

# 夏季长江口及邻近海域水母类生态特征研究

陈洪举, 刘光兴

(中国海洋大学 海洋环境与生态教育部重点实验室, 环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100)

**摘要:** 利用 2003 年 6 月和 2006 年 6 月在长江口及邻近海域进行的两次大面调查所采集的浮游动物网采样品, 对长江口及邻近海域水母类的种类组成、优势种、数量分布及生态类群等进行了探讨。结果表明: 研究水域共记录水母类 77 种, 其中水螅水母 60 种, 管水母 12 种, 钵水母 1 种, 栉水母 4 种。优势种有: 五角水母(*Muggiaea atlantica*), 双生水母(*Diphyes chamissonis*), 拟细浅室水母(*Lensia subtiloides*), 四叶小舌水母(*Liriope tetraphylla*), 两手筐水母(*Solmundella bitentachlata*), 嵎山秀氏水母(*Sugiura chengshanense*)和瓜水母(*Beroë cucumis*)等。其中水螅水母类的优势种存在较大的年际变化, 2003 年为嵎山秀氏水母, 2006 年为四叶小舌水母和两手筐水母。研究水域内水母类平面分布不均匀, 2003 年平均丰度为 13.3 个/m<sup>3</sup>, 除在长江口外存在一个由河口低盐种贝氏拟线水母(*Nemopsis bachei*)大量聚集形成的高值区外, 在舟山群岛南部还存在一个密集中心; 2006 年水母类丰度略有上升, 平均丰度为 16.0 个/m<sup>3</sup>, 与 2003 年相比, 其密集中心向东北部偏移。2006 年 6 月研究海域温、盐较 2003 年同期均大幅升高是造成两航次优势种类更替及水母类分布变化的主要原因。

**关键词:** 长江口; 水母; 种类组成; 丰度; 优势种

中图分类号: S917.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)04-0017-08

水母类包括刺胞动物门(Cnidaria)的水螅水母(Hydromedusae), 管水母(Siphonophora)和钵水母(Scyphomedusae)以及栉水母动物门(Ctenophora)的栉水母, 是海洋浮游动物的重要类群, 种类繁多, 数量大。水母类食性很广, 是上层水体的重要捕食者<sup>[1, 2]</sup>, 在生态系统中起重要作用。

长江口及其邻近水域受长江淡水, 黄海冷水团及台湾暖流等的共同影响, 水文环境复杂多变<sup>[3]</sup>。该水域也是中国多种经济鱼类的产卵场<sup>[4]</sup>。自上个世纪 90 年代以来, 中国东北北部及黄海海区连年发生水母暴发, 并有逐年加重的趋势<sup>[5]</sup>。水母类的大量繁殖将干扰正常的食物链结构, 进而影响生态系统稳定性<sup>[1]</sup>。此前, 针对长江口及邻近水域水母类的研究不多, 并且多集中在形态与分类学方面的报道<sup>[6, 7]</sup>。伦凤霞等<sup>[8]</sup>对长江口及邻近海域夏季水母类分布特征进行了研究, 但研究水域局限在长江河口及杭州湾和舟山渔场西部近岸海域。作者利用 2003 年 6 月和 2006 年 6 月在长江口及邻近水域采获的浮游动物样品, 对该水域水母类的种类组成、优势种、数量及其平面分布的年际变化和生态特点等进行分析, 为深入研究长江口生态系统长期变化提供基础资料和科学依据。

## 1 材料与方法

2003 年 6 月 15~24 日和 2006 年 6 月 13~23 日采用中国海洋大学“东方红 2 号”科学调查船在长江口及毗邻海域(28.36°~32.85°N, 120.75°~124.00°E)进行两次大面调查(图 1)。2003 年 6 月航次, 样品采用浅水 I 型浮游生物网(网口内径 50 cm, 筛绢孔径 0.505 mm)底表垂直拖网采得; 2006 年 6 月航次, 采用大型浮游生物网(网口内径 80 cm, 筛绢孔径 0.505 mm)或浅水 I 型浮游生物网底表垂直拖网采得。样品保存于 5% 福尔马林海水溶液中。滤水量以网口面积乘以拖网绳长计算。采用随船配置的 CTD 测定海水盐度、温度和水深等。

实验室内在体视显微镜(Leica S8APO)下进行种类鉴定, 并计数测定浮游动物样品中水母类丰度(个/m<sup>3</sup>)。

种类的优势度根据其在群落的出现频率与数量

收稿日期: 2009-12-09; 修回日期: 2010-01-28

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2005CB422306, 2002CB412409); 国家自然科学基金资助项目(40876066)

作者简介: 陈洪举(1982-), 男, 山东临沂人, 博士研究生, 从事海洋浮游动物生态学研究, 电话: 0532-66781769, E-mail: hongjuc@gmail.com

