DOI:10.15928/j.1674 - 3075.2017.01.015

# 长脂拟鲿年龄与生长研究

尹邦一<sup>1,3</sup>,代应贵<sup>1,2</sup>,范家佑<sup>1</sup>,董 坡<sup>1,2</sup>

(1.贵州大学动物科学学院,贵阳 550025; 2.贵州大学特种水产研究所,贵阳 550025;
 3.贵州省贵阳市花溪区黔陶乡农业服务中心,贵阳 550027)

**摘要:**研究长脂拟鲿的年龄和生长特征,为开展其人工养殖、种质鉴定以及资源的利用与保护提供基础资料。样 品鱼于 2013 年 2 – 10 月采自贵州境内沅江水系 **薄阳河**,共 193 尾,体长 94 ~ 209 mm、体重 9.7 ~ 59.2 g。以脊椎 骨、匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘等为年龄鉴定材料,研究了长脂拟鲿的年龄和生长特性,阐述年轮特征,计算了相对生长 率、瞬时生长率、生长常数、生长指标等生长参数。脊椎骨椎体的年轮标志最清晰,其各个生长年带的径向宽度近 似相等,为长脂拟鲿年龄鉴定的理想材料;脊椎骨椎体年轮为疏密型年轮,年轮形成的时间为 3 – 7 月。 **薄阳河** 长脂拟鲿渔获物年龄组成为 1 ~ 8 龄,2 ~ 4 龄为优势年龄组,占总样本量的 84.97%。长脂拟鲿体长与脊椎骨轮 径关系的拟合方程为 L = 60.91R + 65.709,体长与体重关系的拟合方程为  $W = 0.00074 L^{2.0935}$ 。von Bertalanfy、 Gompertz 和 Logistic 生长方程对长脂拟鲿体长、体重生长的拟合度均较高( $r^2 > 0.98$ ),以 von Bertalanfy 生长方程 拟合度最高。长脂 拟鲿 von Bertalanfy 生长方程为:  $L_i = 364.32 [1 - e^{-0.058(i+4.001)}], W_i = 170.49 [1 - e^{-0.058(i+3.094)}]^{2.0935}$ 。生长拐点年龄为 8.73 龄,拐点年龄时体长、体重分别为 190.22 mm、43.74 g。长脂拟鲿生 长可以划分为 1 ~ 5 龄、6 ~ 7 龄两个不同的生长阶段。长脂拟鲿属生长缓慢鱼类,其生长为异速生长。 关键词:长脂拟鲿;年龄;脊椎骨;生长方程;生长指标 **中图分类号**:0959.4, \$931.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1674 – 3075(2017)01 – 0094 – 07

鱼类年龄与生长的研究,可为研究其性成熟年 龄、繁殖、存活率等生活史特征积累基础数据,并可 为优化鱼类群落结构、合理利用其种质资源提供理 论依据,同时还有助于分析和了解环境对鱼类的影 响以及鱼类对环境的适应性(叶富良和张健东, 2002)。鱼类生长是其个体发育与环境条件共同作 用的结果,鱼类年龄鉴定可采用多种鉴定材料进行 相互佐证。在鲇形目鱼类中,常以脊椎骨、耳石、胸 鳍棘等作为年龄鉴定的材料(段中华和孙建贻, 1999;陈焜慈等,1999;阴双雨等,2011)。

长脂拟鲿(Pseudobagrus adiposalis)属鲇形目、 鲿科、拟鲿属(Pseudobagrus),分布于长江水系沅江、 珠江水系西江、台湾淡水河等(褚新洛等,2000;代 应贵和李敏,2006),为小型经济鱼类,肉质细嫩,味 道鲜美,深受人们喜爱。目前仅有长脂拟鲿肌肉营 养的研究报道(尹邦一等,2014),而有关长脂拟鲿 年龄与生长的研究尚未见报道。本文以采自贵州

通信作者:代应贵。E-mail: daiygui@163.com

海阳河的长脂拟鲿个体为样品,并以其脊椎骨、匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘等为年龄鉴定的材料,研究了长 脂拟鲿的年龄和生长特征,为开展其人工养殖、种质鉴定以及资源的利用与保护提供基础资料。

