

河南地区大鳞副泥鳅和泥鳅的年龄与生长

黄松钱 王也可 赵婷 王卫民 罗毅 曹小娟

华中农业大学水产学院/农业动物遗传育种与繁育教育部重点实验室/
农业部淡水生物繁育重点实验室/淡水水产健康养殖湖北省协同创新中心, 武汉 430070

摘要 2012年10月于河南郑州采集大鳞副泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus*)385尾、泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)177尾,通过鳞片和耳石磨片对其进行年龄鉴定以及生长相关研究。结果表明,鳞片和耳石磨片均适用于大鳞副泥鳅和泥鳅年龄与生长研究;2种鳅类均有5个年龄组,1~3龄居多;体长和鳞径呈直线相关,表达式分别为 $L_P=4.4602r+5.3128$ 、 $L_M=8.5110r+3.0081$;体长与体质量呈幂函数关系,雌雄群体之间无显著性差异,表达式分别为 $W_P=0.008L^{3.051}$ 、 $W_M=0.009L^{2.992}$,属等速增长类型;体长生长规律可以用 von Bertalanffy 方程表示,表达式分别为 $L_P=21.84[1-e^{-0.129(t+3.638)}]$ 、 $L_M=28.02[1-e^{-0.097(t+3.521)}]$;大鳞副泥鳅2龄之前生长较快,而泥鳅3龄之前生长较快,快速生长期长。建议在河南地区大鳞副泥鳅和泥鳅野生资源捕捞最小规格为13 cm。

关键词 大鳞副泥鳅; 泥鳅; 河南地区; 年龄结构; 生长

中图分类号 S 932.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)05-0093-06

鱼类的年龄结构与生长、摄食、繁殖、洄游以及种群增长等各种生物学特性相关,通过对鱼体年龄结构的研究,可了解其种群的生活史^[1]。沈建忠等^[2]利用鳞片和耳石对洪湖和洞庭湖鲫(*Carassius auratus*)进行了年龄生长的比较研究;梁银铨等^[3]以鳞片、耳石、脊椎骨、胸鳍鳍条为年龄鉴定材料对长江上游长薄鳅进行了年龄生长研究;John等^[4]以耳石、鳞片和脊椎骨对澳大利亚蓝鳍金枪鱼为年龄鉴定材料进行了生长研究。从年龄结构研究种群变化是渔业资源调查的常用方法。

大鳞副泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus*)和泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)分别隶属于鲤形目、鳅科的副泥鳅属和泥鳅属,除西部高原外,在我国自南至北均有分布。这2种鳅类是高蛋白、低脂肪类型的高品质水产品,其肉质鲜嫩,营养丰富,味道鲜美,素有“水中人参”之称^[5]。大鳞副泥鳅和泥鳅是我国重要的2种经济鳅类,2011年我国泥鳅产量达到23.22万t^[6]。目前已开展了这2种鳅类遗传背景相关研究^[7-8],但关于2种鳅类的年龄生长研究较少。王敏等^[9]利用鳞片对武汉地区泥鳅和大鳞

副泥鳅进行了年龄生长比较;王坤等^[5]以鳞片为年龄鉴定材料对苏州地区泥鳅和大鳞副泥鳅进行了生长比较。本研究以鳞片和耳石磨片为年龄鉴定材料,对河南地区的大鳞副泥鳅和泥鳅年龄生长进行研究,旨在为2种经济鳅类的资源开发利用提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 样本采集

2012年10月中旬在河南郑州地区用地笼捕获样本鱼562尾,其中大鳞副泥鳅385尾,泥鳅177尾。对其进行常规生物学的测量,包括体长(BL)、全长(TL)、体高(BH)、体宽(BW)、体质量(W)等,长度数据精确到0.1 cm,体质量精确到0.1 g。采集所有样本鱼的鳞片和耳石作为年龄鉴定材料。

