

高黎贡山南段长蕊木兰天然更新研究

李贵祥, 柴勇, 和丽萍, 赵欣凤, 毕波, 马赛宇, 陈建洪

(云南省林业和草原科学院, 云南昆明 650201)

摘要: 【目的】长蕊木兰 *Alcimandra cathcartii* 为国家 I 级保护植物。探究长蕊木兰天然更新的状况, 更好地对长蕊木兰进行保护。【方法】通过设置样圆对长蕊木兰天然更新情况进行调查, 研究长蕊木兰空间格局和更新。【结果】①长蕊木兰种群内分布型的指标方差 (S^2) 和平均数的比率 (m) 为 4.14, 显著大于 1.00, 表明长蕊木兰种群个体分布不均匀, 在调查样圆内幼树的分布是集群型的。②长蕊木兰在 8 个样圆内的更新数量为 67 株, 更新数量较少。从所更新的长蕊木兰幼苗径级分布来看, 幼苗幼树、小树和中树更新比例分别为 46.27%、32.83% 和 20.90%, 其更新数量呈金字塔结构, 说明长蕊木兰更新数量虽少, 但结构相对较为稳定。③长蕊木兰在 $0^\circ\sim 90^\circ$ 、 $90^\circ\sim 180^\circ$ 、 $180^\circ\sim 270^\circ$ 和 $270^\circ\sim 360^\circ$ 方位角更新株数比例分别为 26.86%、19.40%、20.90% 和 32.84%。各个角度范围内的更新株数有一定差异, 但从不同方位角分布株数方差分析来看, 在不同方位角上长蕊木兰更新分布株数差异不显著。④长蕊木兰的更新与母树距离具有一定的关系, 在 0~5、5~10、10~15、15~20、20~25、25~30 m 距离范围内, 所占的株数比例分别为 11.94%、34.33%、23.88%、22.39%、5.97%、1.49%, 其更新主要分布在距离母树 5~20 m 的范围, 更新株数比例达 80.60%。从离长蕊木兰母树不同距离范围的更新株数方差分析来看, 离母树的不同距离范围与长蕊木兰更新分布株数差异显著。【结论】长蕊木兰更新数量较少, 范围较窄, 种群难以扩大, 其种群扩大需要人工促进更新或人工更新。表 7 参 17

关键词: 森林生态学; 高黎贡山; 长蕊木兰; 空间格局; 天然更新

中图分类号: S718.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2021)01-0219-06

Natural regeneration of *Alcimandra cathcartii* in south section of Gaoligong Mountain

LI Guixiang, CHAI Yong, HE Liping, ZHAO Xinfeng, BI Bo, MA Saiyu, CHEN Jianhong

(Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650201, Yunnan, China)

Abstract: [Objective] This study aims to explore the natural regeneration status of *Alcimandra cathcartii*, a National Grade I Protection plant, in order to better protect this species. [Method] By setting sample circles to investigate the natural regeneration of *A. cathcartii*, the spatial pattern and regeneration of this species were studied. [Result] (1) The ratio of index variance (S^2) to mean of the distribution pattern (m) was 4.14, which was significantly greater than “1.00”, indicating that the distribution of individuals was uneven, and the distribution of saplings in the survey circle was cluster type. (2) 67 regenerated plants were recorded in 8 sampling circles. According to the diameter class distribution of the seedlings, the regeneration proportion of young, small and medium trees was 46.27%, 32.83% and 20.90%, respectively. The regeneration number showed a pyramid structure, indicating that the structure was relatively stable although the regeneration number was small. (3) The proportion of regenerated plants at $0^\circ\sim 90^\circ$, $90^\circ\sim 180^\circ$, $180^\circ\sim 270^\circ$ and $270^\circ\sim 360^\circ$ was 26.86%, 19.40%, 20.90% and 32.84%, respectively. There were some differences in the number of regenerated

收稿日期: 2020-04-09; 修回日期: 2020-10-22

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项 (201304306)

作者简介: 李贵祥, 研究员, 从事森林经营及植被恢复研究。E-mail: lguixiang7558@126.com。通信作者: 陈建洪, 副研究员, 从事森林经营及管理研究。E-mail: lytcjh678@sina.com

plants in each angle range, but the variance analysis of the number of trees showed there was no significant difference in the number of regenerated plants in different azimuth angles. (4) The regeneration of *A. cathcartii* was correlated with the distance between mother trees. Within the distance of 0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–25 and 25–30 m from mother trees, the proportion of regenerated plants was 11.94%, 34.33%, 23.88%, 22.39%, 5.97% and 1.49% respectively. The regeneration was mainly distributed in the range of 5–20 m from the mother tree, accounting for 80.60% of the total number of regenerated plants. The variance analysis showed there were significant differences between the distance from the mother tree and the regeneration distribution of *A. cathcartii*. [Conclusion] The regeneration number of *A. cathcartii* is small and the distribution scope is narrow, so it is difficult to expand the population. Artificial promotion is suggested for its population generation and expansion. [Ch, 7 tab. 17 ref.]

