

辽东湾西海岸潮间带大型底栖动物群落生态位特征

李轶平¹, 李玉龙¹, 付 杰¹, 于旭光¹, 邹存杰²

(1. 辽宁省海洋水产科学研究院, 辽宁 大连 116023; 2. 大连理工大学 人文与社会科学学部, 辽宁 大连 116023)

摘要: 基于 2014 年 9 月和 2015 年 4 月辽东湾西海岸潮间带 10 个断面 3 个潮区的调查数据, 对 12 个优势种的生活型、生态位宽度和生态位重叠度进行了分析, 结果表明: 12 个优势种分别隶属于 3 门 4 纲 12 科; 面上生活类群和面下生活类群的比值 GS/GSB 表现为春季>秋季; 秀丽织纹螺、日本大眼蟹和丽核螺的生态位宽度较宽(2.171、2.170 和 2.169), 猫爪牡蛎和短角双眼钩虾的生态位宽度较窄(0.637 和 0.173); 生态位重叠较为显著的种类有四组, 均是生态位宽度较宽的物种。以上结果也从一个侧面反映了底栖生物对季节和生境的适应情况, 由于季节变化和生境不同, 使物种生态位宽度值发生了变化, 从而影响物种之间的生态位重叠值。

关键词: 潮间带; 大型底栖动物; 优势种; 生活型; 生态位

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2019)03-0000-08

DOI: 10.11759/hyxx20171214001

潮间带是海、陆过渡的生态交错区^[1], 因陆地与海洋理化因子交替, 环境复杂多变, 潮间带生态学的研究越来越受到人们的关注^[2]。有关我国潮间带的生态学研究已有大量报道, 在以往的研究中, 焦点主要集中在潮间带底栖生物的生物量密度分布、生物多样性、群落结构特点和群落的聚类、排序等方面^[3-6], 对于潮间带底栖生物群落物种生态位研究则罕有报道。作为生态学重要的理论之一的生态位理论^[7-10], 主要是通过物种生态位的宽度和重叠度等值的计算来分析物种间竞争关系^[11], 生态位理论已在陆生植物群落、昆虫和鸟类群落的种间关系、群落结构、物种多样性及种群进化的研究中得到了广泛应用^[12-17], 但对于潮间带底栖生物群落研究则起步较晚^[18-21]。

辽东湾西海岸潮间带位于辽西走廊沿海一侧, 西邻首山, 东与觉华岛隔海相望, 地处中纬度地带, 属暖温带大陆性半湿润半干旱季风气候区, 沿岸海岸地貌特征较单一, 海岸线和 5 m、8 m、10 m 等深线基本平行, 呈东北-西南走向。目前辽东湾西海岸由于人类活动等原因已受到不同程度的污染, 海岸生境退化。通过研究该区域潮间带物种的生态位等生物学特性, 对于深入研究该区域生物多样性保护和海洋生物资源保护具有科学意义, 鉴于此, 本文依据 2014 年 9 月和 2015 年 4 月辽东湾西海岸潮间带的调查结果, 分析了该区域优势种生活型、生态位宽度和生态位重叠度进行, 探讨了其相互关系和影

响因素, 旨在为辽东湾潮间带底栖动物群落的生态位特征、种间作用机理提供理论支撑, 为保护与修复潮间带生态系统提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 调查时间与区域

2014 年 9 月(秋季)和 2015 年 4 月(春季)分别对辽东湾西海岸锦州湾至兴城滨海经济开发区沿岸潮间带进行了调查, 设置断面 10 个, 在当地大潮汛低潮期间按照高潮区、中潮区、低潮区进行调查采样。10 个断面依次记为 C1、C2、……C9、C10, 调查断面具体分布如下:

1.2 采样方法

潮间带采样采用长宽高分别为 25 cm×25 cm×30 cm 采样器, 根据现场状况, 各断面分别设置高、中、低 3 个潮区, 在每个潮区取 4 个采样样方, 将采样器深

收稿日期: 2017-12-14; 修回日期: 2018-04-18

基金项目: 辽宁省科学事业公益研究基金资助项目(20180015); 辽宁省海洋与渔业厅科研项目(201834)

[Foundation: Liaoning Science Public Welfare Research Fund Project, No.20180015; Ocean and Fisheries Scientific Research Project of Liaoning Province, No.201834]

作者简介: 李轶平(1981-), 男, 内蒙古乌海人, 硕士, 助理研究员, 主要从事 GIS 与底栖生物研究, E-mail: yiping463@sina.com; 邹存杰, 通信作者, 博士, 研究方向: 科学学与科技管理、科学计量学、知识图谱, E-mail: zoucunjie@mail.dlut.edu.cn