1.2 年龄鉴定材料处理

鳞片取自背鳍起点下方、侧线上方中间区域,每尾摘取20~30枚鳞片。鳞片处理方法同文献^[10]。利用体视解剖镜(Leica MZ75,德国)进行年轮特征的观测并拍照保存记录;对耳石进行固定、砂纸打磨

收稿日期: 2014-01-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(31201719)和国家大学生创新性实验项目(201310504028)

黄松钱, 硕士研究生, 研究方向: 鱼类遗传育种. E-mail: huangsongqian@163.com

通信作者: 曹小娟, 博士, 副教授. 研究方向: 水产养殖与遗传育种. E-mail: caoxiaojuan@mail.hzau.edu.cn

抛光,显微镜(OLYMPUS CX41,日本)下观察轮纹结构并估读年龄。年龄分组参照文献[11]。

1.3 数据处理与分析

采用同一观察者 2 次独立观察鉴定材料的年龄读数,评价其年龄鉴定的精确度。鉴定过程是在不参考任何鱼体资料的情况下进行的。采用吻合率(percent agreement)和平均变异系数(CV)来比较观察者用材料鉴定年龄的精确度^[10]。

体长和鳞径的关系采用直线方程拟合。体长和体质量的关系用幂指数关系式拟合, t 检验检查幂指数 b 是否偏离 3^[12]。年龄和生长的关系采用 von Bertalanffy 方程拟合,生长比速、生长常数和生长指标的计算具体方法详见鱼类生态学^[13]。

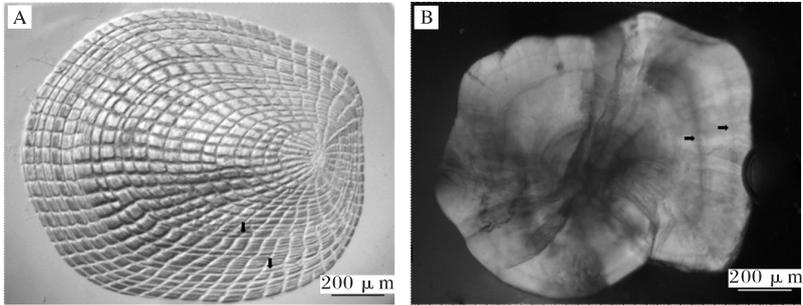


图 1 大鳞副泥鳅鳞片和耳石年轮特征(箭头示年轮)

Fig. 1 Characteristics of scale and otolith of *P. dabryanus* in Henan Province (Arrow referred to annual rings)

2.2 年龄读数的一致性比较

1) 同种年轮鉴定材料的鉴定吻合率比较。大鳞副泥鳅鳞片和耳石磨片同一观察者 2 次读数的吻合率见表 1。

表 1 2 次年龄读数之间的吻合率比较

Table 1 Within-structure rate of agreement between two independent readings in ages assigned by one reader to scale and sectioned sagitta of *P. dabryanus* in Henan Province

年龄 Age	鳞片 Scale		耳石 Otolith	
	吻合率/% Consistent rate	n	吻合率/% Consistent rate	n
1	85.7	21	81.3	16
2	84.1	132	84.9	106
3	86.3	160	87.6	145
4	74.0	50	80.0	50
5	55.6	9	71.4	7
总计 Total	83.1	372	84.9	324

大鳞副泥鳅鳞片年龄鉴定样本在 1 龄组至 3 龄组吻合率较高,但高龄组(4 龄组、5 龄组)中吻合率低。而耳石磨片除在 5 龄组外,显示出了较高的吻合率,特别是在高龄组吻合率明显比鳞片读数吻合率要高。2 种年龄鉴定材料的平均吻合率均在 80% 以上,均适合用于大鳞副泥鳅和泥鳅年龄与生长

