

多棘海盘车(*Asterias amurensis*)对 5 种双壳贝类的摄食选择性及摄食节律*

代克涛^{1,2} 李 娇² 关长涛^{2①} 张 媛³ 赵学伟³

(1. 大连海洋大学机械与动力工程学院 大连 116023; 2. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 碳汇渔业实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071; 3. 獐子岛集团股份有限公司 大连 116001)

摘要 研究了多棘海盘车(*Asterias amurensis*)对虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)、栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)、褶牡蛎(*Ostrea plicatula*)、贻贝(*Mytilus galloprovincialis*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*) 5 种双壳贝类的摄食选择性和对栉孔扇贝的摄食节律。结果显示,在有或无日本蝠、刺参等干扰饵料的条件下,多棘海盘车对于 5 种双壳贝类均可摄食,且表现出明显的摄食选择性。其中,多棘海盘车对菲律宾蛤仔的摄食选择性均显著高于其他 4 种贝类($P < 0.05$),分别为 5.7、5.0、5.7、5.3、6.0 只/d,干扰饵料的加入并没有对多棘海盘车的摄食选择性造成显著影响。同时,采用定时投喂饵料的方式,每隔 4 h 投喂一次栉孔扇贝,多棘海盘车表现出显著地昼夜摄食节律。其 18:00–翌日 06:00 的摄食量显著高于 06:00–18:00 的摄食量($P < 0.05$),分别为 60%和 40%,多棘海盘车的摄食高峰出现在 18:00–22:00,摄食频率达到 58%,显著高于其他时段($P < 0.05$)。

关键词 多棘海盘车; 摄食选择性; 摄食节律

中图分类号 S968 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2015)01-0097-06

海星(*Asteroidea*)以广温、广盐的超强适应性广泛分布于世界各海域(杨德渐等, 1999)。海星对贝类的喜食习性使其成为海水经济贝类养殖主要的敌害生物种类之一,短时间内呈现了一个从萌芽至猖獗的迅猛发展过程(李成林等, 2008)。近年来,人工鱼礁增殖模式发展迅速,海星在贝类底播增殖礁区也呈现大量聚集的现象,海星生物量的暴发及其对贝类的侵食不仅打破了海洋生态平衡,也给养殖业者带来较大的经济损失(周书珩等, 2008; William *et al.*, 1982; Hatanaka *et al.*, 1958)。2007 年 3 月底至 4 月初,在菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)的主产区胶州湾红岛海域海星大肆泛滥,造成菲律宾蛤仔产量锐减,导致当地水产养殖产业损失惨重。

我国的海星主要有海燕和海盘车两个科,其中,以多棘海盘车(*Asterias amurensis*)危害最为严重。据

獐子岛集团股份有限公司估算,其海洋牧场贝类底播区海星的年捕获量可达 500 t,作为敌害生物,对獐子岛海域贝类养殖业影响严重。因此,研究多棘海盘车的摄食选择性及摄食节律揭示了其对海洋生态环境影响、作用机制的前提(Gaymer *et al.*, 2002; McClintock *et al.*, 1981),也为其防治方法提供了参考依据(Barbeau *et al.*, 1998)。目前,国内对于海星的研究多停留于海星的分类以及药用价值之上,而对于海星的摄食选择性以及摄食节律研究较少(杜美荣等, 2012)。本研究选取虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)、栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)、褶牡蛎(*Ostrea plicatula*)、贻贝(*Mytilus galloprovincialis*)、菲律宾蛤仔 5 种贝类为饵料,以日本蝠(*Charybdis japonica*)、刺参(*Apostichopus japonicus* Selenka)、中国对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)、大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)为干扰饵

* 公益性行业(农业)科研专项(201003068)和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(20603022011006)共同资助。代克涛, E-mail: daiketao@126.com

① 通讯作者: 关长涛, 研究员, E-mail: guanct@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2014-01-14, 收修改稿日期: 2014-04-21

