

东江鲤鱼种群动态及其最大持续渔获量的研究*

叶富良 陈 军
(湛江水产学院)

提 要

本文研究东江鲤鱼的种群动态并进行渔业生物学分析。用 Von Bertalanffy 生长方程可以表达东江鲤鱼体长、体重与年龄的关系, $L = 39.308R - 42.611$, $L_t = 851 [1 - e^{-0.173(t+0.0394)}]$ $W_t = 19171.5 [1 - e^{-0.173(t+0.0394)}]^3$ 。通过渔获物统计资料计算种群的自然死亡率 $D = 0.27$ 和捕捞死亡率 $E = 0.25$, 并分析比较产卵力及产卵群体的结构类型。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 $F = 0.35$ 及最小捕捞年龄 $t = 2$ 。

鲤鱼 (*Cyprinus carpio* L.) 是东江主要经济鱼类之一。据历年产量统计, 1959 年的产量约 10 万公斤 1981 年的产量为 3 万公斤左右, 其产量下降原因, 除了因建闸、筑坝、围垦后破坏了鲤鱼的栖息、生殖场所外, 是否与过度捕捞有关? 作者在参加东江渔业资源调查时, 研究了鲤鱼的生物学, 根据生物学资料, 应用渔业研究中种群数量变动的数学模式来分析东江鲤鱼的种群动态, 并计算目前可获取的最大持续产量, 试图为东江鲤鱼的自然增殖及合理捕捞提供依据。

东江鲤鱼的生长

1981 年 4 月至 1982 年 6 月作者在东江的石龙、博罗和河源等地, 从渔船和市场随机搜集鲤鱼标本 483 尾, 用于测定年龄、生长(其中 43 尾性成熟的雌鱼同时用于计算怀卵量)。鲤鱼系用不同规格的刺网捕获。年龄鉴定方法同梁子湖鲤鱼^[2]。

1. 生长速度

根据鳞片上所显示的年轮数及体长, 体重实测值(表 1), 同龄的雌鱼和雄鱼的个体差异不显著。用 t 检验作了验证, 体长的 t 值为 0.2140, $t_{0.05} = 2.228$, $t < t_{0.05}$, 表明雌、雄鱼体长差异不显著。体重的 t 值为 0.1198, $t < t_{0.05}$, 同样表明雌、雄鱼体重差异不显著。因此, 雌、雄鱼混合统计值可以反映雌、雄鱼的生长情况, 东江鲤鱼的个体较小, 同龄长江鲤鱼的体长^[3]比东江鲤鱼的体长大 1.3—1.4 倍

* 本文承华南师范大学潘炯华教授审阅, 并提出宝贵意见, 特此致谢。
1985 年 5 月 3 日收到。

表 1 东江鲤鱼各龄体重和体长(体长: 毫米 体重: 克)

Tab. 1 Body weight and body length of the Dong Jiang carp at the ages of 1 to 6 years
[Body weight(g), Body lenght(mm)]

年龄 (year) Age	雌 鱼 Female				雄 鱼 Male				雌雄混合 Medley of female and male			
	体重 (g) Body weight	标准差 Standard deviation	体长 (mm) Body length	标准差 Standard deviation	体重 (g) Body weight	标准差 Standard deviation	体长 (mm) Body length	标准差 Standard deviation	体重 (g) Body weight	标准差 Standard deviation	体长 (mm) Body length	标准差 Standard deviation
1	266.6	121.7	189.0	25.1	249.0	127.1	175.0	30.5	256.2	125.1	181.0	28.1
2	710.0	256.0	270.0	33.8	707.5	162.0	270.0	28.5	708.8	211.0	270.0	30.8
3	1569.6	216.0	364.0	31.3	1323.7	125.3	343.0	26.4	1464.0	168.0	353.0	28.1
4	3085.0	211.0	445.0	17.8	2650.0	100.0	427.0	36.0	2806.0	159.0	435.0	26.3
5	4190.0	577.0	521.0	27.5	3810.0	0	491.0	0	4052.0	542.0	510.0	27.4
6	4975.0	75.0	562.0	7.5	4750.0	0	540.0	0	4900.0	122.0	555.0	12.2

2. 各龄退算体长

图 1 表示东江鲤鱼的体长与鳞径呈直线关系,其关系式为:

$L = 39.308R - 42.611$ [R-鳞径,单位: 毫米 (mm)]