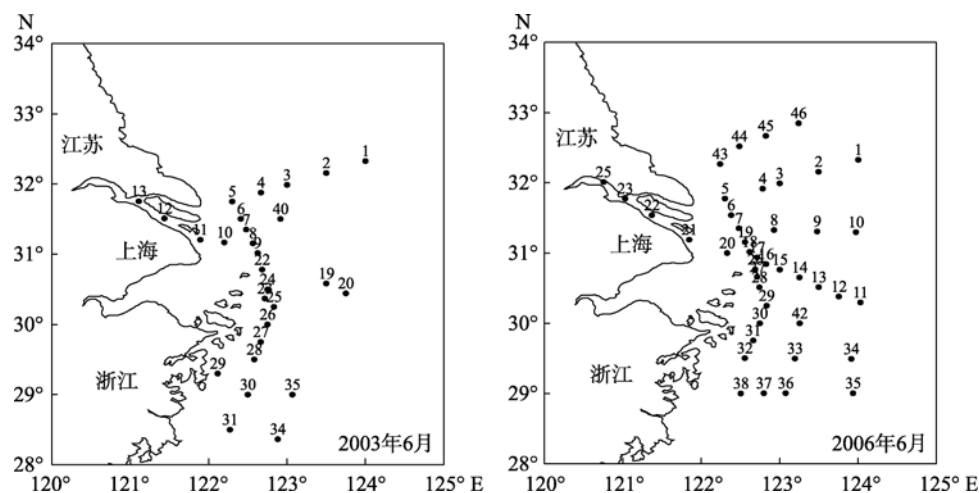


图1 调查区域和站位

Fig. 1 Investigation areas and sampling stations

百分比乘积计算<sup>[9]</sup>:

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

式中,  $Y$  为优势度,  $n_i$  为第  $i$  种出现的个体数,  $N$  为出现的总个体数,  $f_i$  为第  $i$  种在各个站位出现的频率。当  $Y \geq 0.02$  时, 则认为该种为优势种。

## 2 结果

### 2.1 种类组成与生态类群

2003年6月记录水母类41种(包括未定种), 2006年6月记录65种(包括未定种)。两航次共记录水母类77种(表1)。其中, 水螅水母类60种, 占水母类种类组成的77.9%, 隶属于5目, 26科, 35属; 管水母类12种, 占15.6%, 隶属于2目, 4科, 9属; 钵水母1种, 占1.3%; 栉水母4种, 占5.2%, 隶属于2纲, 3目, 3科, 4属。

根据生活习性及其分布情况, 将研究水域的水母类划分为河口生态类群, 近岸低盐类群, 广高温高盐类群和大洋暖水类群等4种生态类群。

河口生态类群的典型代表种为贝氏拟线水母(*Nemopsis bachei*), 分布于长江冲淡水影响显著的水域。

近岸低盐类群是构成本区域水母的最主要的生态类群, 种类多, 数量大。研究水域主要的优势种绝大多数种类属于该生态类群, 主要代表种有五角水母, 拟细浅室水母, 双生水母, 嵯山秀氏水母及瓜水母等, 其分布与数量变动受沿岸水的影响。

广高温高盐类群主要分布于外海水和混合水, 其种类不多, 但数量丰富, 重要的优势种如四叶小

舌水母和两手筐水母等皆属于此类群。

大洋暖水类群都属于高温高盐性种类, 出现种类不多, 数量稀少, 例如太阳水母(*Solmaris leucostyla*), 异距小帽水母(*Petasiella asymmetrica*)等。在研究水域内, 仅分布在受台湾暖流影响的开阔海域。

### 2.2 丰度及其平面分布

长江口及邻近水域夏季水母类的平均丰度较低, 2003年平均丰度为13.3个/ $m^3$ , 密度中心位于长江口外(31.5°N, 122.5°E), 最高值达到69.7个/ $m^3$ , 其主要种类为贝氏拟线水母(*Nemopsis bachei*)。此外, 在舟山群岛南部水域存在一个丰度值>30.0个/ $m^3$ 的密集中心(图2, 2003年6月); 2006年水母类的丰度略有上升, 平均丰度为16.0个/ $m^3$ , 其分布仍存在两个密度中心, 最大密集中心位于长江口东北水域, 形成丰度>80.0个/ $m^3$ 的密集区, 另一个密集中心位于舟山群岛东南部水域, 丰度超过40.0个/ $m^3$ 。与2003年相比, 其最大密集中心向东北部偏移(图2, 2006年6月)。

### 2.3 优势种及其分布

2003年6月, 研究水域水母类优势种有5种, 分别为水螅水母类的嵯山秀氏水母(*Sugiura chengshanense*)和管水母类的双生水母(*Diphyes chamissonis*)、拟细浅室水母(*Lensia subtiloides*)、五角水母(*Muggiaea atlantica*)和栉水母类的瓜水母(*Beroë cucumis*); 2006年6月优势种有6种, 分别为水螅水母类的四叶小舌水母(*Liriope tetraphylla*)、两手筐水母(*Solmundella bitentachlata*), 管水母类的双

