

水母伞径和饵料密度对海月水母(*Aurelia* sp.1) 捕食率的影响^{*}

王楠^{1,2} 李超伦¹

(1. 中国科学院海洋研究所海洋生态与环境科学重点实验室 青岛 266071;

2. 中国科学院研究生院 北京 100049)

提要 海月水母在全球范围内大量暴发,严重危害海洋生态系统的健康以及鱼类资源的可持续利用。本文以卤虫无节幼体为饵料,初步研究了水母伞径和饵料密度对海月水母个体捕食率的影响以及海月水母的昼夜捕食节律。研究结果表明,海月水母的伞径对其捕食率的影响极显著($P < 0.01$),在 1—8cm 范围内,随着伞径的增加个体捕食率线性增加,两者之间的关系式为 $y = 0.044x + 0.125$ ($R^2 = 0.9036$)。饵料密度对海月水母捕食率的影响显著($P < 0.05$),在 0.25—26.11mgC/L 范围内,随饵料密度的增加个体捕食率呈线性增加趋势,关系式为 $y = 0.508x$ ($R^2 = 0.958$)。在饵料充足时,海月水母没有昼夜捕食节律。在高饵料密度下海月水母出现过剩捕食,但是捕食行为依然活跃。上述结果既为量化评估海月水母对浮游动物群体的捕食压力提供了基础参数,同时水母过剩捕食行为说明依据生物量和代谢率的推算结果可能低估自然海域水母对浮游动物的捕食压力。

关键词 海月水母,水母体,捕食,饵料密度,伞径

中图分类号 Q178.1; Q958.885.3

在气候变化和人类活动的多重压力影响下,近期海洋生态系统呈现出显著动荡的特征。全球多个海区近年出现了水母大量暴发的现象(Mills, 2001)。水母大多属于肉食性浮游动物,捕食甚至毒死浮游动物以及鱼类,影响现有的物种结构(Purcell, 2005)。水母暴发时,大量捕食海区内的浮游动物,减轻了浮游动物对藻类的捕食压力,间接引发赤潮,严重危害海洋生态系统的健康(郑凤英等, 2010; 陈渝萍, 1995¹⁾)。此外,水母还会与鱼类竞争饵料、捕食幼鱼,影响鱼类资源的可持续利用(张芳, 2009; Sun *et al.*, 2011)。因此,开展水母类海洋生物基础生物学和生态学特征研究,揭示水母暴发的原因、机制及生态效应成为当前海洋生态研究的热点。

海月水母(*Aurelia aurita*)属于刺胞动物门、钵水

母纲、旗口水母目、洋须水母科、海月水母属,主要分布于 70°N—40°S 的海域(郑重等, 1984; Lucas, 2001),是当前近海大型水母暴发的主要原因种之一。国外对海月水母研究起步较早,研究发现,其生活史包括底栖和浮游阶段,成体种群丰度主要受到幼年期死亡率的影响(Lucas, 2001; Omori *et al.*, 1995)。水母体存在集群行为、回避低盐度区域,而且为了回避潮流,存在垂直迁移现象(Albert, 2007, 2008)。海月水母可捕食多种浮游动物,包括桡足类、藤壶幼体、鱼卵、仔鱼、水螅水母等(Sullivan *et al.*, 1994)。自然海区中海月水母数量增加,将会对浮游动物产生巨大的捕食压力,从而改变浮游动物种群组成和数量(Olesen, 1995; Uye *et al.*, 2005; Ishii *et al.*, 2001)。关于海月水母水母体的捕食研究,现场调查多采用取水

^{*} 国家重点基础研究发展计划(973)项目, 2011CB403604 号; 海洋公益性行业科研专项经费项目, 201005018 号; 中国科学院知识创新工程重点方向项目, KZCXZ-YW-Q07-02 号。王楠, E-mail: vvangnan@163.com

