: (1) native species diversity retained more than 90% of the original, while the number of introduced plant species was no more than 25% and the introduced individuals were no more than 5% of the total (including introduced and native plant species/individuals) in the plot 6 years after the introduction (i. e., interplanting); and (2) the interplanting made more influence on the species diversity than on the species abundance distribution. This study may provide guidance for the management of secondary forests in southern collective forest region.

Key words Gudou Forest Farm; secondary forest; multi-purpose plants; interplant; species diversity

中国是全球热带森林分布面积较大的国家, 有林地面积居世界各国第 18 位, 这些森林主要分布在北回归线以南地区, 包括海南、台湾、南海诸岛、广东、广西和云南等地。近几十年来, 由于人类经济活动的加剧, 年代悠久的原始林已所剩无几且分布零散; 其余天然林大多为砍伐或火烧迹地经封山育林后形成的次生林, 占中国热带地区有林地面积的 50.6%。这些次生林生产力低下, 生物多样性贫乏, 生态效益不高, 也不能满

^{*} 基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题(2012BAD22B05), 国际热带木材组织项目(PD 294/04)。

第一作者: 殷祚云(1966-), 男, 博士, 研究员, 主要从事生物多样性和生态模型研究, E-mail: yinzuoyun@163.com。

通信作者: 蔡燕灵(1979-), 女, 高级工程师, 主要从事森林培育研究, E-mail: caiyl@sinogaf.cn。

致谢: 本研究在植物引种、群落调查和数据整理中得到广东省林业科学研究院蔡汉兴、陈亚军、陈丽佳、莫志明、龙柏琼、梁致生、黎茄玲、李文斌和黎庆楠等同事, 华南农业大学唐光大、蔡静如、李清湖、樊顺江、马旭东、温桂锋、李宏伟、陈波、郑汗昌、胡翠云、冯世钰、何进才、胡炜、黄沛成、唐娜、余丽东、梁结玲和陈真权等师生的帮助, 也获得广东省江门市古斗林场领导和职工尤其是余家荣的支持, 特此表达诚挚谢意!

足分布地人民的生活需要。因此,如何合理经营热带次生林(特别是在南方集体林区),提高其经济效益并兼顾生态效益和社会效益,是具有重大现实意义的课题^[1-3]。目前有关在次生林中引入多用途物种对当地生态(如生物多样性)影响的研究,国内外鲜有报道。

1 研究区域概况

广东省江门市古斗林场位于江门市新会区,经营面积4 320 hm²,其西南部2 918.0 hm²划入广东古兜山自然保护区(地理坐标为112°53'30"~113°03'25"E,22°05'00"~22°21'15"N,总面积为12 990.4 hm²)。古兜山属于罗浮山的余脉,是耸立于珠江三角洲平原西南侧的花岗岩中山、低山和丘陵地貌,其地表水文隶属珠江三角洲的潭江流域;成土母质比较简单,以花岗岩风化物为主,地带性土壤为赤红壤。该保护区为南亚热带海洋性季风气候,光照充足,雨热资源丰富,空气湿润,有干湿季之分。据新会区会城镇气象资料,年均日照时数2 082.65 h,日照百分率45.5%;年平均气温21.8℃,1月平均气温13.4℃,7月平均气温28.3℃;年平均降水量1 789.2 mm,平均相对湿度77%,4—9月为雨季,10月至翌年3月为旱季。雨热同季,适宜生物生长,但常有台风袭击,局部地区有洪、涝、旱灾。由于保护区位于台山市和新会区之间的山区,各项气温指标均比台城镇和会城镇低2~4℃,年降水量则稍多,常在2 500 mm以上^[4-5]。试验区设置在保护区的外围实验区内。

2 研究方法

2.1 试验调查

2006年10—12月,完成了3个固定观测样地设置和植物群落本底调查。3个样地位于古斗林场青石坑工区3处山坡,分别是人工松杉针叶林采伐后经5 a(2号样地)、10 a(1号样地)和20 a(3号样地)封育而成的次生林。2007年4—5月,在33.3 hm²试验示范区林间空隙引种(间种)108种植物,包括生态和园林景观用、材用(特别是珍贵用材)、药用、果用、藤用等各种用途种类^[6]。