求出各年轮的平均轮距代入鳞径与体长关系式, 退算出各龄的平均体长(表 2)。根据东江鲤鱼年轮形成时期与产卵时期基本一致¹⁾,各龄鱼的退算体长可看成是实足年龄的平均体长。

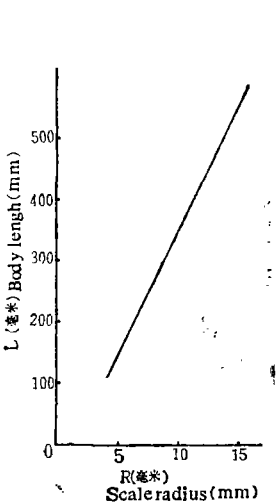


图 1 东江鲤鱼体长与鳞径关系
Fig. 1 Relationship between length and scale radius of Dong jiang carp.

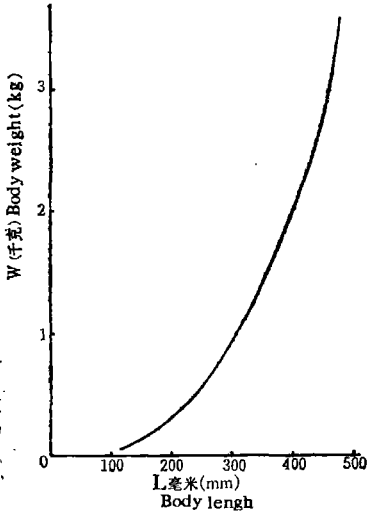


图 2 体长与体重相关曲线
Fig. 2 Relative curve between body weight and body length.

1) 珠江水产研究所等, 1984。珠江水系广东江段渔业资源调查研究报告。

表 2 各龄退算体长

Tab. 2 Body length of back calculation at various ages.

年龄 (year) Age	各龄鱼退算体长(mm) Body length of back calculation at various ages						标本数 Amount
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	
1	145						205
2	146	254					138
3	139	257	345				32
4	142	245	334	427			13
5	144	258	349	435	514		7
6	141	247	351	422	490	547	3
平均 Average	143	252	345	428	502	547	

3. 生长参数与生长曲线

Von Bertalanffy 在假定有机体的体重与体长的立方成正比例的条件下导出体重和体长的生长方程式。东江鲤鱼的体重与体长呈幂函数增长关系(图 2)，其关系式为 $W = 4102 \times 10^{-5} L^{2.999}$ ，相关关系 $r = 0.993$ ，幂指数约等于 3，表明东江鲤鱼体重与体长的立方成正比例关系，可以应用 Von Bertalanffy 生长方程。

用各龄鱼平均体长的退算值，从直线回归方程 $L_{t+1} = L_{\infty}(1 - e^{-k}) + e^{-k} \cdot L_t$ ，求得渐近体长值 $L_{\infty} = 851$ 毫米 $K = 0.173$ ，式中 L_t 和 L_{t+1} 分别表示 t 龄和 $t + 1$ 龄平均体长的退算值； K 为生长曲线的曲率。根据体重与体长相关公式，求得渐近体重 $W_{\infty} = 19171.5$ 克。 $l_n(L_{\infty} - L_t) = (l_n L_{\infty} + K t_0) - K t$ 求得 $t_0 = -0.0394$ ， t_0 为理论上体长或体重等于零时的年龄。东江鲤鱼的生长方程为： $L_t = 851[1 - e^{-0.173(t+0.0394)}]$ ； $W_t = 19171.5[1 - e^{-0.173(t+0.0394)}]^3$ 。渔民曾捕获鲤鱼最大个体体重为 20.5 公斤体长，为 80 厘米，这与理论计算的 L_{∞} 和 W_{∞} 有些接近。从表 3 可知，理论值和退算值无显著差异，表明 V. B. 生长方程能表达东江鲤鱼的生长规律。东江鲤鱼的体长生长曲线不具拐点，开始上升很快，随着年龄的增加，逐渐趋向渐近值(图 3)。体重生长曲线为不对称的 S 型曲线，其生长拐点 $t_r = t_0 + l_n 3/k = 6.31$ 年，体重以生长迅速经拐点转变为生长缓慢(图 4)。

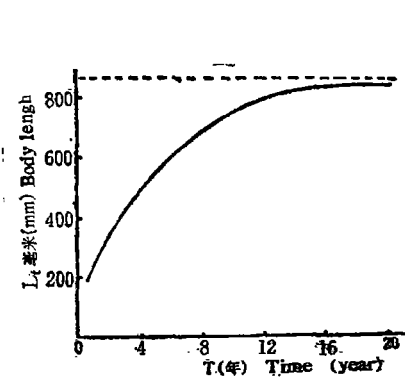


图 3 体长生长曲线
Fig. 3 Growth curve of body length.

