

## 夏初辽东湾海蜇放流区大型水母和主要浮游动物

王 彬 董 婧\* 刘春洋 孙 明 于旭光 刘修泽 李轶平 李培军

(辽宁省海洋水产科学研究院 辽宁省海洋生物资源与生态学重点实验室, 大连 116023)

**摘 要** 根据 2005~2007 年 6 月上旬和 7 月上旬在辽东湾海蜇放流区进行的大型水母调查及同期进行的浮游生物调查数据, 分析了该区域大型水母及浮游动物的数量分布特点以及海区中浮游动物的生态类型和优势种, 并且试图寻找浮游动物的数量分布与大型水母的数量分布的关系。结果表明, 浮游动物的优势种为小型桡足类及桡足类幼体: 双刺纺锤水蚤 *Acartia bifilosa*、小拟哲水蚤 *Paracalanus parvus*、强额拟哲水蚤 *Paracalanus crassirostris*、桡足类幼体、无节幼体。大型水母主要有: 海蜇 *Rhopilema esculentum*、沙蜇 *Nemopilema nomurai*、白色霞水母 *Cyanea nozakii*。大型水母的高密集区往往位于浮游动物高丰度区的附近。

**关键词** 浮游动物 大型水母 丰度 渔获密度 分布

**中图分类号** S931 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)05-0083-08

## Distribution of giant jellyfish and major zooplankton in jellyfish release area of Liaodong Bay, Bohai Sea in early summer

WANG Bin DONG Jing\* LIU Chun-yang SUN Ming

YU Xu-guang LIU Xiu-ze LI Yi-ping LI Pei-jun

(Liaoning Ocean and Fisheries Science Research Institute, Liaoning Key Laboratory of Marine Biological Resources and Ecology, Dalian 116023)

**ABSTRACT** Distribution of giant jellyfish and major zooplankton, the ecological type and dominant species of zooplankton, were analyzed based on the sampling data obtained during the surveys in jellyfish release area of Liaodong Bay, the Bohai Sea, in June and July, 2005~2007. The relationship between zooplankton and giant jellyfish abundance distribution was explored. The results showed that there were three major giant jellyfish, *Rhopilema esculentum*, *Nemopilema nomurai* and *Cyanea nozakii* and three major zooplankton, *Acartia bifilosa*, *Paracalanus parvus* and *Paracalanus crassirostris* in the survey area. Besides, Copepodid and nauplii were other two important zooplankton components. The distribution sites with high catch density of giant jellyfish were usually close to the distribution sites with highly abundant zooplankton.

海洋公益性行业科研专项(200905019-4)、公益性行业(农业)科研专项(200903005)和辽宁省自然科学基金项目(20052150)共同资助

\* 通讯作者。E-mail: dj660228@tom.com, Tel: 13384119069

收稿日期: 2009-03-07; 接受日期: 2010-03-05

作者简介: 王 彬(1981-), 男, 助理研究员, 主要从事海洋浮游动物及水母类研究。E-mail: wb81321@yahoo.com.cn, Tel: 13384119177

KEY WORDS Zooplankton Giant jellyfish Abundance Catch density Distribution

辽东湾位于渤海北部,是我国北方重要的渔业捕捞作业场所,素有渤海的“中心渔场”的美称。近些年来由于捕捞强度的加大,海洋环境污染等原因,经济渔获物产量大幅减少,海区中能形成规模渔汛的只有海蜇等少数资源。海蜇属于大型水母的一种,多年来一直在辽东湾渔民的经济收入中占据最重要的地位。辽东湾沿岸水域大型水母还有沙蜇、霞水母,其中沙蜇的经济价值较低,霞水母无经济价值。近几年来沙蜇和白色霞水母在近岸的发生数量越来越多,特别是2003年的沙蜇大暴发,2004年的霞水母大暴发,严重影响了渔业生产。所以对大型水母发生机制的研究具有重要意义。大型水母暴发的生态影响因子及其形成原因国内外已有报道(程家骅等 2005;严利平等 2004;赵斌等 2006;Kawahara *et al.* 2006)。浮游动物及海洋动物的卵及幼虫是大型水母的主要饵料(洪惠馨 2002;马喜平等 1998)。国内曾有大型水母及渔业资源的渔场位置与浮游动物的分布特征的相关报道(董婧等 2000;李惠玉等 2007;陈亚瞿等 1990;徐兆礼等 2004)。本文研究了辽东湾海蜇放流区内浮游动物的种类及丰度,并试图找出海蜇放流区内浮游动物丰度的空间分布与大型水母渔获密度的关系,及年间浮游动物丰度的变化与大型水母的渔获密度的关系,并试图找寻大型水母的空间分布规律,以揭示大型水母的发生机理,为渔业生产预报、预测服务。

