

乐清湾 2009 年夏季浮游动物 种类组成和数量分布^{*}

邹 清, 姚炜民, 张淑敏

(国家海洋局 温州海洋环境监测中心站, 浙江 温州 325027)

摘 要:2009-08 对乐清湾进行了生物调查。共鉴定浮游动物 66 种, 浮游幼虫 15 类, 分为半咸水河口类群、近海暖温带类群、近海暖水类群和大洋广布类群, 其中近海暖水类群占主导地位。I 型网主要优势种有针刺拟哲水蚤、汤氏长足水蚤、太平洋纺锤水蚤、刺尾纺锤水蚤等; II 型网主要优势种有针刺拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、刺尾纺锤水蚤、短角长腹剑水蚤、筒长腹剑水蚤、小长腹剑水蚤等。浮游动物优势种分布有明显差别, 太平洋纺锤水蚤分布仅限于湾顶海区, 小长腹剑水蚤密集区也在此区域, 其它优势种则分布于乐清湾中部和湾口海区。浮游动物平均生物量为 125.05 mg/m³, 平均丰度为 234.00 个/m³, 数量分布呈现出从湾顶向湾口逐渐降低的趋势。

关键词:乐清湾; 浮游动物; 种类组成; 数量分布

中图分类号: Q178.53

文献标志码: A

文章编号: 1671-6647(2012)02-0266-10

乐清湾地处浙江南部沿海瓯江口北侧(27°59′09″~28°02′16″N, 120°57′55″~121°17′09″E), 总面积约 463.6 km²; 乐清湾三面环陆, 属典型的半封闭海湾。沿岸入海水系发达, 注入湾内的河溪约 30 条, 总流域面积约 1 470 km²; 湾内水浅, 底质细软, 水温适宜, 丰富的海涂资源为海洋生物生长繁衍提供优良场所, 历来是浙江省重要的海洋捕捞、海水养殖和贝类苗种基地。近年来, 乐清湾周边地区海洋经济发展迅速, 除传统的海洋渔业外, 港口航运业、电力产业、修造船业、滨海旅游业等新兴产业蓬勃发展, 逐渐成为该区域海洋经济的新增长点。由此带来的负面影响是盲目围填海、环境污染和生物资源利用过度等引起生境剧烈变化, 生物资源衰退, 物种多样性降低等生态问题日益显露和加剧。这些已引起人们高度重视和关注, 从 2004 年起, 乐清湾被列入全国 15 个近岸海域生态监控区之一, 并展开了相关的生态环境专项调查。

浮游动物是海洋食物网中承上启下的环节, 其种群动态变化直接影响到海洋生态系统的物质循环和能量流动^[1]。迄今为止, 对于乐清湾的浮游动物的研究仅见零星报道^[2], 历史调查资料积累不足, 难以准确把握湾内浮游动物变化与发展趋势。通过分析乐清湾 2009-08 浮游动物种类组成、群落结构、生物量和丰度分布等方面的内容, 并与相关历史资料比较, 以期为乐清湾浮游动物研究和海洋环境评价提供基础资料, 为乐清湾海洋资源可持续利用提供科学依据。

1 材料和方法

2009-08-13—15 在乐清湾进行 1 航次多学科海洋综合大面调查, 共布设调查站位 24 个, 其中 18 个生物调查站(图 1)。使用装有 Hydro-Bios 438115 型网口流量计的浅水 I 型(筛绢孔径 505 μm)和 II 型(筛绢孔径 160 μm)浮游生物网, 从底至表垂直拖曳采集浮游动物, 收集样品分别装入 450 mL 的塑料瓶中, 加 5% 体积分数的甲醛溶液固定。样品带回实验室, 挑去杂物后以湿重法称量, 再使用莱卡 S8APO 型体视显微镜进

^{*} 收稿日期: 2010-12-09

资助项目:国家海洋局青年海洋科学基金——船舶压舱水及沉积物与外来甲藻入侵的关系(2009103); 海洋赤潮灾害立体监测技术与应用国家海洋局重点实验室开放研究基金——南麂列岛海域赤潮生消条件预报模型研究(MH200807)

作者简介:邹 清(1982-), 男, 湖北石首人, 硕士, 助理工程师, 主要从事海洋浮游生态方面研究. E-mail: zou_qing1982@163.com

(高 峻 编辑)

