

大泷六线鱼仔鱼摄食及生长的研究*

邱丽华

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

姜志强 秦克静

(大连水产学院, 大连 116023)

摘 要 本文以大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)人工孵化所得的卵黄囊期仔鱼为材料,对仔鱼早期阶段的摄食及生长情况作了实验研究。结果表明:在13.5~14℃条件下,大泷六线鱼仔鱼6日龄开始摄食,约8日龄卵黄囊耗尽,10日龄饥饿仔鱼进入PNR期,混合营养期为2d;饥饿仔鱼的开口率(初次摄食率)开始较低,此后上升,到卵黄囊耗尽时达高峰(63%),以后又下降。仔鱼前期的生长率平均为0.254 mm/d,饥饿仔鱼生长几乎停止,同期喂食仔鱼的生长率亦下降为0.102 mm/d;摄食仔鱼在孵化后20d内的全长(L)和日龄(d)的相关式为 $L=0.085d+7.04$ 。仔鱼存在昼夜摄食节律,在1昼夜中有2个摄食高峰,分别出现在14:00和20:00。

关键词 大泷六线鱼, 仔鱼, 摄食, 生长

大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii* Jordan et Starks)为黄渤海常见的冷温性食用经济鱼类,常栖息于沿岸浅水岩礁石砾地带。关于大泷六线鱼仔鱼生物学方面的研究,目前未见报道。本文对大泷六线鱼仔鱼早期阶段的摄食及生长进行研究,目的是从形态及生态方面加深对海洋鱼类仔鱼摄食能力的变化及规律的认识,为育苗生产提供科学依据,以提高育苗成活率。

1 材料和方法

1.1 仔鱼的来源和饲养

所有的仔鱼为大连水产学院海水养殖研究所1994年11月人工育苗所得。仔鱼孵出后,用作饥饿试验的仔鱼立即转移到容量20L的饲养箱内,不予投饵直至100%死亡;其余仔鱼则饲养在100L

的玻璃缸水槽中。开食后投喂褶皱臂尾轮虫,密度为5~10 ml⁻¹,每天1次。轮虫由酵母培养,在投喂前1d用小球藻强化培养。海水为沙滤海水,盐度保持30~31,饲养水温13.5~14.0℃,2d换水1次,开食后充气。

1.2 采样和观察

自孵化当天开始采样,每天1次,每次15~20尾,然后麻醉,放在双筒解剖镜下逐尾测量其全长及卵黄囊长径、短径,所有长度数据皆为活体标本。

1.3 摄食和耐饥饿能力试验

仔鱼的开口率**由摄食试验确定。每天从饥饿试验水箱中取出20尾仔鱼放入500ml烧杯中4h,轮虫密度为10~12 ml⁻¹,保持自然水温。然后将仔鱼取出,经麻醉后逐尾检查。肠管内含有轮虫的仔鱼尾数占总测尾数的百分比即为摄食率。PNR(不可逆点)是仔鱼耐饥饿的时间临界点,PNR的确定按照殷名称所采用的方法^[1]。

1.4 仔鱼昼夜摄食节律与饱满指数的测定

1.4.1 摄食节律 通过定时测定已饲养10d以上的仔鱼的饱满指数,由其变动规律了解1昼夜内仔

收稿日期:1998-12-01

* 本文所说的仔鱼包括孵化后的卵黄囊期仔鱼到转入稚鱼期以前的阶段

** 相当于“初次摄食率”^[1]。因易与表示摄食强度的“摄食率”相混淆,故改用开口率

鱼的摄食节律^[2]。饱满指数 K 的计算式如下:

$$K = \frac{W_f}{W_b} \times 10^4$$

式中: W_f —食物团重(湿重)/mg;

W_b —鱼体重(湿重)/mg。

1.4.2 饱和指数 在试验水箱内投入充足的轮虫,每隔 3 h 从试验缸中取出仔鱼 15 尾,测平均体重、全长并解剖肠道,压片在显微镜下记录轮虫个数,并换算成生物量,即为更正食物团重,24 h 后结束实验(本试验的光照为太阳光自然照射室内所得)。

2 结果

2.1 卵黄吸收和初次摄食

卵黄容量的计算公式^[3]为 $4/3\pi \cdot (r/2)^2 \cdot R/2$ 。式中: R 为卵黄囊长轴,即卵黄囊长; r 为卵黄囊短轴,即卵黄囊高。

