

额济纳绿洲胡杨林更新及群落生物多样性动态

高润宏¹, 董 智¹, 张 昊², 李俊清^{2*}

(1. 内蒙古农业大学林学院, 呼和浩特 010019; 2. 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 研究额济纳绿洲胡杨群落演替中的生物多样性指数与胡杨林年龄、密度、地下水埋深、地表土壤含水量的相互关系, 及胡杨更新中的根蘖株数、实生株数与胡杨林年龄、密度相互关系。结果表明: 胡杨种群在更新过程中根蘖株数与胡杨年龄、密度相关显著, 根蘖性随胡杨年龄增长而加强, 随密度增大而减弱, 实生株的分布与胡杨年龄相关显著, 而与密度、遮荫度相关不显著, 实生苗只出现在中龄林中, 而在老龄胡杨林和幼龄胡杨林中均无胡杨实生苗; 胡杨群落演替过程中生物多样性与群落的土壤含水量、地下水埋深和林冠遮荫度相关不显著, 而与胡杨的年龄、密度相关显著, 胡杨群落在演替过程中生物多样性和均匀度增高, 个体数量却减少, 胡杨在种群发育过程不仅表现出自疏现象, 并在群落演替过程中表现明显的排斥异种现象。一个观点: 逆境生存的建群植物种个体繁殖的最大收益性导致群落演替出现间断现象。由于极端环境胁迫下, 胡杨在繁殖对策选择上, 在胡杨林内胡杨种群更新选择以无性繁殖为主, 而在胡杨林外的其它生境中胡杨种群更新以有性繁殖为主。针对上述观点, 胡杨保护和更新在不同的生境中以不同的更新方式进行。

关键词: 额济纳; 胡杨; 生物多样性; 相关

文章编号: 1000-0933(2005)05-1019-07 **中图分类号:** Q143, Q941. 2, Q948 **文献标识码:** A

Study on regeneration process and biodiversity characteristic of *Populus euphratica* community in the Ejina Natural Reserve, Inner Mongolia of China

GAO Run-Hong¹, DONG Zhi¹, ZHANG Hao¹, LI Jun-Qing^{2*} (1. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 2. The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(5): 1019~1025.

Abstract: *Populus euphratica* population generation patterns and *Populus euphratica* forest community biodiversity characteristic in successive proceedings are discussed in this paper. The intention is to disclose regeneration and restoration mechanism of *Populus euphratica* population and community. Such relative aspects as between age, density, and degree of shade, between root reproduction, seedling and age, density, between *Populus euphratica* forest community biodiversity index and evenness index, and soil water content, underground water depth, as well as the regression on *Populus euphratica* population age, density and degree of shade. The results showed: (1) Root reproduction regeneration of *Populus euphratica* is relative to *Populus euphratica* age and density, seedling regeneration is relative to *Populus euphratica* age, the old-aged forest of *Populus euphratica* may restrict to seedling regeneration. (2) the regression relations between age and density of *Populus euphratica* shows there is obviously dispersal effect among the individual of evenaged forest. (3) biodiversity index and evenness index are related to age and density of *Populus euphratica*, and unrelated to soil water content and underground water depth, with the of *Populus euphratica* age growth, the biodiversity index and evenness index are increasing, while the numbers of species and individual is decreasing. One hypothesis: the most reproductive benefit of constructive species usually leads to discontinuing community succession. Constructive plant utilizes the clone in resource-sharing, risk-spread, and foraging behavior to enlarge

基金项目: 国家教育部“春晖计划”资助项目(Z2004-2-15017); 国家自然科学基金资助项目(30471369)

收稿日期: 2004-03-21; **修订日期:** 2005-03-04

作者简介: 高润宏, (1968~), 男, 内蒙古丰镇人, 博士生, 主要从事生物多样性和恢复生态学研究. E-mail: grhzw@vip. sina. com

* 通讯作者 Author of correspondence. E-mail: grhzw@vip. sina. com

Foundation item: Chun Hui Program of Educational Department of China (No. Z2004-2-15017), National Natural Science Foundation of China (No. 30471369)

Received date: 2004-03-21; **Accepted date:** 2005-03-04

Biography: GAO Run-Hong, Ph. D. candidate, mainly engaged in biodiversity and restoration ecology. E-mail: grhzw@vip. sina. com

the habitat heterogeneity, in allelopathy to exclude the other species to attain the most reproductive benefit. this adaptive pattern may form pure community, with the constructive species degradation, the other species can't settle down, therefore, the community succession is discontinued.

Key words: Ejina Natural Reserve; *Populus euphratica*; biodiversity; community successive

额济纳胡杨(*Populus euphratica* Oliv.)林是我国典型荒漠区天然胡杨林的主要分布区之一,也是内蒙古西部荒漠区唯一的乔木区。胡杨林是额济纳绿洲存在的生态屏障,在科学研究方面具有重要的价值。但在 20 世纪 50 年代后额济纳胡杨林由于人为破坏、水资源缺乏和土质变坏等不利情况下,这一宝贵的森林资源正在不断减少,其后果是最终导致了整个额济纳绿洲环境状况的恶化,对这一严重的生态问题已引起了人们越来越多的关注^[1~4]。

胡杨林的存在和发展与其生存的土壤水分状况和土质状况有着直接的关系^[5~7]。因此,关于以保护胡杨为主的额济纳绿洲植被恢复就围绕上述两方面进行了大量研究^[8~12]。额济纳绿洲胡杨林恢复不仅是胡杨林生存物理环境的改善,同时也应该是种群和群落的恢复过程,这两个恢复过程是额济纳绿洲植被恢复的关键方面,而目前国内对胡杨种群更新和群落演替方面的研究工作较少,加强这方面的研究工作将对胡杨林的恢复和稳定无疑具有重要的意义。本文试图通过分析胡杨种群更新和群落在不同演替阶段的生物多样性特点、组成成分及胡杨在不同发育期的更新方式,来揭示胡杨群落的演替规律,旨在为胡杨林保护和恢复提供理论依据。

1 调查样地概况

额济纳胡杨林由于自然灾害和人为因素干扰,胡杨林生态系统的稳定性受到威胁,胡杨更新繁殖和现有林的保护工作亟待加强,为此 1992 年建立以保护绿洲主体胡杨林为对象自然保护区,以实现进一步恢复和发展胡杨林这一宝贵的自然资源。

额济纳胡杨林自然保护区位于北纬 41°30'~42°07',东经 101°03'~101°17',总面积为 2.6253 万 hm²。保护区内年平均气温为 8.3℃,1 月平均气温为 -12.5℃,7 月平均气温为 26.3℃,极端高温为 42.2℃,极端低温为 -37.6℃,无霜期为 145d;年平均降水量为 37.9~49.3mm,蒸发量为 3746~4213mm,平均蒸发量是平均降水量的 88~109 倍;这里光能资源丰富,太阳辐射总量最多的达来呼布地区为 159.7×4.183 kJ/cm²,日照时数为 3396h,(10℃积温为 3694℃,干燥度为 11.0~13.7,光热资源十分丰富,每年秋末至夏初,受蒙古高压气团影响,盛行西北风,年均风速 4.4m/s,春季平均风速 4.8m/s,8 级以上的大风日数 52d,多风月平均扬沙日数 21d,冬春大风常伴寒流出现;土壤以林灌草甸土为主,并与固定、半固定风沙土、潮土等相间分布;林中常见的植物主要有:猪毛菜(*Salsola collina*)、虫实(*Corispermum mongolicum*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、苣荬菜(*Sonchus brachyotus*)、蓼子朴(*Inula salsoloides*)、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)、苦马豆(*Swainson salsula*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、红柳(*Tamarix ramosissima*)、芦苇(*Phragmites australis*)、赖草(*Leymus secalinus*)、早熟禾(*Poa annua*)、白刺(*Nitraria sibirica*)、骆驼蓬(*Peganum harmala*)、沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)等。

