

延迟投喂对褐菖鲉仔鱼存活和生长的影响

邱成功¹, 徐善良^{1*}, 林少珍², 齐 闯¹

(1. 宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315211; 2. 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325005)

摘要: 为研究褐菖鲉仔鱼在饥饿条件下的存活与生长, 对其仔鱼初次摄食率和饥饿不可逆点以及延迟投喂下仔鱼的存活及生长特征进行研究. 结果表明: 16~18 °C下, 仔鱼产出当日开口摄食, 4日龄仔鱼初次摄食率最高, 达(93.33±9.43)%, 饥饿不可逆点为7.2日龄; 投喂组仔鱼卵黄囊消耗较饥饿组快, 前者卵黄囊于5日龄基本耗尽, 后者维持到8日龄; 延迟投喂1~5 d各组, 其10日龄仔鱼存活率在70%以上, 显著高于延迟投喂6~9 d各组($P<0.05$); 初产仔鱼平均全长为(4.15±0.10) mm, 饥饿3 d内, 全长平均日增长量为 8.3×10^{-2} mm·d⁻¹, 第4天后出现负增长; 延迟投喂0~3 d各组的20日龄仔鱼全长及特殊增长率均无显著差异($P>0.05$), 但延迟4 d后各投喂组, 各指标均出现显著下降($P<0.05$). 因此认为, 褐菖鲉仔鱼最佳投喂时间为4日龄, 对其以后的生长、存活最有利.

关键词: 褐菖鲉; 仔鱼; 延迟投喂; 初次摄食率; 存活; 生长

中图分类号: S962

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 03-0007-05

褐菖鲉(*Sebastiscus marmoratus*)俗称“虎头鱼”“小石斑”“石头鱼”等, 是暖温性底层卵胎生鱼类. 栖息于近岸岩礁海区, 为我国沿海习见鱼类, 在东海南部、南海海域分布较多.

近年来, 对褐菖鲉的需求量日益增大, 褐菖鲉的网箱养殖产业也应运而生, 但迄今, 褐菖鲉早期发育过程中的存活率较低, 养殖所用苗种以钓捕天然苗种为主. 为了彻底解决褐菖鲉人工育苗中的低成活率问题, 有必要对其仔鱼生长发育特性进行深入研究.

饥饿被认为是海洋仔鱼死亡的主要原因之一^[1]. 目前, 已有许多学者研究了延迟投喂对鱼类仔鱼早期阶段的摄食、存活及生长的影响^[2-5]. 但是, 有关褐菖鲉仔鱼这方面的相关研究还未见报道. 为此, 笔者对褐菖鲉仔鱼初次摄食率和饥饿不可逆点(PNR)以及延迟投喂下仔鱼的存活及生长特征进行了研究, 旨在为提高褐菖鲉早期发育过程中仔鱼存活率提供参考.

1 材料与方法

1.1 仔鱼来源及实验条件

实验用仔鱼取自浙江省海洋水产养殖研究所洞头基地, 为褐菖鲉雌鱼自然产出的健康活泼的初产仔鱼. 实验用水全部经砂滤、脱脂棉过滤、煮沸, 水温16~18 °C, 盐度28~33, pH 8.2~8.3.

1.2 初次摄食率及PNR测定

仔鱼暂养在1#和2# 2个80 L水体的水族缸中, 各放入5 000条左右初产仔鱼, 微充气, 每天清污并换水1/3. 1#缸当天即投喂经小球藻(*Chlorella*)强化的S型褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*), 密度10~15 ind·mL⁻¹, 2#缸始终不投喂. 从仔鱼开口第1天开始, 每天从2#缸随机取出45尾仔鱼, 放入1 000 mL烧杯中, 每杯放15尾, 设3平行, 投喂轮虫, 投喂量密度为10~15 ind·mL⁻¹, 光强度为500~600 lx, 2 h后将仔鱼取出, 经乙醇($\varphi=75\%$)麻醉, 在显微镜下解剖观察初次摄食的仔鱼数. 当所测

收稿日期: 2013-03-24.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家星火计划引导项目(S2013C); 国家海洋局海洋公益性行业科研专项(201105009-3).

