

文章编号: 1000-5692(2007)04-0396-05

云南松原始林群落结构特征及物种多样性分析

李贵祥¹, 施海静², 孟广涛¹, 方向京¹, 柴勇¹,
和丽萍¹, 张正海¹, 杨永祥¹

(1. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204; 2. 云南省地质工程第二勘察院有限公司, 云南 昆明 650051)

摘要: 运用植物群落学的调查方法, 对云南省永仁县白马河林场的云南松 *Pinus yunnanensis* 原始林的群落特征及物种多样性进行了研究。结果表明: 云南松原始林以云南松纯林为主, 林下层次结构复杂, 物种丰富。高位芽植物在云南松原始林内分布最多(46.1%), 其后依次为地上芽植物(25.9%), 地面芽植物(14.0%), 隐芽植物(13.3%)和一年生植物(0.7%)。生活型谱反映了云南松原始林在其生长季节处于温热多湿的环境。云南松林木株数在径级分布上及在不同年龄段上均表现为中间多, 两边少, 趋向于对称性概率分布, 表明了云南松原始林在演替过程中具有较好的稳定性。云南松原始林的 Simpson 指数、Shannon-Winener 指数和 Pielou 均匀度指数 J_{sw} , J_s 分别是云南松次生林的 4.6, 3.7, 3.9 和 4.6 倍, 表明云南松原始林具有更丰富的物种多样性。图 2 表 2 参 15

关键词: 森林生态学; 云南松原始林; 云南松次生林; 群落结构; 物种多样性; 恢复生态学
中图分类号: S718.5 **文献标志码:** A

云南松 *Pinus yunnanensis* 林是中国西南地区的特有森林类型, 也是云南省的主要森林类型^[1-4], 在云南省的森林资源中, 云南松林的面积达 500 万 hm^2 , 占云南省林地面积的 52%^[3]。云南松林属云南高原演替较为稳定的针叶树种, 其分布较为广泛, 最南为云南省文山州马关县的北部及元阳山地, 最北达四川省的天全和兴宝一带, 最西在西藏自治区的墨脱和波密东部的野贡。另据报道, 在广西南宁以南的上思有分布, 若不是人工引种, 则是云南松林最南和最东的分布点。水平地理分布范围为 $23^\circ \sim 30^\circ \text{N}$, $96^\circ \sim 108^\circ \text{E}$ ^[4]。大面积分布于滇中高原、金沙江流域及南盘江流域。由于 20 世纪六七十年代以来, 大面积的云南松遭到破坏, 现有的云南松林分大多是退化云南松林, 仅在云南西北部石鼓地区及丽江、永仁和华坪三角地带及东部邱北和南盘江流域尚有一定面积的原始老林, 其中, 又以金沙江中游、南盘江中下游最为密集, 形成云南松分布的多度中心^[7]。对云南松原始林开展研究, 了解其结构特征及物种多样性, 能为大面积云南松退化林分找到恢复的依据和模式。

1 研究区概况

研究地位于滇中高原北缘, 在金沙江流域的永仁县, 地理位置为 $25^\circ 52' \sim 26^\circ 32' \text{N}$, $101^\circ 19' \sim 101^\circ 52' \text{E}$ 。地势西北高, 东南低, 以中低山丘陵为主, 最低海拔在永定金沙江水面, 海拔仅为 926.0 m,

收稿日期: 2006-10-18; 修回日期: 2007-01-08

基金项目: “十一五” 国家科学技术攻关项目(2006BAD03A04; 2006BAD03A10)

作者简介: 李贵祥, 助理研究员, 从事生态学及水土保持研究。E-mail: lguixiang7558@126.com。通信作者: 孟广涛, 副研究员, 从事林业生态工程和森林生态学等研究。E-mail: menggt2001@sina.com

