

海月水母(*Aurelia* sp.1)对中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)和东海原甲藻(*Prorocentrum donghaiense*)摄食的研究*

郑 珊^{1, 2, 3} 孙晓霞¹ 孙 松^{1, 3①}

(1. 中国科学院海洋研究所 山东胶州湾海洋生态系统国家野外科学观测研究站 青岛 266071; 2. 中国科学院研究生院 北京 100049; 3. 中国科学院海洋研究所海洋生态与环境重点实验室 青岛 266071)

提要 采用饵料浓度差减法, 在实验条件下研究了不同细胞密度的中肋骨条藻和东海原甲藻对海月水母水螅体、碟状体和水母体摄食活动的影响。结果表明, 不同种类和密度的微藻细胞密度对水螅体、碟状体和水母体的摄食有显著影响。在实验的藻细胞密度范围内, 随藻细胞密度的增加, 水螅体和碟状体对中肋骨条藻和东海原甲藻的摄食率一直升高。水螅体对中肋骨条藻和东海原甲藻的最大摄食率均发生在藻细胞密度最高处, 分别为 4623cells/(ind·h)和 4118cells/(ind·h)。碟状体对中肋骨条藻和东海原甲藻的最大摄食率也是发生在藻细胞密度最高处, 分别为 174671cells/(ind·h)和 47218cells/(ind·h)。清滤率随着藻细胞密度增加而降低。在相似细胞密度下, 碟状体对中肋骨条藻的摄食率高于东海原甲藻。水螅体和碟状体对同种藻的摄食情况不同, 在相似藻细胞密度下, 碟状体的摄食率比水螅体高。经过藻类饵料适应处理的水螅体对藻类的摄食率会有显著增加, 约为未经饵料适应处理的 10 倍。水母体对中肋骨条藻和东海原甲藻未发生摄食。

关键词 海月水母, 水螅体, 碟状体, 水母体, 摄食, 微藻

中图分类号 Q178.1; Q958.885.3

海月水母(*Aurelia aurita*)隶属钵水母纲旗口水母目洋须水母科海月水母属(高尚武等, 2002), 其生活史包括两种不同形态的生活史世代: 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。水螅体经过一段较长的营养时期, 通过横裂生殖形成横裂体释放出碟状体, 碟状体进一步发育为幼水母体(郑凤英等, 2010)。

海月水母广泛分布于全球 70°N—40°S 海区, 海流稳定的温带浅海海域是其最适和最主要的分布区域(Hernroth *et al*, 1985; Ishii *et al*, 1995; Lucas, 1996; Lucas *et al*, 1994; Möller, 1980; Omori *et al*, 1995; Schneider, 1989), 在我国大连、烟台、威海、青岛等

地沿海均有分布。近年来, 由于人类活动和气候变化, 全球许多海域包括我国都发生过水母暴发的现象, 对海洋生态系统造成很大的危害(Purcell, 2005; Purcell *et al*, 2007; 程家骅等, 2004; Sun *et al*, 2011)。这是因为, 水母不仅摄食浮游动物与鱼类竞争食物来源, 还能直接摄食鱼卵仔鱼, 对海洋生态系统中的浮游生物群落结构和鱼类的数量存在调控作用(Båmstedt *et al*, 1994, 1999; Purcell, 1997)。

关于海月水母摄食的研究较多, 主要研究对象多为海月水母的水母体, 而水螅体和碟状体的生活史特征、丰度、摄食选择和摄食效应等方面的数据和报道比较有限(Olesen *et al*, 1994; Ishii *et al*, 2004;

* 国家重点基础研究发展计划(973)项目, 2011CB403603 号; 中国科学院知识创新工程重要方向项目群项目, KZCX2-YW-Q07-01 号; 国家自然科学基金项目, 40876083 号; 国家海洋公益性行业科研专项, 201005014 号。郑 珊, E-mail: sunnyzhengs@gmail.com

