

# 南海北部白姑鱼生长和死亡参数的估算\*

陈作志\*\* 邱永松 黄梓荣

(中国水产科学院南海水产研究所, 广州 510030)

**【摘要】** 将南海北部白姑鱼分成南海北部大陆架和北部湾两个不同海域群体, 根据 20 世纪 60 年代和 90 年代在南海北部底拖网渔业资源调查资料, 利用 ELEFAN 技术估算了南海北部白姑鱼的生长和死亡参数. 结果表明, 北部湾和陆架区的生长参数  $L_{\infty}$ 、 $K$ 、 $t_0$  分别为 382 mm、0.42、-0.16 龄和 315 mm、0.35、-0.23 龄. 体重生长拐点年龄  $t_r$  分别为 2.44 和 2.87 龄; 瞬时总死亡率( $Z$ )、自然死亡率( $M$ )和捕捞死亡率( $F$ )分别为 3.55、0.93、2.62 和 3.12、0.85、2.27; 当前开发率为 0.74 和 0.73, 资源处于过度利用状态. 根据 Beverton-Holt 动态综合模型, 建议北部湾和陆架区白姑鱼的最适开捕年龄应大于 1.90 和 1.95 龄, 相应的开捕体长大于 211 和 168 mm.

**关键词** 白姑鱼 生长 死亡 南海北部

**文章编号** 1001-9332(2005)04-0712-05 **中图分类号** S965.3 **文献标识码** A

**Estimation of growth and mortality parameters of *Argyrosomus argentatus* in northern South China Sea.** CHEN Zuozhi, QIU Yongsong, HUANG Zirong (South China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510030, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(4):712~716.

In this paper, *Argyrosomus argentatus* in northern South China Sea was grouped into the colony in continental shelf of northern South China Sea and that in Beibu Gulf. Based on the trawl survey data during 1960s and 1990s, and by using ELLEFAN technique, the growth and mortality parameters of *Argyrosomus argenrtatus* in northern South China Sea were estimated. The estimated parameters for Von Bertalanffy growth equation were  $L_{\infty} = 382$  mm,  $K = 0.42$  and  $t_0 = -0.16$  for the colony in Beibu Gulf, and  $L_{\infty} = 315$ mm,  $K = 0.35$  and  $t_0 = -0.23$  for that in continental shelf of northern South China Sea. The turning point for body weight growth curve of the stock was situated at  $t = 2.44$  in Beibu Gulf, and  $t = 2.87$  in continental shelf. Accordingly, the instantaneous total mortality ( $Z$ ), natural mortality ( $M$ ) and fishing mortality ( $F$ ) were 3.55, 0.93 and 2.62, and 3.12, 0.85 and 2.27, respectively. The exploitation rates in recent years were 0.74 and 0.73, and the stock was on the status of over-exploitation. According to Beverton-Holt dynamic model, the optimum fishing age of *Argyrosomus argenrtatus* should be larger than 1.90 and 1.95 years old, and the optimum body-length should be above 211 mm and 168 mm, respectively.

**Key words** *Argyrosomus argentatus*, Growth, Mortality, Northern South China Sea.

## 1 引言

白姑鱼 (*Argyrosomus argentatus*) 属鲈形目, 石首鱼科, 白姑鱼属, 为暖温性近底层鱼类, 广泛分布于印度洋和太平洋西部海域, 我国沿海均有分布, 是产量较高的重要经济鱼类.

在南海北部, 白姑鱼的分布范围较广, 从河口、海湾和沿岸浅海至水深 110m 陆架海域均有出现, 以北部湾和海南岛以东陆架区 (包括整个粤东陆架区, 以下简称陆架区) 分布为主<sup>[8, 26]</sup>. 北部湾白姑鱼每年有两个产卵期, 分别为春季的 3~4 月和秋季的 10~11 月, 春季为主要产卵期; 陆架区的主要产卵期为 5~8 月, 其中 6 月为全盛期<sup>[3]</sup>. 目前, 有关经济鱼类生物学的分析已有相关报道<sup>[10, 11]</sup>, 而关于白姑鱼的生物学特性方面则未见报道. 本文利用近年来

南海北部渔业资源调查资料, 分别对北部湾和陆架区白姑鱼的生长、死亡等渔业生物学特征作了初步研究, 并利用 Beverton-Holt 动态综合模型对该资源状况进行分析, 建立最适开捕规格, 为合理利用该资源提供科学依据.

