

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2013.03.002

张启伟, 林燕芳, 覃文更, 等. 濒危植物单性木兰种群径级结构和生命表分析[J]. 广西植物, 2013, 33(3): 291—294

Zhang QW, Lin YF, Qin WG, et al. Population size structure and life table of endangered plant *Woonyoungia septentrionalis*[J]. Guihaia, 2013, 33(3): 291—294

濒危植物单性木兰种群径级结构和生命表分析

张启伟¹, 林燕芳¹, 覃文更², 韦国富², 刘燕华³, 唐绍清^{1*}

(1. 广西师范大学 生命科学院 珍稀濒危动植物生态与环境保护省部共建教育部重点实验室, 广西 桂林 541004;

2. 广西木论国家级自然保护区管理局, 广西 环江 547100; 3. 广西师范大学附属中学, 广西 桂林 541001)

摘 要: 单性木兰是我国特有的濒危植物。对广西北部木论自然保护区内的单性木兰代表种群进行调查, 分析其种群径级结构和存活曲线, 编制了静态生命表。结果表明: 雄株与雌株的比例约 1.06 : 1, 幼苗和幼树在种群中占有较大的比重, 单性木兰种群的径级结构呈非典型的金字塔型分布, 为稳定型种群; 存活曲线接近 Deevey-III 型, 种群在两个低龄级 I 和 III 出现相对较高的死亡高峰, 死亡率分别为 0.23 和 0.35, 而高龄级趋于稳定。

关键词: 单性木兰; 种群; 径级结构; 静态生命表

中图分类号: Q948.121 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2013)03-0291-04

Population size structure and life table of endangered plant *Woonyoungia septentrionalis*

ZHANG Qi-Wei¹, LIN Yan-Fang¹, QIN Wen-Geng², WEI Guo-Fu²,
LIU Yan-Hua³, TANG Shao-Qing^{1*}

(1. Key Laboratory for Ecology of Rare and Endangered Species and Environmental Protection Co-established by Guangxi and the Ministry of Education, College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 2. Mulun Nature Reserve Management Bureau, Huanjiang 54710, China; 3. High School Affiliated to Guangxi Normal University, Guilin 541001, China)

Abstract: *Woonyoungia septentrionalis* (Magnoliaceae) is an endangered plant species endemic to China. The size structure, static life table and survival curve of *W. septentrionalis* population were analyzed, based on the field investigation data of the representative population in Mulun National Nature Reserve of Guangxi. The ratio of male to female individuals was 1.06 : 1. The size structure was a atypical pyramid-like form, suggesting that the population was stable. The survival curve could be described by Deevey-III. The population had two distinct peaks of mortality in age I ($q_x=0.23$) and III ($q_x=0.35$), but the adult age class was stable.

Key words: *Woonyoungia septentrionalis*; population; age structure; static life table

单性木兰 [*Woonyoungia septentrionalis* (Dandy) Law (*Kmeria septentrionalis* Dandy)] 是雌雄异株的木兰科树种。现已知的单性木兰分布区有广西北部(罗城、环江)、贵州东南部(荔波)和云南东南部(麻栗坡、马关)(林祁等, 2005), 是我国特有种。单

性木兰是我国一级重点保护植物, 在《中国物种红色名录》中被定为濒危种(汪松等, 2004)。

年龄结构是种群的重要特征, 反映了种群内不同年龄个体数量的组配情况和种群数量动态及其发展趋势, 对于濒危植物保护和利用具有特殊而重要

收稿日期: 2012-12-25 修回日期: 2013-03-30

基金项目: 广西自然科学基金(2010GXNSFA013069 和 2011GXNSFA018085)

作者简介: 张启伟(1986-), 男, 四川崇州人, 硕士研究生, 主要研究方向为分子生态学, (E-mail) zqw_21@163.com。

*通讯作者: 唐绍清, 博士, 教授, 从事植物学教学和研究, (Email) shaoqing@mailbox.gxnu.edu.cn。

的意义(党海山等,2009)。种群统计的核心是建立反映种群全部生活史的各年龄组或生活态级出生率、死亡率,甚至包括迁移率在内的信息综合表,即生命表(谢宗强等,1999)。宁世江等(1999)研究了广西环江县木论和罗城县的单性木兰群落学特征,但缺少单性木兰种群年龄结构的研究。本研究采用树木大小结构代替年龄结构的方法,对单性木兰代表种群的年龄结构和静态生命表进行了分析,目的在于为单性木兰的保护提供依据。

