

## 长江芜湖段赤眼鲮的年龄与生长

郭丽丽 严云志 席贻龙

(安徽师范大学生命科学学院, 安徽省高校生物环境与生态安全省级重点实验室, 芜湖 241000)

### AGE AND GROWTH OF *SQUALIOBARBUS CURRICULUS* (RICHARDSON) IN WUHU REACH OF YANGTZE RIVER

GUO Lili, YAN Yun-Zhi and XI Yilong

(College of Life Sciences, Anhui Normal University; Provincial Key Laboratory of Biotic Environment and Ecological Safety in Anhui, Wuhu 241000)

关键词: 赤眼鲮; 年龄; 生长; 长江芜湖段

**Key words** *Squaliobarbus curriculus*; Age; Growth; Wuhu Reach of Yangtze River

中图分类号: S931.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2009)01-0130-06

赤眼鲮 (*Squaliobarbus curriculus* Richardson) 隶属于鲤形目 (Cypriniformes)、鲤科 (Cyprinidae)、雅罗鱼亚科 (Leuciscinae), 在我国除青藏高原外的其他各水系中均有分布, 在国外见于朝鲜和越南<sup>[1]</sup>。赤眼鲮俗称红眼棒、野草鱼, 其营养价值高且肉味鲜美, 是我国江河主要优质经济鱼类之一, 也是我国淡水鱼类养殖的重要品种之一<sup>[2,3]</sup>。

目前, 赤眼鲮在我国的黑龙江、长江和珠江等不同水系中的基础生物学已见报道<sup>[4-7]</sup>, 尤其是在近十年来该物种在长江中游及珠江水系中的年龄、生长及繁殖特性都得到了进一步的研究, 如重庆的嘉陵江<sup>[8]</sup>、湖北的府河<sup>[9,10]</sup>、湖南的双牌水库<sup>[2]</sup>、珠江流域西江水系上游的左江及郁江<sup>[11]</sup>等; 其研究结果反映了长江中游赤眼鲮的野生资源正呈现出日益减少的趋势, 这也是目前长江下游野生鱼类资源变化的缩影<sup>[12]</sup>。但有关赤眼鲮在长江下游的生活史特征尚未见报道。本文对安徽芜湖段赤眼鲮的年龄和生长特性进行了研究, 以期对赤眼鲮的生物学研究积累长江下游种群基础资料, 为其资源保护和可持续利用提供理论依据。

#### 1 材料与方法

2006 年 11 月—2007 年 4 月, 以网簰 (即“迷魂阵”, 长 100m, 高 2m, 网目 0.5cm) 于长江干流芜湖段采集赤眼鲮标本共 338 尾。标本在新鲜状态下进行常规生物学处理, 包括

测量全长 ( $L$ , 精确到 0.01mm), 称量体重 ( $W$ , 精确到 0.1g), 解剖并取出性腺、肉眼判定性别; 以  $X^2$  检验对渔获物性比同 1:1 的差异显著性进行检验, 显著性检验水平为  $p < 0.05$ 。标本以 8.0% 福尔马林溶液进行固定, 带回实验室以进行年龄鉴定。

以鳞片为年龄鉴定材料, 从鱼体左侧背鳍起始部位正下方至侧线之间取 6—8 枚鳞片, 以 1.0% NaOH 溶液浸泡数小时, 在解剖镜下去除表面黏膜, 夹在两个载玻片之间使其平展, 对其年轮特征进行判定并以拍照 (Motican 3000)<sup>[13]</sup>。依照文献 [14] 的方法进行年龄判读。以“图像分析系统软件 2.01 版”<sup>[15]</sup> 进行鳞径和各轮径长度测量。

