

大弹涂鱼仔鱼的摄食、生长和成活的研究*

张其永 张杰

(厦门大学海洋学系) (厦门市水产研究所)

提 要 本文主要论述大弹涂鱼仔鱼阶段有关摄食和生长发育,以及不同饵料对仔鱼生长和成活的影响。结果表明,孵化后3—5日龄即仔鱼危险期,正处于内源性(包括混合性)营养转入外源性营养。颗粒有机碎屑是仔鱼的开口饵料,培育期间以底栖硅藻分解后形成的颗粒有机碎屑为饵料,其后期仔鱼成活率高达42.04%。6日龄起逐渐加投桡足类幼体和成体,其16日龄后期仔鱼平均全长可达6.15mm,平均体重1.24mg。

主题词 大弹涂鱼仔鱼,开口摄食,生长,成活,仔鱼危险期

大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)系属于暖水广温广盐性的两栖鱼类,喜钻洞穴居于淤泥底质的中低潮区或咸淡水的河口滩涂。幼鱼和成鱼均以底栖硅藻为主食。在我国盛产于浙江、福建、广东和台湾省沿海。鱼体虽小,但肉味鲜美细嫩,营养丰富,沿海群众视之为滋补品。鲜活鱼易于长途运输,鱼苗和成鱼均可供出口创汇。台湾省自六十年代开始养殖,但种苗全靠天然海区采捕^[1]。大弹涂鱼人工养殖具有成本低、管理简单、鱼病少、收成快等特点,台湾省廖一久等(1973)曾进行大弹涂鱼人工繁殖研究,仔鱼培育5天即死亡,1980年培育出2尾鱼苗^[6,7]。大弹涂鱼既可作为沿海港湾河口滩涂、围垦区、红树林区和鱼塍的增养殖对象,也可以在泥质养虾池中混养,大弹涂鱼的幼鱼和成鱼并不摄食仔虾。由于近年来我国东南沿海滩涂大量围垦,又遭受环境污染、滥捕等影响,大弹涂鱼资源已日趋衰退,因此急需开展人工育苗和增养殖研究。我们于1986年开始试验大弹涂鱼人工育苗,除了探讨亲鱼性腺发育、催产、胚胎和胚后早期发育以及育苗生态条件以外,还培育出两批达到放养规格的鱼苗(共2928尾,不包括实验观察材料用)^[4]。1987年继续育苗试验,又培育出小批量鱼苗,对大弹涂鱼仔、稚、幼鱼各阶段发育的食性、生长、成活率及其环境因子的影响等方面进行了系列试验和观察,并用人工投饵方法对仔鱼危险期作了分析和探讨。此外,正在试养幼鱼,摸索养殖经验,为发展滩涂增养殖提供科学依据。本文报道了大弹涂鱼仔鱼摄食、生长和成活的研究结果。

材 料 和 方 法

亲鱼来自福建省漳浦县竹屿村滨海滩涂,催产激素用HCG(宁波市水产激素制品厂),腹腔注射。雌

* 国家自然科学基金和福建省水产厅资助课题。厦门大学海洋系戴庆年、洪万树、潘克厚、颜开强、谢锦腾同志协助采集、催产和孵化工作,郑榕同志复墨插图,特此致谢。

鱼注射两次(第一次 10 I. U./g, 第二次 20 I. U./g), 雄鱼只注射一次(10 I. U./g)。采用半干导法人工授精, 受精卵移入培养缸中静水孵化, 每天充气和换水^[13]。1 日龄仔鱼经计数后分别放入室外水泥池(1.5×0.9×0.65m³)中培育试验, 以空压机(ACO902)充气。褶皱臂尾轮虫和婆罗异剑水蚤在饵料池中培养; 桡足类(纺锤水蚤、歪水蚤)是从水池中用浮游生物网捞取。用仔鱼网(直径 18cm, 80 目尼龙筛网)隔天采集仔鱼, 各实验池垂直拖网 3 次, 计数后立即用 5% 福尔马林液固定仔鱼, 每池 10—20 尾, 试验结束时每池固定 100—200 尾, 以之观察仔鱼生长发育和摄食状况。用小型浮游生物网(直径 17cm, 180 目尼龙筛网)定期检查各池饵料密度, 每池垂直拖网 1 次, 饵料固定后计数。每日上、下午测定水温和盐度。

