

蛤蜊岗滩涂贝类分布及其与环境因子的关系

王金叶¹, 张安国², 李晓东³, 毛玉泽^{4,5}

(1. 青岛农业大学 海洋科学与工程学院, 山东 青岛 266109; 2. 大连海洋大学 水产与生命学院, 辽宁 大连 116023; 3. 盘锦光合水产有限公司, 大连 盘锦 124000; 4. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 5. 青岛海洋科学与技术国家实验室 海洋生态与环境科学功能实验室, 山东 青岛 266071)

摘要: 为探明辽东湾蛤蜊岗潮间带滩涂贝类的物种组成、分布密度和生物量的变化状况, 于2011年5月对蛤蜊岗滩涂贝类资源进行了现场调查, 采集共获得滩涂贝类16种, 其中文蛤、泥螺、四角蛤蜊、托氏珧螺为蛤蜊岗滩涂贝类优势种, 青蛤和光滑河蓝蛤为常见种。托氏珧螺的分布密度最高, 为83个/m², 四角蛤蜊的平均生物量最大, 为178.51 g/m²。蛤蜊岗滩涂贝类的分布呈现从滩涂北部向南部逐渐减少的趋势, 滩涂四周的分布密度大于滩涂中间区域。对滩涂贝类分布密度和生物量与底质粒度、有机物含量等环境因子进行相关分析的结果显示: 文蛤分布与底质中值粒径呈极显著的负相关性; 托氏珧螺分布与底质中有机质含量呈显著的正相关性, 而泥螺、四角蛤蜊则与环境因子的关系不显著。调查结果表明, 蛤蜊岗滩涂贝类资源丰富, 但应加强文蛤自然资源的保护和恢复, 同时应加强对托氏珧螺资源的合理开发利用。

关键词: 蛤蜊岗; 潮间带滩涂; 贝类; 沉积环境因子

中图分类号: P76

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2016)04-0032-08

doi: 10.11759/hyxx20151021002

河口生态系统位于海陆过渡地带, 是海洋中生产力较高的生态系统^[1]。河水携带大量泥沙在入海口处形成大面积浅滩, 是河口海域最为显著的生境之一, 同时携带大量营养盐和有机质入海, 河口海域营养丰富, 为河口海洋生物提供了充足的饵料^[2]。因而, 河口潮间带滩涂是大型底栖动物栖息、生长及繁殖的重要场所^[3], 也是诸多候鸟重要的停歇觅食地^[4]。滩涂贝类作为海洋大型底栖动物的重要组成部分, 在河口生态系统的物质循环和能量利用中均具有重要的作用^[5-9], 系统地研究滩涂贝类的种类组成和数量变化, 对保护滩涂贝类多样性和生境多样性、修复生态环境和生物资源都具有重要的意义。

蛤蜊岗位于辽东湾北部辽河和双台子河入海口之间, 面积约10000 ha, 由辽河与双台子河两大淡水河流冲积而成, 被誉为“渤海金滩”。蛤蜊岗底质优越, 水质肥沃, 是中国北方文蛤(*Meretrix meretrix*)繁殖与出口基地之一, 年产量曾超过1000 t, 质量上乘。蛤蜊岗不但适宜文蛤生长栖息, 而且也适宜放养四角蛤蜊(*Macra veneriformis*)等经济贝类。但有关辽东湾蛤蜊岗滩涂贝类的研究报道较少, 仅见陈远等^[10]于2009年和2010年对蛤蜊岗滩涂部分区域文蛤、四角蛤蜊等贝类及相关资源的调查, 该调查显示, 蛤蜊岗文蛤资源现存量仅为489.3 t, 与20世

纪80年代相比下降了4600 t多, 资源严重衰竭。为进一步分析蛤蜊岗滩涂贝类的分布特征, 探讨滩涂贝类与底质等环境因子的关系, 于2011年5月对辽东湾蛤蜊岗潮间带滩涂贝类资源进行了更为系统的调查, 旨在为该海域滩涂贝类资源的合理开发利用, 以及为蛤蜊岗贝类资源的修复生态工程、渔业资源的养护以及生物多样性保护等重要的生态学问题提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 站位设置

按照《海洋调查规范》^[11]于2011年5月在辽东

收稿日期: 2015-10-21; 修回日期: 2016-01-11

基金项目: 国家自然科学基金委员会-山东省人民政府联合资助海洋科学研究中心项目(U1406403); 海洋公益性行业科研专项经费项目(201305043, 201205031); 国家海洋局近岸海域生态环境重点实验室开放基金项目(201311); 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室开放基金项目(201408)

[Foundation: National Natural Science Foundation of China (NSFC)-Shandong Joint Fund for Marine Science Research Centers, No.U1406403; National Marine Public Welfare Research Project(201305043, 201205031); the Key Laboratory for Ecological Environment in Coastal Areas, SOA, No. 201311; the Key Laboratory for marine ecological environment and disaster prevention and mitigation of Shandong province, No. 201408]

作者简介: 王金叶(1975-), 女, 内蒙古海拉尔市人, 讲师, 硕士, 研究方向为海水化学, E-mail: wangjy519@126.com; 毛玉泽, 通信作者: E-mail: maoyz@ysfri.ac.cn

