

大青沟自然保护区主要森林群落 优势种的种群结构与动态

刘贵峰, 程伟燕, 刘玉平, 张淑娟

(内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古通辽 028000)

摘要: 选择大青沟国家级自然保护区的水曲柳群落、蒙古栎群落和大果榆群落进行野外群落学调查, 采用空间代替时间的方法, 以种群径级结构代替年龄结构编制了优势种水曲柳种群、蒙古栎种群和大果榆种群的静态生命表, 绘制其存活曲线、死亡率曲线、消失率曲线和危险率函数曲线, 分析种群数量动态变化。结果表明: (1) 水曲柳和蒙古栎的存活曲线为 Deevey II 型, 表明其种群目前总体上正处于一种动态稳定状态; 大果榆的存活曲线为 Deevey III 型, 表明大果榆幼体死亡率高, 以后的死亡率低而稳定。(2) 水曲柳种群死亡高峰除了在第 I 龄级较高外, 基本呈随龄级增加死亡率增大的趋势; 蒙古栎种群的死亡高峰出现在幼年阶段和老年阶段; 大果榆种群有两个死亡高峰, 一个出现在第 I 龄级, 一个出现在第 VI 龄级。(3) 种群生存分析表明, 3 个种群的生存率单调下降, 累计死亡率单调上升, 水曲柳和蒙古栎种群危险率函数随着龄级的增加而不断增大, 大果榆种群具有前期锐减、中期稳定和后期衰退的特点。

关键词: 大青沟自然保护区; 群落类型; 种群结构; 种群动态

中图分类号: Q948.15⁺4

文献标志码: A

Population Structure and Dynamics of Dominant Species of Main Forest Community in Daqinggou Nature Reserves

LIU Guifeng, CHENG Weiyan, LIU Yuping, ZHANG Shujuan

(Agricultural College, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China)

Abstract: The community of *Fraxinus mandshurica*, *Quercus mongolica*, and *Ulmus macrocarpa* were investigated to reveal the quantitative dynamics of population. The static life tables were made, and the survival curve, mortality rate curve, killing power curve, and hazard rate function curve by using the age class structure represented by DBH class. The results showed that: (1) The survival curve of *F. mandshurica* and *Q. mongolica* population could be generally summarized as the type of Deevey II, suggesting stable population dynamics. The survival curve of *U. macrocarpa* population could be generally summarized as the type of Deevey III, indicating the high mortality rate of young trees, then the low mortality rate. (2) The mortality peaks of *F. mandshurica* was higher in the I age class, then increased with the age increasing. The mortality peaks of *Q. mongolica* mainly were in young and old-age. The mortality peaks of *U. macrocarpa* was higher in the I and VI age class. (3) The survival analysis showed that the three population mortality rate was increasing all along, while the survival rate was decreasing all the time. The hazard rate function curve was increasing with the growth of age class of *F. mandshurica* and *Q. mongolica*. The survival functional curve showed that the individual number of the population of *U. macrocarpa* decreased rapidly in early age

收稿日期: 2013-12-12; 修改稿收到日期: 2014-02-27

基金项目: 国家自然科学基金(31260108); 内蒙古自治区高等学校科研项目(NJZY11203)

作者简介: 刘贵峰(1975—), 女, 博士, 教授, 主要从事植物多样性研究。E-mail: liuguifeng1234 @126.com

period, was stable in middle age period, and declined in old age period.

Key words: Daqinggou Nature Reserves; community type; population structure; population dynamics

研究森林群落优势种群的结构与动态,对阐明森林生态系统的形成与维持、群落的稳定性与演替规律、种群的生态特征和更新具有极为重要的意义^[1],也是植物种群生态学研究的主要内容之一^[2-9]。编制种群生命表并进行种群生存分析,可以反映该种群不同年龄、个体间的存在状况,了解该物种在特定条件下存活与繁殖的可能性,可以重建种群过去的干扰历史^[10],还可以反映出该种群的发展趋势、种群与环境间的相互关系及其在群落中的作用与地位等^[11-13]。

大青沟自然保护区是国家级自然保护区,是中国乃至世界罕见的沙地沟壑植物生态系统,是科尔沁沙地中仅存的一块原始森林植物群落。这条小小沙沟里存在的一片茂密森林与周围浩瀚无垠的沙坨景观形成鲜明对照,沟内溪水常年不冻,生境条件非常特殊。大青沟森林植物群落是经过长期的环境变迁残留下来的森林生态系统类型,对于正确认识该地区的环境、植被及气候的演变过程有重要意义^[14]。本实验采用样地调查的方法,对大青沟自然保护区不同群落类型的乔木、灌木和草本植物进行了调查,以分析大青沟自然保护区不同群落类型内优势种的种群结构与动态。

