

渤海水母类生态的初步研究——种类组成、数量分布与季节变化

马喜平, 高尚武

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

摘要 水母类是海洋生态系统中非常重要的一个类群。根据 1959 年以来在渤海进行的几次较为全面的调查资料, 对渤海水母类的种类组成、数量分布与季节变化作了较为详细的研究。共记录到水母类 41 种, 其中水螅水母 35 种, 钵水母 4 种, 栉水母 2 种。主要以近岸低盐类型为主, 高盐种类少并且出现时间短。渤海水母类密度的季节变化有 3 个高峰, 出现在冬季、夏季和秋季, 分别由八斑苡氏水母、酒杯水母属、和平水母属、五角水母构成。渤海水母类的分布具有一定的季节特点, 冬季和夏季以莱州湾密度最高, 春季为渤海湾最高, 秋季为中央海区最高。辽东湾水母类的密度在各个季节都不算高。

关键词 水母类 种类组成 数量分布 季节变化 渤海

The ecology of medusae in the Bohai Sea——Species composition, quantitative distribution and seasonal variation

MA Xi-Ping, GAO Shang-Wu (Institute of Oceanography, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract Medusae play an important role in marine ecosystem. The species composition, Quantitative distribution and seasonal variation of Medusae in the Bohai Sea were determined in a discontinuous period from 1959 to 1997. There were totally 41 species among which were 35 species of Hydrozoa, 4 species of Scyphomedusae and 2 species of Ctenophore, respectively. Most species were found in relatively low salinity habitat, only a few in high salinity habitat for a very short time in each sampling year. The seasonal occurrence of jellyfishes showed three peaks in a year. *Rathkea octopunctata* appeared mainly in the February peak, *Phialidium* mainly in the June peak, *Muggiaea atlantica* and *Eirene* mainly in the October peak. The distribution of Medusae in the Bohai Sea changed seasonally, the highest density patches were found mainly in winter and summer in Laizhou Bay and was in spring and in the middle autumn in Bohai Bay. The density of Medusae in Liaodong Bay was relatively low in every seasons, comparing with the other areas in the Bohai Sea.

Key words Medusae, species composition, quantitative distribution, seasonal variation, Bohai Sea

文章编号: 1000-093X(2000)02-0177-07 中图分类号: Q143 文献标识码: A

近年来, 水母类在海洋生态系统中的作用越来越引起海洋生态学家的重视, 有关水母类的研究迅速增加。特别是在一些近岸高生产力海湾或海区, 水母类对浮游动物和鱼类以及生态系统的影响颇受关注。渤海是一个半封闭型的内海, 是我国北方重要的渔业场所, 钵水母海蜇还是渤海的一个重要渔业对象。和振

基金项目: 中国科学院海洋研究所研究成果 3806 号; 国家自然科学基金重大项目 49790010 研究成果

中国科学院海洋研究所王克、李超伦、吉鹏先生协助海上样品采集, 张芳女士协助文字处理, 在此一并致谢。

收稿日期: 1998-02-28; 修订日期: 1998-12-11

作者简介: 马喜平(1971~), 女, 山西榆次人, 助研。主要从事海洋浮游动物生态学研究。

武于 1964 年报道了采自河北秦皇岛海域的 5 种水螅水母^[1],这是研究渤海水母类最早的文献,张金标等曾记录并描述了部分渤海水母种类^[2~4],此外,刘海映等曾作过对辽东湾海蜇数量变动的研究^[5]。但到目前为止,关于渤海水母类还没有比较系统的研究报告。本文作为国家自然科学基金重大项目“渤海生态系统动力学及生物资源持续利用”的一个内容,旨在充分发掘历史资料的价值,查明渤海水母类的种类组成、数量分布和季节变化规律及 50 年代以来种群结构可能发生的变化,为研究整个海洋生态系统提供资料。

1 材料与方法

1.1 资料来源

(1) 1959 年 1~12 月全国海洋普查渤海调查资料,这是到目前为止有关渤海浮游动物最为全面的调查资料,其采样是逐月连续进行的。本文还计数了过去未曾计数过的中网采样标本。

