

北江间鲮的年龄与生长特征

蓝昭军^{①②} 李强^③ 赵俊^{①*} 钟良明^②

① 华南师范大学生命科学学院, 广东省高等学校生态与环境科学重点实验室, 广东省水产健康安全养殖重点实验室, 广州市亚热带生物多样性与环境生物监测重点实验室 广州 510631; ② 韶关市水产研究所 韶关 512006;
③ 广州大学生命科学学院 广州 510006

摘要: 于2007年4月至2009年3月间, 在广东北江中上游地区采集间鲮 (*Hemibarbus medius*) 样本640尾, 以鳞片作为年龄鉴定材料, 对其种群的年龄与生长特征进行了研究。结果表明, 间鲮鳞片上年轮结构清晰, 前区主要表现为疏密型, 而侧区主要为切割型; 鳞片的边缘生长率表明, 间鲮年轮的形成期主要为3~4月份。样本由0⁺~6⁺龄7个龄组组成, 其中, 雌性由1⁺~6⁺龄6个龄组组成, 主要为1⁺~4⁺龄; 而雄性由1⁺~5⁺龄5个龄组组成, 主要为1⁺~3⁺龄; 在4⁺~6⁺龄个体中, 雌性78尾, 雄性27尾, 雌性显著多于雄性。体长 (L , cm) 与体重 (W , g) 的关系为 $W = 0.011L^{3.149}$ (♀)、 $W = 0.011L^{3.135}$ (♂), 协方差分析表明, 雌雄个体体长与体重关系的差异不显著, 所有样本体长与体重的关系式为 $W = 0.011L^{3.148}$ 。体长与鳞长 (R , mm) 呈幂函数及直线关系, 关系式分别为 $L = 6.387R^{0.853}$ 、 $L = 4.569R + 2.587$ 。拟合的 von Bertalanffy 生长参数为 $L_{\infty} = 29.855$ 0 cm, $k = 0.223$ 1, $W_{\infty} = 483.889$ 8 g, $t_0 = -0.928$ 2 龄。对理论体长与实测体长、理论体重与实测体重进行 χ^2 检验, 两者的差异均不显著, 表明 von Bertalanffy 生长方程能较好地拟合间鲮的生长。体重生长的拐点年龄为4.21龄, 拐点体长约为20.37 cm, 体重约为166.19 g。作为渔业保护对策, 建议起捕年龄3龄以上或体长17 cm以上的个体。

关键词: 间鲮; 年龄; 生长; 北江

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2016) 03-373-11

Age and Growth Characteristics of *Hemibarbus medius* in the Beijiang River

LAN Zhao-Jun^{①②} LI Qiang^③ ZHAO Jun^{①*} ZHONG Liang-Ming^②

① Key Laboratory for Healthy and Safe Aquaculture of Guangdong Province, Key Laboratory of Ecology and Environmental Science in Guangdong Higher Education, Guangzhou Key Laboratory of Subtropical Biodiversity and Biomonitor, College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631; ② Shaoguan Fisheries Research Institute, Shaoguan 512006;
③ College of Life Science, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China

基金项目 广东省海洋渔业科技专项 (No. A201001E04), 公益性行业 (农业) 科研专项经费 (No. 201303048), 国家自然科学基金项目 (No. 31372178), 广东省科技计划项目 (No. 2015A070706009);

* 通讯作者, E-mail: zhaojun@scnu.edu.cn;

第一作者介绍 蓝昭军, 男, 硕士; 研究方向: 鱼类分类学及生态学; E-mail: lanzhj@163.com。

收稿日期: 2015-06-11, 修回日期: 2015-11-17 DOI: 10.13859/j.cjz.201603005

Abstract: Total of 640 specimens of fish *Hemibarbus medius* was collected from April 2007 to March 2009 in the Beijiang River, Guangdong province to simulate their age and growth. We made measurement on each specimen and determined their age by scales, calculated, the standard length and body weight. Annual rings were formed primarily by the pattern of sparseness-denseness and the cut of the scales. The cut pattern was present on the rear-side region whereas the pattern of sparseness-denseness was visible in the prezone region (Fig. 1). The percentage of marginal increment showed that the annual rings of the scales mainly formed from March to April (Fig. 2). The sex ratio of female to male was 1.23 : 1. The age of female was from 1⁺ to 6⁺, mainly in age of 1⁺, 2⁺, 3⁺ and 4⁺, while the age of male was from 1⁺ to 5⁺, mainly in age of 1⁺, 2⁺ and 3⁺. The proportion of females in age 4⁺ - 6⁺ (74.29%) were much higher than males (25.71%) in the samples. The standard length of specimens ranged from 8.4 to 24.3 cm, of 86.20% specimen was less than 20 cm. The body weight ranged from 10.06 to 318.80 g, but 87.82% of them was less than 150 g (Fig. 3, Table 1). The relationship between standard length and body weight was $W = 0.011L^{3.149}$ for females, and $W = 0.011L^{3.135}$ for males, and $W = 0.011L^{3.148}$ for the combined sexes (Fig. 4). No significant difference was detected in the growth rate between females and males. The relationship between standard length and scale radius (R) was $L = 6.387R^{0.853}$ and $L = 4.569R + 2.587$ (Fig. 5). The von Bertalanffy growth parameters by combined both female and male based on length-at-age data were $L_{\infty} = 29.855$ 0 cm, $k = 0.223$ 1, $W_{\infty} = 483.889$ 8 g, and $t_0 = -0.928$ 2 year (Fig. 6). No any significant differences were found between the measured values of standard length, body weight and the estimated values of standard length and body weight derived from the von Bertalanffy equations by of χ^2 -test. Growth inflexion point were 4.21 years with the standard length 20.37 cm, and weight 166.19 g, respectively (Fig. 7). The standard length growth rate in von Bertalanffy functions gradually decreased with age, and the accelerated rate was below zero at all times and inclined to zero. The body weight growth rate in von Bertalanffy functions gradually increased before the growth inflexion point and then decreased, and the accelerated rate was above zero and decreased before the growth inflexion point, and then below zero. Our data suggest that the *Hemibarbus medius* population in Beijiang River had been overexploited. To protect the population for sustainable utilization, we suggest only fish longer than 17 cm (age 3) should be harvested.

