

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第12期 Vol.31 No.12 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 12 期

2011 年 6 月 (半月刊)

目 次

基于植被遥感的西南喀斯特退耕还林工程效果评价——以贵州省毕节地区为例	李 昊, 蔡运龙, 陈睿山, 等 (3255)
扩散对破碎化景观上宿主-寄生种群动态的影响	苏 敏 (3265)
湿地功能评价的尺度效应——以盐城滨海湿地为例	欧维新, 叶丽芳, 孙小祥, 等 (3270)
模拟氮沉降对杉木幼苗养分平衡的影响	樊后保, 廖迎春, 刘文飞, 等 (3277)
中国东部森林样带典型森林水源涵养功能	贺淑霞, 李叙勇, 莫 菲, 等 (3285)
山西太岳山油松群落对采伐干扰的生态响应	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (3296)
长期施用有机无机肥对潮土微生物群落的影响	张焕军, 郁红艳, 丁维新 (3308)
云南元江干热河谷五种优势植物的内生真菌多样性	何彩梅, 魏大巧, 李海燕, 等 (3315)
塔里木河中游洪水漫溢区荒漠河岸林实生苗更新	赵振勇, 张 科, 卢 磊, 等 (3322)
基于 8hm 样地的天山云杉林蒸腾耗水从单株到林分的转换	张毓涛, 梁凤超, 常顺利, 等 (3330)
古尔班通古特沙漠土壤酶活性和微生物量氮对模拟氮沉降的响应	周晓兵, 张元明, 陶 冶, 等 (3340)
Pb 污染对马蔺生长、体内重金属元素积累以及叶绿体超微结构的影响	原海燕, 郭 智, 黄苏珍 (3350)
春、秋季节树干温度和液流速度对东北 3 树种树干表面 CO ₂ 释放通量的影响	王秀伟, 毛子军, 孙 涛, 等 (3358)
云南南部和中部地区公路旁紫茎泽兰土壤种子库分布格局	唐樱殷, 沈有信 (3368)
利用半球图像法提取植被冠层结构特征参数	彭焕华, 赵传燕, 冯兆东, 等 (3376)
黑河上游蝗虫与植被关系的 CCA 分析	赵成章, 周 伟, 王科明, 等 (3384)
额尔古纳河流域秋季浮游植物群落结构特征	庞 科, 姚锦仙, 王 昊, 等 (3391)
九龙江河口浮游植物的时空变动及主要影响因素	王 雨, 林 茂, 陈兴群, 等 (3399)
东苕溪中下游河岸类型对鱼类多样性的影响	黄亮亮, 李建华, 邹丽敏, 等 (3415)
基于 RS/GIS 公路路域水土流失动态变化的研究——以榆靖高速公路为例	陈爱侠, 李 敏, 苏智先, 等 (3424)
流域景观结构的城市化影响与生态风险评价	胡和兵, 刘红玉, 郝敬锋, 等 (3432)
基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析	高 宾, 李小玉, 李志刚, 等 (3441)
若尔盖高原土地利用变化对生态系统服务价值的影响	李晋昌, 王文丽, 胡光印, 等 (3451)
施用鸡粪对土壤与小白菜中 Cu 和 Zn 累积的影响	张 妍, 罗 维, 崔晓勇, 等 (3460)
基于 GIS 的宁夏灌区农田污染源结构特征解析	曹艳春, 冯永忠, 杨引禄, 等 (3468)
底墒和种植方式对夏大豆光合特性及产量的影响	刘 岩, 周勋波, 陈雨海, 等 (3478)
不同施肥模式调控沿湖农田无机氮流失的原位研究——以南四湖过水区粮田为例	谭德水, 江丽华, 张 骞, 等 (3488)
丛枝菌根真菌对低温下黄瓜幼苗光合生理和抗氧化酶活性的影响	刘爱荣, 陈双臣, 刘燕英, 等 (3497)
外源半胱氨酸对铜胁迫下小麦幼苗生长、铜积累量及抗氧化系统的影响	彭向永, 宋 敏 (3504)
专论与综述	
水平扫描技术及其在生态学中的应用前景	胡自民, 李晶晶, 李 伟, 等 (3512)
研究简报	
昆仑山北坡 4 种优势灌木的气体交换特征	朱军涛, 李向义, 张希明, 等 (3522)
不同比例尺 DEM 数据对森林生态类型划分精度的影响	唐立娜, 黄聚聪, 代力民 (3531)
苏南丘陵区毛竹林冠截留降雨分布格局	贾永正, 胡海波, 张家洋 (3537)
外来种湿地松凋落物对土壤微生物群落结构和功能的影响	陈法霖, 郑 华, 阳柏苏, 等 (3543)
深圳地铁碳排放量	谢鸿宇, 王习祥, 杨木壮, 等 (3551)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-06



封面图说: 自然奇观红海滩·辽宁省盘锦市——在辽河入海口生长着大片的潮间带植物碱蓬草, 举目望去, 如霞似火, 蔚为壮观, 人们习惯地称之为红海滩。粗壮的根系加快着海滩土壤的脱盐过程, 掉下的茎叶腐质后肥化了土壤, 它是大海的生态屏障。

彩图提供: 段文科先生 中国鸟网 <http://www.birdnet.cn> E-mail: dwk9911@126.com

塔里木河中游洪水漫溢区荒漠河岸林实生苗更新

赵振勇*, 张科, 卢磊, 周生斌, 张慧

(中国科学院绿洲生态与荒漠环境重点实验室, 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘要:以塔里木河中游荒漠河岸林为研究对象, 2008年6月至2009年8月, 对洪水漫溢区河漫滩裸地、林下及林隙3种生境植物1年生实生苗进行了调查。结果表明: 实生苗更新主要依赖洪水漫溢, 在非漫溢区没有发现实生苗存在; 洪水降低了漫溢区的土壤盐度, 更重要的是其提供了宝贵的水分条件, 在时间和水量上有效地满足了胡杨等植物种子萌发和幼株生长的水分需求; 河漫滩是河岸林种子实生苗产生的基地, 洪水漫溢后的河漫滩种子实生苗密度显著大于其余两生境内实生苗密度, 同时该生境内物种多样性也显著高于林下和林隙生境; 光照决定着漫溢区实生苗能否成林, 光照不同的空间样点上, 实生苗发生数量和个体生长均存在显著差异, 光照强的河漫滩, 实生苗发生数量较多且幼苗能保持较高的生长活力和较多的生物量积累。

