

西江鲮鱼年龄与生长的研究*

陈永乐 陈奋昌 钟海浪

(珠江水产研究所, 广州)

摘要 鲮鱼鳞片可作为年龄鉴定的依据。鳞片新年轮逐月出现率的变化, 表明年轮形成主要在3~10月份。计算出鳞片与体长, 体长与体重的关系式。3龄以前属于幼鱼生长阶段, 体长和体重的相对增长率较大; 3龄以后则进入成鱼生长阶段。其生长适合于 von Bertalanffy 生长方程, 体重生长曲线拐点位于 15.55 龄, 应属衰老拐点。其生长速度和加速度曲线能反映生长过程的变化特点。渔获物组成以性未成熟个体为主。限制捕捞3'龄以下的个体, 有利于渔获量稳定和扩大繁殖群体。

关键词 西江, 鲮鱼, 年龄, 生长

鲮鱼(*Cirrhina molitorella*)是我国南方特有种类, 分布于广东、广西、福建和云南等省(区)部分地区^[1]。具有食性杂, 产量高, 抗病力强, 肉质鲜美等优良性状。在两广地区与鲢、鳙、草鱼合称为“四大家鱼”。在广东地区占鱼塘产量的20~30%。

以往, 有关鲮鱼年龄与生长的资料报道得很少, 仅见有钟麟(1966)和广西水产研究所(1975)简短的报道。八十年代初, 进行珠江水系渔业资源调查时, 曾对鲮鱼的生物学资料作过专一的收集⁽¹⁾。在1983~1985年, 我们对珠江水系鲢、鳙、草鱼原种考查时, 也有意识地收集鲮鱼的标本。1986年继续补充。本文报道的是这几年材料的整理结果。

材料与方 法

1984~1986年间, 在广西梧州市、藤县和桂平县等地向渔民收购新鲜的鲮鱼标本, 共214尾。生物学测定后, 每尾鱼取约10片鳞片作为年龄鉴定之依据。为了核实第一年轮, 1984年4月在鱼塘收集了一批1'龄鱼的鳞片作为年龄鉴定的辅助材料, 用投影仪观察、鉴定鱼鳞的年轮。

研 究 结 果

一、年轮的特征和形成时间

鲮鱼的鳞片为圆鳞, 前区较后区圆钝, 中心靠近前区。较低龄鱼的鳞片形似盾形; 较高龄的呈六角形。鳞片前区和两侧区的环片成同心圆排列。后区的环片变形而成为许多颗粒状突起, 环片从前到后逐步由紧变疏。除环片外, 鳞片上还有从中心向外射出的辐射

* 承蒙刘少明同志协助分析标本; 肖学铮老师对文稿提出宝贵的修改意见; 钟麟研究员阅读全文, 在此一并致谢。

收稿年月: 1989年6月; 1990年2月修改。

(1) 珠江水产研究所等, 1985. 珠江水系渔业资源调查报告(油印本)。

线。

鲢鱼的年轮标志是以环片的断裂、分枝和走向的不同而构成的轮圈。它们通常是在前区表现为环片的断裂和分枝;在侧区间或也有环片的分枝状;在侧区与后区的交界处,则新生环片的走向与上一年的环片不同,或为新生环片向外缘散开,或与上一年带的环片相切割。在后区尚可看到年轮延伸的痕迹。

为核实年轮判别的正确性,我们另外测定了池养鱼标本的第一轮圈,其半径为1.73毫米。与江河鱼的(1.59毫米)比较,两者相差不大。可见我们测定的年轮是可信的。

根据鳞径的测量结果,用公式:

$$L_n = \frac{R_n}{R} L_1 \quad (1)$$

表1 鲢鱼渔获物体长和推算体长的比较

Table 1 Comparison between the caught and back-calculated body length of mud carp

