

濒危植物猪血木 (*Euryodendron excelsum* H. T. Chang) 自然种群结构及动态

申仕康, 马海英, 王跃华*, 王博轶, 申国柱

(云南大学生命科学学院, 昆明 650091)

摘要:猪血木(*Euryodendron excelsum* H. T. Chang)是中国特有的山茶科单型属猪血木属的珍稀濒危植物,目前只在广东省阳春县八甲镇有分布且种群数量不足 200 株。通过样地调查和数据统计,绘制了猪血木种群的高度结构和径级结构图,在此基础上编制了种群的特定时间生命表,分析了存活曲线、死亡率曲线和寿命期望等重要参数,并运用时间序列模型预测种群数量动态。结果表明:猪血木种群幼年个体丰富,中老年个体相对较少,受环境因素和人为干扰的影响,种群在第 II 级出现死亡高峰,且只有少量幼年个体能进入成年阶段生长,个体平均生存能力的期望在第 IV 级最大,种群存活曲线属于 Deevey-III 型,猪血木种群目前仍表现为稳定型种群。时间序列预测分析表明,猪血木种群具备一定的恢复潜能,故现有植株和生境斑块的保护是保持猪血木种群自然更新和进行种群恢复的关键因素。

关键词:种群结构;生命表;存活曲线;时间序列;猪血木(*Euryodendron excelsum* H. T. Chang)

文章编号:1000-0933(2008)05-2404-09 中图分类号:Q145, Q948.1 文献标识码:A

The structure and dynamics of natural population of the endangered plant

Euryodendron excelsum H. T. Chang

SHEN Shi-Kang, MA Hai-Ying, WANG Yue-Hua*, WANG Bo-Yi, SHEN Guo-Zhu

School of Life Science, Yunnan University, Kunming 650091, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(5): 2404 ~ 2412.

Abstract: *Euryodendron excelsum* H. T. Chang is an endangered species from the family Theaceae endemic to China. It is listed as a Grade Two endangered plant for state protection in the Red Data Book of plants in P. R. C. The species is restricted to one remnant population with less than 200 individuals in Bajia region of Yangchun County, Guangdong Province. This study was conducted to determine the status of the population, analyze the past population structure and forecast the future population dynamics of *E. excelsum*. The size structure and height structure of the population of *E. excelsum* were tabulated and analyzed. Based on these data, we estimated the values of parameters such as survival curve, mortality curve and life expectancy. Population dynamics were predicted by a time-sequence model. The size distribution of the whole population generally fit a reverse "J" type curve, suggesting a stable population. The number of young individuals was larger than that of middle-aged and old individuals. The analysis of life table and survival curves showed that under environmental screening and human disturbance, the population had one peak of mortality in size class II and only 11.43% individuals could survive from size class II to size class III. The life expectancy of *E. excelsum* was highest in

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30560017)

收稿日期:2007-08-22; 修订日期:2008-01-28

作者简介:申仕康(1982~),男,湖南邵阳人,博士生,主要从事濒危植物保护生物学研究. E-mail: ssk168@yahoo.com.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangyh58212@126.com

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30560017)

Received date: 2007-08-22; **Accepted date:** 2008-01-28

Biography: SHEN Shi-Kang, Ph. D. candidate, mainly engaged in conservation of endangered plant. E-mail: ssk168@yahoo.com.cn

size class IV. The survival curve of the population belongs to Deevey-III type. Time-sequence models for *E. excelsum* population predict that the number of different size classes will increase after 2 and 5 years. As a result, the crucial factors for the natural regeneration and restoration of *E. excelsum* are the protection of living individuals and their habitat.

Key Words: population structure; life table; survival curve; time sequence analysis; *Euryodendron excelsum*

植物种群表现结构是种群内不同大小、年龄个体数量的分布状况,它反映了种群不同龄级个体的组配情况、立地条件及其与环境之间的相互关系^[1],生命表和存活曲线是研究种群结构及动态变化的重要工具,它能直观地展现种群各龄级的实际生存个体数、死亡数及存活趋势^[2,3],同时,结合时间序列分析能有效的预测同龄级种群未来变化的波动状态^[4],因此,通过植物种群表现结构、生命表、存活曲线和时间序列预测模型分析植物自然种群结构及动态,不仅可以了解现有的种群状态,分析过去种群的结构与受干扰情况,预测未来的种群动态,还可以展现种群生物学特性对环境条件的适用性结果,对于濒危植物的保护和管理具有重要意义^[5]。

猪血木(*Euryodendron excelsum* H. T. Chang)属于山茶科(Theaceae)猪血木属多年生木本植物,为我国特有单型属的稀有濒危物种。猪血木为高大乔木、叶具规则锯齿、排列成多列等与杨桐属(*Adinandra*)和桫欏属(*Eurya*)植物相区别,而其它形态特征与两属植物相似,其特殊的系统学位置使其成为研究山茶科系统发育和形态演化的重要材料^[6]。该物种目前仅在广东省八甲镇有分布且个体数量稀少,按照林来官^[7,8]和应俊生^[9]的调查报道,该物种仅在八甲镇的一个小村头残存3株大树,基于此,在2002年由国家林业局发布的国家重点保护野生植物名录(第3批)中猪血木被列为一级重点保护植物,按IUCN的濒危物种划分标准,该物种被正式收录为极危种(Critically endangered)^[10]。庆幸的是,王跃华等^[6]于2002年重新对该物种进行资源调查时在八甲镇其他地区发现植株80余株,其中包括不同龄级的幼苗、小树和成年植株,这一发现为该物种的保护和种群恢复奠定了基础,但对于一个特有物种而言,如此稀少的个体数目仍然是相当危险的。

