

嘉陵江大鳍鲩的年龄和生长的研究*

王德寿 罗泉笙

(西南师范大学生物系, 重庆 630715)

提 要

1986年5月至1987年12月,在嘉陵江水系采集大鳍鲩标本926尾,鉴定了826尾鱼的年龄,用比较对照法证明了所鉴定年龄的有效性。分析了渔获物的年龄组成。用电子计算机计算了棘切片“半径”与体长的相关关系式,优选出最适的生长方程,并进行了生长推算。根据体长、体重生长方程计算了各龄理论体长、体重值、生长指标和年增积量。讨论了大鳍鲩年轮形成的原因和与年轮形成有关的物质基础,并肯定了用鳍棘脱钙切片的方法研究小型鲩类的年龄和生长是可靠易行的。

关键词 大鳍鲩, 年龄, 生长

大鳍鲩 [*Mystus macropterus* (Bleeker)] 是我国经济鱼类之一^[1]。主要分布于长江干、支流及附属湖泊中,以上游数量为多^[2],珠江水系也有分布^[3]。

大鳍鲩的各项生物学研究,仅周仰璟有过初步报道^[4]。对其年龄和生长进行深入研究,有助于丰富国内较缺乏的鲩类生物学资料,为开发利用提供依据。更为重要的是,国内外用鳍棘脱钙切片的方法鉴定鱼类年龄的文献很少,本文的工作也是这方面的一种探索。

材料和方法

1986年5月—1987年12月,作者在嘉陵江北碛、合川江段,嘉陵江主要支流涪江和渠江下游共采集标本928尾。每尾标本均进行测量登记、解剖,并取下年龄材料,包括胸鳍棘、前5—6枚分离的椎骨和部分鱼的背鳍棘。棘和脊椎骨煮沸后剔除附着组织,放置干燥后装入年龄袋中。年龄鉴定以胸鳍棘为主,脊椎骨作为对照。

由于这种鱼个体较小,胸鳍棘细,幼鱼的棘更细,作者采用了简易脱钙切片法鉴定其年龄。具体做法是:用1—5%的硝酸脱钙,用简化的石蜡切片法制片,1%的伊红酒精液染色,光学树脂胶封片或油漆封片。切片部位选在棘基部深槽截然终止的地方。

测量是在显微镜下用测微尺完成的。由于横切片并不是标准的圆形,年轮的外轮廓不规

* 在具体工作中得到何学福副教授的帮助,谭明初教授和谢小军老师对文稿提出了宝贵意见,部分标本由张其忠同志提供,特此致谢。

1) 四川省嘉陵江水系鱼类资源调查组,嘉陵江水系鱼类资源调查报告。1980。重庆印制一厂。

1989年8月16日收到。

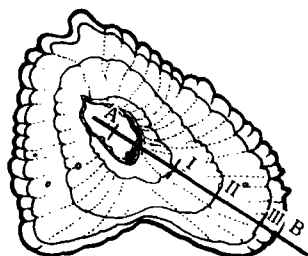


图1 大鳍鲃胸鳍棘横切片简图

Fig. 1 Cross-section of the pectoral spine of *M.**macropterus*

则,作者选用了显形最规则,环纹最好观察的区域进行测量。如图1所示,用测微尺测量了通过内腔中心的“半径”(图中的AB线)长度和其上各年轮的“半径”长。结果转换为毫米并乘上10,以便于计算。

生长与年龄的相关研究,主要采用4月—7月的鱼类标本数据。本文中的回归运算和有关公式的择优选择均由电子计算机完成。

结 果

1. 年龄鉴定

在显微镜下观察,胸鳍棘横切片上的年轮特征主要表现为两种类型:(1)单环型(图版I:1):年轮是一个深色环,其结构和透光性都与其他区域显著不同。它犹如一个裂隙将连续的生长带分开。在这种情况下,一个年生长带就由一条宽带和一个环纹组成。低龄鱼以及高龄鱼的前3个年轮多表现为这种类型。(2)双环型(图版I:2上有三个双环轮):年轮是一条窄带,由两个深色环及夹在其中的部分构成。因此,一个年生长带由一个宽带和一个窄带组成。窄带中间的部分着色与宽带相同,光密度也一致。高龄鱼3龄以后几个轮多表现为双环轮。极个别低龄鱼也出现双环轮(图版I:6)。无论单环轮,还是双环轮,都对切片上的辐射纹进行切割,形成象尺块边缘的刻度线似的结构(图版I:5上有两个年轮)。除了上述两种典型的类型外,还有许多中间类型,在有的单环轮的内侧也有一个染色较深的环,但没有双环轮的内环那样明显;有些窄带内的结构、着色和光密度都较宽带不同;也有的窄带并非只有两个环,其间还有许多不规则排列的深色条纹(图版I:7)。副轮及其与年轮的区别:在年轮之间也有一些着色较深的环或纹,但是这些环或纹着色较年轮浅且不连续,更主要的是,它们与年轮在结构和透光能力上有差异,在显微镜下,特别是在高倍镜下区别它们并不困难。

