

51-57

252(8)

第13卷 第1期
1993年3月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol.13, No.1
Mar., 1993尖头塘鳢(*Eleotris oxycephala* Temminck et Schlegel)的年龄、生长和生活史类型的研究叶富良 张健东
(湛江水产学院, 湛江 524025)

Q959.483

摘要 本文采用胸鳍第二支鳍骨为研究东江尖头塘鳢的年龄鉴定材料。胸鳍第二支鳍骨(远侧部)长的骨(R)与体长(L)的关系 $L = 10.6665 + 54.3848R$ 。用 von Bertalanffy 生长方程可表达体长、体重与年龄的关系: $L_t = 298.6[1 - e^{-0.2311(t + 0.3020)}]$; $W_t = 577.4[1 - e^{-0.2311(t + 0.3020)}]^3$ 。根据 r -选择和 K -选择的典型特征以及渐近体长(L_{∞})、渐近体重(W_{∞})、生长系数(K)、瞬时自然死亡率(M)、初次生殖年龄(T_m)、最大年龄(T_{max})和性腺指数(GI)等 7 个生态学参数值, 可以判断尖头塘鳢偏向 r -选择。应用平衡产量模式计算改变瞬时捕捞死亡率(F)和渔业补充年龄(t_c)时的产量变化, 同样证实尖头塘鳢生活史偏向 r -选择。作为渔业管理对策, 尖头塘鳢的捕捞年龄可定为 2—3 龄, 以 2 龄为主, 这样既能保护资源, 又能获得较好的经济效益。

关键词: 尖头塘鳢, 年龄, 生长, r -选择, 生活史类型。

生活史; 鲈形目

尖头塘鳢(*Eleotris oxycephala* Temminck et Schlegel) 分布于我国广东、广西、福建、台湾的淡水和河口地区, 喜在多水草处生活, 摄食小鱼、小虾, 是一种小型经济鱼类, 含肉量高, 味道鲜美, 深受群众喜爱。关于尖头塘鳢的年龄和生长, 未见专门报道。80年代初, 笔者参加珠江水系渔业资源调查时, 对尖头塘鳢的生物学资料作了专门收集。目前, 尖头塘鳢在东江中下游具有一定的产量, 本文试图通过对东江中下游尖头塘鳢的年龄结构、生长特性和生活史类型的论述, 为合理开发利用尖头塘鳢提供一些理论依据, 同时, 为研究鱼类生活史类型提供一些有价值的资料。

1 材料和方法

1981年6月至1982年5月以及1990年6月至7月, 在广东省东莞市石龙镇、博罗县县城、河源市城关镇等地向渔民收购鲜活的尖头塘鳢共388尾, 经生物学测定后, 分别取鳞片、耳石、脊椎骨、鳃盖骨和胸鳍支鳍骨用于观察年轮特征。鳞片取自背鳍下方与纵列鳞之间的部位。将胸鳍肌柄的基部剪断, 剥离肩带和胸鳍, 取出外缘由软骨联接在一起的支鳍骨4枚, 去除支鳍骨上残留的肌肉, 用清水洗净后保存。观察时将支鳍骨放在水中浸湿后夹在两块载玻片之间, 用解剖镜鉴别年轮, 为了减少各尾鱼推算体长的误差, 统一用JTT型台式投影仪测量左侧胸鳍从上而下算起的第二支鳍骨的骨长和年轮轮径。骨长测自第二支鳍骨的中心至支鳍骨联接鳍条一侧(远侧部)的边缘中央的距离, 不包括外缘软骨; 年轮轮径测自第二支鳍骨的中心至支鳍骨远侧部上该年轮外缘中央的距离(图1)。

2 结果

2.1 年轮特征

比较观察尖头塘鳢的鳞片、鳃盖骨、耳石、脊椎骨和胸鳍支鳍骨上的年轮特征, 结果只有胸鳍支鳍骨上有明显的年轮特征。尖头塘鳢的胸鳍支鳍骨由4枚平扁的骨片组成, 呈平行排

本文于1991年8月26日收到, 修改稿于1992年2月24日收到。

列，外缘有软骨联接，中间2枚长方形骨片的年轮特征比较明显。在透射光下观察，可以清晰地看到白色明亮的宽带和灰黑色的窄带，由于支鳍骨生长减慢而造成钙质沉淀，使窄带稍呈隆起状。在骨片中央有一中心点，宽带和窄带围绕中心点作环状有规则的交替排列，宽带和窄带组成一个生长年带，窄带外缘是年轮(图1)。这与郝天和^[1]研究沙塘鳢胸鳍支鳍骨上的年轮结构基本相同。

