

## 胡杨 (*Populus euphratica*) 在额济纳绿洲三种 生境内的根蘖繁殖特性

武逢平, 李俊清\*, 李景文, 程春龙, 王旭航

(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:**以额济纳荒漠绿洲胡杨根蘖幼苗为研究对象,通过对绿洲内胡杨分布的 3 种主要生境内根蘖幼苗的调查,得出如下结论。近年来绿洲内胡杨种群的更新几乎完全依赖于无性繁殖更新,种子萌发产生的幼苗在调查地内没有发现。河岸沙丘地及胡杨林下地的根蘖幼苗中,3 龄幼苗所占比重最大,龄级越小的根蘖苗在群落中的数量越少;在河水漫灌后的林间空地,2 龄幼苗的数量最多。水漫灌后的林间空地中根蘖幼苗密度显著大于其余两生境内根蘖幼苗密度,同时该生境内每段胡杨根系萌生出的不定芽也大于另两生境。随着龄级增加,未枯枝根蘖幼苗的比率逐渐减小。根蘖幼苗的萌发点分布于土层 30cm 以内的根系上,分布深度大于 30cm 的根系不能萌发出根蘖幼苗。

**关键词:**胡杨;根蘖幼苗;生境

文章编号:1000-0933(2008)10-4703-07 中图分类号:Q945, Q948 文献标识码:A

## The characteristics of root suckers of *Populus euphratica* Oliv. in three habitats of Ejina oasis

WU Feng-Ping, LI Jun-Qing\*, LI Jing-Wen, CHENG Chun-Long, WANG Xu-Hang

The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(10): 4703 ~ 4709.

**Abstract:** The characteristics of root suckers of *Populus euphratica* in Ejina oasis were studied in this research. The field investigation of root suckers in three habitats were carried out in the research areas. The results indicated that the asexual reproduction was the main regeneration approach for *Populus euphratica* in the last several years, there had no seed reproduced seedlings in the sample plots. In the habitats of sand dune and forest floor, 3-year-old root suckers had the higher proportion compared with the number of 1-year-old and 2-year-old suckers. The younger the root suckers were, the less proportion the root sucker occupied. In the habitat of seasonal flooding area, the 2-year-old suckers were with the largest number. The root suckers density in the seasonal flooding area was obviously higher than the density in other two habitats, as well as the number of adventitious buds per root. Along with the root sucker aging, the proportion of the suckers without dead branches declined. The root suckers regeneration all happened in the root systems which distributed in

**基金项目:**国家科研院所社会公益资金资助项目(2005DIB4J141);国家自然科学基金资助项目(30471369, 30570332);国家教育部科学技术重点项目资助(105028)

**收稿日期:**2007-05-18; **修订日期:**2007-10-22

**作者简介:**武逢平(1982~),男,沈阳人,硕士,主要从事恢复生态研究. E-mail: robertwu82@126.com

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lijq@bjfu.edu.cn

**作者简介:**感谢刘晓东老师对本文写作的指正和修改。

**Foundation item:** The project was financially supported by Social Commonweal Foundation of Science Academy, China (No. 2005DIB4J141); National Natural Science Foundation of China (No. 30471369, 30570332); Science and Technology Key Project of Education Ministry, China (No. 105028)

**Received date:** 2007-05-18; **Accepted date:** 2007-10-22

**Biography:** WU Feng-Ping, Master, mainly engaged in restoration ecology. E-mail: robertwu82@126.com

soil layer above 30 cm underground, there had no root suckers recruited under 30cm.

**Key Words:** *Populus euphratica* Oliv. ; Root suckers; Habitats

胡杨(*Populus euphratica*)属杨柳科(Salicaceae)胡杨亚属木本植物,是第三纪遗留下来的孑遗植物,是我国首批确定的 388 种珍稀濒危植物中的渐危种之一<sup>[1]</sup>,在我国荒漠区有大面积天然分布,主要集中于西北地区的新疆、内蒙古自治区西部、甘肃的内陆河流沿岸的冲积平原<sup>[2]</sup>。由于胡杨具有涵养水源、保护水土、防风固沙、调节地方气候的生态防护效益<sup>[2]</sup>,同时由于其数量稀少,为世界急需优先保护的林木基因资源,因此长期以来引起了有关国家和国际组织的广泛关注,也成为了很多学者的研究热点<sup>[3~5]</sup>。