湾蛤蜊岗潮间带滩涂设置 27 个站位, 蛤蜊岗滩涂总面积约为 1.0×10^4 ha, 采样站位覆盖面积约为 8.7×10^3 ha, 占 87%; 其中, 经向站位间隔 1.0 km, 纬向站位间隔 1.5 km。采样站位用美国 Garmin Trex Venture-GPS72 型手持 GPS 仪进行定位(图 1)。同时选取不同站位的少量底质样品利用激光粒度分析仪(贝克曼 LS13320 SW 型, 美国贝克曼库尔特有限公司)进行粒度测定。测量范围为 0.02~2000 μm , 重复测量误差小于 3%^[12]。据福克/沃德计算公式计算沉积物粒度特征的统计参数, 如沉积物中值粒径、平均粒径、偏态、分选系数等。根据沉积物中主次粒组 $\geq 20\%$ 进行分类命名, 滩涂底质的类型详见文献[13-14]。

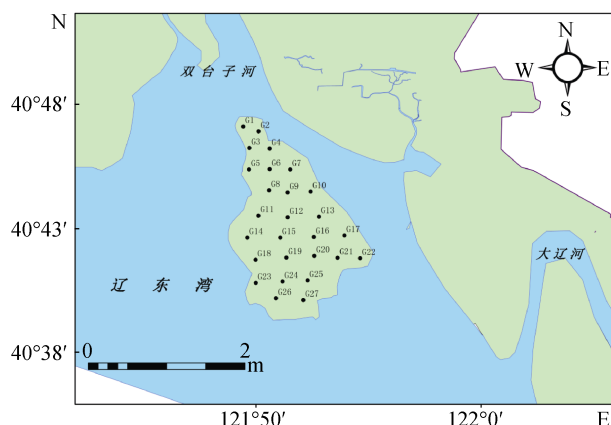


图 1 蛤蜊岗潮间带滩涂采样站位

Fig. 1 Sampling site distribution in Geligang

1.2 样品采集与分析方法

样品采集方法参照《海洋调查规范》^[11], 每个站位取 8 个样方(25 cm×25 cm×20 cm), 用孔径为 0.37 mm, 直径约 40 cm 的分样筛进行筛选, 挑选出贝类个体装入密封袋, 冷藏保存。样品带回实验室进行种类鉴定, 同时用游标卡尺测量文蛤、四角蛤蜊等个体较大贝类的壳长、壳高及壳宽(精度为 0.01 mm); 用电子天平对采集到的贝类样品进行称质量(湿质量, 精度为 0.01 g)。

1.3 数据分析与处理

在统计分析之前, 将鉴定的种类及个体数量分别转化为单位面积的分布密度(个/ m^2)和生物量(g/m^2)。

生物多样性指数分析, 采用以下计算公式^[9]:

$$\text{优势度: } Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

其中, N 为所有种类总个体数, n_i 为第 i 种的个体数, f_i 为该种在所有站位中出现的频率, 当物种优势度

$Y > 0.02$ 时为优势种。

使用 ArcGIS 10.2 软件绘制采样断面图。以作者同期对蛤蜊岗滩涂底质粒度、滩涂沉积物的有机物、有机碳、有机氮含量等环境因子的调查结果^[13-14]为基础, 与本文中文蛤等主要埋栖性贝类的分布密度, 用 SPSS 19.0 软件进行 Pearson 相关分析。

2 结果与讨论

2.1 滩涂贝类的种类组成

调查发现, 蛤蜊岗滩涂调查区域共记录到贝类 2 纲 13 科 16 种(表 1)。统计结果显示, 文蛤、四角蛤蜊、泥螺(*Bullacta exarata*)、托氏瑁螺(*Umbonium thomasi*) 等 4 种贝类数量较多, 出现频率高, 其优势度分别为 0.03、0.13、0.03 和 0.40, 构成了蛤蜊岗滩涂贝类的优势种。另外, 其他常见种尚有光滑河蓝蛤(*Potamocorbula laevis*)、青蛤(*Cyclina sinensis*)等。

表 1 蛤蜊岗潮间带滩涂埋栖性贝类组成
Tab. 1 Benthic shellfish constitution in Geligang

埋栖性贝类种类	
双壳纲 Bivalvia	腹足纲 Gastropoda
蚶科 Arcidae	马蹄螺科 Trochidae
毛蚶 <i>Scapharca kagoshimensis</i>	托氏瑁螺 <i>Umbonium thomasi</i>
蛤蜊科 Mactridae	玉螺科 Naticidae
四角蛤蜊 <i>Maetra veneriformis</i>	扁玉螺 <i>Neverita didyma</i>
樱蛤科 Tellinidae	微黄镰玉螺 <i>Lunatia gilva</i>
红明樱蛤 <i>Moerella rutila</i>	骨螺科 Muricidae
竹蛭科 Solenidae	脉红螺 <i>Rapana venosa</i>
大竹蛭 <i>Solen grandis</i>	织纹螺科 Nassariidae
帘蛤科 Veneridae	纵肋织纹螺 <i>Nassarius variciferus</i>
文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>	笋螺科 Terebridae
青蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	朝鲜笋螺 <i>Terebra koreana</i>
日本镜蛤 <i>Dosinia japonica</i>	阿地螺科 Atyidae
蓝蛤科 Corbulidae	泥螺 <i>Bullacta exarata</i>
光滑河蓝蛤 <i>Potamocorbula laevis</i>	
海笋科 Pholadidae	
大沽全海笋 <i>Barnea davidi</i>	

