

研究简报

# 赤点石斑鱼早期仔鱼轮虫日摄食量的研究

## STUDIES ON THE DAILY CONSUMED NUMBERS OF ROTIFER FED BY THE EARLY LARVAE OF *EPINEPHELUS AKAARA*

王涵生

Wang Hansheng

(福建省水产研究所, 厦门 361005)

(Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 361005)

**关键词** 赤点石斑鱼, 仔鱼, 轮虫, 日摄食量

**KEYWORD** *Epinephelus akaara*, Early larval fish, Rotifer, Daily consumed numbers

不少日本学者对真鲷、条石鲷、红鳍东方鲀、鲈鱼和黑鲷等的仔鱼进行了日摄食量的观察研究[日本水产资源保护协会, 1977; 日本水产学会, 1975; 北岛力, 1978; 北岛力和林田豪介, 1984; 福所邦彦, 1979; 南部丰辉, 1977; 岡内正典等, 1980]。萱野泰久等[1990]和岡山水試等[1990]对赤点石斑鱼仔稚鱼日摄食量及适宜投饵次数进行了研究。上述作者进行日摄食量研究时, 大多只进行1天时间的连续观察。对于仔鱼日摄食量的变化、摄食高峰的出现以及是否有其规律性, 则未见有连续几天观察的报道。本文仅就1994年多日在日本对赤点石斑鱼初期仔鱼日摄食量变化同光照的关系、日摄食量变化及摄食高峰出现的规律予以阐述。

### 1 材料与amp;方法

#### 1.1 供试仔鱼

8月7日从香川县水产试验场采集自然产卵的受精卵。8月8日早上用汽车运至日本栽培渔协玉野事业场。仔鱼于当天下午孵出, 孵化率64.6%。孵化仔鱼收容于1 m<sup>3</sup>的玻璃钢水槽, 于8月10日下午开口。

#### 1.2 仔鱼的饲养管理

仔鱼以微流水、微充气饲养。充气量为250 mL/分, 流量为200 mL/分。饲养水中保持微绿球藻(*Nanoporis sp*) 40~50万个/mL。仔鱼开口前数小时, 投放S型轮虫10个/mL。S型轮虫在饲养池中繁殖很快, 翌日即可达15~18个/mL。以后随着饵料的被摄食减耗及流水损失而适当进行补充, 使之保持在15~25个/mL。饲养场所上方为玻璃钢瓦, 以黑色遮光幕遮光。

#### 1.3 实验内容及观察方法

##### 1.3.1 群摄食率和仔鱼的平均摄食量

试验观察从8月12日9:00开始, 进行到第5天9:00, 共4整天。每天从上午5时开始, 至夜间21时, 每

收稿日期: 1996-04-08。

隔 2 小时取样 20 尾仔鱼,于尼康生物显微镜下,以压片法检查测定每尾仔鱼胃中的轮虫数。轮虫数以未能被消化的轮虫咀嚼器的数量为准进行计数。仔鱼的群摄食率和平均摄食量以下式表示:

$$\text{群摄食率 (FR)} = \frac{\text{摄食轮虫的仔鱼数}}{20} \times 100\% \quad \text{平均摄食量 (NR)} = \frac{\text{所测得仔鱼胃内轮虫总数}}{20}$$

饱食量:各观察时点所测得的 20 尾仔鱼的轮虫摄食数中,取其最高的几个数值(相差 20% 左右的)的平均值,作为该时点的饱食量。而以各时点饱食量的平均值作为日平均饱食量。

$$\text{日摄食量 (F}_d\text{)} = \text{日平均饱食量} \times \frac{\text{1天可能的摄食时间}}{\text{消化时间}}$$

### 1.3.2 环境因子测定

水温:每天上午 8:30 和下午 2:30 各测一次,其值为 27.8~28.7℃。光照度:每隔 2 小时取样时,测量水槽表面的光照度。轮虫密度:每天早上测定一次。盐度:为自然海水盐度,一般在 33.0~35.0。

