

东海区大型水母数量分布特征及其与温盐度的关系

程家骅^{1,2}, 丁峰元¹, 李圣法¹, 严利平¹, 凌建忠¹, 李建生¹, 刘 勇¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090; 2. 中国海洋大学, 青岛 266003)

摘要:以 2004 年 4 月和 6 月东海区中北部海域大型水母的监测调查结果为依据, 分析了东海区大型水母的主要种类组成、数量分布及其与温度、盐度环境的关系、以及主要种类间的个体生长差异。结果表明: 4 月大型水母的优势种类多管水母约占 75%、霞水母约占 15% 和沙水母约占 5%; 6 月大型水母的优势种类沙海蜇约占 60%、多管水母约占 20% 和霞水母约占 10%。其中沙海蜇和霞水母为往年东海区大量暴发的种类。沙海蜇为低温高盐种, 适温范围为 12~17℃, 主要分布于黄海冷水团伸向东海舌锋的锋面以北海域, 密集分布区最高网产为 10000kg/h 左右; 霞水母为暖水高盐种, 适温范围为 20~25℃, 主要密集分布于东海北部的暖水控制海域。黄海冷水团势力强弱可作为判别沙海蜇暴发程度的一个重要参考因子。东海区大型水母主要优势种的生长速度以沙海蜇最快, 其次为霞水母, 而多管水母相对较慢, 且个体偏小。

关键词:大型水母; 数量分布; 温度; 东海区

A study on the quantity distribution of macro-jellyfish and its relationship to seawater temperature and salinity in the East China Sea Region

CHENG Jia-Hua^{1, 2}, DING Feng-Yuan¹, LI Sheng-Fa¹, YAN Li-Ping¹, LING Jian-Zhong¹, LI Jian-Sheng¹, LIU Yong¹ (1. Key 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; 2. Ocean University of China, Qingdao 266003, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 440~445.

Abstract: Since the middle and later in the 1990s, macro-jellyfish bloom has happened in successive years in the north part of the East China Sea Region and the sea area of the Yellow Sea, and the situation has aggravated in recent years and resulted in an ecological disaster in these areas. According to the literature records, the dominant species were eatable *Stomolophus meleagris* and uneatable *Cyanea* sp. The ecology of sea deteriorated badly, fishery organisms distributed rarely and the main fishery resources decreased sharply in where the jellyfish distributed in dense, the sea ecological quality was worried in the season of macro-jellyfish blooming at large scale. On the other hand, the normal fishing was influenced seriously, fishing nets were blown up, jammed mesh was very popular, fishing practice could not be carried out in tradition fishing grounds, it was a fact that the size of fishing ground reduced, the cost of fishing operation increased by decline of catch and the burden on fisherman became heavier. At present, this phenomenon takes not only the domestic attention but also the high attention of the three governments of China, Japan and the South Korea. Therefore, our scientific researcher carried out a full-scale monitoring on the dynamics of macro-jellyfish especially in the East China Sea Region in the spring and the summer 2004. Based on the investigations of macro-jellyfish resources carried out in the central and north parts of the East China Sea Region between April and June 2004, the major species composition of macro-jellyfish, quantity distribution, its relationships to temperature and salinity, the growth difference among the main species were analyzed. It was found that the dominant species in April were *Aequorea* sp., *Cyanea* sp., and *Sanderia* sp., their quantities were about 75%, 15%, and 5% to all macro-jellyfish, respectively. While in June they were *Stomolophus meleagris*, *Aequorea* sp., and *Cyanea* sp., with percentages about 60%, 20%, and 10%, respectively. *Stomolophus meleagris* and *Aequorea* sp. were the species that caused the blooms in the East

基金项目: 国家科技部公益性研究资助项目

收稿日期: 2004-09-09; **修订日期:** 2004-12-20

作者简介: 程家骅(1965~), 男, 江苏人, 研究员, 主要从事渔业资源评估和管理研究。E-mail: ziyuan@public9.sta.net.cn

Foundation item: Social Service Project of the Ministry of Science and Technology

Received date: 2004-09-09; **Accepted date:** 2004-12-20

Biography: CHENG Jia-Hua, Professor, mainly engaged in fishery stock assessment and management. E-mail: ziyuan@public9.sta.net.cn