Key words: *Hemibarbus medius*; Age; Growth; Beijiang River

北江位于广东省中北部, 发源于江西省信丰县的西溪湾, 在广东省韶关市汇武江后称北江, 流至广东省佛山市三水区与西江相通。北江的主要支流有武江、连江、滙江、绥江等。在三水河口以上干流长 468 km, 流域面积约 47 800 km² (潘炯华 1987)。

间鲮 (*Hemibarbus medius*) 属鲤形目 (Cypriniformes) 鲤科 (Cyprinidae) 鲮亚科 (Gobioninae) 鲮属, 为 1995 年报道的一个新种 (乐佩琦 1995, 1998)。在此之前, 间鲮一直被学者归为唇鲮 (*Hemibarbus labeo*) (罗云

林等 1977, 广西壮族自治区水产研究所等 1981, 中国水产科学研究院珠江水产研究所等 1986, 潘炯华等 1991)。间鲮广泛分布于华南及西南部分地区, 包括珠江、南盘江、乌江和万泉河等水系 (乐佩琦 1998)。其肉质细嫩, 味鲜美, 营养价值高, 为产区重要的经济鱼类之一。然而, 迄今为止, 有关其生物学的研究仅见于繁殖生物学 (蓝昭军等 2010)。作者于 2007 年 7 月至 2009 年 3 月间, 对北江间鲮种群的年龄与生长特征进行了研究, 旨在为其合理利用和资源保护提供科学依据及基础数据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

于 2007 年 4 月至 2009 年 3 月在韶关市乳源县桂头镇、韶关市武江区十里亭镇、韶关市仁化县及英德市大湾镇等地采用电击及流刺网捕捞的方法采集间鲮样本 640 尾, 其中 616 尾用于年龄与生长研究, 采集时间为每月中、下旬。全部标本在新鲜状态下进行常规生物学测量, 包括体重 (MP3002 电子天平, 上海恒平科学仪器有限公司, 精确至 0.01 g) 及体长 (精确至 1 mm), 并进行解剖, 分辨性别。

以鳞片作为主要的年龄鉴定材料, 每尾样本选取 6~10 枚鳞片, 均取自背鳍起点下方至侧线鳞上方的矩形区域 (殷名称 1995)。除去鳞片的黏液、表皮后, 用清水洗净, 夹入两片载玻片中。材料的观察、测量和拍照在 OLYMPUS BX51 显微镜和 OLYMPUS DP70 成像系统下进行, 此外还利用 Nikon SMZ800 立体显微镜拍照。利用 OLYMPUS DP70 成像系对鳞径沿鳞片的前侧区方向进行测量, 精确到 0.1 mm。本文的数据主要来源于蓝昭军的硕士论文。

1.2 数据处理与分析

相关生物学分析采用殷名称 (1995) 的方法。鳞片的边缘生长率 $I = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$, 式中, I 为边缘生长率, R 为鳞径 (mm), r_n 为从鳞焦到近边缘第一圈年轮轮纹的距离 (mm), r_{n-1} 为从鳞焦到近边缘第二圈年轮轮纹的距离 (mm); 体长和体重关系 $W = aL^b$, 式中, W 为体重 (g), L 为体长 (cm), a 、 b 为常数; 采用多种相关式拟合体长与鳞径的关系, 然后根据拟合结果选取相应的退算公式; von Bertalanffy 生长方程 $L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$ 、 $W_t = W_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$, t 表示年龄 (a), L_t 和 W_t 为 t 龄时的平均体长 (cm) 和体重 (g), L_∞ 和 W_∞ 是平均渐进体长和体重, k 为生长系数, t_0 是理论生长起点的年龄; 生长速度 $dL/dt = L_\infty k e^{-k(t-t_0)}$ 、 $dW/dt = bW_\infty k e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-1}$; 生长

加速度: $d^2L/dt^2 = -L_\infty k^2 e^{-k(t-t_0)}$ 、 $d^2W/dt^2 = bW_\infty k^2 e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-2} [b e^{-k(t-t_0)} - 1]$; 生长拐点由 $t_i = \ln(b/k) + t_0$ 计算。

数据分析与制图采用 Microsoft Excel 2007、Statistics6.0 及 SPSS11.5 软件。以体长的自然对数值作为协变量进行方差分析, 检验雌、雄个体间体长与体重的关系是否存在差异 (李鸿等 2009)。根据 Pauly (1984) 的方法对体长与体重关系式的 b 值进行 t 检验, 以检验 b 值是否偏离 3。利用 χ^2 检验来分析理论体长与实测体长、理论体重与实测体重的差异, 判断生长方程的拟合效果。

2 结果

2.1 年轮及年轮形成时间

间鲮的鳞片属圆鳞, 形状比较规则。鳞片上的环片主要在前区和左右侧区延伸, 年轮特征较为明显; 后区无环片结构, 其结构主要由鳞焦放射出的辐射线规则排列而成, 年轮特征不明显 (图 1a)。鳞片上的年轮主要表现为普通切割型和疏密切割型。其中侧区主要表现为普通切割型, 翌年的环片和当年的环片在侧区呈切割型; 前区主要表现为疏密型, 为当年的密带与翌年的疏带交替出现 (图 1b)。鳞片上偶有副轮出现, 具有不完整、不清晰及不连续等特点, 仔细观察便可辨别。