1) 陈渝萍, 1995. 半球美螳水母摄食生态的初步研究. 厦门大学硕士学位论文, 1—64

通讯作者: 李超伦, 博士, 研究员, E-mail: lcl@ms.qdio.ac.cn

收稿日期: 2011-12-31, 收修改稿日期: 2012-02-28

母体胃含物, 结合消化时间推算个体捕食率(Ishii *et al*, 2001; Uye *et al*, 2005)。室内实验多研究海月水母对鱼卵、幼鱼的捕食情况; 还通过测定水母体的清滤率获得捕食率信息(Titelman *et al*, 2006; Olesen, 1995; Riisgard *et al*, 2011)。相比之下, 目前国内关于海月水母的研究主要集中于生殖、种群变动、人工培育、饲料改进、环境因子对生长的影响等方面(和振武, 1993; 李培军, 1987; 陈介康, 1986; 陈学亮等, 2007; 王文龙等, 2009; 付志璐等, 2011), 而有关海月水母摄食的研究不多, 仅见杨为东等(2010)关于饵料密度对海月水母碟状体生长的影响以及海月水母水母体对不同饵料的摄食节律的报道。

本文通过室内实验, 初步探究不同饵料密度对海月水母捕食率的影响、不同伞径的水母体捕食率之间的差异以及海月水母的昼夜捕食节律, 以期了解海月水母捕食的生理生态学特点提供基础信息, 并为建立评估海月水母暴发生态模型提供理论参数。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用海月水母(*Aurelia* sp.1)水母体均来自中国科学院海洋研究所室内连续培养种群。随机挑选健康、活跃个体作为实验生物。实验开始前 24h 不再投饵, 以保证实验开始时水母处于饥饿状态。本文研究对象为海月水母水母体, 没有特殊说明时, 文中所述的海月水母均指海月水母水母体。

实验用饵料为刚孵化出的卤虫(*Artemia nauplius*)无节幼体。

1.2 实验方法

1.2.1 捕食实验条件设定 实验用海水经过 0.45 μm 混合膜过滤后, 充氧备用。实验容器采用 1L 具盖广口培养瓶, 内装 1L 过滤海水, 每个培养瓶中放 1 只海月水母。在实验开始前先将装有海月水母的培养瓶置于转轮机上(转速为 10r/min), 适应 2h 后, 加入饵料, 开始实验。实验均在室内自然光下进行。

1.2.2 不同饵料密度下海月水母的捕食率 随机挑选伞径为 2cm 左右的海月水母, 放入装有 1L 过滤海水的培养瓶中, 每瓶一只。然后将培养瓶放在转轮机上, 转速为 10r/min, 适应 2h 后, 加入饵料。饵料密度梯度设置为 100、200、300、500、1000、1500、2000、3000、10000ind/L, 每个密度组设置 3 个平行。当饵料密度小于 1000ind/L, 采用直接计数方法投饵; 饵料密度大于等于 1000ind/L, 采用计体积法投饵。

1h 后将各培养瓶中的水母取出, 计数剩余饵料数。当初始饵料密度小于 1000ind/L, 直接计数剩余饵料数; 初始饵料密度大于等于 1000ind/L 时, 采用计体积法计数剩余饵料数。根据所得数据, 计算捕食率。

1.2.3 不同伞径海月水母的捕食率 海月水母伞径梯度设置为 1、3、5、6、8cm, 饵料密度为 200ind/L。随机挑选实验个体, 测量伞径, 四舍五入后划分在各个伞径组内, 每个伞径组设置至少 3 个平行。将实验水母放入装有 1L 过滤海水的培养瓶中, 每瓶一只。然后将培养瓶放在转轮机上, 转速为 10r/min, 适应 2h 后, 加入饵料。1h 后将各培养瓶中的海月水母取出, 计数剩余饵料数, 计算捕食率。

1.2.4 海月水母捕食的昼夜节律 随机选择 3 只伞径近似为 25mm 的海月水母, 分别放入 3 个装有 1L 过滤海水的培养瓶中。然后将培养瓶放在转轮机上, 转速为 10r/min, 适应 2h。从早上 8 点开始, 加入饵料(饵料密度为 200ind/L), 之后每隔 4h 将海月水母从培养瓶中移到另一个已装有 200ind/L 饵料的培养瓶中, 并计数上一个培养瓶中剩余饵料数, 计算每个时间段的捕食率, 直到第二天早 8 点结束。本实验开始日期为 2011 年 10 月 26 日, 日出时间为 6:15, 日落时间为 17:10; 结束日期为 2011 年 10 月 27 日, 日出时间为 6:16, 日落时间为 17:09。