826尾有鳍棘切片材料,其中有600尾同时用脊椎骨进行了对照,结果两者鉴定完全一致的有524尾,吻合率为87.33%。高龄鱼的鉴定除采用胸鳍棘脱钙切片和脊椎骨外,还参考了胸鳍棘磨片和背鳍棘切片。

2. 年龄组的划分及年轮形成的时期

作者采用了邓中彝等提出的年龄记录方法^[5],具体做法参照谢小军的方法^[6]。

逐月观察样品中年轮形成的情况,统计年轮正在形成(X^0)和新轮已经形成(X^+)个体数,结果见表1。根据新轮的出现率可以判断,年轮形成主要在4—7月,5—6月份为年轮形成的高峰期。

表 1 大鳍鲩胸鳍棘上年轮形成的时期

Tab. 1 Time of annual ring formation on the cross-section of the pectoral spine of *M. macropterus*

月份 Month	1—2	3	4	5	6	7	8	9	10	11—12
标本数 No. of specimens	21	58	51	138	88	87	37	27	42	48
X ⁰ 龄个体数 No. of X ⁰	0	10	11	45	29	14	3	0	1	0
X ⁺ 龄个体数 No. of X ⁺	0	0	1	48	40	55	21	23	39	48
新轮出现总数 No. of X ⁰ + X ⁺	0	10	12	93	69	69	24	23	40	48
新轮出现率(%) Annulus formation (%)	0	17.20	23.53	67.39	78.41	79.31	64.86	85.19	95.23	100

表 2 1987 年 4—7 月份大鳍鲩渔获物的年龄组成

Tab. 2 Age composition of the catch of *M. macropterus*
(April to July, 1987)

年龄组 Age group	雌性♀		雄性♂		合计 Total	
	尾数 No. of specimens	百分比 %	尾数 No. of specimens	百分比 %	尾数 No. of specimens	百分比 %
1	13	7.39	15	8.62	28	8.00
2	40	22.73	32	18.39	72	20.57
3	28	15.91	21	12.07	49	14.00
4	27	15.34	31	17.82	58	16.57
5	27	15.34	39	22.41	66	18.86
6	12	6.82	18	10.34	30	8.57
7	13	7.39	9	5.17	22	6.29
8	11	6.25	5	2.87	16	4.57
9	4	2.27	2	1.15	6	1.71
10	1	0.57	2	1.15	3	0.86
总计 Total	176	100	174	100	350	100

8 月份的新轮出现率(64.86%)比 7 月份的出现率(79.31%)要低,8 月份的 37 尾鱼类标本全部采自北碚以下的悦来场江段,其中,2 龄鱼占 24 尾。未出现新轮的标本中,除 1 尾为 3 龄鱼外,其余全为 2 龄鱼。出现这种反常现象的原因目前尚难肯定。由于没有证据表明大鳍鲩的年龄形成有地区差异和年龄组差异,作者推测,这可能是由于不同个体差异所致。

3. 渔获物的长度组成和年龄组成

以 1987 年 4—7 月的渔获物体长组成和各龄组的体长组成的材料绘成直方图(图 2),结果显示的体长频数分布大体是一致的。说明年龄鉴定及年龄组划分的方法基本符合客观实际。

1987 年 4—7 月渔获物的年龄组成的统计结果见表 2,组合成分主要是 2—5 龄鱼,占 70%。3、4 龄鱼均较 5 龄鱼少,这是取材的选择性所致。根据对大鳍鲩繁殖生物学的研究结果,

