

珍稀植物华木莲群落物种组成与种群结构动态

张称称¹, 肖智勇², 徐佳文³, 林国江⁴, 高伟⁴, 陈芳⁴, 杨清培⁵

(1. 福建林业职业技术学院园林系, 福建 南平 353000)

(2. 宜春市科学院, 江西 宜春 336000)

(3. 江西省林业科学院, 江西 南昌 330045)

(4. 福建林业职业技术学院森林生态与碳汇计量研究所, 福建 南平 353000)

(5. 江西农业大学林学院, 江西 南昌 330045)

[摘要] 华木莲(*Sinomanglietia glauca*)是我国特有的珍稀濒危植物,属典型极小种群。为厘清该种群的生存现状与濒危机制,制定有效的保护策略,本研究基于 1 hm² 华木莲连续样地调查数据,以种群径级结构代替年龄结构,编制静态生命表,建立时间序列预测模型,进行生存分析,探讨华木莲的种群特征及动态。华木莲群落内共有维管植物 48 科 82 属 133 种,毛竹(*Phyllostachys edulis*)为群落优势种,重要值为 48.7;其次为华木莲,重要值为 5.86。乔木层重要值前 10 的物种中仅华木莲、黄檀(*Dalbergia hupeana*)为落叶树种,华木莲群落次生性明显,其种群主要分布在竹阔混交林;华木莲种群年龄结构呈“金字塔”形,其幼苗数量较多,随径级增大个体数显著降低;其存活曲线属于 DeeveyⅢ型,即前期种群数量呈锐减趋势。时间序列预测分析表明,该种群在经历 2、4、6 和 8 个龄级时间后,存活的大径级个体数量会呈现上升趋势;生存分析表明,该种群前期生存率低,累计死亡率高,但由第Ⅳ龄级进入第Ⅴ龄级阶段种群的危险率则会大幅下降,至第Ⅷ龄级进入衰亡期。华木莲种群总体呈前期锐减后期衰退,致使其种群数量增加及种群扩散受阻,形成极小种群。在华木莲的就地保护中,应适当疏伐伴生树种,降低郁闭度,调整种间关系,以促进不同龄级良性更新。

[关键词] 华木莲,极小种群,种群结构,时间序列预测,生存分析

[中图分类号] X176 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2024)04-0098-08

Species Composition and Population Structure Dynamics of *Sinomanglietia glauca* Community

Zhang Chengcheng¹, Xiao Zhiyong², Xu Jiawen³, Lin Guojiang⁴,
Gao Wei⁴, Chen Fang⁴, Yang Qingpei⁵

(1. Department of Landscape Architecture, Fujian Forestry Vocational and Technical College, Nanping 353000, China)

(2. Yichun Academy of Sciences, Yichun 336000, China)

(3. Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330045, China)

(4. Fujian Forestry Vocational and Technical College, Institute of Forest Ecology and Carbon Sink Measurement, Nanping 353000, China)

(5. College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: *Sinomanglietia glauca* is a rare and endangered plant endemic to our country. It is a typical extremely small population plant. In order to clarify the survival status and endangered mechanism of this population and formulate effective conservation strategies, based on the data of 1 hm² *Sinomanglietia glauca* continuous plots, a static life table was compiled with population size class structure instead of age structure, and a time series prediction model was established for survival analysis, the population characteristics and dynamics of *Sinomanglietia glauca* were studied. 133 species of vascular plants belonging to 48 families, 82 genera were found in *Sinomanglietia glauca* community. *Phyllostachys edulis* was the dominant species with an importance value of 48.7, followed by *Sinomanglietia glauca* with an importance value of 5.86. Only *Sinomanglietia glauca* and *Dalbergia hupeana* were the deciduous tree species in the top 10 tree layer important values. The secondary character of *Sinomanglietia glauca* community was obvious, and its population mainly

收稿日期: 2023-06-25.

基金项目: 国家自然科学基金项目(32260335).

通讯作者: 高伟, 博士, 高级工程师, 研究方向: 濒危植物保护与恢复生态学研究. E-mail: gao01271@163.com

distributed in the mixed forest of bamboo and broad-leaved. *Sinomanglietia glauca* population had a pyramid-shaped age structure, characterized by having many seedlings and the number of individuals decreasing significantly with the increase of diameter class. Time series prediction analysis showed that the number of large diameter individuals increased after the population experienced 2, 4, 6 and 8 age classes. The survival analysis showed that survival rate of the population was low and the cumulative mortality rate was high in early stage, but the mortality rate decreased sharply from the IV age group to the V age group, and the population declined in the VIII age group. The population of *Sinomanglietia glauca* decreased sharply in the early stage and declined in the later stage, which made the population increase and population diffusion hindered and formed the extremely small population. In the in situ protection of *Sinomanglietia glauca*, it is necessary to thin the associated tree species appropriately, reduce canopy density and adjust interspecific relationship, so as to promote benign regeneration of different age classes.

