

三门湾主要经济贝类胃含物中微、小型藻类组成

朱根海¹, 丰卫华²

(1. 自然资源部海洋生态系统动力学重点实验室, 自然资源部第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012; 2. 自然资源部第二海洋研究所工程海洋学重点实验室, 浙江 杭州 310012)

摘要: 本文对采自三门湾泥滩、沙滩、岩礁潮间带的主要经济贝类彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中的微、小型藻类组成进行了鉴定分析。结果表明, 5 种经济贝类胃含物中共鉴定出微、小型藻类 143 种, 其中, 硅藻占 75.5%; 甲藻占 12.6%; 绿藻门和金藻门占 5.6%; 蓝藻门和隐藻占 4.2%; 其他类占 2.1%。胃含物中出现的细胞个体中, 小于 20 μm 的主要微型藻类是中肋骨条藻、盘状舟形藻、尤氏直链藻、小环藻、海链藻等; 细胞个体大于 20 μm 的主要小型藻类是琼氏圆筛藻、海生斑条藻、短柄曲壳藻、钝角齿状藻等。

关键词: 三门湾; 经济贝类; 胃含物; 微、小型藻类

中图分类号: Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2020)01-0097-09

DOI: 10.11759/hyxx20190713001

三门湾位于浙江东部沿海, 属于半封闭海湾。北距定海港 140 公里, 南距海门港 60 公里, 北靠象山半岛, 与象山湾相隔最短的蜂腰宽 10~13 公里。湾口宽度约为 22 公里, 从湾口到湾顶纵深约 42 公里。整个三门湾的海域面积约 775 平方公里, 其中, 潮滩面积约 295 平方公里。潮间带和海域底质肥沃, 底栖硅藻丰盛, 养殖业发达, 是浙江省主要水产养殖基地之一。

本文依托三门核电周围环境影响综合调查, 对湾内自然环境泥滩、岩礁和沙质类潮间带的中、低潮区的彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中的微、小型藻类组成进行了调查与食性分析, 为了解三门湾主要经济贝类资源和合理规划贝类养殖业的可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

2018 年 4 月、7 月、10 月、12 月和 2019 年 1 月的大潮期在三门湾潮间带的中、低潮区采集了 5 种经济贝类(彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤), 采样站位见图 1。T1、T2、T6 和 T8 断面均为泥沙或砂泥滩; T3、T4、T5、T7 和 T9 断面的中、低潮区均为岩礁, 但在大潮最低潮区含有少量砂泥。

泥滩采用 25 cm $\times$ 25 cm 正方形取样框, 岩礁采用随机抛投 10 cm $\times$ 10 cm 正方形取样框, 每个测站

采集 4 框。泥滩挖取 30 cm 深的底泥, 经孔径 0.5 mm 的筛网分选出贝类样品; 岩礁采集样框内的贝类样品。所有现场样品用 5% 甲醛溶液固定, 带回实验室鉴定、分析。所有样品采集、保存、称重、鉴定等均按照《海洋调查规范》(GB/T12763.9-2007) 进行。采集的样品经处理后取出消化道和整个胃含物, 在光镜下鉴定微、小型藻类的种类^[1-4]。微、小型藻类是根据实测数据, 以藻类细胞个体计数, 细胞个体大于 20 μm 的为小型藻类; 细胞个体小于 20 μm 的为微型藻类。

2 结果分析

2.1 主要经济贝类的分布特征

三门湾潮间带主要经济贝类为彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤, 这 5 种贝类在湾内具有重要的经济价值。根据每个季度定量和定性采集到最密集的种类分布确定最高个体密度和最高生物量。彩虹明樱蛤 *Iridona iridescens* (Benson, 1842), 在三门湾沙质泥滩潮间带一年四季均有分布, 含砂量少的泥滩中潮区仅 1.43 g/m² 和 8 个/m²; 在砂质

收稿日期: 2019-07-13; 修回日期: 2019-09-29

基金项目: 国家自然科学基金(41776119, 41176142, 40876105, 41376194)
[Foundation: The Natural Science Foundation of China, No.41776119, No.41176142, No.40876105, No.41376194]