料, 研究多棘海盘车对其摄食行为。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用多棘海盘车采获于辽宁省长海县獐子岛海域, 辐径为 110–135 mm, 体重为 205–210 g。虾夷扇贝、栉孔扇贝、褶牡蛎、贻贝、菲律宾蛤仔、日本蟳、刺参、中国对虾、大泷六线鱼均采购于獐子岛镇沙包子区水产市场。针对獐子岛海域的生物种类分布, 确定饵料生物种类。以日本蟳、刺参、中国对虾、大泷六线鱼为干扰饵料(干扰饵料均为生物死体), 考察其对多棘海盘车摄食贝类的影响程度。实验用贝类生物学指标见表 1。

实验于 2013 年 10 月 22 日–11 月 12 日在獐子岛集团大连海珍品原良种厂育苗车间进行。育苗车间养殖池为 5.5 m×2.5 m×1.5 m, 充氧及换水设备齐全, 实验海水取自厂区附近海域, 海水经沉淀、砂滤、充分曝气后, 经管道输入实验水槽。实验海水经 YSI Proplus 水质分析仪测定, 水温为 13–15℃, 盐度为 30–31, 溶氧量为 7.8–9.7 mg/L。

多棘海盘车低温运回后, 暂养于育苗车间水泥池中(水体 7000 L), 暂养期间混合投喂杂鱼、多种贝类, 暂养期为 10 d, 采用自然光照, 每天 06:00 换水, 并

保持 24 h 充氧。

1.2 实验方法

1.2.1 多棘海盘车对 5 种贝类的摄食选择性 多棘海盘车暂养期结束后, 对其进行长达 24 h 的饥饿处理。实验分为 5 组: I、II、III、IV 组分别加入干扰饵料日本蟳、刺参、中国对虾和大泷六线鱼, V 组为对照组, 每组设 3 个平行实验。

为了不改变多棘海盘车的暂养环境, 每组采用边长 1 m、高 0.5 m 的方形隔离网隔离, 各饲养 4 只活动良好, 个体大小相近的多棘海盘车, 将 4 只多棘海盘车分别放置于隔离网 4 个角落, 隔离网中间混合放置 4 只虾夷扇贝、4 只栉孔扇贝、4 只褶牡蛎、4 只贻贝、4 只菲律宾蛤仔, 使其随机分布, 然后在多棘海盘车与贝类之间加入干扰饵料。多棘海盘车对 5 种贝类的摄食选择性实验设计见表 2。

实验于 06:00 开始, 之后每隔 2 h 观察 1 次, 并及时补充饵料, 每次投饵前记录每种饵料的重量及数量, 至翌日 06:00 取出残饵, 记录每种残饵的重量及空壳数量。实验重复 3 次。实验结果分别从摄食率和摄食百分比两方面分析, 摄食率以每组多棘海盘车在单位时间内摄食某种贝类数量为分析对象, 摄食百分比以每组某种饵料被摄食干物质的重量与所有饵料被摄食干物质总重量的比值为分析对象。

表 1 实验用贝类生物学指标

Tab.1 The biological index of the experimental bivalves (Mean±S.D.)

生物学指标 Biological index	虾夷扇贝 <i>P.yessoensis</i>	栉孔扇贝 <i>C.farreri</i>	褶牡蛎 <i>O.plicatula</i>	贻贝 <i>M.galloprovincialis</i>	菲律宾蛤仔 <i>R.philippinarum</i>
壳长 Shell length(mm)	60.42±2.03	59.14±2.81		60.69±3.21	38.22±1.54
壳高 Shell height(mm)	60.46±3.20	63.37±1.35	96.20±4.82	32.80±2.20	22.13±2.29
壳宽 Shell width(mm)	15.12±1.19	20.16±2.01		24.89±2.05	16.29±1.25
总湿重 Wet weight(g)	34.78±3.63	33.80±2.59	94.36±5.28	28.24±1.36	10.20±2.62
软体部湿重 Soft tissue wet weight(g)	17.11±2.06	20.84±2.79	17.56±2.13	9.58±1.75	5.06±0.98
软体部干重 Soft tissue dry weight(g)	1.80±0.21	2.53±0.34	2.09±0.25	1.22±0.22	0.68±0.13

