

福建古雷半岛周边海域春季大型底栖生物多样性现状*

林俊辉 王建军^① 林和山 何雪宝 黄雅琴 李荣冠 郑凤武 郑成兴

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门 361005)

摘要 根据2011年4-5月期间对福建古雷半岛周边海域27个站位所做的生态调查,分析了该海域大型底栖生物多样性现状以及密度、生物量分布特征。结果显示,古雷半岛周边海域大型底栖生物种类丰富,共采获145种,其中多毛类69种,软体动物28种,甲壳动物29种,三者是海区种类组成的优势类群,但种类的出现率和优势度普遍不高。海区平均密度和生物量分别是 (111 ± 200) ind/m²和 (14.79 ± 22.03) g/m²,站位间高低值相差较大。Shannon-Wiener多样性指数 H' 和Margalef物种丰富度 d 均值都不高,为2.064和2.847,源于半数以上站位的种类数不到10种。在所划分的3个地理区域,东山湾内的种类多样性水平和密度都要比东山湾口和东侧海域来得高。与福建其他港湾相比,古雷周边海域底栖生物多样性相对丰富,但密度和生物量不高。底栖生物这些多样性特点可能与底质分布特征有关。与东山湾的历史调查数据相比,该湾的优势种类组成变化明显。

关键词 古雷半岛; 春季; 大型底栖生物; 多样性; 福建

中图分类号 S932 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)02-0023-07

古雷半岛位于福建省漳浦县,半岛呈狭长状,东临风高浪急的浮头湾,沙滩资源丰富,是度假旅游好去处,西靠东山湾,滩涂广阔,当地百姓在此发展滩涂养殖业。2006年古雷半岛被确定为国家级开发区,目标是发展成为海西临港重化产业基地,随着PX(对二甲苯)和PTA(对苯二甲酸)石化项目的落地投建,其施工过程产生的污水和废渣,以及未来石化基地的生产运营都有可能对沿岸海洋生态环境产生影响。

我国沿海地区的开发活动具有强度大、频率高的特点,对海洋生物群落的研究有助于了解近岸海域动态(Pires-Vanin, 2013),其中海洋底栖生物长期以来就作为监测近岸污染的生物指标(Gesteira, 2003; Barros, 2012; 齐磊磊等, 2013),同时它也是环境影响评价研究的一项重要基线资料(Shin, 2004)。没有现状资料,环境影响评价只能基于非常老的数据,甚至处于无数

据可用状态。目前古雷半岛周边海域仅东山湾一侧有报道过底栖生物生态(何明海, 1990; 李荣冠, 1993; 吕小梅, 1993; 张雅芝, 1997; 中国海湾志编纂委员会, 1993),东侧浮头湾的底栖生物研究几乎是个空白。本研究的目的在于分析古雷半岛周边海域的大型底栖生物多样性现状,了解其种类组成和数量分布,以为沿岸工业区海洋生态影响评价和海洋管理提供必要的支撑。

1 材料与方法

1.1 站位布设与取样

海区调查站位如图1所示,共设27个定量取样站,半岛东侧有12个站位(W开头),西侧东山湾15个站位(N开头)。为方便比较,以图中虚线为界,大

* 国家自然科学基金(41306115)、国家海洋局海洋生态环境科学与工程重点实验室(MESE-2014-02)、国家海洋局第三海洋研究所基本科研业务费专项资金(海三科 2011034 和 2013006)共同资助。林俊辉, E-mail: jhlin109@126.com

^① 通讯作者: 王建军, 副研究员, E-mail: wjj5358@sina.com

收稿日期: 2014-12-27, 收修改稿日期: 2015-01-22

致将东山湾分为湾口和湾内两部分，湾口包括了塔屿周边 5 个站位，外加 N14 站，它们彼此底质类似。样品于 2011 年 4-5 月期间采集，海上取样用 0.05 m² 的抓斗式采泥器，每站重复取样 4 次(以成功为准)，合为一个样品。泥样经淘洗，用网孔 0.5 mm 套筛分选标本。所获样品用 7%福尔马林固定后带回实验室，室内进行种类鉴定、个体计数和湿重测定，具体操作均按《海洋调查规范》(GB12763.6-2007)进行。

