

西南桦、山桂花、肉桂人工林林下物种多样性和生物量对比研究

许林红 李思广* 蒋云东* 张快富 罗 娅

(云南省林业科学院,昆明 云南 650204)

摘要: 通过样方调查法分别对普文试验林场林龄为15年的3种人工林群落进行了调查,分析了3种森林群落的物种多样性和生物量。结果表明西南桦林的物种多样性指数和均匀度指数都是最大,分别为3.06和91.82%。生物量最大的也是西南桦林,其值为 $115.82 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,年增长量为 $7.72 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,远高于当地天然热带次生林的 $4.184 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。这说明西南桦较其他阳性树种具有更快的生长速度,表现出了较高的生产能力,加之它又是一个乡土树种,因此可在云南热区造林项目中大量推广应用。

关键词: 西南桦; 山桂花; 肉桂; 物种多样性; 生物量

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2014)06-0051-05

A Comparative Study of the Biodiversity and Biomass Among the Undergrowth of *Betula alnoides*, *Paramichelia baillonii* and *Cinnamomum cassia*

XU Lin-hong LI Si-guang* JIANG Yun-dong* ZHANG Kuai-fu LUO Ya

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China)

Abstract: Sample plot investigations were conducted on three kinds of artificial forest community of 15 years in Puwen Experimental Forest Farm, and analysis was made of the diversity and biomass of the three kinds of forest community species. And the results showed that the biodiversity index and evenness index of *Betula alnoides* were the largest, respectively 3.06 and 91.82%; the biomass of *Betula alnoides* was also the largest, its value was $115.82 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, and its annual growth rate was $7.72 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, much higher than the local natural tropical forest with $4.184 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$. As compared with other positive species, *Betula alnoides* had a higher growth rate, showing a high production capacity, and as a native species, it could be applied in the tropical afforestation project in Yunnan Province.

Key words: *Betula alnoides*, *Paramichelia baillonii*, *Cinnamomum cassia*, Biodiversity, Biomass

山桂花 (*Paramichelia baillonii*)、西南桦 (*Betula alnoides*)、肉桂 (*Cinnamomum cassia*) 为云南热带的乡土树种,也是优良的热带用材树种。云南省政府已把这3个树种列为云南热带的主要造林树种的

组成部分。

物种多样性是生物多样性在物种水平上的表现形式。物种多样性是反映群落组织化水平、继而通过结构与功能的关系间接反映群落功能特征的指

收稿日期: 2014-10-08

科技项目: 由中国科学院战略性先导科技专项“XDA05070304”课题和景洪市科技项目“橡胶林下雨林树种恢复技术研究”〔2012〕40 资助。

作者简介: 许林红(1977-)男,汉族,云南陆良人,云南省林业科学院工程师。主要研究方向: 森林培育,森林生态, Xulinhong_li@163.com。

* 通讯作者: 李思广(1972-)男,汉族,山东莱西人,云南省林业科学院副研究员。从事营林及育种技术研究。skylinerover@163.com。

* 通讯作者: 蒋云东(1963-)男,汉族,四川德阳人,云南省林业科学院研究员。从事工业原料林的丰产栽培、良种选育和热带雨林植被恢复等方面的科研和推广工作, Jyd63@163.com。

标^[1]。近年来,物种多样性的研究已成为林业、土壤和生态科技工作者关注的焦点问题^[2]。生物量是森林生态系统研究中的重要内容之一,它是研究森林生态系统物质循环和能量平衡的基础。有关森林林分生物量的研究以对温带及寒带地区森林林分生物量的研究历史为长,而对热带地区森林林分生物量的研究则起步较晚。我国热区面积虽不大,但热带的森林类型众多,而对热带地区森林林分生物量的研究至 20 世纪 80 年代才开始。^[3-4]就云南热区的森林林分生物量研究而言,也仅见有几种人工幼林的研究报道。笔者于 2014 年对云南省西双版纳普文试验林场的 3 种林分物种多样性和生物量进行了研究,以期揭示两种林分中植物物种多样性特征及其动态变化规律,为生物多样性保护提供理论依据。

