

海月水母的生物学特征及其爆发^{*}

郑凤英¹, 陈四清^{2*}, 倪佳¹

(1. 山东大学 威海分校海洋学院, 山东 威海 264209; 2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘 要:介绍了海月水母的形态、生活习性、生活史、分布、生存条件、爆发及危害等基本情况,并分析了其爆发成因,最后提出了我国海月水母及其爆发研究的工作重点:确认在我国海域爆发的海月水母究竟是外来种还是本地种,了解其种群的生活史、食性及生活习性,掌握其种群数量动态变化规律并进行数量动态监测,分析其种群数量动态与海域环境的关系,开展其爆发的危害评价工作。

关键词:海月水母;生物学特征;爆发

中图分类号:Q178.53

文献标识码:A

文章编号:1671-6647(2010)01-0126-07

海月水母(*Aurelia aurita* Linnaeus, 1758)又称水水母,在中国台湾称为幽浮水母,隶属钵水母纲旗口水母目须水母科海月水母属^[1],在 70°N~40°S 海区的浅海海域均有分布,但海流稳定的温带浅海海域是其最适和最主要的分布区域^[2]。在我国大连、烟台、威海和青岛等地沿海均有分布^[3]。近半个多世纪以来,在全球许多海域都发生过海月水母爆发事件,引起了各种各样的社会、经济和生态问题,2007 年 6—9 月初,山东烟台港及威海近海面发生了大规模的海月水母爆发事件。海月水母和其它大型胶质状浮游动物一样,它们的爆发会对海洋生态系统造成巨大的危害,对海洋渔业经济等造成恶性影响。在过去的 100 a 里,学者们已对海月水母进行了广泛的研究,但国内目前鲜有专门针对海月水母的研究报告。本文综述其形态、生活习性、生活史、分布、生存条件、爆发及危害等基本情况,并分析其爆发成因,以期对海月水母的综合研究提供一些基础性的参考资料。

1 海月水母的生物学特征

1.1 海月水母的形态及生活习性

海月水母体为圆盘状,无色透明,直径为 10~40 cm,身体水的含量达 98%。水母体主要由外伞、内伞、口腕和胃囊四部分组成,成熟个体的胃囊的底部还有生殖腺,从伞的顶部即可看到体内 4 个马蹄形褐色生殖腺。伞的边缘生有触手,并有 8 个缺刻,每个缺刻中有 1 个感觉器即触手囊,囊下面有缘瓣,缘瓣上有感觉细胞和纤毛;在内伞的中央有 1 个呈四角形的口,4 个口角处称主辐,有 4 条分枝的主辐管,主辐之间为间辐,有 4 条分枝的间辐管,主、间辐之间为从辐,有 8 条不分枝的从辐管,这 16 条辐管均连于伞缘的环管,构成复杂的胃循环腔。口的四角上伸出 4 条口腕(图 1)^[3],口腕上有许多刺细胞,可放出刺丝麻痹猎物,再将它吞入口中。海月水母主要以浮游动物为食,如,桡足类、



图 1 海月水母的结构(口面观)^[3]

Fig. 1 The structure of *A. aurita* (oral view) ^[3]

^{*} 收稿日期:2008-10-31

作者简介:郑凤英(1972-),女,山西神池人,副教授,博士,主要从事海洋生态方面研究。

^{*} 通讯作者, E-mail: chensq@ysfri. ac. cn

(高 峻 编辑)

软体动物、枝角类、鱼卵和鱼仔,有时它们也吃小的水螅水母类和栉水母类。水母体依靠外伞有节奏地跳动来浮游,浮游时外伞向上内伞向下,并保持其伞始终接近水面,使触手最大限度地展开,以便更好地捕捉食物。不同种群伞径大小相差较大, Lucas 认为当种群数量较大时伞径小,而种群数量小时伞径大^[2]。

1.2 海月水母的生活史

海月水母的生活史包括 2 种不同形态的生活世代(图 2),营固着生活的无性水螅体世代和营浮游生活的有性水母体世代。水母体雌雄异体,精子由雄性个体的口排出,经雌性个体口腔进入体内和卵结合,受精卵顺水流至口腕边缘,并在此发育成浮浪幼虫,浮浪幼虫离开雌性水母,以前端附着外物,发育成早期的螅状体,螅状体以出芽生殖不断形成新的螅状体,并经过一段较长的营养时期,发育为钵口幼体,开始连续进行横分裂,形成叠在一起的许多节盘,称为横裂体,横裂体节盘脱落产生碟状体,进一步发育为幼水母体,约经 80 d 可达性成熟^[5]。世界