初孵仔鱼依靠卵黄营养,无摄食能力,此时卵黄囊容量为 1.48 mm^3 ,此后,随着卵黄迅速被吸收及与初次摄食相关的仔鱼器官迅速发育,并初具功能,到孵化后第 7 天,卵黄囊容量降至 $0.5 \sim 0.4 \text{ mm}^3$,这时仔鱼进入摄食期,开始向外界摄食。孵化后第 8 d,卵黄囊基本耗尽。换言之,仔鱼的混合营养期仅为 2 d,仔鱼必须在这个短时间内建立外源性营养关系,否则将导致饥饿。

2.2 开口率和 PNR

仔鱼 6 日龄开口,孵化后 8 d 左右卵黄囊消失,进入摄食期后,不同饥饿时间的开口变化见图 1,其变化形式为:开始较低,仅为 20% 左右;此后逐渐上升,高峰出现在卵黄囊消失后的数小时至 1 d,可达到 63%;后逐步下降。当开口率降到 30% 左右时,仔鱼进入 PNR 期,这个耐饥饿的时间临界点发生在孵化后第 10 天。因此大泷六线鱼仔鱼具有初次摄食能力的时间可持续 4~5 d。孵化后第 12 天,仔鱼出现 50% 死亡率,这时开口率为 0。然而同期投喂食物仔鱼的开口率已达到约 100%。

2.3 仔鱼的摄食节律

试验结果证明:大泷六线鱼仔鱼的摄食强度在 1 昼夜中具有明显的变化节律。测得的数据取平均值绘制成图 2,即仔鱼在 1 昼夜的摄食节律变化呈双凸形的。仔鱼的饱满指数在早晨 05:00 较低,08:00 左右急剧上升,并在下午 14:00 达到最高峰;随后有些下降,而在 20:00 又出现一个较小的高峰;之后下降并在次日凌晨 02:00 又降到最低点。在测定

过程中还可以见到饱满指数达到高峰的时间可能前后移动,并不是 100% 的仔鱼同时达到摄食高峰。

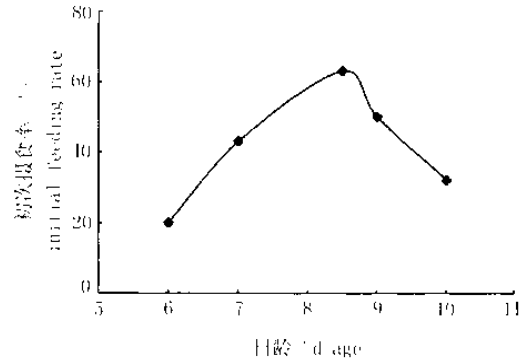


图 1 大泷六线鱼仔鱼的初次摄食率

Fig.1 Variation of initial feeding rate during different periods of starvation at early development of fat greenling

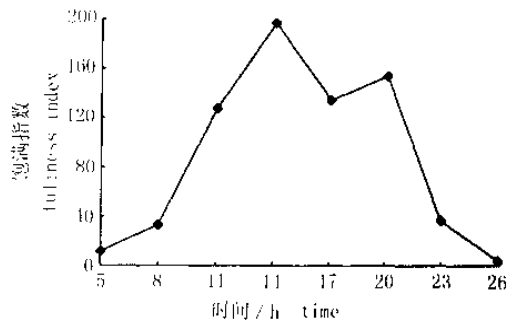


图 2 大泷六线鱼仔鱼饱满指数的昼夜变化

Fig.2 Variation of fullness index of fat greenling day and night

2.4 仔鱼的生长和摄食

仔鱼在早期发育和饥饿期的发育生长见图 3, 图 4。建立外源性营养的仔鱼在孵化后 20 d 内,其长度生长和日龄的相关式为:

$$L = 0.085d + 7.04$$

式中: L —全长/mm; d —日龄/d。从图中可以看出,仔鱼在卵黄囊耗尽前后 1~2 d 生长较迅速。

饥饿仔鱼和摄食仔鱼在不同发育阶段的生长率见表 1。

初孵期,仔鱼依靠卵黄营养,生长速率最高,平均达 0.254 mm/d ,进入摄食期后,能够向外界摄食的仔鱼,由于搜索摄食耗能,生长速度明显下降为 0.102 mm/d ,而饥饿组的仔鱼几乎停止增长,仅为 0.006 mm/d ;进入 PNR 期后,饥饿仔鱼不仅生长停止且日渐萎缩;同期摄食仔鱼由于适应捕食生活而