结 果

一、不同饵料对仔鱼生长和成活的影响

第一次仔鱼培育试验, 实验池共 8 组, 第 1 组投放褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*), 其密度为 0.02—0.81 ind/ml。第 2 组为褶皱臂尾轮虫和婆罗异剑水蚤(*Apocyclops borneensis*)。轮虫密度为 0.08—0.55 ind/ml, 异剑水蚤无节幼体为 0.06—0.22 ind/ml, 桡足幼体和成体为 0.04—0.23 ind/ml。第 3 组同样投放轮虫和异剑水蚤。轮虫密度为 0.04—1.17 ind/ml, 异剑水蚤无节幼体为 0.02—0.13 ind/ml, 桡足幼体和成体为 0.02—0.08 ind/ml。第 4 组投饲婆罗异剑水蚤, 其无节幼体为 0.03—0.25 ind/ml, 桡足幼体和成体为 0.15—0.42 ind/ml。第 5 组池底铺上颗粒有机碎屑, 6 日龄开始每日投饲太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)和特氏歪水蚤(*Tortanus derjugini*)的幼体和成体。第 6 组池底铺上颗粒有机碎屑, 不投放桡足类。第 7 组每天换水后投放豆乳晶 13 g 制成的豆浆。第 8 组空白对照组。每组(每池)分别放养 1 日龄仔鱼(即孵化后第二天) 2 千尾, 培育期间水温 21.9—27.0°C, 盐度 7.54—23.96‰。从表 1 来看, 对照组仔鱼 9 日龄全部死亡, 仔鱼在缺饵条件下尚能存活 8 天; 第 1、4、7 组在试验期间仔鱼也相继全部死亡, 其平均增长和增重微小; 其它各组均培育至试验结束, 仔鱼成活率较低, 其顺序为: 第 6 组 > 第 2 组 > 第 3 组 > 第 5 组。值得注意的是, 第 5 组仔鱼成活率虽然低于第 6 组, 但第 5 组仔鱼的生长却比第 6 组快, 这是因为第 5 组仔鱼除了以颗粒有机碎屑为饵外, 6 日龄起加投桡足类幼体和成体, 满足了仔鱼营养的需求, 但投放桡足类时, 混入了弗州无光水母(*Blackfordia virginica*)的幼体, 大量仔鱼却遭无光水母刺细胞的刺死或吞食, 致使仔鱼成活率降低。

第一次试验表明, 颗粒有机碎屑是大弹涂鱼仔鱼开食期不可缺少的饵料。为了证实它的重要作用, 又进行了第二次试验, 第 9 组池底铺上颗粒有机碎屑后不再投放有机碎屑, 第 10 组池底铺上有机碎屑, 且每日投放有机碎屑; 第 11 组只投放有机碎屑, 池底不铺。每组(每池)分别放养 1 日龄仔鱼 2 千尾, 培育期间水温 28.9—32.4°C, 盐度 22.52—26.31‰。从表 2 可见第二次试验仔鱼成活率明显高于第一次, 仔鱼成活率顺序为: 第 10 组 > 第 9 组 > 第 11 组。第 10 组池水透明度低(18.5 cm), 水中颗粒有机碎屑呈悬浮状态, 垂直分布均匀, 仔鱼较易获取, 开食期的饵料得以保证, 因而仔鱼成活率最高。第 11 组底层有机碎屑不够充足, 所以仔鱼成活率最低。第二次试验始终以颗粒有机碎屑为饵, 培

表 1 第一次试验大弹涂鱼仔鱼的生长和成活

Tab. 1 The growth and survival of larval mudskipper in the first experiment

| 组 别 Groupsp | 试验结束时 In the end of the experiment | | | 平均增长 Av.increased length (mm) | 平均增重 Av.increased weight(mg) | 成活率 Survival rate (%) | 饵料类型 Type of food items |
|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | 日 龄 Age in days | 平均全长 Av. total length(mm) | 平均体重 Av. body weight(mg) | | | | |
| 1 | 7 | 3.27 | 0.11 | 0.48 | 0.08 | 0 | 褶皱臂尾轮虫 |
| 2 | 16 | 4.10 | 0.29 | 1.31 | 0.26 | 5.89 | 褶皱臂尾轮虫+婆罗异剑水蚤 |
| 3 | 16 | 3.96 | 0.21 | 1.17 | 0.18 | 3.30 | 褶皱臂尾轮虫+婆罗异剑水蚤 |
| 4 | 18 | 3.53 | 0.15 | 0.74 | 0.12 | 0 | 婆罗异剑水蚤 |
| 5 | 16 | 6.15 | 1.24 | 3.36 | 1.21 | 0.73 | 颗粒有机碎屑(铺底)+挠尾类(纺锤水蚤等) |
| 6 | 16 | 4.92 | 0.56 | 2.13 | 0.53 | 11.46 | 颗粒有机碎屑(铺底) |
| 7 | 7 | 2.89 | 0.04 | 0.10 | 0.01 | 0 | 豆制品制成的豆浆 |
| 8 | 9 | 2.93 | 0.04 | 0.14 | 0.01 | 0 | 空白对照 |

