

⑨

第1卷第1期  
1992年3月湖泊科学  
JOURNAL OF LAKE SCIENCESVol. 1, No. 1  
Mar., 1992

56-62

太湖大银鱼生长特性的研究<sup>①</sup>

王玉芬 蒋全文

S965-224

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡 214081)

**摘要** 本文根据太湖大银鱼 (*Protosalanx hyalocranius* Abbott) 周年生物学实测资料, 并应用 Von Bertalanffy 生长方程进行计算, 对大银鱼在太湖的生长规律及特点进行分析探讨, 结果表明: 1. 体全长与体重呈幂函数关系:  $W=3.981 \times 10^{-6} L^{2.5353}$ ; 2. Von Bertalanffy 生长方程的各项参数值为:  $L_{\infty}=219.86$  (mm),  $W_{\infty}=28.56$  (g),  $K=0.1469$ ,  $t_0=0.33$ ; 3. 生长拐点年龄为 7、8 月龄。

**关键词** 太湖 大银鱼 生长特性

太湖大银鱼 (以下简称大银鱼) 是太湖银鱼渔业的主要渔获对象之一, 产量占太湖银鱼渔业年总产量的 50% 以上, 产品全部出口创汇, 是太湖的重要经济鱼类。大银鱼的生物学及种群生态等前人已做了大量研究工作, 但其在太湖的生长规律及特点, 还未见详细报道。本文通过计算并重点分析大银鱼种群的体全长与体重关系、生长曲线、生长方程等, 旨在阐明大银鱼的生长特性和掌握其生长规律, 为渔业管理提供依据。

## 一、材料与方方法

1983—1984 年用 240Hp 调查船每月定期、定点 (全太湖定八个点), 用舷拖锥形银鱼网采样, 从各点的渔获物中随机取标本 30 尾, 进行体长、体重等生物学测定, 共测定 1983 世代大银鱼 1200 尾。

大银鱼的寿命为一年, 故在计算、分析中年龄用月龄表示。据调查, 大银鱼在太湖的繁殖盛期通常在 1 月下旬至 2 月上旬, 胚胎孵化期在自然环境中约为一个月左右, 故本文定 3 月 10 日为零月龄, 4 月 10 日为 1 月龄, 以后类推。相应月龄的体全长与体重数值见表 1。

依据上述资料拟合 Von Bertalanffy 生长方程, 计算出各项生长参数。

表 1 大银鱼各月龄的体长与体重

Tab. 1 Body length and weight of the icefish in each month

日期	4月10日	5月10日	6月10日	7月10日	8月10日	9月10日	10月10日	11月10日
月龄	1	2	3	4	5	6	7	8
全长 (mm)	21.09	47.64	72.38	91.96	109.61	124.74	137.85	148.50
体重 (g)	0.036	0.336	1.190	2.349	4.153	5.569	7.562	8.940

① 本文承蔡仁逸主任、袁蔚文副研究员审阅, 谨致谢意。

## 二、结 果

### (一) 体长与体重相关

鱼类种群的生长是决定种群数量变动的主要因子,而生长的一般规律,主要是指体长、体重随时间而变化的规律。本文根据大银鱼生物学测定资料,经点图分析,其体长与体重相关如图 1。由图 1 可见,大银鱼种群体长与体重关系呈幂函数关系,符合  $W = aL^b$  之规律,计算结果体长、体重关系式为:

$$W = 3.981 \times 10^{-6} L^{2.9359}, \quad R = 0.999$$

式中  $W$  为鱼体全重,  $L$  为鱼体全长,  $a$ 、 $b$  为参数,  $R$  为体长与体重的相关系数。

上述结果表明,大银鱼种群的体长与体重呈幂函数关系,且指数  $b$  近似于 3,即体重与体长的三次方成正比。可认为种群是匀速生长类型。

### (二) 鱼体增长量和各项计算指标

相对增长率与生长指标能客观地反映鱼类在不同生长阶段的生长特点,而绝对增长量则可反映以种系发育的形式定型下来的鱼类个体生长特点。表 2 为大银鱼的各项生长指标、相对增长率和绝对增长量。

由表 2 可知,大银鱼的相对增长率和体长绝对增长量 1 月龄时最高,以后随月龄的增加而逐渐下降。尤其是前四个月间,各项增长指标参量较高,说明大银鱼幼鱼阶段生长发育极为迅速。但体重的月增长量 1 月龄时很低,以后随月龄的增加而增加,7 月龄后则又明显下降。

