

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.010

人类活动干扰下云南油杉群落物种组成及多样性研究

李 雯, 乔 璐, 李潇晗, 刘 平, 唐宗英

(云南林业职业技术学院 生态环境工程学院, 云南 昆明 650224)

摘要:对长期处于人类活动干扰下的云南油杉群落进行定位观测调查,分析其群落物种组成和结构特征。研究共调查到 9 种植物,101 株个体,隶属 8 科 9 属;群落的乔木层以云南油杉为优势种,灌木层以铁仔为优势种,草本层以紫茎泽兰和荩草为优势种。乔木层中树种的高度级主要集中在 10~<15 m,1~<5 m 高度级中仅发现幼苗 3 株,皆为云南油杉。DBH 为 8~<20 cm 径级的株数占乔木层总株数的 60.29%,云南油杉群落结构相对稳定,处于近熟林和成熟林阶段。研究结果表明,人类活动干扰影响了群落的林下更新,同时导致伴生种和偶见种显著减少。

关键词:人类活动干扰;云南油杉;群落结构;物种组成;多样性

中图分类号:S791.15;S718.542;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)05-0056-05

引文格式:李雯,乔璐,李潇晗,等.人类活动干扰下云南油杉群落物种组成及多样性研究[J].林业调查规划,2023,48(5):56-60. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.010

LI Wen, QIAO Lu, LI Xiaohan, et al. Species Composition and Diversity Analysis of *Keteleeria evelyniana* Community Under Human Disturbance[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(5): 56-60. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.010

Species Composition and Diversity Analysis of *Keteleeria evelyniana* Community Under Human Disturbance

LI Wen, QIAO Lu, LI Xiaohan, LIU Ping, TANG Zongying

(School of Ecological and Environmental Engineering, Yunnan Forestry Technological College, Kunming 650224, China)

Abstract: *Keteleeria evelyniana* community under frequent human activities was investigated and species composition and structure of community were analyzed. 9 species and 101 individuals were found in selected plots which were from 8 families and 9 genera. *K. evelyniana* was the dominant species of arbor layer, whereas *M. africana* dominated in shrub layer and *E. coelestinum* and *A. hispidus* in herb layer as well. Heights of trees were mainly distributed at 10-<15 m class. Only 3 seedlings were found at 1-<5 m class, which all belonged to *K. evelyniana*. DBH of 60.29% tree individuals had the range of 8-<20 cm. *K. evelyniana* community was at near mature or mature stage and with a quite stable structure. The results showed that human disturbance affected community's regeneration, at the same time, disturbance also led to a marked decrease in associated and occasional species.

Key words: human disturbance; *Keteleeria evelyniana*; community structure; species composition; diversity

收稿日期:2022-04-19.

基金项目:云南林业职业技术学院科研项目(KT(YB)201926).

第一作者:李雯(1988-),女,云南临沧人,硕士,讲师.研究方向为森林生态学. Email:2643357810@qq.com

责任作者:乔璐(1979-),女,河北邢台人,博士,副教授.研究方向为生态学. Email:qiaoqiaotantan@163.com

生物群落是在特定空间或生境下,具有一定的生物种类组成及其与环境之间彼此影响、相互作用,具有一定的外貌和结构及特定功能的生物集合体^[1]。生物群落变化一般包括物种组成、物种生态位及建群种的动态变化,人类活动对这些进程均造成显著影响,相关研究广泛^[2]。学者们不仅探讨人类活动对陆地生态系统的影响^[3],还研究对近海生态系统^[4]和湿地生态系统的影响^[5]。人类活动对草本植物^[6-7]、木本植物^[8-9]、动物种群^[10-12]以及微生物群落的影响^[13-15]均在研究之列。人类活动的因素包括旅游活动^[16-17]、放牧活动^[18-19]和环境污染等^[20]。