Key words: *Sinomanglietia glauca*, extremely small population, plant population structure, time series prediction, survival analysis

在全球气候变化的背景下,单个植物物种消失可能导致多个动物物种灭绝,被称为植物物种丧失的“多米诺效应”^[1]. 珍稀濒危植物因其分布局限、生境特殊、数量稀少及受威胁程度高等原因而濒临灭绝^[2]. 保护濒危植物对大尺度的生物多样性维持具有至关重要的意义,也是近年来保护生物学的核心问题^[3]. 种群结构与数量动态可以反映其自然生存潜力^[4],已有研究分别报道了珍稀濒危植物堇叶紫金牛(*Ardisia violacea*)^[5]、南方铁杉(*Tsuga chinensis* var. *tchekiangensis*)^[6]、珙桐(*Davidia involucrata*)^[7]的种群结构,揭示了其种群的生存力、维持机制和演变趋势. 另有研究结合种群动态和环境因子,揭示了长果安息香(*Changiostyrax dolichocarpa*)^[8]、鹅掌楸(*Liriodendron chinense*)^[9]、乐昌含笑(*Michelia chapensis*)^[10]的种群动态与环境的关系,有效促进了珍稀濒危植物的保护与种群恢复^[2]. 然而,虽然已有众多关于濒危植物种群动态的研究,但根据《世界树木状况报告》,全球有 17 510 个树种(约占已知树种总数的 30%)有灭绝的危险,其中 440 种在野外的数量已经不到 50 株,而中国有 890 个树种正面临威胁^[11]. 因此,继续深入开展濒危植物种群结构和数量动态的研究仍刻不容缓,保护濒危植物的天然种质资源对于维持自然生态系统、抵御全球变暖和气候变化意义重大.

华木莲(*Sinomanglietia glauca*)是我国特有的木兰科(Magnoliaceae)、华木莲属(*Sinomanglietia*)落叶乔木,系我国特有珍稀濒危植物,也是我国 120 种极小种群野生植物之一^[12]. 已有研究表明,华木莲野生种群分布范围狭窄,仅少量分布于江西省宜春市玉京山^[13]. 基因、个体和群落水平的研究表明,江西玉京山居群的华木莲遗传多样性较低^[14-15],竞争力与适应性变弱,造成生境特化、环境敏感^[16],华木莲净光合速率以及光补偿点较高,低光照环境下个体生长受限,养分合成供应不足^[17],在生境上适生于次生落叶阔叶林、落叶—常绿阔叶混交林^[18]. 虽然已有研究从生理生态学角度探讨了华木莲的濒危机制,然而华木莲天然种群的年龄结构和数量特征仍未见报道,在天然分布环境条件下,其种群的演变动态和生存潜力仍缺乏准确评估,这将严重影响到相关保护策略的准确性.

鉴于此,本研究以宜春玉京山野生华木莲种群为对象,运用种群静态生命表、存活曲线、时间序列预测模型等方法,探讨了华木莲种群结构与动态特征,并预测了其种群演变动态. 研究结果可准确揭示野生华木莲种群的生存状况,为该极小种群保护策略的精准制定提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 研究地概况

研究区位于江西省华木莲自然保护区,地处宜春市玉京山,海拔 600~1 100 m,属亚热带湿润性气候,气候温和湿润,四季分明,光照时间长,雨量充沛. 年平均气温为 17.6 °C,1 月平均气温 5.1 °C,7 月平均气温 29.6 °C,极端最低气温 -9.2 °C,极端最高气温 41.6 °C. 土壤以花岗岩风化形成的红壤、山地黄红壤为主.

1.2 样地设置与调查

2017 年 8 月,在华木莲种群集中分布区上建立 1 hm² 连续样地(图 1). 将样地划分为 100 个 10 m×10 m 的小样方,对样方内所有华木莲均每木检尺,同时记录样方内其他乔木(胸径≥1 cm)和灌木树高、胸径、

冠幅和地径,记载样方内所有木本植物种类、多度和株数.