生长率迅速提高到 0.226 mm/d。

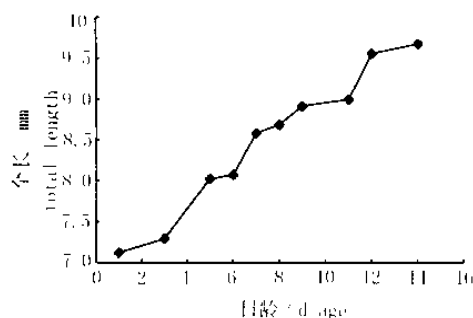


图 3 不同日龄大泷六线鱼仔鱼的生长

Fig.3 Growth of larval fat greenling in total length at different days of age

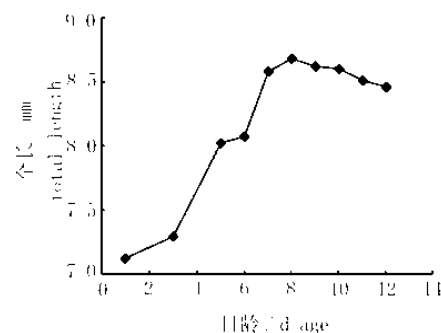


图 4 不同日龄饥饿仔鱼的生长

Fig.4 Growth in length of the unfed larval fat greenling

表 1 饥饿仔鱼和摄食仔鱼的生长率

Table 1 Growth rates of the unfed and fed larval fat greenling

mm/d

初孵期 larval	摄食期 feeding period		PNR 期 PNR period		平均值 average	
	摄食仔鱼 feeding	饥饿仔鱼 hungry	摄食仔鱼 feeding	饥饿仔鱼 hungry	摄食仔鱼 feeding	饥饿仔鱼 hungry
0.254 (0-7)	0.102 (7-11)	0.006 (7-10)	0.226 (11-14)	- (10-13)	0.205 (0-20)	0.138 (0-12)

注:括弧内数字为时间间距,以孵化后天数表示,后同。The numbers in the brackets are days after hatching

3 讨论

3.1 仔鱼的初次摄食及 PNR

(1) 海洋鱼类的仔鱼一般均以吞食浮游动物为主。其外源性阶段的开始是搜索、摄取活饵料相关的器官功能的形成以及相关的运动模式,特别是巡游模式的建立^[4]相联系的。根据笔者观察,大泷六线鱼仔鱼在水温 16~18℃ 时,巡游模式是在 5 日龄建立的。而我们在研究中发现,若将轮虫的密度提到足够高(15~20 ml⁻¹以上)时,有些仔鱼在 5 日龄肠道中就出现轮虫,可能仔鱼刚开口时是以偶然碰撞的方式来摄取饵料的。卵黄囊期仔鱼具有摄食能力的时间一般不长,大泷六线鱼仔鱼的混合营养期为 2 d。仔鱼必须在这段时间内建立外源性摄食关系,否则将蒙受饥饿,延迟投饵 1~2 d 对仔鱼的生长都会造成严重影响。因此正确掌握卵黄囊消失的时间,提前或及时进行适宜密度投饵对海洋鱼类的育苗是有重要实践意义的。

(2) 仔鱼进入 PNR 期标志着仔鱼摄食能力的丧失。大泷六线鱼仔鱼在 16~18℃ 水温下,从初次摄食到 PNR 期的时间仅为 4~5 d,这是较短的,从

而反映出仔鱼在初次摄食阶段饵料的影响是很重要的。进入 PNR 期的仔鱼并未发现象北海鲱那样由于胸部和腹部消瘦凹入,使肩带外凸形成的“胸角”^[1],只是头大身小,在游泳时阵发性的忽游忽头冲下沉入水下层,口张动,但不能摄食。

