

人工调水对额济纳胡杨荒漠河岸林繁殖的影响

赵文智¹, 常学礼², 李秋艳¹

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国生态系统研究网络临泽内陆河流域综合研究站, 兰州 730000;
2. 山东烟台师范学院地理旅游系, 烟台 264025)

摘要:研究了围封禁牧条件下人工调控黑河水文过程对额济纳胡杨荒漠河岸林繁殖的影响。结果表明:在分水实施的 3a 中,胡杨主要靠根蘖繁殖更新,种子繁殖几乎不存在。在没有放牧干扰的条件下,不同年份之间林窗内胡杨的根蘖繁殖差异明显,胡杨幼苗个体密度平均为 (213.9 ± 112.5) 株/100m², 其中 1 龄为 (27.5 ± 18.8) 株/100m², 2 龄为 (113.8 ± 67.7) 株/100m², 3 龄为 (71.0 ± 73.9) 株/100m²。胡杨幼苗的丛密度平均为 (108.3 ± 56.0) 丛/100m², 其中 1 龄为 (19.2 ± 13.9) 丛/100m², 2 龄为 (59.0 ± 37.8) 丛/100m², 3 龄为 (29.8 ± 22.8) 丛/100m²。这种差异与当年的生态水文条件有关。划分的整体、大林窗、小林窗 3 种类型中,大林窗内 2 龄胡杨幼苗的根蘖繁殖更新受到了距样方最近和最远母树距离的影响。在生态水文条件较好的年份(2 龄苗对应于 2002 年),在距母树较远的地方根蘖繁殖最容易发生。在其它林窗中,胡杨根蘖繁殖主要受林窗生境如环样方母树株数(*Tn*)、距样方最近母树距离(*Nd*)、距样方最远母树距离(*Fd*)和林窗面积(*Ga*)等因子的综合影响,任何一个因子的单独影响都不显著。总之,本研究的初步结论是黑河分水工程实施对胡杨的繁殖更新无疑是有利的,但前提是消除放牧等干扰因素的影响。

关键词:黑河;分水;胡杨;繁殖;林窗

文章编号:1000-0933(2005)08-1987-07 中图分类号:Q948 文献标识码:A

Artificial water diversion effects of Heihe River on *Populus euphratica* Oliv. desert riparian forests in Ejina

ZHAO Wen-Zhi¹, CHANG Xue-Li², LI Qiu-Yan¹ (1. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Linze Inland River Basin Comprehensive Research Station CERN, Lanzhou 730000, China; 2. Yantai Normal University, Yantai 264005, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(8): 1987~1993.

Abstract: In this paper, we researched the effect of artificial water diversion on the reproduction of *Populus euphratica* Oliv. under ungrazed condition in Ejina National Nature Reserves, using Pearson correlative analysis and regression analysis. The results showed that *Populus euphratica* Oliv. mainly regenerate by means of sprouting, and almost no seedling reproduction in the three years of water diversion. Under the ungrazed conditions, there's significant difference for sprouting reproduction in different years. The average individual density of young *Populus euphratica* Oliv. is 213.9 ± 112.5 ind./100m², in which density of one-year *Populus euphratica* Oliv. is 27.5 ± 18.8 ind./100m², density of two-year young *Populus euphratica* Oliv. is 113.8 ± 67.7 ind./100m², density of three-year *Populus euphratica* Oliv. is 71.0 ± 73.9 ind./100m². The mean cluster density of young *Populus euphratica* Oliv. is 108.3 ± 56.0 clu./100m², in which the cluster density of young *Populus euphratica* Oliv. of one-year, two-year, three-year are 19.2 ± 13.9 clu./100m², 59.0 ± 37.8 clu./100m², 29.8 ± 22.8 clu./100m², respectively. The difference is related with the eco-hydrological condition in the current year. The sprouting reproduction of young *Populus euphratica* Oliv. of two years is influenced by both the nearest plot and the farthest mother tree in big gap, one of the three types of population, big gap and small gap divided in this paper. In the year of better eco-hydrological condition (two-year *Populus euphratica* Oliv. corresponds to 2002), it is most liable to sprouting reproduction farthest from the mother

基金项目:中国科学院知识创新课题资助项目(KZCX3-SW-329);国家自然科学基金重点基金资助项目(40235053)

收稿日期:2004-04-18;修订日期:2004-11-15

作者简介:赵文智(1966~),男,陕西定边人,博士,主要从事干旱区生态水文学和恢复生态学研究. E-mail: zhaowzh@ns.lzb.ac.cn

Foundation item: the Knowledge Innovation Program of Chinese Academy of Sciences (No. KZCX3-SW-329); Program of National Natural Science Foundation of China (No. 40235053)