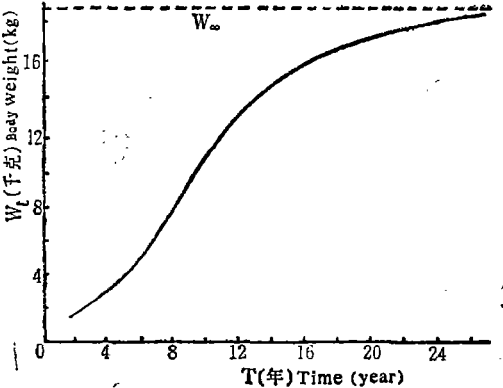


图 4 体重生长曲线
Fig. 4 Growth curve of body weight.

表 3 各龄体长和体重的理论值

Tab. 3 The theoretical value of body length and body weight at various ages.

年 龄 (year) Age		1	2	3	4	5	6	t 检验 Check of t
体长 (mm) Body length	理论体长(mm) Theoretical value of Body length	140	253	348	428	495	551	t = 0.9302 t _{0.05} = 2.571 t < t _{0.05}
	推算体长(mm) Body length of back calculation	143	252	345	428	502	547	
	相对增长率(%) Rate of relative increase	76.2 36.9 24.0 17.3 8.9						
	生长指标 Growth index	81.0 79.1 74.4 68.2 43.1						
体重(g) Body weight	理论体重(g) Theoretical value of body weight	85.5	503.7	1310.9	2437.3	3775.7	5222.4	t = 1.4807 t < t _{0.05}
	推算体重(g) Body weight of back calculation	97.9	523.0	1326.0	2668.0	4021.0	5184.2	
	相对增长率(%) Rate of relative increase	433.6 153.5 101.2 50.7 28.9						

东江鲤鱼的繁殖

1. 性成熟年龄

根据 303 尾解剖标本,东江雄鲤鱼 1 龄可达到性成熟,雌鱼大部分到 2 龄性成熟。雄鱼最小成熟个体的体长为 134 毫米,体重为 67.3 克;雌鱼最小成熟个体的体长为 167 毫米,体重为 141.5 克。

2. 性腺发育周年变化

从性腺发育周年变化来看,东江鲤鱼在 1 月份已有相当数量的性腺达到 IV 期,春节前后即有少量鱼开始产卵,3 月初解剖的鲤鱼中已有出现 VI 期卵巢的,其生殖季节主要在 3 至 7 月,4 月和 6 月为两个高峰期(图 5),少量鱼的产卵期可延长到 9 或 10 月。

生殖期长的原因与东江流域温度高,饵料生物丰富有关。东江流域北部,年平均气温 19.6℃,无霜期 302 天;东江流域的南部,年平均气温 21.7℃,年平均水温 22.4℃,全年为基本无霜期。江河中的河蚬,淡水壳菜的资源量相当丰富,近几年来采捕的年平均产量达到 8114 吨¹⁾,为鲤鱼提供了充裕的饵料基础。由于这些优越条件,使得东江鲤鱼的性腺发育较好,即使在冬季也能维持较高的成熟系数。

3. 怀卵量

统计了 43 尾不同体长、体重雌鱼的 IV 期卵巢的怀卵量。根据各体长组平均体长、体重及其相应的绝对怀卵量列成表 4。从表 4 统计的体长(毫米),和绝对怀卵量(粒)的数

1) 广东省惠阳地区水产局,1983。惠阳地区渔业资源及渔业区划。

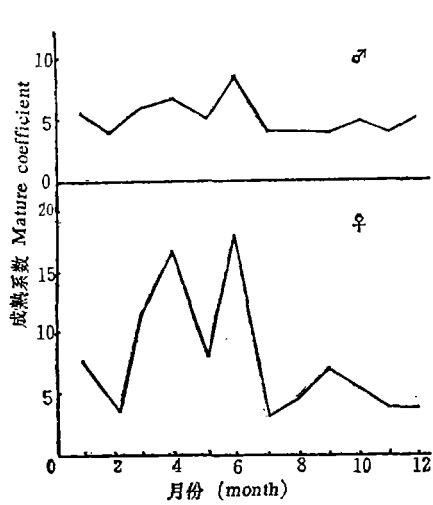


图 5 性腺成熟系数周年变化
Fig. 5 Annual cycle change of mature coefficient of genital gland.