1 研究区概况

大青沟自然保护区位于内蒙古自治区东部通辽市科尔沁左翼后旗甘旗卡西南 24 km 处,地理位置为 122°13'~122°15'E, 42°45'~42°48'N,总面积达 8 183 hm²。在保护区内分布有大、小青沟两大沟壑,大青沟长 20 km,沟深 40~50 m,沟宽平均 250 m,沟坡平均 36°。小青沟长 10 km,沟深 50~70 m,沟宽平均 200~300 m,坡度平均 28°。两沟内水流汇合后流入柳河,沟内水面宽 2~4 m,水深不超过 1 m。海拔高度沟上 225~253 m,沟下 173~200 m,为该区海拔最低的地方。沟外为一望无际,此起彼伏的沙丘,沙丘一般高度在 10 m 以下^[15]。

在对大青沟自然保护区进行全面踏查的基础上,选择不同的群落类型进行野外群落学调查。在大青沟自然保护区的沟底、沟中和沟顶,分别分布着水曲柳(*Fraxinus mandshurica* Rupr.)群落、蒙古栎(*Quercus mongolica* Fisch.)群落和大果榆(*Ulmus macrocarpa* Hance.)群落。在不同群落类型

内进行野外群落学调查,对优势种进行年龄结构分析、静态生命表的编制和存活曲线的绘制。

2 研究方法

2.1 调查方法

2012 年 6~9 月,在大青沟自然保护区的沟底、沟中和沟顶,不同群落类型内,选择 55 个 20 m×20 m 调查样地。每个 20 m×20 m 样地划分为 16 个 5 m×5 m 的小样方,在其中进行木本植物的调查,分别测量乔木坐标、胸径、树高、冠幅、枝下高,测量灌木高度、基径和冠幅。在每个 20 m×20 m 调查样地内,选择 8 个 1 m×1 m 小样方,进行草本植物的调查。在上述调查完成后还测定各样地的坡向、坡度、坡位、海拔高度等环境因子。

2.2 年龄结构分析方法

年龄结构是种群的重要特征,它可以提供种群过去及现在的更新状况^[16]。种群年龄结构的分析是探索种群动态的有效方法。许多学者在研究工作中用大小(径级)结构分析法替代年龄结构,效果好^[10,17-22]。根据样地调查所得胸径数据资料,结合各个优势种生活史特点,将水曲柳种群划分为 10 个径级,蒙古栎种群划分为 14 个径级,大果榆种群为 7 个径级。第 1 径级胸径为 0~4 cm,之后每级间隔 4 cm,即 4~8 cm 为第 2 径级,8~12 cm 为第 3 径级,以此类推。以径级代表龄级,即第 1 径级对应第 I 龄级,第 2 径级对应第 II 龄级,以此类推,统计各龄级株数,分别编制水曲柳种群、蒙古栎种群和大果榆种群的静态生命表。

2.3 静态生命表

2.3.1 静态生命表的编制 静态生命表一般包含如下内容: x 是单位时间年龄等级的中值; a_x :在 x 龄级内现有个体数; l_x :在 x 龄级开始时标准化存活个体数(一般转化为 1 000); d_x :从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期内标准化死亡数; q_x :从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期间死亡率; L_x :从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期间还存活的个体数; T_x :从 x 龄级到超过 x 龄级的个体总数; e_x :进入 x 龄级个体的生命期望寿命; K_x :消失率(损失度)。生命表中各项是相互关联的,可以通过实测值求得,其关系为:

$$l_x = a_x / a_0 \times 1\ 000$$

$$d_x = l_x - l_{x+1}$$

$$q_x = d_x / l_x \times 100\%$$

$$L_x = (l_x + l_{x+1}) / 2$$

$$T_x = \sum L_x$$

$$e_x = T_x / l_x$$

$$K_x = \ln l_x - \ln l_{x+1}$$

2.3.2 生命表数据的处理 静态生命表用同一时期收集的种群所有个体的径级编制而成,反映的是世代重叠种群的年龄动态历程中的瞬间状态,而不是对同生种群的全部生活史连续变化,在生命表中会出现死亡率为负的情况,不能满足编制生命表的前提条件。据此,本研究采用匀滑技术^[23-25]对数据进行处理,然后编制出优势种的静态生命表。