为了揭示猪血木濒危的原因和机制,国内一些学者曾对其资源分布、生物学及生态学特性、繁殖生物学和保护遗传学等方面进行了研究^[6,11~13],但由于种群大小及分布特征的限制,有关猪血木的种群结构特征及数量动态方面的研究未见任何报道,而这正是物种保护和种群恢复的基础^[14],鉴于此,本文通过对八甲镇猪血木资源分布的详细调查,利用高度和径级结构分析,“横向导纵向”的方法编制生命表和种群存活曲线,并进行时间序列预测种群变化趋势,探讨猪血木种群结构特征及数量动态变化,这不仅为外界因素影响而引起猪血木种群结构改变时进行调节提供理论基础,而且对于其合理保护和增殖、种群恢复策略的制定具有重要的理论和现实意义。

1 研究地点及其自然概况

猪血木为特产于我国广东阳春、广西平南的一个单型属木本植物,目前仅在广东西南部的阳春县八甲镇有分布。广东省八甲镇(N 21°57'、E 111°24')地形平缓,多为低矮丘陵,平均海拔160 m,土壤主要为红壤和燥红壤,表层土壤含沙量较高,pH值在6.0~6.8之间。八甲镇南部有河尾山(最高海拔1182 m),北为云雾山山脉,河尾山所属的云开大山是粤西地区植被资源保护最好的地区之一。根据八甲镇气象站提供的资料,该地区年平均气温21.7℃,年积温达7000~8000℃,最冷月平均温13℃,年极端最低温度为1.5℃(1997年),年极端最高温度为38.2℃(1998年);年降雨量基本在2000 mm以上,最少雨量出现在1989年,为1581.9 mm,最大降雨量出现在1995年,为3759.9 mm;空气湿度大,年平均相对湿度达80%,属亚热带气候。

猪血木分布于八甲镇人类活动频繁的乡村一带,现存种群个体数量稀少,且片段化现象严重,各片段化种群均分布于农舍附近的次生林,群落结构及生境基本相似且人为干扰显著,与猪血木伴生的主要乔木树种有:樟(*Cinnamomum camphora*)、潺槁木姜子(*Litsea sebifera*)、黑嘴蒲桃(*Syzygium bullockii*)、山杜英(*Elaeocarpus*

sylvestris)、白楠(*Phoebe neurantha*)、南岭楝(*Melia dubia*)、粉背鹅掌柴(*Schefflera insignis*)以及人工种植的杉木(*Cunninghamia lanceolata*),林下主要有以异叶榕(*Ficus heteromorpha*)、白饭树(*Fluggea virosa*)、两面针(*Zanthoxylum nitidum*)、米碎花(*Eurya chinensis*)、满天星(*Pavetta hongkongensis*)、广东玉叶金花(*Mussaenda kwangtungensis*)、青花椒(*Zanthoxylum schinifolium*)油茶(*Camellia oleifera*)(人工种植)等为主的灌木层,草本层贫乏,主要由耳草(*Hedyotis auricularia*)、苔草(*Carex sp.*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、半边旗(*Pteris semipinnata*)、二花珍珠茅(*Scleria biflora*)、毛柱铁线莲(*Clematis meyeniana*)等组成,群落结构具较强的次生性质。

2 研究方法

2.1 野外研究方法

2004~2006 年对广东八甲镇猪血木分布地进行多次野外调查,全面清点分布区内猪血木个体,对其全分布范围内(N 21°55'65"~21°57'62",E 111°23'01"~111°55'65")的猪血木用 GPS 全球定位仪对个体进行定位,实测各个体的位置和相互距离;根据实测距离对 GPS 的定位进行校正,于坐标纸上绘制(1:1000)投影图。根据斑块面积的大小,确定样方面积,共设置 20m×20m 的连续样方 36 个,对样方内的猪血木进行每木检尺(起测径阶≥3.0cm),记录其树高、胸径、冠幅等指标及胸径<3.0cm 的幼苗、幼株的数量,并通过民访了解猪血木的利用和分布历史,探讨其种群现状的形成原因。

2.2 种群结构特征

2.2.1 径级、高度级划分

对于数量较少的濒危乔木树种,在很难获取其年龄的情况下,大多数学者采用径级结构代替年龄级结构进行种群结构特征分析,效果良好^[15-17]。猪血木数量稀少且无相关方面的木材解析资料,故本文采用径级结构代替年龄级结构分析猪血木种群结构特征,根据猪血木的生物学特性,参考李先琨等^[1]的划分标准将猪血木种群划分为 6 个大小级:Ⅰ. 幼苗(S₁),个体高度 0<H≤100.0cm;Ⅱ. 幼树(S₂),H>100.0cm,DBH<3.0cm;Ⅲ. 小树(S₃),3.0≤DBH<10.0cm;Ⅳ. 中年树(S₄)10.0≤DBH<15.0cm;Ⅴ. 成年树(S₅)15.0≤DBH<30.0cm;Ⅵ. 大树(S₆),DBH≥30.0cm;高度结构以 2m 为级差,将猪血木高度结构划分为 6 级,进行统计分析。

