

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 14 期 Vol.31 No.14 **2011**

中国生态学学会
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 14 期

2011 年 7 月 (半月刊)

目 次

厦门市三个产业土地利用变化的敏感性·····	黄 静,崔胜辉,李方一,等 (3863)
黄河源区沙漠化及其景观格局的变化·····	胡光印,董治宝,逯军峰,等 (3872)
岩溶山区景观多样性变化的生态学意义对比——以贵州四个典型地区为例·····	罗光杰,李阳兵,王世杰,等 (3882)
基于城市地表参数变化的城市热岛效应分析·····	徐涵秋 (3890)
北京市土地利用生态分类方法·····	唐秀美,陈百明,路庆斌,等 (3902)
长白山红松臭冷杉光谱反射随海拔的变化·····	范秀华,刘伟国,卢文敏,等 (3910)
臭冷杉生物量分配格局及异速生长模型·····	汪金松,张春雨,范秀华,等 (3918)
渔山岛岩礁基质潮间带大型底栖动物优势种生态位·····	焦海峰,施慧雄,尤仲杰,等 (3928)
食物质量差异对树麻雀能量预算和消化道形态特征的影响·····	杨志宏,邵淑丽 (3937)
桂西北典型喀斯特区生态服务价值的环境响应及其空间尺度特征·····	张明阳,王克林,刘会玉,等 (3947)
隔沟交替灌溉条件下玉米根系形态性状及结构分布·····	李彩霞,孙景生,周新国,等 (3956)
不同抗病性茄子根系分泌物对黄萎菌的化感作用·····	周宝利,陈志霞,杜 亮,等 (3964)
镧在草-菇-土系统中的循环与生物富集效应·····	翁伯琦,姜照伟,王义祥,等 (3973)
鄱阳湖流域泥沙流失及吸附态氮磷输出负荷评估·····	余进祥,郑博福,刘娅菲,等 (3980)
柠条细根的分布和动态及其与土壤资源有效性的关系·····	史建伟,王孟本,陈建文,等 (3990)
土壤盐渍化对尿素与磷酸脲氮挥发的影响·····	梁 飞,田长彦 (3999)
象山港海域细菌的分布特征及其环境影响因素·····	杨季芳,王海丽,陈福生,等 (4007)
近地层臭氧对小麦抗氧化酶活性变化动态的影响·····	吴芳芳,郑有飞,吴荣军,等 (4019)
抑制剂和安全剂对高羊茅根中酶活性和菲代谢的影响·····	龚帅帅,韩 进,高彦征,等 (4027)
南苜蓿高效共生根瘤菌土壤的筛选·····	刘晓云,郭振国,李乔仙,等 (4034)
汉江上游金水河流域土壤常量元素迁移模式·····	何文鸣,周 杰,张昌盛,等 (4042)
基于地理和气象要素的春玉米生育期栅格化方法·····	刘 勤,严昌荣,梅旭荣,等 (4056)
日光温室切花郁金香花期与外观品质预测模型·····	李 刚,陈亚茹,戴剑锋,等 (4062)
冀西北坝上旱干区南瓜油葵间作的水分效应·····	黄 伟,张俊花,李文红,等 (4072)
专论与综述	
鸟类分子系统地理学研究进展·····	董 路,张雁云 (4082)
自然保护区空间特征和地块最优选择方法·····	王宜成 (4094)
人类活动是导致生物均质化的主要因素·····	陈国奇,强 胜 (4107)
冬虫夏草发生的影响因子·····	张古忍,余俊锋,吴光国,等 (4117)
自然湿地土壤产甲烷菌和甲烷氧化菌多样性的分子检测·····	余晨兴,全 川 (4126)
研究简报	
塔里木河上游典型绿洲不同连作年限棉田土壤质量评价·····	贡 璐,张海峰,吕光辉,等 (4136)
高山森林凋落物分解过程中的微生物生物量动态·····	周晓庆,吴福忠,杨万勤,等 (4144)
生物结皮粗糙特征——以古尔班通古特沙漠为例·····	王雪芹,张元明,张伟民,等 (4153)
不同海拔茶园害虫、天敌种群及其群落结构差异·····	柯胜兵,党凤花,毕守东,等 (4161)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-07



封面图说:内地多呈灌木状的沙棘,在青藏高原就表现为高大的乔木,在拉萨河以及雅鲁藏布江沿岸常常可以看到高大的沙棘林和沼泽塔头湿地相映成趣的美丽景观。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

焦海峰,施慧雄,尤仲杰,黄滨. 渔山岛岩礁基质潮间带大型底栖动物优势种生态位. 生态学报, 2011, 31(14): 3928-3936.

Jiao H F, Shi H X, You Z J, Huang B. Niche analysis of dominant species of macrobenthic community at a tidal flat of Yushan Island. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(14): 3928-3936.

渔山岛岩礁基质潮间带大型底栖动物优势种生态位

焦海峰^{1,2}, 施慧雄¹, 尤仲杰^{1,2,*}, 黄 滨¹

(1. 宁波市海洋与渔业研究院, 宁波 315012; 2. 宁波大学生命科学与生物工程学院, 宁波 315211)

摘要: 2009 年 3 月至 2010 年 1 月期间对渔山岛岩礁基质潮间带大型底栖动物进行定量采样调查, 并获得大型底栖动物 85 种, 筛选出全年取样获得优势种 30 种, 隶属 5 门 7 纲 24 科。对获得的 30 个优势种以 Shannon-Wiener 指数为基础进行了生态位宽度测定, 以 Pianka 重叠指数为基础进行了生态位重叠值分析, 结果显示: 潮间带大型底栖动物群落中优势种生态位宽度变化范围为 0.18—1.94, 值较高的有条纹隔贻贝、覆瓦小蛇螺、偏顶蛤、日本笠藤壶、鳞笠藤壶和马氏毛粒蟹, 均大于 1.00, 它们对环境适应的能力较强; 各优势种的生态位重叠程度不均匀, 在 0—0.97 之间, 它们对群落环境资源的利用存在着交叉, 潜在的种间竞争压力较大。以密度数据四次开方为基础, 利用欧氏距离进行群落物种的系统聚类分析和非度量多维标度排序分析, 结果均表明 30 个优势种可以分为 3 大类, 即狭布种、泛化种和特有种。优势种生态位宽度、优势种之间的生态位重叠值与物种的分布与数量密切相关, 生境相似程度高的物种聚类和排序距离就小, 大型底栖动物主要通过资源位上的分布、摄食类群和生活型等的差异缓解竞争。

关键词: 渔山列岛; 大型底栖动物; 生态位; 生态位宽度; 生态位重叠值

Niche analysis of dominant species of macrobenthic community at a tidal flat of Yushan Island

