

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第1期 Vol.33 No.1 **2013**

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 33 卷 第 1 期 2013 年 1 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 生态整合与文明发展..... 王如松 (1)
- 干旱半干旱区坡面覆被格局的水土流失效应研究进展 高光耀,傅伯杰,吕一河,等 (12)
- 城市林木树冠覆盖研究进展 贾宝全,王 成,邱尔发,等 (23)
- 环境质量评价中的生物指示与生物监测 Bernd Markert,王美娥,Simone Wünschmann,等 (33)
- 水溶性有机物电子转移能力及其生态效应 毕 冉,周顺桂,袁 田,等 (45)

个体与基础生态

- 凋落物和增温联合作用对峨眉冷杉幼苗抗氧化特征的影响 杨 阳,杨 燕,王根绪,等 (53)
- 不同浓度 5-氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对 NaCl 胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响
..... 赵艳艳,胡晓辉,邹志荣,等 (62)
- 缺镁胁迫对纽荷尔脐橙叶绿素荧光特性的影响 凌丽俐,彭良志,王男麒,等 (71)
- 松嫩草地 66 种草本植物叶片性状特征..... 宋彦涛,周道玮,王 平,等 (79)
- 花蜜中酚类物质对群落中同花期植物传粉的影响..... 赵广印,李建军,高 洁 (89)
- 桉树枝瘿姬小蜂连续世代种群生命表..... 朱方丽,邱宝利,任顺祥 (97)

种群、群落和生态系统

- 蒙古栎地理分布的主导气候因子及其阈值 殷晓洁,周广胜,隋兴华,等 (103)
- 河静黑叶猴果实性食物组成、选择及其对种子的扩散作用..... 阮海河,白 冰,李 宁,等 (110)
- 2010 秋季东海今生颗石藻的空间分布 靳少非,孙 军,刘志亮 (120)
- OPRK1 基因 SNP 与梅花鹿日间行为性状的相关性 吕慎金,杨 燕,魏万红 (132)
- 鄱阳湖流域非繁殖期鸟类多样性 邵明勤,曾宾宾,徐贤柱,等 (140)
- 人工巢箱条件下两种山雀鸟类的同域共存机制 李 乐,张 雷,殷江霞,等 (150)
- 桉-栎不同混合比例凋落物分解过程中土壤动物群落动态 李艳红,杨万勤,罗承德,等 (159)
- 三峡库区生态系统服务功能重要性评价 李月臣,刘春霞,闵 婕,等 (168)

景观、区域和全球生态

- 黄土高原小流域不同地形下土壤有机碳分布特征 李林海,郜二虎,梦 梦,等 (179)
- 海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响..... 吴明丽,李叙勇,陈年来 (188)
- 玛纳斯河流域扇缘带不同植被类型下土壤物理性质 曹国栋,陈接华,夏 军,等 (195)

资源与产业生态

- 农田开垦对三江平原湿地土壤种子库影响及湿地恢复潜力 王国栋,Beth A Middleton,吕宪国,等 (205)
- 漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响 安红燕,徐海量,叶 茂,等 (214)
- 黑龙江流域夏玉米产量提升限制因素 徐丽娜,陶洪斌,黄收兵,等 (222)
- 黑龙江省药用植物根际土壤真菌多样性 慕东艳,吕国忠,孙晓东,等 (229)

桑沟湾养殖生态系统健康综合评价 傅明珠,蒲新明,王宗灵,等 (238)

城乡与社会生态

基于“OOAO 原则”的罗源湾生态质量状况综合评价 吴海燕,吴耀建,陈克亮,等 (249)

四十里湾营养状况与浮游植物生态特征 李 斌,白艳艳,邢红艳,等 (260)

生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标 方 恺 (267)

中国东西部中小城市景观格局及其驱动力 齐 杨,邬建国,李建龙,等 (275)

研究简报

南海陆坡沉积物细菌丰度预测 李 涛,王 鹏 (286)

浑善达克沙地榆树疏林幼苗更新空间格局 刘 振,董 智,李红丽,等 (294)

光 and 不同打破种子休眠方法对紫茎泽兰种子萌发及幼苗状态的影响 姜 勇,李艳红,王文杰,等 (302)

学术争鸣

关于植物群丛划分的探讨 邢韶华,于梦凡,杨立娟,等 (310)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 35 * 2013-01



封面图说: 外来入侵物种紫茎泽兰——紫茎泽兰约于 20 世纪 40 年代由缅甸传入中国云南南部后迅速蔓延,现已在云南、贵州、四川、广西、重庆、湖北、西藏等省区广泛分布和危害,并仍以每年大约 30 km 的速度扩散。紫茎泽兰为多年生草本或亚灌木,号称“植物界杀手”。其对环境的适应性极强,疯长蔓延,能极大耗损土壤肥力。它的植株能释放多种化感物质,排挤其他植物生长而形成单优种群,它破坏生物多样性,威胁到农作物、畜牧草甚至林木,且花粉能引起人类过敏性疾病等,目前尚无有效治理对策。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201105170646

安红燕,徐海量,叶茂,史小丽,龚君君,禹朴家.漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响.生态学报,2013,33(1):0214-0221.

An H Y, Xu H L, Ye M, Shi X L, Gong J J, Yu P J. Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(1): 0214-0221.

漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响

安红燕^{1,2,3}, 徐海量^{1,*}, 叶茂⁴, 史小丽⁴, 龚君君⁴, 禹朴家^{1,2}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3. 武威沙漠公园, 武威 733000; 4. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐 830054)

摘要:通过对比漫溢干扰后边坡、坡中和坡底幼苗的物种组成、密度、幼苗周边的环境条件及土壤种子库的差异来分析漫溢干扰过程中,微地形对幼苗定居的影响。结果表明:(1)微地形对幼苗物种组成和生物多样性指数的影响很大。漫溢干扰后,位于边坡、坡中和坡底幼苗的 Simpson 多样性指数和 McIntosh 均匀度指数在 0.01 的水平上差异极显著, Margalef 丰富度指数在 0.05 的水平上差异显著。(2)微地形对土壤盐分含量影响很大。方差分析的结果表明,除 HCO_3^- 和 K^+ 外,边坡、坡中和坡底的 pH 值、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 各指标在 0.01 的水平上差异极显著;全盐、总盐、 Cl^- 和 Na^+ 各指标均在 0.05 的水平上差异显著。(3)微地形通过改变幼苗定居的环境条件,进而影响幼苗库的物种组成、密度和生物多样性指数。微地形中,幼苗库的各种生态指标均小于对应的土壤种子库的生态指标,从坡底到坡中到边坡,除单位面积上的植被密度外,土壤种子库和幼苗库的各项生态指标的变化趋势均不同。