额济纳是我国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林分布区<sup>[2]</sup>。以胡杨为优势种的荒漠河岸林对于维护额济纳地区乃至整个黑河流域的生态安全具有重要的意义<sup>[6]</sup>。从 20 世纪 40 年代开始,由于人口增长的压力,经济的落后等因素,造成对胡杨林的过度砍伐和放牧,胡杨林的面积逐渐减小,80 年代以后,由于黑河上游兴修大量水利工程,下泄水量锐减,加剧了胡杨林面积的萎缩,甚至严重影响到胡杨种群的年龄结构<sup>[6]</sup>,同时无性根蘖繁殖取代种子繁殖成为胡杨更新的主要方式<sup>[4,5]</sup>。

根蘖更新是无性繁殖的一种方式,植物通过母株根系上的不定芽产生无性繁殖的繁殖体,这些繁殖体定居成功后就成为潜在的独立个体,即无性系小株,达到种群更新的目的<sup>[7]</sup>。由于不定芽产生的无性系子株在一段时间内仍然与母株根系相连接,因此各繁殖体之间可以通过物质交换传输的生理整合作用共同利用生境内的资源,与有性繁殖相比降低了生长代价<sup>[8]</sup>;另一方面,植物生长所需资源在空间分布的异质性差异对植株生长、发育和功能形态形状的表达产生影响,决定了植株产生无性系子株的数量<sup>[8]</sup>。

以往对胡杨的繁殖研究中,对于有性繁殖的研究很多,也比较深入<sup>[4,9,10]</sup>,范围涉及到胡杨有性繁殖的生物节律<sup>[11]</sup>,种子的扩散定居及逆境生理等方面<sup>[9,10]</sup>,但是关于胡杨无性繁殖方面研究的报道很少,可以查阅到的几例报道也都是在 2005 年以后进行的研究,内容局限于对胡杨根蘖幼苗的地上部分数量的基本状况的调查,可以说关于胡杨无性繁殖的研究才刚刚开展,有很多重要的学术问题还没有学者进行地系统研究,比如:在额济纳荒漠绿洲 3 种生境的胡杨群落中,胡杨种群的更新状况如何?不同生境中根蘖幼苗的密度和生长状态如何?随着幼苗年龄的增长,根蘖幼苗的生长有何变化?胡杨的根系在土层中的分布如何?等等。本研究通过对额济纳胡杨绿洲 3 种生境内胡杨根系萌生的根蘖幼苗的调查,将胡杨无性更新与生境群落特征,根系上不定芽生长状况相结合,可以揭示胡杨无性繁殖的一般规律,不但可以发展对胡杨种群无性繁殖对策的研究,而且为胡杨绿洲的恢复提供了理论基础。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于黑河下游内蒙古自治区额济纳旗境内,调查地点在额济纳旗国家级胡杨林自然保护区(41°30'~42°07'N,99°45'~101°30'E,平均海拔 930m),本地属暖温带,是典型的大陆干旱气候,自然生态环境脆弱,对气候变化敏感。该区降雨稀少,蒸发强烈,温差大,风大沙多,日照时间长。年平均温度 8.3℃,1 月平均温度 -12.5℃,7 月平均温度 26.3℃,极端高温 42.2℃,极端低温 -37.6℃;年日照时数 3396h,年均降水 42mm,60%~70%降雨量集中在 7~9 月份,1 次降雨量在 10mm 以上者甚少,年平均蒸发量为 3755 mm,是降雨量的 89 倍左右,蒸发最强烈的季节出现在 5~8 月份,约占全年蒸发量 50%左右。区内地形平坦,地下水位埋深多在 1~3m 或 3~10m,其景观基本上可分荒漠和绿洲,绿洲植被以胡杨(*Populus euphratica*)为主,生长稀疏,胡杨林下主要分布有苦豆子(*Sophara alopecuroides*),柽柳(*Tamarix ramosissima*),白刺(*Nitraria sibirica*),芨芨草(*Achnatherum splendens*),猪毛菜(*Salsola collina*),蒲公英(*Taraxacum mongolicum*),早熟稻(*Poa annua*),骆驼蓬(*Peganum harmala*),芦苇(*Phragmites australis*),赖草(*Leymus secalinus*),黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*),肥叶碱蓬(*Suaeda lossinskyi* Iljin),膜果麻黄(*E. przewalskii*),骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*),盐爪爪