(2) 1984 年 4~11 月山东省海岸带和海涂资源综合调查资料,调查的范围仅限于渤海湾和莱州湾。

(3) 1992 年 8 月~1993 年 5 月渤海增殖生态基础调查资料,在 4 个季度月对全渤海范围进行调查。

(4) 1997 年 6~7 月渤海生态系统动力学与生物资源持续利用调查资料,在全渤海共设 5 个站位,进行昼夜连续变化的研究。

1.2 样品采集

水母类样品系用大型浮游动物网(网目 505μ ,口径 80cm,网长 270cm,CQ14 国产筛绢)和中型浮游动物网(网目 156μ ,口径 50cm,网长 270cm,CB36 国产筛绢)自底到表垂直采样。所用资料的调查范围都只限于渤海湾口诸岛以内。水母类计数采用个体计数法。

1.3 数据分析

关于渤海水母类的种类组成是综合上述历次调查中大网与中网采样的计数结果。钵水母的记录除红斑游船水母是取自浮游动物大网采样结果外,另外 3 种都是在调查期间现场观察或捕获到的。

水母类密度单位全部使用“个/ m^3 ”,水母类水平分布图全是密度水平分布图。

2 渤海水母类的种类组成

渤海的优势水母种类首推钵水母海蜇,该种是渤海重要的渔业对象,但所用浮游动物采样方法只限于研究小型水母类。共整理记录到水母类 41 种,其中水螅水母 35 种,钵水母 4 种,栉水母 2 种。其中 22 种属本文首次报道,种名录见表 1。

3 渤海水母类种类组成的季节变化

大多数水螅水母类是季节性浮游动物,生活史中要经过底栖的水螅体阶段,因此只在一年中某些时间出现在浮游动物采样中。历次调查结果表明渤海水螅水母类的种类组成和数量变化具有一定的规律。

渤海水螅水母类优势种组成呈现明显的季节更替,但在不同的年度这种更替大体相同。常见的优势种是八斑芮氏水母、五角水母、酒杯水母属与和平水母属的种类。从表 2 中可以看出,2 月与 5 月的优势种都是八斑芮氏水母,其优势度在不同年度大体相同。8 月的主要优势种是和平水母属(*Eirene*)的种类,但在 1959 年优势度较 1992 年弱,1992 年该属的优势度几乎等于 1959 年同期 4 个主要种类优势度的总和。10 月最常见的水母类优势种是五角水母,但 1992 年 10 月和平水母属的种类优势度略高于五角水母。

渤海水母类种类数量在夏秋季最高,冬季最少(图 1 与图 2)。1959 年水母种类出现最多的是 6 月份,共记录到 24 种,最低为 2 月份,只有 3 种(图 1)。从 1959 年与 1992 年种数变化的比较可以看出(图 2),1992 年 4 个季度月的种类比 1959 年同期都有不同程度的减少,尤其是在 8 月份相差最大,1992 年种类要少 11 种。这一趋势与胶州湾水母类从 80 年代到 90 年代的变化趋势基本一致,但是何原因还需进一步研究。

表 1 渤海水母类种名表
Table 1 Species list of Medusae in the Bohai Sea

腔肠动物门(Coelenterata) 水螅水母类	
日本萨氏水母(<i>Sarsia nipponica</i>)*	球形杯水母(<i>Phialidium globosum</i>)*
耳状囊水母(<i>Euphysa aurata</i>)	半球杯水母(<i>Philidium hemisphearicum</i>)
贝氏真囊水母(<i>Euphysora bigelowi</i>)	罗氏水母(<i>Lovenella assimilis</i>)
杜氏外肋水母(<i>Ectopleura dumortieri</i>)	拟酒杯水母(<i>Phialucium carolinae</i>)
双手外肋水母(<i>Ectopleura minerva</i>)	带拟酒杯水母(<i>Phialucium taeniogonia</i>)
灯塔水母(<i>Turritopsis nutricula</i>)	绿杯水母(<i>Phialucium mbenga</i>)*
峭状镰螳水母(<i>Zanclea costata</i>)*	锡兰和平水母(<i>Eirene ceylonensis</i>)
小介穗水母(<i>Podocoryne minima</i>)*	六辐和平水母(<i>Eirene hexanemalis</i>)*
八斑芮氏水母(<i>Rathkea octopunctata</i>)	细颈和平水母(<i>Eirene menoni</i>)
不列颠高手水母(<i>Bougainvillia britanica</i>)	塔状和平水母(<i>Eirene pyramidalis</i>)*
首要高手水母(<i>Bougainvillia principis</i>)*	马来侧丝水母(<i>Helgicirrha malayensis</i>)*
束状高手水母(<i>bougainvillia ramosa</i>)*	玻璃优托水母(<i>Eutonina indicans</i>)*
贝氏拟线水母(<i>Nemopsis bachei</i>)	异枝管水母(<i>Proboscidactyla mutabilis</i>)*
厦门隔膜水母(<i>Leuckartiara hoepplii</i>)	四枝管水母(<i>Proboscidactyla flavicirrata</i>)*
薮枝螳水母(<i>Obelia</i> spp.)	四叶小舌水母(<i>Liriope tetraphylla</i>)*
嵎山多胃水母(<i>Phialidium chengshanensis</i>)	双生水母(<i>Diphyes chamissonis</i>)*
盘形杯水母(<i>Phialidium discoidum</i>)*	五角水母(<i>Muggiea atlantica</i>)
单囊杯水母(<i>Phialidium folleatum</i>)*	
腔肠动物门(Coelenterata) 钵水母类	
红斑游船水母(<i>Nausithoe punctata</i>)*	海月水母(<i>Aurelia aurita</i>)*
白色霞水母(<i>Cyanea nozakii</i>)*	海蜇(<i>Rhopilema esculentum</i>)
栉水母动物门(Ctenophora)	
球形侧腕水母(<i>Pleurobrachia globosa</i>)*	瓜水母(<i>Beroë cucumis</i>)*

