

胶州湾水母类生态的初步研究

I. 群落结构及其年季变化*

马喜平 孙 松 高尚武

(中国科学院海洋研究所)

近年来,有许多研究表明,水母类在某些近岸海域或半封闭型海湾,如美国的 Narragansett 湾和 Chesapeake 湾,加拿大的新斯科舍省沿岸和 Kulleet 湾,德国的 Kiel 湾等,是影响浮游动物种群数量和鱼类补充量的重要因子(Denson, 1982; Matsakis, *et al.*, 1991; Purcell, *et al.*, 1990, 1994; Schneider, *et al.*, 1998)。由于以上海域食物丰富,海流对水母类的驱散作用较小,而且为水螅体提供了底栖生活的附着条件,因此,在这些海域水母类较丰富;而对于浮游动物和鱼卵及仔稚鱼来说,水体较浅,没有足够的空间隐藏或躲避捕食者的搜索,在这些海区水母类数量与浮游动物和仔、稚鱼数量往往呈明显的负相关关系。胶州湾是南黄海沿岸的一个典型的半封闭型海湾,而且是多种经济鱼、虾、蟹类的繁殖、育幼及索饵场所,因此很有必要对湾内水母类群落结构的生态特点有所了解,以促进对整个胶州湾生态系统动力学过程的全面认识。黄世玫(1983)和肖贻昌等(1992)曾报道过湾内水母类的种类组成,但调查时间都较短,而且只有种类记录,没有进行深入系统的研究。作者根据胶州湾 1980 年至 1998 年的历次调查资料,对湾内水母类群落的组成和结构作了较为详细的研究,而且分析了 80 年代以来湾内水母类群落结构的季节和年际变化。

一、材料与方 法

1. 资料来源

- (1)1980—1986 年胶州湾农牧化研究逐月调查资料。
- (2)1991—1994 年胶州湾养殖监测体系预研究季度月调查资料。
- (3)1995—1998 年胶州湾生态网络站常规取样季度月调查资料。

2. 采样方法

所有调查都是用浮游生物网自底到表垂直取样,所用浮游生物网如下:

- (1)浅水 I 型浮游生物网,网口直径 50cm,网长 145cm,网目 500 μ m。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 3781 号。

国家自然科学基金重大项目,49790010 号;国家自然科学基金重点资助项目,3963006 号。

收稿日期:1998 年 12 月 15 日。

(2)浅水Ⅱ型浮游生物网,网目 $170\mu\text{m}$ 。

本文只计数了1985年使用浅水Ⅱ型网的采样结果,综合各种网型采样结果,从而获得对湾内水母类种类组成的比较全面的认识。除种类组成部分外,其他部分所用数据除1980—1981年外,都是浅水Ⅰ型网标本的计数结果。

(3)北太平洋网,网口直径45cm,网长140cm,网目 $330\mu\text{m}$ 。

1980年和1981年使用北太平洋网采样,其他年份都使用浅水Ⅰ型与浅水Ⅱ型浮游生物网采样。

3. 采样站位

由于各年度的调查站位不完全相同,本文根据不同的研究目的对调查站位进行筛选。80年代水母类季节变化的研究选取了共同的6个站位,分别为 Y_2, C_3, D_2, E_2, G_2 和 H_1 ; 90年代水母类季节变化的研究选取1991—1998年各年共有的9个站位,分别为 $B_1, A_2, C_1, C_3, C_5, D_2, E_1, F_3$ 和 H_3 ; 用于年际变化的研究选取各次调查均进行采样的2个站位,为 C_3 和 D_2 站。(图1,本文所用的胶州湾边界为5m等深线)。

