

# 鲩状黄姑鱼早期发育阶段的摄食与生长特性\*

张雅芝 郑斯电

(集美大学水产学院 厦门 361021)

**提要** 1997年4—5月,在集美大学水产学院海水育苗试验场,采用生态学方法对人工培育的鲩状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的摄食和生长特性进行分析。结果表明,在人工培育条件下,仔、稚、幼鱼的摄食率达97.9%,摄食量占体重的1.4%—23.4%,日摄食量占体重的36.47%—65.19%;摄食具明显的昼夜节律,黄昏和早晨为摄食高峰;对较大个体的饵料生物有明显的选择性;饵料密度对摄食量有一定影响。摄食量与体重的关系式为 $y = 0.1327x + 0.5613$ ,全长与日龄的关系式为 $L_T = 2.5799e^{0.0516D}$ ,体重与日龄的回归方程为 $W = 0.0537e^{0.1786D}$ ,全长与体重的回归方程为 $W = 0.0042L_T^{3.1984}$ 。

**关键词** 鲩状黄姑鱼 仔、稚、幼鱼 摄食习性 生长

**学科分类号** Q959.4

鲩状黄姑鱼为近海底层鱼类,仅分布于南海和台湾海峡,具有生长速度快、适应性强等优良生物学特性(吴鼎勋等,1998),近年来已成为我国南方海水网箱养殖的重要鱼种之一,发展前景良好。目前养殖用的种苗来源于天然苗和人工苗。关于鲩状黄姑鱼早期发育阶段的生物学特性,国内外迄今未见报道。本文报告对人工培育条件下鲩状黄姑鱼早期发育阶段的摄食习性与生长特性的研究结果,以期为鲩状黄姑鱼早期发育阶段的基础生物学积累资料,并为今后开展大规模种苗生产提供依据。

## 1 材料与方法

实验于1997年4—5月在集美大学水产学院海水育苗试验场内进行。鲩状黄姑鱼(*Nibea miichthioides* Chu, Lo et Wu)鱼苗为人工培育而得。仔鱼为30日龄以内,全长小于14mm,鳍膜未消失;稚鱼为30—46日龄,全长14—30mm,鳍膜完全消失,各鳍长成;幼鱼为46日龄以上,全长大于30mm,鱼体两侧鳞片长齐。实验期间使用的饵料为牡蛎担轮幼虫、臂尾轮虫、卤虫无节幼体、桡足类、枝角类和糠虾。

摄食量的测定为自仔鱼开口摄食起,隔日取样一次,每次测10尾;其余指标的测定根据实验要求另行取样,数量为10—80尾不等。取样后立即测全长,并用电光分析天平(感量为0.05mg)称重。用目测法测消化道饱满度(采用0—4级法,3级和4级为饱满),而后挑开消化道,对饵料生物进行计数,食物团重量按各类饵料生物平均个体大小折算而得。

\* 福建省自然科学基金资助项目, C96008号。张雅芝,男,出生于1955年9月,硕士,副教授, Fax:0086-0592-6181476

收稿日期:1998-04-12,收修改稿日期:1998-05-21

本文所采用的各指标计算方法如下:

摄食率:有摄食个体数占测定总个体数的百分比。

消化道饱满系数:消化道内饵料重量占鱼纯体重的百分比。

日摄食量:24h摄食的饵料量。分别采用水体饵料减量法和消化道内饵料计数法测定。前者系在6000—10000ml水体中加入一定数量饵料,经24h水体中饵料减少的量即为试验鱼的日摄食量,设2个平行组,取其平均值;后者系根据一次饱食量乘以一天可能的摄食时间,再除以消化时间推算而得。

日摄食指数:日摄食量占鱼体重的百分比。

日摄食节律:以每4h为一时区,自上午8:00至翌日上午8:00,共设7个时点,每个时点取样10—20尾,测各时点的平均摄食量。实验在自然光照下进行。

饱食时间:空胃个体至摄食饱满(消化道饱满度为3级和4级)所需时间。

饱食量:消化道饱满度为3级和4级时的摄食量。

消化时间:饱食个体在无饵料水体中至饵料消化排空的时间。

耐饥时间:空胃个体在无饵料水体中至死亡所需时间。

饵料选择性:每次选3—4种饵料生物进行实验,并用选择指数公式  $E = r_i - p_i / r_i + p_i$  计算,  $r_i$  和  $p_i$  分别代表第  $i$  种饵料生物在消化道内饵料的个数百分比和在水体饵料中的个数百分比。

饵料密度对摄食的影响:选用轮虫和枝角类作为饵料,分别设4个不同密度组,轮虫密度分别为5ind/ml、10ind/ml、20ind/ml、50ind/ml;枝角类密度分别为1ind/ml、5ind/ml、10ind/ml、30ind/ml,测定在不同饵料密度条件下仔、稚、幼鱼的摄食量。

$$\text{全长日增长率}(\%) = \frac{\lg L_2 - \lg L_1}{0.4343(t_2 - t_1)}, \quad \text{体重日增长率}(\%) = \frac{\lg W_2 - \lg W_1}{0.4343(t_2 - t_1)}$$