间鲮鳞片边缘生长率的周年变化见图 2。间鲮鳞片边沿生长率在 3、4 月份维持在比较低的水平, 这说明年轮形成期主要为 3、4 月份。在 3 月份以后, 鳞片生长加快, 直至 9 月份达到最高峰, 这说明间鲮鳞片上的年轮每年形成 1 次, 3~9 月份为间鲮的快速生长期, 在鳞片上的生长主要表现为疏带的出现及增加, 而 10 月份以后, 生长逐渐缓慢, 表现为鳞片上密带的出现。

2.2 样本体长、体重分布

样本体长 8.4~24.3 cm, 平均 15.7 cm; 体重 10.06~318.80 g, 平均 78.48 g。雌鱼最大个

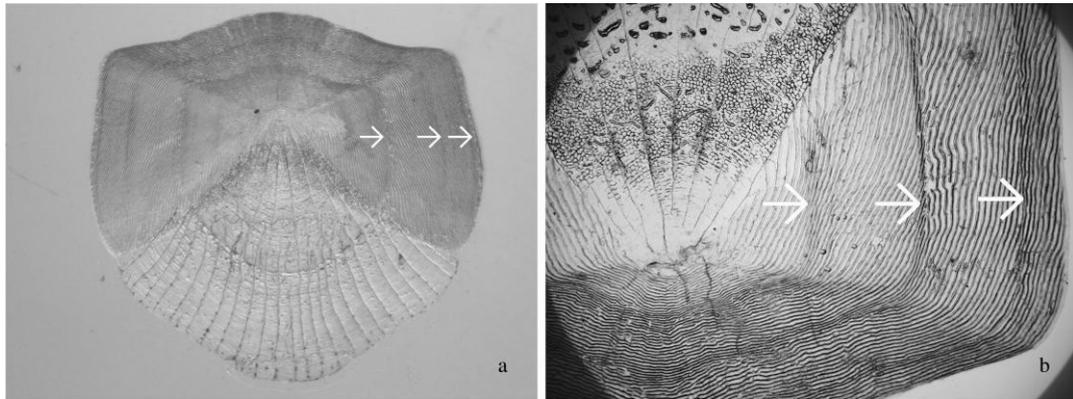


图 1 北江间鲮鳞片上的年轮

Fig. 1 The annuli on scale of *Hemibarbus medius*

a. 鳞片整体; b. 鳞片局部; 箭头示年轮。a. Total scale; b. Part of scale; Arrow showing the annuli.

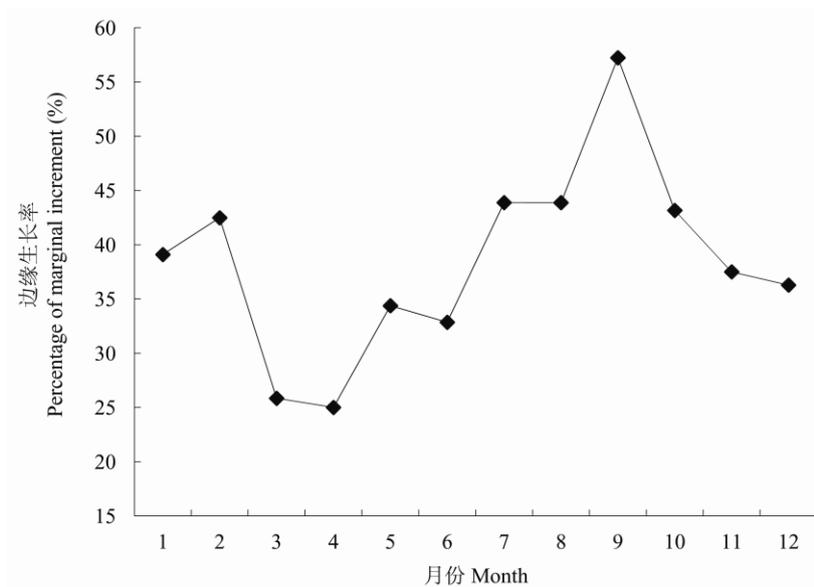


图 2 鳞片边沿生长率的周年变化

Fig. 2 The marginal increment at the scales in *Hemibarbus medius* throughout the year

体体长 24.3 cm, 重 318.80 g; 雄鱼最大个体体长 22.5 cm, 重 214.70 g (图 3)。渔获物的体长主要集中于 10.0 ~ 20.0 cm, 体重主要为 200 g 以下 (图 3)。

2.3 体长与体重的关系 对渔获物实测体长 (L , cm) 与体重 (W , g) 的数据进行拟合, 得到全部样本、雌性样本和雄性样本的体长与体重的关系 (图 4), 关系式分别为 $W_{\text{♀}} =$

$0.011L^{3.149}$ ($R^2= 0.964, P < 0.01, n = 323$), $W_{\text{♂}} = 0.011L^{3.135}$ ($R^2= 0.945, P < 0.01, n = 263$), $W = 0.011L^{3.148}$ ($R^2= 0.965, P < 0.01, n = 616$)。

对雌、雄体长与体重的对数值进行协方差检验, 同龄群体的雌雄个体间无差异 ($P > 0.05$), 因此将雌雄合并后进行体长退算。全部样本的体长体重关系的幂指数并未偏离 3 (t 检验), 表明间鲮的生长为等速生长。