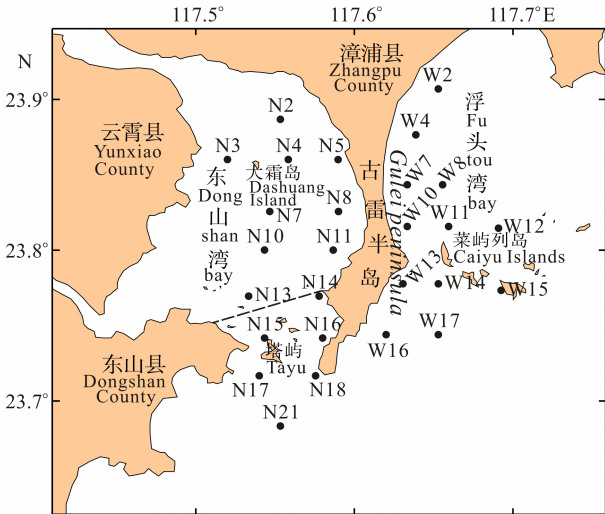


图 1 研究海域调查站位

Fig.1 Map of sampling stations in the study area

1.2 数据处理

大型底栖生物优势度指数参照 $Y = P_i \times f_i$ ，式中， P_i 为第 i 种的个体数占全部物种个体数的比例， f_i 为第 i 种在各站的出现率。

底栖生物多样性指标采用以下 3 个测度：

Margalef 物种丰富度指数 $d = (S-1) / \log_2 N$ (1)

Shannon-Wiener 多样性指数 $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$ (2)

Pielou 均匀度指数 $J' = H' / \log_2 S$ (3)

式中， S 为样品中的种类总数， N 为总个体数， P_i 为第 i 种的个体数与总个体数的比值。

2 结果

2.1 种类组成及优势种

古雷半岛周边海域春季生态调查共采获大型底栖生物种类 145 种，隶属于 12 门 87 科，按生物从低等到高等，依次是大型藻类 3 种、腔肠动物 2 种、纽形动物 1 种、多毛类动物 69 种、星虫动物 2 种、软体动物 28 种、甲壳动物 29 种、苔藓动物 3 种、棘皮动物 6 种、尾索动物 1 种、脊索动物 1 种。多毛类、软体动物和甲壳动物是春季古雷半岛海域大型底栖生物组成的优势类群，合计占总种数的 86.9%(表 1)。

调查海域底栖生物种类虽然较为丰富，但种类的出现率普遍不高，平均栖息密度低，优势度指数值不大，同时，不同区块优势度靠前的种类存在较大差异，见表 2。出现站位达到 6 个(22.2%)的底栖生物仅 6 种，均是多毛类动物，分别为丝鳃稚齿虫(*Prionospio malmgreni*)、似蛭虫(*Amaeana trilobata*)、长吻吻沙蚕(*Glycera chirori*)、拟特须虫(*Paralacydonia paradoxa*)、叶须内卷齿蚕(*Aglaophamus lobatus*)和独毛虫(*Tharyx* sp.)。平均密度 > 3 ind/m² 的种类是凸壳肌蛤(*Musculista senhausia*)、珠带拟蟹守螺(*Cerithidea cingulata*)、似蛭虫和丝鳃稚齿虫等种类。优势度指数 $Y > 0.01$ 仅 3 种，它们分别是丝鳃稚齿虫、似蛭虫和凸壳肌蛤。凸壳肌蛤仅在东山湾东北侧近岸的 N5 站出现，是局部海域的优势种。此外，个别站位如 N14 站和 W15 发现有国家二级保护动物白氏文昌鱼(*Branchiostoma belcheri*)栖息，但密度低。

2.2 密度和生物量

古雷半岛周边海域春季大型底栖生物的平均栖息密度是(111±200) ind/m²，标准偏差为 200 ind/m²，

表 1 春季大型底栖生物种类、密度和生物量组成
Tab.1 Composition of macrobenthic species, density and biomass in spring

