

丝蝴蝶鱼年龄与生长的初步研究

郭海军¹, 周竹君², 宋智修¹

(1. 大连老虎滩海洋公园, 辽宁 大连 116013; 2. 大连市水产技术推广总站, 辽宁 大连 116023)

摘要:对海南海区采得的51尾丝蝴蝶鱼(*Chaetodon auriga* Forstal)年龄与生长的研究表明,其年轮特征主要为切割型,体长(L)与鳞径(R)呈直线相关: $L = -3.5730 + 6.8387R$;体长(L)与体重(W)呈幂函数的关系: $W = 5.9540 \times 10^{-2} L^{2.8126}$ 。应用 Von Bertalanffy 生长方程拟合该鱼的一般生长规律,其生长参数为: $L_{\infty} = 23.25$ cm, $W_{\infty} = 420.77$ g, $K = 0.2777$, $t_0 = -0.1579$, 拐点年龄 $t_i = 4$ 龄, 拐点体长 $L_i = 15.92$ cm, 拐点体重 $W_i = 135.14$ g。海南海区丝蝴蝶鱼应以2龄、体长10.26 cm、体重46.23 g为最适合可捕标准。

关键词:丝蝴蝶鱼; 年龄; 生长

中图分类号: S931.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2010)01-0098-04

丝蝴蝶鱼(*Chaetodon auriga* Forstal)生活在珊瑚丛中,分布于热带印度洋和太平洋暖水区,我国见于南海,是水族馆中常见鱼类。为了促进合理开发资源,丰富水族馆的展出品种,降低成本,对其年龄与生长进行研究,提供较为科学的基础资料。

1 材料与方法

研究标本于1995年7月至1997年3月由海南空运至大连老虎滩海洋公园水族馆,共得55尾,弃除4尾年龄特征不明显的标本。对每尾标本作常规生物学测定。年龄鉴定以鳞片为材料。将其全身分成6个区域,即以侧线为界,上、下部各分成3个区域。侧线上部第一区域为背鳍起点前方的中央,第二区域为背鳍起点下方的中央,第三区域为背鳍终点下方的中央。侧线下部的3个区域与其上部的3个区域一一对应。对每一区域自前向后各取5~10枚鳞片。用江南双筒解剖镜放大 10×2.9 倍以观察,同时测量鳞径。用 Von Bertalanffy 生长方程拟合其生长规律。

2 结果

2.1 取鳞部位

观察表明,第一区域变形鳞和再生鳞少,但鳞片大小不一。第二区域鳞片最大,再生鳞极小,年轮特征明显清晰,而且鳞片规则整齐。第三区域鳞片小,

再生鳞较多。第四区域鳞片大小不一,形状不规则。第五区域再生鳞多,年轮特征不很明显。第六区域鳞片小,再生鳞多,不适合鉴定年龄。所以,适宜鉴定年龄的取鳞部分在第二区域,即背鳍起点下方、侧线上方的中央处。

2.2 鳞片形态结构与年轮特征

丝蝴蝶鱼鳞片呈椭圆形,薄而透明,为栉鳞,整个鳞片可分为前区、后区和两个侧区共4个部分。前区环片致密纤细,自中央部分向外由密变稀。侧区环片松散,排列整齐均匀。后区环片退化,具鳞棘。鳞片的鳞焦偏向后区。丝蝴蝶鱼的年轮特征主要为切割型,切割主要呈现在侧区的次年环片与上一年环片之间的切割(图1)。

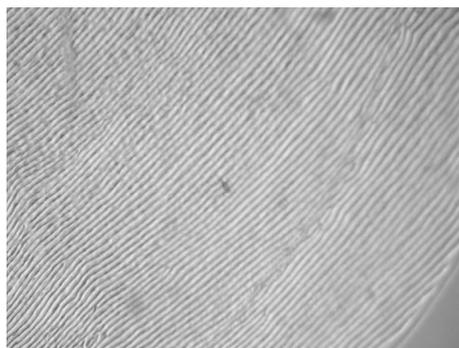


图1 丝蝴蝶鱼切割型年轮

Fig. 1 Scale's growth ring of *Chaetodon auriga*

2.3 年龄组成和体长、体重分布

低龄鱼是样本的主体,1~3龄鱼的尾数分别占样本总尾数的27.45%、37.25%和21.57%;重量分别占样本总重的5.36%、29.67%和34.11%。优势体长为5~15 cm,占总尾数的86.27%;优势体重为0~90 g,占总尾数的74.52%(表1~表3)。

