

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2012.00229

广西龟石水库大眼鳊的年龄与生长特征

刘凌志^{1,2}, 李桂峰¹, 陈石娟^{1,2}, 卢薛¹, 罗渡¹, 王贺¹

1. 中山大学 生命科学学院, 水生经济动物研究所, 广东省水生经济动物良种繁育重点实验室, 有害生物控制与资源利用国家重点实验室, 广东 广州 510275;

2. 华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642

摘要: 2008年9月-2009年8月, 在广西龟石水库用刺网逐月采集大眼鳊(*Siniperca kneri*)标本 688尾, 摘取鳞片作为年龄鉴定的主要材料, 摘取鳃盖骨和臀鳍第二鳍棘作为年龄鉴定的辅助材料, 研究大眼鳊的年龄特征, 并采用 von Bertalanffy 生长方程描述了大眼鳊的生长特性, 为合理利用和保护库区大眼鳊资源提供科学依据和理论参考。结果表明, 以鳞片作为大眼鳊年龄的鉴定材料较可靠, 年轮特征显示为疏密型和断裂切割型, 年轮主要形成时期在4-6月, 年轮的形成与繁殖有关; 年龄组成为0~4龄, 0龄和1龄鱼占标本总数的93.32%; 体长(L)与鳞径(R)的回归方程为: $L=24.47R+4.0212$ ($r=0.9819$, $n=623$); 体长(L)与体质量(W)的回归方程为: $W=0.0177 \times L^{3.0876}$ ($r=0.9791$, $n=688$); 体长、体质量的 von Bertalanffy 生长方程为: $L_t=59.04[1-e^{-0.2692(t+0.2519)}]$, $W_t=5196.88 [1-e^{-0.2691(t+0.2638)}]^{3.0876}$ 。分析龟石水库大眼鳊资源现状, 认为渔获物中低龄个体占绝对优势与库区无节制捕捞有关。为保护与合理利用库区大眼鳊资源, 建议将库区大眼鳊的最小捕捞年龄定为3龄, 捕捞规格定为990g以上。

关键词: 大眼鳊; 年龄; 生长; 龟石水库

中图分类号: S96

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2012)02-0229-08

大眼鳊(*Siniperca kneri*)属鲈形目(Perciformes), 鲈科(Serranidae), 鳊属, 俗称桂花鱼、白桂等, 是一种具有重要经济价值的凶猛肉食性鱼类, 分布于中国长江及其以南水系, 为中国特有种。国内关于大眼鳊生物学和生态学的研究主要包括大眼鳊的食性^[1]、幼体发育^[2]及早期生活习性^[3]等, 仅叶富良等^[4]、谢从新^[5]和陈军等^[6]研究了大眼鳊的年龄和生长。然而关于广西龟石水库大眼鳊的年龄和生长研究至今没有相关报道, 这将不利于库区大眼鳊资源的合理利用和保护。

龟石水库位于广西省富川县, 正常水面3922hm², 总库容5.95×10⁸m³。大眼鳊是库区主要的渔业捕捞对象之一, 其资源量比较丰富, 但近几

年, 由于过度捕捞等原因, 大眼鳊的资源量呈下降的趋势, 在渔获物中已出现低龄化和小型化的现象。鉴于此, 本研究对龟石水库大眼鳊的年龄和生长关系进行分析, 以探讨库区大眼鳊的生长情况, 为进一步评估库区大眼鳊资源及对其合理开发利用和保护提供科学的依据和参考。

1 材料与方法

2008年9月-2009年8月, 在龟石水库逐月采样, 共收集到大眼鳊标本688尾, 采样工具为刺网, 网目为3~6cm。全部个体测量体长、全长和体质量, 长度精确到1mm, 体质量精确到0.1g。每尾个体摘取鳞片8~10枚, 用于鉴定年龄, 鳞片

收稿日期: 2011-06-28; 修订日期: 2011-10-08.

基金项目: 广东省科技计划项目(2008A020100003); 广东省科技计划项目(2007A020300001); 广东省海洋与渔业局科技计划项目(200601G02).

作者简介: 刘凌志(1982-), 男, 硕士研究生, 主要从事淡水鱼类资源保护与利用研究.