China Sea Region in the past. *Stomolophus meleagris* was low-temperature and high-salinity species with the suitable temperature range of 12~17℃, distributed mainly in the north sea area where the front of the yellow sea cold water mass extended to the East China Sea Region, its catch per net was about 10,000kg/h in the high density distribution area; *Cyanea* sp. was warm-water, high-salinity species with suitable temperature range of 20~25℃, distributed mainly in high density in the sea area controlled by the warm in the north part of East China Sea Region. The yellow sea cold water mass could be used as an important reference factor for judging the bloom of *Stomolophus meleagris*. Among these main dominant species of macro-jellyfish in the East China Sea Region, *Stomolophus meleagris* grew most quickly, followed by *Cyanea* sp., while *Aequorea* sp. grows slowly and was smaller.

Key words: macro-jellyfish; quantity distribution; seawater temperature; East China Sea Region

文章编号:1000-0933(2005)03-0440-06 中图分类号:S922 文献标识码:A

自 20 世纪 90 年代中后期起,东海北部及黄海水域连年发生大型水母类的暴发现象,并有逐年加重的趋势,其中近几年的情况愈加严重,并已形成海域生态灾难^[1,2]。据中外已有的文献报道,其优势种主要为可食用的沙海蜇和无食用价值的霞水母^[3~7]。大型水母大量暴发的季节,一方面海域生态严重恶化,水母密集之处,渔业生物稀有分布,主要渔业资源也相应锐减^[3],海域生态质量令人担忧;另一方面正常的渔业生产活动受到严重影响,网具爆破、网眼堵塞十分普遍,传统作业渔场无法生产,渔场范围缩小、渔获量减少、捕捞成本提高、渔民的负担加重已是不争之实^[1]。目前,这一现象不仅引起了国内有关方面的广泛关注,而且还引起了中日韩三国政府的高度关注。2004 年 2 月,中日韩三国就东、黄海大型水母的暴发问题专门成立了三国联合工作小组,并着手开始对大型水母展开全面的调查研究。为此,我国科研人员于 2004 年春、夏季重点对东海区大型水母动态进行了大面监测,监测内容主要包括大型水母的种类组成、数量分布特征、栖息环境、以及不同种类的个体生长状况等。现将相关监测调查情况和基本认识报道如下。

1 材料方法

2004 年 4 月 8 日~24 日(春季)和 6 月 16 日~26 日(夏季)在东海区进行大型水母动态的大面监测,监测范围为 28°00'N~34°00'N 间东海海域,取样点共为 104 个。每个取样点的监测内容包括大型水母的单位时间渔获量、种类组成、各种类的伞径以及温度和盐度等。监测船为 300 马力的拖网渔船,取样网具为 4m×100 目的底拖网,取样拖速为 3 knots/h。水母单位时间渔获量以湿重表示。海水温度、盐度和深度用 Seabird-37 型 CTD 测定。

2 结果

2.1 大型水母种类组成

2004 年 4 月,海上监测到东海区大型水母共有 3 种主要种类。经初步鉴定与目视计数,主要为多管水母(*Aequorea* sp.),约占水母总个数的 75%左右;其次为霞水母(*Cyanea* sp.),约占水母总个数的 15%左右;再次为沙水母(*Sanderia* sp.)约占水母总个数的 5%左右。

2004 年 6 月,海上监测到东海区大型水母主要有 4 种类。大型水母的优势种类主要为沙海蜇(*Stomolophus meleagris*),约占海域平均总个数的 60%;其次为多管水母,约占海域平均总个数的 20%;此外还有霞水母,约占海域平均总个数的 10%;沙水母,约占海域平均总个数的 5%。其中沙海蜇为本年度首次发现,并大量在监测调查海域的北部发生,且个体的伞径较大(彩图 1)。

2.2 大型水母数量分布

2004 年 4 月,在 104 个调查取样点中有 23 个站点出现大型水母,出现率为 22.1%,出现站点内的最高网获数量为 750kg/h,最低网获数量为 1kg/h,平均为 90kg/h。其分布海域主要有 3 处,分别为长江口近海海域,29°30'N 断面的附近海域及济州岛西南海域。其中长江口近海海域的水母单位网获数量最高(图 1),主要优势种类为多管水母。