表 1 夏季长江口及邻近水域水母类种名录

Tab. 1 Species of medusae in Changjiang River estuary and its adjacent waters in summer

种类名称	采样时间(年-月)		种类名称	采样时间(年-月)	
	2003-06	2006-06		2003-06	2006-06
<i>Platystoma bitentaculata</i>	+	+	<i>Eucheilota multicirris</i>	+	
<i>Bougainvillia muscus</i>	+	+	<i>Eucheilota macrogona</i>	+	
<i>Bougainvillia</i> sp.	+		<i>Eucheilota</i> sp.	+	
<i>Nemopsis bachei</i>	+	+	<i>Lovenella</i> sp.	+	+
<i>Turritopsis nutricula</i>	+		<i>Clytia folleata</i>	+	
<i>Podocoryne minima</i>	+	+	<i>Clytia hemisphaerica</i>		+
<i>Podocoryne</i> sp.		+	<i>Clytia discoida</i>		+
<i>Niobia dendrotentaculata</i>	+		<i>Clytia malayense</i>		+
<i>Amphinema rugosum</i>		+	<i>Clytia</i> sp.		+
<i>Leuckartiara hoepplii</i>		+	<i>Obelia</i> spp.	+	+
<i>Leuckartiara orientalis</i>		+	<i>Proboscoidactyla ornata</i>	+	+
<i>Leuckartiara jiangyinensis</i>		+	<i>Proboscoidactyla flavicirrata</i>		+
<i>Leuckartiara</i> sp.		+	<i>Geryonia proboscoidalis</i>		+
<i>Pandeopsis ikarii</i>		+	<i>Liriope tetraphylla</i>	+	+
<i>Sarsia</i> sp.		+	<i>Petasiella asymmetrica</i>	+	+
<i>Euphysora knides</i>	+	+	<i>Aglaura hemistoma</i>	+	+
<i>Euphysora bigelowi</i>		+	<i>Rhopalonema velatum</i>		+
<i>Euphysora brunnescentis</i>		+	<i>Solmundella bitentachlata</i>	+	+
<i>Euphysora interogona</i>		+	<i>Aeginura grimaldii</i>		+
<i>Euphysora</i> sp.		+	<i>Solmaris leucostyla</i>	+	+
<i>Vannuccia</i> sp.		+	<i>Cunina peregrina</i>	+	+
<i>Ectopleura dumortieri</i>		+	<i>Nanomia bijuga</i>	+	+
<i>Ectopleura minerva</i>		+	<i>Sphaeronectes gracilis</i>		+
<i>Ectopleura sacculifera</i>		+	<i>Diphyes chamissonis</i>	+	+
<i>Porpita porpita</i>		+	<i>Diphyes dispar</i>	+	+
<i>Zanclea costata</i>		+	<i>Lensia subtiloides</i>	+	+
<i>Aequorea australis</i>		+	<i>Muggiaea atlantica</i>	+	+
<i>Aequorea conica</i>		+	<i>Eudoxoides mitra</i>		+
<i>Malagazzia carolinae</i>	+	+	<i>Eudoxoides spiralis</i>		+
<i>Malagazzia curviductum</i>		+	<i>Abylopsis eschscholtzi</i>	+	+
<i>Octophialucium solidum</i>	+		<i>Abylopsis tetragona</i>	+	+
<i>Sugiura chengshanense</i>	+	+	<i>Bassia bassensis</i>	+	+
<i>Eirene brevistylus</i>	+		<i>Enneagonum hyalinum</i>		+
<i>Eirene brerigona</i>	+		<i>Rhopilema esculentum</i>		+
<i>Eirene menoni</i>		+	<i>Pleurobrachia globosa</i>	+	+
<i>Eirene ceylonensis</i>		+	<i>Ocyropsis crystallina</i>	+	+
<i>Laodicea indica</i>	+		<i>Beröe cucumis</i>	+	+
<i>Laodicea undulata</i>	+	+	Other Ctenophora	+	
<i>Eucheilota menoni</i>	+	+			