类群 Taxa	种类数 Species number	比例 Percentage (%)	密度 Density (ind/m ²)	比例 Percentage (%)	生物量 Biomass (g/m ²)	比例 Percentage (%)
大型藻类	3	2.1	—	—	0.04±0.15	0.3
多毛类	69	47.6	47±40	42.5	1.38±1.29	9.3
软体动物	28	19.3	48±196	43.5	6.28±16.97	42.5
甲壳动物	29	20.0	12±19	10.5	0.72±1.84	4.8
棘皮动物	6	4.1	2±4	2.0	3.23±14.48	21.8
其他动物	10	6.9	2±4	1.5	3.14±9.58	21.3
合计	145	100	111±200	100	14.79±22.03	100

—表示该处无数据

表 2 春季大型底栖生物种类的平均密度、出现率和优势度指数
Tab.2 Macrobenthic mean density, occurrence frequency and dominance index in spring

种类 Species	平均密度 Mean density (ind/m ²)	出现率 Occurrence frequency	优势度 Dominance index Y (%)			
			东侧海域	东山湾口	东山湾内	全海域
似蛭虫 <i>Amaeana trilobata</i>	3.7	0.37	0.36	0.01	1.59	1.22
丝鳃稚齿虫 <i>Prionospio malmgreni</i>	3.5	0.37	0.18	0.40	0.64	1.16
凸壳肌蛤 <i>Musculista senhousia</i>	31.7	0.04	—	—	2.43	1.04
长吻吻沙蚕 <i>Glycera chirori</i>	1.9	0.30	0.95	0.21	0.01	0.49
拟特须虫 <i>Paralacydonia paradoxa</i>	1.9	0.30	0.54	0.21	0.06	0.49
珠带拟蟹守螺 <i>Cerithidea cingulata</i>	6.9	0.07	—	—	1.05	0.45
短叶索沙蚕 <i>Lumbrineris latreilli</i>	2.8	0.15	—	0.04	0.51	0.36
独毛虫 <i>Tharyx</i> sp.	1.7	0.22	0.89	—	0.17	0.33
叶须内卷齿蚕 <i>Aglaophamus lobatus</i>	1.3	0.22	0.24	0.01	0.17	0.26
卷吻沙蚕 <i>Nephtys</i> sp.	1.5	0.19	0.06	—	0.40	0.24
后指虫 <i>Laonice cirrata</i>	1.7	0.15	0.24	0.20	—	0.22
持真节虫 <i>Euclymene annandalei</i>	2.2	0.11	—	—	0.51	0.22
背毛背蚓虫 <i>Notomastus aberans</i>	1.1	0.15	0.89	—	0.01	0.15

—表示该处无数据

表明站位之间的密度很不均匀。多毛类和软体动物是海区栖息密度组成的优势类群,二者合占总密度的 86.1%, 各类群平均密度见表 1。调查站位密度介于 15 ind/m² 和 1075 ind/m², 74.1%的站位密度不到 100 ind/m²。从图 2 看, 密度高值区主要位于半岛西侧近岸海域, 最高值出现在东山湾东北部近岸水域的 N5 站, 起主导作用的是凸壳肌蛤(855 ind/m²)和珠带拟蟹守螺(170 ind/m²), 低值区主要集中于湾顶大霜岛周边、半岛东侧远岸站位以及东南侧海域。

大型底栖生物的平均生物量为(14.79±22.03) g/m², 其中软体动物为(6.28±16.97) g/m², 占总生物量的 42.5%。从各个类群所占比例看, 软体动物、棘

皮动物和其他动物是底栖生物生物量组成的重要类群, 三者合占比例为 85.6%, 见表 1。调查海区各站位的生物量范围是 0.10–78.50 g/m², 多达 17 个站位的生物量不到 10.0 g/m²。从图 2 看, 生物量高值区主要位于东山湾顶大霜岛附近海域以及湾口塔屿西侧近岸水域, 生物量最高为 78.50 g/m², 和栖息密度一样位于 N5 站, 生物量低值区位于半岛东侧水域和南端古雷头海域, 最低值出现在 N21 站, 仅 0.1 g/m², 该站位于古雷半岛南端、东山湾口外海域。