“ * ”标记是指首次报道的种类,共 22 种。

表 2 不同年度渤海水母类优势种组成比较
Table 2 Dominant species composition of Madusae in different years

年度 Year	2 月	5 月	8 月	10 月
1959	八斑芮氏水母(99.9%)*	八斑芮氏水母(80.8%)	和平水母属(35.4%) 薮枝螳水母(22.5%)	五角水母(87.7%)
		酒杯水母属(13.7%)	拟酒杯水母属(14.7%) 高手水母属(11.1%)	
1992~1993	八斑芮氏水母(100%)	八斑芮氏水母(81.7%)	和平水母属(80.9%)	和平水母属(47.6%) 五角水母(35.4%)

* 括号内为该种类的优势度,为该种密度占当月水母类总密度的百分比,本文选用优势度超过 10% 的种类。

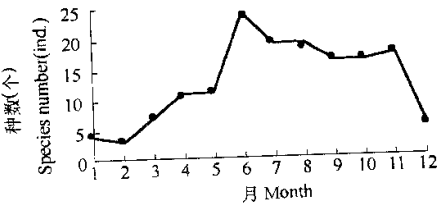


图 1 渤海水母类种数的季节变化(1959)
Fig.1 Seasonal variation in species number of Medusae in the Bohai Sea(1959)

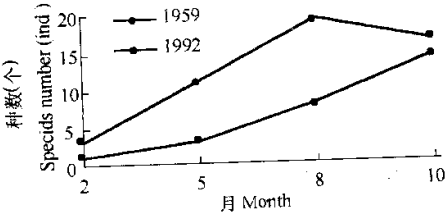


图 2 渤海水母类种数的年变化
Fig.2 Annual variation in species number of Medusae in the Bohai Sea

4 渤海水母类的数量变化和分布情况

4.1 水母类数量的季节变化

渤海水母类密度变化在 1959 年呈现 3 个高峰, 分别出现在 2 月份、6 月份和 10~11 月份, 其中 10~11 月份的峰值相对较低, 4 月份为全年密度最低点, 12 月份次之(图 3)。与 1992~1993 年比较, 冬季虽然种数稀少, 但都有一个峰值出现, 而春季密度都是全年最低点, 夏秋季密度都较高, 但变化趋势没有明显规律(图 4)。

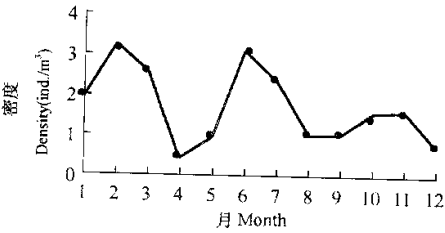


图 3 渤海水母类密度的季节变化

Fig.3 Seasonal variation of density to Medusae in the Bohai Sea(1959)

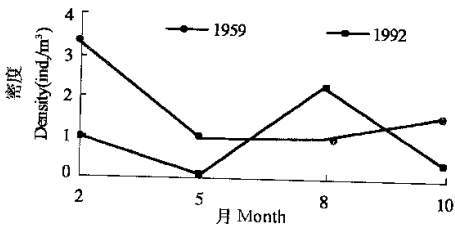


图 4 渤海水母类密度的年变化

Fig.4 Annual variation of density of Medusae in the Bohai Sea

4.2 水母类总的分布情况

把渤海分为辽东湾、渤海湾、莱州湾和中央海区 4 个海区, 将 3 次调查结果进行比较, 由于 1998 年的调查范围仅限于莱州湾与渤海湾, 因此无法比较 1984 年中央海区和辽东湾的分布情况。