数据分析采用 SPSS 18.0 和 Microsoft Excel 2007,图片处理采用 Photoshop 软件。

2 结果与分析

2.1 年龄特征

大鳞副泥鳅和泥鳅的鳞片呈椭圆形。全鳞可分为顶区、基区和 2 个侧区,鳞片周缘完整,鳞焦基位。鳞片上的鳞沟可分为环绕鳞焦生长的环沟和向鳞片四方辐射出的辐射沟。2 种鳅类鳞片上年轮标志是由数个环沟组成的亮环和从亮环上辐射出的各级辐射沟构成^[14](图 1A)。入射光下耳石磨片呈现白色宽带与暗色窄带相间排列,将暗色窄带视为年轮(图 1B)。

研究。

2) 2 种年龄鉴定材料年龄解释的一致性比较。鉴于耳石磨片可判读能力和吻合率都较高,样本数量相当,故以耳石磨片的年龄读数为基准,将鳞片的年龄读数与其进行比较,制成年龄偏差图(图 2)。

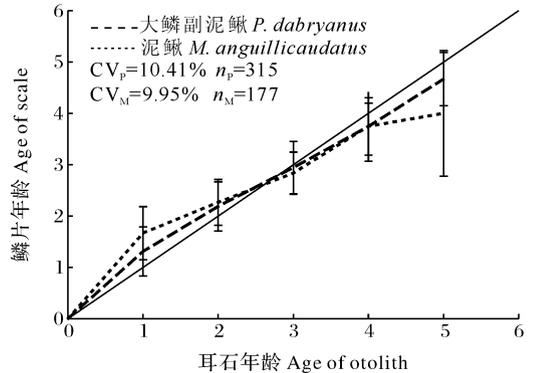


图 2 2 种年龄鉴定材料对大鳞副泥鳅和泥鳅年龄解释的一致性比较

Fig. 2 Age bias plot for pairwise comparisons based on the two calcified structures of *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus* in Henan Province

大鳞副泥鳅鳞片年龄读数与耳石磨片年龄读数差异较大,平均变异系数为 10.41%,年龄读数偏差较大的主要集中在 1 龄组和 5 龄组;泥鳅鳞片年龄读数与耳石磨片年龄读数差异相对偏小,平均变异系数为 9.95%。年龄读数偏差较大的也主要集中在 1 龄组和 5 龄组。2 种鳅类鳞片年龄读数和耳石磨片年龄读数均是 3 龄组年龄读数差异最小,3 龄前鳞片年龄读数差异较大,3 龄后耳石年龄读数差异较大。

2.3 年龄结构

图 3A 显示,大鳞副泥鳅低龄组(1 龄、2 龄)雄性个体多,高龄组雌性个体多。雄性个体主要集中在 2~3 龄,占到 81.95%。其中,2 龄雄性个体数量最多,占总样本的 52.78%。雌性个体以 2 龄、3 龄、

4 龄居多,占到总数的 90.53%。由图 3B 可见,所采集的鳅样品中未发现 4 龄、5 龄雄性个体泥鳅。雄性多为 2 龄,占 69.39%;雌性个体多为 2 龄、3 龄和 4 龄,占总数的 91.41%,呈正态分布。2 种鳅类 1 龄个体数量相对较少,可能与捕捞方式有关,1 龄个体较小、不易捕捞。

2.4 体长分布

大鳞副泥鳅体长范围在 8.51~16.44 cm,平均体长 11.85 cm($n=385$)。雄性个体平均体长 11.34 cm($n=216$),雌性个体平均体长 12.51 cm($n=169$);泥鳅体长范围在 8.90~16.51 cm,平均体长 12.16 cm($n=177$),雄性个体平均体长为 10.71 cm($n=49$),雌性个体平均体长 12.71 cm($n=128$)。2 种鳅类体长分布如图 4A、B。

