

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.01.018

## 八月林自然保护区珙桐天然种群动态分析

刘燕<sup>1</sup>, 王延茹<sup>2\*</sup>, 侯广维<sup>3</sup>, 刘贤安<sup>2</sup>, 陈翠<sup>2</sup>, 肖喜元<sup>4</sup>, 王海群<sup>4</sup>

(1. 广元市昭化区昭化镇林业工作站, 四川 广元 628008; 2. 成都理工大学, 四川 成都 610059;  
3. 四川省林业干部学校, 四川 成都 610081; 4. 广元市昭化区林业和园林局, 四川 广元 628021)

**摘要:**在对八月林自然保护区全面调查的基础上,采用径级代替年龄方法和分段匀滑技术,分析其年龄结构特征,编制珙桐天然种群特定时间生命表,绘制存活曲线、死亡率曲线、消失率曲线,并运用时间序列预测种群数量动态变化。结果表明:珙桐种群年龄结构存在波动性,幼年和成年个体数量相对丰富,考虑受到外界环境干扰时 $V'_{pi} = 2.50\%$ ,种群的存活曲线趋于Deevey-III型;珙桐的死亡率曲线和消失率曲线变化趋势基本一致;时间序列预测显示珙桐种群具有一定的恢复潜能。

**关键词:**珙桐;种群结构;静态生命表;存活曲线;时间预测

中图分类号:S792.99 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2018)01-0087-04

## Analysis of Natural Population Dynamics of *Davidia involucrata* in Bayuelin Nature Reserve

LIU Yan<sup>1</sup> WANG Yan-ru<sup>2\*</sup> HOU Guang-wei<sup>3</sup> LIU Xian-an<sup>2</sup>  
CHEN Cui<sup>2</sup> XIAO Xi-yuan<sup>4</sup> WANG Hai-qun<sup>4</sup>

(1. Zhaohua Town Forestry Workstation, Guangyuan 628021, Sichuan, China;

2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;

3. Sichuan Forestry Cadre School, Chengdu 610081, Sichuan, China;

4. Zhaohua Forestry and Landscape Bureau of Guangyuan, Guangyuan 628021, Sichuan, China)

**Abstract:** Based on the comprehensive investigation in Bayuelin Nature Reserve, the age structure was analyzed and the specific time schedule of the natural population of *Davidia involucrata* was prepared by diameter class and the piecewise leveling technique instead of age range. The survival curve and the mortality curve were drawn together with the rate of disappearance curve. By the way of time series, the dynamic changes in the number of populations were predicted. Results showed that the age structure of *D. involucrata* population fluctuated, and the number of juvenile and adult individuals was relatively rich. Considering the disturbance of ambient environment,  $V'_{pi} = 2.50\%$ , the survival curve tended to Deevey-III type; The trend of death rate curve and disappearance rate curve were basically the same. The time series prediction showed that the population had some potential for recovery.

**Key words:** *Davidia involucrata*, Population structure, Static life table, Survival curve time sequence analysis

收稿日期:2017-08-28

基金项目:四川省第二次全国重点保护野生植物资源调查项目(80303-KZZ031)

作者简介:刘燕(1977-),女,助理工程师,主要从事植物生态和森林培育研究。

\*通讯作者:王延茹(1991-),女,硕士研究生,主要从事植物生态和森林生态学研究,E-mail:644144895@qq.com。

珙桐(*Davidia involucrata*)是我国特有的单型属珍稀濒危植物,为我国一级重点保护植物,第三纪古热带植物区系的孑遗种,主要分布于我国湖南、四川、云南、贵州和湖北等地区<sup>[1-2]</sup>。目前对珙桐的研究主要集中在组织培养<sup>[3]</sup>、繁育技术<sup>[4]</sup>、遗传多样性<sup>[5]</sup>、光合特性<sup>[6]</sup>等方面。四川省八月林自然保护区作为珙桐主要分布区之一,该保护区珙桐种群数量动态方面未见报道,因而对该保护区的珙桐天然种群结构和数量动态进行初步分析,为珙桐资源的保护管理提供科学依据。

