

# 闽南—台湾浅滩渔场羽鳃鲈生长和死亡的研究\*

卢振彬 洪港船 戴泉水 颜尤明

(福建省水产研究所,厦门市 361012)

**摘要** 本文报道闽南—台湾浅滩渔场羽鳃鲈的生长特性和死亡参数,并讨论了捕捞规格问题。其纯体重  $W$  和总体重  $W^*$  与叉长的相关式分别为  $W = 2.5687 \times 10^{-7} L^{3.7545}$ ,  $W^* = 1.003 \times 10^{-6} L^{3.5140}$ ; 叉生长方程  $L_t = 346.5 [1 - e^{-0.2209 (1+1.2263)t}]^{0.5700}$ , 体重生长方程  $W_t = 881.1 [1 - e^{-0.2209 (1+1.2263)t}]^{2.1389}$ ; 1988—1989 年种群存活率为 0.2808, 瞬时总死亡率为 1.2600, 瞬时自然死亡率和瞬时捕捞死亡率分别为 0.5863 和 0.6738; 最佳最小捕捞叉长为 170.3mm, 最佳最小捕捞纯体重和总体重分别为 63.9g 和 71.0g。

羽鳃鲈 *Rastrelliger kanagurta* 分布于印度洋和太平洋西部的热带和亚热带水域, 是印度—太平洋区的主要捕捞种类<sup>[1]</sup>。闽南—台湾浅滩渔场地处亚热带, 具有一定数量。该渔场羽鳃鲈的生物学 70 年代虽有调查研究, 而对其生长和死亡的研究尚属空白。繁殖、生长和死亡特性是鱼类种群数量变动的三大生物学要素, 也是种群变动研究的基础。本文专题报道闽南—台湾浅滩渔场羽鳃鲈的生长和死亡, 并讨论捕捞规格问题, 为研究该鱼类资源的利用和管理等提供必要的参考。

## 材料和方法

1988 年 7 月至 1989 年 6 月逐月从闽南—台湾浅滩渔场 (117°00'—119°30'E, 22°00'—24°00'N) 机帆灯光围网船的渔获物中随机取样总计 1166 尾。在每批测定样品中取 30—40 尾的鳞片作为鉴定年龄的材料, 周年合计取 425 尾, 同时应用了 1987 年 5 月同渔场同类网具捕获的 17 尾较大个体的样本参与生长参数的计算。鳞片均取自左胸鳍基部后侧, 每尾取 5—10 片。鉴定前先将鳞片在水中浸泡 10 分钟左右, 洗净表面污物, 然后取 2—3 片置于载玻片上, 在放大 30 倍的投影仪上观测, 选择其中年轮较清晰的一片测量其鳞长和轮径。两者的量度同在一一直线上进行, 鳞长  $R$  为鳞片中心至鳞片肩区之外缘, 轮径  $r_n$  为鳞片中心至第  $n$  轮的距

离。

年龄的归组视年轮边缘增长的宽窄, 并结合样本的渔获季节, 把  $n^+$  龄分别归为  $n$  龄组或  $n+1$  龄组。

## 结 果

### (一) 年轮特征和形成时期

羽鳃鲈的鳞片属于圆鳞, 形状多呈方圆形, 无辐射沟, 前区边缘较平滑, 后区边缘呈齿状。鳞焦位于中心稍偏前区, 表面密布鳞纹, 鳞纹多呈横向排列。前区纹粗, 后区纹细, 近中心的鳞纹呈同心眼状排列 (图 1)。

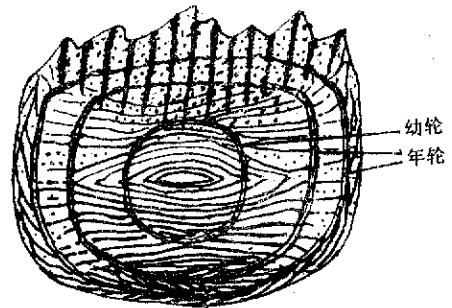


图 1 羽鳃鲈的鳞片和年轮特征

1. 年轮特征 同一生长年带的鳞纹排列方向一致, 在透射光下相邻的两个生长年带的鳞

\* 参加部分生物学测定工作的还有本所姚桂祥、汪三平、郑玉水、连珍水、汪伟洋、朱耀光、张澄澄等同志特此致谢。

纹排列的方向不同而呈切割型,或者鳞纹密度平均呈疏密型,或者两个生长年带的交界处,鳞纹不连续或消失呈断裂型。切割型常出现在鳞片的前区和肩区,疏密型多出现在前区,断裂型在侧区,它们构成完整的年轮。

