

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

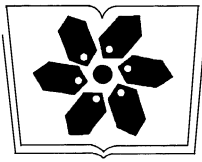
Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 10 期 Vol.33 No.10 **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 10 期 2013 年 5 月 (半月刊)

目次

福建长汀水土保持专题

- 福建省长汀县水土流失区的时空变化研究——“福建长汀水土保持”专题序言 徐涵秋 (2945)
- 福建省长汀县河田盆地近 35 年来地表裸土变化的遥感时空分析 徐涵秋 (2946)
- 福建省长汀县河田水土流失区植被覆盖度变化及其热环境效应 徐涵秋, 何 慧, 黄绍霖 (2954)
- 红壤侵蚀地马尾松林恢复后土壤有机碳库动态 何圣嘉, 谢锦升, 曾宏达, 等 (2964)
- 基于 RUSLE 的福建省长汀县河田盆地土壤侵蚀定量研究 杨冉冉, 徐涵秋, 林 娜, 等 (2974)
- 南方红壤水土流失区土地利用动态变化——以长汀河田盆地为例 林 娜, 徐涵秋, 何 慧 (2983)
- 亚热带地区马尾松林碳储量的遥感估算——以长汀河田盆地为例 黄绍霖, 徐涵秋, 林 娜, 等 (2992)
- 南方红壤侵蚀区土壤肥力质量的突变——以福建省长汀县为例 陈志强, 陈志彪 (3002)

前沿理论与学科综述

- 土壤有机质转化及 CO₂ 释放的温度效应研究进展 沈征涛, 施 斌, 王宝军, 等 (3011)
- 湖泊蓝藻水华发生机理研究进展 马健荣, 邓建明, 秦伯强, 等 (3020)

个体与基础生态

- 岩溶区不同植被下土壤水溶解无机碳含量及其稳定碳同位素组成特征 梁 轩, 汪智军, 袁道先, 等 (3031)
- 黄脊雷鳉越冬卵的滞育发育特性 朱道弘, 陈艳艳, 赵 琴 (3039)
- 香港巨牡蛎与长牡蛎种间配子兼容性 张跃环, 王昭萍, 闫喜武, 等 (3047)

种群、群落和生态系统

- 西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类群落结构与多样性 王 斌, 彭波涌, 李晶晶, 等 (3056)
- 采伐对长白山阔叶红松林生态系统碳密度的影响 齐 麟, 于大炮, 周旺明, 等 (3065)
- 胶州湾近岸浅水区鱼类群落结构及多样性 徐宾铎, 曾慧慧, 薛 莹, 等 (3074)
- 黄河口盐地碱蓬湿地土壤-植物系统重金属污染评价 王耀平, 白军红, 肖 蓉, 等 (3083)
- 不同起始状态对草原群落恢复演替的影响 杨 晨, 王 炜, 汪诗平, 等 (3092)
- 施肥梯度对高寒草甸群落结构、功能和土壤质量的影响 王长庭, 王根绪, 刘 伟, 等 (3103)
- 高寒退化草地狼毒种群株丛间格局控制机理 高福元, 赵成章 (3114)
- 藏东南色季拉山西坡土壤有机碳库研究 马和平, 郭其强, 刘合满, 等 (3122)
- 灵石山不同海拔米槠林优势种叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 值与叶属性因子的相关性 王英姿 (3129)
- 西门岛人工秋茄林恢复对大型底栖生物的影响 黄 丽, 陈少波, 仇建标, 等 (3138)
- 喀斯特峰丛洼地土壤剖面微生物特性对植被和坡位的响应 冯书珍, 苏以荣, 秦新民, 等 (3148)
- 青藏高原高寒草甸植被特征与温度、水分因子关系 徐满厚, 薛 娴 (3158)

景观、区域和全球生态

近 60 年挠力河流域生态系统服务价值时空变化..... 赵 亮,刘吉平,田学智 (3169)

基于系统动力学的雏菊世界模型气候控制敏感性分析..... 陈海滨,唐海萍 (3177)

资源与产业生态

主要气候因子对麦棉两熟棉花产量的影响..... 韩迎春,王国平,范正义,等 (3185)

低覆盖度行带式固沙林对土壤及植被的修复效应..... 姜丽娜,杨文斌,卢 琦,等 (3192)

不同土地利用方式土下岩溶溶蚀速率及影响因素..... 蓝家程,傅瓦利,彭景涛,等 (3205)

农地保护的外部效益测算——选择实验法在武汉市的应用 陈 竹,鞠登平,张安录 (3213)

研究简报

温度、投饵频次对白色霞水母无性繁殖与螅状体生长的影响 孙 明,董 婧,柴 雨,等 (3222)

内蒙古达赉湖西岸地区大鸕巢穴特征和巢址选择..... 张洪海,王 明,陈 磊,等 (3233)

红外相机技术在鼠类密度估算中的应用..... 章书声,鲍毅新,王艳妮,等 (3241)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 33 * 2013-05



封面图说: 色季拉山的长苞冷杉和高山杜鹃林——色季拉山高海拔处的植被主要有长苞冷杉、林芝云杉和高山杜鹃等,再高海拔地区则分布有高山灌丛、草甸等。长苞冷杉为我国特有种,属松科常绿乔木,分布于西藏东南部高山地带。树高可达 40m,树皮暗褐色,针叶较短;其球果圆柱形,直立。长苞冷杉的形态独特,与分布区内多种冷杉有密切的亲缘关系,和云杉、杜鹃的分布也彼此交叠。随着色季拉山体海拔的升高,区域气候对于山地土壤从黄壤至棕色森林土、直至高山草甸土的完整发育,以及对森林生态系统类型的形成都产生直接而深刻的影响。

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

DOI: 10.5846/stxb201202150202

黄丽, 陈少波, 仇建标, 丁文勇, 郑春芳, 伍锦姑, 周志明, 王宁. 西门岛人工秋茄林恢复对大型底栖生物的影响. 生态学报, 2013, 33(10): 3138-3147.

Huang L, Chen S B, Chou J B, Ding W Y, Zheng C F, Wu J G, Zhou Z M, Wang N. Influences of artificial *Kandelia obovata* mangrove forest rehabilitation on the macrobenthos in Ximen Island. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(10): 3138-3147.

