

梁璇, 刘萍, 徐正春, 等. 不同类型城市森林的林下植物多样性研究[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(2): 69-73.

不同类型城市森林的林下植物多样性研究

梁璇^{1,2}, 刘萍¹, 徐正春¹, 梁倩玲¹

(1 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642; 2 广州市林业和园林局, 广东 广州 510060)

摘要:【目的】研究广州市不同城市森林类型的林下植物丰富度和多样性,为广州市的城市森林人工林近自然经营以及生物多样性保护提供科学依据。【方法】2012 年 9—10 月对广州市不同森林类型的城市森林林分结构进行样地调查,运用丰富度、多样性、均匀度等指标分析不同森林类型林下植物多样性。【结果和结论】天然次生林林下植物丰富度较高,样方内共有林下植物 71 种,隶属于 46 科 60 属;人工林林下植物相对较少,样方内共有林下植物 31 种,隶属于 25 科 31 属;正在逐步改造的人工林林下植物也相对较少,样方内共有林下植物 31 种,隶属于 17 科 30 属。由此可见,天然林较人工林而言,植物物种丰富度高,群落结构相对复杂,森林景观层次丰富,因此,广州市的城市森林人工林近自然化经营意义重大。

关键词:城市森林; 林下植物; 物种多样性; 广州
中图分类号:S718.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2015)02-0069-05

A study on the understory species diversity in various urban forests

LIANG Xuan^{1,2}, LIU Ping¹, XU Zhengchun¹, LIANG Qianling¹

(1 College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2 Administration of Forestry and Gardening of Guangzhou Municipality, Guangzhou 510060, China)

Abstract:【Objective】Species richness and diversity of understory plants of different types in urban forests of Guangzhou were studied, with an aim to provide the scientific basis for close-to-nature management of plantation and biodiversity conservation. 【Method】Plots were set up to survey the stand structure in different types of urban forests of Guangzhou from September to October in 2012. Understory species richness, diversity and evenness index were used to study the species diversity of different types of urban forests. 【Result and conclusion】The results showed that the understory species were the richest in natural forests (71 species), which belonged to 46 families and 60 genera, followed by those of plantation (31 species), which belonged to 25 families and 31 genera. The understory species of plantation in rehabilitation were relatively few (31 species), which belonged to 17 families and 30 genera. Diversity comparisons among different types of urban forests showed that the species diversity of natural forests was higher than that of the plantation. The community and the forest landscape were better as well. Therefore construction of plantation of urban forests in Guangzhou with close-to-nature forestry management ideas is of significant implication.

Key words:urban forest; understory plant; species diversity; Guangzhou

自然界各地域由于环境条件的差异和植物种类适应性的不同,在一定地段的自然条件下,总是由一定的植物种群结合在一起,成为一个有规律的组合^[1]. 不同的植物群落在一定程度上可以反映环境的差异. 森林是生物多样性最丰富的地方,由于森林类型及其结构和功能的多样性,生物多样性的各种

收稿日期:2014-02-21 优先出版时间:2015-01-21
优先出版网址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.s.20150121.0928.006.html>
作者简介:梁璇(1989—),女,硕士研究生,E-mail:sharonleung311@163.com;通信作者:刘萍(1964—),女,教授,博士,E-mail: bengtiaoliu@126.com
基金项目:广州市林业和园林局资助项目“广州市城市森林可持续经营系统研究”

规律在森林中都有不同程度的体现和表达^[2].

广州市林业经历了很长的发展时期,在“七五”期末基本完成荒山造林,“八五”中期实现绿化达标,此后便致力于森林结构的调整^[3].截至 2013 年底全市林业用地面积 29.3 万 hm²,活立木蓄积 1 400 万 m³,森林覆盖率达 41.96%.但是城市森林依然存在诸多问题,人工林、纯林相对较多,林相结构残次,森林功能低下.本文通过对不同森林类型林下植物多样性调查研究,详细了解林下植物组成结构及其物种多样性,为广州市城市森林人工林近自然经营以及生物多样性保护提供科学依据.

