

塔里木河上、中游胡杨种群结构与统计分析

韩 路 ,王海珍 ,周正立 ,李志军

(塔里木大学植物科技学院 ,新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室 ,新疆阿拉尔 843300)

摘要 :在新疆塔里木河的上游-阿瓦提县和中游-轮台县胡杨林自然保护区内设置 1.2hm²的样地 ,应用相邻格子法进行每木调查获取野外资料 ,编绘了不同生境胡杨种群的特定时间生命表、存活曲线和大小、年龄结构图。结果表明 ,不同生境胡杨的种群结构差异明显。阿瓦提县胡杨种群大小、年龄结构呈金字塔型 ,幼苗储备丰富 ,缺乏老树 ,林分较年轻 ,为增长种群。种群从 I ~ II 级发育过程中死亡率较高 ,中龄个体生命期望寿命较高 ,存活曲线符合 Deevey III (凹)型。轮台县胡杨种群大小、年龄结构呈中部大、两端小的正态分布 ,幼苗相对较少 ,林相成熟 ,为稳定种群。种群从 VI ~ VII 级发育过程中死亡率较高 ,生命期望寿命随年龄的增大而降低 ,存活曲线经模型检验符合 Deevey II (直线)型。不同生境种群的消失率与死亡率曲线变化一致 ,均出现两个高峰 ,峰值大小明显不同。种群数量动态是胡杨生物学特性和环境条件共同作用的结果。

关键词 :塔里木河 ,胡杨 ,种群结构 ,特定时间生命表 ,存活曲线

文章编号 :1000-0933 (2007)04-1315-08 中图分类号 :Q948.1 文献标识码 :A

Population structure and demography of *Populus euphraticu* in upper and middle reaches of Tarim River

HAN Lu , WANG Hai-Zhen , ZHOU Zheng-Li , LI Zhi-Jun

Institute of Plants Science and Technology of Tarim University , Xinjiang Production & Construction Corps Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin , Alar ,Xingjiang 843300 , China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (4) 1315 ~ 1322.

Abstract :Desert *Populus euphraticu* forest widely distributes in an arid desert region (30° – 50°N) ,its dominated species are *Salicaceae* and *Tamaricaceae*. The typical *P. euphraticu* forest exists in Tarim River Basin ,also occupys over 350 000 km² and 90% of total *P. euphraticu* area in china. The existence and development of desert *P. euphraticu* has great ecological ,economical and social benefits ,and controls the structure,function and sustainable development of Tarim desert ecosystem. Since 1960s soil and water resources of upper and middle reaches of the Tarim River were excessively exploited ,which induced to recession ,nonbearing trees and death of large area *P. euphraticu* forest ,and directly damaged sustainable development of oasis agriculture and ecological balance. This objective of this study was to illuminate the population structure and quantitative dynamic ,living status and development trend in the future ,and provides theoretical base for utilizing resources rationally and protecting dominant population. The original desert forest and the center zone are located in Nature Reserve Region of Awati and Luntai county in upper and middle reaches of Tarim River ,the environmental conditions of Awati county are good and the groundwater level is shallow ,*P. euphraticu* grows well. On the contrary ,Luntai

基金项目 :新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室开放基金资助项目 (BR0603)和塔里木大学校长基金资助项目 (TDZKSS05008)

收稿日期 :2006-05-09 ;修订日期 :2006-12-15

作者简介 :韩路 (1971 ~) ,男 ,新疆阿克苏人 ,硕士 ,副教授 ,主要从事生态学教学与研究. E-mail :hlzky@163.com

Foundation item :The project was financially supported by Xinjiang Production & Construction Corps Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin (No. BR0603) and Key Project of Tarim University (No. TDZKSS05008)

Received date 2006-05-09 ;**Accepted date** 2006-12-15

Biography :HAN Lu , Associate professor , mainly engaged in ecology. E-mail :hlzky@163.com

county has extremely poor conditions for *P. euphraticu* growth. The research plots were selected in Awati (80°25'E 39°40' N) and Luntai (84°15'E 41°09'N)county. The 1.2hm² plot was investigated in 2005 ,and was divided into 480 subplots. All the trees whose stems are over 2.5 cm in *DBH* were identified ,measured ,tagged ,and mapped. The time-specific life table was created for species ,and the survivorship curve ,size and age structure were analyzed with field data in this paper. The results showed the size and age structure characteristics of different *P. euphraticu* population were obviously different in the two study sites. The size and age structure of *P. euphraticu* population in Awati county showed positive pyramidal type , indicating that it had rich saplings banks and regenerated well ,it is progressive population. The expected average life of middle age trees was high ,and the survivorship curve of the population conformed to the type of Deevey III. The size and age structure of *P. euphraticu* population in Luntai county showed approximate normal distribution ,it had a lot of sprout seedlings and grew feeble. It indicated that population kept stability currently. The expected average life decreased with age increasing ,and the survivorship curve of the population conformed to the type of Deevey II. The Killing power and mortality rate curve of two different populations had obviously different. There were two peaks of mortality rate and killing power of Awtai county population in the lifespan ,one was from seedlings to young trees (0 – 20 years)and the other in the adult stage (80 – 100 years). It was supposed to result from the inter-and intra-specific competition. In Luntai county ,one peak was middle age stage (100 – 120 years) ,and the other in the old stage (160 – 180 years). It was supposed to result from deteriorative habitat and physiological decline. It is suggested that quantitative dynamics of population is impacted by environmental factors and biological characteristic of *P. euphraticu*