行种类鉴定和分析。浮游动物生物量和个体数以 I 型网样品为准,II 型网数据作为补充,具体分析方法按照《海洋调查规范》^[3]实行。

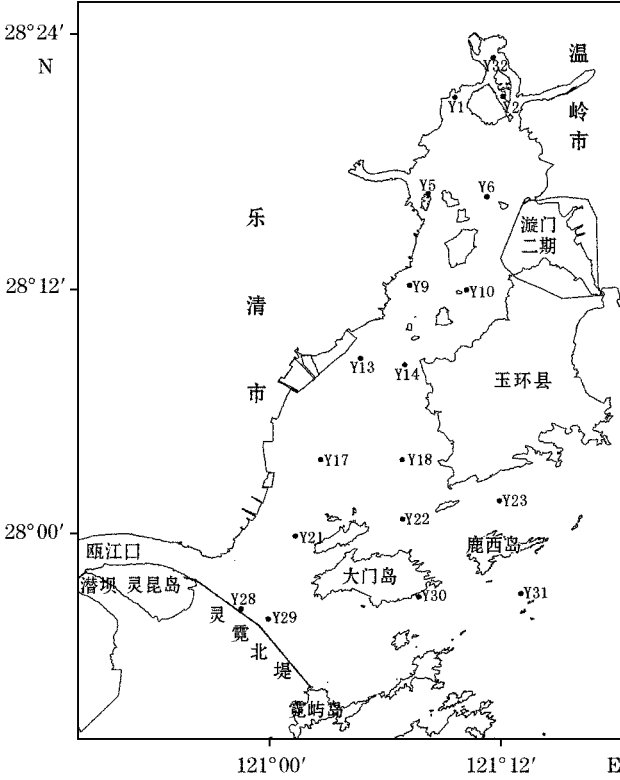


图 1 乐清湾调查站位分布图
Fig. 1 Investigation stations in Yueqing Bay

2 结 果

2.1 浮游动物种类组成

乐清湾 2009-08 调查共鉴定出浮游动物 13 大类 66 种,以及 15 类浮游幼虫。其中桡足类是优势类群,共 32 种,水螅水母类、管水母类和十足类各 5 种,介形类、端足类、糠虾类和毛颚类各 3 种,多毛类和被囊类各 2 种,栉水母类、等足类和磷虾类各 1 种。乐清湾夏季浮游动物大致可分 4 个生态类群,分别为河口半咸水生态类群,共 2 种;近海暖温生态类群,共 2 种;近海暖水生态类群,共 50 种;大洋广布生态类群,共 8 种。生态类群划分参考文献^[4-8],名录详见表 1。

2.2 浮游动物丰度和生物量的平面分布

2009-08,乐清湾浮游动物平均丰度为 234.00 个/ m^3 ,平面分布见图 2a 所示,明显的丰度高值区位于湾顶海区,此区域浮游动物种类组成简单,以太平洋纺锤水蚤占绝对主导地位,该种为浮游动物总丰度贡献率高达 90% 以上。从湾顶向湾口海区,浮游动物丰度呈逐渐降低的趋势,但不明显,大部分区域浮游动物丰度值处于 100~200 个/ m^3 内。

表 1 乐清湾浮游动物种类名录
Table 1 List of zooplankton in Yueqing Bay

种 类	生态类群	种 类	生态类群
1 水螅水母类 Hydromedusae		* 小毛猛水蚤 <i>Microsetella norvegica</i>	近海暖水
厦门外肋水母 <i>Ectopleura xiamenensis</i>	近海暖水	* 尖额真猛水蚤 <i>Euterpina acutifrons</i>	近海暖水
细颈和平水母 <i>Eiren menoni</i>	近海暖水	6 介形类 Ostracoda	
锡兰和平水母 <i>E. ceylonensis</i>	近海暖水	尖尾海蜃 <i>Cypridina acuminata</i>	近海暖水
真瘤水母(属) <i>Eutima</i> sp.		齿形海蜃 <i>C. dentata</i>	近海暖水
藪枝螅水母 <i>Obelia</i> sp.	近海暖水	* 针刺真浮蜃 <i>Euconchoecia aculeata</i>	近海暖水
2 管水母类 Siphonophora		7 端足类 Amphipoda	
海冠水母 <i>Halitemma rubrum</i>	近海暖水	钩虾(科) <i>Gammaridae</i> sp.	
华丽盛装水母 <i>Agalma elegans</i>	大洋广布	长足似泉蛱 <i>Hyperoides longipes</i>	近海暖水
双生水母 <i>Diphyes chamissonis</i>	近海暖水	细尖小涂氏蛱 <i>Tullbergella cuspidata</i>	近海暖水
拟双生水母 <i>D. bojani</i>	近海暖水	8 等足类 Isopoda	
拟细浅室水母 <i>Lensia subtiloides</i>	近海暖水	日本圆柱水虱 <i>Cirolana japonensis</i>	近海暖水
3 栉水母类 Ctenophora		9 磷虾类 Euphausiacea	
球形侧腕水母 <i>Pleurobrachia globosa</i>	近海暖水	中华假磷虾 <i>Pseudeuphausia sinica</i>	近海暖温
4 多毛类 Polychaeta		10 糠虾类 Mysidacea	
叶须虫(科) <i>Phyllodocidae</i> sp.		长额刺糠虾 <i>Acanthomysis longirostris</i>	半咸水
裂虫(科) <i>Syllidae</i> sp.		短额刺糠虾 <i>A. brevisrostris</i>	近海暖水
5 桡足类 Copepoda		宽尾刺糠虾 <i>A. laticauda</i>	近海暖水
中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	近海暖温	11 十足类 Decapoda	
微刺哲水蚤 <i>Canthocalanus pauper</i>	近海暖水	日本毛虾 <i>Acetes japonicus</i>	近海暖水
普通波水蚤 <i>Undinula vulgaris</i>	大洋广布	中型莹虾 <i>Lucifer intermedius</i>	近海暖水
亚强真哲水蚤 <i>Eucalanus subcrassus</i>	大洋广布	亨生莹虾 <i>L. hanseni</i>	近海暖水
针刺拟哲水蚤 <i>Paracalanus aculeatus</i>	近海暖水	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	近海暖水
强额拟哲水蚤 <i>P. crassirostris</i>	近海暖水	中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	近海暖水
微驼隆哲水蚤 <i>Acrocalanus gracilis</i>	近海暖水	12 毛颚类 Chaetognatha	
精致真刺水蚤 <i>Euchaeta concinna</i>	大洋广布	百陶箭虫 <i>Sagitta bedoti</i>	近海暖水
锥形宽水蚤 <i>Temora turbinata</i>	近海暖水	肥胖箭虫 <i>S. enflata</i>	大洋广布
中华胸刺水蚤 <i>Centropages sinensis</i>	近海暖水	凶形箭虫 <i>S. ferox</i>	大洋广布
背针胸刺水蚤 <i>C. dorsispinatus</i>	近海暖水	13 被囊类 Tunicata	
火腿许水蚤 <i>Schmackeria poplesia</i>	半咸水	* 长尾住囊虫 <i>Oikopleura longicauda</i>	近海暖水
双齿许水蚤 <i>S. dubia</i>	近海暖水	* 软拟海樽 <i>Dolioletta gegenbauri</i>	近海暖水
海洋伪镖水蚤 <i>Pseudodiaptomus marinus</i>	近海暖水	14 浮游幼虫 Planktonic larvae	
汤氏长足水蚤 <i>Calanopia thompsoni</i>	近海暖水	腹足类幼体 <i>Gastropoda</i> larvae	
真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	近海暖水	双壳类幼体 <i>Bivalvia</i> larvae	
双刺唇角水蚤 <i>L. bipinnata</i>	近海暖水	多毛类幼体 <i>Polychaeta</i> larvae	
叉刺角水蚤 <i>Pontella chierchiaie</i>	大洋广布	桡足类幼体 <i>Copepoda</i> larvae	
太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	近海暖水	蔓足类无节幼体 <i>Cirripedia nauplius</i>	
刺尾纺锤水蚤 <i>A. spinicauda</i>	近海暖水	磷虾幼体 <i>Euphausia</i> larvae	
钳形歪水蚤 <i>Tortanus forcipatus</i>	近海暖水	糠虾幼体 <i>Mysidacea</i> larvae	
捷氏歪水蚤 <i>T. derjugini</i>	近海暖水	长尾类幼体 <i>Macrura</i> larvae	
筒长腹剑水蚤 <i>Oithona simplex</i>	近海暖水	阿利玛幼体 <i>Alima</i> larvae	
* 短角长腹剑水蚤 <i>O. brevicornis</i>	近海暖水	短尾类蚤状幼体 <i>Brachyura zoea</i>	
* 小长腹剑水蚤 <i>O. nana</i>	近海暖水	短尾类大眼幼体 <i>Brachyura megalopa</i>	
* 细长腹剑水蚤 <i>O. decipiens</i>	近海暖水	仔蟹 Juvenile crab	
* 中隆剑水蚤 <i>Oncaea media</i>	大洋广布	箭虫幼体 <i>Sagitta</i> larvae	
* 角突隆剑水蚤 <i>O. conifera</i>	近海暖水	鱼卵 Fish egg	
* 近缘大眼剑水蚤 <i>Corycaeus affinis</i>	近海暖水	仔鱼 Fish larvae	
* 平大眼剑水蚤 <i>C. dahlia</i>	近海暖水		