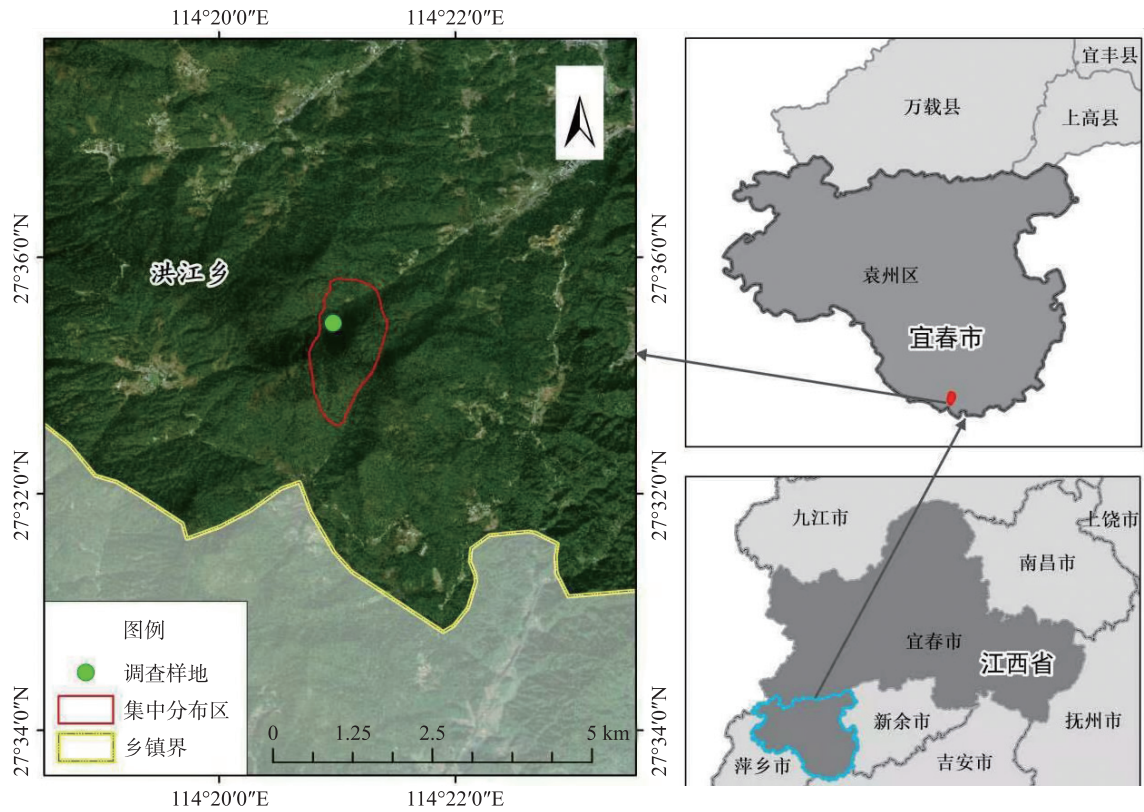


图 1 样地位置图
Fig. 1 Location map of the sample plot

1.3 数据处理与分析

1.3.1 物种重要值计算

重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对显著度 + 相对高度) / 4. (1)

相对密度为某个物种的个体数目与样方中全部物种的个体数目总和的比值;相对频度为某物种的频度占全部物种的频度之和的比值,它是反映某种植物分布均匀程度的一个指标;相对显著度为某个物种的胸高断面积总和与样方内所有物种的胸高断面积总和的比值;相对高度为某物种高度占有所有物种高度总和的比值.

1.3.2 种群径级结构划分

参考木兰科树种龄级划分方法^[19-20],采用空间推时间将华木莲种群分为 8 个径级,定义胸径 $0 \leq DBH < 5$ 为第 I 级,其后胸径每隔 5 cm 划分为一个区段,即 $5 \leq DBH < 10$ 为第 II 级,以此类推,统计各径级的华木莲个体数量.

1.3.3 静态生命表

采用胸径年龄指数模型编制华木莲的种群静态生命表^[21],径级代替龄级, a_x 为 x 龄级开始时的实际存活数; l_x 为 x 龄级开始时的标准化存活数(转化 1000); d_x 为从 x 到 $x+1$ 期的标准化死亡数; q_x 为 x 龄级的个体死亡率,其中 $q_x = d_x / l_x$; L_x 为从 x 到 $x+1$ 的平均存活个体数,其中 $L_x = (l_x + l_{x+1}) / 2$; T_x 为 x 龄级至超过各龄级的个体总数,其中 $T_x = L_x + L_{x+1} + L_{x+2} + \dots$; e_x 为进入 x 年龄个体的生命期望,其中 $e_x = T_x / l_x$; K_x 为种群致死率(损失度),其中 $K_x = \ln l_x - \ln l_{x+1}$.

1.3.4 种群数量动态的时间序列预测模型

采用时间序列分析中的一次移动平均法对华木莲种群动态进行预测分析^[22].

$$M_t = \frac{1}{n} \sum_{k=t-n+1}^t X_k, \tag{2}$$

式中, n 为需要预测的未来时间年限, t 为龄级, M_t 是近期 n 个观测值在 t 时刻的平均值,成为第 n 周

期移动平均,即表示未来 n 年时 t 龄级的种群大小, X_k 表示当前 k 龄级的种群大小.

1.3.5 生存分析

引入生存分析的生存率函数 S_i , 积累死亡率函数 F_i , 死亡密度函数 $f_{(ii)}$, 危险率函数 $\lambda_{(ii)}$, 分析华木莲种群的生存规律^[4], 计算公式如下:

$$S_i = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdots S_i, \tag{3}$$

$$F_i = 1 - (S_i), \tag{4}$$

$$f_{(ii)} = \frac{(S_{(i-1)} - S_i)}{h_i}, \tag{5}$$

$$\lambda_{(ii)} = \frac{2(1 - S_i)}{h_i(1 + S_i)}. \tag{6}$$

式中, S_i 为存活率, h_i 为龄级宽度.