1 研究区域概况

石门国家森林公园位于广州市郊从化东北部,地处北纬23°27',东经 113°45',总面积 2 636 hm²,林

地面积 2 602.6 hm²,森林覆盖率达 98.9%,以天然次生林为主,植被分为山地常绿阔叶林、亚热带常绿阔叶林、亚热带常绿与落叶阔叶混交林、常绿阔叶山顶矮林、亚热带针叶林、亚热带针阔混交林、竹林、人工经济林等 8 种群落类型^[4].大夫山森林公园位于广州南郊番禺区,地处北纬 22°96',东经 113°32',总面积 600 hm²,其中林地面积约 474 hm²,以人工林为主.增城林场位于增城市中部,地处北纬 23°17'30"~23°22'30",东经 113°37'30"~113°48'45",总面积为 2 745.4 hm²,林业用地面积 2 714.5 hm²,森林覆盖率为 89.1%,截至 2010 年底林场森林资源总蓄积量达 178 256 m³.其中,牛寮工区面积为 467.7 hm²,优势木为马尾松和湿地松.调查样地基本情况详见表 1.

表 1 调查样地基本情况
Tab.1 Summaries of sample plots

森林类型	样方号	经度	纬度	海拔/m	坡向	坡位	坡度/(°)	郁闭度
天然林(石门国家森林公园)	1	113°46'32"	23°37'34"	745	西	上坡	5	0.82
	2	113°46'27"	23°37'41"	767	东	上坡	15	0.87
	3	113°46'30"	23°37'40"	758	东	下坡	15	0.86
人工林(大夫山森林公园)	1	113°18'08"	22°57'19"	69	东北	上坡	30	0.70
	2	113°18'07"	22°57'22"	46	北	上坡	25	0.65
	3	113°18'05"	22°57'24"	41	北	下坡	25	0.72
人工林(增城林场牛寮工区)	1	113°42'48"	23°19'33"	129	西南	上坡	30	0.60
	2	113°42'50"	23°19'34"	159	南	上坡	20	0.70
	3	113°42'52"	23°19'34"	166	东南	上坡	20	0.70

2 研究方法

2.1 野外调查

采用相邻网格法,在从化市石门国家森林公园石灶景区、番禺区大夫山森林公园竹帽岗、增城林场牛寮工区 3 处不同类型森林分别设置 3 个 50 m×50 m 的大样地,每个大样地设置 25 个 10 m×10 m 的样方.在每个 10 m×10 m 乔木层样方中,对胸径 5 cm 以上的树种进行每木检尺,记录乔木树种的种名、胸径、树高、冠幅、枝下高等因子.在大样地中均匀选择 5 个样方进行生物多样性调查,在这些样方的对角线位置分别设置 2 个 2 m×2 m 的灌木层样方和 1 m×1 m 的草本层、藤本层样方,记录所有灌木、草本和藤本的种名、生活型、高度、盖度和多度,以用于分析灌木层、草本层、藤本层的植物多样性.

2.2 生物多样性计算

重要值:研究某个种在群落中的地位和作用的综合数量指标.对于灌木和草本而言,重要值=相对多度(盖度)+相对频度.

物种丰富度(*S*):样地内出现的物种数目.

Margalef 指数(*F*):一个群落或环境中物种数目的多寡,亦表示生物群聚(或样品)中种类丰富度程度的指数.

$$F = (S - 1) / \ln N.$$

Simpson 多样性指数(*SP*):该指数越大,物种多样性越丰富.

$$SP = N(N - 1) / \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1).$$

Shannon-Wiener 多样性指数(*SW*):该指数包含种类数目(即丰富度)和种类中个体分配上的均匀性 2 个因素.种类数目越多,多样性越大;同样,种类之间个体分配的均匀性增加也会使多样性提高.

$$SW = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i.$$

均匀度指数(*J*):以 *SP* 为基础, $J_{SP} = SP / SP_{max}$, $SP_{max} = S(S - 1) / (S - 1)$;以 *SW* 为基础, $J_{SW} = SW / SW_{max}$, $SW_{max} = \log_2 S$.