采用 Rosa Lee 公式进行全长推算<sup>[16-19]</sup>:  $ln = a + [(L - a) / R] \times r_n$ , 式中  $a$  为全长与鳞径关系直线在  $y$  轴的截距,  $r_n$  为第  $n$  轮的轮径,  $l_n$  为  $n$  龄的个体全长。以最小二乘法计算 von Bertalanffy 生长方程各参数, 生长方程为  $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$  和  $W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$ <sup>[18]</sup>, 其中  $L_t$  和  $W_t$  分别代表  $t$  龄时的全长与体重,  $L_\infty$  和  $W_\infty$  分别为渐近全长与体重,  $k$ 、 $K$  和  $b$  均为参数。

各阶段生长指标由各年龄的平均逆算体长求得, 有关计算公式如下: 年增长量 =  $V_2 - V_1$ ; 年相对增长量 =  $(V_2 - V_1) / V_1 \times 100\%$ ; 生长比速 =  $\ln V_2 - \ln V_1$ ; 生长常数 =  $(\ln V_2 - \ln V_1) \times (t_2 + t_1) / 2$ ; 生长指标 =  $(\ln V_2 - \ln V_1) \times V_1$ , 式中  $V_1$  和  $V_2$  分别为对应相邻年龄  $t_1$ 、 $t_2$  的体长  $L_1$ 、 $L_2$  或体重  $W_1$ 、 $W_2$ 。

收稿日期: 2008-01-21; 修订日期: 2008-10-12

基金项目: 安徽省高校生物环境与生态安全省级重点实验室专项基金项目 (2004sys003); 安徽省教育厅自然科学基金 (2006kj217h, KJ2008B221); 重要生物资源保护和利用研究安徽省重点实验室专项基金项目; 安徽师范大学博士科研启动基金资助

作者简介: 郭丽丽 (1982—), 女, 安徽亳州人; 硕士; 研究方向为鱼类生物学。E-mail: gl211@163.com

通讯作者: 严云志, E-mail: yanyunzhi7677@126.com

2 结 果

2.1 年 龄

2.1.1 年轮特征

赤眼鳟鳞片为圆鳞, 中等大, 椭圆形 (图 1a)。其年龄特征为普通切割型, 该特征在鳞片侧区尤为明显, 表现为生长

环片的内环被外环切割 (图 1b); 基区有加密和断裂的深沟 (图 1f)。鳞片上存在幼轮 (图 1c), 根据幼轮推算的体长远小于 1 龄平均体长; 还存在副轮, 但由于其不完整性而容易与年轮区分 (图 1d)。鳞片的骨质层所形成的环片围绕鳞焦, 基本上呈同心圆排列, 但不完整闭合, 在后区被放射沟分割呈波纹状结构 (图 1e)。