资料表明, 椒江河口海域潮间带有 13 科 23 种^[9], 黄河口三角洲南部小岛河口潮间带滩涂则有贝类 20 种^[15], 与上述河口贝类资源状况相比, 蛤蜊岗潮间带滩涂贝类呈现出种类数量相对较少, 物种单一性的特点。原因推测可能是蛤蜊岗处于高纬度位置, 在

冬季潮间带滩涂被冰层长期覆盖, 从而造成该河口海域贝类种类相对较少, 这与一些国内外学者研究的底栖生物分布规律相吻合, 即低纬度地区的大型底栖动物群落的生物多样性要比高纬度地区高^[16-18]。

2.2 蛤蜊岗滩涂贝类的栖息密度和生物量的变化状况

由图 2 可知, 蛤蜊岗各站位中滩涂贝类分布密度变化较大, 滩涂贝类在 G2 和 G4 站位分布密度最高, 分别为 680 个/m² 和 664 个/m²; 在 G6、G10、G14

和 G21 站位分布密度也较高, 均超过 300 个/m², 而在 G3、G5、G17、G22 和 G27 站位则分布较低, 均低于 10 个/m²。通过分析发现, 由蛤蜊岗北部往南, 滩涂贝类分布密度呈减小的趋势, 滩涂贝类在蛤蜊岗滩涂四周的分布密度要大于滩涂中间区域。

从图 2 可以看出, 蛤蜊岗滩涂各站位贝类生物量变化也较大。在 G10 站位滩涂贝类的生物量出现剧增, 达到 2704 g/m², G26 站位的生物量也高达 722 g/m², G8 和 G20 站位贝类的生物量也超过 500 g/m², 其他各站位中贝类生物量均较低。

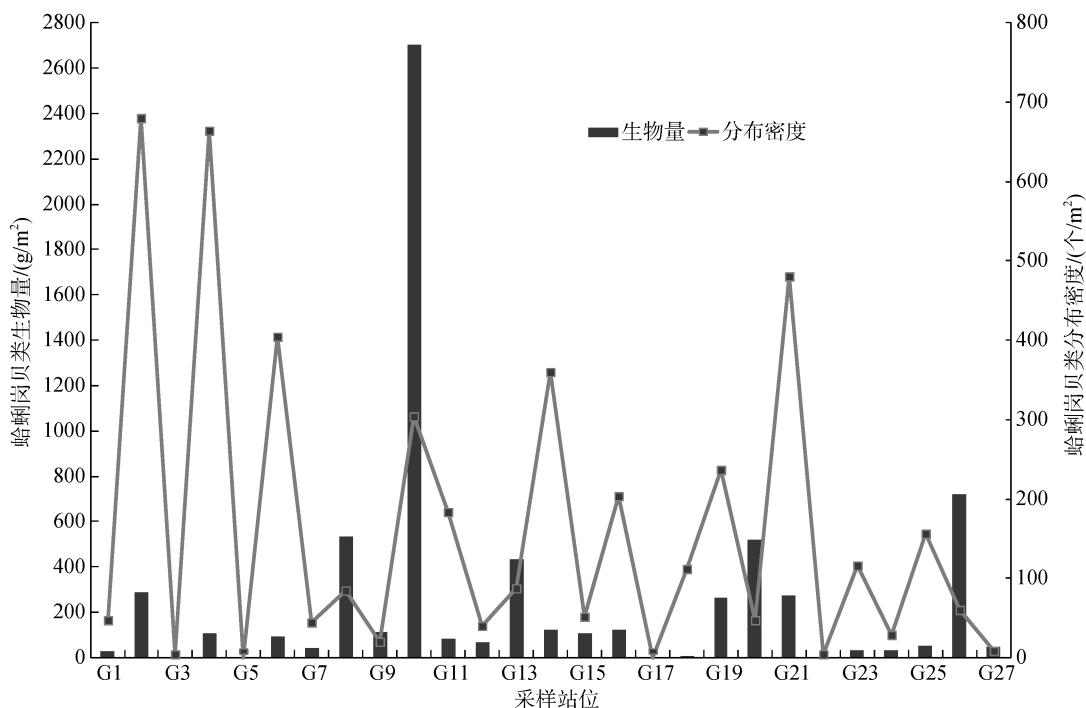


图 2 蛤蜊岗滩涂贝类分布密度和生物量的变化情况

Fig. 2 Spatial variation in shellfish abundance and biomass in Geligang

2.3 蛤蜊岗 4 种优势滩涂贝类分布密度及生物量的变化状况

调查结果显示, 蛤蜊岗滩涂贝类的平均栖息密度为 165 个/m²。就栖息密度来说, 几种常见种的栖息密度由大到小排列依次为托氏瑁螺、四角蛤蜊、文蛤、泥螺, 密度分别为 83 个/m²、48 个/m²、12 个/m² 和 7 个/m², 占总平均密度的百分比分别为 50.5%、29.2%、7.5% 和 4.2%。4 种优势滩涂贝类的平均生物量为 252.46 g/m²。其中, 四角蛤蜊的平均生物量最大, 为 178.51 g/m², 约占 4 种贝类总平均生物量的 71%, 文蛤为 35.39 g/m², 占 14%, 托氏瑁螺为 30.51 g/m², 占 12%, 泥螺的平均生物量最小, 只有 8.05 g/m², 仅占 3%(图 3)。

