

长江口及临近海域夏季水母类分布特征^{*}

伦凤霞^{1,2} 王云龙^{2*,*} 沈新强² 徐后连³

(¹ 中国水产科学院东海水产研究所 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090; ² 国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012; ³ 宁波市海洋环境监测中心, 浙江宁波 315040)

摘 要 采用 1998 年 8 月、1999 年 8 月长江口及其临近海域(121°15'E—122°41'E, 30°00'N—31°30'N)的调查资料, 对采集到的水母样品进行分析, 探讨水母的分布特征以及影响因素。结果表明: 调查海域共出现水母 21 种, 其中水螅水母 15 种, 管水母 4 种, 栉水母 2 种; 可分为近岸低盐性、低盐河口性和大洋暖水性 3 个生态类群, 其中近岸低盐物种达 60% 以上, 分布范围广, 低盐河口类群仅出现于受长江冲淡水影响明显的低盐水域, 而大洋暖水类群分布于受外海水影响较大、盐度较高、离岸较远的区域; 优势种为贝氏拟线水母、球型侧腕水母、单囊美螭水母、五角水母、拟细浅室水母和双生水母。总体分布特征为: 从长江口向外伴随着盐度的逐渐增大, 丰度逐渐升高, 在长江冲淡水与外海水交汇的舟山渔场西部水域, 丰度最大; 水母的出现种类、丰度均与东海外海水、长江冲淡水 2 大水系的配置有关: 外海水越强, 整个区域平均盐度较高, 出现的水母种类、丰度均高; 反之, 长江冲淡水势力控制范围大, 平均盐度明显降低, 物种少且丰度低。

关键词 水母; 长江口; 生态类群; 优势种; 时空分布

中图分类号 S922.9 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2008)09-1510-06

Distribution characteristics of medusa in Yangtze River Estuary and its adjacent waters in summer. LUN Feng-xia^{1,2}, WANG Yun-long², SHEN Xin-qiang², XU Hou-lian³(¹Key and Open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; ²Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China; ³Ningbo Sea Environment Monitoring Center, Ningbo 315040, Zhejiang, China). Chinese Journal of Ecology, 2008 27(9):1510-1515.

Abstract: Based on the investigations at the Yangtze River Estuary and its adjacent waters (121°15'E—122°41'E, 30°00'N—31°30'N) in August of 1998 and 1999, the distribution characteristics of medusa and their affecting factors were studied. A total of 21 medusa species including 15 of Hydromedusae, 4 of Siphonophore, and 2 of Ctenophore were identified, which could be classified into three ecological groups, *i. e.*, low salinity neritic group, low salinity estuarine group, and oceanic warm water group. The first group distributed widely, the second group was more prevalent in lower salinity estuary, and the third one only appeared in higher salinity offshore area. The dominant species were *Nemopsis bachei*, *Pleurobrachia globosa*, *Clytia folleata*, *Muggiaea atlantica*, *Lensia subtiloides*, and *Diphyes chamissonis*. With the increase of salinity from the Yangtze River Estuary to the offshore, the abundance of medusa increased gradually, being the highest in western Zhoushan Fishing Ground where the waters from the Yangtze River and open sea were mixed together. Water mass had significant effects on the distribution of medusa. The more severe the open seawater invaded, the higher the abundance of medusa was. In contrast, when the whole area was under the control of diluted water from Yangtze River, the abundance of medusa was lower.

Key words: medusa; Yangtze River Estuary; ecological group; dominant species; temporal and spatial distribution.