式中,  $t_1$  和  $t_2$  代表相邻的日龄;  $L_1$  和  $L_2$  分别代表日龄为  $t_1$  和  $t_2$  时的全长;  $W_1$  和  $W_2$  分别代表日龄为  $t_1$  和  $t_2$  时的体重。

## 2 结果

### 2.1 摄食率和消化道饱满度

在人工培育条件下,蛭状黄姑鱼仔、稚、幼鱼摄食率高达97.9%,其中全长9mm以上的个体摄食率达100%。在仔鱼阶段,消化道饱满度相对较小,饱食个体比例为31.3%—66.7%;进入稚鱼和幼鱼期以后,消化道饱满度明显提高,饱食个体比例为52.6%—86.7%。

### 2.2 摄食量和消化道饱满系数(表1)

对240尾仔、稚、幼鱼摄食量的测定结果见表1。刚开口(4日龄)的仔鱼摄食量平均仅0.001mg,消化道饱满系数仅为1.4%;开口第2天(5日龄)摄食量即迅速增加,消化道饱满系数达20%。仔鱼阶段的消化道饱满系数为6.0%—23.4%。稚鱼期以后,消化道饱满系数为12.8%—23.1%。平均摄食量( $y$ )与平均纯体重( $x$ )相关,可用直线回归方程  $y = 0.1327x + 0.5613$  表达,相关系数  $r = 0.9939$ ,方程经  $t$  检验,  $t = 42.218 > t_{0.001}(3.792)$ ,方程可信。

### 2.3 饱食时间和饱食量(表2、表3)

对12日龄、22日龄仔鱼,32日龄稚鱼和50日龄幼鱼的饱食时间测定结果表明,12日

表1 鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的摄食量和饱满系数

Tab.1 The feeding amount and the plump coefficient of stomach of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides*

| 日龄 | 测定尾数 | 全长(mm)     |               | 纯体重(mg)     |                 | 平均摄食量(mg) | 饱满系数(%) |
|----|------|------------|---------------|-------------|-----------------|-----------|---------|
|    |      | 范围         | 平均值±标准差       | 范围          | 平均值±标准差         |           |         |
| 4  | 10   | 2.94—3.28  | 3.12±0.117 8  | —           | 0.072±—         | 0.001     | 1.4     |
| 5  | 10   | 3.20—3.42  | 3.33±0.076 1  | —           | 0.090±—         | 0.018     | 20.0    |
| 7  | 10   | 3.33—3.90  | 3.63±0.190 4  | —           | 0.12±—          | 0.027     | 22.5    |
| 9  | 10   | 3.64—4.24  | 3.91±0.231 4  | —           | 0.238±—         | 0.032     | 13.4    |
| 11 | 10   | 3.77—4.60  | 4.16±0.244 7  | —           | 0.316±—         | 0.044     | 13.92   |
| 13 | 10   | 3.80—5.41  | 4.39±0.509 2  | —           | 0.419±—         | 0.041     | 9.8     |
| 15 | 10   | 4.60—5.72  | 5.10±0.410 7  | —           | 0.570±—         | 0.085     | 14.9    |
| 18 | 10   | 4.90—7.98  | 6.43±1.045 1  | —           | 1.963±—         | 0.217     | 11.1    |
| 20 | 10   | 6.32—9.15  | 7.48±0.957 6  | —           | 3.001±—         | 0.179     | 6.0     |
| 22 | 10   | 7.54—9.67  | 8.66±0.768 7  | 2.56—6.05   | 4.080±1.529 5   | 0.378     | 9.26    |
| 24 | 10   | 5.46—11.39 | 9.35±1.823 6  | 1.00—8.48   | 6.27±2.110 2    | 1.200     | 19.14   |
| 26 | 10   | 9.0—13.5   | 11.54±1.523 3 | 4.8—16.59   | 10.97±4.779 2   | 2.444     | 22.3    |
| 28 | 10   | 10.3—14.0  | 11.94±1.319 2 | 6.2—19.70   | 11.15±4.861 4   | 2.613     | 23.4    |
| 30 | 10   | 9.5—15.0   | 12.92±1.736 4 | 5.4—26.07   | 16.52±6.381 7   | 1.678     | 10.2    |
| 32 | 10   | 13.0—15.5  | 14.08±0.853 4 | 16.2—32.1   | 22.2±5.521 9    | 5.133     | 23.1    |
| 34 | 10   | 12.5—16.8  | 14.34±1.250 1 | 14.5—41.8   | 26.8±9.150 6    | 4.026     | 15.0    |
| 36 | 10   | 16.0—20.8  | 18.12±1.501 5 | 35.1—65.0   | 47.9±11.467 4   | 9.218     | 19.2    |
| 38 | 10   | 15.0—20.9  | 18.34±1.868 6 | 23.4—71.0   | 49.1±15.668 8   | 7.424     | 15.1    |
| 40 | 10   | 15.5—23.1  | 18.54±2.404 7 | 30.2—110.27 | 56.8±23.854 5   | 10.912    | 19.2    |
| 42 | 10   | 17.4—22.2  | 19.51±1.592 5 | 39.2—91.7   | 63.4±17.552 9   | 8.717     | 13.7    |
| 44 | 10   | 23.5—30.0  | 25.90±2.437 6 | 100.6—232.7 | 155.6±45.554 6  | 20.38     | 13.1    |
| 46 | 10   | 19.5—31.5  | 26.5±4.005 3  | 71.2—260.1  | 164.5—70.810 5  | 21.18     | 12.8    |
| 48 | 10   | 23.5—34.8  | 29.5±3.469 2  | 91.0—376.9  | 199.2±87.908 1  | 28.32     | 14.2    |
| 50 | 10   | 26.8—43.0  | 32.2±7.304 5  | 144.7—601.1 | 259.5±195.304 4 | 34.14     | 13.2    |