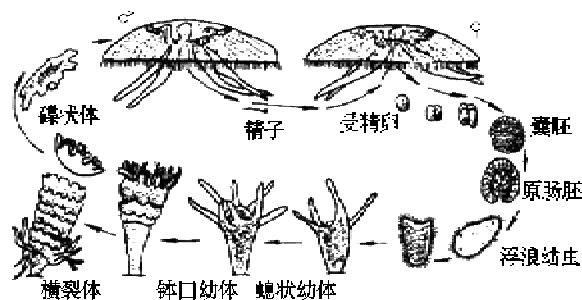


图 2 海月水母生活史^[4]

Fig. 2 Life history of *A. aurita*^[4]

各地海月水母种群的生活史都相同,但因所处环境不同,发育时间有所不同,呈现出明显的地域差异(表 1)。但总体而言,碟状体的出现多集中在 11 月到翌年 3 月,消失多集中在 2 月到 5 月,只有帕劳的水母湖(Jellyfish Lake)中的碟状体全年都存在,水母体出现大都始于 4、5 月份,6 到 10 月消失,但在 5 个海域(水母湖、黑海、台北湾、日本的 Urazoko、Tokyo 湾)全年都可见到水母体。水母体的寿命一般为 4~8 个月,但 Yasuda^[17]和 Hamner^[22]分别于 1971 和 1974 年报道了在日本 Kagoshima 湾和帕劳的水母湖有寿命超过 1 a 的水母体, Miyake 在 1997 年则称在日本 Kagoshima 湾中有寿命超过 2 a 的水母体,且能 2 次排卵^[23]。海月水母种群增长有 3 个典型阶段,在冬季和春季大部分时间,增长较慢,在温度和食物较充足的春末时进入指数增长期,在夏季和秋季水母体一旦生殖后种群数量便很快萎缩。

表 1 全球海月水母种群的主要栖息地环境状况及其碟状体、水母体出现时间

Table 1 Habitats and their environment of *A. aurita* population and timing of ephyrae and medusae occurrence in the world

地 点	类 型	特 点	水深/m	最高丰度/个·m ⁻³	碟状体出现月份	水母体出现月份
Gullmarfjord, 瑞典 ^[6]	开放海峡	冬季结冰	120	14.96	10—翌年 4 月	5—8
Jellyfish Lake, 帕劳 ^[7]	半封闭咸水湖	含硫化物	30	0.30	全年	全年
Kertinge Nor, 丹麦 ^[8]	半封闭海峡		2~8	300	2—3	4—9
Elefsis Bay, 希腊 ^[9]	半封闭海湾	缺氧	33	44	1—4	5—10
Horsea Lake, 英国 ^[10]	半封闭咸水湖	无河流	6~7	24.9	11—翌年 6 月	1—12
Southampton Water, 英国 ^[10,11]	半封闭入海口	工业污染	15	8.71	2—5	4—6
Kiel fjord, Kiel Bight, 德国 ^[12,13]	开放海峡		8	0.33	11—翌年 6 月	4—10
Eckernförde Bay, Kiel Bight, 德国 ^[14]	开放海峡		20	0.33	无数据	无数据
Kiel Bight, 德国 ^[14]	开放水域		无数据	0.16	11—翌年 8 月	4—11
Black Sea ^[15]	开放水域	淡水水母入侵	>200	211	3—5	全年
Vägsbøpollen, 挪威 ^[16]	半封闭海湾		12	22.3	无数据	无数据
Isfjord, 丹麦 ^[17]	开放海峡	冬季结冰	9	无数据	11—翌年 3 月	4—10
Wadden Sea, 荷兰 ^[18]	开放水域	北海	5~10	0.49	3—5	4—8
Urazoko Bay, 日本 ^[19]	半封闭海湾		无数据	71	12—翌年 5 月	全年
Tokyo Bay, 日本 ^[20]	开放海湾		无数据	1.53	3—5	全年
Tapong Bay, 中国台湾 ^[21]	半封闭海湾		2.2	14.15	12—翌年 4 月	全年
威海海域, 中国	半封闭海湾	富营养化	11	21.42	无数据	6—9