2004 年 6 月,在 104 个调查取样点中有 71 个站点出现大型水母,出现率高达 68.3%,出现站点内最高网获数量为 10667kg/h,最低网获数量为 3kg/h,平均为 1420kg/h。此时,大型水母广泛分布于 28°30'~34°00'N 东海区海域。其中,单位网获数量较高的密集区主要分布在 32°00'N, 124°30'E 附近海域和 30°30'N, 125°30'E 附近海域(图 2)。主要优势种东、黄海交界海域中部偏东为沙海蜇,长江口南部近海及东海中北部海域为霞水母和多管水母。

与 4 月份监测调查结果相比,6 月份东海区大型水母的单位网获产量明显升高,并呈现由东海北部近海和济州岛附近海域向东、黄海交界海域中部转移的趋势。

春夏季东海区大型水母主要优势种类的总体分布特征为:多管水母的分布范围相对较广,28°30'N 以北的监测海域均有分布;霞水母较多管水母相比,主要分布于偏南海域;而沙海蜇在 4 月未能监测到,但一旦 6 月份发现,即发生大量聚集,且分布范

围也相对较窄。

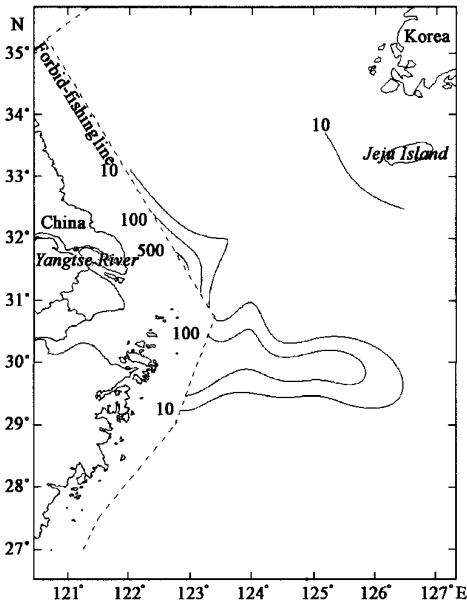


图 1 2004 年 4 月大型水母 CPUE 分布(kg/h)
Fig. 1 The CPUE of jellyfish in April 2004

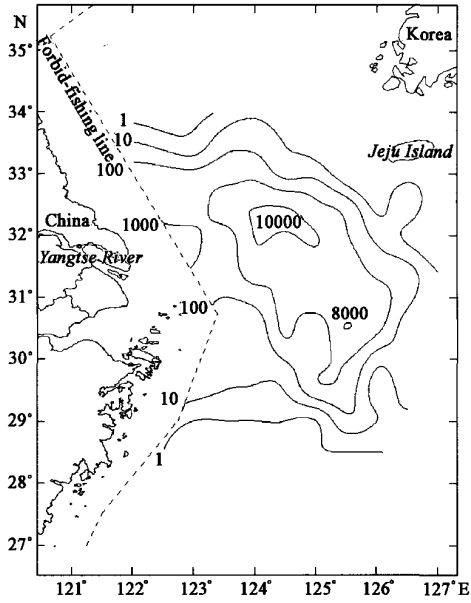


图 2 2004 年 6 月大型水母 CPUE 分布(kg/h)
Fig. 2 The CPUE of jellyfish in June 2004

2.3 主要种类的伞径变化

2004 年 6 月东海区主要大型水母的伞径较 4 月明显增大(表 1)。其中,多管水母的伞径由 10~15cm 增大至 20~25cm;霞水母的伞径由 15~20cm 增大至 45~60cm;沙海蜇虽然 4 月未能监测到,但 6 月份发现时,其伞径已高达 50~70cm。

以上结果表明,东海区春夏季发生、生长的多管水母和霞水母相对于本海区的其它渔业生物而言,其个体生长速度较快;而沙海蜇的主要发生海域不在东海区,其幼体发生、生长海域可能在 34°00'N 以北黄海的 中韩两国沿近岸水域,且从其出现在东海区北部海域的伞径来分析,沙海蜇的个体生长速度较之多管水母和霞水母更快。