Key Words : Tarim River ;*Populus euphraticu* ;population structure ;time-specific life table ;survivorship curve

种群统计学就是对种群的出生、死亡、迁移、性比、年龄结构等进行统计研究 ,它最初出现在人口统计学上 ,现用于一切生物。种群统计的核心是建立反映种群全部生活史的各年龄组的出生率、死亡率的多信息生命表^[1]。根据生命表中的 l_x 值和龄级中值 ,还可绘制出种群的存活曲线 ,它与生命表中某些参数相结合 ,成为分析种群动态的有效手段^[2]。种群大小和年龄结构是种群内不同大小、年龄个体数量的分布状况 ,不仅反映种群不同大小和年龄个体的组配情况 ,也反映了种群数量动态及其发展趋势 ,并在很大程度上反映种群与环境间的相互关系及其在群落中的作用和地位^[3] ,结合种群的生态需求、各龄级的死亡率和产生后代的能力 ,能更好地对种群的未来做出估计。

胡杨 (*Populus euphraticu*)是杨柳科杨属中最古老、最原始的木本植物 ,也是新疆干旱荒漠区的主要建群树种和珍贵的抗逆种质资源。胡杨繁殖力高 ,生长慢、抗逆性强 ,已成为抵御风沙、遏制沙化、维护区域生态平衡、保护生物多样性和保障绿洲农牧业生产的重要屏障。近年来 ,由于人们长期对水土资源的过度开发利用 ,直接导致大面积的天然胡杨林衰退、生长不良、枯梢、秃顶、不结实甚至死亡^[4]。为此 ,许多学者对胡杨的地理分布、生物学特性开展了广泛的研究^[5~8] ,但有关胡杨种群生命表、存活曲线、年龄结构及动态规律尚未见报道 ,而这正是恢复和保护胡杨种群的基础。本研究通过野外调查和种群统计 ,对胡杨种群大小结构、年龄结构、生命表、存活曲线进行综合分析 ,旨在阐明其种群结构、生存状况和未来发展趋势 ,为合理利用资源和种群恢复、科学保护提供理论依据。

1 研究区概况

野外调查选择在新疆塔里木盆地两大原始胡杨林保护区内。阿瓦提县原始胡杨林保护区位于 E80°25'、N39°40' ,海拔 992.62m ,属暖温带干旱荒漠气候 ,四季分明 ,光热资源丰富。年平均日照时数 2729.0h ,年平均气温 10.4℃ ,≥10℃ 的年积温 4340℃ ,极端最高温度 39.4℃ ,极端最低温度 -25.0℃。年平均降水量 50.4mm ,年平均蒸发量 1880.0mm ,干燥度 19。风沙灾害频繁 ,春、夏季多大风天气 ,是该地区风沙危害的主要季节。该区内胡杨与灰叶胡杨 (*Populus pruinosa*)为优势树种 ,胡杨大多成纯林 ,部分与灰叶胡杨混生 ,林下主要有怪柳 (*Tamarix chinensis*)、黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum*)、铃铛刺 (*Halimodendron halodendron*)、芦苇

(*Phragmites communis*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)等植物。乔木层郁闭度0.5左右,灌木层盖度1.71%~9.12%,草本层盖度1.23%,整个林分处于中龄阶段,群落组成简单。轮台县胡杨林保护区位于E84°15′、N41°09′,海拔917m,年平均气温为10.9℃,年平均日较差为14.6℃,≥10℃积温4125.3℃,无霜期180~224d。年平均降水量为65.5mm。年平均蒸发量为2024mm,平均风速1.8m/s,主导风为NE。地下水位较深,土壤沙化,植被稀少,胡杨生长不良。林下仅零星分布怪柳、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)。乔木层郁闭度0.3左右,灌木层盖度0.92%,胡杨林处于成熟林阶段,群落结构简单。