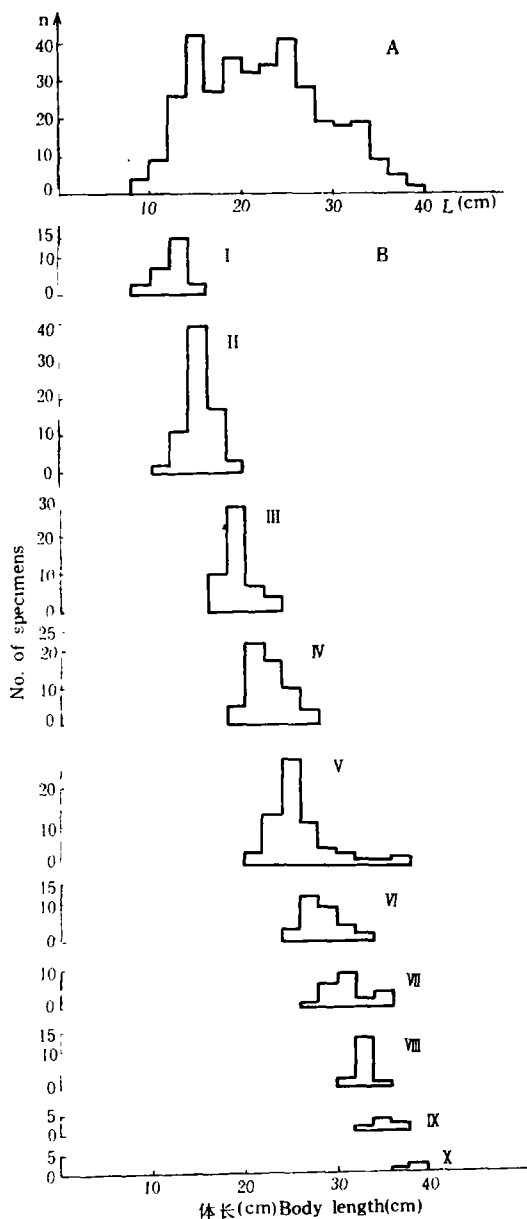


图2 渔获物的长度组成(A)和各龄组的长度组成(B)

Fig. 2 The length-frequency distribution of the catch (A) and that for each age group (B) of *M. macropterus*

净体重(4)♀ $W_0 = e^{-4.0020} \cdot L^{2.7324}$

(5)♂ $W_0 = e^{-3.8393} \cdot L^{2.6680}$

(6)总 $W_0 = e^{-3.9294} \cdot L^{2.7033}$

非繁殖季节

体重(7)♀ $W = e^{-4.0433} \cdot L^{2.7533}$

$N=188 \quad r=0.9870$

$N=168 \quad r=0.9884$

$N=356 \quad r=0.9873$

$N=94 \quad r=0.9902$

大鳍鳊雌鱼3—5龄性成熟,5龄才全部性成熟。由于在4—7月期间,渔民主要捕捞参加生殖的个体,必然有一定的选择性。

4. 生长

根据4—7月的359尾标本的实测数据统计了各龄组的体长、体重平均值(表4)。按雌雄统计了1—10龄组的平均体长、体重,并进行了雌雄差异显著性检验(表3)。结果表明:各龄组的雌、雄鱼间的平均体长无显著差异。除1龄鱼外,雌鱼平均体重大于雄鱼。随着年龄的增加,各龄雌、雄鱼体重均值的差异由不显著到显著、极显著。这说明2龄以后雌鱼的体重增长速度较雄鱼快,从统计上讲,相同体长的雌鱼比雄鱼重。

5. 生长推算

将测量的体长和相应的胸鳍棘横切片“半径”值输入电子计算机,按编制的程序运算后选出的最佳回归方程为:

$$L = 3.9718 + 0.9854 \cdot R \quad (R \text{ 为棘切片半径(mm)} \times 10, \text{相关系数 } r = 0.8546)$$

表明体长与棘切片半径呈直线相关。

由2—10龄组的178尾标本的资料进行了生长推算,推算中引进了矫正系数K(实测体长与理论体长之比)。1—9龄的推算体长平均值见表4。

6. 体重与体长的关系

繁殖季节

体重(1)♀ $W = e^{-4.0039} \cdot L^{2.7770}$

$N=188 \quad r=0.9867$

(2)♂ $W = e^{-3.4797} \cdot L^{2.5801}$

$N=168 \quad r=0.9893$

(3)总 $W = e^{-3.7684} \cdot L^{2.6880}$

$N=356 \quad r=0.9858$

(8)♂	$W=e^{-3.7615} \cdot L^{2.6478}$	N=156	r=0.9919
(9)总	$W=e^{-3.8607} \cdot L^{2.6847}$	N=250	r=0.9908
净体重(10)♀	$W_0=e^{-4.1388} \cdot L^{2.7573}$	N=94	r=0.9906
(11)♂	$W_0=e^{-3.8455} \cdot L^{2.6508}$	N=156	r=0.9919
(12)总	$W_0=e^{-3.9531} \cdot L^{2.6895}$	N=250	r=0.9911

表3 雌雄生长差异的显著性检验

Tab. 3 The test of significance for the difference of growth between male and female of *M. macropterus*
length:cm weight:g