上述公式中,*n_i* 是第 *i* 个物种的个体数,*N* 是所有物种的个体数目,*P_i* 为第 *i* 个物种个体数(*n_i*) 占所有个体总数(*N*)的比例,即 $P_i = n_i / N (i = 1, 2, 3, \cdots, S)$ ^[5-6].

3 结果与分析

3.1 不同森林类型林下植物物种组成特征

通过小样方调查,石门国家森林公园调查样地为天然次生林,林下植物 71 种,隶属于 46 科 60 属;

增城林场牛寮工区调查样地为湿地松人工林,林下植物 31 种,隶属于 25 科 31 属;大夫山森林公园调查样地为改造过 1 次的人工林,林下植物 31 种,隶属于 17 科 30 属.由表 2 可知天然林林下植物种类明显多于人工林林下植物.

表 2 不同森林类型林下植物物种组成
Tab.2 Understory species of different types of forests

森林类型		科		属		种	
		科数	占比/%	属数	占比/%	种数	占比/%
天然林(石门国家森林公园)	灌木	23	50.00	29	48.33	36	50.70
	草本	13	28.26	16	26.67	18	25.35
	藤本	10	21.74	15	25.00	17	23.94
人工林(大夫山森林公园)	灌木	7	41.18	12	40.00	13	41.94
	草本	7	41.18	13	43.33	13	41.94
	藤本	3	17.65	5	16.67	5	16.13
人工林(增城林场牛寮工区)	灌木	12	48.00	15	48.39	15	48.39
	草本	9	36.00	11	35.48	11	35.48
	藤本	4	16.00	5	16.13	5	16.13

3.2 不同森林类型灌木物种组成及重要值分析

对不同森林类型林下灌木层物种重要值分析结果见表 3. 石门国家森林公园天然次生林林下灌木 36 种,隶属于 23 科 29 属,丰富度较高,但没有重要值非常突出的物种,主要以耐阴植物为多.大夫山森林公园人工林林下灌木 13 种,隶属于 7 科 12 属,龙船花、鬼灯笼占据绝对优势,重要值均超过了 45%,

这 2 种植物都较为耐旱喜光,适合生长在马尾松人工林中.增城林场牛寮工区湿地松林林下灌木 15 种,隶属于 12 科 15 属,芸香科植物三叉苦是优势物种,重要值达到 40% 以上.由此可见,天然林林下灌木种类丰富且分布相对均衡,而人工林下多为三叉苦、鬼灯笼、野牡丹等先锋植物,随着人工林群落的演替,它们基本会被渐渐淘汰.

表 3 不同森林类型林下灌木层主要物种重要值¹⁾
Tab.3 The importance value of main shrub species of different types of forests

森林类型	序号	植物名称	相对多度	相对频度	重要值
天然林(石门国家森林公园)	1	斑叶朱砂根 <i>Ardisia punctata</i>	16.27	13.28	29.55
	2	草珊瑚 <i>Sarcandra glabra</i>	11.51	7.81	19.32
	3	鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	11.90	7.03	18.93
	4	山指甲 <i>Ligustrum sinense</i>	6.35	7.03	13.38
	5	毛冬青 <i>Ilex pubescens</i>	5.16	6.25	11.41
人工林(大夫山森林公园)	1	龙船花 <i>Ixora chinensis</i>	24.79	21.43	46.22
	2	鬼灯笼 <i>Clerodendron fortuneatum</i>	21.37	23.81	45.18
	3	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	10.26	16.67	26.93
	4	梔子 <i>Gardenia jasminoides</i>	19.66	7.14	26.80
	5	九节 <i>Psychotria rubra</i>	9.40	7.14	16.54
人工林(增城林场牛寮工区)	1	三叉苦 <i>Evodia lepta</i>	22.11	21.43	43.54
	2	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	15.58	11.90	27.48
	3	龙船花 <i>Ixora chinensis</i>	12.56	11.90	24.46
	4	梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	10.55	10.71	21.26
	5	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	11.06	7.14	18.20

1)表中每个森林类型仅列重要值排列前 5 名的物种.

