

2007—2011 年春季珠江口中东部水域水母研究*

郭东晖^{1,2} 李刚³ 何静¹

(1. 厦门大学海洋与地球学院 厦门 361005; 2. 近海海洋环境科学国家重点实验室(厦门大学) 厦门 361005;
3. 深圳市海岸与大气研究重点实验室 深圳 518057)

提要 根据 2007—2011 年每年春季在珠江口中东部水域 6 个站位的调查数据, 对该水域的水母种类组成及其数量变化进行了研究。结果表明: 调查水域春季水母种类组成上以软水母为主, 总种类数在 2007—2009 年略有下降(平均为 13 种), 2010 年下降明显, 仅为 7 种, 而 2011 年大幅增至 18 种。软水母和栉水母在水母总丰度中占有较大比例, 2007—2010 年水母平均丰度为 91.77 ind/m³, 2011 年水母数量急剧上升, 高达 1185.07 ind/m³, 其中河口半咸淡水种弗洲指突水母(*Blackfordia virginica*)和近岸暖水种球型侧腕水母(*Pleurobrachia globosa*)增加尤为明显; 浮游动物总丰度中水母所占比例从 2007 年的 0.5% 上升至 2011 年的 51.1%。地理分布上, 水母密集区主要位于调查区域的中北部; 环境因素如表层叶绿素 *a*、桡足类丰度、地形和潮汐等对水母的集群现象有影响。

关键词 珠江口, 水母, 种类组成, 数量分布
中图分类号 Q178.1; Q958.885.3

近年来, 全球近海生态系统在全球气温升高、沿岸人类活动强度加大、渔业资源捕捞过度等多重压力下发生了很大变化。海洋生态灾害发生的频率与种类不断增加, 继赤潮、绿潮等生态灾害之后, 水母灾害也日益严重。水母暴发现已成为国际学术界研究的热点问题, 其危害已引起了有关国家政府部门的高度重视(Purcell *et al.*, 2001; Pitt *et al.*, 2009; Stone, 2010; Sun *et al.*, 2011)。目前关于水母暴发的研究多集中于大型水母(尤其是钵水母), 而小型水母(如水螅水母、管水母和栉水母)的研究相对较少(张芳等, 2009)。

珠江口地处亚热带海域, 是我国三大河口之一, 其环境因素受到径流和潮汐的共同影响, 处于剧烈变化之中, 生态环境敏感脆弱。随着珠江口地区海洋经济的飞速发展和城市人口的迅猛增加, 人类活动对这一地区的生态环境带来了巨大的压力。国内学者在珠江口开展了许多卓有成效的研究, 但主要集中于浮游动物的群落方面(宋盛宪, 1991; 李开枝等, 2005; Li *et al.*, 2006; 高原等, 2008; 方宏达等, 2009;

张才学等, 2010), 迄今尚未见有关水母类的专题报道。本文根据 2007—2011 年春季的生态调查数据, 着重研究了珠江口中东部水域水母类的种类组成和数量分布, 分析了其与环境因素的相关性, 以期对珠江口生态环境保护提供科学依据, 并为研究小型水母暴发积累参考资料。

1 材料与方法

1.1 样品采集

调查站位见图 1。6 个站位是根据深圳环境保护监测中心的长期环境监测而设定的, 其中珠江口中部和东部深圳湾各 3 个站位。样品分别于 2007—2011 年 4 月高潮时采集, 采用浅水 II 型浮游生物网由底至表垂直拖曳, 现场 5% 中性甲醛固定。实验室内镜检计数, 浮游动物丰度以单位水体内的个体数(ind/m³)表示。同步记录站位经纬度、水深和表层温盐度等环境要素, 表层叶绿素 *a* 数据由深圳市海岸与大气研究重点实验室提供。

* 国家重点基础研究发展计划(973)项目, 2011CB403604 号; 海洋公益性行业科研专项, 201005018 号。郭东晖, 助理教授, E-mail: guodh@xmu.edu.cn