JIAO Haifeng^{1,2}, SHI Huixiong¹, YOU Zhongjie^{1,2,*}, HUANG Bin¹

1. Ningbo Academy of Ocean and Fishery, Ningbo 315012, China

2. Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China

Abstract: The theory of niche breadth has played an important role in the study of community composition and function, of the relationships among species, biodiversity, community succession and population evolution since Grinnell proposed that niche breadth was the minimum unit of a population. Yushan Island belongs to an archipelago of 13 islands and 41 reefs southeast of Xiangshan, in Zhejiang province. To determine the composition of the intertidal macroinvertebrate communities of Yushan Island, quantitative surveys were conducted according to the National Standard, GB/T 12763.6—2007, from March 2009 to January 2010. Eighty-five species of macrobenthos were identified, including 30 dominant species belonging to 24 families, seven classes and five phyla. Most organisms were arthropods or mollusks. Shannon-Wiener's Niche Breadth (NB) index and the Pianka's Niche Overlap index were used to compare dominant species. NB was significantly different among species. *Septifer virgatus*, *Serpulorbis imbricata*, *Modiolus modiolus*, *Tetraclita japonica*, *T. squamosa* and *Pilumnus minutus* had large niche breadths (NB>1.00), while *Littorina brevicula*, *Crepidula gravispinosa* and *Ophiura kinbergi* had narrow niche breadths. The adaptabilities of the most dominant species to environmental conditions (NB > 1.00) were higher than for other species (NB < 1.00). The abundances of individuals of species restricted to conditions located only within a narrow intertidal section or to only certain seasons, for example *L. brevicula*, was higher, but the niche breadth of

基金项目: 国家海洋局公益性行业专项资助(201105009); 宁波市科技局重大招标项目资助(2006c100030); 宁波市海洋与渔业局调查专项

收稿日期: 2010-10-12; **修订日期:** 2011-02-21

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

these species was not larger than the other species in the same restricted habitats. Thus niche breadth was related to habitat. Niche overlaps, which varied from 0 to 0.97, were impacted significantly by niche breadth and relative abundance. *Tetraclita japonica* and *T. squamosa* had a niche overlap close to 0.97. Thus it is likely that when these two species are located in the same portion of the middle intertidal zone, there is competition for substrate. *Crepidula gravispinosa* and *Ophiura kinbergi* were found in association with *Mytilus coruscus*; *Corophium acherusicum* and *Clanella japonica*, and both occupied burrows produced by mollusca. *Acanthochiton rubrolineatus* and *Thais luteostoma* also typically cohabited the same area. It is likely that space competition among the dominant species was intense since the niche overlap exceeded 0.9. Niche overlaps occurred between species with both low niche breadth and high niche breadth. Niche overlaps of zero indicated that the species did not inhabit that environmental site. Using hierarchical clustering with between-group linkage and non-metric multidimensional scaling, the 30 dominant species were classified into three groups: rare, common and special species. Spatial distribution, niche overlap, functional feeding differences and habitat differences were the principle strategies used by each species to reduce competition.

Key Words: Yushan Island; macroinvertebrates; niche; niche breadth; niche overlaps

生态位理论在研究群落结构和功能、群落内物种间关系、生物多样性、群落动态演替和种群进化等方面有重要的作用,在生态学中最早使用生态位一词的是 Grinnell,他把生态位定义为种的最后分布单位^[1],经过半个世纪的发展,Pianka 确立了生态位的概念,虽有其他学者提出过不同的生态位概念,但仍以 Pianka 模型应用较广泛^[2]。生态位宽度和生态位重叠值的计算对不同生物环境适应性的比较具有重要作用^[3]。群落物种生态位理论发展至今,已被广泛地应用于陆地动植物群落的演替和种间关系的研究,朴顺姬等^[4]分析了科尔沁沙地差巴嘎蒿种群生态位适宜度,郭水良和李杨汉^[5]建立了针对农田杂草的生态位研究方法,分析了杂草的分布特征,徐治国等^[6]研究发现三江平原典型湿地植物的生态位特征能较好地表征植物的生态适应性和分布幅度,Cody^[7]认为生态位分离在造成植物的不同生长方式方面扮演重要角色。而动物方面,主要集中于动物的群落特征与优势种生态位^[8]、种间竞争^[9]、生态分离^[10]、群落的演替^[11]、营养生态位^[12]等。由此看出,生态位理论对于研究生物群落的宏观生态学分布具有重要的开创性作用,而且其应用范围也得到了进一步拓展,刘建军和徐艳华^[13]研究表明物种生态位和聚类可反映底栖动物对环境污染的耐受能力,王运生等^[14]应用生态位模型证实外来入侵物种胜红蓟在我国的分布发生了生态位漂移。

了解各种群在群落中的地位和作用以及种群间的相互关系,对种质资源保护、可持续利用和生态系统修复等具有重要意义。对于水域大型底栖动物的生态学研究多集中于物种组成、群落结构描述、生物多样性及群落的聚类和排序等方面,而关于底栖动物群落物种生态位的报道较少,目前,厉红梅等^[15]研究了深圳湾潮间带底栖动物群落结构的等级聚类与非度量多维标度排序,葛宝明等^[16]报道了灵昆岛潮间带大型底栖动物群落结构与生态位分析,蒋万祥等^[17]研究了香溪河水系大型底栖动物的群落结构及生态位。鉴于此,本文通过分析渔山列岛海洋特别保护区潮间带大型底栖动物群落的物种生态位研究,揭示主要种群在群落中的关系及其相对地位,以期为岛屿种质资源的保护和可持续利用提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究区域自然概况

渔山列岛位于浙江省沿海中部,象山半岛东南、猫头洋东北,距石浦铜瓦门山 47.5 km,即北纬 28°51.4′—28°56.4′,东经 122°13.5′—122°17.5′之间(图 1)。列岛由 13 岛 41 礁组成,岛礁总面积约 2 km²,岸线总长约 20.8 km。位于亚热带季风气候区,属亚热带气候系统下的大陆气候向海洋系统转换的过渡性气候。年均气温 16.2℃,气温年较差 21.2℃。为正规半日浅海潮流区。涨潮流为 W 向,落潮流为 E 向。岛礁基本上由基岩组成,岩石裸露,第四纪地层极不发育,仅在剥蚀面等局部缓坡、浅沟中零星分布残积黄、棕黄色含粘性土碎石,厚度小于 5 m。