2.2.2 结构特征分析

按径级和高度级标准分别统计株数。以径级和高度级为横坐标,个体数为纵坐标,分别绘制猪血木种群径级和高度级结构图,采用陈晓德^[18]的量化方法对种群动态进行定量描述,参考 Leak^[19]的划分理论确定种群结构类型。具体计算方法:

$$V_n = \frac{S_n - S_{n+1}}{\max(S_n, S_{n+1})} \cdot 100\% \quad V_{pi} = \frac{1}{\sum_{n=1}^{k-1}} \cdot \sum_{n=1}^{k-1} (S_n \cdot V_n)$$

式中, V_n 表示种群从 n 到 $n+1$ 级的个体数量变化动态, V_{pi} 表示整个种群结构的数量变化动态指数, S_n , S_{n+1} 分别表示第 n 与第 $n+1$ 年龄级种群个体数,当考虑外部干扰时:

$$V'_{pi} = \frac{\sum_{n=1}^{k-1} (S_n \cdot V_n)}{K \cdot \min(S_1, S_2, S_3, \dots, S_k) \cdot \sum_{n=1}^{k-1} S_n} \quad P_{极大} = \frac{1}{K \cdot \min(S_1, S_2, S_3, \dots, S_k)}$$

式中, K 为种群年龄级数量, V_{pi} 与 V_n 取正、负、零值的意义分别反映种群或相邻年龄级个体数量的增长、衰退、稳定的动态关系。 P 为种群对外界干扰所承担的风险概率,只有当 P 的值为最大时才对种群动态 V_{pi} 构成最大的影响。

2.2.3 种群数量动态的时间序列预测模型

选用一次移动平均法对猪血木的种群龄级结构进行模拟和预测^[20]。

$$M_t^{[1]} = \frac{1}{n} \sum_{k=t-n+1}^t X_k$$

式中, n 表示需要预测的未来时间年限, $M_t^{[1]}$ 表示未来 n 年时 t 龄级的种群大小, X_k 为当前 k 龄级的种群大小。本文分别对未来 2a 和 5a 猪血木种群数量进行时间序列预测。

3 结果与分析

3.1 种群分布现状及结构特征

根据多次的野外调查发现:猪血木仅分布于八甲镇约 25km^2 的低海拔 ($50 \sim 160\text{m}$) 丘陵地区,在其全分布范围内共找到猪血木植株 179 株,幼年个体相对丰富, $\text{DBH} \geq 15.0\text{cm}$ 的个体仅有 23 株,最大的为 106.8cm ;猪血木残存种群分布区紧邻村庄,受当地人为干扰的影响严重,并由此引起的生境破碎化使得该物种种群呈斑块状分布,在八甲镇全分布范围内,种群被分割成 10 个小斑块,各斑块面积之和为 0.036km^2 ,仅占分布区面积的 0.15% ,其它地区主要为农田、道路和村庄;相距最远的两个斑块为 8.7km ,最近的为 0.2km 。在所研究的 10 个斑块内,大多数斑块内植株数量少于 10 株,甚至其中两个斑块内仅分别残存一株成年植株,斑块内植株数量最多的为 62 株,平均为 17.9 株,斑块内植株密度介于 $50\text{株}/\text{hm}^2$ 到 $123\text{株}/\text{hm}^2$ 之间,猪血木种群生境及各斑块内植株的分布情况分别与 *Scrophularia valdesii*^[21] 和 *Pulsatilla patens*^[22] 相似。