文蛤属于广温、广盐性滩涂埋栖性贝类, 在中国南北沿海均有分布, 尤以河口滩涂生境丰度较高, 如辽东湾蛤蜊岗是中国北方文蛤资源的主要分布区之一。据有关调查显示, 20 世纪 60 年代和 70 年代初蛤蜊岗文蛤资源现存量分别为 2.2×10^4 t 和 2.7×10^4 t, 年采捕量为 2000~3000 t, 但由于采捕强度过大、繁殖群体锐减、苗种补充不足等原因, 20 世纪 80 年代初降至 5.1×10^3 t^[10]。资料表明^[19], 20 世纪 90 年代后期, 因为引进来自疫区的文蛤苗种导致蛤蜊岗的文蛤爆发“红肉病”疫情, 该病爆发持续长达 10 年之久, 最终导致蛤蜊岗文蛤大批死亡, 文蛤种群濒临灭绝边缘; 同时辽河流域特别是中下游地区经济高速发

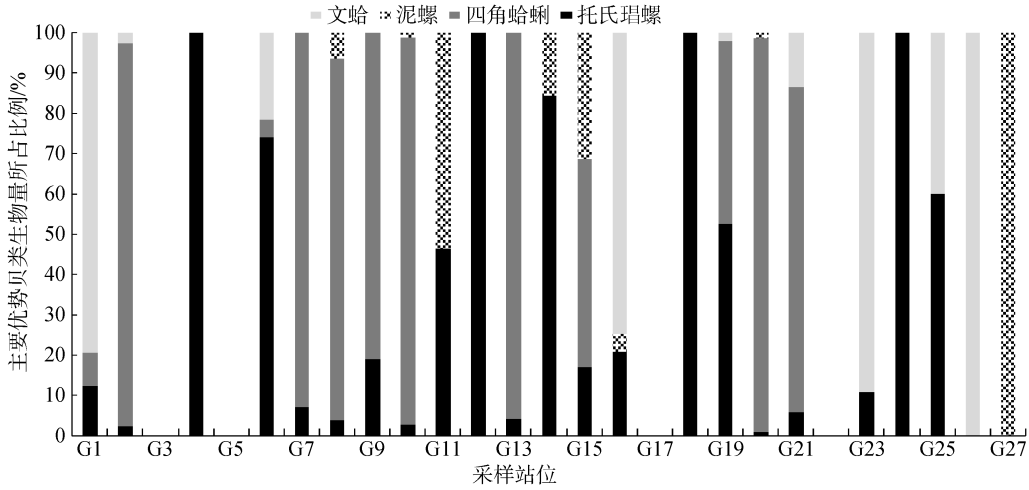
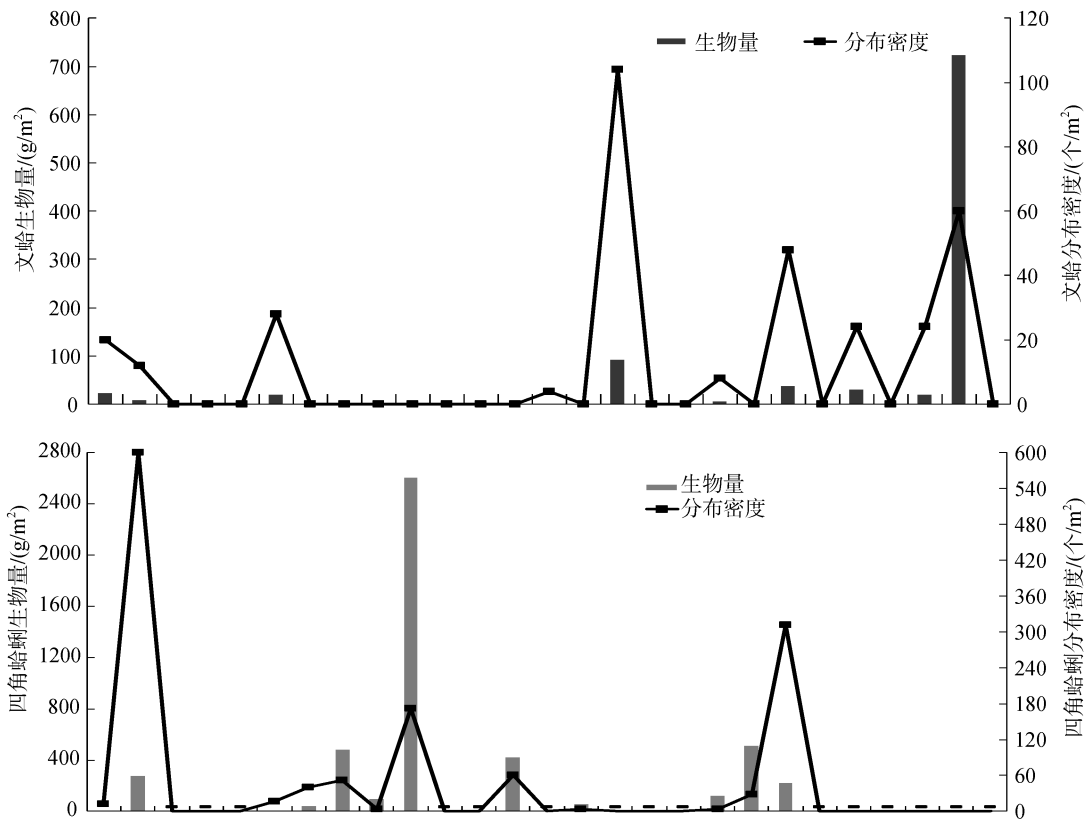


