

鲢鱼 0⁺ 龄幼鱼的生长与食性*

高 国 范**

(中山大学生物学系动物学教研室)

提 要

经测量和数理统计分析,确定幼鲢体长与年龄呈直线关系,体重与年龄为指数关系,并计算出它们相应的回归方程式。

根据生长率的差异,0⁺ 龄幼鲢的生长过程可区分为两个阶段:快速生长阶段和缓慢生长阶段。两个阶段的分界线落在体长 77 毫米左右。幼鲢生长率的变异跟个体食性类型的改变有密切联系。

计算结果幼鲢体长对体重关系为: $W = 0.00003186L^{2.9303}$ 。

食性分析表明,尚未长鳞的稚鱼为动物食性;长鳞后,幼鱼转为杂食性;体长大于 72 毫米的当年鱼变为草食性。又经肠长对体长关系的分析,确定适应草食性营养的幼鱼其最小体长为 61 毫米。

鲢鱼 *Ctenopharyngodon idellus* (C. et V.)

几乎遍布国内各主要江河水系及湖泊,在某些地区其产量在总渔获量中占 5—10%^[6,7]。进一步开展鲢鱼生物学的研究对我国淡水养鱼业或合理制订自然鱼类种群的繁殖保护措施是很必要的。

关于幼鲢生长和食性方面的资料见于报道的不多。林书颜(1935)^[9]曾研究西江鲢鱼生活史,他对西江地区鲢鱼的繁殖习性,产卵地作了深入的研究,对鲢鱼食性有过生动的描述。Крыжановский(1951)^[46], Никольский(1955)^[48], 倪达书(1959)^[4], 陈真然(1963)^[2], Вовк(1976)^[44]等都分别对黑龙江和长江鲢鱼幼鱼的形态发育和摄食习性作过研究和记述。可惜,他们研究分析的个体都不超过 50 毫米,对幼鲢食性变化的全貌还了解不够。伏夫克的著作提供了温度与幼鲢生长、发育关系的资料,但是他研究的材料只限于孵化后一个月之内的个体,也不能反映 0⁺ 龄幼鱼的整个生长状况。为了进一步阐明这些问题,作者对采自西江的鲢苗在池养条件下的生长和食性进行了连续 11 个月的观察,着重研究分析幼鲢生长与食性的变化,揭示出生长的阶段性差异,确定了幼鲢食性转变的时期,作者希望这些结果能为幼鲢培育工作提供一些有用的资料。

材 料 和 方 法

材料鱼是 1973 年 5 月购得的西江鲢苗,经顺德水产试验场采用广东传统育苗方法饲

1979 年 5 月 31 日收到。

* 廖翔华教授对此项研究给予热忱指导并多次审阅文稿,提出宝贵意见;黄奕华同志协助统计检验;顺德县水产试验场也为此付出辛勤劳动,作者向他们表示衷心感谢。

** 作者现已调到暨南大学生物学系。

养。研究标本均取自1号鱼塘。生长取样每隔4天取一次,20天后每周一次,70天后每月一次,每次取样100尾。样品用4—6%甲醛等渗液固定。稚鱼和幼鱼全长从吻端量到尾鳍末端;稚鱼体长从吻端到脊索末端,幼鱼则从吻端量到尾鳍起点。稚鱼和幼鱼的分界以有无鳞片为准。从1973年5月12日至1974年3月20日共取样18批,测量1,529尾(体长9.5—197毫米)。

食性分析样本,初期隔天取样一次,20天后5天一次,70天后隔月取样,每次取样15—20尾,取样后立即固定。个体较大的标本仅固定保存肠道。食性样本共解剖413尾,其中体长36—197毫米的个体占112尾。

肠含物按不同情况分别处理,体长15毫米以下的个体摄食量不多,按体长分组,每组5尾,混合定量;15毫米以上的个体原则上单独处理。

体长大于72毫米的样本,肠含物主要由种子植物的碎片组成,定性、定量都在解剖镜下进行,各种食性成份大体上可以分别剔出,各别称重。小于70毫米的样品,肠含物比较复杂且相互混杂,无法一一分检。凡此类样品,先在解剖镜下经过初检,挑出少数大个体生物(如完整的水生昆虫,成串的植物纤维团块等),然后吸干称重。再经定量稀释,抽样检查。各类动物先计算个数而后换算成它们的湿重。藻类和商品饲料的数量是根据低倍镜下(15×10)20个视野内动物、藻类、商品饲料的相对比例推算出来的。依据这些资料计算出食物团中各类饵料成份的重量百分比。