年龄组 ①	雌性群体(♀)			雄性群体(♂)			雌雄差异检验 t 值⑦	
	标本数②	平均体长③	平均体重④	标本数②	平均体长③	平均体重④	体长差异⑤	体重差异⑥
1	5	11.5	21.1	5	13.4	24.6	1.5963	0.7463
2	40	15.1	33.5	35	14.9	32.8	0.5979	0.3738
3	29	19.0	67.9	22	18.5	60.9	0.9594	1.1000
4	28	22.0	101.1	32	22.4	93.1	0.7626	1.3004
5	41	25.5	151.2	35	25.1	133.2	0.5659	1.4981
6	18	27.5	188.5	18	28.0	170.1	0.6490	1.4011
7	12	31.0	237.9	14	31.2	223.0	0.2209	0.9130
8	10	32.7	309.8	3	32.0	241.6	1.1401	2.5762 *
9	4	35.5	412.0	3	35.7	307.7	0.2396	4.6039 **
10	3	37.9	439.2	2	37.6	402.5	0.2762	0.4538

①Age group; ②No. of specimens; ③Mean body length; ④Mean body weight; ⑤T for length; ⑥T for weight; ⑦Test of difference

可见,由电子计算机择优选出的回归方程与鱼类学中广泛使用的体重-体长关系式: $W=aL^b$ 是一致的,各回归方程的相关系数都很高,F 检验均为极显著。

相同体长的雌鱼繁殖季节较非繁殖季节重,因为繁殖期雌鱼性腺的重量明显增加,在这两个季节中,雄鱼的精巢重量变化不大,因而其体重的差异也较小。

由(1)、(2)两个方程作图(图3),可以看出:两条曲线交于A(14.3cm,29.5g)点。在A点以前,雄鱼较雌鱼生长快,而A点以后,雌鱼较雄鱼生长快,这与表3的结果是一致的。周仰琛曾报道:大鳍鲃雄鱼较雌鱼早熟^[4]。我们对其繁殖生物学的研究也证实了这一点。雌雄鱼生长的差异无疑是与此相联系的,从理论上可以推断:雄鱼最早性成熟个体体长、体重值应小于A点的长、重值。

7. 生长方程

由电子计算机选出的体长(L)与年龄(t)的回归方程为: $L=7.4168+4.1054t-0.1097t^2$ N=358 r=0.9424 将上式代入体重-体长回归方程(方程(3)),得到体重生长方程: $W=e^{-3.7684} \cdot (7.4168+4.1054t-0.1097t^2)^{2.6880}$

由这两个生长方程绘成的生长曲线见图4,由图4可以看出体长、体重的生长曲线极不相同,前者向上凸,后者向下凹,说明低龄鱼体长生长较快,而高龄鱼体重生长较快。

由生长方程得到的各龄体长、体重值叫导出值,将导出值与推逢值、实测值,作一比较(表4)可以看出,三者基本上是吻合的。

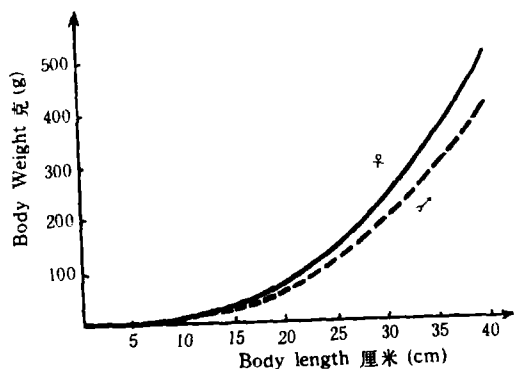


图3 每殖季节♀、♂鱼体重与体长的相关曲线

Fig. 3 Relationship between body length and weight of *M. macropterus*

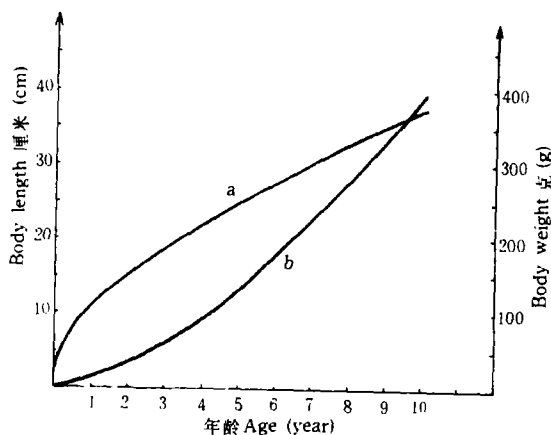


图4 体长(a)和体重(b)的生长曲线

Fig. 4 Growth curves of *M. macropterus*

$$a: L = 7.4168 + 4.1054t - 0.1097t^2$$

$$b: W = e^{-3.7684} \cdot (7.4168 + 4.1054t - 0.1097t^2)^{2.6880}$$

表4 各龄组的实测值、理论值、生长指标和年增积量

Tab. 4 Measured value, theoretical value, growth index and the product of yearly increments of length and weight of *M. macropterus*