图 3 蛤蜊岗主要滩涂贝类在各站点中所占比例状况
Fig. 3 The proportion of dominant economically important shellfish in Geligang

展, 工业集群化和城镇人口激增导致工业废水和城镇生活污水大量经河流入海, 使文蛤繁殖力下降, 同时抗病力降低, 也是导致病害肆虐的原因之一。另外, 文蛤资源只捕捞不增殖, 采捕量大于自然资源增长量, 造成捕捞过度, 使其失去生态平衡, 导致资源量下降。据统计^[19], 2008年和2009年采捕量仅为240 t和180 t, 已经连续3年没有形成规模产量, 蛤

蜊岗文蛤资源严重衰竭。

本次调查发现, 共有9个调查站点获得文蛤个体, 其中文蛤的分布密度在G16站点达到最高, 为104个/m², 而文蛤的生物量则在靠近蛤蜊岗南部中间位置的G26站点达到最高, 为722.60 g/m²(图4)。随着文蛤资源的衰退, 其他滩涂贝类已经演替为优势种, 例如四角蛤蜊和泥螺的分布面积、丰度和总生



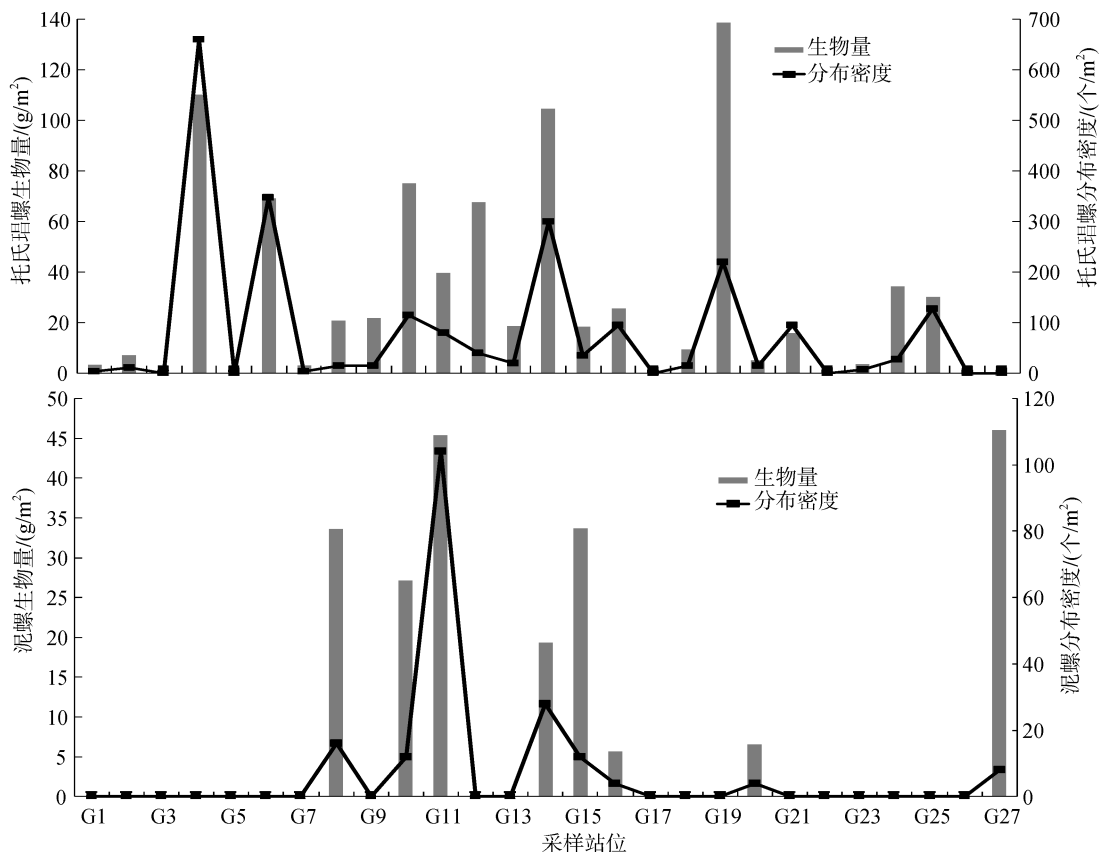


图 4 蛤蜊岗 4 种优势滩涂贝类分布密度和生物量的变化情况
 Fig. 4 Variation in dominant shellfish abundance and biomass in Geligang