收稿日期:2009-05-08

通讯作者:宋智修。E-mail: song-zhixiu@163.com

作者简介:郭海军,1970年生,男,辽宁大连人,工程师,主要从事海洋馆的管理与生物饲养技术指导工作。

表1 丝蝴蝶鱼样本的年龄组成

Tab.1 Age structure of *Chaetodon auriga*

年龄/龄	1	2	3	4
数量/尾	14	19	11	7
重量/g	158.76	878.37	1 009.80	913.29
数量比/%	27.45	37.25	21.57	13.73
重量比/%	5.36	29.67	34.11	29.8

表2 丝蝴蝶鱼的体长分布

Tab.2 Body length distribution of *Chaetodon auriga*

体长组/cm	5~7	7~9	9~11	11~13	13~15	15~17
数量/尾	10	7	11	6	10	7
比例/%	19.61	13.73	21.57	11.75	19.61	13.73

表3 丝蝴蝶鱼的体重分布

Tab.3 Body weight distribution of *Chaetodon auriga*

体重组/g	0~30	30~60	60~90	90~120	120~150
数量/尾	17	11	10	7	6
比例/%	33.34	21.57	19.61	13.73	11.75

2.4 生长指标

海南海区丝蝴蝶鱼的体长生长以第1年为最快,以后体长的年增长逐步放慢。体重的增重率基本上是随年龄增长而逐步下降,其中以第2年增长为最高(表4)。

表4 丝蝴蝶鱼的体长和体重生长

Tab.4 Growth of body length and body weight of *Chaetodon auriga*

年龄/龄	标本数/尾	体长	体长	生长指标	体重	体重	年增长率/%
		均值/cm	年增/cm		均值/g	年增/g	
1	14	6.42	6.42		11.34	11.34	
2	19	10.26	3.84	3.0099	46.23	34.89	307.67
3	11	13.86	3.60	2.7319	91.80	45.57	98.86
4	7	15.92	2.06	1.9205	130.47	38.67	42.12

注:生长指标 = $\lg L_n - \lg L_{n-1}$

2.5 体长与鳞径关系和逆算体长

依据51尾各年龄组的平均体长和各年龄组平均鳞径的分布图可以看出,二者之间有着线性关系。求得丝蝴蝶鱼体长(L, cm)和鳞径(R, mm)的回归方程关系为:

$$L = -3.5730 + 6.8387R \quad r = 0.9947 \quad (1)$$

以(1)绘得图2,可见实测与直线吻合较好。

按各年轮的平均鳞径求得各年龄平均逆算体长(表5)。由表5可以看出,逆算体长和实测体长吻合较好。

2.6 体长与体重关系

从图3分析中可以看出,丝蝴蝶鱼的体长与体重呈幂函数增长(熊邦喜等,1996)。可用公式 $W = aL^b$ 表示,式中:W为体重(g),L为体长(cm)。用几

何平均函数回归,求得海南海区蝴蝶鱼的体长与体重关系式为:

$$W = 5.9540 \times 10^{-2} L^{2.8126} \quad r = 0.9959 \quad (2)$$

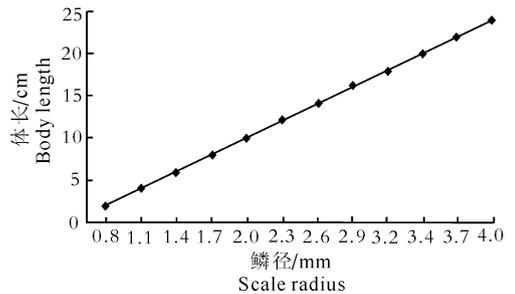


图2 丝蝴蝶鱼体长与鳞径关系

Fig.2 Relationship between body length and scale radius of *Chaetodon auriga*

表5 丝蝴蝶鱼的平均鳞径与平均逆算体长

Tab.5 Relationship between the mean ring-radius and mean body length of *Chaetodon auriga*

