

厚颌鲂的年龄结构及生长特性

李文静^{1,2}, 王剑伟², 谢从新¹, 谭德清²

(1. 华中农业大学 水产学院, 湖北 武汉 430070; 2 中国科学院 水生生物研究所, 湖北 武汉 430072)

摘要:以鳞片作为鉴定年龄的材料,对龙溪河厚颌鲂(*Megalobrama pellegrini*)种群开展年龄结构与生长特性的研究。结果表明,厚颌鲂鳞片年轮结构呈疏密切割型,年轮特征显著,可用于年龄鉴定,3~4月是年轮形成高峰时间。种群由0~7龄共8个龄组组成,以低龄个体为主,1~3龄个体占83.14%,体长分布主要集中在130~250 mm间(77.71%)。体质量分布主要集中在50~250 g(64.33%)。群体总性比为♀:♂=1:1.03,符合1:1理论比值。体长和鳞径呈直线关系,体长和体质量呈幂函数关系且幂指数接近3,属于匀速生长类型,因此用Von Bertalanffy方程描述其生长特性,相关生长参数分别为:渐近体长 $L_{\infty}=488.89$ mm,渐近体质量 $W_{\infty}=2\,486.96$ g, $k=0.1648$, $t_0=-0.5453$ 龄。体质量生长拐点 $T_1=6.40$ 龄,对应体长、体质量分别为 $L_t=333.14$ mm, $W_t=746.06$ g。厚颌鲂的总体生长性能逊于同属其他鱼类。[中国水产科学, 2007, 14(2): 215-222]

关键词:厚颌鲂; 特有鱼类; 年龄; 生长

中图分类号: Q959.468

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2007)02-0215-08

厚颌鲂(*Megalobrama pellegrini*)属鲤科(Cyprinidae),鲂亚科(Cultrinae),鲂属(*Megalobrama*),分布于长江上游地区。是长江上游118种特有鱼类之一,也是鲂属中惟一分布于长江上游地区的物种。依托“三峡工程生态环境监测系统”所属的“特有鱼类实验站”和“水生生物流动监测站”,作者从2000年开始在长江上游地区进行厚颌鲂的分布和资源量调查,发现厚颌鲂在长江干流和大型支流已经很少见到,其分布仅限于一些小型的缓流支流,其分布范围和种群数量已非常有限。由于长江上游的水利开发导致环境急剧变迁,加之存在较大的捕捞压力,厚颌鲂资源量今后可能将持续下降,甚至危及物种生存,实施研究和保护工作迫在眉睫。

本研究的生物学材料收集及生态环境调查均在长江一级支流龙溪河实施。龙溪河位于长江北岸,起源于重庆市永川乡,在四川省泸州市龙马潭区汇入长江。河流全长97 km,流域面积521 km²,平均比降18%,多年河口平均流量6.7 m³/s。河道上兴建了5座梯级电站,将河道分割成数个狭长的河流山谷型水库,在电站坝下的流水河道存在厚颌鲂的天然产卵场,多年可监测到自然集群产卵。

鲂属鱼类中的鲂(*Megalobrama skolkovii* Dybowski)、团头鲂(*Megalobrama amblycephala* Yih)

其生物学研究开展较早,已有较多报道^[1-6],而厚颌鲂的基础生物学资料还很少,仅见少量分布和形态特征描述。笔者在长江上游特有鱼类资源调查过程中发现了厚颌鲂的典型生境和较大规模种群,并从2001年开始收集材料,开展了厚颌鲂个体生物学和种群生态研究,为物种的保护和利用提供基础。本文所报道的结果主要侧重于其年龄和生长部分。

1 材料与方法

1.1 材料

共采集厚颌鲂样本1382尾,采自2001年4月~2003年10月间,主要渔具为刺网和网。周年采样,样本数30尾/月以上。部分冬季样本是委托当地渔民代购,经过5%~8%的福尔马林溶液固定保存后解剖。

1.2 实验设计和数据处理

对所有样本进行常规生物学解剖和测量。长度数据精确到1 mm,质量数据精确到0.2 g(部分数据精确到0.1 g)。大部分样本新鲜解剖并记录体征参数。福尔马林浸泡标本质量数据失真,但长度数据基本准确,分析时对数据选择使用。

鳞片是厚颌鲂合适的年龄鉴定材料^[7],本研究使用鳞片鉴定年龄。在侧线和背鳍基之间的区域取

收稿日期:2006-04-18; 修订日期:2006-08-20.

基金项目:国务院三峡工程建设委员会办公室生态环境补偿经费资助(SX2001-011; SX2001-017; SX2001-012).