注: + 表示该种出现

生水母、拟细浅室水母、五角水母和栉水母类的瓜水母(表 2)。3 种管水母和栉水母类的瓜水母两年夏

季均出现的优势种。水螅水母的优势种具有较大的年际变化。

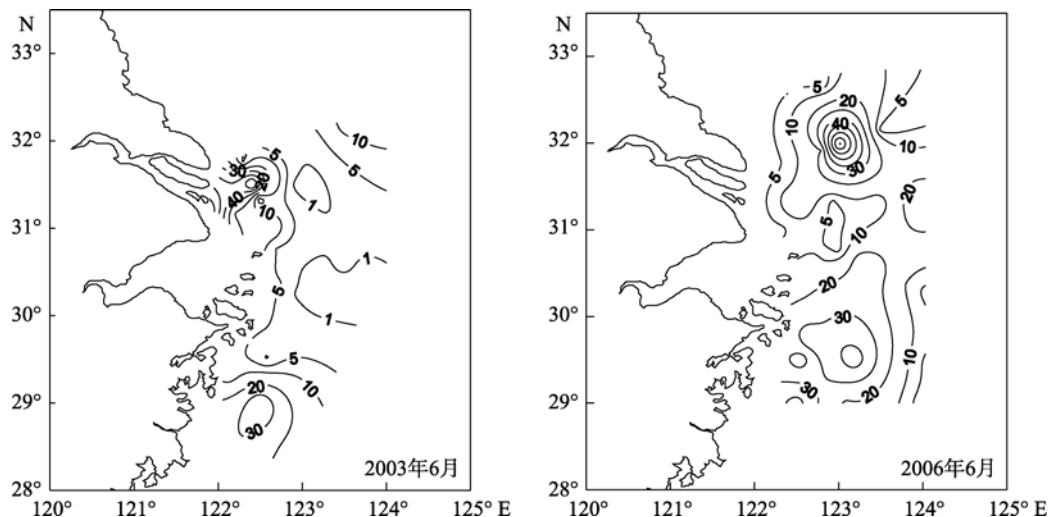


图 2 水母类总丰度的平面分布(个/ m<sup>3</sup>)

Fig. 2 Horizontal distributions of medusa abundance (ind/m<sup>3</sup>)

表 2 两航次水母类优势种及其优势度

Tab. 2 Dominant species and their dominance in two surveys

优势种	2003-06		2006-06	
	优势度	平均丰度 (个/ m <sup>3</sup> )	优势度	平均丰度 (个/ m <sup>3</sup> )
<i>Sugiura chengshanense</i>	0.032*	1.4	0.000	0.01
<i>Liriope tetraphylla</i>	0.001	0.1	0.112*	2.2
<i>Solmundella bitentachlata</i>	0.001	0.1	0.050*	1.0
<i>Diphyes chamissonis</i>	0.027*	0.8	0.057*	1.5
<i>Lensia subtiloides</i>	0.035*	1.2	0.078*	2.1
<i>Muggiaea atlantica</i>	0.050*	1.4	0.355*	6.2
<i>Beröe cucumis</i>	0.077*	1.7	0.020*	0.4

注: \*表示该种在所在航次为优势种

五角水母是研究水域最重要的水母类优势种。尤其在 2006 年航次中, 其优势度达到 0.355, 其丰度占水母总丰度的 38.5%。2003 年 6 月, 五角水母的平均丰度为 1.4 个/m<sup>3</sup>, 最大值出现在浙江近海, 达 22.2 个/m<sup>3</sup>, 而在长江河口以北基本未见有分布; 2006 年 6 月该种的丰度大幅升高, 平均丰度达到 6.2 个/m<sup>3</sup>, 其分布范围也有所扩大, 在研究水域存在两个密集中心, 一个位于舟山群岛东南部, 最大丰度达 22.7 个/m<sup>3</sup>, 此外在长江口东北部的 3 号站更出现研究水域的丰度极值 25.0 个/m<sup>3</sup>(图 3)。

双生水母和拟细浅室水母在两个航次的分布情况与五角水母类似, 2003 年 6 月主要分布在长江河口以南水域, 而在 2006 航次, 丰度大幅升高, 分布范围向北扩布。

四叶小舌水母在 2003 年 6 月仅少量出现, 但在

2006 年 6 月成为仅次于五角水母的优势种, 其平均丰度为 2.2 个/m<sup>3</sup>, 最大值出现在长江口东北部的 3 号站, 达到 25.0 个/m<sup>3</sup>(图 4)。

两手筐水母丰度略低于四叶小舌水母, 但其分布趋势与四叶小舌水母基本相同, 在 2006 年 6 月具有较高的优势度, 而在 2003 年同期则仅在研究水域南部零星出现。

嵎山秀氏水母在 2003 年 6 月主要分布在 31°N 以北, 在研究水域东北部的 1 号站出现 12.9 个/m<sup>3</sup> 的最大值, 基本呈现出西南向的递减趋势, 在 30.5°N 以南水域未见有分布。而 2006 年同期, 整个研究水域仅在位于南黄海的 46 号站出现, 且丰度仅为 0.4 个/m<sup>3</sup>。嵎山秀氏水母的分布情况与四叶小舌水母水母和两手筐水母的分布大体呈相反的趋势(图 5)。