年龄/龄	1	2	3	4
平均鳞径/mm	1.5293	2.0431	2.4516	2.7878
平均逆算体长/cm	7.36	10.92	13.22	15.49
实测体长/cm	6.42	10.26	13.86	15.92

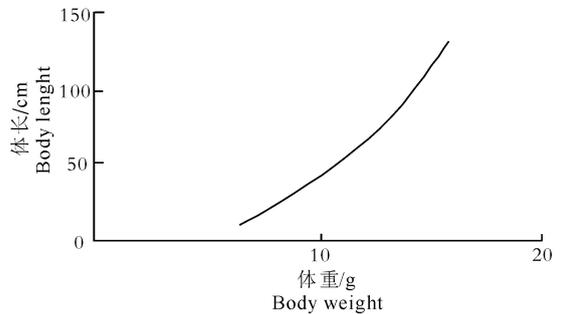


图3 体长与体重生长关系曲线

Fig.3 Relationship between body length and body weight

2.7 体长、体重与年龄的关系

应用 Von Bertalanffy 方程(仇玉林和刘书霞,1981;袁蔚文,1989): $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$; $W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$,分别描述实测体长与年龄和体重与年龄的关系。经计算,海南海区丝蝴蝶鱼的体长与体重的生长方程为:

$$L_t = 23.25 [1 - e^{-0.2777(t+0.1579)}] \quad (3)$$

$$W_t = 420.77 [1 - e^{-0.2777(t+0.1579)}]^3 \quad (4)$$

从丝蝴蝶鱼的体长曲线(图4A)和体重生长曲线(图4B)以及表6可以看出,依式(3)和式(4)计算出的体长和体重与实测体长和体重值基本接近,说明 Von Bertalanffy 生长方程能够较好地拟合海南海区丝蝶鱼的生长规律。

图4A表明,丝蝴蝶鱼体长和年龄相关曲线为光滑而不具拐点的上升曲线。图4B表明,体重和

年龄相关曲线为不对称的S型曲线,其拐点年龄 t_i 为4龄处,拐点体重 W_i 在135.14 g处。

表6 丝蝴蝶鱼的理论体长、体重与实测值比较

Tab. 6 Comparisons between measured and theoretical body length and *Chaetodon auriga*

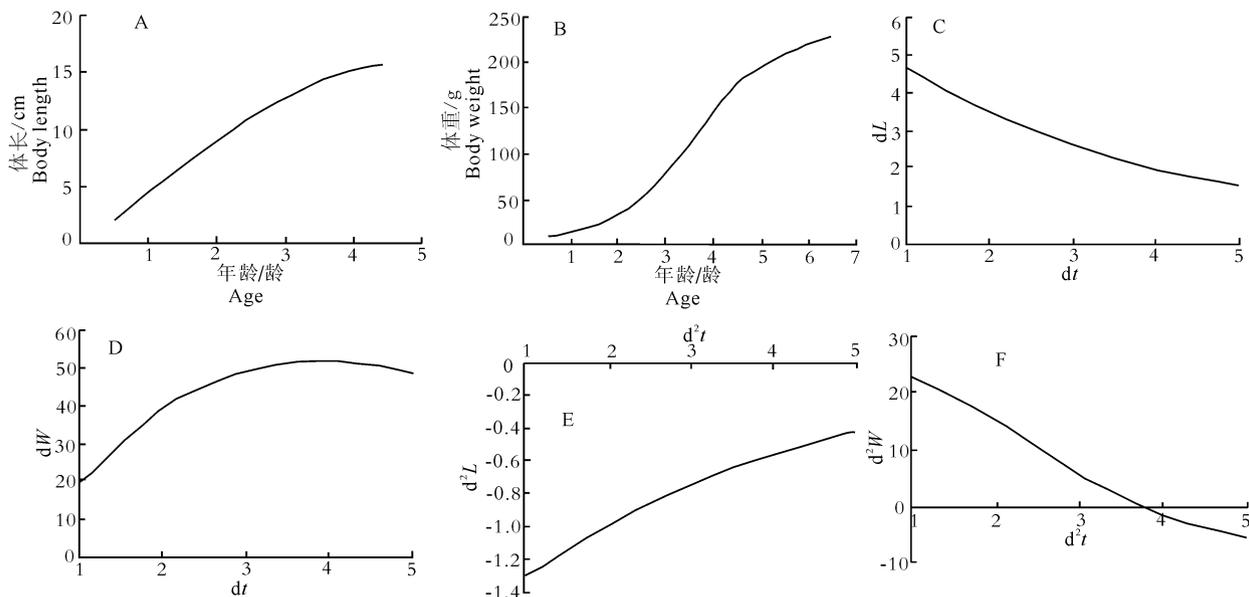
年龄/龄	1	2	3	4
体长实测值/cm	6.42	10.26	13.86	15.92
体长理论值/cm	6.39	10.48	13.58	15.92
体重实测值/g	11.34	46.23	91.80	130.47
体重理论值/g	8.75	38.54	83.79	135.14