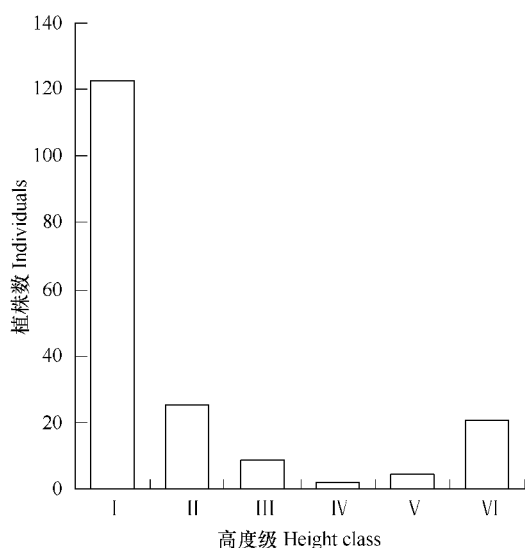


图1 猪血木种群高度结构

Fig. 1 The height structure of *Euryodendron excelsum* population

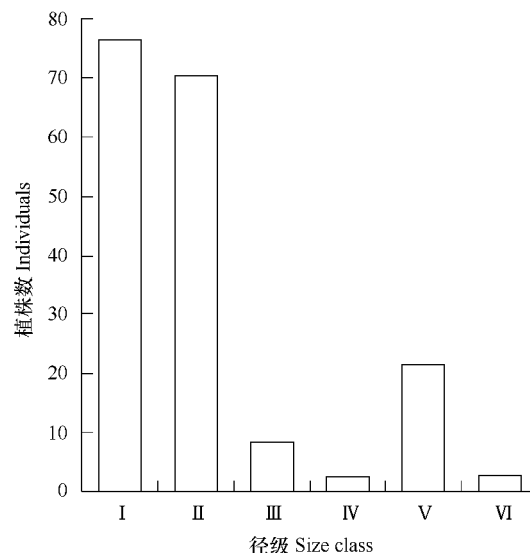


图2 猪血木种群径级结构

Fig. 2 The size structure of *Euryodendron excelsum* population

植株的高度和径级结构反映该种群个体在空间和时间上的配置、立地条件和环境差异,因此,植物种群的高度和径级结构分析是揭示种群生存现状和更新策略的重要途径之一^[23, 24]。从猪血木种群高度结构图(图1)和径级结构图(图2)可以看出:猪血木种群个体数随高度级和径级的增加而减少,当减少到一定高度级(V)以后,又逐渐增加,猪血木种群幼年个体丰富,其中幼苗(S1)和幼树(S2)共占整个种群个体数的 81.56% ,中老年级个体较少,其中中年树(S4)仅占 1.12% ,整个种群结构随高度及径级结构的变化基本呈反“J”型,即表明虽然猪血木种群结构有波动性的变化过程,种群数量也不多,但目前仍为稳定型种群。根据量化分析方法进行种群动态分析,猪血木种群相邻各级间个体数量变化动态指数为 $V1 = 7.89\%$, $V2 = 88.57\%$, $V3 = 75.00\%$, $V4 = -90.48\%$, $V5 = 90.48\%$,整个种群径级结构的动态指数 $V_{pi} = 51.52\% > 0$,受随机干扰时的种群年龄结构动态指数 $V_{pi}' = 4.29\% > 0$,随机干扰风险极大值即种群结构对随机干扰的敏感性指数 $P = 0.08333$,种群结构表现稳定,但对外界干扰较敏感。

3.2 静态生命表及存活曲线

生命表是判断植物种群发展趋势的重要指标之一,对植物种群的生命表和存活曲线的分析可以反映种群现实状况、展现植物种群与环境的竞争关系,对珍稀濒危植物的保护和利用具有重要意义^[1, 16, 25]。静态生命

表又称特定时间生命表,多用于对长寿命的木本植物种群的统计研究,根据对不同年龄径级每年等量生长的假设,本文在猪血木的径级划分标准的基础上,综合样地数据对 $DBH > 3.0\text{cm}$ 的个体按 6 cm 的级差编制静态生命表进行精细分析。

表 1 猪血木种群标准生命表
Table 1 The standard life table of *Euryodendron excelsum* population

龄级 Age stage	胸径 Interval (cm)	a_x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	k_x	e_x	$\ln l_x$
I	H:0 ~ 100	76	1000	79	0.08	960.5	1852	0.08	1.85	6.91
II	H > 100 DBH < 3.0	70	921	816	0.89	513	891.5	2.18	0.97	6.83
III	3.0 ~ 9.0	8	105	79	0.75	65.5	378.5	1.41	3.61	4.65
IV	9.0 ~ 15.0	2	26	-79	-3.04	65.5	313	-1.41	12.04	3.26
V	15.0 ~ 21.0	8	105	53	0.51	78.5	247.5	0.7	2.35	4.65
VI	21.0 ~ 27.0	4	52	13	0.25	45.5	169	0.29	3.25	3.95
VII	27.0 ~ 33.0	3	39	0	0	39	123.5	0	3.17	3.66
VIII	33.0 ~ 39.0	3	39	0	0	39	84.5	0	2.17	3.66
IX	39.0 ~ 45.0	3	39	13	0.33	32.5	45.5	0.4	1.17	3.66
X	> 45.0	2	26	~	~	13	13	3.26	0.5	3.26

a_x : 在 x 年龄级内出现的个体数; l_x : 在 x 年龄级开始时标准化存活的个体数(一般标准化为 1000), $l_x = a_x/a_0 \times 1000$; d_x : 从 x 年龄级到 $x+1$ 年龄级间隔期内标准化死亡数, $d_x = l_x - l_{x+1}$; q_x : 从 x 年龄级到 $x+1$ 年龄级间隔期内死亡率, $q_x = d_x/l_x$; L_x : 从 x 年龄级到 $x+1$ 年龄级间隔期内还存活的个体数, $L_x = (l_x + l_{x+1})/2$; T_x : 从 x 年龄级到超过 x 年龄级的个体总数, $T_x = \sum L_x$; e_x : 进入 x 年龄级个体的寿命期望值, $e_x = T_x/l_x$; $\ln l_x$: 标准化存活数的自然对数值, k_x : 各年龄组的致死力(损失度), $k_x = \ln l_x - \ln l_{x+1}$ a_x : Number of alive organisms at age x ; l_x : Proportion organisms surviving from the beginning of the life table to age x , $l_x = a_x/a_0 \times 1000$; d_x : Number of dead organisms from age x to $x+1$, $d_x = l_x - l_{x+1}$; q_x : Mortality rate from age x to $x+1$, $q_x = d_x/l_x$; L_x : Number of survivors from age x to $x+1$, $L_x = (l_x + l_{x+1})/2$; T_x : Total number of alive organisms from age x to $x+1$, $T_x = \sum L_x$; e_x : Life expectancy at age x , $e_x = T_x/l_x$; $\ln l_x$: The natural logarithm of l_x ; k_x : Age-specific mortality, $k_x = \ln l_x - \ln l_{x+1}$.