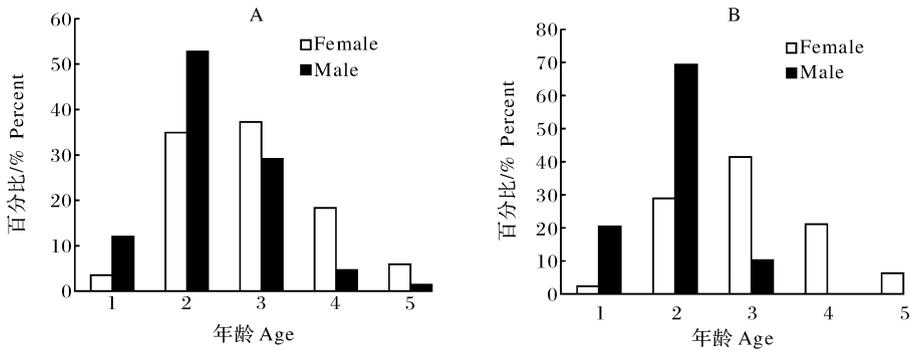


图 3 大鳞副泥鳅(A)和泥鳅(B)年龄结构

Fig. 3 Age structures of female and male *P. dabryanus* (A) and *M. anguillicaudatus* (B) in Henan Province

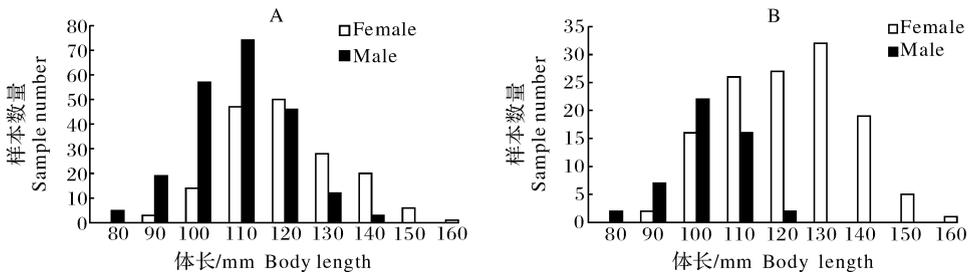


图 4 大鳞副泥鳅(A)和泥鳅(B)体长频率分布

Fig. 4 Length frequency distributions of *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus* in Henan Province

大鳞副泥鳅以雄性为主,雌雄比为 0.78 : 1。体长主要集中在 10~13 cm,占总样本的 85.2%。其中,雄性体长较小,最大体长组为 14~15 cm;雌性个体较大,最大体长组为 16~17 cm。泥鳅群体中,以雌性个体居多,雌雄比为 2.61 : 1。体长主要集中在 10~14 cm 范围内,占总样本的 79.10%。雄性个体体长较小,全部集中在 8~13 cm 范围。2 种鳅类雌雄体长分布均呈正态分布。

2.5 体长和鳞径的关系

随机选择 50 尾样本,测量鳞片直径 R 和长半径 r 。通过对比选择鳞片长半径(r, mm)-体长(L, cm)进行相关分析。得到如下回归方程:

$$\text{大鳞副泥鳅: } L_M = 4.4602r + 5.3128 (R^2 = 0.7347, n = 50)$$

$$\text{泥鳅: } L_P = 8.5110r + 3.0081 (R^2 = 0.7506, n = 50)$$

从图 5 可知,2 种鳅类鳞片长半径与体长之间存在显著线性关系。大鳞副泥鳅鳞片比泥鳅鳞片长

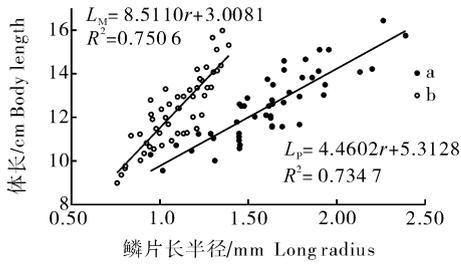


图 5 大鳞副泥鳅(a)和泥鳅(b)鳞片长半径与体长关系

Fig.5 Relationships between the long radius of scale and body length of *P. dabryanus* (a) and *M. anguillicaudatus* (b) in Henan Province

