

西藏高原砂生槐种群生活史特征

李海东^{1,2}, 沈渭寿², 余光辉¹, 孙明², 林乃峰²

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 环境保护部 南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要: 采用相邻格子法, 以西藏山南地区雅鲁藏布江中游河谷砂生槐种群为研究对象, 分别半固定沙地和固定沙地设立 20 m×30 m 的样方, 研究了不同生境条件下砂生槐种群径级结构、静态生命表、存活曲线等生活史特征的异同及其影响因素。结果表明, 西藏高原砂生槐在半固定沙地和固定沙地 2 种生境中的种群径级结构均呈现基部宽, 顶部窄, 随径级增大个体植株数减少的趋势。半固定沙地砂生槐种群是增长型种群, 固定沙地砂生槐种群结构偏向成熟型。砂生槐种群在幼苗阶段死亡率较高, 进入中龄期后死亡率有所降低。半固定沙地和固定沙地的砂生槐种群均呈 Deevey II 型(直线型)分布。

关键词: 西藏砂生槐; 种群结构; 静态生命表; 存活曲线

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)03-0036-04

中图分类号: Q948.113

Life History Characteristics of *Sophora Moorcroftiana* in Tibet

LI Hai-dong^{1,2}, SHEN Wei-shou¹, SHE Guang-hui¹, SUN Ming², LIN Nai-feng²

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037, China

2. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract: This paper studied *Sophora moorcroftiana* population by establishing two plots(20 m×30 m) on semi-fixed and fixed sandy lands in the middle reaches of the Yarlung Zangbo river. The height and diameter at basic height(DBH) of each individual tree in each community were measured, and life history was characterized using DBH class structure, static life table, survival curves. The results showed that the DBH class structures of *Sophora moorcroftiana* on the semi-fixed sandy land and fixed sandy land were similar, being broad at the base and narrow at the top with the individual numbers reduced as the DBH class increases. *Sophora moorcroftiana* population structure belonged to the growing type on the semi-fixed sandy land and approached mature type on the fixed sandy land. The seedlings of *Sophora moorcroftiana* had high mortality rate, while the adult trees had lower mortality rate, with the survivorship curve following the Deevey Type II.

Keywords: *Sophora moorcroftiana* population in Tibet; DBH class structure; static life table; survival curve

砂生槐(*Sophora moorcroftiana*)为西藏特有植物种, 防风固沙性能优良, 是高寒河谷流沙治理的首选乡土植物种。又名西藏狼牙刺、金雀花、刺柴, 豆科槐, 属多年生矮灌木, 有种子繁殖和无性繁殖(萌蘖繁殖)2种方式, 但以无性繁殖为主, 具有极强的抗旱、耐瘠薄、耐寒等生态适应性^[1], 地上植株多呈丛状生长, 以单体丛生组合成群体簇生。主要分布在西藏“一江两河”高寒河谷宽谷段及其支流的山坡和河漫滩砂质地、沙地及冲洪积扇上, 生长于海拔 2 800~4 400 m。常与白草(*Pennisetum centrasiticum*)、固沙草(*Orinus thoroldii*)、三刺草(*Aristida trisetata*)、笔直黄耆(*Astragalus strictus*)、臭蚤草(*Pulicaria insignis*)等形

成大片群落^[2]。近年来, 砂生槐受到了研究者的广泛关注, 主要集中在对砂生槐的种子生物学特性及药用价值^[3-8]、沙生适应性和防风固沙特性^[9-14]等方面。这些研究对于西藏砂生槐生物资源的开发利用, 以及充分认识砂生槐的生态学特性等具有重要意义。

然而, 由于西藏高原的特殊性, 对深入研究砂生槐种群年龄结构及生活史特征的文章尚未见报道。种群年龄结构反映了种群内不同年龄个体数量的组成情况和种群数量动态及其发展趋势, 并在很大程度上体现了种群与环境之间的相互关系以及种群在群落中的作用和地位。生命表和存活曲线是研究种群数量动态变化的重要工具。本文通过对西藏山南地

收稿日期: 2010-09-09

修回日期: 2010-10-29

资助项目: 国家环保公益性行业科研专项“高寒河谷流沙治理技术试验研究”(200809010)

作者简介: 李海东(1984—), 男(汉族), 博士生, 主要从事生态保护与荒漠化防治、遥感技术应用研究。E-mail: hldi2009@yahoo.com.cn.