挖至采不到生物为止,用孔径为 0.5 mm 的套筛对所获取泥样进行冲洗,冲洗后进行分拣,将所获生物个体装入样品瓶中,加入 5%甲醛溶液中固定保存;对于一些栖息密度较低、营穴居或者移动很快的种

类,统计 5 m×5 m 大面积内的数量。在实验室内对所获样品分别进行鉴定、称量和统计分析。以上调查和监测分析方法均参照《海洋调查规范》^[22]和《海洋监测规范》^[23]执行。

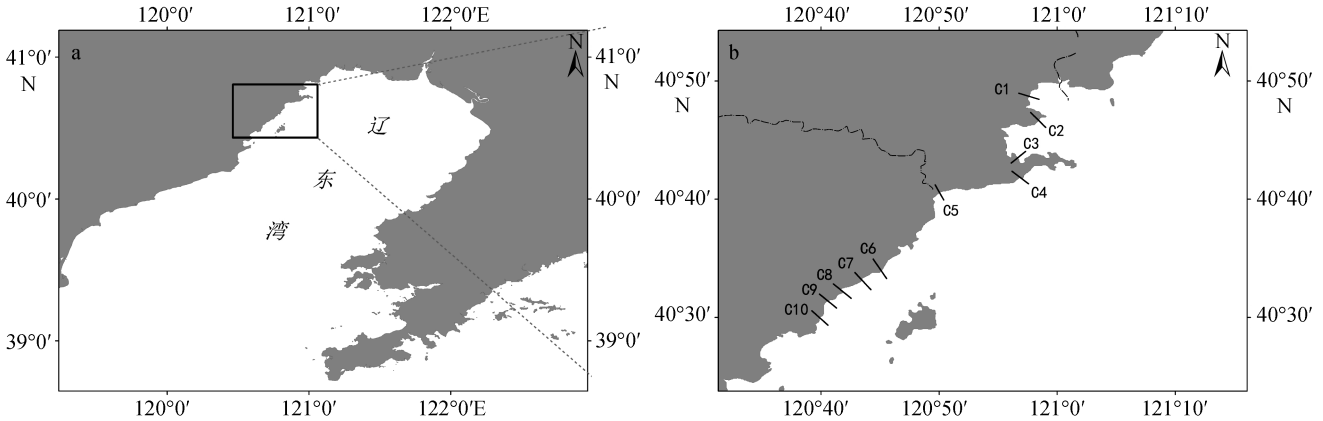


图 1 辽东湾西海岸潮间带调查断面

Fig.1 The investigation section of the west coast of Liaodong Bay intertidal zone

1.3 生活型的划分

将生活型按底上型、游泳型、底内型和穴居型划分:底上型主要包括软体动物腹足纲种类;游泳型包括虾类和鱼类;底内型包括环节动物门、星虫动物门和软体动物门双壳纲种类;穴居型主要包括甲壳纲蟹类。将上述生活型按照相对于底质表面的栖息位置分为两个生活类群,面上生活群(GS)和面下生活群(GSB),面上生活群指生活于潮间带底质表面之上的类群,底上型和游泳型属于面上生活群;面下生活类群指生活在潮间带底质内的类群,底内型和穴居型属于面下生活群^[18, 24-25]。两者数量比值:GS/GSB可以反映生境对两类生活类群动物的数量影响^[24]。

1.4 数据处理

1.3.1 优势度

$$\text{优势度: } Y = (n_i / N) f_i \quad (1)$$

种类优势度 Y 大于 0.02 为优势种^[3]。

式中: N 为各断面样品中所有物种的总数; n_i 为第 i 种的个体数; f_i 出现率为该种出现的断面数占总断面数的百分比。

1.3.2 优势种更替率^[26-27]:

$$R = \frac{a+b-2c}{a+b-c} \times 100\% \quad (2)$$

R 为优势种的季节更替率; a 与 b 分别为相邻两季优势种的个数; c 为相邻两季共有的优势种个数。

1.3.3 生态位宽度

生态位宽度是物种利用或趋于利用所有可利用

资源状态而减少种内个体相遇的程度。物种的生态位宽度越大,其对环境的适应性就越强^[15],生态位宽度按下式^[20]计算:

$$B_i = -\sum_{j=1}^r P_{ij} \ln P_{ij} \quad (3)$$

式中, P_{ij} 是物种 i 在 j 站位的个体数与 i 种所有个体数的比值,即

$$P_{ij} = n_{ij} / N_i \quad (4)$$

$$N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij} \quad (5)$$

r 为站位的总数,本文中 $r=20$ (10 个断面在 2 个季节), B_i 为物种 i 的生态位宽度,其阈值为 $[0, \ln r]$ 。

1.3.4 生态位重叠

生态位重叠是两个物种在生态因子联系上的相似性,是种群对相同资源的共同利用,或是共有的生态空间资源区域^[12, 15]。生态位重叠按下式^[26]计算:

$$O_{hi} = \sum_{j=1}^r P_{hj} P_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^r P_{hj}^2 \sum_{j=1}^r P_{ij}^2} \quad (6)$$