通信作者: 李桂峰, 教授. E-mail: liguif@mail.sysu.edu.cn

摘取部位参照谢从新的研究^[5]。随机取其中 157 尾个体的双侧鳃盖骨和臀鳍第二鳍棘作为鉴定年龄的辅助材料。用鳞片鉴定年龄时,根据环片的疏密、切割、环片缺失及破碎等特征确定年轮。所用年龄为实际年轮读数,用 1、2、3……表示。用显微镜观测和测量鳞径和各年轮的轮距,以鳞焦到前区边缘的直线距离为鳞径,鳞焦到各年轮的半径为轮径。

2 结果与分析

2.1 年龄鉴定

2.1.1 年龄特征 大眼鳊的鳞片为圆鳞,近长矩形,较小,前区边缘较平直,有数条呈辐射状排列的嵴,前区环片在各嵴之间呈瓦片状排列。后区环片排列较规则,只是在靠边缘处的环片破碎,侧区环片较平直,环片间呈平行状排列。

大眼鳊鳞片上环片群构成的年轮特征主要包括疏密和断裂切割等,前区和后区有明显的不同。前区年轮特征表现为环片排列的“内密外疏”;在春夏季快速生长的阶段,后区和侧区的环片形成完整的闭合环纹,当冬季缓慢生长时,前区环片排列紧密,环片在后区和侧区的交界处断裂,当生长恢复正常时,环片又变成连续的。因此,后侧区的年轮特征表现为断裂切割型。侧区的年轮标志则是由次年生长带的第 1、2 条环片消失、残缺,在透射光下形成 1 条完整或连续的亮带;或由前一年生长带最后几条环片重叠形成的 1 条粗黑带。各区的年轮相互连贯,基本构成连续、完整的轮圈(图 1)。

在一些鳞片上可以看到因生长受阻造成的副轮,但副轮不具备上述典型特征,且不完整,易

于区别。共观察 688 尾鱼的鳞片,没有发现生殖轮和幼轮。

鳞片和鳃盖骨、鳞片和鳍棘的年龄读数吻合率分别达到 94.26%和 89.81%,说明用鳞片作为鉴定大眼鳊的年龄材料是可靠的。考虑到取材和材料处理鉴定的方便,用鳞片鉴定大眼鳊年龄是较好的选择。

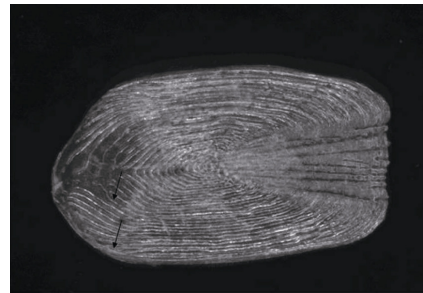


图 1 大眼鳊的鳞片(箭头示年轮)

Fig. 1 Scale of bigeye mandarinfish (arrow shows scale annuli)

2.1.2 年轮形成时期 大眼鳊年轮形成时期在 3–7 月(表 1),主要形成期为 4–6 月。根据观察,4–7 月尚处于年轮形成期的个体大多属于性成熟个体,说明大眼鳊性成熟个体的生殖生长影响了正常的生长速度,年轮的形成与生殖有关。

2.2 生长分析

2.2.1 渔获物年龄组成及体长体重分布 龟石水库大眼鳊年龄组成为 0~4 龄,0 龄个体占样本总量的 53.20%,1 龄个体占 40.12%,2 龄个体占 5.96%,而 3 龄以上个体仅占 0.72%(表 2)。说明当年鱼和 1 龄鱼都已进入渔获物,3 龄以上大眼鳊成鱼的数量很少。

大眼鳊体长分布范围为 11.25~41.5 cm,统计值为(18.95±4.06) cm。其中优势体长组为 15~21

表 1 大眼鳊年轮形成时期(2009 年)
Tab. 1 Annuli formation time of bigeye mandarinfish (2009)

项目 item	月份 month						
	2月 Feb.	3月 Marth	4月 Apr.	5月 May	6月 June	7月 July	8月 Aug.
样本数 nos. of samples	54	22	86	131	38	77	32
形成新轮尾数 nos. of newly-formed annuli	0	1	56	122	36	77	0
新轮出现率/% percentage of newly-formed annuli	0	4.54	61.12	93.12	94.74	100	0

表 2 大眼鳊体长和体质量分布
Tab.2 Composition of body length and body weight of bigeye mandarinfish