1.2 调查时间和方法

于 2009 年 3 月至 2010 年 1 月期间,根据调查海域的潮汐特征,分别于春季(4 月)、夏季(7 月)、秋季(11 月)和冬季(1 月)的大潮期间进行取样,每个季度采样 1 次。参照《海洋调查规范(GB12763.6—2007)》取样方法,采用 25 cm×25 cm 的定量框,先将框内的易碎生物计数,并观察记录优势种的覆盖面积,然后用小铁铲、凿子或刮刀将框内所有生物刮取净。动物样本用 5% 左右的中性甲醛固定,带回实验室后分类计数。在岛屿周围布设具典型生物群落特征的 5 条断面采样,对周年获得的数据进行分析。

1.3 数据分析

物种优势度: $Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$

生态位宽度采用 Shannon-Wiener 指数: $B_i = - \sum_{j=1}^R (P_{ij} \ln P_{ij})$

生态位重叠值采用 Pianka 的重叠指数: $O_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^R (P_{ij} \cdot P_{kj})}{\sqrt{\sum_{j=1}^R P_{ij}^2 \cdot \sum_{j=1}^R P_{kj}^2}}$

物种等级聚类的种间距离采用欧氏距离(Euclidean distance)计算: $ED = \sqrt{\sum_{i=1}^s (X_{ij} - X_{kj})^2}$

式中, n_i 为第 i 种的个体数, f_i 为该种出现的频率, N 为出现的总个数; P_{ij} 和 P_{kj} 为种 i 和种 k 的个体数占 j 站点个体数的比例, R 为环境资源位点的总数(本研究中 R 为 12, 潮间带的 3 个潮带的 4 个季节取样, 每个取样位点相当于一次环境位点); X_{ij} 和 X_{kj} 分别为 i 、 k 物种在 j 站点中的密度 Y_{ij} 和 Y_{kj} 的 4 次方根, 以此降低数量上占优势的个别物种对群落结构的影响权重^[15-16]。 B_i 为生态位宽度, 取值范围为 0— R , B_i 值越大表示该种生态位宽度越大; O_{ik} 为生态位重叠值, 取值范围为 0—1, O_{ik} 值越大表示生态位重叠值越大。

本研究中数据处理和统计分析均在 Excel 和 Spss16.0 中完成。

2 结果

2.1 种类组成

共鉴定出大型底栖动物 85 种, 其中优势种 30 种, 隶属 5 门 7 纲 24 科(表 1)。优势类群主导大型底栖动物分布格局^[17], 鉴于物种数目较多, 本文以优势种^[18] ($Y > 0.02$) 进行生态位、生态位重叠度以及等级聚类分析^[19], 优势种种类组成见表 1。

2.2 优势种生态位

潮间带大型底栖动物群落中生态位宽度变化范围为 0.18—1.94, 值较高的有条纹隔贻贝、覆瓦小蛇螺、偏顶蛤、日本笠藤壶、鳞笠藤壶和马氏毛粒蟹, 均大于 1.00, 它们对环境适应的能力较强(表 2)。有些种类的生态位宽度较低, 低于 0.3 的种类由小到大顺序为金氏真蛇尾 < 短叶索沙蚕 < 异须沙蚕 < 短角双眼钩虾 < 刺履螺与光辉圆扇蟹。值得一提的是, 有些种类常以孤立的状态零星分布, 生态宽度在 0.5—1.0 之间, 它们对生境的要求较严格, 仅在一两个潮区或几个不同季节中出现, 例如短滨螺的数量虽然丰富(百分数居第 2 位), 但其生态位宽度较小(仅 0.42), 这与短滨螺对环境适应能力弱、仅分布在高潮区的栖息习性相一致。

2.3 生态位重叠值

各种群的生态位重叠程度不均匀, 在 0—0.97 之间(表 3), 表明各种群对群落环境资源的利用即相互独立, 又存在着交叉, 种间竞争较大, 存在着生态演替的可能。日本笠藤壶和鳞笠藤壶的生态位重叠值为 0.97, 说明两个种类间生态位高度一致, 自然环境中它们相间分布, 进一步印证了此现象。此外, 刺履螺和金氏

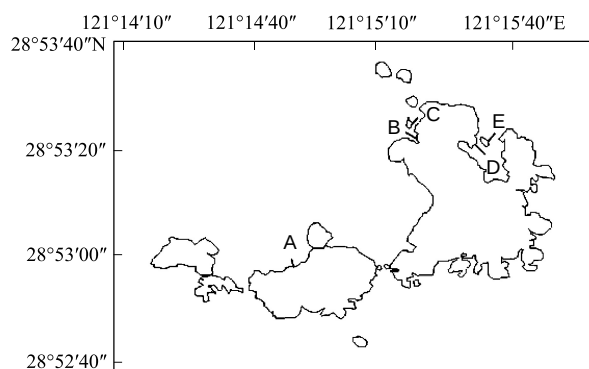


图 1 潮间带采样断面分布

Fig. 1 Sampling stations in intertidal zones of Yushan Island

表 1 大型底栖动物的优势种群
Table 1 The dominant species of macrobenthic community

门 Phylum	纲 Class	科 Family	种类 Species
软体动物门 Mollusca	多板纲 Polyplacophora	毛肤石鳖科 Acanthochitonidae	红条毛肤石鳖 <i>Acanthochiton rubrolineatus</i>
		石鳖科 Chitonidae	日本花棘石鳖 <i>Liolophura japonica</i>
	双壳纲 Bivalvia	贻贝科 Mytilidae	条纹隔贻贝 <i>Septifer virgatus</i>
			厚壳贻贝 <i>Mytilus coruscus</i>
			偏顶蛤 <i>Modiolus modiolus</i>
			短石蛭 <i>Lithophaga curta</i>
			青蚶 <i>Barbatia virescens</i>
	腹足纲 Scaphopoda	蛸科 Arcoidae	嫁蛾 <i>Cellana toreuma</i>
		帽贝科 Patellidae	日本菊花螺 <i>Siphonaria Japonia</i>
		菊花螺科 Siphonariidae	刺腹螺 <i>Crepidula gravispinosa</i>
		帆螺科 Calyptraeidae	覆瓦小蛇螺 <i>Serpulorbis imbricata</i>
		蛇螺科 Vermetidae	丽核螺 <i>Mitrella bella</i>
		核螺科 Pyrenidae	短滨螺 <i>Littorina brevicula</i>
		滨螺科 Littorinidae	单齿螺 <i>Monodonta labio</i>
		马蹄螺科 Trochidae	黄口荔枝螺 <i>Thais luteostoma</i>
		骨螺科 Muricidae	疣荔枝螺 <i>T. clavigera</i>
			三肋愚螺 <i>Amiathina tricarinata</i>
		愚螺科 Amathinidae	日本笠藤壶 <i>Tetraclita japonica</i>
		笠藤壶科 Tetraclitidae	鳞笠藤壶 <i>T. squamosa</i>
节肢动物门 Arthropoda	甲壳纲 Crustacea		马氏毛粒蟹 <i>Pilumnus minutus</i>
		扇蟹科 Xanthidae	光辉园扇蟹 <i>Sphaerozium nitidus</i>
			日本突尾水虱 <i>Clanella japonica</i>
		困水虱科 Sphaeromidae	中华螺赢蜚 <i>Corophium acherusicum</i>
		螺赢蜚科 Corophiidae	平背蜆 <i>Gaetice depressus</i>
		方蟹科 Grapsidae	短角双眼钩虾 <i>Ampelisca acutifortata</i>
		双眼钩虾科 Ampeliscidae	龟足 <i>Capitulum mitella</i>
		铠茗荷科 Scalpellidae	金氏真蛇尾 <i>Ophiura kinbergi</i>
		真蛇尾科 Ophiuridae	太平洋侧花海葵 <i>Anthopleura nigrescens</i>
		海葵科 Actiniidae	短叶索沙蚕 <i>Lumbrineris latreilli</i>
棘皮动物门 Echinodermata	蛇尾纲 Ophiuroidea	索沙蚕科 Lumbrineridae	异须沙蚕 <i>Nereis heterocirrata</i>
腔肠动物门 Coelenterata	珊瑚虫纲 Anthozoa	沙蚕科 Nereidae	
环节动物门 Annelida	多毛纲 Polychaeta		