式中, O_{hi} 为物种 h 与物种 i 的生态位重叠指数; P_{hj} 为物种 h 在 j 站位的个体数占该种所有个体数的比例, P_{ij} 为物种 i 在 j 站位的个体数占该种所有个体数的比例。

2 结果与分析

2.1 潮间带大型底栖动物群落的优势种

通过两次调查共检出底栖动物 85 种,其中软体动物 57 种,占 67.06%,甲壳动物 18 种,占 21.18%,环节动物 5 种,占 5.88%,腔肠动物 2 种,占 2.35%,

其他动物 3 种, 占 3.53%。经分析筛选出 12 个优势种(表 1), 隶属于 3 门 4 纲 12 科。

表 1 潮间带大型底栖动物群落优势种种类

Tab. 1 The dominant species of macrobenthos in the intertidal zone

序号	门	纲	科	种	优势度	季节
D1	软体动物门 <i>Mollusca</i>	腹足纲 <i>Gastropoda</i>	滨螺科 <i>Littorinidae</i>	短滨螺 <i>Littorina brevicula</i>	0.025	▲
D2			核螺科 <i>Pyrenidae</i>	丽核螺 <i>Mitrella bella</i>	0.479	●▲
D3			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>	托氏瑁螺 <i>Umbonium thomasi</i>	0.918	●▲
D4			滩栖螺科 <i>Batillariidae</i>	纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>	1.028	●▲
D5			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>	秀丽织纹螺 <i>Nassarius festivus</i>	0.083	●▲
D6		双壳纲 <i>Bivalvia</i>	绿螂科 <i>Glauconomidae</i>	薄壳绿螂 <i>Glauconome primeana</i>	0.346	●▲
D7			帘蛤科 <i>Veneridae</i>	菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	0.168	●
D8			蓝蛤科 <i>Corbulidae</i>	光滑河蓝蛤 <i>Potamocorbula laevis</i>	0.382	●▲
D9			牡蛎科 <i>Ostreidae</i>	猫爪牡蛎 <i>Talonostrea talonata</i>	0.080	●
D10	环节动物门 <i>Annelida</i>	多毛纲 <i>Polycheata</i>	沙蚕科 <i>Nereidae</i>	日本刺沙蚕 <i>Neanthes japonica</i>	1.062	●
D11	节肢动物门 <i>Arthropoda</i>	甲壳纲 <i>Crustacea</i>	大眼蟹科 <i>Macrophthalmidae</i>	日本大眼蟹 <i>Macrophthalmus japonicus</i>	0.184	●▲
D12			双眼钩虾科 <i>Ampeliscidae</i>	短角双眼钩虾 <i>Ampelisca brevicornis</i>	0.077	●▲

注: D1、D2: 指代优势种; ▲: 春; ●: 秋

潮间带大型底栖动物群落优势种的相似性聚类结果和 NMDS(Non-metric Multidimensional scaling/非度量多维尺度分析)排序结果见图 2。