静态生命表(表 3)和存活曲线(图 3)表明:猪血木种群幼年个体数量明显高于后面几个阶段,种群存活曲线趋于 Deevey-III 型,种群在第 II 级向第 III 级转化的过程中,种群数量急剧下降,其中只有 11.43% 的个体能进入到第 III 级生长,该现象表明猪血木幼年个体向成年阶段的发育是不连续的,根据前期的研究结果^[6],分析认为猪血木成年植株开花正常,结实量大、种子萌发正常并通过鸟类散布到合适的生境萌发生长是其幼苗数量丰富的主要原因,但由于幼年个体年龄较小,生长和竞争能力弱且在其生长过程中需要一定的荫蔽度,同时,随着植株年龄的增加,小树和中年树对环境条件如光照和上层营养空间的需求逐渐加强,因此,大量的猪血木幼年个体由于受到环境条件的筛选使得其只有少量个体能进入到小树和中年树阶段生长。野外调查发现:猪血木幼年个体主要分布于荫蔽度较高的林内,而通过环境筛选生存下来长大的小树和中年树因其对光照需求的增强而主要分布于各斑块的边缘,由于猪血木各斑块主要分布于当地农舍附近,从而使得分布于斑块边缘的植株更容易受到当地居民有意识或者无意识的干扰和破坏,最终造成猪血木幼年个体几乎没有进入成年阶段生长的可能,由此可见,幼年个体无法向成年阶段转换已成为该物种种群更新和发展的“瓶颈”;在第 V ~ X 级的成年生长阶段,猪血木个体数目基本上保持稳定,通过实地民访,发现当地居民由于宗教信仰,在逢年过节时会有一些古树、大树上贴上“祈福条”,并禁止砍伐这些树木,而胸径大于 15.0cm 的成熟猪血木个体(V ~ X 级)往往成为当地居民眼中的古树或大树,使得猪血木成熟个体保育相对完好,在一定程度上降低了猪血木这一濒危资源灭绝的风险,这与濒危植物银杉(*Cathaya argyophylla*)由于“风水林”的缘故得以保存的情况较为相似^[26]。

猪血木种群死亡率 q_x 和致死力(损失度) K_x 曲线变化趋势基本一致(图 4),致死力(损失度) K_x 在第 II 级和第 X 级出现峰值,第 II 级出现峰值是由于幼年个体以高死亡率为代价向成年阶段转换,这与存活曲线分析结果是一致的,而第 X 级出现峰值是由于植株个体接近其生理衰老所致,从而形成死亡高峰;寿命期望 e_x 反

映的是 x 龄级个体的平均生存能力,猪血木种群平均寿命期望在第Ⅳ级达到最大值,表明此阶段猪血木的生存质量最高,是猪血木生理活动的旺盛期,而在第Ⅴ级到Ⅶ级阶段,寿命期望值基本保持稳定,这主要是由于通过环境筛和外界干扰后生长到此阶段的植株受到较小的竞争所致,在第Ⅶ~Ⅹ级种群平均寿命期望值逐步下降,显示猪血木种群的生理衰退。

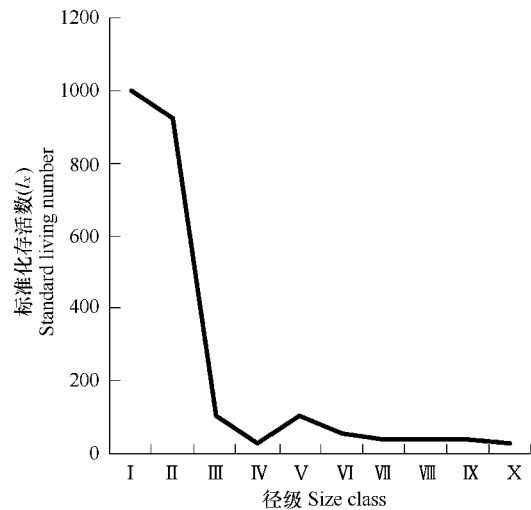


图3 猪血木种群标准化存活曲线

Fig. 3 Standard survival curve of *Euryodendron excelsum* population

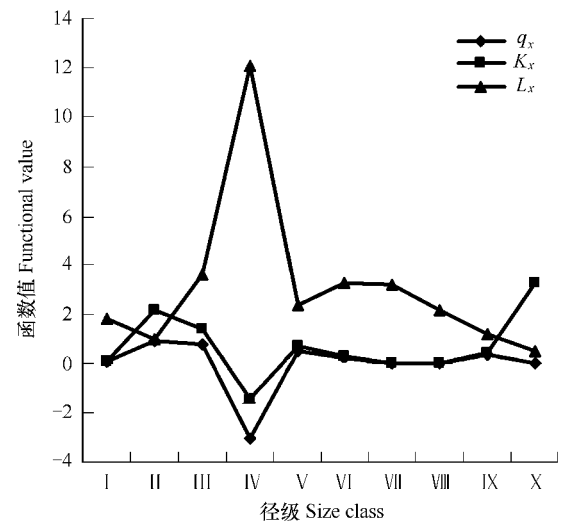


图4 猪血木种群死亡率、致死力和寿命期望曲线

Fig. 4 Mortality (q_x), killing power (K_x) and life expectancy (L_x) curve of *Euryodendron excelsum* population