注:前 16 组数据来源于文献[2]的表 1、图 2 及文献[21]的表 4,最后 1 组数据为作者于 2007 年 6 月中旬在威海海上公园海湾观测所得

2 海月水母的分布和生境

海月水母目前是 1 种全球性分布的物种,广泛分布于 $70^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{S}$ 海区的浅海海域。这些海域的港湾、海峡和入海口等处因有适合钵状体生存的底层物质,是海月水母容易聚集的场所,海流稳定的温带浅海海域是其最适和最主要的分布区域^[2]。有学者认为它原是仅限于北大西洋的 1 个物种,19 和 20 世纪频繁的海运活动把它们带到了世界各地^[24]。比较了海月水母生存的海域环境状况后发现,这些海域的潮流、水深、温度、盐度和营养情况等差别较大(表 1),说明海月水母对环境的适应能力较强。海月水母对温度和盐度的适应范围极广,如瑞典 Gullmarfjord 湾的海月水母种群要经历冬季的冰封期^[6],而帕劳的水母湖中的海月水母种群却生活在表层水温度常年维持在 $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ 的水体中^[7],海月水母既分布于 S 为 $14\sim 22$ 的丹麦 Kertinge Nor^[8],也存在于 S 高达 38 的希腊 Elefsis 湾中^[9],Russell 还发现了生存于 S 小于 10 的海月水母种群^[25]。从表 1 中还可以推测出,海月水母对生存水体的营养输入量、生产率和食物可利用率的要求也很宽泛,如英国 Horsea 湖没有河流输入来提供营养,浮游动物在数量和种类上都少,但海月水母的生物量仍可达 $43\text{ mg}\cdot\text{C}\cdot\text{m}^{-3[10]}$,另一方面,海月水母在受污染(英国 Southampton Water)^[11]、富营养化且底层水缺氧(希腊 Elefsis 湾)^[9]的水系中亦大量存在。但学者研究还发现,在水体小、水深浅、半封闭或全封闭且潮流交换受限的水体系统中,水母体种群数量较大,而在开放或较深的水域中种群数量要小很多^[8,10,16],因为频繁的潮流交换会使海水变得混浊,初级产物较少,不利于水母体的摄食和繁殖,而稳定的水体环境对钵状体的底栖生活和水母体的浮游生活都很有利^[21]。

3 海月水母的爆发

3.1 全球海月水母爆发事件及其危害

水母爆发属 1 种自然现象,因其生长具有季节性,即使在未受干扰的情况下也可能发生爆发。但在过去几十年中受人类活动的影响,海洋生态系统正发生着变化。一些海域出现了前所未有的水母爆发现象,引起了各种各样的社会经济问题,在国际上引起了广泛的关注^[26],日本海域尤为严重。早在 1891 年在日本海域就发现了海月水母的存在^[27],1950 年日本海海月水母爆发引起了渔场生产受阻^[28],20 世纪 60 年代,日本多次发生海月水母阻塞沿海发电厂水循环系统并引起发电厂发电受阻事件,甚至引发了全日本的发电厂临时停止工作^[29]。此类事件已波及全球,如韩国、印度、沙特阿拉伯、澳大利亚、菲律宾等海域^[24]。此外,引人注目的还有发生于希腊 Elefsis 海湾、丹麦 Kertinge Nor、英国 Horsea 湖、挪威 Vågsbøpollen 和黑海的海月水母爆发事件^[9,10,30,31]给当地带来的不小的经济损失。2007 年 6—9 月,我国山东省烟台和威海沿海也曾发生十分罕见的海月水母大规模爆发事件^[32],2009 年 7 月在青岛又发生了海月水母“围攻”青岛发电厂事件^[33]。事实上,除海月水母外,霞水母(*Cyanea nozaki*)^[34]也是我国黄渤海海域易爆发的水母种类。

海月水母的爆发会破坏海洋生态系统的物种结构。海月水母是海洋生态系统中浮游动物的主要捕食者之一,也是一种高效且贪婪的捕食者,爆发时大量掠食浮游动物,会对沿海浮游动物生物量有显著的控制作用^[35]。而浮游动物又是以浮游植物藻类为食,故浮游动物的减少降低了藻类的被取食压力,从而将会引起藻类的大量增加和浮游生物群落结构的变化,而藻类的增加,最终可能导致赤潮出现,也间接加剧了水体富营养化^[36]。