表1 两样地土壤理化性质

Table 1 The soil physical and chemical characteristics of two plots

样地 Plot	有机质 (%) Organic matter	全氮 (%) Total nitrogen	全磷 (P ₂ O ₅ %) Total phosphorus	全钾 (K ₂ O %) Total potassium	含水量 Water content (%)			地下水位 (m) Depths of groundwater level
					0~20cm	100~120cm	200~220cm	
A	7.3639	0.7361	1.2792	2.273	4.32	15.14	37.66	2.5
B	2.2349	0.3887	0.6841	2.229	0.19	1.07	2.74	5~7

2 研究方法

2.1 外业调查

在两大胡杨林保护区充分踏查的基础上,选取有代表性、未受人类破坏的林分设标准样地。阿瓦提县调查样方6个,共计5400m²,轮台县调查样方8个,共计6600m²。采用相邻格子法进行每木调查,以5m×5m为基本单元,记录DBH≥2.5cm的全部乔木树种的胸径、树高、枝下高、冠幅等。灌木层(2m×2m)、草本层(1m×1m)采用对角线法进行植物种类、高度、盖度、多度等详细调查,对乔木植物的幼苗、幼树逐一记录其高度、地径。阿瓦提县、轮台县分别用字母A、B表示。

2.2 种群大小级划分

按照1960年森林专业调查办法草案中的规定:林分平均直径在12cm以上时,以4cm为一个径级,胡杨林平均直径都在12cm以上,因此,级距设为4cm。起始径阶为4cm,把直径在0~4cm以下按幼苗记为1级,共划分为10个大小级,把直径大于36cm都归为第10级,分别为I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII、IX、X。按以上标准分别统计其存活个体数,以大小级序为纵轴,密度为横轴,做出胡杨种群大小级分布图。采用陈晓德的种群动态量化方法^[9,10]定量描述胡杨种群动态。

2.3 种群年龄结构、生命表分析

年龄结构是种群的重要特征,许多学者在对种群结构和动态进行研究的过程中,都采用了大小结构分析法^[3,10]。野外调查胸径小于2.5cm采用查数轮生枝法,2.5cm以上按2cm径阶选择标准木,用生长锥(瑞典产)在近地面处钻取胡杨生长锥样芯,判读其年轮数以确定树龄,选择正好通过髓心或略有偏斜的树芯,建立年龄与胸径的回归方程。综合样地调查数据以20a为龄距将胡杨种群划分龄级,统计各龄级株数。根据特定时间生命表的编制方法^[11-13],计算生命表中各参数,完成胡杨种群特定时间生命表和存活曲线的编绘,并进行种群统计分析。根据种群每一龄级的胡杨株数,绘制胡杨种群的年龄结构图。

3 结果与分析

3.1 胡杨种群大小级结构

1.2hm²样地优势胡杨种群大小级数量统计见图1。从种群大小级结构看,不同胡杨种群大小级结构差异明显。大体可分为2种类型:(1)增长型种群,阿瓦提县种群大小级结构呈基部极宽顶部狭窄的金字塔型(图1)。经统计,I级个体数占67.01%,I~III级占总数的86.49%。(2)稳定型种群,轮台县种群大小级结构基本上呈两头小、中间大的正态分布,I级个体数占17.63%,III~VI占62.86%。尽管它具有一定数量的小径级个体,但由于生境恶劣(见表1),形成了很多枯木根蘖萌生弱苗(占I级个数76.47%),其生长势差、光合能力弱(实生苗的净光合速率、新梢长度分别比根蘖苗高2.18、1.92倍,另文发表),即小径级并不一定代表能

更新的幼苗。因此,种群自我更新能力相对较弱,但目前尚能保持相对稳定。同时,大小级结构呈双曲线型,表明它属于波动性种群,受外界环境干扰比较严重。

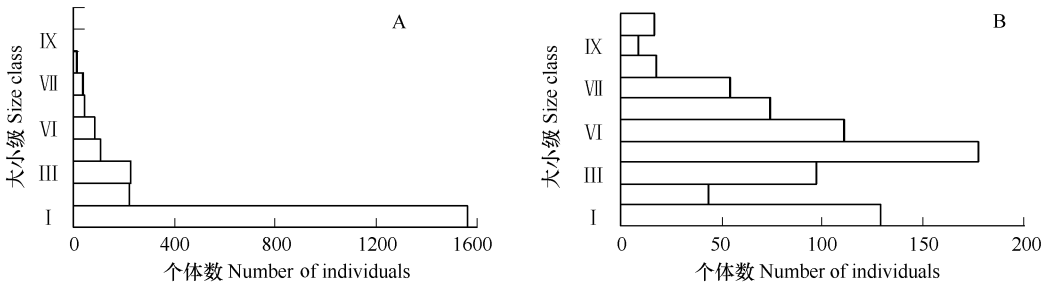


图 1 不同生境胡杨种群大小结构

Fig. 1 The size structure of *P. euphraticu* population under different habitats

依据种群动态量化方法对阿瓦提和轮台县胡杨种群相邻大小级间个体数量变化动态进行分析,由表 2 可见,不同种群 I 级向 II 级发育过程中,存活数量均下降,阿瓦提县下降幅度较大;II 级向 III 级数量增加。阿瓦提、轮台整个种群大小级结构的动态指数 (V_{pi}) 分别为 66.74%、24.78%,二者均大于 0,表明种群呈增长型,结果与上述分析存在差异。在考虑到种群受未来的外部环境干扰时, V'_{pi} 分别为 222.48%、41.29%,二者均大于 0,反映阿瓦提胡杨种群表现极稳定而轮台种群稳定性较弱,易受环境影响。