2 结果与讨论

2.1 群落组成特征

在 1 hm^2 调查范围内, 华木莲群落内共有维管植物 48 科 82 属 133 种, 禾本科 (Gramineae)、樟科 (Lauraceae)、壳斗科 (Fagaceae)、蔷薇科 (Rosaceae) 植物数量较多, 其中华木莲共有 603 株, 胸径最大为 38.7 cm, 树高为 19 m, 最小地径为 0.2 cm, 苗高 0.15 m. 由表 1 可见, 华木莲群落乔木层重要值前 10 物种占 78.2%, 灌木层重要值前 10 物种占 63.1%. 毛竹为群落优势种, 重要值为 48.7, 乔木层重要值前 10 物种中仅华木莲、黄檀为落叶树种. 灌木层少花桂 (*Cinnamomum pauciflorum*) 重要值最高为 24.4, 重要值前 10 物种中除华木莲、拟赤杨 (*Alniphyllum fortunei*) 其余均为常绿树种. 华木莲群落次生性明显, 其种群主要分布在竹阔混交林.

表 1 华木莲天然林群落重要值排前 10 物种
Table 1 Importance value(IV) of the top 10 species in *Sinomanglietia glauca* community

层次	物种	相对多度	相对频度	相对显著度	相对高度	重要值
乔木层 Arbor layer	毛竹 (<i>Phyllostachys edulis</i>)	64.7	11.9	46.9	71.3	48.7
	华木莲 (<i>Sinomanglietia glauca</i>)	5.22	5.90	7.57	4.75	5.86
	少花桂 (<i>Cinnamomum pauciflorum</i>)	5.96	9.47	3.45	4.32	5.80
	小叶青冈 (<i>Quercus myrsinifolia</i>)	3.68	7.00	2.99	2.45	4.03
	鹿角杜鹃 (<i>Rhododendron latoucheae</i>)	1.87	2.61	5.60	1.76	2.96
	银木荷 (<i>Schima argentea</i>)	0.68	1.78	6.75	0.87	2.52
	甜槠 (<i>Castanopsis eyrei</i>)	2.03	5.35	1.04	1.3	2.43
	黄檀 (<i>Dalbergia hupeana</i>)	1.11	4.12	2.26	1.15	2.16
	马银花 (<i>Rhododendron ovatum</i>)	1.11	2.06	3.67	1.04	1.97
	红楠 (<i>Machilus thunbergii</i>)	1.38	3.57	1.26	0.95	1.79
灌木层 Shrub layer	其他 84 种 (Other 84 species)	12.26	46.24	18.51	10.11	21.78
	少花桂 (<i>Cinnamomum pauciflorum</i>)	29.3	7.74	30.6	29.96	24.4
	华木莲 (<i>Sinomanglietia glauca</i>)	13.4	6.16	8.77	10.99	9.83
	细枝桢 (<i>Eurya loquaiana</i>)	5.93	5.28	6.29	4.78	5.57
	红楠 (<i>Machilus thunbergii</i>)	4.72	5.36	4.99	4.25	4.83
	毛竹 (<i>Phyllostachys edulis</i>)	2.79	4.31	5.45	4.93	4.37
	拟赤杨 (<i>Alniphyllum fortunei</i>)	4.03	2.99	3.86	5	3.97
	小叶青冈 (<i>Quercus myrsinifolia</i>)	3.41	3.43	3.71	3.53	3.52
	细叶青冈 (<i>Quercus shennongii</i>)	3.08	2.64	3.00	2.92	2.91
	马银花 (<i>Rhododendron ovatum</i>)	1.31	2.81	2.37	1.75	2.06
	香桂 (<i>Cinnamomum subavenium</i>)	1.34	2.02	1.49	1.43	1.57
	其他 110 种 (Other 110 species)	30.7	57.26	29.47	30.17	36.9

2.2 种群径级结构

由图 2 可知, 华木莲幼苗阶段数量充足, 第 I 级共有 410 株, 占个体总数的 68.0%, 可见华木莲种子萌发情况良好. 第 I 龄级到第 IV 龄级存活个体急剧下降, 其中由第 I 龄级到第 II 龄级降幅达 73.7%, 第 II 龄级到第 III 龄级降幅为 57.4%. 到第 IV 级存活个体数仅为 18 株, 第 IV 级之后个体数量极少且波动平缓. 总体

来看,华木莲龄级结构呈“金字塔”型,个体数随龄级增大而减小.

2.3 种群静态生命表

由种群静态生命表可知(表 2),华木莲种群具有丰富的幼苗,但往高龄级发展过程中个体损失严重,其中较大的两个死亡阶段为第 I 龄级和第 III 龄级、第 IV 龄级,其死亡率(q_x)分别为 0.74 和 0.61,期望寿命(e_x)也相对较低,分别为 0.97 和 1.35. 从第 I 龄级到第 IV 龄级的 l_x 和 d_x 差异明显,数量波动大,但随着种群进入大径级阶段后,其期望寿命(e_x)也会逐步提高,在进入第 V 级达到最大期望寿命 2.50. 此阶段死亡率(q_x)和致死率(K_x)较低,分别为 0.14 和 0.37.