(*Kalidium foliatum*)等。

## 1.2 胡杨根蘖幼苗及根系的调查方法

2006年7月至8月在胡杨林保护区二道桥及七道桥选择河岸沙丘地、河水漫灌后林间空地及胡杨林下地3种生境作为调查地点,调查3种生境内胡杨群落的基本特征(表1)。在每一群落内用5m×5m的样方10个调查样方内胡杨幼苗的数量特征,记录样方内所有胡杨幼苗的数量及年龄,将记录的幼苗数量转换成每100m<sup>2</sup>的密度,取平均值作为该群落内的幼苗密度。根据查数分叉枝的办法在群落中选取年龄小于3年的胡杨幼苗,用铁铲挖到幼苗根系并沿根系向两端延伸,一端延伸到上一级根系,另一端延伸到根系终点或到与下一级根系接合处,记录根系上每一株幼苗的丛数和株数,年龄,高度以及死亡的根蘖苗数量,根系上萌生的不定芽数量,萌生幼苗处的萌芽点距地表的距离。

表1 3种不同生境内胡杨群落基本特征

Table 1 General characteristics of the communities in three different habitats

| 群落特征<br>Characteristics of communities |                                                |                                   | 林下地<br>Forest floor                                                                                                              | 沙丘地<br>Sand Dune                    | 水漫地<br>Seasonal flooding area                                                                         |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地理坐标<br>Coordinate                     |                                                |                                   | N42°01'21.3"<br>E101°13'59.7"                                                                                                    | N41°58'20.3"<br>E101°06'40.7"       | N42°00'27.9"<br>E101°14'00.8"                                                                         |
| 植被特征<br>Plant characteristics          | 乔木层<br>Arboreal layer                          | 密度(株/hm <sup>2</sup> )<br>Density | 1100                                                                                                                             | 400                                 | 800                                                                                                   |
|                                        |                                                | 胸径(cm)                            | 17.64±4.12                                                                                                                       | 80.42±9.76                          | 10.82±3.25                                                                                            |
|                                        |                                                | 龄级 Age-grade                      | 中龄林 Mid-aged forest                                                                                                              | 近熟林 Maturescent forest              | 幼龄林 Young-aged forest                                                                                 |
|                                        | 灌木层 Shrub layer                                |                                   | 怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>                                                                                                    | 怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>       | 怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>                                                                         |
|                                        | 草本层 Herb layer                                 |                                   | 苦豆子<br><i>Sophara alopecuroides</i><br>芦苇 <i>Phragmites australis</i><br>披碱草, <i>Elymus</i> L.<br>山蒿 <i>Artemisia brachyloba</i> | 苦豆子<br><i>Sophara alopecuroides</i> | 苦豆子<br><i>Sophara alopecuroides</i><br>扁蓄 <i>Polygonum aviculare</i><br>骆驼刺 <i>Alhagi sparsifolia</i> |
| 土壤特征<br>Soil characteristics           | 有机质含量(%)<br>Proportion of organic substance(%) |                                   | 0.548                                                                                                                            | 0.380                               | 0.999                                                                                                 |
|                                        | N含量(%) Proportion of N(%)                      |                                   | 0.738                                                                                                                            | 1.199                               | 0.83                                                                                                  |
|                                        | P含量(%) Proportion of P(%)                      |                                   | 0.002                                                                                                                            | 0.003                               | 0.003                                                                                                 |
|                                        | K含量(%) Proportion of K(%)                      |                                   | 0.38                                                                                                                             | 0.35                                | 0.35                                                                                                  |

## 1.3 计算分析方法

根蘖幼苗的死亡率为每一丛胡杨幼苗中枯死的株数与该丛幼苗内总株数的比率。

幼苗的平均高度生长率为生境内每株幼苗高度除以年龄后的平均值。

所有数据用 EXCEL 处理后用 SPSS13.0 分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 无性繁殖根蘖幼苗的数量特征

植物无性繁殖的方式有多种,其中根蘖萌生是主要的方式之一。胡杨的繁殖方式分为有性种子繁殖与无性根蘖萌生繁殖<sup>[2,4]</sup>。在所调查的绿洲3种胡杨群落内,没有发现一株胡杨种子实生幼苗,与近些年来其他学者的研究结果相一致<sup>[4,5]</sup>。

调查结果表明,胡杨幼苗在3种不同生境内具有不同的数量特征(图1)。所有样方中,根蘖幼苗的平均密度为(7.125±5.3)株/100m<sup>2</sup>。河水漫灌后的林间空地的根蘖幼苗总体密度最大,为(11.3±4.6)株/100m<sup>2</sup>,河岸沙丘地,胡杨林下地根蘖幼苗密度分别为(6.4±5.4)株/100m<sup>2</sup>, (3.7±2.8)株/100m<sup>2</sup>。LSD法比较表明河水漫灌林间空地的根蘖萌生幼苗密度显著大于其它两种生境内的根蘖幼苗密度。