海月水母的爆发对海洋渔业也有十分严重的危害。通过对海月水母胃含物的分析发现,海月水母会以许多重要的经济鱼类的幼鱼为食^[37],它们不仅直接捕食幼鱼,而且间接和幼鱼争夺食物资源而影响经济鱼类的固有储存量^[38]。实验证实,胶质状的水母对鱼卵和幼鱼有致命的威胁,导致鱼类产量下降^[39],还会导致渔场生产受阻^[28]。

3.2 爆发的成因

造成海月水母在全球范围内发生大规模爆发的最根本原因是近 200 a 里日益频繁的人类海运活动。在 500 a 前,海月水母并没有象现在这样广泛分布。学者多认为,1)海月水母通过海水压载舱和船只外壳周游全球,成为了入侵物种^[40];2)海月水母种群有着极强的生殖能力和环境适应能力。其生活史极为复杂,在 1 个生活史周期中有 3 种增殖方式,出芽生殖、横裂生殖以及有性生殖,其中螅状幼体横裂生殖之后可以继续生存,并能不断地以出芽生殖方式产生新的螅状幼体,也能多次重复横裂生殖,所以出芽生殖和横裂生殖交织在一起,使得其无性生殖力极强。水母体对环境的适应能力也很强,其体内碳含量少而水分含量多,故一旦食物充足便能快速生长,Moller 报道了在德国 Kiel Bight 海域当食物充足时水母体伞径生长量可达到 5.7 mm/d^[12],如果食物短缺,水母体体积又呈可逆性收缩,同时生殖腺也萎缩,以抵御饥饿,当食物充足时,生殖腺会再发育进行有性生殖^[22];3)人类对海洋鱼类的过度捕捞也是海月水母爆发的诱因,海月水母是鱼类食物的主要竞争者之一,所以全球的鱼类过度捕捞会导致海月水母的竞争者数量大减,使其可以获得充足的食物,而出现爆发式种群数量增长现象;4)近海海域富营养化也是其爆发的一个重要原因,Moller^[41]和 Arai^[42]都指出,海月水母是与水体富营养化联系最密切的水母,因为富营养化往往会导致水体尤其是底层水体中溶解氧浓度降低,水母类对低溶解氧的耐受力较强,所以在富营养化的水体中它们会比鱼类等以浮游植物为食的动物占有优势,从而引起种群的爆发;5)全球变暖也可能是其爆发的 1 个原因,因为温度是制约海月水母种群生殖的一个重要的生态因子^[2],而全球变暖使得水温升高,而水温的升高势必会使其种群数量大增^[43]。我国海域只有在近 3 a 里才发生了海月水母大面积爆发的现象,气候变化、水体富营养化导致食物较为充沛是海月水母数量递增的一个重要因素。但据中国科学院海洋研究所胶州湾生态站的张光涛分析^[32],海月水母在胶东海域爆发的最主要原因还是沿岸或近海环境的变化,沿海一带的一些人工建筑为海月水母的幼体提供了栖息场所,同时缓冲了潮流的冲刷作用,使得大量的海月水母幼体能够安全度过寒冷的冬季,入夏以后海月水母幼体长成为成体后,体积是幼体的几十倍乃至上百倍,众多的海月水母成体聚集在一起就导致了种群的爆发。

4 我国海月水母及其爆发的研究展望

2007 年烟台、威海海域和 2009 年青岛海域的海月水母爆发事件以及日、韩两国的教训都提示我国应尽早针对该物种进行研究,以期早日实现预测并有效控制其爆发,为此,建议应尽快开展以下 6 方面的研究:

1)核 DNA 和线粒体 DNA 分析结果显示,在全球各海域爆发的海月水母并非 *A. aurita* 这 1 个种,Dawson^[44]和 Schroth 等^[45]通过基因分析显示 *Aurelia* 属中除了分类学家们确认的 3 个种(*A. limbata*, *A. labiata* 和 *A. aurita*)外,还有另外至少 6 个种(或变种或亚种)。Ki 等通过基因分析证明在韩国所有海域爆发的海月水母都是 *Aurelia* Sp. 1 基因型,与日本海域和美国的加州海域属同一基因型^[46]。2007 年我国烟台和威海海域发生海月水母爆发时,张芳曾指出极有可能是从日本海域入侵的海月水母,因为海月水母在我国渤海海域尤其是烟台海域分布较少^[32]。在我国爆发的海月水母究竟是外来种还是本地种,可通过下一步分析其基因型并与已知种群的基因型比对来确定。