注: 培育试验从1987年6月3日至18日。6月3日每池放养1日龄仔鱼2千尾(平均全长2.79mm, 平均体重0.03mg)。

Note. The rearing experiment was carried out from June 3rd to 18th, 1987. Two thousand larvae of 1day after hatching (2.79mm in av. total length and 0.03mg in av. body weight) were reared in every pool on June 3rd.

表 2 第二次试验大弹涂鱼仔鱼的生长和成活

Tab. 2 The growth and survival of larval mudskipper in the second experiment

| 组 别 Groups | 试验结束时 In the end of the experiment | | | 平均增长 Av.increased length (mm) | 平均增重 Av.increased weight (mg) | 成活率 Survival rate (%) | 饵料类型 Type of food items |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | 日 龄 Age in days | 平均全长 Av. total length(mm) | 平均体重 Av. body weight(mg) | | | | |
| 9 | 17 | 4.50 | 0.46 | 1.86 | 0.40 | 32.18 | 颗粒有机碎屑(铺底) |
| 10 | 17 | 4.48 | 0.53 | 1.84 | 0.47 | 42.04 | 颗粒有机碎屑(铺底并投放) |
| 11 | 17 | 3.84 | 0.25 | 1.20 | 0.19 | 17.25 | 颗粒有机碎屑(只投放, 不铺底) |

注: 培育试验从1987年7月1日至17日。7月1日每池放养1日龄仔鱼2千尾(平均全长2.64mm, 平均体重0.06mg)。

The rearing experiment was carried out from July 1st to 17th, 1987. Two thousand larvae of 1day after hatching (2.64mm in av. total length and 0.06mg in av. body weight) were reared in every pool on July 1st.

育后期均不投饲桡足类,有机碎屑已不能满足生长要求,仔鱼发育较为缓慢。

二、仔鱼的生长特点

1. 各组仔鱼的生长比较 大弹涂鱼仔鱼个体生长差异明显,组内生长变幅随着仔鱼发育而增大(表3)。前期仔鱼组间生长差异较小,后期仔鱼尤其是15日龄起组间生长差异显著,其生长趋势是,第5组>第9组>第10组>第2组>第3组>第11组。投饲有机碎屑和桡足类的第5组仔鱼生长最快,其次是以有机碎屑为饵的第9、10组。

表3 大弹涂鱼仔鱼生长与不同饵料类型的关系

Tab. 3 The relationship between the growth of larval mudskipper and different types of food items

