

长江干流圆筒吻鲟的年龄与生长

马惠钦 何学福

(西南师范大学生命科学院 重庆 400715)

摘要: 根据 551 尾标本研究了生活在长江干流中圆筒吻鲟的年龄与生长,并提出了资源合理利用建议。圆筒吻鲟的鳞片可作为年龄鉴定的依据,年轮形成期主要在 2~5 月。圆筒吻鲟的体长与鳞长呈直线关系,与体重呈幂指数关系,生长适合 Von Bertalanffy 生长方程。在 1~2 龄生长最快,为保护圆筒吻鲟资源,应限捕体长 200 mm 以下的个体。

关键词: 长江;圆筒吻鲟;年轮;年龄;生长

中图分类号: Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)03-55-05

Age and Growth of *Rhinogobio cylindricus* in the Mainstream of Yangtze River

MA Hui-Qin HE Xue-Fu

(School of Life Science, Southwest China Normal University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Age and growth of *Rhinogobio cylindricus* were studied based on 551 specimens collected from mainstream of Yangtze River, and rational utilization of the species is proposed. Data of the scales of *R. cylindricus* were used to determine the age and to calculate the body length of the fish at various ages. It was found that the new annuli began to appear from February to May. The relationship between body length and scale radius is linear, and the relationship between body length and body weight is exponential. The growth of *R. cylindricus* corresponds with Von Bertalanffy growth equation. The fish grows faster before the age of two. For the purpose of resource conservation, fishing of individuals up to 200 mm should be controlled.

Key words: Yangtze River; *Rhinogobio cylindricus*; Annuli; Age; Growth

圆筒吻鲟(*Rhinogobio cylindricus*),地方名尖脑壳、尖尖鱼、尖嘴嘴、小眼吻鲟等,属鲤科鲟亚科吻鲟属,是我国的特有种,分布于长江干流、岷江、嘉陵江、沱江以及乌江等水系中^[1]。圆筒吻鲟为底栖鱼类,是其分布区主要经济鱼类之一,有一定的经济价值。其生物学特性只有零星记载^[1-7],缺乏系统研究。为积累其生物学资料,作者对 551 尾圆筒吻鲟的年龄与生长进行了研究。

1 材料与方 法

2000 年 4 月至 2001 年 5 月,逐月在长江干流重庆市巴南区木洞镇江段收集用三层流刺网捕获的圆筒吻鲟标本 551 尾。在鲜活状态下进行体长、体重等常规生物学测量,解剖观测并记录。在背鳍起点下方与侧线

中间摘取 5~10 枚鳞片,在显微镜下(放大 40 倍)进行年龄鉴定。选择形状规则、轮纹清晰的鳞片用于测量鳞径。取脊椎骨作年龄鉴定的辅助材料。数据处理主要利用 Microsoft Excel 软件在计算机上完成。

2 结 果

2.1 鳞片的形态特征 圆筒吻鲟的鳞片为较细小的圆鳞(图版 I:1),前区短且较宽,后区延长,鳞焦位于前区,近侧线一侧稍宽。环片在前区内排列致密,侧区稍

第一作者介绍 马惠钦,男,34 岁,硕士,讲师;研究方向:动物学及分子生物学的教学与科研;现在河北省衡水学院生物科学系工作;E-mail: mahuiqin@china.com.cn.

收稿日期:2003-07-10,修回日期:2004-03-08

松散,鳞片后区的环片被放射沟分割而破碎,仅在近鳞焦部分呈现部分的波纹环状结构,大部分后区除放射沟外仅有稀疏的颗粒状突起,颗粒主要有两种,一种为透明的,呈近球形颗粒状,另一种为不透明或褐色的颗粒,部分颗粒有粗短的指状突起。