作者简介: 朱根海(1956-), 男, 研究员, 主要从事海洋生物学研究,
E-mail: zhugenhai@163.com

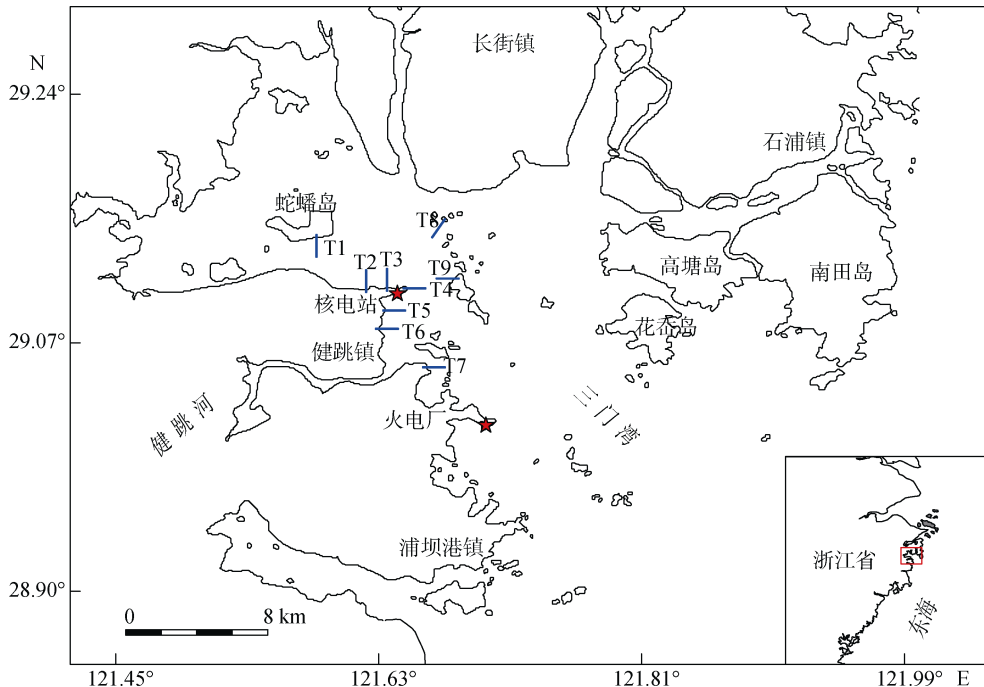


图1 三门湾潮间带生物采样站位

Fig. 1 Sampling station in the intertidal zone of Sanmen Bay

泥滩中、低潮区彩虹明樱蛤比较多,春季生物量和栖息密度最高,分别为 10.24 g/m^2 和 384 个/m^2 。缢蛏 *Sinonovacula constricta* (Lamarck, 1818), 主要分布在三门湾内泥质和砂泥质的潮间带,且砂泥质区数量较泥质区多,春季生物量和栖息密度最高,分别为 45.76 g/m^2 和 16 个/m^2 。僧帽牡蛎 *Saccostrea cucullata* (Born, 1778), 是湾内岩礁相潮间带分布最广和生物量最大的双壳类,一年四季湾内岩礁相潮间带都有分布,主要分布在岩礁和岩石的中、低潮区,夏季最高生物量和栖息密度可达 1600 g/m^2 和 640 个/m^2 。青蚶 *Barbatia virescens* (Reeve, 1844), 湾内岩礁相潮间带的主要经济贝类,广分布于岩礁岩缝中,年平均生物量为 8.8 g/m^2 和平均栖息密度为 48 个/m^2 ,夏季密集区多达 32.8 g/m^2 和 192 个/m^2 。光滑河篮蛤 *Potamocorbula laevis* (Hinds, 1843), 湾内有淡水流入砂泥滩潮间带的主要经济贝类,广分布于含砂量高的砂泥质潮间带中、低潮区,春、冬季数量比较多,中、低潮区最高生物量和栖息密度分别可达 38 g/m^2 和 112 个/m^2 。

2.2 三门湾经济贝类胃含物中主要微、小型藻类

三门湾潮间带5种经济贝类彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤的胃含物,经显微观察、

鉴定出微、小型藻类9大类69属143种。其中,硅藻门41属108种,占75.5%;甲藻门13属18种,占12.6%;绿藻门和金藻门分别为4属4种,占5.6%;蓝藻门和隐藻分别为2属3种,占4.2%;其他类为3属3种,占2.1%(种类名录见表1)。泥沙质潮间带彩虹明樱蛤胃含物中共鉴定出微、小型藻类38种,其中,硅藻占84.2%,其他类占15.8%。泥滩潮间带缢蛏胃含物中共鉴定出微、小型藻类49种,其中,硅藻占81.6%,其他类占18.4%。岩礁潮间带僧帽牡蛎胃含物中共鉴定出微、小型藻类54种,其中,硅藻占79.6%,其他类占20.4%。岩礁潮间带青蚶胃含物中共鉴定出微、小型藻类46种,其中,硅藻占80.4%,其他类占19.6%。泥沙质潮间带光滑河篮蛤胃含物中共鉴定出微、小型藻类37种,其中,硅藻占75.7%,其他类占24.3%。