* 国家自然科学基金重大资助项目(NSFC30490230 WP4-003)。

* * 通讯作者 E-mail: yunlong_wang@citiz.net

收稿日期: 2007-12-11 接受日期: 2008-05-29

水母食性广泛,从小型桡足类到磷虾、个体较小的鱼类,是上层水体的重要捕食者,在生态系统中起重要作用(Harbison *et al.*, 1978)。由于水母具有有性、无性 2 种生殖方式,种群扩大迅速(Brodeur *et al.*, 2002),往往易于从环境的改变中获益(Mills, 1995)。生境破坏、过度捕捞导致的渔业资源衰退,以及气候变化都可能对水母起促进作用(Parsons, 1979; Mills, 1995, 2001)。而水母大量繁殖往往带来更为严峻的问题:如通过对浮游动物的大量摄食,间接促进富营养化海区藻类的爆发(Schneider, 1989; Schneider & Behrends, 1994);摄食鱼卵、幼鱼,破坏渔业资源(Lynam *et al.*, 2006);水母的生态入侵亦损害当地生态系统(Kideys, 1994)等。同时,因水母营浮游生活,随流飘浮,不少种类又可以作为海流水团的指示种(沈国英和施并章, 2002)。

长江口、杭州湾和舟山渔场西部近岸海域为长江冲淡水与外海水交汇地带,水文环境复杂多变(唐晓晖和王凡, 2004)。由于近年来人类社会活动对河口的影响日益加剧,环境污染、河口工程建设等都对河口生态环境带来了不利影响(全为民等, 2006)。东海水母类的研究较多,既有关于东海的水母种类分布与多样性报道(高尚武, 1982; 徐兆礼和林茂, 2006),又有局部区域诸如闽江口、海坛岛、台湾岛等周围水域的种类、数量以及生态学方面的研究(黄加祺和许振祖, 1994, 1995, 1996; 张金标等, 1999, 2005; 张金标和刘红斌, 1999; 张金标和林茂, 2001; 黄将修等, 2003)。对本区域的研究可追溯到新中国成立初期舟山水母具体形态与分类的报道(高哲生和张志南, 1962),以及近年来关于长江口及邻近海域水螅水母新种、新记录的报道(许振祖等, 2006)。而针对 $121^{\circ}15'E-122^{\circ}41'E$, $30^{\circ}00'N-31^{\circ}30'N$ 这一长江口近岸水域水母类的生态研究无专门报道。本文根据 1998 年 8 月和 1999 年 8 月 2 个航次的定点调查资料,着重研究长江口、杭州湾和舟山渔场西部近岸海域夏季水母类的种类组成与分布,探讨水母分布与环境因子的关系,一方面为长江口、杭州湾和舟山渔场西部近岸海域生态研究提供本底资料,另一方面可为今后深入研究长江河口生态环境变迁提供科学依据。

1 材料与方法

1998 年 8 月和 1999 年 8 月对 $121^{\circ}15'E-122^{\circ}41'E$, $30^{\circ}00'N-31^{\circ}30'N$ 进行了 2 个航次的调查,具

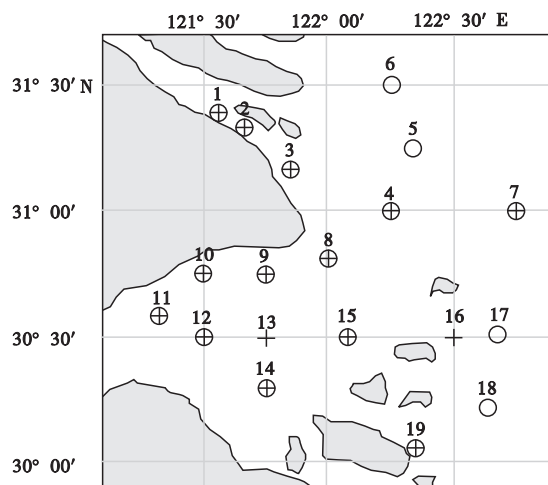


图 1 调查站位分布示意图

Fig. 1 Locations of sampling stations

○ 1998 年 8 月调查站位, + 1999 年 8 月调查站位。

体站位见图 1。其中 1~7 号监测站为长江口, 8~14 为杭州湾, 15~19 为舟山渔场西部海域。使用浅水 I 型浮游生物网由底至表垂直拖网采集。样品经 5% 甲醛溶液固定,带回实验室采用立体显微镜进行个体计数,鉴定到种。共计分析定量样品 32 号。同时选用同步测站的温度、盐度资料,以便分析环境因子与水母类分布的关系。

水母多样性采用 Shannon-Wiener 指数、 (H') 均匀度指数 (J) 、优势度 (Y) 指数来表示(张金标等, 2005):