2.4 大型水母数量分布与温度、盐度的关系

温度和盐度的调查结果显示(表 2),东海区 2004 年 4 月大型水母主要分布区的温盐度特征与 6 月份相比,底温和底盐变化不大,但表温升高、表盐降低。

表 1 2004 年春季夏季东海区主要大型水母伞径(cm)
Table 1 Umbrella diameter of main jellyfish in the East China Sea Region in spring and summer 2004

种类 Species	水母伞径 Umbrella diameter	
	4 月 April	6 月 June
多管水母 <i>Aequorea</i> sp.	10~15	20~25
霞水母 <i>Cyanea</i> sp.	15~20	45~60
沙海蜇 <i>Stomolophus meleagri</i>	—	50~70

表 2 2004 年春季夏季东海区水母主要分布区温盐度特征
Table 2 The seawater temperature and salinity characters of the main jellyfish distribution area in the East China Sea Region in spring and summer 2004

项目 Item	4 月 April	6 月 June
表温 Surface temperature (°C)	12~17	17~25
底温 Bottom temperature (°C)	13~17	13~19
表盐 Surface salinity	32~34	28~32
底盐 Bottom salinity	33~34	32~34

— 未监测到 Not been monitored

4 月多管水母、霞水母等大型水母单位网获数量较高的生物密集区主要位于台湾暖流伸向东海北部的暖水高盐区,即长江口冲淡水外侧的东海北部海域,此时,大型水母密集区的表温为 16~17℃,盐度为 32~34。但多管水母在长江口北部近海也有分布,该海域表底温范围为 11~12℃(图 3)。

6 月东海区表层海况的特征发生变化,黄海低温高盐水舌前锋自黄海中部向南伸展至东海北部,并与东海暖水在 31°30'N 海域形成交汇,且底层低温高盐水也相应伸至 30°30'N 海域(图 4)。此时,大型水母沙海蜇主要密集分布于黄海冷水团的控制水域,其表温适温范围为 19~23℃、底温适温范围为 13~17℃;而多管水母和霞水母依旧相对密集分布于东海北部的暖水控制海域(图 2)。