Key words: forest ecology; Gaoligong Mountain; *Alcimandra cathcartii*; spatial pattern; natural regeneration

长蕊木兰 *Alcimandra cathcartii* 为木兰科 Magnoliaceae 长蕊木兰属 *Alcimandra* 常绿乔木, 别名黄心树、黄泡心、团叶黄心, 树高可达 50 m^[1], 胸径可达 80 cm^[2], 是稀有的单种属植物, 《国家重点保护野生植物名录(第一批)》将其列为 I 级保护植物, 世界自然保护联盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN)《濒危物种红色名录》将其列为濒危 (EN) 物种。长蕊木兰主要分布于中国云南西南部至东南部、西藏南部和东南部, 印度东北部、锡金、不丹、缅甸北部, 越南北部也有分布^[3]。长蕊木兰喜温暖湿润的环境, 多生长在砂页岩、石灰岩等发育的酸性黄壤、黄棕壤, 土层深厚, 有机质含量较高的土壤中, 常成片或散生于海拔 1 100~2 800 m 的山地季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林或中山湿性常绿阔叶林中。长蕊木兰木材纹理通直, 有光泽, 是室内装修、建筑、家具等优良用材; 其树形美观, 是较好的园林景观绿化树种^[2]。森林更新是一个极为重要的生态学过程^[4-5], 是森林得以繁衍, 持续不衰的基础^[6]。森林更新包括人工更新和天然更新, 对天然更新加以人工辅助, 则为人工促进天然更新。森林天然更新主要受到环境因子与林分因子等的影响^[7], 不同森林类型, 其树种特性、更新过程和演替方向会有所差异。长蕊木兰的天然更新将对该种群的繁衍起着极其重要的作用。目前, 对长蕊木兰的研究主要集中在形态特征、人工繁育、光合特性、分布格局、遗传多样性等方面^[8-13], 对其天然更新研究未见报道。本研究调查和分析了长蕊木兰种群的天然更新情况, 旨在为长蕊木兰的天然更新和人工促进更新提供理论基础和科学依据, 从而为长蕊木兰种群扩繁提供支撑。

1 研究区概况

研究区位于高黎贡山南段, 地处云南省保山市隆阳区的赧亢、腾冲市的小地方和龙陵县的小黑山交汇地段。该区域为长蕊木兰较为集中分布的地带, 面积约 4 km², 为高黎贡山自然保护区隆阳管护分局赧亢管护站、腾冲市管护分局整顶管护站和小黑山省级自然保护区管辖区域。地势东高西低, 地处中国西南部亚热带高原季风气候, 气候主要受西南季风和西风南支急流 2 支风向基本相同但物理性质不同的气流交替控制。全年盛行西南风, 四季不分明, 干湿季显著, 气温日较差大, 年较差小, 兼有大陆性和海洋性气候特征。年平均气温 12.0~17.0 °C, 最冷月为 1 月, 气温为 7.0 °C 左右, 年降水量 1 200.0 mm 左右。11 月下旬至翌年 4 月为干季, 日照充足, 降水少, 相对湿度 50%~60%。5–10 月为湿季, 降水量占全年的 87%, 相对湿度比干季高 20% 左右。研究区土壤为黄棕壤、棕壤, 主要植被类型为中山湿性常绿阔叶林。

2 研究方法

2.1 野外调查

2.1.1 调查母树选择 在长蕊木兰分布的区域, 通过踏查, 选择具有天然下种能力的长蕊木兰单株作为母树, 在所选母树半径为 30 m 范围内无其他母树, 以保证在调查样圆内母树天然更新的唯一性。共选择 8 株母树的所有更新植株进行统计分析, 分别记录母树的位置、海拔、郁闭度、胸径、树高和冠幅