年龄	实测体长(毫米)			推算体长(毫米)						
	尾数	平均体长	变幅	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇
1 ⁺	86	147.48 ± 24.7245	85 - 232	100.24						
2 ⁺	103	179.29 ± 23.9917	135 - 270	81.17	150.59					
3 ⁺	37	233.87 ± 27.9589	177 - 285	81.53	143.13	202.15				
4 ⁺	19	274.11 ± 21.3981	242 - 320	81.60	141.68	194.22	249.47			
5 ⁺	8	328.13 ± 30.4651	280 - 370	80.13	138.41	197.17	243.01	292.11		
6 ⁺	6	377.50 ± 30.2903	320 - 400	77.13	146.95	210.07	262.35	313.84	365.05	
7 ⁺	5	419.80 ± 16.4682	393 - 436	77.34	140.91	205.53	260.94	306.00	350.18	394.30
推算体长平均值				82.73	143.61	201.84	253.94	303.98	357.62	394.30
比较体长之误差				64.75	35.68	32.03	20.17	24.15	19.88	25.50

式中: L_n—n 龄的体长

L—实测体长

R_n—与 L_n 相应的 n 龄时的轮径

R—鳞片总半径

求出1⁺~7⁺龄组的体长。将各龄组的实测体长与推算体长比较(表1),可见各龄组的推算体长小于实测体长。这是因为推算年龄是根据年龄计算的实足年龄,而实测体长则在年轮形成后已有一定时间的生长,即年轮之外又有环片沉积⁽²⁾。

从表2可以看到,新年轮的出现率在3月份已有88%以上,所以,鲢鱼的新年轮的形成应在3月份或稍早,一直延续到10月份。与广西水产研究所的结果吻合。

二、生长特性

1. 体长和鳞长的关系

鲢鱼的体长与鳞长呈线性关系,可用直线回归方程来表示(图1)。根据各龄组(组距

(2) 易伯鲁,1982. 鱼类生态学(讲义),111—136.

表 2 鲮鱼新年轮形成时间

Table 2 Formative time of new annual ring of mud carp

龄组	项 目	月 份							
		3	5	6	7	8	9	10	
1*	标本数	17	2	6	1				10
	已形成新年轮尾数	15	2	6	1				0
	未形成新年轮尾数	2	0	0	0				10
	新年轮出现率(%)	88.24	100	100	100				0
2*	标本数	56	7	20	7	2	1	6	
	已形成新年轮尾数	55	6	20	7	2	1	1	
	未形成新年轮尾数	1	1	0	0	0	0	5	
	新年轮出现率(%)	98.21	85.71	100	100	100	100	16.67	
3*	标本数	6	5	10	5	7	3	1	
	已形成新年轮尾数	6	4	9	5	7	3	1	
	未形成新年轮尾数	0	1	1	0	0	0	0	
	新年轮出现率(%)	100	80.00	90.00	100	100	100	100	
4*	标本数	1		4	7	4	3		
	已形成新年轮尾数	1		4	7	4	3		
	未形成新年轮尾数	0		0	0	0	0		
	新年轮出现率(%)	100		100	100	100	100		

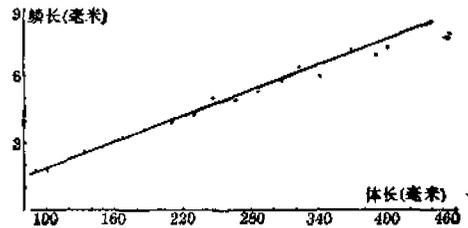


图 1 鲮鱼体长和鳞长的相关曲线

Fig. 1 Relationship between radius of scale and body length of mud carp

20毫米)的平均体长及其相应的平均鳞长,求得体长(L)与鳞长(R)的关系式为:

$$R = 0.01915L - 0.005 \quad (r = 0.9858) \quad (2)$$

2. 体长与体重的关系

鱼类体长与体重的关系,一般可用 $W = aL^b$ 函数式表示,参数 b 约等于 3。von Bertalanffy 生长方程就是根据这一假设推导出来的。用各体长组平均值(L)与相应的平均体重(W)配合回归曲线(图2),得出两者的关系式:

$$W = 1.1825 \times 10^{-5} L^{3.1457} \quad (r = 0.9992) \quad (3)$$

幂指数 $b = 3$, 表明鲮鱼体重与体长的立方成正比, 系属于均匀生长类型, 基本上体形不变, 鱼体比重不变。将各龄组的退算体长代入式(3), 求出各龄组相应的体重(表3)。