3.3 时间序列预测

时间序列分析是时间数列预测和回归预测方法的综合形式,该方法不用于分析因果关系,侧重于根据时间序列过去的变化和变动规律推测今后的趋势^[27],并适用于多种复杂条件下的预测。何平^[4]通过对长柄双花木(*Disanthus cercidifolius* var. *longipes*)种群进行时间序列预测发现,该方法结合静态生命表分析所得结果可靠,是对濒危物种种群动态预测的理想手段。

表2 猪血木种群径级结构的时间序列预测

Table 2 Time sequence analysis of size structure of *Euryodendron excelsum* population

龄级 Size	原始数据 Primary data	$M_2^{[1]}$	$M_5^{[1]}$	龄级 Size	原始数据 Primary data	$M_2^{[1]}$	$M_5^{[1]}$
I	76			Ⅵ	4	6	18
Ⅱ	70	73		Ⅶ	3	4	5
Ⅲ	8	39		Ⅷ	3	3	4
Ⅳ	2	5		Ⅸ	3	3	4
V	8	5	33	X	2	3	3

猪血木的时间序列分析(表2)表明:在未来的2a和5a内,猪血木种群幼龄级和中龄级数量均呈增长趋势,如第Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级,这与该物种目前情况下幼年个体丰富,种群维持有较充足的后备资源是一致的,种群中年阶段的植株数会得到一定的补充,而老龄级个体数量基本上处于稳定状态,如第Ⅷ、Ⅸ、Ⅹ级,这主要是由猪血木生长缓慢的生物学特性所决定,因此,从种群动态预测结果来看,如果能保持现有猪血木种群分布的植株和生境斑块,猪血木种群具备较好的恢复潜能。

4 结论与讨论

猪血木主要分布于人类活动频繁的乡村一带,不同于其它大多数珍稀濒危植物分布于保护区内,其直接

暴露于人类活动的影响下,高强度的人为干扰如森林砍伐、道路和民房建设及土地资源的不合理利用导致八甲地区适宜猪血木生长的生境破碎化,使得过去八甲地区大面积分布的猪血木生境(民访得知)被分割成现存的 10 个小斑块,各斑块被一些异质化的背景基质如道路、农田和民房等所隔离,并在其狭窄的分布范围内形成局域种群(local population)。Wretten^[28]曾指出:“从多森林得到的生命表可以综合为标准生命表。”江洪^[29]在研究云杉(*Picea aspoerata*)种群生命表时也认为:“各林型的生命表表现的是不同生境条件下的种群数量,是以标准生命表为基础的变形,而标准生命表反映的是种群基本属性。”张文辉等^[30, 31]在研究太白山红杉(*Larix potaninii* var. *chinensis*)和裂叶沙参(*Adenophora lobophylla*)时亦采用了标准生命表的方法,效果良好。故本文在对八甲地区猪血木局域种群内各斑块植株数量统计的基础上,编制静态生命表,分析其存活曲线、死亡率曲线和寿命期望等参数,可以反映该物种种群的基本属性。

通过对猪血木种群结构特征和静态生命表分析表明:猪血木种群数量不大,幼年个体数量相对丰富,中年个体数量稀少,成年植株数目维持稳定,这主要是由于一方面猪血木成年植株开花结实正常且结实量大,种子萌发率可达 60% 左右,从而使得该物种具备数量相对丰富的幼年个体;另一方面猪血木幼年个体缺乏竞争力且受环境筛和外界干扰因素的影响,猪血木幼年个体很难进入种群的更替层,即种群幼年植株很难向中年和成年阶段转化,这在一定程度上限制了猪血木种群的自然更新,形成该物种生存繁衍的“瓶颈”。而通过上述环境筛及外界干扰而存活下来的植株一般能获得较好的资源空间,植株在第 V 级到 VII 级阶段的寿命期望值保持稳定表明这些阶段的植株能进行正常的生长发育,同时由于当地宗教信仰对猪血木成年植株的保护,使得该物种目前情况下仍保留较为稳定的成年个体数,这在一定程度上保证了猪血木的种群更新和发展。猪血木种群存活曲线趋于 Deevey-III 型,表明目前情况下,猪血木种群具备较好的后备资源,因此,单就种群本身的结构而言,仍属于稳定型种群,这与元宝山冷杉(*Abies yuanbaoshanensis*)相似^[1],时间序列预测亦表明如果能保持猪血木目前的分布现状,该物种具备一定的恢复潜能。

针对猪血木种群的分布现状和发展动态,建议重点保护猪血木残存种群及其分布生境,并减少当地人为干扰对幼年和中年个体的破坏作用,为猪血木种群更新层个体发育提供适宜的生境,促进该种群的自然更新;同时,猪血木仅 20 株的成年个体是目前该物种种群现状维持和未来更新发展的唯一保障,一旦这些植株遭到破坏,不仅造成猪血木植株数量下降,还将断绝其种源的提供,种群必然走向衰退,给猪血木这一种质资源带来灭绝性的风险,因此急需对猪血木成年植株进行重点保护。针对猪血木生长缓慢的特性,建议通过种子采集进行行之有效的人工繁殖,扩大种群数量,增强猪血木在群落中的群体作用,最终达到实现该物种种群恢复的目的。