真蛇尾相伴分布于厚壳贻贝丛中,中华螺赢蜚和日本突尾水虱相伴生于低潮区贝壳拥簇形成的孔穴中,红条毛肤石鳖和黄口荔枝螺的生态分布位置也极为相近,由表 3 可见,它们之间的生态位重叠值均大于 0.9,说明它们在空间资源的利用上可能存在着竞争。

2.4 物种等级聚类和非度量多维标度排序

本文以密度的 4 次开方为基础,采用欧氏距离的组间系统聚类(图 2)。以非度量多维标度排序(No-metric multidimensiona scaling, NMS)分析群落结构的距离关系^[15],通过基于欧氏距离的物种聚类和排序结果见图 3。

3 讨论

3.1 潮间带大型底栖动物优势种的空间分布

任何一个生物都不是生活在真空中与世隔绝的个体,生存都需要一定的环境条件,影响种群数量的因素较多^[1],而生境状况是大型底栖动物群落变化的主要原因之一^[20],群落物种组成情况也反映了大型底栖动物对生境的适应性,生境的复杂程度越高,给生物提

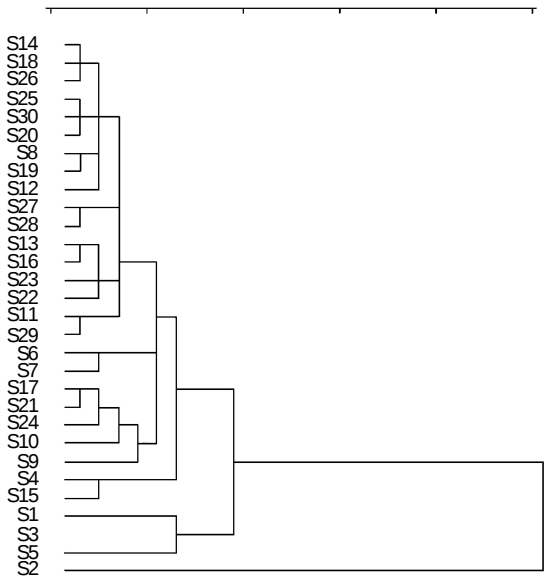


图 2 物种系统聚类图
Fig. 2 The hierarchical cluster dendrogram of dominant species

表 2 大型底栖动物优势种的数量和生态位宽度

Table 2 The numbers of dominant species and the niche breadth of macrobenthos species																
编号 No.	种类 Species	高潮区 High tidal flat				中潮区 Middle tidal flat				低潮区 Low tidal flat				合计 Total	生态位宽度 Niche breadth	
		春季 SP	夏季 SU	秋季 A	冬季 W	春季 SP	夏季 SU	秋季 A	冬季 W	春季 SP	夏季 SU	秋季 A	冬季 W			
S1	条纹隔貽贝					6	7	8	21	355	402	53	133	985	20.49	1.94
S2	短滨螺	279	249	195	248									971	20.20	0.42
S3	覆瓦小蛇螺					31		69	5	209	61	35	215	625	13.00	1.85
S4	厚壳貽贝					15				388				403	8.38	0.50
S5	偏顶蛤					49	32			96	53	16	21	267	5.55	1.29
S6	日本笠藤壶			2		63	42	16	17			3	1	144	3.00	1.16
S7	鳞笠藤壶		4			46	42	14	26		4			136	2.83	1.13
S8	马氏毛粒蟹					1	17	36	41	13	8	9	4	129	2.68	1.13
S9	单齿螺	9		7	55	17	4	6	5					103	2.14	0.93
S10	日本菊花螺	6			3	52		6	6	9		7	9	98	2.04	0.84
S11	平背蚌					11	7	5		12		4	52	91	1.89	0.67
S12	三肋愚螺					9	9		14	18	10	10	19	89	1.85	0.82
S13	中华螺赢蜚							4		16	62	1	1	84	1.75	0.37
S14	丽核螺					9		6	6	3	31	8	3	66	1.37	0.61
S15	刺腹螺					6	2			49	4			61	1.27	0.27
S16	短石蛏					3		9		6	23	5	12	58	1.21	0.49
S17	嫁蛾	8	2		6	1	6	9	7		2	3	8	52	1.08	0.72
S18	日本突尾水虱					4		2	3		37	1	4	51	1.06	0.37
S19	太平洋侧花海葵					1	8	6	6	16	4	1	8	50	1.04	0.52
S20	红条毛肤石鳖					4		5	9	18	1	5	3	45	0.94	0.47
S21	龟足	4	3	11	5	1	4	1	5	1	1	1	4	41	0.85	0.62
S22	青蚶						4	5			14	8	9	40	0.83	0.44
S23	金氏真蛇尾									33	2	2	2	39	0.81	0.18
S24	日本花棘石鳖	2	3			11	7	2	9	3		1	1	39	0.81	0.55
S25	光辉园扇蟹					2			5	5	9	3	7	31	0.64	0.32
S26	疣荔枝螺					4	5	5	4		5	1	6	30	0.62	0.42
S27	短角双眼钩虾						3	2	3	20		1		29	0.60	0.26
S28	黄口荔枝螺							6	2	6	6	3		23	0.48	0.27
S29	短叶索沙蚕					3	1	2		4		1	3	14	0.29	0.19
S30	异须沙蚕					1			4	1	5	3		14	0.29	0.20