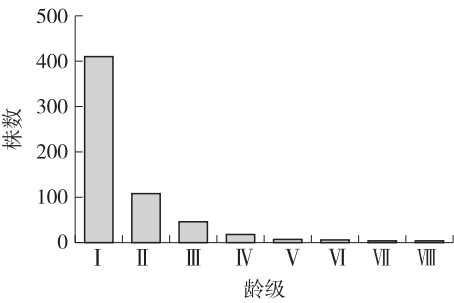


图 2 华木莲种群龄级结构
Fig. 2 Class structure of *Sinomanglietia glauca* population

表 2 华木莲种群静态生命表

Table 2 Static life table of <i>Sinomanglietia glauca</i> population													
龄级	a_x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	S_x	K_x	S_i	F_i	$f_{(ii)}$	$\lambda_{(ii)}$
I	410	1000.00	736.59	0.74	631.71	970.73	0.97	0.26	1.33	0.263	0.737	0.147	0.233
II	108	263.41	151.22	0.57	187.80	339.02	1.29	0.43	0.85	0.112	0.888	0	0.161
III	46	112.20	68.29	0.61	78.05	151.22	1.35	0.39	0.94	0.044	0.956	0.007	0.175
IV	18	43.90	26.83	0.61	30.49	73.17	1.67	0.39	0.94	0.017	0.983	0.0004	0.176
V	7	17.07	2.44	0.14	15.85	42.68	2.50	0.86	0.15	0.015	0.985	0	0.031
VI	6	14.63	4.88	0.33	12.20	26.83	1.83	0.67	0.41	0.0100	0.99	0.038	0.08
VII	4	9.76	0.00	0.00	9.76	14.63	1.50	1.00	0.00	0.0100	0.99	0	0
VIII	4	9.76	—	—	4.88	4.88	0.50	—	—	0.0000	1	0.2	0.4

2.4 生存曲线

结合图 3,并与 Deevey 经典存活曲线比较,可知华木莲种群的存活曲线显然不属于 I 型,使用 Hett 和 Loucks 的数学模型对其进行检验,结果如表 3 所示:

华木莲种群存活曲线更趋于 Deevey III 型(表 3、图 3a),前期斜率较大,第 I - II 龄级几乎呈直线下降趋势,到第 IV 龄级,存活数量低. 随着龄级增大,曲线斜率越小. 从图 3b 可知,该种群的死亡率和致死率波动较大并趋势一致,均第 I 龄级达到峰值($q_x=0.74, K_x=1.33$),在第 III 龄级、第 IV 龄级出现次死亡、致死高峰($q_x=0.61, K_x=0.94$). 但一旦过渡到第 V 龄级,其死亡率和致死率将大幅下降($q_x=0.14, K_x=0.15$),随后将进入较为稳定的发展期,与生存曲线反应的结果一致.

表 3 华木莲种群存活曲线的检验模型

Table 3 Test models of survival curves of <i>Sinomanglietia glauca</i> population					
模型	曲线方程	R^2	F	df	P
指数函数	$y=971.987e^{-0.666x}$	0.913	62.93	(1,6)	<0.001
幂函数	$y=1\ 180.006x^{-2.407}$	0.984	358.7	(1,6)	<0.001

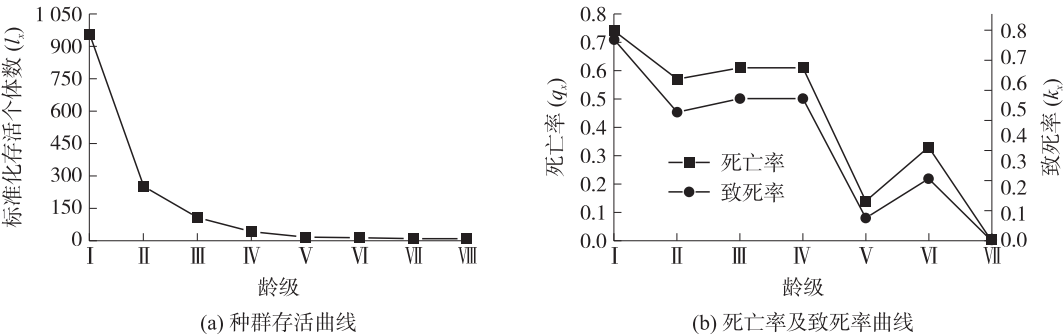


图 3 华木莲种群存活曲线(a)、死亡率及致死率曲线(b)

Fig. 3 Survivorship curve(a), mortality rate and hazard rate(b) of *Sinomanglietia glauca* population

2.5 种群数量动态的时间序列预测

由表 4 可见,在经历 2 个龄级后,除 VIII 龄级个体数未变化, II - VII 龄级的个体数预测值均有增加,尤其是第 II 级、第 IV 级和第 V 级,增幅分别为 139.8%、77.8%、85.7%. 经历 4 个径级时间后,除第 VIII 级,其他径

级预测个体数均增幅 100% 以上,其中第Ⅳ龄级个体数增幅达 700% 以上. 经历 6、8 个龄级后,各径级仍维持一定增幅,即同一龄级的老龄个体随时间推移存活数增加.