学校实训林场是教学实习和科学研究的重要场所,频繁的人类活动是该区域的重要特征之一,人类活动对林场的生物群落造成了显著影响。这些影响的特征、程度仍有待进一步分析,并在此基础上提出合理有效的干预措施。在实训林场内选取云南油杉群落开展样地调查,对物种组成及多样性进行分析,从而合理评估人类活动的影响,以期对群落的恢复和可持续利用提供参考依据。

1 研究地概况

研究地位于云南省昆明市东北郊金殿区域云南林业职业技术学院实训林场,占地面积 27 hm²,地理坐标为 102°77'E, 25°10'N, 海拔 2 032 m。属于亚热带季风气候,干湿季分明,区域年均降水量 923 mm,年均最高温 25℃,最低温 4℃。据统计,金殿区域内常见野生植物共有 162 科 923 种,基本反映了滇中地区植物区系组成^[21]。云南油杉(*Keteleeria evelyniana*)为松科(Pinaceae)油杉属(*Keteleeria*)常绿乔木,是滇中高原半湿润常绿阔叶林的类型之一,同时也是滇中高原森林生态系统的重要组成部分^[22]。滇中地区大面积成片且生长较好的云南油杉林主要集中在安宁温泉、昆明西山及金殿等风景林区^[23]。选取林场内云南油杉群落开展调查,分析人类活动干扰对群落结构及物种组成的影响。

2 研究方法

2.1 样地设置

在对实训林场进行多次实地勘查的基础上,选取林场内云南油杉群落典型地段开展样地调查。受群落总体面积及空间分布状况所限,设置了 4 个 10 m × 10 m 乔木层样方、5 个 5 m × 5 m 灌木层样方,灌

木层样方下设 5 个 1 m × 1 m 草本层样方。

2.2 植被调查方法

参照《森林生态系统长期定位观测方法》(LY/T 1952—2011)^[24],乔木层调查树种名称、树高、胸径、枝下高和冠幅;灌木层调查植物名称、株数或丛数、盖度、高度、基径和多度;草本层调查植物名称、株数或丛数、盖度、高度。同时对地形地貌、土壤特征等群落基本情况记录。

2.3 物种多样性测度

采用 α 多样性测度指标统计植物多样性,包括丰富度 Margalef 指数(E),多样性 Shannon-Wiener 指数(H'),优势度 Simpson 指数(D)和均匀度 Pielou 指数(J)。各指数计算公式如下^[25]:

$$E = (S - 1) / (\ln N) \quad (1)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (3)$$

$$J = (- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln S \quad (4)$$

式中: S 为调查样地物种数; N 为样地所有物种个体总和; P_i 为 i 物种个体数占所有物种个体数比例,即: $P_i = n_i / N$ 。

2.4 群落特征值计算

群落各项特征值的计算公式如下^[26]:

$$RD = (D_i / \sum_{i=1}^s D_i) \times 100 \quad (5)$$

$$RM = (M_i / \sum_{i=1}^s M_i) \times 100 \quad (6)$$

$$RF = (F_i / \sum_{i=1}^s F_i) \times 100 \quad (7)$$

$$IV = (RD + RM + RF) / 3 \quad (8)$$

式中:RD 为相对密度;RM 为相对显著度;RF 为相对频度;IV 为种的重要值; D_i 为 i 物种个体数与样地面积之比; M_i 为 i 物种胸高断面积与样地面积之比; F_i 为 i 物种在样地出现的样方数占所有样方数比例。

2.5 高度级及胸径级划分

根据样地调查结果,将群落中乔木层所有树种划分 4 个高度级:1 ~ <5, 5 ~ <10, 10 ~ <15, ≥ 15 m;将 DBH 划分为 8 个径级:4 ~ <8, 8 ~ <12, 12 ~ <16, 16 ~ <20, 20 ~ <24, 24 ~ <28, 28 ~ <32, 32 ~ <36 cm。