2.3 物种多样性

海区所有取样站位大型底栖生物种类数和多样

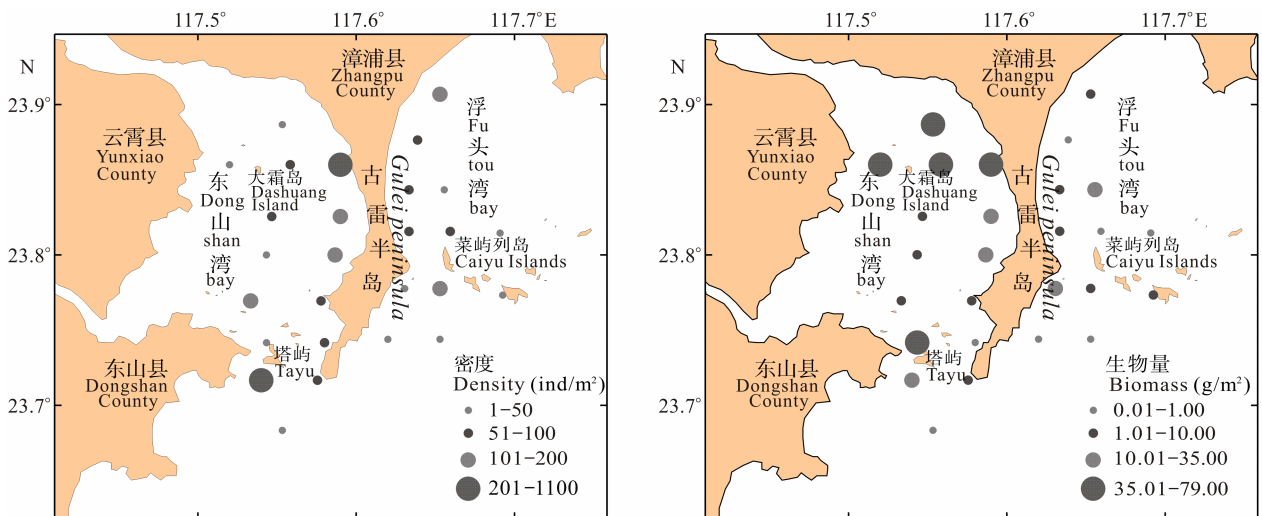


图 2 大型底栖生物密度(左图)和生物量(右图)的平面分布
Fig.2 Spatial distribution of macrobenthic density (left) and biomass (right)

性指数值平面分布如图3所示。

大型底栖生物平均每站约10种,各站的种数在2种和23种之间,大多数站位种数不到10种,见图3a。种类数较多的站位主要分布在东山湾中部至湾口塔屿之间的海域,位于东山湾中南部海域的N13站种类数最多,为23种,湾顶大霜岛周边站位和半岛东侧远岸及南端古雷头海域的站位其种类数相对较少。

大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数 H' 平均值为 2.847, 东山湾内的站位 H' 值多数在 3.0 以上, 半岛东侧海域 H' 值则大多低于 3.0。最高值位于 N13 站, 为 4.313, 种类数 23 种; 最低值位于 N21 站, 为 0.918, 该站种类数仅 2 种, 见图 3b。

Margalef 物种丰富度指数 d 平均值为 2.064, 由于站位种类数普遍不多, 多达 17 个站位的 d 值不到

2.0, 高过 3.0 的站位一般位于半岛西侧海域。和物种多样性指数 H' 值一样, 最高值出现在 N13 站, 为 4.335, 最小值位于 N21 站(0.369), 见图 3c。

Pielou 均匀度指数 J' 平均值为 0.927, 绝大多数站位(23 个站位)的均匀度指数值在 0.9 以上。最高值出现在东侧海域的 W13 和 W16 站, 为 1.0, 最低值位于 N5 站, 为 0.351, 因为 N5 站凸壳肌蛤和珠带拟蟹守螺数量占优势, 见图 3d。

2.4 区块比较

本研究根据地理位置将调查海域分成半岛东侧海域、东山湾口和东山湾内 3 个区块, 表 3 是各个区块大型底栖生物多样性和数量的比较。3 个区块以东山湾内种类多样性最高, 共出现 75 种, 平均每站 13

