

嘉陵江南方大口鲶 的年龄和生长的初步研究^{*}

谢小军

(西南师范大学生物系)

提 要

由嘉陵江中下游共采获标本436尾。取脊椎骨为主要研究材料,以胸鳍棘切片为对照。利用计算机进行回归运算,选出测量椎体半径的最佳部位和有关生长的相关公式。对所获得的数据进行了生物学和统计学的综合分析处理,论证了:(1)脊椎骨是鲶类鱼的年龄和生长研究的好材料;(2)南方大口鲶是个体大,生长快而持久,鱼体利用率高的优良经济鱼类;(3)该种在嘉陵江中的资源正在受到损害,有必要采取一定的保护措施。

南方大口鲶(*Silurus soldatovi meridionalis* Chen)是一种广泛分布于长江流域的重要经济鱼类,其各项生物学特性尚未得到深入研究,因此本文初步探讨了南方大口鲶的年龄和生长问题。有关我国*Silurus*属的年龄和生长的研究进行得很少,先后有Горячкина(1957)对黑龙江两种鲶鱼的年龄和生长进行了初步的研究;尼柯里斯基(1956)和湖北水生生物研究所鱼类研究室(1976)分别对黑龙江和长江的几种鲶鱼的年龄和生长问题作了简略的报道;施白南(1980)对嘉陵江的两种鲶鱼的生物学进行了初步的探讨。本文的工作旨在弥补该方面资料的不足,并为深入进行南方大口鲶的生物学研究打下基础。

一、材料和方法

1. 标本的数量及采集地

作者于1983年3月至1985年2月在嘉陵江北碛、合川等江段以及嘉陵江主要支流涪江(铜溪以下)和渠江(小沔以下)的下游共采集标本436尾。

2. 材料的处理

解剖标本后取出前5—6枚分离椎骨和两个胸鳍棘,共制得鉴定材料347份。用脊椎骨做年龄鉴定和生长推算的材料;随机取80尾标本的胸鳍棘做出77份切片(厚度0.5毫米),作为年龄鉴定的对照材料。

3. 测量方法

体长值取自下颌前端(上位口)至尾鳍基。

与愈合椎骨相连接的第一分离椎骨有不同程度的变形,而且在取材时易于受损,因此由第二分离椎骨的椎体上获取年轮半径长的资料。测量时以椎体前端面锥形内凹的锥顶为圆

^{*} 本文承蒙导师施白南教授的悉心指导,何学福副教授曾给予热情帮助,易伯鲁教授、谭明初副教授、冷永智老师等对文稿提出了宝贵意见,熊良惠同志协助整理部分数据,在此谨致谢忱。

文本于1985年11月22日收到。

心, 截取年轮外缘的半径。

4. 数据处理方法

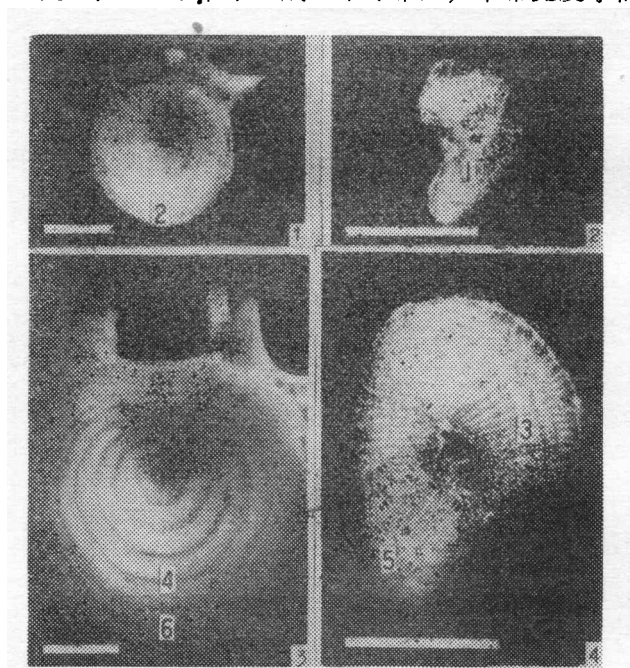
在进行生长与年龄的相关研究时, 以标本比较集中的1984年3—5月的共186尾鱼的材料为依据, 以免当年的生长掩盖年度变化的规律性。