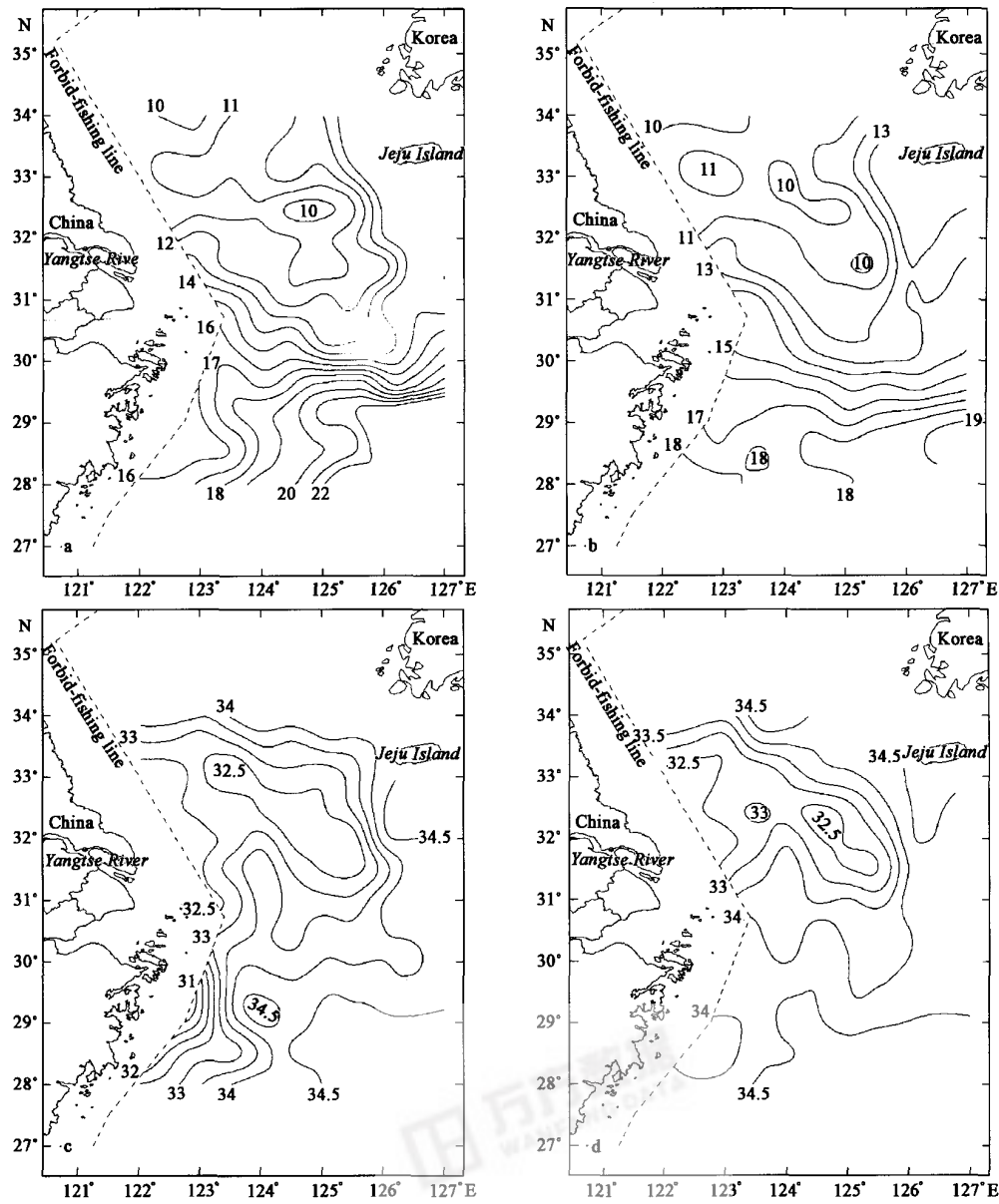


图 3 2004 年 4 月东海区海水温度(℃)、盐度分布

Fig. 3 The seawater temperature(℃) and salinity in April 2004 in the East China Sea Region

a 表温 Surface temperature (℃); b 底温 Bottom temperature(℃); c 表盐 Surface salinity; d 底盐 Bottom salinity

3 讨论

3.1 东海区大型水母的生态类型分析

本次调查和相关历史调查结果表明^[4],东海区春夏季有一定数量级出现的大型水母种类主要为多管水母、霞水母、沙海蜇和沙水母等,其中能形成大量暴发的种类主要为沙海蜇和霞水母。虽然上述 4 种大型水母能同时出现在东海区海域,但从各种类密集分布区的温度和盐度条件分析,其种间的分布却存在着一定的规律。就适盐性而言,这 4 种种类的发生和生长海域均处于高盐控制区,为高盐种类。就适温性而言,这 4 种种类存在着明显的种间差异。其中,多管水母的适温范围为 12~24℃,为广温性种类;霞水母栖息温度范围为 17~25℃,适温范围为 20~25℃,为暖水性种类;沙海蜇栖息温度范围为 9~21℃,适温范围为 12~17℃,为相对冷水性种类;沙水母与霞水母的栖息环境条件较为相似,为暖水性种类。

由此可见,作为东海区能够形成大量暴发的沙海蜇和霞水母,其生态类型决定了它们的地理分布特点。通常沙海蜇大量暴发于由黄海冷水团控制的东海区北部高盐水域,其分布的南部前沿随黄海冷水团的年间消长而变化。水温偏低年份,沙海蜇对