从幼苗的年龄分布组成来看,在沙丘地,林下地中,随着幼苗龄级的增大,其密度也不断增大,即这两种生

境中不同龄级幼苗的比率随着年龄的增加而变大;而河水漫灌后的林间空地中 2 龄的幼苗占有最大的比率, 为 49%, 1 龄幼苗与 2 年幼苗的比率分别为 21% 与 30% (图 2)。

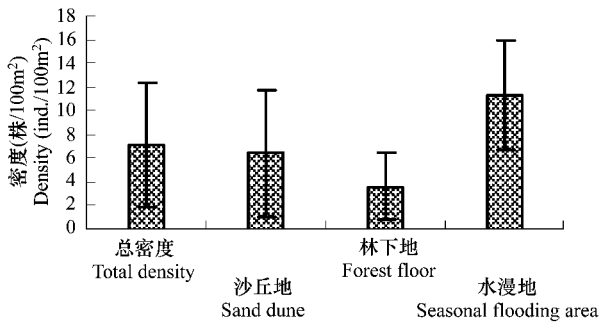


图 1 胡杨根蘖幼苗的密度

Fig. 1 Density of root suckers

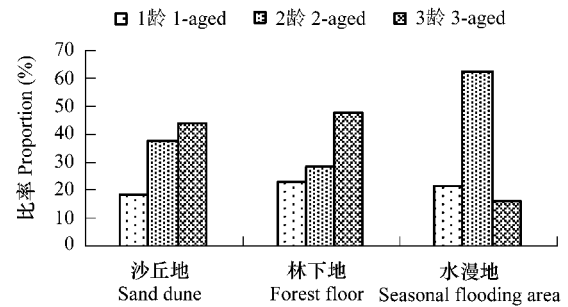


图 2 各生境中不同龄级幼苗的比率

Fig. 2 The proportion of root suckers of different ages in three habitats

## 2.2 根蘖萌生幼苗的死亡率

在调查过程中发现,由根系萌生的不定芽产生的根蘖幼苗在茎的基部可以萌生出不定芽,这些不定芽可以在条件适宜的情况下生长成为幼苗的茎,在原来的茎死亡后继续生长,维持植株的存活,或者与原来的茎一起生长,发育成为一丛胡杨。

对根蘖幼苗的枯枝率进行分析后的结果表明,沙丘地内生长的大部分根蘖幼苗生长良好,21 株幼苗没有发生枯枝,占调查幼苗总数的 77.8%,仅有 3 株幼苗完全死亡;在河水漫灌后的林间空地,16 株幼苗没有发生枯枝,占该生境内调查中苗数的 47.1%,全部枯死的苗数占该生境内调查苗数的 29.4%;胡杨林下地未枯枝及全部枯死的幼苗分别占幼苗总数的 47.4%,5.3% (图 3)。

随着胡杨幼苗年龄的增加,幼苗的未枯枝苗数所占比率逐渐增大,在 3 种生境都表现出了这种趋势 (图 4)。当年生,2 年生,3 年生未枯枝幼苗在沙丘地中所占比率分别为 60%,83.3%,88.9%;在河水漫灌后的林间空地为 42.9%,54.5%,71.4%;在胡杨林下地中为 28.6%,50%,66.7%。

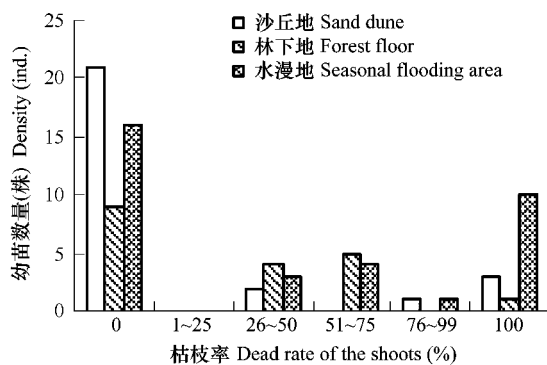


图 3 不同生境中根蘖幼苗的枯枝率

Fig. 3 Dead rate of the shoots in three different habitats

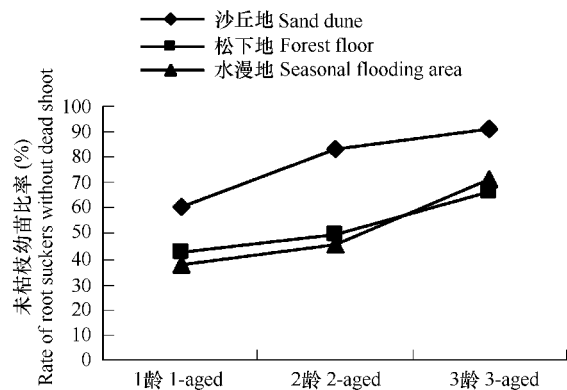


图 4 不同生境各龄级未枯枝幼苗的比率

Fig. 4 Proportion of root suckers without dead shoot of different ages in three habitats