泥沙质潮间带彩虹明樱蛤胃含物中出现的个体小于 $20 \mu\text{m}$ 的主要微型藻类优势种为中肋骨条藻、尤氏直链藻、盔状舟形藻、具槽帕拉藻和小环藻等;个体大于 $20 \mu\text{m}$ 的小型藻类优势种为琼氏圆筛藻等。泥滩潮间带缢蛏胃含物中出现的个体小于 $20 \mu\text{m}$ 的主要微型藻类优势种为中肋骨条藻、盔状舟形藻、具槽帕拉藻和小环藻等;个体大于 $20 \mu\text{m}$ 的小型藻类优势种为琼氏圆筛藻、菱形藻等。岩礁潮间带僧

帽牡蛎胃含物中出现的个体小于 20 μm 的主要微型藻类优势种为冠盘藻、尤氏直链藻、盔状舟形藻、海链藻等；个体大于 20 μm 的主要小型藻类优势种为短柄曲壳藻、海生斑条藻、钝角齿状藻等。岩礁潮间带青蚶胃含物中出现的个体小于 20 μm 的主要微型藻类优势种为冠盘藻、尤氏直链藻、盔状舟形藻、海链藻；个体大于 20 μm 的主要小型藻类优势种为海生斑条藻、短柄曲壳藻、钝角齿状藻等。砂泥质潮间带光滑河篮蛤胃含物中出现的个体小于 20 μm 的主要微、小型藻类优势种为中肋骨条藻、盔状舟形藻、尤氏直链藻、海链藻、小环藻等；个体大于 20 μm 的主要小型藻类优势种为琼氏圆筛藻等。

2.3 主要物种组成的时空变化特征

三门湾砂泥沙质滩和岩礁潮间带经济贝类胃含物中发现的藻类，不仅有海水生活的浮游藻类，也有底泥生活的底栖藻类和附着于大型海藻和动物体

表生活的微小型附着藻类。琼氏圆筛藻、辐射圆筛藻是个体大于 20 μm 小型浮游和底栖藻类，不仅广泛分布于湾内水体，也广布于砂泥滩潮间带沉积物中，在彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中一年四季都有发现。冠盘藻、离心列海链藻、盔状舟形藻、海链藻是小于 20 μm 微型附着底栖藻类，分布于沙泥质潮间带中，水体中偶尔出现，在一年四季采集的彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中都有发现，是贝类良好饵料。短柄曲壳藻、海生斑条藻、钝角齿状藻等是个体大于 20 μm 小型附生藻类，主要出现在岩礁僧帽牡蛎、青蚶胃含物中，尤以夏、秋季出现数量多，而在沙泥质潮间带彩虹明樱蛤、缢蛏、光滑河篮蛤胃含物中均未发现。中肋骨条藻、柱状小环藻、条纹小环藻是小于 20 μm 微型浮游和底栖藻类，是贝类的优质饵料，在湾内沙泥质潮间带彩虹明樱蛤、缢蛏、光滑河篮蛤胃含物中都有发现，尤以春、冬季出现数量多。

表 1 三门湾经济贝类胃含物中微、小型藻类组成

Tab. 1 Nano- and microalgal contents in the stomachs of the main economic shellfish in Sanmen Bay

种 类 名 录		LIST OF SPECIES	Ir	Si	Sa	Ba	Po
一	硅藻门	BACILLARIOPHYTA					
1	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i>	-	-	+	+	-
2	膨胀曲壳藻*	<i>Achnanthes inflata</i>	-	-	-	+	-
3	爪哇曲壳藻*	<i>Achnanthes javanica</i>	-	-	+	-	-
4	爪哇曲壳藻亚缢变种*	<i>Ach. javanica</i> v. <i>subcontracta</i>	-	-	-	+	-
5	放射曲壳藻*	<i>Achnanthes radiata</i>	-	-	+	-	-
6	奇妙辐环藻*	<i>Actinocyclus alienus</i>	-	-	-	-	+
7	弓束辐环藻*	<i>Actinocyclus curvulatus</i>	-	+	-	-	-
8	爱氏辐环藻	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>	+	-	-	-	-
7	洛氏辐环藻*	<i>Actinocyclus roperi</i>	-	-	+	-	-
8	椭圆辐环藻*	<i>Actinocyclus ellipticus</i>	+	-	-	+	-
9	厚缘辐环藻*	<i>Actinocyclus crassus</i>	-	-	+	+	-
10	多束辐环藻*	<i>Actinocyclus divisus</i>	-	-	-	-	+
11	辣氏辐环藻*	<i>Actinocyclus ralfsii</i>	-	-	+	-	-
12	优美辐环藻*	<i>Actinocyclus tenellus</i>	-	-	+	+	-
13	八幅辐环藻	<i>Actinocyclus octonarius</i>	-	-	+	-	-
14	华美辐环藻*	<i>Actinocyclus splendens</i>	-	-	-	+	-
15	咖啡形双眉藻*	<i>Amphora coffeaeformis</i>	+	-	-	-	-
16	透明双眉藻*	<i>Amphora hyalina</i>	-	-	-	+	-
17	海洋双眉藻*	<i>Amphora marina</i>	-	-	+	-	-
18	沟盘藻*	<i>Aulacodiscus</i> sp.	-	-	-	+	-
19	派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i>	-	-	-	+	-
20	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>	-	-	+	-	-
21	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	-	-	+	-	-
22	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-	-	+	-	-