2.6 数据处理

采用 Excel 软件进行数据整理、分析和制图。

3 结果与分析

3.1 物种多样性特征

在调查样方中共记录到 9 种植物, 101 株个体, 隶属 8 科 9 属(表 1)。

表 1 群落物种组成

Tab. 1 Species of community

物种	株数 /株	科	属
云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>	62	松科 Pinaceae	油杉属 <i>Keteleeria</i> Carr.
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	3	松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i> L.
栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>	3	壳斗科 Fagaceae	栎属 <i>Quercus</i> Linn.
铁仔 <i>Myrsine africana</i>	22	紫金牛科 Myrsinaceae	铁仔属 <i>Myrsine</i> Linn
杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	2	杜英科 Elaeocarpaceae	杜英属 <i>Elaeocarpus</i> L.
油茶 <i>Camellia oleifera</i>	1	山茶科 Theaceae	山茶属 <i>Camellia</i> L.
土牛膝 <i>Achyranthes aspera</i>	4	蓼科 Chenopodiaceae	牛膝属 <i>Achyranthes</i> L.
紫茎泽兰 <i>Eupatorium coelestinum</i>	2	菊科 Compositae	泽兰属 <i>Eupatorium</i> L.
荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	2	禾本科 Gramineae	荩草属 <i>Arthraxon</i> Beauv

乔木层中有云南油杉、云南松和栓皮栎, 分别隶属 2 科 3 属; 灌木层中有铁仔, 同时伴生有杜英、油茶及云南油杉的幼苗, 分别隶属 4 科 4 属; 草本层中有紫茎泽兰、土牛膝和荩草, 分别隶属 3 科 3 属。与金殿区域自然中心人类活动干扰较少的云南油杉群落^[27]多样性指数相比(表 2), 实训林场云南油杉群落的物种丰富度、多样性、优势度和均匀度分别低 7.59、1.22、0.28、0.01。说明人类活动干扰降低了实训林场云南油杉群落的生物多样性。

表 2 多样性指数比较

Tab. 2 Diversity index

群落	Margalef 指数 (E)	Shannon- Wiener 指数 (H')	Simpson 指数 (D)	Pielou 指数 (J)
实训林场云南 油杉群落	1.73	1.25	0.58	0.57
自然中心云南 油杉群落	9.32	2.47	0.86	0.58

注: 自然中心云南油杉群落数据来自参考文献[27]。

3.2 物种组成特征

物种组成是决定群落性质的重要因素, 也是鉴别不同群落类型的基本特征。本研究中云南油杉的相对密度、相对显著度、相对频度和重要值最大(表 3), 在乔木层中占绝对优势。种的重要值可以反映群落组成优势成分和区系表征成分^[28], 云南油杉的重要值为 59.08, 属于群落的建群种; 云南松和栓皮栎仅有少量分布, 为乔木层伴生种。灌木层中铁仔的相对密度、相对频度和重要值最大, 为灌木层优势种, 杜英和油茶为偶见种。草本层中紫茎泽兰和荩草的重要值均为 3.87, 土牛膝虽然密度大, 但相对频度低, 重要值仅为 2.92, 说明草本层中仍然以紫茎泽兰和荩草为优势种。

表 3 植物种类的特征值

Tab. 3 Species eigenvalues of communities

种	密度 /(株· hm ⁻²)	胸高断 面积 /(m ² · hm ⁻²)	相对 密度 (RD)	相对 显著度 (RM)	相对 频度 (RF)	重要值 (IV)
云南油杉	1550	1.546	61.39	91.76	24.10	59.08
云南松	75	0.101	2.97	5.99	12.05	7.00
栓皮栎	75	0.018	2.97	1.07	6.02	3.35
铁仔	550	0.008	21.78	0.46	24.10	15.45
杜英	50	0.009	1.98	0.52	4.82	2.44
油茶	25	0.003	0.99	0.20	4.82	2.00
土牛膝	100	—	3.96	—	4.82	2.92
紫茎泽兰	50	—	1.98	—	9.64	3.87
荩草	50	—	1.98	—	9.64	3.87
小计	2525	1.685	100.00	100.00	100.00	100.00