结 果

(一) 生 长

1. 体长增长

从鱼苗到 0^+ 龄幼鱼的体长生长曲线(图1黑线所示)由两段不同斜率的直线组成。第一段直线表示当年幼鱼的生长,从5月12日至7月20日经70天培育,幼鱼平均体长从9.5毫米增至77毫米;第二段直线表示 0^+ 龄幼鱼的生长,从7月20日至隔年3月20日,即在培育期的第70天至316天, 0^+ 龄幼鱼平均体长从77毫米增至145毫米,都显示年龄和生长为直线关系。它们的相关系数分别为: $r_1 = 0.996(r_{0.01} = 0.765)$; $r_2 = 0.978(r_{0.01} = 0.834)$,直线关系非常密切。分段计算出年龄与体长生长的直线回归方程式: $l_1 = 1.39 + 1.064t_1$; $l_2 = 53.98 + 0.298t_2$ 。 l_1 及 t_1 代表当年鱼的体长和年龄; l_2 及 t_2 代表 0^+ 龄幼鱼的体长与年龄。根据上述方程式确定的幼鲢体长生长理论曲线经采用 t 测验检别其可靠性,求得 $t_{b_1}(28.75) > t_{0.01}(3.36)$; $t_{b_2}(11.46) > t_{0.01}(3.71)$,证实这条理论曲线是可信的。图1表明幼鲢的体长增长值是随年龄增加逐步上升的,但在不同生活时期增长率却并不相等。在最初70天内即从5月12日至7月20日体长生长特别迅速,图上这段直线的斜率较大,约为1.064;第70天以后体长增长明显减慢,相应线段的斜率下降为0.298,几乎降低2.6倍。生长速率的变化反映出幼鱼生长的阶段性,对照它们在相应阶段达到的体长, 0^+ 龄幼鱼的生长过程可区分为两个生长时期:快速生长期和缓慢生长期。两者的分界线,从体长平均值计算落在77毫米。随着个体从快速生长期过

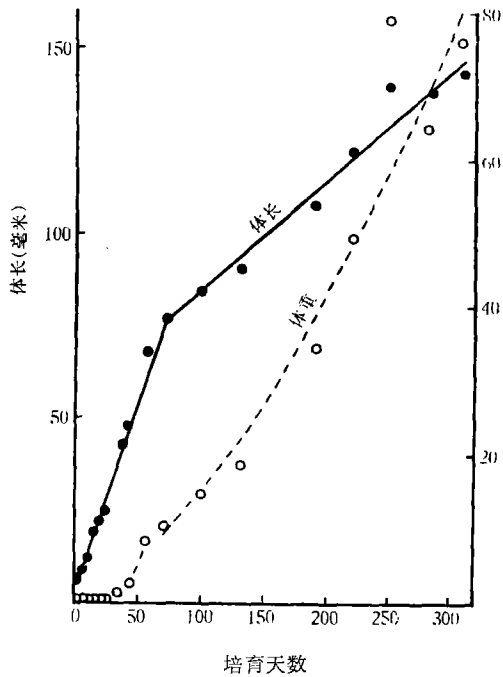


图 1 鲢鱼 0⁺ 龄幼鱼的体长和体重生长曲线

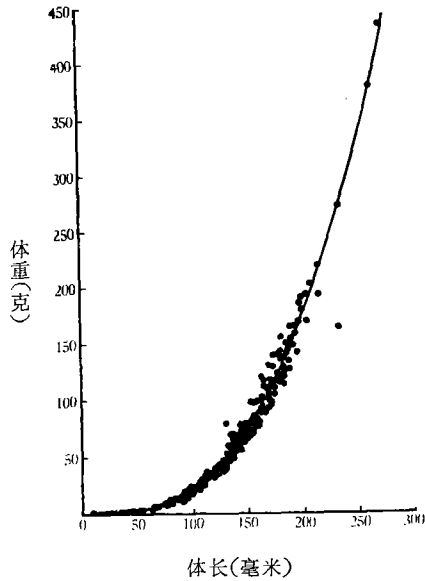


图 2 鲢鱼 0⁺ 龄幼鱼的体长-体重相关曲线

渡到缓慢生长期体长增长率明显下降。但是无论在那个生长期内，体长的绝对增长值又随年龄增加而均衡上升，即使在 12 月到次年 2 月，池塘平均水温已经下降到 14—15℃，也未发现幼鱼的生长速率有明显变化。可见在广东地区的冬季，幼鲢生长也是不停顿的。