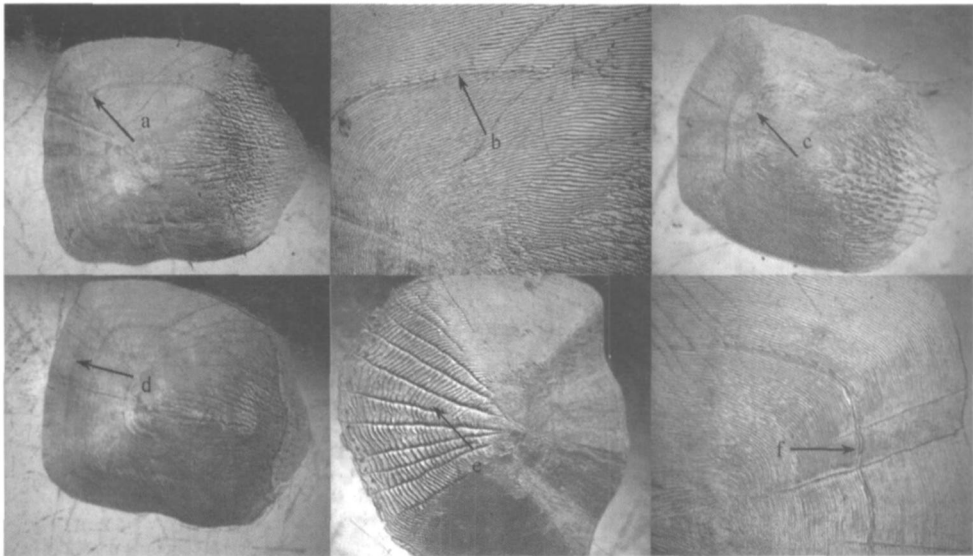


图 1 赤眼鳟鳞片形状和年轮

Fig.1 Scale form and annulus of *S. curriculus*

- a. 鳞片形状 (箭头示年轮, 1 龄); b. 侧区的切割型年轮 (箭头示年轮); c. 幼轮; d. 副轮; e. 顶区放射沟; f. 基区断裂
- a. form of scale (arrow show ing annulus); b. incising annulus showed by arrow; c. fry check showed by arrow;
- d. spawning check showed by anow; e. radiative fossa at the top area f. crack at the back area

2.1.2 年龄组成和性比

赤眼鳟渔获物种群由 0<sup>+</sup>—3<sup>+</sup> 龄共 4 个年龄组组成, 其中优势龄组为 1<sup>+</sup>、2<sup>+</sup> 龄, 占渔获物的 76.92%。

338 尾标本中, 298 尾可通过肉眼直接判别雌雄, 其中雌性个体 151 尾, 雄性个体 147 尾, 其性比为 1.03:1 (♀:♂)。经  $\chi^2$  检验, 符合 1:1 的理论比例 ( $\chi^2 = 0.027$  d.f. = 1  $p > 0.05$ ,  $N = 298$ )。

2.2 渔获物全长和体重分布

赤眼鳟渔获物的全长范围为 82.61—311.01mm; 其优势全长集中在 190—250mm, 占渔获物的 57.66%。全长在 300mm 以上的个体极少, 仅占渔获物的 2.19% (图 2)。

体重分布范围为 6.8—318.4g, 优势体重集中在 60—120g, 占渔获物的 55.47%。280 g 以上的个体占渔获物的 3.65%。

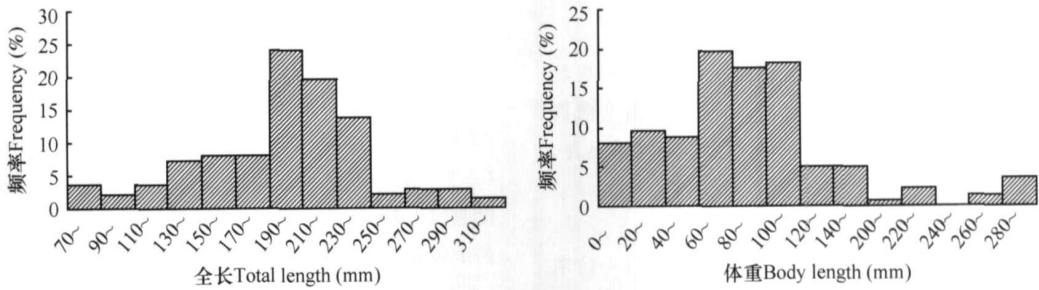


图 2 赤眼鳟渔获物全长和体重分布

Fig. 2 Frequency distributions of total length and body weight for *S. curriculus* from W uhu in the lower reach of Yangtæ River

2.3 全长退算

2.3.1 全长和鳞径的关系

对赤眼鲮的全长-鳞径关系进行拟合, 并选择相关系数最高者为最佳回归方程。结果显示, 直线关系为其最佳回归方程。分别对雌、雄个体的全长-鳞径关系进行拟合, 其关系分别为:

♀:  $L = 27.815R + 61.427 (R^2 = 0.9461, N = 151);$

♂:  $L = 27.289R + 65.865 (R^2 = 0.9086, N = 147)。$

经协方差检验, 上述两关系式中的截距和斜率均无显著

差异, 因此赤眼鲮的全长-鳞径关系可以用一个总的关系式表达为:

$L = 27.501R + 63.883 (R^2 = 0.9242, N = 298)。$

以上各式中的  $L$  为全长 (cm),  $R$  为鳞径 (mm)。

2.3.2 用鳞径进行的全长退算

采用 Rosa Lee 公式进行全长退算。各龄组的退算全长 (表 1)。以  $t$ -检验对各龄组的实测平均全长和退算平均全长的差异进行了检验, 发现其差异均没有达到显著水平 ( $p > 0.05$ ), 结果显示各龄组的实测全长和退算全长较为接近。

表 1 赤眼鲮渔获物各龄组的实测全长和退算全长

Tab. 1 Measured and back-calculated total length of *S. auriculus*

| 年龄组<br>Age groups                               | 样本量<br>N | 退算全长 Back-calculated total length (mm) |        |        |
|-------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|--------|--------|
|                                                 |          | $L_1$                                  | $L_2$  | $L_3$  |
| 1+                                              | 64       | 159.52                                 |        |        |
| 2+                                              | 187      | 157.62                                 | 189.50 |        |
| 3+                                              | 30       | 156.03                                 | 193.52 | 218.28 |
| 退算全长平均值 Back-calculated total length on average |          | 157.52                                 | 191.51 | 218.28 |
| 实测全长平均值 Measured total length on average        |          | 186.93                                 | 199.90 | 234.67 |
| 比较全长离差 Dispersion                               |          | 29.41                                  | 8.39   | 16.39  |

2.4 生长特性

2.4.1 全长和体重的关系

以  $W = aL^b$  分别对赤眼鲮的渔获物的全长与体重关系进行了拟合, 其关系式分别为:

不辨别雌雄:  $W = 0.9191L^{2.5755} (R^2 = 0.9793, N = 40);$

♀:  $W = 5.51 \times 10^{-3} L^{3.1836} (R^2 = 0.9437, N = 151);$

♂:  $W = 3.60 \times 10^{-3} L^{3.1449} (R^2 = 0.9689, N = 147)。$

通过协方差检验对雌、雄性个体方程中的  $b$  值进行检验, 其差异未达到显著水平 ( $p > 0.05$ )。未辨雌雄个体与雌、雄个体的差异显著 ( $p < 0.05$ )。因此, 将可辨性别的赤眼鲮渔获物的全长与体重关系可用一总的方程表示为:

总体:  $W = 5.91 \times 10^{-3} L^{3.1659} (R^2 = 0.9553, N = 298)。$

2.4.2 生长方程

采用最小二乘法拟合赤眼鲮的全长和体重, von Bertalanffy 生长方程分别为:

$L_t = 320.47 [1 - e^{-0.2328(t+1.911)}];$

$W_t = 345.15 [1 - e^{-0.2328(t+1.911)}]^{3.1659}$

根据上述公式绘制全长体重生长曲线 (图 3), 结果显示: 3 龄以前赤眼鲮全长生长速度较高, 以后便逐渐变缓而趋向最大值。体重生长曲线近似 S 形在拐点以前增重迅速, 拐点后变缓。

2.4.3 生长速度、加速度和生长拐点

将赤眼鲮全长、体重生长方程分别对年龄  $t$  进行一阶求导和二阶求导, 获得全长、体重生长的速率 ( $dL/dt, dW/dt$ ) 和加速度 ( $d^2L/dt^2, d^2W/dt^2$ ) 方程:

$dL/dt = 74.61 e^{-0.2328(t+1.911)}$

$dW/dt = 254.38 e^{-0.2328(t+1.911)} [1 - e^{-0.2328(t+1.911)}]^{2.1659}$

$d^2L/dt^2 = -17.37 e^{-0.2328(t+1.911)}$

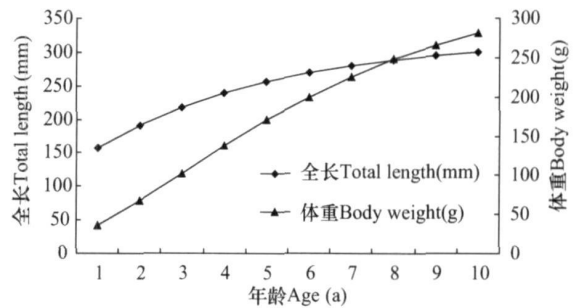


图 3 赤眼鲮的全长和体重生长曲线

Fig. 3 Growth curve of total length and body weight for *S. auriculus*

$$\frac{d^2W}{dt^2} = 59.22 e^{-0.2328(t+1.911)} [1 - e^{-0.2328(t+1.911)}]^{1.1659} [3.1659 e^{-0.2328(t+1.911)} - 1]$$