2 月份, 水母类密度在莱州湾最高, 明显高于其它 3 个海区, 渤海湾密度为零(图 5)。5 月份水母类的分布, 历次调查无一例外都是在渤海湾密度最高, 中央海区为零, 辽东湾和莱州湾密度都很小(图 6)。8 月份水母类平均密度大大增加, 分布范围也明显扩大, 几乎遍布渤海, 中央海区也有分布, 除 1992 年 8 月渤海湾密度略高于莱州湾外, 总的看来, 8 月水母类密度分布仍以莱州湾为最高(图 7)。10 月份, 除 1984 年莱州湾密度最高外, 其他年份中央海区的密度超过了其他海区, 成为秋季水母类分布的主要区域(图 8)。

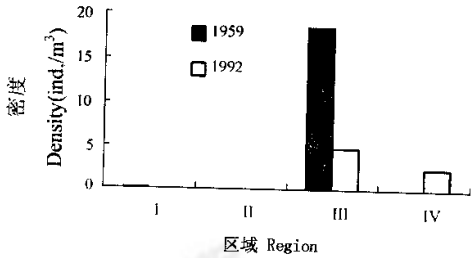


图 5 2 月各区域水母类密度年变化

Fig.5 Annual variation of density of Medusae in the respective region in February

I 辽东湾 Liaodong Bay, II 渤海湾 Bohai Bay, III 莱州湾 Laizhou Bay, IV 中央区 Central region

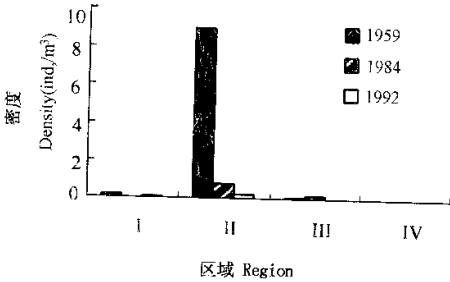


图 6 5 月份各区域水母类密度的年变化

Fig.6 Annual variation of density of Medusae in the respective region in May

图例同图 5 Legend see fig.5

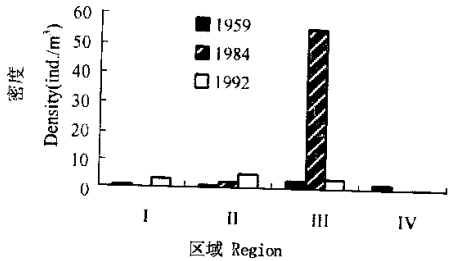


图 7 8 月份各区域水母类密度年变化

Fig.7 Annual variation of density of Medusae in the respective region in August

图例同图 5 Legend see fig.5

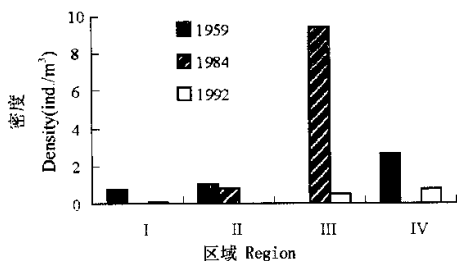


图 8 10 月份各区域水母类密度的年变化

Fig. 8 Annual variation of density of Medusae in the respective region in October

图例同图 5 Legend see fig. 5

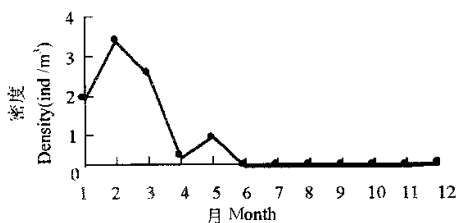


图 9 渤海八斑芮氏水母类密度的季节变化(1959)

Fig. 9 Seasonal variation of density of *Rathkea octopunctata* in the Bohai Sea

大体相同,都以渤海湾与辽东湾为主,不同的是 1959 年 5 月在渤海湾内出现了大于 $30 \text{ 个}/\text{m}^3$ 的高密集区,远远高于 1993 年同期(图 13、图 14)。