Received date: 2004-04-18; Accepted date: 2004-11-15

Biography: ZHAO Wen-Zhi, Ph. D., Professor, mainly engaged in Eco-hydrology in arid region. E-mail: zhaowzh@ns.lzb.ac.cn

tree. In other gaps, the sprouting reproduction mainly influenced by gap habitats such as the mother tree number around the plots (Tn), the nearest mother tree distance from plot (Nd), the farthest mother tree distance from plot (Fd), and gap area (Ga). However, any factor is insignificantly affected alone. So the preliminary conclusion can be drawn that it is useful for the reproduction of *Populus euphratica* Oliv. after carrying Heihe River division project into effect, but the premise is to relief the disturbance especially grazing.

Key words:Heihe River; water division; *Populus euphratica* Oliv. ; reproduction; gap

胡杨(*Populus euphratica* Oliv.)是第三纪以来形成的古地中海成分植物种,是中亚荒漠区分布最广的乔木树种之一,是我国首批确定的 388 种珍稀濒危植物中的渐危种之一。它所构成的荒漠河岸林(湖岸林)是在强大陆性气候的干旱区形成的葱郁的绿洲^[1]。主要分布在 30~50°N 之间的亚洲中西部、北非和欧洲南部,在我国主要分布于新疆塔里木盆地、准噶尔盆地、青海柴达木盆地,甘肃河西走廊,内蒙古西部额济纳地区,主要生境为河流两岸,大都临近水源,是典型的潜水旱中生至中生植物,长期适应极端干旱的大陆性气候,对温度大幅度变化的适应能力很强^[2]。

在黑河下游的额济纳绿洲,以胡杨为优势种的荒漠河岸林不仅具有重要的保护干旱区生物多样性的生物学功能,而且对维持额济纳地区乃至整个黑河流域的生态安全具有重大意义^[3]。但是,随着近几十年来中上游用水量的增加,下游额济纳地区来水量逐年减少^[4],胡杨林分年龄结构严重失衡、分布面积减小^[5]。地表水文过程的变化引起胡杨种群的更新繁殖对策发生了巨大变化,主要表现为以种子和根蘖混合繁殖的生活史演变成以单一根蘖繁殖的生活史^[6],甚至无法正常繁殖。

黑河下游生态环境持续恶化,已成为北方沙尘暴的主要来源地之一,引起了社会各界的广泛关注。为合理利用黑河水资源,协调流域用水矛盾,加强黑河流域生态环境的综合治理,1997 年 12 月,国务院审批了《黑河干流水量分配方案》,2000 年开始实施分水任务。那么,分水工程实施后对下游生态环境有何作用,成为一个有待回答的科学问题,而分水后胡杨林繁殖状况是反映额济纳生态环境状况的主要生态学指标之一。

此外,植物生活史繁殖对策,特别在干旱区,是维持植被稳定的关键,因而备受生态学家的关注。从已有的研究来看,中东和南非研究最多,其次是北美、南美和澳洲,我国一些学者也做了许多工作^[7~15]。这些研究主要涉及营养繁殖与干扰适应^[13~15]、种子形态与干扰适应^[8,16,17]、土壤种子库与干扰适应^[7,12]、繁殖体传播和萌发与干扰适应等^[9,11]。而关于胡杨无性繁殖对人类活动导致的水文条件变化的干扰适应研究尚未见报道。

本文通过分析黑河分水工程实施后额济纳荒漠胡杨林繁殖特征与林窗环境因子关系,探讨了人工调水对胡杨种群繁殖的影响,旨在丰富胡杨种群繁殖对策的研究,为评估黑河分水后生态环境变化提供基础数据,为内陆河流域的生态水平衡、退化生态系统的恢复和生态健康管理提供理论依据。

