

大亚湾海域浮游动物种类组成和优势种的季节变化

杜飞雁^{1,2,3,4*}, 王雪辉^{1,2,3,5}, 贾晓平^{1,2,3},
杨圣云⁴, 廖秀丽^{1,2,3}, 李纯厚^{1,2,3}

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300;

2. 广东省渔业生态环境重点开放实验室, 广东 广州 510300;

3. 农业部南海渔业资源环境科学观测实验站, 广东 广州 510300;

4. 厦门大学海洋学院海洋科学博士后流动站, 福建 厦门 361005;

5. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306)

摘要: 为全面掌握南海北部大亚湾海域浮游动物的群落特征。利用 2007—2008 年在大亚湾开展的 4 个航次 124 个站次的海洋生物调查数据和历史资料, 通过数据统计分析, 对浮游动物种类组成和优势种进行研究, 结果表明: (1) 大亚湾浮游动物种类组成的季节变化明显、种类更替频繁; (2) 优势种组成简单, 季节变化明显, 单一种的优势地位显著。与过去相比, 大亚湾海域浮游动物群落的组成基本稳定, 但种类和优势种的更替率均呈现逐步增大的趋势, 浮游动物优势种组成趋于简单、单一种优势地位明显提高。大亚湾生态环境随季节的变幅增强, 群落的稳定性明显下降。海水温度的升高, 改变了大亚湾暖水性浮游动物种类的生活周期; 而且营养水平的提高也促使赤潮种类夜光虫数量的增加。

关键词: 浮游动物; 种类组成; 优势种; 大亚湾

中图分类号: S 943

文献标志码: A

广东省水产资源自然保护区大亚湾, 因其独特的地理位置和丰富的自然资源, 成为广东省经济快速发展的重要经济增长区之一, 也是生态环境保护与资源利用之间矛盾极为突出的区域。在过去的 20 年间, 大亚湾海域生态环境发生了一系列的变化^[1]。浮游动物作为海洋生态系统中的重要组成之一, 其动态变化影响鱼类、浮游植物和无脊椎动物的种群生物量^[2]。研究发现浮游动物中暖水种类的优势地位明显增加^[3], 表明在大亚湾海域生态环境急剧变化的情况下, 浮游动物群落也相应发生了改变。为更清楚地了解和掌握环境急剧变化之下生物群落的响应情况, 以历史研究为基础, 在站位布设和采样区域等方面均进行了充实和完善, 对大亚湾生物群落开展了较为全面、系统的调查。初步研究发现在大亚湾海洋

生物群落简单化趋势明显的同时, 还出现 4 个浮游动物新物种^[4], 说明大亚湾海洋生物类群还需更为深入和细致的研究。本实验选取浮游动物为主要对象, 对其种类组成和优势种的变化趋势进行研究, 为开展受损生态系统的修复提供更为全面、丰富、准确的基础资料。

1 材料与方 法

1.1 研究航次和站位布设

2007 年 12 月、2008 年 3 月、5 月和 9 月, 分冬、春、夏和秋 4 个季度月, 按棋盘式在大亚湾海域设置 31 个站位, 对大亚湾海域的浮游动物进行了定量采样, 4 个航次的调查站位分布见图 1。站位分布于大亚湾的全部海域, 采样反映了大亚湾浮游动物的分布状况。

收稿日期: 2013-02-25 修回日期: 2013-04-24

资助项目: 广东省科技计划项目(2009B030600002); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金(2007ZD08, 2010YD10, 2009TS08, 2012TS02)