等。所选择母树基本情况见表 1。

2.1.2 调查方法 以母树为中心向外辐射，按 0~5、5~10、10~15、15~20、20~25、25~30 m 的环形样带进行调查，并在相应的距离范围内，按方位角 0°~90°、90°~180°、180°~270°、270°~360°分别调查长蕊木兰更新的株数。调查时，记录更新植株与母树的相对位置、树高、地径、冠幅等指标。

表 1 长蕊木兰天然更新调查母树基本情况

Table 1 Investigation of seed trees of natural regeneration of *A. cathcartii*

母树号	母树位置		海拔/m	坡向	坡度/(°)	郁闭度	胸径/cm	树高/m	冠幅/m	
	北纬(N)	东经(E)							东西	南北
1	24°29'23.3"	98°46'18.0"	2 175	东北	25	0.8	41.7	22.0	12	10
2	24°49'30.9"	98°45'54.6"	2 140	西北	20	0.9	45.0	17.0	8	10
3	24°49'58.5"	98°46'12.3"	2 205	西北	20	0.9	23.3	14.5	6	7
4	24°49'58.1"	98°46'10.1"	2 190	西北	平地	0.8	29.9	12.5	8	10
5	24°50'12.0"	98°45'54.7"	2 170	西北	20	0.9	47.5	18.5	8	10
6	24°50'16.9"	98°45'54.5"	2 145	南	10	0.7	46.8	16.3	11	12
7	24°49'53.6"	98°46'09.8"	2 115	西北	20	0.8	47.0	21.0	10	10
8	24°50'03.5"	98°46'04.1"	2 200	西北	18	0.8	28.7	21.0	8	9

2.2 数据处理

2.2.1 种群分布格局 密度计算公式： $D=x/s$ 。其中： x 为样方中某个种的个体数； s 为样地面积； D 为密度。种群分布格局由下列公式计算^[14]： $S^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 / (n - 1)$ 。其中： x_i 为样方中某个种的个体数； m 为各样方中某个种个体平均数； n 为取样个体数； S^2 为分散度(方差)。

2.2.2 年龄结构划分 采用径级大小结构代替年龄结构的方法来分析其结构特征^[15]。以长蕊木兰的树高(H)对天然更新苗木进行分级： $H < 1$ m 划为幼苗幼树， $1 \text{ m} \leq H < 5$ m 划为小树， $H \geq 5$ m 划为中树。母树作为大树不计入更新分析。

2.2.3 数据整理分析 采用 Excel 2003 对长蕊木兰更新苗木进行统计整理，并在不同方位角和不同距离上进行方差分析。

3 结果与分析

3.1 长蕊木兰空间格局

种群分布格局是指种群中的个体在其水平空间的分布状况，反映了种群内的个体间在水平空间上的相互关系^[16]。不同植物群落中的每个种群都有自己的分布格局，其表现的方式主要有：聚集分布、随机分布和均匀分布。通过对植物群落中种群分布格局的测定，可以揭示该群落空间结构特征。

从表 2 可见：8 个样圆中，共有长蕊木兰 75 株。长蕊木兰种群密度为 10~81 株·hm⁻²，平均密度为 32 株·hm⁻²。长蕊木兰种群内分布型的指标方差和平均数的比率(S^2/m)为 4.14，显著大于 1.00，说明长蕊木兰在调查样圆内为集群型分布，其种群个体分布不均匀，幼树的分布是集群型的。

表 2 长蕊木兰在不同样圆中的更新数量

Table 2 Number of regeneration of *A. cathcartii* in different sample circle

样圆号	株数/株	密度/(株·hm ⁻²)	样圆号	株数/株	密度/(株·hm ⁻²)
1	20	81	5	3	10
2	9	31	6	11	38
3	3	10	7	8	28
4	9	31	8	9	31

3.2 长蕊木兰更新分析

3.2.1 不同龄级上的植株状况 长蕊木兰的天然更新能力是该种群得以繁衍的基础。从长蕊木兰天然更新调查结果来看(表 3)：在 8 个样圆分布的 75 株长蕊木兰植株总数中，母树 8 株，更新苗 67 株，树高

11.94%、34.33%、23.88%、22.39%、5.97%、1.49%。表明离母树的距离不同，长蕊木兰更新株数不一样，更新株数最多是 5~10 m，其余依次为 10~15、15~20、0~5、20~25 和 25~30 m，5~20 m 距离更新株数所占比例为总更新株数的 80.60%。从离母树不同距离的长蕊木兰更新株数方差分析来看(表 7)：检验统计量 $F=3.376\ 084$ ， $P<0.05$ ，离母树不同距离的长蕊木兰更新株数差异显著。