通信作者: 余光辉(1953—), 男(汉族), 教授, 博士生导师, 研究方向森林资源管理。E-mail: ghsh@njfu.edu.cn.

区雅江中游河谷的半固定沙地和固定沙地上砂生槐种群的径级结构、静态生命表、存活曲线等方面的分析,研究了西藏高原砂生槐种群生活史特征及其影响因素,以期为西藏高寒河谷风沙化土地植被恢复重建提供依据。

1 研究区概况

研究地设在西藏山南地区雅鲁藏布江(简称雅江)中游贡嘎县境内,与拉萨贡嘎机场隔江相对,平均海拔3 600 m,属高原温带季风半干旱气候区,冬春干旱多风,夏季温暖湿润,雨热同季。年平均降水量为300~450 mm,90%以上集中在6—9月份,且具暴雨性质,水土流失较为严重^[15]。热量水平不高,年平均气温6.3~8.7℃,最暖的6—7月份平均气温14.5~16.6℃,最冷的1月份平均气温-0.8~4.7℃。每年10月至翌年4月有冻土出现,除1月和12月外,均为日融冻土。生长季平均气温仅及喜凉作物适宜生长温度的下限。气温日较差大,年较差小,光温配合好,冬季温度水平较同一气候带的我国华北北部和东北地区高,冬小麦、冬青稞等作物有较好的越冬条件。蒸发量为2 688.5 mm,几乎是降水量的7倍,干旱季长达7—8个月,且大风盛行。

河谷地区土壤为新积土和风沙土,成土时间短,质地粗,结构和保水保肥能力差,土壤瘠薄。风沙危害严重,大片裸露河沙被大风吹扬,流沙堆积迅速形成垄状或新月形沙丘、沙链,山坡上积沙分布相对高可达100 m上下,在背坡窝风处最高可达300~500 m。风沙导致农田、牧场迅速沙化,沿江两岸形成大片的不毛之地。无天然林分布,常见灌丛和草本主要有砂生槐、藏沙蒿(*Artemisia wellbyi*)、毛瓣棘豆(*Oxytropis serioopetala*)、藏白蒿(*Artemisia young-husbandii*)、固沙草、三角草等。

2 研究方法

2.1 样地调查

根据砂生槐种群生长实际和研究目的,结合相关文献研究成果^[16-17],确定调查样方大小为20 m×30 m。于2009年7—8月,通过对研究区的全面踏查,采用相邻格子法在半固定沙地和固定沙地分别设立2块典型样地,砂生槐均是样地植物群落的单优势建群种。以5 m×5 m的小样方作为基本的最小格子单位,全部格子连成一个20 m×30 m的大样方,共有2个600 m²的大样方,含48个面积为25 m²的小样方。

调查内容包括砂生槐种群个体测定、群落学特征和立地条件等。砂生槐灌丛在该地区以无性系繁殖

为主,进行灌丛测定时,以地面以上相互分离的萌生个体作为1株,记录每1株砂生槐的地径、高度、枯干(其个体死亡方式为枯干),以及该灌丛冠幅、盖度等。共计调查砂生槐个体数8 186株,其中,固定沙地5 022株,其中,枯干1 178株;半固定沙地3 164株,其中,枯干441株(见表1)。

群落学特征包括优势种组成、高度、盖度、频度等。立地条件包括土层厚度、海拔、沙丘坡位、土壤水分等,利用澳大利亚产MP-160土壤水分测定仪以10 cm间隔分层测定土壤容积含水量,每层测3个重复。

表1 西藏高原砂生槐种群个体存活与枯干数

径级	半固定沙地			固定沙地		
	存活 数/株	枯干 数/株	枯死 率/%	存活 数/株	枯干 数/株	枯死 率/%
I	1 940	275	12.42	1 907	532	21.81
II	472	100	17.48	886	385	30.29
III	163	39	19.31	567	187	24.80
IV	73	12	14.12	241	53	18.03
V	44	13	22.81	166	16	8.79
VI	31	2	6.06	77	5	6.10
总计	2 723	441	16.20	3 844	1 178	30.65