通讯作者: 孙 松, 博士, 研究员, E-mail: sunsong@qdio.ac.cn

收稿日期: 2011-12-31, 收修改稿日期: 2012-02-28

Hansson *et al*, 2005; Møller *et al*, 2007a, b)。

现有的研究普遍认为海月水母通过摄食植食性浮游动物来间接调控浮游植物的数量。浮游植物作为海洋生态系统中的生产者,是食物链的基础环节,在整个海洋生态系统的物质循环和能量流动中起着至关重要的作用。海月水母与浮游植物的关系复杂,一方面,浮游植物通过影响浮游动物群落组成与生物量间接调控水母数量与分布;另一方面,水母在新陈代谢过程中能释放大量的营养盐,刺激浮游植物生长甚至引起赤潮的暴发(上行控制)。此外,水母还可以通过摄食浮游动物从而调控浮游动物对浮游植物的摄食压力(下行控制),最终影响与调控浮游植物生物量和群落结构,对生态系统造成重要的影响(Sun *et al*, 2011)。

到目前为止,对海月水母摄食浮游植物的研究很少,尤其是碟状体和水螅体方面的研究几乎为空白(Southward, 1995; Kerstan, 1977; Båmstedt *et al*, 2001)。Båmstedt 等(2001)认为碟状体可能摄食浮游植物,但是未有定量的数据支持。Takashi(2011)未发现水螅体对微藻的摄食,但是无法完全排除摄食的可能性。由于水螅体的繁殖在水母暴发过程中起关键性作用,水螅体、碟状体与浮游植物的关系研究十分必要。因此,了解海月水母不同阶段与浮游植物的关系和相互作用机制,对于揭示海月水母暴发的原因、机理、过程以及次生效应有着重要的意义。本文以海月水母的水螅体、碟状体和水母体作为研究对象,选择了硅藻和甲藻的常见代表种——中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)和东海原甲藻(*Prorocentrum donghaiense*),研究了这两种藻在自然海区细胞密度范围内对水螅体、碟状体和水母体摄食的影响,以期揭示藻类对水母摄食的影响机制,弥补水螅体和碟状体对浮游植物摄食的定量研究空白,为海月水母生活史不同阶段与浮游植物的关系研究提供有价值的参考。

1 材料与方法

1.1 藻类培养

中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)及东海原甲藻(*Prorocentrum donghaiense*),在温度 $19.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 光周期 L:D = 14:10, 光照 4000lx 条件下用 *f/2* 培养液培养至指数生长期。

1.2 海月水母的水螅体、碟状体和水母体

均取自中国科学院海洋研究所培育楼水母实验室,在实验前进行饥饿处理并进行光照和温度适应。

用于实验的水螅体事先进行筛选,将足囊、出芽和横裂体去除,只保留水螅体。碟状体是刚刚从横裂体释放出,伞径约为 3mm。水母体的伞径约为 25mm。

1.3 实验方法

1.3.1 饵料浓度差减法分析水螅体、碟状体和水母体的摄食率 饵料浓度差减法(batch culture feeding experiments)实验按 Frost(1972)的设计进行,将实验所用的海月水母水螅体在过滤海水中暂养 4—6h 以进行肠道排空,并置于即将开展实验条件下进行光照和温度适应。将处于指数生长期的中肋骨条藻和东海原甲藻分别稀释至目标密度(中肋骨条藻的细胞密度设置为: 6×10^2 、 6×10^3 、 6×10^4 cells/ml,东海原甲藻的细胞密度设置为 1×10^2 、 1×10^3 、 1×10^4 cells/ml)。实验在 1000ml 烧杯中进行,每个烧杯中加入附着 18 只水螅体的小块波纹板,每实验组设 3 个平行样。每个实验组均设不加水螅体的对照组。将实验烧杯置于培养箱中,弱光条件下培养(光照强度约为 100lx),温度为 20°C ,培养时间为 24h。从培养开始计时,分别于 0h 和 24h 取水样,鲁格氏碘液固定后在显微镜下用 0.1 ml 浮游植物计数框计数并计算藻细胞密度。水螅体对藻类的清滤率 CR [ml/(ind·h)]和摄食率 IR [cells/(ind·h)]的计算采用 Frost(1972)的公式:

$$CR = (V/N) \times (\ln C_t - \ln C_{tf}) / t$$

$$IR = CR \times (C_{tf} - C_0) / (\ln C_{tf} - \ln C_0)$$

式中, CR 为清滤率[ml/(ind·h)],指一定水样中浮游动物个体在单位时间内滤过的含有一定数量浮游植物的水样量; IR 为摄食率[cells/(ind·h)],即为每只浮游动物单位时间内过滤的饵料细胞数; V 为实验水样体积(ml); N 为每个实验瓶中浮游动物的个体数(ind); C_0 为起始饵料浓度($\times 10^3$ cells/ml); C_t 为对照瓶中的最终饵料浓度($\times 10^3$ cells/ml); C_{tf} 为实验瓶中的最终饵料浓度($\times 10^3$ cells/ml); t 为摄食时间(h)。

海月水母碟状体和水母体摄食率方法和处理同 1.3.1, 每组加入的碟状体或水母体的数量为 1 只。

1.3.2 经饵料适应后的水螅体摄食率实验 将水螅体饥饿处理后,在目标藻细胞密度环境下适应 7d,然后采用 1.3.1 中采用的同样的处理来测定水螅体对不同微藻的摄食率。

1.3.3 肠道色素法测海月水母水母体对微藻的摄食

将实验所用的海月水母水母体在过滤海水中暂养 4—6h 以进行肠道排空,并置于即将开展实验条件下进行光照和温度适应。将处于指数生长期的中肋骨条藻和东海原甲藻分别稀释至目标密度。实验在

1000ml 烧杯中进行, 每个烧杯中加入 1 只水母, 每实验组设 3 个平行样。每个实验组均设不加藻液的对照组。将实验烧杯置于培养箱中, 弱光条件下培养(光照强度约为 100lx), 温度为 20℃, 培养时间为 6h。培养结束后, 将水母放入过滤海水中然后取出, 重复三到五次, 将沾附体表的微藻洗干净。清洗时动作要轻, 避免清洗强度过大导致水母吐液。然后滤于 20 μ m 筛绢上低温保存。参照等 Wang 等(1986)的方法测定叶绿素和脱镁叶绿素。在暗光条件下将水母研磨, 用丙酮萃取 24h, 然后用 Turner Designs 荧光计测定其酸化前、后的荧光读数, 按王荣等(1997)的计算公式计算肠道色素含量。

2 结果

2.1 水螅体和碟状体对浮游植物的摄食

2.1.1 不同种类和密度的微藻对海月水母水螅体和碟状体摄食的影响 从图 1 和图 2 可以看出, 不同种类和密度的微藻对海月水母水螅体和碟状体的摄食均产生了一定的影响。水螅体对中肋骨条藻和东海原甲藻的最大摄食率均发生在藻浓度最高处, 分别为 4623cells/(ind·h)和 4118cells/(ind·h)。碟状体对中肋骨条藻和东海原甲藻的最大摄食率也是发生在藻细胞密度最高处, 分别为 174671cells/(ind·h)和 47218

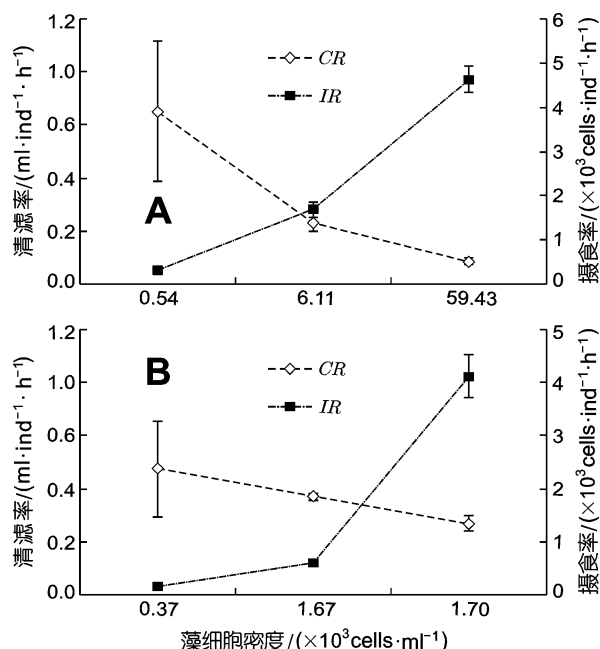


图 1 不同种类和密度的微藻对海月水母水螅体摄食的影响
Fig.1 Effects of different microalgal species and cell densities on the feeding of polyps of *Aurelia* sp.1
A. 中肋骨条藻; B. 东海原甲藻