References:

- [1] Li X K, Su Z M, Xiang W S, *et al.* Study on the structure and spatial pattern of the endangered plant population of *Abies yuanbaoshanensis*. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(12): 2245—2253.
- [2] Sara D, Carmen M, Sergio A C. Structure and population dynamics of *Pinus lagunae* M. F. Passini. *Forest Ecology and Management*, 2000, 13: 249—256.
- [3] Hong W, Wang X G, Wu C Z, *et al.* Life table and spectral analysis of endangered plant *Taxus chinensis* var. *mairei* population. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(6): 1109—1112.
- [4] He P. Conservation biology of the rare & endangered plants. Chongqing: Xinan Normal University Publishing House, 2005. 140—206.
- [5] Xie Z Q, Chen W L, Lu P, *et al.* The demography and age structure of the endangered plant population of *Cathaya argyophylla*. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(4): 523—528.
- [6] Wang Y H, Min T L, Hu X L, *et al.* The ecological and reproduction characteristics of *Euryodendron excelsum*, a critically endangered plant from Theaceae. *Acta Botanica Yunnanica*, 2002, 24(6): 725—732.
- [7] Lin L G. *Euryodendron excelsum*. In: Fu L G, Jin J M, eds. Red list of endangered plants in china (Vol. 1). Beijing: Science Press, 1992. 646—669.

- [8] Lin L G. The flora of China-volume 50(1). Beijing: Science Press, 1998. 68.
- [9] Ying J S, Zhang Y L. The endemic genera of seed plants of China. Beijing: Science Press, 1994. 578 — 579.
- [10] Hilton-Taylor C. 2000 IUCN red list of threatened species. IUCN, Gland, UK; Switzerland and Cambridge, 2000.
- [11] He H, Wang Y H. The existing circumstance and the biological characteristic research of *Euryodendron excelsum* H. T. Chang, the particular genus in China. Journal of Yunnan University, 2001, 23: 48 — 51.
- [12] Wang Y H, Cao L M, He H, *et al.* Cutting propagation of the endangered species *Euryodendron excelsum* H. T. Chang from Theaceae. Journal of Yunnan University, 2002, 24(3): 227 — 228.
- [13] Wang T, Su Y J, Ye H G, *et al.* Genetic differentiation and conservation of 14 surviving individuals of *Euryodendron excelsum* endemic to China. Front Biol China, 2006, 1: 68 — 72.
- [14] Han L, Wang H Z, Zhou Z L, *et al.* Population structure and demography of *Populus euphraticu* in upper and middle reaches of Tarim River. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(2): 1315 — 1322.
- [15] Cai F, Song Y C. A study on the structure and dynamics of *Schima superba* population on Wuyi Mountain. Acta Phytoecologica Sinica, 1997, 21(2): 138 — 148.
- [16] Chen Y Z, Ma X Q, Feng L Z, *et al.* The population life table and periodic fluctuation of *Cinnamomun micranthum*, an endangered plant. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(12): 4268 — 4272.
- [17] Kang J H, Chen Z L, Liu P, *et al.* The population structure and distribution pattern of *Emmenopterys henryi* in Dapanshan natural reserve of Zhejiang Province. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(1): 389 — 396.
- [18] Cheng X D. A study on the method of quantitative analysis for plant population and community structural dynamics. Acta Ecologica Sinica, 1998, 18(2): 214 — 217.
- [19] Leak W B. Age distribution in *Virginred spruce* and Northern Hardwoods. Ecology, 1975, 56: 1451 — 1454.
- [20] Xiao Y A, He P, Li X H, *et al.* Study on numeric of natural population of the endangered species *Disanthus cercidifolius* var. *longipes*. Acta Phytoecologica Sinica, 2004, 28(2): 252 — 257.
- [21] Sonia B, Anabela A, Francisco A. The narrow endemic *Scrophularia valdesii* Ortega-Olivencia & Devesa (Scrophulariaceae) in the Iberian Peninsula; an evaluation of its conservation status. Biodiversity and Conservation, 2006, 15: 4027 — 4043.
- [22] Mike K, Terhi R, Risto K H. Population structure of a threatened plant, *Pulsatilla patens*, in boreal forests: modeling relationships to overgrowth and site closure. Biodiversity and Conservation, 2006, 15: 3095 — 3108.
- [23] Hou L, Lei R D, Liu J J, *et al.* Dynamics characteristics of hillsides-closed afforested *Pinus tabulaeformis* population in Huanglongshan forest zone. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(11): 1263 — 1266.
- [24] Wang Z F, An S Q, Zhu X L, *et al.* Distribution pattern of tree populations in tropical forest and comparison of its study methods Chinese. Journal of Applied Ecology, 1998, 9(6): 575 — 580.
- [25] Manuel C, Molles J. Ecology, Concept and Applications (2nd edn.). New York: Mcgraw-Hill Companies, 2002. 186 — 254.
- [26] Xie Z Q, Chen W L. The endangering causes and preserving strategies for *Cathaya argyrophylla*, a plant endemic to China. Acta Phytoecologica Sinica 1999, 23(1): 1 — 7.
- [27] Zu Y G, Zhang W H, Yan X F, *et al.* Conservation biology of *Adenophora lobophylla* an endangered plant. Beijing: Science Press, 1999. 182 — 224.
- [28] Wretten S D. Field and laboratory exercise in ecology. New York: Edward Arnod, 1980. 66 — 105
- [29] Jiang H. Study on Population Ecology of *Piceaasperata*. Beijing: China Forestry Publishing House, 1992. 33 — 78.
- [30] Zhang W H, Zu Y G. Study on population life table and survivorship curves of *Adenophora lobophylla*, an endangered species, compared with *A. potaninii*, a widespread species. Acta Phytoecologica Sinica, 1999, 23(1): 76 — 86.
- [31] Zhang W H, Wang Y P, Kang Y X, *et al.* Age structure and time sequence prediction of populations of an endangered plant, *Larix potaninii* var. *chinensis*. Biodiversity Science, 2004, 12(3): 361 — 369.