收稿日期: 2011-12-31, 收修改稿日期: 2012-02-28

1.2 数据处理
水母优势度

$$(Y) \text{参照 } Y = \frac{n_i}{N} \times f_i$$

进行计算, 其中, n_i 和 f_i 分别为第 i 种水母的个体数和出现频率, N 为水母总个体数; 优势种以 $Y \geq 0.02$ 为划分标准。数据分析采用 SPSS 13.0 统计软件进行 Pearson 相关性分析和双侧显著性检验。

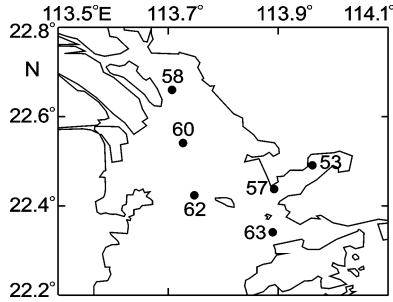


图 1 珠江口采样站位

Fig.1 Sampling stations in the Pearl River estuary

2 结果

2.1 种类组成和优势种

2007—2011 年春季珠江口中东部水域水母共鉴

定出 2 门 30 种(表 1)和 1 类水螅水母幼体, 其中软水母种类数最多(18 种), 管水母次之(4 种), 花水母和栉水母再次(各 3 种), 筐水母和硬水母最少(各 1 种)。2010 年春季水母种类数最少, 仅为 7 种, 占浮游动物总种类数的 31.8%; 2011 年春季水母种类数最多, 为 18 种, 占浮游动物总种类数的 52.9%; 其余年份春季水母种类数差别不大, 介于 12—14 种, 分别占浮游动物总种类数的 45.2%(2007 年)、39.4%(2008 年)和 32.4%(2009 年)。

水母优势种类主要以软水母、栉水母和水螅水母幼体为主(表 2), 其中河口半咸淡水种弗洲指突水母(*Blackfordia virginica*)是 2010 年的绝对优势种, 优势度高达 0.60, 而其余年份则是以近岸暖水种球型侧腕水母(*Pleurobrachia globosa*)占较大优势($Y \geq 0.30$)。

2.2 数量分布

2007—2011 年春季珠江口中东部水域水母丰度平均为 310.44 ind/m³, 占浮游动物总平均丰度的

表 1 珠江口中东部水域春季水母的种类数

Tab.1 Species number of medusa in the mid-eastern Pearl River estuary during the springs of 2007—2011

类群	学名	2007			2008			2009			2010			2011		
		中部	东部	总数	中部	东部	总数	中部	东部	总数	中部	东部	总数	中部	东部	总数
筐水母	Narcomedusa													1		1
硬水母	Trachymedusa				1	1	1	1		1				1		1
花水母	Anthomedusa				1	1	1		1	1	2	2	1	1	2	
软水母	Leptomedusa	5	9	9	7	6	8	3	6	7	1	4	4	9	9	11
管水母	Siphonophora	1	3	3		1	1	1	1	1					1	1
栉水母	Ctenophora	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2

表 2 珠江口中东部水域春季水母优势种类

Tab.2 Dominant species of medusa in the mid-eastern Pearl River estuary during the springs of 2007—2011

种类	学名	优势度(Y)				
		2007	2008	2009	2010	2011
弗洲指突水母	<i>Blackfordia virginica</i>				0.60	0.07
短柄和平水母	<i>Eirene brevistyla</i>			0.04		0.04
锥形和平水母	<i>Eirene conica</i>					0.05
蟹形和平水母	<i>Eirene kambara</i>	0.11				
细颈和平水母	<i>Eirene menoni</i>		0.10			
塔形和平水母	<i>Eirene pyramidalis</i>	0.18				
细腺和平水母	<i>Eirene tenuis</i>		0.03			
卡玛拉水母	<i>Malagazzia carolinae</i>		0.02			
单囊美螅水母	<i>Clytia folleata</i>					0.04
半球美螅水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>			0.09		
蕈枝螅水母	<i>Obelia</i> spp.					0.10
水螅水母幼体	Hydroidomedusae larvae	0.11		0.02		0.09
球型侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>	0.31	0.54	0.52		0.39