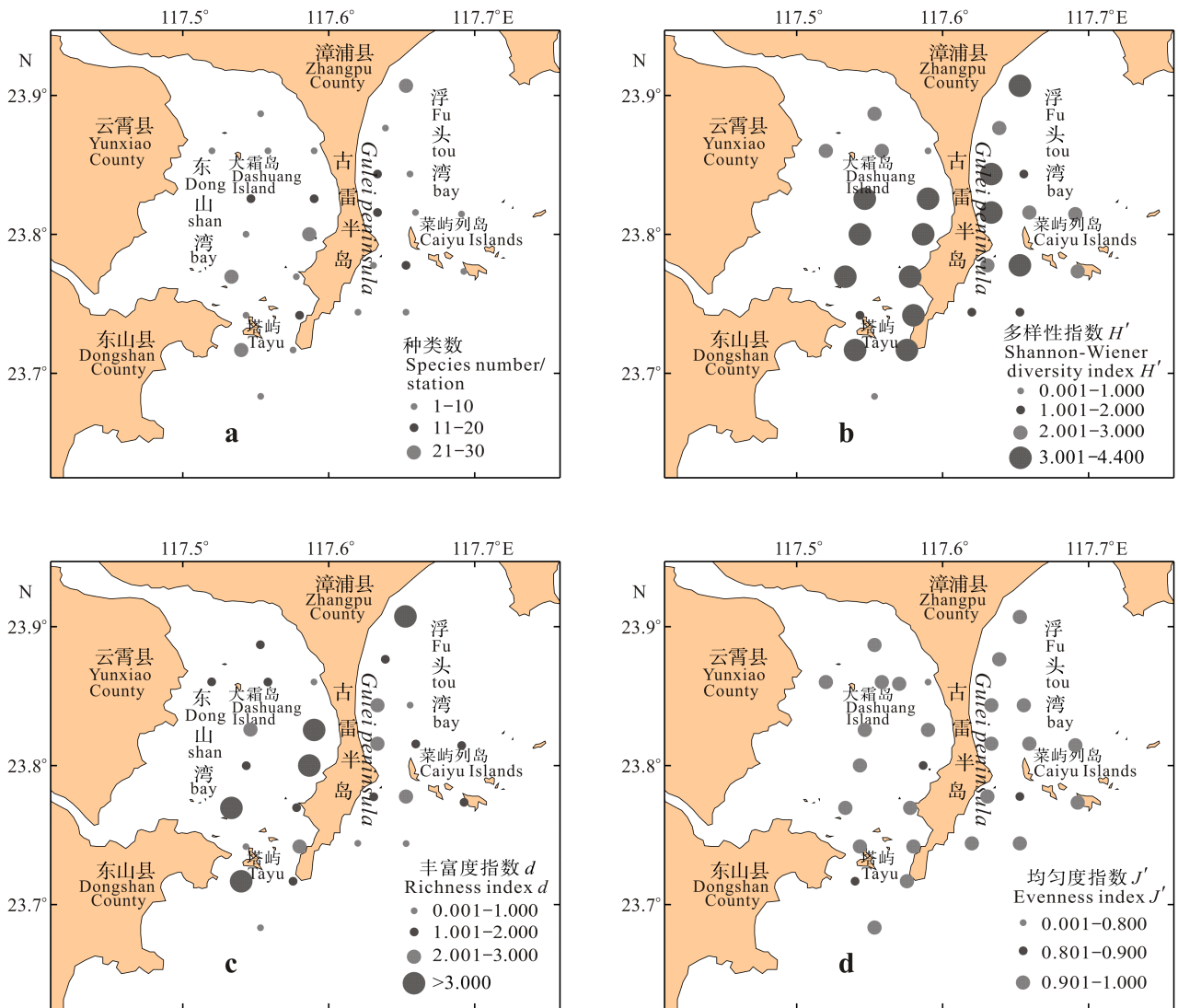


图3 大型底栖生物种类数(a)、Shannon-Wiener 多样性指数 H' (b)、Margalef 物种丰富度指数 d (c) 和 Pielou 均匀度指数 J' (d) 的平面分布

Fig.3 Spatial distribution of macrobenthic species number (a), Shannon-Wiener diversity index H' (b), Margalef's species richness index d (c) and Pielou's evenness index J' (d)