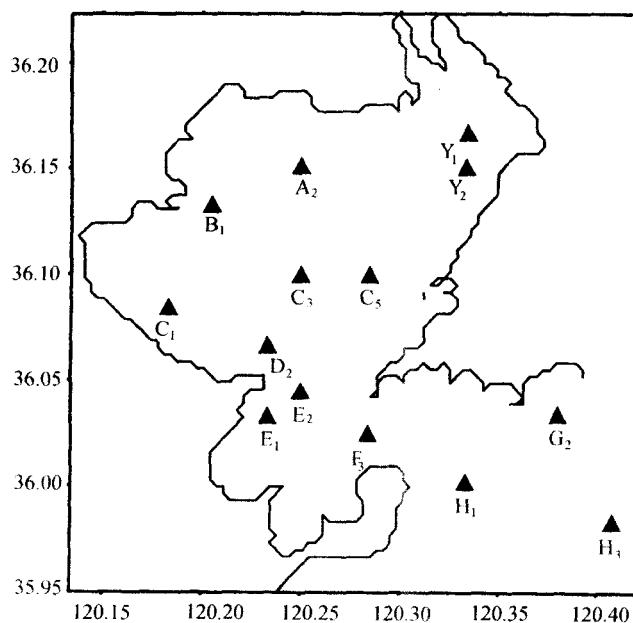


图1 胶州湾生态调查采样站位分布图

4. 标本计数

所有标本中水母类的计数都是采用个体计数法,全样品计数,然后换算为单位水体中的密度(个/ m^3)。

二、结果与讨论

(一)胶州湾水母类的群落结构

1. 胶州湾新记录种类

本文计数整理了 1980—1998 年胶州湾历次调查的标本及资料,共记录水母类 56 种,其中,属胶州湾首次报道的种类有 14 种:

首要萨氏水母 *Sarsia princeps* Haeckel

囊状塔水母 *Catablema vesicarium* A. Agassiz

多手帽形水母 *Tiaropsis multicirrata* M. Sars

栉形罗氏水母 *Lovenella cirrata* Haeckel

烟管罗氏水母 *Lovenella clausa* Loven

厚伞拟杯水母 *Phialucium condensum* Kramp

乳状舟和平水母 *Eirene lactea* Mayer

细颈和平水母 *Eirene menoni* Kramp

水虫丝水母 *Helgicirrha medusifera* Bigelow

日本真台水母 *Eutima japonica* Uchida

钩手水母 *Gonionemus vertens* A. Agassiz

宽膜棍手水母 *Rhopalonema velatum* Gegenbaur

细小浅室水母 *Lensia subtiloides* Lens et van Riemsdijk

红斑游船水母 *Nausithoe punctata* Köllier

结合黄世玫(1983)和肖贻昌等(1992)曾记录的种类,到目前为止,胶州湾水母类累计共记录 62 种,其中,水螅水母类 56 种(包括管水母 3 种),钵水母 4 种,栉水母 2 种。

2. 胶州湾水母类的优势种组成

胶州湾水母常见的优势种类在不同的年度和季节虽然有所差异,但一般说来,蕈枝螳水母(*Obelia* spp.)是春季占绝对优势的种类。夏季和秋季的优势种组成比较复杂,很少由一个种占绝对优势,一般是由几个种,属的种类共占比较大的比例,常见的优势种、属有酒杯水母属(*Phialidium*)、和平水母属(*Eirene*)、罗氏水母(*Lovenella assimilis*)、五角水母(*Muggiaea atlantica*)、四枝管水母(*Proboscoidactyla flavicirrata*)、四叶小舌水母(*Liriope tetraphylla*)、贝氏真囊水母(*Euphysora bigelowi*)、小介穗水母(*Podocoryne minima*)和灯塔水母(*Turritopsis nutricula*)等,冬季在湾内很少采到水母。各年度不同季节的优势种见表 1,表中优势种依次为各季度月采样中相对密度居前三位的水母。

表 1 1982—1997 年胶州湾水母类优势种组成

	春季	夏季	秋季
1980 年		半球杯水母, 嵯状镰螳水母, 小介穗水母	五角水母, 罗氏水母, 崂山多胃水母
1981 年	藪枝螳水母, 贝氏真囊水母, 日本长管水母	半球杯水母, 贝氏真囊水母, 四叶小舌水母	五角水母, 四枝管水母, 四叶小舌水母
1982 年	藪枝螳水母, 罗氏水母, 半球杯水母	罗氏水母, 半球杯水母, 四枝管水母	罗氏水母, 贝氏真囊水母, 锡兰和平水母
1983 年	藪枝螳水母, 小介穗水母, 半球杯水母	五角水母, 半球杯水母, 罗氏水母	五角水母, 藪枝螳水母, 单囊杯水母
1984 年	小介穗水母, 藪枝螳水母, 灯塔水母	细颈和平水母, 锡兰和平水母, 塔形和平水母	罗氏水母, 细颈和平水母, 五角水母
1985 年	藪枝螳水母, 小介穗水母, 贝氏真囊水母	细颈和平水母, 半球杯水母, 藪枝螳水母	细颈和平水母, 多枝高手水母, 四叶小舌水母
1986 年	藪枝螳水母, 小介穗水母, 四枝管水母	罗氏水母, 心形真唇水母, 藪枝螳水母	罗氏水母, 半球杯水母, 四枝管水母
1991 年	藪枝螳水母	四枝管水母, 半球杯水母, 嵯状镰螳水母	罗氏水母, 五角水母
1992 年	藪枝螳水母	锡兰和平水母, 半球杯水母	罗氏水母
1993 年		嵯状镰螳水母, 藪枝螳水母	五角水母, 藪枝螳水母
1994 年	藪枝螳水母		
1995 年		灯塔水母, 藪枝螳水母	
1996 年	藪枝螳水母		
1997 年	藪枝螳水母		四枝管水母