2 调查内容和方法

2.1 胡杨群落调查

2000 年 9 月在额济纳胡杨林自然保护区内选取四道桥、六道桥、七道桥、赛汗桃来和吉日嘎朗等 5 处封育较早、保存完好的胡杨林作为胡杨群落调查样地。在每一块样地内作 50×50m² 的标准地 2 块,记录标准地内胡杨郁闭度、株数、胸径、根蘖幼株株数、实生幼株株数和沙枣株数(胡杨林中另一种乔木)。根蘖株和实生株分别指在标准地内胸径小于 5cm 的根部萌蘖幼树和由种子发育形成的幼树,这两者不作为胡杨年龄和密度的统计对象。在每一标准地内沿两条对角线作 9 个 10×10m² 样方,记录样方中每种灌木的数量,作为胡杨林标准地灌木抽样调查结果;在每个灌木样方内沿对角线作 2 个 1×1m² 样方,记录样方中每种草本的数量,一块标准地共作 18 个草本样方,作为胡杨标准地草本抽样调查数据,所统计的沙枣数量、灌木物种数量和草本物种数量用于每一胡杨标准地的生物多样性指数计算。

根据胡杨胸径与年龄的线性关系^[10],可以用量胸径的方法来调查年龄以取代打钻取年轮样,用遮荫度来表示胡杨树冠对林下植物的遮荫程度,即植株冠幅总和与标准地面积比,该比值大于 1 则林冠下植物被遮荫,小于 1 则不遮荫。

根据胡杨年龄与胸径的关系和龄级分类^[10],则对 10 块胡杨林标准地的林分进行分类。每一标准地内胸径的标准离差不显著,林分较为整齐,所以用平均胸径换算后来确定该标准地胡杨林的平均年龄,进而对标准地胡杨林龄级进行分类,分类结果如表 1。

2.2 标准地土壤水分调查

在每块标准地中心挖一个 1m 宽的土壤剖面,深度到挖出地下水为止,记录地下水埋深;在土壤剖面找出 1 年生草本、多年生草本和灌木根系的分布范围,并分别在 1 年生草本、多年生草本、灌木主根层横向用铝盒取 3 个平行土样作为根系土壤含水量分析对象,在没有 1 年生草本或多年生草本、灌木的标准地内则分别在距地表 5、20cm 和 100cm 处取土样(根据胡杨林植物

调查经验,1年生草本主根层主要在距地表5cm处,多年生草本主根层在距地表20cm处,灌木主根层在距地表100cm处。),铝盒土样用便携式电子天平快速称重,记录后带回住地用烘箱在110℃烘干11h,然后称重烘干土样,土壤含水量 $\theta_m = Mw/Ms \times 100\%$,式中 θ_m 为土壤含水量; Mw 为土样湿重; Ms 为土样干重。

表1 胡杨群落生物多样性指数与胡杨种群相关参数表

| 标准地号 ^① | 胡杨平均胸径(cm) ^② | 年龄(龄级) ^③ | 密度(ind./hm ²) ^④ | 根蘖株数(ind./hm ²) ^⑤ | 实生株数(ind./h ²) ^⑥ | 遮荫度 ^⑦ | 物种种类 ^⑧ | 生物多样性指数 ^⑨ | 均匀度指数 ^⑩ |
|-------------------|-------------------------|---------------------|--|--|---|------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 28.94±4.34 | 14(幼) | 5600 | 8 | 0.00 | >1 | 21 | 1.3831 | 0.3738 |
| 2 | 158.1±15.76 | 79(近) | 68 | 2192 | 0.00 | >1 | 8 | 3.686 | 0.9961 |
| 3 | 44.12±1.28 | 22(幼) | 2141 | 120 | 0.00 | >1 | 19 | 1.623 | 0.4386 |
| 4 | 60.54±3.45 | 30(中) | 1640 | 1152 | 2082 | >1 | 16 | 1.9072 | 0.5154 |
| 5 | 64.32±2.86 | 32(中) | 1413 | 712 | 1936 | >1 | 15 | 2.0707 | 0.5596 |
| 6 | 150.21±18. | 75(近) | 44 | 3156 | 0.00 | <1 | 6 | 2.7779 | 0.7507 |
| 7 | 46.76±5.49 | 23(幼) | 4141 | 200 | 0.00 | >1 | 11 | 2.4028 | 0.6493 |
| 8 | 24.22±2.77 | 12(幼) | 13500 | 40 | 0.00 | >1 | 9 | 1.7725 | 0.4790 |
| 9 | 15.54±2.58 | 7(幼) | 16000 | 0 | 0.00 | >1 | 24 | 1.0247 | 0.2769 |
| 10 | 30.76±8.76 | 15(幼) | 11200 | 44 | 0.00 | >1 | 16 | 1.6043 | 0.4335 |

①sample area num.; ②breast-height diameter; ③age (age-grade); ④density; ⑤number of root-sprouting; ⑥number of seedling; ⑦degree of shade; ⑧number of species; ⑨Shannon-weiner index; ⑩Pielou evenness index

2.3 数据处理方法

用 Shannon-weiner 指数和皮洛均匀度指数(Pielou evenness index)计算不同标准地内胡杨群落的生物多样性指数和均匀度指数:

$$\text{生物多样性指数} \quad H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log P_i$$

式中, H' 为生物多样性指数, P_i 为属于种 i 的个体 n_i 在全部个体 N 中的比例。

$$\text{均匀度指数} \quad J = H' / \log_2 S$$

式中, J 为均匀度指数, H' 生物多样性指数, S 为物种种类数。

在计算生物多样性指数和均匀度指数时样本含量均不包括胡杨个体数量,用 Excel 软件计算生物多样性指数与胡杨年龄、密度、地下水埋深和土壤表层含水量间的相关关系及根蘖株数、实生株数与胡杨年龄、密度间的相关关系。

3 结果与讨论

3.1 结果

3.1.1 胡杨种群更新特征 胡杨种群随年龄增长,密度呈指数级下降,自疏现象;在胡杨更新的两种方式中,根蘖更新方式在胡杨年龄达10a左右开始出现,并随年龄增大而加强,随密度增大而减弱;种子更新方式在幼龄和老龄林中都不发生,只在中龄林中有实生苗出现。

胡杨林发育过程中,林分密度随年龄增大而减小。

胡杨不同林分的密度与年龄之间呈指数相关关系,拟合方程为:

$$d = 5938e^{-0.0401a} \quad R^2 = 0.9639, n = 10$$

式中, d 为密度, a 为年龄。

在年龄与密度关系图中(图1),密度从幼龄的16000株/hm²降到近成熟林的44株/hm²,密度随年龄的增长而呈指数级下降,说明胡杨林在发育过程中同龄个体间有明显的自疏现象。