表 3 不同区块大型底栖生物比较
Tab.3 Comparison of macrobenthos in three different areas

海域 Study sea	站位 Station	种类数 Species number	密度 Density (ind/m ²)	生物量 Biomass (g/m ²)	<i>H'</i>	<i>d</i>	<i>J'</i>	底质类型 Type of substrate
半岛东侧	12	9 种/站 (3-21)	56 (15-130)	4.95 (0.45-16.35)	2.708 (1.500-4.287)	1.832 (0.668-4.109)	0.954 (0.881-1.0)	中细沙为主, 部分 站位为泥沙
东山湾口	6	10 种/站 (2-21)	76 (15-220)	15.74 (0.10-76.25)	2.708 (0.918-3.777)	1.912 (0.369-3.708)	0.941 (0.860-0.978)	沙底, 部分站位伴 有砾石、贝壳
东山湾内	9	13 种/站 (6-23)	208 (35-1075)	27.29 (5.20-78.50)	3.125 (0.985-4.313)	2.474 (0.860-4.335)	0.880 (0.351-0.977)	泥沙, 部分站位伴 有贝壳

种, 多样性指数 H' 均值 3.125, 物种丰富度指数 d 均值 2.474; 东山湾口和东侧海域的多样性指数 H' 和物种丰富度指数 d 均值接近, 前者共有 46 种, 平均每站 10 种, 后者共记录 75 种, 平均每站 9 种。3 个区块的底栖生物种类组成都以多毛类、软体动物和甲壳动物 3 个类群为主。栖息密度和生物量均值大小均以东山湾内 > 东山湾口 > 半岛东侧海域, 东山湾内和东侧海域的密度组成以多毛类和软体动物为主, 前者生物量组成以软体动物和其它动物为主, 后者生物量组成相对分散; 而东山湾口密度组成以多毛类和甲壳动物为主, 生物量以棘皮动物为主。

3 讨论

3.1 种类组成和多样性

古雷半岛周边海域大型底栖生物种类丰富, 春季共采获 145 种, 多毛类居首位有 69 种, 软体动物 28 种, 甲壳动物 29 种, 其他类别种类较少, 优势度指数值靠前的有丝鳃稚齿虫、似蛭虫、长吻吻沙蚕等多毛类种类。另外, 各个取样站的种类数普遍不高, 平均每站约 10 种。反映出来的结果是站位之间的种类组成相似性低, 各个种类的出现率普遍不高, 优势度较低。这种情况可能与环境特点有关, 古雷海域底质多样化, 有泥沙、细沙和砾石等类型, 多样化的底质适宜不同生活方式的生物栖息, 也因此造就丰富的底栖生物种类。但是, 细沙或砾石底质的站位水动力强, 海水冲刷明显, 有机质难以滞留, 不适宜底栖生物大量栖息, 故单一站位的种类数较少。可见, 在古雷海区, 丰富的底栖生物多样性与单个站位贫乏的种类数同时并存。单个站位的种类数偏少也表现为多样性指数均值不高, 例如 Shannon-Wiener 多样性指数 H' 均值为 2.847, Margalef 物种丰富度指数 d 均值为 2.064。

3.2 不同区块的比较

大型底栖生物的种类多样性水平和数量的分布

都以东山湾内较高, 而东山湾口和古雷半岛东侧海域的站位种类数、Shannon-Wiener 多样性指数 H' 、Margalef 物种丰富度指数 d 以及密度等参数的平均值较为接近。这可能与各个区块的底质构成特点相关, 东山湾内水域开阔, 水流速度相对较缓, 加上漳江带来泥沙, 故底质类型主要是泥沙; 而古雷半岛东侧海域和东山湾口的沉积环境接近, 这两个区块水动力强, 沉积物主要以沙底和砾石为主。Gray(1981)认为泥沙混合型底质的底栖生物数量要高于沙质底, 后者不适合支撑大的底栖生物数量, 本文调查的结果与此一致。此外, 东山湾东侧近岸水域有养殖活动, 海区营养物质相对丰富, 更有利于底栖生物获取充足的食物, 该处底栖生物的密度和生物量都比较高, 拉升了东山湾内的底栖生物数量水平。除多样性和数量水平有差异外, 尽管 3 个区块的底栖生物组成都以多毛类、软体动物和甲壳动物为主, 但优势度指数靠前的种类存在明显差异。