鱼龄/a age	n	体长/cm body length		体质量/g body weight		尾数百分比/% number rate	质量百分比/% weight rate
		范围 range	均值 average	范围 range	均值 average		
0	366	11.25-21.48	16.58±2.25	29.1-253.7	110.19±44.22	53.2	31.91
1	276	14.43-27.30	20.41±2.57	65.2-499.7	205.58±88.27	40.12	44.89
2	41	24.25-31.25	27.85±1.67	308.5-791.5	529.26±95.30	5.96	17.58
3	4	32.43-37.57	35.48±2.26	830.6-1502.1	1213.08±280.39	0.58	3.84
4	1	41.5	41.50±0.00	2257.8	2257.8±0.00	0.14	1.78
总计 total	688	11.25-41.50	18.95±4.06	29.1-2257.8	183.47±166.75	100	100

cm, 占样本总数的 70.49%。体质量的分布范围为 29.1~2 257.8 g, 统计值为(183.47±166.75) g, 优势体质量组在 100~300 g 之间, 占总样本数量的 62.12%。各龄组的体长、体质量分布见表 2。

2.2.2 体长与鳞径的关系 将大眼鳊标本各体长组(组距为 1cm)平均体长与其相应的平均鳞径拟合绘制散点图(图 2), 经分析表明, 体长与鳞径之间呈显著的线性关系。经计算求得体长与鳞径的直线回归方程为: $L=24.47R+4.021 2$ ($r=0.981 9$, $n=623$)。

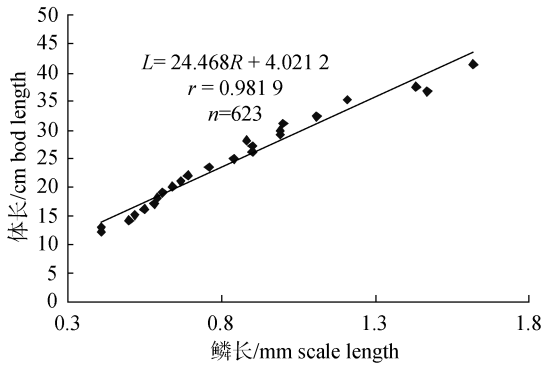


图 2 大眼鳊体长与鳞径的关系

Fig.2 Relationship between body length and scale radius of bigeye mandarinfish

2.2.3 体质量与体长的关系 大眼鳊的体质量与体长呈幂函数关系(图 3), 以大眼鳊的实测体长和体质量求得两者的关系式为:

$W=0.017 7L^{3.087 6}$ ($r=0.979 1$, $n=688$), 其中, W 表示体质量, L 表示体长。

式中 b 值接近于 3, 说明大眼鳊总体上属于匀速生长的鱼类。

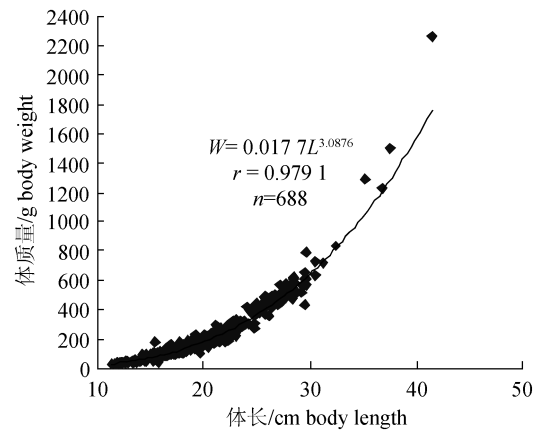


图 3 大眼鳊体质量与体长的关系

Fig.3 Relationship between body weight and body length

2.2.4 生长方程 由于大眼鳊总体上属于匀速生长类型, 因此其生长特性可用 Von Bertalanffy 方程进行描述。体长和体质量的生长方程分别为:

$L_t=L_{\infty}[1-e^{-k(t-t_0)}]$; $W_t=W_{\infty}[1-e^{-k(t-t_0)}]^b$ 。式中, L_t 、 W_t 分别表示年龄为 t 时的体长和体质量, L_{∞} 、 W_{∞} 分别表示为渐进体长和渐进体质量; K 为生长曲线的曲率参数, t_0 为理论生长起始时间, 即理论上体长和体质量等于零时的年龄, 是一个假定的理论常数。

根据各龄组退算体长和退算体质量的均值按最小二乘法原理列回归方程分别求得各参数值如下:

$L_{\infty}=59.04$ cm, $K=0.269 2$, $t_0=-0.251 9$;

$W_{\infty}=5 196.88$ g, $K=0.269 1$, $t_0=-0.263 8$;

将上述各参数值分别代入 von Bertalanffy 方程可得到大眼鳊的体长和体质量的生长方程分别为:

$L_t=59.04[1-e^{-0.269 2(t+0.251 9)}]$,

$$W_t = 5196.88[1 - e^{-0.2691(t+0.2638)}]^{3.0876}$$

将实测体长和体质量、退算体长和体质量, 及用生长方程计算获得的理论体长和体质量进行比较(表 3, 表 4), 以检验生长方程描述生长的可靠性。

表 3 大眼鳊体长实测值、退算值与理论值的比较
Tab.3 Comparison among real value, calculation value and theoretical value in body length

项目 item	鱼龄/a age			
	1	2	3	4
实测体长 observed body length	20.41	27.85	35.48	41.50
退算体长 calculated value	16.87	26.78	34.49	40.23
理论体长 theoretical value	16.89	26.84	34.44	40.24

表 4 大眼鳊体质量实测值、退算值与理论值的比较
Tab.4 Comparison among real value, calculation value and theoretical value in weight

项目 item	鱼龄/a age			
	1	2	3	4
实测体质量 observed body weight	205.6	529.26	1213.08	2257.8
退算体质量 calculated value	109.59	453.73	994.68	1592.88
理论体质量 theoretical value	111.56	460.63	990.07	1597.78

经 t 检验, 大眼鳊实测体长、退算体长和理论体长之间差异不显著($P > 0.05$), 实测体质量、退

算体质量和理论体质量之间差异也不显著($P > 0.05$), 从整体上可以说明上述生长方程能够较好地描述大眼鳊的生长规律。

根据体长和体质量的生长方程绘出大眼鳊体长和体质量的生长曲线(图 4)。从图中可以看出, 大眼鳊的体长生长与年龄呈非线性关系, 其曲线为 1 条不具拐点的渐近线, 该曲线开始上升快而后变为缓慢, 趋向于一个极限值; 体质量生长曲线是一条具有拐点的不对称近似 S 形渐进曲线。拐点年龄 t 为 3.93 年。

2.2.5 生长速度和生长加速度 体长和体质量生长方程反映了大眼鳊生长过程的总和, 为了进一步探讨各龄鱼生长过程的变化特征, 可进一步采用生长速度和加速度方程进行分析。将大眼鳊体长、体质量生长方程对年龄 t 一阶求导和二阶求导, 得出体长和体重的生长速度和加速度方程。

体长的生长速度和加速度方程分别为:

$$dL/dt = L_{\infty} k e^{-k(t-t_0)} = 15.89 e^{-0.2691(t+0.2519)}$$

$$d^2L/d^2t = -L_{\infty} k^2 e^{-k(t-t_0)} = -4.28 e^{-0.2691(t+0.2519)}$$

体质量的生长速度和加速度方程分别为:

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

$$= 4317.95 e^{-0.2691(t+0.2638)} [1 - e^{-0.2691(t+0.2638)}]^{2.0876}$$

$$d^2W/d^2t = W_{\infty} b k^2 e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-2} [b e^{-k(t-t_0)} - 1]$$

$$= 1161.96 e^{-0.2691(t+0.2638)} [1 - e^{-0.2691(t+0.2638)}]^{1.0876} [3.0876 e^{-0.2691(t+0.2638)} - 1]$$