3.3 不同森林类型草本物种组成及重要值分析

对不同森林类型林下草本层物种重要值分析结果如表 4. 石门国家森林公园的草本层样方中,共有 18 种植物,隶属于 13 科 16 属;大夫山森林公园的样

方中有 13 种植物,隶属于 7 科 13 属;增城林场牛寮工区的样方则有 11 种植物,隶属于 9 科 11 属.各种森林类型中林下草本植物基本都以芒萁、弓果黍、狗脊蕨、乌毛蕨为主,其中芒萁、狗脊蕨、乌毛蕨都是酸

表 4 不同森林类型林下草本层主要物种重要值¹⁾

Tab.4 The importance value of main herb species of different types of forests

森林类型	序号	植物名称	相对盖度	相对频度	重要值
天然林(石门国家森林公园)	1	芒萁 <i>Dicranopteris pedata</i>	37.82	13.70	51.52
	2	弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	3.60	21.92	25.52
	3	狗脊蕨 <i>Woodwardia japonica</i>	13.32	9.59	22.91
	4	扇叶铁线蕨 <i>Adiantum flabellulatum</i>	5.73	12.33	18.06
	5	短叶黍 <i>Panicum brevifolium</i>	4.93	9.59	14.52
人工林(大夫山森林公园)	1	芒萁 <i>D. pedata</i>	44.96	44.64	89.60
	2	乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	14.24	14.29	28.53
	3	弓果黍 <i>C. patens</i>	11.27	8.93	20.20
	4	狗脊蕨 <i>W. japonica</i>	10.58	5.36	15.94
	5	淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>	7.12	5.36	12.48
人工林(增城林场牛寮工区)	1	弓果黍 <i>C. patens</i>	67.48	32.84	100.32
	2	淡竹叶 <i>L. gracile</i>	8.31	28.36	36.67
	3	珍珠茅 <i>Scleria hebecarpa</i>	7.60	5.97	13.57
	4	乌毛蕨 <i>B. orientale</i>	6.35	5.97	12.32
	5	芒草 <i>Miscanthus sinensis</i>	4.34	7.46	11.80

1)表中每个森林类型仅列重要值排列前 5 名的物种.

性土壤指示植物,适合生长在酸性红壤的山坡上,而广州地区一般是酸性土壤,适合其生长特性.另外,芒萁以孢子和根状茎同时繁殖,蔓延迅速,成片生长,生命力强,通常优势较为突出.相对而言,人工林下草本层所占比例高于天然林,这可能是因为天然林乔木层植株的冠幅、盖度较大,以及灌木层植物的旺盛生长对草本层造成了一定的遮蔽作用,从而抑制了草本层植物的生长.

3.4 不同森林类型藤本物种组成及重要值分析

玉叶金花 *Mussaenda pubescens* 和菝葜 *Smilax china* 是石门国家森林公园藤本层样方中出现频率较高的植物,分别为 53% 和 37%,在超过 1/3 的小样方中都会出现,其余的植物出现的频度较低,零星地分布在不同的小样方中.玉叶金花是大夫山森林公园藤本层植物中出现次数最多的物种,出现频率超过 63%,分布也比较均匀,占有绝对优势.增城林场牛寮工区藤本层样方出现 5 种植物,隶属 4 科 5 属,其中毛相思子 *Abrus mollis* 和玉叶金花出现的频度较高,而野葛 *Argyreia seguinii* 仅在一个小样方中出现过.