表2 鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的饱食时间

Tab.2 The time for feeding from empty to full in stomach by larval, juvenile and young *Nibea miichthioides*

| 日龄 | 平均全长(mm)      | 发育阶段 | 饵料  | 水温(℃) | 实验开始时间 | 出现饱食  | 全部个体达到 | 所需时间(min) | 消化道饱满度(级) |
|----|---------------|------|-----|-------|--------|-------|--------|-----------|-----------|
|    |               |      |     |       |        | 个体时间  | 饱食的时间  |           |           |
| 12 | 4.32±0.265 4  | 仔鱼   | 轮虫  | 19.5  | 8:40   | 9:40  | 10:40  | 120       | 3—4       |
| 22 | 8.34±1.102 7  | 仔鱼   | 轮虫  | 18.5  | 14:50  | 15:20 | 16:00  | 70        | 4         |
| 32 | 13.64±1.136 5 | 稚鱼   | 卤虫  | 24.5  | 9:10   | 9:40  | 9:40   | 30        | 4         |
| 50 | 35.3±8.070 1  | 幼鱼   | 枝角类 | 22.0  | 15:08  | 15:40 | 15:40  | 32        | 4         |

龄仔鱼约经 2h 达到饱满摄食, 22 日龄仔鱼约经 1h 可达到饱满摄食, 而稚、幼鱼只需 30min 左右即可达到饱满摄食, 见表 2。不同全长仔、稚、幼鱼的平均饱食量见表 3。

表3 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的平均饱食量

Tab.3 The average amount of food in full stomach of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides*

| 测定尾数 | 全长 (mm)   |               | 平均饱食量 (ind) |      |      |       |     | 重量 (mg) |
|------|-----------|---------------|-------------|------|------|-------|-----|---------|
|      | 范围        | 平均值±标准差       | 轮虫          | 卤虫   | 桡足类  | 枝角类   | 糠虾  |         |
| 14   | 3.0—3.9   | 3.57±0.256 7  | 16.8        | —    | —    | —     | —   | 0.050   |
| 19   | 4.0—4.9   | 4.31±0.304 6  | 24.1        | —    | —    | —     | —   | 0.072   |
| 7    | 5.0—5.9   | 5.55±0.254 8  | 61.8        | —    | —    | —     | —   | 0.185   |
| 6    | 6.0—6.9   | 6.28±0.206 4  | 67.3        | —    | 0.5  | —     | —   | 0.214   |
| 4    | 7.0—7.9   | 7.71±0.139 3  | 93.3        | 8.5  | —    | —     | —   | 0.373   |
| 6    | 8.0—8.9   | 8.55±0.289 9  | 248.8       | —    | —    | —     | —   | 0.746   |
| 15   | 9.0—9.9   | 9.41±0.269 3  | 279.7       | 3.5  | 4.4  | 1.3   | —   | 1.186   |
| 18   | 10.0—11.9 | 10.78±0.493 9 | 442.7       | 7.9  | 2.3  | 2.7   | —   | 1.891   |
| 25   | 12.0—13.9 | 12.98±0.696 8 | 49.0        | 39.7 | 7.7  | 20.6  | —   | 4.004   |
| 23   | 14.0—15.9 | 14.91±0.608 5 | 20.9        | 71.0 | 14.1 | 19.6  | —   | 4.240   |
| 24   | 16.0—19.9 | 17.53±1.138 5 | —           | 77.6 | 18.4 | 48.1  | —   | 8.798   |
| 16   | 20.0—29.9 | 24.63±3.255 1 | —           | 31.1 | 24.1 | 92.7  | 2.6 | 19.541  |
| 22   | 30.0—39.9 | 33.30±2.840 0 | —           | 0.2  | 18.9 | 295.5 | 1.8 | 49.434  |
| 3    | 40.0—50.0 | 43.33±3.511 9 | —           | 14.3 | 1    | 611.7 | 6.0 | 105.206 |

## 2.4 消化时间和耐饥时间(表4)

由表4可知,22日龄仔鱼对轮虫在3h左右即可消化排空;稚鱼和幼鱼分别对卤虫和枝角类的消化时间均需6h左右。在饥饿状态下,22日龄仔鱼只经28h即出现死亡个体,经117h全部死亡;50日龄幼鱼经75h才出现死亡个体,经144h 40min全部个体均死亡。

表4 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的消化时间

Tab.4 The time for digesting food from full to empty in stomach spent by larval, juvenile and young