关键词:幼苗;微地形;漫溢;土壤种子库

Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance

AN Hongyan^{1,2,3}, XU Hailiang^{1,*}, YE Mao⁴, SHI Xiaoli⁴, GONG Junjun⁴, YU Pujia^{1,2}

1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Desert Park of Wu Wei, Wuwei 733000, China

4 Geography Science and Tourism Department of Xinjiang National University, Urumqi 830054, China

Abstract: The Tarim River is the longest continental river in China and characterized by its fragile ecosystem in the world. The ecological processes of the Tarim River basin have undergone great changes due to the irrational human activities over the past 50 years, especially in the lower reaches of Tarim River. Therefore, the ecological water conveyance project (EWCP) has been implemented since 2000. The EWCP is an emergency plan for conserving the natural vegetation, controlling the desertification and improving the environment in the lower reaches of Tarim River. It transfers water from the Bosten Lake, to Daxihaizi Reservoir, and finally to Taitema Lake along the water channel. There have been 12 times of watering to the lower Tarim River during the period from 2000 to 2011. After the EWCP, the natural vegetation has obvious response to the water condition change. The studies on the soil seed bank in the region are very important to restoring the degraded ecosystem in lower reaches.

Soil seed bank is the potential plant population or plant community. It plays an important role in occurrence, succession, and recovery process of vegetation. The germinated species and germinated seed number in soil seed bank

基金项目:国家自然科学基金项目(30970549, 40971284);自治区高校青年教师培育基金项目(XJEDU2008S41)

收稿日期:2011-05-17; **修订日期:**2012-08-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xuhl@ms.xjb.ac.cn

determine the species composition and species number of seedlings in a certain degree. Meanwhile, the topography condition in the study areas is also an important factor on influencing germination ability of soil seed bank. Micro-topography impacts the seedling species composition and distribution pattern through the spatial differences in germination ability of soil seed bank, light, water and salt conditions. This paper takes the EWCP as a case study to analyze the effects of micro-topography on the seedling emergence during the flooding disturbance by the method of variance analysis. The species composition, seedling density, environmental condition and soil seed bank in three micro-topography type of the side slope, hillside and base of slope are compared after river flooding disturbance. The study results revealed that: (1) Species composition and diversity indices of the seedling were significantly influenced by different types of the micro-topography. After overflowing disturbance, Simpson index and McIntosh index of seedling species in three types of micro-topography are also highly significant at the level of 0.01, and Margalef index is significantly different at the level of 0.05. (2) There is also a great effect on soil salt in the different micro-topography. The variance analysis showed that: except for the HCO_3^- and K^+ , the value of pH, CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} and Mg^{2+} in three types of micro-topography are all significantly different at the level of 0.01, and the value to total salt, soluble salt, Cl^- and Na^+ are significantly different at the level of 0.05. (3) Micro-topography can affect the species composition, density and diversity indices of the seedling by changing the seedling's microhabitat. Under the condition of the micro-topography, the values of the ecological indicators in the seedling bank were less than those in the soil seed bank. From the base slope, hillside slope to side slope, the changing trends of the ecological indicators were different between the soil seed bank and seedling bank except for the indicator of the vegetative density. The results can better reveal the impact mechanism of river flooding on composition and construction of the plant community, which has an important significance on the degraded ecosystem restoration. Furthermore, the results have a practical reference on protecting and recovering of the natural vegetation in the study region after river flooding interference.

Key Words: seedling; micro-topography; river flooding; soil seed bank

由于干旱和长期缺水,塔里木河下游的植物群落严重退化,以生态恢复为目的的生态输水工程的实施,则对塔里木河下游生态系统的恢复产生了积极的作用,同时输水也引起了河水漫溢的现象。作为最重要的限制因子,水分条件的变化,尤其是漫溢过程对生物多样性的影响十分突出^[1-4]。深入系统的研究漫溢对塔河下游生态系统的影响,揭示其影响机制,对于漫溢后生物多样性的恢复及提高生态系统功能具有十分重要的意义。漫溢过程中微地形的影响是漫溢干扰研究的一个热点,目前的研究主要从微地形差异对土壤水分和土壤中种子分布的角度来考虑^[5-8]。

种子对极端环境具有很强的忍耐力,而萌发的幼苗忍耐程度则很小。幼苗的形成受种子的来源——土壤种子库^[9]及周边环境——光照、水分、养分^[10-11]等因素的影响,地形复杂造成了土壤种子库在空间分布上的不均匀,种子在低洼地聚集现象非常突出,地形对土壤种子库萌发能力具有重要影响^[12-14],微地形则通过影响土壤种子库的空间分布格局和萌发能力及光照、水分、盐分等条件来影响幼苗的物种组成及分布格局。本文以生态输水工程为依托,采用方差分析法,通过对比漫溢干扰后边坡、坡中和坡底幼苗的物种组成、密度及土壤八大离子的含量来分析漫溢干扰过程中,微地形对幼苗定居的影响。

1 研究区概况

塔里木河下游属大陆性暖温带荒漠干旱气候,气候干燥,多风沙天气,年均温 10.8℃,平均降水量在 17—34 mm 之间,平均年蒸发量高达 2408—2671 mm,是我国极端干旱地区之一^[15-16]。该流域的乔木树种主要是胡杨 (*Populus euphratica*),常见的灌木树种为柽柳属 (*Tamarix* spp) 植物、铃铛刺 (*Halimodendron halodendron*)、黑刺 (*Cycium ruthenicum*) 等;草本植物主要有:芦苇 (*Phragmites communis*)、胀果甘草 (*Glycyrrhiza inflata*)、花花柴 (*Karelinia caspica*)、疏叶骆驼刺 (*Alhagisparsifolia*) 等^[17]。