表 4 华木莲种群数量动态时间序列预测

Table 4 Time sequence prediction in the quantitative dynamics of *Sinomanglietia glauca* population

龄级	原始数据	M_2	M_4	M_6	M_8	龄级	原始数据	M_2	M_4	M_6	M_8
I	410					V	7	13	45		
II	108	259				VI	6	7	19	99	
III	46	77				VII	4	5	9	32	
IV	18	32	146			VIII	4	4	5	14	75

2.6 生存分析

根据华木莲种群生存分析结果可知,种群的生存率随龄级增大而减小,累积死亡率随龄级增大而递增(图 4a、b). 生存率曲线(S_i)和累积死亡率曲线(F_i)的变化幅度均在第Ⅰ龄级、第Ⅱ龄级达最大值,生存率从 0.236 降至 0.112,降幅达 47.2%,累积死亡率从 0.737 升高至 0.888,Ⅰ~Ⅳ龄级种群生存率函数曲线快速下降,Ⅳ龄级之后曲线平缓下降. 累计死亡率(F_i)曲线与生存率(S_i)曲线呈互补趋势.

由图 4c、d 可知,华木莲种群的危险率($\lambda_{(ii)}$)曲线波动较大,种群最开始呈现较大的危险率函数值,为第Ⅰ龄级($\lambda_{(ii)} = 0.233$),其后的第Ⅱ~Ⅳ龄级危险率函数值有所下降,一旦第Ⅴ龄级种群的危险率函数值大幅下降,种群将进入较为稳定的发展期,至第Ⅷ龄级呈衰退趋势,危险率函数值达到最大值($\lambda_{(ii)} = 0.240$),与种群静态生命表中该龄级的期望寿命最低($e_x = 0.500$)的结果一致. 死亡密度函数($f_{(ii)}$)曲线总体波动不大,其曲线变化趋势在Ⅰ~Ⅱ龄级时较大,是由于前期幼苗个体丰富和较高的死亡率造成,之后各龄级的个体总数均相对较少,种群的死亡密度曲线变化相对较为平缓,至第Ⅷ龄级种群达到死亡密度峰值.

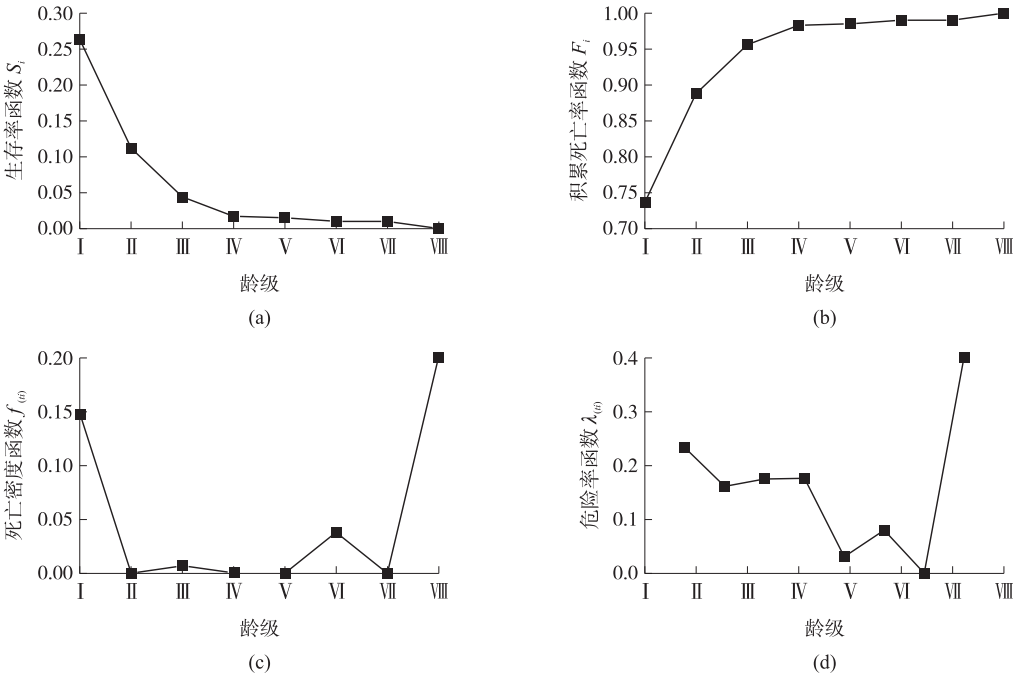


图 4 华木莲种群生存分析

Fig. 4 Survival analysis of *Sinomanglietia glauca* population

2.7 讨论

2.7.1 华木莲群落物种组成

群落组成是群落中各种生物在空间和时间上配置状况的表现,对研究群落原始生产力和环境资源条件具有重要的价值^[23]. 本研究中,华木莲群落被毛竹入侵,且毛竹已发展成为群落优势种,其速生特性能够快速改变群落的光照环境^[24],群落内伴生了大量常绿阔叶树提高了群落郁闭度,同时加剧了种内、种间竞争^[25]. 朱升起等对领春木(*Euptelea pleiosperma*)的研究表明群落郁闭度大小决定了领春木种群的更新

能力,高郁闭度林中领春木难以自然更新^[26],本研究中,华木莲的生态学特性与领春木相似,均为喜阳落叶树种^[27],林分郁闭度增加不利于其种群更新.已有研究表明资源竞争是限制物种更新的关键因素^[28],植物营养物质供应不足和种内、种间生存竞争的加剧,加快了植物种群的衰退速度^[29].本研究中,华木莲群落物种丰富,种内、种间竞争,可能也是限制华木莲种群发展的重要原因.

