

# 福建泉州山美水库翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis*)生长特性、资源评估与合理利用

黄永春<sup>1</sup> 黎中宝<sup>1</sup> 水兴勇<sup>1,2</sup> 蔡永宗<sup>2</sup> 郭剑锋<sup>1</sup> 钱秋芹<sup>1</sup>

(1. 集美大学水产学院 厦门 361021; 2. 泉州山美水库管理处 南安 362000)

**提要** 随机从福建泉州山美水库 2002 年 4 月—2003 年 5 月的翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis*)渔获物中获取 340 尾样本,以鳞片为年龄鉴定材料,获得年龄生长资料,建立生长方程和 Beverton-Holt 模型对山美水库翘嘴红鲌资源进行评估,为制定合理的捕捞年龄和捕捞规格提供科学依据。结果表明,山美水库翘嘴红鲌体重范围是 0.035—4.12kg,体长范围是 15.6—73.5cm,其中体长 20.1—60.0cm 的样本占 93.57%,且为 2<sup>+</sup>—3<sup>+</sup>龄。本文给出了该鱼类体长与体重的关系式、体长与鳞径的关系式以及相关的 von Bertalanffy 方程。山美水库翘嘴红鲌生长拐点为 10.4 龄,山美水库现有资源量为 10.164t,合理开捕年龄为 6 龄。

**关键词** 山美水库;翘嘴红鲌;生长;资源评估;合理利用

**中图分类号** S932.4 **doi:** 10.11693/hyhz20140100018

翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis* Bleeker)隶属鲤科,鲌亚科,是我国淡水水域中重要的经济鱼类,也是内陆水域凶猛鱼类之一。其分布广泛,生长迅速,肉质鲜嫩,营养丰富,能将小野杂鱼转化为经济价值高的鱼肉蛋白,具有较高的经济价值,同时在发挥水体渔业生态方面也起了积极的作用,故在渔业上占有一定的地位(朱志荣等, 1976; 许品诚, 1984; 陆伟民等, 1995; 刘恩生等, 2007)。近年来我国各地相继开展了其苗种繁育、营养需求和养殖模式等的研究(胡廷尖等, 2002),已有学者对我国东湖(朱志荣等, 1976)、太湖(许品诚, 1984; 陆伟民等, 1995; 刘恩生等, 2007)、丹江口水库(熊国胜, 1990)、四明湖水库(邵力等, 1990)、八叉河(龚世园等, 1990)、老江河(路福泉, 1995)、武湖(胡秋元等, 2000)、松花江水系(黄权等, 2003)、南湾水库(冯建新等, 2003)、兴凯湖(战培荣等, 2005; 韩英等, 2005)、澄湖(凌去非等, 2006)、牛山湖(冯广朋等, 2007)、鲇鱼山水库(高志鹏等, 2008)等水库湖泊翘嘴鲌的年龄与生长以及种群控制和资

源保护做了研究。但有关翘嘴红鲌在水库中资源评估的研究,仅见于熊国胜(1990)关于丹江口水库翘嘴红鲌资源合理利用的报道以及水兴勇(2002)调查山美水库渔业利用情况中提及该水库翘嘴红鲌的状况,目前有关山美水库翘嘴红鲌生长和资源评估与合理利用尚未见报道。本文通过对随机收集的样本进行测定、分析、建立数学模型,探讨和评估山美水库翘嘴红鲌的生长与资源状况,为维持水库渔业生态环境的稳定和渔业资源的可持续发展提供必要的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2002 年 4 月—2003 年 5 月从福建泉州山美水库库区用流刺网收集渔获物,从中随机获取 340 尾翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis*)样本,现场测量体长和体重,并取其鳞片作为鉴定年龄和测量的材料。所采鳞片装入小纸袋,编号并标上体长、体重、采集地点和日期,保存待用。测量时鳞片用清水洗净,每个

\* 福建省泉州山美水库管理处《山美水库生态渔业资源调查与生态渔业合理开发的策略》(2011)。黄永春,博士,副教授, E-mail: ychuang@jmu.edu.cn

通讯作者:黎中宝,博士,教授, E-mail: lizhongbao@jmu.edu.cn

收稿日期: 2013-07-23, 收修改稿日期: 2013-09-29

样本取 4—6 个完整、轮纹清晰的鳞片进行装片, 并用透明胶带封片。用台式解剖镜投影仪(含照相系统, 型号 SE-TRW, OLYMPUS)观察、鉴定年龄, 并通过电脑测量鳞径和轮径, 获取原始数据。以 Von Bertalanffy 方程及曲线描述其生长过程(殷名称, 1993; 詹秉义, 1993), 运用体长股分析法(Jones, 1981; Paviy *et al*, 1987; 周永东等, 2007, 2013)和 Beverton-Holt 模型对其进行资源评估。

## 1.2 计算公式

### 1.2.1 根据殷名称(1993), 鱼类生态学各生长公式

体长与鳞径的关系方程:  $L = a + b \times R$ , 其中  $L$  为体长(cm),  $R$  为鳞径(mm);

体长与体重的关系方程:  $W = a \times L^b$ , 其中  $W$  为体重(kg),  $L$  为体长(cm);

Von Bertalanffy 生长方程式:  $W_t = W \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$ ,  $L_t = L \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$ , 其中,  $L$  为渐进体长(cm),  $k$  为生长系数,  $t_0$  为体长、体重的零时年龄,  $a$ ,  $b$  为常数,  $W$  为渐进体重(kg)。

### 1.2.2 根据詹秉义(1993)渔业资源评估, 建立 Beverton-Holt 模型单位补充量渔获量方程:

$$Y_{W/R} = F W e^{-M(t_c - t_r)} \left[ \sum_{n=0}^3 \frac{Q e^{-nk(t_c - t_r)}}{F + M + nk} \times [1 - e^{-(F+M+nk)(t_r - t_c)}] \right]$$