续表

种 类 名 录		LIST OF SPECIES	Ir	Si	Sa	Ba	Po
一	硅藻门	BACILLARIOPHYTA					
23	蛇目圆筛藻	<i>Coscinodiscus argus</i>	-	-	-	+	-
24	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	-	-	-	+	-
25	中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>	-	+	-	-	-
26	弓束圆筛藻小型变种	<i>Cos. curvatus</i> v. <i>minor</i>	+	-	-	-	-
27	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	+	+	+	+	+
29	具边圆筛藻	<i>Coscinodiscus marginatus</i>	+	-	-	-	-
30	小形圆筛藻	<i>Coscinodiscus minor</i>	-	+	-	-	-
31	虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	+	+	-	-	-
32	辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	+	+	+	+	+
33	细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>	+	-	-	-	-
34	威氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	-	-	+	-	-
35	微小小环藻*	<i>Cyclotella caspia</i>	+	-	-	-	+
36	孟氏小环藻*	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	-	-	-	+
37	柱状小环藻	<i>Cyclotella stylorum</i>	+	+	-	-	+
38	条纹小环藻	<i>Cyclotella striata</i>	+	+	-	-	+
39	新月筒柱藻	<i>Cylindrotheca closterium</i>	-	+	-	-	-
39	细小波形藻*	<i>Cymatotheca minima</i>	-	-	+	-	-
40	地中海指管藻*	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	-	-	+	-	-
41	蜂腰双壁藻*	<i>Diploneis bombus</i>	-	+	-	-	-
42	史密斯双壁藻*	<i>Diploneis smithii</i>	-	-	+	-	-
43	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwelli</i>	-	-	+	-	-
44	翼内茧藻*	<i>Entomoneis alata</i>	-	-	+	+	-
45	短角弯角藻*	<i>Eucampia zodiacus</i>	-	+	-	-	-
46	海生斑条藻*	<i>Grammatophora marina</i>	-	-	+	+	-
47	波罗的海布纹藻	<i>Gyrosigma balticum</i>	-	+	-	-	-
48	簇生布纹藻	<i>Gyrosigma fasciola</i>	-	-	+	+	-
49	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>	-	+	-	-	-
50	小细柱藻	<i>Leptocylindrus minimus</i>	+	+	-	-	-
51	短纹楔形藻	<i>Licmophora abbreviata</i>	-	-	+	+	-
52	颗粒直链藻*	<i>Melosira granulata</i>	-	-	-	-	+
53	尤氏直链藻	<i>Melosira juergensi</i>	+	+	+	+	+
54	念珠直链藻	<i>Melosira moniliformis</i>	+	-	+	+	-
55	拟货币直链藻	<i>Melosira nummuloides</i>	+	-	+	+	+
56	膜状缪氏藻*	<i>Meuniera membranacea</i>	-	-	-	+	-
57	双球舟形藻*	<i>Navicula amphibole</i>	+	+	-	-	-
58	极微舟形藻*	<i>Navicula atomus</i>	-	-	-	-	+
59	盔状舟形藻*	<i>Navicula corymbosa</i>	+	+	+	+	+
60	直舟形藻*	<i>Navicula directa</i>	-	-	+	-	-
61	群生舟形藻*	<i>Navicula gregaria</i>	-	+	-	-	-
62	海洋舟形藻*	<i>Navicula marina</i>	+	+	-	-	-
63	端舟形藻*	<i>Navicula mutica</i>	-	-	+	+	-
64	小形舟形藻*	<i>Navicula parva</i>	+	-	+	+	+
65	极小舟形藻*	<i>Navicula perminuta</i>	+	-	+	+	+
66	瞳孔舟形藻*	<i>Navicula pupula</i>	-	-	-	-	+