2 研究方法

2.1 数据采集

在塔里木河下游地区,选择3个典型的具有一定坡度的积水区,在以积水区为中心的两条相互垂直的直线上,自积水区底部水位线开始,分别在四个方向的等距离上(坡度较大的地方隔1 m,坡度缓的地方隔3 m)设置1 m×1 m的调查样地3个,如图1所示。调查样方内幼苗数量、幼苗种类组成,计算、比较微地形不同部位幼苗的生物多样性差异。测定每个样方的土壤pH值、全盐含量及八大离子的含量。其中,碳酸根、碳酸氢根离子采用电位滴定法测定;氯离子采用硝酸银滴定法测定;硫酸根采用EDTA间接滴定法测定;钙、镁离子采用EDTA络合滴定法测定;钠、钾离子采用火焰光度法测定;pH值采用电位法测定。

2.2 数据处理

根据野外调查,结合物种多样性指数来分析微地形对幼苗库物种组成变化的影响。Shannon-Wiener指数(式1)的计算公式表明,群落中生物种类增多代表了群落的复杂程度增高,即 H 值越大,群落所含的信息量越大;Simpson指数(式2)是反映群落优势度较好的一个指标;Mcintosh指数(式3)则是以种的数目和全部种的个体总数表示的多样性,是最简单的物种多样性测度方法,当研究地区或样地面积在时间和空间上是确定的和可控的,物种丰富度能够提供有用的信息;Margalef指数(式4)指一个群落或生境中全部物种的个体的分布情况,它反映的是各物种个体分布的均匀程度^[18]。因此多样性指数选取Shannon-Wiener指数和Simpson指数;丰富度指数选取Margalef指数;均匀度指数选取Mcintosh指数,这些指数可以较全面的反映塔里木河下游的物种多样性状况。

$$\text{Shannon-Wiener 指数} \quad H = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i) \quad (1)$$

$$\text{Simpson 指数} \quad D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (i=1, 2, \dots, S) \quad (2)$$

$$\text{Mcintosh 指数} \quad D = \frac{N - \sqrt{\sum_{i=1}^S N_i^2}}{N - \sqrt{N}} \quad (i=1, 2, \dots, S) \quad (3)$$

$$\text{Margalef 指数} \quad D = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (4)$$

式中, N 为样方中记录的个体总数, S 为样方中物种总数, N_i 为第 i 种的个体总数。同时,将群落总个体数也作为物种多样性的测度指标进行分析。 P_i 表明第 i 个种的相对多度, $P_i = N_i/N$ 。

3 结果与分析

3.1 微地形差异对幼苗物种组成的影响

物种多样性是指物种水平上的生物多样性。它是以一定空间范围物种数量和分布特征来衡量的^[5]。从图2可以看出,从边坡到底坡,植物的物种多样性、丰富度和均匀度均减少,方差分析的结果显示,在0.05的水平上,边坡、坡中和坡底的Shannon-Wiener多样性指数差异不显著($P=0.114$),但Simpson多样性指数、Mcintosh均匀度指数和Margalef丰富度指数均差异显著(P 值分别为0.002, 0.001, 0.022)。这表明,微地形对群落的复杂程度的影响不明显,边坡、坡中和坡底植被被群落所含的信息量相近,但群落的优势度和物种的均匀度差异明显。多重比较的结果显示,坡底和边坡、坡中的Simpson多样性指数差异显著,边坡、坡中及坡底三者之间的Mcintosh均匀度指数差异均显著,Margalef丰富度指数则是边坡和坡中、坡底的差异显著。这表明,漫溢干扰过程中,微地形对地表植被有显著的影响。

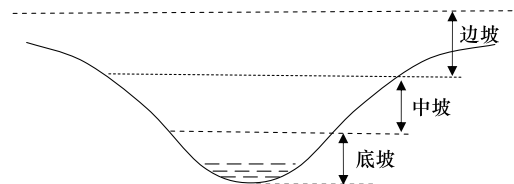


图1 漫溢区微地形植被调查示意图

Fig. 1 Schematic diagram of micro-relief vegetation investigation in the river flooding regions