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

研究所用的样品主要来自南海水产研究所在南海北部海域的底拖网调查, 采样方法按《海洋调查规范》<sup>[5]</sup> (GB-12763.6-91) 进行. 其中, 20 世纪 60 年代底拖网调查为逐月进行, 采样范围为南海北部海域 (16°45'~24°00'N, 106°00'~119°30'E); 20 世纪 90 年代调查有两次, 1992~1993 年底

\* 国家海洋局专项基金资助项目 (HY126-02-02-03).

\*\* 通讯联系人.

2004-05-24 收稿, 2004-10-02 接受.

拖网调查主要为春、秋两季,采样范围为北部湾(17°00′~21°00′N, 106°45′~109°30′E), 每季进行定点采样; 1997~1999 年则按春、夏、秋、冬四季分别进行, 每季进行南海北部全海域的大面积定点采样, 调查范围西起北部湾中西部, 东至与东海交界的台湾浅滩海域, 覆盖水深范围为 20~200 m, 即从南海北部到大陆架外缘(16°30′~23°35′N, 106°58′~119°30′E)。

渔获样品在现场处理后冰冻或固定保存, 航次结束后运回实验室进行分析测定。每站白姑鱼尾数多于 50 尾时测定 50 尾, 不足 50 尾时全部测定, 生物学测定项目为体长、体重、性成熟度等。其中, 20 世纪 60 年代调查共测定 1 050 尾, 其中北部湾为 520 尾, 陆架区为 530 尾。20 世纪 90 年代两次调查共测定 1 610 尾, 其中北部湾 1 393 尾, 陆架区为 217 尾。

根据体长-体重关系分析不同年代的个体生长特性是否存在差异, 进而糅合不同年代的体长数据利用 ELEFAN 来计算鱼种的生活史参数已有相关报道<sup>[4, 22, 23]</sup>, 本文同样如此。体长数据按月以 1 cm 的间距进行整理、组成体长频率时间序列。

## 2.2 方法

白姑鱼的生长用 von Bertalanffy 生长方程拟合。生长过程的特征变化, 则分别用生长速度和生长加速度曲线来描述。生长参数  $L_{\infty}$ 、 $k$  根据体长频率的时间序列, 用 FAO 开发的 FISAT (Version 0.3.1) 软件中的 ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) 技术估算<sup>[13]</sup>。其中理论生长起点年龄  $t_0$  应用经验公式<sup>[14]</sup>计算:

$$t_0 = [(1/K)L_N(1 - L_t/L_{\infty}) + t]/N \quad (1)$$

拟合优度的估计值, 其值分布在 0 与 1 间, 选取  $s$  最优值 (相应的参数在生物学上能被接受且  $s$  值尽量大) 对应的参数组 ( $L_{\infty}$  与  $K$ ) 作为生长参数的估计值<sup>[12, 19]</sup>。

总死亡系数 ( $Z$ ) 采用体长变换渔获曲线法估算<sup>[16~18]</sup>, 而自然死亡系数 ( $M$ ) 采用 Pauly<sup>[15]</sup> 的经验公式

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T \quad (2)$$

式中,  $L_{\infty}$  (全长, cm) 和  $K$  分别为渐近体长值和生长系数,  $T$  为该鱼种栖息水层的平均温度 (°C)。

本文根据各调查站位的实测水温, 并以该站位相应的渔获量为权重加权计算其平均值, 得北部湾和陆架区白姑鱼的平均栖息水温分别为 22.6 °C 和 23.8 °C。

由于 (2) 式中的  $L_{\infty}$  为全长, 故需将本文所使用的体长生长参数的  $L_{\infty}$  换算为全长。为此本文根据调查数据选取了 100 尾北部湾白姑鱼体长 ( $BL$ ) 和全长 ( $L_{\infty}$ ) 的数据拟和得到以下直线方程:

$$L_{\infty} = 1.2252BL - 3.7531 \quad r = 0.965 \quad (3)$$

同样, 拟和的陆架区的方程为:

$$L_{\infty} = 1.346BL - 4.215 \quad r = 0.957 \quad (4)$$

开发率 ( $E$ ) 指捕捞死亡占总死亡的比例:

$$E = (Z - M)/Z \quad (5)$$

Beverton-Holt<sup>[11]</sup> 动态综合模型为:

$$Y_w/R = FW_{\infty} e^{-M(t_c - t_r)} \sum_{n=0}^3 \frac{Q_n e^{-nK(t_c - t_0)}}{F + M + nK} (1 - e^{-(F+M+nK)(t_c - t_0)}) \quad (6)$$

$$(n, Q_n: n = 0 \text{ 时}, Q_0 = 1; n = 1, Q_1 = -3; n = 2, Q_2 = 3; n = 3, Q_3 = -1)$$

