

# 珠江水系倒刺鲃生长的初步研究

王广军 庞世勋 谢骏 余德光

(中国水产科学研究院珠江水产研究所 广州 510380)

**摘要:** 对采集于珠江水系西江及北江流域的倒刺鲃 (*Spinibarbus denticulatus denticulatus*) 样本进行了年龄鉴定和性腺组织学观察, 并对鳞片、卵径等进行了测定。结果表明, 倒刺鲃鳞片的年轮特征为疏密切割型, 新年轮出现时期主要在 4~6 月。体长和体重呈幂函数关系, 西江和北江可分别用公式  $W_L = 2.498 4 \times 10^{-2} L^{2.999 6}$  ( $r = 0.956 1$ ) 和  $W_B = 1.373 3 \times 10^{-2} L^{2.815 9}$  ( $r = 0.925 3$ ) 表示。根据生长阶段分析, 雌性倒刺鲃的性成熟年龄为 5 龄, 5 龄以前为幼鱼生长阶段, 5~10 龄为成鱼生长阶段; 雄性倒刺鲃的性成熟年龄为 3 龄, 3 龄以前为幼鱼生长阶段, 3 龄以上为成鱼生长阶段。倒刺鲃的繁殖季节为 4~6 月份。

**关键词:** 倒刺鲃; 年龄; 生长

**中图分类号:** Q 958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2006)02-66-06

## The Growth Characteristics of *Spinibarbus denticulatus denticulatus* in Pearl River System

WANG Guang-Jun PANG Shi-Xun XIE Jun YU De-Guang

(Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China)

**Abstract:** The study on the growth of *Spinibarbus denticulatus denticulatus* were carried out based on the specimens collected from Xijiang valley and Beijiang valley of the Pearl River system. The results show that the annual-ring feature belongs to the loose-close and cut pattern. The new annual-ring is formed during the period from April to June. The relationship between body length and weight of the fish from Xijiang valley and Beijiang valley can be expressed by the equation:  $W_L = 2.498 4 \times 10^{-2} L^{2.999 6}$  ( $r = 0.956 1$ ) and  $W_B = 1.373 3 \times 10^{-2} L^{2.815 9}$  ( $r = 0.925 3$ ) respectively. Based on the analysis of the growth stage, the female *S. d. denticulatus* gets matured at the age of five years old. The male *S. d. denticulatus* gets matured at the age of three years old. The breeding season of *S. d. denticulatus* is denticulatus from April to June.

**Key words:** *Spinibarbus denticulatus denticulatus*; Age; Growth

倒刺鲃 (*Spinibarbus denticulatus denticulatus*) 俗名青竹鲃、竹柏鲤、青竹鲤, 是珠江水系常见的经济鱼类之一<sup>[1-4]</sup>, 因其生长快、体型大、肉质好, 现已成为江河、水库和池塘主要养殖的品种<sup>[5-8]</sup>。珠江水系倒刺鲃主要分布在珠江中上游的西江和北江, 一般个体在 1~1.5 kg, 最大个体可达 5~8 kg<sup>[9]</sup>。有关倒刺鲃的研究, 江林源等<sup>[10]</sup>报道了养殖条件下倒刺鲃年龄与生长的关系; 易祖盛等<sup>[11]</sup>报道了倒刺鲃胚胎发育的过程; 谢刚等<sup>[12]</sup>研究了倒刺鲃胚胎发育与水温

和盐度的关系。但关于倒刺鲃自然条件下群体生物学至今尚未见有系统的研究报道, 本文就珠江水系倒刺鲃的年龄、生长和繁殖等方面进行了比较系统的研究, 为进一步开发和保护这一鱼类资源提供科学依据。

**基金项目** 国家“十五”科技攻关项目 (No. 2001BA505B0516);  
**第一作者介绍** 王广军, 男, 硕士, 助理研究员; 研究方向: 水产动物繁育与健康养殖; E-mail: gjwang@pfrri.ac.cn.