第一作者: 邱成功(1989-), 男, 浙江温州人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 海水鱼类人工繁育技术. E-mail: qiuchengong1024@sina.cn

*通信作者: 徐善良(1962-), 男, 浙江舟山人, 副研究员, 主要研究方向: 海水鱼类. E-mail: xushanliang@nbu.edu.cn

定仔鱼初次摄食率低于最高初次摄食率 1/2 时, 即认定仔鱼到达饥饿不可逆点(PNR)^[6].

同时, 每天分别从 1#和 2#缸中随机取 15 尾仔鱼, 在显微镜下拍照、测量并记录仔鱼全长、卵黄囊长径及短径、油球直径, 直至 2#缸中仔鱼全部死亡.

1.3 延迟投喂实验

实验分 10 组, 分别记为 A, B, ..., J, 每组设 3 平行, 每个平行放 20 尾初产仔鱼. 实验容器为 1 000 mL 烧杯, 有效水体 800 mL, 所有烧杯置于同一水槽中, 每天清污并换水 1/3, 实验水温 16~18℃, 自然光照. A 组在仔鱼开口第 1 天开始投喂轮虫, B 组在第 2 天投喂, 依此类推, J 组在第 10 天投喂, 杯中轮虫维持 10 ind·mL⁻¹ 左右. 每 8 h 观察记录仔鱼死亡情况, 并及时吸出死鱼, 实验至仔鱼 20 d 龄时结束. 实验开始时抽样测量仔鱼的平均体长, 结束时分别测量各组存活仔鱼体长.

1.4 数据的统计分析与计算公式

所得数据利用 SPSS 13.0 软件进行单因素方差(One-way ANOVA)分析及 Duncan 多重比较处理, 以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平. 相关计算公式如下:

初次摄食率 = 胃肠道内含有轮虫的仔鱼尾数 / 总观察尾数 $\times 100\%$ ^[7].

卵黄囊体积按椭球形计算: $V = (4/3) \times \pi \times (R/2)^2 \times r/2$, 其中, R 为卵黄囊长径, r 为卵黄囊短径.

油球体积按球形体积计算: $V = (4/3) \times \pi \times (R/2)^3$, 其中, R 为油球直径^[8].

全长日增长量公式: $R_{LGR} = (I_t - I_0) / t$, 全长日特殊增长率公式: $R_{SGR} = (\ln I_t - \ln I_0) / t$, 其中, I_0 和 I_t 分别代表实验开始和实验结束时仔鱼全长, t 为投喂天数^[9].

2 结果

2.1 仔鱼内源性营养吸收

投喂组和饥饿组的仔鱼卵黄囊消耗速度如图 1 所示. 由图 1 可见, 投喂组仔鱼卵黄囊消耗较饥饿组快, 前者卵黄囊于 5 日龄基本耗尽, 后者则维持到 8 日龄; 初产仔鱼卵黄囊体积为 $(10.95 \pm 2.82) \times 10^{-3} \text{ mm}^3$, 1 d 后投喂组卵黄囊体积缩小为初产时 2/5, 饥饿组卵黄囊体积仍有初产时的 65.7%; 4 日龄时, 投喂组卵黄囊体积 $2.45 \times 10^{-4} \text{ mm}^3$, 为初产时 1/45,

饥饿组卵黄囊体积 $3.02 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$, 约为投喂组的 10 倍; 5 日龄饥饿组尚存 $2.19 \times 10^{-4} \text{ mm}^3$, 随后 2 d 内缓慢吸收, 至 8 日龄吸收完毕.