采用计算机进行回归运算, 并依据统计学原理择优选出所求的相关公式。生长退算值也由计算机打印的换算表查得。

二、结 果

1. 年龄鉴定

南方大口鲶前面几个分离椎骨的椎体呈近圆柱形, 经水煮、干燥后呈白色或略发黄。入射光下, 可见椎体两端内凹面上有暗黑色的窄带与白色的宽带相间排列成以锥顶为圆心的同心环带(图版 I)。一个宽带和一个窄带组成一个年带层, 窄带宽度小而均匀, 作为年带层



1. 南方大口鲶椎骨上的年轮。雌鱼, 2龄, 体长: 63.5厘米, 体重: 2.10公斤, 编号: 840317.
2. 南方大口鲶胸鳍棘切片上的年轮。雄鱼, 2龄, 体长: 41厘米, 体重: 0.60公斤, 编号: 840208
3. 南方大口鲶椎骨上的年轮。雌鱼, 7龄, 体长: 108厘米, 体重: 11.25公斤, 编号: 840344.
4. 南方大口鲶胸鳍棘切片上的年轮。与图3为同一标本。(图中标志线长度为0.5厘米)
1. Annual rings on the vertebra of *Silurus soldatovi meridionalis*, Female, 2 years, Length: 63.5cm, Weight: 2.10kg, No. 840317.
2. Annual ring on the cross-section of the pectoral spine of *S. soldatovi m. eridionalis* Male, 2 years, Length: 41cm, Weight: 0.60kg. No. 840208.
3. Annual rings on the vertebra of *S. soldatovi meridionalis*. Female, 7 years, Length: 108cm, Weight: 11.25kg. No. 840344.
4. Annual rings on the cross-section of the pectoral spine of *S. soldatovi m.* The same specimen as Fig. 3.

(The length of the marking line in each figure is 0.5cm.)

的分界线更为合适, 所以把它称为年轮。椎体背腹呈不对称状态, 腹部年轮间距较宽而易于

辨认。在同一个体上所取的几个椎骨的年轮特征一致, 但位置愈前的体积愈大, 更易于观察。

在年轮间有时会出现副轮, 它们的主要区别在于: (1) 后者的宽度不均匀, 透射光下所成光环较暗, 轮廓边缘模糊; (2) 环带常不完整, 在某些部位与年轮融合; (3) 前者的间距相应于椎体边缘成有比例的变化, 而后者的变化多不规则; (4) 同一个体各椎骨的副轮数不一定相等。

1984年5—11月的野生当年幼鱼的椎体上未见轮环, 质地较一致。1983年4月人工孵化的一批鱼苗, 养殖到1984年分批起捕观察: 3月份未发现年轮; 4月份椎体的边缘已出现一个明显的暗带, 标志年轮开始出现; 8月份的标本尽管个体差异已经很大(体长20.9—46.0厘米), 但椎体上的环纹特征与4月份的标本基本一致, 所不同的是其外缘已具有或多或少致密的白带, 为当年生长的年带层。1龄轮虽然轮径变异大(1.4—4.0毫米), 但都具有年轮的特征, 由此可以证实: 本文定义的南方大口鲶的年轮在其年生长周期中只出现一次, 作为年龄的标志是适当的。

胸鳍棘切片的年轮和副轮在形态上的特征与椎体上的相似, 但不如椎体上的特征易辨。同一个体的两胸鳍棘切片和椎体在年轮数目及其相对间距, 副轮出现的位置及数目等方面具有一致性。由77份切片鉴定年龄的结果与椎体相符的有71份, 达92.21%。