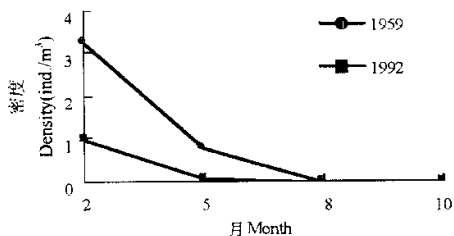


图 10 渤海八斑芮氏水母类密度的年变化

Fig. 10 Annual variation of density of *Rathkea octopunctata* in the Bohai Sea

1992 年 10 月的密度比 1959 年 10 月大大降低(图 16)。

五角水母的生活史中无底栖生活阶段,该种在我国沿海的分布表现出从南向北逐渐推移的规律性,春夏季主要分布在东海近海,秋天主要分布在北黄海,在北黄海 9 月份达到高峰,之后,10~11 月份在渤海达到高峰,在渤海的分布主要在中央海区,并在此基础上进一步向辽东湾和渤海湾延伸,12 月份后,由于水温的下降,其分布范围又迅速缩回中央海区,最后完全退出渤海。因此该种在渤海的分布可以在一定程度上反映出渤海受外海水影响的程度。从 1959 年 10 月与 1992 年 10 月的分布情况比较可看出(图 17、图 18),

万方数据

总的来看,渤海水母类的分布格局有一定的季节特点,冬季和夏季以莱州湾密度最高,春季为渤海湾最高,秋季除 1984 年外为中央海区最高。辽东湾水母类的密度在各个季节都不算高。结合具体种类的分布来看,渤海沿岸水与黄海高盐水的消长影响近岸低盐类型水母在渤海的分布范围,在 8~9 月份渤海的丰水期,近岸低盐类型水母的分布范围几乎遍布渤海,而在枯水期则主要分布在三大湾内和沿岸区域。

5 渤海水母类优势种属和其它重要种类的季节变化与水平分布

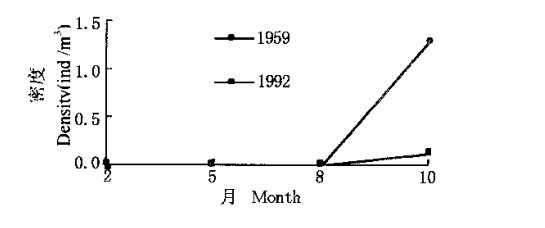
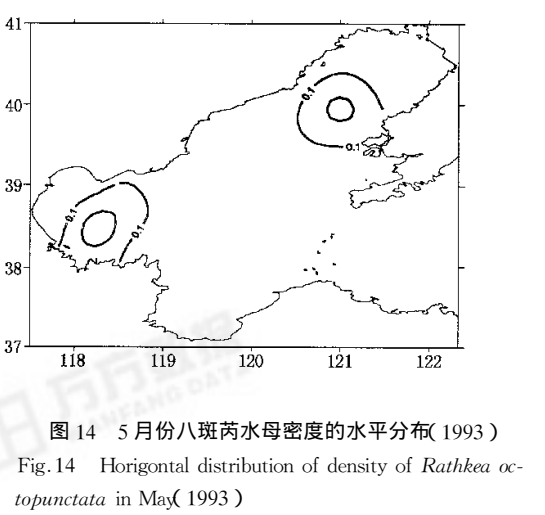
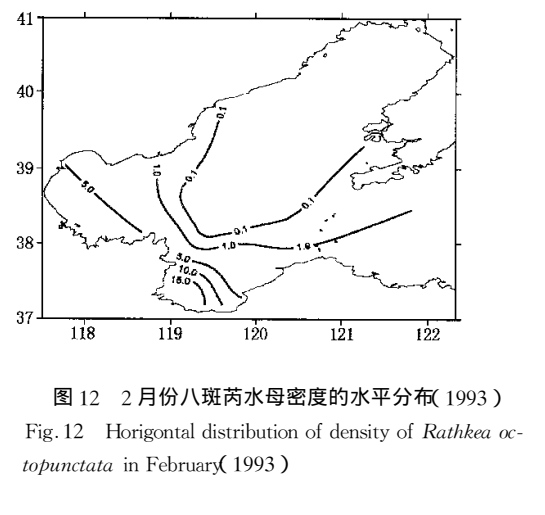
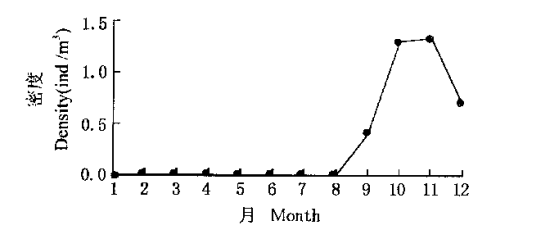
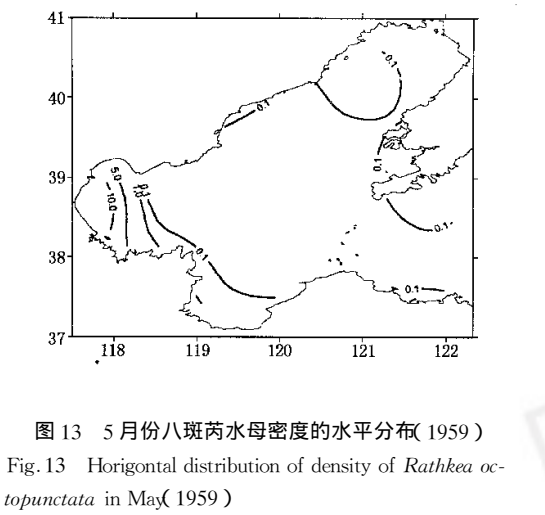
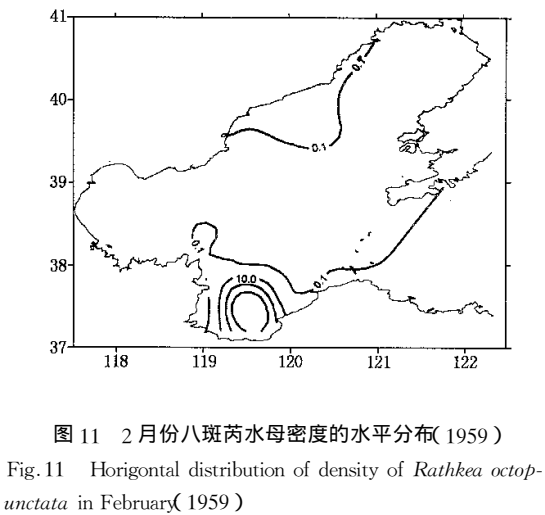
5.1 八斑芮氏水母