3.3 群落结构分析

3.3.1 垂直结构

云南油杉在 4 个高度级中均有分布, 具有比较完整的年龄梯度(图 1), 其中 ≥15 m 林冠层共 4 株个体, 均为云南油杉; 10~15 m 高度级有 44 株个体; 5~10 m 高度级有 11 株个体。云南松及栓皮栎仅分别出现在 10~15 m 和 5~10 m 高度级中, 每个高度级分别有 3 株个体。以 5 m 以下为标准划分下木层, 1~5 m 高度级中仅发现云南油杉幼苗 3 株。研究表明, 目前云南油杉在群落中属于建群种, 但下木层中云南油杉幼苗数量稀少, 云南松和栓皮栎没有幼苗, 这可能会导致群落更新受到影响。

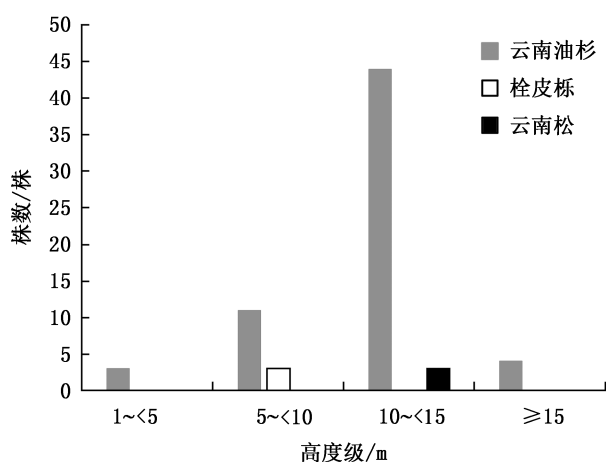


图1 乔木层树种各高度级组成

Fig. 1 Height classes of arbor layer

3.3.2 径级结构

群落中乔木层树种的 DBH 为 5.4~34.2 cm, 其中 DBH 为 8~<12、12~<16、16~<20 cm 3 个径级的株数占总株数的 60.29% (图 2)。

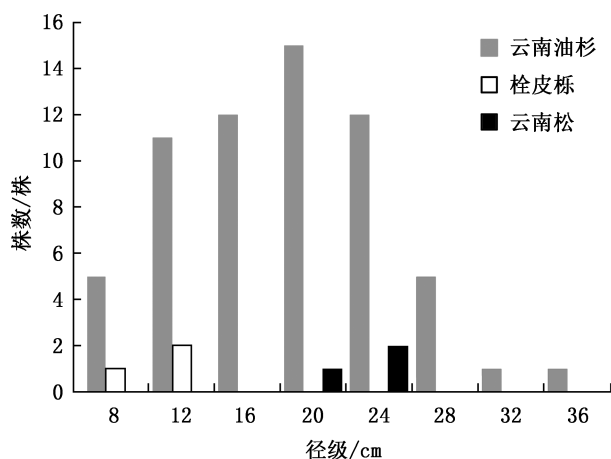


图2 乔木层树种径级分布

Fig. 2 DBH classes of arbor layer

云南油杉在多个径级中均有分布, 其中 DBH ≥ 28 cm 的个体有 2 株。栓皮栎和云南松仅分别出现在 2 个径级中。可以看出, 云南油杉林处于近熟林至成熟林阶段, 对群落的结构与环境起主导作用。

4 结 论

人类活动干扰下实训林场内云南油杉群落样地共调查到 9 种植物, 101 株个体, 隶属 8 科 9 属。物种组成分析显示, 群落乔木层以云南油杉为优势种, 灌木层以铁仔为优势种, 草本层以紫茎泽兰和荩草