2. 年龄组的划分及年轮形成的时期

采用了邓中堯等(1981)提出的年龄记录方法: 以每年度1月1日为年龄递增日期。作者的具体做法是: 在同一年度内, 如果年轮读数为 X 时, 当年新轮没有生成的记为 $(X+1)^-$ 龄; 当年新轮正好在椎体边缘上的记为 X^0 龄; 当年新轮形成后, 边缘已长出新生致密层的记为 X^+ 龄。

逐月统计了捕获的 X^0 龄个体数和 X^+ 龄个体数, 并计算了二者总和的频率, 结果如表1。

表1 南方大口鲶椎体上的年轮形成的时期

Table 1 The time of forming annual rings on the centra of *S. soldatovi meridionalis*

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8—12
标本个数	12	6	92	90	32	12	4	80
X^0 龄个体数	1	0	6	5	14	2	0	0
X^+ 龄个体数	0	0	17	19	9	9	4	80
新轮出现总数	1	0	23	24	23	11	4	80
新轮出现率(%)	8.33	0	25.00	26.67	71.88	91.67	100	100

由新轮的出现率可以推断: 年轮主要在3—7月形成, 5月份为年轮出现的高峰, 有极少数的个体在1—2月形成年轮。

3. 渔获物的长度组成和年龄组成

将1984年3—5月随机取样的渔获物(共186尾)的体长组成和各龄组分别的体长组成的资料绘成直方图(图1), 体长频数分布的一致性可以映证年龄鉴定和年龄组划的方法是符合客观实际的。

渔获物的年龄组成的统计结果(表2)表明, 3—6龄鱼占的组合成分最大, 其中4龄鱼

特别突出(占26.34%)。嘉陵江水域的南方大口鲶在3—6龄期间正是由性成熟到繁殖旺盛的阶段。3—5龄是雄性的峰值,4—6龄是雌性的峰值,这与雄性的性成熟(多在3龄,最小性成熟年龄为2龄)比雌性性成熟(多在4龄,最小性成熟年龄为3龄)提前一年的现象是相应的,由此得到的结论是渔获物中的主要成分是繁殖群体,特别是补充群体(即初次性成熟群体)。这个问题在制定渔业法时值得注意。

4. 生长速度

由1984年3—5月的186尾标本的资料统计了各龄组的体长、体重及其变异(表3)。

用 W_1 和 W_2 分别表示同一样本的体重和净体重(去内脏重)得出两个回归方程:

$$(1) W_1 = e^{-12.35649} L^{3.18359}$$

$$(N=186)$$

$$(2) W_2 = e^{-12.25517} L^{3.13428}$$

$$(N=186)$$

$$\text{有: } \frac{W_2}{W_1} = e^{0.10132} L^{-0.04931}$$

$\frac{W_2}{W_1}$ 表示净体重与体重之比,它是一个单

调减函数,即随着体长的增加,其值减小。该公式所依据的体长值的上、下限分别是128厘米和23厘米,代入上式可知, $\frac{W_2}{W_1}$ 在87.12—94.81%之间变动,这表明内脏占体重的份额较小(5.19—12.88%)。南方大口鲶作为食品有较高的利用率,这是它经济价值较高的原因之一。

表达体长与年龄相关关系的适宜方程是:

$$L = 18.1233 + 19.6633t - 1.47827t^2 + 0.042984t^3$$

将上式代入体重—体长回归方程(1),得体重生长方程:

$$W = e^{-12.35649} (18.1233 + 19.6633t - 1.47827t^2 + 0.042984t^3)^{3.18359}$$

由体长、体重生长方程的导出值计算了年增积量(表4),结果表明,3—4龄是生长最旺盛的时期,6龄以前一直保持较高的生长速度,其后呈缓慢下降的趋势。

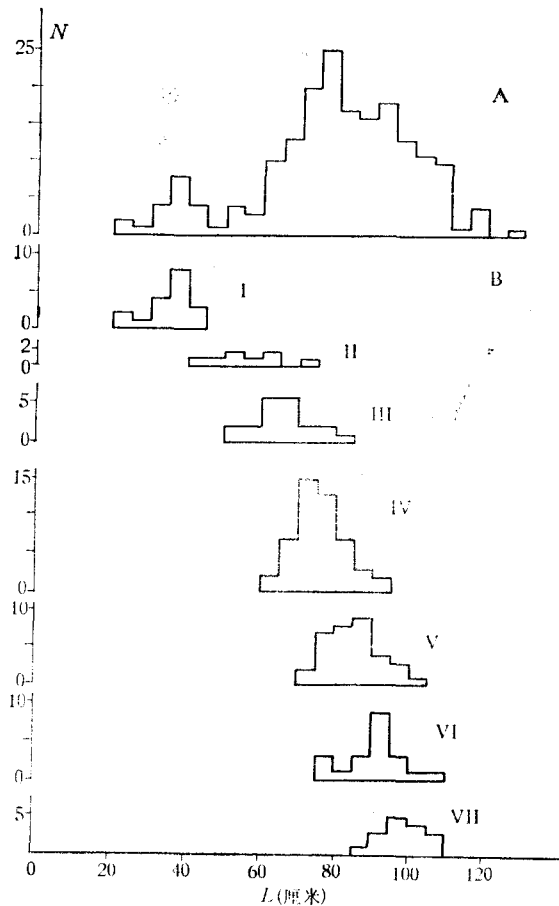


图1 南方大口鲶渔获物的长度频数分布(A)和各龄组的长度频数分布(B)

Fig. 1 The length-frequency distribution of the catch (A) and that for each age group (B) in *S. soldatovi meridionalis*

表2 南方大口鲶渔获物的年龄组成 (1985年3—5月, 嘉陵江)

Table 2 The age composition of the catch of *S. soldatovi meridionalis* (March to May, 1984, from the Jialing River)

年 龄 组	雌 性		雄 性		合 计	
	尾 数	百分比	尾 数	百分比	尾 数	百分比
1	7	6.54	11	13.92	18	9.68
2	2	1.87	6	7.59	8	4.30
3	9	8.41	12	15.19	21	11.29
4	24	22.43	25	31.65	49	26.34
5	20	18.69	13	16.46	33	17.74
6	19	17.76	3	3.80	22	11.83
7	9	8.41	7	8.86	16	8.60
8	7	6.54	0	0	7	3.76
9	4	3.74	1	1.27	5	2.69
10—13	6	5.61	1	1.27	7	3.76
总 计	107	100	79	100	186	100

表3 各龄组的平均体长和平均体重

Table 3 Mean body length and mean body weight for each age group

年 龄 组	标 本 数	体 长 (厘米)			体 重 (公斤)		
		变 幅	均 数	标准差	变 幅	均 数	标准差
1	18	23—44.5	35.0	6.23	0.108—0.805	0.392	0.2050
2	8	44—73.5	56.1	9.68	0.630—4.150	1.717	1.0950
3	21	51.5—84	65.8	8.06	1.150—5.600	2.820	1.1232
4	49	63—92	75.6	6.84	2.275—8.300	4.281	1.3554
5	33	74—102	84.3	7.01	3.700—10.750	6.052	1.6861
6	22	77.5—108.5	91.6	7.65	4.400—10.800	7.467	1.9143
7	16	88—109	99.0	6.01	6.100—14.600	9.816	2.1422
8	7	98—108	103.7	3.20	9.100—14.600	11.629	1.9216
9	5	97—114	105.0	6.28	9.700—14.350	11.310	2.0544
10	3	103—128	112.3	13.65	11.150—20.500	14.483	5.2207
11	—	—	—	—	—	—	—
12	2	117—118	117.5	—	17.250—17.650	17.450	—
13	2	115—117	116.0	—	17.250—17.600	17.425	—

5. 生长推算

测量了椎体腹部和正侧部的半径, 将两组数据分别与体长进行了回归运算。统计检验表明, 腹部半径与体长的相关关系更密切, 二者的对数存在显著的直线相关 ($r = 0.9901$)。由图2可以看出, 回归曲线与实测值相当符合。