式中,  $Y_w/R$  为单位补充量渔获量;  $W_{\infty}$  为渐近体重,  $F$  为捕捞死亡率,  $M$  为自然死亡率,  $t_c$  为开捕年龄,  $t_r$  为补充年龄,  $t_0$  为渐近年龄。白姑鱼的  $t_r$  和  $t_0$  的估算方法参考陈丕茂等<sup>[2]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 体长与体重关系

白姑鱼体长与体重呈幂函数增长关系, 可用  $W_t = aL^b$  来表示。根据体长和相应的体重拟合的不同年代的北部湾白姑鱼的关系式:

$$1960\text{s}: W_t = 2.32 \times 10^{-5} L^{2.941} \quad (R^2 = 0.975, n = 520) \quad (7)$$

$$1990\text{s}: W_t = 2.52 \times 10^{-5} L^{2.985} \quad (R^2 = 0.920, n = 1393) \quad (8)$$

以上两个方程的显著性差异用统计软件 SPSS 中的一维方差分析 (One-Way ANOVA) 检验<sup>[9]</sup>, 结果表明,  $F = 5 \times 10^{-3} < 1, P < 0.01$ , 说明不同年代的北部湾白姑鱼的体长与体重关系的生长方程无显著性差异。用同样的方法检验陆架区不同年代体长与体重的关系式, 得  $F = 7.47 \times 10^{-5} < 1, P < 0.01$ 。为此, 本文将不同年代的北部湾和陆架区白姑鱼测定数据合一开展研究。

### 3.2 生长和生长方程

3.2.1 Von Bertalanffy 生长参数的估算 由于白姑鱼为等速生长的鱼类 ( $b \approx 3$ ), 因此, 本文利用 Von Bertalanffy 来描述它的生长规律。根据 ELEFAN 描述北部湾白姑鱼的生长曲线 (图 1), 求得其相关参数为:

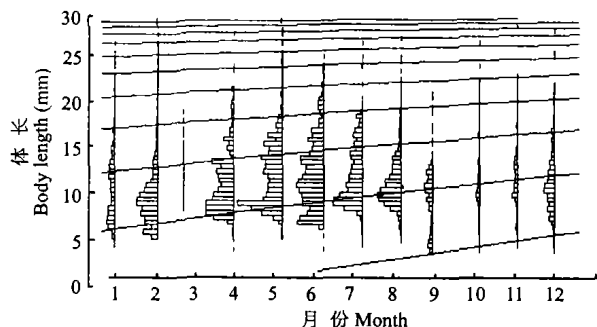


图 1 白姑鱼的体长频率时间序列及应用 ELEFAN 估计的生长曲线

Fig.1 Body-length frequency of *Argyrosomus argenrtatus* and growth curve estimated by ELEFAN.

$$L_{\infty} = 382 \text{ mm}, K = 0.42, t_0 = -0.16 \text{ yr}$$

因此,北部湾白姑鱼体长生长方程为:

$$L_t = 382[1 - e^{-0.42(t+0.16)}] \quad (9)$$

同样,大陆架的生长方程为:

$$L_t = 315[1 - e^{-0.35(t+0.23)}] \quad (10)$$

通过生长方程求得白姑鱼在不同年龄的体长、体重及体重生长速度值(表1).

表1 南海北部白姑鱼的的体长和体重的估算值

Table 1 Estimated values of body length and weight of *A. argentatus* in northern South China Sea

		年龄组 Ages								
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
北部湾	体长 Length(mm)	74	132	218	274	311	335	351	362	371
Beibu Gulf	体重 Weight(g)	17	91	358	644	871	1028	1130	1193	1232
陆架区	体长 Length(mm)	71	110	171	213	243	264	279	289	297
Continental shelf	体重 Weight(g)	8	29	105	204	301	386	454	506	546

3.2.2 生长速度和生长加速度 白姑鱼体长生长曲线不具拐点,开始上升快,随着年龄的增长,逐渐趋向渐进值(图2a).体重生长曲线为不对称的S型曲线(图2b),将体重生长方程对  $t$  求一阶和二阶导数,即得体重生长速度和生长加速度,令其二阶导数为0即得北部湾和陆架区体重生长拐点年龄2.44和2.88龄.由图3可见,体重生长速度曲线是一条随年龄的增加单峰型曲线.由大到小的折点即是拐点,此时生长速度最大.拐点前生长速度随着年龄的增加而递增,拐点之后生长速度随着年龄的增加而递减.结合表1,可以清楚地看出1~2.5龄的体长、体重生长速度是逐渐增大,2.5龄左右生长速度最快,3龄以后逐渐降低.