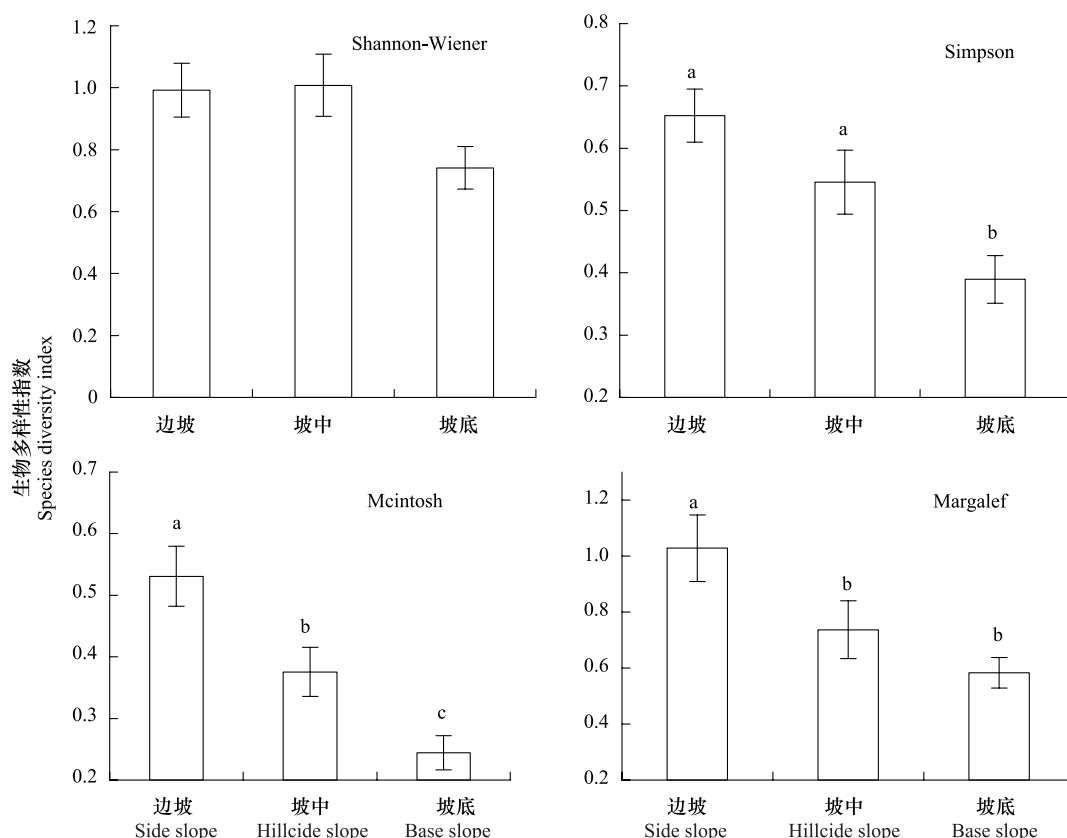


图2 微地形不同部位生物多样性指数的变化

Fig. 2 Change of biodiversity indices from different organs of micro-topograph

3.2 微地形差异对幼苗物种生活型组成的影响

从图3可以看出,乔灌木主要生长在边坡和坡中,1年生草本主要生长在坡中,而多年生草本则主要生长在边坡和坡底。经过分析比较可知,坡底和坡中的物种相似度为0.471;坡底与边坡的物种相似度为0.455,而坡中与边坡的相似度则为0.640。

3.3 环境因子对幼苗定居的影响

由于土壤盐分的数据不满足方差分析的条件,故对土壤盐分数据作对数变换后进行方差分析。方差分析的结果表明,除 HCO_3^- 和 K^+ 外,位于微地形不同部位的其他各指标均在0.05水平上差异显著。水盐运移的总规律是盐随水来,盐随水去,在微地形中,坡底积水,因此坡底的盐分含量最高。边坡、坡中和坡底之间,pH值在0.01的水平上差异极显著($P=0.001$),全盐含量在0.05的水平上差异显著(P 值为0.012)。

多重比较的结果显示,边坡、坡中和坡底的pH值差异显著,从边坡到坡中再到坡底,pH值越来越小,碱性逐渐减弱,酸性逐渐增强;坡底的全盐含量最高,坡底与坡中的盐分含量差异不显著,但与边坡的盐分含量差异显著,坡中的盐分含量也与边坡的盐分含量差异显著(图4)。

对边坡、坡中和坡底之间阴离子进行方差分析的结果表明:微地形不同部位, CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 含量在0.01的水平上差异极显著(P 值分别为0.008和0.001), Cl^- 含量在0.05水平上差异显著($P=0.014$)。多重比较的

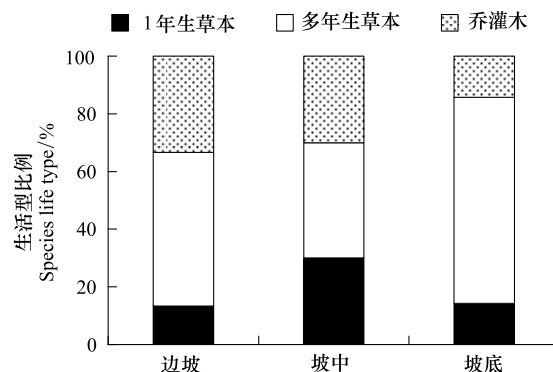


图3 微地形不同部位物种生活型的差异

Fig. 3 Difference of species life type from different organs of micro-topograph

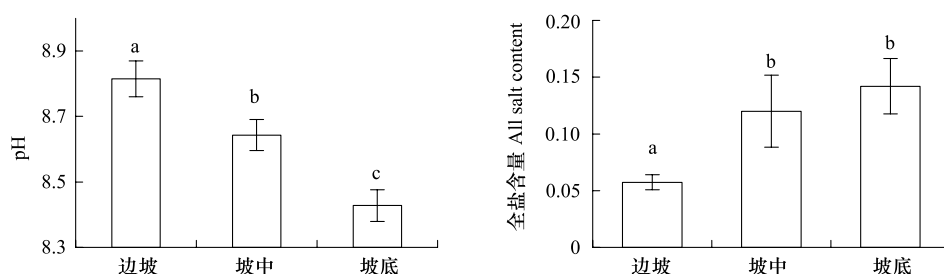


图4 微地形不同部位 pH 值及全盐含量的差异

Fig. 4 Difference of the pH and salt content from different organs of micro-topograph

结果显示:边坡阴离子含量与坡中、坡底的差异显著,但坡中和坡底之间差异不显著, Cl^- 和 SO_4^{2-} 均随着水分而聚集在坡底,而 CO_3^{2-} 则没有随水分聚集在坡底,反而在边坡含量最高,这是因为在坡中和坡底,水溶液部分饱和, CO_3^{2-} 和 Ca^{2+} 反应生成 CaCO_3 (图5)。