*Nibea miichthioides*

| 日龄 | 尾数 | 平均全长 (mm)     | 发育阶段 | 饵料  | 水温 (°C) | 饵料排空时间   |          |
|----|----|---------------|------|-----|---------|----------|----------|
|    |    |               |      |     |         | 开始有个体排空  | 全部个体排空   |
| 12 | 70 | 4.32±0.265 4  | 仔鱼   | 轮虫  | 19.5    | 4h       | 4h 50min |
| 22 | 50 | 8.34±1.102 7  | 仔鱼   | 轮虫  | 18.5    | 2h 55min | 3h 20min |
| 32 | 20 | 13.64±1.136 5 | 稚鱼   | 卤虫  | 24.5    | 5h       | 6h 20min |
| 50 | 20 | 35.30±8.070 1 | 幼鱼   | 枝角类 | 22.0    | 5h 40min | 6h 20min |

## 2.5 摄食的昼夜节律

对仔、稚、幼鱼的昼夜摄食节律测定结果表明,一昼夜中,仔、稚、幼鱼均出现2个摄食高峰,分别出现在上午8:00和下午16:00。仔鱼阶段夜间基本不摄食;稚鱼和幼鱼昼夜均有摄食,但稚鱼夜间摄食量较少。

## 2.6 日摄食量(表5、表6)

分别采用水体饵料减量法和消化道内饵料计数法测定和计算,结果见表5和表6。

## 2.7 饵料密度对摄食量的影响(表7)

以轮虫为饵料的仔鱼,在轮虫密度为10ind/ml时,摄食量最高。而以枝角类为饵料的

表5 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的平均日摄食量(水体饵料减量法)

Tab.5 The average diel feeding amount of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides*  
(by the method of food item reduction in the water)

| 日龄    | 发育阶段 | 尾数(3组<br>平均值) | 平均全长<br>(mm)  | 平均体重<br>(mg)    | 水体体积<br>(ml) | 水温<br>(℃) | 饵料  | 平均日摄食量<br>(mg/d) | 日摄食<br>指数(%) |
|-------|------|---------------|---------------|-----------------|--------------|-----------|-----|------------------|--------------|
| 10—11 | 仔鱼   | 80            | 4.16±0.244 7  | 0.316           | 6 000        | 20.5      | 轮虫  | 0.261±0.033      | 82.56        |
| 21—22 | 仔鱼   | 60            | 8.66±0.768 7  | 4.08±1.529 5    | 7 000        | 18.5      | 轮虫  | 2.895±0.312      | 70.95        |
| 33—34 | 稚鱼   | 20            | 14.34±1.250 1 | 26.8±9.150 6    | 10 000       | 24.2      | 卤虫  | 14.960±1.342     | 55.82        |
| 49—50 | 幼鱼   | 20            | 32.20±7.304 5 | 259.5±195.304 4 | 10 000       | 22.0      | 枝角类 | 249.60±28.080    | 96.18        |

表6 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的平均日摄食量(消化道内饵料计数法)

Tab.6 The average diel feeding amount of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides*  
(by the method of counting food item in stomach)

| 日龄    | 发育阶段 | 尾数<br>(3组平均值) | 饱食量<br>(mg) | 每天摄食<br>时间(h) | 对饵料的<br>消化时间(h) | 平均日摄食量<br>(mg/d) | 日摄食指数<br>(%) |
|-------|------|---------------|-------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|
| 10—11 | 仔鱼   | 20            | 0.059       | 14            | 4               | 0.206±0.014      | 65.19        |
| 21—22 | 仔鱼   | 20            | 0.425       | 14            | 4               | 1.488±0.085      | 36.47        |
| 33—34 | 稚鱼   | 20            | 4.530       | 20            | 6               | 15.085±1.302     | 56.28        |
| 49—50 | 幼鱼   | 20            | 40.320      | 24            | 6               | 161.280±17.063   | 62.15        |

表7 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼在不同饵料密度条件下的平均摄食量(mg/ind)

Tab.7 The average feeding amount of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides* in different  
density of food items

| 日龄       |    | 10    | 18    | 26    | 日龄       |    | 33    | 49     |
|----------|----|-------|-------|-------|----------|----|-------|--------|
| 平均全长(mm) |    | 4.12  | 5.79  | 10.64 | 平均全长(mm) |    | 14.96 | 32.28  |
| 轮虫       | 5  | 0.028 | 0.057 | 1.064 | 枝角类      | 1  | 6.474 | 36.114 |
| 密度       | 10 | 0.047 | 0.186 | 1.365 | 密度       | 5  | 3.744 | 21.762 |
| (ind/ml) | 20 | 0.021 | 0.101 | 0.911 | (ind/ml) | 10 | 2.028 | 17.628 |
|          | 50 | 0.016 | 0.114 | 0.551 |          | 30 | 3.198 | 16.146 |

稚、幼鱼,在枝角类密度为 1ind/ml 时,摄食量最高。

## 2.8 对饵料的选择性(表8)

采用饵料选择指数公式计算,结果表明,当水体中牡蛎担轮幼虫与轮虫共存时,全长小于 6mm 的仔鱼以摄食轮虫为主;全长 7.28—8.69mm 的个体则只摄食轮虫而不摄食牡蛎担轮幼虫;全长 11.54—12.92mm 的仔鱼,同时投喂轮虫、卤虫无节幼体、桡足类和枝角类,仔鱼主要摄食桡足类和枝角类;全长 18.34mm 以上的稚、幼鱼,增加了糠虾但不投喂轮虫,稚、幼鱼主要摄食糠虾,其次摄食桡足类和枝角类,很少摄食卤虫无节幼体。