根据体长、体质量的生长速度和加速度方程绘出曲线, 如图 5-图 7 所示。

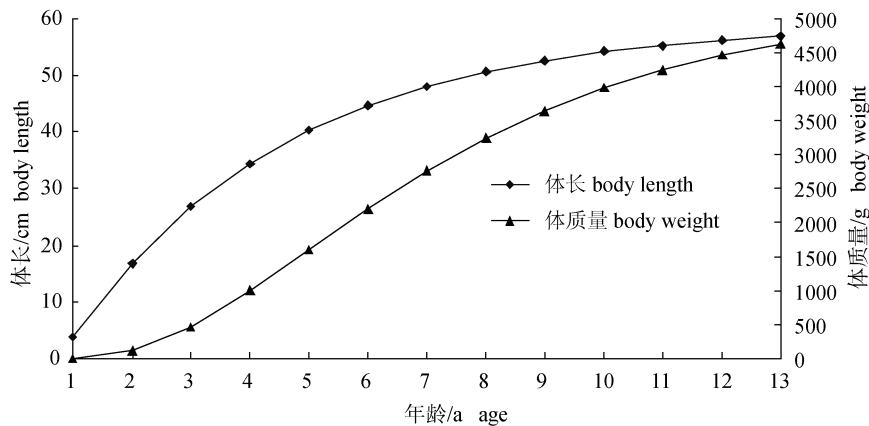


图 4 大眼鳊体长、体质量与年龄的生长曲线

Fig.4 Growth curves of bigeye mandarinfish in body length and body weight

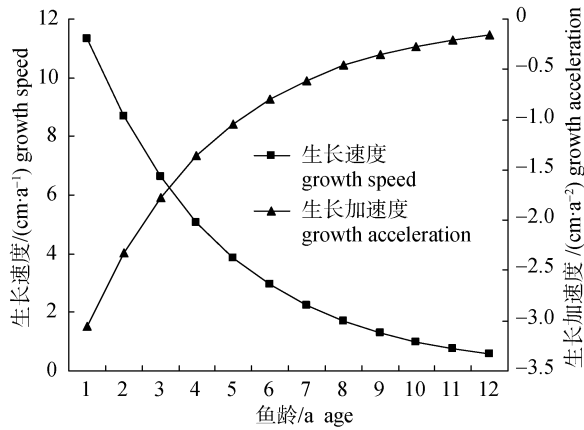


图 5 大眼鲈体长生长速度和加速度曲线

Fig.5 Growth speed and acceleration curves of bigeye mandarinfish in body length

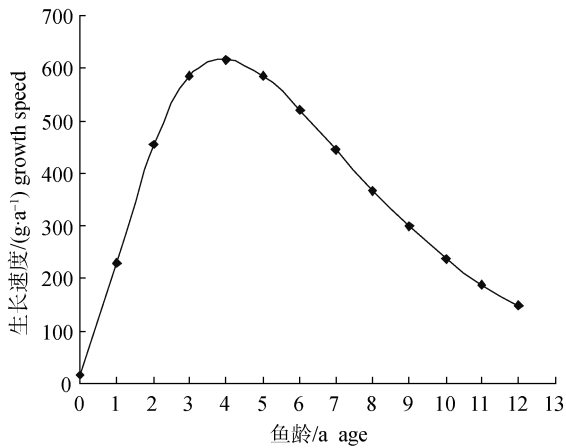


图 6 大眼鲈体质量生长速度曲线

Fig.6 Growth speed curve of bigeye mandarinfish in body weight

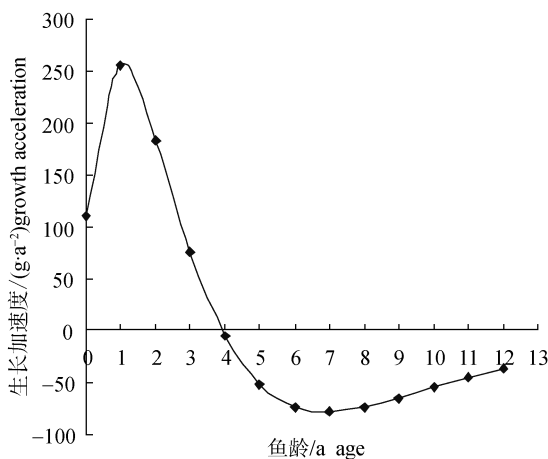


图 7 大眼鲈体质量生长加速度曲线

Fig.7 Growth acceleration curve of bigeye mandarinfish in body weight

由图 5-图 7 可知, 随着年龄的增长, 体长的生长速度曲线逐渐下降, 而生长加速度曲线却逐渐上升, 但均为负值, 表明体长生长速度随着年龄的增加而下降, 其递增速度渐趋缓慢。体质量生长速度和加速度曲线均具一个拐点, 经计算求得拐点年龄为 3.93 龄, 此时的体质量生长速度达到最大, 相应的体长和体质量分别为 39.89 cm、1 554.81 g。当 $t < 3.93$ 龄时, 体质量生长速度逐渐上升, 生长加速度逐渐下降, 但都为正值, 表明 3.93 龄以前是大眼鲈种群体质量生长的递增阶段, 但递增速度渐趋缓慢; 当 $t = 3.93$ 龄时, 体质量生长速度达到最大值, 而此时的生长加速度为 0; 当 $t > 3.93$ 龄时, 体质量生长速度和加速度均下降, 而且加速度为负值, 表明此时是种群体质量生长的递减阶段; 约 7 龄时, 体质量加速度降至最低点, 然后又逐渐上升, 但仍为负值, 表明其递减速率亦渐趋缓慢, 个体生长进入衰老阶段。此后体长和体质量逐渐趋向渐进值, 而它们的生长速度和加速度均逐渐趋于 0。