1 研究区的自然概况

广西环江县木论自然保护区位于广西环江县西北部,北与贵州省茂兰自然保护区相连,地理坐标为 $107^{\circ}54'01''\sim 108^{\circ}05'51''$ E, $25^{\circ}07'01''\sim 25^{\circ}12'22''$ N。属中亚热带季风气候区,年均气温 $15\sim 18.7^{\circ}\text{C}$,无霜期为 $235\sim 290$ d,年降雨量为 $1\,530\sim 1\,820$ mm,林内阴湿,相对湿度大,一般在 $80\%\sim 90\%$ 。喀斯特地貌极为发育,地势西北高、东南低。石山裸露面积达 $80\%\sim 90\%$ 以上,地被面积不足 20% ,土壤主要为石灰土和零星分布的硅质土(郑颖吾,1999)。

木论自然保护区内的洞块($25^{\circ}08'15''$ N, $107^{\circ}58'59''$ E,海拔 637 m)和洞再($25^{\circ}07'59''$ N, $107^{\circ}58'56''$ E,海拔 696 m)是单性木兰集中分布的2个区域,两地间相距约 500 m,均处于保护区的核心区域,距人居住地较远,几乎没有人为干扰。这两个地点的单性木兰主要集中生长在水分充足的山峰沟谷两侧阴坡的中下部,更高海拔及山脚均未发现单性木兰的分布,但是连接洞块和洞再之间的山腰却有零星分布。单性木兰种群所分布的群落郁闭度约 0.85 ,乔木层高达 20 m,单性木兰为乔木层的优势种,其他树种还有枫香(*Liquidambar formosana*)、山合欢(*Albizia kalkora*)、任豆(*Zenia insignis*)、伞花木(*Eurycorymbus cavaleriei*)和伊桐(*Itoa orientalis*)等。

2 研究方法

2.1 野外调查

调查于2010年6月进行,选择广西环江县木论自然保护区内的洞块和洞再2个单性木兰集中分布点及它们的连接区域作为调查对象,对地点内的全部单性木兰个体进行了调查,量度并记录各个体的高度、胸径、开花情况、相对位置及植被情况。各个

体的分布情况见图1。

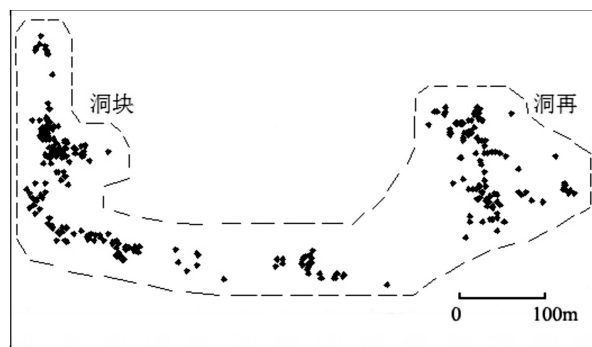


图1 取样种群单性木兰个体的分布位点图

Fig.1 Point diagram of individual distribution in the sample plot

2.2 大小级结构

单性木兰是国家一级保护的濒危植物,不允许砍伐样木或钻取年龄木芯,因此采用树木大小结构(径级)代替年龄结构的方法来分析种群的年龄结构及其动态(简敏菲等,2010)。具体的径级划分为Ⅰ级 $\text{DBH} < 2.5$ cm,Ⅱ级为 $2.5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 5.0$ cm,Ⅲ级为 $5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 7.5$ cm,以后每隔 2.5 cm为一径级。统计各径级的植株数。

2.3 生命表编制

研究的单性木兰种群为野生分布或近自然林,调查所得数据在生命表的编制中出现死亡率为负值的情况,不能满足编制生命表的前提条件,因此参照江洪(1992)在云杉种群生命表编制过程中采用的匀滑技术,以各大小级株数为基础,进行匀滑处理后,编制静态生命表并绘制存活曲线,具体方法见文献(吴承桢等,2000)。

3 结果与分析

3.1 种群大小级结构

所调查的单性木兰种群总的个体数为 350 ,其中 72 个植株于2010年开花, 37 株为雄株, 35 株为雌株,雄株与雌株的比例约 $1.06:1$ 。该单性木兰种群的结构见图2,从图2可以看出,Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ龄级幼苗幼树个体数量较多,随着径级的增加,个体数逐渐减少,单性木兰种群的径级结构呈非典型的金字塔型分布,说明种群处于稳定的状态。