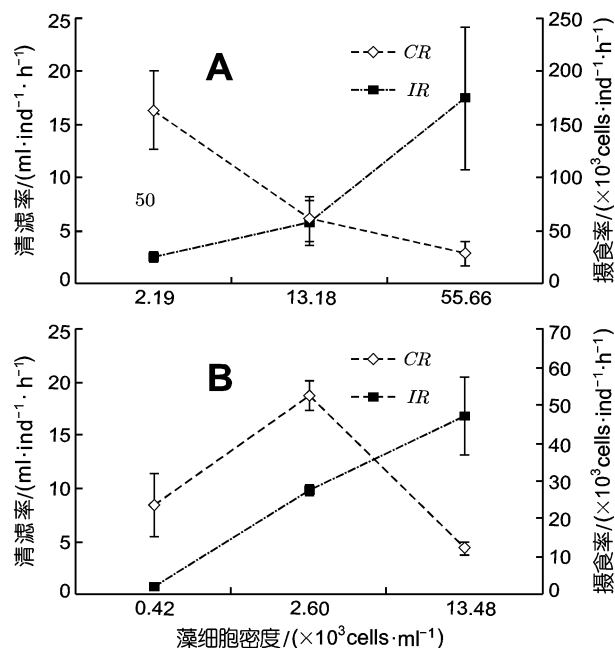


图 2 不同种类和密度的微藻对海月水母碟状体摄食的影响
Fig.2 Effects of different microalgal species and cell densities on the feeding of ephyrae of *Aurelia* sp.1
A. 中肋骨条藻; B. 东海原甲藻

cells/(ind·h)。在实验细胞密度范围内, 水螅体和碟状体对中肋骨条藻和东海原甲藻的摄食率的变化均表现为随着藻浓度增加而升高。清滤率随着藻浓度增加呈现降低的趋势。

对比水螅体和碟状体对同种微藻的摄食率(图 3), 发现在同种藻相似细胞密度下, 碟状体的摄食率比水螅体高得多。

2.1.2 饵料适应过程对水螅体摄食微藻的影响

从表 1 中可以看出, 经过饵料适应后的水螅体, 对中肋骨条藻和东海原甲藻表现出很高的摄食率, 分别为 18497cells/(ind·h)和 1434cells/(ind·h)。而饵料适应前的水螅体在相似藻细胞密度下对中肋骨条藻和东海原甲藻的摄食率为 1693cells/(ind·h)和 160cells/(ind·h)。饵料适应后的水螅体的摄食率约为饵料适应前的 10 倍, 说明饵料适应过程对于水螅体摄食微藻有显著的影响。

2.2 水母体对浮游植物的摄食

从图 4 可以看出, 根据公式计算得到的水母体对两种微藻在不同细胞密度下的清滤率和摄食率均为负值。这说明水母体对本实验中所选择的两种微藻均未发生摄食。肠道色素法分析本实验中所有水母体样品, 均未检测出叶绿素, 这也说明了水母体在培养过程中未摄食实验所用微藻。