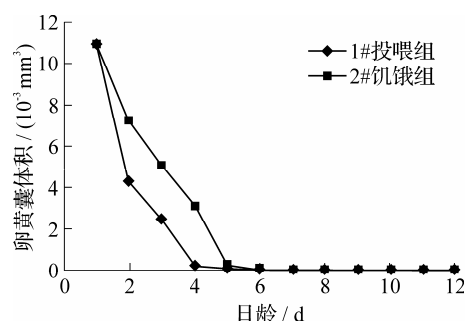


图 1 饥饿与投喂条件下褐菖鲉仔鱼卵黄囊吸收速度

初产仔鱼油球体积约为 $(1.72 \pm 0.67) \times 10^{-3} \text{ mm}^3$, 约占卵黄囊体积的 15.7%; 油球的消耗与卵黄囊有所不同(图 2), 仔鱼产出后 3 d 内, 饥饿组的油球消耗显著大于投喂组($P < 0.05$), 3 日龄时, 饥饿组油球被迅速吸收, 油球体积为 $(1.98 \pm 1.26) \times 10^{-4} \text{ mm}^3$; 但 4 日龄时, 投喂组的油球吸收迅速, 体积小于饥饿组; 6 日龄, 投喂组的油球基本耗尽, 饥饿组的油球体积也仅剩初产时的 1/65, 至 8 日龄才耗尽.

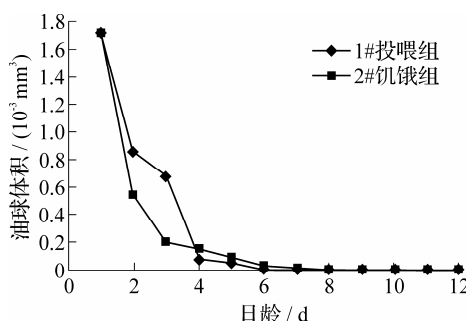


图 2 饥饿与投喂条件下褐菖鲉仔鱼油球吸收速度

2.2 仔鱼初次摄食率及 PNR

褐菖鲉仔鱼产后当天即开口并摄食, 经不同天数饥饿后, 仔鱼初次摄食率发生变化(图 3). 1 日龄

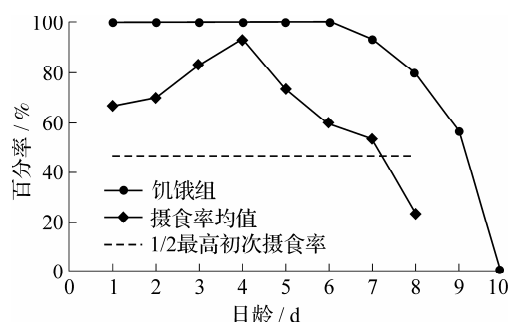


图 3 褐菖鲉仔鱼初次摄食率及各日龄存活率

仔鱼初次摄食率已较高, 为 $(66.67 \pm 8.55)\%$; 之后逐日上升, 2日龄和3日龄分别为 $(70.00 \pm 4.16)\%$ 和 $(83.33 \pm 4.71)\%$; 最高初次摄食率出现在4日龄, 达到 $(93.33 \pm 9.43)\%$, 之后迅速回落, 7日龄下降至 $(53.33 \pm 6.43)\%$; 8日龄的初次摄食率仅为 $(23.33 \pm 5.26)\%$ 。按PNR定义, 由图3中计算可得, 最高初次摄食率的1/2的理论时间为7.2日龄, 即意味着仔鱼到达饥饿不可逆点(PNR)。

2.3 延迟投喂对仔鱼存活的影响

不同延迟投喂天数对褐菖鲉仔鱼存活的影响见表1, 褐菖鲉仔鱼延迟投喂1~5d, 其10日龄仔鱼存活率在70%以上, 各组间仔鱼存活率差异不显著($P > 0.05$); 延迟投喂6~9d各组, 其10日龄仔鱼存活率低于47%, 显著($P < 0.05$)低于延迟1~5d投喂各组; 延迟投喂9d组亦饥饿处理组, 其1~8日龄仔鱼存活率变化不大, 第8日龄存活率仍高达80%, 8日龄后仔鱼大量死亡, 死亡率由20%迅速上升至10日龄的100%, 计算得其50%仔鱼死亡时间点为9.2日龄(图3)。