2. 体重增长

根据 0⁺ 龄幼鱼体重增长值绘制的生长曲线呈现指数曲线形式，因此幼鲢体重与年龄的增长关系可用公式 $W = at^n$ 表示。但由于幼鲢的体重增长过程也表现出明显的阶段性，经分段计算求得： $W_1 = 0.00001832t_1^{3.1807}$ ； $W_2 = 0.01524t_2^{1.4877}$ 。 W 和 t 分别代表体重与年龄。前一公式表示经培育 70 天的当年幼鲢的体重增长，后一公式表示 70 天以后至 316 天内 0⁺ 龄幼鱼的体重增长。 t_1 的指数 (n_1)3.1807 和 t_2 的指数 (n_2)1.4877 分别表示 70 天前后两段不同生长时期内幼鲢的特定增重率， n 值大，增重快， n 值小，增重慢。因此，幼鲢在 70 天以前体重增长较为迅速，70 天以后增重率明显下降。这和体长增长的情况是一致的 (图 1 虚线所示)。但由公式推定的理论体重和实际观察体重尚有一定差异，致使第二段曲线上实测点偏离理论曲线，经过与指数曲线回归相离性的分析，求得

表 1 与指数曲线回归相离的显著性测验

| 变异来源 | 自由度 | 平方和 | 均方 | F | $F_{0.05}$ |
|-----------|-----|---------|--------|------|------------|
| 指数曲线的估计误差 | 6 | 0.0376 | 0.0063 | 0.05 | 2.02 |
| 组内误差 | 703 | 98.0823 | 0.1395 | | |

$F(0.05) < F_{0.05}(2.02)$ ，证实两者的差异不显著，故这段曲线能够反映原资料的观察结果(表 1)。

虽然幼鲢的体重增长表现出和体长增长一致的阶段性，但体重是按指数规律增长，体长则按简单比例增长，所以同期内体重增长始终比体长增长较为明显。这在幼鲢体长对体重关系的分析中得到证实。

3. 体长对体重关系

0⁺ 龄幼鲢的体长对体重关系也表现为指数形式，其曲线回归方程式为： $W = aL^n$ 。由 1,224 尾幼鲢体长和体重实测数据计算结果： $W = 0.00003186L^{2.9303}$ ，改写为对数式： $\log W = 5.5032 + 2.9303 \cdot \log L$ 。

上述方程式经过检验，求得 $F(604.907) > F_{0.01}(6.63)$ ，证明体长与体重曲线相关关系非常显著，检验结果详见表 2。

由此方程式确定的 0⁺ 龄幼鲢体长对体重相关曲线表示于图 2。

表 2 0⁺ 龄幼鲢体长对体重曲线回归关系方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 平方和 | 均 方 | F | $F_{0.01}$ |
|-------|-------|------------|----------|---------|------------|
| 总 和 | 1,222 | 1,052.5271 | | | |
| 回 归 | 1 | 348.6688 | 348.6688 | 604.907 | 6.63 |
| 离 回 归 | 1,222 | 703.8583 | 0.5764 | | |

(二) 食 性

1. 食物组成

幼鲢摄取的食物种类繁多，根据它们取食那一类食物以及这类食物的性质可以将 0⁺ 龄鲢鱼的摄食习性区分为：动物食性、杂食性和草食性三个阶段。

体长 9.5—15.0 毫米(全长 10—20 毫米)的个体处于动物食性阶段。按个体的形态发育特点，这一阶段为稚鱼，尚未长鳞，较小的个体(体长小于 10 毫米的稚鱼)消化道还呈直管状或稍见弯曲，较大个体(体长 13—15 毫米的稚鱼)已经出现 4 次盘曲(图 3)，个体

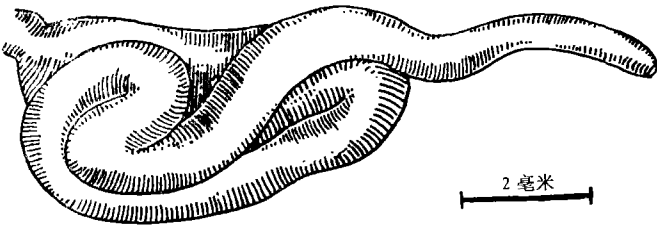


图 3 鲢鱼幼鱼的肠道(左侧面)
(全长 18.5 毫米,体长 14.0 毫米,肠长 25.3 毫米,已出现四次盘曲)