最高在宜就大雪山, 海拔 2 884.7 m。金沙江流经永仁境段, 从永仁与大姚交界的顺山滩起至与元谋交界的母猪滩止, 长 157 km, 县内主要河流有万马河、永定河、白马河、羊蹄河、江底河和永兴河等 6 条, 均为金沙江的一、二级支流。土壤主要为棕壤、黄红壤、中性紫色土、红壤和酸性紫色土。试验点选择在白马河林场, 其海拔为 1 800 m~2 500 m。西南季风型气候, 冬暖夏凉, 干湿季分明, 属云南松中心分布区, 因相对高差较大而立体气候明显, 年平均温度为 17.8 °C, 极端最高温度 37.7 °C, 极端最低温度-3.5 °C, 降水量 833.9 mm, 集中在 5~10 月, 蒸发量 2 794 mm, 平均相对湿度 63%, 日照时数 2 824 h, 有霜日 53.2 d^[8]。

研究地植被主要有暖温性针叶林类型、温凉湿润常绿阔叶林、暖温性针阔混交林和干热河谷稀树草坡等。云南松林为北亚热带中山、亚高山暖性针叶林类型, 常与中生和旱生的落叶栎类形成混交林, 除干热河谷区外, 以暖温性云南松针叶林类型为主。

2 研究方法

外业调查根据地形条件、群落外貌特征和树种组成等典型地段设置样地进行。选取 0.8 hm² 的云南松原始林样地调查云南松的分布特征。在选取的样地内设置 20 m×20 m 的标准样地, 将标准样地划分成 4 块 10 m×10 m 的样地调查乔木层, 测定乔木层物种多样性; 将 10 m×10 m 的样地设置 2 m×2 m 和 1 m×1 m 的小样方 5 块, 分别调查灌木及草本植物, 测定灌木及草本物种多样性; 取 2 m×2 m 的样方调查群落生活型谱。调查时记录样地的生境及群落特征, 对样地内乔木进行每木调查, 记录种名、树高、胸径、冠幅及其他一些生态学特征。乔木层林龄采用生长锥测定。灌木和草本着重记录种名、株(丛)数、盖度、高度及其他重要生态特征。

群落多样性的测度选用丰富度指数(S)、物种多样性指数和均匀度指数^[9-11]。计算公式为: Shannon-Wiener 指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$, Simpson 指数 $D = 1 - \sum P_i^2$, Pielou 的均匀度指数 (J_{sw} 和 J_{si}): $J_{sw} = -\sum P_i \ln P_i / \ln S$, $J_{si} = 1 - \sum P_i^2 / (1 - 1/S)$ 。其中 P_i 为种 i 的相对重要值, S 为种 i 所在样地的物种总数, 即丰富度指数。

3 结果与分析

3.1 云南松原始林的群落外貌及种类组成

群落的外貌是认识植物群落的基础, 也是区分不同植物类型的主要标志^[12, 13]。种类组成是决定群落性质最重要的因素, 也是鉴别不同群落类型的基本特征^[14]。云南松林的林木组成单纯, 基本上是以云南松为单一优势树种的纯林, 纯林约占 83%^[5]。所研究的云南松原始林林木株数为 354 株, 蓄积量为 289.7 m³·hm⁻², 平均胸径为 30.4 cm, 平均树高 23.1 m, 林分平均年龄为 107 a, 最小年龄 62 a, 最大年龄 257 a。大致可分为乔木层、灌木层和草本层 3 层结构。乔木上层主要为云南松, 乔木下层有栓皮栎 *Quercus variabilis*, 锥连栎 *Quercus franchetii*, 黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*, 滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*, 高山栲 *Castanopsis delavayi*, 光叶柯 *Lithocarpus mairei*, 尼泊尔栲木 *Alnus nepalensis* 等, 有时没有混生。灌木层高为 1~3 m, 盖度 20%~75%, 主要物种有爆仗花 *Rhododendron spinuliferum*, 大白花杜鹃 *Rhododendron deconum*, 南烛 *Vaccinium bracteatum*, 马桑 *Coriaria nepalensis*, 狭萼鬼吹箫 *Lycasteria formosa* var. *stenosepala*, 水红木 *Viburnum cylindricum*, 桂滇悬钩子 *Rubus shihiae*, 珍珠花 *Lyonia ovalifolia*, 矮杨梅 *Myrica nana* 等。草本层高 0.1~1.0 m, 盖度 30%~80%, 常见种类有蛇莓 *Duchesnea indica*, 白茅 *Imperata cylindrica*, 川续断 *Dipsacus asperoides*, 沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*, 紫萼泽兰 *Eupatorium adenophorum*, 柳叶山梗菜 *Lobelia iteophylla*, 匍匐风轮菜 *Clinopodium repens*, 喙果崖豆藤 *Millettia tsui*, 野拔子 *Elsholtzia rugulosa*, 鸡脚悬钩子 *Rubus delavayi*, 云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*, 粉背菝葜 *Smilax hypoglauca*, 五爪金龙 *Ipomoea cairica*, 猪殃殃 *Galium aparine* var. *tenerum*, 西南拉拉藤 *Galium elegans*, 甘青蒿 *Artemisia tangutica*, 刚莠竹 *Microstegium ciliatum*, 遍地金 *Hypericum wightianum*, 地石榴 *Ficus tikoua*, 矛叶荩草 *Arthraxon lanceolatus*, 一把伞南星 *Arisaema erubescens*, 耳蕨 *Polystichum* sp., 栗柄金粉蕨 *Onychium lucidum*, 毛轴蕨 *Pteridium revolutum* 等。