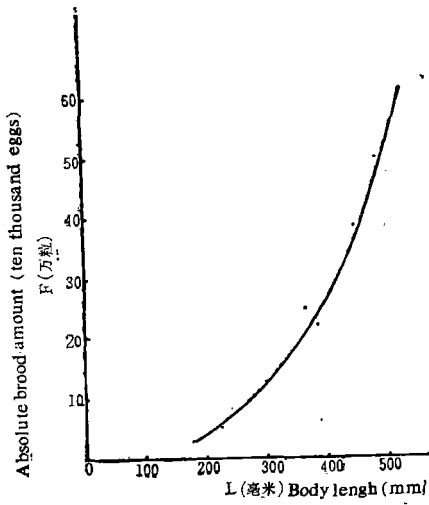


图 6 体长与怀卵量关系
Fig. 6 Relationship between the body length and absolute brood amount.

表 4 东江鲤鱼的怀卵量

Tab. 4 Absolute brood amount of Dong Jiang carp.

体长 (mm) Body length		体重 (g) Body weight		卵巢重 (g) Weight of ovary		绝对怀卵量 (egg) Absolute brood amount		成熟系数 (%) Maturity coefficient		测定尾数 Amount
平均值 Average	幅度 Range	平均值 Average	幅度 Range	平均值 Average	幅度 Range	平均值 Average	幅度 Range	平均值 Average	幅度 Range	
191	177—199	256.1	214.4—295.8	33.9	19.0—49.5	46346	31000—64449	17.4	10.5—28.4	3
222	203—245	419.5	280.8—905.0	50.3	21.8—103.0	61470	29517—136784	14.8	9.7—25.5	9
275	255—295	833.4	480.1—1040.0	116.0	73.0—212.0	139638	52638—272632	17.7	7.7—27.7	5
323	310—335	1338.8	1227.5—1450.0	210.1	80.0—240.0	249352	202544—296160	20.3	18.7—21.8	3
365	352—400	1747.5	1300—2750.0	202.9	92.8—269.6	236773	103273—353715	16.2	8.1—22.0	4
423	404—444	2675.0	2200—3600.0	421.1	148.5—805.0	387481	152160—653800	19.4	7.0—29.3	4
464	455—478	3536.0	2850—4750.0	572.0	485.0—646.0	494938	392846—561374	22.7	17.3—27.2	3
519	508—530	4083.3	3500—5050.0	649.9	339.3—1007.5	594163	531344—634803	20.3	10.8—26.9	3

据所作的图像(图 6) 可看出,东江鲤鱼的体长与绝对怀卵量呈曲线关系,相关系数为 $r = 0.9894$, 相关非常密切,其相关式为 $F = 5.14 \times 10^{-2} \cdot L^{2.6176}$ 。从体重(克)和绝对怀卵量(粒)所作的图像(图 7) 看到,东江鲤鱼的体重与绝对怀卵量呈直线相关,相关系数为

$r = 0.9943$, 相关非常密切, 其相关式为 $F = 17905.43 + 138.86W$ 。从表 4 可知, 东江鲤鱼的怀卵量较高, 比同体长的长江鲤鱼的怀卵量^[9]多 2 倍左右。

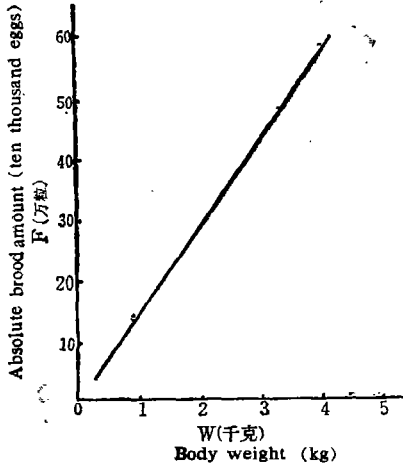


图 7 体重与怀卵量关系
Fig. 7 Relationship between the body weight and absolute brood amount.