### (三) 生长方程和生长曲线

根据表 1 中各月龄的平均体全长和平均体重的实测值,应用 *Von Bertalanffy* 生长方程描绘大银鱼的生长曲线。

*Von Bertalanffy* 生长方程为:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (1)$$

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^3 \quad (2)$$

式中  $L_t$  为七月龄时体长 (mm),  $W_t$  为七月龄时体重 (g),  $L_{\infty}$  为渐近体长 (mm),  $W_{\infty}$  为渐近体重 (g),  $t$  为月龄,  $t_0$  为体长和体重为零时的理论年龄,  $k$  为生长曲线的平均曲率。

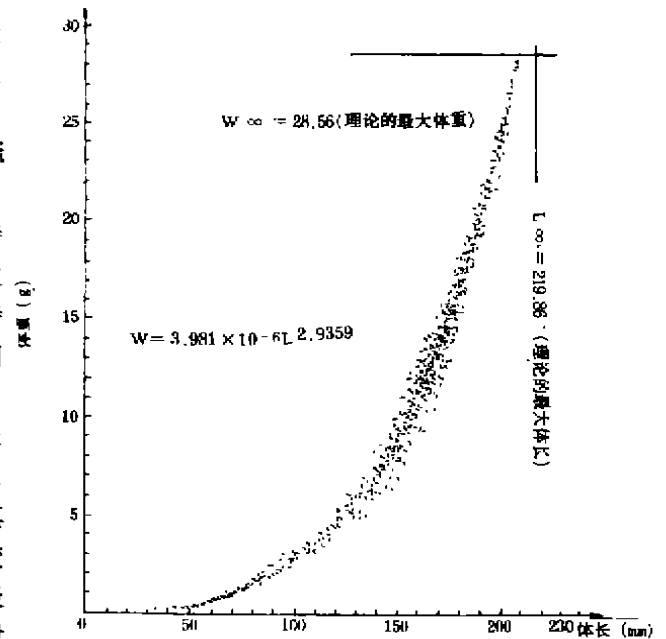


图 1 大银鱼体长与体重的关系

Fig. 1 Relationship body length and weight of icefish

① 大银鱼的生长指数  $b$  值为 2.9359, 近似于 3, 为简便起见, 体重生长公式的指数  $b$  也取 3, 视为等比生长。

将 (1) 式变换为:  $L_{t-1} = L_{\infty}(1 - e^{-K}) + e^{-K}L_t$  (3)

将 (2) 式变换为:  $W_t^{1/3} = W_{\infty}^{1/3}(1 - e^{-K}) + e^{-K}W_t^{1/3}$  (4)

式 (3)、(4) 即为著名的 *Walford* 法 (定差法), 如图 2。

表 2 大银鱼的各项生长指标及绝对增长量、相对增长率

Tab. 2 Absolute increment, relative increment and growth indexes of the icefish

月 龄	体长范围 (mm)	平均体长 (mm)	平均体重 (g)	体长增长量	$\Delta L/L$ (%)	体重增长量 (g)	$\Delta W/W$ (%)
1	16—27	21	0.04	27	125.80	0.30	833.0
2	25—51	48	0.34	25	51.93	0.85	254.0
3	63—105	72	1.19	20	27.05	1.16	97.39
4	75—116	92	2.35	18	19.19	1.80	76.80
5	87—137	110	4.15	15	13.80	1.42	34.10
6	96—145	125	5.57	13	10.51	1.99	35.79
7	103—183	138	7.56	13	10.51	1.99	35.79
8	109—197	149	8.94	11	7.75	1.38	18.22

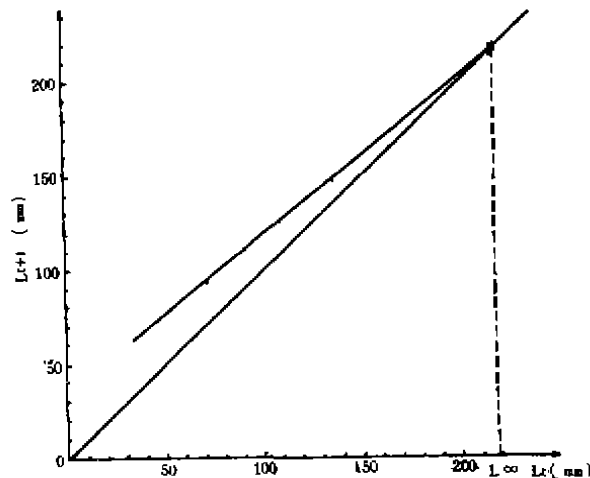


图 2 大银鱼定差图

Fig. 2 Walford curve of the icefish

用表 1 数据进行直线回归, 求出大银鱼的各项生长参数值:

$$L_{\infty} = 220(\text{mm}), \quad K = 0.14685, \quad t_0 = 0.31,$$

$$W_{\infty} = 28.56(\text{g}), \quad K = 0.1566, \quad t_0 = 0.30$$

由上可见, 用体长和体重分别求得的参数值尽管有些差异, 但很接近。一般情况下均取用体长资料求得参数值, 然后通过体长与体重的关系式求取  $W_{\infty}$  值。