## 1 研究区概况

八月林自然保护区(102°55'40"E ~ 103°04'30"E, 29°04'20"N ~ 29°13'50"N)位于乐山市金口河区共安彝族乡境内,以中山地貌为主,海拔1 200 m ~ 3 321 m。属中亚热带季风性湿润气候,年平均气温12.7℃,年降水量约1 500 mm。该保护区的珙桐主要分布在海拔1 500 m ~ 2 000 m,土壤为山地黄棕壤,主要林分为落叶阔叶混交林,乔木层主要组成物种为珙桐、八角枫(*Alangium chinense*)、水青树(*Tetracentron sinense*)等;灌木层常见种有柃木(*Eurya japonica*)、椴木(*Aralia chinensis*)、皱叶荚蒾(*Viburnum rhytidophyllum*)等;草本层常见种有楼梯草(*Elatostema involucratum*)、鳞毛蕨(*Dryopteris fuscipes*)等。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

设置了11个20 m × 20 m的样方,记录各样地的环境概况和样方内珙桐株数、胸径、树高、冠幅等指标;采用5 m × 5 m的相邻格子样方对灌木进行调查,记录其种名、高度、优势种及伴生种;采用1 m × 1 m的相邻格子小样方对草本记录其种名、高度、优势种及伴生种。

### 2.2 种群年龄结构

采用径级代替年龄的方法<sup>[7]</sup>,按径级划分龄级,即第1级0 ~ 5 cm为幼苗级,第2级5 cm ~ 10 cm为幼树级,之后每5 cm划为一个龄级。珙桐的动态特征采用陈晓德<sup>[8]</sup>的数学模型进行定量分析。

### 2.3 种群静态生命表编制

根据原始数据编制静态生命表,表中出现死亡

率为负的现象,Wratten等<sup>[9]</sup>认为在表中出现负值与数学假设不符,故采用江洪<sup>[10]</sup>的匀滑技术对原始数据进行处理之后编制珙桐静态生命表。

以生命表为基础,标准化存活数 $l_x$ ,死亡率 $q_x$ , $k_x$ 为纵坐标,龄级为横坐标绘制存活曲线、死亡率和消失率曲线。按Deevey<sup>[11]</sup>的划分,存活曲线有3种基本类型:I型凸曲线型,该型种群早期死亡率较低,存活到一定生理年龄时,短期内几乎全部死亡;II型直线型,该型种群各年龄的死亡率基本相同;III型凹曲线型,该型种群早期死亡率高,到某一年龄阶段后死亡率较低且趋于稳定。

## 2.4 种群数量动态分析

采用时间序列分析的一次移动平均法<sup>[12]</sup>,计算公式如下:

$$M_t^{(1)} = M_{t-1}^{(1)} + (X_t - X_{t-m})/m$$

式中: $M_t^{(1)}$ 是近期 $m$ 个观测值在 $t$ 时刻的平均值,为第 $m$ 周期的移动平均值。 $t$ 分别取种群经历2、4、6、8、10个龄级,预测未来种群个体数量的动态变化趋势。

## 3 结果与分析

### 3.1 种群龄级结构及动态分析

从图1可以看出,珙桐天然种群中各龄级的植株均有存在,但分布很不均匀,就各年龄级的个体数而言,第3龄级(胸径)的个体数量最多,占38.76%;其次是第2龄级,占33.97%;再次是第1、4、6龄级,分别占9.57%、7.18%、5.26%。总体上第1~2龄级(胸径0~10 cm)占有样本总量的43.54%;第3~8龄级(胸径10 cm~40 cm)占有样本总量的55.02%;第9~11龄级(胸径40 cm~55 cm)占有样本总量的1.44%,珙桐中龄个体数比重最大,幼龄个体数比重次之,老龄个体数比重最