表 2 多棘海盘车对 5 种贝类的摄食选择性实验设计

Tab.2 The experimental design for *A. amurensis* feeding selectivity on five species of bivalves

组别 Treatment	实验贝类 Experimental bivalves(ind)					干扰饵料 Interference baits(ind)			
	虾夷扇贝 <i>P.yessoensis</i>	栉孔扇贝 <i>C.farreri</i>	褶牡蛎 <i>O.plicatula</i>	贻贝 <i>M.galloprovincialis</i>	菲律宾蛤仔 <i>R.philippinarum</i>	日本蟳 <i>C.japonica</i>	刺参 <i>A.japonicus</i>	中国对虾 <i>F.chinensis</i>	大泷六线鱼 <i>H.mosotakii</i>
I	4	4	4	4	4	4	0	0	0
II	4	4	4	4	4	0	4	0	0
III	4	4	4	4	4	0	0	4	0
IV	4	4	4	4	4	0	0	0	4
V	4	4	4	4	4	0	0	0	0

1.2.2 多棘海盘车的摄食节律 基于多棘海盘车对 5 种贝类的摄食选择性实验, 筛选出摄食量最大的贝类, 然后以该贝类为饵料, 进行多棘海盘车的摄食节律实验。实验分为 1 组, 设置 3 个平行, 每组用边长 1 m, 高 0.5 m 的方形隔离网隔开, 各饲养 4 只多棘海盘车, 将 4 只多棘海盘车分别放置于隔离网 4 个角落, 隔离网中间放置 12 只饵料贝类。

将 06:00–18:00 定为白天, 18:00–翌日 06:00 定为黑夜。记录投喂饵料贝类的初始重量, 每隔 2 h 观察一次多棘海盘车的摄食状况, 并记录相应时段摄食多棘海盘车的数量。实验于 06:00 开始, 18:00 收集残饵并记录重量, 补充饵料并记录重量, 至翌日 06:00 收集残饵并记录重量, 实验重复 3 次。

1.3 数据处理

1.3.1 计算公式 多棘海盘车对 5 种贝类摄食率的计算公式为:

$$F=D/T$$

式中, F 为每组多棘海盘车对某种贝类的摄食率(只/d); D 为每组多棘海盘车对某种贝类的摄食总数量(只); T 为时间(d)。

多棘海盘车对不同饵料摄食百分比的计算公式为:

$$f=(m/M)\times 100\%$$

式中, f 为多棘海盘车对不同饵料干物质的摄食百分比(贝类均指软体部干重); m 为某种饵料被摄食的干物质重量(g); M 为多棘海盘车对不同饵料干物质的摄食总重量(g)。

多棘海盘车的摄食频率公式为:

$$P=(n/N)\times 100\%$$

式中, P 为多棘海盘车摄食频率; n 为某段时间内摄食的多棘海盘车数量(只); N 为实验多棘海盘车总数(只)。

多棘海盘车白天、黑夜的摄食百分比计算公式分别为:

$$f_D=M_D/(M_D+M_L)\times 100\%; \quad f_L=M_L/(M_D+M_L)\times 100\%$$

式中, f_D 为多棘海盘车白天干物质摄食百分比; f_L 为多棘海盘车黑夜干物质摄食百分比; M_D 为多棘海盘车白天干物质摄食重量(g); M_L 为多棘海盘车黑夜干物质摄食重量(g)。

1.3.2 数据统计与分析 采用 DPS 统计分析软件对实验数据进行统计和分析, 小写字母表示在 Duncan(新复极差)法的比较中各因素的差异性, 不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。