通信作者: 杜飞雁, E-mail: feiyanegg@163.com

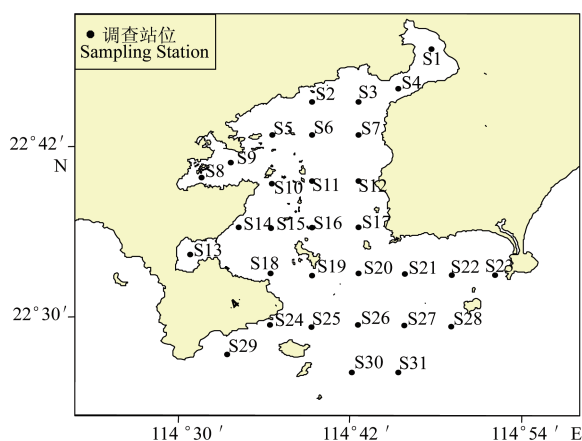


图1 大亚湾调查站位设置示意图

Fig.1 Sketch map of sampling stations

1.2 样品采集、处理和分析

使用浅水I型浮游生物网(网长145 cm,网口内径50 cm,网口面积0.2 m²,网目大小0.505 mm)采样,每站自底层至表层垂直拖曳1网。样品的处理、保存、计数等均按《海洋调查规范》^[5]进行。

1.3 数据处理

种类更替率(R)

$$R(\%) = [(a + b - 2c)/(a + b - c)] \times 100^{[6]} \quad (1)$$

式(1)中, a 与 b 分别为相邻2个季节的种类数, c 为相邻2个季节共同种类数。

优势度

$$Y = (n_i / N) \times f_i^{[7]} \quad (2)$$

式(2)中, n_i 为第 i 种的个体数量; N 为某站总浮游动物个体数; f_i 为某种浮游动物的出现频率。

2 结果与分析

2.1 种类组成

经鉴定,大亚湾海域共采获浮游动物8门275种(类),分属原生动物、水螅水母类、管水母类、栉水母类、枝角类、桡足类、端足类、磷虾类、十足类、糠虾类、介形类、翼足类、多毛类、毛颚类、有尾类、海樽类和浮游幼虫等17个类群。各类群中以节肢动物桡足类出现种类数最多,达94种;腔肠动物水螅水母类共出现60种,列第2位;浮游幼虫出现37类,列第3位;管水母类出现19种,居第4位;其它类群共出现65种。

各季中以春季出现种类最多,为158种;夏季

131种、秋季140种、冬季135种。冬季,水螅水母类出现种类数最多,有41种。其次是桡足类,出现31种。浮游幼虫出现23类,列第3位。其它类群出现种类数较少,原生动物、磷虾类、十足类、介形类和翼足类均各出现1种;春季,桡足类出现种类数最多,达55种。浮游幼虫出现22类,列第2位。管水母类和水螅水母类分别出现19和16种,列第3、4位。其它类群种类数较少,原生动物、介形类和多毛类均出现1种;夏季,桡足类种类数依然列第1位,有43种。水螅水母类和浮游幼虫分别出现28和25类,列第2、3位。原生动物、介形类、多毛类和海樽类均出现1种;秋季,桡足类出现54种,依然列第1位。其次是浮游幼虫,有29类。水螅水母类和毛颚类分别出现15和11种,列第3、4位。其它类群出现种类数较少,端足类、多毛类和海樽类各出现1种。

表1 大亚湾浮游动物各类群种类数

Tab.1 The species number of zooplankton in different groups in Daya Bay

类群 group	冬季 winter	春季 spring	夏季 summer	秋季 autumn
原生动物 Protista	1	1	1	3
水螅水母类 Hydrozoa	41	16	28	15
管水母类 Siphonophorae	7	19	5	4
栉水母类 Ctenophora	5	4	2	2
枝角类 Cladocera	2	3	4	3
桡足类 Copepoda	31	55	43	53
端足类 Amphipoda	4	4	2	1
磷虾类 Euphausiacea	1	3	0	0
十足类 Decapoda	1	2	2	2
糠虾类 Mysidacea	5	0	2	2
介形类 Ostracoda	1	1	1	2
翼足类 Thecosomat	1	11	2	7
多毛类 Annelida	2	1	2	1
毛颚类 Chaetognaths	4	9	7	11
有尾类 Appendiculata	4	3	2	4
海樽类 Thaliacea	2	4	3	1
浮游幼虫(体) larvae	23	22	25	29
合计 total	135	158	131	140