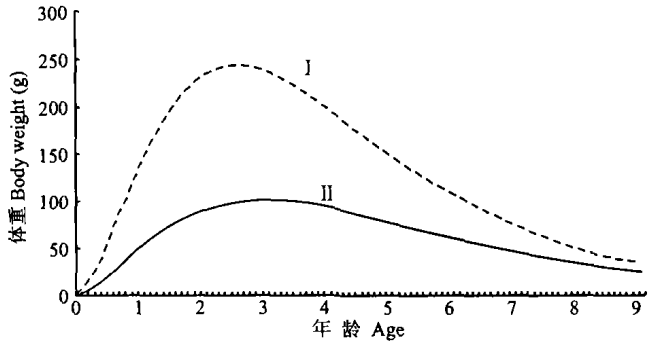


图3 白姑鱼体重生长速率

Fig.3 Growth rate in body weight of *A. argentatus*.

### 3.3 死亡

3.3.1 瞬时总死亡系数 瞬时总死亡系数的估算采用变换体长渔获曲线法.以北部湾为例,其回归直线见图4,其中实心点为用作回归的数据点,而空心点则舍弃.回归数据点的选择以“未全面补充年龄段和体长接近  $L_{\infty}$  的年龄段不能用作回归”<sup>[20]</sup>的原则,回归直线的斜率即为  $-Z$ .本文估算的北部湾白姑鱼的总死亡系数为3.55.同样,估算的陆架区白姑鱼的总死亡系数为3.12.

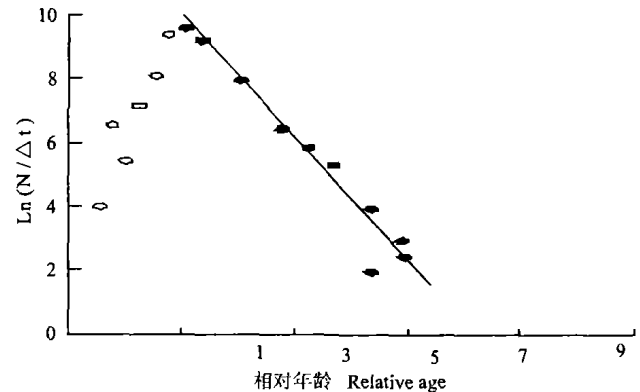


图4 根据变换体长渔获曲线估算总死亡系数

Fig.4 Estimation of total mortality from length converted catch curve.

3.3.2 瞬时自然死亡系数 将  $L_{\infty} = 382 \text{ mm}$  代入公式(3)中,求得渐近全长 = 464 mm.

根据渐近全长 464 mm,  $K = 0.42$ ,  $T = 22.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,代入式(2),求得北部湾白姑鱼的瞬时自然死亡系数为0.93;同样,求得大陆架的瞬时自然死亡系数为0.85.

3.3.3 瞬时捕捞死亡系数 瞬时总死亡系数为瞬时自然系数和瞬时捕捞死亡系数之和.因此,北部湾和陆架区的瞬时捕捞死亡系数分别为2.62和2.27.

3.3.4 开发率 根据公式(5)计算的当前北部湾和陆架区的开发率分别为0.74和0.73.

