第 23 卷 第 6 期
1999 年 12 月

水 生 生 物 学 报
ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA

Vol.23, No.6
Dec., 1999

梁子湖乌鳢种群动态及最大持续渔获量的研究

马陶武[1] 谢从新[1] 龚双娇[2]

([1] 华中农业大学水产学院, 武汉 430070; [2] 湖南吉首大学生物系, 吉首 416000)

摘要 根据 1997 年 3 月 - 1998 年 2 月在梁子湖取得的 672 尾乌鳢标本研究了其种群动态及最大持续渔获量. 用鳞片鉴定年龄, 鳞径与体长的关系为 $L = 2.7683 + 9.0184S$; 体长与体重的关系为 $W = 0.0126L^{3.0197}$, 体长与体重的 von Bertalanffy 生长方程为: $L_t = 81.03 \times [1 - e^{-0.1755(t+0.5690)}]$; $W_t = 7310 \times [1 - e^{-0.1755(t+0.5690)}]^{3.0197}$. 种群的年总死亡率为 0.5232, 自然死亡率为 0.3049, 捕捞死亡率为 0.2182. 通过比较各种捕捞强度和最小捕捞规格的不同的总渔获量和群体的相对数量, 提出获得持续渔获量的捕捞强度 $F = 0.40$ 和最小捕捞年龄 $t_c = 4$.

关键词 乌鳢, 种群动态, 最大持续渔获量, 梁子湖

乌鳢(*Channa augus* Cantor)俗称乌鱼、才鱼, 隶属鲈形目、鳢科、鳢属[1], 是长江中游南岸梁子湖的主要经济鱼类之一, 年产量占湖泊中主要经济鱼类总产量的 9.8%. 1997 - 1998 年间, 作者在梁子湖进行渔业资源调查时, 收集了乌鳢的周年材料, 对其种群动态和最大持续渔获量等渔业生态学问题进行了研究, 旨在为梁子湖乌鳢的资源保护和合理利用提供科学依据.

1 材料与方法

1997 年 3 月至 1998 年 2 月逐月在梁子湖采样, 共收集样本鱼 672 尾, 其中供渔获物组成分析的样本 507 尾. 样本主要来自罩网、刺网、网簖和钓钩. 所有样本均现场测量其全长、体长、体重, 依据外形特征[2]并结合解剖鉴别雌雄. 在胸鳍末端自然覆盖处侧线以下第一行取正常鳞片 5 - 10 片用于年龄鉴定. 每个鳞片标本均编号并记录样本鱼的采集地点、全长、体长、体重以及性别等. 用双筒解剖镜观察年轮数, 并选取从鳞焦出发沿前区与侧区的交界线至鳞片边缘的距离测量鳞径. 按元月 1 日为递增日期的规则记录年龄[4]. 采用 TJ 和 Excel 软件进行数据的统计和分析处理.

2 结果

2.1 种群结构

2.1.1 *年龄组成、体长和体重分布* 507 尾标本的年龄鉴定结果表明: 雌雄个体均由 Ⅰ - Ⅷ 龄组八个世代组成, 以 Ⅲ 龄所占的比例最大, 占渔获总尾数的 34.71%, 其次是 Ⅱ、Ⅳ 和 Ⅴ 龄鱼, 分别占总尾数的 19.30%、18.54% 和 14.79%; Ⅵ 龄以上个体较少, 所占比例为

收稿日期 1999-11-01; **修改日期** 1999-12-21
基金项目 国家"九五"科技攻关项目(96-008-02-03)资助.
作者简介 马陶武(1968-), 男, 湖南兹利人. 硕士, 讲师. 从事渔业资源学和动物学教学、科研工作.

总尾数的4.94%，其中Ⅷ龄个体不到1%；由于渔具选择的原因，Ⅰ龄鱼在渔获物中所占的比例只有7.5%，明显少于Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ龄鱼；雌、雄鱼之间年龄组成的差别不大，仅在Ⅶ和Ⅷ龄等高龄组中，雌鱼的比例略低于雄鱼(表1).