1 研究区自然条件与研究方法

1.1 研究区概况

研究区选择在黑河下游的内蒙古自治区额济纳旗境内,调查地点距达来呼布镇(额济纳旗旗政府所在地)东北方向 5km,介于 41°30′~42°30′N,99°45′~101°30′E,为额济纳河两岸的冲积平原,地势由西南向东北逐渐倾斜,平均海拔 1000m。干旱少雨,风大沙多,冬寒夏热,四季气候特征明显,昼夜温差大。年平均气温 6~8.5℃,1 月平均气温 -9~-14℃,极端最低气温 -36.4℃;7 月平均气温 22~26.4℃,极端最高气温 41.7℃。年平均无霜期 130~165d。降水量 40mm,蒸发量 4200mm。盛行西北风,平均风速 2.9~5m/s,年均大风日数(>17m/s)70d 左右,属典型的大陆性干旱区。地带性土壤以灰漠土、灰棕漠土为主,在湖盆和低洼地区有盐碱土和沼泽土。额济纳荒漠河岸林主要由胡杨(*Populus euphratica* Oliv.)、怪柳(*Tamarix chinensis* Lour.)、苦豆子(*Sophora alopecuroides* Linn.)、沙枣(*Elaeagnus angustifolia* Linn.)、梭梭(*Haloxylon ammodendron* (Mey.) Bunge),苏枸杞(*Lycium ruthenicum*)、芦苇(*Phragmites communis* Trin.)、大花罗布麻(*Poacynum hendersonii*)、花花柴(*Karelinia caspica* (Pall.) Less.)、疏叶骆驼刺(*Alhagi pseudoalhagi*)、赖草(*Aneurolepidium dasystachys* (Trin.) Nevski)、芨芨草(*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski)、碱蓬(*Suaeda glauca* (Bunge) Bunge)等组成。

近 50a 来,黑河流入下游的水量减少,胡杨林退化,林内出现了大量林窗。自 2000 年以来,分水工程实施后,通过正义峡流入下游的水量增加,林窗内出现了胡杨无性繁殖幼苗。据统计,在莺落峡多年平均来水 15.8 亿 m³ 条件下,通过正义峡进入下游地区的水量由实施调度前的年均 7.3 亿 m³,2000 年增加到 8.0 亿 m³,2001 年增加到 8.3 亿 m³,2002 年增加到 9.0 亿 m³,2003 年实现了 9.5 亿 m³ 分水目标。黑河调水后每年都有 2~3 次洪水流入研究区。

2000 年以来,在额济纳旗七道河胡杨河岸林开始围封禁牧,2003 年正是批准成为国家胡杨保护区。

1.2 研究方法

2003年7月,调查了胡杨繁殖格局。样方全部选择在胡杨林中的裸露林窗中,共调查了13个林窗。其中,最大林窗面积为 675.1m^2 ,最小林窗面积为 92.7m^2 ,平均为 675.1m^2 。考虑到邻近母树对胡杨根蘖繁殖的影响,根据林窗大小差异,将林窗分为二级,即林窗面积大于 500m^2 为大林窗,小于 500m^2 为小林窗。调查的大林窗共6个,平均面积为 1112.1m^2 ;小林窗共7个,平均面积为 300.4m^2 。胡杨幼苗种群数量特征调查用 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 的样方来进行,分别调查不同年龄的胡杨幼苗的丛数和株数等。另外,测定从样方中心点到环林窗的每一株胡杨母树的距离。最后,从不同年份生态水文过程的特征、林窗整体水平、不同林窗大小级别等,分别分析距最近、距最远母树距离、平均距离、林窗大小对胡杨繁殖格局的影响。统计分析用Spss11.0来完成。

2 结果与分析

2.1 林窗内胡杨繁殖特征

植物的无性繁殖(克隆)有多种方式,其中根蘖繁殖是主要的途径之一^[13~15]。从胡杨的生物学特性来看,胡杨的繁殖有两种方式,一是种子繁殖,二是根蘖繁殖^[1]。在额济纳绿洲的胡杨林内,每年都有大量的种子生成,但是在本项研究所调查的13个样方以及两周的野外调查中,没有发现一株种子实生苗。这表明,在目前的额济纳国家胡杨林自然保护区内的胡杨繁殖更新是通过无性繁殖来实现的。

从13个 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 的样方调查结果来看(图1a),在额济纳绿洲的胡杨林内,林分更新主要发生在最近3年中(在所有调查中4龄苗仅发现1株),即:2001年、2002年和2003年。胡杨幼苗的个体密度平均为 213.9 ± 112.5 株/ 100m^2 ,其中1龄幼苗为 27.5 ± 18.8 株/ 100m^2 ,2龄幼苗为 113.8 ± 67.7 株/ 100m^2 ,3龄幼苗为 71.0 ± 73.9 株/ 100m^2 。从胡杨根蘖苗的丛密度来看(图1b),丛密度平均为 108.3 ± 56.0 丛/ 100m^2 ,其中1龄幼苗为 19.2 ± 13.9 丛/ 100m^2 ,2龄幼苗为 59.0 ± 37.8 丛/ 100m^2 ,3龄幼苗为 29.8 ± 22.8 丛/ 100m^2 。从图1a、b中可以看出,胡杨林根蘖繁殖的年际变化非常明显,最高年份2002年(2龄苗)胡杨幼苗的个体密度和丛密度分别是最低年份2003年(1龄苗)的7.8倍和5.6倍。