收稿日期: 2005-05-11, 修回日期: 2006-01-15

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 实验所用样品于 2002 年 3 月 ~ 2004 年 12 月在珠江水系的西江(广西桂平至广东三水段)和北江(广东河源至三水段),用三重刺网捕获,共 430 尾,对样品进行了常规生物学观察,并随机取其中 200 尾样品的鳞片置于编号袋中用于年龄鉴定。另取雌鱼的性腺 100 个、雄鱼的性腺 30 个,置于编号袋中并浸泡在 10% 的甲醛溶液中待测。

**1.2 方法** 年龄鉴定 选取侧线上的鳞片在解剖镜下鉴定年轮。

鳞长  $R$  和各年轮的鳞长半径  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  测定:用投影仪放大 20 倍后测量。鳞长从鳞片中心测量至鳞片前区右角,鳞长半径从鳞片中心测量至该年轮前区与侧区交界处。

性腺组织学观察 福尔马林固定后,石蜡切片,苏木精和伊红染色,组织学观察。

卵径测定:显微镜下目微尺测定。

生长指标  $= (\log L_2 - \log L_1) \times L_1 / 0.434 \times (t_2 - t_1)$  式中  $L_1, L_2$  是相邻两个时间  $t_2, t_1$  时的体长。

鳞片边缘增长率  $\alpha = (R - R_n) / (R_n - R_{n-1}) \times 100$  (式中  $R_n$  和  $R_{n-1}$  分别表示倒数第一和第二个年轮的鳞长半径)。

## 2 结果

### 2.1 年龄的鉴定

**2.1.1 鳞片的形态特征** 倒刺鲃的鳞片属于中、大型圆鳞,呈近六边形,整个鳞片可分为前区、后区和侧区。前侧区比后侧区宽,后侧区比前侧区长,约占鳞径的 2/3,放射沟不与鳞片边缘垂直而呈一定的角度。鳞片上环片呈同心圆排列,形成逐年的生长带。鳞片后区的环纹则变成许多不规则的颗粒状突起。

**2.1.2 年轮特征** 由于鱼类的生长受环境节律变化的影响而呈周年性变化,这些周年性变化反映在鳞片、耳石等硬组织上即形成有规律的轮纹。夏季鱼体生长快,鳞片形成疏松宽带,

冬季生长慢,形成致密窄带,一疏一密形成一个年轮。倒刺鲃的年轮特征属疏密切割型。一般在性未成熟阶段,环片表现为疏密结构,在侧区和环片上的增生有时是上一年环片的自然延续。其区别是新生部分向外缘散开而表现为稀疏,在性成熟后的阶段,年轮多为切割特征,此处环片也常紊乱。疏密和切割结构同在一个年轮处出现,此时切割区域内缘呈密环,外缘呈疏环,这在鳞片侧区和后区的交界处尤为明显。

副轮是非周期性发生的。其轮圈不完整,仅在鳞片的侧区和前区的局部出现,在高龄鱼(5 龄以上)不常见。同一尾鱼并非每个鳞片都有副轮,因此很容易区别。

**2.2 群体组成** 年龄组成 西江流域 376 尾倒刺鲃的年龄组成以 0~2 龄鱼为主,占总标本尾数的 73.67%,3~5 龄鱼占 19.14%,6~10 龄鱼较少,占 6.64%,大于 11 龄以上的鱼极为罕见,仅占 0.53%。

体长组成:按所获得的 376 尾标本做体长分布,则多数落在 11.5~29.5 cm 处,占总尾数的 63.30%;次之为 29.5~38.5 cm,占总尾数的 13.83%。采集到的最大雄鱼个体体长为 59.5 cm,体重为 5 250 g,雌鱼体长为 69 cm,体重为 8 250 g。

北江 54 尾倒刺鲃的年龄组成以 0~3 龄为主,占总尾数的 66.67%,尤以 2 龄鱼占多数,达总数的 25.93%。

**2.3 年轮形成时期** 采用 Hass 等<sup>[13]</sup>的边缘增长率分析法,应用鳞片边缘增长率  $\alpha = (R - R_n) / (R_n - R_{n-1}) \times 100$ ,计算各龄组  $\alpha$  平均值的变化。倒刺鲃新年轮刚形成时, $\alpha$  平均值较小。当  $\alpha$  平均值显著增大时,则表示新年轮即将出现<sup>[14]</sup>。从  $\alpha$  的周年变化来看,西江流域的倒刺鲃的鳞片年轮每年形成一次,出现新年轮的主要时期是 4~6 月,这从 4、5 月分别获得刚刚形成新年轮的标本可以说明。在一周年内鳞片边缘增长率并不一致,自 12 月至次年 3 月, $\alpha$  值比较稳定,也就是说冬、春季倒刺鲃的鳞片增长处于缓慢状态。从 7~11 月, $\alpha$  值逐渐增加,表明夏、秋季是倒刺鲃鳞片边缘快速增长时期。

