

养殖密度、饵料种类和丰度对日本囊对虾 (*Marsupenaeus japonicus*)争胜行为的影响*

秦 浩 王仁杰 来守敏 李 娜 李玉全^①

(青岛农业大学海洋科学与工程学院 青岛 266109)

摘要 本研究设置 10、25、50 尾/m² 3 个养殖密度,人工饵料、鲜菲律宾蛤仔肉两种饵料,不喂(N)、少喂(L)、饱喂(F) 3 个处理,分别于投喂前 1 h、投喂时、投喂后 1 h 测定日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)的争斗次数、平均优势指数等指标,分析养殖密度、饵料种类及丰度对日本囊对虾争胜行为的影响。结果显示,随着养殖密度的增加,对虾的争胜行为逐渐增强,投喂时与投喂前、投喂后对虾的争胜行为差异显著($P<0.05$);投喂时对虾的争斗次数最多;饵料种类和丰度显著影响日本囊对虾的争胜行为,投喂菲律宾蛤仔肉的争胜行为强于投喂人工饵料($P<0.05$),少喂与不喂、饱喂处理间差异显著($P<0.05$)。研究表明,养殖密度、饵料种类及丰度均显著影响日本囊对虾的争胜行为。

关键词 日本囊对虾;养殖密度;饵料;争胜行为

中图分类号 S917 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)04-0105-04

日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)具有适温范围广、生长迅速、养殖周期短、市场价格高等优点,是我国海水养殖的重要对虾种之一。研究日本囊对虾的种内行为,可以优化养殖工艺、提高养殖产量、增加经济效益,为促进日本囊对虾养殖健康可持续发展提供依据。陈学雷等(2003)、臧维玲等(2003)认为,日本囊对虾具有同类相残、底质选择、潜沙、分散活动等生物学特性。饥饿是影响虾类摄食行为最重要的因子之一,随着饥饿时间的延长,日本囊对虾摄食行为减弱,摄食指数下降(李静等,2005)。沈辉等(2010)研究表明,脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)在饥饿或个体规格差异较大情况下,具有一定的相残行为,但攻击频率不高。然而,目前的研究报道很少涉及日本囊对虾的争胜行为。李玉全等(2013)对水生动物的争胜行为进行了综述,争胜行为普遍存在于鱼类、甲壳类等水生动物中,是一种典型的社会行为,其目的是确定优势(统治)地位和从属关系。研究对虾

的争胜行为有助于深刻了解对虾行为学和基础生物学,为改进养殖措施提供理论参考。因此,本研究拟探讨养殖密度、饵料种类及丰度对日本囊对虾争胜行为的影响,以期丰富日本囊对虾的行为生物学基础,为日本囊对虾养殖提供技术参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

实验于 2013 年 8 月在青岛农业大学海洋科学与工程学院水循环实验室进行,实验所用人工养殖的日本囊对虾购自山东省青岛市城阳区某水产品市场,暂养 3 d,挑选附肢完整、健康活泼、规格一致者进行实验,体长为(9.15±1.03) cm,实验历时 10 d。

1.2 实验设计

对虾养殖于蓝色塑料箱(长×宽×高: 50 cm×40 cm×30 cm)中,水深 15 cm,分别进行密度实验和饵料实验。

* 国家自然科学基金项目(31101916)、山东省现代农业产业技术体系虾蟹类创新团队(SDAIT-15-011)和山东省自然科学基金项目(ZR2010CM060)共同资助。秦 浩, E-mail: 365671711@qq.com

^① 通讯作者: 李玉全, 副教授, E-mail: jiangfangqian@163.com

收稿日期: 2014-06-05, 收修改稿日期: 2014-09-04

密度实验设置 10 尾/m²(DL)、25 尾/m²(DA)、50 尾/m²(DH) 3 个梯度, 每个处理 3 个平行, 期间投喂人工颗粒饲料。饵料实验设置人工饵料、新鲜菲律宾蛤仔肉, 养殖密度为 50 尾/m², 包括不喂(N)、少喂人工饵料(LA, 人工颗粒饲料投喂量为对虾湿重的 2%)、饱喂人工饵料(FA, 人工颗粒饲料投喂量为对虾湿重的 8%)、少喂蛤仔肉(LC, 菲律宾蛤仔肉投喂量为对虾湿重的 2%)和饱喂蛤仔肉(FC, 菲律宾蛤仔肉投喂量为对虾湿重的 15%), 每个处理设 3 个平行。