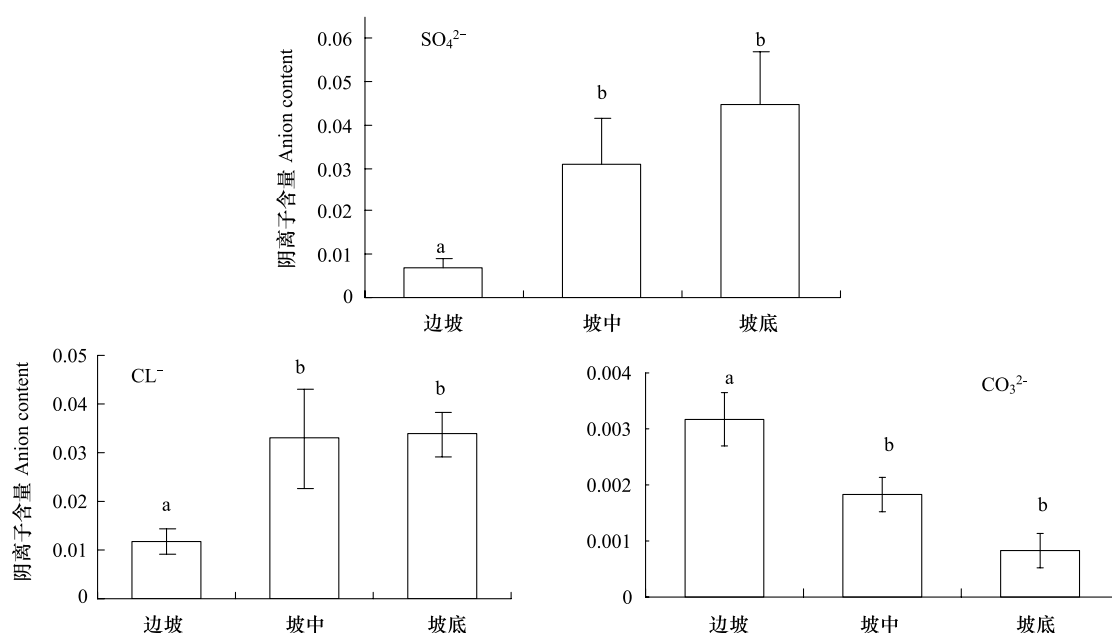


图5 微地形不同部位阴离子含量的变化

Fig. 5 Change of the anion content from different organs of micro-topograph

对边坡、坡中和坡底之间阴离子进行方差分析的结果表明:微地形的不同部位, Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量在 0.01 水平上差异极显著 (P 值分别为 0.005 和 0.001), Na^+ 含量在 0.05 水平上差异显著 ($P=0.019$)。多重比较的结果显示:边坡的阳离子 Ca^{2+} 的含量和坡底的差异显著,坡中和边坡、坡底的差异不显著;而 Mg^{2+} 和 Na^+ 含量则与坡中、坡底的差异显著,坡中和坡底之间差异不显著。阳离子均随着水分而聚集在坡底,其含量表现为边坡<坡中<坡底(图6)。

3.4 微地形对土壤种子库与幼苗库关系的影响

微地形对土壤种子库的分布格局也有一定的影响,从图7可以看出,单位面积上的植物物种数、密度和 Shannon-Wiener 多样性指数和 Margalef 丰富度指数均表现为坡底>坡中>边坡;Simpson 多样性指数表现为坡中>坡底>边坡;Mcintosh 均匀度指数表现为坡中>边坡>坡底。微地形中,幼苗库的各种生态指标均小于对应的土壤种子库的生态指标,幼苗库的分布格局除单位面积上的植被密度和土壤种子库的表现形式一致外,其他均不相同,具体表现为:单位面积上的物种数坡中>坡底>边坡;Shannon-Wiener 多样性指数坡中>边坡>坡底;Simpson 多样性指数、Margalef 丰富度指数和 McIntosh 均匀度指数坡底<坡中<边坡。

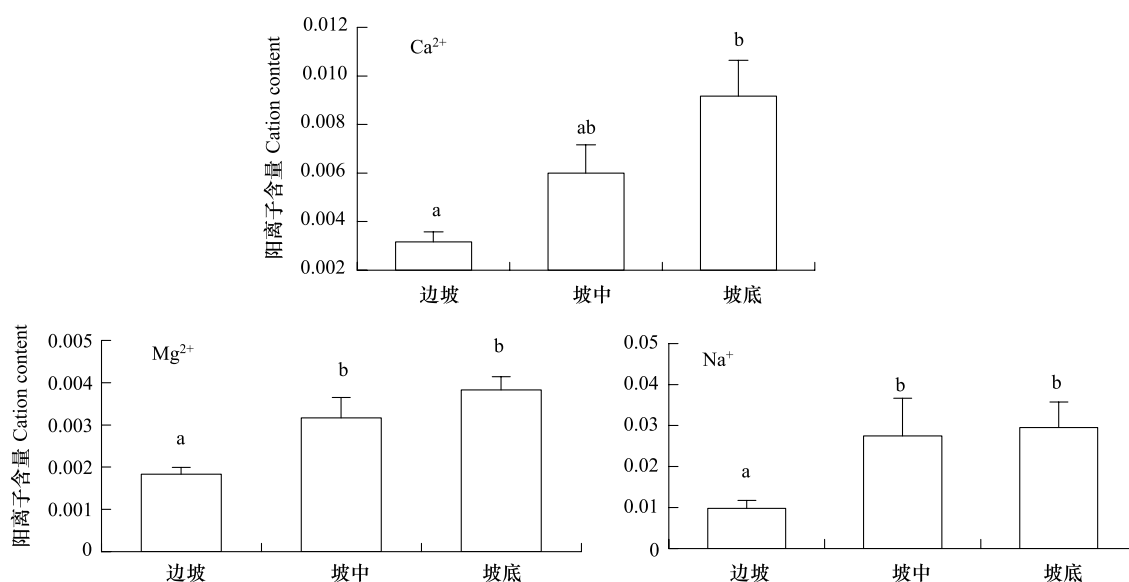


图6 微地形不同部位阳离子含量的变化

Fig. 6 Change of the cation content from different organs of micro-topograph

结合 3.3 小节和图 7 的分析可知,微地形通过改变幼苗定居的环境条件,进而影响边坡、坡中和坡底幼苗库的物种组成、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Margalef 丰富度指数和 McIntosh 均匀度指数。微地形中幼苗库的各种生态指标均小于对应的土壤种子库的生态指标。随着微地形条件的变化(坡底—坡中—边坡),土壤种子库各种生态指标的变化趋势和幼苗库不同,这是由于地形的差异导致漫溢干扰后微地形的不同部位盐分的积累不同。

4 讨论

土壤种子库是潜在的植物种群或群落,是种群定居、生存、繁衍和扩散的基础,在植被的发生和演替、更新和恢复过程中起着重要的作用,土壤种子库中萌发的物种和数量在一定程度上决定了幼苗库的物种组成和数量^[19]。

Lindquist^[20]等的研究表明幼苗库与种子库密度间有显著的关系。但也有持否定观点的学者,如 Forcella^[21]等、Cardina 和 Sparrow^[22]等认为土壤种子库与幼苗库之间没有明显的关系。Hall 和 Swaine^[23], Chang 等^[24]对成熟森林群落中土壤种子库种类组成的研究发现,森林土壤种子库的种类组成和地表植被没有必然的联系,森林幼苗的种类组成多是次生森林树种, Balun 在比较不同植被类型的土壤种子库时也得到相同的结论^[25]。赵丽娅^[26]等的研究表明:科尔沁沙地围封沙质草甸的土壤种子库与幼苗库种类组成上的相似性系数为 0.667,表现出较小的异质性;土壤种子库密度与幼苗库密度之间存在显著的相关性,其间关系可用三次曲线来描述。叶春^[27]等的研究表明,东太湖 3 中优势沉水植物的幼苗库在数量上要远小于其相应的种子库的规模,幼苗库植物种类要多于相应的种子库,生物多样性也较种子库高,幼苗库与种子库的相似系数在 0.33—0.67 之间。由此可知,不同植被类型的种子库和幼苗库的相似系数存在一定的差异,而植被群落所处的演替阶段也在一定程度上影响种子库和幼苗库的相似系数。