肠长与体长的比值变动于 0.5—1.7 之间。这一阶段的幼鱼完全以浮游甲壳类、底栖动物为饵料,其中以枝角类为主,占总摄食量的 76.5—87.8%,种类有: *Diaphanosoma excisum*, *Moina micrura*, *Alona tenuicaudis*, *Ceriodaphnia cornuta* 等;其次是桡足类,占 8.36—23.1%,主要是中剑蚤属 (*Mesocyclops*) 及温剑蚤属 (*Thermocyclops*) 的种类;摇蚊幼虫 (*Chironomidae*) 占 3.61%;轮虫占 0.07—0.4%,种类有: *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. falcatus*, *Keratella valga*, *K. quadrata*, *Lecane ploenensis* 等;介形类占 0.16%。没有发现这一阶段的个体吞食植物性饵料。

表 3 鲢鱼稚鱼、当年幼鱼和 0⁺ 龄幼鱼的食物组成(重量百分比)

| 食物 种类 | 全长(毫米) | 10.0—13.0 | 16.0—20.0 | 23.0—26.0 | 27.5—36.0 | 46.0—71.0 | 76.5—90.0 | 92.0— 237.0 |
|---------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| | 体长 (毫米) | 9.5—11.5 | 12.5—15.0 | 18.0—20.0 | 21.0—27.5 | 36.0—56.0 | 61.0—71.0 | 72.0— 197.0 |
| 藻类 (Algae) | | | | + | 0.52 | 2.41 | 1.75 | 0.18 |
| 轮虫 (Rotifera) | | 0.4 | 0.07 | 0.01 | | 0.06 | | |
| 介形类 (Ostracoda) | | | 0.16 | 0.05 | | | | |
| 枝角类 (Cladocera) | | 76.5 | 87.8 | 9.08 | 0.43 | 5.71 | 14.2 | |
| 桡足类 (Copepoda) | | 23.1 | 8.36 | 7.00 | 0.50 | 2.78 | 6.0 | |
| 水生昆虫 (Hexapoda) | | | 3.61 | 0.66 | 0.55 | 0.62 | | |
| 种子植物 (Angiospermae) | | | | 1.65 | 47.20 | 45.50 | 2.80 | 83.5 |
| 商品饲料(花生饼) | | | | 54.35 | | | 25.00 | 1.80 |
| 淤泥 | | | | 27.20 | 50.80 | 42.92 | 50.30 | 14.52 |

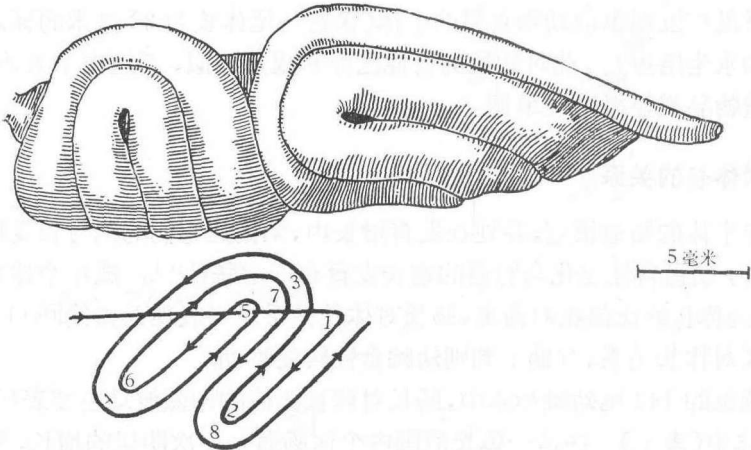


图 4 鲢鱼幼鱼的肠道(腹侧面)
(全长 23.0 毫米,体长 18.5 毫米,肠长 34.5 毫米,已出现八次盘曲),左下图是盘曲示意图。

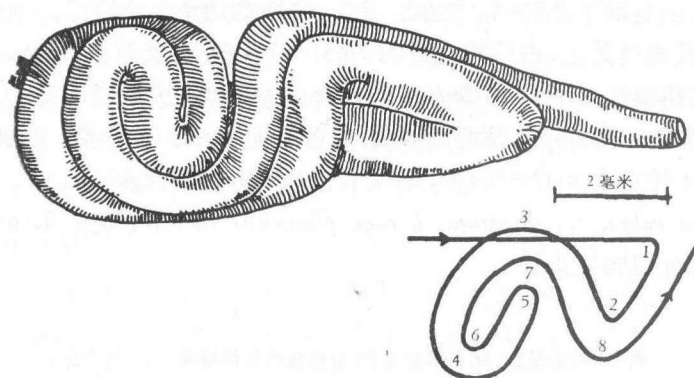


图5 鲢鱼幼鱼的肠道(左侧面)