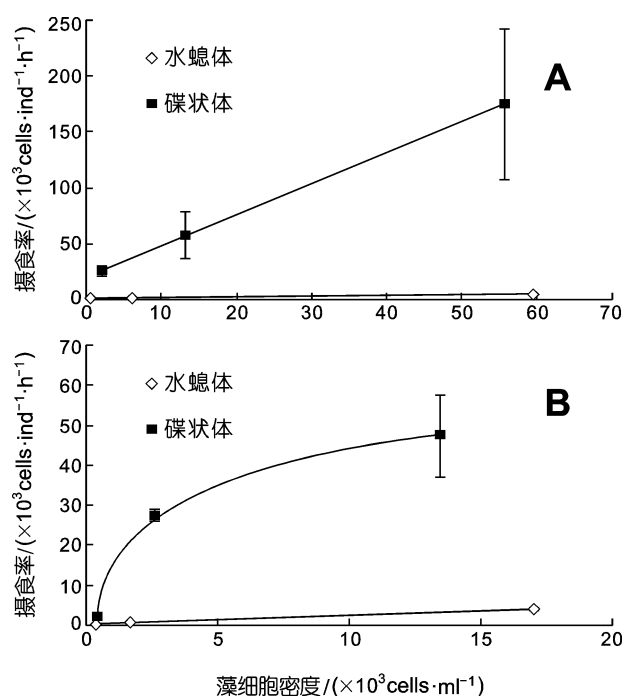


图3 海月水母水螅体和碟状体对不同种类和密度的微藻摄食率比较

Fig.3 Ingestion rates of polyps and ephyrae of *Aurelia* sp.1 feeding on different microalgal species and at different cell densities

A. 中肋骨条藻; B. 东海原甲藻

表1 饵料适应前后水螅体对微藻的摄食率比较
[cells/(ind·h)]

Tab.1 Feeding [cells/(ind·h)] on the different microalgal species of adapted polyps of *Aurelia* sp.1

微藻	饵料适应前	饵料适应后
中肋骨条藻	1693	18497
东海原甲藻	160	1434

3 讨论

实验结果表明,海月水母的水螅体和碟状体对中肋骨条藻和东海原甲藻均发生了摄食,摄食率随藻细胞密度的增加而增加。相比水螅体,碟状体表现出更高的摄食率。目前有少量文献报道海月水母碟状体是可以摄食浮游植物的(Southward, 1995; Kerstan, 1977; Båmstedt *et al.*, 2001)。Båmstedt 等(2001)研究了包括微藻在内的五种不同种类的饵料对海月水母碟状体的生长的影响。结果表明海月水母的碟状体可以在初期摄食隐藻 *Rhodomonas baltica*,但是摄食隐藻的碟状体的生长率会随着时间的增加而逐渐下降,约在 10d 后降至 0。Båmstedt 等(2001)认为刚释放的碟状体是能够摄食浮游植物并加以利用的,推断浮游植物可能为碟状体发生的早期阶段提供了重要食

物来源。在这一点,此结论与本实验结果具有一致性。至于摄食隐藻的碟状体的生长率为什么会随着时间的增加而逐渐下降,这很可能是因为 *Rhodomonas baltica* 只能为碟状体的生长提供一定程度的营养物质,但是不是理想的饵料。本文的实验周期较短,只持续 24h,长时间尺度的摄食率变化以及其它指标的波动还需要进一步的工作来验证。

在本实验中,海月水母水螅体也摄食了两种微藻,但是摄食率较碟状体低得多。但是,将水螅体经过饵料适应处理后,摄食率约为未经过饵料适应处理前的 10 倍(如表 1 所示)。这说明,水螅体很可能需要经过一个阶段适应周围的饵料环境,之后才对藻类进行一定程度的摄食利用。Takashi(2011)在研究海月水母的水螅体对浮游纤毛虫的摄食时,也利用五种鞭毛藻(*Heterocapsa triquetra*, *Prorocentrum minimum*, *Akashiwo sanguinea*, *Gyrodinium instriatum* 和 *Cochlodinium convolutum*)分析水螅体是否能摄食浮游植物。Takashi(2011)的实验结果显示成熟的水螅体可能不摄食浮游植物,但不能排除短时期内水螅体对单一的微藻环境存在适应过程,从而未发生摄食响应,因而并未否定水螅体摄食微藻的可能性。