本文的研究结果表明,微地形也是影响幼苗库和种子库物种组成和密度差异的主要因素之一。微地形中,幼苗库的各种生态指标均小于对应的土壤种子库的生态指标,随着微地形条件的变化(坡底—坡中—边坡),除单位面积上的植被密度外,土壤种子库和幼苗库的其他各项生态指标的变化趋势均不同,而微地形土壤的 pH 值、盐分含量及阴、阳离子含量也发生了相应的变化,而且多数离子在不同部位的含量差异显著。结合王增如^[9]等的研究结果,塔里木河下游土壤种子库对受损植被幼苗库的形成具有决定性的作用,实生幼苗密度与种子库密度具有很好的正相关,可知由于地形的差异导致漫溢干扰后微地形的不同部位盐分的积累不

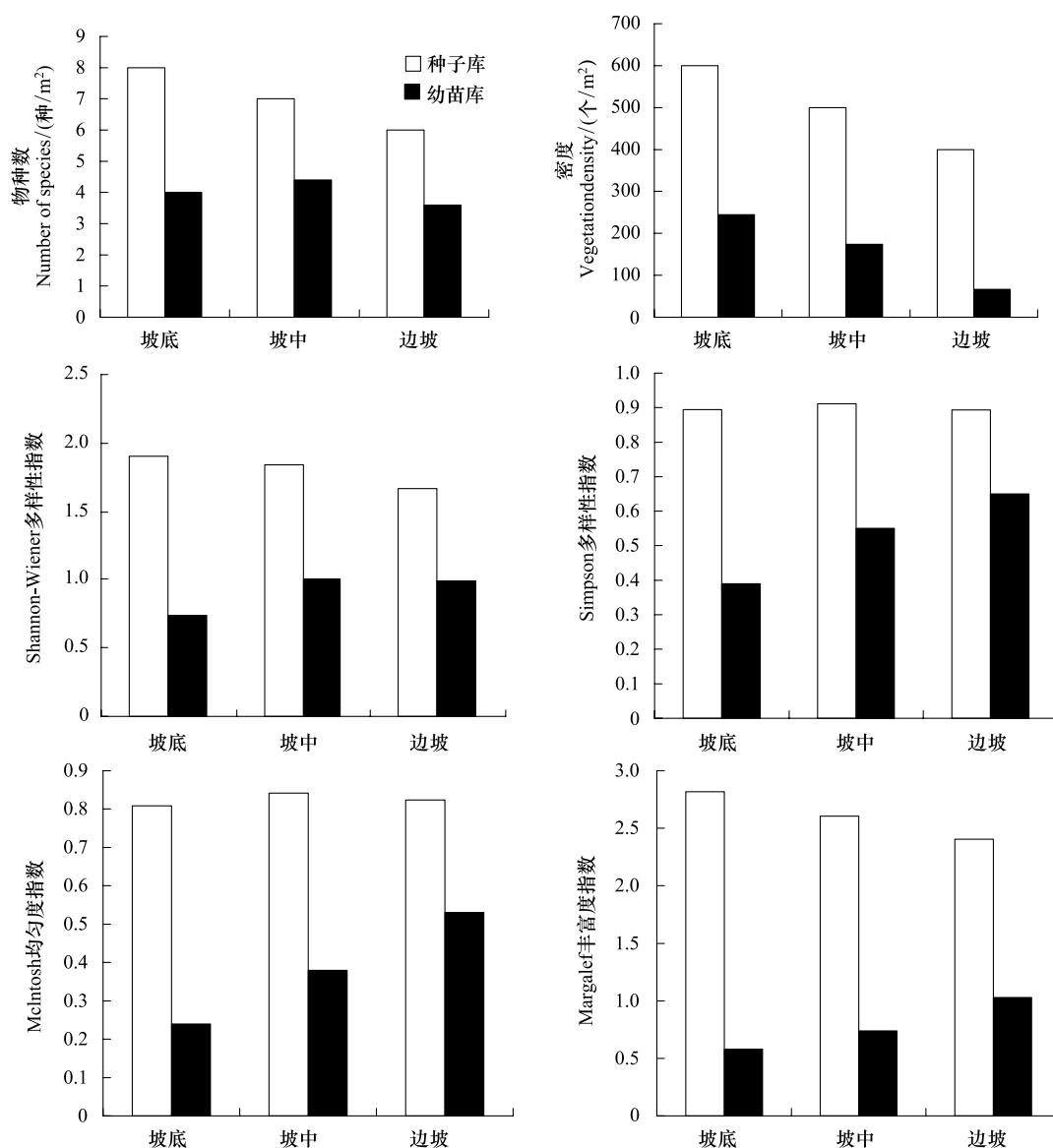


图7 微地形土壤种子库和幼苗库几种生态指标的比较

Fig. 7 Comparative study on ecological indices of soil seed bank and seedling bank in the micro-topography

同,微地形通过改变幼苗定居的环境条件,进而影响幼苗库的物种组成和密度以及 Shannon-Wiener、Simpson 多样性指数、Margalef 丰富度指数和 McIntosh 均匀度指数。该研究结果对于人们更好地理解水淹干扰对植物群落建成的影响机制、植物群落的组合规则具有重要的生态学理论意义,同时对水淹干扰后植被的迅速恢复和重建以及频繁水淹区域的植被保护方面具有很强的实践意义。

References:

- [1] 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.
- [2] Wang Z W, Zhu T C. Niche relationships among the main herbaceous plant species and their responses to flooding disturbance on the Songnen Steppe, northeastern China. *Acta Prataculturae Sinica*, 2004, 13(3): 27-33.
- [3] Wang Z W, Xing F, Zhu T C, Li X C. The responses of functional group composition and species diversity of aneurolepidium chinense grassland to flooding disturbance on Songnen Plain, northeastern China. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, 26(6): 708-716.
- [4] Wang Z W, Zhu T C. The seedbank features and its relations to the established vegetation following flooding disturbance on Songnen Steppe. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(9): 1392-1398.
- [5] 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.
- [6] Zhao H, Zhu Q K, Qing W, Liu Z Q, Wang J, Kuang G M. Soil moisture characteristics on microrelief of dry south-slope on the loess plateau. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2010, (3): 64-68.
- [7] Lu B C, Xue Z D, Zhu Q K, Li H K. Soil water in micro-terrain on sunny and semi-sunny slopes. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2009, (1): 62-65.
- [8] Pan Y X, Wang X P. Spatial variation of soil moisture in revegetated desert area. *Journal of Desert Research*, 2007, (2): 250-256.
- [9] Wang Z R, Xu H L, Yin L K, Li J M, Zhang Z J, Li Y. Contribution of soil seed bank to the regeneration of damaged vegetation on floodplain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(12): 2611-2617.
- [10] Sangtarash M H, Qaderi M M, Chinnappa C C, Reid D M. Differential sensitivity of canola (*Brassica napus*) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid. *Environmental and Experimental Botany*, 2009, 66(2): 212-219.
- [11] Huang Z Y, Zhang X S, Zheng G H, Gutterman Y. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. *Journal of Arid Environments*, 2003, 55(3): 453-464.
- [12] Osem Y, Perevolotsky A, Kigel J. Size traits and site conditions determine changes in seed bank structure caused by grazing exclusion in semiarid annual plant communities. *Ecography*, 2006, 29(1): 11-20.
- [13] Martin T J, Ogden J. The seed ecology of *Ascarina lucida*: a rare New Zealand tree adapted to disturbance. *New Zealand Journal of Botany*, 2002, 40(3): 397-404.
- [14] Wilson B G, Witkowski E T F. Seed banks, bark thickness and change in age and size structure (1978—1999) of the African savanna tree, *Burkea africana*. *Plant Ecology*, 2003, 167(1): 151-162.
- [15] Han G H, Tuerxun H S M, Shi L. Discussion on land desertification and causes in lower reaches of Tarim River. *Journal of Desert Research*, 2008, 28(2): 217-222.
- [16] Wang J G, Li X, Chen J F. Analyzing the growth volume of the populus euphratica before and after the emergent transfusing water into the lower reaches of Tarim River—a case study along Ka'erdayi Section. *Resources Science*, 2007, 29(3): 74-79.
- [17] Song Y D, Fan Z L, Lei Z D, Zhang F W. Research on Water Resources and Ecology of Tarim River, China. Urumqi: China People's Press, 2000.
- [18] Zhang J T. Quantitative Plant Ecology. Beijing: Science Press, 2004.
- [19] Wang Z R, Xu H L, Yin L K, Li J M, Zhang J J, Li Y. Characteristics of soil seed bank along desertification gradient in lower reaches of Tarim River. *Journal of Desert Research*, 2009, 29(5): 885-890.
- [20] Lindquist J L, Maxwell B D, Buhler D D, Gunsolus J L. Modeling the population dynamics and economics of velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*) Control in a Corn (*Zea Mays*)-Soybean (*Glycine Max*) Rotation. *Weed Science*, 1995, 43(2): 269-275.
- [21] Forcella F. Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves. *Weed Research*, 1992, 32(1): 29-38.
- [22] Cardina J, Sparrow D H, McCoy E L. Spatial relationships between seedbank and seedling populations of common lambsquarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. *Weed Science*, 1996, 44(2): 298-308.
- [23] Hall J B, Swaine M D. Seed stocks on Ghanaian forest soil. *Biotropica*, 1980, 12(4): 256-263.
- [24] Chang E R, Jefferies R L, Carleton T J. Relationship between vegetation and soil banks in an arctic coastal marsh. *Journal of Ecology*, 2001, 89(3): 367-384.
- [25] Balun L A. Comparative soil seed bank study of four vegetation types at Bulolo. Papua New Guinea, 1993, 19(2): 87-96.
- [26] Zhang L Y, Li F R. Characteristics of the soil seed bank and the seedling bank in fenced sandy meadow. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2003, 23(10): 1725-1730.
- [27] Ye C, Liu J, Yu H C, Song X F, Wang B. General seed banks and seedling banks of 3 dominant submerged macrophyte community in east Taihu Lake. *Ecology and Environment*, 2008, 17(3): 1091-1095.

参考文献:

- [1] 李吉玖, 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.
- [2] 王正文, 祝廷成. 松嫩草原主要草本植物的生态位关系及其对水淹干扰的响应. *草业学报*, 2004, 13(3): 27-33.
- [3] 王正文, 邢福, 祝廷成, 李宪长. 松嫩平原羊草草地植物功能群组成及多样性特征对水淹干扰的响应. *植物生态学报*, 2002, 26(6): 708-716.
- [4] 王正文, 祝廷成. 松嫩草地水淹干扰后的土壤种子库特征及其与植被关系. *生态学报*, 2002, 22(9): 1392-1398.
- [5] 徐海量, 叶茂, 李吉玖, 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.
- [6] 赵荟, 朱清科, 秦伟, 刘中奇, 王晶, 邝高明. 黄土高原干旱阳坡微地形土壤水分特征研究. *水土保持通报*, 2010, (3): 64-68.
- [7] 路保昌, 薛智德, 朱清科, 李会科. 干旱阳坡半阳坡微地形土壤水分分布研究. *水土保持通报*, 2009, (1): 62-65.
- [8] 潘颜霞, 王新平. 荒漠人工植被区浅层土壤水分空间变化特征分析. *中国沙漠*, 2007, (2): 250-256.
- [9] 王增如, 徐海量, 尹林克, 李吉玖, 张占江, 李媛. 土壤种子库对漫溢区受损植被更新的贡献. *应用生态学报*, 2008, 19(12): 2611-2617.
- [15] 韩桂红, 吐尔逊·哈斯木, 石丽. 塔里木河下游土地沙漠化及其原因探讨. *中国沙漠*, 2008, 28(2): 217-222.
- [16] 王建刚, 李霞, 陈敬峰. 塔里木河下游应急输水前后胡杨生长量分析——以喀尔达依断面为例. *资源科学*, 2007, 29(3): 74-79.
- [17] 宋郁东, 樊自立, 雷志栋, 张发旺. 中国塔里木河水资源与生态问题研究. 新疆: 人民出版社, 2000.
- [18] 张金屯. 数量生态学. 北京: 科学出版社, 2004.
- [19] 王增如, 徐海量, 尹林克, 李吉玖, 张占江, 李媛. 塔里木河下游荒漠化过程土壤种子库特征. *中国沙漠*, 2009, 29(5): 885-890.
- [26] 赵丽娅, 李锋瑞. 围封沙质草甸土壤种子库与幼苗库的特征. *西北植物学报*, 2003, 23(10): 1725-1730.
- [27] 叶春, 刘杰, 于海婵, 宋祥甫, 王博. 东太湖3种沉水植物群落区底泥种子库与幼苗库. *生态环境*, 2008, 17(3): 1091-1095.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.1 January, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Integrating ecological civilization into social-economic development WANG Rusong (1)
- The effect of land cover pattern on hillslope soil and water loss in the arid and semi-arid region: a review
..... GAO Guangyao, FU Bojie, LÜ Yihe, et al (12)
- The status and trend on the urban tree canopy research JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa, et al (23)
- Bioindicators and Biomonitoring in Environmental Quality Assessment
..... Bernd Markert, WANG Mei'e, Simone Wünschmann, et al (33)
- Electron transfer capacities of dissolved organic matter and its ecological effects ... BI Ran, ZHOU Shungui, YUAN Tian, et al (45)