胡杨林根蘖株数与胡杨年龄、密度相关,随年龄增大而增加,随密度增大而减少。

根蘖株数与年龄呈线性相关,与密度呈对数相关,拟合方程分别为:

$$r = 5.2551a - 144.56 \quad R^2 = 0.9348, n = 10$$

式中, r 为根蘖株数, a 为年龄。

$$r = -127.36 \ln(d) + 971.43 \quad R^2 = 0.9154, n = 10$$

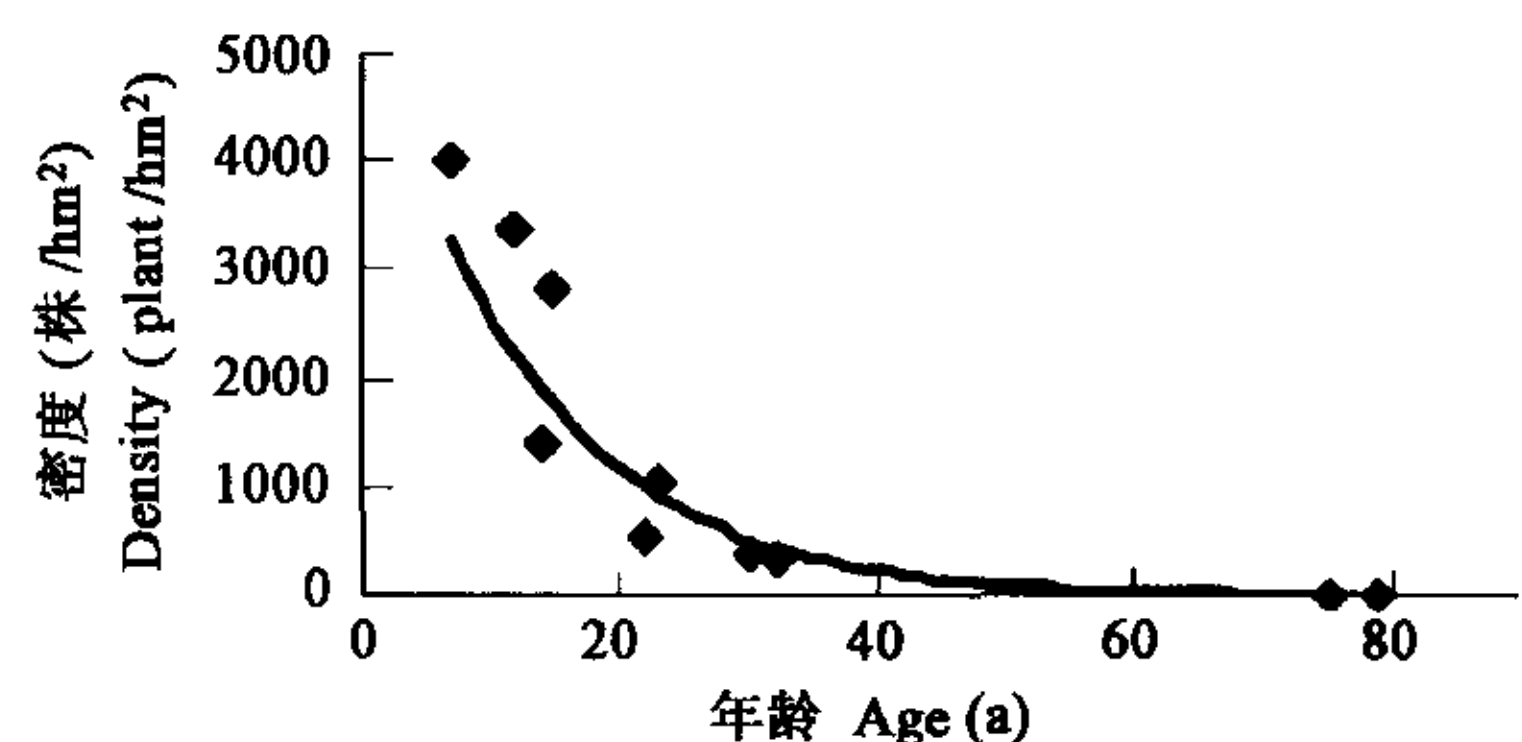


图1 年龄-密度相关性

Fig. 1 Regression on age and density

式中, r 为根蘖株数, d 为密度。

在根蘖株数与年龄、密度关系图中(图 2、图 3), 根蘖性随胡杨年龄增大而增强, 在近熟林中根蘖株数可达 2 400 株/hm², 而在 10a 以下的幼龄林中无根蘖现象; 根蘖性不仅受年龄限制, 同样也受密度限制, 随密度的增大而根蘖性减弱, 在出现根蘖的幼龄林中和中龄林中, 随密度增大, 根蘖株数在减少。