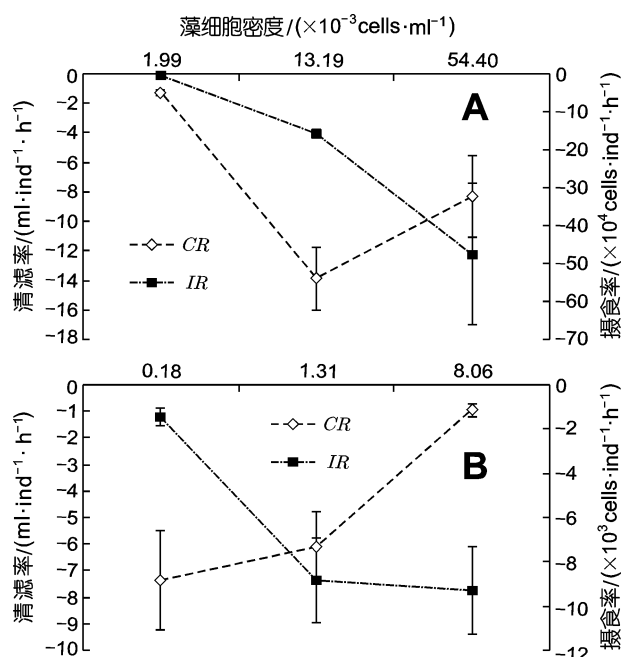


图4 不同种类和密度的微藻对海月水母水母体摄食的影响

Fig.4 Effects of different microalgal species and cell densities on the feeding of medusae of *Aurelia* sp.1

A. 中肋骨条藻; B. 东海原甲藻

从本实验结果来看,碟状体在中肋骨条藻的浓度为 $13.16 \times 10^3 \text{ cells/ml}$ 时的摄食率为 $57405 \text{ cells}/(\text{ind} \cdot \text{h})$,

在东海原甲藻的浓度为 14.75×10^3 cells/ml 时的摄食率为 47218 cells/(ind·h)。在近似的藻细胞密度条件下, 碟状体对中肋骨条藻和东海原甲藻的摄食率较为接近。根据孙军等(1999)列出的中肋骨条藻和东海原甲藻的含碳量分别为 17.83 和 206.52 pgC/ind, 得出碟状体对东海原甲藻的碳摄食速率为中肋骨条藻的 9.5 倍, 这说明在近似的浓度条件下, 碟状体对东海原甲藻的碳摄食效率要比中肋骨条藻高。

本实验中, 饵料浓度差减法 and 肠道色素法均显示, 伞径约为 25mm 的水母体未摄食实验采用的两种微藻, 说明这两种微藻不能作为水母体的饵料供其维持正常的生命活动。这一结果与碟状体的摄食差异很大, 可能是因为水母体和碟状体存在摄食选择性差异。水母体倾向于摄食粒径较大的饵料, 而碟状体倾向于摄食粒径较小的饵料。Olesen 等(1994)认为刚释放的碟状体倾向于摄食轮虫, 相对于飞马哲水蚤(*Calanus finmarchicus*)。Båmstedt 等(1994)比较了海月水母碟状体和水母体对不同种类和密度的饵料的摄食率, 认为碟状体倾向于利用卤虫无节幼体, 水母体倾向于利用较大粒级的浮游动物和幼鱼。因此, 在水母数量增加时, 浮游动物和幼鱼被大量摄食, 藻类本身几乎不为水母摄食, 导致浮游动物对藻类的摄食压力降低, 这就引起藻类数量增加, 增加了赤潮发生的几率。Pitt 等(2007)进行的围隔实验, 在水体中同时添加营养盐和水母, 会引起夜光藻(*Noctiluca scintillans*)数量剧增, 进而形成赤潮。营养盐的添加会促进藻类数量增加, 植食性桡足类被水母摄食, 桡足类数量减少降低了对藻类的摄食竞争, 引起了 *N. scintillans* 数量的急剧增加, 从而形成赤潮。这也能从一定程度上说明水母在摄食选择方面相对于藻类, 更倾向于利用桡足类等小型浮游动物。