Autecology & Fundamentals

- Antioxidative responses of *Abies fabri* seedlings to litter addition and temperature elevation
..... YANG Yang, YANG Yan, WANG Genxu, et al (53)
- Effects of seed soaking with different concentrations of 5-aminolevulinic acid on the germination of tomato (*Solanum lycopersicum*)
seeds under NaCl stress ZHAO Yanyan, HU Xiaohui, ZOU Zhirong, et al (62)
- Influence of magnesium deficiency on chlorophyll fluorescence characteristic in leaves of Newhall navel orange
..... LING Lili, PENG Liangzhi, WANG Nanqi, et al (71)
- Leaf traits of 66 herbaceous species in Songnen grassland in Northeast China
..... SONG Yantao, ZHOU Daowei, WANG Ping, et al (79)
- Effects of nectar secondary compounds on pollination of co-flowering species in a natural community
..... ZHAO Guangyin, LI Jianjun, GAO Jie (89)
- The continuous life-table of *Leptocybe invasa* ZHU Fangli, QIU Baoli, REN Shunxiang (97)

Population, Community and Ecosystem

- Dominant climatic factors of *Quercus mongolica* geographical distribution and their thresholds
..... YIN Xiaojie, ZHOU Guangsheng, SUI Xinghua, et al (103)
- Fruit diet, Selectivity and Seed dispersal of Hatinh langur (*Trachypithecus francoisi hatinhensis*)
..... Nguyen Haiha, BAI Bing, LI Ning, et al (110)
- The distribution of living coccolithophore in East China Sea in autumn, 2010 JIN Shaofei, SUN Jun, LIU Zhiliang (120)
- The association of OPRK1 gene SNP with sika deer (*Cervus nippon*) diurnal behavior traits
..... LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (132)
- Preliminary study on bird composition and diversity in Poyang Lake watershed during non-breeding period
..... SHAO Mingqin, ZENG Binbin, XU Xianzhu, et al (140)
- Coexistence mechanism of two species passerines in man-made nest boxes LI Le, ZHANG Lei, YIN Jiangxia, et al (150)
- Dynamics on soil faunal community during the decomposition of mixed eucalypt and alder litters
..... LI Yanhong, YANG Wanqin, LUO Chengde, et al (159)
- RS/GIS-based integrated evaluation of the ecosystem services of the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section)
..... LI Yuechen, LIU Chunxia, MIN Jie, et al (168)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The distribution of soil organic carbon as affected by landforms in a small watershed of gully region of the Loess Plateau
..... LI Linhai, GAO Erhu, MENG Meng, et al (179)
- Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation
..... WU Mingli, LI Xuyong, CHEN Nianlai (188)
- Analysis of soil physical properties under different vegetation types in the alluvial fan area of Manas River watershed
..... CAO Guodong, CHEN Jiehua, XIA Jun, et al (195)

Resource and Industrial Ecology

- Effects of farming on wetland soil seed banks in the Sanjing Plain and wetland restoration potential
..... WANG Guodong, Beth A Middleton, LÜ Xianguo, et al (205)

Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance	
.....	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (214)
Analysis on the limiting factors to further improve yield of summer maize in Heilonggang River Valley	
.....	XU Lina, TAO Hongbin, HUANG Shoubing, et al (222)
Fungal diversity in rhizosphere soil of medicinal plants in Heilongjiang Province	
.....	MU Dongyan, LÜ Guozhong, SUN Xiaodong, et al (229)
Integrated assessment of mariculture ecosystem health in Sanggou Bay	FU Mingzhu, PU Xinming, WANG Zongling, et al (238)
Urban, Rural and Social Ecology	
The integrative assessment on ecological quality status of Luoyuan Bay based on ‘OOAO principle’	
.....	WU Haiyan, WU Yaojian, CHEN Keliang, et al (249)
Trophic state of seawater and ecological characteristics of phytoplankton in Sishili Bay	
.....	LI Bin, BAI Yanyan, XING Hongyan, et al (260)
Ecological footprint depth and size: new indicators for a 3D model	FANG Kai (267)
Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China: a comparative study of pattern and driving forces	QI Yang, WU Jianguo, LI Jianlong, et al (275)
Research Notes	
Prediction of bacterial species richness in the South China Sea slope sediments	LI Tao, WANG Peng (286)
Spatial pattern of seedling regeneration of <i>Ulmus pumila</i> woodland in the Otindag Sandland	
.....	LIU Zhen, DONG Zhi, LI Hongli, et al (294)
Impacts on seed germination features of <i>Eupatorium adenophorum</i> from variable light stimulation and traditional dormancy-broken methods	JIANG Yong, LI Yanhong, WANG Wenjie, et al (302)
Opinions	
Discus for classification of plant association	XING Shaohua, YU Mengfan, YANG Lijuan, et al (310)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 33 卷 第 1 期 (2013 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 1 (January, 2013)

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	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
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 90.00 元