在计算中引进了矫正系数 K (各个标本的实测体长除以理论体长的值), 采用的方程为:

$$L = e^{1.05957X^{0.764837}K} \quad (X = \text{椎体半径} \times 100)$$

由2—13龄组 (其中缺11龄组) 的168尾标本的资料推算并统计了各龄组往年度的体长平均值及1—12龄的推算体长平均值 (表5)。

表4 南方大口鲶的年增积量

Table 4 The product on yearly increments of the length and weight in *S. soldatovi meridionalis*.

年 龄	体长 (厘米)	体重 (公斤)	年增长 (厘米)	年增重 (公斤)	年增积量
1	36.4	0.400	15.5	0.840	13.020
2	51.9	1.240	13.1	1.299	17.017
3	65.0	2.539	10.9	1.622	17.680
4	75.9	4.161	9.0	1.780	16.020
5	84.9	5.941	7.3	1.787	13.045
6	92.2	7.728	5.9	1.688	9.959
7	98.1	9.416	4.7	1.534	7.210
8	102.8	10.950	3.9	1.363	5.316
9	106.7	12.313	3.2	1.222	3.910
10	109.9	13.535	2.9	1.150	3.335
11	112.8	14.685	2.7	1.162	3.137
12	115.5	15.847	2.9	1.285	3.727
13	118.4	17.132			

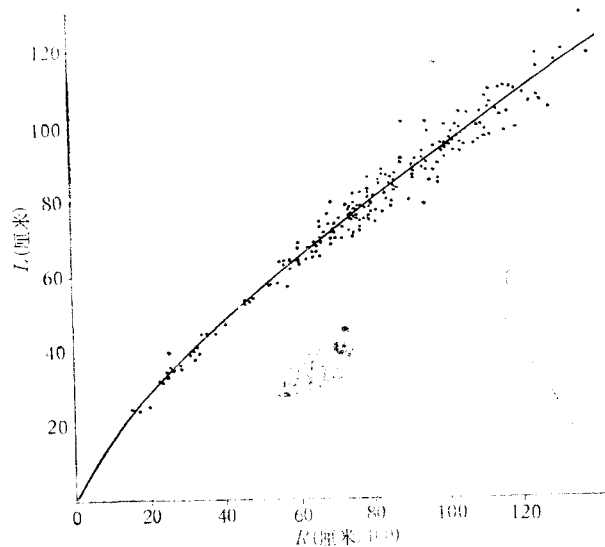


图2 南方大口鲶体长与椎体半径的相关关系

Fig. 2 The correlation between centrum radius and body length in *S. soldatovi meridionalis*

W.E. 里克 (1975) 指出, 比较连续年龄组残存鱼的大小得到的是鱼的种群增长率, 而平均个体增长率 (即真正的增长率) 可由最后两个年轮的推算体长得出来。根据他介绍的方法选取体长推算表中的数据, 分别计算了种群的生长比速和平均个体生长比速及其生长指标 (表 6)。除 2—3 龄间的数值稍有例外, 其余各个阶段平均个体增长率总是明显大于种群增长率, 这说明种群存在选择性死亡——同一个年代级中较大个体的死亡率较高。从表 5 中不同年龄组的推算体长值的变化趋势也可以看出, 龄组越高, 同一年龄的推算值越小, 这与其他人报道的李氏现象是相一致的。尼科里斯基 (1974) 认为李氏现象的产生与生长好的早熟个体先从种群中消失有关。据作者对其繁殖习性的观察, 该种群中存在生长好的个体比生长差