11.3%，其中水螅水母类平均丰度为 187.22ind/m³，栉水母类平均丰度为 123.22ind/m³。

从图 2 可以看出，珠江口中东部水域春季水母数量在 5 年间呈现出前 4 年水母丰度较低，平均为 91.77ind/m³，而 2011 年水母数量急剧上升，呈现出暴发的迹象。2011 年春季水母平均丰度最高，为 1185.07ind/m³，占浮游动物总丰度的 51.1%；2007 年春季水母平均丰度最小，为 52.26ind/m³，占浮游动物总丰度的比例仅 0.5%；2008—2010 年春季水母平均丰度差别较小，分别为 94.65ind/m³、120.52ind/m³ 和 99.65ind/m³，占浮游动物总丰度的 38.0%、11.1% 和 37.2%，但水螅水母类数量在 2010 年占绝对优势(图 3)。

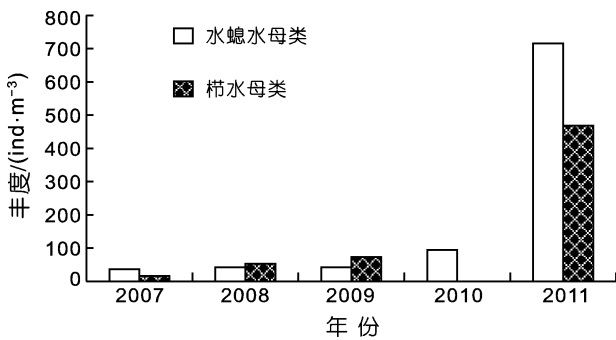


图 2 珠江口中东部水域春季水母丰度的变动

Fig.2 Variation of medusa abundance in the mid-eastern Pearl River estuary during the springs of 2007—2011

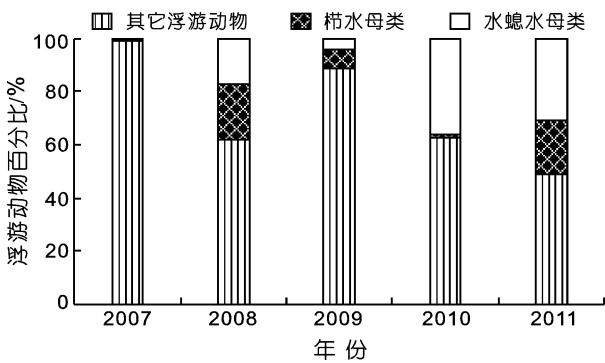


图 3 珠江口中东部水域春季浮游动物百分比组成

Fig.3 Percentage of zooplankton in the mid-eastern Pearl River estuary during the springs of 2007—2011

平面分布上，水母分布极不均匀，主要密集于调查水域的中北部。2007 年春季水母分布密集于珠江口上段(58 站位)和深圳湾口(63 站位)，丰度分别为 92.85ind/m³ 和 107.50ind/m³，而浮游动物仅密集于深圳湾顶(53 站位)，长腹剑水蚤(*Oithona* spp.)丰度高达 34250.00ind/m³；2008 年春季水母主要分布于珠江口上段(58 站位)和下段(62 站位)，丰度分别为

155.00ind/m³ 和 325.00ind/m³，分布密集区与浮游动物的密集区相一致，但密集区范围较后者小；2009 年春季水母密集分布于深圳湾中部(57 站位)和珠江口中段(60 站位)，丰度分别为 137.50ind/m³ 和 233.33ind/m³，种类上均以栉水母为主，水螅水母多分布于深圳湾 53 站位和 63 站位(68.75ind/m³ 和 100.00ind/m³)，而浮游动物主要密集于 58 站位、62 站位和 63 站位；2010 年春季水母密集分布于深圳湾顶(53 站位)，而浮游动物密集区有 2 处，分别位于深圳湾 53 站位和 63 站位，前者以非洲指突水母为优势种，后者以异体住囊虫(*Oikopleura dioica*)为优势种；2011 年春季水母密集区与浮游动物密集区相一致，主要位于珠江口上段(58 站位)和深圳湾顶(53 站位)，丰度分别为 2237.50ind/m³ 和 1525.00ind/m³，整体上水母丰度随表层盐度的增加而降低，即水母数量朝外海方向逐渐降低。