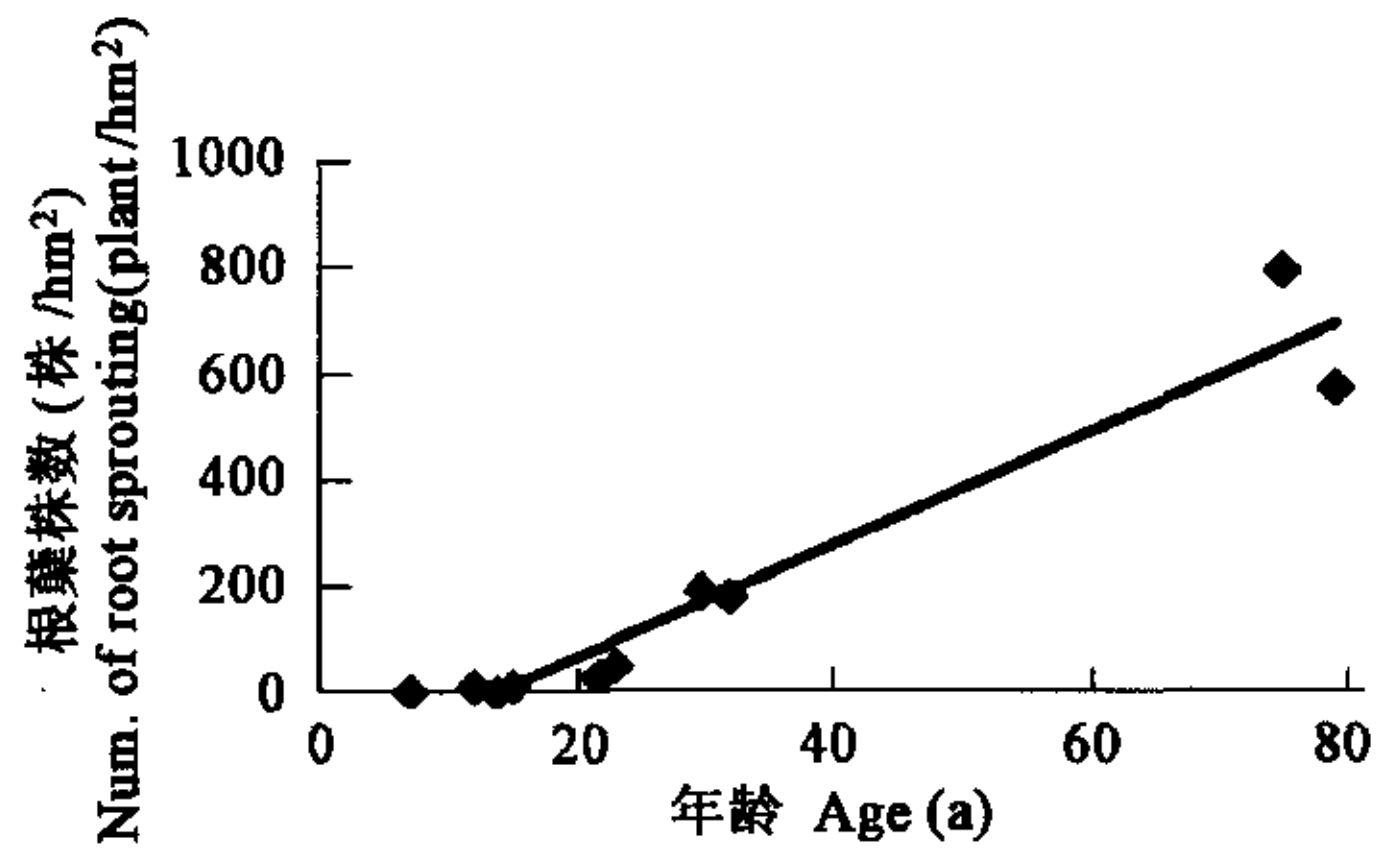


图 2 根蘖株数-年龄相关性

Fig. 2 Regression on age and num. of root sprouting

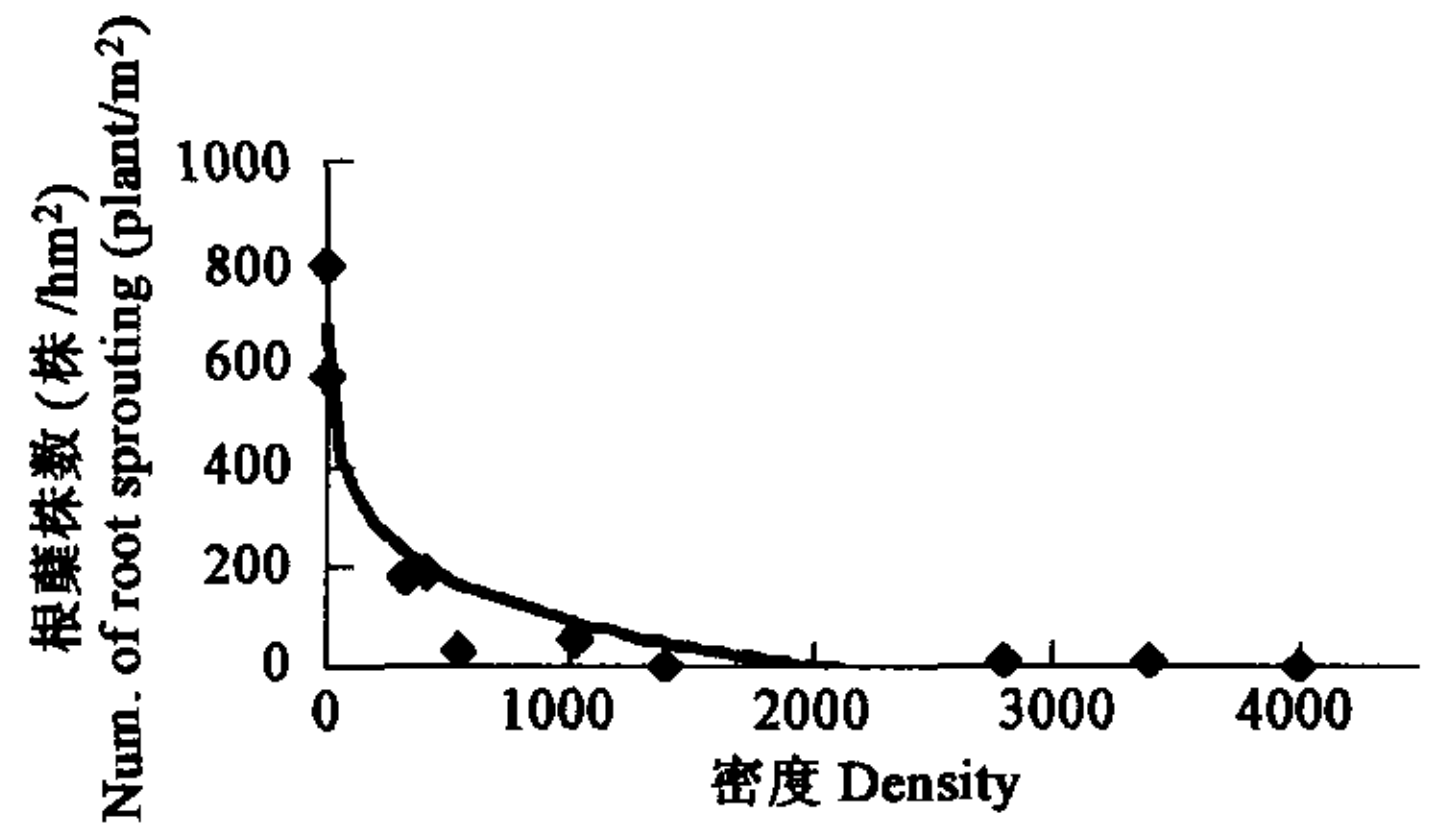


图 3 根蘖株数-密度相关性

Fig. 3 Regression on density and num. of root sprouting

胡杨实生株数与胡杨年龄相关, 与密度、遮荫度不相关。胡杨实生株数与胡杨年龄相关的拟合方程为:

$$s = -0.0968a^2 + 17.563a - 393.72 \quad R^2 = 0.5581, n = 10$$

式中, s 为实生株数, a 为年龄。

在实生株数与年龄关系图中(图 4), 实生株在近成熟林和幼龄林中均没有, 只有在中龄林中才有实生株。在幼龄林中胡杨不能产生种子生成实生株, 在近成熟林中胡杨能产生种子, 但无实生株出现, 反映了胡杨在老龄林中不能进行种子更新。实生株数与遮荫度不相关($R^2=0.036$), 表明在胡杨种子更新过程中, 遮荫不是胡杨种子更新的限制因子, 这说明胡杨种子更新在遮荫程度低的老龄林中受抑制还有其它因素制约着。

3.1.2 胡杨群落演替过程中生物多样性特征 胡杨林生物多样性指数和均匀度指数随胡杨年龄增大而升高、随胡杨密度增大而降低, 与遮荫度不相关。这反映了胡杨在幼龄期与之相伴生的植物种类的不确定性, 因而表现在种类较多, 数量较大, 但个体的数量差异显著, 在胡杨近成熟林中物种的数量减少, 物种种类变化不显著, 数量差异不显著, 表现在生物多样性指数、均匀度指数增高。因此, 胡杨在生长过程中不仅对种群密度有自疏作用, 对林下植物还有抑制作用。