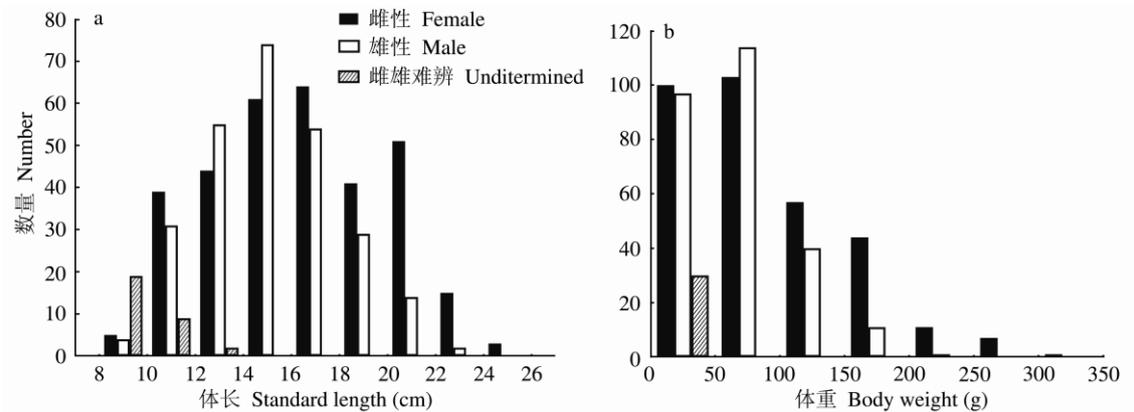


图 3 样本的体长 (a) 和体重 (b) 的分布

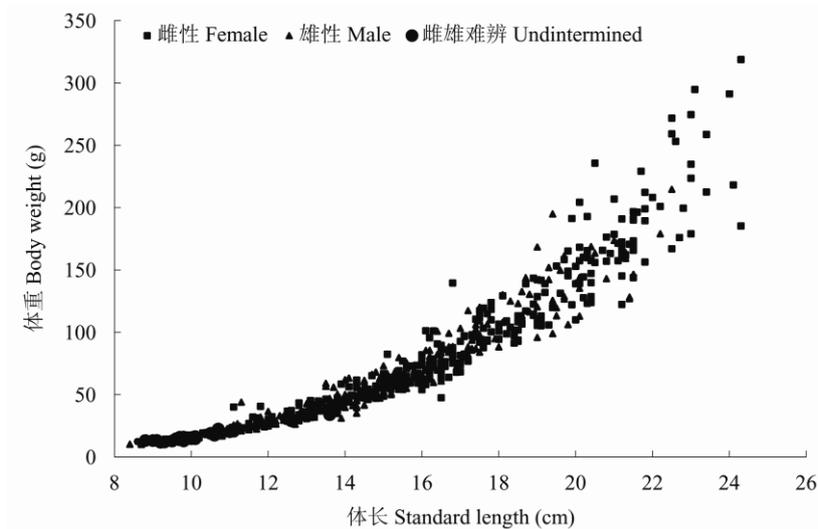
Fig. 3 Distributions of the standard length (a) and body weight (b) frequency of *Hemibarbus medius*

图 4 间鲮体长与体重的关系

Fig. 4 The relationship of standard length-weights of *Hemibarbus medius*

2.4 生长

2.4.1 年龄组成与实测生长 在所有样本中，雌鱼 323 尾，最大 6⁺ 龄；雄鱼 263 尾，最大 5⁺ 龄；肉眼未能鉴定性别的样本 30 尾，最大 1⁺ 龄。雌雄性比为 1.23 : 1。所有样本的年龄组成及各年龄组的实测体长和体重见表 1。雌性的优势年龄组为 1⁺ ~ 4⁺ 龄，雄性的优势年龄组为 1⁺ ~ 3⁺ 龄，而在 4⁺ ~ 6⁺ 龄组中雌鱼的比例明显高于雄鱼。雌、雄个体及全部样本的实测体长及体重的生长无显著差异。

2.4.2 生长退算 共测量了 616 尾样本的鳞

径，其中雌鱼 323 尾，雄鱼 263 尾，不能分辨雌雄的 30 尾。体长 (L , cm) 与鳞径 (R , mm) 的关系见图 5，拟合两者的关系分别获得幂函数相关 $L = 6.387R^{0.853}$ ($R^2 = 0.856$, $P < 0.01$, $n = 616$)，及直线相关 $L = 4.569R + 2.587$ ($R^2 = 0.845$, $P < 0.01$, $n = 616$)。二者均较好地拟合间鲮体长与鳞长的关系，但当鳞径 R 越接近或等于 0 时，幂函数相关式的退算体长越小，因此本文采用直线相关式进行生长退算。在 616 尾样本中，1⁺ 龄以上个体 605 尾，用于体长退算。由于体长与鳞径呈直线关系，因此可根据

表 1 间鲚各年龄组的实测体长及体重

Table 1 Measurement on standard length and body weight in the specimen in age groups of *Hemibarbus medius*