### 3.4 B-H 动态综合模式

设自然死亡系数  $M$  均为常数,依据前面所求得的参数,利用公式(6),计算出变换  $F$  和  $t_c$  条件下的单位补充量渔获量  $Y_w/R$  的值,作出  $F$  和  $t_c$  同时变

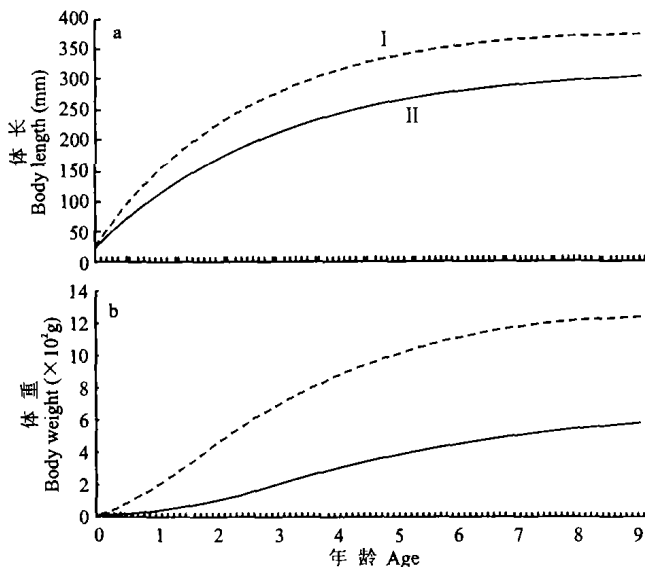


图2 白姑鱼体(a)和体重(b)生长

Fig.2 Growth of body length (a) and body-weight (b) of *A. argentatus*.

I. 北部湾 Beibu Gulf; II. 陆架区 Continental shelf. 下同 The same below.

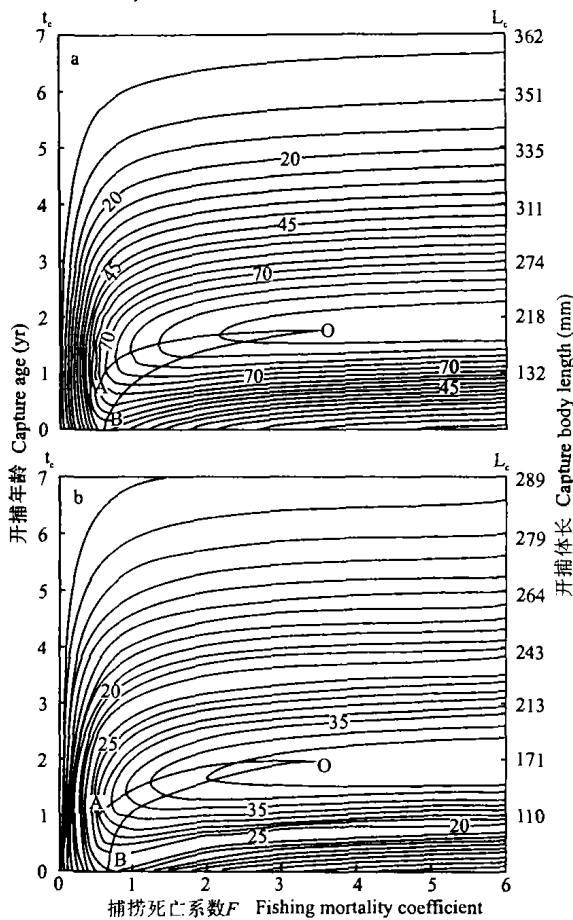


图5 白姑鱼的等渔获量曲线  
Fig.5 Isogram of catch of *A. argentatus*.  
a)北部湾 Beibu Gulf; b)陆架区 Continental shelf.

化时的等渔获量曲线图(图5)。

图5为根据B-H的单位补充量( $Y_w/R$ )公式绘制的曲线,其中OA和OB是通过不同捕捞死亡系数( $F$ )和开捕年龄( $t_c$ )所对应的最高渔获量点绘出来的,两线内范围是不同 $F$ 、 $t_c$ 所对应的最佳单位补充量渔获量( $Y_w/R$ )。从图5a可看出, $F$ 值为2.62时要获得最高水平的 $Y_w/R$ ,北部湾白姑鱼的开捕年龄应为1.9, $Y_w/R$ 趋向最大值92.7g,在当前 $t_c$ (0.5龄)和 $F$ (2.62)下, $Y_w/R$ 仅为41.7g,仅为最大值的45.9%。如果保持当前捕捞死亡率不变,如将捕捞死亡系数同时降低50%,即 $F=1.31$ ,那么 $Y_w/R$ 为84.2g,这比目前增加了1倍,这样不仅提高了产量,而且大大提高了经济效益。同样,陆架区白姑鱼也呈相同态势(图5b),在当前 $t_c$ (0.6)和 $F$ (2.27)下, $Y_w/R$ 值为31.6g。如果保持当前捕捞死亡系数( $F=2.27$ ),将开捕年龄提高到1.95龄, $Y_w/R$ 将达到48.7,大大提高了产值。