2 实验结果

2.1 多棘海盘车对 5 种贝类的摄食选择性

2.1.1 摄食率 由图 1 可知, 在未加入干扰饵料的 V 组, 多棘海盘车对于 5 种贝类的摄食选择性顺序为菲律宾蛤仔、贻贝、栉孔扇贝、褶牡蛎、虾夷扇贝, 摄食率分别为 6.0、2.3、2.0、0.7、0.7 只/d, 其中, 对于菲律宾蛤仔的摄食率显著高于其他 4 种贝类, 对于虾夷扇贝、褶牡蛎的摄食率较小, 且与其他 3 种贝类存在显著差异($P<0.05$)。在加入干扰饵料的前 4 组实验中, 除少数摄食率偏低的贝类摄食选择顺序发生变化外, 多棘海盘车对于菲律宾蛤仔的摄食选择性均显著高于其他 4 种贝类($P<0.05$)。

结果表明, 在未加入干扰饵料的条件下, 多棘海盘车对于 5 种贝类的摄食选择性顺序为菲律宾蛤仔、贻贝、栉孔扇贝、褶牡蛎、虾夷扇贝, 干扰饵料的加入并未对多棘海盘车的摄食选择性造成显著地影响。

2.1.2 摄食百分比 研究多棘海盘车对不同饵料的摄食百分比, 并判定干扰饵料对多棘海盘车摄食 5 种贝类的影响程度, 同时为多棘海盘车摄食节律的研究提供依据。结果如图 2 所示, 在加入干扰饵料日本蟳的 I 组, 多棘海盘车对于栉孔扇贝的摄食百分比最高为 37%, 显著高于除菲律宾蛤仔外的其他饵料($P<0.05$), 对于日本蟳的摄食百分比比较低为 6%; 在加入干扰饵料刺参的 II 组, 多棘海盘车对于栉孔扇贝的摄食百分比最高为 35%, 但较菲律宾蛤仔、贻贝差异不显著, 对于刺参的摄食百分比比较低为 5%; 在加入干扰饵料中国对虾的 III 组, 多棘海盘车对于栉孔扇贝的摄食百分比最高为 35%, 但与菲律宾蛤仔差异不显著, 对于中国对虾的摄食百分比比较低为 9%; 在加入干扰饵料大泷六线鱼的 IV 组, 多棘海盘车对于栉孔扇贝的摄食百分比最高为 38%, 且显著高于其他饵料($P<0.05$), 对于大泷六线鱼的摄食百分比比较低为 12%; 在未加入干扰饵料的 V 组, 多棘海盘车对于栉孔扇贝的摄食百分比最高为 33%, 但与菲律宾蛤仔、贻贝差异不显著。

结果表明, 在有或无干扰饵料的情况下, 多棘海盘车对栉孔扇贝的摄食量均最高, 干扰饵料的加入影响了多棘海盘车对 5 种贝类的摄食量, 但影响并不显著。

2.2 多棘海盘车的摄食节律

2.2.1 昼夜摄食百分比 由图 3 可知, 多棘海盘车对栉孔扇贝的夜晚摄食百分比为 60%, 白天的摄食百分比为 40%。这一结果说明, 多棘海盘车摄食量存在昼夜摄食节律, 夜晚摄食量显著高于白天摄食量, 即