为优势种, 研究结果与滇中地区其他云南油杉群落相似^[23,29]。但与金殿片区自然中心内云南油杉群落^[27]相比, 物种显著减少, 后者共调查到种子植物 70 种, 隶属 38 科 63 属。与本研究中的实训林场相比, 自然中心人为活动干扰极少, 从而可以维持较多的物种。

对自然中心云南油杉林的研究^[30]表明, 乔、灌、草不同层次出现多种伴生种和偶见种, 如乔木层中出现了少量松科 (Pinaceae) 华山松 (*Pinus armandii*), 豆科 (Fabaceae) 山合欢 (*Albizia kalkora*) 和壳斗科 (Fagaceae) 麻栎 (*Quercus acutissima*); 灌木层中可见杜鹃花科 (Ericaceae) 绣叶杜鹃 (*Rhododendron siderophyllum*), 蔷薇科 (Rosaceae) 西南樱桃 (*Cerasus duclouxii*), 木兰科 (Magnoliaceae) 云南含笑 (*Michelia yunnanensis*) 等, 偶见茜草科 (Rubiaceae) 光叶野丁香 (*Leptodermis pilosa* var. *glabrescens*), 蔷薇科 (Rosaceae) 红梅消 (*Rubus parvifolius*) 等; 草本层中紫草科 (Boraginaceae) 滇紫草 (*Onosma paniculatum*), 菊科 (Asteraceae) 鱼眼草 (*Dichrocephala integrifolia*), 杜蒿 (*Artemisia japonica*), 百合科 (Liliaceae) 卷叶黄精 (*Polygonatum cirrhifolium*) 等偶有出现。然而本研究中的偶见种和伴生种共计仅 5 种, 这表明人类活动干扰可能对伴生种或偶见种影响显著, 对优势种的影响相对较弱。

从群落结构来看, 云南油杉作为群落的建群种目前处于近熟林和成熟林阶段, 且云南油杉是 K 对策生物种群个体基本能达到自然寿命^[27,31]。研究结果表明, 现阶段云南油杉群落结构相对稳定, 人类活动干扰主要影响了群落的林下更新以及灌木层和草本层的多样性。

基于云南油杉群落林下更新困难, 建议实训林场通过适当补植幼苗和土壤培肥等措施促进群落更新。由于群落中偶见种及伴生种在强干扰下急剧减少, 可根据同区域该群落物种组成, 通过人工栽培的方式, 增加物种多样性, 提高群落稳定性。与此同时, 群落演替规律须在更长的时间尺度进行观察研究, 建议在实训林场设置长期定位观测样地, 并结合智慧林场的建设, 布设物联网感知设备, 开展便捷高效的长期定位研究。

参考文献:

- [1] 李博, 杨持, 林鹏. 生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.