(全长 83 毫米, 体长 66 毫米, 肠长 202 毫米, 有八次盘曲), 右下图是盘曲示意图。

体长 18—71 毫米(全长 23—90 毫米)的个体过渡到杂食性阶段。此时个体已发育成幼鱼, 鳞片逐步长齐, 肠长与体长的比值在 1.8—2.5 之间, 肠道形成 8 次盘曲(图 4, 5)。幼鱼觅食浮游甲壳类, 水生昆虫, 种子植物的碎屑, 藻类, 商品饲料(花生饼)等。这时幼鱼摄食的植物成份可以多达食物总量的 47.2%, 主要是经过沤腐的种子植物的碎屑及成串的导管组织, 很少有新鲜的植物碎片。藻类中主要是丝状蓝藻 (*Lyngbya*), 浮游硅藻 (*Navicula*, *Frustulia*, *Cymbella*, *Surirella*), 裸藻 (*Euglena*, *Phacus*) 及少量的绿藻。甲壳类仍占一定比重(1—20%), 其中还出现了像韩氏新镖鲈 (*Neodiaptomus handeli*) 一类大型而活动力比较强的个体。被吞食的水生昆虫中还有仰泳蝽 (*Notonectidae*) 的若虫。此外, 幼鲢肠含物中还有相当数量的淤泥。

体长 72—197 毫米(全长 92—237 毫米)的个体转入草食性阶段。种子植物的碎片已成为肠含物的主体, 甚至是唯一的成份, 比重达到 83.5%; 有豆科的菽麻 (*Crotalaria juncea*), 禾本科的狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides*), 十字花科芥属 (*Brassica*) 的几种白菜以及沤腐的其他种子植物的茎、叶及种子; 商品饲料(花生饼)只占 1.8%。在这一阶段的幼鱼中几乎没有发现摄取动物食料的个体(仅在一尾体长为 82 毫米的标本中见到极少量的枝角类和水生昆虫)。此时幼鲢的食性已经和成鱼相似, 不过由于人为投饵的限制, 幼鲢摄食的植物品类显得比较单调。

2. 肠长对体长的关系

鱼类幼年个体的肠道极短, 并处在发育增长中, 无论是它们的绝对长度抑或相对长度都在不断增长, 幼鱼食性变化与肠道的增长发育有一定联系^[17]。成年个体的肠道虽仍在增长, 但肠长与体长的比值相对恒定, 肠长对体长关系多半表现为直线回归关系^[15]。分析测定幼鲢肠长对体长关系, 有助于判别幼鲢食性转变时期。

在作者测量的 142 尾幼鲢标本中, 肠长对体长比值的剧烈波动主要表现在体长 9.2—61 毫米的个体中(表 4)。在这一体长范围内个体肠道有 4 次明显的增长, 致使肠长对体长比值从开始的 0.49 上升到 2.91, 肠长对体全长比值从 0.44 上升到 2.29(表 4, 图 6)。较大的个体(体长 61—197 毫米的幼鱼)肠长只是随体长增长而按比例增加, 二者的比值

表 4 0⁺ 龄幼鲢肠长对体长比值的变异

| 鱼体长度 | | 肠道长 (毫米) | 肠长对全长比值 | | 肠长对体长比值 | | 标本数 |
|------------|------------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----|
| 体长(毫米) | 全长(毫米) | | 变动范围 | 均 数 | 变动范围 | 均 数 | |
| 9.2—11.7 | 10.0—13.3 | 4.0—6.5 | 0.32—0.49 | 0.44 | 0.38—0.56 | 0.49 | 17 |
| 12.5—14.0 | 16.0—17.5 | 12.5—13.8 | 0.77—0.78 | 0.78 | 1.00—1.04 | 1.02 | 2 |
| 13.5—20.0 | 18.5—26.3 | 23.0—38.0 | 1.18—1.89 | 1.41 | 1.58—2.09 | 1.80 | 16 |
| 21.0—56.0 | 27.5—71.0 | 39.0—136.0 | 1.53—2.16 | 1.92 | 1.97—2.81 | 2.47 | 35 |
| 61.0—197.0 | 76.5—237.0 | 182.0—531.0 | 1.88—2.77 | 2.29 | 2.31—3.43 | 2.91 | 72 |

(2.29 或 2.91) 是始终不变的,肠长对体长(或全长)的关系也是直线回归关系。据 72 尾标本计算求得它们的相关系数 $r=0.940(r_{0.01}=0.302)$, 其回归方程式: $Y=33.0+2.58X$ 。Y 表示肠长, X 表示幼鲢体长。根据方程式确定 0⁺ 龄幼鲢的肠长对体长回归线及其 95% 的可信限(图 7)。