## 2.3 每段根系萌生不定芽及根蘖幼苗的数量特征

在地下水位高于 4m 的林型内,浅层土壤中的胡杨根系上萌生的不定芽可以形成根蘖幼苗,生长成胡杨幼树。在调查的 3 种生境内,胡杨根系萌生的不定芽密度存在差异,在河水漫灌后的林间空地中胡杨根系萌生的不定芽密度最大,显著高于另两种生境中根系萌生的不定芽密度,该生境内根系萌生的不定芽的最大密

度达到 12.2 个/m, 平均密度为  $(5.9 \pm 2.2)$  个/m; 河岸沙丘, 胡杨林下生境根系萌生的不定芽平均密度分别为  $(2.7 \pm 2)$  个/m,  $(3.1 \pm 2.9)$  个/m (图 5)。

在调查的所有根系中, 大部分的根系只能生长出一株根蘖幼苗, 沙丘地, 林下地及水漫林间空地各发现萌生一株根蘖幼苗的根系 9 条, 17 条, 11 条, 分别占各生境调查到根系总数的 52.9%, 94.4%, 57.9%; 在沙丘地发现每段根系最多可以萌生 3 株根蘖幼苗, 共发现 2 条这种类型的根系, 占该生境调查根系总数的 11.8%, 胡杨林下地中发现每段根系最多仅可萌生 2 株根蘖幼苗, 河水漫灌的林间空地每段根系最多可以萌发 5 株根蘖幼苗 (图 6)。

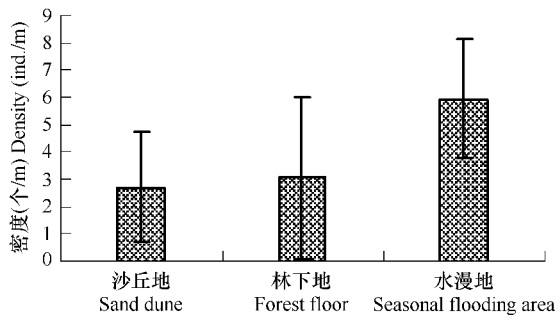


图 5 不同生境胡杨根系萌芽点的密度

Fig. 5 Density of sprouting point in roots in three habitats

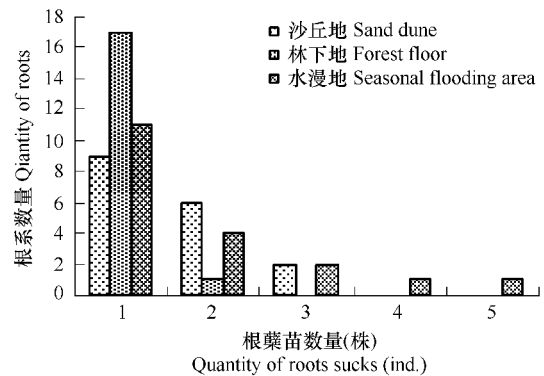


图 6 不同生境每段根系萌生的根蘖幼苗的数量

Fig. 6 Quantity of root suckers per root in three habitats

## 2.4 幼苗的平均高度生长率

对 3 种生境内的胡杨幼苗的高度进行计算分析发现, 3 种生境内胡杨幼苗的均高生长率不存在显著差异, 沙丘地、林下地及河水漫灌后的林间空地幼苗均高生长率分别为 32.4, 32.8, 33.8 cm/a (图 7)。

在沙丘地及胡杨林下地, 不同龄级胡杨幼苗的均高生长率存在着差异, 龄级越大, 胡杨幼苗的均高生长率越小 (图 7)。LSD 法分析表明在这两种生境内, 3 年生胡杨苗的均高生长率显著小于 1 年生及 2 年生胡杨幼苗。沙丘地 3 年生幼苗的均高生长率为 26.0 cm/a, 与该生境内 1 年生, 2 年生幼苗相比分别下降 36.0%, 48.1%。胡杨林下地 3 年生幼苗的均高生长率为 27.3 cm/a, 与该生境内 1 年生, 2 年生幼苗相比分别下降 27.4%, 33.8%。