3. 相对增长率和生长指标

鱼类生长具有一定的节律性。在性成熟前生长迅速, 性成熟后生长缓慢。从而可分成幼鱼和成鱼两阶段。通常以相对增长率和生长指标来划分^[6]。从表3中看出, 3龄以前为幼鱼生长阶段, 此时, 性腺尚未发育成熟, 生长旺盛, 其体长和体重的相对增长率最大, 生长指标也较高。3龄以后为成鱼生长阶段, 生长较稳定, 所消耗的大部分食物, 主要用于性腺发育和脂肪积累上。

4. 生长参数和生长曲线

von Bertalanffy 在假设有机体的体重和体长的立方成正比的条件下, 导出体长和体重的生长方程为:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (4)$$

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^3 \quad (5)$$

式中: L_t — t 龄时体长

W_t — t 龄时体重

L_{∞} —鱼体的渐近体长

W_{∞} —鱼体的渐近体重

K —生长曲线的曲率参数

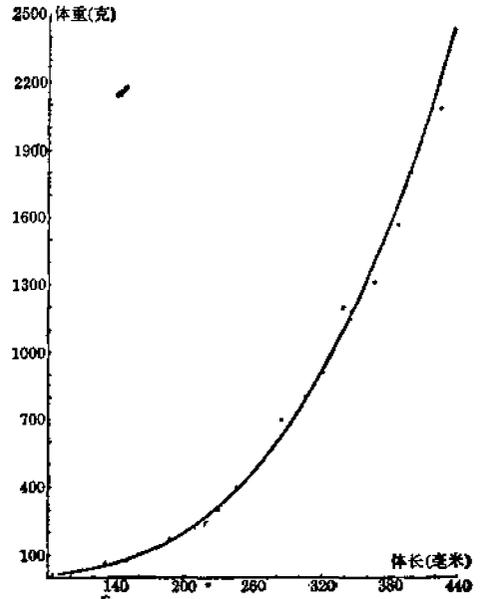


图2 鲮鱼体长和体重的相关曲线

Fig. 2 Relationship between body length and weight of mud carp

表3 鲮鱼的阶段生长

Table 3 The growth of mud carp in stage

年 龄	体长(毫米)	体长相对增长率(%)	生长指标	体重(克)	体重相对增长率(%)
1	82.73			12.74	
2	143.61	73.59	45.62	73.22	466.88
3	201.84	40.55	48.87	210.70	191.75
4	253.94	25.81	46.34	433.87	105.92
5	303.98	19.71	45.72	766.99	76.78
6	357.72	17.65	49.35	1273.80	66.08
7	394.30	10.26	34.91	1731.78	35.95

t_0 —理论上体长和体重等于零时的年龄

根据式(1)求出的各龄组体长,以直线回归式 $L_{t+1} = L_{\infty}(1 - e^{-K}) + Le^{-K}$ 和 $\ln(L_{\infty} - L_t) = (\ln L_{\infty} + Kt_0) - Kt$,求得 $L_{\infty} = 971.14, K = 0.07$ 和 $t_0 = -0.1429$ 。又通过式(3)、(4)、(5),求出 $W_{\infty} = 29504.87$ 克和各龄的理论体长和理论体重。从表4中可以看出,鲢鱼的体长、体重退算值和理论值颇为接近,说明了鲢鱼满足均匀生长的假设。其一般生长型可用 von Bertalanffy 生长方程来描述。