## 1 材料和方法

#### 1.1 样品采集

样品鱼于 2013 年 2 - 10 月采自贵州境内沅江 水系 **海阳河**,共 193 尾,体长 94 ~ 209 mm、体重 9.7 ~59.2 g。用钓钩采集鲜活样品鱼后,编号并测量 体长、称重。体长测量精确到 1mm,体重称量精确 到 0.1 g。样品鱼用福尔马林固定,再带回实验室进 行年龄鉴定和生长研究。此外,为了观察和分析长 脂拟鲿年轮形成的周期和时间,还检视了分别于 2004 年 12 月、2014 年 1 月、2014 年 11 月采自 **海阳** 河的 13、10、8 尾长脂拟鲿标本的年轮特征。

#### 1.2 年龄鉴定

解剖、选取样品鱼脊椎骨、匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘 作为长脂拟鲿年龄鉴定的材料。鱼骨取出后,于清 水中煮沸,清除残留组织,经自然干燥,然后放入有 编号的纸袋中。进行年龄鉴定时,取出鱼骨在清水 中浸泡3~5 min,吸干水分后在解剖镜下观察年轮 标志、年轮形成的周期和时间,并拍照。将胸鳍棘基

收稿日期:2015-12-26

**基金项目:**贵州省留学人员科技活动项目[黔人项目(2013)10] 资助。

作者简介:尹邦一,1989年生,男,硕士研究生,从事水产动物遗 传育种与种质资源学研究。E-mail: yby0610@163.com

部锯下 2~3 mm 的一段,在磨石上磨薄至透明状态,然后夹于玻片中置于显微镜下观察年轮的特征, 并拍照。

从该4种材料中,选取年轮标志最清晰、可供年 龄鉴定的理想材料作为长脂拟鲿年龄鉴定的主要依 据材料,进行渔获物年龄鉴定,并用测微尺测量其轮 径。同时,还以其他材料作为年龄鉴定的辅助佐证 材料。

## 1.3 数据处理

分别用线性函数、幂函数和对数函数对长脂拟 鲿体长与实测轮径的关系进行拟合,并以相关系数 最大为标准,选出最佳体长 - 轮径函数式,用于其体 长退算。采用公式  $W = aL^b$  拟合长脂拟鲿体长与体 重之间关系(殷名称,1995)。用 von Bertalanfy、 Gompertz 和 Logistic 等 3 种生长方程拟合其体长、体 重的生长过程,并从中选出拟合度最高的方程,作为 描述其体长、体重的生长方程(陈毅峰等,2002)。 同时,计算其相对生长率、瞬时生长率、生长常数、生 长指标等生长参数(殷名称,1995)。

## 2 结果与分析

#### 2.1 年轮特征及年龄鉴定

2.1.1 年轮特征 脊椎骨、匙骨、鳃盖骨和胸鳍棘的年轮特征见图 1。长脂拟鲿的年轮为疏密型年轮。



a. 脊椎骨, b. 匙骨, c. 鳃盖骨, d. 胸鳍棘 图1 长脂拟鲿的年轮特征

a. vertebra, b. cleithrum, c. opercular, d. pectoral spine

Fig. 1 Annuli characteristics of the four aging materials

### of Pseudobagrus adiposalis

(1)脊椎骨 长脂拟鲿脊椎骨椎体为双凹型, 在反射光下,椎体中央至边缘有宽的明带和窄的暗 带相间排列成清晰的同心圆环带状(图 1a)。观察 全年逐月采集长脂拟鲿标本的脊椎骨椎体,发现其 一环明带与其相邻的一环暗带构成一个生长年带。 在椎体横截面边缘位置冬季因慢速生长而形成窄的 暗带,夏秋季节因快速生长形成宽的明带。全年中, 在脊椎骨椎体横截面边缘位置由窄的暗带向宽的明 带过渡集中出现在3-7月采集的标本。因此,椎体 横截面边缘位置由窄的暗带向宽的明带过渡——暗 带边缘为长脂拟鲿脊椎骨椎体的年轮标志,该标志 每年形成1次,形成时间为3-7月。长脂拟鲿脊椎 骨椎体年轮清晰。