3.2 云南松原始林群落生活型谱

生活型是生物对外界环境适应的外部表现形式, 同一生活型的物种, 不但体态相似, 而且适应特点也相似。按丹麦生态学家 Raunkiaer 的生活型系统^[14] 进行分类, 在 4 m^2 样方内的云南松原始林群落生活型谱如表 1 所示。可以看出, 高位芽植物在云南松原始林内分布最多, 占了 46.1%, 其次为地上芽植物, 占 25.9%, 这 2 个生活型的植物占了所有植物的 72.0%, 地面芽植物和隐芽植物分别占 14.0% 和 13.3%,

表 1 云南松原始林群落生活型谱

Table 1 Life form spectrum of plants in primary *Pinus yunnanensis* forest

项目	生活型				
	高位芽植物	地上芽植物	地面芽植物	隐芽植物	1年生植物
种数	66	37	20	19	1
比例/%	46.1	25.9	14.0	13.3	0.7

1年生植物最少, 仅占 0.7%, 反映了云南松原始林在其生长季节具有温热多湿且海拔较高的特征, 这与研究地的气候特征是一致的。

3.3 云南松林木分布特征

3.3.1 林木株数的径级分布 把所选取 0.8 hm^2 云南松原始林样地面积上的云南松林木株数, 按不同径级进行统计, 径级在 14 cm 以下的林木株数仅占 7.8%, 径级为 16~38 cm 占了 83.4%, 径级 40 cm 以上的占 8.8%。而且林木在平均胸径(26~34 cm)附近的株数占了林木总株数的 46.6%。从图 1 可以看出, 若以平均胸径作为云南松林木株数的中间分布点, 则在各径级上的林木株数趋向于对称性概率分布, 即在平均径级上下浮动的林木株数分布最多, 较小和较大的径级则分布最少。这表明了云南松原始林林分结构的稳定性。

3.3.2 林木株数的年龄分布 把云南松原始林林分内的云南松按 20 a 一个龄级来统计株数的分布(图 2), 可以得到林木株数在不同年龄段上所占的比例为: 60~79 a 的株数占 6.6%, 80~99 a 的株数占 19.9%, 100~119 a 的株数占 55.7%, 120~139 a 的株数占 16.2%, ≥ 140 a 的占 1.5%。可以看出云南松林木株数在不同年龄段上均有分布, 但以平均年龄 107 a 附近的林木株数为最多, 两端则较少。若以平均年龄为中心分布点, 则不同年龄段上的林木株数亦呈对称性概率分布。同样说明了云南松原始林在结构上的稳定性。此外, 云南松林木的年龄差高达 195 a, 而在不同径级中都出现 100 年生的林木, 可见相同年龄的云南松林木存在明显的生长差异, 说明了云南松林木分化形成了株数在径级上的对称性概率分布状态。