表4 鲢鱼体长、体重的退算值和理论值的比较

Table 4 Comparison between the back-calculated values and theory values for the body length and weight of mud carp

年龄 体长 (重)	1	2	3	4	5	6	7
理论体长	74.67	135.28	191.78	244.47	293.60	339.41	382.12
退算体长	82.73	143.61	201.84	253.94	303.98	357.62	394.30
理论体重	13.41	79.74	227.24	470.70	815.30	1259.53	1797.35
退算体重	12.74	72.22	210.70	493.88	763.99	1273.80	1731.78

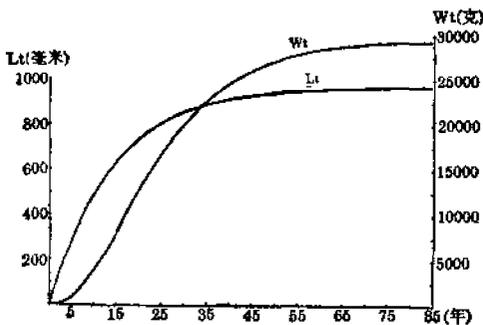


图3 鲢鱼体长和体重生长曲线

Fig. 3 Growth curves of body length and weight of mud carp

从图3可看出,鲢鱼的体长生长曲线不具拐点,开始上升快,随着年龄的增加逐渐趋于渐近线;而体重生长曲线为不对称的S形曲线,生长拐点位于 $t = 15.55$ 年, $W_t = 8740.75$ 克。体重从生长迅速经拐点转变为生长缓慢。

5. 生长速度和加速度

体长生长曲线 $[L_t = f(t)]$ 和体重生长曲线 $[W_t = f(t)]$ 都是积分曲线,它表示了生长过程的总和。将方程(4)、(5)对 t 求导数,得

生长速度曲线(一次微分)和生长加速度曲线(二次微分)。即,

$$\frac{dL}{dt} = KL_{\infty}e^{-K(t-t_0)} \tag{6}$$

$$\frac{dW}{dt} = 3W_{\infty}Ke^{-K(t-t_0)}[1 - e^{-K(t-t_0)}]^2 \tag{7}$$

$$\frac{d^2W}{dt^2} = 3W_{\infty}K^2e^{-K(t-t_0)}[1 - e^{-K(t-t_0)}][3e^{-K(t-t_0)} - 1] \tag{8}$$

图4,5反映了鲢鱼生长过程随时间而变化的特征。体长生长速度随年龄增加而递减,并渐趋近于零。体重生长速度和加速度的变化是:当 $t < 15.55$ 龄时,体重生长速度曲线上升,但体重生长加速度曲线下降,且位于年龄 t 轴的上方(d^2W/dt^2 为正值)。表明年龄在15.55以前为体重生长速度的递增阶段,但其递增速度却逐渐下降(d^2W/dt^2 值递减)。