注: 表中虚线表示未进行采样。

(二) 胶州湾水母类群落生态类型的划分

胶州湾记录的水母类按生态习性划分, 主要可分为如下两个生态类群:

1. 近岸低盐类型 这一类型的水母适温范围很广, 一般在大于 10℃ 的水域环境即可, 耐盐范围约在 12—32 之间。胶州湾水母类中的优势种类, 如藪枝螳水母、半球杯水母、崂山多胃水母、四枝管水母、罗氏水母、五角水母、和平水母属等都属这一类型。因此广温低盐类型是胶州湾水母类的优势生态类型。从图 2 可以看出, 在盐度超过 32 时, 胶州湾水母类密度的分布随着盐度的增加而减少, 这也说明胶州湾水母类是以近岸、低盐类型为主的。

2. 外海高盐类型 这一类型的水母分布较广, 适温为 25℃ 左右, 适盐范围约在 18—33, 一般在夏、秋季随外海水进入胶州湾, 主要有贝氏真囊水母、四叶小舌水母、细小浅室水母等, 其中四叶小舌水母和贝氏真囊水母在胶州湾比较常见。但胶州湾尚未曾记录到狭高温、高盐类型的水母。

胶州湾还有个别寒带和寒温带低盐类型的水母, 如首要萨氏水母、耳状囊水母 (*Euphysa aurata*)、多手帽形水母、八斑芮氏水母 (*Rathkea octopunctata*) 等, 这些种类都不是

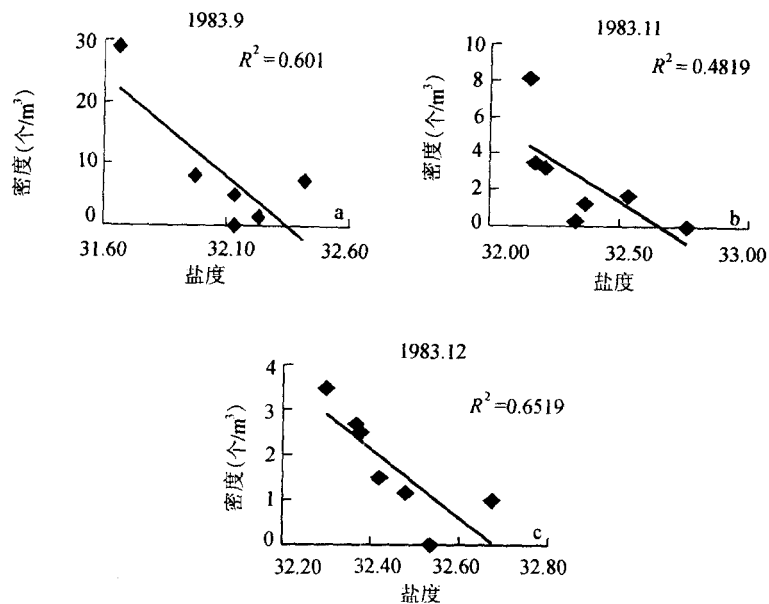


图2 胶州湾水母类密度与表层盐度的关系
a. 1983年9月, b. 1983年11月, c. 1983年12月

胶州湾的常见种,只有个别年份中能采到,可能与外海寒流活动的强弱有关。在80年代的调查中,1984年和1986年1—4月记录到的冷水种较其他年份同期多。

(三)胶州湾水母类群落结构的季节变化

胶州湾水母类种数的高峰一般出现在6—7月,之后开始下降,冬季和春季的水母种类都非常少。从图3中可以看出,只有1985年比较异常,7月种类数达到高峰,8月略有下降,接着9—10月种数反而增加,超过了7月的峰值。作者分析了一些可能的环境因子后发现,温度和浮游动物生物量变化与以上现象都没有明显的关系,但在1985年9月后出现盐度异常(图4),不同于1983和1984年(由于1982年盐度资料不全,无法用于比较)。胶州湾表层盐度平均值通常全年都在32左右,但在1985年9月出现本文记录到的最低值(不到27),而且一直到12月份盐度平均值亦未完全恢复,仍低于其他年份的盐度水平。