## 2.9 生长特性

**2.9.1 全长生长** 对 270 尾 54 日龄以内的仔、稚、幼鱼的生长情况进行了测定,鱼体全长的总平均日增长率为 4.97%。各期鱼的平均日增长率如下:1—13 日龄的仔鱼为 2.69%—4.32%,平均为 3.43%;15—30 日龄的仔鱼为 6.05%;稚鱼为 4.07%;50 日龄以后的幼鱼为 7.46%。全长与日龄的关系可用指数函数方程  $L_T = 2.579 9e^{0.051 6D}$  表达,相关系数

表8 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼对饵料生物的选择指数

Tab.8 The index of food selection of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides*

| 日龄 | 平均全长 (mm) | 牡蛎担轮幼虫    |           |       | 轮虫        |           |       | 卤虫无节幼体    |           |       | 桡足类       |           |       | 枝角类       |           |       | 糠虾        |           |      |
|----|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|------|
|    |           | $p_i$ (%) | $r_i$ (%) | $E$   | $p_i$ (%) | $r_i$ (%) | $E$   | $p_i$ (%) | $r_i$ (%) | $E$   | $p_i$ (%) | $r_i$ (%) | $E$   | $p_i$ (%) | $r_i$ (%) | $E$   | $p_i$ (%) | $r_i$ (%) | $E$  |
| 12 | 4.26      | 90.91     | 30.15     | -0.50 | 9.09      | 70.0      | 0.77  | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —    |
| 15 | 5.10      | 90.91     | 15.91     | -0.70 | 9.09      | 84.09     | 0.80  | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —    |
| 18 | 6.05      | 90.91     | 12.50     | -0.76 | 9.09      | 87.50     | 0.81  | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —    |
| 20 | 7.28      | 90.91     | 0         | -1    | 9.09      | 100.0     | 0.83  | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —    |
| 24 | 8.67      | 90.91     | 0         | -1    | 9.09      | 100.0     | 0.83  | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —    |
| 24 | 9.03      | —         | —         | —     | 71.43     | 5.00      | -0.87 | 28.57     | 95.00     | 0.54  | —         | —         | —     | —         | —         | —     | —         | —         | —    |
| 26 | 11.54     | —         | —         | —     | 55.55     | 2.10      | -0.93 | 27.78     | 69.96     | 0.43  | —         | —         | —     | 16.67     | 27.94     | 0.25  | —         | —         | —    |
| 28 | 11.94     | —         | —         | —     | 69.44     | 1.67      | -0.95 | 16.67     | 10.00     | -0.25 | 5.56      | 40.56     | 0.76  | 8.33      | 47.78     | 0.70  | —         | —         | —    |
| 30 | 12.92     | —         | —         | —     | 60.0      | 0         | -1    | 16.00     | 1.09      | -0.87 | 16.00     | 42.96     | 0.46  | 8.00      | 55.85     | 0.75  | —         | —         | —    |
| 32 | 14.70     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 45.45     | 33.15     | -0.16 | 36.36     | 48.65     | 0.14  | 18.18     | 18.19     | 0.002 | —         | —         | —    |
| 36 | 18.12     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 60.00     | 28.80     | -0.35 | 10.00     | 16.70     | 0.25  | 30.00     | 54.50     | 0.30  | —         | —         | —    |
| 38 | 18.34     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 49.38     | 0         | -1    | 37.04     | 85.67     | 0.40  | 12.35     | 4.46      | -0.47 | 1.23      | 9.87      | 0.78 |
| 40 | 18.54     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 37.04     | 0         | -1    | 38.27     | 34.18     | -0.06 | 24.69     | 65.82     | 0.45  | —         | —         | —    |
| 42 | 19.51     | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 44.39     | 0         | -1    | 33.30     | 40.93     | 0.10  | 22.20     | 56.37     | 0.43  | 0.11      | 2.70      | 0.92 |
| 46 | 26.5      | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 45.80     | 6.59      | -0.75 | 30.53     | 63.07     | 0.35  | 22.90     | 19.56     | -0.08 | 0.76      | 10.78     | 0.87 |
| 48 | 29.5      | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 62.42     | 3.76      | -0.89 | 24.97     | 61.37     | 0.42  | 12.45     | 27.05     | 0.37  | 0.11      | 7.82      | 0.97 |
| 52 | 40.5      | —         | —         | —     | —         | —         | —     | 62.50     | 34.29     | -0.29 | 25.00     | 30.00     | 0.09  | 12.50     | 35.70     | 0.48  | —         | —         | —    |