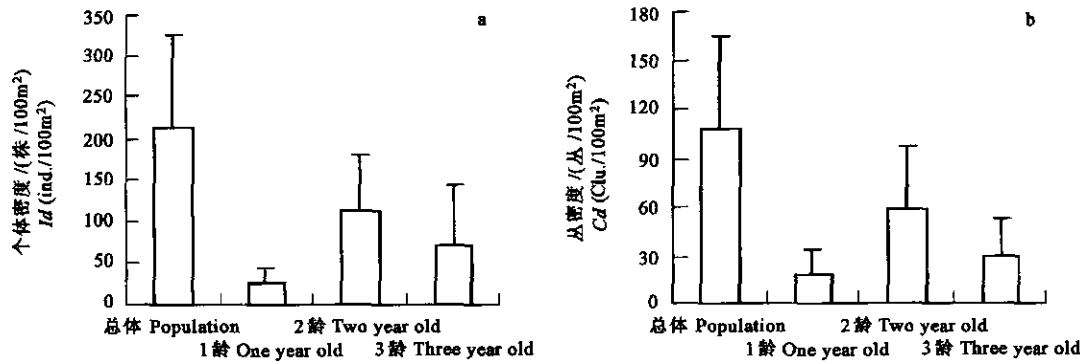


图1 胡杨林根蘖幼苗种群数量特征

Fig. 1 sprouting quantative characteristics of *Populus euphratica* Oliv.

a: 幼苗个体密度 individual density; b: 幼苗丛密度 cluster density

2.2 大林窗生境对胡杨根蘖繁殖的影响

树木的根蘖繁殖范围受其自身生物学特性的影响,所以林窗对其根蘖繁殖的影响只能在一定范围之内,而不会像种子繁殖那样空间越大,繁殖的机会越多。对林窗面积大于 500m^2 的“大林窗”生境中的胡杨根蘖繁殖的分析显示(表1),从环境因子的影响来看,距样方最近母树距离和距样方最远母树距离对胡杨根蘖繁殖的影响相对最大,其中距样方最近母树距离与个体密度和丛密度的关系为负相关,而距样方最远母树距离与个体密度和丛密度的关系为正相关。从胡杨幼苗的龄级划分来看,反映总体水平的丛密度和2龄苗的丛密度与距样方最近母树距离和距样方最远母树距离的关系最密切,相关系数分别为 -0.506 、 -0.609 、 0.530 和 0.441 。

对相关程度相对最高的胡杨总体丛密度与距样方最近和最远母树距离的回归分析表明(图2、3),总体丛密度与距样方最近母树距离之间的回归关系不显著($R=0.708<R_{0.05,5}=0.754$),总体丛密度与距样方最远母树距离之间的回归关系也不显著($R=0.601<R_{0.05,5}=0.754$),说明在大林窗中所有胡杨幼苗在总体水平上的根蘖繁殖更新不受任一个因子的单独影响。2龄苗丛密度与距样方最近母树距离存在显著回归关系($R=0.782>R_{0.05,5}=0.754$)(图4),2龄苗丛密度与距样方最远母树距离存在显著回归关系($R=0.789>R_{0.05,5}=0.754$)(图5)。说明在大林窗中2龄胡杨幼苗的根蘖繁殖更新受到了距样方最近和最远母树距离的影响。即在生态水文条件较好的年份,距母树较远的地方根蘖繁殖最容易发生,因为个体和丛密度与距样方最近母

树距离呈负相关,而与距样方最远母树距离呈正相关(表 1)。

表 1 大林窗内生境因子与胡杨根蘖繁殖的相关分析

Table 1 Pearson analysis between sprouting reproduction of <i>Populus euphratica</i> Oliv and habitat fators in big gap					
项目 Item		环样方母树株数 <i>T</i> _n	距样方最近母树距离 <i>N</i> _d	距样方最远母树距离 <i>F</i> _d	林窗面积 <i>G</i> _a
总体 Population	个体密度 <i>I</i> _d	−0.287	−0.240	0.477	0.314
	丛密度 <i>C</i> _d	−0.180	−0.506	0.530	0.351
1 龄苗 One year old	个体密度 <i>I</i> _d	−0.123	−0.221	0.496	0.139
	丛密度 <i>C</i> _d	−0.141	−0.343	0.462	0.113
2 龄苗 Two years old	个体密度 <i>I</i> _d	−0.330	−0.496	0.434	0.257
	丛密度 <i>C</i> _d	−0.239	−0.609	0.441	0.251
3 龄苗 Three years old	个体密度 <i>I</i> _d	−0.108	0.180	0.258	0.341
	丛密度 <i>C</i> _d	0.057	−0.145	0.447	0.537