## 2 结果

### 2.1 光照度与仔鱼摄食量的关系

仔鱼的群摄食率及摄食量见表 1,光照度及轮虫密度见图 1。

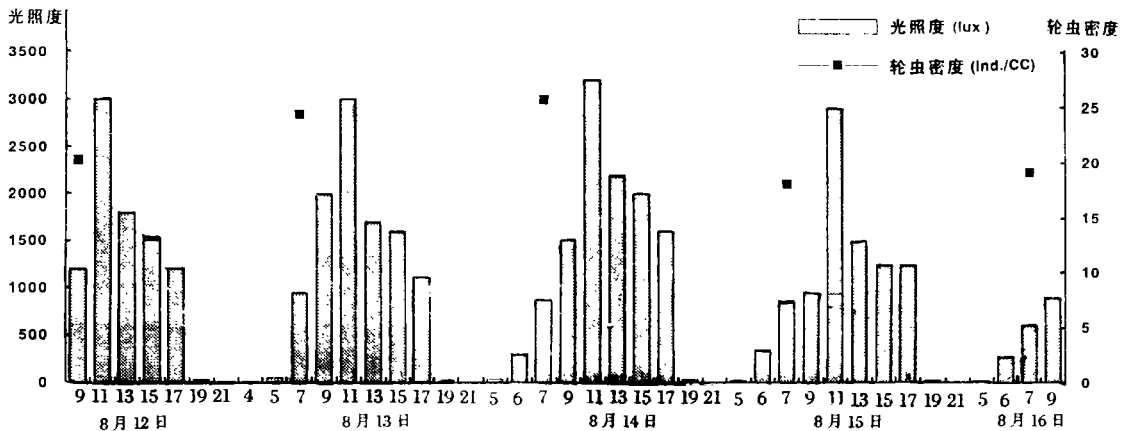


图 1 实验水槽的光照度及轮虫密度

Fig.1 The Lighting density and the density of rotifers in the experimental tank

仔鱼的摄食与光照度有很大关系。凌晨 4:00~5:00 日出前光照度为 0~5 lx,仔鱼随水流的滚动而不规则翻转,不摄食。此时仔鱼的胃肠部收缩成一细长管道,上可见一些纵行的褶皱,压片后在镜下显得单薄,颜色苍白。6:00 时,室内光照度为 280~350 lx,仔鱼已能正位游泳,大部分开始摄食,群摄食率很快即达 60%~80%。但从连续几天的结果看,仔鱼的摄食量不大,大多仔鱼胃内仅 1~3 个轮虫,仅少数个体摄食 10 个以上轮虫。摄食较多的仔鱼胃肠部膨大,有的轮虫轮廓仍依稀可辨,有的已被消化成黄褐色物质。未被消化的咀嚼器清晰可辨。7:00 时,光照度升至 1000 lx 左右,群摄食率也上升到 85% 以上,摄食量也随之增加。9:00 时以后,随着光照度的增大,群摄食率一般都保持在 90%~100%;摄食量也随着增大,有的可高达 40 个以上。从 13:00 到 17:00,光照度从 11:00 的 3000 lx,逐渐减弱至 1500~1000 lx,但其群摄食率一直保持在 100%,摄食量也处于全天的最大时期。4 天的连续观察表明,仔鱼的摄食量随光照的增强而增大。但仔鱼日摄食高峰均非出现在所测光照最强(3000~3500 lx)的午间,而是出现在光照度为 1200~2100 lx 的 15:00 时。随着仔

鱼个体的增大,摄食量也不断增大。8月12日到8月15日,仔鱼平均全长从2.1 mm增大到2.9 mm,其摄食高峰时的平均摄食量从13.7增大到33.7。8月15日13:00~17:00时,最多的1尾胃内有70多个轮虫,其他仔鱼也多数摄食40~50个轮虫。到19:00~21:00,光照度降为30~50 lx,仔鱼的群摄食率和摄食量都不断下降。21:00时,光照度为50 lx,群摄食率降为35%~75%,平均摄食量降为高峰期的1/6~1/3。此时,轮虫多已被消化完毕,仅剩咀嚼器位于直肠附近,胃肠内则充满黄褐色的消化物质。空胃的仔鱼,其胃肠壁在镜下也显得厚实,上面充满半透明的细而多的脂肪滴,与早晨仔鱼空胃时消化道的情况完全不同。另外,在傍晚光照度降到与早晨一样水平或更低的情况下,无论是仔鱼的群摄食率或平均摄食量,一般都比早上相同光照度或更强的光照度下的大。8月15日7:00时,光照度为850 lx,群摄食率和平均摄食量分别为90%和12.5,而在19:00时,光照度仅为29 lx,但群摄食率和平均摄食量却高得多,分别为100%和22.6。