半径长,并且长半径-体长方程斜率的倒数小,大鳞副泥鳅鳞片生长较快,这种差距随着体长的增加而增强。

2.6 体长和体质量的关系

表 2 表示大鳞副泥鳅和泥鳅各年龄组体长和体质量特性。2 种鳅类体长增长主要集中在第 2 龄和第 3 龄,体质量增重率随着年龄的增长逐渐减小。2 种鳅类体长和体质量的年均增长率分别为 10.88%、38.02%和 11.76%、42.01%。

分别将大鳞副泥鳅和泥鳅雌雄个体的体长(L , cm)和体质量(W , g)数据进行拟合(表 3)。

表 2 大鳞副泥鳅和泥鳅不同年龄组体长和体质量特性

Table 2 Body length and body weight of *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus* by age groups

年龄 Age	样本数 Sample num.	大鳞副泥鳅体长 Body length of <i>P. dabryanus</i>			大鳞副泥鳅体质量 Body weight of <i>P. dabryanus</i>			泥鳅体长 Body length of <i>M. anguillicaudatus</i>			泥鳅体质量 Body weight of <i>M. anguillicaudatus</i>			
		范围/cm Range	均值±SD/cm Mean±SD	年增长率/% Rate	范围/g Range	均值±SD/g Mean±SD	年增长率/% Rate	范围/cm Range	均值±SD/cm Mean±SD	年增长率/% Rate	范围/g Range	均值±SD/g Mean±SD	年增长率/% Rate	
		1	32	8.51~10.89	9.68±0.59		5.7~12.1	8.45±1.65		13	8.90~10.58	9.58±0.47		5.7~9.4
2	173	9.79~12.75	11.19±0.62	15.60	6.7~22.3	13.21±2.78	56.33	71	10.03~12.97	11.08±0.56	19.76	7.1~19.6	11.30±2.16	48.88
3	126	10.77~14.33	12.47±0.76	11.44	11.1~28.9	18.02±4.18	36.41	58	11.16~14.08	12.75±0.72	14.78	9.6~26	17.61±3.71	55.84
4	41	12.03~15.75	13.54±0.95	8.58	15.3~38.9	24.10±6.03	33.74	27	13.37~15.00	14.08±0.37	7.55	16.1~31.4	23.57±3.77	33.84
5	13	13.42~16.44	14.61±0.88	7.90	19~54.3	30.27±9.76	25.60	8	14.31~16.51	15.25±0.78	4.96	9.1~43.2	30.53±10.83	29.53

表 3 大鳞副泥鳅和泥鳅雌雄体长-体质量关系

Table 3 Relationships between body length and weight of female and male *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus*

性别 Sex	大鳞副泥鳅 <i>P. dabryanus</i>		泥鳅 <i>M. anguillicaudatus</i>	
	方程 Equation	R^2	方程 Equation	R^2
雌 Female	$W=0.010L^{2.955}$	0.862	$W=0.005L^{3.145}$	0.835
雄 Male	$W=0.013L^{2.822}$	0.863	$W=0.010L^{2.910}$	0.787

将体长和体质量值取对数 lgL 、 lgW ,经协方差分析,大鳞副泥鳅雌雄体长-体质量两方程斜率无显著性差异($F=1.747, P=0.216$),故可用总体体长-

体质量拟合方程来描述, $W_p = 0.008L^{3.051}$ ($R^2 = 0.886$)。泥鳅雌雄体长-体质量方程之间亦无显著性差异($F=1.947, P=0.225$),可以用合并总体来描述, $W_M = 0.009L^{2.992}$ ($R^2 = 0.869$)。2 种鳅类体长-体质量方程中幂指数均与 3 接近,说明 2 种鳅类均为等速生长。