作者简介:李文静(1973-),男,博士研究生,主要从事鱼类生态学研究. E-mail: Lwj0715@hotmail.com

鳞,通常取侧线上2~3行,每个个体尽量取同侧的鳞片,剔除再生鳞、畸形鳞。经清洗、干燥、装片后在解剖镜下读取年龄。

参照邓中^[8]的方法,以1月1日为年龄递增日期划分年龄组。如果年轮数为 a ,且新年轮外侧没有环片形成,将年龄计为 a^0 ;如果在鳞片外侧有新环片出现将年龄计为 a^+ ;新年轮尚未形成但已经出现窄带的个体计为 $(a+1)^-$ 。鳞径测量均从鳞焦向正侧区的方向,此处年轮清晰,便于确定测量点。

所有数据用 Microsoft excel 2003 记录,用 photoshop 7.0 软件进行图像处理,用 statistics 6.0 统计

软件进行数据分析处理和绘图。

2 结果与分析

2.1 厚颌鲂的年轮特征和年轮形成时间

2.1.1 年轮特征 厚颌鲂鳞片为圆鳞,中等大,较薄,近圆形,后区稍突出。年轮特征主要为疏密切割型,在基区和上、下侧区均可见疏密现象,侧区和后区交界处可见明显的切割。年轮处有时伴随1~2个环片破碎、分歧。宽窄带交替出现,窄带所占比例很小,通常只有几个环片紧密排列形成窄带。宽带和紧接的窄带共同构成1个生长年带(图1a、1b)。

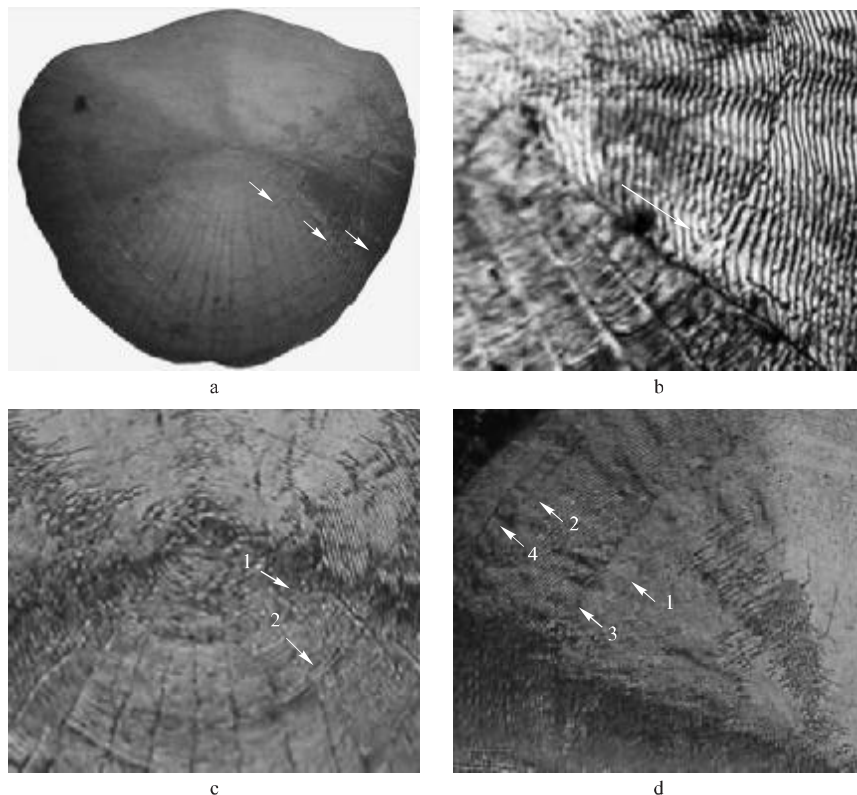


图1 厚颌鲂鳞片形态和年轮

- a. 鳞片完整形态(箭头示年轮,3龄); b. 侧、后区交界处年轮环片特征(箭头示年轮); c. 幼轮(箭头1为幼轮,2为年轮); d. 生殖痕(1、2为生殖痕,3、4为年轮)

Fig.1 Form of scale and annual ring of *M. pellegrini*

- a. Form of the whole scale (The annual rings are indicated by arrows); b. The characteristics of circuits of annual ring (from side to back); c. Fry check (Arrow 1 indicates the fry check and 2 the annual ring); d. spawning check (Arrows 1 and 2 are spawning checks; arrows 3 and 4 are annual rings)

真实的年轮具有完整连续的特征,在上、下侧区年轮结构最清晰,在基区也较清晰。后区环片破碎、特化成疣粒状组织,加上辐射沟的隔断作用,常造成一定程度变形。但整体观察,仍可发现年轮在后区