3.3 与其他港湾对比

2006 年春季福建海湾生态环境调查中, 13 个主要港湾(表 4)底栖生物的种类数介于 31 种(闽江口)和 147 种(福清湾)之间, 海区平均密度在 44 ind/m² 与 1252 ind/m² 之间, 生物量则位于 1.73 g/m² 至 298.20 g/m²。本次调查古雷海域底栖生物种类丰富, 平均密度 (111±200) ind/m², 平均生物量为 (14.79±22.03) g/m², 由于底质关系, 密度和生物量的高低值相差较大。将古雷海域按东山湾和半岛东侧海域分别与福建港湾相比, 其中本调查东山湾的种类丰富度高于 2006 年的沙埕港、三沙湾、罗源湾、闽江口、深沪湾、旧镇湾和东山湾, 但海区平均密度和生物量处于中等偏下水平; 古雷东侧海域种类丰富度处中等水平, 但海区平均密度和生物量低于多数港湾。这些表明调查海域各个海区的底栖生物多样性相对丰富, 但生物数量总体偏低。

表4 福建主要港湾的底栖生物种类数、密度和生物量(陈尚, 2008)

Tab.4 Macrobenthic species number, density and biomass in most bays of Fujian (from Chen Shan, 2008)

海域 Study sea	日期(年-月) Date (Y-M)	站位数 Station	种类数 Species number	密度 Density(ind/m ²)	生物量 Biomass(g/m ²)
沙埕港	2006-04	19	63	243	298.20
三沙湾	2006-04	19	87	183.3	17.30
罗源湾	2006-04	13	51	113	5.31
闽江口	2006-04	10	31	76.8	32.64
福清湾	2006-04	13	147	1252	111.85
兴化湾	2006-05	12	120	515	29.27
湄洲湾	2006-05	13	130	390	3.28
深沪湾	2006-04	11	39	217.9	1.73
旧镇湾	2006-05	9	35(春、秋)	44.3	4.59
东山湾	2006-05	8	52(春、秋)	50	12.00
诏安湾	2006-04	11	137	271	40.67
东山湾(本研究)	2011-04, 2011-05	15	104	155	22.67
东侧海域(本研究)	2011-04, 2011-05	12	75	56	4.95

3.4 东山湾底栖生物的历史变化

古雷半岛东侧海域过去研究是个空白, 东山湾则已开展过一系列海洋综合性调查, 本节主要探讨东山湾底栖生物的历史变化。中国海湾志(中国海湾志编纂委员会, 1993)的研究资料表明, 20世纪80年代东山湾中东部分布着粗棘阳遂足(*Amphiura pachyactrus*)-光滑倍棘蛇尾(*Amphioplus laevis*)-特矾蚕(*Euniphysa aculeata*)群落, 底栖生物全年平均密度和生物量分别为 208 ind/m² 和 208.81 g/m²; 湾口群落为光辉倍棘蛇尾(*Amphioplus lucicus*)-小卷海齿花(*Comantheria parvicirra*)-不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)群落, 年平均密度和生物量为 165 ind/m² 和 55.10 g/m², 该湾的总生物量组成以软体动物和棘皮动物为主。对比本次调查结果, 近20年来东山湾内和湾口两个区块的底栖生物总生物量下降明显, 这主要与海区优势种类组成的变化有关。原先对总生物量起主要贡献的软体动物和棘皮动物种类, 它们的密度如今已大幅减少, 如过去数量大且分布广的腹足类优势种棒锥螺、浅缝骨螺和假奈拟塔螺(李荣冠等, 1993), 本次调查在东山湾未发现棒锥螺和浅缝骨螺栖息, 而假奈拟塔螺数量也已变得稀少。湾口过去棘皮动物种类多达42种, 如今仅记录6种, 且出现率都很低。由此可见, 近20年来, 东山湾底栖生物生态发生明显的改变, 不少原有的软体动物和棘皮动物常见种类密度明显降低甚至消失, 原有的群落特征种优势地位不再, 目前海区优势种类组成主要是小个体多毛类, 这导致海区总生物量的下降。东山湾重要经济种类波纹巴非蛤(*Paphia undulata*)仅在大霜岛N4站出现过, 该种过去