西门岛人工秋茄林恢复对大型底栖生物的影响

黄 丽, 陈少波, 仇建标*, 丁文勇, 郑春芳, 伍锦姑, 周志明, 王 宁

(浙江省海洋水产养殖研究所, 温州 325005)

摘要: 选择乐清湾西门岛海域相同高程断面不同造林时间的人工红树林(秋茄林)、光滩和互花米草丛, 采用空间代替时间的方法, 分析我国分布最北界人工红树林造林过程对大型底栖生物的影响。大型底栖动物生活型分布基本表现为幼林(1、4、8a 秋茄林)以底上附着型为主, 而在光滩、50a 秋茄林和互花米草丛中底下生活类群相对增加。并且穴居型动物只出现在发育成熟的生态系统内。各项指标显示 50a 老林群落生态稳定性较好, 光滩和互花米草丛次之, 但优于发育中的秋茄幼林。与以往研究结果不同, 50a 老林的大型底栖动物生物种类的丰度及群落的物种多样性最高, 并不与红树林的发育状况呈负相关, 也不比邻近光滩低。结合 50a 林下滩涂底泥情况, 西门岛 50a 红树林林下滩涂的底质发育要落后于国内天然红树林土壤。这可能与当地红树林造林规模小以及强潮差海域有关。此外, 红树林恢复过程中, 大型底栖动物生物多样性与生态稳定性之间的线性关系, 其适用的系统面积和演替时间的尺度范围有必要做更加深入的探讨。

关键词: 红树林; 生态恢复; 大型底栖动物

Influences of artificial *Kandelia obovata* mangrove forest rehabilitation on the macrobenthos in Ximen Island

HUANG Li, CHEN Shaobo, CHOU Jianbiao*, DING Wenyong, ZHENG Chunfang, WU Jingu, ZHOU Zhiming, WANG Ning

Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China

Abstract: Macrobenthos is an important part in mangrove ecosystem, and plays a connection link in energy flow and matter cycling. Its community structure can reflect the level of mangrove forest rehabilitation by bottom sediment condition, water quality, vegetation and environmental pressure and so on. To reveal the effects of mangrove rehabilitation on macrobenthic communities, a seasonal investigation (from October 2010 to May 2011) on the macrobenthic assemblages was performed in six habitats, including four artificial *Kandelia obovata* forests with different ages, *Spartina alterniflora* (Sa) marsh, and naked beach (NB) in Ximen Island in southeastern China. The four mangrove forests were 1-year old replanted mangrove forest (M1), 4-years old replanted mangrove forest (M4), 8-years old replanted mangrove forest (M8) and 50-years old replanted mangrove forest (M50). To avoid the effects of tidal elevation, all the six habitats had the same elevation. A total of 24 macrobenthic species were recorded, including Polychaeta, Mollusca, Crustacean and others. The members of Mollusca and Crustacean were dominant and dominant species were found to be different among various habitats. *Phascolosoma esculenta* and *Littoraria melanostoma* were the dominant species in M50, while *Assiminea latericea*, *Batillaria*

基金项目: 海洋公益性行业科研专项资助项目(20085072, 201005012); 浙江省科技厅创新团队建设与人才培养项目(2011F20032); 浙江省科技计划项目(2010F20008); 浙江省海洋与渔业项目(高纬度红树林生态恢复关键技术应用示范, 典型海岸带长期生态系统研究站建设); 温州市科技计划项目(S20110007)

收稿日期: 2012-02-15; 修订日期: 2012-08-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: qjb9988@163.com

zonalis, and *Cerithideopsilla cingulata* were the dominant species in the others. Young mangrove forests were dominated by surface adhering group, while the older mangrove forest (M50), NB and Sa were dominated by infauna. Moreover, it revealed that caving animals appeared only in mature ecosystems which are more stable, such as NB, Sa and M50. There were differences in macrobenthic assemblages among the six habitats and M50 showed the highest stability in terms of ecological function as indicated by the highest abundance and species diversity of macrobenthos. This result was different from those of previous researches, which suggested a negative relationship between the abundance and diversity of macrobenthos and the mangrove development. This difference was probably due to the differences in sediment and soil development. Compared with typical natural mangrove forest, M50 had less litter and semi-decomposed litter in the sediments. Furthermore, the sediment in M50 lacked the typical smelly and black-color appearance which is typical of natural mangrove forest. Therefore, our results suggested that the sediment of M50 in Ximen Island developed slower than those of natural ones, which may be due to the limited planting scale and the larger tidal range in Ximen Island. Generally, further researches focusing on the linear relationship between the macrobenthos biodiversity and the ecosystem stability, especially its applicable temporal and special scale are required.

Key Words: mangrove; ecological restoration; macrobenthos

自 20 世纪 70 年代后期以来世界各地采取了一系列措施减缓和抑止红树林退化丧失的趋势,在美洲、大洋洲、亚洲等地区进行了人工红树林的恢复。但是在红树林的恢复过程中,其湿地的本质属性往往被忽略,而只重视了植被恢复。国内外的研究人员在红树植被恢复方面做了大量积极而有意义的工作,如红树植物树种选育、退化次生林改造、红树林宜林地指标研究等^[1-5]。在红树林恢复过程中,只重视植被的现象是与其具有“森林”的特点分不开的。红树林植被恢复的同时,系统内各生物类群发生不同的动态过程^[6-7]。红树林恢复应包括稳定的植被覆盖和生态恢复两个目标,而生态恢复的目的是恢复生态系统的结构和功能^[8]。红树林属于典型的滨海湿地生态系统。大型底栖动物在红树林碎屑食物链中具有承上启下的重要功能^[9],并且大型底栖动物本身的特征也决定了其群落结构变化能够很好地反映其生境的状况^[10-11]。研究红树林恢复过程对大型底栖动物的影响,具有重要的生态恢复效益指示意义^[12-14]。

生态恢复研究很少能够做到对恢复地的长期跟踪监测,因此多采用空间代替时间的方法。此方法的最大的缺点就是不同的人工恢复地,其恢复初的生态背景大多不同,而这又是影响大型底栖动物分布的重要因素^[15],从而增加了人工红树林植被恢复地大型底栖动物多样性动态研究的难度。针对此问题,本文在选址方面首先保障了环境背景值一致的同一片海域。通过分析不同季节不同时期造林断面的大型底栖生物群落结构和特征,探讨人造红树林恢复过程对大型底栖生物的影响,以期为红树林湿地恢复提供相关依据。

1 材料与方法

1.1 选址及采样位点设置

本文选择乐清湾西门岛的人工秋茄林作为研究对象。西门岛位于乐清湾的湾底,地理坐标 121°09'22"—121°12'13"E,28°19'50"—28°21'33"N。由于历史的原因,这里保留了中国最北界人工红树林,也是浙江省内唯一一片树龄超过 50a 的秋茄成林。并且从 2002 年开始,陆续不断的红树林造林引种,形成了在同一海域 1—8a 的秋茄幼林、50a 的老林、以及互花米草丛和光滩并存的现状。因此保证调查的不同群落环境背景值基本一致。并且,所有采样位点均设置在同一个潮位断面(中潮位,黄零潮位为 1.5—1.7 m 左右),以去除潮位不同对底栖动物分布的影响。除光滩外,采样位置均分布在有红树林或互花米草分布的林下滩涂。2010 年秋季(10 月)和 2011 年春季(5 月)分别对西门岛南侧海域的 1a 秋茄林(M1)、4a 秋茄林(M4)、8a 秋茄林(M8)、50a 秋茄林(M50)的红树林群落,以及互花米草丛(Sa)和光滩(NB)的大型底栖动物进行了定量采样,各位点分布见图 1。其中,1、4、8、50a 秋茄林的面积分别为 1.7、0.7、0.4 hm² 和 0.2 hm² 左右,林子的郁闭度分别为 35%、65%、95%、98%;互花米草丛和光滩为斑块状分布。