现将实测值与 *Von Bertalanffy* 生长方程的计算值进行比较 (表 3)。

由表 3 可见, 实测值与计算值基本相符, 说明 *Von Bertalanffy* 生长方程所描述的大

银鱼的生长符合其生长规律。用 *Von Bertalanffy* 生长方程描绘的体长和体重生长曲线如图 3、图 4。显然, 体重生长曲线为一不对称的拉长 S 型(图 3); 拐点年龄为 7、8 月龄, 此时的体重为 8.81g。说明大银鱼体重生长开始缓慢、逐渐变快, 经拐点后又变慢的过程。而体长生长曲线则不具拐点, 起始曲线迅速上升, 随着月龄的增加, 曲线的上升逐渐变缓, 趋向渐近值  $L_{\infty}$  (图 4)。

表 3 大银鱼体长、体重计算值与实测值比较

Tab. 3 Comparison of calculated values with really measured values in body length and body weight of the icefish

月 龄		1	2	3	4	5	6	7
平均体长 (mm)	实测值	21	48	72	92	110	125	138
	计算值	21	49	72	92	110	125	138
平均体重 (g)	实测值	0.04	0.34	1.19	2.35	4.15	5.77	7.56
	计算值	0.03	0.31	1.10	2.22	3.79	5.41	7.23

(四) 生长速度和生长加速度

研究鱼类的生长速度, 可避免在其迅速生长阶段进行捕获, 从而合理、有效地利用资源, 求得高产。由 *Von Bertalanffy* 生长方程一次求导, 即得生长速度方程:

$$dL/dt = K \cdot L_{\infty} \cdot e^{-K(t-t_0)} \quad (5)$$

$$dW/dt = b \cdot W_{\infty} \cdot K \cdot e^{-K(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-K(t-t_0)}]^{b-1} \quad (6)$$

式中  $dL/dt$  为体长生长速度,  $dW/dt$  为体重生长速度, 再将 (5)、(6) 式求导, 即得生长加速度方程:

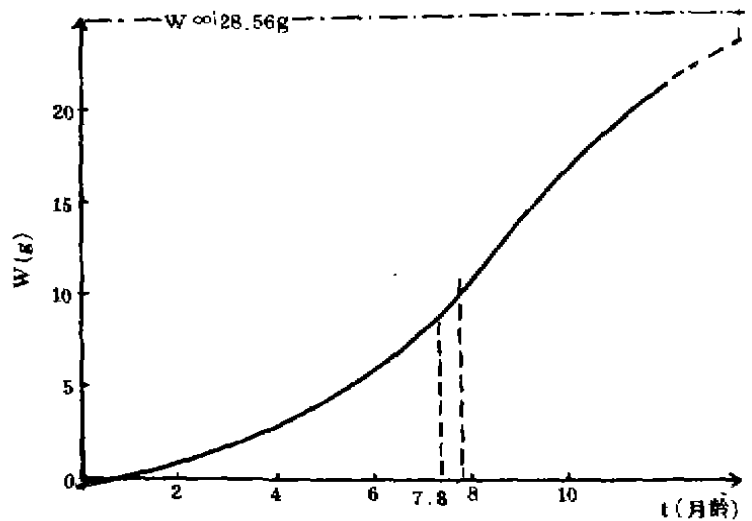


图 3 大银鱼体重生长曲线  
Fig. 3 Growth curve of body weight

$$d^2L/dt^2 = -L_{\infty} \cdot K^2 \cdot e^{-K(t-t_0)} \quad (7)$$

$$d^2W/dt^2 = 3W_{\infty} \cdot K^2 \cdot e^{-K(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-K(t-t_0)}] [3e^{-K(t-t_0)} - 1] \quad (8)$$