表 3 总体 30 个优势种群间生态位重叠值

Table 3 Niche overlaps among dominant species

No.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
S2	0.00																												
S3	0.61	0.00																											
S4	0.37	0.00	0.30																										
S5	0.54	0.00	0.43	0.37																									
S6	0.12	0.02	0.25	0.08	0.79																								
S7	0.13	0.03	0.21	0.06	0.71	0.97																							
S8	0.27	0.00	0.43	0.04	0.28	0.58	0.69																						
S9	0.04	0.57	0.12	0.04	0.21	0.31	0.28	0.21																					
S10	0.20	0.09	0.40	0.17	0.62	0.66	0.54	0.29	0.11																				
S11	0.43	0.00	0.84	0.12	0.57	0.44	0.39	0.27	0.04	0.43																			
S12	0.55	0.00	0.50	0.16	0.67	0.64	0.70	0.70	0.06	0.49	0.57																		
S13	0.80	0.00	0.32	0.14	0.34	0.05	0.06	0.17	0.01	0.06	0.08	0.17																	
S14	0.73	0.00	0.57	0.08	0.55	0.43	0.42	0.61	0.06	0.58	0.33	0.69	0.63																
S15	0.44	0.00	0.32	0.93	0.65	0.40	0.35	0.11	0.04	0.40	0.25	0.31	0.25	0.07															
S16	0.71	0.00	0.85	0.09	0.44	0.26	0.21	0.48	0.04	0.38	0.57	0.43	0.65	0.26	0.06														
S17	0.30	0.35	0.54	0.01	0.40	0.59	0.66	0.84	0.15	0.35	0.46	0.66	0.17	0.18	0.04	0.17													
S18	0.80	0.00	0.39	0.03	0.42	0.25	0.27	0.36	0.04	0.31	0.23	0.43	0.92	0.25	0.06	0.21	0.10												
S19	0.39	0.00	0.54	0.21	0.59	0.75	0.83	0.85	0.07	0.27	0.55	0.76	0.22	0.15	0.11	0.15	0.26	0.34											
S20	0.44	0.00	0.54	0.26	0.34	0.44	0.51	0.86	0.06	0.50	0.31	0.80	0.16	0.24	0.09	0.16	0.22	0.38	0.66										
S21	0.16	0.70	0.17	0.02	0.27	0.40	0.44	0.43	0.15	0.19	0.23	0.46	0.04	0.08	0.03	0.04	0.17	0.17	0.46	0.37									
S22	0.66	0.00	0.69	0.00	0.60	0.37	0.34	0.47	0.03	0.27	0.57	0.63	0.44	0.24	0.04	0.26	0.18	0.47	0.56	0.50	0.23								
S23	0.60	0.00	0.49	0.90	0.44	0.02	0.00	0.11	0.00	0.14	0.26	0.36	0.25	0.10	0.26	0.10	0.04	0.14	0.26	0.39	0.06	0.35							
S24	0.19	0.14	0.22	0.10	0.62	0.87	0.93	0.75	0.09	0.61	0.35	0.80	0.04	0.16	0.10	0.06	0.22	0.32	0.78	0.68	0.51	0.30	0.07						
S25	0.70	0.00	0.54	0.13	0.43	0.33	0.40	0.63	0.04	0.43	0.46	0.89	0.38	0.25	0.06	0.17	0.17	0.63	0.55	0.83	0.37	0.56	0.36	0.60					
S26	0.38	0.00	0.58	0.04	0.64	0.83	0.87	0.85	0.08	0.47	0.60	0.76	0.27	0.20	0.08	0.19	0.27	0.46	0.94	0.67	0.45	0.62	0.10	0.82	0.58				
S27	0.40	0.00	0.00	0.54	0.56	0.61	0.70	0.79	0.05	0.22	0.30	0.72	0.16	0.14	0.19	0.10	0.22	0.22	0.88	0.73	0.41	0.44	0.57	0.71	0.52	0.74			
S28	0.49	0.00	0.65	0.14	0.27	0.30	0.31	0.76	0.05	0.30	0.25	0.47	0.44	0.25	0.05	0.26	0.22	0.47	0.58	0.76	0.21	0.73	0.33	0.34	0.52	0.64	0.57		
S29	0.38	0.00	0.80	0.27	0.73	0.70	0.60	0.50	0.08	0.72	0.75	0.56	0.17	0.19	0.15	0.23	0.19	0.00	0.64	0.54	0.23	0.68	0.36	0.53	0.40	0.76	0.52	0.63	
S30	0.54	0.00	0.29	0.04	0.34	0.31	0.40	0.67	0.04	0.38	0.15	0.83	0.28	0.26	0.03	0.13	0.16	0.52	0.46	0.86	0.35	0.53	0.28	0.60	0.91	0.49	0.53	0.57	0.27

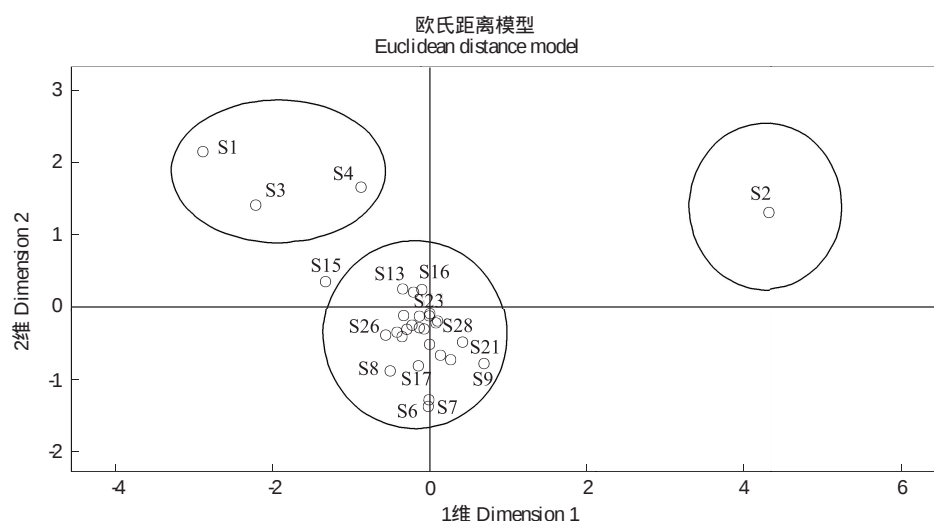


图3 优势种非度量多维标度排序二维分析图 (stress=0.1489)