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

$$J = \frac{H'}{\log_2 s} \quad (2)$$

$$Y = \frac{n_i f_i}{N} \quad (3)$$

式中: N 为样品中的所有物种的总个体数, s 为物种总数, P_i 为第 i 种的个体数与样品中的总个体数的比值, n_i 为第 i 种的个体数, f_i 为该种在各样品中出现的频率。

以优势度 $Y \geq 0.02$ 作为筛选优势种的依据(徐兆礼和陈亚瞿, 1989)。

2 结果与分析

2.1 种类组成

本海域共鉴定出水母 21 种,其中水螅水母 15 种,高达水母总种数的 71%;管水母 4 种,占 20%;栉水母 2 种,不足 10%(表 1)。3 个海域中以舟山

表 1 长江口及临近海域夏季水母种类名录
Tab.1 Species list of medusae in summer in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

| 种类名称 | 长江口及临近海域 | | 黄 海 | 东 海 | 南 海 |
|-------------------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| | 1998 年 8 月 | 1999 年 8 月 | | | |
| 水螅水母类 Hydromedusae | | | | | |
| 鳞茎高手水母 | + | | | + | |
| <i>Bougainvillia muscus</i> * | | | | | |
| 贝氏拟线水母 <i>Nemopsis bachei</i> | + | + | | | |
| 双手外肋水母 <i>Ectopleura minerva</i> | | + | | + | |
| 锥形多管水母 <i>Aequorea conica</i> | + | | + | + | + |
| 佛洲指突水母 <i>Blackfordia virginica</i> | + | + | | + | |
| 锡兰和平水母 <i>Eirene ceylonensis</i> | + | | + | + | + |
| 六辐和平水母 <i>E. hexanemalis</i> | + | | | + | + |
| 印度感棒水母 <i>Laodicea indica</i> | + | | | + | |
| 单囊美螭水母 <i>Clytia folleata</i> | | + | + | + | + |
| 半球美螭水母 <i>C. hemisphaerica</i> | + | | + | + | + |
| 双叉荔枝螭水母 <i>Obelia dichotoma</i> | + | | | + | |
| 四叶小舌水母 <i>Liriope tetraphylla</i> | + | | + | + | + |
| 半口壮丽水母 <i>Aglaura hemistoma</i> | + | | | + | |
| 八手筐水母 <i>Aeginura grimaldii</i> | + | | + | + | + |
| 两手筐水母 | + | | + | + | + |
| <i>Solmundella bitentaculata</i> | | | | | |
| 管水母类 Siphonophore | | | | | |
| 五角水母 <i>Muggiaea atlantica</i> | + | + | + | + | + |
| 拟细浅室水母 <i>Lensia subtiloides</i> | + | + | | + | + |
| 双生水母 <i>Diphyes chamissonis</i> | + | | + | + | + |
| 气囊水母 <i>Physophora hydrostatica</i> | + | | + | + | + |
| 栉水母类 Ctenophora | | | | | |
| 球型侧腕水母 | + | + | + | + | + |
| <i>Pleurobrachia globosa</i> | | | | | |
| 瓜水母 <i>Beroe cucumis</i> | + | + | + | + | + |
| 水母种类数 | 19 | 8 | 12 | 20 | 14 |
| 调查海域水母总种类数 | 21 | | | | |

+ 表示出现 ;* 原记录为束状高手水母 *Bougainvillia ramosa* 现纠正为磷茎高手水母(许振祖等 2006)。

渔场西部水域种类最多 , 多达 18 种 , 占水母总数的 85% 以上 ; 长江口水域次之 , 为 11 种 ; 杭州湾仅 6 种。

2.2 生态类型

根据水母的生态习性 , 调查海域的水母可分为河口低盐类群、近岸低盐类群和大洋暖水类群 3 类。

河口低盐类群 : 仅贝氏拟线水母、佛洲指突水母 , 分布于长江口、杭州湾受冲淡水影响显著的水域。

近岸低盐类群。锥形多管水母、拟细浅室水母、五角水母等 , 这一类群种类多、数量大、分布广 , 是构成本区域水母的最主要的生态类群。

大洋暖水类群。受北上台湾暖流的影响 , 调查海域出现大洋种 , 如水螅水母的四叶小舌水母、八手筐水母、两手筐水母、半口壮丽水母 , 以及管水母的气囊水母(张金标和林茂 2001 ; 洪惠馨 2002)。这