表1 梁子湖乌鳢的年龄组成

Tab.1 Age composition of *Channa argus* in Liangzi Lake

年龄组 Age groups		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	样本量 Sample size
雌鱼	标本数 Amount	22	53	91	45	45	6	3	1	266
Female	百分比 Percentage	8.27	19.92	34.20	16.92	16.92	2.26	1.13	0.38	100
雄鱼	标本数 Amount	16	46	85	49	30	5	6	4	241
Male	百分比 Percentage	6.64	19.09	35.27	20.33	12.45	2.07	2.49	1.66	100
合计	标本数 Amount	38	99	176	94	75	11	9	5	507
Total	百分比 Percentage	7.50	19.53	34.70	18.54	14.79	2.17	1.78	0.99	100

渔获物的体长范围为13.0－67.5cm，以31－53cm占优势，在此体长范围内的个体占渔获总数的80.67%.渔获物的体重范围为28.5－4870g，主要分布在2700g以下，以350－1750g占，在此体重范围内的个体占渔获总尾数的73.96%.

2.1.2 生长退算 将652尾标本按体长1cm间距分组，根据各组平均体长(L，cm)及相应的平均鳞径(S，mm)求得体长与鳞径的直线回归方程式为：

$$L = 2.7683 + 9.0184S \qquad r = 0.9687$$

按上式求得各龄的退算平均体长，与各年龄组的实测体长一并列于表2.

表2 乌鳢各龄的平均体长

Tab.2 Body length of back calculation of *Channa argus* at various ages.

年龄组 Age groups	实测体长(cm) Body length	退算体长(cm) Back calculation body length								样本数 Samples
		l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	
Ⅰ	21.2	19.7								38
Ⅱ	31.8	20.0	30.0							99
Ⅲ	37.6	19.8	30.5	36.6						176
Ⅳ	45.2	19.9	30.3	36.6	44.3					94
Ⅴ	51.6	19.6	30.4	36.6	44.3	50.8				75
Ⅵ	55.6	19.8	30.3	37.0	44.7	50.9	55.3			11
Ⅶ	59.4	19.5	30.1	36.3	44.3	50.6	55.9	59.9		9
Ⅷ	62.9	19.9	30.2	36.3	44.6	51.1	57.1	61.2	63.1	5
加权平均 Weighted average		19.8	30.5	36.6	44.3	50.8	55.9	60.4	63.1	507

2.1.3 体长与体重的关系 根据672尾样本分析，体长与体重呈幂指数关系，可以用$W = aL^b$(W为体重，L为体长)表达.将体长组按1cm间距分组，取平均值与相应的体重进行拟合，得到体长和体重的相关式如下：

$$W = 0.0126L^{3.0197} \qquad n = 672, r = 0.9897$$

上式的相关系数r很高，表明体重与体长相关性显著.此外，上式的幂指数b约等于3，说明体重与体长的立方呈正比关系，属于等速生长类型(图1).