式中,  $n = 0, Q = 1; n = 1, Q = -3; n = 2, Q = 3; n = 2, Q = 3; n = 3, Q = -1; t$  为最高年龄,  $t_0$  为理论生长起点年龄,  $t_r$  为补充年龄,  $t_c$  为开捕年龄,  $Y_{W/R}$  为单位补充量渔获量。

### 1.2.3 体长股分析法(周永东等, 2007)

(1) 自然死亡系数  $M$ , 采用 Pauly(1980)经验公式计算:

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L + 0.6543 \ln k + 0.4634 \ln T$$

(2) 总死亡系数  $Z, Z = k(L - L_1)/(L - L_1)$

式中,  $L$  为渔获物平均体长(cm),  $L_1$  为渔获物中最小体长(cm),  $T$  为水库水温( $^{\circ}\text{C}$ )。

(3) 捕捞死亡系数  $F, Z = F + M, F = Z - M$

(4) 达到各体长组的资源尾数:

$$N_L = (N_{L+\Delta L} \times X_L + C_L) X_L$$

式中,  $X_L = [(L - L_1)/(L - L_2)]^{m/2k}$ ;  $L_1$  和  $L_2$  分别表示各自时间段内的体长,  $C_L$  表示在该体长间隔中的渔获尾数。

(5) 残存率:  $S = N_L/(N_{L+\Delta L})$

(6) 瞬时总死亡率:  $Z_{\Delta t} = -\ln S$

(7) 利用率:  $E = F/Z = C_L/(N_L - N_{L+\Delta L})$

(8) 瞬时捕捞总死亡率:  $F_{\Delta t} = Z_{\Delta t} \times E$

(9) 平均现有资源尾数:  $NOS = (N_L - N_{L+\Delta L}) / Z$

## 1.3 数据分析

数据的记录汇总采用 Microsoft Excel 2003 软件进行统计作图。

## 2 结果

### 2.1 翘嘴红鲌的生长特性

2.1.1 鳞片观察和年龄的鉴定 翘嘴红鲌鳞片为圆鳞, 外形略呈六边形, 鳞片中心略偏位于后区, 辐射沟仅存在于后区, 自鳞中心向后区边缘放射, 其条数则随年龄的增大而增加。环片一般围绕着鳞片中心呈同心圆排列, 两侧区的环片常可向两侧延伸而呈开放状态。在相邻的两个生长年带之间, 环片一般呈疏密相间排列, 以此形成年轮特征, 翘嘴红鲌鳞片上的年轮特征为切割型。山美水库翘嘴红鲌年轮大致每年形成一次, 形成的起始时期主要在 5 月份, 6—7 月份为其主形成时期。

2.1.2 样本的体长组成 见图 1。在 340 尾渔获物样本中, 体重范围是 0.035—4.12kg, 体长范围是 15.6—73.5cm, 其中 20.1—60.0cm 的样本占 93.57%, 在年龄分布方面, 1—2 龄鱼占 20.00%, 3 龄鱼占 55.71%, 4 龄鱼占 13.02%, 5 龄鱼占 4.51%, 6 龄及 6 龄以上鱼占 4.51%。

2.1.3 体长与体重的关系 经点图分析, 翘嘴红鲌体长( $L$ )与体重( $W$ )呈幂函数关系(图 2)  $W = 2.536 \times 10^{-5} L^{2.825}$  ( $r=0.999$ ),  $b = 2.825$ , 接近 3, 表明山美水库中翘嘴红鲌的生长基本是匀速的, 属均匀生长型。由图 2 可见, 体长与体重呈正相关, 随着鱼体长的增长, 体重有累进的更快速度增长的趋势, 鱼体在体长约 45cm 后增重开始迅速增加。

2.1.4 体长与鳞径的关系 体长( $L$ )与鳞径( $R$ )呈线性相关(图 3), 其回归方程:  $L = 10.489 + 7.534R$  ( $r=0.997$ )。

2.1.5 Von Bertalanffy 生长方程与生长曲线 由 Von Bertalanffy 方程推算得:

$$\text{体长方程: } L_t = 120.5981 \times [1 - e^{-0.0913(t+1.09)}]$$

$$\text{体重方程: } W_t = 21.9368 \times [1 - e^{-0.0913(t+1.09)}]^{2.825}$$

其中,  $L = 120.5981\text{cm}$ ,  $K = 0.0913$ ,  $t_0 = -1.09$  龄,  $W = 21.9368\text{kg}$ 。