恒定的肠长对体长的比值关系表示肠道形态发育已经健全, 幼鲢向成鱼食性转化的条件业已成熟。此时肠道的盘曲状态已和成鱼相似(图 5)。

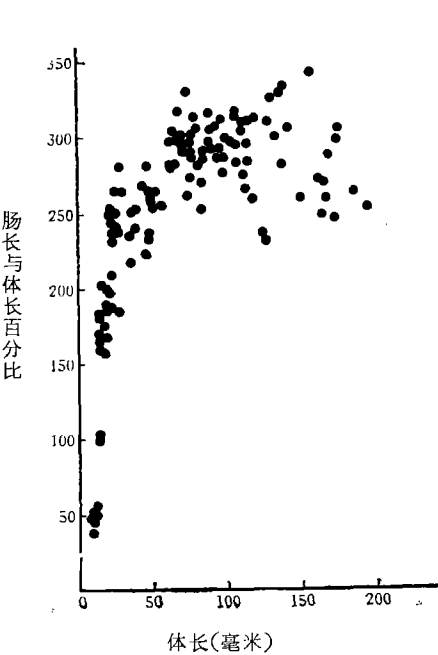


图 6 鲢鱼 0⁺ 龄幼鱼肠长与体长比值变异

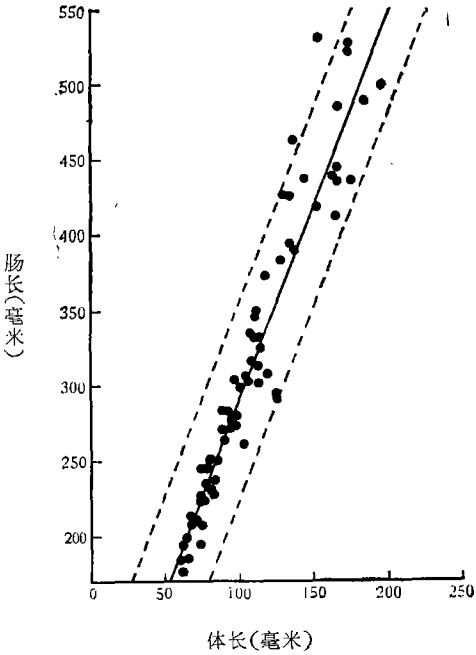


图 7 鲢鱼 0⁺ 龄幼鱼肠长与体长的回归关系(黑线是肠长对体长的回归线;虚线是 95% 的可信限)

讨 论

1. 鲢鱼生长的适温范围

Никольский 认为黑龙江水系的鲢鱼冬季是不摄食的^[18]。Вовк 更明确说明促使鲢鱼

停食的温度下限为 $5-7^{\circ}\text{C}$ ^[14]。因此生活在我国北方水域的鲢鱼入冬后生长就几乎处于停滞状态。由于季节和低温对生长的抑制,黑龙江水系 1 冬龄鲢鱼的体长只达到 75—115 毫米^[6,14],在池塘饲养的 0⁺龄鲢鱼体长也只有 84 毫米^[14],远远赶不上长江和西江鲢鱼的生长速度。

在西江 0⁺龄鲢鱼的生长期内没有发现明显的生长季节变化和冬季生长停滞现象。正如前面的分析所阐明,从 1973 年 7 月 20 日至 1974 年 3 月 20 日,经历夏、秋、冬三个季节变化,池塘平均水温从 30.7°C 逐步降到 14°C ,但这期间幼鲢的体长增长值变化不大,它和年龄的关系始终是直线回归关系。因此,作者同意钟麟等(1965)^[4]的意见:“在广东地区鲢鱼生长的适温范围是 $13-30^{\circ}\text{C}$ ”。在这样的温度范围内鲢鱼能正常生长。

2. 鲢鱼食性转化的时期

鲢鱼成鱼以高等水生植物为食料,而幼鱼摄食浮游甲壳类,食性截然不同。从幼鱼到成鱼的食性变化是在个体发育过程中逐步完成的;究竟个体生长到达哪个阶段才完成这种转化,论述不一。Никольский^[18]在总结黑龙江流域草鱼生物学时曾指示,体长 30 毫米以上的草鱼,大植物已成为它唯一的食物成份。以后《中国淡水鱼类养殖学》(第一版)也确认 30 毫米的幼鱼是已具备成鱼食性的个体。山东淡水水产研究所的报道指出,草鱼幼鱼为杂食性,体长大于 53 毫米的个体才趋于成鱼食性^[3]。水生生物研究所(1976)^[7]编著的《长江鱼类》则指出:“体长约达 10 厘米的草鱼完全能适应摄食水生高等植物”,又把幼鲢完成食性转化的体长从 50 毫米扩大到 100 毫米。作者认为这些资料揭示的体长并不是幼鲢完成食性转化时的真正体长。