注:标*的种类仅在Ⅱ型网出现

浮游动物平均生物量为 125.05 mg/m³,生物量分布与丰度分布略有不同,全湾浮游动物生物量分布比较均匀(图 2b),在丰度分布密集的湾顶海区,浮游动物生物量并未高于其他区域,主要是因为该区域小型桡足类太平洋纺锤水蚤丰度虽高,但对浮游动物总生物量的贡献较低。

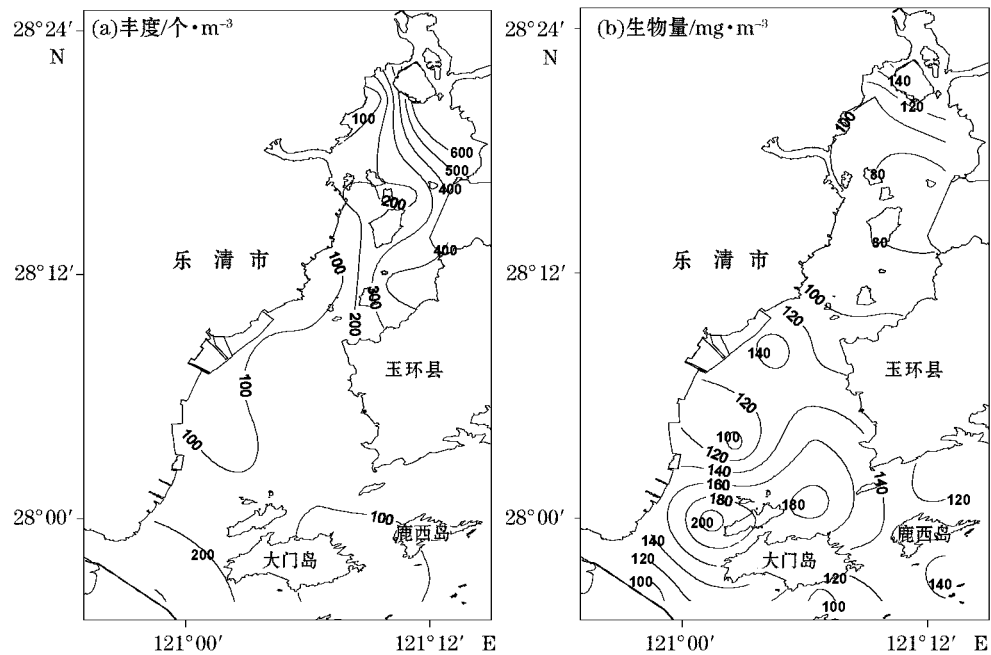


图 2 浮游动物丰度和生物量的平面分布

Fig. 2 Horizontal distribution of zooplankton abundance and biomass

2.3 主要优势种类的平面分布

2.3.1 优势种类组成

2009-08,乐清湾浮游动物优势种、优势度以及出现频率见表 2(优势种的确定和优势度的计算参照文献[9])。I 型网优势种有针刺拟哲水蚤、汤氏长足水蚤、太平洋纺锤水蚤、刺尾纺锤水蚤和短尾类溞状幼体,共 5 种;II 型网优势种有针刺拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、刺尾纺锤水蚤、短角长腹剑水蚤、筒长腹剑水蚤、小长腹剑水蚤、桡足类幼体(包括无节幼体和各期桡足幼体)和蔓足类无节幼体,共 9 种;2 种网具共有的优势种为 3 种,分别为针刺拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤和刺尾纺锤水蚤,其中太平洋纺锤水蚤出现频率较低,说明该种丰度虽高,分布却不均匀。