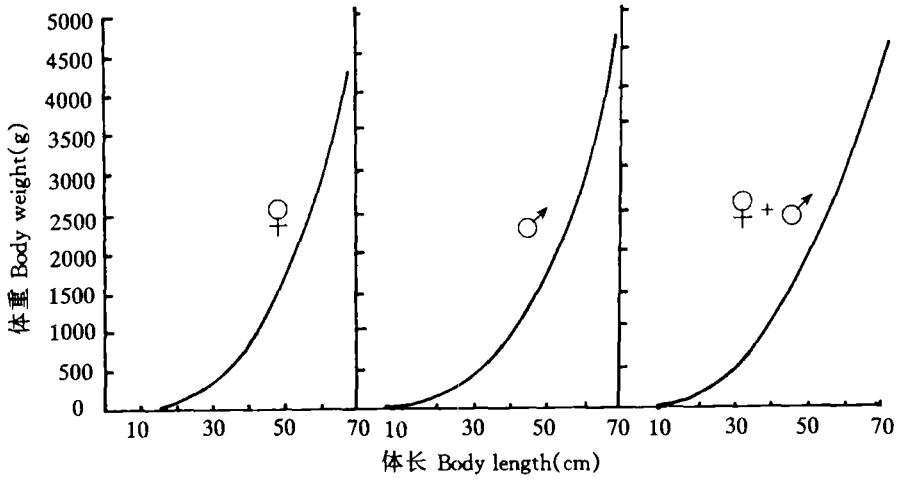


图 1　乌鳢体重与体长的关系

Fig. 1　Relationship between body and body length of *Channa argus*

2.1.4　生长方程和生长曲线　由于乌鳢体重与体长的立方呈正比,采用 von Bertalanffy 生长方程来拟合乌鳢的生长.根据乌鳢各龄退算体长,用 Allen(1966)[8]的计算方法计算出各参数,即首先计算 Ford 方程[9],求得 L_∞ 和 k ;然后用 Beverton 法[10]求得 t_0,所得各参数如下:生长参数 $k=0.1755$,理论体长和体重等于零时的年龄 $t_0=-0.5690$,渐近体长 $L_\infty=81.03$cm,渐近体重 $W_\infty=7310$g.

由此得出生长方程为:

$$L_t = 81.03[1 - e^{-0.1755(t+0.5690)}]$$

$$W_t = 7310[1 - e^{-0.1755(t+0.5690)}]^{3.0197}$$

从表 1、2 可看出,体长与体重的理论值和退算值之间无显著差异(体长:$t=0.892$, $< t_{0.05}=2.365$, $p>0.05$;体重:$t=0.054$, $< t_{0.05}=2.365$, $p>0.05$).表明 Von Bertallanffy 生长方程能表达梁子湖乌鳢的生长规律.

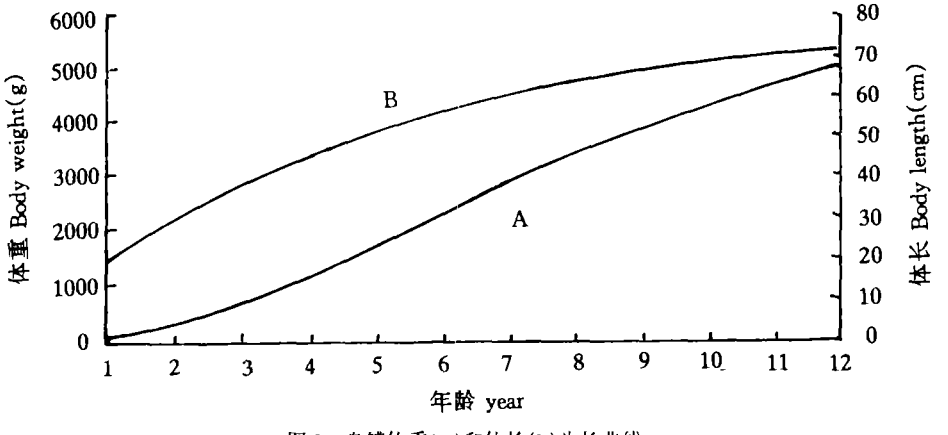


图 2　乌鳢体重(A)和体长(B)生长曲线

Fig. 2　Growth curve of body weight and body length of *Channa argus*

乌鳢体长和体重的生长曲线见图2.体长生长曲线不具拐点,开始上升很快,以后随着年龄的增加而逐渐趋于渐近值.体重生长曲线为具有拐点的不对称的S型曲线,拐点年龄为5.69a,拐点体重为2148g.

2.2 死亡特性

2.2.1 *最小捕捞年龄值* 从表1中得知,梁子湖乌鳢渔获群体中自3龄开始大部分个体进入渔具选择,因此其首捕年龄 $t_c=3$.

2.2.2 *存活率和年总死亡率* 计算死亡率的方法很多,这里采用两种死亡率计算方法计算乌鳢的存活率,然后取其平均值[5,11]. Tobson 和 Chapman 法[12]:将梁子湖乌鳢3、4、5、6、7和8龄分别标码为0、1、2、3、4和5龄,其相应的数量为 N_0、N_1、N_2、N_3、N_4 和 N_5.

$$T = N_1 + 2N_2 + 3N_3 + 4N_4 + 5N_5 = 338$$

$$N = N_0 + N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 = 370$$

则年总存活率 $S=T/(N+T-1)=0.4781$,标准误 $\sigma=\sqrt{S(1-S)^2/N}=0.0188$

年总存活率95%可信区间:$0.4405<S<0.5157$,年总死亡率95%可信区间:$0.4843<\varphi<0.5595$;年总死亡率 $\varphi=1-S=0.5219$,年总死亡系数 $Z=-lnS=0.7379$.