2. 幼轮和副轮 多数鳞片有幼轮,其形状与鳞片不完全一致,多呈圆形或椭圆形,而年轮与鳞形保持一致。依逆算幼轮约在叉长 130—160mm 时形成,而第一年轮则在 180—220mm 时形成。

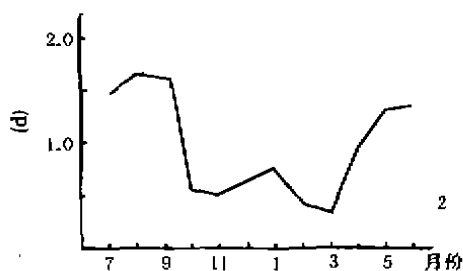


图 2 羽鳃鲈鳞片边缘增长率( $\alpha$ )的月变化

在周年的样本中也仅在 10 月至 3 月发现有刚形成年轮的样本,以 2、3 月占的比例最大(分别占 20.5% 和 22.8%),11、12 月次之(分别占 14.4% 和 5.3%),1 月最少(仅占 2.1%)。由此表明 10 月至翌年 3 月是年轮形成时期。

## (二) 生长特性

1. 叉长与鳞长的关系 由 442 尾叉长为 128—293mm 的样本作鳞长与叉长的相关分析, $r=0.9273 > r_{p=0.01}=0.128$ ,说明它们的相关极为显著,其关系式为: $L=41.79+3.2087R$  ( $L$  为叉长, $R$  为鳞长)。

2. 逆算叉长和实测叉长 采用 R. Lee 正比例修正公式  $L_n = \frac{r_n}{R} (L-a) + a$  来逐尾逆算各年轮的叉长,然后求出各年轮组的平均逆算叉长,其结果接近于各年龄组的平均实测叉长(表 1)。

3. 叉长与体重的关系 叉长( $L$ )与纯体重( $W$ )和总体重( $W'$ )的关系呈幂函数型,其关系式分别如下:

副轮常出现于生长年带之中,但并非每个生长年带皆有。它在侧区最明显,而在前、后区难于见到,不呈封闭的轮圈。故年轮与幼轮,副轮不难区别。

3. 年轮形成时期 实际观察结果表明,羽鳃鲈的年轮一年形成一次。应用鳞片边缘增长率公式  $\alpha = \frac{R-r_p}{r_n-r_{n-1}} \times 10$  ( $R, r$  分别为鳞长和轮径)的计算,其  $\alpha$  的低值期在 10 月至翌年 3 月(见图 2)。

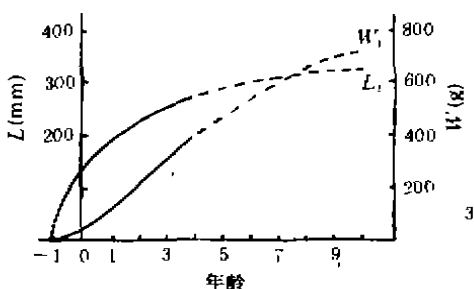


图 3 羽鳃鲈叉长和体重生长曲线

$$W = 2.5687 \times 10^{-7} L^{3.7545} (n=173 \quad r=0.8937 > r_{p=0.01}=0.208)$$

$$W' = 1.003 \times 10^{-6} L^{3.5140} (n=442 \quad r=0.9941 > r_{p=0.01}=0.128)$$

可见,纯体重和总体重与叉长的幂指数  $b$  均明显大于 3,说明羽鳃鲈属于较明显的非匀速生长的种类。

表 1 羽鳃鲈各年龄组平均叉长(mm), 体重(g)的实测值与逆算值

年龄组	0	I	II	III	IV
平均逆算叉长	154.50	202.24	235.87	260.94	279.26
平均实测叉长	153.81	204.17	236.91	258.60	280.34
平均实测纯体重	42.56	120.94	210.40	291.17	390.86
平均实测总体重	46.32	130.64	222.61	302.43	405.72