表 7 长蕊木兰不同距离范围内的天然更新方差分析

Table 7 Analysis of variance of natural regeneration numbers of *A. cathcartii* in different distances

差异源	平方和	自由度	均方	检验统计量(F)	显著性水平(P)	F 临界值
组间	42.854 170	5	8.570 833	3.376 084	0.011 845	2.437 693
组内	106.625 000	42	2.538 690			
总计	149.479 170	47				

4 结论与讨论

植物种群分布格局一方面与种群本身的特性有关，另一方面还受生境条件以及种群间相关性的影响^[16]。从高黎贡山南段长蕊木兰分布格局来看，其种群内分布型的指标方差和平均数的比率(S^2/m)为 4.14，显著大于 1，表明长蕊木兰在调查样圆内为集群型分布，种群个体分布不均匀，幼树的分布是集群型的。聚集分布格局会满足幼苗的生长需要，可以群聚的形式来增强对其他植物种竞争的能力^[17]。

长蕊木兰的更新与母树的结实量、种子的成熟情况以及气候等环境因子有关。长蕊木兰在 8 个样圆内的更新数量为 67 株，更新数量较少，这可能与长蕊木兰种子多不饱满，发芽率为 50%~60% 有一定关系^[2]。另外，调查中发现，长蕊木兰种子是长吻松鼠 *Dremomys pernyi* 及其他动物较为喜好的食物，在一定程度上影响了长蕊木兰的更新。从所更新的幼苗径级分布来看，幼苗幼树、小树和中树更新比例分别为 46.27%、32.83% 和 20.90%，其更新数量呈金字塔结构，说明长蕊木兰更新数量虽少，但其结构相对较为稳定。

不同方位角更新数量可能和坡度、不同范围分布的枝条有关。从长蕊木兰不同方位角更新株数来看，在 0°~90°、90°~180°、180°~270°和 270°~60°更新株数比例分别为 26.86%、19.40%、20.90% 和 32.84%。各个方位角的长蕊木兰更新株数有一定差异，但从不同方位角的分布株数的方差分析来看，长蕊木兰更新分布株数差异极不显著。

长蕊木兰的更新与母树距离具有一定的关系。在 0~5、5~10、10~15、15~20、20~25、25~30 m 距离范围内更新株数所占的比例分别为 11.94%、34.33%、23.88%、22.39%、5.97%、1.49%。长蕊木兰更新株数最多的是距离母树 5~10 m 范围，其余依次为 10~15、15~20、0~5、20~25 和 25~30 m。距离长蕊木兰母树 5~20 m 范围更新株数所占比例为 80.60%，说明长蕊木兰更新主要分布在距离母树 5~20 m。方差分析表明：离母树不同距离的长蕊木兰更新株数存在显著差异。对 8 个样圆中距离母树 30~35 m 的范围进行了更新调查，均没有长蕊木兰更新，说明长蕊木兰更新较窄，难以扩大区域，种群的扩大需要人工促进更新或人工更新。

5 参考文献

- [1] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志: 第 16 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [2] 张茂钦. 云南珍稀濒危树种生态生物学研究[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1998.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 1 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4] 刘炜洋, 陈国富, 张彦冬. 不同林分内水曲柳天然更新及影响因子研究[J]. *华东森林经理*, 2010, 24(4): 19–23.
LIU Weiyang, CHEN Guofu, ZHANG Yandong. Natural regeneration and influencing factors of *Fraxinus mandshulica* in different forests [J]. *East China For Manage*, 2010, 24(4): 19–23.
- [5] 程瑞梅, 沈雅飞, 封晓辉, 等. 森林自然更新[J]. *浙江农林大学学报*, 2018, 35(5): 955–967.
CHENG Ruimei, SHEN Yafei, FENG Xiaohui, et al. Research review on forests natural regeneration [J]. *J Zhejiang A&F Univ*, 2018, 35(5): 955–967.
- [6] 杨佳楠, 李兰兰, 李馨, 等. 城市绿地中硬质铺装对臭椿天然更新的影响[J]. *水土保持通报*, 2015, 35(5): 164–168.