支鳍骨上有时在一个生长年带内会出现副轮。年轮和副轮的主要区别在于：年轮形成是有规律的，骨化环完整，副轮形成是非周期性、无规律的，骨化环不完整或呈不连续状。另外，副轮和年轮之间的轮间距较短，可以依据年轮间距递减规律来判别副轮和年轮。

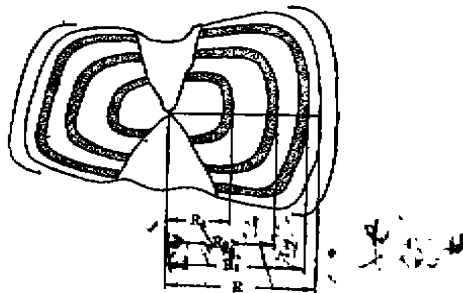


图1 尖头塘鳢胸鳍第二支鳍骨
Fig.1 The second pectoral radial of *Eleotris oxycephala*

R——支鳍骨(远侧部)骨长，R₁, R₂和R₃——第1、第2和第3年轮的半径

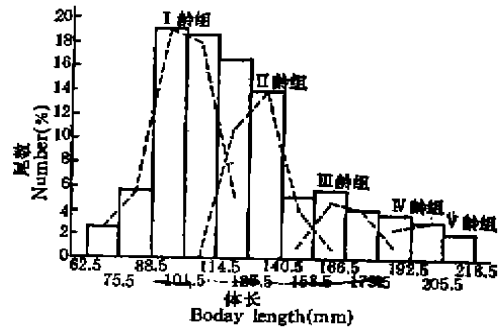


图2 尖头塘鳢体长频率分布
Fig.2 The frequency distribution of body length of *Eleotris oxycephala*

尖头塘鳢渔获物体长频率分布和各年龄组的体长分布曲线相互比较，两者基本相符(图2)，证实胸鳍支鳍骨可用于鉴定年龄。支鳍骨上年轮每年形成1次。年轮形成时期主要在1—4月，以2—3月最多。

尖头塘鳢种群年龄结构比较简单，捕捞群体由5个年龄组组成，以I龄组和II龄组为主。渔获物年龄组成：1龄鱼占51.0%，2龄鱼占30.4%，3龄鱼占10.8%，4龄鱼占5.7%，5龄鱼占2.1%。各年龄组的体长和体重实测值见表1。

表1 各年龄组体长和体重的实测值

Table 1 Measured value of the body length and body weight for different age groups

年龄 Age (a)	体长 Body length(mm)		体重 Body weight (g)		尾数 Amount
	幅度 Range	平均值 Average	幅度 Range	平均值 Average	
I	83—125	98.9	5.6—33.6	19.0	198
II	113—155	132.2	24.6—70.0	40.7	118
III	147—185	164.9	48.3—159.1	88.2	42
IV	182—204	193.9	112.6—210.0	171.0	22
V	206—218	211.8	224.3—232.0	226.6	8

2.2 生长特性

2.2.1 体长与支鳍骨骨长的关系 从尖头塘鳢各体长组(组距13mm)的平均体长与其相应的第二支鳍骨平均骨长作散点图，得知体长与骨长呈直线相关，说明尖头塘鳢的体长生长与胸鳍支鳍骨生长呈正比关系，可根据支鳍骨的长度来推算以往年份的生长情况。经计算求得

直线回归方程为:

$$L = 10.6565 + 54.3848R \quad (\text{相关系数 } r = 0.9939)$$

从胸鳍第二支鳍骨(远侧部)测得 5 个年轮的平均轮径分别为 1.25、2.09、2.71、3.31 和 3.69, 代入回归方程可求得 1—5 龄鱼的推算体长分别是 78.6mm、124.3mm、158.0mm、190.7mm 和 211.3mm。推算体长可看成实足年龄的平均体长。

2.2.2 体长与体重的关系 经点图分析, 尖头塘鳢的体长(mm)与体重(g)呈幂函数关系, 可用 $W = aL^b$ 表示。根据各体长组(组距 13mm)的平均体长与其相应的平均体重, 求得关系式为:

$$W = 1.2155 \times 10^{-6} L^{3.1016} \quad (\text{相关系数 } r = 0.9954)$$

尖头塘鳢的体长和体重关系密切, 其幂指数 b 近似于 3, 表明其体重与体长的立方呈正比例关系, 可以看成是均匀生长类型, 在生长过程中具有体形不变和鱼体比重不变的特征。