2.7.2 华木莲种群的结构特征以及数量动态

植物种群结构反映了种群个体对环境的适应性,而种群数量动态则能够反映种群发展趋势,揭示植物种群与环境的相互作用^[30].本研究中,华木莲种群的年龄结构呈金字塔形、存活曲线属 Deevey III 型,表明幼苗期个体数量丰富,而后期在数量上有衰退迹象.华木莲种群幼龄阶段死亡率和消失率极高,在第 I 龄级即出现第一个消亡高峰,而中龄阶段的死亡率和消失率仍较高,在第 III、IV 龄级再次出现消亡高峰,消亡高峰期的出现也可能是华木莲种群濒危的重要原因.可见,华木莲种群具有前期锐减和后期衰退的特征,种群存活曲线与沉水樟(*Cinnamomum micranthum*)^[31]等珍稀植物的特点基本一致.时间序列预测显示,华木莲种群在经历 2、4、6、8 的龄级时间后均呈现增长状态,中老年植株数量的增加,说明预测时间内,华木莲种群扩大及其数量增加主要表现在成年植株,II 龄级后植株存活数量增加是种群发展的重要基础.但由于此时间序列模型本身只能针对现有个体的未来发展进行预测,因此幼苗高死亡率的现象对未来种群规模波动的影响仍值得进一步关注.种群生存力分析发现,华木莲种群前期生存率曲线下下降速度和累计死亡率曲线增幅均高于后期,由于幼苗和低龄植株抗干扰能力低,资源竞争力弱^[32],而大量个体未能通过环境筛,经过环境筛选的大树或高龄植株积储了抗逆能力及适应生存策略,其期望寿命也逐渐上升.

2.7.3 华木莲的保护策略及研究展望

植物种群更新主要取决于群落环境以及自身生物学特性^[33].毛竹是华木莲群落的建群种,其速生、常绿特性以及盘根错节的地下茎,能够快速改变光环境,也可能会改变土壤的化学计量特征^[34],从而影响华木莲种子的发芽定居和幼苗幼树的生长^[18],在就地保护中应适度疏伐毛竹,扩大华木莲种子、幼苗的生存空间.而细叶青冈、小叶青冈、银木荷、少花桂、细叶香桂(*Cinnamomum pauciflorum*)等常绿耐荫树种占据较大比重,群落郁闭度将逐渐增加.华木莲主要依靠林窗更新^[16],林内高郁闭度和种内、种间竞争的加剧是华木莲幼苗向高龄级发育的主要限制条件.因此,适当进行人为扰动,疏伐其伴生常绿树种,尤其是竹类以及杂生灌木,调节种间关系,降低种内和种间竞争,提高幼苗、幼树存活率.除此之外,已有研究发现华木莲因分布范围狭窄、种群遗传结构单一,存在近交衰退的风险^[35-36],抗逆境的能力显著降低,严苛环境条件下极易发生种群波动而死亡.因而需从遗传学角度研究致濒的内在原因,构建华木莲居群的核心种质资源圃,降低败育风险,提高各龄级生存率,扩大种群数量.

3 结论

本研究基于宜春市洪江乡玉京山 1 hm² 华木莲群落连续样地调查数据,以其种群径级结构代替年龄结构,通过编制静态生命表,建立时间序列预测模型等手段得知,华木莲龄级结构呈“金字塔”型,其幼苗数量较多,往高龄级发展过程中损失率较高,大径级个体数量稀少,前期累计死亡率高,导致后期衰退,分析发现,华木莲分布于竹阔混交林,群落中毛竹为优势种,毛竹的速生特性以及其他阔叶树种对喜光的华木莲造成较大的竞争压力.因此,在华木莲的就地保护中应适当疏伐伴生树种,降低郁闭度,调整种间关系,以促进华木莲种群发展.

[参考文献]

- [1] SCHLEUNING M, FRUND J, SCHWEIGER O, et al. Ecological networks are more sensitive to plant than to animal extinction under climate change[J]. Nature communications, 2016, 7: 13965.
- [2] 张光富,熊天石,孙婷,等.江苏珍稀濒危植物的多样性、分布及保护[J].生物多样性,2022,30(2):31-40.
- [3] HEDRICK P W. A standardized genetic differentiation measure[J]. Evolution, 2005, 59(8): 1633-1638.
- [4] 白小节,申开平,穆君,等.濒危植物小黄花茶种群数量结构与生存潜力分析[J].热带亚热带植物学报,2022,30(5): 718-726.