2.4 延迟投喂对仔鱼生长的影响

刚产出的褐菖鲉仔鱼平均全长为 (4.15 ± 0.10) mm, 延迟投喂条件下褐菖鲉仔鱼的生长见表2。结果显示, 延迟3d内投喂仔鱼全长不断增长, 平均日增长量为 $8.3 \times 10^{-2} \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$, 日特殊增长率 $(2.47 \pm 0.46) \times 10^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$; 延迟3d投喂组, 仔鱼在饥饿情况下全长增长至 (4.40 ± 0.02) mm, 投喂结束后全长 (5.95 ± 0.13) mm, 为各组最大值; 饥饿4d时, 仔鱼全长出现负增长, 比饥饿3d组平均缩小0.05 mm, 至20日龄实验结束时, 延迟4d投喂组全长 (5.48 ± 0.16) mm, 显著小于延迟0~3d投喂组结束时的全长($P < 0.05$), 延迟5d组各项指标进一步下降, 延迟6d后投喂各组仔鱼死亡率为100%。

3 讨论

3.1 饥饿仔鱼的生理适应机制

仔鱼在卵黄囊期完成一系列与摄食、消化相关的器官功能发育, 从而具备条件从内源卵黄营养转入外源摄食营养。卵黄囊仔鱼大多在卵黄耗尽

表1 延迟投喂对褐菖鲉仔鱼存活率的影响

延迟投喂 天数/d	各日龄仔鱼存活率/%						
	4日龄	5日龄	6日龄	7日龄	8日龄	9日龄	10日龄
0	100.00±0.00 ^a	86.67±4.71 ^c	86.67±4.71 ^a	86.67±4.71 ^{ab}	76.67±4.71 ^b	66.67±9.43 ^{bc}	63.33±12.47 ^{ab}
1	100.00±0.00 ^a	90.00±8.16 ^{bc}	86.67±9.43 ^a	83.33±4.71 ^b	73.33±12.47 ^b	73.33±12.47 ^{abc}	70.00±8.16 ^{ab}
2	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	90.00±8.16 ^a	83.33±4.71 ^b	83.33±4.71 ^{ab}	80.00±8.16 ^{ab}	70.00±8.16 ^{ab}
3	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	86.67±4.71 ^{ab}	73.33±4.71 ^a
4	100.00±0.00 ^a	96.67±4.71 ^{ab}	93.33±4.71 ^a	83.33±12.4 ^b	80.00±8.17 ^{ab}	80.00±8.17 ^{ab}	73.33±4.71 ^a
5	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	93.33±9.43 ^a	93.33±9.43 ^{ab}	93.33±9.43 ^{ab}	93.33±9.43 ^a	76.67±12.47 ^a
6	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	93.33±9.43 ^a	93.33±9.43 ^{ab}	90.00±14.14 ^{ab}	80.00±8.16 ^{ab}	46.67±4.71 ^{bc}
7	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	96.67±4.71 ^a	93.33±4.71 ^{ab}	73.33±4.71 ^{abc}	33.33±23.57 ^{cd}
8	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	96.67±4.71 ^a	96.67±4.71 ^a	93.33±9.43 ^{ab}	83.33±4.71 ^{ab}	20.00±14.14 ^{de}
9	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	93.33±4.71 ^{ab}	80.00±14.14 ^{ab}	56.67±18.86 ^c	0.00±0.00 ^e

注: 存活率为平均值; 同列数据左上角不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$), 下表同。