关键词:塔里木河; 洪水漫溢; 荒漠河岸林; 实生苗更新

Seedling recruitment in desert riparian forest following river flooding in the middle reaches of the Tarim River

ZHAO Zhenyong*, ZHANG Ke, LU Lei, ZHOU Shengbin, ZHANG Hui

Key Laboratory of Oasis Ecology and Desert Environments, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

Abstract: Desert riparian forest is an important vegetation type of inland river valleys in the arid zone, and dominates the structure and function of riparian ecosystems, as well as the landscape vegetation patterns. The occurrence and development of riparian forests are closely related to river runoff, while stand composition and distribution patterns are affected strongly by the hydrological regime of rivers. Riparian forests commonly proliferate on initially bare flooded surfaces. Flooding was found to have an overriding effect on riparian plant communities, and riparian ecosystems in arid regions exhibit shifting patterns of vegetation in response to periodic flooding. Desert riparian forest dominated by *Populus euphratica* has a centralized distribution in the Tarim River Basin, China, with highest abundance in the middle reaches of the Tarim River. In recent decades, desert riparian forest has been degraded severely in the lower reaches of the Tarim River, in part owing to alteration of natural flow regimes and suppression of fluvial processes. The flooding control violates inherent laws of riparian forest development, and consequently natural regeneration of riparian forests is checked. Extensive efforts have been made in recent years to restore riparian forests by regulating the hydrological regime according to natural flow regimes. Riparian forest rehabilitation and stability primarily depend on whether the dominant species regenerates successfully. Therefore, *P. euphratica* plays an important role in rehabilitation of natural riparian forests. *Populus euphratica* can reproduce both sexually and vegetatively. As sexual reproduction is important to maintain intrapopulation genetic diversity, investigation of seedling recruitment is critical for effective forest conservation. In most riparian plant species, such as *P. euphratica*, adult individuals mainly depend on groundwater to exist, while seed germination and early establishment are always related to surface runoff. Seedling establishment is an important life-history phase of floodplain plants in relation to drought stress. While distribution, community composition and structure have been the subject of considerable research,

基金项目:国家科学自然科学基金资助项目(40701012); “西部之光”人才培养计划项目(XBBS200811); 中国科学院农业项目(KSCX2-YW-N-41)共同资助

收稿日期: 2010-05-15; 修订日期: 2011-02-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhzyxj@yahoo.com.cn.

few studies have investigated the contribution of flooding to riparian forest establishment. With the objective of verifying whether the relationship between seedling establishment and flooding could explain the spatial pattern and community dynamics of riparian forests, in this study the species composition, quantity, diversity and growth status of seedlings were compared in three habitats, namely floodplain, forest floor, and forest gap. Field investigation of seedling recruitment after flooding was carried out from June 2008 to August 2009 in the middle reaches of the Tarim River. Seedling recruitment mainly depended on flooding, with no seedlings developing in the sample plots that had not been flooded. Flooding reduces soil salinity and represents a combination of temporal and quantitative water supply for both germination and growth of riparian plants such as *P. euphratica*. The seedling density and species diversity on the floodplain were distinctly higher than those in the other two habitats in the seasonally flooded area. Light availability was a critical factor influencing the level of seedling recruitment. High illumination promoted seedling recruitment and the accumulation of biomass.

Key Words: Tarim River; flooding; desert riparian forest; seedling recruitment

塔里木河流域为我国最大的胡杨林(*Populus euphratica*)分布区,其中又以干流中游最为郁密。以胡杨为建群种的河岸林是平原区重要的森林资源,对于区域生物多样性保护及流域生态安全均具重大意义。长期不合理的水土资源开发活动导致了流域河岸生态系统的退化和生物多样性严重受损,尤其在下游区植被严重衰退,已成为中国西北地区植被恢复研究的热点地区^[1-2]。

河岸林植被恢复及其稳定性较大程度上取决于优势种能否得以有效更新,其生活史繁殖对策已逐渐成为关注的热点^[3-4]。在干旱区内陆河流域,河岸林的发生、发展与河流洪枯变化及河道变迁有着密切的联系^[5-6],近 10 余年来我国在洪水与河岸植被方面的研究已有了很大的进展,但这些研究多是洪水漫溢对植物群落分布^[5]、群落结构和物种多样性^[7]及土壤种子库^[8]影响的初步研究,较少涉及到洪水漫溢对河岸林实生苗更新影响的比较分析。在干旱背景下,实生苗的萌发多依赖于洪水漫溢所创造的湿润环境。洪水漫溢常惠及到河岸两侧的天然林下^[9],但种子实生苗的发生却常限于河漫滩^[5-6,10],漫溢后林下及林隙生境实生苗更新尚不清楚。研究河岸林天然更新机制,无论对于了解河岸林生态系统的动态规律,还是采取合理的经营措施都是非常必要的。本文旨在通过洪水漫溢后塔里木河中游河岸植被实生苗更新分析,探索河岸林自然更新的维持机制和规律,为干旱区内陆河下游荒漠河岸林的人工恢复提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于塔里木河英巴扎大桥至其下游方向 5 km 范围内。属暖温带荒漠干旱气候,年降水量不足 50mm,蒸发量却高达 2100—2300mm,多年平均气温 9.7℃,夏季绝对最高气温 41.1℃,冬季绝对最低气温 -29.1℃,大于 10℃的年积温在 4100—4300℃之间。水热值的极端现象,限制了植物种类的多样性,植物群落和生态系统的结构都十分简单。河岸具代表性的植物有胡杨、怪柳(*Tamarix* spp.)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)、疏叶骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)等。塔里木河中游地形平坦,河曲十分发育,是河道最弯曲和泛滥最严重的地段。英巴扎段处于塔里木河中游起点,河道较宽,过水情况良好,洪水季节河岸带常受到洪水漫淹,河岸林群落物种组成相对丰富。