如图 4 所示, 赤眼鲮全长增长的速度和加速度都不具有拐点, 生长速度随年龄增长而递减, 并逐渐趋于零。全长生长加速度逐渐递增, 但加速度一直小于零, 说明赤眼鲮的全长生长速度出生时最高, 年龄越大, 全长生长越慢。

如图 3 所示, 体重生长曲线有一个拐点  $t_i = 3.04$  龄 ( $d^2W/dt^2 = 0$ ), 该拐点年龄所对应的全长和体重分别是  $L_i = 219.26\text{mm}$ ,  $W_i = 103.80\text{g}$ 。当  $t < 3.04$  龄时, 体重生长速度曲线上升, 但其加速度下降, 且为正值, 反映了 3.04 龄前的个体体重生长速度是一直增加, 到 3.04 龄时达到最大值 (图 5)。当  $t > 3.04$  龄时, 体重生长速度和加速度均下降, 其生长速度曲线逐渐变缓, 并趋向于零, 此时体重生长加速度为负值, 为体重生长递减阶段。约 7 龄时, 体重生长加速度降至最低点, 而后又逐渐上升, 表明随着体重生长速度进一步下降, 其递减速度亦逐渐缓慢, 个体开始进入衰老期。

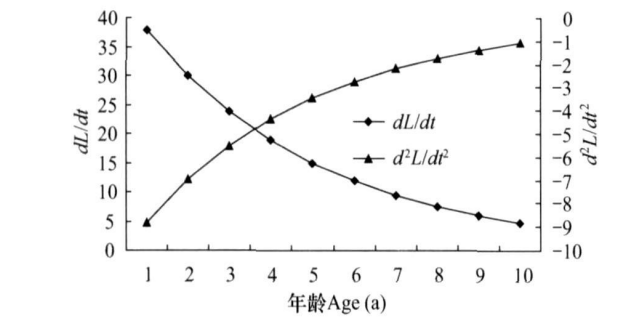


图 4 赤眼鳟全长生长速度和加速度变化曲线

Fig. 4 Growth rate curve and acceleration growth curve of total length for *S. curriatulus*

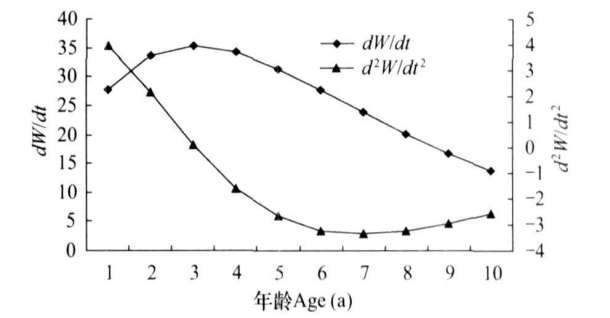


图 5 赤眼鳟体重生长速度和加速度变化曲线

Fig. 5 Growth rate curve and acceleration growth curve of body weight for *S. curriatulus*