物量迅速增加。本研究结果显示, 调查过程中共有 12 个站位获得四角蛤蜊个体, 其在蛤蜊岗滩涂调查区域的分布比较分散, 四角蛤蜊的分布密度在 G2 站位达到最高, 为 600 个/m², 而生物量则在 G10 站位达到最高, 为 2601.56 g/m²。同时调查过程中共有 8 个站位发现有泥螺个体, 且主要集中分布在蛤蜊岗滩涂的中部区域, 其中 G11 站位泥螺的生物量和分布密度均达到最高值, 分别为 45.40 g/m²和 104 个/m²。

上述事实证明, 辽东湾文蛤资源退化严重, 几乎不能形成采捕规模, 亟待修复。因此, 应加大人工苗种的投放力度, 实施文蛤苗种的人工增殖放流。另外应避免在低潮区滩涂区域非法利用吸浆泵或机船拖耙技术采捕大规格文蛤个体, 进而严重影响和破坏了文蛤的栖息环境。因此, 应严格规定捕捞区域、捕捞方式和工具以及捕捞规格, 进一步加强滩涂贝类资源管理, 使蛤蜊岗文蛤资源得到保护和恢复。

托氏瑁螺虽能食用, 但因个体小多作为对虾和食螺鱼类养殖的饵料, 其贝壳是贝雕工艺的材料^[20]。但由于其个体小、市场经济价值低等原因, 当地渔民

和相关部门尚未对托氏瑁螺进行采捕和管理, 造成该贝类资源的浪费, 同时托氏瑁螺也与泥螺等竞争饵料来源。本次调查结果显示, 托氏瑁螺的分布几乎遍布整个蛤蜊岗滩涂, 其分布密度在 G4 站位达到最高值, 为 660 个/m², 其生物量则在 G19 站位达到最高, 为 138.57 g/m²(图 4)。因此, 有必要探索开发利用托氏瑁螺资源。渔民可采用拖网捕捞, 既不影响其它经济贝类的生长, 又能大量捕获托氏瑁螺, 为泥螺等贝类提供更加充足的生存空间和饵料来源。

2.4 4 种优势滩涂贝类与环境因子的相关分析

由表 2 可知, 文蛤等滩涂贝类的分布与蛤蜊岗滩涂底质粒度等环境因子具有一定的显著相关性。文蛤分布与底质粒度呈极显著的负相关关系; 泥螺、四角蛤蜊和托氏瑁螺则与底质粒度相关性不显著。托氏瑁螺分布与底质中有机质含量呈显著的正相关性, 泥螺、文蛤及四角蛤蜊则与底质有机质含量无显著相关性。文蛤等埋栖性贝类的分布与底质中有机碳和有机氮含量均无显著的相关关系。

表 2 蛤蜊岗 4 种优势滩涂贝类与环境因子的相关系数

Tab. 2 Correlation coefficients among dominant shellfish and media grain size and organic matter content of sediment in Geligang

物种名称	底质有机物含量(%)	有机碳含量(%)	有机氮含量(%)	底质粒度(μm)
泥螺 <i>Bullacta exarata</i>	-0.134	0.001	-0.045	0.173
文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>	-0.060	-0.100	-0.113	-0.689**
四角蛤蜊 <i>Macra veneriformis</i>	-0.084	-0.146	-0.121	-0.082
托氏瑁螺 <i>Umbonium thomasi</i>	0.502*	0.005	-0.049	-0.060

注: *表示 $P < 0.05$, 差异显著; **表示 $P < 0.01$, 差异极显著

许多研究结果表明, 河口底栖动物的分布受到海水中有有机质含量、底质等多种环境因素的影响^[3, 5-6, 21-23]。蛤蜊岗中潮带的沉积物主要由粉砂构成, 仅含有少量的黏土, 泥螺主要分布在此区域, 这与其在黄河口潮间带区域的分布特征相一致^[24]。调查发现四角蛤蜊和文蛤则主要分布在中潮带和低潮带区域。其他双壳类也表现出类似的分布特征, 如 *Mysella vitrea* 和 *Tellina deltoidalis* 主要分布在 Berowra 河湾含砂量较高的底质中^[3], *Timoclea scabra* 主要分布在 Zuari 河口的砂质底质区域^[25]。究其原因可能是由于中低潮带的沉积物主要由砂质组成, 其粒度较细小, 较细的沉积物所含的有机质相对丰富, 导致滩涂中低潮带区域更容易支持更多的贝类生物量。

另外, 调查结果显示, 在泥螺分布区泥螺的个体规格与丰度呈负相关关系, 即泥螺丰度越高的站位个体规格越小, 本文推测可能由于泥螺受食物竞争和空间竞争的共同作用造成的, 这一结果与其他学者^[24, 26]的研究结果基本一致。

3 结论

蛤蜊岗潮间带滩涂共有滩涂贝类 2 纲 13 科 16 种, 优势贝类为泥螺、文蛤、四角蛤蜊和托氏瑁螺, 青蛤和光滑河蓝蛤也为常见种。滩涂贝类分布呈现从蛤蜊岗北部向南部逐渐减小的趋势, 且在滩涂四周的分布密度大于滩涂中间区域。蛤蜊岗文蛤等 4 种滩涂贝类的平均栖息密度和平均生物量分别为 165 个/m²、252.46g/m²。