1.2 研究方法

对研究区河岸带进行面上踏查,并对沿岸植被进行群落和更新情况调查。顺河道方向,河岸林群落呈现出时断时续的带状分布格局,同一条带内林木年龄大小基本一致,带间则形成了宽窄不一的林隙。2008 年 6 月,参考英巴扎河段多年洪水漫溢范围,在易受洪水漫溢地段设置河漫滩裸地、林下、林隙 3 种生境类型各建立 12 个 5m×5m 的共 36 个植被调查样方,调查内容包括植物种类、植株数量、高度。考虑到调查结果的可比性,本研究注意林下及林隙样地选择要求林木年龄、高度及郁闭度相近,同时林隙在宽窄程度上也要求相近。2008 年 8 月洪水漫溢发生,形成一定面积的漫溢区。2008 年 6 月—2009 年 8 月进行了连续的植物发生调查,

在进行群落常规调查的同时,在样方内梅花状取 0—10cm,10—30cm,30—60cm 层的各层土壤混合样,用烘干法测定土样水分,用质量法测定土样总盐。基于 2009 年 8 月的样地植物调查结果,利用生物多样性指数的计算方法^[11-12]来测度样方内的物种多样性,多样性的测度包括物种丰富度指数、物种多样性指数。在 2009 年 8 月 18 日,随机挖取河漫滩裸地、胡杨林下、林隙 1 年生胡杨幼苗各 6 株,进行了生长分析。

统计分析用 SAS8.1 来完成。

2 结果与分析

2.1 洪水对漫溢区土壤水盐的影响

洪水退去后,整个漫溢区处于水分饱和状态,在下一年洪水到来之前,0—60 cm 层土壤含水量基本上处于持续减少状态(图 1)。统计显示,2008 年 8 月洪水漫溢发生至 2009 年 3 月 20 日,0—60 cm 层土壤含水量都能维持在 25% 以上,5 月 2 日前土壤含水量还在 13% 以上,6 月 22 日调查时河漫滩土壤含水量还在 10% 以上,而林下和林隙的土壤含水量已低于 6% 了。需要说明的是,尽管偶尔出现来水,2009 年塔河中游基本处于断流状态,至 7 月下旬才开始有稳定的水流通过研究区河段,但漫溢也仅限于河漫滩的一定面积上,8 月 18 日调查结果表明,受径流补给影响调查区土壤含水量有所回升。在 2008 年 10 月至 2009 年 5 月间的 3 次调查中,0—60 cm 土层林下土壤含水量明显高于河漫滩和林隙,这可能与其下枯枝落叶较多,有机质相对丰富有关。

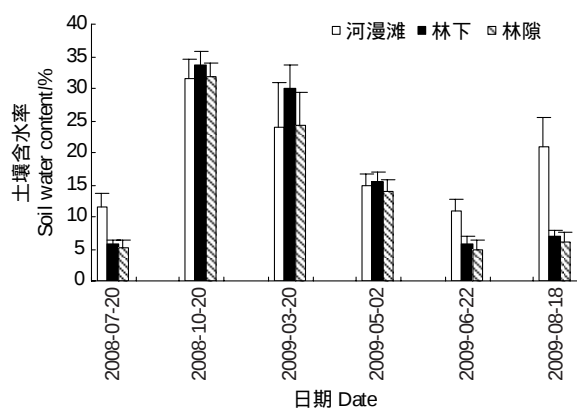


图 1 不同类型样地 0—60cm 土层土壤含水量动态变化

Fig.1 Soil water content dynamic change in different habitats

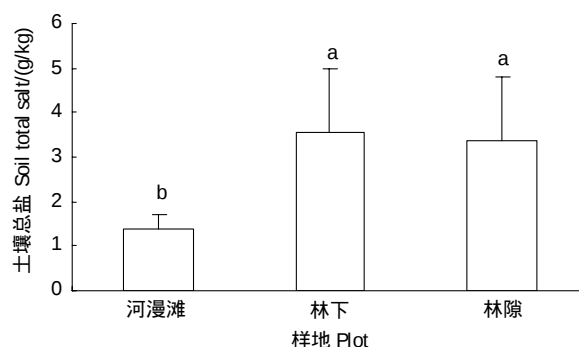


图 2 不同类型样地 0—10cm 土层总盐含量

Fig.2 Comparison of soil total salt in different habitats

受荒漠干旱气候影响,以及胡杨等林木的生物积盐作用,河岸带土壤多存在着盐渍化现象,裸露的地表常为一层盐结皮所覆盖。相关研究表明,常年无漫溢洗盐情况下,塔里木河中下游河岸植被带 0—30 cm 土壤总盐量可达 4.97—290.96 g/kg^[13],0—60 cm 盐量也多在 10 g/kg 以上^[14]。统计分析表明,河漫滩 0—10 cm 土层总盐含量多在 1.5 g/kg 以下,显著低于林下和林隙 ($P < 0.05$);林下和林隙盐分含量无显著差异 ($P > 0.05$),总盐含量均在 3.5 g/kg 以下,无明显积盐现象(图 2)。这表明洪水漫溢有淡化和洗盐作用,可有效降低漫溢区土表盐分含量,河漫滩因更易受河水冲刷,土壤盐分含量通常维持在较低水平。与胡杨种子成熟期相默契^[15]的夏季洪水降低了漫溢区的土壤盐分含量,并在时间和水量上有效地满足了胡杨等河岸林植物种子萌发和幼株生长的水分需求,为群落更新创造了条件。

2.2 洪水漫溢对植物实生苗物种组成及数量的影响

荒漠干旱气候背景下,广大区域上植被分布极其稀疏贫乏,而于河流两岸聚集。胡杨为建群种的河岸林,在研究区伴生有少量沙枣 (*Elaeagnus oxycarpa*),灌木则以怪柳最为普遍,此外有黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum*)、铃铛刺 (*Halimodendron halodendron*),重盐分土壤上出现盐穗木 (*Halostachys belangeriana*) 和白刺 (*Nitraria sibirica*),半灌木和多年生草类主要有疏叶骆驼刺、胀果甘草、大叶白麻 (*Poa cynosuroides*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、假苇拂子茅 (*Calamagrostis pseudophragmites*)、花花柴 (*Karelinia caspica*)。因这些植物