$r = 0.9961$ , 方程经  $t$  检验,  $t = 57.500 > t_{0.001} (3.690)$ , 方程可信(表9)。

2.9.2 体重生长 共测定 250 尾 5—54 日龄仔、稚、幼鱼的体重, 总平均日增长率为 16.96%。其中, 幼鱼阶段体重的平均日增长率达 19.66%, 仔鱼为 17.76%, 稚鱼为 14.33%。体重与日龄的关系可以指数函数方程  $W = 0.0537e^{0.1786D}$  表示, 相关系数  $r = 0.9902$ , 方程经  $t$  检验,  $t = 34.776 > t_{0.001} (3.725)$ , 方程可信(表9)。

表9 鮠状黄姑鱼仔、稚、幼鱼生长测定结果(水温为18.0—26.0℃)

Tab.9 The growth of total length and body weight of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides* (water temperature is from 18.0 to 26.0℃)

| 日龄 | 测定尾数 | 全长(mm)    |             | 平均日增长率(%) | 体重(mg) |         | 平均日增长率(%) |
|----|------|-----------|-------------|-----------|--------|---------|-----------|
|    |      | 范围        | 平均值±标准差     |           | 范围     | 平均值±标准差 |           |
| 1  | 10   | 2.83—2.96 | 2.91±0.0543 | —         | —      | —       | —         |
| 3  | 10   | 2.90—3.24 | 3.11±0.0978 | 3.57      | —      | —       | —         |
| 5  | 10   | 3.20—3.42 | 3.33±0.0761 | 3.25      | —      | 0.090±— | —         |
| 7  | 10   | 3.33—3.90 | 3.63±0.1904 | 4.32      | —      | 0.120±— | 14.39     |
| 9  | 10   | 3.64—4.24 | 3.91±0.2314 | 3.72      | —      | 0.238±— | 34.24     |
| 11 | 10   | 3.77—4.60 | 4.16±0.2447 | 3.09      | —      | 0.316±— | 14.27     |
| 13 | 10   | 3.80—5.41 | 4.39±0.5092 | 2.69      | —      | 0.419±— | 14.09     |
| 15 | 10   | 4.60—5.72 | 5.10±0.4107 | 7.49      | —      | 0.570±— | 18.40     |

续表9

| 日龄 | 测定尾数 | 全长(mm)      |               | 平均日增长率(%) | 体重(mg)        |                  | 平均日增长率(%) |
|----|------|-------------|---------------|-----------|---------------|------------------|-----------|
|    |      | 范围          | 平均值±标准差       |           | 范围            | 平均值±标准差          |           |
| 18 | 10   | 4.90—7.98   | 6.43±1.045 1  | 5.79      | —             | 1.963±—          | 36.43     |
| 20 | 10   | 6.32—9.15   | 7.48±0.957 6  | 7.57      | —             | 3.001±—          | 21.27     |
| 22 | 10   | 7.54—9.67   | 8.66±0.768 7  | 7.32      | 2.56—6.05     | 4.080±1.529 5    | 15.38     |
| 24 | 10   | 5.46—11.39  | 9.35±1.823 6  | 3.83      | 1.00—8.48     | 6.27±2.110 2     | 21.48     |
| 26 | 10   | 9.00—13.50  | 11.54±1.523 3 | 10.52     | 4.80—16.59    | 10.97±4.779 2    | 27.68     |
| 28 | 10   | 10.30—14.00 | 11.94±1.319 2 | 1.70      | 6.20—19.70    | 11.15±4.861 4    | 1.08      |
| 30 | 10   | 9.50—15.00  | 12.92±1.736 4 | 3.96      | 5.40—26.07    | 16.52±6.381 7    | 19.66     |
| 32 | 10   | 13.00—15.50 | 14.08±0.853 4 | 4.27      | 16.20—32.10   | 22.20±5.521 9    | 14.78     |
| 34 | 10   | 12.50—16.80 | 14.34±1.250 1 | 1.84      | 14.5—41.80    | 26.80±9.150 6    | 9.41      |
| 36 | 10   | 16.00—20.80 | 18.12±1.501 5 | 11.71     | 35.10—65.00   | 47.90±11.467 4   | 29.03     |
| 38 | 10   | 15.00—20.90 | 18.34±1.868 6 | 1.20      | 23.40—71.00   | 49.10±15.668 8   | 1.24      |
| 40 | 10   | 15.50—23.10 | 18.54±2.404 7 | 1.10      | 30.20—110.30  | 56.80±23.854 5   | 7.29      |
| 42 | 10   | 17.40—22.20 | 19.51±1.592 5 | 2.55      | 39.20—91.70   | 63.40±17.552 9   | 5.49      |
| 44 | 10   | 18.50—30.00 | 25.90±2.437 6 | 14.16     | 52.60—232.70  | 105.60±45.554 6  | 25.22     |
| 46 | 10   | 19.50—31.50 | 26.50±4.005 3 | 2.67      | 71.20—260.10  | 164.50±79.810 5  | 23.81     |
| 48 | 10   | 23.50—34.80 | 29.50±3.469 2 | 5.17      | 91.00—376.90  | 199.20±87.908 1  | 14.16     |
| 50 | 10   | 26.80—43.00 | 32.20±7.304 5 | 4.38      | 144.70—601.10 | 259.50±195.304 4 | 15.26     |
| 52 | 10   | 30.00—46.00 | 37.70±4.595 4 | 7.86      | 202.50—768.90 | 457.10±191.347 2 | 28.29     |
| 54 | 10   | 34.10—48.50 | 41.80±4.896 4 | 7.51      | 344.50—894.20 | 632.20±214.711 9 | 19.94     |