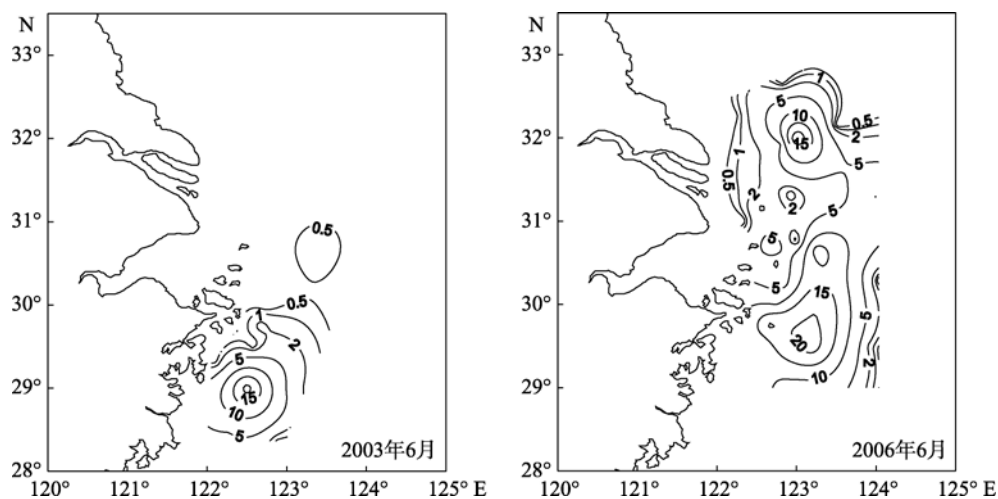


图 3 五角水母平面分布(个/  $\text{m}^3$ )

Fig. 3 Horizontal distributions of the abundance of *Muggiaea atlantica* (ind/ $\text{m}^3$ )

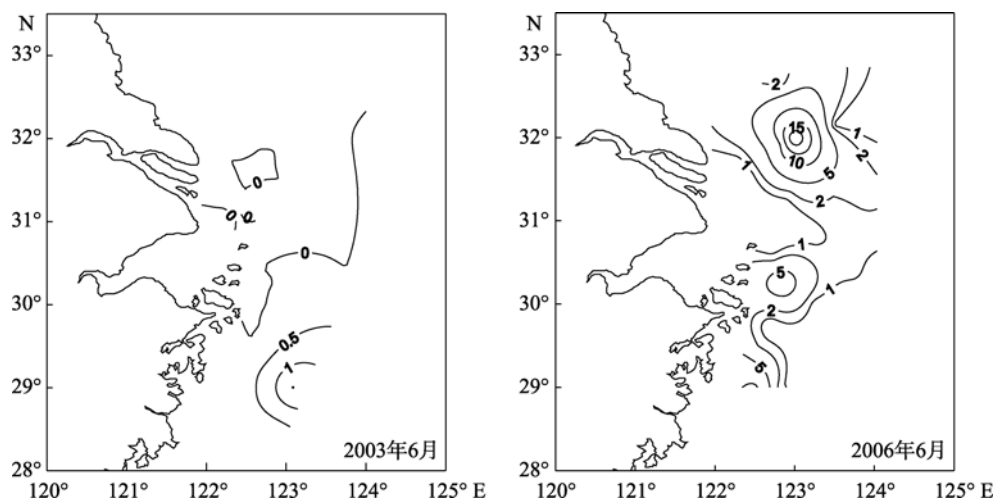


图 4 四叶小舌水母平面分布(个/  $\text{m}^3$ )

Fig. 4 Horizontal distributions of the abundance of *Liriope tetraphylla* (ind/ $\text{m}^3$ )

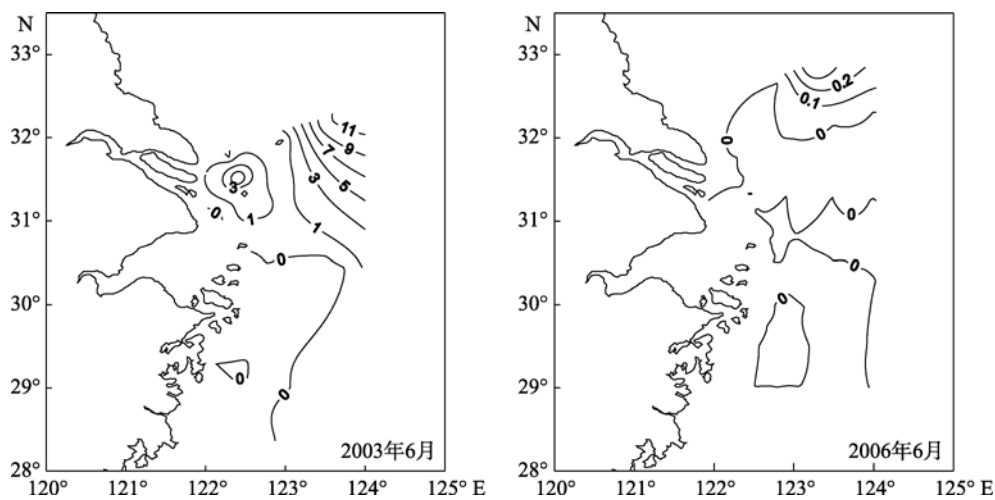


图 5 嵎山秀氏水母平面分布(个/  $\text{m}^3$ )

Fig. 5 Horizontal distributions of the abundance of *Sugiura chengshanense* (ind/ $\text{m}^3$ )