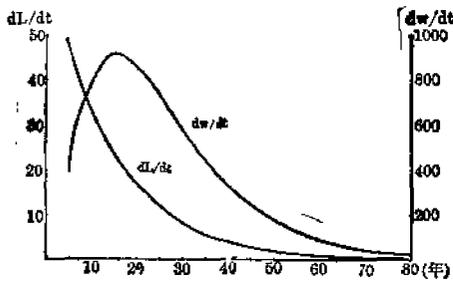


图4 鲮鱼体长和体重生长速度曲线
Fig. 4 Growth rate curves of body length and weight of mud carp

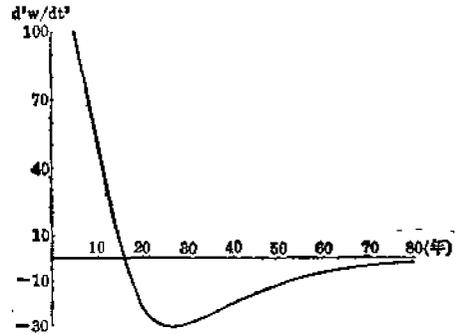


图5 鲮鱼体重生长加速度曲线
Fig. 5 Accelerative growth rate curve of body weight of mud carp

当 $t = 15.55$ 龄时, 体重生长曲线位于拐点, 体重生长速度曲线达最大值。体重生长加速度曲线与 t 轴相交 (d^2W/dt^2 值等于零)。此后, 体重生长曲线逐渐下降, 加速度曲线在 t 轴下方, 为鲮鱼生长速度递减阶段。其生长已进入衰老期。

小结与讨论

鲮鱼新年轮形成时间, 从总体上看, 持续时间较长。一定程度上反映了它与其生长地理环境相关。西江流域地处亚热带, 全年平均水温在 20°C 以上, 鲮鱼全年摄食率在 49% 以上⁽³⁾。因此其生长期也就较长。另从不同龄组上看, 低龄组新年轮主要在 5~7 月形成, 高龄组的主要在 6~10 月。似与繁殖期有一定的关系。

鱼类的生长拐点, 一般认为分成性成熟拐点和衰老拐点⁽⁴⁾。前者从性未成熟转入性成熟, 后者则从强壮期转入衰老期。具有后者特点鱼类主要分布在热带和亚热带水域⁽²⁾。鲮鱼的生长拐点位于 15.55 龄, 落后于性成熟年龄 (3^+ 龄), 应属衰老拐点。这有利于其增大繁殖力, 保证种群绵延。业已研究的珠江水系鲃亚科鱼类的生长拐点均落后于性成熟年龄^(4,5)。这是否反映了鲃亚科鱼类亚热带种类的一种属性, 还有待进一步的研究。

鱼类生长是种群属性的反映, 各种鱼类具有不同的生长特点和规律。鱼类体长和体重随年龄增加而变化的过程可以用 von Bertalanffy 生长方程中的参数 L_∞ 、 W_∞ 、 K 和 t 来表示。从表 5 中可看到, 鲮鱼的 L_∞ 和 W_∞ 值最大。表明鲮鱼具有良好的生长潜能, 加以鲮鱼食性杂, 食物链短, 耐低氧等。在池塘养殖可以密养高产, 故成为华南地区的主养品种。

鲮鱼渔获物年龄百分比组成以性未成熟的 2^+ 龄组占优, 为 48.13%; 其次是 3^+ 龄组和 1^+ 龄组, 分别是 17.29% 和 16.32%。体长分布则以 150~220 毫米最多, 相应的体重范围是

(3) 同本文脚注(1)。

(4) 广西水产研究所, 1984。广西壮族自治区内陆水域渔业自然资源调查研究报告。

(5) 同本文脚注(1)。

表5 六种鲃亚科鱼类生长参数的比较
Table 5 Comparison of the growth parameters among six species in Barbinae

种类	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0	t_r	成熟年龄
光倒刺鲃	71.991	7963.45	0.2074	-0.7271	4.58	2.5
岩 鲃	75.0	6493	0.165	-0.835	5.82	5
卷口鱼	55.89	4761.87	0.1151	-0.579	8.966	2
倒刺鲃	81.65	13276.40	0.1924	-0.2095	8.088	5
南方白甲鱼	514.555	2690.99	0.1528	-1.0767	6.11	2
鲃 鱼	741.14	29504.87	0.07	-0.1429	15.55	3

注:资料据(4)、(5)

77~300克。鲃鱼性成熟年龄大多数为3⁺龄,全部成熟需4⁺龄。七十年代,郁江产卵场见到的最小性成熟雌鱼体长273毫米,体重415克^[1],而近年发现的体长仅为220毫米,体重只有270克⁽⁶⁾。这是否表明鲃鱼资源状况正在恶化。为了有利于鲃鱼资源的保护和增殖,应严格限制捕捞幼龄鱼。最小捕捞年龄为3⁺龄以上,可允许捕捞体长应不少于250毫米,体重430克。这样既使渔获量稳定,又能保证繁殖群体有足够的数量。