为探讨所引入的这些多用途植物能否在野生植物群落背景下生存及其存活后对当地生物多样性有无影响,进行了长期定位研究。样地1、2分别设置1个样方,样地3在上坡和下坡各设置1个样方,各样方均由6个10 m×11.11 m小样方组成(表1),逐一记录样方内所有的人工引入植物种类及高度≥1.5 m的当地原有木本植物(含木质藤本)。2007年11月对各样方内引入植物和当地植物进行了首次调查,2013年3月完成了第2次调查。

表1 江门市古斗林场4个植物群落固定观测样方的基本信息

样地	样方	经度	纬度	海拔/m	面积/m ²	坡度	坡向
1	A1	113°01.430'E	22°14.242'N	125	666.7	25°	西坡
2	A2	113°01.415'E	22°14.396'N	54	666.7	20°	东北坡
3	上 A3	113°01.056'E	22°14.139'N	118	666.7	13°	东南坡
3	下 A3	113°01.057'E	22°14.115'N	115	666.7	15°	北偏东坡

2.2 数据处理

采用上述样方植物群落数据,计算物种丰富度*S*(样方内物种总数)、多度*N*(样方内植物个体总株数),而基于信息论的Shannon-Wiener物种多样性(Diversity)和均匀性(均匀度,Evenness,Equitability)指数、基于概率论的Simpson物种多样性和均匀性指数^[6-8]的计算公式如下^[7-9]。

$$D_{sw} = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2 p_i \dots\dots\dots (1)$$

$$E_{sw} = \frac{D_{sw}}{\log_2 S} \dots\dots\dots (2)$$

$$D_{Sim} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$E_{Sim} = \frac{D_{Sim}}{1 - 1/S} \dots\dots\dots (4)$$

式(1)~(4)中, D_{sw} 、 E_{sw} 分别表示 Shannon-Wiener 多样性和均匀性指数, D_{sim} 、 E_{sim} 分别为 Simpson 多样性和均匀性指数; S 为样方中物种总数, p_i 是指第*i*个物种多度(个体数)占有所有物种总多度的比例。

3 结果与分析

3.1 群落本底植物组成

2006 年本底调查表明(表 1),样地 1 为马尾松(*Pinus massoniana*) + 大头茶(*Gordonia axillaris*)群落;样地 2 为杉木(*Cunninghamia lanceolata*) + 降真香(*Acronychia pedunculata*)群落;样地 3 为软荚红豆(*Ormosia semicastrata*) + 亮叶猴耳环(*Pithecellobium lucidum*)群落。3 个样地之间灌木层、草本层和层间植物的主要种类组成相近。

表 2 江门市古斗林场 3 个针叶林采伐迹地群落 2006 年的主要植物种类

样地	年龄 /a	乔木层	灌木层	草本层	层间
1	10	马尾松、大头茶、鼠刺 <i>Itea chinensis</i> 、亮叶猴 耳环、杉木、软荚红豆	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> 、 变叶榕 <i>Ficus variolosa</i> 、豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i> 、 越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchin-</i> <i>ensis</i> 、毛稔 <i>Melastoma sanguineum</i> 、 春花 <i>Raphiolepis indica</i>	鳞籽莎 <i>Lepidosperma chinensis</i> 、 芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i> 、芒 <i>Miscanthus sinensis</i> 、乌毛蕨 <i>Blech-</i> <i>num orientale</i> 、山菅兰 <i>Dianella</i> <i>ensifolia</i> 、淡竹叶 <i>Lophatherum</i> <i>gracile</i>	蔓九节 <i>Psychotria serpens</i> 、菝葜 <i>Smilax china</i> 、粉背菝葜 <i>Smilax</i> <i>hypoglauca</i> 、买麻藤 <i>Gnetum</i> <i>tanum</i> 、酸藤子 <i>Embelia lae-</i> <i>ta</i> 、玉叶金花 <i>Mussaenda pub-</i> <i>escens</i>
2	5	杉木、降真香、山苍子 <i>Lit-</i> <i>sea cubeba</i> 、鸭脚木 <i>Scheff-</i> <i>lera octophylla</i> 、楔基腺柃 <i>Eurya glandulosa</i> var. <i>cu-</i> <i>neiformis</i> 、山乌桕 <i>Sapium</i> <i>discolor</i>	桃金娘、毛稔、豺皮樟、越南叶下 珠、变叶榕、春花	鳞籽莎、芒萁、芒、乌毛蕨、山菅 兰、淡竹叶、剑叶耳草 <i>Hedyotis</i> <i>caudatifolia</i>	蔓九节、菝葜、粉背菝葜、 买麻藤、酸藤子、玉叶金花
3	20	软荚红豆、亮叶猴耳环、 鼠刺、铁榄 <i>Sinosideroxy-</i> <i>lon wightianum</i> 、降真香、 马尾松	岗松 <i>Baeckea frutescens</i> 、桃金娘、 豺皮樟、越南叶下珠、毛稔、 春花	鳞籽莎、芒萁、芒、乌毛蕨、 山菅兰、淡竹叶。	蔓九节、菝葜、粉背菝葜、 买麻藤、酸藤子、玉叶金花