延伸,形成完整的环状结构。并且,在透射光作用下,能够呈现为透亮的年轮环。随着年龄增长,高龄个体的早期年轮清晰度会下降。

2.1.2 幼轮和生殖痕 厚颌鲂年龄鉴定常见干扰

表现为幼轮(图 1c)和生殖轮(图 1d),其他副轮较为少见。幼轮不太明显,没有年轮的疏密、切割特征,仅出现 1、2 个环片缺失,根据幼轮推算的体长远小于 1 龄平均体长。生殖轮见于 3 龄以上的性成熟个体,雌性出现率高于雄性,生殖痕出现在正常年轮的内侧密带上,距离年轮很近,通常只出现在侧区,且只出现在部分鳞片上,多比较几枚鳞片就可以排除干扰。

2.1.3 年轮形成时间 以鳞片做为材料统计年轮形成周期。厚颌鲂 2 月样本中没有形成年轮的个体,3~4 月是年轮形成的高峰时期,4 月末 74.32% 的个体已经形成年轮;5 月末有 91.37% 的个体已形成年轮;6 月已形成年轮的比例为 97.18%,7 月全部个体形成年轮。性成熟个体年轮的形成时间稍滞后于幼鱼。

2.2 厚颌鲂的渔获组成

2.2.1 渔获物的年龄组成和性比 厚颌鲂渔获物由 0~7 龄共 8 个龄组组成,优势龄组为 1~3 龄,占总数的 83.14%。而 4 龄以上数量急剧下降(图 2)。当年鱼和部分 1 龄鱼个体尚未进入渔具选择范围,其实际数量和比例应该远高于统计值。

群体总性比为 $\text{♀}:\text{♂} = 1:1.03$,经 χ^2 检验,符合 1:1 的理论比例 ($P > 0.05$, $n = 1\ 062$)。在低龄阶段(1~3 龄)雌雄数量基本持平,雄性略占优势,从 4 龄开始,雌性数量开始超出同龄组雄性,5 龄以上基本由雌性构成。

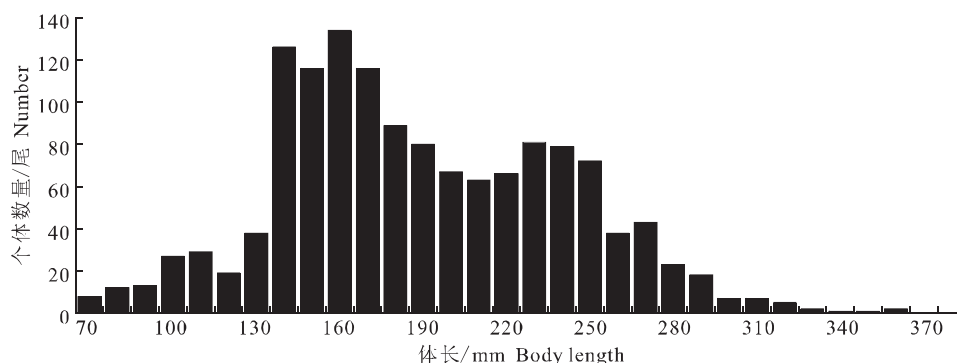


图3 厚颌鲂渔获物体长分布

Fig.3 Body length distribution in the catch of *M. pellegrini*

厚颌鲂渔获样本体质量为 $(167.0 \pm 141.6) \text{ g}$,分布范围为 5.3~1 106.2 g。体质量主要集中在 50~250 g,占群体总数的 64.33%,250~500 g 体质量范围内的个体占群体总数的 20.91%,500 g 以上个体仅占个体总数的 2.61% (图 4)。

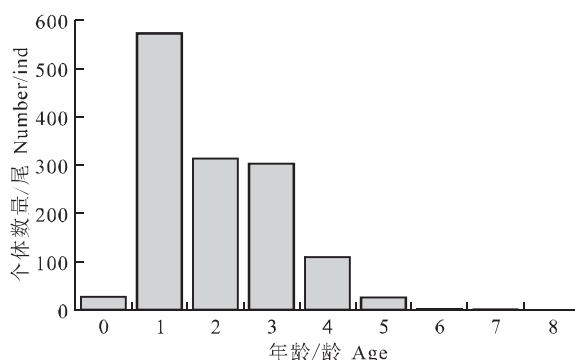


图2 厚颌鲂渔获物的年龄组成

Fig.2 Age distribution in the catch of *M. pellegrini*

2.2.2 渔获物的体长和体质量分布 厚颌鲂群体体长为 (70.0~365.0 mm)。其优势体长集中在 130~250 mm,占群体总数的 77.71%。体长 130 mm 以下的个体比例很低,可能是由于渔具的选择性捕捞所致。体长 250 mm 以上个体数量急剧减少,290 mm 以上的个体仅占群体总量的 2.62%。