蛤蜊岗滩涂底质粒度、有机物含量等环境因子对文蛤等滩涂贝类的分布产生一定的影响。文蛤分布与底质粒度呈极显著的负相关关系; 托氏瑁螺分布与底质中有机质含量呈显著的正相关性, 而泥螺、四角蛤蜊则与环境因子关系不显著。

从管理角度看, 应制定蛤蜊岗文蛤资源增殖保护对策, 探索对托氏瑁螺、光滑河蓝蛤等低值贝类资源的开发利用。

参考文献:

- [1] Gray J. The ecology of marine sediments-an introduction to the structure and function of benthic communities[M]. New York: Cambridge University Press, 1981: 185.
- [2] Kostecki C, Roussel J M, Desroy N, et al. Trophic ecology of juvenile flatfish in a coastal nursery ground: contributions of intertidal primary production and freshwater particulate organic matter[J]. Marine Ecology Progress Series, 2012, 449: 221-232.
- [3] Macfarlane G R, Booth D J. Estuarine macrobenthic community structure in the Hawkesbury River[C]// Australia: relationships with sediment physicochemical and anthropogenic parameters. Environmental Monitoring and Assessment, 2001, 72(1): 51-78.
- [4] 杨洪燕. 红腹滨鹬(*Calidris canutus*)春季迁徙中停期间对渤海湾北部潮间带的利用[D]. 北京: 北京师范大学, 2012.
Yang Hongyan. Usage of tidal mudflats by red knots (*Calidris canutus*) in northern Bohai bay as a stopover site during spring migration[D]. Beijing: Beijing Normal University, 2012.
- [5] Lu L, Grant J, Barrell J. Macrofaunal spatial patterns in relationship to environmental variables in the Richibucto estuary, New Brunswick, Canada[J]. Estuaries and Coasts, 2008, 31(5): 994-1005.
- [6] Yu O H, Lee H G, Lee J H. Influence of environmental variables on the distribution of macrobenthos in the Han River Estuary, Korea[J]. Ocean Science Journal, 2012, 47(4): 519-528.
- [7] Zhang A G, Yuan X T, Hou W J, et al. Carbon, nitrogen, and phosphorus budgets of the surf clam *Macravaneriformis*(Reeve) based on a field study in the Shuangtaizi Estuary, Bohai Sea of China[J]. Journal of Shellfish Research, 2013, 32(2): 275-284.
- [8] 张安国, 袁秀堂, 侯文久, 等. 文蛤的生物沉积和呼吸排泄过程及其在双台子河口水层——底栖系统中的耦合作用[J]. 生态学报, 2014, 34(22): 6573-6582.
Zhang Anguo, Yuan Xiutang, Hou Wenjiu. Influence of biodeposition, respiration, and excretion of the buried clam *Meretrix meretrix* on the pelagic-benthic coupling in Shuangtaizi Estuary[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(22): 6573-6582.
- [9] 赵永强, 曾江宁, 陈全震, 等. 椒江河口滩涂贝类时