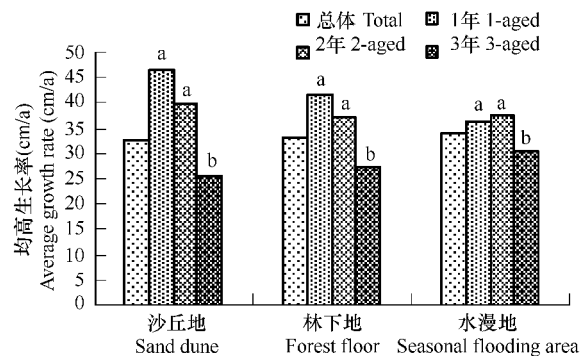


图 7 不同生境幼苗的均高生长率

Fig. 7 Growth rate of root suckers in three habitats

## 2.5 根蘖幼苗萌发点的深度

3 种生境内, 根蘖幼苗的萌发点在土壤中分布的层次存在着差异 (图 8)。沙丘地中萌发点在土壤中分布区间为 2.5 ~ 11cm, 其中萌发点区间位于 5 ~ 10cm 的幼苗最多, 为 10 株, 占该生境内调查幼苗总数的 47.6%, 萌发点分布区间为 0 ~ 5cm 与 10cm 以上的根蘖幼苗分别为 8 株与 10 株, 占该生境内调查幼苗总数的 38.1%, 14.3%。

在胡杨林下地及和水漫灌后的林间空地中, 根蘖幼苗萌发点在土壤中的分布范围比沙丘地中幼苗的萌发点的分布范围广, 这两种生境内幼苗萌发点的最深分布点距地表分别为 26cm 与 30cm。胡杨林下地中幼苗萌发点较多分布于 10 ~ 15cm 与 15 ~ 20cm, 萌发点的分布范围位于这两区间内的幼苗分别占该生境内调查幼苗总数的 33.3%, 27.8%。调查中发现, 在河水漫灌后的林间空地, 根蘖幼苗的萌发点距地表深度最浅, 在该生

境内发现了 1 株萌芽点距地表仅为 0.4cm 的幼苗。该生境内, 幼苗萌芽点主要分布于 10 ~ 15cm 与 15 ~ 20cm, 萌芽点分布于这两层次的幼苗均为 8 株, 占该生境内调查幼苗总数的 30.8%。

### 3 分析与讨论

在植物的生活周期中, 幼苗阶段是植物一生中最为脆弱的一个时期, 任何环境条件的恶化都可能会导致幼苗的大量死亡, 对种群的延续造成影响<sup>[12,13]</sup>, 当幼苗年龄逐渐增大, 其抗逆性能力也不断提高, 生命活力逐渐增强, 因此在本调查的 3 种生境中, 未枯枝幼苗的比率随着根蘖幼苗龄级的增大而减小。

在额济纳胡杨林保护区中, 仅有分布于土(沙)层 30cm 以内的根系可以萌生出不定芽形成根蘖幼苗, 分布深于 30cm 的根系就无法在萌生出根蘖幼苗, 这种现象的形成即可能是由于以下原因造成的: 一方面, 随着土壤(沙)掩埋深度的增加, 土壤(沙)通气状况的变差<sup>[14]</sup>, 减弱了根系萌生不定芽的能力, 到达土壤(沙)一定深度以后, 根系就不再萌发出不定芽; 另一方面, 根系萌生出的不定芽突破土层会遇到土壤(沙)的阻力, 较深层次的土壤(沙)相对来说更加紧实<sup>[14]</sup>, 会增加不定芽向上生长的阻力, 不利于根蘖幼苗的出土, 因此植物倾向于在分布于浅层土壤(沙)中的根系上萌生不定芽。

许多学者研究认为, 光因子与土壤条件在生境间的异质性分布是植物的无性繁殖在不同生境中具有差异性形态表现型的主要原因<sup>[15,16]</sup>。大量的研究表明, 在光照强度较大, 土壤水养条件较好的条件下, 植物的无性繁殖可以产生更多的子株后代, 通过子株的聚集以增强对光照及土壤水分养分的获取, 充分利用资源<sup>[17~19]</sup>。在本文调查的 3 种生境中, 河水漫灌后的林间裸露地与河岸沙丘地相比土壤中有机质含量较为丰富, 光照强度相差不大, 土壤生境条件的差异是造成河岸沙丘地中胡杨根蘖幼苗密度较小, 每段根系萌生出不定芽数量也较少的原因。在胡杨林下生境中, 土壤水分条件不及河水漫灌的林间空地, 而且林下的光照强度明显小于林间空地, 光照强度减弱与土壤水分降低导致无性繁殖根蘖幼苗密度减小。