一类群集中出现在舟山渔场的 31°N 以南 , 122°30' E 附近及以外明显受外海水影响较大的海域。

就种类而言 , 近岸低盐类群(14 种) > 大洋暖水类群(5 种) > 河口低盐类群(2 种)。数量上来看 , 本海域水母以近岸低盐类群占绝对优势(超过 75%) , 遍布整个调查区域(图 2) , 仅 1999 年 8 月在长江口出现少(0.9 ind · m⁻³)。河口低盐类群次之(约 20%) , 大洋暖水类群数量最少 , 并且 1999 年 8 月未采集到大洋种类。

2.3 丰度与盐度

2.3.1 丰度分布特点 调查海域各年水母的平均丰度分别为 12.56、2.63 ind · m⁻³ , 历年调查站位水母最大丰度分别为 85.8、20.0 ind · m⁻³ , 分别出现在舟山渔场西部水域靠近调查区域外缘的 17 号站位、16 号站位 , 相比之下 , 长江口各站位水母最大丰度不足舟山渔场最值的 15% , 杭州湾各站位水母比长江口略高 , 但最大丰度也不足舟山渔场最值的 45%。在平均丰度方面 , 3 个水域中也以舟山渔场西部水域为高 , 远远超出其他 2 个水域 , 杭州湾次之 , 长江口最低(图 2)。

2.3.2 数量分布与盐度 从水母丰度与表层盐度平面分布图(图 3)可以看出 , 从长江口向外伴随着盐度的逐渐增大 , 水母丰度逐渐升高 ; 同时 , 等盐线密集区域水母丰度比同等盐度下其他水域偏高 , 以 1998 年 8 月为例 , 南汇咀附近盐度 5 ~ 15 水母种类数虽无显著变化 , 但个别种类如贝氏拟线水母数量明显较大(23.13 ind · m⁻³) , 使得本区域水母丰度

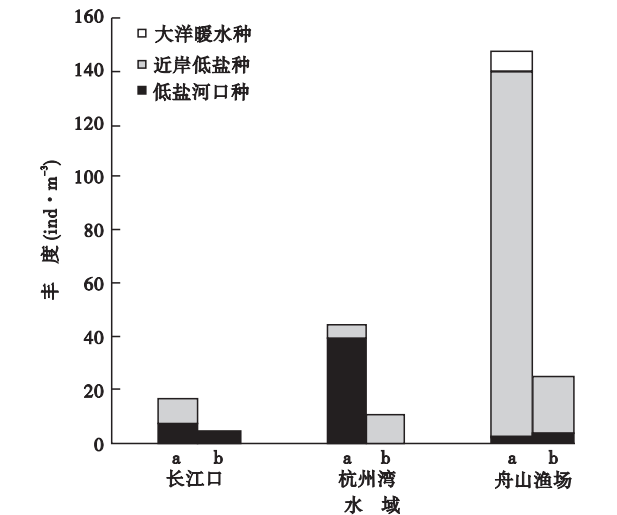


图 2 3 个水域历年平均丰度及生态类群组成
Fig. 2 Annual variation of abundance and ecological groups of the three specific waters
a 为 1999 年 8 月 b 为 1998 年 8 月。