由图 4 可见, 体长的生长曲线不具拐点, 开始时

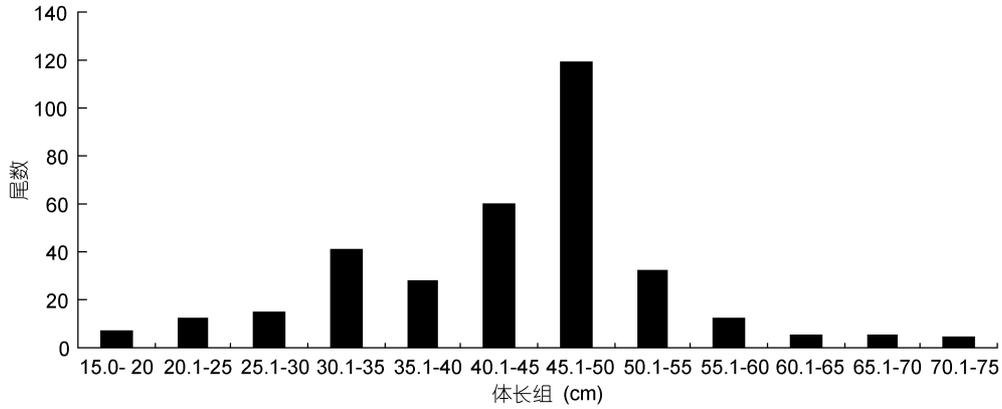


图 1 翘嘴红鲌样本的体长组成

Fig.1 The samples and body length composting of *E. ilishaeformis*

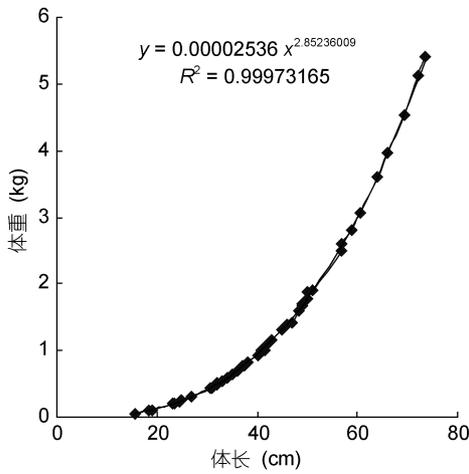


图 2 翘嘴红鲌体长与体重的关系

Fig.2 Relationship between body length and body weigh of *E. ilishaeformis*

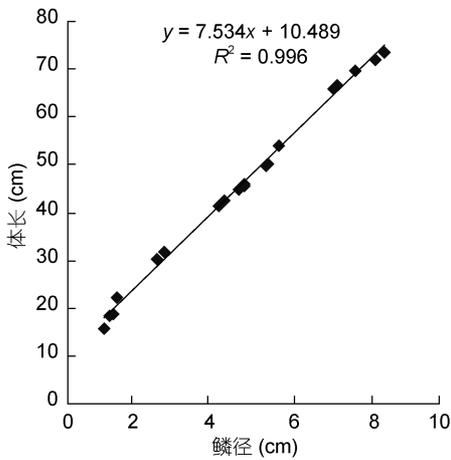


图 3 翘嘴红鲌体长与鳞径的关系

Fig.3 Relationship between body length and scale diameter of *E. ilishaeformis*

上升快, 随着年龄的增长, 逐渐趋向于渐进值  $L = 120.5981\text{cm}$ 。由图 5 可见, 体重的生长曲线是不对称的 S 型渐进曲线, 具有拐点, 随着年龄的增长, 逐渐趋向于渐进值  $W = 21.9368\text{kg}$ 。对体重方程求二阶导数, 当  $d^2W/dt^2 = 0$  可得拐点年龄  $t_p = (\ln b/k)$ , 即  $t_p = 10.40$  龄。

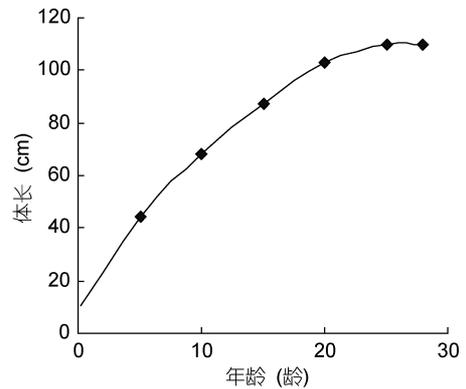


图 4 翘嘴红鲌体长生长曲线

Fig.4 Growth curve of body length of *E. ilishaeformis*

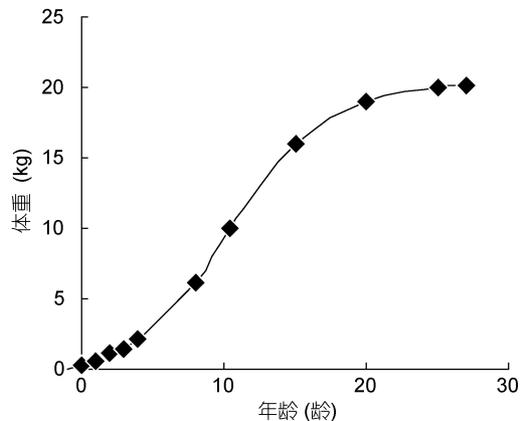


图 5 翘嘴红鲌体重生长曲线

Fig.5 Growth curve of body weight of *E. ilishaeformis*

体长增长速度(图 6)和加速度曲线(图 8)显示: 随着时间  $t$  的增大,  $dL/dt$  不断递减, 而  $d^2L/dt^2$  却逐渐上升, 但位于  $t$  轴的下方, 为负值, 表明随着体长增长速度下降, 其递减速度渐趋缓慢。