2.2.3 生长参数和生长曲线 尖头塘鳢的生长曲线可以用 von Bertalanffy 生长方程拟合。体长和体重的生长方程为: $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$; $W_t = W_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})^3$ 。用各龄鱼平均体长的推算值, 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 $L_{\infty} = 298.6\text{mm}$, 生长系数 $K = 0.2313$ 。根据体长和体重相关公式, 求得渐近体重 $W_{\infty} = 577.4\text{g}$ 。从 $\ln(L_{\infty} - L_t) = \ln L_{\infty} + Kt_0 - Kt$ 求得理论上体长或体重等于零时的年龄 $t_0 = -0.3028$ 。尖头塘鳢体长和体重的生长方程可表达为:

$$L_t = 298.6[1 - e^{-0.2313(t+0.3028)}]$$

$$W_t = 577.4[1 - e^{-0.2313(t+0.3028)}]^3$$

表2 各龄鱼体长、体重计算值和阶段生长

Table 2 The calculated values of body length and body weight at various ages and the growth in stages

年龄 Age (a)		1	2	3	4	5	t 检验 Check of t
体长 Body length (mm)	理论体长 Theoretical value of body length	77.7	123.3	159.6	188.2	211.0	$t = -0.8904$ $t_{4,0.05}(\text{双侧}) = 2.776$ $ t < t_{0.05}(\text{双侧})$
	推算体长 Body length of back calculation	78.6	124.2	158.0	190.7	211.3	
	相对增长率(%) Rate of relative increase	58.1	27.1	20.7	10.8		
	生长指标 Growth index	36.0	29.8	29.7	19.6		
体重 Body weight (g)	理论体重 Theoretical value of body weight	10.2	40.7	88.0	144.6	203.8	$t = 2.6335$ $ t < t_{0.05}(\text{双侧})$
	推算体重 Body weight of back calculation	9.2	38.1	80.2	143.7	187.6	
	相对增长率(%) Rate of relative increase	314.1	110.5	78.2	37.4		

从表 2 可知用生长方程算出的理论值与推算值无显著差异, 表明生长方程能表达尖头塘鳢的生长规律。尖头塘鳢的体长生长曲线不具拐点, 随着年龄增加, 逐渐趋向渐近值(图 3)。体重生长曲线为不对称的 S 形曲线, 生长拐点 $t_i = t_0 + \ln 3/K = 4.45a$, 拐点处的体重为 171.1g (图 4)。拐点出现的年龄处于成鱼生长阶段和生长衰老阶段之间, 具有衰老拐点的生物学意

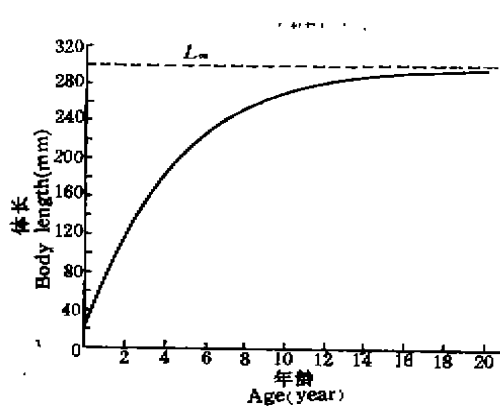


图3 体长生长曲线

Fig.3 Growth curve of the body length

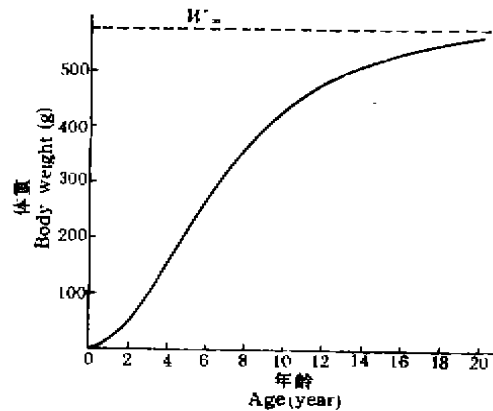


图4 体重生长曲线

Fig.4 Growth curve of the body weight

义，在衰老拐点以后生长渐趋缓慢。这与生长阶段的划分是基本一致的(表2)。尖头塘鳢幼鱼经过1冬龄的生长发育可达第一次性成熟，在1龄前为幼鱼生长阶段，1—4龄为成鱼生长阶段，体长相对增长率、体重相对增长率和生长指标都较高；4龄开始进入生长衰老阶段，性腺虽然仍能发育成熟，但生长指标已显著下降。这与生长拐点出现在第4.45年是一致的。