繁殖是生物延续种族最基本的行为和过程, 它不仅是种群形成、发展和进化的核心问题, 也是生物群落和生态系统演替的基础<sup>[15]</sup>。在高等植物中, 几乎所有的苔藓植物、绝大部分的蕨类植物和许多被子植物都同时具有有性种子繁殖与无性繁殖的能力<sup>[8]</sup>。植物在有性繁殖与无性繁殖之间的选择受到生物因素与非生物因素的综合影响<sup>[8]</sup>。Holler 和 Abrahamson 通过对 *Fragaria virginiana* 的研究提出了一个预测植物繁殖方式的模型<sup>[20]</sup>, 该模型认为: 林下具有无性及有性两种繁殖方式的植物在水、肥条件优越的情况下, 植物会将较多的能量投入于无性繁殖, 产生更多的无性繁殖后代, 以期以最快的速度、最有效的方式占据最大的空间。根据 Holler 和 Abrahamson 的模型, 额济纳地区属于典型的干旱荒漠区, 自然条件恶劣, 降水稀少, 水肥条件不利, 因此胡杨会倾向于将较多的能量分配于有性繁殖, 以期通过种子传播距离长的特点寻找有利于种群生存的生境, 在适宜的条件下进行种群的繁衍和延续。以前学者的研究证实, 每年的 7、8 月份, 胡杨母树可以产生大量具有活性的种子<sup>[4,10]</sup>; 同时本文的研究发现, 在同是极端干旱条件下而水分条件相对较好的河水漫灌林间空地中, 胡杨根系可萌生出较多的不定芽及根蘖幼苗。以上两点与根据上述模型做出的判断相一致, 证实了模型在额济纳荒漠绿洲运用的有效性。虽然胡杨母树将较多的能量投资于有性繁殖, 产生大量具有生命活力的种子, 由于胡杨种子萌发的特点及近些年来环境条件的急剧变化, 种子在散落的一段时间内无法找到可以定居的环境, 大部分就已死亡; 而母体投入到无性繁殖中的能量较少, 即使根蘖幼苗的存活比率高, 也无法大量形成幼苗, 维持种群的更新。因此在现阶段, 额济纳地区胡杨种群的繁殖成效很低, 还没有形成与新变环境相适应的繁殖策略。

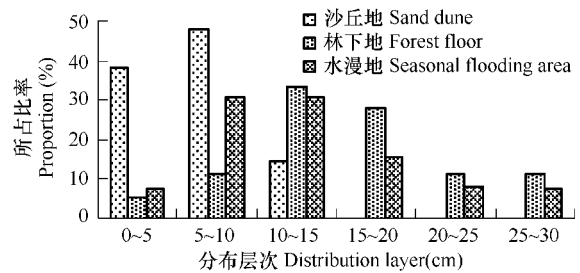


图 8 不同生境根系不定芽发生层次

Fig. 8 Distribution layer of roots in three habitats

## References:

- [ 1 ] Zhang W R. The soil conditions of Chinese afforestation, 1<sup>st</sup> edition, Beijing: Chinese Scientific & Technological Press, 1998.
- [ 2 ] Wang S J, Chen B H, Li H Q. *Populus euphratica* forest. Beijing: China Environmental Science Press, 1995.
- [ 3 ] Gao R R, Huang P Y, Zhao R H. Studies on seed germination and adaptability mechanism of *Populus Euphratica* seedlings. Journal of Huaibei Coal Industry Teachers College, 2004, 25(2): 47—50.
- [ 4 ] Zhang Y B, Li J W, Zhang H, et al. Analysis on the factors cause the failure of *Populus euphratica* sexual regeneration in nature. Science Technology and Engineering, 2005, 5(8): 467—472.
- [ 5 ] Zhao W Z, Chang X L, Li Q Y. Artificial water diversion effects of Heihe River on *Populus euphratica* Oliv. desert riparian forests in Ejina. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 1987—1993.
- [ 6 ] Liu Z L, Zhu Z Y, Hao D Y. The study of oasis ecosystem damage and conservation in the lower reaches of Blac River(Erginar River). Journal of Arid Land Resources and Environment, 2001, 15(3): 1—8.
- [ 7 ] Alpert P. Nutrient sharing natural clonal fragments of *Fragaria chiloensis*. Journal of Ecology, 1996, 84: 395—406.
- [ 8 ] Zhang Y F, Zhang D Y. Asexual and sexual reproductive strategies in clonal plants. Journal of Plant Ecology, 2006, 30(1): 174—183
- [ 9 ] Zhang Y B, Li J W, Zhang H, et al. Spatiotemporal patterns of seed dispersal in *Populus euphratica*. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 1994—2000.
- [ 10 ] Hua P. Studies on seed germination and seedling early growth of *Populus euphratica* on the flood plain. Environmental protection of Xinjiang, 2003, 25(4): 14—17.
- [ 11 ] Wu R G F, Zhan S H, Cheng J Q, et al. On drought-resistant and propagation mechanism of natural forest of *Populus euphratica*. Oliver in Ejina banner. Inner Mongolia forestry investigation and design, 2003, 26(4): 1—5.
- [ 12 ] Ban Y. Evolution of life history strategy in plants. Chinese Journal of Ecology, 1995, 14(3): 33—39.
- [ 13 ] Zhang J G, Wang X P, Li X R, et al. Advance and prospect of researches on desert plant life history strategies. Journal of Desert Research, 2005, 25(3): 306—314.
- [ 14 ] Zhu Y J, Dong M, Huang Z Y. Adaptation strategies of seed germination and seedling growth to sand dune environment. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006, 17(1): 137—142.
- [ 15 ] Salzman A G. Habitat selection in a clonal plant. Science, 1985, 228: 602—604.
- [ 16 ] Bart F, Jaap B, Hans de Kroon. Root morphological and physiological plasticity of perennial grass species and the exploitation of spatial and temporal heterogeneous nutrient patches. Plant and soil, 1999, 211: 179—189.
- [ 17 ] Luo X G, Dong M. Architectural Plasticity in response to light intensity in the stoloniferous herb, *Duchesnea indica* Focke. Acta Phytocologia Sinica, 2003, 27(4): 567—571.
- [ 18 ] Sheng H Y, Li J, Yang Y Z, et al. Response of phenotypic of *Potentilla anserine* L. to soil moisture. Agricultural Research in the Arid Areas, 2004, 22(3): 119—122.
- [ 19 ] Wang C T, Long R J, Ding L M. Characteristics of clonal growth of *Ligularia virgaurea* to different elevation gradient on alpine meadow. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin., 2004, 24(10): 1802—1809.
- [ 20 ] Holler L C, Abrahamson W G. Seed and vegetative reproduction in relation to density in *Fragaria virginiana* (Rosaceae). American Journal of Botany, 1977, (64): 1003—1007.