胡杨林中物种均匀度指数与胡杨年龄相关, 随年龄增大而升高, 与胡杨林密度不相关。

胡杨不同林分的均匀度指数与年龄关系趋势曲线符合线性关系, 拟合方程为:

$$J = 0.0037a + 0.3165 \quad R^2 = 0.8221$$

式中, J 为均匀度指数, a 为年龄。

在胡杨年龄与均匀度指数的关系图中(图 5), 随胡杨林龄增大, 均匀度也增大, 但物种数量减少, 在调查的近成熟林中物种数最少, 只有 7~8 种, 而在幼龄林中植物种类可达 20 余种。从表 1 可知不同林分的标准地内, 生物多样性指数和均匀度最高的是 2 号标准地和 6 号标准地两个近成熟林, 造成高的原因是林下植物种类虽稀少, 只有 7~8 种, 但每一物种的数量相当, 即每一灌木样方中基本只有 1~2 株红柳, 每一草本样方中基本只有 2~3 株苦豆子; 生物多样性指数和均匀度最低的是 1 号标准地和 9 号标准地两块幼龄林, 造成低的原因是林下植物种虽丰富, 达 20 余种, 但每一物种的数量相差较大, 多的植物在样方中出现如拂子茅、苦豆子可达几百株, 而少的如苦马豆只有 1 株。