鳞片增长的周年变化,在一定程度上反映了西江流域倒刺鲃的季节生长,即夏秋季生长迅速,而冬春季生长较为缓慢(表 1)。

根据对倒刺鲃的性腺组织学研究,证实倒刺鲃的产卵期为 4~6 月,与年轮形成时期相吻合。因此,倒刺鲃各个年轮是每年形成一次。

表 1 倒刺鲃鳞片边缘增长率(%)

Table 1 The marginal increment ratio of scale of *Spinibarbus denticulatus denticulatus*

	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
α 平均值	6.36	7.38	8.00	4.38	2.30	3.60	7.92	8.79	7.74	8.97	10.18	9.27
标本数	3	5	7	12	7	4	6	11	11	7	4	22

2.4 体长与体重的相关关系 体长与体重是动物生长的两个相关变量。经散点图分析,西江流域和北江流域倒刺鲃体长与体重的关系呈幂函数相关(图 1,2),可用  $W = aL^b$  来表示。根据 430 尾实际测量的体长与体重的数据统计,通过线性回归,可分别得出西江流域与北江流域倒刺鲃体长与体重的关系式为:

西江流域:  $W_x = 2.4984 \times 10^{-2} L^{2.9996}$  ( $r = 0.9561, P < 0.01$ )。

北江流域:  $W_b = 1.3733 \times 10^{-2} L^{2.8159}$  ( $r = 0.9253, P < 0.01$ )。

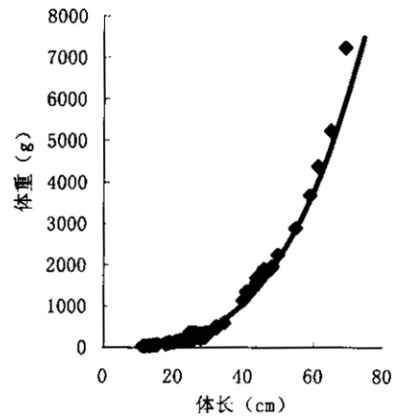


图 2 北江流域倒刺鲃体长与体重关系  
Fig.2 The relationship between body length and weight of *Spinibarbus denticulatus denticulatus* in Bei Jiang valley

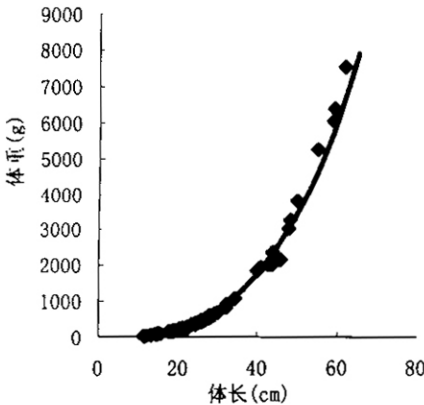


图 1 西江流域倒刺鲃体长与体重关系  
Fig.1 The relationship between body length and weight of *Spinibarbus denticulatus denticulatus* in Xijiang valley

反,第一年增长的体重最小,第二年有所增加。年增重率有随年龄的增大而逐渐增加的趋势,但增加量各龄鱼不同。第 4~5 龄增加量最大,雌鱼和雄鱼在 1~5 龄时生长差别不大,5 龄以后,体长与体重的生长是雌鱼大于雄鱼(表 2)。