(2)匙骨 长脂拟鲿匙骨在透射光的照射下, 骨片较薄的区域可以看到不透明的窄带与透明的宽带,宽、窄带交接处即为一个年轮(图 1b)。长脂拟 鲿匙骨宽、窄带较为模糊。

(3) 鳃盖骨 长脂拟鲿的鳃盖骨呈不规则的扇状,在透射光下,可以看到明带与暗带相间排列,相 邻明、暗带之间的交替处即为年轮(图1c)。长脂拟 鲿低龄个体鳃盖骨轮纹较清晰,明、暗带较为明显、 容易分辨,但高龄个体鳃盖骨边缘区钙质沉积严重, 轮纹密集,乱纹、副轮较多,只能大致区分出明、暗 带。

(4)胸鳍棘 在显微镜反射光下,胸鳍棘磨片 上可以看到自中心到边缘的透明宽带和不透明窄带 相间排列,形成近似同心圆的环带,相邻的明、暗带 分界处即形成一个年轮(图1d)。长脂拟鲿胸鳍棘 年轮较清晰。

2.1.2 4种材料年龄鉴定结果的吻合率 采用脊椎骨、匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘4种材料对长脂拟鲿
193尾渔获物年龄鉴定结果的吻合率见表1,均不能达到100%。

4 种材料中,两两组合年龄鉴定结果吻合率最高的为脊椎骨-胸鳍棘,其次为脊椎骨-鳃盖骨,其他材料之间年龄鉴定结果吻合率均较低。同时,该4 种材料中,脊椎骨椎体的年轮标志最清晰,其各个生长年带的径向宽度近似相等(图 1a)。可见,脊椎骨为长脂拟鲿年龄鉴定和轮径测量的理想材料。

2.1.3 渔获物年龄组成 本实验选取脊椎骨作为 长脂拟鲿年龄鉴定的主要依据材料,并以其他3种 材料即匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘作为辅助佐证材料,对 其渔获物进行了年龄鉴定。

本研究中,长脂拟鲿渔获物 193 尾个体由 1~8 龄共计 8 个年龄组组成(表 2)。其中,1 龄组占渔 获物总个体数的 3.63%,2~4 龄组占 84.97%、为 优势年龄组,5龄组占8.29%,6~8龄组仅占 下低龄个体组成。 3.11%。可见, 海阳河长脂拟鲿种群主要由4龄以

表1 长脂拟鲿年龄鉴定的吻合率

Tab. 1 Age agreement of *Pseudobagrus adiposalis* identified by the four aging materials

材料组合	脊椎骨 – 胸鳍棘	脊椎骨 – 匙骨	脊椎骨 – 鳃盖骨	胸鳍棘 – 匙骨	胸鳍棘 – 鳃盖骨	匙骨 – 鳃盖骨
吻合率/%	82.9	60.1	71.5	63.7	67.4	67.9

#### 表 2 长脂拟鲿各年龄组体长及体重实测值

Tab. 2 Standard length and body weight of Pseudobagrus adiposalis at age

年龄/	数量/	占总尾数/	实测	体长/mm	实测体重/g		
龄	尾	%	变幅	平均值 ± 标准差	变幅	平均值 ± 标准差	
1	7	3.63	100 ~ 120	$107.57 \pm 7.76$	9.7~20.2	13.71 ±4.04	
2	58	30.05	94 ~127	112.31 ±7.18	10.6~20.5	14.34 ± 2.27	
3	67	34.72	$105 \sim 144$	$122.28 \pm 7.47$	11.5 ~ 36.3	$17.47 \pm 3.91$	
4	39	20.21	114 ~154	$136.08 \pm 9.15$	15 ~ 36.5	$21.87 \pm 5.49$	
5	16	8.29	138 ~177	154.81 ± 13.64	18.9~43.2	$30.94 \pm 7.96$	
6	2	1.04	159 ~169	$164 \pm 7.07$	31.1~32.6	$31.85 \pm 1.06$	
7	3	1.55	178 ~195	$184 \pm 9.54$	34~47.3	41.6 ± 6.85	
8	1	0.52	209	209	59.2	59.2	
总计	193	100	94 ~209	$126.07 \pm 18.32$	9.7~59.2	19.227.66	