- YANG Jianan, LI Lanlan, LI Xin, *et al.* Effects of rigid pavement on natural regeneration of *Ailanthus altissima* in urban greenland [J]. *Bull Soil Water Conserv*, 2015, **35**(5): 164 – 168.
- [7] 黄朗, 朱光玉, 康立, 等. 湖南栎类天然次生林幼树更新特征及影响因子[J]. 生态学报, 2019, **39**(13): 4900 – 4909.
HUANG Lang, ZHU Guangyu, KANG Li, *et al.* Regeneration characteristics and related factors affecting saplings in *Quercus* spp. natural secondary forests in Hunan Province, China [J]. *Acta Ecol Sin*, 2019, **39**(13): 4900 – 4909.
- [8] 徐凤霞, 龚洵. 长蕊木兰花粉形态观察[J]. 广西植物, 2003, **23**(4): 321 – 322.
XU Fengxia, GONG Xun. Study on pollen morphology of *Aleimandra cathcartii* [J]. *Guihaia*, 2003, **23**(4): 321 – 322.
- [9] 张雪梅, 刀志灵, 龙春林, 等. 濒危植物长蕊木兰的核型[J]. 云南植物研究, 2006, **28**(3): 268 – 270.
ZHANG Xuemei, DAO Zhiling, LONG Chunlin, *et al.* Karyotypical studies on an endangered species *Alcimandra cathcartii* (Magnoliaceae) [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2006, **28**(3): 268 – 270.
- [10] 袁春明, 孟广涛, 方向京, 等. 珍稀濒危植物长蕊木兰种群的年龄结构与空间分布[J]. 生态学报, 2012, **32**(2): 3866 – 3872.
YUAN Chunming, MENG Guangtao, FANG Xiangjing, *et al.* Age structure and spatial distribution of the rare and endangered plant *Alcimandra cathcartii* [J]. *Acta Ecol Sin*, 2012, **32**(2): 3866 – 3872.
- [11] 马加芳, 李贵祥, 柴勇, 等. 不同生境的长蕊木兰幼苗春季的光合特性[J]. 东北林业大学学报, 2017, **45**(4): 43 – 48.
MA Jiafang, LI Guixiang, CHAI Yong, *et al.* Photosynthetic characteristics of *Alcimandra cathcartii* seedlings of different habitats in spring [J]. *J Northeast For Univ*, 2017, **45**(4): 43 – 48.
- [12] 柴勇, 吴涛, 邵金平, 等. 高黎贡山自然保护区长蕊木兰遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 生态学杂志, 2017, **36**(7): 1825 – 1831.
CHAI Yong, WU Tao, SHAO Jinping, *et al.* ISSR analysis of genetic diversity of rare and endangered species *Alcimandra cathcartii* in the Gaoligong Mountains National Nature Reserve [J]. *Chin J Ecol*, 2017, **36**(7): 1825 – 1831.
- [13] 华梅, 司马永康, 马惠芬, 等. 长蕊木兰叶片挥发油的化学成分及其分类学意义[J]. 西部林业科学, 2019, **48**(1): 29 – 35.
HUA Mei, SIMA Yongkang, MA Huifen, *et al.* Chemical composition of volatile oil from *Aromadendron cathcartii* leaves and its taxonomic significance [J]. *J West China For Sci*, 2019, **48**(1): 29 – 35.
- [14] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [15] 张文晶. 木荷人工林天然更新的研究[J]. 福建林业科技, 2009, **36**(3): 76 – 79.
ZHANG Wenjing. Study on the natural regeneration of *Schima superba* plantations [J]. *J Fujian For Sci Technol*, 2009, **36**(3): 76 – 79.
- [16] 柴勇, 李玉媛, 方波, 等. 莱阳河自然保护区山地雨林主要乔木种群分布格局研究[J]. 西部林业科学, 2005, **34**(5): 40 – 44.
CHAI Yong, LI Yuyuan, FANG Bo, *et al.* Spacial distribution patterns of tree populations in montane rain forest in Caiyanghe Nature Reserve [J]. *J West China For Sci*, 2005, **34**(5): 40 – 44.
- [17] 刘宇, 徐焕文, 李志新, 等. 白桦子代家系幼林期生长表现及适应性分析[J]. 浙江农林大学学报, 2015, **32**(6): 853 – 860.
LIU Yu, XU Huanwen, LI Zhixin, *et al.* Growth performance and adaptability of *Betula platyphylla* offspring in the period of young forest [J]. *J Zhejiang A&F Univ*, 2015, **32**(6): 853 – 860.