3 分析与讨论

珠江口中东部水域 2007—2011 年春季共鉴定出水母 30 种，其中水螅水母 27 种，栉水母 3 种；历年春季水母种类数介于 7—18 种，与前人的研究接近(李开枝等, 2005; Li *et al*, 2006; 方宏达等, 2009); 而深圳湾历年春季种类数介于 7—14 种，明显高于张才学等(2010)的报道。水母以近岸暖水性种类球型侧腕水母为主要优势种，这与李开枝等(2005)的报道相一致。

相关性分析表明，珠江口中东部水域春季浮游动物丰度、水螅水母丰度和其它浮游动物丰度均与表层叶绿素 *a* 呈极显著正相关($R = 0.557, 0.509, 0.533; P < 0.01$)，水母总丰度与表层叶绿素 *a* 呈显著正相关($R = 0.449, P < 0.05$)，但栉水母丰度与表层叶绿素 *a* 没有相关性；除了 2007 年 53 站位外，其余年份各站位水母总丰度、水螅水母丰度和栉水母丰度均与桡足类丰度呈极显著正相关($R = 0.571, 0.480, 0.542; P < 0.01$)，表明桡足类作为水母的主要饵料生物，食物因素可能是 2011 年水母数量异常的主要原因，浮游植物通过桡足类等其它浮游动物，直接或间接影响到水母的数量(表 3)。2007 年春季 53 站位桡足类丰度高达 34125.00ind/m³，但水母总丰度仅为 45.71ind/m³，这可能与该站位局部发生赤潮有关(叶绿素 *a* 含量 30.25 μg/L)。张芳等(2005a, b)的研究表明，近年来胶州湾小型水母类的总丰度较 20 世纪 80 年代和 90 年代呈增加趋势。由于资料有限，珠江口春季水母类长时间序列的变化规律尚有待数据的长期积累和进一步深入研究。

表 3 珠江口中东部水域春季各类浮游动物平均丰度(ind/m³)和叶绿素 *a* 浓度(μg/L)
Tab.3 Abundance (ind/m³) of zooplankton and concentration (μg/L) of Chl-*a* in the mid-eastern Pearl River estuary during the springs of 2007—2011

类群	2007*	2008	2009	2010	2011
水螅水母类	34.56	43.09	45.14	96.53	715.97
栉水母类	19.01	51.56	75.38	3.13	469.10
枝角类	1.40	1.94	12.60	0.00	26.04
桡足类	61.41	82.81	551.39	50.68	869.97
糠虾类	14.86	2.08	0.69	4.44	0.52
磷虾类	0.14	0.00	0.83	0.00	7.64
樱虾类	0.00	0.42	0.00	0.35	9.38
其它甲壳动物	9.45	0.83	2.85	2.22	0.00
毛颚类	0.00	12.64	40.83	0.78	6.42
有尾类	47.59	2.50	46.11	49.18	50.00
浮游幼体	0.60	51.11	307.92	60.43	164.93
叶绿素 <i>a</i>	7.52	2.60	4.29	5.67	11.03

注: *表示 53 站位除外

与胶州湾(马喜平等, 2000a, b)不同, 珠江口春季浮游动物和水母丰度均与表层水温和盐度没有相关性, 这可能与调查水域面积小、站位少、水深浅、站位间表层水温差别不大有关(22.6—24.5℃); 调查站位间盐度虽然有较大差异, 但由于河口种类对盐度变化的耐受能力较强, 例如弗洲指突水母的耐盐范围为 3—35 (Moore, 1987), 因此盐度对河口水母种类的影响较小。

本研究中水母主要密集于调查区域的中北部, 呈现出明显的斑块分布。顾新根等(1995)和李开枝等(2005)也发现大潮时浮游生物斑块分布明显的现象。水母的密集分布(或称集群现象)除了与其大量繁殖有关外, 还可能与采样时间为高潮时有关。珠江口潮汐属于不规则半日潮, 水母随着涨潮进入珠江口上段和深圳湾顶, 而且在潮汐和地形抬升的共同作用下, 河口盐度升高, 水体相对分层, 进一步促进了水母的斑块分布。