结果表明: 除猫爪牡蛎和短角双眼钩虾外, 辽东湾西海岸潮间带大型底栖动物的各优势种群间没有表现出显著的差异, 基本上可认为是同一生态类群。

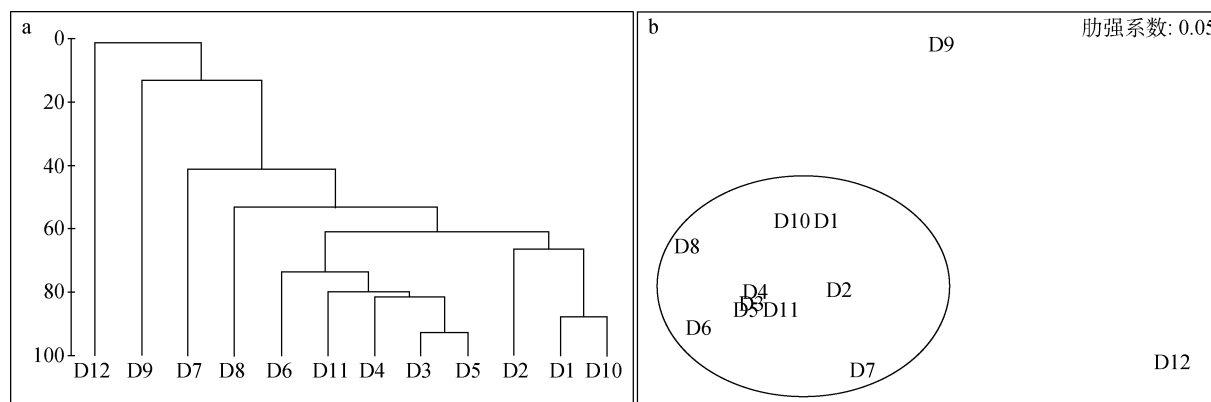


图 2 潮间带优势种相似性聚类结果和 NMDS 排序结果

Fig. 2 Similarity clustering results and NMDS ordination results of dominant species in the intertidal zones

潮间带优势种季节更替明显, 从秋季到春季优势种的更替率为 57.9%。两个季节共同的优势种有 8 种。日本刺沙蚕是秋季第一优势种, 而春季第一优势种为丽核螺, 托氏瑁螺则同时为春季和秋季的第二优势种。

2.2 优势种生活型划分

潮间带优势种生活型见表 2。春季以底上型优势种为主, 而秋季除底上型优势种外, 底内型优势种也有分布, 如菲律宾蛤仔和日本刺沙蚕。穴居型优势

种主要是日本大眼蟹，在春秋两季均有分布，春秋两季的优势种中没有游泳型优势种。GS/GSB 值表现为：春季>秋季，说明春季气候、生境不利于面下群生物的生存，秋季随着气候变暖、生境改善，出现了面下群优势种。生活型类群比例的变化是大型底栖动物对生境适应的结果^[25]。

表 2 潮间带大型底栖动物群落优势种生活型
Tab. 2 The life style of dominant species in intertidal benthic communities

优势种	生活型	季节
短滨螺 <i>Littorina brevicula</i>	底上型	▲
丽核螺 <i>Mitrella bella</i>	底上型	●▲
托氏瑁螺 <i>Umbonium thomasi</i>	底上型	●▲
纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>	底上型	●▲
秀丽织纹螺 <i>Nassarius festivus</i>	底上型	●▲
薄壳绿螂 <i>Glaucanome primeana</i>	底内型	●▲
菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	底内型	●
光滑河蓝蛤 <i>Potamocorbula laevis</i>	底内型	●▲
猫爪牡蛎 <i>Talonostrea talonata</i>	底上型	●
日本刺沙蚕 <i>Neanthes japonica</i>	底内型	●
日本大眼蟹 <i>Macrophthalmus japonicus</i>	穴居型	●▲
短角双眼钩虾 <i>Ampelisca brevicornis</i>	底上型	●▲

注：▲：春；●：秋

2.3 优势种的生态位宽度

种的生态位宽度表示种对生态因子的适应范围，是生态可塑性强弱的重要测度值之一，可反映底栖动物的活动范围和强度^[11, 28-29]，生态位宽度越宽，

种群适应性越强，利用的资源总量越多，竞争力越强^[13-15]。辽东湾西海岸潮间带大型底栖动物优势种群的生态位宽度计算结果见表 3，从表中可见：秀丽织纹螺、日本大眼蟹和丽核螺的生态位宽度较宽(2.171、2.170 和 2.169)，分布广泛，出现在多数站位当中，具有较强的环境适应能力。猫爪牡蛎和短角双眼钩虾的生态位宽度较窄(0.637 和 0.173)，表现为物种占据的资源位点较少或者虽然占据的位点较多但分布极不均匀，说明该种对生态环境的要求较高或是对资源利用能力较弱，体现在在资源点的分布上具有明显的选择性^[19]。生态位宽度值与优势种相似性聚类结果相对应，生态位宽度较窄的种群与其他种群的种间差异较大，这说明调查区域存在生境多样化现象且各优势种群对环境适应能力的差异较大^[30]。

2.4 优势种的生态位重叠

生态位重叠程度既反映了物种间对资源利用的相似程度，也反映了它们之间的潜在竞争程度^[31-32]。生态位重叠大的种群不是有相近的生态特性，就是对生境因子有互补性的要求^[14-15]。由表 3 可知，生态位重叠值较大的有 4 组，组 1(托氏瑁螺、秀丽织纹螺、薄壳绿螂)、组 2(纵带滩栖螺、秀丽织纹螺、薄壳绿螂)、组 3(托氏瑁螺、秀丽织纹螺、光滑河蓝蛤)、组 4(丽核螺、日本大眼蟹)，这 4 组优势种之间生态位重叠值均在 0.6 以上，Wnthe 等^[33]认为，当生态位重叠值大于 0.6 时，种间生态位重叠较为显著。同时，以上物种的生态位宽度均较宽，这是由于生态位宽