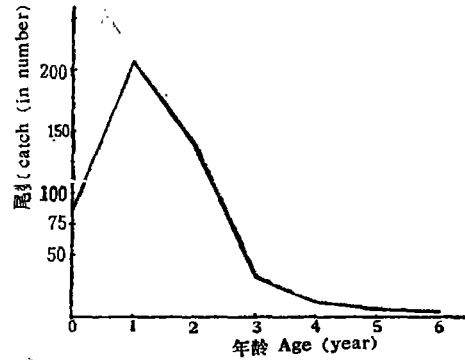


图 8 渔获物年龄组成
Fig. 8 Age composition in the catch.

最大持续渔获量的初步研究

1. 渔获物的年龄组成

根据表 2 的各龄数据, 渔获物各龄的数量组成图 8。即: 东江鲤鱼自 1 龄开始完全进入渔具选择, 因此, 以 1 龄为目前东江鲤鱼的首次捕捞年龄值。

2. 东江鲤鱼若干资源参数值的估算

(1) 年总死亡率

假设每年资源补充量 R 和年总死亡系数 Z 不变, 那么, 在一年中捕获的各龄鱼的尾数就和一世代的鱼在逐年中被捕获的尾数相同。这样就可利用一年的捕获尾数(样品数)来估算年总死亡系数 Z 的值。此时, 存活率 $S = e^{-Z}$, 总死亡率 $\phi = 1 - S$ 。

利用渔获尾数(样品数), Heinke 提出年存活率 S 的计算公式^[7]为:

$$S = 1 - C_i / \sum_{j=0}^{\infty} C_{i+j}$$

式中, C_i 表示首次捕捞年龄的渔获尾数, $\sum_{j=0}^{\infty} C_{i+j}$ 表示首次捕捞年龄以上的渔获尾数。依公式算得 1981—1982 年东江鲤鱼的年存活率 $S = 0.48$, 年总死亡率 $\phi = 0.52$, 年总死亡系数 $Z = 0.73$ 。

(2) 自然死亡率

计算鱼类自然死亡率是一项比较复杂和困难的工作, 这里, 根据已计算出的参数值,

我们选用了二种方法,并将所得结果经过比较后选定其中之一为本文的自然死亡率。

方法 A Pauly (1980) 提出求自然死亡系数 M 的经验公式^[9] 为

$$\log M = -0.0066 - 0.279 \log L - 0.6543 \log K + 0.4643 \log T$$

式中, L_{∞} , K 为生长方程中的两个参数 ($L_{\infty} = 85\text{cm}$, $K = 0.173$), T 为平均水温, (东江年平均水温为 22.4°C), 将 L_{∞} , K , T 值代入上式求得东江鲤鱼年自然死亡系数为 $M = 0.38$, 因而自然死亡率 D 为

$$D = M/Z \cdot \phi$$

将 $Z = 0.73$, $M = 0.38$, $\phi = 0.52$ 代入求得 $D = 0.27$ 。

方法 B 根据鱼类极限年龄 $T_{\max}$ 确定自然死亡率

确定鱼类极限年龄有不同的方法, 这里采用从个体的衰亡系数 K 来推算个体的极限年龄, 其公式^[4] 为:

$$T_{\max} = 3/K + t_0$$

式中, $K = 0.173$, $t_0 = -0.0394$, 代入上式算得东江鲤鱼的极限年龄 $T_{\max} = 17$ 年。然后再以 17 龄为 1000 个个体中的最大年龄, 依种群数量与年龄关系式

$$N_t = N_0 e^{-K_0 t}$$

求得死亡系数 $K_0 = 0.406$, 即为自然死亡系数。自然死亡率 $D = 0.29$ 。所算得结果与方法 A 所得结果比较接近。这里以 $D = 0.27$, $M = 0.38$ 分别为东江鲤鱼年自然死亡率和自然死亡系数。从而算得捕捞死亡率, 捕捞死亡系数分别为 $E = 0.25$, $F = 0.35$ 。