2.8 生长速度和加速度

生长速度和加速度用于描述鱼类生长过程变化的特征。将丝蝴蝶鱼的生长方程对 t 求一阶导数(dL/dt 和 dW/dt)为生长速度,求二阶导数(d^2L/d^2t 和 d^2W/d^2t)为生长加速度。丝蝴蝶鱼的生长速度

和加速度见图4C、4D、4E、4F。从图4C、4E中可以看出,随时间 t 的增加, dL/dt 不断递减,而 d^2L/d^2t 却逐渐上升,但位于 t 轴下方,为负值,表明随着体长增长速度下降,其递减速度趋缓慢。

体重生长速度和加速度均为具拐点的曲线(图4D、4F)。依据数学原理,拐点处的 $d^2W/d^2t=0$,以此判断拐点年龄 t_i 最为简便。据计算 $t_i=4$ 龄,拐点处体重 $W_i=135.14$ g,体长 $L_i=15.92$ cm。当 $t<4$ 龄时, dW/dt 上升, d^2W/d^2t 下降,但位于 t 轴上方,为正值,表示体重生长递增阶段,递增速度逐渐下降;当 $t=4$ 龄时, dW/dt 达最大值, $d^2W/d^2t=0$,体重生长速度停止递增,为生长过程的转折点;当 $t>4$ 龄时, dW/dt 下降, $d^2W/d^2t<0$,为体重生长递减阶段。



A - 体长生长; B - 体重生长; C - 体长生长速度; D - 体重生长速度; E - 体长生长加速度; F - 体重生长加速度。

图4 丝蝴蝶鱼的生长曲线

A - Growth curve of length; B - Growth curve of weight; C - Growth rate curve of length; D - Growth rate curve of weight;

E - Growth acceleration curve of length; F - Growth acceleration curve of weight.

Fig. 4 Growth curve of *Chaetodon auriga*

3 讨论

3.1 蝴蝶鱼的年轮类型

目前,国内外关于丝蝴蝶鱼年龄和生长的研究未见相关报道。海南海区丝蝴蝶鱼的年轮类型有切割型、疏密型2种,但主要为切割型(龚世园等,1996)。此种年轮特征与鲤、蓝鳃太阳鱼(*Lepois macrochirus*)等的切割型相似。

3.2 丝蝴蝶鱼的生长速度

不同鱼类的生长特征不同,同一种鱼类也会因环境条件的差异而表现出生长特性的差异(袁蔚

文,1989;董存有和张金荣,1992;李辉权,1995;熊邦喜等,1996;卢振彬和戴泉水,1996)。海南海区2龄丝蝴蝶鱼平均体长为10.26 cm,平均体重为46.23 g。个体实测体长为11.8 cm,体重为66.5 g;而另一个体实测体长却为8.2 cm,体重为24.7 g。可见,不同个体间差异很大。