巴拉诺夫(1918)[6]:依据各年龄组的数量与年龄的关系

$$N_t = N_0 e^{-Mt_c}$$

式中 N_0 为初始世代种群数量($\bar{a}$ 接近于0时),M 为自然死亡数.若为已开发群体,则 M 为自然死亡系数与捕捞死亡系数之和用 Z 表示:

$$Z = (\ln N_{t_c} - \ln N_{t_m-1})/(t_m - 1) - t]$$

式中:N_{t_c} 为首捕年龄 t_c 对应的渔获物尾数(176),t_m 为渔获物最大年龄值(8),$N_{t_m}-1$ 为年龄 t_m-1 对应的渔获物尾数(9).于是,$Z=(ln176-ln9)/(7-3)=0.7433$.则:年总存活率 $S=e^{-z}=0.4754$,年总死亡率 $\varphi=1-e^{-z}=0.5245$.

从以上计算结果来看,两种方法计算的年总死亡率基本一致.依巴拉诺夫法计算出的S和φ值在Robson和Chapman法所计算出的年总死亡率95%可信区间内.因此取二者的平均值得取梁子湖乌鳢年总死亡系数 $Z=0.7406$,年总存活率 $S=0.4768$,年总死亡率 $\varphi=0.5232$.

2.2.3 *瞬时自然死亡率和瞬时捕捞死亡率* 根据个体生长参数 k 可以推算个体的极限年龄,费鸿年(1983)[13]提出如下推算公式:

$$t_\lambda = 3/k + t_0$$

梁子湖乌鳢 $k=0.1755$,$t_0=-0.5690$,代入上式计算的 $t_\lambda\approx16$ 年.

根据种群数量和年龄的关系 $N_t=N_0e^{-Mt}$,以16龄作为1000个个体的最大年龄,求得 $M=(\ln1000-\ln1)/16=0.4317$,则自然死亡率 $D=(M/Z)\times\varphi=0.3049$.

年捕捞死亡系数 $F=Z-M=0.3089$,则年捕捞死亡率 $f=(F/Z)\times\varphi=0.2182$.

2.3 最大持续渔获量分析

2.3.1 *捕捞对渔获量的影响* 假设每个世代开始时的数量是恒定的,那么鱼群中因自然死亡率和捕捞死亡而减少的总数R就等于每年达到最小捕捞年龄的鱼群数量[6,14],即

$$R = N_0 e^{-Mt_c},$$

式中 M 为自然死亡系数,t_c 为首捕年龄.

捕捞个体数 $C = R \times [F/(F+M)]$,式中 F 为捕捞死亡系数.

渔获重量 $Y = C\overline{W}$,式中 $\overline{W}$ 为个体平均重量,个体平均重量 W 为总损耗个体数(包括捕捞死亡和自然死亡)的重量除以总损耗的个体数,其计算公式为:

$$W = (\sum N_0 e^{-Zt} \times W_t)/\sum N_0 e^{-Zt}$$

取 $N_0 = 1000$ 尾,分别以 $F = 0.10, 0.20, 0.31, 0.40, 0.50$ 及 $t_c = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 龄代入上式计算在不同捕捞强度和首捕年龄下的渔获量(Y,kg),见表 3.从表 3 可以看出,在同一首捕年龄下,渔获量随捕捞强度的增大而提高.在各种捕捞强度下获得最大渔获量的最小捕捞年龄均为 $t_c = 3$ 附近.这与现行的首捕年龄大致是相符的.