2.3 生活史类型的判别

关于鱼类种群生活史类型的研究尚不多，按照 Pianka^[2]和川崎健^[3]提出的见解，作为r-选择种群是以①性成熟提早；②个体小，最大年龄小；③生长速度加快；④提高体内可利用物质或能量的生长率，使它们分配于生殖活动的多，亲代产生大量子代；⑤种群结构简单，种群大小变化多，平衡少；⑥捕捞对种群变动的的影响往往在自然变动的掩盖下不很明显等策略来取胜于自然选择。作为K-选择种群则是以①性成熟延迟；②个体大，寿命长；③生长速度慢；④提高体内可利用物质或能量的效率，使它们分配于巩固体质的多；⑤种群结构复杂，种群大小相当稳定，往往处于平衡状态或接近最大的环境容纳量；⑥捕捞引起种群变动的的作用明显来适应自然选择。

根据r-选择和K-选择的理论，用生态学参数来表达。现把两种鱼类生活史类型的假设与生态学参数的关系列于表3，说明两个极端的理想生活史类型所具备的非数量性指标可以用生态学参数来表示。

表3 生活史类型与生态学参数的关系

Table 3 Comparison of ecological parameters between fish species having different life history patterns

特征值	Characteristic values	L_{∞}	W_{∞}	K	T_m	T_{max}	M	GI
r-选择	r-selection	较小	较小	较大	较小	小	大	大
K-选择	K-selection	较大	较大	较小	较大	大	小	小

生态学参数是每种生物或其种群所具有的特定统计量，不同地区的不同鱼类或其种群，都各有特定的生态学参数，几个生态学参数配合起来就表达了各有特性的种群，在“适者生存”的意义上，依靠各自的特点，作出取胜的策略。7个生态学参数及计算方法分述如下：

(1) L_{∞} ——渐近体长, 是 von Bertalanffy 体长生长方程的一个参数, 单位用 cm, 这里为 29.86 cm。

(2) W_{∞} ——渐近体重, 是 von Bertalanffy 体重生长方程的一个参数, 单位用 g, 这里为 577.4 g。

(3) K ——生长系数, 是 von Bertalanffy 生长方程的一个参数, 这里为 0.2313。

(4) M ——瞬时自然死亡率。这是生态学参数中较难准确计算的一个参数, 方法很多, 因为 L_{∞} 、 K 和水温 T 是现成的数据, 因此本文采用 Pauly^[4] 提出的计算公式

$$\log M = -0.0066 - 0.279 \log L_{\infty} + 0.6543 \log K + 0.4634 \log T$$

来估算瞬时自然死亡率, 式中水温 T 用东江年平均水温 22.4°C 代入, 经计算, M 为 0.62。

(5) T_{∞} ——初次生殖年龄。在各龄的样品中, 50% 以上的个体有成熟性腺的最低年龄, 作为初次生殖年龄。本文为 1 龄。

(6) T_{max} ——最大年龄。因为有 K 和 t_0 , 现成两个参数值, 可采用下列模式^[3] 计算:

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

经计算, T_{max} 为 12.67 a。

(7) GI ——性腺与体重关系指数(简称性腺指数), 表示卵巢重量占纯体重的百分率。这一数值标志着体内可利用物质分配于生殖活动的比例大小, 但这个数值随着性腺的发育而变化, 这里选用全年各月平均值中的最高值为 23.1。

费鸿年^[6] 研究广东沿海大陆架 11 种鱼类的生活史类型、叶富良^[8] 研究东江鱼类的生活史类型中指出, 从各生态学参数间的相关系数显著性来说, 性腺指数、生长系数和瞬时自然死亡率是判断鱼类生活史类型的主要生态学参数。广东沿海 11 种鱼类属于偏向 r -选择型, 性腺指数为 2.5—11.2, 平均 4.88 ± 2.46; 生长系数为 0.16—0.69, 平均 0.3038 ± 0.0693; 瞬时自然死亡率为 0.22—0.68, 平均 0.39 ± 0.06。东江 6 种偏向 r -选择型的鱼类, 性腺指数为 8.2—18.9, 平均 13.9 ± 4.83, 生长系数为 0.1147—0.2150, 平均 0.1607 ± 0.0388, 瞬时自然死亡率为 0.31—0.54, 平均 0.41 ± 0.10。尖头塘鱧的性腺指数为 23.1, 生长系数为 0.2313, 瞬时自然死亡率为 0.62, 其参数值超过上述两地区鱼类生态学参数的平均值, 再对照表 3 所示 r - K 型的特征, 可看出尖头塘鱧明显地偏向 r -选择型。