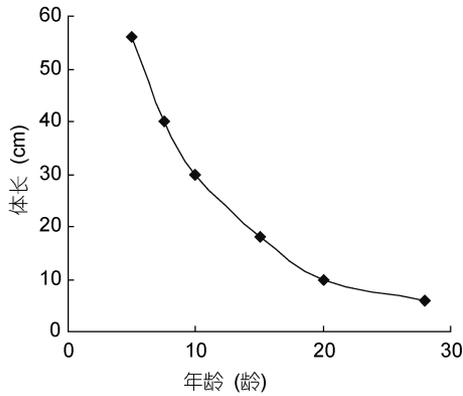


图 6 翘嘴红鲌体长生长速度曲线

Fig.6 Growth rate of body length of *E. ilishaeformis*

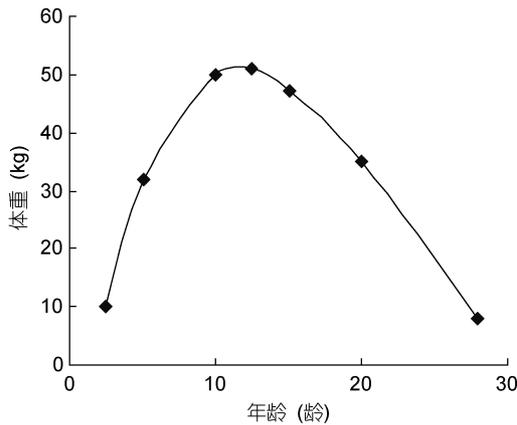


图 7 翘嘴红鲌体重生长加速度曲线

Fig.7 Growth acceleration of body length of *E. ilishaeformis*

体重生长速度曲线(图 7)是一条随年龄的增加经历了由小一大一小的变化过程, 最终趋于零的单峰曲线。当  $t < 10.40$  龄时,  $dW/dt$  上升,  $d^2W/dt^2$  下降(图 9), 但位于  $t$  轴的上方, 为正值, 表明 10.40 龄前为体重递增阶段, 只是递增速度渐趋缓慢; 当  $t = 10.40$  龄时,  $dW/dt$  达到最大值, 而  $d^2W/dt^2 = 0$ ; 当  $t > 10.40$  龄时,  $dW/dt$  和  $d^2W/dt^2$  均下降, 而且,  $d^2W/dt^2$  位于  $t$  轴的下方, 为负值, 表明此时为体重生长递减阶段, 且递减速度逐渐增加。  $d^2W/dt^2$  降至最低点而后又逐渐上升, 表明随着体重生长速度进一步下降, 其递减速度也渐趋缓慢, 开始进入衰老期, 鱼体体长和体重均逐渐趋向渐进值, 而生长速度和加速度逐渐趋向于零(图 7、图 9)。

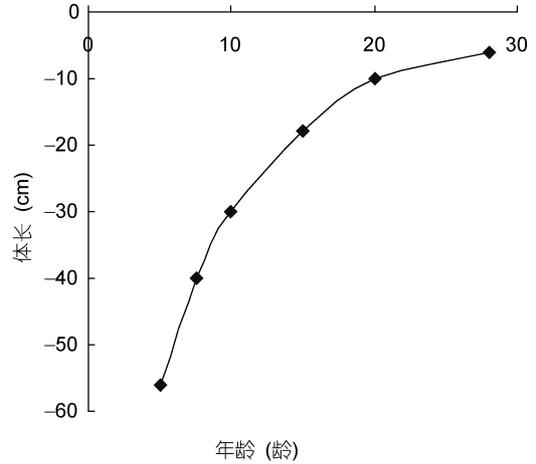


图 8 翘嘴红鲌体重生长速度曲线

Fig.8 Growth rate of body weight of *E. ilishaeformis*

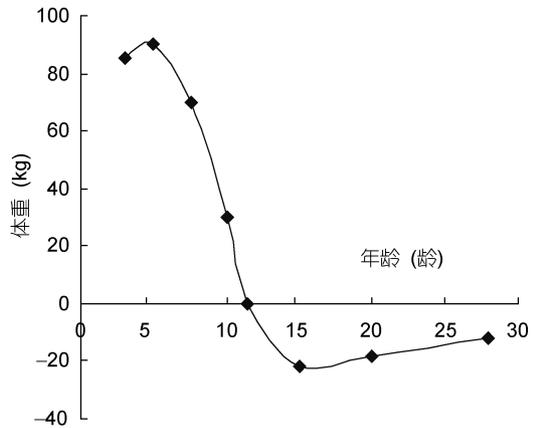


图 9 翘嘴红鲌体重生长加速度曲线

Fig.9 Growth acceleration of body weight of *E. ilishaeformis*

经统计, 运用体长与鳞径关系方程和 von Bertanffy 生长方程计算的体长与实测平均体长相比无显著差异( $F=0.018, P>0.05$ ) (表 1)。

### 2.2 资源评估

根据山美水库近年来的平均捕捞量和渔获物体长组分布情况, 采用体长股分析法和 Beverton-Holt 模型对翘嘴红鲌进行资源评估。

表 1 翘嘴红鲌实测体长与退算体长

Tab.1 Calculation value and determination value of the body length of *E. ilishaeformis*

项目	年龄(year)			
	1	2	3	4
实测鳞径(cm)	1.701	2.524	3.868	4.799
$L = a + bR$ 方程计算(cm)	23.30	29.50	39.63	46.64
Von Bertanffy 生长方程计算(cm)	21.30	30.12	38.16	45.48
实测体长(cm)	22.05	31.25	40.26	47.02

**2.2.1 现有资源量** 采用体长股分析法经统计分析, 山美水库翘嘴红鲌的资源量现有资源量( $B = NOS \times a \times L^b$ ) = 10.164 $t$  (表 2)。

**2.2.2 开捕年龄和捕捞死亡系数** 经计算建立 Beverton-Holt 模型, 由于在样本中, 最小体长是 15.60cm, 用生长方程计算该体长对应年龄是 0.4872 龄, 说明 0.5 龄左右的翘嘴红鲌已作为补充个体被捕捞, 据此确定补充年龄  $t_r$  为 0.5 龄。样本中鉴定到最高年龄是 4 龄, 但该年龄未必是群体中最高年龄, 据

此判断  $t$  还有更高值。本研究任意选定  $t_\lambda$  为 5、8、10、龄为最高年龄, 计算各龄  $Y_w/R$  值, 进行比较。因为渔获物中 3 龄占优势, 具有代表性, 就以 3 龄为开捕年龄, 结果显示(表 3、图 10):  $t_\lambda$  为 5 龄时  $Y_w/R$  值与其它三个差异较大, 故排除; 在  $F < 1.0$  时,  $t_\lambda$  为 8, 10 龄时的  $Y_w/R$  值有一些差异;  $F > 1.0$  时,  $t_\lambda$  为 8, 10 龄的  $Y_w/R$  值基本一致; 在  $F = 1.0$  时,  $t_\lambda$  为 10 龄以上的  $Y_w/R$  基本完全不受  $t_\lambda$  的影响;  $F > 1.0$  时,  $t_\lambda$  为 10 龄和 的龄时的  $Y_w/R$  值完全一致。