主要是中生性的^[15],所以由它们所构成的河岸植被群落的整体生态学性质相应也是中生性的。

表 1 塔里木河中游洪水漫溢区植物实生苗调查

物种 Species	河漫滩 Floodplain	林下 Forest floor	林隙 Forest gap
1 胡杨 <i>Populus euphratica</i>	✓	✓	✓
2 心叶水柏枝 <i>Myricaria platphylla</i> Batal.	✓		
3 多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>	✓	✓	✓
4 刚毛怪柳 <i>Tamarix hispida</i>	✓	✓	✓
5 短穗怪柳 <i>Tamarix leptostachys</i>	✓	✓	✓
6 黑果枸杞 <i>Lycium ruthenicum</i>	✓		✓
7 沙枣 <i>Elaeagnus oxycarpa</i>	✓	✓	✓
8 铃铛刺 <i>Halimodendron halodendron</i>			✓
9 胀果甘草 <i>Glycyrrhiza inflata</i>	✓	✓	✓
10 疏叶骆驼刺 <i>Alhagi sparsifolia</i>			✓
11 盐生草 <i>Halogeyon glomeratus</i>	✓		
12 花花柴 <i>Karelinia caspica</i>	✓		✓
13 蓼子朴 <i>Inula salsoloides</i>	✓		
14 大叶白麻 <i>Poacynum hendersonii</i>	✓		
15 小蓟 <i>Cirsium segetum</i>	✓		
16 牛皮消 <i>Cynanchum auriculatum</i>	✓		
17 小獐毛 <i>Aeluropus pungens</i>	✓		
18 猪毛菜 <i>Salsola</i> sp.	✓		
19 假苇拂子茅 <i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	✓		
20 灰杨 <i>Populus pruinosa</i>	✓		
21 蒲公英 <i>Taraxacum</i> sp.	✓		

实地调查发现,洪水漫溢主要发生于胡杨中幼林区。实生苗调查结果显示(表 1),漫溢区域样地出现的 1 年生实生苗植物共 21 种,分属于 10 科 18 属,以多年生的深根系植物为主,在非漫溢区的调查中未能见到植物实生苗。从实生苗组成看,河漫滩出现了 19 种,林下 6 种,林隙 10 种,其中林下和林隙中出现实生苗的植物种在调查区都有分布,灰杨为偶见种,仅见于河漫滩,此外河漫滩上出现的小獐毛(*Aeluropus pungens*)、猪毛菜(*Salsola* sp.)、盐生草(*Halogeyon glomeratus*)及牛皮消(*Cynanchum auriculatum*)在调查区均未发现,这表明河漫滩实生苗的出现与洪水所产生的种子漂移关系密切。从单位面积样地内的实生苗密度看,河漫滩样地密度为(43.16±5.86)株/m²,林下为(0.71±0.38)株/m²,林隙为(0.91±0.35)株/m²,河漫滩样地平均实生苗密度分别是林下的 60.79 倍和林隙的 47.43 倍。由此可见,洪水往往形成面积广阔的漫溢区,驱动飘落于水中或地表的植物种子随水传播,河漫滩也因能接受更多随水漂移的种子而成为实生苗主要发生区。

2.3 漫溢区群落物种多样性差异

不同生境实生苗对漫溢的响应突出地体现于单位面积内生物多样性指数的变化上。图 3 为 3 种生境漫溢条件下生物多样性指数的统计结果,从图 3 可以看出河漫滩物种丰富度高于林下和林隙,进一步的分析表明,3 种生境类型样地 Margelef 和 Shannon-Wiener 指数均存在显著差异($P<0.05$),各项指数均以河漫滩最大。以上统计和分析都表明,河漫滩的存在增加了河岸林的物种丰富度,为河岸林物种多样性维持提供了必要的生态基础。

物种多样性能较好地反映生境质量。在土壤水盐适宜的条件下,光照可能是影响实生苗数量特征的重要因素。胡杨为阳性树种,树冠稀疏,自然整枝强烈,林分较稀疏,林内通常较明亮,无完全遮荫现象。从光照条件的对比来看,河漫滩裸地>林隙>林下,而物种多样性指数也表现出河漫滩裸地>林隙>林下的趋势,这一

定程度上反映了胡杨、柽柳等植物种子实生苗存活对光照的需求,河漫滩裸地的完全光照条件更能满足这种需求。可见,在低盐和有水分保证的条件下,光照可能是胡杨等种子实生苗建植和存活的主要限制因素。

2.4 漫溢区优势种实生苗生长差异

植物群落的稳定性在很大程度上取决于群落优势种能否得到有效更新,优势种群群更新的研究有助于了解群落的稳定性并可预测群落的发展趋势。从样地优势种胡杨实生苗看,河漫滩样地胡杨实生苗出现频次为100%,林下为25%,林隙为41.76%;从出现胡杨实生苗样地的幼苗数量看,河漫滩密度最大,为(16.22±2.54)株/m²,林隙中次之,为(0.10±0.05)株/m²,林下最少,为(0.09±0.02)株/m²(表2),河漫滩胡杨幼苗平均密度分别是林下和林隙的173倍和156倍。

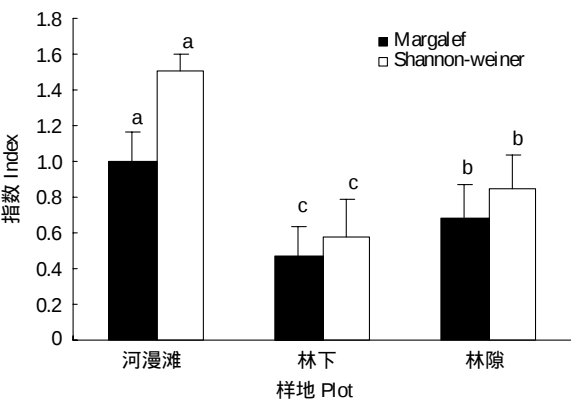


图3 不同类型样地多样性指数变化
Fig.3 The difference in the diversity indices of the seedlings in flooded areas in the middle reaches of Tarim River

表2 塔里木河中游洪水漫溢区胡杨实生苗数量及个体生长情况

Table 2 Comparison of ecological indices of <i>Populus euphratica</i> seedlings in flooded areas in the middle reaches of Tarim River					
样地 Plot	胡杨苗出现频次/% Occurrencefrequency	现苗样地实生 苗密度/(株/m ²) Seedling density	株高/cm Plant height	根长/cm Root length	全株干重/g Dryweight
河漫滩 Floodplain	100	16.22±2.54	17.92±4.65 a	85.43±14.23 a	1.020±0.165 a
林下 Forest floor	25%	0.09±0.02	2.42±0.33 b	6.78±1.47 b	0.027±0.005 b
林隙 Forest gap	41.67%	0.10±0.05	2.53±0.70 b	8.73±2.41 b	0.029±0.003 b