## 4 讨 论

### 4.1 不同海区白姑鱼生长特征的比较

表2给出了不同海区白姑鱼生长参数。从表2可以看出,各海区白姑鱼生长参数互有差异,但以闽中海域和海南岛以东陆架区的最为接近。从渐进体长 $L_\infty$ 来看,南海区的远大于东海和闽中海域,其中北部湾的渐进体长明显超过陆架区及其他海区;而生长速率 $K$ 以东海区0.459最大,但其理论生长起点年龄 $t_0$ 则最小。不同海区白姑鱼生长参数的明显差异可解释为,生长参数 $L_\infty$ 、 $t_0$ 和 $K$ 在实际计算过程中起着互相修正的作用<sup>[21]</sup>,即虽然各参数在海区之间的差异没有一定规律性,但它们的组合却体现着带鱼生长在海区之间的差别,这种差别由鱼类生长的种群密度、环境温度和饵料等特定生态环境所决定。

表2 不同海区的生长参数

Table 2 Growth parameters in different sea areas

采样地点 Sampling location	$L_\infty$ (mm)	$K$	$t_0$
东海 East China Sea <sup>[7]</sup>	282.3	0.459	-0.042
闽中 Middle Fujian sea <sup>[24]</sup>	302	0.35	-0.21
北部湾 Beibu Gulf	382	0.42	-0.16
陆架区 Continental shelf	315	0.35	-0.23

### 4.2 不同年代白姑鱼资源利用状况

从表3可以看出,与1964和1992年调查相比,当前南海北部陆架区和北部湾白姑鱼自然死亡系数均小于往年,而捕捞死亡系数则相反。由参数 $E$ (开发率)可以看出,进入20世纪90年代以来,开发率不断增大。同20世纪60年代相比,当前资源的开发力度大大加强了。本次调查中,2龄以上的鱼所占比例在北部湾和大陆架中分别仅为4.5%和12.4%,而20世纪60年代的资源调查中,2龄以上的比例在北部湾和大陆架区域分别占62.9%和71.5%。由于过度捕捞,南海北部白姑鱼资源群体结构简单化、小型化,性成熟提前,幼鱼和补充群体已成为渔业生产的主要捕捞对象。

表3 不同时期/海域死亡参数和开发率的比较

Table 3 Comparison of mortality parameter and exploitative rate in different years / sea areas

年份 Years	北部湾 Beibu Gulf				陆架区 Continental shelf			
	M	F	Z	E	M	F	Z	E
1964	1.25	1.2	2.45	0.49	0.9	0.84	1.74	0.48
1992	1.02	1.45	2.47	0.58	-	-	-	-
1997	0.93	2.62	3.55	0.74	0.85	2.27	3.12	0.73

### 4.3 最适开捕规格

根据B-H模式分析结果,白姑鱼资源利用不合理,主要问题是开捕年龄太小,渔获物主要以幼鱼组成。减小捕捞强度也能使资源利用趋于合理,但按照这两鱼种的生长死亡特征,通过上文分析可知,降低

捕捞强度带来的作用并不明显,而且按照渔业现状,缩减捕捞强度执行难度较大;而增大开捕规格效果明显,且比降低捕捞强度易于执行.杨吝等<sup>[25]</sup>调查发现,大部分渔民对适当增大网目尺寸是能够接受的.因此,对这个鱼种的合理利用措施,应该是保持当前捕捞强度,增大开捕规格.据 B-H 模式分析(图 5),本文建议将北部湾白姑鱼最适开捕年龄应大于 1.90 龄,相应地开捕体长为 211 mm;而陆架区则大于 1.95 龄,相应地开捕体长为 168 mm.

当然,在多种渔业条件下,实践中不可能为个别种类实施特定网目尺寸,但只要在一定程度上放大网目尺寸都会使  $Y_w/R$  得到明显提高.另外,由于幼鱼主要分布于沿海海域,限制沿岸捕捞强度以及在幼鱼大量出现的季节实行休渔也能在一定程度上达到推迟开捕年龄,使资源利用趋于合理目的.