表 3　捕捞对渔获量的影响

Tab.3　The fishing effect on the catch (kg)

捕捞强度 F	首捕年龄 t_0(year)　First fishing year					
Fishing intensity	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
0.10	50.03	59.50	61.66	57.32	49.14	39.66
0.20	84.22	100.17	103.80	96.50	82.72	51.55
0.31	111.19	132.24	137.03	127.39	109.20	68.06
0.40	127.19	152.16	157.68	146.59	125.66	78.31
0.50	142.76	169.78	175.95	163.57	140.21	87.38
0.60	154.71	184.00	190.67	177.25	151.95	94.70

2.3.2　*捕捞对种群数量的影响*　若假设每一世代的原始数量不变,取 $N_0 = 1000$ 尾,以 N_1 表示 1 龄补充群体的数量,性成熟年龄 $t_m = 2$,存活率为 S,则 2 龄以上的群体数量将以存活率 S 减少,2 龄以上群体数量 A[14]为:

$$A = N_1 S + N_1 S^2 + N_1 S^3 + N_1 S^4 + \cdots$$

式中:$S = e^{-(M+F)}$,对不同的捕捞强度 F 及不同首捕年龄 t_c 值,2 龄以上群体的数量是不同的.分别以 $F = 0.10, 0.20, 0.31, 0.40, 0.50$,$t_c = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 计算 A 值(表 4).

表 4　捕捞对种群数量的影响

Tab.4　Fishing effect on the population quantity

捕捞强度 F	首捕年龄 t_0(year)　First fishing year					
Fishing intensity	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
0.10	780	922	1090	1210	1272	1342
0.20	581	758	989	1143	1234	1333
0.31	422	615	899	1091	1217	1324
0.40	330	526	841	1057	1199	1317
0.50	253	449	790	1023	1181	1310

从表 4 可以看出,在一定的捕捞强度下,种群相对数量随着首捕年龄的增大;在一定的捕捞年龄下,种群相对数量随捕捞强度的增大而减少.

2.3.3 *捕捞对生殖群体年龄结构的影响* 未开发种群的生殖群体的年龄结构与已开发种群的生殖群体的年龄结构是不相同的.据我们调查,梁子湖乌鳢1龄没有发现性成熟个体,2龄84%以上达到性成熟,3龄以上个体全部达到性成熟.假设以1000尾作为雌鱼一个世代的种群基数,用公式[14] $N_t = N_0(1-D)^t$ 和 $N_t = N_0(1-\varphi)^t$ 分别计算出未开发种群和受捕捞影响后种群的产卵群体中各龄组的比例及比较产卵力(表5、10).

从表5和表6的结果可以看到,在目前的捕捞强度影响下,产卵群体中Ⅱ龄鱼的比例由35.7%上升到50.9%,Ⅲ龄鱼略有下降,Ⅳ、Ⅴ龄鱼分别由20.5%和14.2%下降到13.8%和6.5%,生殖群体的年龄结构变成以Ⅱ、Ⅲ龄鱼为主,共占80%.

表5 未开发种群中产卵群体的年龄比例及比较产卵力*

Tab.5 The ratio of age groups and the comparative fecundity in spawning stock of Unexploited population

年龄组 Age groups	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
相对数量 Relative quantity	695	483	336	233	162
成熟个体比例(%) Ratio of matured individuals	0	84	100	100	100
相对成熟数量 Relative quantity of matured individuals	0	406	336	233	162
成熟个体占生殖群体(%) Maturity/Spawning stock	0	35.7	29.6	20.5	14.2
平均绝对生殖力(10^4 eggs) Average absolute fecundity	0	1.41	1.98	2.45	2.98
比较产卵力(10^4 eggs) Comparative fecundity	0	50.3	58.6	50.2	42.3
比较产卵力(%) Percentage of Comparative fecundity	0	25.0	29.1	24.9	21.0

*自然死亡率 $D=0.3049$, Natural mortality $D=0.3049$

表6 受捕捞影响后种群中产卵群体的年龄比例及比较产卵力*

Tab.6 The ratio of age groups and the comparative fecundity in spawning stock after the effect fishing on population

年龄组 Age groups	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
相对数量 Relative quantity	695	483	230	110	52
成熟比例(%)Ratio of maturity	0	84	100	100	100
相对成熟数量 Relative quantity of maturity	0	406	230	110	52
成熟个体占生殖群体(%) Maturity/Spawning stock	0	50.9	28.8	13.8	6.5
比较产卵力(10^4 eggs)Comparative fecundity	0	71.7	57.1	33.8	19.4
比较产卵力(%)Percentage of Comparative fecundity	0	39.4	31.4	18.6	10.7

*年总死亡率 $\varphi=0.5232$, Total mortality $\varphi=0.5232$

为了估价乌鳢各个龄组在产卵群体中的作用,采用Hickling[15]的方法计算了比较产卵力,通过分析比较产卵力发现,在未开发种群中起主要作用的龄组是Ⅱ－Ⅴ龄,各龄比较产卵力比较接近,其中Ⅲ龄最高达29.1%;而在已开发种群中起主要作用的龄组是Ⅱ、Ⅲ龄,其中Ⅱ龄最高达39.4%.