从胡杨实生苗个体生长情况看,河漫滩胡杨幼苗株高、根长和全株干重均与林下和林隙存在显著差异,各项指标值均以河漫滩为最大,尽管林下和林隙之间均无显著差异,但总体表现出林隙各项指标值略高于林下的趋势(表2)。从高生长看,河漫滩1年龄胡杨幼苗平均株高17.92 cm,而林下及林隙内较接近,都在2.5 cm左右;从根长看,1年龄的河漫滩胡杨幼苗平均根长85.43 cm,而林下和林隙平均根长则不超过10 cm;从生物量看,河漫滩实生苗全株干重平均为1.020 g,而林下和林隙则均不超过0.030 g。结果说明,河漫滩湿润和充足的光照生境更有助于胡杨幼苗的定居和生长,在早期幼苗生长季节能保持较高的生长活力和较多的生物量积累。

3 结论与讨论

荒漠河岸林群落的出现总与地下水浅埋且含有一定可溶性盐分的中生环境相联系。分布较广的种类是在地表水条件极为异质的生境中完成其生活周期的类型,它们依赖地表径流或地表水萌发定居,而以浅层地下水维系生存。河岸林多数植物在水分生态上是中生的,在盐分生态上又是适盐或耐盐的^[15],并具有一定的生态适应范围。受河流水文影响,河岸侧向存在着明显的土壤水分、盐分梯度^[16],随这种环境梯度的变化,河岸林物种组成亦发生变化,出现了不同的群丛组^[9]。因河流频繁改道,河岸林也常表现为不稳定和多变动的植被,它们随洪水漫溢而发生,随河流改道而衰退,季节性的洪水泛滥是河岸植物群落动态变化的重要驱动因素。目前西部干旱区河岸林衰退的主要原因是河道断流或改道导致实生苗更新受阻所致。

建群种胡杨可依靠种子和根蘖两种方式进行繁殖,但对于河岸林遗传多样性的保持和种群稳定,种子繁殖更为重要。长期的生态适应使胡杨种子成熟期与河流的洪水期相默契^[5],种子成熟的高峰期集中于每年的8月中旬至9月中旬^[17],正是光热充足的夏秋季节。研究表明^[18],胡杨种子在10—40℃范围内萌发率都在50%以上,尽管温度会影响种子的萌发速率,但多数的种子都能在72 h内萌发。胡杨种子成熟期与夏季洪

水期相一致的生态默契,以及种子在较宽的温度范围内萌发,并迅速完成萌发过程的特点,是其能够在荒漠区得到持续发展的生态生物学基础。

胡杨个体发育的早期阶段对湿润环境条件高度依赖^[6,9-10]。自然条件下胡杨种子生命力在 30d 内几乎完全丧失^[17,19],不能形成土壤种子库,种子成熟后需及时着生于湿润的土地上才有望成苗,并需在湿润的条件下逐渐完善适旱能力^[10]。从漫溢后土壤含水量变化看,漫溢后土壤含水量完全能够满足胡杨种子萌发的水分需求^[20-21],并能较长期地保持相对湿润状态,能够满足幼苗正常生长的水分需求^[21]。荒漠区降水极其有限,降雨对种子萌发及幼苗生长无实际意义,只有洪水因素,在时间和水量上都能有效地满足植物种子萌发和幼株生长的水分需求。

以胡杨、怪柳为代表的河岸植物几乎都不同程度地存在着适盐和耐盐性^[15]。通常所说的植物耐盐机理是指成株对盐分的调控,成株耐盐性与其所具有的相关组织和细胞结构关系密切。怪柳等泌盐植物叶片和茎表皮具有分泌盐分的盐腺或盐囊泡^[22],通过将体内的盐分排出体外来适应盐渍生境。胡杨根、叶细胞中存在 Na^+ 和 Cl^- 的区隔化现象^[23],可将有害离子分隔在液泡中,因而表现出组织、器官和植株水平上的耐盐性。尽管盐生植物对盐渍生境有较强的适应能力,但种子萌发时受盐的抑制^[24],其与非盐生植物种子在盐胁迫下的萌发规律基本是一致的^[25]。大量的研究表明,低盐浓度下种子萌发受到的抑制要小于高浓度盐溶液培养的种子,大部分的植物种子在无盐时具有最大的累积萌发率^[26-27]。胡杨种子萌发率与盐浓度呈显著的负相关关系,盐分对胡杨种子萌发的抑制主要是离子毒害^[18,28]。有研究表明,土壤总盐大于 5g/kg 时胡杨种子发芽会受到抑制,总盐量在 10 g/kg 时则幼树生长不良^[17],从调查结果看,漫溢区土壤盐分含量均在 3.5 g/kg 以下,不会影响胡杨种子萌发和幼苗生长,这可能是河漫滩样地实生苗密度较高的重要原因。

光对种子萌发的影响主要是作为一种信号刺激,打破种子的休眠,而不是作为一种能量物质直接参与种子的萌发^[29]。荒漠地区仅有少数植物种子萌发严格需要光照^[30],许多荒漠植物种子的萌发无论在光下还是在暗中都萌发的很好^[31-32]。目前,光照对胡杨种子萌发的影响尚不清楚,但遮荫有利于胡杨种子生命力的保持^[19,28]。从本研究调查结果看,庇荫会显著地妨碍根系发育,光照度越低这种影响越大;充分的光照有利于提高幼苗的光合速率,增强其高生长优势,增加幼苗的生物量积累,这与李利等^[33]的研究结果是相一致的。河漫滩、林下和林隙代表了 3 种不同光照梯度生境,从研究结果看,3 种生境下实生苗数量以及物种多样性均存在显著差异,光照条件越好,实生苗的各数量指标就越大。这与河岸林植物的生物生态学特征是相吻合的,胡杨等大多数荒漠河岸林植物为仅在裸地上建植的喜光阳生植物种类^[17],郁闭和弱光均不利于实生苗的生长和存活。当土壤水盐不是限制因素的情况下,光照异质性可能影响着实生苗的分布。