表 2 翘嘴红鲌体长股分析表  
Tab.2 The analysis of body length section of *E. ilishaeformis*

项目	体长(cm)											
	15.0—20	20.1—25	25.1—30	30.1—35	35.1—40	40.1—45	45.1—50	50.1—55	55.1—60	60.1—65	65.1—70	70.1—75
$C_L$	42	70	84	238	154	351	687	182	70	28	28	28
$X_L$	1.064	1.068	1.072	1.076	1.081	1.086	1.091	1.099	1.107	1.117	1.126	1.144
$N_L$	4948	4332	3732	3169	2516	2011	1382	531	274	160	103	56
$S$	0.876	0.861	0.849	0.794	0.799	0.687	0.384	0.516	0.584	0.644	0.544	
$Z_r$	0.132	0.149	0.164	0.231	0.224	0.375	0.957	0.662	0.538	0.44	0.609	
$E$	0.068	0.117	0.149	0.364	0.305	0.558	0.807	0.708	0.614	0.491	0.596	
$F_r$	0.009	0.017	0.024	0.084	0.068	0.2093	0.772	0.469	0.33	0.216	0.363	
$Z$	0.249	0.264	0.274	0.366	0.335	0.527	1.207	0.798	0.603	0.458	0.576	
NOS	2474	2273	2055	1784	1949	958	521	1066	426	249	99	
$B$	0.219	0.413	0.662	0.926	1.523	1.069	0.799	2.176	1.127	0.836	0.414	

表 3 开捕年龄( $t_c$ )为 3 龄时  $Y_w/R$  随  $F$  变化数据表  
Tab.3 Values in  $Y_w/R$  with change of  $F$  and  $t_r$  ( $t_c=3$ )

$t_\lambda$	$F$								
	0.1174	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
5	22.74	160.22	217.57	263.48	300.11	395.49	420.53	422.74	418.47
8	42.65	360.12	432.08	469.57	487.05	478.23	451.78	434.24	422.67
10	68.23	440.21	498.68	518.95	521.48	482.13	452.15	434.24	422.67
	94.26	535.67	553.74	548.59	536.95	482.13	452.15	434.24	422.67

由表 4、图 11 可知, 当开捕年龄  $t_c$  一定时, 随着  $t_c$  的增加,  $Y_w/R$  也不断增加至最大值, 然后下降。  $F$  在 0.1—0.5 范围内,  $t_c$  在 2 龄以下时,  $Y_w/R$  最大值水平较低;  $F$  在 0.5—2.5 范围内,  $t_c$  在 7 龄左右时, 获得此情况下的最大  $Y_w/R$  值(687g/尾)。

由 B—H 模型分析可知, 若以  $F = 0.1174$ ,  $t_c = 2—3$  龄为开捕年龄, 其单位补充量渔获量是 414.4—440.2g/尾, 而将  $F$  值提高到 2.5,  $t_c = 7$  龄时, 单位补充量渔获量可达 687g/尾, 可增加渔获量 56.1%—65.8%,

增产量相当可观。因此, 将 7 龄作为最佳开捕年龄和  $F = 2.5$  作为捕捞死亡系数是合理的。但体长 60cm 的翘嘴红鲌能吞下全长约 16.7cm 的鲢鳙鱼种, 为避免大个体翘嘴红鲌对水库投放鱼种的吞食, 必须将此规格的翘嘴红鲌捕起。对应体长 60cm 的翘嘴红鲌的年龄是 6.3 龄, 将 6 龄作为最佳开捕年龄, 对应的最佳捕捞死亡系数为  $F = 1.5$ , 此时其单位补充量渔获量为 673.9g/尾, 与最大值 687g/尾相差 2% 左右。因此, 以 6 龄、 $F = 1.5$  为最佳开捕年龄和捕捞死亡系数是科学合理的。

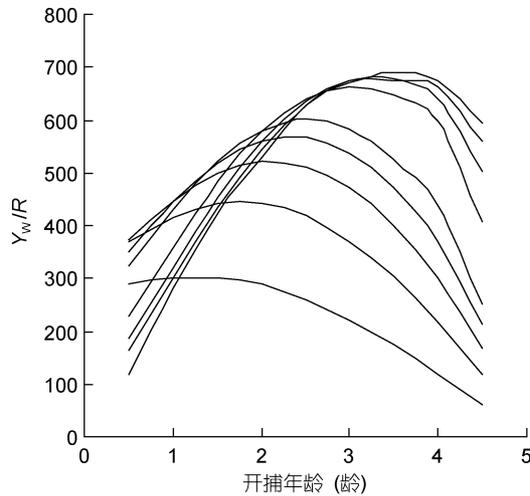
图 10  $Y_w/R$  随开捕年龄的变化曲线

Fig.10 The relationship between yield per unit recruitment ( $Y_w/R$ ) and first capture age ( $t_c$ )

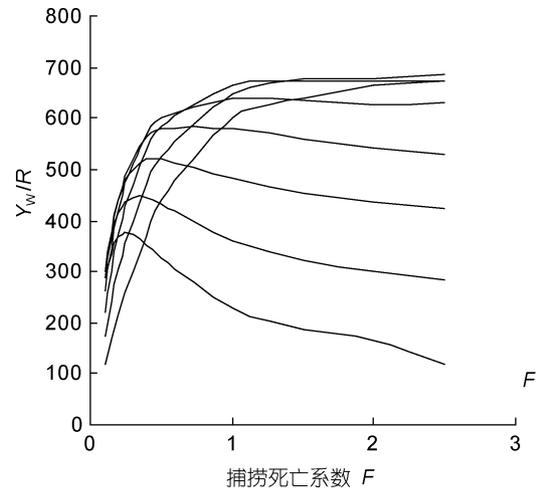
图 11  $Y_w/R$  随捕捞死亡系数变化曲线

Fig.11 The relationship between fishing mortality and yield per unit recruitment ( $Y_w/R$ )

表 4 不同捕捞死亡系数( $F$ )和开捕年龄( $t_c$ )与单位补充量渔获量( $Y_w/R$ )(g/尾)的关系Tab.4 The yield per unit recruitment ( $Y_w/R$ ) under different fishing mortality ( $F$ ) and first capture age ( $t_c$ )