3.2 种群静态生命表

根据种群全部个体的年龄数据编制的种群静态

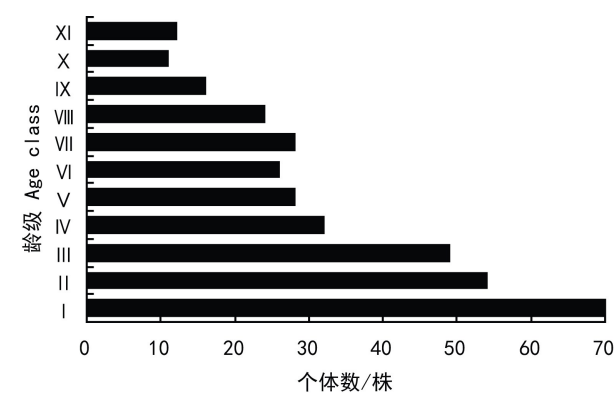


图 2 单性木兰种群径级结构

Fig.2 Size structure of *W. septentrionalis* population

生命表见表 1,以表中的 $\ln l_x$ 为纵坐标,龄级为横坐标绘制的存活曲线见图 3。从表 1 可看出,单性木兰种群有一定的幼苗和幼树个体,个体死亡率在 I、Ⅲ龄期相对较高,但分别只有 0.23 和 0.35,Ⅳ至Ⅶ龄期死亡率下降,Ⅸ龄期后死亡率逐渐增高,期望寿命值在 I~V 均较高;I~Ⅲ龄期幼苗和幼树个体受到一定的以光为主的环境因素的筛选,但这种筛选不是很强烈,较大比例的个体能生长到主林层,Ⅸ龄期后死亡率增高可能与生理衰老和竞争有关,进入主林层以后,随着树木树冠增大,对光照、养分竞争趋向激烈。

按 Deevey 的划分,存活曲线一般有 3 种基本类

表 1 木论单性木兰种群静态生命表

Table 1 Life table of *W. septentrionalis* population in Mulun

龄级 Age class	胸径 DBH	a_x	a_x^*	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	S_x	K_x	$\ln l_x$
I	0~2.5	70	70	1000.00	228.57	0.23	885.71	4528.57	4.53	0.77	0.113	3.00
II	2.5~5	54	54	771.43	71.43	0.09	735.71	3642.86	4.72	0.91	0.042	2.89
III	5~7.5	49	49	700.00	242.86	0.35	578.57	2907.14	4.15	0.65	0.185	2.85
IV	7.5~10	32	32	457.14	28.57	0.06	442.86	2328.57	5.09	0.94	0.028	2.66
V	10~12.5	28	30	428.57	42.86	0.10	407.14	1885.71	4.40	0.90	0.046	2.63
VI	12.5~15	26	27	385.71	42.86	0.11	364.29	1478.57	3.83	0.89	0.051	2.59
VII	15~17.5	28	24	342.86	42.86	0.13	321.43	1114.29	3.25	0.88	0.058	2.54
VIII	17.5~20	24	21	300.00	42.86	0.14	278.57	792.86	2.64	0.86	0.067	2.48
IX	20~22.5	16	18	257.14	42.86	0.17	235.71	514.29	2.00	0.83	0.079	2.41
X	22.5~25	11	15	214.29	42.86	0.20	192.86	278.57	1.30	0.80	0.097	2.33
XI	25 以上	12	12	171.43			85.71	85.71	0.50	0.00	2.234	2.23

X 为年龄级; a_x 为龄级开始的实际存活数; a_x^* :匀滑修正后的存活数; l_x 为 X 龄级开始时的标准化存活数; 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; L_x 为从 X 到 X+1 时的平均存活个数; T_x 为 X 龄级及以上各龄级的个体存活总数; e_x 为进入 X 龄级个体的平均期望寿命; S_x 是存活率; K_x 为种群消失率; $\ln l_x$ 为存活数标准化的对数。

X: Age class; a_x : Survival at interval; a_x^* : Smoothed survival at interval; l_x : Stand survival individuals in x age classes; d_x : Mortality individuals from x to x+1 classe; q_x : Mortality rate from x to x+1 classes; L_x : Survival individuals from x to x+1 classes; T_x : Total survival individuals from x age class to above x age class; e_x : Expected survival time in individuals of x class; S_x : Survival rate; K_x : Lose rate; $\ln l_x$: Logarithmic standard survival.