1.3 数据处理方法

卤虫无节幼体含碳量估算

准确计数 500 个卤虫无节幼体, 冲洗表面盐分, 吸干后称总湿重, 取平均值获得每个个体的湿重为 32 μg 。按照干重为湿重的 20%, 碳含量为干重的 40% (Harris, 2000; 刘光兴等, 2000)计算得到卤虫无节幼体的含碳量为 0.00256mg/ind。

个体捕食率[mgC/(ind·L)]计算公式:

$$\text{个体捕食率} = \frac{(\text{初始饵料个数} - \text{剩余饵料个数}) \times \text{卤虫个体含碳量}}{\text{实验水母个体数} \times \text{时间}}$$

2 结果

2.1 饵料密度与海月水母捕食率关系

随着饵料密度的增加, 海月水母个体捕食率增加。当饵料密度比较高时, 个体捕食率的误差较大, 这可能与高密度时饵料计数方法有关。统计结果表明, 当饵料密度在 0.256—26.112mgC/L (100—10000ind/L) 范围内时, 海月水母的个体捕食率与饵料密度呈显著的线性关系($P < 0.05$), 两者关系式为 $y = 0.508x$ ($R^2 = 0.958$)。见图 1A。

2.2 海月水母伞径与捕食率关系

初始饵料密度为 0.512mgC/L (200ind/L) 时, 伞径在 1cm 到 8cm 的海月水母的个体捕食率在 0.161—0.469mgC/(ind·h) [63—183ind/(ind·h)] 之间, 而且捕食率随着伞径的增加而增加, 两者呈线性相关, 关系式为 $y = 0.044x + 0.125$ ($P < 0.05$) (图 1B)。方差分析显示, 不同伞径的海月水母个体捕食率之间存在极显著的差异($P < 0.01$)。

2.3 海月水母捕食的昼夜节律

海月水母在一天中不同时间段的捕食率见表 1。8 点到 12 点海月水母的个体捕食率最大, 为 0.137 mgC/(ind·h) [53.4preys/(ind·h)]; 而 12 点到 16 点的捕食率最小, 为 0.113 mgC/(ind·h) [44.2preys/(ind·h)]; 16 点到 20 点捕食率再次上升到 0.136mgC/(ind·h) [53.0 preys/(ind·h)], 之后捕食率一直下降。但是, 方差分析显示, 在各个时间段, 海月水母对卤虫无节幼体的捕食率没有差异($P > 0.05$), 因此, 认为海月水母对卤虫无节幼体的捕食没有昼夜节律, 个体日捕食量约为 2.992mgC/(ind·d), 以卤虫无节幼体个数表示为 1172.4

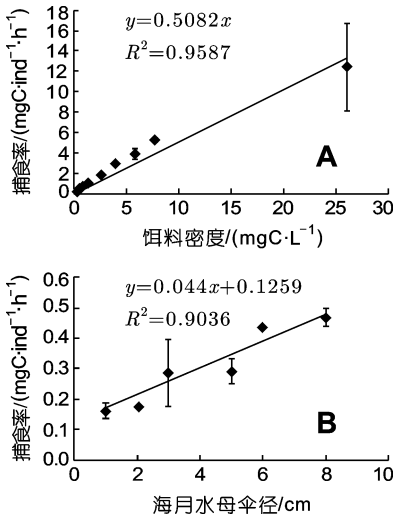


图 1 海月水母个体捕食率与饵料密度的关系以及伞径与个体捕食率的关系

Fig.1 The relationship between individual feeding rate and prey concentration, and relationship between bell diameter and individual feeding rate of *Aurelia* sp.1

A. 个体捕食率与饵料密度的关系;

B. 伞径与个体捕食率的关系

preys/(ind·d) (饵料密度 0.768mgC/L, 即 300 ind/L; 伞径为 2.1cm 左右)。

3 讨论

从本实验结果看, 饵料密度对海月水母的个体捕食率影响显著。卤虫无节幼体密度在 0.256—26.112mgC/L (100—10000ind/L)之间时, 海月水母的个体捕食率随着饵料密度线性增加, 关系式为 $y = 0.508x$ 。这与其它种类水母个体捕食率与饵料密度之间关系的研究结果相同。例如, 郑慧苑等(1990)在栉水母的捕食研究中指出, 卤虫无节幼体密度在 67—330ind/L 范围内时, 球形侧腕水母捕食率与饵料密度存在线性关系。Kinoshita 等(2000)也提出, 霞水母的捕食率会随着卤虫无节幼体密度的增加线性增加。Titelma(2006)等人发现, 海月水母捕食率与鱼卵密度之间也存在这种线性关系。本实验中, 饵料密度较高时测得的个体捕食率误差较大, 可能是高密度时饵料计数方法不精确引起的。