4. 相对增长率,瞬时生长率和生长指标 由表 1 叉长和纯体重的实测值,分别计算相对增长率( $H$ ),瞬时生长率( $G$ )和生长指标( $I$ )如表 2。显而易见,0 龄至 II 龄是迅速生长阶段,III 龄至 IV 龄为稳定生长阶段。表明羽鳃鲈属于生

长快,生命周期短鱼类。

表2 羽鳃鲈的相对增长率、瞬时增长率、生长指标

年 龄		0- I	I - II	II - III	III - IV	
相 对 增 长 率	H <sub>L</sub>	32.7417	16.0357	9.1554	8.4068	
	H <sub>w</sub>	184.1635	73.9706	38.3888	34.2377	
瞬 时 生 长 率	G <sub>L</sub>	0.2832	0.1487	0.0876	0.0807	
	G <sub>w</sub>	1.0444	0.5537	0.3249	0.2944	
生 长 指 标		I	43.5644	30.3657	20.7598	20.8744

5. 生长方程 由于羽鳃鲈的体重与叉长关系式中的幂指数  $b$  明显大于 3, 在此应用李星颌等(1983)<sup>[2]</sup> 在 Von Bertalanffy 生长方程的基础上扩充的适合于体重与体长任意次方成正比的鱼类生长数学描述式  $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{1/b}$ ,  $W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b/3}$  来求取生长参数。

詹秉义<sup>1)</sup>认为求生长参数和生长方程, 采用逆算叉长比实测叉长的求算结果误差小些。故本文以逆算叉长为材料求取羽鳃鲈各生长参数, 其  $L_{\infty} = 346.5 \text{ mm}$ ,  $W_{\infty} = 881.1 \text{ g}$ ,  $K = 0.2209$ ,  $t_0 = -1.2263$ , 体重生长拐点  $t_w = 2.2179$  (龄)。

按照生长方程计算的各龄的理论叉长和理论纯体重(表3)与逆算叉长、实测叉长和实测纯体重(表1)均较为接近, 表明方程的拟合是理想的。其生长曲线(见图3)。

表3 羽鳃鲈各年龄组叉长(mm)和体重(g)的理论计算值

年 龄 组	0	I	II	III	IV
理论叉长	152.63	202.14	235.98	260.66	279.24
理论纯体重	40.72	116.49	208.28	302.59	391.85

6. 生长变化特征 图4和图5分别是叉长和体重的生长速度和加速度曲线, 它反映了生长的变化特征。从图4可见, 叉长生长速度是一条随年龄的增加而递减并逐趋于零的曲线。体重生长速度则是一条随年龄的增加, 经历了由慢—快—慢的变化过程。由快转慢的折点即是生长拐点, 拐点年龄为 2.2179 (龄), 此时瞬时生长速度最大, 拐点之后减慢, 直至趋近于零。从两条曲线比较看, 叉长生长速度曲线比体重生长速度提前趋近于零。

由图5可见, 叉长生长加速度始终小于零, 其绝对值随年龄的增加而减小, 并逐趋近于零。

体重生长加速度随年龄的增加逐渐减小。拐点之前(即  $t < 2.2179$  龄)加速度为正值, 即生长速度随年龄的增加而递增; 当  $t = 2.2179$  龄时加速度为零, 生长速度不再递增; 拐点之后(即  $t > 2.2179$  龄)加速度为负数, 生长速度转入随年龄的增加而递减阶段。当  $t \approx 5$  (龄)时, 负加速度最大, 体重增长开始明显下降, 进入衰滞阶段。同样, 叉长和体重生长加速度两条曲线比较可明显看出, 叉长生长加速度曲线比体重生长加速度曲线提前趋近于零。

### (三) 种群的死亡

1. 存活率和年总死亡率 根据捕捞群体的渔获年龄结构, 应用 Ricker 计算存活率的方法  $S = \frac{N_2 + N_1 + \dots + N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_{t-1}}$ , 求得 1988—1989 年羽鳃鲈的存活率为 0.2808。年总死亡率  $A = 1 - S = 0.7192$ 。