八斑芮氏水母在渤海 1~5 月份占有绝对优势。该种是一个偏低温低盐种,广泛分布于北大西洋沿岸、北太平洋沿岸、黑海、地中海和北极海^[8],在我国沿海主要分布于黄海以北,以渤海最多,在浙南和福建沿海也有分布^[2]。图 9 是该种 1959 年平均密度的周年变化曲线,可看出 2 月份为该水母密度的最高峰,在 4 月份最低,5 月份又回升形成一个小峰,6 月份后不再出现。1992~1993 年该种的季节变化趋势与 1959 年相同,但平均密度都低于 1959 年同期(图 10)。从其分布情况看,2 月份主要分布在莱州湾内,1959 年 2 月在莱州湾中部出现了大于 $100 \text{ 个}/\text{m}^3$ 的高密集区,1993 年 2 月的最大密度也出现在莱州湾,但仅为 $20 \text{ 个}/\text{m}^3$ (图 11、图 12)。该种 5 月份的分布范围在 1959 年与 1993 年

鉴于冬季渤海没有很强的外海寒流伸入,八斑芮氏水母 2 月份在莱州湾内的迅速增加与极端高密集区的出现,说明该种的底栖水螅体阶段是在渤海沿岸水域完成的,由于水螅体在环境条件适宜时营无性繁殖,从而实现其种群的迅速扩增。

5.2 五角水母

五角水母是一个广布性的广温低盐种,在我国沿海各海区都很常见。1959 年五角水母在渤海的季节变化曲线(图 15),表明该种在 9 月份后进入渤海,10~11 月份达到高峰,12 月份开始下降,在 1 月份已很难采到。1992~1993 年的变化趋势与 1959 年相似,但



1959 年 10 月的分布范围和密度都明显大于 1992 年同期。1984 年五角水母的出现和分布比较异常, 在 8 月份已出现, 并在渤海河北沿岸出现了大于 25 个/m³ 的高密集区, 在 11 月份, 该种基本上已退出渤海, 另外数据

在渤海内的分布密度不到 1 个/ m^3 , 却在渤海口外山东半岛北岸出现了 50 个/ m^3 的高密集区^[4]。

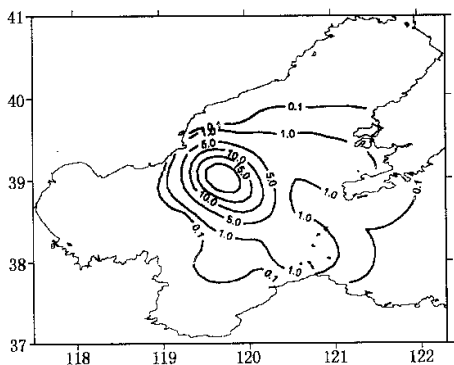


图 17 10 月五角水母密度的水平分布(1959)