## 1 材料和方法

### 1.1 数据来源

通过2005~2007年每年6月上旬和7月上旬在渤海辽东湾近岸水域进行的“辽东湾海蜇放流跟踪调查”及同期进行的浮游生物调查获得数据。其中6月上旬的航次调查为海区本底调查,7月上旬的调查为放流海蜇苗后第1航次的调查。调查船采用功率为88.200 kW的锚流网渔船,6月上旬调查网具采取密眼网(网目大小1cm),7月上旬采用青皮网(网目大小3cm),浮游动物调查网具采用浅水II型浮游生物网(网口面积0.2 m<sup>2</sup>,筛绢JP36,孔径0.169 mm),从底至表垂直拖取,并采用网口流量计(Hydro-bios 438115 Digital Flow Meter)计算滤水量。浮游动物网具网口面积大于标准浅水II型浮游生物网(网口面积0.08 m<sup>2</sup>),目的在于每次更多地捕获浮游动物。

### 1.2 站位设置

根据近年来辽东湾近岸以往海蜇产量较高及有放流点的海区设站18个,由于18号站位附近有放流的苗种,因此距离其他点较远处设第18号站位(图1)。

### 1.3 分析方法

大型水母渔获密度单位为 ind/net·h,即为每小时单网的大型水母渔获数量。

浮游动物数量用丰度表示,丰度单位为 ind/m<sup>3</sup>,即为单位水体浮游动物的个体数量。

浮游动物优势度以(Y)利用以下公式表示: $Y = \frac{n_i}{N} \times f_i$ 。式中, $n_i$ 是第*i*种浮游动物的丰度, $f_i$ 是*i*种浮游动物在各站位的出现频率, $N$ 是浮游动物的总丰度。

相关性分析处理利用SPSS 16.0统计软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 大型水母的分布与优势种

2005年6月,在18个调查站位中,海蜇只发现于盘山河口的5#、6#、7#、16#站位,整个海区海蜇的平均网获量为:15 ind/net·h。沙蜇只发现于2#、16#、17#站位,整个海区平均网获量均为0.1 ind/net·h;霞