四季均出现的共有种类仅有43种(浮游幼虫有15类),占总种类数的15.2%。仅在1个季节出现的种类有134种,占总种类数的47.5%。各季之间存在种类更替,冬季和春季的种类更替率

为 62.3%,春季和夏季的更替率为 59.5%,夏季和秋季的更替率为 60.6%,平均更替率为 60.8%。表明大亚湾海域浮游动物种类更替随季节变化明显。

1987 年和 1988—1989 年 2 个周年逐月调查,分别在大亚湾海域采获浮游动物 256 种和 234 种^[6],2004 年的周年 4 个季度月的调查共采获浮游动物 128 种^[3]。而本次共采获浮游动物 275 种,种类数高于以往调查结果,与本次调查范围大、采样站位多有关。

与 1987—1989 年相比,2007—2008 年大亚湾海域浮游动物的主要类群依然为桡足类、水螅水母类和浮游幼虫,其它类群在总种类数中所占比例较小。虽然各类群占总种类数的百分比有所变化,但总体变化不大(表 2)。1991 年和 2004 年在大亚湾海域开展的浮游动物调查也表明^[3,8],大亚湾浮游动物以桡足类数量最多、腔肠动物次之,反映出大亚湾海域浮游动物群落的组成基本稳定,未出现明显的变动。

表 2 大亚湾浮游动物种类组成的年际变化
Tab. 2 Annual change of species composition of zooplankton in Daya Bay

类群 group	1987—1989		2007—2008	
	种类数 number of species	百分比/% percentage	种类数 number of species	百分比/% percentage
原生动 物 Protista			3	1.1
水螅水母类 Hydrozoa	81	26.3	60	21.8
管水母类 Siphonophorae	9	2.9	19	6.9
栉水母类 Ctenophora	3	1.0	6	2.2
枝角类 Cladocera	3	1.0	3	1.1
桡足类 Copepoda	118	38.3	94	34.2
端足类 Amphipoda	8	2.6	5	1.8
磷虾类 Euphausiacea	1	0.3	3	1.1
十足类 Decapoda	6	1.9	2	0.7
糠虾类 Mysidacea	8	2.6	5	1.8
介形类 Ostracoda	5	1.6	2	0.7
翼足类 Thecosomat	19	6.2	13	4.7
多毛类 Annelida			4	1.5
毛颚类 Chaetognaths	14	4.5	13	4.7
有尾类 Appendiculata			6	2.2
海樽类 Thaliacea	7	2.3	4	1.5
浮游幼虫(体) larvae	24	7.8	37	13.5
其它 others	2	0.6		
合计 total	308		275	

1987 年和 1988 年,大亚湾浮游动物种类数的季节变化均呈夏季最多、秋季次之、冬季最少的趋势^[6]。2004 年仍为夏季种类数最多、秋季次之,但春季最少。而 2007—2008 年则呈春季最多、夏季最少,一年内有春季和秋季 2 个数量高峰出现。浮游动物主要是借助海流和水团的运动而传播,并以与环境条件相适应而生存。浮游动物出现种类数随季节变化趋势的改变,表明大亚湾海域各季的生态环境发生了一定程度的改变。

2.2 优势种

以优势度 ≥ 0.02 为划分标准,表 3 列出了大亚湾各季浮游动物优势种组成,从表中可知大亚湾浮游动物优势种组成简单。冬季仅由夜光虫 (*Noctiluca scintillans*) 和软似海樽 (*Doliolletta gegenbauri*) 组成,且第一优势种夜光虫的优势地位极为明显。春季,浮游动物优势种组成种类数有所增加,由 5 种组成,夜光虫依然为第一优势种,但优势程度较冬季下降。夏季,浮游动物优势种由 3 种组成且完全不同与春季,鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*) 为第一优势种,优势地位较为明显。秋季,浮游动物优势种组成最为复杂,有 9 种,除肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*) 外,其余种类均与夏季不同。红纺锤水蚤 (*Acartia erythraea*) 为第一优势种,其优势程度不明显。