参 考 文 献

- [1] 广西水产研究所,1975。广西鲃鱼的生物学及其养殖。水生生物集刊,5(4):449-468。
 [2] 孙雪兴等,1987。太湖湖鲃年龄与生长的研究。海洋与湖沼,18(1):39-47。
 [3] 李星颢等,1983。鱼类生长的数学描述。浙江水产学院学报,2(1):29-39。
 [4] 陈马康等,1984。钱塘江几种经济鱼类的生长研究。生态学报,4(2):1-7。
 [5] 张其永等,1981。厦门杏林湾鲃鱼年龄和生长的研究。水产学报,5(2):121-131。
 [6] ——,1983。闽南一台湾浅滩二棘鲃年龄和生长的研究。水产学报,7(2):131-143。
 [7] 钟麟,1966。鲃鱼的生物学特性和人工繁殖。太平洋西部渔业研究委员会第九次全体会议论文集,1-5。科学出版社(京)。
 [8] Bagenal, T.(ed),1978。Method for assessment of fish production in fresh water, 101-136. Blackwell Scientific Publications. Oxford London.

AGE AND GROWTH OF MUD CARP (*CIRRHINA MOLITORELLA*) IN XIJIANG BRANCH OF PEARL RIVER

Chen Yongle, Chen Fenchang and Zhong Hailang

(Pearl River Fisheries Research Institute, Guangzhou)

ABSTRACT The scales were used for age determination of mud carp. The materials were collected in Xijiang River from Wuzhou to Guiping in April 1984 to March

(6) 同本文脚注(1)。

1986. It was found that new annual ring began to appear mostly from March to October. The fish matured at 3 years old and the growth rate decreased after maturation.

The length-weight relationship formula was calculated to be $W = 1.1825 \times 10^{-5} L^{3.1457}$ and the relationship between the scale length and standard length was expressed to be $R = 0.01915L - 0.005$, where W , L and R represent body weight, standard length and scale length respectively. The growth of the mud carp in Xijiang River corresponds to von Bertalanffy's growth equation:

$$W_t = 29504.87(1 - e^{-0.07(t-0.1429)})^3$$

$$L_t = 971.14(1 - e^{-0.07(t-0.1429)})$$

here W_t is body weight in grams at the age of t , and L_t is standard length in mm at the age of t .

For conservation and enhancement of the breeding population, it is necessary to regulate that the minimum legal harvestable age of this fish should be 3 years old, and size of 250 mm in length and 430 grams in weight.

KEYWORDS Xijiang River, mud carp, age, growth

《中国农业文摘-水产》征订启事

《中国农业文摘-水产》杂志由中国水产科学研究院情报所主办,是《中国农业文摘》系列刊物之一,并已纳入全国科技文献检索期刊体系。

本刊是综合性的水产科技文献检索期刊,收录文献范围包括在国内出版的中文期刊、图书、汇编、会议录、科技报告等文献类型以及养殖、捕捞、加工、资源、渔业机械仪器、渔船、渔业经济等各个专业。它信息量大,使用方便,是检索我国水产科技文献资料的必备工具。自1985年创刊以用,受到了越来越多的读者的信赖。1986年获全国农业科技情报刊物评比信息服务奖,1990年获全国第三届科技文献检索期刊评比三等奖。本刊为双月刊,16开本,72页。年报道量约3000条。每期定价2.50元,全年六期共15.00元(含邮资)。国内外公开发行。需要订阅者,请向本刊编辑部索取征订单,也可直接将订款汇寄到本刊编辑部。读者可随时订阅,也可零购。

编辑部地址:北京市永定路南青塔村150号

邮政编码:100039

开户银行:北京市海淀区永定路分理处(工商行)

帐号:891195-90