根据作者对西江鲢鱼 0⁺龄幼鱼的食性研究证实,体长大于 72 毫米的个体肠含物已主要由种子植物的碎片组成(占食物团总量 83% 以上,另有一些商品饵料及淤泥),几乎没有动物性成份,跟前阶段(小于 72 毫米的个体)相比,食性已有明显不同,因此作者把体长 72—197 毫米的 0⁺龄幼鱼列为草食性幼鱼。又依据肠长对体长关系的分析,确认肠长对体长的比值在个体体长达到 61 毫米时已趋稳定,说明肠道的形态发育已经健全,幼鱼具备了向成鱼食性转化的条件。基于这一认识,作者认为鲢鱼完成食性转化的体长范围是 61—72 毫米,而 61 毫米是完成转化的最小体长,达到或超越上述体长范围的幼鱼都已具备成鱼食性了。

3. 食性与生长的关系

在分析 0⁺龄幼鲢的生长特点时已观察到不同生活时期的幼鱼存在明显的生长差异,这种差异在个体到达一定体长时才表现出来。在研究了这些差异之后,作者认为体长小于 77 毫米的幼鱼处于快速生长期,大于 77 毫米的幼鱼进入缓慢生长期。当幼鱼从快速生长期转入缓慢生长期后,体长增长率、体重增长率都明显下降,而此时正值仲夏季节,池塘平均水温已高达 30.7°C ,经测定,这一时期(体长 72—82 毫米)的幼鱼的摄食强度(以肠道充塞指数表示)达到 299.92 ‰,可以说是全年最高的,说明幼鱼的代谢过程十分旺盛,此时出现生长率的明显下降是极不寻常的。这种情况的出现很可能与幼鱼的食性变化有关。因为幼鱼摄食习性的变化和生长率的下降几乎同时发生。例如 7 月 6 日前采集

的标本鱼,按其营养特点,都属于杂食性(更早期的幼鱼属于动物食性),这时期的幼鱼处在迅速生长期。7月20日收集的样本肠含物成份已有明显变化,种子植物已成为幼鱼摄食的主体,甚至是唯一的成份了。说明幼鱼已从杂食性过渡到草食性,按营养特点论,幼鱼已经完成了自身的食性转化。在以后各月采集分析的食性样本中,几乎再没有发现摄食动物性食料的个体。同期的生长测定证实,幼鱼生长率已经明显下降,个体从快速生长期过渡到缓慢生长期。这样的营养特点和生长趋势一直持续到采样截止期(1974年3月20日)。

由此可见,处在不同生长阶段,不同体长的幼鱼表现出不同的生长速率是因为它们摄取不同营养物质的结果。当幼鱼营动物性营养或杂食性营养时,表现出较高的生长率,而转为草食性营养时,生长率就明显下降。类似现象在鲤科鱼类中也有先例。Hartley (1947)^[1]曾指出:拟鲤属(*Rutilus*)能随着它们栖息地的情况变化“或以草食为主,也能以肉食为主”,“若是进肉类食料时会有较高的生长率”。从营养生理学的角度考虑,含有动物蛋白的饲料,热值比草类饲料高,热值较高的饲料能保证个体较快的生长。所以幼鲢食性转变有时是因为外界缺乏它们所需要的食物,而在正常情况下则是由于个体的营养、代谢起了变化。因此,随着食性转变而出现的生长缓慢现象也就带有种的标志,是这一物种的个体在生长、发育过程中必然会出现的生物学现象。但这种现象能否在人为施加的影响下予以改变,有待进一步实验研究。

4. 食性和饲养问题

关于幼鲢营养和生长的实验研究(蒋一珪, 1966^[5]; Stroband, 1977^[10])都已证实,用动物性或动、植物混合饲料饲养幼鲢,其效果确实比单纯喂植物饲料的要好,个体的增重率比后者更高。因此蒋一珪指出:在全长10—12厘米的试验鱼中,“鱼种草鱼虽已转变至植物性食性为主,但动物性饵料对鱼种的生长仍有良好影响,能加速鱼种的生长。”如果这种认识也能适用于成鱼,那么单纯采用植物饲料来饲养鲢鱼这种方式对个体的生长不一定完全有利。事实证明广东渔农用蚕蛹肥育鲢鱼,效果也很好。