- [5] 马丹丹,库伟鹏,夏国华,等. 珍稀濒危植物堇叶紫金牛种群结构及动态分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2021,45(3):159-164.
- [6] 赵家豪,叶钰倩,孙晓丹,等. 江西武夷山珍稀濒危植物南方铁杉种群动态与空间分布[J]. 生态学报,2022,42(10):4032-4040.
- [7] 刘海洋,金晓玲,沈守云,等. 湖南珍稀濒危植物——珙桐种群数量动态[J]. 生态学报,2012,32(24):7738-7746.
- [8] 王世彤,李玲丽,徐耀粘,等. 极小种群野生植物长果安息香种群结构与动态特征[J]. 植物科学学报,2022,40(5):627-636.
- [9] 罗西,郭秋菊,姚兰,等. 濒危植物鹅掌楸的天然种群结构特征[J]. 中南林业科技大学学报,2021,41(7):115-123.
- [10] 宋述灵,姚小华,余泽平,等. 江西官山乐昌含笑群落组成、种群动态与自然择优[J]. 江西农业大学学报,2018,40(3):533-544.
- [11] GLOBAL TREE ASSESSMENT. The state of the world's trees [R]. Trinidad and Tobago: Botanic Gardens Conservation International, 2021.
- [12] 俞志雄. 华木莲属——木兰科一新属[J]. 江西农业大学学报,1994,16(2):202-204.
- [13] 刘亚林. 濒危植物华木莲(木兰科)的小尺度空间遗传结构研究[D]. 南昌:江西农业大学,2022.
- [14] 林新春,俞志雄,裘利洪,等. 濒危植物华木莲的遗传多样性研究[J]. 江西农业大学学报,2003,25(6):805-810.
- [15] 熊敏,田双,张志荣,等. 华木莲居群遗传结构与保护单元[J]. 生物多样性,2014,22(4):476-484.
- [16] 杨清培,肖智勇,胡晓东,等. 珍稀植物华木莲的现代濒危机制:探析与展望[J]. 广西植物,2017,37(5):653-660.
- [17] 陈昕. 遮光与施肥对珍稀植物华木莲(*Sinomanglietia glauca*)光合生理的影响[D]. 南昌:江西农业大学,2017.
- [18] 俞志雄,廖军,林新春,等. 华木莲植物群落的生态学研究[J]. 江西农业大学学报,1999,21(2):73-77.
- [19] 张兴旺,谢艳萍,周圣哲,等. 极小种群野生植物观光木种群结构与数量动态[J]. 普洱学院学报,2022,38(6):14-18.
- [20] 肖书礼,付梦媛,杨科,等. 极小种群野生植物峨眉含笑种群结构与数量动态[J]. 西北植物学报,2019,39(7):1279-1288.
- [21] 谭菊荣,袁位高,李婷婷,等. 极小种群野生植物细果秤锤树种群结构与动态特征[J]. 生态学报,2022,42(9):3678-3687.
- [22] 解婷婷,苏培玺,周紫鹃,等. 荒漠绿洲过渡带沙拐枣种群结构及动态特征[J]. 生态学报,2014,34(15):4272-4279.
- [23] MOLLER R L, FUJII. Plant community, primary productivity, and environmental conditions following wetland re-establishment in the Sacramento-San Joaquin Delta, California[J]. Wetlands ecology and management, 2010,18(1):1-16.
- [24] 刘烁. 毛竹蔓延过程中林内光环境变化对其他树种的影响[D]. 杭州:浙江农林大学,2010.
- [25] 黄孝风. 竹阔树种幼苗更新及种间竞争对土壤供氮变化的响应[D]. 南昌:江西农业大学,2021.
- [26] 朱升起,颜立红. 珍稀濒危植物领春木群落调查初报[J]. 湖南林业科技,1997,24(2):67-69.
- [27] 郭起荣,俞志雄,施建敏. 华木莲与木莲属两树种光合生理生态研究[J]. 江西农业大学学报,2003,25(5):645-651.
- [28] 李宁,白冰,鲁长虎. 植物种群更新限制-从种子生产到幼树建成[J]. 生态学报,2011,31(21):6624-6632.
- [29] 方顺清,颜建法,翁琴,等. 宜兴龙池山自然保护区银缕梅种群生态现状及保护研究[J]. 江苏林业科技,2004,31(2):4-5.
- [30] MONSON, RUSSELL K. Ecology and the environment plant biodiversity and population dynamics [M]. New York: Springer, 2014.
- [31] 陈远征,马祥庆,冯丽贞,等. 濒危植物沉水樟的种群生命表和谱分析[J]. 生态学报,2006,26(12):4267-4272.
- [32] 何中声,刘金福,洪伟,等. 中亚热带格氏栲天然林幼苗竞争强度研究[J]. 热带亚热带植物学报,2011,19(3):230-236.
- [33] 王晨晖. 浙江天目山金钱松自然群落特征及种群动态研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2014.
- [34] 宋庆妮,杨清培,王兵,等. 水分变化对毛竹林与常绿阔叶林土壤 N 素矿化的潜在影响[J]. 生态学杂志,2013,32(12):3297-3304.
- [35] 廖文芳,夏念和,邓云飞,等. 华木莲的遗传多样性研究[J]. 云南植物研究,2004,26(1):58-64.
- [36] 邱珊珊. 华木莲 *sgSRK* 基因在自交不亲和反应中作用的初步研究[D]. 南昌:江西农业大学,2021.

[责任编辑:黄 敏]