由图 3 可见,厚颌鲂体长出现 3 个较显著的峰值,分别对应 0 龄(体长 72.0~132.0 mm)、1 龄(体长 80.0~227.0 mm)、2 龄(体长 129.0~273.0 mm)和 3 龄(体长 163.0~317.0 mm)个体。2 龄属于性成熟前生长较快的阶段,3 龄个体随性腺发育成熟体长增长速度下降,因此 2、3 龄组体长分布逐渐重叠。

2.3 厚颌鲂的体长推算

2.3.1 体长和鳞径的关系 将 1 382 尾个体按雌性、雄性分别进行体长和鳞径关系拟合,选择相关系数最大者作为最佳回归方程。结果显示,直线关系的相关系数最高,方程分别为:

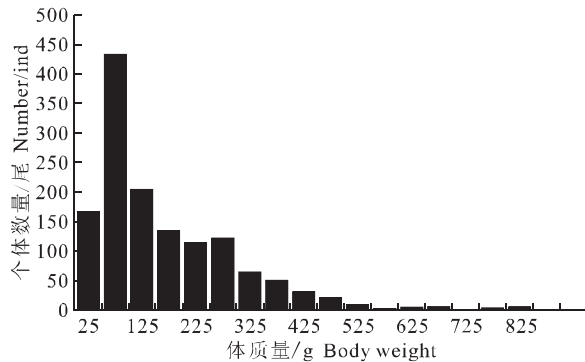


图4 厚颌鲂渔获物体质量分布

Fig.4 Body weight distribution in the catch of *M. pellegrini*

雌鱼: $L = 43.456R + 30.118$

($r = 0.9747$ $n = 522$)

雄鱼: $L = 42.614R + 31.841$

($r = 0.9581$ $n = 538$)

雌、雄的体长—鳞径关系的截距和斜率均无显著差异($P > 0.05$),因此可以用一个汇总的公式表达群体的体长和鳞径的关系:

$$L = 43.200R + 30.345 \quad (r = 0.9681 \quad n = 1060)$$

式中, L 为体长(mm), R 为鳞径(mm)。

2.3.2 用鳞径进行的体长推算 厚颌鲂的体长和鳞径之间存在直线关系,且体长和鳞径的关系曲线不通过原点,因此采用 Rosa Lee 公式进行体长推算。

$(L - a) / R = (l_n - a) / r_n$; $l_n = a + [(L - a) / R] \times r_n$
式中, a 为体长—鳞径关系曲线在 y 轴的截距; r_n 为第 n 个年轮处对应的轮径(mm); l_n 为个体 n 龄时对应的体长(mm)。

逐尾求得各个体的往年体长,并求平均值。结果显示,厚颌鲂不同龄组对特定年龄的体长推算结果相近,将推算结果求平均值与实测值的比较,5龄以下体长推算值均小于实测值,且年龄越低差异越显著,出现了李氏现象(表1)。

表1 厚颌鲂的实测体长和推算体长

Tab.1 Actual body length and back calculated body length of *M. pellegrini*

年龄 Age	n	推算体长/mm Back calculated body length					
		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
1	573	108.79					
2	314	105.95	170.51				
3	303	116.24	175.56	224.30			
4	110	108.76	173.29	224.14	260.08		
5	26	106.57	171.56	222.48	265.87	306.81	
6	2	100.43	164.83	206.16	248.45	282.36	316.49
7	1	111.99	160.94	197.67	234.40	283.38	328.27
推算体长均值 Back calculated BL on average		108.39	169.45	214.95	252.20	290.85	322.38
实测体长均值 Measured BL on average		149.10	192.40	231.60	267.10	305.30	321.00
比较体长离散 Dispersion		40.71	22.95	16.65	14.90	14.45	-1.38

注: $L_1 \sim L_6$ 表示通过1~7年龄组个体的体长推算获得的1~6龄推算体长。

Note: $L_1 \sim L_6$ mean the academic body-length of 1-6 age groups by back calculating from age groups 1 to 7.