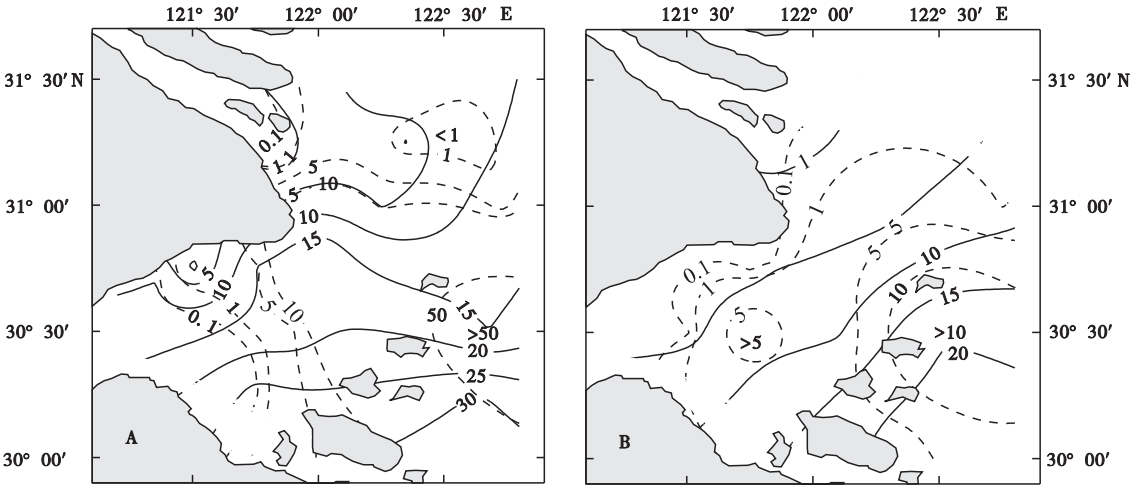


图3 各年水母丰度与表层盐度平面分布
Fig.3 Horizontal distribution of salinity in surface sea waters and abundance of medusae of each year
A 为1998年8月,B 为1999年8月; - - - 丰度 ind · m⁻³, — 盐度。

偏高 ;另一等盐线密集区位于舟山渔场西部盐度 15 ~30 的水域 ,对本区域贡献最大的当属管水母类 ,尤其是双生水母(*Diphyes chamissonis*) ,最大丰度高达 60.81 ind · m⁻³。1999 年 8 月盐度变化比较平缓 ,且总体偏低 ,水母丰度总体也相对较低 ,水母分布的主要区域为 31°N 以南 ,122°12'E 以东盐度约 10 ~22 的舟山渔场西部水域 ,数量较大的种类为拟细浅室水母(丰度为 11.73 ind · m⁻³)。

2.4 多样性指数

统计结果显示 ,1998 年 8 月调查海域水母多样性指数 *H'* 普遍高于 1999 年同期(表 2) ,二者变化趋势一致 ,均为舟山渔场西部 > 长江口 > 杭州湾水域。1998 年均匀度 *J* 略高于 1999 年同期 ,除舟山渔场西部稍高外 ,其他 2 个水域都较低。可见 ,舟山渔场西部水域水母多样性较其他 2 个水域高。

2.5 优势种组成与分布

1998 年 8 月优势种为 :贝氏拟线水母、五角水母、双生水母 ,优势种广布于调查水域 ,最大丰度为 68.07 ind · m⁻³ ,出现在舟山群岛外侧 ;1999 年 8 月

优势种为 球型侧腕水母、单囊美螳水母、拟细浅室水母 ,优势种的最大丰度为仅为 15.19 ind · m⁻³ ,出现位置与 1998 年大体一致 ,但总体分布不均匀 ,主要集中在杭州湾口及舟山渔场西部水域。造成这种分布差异的原因为 1998 年的贝氏拟线水母是一河口低盐种 ,其分布区域主要在长江口、杭州湾近岸水域 ,而另 2 种水母是近岸种类 ,其出现范围偏向于盐度稍高的舟山渔场西部水域 ,因而呈现优势种总体分布广泛的状态 ,而 1999 年的 3 个优势种均为近岸种 ,以球型侧腕水母的影响最大 ,而本次调查长江冲淡水几乎控制着整个调查水域 ,使得盐度总体偏低 ,优势种类很难在低盐的长江口生活(图 3B) ,因而最大丰度出现在盐度稍高的舟山渔场西部水域。

球型侧腕水母是其中最为优势的种 ,占调查区域水母总量的 30% 以上 ,较为集中分布在杭州湾口至舟山渔场西部水域 ,分布水域的盐度 10 ~20 ,温度 25 ℃ ~32 ℃ ,由此看见 ,球型侧腕水母是一近岸性较强的种类。