- 空分布与环境因子的关系[J]. 应用与环境生物学报, 2009, 15(6): 808-813.
- Zhao Yongqiang, Zeng Jiangning, Chen quanzhen, et al. Relationship of environmental factors with temporal and spatial distribution of macrobenthic mollusks at a tide flat of Jiaojiang river estuary[J]. Chin J Appl Environ Biol, 2009, 15(6): 808-813.
- [10] 陈远, 姜靖宇, 李石磊, 等. 盘锦蛤蜊岗、小河滩涂文蛤及其相关资源调查报告[J]. 河北渔业, 2012, 1: 46-49.
- Chen Yuan, Jiang Jingyu, Li Shilei, et al. The Biological Resources Survey of mudflat clams and other major creatures in Panjin Geligang and Xiao He[J]. Hebei Fisheries, 2012, 1: 46-49.
- [11] 中国国家标准化管理委员会. 海洋调查规范第6部分(GB/T12763.6-2007): 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- Standardization Administration of the people's Republic of China. Part 6 of the oceanographic survey (GB/T12763.6-2007): Marine biological survey[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007.
- [12] Gan H Y, Lin J Q, Liang K, et al. Selected trace metals (As, Cd and Hg) distribution and contamination in the coastal wetland sediment of the northern Beibu Gulf, South China Se[J]. Marine Pollution Bulletin, 2013, 66: 252-258.
- [13] Yuan X T, Yang X L, Na G S, et al. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in surface sediments from the sand flats of Shuangtaizi Estuary, China: levels, distribution, and possible sources[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2015, 22: 14337-14348.
- [14] Yang X L, Yuan X T, Zhang A G, et al. Spatial distribution and sources of heavy metals and petroleum hydrocarbon in the sand flats of Shuangtaizi Estuary, Bohai Sea of China[J]. Marine Pollution Bulletin, 2015, 95(1): 503-512.
- [15] 冷宇, 刘一霆, 刘霜, 等. 黄河三角洲南部潮间带大型底栖动物群落结构及多样性[J]. 生态学杂志, 2013, 32(11): 3054-3062.
- Leng Yu, Liu Yiting, Liu Shuang, et al. Community structure and diversity of macrobenthos in southern intertidal zone of Yellow River Delta, China[J]. Chinese Journal of Ecology, 2013, 32(11): 3054-3062.
- [16] Liu L S, Meng W, Li X Z, et al. Studies on macrobenthos in the northern waters of Liaodong Bay: biodiversity and community structure[J]. Research of Environmental Sciences, 2009, 22(2): 155-161.
- [17] Roy K, Jablonski D, Valentine J W, et al. Marine latitudinal diversity gradients: tests of causal hypotheses[J]. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 1998, 95(7): 3699-3702.
- [18] Attrill J, Stafford R, Rowden A A. Latitudinal diversity patterns in estuarine tidal flats: indications of a global cline[J]. Ecography, 2001, 24(3): 318-324.
- [19] 王辉. 生态资源调查, 救救辽东湾亚健康现状[W/OL]. 北京: 中国生态修复网, 2011: 11-15[2011-07-02]. http://www.er-china.com/PowerLeader/html/2011/07/2011_07_27152330.shtml.
- Wang Hui. The investigation of ecological resource to improve the sub-health status of Liaodong Bay. The web of ecological repair in China, 2011: 11-15 [2011-07-02] <http://www.er-china.com/PowerLeader/html/2011/07/20110727152330.shtml>.
- [20] 赵云龙, 赵文, 闫喜武, 等. 渤海辽东湾高家滩沿海滩涂贝类资源调查[J]. 大连海洋大学学报, 2011, 26(5): 471-474.
- Zhao Yunlong, Zhao Wen, Yan Xiwu, et al. Coastal shellfish resources survey of Gaojia Beach in Liaodong Bay, Bohai Sea[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2011, 26(5): 471-474.
- [21] Sousa R, Dias S, Antunes J C. Spatial subtidal macrobenthic distribution in relation to abiotic conditions in the Lima estuary, NW of Portugal[J]. Hydrobiologia, 2006, 559(1): 135-148.
- [22] Flemer D A, Ruth b F, Bundrick C M. Effects of sediment type on macrobenthic infaunal colonization of laboratory microcosms[J]. Hydrobiologia, 2002, 485(1-3): 83-96.
- [23] Jennifer G, Megan n D, Amanda N, et al. Invertebrate community responses to recreational clam digging[J]. Marine Biology, 2006, 149(6): 1489-1497.
- [24] 吴文广, 冷宇, 张继红, 等. 黄河口泥螺种群夏季分布特征及其与底质环境的关系[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(3): 38-45.
- Wu Wenleng, Leng Yu, Zhang Jihong, et al. Preliminary study on distribution characteristics and living environment of *Bullacta exarata* population in Yellow River Estuary, China[J]. Progress in Fishery Sciences, 2013, 34(3): 38-45.
- [25] Sivadas S, Ingole B, Nanajkar M. Temporal variability of macrofauna from a disturbed habitat in Zuari estuary, west coast of India[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2011, 173(1-4): 65-78.
- [26] 王一农, 尤仲杰, 於宏, 等. 养殖泥螺生态习性研究[J]. 宁波大学学报(理工版), 2003, 16(3): 240-244.
- Wang Yinong, You Zhongjie, Yu hong, et al. Study on Ecological Habit of Mud Slug, *Bullacta exarata*[J]. Journal of Ningbo University (Natural Science & Engineering Edition), 2003, 16(3): 240-244.

Spatial distribution of buried molluscs and their relationship with sediment factors in Geligang

WANG Jin-ye¹, ZHANG An-guo², LI Xiao-dong³, MAO Yu-ze^{4, 5}

(1. Marine Science and Engineering College, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 2. College of Fisheries and Life Science, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China; 3. Panjin Guanghe Fisheries Co. Ltd., Panjin 124000, China; 4. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 5. Laboratory for Marine Ecology and Environmental Science, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266071, China)

Received: Oct. 21, 2015

Key words: Geligang; intertidal flat; mollusc; environmental factor

Abstract: The mollusc community of the Geligang intertidal zone in Liaodong Bay was investigated in the spring of 2013 to identify the components, abundance, and biomass of mollusc species. A total of 16 mollusc species were identified; *Bullacta exarata*, *Meretrix meretrix*, *Mactra veneriformis*, and *Umbonium thomasi* were the dominant species and *Cyclina sinensis* and *Potamocorbula laevis* were common species in the Geligang intertidal flat. *U. thomasi* and *M. veneriformis* showed the highest density distribution (83 ind/m²) and biomass (178.51 g/m²), respectively. The density distribution of molluscs gradually decreased from the northern part of the intertidal flat to the southern zones, and it was higher in the round intertidal zone than in the central zone of the Geligang flat. Based on the number of species and environmental factors according to Person correlation analysis, the median grain size and organic matter of the sediment had a great effect on the distribution of *M. meretrix* and *U. thomasi*. Our results showed that the Geligang intertidal flat is an important shellfish fishery, and the high abundance and biomass of *U. thomasi* can be exploited for future uses. In addition, measures should be taken to protect and restore the population of the clam *M. meretrix*.

(本文编辑: 梁德海)