综上所述, 海月水母在不同的生活史阶段对不同种类和密度的微藻的摄食存在着显著差异。水螅体对其进行一定程度的摄食, 碟状体的摄食率比水螅体高得多, 水母体则未摄食微藻。水螅体经过饵料适应之后对微藻的摄食率会显著增加。但是, 由于海月水母与浮游植物的关系的研究相对较少, 本文的工作仅为海月水母对浮游植物直接摄食方面的初步探索, 后续的相关研究还需要进行大量工作, 旨在揭示浮游植物与水母的复杂关系, 探讨浮游植物群落结构演变与水母暴发的关联, 研究水母暴发对浮游植物群落结构的影响, 为阐明水母暴发过程、机制及其生态环境效应提供理论依据, 同时对渔业资源的可

持续利用和维持海洋生态系统健康提供借鉴和参考价值。

参 考 文 献

- 王 荣, 范春雷, 1997. 东海浮游桡足类的摄食活动及其对垂直碳通量的贡献. 海洋与湖沼, 28(6): 579—587
- 孙 军, 刘东艳, 钱树本, 1999. 浮游植物生物量研究 . 浮游植物生物量细胞体积转换法. 海洋学报, 21(1): 114—121
- 郑凤英, 陈四清, 倪 佳, 2010. 海月水母的生物学特征及其爆发. 海洋科学进展, 28(1): 126—132
- 高尚武, 洪惠馨, 张士美, 2002. 中国动物志(第 27 卷): 水螅虫纲钵水母纲. 北京: 科学出版社, 1—8
- 程家骅, 李圣法, 丁峰元等, 2004. 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, 19(5): 10—12
- Båmstedt U, Martinussen M B, Matsakis S, 1994. Trophodynamics of the two scyphozoan jellyfishes, *Aurelia aurita* and *Cyanea capillata*, in western Norway. ICES J Mar Sci, 51: 369—382
- Båmstedt U, Lane J, Martinussen M B, 1999. Bioenergetics of ephyra larvae of the scyphozoan jellyfish *Aurelia aurita* in relation to temperature and salinity. Mar Biol, 135: 89—98
- Båmstedt U, Wild B, Martinussen M B, 2001. Significance of food type for growth of ephyrae *Aurelia aurita* (Scyphozoa). Mar Biol, 139: 641—650
- Frost B W, 1972. Effects of the size and concentration of food particles on the feeding behavior of the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. Limnol Oceanogr, 17: 805—815
- Hansson L J, Moeslund O, Kiørboe T *et al*, 2005. Clearance rates of jellyfish and their potential predation impact on zooplankton and fish larvae in a neretic ecosystem (Limfjorden, Denmark). Mar Ecol Prog Ser, 304: 117—131
- Hernroth L, Gröndahl F, 1985. On the biology of *Aurelia aurita* (L.): 2 Major factors regulating the occurrence of ephyrae and young medusae in the Gullmar Fjord, western Sweden. Bull Mar Sci, 37: 567—576
- Ishii H, Tadokoro S, Yamanaka H *et al*, 1995. Population dynamics of the jellyfish, *Aurelia aurita*, in Tokyo Bay in 1993 with determination of ATP-related compounds. Bull Plankton Soc Japan, 42: 171—176
- Ishii H, Kojima S, Tanaka Y, 2004. Survivorship and production of *Aurelia aurita* ephyrae in the innermost part of Tokyo Bay, Japan. Plankton Biol Ecol, 51(1): 26—35
- Lucas C H, Williams J A, 1994. Population dynamics of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in Southampton water. J Plankton Res, 16: 879—895
- Lucas C H, 1996. Population dynamics of *Aurelia aurita* (Scyphozoa) from an isolated brackish lake, with particular reference to sexual reproduction. J Plankton Res, 18: 987—1007
- Möller H, 1980. Population dynamics of *Aurelia aurita* medusae