| 组别 Groups | 2 | | 3 | | 5 | |
|------------------------------|---|--|---|--|---|--|
| 饵料类型 Type of food items | 褶瓣臂尾轮虫+婆罗异剑水蚤 | | 褶瓣臂尾轮虫+婆罗异剑水蚤 | | 颗粒有机碎屑(铺底)+桡足类(纺锤水蚤等) | |
| 项目 Items 日龄 Age in day | 全长 Total length (mm) $\bar{x} \pm S. D.$ | 体重 Body weight (mg) $\bar{x} \pm S. D.$ | 全长 Total length (mm) $\bar{x} \pm S. D.$ | 体重 Body weight (mg) $\bar{x} \pm S. D.$ | 全长 Total length (mm) $\bar{x} \pm S. D.$ | 体重 Body weight (mg) $\bar{x} \pm S. D.$ |
| 2 | 3.28±0.27 | 0.05±0.00 | 3.28±0.21 | 0.07±0.01 | 3.29±0.14 | 0.07±0.01 |
| 5 | 3.55±0.40 | 0.12±0.07 | — | — | 3.32±0.23 | 0.09±0.03 |
| 7 | 3.62±0.46 | 0.18±0.07 | — | — | 3.84±0.35 | 0.10±0.02 |
| 9 | 3.78±0.39 | 0.16±0.04 | 3.85±0.39 | 0.11±0.06 | 3.86±0.43 | 0.19±0.10 |
| 11 | 3.89±0.33 | 0.20±0.07 | — | — | 4.51±0.39 | 0.31±0.07 |
| 13 | 4.03±0.39 | 0.21±0.06 | 3.84±0.45 | 0.15±0.07 | 5.18±0.32 | 0.42±0.16 |
| 15 | 4.10±0.21 | 0.23±0.08 | 3.95±0.24 | 0.19±0.06 | 5.95±0.77 | 0.83±0.27 |
| 17 | 4.10±0.38 | 0.29±0.10 | 3.93±0.23 | 0.21±0.05 | 6.15±0.96 | 1.24±0.34 |
| 组别 Groups | 9 | | 10 | | 11 | |
| 饵料类型 Type of food items | 颗粒有机碎屑(铺底) | | 颗粒有机碎屑(铺底+投放) | | 颗粒有机碎屑(只投放,不铺底) | |
| 项目 Items 日龄 Age in day | 全长 Total length (mm) $\bar{x} \pm S. D.$ | 体重 Body weight (mg) $\bar{x} \pm S. D.$ | 全长 Total length (mm) $\bar{x} \pm S. D.$ | 体重 Body weight (mg) $\bar{x} \pm S. D.$ | 全长 Total length (mm) $\bar{x} \pm S. D.$ | 体重 Body weight (mg) $\bar{x} \pm S. D.$ |
| 2 | 2.75±0.16 | 0.09±0.01 | 2.62±0.14 | 0.07±0.00 | 2.68±0.09 | 0.07±0.00 |
| 4 | 3.34±0.30 | 0.17±0.02 | 3.17±0.26 | 0.14±0.03 | 2.74±0.23 | 0.07±0.01 |
| 6 | 3.72±0.34 | 0.21±0.07 | 3.23±0.24 | 0.14±0.03 | 2.77±0.25 | 0.07±0.01 |
| 8 | 3.78±0.37 | 0.23±0.04 | 3.45±0.30 | 0.18±0.04 | 2.94±0.21 | 0.08±0.01 |
| 10 | 3.82±0.35 | 0.26±0.05 | 3.53±0.31 | 0.21±0.05 | 3.30±0.26 | 0.19±0.05 |
| 12 | 3.84±0.43 | 0.31±0.02 | 3.74±0.49 | 0.23±0.09 | 3.37±0.43 | 0.24±0.06 |
| 14 | 3.89±0.50 | 0.32±0.10 | 4.00±0.51 | 0.32±0.10 | 3.98±0.54 | 0.30±0.12 |
| 16 | 4.42±0.50 | 0.36±0.09 | 4.37±0.70 | 0.33±0.19 | 3.89±0.41 | 0.25±0.06 |
| 17 | 4.50±0.49 | 0.46±0.10 | 4.43±1.03 | 0.53±0.29 | 3.84±0.41 | 0.25±0.07 |

从大弹涂鱼仔鱼生长曲线(图1)来看,第5、10组仔鱼生长变幅均随发育而逐渐增大,8日龄前两组生长差异不大,但8日龄后第5组生长比较快,4—6日龄吞食有机碎屑,从7日龄开始摄食桡足类无节幼体,因此8日龄后生长较快。第10组始终以颗粒有机碎屑为饵,因未及时投饲桡足类幼体和成体,致使8日龄后生长较为缓慢。

2. 仔鱼全长和体重的关系 两次试验共测定 1528 尾仔鱼的全长, 对其相应的体重组也进行了称重。培育仔鱼全长 2.41—7.71 mm, 体重 0.06—1.52 mg。经点图分析, 仔鱼全长与体重呈幂函数关系, 可用 $W = aL^b$ 回归方程拟合(图 2)。根据仔鱼全长组(组距 0.5 mm)的平均全长与其相应的平均体重(未除去内脏), 求得其关系式为 $W = 4.3323 \times 10^{-8} L^{2.9564}$ (相关系数 $r = 0.9946$, 表示紧密相关), 式中 W 为仔鱼体重(mg), L 为仔鱼全长(mm)。其幂指数 $b \approx 3$, 表明大弹涂鱼仔鱼体重与全长的立方呈比例关系, 属于均匀生长类型。