水母只发现于 3# 站位, 整个海区平均网获量为 0.1 ind/net · h。

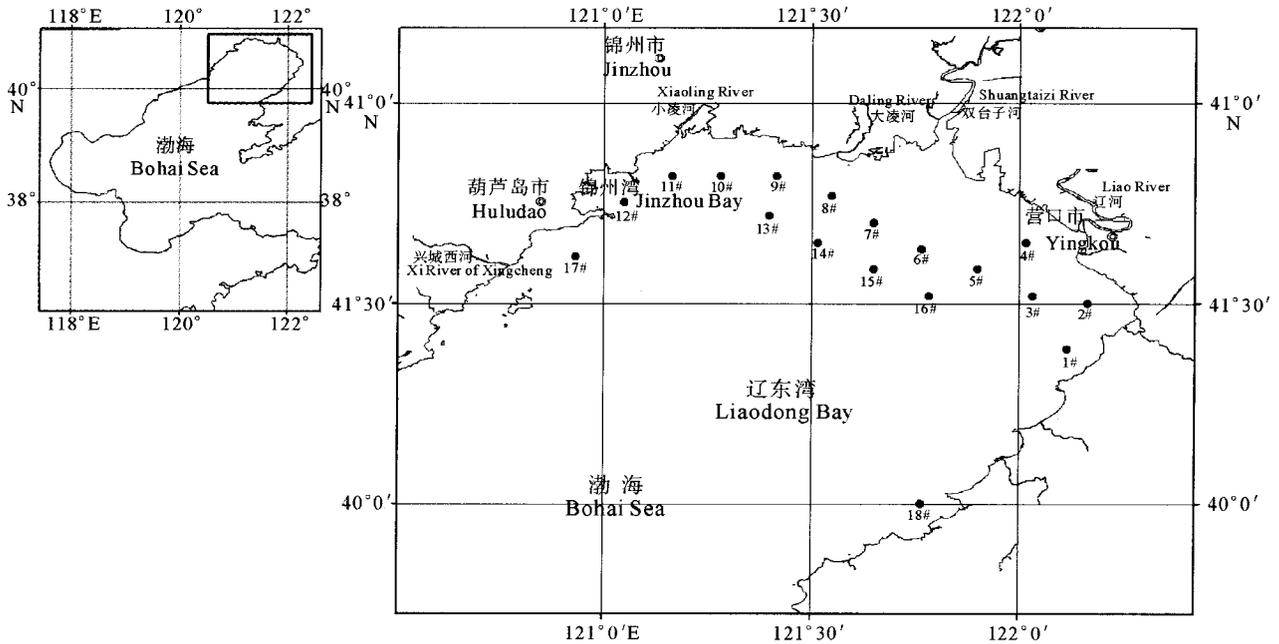


图 1 渤海辽东湾的调查站位

Fig. 1 Sampling stations in Liaodong Bay, the Bohai Sea

2005 年 7 月, 在 18 个调查站位中, 有 13 个站位发现海蜇, 出现率为 72.2%, 平均网获量为 285 ind/net · h, 共有 4 个站位发现沙蜇, 出现率为 22%, 沙蜇平均网获量为 3.44 ind/net · h; 霞水母只发现于辽河口的 1#、2#、3# 站, 平均网获量为 1 ind/net · h。海蜇、沙蜇、霞水母 3 种大型水母的总网获量平均为 290 ind/net · h。

2006 年 6 月, 在 18 个调查站位中, 海蜇只在 4# 发现, 网获量为 40 ind/net · h; 沙蜇只在 17#、12# 有分布, 网获量分别为 267 和 133 ind/net · h; 霞水母没有渔获。整个海区海蜇的平均网获量为 2 ind/net · h, 沙蜇平均为 20 ind/net · h, 各站位 3 种大型水母的总网获量平均为 24 ind/net · h。

2006 年 7 月, 在 18 个调查站位中, 10 个站位发现海蜇, 分别是靠近岸边的 2#、3#、4#、6#、7#、8#、9#、10#、11#、12# 站位, 平均网获量为 63 ind/net · h, 大小凌河河口一带的 7#、8#、9#、10# 站位网获量较高。沙蜇除了 1# 站, 各个站位都有分布, 14#、7#、4# 的网获量较高, 海区中各站位沙蜇的平均网获量为 111 ind/net · h。霞水母没有渔获。各站位 3 种大型水母的总网获量平均为 174 ind/net · h。

2007 年 6 月, 调查 4#、5#、6#、7#、9#、11# 共 6 个站位, 海蜇只在 5# 和 9# 有少量分布, 海区中平均网获量为 0.22 ind/net · h; 沙蜇在 4#、5#、6#、7# 有分布, 6# 较多, 为 300 ind/net · h, 海区中平均网获量为 69 ind/net · h; 霞水母没有分布。6 个站位大型水母的平均网获量为 67 ind/net · h。大型水母主要分布在

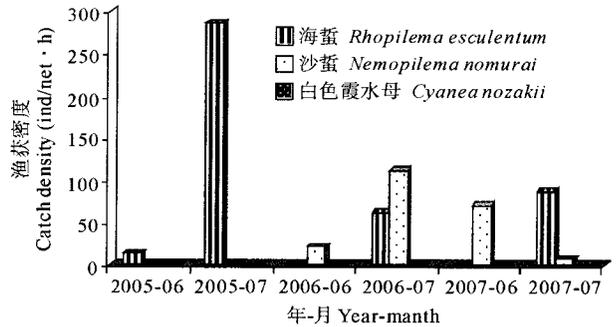


图 2 2005~2007 年夏初辽东湾海蜇放流区各种大型水母的渔获密度

Fig. 2 Catch density of giant jellyfish in jellyfish release area of Liaodong Bay in the early summer, 2005~2007

5#和6#站位,主要是沙蜇,海蜇很少,没有霞水母。

2007年7月,调查18个站位,共有17个站位发现海蜇,18个站位平均网获量为 $87 \text{ ind/net} \cdot \text{h}$ ,2#、3#、5#、6#、7#、9#站位的海蜇网获量较高,分别为267、160、200、267、120、267  $\text{ind/net} \cdot \text{h}$ 。共有5个站位发现沙蜇,分别为1#、13#、14#、15#、16#,18个站位平均网获量为 $10 \text{ ind/net} \cdot \text{h}$ ,13#站位沙蜇的网获量较高,为 $133 \text{ ind/net} \cdot \text{h}$ 。霞水母在1#、12#、16#、17#、18#有分布,网获量均不高,整个海区网获量平均为 $5 \text{ ind/net} \cdot \text{h}$ 。