表2 延迟投喂对褐菖鲉仔鱼生长的影响

延迟天数/d	投喂初全长/mm	投喂天数/d	投喂结束全长/mm	全长日增长量/ $(10^{-2} \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1})$	全长日特殊增长率/ $(\% \cdot \text{d}^{-1})$
0	4.15±0.10 ^a	20	5.86±0.16 ^a	8.54±0.38 ^a	1.72±0.06 ^a
1	4.33±0.08 ^b	19	5.89±0.34 ^a	8.22±1.40 ^{ab}	1.61±0.21 ^{ab}
2	4.36±0.08 ^b	18	5.91±0.26 ^a	8.59±1.03 ^a	1.68±0.15 ^a
3	4.40±0.02 ^b	17	5.95±0.13 ^a	9.14±0.61 ^a	1.78±0.09 ^a
4	4.35±0.12 ^b	16	5.48±0.16 ^b	7.03±0.38 ^{bc}	1.44±0.06 ^b
5	4.33±0.10 ^b	15	5.18±0.19 ^b	5.67±0.78 ^c	1.19±0.14 ^c

前的短期内开始摄食外界营养,因而构成一个内源和外源营养共存的混合营养期^[10],而混合营养期时间的长短直接影响仔鱼早期存活率。褐菖鲉为卵胎生鱼类,初产仔鱼各器官发育较为完善,初孵当天开口并摄食,其混合营养期 4~5 d,比许氏平鲉(*Sebastes schlegelii*)^[11]、日本鬼鲉(*Inimicus japonicus*)^[12]、鯧鱼(*Engraulis japonicus*)^[13]等长 1~4 d,较长的混合营养期为褐菖鲉早期仔鱼顺利转入外源性营养提供了更大机会。同时,褐菖鲉仔鱼开口当天初次摄食率高达 66.67%,比条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)^[14]、黄鲷(*Dentex tumifrons*)^[15]、点带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)^[16]等海水鱼类高数倍以上。此外,饥饿仔鱼死亡率超过 50%的存活时间,在不同的种类中表现不同,有出现在 PNR 前,也有出现在 PNR 后。仔鱼 50%死亡率出现在 PNR 之后,意味着在 PNR 前仔鱼一旦得到食物尚有较大恢复可能,反之可能性较小^[17]。本文结果表明,褐菖鲉饥饿仔鱼累计死亡率超过 50%的时间出现在进入 PNR 后的 2 d 左右,这意味着褐菖鲉早期仔鱼具有高效利用外界食物资源的生理先决条件,在资源竞争中无疑是一种优势,有利于提高仔鱼群体存活率。研究表明,饥饿会延缓初孵仔鱼对内源性营养的利用速率^[3,18],本文结果也证实了此点,图 1 显示,饥饿条件下仔鱼卵黄囊反而比投喂组仔鱼迟 3 d 耗尽,这更有利于仔鱼在饥饿时期延续生命。研究还表明,饥饿仔鱼为保障活动耗能在生长上出现负增长现象,以鱼体消瘦和器官萎缩为代价来提高摄食和存活机会^[8]。结合图 1、图 2 和表 2 还可发现,饥饿组仔鱼的卵黄耗尽时间略早于油球,当仔鱼卵黄即将耗尽时仔鱼的全长也呈现负增长。且游离氨基酸位于卵黄内,油球的主要成分是脂肪^[19],由此可以推断褐菖鲉早期仔鱼对于氨基酸和脂肪的消耗是同步进行的,当内源营养供应不足,又无法获取外源性营养时,饥饿仔鱼以体成分重吸收为代价来维持较高的寻食频率,从而提高摄食和存活机会。

3.2 仔鱼最佳投喂时机

过早或过迟投喂,仔鱼存活率均较低,仔鱼刚开口摄食时消化系统发育仍不完善,过早投喂时食物会堵塞在胃中长达数日而无法消化、吸收,造成对仔鱼严重伤害,甚至造成死亡,而过迟投喂则