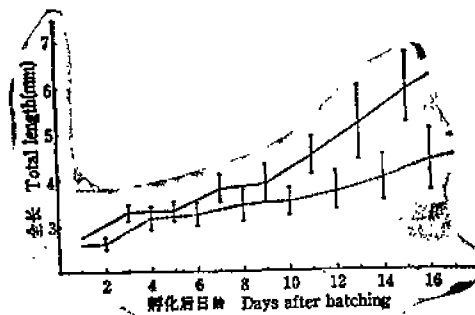


图 1 大弹涂鱼仔鱼生长曲线

Fig. 1 The growth curve of larval mudskipper

——第 5 组(Group 5);第 10 组(Group 10)

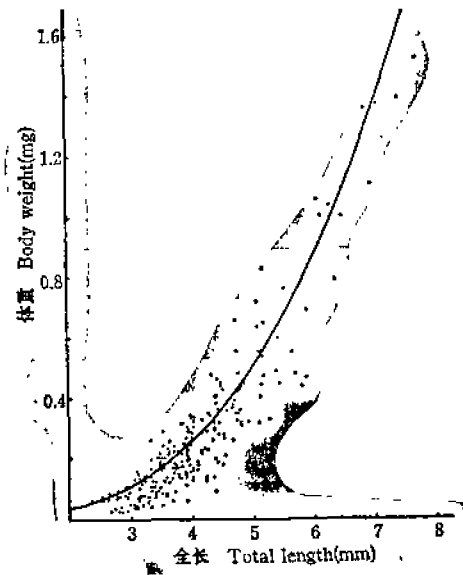


图 2 大弹涂鱼仔鱼全长与体重相关

Fig. 2 The relationship between total length and body weight of larval mudskipper

三、仔鱼的摄食和发育

1. 仔鱼阶段发育和开食期的饵料 前期仔鱼发育是从仔鱼孵化出膜到卵黄囊和油球完全吸收消失; 后期仔鱼是从卵黄囊和油球完全吸收消失到各鳍条发育完整。初孵—3 日龄为大弹涂鱼前期仔鱼发育阶段, 其中初孵—2 日龄, 全长 2.36—3.07 mm, 消化管直形, 属于内源性营养期; 3 日龄全长 2.61—3.53 mm, 消化管直形, 属于混合性营养期, 除依靠吸收卵黄囊和油球外, 还从外界环境中吞食些有机碎屑。4 日龄开始进入后期仔鱼发育阶段, 属于外源性营养期 (少数 4 日龄仔鱼卵黄囊和油球仍存在, 属于混合性营养期)。4—6 日龄全长 2.70—4.07 mm, 消化管弯曲, 常见黄褐色的颗粒有机碎屑在消化管(中肠)内。第 1、2、3 组水池中虽有投放褶皱臂尾轮虫, 但 4—6 日龄的仔鱼消化管内却未见到轮虫; 第 2、3、4 组水池内均有投放婆罗异剑水蚤及其幼体, 直至 7 日龄才开始摄食无节幼体。由此可见, 开食期的适口饵料是颗粒有机碎屑, 而不是轮虫或桡足类无节幼体。7—8 日龄全长 3.34—4.57 mm, 消化管较大弯曲, 除吞食颗粒有机碎屑外, 还摄食些桡足

类无节幼体。9—14日龄全长3.96—5.87mm,消化管S形弯曲,消化管腔已扩大,主食桡足类(婆罗异剑水蚤、纺锤水蚤、特氏歪水蚤)无节幼体、桡足幼体和成体,还吞食一些颗粒有机碎屑。15—17日龄全长4.98—7.71mm,消化管回曲1次,主食桡足类成体,还摄食些桡足幼体。仔鱼鳃耙发育缓慢,全长5.23mm时,鳃弓内缘才出现鳃耙小突起,全长7.71mm时,仅有8—9枚鳃耙小突起。仔鱼摄食外界饵料显然是依靠主动吞食而不是滤食。其摄食和发育见表4。