#### 2.2 体长退算

2.2.1 体长 - 轮径关系 本研究基于脊椎骨进行 长脂拟鲿年龄鉴定的同时,还进行了脊椎骨年轮轮 径的测量。

分别用线性函数、幂函数和对数函数对长脂拟 鲿体长与脊椎骨实测轮径之间的关系进行了拟合 (表3)。结果表明,拟合度最高(相关系数 r<sup>2</sup> 最大) 的函数为线性函数,其拟合方程为:L = 60.91R + 65.709(n = 193,r<sup>2</sup> = 0.7448),本文选择该方程作为 长脂拟鲿体长 - 轮径关系的拟合方程。

2.2.2 退算体长 基于长脂拟鲿体长 - 轮径关系

的拟合方程 L = 60.91R + 65.709,根据实测脊椎骨 各年龄的平均轮径,即可计算其各实足年龄的退算 体长(表4),该退算体长可以看作长脂拟鲿各实足 年龄的平均体长。

表3 长脂拟鲿体长与脊椎骨轮径之间的函数式

 
 Tab. 3
 Relationship of standard length to vertebra annuli radius in *Pseudobagrus adiposalis*

函数	函数式	$r^2$
线性函数	L = 60.91R + 65.709	0. 7448 ( <i>n</i> = 193 )
幂函数	$L = 127.2R^{0.450}$	0.719 ( $n = 193$ )
对数函数	$L = 59.73 \ln(R) + 128.5$	0. 691 ( <i>n</i> = 193 )

表 4	长脂拟鲿的体长退算
表 4	长脂拟鲿的体长退算

Fab. 4	Back-calculated	standard	length o	of Pseudobagrus	adiposalis
--------	-----------------	----------	----------	-----------------	------------

年龄/	实测平均			各	龄退算体长 /	mm			标本数/
龄	体长/mm	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	- 尾
1	107.57								7
2	112.31	91.44							58
3	122.28	90.26	109.09						67
4	136.08	90.25	107.1	125.39					39
5	154.81	90.72	108.4	124.72	138.04				16
6	164	89.64	104.89	120.1	130.97	144.02			2
7	184	90.37	104.89	119.37	133.87	144.02	158.52		3
8	209	87.46	104.87	126.62	139.67	148.37	161.42	174.48	1
hn	1权平均	90.65	108.2	124.76	136.9	144.75	159.25	174.48	

## 2.3 体长与体重关系

采用公式  $W = aL^b$  拟合了长脂拟鲿体长与体重 之间的关系,其拟合方程为:  $W = 0.00074L^{2.0935}$ (图  $2, n = 193, r^2 = 0.7269$ )。

长脂拟鲿体长与体重的关系式中,b值明显小于3,表明其生长为异速生长。将各龄组个体的退

算体长代入体长 - 体重拟合方程,即可计算长脂拟 鲿各龄鱼个体的退算体重(表5),该退算体重可以 看作长脂拟鲿实足年龄的平均体重。

#### 2.4 生长参数

根据长脂拟鲿各实足年龄个体的退算体长和退 算体重计算的相对生长率、瞬时生长率、生长常数、 生长指标等生长参数见表6。长脂拟鲿体长、体重的相对生长率、瞬时生长率的总体趋势是随年龄增 长而下降。根据生长常数和生长指标,长脂拟鲿的 生长可以分成2个不同的阶段,分别为1~5龄和6





and body weight (W) of Pseudobagrus

adiposalis

~7龄。

表 5 长脂拟鲿各龄组体重实测值与退算值 Tab. 5 Back-calculated and observed body weight of *Pseudobagrus adiposalis* 