2.2 年轮特征及年轮形成时间 圆筒吻鲷鳞片上的年轮特征主要表现为环片的碎裂结构,有两种类型,一种为疏密碎裂型(图版 I:2),表现为环片的疏密和碎裂结构同时出现,一个生长年带临近结束时,常有 3~5 个甚至更多环片彼此靠拢并粘合碎裂。在透射光下观察,年轮内侧的密区一般呈现粗黑的线状阴影结构,其外有 2~3 个环片变粗断裂形成短棒状突起,碎裂环片外侧一般为疏环。疏密碎裂型年轮在第 1 年中占 52.75%,在第 2 年中占 28.70%。另一种为切割碎裂型(图版 I:3),表现为环片切割和碎裂结构同时出现,上一个生长年带临近结束时,有 2~3 个环片变粗靠近并碎裂,这些环片与内侧的密区环片群相切割,从而同时出现切割和碎裂结构。切割碎裂型年轮在第 1 年年轮中占 10.5%,在第 2 年年轮中占 25.55%。此外,疏密型年轮(图版 I:4)占总年轮数的 22.28%,特征为在密区和疏区交界处,近疏区的环片变粗,间隙变大,并向鳞片后外侧散开。还有占总年轮数 16.63% 的普通切割型年轮(图版 I:5),特征为在相邻两个生长年带的疏区内侧环片与密区外侧的环片群仅出现切割现象。

观察统计并分析了 551 尾标本的年轮,发现圆筒吻鲷新年轮形成时间主要在 2~5 月,高峰期在 2~3 月。

2.3 幼轮、副轮及生殖轮 幼轮通过退算一龄体长和距鳞焦的距离以及环片数综合确定,主要表现为疏密型和切割碎裂型。在 551 尾标本中,有 24 尾出现幼轮,占标本总数的 4.36%。副轮以普通切割型和疏密型(图版 I:6,7)为主,多出现于第 1~2 年年轮之间,在 551 尾标本中,有 35 尾出现副轮,占标本总数的 6.35%。在 551 尾标本中,有 26 尾出现生殖轮,占标本总数的 4.72%。生殖轮多出现在第 2 年年轮外侧,生殖轮出现处环片的排列很不规则,多出现环片间的连接,并且环片也各自扭曲变粗,透光性增强,一侧环片明显增大,而在另一侧则伴有环片的缺损(或溶蚀)现象,形似机械损伤或扭曲凹陷(图版 I:8)。

2.4 体长与鳞径的关系 鱼类生长与年龄有密切关系,鳞片随体长增加而增大。将鉴定年龄的 551 尾标本的体长与对应的鳞径进行回归分析。结果表明:直线方程的相关系数最大,且 *t*-检验相关关系极显著,为最佳回归方程,得鳞径(*R*, mm)与体长(*L*, mm)的关系(图 1)式为:

$$L = 49.616R + 56.628, n = 551, r = 0.7869, P < 0.01$$

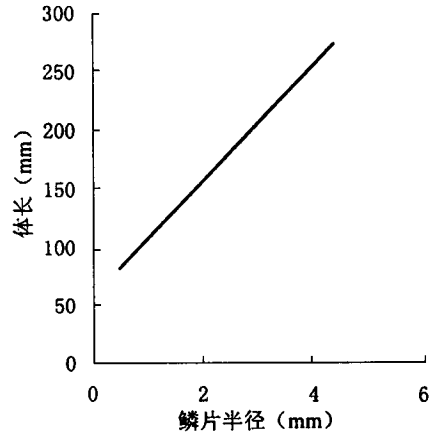


图 1 圆筒吻鲷鳞片半径与体长的关系

2.5 各龄组的体长退算 按股名称^[8]的方法,统计了 551 尾标本各龄组的实测体长和退算体长(表 1),将按标本数平均的实测体长与退算体长进行配对数据 *t*-检验,二者无显著差异,说明退算体长比较可信,退算的结果基本符合“李氏现象”。说明在同龄组中较大个体的死亡率大于较小个体的死亡率。尼科里斯基^[9]认为“李氏现象”的产生与生长快的早熟个体从种群中消失有关。据作者调查发现,同龄组中生长快的个体确实更易被捕杀。由于渔民常利用其集群繁殖的习性,在繁殖季节寻捕产卵群体,所以群体中生长快、繁殖活动旺盛的个体遭到捕捞的机会也就更多,从而造成渔获物中低龄鱼个体在体长和体重上偏大。