2.4 厚颌鲂的生长特性

2.4.1 体长和体质量的关系 将厚颌鲂雌鱼、雄鱼以及群体的体长(L)和体质量(W)关系分别拟合,获得体长—体质量关系函数,为了了解厚颌鲂不同生长阶段生长的差异,将性腺不辨的个体作为幼鱼单独拟合。结果幂函数关系相关程度最高,体长和体质量的关系符合 Taylor 公式。

幼鱼: $W = 6 \times 10^{-5} L^{2.7677}$

($r = 0.9786$, $n = 293$)

雌性: $W = 9 \times 10^{-6} L^{3.141}$

($r = 0.9919$, $n = 522$)

雄性: $W = 2 \times 10^{-5} L^{3.0289}$

($r = 0.9869$, $n = 540$)

总体: $W = 9 \times 10^{-6} L^{3.139}$

($r = 0.9945$, $n = 1382$)

比较可以发现,厚颌鲂不同群体的体长—体质量关系存在一定差异。厚颌鲂幼鱼的 b 值小于3,为异速生长阶段,且此时体长生长快于体质量增长;雌性的 b 值最高,具有相对优先的体质量生长;群体的 b 值接近于3,说明厚颌鲂总体生长符合匀速生长式型。

2.4.2 生长方程和生长参数 采用 Von Bertalanffy 方程描述厚颌鲂的生长特性。

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

$$L_{\infty} = 488.89 \text{ mm} \quad W_{\infty} = 2486.96 \text{ g}$$

$$k = 0.1648 \quad t_0 = -0.5453$$

将参数代入 Von Bertalanffy 方程获得厚颌鲂的生长方程:

$$L_t = 488.89 [1 - e^{-0.1648(t+0.5453)}]$$

$$W_t = 2486.96 [1 - e^{-0.1648(t+0.5453)}]^{3.139}$$

式中, L_{∞} 为渐近体长 (mm), W_{∞} 为渐近体质量 (g)。

厚颌鲂体长生长曲线没有拐点, 逐渐趋向于渐近体长; 体质量生长呈非对称的“S”形曲线, 体质量生长先呈加速趋势, 在拐点处增长速度最大, 其后生长速度逐渐下降并趋向于渐近体质量 (图 5)。

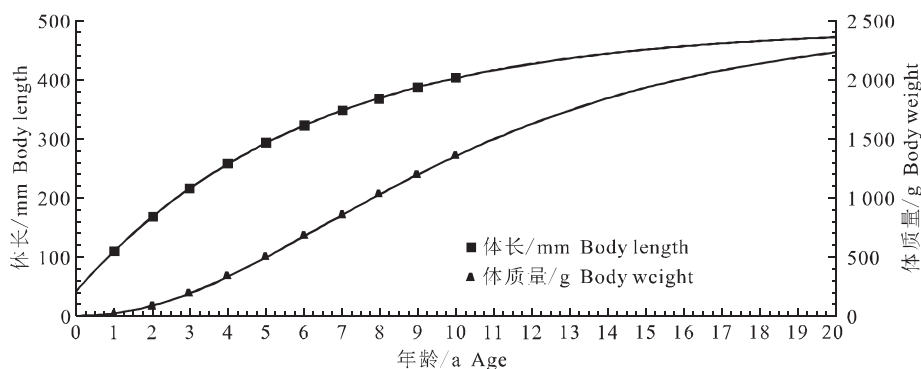


图 5 厚颌鲂体长、体质量随年龄变化的曲线

Fig.5 Body length and body weight changing with the age of *M. pellegrini*

2.4.3 生长速率和生长加速度 将厚颌鲂体长、体质量增长公式通过一阶求导和二阶求导, 获得体长、体质量生长的速率和加速度方程:

$$dL/dt = 80.57e^{-0.1648(t+0.5453)}$$

$$d^2L/dt^2 = -13.28e^{-0.1648(t+0.5453)};$$

$$dW/dt = 1286.52e^{-0.1648(t+0.5453)}$$

$$[1 - e^{-0.1648(t+0.5453)}]^{2.139}$$

$$dW^2/dt^2 = 212.02e^{-0.1648(t+0.5453)}$$

$$[1 - e^{-0.1648(t+0.5453)}]^{1.139}$$

$$[3.139e^{-0.1648(t+0.5453)} - 1]$$

2.4.4 厚颌鲂的生长性能 如图 6 所示厚颌鲂体

长增长的速率和加速度都不具有拐点, 生长速率随年龄增长呈递减趋势, 生长速度逐渐趋向于 0。体长生长加速度逐渐递增, 但加速度一直小于 0, 说明厚颌鲂的体长生长速率出生时最高, 年龄越大, 体长生长越慢。

如图 7 所示体质量生长加速度呈现先升后降的特点, 当体质量生长加速度为 0 时, 体质量生长速率达到最大值, 此为体质量生长拐点。拐点年龄 $t_i = (\ln 3.139 / 0.1648) - 0.5453 = 6.40$, 拐点处对应体长和体质量分别为: $L_t = 333.14 \text{ mm}$, $W_t = 746.06 \text{ g}$ 。其后加速度小于 0, 进入种群体质量增长递减阶段。