1.3 日常管理

实验所用海水为经沉淀、消毒、砂滤后的自然海水, 水温为(23.0±1.0)°C, pH 为 8.0±0.3; 自然光照, 充气泵连续充气, 日换水 1/3, 每天清理粪便; 每天 09:00 投喂, 08:00、09:00、10:00 观察。

1.4 指标测定

每个平行随机选取 1 尾对虾作为观察对象, 测定时间分别为投喂前 1 h、投喂时、投喂后 1 h, 各观察 10 min, 记录争斗次数、争斗强度等行为, 计算平均优势指数。获胜者为在打斗过程中未逃跑的个体, 失败者为打斗过程中先逃跑的个体。

1.5 数据处理与统计分析

记录对虾投喂前、投喂时、投喂后的争斗总次数、胜利次数、平均优势指数。

平均优势指数: 实验过程中总获胜次数与争斗总次数(获胜次数+失败次数)的比值。

使用 SPSS 17.0 进行数据处理, 利用单因子方差分析比较养殖密度实验处理间的差异, 利用多因素方差分析比较饵料种类和丰度实验处理间的差异, $P<0.05$ 为显著水平, $P<0.01$ 为极显著水平。

2 结果与分析

2.1 养殖密度对争斗总次数的影响

图 1 为养殖密度对日本囊对虾争斗总数的影响。由图 1 可以看出, 投喂时对虾之间由于争抢食物引发的争斗次数最多, 投喂前、投喂时、投喂后对虾之间的争斗次数均随着养殖密度的增加而逐渐增加, DL、DA、DH 处理间差异显著($P<0.05$), 投喂后对虾之间的争斗次数低于投喂前与投喂时。

2.2 养殖密度对平均优势指数的影响

图 2 为养殖密度对对虾平均优势指数的影响。从图 2 可以看出, 投喂前和投喂时各处理之间平均优势指数差异不显著($P>0.05$), 而投喂后, 各处理之间平

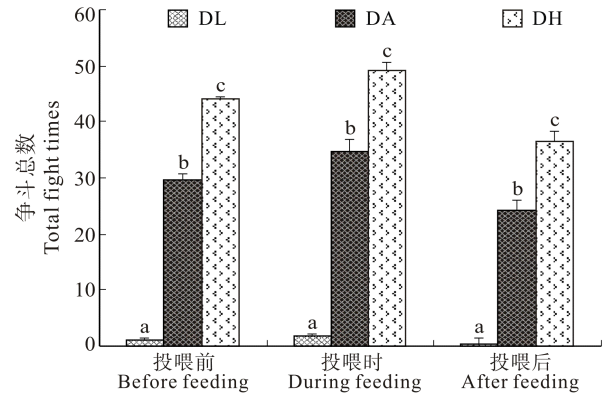


图 1 养殖密度对日本囊对虾的争斗总次数的影响
Fig.1 Effects of stocking density on the fight times of *M. japonicus*

不同英文字母表示差异显著($P<0.05$), 下同;
Different letters represent significant difference ($P<0.05$), same in the following figures

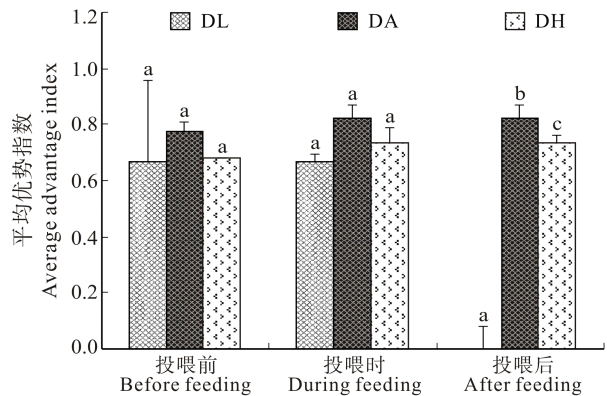


图 2 养殖密度对日本囊对虾的平均优势指数的影响
Fig.2 Effects of stocking density on the average advantage index of *M. japonicus*