Fig. 17 Horizontal distribution of density of *Muggiaea atlantica* in October(1959)

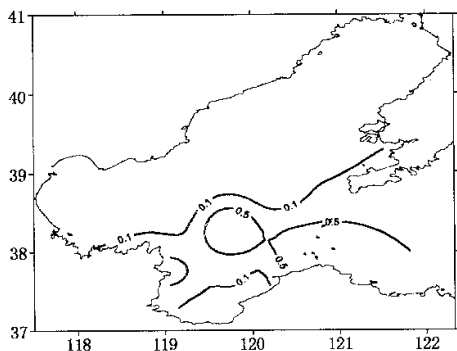


图 18 10 月五角水母密度的水平分布(1992)

Fig. 18 Horizontal distribution of density of *Muggiaea atlantica* in October(1992)

5.3 和平水母属

渤海常见的和平水母属的种类有细颈和平水母、锡兰和平水母、六辐和平水母与塔状和平水母 4 种, 它们都是近岸广温性种类, 这 4 种水母在澳大利亚、印度、东南亚和中国沿海都有分布, 其中塔状和平水母在大西洋沿岸也非常多^[8]。这些种类是渤海夏秋季的常见种类, 由于它们生态习性相似, 为避免不同年度标本由不同人计数可能造成种类鉴定的误差, 将这 4 种的计数结果合并至属来研究其数量分布等特点。

从和平水母 1959 年的季节变化曲线(图 19)可以看出, 7~8 月份是该属在全年密度最高的时期, 此外, 在 3 月份还有一个小峰。与 1992~1993 年相比(图 20), 两次调查得到的季节变化趋势基本一致, 只是 1992 年 8 月的密度明显高于 1959 年 8 月。



图 19 和平水母属密度季节变化(1959)

Fig. 19 Seasonal variation of density of Genera Eirene (1959)

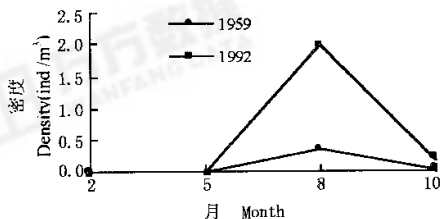


图 20 和平水母属密度年变化

Fig. 20 Annual variation of density of Genera Eirene

和平水母属的分布在 7 月份以前主要在三大湾内和沿岸水域。7 月份后分布范围明显向中央海区扩展, 9 月份后分布范围又缩回近岸水域。1992 年该属水母分布范围较 1959 年广, 8 月份在渤海湾内还出现了大于 25 个/ m^3 的高密集区, 在莱州湾和辽东湾也出现大于 15 个/ m^3 的高密集区。由于该属水母体积比较大, 成熟个体的直径一般为 20~40mm, 因此在这样的高密集区内, 这类水母可能会对水域中其它浮游动物构成相当的捕食压力, 使该水域内浮游动物密度大大降低, 从而对浮游植物与滤食性鱼类产生影响。

5.4 酒杯水母属

渤海记录到的酒杯水母属的种类有半球杯水母、盘形杯水母、单囊杯水母、崂山多胃水母和球形杯水母 5 种。其中, 球形杯水母是于 1959 年 10 月 19 日在渤海湾南部沿岸中网标本中记录到的, 共 4 个标本, 该种主要分布在美国的佛罗里达、托图加沿岸^[6,7], 在我国沿海是首次记录。崂山多胃水母常见于日本和中国沿

海。其余 3 种均是世界范围的广温近岸种类。由于渤海的这几种水母生态习性相似,也将这 5 种的计数结果合并至属来研究其数量变化与分布。

在 1959 年,从 5 月份开始记录到该属的种类,6 月份平均密度达到渤海水母类密度的 68.9%,是当年 6 月份水母密度高峰的主要构成种类,在此期间主要分布于渤海湾和河北沿岸海域,在河北沿岸还出现了大于 50 个/m³ 的高密集区。与 1959 年相比,1992~1993 年的密度明显较低,而且在 1993 年 5~6 月的采样中根本没有记录到该属的种类(图 21)。