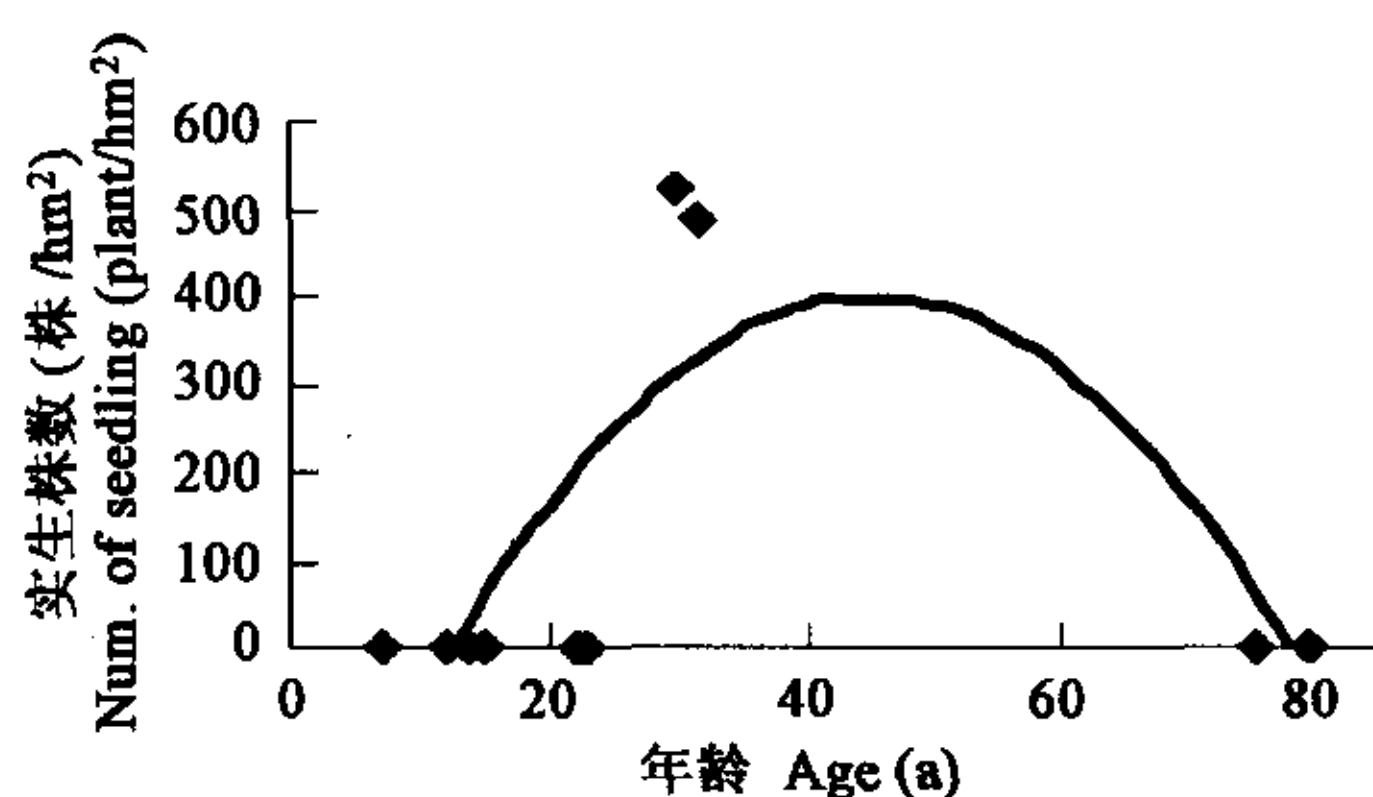


图 4 实生株数-年龄相关性

Fig. 4 Regression on age and num. of seedling

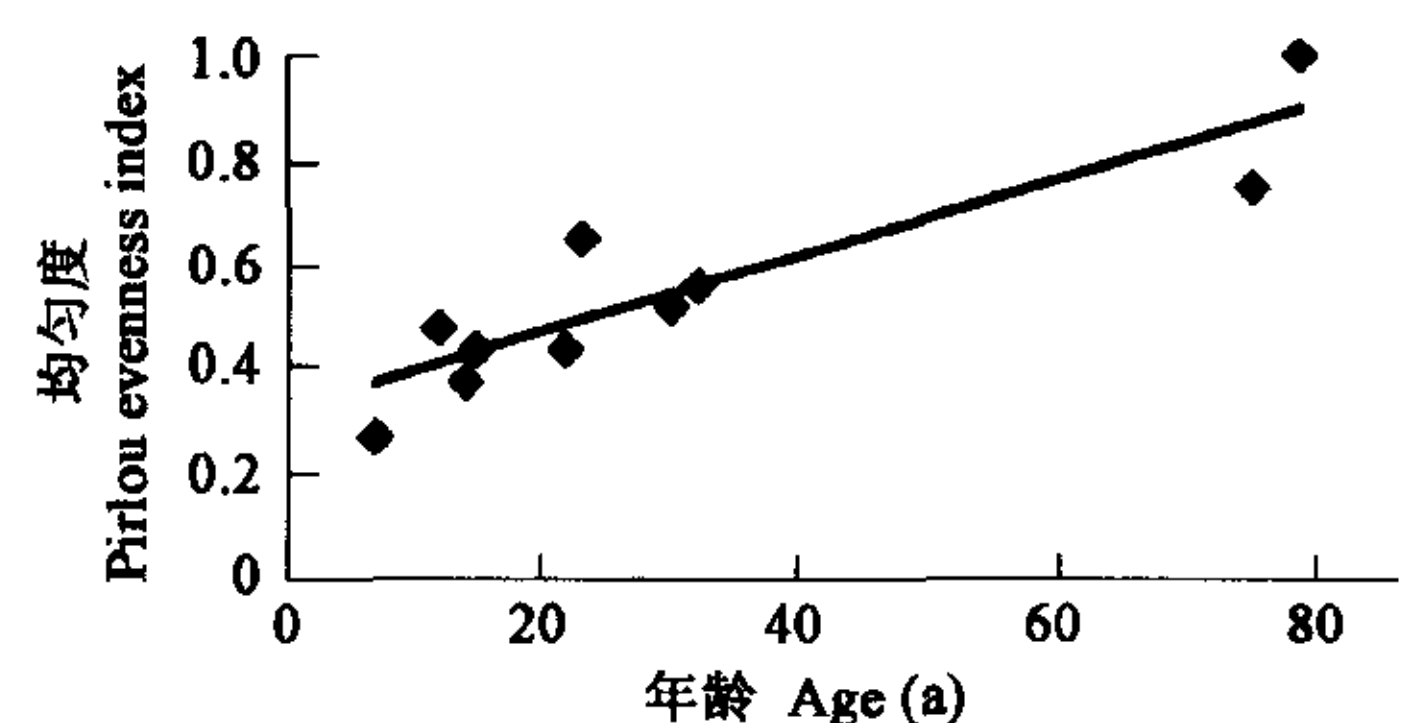


图 5 年龄-均匀度相关性

Fig. 5 Regression on age and evenness index

胡杨林生物多样性指数与胡杨年龄、胡杨密度相关,而与遮荫度不相关。

生物多样性指数与年龄呈多项式关系,与密度呈对数关系,其拟合方程分别是:

$$b = -3E - 0.5a^2 + 0.0195a + 0.0078 \quad R^2 = 0.8261, n = 10$$

式中, b 为生物多样性指数, a 为年龄。

$$b = -0.3147 \ln(d) + 3.9729 \quad R^2 = 0.7236, n = 10$$

式中, b 为生物多样性指数, d 为密度。

在生物多样性指数与年龄和密度关系图中(图 6、图 7),生物多样性指数随年龄增大而升高,随密度增大而降低,这反映了胡杨在幼龄期与之相伴生的植物种类的不确定性,因而表现在种类较多,数量较大,且个体的数量差异悬殊,但在胡杨近成熟林中物种的数量减少,物种种类下降,表现在生物多样性指数、均匀度增高。因此,胡杨在生长过程中不仅种群密度有自疏作用,对林下植物还有抑制作用。