1 研究地区及林分的基本概况

1.1 研究地区

研究的 3 种人工林位于云南省西双版纳州景洪市北部的普文试验林场。其地理位置为东经 101°4′~101°6′,北纬 22°24′~22°26′,处横断山帚状山系,无量山南延末端。属热带北缘季风气候类型。受潮湿的西南季风和干暖的西风南支急流交替控制,干湿季分明,11 月~4 月为干季,5 月~10 月为雨季。年均温 20.1℃,最热月(7 月)均温 23.9℃,最冷月(1 月)均温 13.9℃,极端最高气温 38.3℃(1966 年 5 月,1969 年 5 月),极端最低气温 -0.7℃(1974 年 1 月), $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 7 459℃,持续日数 364.1 d。年降水量 1 655.3 mm,是西双版纳降水最多的地区。雨季降雨量占全年的 86%,其月平均降雨量可达 140 mm~356 mm;干季中,最少月降雨量均在 20 mm 以上。冬春多雾,雾日年均 145.5 d,多雾不但可以缓解干旱,而且形成了山地逆温层。年平均相对湿度 83%,干燥度 0.71。在气候带区划上,恰处于北热带北缘与南亚热带南缘的交界处。热带和南亚热带树种在此均能生长^[5]。

1.2 人工林营建前期基本情况

普文试验林场所营造的西南桦、山桂花和肉桂人工林面积达 82.67 hm²,其造林地的海拔高度为 860 m~910 m,原生植被主要是山地雨林,长期以来因受人为破坏形成次生林,其林相极度不整齐。1999 年对该次生林实行皆伐炼山,营造西南桦、山桂花、肉桂人工试验林,按田间试验要求选择试验林

地,各试验林地地块的立地条件基本一致,所营造的西南桦纯人工林的株行距为 4 m×3 m,山桂花纯人工林的株行距为 4 m×2 m,肉桂人工林的株行距为 2 m×1 m。3 种人工林均采用全垦穴状整地方式,穴状整地规格 40 cm×40 cm×30 cm,每种植穴施入复合肥 150 g,以 6 月苗龄的袋苗定植造林。

2 研究内容及方法

2014 年对 3 种林分的生物量和物种多样性进行了调查。3 种林分分乔木层、灌木层、草本层和枯枝落叶层测定其的生物量。

2.1 样地的设置及群落物种多样性调查

在 3 种林分内设立面积为 30 m×30 m 的标准地,每个树种设立 3 块标准地,共 9 块标准地;乔木层按 30 m×30 m 样方调查,在每个 30 m×30 m 样地中划分成 9 个 10 m×10 m 样方调查灌木,每个 10 m×10 m 样方中机械设 5 个 1 m×1 m 草本样方,共调查了 45 个样方。调查乔木层植物的种名、株数、高度、胸径、冠幅、枝下高等;灌木层则记录每种灌木的种名、多度、盖度、高度、冠幅等;草本植物记录植物的种名、多度、盖度、高度、冠幅;藤本植物记录植物的种类、多度、盖度。调查时胸径 ≥ 1 cm 时划归为乔木层,树高 ≤ 50 cm 时划归为草本层。

2.2 多样性测度方法的选择

根据马克平、陈延贵等对多样性指数的应用研究,本文选用如下多样性指数:

(1) 丰富度指数 $R = s$ 指一个样地内所有植物种类数目。

(2) Shannon - Wiener 多样性指数

$$H' = - \sum (P_i \times \ln P_i);$$

(3) Pielou 均匀度指数 $J = - \sum (P_i \ln P_i) / \ln s$

式中 s 为样方中观察的物种数; $P_i = N_i/N$, N 为样方中各物种多度指标总和, N_i 为第 i 个种的多度指标^[6]。

注:(2)(3)式中 P_i 为种 i 的重要值, n 为所计算的样方中的植物种类数目。

2.3 地上部分生物量的测定

以 3 种研究林分中设置作生物量测定的样地。乔木层,对样地中的乔木进行每木检尺,根据每木检尺的结果选择胸高直径在平均值附近的几株立木作为平均标准木,将被选的平均标准木伐倒,每隔 1 m 处锯开(第一段为 1.3 m),分别测定各区分段的树