瓜水母分布以近岸为主, 主要分布在长江河口及浙江沿岸。2003 年 6 月瓜水母的平均丰度为 1.7 个/ $\text{m}^3$ , 在长江河口东部出现 19.2 个/ $\text{m}^3$  的最高值。2006 年同期, 瓜水母丰度明显下降, 平均丰度仅为 0.4 个/ $\text{m}^3$ (图 6)。

### 3 讨论

#### 3.1 种类组成

相关研究表明, 东海水螅水母类记录 61 种<sup>[10]</sup>, 管水母类 40 种<sup>[11]</sup>, 栉水母类 6 种<sup>[12]</sup>。在本研究中, 两航次共记录水母类 77 种, 其中水螅水母类 60 种, 管水母类 12 种, 栉水母类 4 种, 此外还记录到钵水母 1 种。与整个东海海域相比, 长江口及其邻近海域水母类的种类比较丰富。与整个东海海域水母类种类组成<sup>[10~12]</sup>不同的是, 长江口及其邻近海域水螅水母类所占比例较升高, 而管水母类所占比例较低。

由于水螅水母类的大部分种类生活史中的水螅世代须在近岸营固着生活, 是一类以近岸浅海性为主的浮游动物; 而管水母类是一类以大洋种为主的海洋浮游动物类群, 它们的水母体和水螅体同在一个个体进行世代交替, 没有“靠岸”附着阶段, 终生营浮游生活<sup>[13]</sup>。本研究水域水深多在 60 m 以浅, 浅海陆架区的环境条件适合水螅水母类的繁育, 所以该水域水螅水母类的比例很高。

#### 3.2 优势种

徐兆礼等<sup>[10]</sup>研究表明, 东海管水母类优势种主要有五角水母和双生水母, 此外拟细浅室水母等也具有较高的丰度。伦凤霞等<sup>[8]</sup>研究也表明 1998 年和

1999 年夏季五角水母, 双生水母和拟细浅室水母为长江口重要的优势种。可见长江口及邻近海域管水母类的优势种与东海海域基本一致, 且本研究与 1998 和 1999 年相比优势种未发生明显变化。

就水螅水母而言, 伦凤霞等<sup>[8]</sup>研究指出, 贝氏拟线水母是夏季长江口的重要优势种, 该种在本研究中虽在个别站位出现, 但并未形成优势。2003 夏季贝氏拟线水母仅在 10 号和 11 号 2 个邻近长江河口的站位出现, 但具有很高的丰度, 其中 11 号站丰度达 61.5 个/ $\text{m}^3$ , 2006 航次中贝氏拟线水母仅出现在邻近河口的 20 号站, 丰度仅为 1.7 个/ $\text{m}^3$ 。贝氏拟线水母是典型的河口种类, 在本研究中不成为优势种的主要原因与本研究的多数站位距离河口较远有关。东海水螅水母的主要优势种有半口壮丽水母 (*Aglaura hemistoma*) 和四叶小舌水母等, 此外, 两手筐水母等也具有较高的丰度<sup>[10]</sup>, 与长江口优势种比较, 存在相同之处。

两个航次比较来看, 2006 年 6 月水母类总丰度高于 2003 年同期, 而且密度中心向东北部偏移。水母类的优势种也大多符合这一分布趋势, 水母类总丰度的分布是由几个主要优势种决定的。

#### 3.3 水母类分布与环境的关系

2003 年 6 月研究水域平均海表温度为 21.8℃, 底层温度 18.7℃, 平均表层盐度为 24.3, 底层盐度 31.0。温盐均呈现出南高北底的分布趋势; 2006 年 6 月, 温盐的分布趋势与 2003 年类似, 但等值线显著北移, 平均海表温度为 22.2℃, 底层温度 19.2, 平均表层盐度为 26.9, 底层盐度 32.4。

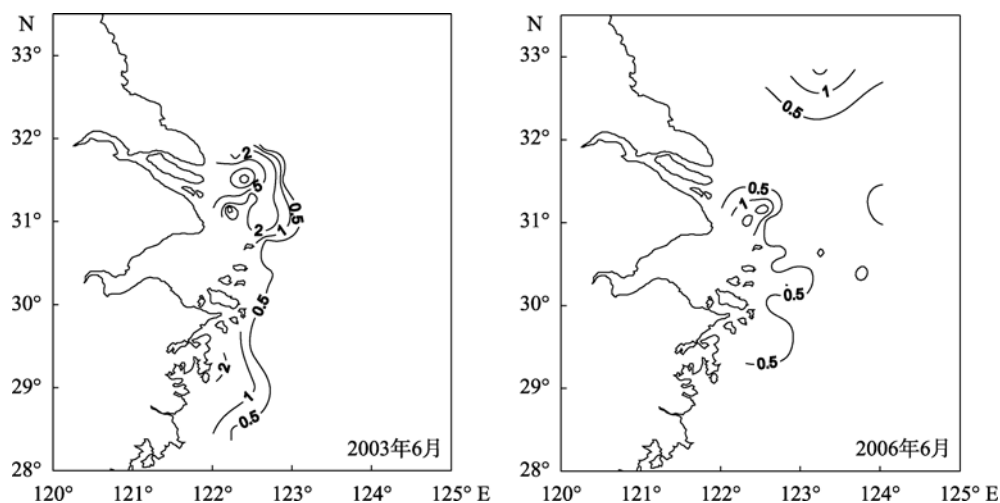


图 6 瓜水母平面分布(个/ $\text{m}^3$ )