洪水是河岸植物种子自然萌发以及幼苗补充的重要生态因素,而洪水退后的河漫滩是河岸林群落更新的最佳场所。在林下和林隙的洪水漫溢环境中发现有 1 年生的胡杨实生苗存在,但从研究区林下和林隙无多年龄胡杨实生苗分布和现有胡杨幼苗生长情况判断,这些 1a 的胡杨幼苗很难成林。近年来,塔河源流及上游区耕地面积扩大,用水量增加,特别是沿河开垦导致河道渠化,已深刻地影响到河岸林的更新,这突出体现于下游区胡杨林的萎缩和退化。由于上游用水量增加,2009 年研究区河道基本处于断流状态,未产生大面积洪水漫溢现象,漫溢条件下林下及林隙实生苗持续生长情况监测被迫中断。另外,本研究主要考虑了土壤水盐及光照对实生苗的影响,未涉及植物的枯落物以及植物化感作用对种子萌发的抑制作用。

本研究调查表明,塔里木河中游河岸林主要是依靠河漫滩更新来维持系统的连续性和稳定性。从塔里木河流域生态治理和水资源管理看,河道径流驱动河岸林生态过程,尤其是夏季洪水的生态学意义还未引起管理部门的足够认识。基于本项研究结果,建议对荒漠河岸林实生苗的更新,应加强流域水资源统一管理,保障夏季洪水期有足够的水量下泄,以维系河岸林实生苗建植基地的形成和发展,这样才能使建群种胡杨种群通过实生苗进行自然更新。

Reference:

- [1] Chen Y N, Zhang X L, Zhu X M, Li W H, Zhang Y M, Xu H L, Zhang H F, Chen Y P. Analysis on the ecological benefits of the stream water

- conveyance to the dried-up river of the Lower Reaches of Tarim River, China. Science in China Series D-Earth Science, 2004, 47(11): 1053-1064.
- [2] Ruan X, Wang Q, Chen Y N, Li W H, Xu N Y. Physiological response of desert plants to watering in hyper arid areas of Tarim River. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 1966-1973.
- [3] 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.
- [4] Gao R H, Dong Z, Zhang H, Li J Q. Study on regeneration process and biodiversity characteristic of *Populus euphratica* community in the Ejina Natural Reserve, Inner Mongolia of China. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(5): 1019-1025.
- [5] Qin R C. Some questions about *Populus euphratica* and *Populus pruinosa* // Murzayet E M, Zhou L S, eds. Xinjiang Natural Environments. Beijing: Science Press, 1959: 173-198.
- [6] Tian Y Z. Preliminary study on occurrence, distribution and grow features of natural *Populus pruinosa* in the Taklimakan Desert // Harness Sand Team of CAS, eds. Beijing: Science Press, 1965: 35-43.
- [7] Xu H L, Ye M, Li J M, Wang W J. The influence of the river flooding disturbance on the native vegetation restoration in the lower reaches of Tarim River. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(12): 4990-4998.
- [8] Li J M, Xu H L, Zhang Z J, Ye M, Wang Z R, Li Y. Characteristics of standing vegetation and soil seed bank in desert riparian forest in lower reaches of Tarim River under effects of river-flooding. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(8): 1651-1657.
- [9] Integrated Survey Team to Xinjiang Uygur Autonomous Region, Chinese Academy of Sciences. Vegetation in Xinjiang and its Utilization. Beijing: Science Press, 1978: 178-187.
- [10] Huang P Y. A preliminary study on the decline of the distribution range and regeneration of the forest land of *populus euphratica* in the Tarimpendi (basin). Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica, 1986, 10(4): 302-309.
- [11] Ma K P. Measurement of biotic community diversity: I. a diversity (Part. 1). Biodiversity Science, 1994, 2(3): 162-168.
- [12] Ma K P, Liu Y M. Measurement of biotic community diversity: I. a diversity (Part. 2). Biodiversity Science, 1994, 2(4): 231-239.
- [13] Mo Z X, Yin L K, Wen Q K. Study on the spatial variability of topsoil salinities in the middle and lower reaches of the Tarim River, Xinjiang. Arid Zone Research, 2004, 21(3): 250-253.
- [14] Zhang Y M, Chen Y N, Zhang X L. Plant communities and their interrelations with environmental factors in the lower reaches of Tarim River. Acta Geographica Sinica, 2004, 59(6): 903-910.
- [15] Zhang L Y, Xia Y, Anwar, Memeti. The ecological features and sustainable development of vegetation in the Taklimakan Desert. Arid Zone Research, 1995, 12(3): 26-33.
- [16] Pan X L, Zhang Y D, Chu Y, Wei R Y. Multivariate analysis and environmental interpretation of desert bank forest plant communities in Tarim basin, Xinjiang. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2001, 21(2): 247-251.
- [17] Wang S J, Cheng B H, Li H Q. *Populus euphratica* Forest. Beijing: China Environmental Science Press, 1995. 29-36.
- [18] Li L, Zhang X M, He X Y. Effects of salinity and water potential on seed germination and radicle growth of riparian *Populus euphratica*. Arid Zone Research, 2005, 22(4): 520-525.
- [19] Zhang Y B, Li J W, Zhang H, Zou D L, Wu F P, Cheng C L, Li J Q, Li S Y. Spatiotemporal patterns of seed dispersal in *Populus euphratica*. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 1994-2000.
- [20] 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.
- [21] Li J Y, Zhao C Y, Sun D Y, Yan Y Y, Zhang Z Q, Li J. Photosynthetic characteristics and growth of *Populus euphratica* seedlings with water stress. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2009, 29(7): 1445-1451.
- [22] Zhou S, Han J L, Zhao K F. Advance of study on recretohalophytes. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2001, 7(5): 496-501.
- [23] Chen S L, Bi W F, Li J K, Wang S S. Quantitative determination of glycinebetaine in plant tissues by reverse phase ion-pair HPLC. Acta Botanica Sinica, 2000, 42(10): 1014-1018.
- [24] Qu X X, Huang Z Y. The adaptive strategies of halophyte seed germination. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(9): 2389-2398.
- [25] Li H Y, Zhao K F, Wang X F. The inhibition of salinity on the germination of halophyte seeds. Journal of Shandong Agricultural University (Nature Science Edition), 2002, 33(2): 170-173.
- [26] Katembe W J, Ungar I A, Mitchell J P. Effect of salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae). Annals of Botany, 1998, 82: 167-175.
- [27] Gul B, Weber D J. Effect of salinity, light, and temperature on germination in *Allenrolfea occidentalis*. Canadian Journal of Botany, 1999, 77(2): 240-246.
- [28] Yu X, Yan C, Zhu X H, Wei Y. Effect of salt stress and storage on seed germination of *Populus euphratica* Oliv. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2008, 31(1): 12-15.
- [29] Bewley J D, Black M. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination (Vol. 2). Berlin: Springer, 1982.
- [30] Zhang Y, Xue L G, Gao T P, Jin L, An L Z. Research advance on seed germination of desert plants. Journal of Desert Research, 2005, 25(1):

106-112.