$F$	$t_c$														
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	9.0
0.1	278.1	288.5	296.5	301.7	303.6	301.9	296.7	287.9	275.7	260.4	242.2	221.5	173.6	119.5	61.1
0.2	340.8	368.2	393.5	414.4	430.2	440.2	444	441.5	432.6	417.6	396.9	370.6	303.1	217.7	116.4
0.3	331.1	372.3	411.3	446.3	475.9	498.6	514	521.5	520.8	512	495.6	471.2	399.6	298.4	166.6
0.4	301.3	351.1	399.8	444.8	485.6	518.9	544.5	561.5	569.3	566.1	558.3	538.8	471.6	364.8	211.9
0.5	269.5	324.4	379.5	432.1	480.1	521.4	555	579.9	595.6	601.7	598.1	584.4	525.5	419.4	253.1
1.0	168.6	228.5	294.1	359.8	423.4	482.1	534.2	578.3	613.7	639.9	657	664.4	648.1	577.9	407.7
1.5	127.4	186.6	252.3	320.8	388.5	452	509.7	559.9	601.7	634.6	659.3	673.9	677.8	638.7	502.3
2.0	106.9	164	230.1	299.2	368.4	434.1	494.3	543.7	592.1	628.1	655.3	673.5	675.8	662.7	560.3
2.5	60	120	185	282.3	355.5	422.5	484.3	530	585.5	630	652.1	672.1	687.7	672.6	596.1

### 3 讨论

#### 3.1 翘嘴红鲌在水库渔业中的地位

掠食鱼可以认为是天然水体中一个起稳定作用因子,它有助于维持生态平衡,有益于不同种类的丰度的相对稳定(朱志荣等,1976)。利用翘嘴红鲌主要摄食经济价值较低的中上层小型鱼类,对于较大型的经济价值较高的鱼类危害不大,而且翘嘴红鲌这类凶猛鱼类的增长抑制了饵料——野杂鱼的生长,其它的经济鱼类由于竞争压力的减轻而得到发展,有利于阻止山美水库鱼类小型化,提高水库资源的利用价值。刘恩生等(2007)对太湖鲌鱼数量变化规律及生态效应分析表明:太湖翘嘴红鲌、蒙古红鲌主要摄食鲢鱼(*Coilia ectenes*),其次是小型鱼类和虾,从而

对鲢鱼和小型鱼类有很强的抑制作用,对银鱼(*Neosalanx taihuensis*)有间接促进作用;人为过度捕捞使鲌鱼数量不断减少,从而导致鱼类群落向鲢鱼为绝对优势种和小型鱼类不断增加的方向变化。鲢鱼和小型鱼类主要摄食浮游动物,其快速增加抑制了浮游动物、有利于浮游植物生长。这是太湖蓝藻(cyanophyt)频繁暴发的生物学因素之一。翘嘴红鲌在水库渔业生态系统中作为顶级的消费者,是保持系统平衡的一项控制因素。因此,通过凶猛鱼类淘汰经济鱼类种群中的病弱个体和低值杂鱼,对经济鱼类种群十分有利,另一方面翘嘴红鲌将低值鱼或无经济价值的鱼转化为名贵的高价值鱼,可提高水库渔业的经济效益(朱志荣等,1976;许品诚,1984;陆伟民等,1995;胡廷尖等,2002;刘恩生等,2007)。

### 3.2 山美水库翘嘴红鲌的生长特性

山美水库翘嘴红生长较快,就其生长拐点而言,山美水库翘嘴红鲌与丹江口水库(熊国胜,1990)、四明湖水库(邵力等,1990)、武湖(胡秋元等,2000)、松花江水系(黄权等,2003)、兴凯湖(战培荣等,2005;韩英等,2005)和澄湖(凌去非等,2006)基本相近,与八叉河(龚世园等,1990)、老江河(路福泉,1995)、南湾水库(冯建新等,2003)和鲇鱼山水库(高志鹏等,2008)存在较大的差异(见表5),由此可见,不同水域的翘

嘴红鲌有着不同的生长规律。这可能与其水域生态环境、面积大小、野杂鱼饵料资源及自身遗传特性等有关,对此,有待于进一步比较研究。但山美水库翘嘴红鲌的拐点年龄 10.40 龄与其性成熟年龄相差约 7.5 龄,出现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义,表明其具有较好的生长潜力。本研究结果与胡秋元等(2000)、黄权等(2003)、韩英等(2005)的研究结果相近。由此可以看出,不同水域的翘嘴红鲌有着不同的生长规律。

表 5 不同水域翘嘴红鲌生长参数比较  
Tab.5 Comparison of growth parameters in different water areas of *E. ilishaeformis*