表5 由椎体年轮半径推算的各龄组体长

Table 5 The body length for each age group calculated on radii of the annuli

年龄组	体 长 (厘米)												标本数
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	L ₁₁	L ₁₂	
2	33.5												8
3	33.2	51.4											21
4	32.1	51.8	65.5										49
5	30.7	49.7	64.9	75.4									33
6	31.6	49.0	63.7	74.9	84.0								22
7	31.3	48.7	63.3	74.7	83.9	92.0							16
8	31.2	48.1	62.5	73.5	82.6	90.2	97.3						7
9	29.5	46.2	56.7	68.4	77.2	84.8	91.6	98.8					5
10	27.8	45.1	59.0	70.2	78.5	85.0	92.1	97.9	105.8				3
11													—
12	26.7	49.2	65.7	75.0	82.6	89.8	94.8	102.8	108.3	112.6	115.6		2
13	31.3	47.9	61.1	75.4	83.9	90.3	95.5	100.6	103.8	106.6	109.8	113.9	2
平 均	30.8	48.7	62.5	73.4	81.8	88.7	94.3	100.0	106.0	109.6	112.7	113.9	总计: 168

表6 南方大口鲶的生长指数

Table 6 The indices of the growth in *S. soldatovi meridionalis*

年龄间隔	种群生长		平均个体生长			
	长度间隔 (厘米)	生长比速	长度间隔 (厘米)	生长比速	生长指标	平均生长指标
1—2	33.5—51.4	0.4281	33.2—51.4	0.4371	14.511	13.333
2—3	51.4—65.5	0.2424	51.8—65.5	0.2347	12.155	
3—4	65.5—75.4	0.1408	64.9—75.4	0.1500	9.732	
4—5	75.4—84.0	0.1080	74.9—84.0	0.1147	8.588	7.902
5—6	84.0—92.0	0.09097	83.9—92.0	0.09216	7.732	
6—7	92.0—97.3	0.05601	90.2—97.3	0.07577	6.834	
7—8	97.3—98.8	0.01530	91.6—98.8	0.07567	6.931	
8—9	98.8—105.8	0.06845	97.9—105.8	0.07760	7.597	

的性成熟提前1—2年的现象。另一个不容忽视的事实是：南方大口鲶的渔业捕捞对象主要是产卵期中的繁殖群体，对于那些生长快，繁殖活动旺盛的个体来说，遭到捕杀的机会也更多。

由各龄组的生长指标可以把种群的生长划分为两个阶段：1—3龄为生长阶段，生长速度快而龄组间速度的下降率较大；其后为成熟阶段，生长指标低，但龄组间变化幅度小。

三、讨论和建议

1. 脊椎骨是进行鲶类年龄和生长研究的好材料

Appelget等(1951)利用脊椎骨为材料对 *Ictalurus lacustris* 的年龄和生长进行了成功的研究。Snced(1951)利用胸鳍棘切片对同一种鱼进行了有关生长的研究，他提到：脊椎骨

形态更为规则,其测量结果与体长的相关系数高于胸鳍棘切片。吴清江(1975)利用胸鳍棘切片和脊椎骨相对照,对长吻鲩(*Leiocassis longirostris*)进行了年龄鉴定,二者的相符率达88.76%(150:169)。

作者以脊椎骨为主要材料所进行的工作的可靠性可以从四方面加以证实:(1)年龄鉴定的结果与作为对照材料的胸鳍棘切片的相符率达92.21%;(2)各龄组长度的频数的分布与总体长度频数分布的一致性;(3)由椎体年轮半径进行生长推算的结果合理;(4)野生当年幼鱼和人工养殖1龄鱼椎体上的环纹特征都与预期结果相符。

因此,作者认为:用脊椎骨为材料进行鲩类的年龄和生长研究,不仅比采用胸鳍棘更方便易行,而且有更准确的准确性。

2. 对嘉陵江南方大口鲩资源的保护及利用的建议

嘉陵江中、下游水域的南方大口鲩目前的渔业状况亟待改变,其理由有三:(1)渔获物中初次产卵的补充群体的成分较大,并且生长好、繁殖旺盛的个体遭到捕捞的可能性更大,此种状况不但会影响种群的数量,也可能损害种群的质量。渔民普遍反映南方大口鲩的产量逐年下降,捕捞愈加困难,说明其资源已经受到损害。(2)由年增积量值可知,南方大口鲩在3-4龄期间生长最快,因此不宜作为主要捕捞对象,否则不能较大地发挥资源潜力。(3)生长指标和年增积量等参数的变化规律反映南方大口鲩的剩余群体仍保持一定的生长速度,可以长期有效地利用水体中的食料,适当提高渔获物主要成分的年龄段,不会造成资源的浪费。