性别 Sex	年龄组 Age	样本数 Number	体长 Standard length (cm)			体重 Body weight (g)		
			幅度 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	年增长 Annual increase	幅度 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	年增长 Annual increase
雌雄难辨 Undetermined	0 ⁺	11	8.6 ~ 10.1	9.50 ± 0.51		12.29 ~ 15.70	13.68 ± 1.11	
	1 ⁺	19	9.1 ~ 13.6	10.26 ± 1.02	0.76	11.84 ~ 34.00	17.41 ± 5.07	3.73
雌性 Female	1 ⁺	67	8.7 ~ 14.1	11.67 ± 1.16		10.06 ~ 46.02	27.08 ± 8.20	
	2 ⁺	116	12.1 ~ 19.0	15.25 ± 1.37	3.57	28.35 ~ 108.60	61.14 ± 16.57	34.06
	3 ⁺	62	15.1 ~ 21.2	18.18 ± 1.39	2.93	63.90 ~ 172.53	109.39 ± 24.63	48.25
	4 ⁺	56	17.6 ~ 24.3	20.63 ± 1.36	2.45	108.57 ~ 223.64	164.80 ± 29.84	55.40
	5 ⁺	16	20.3 ~ 23.4	21.90 ± 0.89	1.27	122.39 ~ 294.82	198.08 ± 51.62	33.28
	6 ⁺	6	22.6 ~ 24.3	23.50 ± 0.72	1.60	218.2 ~ 318.80	265.15 ± 37.19	67.07
雄性 Male	1 ⁺	61	8.4 ~ 14.0	12.01 ± 1.14		10.26 ~ 62.00	29.36 ± 9.73	
	2 ⁺	116	11.8 ~ 17.3	14.83 ± 1.17	2.82	29.45 ~ 93.76	56.45 ± 14.61	27.09
	3 ⁺	59	15.4 ~ 22.2	17.84 ± 1.51	3.02	60.98 ~ 179.10	101.43 ± 24.43	44.99
	4 ⁺	25	17.4 ~ 21.4	19.51 ± 1.14	1.67	93.72 ~ 194.97	138.53 ± 24.90	37.10
	5 ⁺	2	21.0 ~ 22.5	21.75 ± 1.06	2.24	173.71 ~ 214.70	194.21 ± 28.98	55.67
全部样本 Total specimens	0 ⁺	11	8.6 ~ 10.1	9.50 ± 0.51		12.29 ~ 15.70	13.68 ± 1.11	
	1 ⁺	147	8.4 ~ 14.1	11.64 ± 1.25	2.14	10.06 ~ 62.00	26.84 ± 9.30	13.16
	2 ⁺	232	11.8 ~ 19.0	15.03 ± 1.29	3.39	27.74 ~ 110.56	58.67 ± 15.85	31.83
	3 ⁺	121	15.1 ~ 22.2	18.02 ± 1.46	2.99	60.93 ~ 179.10	105.51 ± 24.76	46.84
	4 ⁺	81	14.7 ~ 24.3	20.29 ± 1.39	2.27	93.72 ~ 235.66	156.69 ± 30.78	51.18
	5 ⁺	18	20.3 ~ 23.4	21.88 ± 0.87	1.60	122.39 ~ 294.81	197.65 ± 49.01	40.96
	6 ⁺	6	22.6 ~ 24.3	23.50 ± 0.72	1.62	218.20 ~ 318.80	265.15 ± 37.19	67.50

表 2 各年龄组的推算体长

Table 2 Back-calculated standard length of *Hemibarbus medius*

年龄 Age/years	样本数 Number	各龄推算体长 Back-calculated standard length (cm)					
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
1 ⁺	146	10.23					
2 ⁺	233	10.09	14.17				
3 ⁺	121	10.33	14.52	17.46			
4 ⁺	75	10.12	14.26	17.39	19.74		
5 ⁺	23	10.24	14.01	17.13	19.47	21.34	
6 ⁺	7	9.57	13.53	16.51	18.99	21.28	23.50
平均 Mean		10.17	14.26	17.38	19.63	21.32	23.50

Rosa Lee 公式 $(L - a) / R = (L_n - a) / r_n$, $L_n = a + [(L - a) / R] r_n$ 计算推算体长 (表 2), 式中, L_n 为年龄为 n 时对应的推算体长, L 为实测体长 (cm), R 为鳞径 (mm), r_n 为年龄为 n 时对应

的年轮半径 (mm), a 是体长鳞径回归方程的截距。

2.4.3 生长方程 根据 Ford 方程求得渐近体长 $L_{\infty} = 29.855 0$ cm, 生长系数 $k = 0.223 1$; 根

据体长体重关系求得渐近体重 $W_{\infty} = 483.8898 \text{ g}$ ；根据 Beverton 法从 $\ln(L_{\infty} - L_t) = \ln L_{\infty} + kt_0 - kt$ 求得理论体长或体重等于零时的年龄 $t_0 = -0.9282$ 龄。根据以上生长参数，分别得到间鲮体长和体重生长方程， $L_t = 29.8550[1 - e^{-0.2231(t + 0.9282)}]$ ， $W_t = 483.8898[1 - e^{-0.2231(t + 0.9282)}]^{3.148}$ 。

体长生长曲线是一条不具拐点的曲线，低

龄时上升较快，随着年龄的增加逐渐趋向渐近值；体重生长曲线是一条略呈 S 形的曲线，随着年龄的增长呈增大趋势（图 6）。对理论体长与实测体长、理论体重与实测体重进行 χ^2 检验，两者的差异均不显著（体长： $P > 0.05$ ；体重 $P > 0.05$ ），表明 von Bertalanffy 生长方程能较好地拟合间鲮的生长。

2.4.4 生长速度与生长加速度 对间鲮个体的

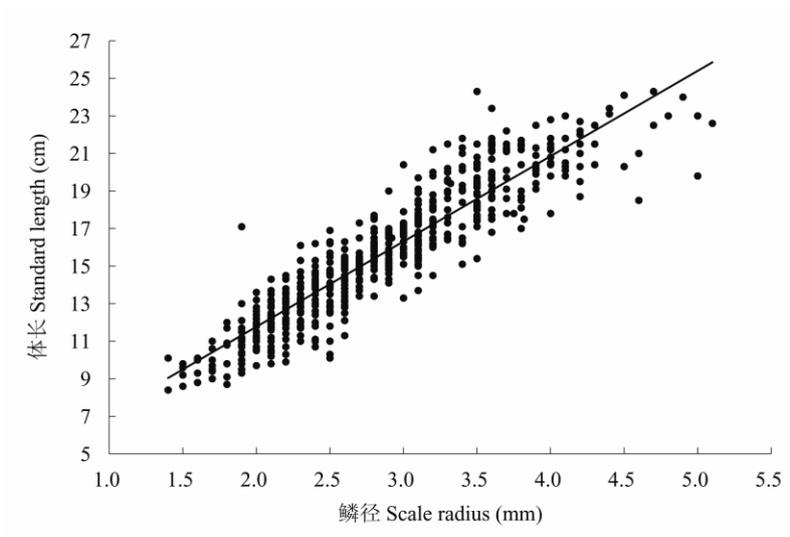


图 5 体长与鳞径的关系 (n = 616)