表4 大弹涂鱼仔鱼摄食和发育

Tab. 4 The feeding and development of larval mudskipper

| 日龄 Age in days | 全长(mm) Total length | 发育特征 Development characteristics | 营养源 Nutritional sources |
|---------------------------------|------------------------|--|--|
| 初孵仔鱼 Newly hatched larvae | 2.36—2.63 | 卵黄囊呈圆形,囊径0.32—0.35mm,油球径0.14—0.19mm。未开口,消化管直形,未出现粘膜褶皱,中肠与直肠(后肠)未分界。 | 内源性营养(依靠吸收卵黄囊和油球)。 |
| 1 (前期仔鱼) (Prelarvae) | 2.41—2.87 | 卵黄囊和油球已缩小。口稍张开,消化管直形,出现粘膜褶皱,中肠与直肠开始分界,肛门外通。鳃弓4对。 | 内源性营养(依靠吸收卵黄囊和油球)。 |
| 2 (前期仔鱼) (Prelarvae) | 2.48—3.07 | 卵黄囊和油球较小。消化管直形,粘膜褶皱多角形,龟裂状,中肠与直肠分界明显。鳃弓外缘无芽突状鳃丝。 | 内源性营养(依靠吸收卵黄囊和油球)。 |
| 3 (前期仔鱼) (Prelarvae) | 2.61—3.53 | 卵黄囊和油球很小。消化管直形。鳃弓外缘尚无芽突状鳃丝。 | 混合性营养(依靠吸收卵黄囊和油球及吞食颗粒有机碎屑)。 |
| 4—6 (后期仔鱼) (Postlarvae) | 2.70—4.07 | 卵黄囊和油球完全吸收消失(少数4日龄仔鱼卵黄囊和油球仍存在)。消化管弯曲(全长3.15—3.49mm仍有消化管直形的个体),粘膜褶皱龟裂状,鳃盖明显,鳃弓外缘无芽突状鳃丝;个别出现2—3枚芽突状鳃丝(全长3.38mm以上)。 | 外源性营养(依靠吞食。消化管内常见颗粒有机碎屑)。 |
| 7—8 (后期仔鱼) (Postlarvae) | 3.34—4.57 | 消化管较大弯曲。消化管腔逐渐明显,粘膜褶皱仍可见。鳃弓外缘4—5枚芽突状鳃丝,尚未分叉。 | 外源性营养(消化管内常见颗粒有机碎屑,还摄食些桡足类无节幼体)。 |
| 9—14 (后期仔鱼) (Postlarvae) | 3.96—5.87 | 消化管S形弯曲。消化管腔扩大。鳃弓外缘6—8枚芽突状鳃丝,其中有的鳃丝开始分叉。鳃弓内缘尚未出现鳃耙小突起。 | 主食桡足类(婆罗异剑水蚤、纺锤水蚤等)无节幼体、桡足幼体及其成体,还吞食些颗粒有机碎屑。 |
| 15—17 (后期仔鱼) (Postlarvae) | 4.98—7.71 | 消化管回曲1次。鳃弓外缘9—12枚芽突状鳃丝,分叉而成鳃小片。鳃弓内缘出现鳃耙小突起。第一背鳍棘原基尚未出现。尾鳍、第二背鳍和臀鳍鳍条均已出现。全长5.29mm以上开始出现腹鳍原基。 | 主食桡足类(婆罗异剑水蚤、纺锤水蚤等)成体,还摄食些桡足幼体。 |

注: 主要根据第2、5、9、10组的资料。

Note: Mainly based on the data of Groups 2, 5, 9 and 10.

2. 仔鱼危险期 第一次试验期间,不同日龄仔鱼的平均密度(尾数/网次)见图3。第1组因仔鱼开食期未摄食轮虫,从3日龄到5日龄仔鱼平均密度明显减少,7日龄全部死

亡。第2组从5日龄到7日龄仔鱼平均密度明显减少,7日龄开始摄食婆罗异剑水蚤无节幼体,因而从9日龄起仔鱼平均密度比较稳定。第4组因缺开食期的适口饵料,从3日龄到5日龄仔鱼平均密度急剧下降。第5组从3日龄到7日龄仔鱼平均密度逐渐降低,7日龄起趋于稳定。第7组开食期未摄食豆乳晶制成的豆浆,从3日龄到5日龄仔鱼大量减少,7日龄全部死亡。对照组(第8组)从3日龄到5日龄仔鱼平均密度急剧降低,在饥饿状态下存活8天。从各组仔鱼平均密度的变动趋势来看,从3日龄到5日龄,仔鱼的死亡率最高,即大弹涂鱼仔鱼的危险期(或称临界期)正处于内源性(包括混合性)营养转入外源性营养期间,当卵黄囊和油球完全吸收时,如果仔鱼未及时摄取到颗粒有机碎屑,将会导致仔鱼大量死亡。