Fig. 3 2-dimensional MDS ordinal configuration of the dominant species (Final stress for 2-dimensional solution=0.1489)

供的生态位分化程度也越高,一般来讲,生态位分化有5种表现形式:栖息地的分化、领域的分化、食性的分化、生理的分化和体型的分化^[1]。本研究结果进一步说明生境在决定渔山列岛潮间带大型底栖动物分布上具有关键的作用:高潮区为裸露的岩礁,群落结构简单,优势种群为短滨螺;中潮区存在地质地貌上的变化,多为岩相或者砾石滩底质,生态环境较为复杂且含多种生境类型,分化程度较高,该潮区存在着的生物种类数和栖息密度均显著高于高潮区,如栖息着数量众多的条纹隔贻贝、偏顶蛤、日本笠藤壶、鳞笠藤壶和马氏毛粒蟹等;潮下带是丰富的藻场基床,生物多样性程度高,为生物的栖息构筑了丰富的相对独立的小生境,因此与之相连的低潮区生态类型也复杂多变,且长时间被水淹没、露水时间少^[16],生物种类既有中低潮区的过渡种类也有低潮区与潮下带的过渡种类,其群落结构最为复杂,生物种类主要有条纹隔贻贝、偏顶蛤、覆瓦小蛇螺、三肋愚螺、太平洋侧花海葵、平背蜆和中华螺赢蜆等。

3.2 优势种的竞争性分析

生态位宽度是指一个种群在群落中所利用的各种不同资源的总和,其大小反映种群对环境的适应状况和对资源的利用程度^[21]。物种生态位越宽,则对环境的适应能力越强,具有较强的空间竞争能力,倾向成为泛化种。渔山列岛潮间带中优势种生态位宽度变动范围为0.18—1.94,其中条纹隔贻贝的生态位宽度最高,它的数量也在诸优势种中最为丰富,占据优势种百分数的20.49%,而短滨螺虽居优势种数量百分数的第2位,但其生态位宽度仅为0.42,原因是短滨螺的生活习性特殊,仅分布在高潮区的岩礁上,这也说明生活型影响着种类的生态位宽度。同时研究发现:嫁蛾出现在10个环境位点中,生态位宽度为0.72;龟足在12个环境位点中均有分布,但生态位宽度仅为0.62;覆瓦小蛇螺、偏顶蛤、日本笠藤壶、鳞笠藤壶和马氏毛粒蟹等虽未分布在12个环境位点中(或分布于5—8个环境位点不等),但它们数量较多,生态位宽度相对较大,这些现象都说明生态位宽度不仅与分布位点有关,也与物种的数量密切相关。

生态位宽度和生态位重叠值被认为是物种多样性及群落结构的决定因素^[22],反映种群对资源的利用能力^[22]及在群落中的稳定性^[23]。特定群落中复杂的生态关系使各种群的生态位总倾向于表现为分享其他种群的基础生态位部分^[24],并且对某些资源的共同需求,使不同种群生态位常处于不同程度的重叠状态。研究发现,渔山列岛潮间带优势种之间的生态重叠值差异较大,各优势种的生态位之间存在着不同程度的重叠,短滨螺除与龟足的生态位重叠值较高外(0.70),与其它物种或生态位不存在重叠或生态重叠值较低,而与之生态位产生重叠的种类仅有7中,依次为龟足、单齿螺、嫁蛾、日本花棘石鳖、日本菊花螺、鳞笠藤壶和日本笠藤壶。金氏真蛇尾、短叶索沙蚕和异须索沙蚕等生态位宽度较小的种类与其它物种的生态位重叠值总体不高(0.00—0.86),进一步证实葛宝明等在研究灵昆岛潮间带大型底栖动物的生态位时的研究结果:生态位宽度

较小的物种与生态位宽度较宽的生态位重叠值相对较小,生态位重叠值为 0 则这些物种分布在不同的环境位点中^[16]。

生态位重叠是发生种间竞争的前提条件^[22],也是物种进化和自然选择的结果^[25],在任何两个生态位重叠部分都有可能要发生竞争性排斥作用,这种生态位重叠引起的竞争常被称做资源利用性竞争^[21]。本研究发现,日本笠藤壶和鳞笠藤壶均处于中潮区的岩礁上,它们生态位重叠值达到了 0.97,生态位几乎完全重叠,因此会存在着较大的种间竞争,然而多数情况下,生态位之间只发生部分重叠,即一部分资源是被共同利用的,而其他部分则是被各自所占据^[1]。May 研究结果显示,生态位重叠并不一定能导致竞争,除非共用资源供应不足,例如本研究中太平洋侧花海葵和疣荔枝螺(0.94)、中华螺赢蜚和日本突尾水虱(0.92)、鳞笠藤壶和日本花棘石鳖(0.93)虽然重叠值也较高,但它们之间为海洋动物中普遍的共生关系,表现为共栖、互利或寄生等现象。葛宝明等^[15]研究也表明虽然有些物种的生态位重叠值较大,但是在食性、生活型的等方面存在差异,故在群落中有不同的生态功能和位置的物种也可以很好的共存。因此,生态位重叠值作为物种水平分布的一个测度,具体生态学意义需视物种类别、环境特征、环境位点等因素而定。

3.3 物种聚类和排序

物种聚类和排序的结果是物种分布、数量的反映,而且与生态位宽度和生态位重叠值有关,以基于生态位重叠值矩阵的物种聚类和排序,结果是相似生态位的物种集合在一起^[12],以基于物种间欧氏距离(即物种的分布和数量)的聚类和排序,结果反映的是物种分布和数量状况^[16],本文以第二种方法聚类和排序。结果表明,大型底栖动物优势种的分布与环境密切相关,生境相似程度高的物种的聚类和排序距离就小。依据物种聚类和排序结果显示:短滨螺在 NMS 图上与其它种类的距离远,表明其在资源位上分布的差异较大,缓解了物种间对资源的竞争;在 NMS 图上分布较近的种类,如条纹隔贻贝、厚壳贻贝和覆瓦小蛇螺,虽然它们生态位宽度较广、生态重叠值较大,但生活型的不同缓解了这些分布单元间的竞争;其余绝大多数潮间带优势种在 NMS 分布图上的距离较近,且聚类距离小,彼此间生态位重叠值较高,正是这些物种间错综复杂的生态关系构建了渔山列岛潮间带生物稳定的群落结构体系。

References:

- [1] Sheng G Y, Shi B Z. Marine Ecology. Beijing: Science Press, 2008: 64-183.
- [2] Zhang J T. Quantitative Ecology. Beijing: Science Press, 2004: 125-317.
- [3] Grönhaug K, Naraparedy V. Niche changes and population strategies: foreign competition revisited. Scandinavian Journal of Management, 1989, 5(1): 49-61.
- [4] Piao S J, Wang Z J, Yan X L, Zhang B C, Yin H. Analysis of niche fitness of *Artemisia halodendron* polulation on Horqin sandy land. Chinese Journal of Plant Ecology, 2006, 30(4): 593-600.
- [5] Guo S L, Li Y H. Significance and method of studies on weed niche in crop fields. Acta Ecologica Sinica, 1998, 18(5): 496-503.
- [6] Xu Z G, He Y, Yan B X, Song C C. Niche characteristics of typical marsh wetland plant populations in Sanjiang Plain. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(4): 783-787.
- [7] Cody M L. Niche theory and plant growth form. Vegetatio, 1991, 97(1): 39-55.
- [8] Huang B H, Zou Y D, Bi S D, Li H K, Zhu Q L. Characteristics, dynamics and niche of insect community in plum orchard. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(2): 307-312.
- [9] Huang Q Y, Shu J P, Zhang A L, Xu T S, Wang H J. Niche of three dominant shoot-boring noctuids and their interspecific competition. Forest Research, 2009, 22(5): 647-651.
- [10] Zhu X, Zhang L X, Liang J, Xuan Z C. Spatial niche and interspecific relationships of Ardeidae birds in Taigongshan Hill, Zhejiang. Zoological Research, 1998, 19(1): 45-51.
- [11] Liu X M, Chen H Y, Wu N, Guo L. Study on insect community niche under different desertification controlling approaches in Tengger Desert ecosystem. Journal of Desert Research, 2002, 22(6): 566-570.
- [12] Liu J J, Xu Y H. The niche analysis of benthic animal community in Shuimo River. Acta Hydrobiologica Sinica, 1997, 21(2): 101-108.
- [13] Yin B F, Huai H Y, Zhang Y L, Zhou L, Wei W H. Trophic niches of *Pantholops hodgsoni*, *Procapra picticaudata* and *Equus kiang* in Kekexili

- region. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(4): 766-770.
- [14] Wang Y S, Xie B Y, Wan F H, Xiao Q M, Dai L Y. Application of ecologic niche models in explanation of niche shift of invasive alien Species. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(10): 4974-4981.
- [15] Li H M, Cai L Z, Lin L Z, Yao J B. Using hierarchial clustering and no-metric MDS to explore spatio-temporal variation of benthic community at intertidal in Shenzhen Bay. Journal of Xiamen University (Natural Science), 2001, 40(3): 735-740.
- [16] Ge B M, Bao Y X, Zheng X, Cheng H Y. The structure of the macrobenthic community and niche analysis at a tidal flat of Linkun Island. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(11): 3037-3043.
- [17] Jiang W X, Fu X C, Tang T, Cai Q H. Community structure and niche of Macroinvertebrates in the Xiangxi River in Hubei, China. Chinese Journal of Applied and Enviromental Biology, 2009, 15(3): 337-341.
- [18] Wu D L, Shanguan T L, Zhang J T, Xue H X. Niche of Dominant Species of Wetland Vegetation in the Hutuo River Valley. Chinese Journal of Applied and Enviromental Biology, 2006, 12(6): 772-776.
- [19] Yuan X Z, Liu H, Lu J J. Community structure and biodiversity characteristics of macro-benthos in the new shoal of the Changjiang Esuary. Acta Oceanologica Sinica, 2002, 24(2): 133-139.
- [20] Zhou Z S, Chen Z P, Xu Z F. Niches of *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Helicoverpa assulta* (Guenée) in tobacco plants. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(10): 3245-3249.
- [21] Hutchinson G E. A Treatise on Limnology. Vol 1. New York: John Wiley & Sons Inc, 1957.
- [22] Wu D X, Zhang J T, Wang C Y, Xue H X. Niche characteristic of dominant species in the national protected plant, *Glycine soja* Sieb. et Zucc. Community. Acta Agrectir Sinica, 2009, 17(2): 166-173.
- [23] Williamson M H. An elementary theory of interspecific competition. Nature, 1957, 180: 422-425.
- [24] Tokeshi M, Schmid P E. Niche division and abundance: an evolutionary perspective. Population Ecology, 2002, 44(3): 189-200.
- [25] Clarke K R, Warwick R M. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth Marine Laboratory, 1994.

参考文献:

- [1] 沈国英, 施并章. 海洋生态学. 北京: 科学出版社, 2008: 64-183.
- [2] 张金屯. 数量生态学. 北京: 科学出版社, 2004: 125-317.
- [4] 朴顺姬, 王振杰, 颜秀灵, 张斌才, 尹航. 科尔沁沙地差巴嘎蒿种群生态位适宜度分析. 植物生态学报, 2006, 30(4): 593-600.
- [5] 郭水良, 李扬汉. 农田杂草生态位研究的意义及方法探讨. 生态学报, 1998, 18(5): 496-503.
- [6] 徐治国, 何岩, 闫百兴, 宋长春. 三江平原典型沼泽湿地植物种群的生态位. 应用生态学报, 2007, 18(4): 783-787.
- [8] 黄保宏, 邹运鼎, 毕守东, 李恒奎, 朱巧丽. 梅园昆虫群落特征、动态及优势种生态位. 应用生态学报, 2005, 16(2): 307-312.
- [9] 黄琼瑶, 舒金平, 张爱良, 徐天森, 王浩杰. 3种竹笋夜蛾生态位及其种间竞争的研究. 林业科学研究, 2009, 22(5): 647-651.
- [10] 朱曦, 章立新, 梁峻, 宣志灿. 鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系. 动物学研究, 1998, 19(1): 45-51.
- [11] 刘新民, 陈海燕, 乌宁, 郭砾. 腾格里沙漠生态系统不同固沙方式下昆虫群落的生态位分异研究. 中国沙漠, 2002, 22(6): 566-570.
- [12] 刘建军, 徐艳华. 水磨河底栖动物群落结构的生态位分析. 水生生物学报, 1997, 21(2): 101-108.
- [13] 殷宝法, 淮虎银, 张懿锂, 周乐, 魏万红. 可可西里地区藏羚羊、藏原羚和藏野驴的营养生态位. 应用生态学报, 2007, 18(4): 766-770.
- [14] 王运生, 谢丙炎, 万方浩, 肖启明, 戴良英. 应用生态位模型研究外来入侵物种生态位漂移. 生态学报, 2008, 28(10): 4974-4981.
- [15] 厉红梅, 蔡立哲, 林丽珠, 姚建彬. 深圳湾潮间带底栖动物群落结构的等级聚类与非度量多维标度排序. 厦门大学学报(自然科学版), 2001, 40(3): 735-740.
- [16] 葛宝明, 鲍毅新, 郑祥, 程宏毅. 灵昆岛潮间带大型底栖动物群落结构与生态位分析. 生态学报, 2005, 5(11): 3037-3043.
- [17] 蒋万祥, 傅小城, 唐涛, 蔡庆华. 香溪河水系大型底栖动物的群落结构及生态位. 应用与环境生物学报, 2009, 15(3): 337-341.
- [18] 吴东丽, 上官铁梁, 张金屯, 薛红喜. 淳沱河流域湿地植被优势种群生态位研究. 应用与环境生物学报, 2006, 12(6): 772-776.
- [19] 袁兴中, 刘红, 陆健健. 长江口新生沙洲底栖动物群落组成及多样性特征. 海洋学报, 2002, 24(2): 133-139.
- [22] 吴东丽, 张金屯, 王春乙, 薛红喜. 野生大豆群落主要种群生态位特征研究. 草地学报, 2009, 17(2): 166-173.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 14 July, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