表 3 潮间带大型底栖动物群落优势种的生态位和生态位重叠

Tab.3 Niche overlaps of macrobenthic dominant species

序号	种类	B_i	O_{ij}													
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12		
1	短滨螺	1.411	1													
2	丽核螺	2.169	0.218	1												
3	托氏瑁螺	1.957	0.086	0.414	1											
4	纵带滩栖螺	1.763	0.099	0.205	0.378	1										
5	秀丽织纹螺	2.171	0.107	0.404	0.776	0.769	1									
6	薄壳绿螂	1.620	0.096	0.171	0.637	0.737	0.687	1								
7	菲律宾蛤仔	0.925	0.154	0.305	0.265	0.111	0.247	0.043	1							
8	光滑河蓝蛤	1.196	0	0.302	0.745	0.363	0.685	0.297	0.070	1						
9	猫爪牡蛎	0.637	0	0	0	0	0	0	0.055	0.003	1					
10	日本刺沙蚕	1.484	0.052	0.241	0.090	0.319	0.303	0.118	0.036	0.257	0.379	1				
11	日本大眼蟹	2.170	0.112	0.609	0.256	0.552	0.534	0.504	0	0.207	0	0.330	1			
12	短角双眼钩虾	0.173	0	0.066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		

度较宽的物种具有较强的资源的利用能力,对环境资源的利用方式也较为接近^[14];表中没有生态位完全重叠的种,却有一定数量生态位完全不重叠的种,猫爪牡蛎和短角双眼钩虾这2个生态位宽度较窄的优势种与其它优势种的生态位重叠值都为0,表明它们之间对生态资源的利用方式完全不同^[19]。

3 讨论

3.1 辽东湾西海岸与辽东湾沿岸优势种比较

辽东湾西海岸潮间带大型底栖生物优势种共计12种,2014年辽东湾沿岸潮间带调查优势种为3种^[3],其优势种光滑河蓝蛤、薄壳绿螂和日本刺沙蚕,在本次西海岸调查的优势种中均能找到,只是优势度低于本次调查,本次调查的优势种涵盖了潮间带主要类群,包括腹足纲动物、双壳纲动物、多毛纲动物和甲壳纲动物。导致以上结果差异的原因,首先和调查范围有关,辽东湾沿岸潮间带包括从辽西到辽南整个辽东湾沿岸,采集范围广,生物种类丰富,而本次调查则着重于辽东湾西海岸,生物种类欠丰富,物种优势度高;由辽东湾沿岸潮间带调查也可知:辽东湾大型底栖动物群落可划分为3组,分别为辽东湾西岸、北岸和东岸,三组呈现出不同的群落结构特征,本次调查对辽东湾西海岸潮间带大型底栖动物群落做了较为深入的研究,是辽东湾潮间带底栖生物群落的局部反映;另外,采样季节不同,辽东湾沿岸潮间带采集时间为2014年8月,而本次辽东湾西海岸潮间带综合了2014年9月(秋季)和2014年4月(春季)两个季节的调查数据。

3.2 生态位宽度与季节

生态位宽度是指群落中该种群所利用资源的总和^[34]。食物资源短缺使得种群生物尽量发挥其资源利用潜力,致使生态位变宽;食物资源充足、生境优越使得种群生物优先利用最适于其生存以及最方便获取的食物资源,致使营养生态位变窄^[32],本文比较了优势种在春秋两季的生态位宽度,大部分优势种均表现为秋季大于春季,可能是春季气温回升,浮游动植物等食物来源充足,导致生物生态位变窄,而秋季各种生物分布密度较大,对食物资源存在激烈的竞争,从而导致生态位变宽。

3.3 生态位宽度与优势度

辽东湾西海岸潮间带大型底栖生物的生态位宽

度和优势度存在差异,即生态位宽度高的物种未必优势度高,如秀丽织纹螺生态位宽度达2.171,而优势度仅为0.083。这可能是两者体现生态特征的角度不同:生态位宽度是根据某一物种在不同站位出现的个体数及该站位所有物种出现的个体数比例进行计算,注重物种分布的均匀程度;而优势度是根据物种所在站位个体数、站位物种的总体个数及出现频率进行计算,忽略了不同站位间的分布差异^[20]。