2.4 生存分析方法

为了更好地分析大青沟自然保护区水曲柳种群、蒙古栎种群和大果榆种群的结构形式,阐明其生存规律,本实验引入生存分析中的4个函数用于3个种群生命动态分析,即生存函数 $S(t)$ 、积累死亡率函数 $F(t)$ 、死亡密度函数 $f(t)$ 、危险率函数 $\lambda(t)$ ^[26-28]。在生命表这4个函数常用下列公式估算:

$$\hat{S}_i = \hat{p}_1 \hat{p}_2 \cdots \hat{p}_i (\hat{p}_i \text{ 为存活频度}) \quad \hat{F}_i = 1 - \hat{S}_i$$

$$\hat{f}_i(t_i) = \frac{\hat{S}_{i-1} - \hat{S}_i}{h_i} = \frac{\hat{S}_{i-1} \hat{q}_i}{h_i} (h_i \text{ 为区间长度, } \hat{q}_i \text{ 为}$$

死亡频率); $\hat{\lambda}_i(t_i) = \frac{2\hat{q}_i}{h_i(1 + \hat{q}_i)}$

3 结果与分析

3.1 种群的径级结构

年龄结构是种群的重要特征之一,种群年龄结构的分析是探索种群动态的有效方法。由于乔木种

群个体年龄难于确定,所以采用以立木胸径代替年龄对大青沟自然保护区水曲柳种群、蒙古栎种群和大果榆种群的年龄结构进行分析,结果如图1。从图1可以看出,蒙古栎和大果榆的年龄结构呈倒“J”型分布,说明其更新良好;而水曲柳在第I龄级数量最多,但在第II、III、IV龄级数量较少,说明由幼苗转化为幼树比例较低,死亡率较高。

3.2 生命表

根据静态生命表的编制方法和样地调查数据,编制3个种群的静态生命表(表1~3)。由表1~3可知3个种群个体的存活数都随着年龄的增加而降低,但其死亡的强度或速率并不一致。蒙古栎种群最长为14个龄级,水曲柳为10个龄级,大果榆最短为7个龄级。

3.3 存活曲线

存活曲线能够反映种群个体在各年龄级的存活状况,依据存活个体数即可推算特定龄级的死亡率。Deevey把存活曲线分成3种类型,I型(又称A型)存活曲线呈凸型,表示种群的大多数个体均能实现其平均的生理寿命,在达到平均寿命时,几乎同时死亡;II型(又称B型)存活曲线呈对角线型,表示各龄级具有相同的死亡率;III型(又称C型)存活曲线呈凹型,表示幼体死亡率高,以后的死亡率低而稳定^[29]。本研究以径级为横坐标,以存活数量的自然对数为纵坐标,绘得水曲柳种群、蒙古栎种群和大果榆种群的存活曲线图(图2,A)。选用2种数学模型对Deevey II型和Deevey III型进行检验,即用指数方程 $Y = ae^{bx}$ 用以描述Deevey II型存活曲线,幂函数 $Y = ax^b$ 用以描述Deevey III型存活曲线,运用