### 2.4.4 生长指数

将各龄鱼全长和体重推算值带入各项生长指数的经验公式求得全长增长各项生长指标(表 2)。赤眼鳟全长的生

长相关指标均逐年下降,生长常数上升。体重的生长指标在统计的 1—3 龄组中逐年上升,相对增长率和瞬时增长率则逐年下降(表 2)。

表 2 赤眼鳟不同时期全长和体重生长指数

Tab. 2 Growth indexes of total length and body weight for *S. curriatulus*

| 项目 Item            |                                       | 龄组 Age group |        |        |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|--------|--------|
|                    |                                       | 1            | 2      | 3      |
| 全长<br>Total length | 推算全长 Back calculated total length(mm) | 152.72       | 191.51 | 218.28 |
|                    | 年增长 Annually growth(mm)               |              | 33.79  | 26.77  |
|                    | 相对增长率 Ralative growth rates(%)        |              | 21.42  | 13.98  |
|                    | 瞬时增长率 Instantaneous growth rates(%)   |              | 0.19   | 0.13   |
|                    | 生长常数 Growth constant                  |              | 0.89   | 1.39   |
|                    | 生长指标 Growth indexes                   |              | 30.62  | 25.06  |
| 体重<br>Body weight  | 推算体重 Back calculated body weight(g)   | 36.58        | 67.63  | 102.34 |
|                    | 年增长 Annually growth(g)                |              | 31.05  | 34.71  |
|                    | 相对增长率 Ralative growth rates(%)        |              | 84.88  | 51.32  |
|                    | 瞬时增长率 Instantaneous growth rates(%)   |              | 0.61   | 0.41   |
|                    | 生长常数 Growth constant                  |              | 1.73   | 2.24   |
|                    | 生长指标 Growth indexes                   |              | 22.48  | 28.02  |

## 3 讨 论

表 3 显示的是赤眼鳟在长江水系的府河、嘉陵江西河及干流芜湖段的各级生长指标及参数,结果显示出芜湖段赤眼鳟一方面呈现出生长加速的现象,这点可从其 von Bertalanffy 方程的 k 值上升得到反映,另一方面还表现出生长拐点年龄、渐近全长及渐近体重大小的明显降低。就其生长加速现象而言,这可能是由当地过高的捕捞压力增所引起的,因为种质资源在过度捕

捞下会表现出更快的个体生长和种群生长<sup>[19]</sup>;同时,这种生长加速还可能与长江支流与干流中的水温差异有关。一般而言,就河流生态系统而言,随着河流级别的上升,其水温也升高<sup>[20]</sup>,并进一步造成其中同种鱼类不同种群在个体生长上出现差异。在本研究结果中,我们还发现赤眼鳟的生长拐点和渐近大小(包括全长和体重)都明显较低,该现象可能与本研究所采集的赤眼鳟渔获物标本的年龄低龄化及其所引起的个体大小较低有关,但这还有待于进一步研究。

表 3 赤眼鳟生长参数的比较  
Tab.3 Comparision of von Bertalanffy growth parameters for *S. curriculus*

| 项目           | 长江一级支流府河 <sup>[9]</sup>           | 嘉陵江西河 <sup>[8]</sup>        | 长江干流芜湖段                     |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Item         | Fu Stream branch of Yangtze River | West Stream of Jialingjiang | Wuhu Reach of Yangtze River |
| b            | 3.0727                            | 3.0668                      | 3.1659                      |
| k            | 0.192                             | 0.1464                      | 0.2328                      |
| $t_0$        | -0.6029                           | -0.9925                     | -1.911                      |
| $t_i$        | 5.86                              | 6.6                         | 3.04                        |
| $W_t$        | 574.67                            | 1644.15                     | 103.80                      |
| $L_{\infty}$ | 472.9                             | 672.13                      | 320.47                      |
| $W_{\infty}$ | 1640.14                           | 5590.492                    | 345.15                      |

在本研究结果中, 长江干流芜湖段赤眼鳟渔获物中 0<sup>+</sup>、1<sup>+</sup> 两个年龄组占 39.64%, 2<sup>+</sup>、3<sup>+</sup> 龄占 60.36%。根据龙光华等的研究结果, 赤眼鳟的初次性成熟年龄为 2 冬龄 (即 2<sup>+</sup> 龄, 应属 3 龄鱼)<sup>[11]</sup>, 因此, 目前长江芜湖段赤眼鳟的野生种群的性成熟个体仍占多数。本研究结果还显示其生长拐点年龄为 3.04 龄, 但其野生种群的绝大多数个体 (90% 以上) 均低于该拐点年龄, 这证实了当地的渔业捕捞压力过大。当地不科学的渔具渔法, 尤其是毒鱼、炸鱼, 不仅使当地赤眼鳟的性成熟群体锐减, 甚至连幼鱼也难逃罗网, 进一步使得其繁殖群体部分或全部受阻, 并导致生殖群体结构趋向简化。这些不合理的渔业方式造成了很多个体在尚未达到理论拐点体重就被捕捞, 造成了其生长潜能的损失, 从而无法实现其野生资源的可持续利用。