会造成仔鱼消化功能衰退和营养状况恶化,从而直接导致死亡^[4]。从本实验结果看,延迟 1~5 d 投喂对褐菖鲉仔鱼的存活影响差异不显著;但是,随着延迟天数的继续增加,死亡率开始明显增加,延迟 5 d 以上投喂,存活率显著低于延迟 1~5 d 投喂各组($P < 0.05$)。因此,从提高仔鱼存活率方面考虑,褐菖鲉仔鱼最佳投喂时间在 2~6 日龄为宜。

海水鱼卵黄囊期仔鱼的生长分初孵时的快速生长期、卵黄囊消失前后的慢速生长期和不能建立外源性营养后的负生长期^[20]。褐菖鲉卵黄囊期仔鱼快速生长期为 0~1 日龄,1~3 日龄为缓慢生长期,4 日龄以后,仔鱼卵黄囊即将耗尽,进入负生长期。合适的投喂时间对鱼仔鱼后期生长至关重要,过早或过晚投喂都会影响仔鱼后期的生长速度^[4]。比较表 2 中实验结束时间为 20 日龄的仔鱼全长,延迟 4~5 d,投喂的各组显著小于延迟 0~3 d 投喂的各组($P < 0.05$),以延迟 3 d 投喂组仔鱼生长速度最快。因此,从获得仔鱼最佳生长速度出发,褐菖鲉仔鱼最佳投喂期在 1~4 日龄,最佳投喂时间点为 4 日龄。

初次摄食期仔鱼饥饿的“不可逆点”为仔鱼耐受饥饿的时间临界点,表明初次摄食期仔鱼耐受饥饿的能力以及描述最终导致仔鱼死亡的饥饿程度^[6]。而不同种类抵达 PNR 的时间差异很大,如瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli*)^[2]为 12 d,而条石鲷^[14]为 3 d、黄鲷^[15]为 5~6 d,裸项栉鰕虎鱼(*Bare-neck goby*)^[5]为 2 d。仔鱼抵达 PNR 的时间与鱼卵的孵化时间、卵黄容量及温度等环境因子都有关系,孵化时间长,卵黄容量大,温度低,代谢速度慢,PNR 出现晚;反之,则出现早^[10]。在本文的条件下,褐菖鲉仔鱼 PNR 为 7.2 日龄。因此,综合考虑延迟投喂对仔鱼存活率和生长的影响并结合仔鱼初次摄食率及 PNR,对褐菖鲉仔鱼进行投喂的最适时间段为产后 2~4 d,最佳投喂时间点为 4 日龄。

参考文献:

- [1] 殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展[J]. 水产学报, 1991(4):348-358.
- [2] 马旭洲, 王武, 甘炼, 等. 延迟投喂对瓦氏黄颡鱼仔鱼存活、摄食和生长的影响[J]. 水产学报, 2006(3):323-328.
- [3] 彭志兰, 柳敏海, 傅荣兵, 等. 早繁鲢鱼仔鱼饥饿试验及不可逆点的确定[J]. 海洋渔业, 2007(4):325-330.