本实验设定的饵料密度都很高, 主要有三个原因: 一是卤虫无节幼体密度比较小时, 在实验结束后, 海月水母会吃光培养瓶中的所有饵料, 影响捕食实验的结果。Bailey 等(1983)就指出, 对于伞径大于 12mm 的海月水母, 捕食实验时间超过 1h 的情况下, 海月水母会吃光所有的幼鱼, 为了避免这种情况, 可以采用大的实验容器、提高幼鱼的密度或者缩短实验时间。二是随着捕食实验的进行, 培养瓶中饵料的数量会越来越少, 与捕食者的相遇的几率会降低, 会影响对捕食者个体捕食率的测定。因此, 捕食实验本身要求结束时饵料密度不能太低。三是, 本实验最初目标是获得理想状态下海月水母个体的最大捕食率, 所以本实验更适合采用比较高的饵料密度。但是, Riisgard 等(2011)提出, 饵料密度太高, 会出现反当

表 1 海月水母在不同时间段内的捕食率
Tab.1 Feeding rates of *Aurelia* sp.1 at different intervals

组别	伞径 (cm)	时间段											
		8:00—12:00		12:00—16:00		16:00—20:00		20:00—24:00		24:00—4:00		4:00—8:00	
		Prey	C	Prey	C	Prey	C	Prey	C	Prey	C	Prey	C
1	2.1	57	0.146	42	0.107	58	0.148	52	0.134	55	0.140	42	0.107
2	2.3	71	0.181	57	0.145	60	0.154	57	0.145	49	0.121	53	0.136
3	2.0	33	0.083	34	0.087	41	0.104	40	0.103	42	0.106	39	0.099
平均		53.4	0.137	44.2	0.113	53.0	0.136	49.7	0.127	48.3	0.121	44.5	0.114

注: 捕食率结果采用单位时间每只水母捕食的个体数[preys/(ind·h)]以及单位时间每只水母捕食的碳量[mgC/(ind·h)]表示

(regurgitation)现象,即海月水母会吐出还未消化的胃内含物,还指出饵料密度小于 10ind/L 时,不会出现这种现象。陈渝萍(1995)¹⁾在研究半球美螳水母捕食时也提到过这种食物未经消化就排出的现象,称之为“过剩捕食”(superfluous feeding)。本实验在饵料密度较高时,同样观察到水母排出粘液粘附的卤虫团块。粘液团块中卤虫未被消化,个体完整,但已经死亡。还需要开展进一步的实验确定出现过剩摄食现象的临界饵料密度。综合考虑以上两方面观点以及实验目的,本实验选择了较高的饵料密度。

本实验结果显示(图 1A),在所设定的饵料密度范围内,海月水母个体的捕食率一直在增加,并未达到稳定。通常情况下,随着饵料密度的增加,浮游动物的摄食率会增加,密度达到某一阈值后,再继续升高,摄食率不再发生变化(Frost, 1972)。但是,本实验中并没有出现这种情况。而且本实验所选取的最高饵料密度远远高于自然海区浮游动物丰度,因此推断在自然海区的饵料密度下,海月水母并没有达到最大捕食量。结合昼夜捕食实验结果,认为在自然海区内,海月水母会不停地捕食浮游动物,而且当海区浮游动物饵料密度比较大时,还会出现过剩捕食的现象。如果单纯依据生物量和代谢率推算自然海域海月水母对浮游动物的捕食压力,就在一定程度上忽略了过剩捕食带来的影响。但是,由于数据不足,还需要通过进一步的实验量化过剩捕食对浮游动物种群影响的程度。所以,评估海月水母对于浮游动物种群的影响,不仅要考虑摄食方面的影响,还要考虑海月水母过剩摄食引起的浮游动物种群的破坏,否则会低估自然水体中水母对浮游动物的捕食压力。