2.2 生命表的编制

以灌木的地径作为年龄等级的测度。正常气候条件下,地径愈粗,其树龄就愈大,反之亦然^[18-19]。根据在雅江中游砂生槐种群调查所得数据,地径每0.5 cm为1个径级,即<0.5 cm为第1径级,0.5~1.0 cm为第2径级,依此类推,共6个径级,第6径级为≥2.5 cm,统计每1径级的个体株数。分别将半固定沙地和固定沙地小样方数据合并,得到不同生境条件下,砂生槐种群调查的基本数据。按照静态生命表的编制方法,编制半固定沙地和固定沙地砂生槐种群的静态生命表。

静态生命表是根据相应位置种群各龄级株数编制而成,包括如下参数^[18]:

X 为径级,在静态生命表中代替年龄等级; N_x 指在 x 径级内出现的个体数; $L_x = (N_x + N_{x+1})/2$ 为存活数标准化,lg L_x 指 L_x 取以10为底的对数; $D_x = N_x - N_{x+1}$ 指从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期内死亡数; $Q_x = D_x / N_x$,从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期内死亡率; $T = \sum L_x$,从 x 径级到超过 x 径级的存活个体总数; $E_x = T_x / N_x$,生命期望,表示第 x 期的个体在未来所能存活平均年数。

2.3 存活曲线的绘制

以径级结构代替年龄结构分析种群动态,第1径级对应I龄级,第2径级对应第II龄级,如此一一对应,根据每一径级个体数量统计,绘制年龄结构图。

根据静态生命表中标准化存活数($\lg L_x$)和径级(x),以径级为横坐标,以各径级相对应的标准化存活数为纵坐标,绘制砂生槐种群的存活曲线。

3 结果与分析

3.1 种群径级结构

西藏山南地区雅江中游河谷半固定沙地和固定沙地砂生槐种群不同径级的分布状况见图 1。由图 1 可以看出,2 种沙地生境条件下砂生槐种群径级结构均呈现基部宽、顶部窄,随径级增大个体植株数减少的趋势。半固定沙地和固定沙地种群个体数在不同径级间的变化相差较大,其中第 I 径级个体数占总个体植株数的比例半固定沙地大于固定沙地,分别为 71.24%和 49.61%,说明半固定沙地砂生槐种群中有大量幼苗,种群的出生率远大于死亡率,是显著增长型种群。其它各径级占总个体植株数的比例则均为固定沙地大于半固定沙地,说明固定沙地砂生槐种群结构偏向成熟型。

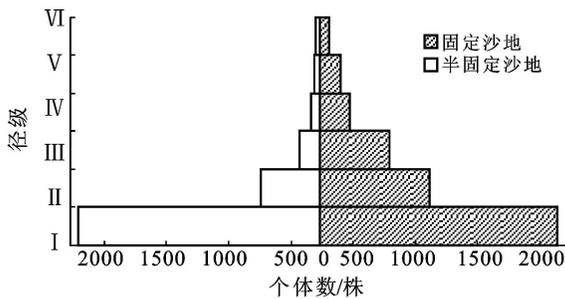


图 1 西藏高原砂生槐种群的径级结构

表 2 西藏高原砂生槐种群静态生命表

生境	径级	存活数	存活数 标准化 L_x	$\lg L_x$	死亡数	死亡率	从第 x 径级起超过 x 径级的存活个体总数	生命 期望
半固定沙地	I	1 940	1 206.0	3.081	1 468	0.757	1 753.0	0.904
	II	472	317.5	2.502	309	0.655	547.0	1.159
	III	163	118.0	2.072	90	0.552	229.5	1.408
	IV	73	58.5	1.767	29	0.397	111.5	1.527
	V	44	37.5	1.574	13	0.295	53.5	1.217
	VI	31	15.5	1.190	31	1.000	16.4	0.529
固定沙地	I	1 907	1 396.5	3.145	1 021	0.535	2 890.5	1.516
	II	886	726.5	2.861	319	0.360	1 494.0	1.686
	III	567	404.0	2.606	326	0.575	767.5	1.354
	IV	241	203.5	2.309	75	0.311	363.5	1.508
	V	166	121.5	2.085	89	0.536	160.0	0.964
	VI	77	38.5	1.585	77	1.000	38.5	0.500