均优势指数差异显著($P<0.05$)。投喂后对虾争胜行为中的胜利次数所占比例高于投喂前和投喂时。

2.3 饵料种类及丰度对争斗总数的影响

图 3 为饵料种类及丰度对日本囊对虾争斗总数的影响。由图 3 可以看出, 投喂时对虾之间由于争抢食物引发的争斗次数最多。投喂前, N 与 LA、LC, LA、LC 与 FA、FC, N 与 FA、FC 之间差异显著($P<0.05$), LA 与 LC、FA 与 FC 差异不显著($P>0.05$)。投喂时, LA、LC、FA、FC 之间相互差异显著($P<0.05$)。投喂后, LA 与 LC 差异不显著($P>0.05$), FA、FC 差异不显著($P>0.05$), 其他处理间差异显著($P<0.05$)。多重比较发现, 投喂前和投喂后, 饵料种类与饵料丰度间交互作用不明显($F=1.779$, $P=0.210$; $F=1.167$, $P=0.344$); 投喂时, 饵料种类与饵料丰度间存在显著交互作用($F=18.050$, $P<0.001$)。投喂新鲜菲律宾蛤仔

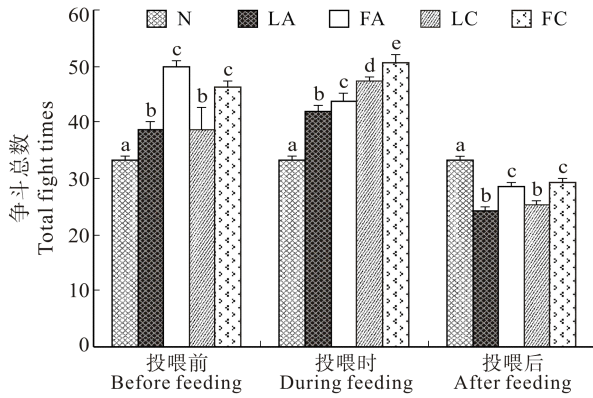


图 3 饵料种类及丰度对日本囊对虾争斗总数的影响
Fig.3 Effects of food types and abundance on the total fight times of *M. japonicus*

肉处理组对虾的争斗总次数显著高于人工饵料处理组。

2.4 饵料种类及丰度对平均优势指数的影响

饵料种类对平均优势指数的影响表现为: 投喂前, LA 与 LC、FA 与 FC 间差异显著($P < 0.05$), 其他处理间差异不显著($P > 0.05$); 投喂时和投喂后, LA 与 LC 间差异不显著($P > 0.05$), FA 与 FC 间差异不显著($P > 0.05$), 其他处理间差异显著($P < 0.05$)。

饵料丰度对平均优势指数的影响表现为: 投喂前, N 与 LA 差异不显著($P > 0.05$), N 与 FA、FC 与 LC 间差异显著($P < 0.05$); LA 与 FA 差异不显著($P > 0.05$), LA 与 FC 差异显著($P < 0.05$); LC 与 FC 差异不显著($P > 0.05$)。投喂时, LA 与 FA、FC 之间差异显著($P < 0.05$); LC 与 FC 差异不显著($P > 0.05$)。投喂后, LA 与 LC 差异不显著($P > 0.05$); FA 与 FC 差异不显著($P > 0.05$), 其他处理间差异显著($P < 0.05$)。多重比较发现, 投喂前、投喂时和投喂后, 饵料种类与饵料丰度间交互作用均不明显($F = 2.814, P = 0.100$; $F = 0.627, P = 0.551$; $F = 3.034, P = 0.86$)。