## 2.2 个体摄食量的差异

从表1看出,仔鱼个体摄食量的差异很大。不仅不同时间、不同光照时的摄食量差异甚大,在同一时间,同一光照下,个体摄食量的差异也相当大。如8月14日7:00,摄食量为1~28。摄食高峰15:00时为14~45。

## 2.3 仔鱼的饱食量和日间摄食量

仔鱼在早上开始摄食后,少数个体很快即达饱食状态。但各个时点的饱食量差异很大。饱食量随光照增强而变大(表1)。但最大值不是出现在光照最强的中午前,而是在中午后13:00~17:00间。如8月15日6:00时,光照度为350 lx,饱食量为11.7。11:00时,光照度增强到2 900 lx,饱食量增到31.0。到13:00~17:00时,光照度减弱到1 250~1 500 lx,饱食量却增大到48.5~59.4,为全天的最高值。其他几天也出现相同的趋势。另外,随着个体的增大,仔鱼的饱食量也不断增大(表2),从8月12日到8月15日,平均饱食量从19.5变为44.2,增大了一倍多。

# 3 讨论

## 3.1 饱食量

连续观察表明,赤点石斑鱼仔鱼一天中各个时刻及同一时刻不同个体间的摄食量差异甚大。可以认为,此时仔鱼各个体处于摄食的各个阶段,其最大值为饱食量,其平均值为半饱食量。

许多日本学者研究过一些海水鱼类仔稚鱼不同发育期的饱食量。对饱食量的确定,他们多于仔稚鱼的各不同发育期取某一时点(如9:00或10:00时)的标本,计算胃内轮虫数,取其上限为其饱食量。北岛力[1978]、伏见徹[1983]认为,真鲷仔稚鱼在早上开始摄食后,30~40分钟即达饱食期。萱野泰久指出赤点石斑鱼第9天平均全长3.9 mm的仔鱼,早上光照度为160 lx时,开始摄食,2小时后大多达饱食状态。而从饱食到消化完成的时间为2.5小时。他观察第9天的仔鱼1天内的摄食高峰出现于9:00时[岡山水試等,1990]。笔者的观察表明:仔鱼的日间摄食高峰出现在15:00时,而一天内最大的饱食量出现在13:00到17:00之间。笔者对鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)和杜氏鲷(*Seriola dumesili*)仔鱼连续4天的观察,也发现了同样的规律。笔者还认为,仔鱼的饱食量应以1天内各个观测时点饱食量的平均值来表示。而各个时点的饱食量应以最高值到此值下浮20%之值间的平均值表示。所测各天及各时点的饱食量如表1、2所示。8月15日第7天仔鱼平均全长3.0 mm(2.3~3.9 mm),平均饱食量为44.2,(最高15:00时为59.4),比萱野泰久[岡山水試等,1990]观察第9天的仔鱼平均全长3.9mm时的饱食量为27.8(9:00时),大得很多。