*I*_d Individual density; *C*_d Cluster density; 下同 the same below

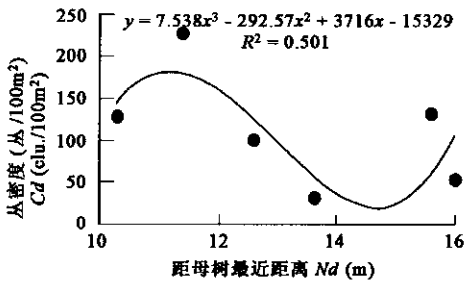


图 2 大林窗中胡杨幼苗丛密度与距最近母树距离的关系

Fig. 2 Relationship between *C*_d of *Populus euphratica* Oliv sprouting and *N*_d in big gap

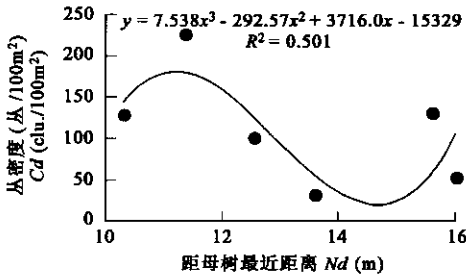


图 3 大林窗中胡杨幼苗丛密度与距最远母树距离的关系

Fig. 3 Relationship between *C*_d of *Populus euphratica* Oliv sprouting and *F*_d in big gap

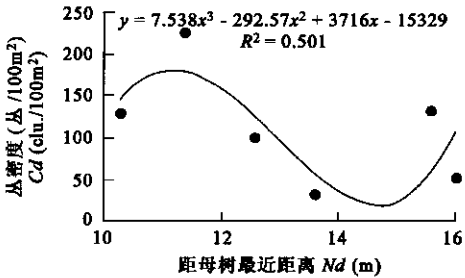


图 4 大林窗中胡杨 2 龄幼苗丛密度与距最近母树距离的关系

Fig. 4 Relationship between *C*_d of 2 years old of *Populu euphratica* Oliv and *N*_d in big gap

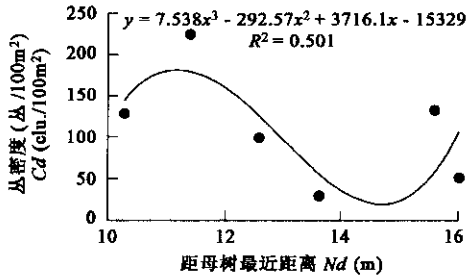


图 5 大林窗中胡杨 2 龄幼苗丛密度与距母树最远距离的关系

Fig. 5 Relationship between *C*_d of 2 years of *Populus euphratica* Oliv and *F*_d in big gap

表 2 小林窗内生境因子与胡杨根蘖繁殖的相关分析

Table 2 Pearson analysis between sprouting reproduction of <i>Populus euphratica</i> Oliv and habitat fators in small gap					
项目 Item		环样方母树株数 <i>T</i> _n	距样方最近母树距离 <i>N</i> _d	距样方最远母树距离 <i>F</i> _d	林窗面积 <i>G</i> _a
总体 Population	个体密度 <i>I</i> _d	−0.272	0.365	−0.076	0.084
	丛密度 <i>C</i> _d	0.069	−0.142	0.074	0.018
1 龄苗 One year old	个体密度 <i>I</i> _d	−0.321	−0.185	−0.357	−0.510
	丛密度 <i>C</i> _d	−0.228	−0.114	−0.203	−0.398
2 龄苗 Two years old	个体密度 <i>I</i> _d	0.025	0.333	0.327	0.349
	丛密度 <i>C</i> _d	0.124	0.172	0.326	0.305
3 龄苗 Three years old	个体密度 <i>I</i> _d	−0.267	0.247	−0.218	−0.014
	丛密度 <i>C</i> _d	0.028	−0.473	−0.247	−0.259

2.3 小林窗生境对胡杨根蘖繁殖的影响

从小林窗(面积小于 500m²)的环境因子与胡杨根蘖繁殖的相关分析结果看(表 2),距样方最近母树距离对胡杨 3 龄苗根蘖繁殖的影响相对较大,而林窗面积对 1 龄苗根蘖繁殖的影响相对较大,相关系数分别为-0.473 和-0.510。与大林窗环境因子影响相比,小林窗环境因子对胡杨根蘖繁殖的影响非常复杂,主要表现在环样方母树株数、距样方最近母树距离、距样方最远母树距离和林窗面积等 4 个因子对不同龄级的胡杨幼苗种群的影响,既有正面的,也有负面的。从不同年份(苗龄)胡杨幼苗种群特征与环境因子的角度看,2 龄苗与 4 个环境因子都为正相关,说明年度间生态水文条件的差异在小林窗内的影响变化较大。