**2.9.3 体重与全长的关系** 共测 250 尾 5—54 日龄仔、稚、幼鱼的体重及全长。体重范围为 0.090—888.61mg, 全长范围为 3.33—47.50mm, 体重与全长的关系可以幂函数方程  $W = aL_T^b$  表示, 经实测数据计算结果, 求得  $W = 0.004 2L_T^{3.1984}$ , 相关系数  $r = 0.900 8$ 。方程经  $t$  检验,  $t = 24.719 > t_{0.001} (3.291)$ , 方程可信。

**2.9.4 个体生长差异** 随机取样 100 尾 55 日龄幼鱼, 分别测全长和体重, 平均全长为 43.3mm (范围为 32.0—69.0mm), 标准差为 6.798 1, 变异系数为 15.7%, 标准误为 0.68; 平均体重为 0.733g (范围为 0.24—2.85g), 标准差为 0.413, 变异系数为 56.3%, 标准误为 0.04。最大全长为最小全长的 2.16 倍, 最大体重为最小体重的 11.88 倍, 表明个体生长速度差异显著。

### 3 讨论

**3.1** 目前, 人工培育条件下, 海产鱼类早期发育阶段的饵料系列大致相似, 即贝类幼虫、轮虫、卤虫无节幼体、桡足类、鱼虾糜等 (日本水产学会, 1979)。本实验也基本采用这一饵料系列, 但后期 (稚、幼鱼) 增投枝角类和糠虾。实验结果表明, 这一饵料系列对鲢状黄姑鱼的仔、稚、幼鱼是适用的。

**3.2** 在人工饲养条件下, 饵料充足, 鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的摄食率达 97.9%, 饱食个体占 61.9%, 其中摄食非常饱满 (消化道饱满度为 4 级) 的个体占 40%; 稚、幼鱼从空胃状态至摄食饱满只需 30min 左右。说明鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼的摄食能力很强, 摄食活动旺盛。

3.3 已有的研究表明,鱼类的摄食活动具有节律性。可分为白天摄食、晚上摄食、晨昏(黄昏和早晨)摄食和无明显节律等4种类型(Helfman, 1986)。鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼整个白天都摄食,均于8:00和16:00二个时点出现摄食高峰。仔鱼阶段夜间基本不摄食,稚、幼鱼夜间也摄食,但稚鱼夜间摄食量较小。这一结果表明,仔鱼主要靠视觉捕食,待发育到稚、幼鱼阶段,除视觉外,其它感觉器官(如味蕾、侧线等)可能逐步发达并机能化,可辅助摄食活动(日本水产学会,1979),据此可以认为,鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼属于晨昏摄食习性。依该节律,活饵料应于每天上午7:00和下午15:00左右各投一次为宜,幼鱼期入夜前应增投一次,供其夜间摄食,有利于生长发育。

3.4 关于日摄食量的测定,本实验采用水体饵料减量法和消化道内饵料计数法计算。结果表明前者所得数据普遍高于后者。在实验中发现,使用水体饵料减量法测定水体中的饵料密度时,相同样品在不同取样次数误差较大,影响结果的准确性。相比之下,消化道内饵料计数法因可准确计数被摄食的饵料数量,结果较为可靠。这一结论与王涵生(1996)对赤点石斑鱼仔鱼日摄食量测定的结果相同。根据消化道内饵料计数法计算的日摄食量,初步确定鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼阶段饵料的合适的日投喂量应为鱼体平均体重的70%—80%。

3.5 饵料密度对鱼类早期发育阶段摄食的影响已有很多报道,一般认为,随着饵料密度的增加,摄食强度渐趋于最大值或略有下降(Murdoch *et al*, 1976; Houde *et al*, 1980; Laurence, 1977; Munk *et al*, 1985)。本实验结果表明,鲢状黄姑鱼在仔鱼期,水体中轮虫密度为10ind/ml时,其摄食强度最大;饵料密度较低(5ind/ml)或过高(20ind/ml和50ind/ml)时,其摄食量均明显下降。稚、幼鱼期,水体中枝角类为1ind/ml时,其摄食量最大;提高饵料密度反而使其摄食量逐渐下降。因此认为,在鱼类早期发育阶段,水体中的饵料应控制在适宜的密度,饵料密度过低时,鱼与饵料的相遇频率低,不易发现和捕获饵料,影响摄食效率<sup>1)</sup>;而饵料密度过度,对鱼的游泳活动有不利影响,从而影响摄食活动(Munk *et al*, 1985)。本文认为,鲢状黄姑鱼仔鱼期水体中轮虫的适宜密度应为10ind/ml,稚、幼鱼期水体中枝角类的适宜密度应为1ind/ml。