3.3 丝蝴蝶鱼的合理捕捞规格

生长研究表明,丝蝴蝶鱼的拐点年龄为4龄,拐点体长为15.92 cm,拐点体重为135.14 g,资源学观点认为,这是捕捞的最佳时机,可获得最大产量。然而,单纯生长临界年龄的群体在海洋捕捞业中难以

实现,且得不到较好的经济效益(Legler, 1959)。因为本研究中达到拐点年龄4龄的个体在种群中仅占13.73%。笔者据此认为,海南海区丝蝴蝶鱼应以2龄、体长10.26 cm、体重46.23 g为最适合可捕标准。

3.4 丝蝴蝶鱼水族观赏价值及对策

丝蝴蝶鱼体色鲜艳、黄白分明、体呈卵圆形,体侧上部有斜线纹与腹侧斜线纹呈直角相交,俗称“人字蝶”。我国见于南海,是水族馆中珊瑚礁鱼类的主要饲养对象,食性较杂,以藻类、甲壳类和多毛类等底栖无脊椎动物为食;其背鳍有棘,在运输中成活率不高。笔者以为,水族馆中应以饲养幼鱼为主,因其幼鱼适应性强于成鱼。运输中可借鉴国外观赏鱼的麻醉运输,提高成活率,以减少不必要的损耗;同时,水族工作者应加强基础性研究力度,将一个新奇、种类繁多的水族世界展现在人们面前。

参考文献:

- 仇玉林,刘书霞.1981.最小二乘法在 Von Bertalanffy 生长公式参数值计算中应用[J].淡水渔业,(4):41-45.
- 董存有,张金荣.1992.广东遮浪海区真鲷年龄生长与生殖力的初步研究[J].南海水产研究,(4):29-38.
- 龚世园,宋智修,胡新建,等.1996.网湖似刺鲃年龄与生长的研究[J].湖泊科学,8(3):253-259.
- 李辉权.1995.南沙群西南部陆架海区主要经济鱼类生物学的初步研究[J].南海水产研究,(10):1-7.
- 卢振彬,戴泉水.1996.福建东山岛海域斑生态的研究[J].生态学报,16(4):375-382.
- 熊邦喜,陈志奋,高云,等.1996.不同体形鱼类的年龄与生长相关表达式的拟合研究[J].水利渔业,(5):22-26.
- 袁蔚文.1989.南海北部主要经济鱼类的生长方程和临界年龄[C].南海水产研究论文集(第1辑)[M].广州:南海水产研究所.
- Legler K. 1959. Fresh water fishery biology[M]. Dubuque Iowa.

(责任编辑 万月华)

Preliminary Study on the Age and Growth of *Chaetodon auriga* Forskal

GUO Hai-jun¹, ZHOU Zhu-jun², SONG Zhi-xiu¹

(Dalian Laohutan Ocean Park, Dalian 116013 China;

Dalian Fishery Technical Extension Center, Dalian 116023, China)

Abstract: 51 species of *Chaetodon auriga* Forskal were collected and examined from Hainan Sea during July 1995 to March 1997. The scales were used to determine the age and growth of the fish. The chief ring feature of the fish has the cut and fragment type on the scales. The relationship between of the body length (L , cm) and scale radius (R , mm) is expressed as $L = -3.5730 + 6.8387 R$ and the body length and weight (W , g) is $W = 5.9540 \times 10^{-2} L^{2.8126}$. The growth type between body length or body weight and age of *C. auriga* may be described by the Von Bertalanffy equation separately as the parasites are: $L_{\infty} = 23.25$ cm, $W_{\infty} = 420.77$ g, $K = 0.2777$, $t_0 = -0.1579$. The inflexion point was four years, and the point the body weight was 135.14 g, and body length was 15.92 cm. In fact, the age of rational fishing in Hainan Sea should be two years, the theoretical length of 10.26 cm and the weight of 46.23 g.

Key words: *Chaetodon auriga* Forskal; Age; Growth