- [31] Huang Z Y, Zhang X S, Guterman Y, Zhen G H. Influence of light, temperature and salinity on the seed germination of *Haloxylon ammodendron*. *Acta Phytobiologica Sinica*, 2001, 27(3): 275-280.
- [32] Wang L, Tian C Y, Zhang D Y, Zhou Z B. Effects of illumination, temperature and salinity on the germination of *Suaeda physophora* Pal 1. seeds. *Arid Land Geography*, 2005, 28(5): 670-674.
- [33] Li L, Zhang X M. Effects of illumination on the growth and the biomass allocation of *Populus euphratica* in the early seedling stage. *Arid Zone Research*, 2002, 19(2): 31-34.

参考文献:

- [2] 阮晓, 王强, 陈亚宁, 李卫红, 许宁一. 塔里木河流域荒漠河岸植物对应急输水的生理响应. *生态学报*, 2005, 25(8): 1966-1973.
- [3] 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.
- [4] 高润宏, 董智, 张昊, 李俊清. 额济纳绿洲胡杨林更新及群落生物多样性动态. *生态学报*, 2005, 25(5): 1019-1025.
- [5] 秦仁昌. 关于胡杨林和灰杨林的一些问题//Murzayet E M, 周立三, 主编. 新疆维吾尔自治区的自然条件. 北京: 科学出版社, 1959: 173-198.
- [6] 田裕钊. 塔克拉玛干沙漠地区天然胡杨林发生分布和生长特点的初步研究//中国科学院治沙队编. 治沙研究, 第七号. 北京: 科学出版社. 1965: 35-43.
- [7] 徐海量, 叶茂, 李吉玫, 王卫江. 河水漫溢对荒漠河岸林植物群落生态特征的影响. *生态学报*, 2007, 27(12): 4990-4998.
- [8] 李吉玫, 徐海量, 张占江, 叶茂, 王增如, 李媛. 河水漫溢对塔里木河下游荒漠河岸林地地表植被与土壤种子库的影响. *应用生态学报*, 2008, 19(8): 1651-1657.
- [9] 中国科学院新疆综合考察队. 新疆植被及其利用. 北京: 科学出版社, 1978, 178-187.
- [10] 黄培佑. 塔里木盆地胡杨分布区的消退和林地更新复壮的初步研究. *植物生态学与地植物学学报*, 1986, 10(4): 302-309.
- [11] 马克平. 生物群落多样性的测度方法: I. a 多样性的测度方法(上). *生物多样性*, 1994, 2(3): 162-168.
- [12] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法: I. a 多样性的测度方法(下). *生物多样性*, 1994, 2(4): 231-239.
- [13] 莫治新, 尹林克, 文启凯. 塔里木河中下游表层土壤盐分空间变异性研究. *干旱区研究*, 2004, 21(3): 250-253.
- [14] 张元明, 陈亚宁, 张小雷. 塔里木河下游植物群落分布格局及其环境解释. *地理学报*, 2004, 59(6): 903-910.
- [15] 张立运, 夏阳, 安尼瓦尔, 买买提. 塔克拉玛干沙漠植被的生态学性质和持续发展. *干旱区研究*, 1995, 12(3): 26-33.
- [16] 潘晓玲, 张远东, 初雨, 韦如意. 塔里木河流域荒漠河岸林群落的多元分析与环境解释. *西北植物学报*, 2001, 21(2): 247-251.
- [17] 王世绩, 陈炳浩, 李护群. 胡杨林. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 29-35.
- [18] 李利, 张希明, 何兴元. 胡杨种子萌发和胚根生长对环境因子变化的响应. *干旱区研究*, 2005, 22(4): 520-525.
- [19] 张玉波, 李景文, 张昊, 邹大林, 武逢平, 程春龙, 李俊清, 李帅英. 胡杨种子散布的时空分布格局. *生态学报*, 2005, 25(8): 1994-2000.
- [20] 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.
- [21] 李菊艳, 赵成义, 孙栋元, 闫映宇, 张曾强, 李君. 水分对胡杨幼苗光合及生长特性的影响. *西北植物学报*, 2009, 29(7): 1445-1451.
- [22] 周三, 韩军丽, 赵可夫. 泌盐盐生植物研究进展. *应用与环境生物学报*, 2001, 7(5): 496-501.
- [23] 陈少良, 毕望富, 李金克, 王沙生. 反相 HPLC 离子对色谱法测定植物组织中的甜菜碱. *植物学报*, 2000, 42(10): 1014-1018.
- [24] 渠晓霞, 黄振英. 盐生植物种子萌发对环境的适应对策. *生态学报*, 2005, 25(9): 2389-2398.
- [25] 李海云, 赵可夫, 王秀峰. 盐对盐生植物种子萌发的抑制. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 2002, 33(2): 170-173.
- [28] 于晓, 严成, 朱小虎, 魏岩. 盐分和贮藏对胡杨种子萌发的影响. *新疆农业大学学报*, 2008, 31(1): 12-15.
- [30] 张勇, 薛林贵, 高天鹏, 晋玲, 安黎哲. 荒漠植物种子萌发研究进展. *中国沙漠*, 2005, 25(1): 106-112.
- [31] 黄振英, 张新时, Yitzhak GUTTERMAN, 郑光华. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响. *植物生理学报*, 2001, 27(3): 275-280.
- [32] 王雷, 田长彦, 张道远, 周智彬. 光照、温度和盐分对囊果碱蓬种子萌发的影响. *干旱区地理*, 2005, 28(5): 670-674.
- [33] 李利, 张希明. 光照对胡杨幼苗定居初期生长状况和生物量分配的影响. *干旱区研究*, 2002, 19(2): 31-34.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 12 June, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Effect assessment of the project of grain for green in the karst region in Southwestern China: a case study of Bijie Prefecture	LI Hao, CAI Yunlong, CHEN Ruishan, et al (3255)
The effect of dispersal on the population dynamics of a host-parasite system in fragmented landscape	SU Min (3265)
The effect of spatial scales on wetland functions evaluation: a case study for coastal wetlands in Yancheng, Jiangsu Province	OU Weixin, YE Lifang, SUN Xiaoxiang, et al (3270)
Effects of simulated nitrogen deposition on nutrient balance of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) seedlings	FAN Houbao, LIAO Yingchun, LIU Wenfei, et al (3277)
The water conservation study of typical forest ecosystems in the forest transect of eastern China	HE Shuxia, LI Xuyong, MO Fei, et al (3285)
The ecological responses of <i>Pinus tabulaeformis</i> forests in Taiyue Mountains of Shanxi to artificial Harvesting	GUO Donggang, SHANGGUAN Tielang, BAI Zhongke, et al (3296)
The influence of the long-term application of organic manure and mineral fertilizer on microbial community in calcareous fluvo-aquic soil	ZHANG Huanjun, YU Hongyan, DING Weixin (3308)
Endophytic fungal diversity of five dominant plant species in the dry-hot valley of Yuanjiang, Yunnan Province, China	HE Caimei, WEI Daqiao, LI Haiyan, et al (3315)