3.2 引入物种成活率和保存率

间种 6 a 后,4 个样方保留下来的引入植物种数平均为 14.3,株数平均为 20.3(表 3)。2013 年 4 个样方中引入植物的种数、株数占样方内植物总种数、总株数的平均比例分别是 23.6%、4.4%。2007 年春古斗林场次生林下间种 108 个物种,在试验观察区总密度约为 1 200 株/hm²,因而当年秋天的成活率为 70%~80%。与 2007 年秋相比,2013 年春总种数保存了 30.8%~42.1%、平均 37.0%,总株数保存了 23.9%~42.9%、平均 33.7%。保存的种类主要包括米老排(*Mytilaria laosensis*)、红锥(*Castanopsis hystrix*)、蝴蝶果(*Cleidocarpon cavaleriei*)、乐昌含笑(*Michelia chapensis*)、盆架子(*Alstonia scholaris*)、海红豆(*Adenanthera pavonina* var. *microsperma*)、幌伞枫(*Heteropanax fragrans*)、莫氏榄仁(*Terminalia muelleri*)、秋枫(*Bischofia javanica*)和阴香(*Cinnamomum burmannii*)。

表 3 江门市古斗林场 4 个样方在 2007 年与 2013 年间种引入的植物成活情况

样方	引入植物种数		2013 年当地 植物种数	2013 年引入 种数比例/%	引入植物物种 保存比例/%	引入植物株数		2013 年当地 植物株数	2013 年引入 株数比例/%	引入植物个体 保存比例/%
	2007 年	2013 年				2007 年	2013 年			
A1	38	13	50	20.6	34.2	71	17	548	3.0	23.9
A2	39	16	49	24.6	41.0	63	23	431	5.1	36.5
上 A3	39	12	42	22.2	30.8	54	17	490	3.4	31.5
下 A3	38	16	43	27.1	42.1	56	24	384	5.9	42.9

注:引入种数比例=(引入植物种数/样方内植物总种数)×100%;引入株数比例=(引入植物株数/样方内植物总株数)×100%;样方内植物总种(或株)数=引入植物种(或株)数+当地植物物种(或株)数;引入植物种(或个体)保存比例=2013 年引入植物种(或株)数/2007 年引入植物种(或株)数×100%。

3.3 间种后当地物种多样性变化

古斗林场次生林下间种 6 a 后的当地物种多样性总体上略有降低(表 4)。从 2013 年与 2007 年比值来看,4 个样方 S 、 D_{SW} 、 D_{Sim} 、 E_{SW} 、 E_{Sim} 的平均比值分别为 0.912、0.932、0.979、0.955 和 0.981。由此可见,当次生林中引入植物的种数比例不超过 25%、株数比例不超过 5% 时,各种多样性指数所反映的物种多样性都保留了原有多多样性的 90% 以上。

表 4 江门市古斗林场 4 个样方间种当年(2007 年)与 2013 年的当地物种多样性

样方	S		N		D_{SW}		D_{Sim}		E_{SW}		E_{Sim}	
	2007 年	2013 年	2007 年	2013 年	2007 年	2013 年	2007 年	2013 年	2007 年	2013 年	2007 年	2013 年
A1	58	50	570	548	4.896	4.530	0.948	0.933	0.836	0.803	0.965	0.952
A2	54	49	467	431	4.547	4.214	0.922	0.894	0.790	0.751	0.939	0.913
上 A3	42	42	366	490	4.592	4.173	0.943	0.914	0.852	0.774	0.966	0.936
下 A3	49	43	415	384	4.618	4.470	0.935	0.929	0.822	0.824	0.954	0.951