基于此, 为实现当地赤眼鳟野生渔业资源的保护和可持续利用, 我们认为应从以下几个方面着手: 1) 限定捕捞对象的个体大小, 适合捕捞的年龄应为 3 龄以上, 其相应全长和体重分别为 220mm 和 104g 以上; 2) 对捕捞渔具的类型、尺寸及其他规格进行明确限定, 以减小对其补充群体的危害; 3) 改变传统的渔业方式, 向管理型渔业过渡, 制定科学渔法, 严格控制捕捞强度、区域和时间。

参考文献:

[ 1 ] Chen Y Y. Cypriniformes II Osteichthyes in Fauna Sinica [M]. Beijing Science Press 1998 104—106 [陈宜瑜. 中国动物志, 硬骨鱼纲, 鲤形目 (中卷) [M]. 北京: 科学出版社. 1998, 104—106]

[ 2 ] Chen S M, Zhang S B. The technology of breed aquatics for *Squalibarbus curriculus* (Richardson) [J]. *Fishery Modernization*, 2004, 2 20—21 [陈三木, 张水波. 赤眼鳟养殖技术. 渔业现代化, 2004, 2 20—21]

[ 3 ] Xiang J G, He F L. A study on biology characteric of *Squalibarbus curriculus* (Richardson) [J]. *Freshwater Fisheries* 2006, 36(3): 38—40 [向建国, 何福林. 赤眼鳟生物学特性研究 [J]. 淡水渔业, 2006 36(3): 38—40]

[ 4 ] Rochet M J. Short-term effects of fishing on life history traits of fishes [J]. *ICES Journal of Marine Science* 1998 55 371—

391

[ 5 ] 龙光华等. 嘉陵江上游鱼类资源调查 [M]. Beijing Science Press 1960 144—145 [尼科尔斯基 T B 黑龙江流域鱼类. 北京: 科学出版社. 1960 144—145]

[ 6 ] Fish Laboratory, Institute of Hydrobiology, Hubei Fishes of Yangtze River [M]. Beijing Science Press 1976 88—90 [湖北省水生生物研究所鱼类研究室. 长江鱼类. 北京: 科学出版社. 1976, 88—90]

[ 7 ] Investigation Committee on Fish resource in Zhujiang water system. Investigation Report on Fish resource in Zhujiang water system (II). 1982, 145—162 [珠江水系渔业资源调查编委会, 珠江水系渔业资源调查研究报告 (2), 1982, 145—162]

[ 8 ] He X F, Yang Q F. A study on the growth of *Squalibarbus curriculus* (Richardson) in West Stream of Jialingjiang [J]. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science)*, 1997, 22 (6): 681—685 [何学福, 阳清发. 嘉陵江西河赤眼鳟的生长研究. 西南师范大学学报 (自然科学版), 1997, 22(6): 681—685]

[ 9 ] Yang M S, Chen J A, Huang X X, et al. The growth and population structure character of *Squalibarbus curriculus* (Richardson) in Fu River [J]. *Reservoir Fisheries* 2006 26(6): 59—63 [杨明生, 陈金安, 黄孝湘, 等. 府河赤眼鳟的生长和种群结构特征. 水利渔业, 2006 26(6): 59—63]

[ 10 ] Yang M S, Chen J A, Huang X X, et al. The study on reproductive biology of *Squalibarbus curriculus* (Richardson) [J]. *Freshwater Fisheries* 2005 35(3): 38—40 [杨明生, 陈金安, 黄孝湘, 等. 赤眼鳟繁殖生物学研究. 淡水渔业, 2005 35(3): 38—40]