(3) 捕捞对生殖群体年龄结构的影响

未受捕捞影响的自然种群的生殖群体的年龄结构及类型与受捕捞影响后的生殖群体的年龄结构和类型是不相同的。为了便于说明问题, 用雌鱼为例, 在 1—9 月卵巢达到 IV、V、VI 期的鱼作为性成熟的鱼。假设以 1,000 尾作为雌鱼一个世代的种群基数, 用公式 $N_t = N_0(1 - D)^t$ 求得自然种群和受捕捞影响后种群的产卵群体中各龄组的比例 (表 5, 6)。

比较表 5 和表 6, 可见在目前捕捞强度的影响下, 产卵群体中 1 龄鱼的比例从 16.2% 上升到 30.1%, 2 龄鱼从 30.6% 上升到 37.5%, 而 3 龄鱼则从 23.6% 下降到 9%, 4 龄鱼和 5 龄鱼的比例均下降。生殖群体年龄结构变成以 1 龄, 2 龄鱼为主。

Hickling^[8] 用比较产卵力来估价各个龄组在产卵群体中的作用, 从表 5 和表 6 中可以看出, 产卵群体中起重要作用的龄组, 在自然群体中是 3—5 龄, 以 4 龄组数值最高; 而在受捕捞影响的群体中则是 2—3 龄组数值最高。

从表 5 可知, 1 龄鱼除 63.3% 未成熟外, 其他都成熟为补充群体。2 龄鱼除 63.3% 为补充群体, 5% 为未成熟个体外, 其他为剩余群体; 3 龄鱼除 5% 为补充群体外, 其他为剩余群体。

从表 7 可以看出, 在自然种群的产卵群体中, 剩余群体多于补充群体; 而在受目前捕捞强度影响的种群中, 补充群体多于剩余群体。

(4) 捕捞对种群数量的影响

若假设 1 龄补充群体相对数量为 $R = 1,000$ 尾, 以后各龄按存活率 $S = 0.48$ 减少, 则 2 龄以上群体的数量 A 为:

表 5 自然种群的产卵群体中各龄组的比例及比较产卵力

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

年 龄 组 (year) Age groups	1	2	3	4	5
相 对 数 量 Relative quantity	730	533	389	284	207
成 熟 比 例 (%) Ratio of maturity	36.7	95	100	100	100
相对成熟数量 Relative quantity of maturity	268	506	389	284	207
成熟个体占生殖群体(%) maturities/spawning stock	16.2	30.6	23.5	17.2	12.5
平均生殖力 (ten thousand eggs) Average absolute brood amount	5.4	19.4	31.2	49.4	59.4
比较产卵力 (ten thousand eggs) Comparative fecundity	87.48	593.64	733.2	849.68	742.5
占生殖群体比较产卵力(%) Percentage of comparative fecundity	2.9	19.7	24.4	28.3	24.7

注: 自然死亡率 $D = 0.27$
note: Natural mortality $D = 0.27$

表 6 受捕捞影响后种群的产卵群体各龄组比例及比较产卵力

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

年龄组 (year) Age groups	1	2	3	4	5
相对数量 Relative quantity	480	230	111	53	25
相对成熟数量 Relative quantity of maturity	176	219	111	53	25
成熟个体占生殖群体(%) maturities/spawning stock	30.1	37.5	19.0	9.1	4.3
比较产卵力 (ten thousand eggs) Comparative fecundity	162.54	727.5	592.8	444.6	255.42
占生殖群体比较产卵力(%) Percentage of comparative fecundity	7.4	33.3	27.2	20.4	11.7

注: 死亡率 $\phi = 0.52$ note: Total mortality $\phi = 0.52$

$$A = RS + RS^2 + RS^3 + \dots$$

因为 $S = e^{-Z} = e^{-(M+F)}$, 所以对不同的捕捞强度 F 及不同的首次捕捞年龄 t_c 值, 2 龄以上群体的数量是不同的。我们分别以 $F = 0, 0.10, 0.20, 0.35, 0.50$; 及 $t_c = 1, 2, 3, 4, 5$ 计算得 A 值(表 8),

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 stock.

年 龄 组 (year) Age groups		1	2	3	4	5
自然群体 Natural population	补充群体(%) Recruit population	16.2	19.4	1.2		
	剩余群体(%) Remaining colony		11.2	22.3	17.2	12.5
受捕捞影响的种群 Population of effected by catching	补充群体(%) Recruit population	30.1	23.7	1.0		
	剩余群体(%) Remaining colony		13.8	18.0	9.1	4.3

表 8 捕捞对种群数量的影响

Tab. 8 The fishing effect on population quantity.