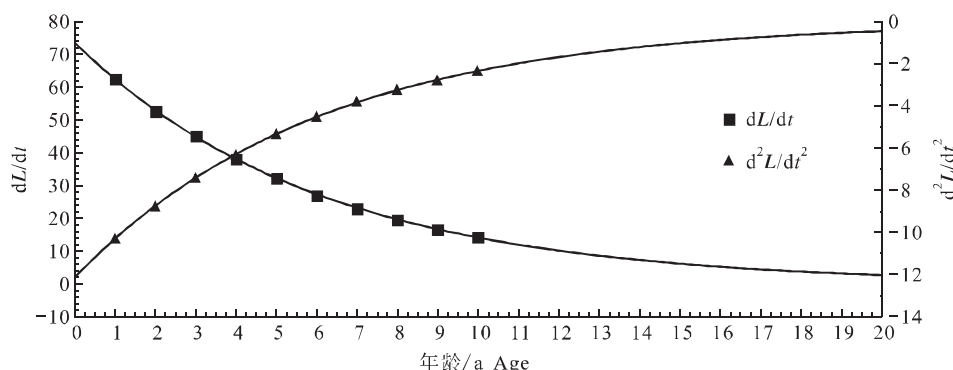


图 6 厚颌鲂体长生长速度和生长加速度随年龄变化曲线

Fig.6 Growth rate and growth acceleration of body length changing with the age of *M. pellegrini*

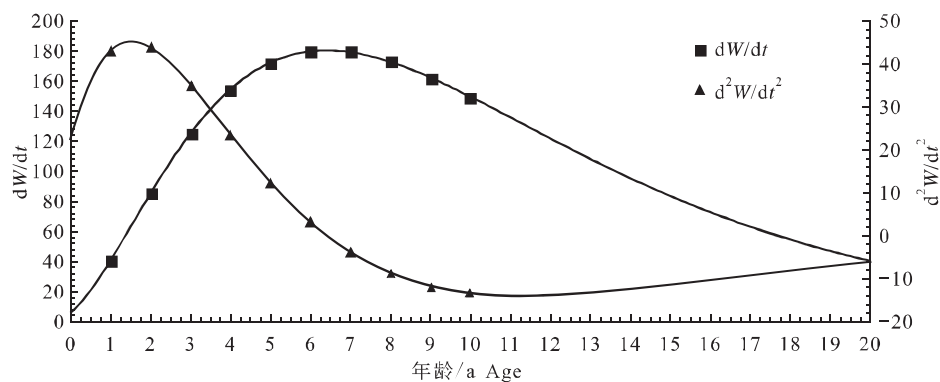


图 7 厚颌鲂体质量生长的速度和生长加速度随年龄的变化

Fig.7 Growth rate and growth acceleration of body weight changing with the age of *M. pellegrini*

厚颌鲂体长的生长相关指标均逐年下降,性成熟前阶段的体长生长相关指标均处于较高水平,约从3龄开始,体长生长指标显著下降。体质量的绝对增长量在统计的1~6龄组中逐年上升,增重率则逐年下降(表2)。

表 2 厚颌鲂各龄的生长性能

Tab.2 Some values and indices about growth of body length and body weight of *M. pellegrini*

项目 Item		龄组 Age group					
		1	2	3	4	5	6
体长 Body length	退算体长 /mm Back calculated body length	108.39	169.45	214.95	252.20	290.85	322.38
	年增长量 /mm Annually growth		61.06	45.50	37.25	38.65	31.53
	增长率 /% Growth rate		0.56	0.27	0.17	0.15	0.11
	生长比速 Relative growth rate		0.45	0.24	0.16	0.14	0.10
	生长常数 Growth constant		0.68	0.60	0.56	0.63	0.55
体质量 Body weight	退算体质量 /g Back calculated body weight	21.98	81.35	188.56	311.40	487.19	672.99
	年增长量 /g Annually growth		59.37	107.21	122.84	175.79	185.80
	增长率 /% Growth rate		2.70	1.32	0.65	0.57	0.38

3 讨论

3.1 统计实测体长时的样本选择问题

厚颌鲂的体长退算出现了李氏现象,对于李氏现象成因的传统解释是由于渔具选择性捕捞造成的。此外,研究者统计实测体长时的样本选择可能也是原因之一。实测体长往往以全年样本为统计对象,样本中大多数个体处于 a^+ 生长阶段,即在足龄体长外还包含有当年生长;而退算体长计算的是个体当年年轮形成时的对应体长,即足龄体长,因此退算体长和实测体长具有不同的生长周期。为论证这个推断,笔者将年轮形成高峰期的4~5月样本体长求均值作为实测体长并与退算体长比较,结果显示,