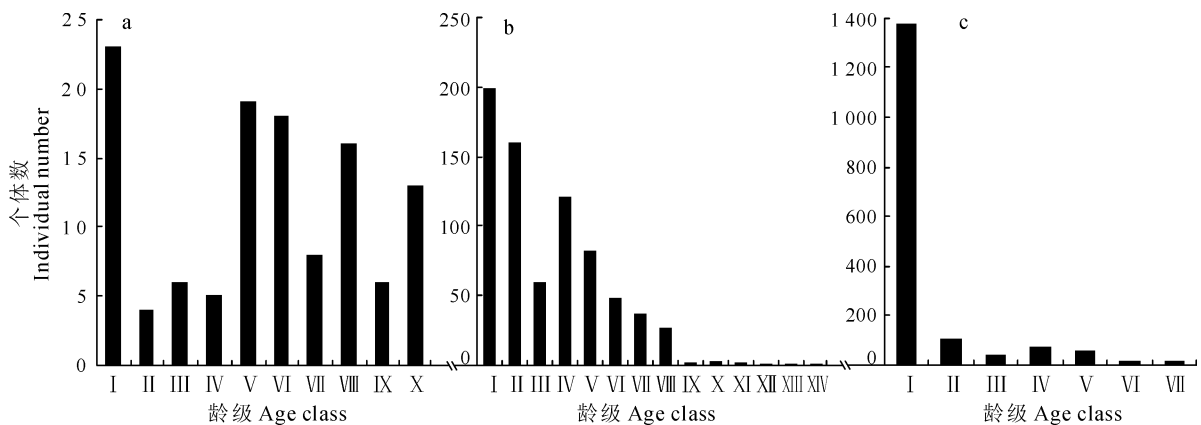


图1 水曲柳(a)、蒙古栎(b)和大果榆(c)种群年龄结构

以径级代替龄级,各群落龄级与径级详见表1~3

Fig. 1 Age structure of *F. mandshurica*(a), *Q. mongolica*(b), and *U. macrocarpa*(c) population

With DBH class replace age class, the details of each diameter and age class for different populations see Table 1~3

表 1 水曲柳种群的静态生命表
Table 1 Static life table of *F. mandshurica* population

龄级 Age class	径级 DBH class	组中值 Mean value	存活数 Survival number	a_x	l_x	$\ln l_x$	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	K_x	生存率 $S(t)$	死亡率 $F(t)$	死亡密度 $f(t)$	危险率 $\lambda(t)$
I	0~4	2	23	23	1 000	6.908	217	0.217	891	4 413	4.413	0.245	0.783	0.217	0.054	0.061
II	4~8	4	4	18	783	6.663	87	0.111	739	3 522	4.500	0.118	0.696	0.304	0.022	0.029
III	8~12	6	6	16	696	6.545	87	0.125	652	2 783	4.000	0.134	0.609	0.391	0.022	0.033
IV	12~16	8	5	14	609	6.411	87	0.143	565	2 130	3.500	0.154	0.522	0.478	0.022	0.038
V	16~20	10	19	12	522	6.257	87	0.167	478	1 565	3.000	0.182	0.435	0.565	0.022	0.045
VI	20~24	12	18	10	435	6.075	87	0.200	391	1 087	2.500	0.223	0.348	0.652	0.022	0.056
VII	24~28	14	8	8	348	5.852	87	0.250	304	696	2.000	0.288	0.261	0.739	0.022	0.071
VIII	28~32	16	16	6	261	5.564	87	0.333	217	391	1.500	0.405	0.174	0.826	0.022	0.100
IX	32~36	18	6	4	174	5.159	87	0.500	130	174	1.000	0.693	0.087	0.913	0.022	0.167
X	36~40	20	13	2	87	4.465	—	—	43	43	0.500	4.465	0.000	1.000	0.022	0.500

表 3 大果榆种群的静态生命表
Table 3 Static life table of *U. macrocarpa* population

龄级 Age class	径级 DBH class	组中值 Mean value	存活数 Survival number	a_x	l_x	$\ln l_x$	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	K_x	生存率 $S(t)$	死亡率 $F(t)$	死亡密度 $f(t)$	危险率 $\lambda(t)$
I	0~4	2	1373	1373	1000	6.908	921	0.921	539	724	0.724	2.543	0.079	0.921	0.230	0.427
II	4~8	6	108	108	79	4.365	32	0.407	63	185	2.352	0.523	0.047	0.953	0.008	0.128
III	8~12	10	38	64	47	3.842	9	0.188	42	122	2.625	0.208	0.038	0.962	0.002	0.052
IV	12~16	14	74	52	38	3.634	9	0.231	34	80	2.115	0.262	0.029	0.971	0.002	0.065
V	16~20	18	56	40	29	3.372	9	0.300	25	47	1.600	0.357	0.020	0.980	0.002	0.088
VI	20~24	22	20	28	20	3.015	9	0.429	16	22	1.071	0.560	0.012	0.988	0.002	0.136
VII	24~28	26	13	16	12	2.456	—	—	6	6	0.500	2.456	0.000	1.000	0.003	0.500