从表7可看出,在未开发种群中,产卵群体中剩余群体(59.6%),多于补充群体(40.4%).而在受捕捞影响后,产卵群体中的补充群体(55.5%),多于剩余群体(44.5%).

表7　不同产卵群体中补充群体和剩余群体的比例

Tab.7　The ratio of the recruit population and the remaining colony in different spawning stocks

年龄组 Age groups		Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	合计 Total
未开发种群	补充群体 Recruit population	35.7	4.7			40.4
Unexploited population	剩余群体 Remaining population		24.9	20.5	14.2	59.6
已开发种群	补充群体 Recruit population	50.9	4.6			55.5
Exploited population	剩余群体 Remaining population		26.1	13.8	6.5	44.5

3　讨论

为了获取最大持续渔获量必须规定最小捕捞规格以保证有足够的种群作为补充.一些学者认为在确定最小捕捞规格时,单从某一方面(如捕捞强度)考虑是不全面的,而必须考虑多方面的因素[3,6,14],这些因素包括种群的自然死亡、捕捞强度、个体的生长特性、成熟年龄、产卵群体中补充群体与剩余群体的数量变动以及经济效益等诸多方面.

依"维持最大持续产量的资源水准约等于原始资源水准的1/2,至少不在1/3以下"[16]的理论,从表4可以看出,目前的捕捞作业现状($F=0.31$, $t_c=3$)尚能满足这一标准,这正是由于近年来在梁子湖的渔业管理上,制订了一些适当渔业对策如规定禁渔期等,限制对名贵品种的酷渔滥捕的结果.

从表3和表4的分析来看,保持现行捕捞年龄($t_c=3$)不变,如果降低捕捞强度,种群数量明显增加,但渔获产量下降更为明显.若将现行捕捞强度提高到$F=0.5$,资源水准仍在1/2,并且可以获得较高产量,但可能出现个体小型化的趋势[17].同时必须考虑到乌鳢的生活史类型为K选择类型[18],捕捞强度过大,其资源遭到破坏后较难恢复.

从捕捞对种群数量的影响来看,在$F=0.4$, $t_c=2$时,资源水准约等于原始资源的1/2,并且可以获得较大渔获产量.但从性成熟年龄来看,乌鳢2龄84%达到成熟,若把捕捞年龄定为2龄,则会影响产卵群体,造成补充群体大大高于剩余群体,种群生殖力会大大下降,从而导致个体小型化和低龄化.这样也限制了资源的补充和增殖.显然捕捞2龄鱼是不合适的.

生长拐点时鱼类体重生长由快速生长阶段转为慢速生长的转折点.在渔业利用上,常常从发挥鱼类生长潜能角度考虑,把生长拐点作为捕捞标准.还有学者通过求临界年龄[19]来考虑首捕年龄,根据常剑波等[20]的推导证明,鱼类的生长拐点就是其临界年龄.梁子湖乌鳢的生长拐点年龄为5.69龄,若将生长拐点年龄作为首捕年龄,可以获得较大的渔获个体(拐点体重2148g)和维持较大的资源量,但鱼产量将大幅下降(见表3),而且从市场需要来看也得不到很好的经济效益.

从产卵群体中补充群体与剩余群体的数量变动考虑,在现行捕捞年龄$t_c=3$下捕捞对中群生殖力有一定影响,种群生殖力下降约9.6%.

综合考虑多种因素,我们认为把梁子湖乌鳢的现行捕捞年龄$t_c=3$提高到$t_c=4$,把捕捞强度控制在$F=0.40$左右,乌鳢的产量将提高7%,同时可以保持繁殖群体的原有相对数量,使乌鳢资源得持续利用,而且从市场规格考虑,4龄个体(体长44.7cm,体重

1212g)最受欢迎,能够获得较好的经济效益.