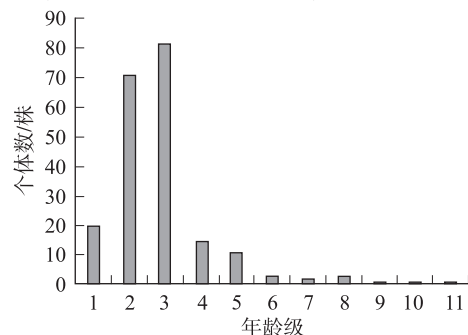


图1 八月林自然保护区珙桐种群年龄结构分布

小,种群变化过程具有波动性。

珙桐种群个体数量变化动态见表 1,结果显示: $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_7$  个体数量动态指数分别为  $-71.83\%$ 、 $-12.35\%$ 、 $-33.33\%$ ,说明该种群这 3 个龄级更新较差,呈衰退的结构动态关系; $V_9 = 0$ ,  $V_{10} = 0$ ,两相邻

龄级间为稳定的结构动态关系。在不考虑外界环境的干扰时,整个种群结构动态变化指数  $V_{pi} = 27.50\% > 0$ ;在考虑受到外界环境的干扰时  $V'_{pi} = 2.50\% > 0$ ,说明该自然保护区珙桐种群生长状况良好。

表 1 八月林自然保护区珙桐种群龄级结构的动态变化指数

项目	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$	$V_7$	$V_8$	$V_9$	$V_{10}$	$V_{pi}$	$V'_{pi}$
动态指数/%	-71.83	-12.35	81.48	26.67	72.73	33.33	-33.33	66.67	0.00	0.00	27.50	2.50

### 3.2 种群静态生命表

由表 2 可知,该种群表现为老龄个体数量较少,成年个体数量相对丰富。种群在 2、3 龄级出现了个体高峰。 $l_x$  随龄级的增加逐渐减小; $e_x$  随龄级变化

先减小后增加,种群在成年阶段表现出较高的寿命期望,其中第 6 龄级(胸径 20 cm ~ 25 cm)具有最高的寿命期望。

表 2 八月林自然保护区珙桐天然种群静态生命表

龄级	径级/cm	$a_x$	$a_x^*$	$l_x$	$\ln l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$k_x$
1	0 ~ 5	20	68	1000	6.908	206	0.206	897	2603	2.603	0.231
2	5 ~ 10	71	54	794	6.677	206	0.259	691	1706	2.148	0.300
3	10 ~ 15	81	40	588	6.377	206	0.350	485	1015	1.725	0.431
4	15 ~ 20	15	26	382	5.946	206	0.538	279	529	1.385	0.773
5	20 ~ 25	11	12	176	5.173	132	0.750	110	250	1.417	1.386
6	25 ~ 30	3	3	44	3.787	0	0.000	44	140	3.167	0.000
7	30 ~ 35	2	3	44	3.787	15	0.333	37	96	2.167	0.405
8	35 ~ 40	3	2	29	3.381	15	0.500	22	59	2.000	0.693
9	40 ~ 45	1	1	15	2.688	0	0.000	15	37	2.500	0.000
10	45 ~ 50	1	1	15	2.688	0	0.000	15	22	1.500	0.000
11	50 ~ 55	1	1	15	2.688	15	1.000	7	7	0.476	2.688

注: $a_x$  存活数; $l_x$  存活量; $d_x$  死亡量; $q_x$  死亡率; $L_x$  区间寿命; $T_x$  总寿命; $e_x$  期望寿命; $k_x$  消失率