续表

种 类 名 录		LIST OF SPECIES	Ir	Si	Sa	Ba	Po
一	硅 藻 门	BACILLARIOPHYTA					
67	双头菱形藻*	<i>Nitzschia bica pitata</i>	-	+	-	-	-
68	细端菱形藻*	<i>Nitzschia dissipata</i>	-	+	-	-	-
69	壳壁菱形藻	<i>Nitzschia frustulum</i>	-	+	-	-	-
70	洛伦菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>	-	+	-	-	-
71	舟形菱形藻	<i>Nitzschia navicularis</i>	-	+	-	-	-
72	钝头菱形藻	<i>Nitzschia obtusa</i>	-	+	-	-	-
73	琴式菱形藻*	<i>Nitzschia panduriformis</i>	+	-	-	-	-
74	弯菱形藻	<i>Nitzschia sigma</i>	-	+	-	-	-
75	高齿状藻	<i>Odontella regia</i>	-	-	-	+	-
76	长耳齿状藻	<i>Odontella aurita</i>	-	-	+	-	-
77	钝角齿状藻	<i>Odontella obtusa</i>	-	-	+	+	-
78	活动齿状藻	<i>Odontella mobiliensis</i>	-	-	+	-	-
79	中华齿状藻	<i>Odontella sinensis</i>	-	-	+	-	-
80	具槽帕拉藻	<i>Paralia sulcata</i>	+	+	-	-	+
81	羽纹藻	<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	+	-
82	具翼漂流藻*	<i>Planktoniella blanda</i>	-	+	-	-	-
83	艾希斜纹藻	<i>Pleurosigma aestuarii</i>	-	+	-	-	-
84	宽角斜纹藻	<i>Pleurosigma angulatum</i>	-	+	-	-	-
85	中型斜纹藻*	<i>Pleurosigma intermedium</i>	-	-	+	-	-
86	舟形斜纹藻	<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	-	-	-	-	+
87	舟形斜纹藻微小变型	<i>P. naviculaceum</i> f. <i>minuta</i> cleve	-	+	-	-	+
88	星形柄链藻*	<i>Podosira stelliger</i>	+	-	-	-	-
89	缝杆线藻*	<i>Rhabdonema sutum</i>	-	-	+	+	-
90	双角缝舟藻*	<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	-	+	-	-	-
91	优美施罗藻	<i>Schroederella delicatula</i>	-	+	-	-	-
92	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	+	+	-	-	+
93	冠盘藻*	<i>Stephanodiscus</i> sp.	+	+	+	+	+
94	卵形双菱藻*	<i>Surirella ovata</i>	-	-	-	-	+
95	肘状针杆藻	<i>Synedra ulna</i>	-	+	-	-	-
96	佛氏海线藻	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	-	-	-	+	-
97	旋链海链藻*	<i>Thalassiosira curviseriata</i>	+	-	-	-	-
98	离心列海链藻	<i>Thalassiosira eccentrica</i>	+	+	+	+	+
99	透明海链藻*	<i>Thalassiosira hyalina</i>	+	-	-	-	+
100	线形海链藻	<i>Thalassiosira lineata</i>	-	+	-	-	+
101	诺登海链藻*	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	+	-	-	+	-
102	圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>	-	-	+	-	+
103	细弱海链藻	<i>Thalassiosira subtilis</i>	-	-	-	-	+
104	对称海链藻*	<i>Thalassiosira symmetrica</i>	-	-	+	-	-
105	海链藻	<i>Thalassiosira</i> sp.	+	+	+	+	+
106	粗纹藻	<i>Trachyneis aspera</i>	-	-	-	+	-
107	计时粗纹藻*	<i>Trachyneis clepsydra</i>	-	+	-	-	-
108	蜂窝三角藻	<i>Triceratium favus</i>	-	-	+	+	-
二	甲 藻 门	PYRROPHYTA					
109	红色赤潮藻	<i>Akashiwo sanguinea</i>	-	-	+	-	-