除5龄外,其他龄组的平均体长均更加接近于退算值。因此,在针对特定种群开展研究时,应该以年轮形成月份的样本体长平均值作为实测体长,可以有效减小二者的离差。

3.2 厚颌鲂的生长特性

将厚颌鲂的有关生长参数与其他鲂属鱼类进行了比较,结果如表3所示。相对于其他鲂属鱼类,厚颌鲂体质量生长拐点出现的年龄较大,生长周期较长,而渐近体长(L_{∞})和渐近体质量(W_{∞})均小于同属鱼类,总体生长性能逊于其他鲂属物种。由于缺乏横向和纵向的资料开展比较,厚颌鲂生长特性属于表型性状还是稳定的遗传特征还需要进一步补充资料研究。

表 3 鲂属种间生长参数比较

Tab.3 Growth indices among different species in *Megalobrama* family

比较项目 Item	团头鲂 <i>M. amblycephala</i>	鲂 <i>M. skolkovii</i>	鲂 <i>M. skolkovii</i>	广东鲂 <i>M. terminalis</i>	厚颌鲂 <i>M. pellegrini</i>
生境 Habitat	网湖 Net Lake	金沙河水库 Jinsha River Reservoir	南水水库 Nanshui Reservoir	珠江 Pearl River	龙溪河 Longxi River
b	2.545 1	2.966~3.004	3.189 8	3.388 5	3.028 9
k	0.310	0.240 6~0.351 6	0.213 9	0.198 9	0.164 8
t_0	-0.382 4	0.132 1~0.038 0	-0.008 4	0.141 3	-0.545 3
t_i	2.88	3.3~4.5	5.4	5.38	6.40
L_i /mm		375.6			333.14
W_i /g	899.7	1 081		1 770.8	746.06
L_∞ /mm	491	565.29	492.95	472	488.89
W_∞ /g	2 703	36 297	2 875.63	2 808.6	2 486.96
参考文献 Reference	[4]	[5]	[6]	[3]	本研究

注: b —生长比率; k —生长曲线曲率; t_0 —理论生长起点年龄; t_i —拐点年龄; L_i —拐点体长; W_i —拐点体质量; L_∞ —渐近体长; W_∞ —渐近体质量。

Note: b —growth ratio; k —curvature of growth curve; t_0 —academic start age of growth; t_i —inflection point of body weight growth; L_i —body length at t_0 point; W_i —body weight at t_0 point; L_∞ —maximum body length; W_∞ —maximum body weight.

3.3 厚颌鲂的资源状况和保护策略

据有关鱼类志记载,厚颌鲂主要生活在长江上游干、支流中^[9-12]。四川省长江水产资源调查组和四川省嘉陵江水系鱼类资源调查组等在对长江干流、岷江、沱江、嘉陵江、涪江、渠江等河流进行鱼类资源调查时,都记录了“鲂”,或“三角鲂”,或“乌鲂”。由于当时厚颌鲂被当作“鲂”(*Megalobrama skolkovii*)的同种异名,现在难以确认这些记录中所指的是厚颌鲂还是鲂,或者两者都有,但这些记录中鲂类都没有在渔获物的定量分析中反映出来。也就是说,即使当年所采到的都是厚颌鲂,其数量也是很少的。根据《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》和《长江三峡工程生态与环境监测系统实施规划》的要求,厚颌鲂是长江三峡工程生态与环境监测系统重点关注的物种之一。中国科学院水生生物研究所自 2000 年开始的调查显示,厚颌鲂现阶段的分布范围很小,仅在长江上游合江、泸州的部分小型缓流支流发现分布。在长江干流基本绝迹,数年的调查仅采集到 1 尾厚颌鲂幼鱼,厚颌鲂的物种生存状况不容乐观。濑溪河是长江二级支流,据当地渔民反映,厚颌鲂曾经是濑溪河主要渔获物之一,但是近年来已经很少见到。

造成厚颌鲂栖息地萎缩和种群规模下降的原因是多方面的,其中主要的影响因素在于两个方面:长江上游地区大范围的水利开发和上游的渔业利用方式不合理;水利开发造成生态环境的破碎和阻隔,流