干树皮树叶的鲜重,并取其各部分的部分样品,装入袋中带回室内,在 65℃ 烘干至恒重后称重,计算样品的含水量,并在野外测定鲜重值的基础上将其换算成干重,最后再计算出地上部分的生物量;灌木层的生物量测定在乔木层样地内进行,灌木层用大小为 10 m × 10 m 标准地,共 9 个样地,对样地中的灌木进行每木检尺后在样地内选取平均标准木做解析木分析,并作地上部分生物量的测定,计测其地上部分生物量;草本层设大小为 1 m × 1 m 的 15 个标准地,共 45 个样地,采用收割法计测其地上部分生物量。对各层的植物进行取样,实验室测定含水率,将鲜重换算为干重。

2.4 地下部分生物量的测定

3 种林分地下部分的生物量测定仍分层进行。乔木层,对所选择的平均标准木将根全部挖出,根据树的大小来估计所需挖根面积和土壤深度,标准木伐倒后,以其基部为圆心,挖取半径为 1.0 m、深度为 2.0 m 范围内的根系(挖坑深度取决于根的分布深度)分别将根径、粗根(直径 0.3 cm 以上)、细根(直径 0.3 cm 以下)挖出,并称其鲜重,分别将各部分样品带回室内,烘干后求出含水量,再估算出总的根干重。在称鲜重时应尽量将根上附着的泥沙去掉,对于细根则可放入筛内冲洗,然后用纸或布把附着的水吸干后晾一晾再称重;灌木层和草本层则挖出样地中全部植物的根系称重,分别取一些根系样品带回,放入烘箱中烘干至恒重计算含水率,将其鲜重换算成干重,从而推算整个灌木层和草本层地下部分的生物量。

2.5 枯枝落叶层生物量的测定

分别在 3 种林分的林下设置 9 个 1 m × 1 m 的小样方收集其内所有的枯枝落叶,取回烘干称重计算其含水率,将鲜重换算成干重。^[7-8]

3 结果与分析

3.1 不同人工林群落的植物种类

从图 1 可以看出,3 种人工林中均以草本层植

物种最为丰富,其次是灌木层,然后是乔木层,种类最少的为藤本层类植物。3 种人工林之间草本层植物种类数差异不大,山桂花林 > 西南桦林 > 肉桂林;灌木层植物种类数,肉桂林 > 西南桦林 > 山桂花林;乔木层植物种类数,西南桦林 > 肉桂林 > 山桂花林;藤本层植物种类数,肉桂林 > 西南桦林 > 山桂花林。3 种人工林在所有植物种类数中,西南桦林和肉桂林植物种类数最为丰富,西南桦林和肉桂林植物种类数基本无差异,分别为 111 种、110 种,山桂花林所有植物种类数仅为 93 种。

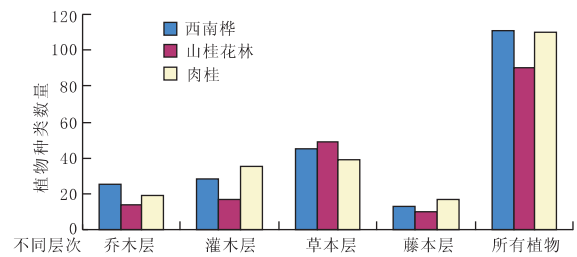


图 1 3 种人工林各层植物种类数量

3.2 物种多样性比较

3 种人工林群落各层次的 Shannon - Wiener 指数值与均匀度指数值如表 1、图 2 和图 3 所示。从表 1、图 2 和图 3 可以看出,3 种类型中草本层植物 Shannon - Wiener 指数 H' 以西南桦人工林最高为 3.89,最小的为山桂花人工林, H' 为 3.67。均匀度 J 所有植物最大是西南桦林为 91.82%,最小为肉桂林为 82.84%。从上数据也可看出,西南桦人工林具有较高的多样性指数值,其次是山桂花人工林,肉桂人工林多样性指数值最小。灌木层 Shannon - Wiener 指数 H' 以西南桦林最大为 3.65;最小的是山桂花林,三者为西南桦林 > 肉桂林 > 山桂花林。而灌木层的均匀度 J 值几乎一样。藤本植物 Shannon - Wiener 指数 H' 以西南桦林最大, H' 为 2.23,肉桂林最小, H' 为 1.61。三者为西南桦林 > 山桂花林 > 肉桂林。从灌木层及草本层植物来看,西南桦林具有较高物种水平的类型,肉桂林较低一些。较多的层间藤本植物是热带植被类型的一个特征,3 种人工林均反映出了这一特点。