3.4 生态位宽度与生活型

生活型也影响物种的生态位宽度^[20],不同的生活型其生态位宽度也不同,将本次调查各优势种生活型的生态位宽度进行比较:穴居型>底上型>底内型,说明穴居型底栖生物活动范围和适应能力最强,如日本大眼蟹,具有较强的迁移能力,其活动区域较广;底上型适应能力次之,如秀丽织纹螺和纵带滩栖螺等,它们迁移能力较弱,但对环境的适应能力较强;底内型适应能力最差,其迁移能力较弱,对环境的适应能力也不强。

辽东湾西海岸采样断面的环境差异和物种间对环境变化的适应能力不同导致了大型底栖动物生态位宽度以及种间生态位重叠值的差异,有关环境因子(如气温、水温等)与大型底栖动物生态位的相互关系仍需深入探讨。

参考文献:

- [1] 朱四喜,周唯,章飞军.舟山群岛不同底质潮间带夏季大型底栖动物的群落结构特征[J].海洋学研究,2010,28(3):23-33.
Zhu Sixi, Zhou Wei, Zhang Feijun. Macrobenthic animals community characters in summer in the intertidal zones of Zhoushan Archipelago[J]. Journal of Marine Science, 2010, 28(3): 23-33.
- [2] 韩庆喜,袁泽轶,陈丙见,等.烟台潮间带大型底栖动物群落组成和结构研究[J].海洋科学,2014,38(9):59-68.
Han Qingxi, Yuan Zeyi, Chen Bingjian, et al. The community structure and distribution pattern of intertidal macrobenthos in the intertidal zone of Yantai[J]. Marine Sciences, 2014, 38(9): 59-68.
- [3] 李轶平,王小林,郭栋,等.辽东湾潮间带夏季大型底栖动物群落结构研究[J].海洋环境科学,2016,35(2):214-220.
Li Yiping, Wang Xiaolin, Guo Dong, et al. Research on the community structure of summer macrobenthos in the intertidal zone of Liaodong Gulf[J]. Marine Environmental Science, 2016, 35(2): 214-220.