大亚湾海域浮游动物优势种组成季节变化非常明显,四季 16 种优势种中,没有周年优势种。仅有夜光虫、软似海樽和肥胖箭虫是 2 季的优势种,其余种类均为 1 季的优势种,反映出大亚湾海域生态环境随季节变化较为显著。

大亚湾位于亚热带海域,浮游动物群落的种类组成与优势种均有明显的季节更替,但历年来更替率变化明显,呈逐步增加的趋势。1988—1989 年有 4 次优势种更替率的高峰,高峰期的平均更替率为 69%^[6]。2004 年春季—夏季的优势种更替率为 92.86%,夏季—秋季为 44.44%,秋季—冬季为 69.23%,季节间平均更替率为 68.84%^[3]。2007—2008 年,冬季—春季的优势种更替为 83.3%,春季—夏季高达 100%,夏季—秋季为 90.9%,季节间的平均更替率为 91.4%。优势种季节更替率的增大,反映出大亚湾海域生态环境的季节变化幅度呈逐步增强的趋势。

表 3 2007—2008 年大亚湾海域浮游动物优势种组成
Tab. 3 Dominating species in Daya Bay in 2007—2008

冬季 winter		春季 spring		夏季 summer		秋季 autumn	
种名 species	优势度 Y	种名 species	优势度 Y	种名 species	优势度 Y	种名 species	优势度 Y
夜光虫 <i>N. scintillans</i>	0.85	夜光虫 <i>N. scintillans</i>	0.40	鸟喙尖头蚤 <i>P. avirostris</i>	0.58	红纺锤水蚤 <i>Acartia erythraea</i>	0.13
软拟海樽 <i>D. gegenbauri</i>	0.05	中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	0.16	软拟海樽 <i>D. gegenbauri</i>	0.15	放射虫 <i>Radiolaria</i> sp.	0.10
		拟细浅室水母 <i>Lensia subtiloides</i>	0.03	肥胖箭虫 <i>S. enflata</i>	0.02	锥形宽水蚤 <i>Temora turbinata</i>	0.09
		五角水母 <i>Muggiaea atlantica</i>	0.03			小齿海樽 <i>D. denticulatum</i>	0.08
		细浅室水母 <i>L. subtilis</i>	0.02			微刺哲水蚤 <i>Canthocalanus pauper</i>	0.04
						肥胖箭虫 <i>S. enflata</i>	0.03
						双生水母 <i>Diphyes chamissonis</i>	0.03
						亚强次真哲水蚤 <i>Subeucalanus subcrassus</i>	0.02
						弱箭虫 <i>S. delicata</i>	0.02

大亚湾海域浮游动物优势种组成种类的变化较大,1987—1989 年主要由小拟哲水蚤 (*P. crassirostris*)、鸟喙尖头蚤、强额拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、肥胖三角蚤 (*Evadne tergesina*)、红纺锤水蚤、小长腹剑水蚤 (*Oithona nana*)、软拟海樽、拟细浅室水母和小箭虫 (*S. neglecta*) 等组成^[6],2004 年除了鸟喙尖头蚤、红纺锤水蚤、小长腹剑水蚤和软拟海樽等 4 种外^[3],其它种类均已不在优势种的行列。与本研究相比,除鸟喙尖头蚤、红纺锤水蚤、软拟海樽和拟细浅室水母等 4 种外,其它的种类也不相同,反映出这 20 年间大亚湾海域生态环境发生了较大的变化。