2)了解海月水母的生活史是预测及控制其爆发的前提,而有关我国海域该种群的生活史研究只有和振武做过非常简单的描述^[5],所以应对我国海月水母主要生存海域中种群的生活史进行详细的研究,确定其各发育阶段的时间,如浮浪幼虫出现时间、碟状体产生时间、水母体存在时间以及有性生殖时间等,并了解不同海域种群生活史的差异。

3)海月水母主要以浮游动物为食,但不同海域的浮游动物类群有所不同,故有必要了解其在我国生存海域的食性及生活习性,绘出以其为中心的食物网关系图,因为只有了解其食性才能从捕食关系推测其爆发的原因并确定其爆发给其它生物带来的危害。

4) 研究显示海月水母种群有着极其复杂而巧妙的生活史和生殖策略^[2], 在不同的空间、不同的物理和食物环境中它们有着不同的生存策略, 所以有必要研究我国主要生存海域种群的生活史和生殖策略, 并在此基础上研究其种群数量动态变化规律。

5) 还应加强其主要生存海域种群数量动态监测, 研究种群数量动态与周围环境(如海水温度、盐度、富营养化程度以及海洋捕捞量等)的关系, 通过建立数学模型来确定它们之间的数量关系, 以期实现通过监测其周围环境变化与种群动态来预测其爆发时间。

6) 开展海月水母爆发的危害评价工作, 从其对海水水质、海洋生物资源以及海洋捕捞量的影响等多方面进行危害评价, 并积极研究其爆发的应对措施。

参考文献(References):

- [1] CHAPMAN D M. Development of the tentacles and food groove in the jellyfish *Aurelia aurita* (Cnidaria; Scyphozoa)[J]. Canadian Journal of Zoology, 2001, 79, 623-632.
- [2] LUCAS C H. Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation to its ambient environment[J]. Hydrobiologia, 2001, 451, 229-246.
- [3] LIU L Y, ZHENG G M. Zoology[M]. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 2004; 99-100. 刘凌云, 郑光美. 普通动物学[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2004; 99-100.
- [4] CHEN X L, DONG S J. Breeding and feeding of Jellyfish[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2007, 13(2), 5-6. 陈学亮, 董少杰. 海月水母的人工饲养与繁殖技术[J]. 天津农业科学, 2007, 13(2), 5-6.
- [5] HE Z W. Reproduction of *Aurelia aurita*[J]. Bulletin of Biology, 1993, 28(8), 14-15. 和振武. 海月水母的生殖[J]. 生物学通报, 1993, 28(8), 14-15.
- [6] HERNROTH L, GRONDAHL F. On the biology of *Aurelia aurita* (L.); 1. Release and growth of *Aurelia aurita* (L.) ephyrae in the Gullmarfjorden, western Sweden[J]. Ophelia, 1983, 22, 189-199.
- [7] HAMNER W M, GILMER R W, HAMNER P P. The physical, chemical, and biological characteristics of a stratified, saline, sulfide lake in Palau[J]. Limnology and Oceanography, 1982, 27, 896-909.
- [8] OLESEN N J, FRANSEN K, RISSGARD H U. Population dynamics, growth and energetics of jellyfish *Aurelia aurita* in a shallow fjord[J]. Marine Ecology Progress Series, 1994, 105, 918.
- [9] PAPATHANASSIOU E, PANAYOTIDIS P, ANAGNOSTAKI K. Notes on the biology and ecology of the jellyfish *Aurelia aurita* L. in Elefsis Bay (Saronikos Gulf, Greece)[J]. Marine Biology, 1987, 8, 49-58.
- [10] LUCAS C H. Population dynamics of the scyphomedusa *Aurelia aurita* (L.) from an isolated, brackish lake, with particular reference to sexual reproduction[J]. Journal of Plankton Research, 1996, 18, 987-1007.
- [11] LUCAS C H, WILLIAMS J A. Population dynamics of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in Southampton Water[J]. Journal of Plankton Research, 1994, 16, 879-895.
- [12] MOLLER H. Population dynamics of *Aurelia aurita* medusae in Kiel Bight, Germany (FRG)[J]. Marine Biology, 1980, 60, 123-128.
- [13] SCHNEIDER G, BEHREND S. Population dynamics and the trophic role of *Aurelia aurita* in the Kiel Bight and western Baltic[J]. ICES Journal of Marine Science, 1994, 51, 859-867.
- [14] SCHNEIDER G. The common jellyfish *Aurelia aurita*; standing stock, excretion, and nutrient regeneration in the Kiel Bight, Western Baltic[J]. Marine Biology, 1989, 100, 507-514.
- [15] MUTLU E. Distribution and abundance of moon jellyfish (*Aurelia aurita*) and its zooplankton food in the black Sea[J]. Marine Biology, 2001, 138, 329-339.
- [16] ISHII H, BAMSTEDT U. Food regulation of growth and maturation in a natural population of *Aurelia aurita* (L.)(J). Journal of Plankton Research, 1998, 20, 805-816.
- [17] RASMUSSEN E. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark)[J]. Ophelia, 1973, 11, 41-46.
- [18] VAN DER VEER H W, OORTHUYSEN W. Abundance, growth and food demand of the scyphomedusan *Aurelia aurita* in the western Wadden Sea[J]. Netherlands Journal of Sea Research, 1985, 19, 33-44.
- [19] YASUDA T. Ecological studies on the jellyfish *Aurelia aurita* in Urazoko Bay, Fukui Prefecture IV monthly change in bell-length composition and breeding season[J]. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1971, 37, 364-370.
- [20] OMORI M, ISHII H, FUJINAGA A. Life history strategy of *Aurelia aurita* (Cnidaria, Scyphomedusae) and its impact on the zoo-