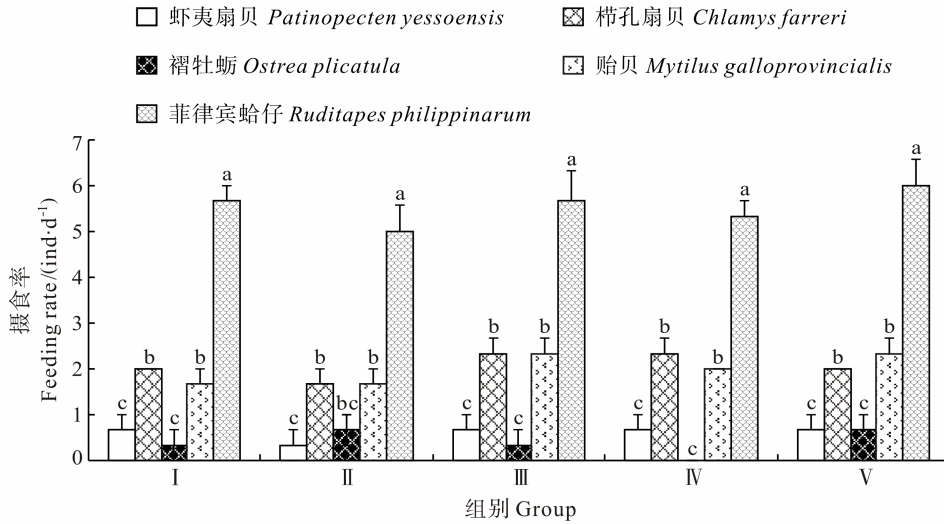


图1 多棘海盘车对5种贝类的摄食率

Fig.1 The feeding rate of *A. amurensis* on five species of bivalves

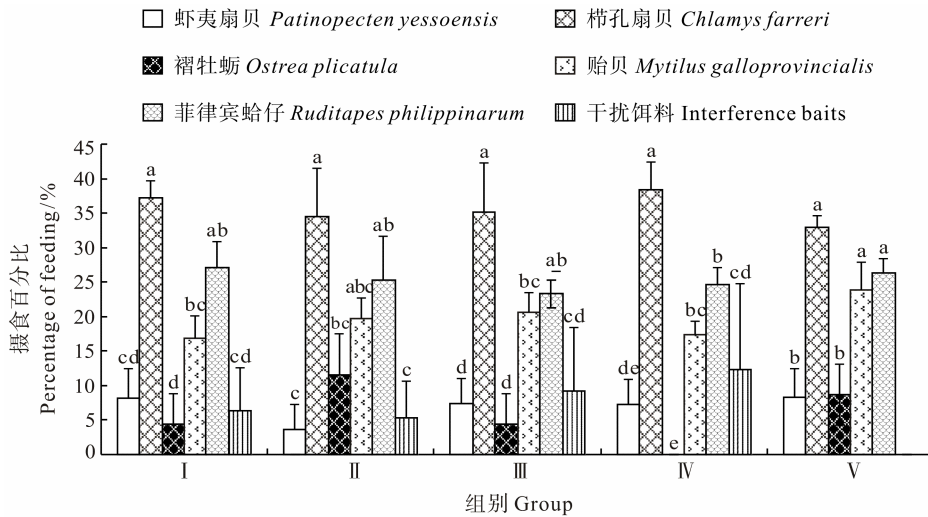


图2 多棘海盘车对不同饵料的摄食百分比

Fig.2 The percentage of different prey types fed by *A. amurensis*

I组、II组、III组、IV组的干扰饵料分别为日本鲷、刺参、中国对虾、大泷六线鱼
Interference baits of treatment I, II, III and IV are *C. japonica*, *A. japonicus*,
F. chinensis and *H. otakii*, respectively

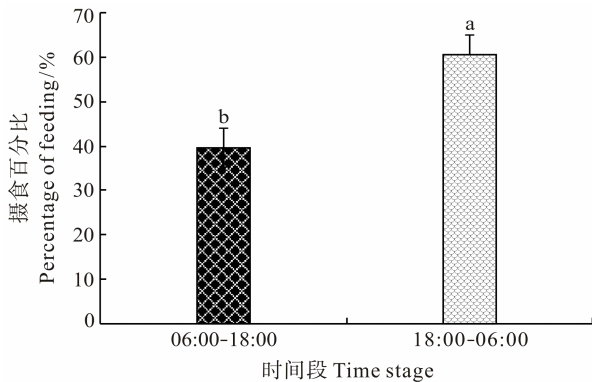


图3 多棘海盘车昼夜摄食百分比

Fig.3 The feeding percentage of *A. amurensis* in diurnal cycle

多棘海盘车夜晚摄食活动较白天更为活跃($P < 0.05$)。

2.2.2 摄食频率 由图4可知,多棘海盘车具有明显的昼夜摄食频率,06:00-10:00、10:00-14:00、14:00-18:00、18:00-22:00、22:00-翌日02:00、02:00-06:00的摄食频率分别为25%、17%、8%、58%、8%和8%。