体重∕g	1龄	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	6 龄	7 龄
实测值	13.71	14.34	17.47	21.87	30.94	31.85	41.60
退算值	9.27	13.42	18.09	21.99	24.69	30.15	36.50

## 2.5 生长方程

2.5.1 3种生长方程 用 von Bertalanfy、Gompertz 和 Logistic 生长方程拟合的长脂拟鲿的生长方程见 表 7。3种方程的拟合程度均较高( $r^2 > 0.98$ ),因而 该 3种方程均能较好地描述长脂拟鲿体长、体重的 生长。其中,相关系数  $r^2$  以 von Bertalanfy 生长方程 最高,Gompertz 生长方程次之,Logistic 生长方程最 低。由此,本文选取 von Bertalanfy 生长方程作为长 脂拟鲿生长的拟合方程。

表 6	长脂拟鲿各年龄组的生长参数
10	

Tab.	6	Growth	parameters	for	Pseudobagrus	adiposalis	at	age
								<u> </u>

年龄/	退算体长/	退算体重/	相对生	主长率	瞬时/	主长率	生长	常数	生长	指标
龄	mm	g	体长	体长	体长	体重	体长	体重	体长	体重
1	90.68	9.27								
2	108.35	13.42	0.19	0.45	0.18	0.37	0.18	0.37	16.14	3.43
3	124.79	18.09	0.15	0.35	0.14	0.30	0.14	0.30	15.31	4.01
4	136.97	21.99	0.10	0.22	0.09	0.20	0.09	0.20	11.62	3.53
5	144.89	24.69	0.06	0.12	0.06	0.12	0.06	0.12	7.70	2.55
6	159.51	30.15	0.10	0.22	0.10	0.20	0.10	0.20	13.93	4.93
7	174.74	36.50	0.10	0.21	0.09	0.19	0.09	0.19	14.55	5.76

#### 表7 长脂拟鲿生长方程

Tab. 7 Growth functions of Pseudobagrus adiposalis

模型名称	体长生长方程	体重生长方程
von Bertalanfy	$L_t = 364.32 [1 - e^{-0.058(t + 4.001)}]$ $r^2 = 0.993$	$W_t = 170.49 [1 - e^{-0.058(t+3.994)}]^{2.0935}$ $r^2 = 0.992$
Gompertz	$L_t = 256.842 \mathrm{e}^{-1.193 \mathrm{e}^{-0.157 \mathrm{c}}} r^2 = 0.992$	$W_t = 125.648 \mathrm{e}^{-2.87 \mathrm{e}^{-0.117 \mathrm{c}}}$ $r^2 = 0.992$
Logistic	$L_t = 225.837/(1 + e^{0.610 - 0.254t})$ $r^2 = 0.991$	$W_t = 66.964/(1 + e^{2.010 - 0.309t})$ $r^2 = 0.990$





Fig. 3 Growth curves of standard length and body weight for *Pseudobagrus adiposalis* 

为了更好地体现长脂拟鲿生长随时间变化的特点,分别对其体长、体重生长方程求一阶、二阶导数,得出其生长速度方程(dL/dt,dW/dt)和生长加速度 方程(d<sup>2</sup>L/dt<sup>2</sup>,d<sup>2</sup>W/dt<sup>2</sup>):

$$dL/dt = 21.13e^{-0.058(t + 4.001)}$$
(1)

$$dW/dt = 20$$
  $70e^{-0.058(t+3.994)}$ 

 $\times \left[1 - e^{-0.058(t+3.994)}\right]^{1.0935}$ (2)

$$d^{2}L/dt^{2} = -1.23e^{-0.058(t+4.001)}$$
(3)

$$d^2 W/dt^2 = e^{-0.058(t+3.994)} \left[ 1 - e^{-0.058(t+3.994)} \right]^{0.0935}$$

$$\times \left[ 2.51 e^{-0.058(t+3.994)} - 1.20 \right]$$
(4)

根据生长速度方程和生长加速度方程,绘制的 长脂拟鲿体长、体重生长速度曲线及生长加速度曲 线见图4、图5。





Fig. 4 Growth speed and growth acceleration curves of standard length for *Pseudobagrus adiposalis* 