3.5 不同森林类型林下层植物物种多样性

物种多样性指数是把物种数、个体数、分布特性等信息结合起来的一个统计量,能定量反映群落或

生境中物种的丰富度、变化程度或均匀度^[6]. 研究结果表明(表 5),由于石门森林公园石灶景区有华南地区仅存的约 1 067 hm² 原始次生林,自然环境较好,因此样方的物种丰富度最高,*S* 达到 90. 从 *SP* 指数来看,各地域之间的差异十分明显. 由于 *SP* 指数是通过集中度的度量以反映优势度状况的,这说明石门森林公园林下植物集中性较低,因而多样性指数较大,增城林场牛寮工区则相反. *SW* 指数反映的是信息量的指标,当 *S* 个物种中,每种只有 1 个个体时,信息量最大,由此可知牛寮工区湿地松林下植物个体同种的几率较大. 均匀度用以衡量群落中不同物种的多度、盖度或其他指标分布的均匀程度. 从两种均匀度指数的计算结果来看,石门森林公园林下植物的 *J_{SP}* 和 *J_{SW}* 较高,这表示就总体而言,天然林林下层植物不同物种和不同个体分布都比较均匀. 而 2 个人工林中,大夫山森林公园竹帽岗地域是经改造的马尾松林,增城林场牛寮工区则是湿地松林,虽然两者都是松属植物,但从表 5 中可看出马尾松林的林下植物多样性高于湿地松林. 总而言之,这几种森林类型以人工纯林的林下植物多样性指数最小,天然林的林下植物多样性最大,而经过人工补种一些植物以改善林地生态条件的人工林的植物多样性相应地得到提高.

表 5 不同森林类型林下层植物物种多样性¹⁾

Tab.5 The understory species diversity of different types of forests

森林类型	<i>S</i>	<i>F</i>	<i>SP</i>	<i>SW</i>	<i>J_{SP}</i>	<i>J_{SW}</i>
天然林(石门国家森林公园)	90	12.614 6	10.054 1	3.192 5	0.103 1	0.709 5
人工林(大夫山森林公园)	35	5.000 7	4.536 3	2.251 1	0.124 7	0.633 2
人工林(增城林场牛寮工区)	35	4.664 6	2.695 5	1.813 2	0.075 2	0.510 0

1) *S*:物种丰富度;*F*:Margalef 指数;*SP*:Simpson 多样性指数;*SW*:Shannon - Wiener 多样性指数;*J_{SP}*:基于 Simpson 公式推导的均匀度;*J_{SW}*:基于 Shannon-Wiener 公式推导的均匀度.

4 讨论与结论

广州城市森林不同森林类型林下植物多样性的总体变化趋势为天然林>改造人工林>人工纯林。这表明林下植物多样性与乔木层群落结构有一定的关系,乔木层群落结构相对单一的,林下层植物多样性也较低。人工林中,马尾松林和湿地松林均为重要的松属造林树种,能在干旱贫瘠的土壤上生长良好,但湿地松林的林下植物多样性明显低于马尾松林,这与陈文年等^[7]、李清湖等^[8]的研究结论类似。秦新生等^[9]对低丘人工林林下植被进行研究,其结果表明人工林类型(造林树种)和林分组成(纯林或混交林)等因素对物种多样性的影响较为明显,这些都可能是造成马尾松林与湿地松林在林下植物种类组成和物种多样性上的差异的原因。