表 2 不同生境胡杨种群结构动态分析 (%)

Table 2 Dynamic analysis of population structure of *P. euphraticu* under different habitats

种群 Population	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{pi}	V'_{pi}
A	85.88	-5.56	51.59	21.31	47.92	12.00	68.18	57.14	-25.00	66.74	222.48
B	65.88	-54.69	-45.30	37.61	32.88	26.53	66.67	50.00	-45.45	24.78	41.29

3.2 胡杨种群年龄结构

种群年龄结构可反映种群结构现状、稳定性和更新策略,是探索种群动态的有效方法^[14]。根据阿瓦提县、轮台县原始胡杨林的生长锥取样,建立年龄与胸径的回归方程:轮台县 $y = 0.7827 + 4.2596x$, $r = 0.9838^{**}$ ($n = 35$);阿瓦提 $y = 1.0471 + 3.0106x$, $r = 0.9663^{**}$ ($n = 42$)。利用以上公式分别计算两生境胡杨种群的年龄,并绘出其年龄分布结构图(图 2)。

阿瓦提县胡杨种群的年龄结构合理,呈底宽上窄的金字塔型,种群处于增长态势。幼年个体较多,尤其是幼树的个体占有绝对优势(71.41%),大龄个体较少(0.56%),缺乏老龄个体,种群维持有足够的后备资源。整个林分平均胸径较小(12.57cm),处于年轻阶段,生长发育旺盛。轮台县胡杨种群幼龄个体较少(17.78%),中龄与大龄个体较多(80.03%),老龄个体占 1.91%,年龄结构基本上呈中间大、两头小的正态分布,显示出其为稳定型种群。

3.3 胡杨种群特定时间生命表

特定时间生命表就是在一个特定的时间(或某个调查期)内,用收集到的植物样地内一个种群所有个体的年龄数据编制而成的生命表。它反映多个世代重叠的年龄动态历程中的一个特定时间,而不是对同生群的全部生活史追踪^[15]。Silvertown 指出,对于长寿的乔木种群,在实际操作中很难追踪种群从发生到最后一个

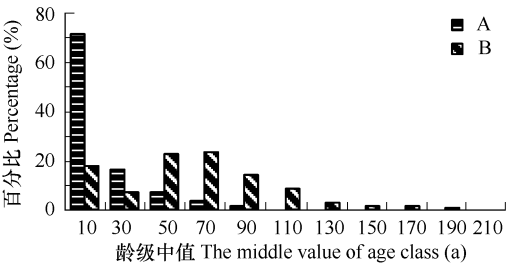


图 2 不同生境胡杨种群年龄结构

Fig. 2 Age structure of *P. euphraticu* population Under different habitats

个体死亡的真实过程 ,一般只能编制特定时间生命表来分析种群动态^[6]。

由于轮台县胡杨种群年龄结构数据并不完全满足编表的 3 个假设。因此 ,在生命表的编制中会出现死亡率为负值的情况 ,对这种情况 S. D. Wretten 等认为 “生命表分析中产生的一些负的 d_x 值 ,这与数学假设技术不符 ,但仍能提供有用的生态学记录 ,即表明种群并非静止不动 ,而是在迅速发展或衰落之中 ”^[13]。因此 ,本文采取匀滑 (smooth out) 技术^[13]进行处理。经匀滑修正后得 a'_x ,再据此编制出轮台县胡杨种群特定时间生命表 (表 4)。

由表 3、4 可见 ,阿瓦提、轮台县胡杨种群存活数随着年龄的增加而降低 ,但不同时段其死亡强度或速率差异较大。平均生命期望 e_x 反映的是 x 龄级内个体的平均生存能力^[2]。生命期望表表明阿瓦提县胡杨幼苗、幼树一旦长成成年树 ,则有较高的生命期望寿命 ,轮台县胡杨种群从幼树开始生命期望逐渐降低 ,第 VII 龄级后略有回升 ,然后又下降 ,反映出其整个生命过程中个体平均生存能力的衰退。

表 3 阿瓦提县胡杨种群特定时间生命表 (hm²)

Table 3 The time-specific life table of *P. euphraticu* population in Awati county