Seedling recruitment in desert riparian forest following river flooding in the middle reaches of the Tarim River	ZHAO Zhenyong, ZHANG Ke, LU Lei, et al (3322)
Scaling up for transpiration of <i>Pinaceae schrenkiana</i> stands based on 8hm permanent plots in Tianshan Mountains	ZHANG Yutao, LIANG Fengchao, CHANG Shunli, et al (3330)
Responses of soil enzyme activities and microbial biomass N to simulated N deposition in Gurbantunggut Desert	ZHOU Xiaobing, ZHANG Yuanming, TAO Ye, et al (3340)
Effects of Pb on growth, heavy metals accumulation and chloroplast ultrastructure of <i>Iris lactea</i> var. <i>Chinensis</i>	YUAN Haiyan, GUO Zhi, HUANG Suzhen (3350)
Effects of temperature and sap flow velocity on CO ₂ efflux from stems of three tree species in spring and autumn in Northeast China	WANG Xiuwei, MAO Zijun, SUN Tao, et al (3358)
The soil seed bank of <i>Eupatorium adenophorum</i> along roadsides in the south and middle area of Yunnan, China	TANG Yingyin, SHEN Youxin (3368)
Extracting the canopy structure parameters using hemispherical photography method	PENG Huanhua, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong, et al (3376)
The CCA analysis between grasshopper and plant community in upper reaches of Heihe River	ZHAO Chengzhang, ZHOU Wei, WANG Keming, et al (3384)
Community structure characteristics of phytoplankton in argun River Drainage Area in autumn	PANG Ke, YAO Jinxian, WANG Hao, et al (3391)
Spatial and temporal variation of phytoplankton and impacting factors in Jiulongjiang Estuary of Xiamen, China	WANG Yu, LIN Mao, CHEN Xingqun, et al (3399)
Effect of bank type on fish biodiversity in the middle-lower reaches of East Tiaoqi River, China	HUANG Liangliang, LI Jianhua, ZOU Limin, et al (3415)
Study on dynamic changes of soil and water loss along highway based on RS/GIS: an example of Yujing expressway	CHEN Aixia, LI Min, SU Zhixian, et al (3424)
The urbanization effects on watershed landscape structure and their ecological risk assessment	HU Hebing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (3432)
Assessment of ecological risk of coastal economic developing zone in Jinzhou Bay based on landscape pattern	GAO Bin, LI Xiaoyu, LI Zhigang, et al (3441)
Impacts of land use and cover changes on ecosystem service value in Zoige Plateau	LI Jinchang, WANG Wenli, HU Guangyin, et al (3451)
Effect of chicken manure application on Cu and Zn accumulation in soil and <i>Brassica sinensis</i> L.	ZHANG Yan, LUO Wei, CUI Xiaoyong, et al (3460)
GIS analysis of structural characteristics of pollution sources in irrigable farmland in Ningxia China	CAO Yanchun, FENG Yongzhong, YANG Yinlu, et al (3468)
Effects of pre-sowing soil moisture and planting patterns on photosynthetic characteristics and yield of summer soybean	LIU Yan, ZHOU Xunbo, CHEN Yuhai, et al (3478)
<i>In situ</i> study on influences of different fertilization patterns on inorganic nitrogen losses through leaching and runoff: a case of field in Nansi Lake Basin	TAN Deshui, JIANG Lihua, ZHANG Qian, et al (3488)
Effects of AM fungi on leaf photosynthetic physiological parameters and antioxidant enzyme activities under low temperature	LIU Airong, CHEN Shuangchen, LIU Yanying, et al (3497)
Effects of exogenous cysteine on growth, copper accumulation and antioxidative systems in wheat seedlings under Cu stress	PENG Xiangyong, SONG Min (3504)
Review and Monograph	
The horizon scanning technology and its application prospect in Ecology	HU Zimin, LI Jingjing, LI Wei, et al (3512)
Scientific Note	
The gas exchange characteristics of four shrubs on the northern slope of Kunlun Mountain	ZHU Juntao, LI Xiangyi, ZHANG Ximing, et al (3522)
Effect of DEM data at different scales on the accuracy of forest Ecological Classification system	TANG Lina, HUANG Jucong, DAI Limin (3531)
Canopy interception of rainfall by Bamboo plantations growing in the Hill Areas of Southern Jiangsu Province	JIA Yongzheng, HU Haibo, ZHANG Jiayang (3537)
Effects of exotic species slash pine (<i>Pinus elliottii</i>) litter on the structure and function of the soil microbial community	CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3543)
The carbon emission analysis of Shenzhen Metro	XIE Hongyu, WANG Xixiang, YANG Muzhuang, et al (3551)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 12 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 12 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元