- plankton community of Tokyo Bay[J]. ICES Journal of Marine Science, 1995, 52:597-603.
- [21] LO W T, CHEN L L. Population succession and feeding of scyphomedusae, *Aurelia aurita*, in a eutrophic tropical lagoon in Taiwan [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2008, 76: 227-238.
- [22] HAMNER W M, JENSSEN R M. Growth, degrowth, and irreversible cell differentiation in *Aurelia aurita*[J]. American Zoologist, 1974, 14: 833-849.
- [23] MIYAKE H, IWAO K, KAKINUMA Y. Life history and environment of *Aurelia auris*[J]. South Pacific Study, 1997, 17: 273-285.
- [24] MILLS C E. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions[J]. Hydrobiologia, 2001, 451:55-68.
- [25] RUSSELL F S. The medusae of the British Isles II pelagic scyphozoa with a supplement to the first volume on hydromedusae[M]. London: Cambridge University Press, 1970: 284.
- [26] PURCELL J E, GRAHAM W M, DUMONT H J. Jellyfish blooms: ecological and societal importance[M]. Hingham: Kluwer Academic Publishers, 2000:1-333.
- [27] HIRASAKA K. Medusae of Tokyo Bay[J]. Japanese Journal of Zoology, 1915, 27:164.
- [28] SHIMOMURA T. On the unprecedented flourishing of 'Echizen-Kurage', *Stomalaphus nomurai* (Kishinouye), in the Tsushima Warm Current regions in autumn, 1958[J]. Bulletin of the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, 1959, 7: 85-107.
- [29] MATSUEDA N. Presentation of *Aurelia aurita* at thermal power station[J]. Bulletin of the Marine Biology Station, Asamushi, 1969, 13: 187-191.
- [30] OLSSON P, GRANELL E, CARLSSON P, et al. Structuring of a postspring phytoplankton community by manipulation of trophic interactions[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1992,158:249-266.
- [31] SHUSHKINA E A, MUSAYEVA E I. The role of jellyfish in the energy system of Black Sea plankton communities[J]. Oceanology, 1983,23:92-96.
- [32] SU L J, WANG Y. Exploring the mystery of moon jellyfish bloom at Yantai[J]. Beijing Sci-Tech-Report, 2007,(37):16-17. 苏丽敬, 王轶. 破解烟台神秘水母爆发之谜[J]. 北京科技报, 2007, (37):16-17.
- [33] SONG X H. Moon jellyfish invaded plant in Qingdao[N]. Qingdao Evening Paper, 2009-07-12(3). 宋新华. 入侵发电厂海蜇背黑锅专家鉴定为海月水母[N]. 青岛晚报, 2009-7-12(3).
- [34] GUAN C J, BIAN Z H, TENG L P. Bioremediation countermeasures for jellyfish blooming[J]. Marine Environmental Science, 2007, 26(5):492-494. 关春江, 卞正和, 滕丽平. 水母爆发的生物修复对策[J]. 海洋环境科学, 2007, 26(5):492-494.
- [35] BARZ K, HIRCHE H J. Seasonal development of scyphozoan medusae and the predatory impact of *Aurelia aurita* on the zooplankton community in the Bornholm Basin(Central Baltic Sea)[J]. Marine Biology, 2005, 147:465-476.
- [36] MOLLER L F, RIISGARD H U. Impact of jellyfish and mussels on algal blooms caused by seasonal oxygen depletion and nutrient release from the sediment in a Danish fjord[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2007,351:92-105.