根据以上调查结果,辽东湾海蜇6月上旬大型水母的数量较少,以沙蜇为优势种类,海蜇和霞水母较少。2005和2007年7月上旬的大型水母以海蜇为优势种类,沙蜇的数量次之,霞水母的数量较少。但2006年7月上旬的调查,沙蜇成为优势种,数量高于海蜇。海蜇主要分布在双台子河口、大小凌河口的沿岸站位,并形成高峰,沙蜇主要分布在靠近深水的站位。6月上旬调查中沙蜇伞弧长在 $2 \sim 10 \text{ cm}$ 之间,主要分布在沿岸的站位,7月上旬调查中沙蜇伞弧长在 $10 \sim 25 \text{ cm}$ 之间,主要分布在靠近深水的站位,沿岸的站位没有发现沙蜇,由此可见辽东湾沙蜇自幼体阶段发育到成体阶段有从浅水游向深水的习性。6月上旬调查中海蜇伞弧长在 $2 \sim 3 \text{ cm}$ 之间,7月上旬调查中海蜇伞弧长在 $3 \sim 15 \text{ cm}$ 间,6月上旬各站位海蜇的数量很少,甚至没有发现海蜇,7月上旬为沿岸站位的优势种。霞水母在6月上旬很少出现,一般在7月上旬的调查中才开始出现,其主要分布在辽河口或者锦州湾一带,数量较少。

## 2.2 浮游动物与大型水母的分布

图3~图6反映了辽东湾海蜇放流区2005~2007年6月上旬和7月上旬大型水母及浮游动物的数量分布。2005年6月上旬,调查海区18个站位,浮游动物的平均丰度为 $44\ 642 \text{ ind/m}^3$ ,浮游动物高密度区位于辽河口近岸水域,4#和6#的浮游动物丰度最高,分别为 $217\ 102$ 、 $12\ 659 \text{ ind/m}^3$ ,大型水母的渔获密度在4#站位为0,在6#站位为 $1.3 \text{ ind/net} \cdot \text{h}$ 。其相邻的5#浮游动物丰度偏低,为 $18\ 075 \text{ ind/m}^3$ ,但该站位是大型水母的最高密集区,达到 $233 \text{ ind/net} \cdot \text{h}$ 。大型水母的密集区位于辽河口外海区域。

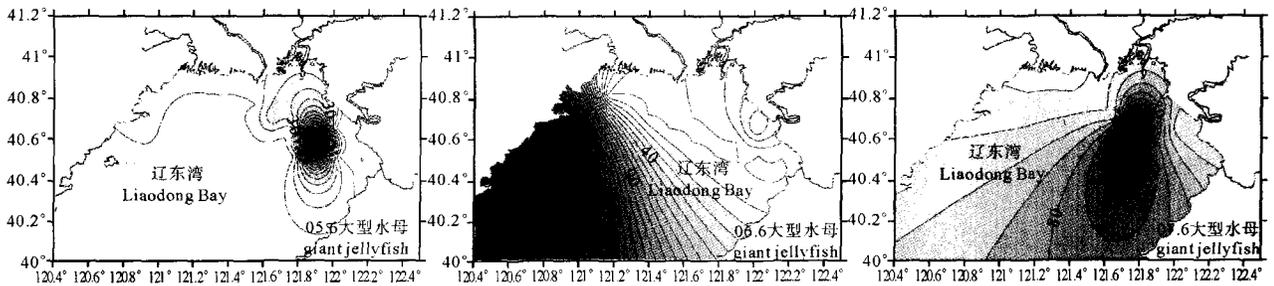


图3 2005~2007年6月上旬辽东湾海蜇放流区大型水母的渔获密度分布( $\text{ind/net} \cdot \text{h}$ )

Fig. 3 Distribution of giant jellyfish catch density ( $\text{ind/net} \cdot \text{h}$ ) in jellyfish release area of Liaodong Bay in early June, 2005~2007