集中分布于湾内西部海域, 超出了本调查的取样范围, 其分布现状不清楚。

参 考 文 献

- 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志第八分册: 福建南部海湾. 北京: 海洋出版社, 1993, 510
- 吕小梅. 东山湾棘皮动物生态学研究初报. 热带海洋, 1993, 12(1): 84-88
- 李荣冠, 江锦祥. 东山湾潮下带前鳃类软体动物的生态. 台湾海峡, 1993, 12(2): 171-179
- 齐磊磊, 王其翔, 官曙光, 等. 日照近海大型底栖动物群落结构. 渔业科学进展, 2013, 34(1): 97-102
- 陈尚, 李涛, 刘键, 等. 福建省港湾围填海规划生态影响评价. 北京: 科学出版社, 2008, 328
- 何明海. 东山湾潮下带多毛类的分布. 台湾海峡, 1990, 9(3): 206-211
- 张雅芝, 胡家财, 钟幼平, 等. 东山湾底栖生物生态研究. 台湾海峡, 1997, 16(4): 441-448
- Barros F, de Carvalho GC, Costa Y, et al. Subtidal benthic macrofaunal assemblages in tropical estuaries: Generality amongst highly variable gradients. Marine Environmental Research, 2012, 81: 43-52
- Gesteira JLG, Dauvin JC, Fraga MS. Taxonomic level for assessing oil spill effects on soft-bottom sublittoral benthic communities. Marine Pollution Bulletin, 2003, 46: 562-572
- Gray JS. The ecology of marine sediments: an introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge: Cambridge University Press, 1981, 185
- Pires-Vanin AMS, Arasaki E, Muniz P. Spatial pattern of benthic macrofauna in a sub-tropical shelf, São Sebastião Channel, southeastern Brazil. Latin American Journal of Aquatic

Research, 2013, 41(1): 42–56
Shin PKS, Huang ZG, Wu RSS. An updated baseline of subtropical

macrobenthic communities in Hong Kong. Marine Pollution
Bulletin, 2004, 49: 119–141

(编辑 江润林)

Studies on the Macrobenthic Diversity in the Water Around Gulei Peninsula of Fujian in Spring

LIN Junhui, WANG Jianjun^①, LIN Heshan, HE Xuebao, HUANG Yaqin, LI Rongguan,
ZHENG Fengwu, ZHENG Chengxing

(Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen 361005)

Abstract Macrobenthic organisms are widely distributed in the world and are efficient bio-indicators of environmental change because of their limited mobility. They are also an important part of the basic data in environmental assessment. In this study we evaluated the current macrobenthic diversity and their regional difference in the water around Gulei peninsula, and we also discussed how this distribution pattern was formed. Before the petrochemical production in Gulei national petrochemical base, 27 stations were surveyed in April and May 2011. Twelve stations were located in the east and 15 were in the west of the peninsula. According to the data on totally 145 species, we found there were 69 polychaetes, 20 molluscs and 29 crustaceans, which were the dominant taxa. Macrobenthic species were rich in the water but the number of species was low with an average of 10. The number of species ranged from 2 to 23 at different stations. The occurrence frequency and the dominance index of most species were also quite low. The density and biomass were (111 ± 200) ind/m² and (14.79 ± 22.03) g/m² respectively. Higher density and biomass mostly appeared to the west of Gulei peninsula. The average Shannon-Wiener index and Margalef's species richness index were 2.064 and 2.847 respectively, which were low because the number of species was below 10 at more than half of the stations. The macrobenthic diversity and density in the inner Dongshan Bay were much higher than in the bay mouth and in the east side of Gulei peninsula. Compared to other bays in Fujian, the study area had higher macrobenthic diversity but lower density and biomass. These results suggested that the diversity of macrobenthic organisms in the water around Gulei peninsula was related to the complexity in the sediments. Sandy sediments that were typical in the water were not suitable for the inhabitation of many species at the most stations, which resulted in low species number and density. Furthermore, there was a change in the composition of dominant species compared to the previous data.

Key words Gulei peninsula; Spring; Macrobenthos; Diversity; Fujian Province

① Corresponding author: WANG Jianjun, E-mail: wjj5358@sina.com