表 1 各龄组圆筒吻鲷的退算体长(mm)

年龄	<i>n</i>	实测体长		退算体长				
		变幅	均值	L1	L2	L3	L4	L5
1	14	125~147	132.8	116.0				
2	335	142~192	174.9	112.0	160.1			
3	149	179~235	199.3	120.0	158.9	187.4		
4	46	180~243	225.6	114.0	151.0	185.0	215.3	
5	7	230~268	249.3	116.0	151.1	195.9	222.5	243.7
按标本数平均				114.0	159.4	187.5	217.4	243.7
配对数据 <i>t</i> 检验				$T_{(体长)} = 0.000582 < t_{4, 0.01(双侧)} = 4.604$				

2.6 体长与体重的关系 人们通常用 Taylor 公式来表示鱼类体长与体重的关系,其表达式为 $W = aL^b$ 。式中 *W* 为体重(g), *L* 为体长(cm), *a*、*b* 为关系系数。将渔获物中的体长、体重资料在计算机上进行回归分析,求得体长体重关系(图 2)式为:

$$W = 0.0262L^{2.7316}, n = 551, r = 0.9557, P < 0.01$$

2.7 生长方程及其参数 圆筒吻鲷的体长体重关系式

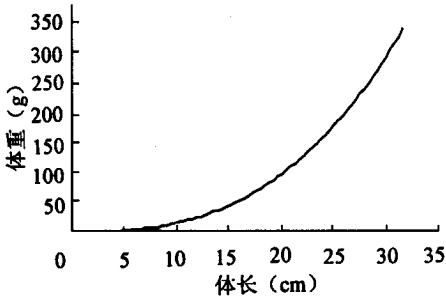


图2 圆筒吻鲈体长与体重的关系

中 $b = 2.7316$ 接近 3, 表明圆筒吻鲈的体重与体长的立方基本成正比关系, 其生长属于均匀生长型。因而可用修改的 Von Bertalanffy 方程作为圆筒吻鲈的生长方程。

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}), W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^3$$

上式中 L_t (cm) 和 W_t (g) 分别表示 t 龄时的理论体长和体重, L_{∞} 和 W_{∞} 分别表示极限体长和体重, k 为生长系数, t_0 为理论生长起点年龄, t 表示时间(以年为单位)。

据殷名称^[8]提供的方法, 由退算体长求得 Von Bertalanffy 方程式各参数: $L_{\infty} = 33.5876$ cm, $k = 0.21179$, $t_0 = -1.42249$ 年, 由 $W = aL^b$ 求得 $W_{\infty} = 386.2731$ g, 将上述参数代入 Von Bertalanffy 方程, 得圆筒吻鲈生长方程:

$$L_t = 33.5876(1 - e^{-0.21171(t+1.42249)})$$

$$W_t = 386.2731(1 - e^{-0.21171(t+1.42249)})^3$$

据生长方程绘制生长曲线(图3)。

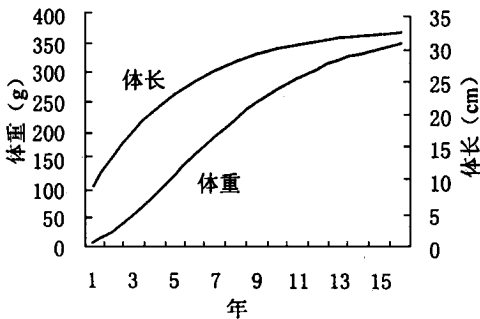


图3 圆筒吻鲈的体长和体重生长曲线

由图3知, 体长生长曲线为一条不具拐点的曲线, 开始上升较快, 随年龄增加而逐渐减慢, 并趋于极限体长。体重生长曲线为一条不对称的 S 型具拐点的曲线, 随年龄增加而由慢到快再慢, 并趋于极限体重。

2.8 生长速度和生长加速度 生长曲线只反映了生长

过程的总和, 为了研究生长随时间变化的特征, 分别对生长方程求一阶、二阶导数, 得生长速度和加速度方程(体长 L , cm):

$$\text{体长生长速度方程: } dL/dt = 7.1108e^{-0.21171(t+1.42249)}$$

体重生长速度方程:

$$W/dt = 223.3845e^{-0.21171(t+1.42249)} \times (1 - e^{-0.21171(t+1.42249)})^{1.7316}$$