2.7 生长比数、生长常数和生长指标

根据各年龄组平均体长计算大鳞副泥鳅和泥鳅的生长比速、生长常数和生长指标(表 4)。

表 4 大鳞副泥鳅和泥鳅的体长生长参数

Table 4 Growth parameters of body length of *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus* in Henan Province

年龄 Age	大鳞副泥鳅 <i>P. dabryanus</i>				泥鳅 <i>M. anguillicaudatus</i>			
	体长/cm Body length	生长比速 Growth rate	生长常数 Growth constant	生长指标 Growth index	体长/cm Body length	生长比速 Growth rate	生长常数 Growth constant	生长指标 Growth index
1	9.68				9.58			
2	11.19	0.14	0.22	1.4	11.08	0.15	0.22	1.39
3	12.47	0.11	0.27	1.21	12.75	0.14	0.35	1.56
4	13.54	0.08	0.29	1.03	14.08	0.1	0.35	1.27
5	14.61	0.08	0.34	1.03	15.24	0.08	0.36	1.12

大鳞副泥鳅 2 龄生长最快,3 龄以后生长缓慢,4 龄和 5 龄基本停止生长;泥鳅 2、3 龄保持较快生

长,4 龄以后生长缓慢,5 龄基本停止生长。大鳞副泥鳅前期生长较泥鳅快,3 龄以后生长速度比泥鳅

慢,随着年龄的增长这种差异越来越大。

2.8 生长方程

由各龄组平均体长值作 Walford 线图,显示大鳞副泥鳅和泥鳅的 L_{t+1} 与 L_t 之间呈极显著的直线关系,可建立 von Bertalanffy 生长方程。根据 Walford 线图求得 L 和 k 值,再由 Beverton 法求得 t_0 值。2 种鳅类体长生长方程为:

$$\text{大鳞副泥鳅: } L_P = 21.84[1 - e^{-0.129(t+3.638)}]$$

$$\text{泥鳅: } L_M = 28.02[1 - e^{-0.097(t+3.521)}]$$

3 讨论

鱼类年龄鉴定是渔业资源研究的基础性工作之一。鱼类生长、繁殖、食性以及种群动态变化等生物学的研究都需要以可靠的年龄估读数据为基础。对鱼类年龄的不正确估读将会对渔业资源的开发和利用造成严重影响^[15]。

3.1 2 种鳅类年龄鉴定

年龄鉴定方法多种多样,根据鱼的种类以及研究需要选择不同的年龄鉴定方法和年龄鉴定材料。常用年龄鉴定方法有直接观察法、基于体长频率分布法、钙化组织年龄鉴定以及耳石重量鉴定等,常用年龄鉴定材料有鳞片、耳石、脊椎骨、鳃盖骨、匙骨、鳍条等。不同年龄鉴定材料的可重复性以可判别率、年龄读数吻合率和平均变异系数等指标作为判断依据^[16-18]。

鳞片因取材方便、观察简单在鱼类年龄鉴定中得到广泛应用。但是越来越多的研究发现,鳞片上读取的年龄读数通常低于真实年龄,特别是生长速度慢和寿命较长的高龄鱼中更为突出^[19];另外,鳞片上经常存在幼轮、副轮以及生殖轮等可能与正常年轮难以区分,从而影响年龄读数以及生长推算结果的准确性。鳞片是泥鳅和大鳞副泥鳅常用的年龄鉴定材料^[5,9]。大鳞副泥鳅鳞片相对于泥鳅较大,这种差异随着体长的增长越来越显著。在大鳞副泥鳅年龄鉴定过程中发现,1~3 龄组鳞片重复读数吻合率高,4 龄、5 龄组重复读数吻合率相对降低。