与 2004 年相比,大亚湾浮游动物优势种组成发生明显变化,且主要优势类群也出现变化。1987—1989 年和 2004 年桡足类为大亚湾主要的优势种类,但 2007—2008 年大亚湾的主要优势种类为原生动物。2004 年冬季,优势种由红纺锤水蚤等 9 种组成,除软拟海樽外其它种类完全不同;春季,优势种组成则完全不同;夏季,除第一优势种和肥胖箭虫均为优势种外,其它优势种类也不相同;而两年的秋季优势种组成较为接近,小齿海樽、弱箭虫、肥胖箭虫和红纺锤水蚤 4 种在优势种组成中均有出现。

2004 年春、夏、秋和冬季的第一优势种分别为百陶箭虫 (*S. bedoti*) (0.05)、鸟喙尖头蚤 (0.30)、小齿海樽 (0.42) 和红纺锤水蚤 (0.12)^[3],2007—2008 年各季第一优势种分别为夜光虫 (0.85、0.40)、鸟喙尖头蚤 (0.58) 和红纺锤水蚤 (0.13)。两年各季的第一优势种几乎完全不同,且第一优势种的优势地位呈明显的增强趋势。1987—1989 年大亚湾浮游动物优势种较不突出,2004 年各季第一优势种的平均优势度为 0.22,2007—2008 年平均优势度高达 0.49。单一优势地位的增高表明,大亚湾浮游动物群落的稳定性呈明显的下降趋势。

3 讨论

3.1 海水温度上升对浮游动物分布状况的影响

近年来有研究表明大亚湾表层海水温度较 21 年 (1985 年) 前,平均每年上升 0.07 °C^[9]。海水温度上升对主动游泳能力较弱的浮游动物影响较大,与历史资料相比,部分浮游动物类群尤其是受温度影响较大的暖水性种类在大亚湾的出现频率发生了明显的变化。

海樽类属大洋性浮游动物类群,是明显的暖水性浮游动物,其在大亚湾的分布受外海大洋水支配,而水温是控制其数量的主要因素^[10]。1987

年周年逐月调查表明,其仅在夏季出现率较高(8%~22%),其他月份低于2%,在水温较低的3月则完全绝迹^[10]。2007—2008年海樽类在大亚湾全年均有出现且有较高的出现率,3月(春季)小齿海樽的出现率达到48.4%,夏季海樽类的平均出现率为90.3%,秋季为74.2%,冬季为77.4%。2004年也显示出在大亚湾水温并不是最高的秋季,小齿海樽的优势度高达0.42^[3]。目前海樽类在大亚湾全年均有出现且出现率明显增加,是对大亚湾海水温度上升的响应。

此外,因海水温度上升,暖水性种类枝角类在大亚湾的出现频率也发生了明显的变化。鸟喙尖头蚤和肥胖三角蚤是大亚湾枝角类的主要种类,历史上其出现频率有明显的季节变化。1987年,鸟喙尖头蚤8月数量最大,11月数量急速下降,为3个,至12月为0.5个,许多站已经绝迹^[11]。2007—2008年,其数量高峰期明显前移至温度较低的5月,而在温度较高的9月数量急速下降,12月数量较9月有所增加,且在大亚湾内广泛分布,出现频率高达68%;肥胖三角蚤1987年1—2月数量较大,3—5月大幅下降,6月绝迹,8月剧增至最高峰后大幅减少,11月不出现,12月少量出现^[11]。2007年12月—2008年5月肥胖三角蚤数量较大、无明显波动、出现频率在65%以上,随后数量下降,9月降至最低,出现频率降为35%,各季均有出现。

总体而言,从20年以来浮游动物出现种类变化情况来看,海水温度升高对浮游动物分布状况产生了较为明显的影响,集中表现在两个方面:

(1) 暖水性浮游动物出现高峰期不再是夏季大亚湾高温季节,由原来的8—9月,提前或推迟。历史上海樽类仅在夏季出现率较高,但在2004年温度较低的秋季仍有较高的优势度。1987年大亚湾枝角类在8月数量达到全年最高峰,而现在其数量最高峰提前至5月。而且鸟喙尖头蚤跃居浮游动物第一优势种,枝角类的种类数也有所增加。在温度较高的9月,其数量大幅下降。说明海水温度的持续增高,使得原来适合暖水性种类生长的夏季海水温度超过海樽类和枝角类的最适范围,使得该时期内数量大幅减少,这些暖水性种类的数量高峰也相应提前或推迟至温度相对较低的季节。