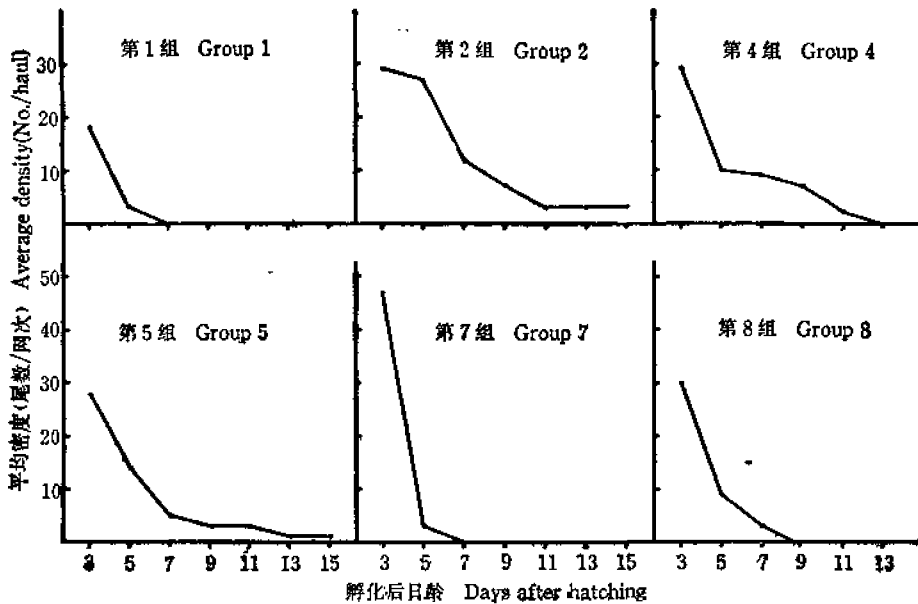


图3 试验期间大弹涂鱼仔鱼的平均密度

Fig. 3 Average density of larval mudskipper during the experiment

讨 论

各种鱼类仔鱼生活在各不相同的生态环境中,但开口摄食的饵料则基本相似,一般是游动较慢,易于消化,大小适口的小型浮游动物(轮虫、牡蛎幼虫、贻贝幼虫、桡足类无节幼体、小型桡足类、小型枝角类)或底栖生物(水蚯蚓、摇蚊幼虫^[2,3])。大弹涂鱼在滨海滩涂洞穴内产卵,仔鱼的开口饵料比较特殊,是以微型颗粒有机碎屑为食,其消化管内见到的颗粒有机碎屑,一般为黄褐色,有的是红褐色、淡黄褐色、暗褐色或灰黑色,其形态多种,圆球形、近圆球形、椭圆球形、长椭圆球形、棒形、近方形、三角形、梅花形等,其椭圆球形大小为 0.019×0.024 — $0.064 \times 0.080 \text{ mm}^2$ 。仔鱼所吞食的微型颗粒有机碎屑大小与其口径、

口宽相适应。这种碎屑在底栖硅藻繁盛的淤泥滩涂中较为丰富,涨潮时呈悬浮状态。根据大米草和互花米草(叶)的分解及其营养成分研究,米草植物枯死后分解成有机碎屑颗粒,蛋白质成分明显增加,能量有所提高,纤维成分降低,能为河口、近海和海滩的异养生物提供食物源^[5]。我们利用潮间带淤泥中底栖硅藻美丽斜纹藻(*Pleurosigma formosum*)等死体在微生物(细菌、原生动物等)的作用下逐步分解转化为颗粒有机碎屑,在大弹涂鱼仔鱼培育试验中,其饵料效果明显。