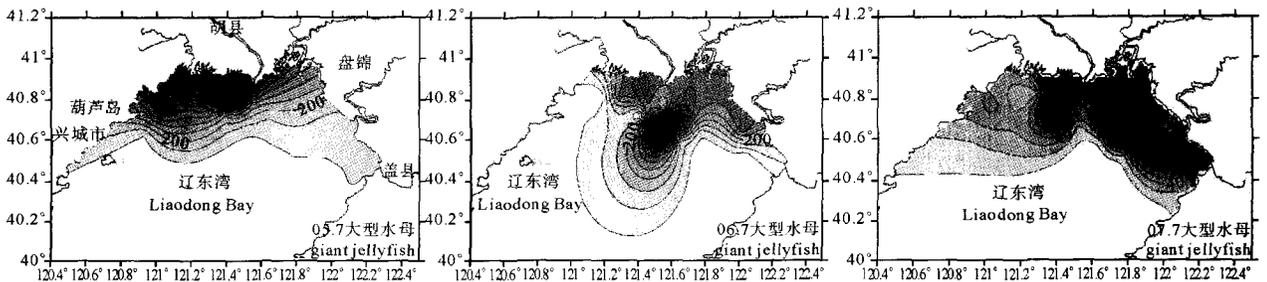


图4 2005~2007年7月上旬辽东湾海蜇放流区大型水母的渔获密度分布( $\text{ind/net} \cdot \text{h}$ )

Fig. 4 Distribution of giant jellyfish catch density ( $\text{ind/net} \cdot \text{h}$ ) in jellyfish release area of Liaodong Bay in early July, 2005~2007

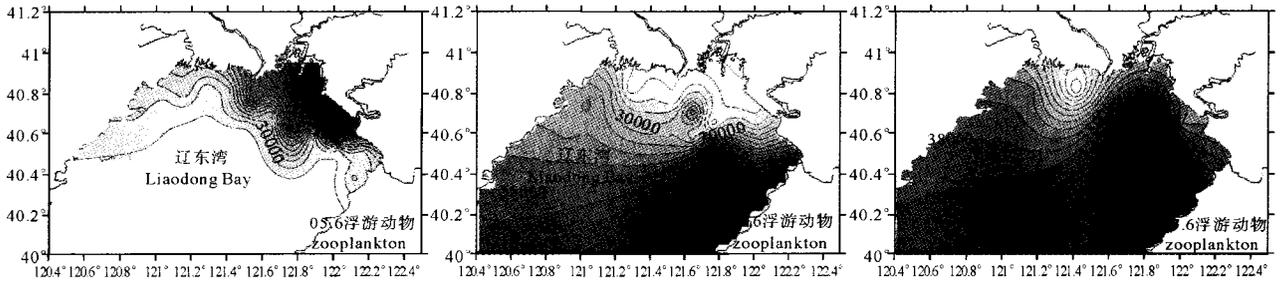


图 5 2005~2007 年 6 月上旬辽东湾海蜇放流区浮游动物丰度分布(ind/m<sup>3</sup>)

Fig. 5 Distribution of zooplankton abundance (ind/m<sup>3</sup>) in jellyfish release area of Liaodong Bay in early June, 2005~2007

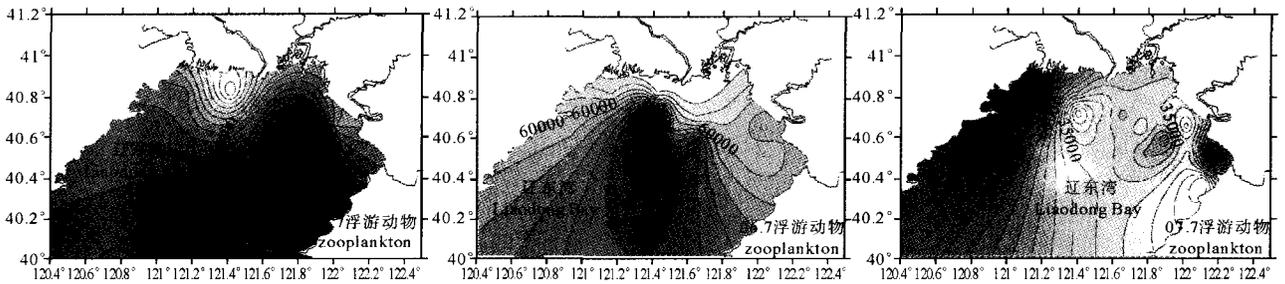


图 6 2005~2007 年 7 月上旬辽东湾海蜇放流区浮游动物丰度分布(ind/m<sup>3</sup>)

Fig. 6 Distribution of zooplankton abundance (ind/m<sup>3</sup>) in jellyfish release area of Liaodong Bay in early July, 2005~2007