表 2 蒙古栎种群的静态生命表
Table 2 Static life table of *Q. mongolica* population

龄级 Age class	径级 DBH class	组中值 Mean value	存活数 Survival number	a_x	L_x	$\ln L_x$	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	K_x	生存率 $S(t)$	死亡率 $F(t)$	死亡密度 $f(t)$	危险率 $\lambda(t)$
I	0~4	2	199	199	1 000	6.908	196	0.196	902	3 475	3.475	0.218	0.804	0.196	0.049	0.054
II	4~8	6	160	160	804	6.690	367	0.456	621	2 573	3.200	0.609	0.437	0.563	0.092	0.148
III	8~12	10	59	87	437	6.080	50	0.115	412	1 952	4.466	0.122	0.387	0.613	0.013	0.030
IV	12~16	14	120	77	387	5.958	50	0.130	362	1 540	3.981	0.139	0.337	0.663	0.013	0.035
V	16~20	18	82	67	337	5.819	50	0.149	312	1 178	3.500	0.162	0.286	0.714	0.013	0.040
VI	20~24	22	48	57	286	5.658	50	0.175	261	867	3.026	0.193	0.236	0.764	0.013	0.048
VII	24~28	26	37	47	236	5.465	50	0.213	211	606	2.564	0.239	0.186	0.814	0.013	0.060
VIII	28~32	30	27	37	186	5.225	50	0.270	161	394	2.122	0.315	0.136	0.864	0.013	0.078
IX	32~36	34	3	27	136	4.910	50	0.370	111	234	1.722	0.463	0.085	0.915	0.013	0.114
X	36~40	38	4	17	85	4.448	50	0.588	60	123	1.441	0.887	0.035	0.965	0.013	0.208
XI	40~44	42	2	7	35	3.560	10	0.286	30	63	1.786	0.336	0.025	0.975	0.003	0.083
XII	44~48	46	1	5	25	3.224	10	0.400	20	33	1.300	0.511	0.015	0.985	0.003	0.125
XIII	48~52	50	1	3	15	2.713	10	0.667	10	13	0.833	1.099	0.005	0.995	0.003	0.250
XIV	>52	58	1	1	5	1.614	—	—	3	3	0.500	1.614	0.000	0.000	0.001	0.500

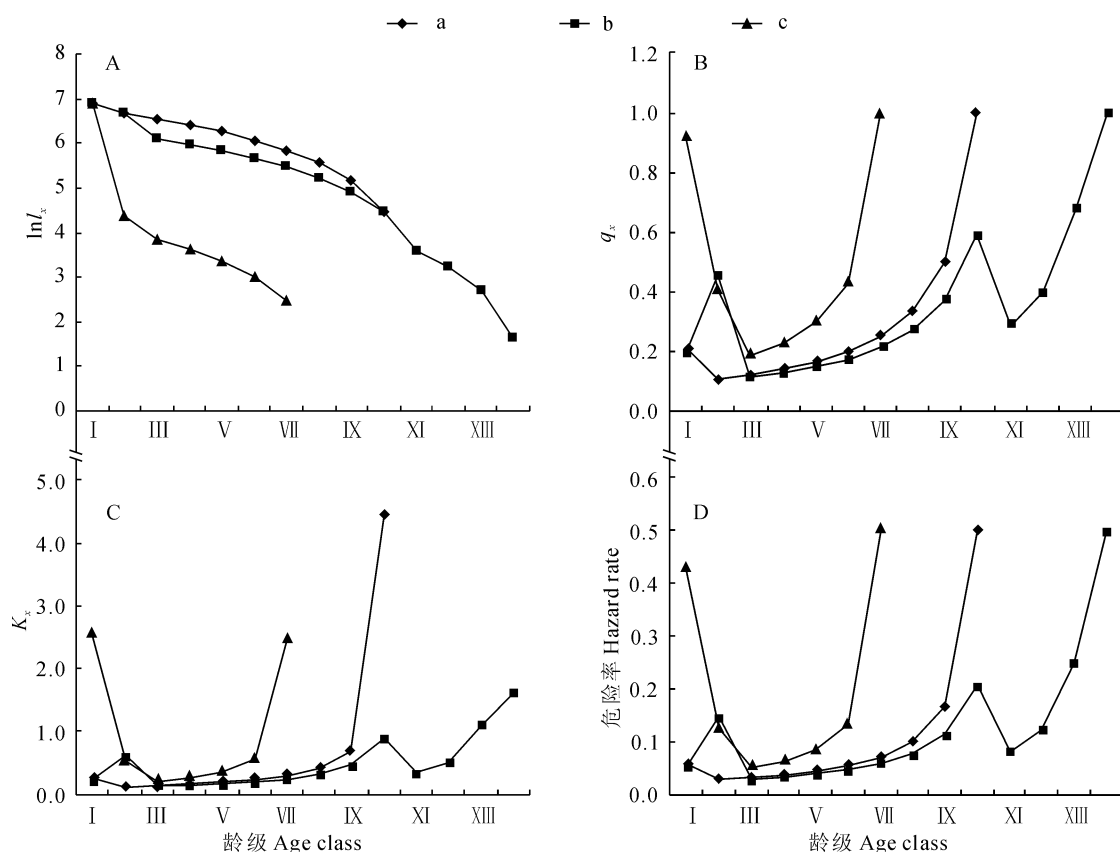


图2 水曲柳(a)、蒙古栎(b)和大果榆(c)种群的存活曲线(A)、死亡率曲线(B)、消失率曲线(C)和危险率函数曲线(D)