根据捕食昼夜节律实验,在饵料密度为 0.768 mgC/L (300ind/L)时,伞径为 23—24mm 的海月水母个体捕食率为 0.12480—0.18112mgC/(ind·h),以个数表示为 49—71preys/(ind·h)(表 1,第 2 组)。在相同实验条件下,杨为东等(2010)测得的海月水母的个体捕食率约为 38—45preys/(ind·h),按照 1.3 给出的方法,转换为含碳量,其值为 0.09664—0.11584mgC/(ind·h),小于本实验个体捕食率。其原因可能是杨为东等(2010)在实验中用的培养水体为 500ml,而本实验的培养水体为 1L。一般认为容器越大越接近自然海区的状态,实验容器小会低估捕食率(陈渝萍, 1995)¹⁾。

另外本实验中培养瓶一直置于转轮机上,饵料分布相对比较均匀;而杨为东等(2010)的实验是处于静水状态,不利于饵料的均匀混合。此外,海月水母的状态也可能导致个体捕食率的差异。饵料种类方面,不同种类的饵料游泳速度、逃逸能力都不相同,与水母的遭遇率也不同(Greene *et al*, 1986),被捕食的几率也会有差异。另外,不同饵料生化组成不同(有些作为饵料的浮游动物含有壳,相对难消化),水母捕食之后消化时间也不同,会影响水母的个体捕食率。

另外,本研究结果显示,海月水母大小也是影响其个体捕食率的原因之一。在相同饵料密度下,伞径为 1—8cm 时,海月水母的捕食率与伞径的关系为 $y = 0.044x + 0.125$ 。在大多数情况下,饵料生物在接触到水母外伞面后会被捕获,之后外伞面的纤毛将饵料运送至伞边缘,这时口腕将饵料捉住送入口中(Bailey *et al*, 1983)。这样,随着伞径的增大,外伞部表面积增大,饵料与海月水母之间的相遇的几率会增加。另外,随着伞径的增加,海月水母的捕食成功率也会增加(Bailey *et al*, 1984)。因此,在相同的饵料密度下,随着海月水母伞径的增加,个体捕食率也会增大。此外, Ishii 等(2001)利用胃内含物和消化时间,推算不同伞径的海月水母个体捕食率,也获得了与本文相似的结论。Uye 等(2005)用湿重数据代替海月水母的伞径(1—30cm),也发现随着湿重增加海月水母胃内含物个数增加。

昼夜捕食节律实验的数据显示 8 点—12 点和 16 点—20 点这两个时间段出现了捕食率的高峰,但是方差分析结果表明,各个时间段海月水母对卤虫无节幼体的捕食并没有显著差异($P=0.864$)。这与杨为东等(2010)的实验结果是相同的。海月水母体型较扁,属于追击式捕食者,捕食时候会在口周围形成小的水流漩涡(Costello, 1992),可见光照条件并不会影响捕食过程。而且从 Bailey 等(1983)对海月水母捕食行为的描述可以看出,其捕食行为对光照的要求不高,因此在光下和黑暗中,个体捕食率的变化不大。室内研究也发现,在黑暗状态下,虽然海月水母以及饵料的游泳速度都会下降,但是水母在光下和黑暗中捕食率没有明显区别(Bailey *et al*, 1983)。另外,自然海域浮游动物摄食节律与饵料可获得性和躲避捕食者有关。模拟实验发现海月水母会在白天游向水面,晚

1) 陈渝萍, 1995. 半球美螳水母摄食生态的初步研究. 厦门大学硕士学位论文, 1—64

上游向 10m 深的水槽底部(Mackiea *et al*, 1981)。野外采集的样品也证实, 海月水母存在着昼夜垂直移动的现象(Hamner *et al*, 1994)。但是, 目前海月水母垂直移动现象与昼夜摄食节律之间的关系还不是很明确, 有待进一步的研究。然而, 综合本实验研究结果可以看出, 只要饵料供应充足, 海月水母会持续保持较高的捕食率, 对周边环境中的浮游动物存在较高的捕食压力。