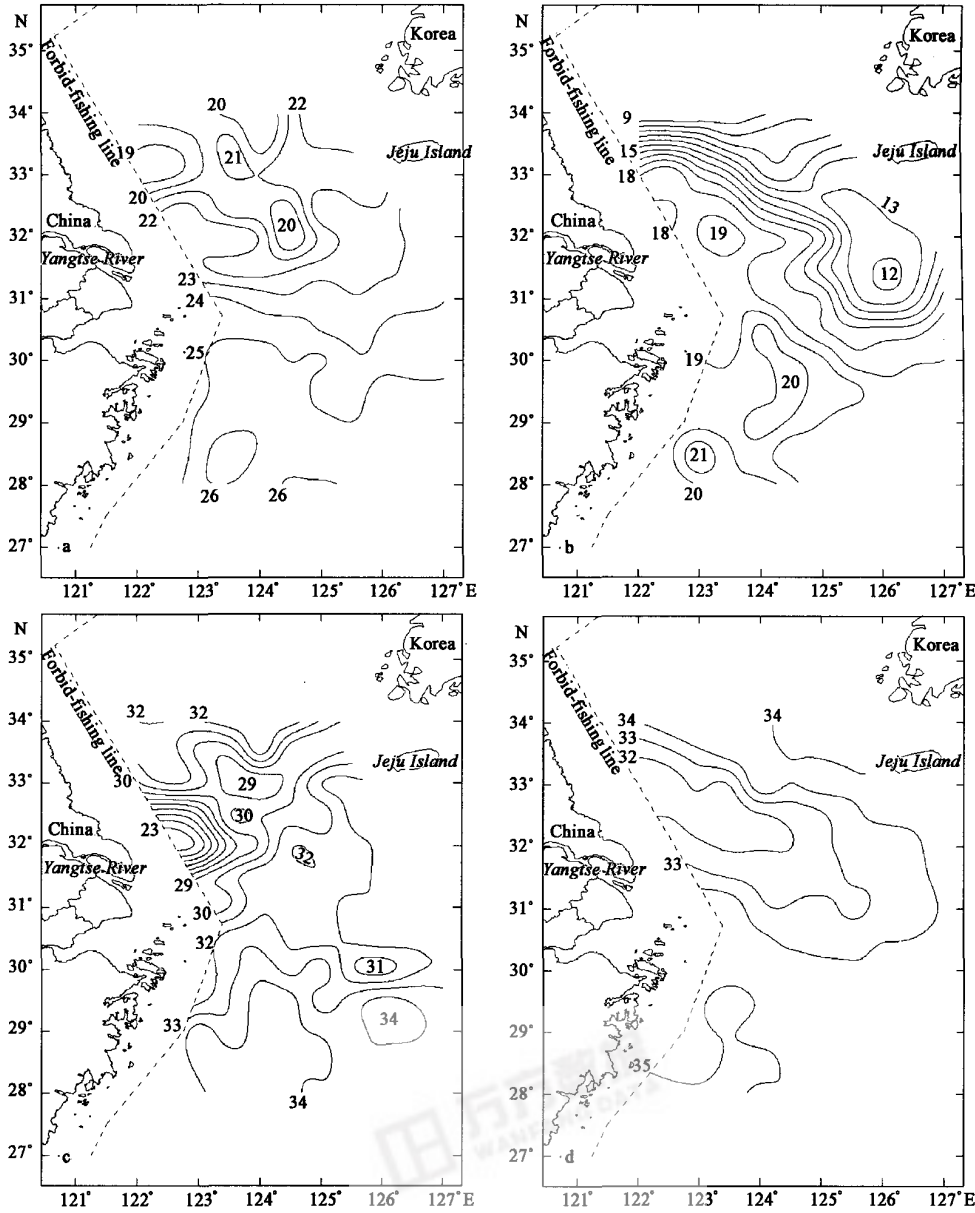


图 4 2004 年 6 月东海区海水温度(℃)、盐度分布

Fig. 4 The seawater temperature (°C) and salinity in June 2004 in the East China Sea Region

a 表温 Surface temperature (°C); b 底温 Bottom temperature (°C); c 表盐 Surface salinity; d 底盐 Bottom salinity

东海区的影响范围、对渔业生产的危害程度相对较大;反之,水温偏低年份,其对东海区的影响和渔业生产的危害程度相对较小。而霞水母通常大量出现在东海暖水与黄海冷水交汇峰面的南部海域。这一结论不仅与近 4 年来的环境条件的调查结果以及海上生产渔民反映的事实极为吻合^[1],而且也与 Graham^[8,9]、Arai^[10,11]有关温盐跃层对水母分布的影响研究结果相一致。