Fig. 2 Survival curve(A), mortality rate curve(B), K_x value curve(C), and hazard rate function curve(D) of

F. mandshurica (a), *Q. mongolica* (b), and *U. macrocarpa* (c) population

SPSS 统计软件进行拟合建立相应模型,采用指数模型的 F 检验及相关指数 R 值检验,结果表明水曲柳、蒙古栎的存活曲线为 Deevey II 型,即其种群目前总体上正处于一种动态稳定状态。大果榆的存活曲线为 Deevey III 型,即大果榆幼体死亡率高,以后的死亡率低而稳定。

3.4 死亡率和消失率曲线

以死亡率(q_x)和消失率(K_x)为纵坐标,以龄级为横坐标,绘得种群的死亡率曲线和消失率曲线(图2,B、C)。从图中可以看出,死亡率与消失率曲线变化趋势基本一致。水曲柳种群的高峰在第IX、VIII、VII和I龄级;蒙古栎种群的高峰在第XIII、X和II龄级;大果榆种群的高峰出现在第I和VI龄级。在大青沟自然保护区,水曲柳分布在沟底,其幼苗幼树较少,而中树和大树较多,使得其死亡率除了在第I龄级较高外,基本呈现随着龄级增加死亡率增大的趋势。表明该种群幼苗幼树缺乏,种群要保证持续发展需要补充相应的幼苗幼树,否则,种群将走向衰退;蒙古栎种群的死亡高峰出现在幼树阶段和老年阶段。在大青沟自然保护区,蒙古栎种群生长周期最长;大

果榆种群的死亡高峰出现在幼年阶段和老年阶段。在大青沟自然保护区,虽然大果榆生长状况一般,但林下幼苗很多,更新状况较好。

3.5 生存分析和危险率函数曲线

3个种群4个生存函数估算值见表1~3。从表1~3中可以看出,种群死亡率与危险率动态趋势基本一致。积累死亡率单调增加,生存率单调下降。其增加或下降的幅度是前期高于后期,说明幼龄种群死亡率较高。生命期望的极大值与死亡密度的极小值相对应。4个函数估计值说明3个种群的生存率单调下降,累计死亡率单调上升,水曲柳和蒙古栎种群危险率函数随着龄级的增加而不断增大,大果榆种群具有前期锐减、中期稳定和后期衰退的特点。

4 讨论

种群的年龄结构、生命表、存活曲线、死亡率曲线是种群生物学特性与环境因素共同作用的结果^[30]。种群的存活曲线有 Deevey I、Deevey II 和 Deevey III 3 种类型,所绘制的存活曲线到底属于那种类型,大多凭存活率对比确定,缺乏科学的检验方

法。本文采用 Hett 和 Loucks 的检验估算方法,即指数方程式 $Y = ae^{bx}$ 用于描述 Deevey II 型曲线,幂函数式 $Y = ax^b$ 描述 Deevey III 型曲线,并进行 F 检验和相关性检验,有一定的可取之处。存活曲线分析表明,水曲柳、蒙古栎的存活曲线为 Deevey II 型,即其种群目前总体上正处于一种动态稳定状态。大果榆的存活曲线为 Deevey III 型,即大果榆幼体死亡率高,以后的死亡率低而稳定。在大青沟自然保护区,蒙古栎种群年龄结构为 14 个龄级,为最稳定的种群。大果榆种群虽然年龄结构最短,为 7 个龄级,但更新幼苗极为丰富。而水曲柳种群由于幼苗幼树较少,大树较多,更新困难,需要对其分布生境进行保护。

前人应用生存分析理论研究了秃山白树 (*Si-*

nowilsonia henryi var. *glabrescens*)、珙桐 (*Davidia involucrata*) 等珍稀种群的结构与动态变化,表明其在种群生命表分析中有着很高的实际应用价值,在说明种群结构与动态变化上显得更合理、直观具体^[13,28]。应用生存函数对水曲柳、蒙古栎和大果榆种群分析表明,危险率曲线呈波浪状,变动幅度较大,生存率函数与存活曲线的变化形式基本一致。生存率及积累死亡率曲线则反映了种群在特定径级上的生存及死亡率。死亡密度函数曲线较好地说明了生命期望曲线的起伏,两者呈互补形式,生命期望曲线的凸点往往与死亡密度曲线的凹点相对应。4 个函数的应用说明生存分析理论在生态学中具有广泛应用前景。