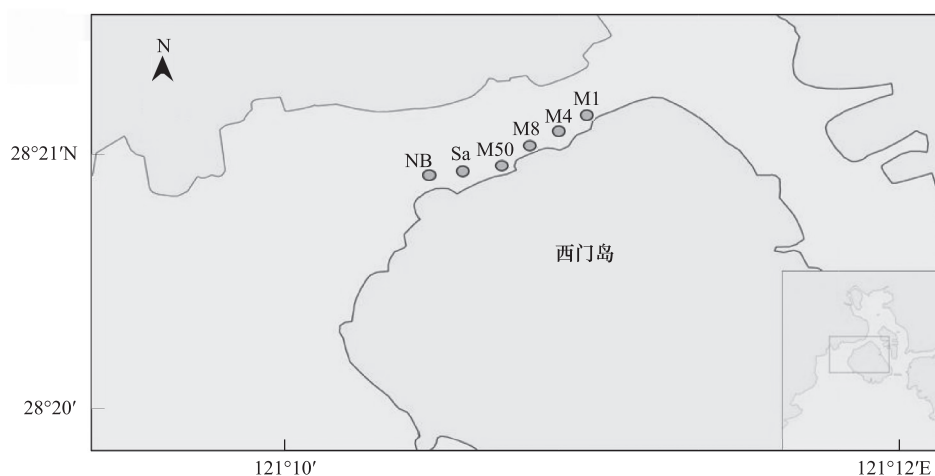


图1 西门岛6个不同的调查位点图

Fig.1 Map showing the location of six different sampling sites in Ximen Island

1.2 样品采集与处理

在每个采样位点随机布设4个重复,每个重复用25 cm×25 cm定量框取样,样品用0.5 mm孔径的网筛筛洗,标本用5%的福尔马林固定。室内进行分类鉴定、个体计数以及称重(湿重)等工作。样品的处理、保存、计数和称重等均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.9—2007)进行。

1.3 数据处理

计算群落的生物量和栖息密度、物种优势度指数(Y)、Shannon-Wievers 的种类多样性指数(H')、Margalef 的种类丰度(D)和 Pielous 的种类均匀度(J)等参数。原始丰度数据经二次方根转化后,在 Bray-Curtis 相似性测量的基础上,结合使用等级聚类分析(Cluster)和非度量多维标度排序(Non-metric Multidimensional Scaling, MDS)两种统计方法来分析动物群落的聚类与排序,探讨各群落间的相似度。采用丰度/生物量比较趋向 ABC 曲线(Abundance-Biomass Comparison curve)分析系统相对稳定性。

其中物种优势度 Y :

$$Y = P_i \times f_i$$

式中, P_i 为第 i 种的个数与样方总个数之比值, f_i 为种 i 在群落内各样方出现的频率,物种优势度 $Y \geq 0.02$ 时,该种为优势种^[16-17]。

结合本文实际采样情况将物种生活型划分为:底上生活类群(GS)和底内生活类群(GSB)两大类。其中 GS 包括底上附着型和游泳型,GSB 包括底内潜穴型和穴居型^[18]。

数据分析和作图采用 excel、SPSS 和 Primer 5 软件。

2 结果

2.1 种类组成及优势种

两次调查共鉴定出红树林区大型底栖动物 24 种,软体动物种类最多共 15 种,节肢动物甲壳类居第 2 位有 5 种,两类合计 20 种,占总种类的 83.3%,此外还有多毛类 2 种,星虫 1 种,其他种类 1 种。调查区域滩涂底泥中大型底栖动物的主要优势种如表 1 所示,其中绯拟沼螺、纵带滩栖螺和珠带拟蟹守螺分布量相当丰富,是该区大型底栖动物中的主要代表种(表 1)。可口革囊星虫是 M50 中的特征种,在春秋两季的优势度指数分别为 0.472 和 0.560。从生活类型分,底上附着型是所有群落的主要优势种。而潜穴型和穴居型多作为 NB、Sa 和 M50 的优势种出现,在红树林幼林(M1、M4、M8)中分布较少。NB 和 Sa 的潜穴型动物在春秋两季变化较大。

2.2 栖息密度和生物量

如图 2 所示各群落之间的生物量差异性比栖息密度大,两参数指标在秋季的差异性又较春季大。差异性分析显示:春季各群落间栖息密度无显著性差异,而生物量 NB 明显低于 M8 和 M50,呈显著差异($P < 0.05$)。

表 1 西门岛不同群落内大型底栖动物优势种及其优势度指数
Table 1 Dominant species of macrobenthos and its dominance in different communities in Ximen Island

物种 Species	生活型 Life form	优势度指数 Dominance index (Y)											
		春季 Spring					秋季 Autumn						
		NB	Sa	M1	M4	M8	M50	NB	Sa	M1	M4	M8	M50
珠带拟蟹守螺 <i>Cerithidea cingulata</i>	附着型		0.055	0.513	0.045			0.032	0.187	0.276	0.216	0.062	
中华拟蟹守螺 <i>Cerithidea sinensis</i>	附着型							0.381	0.151	0.071			0.080
绯拟沼螺 <i>Assiminea latericea</i>	附着型	0.035			0.081	0.025	0.046	0.452	0.080		0.148	0.185	0.049
纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>	附着型	0.123	0.477	0.056	0.608	0.819	0.176		0.440		0.614	0.716	0.020
黑口滨螺 <i>Littoraria melanostoma</i>	附着型						0.062						
中间拟滨螺 <i>Littorinopsis intermedia</i>	附着型						0.031						
福氏乳玉螺 <i>Polynices fortunei</i>	附着型				0.054								
彩虹明樱蛤 <i>Moerella iridescens</i>	潜穴型	0.057	0.183	0.167									
截形白樱蛤 <i>Macoma tyuncate</i> Jonas	潜穴型	0.263	0.092										
缢蛏 <i>Sinonacacula constricta</i>	潜穴型		0.034										
可口草囊星虫 <i>Phascolosoma esculenta</i>	潜穴型						0.472						0.560
淡水泥蟹 <i>Ilyoplax tansuiensis</i>	穴居型												0.027
NB: 光滩 Naked beach; Sa: 互花米草丛 <i>Spartina alterniflora</i> ; M1: 1a 红树林 1-year old Mangrove; M4: 4a 红树林 4-year old Mangrove; M8: 8a 红树林 8-year old Mangrove; M50: 50a 红树林 50-year old Mangrove													