Fig. 5 Relationship between standard length and scale radius of *Hemibarbus medius*

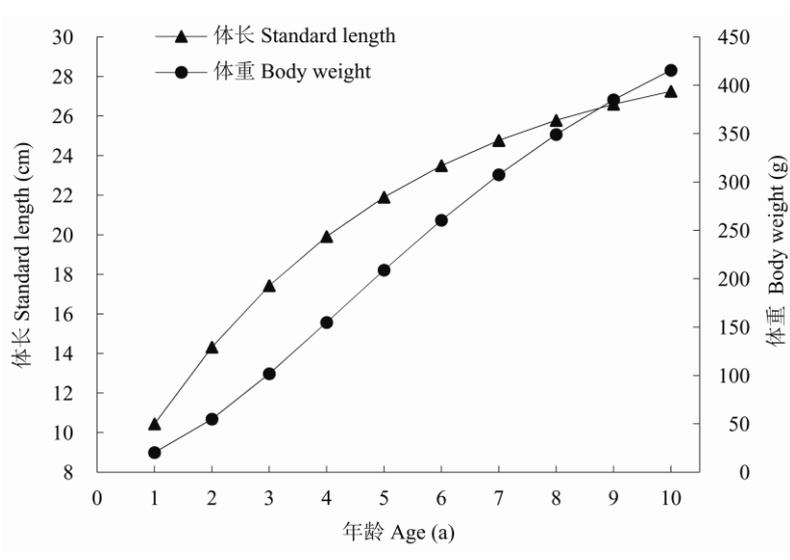


图 6 北江间鲮体长体重生长曲线

Fig. 6 The growth curves of standard length and body weight in von Bertalanffy functions of *Hemibarbus medius*

体长、体重的生长方程分别求一阶和二阶导数，
得到体长、体重的生长速度及生长加速度方程，
 $dL/dt = 6.6607e^{-0.2231(t+0.9282)}$ 、 $dW/dt = 339.8449e^{-0.2231(t+0.9282)}[1 - e^{-0.2231(t+0.9282)}]^{1.148}$ 、 $d^2L/dt^2 = -1.4860e^{-0.2231(t+0.9282)}$ 、 $d^2W/dt^2 = 75.8194e^{-0.2231(t+0.9282)}[1 - e^{-0.2231(t+0.9282)}]^{1.148} [3.148e^{-0.2231(t+0.9282)} - 1]$ 。

分别绘制出以上各自方程的曲线（图 7，8）。间鲮体长生长速度随年龄的增加而逐渐下降，均为正值；体长生长加速度随年龄的增加

分别绘制出以上各自方程的曲线（图 7，8）。间鲮体长生长速度随年龄的增加而逐渐下降，均为正值；体长生长加速度随年龄的增加

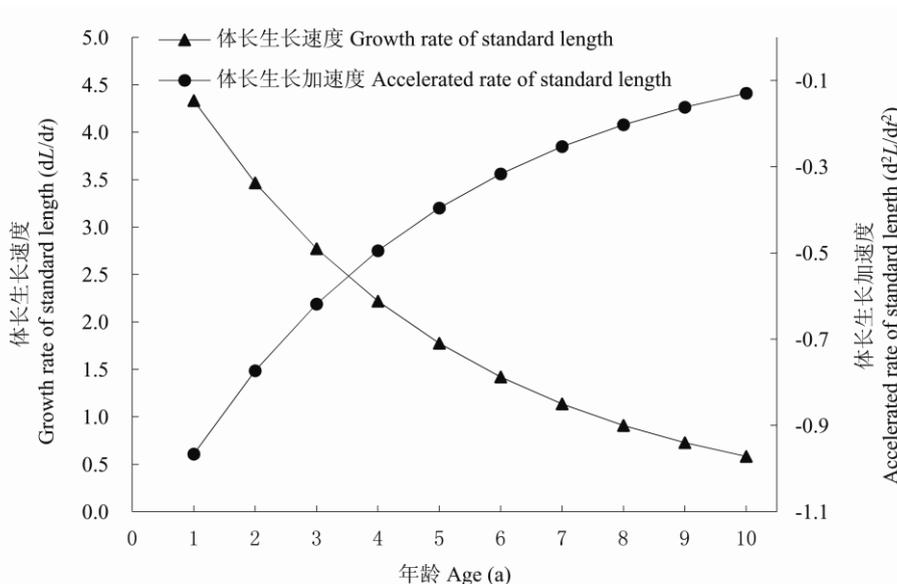


图 7 北江间鲮体长生长速度及生长加速度曲线

Fig. 7 Curves of growth rate and its acceleration of standard length in von Bertalanffy functions of *Hemibarbus medius*

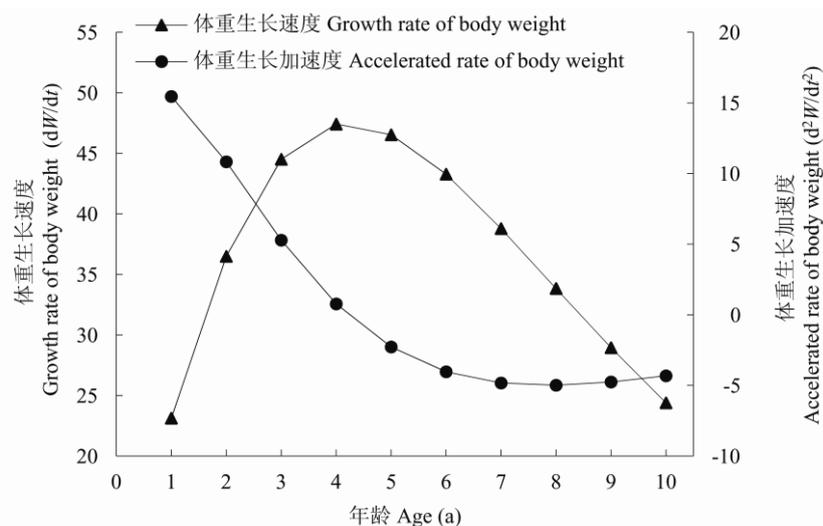


图 8 北江间鲮体重生长速度及生长加速度曲线

Fig. 8 Growth rate curve and acceleration of body weight in von Bertalanffy functions of *Hemibarbus medius*