Length: cm Weight: g

年龄组 ①	标本数 ②	实测体长③		实测体重④		推算 体长⑦	导出 体长⑧	导出 体重⑨	生长 指标⑩	年增 体长⑪	年增 体重⑫	年增 积量⑬
		变幅⑤	均数⑥	变幅⑤	均数⑥							
1	10	9.4—14.5	12.5	10.0—33.8	22.9	9.5	11.4	16.1	3.2796	3.8	18.5	70.30
2	75	11.0—18.3	15.0	12.0—55.1	33.2	14.5	15.2	34.6	3.1499	3.5	26.3	92.05
3	51	15.4—25.5	18.8	40.0—156.0	64.9	18.8	18.7	60.9	3.1239	3.4	33.8	114.92
4	60	18.4—27.8	22.2	58.7—152.0	96.8	23.2	22.1	94.7	2.9010	3.1	40.3	124.93
5	76	20.5—37.0	25.3	59.2—345.4	142.9	26.7	25.2	135.0	2.7449	2.9	45.9	133.11
6	36	22.2—32.4	27.7	110.9—252.5	179.0	29.9	28.1	180.9	2.5780	2.7	50.2	135.54
7	26	28.0—35.5	31.1	167.8—336.5	229.9	32.3	30.8	231.1	2.3111	2.4	53.1	127.44
8	13	30.8—33.8	32.5	210.5—360.5	294.0	34.6	33.2	284.2	2.2238	2.3	54.4	125.12
9	7	34.5—37.7	35.6	272.1—433.0	367.3	37.2	35.5	338.6	1.9457	2.0	54.4	108.80
10	5	36.2—39.0	37.8	332.0—509.0	424.5		37.5	393.0				

①Age group; ②No. of specimens; ③Measured body length; ④Measured body weight; ⑤Range; ⑥Mean; ⑦Back-calculated body length; ⑧Body length calculated from the growth equation; ⑨Body weight calculated from the growth equation; ⑩Growth index; ⑪Average growth in body length at each age; ⑫Average growth in body weight at each age; ⑬The product of yearly increments of length and weight

由导出值计算了各龄组的生长指标和年增积量等表征生长速度的指标(表 4)。由生长指标可以看出:大鳍鲩各龄的生长指标都很低,在 3.5 以下,说明其一生中生长缓慢。相对而言,1—4 龄为体长生长较快的时期。随着年龄的增长,年增重值增大。年增积量最高的时期出现在 5—7 龄,晚于体长快速生长的阶段(1—4 龄),因此,其生长的拐点应是 5—7 龄。然而,由表 2 可以看出渔获物中约 60% 的个体未达到生长拐点,可见捕捞的极端不合理性。

讨 论

1. 年轮形成的原因和有关的物质基础

大鳍鲩年轮形成的主要时期是 4—7 月,正好是其繁殖期。在此期间,成鱼由于生殖产物的生成和产卵活动消耗了大量能量和营养物质。肥满度和脂肪系数在产卵期也下降到较低点,且有短期的停食现象^①。看来,生殖过程是导致其年轮形成的主要原因。值得注意的是,幼鱼的年轮也是在同一时期形成,而鲤科很多鱼类通常是在繁殖期前开始形成年轮。性未成熟的低龄鱼年轮多显单环轮,自性成熟后骨组织上轮纹多呈双环轮型式。这是否与参与生殖活动有关,值得进一步探讨。

一般认为:年轮形成期钙的沉积率下降或被重吸收,年轮中矿物/有机物比值较小,即其中含有较丰富的有机物——胶原纤维,而含钙量较少^[7]。国内外学者几乎都是从钙沉积的角度解释年轮成因的^[8]。然而,脱钙后年轮依然存在这一事实提醒我们,蛋白质(有机物)在年轮的形成中的作用也是不可低估的。作者认为,年轮形成的生理机制的研究中应更注重研究钙化组织中的有机基质,年轮形成应是有机基质的形成与钙沉积共同作用的结果,就如同摄影中影象的形成应是定影和显影共同作用的结果一样。