以相对增长率和生长指数划分鱼类生长阶段,能够客观地反映生长特点。根据性腺组织学研究,西江流域倒刺鲃雌鱼的性成熟年龄是 5 龄,倒刺鲃 4~5 龄以前为幼鱼生长阶段,性腺尚未发育成熟或初次性成熟,生长旺盛。其体长和体重的相对增长率最大,体长生长指标最高。5~10 龄为成鱼生长阶段,生长比较稳定,所消耗的大部分食物,主要用于性腺发育和脂肪积累上,表现为相对增长率、体长和体重生长指标变化逐渐降低(表 3)。

2.5 生长阶段分析 对西江流域和北江流域倒刺鲃各龄组不分性别统计,可见体长的增长以第一年最快,第二年次之,年增长率有随年龄的增大而逐渐递减的趋势。与体长年增长率相

北江倒刺鲃的生长在1~3龄为最快,其相对增长率和生长指标均较高。到4龄以后,相对增长率和生长指标降低,生长变缓。

**2.6 繁殖** 关于性腺发育时期的划分及特征,除肉眼观察外,更主要的是通过组织学切片来区分<sup>[15,16]</sup>。根据我国学者常用的划分法,将卵巢发育分为6期。

I期:卵巢呈长线状,白色而透明。组织学

观察,卵母细胞呈多角形,细胞排列紧密,核占据卵母细胞大部分。此时肉眼不能判断雌雄。

II期:卵巢宽度增大,呈淡肉红色,后端略大。组织学观察,卵母细胞增大,排列紧密,细胞核居中央,细胞核边缘核仁数增多。此期卵巢中的卵母细胞处于小生长期。卵母细胞只是由于原生质的增加而造成细胞体积的增大,这种增大不快。卵径为37.50~159.84 μm。

表2 倒刺鲃各年龄阶段体长体重实测值和年增长  
Table 2 Measure and annual increment data of body weight and length in different ages of *Spinibarbus denticulatus denticulatus*

性别	年龄	尾数	实测体长(cm)	体长的年增长(cm)	实测体重(g)	体重的年增长(g)
西江流域	1	57	20.47 ± 2.93	20.47	228.46 ± 94.51	228.46
	2	86	27.52 ± 3.36	7.05	541.54 ± 183.82	313.08
	3	15	34.25 ± 3.33	6.73	946.53 ± 272.13	404.99
	4	11	40.02 ± 2.21	5.77	1 586.21 ± 268.22	639.68
	5	13	46.76 ± 2.01	6.74	2 510.32 ± 412.61	924.11
	6	7	49.98 ± 2.23	3.22	2 974.53 ± 404.32	464.21
	7	9	54.32 ± 5.78	4.34	4 113.67 ± 1 089.22	1 139.14
	≥8	3	55.46 ± 10.42	1.14	4 422.78 ± 2 545.36	309.11
	1	42	19.90 ± 2.88	19.90	209.09 ± 82.04	209.09
	2	92	27.87 ± 3.29	7.97	547.05 ± 187.23	337.96
	3	14	33.40 ± 3.58	5.53	915.87 ± 288.73	368.82
	4	13	40.60 ± 2.55	7.20	1 540.63 ± 364.11	624.76
	5	6	43.43 ± 2.17	2.80	2 157.14 ± 356.40	616.51
	6	3	51.50 ± 0.71	8.07	3 075.16 ± 106.07	917.86
7	3	52.25 ± 1.55	0.75	3 275.26 ± 320.16	200.10	
≥8	2	53.00 ± 6.89	0.75	3 900.26 ± 1 316.85	625.00	
北江流域	1	6	20.78 ± 3.12	20.78	245.36 ± 94.69	245.36
	2	9	28.45 ± 2.96	7.67	522.36 ± 211.45	277.00
	3	8	32.96 ± 1.65	4.51	934.67 ± 270.50	412.31
	4	4	40.23 ± 3.58	7.27	1 611.24 ± 188.59	676.57
	5	3	44.98 ± 3.36	4.75	2 456.95 ± 236.19	845.61
	6	3	50.76 ± 3.36	5.78	2 869.34 ± 546.29	412.39
	7	2	53.96 ± 4.63	3.20	4 054.63 ± 1 523.63	1 185.29
	≥8	2	54.87 ± 7.22	0.91	4 411.03 ± 653.45	356.40
	1	4	19.87 ± 3.21	19.87	212.46 ± 78.46	212.46
	2	5	26.55 ± 3.12	6.68	521.25 ± 214.46	308.79
	3	4	32.98 ± 5.63	6.43	877.68 ± 301.27	356.43
	4	2	37.65 ± 3.39	4.67	1 312.49 ± 386.41	434.81
	5	1	45.45	7.8	2 284.17	971.68
	6	-	-	-	-	-
7	1	52.31	-	3 533.21	-	
≥8	-	-	-	-	-	