表 1

3 种人工林群落植物多样性比较

| 人工林 | 乔木层 | | 灌木层 | | 草本层 | | 藤本层 | | 所有植物 | |
|------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| | H' | J (%) | H' | J (%) | H' | J (%) | H' | J (%) | H' | J (%) |
| 西南桦林 | 2.46 | 93.14 | 3.65 | 92.71 | 3.89 | 89.78 | 2.23 | 91.64 | 3.06 | 91.82 |
| 山桂花林 | 2.24 | 87.19 | 3.52 | 92.78 | 3.67 | 86.88 | 2.14 | 87.82 | 2.89 | 88.67 |
| 肉桂林 | 2.32 | 89.58 | 3.63 | 92.78 | 3.91 | 87.33 | 1.61 | 61.66 | 2.87 | 82.84 |

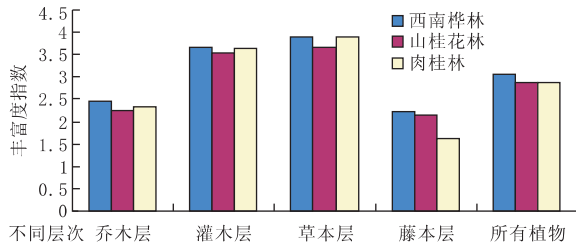


图2 3种人工林群落各层 Shannon - Wiener 指数

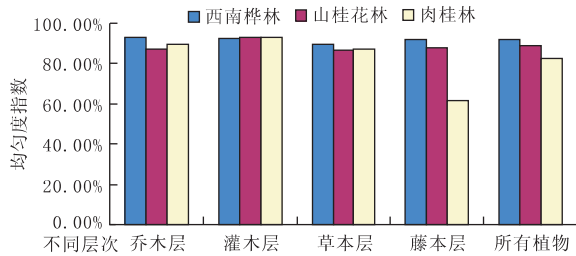


图3 3种人工林群落各层均匀度指数

不同的人工林群落其物种数、多样指数均具有一定的差异性。林下植物主要组成是灌木层植物，

其种类数量差异较明显。其多样性指数直观看来灌木层及草本层的差异并不太大，只是层间藤本植物有一定差异。3种人工林类型中，因为西南桦人工林的种植密度值最大，为其它小乔木或灌木层提供了足够的空间，所以西南桦人工林下物种比较丰富。总的看来乡土树种具有较高的种类及多样性水平。在相似的环境下，人工林群落在结构及植物多样性上也是相似的。在进行山地造林、退化植被被恢复时，应优先考虑乡土树种。

3.3 生物量对比

由表2可见，3种林分地上部分的生物量以西南桦林最高，达 $84.35 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，其次是肉桂林为 $81.53 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，最低为山桂花林，仅为 $77.56 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。3种林分乔木层地上部分生物量所占比例最大，为全林地上部分生物量的 $93.81\% \sim 96.26\%$ 。而3种林分的灌木层和草本层地上部分生物量所占的比例较小，仅为 $2.59\% \sim 4.02\%$ 和 $1.15\% \sim 2.17\%$ 。

表2 3种人工林地上部分的生物量统计

| 林分类型 | 乔木层 | | 灌木层 | | 草本层 | | 总计 | |
|------|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| | 百分比 (%) | 生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 百分比 (%) | 生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 百分比 (%) | 生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 百分比 (%) | 生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) |
| 西南桦 | 80.16 | 95.03 | 2.75 | 3.26 | 1.44 | 1.71 | 84.35 | 100 |
| 山桂花 | 72.76 | 93.81 | 3.12 | 4.02 | 1.68 | 2.17 | 77.56 | 100 |
| 肉桂 | 78.48 | 96.26 | 2.11 | 2.59 | 0.94 | 1.15 | 81.53 | 100 |

表3可看出，3种林分中，地下部分（根系）生物量最高的是西南桦林，为 $19.46 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，其次是山桂花林，为 $17.67 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，最小的是肉桂林为 $16.88 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。3种林分地下部分生物量与地上部分生物量的比值为 $20.71\% \sim 23.07\%$ 。比值最大的是西南桦林，这是因为西南桦林中多为小乔木或灌木，地下部分由于其林木株数较多根系数量大，因此其比值较大。3种林分凋落物层的生物量由表3可以看出最高的是肉桂林，为 $12.27 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，其次是西南桦林，为 $12.06 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，凋落物层生物量最