参 考 文 献

- 马喜平, 孙 松, 高尚武, 2000a. 胶州湾水母类生态的初步研究 I. 群落结构及其年季变化. 海洋科学集刊, 42: 91—99
- 马喜平, 孙 松, 高尚武, 2000b. 胶州湾水母类生态的初步研究 II. 数量时空变化及同环境因子的关系. 海洋科学集刊, 42: 100—107
- 方宏达, 朱艾嘉, 董燕红等, 2009. 2005—2006 年珠江口浮游动物群落变化研究. 台湾海峡, 28(1): 30—37
- 李开枝, 尹健强, 黄良民等, 2005. 珠江口浮游动物的群落动态及数量变化. 热带海洋学报, 24(5): 60—68
- 宋盛宪, 1991. 珠江口浮游生物的初步研究. 海洋渔业, 13(1): 24—27
- 张 芳, 孙 松, 李超伦, 2009. 海洋水母类生态学研究进展. 自然科学进展, 19(2): 121—130
- 张 芳, 孙 松, 杨 波, 2005a. 胶州湾水母类生态学研究 I. 种类组成与群落特征. 海洋与湖沼, 36(6): 507—517
- 张 芳, 杨 波, 张光涛, 2005b. 胶州湾水母类生态学研究 II. 优势种丰度的时空分布. 海洋与湖沼, 36(6): 518—526
- 张才学, 周 凯, 孙省利等, 2010. 深圳湾浮游动物的群落结构及季节变化. 生态环境学报, 19(11): 2686—2692
- 顾新根, 袁 骥, 沈焕庭等, 1995. 长江口最大浑浊带浮游植物的生态研究. 中国水产科学, 2(1): 16—27
- 高 原, 赖子尼, 王 超等, 2008. 珠江口浮游动物分布特征研究. 中国水产科学, 15(2): 260—268
- Li K Z, Yin J Q, Huang L M *et al*, 2006. Spatial and temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River estuary, China. Estuarine Coastal and Shelf Science, 67: 543—552
- Moore S J, 1987. Redescription of the leptomedusan *Blackfordia virginica*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 67(2): 287—291
- Pitt K A, Purcell J E, 2009. Jellyfish blooms: cause, consequences, and recent advances. Hydrobiologia, 616: 1—289
- Purcell J E, Graham W M, Dumont H J, 2001. Jellyfish blooms: ecological and societal importance. Hydrobiologia, 451: 1—333
- Stone R, 2010. Chinese initiative aims to comprehend and combat a slimy foe. Science, 330: 1464—1465
- Sun X, Wang S, Sun S, 2011. Introduction to the China jellyfish project. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 29(2): 491—492

ECOLOGICAL STUDIES ON THE MEDUSAE IN THE MID-EASTERN PEARL RIVER ESTUARY DURING THE SPRINGS OF 2007—2011

GUO Dong-Hui^{1,2}, LI Gang³, HE Jing¹

(1. College of Ocean and Earth Sciences, Xiamen University, Xiamen, 361005; 2. State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Xiamen, 361005; 3. Shenzhen Key Laboratory for Coastal and Atmospheric Research, Shenzhen, 518057)

Abstract Based on the data of ecological survey in the mid—eastern Pearl River estuary during the springs of 2007—2011, the results showed that: The dominant species of medusa were belonged to Leptomedusa, the species number of medusa slightly declined during 2007—2009, but decreased significantly in 2010, and sharply increased to 18 species in 2011. The average abundance of medusa was 91.77ind/m³ during the springs of 2007—2010, while it dramatically increased to 1185.07ind/m³ in 2011, which is dominated with estuarine species *Blackfordia virginica* and warm water species *Pleurobrachia globosa*. The relative abundance of medusa was increased from 0.5% in 2007 to 51.1% in 2011. Medusa mainly aggregated in the upper part of the survey area. The environmental factors that influenced the aggregation of medusa were surface chlorophyll *a*, copepod abundance, topography and tidal.

Key words Pearl River estuary, Medusa, Species composition, Abundance distribution

2011 年度《海洋与湖沼》动态

(1) 《海洋与湖沼》2011 年最新公布的总被引频次在海洋科学期刊中名列第一位; 影响因子为 1.404, 学科影响指标和综合评价总分均列海洋科学期刊首位; 综合评价总分在全国科技期刊中排第 18 位。

(2) 荣获 2011 年度百种中国杰出学术期刊奖。

(3) 荣获 2011 年度中国精品科技期刊奖。