贝氏拟线水母次之 ,占约 25% ,但其分布却更为广泛。1998 年 8 月 ,外海水势力较强 ,受外海水入侵的影响 ,贝氏拟线水母集中分布于 30°36' N—31°0' N ,121°42' E—122°18' E 长江口到杭州湾北部南汇咀周围近岸水域 ;而 1999 年 8 月 ,整个调查水域处于长江冲淡水的控制之下 ,贝氏拟线水母分布向外扩展 ,但总体丰度较低。贝氏拟线水母分布在盐度低(盐度 <20) ,温度高(29 ℃ ~32 ℃)的河口水域(图 4) ,其分布受长江冲淡水影响显著 ,可以

表 2 各区域水母多样性

Tab.2 Medusae diversity of the three specific waters

| 区域 | 时间 (年·月) | Shannon-Wiener 指数 <i>H'</i> | | | 均匀度指数 <i>J</i> | | |
|--------|---------------|-----------------------------|------|------|----------------|------|------|
| | | 平均值 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 最小值 |
| 长江口 | 1998-8 | 0.86 | 2.19 | 0.00 | 0.39 | 0.94 | 0.00 |
| | 1999-8 | 0.38 | 1.00 | 0.00 | 0.38 | 1.00 | 0.00 |
| 杭州湾 | 1998-8 | 0.65 | 1.52 | 0.00 | 0.42 | 1.00 | 0.00 |
| | 1999-8 | 0.34 | 1.48 | 0.00 | 0.24 | 0.92 | 0.00 |
| 舟山渔场西部 | 1998-8 | 1.62 | 2.31 | 0.92 | 0.65 | 0.92 | 0.44 |
| | 1999-8 | 0.95 | 1.86 | 0.00 | 0.55 | 1.00 | 0.00 |

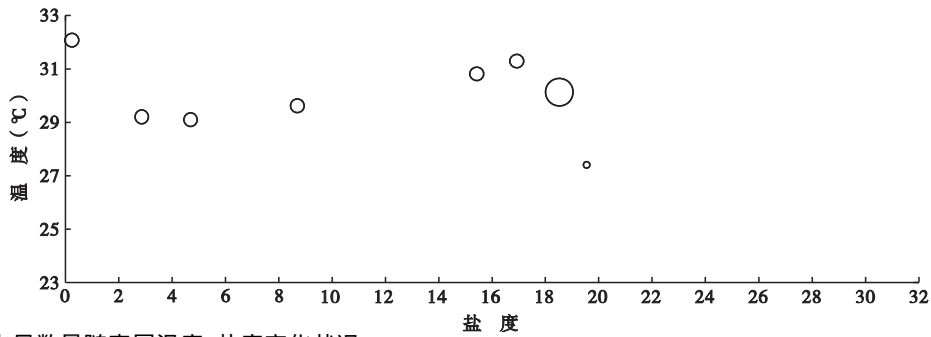


图4 贝氏拟线水母数量随表层温度、盐度变化状况

Fig. 4 Variation of *Nemopsis bachei* with temperature and salinity in the surface sea waters

。为 0.1 ~ 1.0, ○ 为 1.0 ~ 10.0, ○ 为 10.0 ~ 30.0 (ind · m⁻³)。

认为其对长江冲淡水具有一定的指示作用。

3 讨论

3.1 不同生境类型的水母类生物多样性与空间分布格局比较

3.1.1 调查海域与其他海域的比较 从表1可见,本海域出现的21种水母中除贝氏拟线水母这一典型的河口种外,其他种类在东海皆有记录(高尚武,1982;蒋双和陈介康,1994;徐兆礼和林茂,2006)。其中与黄海相同的有四叶小舌水母、五角水母等12种,约占本次调查水母总种数的57%,这些种类多为暖水种,夏、秋季节也常见于黄海南部以及受黄海暖流高温水系影响较大的区域(洪惠馨和张世美,1981;高尚武,1982;蒋双和陈介康,1994)。与南海相同的有八手筐水母、两手筐水母等14种(洪惠馨和张世美,1981;蒋双和陈介康,1994),约占本次调查水母总种数的67%。尽管地理位置上长江口及临近水域与黄海更为接近,但水母种类分布与黄海的差异却大于南海,其原因可能为:台湾暖流的入侵带来一些暖水种类,丰富了这一地区的水域生物多样性,同时,夏季这一地区水温的升高也为这些种类的生活提供了有利条件。