以上现象并非偶然,因为胶州湾水母类是以近岸、低盐类型为主,这一类型水母的适盐范围都低于32,而1985年9月后胶州湾平均盐度大幅度降低,恰恰为这种类型的水母提供了很好的盐度环境,从而导致其种数大幅度增加,由于当时温度已比较低,因此种类密度并没有随着种数的大幅度增加而增加。除温度限制外,食物可能也是一个比较重要的原因。分析比较1983—1985年10月湾内水母的种类组成发现,1983年10月湾内盐度较后两年高,而在当月出现的8种水母类中有3种是外海种类,分别是四叶小舌水母、

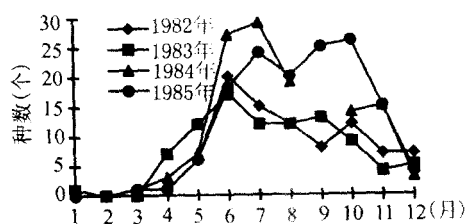


图3 胶州湾水母类种类数的季节变化

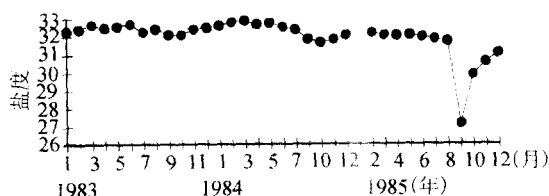


图4 胶州湾 1983—1985 年表层盐度平均值比较

球栉水母 (*Pleurobrachia globosa*) 和瓜水母 (*Beroë cucumis*), 这些种类都无底栖生活阶段, 通常每年在夏、秋季随外海水进入湾内, 而一旦进入湾内便很难再出去 (由于湾口的地形特点), 因此这些水母留在湾内, 直至冬季水温降低后消亡。1984 年 10 月共记录到水母类 14 种, 其中, 外海种类 2 种, 分别是四叶小舌水母和短柄灯塔水母 (*Turritopsis lata*)。1985 年 10 月共记录到水母类 26 种, 其中外海高盐种类 3 种, 只占当月水母类种类组成的 12%, 其他 23 种全是近岸低盐类型的水母, 包括一些其他年份中较少采到的个体较大的水母种类, 如马来侧丝水母 (*Helgicirrho malayensis*)、八蕊水母 (*Eutima gegenbauri*)、日本真台水母 (*Eutima japonica*) 和台水母 (*Tima formosa*) 等。

1985 年的盐度异常使我们看到胶州湾内盐度的变化有可能导致湾内生态系统发生体制转换, 如果这种异常出现在春末, 延续至夏末、秋初, 适逢水母类繁殖生长季节, 那将很有可能导致水母类种数和密度迅速增加, 由此彻底改变当年浮游动物的能流途径, 对在湾内洄游和产卵的鱼类和水产养殖业都会造成很大损失。

(四) 胶州湾水母类群落结构的年际变化

1. 水母类群落种数的年际变化

本文分析了不同年度 5 月、8 月和 11 月三个季度月以及四季度月总种数的年际变化 (图 5), 发现 90 年代比 80 年代胶州湾水母类种数在各个季度月有明显降低。值得注意的是, 在 80 年代开始的两年中, 种数也比较低, 尤其是考虑到 1980—1981 年数据是北太平洋网采样结果, 这种网型的网孔小于浅水 I 型网, 有时候可以采到浅水 I 型网无法采到的小型水母类, 因此图 5 所用的 1980—1981 年的数据实际上可能是较高的估计, 高于浅水 I 型网可能采到的结果。图 5 的结果比较复杂, 由于历史资料仍然很有限, 因此现在还不能判断胶州湾水母类种数的这种年际变化是一种趋势, 还是只是一种波动现象, 进一步的结论还需要大量历史资料的积累。

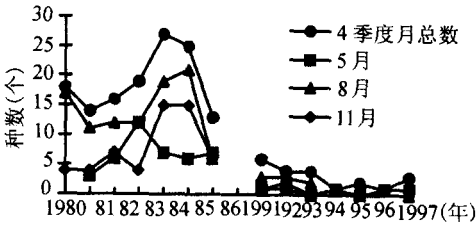


图 5 胶州湾水母类种数的年际变化

2. 不同年度胶州湾水母类群落结构相异性比较

为了将胶州湾水母类群落从 80 年代以来的变化程度定量表示,本文用相异性系数 S 来表示各年度水母类群落的差异(孙儒泳,1992)。

相异性系数的公式如下:

$$S = 1 - 2c / (a + b)$$

式中, S 为相异性系数; a 为样本 A 中的种数; b 为样本 B 中的种数; c 为样本 A 和 B 中共有的种数。

本文分别以年度四季度月总种类数量作为胶州湾水母类群落的一个年度样本,1980 年虽然只有夏、秋季的采样,但由于胶州湾水母类群落的绝大多数种类都可在夏、秋季采到,因此本文将 1980 年采样结果也作为一个样本处理,这样从 1980 年以来共有 13 个样本(表 2,其中数据为 100 S)。