年龄中值 x	存活数 a_x	标准化存活量 l_x	死亡量 d_x	死亡率 q_x	区间寿命 L_x	总寿命 T_x	期望寿命 e_x	消失率 k_x	$\ln(a_x)$	$\ln(l_x)$
10	1666	1000	777	0.777	611.6	901.0	0.901	1.499	7.418	6.908
30	372	223	123	0.551	161.8	289.3	1.296	0.801	5.919	5.408
50	167	100	51	0.509	74.7	127.5	1.272	0.711	5.118	4.608
70	82	49	29	0.598	34.5	52.8	1.073	0.910	4.407	3.896
90	33	20	16	0.818	11.7	18.3	0.924	1.705	3.497	2.986
110	6	4	0	0.000	3.6	6.6	1.833	0.000	1.792	1.281
130	6	4	3	0.833	2.4	3.0	0.833	1.099	1.792	1.281
150	2	1	1	1.000	0.6	0.6	0.500	0.183	0.693	0.183

表 4 轮台县胡杨种群特定时间生命表 (hm²)

Table 4 The time-specific life table of *P. euphraticu* population in Luntai county

年龄中值 x	存活数 a_x	匀滑修正后存活数 a'_x	标准化存活量 l_x	死亡量 d_x	死亡率 q_x	区间寿命 L_x	总寿命 T_x	期望寿命 e_x	消失率 k_x	$\ln(a_x)$	$\ln(l_x)$
10	130	172	1000	134	0.134	933.0	3750.0	3.750	0.144	5.147	6.908
30	52	149	866	133	0.154	799.5	2817.0	3.253	0.167	5.004	6.764
50	167	126	733	140	0.191	663.0	2017.5	2.752	0.212	4.836	6.597
70	168	102	593	134	0.226	526.0	1354.5	2.284	0.256	4.625	6.385
90	103	79	459	133	0.290	392.5	828.5	1.805	0.342	4.369	6.129
110	64	56	326	204	0.626	224.0	436.0	1.337	0.983	4.025	5.787
130	21	21	122	52	0.426	96.0	212.0	1.738	0.556	3.045	4.804
150	12	12	70	18	0.257	61.0	116.0	1.657	0.297	2.485	4.248
170	9	9	52	35	0.673	34.5	55.0	1.058	1.118	2.197	3.951
190	3	3	17	5	0.294	14.5	20.5	1.206	0.348	1.099	2.833
210	2	2	12	12	1.000	6.0	6.0	0.500	2.485	0.693	2.485

x , Middle value of age class ; a_x , Survival nmumbers ; a'_x , Survival numbers after smoothed ; l_x , Standard survival numbers ; d_x , Number of dying during interval ; q_x , Average mortality rate per age stage ; L_x , Life between the interval ; T_x , Total life ; e_x , Mean expectative life ; K_x , Killing power during interval ; $\ln(a_x)$, naturae logarithmic values of survival numbers ; $\ln(l_x)$, naturae logarithmic values of standard survival numbers

3.4 胡杨种群存活曲线

以胡杨种群特定时间生命表为基础 ,以标准化存活量 l_x 为纵坐标 ,以龄级中值为横坐标绘制存活曲线 (图 3) ,以死亡率 q_x 、消失率 k_x 为纵坐标 ,以龄级中值为横坐标绘制死亡率曲线和消失率曲线 (图 4) 。Deevey 把存活曲线分成三种类型 :I (凸)型、II (直线)型、III (凹)型^[12]。根据 Deevey 的划分 ,阿瓦提县胡杨种群的存

活曲线应属于 Deevey III 型,它反映了种群整体数量动态的变化趋势及结构特征。从图 3 可以看出,阿瓦提胡杨种群幼年存活数较高,20a 后存活数量迅速下降,大约有 22.3% 的幼树能通过强度较大的环境筛选进入下一龄级,一旦进入下一龄级种群趋于稳定。由图 4 所示,阿瓦提县胡杨种群死亡率曲线和消失率曲线变化趋势一致,死亡率和消失率都出现两个高峰期。第一个高峰期出现在 0~20a,幼年死亡率高达 77.7%,其原因可能是胡杨属喜光树种,并与林窗更新有关。幼苗、幼树阶段林内密度大,林窗与生长空间较小,个体生态位重叠,引起种内对阳光激烈的竞争;第二个死亡高峰期处于 80~100a 附近,推测可能是该阶段胡杨处于壮年期,个体对空间生态位的需求不断增大,林内生态因子不能充分满足其需求,植株间竞争激烈,自疏和他疏作用增强,加上该阶段树体生理功能已开始衰退(表 3),导致第二个死亡高峰期出现。