A 值 Values of A F 值 Values of F	t _c 值 (year) Values of t _c	1	2	3	4	5
0		1000	1684	2151	2471	2690
0.10		858	1386	1531	1621	1670
0.20		642	1147	1402	1561	1651
0.35		419	847	1246	1485	1626
0.50		292	712	1142	1430	1606

由表 8，可以看出，在一定的捕捞强度下，群体相对数量随着首次捕捞年龄的增大而增大；而在一定的捕捞年龄值下，群体的相对数量随着捕捞强度的增大而减少。按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 左右的理论^[6]，显然捕捞 1 龄鱼是不合适的。按目前东江捕捞作业情况来看 ($F = 0.35$, $t_c = 1$)，群体相对减少率已经处于这一临界水准了。因而，可以认为这是东江鲤鱼近年来出现低龄化、产量下降的原因之一。

(5) 捕捞对渔获量的影响

如果每个世代开始的数量是恒定的，那么，鱼群中由自然死亡及捕捞死亡而损失的总数 R 就等于每年到达最小捕捞年龄的鱼群数，即 $R = N_0e^{-M/C}$

渔获量(尾数) C ，
$$C = \frac{RF}{M + F} \cdot [1 - e^{-(M+F)}]$$

渔获重量 Y ，
$$Y = C\bar{W} = \frac{RF}{M + F} \cdot [1 - e^{-(M+F)}] \cdot \bar{W}$$

式中, $\bar{w}$ 为个体的平均重量,按下式计算

$$\bar{w} = \frac{\sum_{t=t_C}^{\infty} N_0 e^{-zt} \cdot W_t}{\sum_{t=t_C}^{\infty} N_0 e^{-zt}}$$

取相对数量 $N_0 = 1,000$ (尾);分别以 $F = 0.10, 0.20, 0.35, 0.50$; $t_C = 1, 2, 3, 4, 5$ 代入上式算出在各种不同捕捞强度下及各种首次捕捞年龄下所得的渔获量(公斤)如表 9 所示。

表 9 捕捞对渔获量的影响
Tab. 9 The fishing effect on catch.

Y 值 (kg) Values of Y F 值 Values of F	t_C 值 (year) Values of t_C	1	2	3	4	5
0.10		46.7	52.7	54.7	51.8	45.4
0.20		75.5	91.5	98.6	98	87.3
0.35		100.7	136.7	157.3	157	141.2
0.50		107.2	162.5	198.5	203.5	189.9

从表 9 可以看出,在一定的首次捕捞年龄下,渔获量是随着捕捞强度的增大而增大的;而在一定的捕捞强度下,于 4 龄以前,渔获量是随着首次捕捞年龄的增大而相应提高,在 4 龄后,则渔获量有所下降。

小 结

1. 在海洋渔业中,用于生物统计的样品数是大量的,在淡水渔业中,由于鱼群数量小及渔具所限,大批量随机取样存在着一定的困难。究竟取多少样品才能基本满足生物统计的要求呢?我们用公式 $n = (t_\alpha S / m\bar{x})^2$ [3] 来计算取样数量,式中 t_α 为置信限, S 为样品标准差, m 为相对误差, $\bar{x}$ 为样品平均值, n 为样品数量。我们先做小型随机抽样调查,取得标本 31 尾的体长平均值 $\bar{x}$ 为 237.8 毫米,标准差 S 为 111.3 毫米, α 取 0.05,查 t 值表得 $t_\alpha = 2.04$ 。 m 取 5%,代入公式得到样品数 $n = 361$ 尾,即研究东江鲤鱼生长时取样数量应超过 361 尾才能满足生物统计的要求。从 483 尾标本的年龄和生长的数据推导出生长方程的体长、体重极限值及各龄体长、体重的理论值与实际生长情况很接近,这表明用公式 $n = (t_\alpha S / m\bar{x})^2$ 来确定取样最低数量对研究东江鲤鱼的生长是可行的。
2. 东江鲤鱼主要生活在东江的中、下游,该段河流的年平均水温 22.4℃ 左右,饵料生物丰富,底栖软体动物的年捕量达 8114 吨以上。因此,东江鲤鱼的繁殖期长,终年可以生长,与之竞争饵料的青鱼几乎绝迹,照理鲤鱼应该有较高的产量,但目前产量很低,据不完全统计,年产 6 万斤左右,约为 1959 年鲤鱼产量的三分之一。究其原因,除了因围垦造田而破坏了部分产卵场所和栖息、索饵场所外,捕捞不合理是主要原因之一。捕捞对种群