表 2 浮游动物优势种及其优势度

Tab 2 Dominant species of zooplankton and their dominance

优势种	优势度		出现频率	
	I 型网	II 型网	I 型网	II 型网
针刺拟哲水蚤 <i>Paracalanus aculeatus</i>	0.124	0.108	0.78	0.89
强额拟哲水蚤 <i>P. crassirostris</i>	—	0.033	—	0.83
汤氏长足水蚤 <i>Calanopia thompsoni</i>	0.031	—	0.72	—
太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	0.063	0.058	0.17	0.22
刺尾纺锤水蚤 <i>A. spinicauda</i>	0.166	0.046	0.83	0.89
短角长腹剑水蚤 <i>Oithona brevicornis</i>	—	0.049	—	0.83
筒长腹剑水蚤 <i>O. simplex</i>	—	0.021	—	0.83
小长腹剑水蚤 <i>O. nana</i>	—	0.020	—	0.89
桡足类幼体 <i>Copepoda larvae</i>	—	0.166	—	0.56
蔓足类无节幼体 <i>Cirripedia nauplius</i>	—	0.044	—	0.56
短尾类溞状幼体 <i>Brachyura zoea</i>	0.056	—	0.89	—

注:“—”表示非该网浮游动物优势种

2.3.2 I 型网主要优势种类的平面分布

I 型网中 4 种占优势地位桡足类的平面分布规律、丰度的等值分布见图 3,针刺拟哲水蚤在乐清湾内没

有特别明显的密集区,丰度分布大致呈现由湾外向湾内逐渐降低的趋势,在湾顶海区无分布。汤氏长足水蚤在乐清湾中部靠近玉环县一侧形成一个 60 个/ m^3 的密集区,最高丰度值为 100.00 个/ m^3 ,出现在 Y10 站。

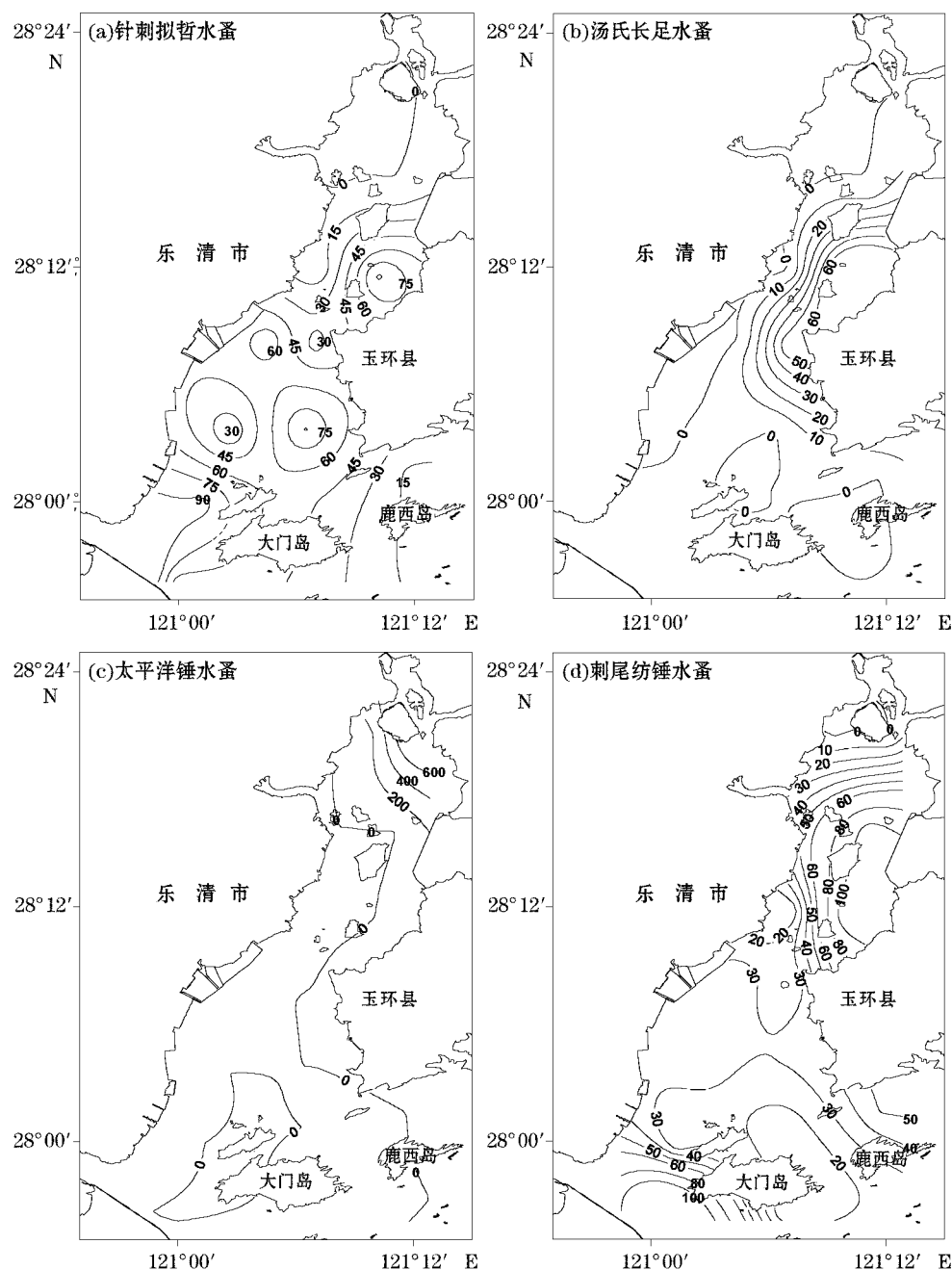


图 3 I 型网浮游动物主要优势种丰度平面分布(个· m^{-3})