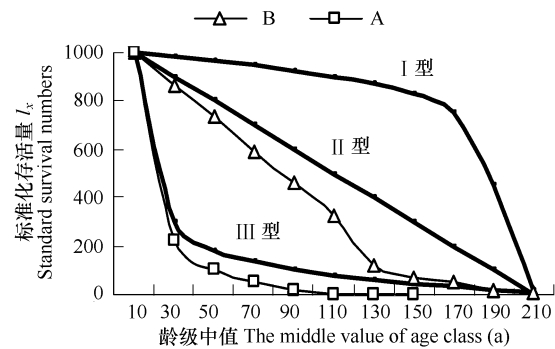


图 3 不同生境胡杨种群存活曲线

Fig. 3 The survivorship curve of *P. euphraticus* population under different habitats

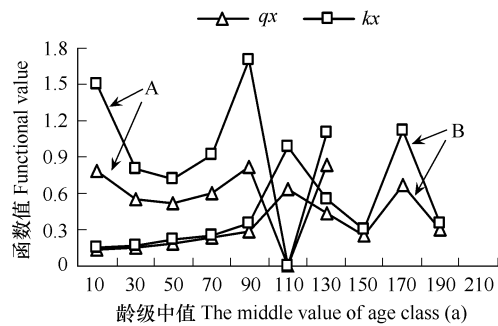


图 4 不同生境胡杨种群死亡率和消失率曲线

Fig. 4 The mortality rate and killing power curve of *P. euphraticus* population under different habitats

轮台县胡杨种群存活曲线介于 Deevey II 型与 III 型之间。根据 Hett 和 louchs 检验估算存活状况是符合 DeeveyII 型还是符合 Deevey III 曲线时,采用两种数学模型进行检验,即指数方程式 $N_x = N_0e^{-bx}$ 用以描述 Deevey II 型存活曲线,幂函数式 $N_x = N_0x^{-b}$ 描述 Deevey III 型存活曲线^[6]。本文采用上述两种模型进行轮台县胡杨种群存活曲线类型的检验,经建立其相应模型得到: $y = 391.66x^{-1.617}$ ($F = 11.88^*$, $r = 0.7543^*$), $y = 407.88e^{-0.4356x}$ ($F = 40.43^{**}$, $r = 0.9044^{**}$)。由于指数模型的 F 检验值及相关指数 r 值均大于幂函数模型的 F 值和 r 值,因此,判定轮台县胡杨种群存活曲线应属于 DeeveyII 型。由图 4 所示,轮台县胡杨种群的死亡率曲线和消失率曲线变化趋势一致,死亡率和消失率都出现两个高峰期。第一个高峰期出现在 100~120a,幼年死亡率高达 62.6%。其原因可能是种群进入壮龄期,个体间对空间资源的激烈竞争所致;第二个死亡高峰期处于 160~180a 附近,可能因种群已进入老龄期,生理功能已明显衰退(e_x 最小,见表 3),加上生长后期环境日益恶化(表 1),最终导致较高的死亡率与消失率。

4 讨论

胡杨主要分布在我国新疆南部的塔里木盆地,其沿塔里木河两岸呈阶梯式分布,是新疆南部荒漠河岸林的主要优势树种。但由于塔里木河上游于 20 世纪 60 年代开始大规模水土资源开发,造成中、下游地下水位逐年下降,胡杨林面积锐减。1958~1978 年塔里木河流域胡杨林分布面积从 $52 \times 10^6 \text{hm}^2$ 缩退为 $35 \times 10^6 \text{hm}^2$,面积下降 33.3%。结果导致中、下游衰退林比例增加而幼林显著减少,实生苗只发生在塔里木河流域上、中游,目前林木基本属于成年株和残衰植株^[7]。中游区幼林、中龄林和成、过熟林所占比重分别为 29%、30% 和 41%,林龄结构失调,幼林面积小,老龄林比重大,这是资源衰退的重要标志^[7]。通过对塔里木荒漠优势树种胡杨种群结构分析表明,处于塔里木河上游阿瓦提县境内的胡杨林分径级较小,种群结构合理,幼苗较多,林木生长旺盛,而位于中游的轮台县胡杨种群成年树多,幼苗比例低。实地调查发现实生苗极少,此结果与报道^[7,17]基本一致。