为了维护水体生态系统的平衡,更有效、更合理地利用资源,作者建议:(1)在南方大口鲩的繁殖期对产卵场禁渔一段时间,使相当一部分补充群体至少有一次产卵机会,以保证种群有足够的数量和较好的质量;(2)改善渔业管理和生产措施,适当提高主要捕捞对象的年龄段,让种群大多数个体能渡过最佳生长年龄。

参 考 文 献

- 邓中葵等 1981 汉江主要经济鱼类的年龄和生长。鱼类学论文集,第一辑,97—116页。科学出版社。
Г.В. 尼科里斯基 1956 (高岫译,1960)黑龙江流域鱼类333—345页。科学出版社。
——— 1974 (黄宗强等译,1982)鱼类种群变动理论。127—155页。农业出版社。
吴清江 1975 长吻鲩的种群生态学及其最大持续渔获量的研究。水生生物学集刊5(3):387—409。
W.E. 里克 1975 (费鸿年、袁蔚文译,1984)鱼类种群生物统计量的计算和解析150—151页。科学出版社。
施白南 1980 嘉陵江南方大口鲩的生物学研究。西南师范学院学报,(2):45—52。
——— 1980 嘉陵江鲩的生物学简介。西南师范学院学报(2):53—59。
湖南省水生生物研究所鱼类研究室,1976 长江鱼类180—182页。科学出版社。
Appelget, J. and L. L. Smith, Jr. 1951 The determination of the channel catfish, *Ictalurus lacustris*.
Trans. Amer. Fish. Soc. 80:119—139。
Sneed, K. E. 1951 A method for calculating the growth of channel catfish, *Ictalurus lacustris punctatus*.
Trans. Amer. Fish. Soc. 80:174—183。
Горячкина, Е. А. 1957 Некоторые данные о Возрасте и росте сомов Бассейна Амура. Тр. Амурск. ИХТ. эксл. IV:165—168,

A STUDY ON THE AGE AND GROWTH OF *SILURUS SOLDATOVII MERIDIONALIS* IN THE JIALING RIVER

Xie Xiaojun

(Department of Biology, Southwest Normal University)

From March, 1983 to February, 1985, 436 specimens of the fish were collected from the middle and lower reaches of the Jialing River. The vertebra is used as the main material for the investigation. Meanwhile, 77 pieces of cross-section of their pectoral spines were made for comparison. The rate of coincidence between both is 92.21 per cent. The time of forming annual rings on the centra, length-composition and age-composition of the catch have been approached in this paper. With computer, the optimal regression equations for the growth were selected as follows:

$$L = e^{1.05857} X^{0.754837} (X: \text{Radius of centrum} \times 100)$$

$$W_1 = e^{-12.35649} L^{3.18359} (W_1: \text{Weight of body})$$

$$W_2 = e^{-12.25517} L^{3.13428} (W_2: \text{Net weight of body})$$

$$L = 18.1233 + 19.6633t - 1.47827t^2 + 0.042984t^3 (t: \text{age})$$

Based on these equations, the length from back-computation, the indices of growth and the product on yearly increments of length and weight were calculated.

On the synthetic analysis of the results all above, the conclusions can be drawn that: (1) the year marks on the centrum are very clear and assessed easily, the relationship between its radius and the body length is close ($r = 0.9901$), so vertebra is a suitable material for the study on age and growth; (2) This fish has a high commercial value, for its big body, fast and enduring growth, and the great ratio of usable part of its body, as well as its delicious taste; (3) The resource of this species in the Jialing River is being damaged, therefore, some measures for protection against this condition must be taken.