续表

种 类 名 录		LIST OF SPECIES	Ir	Si	Sa	Ba	Po
二	甲 藻 门	PYRROPHYTA					
110	亚历山大藻	<i>Alexandrium</i> sp.	-	-	-	+	-
111	纺锤角藻	<i>Ceratium fusus</i>	-	-	+	-	-
112	三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>	-	-	-	+	-
113	鳍藻	<i>Dinophysis</i> sp.	-	-	+	-	-
114	膝沟藻	<i>Gonyaulax</i> sp.	-	-	-	-	+
115	裸甲藻	<i>Gymnodinium</i> sp.	-	+	-	-	-
116	环沟藻	<i>Gyrodinium</i> sp.	-	+	-	-	-
117	多沟藻*	<i>Polykrikos</i> sp.	-	-	+	-	-
118	微小原甲藻	<i>Prorocentrum minutum</i>	-	-	-	-	+
119	具齿原甲藻	<i>Prorocentrum dentatum</i>	-	-	+	-	-
120	扁平原多甲藻	<i>Protoperidinium depressum</i>	-	-	+	-	-
121	叉分原多甲藻	<i>Protoperidinium divergens</i>	-	-	-	+	-
122	微小原多甲藻	<i>Protoperidinium minutum</i>	-	-	+	+	-
123	原多甲藻孢囊	<i>Protoperidinium</i> cyst	-	+	-	-	-
124	扁甲藻	<i>Pyrophacus horologicum</i>	-	-	-	-	+
125	锥状施克里普藻	<i>Scripsiella trochoidea</i>	-	-	+	-	-
126	科氏螺沟藻*	<i>Spiraulax kofoidii</i>	-	-	-	-	+
三	蓝 藻 门	CYANOPHYTA					
127	颤藻	<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	-	-	+
128	脆席藻	<i>Phormidium fragile</i>	-	-	+	-	-
129	纤细席藻	<i>Phormidium tenue</i>	-	-	-	+	-
四	绿 藻 门	CHLOROPHYTA					
130	小箍藻	<i>Trochiscia</i> sp.	+	-	-	+	-
131	绿梭藻	<i>Chlorogonium</i> sp.	-	+	-	-	+
132	小球藻	<i>Chlorella</i> sp.	-	-	+	-	-
133	绿球藻	<i>Chlorococcum</i> sp.	+	-	-	-	+
五	金 藻 门	CHRYSTOPHYTA					
134	卡盾藻	<i>Chattonella</i> sp.	-	-	-	+	-
135	金颗藻	<i>Chrysococcus</i> sp.	-	-	+	+	-
136	小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i>	+	+	-	-	-
137	六异刺硅鞭藻	<i>Distephanus speculum</i>	+	-	-	-	-
六	黄 藻 门	XANTHOPHYTA					
138	赤潮异弯藻	<i>Heterosigma akashiwo</i>	-	-	-	+	-
七	定鞭藻门	PRYMNESIOPHYTA					
139	金色藻	<i>Chrysochromulina</i> sp.	-	-	-	-	+
八	裸 藻 门	EUGLENOPHYTA					
140	双鞭藻	<i>Eutreptiella gymnastica</i>	-	+	-	-	-
九	隐 藻 门	CRYPTOPHYTA					
141	螺全沟藻	<i>Teleaulax acuta</i>	-	+	-	-	-
142	卵形隐藻	<i>Cryptomonas ovata</i>	-	-	-	-	+
143	隐藻	<i>Cryptomonas</i> sp.	+	+	-	-	-

注: +表示出现, -表示未见, *在三门湾之前水体调查中未见有报道。Ir=彩虹明樱蛤; Si=缢蛏; Sa=僧帽牡蛎; Ba=青蚶; Po=光滑河篮蛤

3 讨论

三门湾潮间带主要经济贝类的彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中发现的143种藻类中,在三门湾之前的水体调查中未见有报道的有55种,如细小波形藻 *Cymatotheca minima*,微小环藻 *Cyclotella caspia*,极微舟形藻 *Navicula atomus*,孟氏小环藻 *Cyclotella meneghiniana* 等^[5-6]。砂泥滩和岩礁贝类种类组成有差异,并且含沙量的不同呈现出块状分布特点,其胃含物微、小型藻类组成也有差异。沙泥滩分布的主要贝类为彩虹明樱蛤和缢蛏;岩礁滩分布的主要贝类为僧帽牡蛎和青蚶;砂泥滩 T6 断面分布的主要贝类为光滑河篮蛤,这个断面受健跳港淡水的影响,呈现不均匀的分布。小细柱藻 *Leptocylindrus minimus*,双球舟形藻 *Navicula amphibole*,海洋舟形藻 *Navicula marina*,小等刺硅鞭藻 *Dictyocha fibula* 和隐藻 *Cryptomonas* sp.等仅在彩虹明樱蛤和缢蛏胃含物中有见到;蜂窝三角藻 *Triceratium favus*,金颗藻 *Chrysococcus* sp.,缝杆线藻 *Rhabdonema sutum*,短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata*,海生斑条藻 *Grammatophora marina*,短柄曲壳藻 *Achnanthes brevipes* 等仅在僧帽牡蛎和青蚶胃含物中有见到;极微舟形藻 *Navicula atomus*,舟形斜纹藻 *Pleurosigma naviculaceum*,卵形隐藻 *Cryptomonas ovata*,颗粒直链藻 *Melosira granulata* 等仅在光滑河篮蛤胃含物中有见到。彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤均属于滤食性贝类,胃含物中不仅有浮游植物、底栖硅藻类,也含有浮游动物,甚至个体较大的动、植物、微生物。已经有许多学者研究表明,滤食性贝类的主要饵料是藻类^[7-8]。藻类的规格大小对贝类的摄食率高低有重要的影响。小贝可能由于滤食器官未发育完善,较稀疏,导致对较小规格藻类滤取效率低,因而表现出摄食率随藻类规格的增大而增加。而大贝则对藻类规格有选择性,不同的贝类对藻类摄取都有个最适宜的规格,最适时摄食率最大^[7]。海湾扇贝和太平洋牡蛎的小贝的摄食率随藻类规格的增大而增加;而大贝则表现出明显的差异,海湾扇贝对中等规格(5.55~5.79 μm)的藻类、太平洋牡蛎对小规格(4.35 μm)的藻类具有较高的选择性^[8]。滤食性贝类的摄食行为主要是通过过滤周围海水中悬浮物的方式来进行的,牡蛎在选择时,除了对它特别有害的化学刺激物外,一般对吞食物体是否具有食用价值并无选择,相反