## 图 5 长脂拟鲿体重生长速度曲线和生长加速度曲线 Fig. 5 Growth speed and growth acceleration curves of body weight for *Pseudobagrus adiposalis*

长脂拟鲿体长生长速度曲线、生长加速度曲线 均无拐点。体长生长速度随年龄增长逐渐下降,且 趋向于"0",而体长生长加速度一直处于"0"线以 下,并随年龄增加而上升。这表明长脂拟鲿体长生 长加速度小于0并随生长而递增,而体长生长速度 在出生时最大,然后随着年龄增加体长生长始终处 于减速状态。

长脂拟鲿体重生长速度曲线、生长加速度曲线 均有一个拐点,拐点年龄为8.73龄,该拐点年龄对 应的体长、体重分别为190.22 mm、43.74g。因此, 当长脂拟鲿个体年龄小于8.73龄时,体重生长处于 加速阶段,即体重生长速度逐渐增加;当年龄达到 8.73龄时,体重生长加速度为0,体重生长速度达最 大值;当年龄大于8.73龄时,其体重生长加速度变 为负值,即体重生长速度进入了递减阶段。

## 3 讨论

#### 3.1 年龄鉴定材料

鱼体硬组织材料常被用于进行鱼类个体年龄的 鉴定,这些材料包括鳞片、耳石、脊椎骨、匙骨、鳃盖 骨、鳍条等(殷名称,1995)。鲇形目鱼类没有鳞片, 故只能以其他硬组织材料作为其年龄鉴定的材料。 鲇形目鱼类胸鳍棘年轮较清晰,已先后被用于对大 鳍鳠(Mystus macropterus)(王德寿和罗泉笙,1993)、 粗唇鮠(Leiocassis crassilabris)、长吻鮠(L. longirostris)、瓦氏黄颡鱼(Pelteobaggrus vachelli)(陈康贵 等,2002)等进行年龄鉴定。段中华和孙建贻 (1999)采用脊椎骨、耳石、胸鳍棘对瓦氏黄颡鱼进 行了年龄鉴定,结果显示,该3种材料年龄鉴定结果 的吻合度较高,脊椎骨因易于制作、方便快捷而成为 其最适宜的年龄鉴定材料。陈焜慈等(1999)对珠 江斑鳠(Mystus guttatus)的研究则表明,鳃盖骨为其 理想的年龄鉴定材料。

本研究中,选用脊椎骨、匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘等 4种材料对长脂拟鲿进行了年龄鉴定。长脂拟鲿匙 骨轮纹颜色较浅、较模糊,不易观察年轮,故不宜作 为其年龄鉴定的主要材料;低龄个体鳃盖骨轮纹较 清晰,易于识别年轮,但高龄个体鳃盖骨边缘区钙质 沉积严重,轮纹密集,不易辨清;胸鳍棘年轮较易辨 识,但制作磨片较难;脊椎骨材料制作较容易,其第 5~10节脊椎骨形状规则、大小相近,在入射光下椎 体横截面轮纹清晰,易于判别年轮标志,而且各个生 长年带的径向宽度约相等,因而是长脂拟鲿年龄鉴 定和轮径测量的理想材料。由此,本文选取脊椎骨 为长脂拟鲿年龄鉴定的主要材料,而以匙骨、鳃盖骨 和胸鳍棘作为辅助佐证材料。

#### 3.2 年龄鉴定结果的可靠性

年轮是鱼类年龄鉴定的主要依据,年轮表现为 鱼体鳞片、鳍棘、脊椎骨、鳃盖骨、匙骨、耳石等硬组 织上的特殊轮纹标志。鱼类年轮形成于鱼类个体在 一年四季中生长速率的不均衡性,主要有疏密型、切 割型、碎裂型、间隙型等年轮类型(殷名称,1995)。 在鱼类硬组织上除形成年轮外,有时还形成副轮、幼 轮或生殖轮等。与副轮、幼轮和生殖轮相比,年轮具 有清晰性、完整性、连续性和重复出现等特点。鱼类 年龄的准确鉴定以正确的年轮识别为基础。正确的 年轮识别不但取决于对年轮标志和特点的细致判 别,还必须采用边缘生长率法对年轮形成的周期和 时间进行观察以核实年轮形成的年周期性(谢小 军,1987;王德寿和罗泉笙,1993)。同时,多数研究 者还通过不同判读者或对鱼类多种年龄鉴定材料、 多枚鳞片的重复判读来降低年龄鉴定的人为主观影 响,使鱼类年龄鉴定结果符合真实的客观实际,避免 出现误差(熊飞等,2006)。