3.6 鱼类对饵料的选择性问题,已有一些肯定的研究结论(日本水产学会,1979;张雅芝等,1994)。殷名称(1995)认为,决定食饵对象是否被仔鱼喜好的最主要特征是大小。本实验结果表明,当水体中数种饵料共存时,鲢状黄姑鱼仔、稚、幼鱼均表现出明显的选择性,且均倾向于选择大个体的饵料种类。可以认为,这种选择倾向具有获取能量上的好处,即一次摄食可获得尽可能多的营养和能量,提高摄食效率。根据本实验结果,用轮虫作为鲢状黄姑鱼的开口饵料,在鱼体全长为6mm左右开始投喂卤虫无节幼体,8mm左右开始投喂桡足类,10mm左右开始投喂枝角类,16mm左右开始投喂糠虾,应该是适时的。

3.7 鲢状黄姑鱼的体长生长和体重增长趋势基本相同,仔鱼期生长速度较快,稚鱼期趋缓,至幼鱼期又迅速加快。从其体重与全长的回归方程分析,无论仔鱼、稚鱼还是幼鱼,其幂指数 $b$ 都约等于3,表明鲢状黄姑鱼体重与全长的立方呈正比关系,属于均匀生长类型。

1) 李大勇,1991. 真鲷早期发育阶段的摄食和生长. 厦门大学硕士毕业论文



**3.8 鱼类仔、稚、幼鱼不同个体间的生长速度普遍存在差异性。**研究表明,不少鱼类在稚、幼鱼阶段,因个体大小悬殊会出现残食现象。如鲈鱼稚鱼大小比较整齐时(14—18mm)就不会产生残食;而大小悬殊(10—18.5mm)时,每天有5%—6%的个体残食死亡,这种残食对育苗成活率产生严重的不利影响(日本水产学会,1979)。据本实验观察,鲢状黄姑鱼进入稚鱼期后,也出现相互残食现象,因而在育苗生产上应适时分选,实行分池分级培育,对提高育苗成活率非常重要。

## 参 考 文 献

- 王涵生,1996. 赤点石斑鱼早期仔鱼轮虫日摄食量的研究. 水产学报,20(4):365—369
- 张雅芝,郑金宝,陈昌生等,1994. 秋冬季生殖真鲷仔、稚、幼鱼摄食习性与生长的研究. 厦门水产学院学报,16(2):16—27
- 吴鼎勋,洪万树,张其永,1998. 鲢状黄姑鱼的早期发育研究. 台湾海峡,17(2):149—155
- 殷名称,1995. 鱼类仔鱼期的摄食和生长. 水产学报,19(4):335—342
- 日本水产学会编,蔡完其,李思发译,1979. 稚鱼的摄饵和发育. 上海:上海科技出版社,120
- Helfman G S, 1986. Fish Behaviour by Day Night and Twilight. In: Tong J Pitcher ed. The Behaviour of Teleost Fishes. Baltimore, Mary Land: The Johns Hopkins Univ Press, 366—387
- Houde E D, Schekter R C, 1980. Feeding by marine fish larvae: developmental and functional responses. Environ Biol Fish, 5:315—334
- Laurence G C, 1977. A bioenergetic model for the analysis of feeding and survival potential of winter flounder (*Reudop leuronectes americanus*) larvae during the period from hatching to metamorphosis. Fish Bull U S, 74:529—546
- Munk P, Kiorboe T, 1985. Feeding behavior and swimming activity of larvae herring (*Clupea harenguu*) in relation to density of *Copepod nauplii*. Mar Ecol Prog Ser, 24(11):15—21
- Murdoch W W, Oaten A, 1976. Predation and population stability. Adv Ecol Res, 9:1—131

## THE FEEDING HABITS AND THE GROWTH OF *NIBEA MIICHTHIOIDES* IN THE EARLY DEVELOPMENTAL STAGE

ZHANG Ya-zhi, ZHENG Si-dian

(Fisheries College, Jimei University, Xiamen, 361021)

**Abstract** The ecological method was adopted to study the feeding habits and the growth of larval, juvenile and young *Nibea miichthioides* during April to May 1997. The purpose of the paper is to present the basic biological data of *Nibea miichthioides* at its early developmental stage and to provide scientific basis for rearing the fry on a large scale. Based upon the determination of 449 individuals, the percentage of stomach with food in the larval, juvenile and young fish was 97.7% under the artificial rearing conditions. The feeding amount made up 1.4%—23.4% of their body weight and the diel feeding amount made up 36.47%—65.19%. The rhythm of feeding intensity was

highly different during the day and night, with the higher feeding intensity being at 16:00 p.m and at 8:00 a.m. It appears that the rhythm was characterized by the twilight feeding. The young fish feed in the darkness of night, but larval seldom do. When several kinds of food items coexisted in the water, larval, juvenile and young fish selected the food particles with a relatively large size. The time for feeding from empty to full in stomach, the time for digesting food from full to empty and the time from nothing in stomach to death spent by the fish were reported in this paper. The amount of food in full stomach and the feeding amount of the fish in different density of food items were also determined. The relationship between the feeding amount and the body weight is expressed as  $y = 0.1327x + 0.5613$ , that of the total length and day age is  $L_T = 2.5799e^{0.0516D}$ , that of the body weight and day age can be expressed by  $W = 0.0537e^{0.1786D}$  and that of the total length and body weight is  $W = 0.0042L_T^{3.1984}$ .

**Key words** *Nibeamitichthioides* Larval, juvenile and young fish Feeding habits Growth

**Subject classification number** Q959.4