而不断减小, 且均为负值。间鲮体重生长速度和加速度曲线具有明显拐点, 体重生长加速度为 0 时的年龄即为生长拐点 t_1 。间鲮生长的拐点年龄为 4.21 龄, 生长拐点时的体长约为 20.37 cm, 体重约为 166.19 g。体重生长速度在拐点年龄前, 呈迅速上升之势; 在拐点之后, 生长速度开始下降, 但均为正值; 而生长加速度先不断降低, 后维持稳定, 在体重生长拐点年龄前为正值, 在拐点年龄后为负值。

3 讨论

3.1 年龄鉴定材料

年龄鉴定是研究鱼类生物学和生态学特性的基础, 对鱼类种群数量变动趋势的分析和评价也要以了解种群的年龄特征为依据之一。因此, 鱼类的年龄鉴定是鱼类学研究中的重要内容。鱼类的年龄主要依据生长时在鳞片、耳石以及各种骨骼组织上留下的轮纹来鉴定(殷名称 1995)。鳞片由于取材方便、处理方法简单且易于观察等优点, 现广泛用于鱼类的年龄与生长的研究, 且在某些鱼中乃是较好的年龄鉴定材料, 如驼背鲈(*Cromileptes altivelis*) (区又君等 2007)、厚颌鲂(*Megalobrama pellegrini*) (李文静等 2007)、露斯塔野鲮(*Labeo rohita*) (Khan et al. 2009) 及秦岭细鳞鲑(*Brachymystax lenok tsinlingensis*) (薛超等 2013) 等。此外, Cazorla 等(2008)利用鳞片及耳石作为年龄鉴定的对比材料, 研究了 Negro 河中鲮鲈属的 *Percichthys colhuapiensis* 的年龄与生长后发现, 在 1~5 龄鱼中, 基于鳞片与耳石的鉴定结果吻合度较高, 而在 6~11 龄鱼中, 耳石的鉴定结果显著低于鳞片。然而, 亦有研究表明, 某些鱼的鳞片不适用于鉴定高龄的鱼, 而利用耳石能更准确地鉴定高龄鱼的年轮, 如鲫(*Carassius auratus*) (沈建忠等 2001)、色林错裸鲤(*Gymnocypris selincuoensis*) (陈毅峰等 2002)、青海湖裸鲤(*G. przewalskii*) (熊飞等 2006)、蓝鳍金枪鱼(*Thunnus maccoyii*) (Gunn et al. 2008) 及扁鲮

(*Pomatomus saltatrix*) (Robillard et al. 2009) 等。因此, 在进行鱼类年龄鉴定时, 需要根据鱼类的生长特点及年龄结构等特点, 来选取适合的年龄鉴定材料。

本研究显示, 间鲮样本鳞片上的年轮标志清晰, 生长中心明确。由于种群年龄组成简单, 年龄最大者仅为 6⁺龄, 因鳞片重吸收现象引起误读的概率较小, 利用鳞片能较准确地鉴定出间鲮的年龄, 且鳞片取材方便, 处理方法简单, 故选取鳞片作为北江间鲮种群年龄鉴定材料。

3.2 与唇鲮生长及年龄结构的差异

由于不同水域中的环境因子诸如饵料生物、水温、捕捞压力和种间竞争压力的不同, 鱼类不同种群的生长参数会存在一定的差异(李秀启等 2006)。对北江的间鲮与唇鲮(徐伟等 2008)的生长特征进行比较(表 3), 两者年龄范围、体长体重关系式的 b 值、生长系数 k 及拐点年龄 t_1 相近。乌苏里江的唇鲮(徐伟等 2008)体长最大者及体重最大者分别为北江间鲮的 1.48 倍及 2.58 倍, 而乌苏里江唇鲮的渐近体长及渐近体重分别为北江间鲮的 1.39 倍及 2.36 倍。在本研究中, 4⁺龄(5 龄)及以上个体约占 17.05%, 即少量被起捕个体达到其拐点年龄; 而在乌苏里江的唇鲮样本中, 5 龄及以上个体约占 36.13% (徐伟等 2008), 明显高于北江的间鲮。

通常认为, 随着纬度增加, 水温降低, 鱼类的寿命延长, 身体变大, 生长率(k)减小(Gaspar et al. 1999, Gordon et al. 2004)。因此, 北江间鲮的个体较乌苏里江的唇鲮小, 且高龄个体亦更少, 可能与北江纬度较乌苏里江低, 水温较高有关。

3.3 间鲮的资源保护

间鲮为急流水中下层鱼类, 喜生活于水质清澈, 水流较湍急的环境中, 并需在流水环境中产卵, 因此易受水环境污染、水文变化等因素影响。例如, 根据我们自 2005 年至 2014 年的调查表明, 随着北江流域水利工程(如北江中上游的飞来峡大坝、孟州坝、乐昌峡大坝及

表 3 间鲮与唇鲮生长特征的对比

Table 3 Growth characteristic comparison between *Hemibarbus medius* and *H. labeo*