体长生长加速度方程:

$$d^2L/dt^2 = -1.5054e^{-0.21171(t+1.42249)}$$

体重生长加速度方程:

$$d^2W/dt^2 = 47.2927e^{-0.21171(t+1.42249)} \times (1 - e^{-0.21171(t+1.42249)})^{0.7316} \times (2.7316e^{-0.21171(t+1.42249)} - 1)$$

根据上述4个方程, 分别做出体长和体重生长速度、生长加速度曲线(图4, 5)。

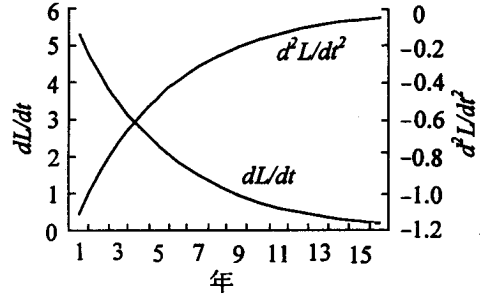


图4 圆筒吻鲈的体长生长速度和加速度曲线

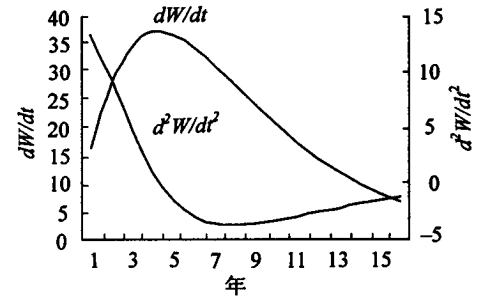


图5 圆筒吻鲈的体重生长速度和加速度曲线

由图4可知, 圆筒吻鲈的体长生长速度和加速度不具拐点, 生长速度随年龄增加而递减, 开始降低较快, 逐渐减缓最后趋近于零; 生长加速度始终为负值, 随年龄增加而增大, 表明体长生长速度的递减速度逐渐降低。由图5可知, 圆筒吻鲈的体重生长速度和加速度都有拐点, 拐点年龄 $t_i = 3.324$ 龄, 拐点体长 $l_i = 212.916$ mm, 拐点体重 $W_i = 98.3965$ g, 拐点年龄前体重增长速度为递增阶段, 但递增速度逐渐下降; 3.324 龄时, 体重

增长速度达最大值,生长加速度为零。3.324 龄以后体重生长速度和加速度随年龄增加逐渐下降,且递减速度增加,约 7 龄时,体重生长加速度降至最低点,后逐渐上升,表明体重增长速度进一步下降,递减速度渐缓,个体进入衰老期。此后,体长和体重趋向渐近值,而生长速度和加速度渐趋于零。

3 讨论

3.1 圆筒吻鲟的年轮特征 关于圆筒吻鲟鳞片的年轮特征,邓中彝^[6]已经做过深入研究,并指出其年轮特征“表现为环片的疏密和碎裂结构,间或也有疏密与切割情形”。从作者在长江干流木洞江段收集的标本看,疏密碎裂型年轮占年轮总数的 43.18%,与邓中彝的结论相吻合。但在碎裂型年轮中,还有一种为切割碎裂型,占年轮总数的 17.91%,随年龄增加有增多的趋势。除碎裂型年轮外,还有疏密型年轮,占年轮总数的 22.28%,多出现在第 1 个生长年带。此外,还有普通切割型年轮,占年轮总数的 16.63%,多出现在第 2 个生长年带。在圆筒吻鲟鳞片上,有时出现年轮重叠现象,与许蕴珩等^[10]在铜鱼鳞片上所发现的年轮重叠现象相类似,其中第 1、2 年轮重叠现象出现率为 3.71%,第 2、3 年轮重叠现象出现率为 1.74%。