-表示未采集到相关标本。

III期:卵巢由于卵母细胞的大量发育而膨大,呈圆柱形,鲜黄色,宽度约1.2 cm,长度约7

cm左右,肉眼可以看到卵粒,卵径为83.25~1 731.60 μm。组织学观察,卵母细胞中具有大

量的卵黄,核居中央,核仁增多,出现 2 层滤泡膜和 2~3 层液泡。

Ⅳ期:卵巢发育膨大,呈橙黄色,卵粒大,卵径为 1 393.00~1 798.20 μm。组织学观察,卵母细胞中出现卵黄,原质被挤到核周围和靠近细胞膜的內缘,液泡也被挤到细胞的边缘。

表 3 倒刺鲃生长阶段分析

Table 3 Analysis of growth stage of *Spinibarbus denticulatus denticulatus*

年龄	西江流域			北江流域		
	生长指标	相对增长率 (%)	相对增重率 (%)	生长指标	相对增长率 (%)	相对增重率 (%)
1*						
2*	6.18	35.62	140.42	6.09	34.52	132.44
3*	5.56	22.38	74.22	5.82	23.45	75.14
4*	6.00	19.50	69.80	5.26	16.68	69.85
5*	5.06	13.41	51.94	6.49	17.71	58.23
6*	4.52	10.40	25.29	3.78	7.83	34.58
7*	2.40	4.88	17.58	3.21	7.09	18.33
8*	1.85	3.56	11.79	1.21	2.27	7.92

Ⅴ期:卵巢发育膨大,呈袋囊状,橙黄色,卵粒大,卵巢中具有游离成熟卵。成熟卵外形近似圆球形,呈金黄色,卵质透明。未吸水的卵直径为 2 875.0~3 122.0 μm,属漂浮性卵。

Ⅵ期:卵巢体积大大缩小,组织松软,表面血管充血。卵巢内剩余的主要是一些Ⅱ期的卵母细胞以及许多已经排出卵的滤泡膜,未产出的卵母细胞很快被消化吸收。

精巢的发育与卵巢的发育基本同步,也分为 6 期。

Ⅰ期:生殖腺很不发达,呈细线状,紧贴在体腔膜上,肉眼无法判断雌雄。组织学观察,可见到分散分布的精原细胞。

Ⅱ期:呈细带状,半透明,血管不显著。组织学观察,可见到精原细胞增多,排列成束群。

Ⅲ期:呈圆杆状。此时挤压鱼腹部不会有精液流出。组织学观察,可见初级精母细胞。

Ⅳ期:呈乳白色,表面有血管分布。在晚期挤压鱼腹部会看到有乳白色的精液流出。组织学观察,可见初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞。

Ⅴ期:各精小囊内充满精子。此时提起雄鱼头部或轻压腹部时,会有大量较稠的乳白色精液从泄殖孔涌出。

Ⅵ期:精巢体积大大缩小,组织松软。精巢内剩下一些精原细胞、少量初级精母细胞和结缔组织。精巢也一般退回到第Ⅲ期,然后再次发育。

通过对 100 个卵巢检查结果,卵巢以Ⅱ期为主,达到 68%,年龄鉴别均在 4 龄以上,Ⅲ~Ⅳ期的为 17%,年龄鉴别均在 5 龄及 5 龄以上。Ⅲ~Ⅳ期是卵黄开始沉积和积累时期,此时卵细胞已趋于成熟,说明雌性倒刺鲃 5 龄性成熟。同时,在所观察的 30 个精巢中,达到第Ⅳ期的个体均不小于 3 龄,证明雄性倒刺鲃 3 龄性成熟。