## 参考文献:

- [ 1 ] 张万儒, 主编. 中国造林树种土壤条件 第一版 北京: 中国科学技术出版社, 1998.
- [ 2 ] 王世绩, 陈炳号, 李护群. 胡杨林. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.
- [ 3 ] 高瑞如, 黄培佑, 赵瑞华. 胡杨种子萌发及幼苗生长适应机制研究. 淮北煤炭师范学院学报, 2004, 25(2): 47~50.
- [ 4 ] 张玉波, 李景文, 张昊, 等. 额济纳胡杨有性繁殖失败因素分析. 科学技术与工程, 2005, 5(8): 467~472.
- [ 5 ] 赵文智, 常学礼, 李秋艳. 人工调水对额济纳胡杨荒漠河岸林繁殖的影响. 生态学报, 2005, 25(8): 1987~1993.
- [ 6 ] 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.
- [ 8 ] 张玉芬, 张大勇. 克隆植物的无性与有性繁殖对策. 植物生态学报, 2006, 30(1): 174~183.
- [ 9 ] 张玉波, 李景文, 张昊, 等. 胡杨种子雨散布的时空分布格局. 生态学报, 2005, 25(8): 1994~2000.
- [ 10 ] 华鹏. 胡杨实生苗在河漫滩自然发生和初期生长的研究. 新疆环境保护, 2003, 25(4): 14~17.
- [ 11 ] 乌日根夫, 战士宏, 程继全, 等. 额济纳旗天然胡杨林生物学、生态学抗旱机理与繁殖机理研究. 内蒙古林业调查设计, 2003, 26(4): 1~5.
- [ 12 ] 班勇. 植物生活史对策的进化. 生态学杂志, 1995, 14(3): 33~39.
- [ 13 ] 张景光, 王新平, 李新荣, 等. 荒漠植物生活史对策研究进展与展望. 中国沙漠, 2005, 25(3): 306~314.
- [ 14 ] 朱雅娟, 董鸣, 黄振英. 种子萌发和幼苗生长对沙丘环境的适应机制. 应用生态学报, 2006, 17(1): 137~142.
- [ 17 ] 罗学刚, 董鸣. 蛇莓克隆构型对光照强度的可塑性反映. 植物生态学报, 2001, 25(4): 494~497.
- [ 18 ] 盛海彦, 李军乔, 杨银柱, 等. 土壤水分对鹅绒委陵菜表型可塑性的影响. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 119~122.
- [ 19 ] 王长庭, 龙瑞军, 丁路明. 高寒草甸不同海拔梯度下多年生黄帚橐吾的克隆生长特征. 西北植物学报, 2004, 24(10): 1802~1809.