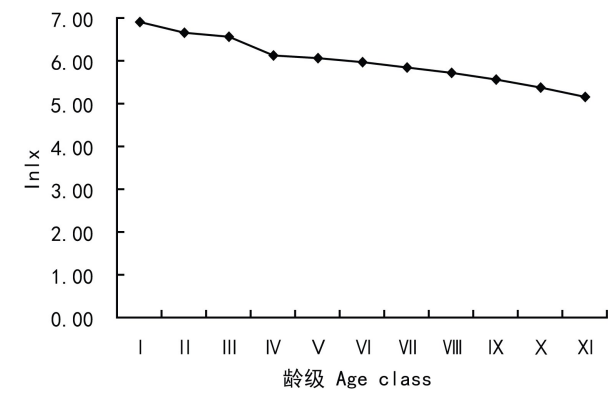


图 3 单性木兰种群的存活曲线

Fig.3 Survival curve of *W. septentrionalis* population

型。I型是凸曲线,该类型种群绝大多数能活到该物种的生理年龄,早期死亡率低,当活到一定生理年龄时,

短期内几乎全部死亡;II型是直线,也称对角线,该类型种群各年龄死亡率基本相同;III型是凹曲线,早期死亡率高,一旦活到某一年龄,死亡率就较低(王勤花等, 2011)。从表 1 和图 1 可看出,广西环江县木论自然保护区的单性木兰种群的存活曲线趋向于 Deevey-III型。

4 结论与讨论

所研究的单性木兰种群较大,总个体数达到了 350,种群龄级结构完整,各龄级的个体数呈逐渐下降的趋势。低龄级的幼苗幼树相对较多,但并不占绝对优势,这一种群结构特点与许多植物幼苗占绝对优势的情况不一致。潘春柳等(2008)的研究结果表明单性木兰种子具有休眠的特点,鼠类会对单性木兰种子长期取食,但即使是在无鼠类危害的情况

下,单性木兰种子的萌发率也很低,单性木兰天然更新由种子转化成幼苗这个阶段存在着严重的障碍。单性木兰的种群结构显示出了具有较为有限的低龄级个体数以及较低的幼苗的储备量。

单性木兰在 I、Ⅲ 两个低龄期死亡率高于其他龄级,但分别只为 0.23 和 0.35,各个龄级均具有较高的存活率,说明它们受到环境因素的筛选不是很强烈,较大比例的个体能生长到主林层,种群自然更新正常,种群处于稳定状态。本取样种群位于保护区的核心区,受人为干扰少,同时其环境适于单性木兰各级植株的生长,因此形成了更新正常、处于稳定状态的种群。说明木论国家级自然保护区的单性木兰群落及种群得到了很好的保护。

参考文献:

- 江洪. 1992. 云杉种群生态学[M]. 北京:中国林业出版社
汪松,解焱. 2004. 中国物种红色名录(Vol.1)[M]. 北京:高等教育出版社:326
郑颖吾. 1999. 木论喀斯特林区概论[M]. 北京:科学出版社:2—8
Dang HS(党海山), Zhang YJ(张燕君), Zhang KR(张克荣), et al. 2009. Population structure and its dynamics of *Abies fargesii* in Qinling Mountains(秦岭冷杉(*Abies fargesii*)种群结构与动态)[J]. *Chin J Ecol* (生态学杂志), **28**(8):1 456—1 461
Jian MF(简敏菲), Liu QJ(刘琪璟), Zhu D(朱笃). 2010. Age