Fig. 3 Horizontal distribution of dominant species abundance in plankton net I (ind. · m^{-3})

太平洋纺锤水蚤和刺尾纺锤水蚤在形态上非常接近,而且存在多个变型,往往难以区分^[10],此次样品鉴定时,依据陈清潮等^[4]和王桂贵^[9]的描述,计数标准形态的太平洋纺锤水蚤和刺尾纺锤水蚤,以便准确分析两者的分布情况(特征较模糊的个体以及未成熟的各期桡足幼体未统计在内)。如图 3 所示,太平洋纺锤水蚤分布集中在乐清湾顶部海区,最高丰度值位于 Y2 站,为 932.00 个/ m^3 ,湾内其他区域没有出现;刺尾纺锤

水蚤分布情况与太平洋纺锤水蚤刚好相反,湾顶海区没有分布,由湾顶向外大致上是逐渐增加的,并在乐清湾中部靠近玉环县一侧和大门岛西南面靠近瓯江口处各形成一个 $100.00 \text{ 个}/\text{m}^3$ 的密集区,最高丰度值为 $214.58 \text{ 个}/\text{m}^3$,出现在 Y29 站。

2.3.3 II 型网主要优势种类的平面分布

选择优势种中强额拟哲水蚤、短角长腹剑水蚤、筒长腹剑水蚤和小长腹剑水蚤进行平面分布规律。这 4 种桡足类个体很小,体长最大不超过 $0.65 \text{ mm}^{[4-5]}$,所以在 II 型网浮游动物中占有相当的优势,其丰度平面分布如图 4 所示。

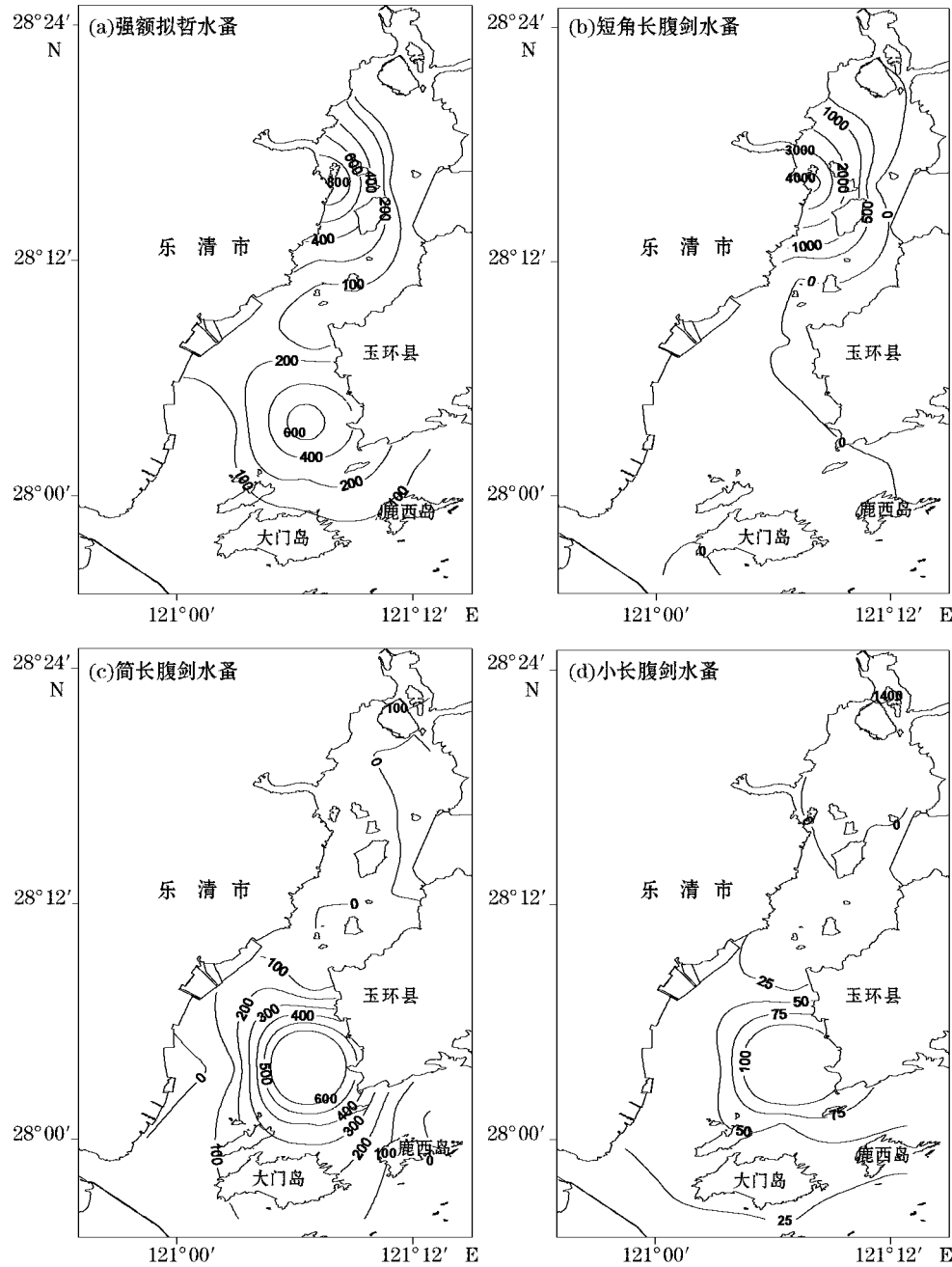


图 4 II 型网浮游动物主要优势种丰度平面分布($\text{个} \cdot \text{m}^{-3}$)