4 结语

海月水母摄食率随饵料密度和水母体伞径的增大而增大, 呈显著线性关系; 即使在过高饵料密度(26.11mgC/L)下, 海月水母依然捕食活跃, 未发现捕食阈值; 在饵料充足条件下, 海月水母无昼夜捕食节律。上述结果为了解海月水母的捕食习性, 评估海月水母对浮游动物群体的捕食压力提供了量化参数。当然, 自然海域中环境复杂多变, 海月水母的捕食行为会受到物理、化学、生物等诸多因素的影响, 因此, 在本研究结果基础上, 结合自然海区海月水母种群组成、胃含物以及环境因素的综合分析, 将会给出海月水母暴发对生态系统结构与功能影响的准确评估。

参 考 文 献

- 王文龙, 冷向军, 刘 晃, 2009. 不同饲料对海月水母生长性能的影响. 大连水产学院学报, 24(05): 412—416
- 付志璐, 董 婧, 孙 明等, 2011. 温度、盐度对黄海北部海月水母碟状幼体生长的影响. 水产科学, 30(04): 221—224
- 刘光兴, 张志南, 2000. 胶州湾北部浮游动物的生物量和生产力. 青岛海洋大学学报, 30(2): 58—64
- 李培军, 1987. 西德基尔湾海月水母的生长和种群变动. 水产科学, (01): 39—40
- 杨为东, 赵 文, 李多慧等, 2010. 饵料浮游动物种类和密度对海月水母摄食和生长的影响. 大连海洋大学学报, 25(03): 228—232
- 张 芳, 孙 松, 李超伦, 2009. 海洋水母类生态学研究进展. 自然科学进展, 19(2): 121—130
- 陈介康, 1986. 海月水母培育初报. 水产科学, (01): 37
- 陈学亮, 董少杰, 2007. 海月水母的人工饲养与繁殖技术. 天津农业科学, (02): 5—6
- 和振武, 1993. 海月水母的生殖. 生物学通报, (08): 14
- 郑 重, 李少菁, 许振祖, 1984. 海洋浮游生物学. 北京: 海洋出版社, 166—238
- 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): 127—132
- 郑慧苑, 丘书院, 1990. 厦门港球形侧腕水母(*Pleurobrachia globosa*)摄食的初步研究. 台湾海峡, 9(3): 200—205
- Albert David J, 2007. *Aurelia labiata* medusae (Scyphozoa) in Roscoe Bay avoid tidal dispersion by vertical migration. Journal of Sea Research, 57: 281—287
- Albert David J, 2008. Adaptive behaviours of the jellyfish *Aurelia labiata* in Roscoe Bay on the west coast of Canada. Journal of Sea Research, 59: 198—201
- Bailey K M, Batty R S, 1983. A Laboratory Study of Predation by *Aurelia aurita* on Larval Herring (*Clupea harengus*): Experimental Observations Compared with Model Predictions. Marine Biology, 72: 295—301
- Bailey K M, Batty R S, 1984. Laboratory study of predation by *Aurelia aurita* on larvae of cod flounder plaice and herring development and vulnerability to capture. Marine Biology, 83: 287—291
- Frost B W, 1972. Effect of size and concentration of food particles on the feeding behavior of the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. Limnology and Oceanography, 17(6): 805—815
- Greene C H, Landry M R, 1986. Foraging behavior and prey selection by the ambush entangling predator *Pleurobrachia bachei*. Ecology, 67(6): 1493—1501
- Hamner W M, Hamner P P, Strand S W, 1994. Sun-compass migration by *Aurelia aurita* (Scyphozoa): population retention and reproduction in Saanich Inlet, British Columbia. Marine Biology, 119: 347—356
- Harris R P, Wiebe P H, 2000. Zooplankton Methodology Manual. UK: Academic Press: 206
- Ishii Haruto, Fusako Tanaka, 2001. Food and feeding of *Aurelia aurita* in Tokyo Bay with an analysis of stomach contents and a measurement of digestion times. Hydrobiologia, 451: 311—320
- Kinoshita Junji, Juro Hiromi, Yasuo Nakamura, 2000. Feeding of the scyphomedusa *Cyanea nozakii* on mesozooplankton. Plankton Biol Ecol, 47(1): 43—47
- Lucas Cathy H, 2001. Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation to its ambient environment. Hydrobiologia, 451: 229—246
- Mackiea G O, Larsona R J, Larsona K S *et al*, 1981. Swimming and vertical migration of *Aurelia aurita* (L) in a deep tank. Marine Behaviour and Physiology, 7(4): 321—329
- Mills Claudia E, 2001. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? Hydrobiologia, 451: 55—68
- Olesen Niels Jrn, 1995. Clearance potential of jellyfish *Aurelia aurita*, and predation impact on zooplankton in a shallow cove. Marine Ecology Progress Series, 124: 63—72
- Omori Makoto, Haruto Ishii, Ai Fujinaga, 1995. Life history strategy of *Aurelia aurita* (Cnidaria, Scyphomedusae) and its impact on the zooplankton community of Tokyo Bay. J Mar Sci, 52: 597—603
- Purcell Jennifer E, 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. Journal of Marine Biology