在高倍镜下观察脱钙后的大鳍鲩棘横切片,可以看出,棘横切片上的有机基质中的胶原纤维,其走向有两种:一种是辐射状排列的,另一种是环绕“圆周”方向排列的,其走向与棘横切片的外轮廓一致,前者在年轮处是延续的,走向也与形成年轮前一致,而后者则不同,在年轮处,这种纤维显著增多,与比较均匀一致的非年轮区域形成显著区别。因此,作者认为:除了钙以外,这种胶原纤维对年轮形成也起着极其重要的作用。其排列与棘切片外轮廓的一致性暗示我们,它可能是由棘外那一层膜所生成的,至少,这层膜与这种有机基质的生成有关。正因为这样,这层膜就能够通过影响胶原纤维的生成而将边缘生长和年轮形成联系起来,当边缘生长减慢或停止时,年轮就会形成。

2. 年龄鉴定的方法

施白南曾采用电解脱钙法和离子交换树脂脱钙法对胸鳍棘脱钙,然后按常规的石蜡切片法切片鉴定过长吻鲩和鲶鱼的幼鱼的年龄。Ezenwa 等用背鳍棘脱钙切片的方法鉴定了 *Chrysichthys nigrodatus* 的年龄^[10]。作者在他们的基础上进一步探索,简化了脱钙和制片过程,可大量制片用于鉴定年龄。与小而双凹的脊椎骨相比,棘切片还有易于测量、易于判断年轮形成与否的优点。1988 年人工催产获得的鱼苗的生长速度与由棘切片半径推

① 王德寿,1988,硕士学位论文。西南师大生物系。

算的生长速度基本一致,说明大鳍鲩的年龄鉴定基本无误。可见脱钙切片法适用于鉴定大鳍鲩等小型鲩类和长吻鲩等的幼鱼的年龄。

结果表明(1)繁殖过程是大鳍鲩4—7月形成年轮的主要原因,钙的积累速率、特别是排列方向与棘横切片外轮廓一致的有机质的形成速率与年轮形成关系密切。(2)大鳍鲩胸鳍棘易于采集,脱钙后的棘横切片上,副轮较少,年轮特征明显,易于与副轮区别,年龄鉴定结果可靠,说明简易脱钙切片法对研究小型鲩类的年龄和生长是一种可靠易行的方法。(3)棘切片“半径”与体长的相关公式为: $L = 3.9718 + 0.9854R$ 。(4)由各龄组的体长、体重平均值,体长-体重关系式分析表明:雌雄鱼在体重生长上差异显著,在体长约14.3cm以前,雄鱼较雌鱼生长快,以后,雌鱼又较雄鱼生长快。这是与雄鱼较雌鱼早熟的现象相联系的。(5)依据生长方程: $L = 7.4168 + 4.1054t - 0.1097t^2$ $W = e^{-3.7684} \cdot (7.4168 + 4.1054t - 0.1097t^2)^{2.6890}$ 的导出值所进行的生长速度的运算和分析表明:大鳍鲩是一种生长缓慢的经济鱼类,生长的拐点为5—7龄。在嘉陵江中,约60%的个体未达生长高峰便遭捕捞。这是值得有关部门重视的。

参 考 文 献

- [1] 伍献文等。中国经济动物,淡水鱼类。北京:科学出版社。1963:132—133。
- [2] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室。长江鱼类。北京:科学出版社。1976:169—170。
- [3] 成庆泰、郑葆珊主编。中国鱼类系统检索,上册。北京:科学出版社。1987:216。
- [4] 周仰璟。大鳍鲩的生物学资料。动物学杂志,1983,(2):39—42。
- [5] 邓中彝等。汉江主要经济鱼类的年龄和生长。鱼类学论文集,第一辑。北京:科学出版社。1981:97—116。
- [6] 谢小军。嘉陵江南方大口鲩年龄和生长的研究。生态学报,1987,(4):359—367。
- [7] Giorgio Panella. Growth patterns in fish sagittae. In: *Skeletal growth of aquatic organisms*, 1980:519—560。
- [8] Simkiss K. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. In: *Ageing of fish*, (Ed. T. B. Bagenal), 1974: 1—12。
- [9] 施白南。嘉陵江鲩鱼的生物学简介。西南师范学院学报,1980,(2):53—59。
- [10] Ezenwa BIO, K Lkusemi ju. Age and growth determination in the catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepede) by use of the dorsal spine. *Fish Biol.*, 1981, 19:345—351。

A STUDY ON THE AGE AND GROWTH OF *MYSTUS MACROPTERUS* (Bleeker) IN THE JIALING RIVER

Wang Deshou and Luo Quansheng

(Biology Department, Southwest China Teachers University, Chongqing 630715)