表1 赤点石斑鱼早期仔鱼的轮虫饱食量

Table 1 The saturated numbers of rotifer consumed by the early larvae of *Epinephelus akaara*

| 日期   | 时间    | 光照度   | 饱食量  | 摄食量范围 | 群摄食率 |
|------|-------|-------|------|-------|------|
| 8.12 | 9:00  | 1 200 | 11.5 | 2~21  | 85   |
|      | 11:00 | 3 000 | 19.0 | 1~24  | 95   |
|      | 13:00 | 1 800 | 25.7 | 1~34  | 95   |
|      | 15:00 | 1 500 | 21.3 | 5~27  | 100  |
|      | 17:00 | 1 200 | 22.0 | 2~25  | 100  |
|      | 19:00 | 25    | 17.3 | 1~18  | 85   |
|      | 21:00 | 5     | —    | 1~12  | 35   |
| 8.13 | 4:00  | 5     | 0    | 0     | 0    |
|      | 5:00  | 48    | 0    | 0     | 0    |
|      | 7:00  | 940   | 16.3 | 1~22  | 100  |
|      | 9:00  | 2 000 | 10.0 | 1~11  | 95   |
|      | 11:00 | 3 000 | 23.3 | 2~26  | 85   |
|      | 13:00 | 1 700 | 26.4 | 2~42  | 100  |
|      | 15:00 | 1 600 | 26.5 | 13~31 | 100  |
|      | 17:00 | 1 100 | 35.0 | 2~46  | 100  |
|      | 19:00 | 25    | 24.0 | 7~24  | 90   |
| 8.14 | 5:00  | 5     | —    | 3~12  | 50   |
|      | 5:00  | 35    | 0    | 0     | 0    |
|      | 6:00  | 290   | 11.8 | 1~12  | 70   |
|      | 7:00  | 870   | 23.7 | 1~28  | 90   |
|      | 9:00  | 1 500 | 24.0 | 6~30  | 100  |
|      | 11:00 | 3 200 | 37.3 | 8~59  | 100  |
|      | 13:00 | 2 500 | 42.7 | 11~45 | 100  |
|      | 15:00 | 2 100 | 38.3 | 14~45 | 100  |
|      | 17:00 | 1 600 | 39.5 | 7~43  | 100  |
| 8.15 | 19:00 | 30    | 38.0 | 5~43  | 100  |
|      | 21:00 | 5     | —    | 6~20  | 60   |
|      | 5:00  | 25    | 0    | 0     | 0    |
|      | 6:00  | 350   | 11.7 | 1~14  | 80   |
|      | 7:00  | 850   | 25.5 | 2~28  | 90   |
|      | 9:00  | 950   | 37.3 | 1~46  | 95   |
|      | 11:00 | 2 900 | 31.0 | 4~37  | 100  |
|      | 13:00 | 1 500 | 48.5 | 8~77  | 100  |
|      | 15:00 | 1 250 | 59.4 | 9~64  | 100  |
| 8.16 | 17:00 | 1 250 | 55.0 | 3~71  | 100  |
|      | 19:00 | 29    | 41.3 | 6~61  | 100  |
|      | 21:00 | 5     | —    | 1~46  | 75   |
|      | 5:00  | 5     | 0    | 0     | 0    |
|      | 6:00  | 280   | 12.3 | 1~16  | 60   |
|      | 7:00  | 600   | 35.3 | 2~43  | 85   |
|      | 9:00  | 900   | 38.0 | 3~46  | 90   |

表2 赤点石斑鱼仔鱼的日摄食量

Table 2 Daily numbers of rotifer consumed by a larvae of *Epinephelus akaara*

| 日期         | 8.12         | 8.13  | 8.14         | 8.15  |
|------------|--------------|-------|--------------|-------|
| 平均饱食量      | 19.5         | 23.1  | 37.9         | 44.2  |
| 日摄食量       | 109.0        | 129.0 | 212.0        | 247.8 |
| 仔鱼平均全长(mm) | 2.1(1.9~2.4) |       | 2.5(1.9~2.9) |       |
|            |              |       | 2.9(2.0~3.9) |       |

### 3.2 关于日摄食量

日本作者在研究仔稚鱼日摄食量时使用2种方法。一种是直接法,即于水槽中定量投饵,投置对照,经24小时后检查水槽中饵料的减少量,以此判断仔鱼的摄食量。另一种为间接法,即检查仔稚鱼消化道内的轮虫量,求其饱食数,再根据饱食数、消化时间及一天内可能的摄食时间推算日间摄食量。