结果表明,多棘海盘车在14:00-18:00的摄食频率最低,在18:00-22:00的摄食频率显著高于其他时段的摄食频率($P < 0.05$),即多棘海盘车在1d中的摄食频率存在显著差异,摄食高峰出现18:00-22:00时段,摄食低谷出现在14:00-18:00。

3 讨论

3.1 多棘海盘车对5种贝类的摄食选择性

多棘海盘车的摄食选择性受到多重因素的影响,多棘海盘车个体大小以及饵料生物种类、个体大小、种群密度都成为影响其摄食选择性的因素(Sih *et al.*, 1990; Kim, 1969)。本研究条件下,无论是贝类饵料还是干扰饵料,大小规格相近,并且每组实验中放置的饵料生物均为4只,因此饵料生物个体大小、密度对于多棘海盘车的摄食选择性影响可忽略。另外,本实验选取多棘海盘车个体较大,对于实验贝类均可摄食。

Tamura(1929)研究发现,生活在浅水区的贝类的闭壳肌较深水区的发达,生活在潮间带的褶牡蛎闭壳肌力量比其他贝类大许多。Wong等(2005)研究发现,相较于扇贝,海星对于贻贝的摄食选择性更高,因为贻贝运动性较弱易于捕获。从捕食能量效率的角度来讲,多棘海盘车更倾向于捕食那些运动性差、能量含量高而又易于捕获的饵料,甚至死鱼(Beddingfield *et al.*, 1993)。相较于其他4种贝类,菲律宾蛤仔个体偏小、

多棘海盘车夜晚摄食活动较白天更为活跃($P < 0.05$)。

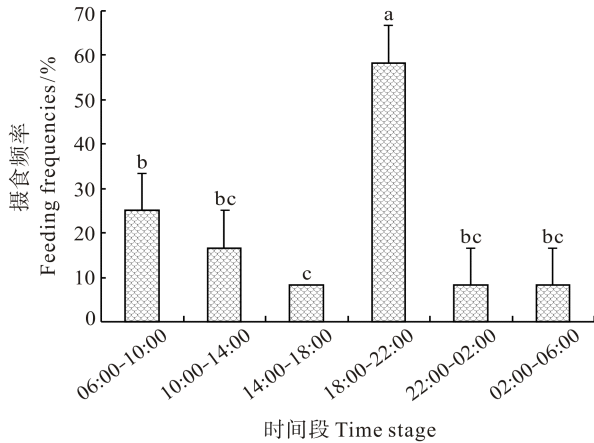


图 4 多棘海盘车不同时间段的摄食频率

Fig.4 The feeding frequencies of *A. amurensis* during different periods

活动力偏差、闭壳肌欠发达,故菲律宾蛤仔具备更高的捕食能量效率。褶牡蛎外形不规则且拥有发达的闭壳肌,虾夷扇贝闭壳肌较发达且运动性最强,对于多棘海盘车而言,捕食活动会消耗更高的能量,故多棘海盘车对于褶牡蛎、虾夷扇贝的摄食选择性最低。栉孔扇贝拥有较发达的闭壳肌,且栉孔扇贝壳表面拥有尖锐的棘刺,增大了多棘海盘车的捕食难度,故多棘海盘车对于贻贝、栉孔扇贝的摄食选择性较低。

杜美荣等(2012)研究发现,多棘海盘车对于贻贝的摄食选择性显著高于菲律宾蛤仔,该结果与本研究存在一定差异。这可能与杜美荣等(2012)所采用的贻贝密度大于菲律宾蛤仔密度有关,而本研究采用的贻贝和菲律宾蛤仔密度相同(表 2),这也证明了饵料密度是影响多棘海盘车摄食选择性的重要因素之一(刘佳等, 2012)。