Fig. 4 Horizontal distribution of dominant species abundance in plankton net II ($\text{ind.} \cdot \text{m}^{-3}$)

强额拟哲水蚤在乐清湾内形成 2 处高密度区,第 1 处位于湾中部靠近乐清市一侧,中心区丰度值超过 800.00 个/ m^3 ;第 2 处位于玉环县西南侧湾口海区,其中心区丰度值超过 600.00 个/ m^3 。短角长腹剑水蚤丰度分布的密集区与强额拟哲水蚤第 1 处密集区重合,其最高丰度值为 4 566.67 个/ m^3 (Y5 站)。简长腹剑水蚤丰度分布的密集区位于乐清湾湾口靠近玉环县西南面海区,与第 2 处强额拟哲水蚤密集区重合,其最高丰度值为 1 112.20 个/ m^3 (Y18 站);该种在湾顶海区还形成一个局部的丰度为 100.00 个/ m^3 的等值区,但在乐清湾中部海区丰度很低。小长腹剑水蚤密集区位于湾顶海区,丰度最高值为 1 400.00 个/ m^3 (Y32 站);湾口海区玉环县西南面还有一处丰度为 100.00 个/ m^3 ;在其他区域分布相对均匀,丰度值大多低于 50.00 个/ m^3 。

3 讨 论

3.1 浮游动物群落结构特征及其与水团的关系

乐清湾是位于亚热带的一个典型半封闭海湾,湾内与湾外水体交换以前是通过东北部的漩门口和南面湾口这大小 2 个通道进行,但是自 20 世纪 70 年代以来,漩门港一期堵口筑坝工程和二期围海蓄淡工程相继完工后,潮流只能从南面湾口进入,湾内水体交换没有以前充分和通畅。另外,瓯江口灵昆岛南侧筑有潜坝,灵昆岛与霓屿岛之间还有灵霓大堤,因此瓯江径流主要通过北口外泄,所以在乐清湾湾口海区,东南有来自台湾暖流的高温高盐水,但受到灵霓大堤和众多岛屿的阻隔,进入湾内比较有限,东北有浙闽沿岸水,西面有瓯江北口的淡水径流^[11],此外,乐清湾沿岸还有若干较小的河溪注入湾内,这些水团此消彼长,造就了乐清湾复杂的水文环境,也决定着浮游动物群落结构特征。

2009-08,乐清湾浮游动物主要有 4 个生态类群:1)半咸水河口生态类群,这一类群数量和种类均较少,以火腿许水蚤、长额刺糠虾为代表,它们主要出现在湾顶海区或者是南部靠近瓯江口的相对低盐水域。2)近海暖温生态类群,适应相对低温的环境,以中华哲水蚤为代表,该种通常可作为冷水水团指示种^[12],仅在湾口向外的 Y31 站出现,丰度很低(仅 0.28 个/ m^3)。3)近海暖水生态类群是乐清湾夏季浮游动物的主导类群,主要出现在夏秋季水温较高的季节,适应相对低盐的环境,分布广,数量大,本次调查的优势种大多属于该类群。4)大洋广布生态类群,这一类群适应能力强,分布很广,通常可伴随外海高温高盐水扩散至沿岸水域,以亚强真哲水蚤、精致真刺水蚤、肥胖箭虫等为代表,数量较少,其分布仅可及乐清湾口海区,表明外海高温高盐水难以进入乐清湾内部。

3.2 优势种分布特征

本次调查结果显示,乐清湾浮游动物主要优势种为针刺拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、刺尾纺锤水蚤等,与历史同期调查资料有所不同^[2],但与瓯江口调查资料类似^[13-14]。

太平洋纺锤水蚤和刺尾纺锤水蚤这两种在形态分类和遗传起源上非常接近的桡足类^[10,15],在乐清湾的分布却是截然不同的,太平洋纺锤水蚤在湾顶局部区域形成一个丰度超过 600.00 个/ m^3 的密集区,其他区域鲜有发现;刺尾纺锤水蚤则刚好相反,湾顶未见分布,在其余海区分布则相对均匀。这一现象与厦门港海区不同,厦门港的太平洋纺锤水蚤出现在冬春季,当水温超过 25 $^{\circ}\text{C}$ 时,则会产休眠卵,种群数量开始下降;刺尾纺锤水蚤数量高峰则出现在 6 月下旬~11 月上旬,两者之间有明显的季节演替,并且存在许多中间过渡形态^[16]。本次调查时,乐清湾平均水温为 28.16 $^{\circ}\text{C}$,已经不适宜太平洋纺锤水蚤生存,种群数量可能会逐渐下降,但可能因为乐清湾水体交换不畅,湾顶局部区域受潮流影响有限,还存在着一个密集区,这也说明这 2 种纺锤水蚤在乐清湾的季节演替要迟于厦门港,具体规律需要进行逐月调查。

2009-08,乐清湾小型浮游动物优势种主要有强额拟哲水蚤、短角长腹剑水蚤、简长腹剑水蚤、小长腹剑水蚤等(其分布规律见前文)。这些种类由于个体小,在以往的调查中常常被忽视,但小型桡足类具有繁殖快、生命周期短,产量高等特点,而且分布广泛,数量非常丰富,对初级生产力的利用率明显高于大型桡足类,