不同生活史类型的鱼类, 对捕捞强度有不同的反应。一些学者提出单位补充量的平衡产量模式, 用以探讨种群在不同捕捞强度和不同年龄的产量变化情况。因为本文使用 von Bertalanffy 生长方程, 有用以计算的现成数据, 故采用里克处理过的 Beverton-Holt 模式^[4]

$$Y = FN_0 e^{-Mt} W_{\infty} \left(\frac{1}{Z} - \frac{3e^{-Kt}}{Z+K} + \frac{3e^{-2Kt}}{Z+2K} - \frac{e^{-3Kt}}{Z+3K} \right)$$

式中: Y ——以重量表示的产量

F ——瞬时捕捞率,

M ——瞬时自然死亡率,

t_0 ——鱼的体长为零时的假设性年龄,

W_{∞} ——渐近体重(kg)

N_0 ——每年达到 t_0 年龄时鱼的个体假设数

t_c ——进入渔业的补充年龄

r —— $t_c - t_0$

Z ——瞬时总死亡率

K ——生长系数

假设 t_0 时的个体数 N_0 为 1000 尾, 分别改变瞬时捕捞率(F)和渔业补充年龄(t_c)来计算平

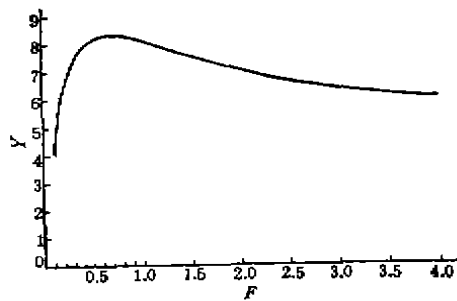


图5 尖头塘鳢在改变瞬时捕捞时的产量曲线
Fig.5 Yield curve of *E. oxycephala* when the instantaneous fishing mortality is changed

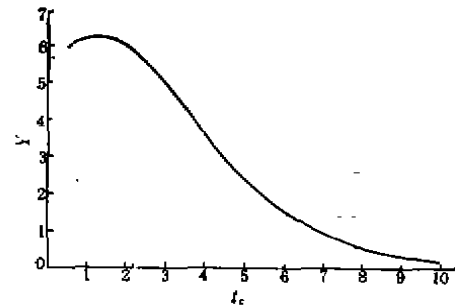


图6 尖头塘鳢在改变渔业补充年龄时的产量曲线
Fig.6 Yield curve of *E. oxycephala* when the fishery recruit age is changed

衡鱼产量。把 t_c 固定在1龄, 变更瞬时捕捞率($F = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0$), 计算出的产量绘成产量曲线(图5); 把 F 固定在0.2, 改变进入渔业的补充年龄($t_c = 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$), 计算出的产量绘成产量曲线(图6)。

从图5可知, F 从0.1至0.7, 尖头塘鳢的产量处于上升位置, 过了0.7这一捕捞水平, 产量曲线不再上升。而是极缓慢的下降, 这种产量曲线呈现了典型的 r 型, 表现出捕捞对种群数量变动的影响在自然变动的掩盖下不明显。如果是 k 型种群, 在低捕捞水平时出现高的产量, 呈现一个较尖的产量高峰, 在高的捕捞水平时, 产量则急剧下降, 表现出捕捞对种群数量变动有明显影响。图6表示在一定捕捞强度下提高起捕年龄, 在1.5龄以上, 产量曲线就不再上升, 反而显著下降, 这与尖头塘鳢具有较高的自然死亡系数有关。在同一世代的群体里, 随着年龄的增加, 由于自然死亡因素, 种群密度大幅度减少, 因而导致产量明显下降, 这也是典型的 r 型产量曲线。