Fig. 6 Horizontal distributions of the abundance of *Beröe cucumis* (ind/ $\text{m}^3$ )

五角水母为暖温带近岸种类,广泛分布于中国沿海<sup>[14]</sup>。在本研究中,五角水母主要分布在表层温度在 22~25℃,表层盐度在 27 以上的海域。所以,随着海水温度和盐度的升高,2006 年 6 月五角水母等优势种类的分布范围向北扩布,丰度也大幅提高。海水温盐的变化是造成两航次水母类分布不同的主要原因。

四叶小舌水母和嵯山秀氏水母在两个航次中的分布呈相反的趋势(图 4, 图 5)。四叶小舌水母被认为是中国海域分布最广,数量最大的主要水螅水母之一,在外海水、混合水和沿岸水中均有分布<sup>[15]</sup>。在本研究中,四叶小舌水母主要分布在表层温度 22℃ 以上,表层盐度范围在 23~32 之间,底层盐度在 31 以上的海域,适应相对较高的盐度条件。黄将修等<sup>[15]</sup>认为,四叶小舌水母是大洋广盐暖水种,适应偏高温高盐的环境。林茂和张金标<sup>[16]</sup>发现该种呈现随着温盐的下降个体数显著减少的趋势。2003 年 6 月,研究海域温度和盐度均大幅低于 2006 年同期。这就可以很好地解释本研究中四叶小舌水母在 2003 年 6 月仅分布于研究水域东南部,而 2006 年同期向北扩布,且丰度大幅提高。分布情况与四叶小舌水母类似的两手筐水母的分布差异也是由于 2003 年温、盐显著偏低造成的。

嵯山秀氏水母在中国渤海东海均有分布<sup>[17]</sup>。在本研究中,嵯山秀氏水母适应相对低温低盐的环境,主要分布在表层温度在 17~20.5℃,底层温度 17~18℃,表层盐度 25~31,底层温度 30~31.5 的海域。林茂和张金标<sup>[16]</sup>认为嵯山秀氏水母属于近岸暖温性类群,其在东海的分布与浙江盐岸水的扩张有关,主要分布于水温低于 20℃ 的海域,呈现随盐度的下降,愈为密集的趋势。张芳等<sup>[18]</sup>也认为嵯山秀氏水母是广温低盐性种类,适应低盐环境。分析认为,2006 年 6 月水温和盐度的升高是造成与 2003 年同期相比嵯山秀氏水母分布范围向北回缩且丰度下降的主要原因。

瓜水母广布于寒带至热带海域<sup>[19]</sup>,适温范围极广。徐兆礼等<sup>[20]</sup>认为,瓜水母最适温度属于亚热带种,最适盐度属于近海种。依据地理分布研究,该种冬春季分布在台湾海峡以及东海外海暖流区域,夏秋季分布随着暖流移向近海,不同水团阻隔处形成较高数量<sup>[13]</sup>。从本研究结果来看,瓜水母适温范围在 20~25℃ 之间,与徐兆礼等<sup>[20]</sup>的结果比较一致。徐兆礼等<sup>[20]</sup>研究表明,在盐度>32 的东海外海,瓜水母出

现频次远远高于近海,并将该种定为亚热带外海种。在本调查中,瓜水母的适盐范围极广,在表层盐度 10~32 的水域均有分布,且最大丰度值出现的海域盐度为 25,这与上述文献<sup>[20]</sup>中的研究结果相左。很多研究表明,瓜水母可在高纬度水域,诸如:加拿大芬迪湾<sup>[21]</sup>,北欧挪威沿海<sup>[22]</sup>和北冰洋<sup>[23]</sup>等水域大量出现,这显然与亚热带外海种的定位不符。作者认为瓜水母应该属于广温广盐性种类。

致谢:厦门大学黄加祺教授在样品鉴定过程中给予了热情指导与帮助;陈珂,齐亚超,徐东晖和崔建丽等同学帮助采集浮游动物样品;中国海洋大学“东方红 2”调查船提供采样平台,谨致谢忱。