阿瓦提县胡杨种群大小、年龄结构均呈下宽上窄的金字塔型,更新资源充足,为增长种群,轮台县胡杨种

群结构出现不规则的凹陷,基本上呈两头小、中间大的正态分布,种群保持稳定。造成此现象的原因与胡杨生物、生态学特性和环境条件有关。李霞指出塔里木胡杨林生境条件优劣的主导因素是地下水埋深,其直接参与了地表植被密度、长势的调整^[8]。阿瓦提县处于塔里木河的上游,胡杨林地环境条件较好(表1),地下水位浅且每年洪水漫滩时节正值胡杨种子散布时期,林内产生较多的幼苗,种群密度较大(2331株/hm²),特别是幼年比例占绝对优势(67.01%)。胡杨属喜阳树种,由于林内密度较大,随着幼苗的继续生长和需光量的增加,个体间为争夺更多的生存空间和资源而发生强烈的自疏作用,从而使种群的密度迅速下降,导致在种群大小、年龄结构上出现Ⅰ级以后个体数量急骤减少的现象。从种群保护的角度看,由于种群幼苗个体数占绝对优势,只要对现存的原始天然林实行严格地保护和科学管理,控制人类对森林生态系统的破坏,即可长期保持稳定状态,发挥其良好的生态功能。轮台县位于塔里木河的中游,胡杨林地环境条件较差,地下水位深(表1),基本上不能满足树体生长需要。刘加珍指出塔里木河下游植物种群的生存、演替,受物理环境支配明显强于群落的生物环境因素^[5]。地下水位深,胡杨种群已丧失通过实生苗途径自然更新的能力且根蘖萌生株少,生长衰退,树势差,濒于死亡^[8]。由于土壤水分过少致使母树结实率低^[6]、种子不能萌发和幼树死亡,出现中、大龄个体占优势的局面。需特别指出,轮台县部分幼苗是枯木根蘖萌生的弱苗,因母体生理功能衰弱致使根蘖苗生长不良。徐海量等指出当地下水位在5.0m以下时,耐旱性非常强的胡杨开始显现长势衰败,出现枯枝、冠幅减少、幼苗死亡及表现出种群结构的老化、更新能力的丧失^[8]。因此,可以预见,如果人类不采取有效的生态保护措施,胡杨幼苗很难正常生长发育。没有幼苗的及时补充,随着演替进行,胡杨大龄个体不断死亡,数量逐渐减少,种群生存将出现困难。至于具体的演替过程,还需定位追踪研究。

生命表和存活曲线是研究种群数量动态变化和进行种群统计的重要工具,通过对种群生命表的编制和存活曲线分析可描述特定年龄出生率、死亡率和损失率等重要参数,从而可为种群数量统计提供更多的信息^[4]。通过对不同生境条件下的胡杨种群生命表分析表明,阿瓦提县胡杨种群死亡高峰出现在Ⅰ级向Ⅱ级的过渡阶段,存活曲线属于DeeveyⅢ型。轮台县胡杨种群死亡高峰出现在Ⅵ级向Ⅶ级的过渡阶段。将存活曲线与适用性很强的Deevey存活曲线图(图3)叠加后,发现存活曲线介于DeeveyⅡ与Ⅲ型之间,近似于直线型。经用Hett和loucks的方法检验^[6]符合DeeveyⅡ型。Leak指出,乔木种群存活曲线若为一条直线则表示该种群是稳定种群、若为“凹型”则为增长型、若为“凸型”则为下降种群^[9]。从存活曲线上看,轮台县胡杨种群处于稳定阶段,与大小、年龄结构分析结果一致。此外,轮台县胡杨种群从幼树阶段到100a左右的中龄树阶段,种群死亡率和消失率比较低且起伏相对平稳,这是胡杨种群的平稳期,但此后的两个死亡高峰期(100~120a、160~180a)则是种群的不稳定期,它对种群的数量动态变化有至关重要的作用。存活曲线、死亡率曲线和消失率曲线较好地反映了胡杨种群数量随着年龄的动态变化,这为进一步深入研究该优势种群的生存策略提供了帮助。

根据以上分析,认为针对阿瓦提县胡杨种群生态特征及环境条件,在森林经营管理中应注意加强人工疏伐和利用,开辟适当的林窗,促使幼苗、幼树正常生长及个体分布均匀,更好地充分利用当地较好的环境条件,创造良好的林分结构。轮台县维持胡杨种群稳定的关键是为种子萌芽、幼苗定居和生长创造适宜的条件,即加强原始生境的保护和改善。加强塔里木河流域上、中、下游水资源的管理,改善流域农业灌溉方式,合理分配区域间用水量及生态用水与农业用水的比例,加强当地生态环境建设,兴修水利,引洪灌溉,发展节水型农业、林业,努力提高水资源利用率,是恢复塔里木河流域荒漠河岸林退化生态系统的有效措施。

References :

[1] Harcombe P A. Tree life tables . Biosci ,1987 ,37 :557 - 567.
[2] Xie Z Q ,Chen W L ,Lu P ,et al. The demography and age structure of the endangered plant population of *Cathaya argyrophylla*. Acta Ecologica Sinica ,1999 ,19 (4) 523 - 528.
[3] Lai J S ,Zhang M ,Xie Z Q. Structure and distribution pattern of dominant populations in the evergreen broadleaved forest in Three Gorges Reservoir Area. Acta Ecologica Sinica ,2006 ,26 (4) :1073 - 1079.