水库	体长体重	生长方程	生长拐点		
			年龄(year)	体重(kg)	体长(cm)
八叉水库 (龚世园等,1990)	$W=1.625 \times 10^{-2} L^{2.8438}$ ( $r=0.9999$ )	$L_t=51.6 \times [1 - e^{-0.2965(t+0.65)}]$ , $W_t=1211.5 \times [1 - e^{-0.2965(t+0.65)}]^3$	3.67	0.356	33.7
老江河水库 (路福泉,1995)	$W=5.6867 \times 10^{-5} L^{2.7027}$ ( $r=0.9790$ )	$L_t=824.3 \times [1 - e^{-0.27(t+0.1649)}]$ , $W_t=4325.8 \times [1 - e^{-0.27(t+0.1649)}]^{2.702}$	3.51	1.20	51.87
南湾水库 (冯建新等,2003)	$W=0.0489 L^{2.7274}$ ( $r=0.9739$ )	$L_t=98.8 \times [1 - e^{-0.1662(t-0.1038)}]$ , $W_t=7140.9 \times [1 - e^{-0.1841(t+0.1076)}]^{2.7055}$	5.3	2.05	57.0
鲇鱼山水库 (高志鹏等,2008)	$W=0.0098 L^{2.9947}$ ( $r=0.976$ )	$L_t=96.3214 \times [1 - e^{-0.7089(t-1.4982)}]$ , $W_t=8548.3 \times [1 - e^{-0.7089(t-1.4982)}]^{2.994}$	3.04	2.53	60.16
澄湖 (凌去非等,2006)	$W=7.3 \times 10^{-6} L^{3.09}$ ( $r=0.9872$ )	$L_t=109.14 \times [1 - e^{-0.1556(t-0.3140)}]$ , $W_t=3.1247 \times 10^4 \times [1 - e^{-0.1556(t-0.3140)}]^{3.09}$	7.8	9.8	75.09
武湖水 (胡秋元等,2000)	$W=2.045 \times 10^{-6} L^{3.2585}$	$L_t=1404.9 \times [1 - e^{-0.10(t+0.71)}]$ , $W_t=3.629 \times 10^4 \times [1 - e^{-0.10(t+0.71)}]^{3.2585}$	11.0	11.0	97.00
四明湖水 (邵力等,1990)	$W=9.0907 \times 10^{-5} L^{3.0330}$ ( $r=0.9987$ )	$L_t=1398.2 \times [1 - e^{-0.101(t+0.70)}]$ , $W_t=2.695 \times 10^4 \times [1 - e^{-0.101(t+0.70)}]^{3.0330}$	10.28	9.35	93.70
兴凯湖[14]	$W=8.9047 \times 10^{-3} L^{3.0427}$ ( $r=0.9153$ )	$L_t=98.05 \times [1 - e^{-0.1117(t-0.4267)}]$ , $W_t=10209.32 \times [1 - e^{-0.1117(t-0.4267)}]^{3.0427}$	10.42	3.03	65.81
松花江水系 (黄权等,2003)	$W=0.01282 L^{2.8768}$ ( $r=0.8840$ )	$L_t=101.3 \times [1 - e^{-0.08621(t+0.001270)}]$ , $W_t=7982.03 \times [1 - e^{-0.08621(t+0.001270)}]^3$	12.74	2.673	67.8
山美水库(本文)	$W=2.536 \times 10^{-5} L^{2.825}$ ( $r=0.999$ )	$L_t=120.5981 \times [1 - e^{-0.0913(t+1.09)}]$ , $W_t=21.9368 \times [1 - e^{-0.0913(t+1.09)}]^{2.825}$	10.40	6.68	79.12

### 3.3 山美水库翘嘴红鲌资源的评析与合理利用

**3.3.1 山美水库翘嘴红鲌资源的评析** 捕捞是影响鱼类种群变动的主要原因之一,适当的捕捞使种群减少的部分由种群补充部分补偿而取得平衡。过度的捕捞由于得不到补偿而使平衡遭到破坏,主要体现在渔获物中个体大小和年龄趋于小型化,使种群大幅度下降,资源受到破坏。由资源评估可知,山美水库翘嘴红鲌年资源量可达 10.164t,该水库 1991—2001 年翘嘴红鲌的平均捕捞量 2.35t(水兴勇,2002)。但由于山美水库属河流型水库,跨域大,管理不便,据调查统计每年被水库周边村民偷捕的翘嘴红鲌数量不少于 5t,两者之和接近水库现存量显然处于过度

开发状态,对库区翘嘴红鲌资源的持续产量影响较大,这也是近年来渔获物中 2—3 龄的鱼占 95.7%,个体年龄偏小的原因。翘嘴红鲌的初次性成熟年龄 3 龄,而体重生长拐点年龄为 10.4 龄,即在性成熟后还有一段快速生长时间。在渔业管理和生产实践中,生长拐点年龄通常作为确定开捕年龄和养殖年限的参考(殷名称,1993)。为保证库区翘嘴红鲌的资源稳定,以 6 龄、 $F=1.5$  为最佳开捕年龄和捕捞死亡系数是科学合理的,这对山美水库渔业经济的发展起重要的作用,也与许品诚(1984)建议太湖翘嘴红鲌的起捕规格为体长 60cm、体重 1.5kg 的 5 龄鱼和凌去非等(2006)为防止过度捕捞造成小型化的发生,建议提

高澄湖翘嘴鲌最小捕捞规格到体长 70cm 的研究结论基本一致。

**3.3.2 翘嘴红鲌的增殖保护** 翘嘴红鲌性成熟较早, 在它们的产卵群体中, 补充群体大于剩余群体, 所以一个丰产的世代就能把种群数量增加好多倍。山美水库翘嘴红鲌的生殖季节一般在每年 5—6 月, 这段时间应实行全库禁捕, 尤其要严禁捕捞产卵亲鱼, 保证它们的繁殖。对现有的自然产卵场要进行保护, 对受破坏的产卵场进行修复和恢复。另外, 开展人工放流和增殖资源, 采用人工孵化鱼苗, 先在网箱或池内培育到 13.3—16.7cm 时再放入水库内, 加快恢复资源数量。通过科学的方法对生态环境和放流效果进行评估, 逐步有效地恢复其资源, 进而达到可持续利用的目的(冯建新等, 2003; 战培荣等, 2005; 韩英等, 2005)。

### 3.4 开展游钓渔业

山美库区属亚热带内陆性季风气候, 四季分明, 养殖面积 13.33km<sup>2</sup>, 据渔获统计, 每年鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)产量占 13%, 鳙鱼产量占 81%, 翘嘴红鲌产量占 5%, 鲤鱼(*Cyprinus carpio*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)、草鱼(*Ctenoparygodon idellus*)、青鱼(*Ctenoparygodon idellus*)、团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)等占 1% (水兴勇, 2002)。山美水库翘嘴红鲌资源丰富, 符合游钓渔业的对象——肉食性的大、中型凶猛鱼类, 并有“好看、好吃”特点的要求, 为该水库开展游钓渔业、丰富人们业余生活提供方便, 确保山美水库渔业的可持续发展。