对相关程度相对最高的 1 龄胡杨个体密度与林窗面积的回归分析表明(图 6),二者之间的回归关系不显著($R=0.510<R_{0.05,6}=0.707$);胡杨 3 龄苗丛密度与林窗面积二者之间的回归关系也不显著($R=0.473<R_{0.05,6}=0.707$)(图 7)。这同样说明在小林窗中胡杨根蘖繁殖更新不受某一个因子的单独影响。

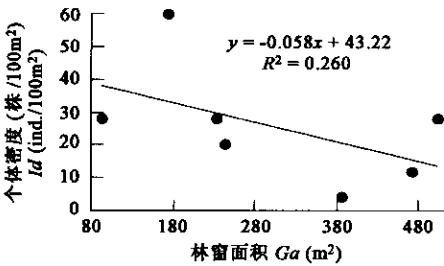


图 6 小林窗中 1 龄胡杨幼苗个体密度与林窗面积的关系

Fig. 6 Relationship between *Id* of 1 year old of *Populus euphratica* Oliv and *Ga* in small gap

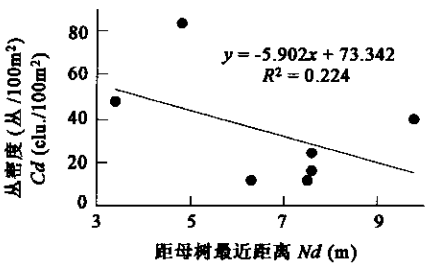


图 7 小林窗中 3 龄胡杨幼苗丛密度与林窗面积关系

Fig. 7 Relationship between *Cd* of 3 years old of *Populus euphratica* Oliv and *Ga* in small gap

3.4 整体水平上林窗生境对胡杨根蘖繁殖的影响

相关分析表明(表 3),将大林窗和小林窗作为一个整体来分析,环样方母树株数和距样方最近母树距离对胡杨根蘖幼苗的影响相对较小,而距样方最远母树距离和林窗面积的影响相对较大,特别是对于 2 龄胡杨幼苗。其中 2 龄苗个体密度和丛密度与距样方最远母树距离的相关系数分别为 0.453 和 0.355;与林窗面积的相关系数则分别为 0.362 和 0.288。

表 3 整体水平上林窗生境因子与胡杨根蘖繁殖的相关系数

Table 3 Pearson analysis between sprouting reproduction of <i>Populus euphratica</i> Oliv and habitat fators in population					
项目 Item		环样方母树株数 <i>Tn</i>	距样方最近母树距离 <i>Nd</i>	距样方最远母树距离 <i>Fd</i>	林窗面积 <i>Ga</i>
总体 Population	个体密度 <i>Id</i>	-0.279	0.069	0.180	0.179
	丛密度 <i>Cd</i>	-0.075	-0.136	0.274	0.191
1 龄苗 One year old	个体密度 <i>Id</i>	-0.240	-0.013	0.132	0.070
	丛密度 <i>Cd</i>	-0.209	0.054	0.311	0.196
2 龄苗 Two years old	个体密度 <i>Id</i>	-0.230	0.162	0.453	0.368
	丛密度 <i>Cd</i>	-0.083	-0.030	0.355	0.228
3 龄苗 Three years old	个体密度 <i>Id</i>	-0.132	-0.074	-0.185	-0.099
	丛密度 <i>Cd</i>	0.093	-0.338	-0.111	-0.039

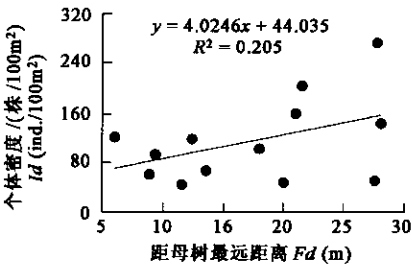


图 8 胡杨 2 龄幼苗个体密度与距最远母树距离的关系

Fig. 8 Relationship between *Id* of 2 year old of *Populus euphratica* Oliv and *Fd*

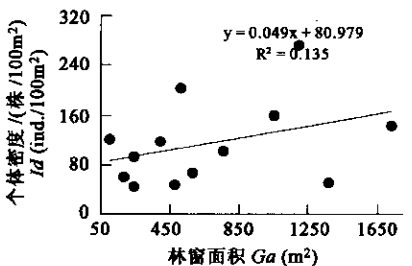


图 9 胡杨 2 龄幼苗个体密度与林窗面积的关系

Fig. 9 Relationship between *Id* of 2 year old of *Populus euphratica* Oliv and *Ga*