### 3 小结与讨论

根据所获标本,雌性倒刺鲃要在 5 龄才能达到性成熟。根据江林源等<sup>10</sup>报道,人工养殖条件下雌性倒刺鲃的成熟年龄为 4~5 龄,可能是人工养殖条件和天然环境有所不同。人工养殖条件下由于需要投喂饲料,营养相对较为丰富,所以性腺发育的也早。因本实验所获性成熟的标本较少,性成熟年龄是否准确,尚需进一步研究。但从此次标本来看,年龄的跨度较大,多少说明该鱼的性成熟是较迟的。同时,本实验表明珠江水系倒刺鲃的繁殖季节为 4~6 月,而易祖盛等认为养殖条件下繁殖季节为 6~9 月<sup>11</sup>,这可能是两者所处的环境不同所致。

西江倒刺鲃 0~2 龄鱼占总量的 73.67%,北江倒刺鲃 0~3 龄占 66.67%,说明珠江水系低龄幼鱼捕捞强度过大。捕捞对象应以种群大量进入性成熟年龄为宜。本实验表明,雌性倒刺鲃要在 5 龄才能达到性成熟。廖伏初等<sup>17</sup>认为,盲目增船添网、非法渔具的使用以及禁渔期的非法捕捞是导致洞庭湖渔业资源下降的主要原因。鉴于目前珠江水系中倒刺鲃数量锐减,因此建议有关部门尽快制定相应的法规,划定禁渔区和禁渔期,特别是在产卵繁殖季节,更应限制捕捞,以加强繁殖保护。只有这样才能

使倒刺鲃这一优良鱼类资源得以合理利用和保护其渔业的可持续发展。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 伍文献. 中国鲤科鱼类志(下册). 北京: 科学出版社, 1977: 97.
- [ 2 ] 褚新洛. 云南鱼类志(上册). 北京: 科学出版社, 1989, 153.
- [ 3 ] 杨君兴, 陈银瑞. 倒刺鲃属鱼类物种分化的研究. 湛江水产学院学报, 1995, 15(1): 1~5.
- [ 4 ] 单乡红. 中国动物志鲤形目(下卷). 北京: 科学出版社, 2000: 42~44.
- [ 5 ] 张水波. 小网箱高密度养殖倒刺鲃实验. 渔业现代化, 1998(6): 6~7.
- [ 6 ] 罗维康, 谢志扬. 水库网箱养殖倒刺鲃试验. 广西水产科技, 2004(2): 14~15.
- [ 7 ] 唐朝晖. 池塘养殖倒刺鲃初试. 河南水产, 2004(2): 23~24.
- [ 8 ] 曾庆祥, 朱恩华, 张家海. 倒刺鲃池塘主养试验. 江西水产科技, 2004(2): 36~39.
- [ 9 ] 中国水产科学研究院珠江水产研究所. 广东淡水鱼类志. 广州: 广东科技出版社, 1991, 141~143.
- [ 10 ] 江林源, 余晓丽, 陈福艳等. 养殖条件下倒刺鲃的年龄与生长. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(4): 6~13.
- [ 11 ] 易祖盛, 陈湘鹂, 王春等. 倒刺鲃胚胎发育的研究. 中国水产科学, 2004, 11(1): 65~69.
- [ 12 ] 谢刚, 陈焜慈, 胡隐昌等. 倒刺鲃胚胎发育与水温 and 盐度的关系. 大连水产学院学报, 2003, 18(2): 95~98.
- [ 13 ] Hass R E, Reckslek W C. Age verification of winter flounder in Narragansett Bay. *Trans Amer Fish Soc*, 1995, 124: 103~111.
- [ 14 ] 张其永, 李福振, 杜金瑞. 厦门杏林湾鲮鱼年龄和生长的研究. 水产学报, 1981, 5(2): 121~131.
- [ 15 ] 上海水产学院. 组织胚胎学. 北京: 农业出版社, 1979, 152~161.
- [ 16 ] 苏锦祥. 鱼类学与海水养殖. 北京: 农业出版社, 1995, 307~323.
- [ 17 ] 廖伏初, 何望, 黄向荣等. 洞庭湖渔业资源现状及其变化. 水生生物学报, 2002, 26(6): 623~627.