[4] Wang S J. The Status ,Conservation and Recovery of Global Resources of *Populus euphratica*. World Forestry Research ,1996 ,(6) 37 –44.

[5] Liu J Z ,Chen Y N ,Li W H ,*et al.* Analysis on the distribution and degraded succession of plant communities at lower reaches of Tarim River. *Acta Ecologica Sinica* ,2004 ,24 (2) 379 –383.

[6] Liu J P ,ZHou Z L ,Li ZH J ,*et al.* A study on the spatial distribution and quantative characteristic of *Populus euphratica* and *Populus pruinosa* fruits. *Bulietin of Botanical Research* ,2005 ,25 (3) 336 ~343.

[7] Ni P ,Niu B. Characters of Desert Vegetation in Arid and Research of Its Recovery—Take Tarim River *Populus Euphratica* ecosystem for example. *Environmental Protection of Xinjiang* ,2004 ,26 :103 –106.

[8] Xu H L ,Song Y D ,WANG Q. *et al.* The effect of groundwater level on vegetation in the middle and lower reaches of the Tarim River. *Acta Phytocologica Sinica* ,2004 ,28 (3)400 –405.

[9] 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.

[10] 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) 2246 –2253.

[11] Manuel C and Molles J . *Ecology : Concept and Applications* (2nd). New York :Mc Graw-Hill Companies 2002. 186 –254.

[12] Deevey E. Life tables for natural populations of animals. *Quart . Rev. Biol* ,1947 22 283 –314.

[13] Jiang H. *Population Ecology of Picea asperata*. Beijing :Chinese Forestry Press ,1992. 33 –78.

[14] Yan G Q ,Zhao G F ,Hu Z H ,*et al.* Population structure and dynamics of *Larix chinensis* in Qinling Mountain. *Chinese Journal Applied Ecology* ,12 (6) 824 –828.

[15] Wu C Z ,Hong W ,Xie J S ,*et al.* Life table analysis of *Tsuga longibracteata* population. *Chinese Journal Applied Ecology* ,2000 ,11 (3) 333 –336.

[16] Silvertown J W. *Introduction to Plant Population Ecology*. London :Longman Press ,1982. 75 –155.

[17] Liu G Z ,Zhou B ,Ning H S. The characteristic of ecological type and reforestation technique of desert forest in Xinjing. *Xinjiang Agricultural Sciences* ,1995 ,(3) :129 –131.

[18] Li X ,Hou P ,Dong X G ,*et al.* Investigation and analysis on the population density of *Populus Euphratica* in zero flow lower reaches of Tarim River. *Journal of Xinjiang Agricultural University* 2003 26 (4) #1 –44.

[19] Leak W B. An expression of diameter distribution fox unbalanced uneven aged stands and forests. *For. Sci* ,1964 ,10 :19 –50.

参考文献：

[2] 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.

[3] 赖江山 张谧 谢宗强. 三峡库区常绿阔叶林优势种群的结构和格局动态. *生态学报* 2006 26 (4) :1073 ~1079.

[4] 王世绩. 全球胡杨林的现状及保护和恢复对策. *世界林业研究* ,1996 ,(6) 37 ~44.

[5] 刘加珍 陈亚宁 李卫红 等. 塔里木河下游植物群落分布与衰退演替趋势分析. *生态学报* 2004 24 (2) 379 ~383.

[6] 刘建平 周正立 李志军 等. 胡杨、灰叶胡杨果实空间分布及其数量特性的研究. *植物研究* 2005 25 (3) 336 ~343.

[7] 倪萍 牛博. 干旱区荒漠植被的特点及恢复问题的研究. *新疆环境保护* 2004 26 :103 ~106.

[8] 徐海量 宋郁东 王强 等. 塔里木河中下游地区不同地下水位对植被的影响. *植物生态学报* 2004 28 (3) #400 ~405.

[9] 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.

[10] 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) 2246 ~2253.

[13] 江洪. 云杉种群生态学. 北京 :中国林业出版社 ,1992. 33 ~78.

[14] 闰桂琴 赵桂仿 胡正海 等. 秦岭太白红杉种群结构与动态的研究. *应用生态学报* 2001 ,12 (6) 824 ~828.

[15] 吴承祯 洪伟 谢金寿 等. 珍稀濒危植物长苞铁杉种群生命表分析. *应用生态学报* 2000 ,11 (3) 333 ~336.

[17] 刘光宗 周彬 宁虎森. 新疆荒漠林生态类型特征及更新复壮技术. *新疆农业科学* ,1995 ,(3) :129 ~131.

[18] 李霞 侯平 董新光 等. 塔里木河下游断流区胡杨密度调查与分析. *新疆农业大学学报* 2003 26 (4) #1 ~44.