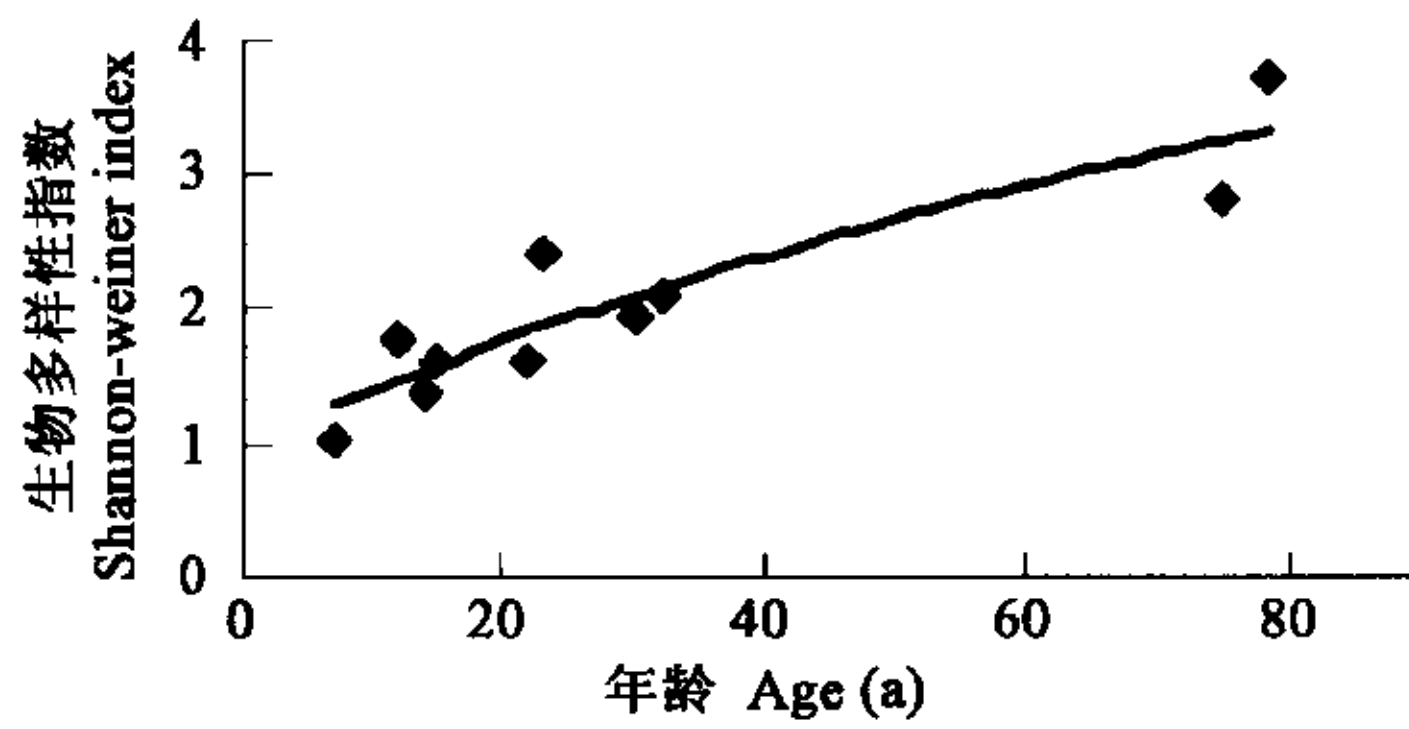


图 6 生物多样性指数-年龄相关性

Fig. 6 Regression on age and biodiversity index

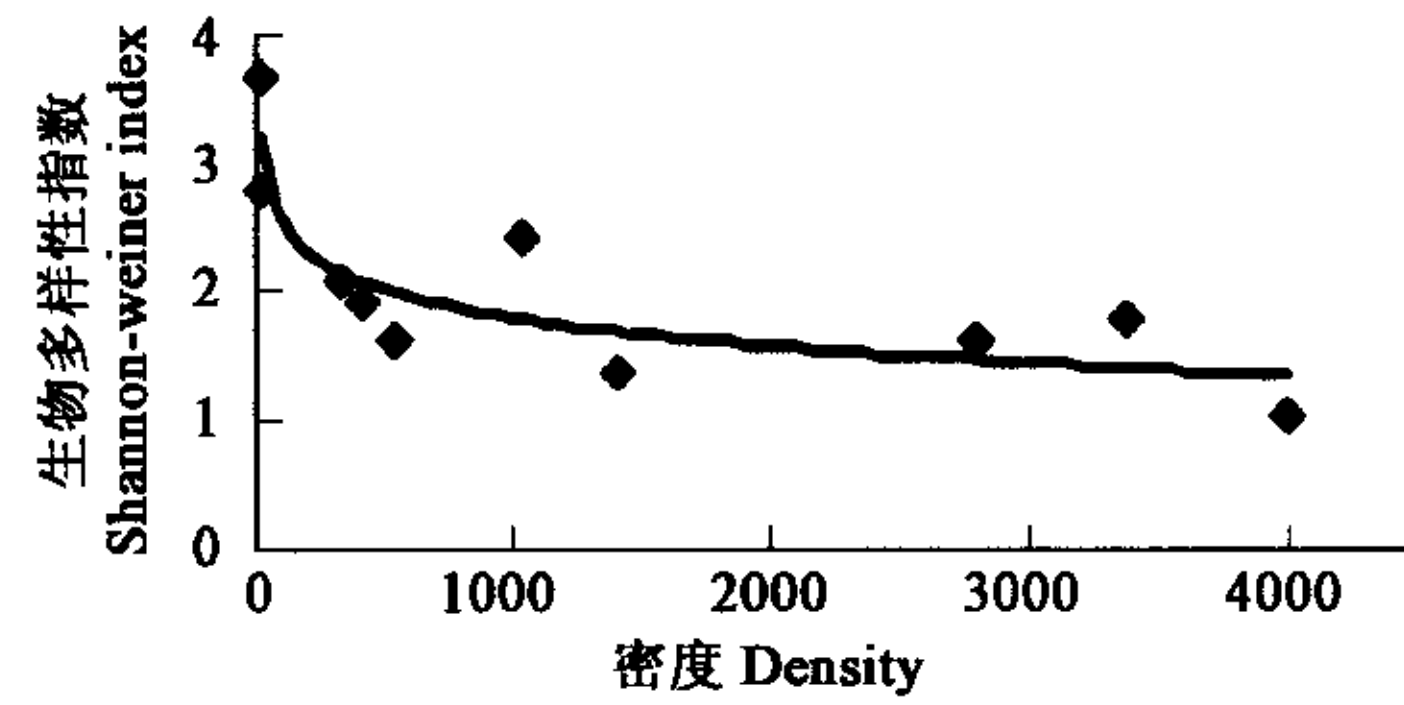


图 7 生物多样性指数-胡杨密度相关性

Fig. 7 Regression on density and biodiversity index

3.1.3 胡杨林群落演替过程中生物多样性与土壤水分相关性特征 胡杨群落中生物多样性指数和均匀度与地下水埋深和土壤地表含水量不相关,决定胡杨群落生物多样性特征的因素是胡杨种群年龄和密度。

对 10 个标准地中生物多样性指数与土壤水分的关系作相关分析,见表 2。结果表明生物多样性指数、均匀度与不同龄级、不同密度下的胡杨土壤水分不相关。

在额济纳绿洲生态环境中水分应是该生境下生长和分布的植物生存的一个关键制约因子,水分状况决定着群落的组成成分和物种数量,但额济纳胡杨林中生物多样性只与胡杨种群特征相关,这说明胡杨群落在发育过程中胡杨群落在生物多样性变化方面有内在的调节机制。

表 2 额济纳胡杨林生物多样性与土壤水分关系表

Table 2 Relations between soil water content and biodiversity index in Ejina *Populus euphratica*. nature conservation area

| 标准地号 ^① | 地下水埋深(m) ^② | 地表下 5cm 处含水量(%) ^③ | 地表下 10cm 处含水量(%) ^④ | 地表下 20cm 处含水量(%) ^⑤ | 地表下 1m 处含水量(%) ^⑥ | 生物多样性指数 ^⑦ | 均匀度指数 ^⑧ |
|-------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 1.27 | 1.12 | 1.54 | 6.61 | 23.5 | 1.3831 | 0.3738 |
| 2 | 1.78 | 2.15 | 4.51 | 5.06 | 12.8 | 3.686 | 0.9961 |
| 3 | 1.1 | 3.56 | 5.87 | 8.25 | 24.21 | 1.623 | 0.4386 |
| 4 | 1.72 | 2.32 | 4.24 | 6.12 | 18.34 | 1.9072 | 0.5154 |
| 5 | 1.69 | 2.87 | 3.1 | 7.54 | 16.12 | 2.0707 | 0.5596 |
| 6 | 1.27 | 2.21 | 3.31 | 10.98 | 20.76 | 2.7779 | 0.7507 |
| 7 | 1.86 | 0.98 | 1.85 | 3.54 | 9.32 | 2.4028 | 0.6493 |
| 8 | 1.76 | 1.18 | 2.32 | 2.56 | 11.8 | 1.7725 | 0.4790 |
| 9 | 1.6 | 1.34 | 2.14 | 4.56 | 14.78 | 1.0247 | 0.2769 |
| 10 | 1.56 | 1.41 | 2.03 | 5.76 | 18.91 | 1.6043 | 0.4335 |
| 11 | 0.1928 | 0.2584 | 0.3542 | 0.0806 | 0.1136 | | |

* 表 2 中第 11 行指生物多样性指数与表头中的相关系数(R^2),相关性均不显著 The eleventh row means the regression relations between biodiversity index and the relative indexes of water; ①sample area No.; ②underground water depth(m); ③soil water content in five centimeter depth; ④soil water content in ten centimeter depth; ⑤soil water content in twenty centimeter depth; ⑥soil water content in one hundred centimeter depth; ⑦biodiversity index; ⑧evenness index

3.2 讨论

植物繁殖过程是营养积累和内源激素的再分配过程,有性繁殖在营养生长到一定阶段才能进行开花、结实,同样无性繁殖

也需要一定的营养生长才能进行。幼龄的胡杨(10a 以下)植株无根蘖,说明在 10a 的幼龄胡杨中营养积累和内激素分配主要促进根的伸长生长,10a 后随营养积累,内激素调节表现为根的分裂生长,出现根蘖性,随年龄增长,这种分裂性增强,根蘖性也随之加强。

在胡杨的幼龄林和老龄林中都没有实生株出现,只在中龄林中有胡杨实生株,所以中龄林在胡杨更新中起关键作用,要加强对中龄林的保护来促进胡杨的有性繁殖更新,进而提高种群的生存力。

随胡杨年龄增长,种群间自疏作用加强,对其它物种、同种的不同个体的抑制作用也同样加强,而水分和遮荫两个关键因子并不是胡杨群落中生物多样性和实生株的制约因子,那么导致老龄胡杨林中其它物种种类、个体数量减少的原因应是胡杨强烈的他感作用。植物的他感作用(Allelopathy)对种子发芽及幼苗建成有不同程度的影响^[13~16]。胡杨对实生株和其它物种的抑制作用可认为胡杨随年龄增长,存在有自毒和他毒作用,对胡杨种子更新有自毒作用、对其它植物的种子更新有他毒作用。所以胡杨实生株和其它植物的实生株随胡杨年龄增长而减少,而与母株形体相连的根蘖却与母株一样具有抗性,表现很强的生活力,随母株年龄增长而增强。是否存在着他感作用,有待进一步实验证明。

一个假说:荒漠中建群植物个体繁殖的最大收益结果将导致群落演替出现间断现象。

胡杨个体在同龄林中由于竞争而自疏,并通过自毒和他毒作用抑制同种个体和异种个体的定居,但胡杨具有根蘖的无性繁殖方式,这种方式随年龄增长而加强,这就是说胡杨通过他感作用抑制和排斥同种或异种的同时,却以无性繁殖方式迅速占据母株周围的新生境,与母株形体相连的根蘖克隆分株有助于母株增强空间扩展能力^[17],母株和分株间通过资源共享^[18]最大限度地利用异质性资源,降低母株的死亡风险^[18],提高整个无性系的存活力,母株和分株形成强大的构件生物体更进一步通过他感作用排斥其它种子更新,导致胡杨群落的纯化,这种纯化可认为是胡杨他感作用达到极点,随这些个体的衰退和死亡,这种抑制作用并未被解除,那么其它物种很难侵入和定居,出现植被不连续的更替,即演替间断。