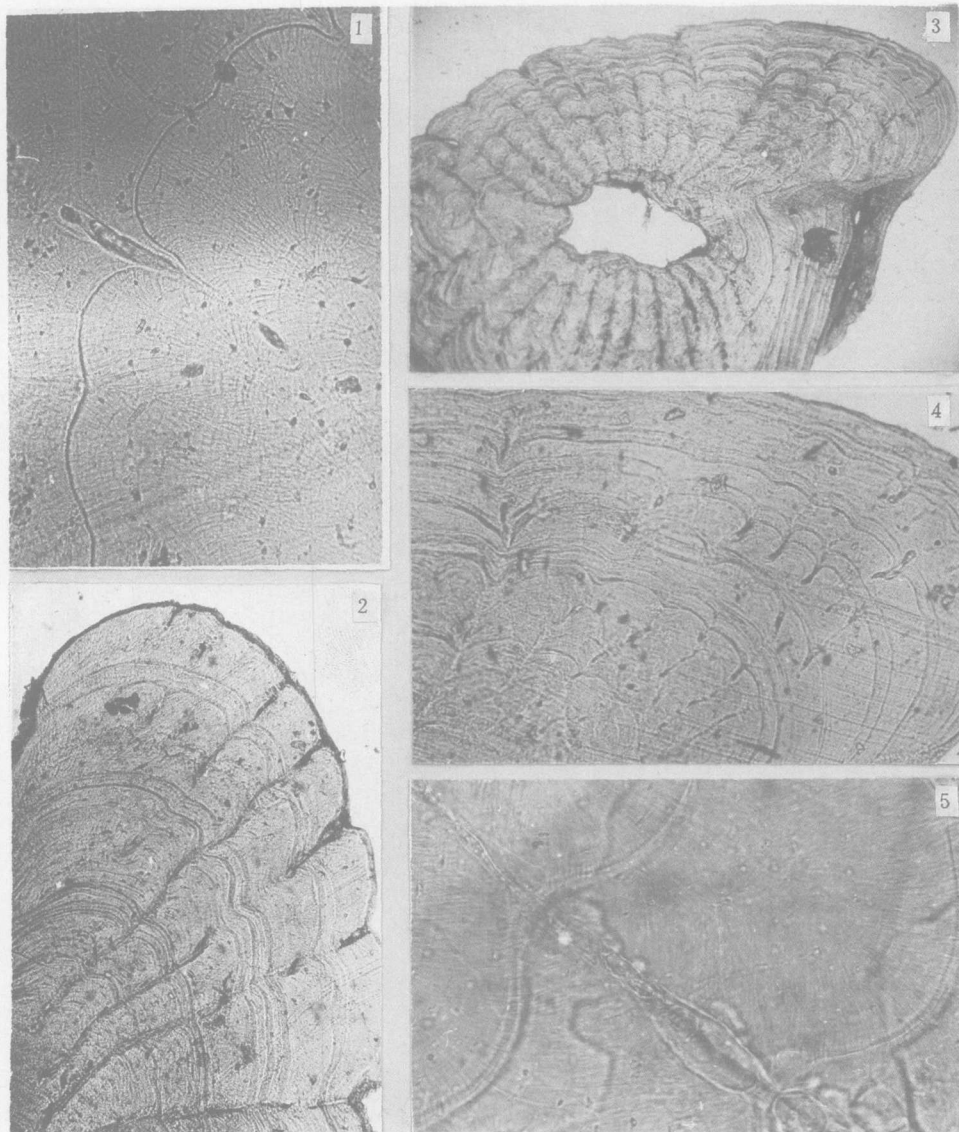
Abstract

From May 1986 to December 1987, 928 specimens of *Mystus macropterus* (Bleeker) were collected from the middle and lower reaches of the Jialing River for age determination and growth study.

826 specimens were aged based on the cross-section of decalcified pectoral spine. Age composition of the catch was analysed. The regression of body length on the "radius" of the spine section was calculated, and optimal equations for growth were selected. Backcalculations from the radii of annuli on the spine section were carried out. Based on the theoretical value of body length and body weight, growth indexes were calculated. Growth difference in body weight between male and female was demonstrated. The difference is related to the fact that the male mature one year earlier than the female.

The paper also discussed the cause and biochemical mechanism for annual ring formation. It is confirmed that use of the cross-section of the decalcified spine for the study of age and growth of small-size Bagridae is reliable and easy to perform.