- Association of United Kingdom, 85: 461—476
- Riisgard Hans Ulrik, Caroline V Madsen, 2011. Clearance rates of ephyrae and small medusae of the common jellyfish *Aurelia aurita* offered different types of prey. *Journal of Sea Research*, 65: 51—57
- Sullivan B K, Garcia J R, Klein-MacPhee G, 1994. Prey selection by the scyphomedusan predator *Aurelia aurita*. *Marine Biology*, 121: 335—341
- Sun Xiaoxia, Wang Shiwei, Sun Song, 2011. Introduction to the China Jellyfish Project—The processes, Mechanism and Ecological Consequences of Jellyfish Bloom in China Coastal Waters. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29(2): 491—492
- Titelman Josefin, Lars Johan Hansson, 2006. Feeding rates of the jellyfish *Aurelia aurita* on fish larvae. *Marine Biology*, 149: 297—306
- Uye S, Shimauchi H, 2005. Population biomass, feeding, respiration and growth rates, and carbon budget of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in the inland sea of Japan. *Journal of Plankton Research*, 27(3): 237—248

EFFECTS OF BELL DIAMETERS AND PREY CONCENTRATIONS ON INDIVIDUAL FEEDING RATES OF JELLYFISH *AURELIA* sp.1

WANG Nan^{1,2}, LI Chao-Lun¹

(1. Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Science, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science, Qingdao, 266071; 2. Graduate School, Chinese Academy of Science, Beijing, 100049)

Abstract The blooms of *Aurelia aurita* population greatly damage the health of marine ecosystem and the sustainability of fish resources utilization. To determine the effects of bell diameters and prey concentrations on the individual feeding rates of *Aurelia* sp.1, feeding rates of *Aurelia* sp.1 on *Artemia nauplius* were studied in laboratory. Bell diameters significantly affected the individual feeding rates of *Aurelia* sp.1 ($P < 0.01$). When medusa bell diameters were in the range of 1 to 8cm, the relationship between bell diameters and individual feeding rates was $y = 0.044x + 0.125$ ($R^2 = 0.9036$). A significantly linear relationship was also found between the prey concentrations and individual feeding rates of the medusae ($P < 0.05$). In the range of prey concentration, 0.25—26.11mgC/L, individual ingestion rates of *Aurelia* sp.1 increased with the increase of the prey densities. The relationship was $y = 0.508x$ ($R^2 = 0.958$). The medusae still fed actively, with even superfluous feeding at high prey concentration. The diel continuous feeding experiments indicated that there was no significant diurnal feeding rhythm in *Aurelia* sp.1 when food resource was sufficient. The findings provided quantitative parameters to evaluate the grazing impacts of *Aurelia* sp.1 on zooplankton communities. Also superfluous feeding indicated that the grazing impacts predicted by biomass and metabolism of jellyfish was underestimated.

Key words *Aurelia* sp.1, Medusa, Feeding, Prey concentration, Bell diameter

2011 年度《海洋与湖沼》动态

(1) 《海洋与湖沼》2011 年最新公布的总被引频次在海洋科学期刊中名列第一位; 影响因子为 1.404, 学科影响指标和综合评价总分均列海洋科学期刊首位; 综合评价总分在全国科技期刊中排第 18 位。

(2) 荣获 2011 年度百种中国杰出学术期刊奖。

(3) 荣获 2011 年度中国精品科技期刊奖。