对相关程度最高的胡杨 2 龄苗个体密度与距样方最远母树距离和林窗面积的回归分析表明(图 8、图 9),2 龄苗个体密度与距样方最远母树距离二者之间的回归关系不显著($R=0.453<R_{0.05,12}=0.532$);同样,2 龄苗个体密度与林窗面积二者之间的回归关系也不显著($R=0.367<R_{0.05,12}=0.532$)。这说明在总体水平上,不同年份,额济纳绿洲胡杨林在林窗内的根蘖繁殖更新也不受某一个因子的单独控制。

多元回归分析表明(表 4),在整体水平上胡杨根蘖幼苗的个体密度和丛密度受林窗生境因子的影响十分明显,在 0.01 水平上极显著。说明额济纳绿洲胡杨林的繁殖既受年际间生态水文条件变化的影响,又受林窗环境条件的影响;而且林窗环境因子是通过综合影响发挥的显著作用,任何一个因子的单独影响对胡杨根蘖幼苗的更新作用都不显著。

表 4 总体水平上林窗生境因子与胡杨根蘖繁殖的多元回归分析

多元回归分析	相关性检查
Multivariant regression analysis	Relation analysis test
$Id=-265-87.2Tn+10.8Nd+19.2Fd+0.165Ga(R^2=0.899)$	$R=0.948>R_{0.01,12}=0.802$
$Cd=20-29.9Tn-7.4Nd+15.0Fd-0.049Ga(R^2=0.877)$	$R=0.936>R_{0.01,12}=0.802$

3 结论与讨论

天然胡杨林更新依靠种子和根蘖两种繁殖方式进行。种子成熟期从 6 月底到 8 月底,达 2 个月之久。在黑河水文过程未明显改变之前,每年 7~8 月份,祁连山冰雪大量融化,黑河水暴涨,在额济纳平坦开阔处漫流泛滥,形成无数沙洲,为胡杨种子更新提供了天然苗床。但是,近年来,上中下游用水增加,下泄到额济纳的水量减少,不可能形成洪水漫流,导致胡杨无法进行种子更新。从胡杨幼苗种群年龄结构和繁殖方式的调查分析表明,在额济纳国家胡杨林自然保护区内的胡杨更新在近十多年来主要靠根蘖繁殖来完成,种子繁殖几乎不存在。

本文调查的胡杨林无性繁殖幼苗主要由 1~3 龄幼苗组成,偶尔有 4 龄幼苗。调查表明,胡杨幼苗的个体密度平均为(213.9±112.5)株/100m²,其中 1 龄幼苗为(27.5±18.8)株/100m²,2 龄幼苗为(113.8±67.7)株/100m²,3 龄幼苗为(71.0±73.9)株/100m²。胡杨幼苗的丛密度平均为(108.3±56.0)丛/100m²,其中 1 龄幼苗为(19.2±13.9)丛/100m²,2 龄幼苗为(59.0±37.8)丛/100m²,3 龄幼苗为(29.8±22.8)丛/100m²。这种格局正好与分水工程实施的时间和自然保护区围封禁牧的时间一致。分水工程从 2000 年开始,国家胡杨林自然保护区内全面禁牧是从 2001 年开始的。在没有禁牧的条件下,胡杨幼苗被吃掉,不能形成幼林,例如,在自然保护区内的样方调查中未出现苗龄超过 4 龄的胡杨幼林,因为 2000 年以前该区域处在放牧利用状态(还没成立国家自然保护区)。在禁牧条件下,不同年份之间胡杨的根蘖繁殖存在着明显差异,这种差异与每一年中的生态水文条件有关。从本文的调查结果来看,2 龄苗在年龄结构中所占的比重最大,而其所对应的年份为 2002 年,这一年是额济纳绿洲从“92 分水方案”实施以来的最大来水年(2002 年正义峡下泄总量为 4.85×10⁸m³)之一(表 5)。所以可以推断胡杨林的根蘖繁殖与黑河的下泄流量密切相关,而相关和回归分析表明,无论是在整体水平上,还是在不同的林窗级别中,胡杨根蘖繁殖主要受林窗生境因子的综合影响,任何一个因子的单独作用都不显著。只有在生态水文条件较好的年份(2002 年,对应于 2 龄幼苗),胡杨的根蘖丛密度在大林窗中受到了距样方最近和最远母树距离的显著影响。而且这种影响也是以较复杂的关系(一元多次方)表示出来的。与距离最近母树距离呈负相关,距离最远母树距离呈正相关,说明在水文条件满足的前提下,光因子可能是影响胡杨幼苗根蘖繁殖的重要因素,如何影响还需要进一步研究。

表 5 黑河下游狼心山水文站 2000~2003 年调水量统计表(亿 m³)