3.3 种群存活曲线

种群的存活曲线反映生物种群存活率或死亡率随年龄的变化情况,是对生命表的重要反映,直观地描绘了种群的死亡过程。西藏山南地区雅江中游河

3.2 种群静态生命表

西藏山南地区雅江中游河谷半固定沙地和固定沙地砂生槐种群静态生命表(见表 2),由表 2 可以看出,砂生槐种群的幼苗库存量最大,种群存活数死亡率随着径级的增加呈波动性上升趋势,这说明生物学因素是影响其生存力的最主要原因。半固定沙地和固定沙地种群在 I, II 龄级存活数较大且随着年龄增加迅速减少,在 IV 龄级的死亡率最低,在 VI 龄级时死亡率达到最高,这种现象与砂生槐种群幼龄期受光照条件影响较大,而随着年龄的增长水分条件成为主要限制因子有关。

砂生槐种群在半固定沙地和固定沙地死亡率变动趋势基本一致,但由于随着沙丘的固定过程砂生槐生境条件的改变,特别是土壤水分趋于恶化,存活数在各龄级的死亡率、期望寿命等种群动态参数上略有差异。半固定沙地存活数在各龄级死亡率大小是 VI > I > II > III > V > IV,固定沙地是 VI > III > V > I > II > IV。半固定沙地砂生槐种群在第 I, II 径级的死亡率较高,这可能与种群的内部竞争有关,随着灌丛冠幅和盖度的增大其对光照、水分和养分的竞争日趋激烈。

砂生槐种群生命期望值随径级增加而逐级递减。砂生槐种群在半固定沙地期望寿命在 IV 径级最高说明种群在该龄级的生命能力较强,这可能与半固定沙地由于风沙运动产生的适量沙埋促进砂生槐的无性繁殖,由此形成的根系庞大适应能力较强有关。

谷半固定沙地和固定沙地砂生槐种群的存活曲线随径级的变化状况见图 2。根据 Hett 和 Loucks 采用指数方程式描述 Deevey II 型存活曲线和幂函数式描述 Deevey III 型存活曲线的方法^[20],分别对半固定沙

地和固定沙地砂生槐种群存活曲线类型是符合 De-veey II 型曲线还是符合 Deevey II 型曲线的相关性检验。半固定沙地砂生槐种群拟合指数函数模型为: $y = 3.639 4e^{-0.180 1x}$, $R^2 = 0.989 2$; 幂函数模型为 $y = 3.328 7x^{-0.493 6}$, $R^2 = 0.931 7$ 。固定沙地砂生槐种群拟合指数函数模型为 $y = 3.721 5e^{-0.128 5x}$, $R^2 = 0.952 1$; 幂函数模型为 $y = 3.433 5x^{-0.336 6}$, $R^2 = 0.82$ 。

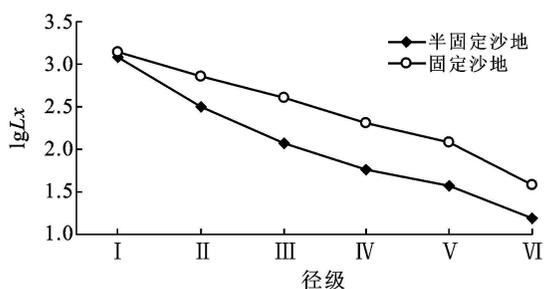


图2 西藏高原砂生槐种群的存活曲线

由图2可以看出,半固定沙地和固定沙地砂生槐种群均表现为指数函数模型的 R^2 值大于幂函数模型的 R^2 值,表明雅江中游河谷2种沙地生境条件下砂生槐种群均呈 Deevey II 型(直线型)分布。但半固定沙地和固定沙地砂生槐各径级死亡率也略有不同,即固定沙地砂生槐各径级死亡率均高于半固定沙地。固定沙地砂生槐各径级死亡率早期较低,到达一定生理年龄时逐渐升高,而半固定沙地砂生槐各径级死亡率幼年较高,成年较低。

4 结论

通过分析西藏山南地区雅江中游河谷半固定沙地和固定沙地砂生槐种群径级结构和生活史特征等,对认识和提示砂生槐种群在沙地固定过程中的动态变化、种群与环境之间的关系有重要作用。