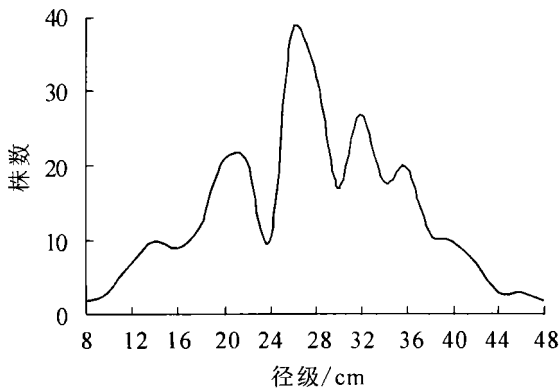


图 1 不同径级的林木株数分布

Figure 1 Number of plants in relation to DBH

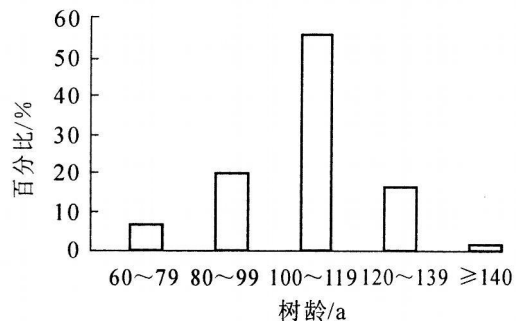


图 2 不同年龄段上林木株数分布

Figure 2 Number of plants in relation to age class

3.4 云南松原始林群落生物多样性分析

生物群落的多样性主要是指群落的组成、结构和功能的多样性, 生物多样性决定着生态系统的面貌, 在生态系统中所起的作用是巨大的, 带有根本性的^[15]。把自然条件类似的云南松原始林群落物种多样性与云南松次生林群落物种多样性进行比较, 从表 2 可以明显看出, 云南松次生林缺乏灌木

层。在物种丰富度上原始林为 29 种, 次生林为 26 种, 差异不明显; 但云南松原始林与次生林的乔木层物种多样性差异较大, 原始林的 Simpson 指数和 Shannon-Winener 指数分别是次生林的 4.6 倍和 3.7 倍, 原始林有较高的物种多样性; Pielou 均匀度指数 J_{sw} 和 J_{si} 也为原始林较高, 分别是次生林的 3.9 倍和 4.6 倍, 说明了原始林的乔木层在群落内分布更加均匀。二者草本层在 Simpson 指数、Shannon-Winener 指数及 Pielou 均匀度指数 J_{sw} 和 J_{si} 上的差异则较小。

表 2 云南松原始林及次生林的物种多样性比较

Table 2 Comprison on species diversity of primary and secondary forests of *Pinus yunnanensis*

群落名称	层次	S	D	H'	J_{sw}	J_{si}
云南松原始林	乔木层	5	0.635 8	1.274 0	0.791 6	0.794 8
	灌木层	9	0.865 0	2.085 5	0.949 1	0.973 1
	草本层	15	0.726 6	1.695 8	0.682 4	0.792 7
云南松次生林	乔木层	5	0.137 4	0.330 0	0.205 0	0.171 8
	草本层	21	0.934 2	2.852 4	0.936 9	0.980 9

4 结论

云南松原始林在外貌组成上较为单一, 大多为纯林, 草本层植物种类相对较多。从云南松原始林群落的生活型谱来看, 高位芽植物在云南松原始林内分布最多, 其次为地上芽植物, 这 2 个生活型的植物占了所有植物的 72.0%, 反映了云南松原始林在其生长季节处于温热多湿的特征。

云南松原始林林木株数在不同径级上及不同年龄段上的分布趋向于对称性概率分布, 这表明了云南松原始林在演替过程中具有较好的稳定性。相同年龄的云南松林木存在明显的生长差异, 表明云南松林木分化形成了株数在径级上的对称性概率分布状态, 而这样的分布说明了云南松林在其分布范围内处于相对稳定的状态。