NB: 光滩 Naked beach; Sa: 互花米草丛 *Spartina alterniflora*; M1: 1a 红树林 1-year old Mangrove; M4: 4a 红树林 4-year old Mangrove; M8: 8a 红树林 8-year old Mangrove; M50: 50a 红树林 50-year old Mangrove

秋季各群落间的栖息密度和生物量均表现出显著差异,其中 NB 与 M1 之间,M8 与 M50 之间的栖息密度均差异极显著($P<0.01$),M4 与 M50 栖息密度差异显著($P<0.05$)。秋季 NB 与 M1、M50 之间、M1 与 M8 之间的生物量均差异极显著($P<0.01$)。并且 4 个红树林群落区域的生物量高于光滩和互花米草丛。

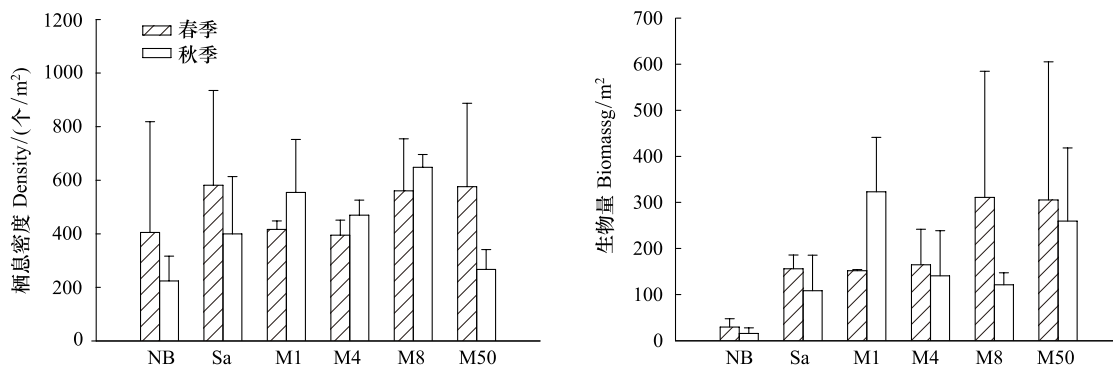


图2 西门岛不同群落内大型底栖动物栖息密度和生物量分布(平均值 $\pm$ 2SE)

Fig. 2 Distribution of macrobenthic biomass and density in different communities in Ximen Island (means $\pm$ 2SE)

* NB: 光滩 Naked beach; Sa: 互花米草丛 *Spartina alterniflora*; M1: 1a 红树林 1-year old Mangrove; M4: 4a 红树林 4-year old Mangrove; M8: 8a 红树林 8-year old Mangrove; M50: 50a 红树林 50-year old Mangrove

2.3 大型底栖动物多样性指数

春秋两季各个群落的多样性指数 H' 、物种丰富度指数 D 和均匀度指数值的最大值均出现在 M50: $H'=2.47$ 、 $D=2.84$ 和 $J=0.54$; 而各指标的最小值分别出现在 M1 ($H'=0.94$ 和 $D=1.18$), 和 M4 ($J=0.18$) 中。总计统计, M50、NB 和 Sa 的 H' 、 D 和 J 值普遍高于 M1、M4 和 M8 (表 2)。

表2 西门岛大型底栖动物群落生物多样性指数比较

Table 2 The index analyse of H' , D , J on macrobenthic communities in Ximen Island

样地 Sampling sites	春季 Spring			秋季 Autumn		
	H'	D	J	H'	D	J
光滩 NB	2.45	2.47	0.52	1.85	2.27	0.49
互花米草丛 Sa	2.27	2.23	0.44	1.96	1.24	0.42
1a 红树林 M1	1.61	1.53	0.34	0.94	1.41	0.18
4a 红树林 M4	1.91	2.18	0.41	1.46	1.18	0.30
8a 红树林 M8	1.14	1.97	0.22	1.28	1.35	0.23
50a 红树林 M50	2.47	2.79	0.48	2.18	2.84	0.54

2.4 类群及生活型划分

各群落生境的不同生活型动物种数见表 3。4 种生活型动物在群落中一起出现的几率为: M50>NB>Sa>(M1、M4、M8), 尤其是 M1、M4 和 M8 中均未采集到穴居型动物。从生活类群数据分析(表 3), 秋季不论是种数、密度还是生物量, GS/GSB 值均表现为: Sa=M4>M1>M8>NB>M50; 而在春季各参数的趋势略有差别, 其中密度和生物量的 GS/GSB 值的趋势比较一致, 分别为 M4>M8>M1>Sa>M50>NB 和 M4>M8>M1>Sa>NB>M50, 种数的 GS/GSB 值则为 M4=M8>M50>NB>M1>Sa, 这与春季各群落参数的差异性小于秋季的结果一致。秋季的 GS/GSB 值和春季栖息密度和生物量的 GS/GSB 值均显示: M1、M4 和 M8 主要分布为底上生活类群, NB 和 M50 中底下生活类群相对增加。Sa 的 GS/GSB 值在春秋两季差异较大。

2.5 聚类分析结果

聚类分析图显示春季各个群落间的相似度远远高于秋季。春季各个群落相似度为 50% 时被分为两大组, 即 M1、Sa 和 NB 为一组, M4、M8 和 M50 为一组(图 3)。而秋季各群落相似度为 50% 时被分为 4 组, 即 NB、M50、M1 分别各为一组, M4、M8 和 Sa 为一组(图 3)。非度量多维标度(MDS)(图 4)与聚类分析结果一

致。根据 Clarke K. R. 等认为,当 stress(胁强系数) <0. 05 为吻合极好; stress<0. 1 为吻合较好; stress<0. 2 为吻合一般; stress>0. 3 为吻合较差。本次调查春季的 stress 为 0. 01, 秋季为 0. 03, 吻合极好。

表 3 各群落生境动物生活型和生活类群的数量特征

Table 3 Numerical features of life forms and life groups for the macrobenthos in various beach habitats