数量、生殖群体组成有明显的影响。在目前捕捞强度 0.35 的作用下, 捕捞对象以 1 龄鱼为主, 0 龄鱼和 1 龄鱼的尾数占总渔获尾数的 60% 左右, 产卵群体中的补充群体从 36.8% 增加至 54.8%, 经捕捞后剩余的种群数量低于原始资源量的 1/2, 如果这种状况持续下去, 鱼产量还要继续下降。为了在目前的生态环境中逐步增加鲤鱼的资源数量, 根据 1981—1982 年的调查结果可知, 东江鲤鱼个体小, 初次性成熟年龄早, 性腺成熟系数大、繁殖力强, 生长系数 K 值较大。从生活史类型分析, 偏向 r 选择性^[4], 这种类型的鱼, 即使捕捞过度, 只要加强控制, 资源容易恢复。因此, 对东江鲤鱼来说, 在保持捕捞强度 0.35, 不超过 0.40 的前提下, 只要把捕捞年龄定在 2 龄以上(体长 22 厘米以上), 控制捕捞 1 龄鱼、预计鲤鱼产量将比现有产量增加 25% 左右, 并可持续下去, 而资源量不受到破坏。

参 考 文 献

- [1] 吴清江, 1975. 长吻鲢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—408.
- [2] 陈佩薰, 1959. 梁子湖鲤鱼鳞片年轮的标志及其形成时期. 水生生物学集刊, (3): 255—261
- [3] 夏世福, 1980. 渔业生物统计. 56—57 页. 农业出版社.
- [4] 费鸿年, 1983. 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, 6—16 页. 农业出版社.
- [5] 湖北省水生生物研究所鱼类室, 1976. 长江鱼类. 44—47 页. 科学出版社.
- [6] 许学龙译, 1978. 水产资源数理统计学基础讲座(七). 水产科技情报, (7): 25—28.
- [7] 张尧庭等, 1981. 捕捞对世代的影响. 国外水产, (2): 29—36.
- [8] Hickling, C. F., 1940. The fecundity of the herring of the southern north sea. *Tourn. Mar. Biol. Assoc.*, 24:619—632.
- [9] Pauly, O., 1980. On the interrelationships between natural mortality growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 39(2): 175—192.

STUDY ON THE POPULATION DYNAMICS OF CARP (*CYPRINUS CARPIO* L.) IN THE DONG JIANG RIVER WITH REFERENCE TO THE PROBLEM OF ITS MAXIMUM SUSTAINED YIELD

Yie Fuliang and Chen Jun
(Zhanjiang Fisheries College)

Abstract

Carp has been a chief commercial fish in the Dong Jiang River. Herel, we have conducted a study on the age composition, growth, reproduction and maximum sustained yield of this fish. Scales are used to determine the age. The relationship between the radius (R) of the scale and the length (L) of body is in linear regression. Which can be expressed as $L=39.308 R-42.611$. The relationship between body length (L) and age (t) can be expressed by the equation of $L_t = 851[1 - e^{-0.173(t+0.0394)}]$. The weight (w)-age relationship can be described as : $W_t = 19171.5[1 - e^{-0.173(t+0.0394)}]^3$. The first maturity of the smallest female occurs at 167 mm in length, 141.5 g. in weight while male occurs at 134 mm in length, 67.3 g. in weight. The individual absolute fecundity ranges from 31000 to 634803 eggs. The formula of relationship between body length (L) or body weight (W) and absolute fecundity (F) can be expressed as $F = 5.14 \times 10^{-2} L^{-2.6176}$ and $F = 138.86 W + 17905.43$ respectively. The total mortality of carp in Dong Jiang is calculated to be 0.52. with a natural mortality of 0.27 and a catching mortality of 0.25. The main harvestable age at present is one year old, thus, it would be difficult to maintain the maximum sustained yield continuously. If the maximum harvestable age can be extended to two years of age and the harvest strength is controlled to 0.35, a 25% increment in total yield might be expected, and the original, relative abundance of the reproductive population can be maintained in a stable state.

Key words Cyprinus carpio, Deng jiang River, Total mortality, Natural mortality, Catching mortality