硬骨鱼类中最先钙化的组织通常是耳石,且其受外界环境干扰较小,不存在重吸收现象。因而,常被认为是鱼类年龄鉴定的首选材料,甚至可以作为其他年龄鉴定材料鉴定结果的验证基准。本研究中,耳石磨片年龄在各龄组中均显示出了较高的可判读力和吻合率。不过,耳石磨片同样存在取材难、加工难度大等不足之处。

3.2 2 种鳅类种群生长

本次试验渔获物中,大鳞副泥鳅数量较泥鳅多,且 2 种鳅类性别比差异较大,大鳞副泥鳅以雄性个体居多,而泥鳅以雌性个体居多。2 种鳅类体长大多在 10~14 cm 范围内,较小个体可能因捕捞方法的缺陷没有足够数量。较大个体数量也较少,一方面可能与物种生存寿命有关,另一方面可能与当地渔民长期捕捞野生大个体鳅类上市销售或繁殖有关。2 种鳅类群体年龄结构表现出了一定的相似性,雄性个体多为 2~3 龄,雌性个体多为 2~4 龄;高龄组雄性个体数量较少,特别是 5 龄的雄性个体极少见或没有。

通过分析,发现 2 种鳅类体长和鳞片长半径之间存在较好的直线相关关系,而 2 种鳅类体长-体质量的生长特性呈现出了一定的差异性,大鳞副泥鳅前期较泥鳅生长快,3 龄以后生长缓慢并落后于泥鳅。这一结果与王敏等^[9]报道的泥鳅和大鳞副泥鳅的年龄与生长基本是一致的,与王坤等^[5]报道的大鳞副泥鳅比泥鳅生长快的情况存在一定差异。

一般认为鱼类生长可分为 3 个阶段,即性成熟前的生长迅速阶段,性成熟后的生长稳定阶段以及生长衰老阶段^[20]。大鳞副泥鳅和泥鳅雌性性成熟年龄为 1~2 龄,雄性为 1 龄,在性成熟后仍有一段快速生长期。因此,不宜用初次性成熟年龄来划分 2 种鳅类的生长阶段。本研究中,2 种鳅类体长的生长指标在 3 龄前较大。大鳞副泥鳅最大生长指标在 2 龄,泥鳅最大生长指标在 3 龄,分别为 1.40 和 1.56。表明大鳞副泥鳅在 2 龄前处于快速生长期,泥鳅在 3 龄前处于快速生长期,快速生长期较大鳞副泥鳅多 1 年,导致生长个体较大。因此,根据大鳞副泥鳅和泥鳅生长特点分析,建议对野生资源捕捞最小规格为 13 cm,即 3 龄以上个体。

参 考 文 献

- [1] 彭涛,闫玉莲,王汧,等. 圆筒吻的年龄生长及鱼体的化学组成和能量密度[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2013,38(5):72-77.
- [2] 沈建忠,曹文宣,崔奕波. 用鳞片和耳石鉴定鲫年龄的比较研究[J]. 水生生物学学报,2001,25(5):462-466.
- [3] 梁银铨,胡小健,黄道明,等. 长薄鳅年龄与生长的研究[J]. 水利渔业,2007,27(3):29-31.
- [4] JOHN S G, NAOMI P C, THOR I C, et al. Age and growth in southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii* (Castelnau): direct estimation from otoliths, scales and vertebrae[J]. Fisheries Re-