3.2 东海区主要大型水母种类的发生地推断、生长差异比较

据文献资料报道,我国海域常见的大型水母种类主要发生在沿岸水域^[12]。从 4 月东海区大型水母幼体出现的分布区域范围推测分析,多管水母主要发生地有 2 处,一是在东海区的江苏南部和浙江北部沿近海,二是在济州岛的南部海域;发生时的环境条件,盐度要求为大于 31.5‰、温度要求为 11~16℃。霞水母主要发生在浙江中北部沿近海的高盐水域,温度要求为 15~19℃。而沙海蜇 4 月份在调查海域未观察到,但根据该种类的移动习性分析,估计其发生地主要在调查海域之外的东海区北部和黄海的近岸。

此外,东海区大型水母不同种类的个体生长速度差异明显。4~6 月份间,多管水母伞径平均增长了 25cm,霞水母伞径平均

增长了 35cm, 而沙海蜇 6 月一旦出现, 其平均伞径就达 60cm。考虑到种的属性^[6], 夏季以后多管水母和霞水母的生长速度将缓慢和停止生长, 而沙海蜇仍将继续快速生长, 最大伞径可达 120cm。因此, 分布于东海区的优势大型水母种类的个体生长速度, 沙海蜇最快、霞水母其次、而多管水母相对较慢。

3.3 大型水母对东海区影响程度的预测分析

近年来大量暴发于东海区的沙海蜇以及一定数量的霞水母, 以其个体大、分布范围广、数量密集程度高的暴发特点严重影响了当前的海洋渔业生产, 并已形成一种生态灾难。考虑到东海区大型水母各种类的生态习性以及东海区全年海况特征的变化主要受黑潮暖流分支、黄海冷水团和沿岸冲淡水三股水系的势力消长所控制^[13]。因此, 正确掌握大量暴发种类沙海蜇分布前沿的环境特征指标, 对于预测分析大型水母的数量、分布范围以及指导渔业生产具有较为现实的意义。从本年度春夏季的调查以及前几年的监测结果分析, 黄海冷水团势力的强弱可作为沙海蜇对东海区影响严重与否的一个重要参考因子。一般地, 东海区春夏季水温较常年偏低、即黄海冷水团势力较强的年份, 大型水母的发生数量以及暴发后的影响范围和危害程度相对于水温偏高的年份要严重。如以东海区平均水温的调查结果相比, 2004 年 6 月比 2003 年 6 月平均偏高 1~2℃, 大型水母沙海蜇 2004 年的分布范围明显偏北, 前沿分布区在 30°30'N 海域, 密集分布区在 32°00'N 以北海域, 而 2003 年同期, 沙海蜇从 29°30'N 起, 整个以北海域已经完全密布, 并形成灾难。此外, 海域的升温速度快慢可能会影响到沙海蜇幼体的成活率, 进而影响到整个海域的发生数量。关于这一假设, 日后尚需生态实验验证。

总之, 虽然本文对东海区大型水母的数量分布规律、个体生长等问题进行了一些较为直观的分析与探讨, 但对其发生机理、暴发机理、群体生长与浮游生物的关系、繁殖习性等^[14~16]基础性问题仍有待于今后的进一步调查研究。

References:

- [1] Cheng J H, Li S F, Ding F Y, et al. Primary analysis on the jellyfish blooms and its cause in the East China Sea and the Yellow Sea. *Modern Fisheries Information*, 2004, **19**(5): 10~12.
- [2] Yan L P, Li S F, Ding F Y. The preliminary studies on the dynamics of macro-jellyfish resources and their relationship with fisheries in the East China Sea and Yellow Sea. *Marine fisheries*, 2004, **26**(1): 9~12.
- [3] Hong H X, Zhang S M, Wang J C. *Nettlefish (Phopilema esculentum)*. Beijing: Science Press, 1978.
- [4] Hong H X. Jellyfish and nettlefish. *Bulletin of Biology*, 2002, **37**(2): 13~16.
- [5] Lu N, Zhao Y M, Jiang S. The morphology and structure of *Stomolophus meleagris* L. Agassiz. *Fisheries Science*, 1992, **11**(1): 5~8.
- [6] Gao S W, Hong H X, Zhang S M. Fauna Sinica Invertabrata 27. Phylum Cnidaria, Class Hydrozoa, Subcalss Siphonophorae, Class Scyphododidae. Beijing: Science Press, 2002.
- [7] Makoto O, Eiji N. Jellyfish fisheries in southeast Asia. *Hydrobiologia*, 2001, **451**: 19~26.
- [8] Graham W M, Pagès F, Hamner W M. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia*, 2001, **451**: 199~212.
- [9] Graham W M, Largier J L. Upwelling shadows as nearshore retention sites: the example of northern Monterey Bay. *Continental Shelf Research*, 1997, **17**(5): 509~532.
- [10] Arai M N. Active and passive factors affecting aggregations of hydromedusae. *Aspects of Hydrozoan Biology*, 1992, **56**: 99~108.
- [11] Arai M N. *A functional biology of scyphozoa*. New York: Chapman & Hall, 1997. 316.
- [12] Ding G W, Chen J K. The life history of *Phopilema esculenta* Kishinouye. *Journal of Fisheries of China*, 1981, **5**(2): 93~102.
- [13] Gao S W. The medusae of the East China Sea. *Studia Marina Sinica*, 1982, **19**: 33~42.
- [14] Ma X P, Fan S J. The roles of jellyfishes in ocean food webs. *Marine Sciences*, 1998, **22**(2): 38~42.
- [15] Haruto I, Fusako T. Food and feeding of *Aurelia aurita* in Tokyo Bay with an analysis of stomach contents and a measurement of digestion times. *Hydrobiologia*, 2001, **451**: 311~320.
- [16] Haruto I. The influence of environmental changes upon the coastal plankton ecosystems, with special reference to mass occurrence of jellyfish. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 2001, **48**(1): 55~61.

参考文献:

- [1] 程家骅, 李圣法, 丁峰元, 等. 东、黄海大型水母暴发现象及其可能成因浅析. 现代渔业信息, 2004, **19** (5): 10~12.
- [2] 严利平, 李圣法, 丁峰元. 东海、黄海大型水母类资源动态及其与渔业关系的初探. 海洋渔业, 2004, **26**(1): 9~12.
- [3] 洪惠馨, 张士美, 王景池. 海蜇. 北京: 科学出版社, 1978.
- [4] 洪惠馨. 水母与海蜇. 生物学通报, 2002, **37**(2): 13~16.
- [5] 鲁男, 赵英明. 沙海蜇的形态与结构. 水产科学, 1992, **11**(1): 5~8.
- [6] 高尚武, 洪惠馨, 张士美. 中国动物志(第二十七卷): 水螅虫纲 钵水母纲. 北京: 科学出版社, 2002.
- [12] 丁耕芜, 陈介康. 海蜇的生活史. 水产学报, 1981, **5**(2): 93~102.
- [13] 高尚武. 东海水母类的研究. 海洋科学集刊, 1982, **19**: 33~42.
- [14] 马喜平, 凡守军. 水母类在海洋食物网中的作用. 海洋科学, 1998, **22**(2): 38~42.

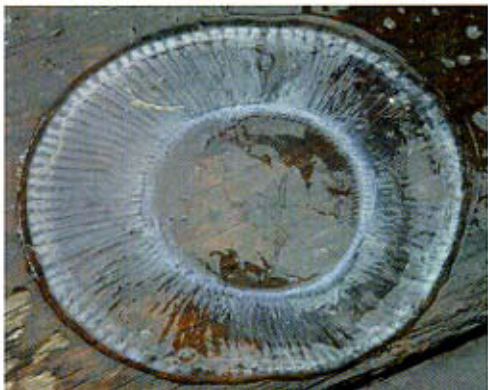
程家骅, 等: 东海区大型水母数量分布特征及其与温盐度的关系
CHENG Jia-Hua, *et al*: A study on the quantity distribution of macro-jellyfish
and its relationship to seawater temperature and salinity in the East China Sea
Region



沙海蜇 *Stomolophus meleagris*



霞水母 *Cyanea* sp.



多管水母 *Aequorea* sp.



沙水母 *Sanderia* sp.

图版 I 东海区大型水母主要种类实物图
Plate I The pictures of main macro-jellyfish species in the East China Sea Region