胡杨有两种繁殖方式:种子繁殖和根蘖的无性繁殖。在老龄林中,胡杨抑制有性繁殖,采取无性繁殖方式是因为有性繁殖一方面耗费母株的营养积累,实生株死亡风险高,且种子来源不一定是该母株的后代,另一方面,种子可通过传播、扩散等方式侵入新的领地,并在新的环境中定居。所以胡杨严酷的逆境下充分利用生境资源(母株生境中根蘖无性系更新)和异质资源(种子新定居环境)去实现繁殖的最大收益,正是这种最大收益性导致了胡杨对群落生物多样性的纯化行为,这一现象正反映了植物在适应环境胁迫时所具有的自私性。

无性繁殖在极端环境胁迫下所表现出与亲本生存和保存方面相对于种子更具有优势,表现为:

(1)由形体相连的无性系克隆体所形成母株与分株间基因的同源性远大于种子开成的实生苗,从遗传角度讲,在极端环境胁迫下,无性系分株开成的分株由于基因的同源性而易被母体所识别,从而促进母株对分株的保护性,而种子繁殖形成的分株,由于存在着 50%异体基因,同时又在繁殖过程中存在着种子脱离母体而进行独立更新的过程,母体对之的识别能力相对于其克隆分株将减少 50%。

(2)由于无性繁殖中母株与克隆分株间具有间隔物相连,那么对整个无性系在母株与分株间,分株与分株间具有资源共享格局的存在,其死亡风险被大为降低,而对实生苗其被母体识别的程度远低于克隆株,在资源利用方面与母株相比处于劣势,则在极端环境胁迫下在胡杨种群内不可能有种子更新。所以,要实现胡杨的种子更新,只有在新的生境中才能实现。这样根据上述观点得出如下结论:在胡杨林内要实现其种群更新,则要进行以无性繁殖为主的更新方式,在胡杨林外,适宜胡杨种子萌发的生境中进行有性繁殖为主的胡杨林重建工作。

References:

- [1] Wang G X. Water resource effect on landscape pattern in arid desert oasis. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **30**(3):363~368.
- [2] Yang S D. Where is the Ejina Oasis? Building ZhenYi Xia reservoir to rescue Ejina oasis. *Journal of North Economics*, 2000, (4):17~18.
- [3] Tao L. research Eco-environment successive in Ejina. *Rural Eco-environment*, 1999, **15**(3): 17~19.
- [4] Sun X X. Status of researches on *Populus euphratica diversifolia* and some recommendations for its development. *World Forestry Research*, 1993, (4):10~13.
- [5] Li X C. research environment change, ecological crisis and sustainable development in Ejina oasis. *Grassland of China*, 1998, (4): 73~76.
- [6] Tang Q C. the reasonable utilization on water resource in oasis development. *Journal of Arid Land Resource and Environment*, 1995, **9**(3): 107~111.
- [7] Ji Fang. Soil water regime in *Populus euphratica* forest on the Tarim river alluvial plain. *Acta Phytocological Sinica*, 2001, **25**(1): 7~21.

- [8] Gong J d. The comprehensive government to degrading environment in Ejina oasis. *Journal of Desert Research*, 1998, **18**(1): 44~50.
- [9] Kang X Y. Research restrict factors on *Populus euphratica* restoration and development in GanShu. *Journal of Desert Research*, 1997, **17**(1):53~57.
- [10] Sun H X, *et al.* Study on technology of diversiform-leveled poplar forest regeneration and restoration in Ejina oasis. *Journal of Arid Land Resource and Environment*, 2000, **14**(5): 70~73.
- [11] Liu H G. A test study of ecological construction of artificial oasis in Ejina Baaner, Inner Mongolia. *Journal of Desert Research*, 1999, **19**(2): 160~164.
- [12] Wang G X. Land desertification and development in Hei River area. *Journal of Desert Research*, 1999, **19**(4): 268~273.
- [13] Chou C H. the selective allelopathic interaction of a pasture forest intercropping in Taiwan. *Plant and Soil*, 1987, **98**:31~41.
- [14] Ma Y Q, Liao L P. Effect of continuously cultivated land on seedling growth of Chinese-fir. *Chin. J. Ecol.*, 2000, **16**(6):12~16.
- [15] Ma Y Q. Effect of vanillin on the growth of Chinese-fir seedings. *Journal of Applied Ecology*, 1998, **9**(2): 128~132.
- [16] Dong M. Plant clonal growth pattern: risk-spreading. *Acta Botanica Sinica*, 1996, **20**(6): 543~548.
- [17] Dong M. Clonal plant growth in relation to resource heterogeneity; foraging behavior. *Acta Botanica Sinica*, 1996, **38**(10): 828~835.
- [18] Prach K and Pysek P. clonal plants-what is their role in succession? *Folia Geopet. Phytotax.*, *Praha*, 1994, **29**:307~320.

参考文献:

- [1] 王根绪,等. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析. *生态学报*, 2000, **30**(3):363~368.
- [2] 杨松德,等. 额济纳绿洲今何在? 兴建正义峡水库 抢救额济纳绿洲. *北方经济*, 2000(4):17~18.
- [3] 陶黎,等. 额济纳生态环境演变的研究. *农村生态环境*, 1999, **15**(3):17~19.
- [4] 孙雪新,等. 胡杨研究现状及发展建设. *世界林业研究*, 1993(4):10~13.
- [5] 李笑春. 额济纳绿洲环境变迁与生态危机及其可持续发展对策. *中国草地*, 1998(4):73~76.
- [6] 汤奇成. 绿洲的发展与水资源的合理利用. *干旱区资源与环境*, 1995, **9**(3):107~111.
- [7] 季方等. 塔里木河冲积平原胡杨林的水分状况研究. *植物生态学报*, 2001, **25**(1):17~21.
- [8] 龚家栋. 黑河下游额济纳绿洲环境退化及综合治理. *中国沙漠*, 1998, **18**(1):44~50.
- [9] 康向阳. 甘肃胡杨恢复发展的限制因子及对策. *中国沙漠*, 1997, **17**(1):53~57.
- [10] 孙洪祥,等. 额济纳胡杨林更新复壮技术研究. *干旱区资源与环境*, 2000, **14**(5):70~73.
- [11] 刘洪贵,等. 额济纳旗人工绿洲生态建设试验研究. *中国沙漠*, 1999, **19**(2):160~164.
- [12] 王根绪. 程国栋. 黑河流域土地荒漠化及其变化趋势. *中国沙漠*, 1999, **19**(4):268~273.
- [15] 马越强. 酚酸对杉木种子库生长的影响. *应用生态学报*, 1998, **9**(2):128~132.
- [16] 董鸣. 植物在异质性生境的克隆生长习性:风险分摊. *植物生态学报*, 1996, **20**(6):543~548.
- [17] 董鸣. 植物对异质性资源的响应:觅食行为. *植物学报*, 1996, **38**(10):828~835.