### 参 考 文 献

- 水兴勇, 2002. 山美水库渔业现状、发展和利用. 福建水产, 68—70
- 冯广朋, 叶少文, 李 钟, 2007. 牛山湖翘嘴鲌和红鳍原鲌的年龄与生长. 淡水渔业, 37(1): 39—42
- 冯建新, 常东州, 惠 筠等, 2003. 南湾水库翘嘴红鲌的生长及种群控制的研究. 水利渔业, 23(6): 26—27
- 朱志荣, 林永泰, 方榕乐, 1976. 武昌东湖蒙古红鲌和翘嘴红鲌的食性及其种群控制问题的研究. 水生生物学集刊, 6(1): 36—52
- 刘恩生, 吴林坤, 曹 萍等, 2007. 太湖鲌鱼数量变化规律及生态效应分析. 水利渔业, 27(3): 70—73
- 许品诚, 1984. 太湖翘嘴红鲌的生物学及其增殖问题的探讨. 水产学报, 8(4): 275—285
- 陆伟民, 董合一, 1995. 翘嘴红鲌和蒙古红鲌在太湖渔业中的作用. 上海水产大学学报, 4(3): 231—237
- 邵 力, 郑国生, 卢健伟等, 1990. 四明湖水库翘嘴红鲌年龄和生长的研究. 浙江水产学院学报, 9(2): 95—102
- 周永东, 徐汉祥, 2007. 应用体长股分析法估算东海海鳗资源量. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 26(4): 399—403
- 周永东, 徐汉祥, 潘国良等, 2013. 东海区鲳鱼、小黄鱼资源量及其持续渔获量的估算. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 32(1): 1—5
- 胡廷尖, 章文敏, 赵静永等, 2002. 翘嘴红鲌的生物学特性及繁育技术. 水产科技情报, 29(4): 170—173
- 胡秋元, 陶仁勇, 龚世园等, 2000. 武湖翘嘴红鲌年龄与生长的研究. 水利渔业, 20(2): 46—47
- 战培荣, 赵吉伟, 董崇智等, 2005. 兴凯湖翘嘴鲌的生长特性. 海洋与湖沼, 36(2): 146—151
- 殷名称, 1993. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 56—59
- 凌去非, 谭夕东, 许爱国, 2006. 澄湖翘嘴鲌的生长与资源保护. 水利渔业, 26(4): 30—32
- 高志鹏, 张家波, 胡正友, 2008. 鲢鱼山水库翘嘴鲌生长特性与种群控制研究. 水利渔业, 28(3): 39—42
- 黄 权, 刘春力, 赵 静等, 2003. 松花江水系翘嘴红鲌生长模型的研究. 吉林农业大学学报, 25(1): 105—106
- 龚世园, 陈远富, 陈 晨, 1990. 八叉河翘嘴红鲌的生长和种群控制的研究. 水利渔业, 1: 23—33
- 韩 英, 王昕阳, 尹海富, 2005. 兴凯湖翘嘴红鲌生长式型的研究. 大连水产学院学报, 20(3): 218—221
- 路福泉, 1995. 老江河蒙古红鲌和翘嘴红鲌的生长. 水利渔业, 1: 29—33
- 詹秉义, 1993. 渔业资源评估. 北京: 中国农业出版社, 18—20
- 熊国胜, 1990. 丹江口水库翘嘴红鲌资源评析与合理利用. 水产学报, 14(2): 79—88
- Jones R, 1981. The use of length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and Cohort analysis). FAO Fish Circ, 734: 55P
- Pauly D, 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
- Pauly D, Morgan G R, 1987. Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings

## GROWTH CHARACTERISTICS, RESOURCES ASSESSMENT AND OPTIMAL UTILIZATION OF *ERYTHROCULTER ILISHAEFORMIS* BLEEKER IN SHANMEI RESERVOIR IN QUANZHOU, FUJIAN PROVINCE

HUANG Yong-Chun<sup>1</sup>, LI Zhong-Bao<sup>1</sup>, SHUI Xing-Yong<sup>1,2</sup>, CAI Yong-Zong<sup>2</sup>,  
GUO Jian-Feng<sup>1</sup>, QIAN Qiu-Qin<sup>1</sup>

(1. Jimei University Fisheries College, Xiamen 361021, China; 2. Administration Department of Shanmei Reservoir, Fujian, Nan'an 362000, China)

**Abstract** 340 individuals of *Erythroculter ilishaeformis* Bleeker were collected in Shanmei Reservoir during April, 2002 to May, 2003. After studying the growth characteristics, the growth equation and Beverton-Holt model were established to evaluate the *Culter alburnus* resources of Shanmei Reservoir. The results shown that the range of body weight and body length were 0.035—4.12kg and 15.6—73.5cm, respectively. Samples of the body length of 20.1 — 60.0cm accounted for 93.57%, which was 2<sup>+</sup>—3<sup>+</sup>ages. The relationship between body weight and length was  $W = 2.5034 \times 10^{-5} L^{2.825}$  ( $r=0.999$ ). Body length and scale size relationship was  $L = 10.489 + 7.534R$  ( $r=0.997$ ). The Von Bertalanffy equation are  $L_t = 120.5981 \times [1 - e^{-0.0913(t+1.09)}]$  and  $W_t = 21.9368 \times [1 - e^{-0.0913(t+1.09)}]^{2.825}$ , which the growth inflection point was 10.4 ages. By using length cohort analysis and B—H model, the resource capacity ( $B$ ) was 10.164t, and the reasonably catchable age ( $t_c$ ) was 6 age.

**Key words** Shanmei reservoir; *Erythroculter ilishaeformis* Bleeker; growth; resources assessment; optimal utilization