[ 11 ] Long G H, Lin G, Hu D S, et al. The reproductive biology of Barbel Chub [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2005 40(5): 28—36 [龙光华, 林岗, 胡大胜, 等. 赤眼鳟的繁殖生物学. 动物学杂志, 2005 40(5): 28—36]

[ 12 ] Yan Y Z, Guo L L, Li G L. Primary investigation of the fish resources in Laozha Tongling Region of Yangtze River [J]. *Journal of Anhui Normal University (Natural Science)*, 2006, 29 (3): 575—578 [严云志, 郭丽丽, 李国龙. 长江铜陵段老洲水域鱼类资源的初步调查研究. 安徽师范大学学报 (自然科学版), 2006 29(3): 575—578]

[ 13 ]

HerreraM, Femandez-Delgado C. The age growth and production of Chondrostoma toxostoma in a seasonal stream in the Guadalquivir River basin ( southern Spain ) [ J ]. *Journal of Fish Biology*, 1994, **44**: 11—22

[ 14 ]

Licandeo R R, Lan illa J G, Rubilar P G, et al. Age growth, and sexual maturity of the yellownose skate Dipturus chilensis in the south-eastern Pacific [ J ]. *Journal of Fish Biology*, 2006, **68**: 488—506

[ 15 ]

Zhu Q, Xia L Q, Chang J B. Computer identification on otolith microstructure of fish [ J ]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26** ( 6 ): 600—604 [朱旗, 夏立启, 常剑波. 鱼类耳石微结构的计算机自动识别. 水生生物学报, 2002, **26**( 6 ): 600—604]

[ 16 ]

Braul T, D niel C, Col s-Manufo T, et al. Reproductive biology of gag in the southern Gulf of Mexico [ J ]. *Journal of Fish Biology*, 2003, **63**: 1505—1520

[ 17 ]

Ricker W E. Computation and interpretation of biological statistics of fish population [ J ]. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1975, **191**: 1—382

[ 18 ]

Oliveira-Patena F J, Torralba M M, Remandez-Delgado C. Age growth and reproduction of *Cobitis paludica* in a seasonal stream [ J ]. *Journal of Fish Biology*, 2002, **60**: 389—404

[ 19 ]

Yin M C. Ecology of fishes [ M ]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1993 [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 1993]

[ 20 ]

Allan J D. Stream ecology: structure and function of running waters [ M ]. New York: Chapman & Hall, 1995

“低地的鼓藻类——欧洲低地的中带鼓藻科和鼓藻科”一书出版

(Desmids of the Low lands—Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European Low lands)

Peter F. M. Coes 和 Koos ( J ) Meesters 编著, 受 stowa 出版基金的资助, 在 2007 年由荷兰 KNNV Publishing 出版, ISBN 书号: 978 90 5011 265 9 的“低地的鼓藻类——欧洲低地的中带鼓藻科和鼓藻科”一书, 论述了鼓藻类的分类、形态和生殖, 生态和分布, 引入了最近国际上获得的新分类概念, 记载了荷兰以及邻近荷兰的德国和比利时低地地区所有已知的鼓藻类分类单位, 共计有 28 个属, 500 多个种, 150 多个变种, 提供了实用的检索表并绘有每个分类单位的细胞形态图, 附有关于鼓藻生物学和生态资料的光盘。因为其中的绝大多数种类是世界性分布的, 所以也可被这一地理分布以外的地区使用和参考。

鼓藻类是绿藻门、双星藻纲中的一大类群, 主要生长在清洁的水体中, 对水体的 pH、电导和营养条件的变化敏感, 是水环境的重要指示植物, 在水生态系统中起重要的作用, 可用于评价水质。这本新书对鼓藻类的分类和鉴定提供了新的指导, 对从事植物学、藻类学、环境科学领域研究和教学以及自然保护和水质管理工作者的是一部很有价值的工具书。

魏印心供稿