2005 年 7 月上旬,调查海区 18 个站位,浮游动物的平均丰度为 42 990 ind/m<sup>3</sup>,最高值出现在 14 号,为 252 906 ind/m<sup>3</sup>,该站位的大型水母渔获密度仅为 66.7 ind/net · h。相邻的 9 号站位和 10 号的浮游动物丰度分别为 48 192、97 009 ind/m<sup>3</sup>。9 号和 10 号站位是大型水母渔获密度最高的两个站位,分别为 1 667、1 015 ind/net · h。相邻站位 13 号浮游动物丰度较低,为 17 441 ind/m<sup>3</sup>,大型水母的网获密度为 333 ind/net · h,也属于较高的网获密度。

2006 年 6 月上旬,调查海区 18 个站位,海区浮游动物平均丰度为 38 912 ind/m<sup>3</sup>,浮游动物的高丰度区位于辽河口及其外海的水域,大型水母的高丰度区在放流区西侧一带,距离较远,浮游动物和水母没有很明显的关联性。

2006 年 7 月上旬,调查海区 18 个站位,浮游动物的平均丰度为 68 830 ind/m<sup>3</sup>,浮游动物的最低值出现在 9 号站位,为 9 056 ind/m<sup>3</sup>,该站位大型水母的渔获密度为 400 ind/net · h,数值较高。而浮游动物丰度最高的两个站位 13 号、15 号,丰度分别高达 290 990 和 155 622 ind/m<sup>3</sup>,大型水母的渔获密度仅分别为 46.7 和 133.3 ind/net · h,而其相邻站位 14 号,是大型水母的渔获密度最高点,达到 800 ind/net · h,浮游动物丰度 71 430 ind/net · h,低于最高值。

2007 年 6 月上旬,调查海区 6 个站位,浮游动物平均丰度为 38 533 ind/m<sup>3</sup>,浮游动物较高丰度站位为 6 号和 5 号,浮游动物丰度分别为 54 851、47 570 ind/m<sup>3</sup>,大型水母的最高渔获密度也是该两个站位,分别为 300、80 ind/net · h,从图 5 看二者的最高密集区很相近。

2007 年 7 月上旬,调查海区 18 个站位,海区中浮游动物的平均丰度为 46 690 ind/m<sup>3</sup>,浮游动物的最高丰度站位依次为 11 号、17 号、2 号、13 号、10 号、5 号、16 号,丰度值分别为 118 202、88 139、85 085、80 173 ind/m<sup>3</sup>,这些站位的大型水母渔获密度依次为:26.7、24.9、266.7、69.3 ind/net · h,而大型水母的高密集站位为 2 号、6 号、9 号、5 号、13 号、3 号,且丰度值均不是最高值,但其周围站位是浮游动物的高丰度站位。

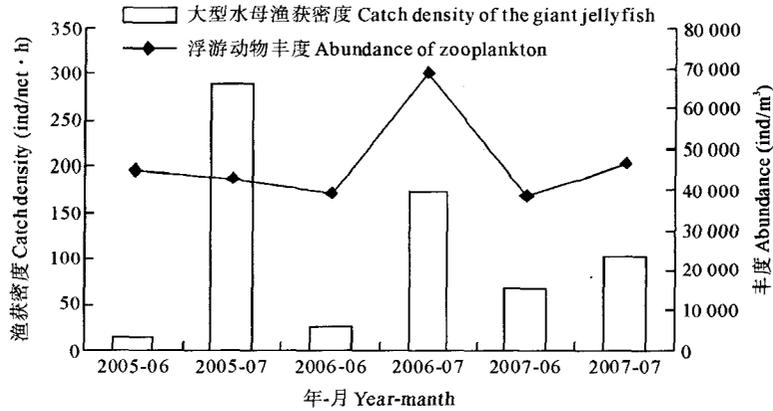


图7 2005~2007年6月上旬和7月上旬辽东湾海蜇放流区大型水母渔获密度与浮游动物丰度

Fig. 7 Catch density of giant jellyfish and abundance of zooplankton in jellyfish release

area of Liaodong Bay in early June and early July, 2005~2007

图7显示出了2005~2007年海蜇放流区浮游动物的年际丰度变化与大型水母渔获密度的变化,从图7中可以看出,浮游动物丰度最高时并不是大型水母渔获密度最高时。经过SPSS 16.0软件分析,6月份显著性水平为0.527,相关系数 $R = -0.676$ ;7月份显著性水平为0.829,相关系数 $R = -0.265$ ,6月份和7月份二者均不相关。

### 2.3 浮游动物的种类组成及优势种

在2005~2007年每年6月上旬和7月上旬的调查中,辽东湾海蜇放流区共检出浮游动物6门,15目,27属,共46种,其中包括浮游幼虫10种、毛颚动物1种、环节动物1种、尾索动物1种、腔肠动物两种、原生动物两种、节肢动物29种。节肢动物包括等足类1种、涟虫类1种、糠虾类两种、枝角类两种、端足类3种、十足类3种、桡足类17种。