式中  $d^2L/dt^2$  为体长生长加速度,  $d^2W/dt^2$  为体重生长加速度。

令 (8) 式的  $d^2W/dt^2 = 0$

$$\text{则 } t_{90} = t_0 + (L_{\infty}b)/K \quad (9)$$

式中  $t_{90}$  为拐点年龄,  $b, K$  为生长参数。

将各生长参数代入式 (9), 求得拐点年龄为 7、8 月龄。

图 5、图 6 为大银鱼的体重生长速度和加速度曲线。

由图 5、图 6 可见, 大银鱼在  $2.2 < t < 7.8$  月龄时, 体重生长速度曲线上升而体重生长加速度曲线下降, 但  $d^2W/dt^2$  均为正值, 表明在 2.2—7.8 月龄间, 体重生长速度为递增

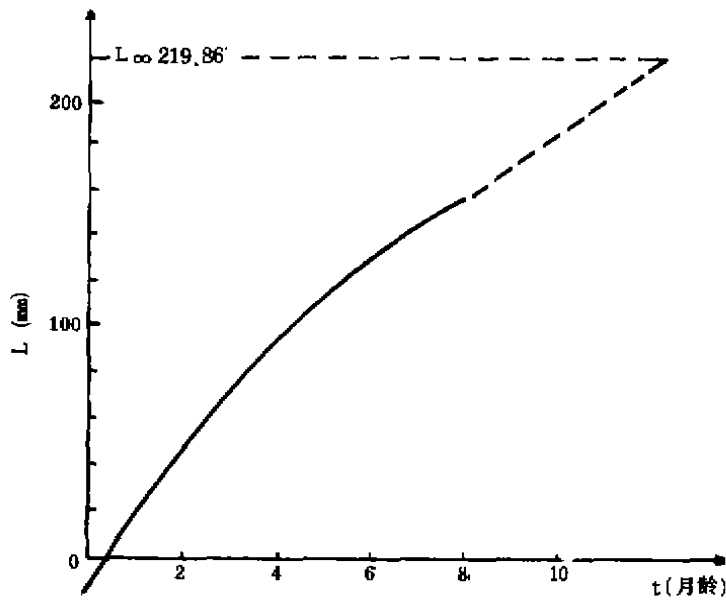


图4 大银鱼生长曲线

Fig. 4 Growth curve of body length

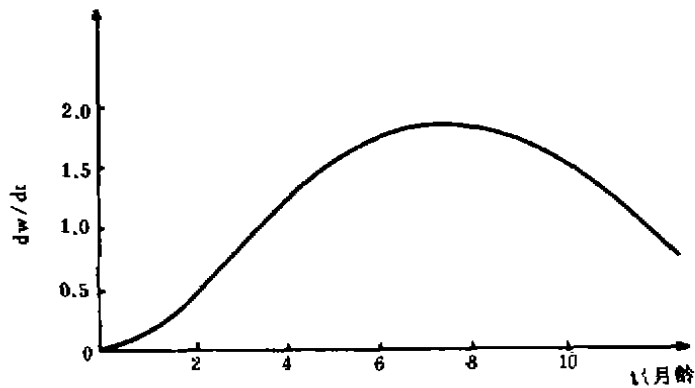


图5 大银鱼体重生长速度曲线

Fig. 5 Growth rate curve of body weight

阶段, 递增的速度逐渐下降; 但当  $t > 7.8$  月龄时, 体重生长速度曲线和体重生长加速度曲线均趋下降, 且  $d^2W/dt^2$  为负值, 表明自 7.8 月龄之后, 体重生长速度为递减阶段, 加速度从 0 到负值, 随着月龄的增加, 最后又趋于 0。由图 6 还可见, 加速度为负值区内, 月龄增加, 曲线有回升的趋势, 可认为长到极限时, 自然加速度为 0。

由图 7、图 8 可见, 体长生长速度随着月龄的增加而下降, 最后渐趋于 0; 而体长生长加速度始终为负值, 随着月龄的增加而增加, 说明体长生长速度随着月龄增加渐趋缓慢。

### 三、小 结

1. 大银鱼体全长与体重相关关系为幂函数关系, 关系式为:

$$W = 3.981 \times 10^{-5} L^{2.9359},$$

$$R = 0.999.$$

2. 大银鱼幼鱼阶段生长发育极为迅速, 尤其是前四个月龄, 各项生长指标参量均较高; 8 月龄后体长、体重生长速度逐渐变慢。

慢。

3. 大银鱼的生长拐点年龄为 7.8 月龄, 即 10 月份。据调查, 10 月份大银鱼性腺发育为 I 期, 故可认为其拐点年龄是性腺开始发育的一个临界点, 也是其生长由迅速变缓慢的一个转折点。