直接法比较简便直观,但易于因饵料密度测定时取样的误差影响准确度。间接法则可准确计算。在真鲷[日本水产资源保护协会,1977]、牙鲆[安永義暢,1971]都用下式计算仔鱼的日摄食量( $F_d$ )。 $F_d = \text{饱食数} \times (1 \text{天可能摄食时间}/\text{消化时间})$  (1)。萱野泰久在赤点石斑鱼[岡山水試等,1990],则采用下式计算: $F_d = F(t_{m+i}) - (1 - 1/a) \cdot F(t_{m+i} - 1)$  (2),式中  $t_m$  为最初饱食时间,  $F(t_{m+i})$  为  $t_{m+i}$  时的摄食数,  $a$  为消化时间。

笔者认为(1)式可能更直观些,故采用之。其中 1 天内可能的摄饵时间设定为日出到日落约 14 小时,消化时间为 2.5 小时[北岛力,1978;岡山水試等,1990]。采用上述(1)式,重要的一点在于饱食量及饱食时间的确定。萱野泰久观察第 9 天平均全长 3.9 mm 的赤点石斑鱼仔鱼饱食量(9:00 时)为 27.8,日间摄饵数 117.8 个[岡山水試等,1990]。笔者观察第 7 天(8 月 15 日)平均全长为 2.9 mm 仔鱼,日平均饱食量为 44.2,日间摄饵量为 247.8 个轮虫,比萱野氏的观察结果高出许多。

### 3.3 人工育苗中的饵料供应

根据以上观察结果,在赤点石斑鱼人工繁殖中,以 100 万仔鱼计算,开口后 1~2 天内每天至少应供给轮虫 1 亿,随着仔鱼的成长,每天的供应量逐渐增加。至第 8 天,每天至少应供给 2.5 亿个轮虫,才能满足仔鱼的摄饵要求。考虑到换水或流水中的饵料流失,供应量应比此值大。

## 4 结论

赤点石斑鱼早期(第 4~8 天)仔鱼对轮虫的摄食在日出后随光照度的增强而增大。但其摄食高峰出现在 13:00~15:00,光照度为 1 200~2 100 lx 时。早期仔鱼(第 4~8 天)日平均饱食量为 19.6~44.2,日摄食量为 109.6~247.8。饲养 100 万尾仔鱼,从开口到 8 日龄,每天至少要供应 1~2.5 亿个轮虫。

本实验承蒙日本九州大学附属水产试验所北岛力教授的热情介绍,得以在日本栽培渔业协会玉野事业场进行,并得到场长关谷幸生及奥村重治等其他研究人员、工作人员的大力支持,谨此表示真诚的谢意。

## 参 考 文 献

- [1] 日本水产学会,1975。稚魚の攝餌と發育。水産學シリーズ(8):78~79,恒星社厚生閣。
- [2] 日本水产資源保護協會,1977。マガイ種苗生産技術の現状と問題點。66~76,石崎書店制作。
- [3] 北島力,1978。マガイの采卵と稚魚の量産に関する研究。長崎縣水産試験場論文集,(5):51~60。
- [4] 北島力、林田豪介,1984。トラフグ仔魚稚魚のワムシ及びワルテミワ幼生日間攝餌量。長崎縣水産試験場研究報告,(10):41~48。
- [5] 安永義暢 1971。ヒラメ稚仔の攝餌生態と成長。東海區水研研報,(68):31~42。
- [6] 伏見徹,1983。稚仔魚の攝餌量。水産學シリーズ,(44):69~93。恒星社厚生閣。
- [7] 岡山水試等,1990。平成 2 年度地域特産種増殖技術開發事業報告書。キシハタ岡,1~9。
- [8] 岡内正典等,1980。クロダイ仔稚魚の日間ワムシ攝餌量。養殖研報,39~45。
- [9] 南部豐輝,1977。スズキの種苗生産に関する試験。昭和 50 年度熊本水試報,224~229。
- [10] 福所邦彦,1979。イシダイの種苗生産に関する基礎的研究。長崎水試論文集,(6):173。
- [11] 萱野泰久等,1990。キシハタ稚魚に對する至適給餌頻度。水産増殖,38(4):319~326。