项目	间鲮 <i>Hemibarbus medius</i>	唇鲮 <i>H. labeo</i>
水系 Drainage systems	北江 Beijiang River	乌苏里江 Wusuli River
年龄范围 Range of age (year)	0 ⁺ ~ 6 ⁺ (1 ~ 7)	1 ~ 7
体长范围 Range of standard length (cm)	8.4 ~ 24.3	9.6 ~ 35.9
体重范围 Range of body weight (g)	10.06 ~ 318.80	13.0 ~ 823.7
b	3.148	3.086 8
L_{∞}	29.855	41.57
W_{∞}	483.889 8	1 141.69
t_0	- 0.928 2	- 0.232 3
k	0.223 1	0.233 4
t_1	4.21	4.59
文献 References	本文 This paper	徐伟等 2008

湾头大坝等)的建设,北江的部分急流浅滩由于大坝的建成而消失,形成一个个河道水库,致使流水生境不断萎缩,从而使得北江流域间鲮的分布区亦不断地缩小。而且,在我们采集到的样品中,3⁺龄(4龄)及以下个体约占82.95%,即大部分被起捕个体没有达到其拐点年龄(4.21龄)。

因此,由于生境变化、捕捞压力较大等原因,北江水系间鲮的生境已出现萎缩,这对其资源的保护和利用是不利的。为保护间鲮资源,根据本研究的相关结果并综合考虑渔业产量等因素,建议起捕3龄以上或者体长17cm以上的个体。另外,建议开展间鲮人工驯养及人工繁育技术的研究,为其资源利用及保护奠定基础。

参 考 文 献

Cazorla A L, Sidorkewicz N. 2008. Age and growth of the largemouth perch *Percichthys colhuapiensis* in the Negro river, Argentine Patagonia. *Fisheries Research*, 92(2):169-179.

Gaspar M B, Ferreira R, Monteiro C C. 1999. Growth and reproductive cycle of *Donax trunculus* L., (Mollusca: Bivalvia) off Faro, southern Portugal. *Fisheries Research*, 41(3): 309-316.

Gordon H C, Michael G F, Miroslaw P, et al. 2004. Life-time growth patterns of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* introduced to Europe,

relative to native North American populations. *Folia Zoologica*, 53(3): 237-254.

Gunn J S, Clear N P, Carter T I, et al. 2008. Age and growth in southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii* (Castelnau): Direct estimation from otoliths, scales and vertebrae. *Fisheries Research*, 92(2/3): 207-220.

Khan M A, Khan S. 2009. Comparison of age estimates from scale, opercular bone, otolith, vertebrae and dorsal fin ray in *Labeo rohita* (Hamilton), *Catla catla* (Hamilton) and *Channa marulius* (Hamilton). *Fisheries Research*, 100(3): 255-259.

Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews*, 8: 325.

Robillard E, Reiss C S M, Jones C. 2009. Age-validation and growth of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) along the East Coast of the United States. *Fisheries Research*, 95(1): 65-75.

陈毅峰, 何德奎, 陈宜瑜. 2002. 色林错裸鲤的年龄鉴定. *动物学报*, 48(4): 527-533.

广西壮族自治区水产研究所, 中国科学院动物研究所. 1981. 广西淡水鱼类志. 南宁: 广西人民出版社, 112-113.

蓝昭军, 李强, 赵俊, 等. 2010. 北江间鲮的繁殖生物学. *水生生物学报*, 34(5): 1037-1042.

李鸿, 沈建忠, 马徐发, 等. 2009. 新疆乌伦古湖拟鲤的生长特征. *华中农业大学学报*, 28(2): 202-206.

李文静, 王剑伟, 谢从新, 等. 2007. 厚颌鲂的年龄结构及生长特

- 性. 中国水产科学, 14(2): 215-222.
- 李秀启, 陈毅峰, 李堃. 2006. 抚仙湖外来黄颡鱼种群的年龄和生长特征. 动物学报, 52 (2): 263-271.
- 罗云林, 乐佩琦, 陈宜瑜. 1977. 鲇亚科//伍献文. 中国鲤科鱼类志: 下卷. 上海: 上海人民出版社, 439-537.
- 潘炯华. 1987. 珠江水系北江渔业资源. 广州: 广东科技出版社, 1-2.
- 潘炯华, 钟麟, 郑慈英, 等. 1991. 广东淡水鱼类志. 广州: 广东科技出版社, 187-189.
- 区又君, 廖锐, 李加儿, 等. 2007. 驼背鲈的年龄与生长特征. 水产学报, 31(3): 624-632.
- 沈建忠, 曹文宣, 崔奕波. 2001. 用鳞片和耳石鉴定鲫年龄的比较研究. 水生生物学学报, 25(5): 462-466.
- 熊飞, 陈大庆, 刘绍平, 等. 2006. 青海湖裸鲤不同年龄鉴定材料的年轮特征. 水生生物学学报, 30(2): 185-191.
- 徐伟, 李池陶, 曹顶臣, 等. 2008. 乌苏里江唇鲮的鳞片 and 生长特征. 动物学杂志, 43(3): 108-112.
- 薛超, 危起伟, 孙庆亮, 等. 2013. 秦岭细鳞鲑的年龄与生长. 中国水产科学, 20(4): 743-749.
- 殷名称. 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 11-55.
- 乐佩琦. 1995. 鲇属鱼类的分类整理 (鲤形目: 鲤科). 动物分类学报, 20(1): 116-123.
- 乐佩琦. 1998. 鲇亚科//陈宜瑜. 中国动物志: 硬骨鱼纲 鲤形目 (中卷). 北京: 科学出版社, 212-289.
- 中国水产科学院珠江水产研究所, 上海水产大学, 中国水产科学院东海水产研究所, 等. 1986. 海南岛淡水及河口鱼类志. 广州: 广东科技出版社, 93-94.