3 讨论

3.1 鉴定鱼类年龄的材料有很多种, 本文通过比较观察, 尖头塘鳢的胸鳍支鳍骨最适用于年龄鉴定, 支鳍骨扁平, 年轮标志清晰, 而且支鳍骨的生长中心明确, 便于测量骨长和轮径, 这与郝天和^[1]研究沙鳢胸鳍辐鳍骨上的年轮结果是相同的。

郝天和观察沙鳢鳞片上的年轮时指出, 鳞片后区边缘的小棘行数反映了年轮数。本文观察尖头塘鳢的鳞片, 正常鳞片后区边缘的小棘只1行, 若有多行小棘的鳞片都为再生鳞, 而且小棘的行数与支鳍骨上骨化环的数目亦不相符, 因此不能用尖头塘鳢的鳞片来判别年轮。

3.2 依据生活史类型的理论和生态学参数值, 尖头塘鳢是明显偏向 r 型的鱼类, 从产量变化曲线分析, 因其自然死亡率高, 同一世代群体, 随着年龄增加, 群体数量很快下降。在 $F = 0.2$ 的捕捞强度下, 4龄时的产量为2龄的3/5, 7龄时的产量不及2龄的1/10。所以作为偏向 r 型的鱼类, 达到一定起捕年龄后, 继续提高起捕年龄不能增加产量, 达不到合理利用资源的目的。盲目增加捕捞强度也不能提高产量, 反而引起产量下降。

3.3 尖头塘鳢经过1冬龄的生长可达第一次性成熟, 繁殖期为7—9月, 绝对怀卵量为5460—14260粒, 相对怀卵量为220—671粒/g体重, 其繁殖能力是很强的, 目前渔获物以1龄、2龄鱼为主, 只要每年保持一定数量的生殖群体繁殖后代, 资源不会受到破坏。但从经

济价值来看, 1 龄鱼个体偏小, 理想的捕捞应为 2—3 龄。

参 考 文 献

- [1] 郝天和, 梁子湖沙鳢的生态研究, 水生生物学集刊, 1980, (3):145—158
 [2] Pianka E R, On r and K selection, *Amer Nat*, 1970, 104:592—597
 [3] 川崎健, 底鱼の个体数变动研究の方法论, 水产海洋研究学学报, 1977, 30:95—97
 [4] Pauly O, On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks, *J Cons int Explor Mer*, 1980, 38(2):175—192
 [5] 费鸿年, 何宝金, 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—18
 [6] 叶富良, 东江七种鱼类的生活史类型研究, 水生生物学报, 1985, 12(2):107—115
 [7] 费鸿年, 袁繁文译(W. E. 里克著), 鱼类种群生物统计量的计算和解析, 北京: 科学出版社, 1984, 175—178

STUDY ON AGE, GROWTE AND LIFE-HISTORY PATTERN OF (*ELEOTRIS OXYCEPHALA* TEMMINCK ET SCHLEGEL)

Yie Fu-Liang Zhang Jian-Dong
 (Zhanjiang Fisheries College, 524025)

The second radial of left pectoral fin is selected for the age determination material of *Eleotris oxycephala* in the Dongjiang river, Guangdong. The relationship between length of the second pectoral radial (R , mm) and body length (L , mm) is expressed as $L = 10.6565 + 54.3848R$ ($r = 0.9939$). The relationship between body length and body weight (W , g) and age can be described by the von Bertalanffy growth equation:

$$L_t = 298.6(1 - e^{-0.2713(t + 0.028)})$$

$$W_t = 577.4(1 - e^{-0.2713(t + 0.028)})^3$$

According to the typical characteristics of r and K selection and the given values of seven ecological parameters, namely, asymptotic body-length (L), asymptotic body-weight (W), growth coefficient (K), instantaneous natural mortality (M), primary reproductive age (T_r), maximum age (T_{max}) and genital gland indices (GI), it is concluded that the life-history pattern of *E. oxycephala* tends to be r -selected. Equilibrium yield model is applied to calculate the fish yield. When the instantaneous fishing mortality (F) is changed, the yield curve has a weaker peak at relatively low value of F , and beyond the value of F , the yield curve declines slowly with increasing F . When the fishery recruit age (t_c) is changed, the yield increases to a maximum value at $t_c = 1.5$ years and then decreases greatly with raising t_c . Analysis of yield curves also demonstrates that the life-history pattern inclines to r -selection. As a strategy of fishery management, the harvesting age can be decided at two to three years of age in which the chief is two years old, in this way, a greater economic profit might be gained and the fish resources can be preserved.

Key words: *Eleotris oxycephala*, r -selection, life-history pattern.