参考文献:

- [1] 李先琨, 苏宗明, 向悟生, 等. 濒危植物元宝山冷杉种群结构与分布格局. 生态学报, 2002, 22(12): 2245 ~ 2253.

- [2] 洪伟, 王新功, 吴承祯, 等. 濒危植物南方红豆杉种群生命表及谱分析. 应用生态学报, 2004, 15(6): 1109 ~ 1112.
- [4] 何平. 珍稀濒危植物保护生物学. 重庆: 西南师范大学出版社, 2005. 140 ~ 206.
- [5] 谢宗强, 陈伟烈, 路鹏, 等. 濒危植物银杉的种群统计与年龄结构. 生态学报, 1999, 19(4): 523 ~ 528.
- [6] 王跃华, 闵天禄, 胡晓立, 等. 山茶科濒危植物猪血木的生态与繁殖特性. 云南植物研究, 2002, 24(6): 725 ~ 732.
- [7] 林来官. 猪血木. 见: 傅立国, 金鉴明(主编), 中国植物红皮书—稀有濒危植物(第1册). 北京: 科学出版社, 1992. 646 ~ 669.
- [8] 林来官. 中国植物志 50(1)卷. 北京: 科学出版社, 1998. 68.
- [9] 应俊生, 张玉龙. 中国种子植物特有属. 北京: 科学出版社, 1994. 578 ~ 579.
- [11] 何瀚, 王跃华. 中国特有属猪血木的生存现状及生物学特性研究. 云南大学学报(自然科学版), 2001, 23: 48 ~ 51.
- [12] 王跃华, 曹丽敏, 何瀚, 等. 山茶科濒危植物猪血木(*Euryodendron excelsum* H. T. Chang)的扦插繁殖. 云南大学学报(自然科学版), 2002, 24(3): 227 ~ 228.
- [14] 韩路, 王海珍, 周正立, 等. 塔里木河上、中游胡杨种群结构与统计分析. 生态学报, 2007, 27(2): 1315 ~ 1322.
- [15] 蔡飞, 宋永昌. 武夷山木荷种群结构和动态的研究. 植物生态学报, 1997, 21(2): 138 ~ 148.
- [16] 陈远征, 马祥庆, 冯丽贞, 等. 濒危植物沉水樟的生命表和谱分析. 生态学报, 2006, 26(12): 4268 ~ 4272.
- [17] 康华靖, 陈子林, 刘鹏, 等. 大盘山自然保护区香果树种群结构和分布格局. 生态学报, 2007, 27(1): 389 ~ 396.
- [18] 陈晓德. 植物种群与群落结构动态量化分析方法研究. 生态学报, 1998, 18(2): 214 ~ 217.
- [20] 肖宜安, 何平, 李晓红, 等. 濒危植物长柄双花木自然种群数量动态. 植物生态学报, 2004, 28(2): 252 ~ 257.
- [23] 侯琳, 雷瑞德, 刘建军, 等. 黄龙山林区封育油松种群动态研究. 生态学杂志, 2005, 24(11): 1263 ~ 1266.
- [24] 王崢峰, 安树青, 朱学雷, 等. 热带森林乔木种群分布格局及其研究方法比较. 应用生态学报, 1998, 9(6): 575 ~ 580.
- [26] 谢宗强, 陈伟烈. 中国特有植物银杉的濒危原因及保护对策. 植物生态学报, 1999, 23(1): 1 ~ 7.
- [27] 祖元刚, 张文辉, 阎秀峰, 等. 濒危植物裂叶沙参保护生物学. 北京: 科学出版社, 1999. 182 ~ 224.
- [29] 江洪. 云杉种群生态学研究. 北京: 中国林业出版社, 1992. 33 ~ 78.
- [30] 张文辉, 祖元刚. 濒危种裂叶沙参种群生命表和存活曲线的研究及其与广布种泡沙参的对照. 植物生态学报, 1999, 23(1): 76 ~ 86.
- [31] 张文辉, 王延平, 康永祥, 等. 濒危植物太白红杉种群年龄结构及其时间序列预测分析. 生物多样性, 2004, 12(3): 361 ~ 369.