3.2 圆筒吻鲟资源的保护和利用 圆筒吻鲟是其分布区的特有经济鱼类之一。但是,近年来,由于捕捞强度过大、环境污染、生殖群体遭到围捕等原因,大大降低了圆筒吻鲟的增殖力,使圆筒吻鲟的繁殖与生存受到了严重威胁,圆筒吻鲟这一自然资源遭到了严重破坏。所以,加强对圆筒吻鲟资源的认识与保护是十分必要的,除了注意保护和改善环境、加强执法部门的管理、加大对渔民的宣传力度外,还需做好以下工作。

3.2.1 限制捕捞 圆筒吻鲟是一种小型底栖鱼类。从捕获的 551 尾标本来看,最大个体的体重仅仅 257 g,体长为 268 mm。渔获物中体长在 160 ~ 200 mm 的占 76.4%,体重在 40 ~ 100 g 的占 83.8%,3 龄及以下的个体占 90.4%。而圆筒吻鲟的体重生长拐点是 3.324 龄,拐点年龄时的体长为 212.916 mm,体重为 98.396 g。所以,圆筒吻鲟在 1~2 龄体重增长最快,3 龄以后体重增长速度才减慢。因此,为了科学利用圆筒吻鲟这一资源,将圆筒吻鲟的捕捞规格限制在 200 mm,严格禁止捕

捞 2 龄及 2 龄以下的补充群体,使圆筒吻鲟能够充分生长和繁殖,以保证种群的延续,从而达到使圆筒吻鲟资源能够持续利用的目的。

3.2.2 加强研究 到目前为止,人们对圆筒吻鲟这一资源的研究还很少,有关圆筒吻鲟的文献,仅有施白南先生^[4]在 20 世纪 80 年代所提供的一些生物学资料,以及一些分布及形态的描述^[1-6],这对有效保护和充分利用圆筒吻鲟资源是远远不够的。为此,必须加强对圆筒吻鲟生物学尤其是繁殖生物学的研究,以了解其生物学特性及繁殖特性,并加强对其人工繁殖和移养驯化的研究,从而促进水域生态系统的稳定和圆筒吻鲟资源的增殖,使人类能够更加充分合理地利用这一自然资源。