(3) 大泷六线鱼仔鱼在不同饥饿阶段的开口率的变化说明卵黄囊期仔鱼的摄食能力在一定的时间内,随着饥饿的时间而增加。这种变化一方面是由于本身摄食器官的发育和游泳能力的提高,另一方面是用来补偿前一阶段因饥饿造成的食欲增强,至于饥饿到一定的程度后,开口率下降,则由于过分饥饿导致体力耗竭,摄食成功率低,捕食饵料消耗能量较大的缘故^[5]。

3.2 仔鱼的生长

Farris^[6]曾将仔鱼的生长划分成 3 个时期:初孵时的快速生长期,卵黄囊消失前后的慢速生长期及外源摄食后的稳定生长期(不能建立外源摄食的负生长期)。大泷六线鱼仔鱼生长与之基本相符合。仔鱼在初孵期,完全内源性营养全部供生长发育,而进入摄食期后,体内存贮的营养物质和能量主要用于提高活动水平,搜索并摄取饵料,建立外源性营养

关系,而暂缓生长耗能。如果仔鱼在完全消耗了卵黄囊之后,仍不能建立外源性营养则开始消耗本身组织以满足其基础代谢耗能,随着鱼体消瘦和器官萎缩,则出现了负生长,这是骨骼系统尚未发育的仔鱼为保障活动耗能,提高摄食存活机会的一种适应现象^[1]。

3.3 仔鱼的摄食节律

由于最适照度在自然海区是呈昼夜周期性的,所以昼夜摄食节律的存在是必然的。我们曾做过试验:大泷六线鱼仔鱼的适宜照度为 10~100 Lx, 10 Lx 下的摄食强度低于 100 Lx, 因此 14:00 时的峰值高于 20:00 时的是必然的。2 个摄食高峰之间有个低落点,原因之一是由于仔鱼自身的摄食特点而决定的。据日常观察及解剖来看,当其摄食达到兴奋状态时,肠道充塞膨胀,但仍呈捕食动作,为此必须有一个延缓阶段使其消化食物,以保证消化道工作

尽快恢复正常,仔鱼尽快在摄食旺盛期投入到摄食状态之中^[2]。了解仔鱼昼夜摄食特点可以保证适时投喂饵料,对于指导育苗生产是有实际意义的。

参 考 文 献

- 1 殷名称. 北海鲱卵黄囊期仔鱼的摄食能力和生长. 海洋与湖沼, 1991, 22(6): 554~559
- 2 李思发, 杨和基, 陆伟民. 鲢、鳙、草鱼摄食节律和日摄食率的初步研究. 水产学报, 1980, 4(3): 275~283
- 3 Alderdice D F, H Rosenthal and F P J Velsen. Influence of salinity and cadmium on capsule strength in Pacific herring eggs. Helgol Wiss Meeresunters, 1979, 3: 149~162
- 4 殷名称, J H S Blaxter. 海水鱼类仔鱼在早期发育和饥饿期的巡游速度. 海洋与湖沼, 1989, 20(1): 1~10
- 5 鲍宝龙, 苏锦祥, 殷名称. 延迟投饵对真鲷、牙鲆仔鱼早期阶段摄食、存活及生长的影响. 水产学报, 1998, 22(1): 33~37
- 6 Farris D A. A change in the early growth rate of four larval marine fishes. Limnol Oceanogr, 1959, 4: 29~36

Studies on feeding and growth of fat greenling during early development

Qiu Lihua

(South China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300)

Jiang Zhiqiang Qin Kejing

(Dalian Fisheries College, Dalian 116023)

Abstract The larval fat greenling (*Hexagrammos otakii*) begins to feed at 6 d of age. At 10 d of age, the larvae, who didn't feed from outside, enter the period of PNR. The yolk is exhausted at day 8. The initial feeding rate is lower, then slowly reaches the peak when the yolk is exhausted. After that, it decreases. The highest initial feeding rate is 63%. The growth rate of larvae before the period of feeding is 0.254 mm/d. When they enter feeding period the unfed larvae almost stop growing. At the same time the feeding larvae's growth rate decreases to 0.102 mm/d. The relations of the feeding larvae between total length (L) and days of age within 20 d after hatching is $L(\text{mm}) = 0.085 d + 7.04$. The larvae have feeding rhythms day and night, and have two feeding peaks; one is at 14:00, and the other at 20:00.

Key words *Hexagrammos otakii*, larvae, feeding ability, growth