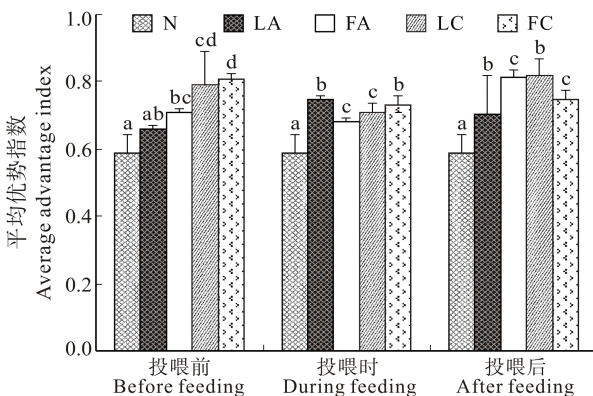


图 4 饵料种类及丰度对日本囊对虾平均优势指数的影响
Fig.4 Effects of food types and abundance on the average advantage index of *M. japonicus*

3 讨论

3.1 养殖密度对对虾争胜行为的影响

王克行(1997)研究发现, 凡纳滨对虾养殖密度会影响对虾的行为。衣萌萌等(2012)研究发现, 随养殖密度增加, 对虾的自残行为增加。陈学雷等(2003)研究发现, 日本囊对虾仔虾的自残率随饵料密度的上升而下降, 随放养密度的增加而上升, 不同体长混养时自残现象严重。空间可获得性对一些水生动物的相残存在显著影响(陈学雷等, 2003; 傅萃长等, 2003)。本研究发现, 随养殖密度增大, 对虾的争胜行为增强, 争斗性越强烈, 争斗次数越多。投喂前, 养殖密度显著影响日本囊对虾的争斗总数; 摄食过程中对虾的争斗比较强烈, 明显高于投喂前; 投喂 1 h 后, 大部分对虾已饱食, 静止于底部, 偶尔于底部游动, 少数未饱食的对虾依然频繁游动。投喂饵料的不同时期, 对虾的争胜行为也不同, 投喂时对虾间的争胜次数最多。

平均优势指数反映了对虾在争斗过程中争斗胜利次数占总争斗次数的比例。从本研究结果来看, 投喂前和投喂时, 对虾争斗的平均优势指数差异不显著, 但投喂时的总争斗次数多于投喂前, 说明对虾摄食期间争斗更为频繁。投喂后对虾各处理间的平均优势指数差异显著, 投喂后对虾的总争斗次数降低, 说明摄食后日本囊对虾争斗欲望降低, 但争斗能力增强。中等密度下, 对虾之间的生活空间较高密度大, 打斗胜利次数较多, 呈现出投喂前、投喂时和投喂后的平均优势指数均为最高。

3.2 饵料种类和丰度对争胜行为的影响

对虾同类相残的机制尚不清楚, Moksnes(1998)、华元渝等(1998)、邹桂伟等(2001)研究均认为, 饥饿是导致鱼类和甲壳类自相残杀最主要的诱因。本研究中, 投喂菲律宾蛤仔肉比投喂人工饵料对虾争斗更为强烈; 饱喂组的争斗程度高于饥饿组, 饥饿组对虾运动减缓, 争胜行为降低; 投喂新鲜菲律宾蛤仔肉提高了对虾的争胜行为。本研究结果与上述研究结果相反, 其原因可能在于投饵可以刺激对虾产生争胜行为, 不投饵时缺乏刺激因素, 从而降低了争胜行为的发生。孙成波等(2010)分析了日本囊对虾的饵料习性, 发现其以动物性饵料为主, 尤其是底栖动物, 兼食底层浮游生物及游泳动物。同样, Schwamborn 等(2000)、Chu 等(1986)、Heales 等(1996)、Kapiris(2004)发现, 自然生境中, 大部分对虾的食性偏向于肉食性, 但在养殖条件下, 对虾的食性受环境的影响较大。从本研究结果来看, 日本囊对虾更喜欢摄食新鲜的蛤仔肉, 偏肉食性, 引起的争斗行为强于投喂人工饵料。这与

孙成波等(2010)、Schwamborn 等(2000)、Chu 等(1986)、Heales 等(1996)、Kapuris (2004)的结论一致。

投喂前和投喂时, 饵料种类会影响对虾争斗的平均优势指数, 投喂后饵料种类对平均优势指数无显著影响, 表明投喂前与投喂时对虾由于饵料不同于投喂后产生不同的争斗行为; 饵料丰度对平均优势指数的影响表现为: 投喂前影响显著, 投喂时和投喂后影响较小, 饵料丰度对对虾的平均优势指数影响较小。