参 考 文 献

[1] 杜金瑞.梁子湖乌鳢生物学的研究.水生生物学集刊,1962,(2):54－66

[2] 曹克驹.乌鱼养殖. 北京:金盾出版社,1995

[3] 叶富良等.新丰江水库大眼鳜生物学及其最大持续渔获量的初步研究. 鱼类学论文集(第五辑),1986:137－151

[4] 邓中粦,余志堂,许蕴玕等.汉江主要经济鱼类的年龄和生长.鱼类学论文集(第一辑),1981,97－116

[5] Bagend T B, Tesch F W. Age and growth. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, Blackwell scientific Publication, 1978

[6] 吴清江.长吻鮠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,1975,**5**(3):387－405

[7] Bertalanffy L von. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 1938,(10):181－213

[8] Allen K B. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Bd Can*, 1966,23:162－179

[9] Walford L A. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 1946,90(2):141－147

[10] Beverton R J H. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish population. U. S. Fish Lab. Beaufort, N. C., *Misc Contrib*, 1954,(2):159

[11] 卢振彬,戴泉水,颜尤明等.福建东山岛海城斑鰶资源生物学研究.鱼类学论文集(第六辑),1997,50－56

[12] Robson D S, Chapman D G. Catch curves and mortality rates. *Trans. AM. Fish. Soc*, 1961,**90**:181－189

[13] 费鸿年.广东大陆架鱼类生态学参数和生活史类型.水产科技文集,第二集,北京:农业出版社,1983,6－16

[14] 谢从新,朱邦科,王明学等.保安湖鲤鱼生长特性、生殖力及其最大持续渔获量研究. 梁彦龄等.草型湖泊资源、环境及渔业生态管理(一),北京:科学出版社,1995:282－292

[15] Hickling C F. The fecundity of the herring of the couthern north sea.. Tour. *Mar. Biol. Assoc.*, 1940,**24**:619－623

[16] 许学龙译.水产资源数理统计基础讲座(七),水产科技情报,1978,(7):25－28

[17] 曹文宣,张国华,马骏等.洪湖鱼类资源小型化现象的初步探讨.洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究,北京:海洋出版社,1991:148－152

[18] 谢从新,袁新华,朱邦科等.保安湖八种鱼类生活史类型的研究.草型湖泊资源、环境及渔业生态管理(一),北京:科学出版社,1995:293－300

[19] 袁蔚文.南海北部主要经济鱼类的生长方程和临界年龄,南海水产研究文集,广州:广东科技出版社,1989,(1):61－74

[20] 常剑波,孙建贻,段中华等.网湖似刺鳊鮈种群生长和死亡率研究.水生生物学报,1994,(3):230－239.

STUDIES ON POPULATION DYNAMICS AND AXIMUM SUSTAINABLE YIELD OF CHINESE SNAKE-HEAD FISH, *CHANNA ARGUS*, IN THE LIANGZI LAKE

Ma Taowu[1,2], Xie Congxin[2] and Gong Shuangjiao[1]

([1]*Jishou University, Jishou* 41600; [2]*Huazhong Agricultural University, Wuhan* 430070)

Abstract The population dynamics and maximum sustainable yield of Chinese snake-head fish, *Channa argus*, were studied based on 672 specimens taken from Liangzi Lake from March 1997 to February 1998. The scales were used for age determining and to growth back-calculating. The relationship between body length and scale radius can be expressed as $L = 2.7683 + 9.0184S$, and that between body weight and body length as $W = 0.0126L^{3.0197}$. von Bertanlanffy growth equation was used for describing the growth of body length in relation to ages as $L_t = 81.03 \times [1 - e^{-0.1755(t+0.5690)}]$ and the growth of body weight as $W_t = 7310 \times [1 - e^{-0.1755(t+0.5690)}]^{3.0197}$. Dominant age in catches was 3 years old. Total mortality of the population was estimated to be 0.5232, with 0.3049 in natural and 0.2182 in fishing mortality respectively. If the minimum age in catches could be controlled at 4 years old and the fishing mortality at 0.40, a maximum sustainable yield, which is 107% to the present, might be obtained.

Key words *Channa argus*, Population dynamics, Maximum sustainable yield, Liangzi Lake