2. 瞬时总死亡率 采用以下二种方法计算。

(1) 应用 Beverton 和 Holt 的  $Z = \frac{1}{t-t'}^{(5)}$  (式中  $t$  为渔获的平均年龄,  $t'$  为渔获最小年龄)。1988—1989 年渔获的羽鳃鲈平均年龄为 1.05 龄。渔获的最小叉长 98mm (7 月), 根据多年收集的幼鱼叉长资料分析, 估计系 4 月出生的, 即最小年龄为 0.25 龄左右(即 3 个月)。由此求得  $Z = 1.2500$ 。

(2) 根据存活率与总死亡率的关系  $S = e^{-Z}$ , 求得  $Z = 1.2700$ 。

两种方法计算的结果相当接近, 以其平均值 1.2600 为其瞬时总死亡率。

3. 瞬时自然死亡率和瞬时捕捞死亡率 鱼类的自然死亡与其生活史及生态环境密切相关。根据 Pauly (1980)<sup>[3]</sup> 提出的鱼类瞬时自然死亡率的负回归计算式  $\lg M = -0.0066 - 0.279 \lg L_{\infty} + 0.6543 \lg K + 0.4634 \lg T$  (式中  $T$  为渔场平均水温  $^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\infty}$  (cm),  $K$  为生长参数)。

1) 詹秉义 1982 应用数学模式评估渔业资源应注意的几个问题, 上海水产学院科技文集(2)。

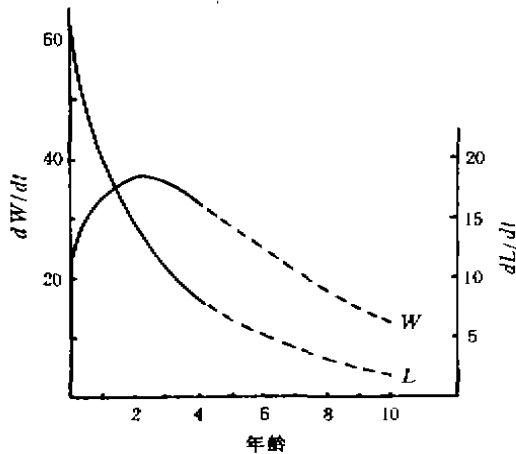


图4 羽鳃鲷叉长和体重增长速度曲线;

该渔场年平均水温为  $22.84^{\circ}\text{C}$ <sup>1)</sup>, 计算结果瞬时自然死亡率  $M=0.5863$ 。

瞬时捕捞死亡率  $F=Z-M=1.2600-0.5863=0.6737$ 。

## 讨 论

1. 年龄鉴定正确与否, 关系到生长和死亡参数的计算结果, 也必将影响资源量估算的准确性等, 因此, 首先必须判别年龄鉴定是否准确。本材料的年龄鉴定结果, 应用彼得逊(Peterson)长度分布曲线来判断(见图6), 从图中可见0—III龄组的各龄叉长分布曲线与渔获群体的叉长分布曲线基本吻合, 表明年龄鉴定结果是准确的。