项目 Item	生活型和生活型组 Life form & life group	春季 Spring					
		NB	Sa	M1	M4	M8	M50
生活型种数 Number of species for each life form	附着型	4	4	4	5	6	6
	游泳型	1	—	—	1	—	1
	潜伏型	4	4	4	2	2	4
	穴居型	—	1	—	—	—	1
生活类群的种数 Number of species for life group	底上群 GS	5	4	4	6	6	7
	底下群 GSB	4	5	4	2	2	5
	GS/GSB	1. 25	0. 80	1. 00	3. 00	3. 00	1. 40
生活类群密度 Density for life group/(个/m ²)	底上群 GS	138	352	216	361	536	256
	底下群 GSB	267	229	93	43	37	320
	GS/GSB	0. 52	1. 54	2. 32	8. 40	14. 49	0. 80
生活类群生物量 Biomass for life group/(g/m ² 鲜重)	底上群 GS	15	102	135	160	301	83
	底下群 GSB	14	53	11	4	8	122
	GS/GSB	1. 07	1. 92	12. 27	40. 00	37. 63	0. 68
项目 Item	生活型和生活型组 Life form & life group	秋季 Autumn					
		NB	Sa	M1	M4	M8	M50
生活型种数 Number of species for each life form	附着型	5	5	4	4	4	4
	游泳型	—	—	1	1	—	1
	潜伏型	1	—	1	—	2	1
	穴居型	2	—	—	—	—	3
生活类群的种数 Number of species for life group	底上群 GS	5	5	5	5	4	5
	底下群 GSB	3	—	1	—	2	4
	GS/GSB	1. 67	∞	5. 00	∞	2. 00	1. 25
生活类群密度 Density for life group/(个/m ²)	底上群 GS	204	400	529	469	632	91
	底下群 GSB	19	—	11	—	16	176
	GS/GSB	10. 74	∞	48. 09	∞	39. 50	0. 52
生活类群生物量 Biomass for life group/(g/m ² 鲜重)	底上群 GS	13	111	212	140	129	30
	底下群 GSB	5	—	5	—	4	230
	GS/GSB	2. 60	∞	42. 40	∞	32. 25	0. 13

—: 该断面没有采集到样本; NB: 光滩 Naked beach; Sa: 互花米草丛 *Spartina alterniflora*; M1: 1a 红树林 1-year old Mangrove; M4: 4a 红树林 4-year old Mangrove; M8: 8a 红树林 8-year old Mangrove; M50: 50a 红树林 50-year old Mangrove

2. 6 大型底栖动物 ABC 曲线

ABC 曲线是将丰度和生物量的 *K*-优势曲线绘于同一张图上, ABC 曲线通常能反映大型底栖生物群落的稳定性, 一般认为正常稳定的群落, 其生物量曲线始终位于丰度曲线的上方, 丰度比生物量具有更高的多样性; 一旦两条曲线相互交叉或重叠, 说明群落稳定性下降或受到干扰^[19]。西门岛各个群落春季和秋季的 ABC 曲线分析如图 5 可知, 只有 M50 的生物群落比较稳定, 其他各群落均受到不同程度的干扰。

3 讨论

3. 1 西门岛红树林大型底栖动物种类组成及分布

高爱根等^[20]调查了西门岛红树林区的大型底栖动物种类为 42 种, 而本次调查的结果为 24 种, 并且种类组成和数量略有不同。这与大型底栖动物具有潮位分带分布现象相关。因为前者设置了高、中、低潮带的采样点, 而本次采样仅仅选择了同一潮位的林下滩涂。高爱根的调查断面为成熟的红树林区, 与本文 M50 一样

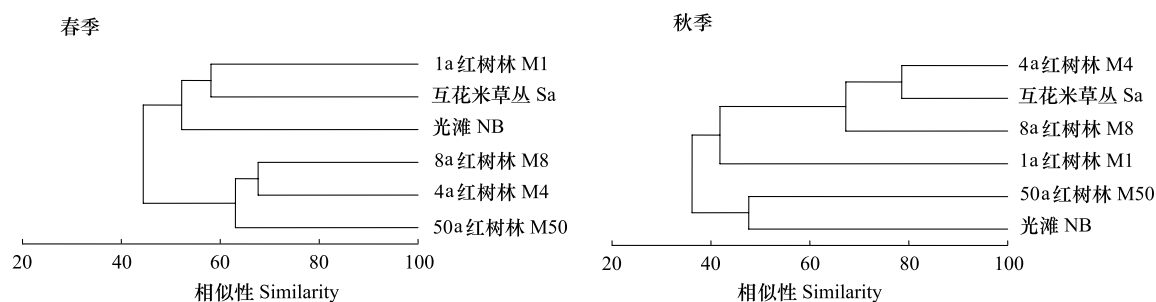


图3 西门岛各大型底栖动物群落的等级聚类图

Fig. 3 The dendrogram for the similarity matrix of the different macrobenthos communities in Ximen Island

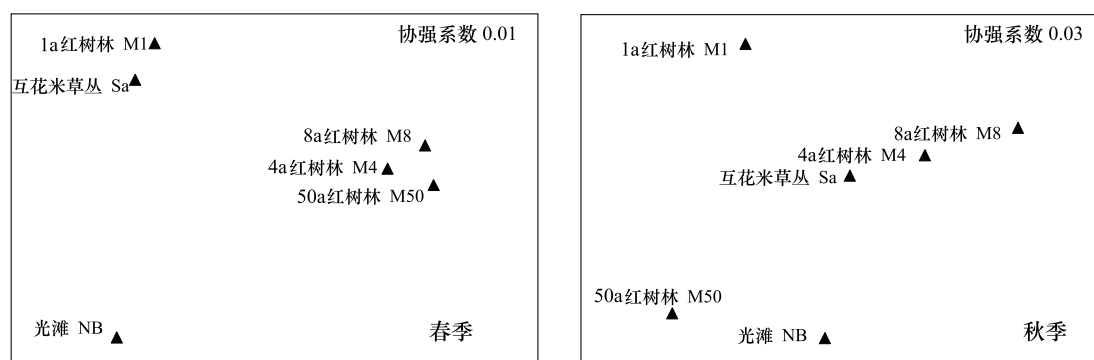


图4 西门岛各群落内大型底栖动物的 MDS 排序分析

Fig. 4 The MDS for the similarity matrix of the macrobenthos communities in Ximen Island

均得出可口革囊星虫是该区域的特征种。

红树林植被恢复过程中必将导致海岸湿地底栖动物亚系统的变化。虽然各群落内种类数量差别不大,但是生活型分布差异明显,基本表现为幼林以底上附着型为主,而在光滩、50a 老林和互花米草中底下生活类群相对增加。并且穴居型动物只出现在发育成熟的生态系统内(NB、Sa 和 M50)。需要指出的是在春季作为 NB 和 Sa 优势种出现的潜穴型动物(主要双壳类如彩虹明樱蛤和缢蛏等),秋季却没有采集到,这是因为它们是当地渔民4—9月份采捕的对象。这也是导致 GS/GSB 值在 Sa 中春秋季变化较大的原因。

除了季节和潮位,植物群落和底质是影响红树林大型底栖动物分布的主要因素^[21-22]。而不同演替阶段中的红树植物对底质的影响各异^[23-24]。发育成熟的红树林土壤多表现出酸性大、透气性差、 H_2S 增加、土壤质地黏重等特点,这也是典型的红树林土壤又黑又臭的原因^[9]。并有许多研究证明这样的土壤会制约一些底栖生物的生存,导致发育成熟的红树林内生物结构相对于林外滩涂更简单^[20,25-26]。与以往研究结果不同,本文 50a 老林的大型底栖动物生物种类的丰度及群落的物种多样性最高,并不与红树林的发育状况呈负相关,也不比邻近光滩低。结合 50a 林下滩涂底泥中凋落物和半分解凋落物较少,土壤也没有表现出典型红树林土壤的又黑又臭现象,本文认为西门岛 50a 红树林林下滩涂的底质发育要落后于国内天然红树林土壤。这可能与当地红树林造林规模小以及强潮差海域有关,导致外界环境的影响超过了红树林植被对底质的影响。此观点有待于进一步的土壤监测来证实。