参考文献:

- [1] WANG W(王 巍), LIU C R(刘灿然), MA K P(马克平), *et al.* Population structure and dynamics of *Quercus liaotungensis* in two broad-leaved deciduous forests in Dongling Mountain, Northern China[J]. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), 1999, **41**(4): 425—432(in Chinese).
- [2] HYTTBORN H, PACKHAM J, VERWIJST T. Tree population dynamics, stand structure and species composition in the montane virgin forest of Vallibacken, Northern Sweden[J]. *Plant Ecology*, 1987, **72**: 3—19.
- [3] ANDRZEJCZYK T, BRZEIECKI B. The structure and dynamics of old-growth *Pinus sylvestris* (L.) stands in the Wigry National Park, North-Eastern Poland[J]. *Plant Ecology*, 1995, **117**: 81—94.
- [4] ARISTA M. The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in Southern Spain[J]. *Forest Ecology and Management*, 1995, **74**: 81—89.
- [5] BERGERON Y. Species and stand dynamics in the mixed woods of Quebec's southern boreal forest[J]. *Ecology*, 2000, **81**: 1 500—1 516.
- [6] MUOGHALU J I. Tree species population dynamics in a secondary forest at Ile-Ife, Nigeria after a ground fire[J]. *African Journal of Ecology*, 2006, **45**: 62—71.
- [7] GERHARDT K, TODD C. Natural regeneration and population dynamics of the tree *Afzelia quanzensis* in woodlands in Southern Africa [J]. *African Journal of Ecology*, 2009, **47**: 583—591.
- [8] COLES J J, DECKER K L, NAUMANN T S. Ecology and population dynamics of *Sclerocactus mesae-verdae* (Boissev. & C. Davidson) L. D. Benson[J]. *Western North American Naturalist*, 2012, **72**: 311—322.
- [9] KATO J, HAYASHI I. Quantitative analysis of a stand of *Pinus densiflora* undergoing succession to *Quercus mongolica* ssp. *crispula*: 1. A 31-year record of growth and population dynamics of the canopy trees[J]. *Ecological Research*, 2006, **21**: 503—509.
- [10] LORIMER C G. Age structure and disturbance history of a southern Appalachian virgin forest[J]. *Ecology*, 1980, **61**: 1 169—1 184.
- [11] DIAZ S, MERCADO C, ALVAREZ-CARDENAS S. Structure and population dynamics of *Pinus lagunae* M. -F. Passini[J]. *Forest Ecology and Management*, 2000, **134**: 249—256.
- [12] WU CH ZH(吴承祯), HONG W(洪 伟), XIE J SH(谢金寿), *et al.* Life table analysis of *Tsuga longibracteata* population [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2000, **11**(3): 333—336(in Chinese).
- [13] LI H(李 豪), ZHANG Q D(张钦弟), MIAO Y M(苗艳明), *et al.* Life table of natural *Sinowilsonia henryi* var. *glabrescens* population in Lishan Nature Reserve, Shanxi Province[J]. *Chinese Journal of Ecology* (生态学杂志), 2013, **32**(1): 52—58(in Chinese).
- [14] ZHAO X Y(赵学勇), CHANG X L(常学礼). Research on the changes of land use and cover in Daqingou National Nature Reserve[J]. *Journal of Desert Research* (中国沙漠), 1999, **19**(1): 133—134(in Chinese).
- [15] ZHENG Y R(郑元润). Species diversity of Daqinggou forest plant community[J]. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), 1998, **6**(3): 191—196(in Chinese).
- [16] AGREN J, ZACKRISSON O. Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in Central and Northern Sweden[J]. *The Journal of Ecology*, 1990, **78**: 1 049—1 062.