研究表明,水螅水母以近岸种为主,而管水母以大洋种为主(张金标,1979,1999),本海域属近岸类型,以水螅水母占绝对优势,这与江苏近岸水母类的研究结论一致(张锡烈,1983)。

3.1.2 调查海域水母空间分布 由于各测站出现的水母物种数从近岸向外呈增多趋势,舟山渔场西部水域水母物种组成最为丰富,杭州湾物种组成最为简单,但由于优势种主要集中在杭州湾口至舟山渔场西部一线水域。因此,总丰度分布是舟山渔场西部 > 杭州湾 > 长江口。虽然2个不同年份水母总

丰度有很大差异,但物种和丰度的平面分布总体格局相近,舟山渔场西部水域的种类、丰度均明显高出其他2个水域,因而其群落多样性高出同期其他2个水域。

3.2 水母分布与水系、盐度的关系

等盐线密集,盐度变化剧烈,多为不同水系交汇区域,往往具有高的初级生产力(赵保仁,1992),为浮游动物提供丰富的饵料。从盐度分布可以看出(图3A),1998年8月长江河口水与长江冲淡水交汇形成的长江口河口锋面比较典型,由于其盐度较低(盐度5~14,胡辉等,1995),适宜的水母种类相对较少,但个别种类丰度高(贝氏拟线水母丰度高达23.13 ind · m⁻³),使得河口锋面内水母丰度较同等盐度下其他水域高;而在31°N以南,122°E附近长江冲淡水羽状峰区(盐度22~26,胡辉等,1995)水母种类、丰度则明显高出其他临近水域,这一区域分布的近岸性广布种五角水母、双生水母的数量占很大优势,占舟山渔场西部水母总量的70%以上,同时也出现了一些大洋种,可见,长江冲淡水与外海水交汇作用较强。1999年8月,长江冲淡水与钱塘江等冲淡水的大量涌入,使得整个调查水域的盐度明显偏低(图3B),最大盐度仅22.26,水母种类少,丰度低。种类组成分析发现,可以分布到舟山渔场西部水域的大洋种,此次调查也没有采集到,外海水势力明显较弱,整个调查海域处于陆源径流的控制之下。

不同年份比较发现,调查区域水母的种类、丰度受长江冲淡水与东海外海水2大水系影响显著。同一航次来看,从长江口向外,伴随着盐度的逐渐增大,均呈现种类、数量增多的趋势,盐度是影响本水域水母分布的主要因素,这与以往其他河口区水母类的研究结果一致(黄加祺和许振祖,1994)。

由于研究数据的限制,本文难以对长江口及临近水域水母类的长期变化作出预测,鉴于近年来东海北部及黄海海区水母爆发愈演愈烈的情况下(程家骅等,2005),建议对本地区水母类开展长期而全面的监测,加强其对生态影响的研究。

致谢 特别感谢张金标老师对水母种类的鉴定,朱江兴等同志海上采样,陈渊泉研究员在温、盐因素方面的分析指导,同时对向帮助过我的老师和同学们,在此表示感谢!

参考文献

程家骅,丁峰元,李圣法,等. 2005. 东海区大型水母数量分布特征及其与温盐度的关系. 生态学报, **25**(3):440-446.

高尚武. 1982. 东海水母类的研究. 海洋科学集刊, **19**:33-42.

高哲生,张志南. 1962. 舟山的水螅水母类. 山东海洋学院学报, (1):65-91.

黄加祺,许振祖. 1994. 闽江口水母类的分布. 厦门大学学报(自然科学版), **33**(增刊):160-164.

黄加祺,许振祖. 1995. 海坛岛海域各类水母的分布. 厦门大学学报(自然科学版), **34**(2):306-309.