- in Kiel Bight, Germany (FRG). *Mar Biol*, 60: 123—128
- Møller L F, Riisgård H U, 2007a. Feeding, bioenergetics and growth in the common jellyfish, *Aurelia aurita*, and two hydromedusae, *Sarsia tubulosa* and *Aequorea vitrina*. *Mar Ecol Prog Ser*, 346: 167—177
- Møller L F, Riisgård H U, 2007b. Population dynamics, growth and predation impact of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, and two hydromedusae, *Sarsia tubulosa* and *Aequorea vitrina* in Limfjorden (Denmark). *Mar Ecol Prog Ser*, 346: 153—165
- Kerstan M, 1977. Untersuchungen zur Nahrungsökologie von *Aurelia aurita* Lam. Diplomarbeit, Universität Kiel, Kiel, 1—95
- Olesen N J, Frandsen K, Riisgård H U, 1994. Population dynamics, growth and energetics of jellyfish *Aurelia aurita* in a shallow cove. *Mar Ecol Prog Ser*, 124: 63—72
- Omori M, Ishii H, Fujinaga A, 1995. Life history strategy of *Aurelia aurita* (Cnidaria, Scyphomedusae) and its impact on the zooplankton community of Tokyo Bay. *ICES J Mar Sci*, 52: 597—603
- Pitt K A, Kingsford M J, Rissik D *et al*, 2007. Jellyfish modify the response of planktonic assemblages to nutrient pulses. *Mar Ecol Prog Ser*, 351: 1—13
- Purcell J E, 1997. Pelagic cnidarians and ctenophores as predators; selective predation, feeding rates and effects on prey populations. *Ann Inst Oceanogr Paris*, 73: 125—137
- Purcell J E, 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms. *J Mar Biol Assoc U K*, 85: 461—476
- Purcell J E, Uye S, Lo W T, 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Mar Ecol Prog Ser*, 350: 153—174
- Schneider G, 1989. The common jellyfish *Aurelia aurita*: standing stock, excretion and nutrient regeneration in the Kiel Bight, western Baltic. *Mar Biol*, 100: 507—514
- Southward A J, 1995. Observations on the ciliary currents of the jellyfish *Aurelia aurita*. *J Mar Biol Assoc U K*, 34: 201—216
- SUN Xiaoxia, Wang Shiwei, Sun Song, 2011. The key processes, mechanism and ecological consequences of jellyfish bloom in China coastal waters. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2(29): 491—492
- Takashi Kamiyama, 2011. Planktonic ciliates as a food source for the scyphozoan *Aurelia aurita* (s.l.): Feeding activity and assimilation of the polyp stage. *J Exp Mar Biol Ecol*, 407(2): 207—215
- Wang R, Conover R J, 1986. Dynamics of gut pigment in the copepod *Temora longicornis* and the determination of *in situ* grazing rates. *Limnol Oceanogr*, 31: 867—877

THE GRAZING OF AURELIA sp.1 ON SKELETONEMA COSTATUM AND PROROCENTRUM DONGHAIENSE

ZHENG Shan^{1, 2, 3}, SUN Xiao-Xia¹, SUN Song^{1, 3}

(1. Jiaozhou Bay Marine Ecosystem Research Station, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071;

2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049; 3. Key Laboratory of Marine Ecology

and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

Abstract The effects of different microalgal species and cell densities on the feedings of polyps, ephyrae and medusae of *Aurelia* sp.1 under controlled laboratory conditions were investigated. Two species of microalgae, *Skeletonema costatum* and *Prorocentrum donghaiense*, were used. Different microalgal species and cell densities had significant effects on the feedings of polyps, ephyrae and medusae. With the increasing of microalgal cell densities, the ingestion rates (*IR*) of polyps and ephyrae increased while the clearance rates (*CR*) decreased. The maximum *IR* of polyps on *S. costatum* and *P. donghaiense* were 4623 and 4118 cells/(ind·h), respectively, while the maximum *IR* of ephyrae on *S. costatum* and *P. donghaiense* were 174671 and 47218 cells/(ind·h), respectively. At similar microalgal cell densities, the *IR* of ephyrae on *S. costatum* were higher than those on *P. donghaiense*, and the *IR* of ephyrae were higher than those of polyps. The adaption of microalgae made *IR* of polyps increased about ten times. Medusae did not feed on *S. costatum* and *P. donghaiense*.

Key words *Aurelia* sp.1, Polyps, Ephyrae, Medusae, Feeding, Microalgal