西藏高原砂生槐在半固定沙地和固定沙地2种生境中其种群径级结构均呈现基部宽、顶部窄,随径级增大个体植株数减少的趋势。半固定沙地砂生槐种群是显著增长型种群,固定沙地砂生槐种群结构偏向成熟型。砂生槐种群的幼苗库存量最大,种群存活数死亡率随着径级的增加呈波动性上升趋势,生物学因素是影响其生存力的最主要原因。半固定沙地和固定沙地砂生槐种群存活数在 I, II 龄级较大且随着年龄增加迅速减少,在 IV 龄级的死亡率最低,在 VI 龄级时死亡率达到最高,这可能与砂生槐种群幼龄期受光照条件影响较大,而随着年龄的增长土壤水分条件成为主要限制因子有关。

半固定沙地和固定沙地的砂生槐种群均呈 De-veey II 型(直线型)分布,但2种沙地生境条件下砂生

槐各径级死亡率也略有不同,即表现为固定沙地砂生槐种群各径级死亡率均高于半固定沙地,早期较低,到达一定生理年龄时逐渐升高,而半固定沙地砂生槐各径级死亡率幼年较高,成年较低。

[参 考 文 献]

- [1] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏植物志: 第2卷[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 298.
- [2] 沈渭寿. 雅江中部流域沙地植被的分类和排序[J]. 中国沙漠, 1997, 17(3): 269-273.
- [3] 王为义. 砂生槐抗旱性状的观察[J]. 植物学报, 1980, 22(3): 293-294.
- [4] 许毓英. 西藏砂生槐种子营养成分的初步研究[J]. 自然资源学报, 1992, 7(4): 379-382.
- [5] 李玉祥. 西藏砂生槐的生物学特性及综合利用[J]. 自然资源学报, 1993, 8(5): 75-79.
- [6] 林少敏. 西藏砂生槐种子萌发特性研究[J]. 草业科学, 2002, 19(5): 30-32.
- [7] 马兴铭, 李红玉, 尹少甫, 等. 藏药砂生槐子生物碱抗炎抑菌活性的研究[J]. 中医药学报, 2004, 32(5): 23-25.
- [8] 张璐, 李红玉. 砂生槐总碱水乳剂及微乳剂农药的研制[J]. 农药, 2007, 46(11): 746-748, 754.
- [9] 陈怀顺, 刘志民. 砂生槐种群特点及其在河谷植被中的作用[J]. 资源生态环境网络研究动态, 1997, 8(3): 18-23.
- [10] 彭跃明. 西藏雅江中部流域砂生槐固沙作用研究[J]. 林业科技, 1997, 22(6): 6-8.
- [11] 赵文智. 砂生槐沙生适应性初步研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 379-384.
- [12] 赵文智, 刘志民. 西藏特有灌木砂生槐繁殖生长对海拔和沙埋的响应[J]. 生态学报, 2002, 22(1): 134-138.
- [13] 刘志民, 赵文智, 李志刚. 西藏雅江中游河谷砂生槐种群种子库特征[J]. 生态学报, 2002, 22(5): 715-722.
- [14] 赵阿曼, 刘志民, 康向阳, 等. 西藏特有植物砂生槐天然居群传多样性研究[J]. 生物多样性, 2003, 11(2): 91-99.
- [15] 李海东, 沈渭寿, 赵卫, 等. 1957—2007年雅鲁藏布江中游河谷降水变化的小波分析[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(4): 1-7.
- [16] 刘小恺, 刘茂松, 黄峰, 等. 宁夏沙湖4种干旱区群落中主要植物种间关系的格局分析[J]. 植物生态学报, 2009, 33(2): 20-330.
- [17] 李秋爽, 张超, 王飞, 等. 鄂尔多斯高原油蒿种群分布格局对降水梯度的反应[J]. 应用生态学报, 2009, 20(9): 2105-2110.
- [18] 杨慧, 娄安如, 高益军, 等. 北京东灵山地区白桦种群生活史特征与空间分布格局[J]. 植物生态学报, 2008, 31(2): 272-282.
- [19] 包昱峰, 高甲荣, 何明月, 等. 密云水库集水区荆条灌丛年龄结构研究[J]. 林业资源管理, 2008(6): 67-70.
- [20] 王卓, 黄荣凤, 王林和, 等. 毛乌素沙地天然臭柏种群生命表分析[J]. 中国沙漠, 2009, 29(1): 118-224.