The sensitivity of Xiamen's three industrial sectors to land use changes	HUANG Jing, CUI Shenghui, LI Fangyi, et al (3863)
Desertification and change of landscape pattern in the Source Region of Yellow River	 HU Guangyin, DONG Zhibao, LU Junfeng, et al (3872)
Comparison of ecological significance of landscape diversity changes in karst mountains: a case study of 4 typical karst area in Guizhou Province	 LUO Guangjie, LI Yangbing, WANG Shijie, et al (3882)
Analysis on urban heat island effect based on the dynamics of urban surface biophysical descriptors	 XU Hanqiu (3890)
Primary exploration on the ecological land use classification in Beijing	TANG Xiumei, CHEN Baiming, LU Qingbin, et al (3902)
Changes of spectral reflectance of <i>Pinus koraiensis</i> and <i>Abies nephrolepis</i> along altitudinal gradients in Changbai Mountain	 FAN Xiuhua, LIU Weiguo, LU Wenmin, et al (3910)
Biomass allocation patterns and allometric models of <i>Abies nephrolepis</i> Maxim	 WANG Jinsong, ZHANG Chunyu, FAN Xiuhua, et al (3918)
Niche analysis of dominant species of macrobenthic community at a tidal flat of Yushan Island	 JIAO Haifeng, SHI Huixiong, YOU Zhongjie, et al (3928)
The influence of different food qualities on the energy budget and digestive tract morphology of Tree Sparrows <i>passer montanus</i>	 YANG Zhihong, SHAO Shuli (3937)
The response of ecosystem service values to ambient environment and its spatial scales in typical karst areas of northwest Guangxi, China	 ZHANG Mingyang, WANG Kelin, LIU Huiyu, et al (3947)
Root morphology characteristics under alternate furrow irrigation	LI Caixia, SUN Jingsheng, ZHOU Xinguo, et al (3956)
Allelopathy of the root exudates from different resistant eggplants to verticillium wilt (<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.)	 ZHOU Baoli, CHEN Zhixia, DU Liang, et al (3964)
Biological cycle and accumulation of lanthanum in the forage-mushroom-soil system	 WENG Boqi, JIANG Zhaowei, WANG Yixiang, et al (3973)
Evaluation of soil loss and transportation load of adsorption N and P in Poyang Lake watershed	 YU Jinxiang, ZHENG Bofu, LIU Yafei, et al (3980)
Effects of soil resource availabilities on vertical distribution and dynamics of fine roots in a <i>Caragana korshinskii</i> plantation	 SHI Jianwei, WANG Mengben, CHEN Jianwen, et al (3990)
Effects of soil salinization on ammonia volatilization characteristics of urea and urea phosphate	 LIANG Fei, TIAN Changyan (3999)
Distribution of marine bacteria and their environmental factors in Xiangshan Bay	 YANG Jifang, WANG Haili, CHEN Fusheng, et al (4007)
Concentration of O ₃ at the atmospheric surface affects the changes characters of antioxidant enzyme activities in <i>Triticum aestivum</i>	 WU Fangfang, ZHENG Youfei, WU Rongjun, et al (4019)
Effects of inhibitor and safener on enzyme activity and phenanthrene metabolism in root of tall fescue	 GONG Shuaishuai, HAN Jin, GAO Yanzheng, et al (4027)
Screening of highly-effective rhizobial strains on Alfalfa (<i>Medicago polymorpha</i>) in soil	 LIU Xiaoyun, GUO Zhenguo, LI Qiaoxian, et al (4034)
Geochemical evolution processes of soil major elements in the forest-dominated Jinshui River Basin, the upper Hanjiang River	 HE Wenming, ZHOU Jie, ZHANG Changsheng, et al (4042)
Integrating geographic features and weather data for methodology of rasterizing spring maize growth stages	 LIU Qin, YAN Changrong, MEI Xurong, et al (4056)
A model for predicting flowering date and external quality of cut tulip in solar greenhouse	 LI Gang, CHEN Yaru, DAI Jianfeng, et al (4062)
Moisture effect analysis of pumpkin and oil sunflower intercropping in semi-arid area of northwest Hebei Province	 HUANG Wei, ZHANG Junhua, LI Wenhong, et al (4072)
Review and Monograph	
Theoretical backgrounds and recent advances in avian molecular phylogeography	DONG Lu, ZHANG Yanyun (4082)
A review on spatial attributes of nature reserves and optimal site-selection methods	WANG Yicheng (4094)
Human activities are the principle cause of biotic homogenization	CHEN Guoqi, QIANG Sheng (4107)
Factors influencing the occurrence of <i>Ophiocordyceps sinensis</i>	ZHANG Guren, YU Junfeng, WU Guangguo, et al (4117)
Molecular detection of diversity of methanogens and methanotrophs in natural wetland soil	SHE Chenxing, TONG Chuan (4126)
Scientific Note	
Soil quality assessment of continuous cropping cotton fields for different years in a typical oasis in the upper reaches of the Tarim River	GONG Lu, ZHANG Haifeng, LÜ Guanghui, et al (4136)
Dynamics of microbial biomass during litter decomposition in the alpine forest	 ZHOU Xiaoqing, WU Fuzhong, YANG Wanqin, et al (4144)
The aerodynamic roughness length of biological soil crusts: a case study of Gurbantungut Desert	 WANG Xueqin, ZHANG Yuanming, ZHANG Weimin, et al (4153)
Differences among population quantities and community structures of pests and their natural enemies in tea gardens of different altitudes	KE Shengbing, DANG Fenghua, BI Shoudong, et al (4161)

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 14 期 (2011 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 14 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