3.2 大型底栖动物与红树林人工恢复的生态关系

人们早就证实物种多样性导致生态稳定性的观点,但在一个较小的生态系统和相对较短的生态周期内,生态系统稳定性提高的同时,也会降低种群的稳定性^[27-29]。虽然西门岛不同树龄秋茄林之间种类数量差异不大,但并不代表不同树龄群落各有优势。在比较群落间差异性时使用优势种比全部种更可靠,而生活型或者群落结构对稳定性的指示作用优于单个种和种类数量。功能群和功能多样性更适于被用来测度系统稳定

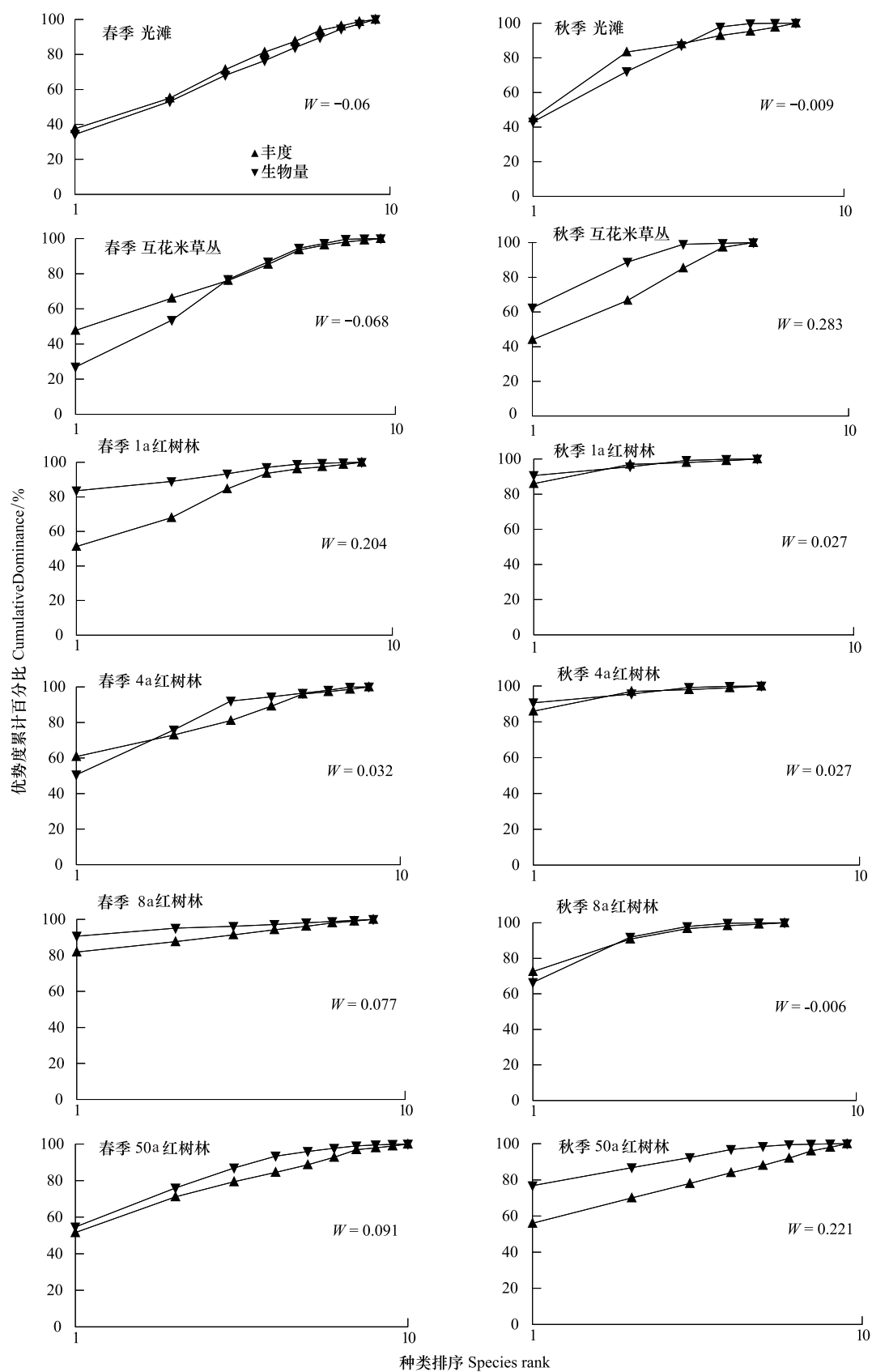


图5 西门岛不同大型底栖动物群落的 ABC 曲线

Fig. 5 ABC plots of macrobenthic communities in Ximen Island

性和预测群落变化^[30]。本文的各项结果显示 M50 群落生态稳定性较好,光滩和互花米草丛次之,但优于发育中的秋茄幼林,而 1—8a 红树林之间却没有规律可循。陈光程^[31]研究了九龙江口不同时间人工恢复秋茄林地的大型底栖动物,认为退化红树林生态系统的人工恢复需要 20a 左右可以趋于稳定。至今尚没有确实的实验证明,随着种类的进一步增加,稳定性也恒定地提高^[32],并且物种多样性与生态稳定性之间并非属于简单的线性关系,对于红树林生态系统,其适用的系统面积和演替时间的尺度范围有待深入探讨。

References:

- [1] Lewis R R. Ecologically based goal setting in mangrove forest and tidal marsh restoration in Florida. *Ecological Engineering*, 2000, 15(3/4): 191-198.
- [2] Field C D. Rehabilitation of Mangrove ecosystems: an overview. *Marine Pollution Bulletin*, 1998, 37(8/12): 383-392.
- [3] Zhang Q M, Sui S Z, Zhang Y C, Yu H B, Sun Z X, Wen X S. Marine environmental indexes related to mangrove growth. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(9): 1427-1437.
- [4] Liao B W, Zheng S F, Chen Y J, Li M. Advance in researches on rehabilitation technique of mangrove wetlands. *Ecologic Science*, 2005, 24(1): 61-65.
- [5] Peng Y S, Zhou Y W, Chen G Z. The restoration of mangrove wetland: a review. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(2): 786-797.
- [6] Bosire J O, Dahdouh-Guebas F, Kairo J G, Cannicci S, Koedam N. Spatial variations in macrobenthic fauna recolonisation in a tropical mangrove bay. *Biodiversity and Conservation*, 2004, 13(6): 1059-1074.
- [7] Chen Y J, Liao B W, Zheng S F, Li W, Song X Y. Dynamics and species-diversities of artificial *Sonneratia apetala*, *Sonneratia caseolaris* and *Kandelia candel* communities. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(6): 924-928.
- [8] Lewis R R. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological Engineering*, 2005, 24(4): 403-418.
- [9] Wang W Q, Wang M. *The Mangroves of China*. Beijing: Science Press, 2007.
- [10] Zhao Y Q, Zeng J N, Gao A G, Chen Q Z, Liao Y B, Shou L. Community pattern and diversity of macrozoobenthos in an intertidal flat, Jiaojiang Estuary. *Biodiversity Science*, 2009, 17(3): 303-309.
- [11] Hu Z Y, Bao Y X, Cheng H Y, Zhang L L, Ge B M. Research progress on ecology of natural wetland zoobenthos in China. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(5): 959-968.
- [12] Ye Y, Weng J, Lu C Y, Chen G C. Mangrove biodiversity restoration. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(4): 1243-1250.
- [13] Lee S Y. The ecological role of grapsid crabs in mangrove ecosystems: implications for conservation. *Marine and Freshwater Research*, 1998, 49(4): 335-343.
- [14] Lee S Y. Tropical mangrove ecology: physical and biotic factors influencing ecosystem structure and function. *Australian Journal of Ecology*, 1999, 24(4): 355-366.
- [15] Wang B S, Liao B W, Wang Y J, Zan Q J. *Mangrove Forest Ecosystem and Its Sustainable Development in Shenzhen Bay*. Beijing: Science Press, 2002.
- [16] An C G, Zhao Y L, Lin L, Li J Y, Cui L L, Ma C Y. The biodiversity of macrobenthos of intertidal zone on Chongming Island in summer. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(2): 577-586.
- [17] Shou L, Zeng J N, Liao Y B, Zhao Y Q, Jiang Z B, Chen Q Z, Gao A G, Yang J X. Seasonal distribution of macrozoobenthos and its relations to environmental factors in Oujiang River estuary sea area. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(8): 1958-1964.
- [18] Fan H Q, He B Y, Wei S Q. Influences of sand dune movement within the coastal mangrove stands on the macrobenthos in Situ. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(5): 722-727.
- [19] Warwick R M, Pearson T H, Roswamyumi. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance biomass method. *Marine Biology*, 1987, 95(2): 193-200.
- [20] Gao A G, Chen Q Z, Zeng J N, Liao Y B, Yang J Y. Macrofauna community in the mangrove area of Ximen Island, Zhejiang. *Journal of Marine Sciences*, 2005, 23(2): 33-40.
- [21] Gray J S. Animal-sediment relationships. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 1974, 12: 223-261.
- [22] Whitlatch R B. Animal-sediment relationships in intertidal marine benthic habitats: some determinants of deposit-feeding species diversity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1981, 53(1): 31-46.
- [23] Liao J F. Physico-chemical properties of mangrove solochak in Leizhou peninsula. *Soils*, 2004, 36(5): 561-564.

- [24] Wen Y G, Liu S R, Yuan C A. The population distribution of mangrove at Yingluogang of Guangxi, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(7): 1160-1165.
- [25] Zhang Y Z, Chen C Z, Wang Y Y, Chen P J, Yang R Q. The ecology of benthos in Fujian mangrove swamps. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(6): 896-901.
- [26] Ellis J, Nicholls P, Craggs R, Hofstra D, Hewitt J. Effects of terrigenous sedimentation on mangrove physiology and associated macrobenthic communities. *Marine Ecology Progress Series*, 2004, 207: 71-82.
- [27] Naeem S, Thompson L J, Lawler S P, Lawton J H, Woodfin R M. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, 1994, 368(6473): 734-737.
- [28] Schindler DW. Experimental perturbations of whole lakes as tests of hypotheses concerning ecosystem structure and function. *Oikos*, 1990, 57(1): 25-41.
- [29] Tilman D, Downing J A, Wedin D A. Does diversity beget stability. *Nature*, 1994, 371(6493): 257-264.
- [30] Zhao P, Peng S L. Species and species diversity in relation with restoration and persistence of degraded ecosystem functions. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(1): 132-136.
- [31] Chen G C. Study of Certain Ecological Relationships Between *Kandelia candel* Vegetation and Common Macro-Benthic Fauna in Jiulongjiang Estuary [D]. Xiamen: Xiamen University of Environment, 2009.
- [32] Kareiva P. Diversity and sustainability on the prairie. *Nature*, 1996, 379(6567): 673-674.

参考文献:

- [3] 张乔民, 隋淑珍, 张叶春, 于红兵, 孙宗勋, 温孝胜. 红树林宜林海洋环境指标研究. *生态学报*, 2001, 21(9): 1427-1437.
- [4] 廖宝文, 郑松发, 陈玉军, 李玫. 红树林湿地恢复技术的研究进展. *生态科学*, 2005, 24(1): 61-65.
- [5] 彭逸生, 周炎武, 陈桂珠. 红树林湿地恢复研究进展. *生态学报*, 2008, 28(2): 786-797.
- [7] 陈玉军, 廖宝文, 郑松发, 李玫, 宋湘豫. 无瓣海桑、海桑、秋茄红树人工林群落动态及物种多样性研究. *应用生态学报*, 2004, 15(6): 924-928.
- [9] 王文卿, 王瑁. 中国红树林. 北京: 科学出版社, 2007.
- [10] 赵永强, 曾江宁, 高爱根, 陈全震, 廖一波, 寿鹿. 椒江口滩涂大型底栖动物群落格局与多样性. *生物多样性*, 2009, 17(3): 103-112.
- [11] 胡知渊, 鲍毅新, 程宏毅, 张龙龙, 葛宝明. 中国自然湿地底栖动物生态学研究进展. *生态学杂志*. 2009, 28(5): 959-968.
- [12] 叶勇, 翁劲, 卢昌义, 陈光程. 红树林生物多样性恢复. *生态学报*, 2006, 26(4): 1243-1250.
- [15] 王伯荪, 廖宝文, 王勇军, 咎启杰. 深圳湾红树林生态系统及其持续发展. 北京: 科学出版社, 2002.
- [16] 安传光, 赵云龙, 林凌, 李嘉尧, 崔丽丽, 马春艳. 崇明岛潮间带夏季大型底栖动物多样性. *生态学报*, 2008, 28(2): 577-586.
- [17] 寿鹿, 曾江宁, 廖一波, 赵永强, 江志兵, 陈全震, 高爱根, 杨家新. 甬江口海域大型底栖动物分布及其与环境的关系. *应用生态学报*, 2009, 20(8): 1958-1964.
- [18] 范航清, 何斌源, 韦受庆. 海岸红树林地沙丘移动对林内大型底栖动物的影响. *生态学报*, 2000, 20(5): 722-727.
- [20] 高爱根, 陈全震, 曾江宁, 廖一波, 杨俊毅. 西门岛红树林区大型底栖动物的群落结构. *海洋学研究*, 2005, 23(2): 33-40.
- [23] 廖金凤. 雷州半岛红树林盐土的某些理化性质. *土壤*, 2004, 36(5): 561-564.
- [24] 温远光, 刘世荣, 元昌安. 广西英罗港红树植物种群的分布. *生态学报*, 2002, 22(7): 1160-1165.
- [25] 张雅芝, 陈灿忠, 王渊源, 陈品健, 杨瑞琼. 福建红树林区底栖生物生态研究. *生态学报*, 1999, 19(6): 896-901.
- [30] 赵平, 彭少麟. 种、种的多样性及退还生态系统功能的恢复和维持研究. *应用生态学报*, 2001, 12(1): 132-136.
- [31] 陈光程. 九龙江口秋茄红树植被与主要大型底栖动物某些生态关系的研究 [D]. 厦门: 厦门大学环境科学学院, 2009.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 10 May, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Special Topics in Soil and Water Conservation of County Changting, Fujian Province