- [4] 刘建国, 费岳军, 王晓亮, 等. 庙子湖岛和黄兴岛夏季岩礁潮间带大型底栖动物群落格局[J]. 海洋通报, 2012, 31(5): 566-574.
Liu Jianguo, Fei Yuejun, Wang Xiaoliang, et al. Macrozoobenthos communities in the rocky intertidal zones of Miaozihu Island and Huangxing Island in summer[J]. Marine Science Bulletin, 2012, 31(5): 566-574.
- [5] 刘玉, 杨翼, 张文亮, 等. 湄洲湾潮间带大型底栖动物群落结构和多样性特征[J]. 湿地科学, 2014, 12(2): 148-154.
Liu Yu, Yang Yi, Zhang Wenliang, et al. Characteristics of community structure and biodiversity of Macrozoobenthos in intertidal zones in Meizhou Bay[J]. Wetland Science, 2014, 12(2): 148-154.
- [6] 王宝强, 薛俊增, 庄骅, 等. 洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 5865-5874.
Wang Baoqiang, Xue Junzeng, Zhuang Hua, et al. Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(20): 5865-5874.
- [7] Grinnell J. The niche-relationships of the California thrasher[J]. The Auk, 1917, 34(4): 427-433.
- [8] Mueller L D, Altenberg L. Statistical inference on measures of niche overlap[J]. Ecology, 1985, 66(4): 1024-1210.
- [9] Smith E P. Niche breadth, resource availability, and inference[J]. Ecology, 1982, 63(6): 1675-1681.
- [10] Westman W E. Measuring realized niche spaces: climatic response of chaparral and coastal sage scrub[J]. Ecology, 1991, 72(5): 1678-1684.
- [11] 姜树珍, 谢卓, 董润兰, 等. 山西五台县草地啮齿类动物空间生态位宽度及重叠度研究[J]. 草原与草坪, 2016, 36(1): 72-77.
Jiang Shuzheng, Xie Zhuo, Dong Runlan, et al. Study on the spatial niche width and overlap of grassland rodents in Wutai County of Shanxi Province[J]. Grassland And Ture, 2016, 36(1): 72-77.
- [12] 王刚, 赵松岭, 张鹏云, 等. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究[J]. 生态学报, 1984, 4(2): 119-127.
Wang Gang, Zhao Songling, Zhang Penyun, et al. On the definition of niche and the improved formula for measuring niche overlap[J]. Acta Ecologica Sinica, 1984, 4(2): 119-127.
- [13] 徐晓群, 曾江宁, 陈全震, 等. 浙江三门湾浮游动物优势种空间生态位[J]. 应用生态学报, 2013, 24(3): 818-824.
Xu Xiaogun, Zeng Jiangning, Chen Quanzhen, et al. Spatial niches of dominant zooplankton species in Sanmen Bay, Zhejiang Province of East China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24(3): 818-824.
- [14] 袁建国, 吴谷汉, 陈锦宇, 等. 石垟林场省级森林公园常绿阔叶林种群生态位特征[J]. 浙江大学学报, 2006, 32(5): 576-584.
Ai Jianguo, Wu Guhan, Chen Jinyu, et al. Niche characteristics of plant populations in evergreen broad-leaved forest in Shiyang forestry centre[J]. Journal of Zhejiang University, 2006, 32(5): 576-584.
- [15] 韩崇选, 杨学军, 王明春, 等. 关中北部塬区林地啮齿动物群落结构和生态位研究[J]. 陕西师范大学学报, 2003, 31(10): 184-190.
Han Chongxuan, Yang Xuejun, Wang Mingchun, et al. Study on the rodent community and niche in the Guanzhong northern plateau's area[J]. Journal of Shaanxi Normal University, 2003, 31(10): 184-190.
- [16] 郑晓阳, 赵冲, 刘青青, 等. 成熟杉木人工林林下草本层生态位特征[J]. 生态学杂志, 2018, 37(2): 332-338.
Zheng Xiaoyang, Zhao Chong, Liu Qingqing, et al. Niche characteristics of understory herb layer in a mature Chinese fir plantation[J]. Chinese Journal of Ecology, 2018, 37(2): 332-338.
- [17] 潘淑芳, 罗海威, 牛秉才. 生态位宽度对红树林植物群落主要种群分布格局的影响[J]. 四川林勘设计, 2018, (2): 1-7.
Pan Shufang, Luo Haiwei, Niu Bingcai, et al. Effect of niche width on the distribution pattern of main species of mangrove community[J]. Sichuan Forestry Exploration And Design, 2018, (2): 1-7.
- [18] 胡知渊, 鲍毅新, 葛宝明, 等. 围垦滩涂潮沟秋季大型底栖动物群落和生态位分析[J]. 动物学报, 2006, 52(4): 800-809.
Hu Zhiyuan, Bao Yixin, Ge Baoming, et al. Macrobenthic community and niche analysis of creeks during autumn in diked tidal flat[J]. Acta Zoologica Sinica, 2006, 52(4): 800-809.
- [19] 汤雁滨, 廖一波, 寿鹿, 等. 南麂列岛潮间带大型底栖动物群落优势种生态位[J]. 生态学报, 2016, 36(2): 489-498.
Tang Yanbin, Liao Yibo, Shou Lu, et al. Intertidal zone of the Nanji Islands is a niche for dominant species of the macrobenthic community[J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(2): 489-498.
- [20] 胡成业, 水玉跃, 杜肖, 等. 浙江苍南南部沿岸海域主要游泳动物生态位及种间联结性[J]. 应用生态学报, 2015, 26(10): 3195-3201.
Hu Chengye, Shui Yuyue, Du Xiao, et al. Niche and interspecific association of nekton in the south coastal waters of Cangnan, Zhejiang, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2015, 26(10): 3195-3201.