3 讨论

3.1 关于年龄鉴定材料的选择

关于鱼类年龄和生长的研究, 历史已久, 鉴定鱼类年龄的材料也有许多种, 而且不同的鱼类选用的年龄鉴定材料有所不同。一直以来, 国内大部分相关研究都认为鳞片是鱼类年龄鉴定的可靠材料, 除了少数无鳞或鳞片上年轮特征不明显的种类外, 通常都用鳞片作为年龄鉴定材料, 偶尔用耳石、鳃盖骨、脊椎骨等作为年龄鉴定的佐证。而国外许多相关研究表明, 利用耳石鉴定鱼类的年龄比鳞片准确^[7-9], 而且也有不少研究表明, 鳞片通常低估高龄个体的年龄, 只适用于鉴定低龄鱼的年龄^[10-11], 因此他们通常以耳石作为年龄鉴定材料。但具体问题应具体分析, 不同的鱼类选取最合适的年龄鉴定材料不同, 需要通过实验验证方可找到最合适可靠的材料。

对于鲈属这种鳞片细小的鱼类, 一般采用鳃盖骨、鳍棘等组织作为鉴定年龄的材料^[12-14], 本实验参考叶富良等^[4]及谢从新^[5]的方法将鳞片作

为鉴定大眼鳊年龄的主要材料,同时用鳃盖骨和鳍棘作为年龄鉴定的对照材料。通过 3 种材料年轮特征的对比发现,鳃盖骨的年轮特征比较明显,但在后期形成的轮纹存在很多干扰,假年层较多,年轮和其他假年层并行排列,易造成误判;鳍棘磨片轮纹清晰,容易判读,但磨片制作工序复杂,打磨鳍棘较为困难,厚薄不易把握,打磨鳍棘时容易将轮纹磨掉,而且磨片不规则,可能影响鉴定的效果;鳞片的轮纹清晰,环片较为规则,规律性强,年轮特征明显,易判读,而且和鳃盖骨、鳍棘年龄读数的吻合率也比较高,说明了用鳞片鉴定大眼鳊年龄的可靠性。鳞片的摘取和处理鉴定方便,而且不损伤鱼体,因此,鳞片是大眼鳊年龄鉴定的理想材料。

3.2 大眼鳊年轮形成时期

年轮形成时期的确定对准确鉴定鱼类年龄具有重要意义。不同鱼类年轮形成的时期不同,同种鱼类在不同地区年轮形成的主要时间也有差异,而且同种鱼类不同的年龄阶段形成年轮的时间也不相同,这可能与外界水温、繁殖季节及性成熟状况有关。另外,鱼类年轮形成的时间还与光照周期、个体大小及摄食等有关。

龟石水库大眼鳊年轮形成时期为 3-7 月,主要形成时期为 4-6 月,与广东省新丰江水库大眼鳊年轮形成的时期相近^[4],比湖北省三道河水库大眼鳊年轮形成的时间早,其年轮形成的盛期在 5 月下旬至 7 月下旬^[5]。这可能与两地区水温差异有关。龟石水库大眼鳊的繁殖旺季与年轮形成的主要时期相同,说明繁殖使大眼鳊的生长受阻,Pannella^[15]、Campana^[16]认为产卵是形成生长阻断

的潜在根源,由此可以推断,大眼鳊年轮的形成时期与繁殖有紧密的关系。

3.3 大眼鳊的生长

本研究观察到大眼鳊的最大体长为 41.50 cm,此时的年龄为 4 龄,接近于叶富良等^[4]报道的最大体长 41.00 cm,但其对应的年龄为 5 龄。体长和体质量关系中的参数 b 值反映出鱼类的生长类型, b 值接近于 3 为等速生长;反之,则为异速生长^[17]。本研究获得的 b 值与叶富良等^[4]、谢从新^[5]报道的相近,均接近于 3,说明龟石水库大眼鳊为等速生长类型。

经计算得到大眼鳊的拐点年龄为 3.93 龄,即 3.93 龄是大眼鳊生长的转折阶段。对标本的观测结果表明,龟石水库大眼鳊雌、雄个体的性成熟年龄均始于 1 龄。在性成熟前、后并持续到 3.93 龄,大眼鳊均处于生长旺盛期,以后就转入生长缓慢期,至一定年龄,其生长速度和生长加速度绝对值将等于零,那时大眼鳊将转入衰老期。

另外,通过不同水域大眼鳊生长参数的比较表明(表 5),不同水域,大眼鳊的生长参数具有一定的差异性,这与大眼鳊生活的环境条件、研究者的采样方法以及年龄鉴定的准确性有很大关系。本研究求得的渐进体长 L_{∞} 与新丰江水库大眼鳊的渐进体长 L_{∞} 接近^[4], K 值和 t_0 值与陈军等^[6]的研究相似。另外,这 4 个大眼鳊种群的生长性能指数 ϕ 比较接近,说明这几个大眼鳊群体具有相似性的生长潜能。