小的是山桂花林，为 $11.84 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。3种林分的总生物量在 $107.07 \sim 115.87 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 之间，其地上、地下部分的生物量占了较大比例，为林分总生物量的 $88.91\% \sim 89.59\%$ 。3种林分凋落物层的生物量都在 $5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上，大量的枯落物生物量说明了3种人工林都处于旺盛的发育期。由表3可看出，3种林分中，生物量年增长量最大的是西南桦林，为 $7.72 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，其次为肉桂林，为 $7.38 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，年增长量最小的为山桂花林，为 $7.14 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。这说明西南桦较其他阳性树种具有更快的生长速度。

表3 3种人工林的总生物量及其组成和年增长量

| 林分类型 | 地上生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 地下生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 地上+地下 | | 凋落物 | | 总生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 年增长量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) |
|------|---|---|---|--------|---|--------|--|--|
| | | | 生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 比例 (%) | 生物量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) | 比例 (%) | | |
| 西南桦 | 84.35 | 19.46 | 103.81 | 89.59 | 12.06 | 10.41 | 115.87 | 7.72 |
| 山桂花 | 77.56 | 17.67 | 95.23 | 88.94 | 11.84 | 11.06 | 107.07 | 7.14 |
| 肉桂 | 81.53 | 16.88 | 98.41 | 88.91 | 12.27 | 11.09 | 110.68 | 7.38 |

4 结论与讨论

总的看来,乡土树种西南桦林具有较高的植物种类数,山桂花林和肉桂林相对要少些。西南桦林具有较高的多样性指数值,山桂花林和肉桂林 Shannon - Wiener 指数 H' 值相对较小些,而且两者之间差异不大。不同的人工林群落其物种数、多样指数均具有一定的差异性。林下植物主要组成是灌木层植物,其种类数量差异较明显。其多样性指数直观看来灌木层的差异并不太大,只是草本层及层间藤本植物有一定差异。总的看来 3 个乡土树种的林分都具有较高的种类及多样性水平。在进行山地造林、退化地植被恢复时,应优先考虑乡土树种。

研究还表明 3 种林分中以西南桦人工林具有最高的林分生物量和年增长量,建议在今后的云南热区人工林建设中应更多地营造西南桦林。西南桦林分生物量的年增长量为 $7.72 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,远高于当地天然热带次生林的 $4.184 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。不管是西南桦的人工纯林、混交林还是天然的西南桦次生林均表现出了较高的生产能力,说明西南桦这个树种具有较快的生长速度,加之它又是一个乡土树种,因此可在云南热区造林项目中大量推广应用。

致谢:本次试验过程得到了云南省林业科学院王达明、蒋云东研究员的指导,同时得到了云南省景洪市普文试验林场张树明同志的大力支持与协助,在此一并感谢!

参考文献:

- [1] 将志刚,马克平,韩兴国. 保护生物学 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1997.
- [2] 褚建民,卢琦,崔向慧. 人工林林下植被多样性研究进展 [J]. 世界林业研究, 2007, 20(3): 10~13.
- [3] 何芝玲,傅慰毅. 人工林林下植被的研究现状 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(6): 727~733.
- [4] 李意德,曾庆波,吴仲民等. 尖峰岭热带山地雨林生物量的初步研究 [J]. 植物生态与地植物学学报, 1992, 16(4): 293~300.
- [5] 王达明. 西双版纳普文试验林场自然条件 [A]. 云南省林业科学院: 热区造林树种研究论文集 [C]. 昆明: 云南科技出版社, 1996: 5~9.
- [6] 唐建维,张建候,宋启示. 西双版纳热带次生林生物量的初步研究 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 21~26.
- [7] 陈宏伟,孟梦,李江,等. 西双版纳山地阔叶人工林林下植物多样性特征比较 [J]. 热带林业, 2004, 32(3): 22~24.
- [8] 杨德军,张劲峰,邱琼,等. 2 种西南桦人工林与同地 2 种天然次生林的林分生物量对比研究 [J]. 西部林业科学, 2009, 38(1): 77~81.