对颗粒的大小和重量的区分却有严格的选择性^[9]。彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中出现的细胞个体小于20 μm 微型藻类的中肋骨条藻、极小舟形藻、尤氏直链藻、小环藻、海链藻等数量较大;细胞个体大于20 μm 小型藻类的琼氏圆筛藻、海生斑条藻、短柄曲壳藻、钝角齿状藻等仅在僧帽牡蛎、青蚶胃含物中占优。三门湾潮间带滤食性贝类胃含物出现的优势微型藻类种类,如中肋骨条藻、极小舟形藻、尤氏直链藻、小环藻、海链藻等都是潮间带贝类的良好饵料,无毒害。吕昊泽等采用实验生态学方法研究了盐度对长江口缢蛏、河蚶和光滑河篮蛤滤水率、摄食率、同化率随着盐度的上升而增加,当上升到一定盐度时达到峰值,然后随着盐度的升高而降低^[10]。本结果以彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤作为三门湾主要经济种。唐久等对三门湾潮间带底栖动物调查的主要优势种也包括彩虹明樱蛤、缢蛏、青蚶和兰蛤,作为岩礁主要经济优势种僧帽牡蛎未列入^[11]。光滑河篮蛤仅在湾内具有淡水流入的含砂量高滩涂有呈现块状分布。传统的经济优势种泥蚶、凸壳肌蛤已绝迹或成为偶见种^[11],但是我们在湾内调查时秋季泥滩潮间带低潮区数量较多。2019年8月18—25日渔业资源拖网调查中,在整个三门湾海域各站海底拖网都有采集到泥蚶和凸壳肌蛤,泥蚶2~10个/网。

4 结论

三门湾主要经济双壳类的彩虹明樱蛤、缢蛏、僧帽牡蛎、青蚶、光滑河篮蛤胃含物中共鉴定出微、小型藻类143种,其中,硅藻占75.5%,其他类占24.5%。细胞个体小于20 μm 的中肋骨条藻、极小舟形藻、尤氏直链藻、小环藻、海链藻等是湾内泥沙质潮间带彩虹明樱蛤、缢蛏、光滑河篮蛤的主要饵料;细胞个体大于20 μm 的海链藻、海生斑条藻、短柄曲壳藻、钝角齿状藻等是湾内岩礁潮间带僧帽牡蛎、青蚶的主要饵料。

参考文献:

- [1] 国家质量技术监督局. GB 17378.7-1998 海洋监测规范(近海污染生态调查和生物监测)[M]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- State Bureau of Quality and Technical Supervision. GB 17378.7-1998 Marine Monitoring Regulations (Offshore Pollution Ecological Survey and Biological Monitoring)[M]. Beijing: China Standard Press, 1999.