致谢 王志坚老师和岳兴建、陈细香同学在实验过程中给予了大力帮助,在此谨致诚挚谢意。

参 考 文 献

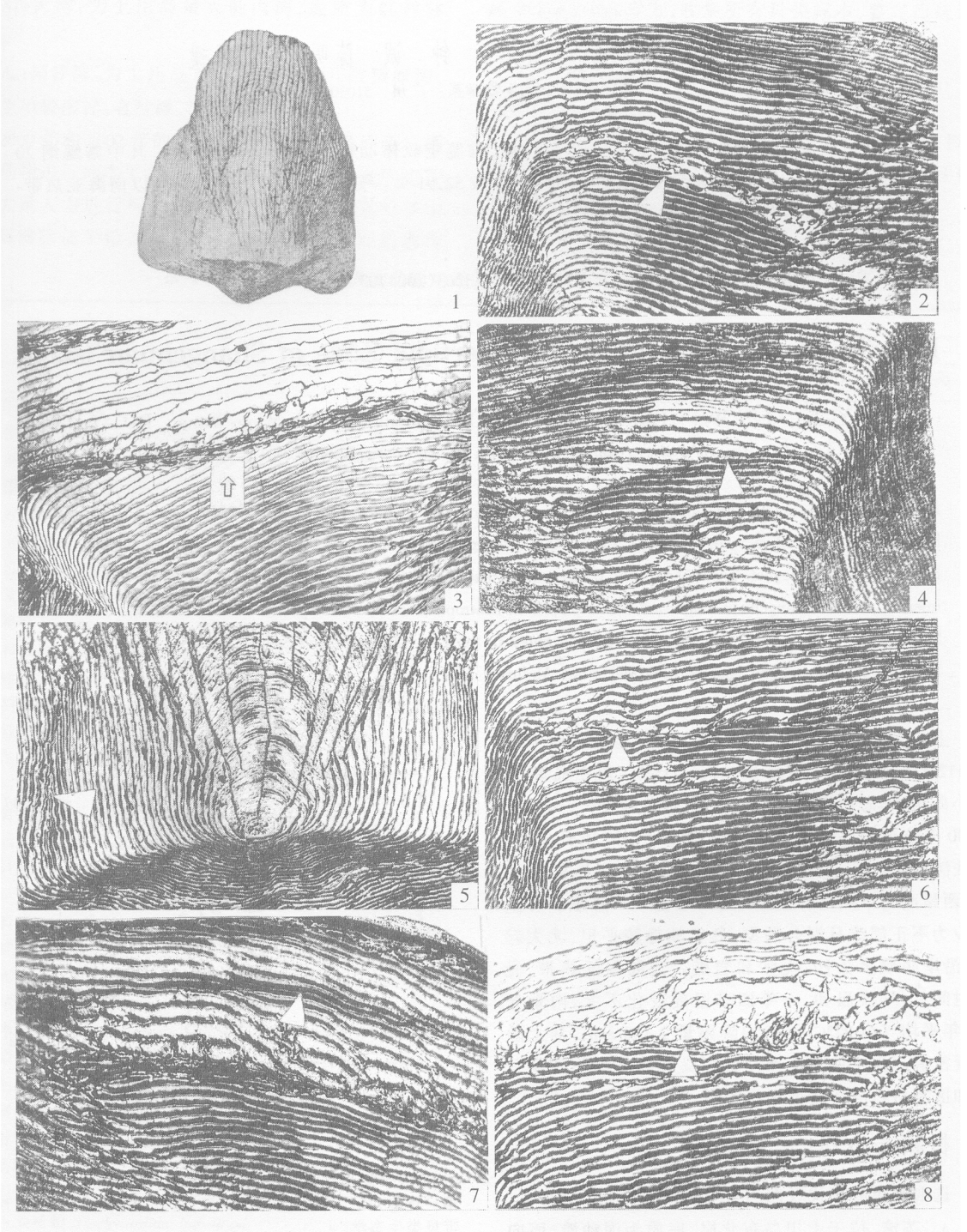
- [1] 伍献文. 中国鲤科鱼类志(下册). 上海:上海人民出版社,1977,511 ~ 512.
- [2] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室. 长江鱼类. 北京:科学出版社,1976,72 ~ 73.
- [3] 丁瑞华. 四川鱼类志. 成都:四川人民出版社,1994,279 ~ 285.
- [4] 施白南. 圆筒吻鲟的生物学资料. 西南师范学院学报(自然科学版),1980(2):122 ~ 126.
- [5] 余志堂,邓中彝,许蕴珩等. 丹江口水利枢纽兴建以后的汉江鱼类资源. 见:中国鱼类学会编辑. 鱼类学论文集(第一辑). 北京:科学出版社,1981,77 ~ 96.
- [6] 邓中彝. 汉江主要经济鱼类的年龄与生长. 见:中国鱼类学会编辑. 鱼类学论文集(第一辑). 北京:科学出版社,1981,97 ~ 112.
- [7] 陈定福,阳清发. 吻鲟和圆筒吻鲟同工酶的电泳分析. 西南师范大学学报(自然科学版),1997(2):162 ~ 168.
- [8] 殷名称. 鱼类生态学. 北京:中国农业出版社,1995,11 ~ 171.
- [9] T. B. 尼科里斯基(黄宗强等译). 鱼类种群变动理论. 北京:农业出版社,1974,127 ~ 155.
- [10] 许蕴珩,邓中彝,余志堂等. 长江的铜鱼生物学及三峡水利枢纽对铜鱼资源的影响. 水生生物学集刊,1981,7(3):271 ~ 294.

马惠钦等:长江干流圆筒吻鲃的年龄与生长

图版 I

MA Hui-Qin *et al.*: Age and Growth of *Rhinogobio cylindricus* in the Mainstream of Yungtze River

Plate I



1. 圆筒吻鲃的鳞片; 2. 疏密碎裂型年轮; 3. 切割碎裂型年轮;
 4. 疏密型年轮; 5. 普通切割型年轮; 6. 切割型副轮; 7. 疏密型副轮; 8. 生殖轮