- [4] 宋兵, 陈立侨, 高露姣, 等. 延迟投喂对杂交鲟仔鱼生长、存活和体成分的影响[J]. 中国水产科学, 2003(3): 222-226.
- [5] 王国栋, 郑琰晶, 李建军, 等. 延迟投喂对裸项栉鰕虎鱼仔鱼存活、摄食及生长的影响[J]. 热带海洋报, 2009(6):112-116.
- [6] Blaxter J H S, Hempie G. The influence of eggs size on herring larvae (*Clupea harengus* L.)[J]. J Cons Perm Int Explor Mer, 1963, 28:211-240.
- [7] 单秀娟, 窦硕增. 饥饿胁迫条件下黑鲷(*Micthysmiiuy*)仔鱼的生长与存活过程研究[J]. 海洋与湖沼, 2008(1): 14-23.
- [8] 殷名称. 北海鲱卵黄囊期仔鱼的摄食能力和生长[J]. 海洋与湖沼, 1991(6):554-560.
- [9] 熊金林, 杨干荣. 应用数理方程表达团头鲂鱼苗生长特征的探讨[J]. 华中农业大学学报, 1993(2):187-189.
- [10] 殷名称. 鱼类仔鱼期的摄食和生长[J]. 水产学报, 1995(4):335-342.
- [11] 吴立新, 王岩, 秦克静. 许氏平鲉人工育苗的初步试验[J]. 水产科学, 1994(4):7-9.
- [12] 史会来, 楼宝, 王奋芬, 等. 日本鬼鲉胚胎发育及仔、稚鱼形态学观察[J]. 水生生物学报, 2012(6):1071-1080.
- [13] 万瑞景, 李显森, 庄志猛, 等. 鲢鱼仔鱼饥饿试验及不可逆点的确定[J]. 水产学报, 2004(1):79-83.
- [14] 彭志兰, 柳敏海, 罗海忠, 等. 条石鲷仔鱼饥饿试验及不可逆点的确定[J]. 水产科学, 2010(3):152-155.
- [15] 夏连军, 施兆鸿, 陆建学. 黄鲷仔鱼饥饿试验及不可逆点的确定[J]. 海洋渔业, 2004(4):286-290.
- [16] 柳敏海, 施兆鸿, 陈波, 等. 饥饿对点带石斑鱼饵料转换期仔鱼生长和发育的影响[J]. 海洋渔业, 2006(4): 292-298.
- [17] 陈国柱, 林小涛, 许忠能, 等. 饥饿对食蚊鱼仔鱼摄食、生长和形态的影响[J]. 水生生物学报, 2008(3):314-321.
- [18] 徐永江, 蔡文超, 柳学周. 饥饿对漠斑牙鲆前期仔鱼生长发育的影响[J]. 海洋水产研究, 2007(6):51-55.
- [19] 张立飞, 杨万喜. 硬骨鱼类卵子发生研究及其应用前景[J]. 浙江大学学报: 理学版, 2003(2):210-214; 222.
- [20] Farris D A. A change in the early growth rate of four larval marine fishes[J]. Linnol Oceanogr, 1959(4):29-36.

Effects of Delayed Feeding on Survival and Growth of *Sebastiscus marmoratus* larva

QIU Cheng-gong¹, XU Shan-liang^{1*}, LIN Shao-zhen², QI Chuang¹

(1.School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2.Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China)

Abstract: To study the survival and growth of *Sebastiscus marmoratus* larvae under conditions of starvation, the initial feeding rate of larval, the starvation of point of no return (PNR) and survival and growth characteristics of larvae with delayed feeding are observed. The results show that the larvae of *Sebastiscus marmoratus* begin taking food in the day of birth under water temperature of 16~18°C, the initial food-taking rate of larvae reaches the highest of (93.33±9.43)% at age of 4-day, and the point of no return is found to be 7.2-day after birth. The consumption of yolk sac is faster in feeding group than in hungry group, and the former yolk sac is exhausted basically at 5-day age, while the latter is extended to 8-day age. The average length of primiparous larvae is (4.15±0.10) mm. The total length of the average daily growth of larvae is $8.3 \times 10^{-2} \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ in hunger 3 d and shows negative growth after 4 d. The total length, the average daily growth and specific growth rate of larvae in each group of 20 day-old show no significant difference ($P > 0.05$) under delayed feeding for 0-3 d, but above indices of larvae in each group of 20 day-old are significantly decreased ($P < 0.05$) under delayed feeding with 4 d after. The comprehensive analysis indicate that the optimal feeding time of *Sebastiscus marmoratus* larvae should be 4 days after birth.

Key words: *Sebastiscus marmoratus*; larvae; delayed feeding; initial feeding rate; survival; growth

(责任编辑 章践立)