99

本研究中,观察了长脂拟鲿脊椎骨、匙骨、鳃盖 骨、胸鳍棘等4种材料上清晰、完整、连续的年轮的 标志特征。这4种材料中,以脊椎骨年轮标志最清 晰,在入射光下其椎体横截面上每个生长年带均由 宽的明带和窄的暗带组成。其中,窄的暗带形成于 冬季,其他月份则形成为宽的明带,从暗带到明带的 过渡即为年轮标志。在全年采集的长脂拟鲿标本 中,在脊椎骨椎体横截面边缘位置出现年轮标志的 个体主要为3-7月采集的标本。可见,长脂拟鲿脊 椎骨年轮标志每年仅形成1次,形成的时间为3-7 月。因此,本文选择以脊椎骨为材料对长脂拟鲿进 行年龄鉴定是可信的。同时,为了避免年龄鉴定中 因人为主观影响引起误差,对长脂拟鲿同一个体,除 以脊椎骨为材料进行年龄鉴定外,作者还对其另外 3种材料即匙骨、鳃盖骨、胸鳍棘等进行年龄的重复 判读以提供佐证,从而确保本研究中长脂拟鲿年龄 鉴定结果的准确、可靠。

### 3.3 生长特性

鱼类体长和体重的生长具有相关性。鱼体生长 过程中体长和体重的关系,是鱼类基础生物学研究 的重要内容,同时这对渔业生产也具有指导意义。 在鱼类体长 - 体重相关式  $W = aL^b$ 中,若指数 b 值 等于或接近 3,则表明该种鱼类生长为等速生长(殷 名称,1995)。长脂拟鲿体长 - 体重关系式中"b"为 2.0935、显著小于 3,可见其生长为异速生长。长脂 拟鲿的拐点年龄为 8.73 龄,与同属鲇形目鲿科的其 他鱼类相比,小于斑鳠的拐点年龄(12.36 龄)(陈焜 慈等,1999),但显著大于黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)(  $\delta$ 3.1 龄、Q3.6 龄)(李秀启等,2006)、瓦 氏黄颡鱼(  $\delta$ 4.98 龄、Q4.22 龄)(段中华和孙建 贻,1999)的拐点年龄。因此,长脂拟鲿的快速生长 期较黄颡鱼和瓦氏黄颡鱼长,但短于斑鳠。

Branstetter(1987)认为,*k* 值为0.05~0.10 的鱼 类是生长缓慢鱼类,0.10~0.20 的为均生长种, 0.20~0.50 的是快速生长鱼类。长脂拟鲿 *k* 值为 0.058,应属生长缓慢鱼类。其生长速度慢于同属鲇 形目的黄颡鱼(李秀启等,2006)和大口鲇(Silurus meriaionalis)(谢小军,1987)。