3.2 多棘海盘车的摄食节律

齐占会等(2013)研究了 2 种海星对 3 种双壳贝类的捕食选择性和摄食率,发现 2 种海星在白天和黑夜均存在捕食活动,且夜间捕食强度明显高于白天,这可能与海星对光线较暗的海底环境产生的适应性有关。与之相一致,本研究也发现,多棘海盘车表现出白天、黑夜间的摄食节律,且黑夜的摄食量显著高于白天的摄食量,其中,摄食高峰出现在 18:00-22:00 时段。

许多研究表明,水生动物的摄食节律受到光照、溶解氧、水温、饵料等诸多外界因素的影响,但普遍认为,光照对鱼类的摄食节律影响较大(谢从新等, 1997)。多棘海盘车作为一种负趋光水生动物,对于光照较为敏感,白天光照较强时,就会选择转移到光线阴暗的地方,而这种活动范围的限制,对于多棘海盘车的摄食活动也产生了影响,夜晚时,光线变暗,这种影响

就会解除,在没有光线影响的条件下,多棘海盘车的摄食量就会相应的增加。

3.3 多棘海盘车的防治方法探讨

控制多棘海盘车的泛滥,已经引起了相关部门的高度重视,减少其对经济贝类的危害已迫在眉睫(李成林等, 2008)。

化学方法作用较为迅速,但是对于海洋生态环境副作用较强,目前并没有环保高效的杀灭多棘海盘车的化学药剂。生物方法就是引入多棘海盘车的天敌,对多棘海盘车的数量进行控制,但是该方法作用较为缓慢,天敌的引入对于当地海洋生态环境的影响有待进一步研究。

在不破坏海洋生态环境稳定的前提下,目前防治多棘海盘车最行之有效的方法就是采用物理方法。物理方法包括组织拖网采捕、采用诱捕笼诱捕、潜水员下水采捕等方法,其中采用诱捕笼诱捕不仅费用较少,且针对性和可操作性均较强。

本研究对于多棘海盘车的摄食选择性及摄食节律进行了初步研究,发现多棘海盘车具有偏好菲律宾蛤仔、嗅觉敏锐等特点。因此,可以将菲律宾蛤仔软体部分取下,放置于诱捕笼网兜中,投放于多棘海盘车暴发水域,对其进行诱捕清除。另外,针对多棘海盘车的昼夜摄食节律特点,可以选择投放诱捕笼时间段,以增加诱捕效果。

参 考 文 献

- 齐占会, 王珺, 毛玉泽, 等. 两种海星对三种双壳贝类的捕食选择性和摄食率. 生态学报, 2013, 33(16): 4878-4884
- 刘佳, 张秀梅. 多棘海盘车对太平洋牡蛎、紫贻贝、菲律宾蛤仔摄食选择性的研究. 中国海洋大学学报, 2012, 42(7/8): 98-105
- 李成林, 宋爱环, 胡炜, 等. 海星侵食贝类的防治对策. 科学养鱼, 2008(8): 48-49
- 杜美荣, 方建光, 张继红, 等. 多棘海盘车对四种贝类摄食率和选择性的初步研究. 渔业现代化, 2012, 39(2): 25-47
- 杨德渐, 孙世春. 海洋无脊椎动物学. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1999, 486
- 周书珩, 王印庚. 近海水域海星泛滥引起的反思. 水产科学, 2008, 27(10): 555-556
- 谢从新, 熊传喜, 周洁, 等. 不同光照下乌鳢幼鱼的摄食强度及动力学. 水生生物学报, 1997, 21(3): 213-217
- Barbeau MA, Scheibling RE, Hatcher BG. Behavioral responses of predatory crabs and sea stars to varying density of juvenile sea scallops. Aquaculture, 1998, 169(1-2): 87-98
- Beddingfield SD, McClintock JB. Feeding behavior of the sea star *Astropecten articulatus* (Echinodermata: Asteroidea): an