- [2] 朱根海、王春生、高爱根. 南麂列岛国家海洋自然保护区几种海洋动物胃含物中的微、小型藻类组成分析[J]. 东海海洋, 1998, 16(2): 29-40.
Zhu Genhai, Wang Chunsheng, Gao Aigen. Analysis of micro- and micro-algae composition in gastric contents of several marine animals in Nanji Islands National Marine Nature Reserve[J]. Donghai Marine Science, 1998, 16(2): 29-40.
- [3] Zhu Genhai, Jin Mao, Liao Yibo et al. Study on impacts of net-cage culture on marine benthos in Xiangshan Bay East China Sea[J]. Frontiers of energy and environmental engineering (Sung, Kao & Chen(eds), Taylor & Francis Group, London, ISBN978-0-415-66159-1, 2013, pp 493-497.
- [4] Zhu Genhai, Liu Jingjing, Jin Mao et al. Study on the harmful substances and food safety in the *Ruditapes philippinarum* at the Xiangshan Bay[J]. Advances in Engineering Research, 2015, 22(1): 132-137. ISSN 2352-5401.
- [5] 谢彩琴, 艾为明, 彭欣, 等. 三门核电站周边海域浮游植物多样性与季节变化[J]. 科技通报, 2015, 31(7): 222-228.
Xie Caiqin, Ai Weiming, Peng Xin, et al. Diversity and seasonal variation of phytoplankton in the sea near Sanmen nuclear power station[J]. Bulletin of Science and Technology, 2015, 31(7): 222-228.
- [6] 朱根海, 陈立红, 钱健. 三门核电站附近海域浮游植物季节变化研究[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(12): 36-45.
Zhu Genhai, Chen Lihong, Qian Jian. A study on seasonal variation of phytoplankton in the sea near Sanmen nuclear power station[J]. Environmental Science & Technology, 2010, 33(12): 36-45.
- [7] 包永波, 尤仲杰. 几种因子对海洋滤食性贝类摄食率的影响[J]. 水产养殖, 2004, 25(6): 29-33.
Bao Yongbo, You Zhongjie. Influences of some factor on ingestion rate of marine suspension-feeding mollusks[J]. Journal of Aquaculture, 2004, 25(6): 29-33.
- [8] 王芳, 董双林, 张硕, 等. 海湾扇贝和太平洋牡蛎的食物选择性及滤除率的实验研究[J]. 海洋与湖沼, 2000, 31(2): 139-144.
Wang fang, Dong Shuanglin, Zhang Shuo, et al. Experimental studies on feeding selectivity and the filter-feeding rate of *Argopecten irradians* and *Crassostrea gigas*[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2000, 31(2): 139-144.
- [9] 郭皓, 彦启仑, 曹丽. 大连常江澳浮筏养殖贝类的饵料结构与浮游植物的关系[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(2): 112-118.
Guo Hao, Yan Qilun, Cao Li. The relationship between food strure of raft for cultivated shellfish and phytoplankton in Changjiang'AO, Dalian[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 1999, 8(2): 112-118.
- [10] 吕昊泽, 刘健, 陈锦辉, 等. 盐度对长江口 3 种滤食性贝类滤水率、摄食率、同化率的影响[J]. 海洋科学, 2016, 40(8): 10-17.
Lv Haoze, Liu Jian, Chen Jinhui, et al. Effects of salinity on filtration, ingestion, and assimilation rates of three filter-feeding bivalves in the Yangtze River estuary[J]. Marine Sciences, 2016, 40(8): 10-17.
- [11] 唐久, 郭刚强, 彭欣, 等. 三门湾潮间带大型底栖动物群落结构变化[J]. 科技通报, 2015, 31(11): 97-123.
Tang Jiu, Guo Gangqiang, Peng Xin, et al. Community structure change of intertidal macrozoobenthos in Sanmen Bay[J]. Bulletin of Science and Technology, 2015, 31(11): 97-123.

Nano- and microalgal contents in the stomachs of the main economic shellfish in Sanmen Bay

ZHU Gen-hai¹, FENG Wei-hua²

(1. Key Laboratory of Marine Ecosystem Dynamics, Second Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Hangzhou 310012, China; 2. Key Laboratory of Engineering Oceanography, Second Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Hangzhou 310012, China)

Received: Jul. 13, 2019

Key words: Sanmen Bay; economic shellfish; stomach contents; nano- and microalgae

Abstract: In this paper, the nano- and microalgal contents of the stomachs of the main economic shellfish of Sanmen Bay, China, were identified and analyzed. Five species, including *Iridona iridescens*, *Sinonovacula constricta*, *Saccostrea cucullata*, *Barbatia virescens* and *Potamocorbula laevis* were collected from the mudflats, beaches, and rocky reefs of the bay for analysis. Study results revealed a total of 143 species of nano and microalgae identified in the stomach contents of these five economic shellfish. In these species, diatom accounted for 75.5%, dinoflagellate 12.6%, green and gold algae 5.6%, cyanobacteria and cryptophyta 4.2%, and other categories, 2.1% of the stomach contents. In the individual cells presenting in the stomach contents, the main nanoalgae smaller than 20 micrometers were *Skeletonema costatum*, *Navicula corymbosa*, *Melosira juergensii*, *Cyclotella* spp., *Thalassiosira* spp. etc., while the main microalgae larger than 20 micrometers were *Coscinodiscus jonesianus*, *Grammatophora marina*, *Achnanthes brevipes* and *Odontella obtusa* and the like.

(本文编辑: 赵卫红)