注: S 、 N 分别是指样方内高度 ≥ 1.5 m 当地木本植物(含木质藤本)的总种数(物种丰富度)和总株数(总多度); D_{SW} 、 D_{Sim} 分别是 Shannon-Wiener、Simpson 多样性指数; E_{SW} 、 E_{Sim} 分别是 Shannon-Wiener、Simpson 均匀性指数(均匀度)。

同期各样方之间物种多样性格局比较表明,不同指数的表现不同(表 4)。2007 年和 2013 年物种丰富度 S 在 4 个样方之间的大小趋势均表现为: $A1 > A2 > 下 A3 > 上 A3$;而其它 4 个多样性和均匀性指数仅 $A1$ 始终大于 $A2$,此外无明显规律。由于 Shannon-Wiener、Simpson 多样性和均匀性指数均考虑了样方内每个物种的相对多度(即 p_i),因而其大小格局在不同样方间的较大变异表明,物种多度分布受到间种的影响比物种丰富度受到的影响大。

4 结论与讨论

如何兼顾经济、生态和社会效益去经营热带次生林(特别是南方集体林区),具有重大现实意义。为阐明次生林中多用途物种引入与当地生物多样性的关系,本研究在广东省江门市古斗林场间种试验示范区的 3 处山坡,设置 4 个样方进行长期定位观测。间种 6 a 后与间种当年相比,引入植物平均保存了 37.0% 的种类和 33.7% 的个体,平均密度为每公顷 213.8 种、303.8 株。

4.1 多样性动态响应

间种 6 a 后,物种丰富度 S 、多样性指数 D_{SW} 、 D_{Sim} 和均匀性指数 E_{SW} 、 E_{Sim} 分别为间种当年的 91.2%、93.2%、97.9%、95.5% 和 98.1%,表明物种多样性保留了 90% 以上。因此,在商品林区,在次生林下间种少量多用途植物,可取得一定的经济收益,又可保护当地植物的物种多样性不受过多破坏。

4.2 多样性格局响应

同期各样方之间物种多样性格局比较表明,不同指数的表现不同。4 个样方物种丰富度之间大小趋势,2 个观测年份都表现为 $A1 > A2 > 下 A3 > 上 A3$ 。其它 4 个多样性和均匀性指数在 2 个年份的大小趋势都不太明显。由此可见,人工间种对物种丰富度的影响小于物种多度分布的影响。也就是说,在一定区域或一定面积的次生林内,引入非木质林产品物种对当地的物种总数影响较小,但会造成每种个体数(多度)的较大改变。

4.3 间种强度阈值

试验表明,6 a 后所引入植物的种数、株数占样方内植物总种数、总株数的平均比例分别为 23.6% 和 4.4%。综上所述,当次生林中引入植物的总种数不超过 25%、总株数不超过 5% 时,当地植物的物种多样性可保持原有的 90% 以上,从而兼顾了生态效益、经济效益和社会效益。本研究结果可为南方集体林区的次生林经营提供借鉴。

参考文献

- [1] 曾令海,殷祚云. 热带次生林经营[M]. 广州:广东省出版集团广东科技出版社,2013.
- [2] 王海军,黄钰辉,曾令海,等. 深圳市羊台山森林公园健康林分构建技术研究[J]. 广东林业科技,2013,29(3):43-48.
- [3] 张谦,曾令海,殷祚云,等. 次生林经营技术标准与指标体系研究[J]. 广东林业科技,2014,30(1):1-5.
- [4] 蔡燕灵,曾令海,王洪峰,等. 中国热带次生林区森林资源及社会经济状况——广东古兜山林区调查报告[J]. 广东林业科技,2008,24(4):82-86.
- [5] 张金泉,徐松军,项颂信,等. 广东古兜山自然保护区总体规划[M]. 北京:中国林业出版社,2004.
- [6] 连辉明,曾令海,何波祥,等. 热带次生林经营引入物种选择[J]. 广东林业科技,2008,24(4):75-81.
- [7] Krebs C J. Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance (5th ed)[M]. San Francisco, CA: Benjamin Cummings,2001.
- [8] Yin Z Y, Ren H, Zhang Q M, et al. Species abundance in a forest community in South China: a case of Poisson lognormal distribution[J]. Journal of Integrative Plant Biology,2005,47(7):801-810.
- [9] 殷祚云. Modeling on Species Abundance and Distribution Patterns in Plant Communities (植物群落中物种的多度与分布格局模拟)[D]. 北京:中国科学院研究生院,广州:华南植物园,2005.