- [37] HANSSON L J, MOESLUND O, KTORBOE T, et al. Clearance rates of jellyfish and their potential predation impact on zooplankton and fish larvae in a neritic ecosystem (Limfjorden, Denmark)[J]. Marine Ecology Progress Series, 2005,304:117-131.
- [38] BRODEUR R D, SUGISAKI H, HUNT G L. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: Implications for the ecosystem[J]. Marine Ecology Progress Series, 2002,233:89-103.
- [39] DUFFY J T, EPIFANIO C E, FUTMAN L A. Mortality rates imposed by three scyphozoans on red drum (*Sciaenops ocellatus* Linnaeus) larvae in field enclosures[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1997, 212 (1):123-131.
- [40] Editorial Committee of Chinese Technology. New variations of moon jellyfish are threatening marine ecosystems all over the world[J]. Chinese Technology, 2005,10:58. 科技中国编委. 新变种海月水母威胁地球生态系统[J]. 科技中国, 2005, 10: 58.
- [41] MOLLER H. Significance of coelenterates in relation to other plankton organisms[J]. Meeresforschung, 1979,27:1-18.
- [42] ARAI M N. Pelagic coelenterates and eutrophication: A review[J]. Hydrobiologia, 2001, 451:69-87.
- [43] DAWSON M N, JACOBS D K. Molecular evidence for cryptic species of *Aurelia aurita* (Cnidaria, Scyphozoa)[J]. Biology Bulletin, 2001, 200: 92-96.
- [44] PURCELL J E. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms; A review[J]. Journal of Marine Biology Association of UK, 2005, 85:461-476.
- [45] SCHROTH W, JARMS G, STRETT B, et al. Speciation and phylogeography in the cosmopolitan marine moon jelly, *Aurelia* sp[J]. BMC Evolutionary Biology, 2002,2:110.
- [46] KI J S, HWANG D S, SHIN K, et al. Recent moon jelly (*Aurelia* sp. 1) blooms in Korean coastal waters suggest global expansion; Examples inferred from mitochondrial COI and nuclear ITS 5, 8S rDNA sequences[J]. ICES Journal of Marine Science, 2008, 65(3):443-452.

Biological Characteristics of Moon Jellyfish(*Aurelia aurita* Linnaeus, 1758) and Its Bloom

ZHENG Feng-ying¹, CHEN Si-qing², NI Jia¹

(1. Marine College, Shandong University at Weihai, Weihai 264209, China;

2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Qingdao 266074, China)

Abstract, The morphology, life habits, life history, spatial distribution, living conditions, bloom and its harmfulness of moon jellyfish(*Aurelia aurita* Linnaeus, 1758) are introduced. The reasons of its bloom are analyzed. Six points in the research on moon jellyfish and its bloom in China are suggested and emphasized. They are 1) to determine whether its species are local or not, 2) to understand the life history of its species population, and the feeding and living habits, 3) to master the regulations of its species population variability, 4) to monitor the variability, 5) to analyze the relation between the variability and the marine environments, 6) to evaluate its bloom harmfulness.

Key words, moon jellyfish(*Aurelia aurita* Linnaeus, 1758), biological characteristics, bloom

Received, October 31, 2008