- structure and distribution pattern of the dominant population in the evergreen broad-leaved forest in Jiulian Mountain in Jiangxi Province(江西九连山常绿阔叶林优势种群的年龄结构与分布格局)[J]. *Guihaia* (广西植物), **30**(3):348—354
Lin Q(林祁), Duan LD(段林东), Yuan Q(袁琼). 2005. Taxonomic notes on the genus *Kmeria* (Pierre) Dandy (Magnoliaceae) (单性木兰属(木兰科)植物的分类学订正)[J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), **23**(3):236—238
Ning SJ(宁世江), Zhao TL(赵天林), Tang RQ(唐润琴), et al. 1999. The characters of *Kmeria septentrionalis* community in Mulun, Huanjiang of Guangxi(木论林区单性木兰群落特征的初步研究)[J]. *Acta Phytocool Sin* (植物生态学报), **23**(增刊):194—204
Pan CL(潘春柳), Lai JY(赖家业), Li XD(黎向东), et al. 2008. Seed rain and natural regeneration of *Kmeria septentrionalis* in Mulun of Guangxi(单性木兰种子雨与天然更新的初步调查)[J]. *Chin J Ecol* (生态学杂志), **27**(12):2 235—2 239
Wu CZ(吴承桢), Hong W(洪伟), Xie JS(谢金寿). 2000. Life table analysis of *Tsuga longibracteata* population(珍稀濒危植物长苞铁杉种群生命表分析)[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **11**(3):333—336
Wang QH(王勤花), Ju TZ(巨天珍), Chang CH(常成虎), et al. 2011. Study on the structure of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* population in Xiaolongshan, Gansu(甘肃小陇山锐齿栎种群结构分析)[J]. *Guihaia* (广西植物), **26**(1):38—42
Xie ZQ(谢宗强), Chen WL(陈伟烈), Lu P(路鹏), et al. 1999. The demography and age structure of the endangered plant population of *Cathaya argyrophylla* (濒危植物银杉的种群统计与年龄结构)[J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **19**(4):523—528
Streitwolf-Engel R, Boller A, Wiemken IR, et al. 1997. Clonal growth traits two *Prunella* species and determined by co-occurring arbuscular mycorrhizal fungi from a calcareous grassland [J]. *Ecology*, **85**:181—191
Su ZM(苏宗明). 1998. The classified system of natural vegetation in Guangxi(广西天然植被类型分类系统)[J]. *Guihaia*《广西植物》, **18**(3):237—246
Wang L(王立), Jia WQ(贾文奇), Ma F(马放), et al. 2010. Perspective of mycorrhizal technology application for environmental remediation(菌根技术在环境修复领域中的应用及展望)[J]. *Ecol Environ Sci* (生态环境学报), **19**(2):487—493
Wang RY(王如岩), Yu SQ(于水强), Zhang JC(张金池), et al. 2011. Impact of mycorrhizal fungus on the growth and nutrient absorption of *Cupressus duclouxiana* Hichel seedlings under water stress(水分胁迫下菌根真菌对滇柏幼苗生长和养分吸收的影响)[J]. *Carsol Sin* (中国岩溶), **30**(3):313—319
Wang RY(王如岩), Yu SQ(于水强), Zhang JC(张金池), et al. 2012. Effects of mycorrhizal fungus inoculation on the root of *Cupressus duclouxiana* and *Catalpa bungei* seedlings under drought stress(干旱胁迫下接种菌根真菌对滇柏和楸树幼苗根系的影响)[J]. *J Nanjing For Univ* (南京林业大学学报), **36**(6):23—27
Wang SJ(王世杰), Li YB(李阳兵). 2007. Problems and development trends about researches on karst rocky desertification(喀斯特石漠化研究存在的问题与发展趋势)[J]. *Adv Earth Sci* (地球科学进展), **22**(6):573—582
Wei Y(魏源), Wang SJ(王世杰), Liu XM(刘秀明), et al. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi and their application in karst rocky desertification control(丛枝菌根真菌及在石漠化治理中的应用探讨)[J]. *Earth & Environ* (地球与环境), **40**(1):84—92
Wu CB(吴长榜), He YJ(何跃军). 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal inoculum on growth of *Cinnamomum camphora* seedlings(接种 AM 菌剂对樟树幼苗生长效应的影响)[J]. *Guizhou Agric Sci* (贵州农业科学), **39**(6):161—165
Wu QS, Xia RX, Zou YN. 2008. Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress[J]. *Eur J Soil Biol*, **44**:122—128
Wu QS, Xia RX. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions[J]. *J Plant Physiol*, **163**:417—425.
Wu QS(吴强盛), Xia XR(夏仁学), Hu LM(胡利明). 2004b. Effects of arbuscular mycorrhizal on growth and drought tolerance of Trifoliate (*Poncirus trifoliate*) under non-sterilized soil conditions(土壤未灭菌条件下丛枝菌根对枳实苗生长和抗旱性的影响)[J]. *J Fruit Sci* (果树学报), **21**(4):315—318
Wu QS(吴强盛), Xia XR(夏仁学). 2004a. The relation between vesicular-rbuscular mycorrhizae and water metabolism in plants (VA 菌根与植物水分代谢的关系)[J]. *Chin Agric Sci Bull* (中国农学通报), **20**(1):188—192
Zhao X(赵昕), Song RQ(宋瑞清), Yan XF(阎秀峰). 2009. Effects of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on growth and photosynthesis of *Camptotheca acuminata* seedlings(接种 AM 真菌对喜树幼苗生长及光合特性的影响)[J]. *Chin J Plant Ecol* (植物生态学报), **33**(4):783—790

(上接第 323 页 Continue from page 323)