辽东湾海蜇放流区浮游动物主要是小型浮游动物,以小型桡足类双刺纺锤水蚤 *Acartia bifilosa*、小拟哲水蚤 *Paracalanus parvus*、强额拟哲水蚤 *Paracalanus crassirostris*、桡足类幼体及无节幼体为主;大中型浮游动物的丰度远远少于小型浮游动物,主要有强壮箭虫 *Sagitta crassa*、中华哲水蚤 *Calanus sinicus*、唇角水蚤 *Labidocera* spp. 和糠虾。表1和表2列出了2005~2007年辽东湾海蜇放流区内浮游动物的优势种和主要大中型浮游动物种类,3年中夏初的优势种均为小型桡足类和桡足类幼体。

表1 2005~2007年夏初辽东湾海蜇放流区主要浮游动物

Table 1 Major zooplankton in jellyfish release area of Liaodong Bay in the early summer, 2005~2007

时间(年-月) Year-month	优势种 Dominant species	优势度 Degree of dominance	丰度 Abundance(ind/m³)
2005-06	双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	0.67	30 064
	桡足类幼体 Copepodid	0.16	7 380
	小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	0.05	2 594
	强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>	0.04	2 100
2005-07	双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	0.70	29 960
	桡足类幼体 Copepodid	0.17	7 099
	强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>	0.05	2 470
	小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	0.03	1 712

续表 1

时间(年-月) Year-month	优势种 Dominant species	优势度 Degree of dominance	丰度 Abundance(ind/m <sup>3</sup> )
2006-06	双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	0.69	28 735
	桡足类幼体 Copepodid	0.16	6 780
	小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	0.03	1 627
	强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>	0.02	1 369
2006-07	双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	0.70	51 463
	桡足类幼体 Copepodid	0.08	5 349
	强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>	0.06	4 415
	小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	0.06	3 832
2007-06	桡足类幼体 Copepodid	0.34	12 929
	双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	0.29	11 202
	强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>	0.12	5 636
	小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	0.05	1 940
2007-07	无节幼虫 Nauplii	0.20	9 208
	双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	0.17	7 975
	小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	0.15	6 787
	桡足类幼体 Copepodid	0.14	6 433

表 2 2005~2007 夏初辽东湾海蜇放流区主要大中型浮游动物丰度(ind/m<sup>3</sup>)Table 2 Abundance (ind/m<sup>3</sup>) of major species of macroplankton and mesoplankton in jellyfish release area of Liaodong Bay in the early summer, 2005~2007

时间(年-月) Year-month	强壮箭虫 <i>Sagitta crassa</i>	糠虾 Mysidacea	中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	唇角水蚤 <i>Labidocera</i> spp.
2005-06	137	11	99	177
2005-07	102	10	118	54
2006-06	195	17	119	226
2006-07	33	12	25	255
2007-06	74	3	8	32
2007-07	196	3	39	17

### 3 讨论

在辽东湾海蜇放流区占优势种群的大型水母海蜇及沙蜇均属于钵水母纲,根口水母目,摄食方式通过口腕及肩板上的吸口,在夏初调查阶段,海蜇伞弧长一般在 2~15cm 之间,沙蜇的伞弧长约为 2~25cm 之间,均属于水母体阶段,成体海蜇的吸口张开时,直径一般为 0.3~0.5 mm,大者约为 1 mm(姜连新等 2007)。2005~2007 年夏初辽东湾浮游动物优势种为小型桡足类和桡足类幼体,它们均为小型浮游动物,体长大都小于 1 mm,更小的小于 0.5 mm,各年优势度排在前 4 位的种类均为小型桡足类和桡足类幼体,它们的优势度之和平均可达 0.85,而各年所有小型桡足类和桡足类幼体优势度之和平均在 0.95 以上。所以我们认为大型水母更容易摄食小型桡足类和桡足类幼体,它们是辽东湾大型水母生长的主要饵料。

国内外文献曾报道,大型水母的生长与浮游动物的大量发生有直接的关系(Moller 1979),浮游动物丰度

直接影响到大型水母的生长(李晓东等 2003;Hernorth 1985)。在辽东湾6~7月,是一年中降雨及径流量较多的季节,而辽东湾沿岸大量的淡水带来了丰富的有机物质,适宜的水温为浮游动物的繁殖提供了适宜的环境,夏初辽东湾近岸生长着大量的浮游动物,因此浮游动物的大量繁殖为大型水母旺发提供了先决条件。