- [17] KNOWLES P, GRANT M C. Age and size structure analyses of engelmann spruce, ponderosa pine, lodgepole pine, and limber pine in Colorado[J]. *Ecology*, 1983, 64: 1—9.
- [18] PARKER A J, PEET R K. Size and age structure of conifers forests[J]. *Ecology*, 1984, 65: 1 685—1 689.
- [19] REBERTUS A J, VEBLEN T T. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina[J]. *Journal of Vegetation Science*, 1993, 4: 641—654.
- [20] HARPER J L. Population biology of plants[M]. New York: Academic Press, 1997: 599—643.
- [21] JOHNSON J B. Stand structure and vegetation dynamics of a subalpine wooded fen in Rocky Mountain National Park, Colorado[J]. *Journal of Vegetation Science*, 1997, 8: 337—342.
- [22] YAN SH J(闫淑君), HONG W(洪 伟), WU CH ZH(吴承祯), *et al.* Life process and spectral analysis of *Castanopsis fargesii* population[J]. *Chinese Journal of Applied Environmental Biology*(应用与环境生物学报), 2002, 8(4): 351—355(in Chinese).
- [23] 江 洪. 云杉种群生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 8—26.
- [24] LIU H Y(刘海洋), JIN X L(金晓玲), SHEN SH Y(沈守云), *et al.* Population quantitative characteristics and dynamics of rare and endangered plant *Davidia involucrata* in Hunan Province[J]. *Acta Ecologica Sinica*(生态学报), 2012, 32(24): 7 738—7 746(in Chinese).
- [25] WANG Y L(王玮玲), ZHANG Q D(张钦弟), HAO X J(郝晓杰), *et al.* Structure and spatial distribution of *Acer ginnala* population in Qiliyu, Shanxi[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* (西北植物学报), 2012, 32(5): 1 027—1 035(in Chinese).
- [26] YAN G Q(闫桂琴), ZHAO G F(赵桂仿), HU ZH H(胡正海), *et al.* Population structure and dynamics of *Larix chinensis* in Qinling Mountain[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*(应用生态学报), 2001, 12(6): 824—828(in Chinese).
- [27] LI X Y(李性苑), LI X G(李旭光), LI D P(李东平). Research of the population ecology of *Taiwania flousiana* Gaussen in Leigong Mountain Guizhou[J]. *Journal of Southwest Agricultural University*(西南农业大学学报), 2005, 27(3): 334—338(in Chinese).
- [28] WU M K(吴明开), SHEN ZH J(沈志君), LIU H(刘 海), *et al.* Life table and survival analysis of natural *Davidia involucrata* population in Fanjing Mountain Nature Reserve, Guizhou Province of Southwest China[J]. *Chinese Journal of Ecology*(生态学杂志), 2012, 31(6): 1 419—1 424(in Chinese).
- [29] DEEVEY E S. Life tables for natural populations of animals[J]. *The Quarterly Review of Biology*, 1947, 22: 283—314.
- [30] XIE Z Q(谢宗强), CHEN W L(陈伟烈), LU P(路 鹏), *et al.* The demography and age structure of the endangered plant population of *Cathaya argyrophylla*[J]. *Acta Ecologica Sinica*(生态学报), 1999, 19(4): 523—528(in Chinese).

Introduction of the Plant Front Cover: *Cardamine scaposa* Franch.

Cardamine scaposa Franch. belongs to the family Brassicaceae. Herbs perennial, 4~18 cm tall, scape, glabrous throughout. Rhizomes slender, with slender stolons. Stems leafless, erect, simple. Rhizomal leaves simple; petiole 1~12 cm; leaf blade reniform or suborbicular, 0.3~2.0×0.5~3.0 cm, base cordate, margin repand-crenate or entire. Cauline leaves absent. Racemes terminal, 2~10-flowered. Fruiting pedicels erect or erect-ascending, 1~4 cm, proximal longest. Sepals ovate or oblong, 3~4×1.5~2.2 mm, margin membranous lateral pair subsaccate. Petals white, broadly obovate, 8~13×5~7 mm, cuneate into a clawlike base to 2 mm, apex rounded or subemarginate. Median filament pairs 4.5~8.0 mm, slightly dilated at base; lateral pair 2.5~4.5 mm; anthers narrowly oblong, 1.5~1.8 mm. Ovules 8~14 per ovary. Fruit linear, 2.0~3.5 cm×1.2~1.7 mm; valves glabrous, smooth; style 3.0~7.5 mm. Seeds brown, oblong, 2~3×1.0~1.5 mm, wingless. Fl. Apr-Jun, fr. Jun-Jul.

C. scaposa is used medicinally and endemic to China. They growing on shrubby slopes and moist areas at altitude between 1 400~2 900 m in Hebei, Inner Mongolia, Shaanxi, Shanxi, Sichuan.

(Photographed and introduced by ZHU Renbin)