#### 参考文献

- 陈康贵, 王德寿, 王瑞兰, 2002. 对胸鳍棘鉴定鱼类年龄方 法的技术改进——简易脱钙切片法[J]. 动物学杂志, 37(5): 46-48.
- 陈焜慈, 邬国民, 李恒颂, 等, 1999. 珠江斑鳠年龄和生长的研究[J]. 中国水产科学, 6(4): 62-66.
- 陈毅峰,何德奎,曹文宣,等.2002,色林错裸鲤的生长[J]. 动物学报,48(5):667-676.
- 褚新洛,郑葆珊,戴定远,等,1999. 中国动物志 硬骨鱼 纲 鲇形目[M]. 北京:科学出版社:66 67.
- 代应贵,李敏,2006. 梵净山及邻近地区鱼类资源的现状 [J]. 生物多样性,14(1):55-64.
- 段中华, 孙建贻, 1999. 瓦氏黄颡鱼年龄与生长的研究[J]. 水生生物学报, 23(6): 617-623.
- 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[J]. 动物学报, 52(2): 263-271.
- 王德寿, 罗泉笙, 1993. 嘉陵江大鳍鳠的年龄和生长的研究[J]. 水生生物学报, 17(2): 157-165.
- 谢小军,1987. 嘉陵江南方大口鲇的年龄与生长的初步研究 [J]. 生态学报,7(4):359-367.
- 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[J]. 水生生物学报,30(2):185 -191.
- 叶富良, 张健东, 2002. 鱼类生态学[M]. 广州: 广东高等 教育出版社.
- 尹邦一,代应贵,董坡,2014. 长脂拟鲿含肉率及肉质营养 评价[J]. 淡水渔业,44(3):85-89.
- 殷名称,1995. 鱼类生态学[M]. 北京:中国农业出版社.
- 阴双雨, 刘明典, 田辉伍, 等. 2011. 中华鲱鲇年龄鉴定及 生长特征[J]. 动物学杂志, 46(2): 12-21.
- Branstetter S, 1987. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the Northwestern Gulf of Mexico[J]. Copeia, (4): 964-974.

(责任编辑 张俊友)

## Age Structure and Growth Characteristics of Pseudobagrus adiposalis

YIN Bang-yi<sup>1,3</sup>, DAI Ying-gui<sup>1,2</sup>, FAN Jia-you<sup>1</sup>, DONG Po<sup>1,2</sup>

(1. College of animal sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, P. R. China;

2. Special Fisheries Research Institute, Guizhou University, Guiyang 550025, P. R. China;

3. Agricultural Service Center of Qiantao, Huaxi District, Guiyang 550027, P. R. China)

Abstract: Pseudobagrus adiposalis (Pseudobagrus, Bagridae, Siluriformes) is an economic fish of small size and high nutritional value, inhabiting the Yuanjiang River in the Yangtze River basin, the Xijiang River in the Pearl River basin and the Danshui River in Taiwan. In this research, the age structure and growth characteristics of P. adiposalis were studied for the first time to provide basic data to support the artificial culture, germplasm identification, resource utilization and conservation of the species. A total of 193 P. adiposalis specimens, standard length 94-209 mm and body weight 9.7-59.2 g, were collected from the Wuyang River (a tributary of the Yuanjiang River) in Guizhou from February to October, 2013. The annuli characteristics of vertebra, cleithrum, opercular and pectoral spine in P. adiposalis were observed under a microscope, and the age of each specimen was determined based on each of the four age validation materials. Growth parameters, including relative growth rate, instantaneous growth rate, growth constant, growth index were calculated. Of the four age validation materials, the vertebra, with the most distinct annuli and consistent annual growth, was the best age identification material for P. adiposalis. The sparse-dense type of vertebra annuli typically form from March to July. The P. adiposalis population in the Wuyang River ranged in age from 1 year to 8 years, dominated by individuals of 2-4 years (84.97%). The relationship between the standard length (L) and vertebra annuli radius (R) was described as: L = 60.91R +65.709, and relationship between the body weight (W) and standard length (L) was described as: W = 0.00074 $L^{2.0935}$ . The von Bertalanffy, Gompertz and Logistic growth functions all describe *P. adiposalis* growth very well  $(r^2 > 0.98)$  and the von Bertalanffy equation was,  $L_t = 364.32 [1 - e^{-0.058(t+4.001)}]$ ,  $W_t = 170.49 [1 - e^{-0.058(t+4.001)}]$  $e^{-0.058(t+3.994)}$ ]<sup>2.0935</sup>. The growth inflexion point occurred at 8.73 years, with a standard length of 190.22 mm and body weight of 43.74 g. The growth of P. adiposalis is slow and allometric and naturally divides into two phases. 1-5 years and 6-7 years.

Key words: Pseudobagrus adiposalis; age; vertebra; growth function; growth index