是仔、稚鱼良好的开口饵料,对渔业资源具有重要影响,在海洋生态系统中具有更重要的功能和地位^[17]。许多海洋学者已经注意到这一问题,并开展了许多深入的研究,然而对乐清湾小型浮游动物的调查还比较欠缺,这方面的研究有待加强。

3.3 与历史同类调查比较

2009-08 乐清湾调查鉴定出浮游动物的种类数与 2002-08 调查的相差不大。从生物类群组成上看,2009-08 枝角类和浮游软体动物没有出现,其余类群则与 2002 年相同。此外,本次调查发现的桡足类有 32 种,明显多于 2002 年的 22 种,主要是因为使用Ⅱ型网采集到了一些剑水蚤目的小型种类;其它类群的种类数与历史资料比较接近。总体来说,2009-08 乐清湾浮游动物种类数和种类组成上与 2002-08 比较一致^[2],与相近的几处类似海域差别也不大^[13-14,18-19]。浮游动物平均丰度高于 2002-08 调查的,平均生物量却稍低于历史同期,主要是因为湾顶局部区域出现小型桡足类太平洋纺锤水蚤的密集区,该种对浮游动物总丰度贡献率高,对生物量贡献却较低;乐清湾中部和湾口海区浮游动物分布相对均匀,平均丰度为 168.34 个/m³,与 2002 年同期十分接近^[2]。

无论是历史资料还是本次调查资料,乐清湾夏季浮游动物在数量上要明显低于相近几处类似的海湾^[18-19],也低于毗邻的瓯江口海域^[13-14]。比较水文地理环境特征发现,三门湾、兴化湾以及瓯江口水域开阔,与外界交换通畅,在外海暖流强势的夏季,利于暖水广布种类进入,乐清湾相对封闭,特别是漩门口被堵截后,纳潮力下降,水体交换不畅,个别近岸种类数量较大,但分布不均匀,因此湾内浮游动物数量整体较低。

表 3 不同海域浮游动物调查资料比较

Table 3 Comparison of investigative data of zooplankton in different sea areas

调查海域	种 数	主要优势种	丰度/个·m ⁻³	生物量/mg·m ⁻³	调查时间	资料来源
乐清湾(浙江南部)	81	针刺拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、刺尾纺锤水蚤等	234.00	125.05	2009-08	本调查
乐清湾(浙江南部)	78	真刺唇角水蚤、短尾类幼虫、中华假磷虾	160.32	150.78	2002-08	文献[2]
三门湾(浙江中部)	87	驼背隆哲水蚤、丹氏纺锤水蚤、短尾类幼虫	383.68	378.31	2002-08	文献[18]
瓯江口(浙江南部)	69(不含浮游幼虫)	针刺拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤等	234.87	307.25	2007-09	文献[13]和[14]
兴化湾(福建北部)	89	拟细浅室水母、尖尾海萤、数枝鳃水母等	207.90	455.10	2006-07	文献[19]

4 结 语

乐清湾夏季(2009-08)浮游动物主要由 4 个生态类群构成,以近海暖水类群占主导地位;乐清湾相对封闭,水体交换不畅,以致部分优势种分布不均匀。与 2002 年同期调查资料相比,乐清湾浮游动物种类数和种类组成变化不大,但优势种有所不同,湾内大部分区域浮游动物数量分布规律与历史同期比较一致,仅湾顶局部区域丰度值有较明显上升^[2];与三门湾、兴化湾以及瓯江口海域相比,乐清湾浮游动物种类数相当,但数量较低^[13-14,18-19]。乐清湾周边地区海洋经济活跃,近年来一些围垦工程、港口工程、滨海电厂等大型项目的不断建成和投入运行,其带来的环境压力不容忽视。

致谢:厦门大学郭东晖给予本文十分宝贵的意见。

参考文献(References):