植物多样性是多个生态过程协同作用的结果,环境因素中的海拔、坡位、坡向、土壤等都对群落物种多样性产生作用^[10-14]。梁芳等^[15]也认为林下植物多样性的影响因素很多,其影响结果的不同与群落本身的特点、资源、环境等条件的改变和物种间相互作用的方式等有关。本调查群落所涉及的森林类型和人工干扰状况均不同,因而其林下植被层的物种组成和物种多样性存在一定差异,以上结果可在一定程度上反映广州城市森林林下植物多样性状况。但是,有研究表明,群落的覆盖度会随林龄的增加而增加,林中小生境(如郁闭度、光照、温度、湿度等)也会相应产生变化,进而直接影响着林下植物的种类组成和结构^[16]。为了进一步探讨森林类型与林下植物多样性的关系,应该扩大研究区域与范围,增加样地数目,在林龄等方面做更为深入的研究,尽量降低环境异质性对研究结果的影响。

调查结果表明,天然林的林下植物资源更丰富,多样性更高。目前,广州城市森林仍有大面积的人工林、纯林,如何通过采取合理的经营措施以提高这些低效林的效益,引导其较快地发育成为物种丰富、层次复杂、生态功能较高的天然次生林,已成为广州市生态环境建设的重要内容。因此,建议遵循适地适树适时的原则,选择一些对人工生态系统恢复和发展、对生态环境影响好的速生乡土树种对人工纯林进行改造,调整林分结构,引导其演替成为地带性气候顶级群落。此外,还应套种一些难以自然传播的地带性森林的优势树种,对保护和促进地带性森林群落的恢复与发展很有必要^[8]。对郁闭度高的林分,需采取

适当的人工干扰如间伐等措施,降低林分密度,以促进和恢复林下植物天然更新。

参考文献:

- [1] 黄忠良,孔国辉,何道泉. 鼎湖山植物群落多样性的研究[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 193-198.
- [2] 蒋有绪. 森林生态学的任务及面临的发展问题[J]. 应用生态学报, 2002, 13(3): 347-348.
- [3] 曾泽光. 广州市森林资源现状及其经营管理[J]. 中南林业调查规划, 2001, 20(S1): 139-141.
- [4] 易绮斐,成夏岚,曾庆文,等. 广州石门国家森林公园彩叶植物调查研究[J]. 福建林业科技, 2008, 35(1): 112-116.
- [5] 王瑞江. 广州陆生野生植物资源[M]. 广州: 广东科技出版社, 2010: 21.
- [6] 刘敏,邱治军,周光益,等. 深圳凤凰山马占相思林下植物多样性分析[J]. 广东林业科技, 2007, 23(6): 26-31.
- [7] 陈文年,卿东红,张轩波. 沱江流域两种人工针叶林群落结构比较[J]. 广西植物, 2011, 31(3): 357-363.
- [8] 李清湖,庄雪影. 广东山区3种不同人工林林下植物多样性初步研究[J]. 广东林业科技, 2012, 28(2): 37-45.
- [9] 秦新生,刘苑秋,邢福武. 低丘人工林林下植被物种多样性初步研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(3): 223-228.
- [10] 姜艳. 石门国家森林公园[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2009.
- [11] 林开敏,张文富,谢国阳,等. 老龄杉木林下天然更新阔叶植被物种多样性研究[J]. 福建林学院学报, 1997, 17(4): 313-317.
- [12] 康冰,刘世荣,蔡道雄,等. 马尾松人工林林分密度对林下植被及土壤性质的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(10): 2323-2331.
- [13] 邹文涛,尹光天,孙冰,等. 广东顺德5种类型人工林群落物种多样性的研究[J]. 中南林学院学报, 2006, 26(6): 71-75.
- [14] 彭闪江,黄忠良,徐国良,等. 生境异质对鼎湖山植物群落多样性的影响[J]. 广西植物, 2003, 23(5): 391-398.
- [15] 梁芳,郭晋平. 林下植物多样性影响因素研究进展[J]. 山西林业科技, 2008(2): 33-35.
- [16] 张浩,庄雪影,黄永芳,等. 华南乡土树种在松杉林下生长及林下植物多样性研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21(2): 139-144.

【责任编辑 柴 焰】