- Spatiotemporal dynamics of the bare soil cover in the Hetian basinal area of County Changting, China, during the past 35 years XU Hanqiu (2946)
- Analysis of fractional vegetation cover change and its impact on thermal environment in the Hetian basinal area of County Changting, Fujian Province, China XU Hanqiu, HE Hui, HUANG Shaolin (2954)
- Dynamic of soil organic carbon pool after restoration of *Pinus massoniana* in eroded red soil area HE Shengjia, XIE Jinsheng, ZENG Hongda, et al (2964)
- RUSLE-based quantitative study on the soil erosion of the Hetian basin area in County Changting, Fujian Province, China YANG Ranran, XU Hanqiu, LIN Na, et al (2974)
- Land use changes in a reddish soil erosion region of Southern China: Hetian Basin, County Changting LIN Na, XU Hanqiu, HE Hui (2983)
- Remote-sensing estimate of the carbon storage of subtropical *Pinus massoniana* forest in the Hetian Basin of County Changting, China HUANG Shaolin, XU Hanqiu, LIN Na, et al (2992)
- Mutation of soil fertility quality in the red eroded area of southern China: A case study in Changting County, Fujian Province CHEN Zhiqiang, CHEN Zhibiao (3002)

Frontiers and Comprehensive Review

- The temperature dependence of soil organic matter decomposition and CO₂ efflux: a review SHEN Zhengtao, SHI Bin, WANG Baojun, et al (3011)
- Progress and prospects on cyanobacteria bloom-forming mechanism in lakes MA Jianrong, DENG Jianming, QIN Boqiang, et al (3020)

Autecology & Fundamentals

- Characteristics of concentrations and carbon isotope compositions of dissolved inorganic carbon in soil water under varying vegetations in karst watershed LIANG Xuan, WANG Zhijun, YUAN Daoxian, et al (3031)
- The traits of diapause development of overwinter eggs in *Rammeacris kiangsu* Tsai (Orthoptera: Arcypteridae) ZHU Daohong, CHEN Yanyan, ZHAO Qin (3039)
- Analysis of gamete compatibility between *Crassostrea hongkongensis* and *C. gigas* ZHANG Yuehuan, WANG Zhaoping, YAN Xiwu, et al (3047)

Population, Community and Ecosystem

- Avifaunal community structure and species diversity in the Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Tibet, China WANG Bin, PENG Boyong, LI Jingjing, et al (3056)
- Impact of logging on carbon density of broadleaved-Korean pine mixed forests on Changbai Mountains QI Lin, YU Dapao, ZHOU Wangming, et al (3065)
- Community structure and species diversity of fish assemblage in the coastal waters of Jiaozhou Bay XU Binduo, ZENG Huihui, XUE Ying, et al (3074)
- Assessment of heavy metal contamination in the soil-plant system of the *Suaeda salsa* wetland in the Yellow River Estuary WANG Yaoping, BAI Junhong, XIAO Rong, et al (3083)
- The effects of different original state on grassland community restoration succession YANG Chen, WANG Wei, WANG Shiping, et al (3092)
- Effects of fertilization gradients on plant community structure and soil characteristics in alpine meadow WANG Changting, WANG Genxu, LIU Wei, et al (3103)
- Pattern-controlling mechanics of different age classes of *Stellera chamaejasme* population in degraded alpine grassland GAO Fuyuan, ZHAO Chengzhang (3114)

- Soil organic carbon pool at the western side of the sygera mountains, southeast Tibet, China MA Heping, GUO Qiqiang, LIU Heman, et al (3122)
- Correlation between foliar $\delta^{13}\text{C}$ and foliar trait factors of dominant species in *Castanopsis carlessii* forests in Lingshishan National Forest Park WANG Yingzi (3129)
- Influences of artificial *Kandelia obovata* mangrove forest rehabilitation on the macrobenthos in Ximen Island HUANG Li, CHEN Shaobo, CHOU Jianbiao, et al (3138)
- Responses of soil microbial properties in soil profile to typical vegetation pattern and slope in karst-cluster depression area FENG Shuzhen, SU Yirong, QIN Xinmin, et al (3148)
- Correlation among vegetation characteristics, temperature and moisture of alpine meadow in the Qinghai-Tibetan Plateau XU Manhou, XUE Xian (3158)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- The temporal and spatial variation of the value of ecosystem services of the Naoli River Basin ecosystem during the last 60 years ZHAO Liang, LIU Jiping, TIAN Xuezhi (3169)
- Sensitivity analysis of climate control in the Daisyworld model based on system dynamics CHEN Haibin, TANG Haiping (3177)
- Resource and Industrial Ecology**
- Analysis of key climatic factors influencing on seed cotton yield in cotton-wheat double cropping HAN Yingchun, WAN Guoping, FAN Zhengyi, et al (3185)
- The effect of low-covered sand-fixing forest belts on restoration of the soil and vegetation JIANG Lina, YANG Wenbin, LU Qi, et al (3192)
- Dissolution rate under soil in karst areas and the influencing factors of different land use patterns LAN Jiacheng, FU Wali, PENG Jingtao, et al (3205)
- Measuring external benefits of agricultural land preservation: an application of choice experiment in Wuhan, China CHEN Zhu, JU Dengping, ZHANG Anlu (3213)
- Research Notes**
- Effect of temperature and feeding frequency on asexual reproduction and polyp growth of the scyphozoan *Cyanea nozakii* Kishinouye SUN Ming, DONG Jing, CHAI Yu, LI Yulong (3222)
- The research on *Buteo hemilasius* nest-site selection on the west bank of Dalai Lake in Dalai Lake Natural Reserve ZHANG Honghai, WANG Ming, CHEN Lei, et al (3233)
- Estimating rodent density using infrared-triggered camera technology ZHANG Shusheng, BAO Yixin, WANG Yanni, et al (3241)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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

本期责任副主编 高玉葆

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 10 期 (2013 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 10 (May, 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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.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