- [2] 邓涛. 东亚植物区系的起源与进化——来自若干类群的证据[D]. 昆明:云南大学,2015.
- [3] 桂娟,王旭峰,李宗省,等. 典型冰冻圈地区植被变化对人类活动的响应研究——以祁连山为例[J]. 冰川冻土,2019,41(5):1235-1243.
- [4] 吕永龙,苑晶晶,李奇锋,等. 陆源人类活动对近海生态系统的影响[J]. 生态学报,2016,36(5):1183-1192.
- [5] 陈波,陈文瑾,罗毓彬,等. 间歇性湿地研究进展[J]. 湿地科学与管理,2022,18(1):64-68.
- [6] 张晶,左小安. 沙质草地植物功能性状对放牧、增水、氮添加及其耦合效应的响应机制[J]. 生态学报,2021,41(18):7153-7168.
- [7] 王新源,马仲武,王小军,等. 不同沙化阶段高寒草甸植物群落与表土环境因子的关系[J]. 生态学报,2020,40(19):6850-6813.
- [8] 张如松,吴宁,安科,等. 滇中半湿润常绿阔叶林群落类型演替的植物多样性调查与保护[J]. 林业调查规划,2018,43(1):34-38.
- [9] 赵冬林,张哲,张小安. 云南九龙山自然保护区水青冈群落物种多样性及群落特征[J]. 林业调查规划,2020,45(3):47-53.
- [10] 李玉杰,张晋东. 人类活动干扰对隐翅虫物种多样性的影响[J]. 安徽农业科学,2015,43(21):121-124.
- [11] 郭建忠,陈作志,许友伟,等. 人类活动对大亚湾海域鱼类群落多样性及其演替的影响[J]. 中国水产科学,2018,25(3):595-607.
- [12] 康祖杰,贺春容,康艺馨,等. 湖南夹山国家森林公园鸟类群落结构与物种多样性[J]. 林业调查规划,2021,46(3):184-190.
- [13] 刘洋,陈永娟,王晓燕,等. 人类活动对河流沉积物中反硝化厌氧甲烷氧化菌群落特征影响[J]. 环境科学,2018,39(8):3677-3688.
- [14] 蒋永光,石良. 人类活动对深地微生物的影响[J]. 科学通报,2018,63(36):3920-3931.
- [15] 刘园园,陈光杰,施海彬,等. 星云湖硅藻群落响应近现代人类活动与气候变化的过程[J]. 生态学报,2016,36(10):3064-3075.
- [16] 李志美,海棠,陈杨,等. 旅游干扰对羊草草甸植物多样性的影响[J]. 草原与草业,2021,33(4):27-31.
- [17] 牛莉芹. 人类干扰对五台山森林群落结构的影响[J]. 应用与环境生物学报,2019,25(2):300-312.
- [18] 牛钰杰,杨思维,花立民,等. 放牧强度与季节因子变化对高寒甸植物群落组成的影响[J]. 草原与草坪,2020,40(6):16-24.
- [19] 杨晨晨,陈宽,周延林,等. 放牧对锡林郭勒草甸草原群落特征及生产力的影响[J]. 中国草地学报,2021,43(5):58-67.
- [20] 彭珂萍,曾伟民. 紫金山铜矿酸性矿山废水微生物群落多样性[J]. 微生物学通报,2020,47(9):2887-2896.
- [21] 西南林学院,云南省林业厅. 云南树木图志[M]. 昆明:云南科技出版社,1990.
- [22] 牟凤娟,戴兴芬,李双智,等. 油杉属植物研究动态[J]. 西部林业科学,2012,41(6):92-99.
- [23] 许彦红,李小英,左政,等. 滇中地区滇油杉混交林空间结构分析[J]. 西南林业大学学报,2011,31(6):40-45.
- [24] 国家林业局. 森林生态系统长期定位观测方法:LY/T 1952—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [25] 马克平,刘玉明. 生物多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [26] 陈金磊,方晰,辜翔. 中亚热带 2 种森林群落组成、结构及区系特征[J]. 林业科学,2019,55(2):159-173.
- [27] 关品高. 金殿滇油杉群落物种组成、生态位及滇油杉种群动态分析[J]. 西部林业科学,2016,45(6):25-33.
- [28] 赵丽娟,项文化,李家湘,等. 中亚热带石栎—青冈群落物种组成、结构及区系特征[J]. 林业科学,2013,49(12):10-17.
- [29] 李小双,赵安娜,党承林,等. 昆明西山云南油杉针阔叶混交林的群落结构及其更新特征研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),2013,35(4):549-557.
- [30] 舒树森,赵洋毅,关平高. 滇中高原滇油杉群落多样性分析及种群时序预测[J]. 林业资源管理,2015,4(2):82-89.
- [31] 刘觉醒,袁丽萍,史庆伟,等. 昆明西山云南油杉人工林生长规律的研究[J]. 内蒙古林业调查设计,2016,39(6):31-35.

责任编辑:杨焱熔