5.5 四叶小舌水母

渤海的浮游动物主要是以近岸低盐群落为主,水母类的种类组成也反映出这一特点。四叶小舌水母属暖水性次高盐种类,广泛分布于太平洋、大西洋、印度洋和地中海,在我国沿海均有分布,该种主要生活在外海水及外海水与近岸水的交汇区域。四叶小舌水母一般在夏秋季随外海水进入渤海,与贝氏真囊水母、耳状囊水母等同为外海次高盐群落的水母类代表种,但它们数量非常小,出现时间也不长。在渤海还未记录到狭高温高盐类型的水母种类。

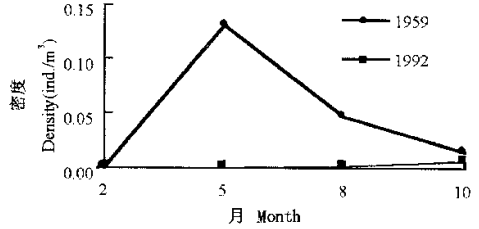


图 21 酒杯水母属密度年变化

Fig. 21 Annual variation of density of Genera Phialidium

四叶小舌水母在 1959 年至 1993 年渤海的几次调查中都有记录。1959 年只在 7 月份和 11 月份于湾口的两个站位采到极少的个体,平均每 100m³ 水体不到 1 个,且单个站位记录到的最高密度仅 0.14/m³。1992 年只在 8 月份记录到这种水母,但当月平均密度达到 0.17/m³,分别是 1959 年 7 月平均密度的 87 倍,11 月份的 174 倍,而且分布范围很广,除莱州湾外在其它 3 个海区的许多站位都采到了该种水母,在中央海区还出现了 4.5 个/m³ 的高密度区。

6 结语与展望

目前为止,共整理计数到渤海中小型浮游动物 53 种(不包含水母类),其中,甲壳动物 38 种(其中桡足类 24 种),而所报道的渤海水母类种类达 41 种,因此从种类组成上看,水母类是渤海浮游动物组成中的第一大类群。很多研究已表明在某些近岸海域或半封闭型海湾,水母类是浮游动物种群的主要控制者^[9,12],或是造成某些鱼类卵和仔稚鱼死亡率的主要因素^[10,11]。渤海水母类除在种类组成上在生态系统中所占比重较大外,其数量也不容忽视。仅就海蜇一项,到 1991 年为止,在辽东湾记录到的最高年产量(腌制品重量,海蜇身体的 95% 是水分!)几乎近 3 万 t,这对整个渤海生态系统都可能存在巨大的影响,但关于这方面还没有深入的研究报道。另外,其它水螅水母类的斑块状分布,对高密集区内浮游动物和鱼卵等可能造成的影响也需要进一步的研究。

参考文献

[1] 和振武. 我国的水螅水母. 动物学杂志, 1964, 4(2): 53~57.

[2] 张金标. 中国海域水螅水母类区系的初步分析. 海洋学报, 1979, 1(1): 127~137.

[3] 张金标, 许振祖. 中国海管水母类的地理分布. 厦门大学学报, 1980, 19(3): 100~108.

[4] 张金标. 渤海、黄海、东海海洋图集. 北京: 海洋出版社, 1991. 104~106.

[5] 刘海映, 李培军, 叶昌臣. 辽东湾海蜇数量变动的初步探讨. 水产科学, 1990, 9(4): 1~5.

[6] Mayer A G. Medusae of the world. Carnegie Inst. Washington. 1910. III: 231~498.

[7] Kramp P L. The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and Adjacent Waters. Dana Rep. 1959(46): 149~231.

[8] Kramp P L. Synopsis of the Medusae of the world. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 1961, 40: 1~496.

[9] Matsakis S, Conover R J. A bundance and feeding of medusae and their potential impact as predators on other zooplankton in Bedford Basin(Nova Scotia, Canada) during spring. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 1991, 48: 1419~1430.

[10] Purcell J E and Grover J J. Predation and food limitation as causes of mortality in larval herring at a spawning ground in British Columbia. Mar. Ecol. Prog. Ser., 1990, 59: 55~67.

[11] Purcell J E, Nemazie D A, Dorsey S E et al. Predation mortality of bay anchovy(*Anchoa mitchilli*) eggs and larvae due to scyphomedusae and ctenophores in Chesapeake Bay. Mar. Ecol. Prog., 1994, 114: 47~58.

[12] Schneider G, Behrends G. Top-down control in a neritic plankton system by *Aurelia aurita* medusae——A summary. Ophelia, 1998, 48: 71~82.