自然条件类似的云南松原始林与云南松次生林相比, 云南松原始林各层次均有, 次生林则缺乏灌木层, 二者在物种丰富度上差异不大, 但乔木层物种多样性则差异较大, 原始林的 Simpson 指数、Shannon-Winener 指数和 Pielou 均匀度指数 J_{sw} 和 J_{si} 均高于次生林, 表明云南松原始林有较高的物种多样性, 也说明了云南松原始林的乔木层在群落内分布比次生林更加均匀。

参考文献:

- [1] 云南省林业厅. 云南主要林木种质资源[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1996.
- [2] 袁春明, 郎南军, 孟广涛, 等. 长江上游云南松林水土保持生态效益的研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 87-90.
- [3] 周跃. 云南松林侵蚀控制潜能[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1999.
- [4] 曾德贤, 朱仁刚, 刘永平. 白马河林场云南松天然林改建母树林效果初析[J]. 云南林业科技, 1998(1): 23-26.
- [5] 许峰, 蔡强国, 吴淑安. 坡地农林复合系统土壤养分过程研究进展[J]. 水土保持学报, 2000, 14(1): 82-87.
- [6] 云南省林业厅, 《云南松》编委会. 云南松[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2004.
- [7] 李贤伟. 云南松研究现状及动态[J]. 四川农业大学学报, 1995, 13(3): 309-314.
- [8] 周蛟, 张兆国, 李福秀, 等. 白马河林场云南松母树林种源初期试验研究[J]. 云南林业科技, 1997(4): 1-6.
- [9] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究(II)丰富度、均匀度、和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268-277.
- [10] 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理和方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [11] 柴勇, 孟广涛, 方向京, 等. 云南金沙江流域退化林地群落特征研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 146-151.
- [12] 史作民, 程瑞海, 刘世荣, 等. 宝天曼植物群落多样性研究[J]. 林业科学, 2002, 38(60): 17-23.
- [13] 李贵祥, 孟广涛, 方向京, 等. 滇中高原栎木人工群落特征及生物量分析[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(4):

- [14] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
[15] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

Community structural properties and species diversity in primary *Pinus yunnanensis* forest

LI Gui-xiang¹, SHI Hai-jing², MENG Guang-tao¹, FANG Xiang-jing¹,
CHAI Yong¹, HE Li-ping¹, ZHANG Zheng-hai¹, YANG Yong-xiang¹

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, Yunnan, China; 2. Yunnan No. 2 Geologic Engineering Survey Co. Ltd, Kunming 650051, Yunnan, China)

Abstract: Because the natural *Pinus yunnanensis* forests were devastated severely in 1960s and 1970s, today's *P. yunnanensis* forests are mainly secondary stands. The aim is to compare the difference of both forests to find the way renewing the secondary forests. In primary *P. yunnanensis* forest of Baimahe, in Yongren County, Yunnan Province, community properties and species diversity were investigated using the Raunkiaer system. Also, richness and evenness of species distribution were compared to secondary *P. yunnanensis* forests. Results showed that the primary forests were mostly pure *P. yunnanensis*, but with rich species and diverse structures in their understories. In the community investigated, phanerophytes represented the largest proportion (46.1%) followed by chamaephytes (25.9%), hemicryptophytes (14.0%), cryptophytes (13.3%), and therophytes (0.7%). This indicated that the environment of the primary *P. yunnanensis* forest was warm and humid during its growing seasons. The individual diameter at breast height and age of trees in the community followed a normal distribution, which indicated that the successional structure of the primary *P. yunnanensis* forests was relatively stable. For richness and evenness of species distribution in the primary forests, the Simpson index, Shannon-Wiener index, and Pielou evenness indices J_{sw} and J_{si} were 4.6, 3.7, 3.9, and 4.6 times respectively more than these of secondary forests. This verified that primary *P. yunnanensis* forests had higher species diversity than secondary forests. [Ch, 2 fig, 2 tab, 15 ref.]

Key words: forest ecology; primary *Pinus yunnanensis* forest; secondary *Pinus yunnanensis* forest; community structure; species diversity; restoration ecology