黄加祺,许振祖. 1996. 东山岛周围海域各类水母的分布. 台湾海峡, **15**(4):363-367.

黄将修,张金标,连光山. 2003. 台湾南湾秋末冬初水螅水母类的组成与分布. 台湾海峡, **22**(4):437-444.

洪惠馨,张世美. 1981. 中国海域管水母类(Siphonophora)区系的初步研究. 厦门水产学院学报, (1):46-56.

洪惠馨. 2002. 水母和海蜇. 生物学通报, **37**(2):13-16.

胡辉,胡方西. 1995. 长江口的水系和锋面. 中国水产科学, **2**(1):81-90.

蒋双,陈介康. 1994. 黄渤海水螅水母、管水母和栉水母的地理分布. 海洋通报, **13**(3):17-23.

全为民,沈新强,罗民波,等. 2006. 河口地区牡蛎礁的生态功能及恢复措施. 生态学杂志, **25**(10):1234-1239.

沈国英,施并章. 2002. 海洋生态学. 北京:科学出版社.

唐晓晖,王凡. 2004. 长江口邻近海域夏、冬季水文特征分析. 海洋科学集刊, **46**:42-66.

徐兆礼,陈亚瞿. 1989. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲐鲷渔场的关系. 生态学杂志, **8**(4):13-15.

徐兆礼,林茂. 2006. 东海水母类多样性分布特征. 生物多样性, **14**(6):508-516.

许振祖,黄加祺,刘光兴. 2006. 长江口及其邻近海域水螅水母纲新种和新记录记述. 海洋学报, **28**(6):112-118.

张金标. 1979. 中国海域水螅水母类区系的初步分析. 海洋

学报, **1**(1):127-137.

张金标,刘红斌. 1999. 钓鱼岛周围海域的水螅水母类. 海洋通报, **18**(6):24-31.

张金标,徐兆礼,王云龙,等. 1999. 台湾西部海域冬春季的水螅水母类和管水母类. 台湾海峡, **18**(1):76-82.

张金标,林茂. 2001. 台湾海峡西部海域水螅水母类和管水母类的垂直分布. 台湾海峡, **20**(1):1-8.

张金标,黄将修,连光山,等. 2005. 台湾南湾秋末冬初浮游管水母类种类多样性和数量分布. 热带海洋学报, **24**(1):41-49.

张锡烈. 1983. 江苏近海水螅水母类、管水母类初步调查研究. 黄渤海海洋, **1**(1):87-92.

赵保仁. 1992. 长江冲淡水的锋面变动及其与径流量的关系. 海洋科学集刊, **33**:27-36.

Brodeur RD, Sugisaki H, Hunt Jr GL. 2002. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: Implications for the ecosystem. *Marine Ecology - Progress Series*, **233**:89-103.

Harbison GR, Madin LP, Swanberg NR. 1978. On the natural history and distribution of oceanic ctenophores. *Deep Sea Research*, **25**:233-236.

Lynam CP, Gibbons MJ, Axelsen BE, et al. 2006. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology*, **16**:492-493.

Kideys AE. 1994. Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem: The reason for the sharp decrease in Turkish anchovy fisheries. *Journal of Marine Systems*, **5**:171-181.

Mills CE. 1995. Medusae, siphonophores and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, **52**:575-581.

Mills CE. 2001. Jellyfish blooms: Are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia*, **451**:55-68.

Parsons TR. 1979. Some ecological, experimental and evolutionary aspects of the upwelling ecosystem. *South African Journal of Science*, **75**:536-540.

Schneider G. 1989. The common jellyfish *Aurelia aurita*: Standing stock, excretion and nutrient regeneration in the Kiel Bight, Western Baltic. *Marine Biology*, **100**:507-514.

Schneider G, Behrends G. 1994. Population dynamics and the trophic role of *Aurelia aurita* medusae in the Kiel Bight and Western Baltic. *ICES Journal of Marine Science*, **51**:359-367.

作者简介 伦凤霞,女,1984年生,硕士研究生。主要从事海洋生态学研究。E-mail:lun93@126.com
责任编辑 李凤芹