由于各种鱼类仔鱼消化器官发育与所需要的饵料种类以及适宜早期发育的水温存在差异,因此仔鱼的开口摄食时间也有所不同。从卵黄囊或油球等内源性营养物质是否存在来看,通常可以分为两类:开食在卵黄物质完全吸收消失以后(后期仔鱼)和完全吸收消失之前(前期仔鱼)。前者为内源性营养直接转化为外源性营养类型,如秘鲁鳀鱼的仔鱼^[10];后者在内源性转为外源性营养之间存在混合性营养期,此类型仔鱼一面利用剩余的卵黄物质作为能量来源,同时开始从外界环境摄取饵料以弥补内源性营养的不足,如大弹涂鱼仔鱼全长 2.56—3.29 mm 开口摄食碎屑时还残留卵黄囊和油球(油球完全消失稍晚些)。一般沉性卵的仔鱼,混合性营养期比较长,有利于仔鱼成活,可是大弹涂鱼(产沉性粘着性卵)混合性营养期却很短(约1天多),从内源性(包括混合性)营养转化到外源性营养会出现死亡高峰,亦即仔鱼危险期。它是在仔鱼内部急剧进行新老机能交替,而不能适应环境时,生理生态上发生深刻尖锐的变化,仔鱼得不到必要数量的适口饵料而大量死亡。有关其它鱼类仔鱼危险期的探讨也有类似的论述^[1,9]。大弹涂鱼人工育苗过程中能否及时补充外源性饵料是个关键问题,为了提高仔鱼成活率,必须提供较为丰富的适口饵料,在人工育苗适宜的环境条件下,从仔鱼2日龄开始就应当投饲充足的颗粒有机碎屑,6日龄起适量投饲桡足类幼体和成体,随着仔鱼的生长逐渐增大桡足类的个体大小和数量,以保证仔鱼的成活和生长。

参 考 文 献

- [1] 日本水产学会编(蔡完其、李思发译), 1979. 稚鱼的摄食和发育, 14—16. 上海科学技术出版社。
- [2] 朱成德、金伴道, 1985. 鲷鱼仔幼鱼食性与生长的初步研究. 水生生物学报, 9(1):9—19.
- [3] 朱成德, 1986. 仔鱼的开口摄食期及其饵料综述. 水生生物学报, 10(1):86—95.
- [4] 张其永等, 1987. 大弹涂鱼人工繁殖和仔稚鱼培育研究. 厦门大学学报(自然科学版), 28(3):366—373.
- [5] 符福兴等, 1987. 两种米草(叶)的分解及其营养成分的初步研究. 海洋学报, 9(3):367—372.
- [6] 廖一久等, 1973. 尾点弹涂鱼之人工繁殖—I 卵发生及其初期稚鱼. 农复会渔业丛书(台湾省), (15): 29—42.
- [7] 廖一久, 1986. 台湾省水产试验所东港分所简介. 中国水产(台湾省), (398):23—27.
- [8] Chen, T. P., 1976. *Aquaculture Practices in Taiwan*. Page Bros (Norwich) Ltd, pp. 77—83.
- [9] Li, Sifa and J. A. Mathias, 1987. The critical period of high mortality of larvae fish—a discussion based on current research. *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, 5(1): 80—96.
- [10] Ware, D. M. et al., 1983. Behavior of first-feeding Peruvian anchoveta larvae, *Engraulis ringens* J. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. int. Explor. Mer*, 178: 467—474.

ON THE FEEDING, GROWTH AND SURVIVAL OF LARVAL MUDSKIPPER (*BOLEOPHTHALMUS PECTINIROSTRIS*)

Zhang Qiyong

(Department of Oceanography, Xiamen University)

Zhang Jie

(Xiamen Fisheries Research Institute)

ABSTRACT This paper deals with rearing larval stage of mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) in reference to the feeding, development and the effect of different feeds on growth and survival of larvae. The brood fish were injected with HCG during the spawning season, the fertilized eggs were obtained by means of semi-dry method. At one day after hatching, the larvae were reared in the outdoor cement pools, fed with different types of feeds and provided with sufficient aeration. The experiments indicated that there did exist a critical period of high mortality which occurred during 3-5 days after hatching. The deepest, sharpest and fastest physiological and ecological changes during the development of larvae occurred at the time of shift from endogenous (including mixed) nutrition to exogenous one. Particulate organic detritus of benthic diatoms decomposed by natural way may be the initial diet of larvae. High survival rate of postlarvae (42.04%) was obtained and observed at the end of rearing experiment. In addition to particulate organic detritus, copepods (nauplii, copepodites and adults) were gradually fed from six days after hatching, and then the postlarvae grew well, with average total length of 6.15 mm and average body weight of 1.24 mg at 16 days after hatching.

KEYWORDS larval mudskipper, initial feeding, growth, survival, critical period of larval fish