#### 参考文献:

- [1] Purcell J E, Arai M N. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review [J]. *Hydrobiologia*, 2001, 451: 27-44.
- [2] Purcell J E, Decker M B. Effects of climate on relative predation by scyphomedusae and ctenophores on copepods in Chesapeake Bay during 1987-2000 [J]. *Limnology and Oceanography*, 2005, 50(1): 376-387.
- [3] 唐晓晖,王凡. 长江口邻近海域夏、冬季水文特征分析[A]. 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊[C]. 北京: 科学出版社, 2004. 46: 42-66.
- [4] 郑元甲,陈雪忠,程家骅,等. 东海大陆架生物资源与环境[C]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.
- [5] 程家骅,丁峰元,李圣法,等. 东海区大型水母数量分布特征及其与温盐度的关系[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 440-446.
- [6] 高哲生,张志南. 舟山的水螅水母类[J]. 山东海洋学院学报, 1962, 1: 65-91.
- [7] 许振祖,黄加祺,刘光兴. 长江口及其邻近海域水螅水母纲新种和新记录记述[J]. 海洋学报, 2006, 28(6): 112-118.
- [8] 伦凤霞,王云龙,沈新强,等. 长江口及临近海域夏季水母类分布特征[J]. 生态学杂志, 2008, 27(9): 1510-1515.
- [9] 徐兆礼,陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲈鲷渔场的关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(4): 13-15.
- [10] 徐兆礼,张金标,王云龙. 东海水螅水母类生态研究[J]. 水产学报, 2003a, 27(增): 91-97.
- [11] 徐兆礼,张金标,蒋玫. 东海管水母类生态研究[J]. 水产学报, 2003b, 27(增): 82-90.
- [12] 徐兆礼,张凤英,罗民波. 东海栉水母(Ctenophora)生态特征[J]. 生态学杂志, 2006, 25(11): 1 301-1 305.
- [13] 张金标,徐兆礼,王云龙,等. 台湾西部海域冬春季的水螅水母类和管水母类[J]. 台湾海峡, 1999, 18(1): 76-82.
- [14] 张金标. 中国海洋浮游管水母类[M]. 北京: 海洋出

- 版社, 2005.
- [15] 黄将修, 张金标, 连光山. 台湾南湾秋末冬初水螅水母类的组成与分布[J]. 台湾海峡, 2003, 22(4): 437-444.
- [16] 林茂, 张金标. 台湾海峡西部海域水螅水母类和栉水母类的生态研究[J]. 海洋学报, 1989, 11(5): 621-628.
- [17] 蒋双, 陈介康. 黄渤海水螅水母、管水母和栉水母的地理分布[J]. 海洋通报, 1994, 13(3): 17-23.
- [18] 张芳, 孙松, 杨波. 胶州湾水母类生态研究 I. 种类组成与群落特征[J]. 海洋与湖沼, 2005, 36(6): 507-517.
- [19] 郑重, 李少菁, 许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.
- [20] 徐兆礼, 高倩, 陈佳杰, 等. 东海栉水母对温度和盐度生态适应的 Yield-Density 模型[J]. 生态学杂志, 2008, 27(1): 68-72.
- [21] Milne W R, Corey S. Distributional patterns of the ctenophores *Pleurobrachia pileus* and *Beroë cucumis* in the Bay of Fundy region, Canada [J]. **Canadian Journal of Zoology**, 1986, 64(11): 2 639- 2 644.
- [22] Falkenhaus T. Distributional and seasonal patterns of ctenophores in Malangen, northern Norway [J]. **Marine Ecology Progress Series**, 1996, 140: 59-70.
- [23] Purcell J E, Hopcroft R R, Kosobokova K N, *et al.* Distribution, abundance, and predation effects of epipelagic ctenophores and jellyfish in the western Arctic Ocean [J]. **Deep-Sea Research II**, 2009, doi: 10.1016/j.dsr2.2009.08.011.

## Ecological characteristics of medusa in the Changjiang River Estuary and its adjacent waters in summer

CHEN Hong-ju, LIU Guang-xing

(1. Key Laboratory of Marine Environment and Ecology, Ministry of Education, College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

**Received:** Dec., 9, 2009

**Key words:** Changjiang River Estuary; medusa; species composition; abundance; dominant species

**Abstract:** The present study was conducted on two surveys of the Changjiang River Estuary and its adjacent waters in Jun. 2003 and Jun. 2006. The species composition and dominant species of medusa as well as their abundance distributions and ecological characters were analyzed. A total of 77 species were identified, including 60 of Hydromedusae, 12 of Siphonophore, 1 of Scyphomedusae and 4 of Ctenophore. The dominant species were *Muggiaea atlantica*, *Diphyes chamissonis*, *Lensia subtiloides*, *Liriope tetraphylla*, *Solmundella bitentachlata*, *Sugiura chengshanense* and *Beroë cucumis*. The Hydromedusae dominant species changed dramatically in these two cruises. The abundance distribution in the investigated area was relatively uniform. The medusa abundance was lower in Jun. 2003 (13.3 ind/m<sup>3</sup>) than that in Jun. 2006 (16.0 ind/m<sup>3</sup>). The peak value area of the abundance drifted more north-eastward in Jun. 2006 than that in Jun.2003. The temperature and salinity in Jun.2006 were higher than those in Jun.2003, which were the main reasons leading to changes of the dominant species and distribution of medusa in the two surveys.

(本文编辑: 梁德海)