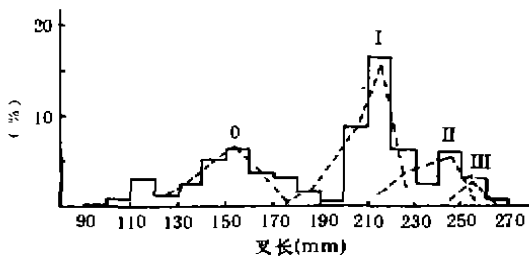


图6 羽鳃鲷渔获叉长分布与年龄组叉长分布曲线

2. Bannerji (1973) 估算了印度西海岸羽鳃鲷的I龄鱼体长为21.5cm, II龄鱼为24cm<sup>19)</sup>, 比本渔场的同龄鱼略大, 这与其所分布的海域

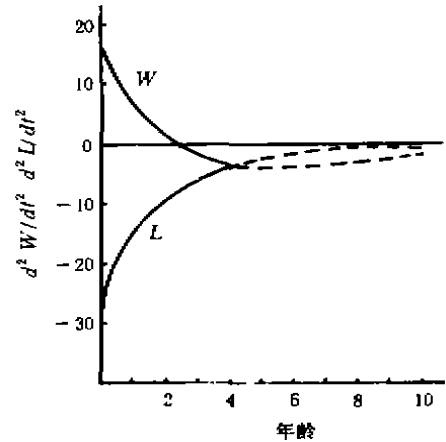


图5 羽鳃鲷叉长和体重生长加速度曲线

地理位置及环境条件不同而生长速率差异有关。

3. 为了利于资源的保护和维护渔捞者的经济利益, 在此分别应用 Allen<sup>6)</sup>和徐旭才、张其永<sup>4)</sup>推导的最佳最小捕捞体重和叉长的公式:  $W_R=WE$  和  $L_R=L(E)^{\frac{1}{b}}$  计算其最小可捕规格, 供渔业管理部门参考, (式中  $W$ 、 $L$  分别为渔获组成的平均体重和叉长,  $E$  为开发比率即  $E=F/Z$ ,  $b$  为体重与叉长相关式的幂指数)。羽鳃鲷的平均渔获叉长、纯体重和总体重分别为203.48mm、119.41g和132.79g,  $E=0.5347$ , 则最佳最小捕捞叉长、纯体重和总体重分别为170.27mm、63.85g和71.00g。

## 参 考 文 献

- 1 赵传纲、陈思行 1983 金枪鱼和金枪鱼渔业 海洋出版社 98--99。
- 2 李星颖、陈赛斌 1983 鱼类生长的数学描述 浙江水产学院学报 2(1):29-39。
- 3 徐旭才、张其永 1986, 闽南一台湾浅滩大头狗母鱼种群年龄结构和生长特性研究 厦门大学学报自然科学版 26(6):712-720。
- 4 徐旭才、张其永 1986, 闽南一台湾浅滩渔场多齿蛇鲷种群年龄和生长特性 台湾海峡 7(3):256-262。
- 5 朱德山译 1978, (苏) 扎索索夫著 1970, 渔业的理论研究

1) 闽南渔场海洋鱼类资源调查队, 1980, 闽南一台湾浅滩渔场鱼类资源调查报告(上册)表7.1-1。

- 农业出版社 226-245。
- 6 Allen K. R. 1972(1953), A Method for Computing the Optimum Size-limit for A Fishery, *Nature*, 210.
- 7 Ricker W. E. 1975 Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population, *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 191:1-382.
- 8 Pauly D. 1980 On the Interrelationships between Natural Mortality, Growth Parameters and Mean Environmental Temperature in 175 Fish Stocks, *J. Con.*, 39:175-192.
- 9 Jhingran V. G. 1983 Fish and Fisheries of India, *Hindustan Publishing Corporation (India) Delhi*, 542-544.

## GROWTH AND MORTALITY OF INDIA MACKEREL *RASTRELLIGER KANAGURTA* IN THE MINNAN-TAIWAN BANK FISHING GROUND

LU Zhenbin HONG Gangchuan DAI Quanshui YAN Youming

(Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 361012)

**ABSTRACT** This paper reported growth characteristics and mortality parameters, and discussed fishable size of India Mackerel in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground. The length-weight relationship formulas are  $W = 2.5687 \times 10^{-7} L^{3.7545}$ ,  $W^T = 1.003 \times 10^{-6} L^{3.5140}$ , where  $W$  and  $W^T$  represent net body weight (g) and total body weight (g) respectively,  $L$  is fork length. The parameters of growth equation are:  $L_{\infty} = 346.5\text{mm}$ ,  $W_{\infty} = 881.1\text{g}$ ,  $K = 0.2209$ ,  $t_0 = -1.2263$ . The population survival rate is estimated to be 0.2808. The instantaneous rate of total mortality is 1.2600, instantaneous natural and fishing mortality rate are 0.5863 and 0.6738 respectively. The optimum minimal fishing fork length, net body weight and total body weight are 170.3mm, 63.9g and 71.0g respectively.