表 2 胶州湾不同年度水母类群落相异性系数矩阵

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1991	1992	1993	1995	1997
1980		31	41	41	35	30	55	58	64	73	90	81
1981			42	27	12	33	41	40	67	56	87	76
1982				31	36	32	52	45	50	70	89	68
1983					28	66	50	52	65	65	90	73
1984						21	37	65	75	75	87	81
1985							37	61	72	79	85	79
1986								47	65	76	73	75
1991									40	40	75	56
1992										75	67	43
1993											67	71
1995												60

从表 2 可以看出,表中数据从左向右呈增大趋势,说明胶州湾水母类群落结构随年度的不同变化越来越大。表中相异性系数沿对角线向右下角方向也呈增大趋势,说明湾内水母类群落每相邻两年之间的差异也越来越大。此外,表中 80 年代区域相异性系数看不出明显的上述变化趋势,但 90 年代区域相异性系数的变化特点更接近上述特征,也就是

说 80 年代中各年度之间相异性不明显,而 90 年代比较明显,说明群落结果年度变化的速度越来越快。显然,90 年代的群落结构相异性系数的剧烈变化实际是由于种类的大幅度减少这一主要因素造成的,原因比较复杂,还需要进行大量的研究和探索。

目前,世界上许多半封闭型海湾由于沿岸大量生活废水的排放导致富营养化,并因此使下层水域经历季节性或短暂的不同程度的缺氧状态,这对底栖种类和季节性浮游生物的影响是很大的。Benovic 等(1987)的研究结果表明,在亚得里亚海,水螅水母类种类的大量减少是由于近底层水域的严重缺氧造成的。

参 考 文 献

- 肖贻昌、高尚武、张河清,1992,浮游动物,胶州湾生态学和生物资源,科学出版社,47—52。
- 黄世玫,1983,胶州湾的浮游动物,山东海洋学院学报,13(2):43—59。
- Benovic A., D. Justic., A. Bender., 1987, Enigmatic changes in the hydromedusa fauna of the northern Adriatic Sea, *Nature*, 326:597—599.
- Deason E. E., 1982, *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora) in Narragansett Bay, 1975—79: Abundance, Size Composition and Estimation of Grazing, *Est. Coastal Shelf Sci.*, 15:121—134.
- Matsakis S. and R. J. Conover, 1991, Abundance 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.*, 48:1419—1430.
- Purcell J. E. and J. J. Grover, 1990, Predation and food limitation as causes of mortality in larval herring at a spawning ground in British Columbia, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 59:55—67.
- Purcell J. E., D. A. Nemazie, S. E. Dorsey., J. C. Gamble, 1994, Predation mortality of bay anchovy (*Anchoa mitchilli*) eggs and larvae due to scyphomedusae and ctenophores in Chesapeake Bay, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 114:47—58.
- Schneider, G. and G. Behrends, 1998, Top-down control in a neritic plankton system by *Aurelia aurita* medusae—A summary, *Ophelia*, 48:71—82.

ECOLOGY OF JELLYFISHES IN JIAOZHOU BAY

I. SEASONAL AND ANNUAL CHANGES IN COMMUNITY STRUCTURE*

Ma Xiping, Sun Song, Gao Shangwu
(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences).

ABSTRACT

This paper reports results of the authors' study on community structure, seasonal and annual variations of jellyfishes in Jiaozhou Bay based on 1980 to 1998 investigations data. So far totally 62 species were found, among which 14 species were first recorded in Jiaozhou Bay. Of the 62 species, 56 belong to Hydromedusea, 4 Syphomedusea, and 2 Ctenophora. Most of these Medusea and Ctenophores are low salinity and wide temperature types, a few are high salinity and high temperature types. The dominant species was *Obelia* in spring were *Phialidium*, *Eirene*, *Muggiaea atlantica*, and *Zanclea costata* etc. In summer. Jellyfishes could seldom be collected in winter. The species abundance of jellyfish in Jiaozhou Bay was usually highest in June and July and quite high in autumn, but low in winter and spring. Analysis of annual variations showed that jellyfish species abundance decreased dramatically from 80s to 90s.

* Contribution No. 3781 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.