当然,对于草食性的鲢鱼完全改喂动物食料也是完全不必要的。因此,如何合理配制饲料以适应鲢鱼各生长阶段营养代谢的需要,在理论上和生产实践上都有必要进一步研究实验。

参 考 文 献

- [1] 倪达书, 1959. 青、草、鲢、鳙的饲养方法. 太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集, 69—91 页. 科学出版社。
- [2] 陈真然, 1963. 草鱼(鲢)仔、稚鱼期发育形态生态特征. 动物学杂志, 1963 (1): 23—29。
- [3] 山东淡水水产研究所, 1965. 草鱼苗种培育的初步研究. 水产科学研究报告, 1965 (12) 89—93。
- [4] 钟麟等, 1965. 家鱼的生物学和人工繁殖. 科学出版社。
- [5] 蒋一珪、张锦霞、陈锡涛, 1966. 草鱼的营养及饵料的研究. 太平洋西部渔业研究委员会第七次全体会议论文集, 88—94 页. 科学出版社。
- [6] 黑龙江水产研究所, 1975. 黑龙江水系草鱼的某些生物学资料. 水产科技, 1975 (3): 26—32。
- [7] 水生生物研究所, 1976. 长江鱼类. 科学出版社。
- [8] 郭祖超等, 1963. 医用数理统计方法. 人民卫生出版社。

1) 勃朗著《鱼类生理学》上册(费鸿年译), 第114页。

- [9] Lin Shu-Yen. 1935. Life-history of waon ue, *Ctenopharyngodon idellus* (C. et V.). *Lingnan Sci. Journ.*, 14(1): 129—135.
- [10] Stroband. H. W. J., 1977. Growth and diet dependant structural adaptations of the digestive tract in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Val.). *J. Fish Biol.*, 11: 167—174.
- [11] Боруцкий Е. В., 1952. Материалы по питанию белого амурского карпа (*Ctenopharyngodon idellus*) и мелкочешуйчатого желтопера (*Plagiognathops microlepis*) в бассейне амурского карпа. Труды Амурского ИХТИОЛ. ЭКСП. 1945—1949 гг., III: 505—511.
- [12] Боруцкий Е. В., 1960. Определитель свободно-живущих пресноводных карповидных рыб СССР сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб. Изд. АН СССР Москва.
- [13] Боруцкий Е. В. и др., 1961. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. Изд. АН СССР Москва.
- [14] Вовк П. С., 1976. Биология дальневосточных растительноядных рыб и их хозяйственное использование в водах Украины. Изд. "Наукова думка" Киев.
- [15] Дас С. М. и Мойтра С. К., 1958. О вариациях пищеварительного тракта в зависимости от пищи у пресноводных рыб. Индии. *Вопр. Ихтиол.*, 10:29—40.
- [16] Крыжановский С. Г., Смирнов А. И. и Соин С. Г., 1951. Материалы по развитию рыб. Р. Амурского. Труды Амурского ИХТИОЛ. ЭКСП. 1945—1949 гг., II: 73—78.
- [17] Ланге Н. О., 1962. Развитие кишечника плотвы *Rutilus rutilus* (L.) *Вопр. Ихтиол.*, 2(23):336—349.
- [18] Никольский Г. В., 1955. Рыбы бассейна Амурского. Изд. АН СССР Москва.

GROWTH AND FEEDING HABITS OF SUBYEARLINGS OF GRASS CARP (*CTENOPHARYNGODON IDELLUS* (C. & V.))

Gao Guofan

(Division of Zoology, Department of Biology Sun Yat-Sen University)

Abstract

The present paper deals with the subyearlings of grass carp under culture conditions, concentrating on their growth and feeding habits at different stages of development. The relationship of body length (L)/age (t) falls on a straight line, but that of weight (W)/age (t) is exponential. The regression equation of length or weight and age was determined through calculation.

Two stages are noticed in the growth of subyearling, i.e., the fast- and the slow-growing stage. The demarcation line between these two stages seems to fall around the time when the subyearling has reached 77 mm. in length. The growth rate of the juvenile is clearly related with the transformation of its feeding habits. The general equation of the subyearlings, based on the measurement of 1224 individuals, can be expressed as $W = 0.00003186 L^{2.9303}$. Analysis of the feeding habits of the subyearlings indicates that the fry feeds on zooplankton exclusively, it becomes omnivorous when scales start to appear on its body surface and then when its body length exceeds 72 mm., it turns herbivorous.