(2) 暖水性种类的季节变化幅度减小,原来

绝迹的低温季节里,现在其出现频率明显增加,而且基本上全年均有出现。历史上,因海水温度降低,海樽类在3月、枝角类在11—12月数量大幅减少乃至绝迹。现在随着海水温度的上升,低温季节仍有一定数量的海樽类和枝角类的出现。表明温度的上升,改变了暖水性种类的生活周期。

3.2 夜光虫优势地位突出

夜光虫也称夜光藻,是主要的赤潮生物种类之一。1985年、1989年和1991年,其数量高峰期均出现在春季,其它季节较少^[12-13]。2004年并未进入浮游动物优势种的行列,而目前是大亚湾浮游动物的主要优势种,是冬季和春季的第一优势种,并具有非常突出的优势地位。其数量不但在春季较高,而且冬季在大亚湾内普遍出现,数量较多,出现频率更是高达97%。近20年来,大亚湾海域活性磷酸盐的浓度有较大幅度的下降,而溶解态的无机氮浓度则上升,总体的营养水平呈上升趋势^[14-15]。目前大亚湾水域已处于中等营养水平,局部水域已有富营养化的迹象,而且富营养化的趋势仍在继续^[1]。营养水平的提高,有利于赤潮生物的生长。夜光虫优势地位的增强,也反映出大亚湾富营养化进程的加剧。就目前的状况来看,大亚湾冬季和春季均有发生赤潮的潜在因素,需引起注意。

从夜光虫的分布情况来看,冬、春两季,大鹏澳的核电站附近水域是其数量高密度区。受核电站温排水的影响,大鹏澳海域平均水温上升约0.4℃,水温的升高使该区域的营养水平也明显提高,浮游植物中甲藻和暖水性种类的数量也有增多的趋势^[16-18]。生活环境与营养状况密切相关的底栖多毛类,近年来在大亚湾底栖动物群落中的优势地位显著提升,尤其水温较低的春季和冬季,也在大鹏澳海域出现聚集区^[19]。可见,大亚湾生态环境中营养状况的改变,已经对海洋生物群落产生了影响,尤其是在特殊的季节和区域内有非常明显的表现。

样品鉴定得到了厦门大学黄加祺教授和许振祖教授的帮助,中国水产科学研究院南海水产研究所邱永松研究员对英文摘要进行了修改和润色,课题组其它成员在外作业调查、样品采集、分析过程中给予帮助,特致谢忱。

参考文献:

- [1] 王肇鼎,练健生,胡建兴,等. 大亚湾生态环境的退化现状与特征[J]. 生态科学, 2003, 22(4): 313-320.
- [2] 郑重,李少菁,许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京:海洋出版社,1984.
- [3] 方良,李纯厚,杜飞雁,等. 大亚湾海域浮游动物生态特征[J]. 生态学报, 2010, 30(11): 2981-2991.
- [4] Du F Y, Xu Z Z, Huang J Q, *et al.* New records of medusae (Cnidaria) from Daya Bay, northern South China Sea, with descriptions of four new species [J]. Proceedings of the Biological Society of Washington, 2010, 123(1): 72-86.
- [5] 国家技术监督局. 海洋调查规范—海洋生物调查[S]. 北京:中国标准出版社,1991.
- [6] 连光山,林玉辉,蔡秉及,等. 大亚湾浮游动物群落的特征[C]//大亚湾海洋生态文集(II). 北京:海洋出版社,1990,180-186.
- [7] 陈清潮,黄良民,尹健强,等. 南沙群岛海区浮游动物多样性研究[C]//南沙群岛及其邻近海区海洋生物多样性研究 I. 北京:海洋出版社,1994: 42-50.
- [8] 黄亚如,欧强. 南海大鹏湾与大亚湾浮游动物的比较及其与赤潮的关系[J]. 海洋通报, 1993, 12(2): 46-51.
- [9] Yu J, Tang D L, Yao L J, *et al.* Long-term water temperature variations in Daya Bay, China using satellite and *In situ* observations [J]. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 2010, 21(2): 393-399.
- [10] 林茂. 大亚湾海樽类的生态研究[C]//大亚湾海洋生态文集. 北京:海洋出版社,1990:390-396.
- [11] 蔡秉及. 大亚湾枝角类的丰度[C]//大亚湾海洋生态文集. 北京:海洋出版社,1990:369-373.
- [12] 徐恭昭等. 大亚湾环境与资源[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,1989:174.
- [13] 广东省海岛资源综合调查大队,广东处海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室. 大亚湾海岛资源综合调查报告[R]. 广州:广东科技出版社,1993:96.
- [14] 彭云辉,孙丽华,陈浩如,等. 大亚湾海区营养盐的变化及富营养化研究[J]. 海洋通报, 2002, 21(3): 44-49.
- [15] 丘耀文,王肇鼎,朱良生. 大亚湾海域营养盐与叶绿素含量的变化趋势及其对生态环境的影响[J]. 台湾海峡, 2005, 24(2): 131-139.
- [16] 王友绍,王肇鼎,黄良民. 近20年来大亚湾生态环境的变化及其发展趋势[J]. 热带海洋学报, 2004, 23(5): 85-95.
- [17] 刘胜,黄晖,黄良民,等. 大亚湾核电站对海湾浮游植物群落的生态效应[J]. 海洋环境科学, 2006, 25(2): 9-12.
- [18] 於凡,张永兴. 滨海核电站温排水对海洋生态系统影响的研究[J]. 辐射防护通讯, 2008, 28(1): 1-7.
- [19] 杜飞雁,王雪辉,贾晓平,等. 大亚湾海域大型底栖生物种类组成及特征种[J]. 中国水产科学, 2011, 18(4): 877-892.

Seasonal succession of zooplankton species composition and dominant species in the Daya Bay, northern South China Sea

DU Feiyan^{1,2,3,4*}, WANG Xuehui^{1,2,3,5}, JIA Xiaoping^{1,2,3},
YANG Shengyun⁴, LIAO Xiuli^{1,2,3}, LI Chunhou^{1,2,3}

(1. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China;

2. Key Laboratory of Fishery Ecology and Environment, Guangzhou 510300, China;

3. Scientific Observing and Experimental Station of South China Sea Fishery Resources & Environments,
Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300, China;

4. Post-doctoral Research Station, College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University,
Xiamen 361005, China;

5. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: To understand the characteristics of zooplankton community in the Daya Bay comprehensively, the zooplankton species composition and dominant species in the Daya Bay were studied based on 124 samples collected from seasonal surveys conducted in December 2007 and March, May, and September 2008. A total number of 284 zooplankton species were recorded in the surveys. We found large seasonal changes in zooplankton composition with an average ratio of 62.3% of species seasonal subrogation. We also found that there were apparent dominant species and the dominant species changed greatly between seasons. The clear seasonal succession of zooplankton composition and dominant species was a reflection of the increased amplitude of seasonal variations in environmental conditions in the Daya Bay. Compared with past records, the seasonal subrogation ratio of zooplankton species has been increased, the dominant species changed from Copepoda to Protista, and their dominance became higher. This indicates that the stability of zooplankton community has been reduced. The increased water temperature in the Daya Bay has changed the life cycle of the warm-water zooplanktons. Because of the increased nutrient levels in the Daya Bay, the dominance of the red-tide species of *Noctiluca miliaris* has been greatly increased, especially in winter and spring when the water temperature is relatively low.

Key words: zooplankton; species composition; dominant species; Daya Bay

Corresponding author: DU Feiyan. E-mail: feiyanegg@163.com