### 3.3 种群存活曲线、死亡率和消失率曲线

由图 2 可知,该保护区珙桐的存活曲线总体上呈凹型,存活曲线趋于早期死亡率高的 Deevey - III 型。珙桐的死亡率曲线和消失率曲线呈波动变化

且变化趋势基本一致,种群在第 5、8 龄级出现死亡率和消失率高峰,说明处于该龄级的珙桐受环境选择影响较大,对生存空间及资源的争夺较为激烈。

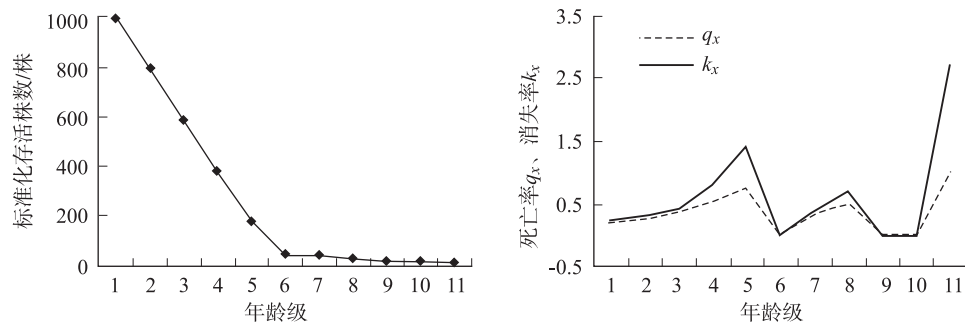


图 2 八月林自然保护区珙桐天然种群的存活曲线、死亡率和消失率曲线

### 3.4 种群动态变化的时间序列预测分析

由表 3 中可知,珙桐幼龄个体逐渐减少,大龄个体逐渐增加,峰值随时间的变化逐渐向后推移,呈现

衰退趋势。在经历 10 个龄级后,珙桐剩余 41 株,剩余率达 19.6%,充分说明珙桐种群现阶段处于稳定状态,具有一定的恢复潜能。

表3 八月林自然保护区珙桐天然种群动态变化的时间序列预测

龄级	$a_x$	$M_2^{(1)}$	$M_4^{(1)}$	$M_6^{(1)}$	$M_8^{(1)}$	$M_{10}^{(1)}$
1	20					
2	71	46				
3	81	76				
4	15	48	47			
5	11	13	45			
6	3	7	28	34		
7	2	3	8	31		
8	3	3	5	19	26	
9	1	2	2	6	6	
10	1	1	2	4	15	21
11	1	1	2	2	5	20

#### 4 结论与讨论

受全球气候变化影响,珙桐的分布范围逐渐减小,现主要分布在中国西南部复杂的亚热带山地地区<sup>[13]</sup>。八月林自然保护区正处于保护珙桐种群有利的区域,保护区内珙桐生长状况良好,具有较多数量幼树和成年树,老龄树较少,珙桐幼苗以大树根部萌条居多,保护区内珙桐天然种群中各龄级的植株均有存在,但分布很不均匀。珙桐种群个体数量变化动态表明1、2、7龄级更新较差,在不考虑外界环境的干扰时,整个种群结构动态变化指数 $V_{pi} = 27.50\% > 0$ ;在考虑受到外界环境的干扰时 $V'_{pi} = 2.50\% > 0$ ,说明八月林自然保护区珙桐种群生长状况良好。

生命表是了解种群数量动态的重要手段,根据生命表可以分析种群的存活率、死亡率、消失率等重要参数,反映种群从生到死的动态关系,并预测种群的生命趋势<sup>[14]</sup>。该保护区珙桐种群的存活曲线趋于Deevey-Ⅲ型,种群的死亡率曲线和消失率曲线变化趋势基本一致,在第5、8龄级出现死亡率和消失率高峰,此时珙桐受环境影响较大,对生存空间及资源的争夺较为激烈,因此需要加强对5、8龄级的管理。时间序列预测分析表明,珙桐种群目前处于稳定状态,具有一定的恢复潜能。

前人对珙桐种群动态方面做了大量研究<sup>[15~22]</sup>,其中四川卧龙、川北、滇东北昭通自然保护区、湖北星斗山自然保护区、甘肃文县、贵州梵净山自然保护区的珙桐种群结构为增长型,四川都江堰龙池、四川省绵竹白云山自然保护区、四川雅安荥经县龙苍沟、四川喇嘛河自然保护区、湖北五峰县后河自然保护区、湖北七姊妹山、湖南省永顺县自然保护区、湖南省八大公山自然保护区、湖南省壶瓶山自然保护区、贵州柏箐喀斯特台原地区、重庆市巫山县梨子坪的