- [21] 黄相相, 任鹏, 李海宏, 等. 茅埏岛红树林生境中大型底栖动物优势种的生态位[J]. 浙江师范大学学报, 2017, 40(4): 446-452.
Huang Xiangxiang, Ren Peng, Li Haihong, et al. Niche analysis of dominant species of macro benthos in different mangrove habitats on Maoyan Island[J]. Journal of Zhejiang Normal University, 2017, 40(4): 446-452.
- [22] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T12763.6-2007 海洋调查规范 第 6 部分: 海洋生物调查.北京: 中国标准出版社, 2008, 41-44.
General Administration of Quality Supervision Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T12763.6-2007 Specification for oceanographic survey-Part6: Marine biological survey[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008, 41-44.
- [23] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB17378.7-2007 海洋监测规范 第 7 部分: 近海污染生态调查和生物监测. 北京: 中国标准出版社, 2008, 12-17.
General Administration of Quality Supervision Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB17378.7-2007 The specification for marine monitoring-Part7: Ecological survey for offshore pollution and biological monitoring[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008, 12-17.
- [24] 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[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 722-727.
Fan Hangqing, He Binyuan, Wei Shouqing. Influences of sand dune movement within the coastal mangrove stands on the macrobenthos in Situ[J]. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(5): 722-727.
- [25] 葛宝明, 鲍毅新, 郑祥. 灵昆岛围垦滩涂潮沟大型底栖动物群落生态学研究[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 446-453.
Ge Baoming, Bao Yixin, Zheng Xiang. Macrobenthic community ecology of a tidal flat in different habitats and creeks dyked in different years[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(3): 446-453.
- [26] 张皓, 宋昌民, 闫启仑, 等. 辽河口春、夏季浮游动物空间生态位的比较[J]. 海洋环境科学, 2016, 35(6): 920-925.
Zhang Hao, Song Changmin, Yan Qilun, et al. Comparative studies on the spatial niche of zooplankton in the Liaohe estuary in spring and summer[J]. Marine Environmental Science, 2016, 35(6): 920-925.
- [27] 舒黎明, 陈丕茂, 秦传新, 等. 柘林湾-南澳岛潮间带冬夏两季大型底栖动物种类组成及优势种[J]. 生态学杂志, 2016, 35(2): 423-430.
Shu Liming, Chen Pimao, Qin Chuanxin, et al. Species composition and dominant species of macrobenthic fauna in intertidal zone of Zhelin Bay-Nanao Island in winter and summer[J]. Chinese Journal of Ecology, 2016, 35(2): 423-430.
- [28] 王刚, 杜国祯. 鼯鼠土丘植被演替过程中的种的生态位分析[J]. 生态学杂志, 1990, 9(1): 1-6.
Wang Gang, Du Guozhen. Niche analysis of species in vegetative succession on Zokor Mounds[J]. Chinese Journal of Ecology, 1990, 9(1): 1-6.
- [29] 刘建军, 徐艳华. 水磨河底栖动物群落结构的生态位分析[J]. 水生生物学报, 1997, 21(2): 101-108.
Liu Jianjun, XuYanhua. The niche analysis of benthic animal community in Shuimo River[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1997, 21(2): 101-108.
- [30] 赵永强, 曾江宁, 高爱根, 等. 椒江口潮间带大型底栖动物的生态位[J]. 应用生态学报, 2009, 20(5): 1176-1183.
Zhao Yongqiang, Zeng Jiangning, Gao Aigen, et al. Niche of macrozoobenthos in intertidal zone of Jiaojiang Estuary[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(5): 1176-1183.
- [31] 余世孝, L. 奥罗西. 生态位分离的涵义与测度[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(3): 253-263.
Yu Shixiao, L. Orosi. The implication of niche separation and its measure[J]. Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica, 1993, 17(3): 253-263.
- [32] 刘贵河, 王国杰, 汪诗平, 等. 内蒙古典型草原主要草食动物食性及其营养生态位研究-以大针茅群落为例[J]. 草地学报, 2013, 21(3): 439-445.
Liu Guihe, Wang Guojie, Wang Shiping, et al. Diet composition and trophic niche of main herbivores in the typical steppe of Inner Mongolia[J]. Acta Agrestia Sinica, 2013, 21(3): 439-445.
- [33] Wnthe J A, Haug T, Lydersen C. Prey preference and niche overlap of fringed seals *Phoca hispida* and harp seals *P. groenlandica* in the Barents Sea[J]. Marine Ecology Progress Series, 2000, 194: 233-239.
- [34] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 77-79.
Zhang Jintun. Quantitative ecology[M]. Beijing: Science Press, 2004: 77-79.

Niche characteristics of macrobenthic community in the intertidal zone on the west coast of Liaodong Bay

LI Yi-ping¹, LI Yu-long¹, FU Jie¹, YU Xu-guang¹, ZOU Cun-jie²

(1. Liaoning Ocean and Fisheries Science Research Institute, Dalian 116023, China; 2. Faculty of Humanities and Social Sciences, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China)

Received: Dec. 14, 2017

Key words: intertidal zone; macrobenthos; dominant species; life type; niche

Abstract: Using the survey data of ten sections and three tidal zones in the intertidal zone on the west coast of Liaodong Bay in September 2014 and April 2015, we analyzed the life style, niche breadth, and niche overlap of twelve dominant species. Results showed that the twelve dominant species belonged to three phyla, four classes, and twelve families, respectively. The ratio GS/GSB of the upper and lower surfaces was spring > autumn. The niche breadths of *Nassarius festivus*, *Macrophthalmus japonicus*, and *Mitrella bella* were wider (2.171, 2.170, and 2.169, respectively), whereas those of *Talonostrea talonata* and *Ampelisca brevicornis* were narrower (0.637 and 0.173, respectively). Four groups of species had a significant niche overlap, all of which had a wide niche breadth. These results reflect the adaptation of benthic organisms to seasons and habitats. The niche breadth values of species have changed due to seasonal changes and different habitats, thereby affecting the niche overlap values among species.

(本文编辑: 丛培秀)