参 考 文 献

- 王克行. 虾蟹类增养殖学. 北京: 中国农业出版社, 1997, 60-61
- 华元渝, 陈亚芬, 钱林峰. 暗纹东方鲀苗种同类相残的研究. 水生生物学报, 1998, 22(2): 195-197
- 孙成波, 王平, 李义军. 日本对虾健康养殖. 海口: 海南出版社, 2010, 1-7
- 衣萌萌, 于赫男, 林小涛, 等. 密度胁迫下凡纳滨对虾的行为与生理变化. 暨南大学学报, 2012, 33(1): 81-86
- 李玉全, 孙霞. 水生动物的争胜行为. 动物学研究, 2013, 34(3): 214-220
- 陈学雷, 林琼武, 李少菁, 等. 日本对虾仔虾相残的实验研究. 厦门大学学报(自然科学版), 2003, 42(3): 358-362
- 邹桂伟, 罗相忠, 潘光碧. 大口鲈苗种同类相残的研究. 中国水产科学, 2001, 8(2): 55-58
- 沈辉, 万夕和, 许璞, 等. 脊尾白虾的行为学观察研究. 海洋科学, 2010, 34(10): 53-56, 61
- 李静, 马牲. 饥饿对日本囊对虾幼体发育、摄食及存活的影响. 海洋湖沼通报, 2005(5): 61-65
- 傅萃长, 饶韧, 吴纪华, 等. 密度和饵料投放量对安吉小鲈幼体生长与同种相残率的影响. 动物学研究, 2003, 24(3): 186-190
- 臧维玲, 戴习林, 姚庆祯, 等. 底质对日本对虾幼虾生长的影响. 上海水产大学学报, 2003, 12(1): 72-75
- Chu KH, Shing CK. Feeding behaviour of the shrimp, *Metapenaeus ensis*, on *Artemia* nauplii. Aquaculture, 1986(3-4), 58: 175-184
- Heales DS, Vance DJ, Lonragan NR. Field observation of moult cycle, feeding behavior, and diet of small juvenile tiger prawns *Penaeus semisulcatus* in the Embley River, Australia. Mar Ecol Prog Ser, 1996, 145: 43-51
- Kapuris K. Feeding ecology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda: Penaeidae) from the Ionian Sea (Central and Eastern Mediterranean Sea). Sci Mar, 2004, 68(2): 247-256
- Moksnes PO. Predation on postlarvae and juveniles of the ore crab *Carcinus maenas* importance of shelter, size and cannibalism. Mar Ecol Prog Ser, 1998, 166: 211-225
- Schwamborn R, Griaes MM. Feeding strategy and daily ration of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum*) in a south Florida seagrass bed. Mar Biol, 2000, 137(1): 139-147

(编辑 冯小花)

Effects of Stocking Density and Food on Agonistic Behavior of *Marsupenaeus japonicus*

QIN Hao, WANG Renjie, LAI Shoumin, LI Na, LI Yuquan^①

(College of Marine Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109)

Abstract Cannibalism is one characteristic of *Marsupenaeus japonicus* with little understanding, which affects the survival rate and the production of *M. japonicus*. The current study was designed to investigate the effects of the stocking density, food types and abundance on the agonistic behavior of *M. japonicus*. Three stocking densities (10, 25 and 50 ind/m²) and three food amounts (full food, less food, and no food) were designed. Agonistic behavior were observed and recorded one hour before feeding, during feeding and 1 hour after feeding. The results showed that the agonistic behavior increased with the increasing stocking density. There were significant differences between “before feeding”, “during feeding” and “after feeding” ($P < 0.05$). Feeding time significantly improved the agonistic behavior. Food types and abundance significantly affected the agonistic behavior ($P < 0.05$). Clam meat had better improvement in agonistic behavior than artificial feed. The stocking density did not impact the agonistic behavior before feeding and during feeding, but it had significant effect after feeding ($P < 0.05$). These results revealed that stocking density, food type and abundance could impact the agonistic behavior of *M. japonicus*.

Key words *Marsupenaeus japonicus*; Stocking density; Food; Agonistic behavior

① Corresponding author: LI Yuquan, E-mail: jiangfangqian@163.com