- search, 2008, 92: 207-220.
- [5] 王坤, 凌去非, 李倩, 等. 苏州地区泥鳅和大鳞副泥鳅年龄与生长的初步研究[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(5): 553-558.
- [6] 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴[J]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [7] 周玲玲, 张桂蓉, 魏开建, 等. 同域分布二倍体和四倍体泥鳅群体的遗传结构[J]. 华中农业大学学报, 2011, 30(5): 624-630.
- [8] 陈钢铭, 王卫民, 曹小娟. 微卫星标记快速鉴别幼鱼阶段的泥鳅与大鳞副泥鳅[J]. 华中农业大学学报, 2013, 33(6): 117-120.
- [9] 王敏, 王卫民, 鄢建龙. 泥鳅和大鳞副泥鳅年龄与生长的比较研究[J]. 水利渔业, 2001, 21(1): 7-9.
- [10] 孙广文, 沈建忠, 胡少迪, 等. 长江天鹅洲故道似鳊年龄、生长和死亡率[J]. 淡水渔业, 2013, 43(4): 29-34.
- [11] 李文静, 王剑伟, 谢从新, 等. 厚颌鲂的年龄结构及生长特性[J]. 中国水产科学, 2007, 14(2): 215-222.
- [12] PAULY D. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators[J]. ICLARM Stud Rev, 1984, 8: 325.
- [13] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [14] 袁凤霞. 泥鳅年龄和生长的研究 I. 泥鳅鳞片上年轮标志及形成时期[J]. 华中农业大学学报, 1986, 5(2): 163-167.
- [15] CAMPANA S E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods[J]. J Fish Biol, 2001, 59: 197-242.
- [16] MACEING M J, SAMMONS S M. An evaluation of different structures to age freshwater fish from a Northeastern US river [J]. Fish Manage Ecol, 2006, 13: 237-242.
- [17] REID S M. Comparison of scales, pectoral fin rays and opercles for age estimation of Ontario redbhorse, *Moxostoma species*[J]. Can Field-Nat, 2007, 121: 29-34.
- [18] PHELPS Q E, EDWARDS K P, WILLIS D W. Precision of five structures for estimating age of common carp[J]. N Amer J Fish Managm, 2007, 27: 103-105.
- [19] CASSELMAN J M. Age and growth assessment of fish from their calcified structures techniques and tools[C]// PRINCE E D, PULOS L M. Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes, Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Tech Rep, 1983, 8: 1-17.
- [20] 陈马康, 童合一, 陈兆祥, 等. 钱塘江几种经济鱼类的生长研究[J]. 生态学报, 1984, 4(2): 181-187.

Age structures and growth characteristics of *Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus* in Henan Province

HUANG Song-qian WANG Ye-ke ZHAO Ting WANG Wei-min LUO Yi CAO Xiao-juan

College of Fisheries/Key Laboratory of Agricultural Animal Genetics, Breeding and Reproduction of Ministry of Education/ Key Laboratory of Freshwater Animal Breeding, Ministry of Agriculture, Huazhong Agricultural University/ Freshwater Aquaculture Collaborative Innovation Center of Hubei Province, Wuhan 430070, China

Abstract The age and growth of *Paramisgurnus dabryanus* (385 individuals) and *Misgurnus anguillicaudatus* (177 individuals) sampled from Zhengzhou city, Henan Province were studied using scale and otolith in October, 2012. The results showed that the scale and otolith were suitable for determinations of age structure and growth of these two kinds of loaches, which had 5 different age groups and most of them belong to the 1-3 year group. The relationships between body length and scale radius for *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus* were beeline correlative and the expressions were $L_p = 4.4602r + 5.3128$ and $L_M = 8.5110r + 3.0081$, respectively. The growth rates for body length and weight were similar of these two loaches, with the equations of $W_p = 0.008L^{3.051}$ ($R^2 = 0.8860$) and $W_M = 0.009L^{2.992}$ ($R^2 = 0.8693$), respectively. The body growth pattern could be well described by von Bertalanffy equation of $L_p = 21.84[1 - e^{-0.129(t+3.638)}]$ and $L_M = 28.02[1 - e^{-0.097(t+3.521)}]$, respectively. The rapid growth stage for *P. dabryanus* and *M. anguillicaudatus* was before the age of 2 and 3, respectively. In addition, the results showed that the minimum fishing specifications length for these two loaches was 13 cm.

Key words *Paramisgurnus dabryanus*; *Misgurnus anguillicaudatus*; Henan Province; age structure; growth