Table 5 Water diversion of Heihe river lower reaches in the year of 2000~2003(Langxinshan hydrographic station)													
年份 Year	月份 Month												合计 Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2000	0.404	0.534	0.790	0	0	0	0	0	0.280	0.343	0.173	0.450	2.974
2001	0.209	0.228	0.463	0.031	0	0	0	0	0.586	0.178	0	0.121	1.816
2002	0.552	0.583	0.375	0.024	0	0.033	1.883	0.256	0.568	0.458	0	0.103	4.835
2003	0.439	0.465	0.702	0.042									

黑河分水工程的实施对胡杨的繁殖更新无疑是有利,但前提是需要消除放牧等干扰因素的影响。

References:

[1] Inner Mongolia forest edit committee. *Inner Mongolia forest*. Beijing: China Forest Sciences Press, 1984. 430.
[2] Liu Y X. *Flora of Chinese desert: Volume 1*. Beijing: Science Press, 1985.

[3] Liu Z L, Zhu Z Y, Hao D Y. The study of Oasis ecosystem damage and conservation in the lower reaches of Black River (Erginar River). *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2001,**15**(3): 1~8.

[4] Wang G X, Cheng G D. Changes of hydrology and ecological environment during late 50 years in Heihe River Basin. *Journal of Desert Research*, 1998,**18**(3): 233~238.

[5] Zhang W W, Shi S S. Study of the relation between groundwater dynamics and vegetation degeneration in Ejina oasis. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2002,**24**(4): 421~425.

[6] Gutierrez J R, Arancio G, Jaksic F M. Variation in vegetation and seed bank in a Chilean semi-arid community affected by ENSO 1997. *Journal of Vegetation Sciences*, 2000,**11**: 641~648.

[7] Guo Q, Brown J H, Valone T J, *et al.* Constrains of seed size on plant distribution and abundance. *Ecology*, 2000,**81**: 2149~2155.

[8] Van Rheede van oudtshoorn K, Van Rooyen M W. *Dispersal Biology of Desert Plants*. Berlin: Springer-Verlag, 1999.

[9] Bowers J E. Seedling emergence on Sonoran Desert dunes. *Journal of Arid Environments*, 1996,**33**: 63~72.

[10] Garner R D, Witkowski E T F. Variations in seed size and shape in relation to depth of burial in the soil and pre-dispersal predation in *Acacia nilotica*, *A. tortilis* and *Dichrostachys cinerea*. *South African Journal of Botany*, 1997,**63**(6): 371~377.

[11] Guo Q, Rundel P W, Goodall D W. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environments*, 1998,**38**: 465~478.

[12] Liu Z M. Relationship between receneration characteristics and arenaceous adaptability of *Hedysarum Fruticosum* VAR. *Lignosum*. *Acta Phytocologica et Geobotanica*, 1992,**16**(2): 136~142.

[13] Li J. Approach to some basic problems of reproduction of *Artemisia Halodendron*. *Journal of Desert Research*, 1994,**14**(3): 56~61.

[14] Dong M. Plant clonal growth in heterogeneous habitats: risk-spreading. *Acta Phytocologica Sinica*, 1996,**20**(6): 543~548.

[15] Peart M H. The effects of morphology, orientation and position of grass diaspores on seedling survival. *Journal of Ecology*, 1984,**72**: 437~453.

[16] Moles A T, Hodson D W, Webb C J. Seed size and shape and persisence in the soil in the New Zealand flora. *Oikos*, 2000,**89**: 541~545.

参考文献:

[1] 内蒙古森林编辑委员会. 内蒙古森林. 北京: 中国林业科学出版社, 1984. 430.

[2] 刘 心. 中国沙漠植物志, 第一卷. 北京: 科学出版社, 1985.

[3] 刘钟龄, 朱宗元, 郝敦元. 黑河(额济纳河)下游绿洲生态系统受损与生态保育对策的思考. 干旱区资源与环境, 2001,**15**(3): 1~8.

[4] 王根绪, 程国栋. 近 50a 来黑河流域水文及生态环境的变化. 中国沙漠, 1998,**18**(3): 233~238.

[5] 张武文, 史生胜. 额济纳绿洲地下水动态与植被退化关系的研究. 冰川冻土, 2002,**24**(4): 421~425.

[12] 刘志民. 木岩黄芪的繁殖特点及其与沙生适应性的关系. 植物生态学与地植物学学报, 1992,**16**(2): 136~142.

[13] 李进. 关于差把嘎蒿繁殖的若干问题的探讨. 中国沙漠, 1994,**14**(3): 56~61.

[14] 董鸣. 异质性生境中的植物克隆生长: 风险分摊. 植物生态学报, 1996,**20**: 543~548.