- [1] ZHENG Z, LI S J, XU Z Z. Marine Plankton[M]. Beijing: China Ocean Press, 1984. 郑重, 李少菁, 许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.
- [2] LIU Z S, WANG C S, ZHANG Z N, et al. Seasonal dynamics and grazing rate of zooplankton in Yeqing Bay[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 1853-1862. 刘镇盛, 王春生, 张志南, 等. 乐清湾浮游动物的季节变动及摄食率[J]. 生态学报, 2005, 25(8): 1853-1862.
- [3] GB/T 12763. 6—2007 Specifications for oceanographic survey -Part 6: Marine biological survey[S]. Beijing: China Standard Press, 2007. GB/T 12763. 6—2007 海洋调查规范, 第 6 部分: 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [4] CHEN Q C, ZHANG S Z. The planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea— I. Calanoida[J]. Studia Marina Sinica, 1965, 7: 20-131. 陈清潮, 章淑珍. 黄海和东海的浮游桡足类— I. 哲水蚤目[J]. 海洋科学集刊, 1965, 7: 20-131.
- [5] CHEN Q C, ZHANG S Z, ZHU C S. The planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea— II. Cyclopoida and Harpacticoida[J]. Studia Marina Sinica, 1974, 9: 27-76. 陈清潮, 章淑珍, 朱长寿. 黄海和东海的浮游桡足类— II. 剑水蚤目和猛水蚤目[J]. 海洋科学集刊, 1974, 9: 27-76.
- [6] ZHANG J B. A preliminary analysis on the Hydromedusae fauna of the China Sea areas[J]. Acta Oceanologica Sinica, 1979, 1(1): 127-137. 张金标. 中国海域水螅水母类区系的初步分析[J]. 海洋学报, 1979, 1(1): 127-137.
- [7] ZHANG J B, XU Z Z. On the geographical distribution of the Siphonophores in the China Sea[J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 1980, 19(3): 100-107. 张金标, 许振祖. 中国海管水母类的地理分布[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1980, 19(3): 100-107.
- [8] XU Z L. Study on adaptation and ecotype of pelagic Ostracoda in the East China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2007, 29(5): 123-131. 徐兆礼. 东海浮游介形类生态适应性分析[J]. 海洋学报, 2007, 29(5): 123-131.
- [9] XU Z L, CHEN Y Q. Aggregated intensity of dominant species of zooplankton in autumn in the East China Sea and Yellow Sea[J]. Journal of Ecology, 1989, 8(4): 13-15. 徐兆礼, 陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲈鲶渔场的关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(4): 13-15.
- [10] WANG G Z, LI S J. A comparative study on the characteristics of population form of two common species of Acartia from Xiamen waters[J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 1991, 30(1): 78-83. 王桂忠, 李少菁. 厦门港海区两种常见纺锤水蚤(Acartia)形态特征的比较研究[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1991, 30(1): 78-83.
- [11] YAO Y M, CHEN J Y, CHEN Y P, et al. The relation between current and topography in Wenzhou Bay[J]. Journal of East China Normal University: Natural Science, 1998, (2): 61-68. 姚炎明, 陈吉余, 陈永平, 等. 温州湾水流及其与地形的关系[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1998, (2): 61-68.
- [12] PU X M, SUN S, YANG B, et al. The combined effects of temperature and food supply on Calanus sinicus in the southern Yellow Sea in summer[J]. Journal of Plankton Research, 2004, 26(9): 1049-1057.
- [13] GAO Q, XU Z L. Distribution pattern of zooplankton in the Oujiang Estuary during summer and autumn[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16(3): 372-380. 高倩, 徐兆礼. 瓯江口水域夏、秋季浮游动物数量时空分布特征[J]. 中国水产科学, 2009, 16(3): 372-380.
- [14] GAO Q, XU Z L. Species composition and diversity of zooplankton in Oujiang River estuary in summer and autumn[J]. Chinese Journal of Ecology, 2009, 28(10): 2048-2055. 高倩, 徐兆礼. 瓯江口夏、秋季浮游动物种类组成及其多样性[J]. 生态学杂志, 2009, 28(10): 2048-2055.
- [15] CAO W Q. Studies on the chromosomes of two common Acartia species from Xiamen waters[J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 1994, 33(6): 125-128. 曹文清. 厦门港海区两种常见纺锤水蚤的染色体研究[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1994, 33(6): 125-128.
- [16] WANG G Z, LI S J, CHEN F, et al. Studies on the egg biology and seasonal succession of two common species of Acartia from Xiamen waters[J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 1994, 33(6): 135-140. 王桂忠, 李少菁, 陈峰, 等. 厦门港海区两种常见纺锤水蚤卵的生物学和季节演替[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1994, 33(6): 135-140.
- [17] WANG R, ZHANG H Y, WANG K, et al. Function performed by small copepods in marine ecosystem[J]. Oceanologia Etlimnologia Sinica, 2002, 33(5): 453-460. 王荣, 张鸿雁, 王克, 等. 小型桡足类在海洋生态系统中的功能作用[J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(5): 453-460.
- [18] LIU Z S, WANG C S, ZHANG Z N, et al. Seasonal dynamics of zooplankton and microzooplankton grazing impact in Sanmen Bay, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(12): 3931-3941. 刘镇盛, 王春生, 张志南, 等. 三门湾浮游动物的季节变动及微型浮游动物摄食影响[J]. 生态学报, 2006, 26(12): 3931-3941.
- [19] XU X Q, ZENG J N, SHOU L, et al. Seasonal variation and horizontal distribution of zooplankton community in Xinghuawan bay[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(3): 734-744. 徐晓群, 曾江宁, 寿鹿, 等. 兴化湾浮游动物群落季节变化和水平分布[J]. 生态学报, 2010, 30(3): 734-744.

Species Composition and Quantitative Distribution of Zooplankton in Yueqing Bay During the Summer of 2009

ZOU Qing, YAO Wei-min, ZHANG Shu-min

(Wenzhou Marine Environmental Monitoring Center Station, SOA, Wenzhou 325027, China)

Abstract: A comprehensive investigation on the marine environment of Yueqing Bay was carried out in August 2009. A total of 66 species of zooplankton and 15 groups of pelagic larvae were indentified. All these zooplankton could be divided into four ecotypes which were estuarine low salinity group, offshore warm water group, offshore warm temperate group, eurytopic group, respectively, and the offshore warm water group was the principal ecological group. The dominant species in plankton net I were *Paracalanus aculeatus*, *Calanopia thompsoni*, *Acartia pacifica*, *A. spinicauda*, etc. And the dominant species in plankton net II were *P. aculeatus*, *P. crassirostris*, *A. pacifica*, *A. spinicauda*, *Oithona brevicornis*, *O. simplex*, *O. nana*, etc. Distribution of those dominant species was dissimilar in different area of Yueqing Bay obviously, *A. pacifica* was distributed only in the upper area of the Yueqing Bay as well as *O. nana* did, but other dominant species appeared in the middle and mouth area of the bay. The average biomass and abundance of zooplankton were 125.05 mg/m³ and 234.00 ind./m³ respectively, which decreased from the upper to the lower area in the Yueqing Bay.

Key words: Yueqing Bay; zooplankton; species composition; quantitative distribution

Received: December 9, 2010