从2005~2007年大型水母分布区域和浮游动物的分布区域可以看出,大型水母的高密集区往往位于浮游动物高丰度区的附近,而不是正好重合。而且,有些浮游动物丰度较高的区域及附近并无大型水母的高密集区,甚至大型水母没有渔获或者网获量很少。笔者认为有4个原因:(1)由于大型水母和浮游动物调查属于同期调查,据报道,当水母数量大量增长时,同海域中浮游动物的数量在短时间内降至很低甚至为零(Greve 1994),所以同期其高密度区不是浮游动物的最高丰度区;(2)海区中网采浮游动物的优势种是小型桡足类和桡足类幼体,是大型水母容易摄食的饵料,因此大型水母大量摄食它们导致浮游动物的丰度骤减;(3)大型水母也摄食原生动、浮游植物、鱼虾贝类的卵粒等,因此大型水母的分布位置跟上述物质有一定的关系;(4)由于大型水母和浮游动物均属海洋浮游生物,受到海流的影响较大,海流的方向和强弱变化会影响到浮游动物和大型水母的分布位置。

3年来浮游动物的优势种基本没有太大的变化。2005年大型水母大暴发,2006和2007年大型水母均明显减少,同期海区中浮游动物丰度也无太明显的变化,浮游动物丰度与大型水母的年间发生量并未体现一定的相关性。笔者认为有3个原因:(1)缺乏历史上多年同期浮游动物的数据,如果有一个二者关系的长期比对,其相关性检验的数据将会更加详实;(2)大型水母年间的发生数量,跟诸多因素有关,如年间碟状体的发生数量、生态环境等因素,所以需要综合考虑包括饵料在内的等多方面因素。(3)通过调查数据可以看出夏初辽东湾海蜇放流区浮游动物数量极其丰富,每年浮游动物的数量足以支撑大型水母的生长需要,因此在大型水母的暴发和浮游动物的数量上未呈现年际变化的相关性,但这一点还需要更加充足的证据。浮游动物与大型水母的关系尚待进一步研究。

## 参 考 文 献

- 马喜平,凡守军. 1998. 水母类在海洋食物网中的作用. 海洋科学, 22(2): 38~41
- 李惠玉,李建生,丁峰元,程家骅. 2007. 东海区沙蜇与浮游动物的分布特征. 生态学杂志, 26(12): 1974~1980
- 李晓东,刘铁钢,张长新,李颖,王海兰. 2003. 几种生物饵料对海蜇幼蜇生长的影响. 水产科学, 22(3): 4~6
- 陈亚瞿,徐兆礼. 1990. 南黄海、东海鲈参鱼索饵场浮游动物生态特征. 应用生态学报, 1(4): 327~332
- 严利平,李圣法,丁峰元. 2004. 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, 26(1): 9~12
- 赵斌,张秀梅,陈四清,成永旭,张岩. 2006. 环境因子对海蜇早期幼体发育影响的生态学研究进展. 海洋水产研究, 27(1): 87~92
- 姜连新,叶昌臣,谭克非,董婧. 2007. 海蜇的研究. 北京: 海洋出版社
- 洪惠馨. 2002. 水母与海蜇. 生物学通报, 37(2): 13~16
- 徐兆礼,崔雪森,黄洪亮. 2004. 北太平洋柔鱼渔场浮游动物数量分布及与渔场的关系. 水产学报, 28(5): 515~520
- 程家骅,丁峰元,李圣法,严利平,凌建忠,李建生,刘勇. 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
- 董婧,刘海映,王文波,李培军. 2000. 黄海北部对虾放流区的浮游动物. 大连水产学院学报, 15(1): 65~70
- Hernorth, H. 1985. On the biology of *Aurelia aurita* (L); 2. Major factors regulation the occurrence of ephyrae and young medusae in Gullmar Fjord. Western Sweden. Bull. Mar. Sci. 37(2): 567~576
- Kawahara, M., Uye, S., Kohzoh, O. et al. 2006. Unusual population explosion of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa; Rhizostomeae) in East Asian waters. Mar. Ecol. Progr. Ser. 307: 161~173
- Moller, H. 1979. Significance of coelenterate in relation to other plankton organisms. Kieler Meeresforsch, 27: 1~8
- Greve, W. 1994. The 1989 German bight invasion of *Muggiaea atlantica*. ICES J. Mar. Sci. 51(4): 355~358