3.4 大眼鳊的资源现状

大眼鳊主要分布于我国长江及其以南水系,在历史上资源量比较丰富,但目前的资源现状不

表 5 不同水域大眼鳊生长参数的比较

Tab.5 Comparison of growth parameters for bigeye mandarinfish with other studies

研究区域 study area	n	L /cm	k/a^{-1}	t_0/a	ϕ	文献来源 reference
新丰江水库, 广东 Xinfengjiang Reservoir, Guangdong	470	54.73	0.1797	-0.6687	2.73	[4]
三道河水库, 湖北 Sandaohu Reservoir, Hubei	184	42.49	0.5083	0.399	2.96	[5]
北江, 广东 North River, Guangdong	280	44.55	0.275	-0.2727	2.74	[6]
龟石水库, 广西 Guishi Reservoir, Guangxi	688	59.04	0.2692	-0.2519	2.97	本研究 this study

容乐观。20 世纪 80 年代, 叶富良等^[4]对广东新丰江水库大眼鳊最大持续渔获量进行了研究, 认为新丰江水库大眼鳊资源呈下降趋势。20 世纪 90 年代, 谢从新^[5]报道了湖北三道河水库大眼鳊资源遭到破坏, 产量逐年下降; 2005 年至 2010 年, 由中山大学牵头对广东省主要水系及其附属水体的淡水鱼类资源进行了大规模的调查研究, 其中也调查了大眼鳊的资源现状, 结果表明, 在广东的东江、西江、北江等水系的干流, 大眼鳊已成偶见种, 仅在一些大型湖泊和水库中还有一定的种群数量, 但大多已不能构成渔业产量。

就龟石水库大眼鳊资源而言, 其生殖群体的年龄为 2~4 龄, 也有少量 1 龄性成熟个体, 本次实验观测结果表明, 龟石水库大眼鳊渔获物年龄组成为 0~4 龄, 0 龄和 1 龄的个体占样本总量的 93.32%, 而 3 龄以上的个体数量极少。当年鱼和 1 龄鱼占绝对优势, 表明大多数大眼鳊未达到快速生长期和性成熟年龄即被捕杀, 严重破坏了补充群体。捕捞群体年龄偏小, 说明库区成熟亲鱼数量的减少, 也表明库区大眼鳊资源衰竭的严重性。

大眼鳊是肉食性鱼类, 位于龟石水库食物链的顶端, 虽然水库中还有斑鳊和石鳊两种与其有激烈生态位竞争的物种, 但由于后两者种群数量极少, 不足以给大眼鳊的生存造成威胁。库区环境条件和生物区系都有利于大眼鳊的生长和繁衍, 其最大生存压力来自于过度捕捞的威胁。库区大眼鳊资源量日趋萎缩, 大量的生态位空出来, 导致小型鱼类种群快速扩展, 库区渔业经济效益也随之下降。另外, 国外利用凶猛鱼类调控大型湖泊滤食性鱼类的种群数量, 使之通过营养级的联动效应达到调控湖泊生态系统的目的被证明是有效的^[18], 表明利用大眼鳊捕食小型野杂鱼类, 维持库区水域生态平衡, 提高库区渔业经济效益具有重要的作用。

为保护库区大眼鳊的补充群体, 维持库区生态平衡, 同时也为合理开发利用龟石水库的大眼鳊资源, 建议将库区大眼鳊的最小捕捞年龄定为 3 龄, 起捕规格定为 990 g。

参考文献:

- [1] 李红敬. 珠江水系大眼鳊的食性研究[J]. 水利渔业, 2008, 28(4): 66-68.
- [2] 蒲德永, 王志坚, 周传江. 大眼鳊幼鱼的发育和生长[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, 29(8): 118-122.
- [3] 周传江, 蒲德永, 赵海鹏, 等. 大眼鳊的早期生活习性的观察[J]. 淡水渔业, 2006, 36(3): 44-46.
- [4] 叶富良, 陈军, 周天柱. 新丰江水库大眼鳊生物学及其最大持续渔获量的初步研究[A]. 鱼类学论文集(第 5 辑[M]) 北京: 科学出版社, 1986: 137-150.
- [5] 谢从新. 三道河水库大眼鳊的年龄和生长[J]. 水利渔业, 1995(1): 12-15.
- [6] 陈军, 郑文彪, 伍育源, 等. 鳊鱼和大眼鳊年龄生长和繁殖力的比较研究[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2003(1): 110-114.
- [7] Beamish R J, McFarlane G A. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology[J]. Trans Amer Fish Soc, 1983, 112: 735-743.
- [8] Hining K J, West J L. Validation of scales and otoliths for estimating age of rainbow trout from southern appalachian streams[J]. North Amer J Fish Manag, 2000, 20: 978-985.
- [9] Ryan M S, Charles R B. Comparison of white sucker age estimates from scales, pectoral fin rays, and otoliths[J]. North Amer J Fish Manag, 2006, 26(1): 24-31.
- [10] Jeff R R, Jeffery D C. Accuracy and precision of age estimation of crappies[J]. North Amer J Fish Manag, 2005, 25(2): 423-428.
- [11] Andrew M M, Mark P E, Ji X H, et al. A comparison of the scale and otolith methods of age estimation for lake whitefish in Lake Huron[J]. North Amer J Fish Manag, 2008, 28(3): 625-635.
- [12] 蒋一珪. 梁子湖鳊鱼的生物学[J]. 水生生物集刊, 1959(3): 375-385.
- [13] 吴立新, 姜志强, 秦克静, 等. 碧流河水库斑鳊年龄和生长的研究[J]. 大连水产学院学报, 1996, 11(2): 30-38.
- [14] 李达, 杨春, 徐光龙, 等. 鄱阳湖鳊鱼的生物学[J]. 江西农业学报, 1998, 10(4): 14-22.
- [15] Pannella G. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns[J]. Science, 1971, 174: 1124-1127.
- [16] Campana S E. Lunar cycles of otolith growth in the juvenile starry flounder[J]. Plat Stell Mar Biol, 1984, 80: 239-246.
- [17] Ricker W E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations[J]. Bull Fish Res Board Can, 1975, 191: 382.
- [18] Benndorf J. Food web manipulation without nutrient control: a useful strategy in lake restoration?[J]. Aqu Sci-Res Acr Bound, 1987, 49(2): 237-248.

Age and growth of bigeye mandarinfinch (*Siniperca kneri*) in Guishi Reservoir, Guangxi Province

LIU Lingzhi^{1,2}, LI Guifeng¹, CHEN Shijuan^{1,2}, LU Xue¹, LUO Du¹, WANG He¹

1. College of Life Science, Sun Yat-sen University, Institute of Aquatic Economic Animals, Key Laboratory for Aquatic Economic Animals for Breeding and Reproduction, Guangdong Province, State Key Laboratory of Biocontrol, Guangzhou 510006;

2. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642

Abstract: We evaluated the age and growth of bigeye mandarinfinch (*Siniperca kneri*) in the Guishi reservoir Guangxi Province using scales, opercula, and anal-fin spines. We collected 688 specimens between September 2008 to August 2009. The interpretation of age based on scale readings was reliable. Annual rings were formed primarily by the pattern of sparseness-denseness and the cut of the scales. The pattern of sparseness-denseness was visible in the prezone region whereas the cut pattern was present on the rear-side region. Annuli formation took place primarily between April and June each year, likely related to the timing of reproduction. The estimated ages ranged between 0 and 4 years old, but were dominated by the younger age classes (age 0 and 1). The body-length of specimens ranged from 11.25 to 40.50 cm, with the majority (70.49%) being 15–21 cm. Body weight ranged from 29.1 to 257.8 g, but most fish (62.12%) were between 100–300 g. The body length-scale radius relationship was $L=24.47R+4.0212$ ($r=0.9819$, $n=623$). The body length-weight relationship was $W=0.0177 \times L^{3.0876}$ ($r=0.9791$, $n=688$). The b value was close to 3, therefore, *S. kneri* was considered to be isometric. The growth equations for body length and weight were $L_t=59.04[1-e^{-0.2692(t+0.2519)}]$ and $W_t=5196.88[1-e^{-0.2691(t+0.2638)}]^{3.0876}$, respectively. The inflexion age on the growth rate curve for weight was 3.93, and corresponded to a body-length of 39.89 cm and weight of 1554.81g. Our data suggest that the bigeye mandarinfinch population had been overexploited. To protect the population and allow for sustainable utilization, we suggest only fish greater than 990 g (age 3) should be harvested.

Key words: *Siniperca kneri*; age; growth; Guishi Reservoir

Corresponding author: LI Guifeng. E-mail: liguif@mail.sysu.edu.cn