- evaluation of energy-efficient foraging in a soft-bottom predator. *Mar Biol*, 1993, 115(4): 669–676
- Gaymer CF, Himmelman JH. Mussel beds in deeper water provide an unusual situation for competitive interactions between the sea star *Leptasterias Polaris* and *Asterias vulgaris*. *J Exp Mar Biol Ecol*, 2002, 277: 13–24
- Hatanaka M, Kosaka M. Biological studies on the population of the starfish, *Asterias amurensis*, in Sendai bay. *Tohoku J Agric Res*, 1958, 9(3): 159–178
- Kim YS. Selective feeding on the several bivalve molluscs by Starfish, *Asterias amurensis* Loken. *Bull Faculty Fish, Hokkaido University*, 1969, 19(4): 244–249
- McClintock JB, Lawrence JM. An optimization study on the feeding behavior of *Luidia clathrata* Say (Echinodermata: Asteroidea). *Mar Behavior & Physiol*, 1981, 7: 263–275
- Sih A, Moore RD. Interacting effects of predator and prey behavior in determining diets. //Hughes RN, Behavioral Mechanisms of Food Selection. New York, USA: Springer-Verlag, 1990, 771–796
- Tamura T. The power of the adductor muscle of the oyster, *Ostrea circumpicta* Pils. *Sci Rep Tohoku Imp Univ*, 1929, 4(4): 259–279
- William J, Resetarits Jr. Ecological interactions among predators in experimental stream communities. *Ecol*, 1982, 72(5): 1782–1793
- Wong MC, Barbeau MA. Prey selection and the functional response of sea stars *Asterias vulgaris* Verrill and rock crabs *Cancer irroratus* Say preying on juvenile sea scallop *Placopecten magellanicus* Gmelin and blue mussels *Mytilus edulis* Linnaeus. *J Exp Mar Biol Ecol*, 2005, 327(1): 1–21

(编辑 陈严)

Selective Feeding on Five Species of Bivalves and Feeding Rhythm of *Asterias amurensis*

DAI Ketao^{1,2}, LI Jiao², GUAN Changtao^{2①}, ZHANG Yuan³, ZHAO Xuewei³

(1. School of Mechanical and Power Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023; 2. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Carbon-Sink Fisheries Laboratory, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 3. Zhangzidao Group Co., Ltd, Dalian 116001)

Abstract *Asterias amurensis* is one of the primary predators of bivalves that often cause massive death of cultured bivalves. Better understanding of the feeding ecophysiology of *A. amurensis* is the key for developing effective control strategies. In this study, we recorded the selective feeding and feeding rhythm of *A. amurensis* on five species of bivalves including *Patinopecten yessoensis*, *Chlamys farreri*, *Ostrea plicatula*, *Mytilus galloprovincialis* and *Ruditapes philippinarum*, and thus identified the characteristics of feeding of *A. amurensis*. The experimental animals were collected from the sea area of Zhangzi Island and then transported to our seaside laboratory at low temperature. The *A. amurensis* was acclimated to laboratory conditions for 10 d before the experiment. The experiment was conducted between October 22 and November 12, 2013, at the water temperature of 13–15°C, and at the salinity of 30–31, and at the dissolved oxygen level of 7.8–9.7 mg/L in a concrete tank ($L \times W \times H = 5.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$). The results showed that *A. amurensis* had the highest feeding rate ($P < 0.05$) on *R. philippinarum*, no matter whether interfering baits, such as *Charybdis japonica* and *Apostichopus japonicus* Selenka, were present. The values were 5.7 ind/d, 5.0 ind/d, 5.7 ind/d, 5.3 ind/d and 6.0 ind/d respectively. There was no significant difference in the feeding rate when *A. amurensis* was fed with different interfering baits. We also observed an active feeding rhythm of *A. amurensis* in a diurnal cycle by feeding them with *C. farreri* every four hours. The percentage of food intake between 18:00 and 06:00 was apparently higher than that between 06:00 and 18:00 (60% vs 40%, $P < 0.05$). Furthermore, we found that the feeding frequency of *A. amurensis* peaked between 18:00 and 22:00 (58%, $P < 0.05$).

Key words *Asterias amurensis*; Selective feeding; Feeding rhythm

① Corresponding author: GUAN Changtao, E-mail: guanct@ysfri.ac.cn