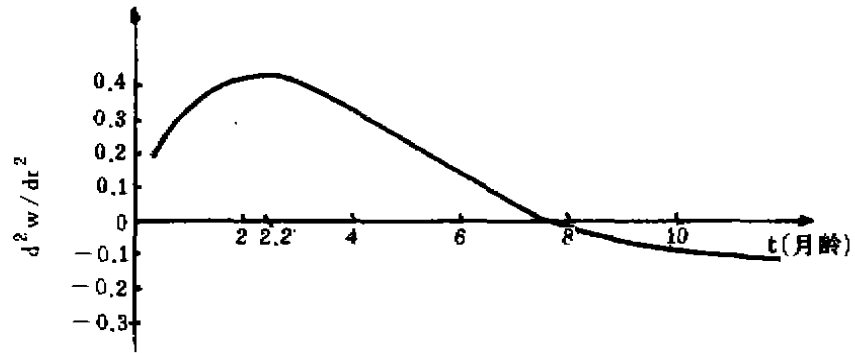


图6 大银鱼体重生长加速度曲线

Fig. 6 Accelerated growth curve of body weight

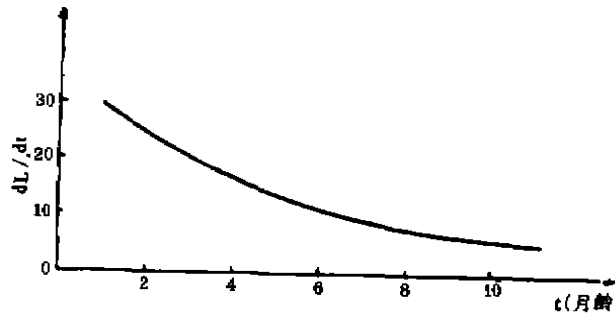


图7 大银鱼体长生长速度曲线

Fig. 7 Growth rate curve of body length

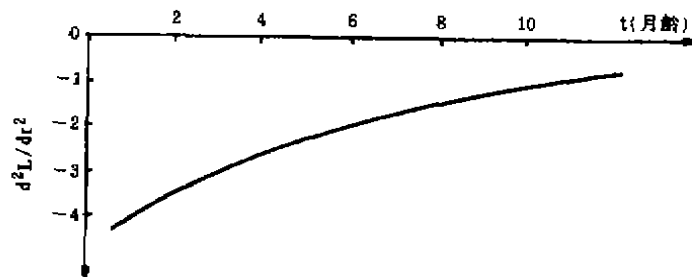


图8 大银鱼体长生长加速度曲线

Fig. 8 Accelerated growth curve of body length

## 参 考 文 献

- [1] 陈宁生.太湖所产银鱼的初步研究.水生生物学集刊, (2), 1956: 324—334.  
 [2] 张开翔等.洪泽湖产大银鱼生物学及其增殖的研究.水产学报, 1981, 5 (1): 29—39.  
 [3] 李星颢等.鱼类生长的数学描述.浙江水产学院学报, 1983, 2 (1): 29—39.  
 [4] 张其水等.厦门杏林湾鲢鱼年龄和生长的研究.水产学报, 1981, 5 (2): 121—131.  
 [5] 钱世勤等.绿鳍马面鲀年龄和生长的初步研究.水产学报, 1980, 4 (2): 197—206.  
 [6] 朱成德.太湖大银鱼生长与食性的初步研究.水产学报, 1985, 9 (3): 275—287.

## RESEARCH OF GROWTH PROPERTIES OF *PROTOSALANX HYALOCRANIUS ABBOTT*

Wang Yufen      Jiang Quanwen

( Freshwater Fisheries Research Centre of the Chinese Academy of Fisheries Sciences, Wuxi 214081 )

### Abstract

According to the biological data of *Protosalanx hyalocranius* Abbott measured annully, this paper presents its growth properties, growth curves which are fit with Von Bertalanffy growth model and resources properties of the population. The following conclusion has been drawn:

1. Body length and body weight have relation to power function

$$W = 3.981 \cdot 10^{-6} \cdot L^{2.9385}, \quad R = 0.999.$$

2. The parameters of Von Bertalanffy growth formula are:

$$L_{\infty} = 219.86(\text{mm}), \quad K = 0.1469, t_0 = 0.33, \quad W_{\infty} = 28.56(\text{g}).$$

3. Age of growth inflection point is 7.64 month-age, while body weight equals to one-third of asymptotic weight.

4. Considering growth properties of the icefish only, it is better that fishing season begins in the month of inflection point of month-age.

**key words** Taihu lake, *Protosalanx hyalocranius*, growth