珙桐种群结构为衰退型,八月林自然保护区的珙桐种群特征与北川、滇东北昭通自然保护区有相同特点,属于增长型种群。众多研究表明,自然更新困难是珙桐濒危的主要原因,因此,加强促进珙桐种子萌发和幼苗成活率的研究是珙桐种群更新和恢复的关键。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危植物 [M]. 上海: 上海教育出版社, 1987.
- [2] 傅立国. 中国植物红皮书: 稀有濒危植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [3] 罗世家. 珙桐组织培养研究 [J]. 林业科技, 2006, 31(4): 4~6.
- [4] 操国兴, 严娟, 罗畅. 珍稀濒危植物珙桐繁育系统的初步研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(4): 124~126.
- [5] 张玉梅, 徐刚标, 申响保, 等. 珙桐天然种群遗传多样性的 ISSR 标记分析 [J]. 林业科学, 2012, 48(8): 62~67.
- [6] 王宁宁, 胡增辉, 沈应柏. 珙桐苗木叶片光合特性对土壤干旱胁迫的响应 [J]. 西北植物学报, 西北植物学报, 2011, 31(1): 0101~0108.
- [7] Frost I, Rydin H. Spatial pattern and size distribution of the animal-dispersed *Quercus robur* in two spruce-dominated forests [J]. *Ecoscience*, 2000(7): 38~44.
- [8] 陈晓德. 植物种群与群落结构动态量化分析方法研究 [J]. 生态学报, 1998, 18(2): 214~217.
- [9] Wratten S D, Fry G L. Field and laboratory exercises in ecology [M]. London: Edward Arnold, UK, 1980.
- [10] 江洪. 云杉种群生态学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [11] Deevey E S. Life tables for natural populations of animals [J]. *The Quarterly Review of Biology*, 1947, 22(4): 283~314.
- [12] 张建亮, 崔国发, 黄祥童, 等. 国家一级保护植物长白松种群结构与动态预测 [J]. 北京林业大学学报, 2014, 36(3): 26~33.
- [13] 张清华, 郭泉水, 徐德应, 等. 气候变化对我国珍稀濒危树种——珙桐地理分布的影响研究 [J]. 林业科学, 2000, 36(2): 47~52.
- [14] 周纪伦, 郑师樟, 杨持. 植物种群生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [15] 张亚爽, 苏智先, 胡进耀. 四川卧龙自然保护区珙桐种群的空间分布格局 [J]. 云南植物研究, 2005, 27(4): 395~402.
- [16] 吴庆贵, 贺静, 曾艳, 等. 北川不同海拔珙桐种群年龄结构研究 [J]. 四川林业科技, 2013, 34(5): 25~28.
- [17] 罗柏青, 杜凡, 王娟, 等. 滇东北珙桐群落结构特征研究 [J]. 林业调查规划, 2009, 34(1): 15~20.
- [18] 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.
- [19] 吴明开, 沈志君, 刘海, 等. 梵净山自然保护区珙桐天然种群生命表与生存分析 [J]. 生态学杂志, 2012, 31(6): 1419~1424.
- [20] 张望, 操国兴, 刘光华, 等. 四川省喇叭河自然保护区珙桐种群结构与分布格局 [J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(4): 451~457.
- [21] 司继跃, 雷妮娅, 司培燕, 等. 珙桐 (*Davidia involucreta* Baill) 研究综述 [J]. 科学技术与工程, 2009, 9(13): 3713~3719.
- [22] 陈艳, 苏智先. 中国珍稀濒危孑遗植物珙桐种群的保护 [J]. 生态学报, 2011, 31(19): 5466~5474.