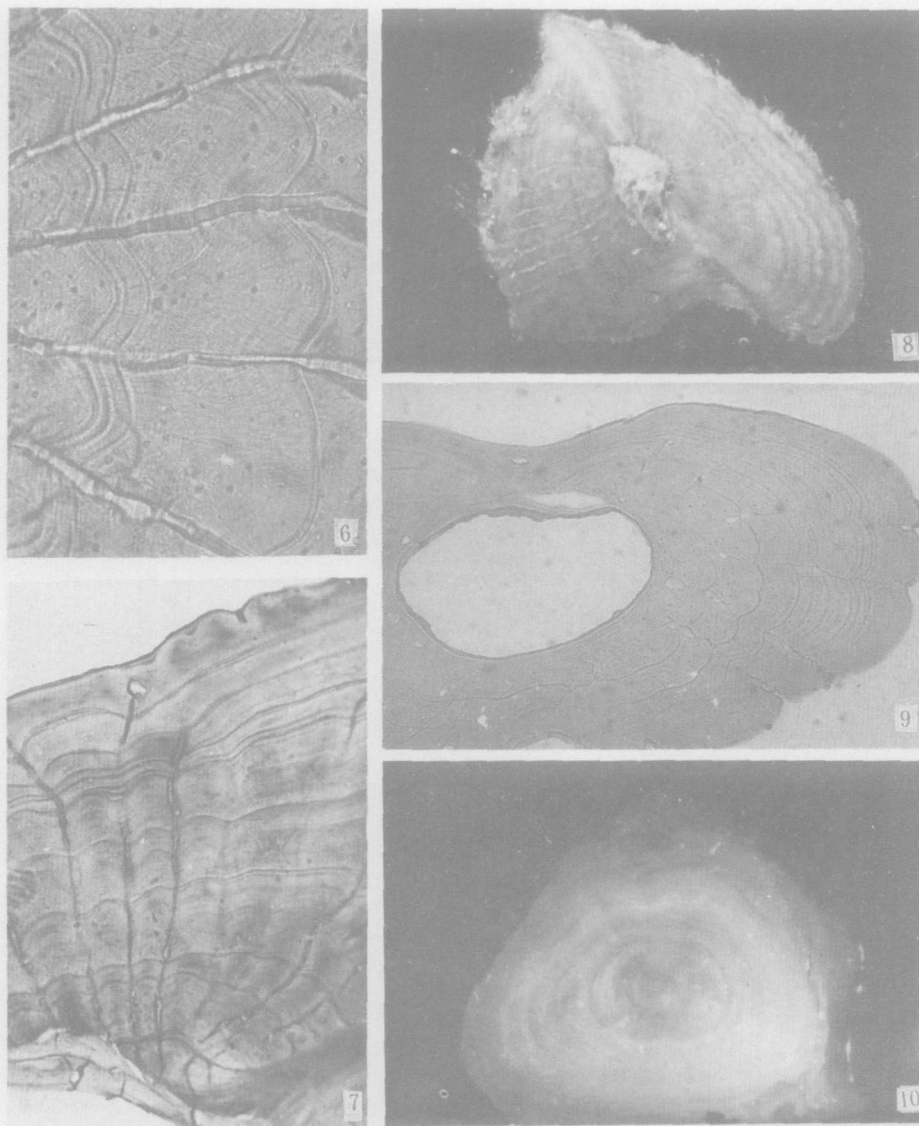
Key words *Mystus macropterus*, Age, Growth



大鳍鲩胸鳍棘(1—5)上的年轮

Annual rings on the cross-sections of the pectoral spines (1—5)

1 No. C8707009 $t = 1^+$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.06mm}$ 2 No. C8704027 $t = 6^-$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.22mm}$ 3 No. 8610048 $t = 7^+$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.56mm}$ 4 No. 8610048 $t = 7^+$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.22mm}$ 5 No. 8606003 $t = 4^-$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.06mm}$



大鳍鲩胸鳍棘(6—8)脊鳍棘(9)横切片和脊椎骨(10)上的年轮(8 为未脱钙磨片,其余为脱钙后切片)

Annual rings on the cross-sections of the pectoral spines (1—8) and the dorsal spine (9), vertebra (10) of *H. macropterus*

6 No. 8610068 $t=2^+$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.06mm}$ 7 No. 8705067 $t=8^\circ$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.22mm}$ 8 No. 8704058 $t=9^-$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{1.00mm}$ 9 No. 8703002 $t=8^-$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{0.22mm}$ 10 No. 8606015 $t=5^\circ$ $\overbrace{\hspace{1cm}}^{1.00mm}$

All the sections were made after decalcification except (8)