水环境的萎缩和丧失。

对鱼类资源的影响包括种群隔离和小型化,阻断鱼类洄游通道,部分依赖于流水环境的生活史过程可能难以完成等等,这些因素都直接或间接地造成了长江上游特有鱼类资源的下降并制约资源自然恢复和补充。根据对厚颌鲂繁殖生态的调查结果,厚颌鲂集群繁殖依赖于流水环境,表现出与其他鲂属鱼类的明显分化。流水环境逐步丧失必然影响到资源的繁殖补充。其次,上游地区存在不合理的渔业利用方式,有害渔具使用普遍,对幼鱼和繁殖期亲鱼的大量捕捞,这一点通过厚颌鲂的渔获物结构可以直观地反映出来。龙溪河是目前发现的尚有一定规模厚颌鲂种群的生境,但是渔业作业强度很大,渔获物以低龄个体为主,平均体长、体质量远小于拐点年龄的体长和体质量,浪费了生长潜力。而且当地渔民有在亲鱼集群繁殖地时候集中在产卵场捕捞亲鱼的作业习惯,严重影响了资源补充。厚颌鲂资源保护所面临的问题在上游特有鱼类中具有普遍性,在当前相关研究还不深入的情况下,实施栖息地保护显得尤为重要。目前的渔政管理应采取资源保护为主,利用为辅的管理策略,严格限制捕捞数量和规格,以利于资源的恢复和增殖。

参考文献:

- [1] 易伯鲁.关于鲂鱼(平胸鲂)种类的新资料[J].水生生物学集刊,1955(2):115-122.

- [2] 曹文宣. 梁子湖的团头鲂和三角鲂. 水生生物学集刊[J], 1960 (1): 57–82.
- [3] 王金潮, 黄毅文. 珠江广东鲂的年龄、生长及其最大持续渔获量[J]. 水产学报, 1990, 14 (4): 313–320.
- [4] 谢从新, 程文平, 陈敬德. 网湖三种鱼类德年龄与生长[J]. 水利渔业, 1995 (4): 13–15.
- [5] 黄道明, 林永泰, 万成炎. 金沙河水库鲂的年龄与生长[J]. 水利渔业, 1996 (5): 16–21.
- [6] 曹立文, 陈湘, 赵俊. 南水水库鲂鱼的年龄与生长研究[J]. 水产科学, 2001, 20 (3): 11–14.
- [7] 杨明生, 王剑伟, 李文静. 厚颌鲂年龄材料的比较[J]. 动物学杂志, 2004, 39 (2): 58–61.
- [8] 邓中, 余志堂, 许蕴, 等. 汉江主要经济鱼类的年龄与生长[M]//鱼类学论文集: 第一辑, 北京: 科学出版社, 1981: 97–116.
- [9] 罗云林. 鲂属鱼类的分类整理[J]. 水生生物学报, 1990, 14 (2): 160–165.
- [10] 伍献文. 中国鲤科鱼类志: 上卷[M]. 上海: 上海社会科学出版社, 1964.
- [11] 丁瑞华. 四川鱼类志[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.
- [12] 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.

Age structure and growth characteristics of *Megalobrama pellegrini* – an endemic fish living only in upper reaches of Yangtze River

LI Wen-jing^{1,2}, WANG Jan-wei², XIE Cong-xin¹, TAN De-qing²

(1. Fishery College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

Abstract: *Megalobrama pellegrini*, a cyprinid fish belonging to Cltrinae, lives only in upper reaches of Yangtze River, mainly in Sichuan Province. Due to the loss of its natural habitat after the completion of the Three Gorges Project and overfishing, it was forecasted that the population sizes of *M. pellegrini* might decrease sharply in the future. In this study, all specimens were collected from Longxi River, a first step branch of Yangtze River. The results show that the fish scale is a kind of appropriate material for age determination; new annual rings on scales form mainly in March and April; all new annual rings are formed before June. The radii of scale (from focus to the flank) takes on linear relationship with body length, which can be used for body length back calculation. The population of *M. pellegrini* has a relatively complex age structure which contains 8 age classes ranging from 0 to 7. The preponderant age classes are 1–3 years old, making up 83.14% of the total. Body-length range of the population is 70.0–365.0 mm, mainly between 130.0 mm and 250.0 mm (77.71%). There are three peaks in the body length distribution, which correspond to the average body length of 0, 1 and 2–3 age groups. The body weight ranges from 5.3 g to 1 106.2 g, mainly between 50 g and 250 g (64.33%). The total sex ratio (♀:♂) of population is 1:1.03. Males are more than females in the 1–3 age groups in number, while females are more than males in above 4 age class, and almost all the individuals in 5 and upper age classes are females. Growth of *M. pellegrini* takes on a constant speed style, which can be described with Von Bertalanffy equation. The growth parameters of L_{∞} , W_{∞} , k and t_0 have been estimated to be 488.89 mm, 2 486.96 g, 0.164 8 and –0.545 3. The body weight growth inflexion point is 6.40, with the corresponding body length of 333.14 mm and body weight of 746.06 g. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (2): 215–222.]

Key words: *Megalobrama pellegrini*; endemic fish; age; growth