#### 参考文献

- 1 Beverton RJH, Holt SJ. 1957. On the dynamics of exploited fish populations *Fish Invest Lond Ser*, 19:1~533
- 2 Chen P-M(陈丕茂), Zhan B-Y(詹秉义). 2000. Age and growth of *Thamnaconus septentrionalis* and rational exploitation. *J Fish Sci China* (中国水产科学), 7(1):35~40(in Chinese)
- 3 Chen Z-C(陈再超). 1982. Economical Fish of South China Sea. Guangzhou:Guangdong Science and Technology Press. 172~178 (in Chinese)
- 4 Chen Z-Z(陈作志), Qiu Y-S(邱永松). 2003. Estimation of growth and mortality parameters of *Parargyrops edita* Tanaka in Beibu Bay. *J Fish China* (水产学报), 27(3):251~257(in Chinese)
- 5 Government Technical Supervision Office(国家技术管理局). 1991. GB12763. 6-91. Marine Survey Standard. Beijing: Standard Press. (in Chinese)
- 6 Gulland J. 1975. A. Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods. New York:FAO/Wiley Ser. 223
- 7 Hu Y-Z(胡雅竹). 1989. Age and growth of *A. argentus*. *Mar Fish* (海洋渔业), 11(4):158~162(in Chinese)
- 8 Liu X-S(刘效舜), Zhang J-S(张进上), Ding R-F(丁仁福), et al. 1990. Marine Fishery Divisions of China. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press. 160(in Chinese)
- 9 Lu W-D(卢纹岱). 2000. Statistics and Analysis of SPSS for Windows. Beijing: Electronic Industry Press. 235~283
- 10 Lu Z-B(卢振彬), Dai Q-S(戴泉水), Yan Y-M(颜允明). 1999. Fishery ecology of jellyfish at Minjiang river estuary. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 10(3):341~344(in Chinese)
- 11 Lu Z-B(卢振彬), Dai Q-S(戴泉水), Yan Y-M(颜允明). 2003. Fishery biology of *Cyanen nazakii* resources in the waters of Dongshan Island. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 14(6):973~976 (in Chinese)
- 12 Munro JL, Pauly D. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1(1):5~6
- 13 Pauly D. 1980. ELEFAN I: User's Instruction and Program Listings. ICLARM, Conference Proceedings. Manila.
- 14 Pauly D. 1980. ELEFAN II: User's Instruction and Program Listings. ICLARM, Conference Proceedings. Manila. (Mimeo), Pag. Var
- 15 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
- 16 Pauly D. 1983a. Length-converted catch curve: A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *ICLARM Fishbyte*, 1(2):9~13
- 17 Pauly D. 1984a. Length-converted catch curve: A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte*, 2(1):7~9
- 18 Pauly D. 1984b. Length-converted catch curve: A powerful tool for fisheries research in the tropics. (III: Conclusion). *ICLARM Fishbyte*, 2(3):9~10
- 19 Pauly D, Munro JL. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2(1):21
- 20 Powell DG. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency in the catch. *Rapp P-V Reun CTEM*, 175:167~169
- 21 Sainbury KJ. 1980. Effect of individual variability on the von Bertalanffy growth equation. *Can J Fish Aquat Sci*, 37:241~247
- 22 Sun D-R(孙典荣), Qiu Y-S(邱永松). 2004. Estimation of growth, mortality and optimum catchable size of *Priacanthus macracanthu* in Beibu Bay. *J Zhanjiang Ocean Univ* (湛江海洋大学学报), 24(1):28~34(in Chinese)
- 23 Shu L-M(舒黎明), Qiu Y-S(邱永松). 2004. Biology analysis of *Saurida tumbil* in northern South China Sea. *J Fish Sci China* (中国水产科学), 11(2):154~158(in Chinese)
- 24 Wu J-Z(吴家骅), Zhu D-L(朱德林), Xu Y-M(许永明), et al. 1987. Fishery Resource Survey and Area Layout, Shanghai: East China Normal University Publishing Company. 365~371 (in Chinese)
- 25 Yang L(杨吝), Zhang X-F(张旭丰), Sun D-R(孙典荣), et al. 2000. Investigation on cod-ends of trawl in Guangdong. *J Zhanjiang Ocean Univ* (湛江海洋大学学报), 21(4):22~26(in Chinese)
- 26 Zhao C-Y(赵传焜), Liu X-S(刘效舜), Zeng B-G(曾炳光), et al. 1990. Marine Fishery of China. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press. 55~56(in Chinese)

作者简介 陈作志,男,1978年出生,硕士.主要从事渔业资源和渔业生态学研究,发表论文数篇. Tel: 020-84182458; E-mail: zzchen2000@163.com