

# 钱塘江几种经济鱼类的生长研究\*

陈马康 童合一 陈兆祥 高 键

(上海水产学院)

## 提 要

年龄鉴定以鳞片为材料。测得鳞径和体长后, 求出体长鳞长各种关系式。细鳞斜颌鲷、三角鲂体长鳞长关系式以幂函数式最佳, 花鲢、鲤鱼以直线式最佳。它们的体长、体重关系均适于:  $W = aL^b$ 。

鱼类生长拐点, 是反映鱼类体重生长过程的一个特征值, 一般与鱼类的生长指标跳跃性下降时的年龄和性成熟年龄一致或接近。但也有例外, 有些鱼类生长拐点落在性成熟之后, 前者如细鳞斜颌鲷、三角鲂; 后者如鲤鱼、花鲢。

体长生长曲线是一条趋于 $L_{\infty}$ 的渐近线, 随鱼的年龄增长, 体长年增长率渐少而趋于零。

Von. Bertalarffy 生长方程中的主要生物学参数 $L_{\infty}$ 、 $W_{\infty}$ 。虽在实际种群中少有, 但确实存在, 并有一定的渔业意义。

钱塘江盛产著名的富春江鳊鱼即三角鲂, 还有细鳞斜颌鲷、鲤鱼、花鲢等, 它们肉味腴美、为广大人民群众所喜食。近年来, 由于兴修水利枢纽, 水域环境发生变化, 关于鱼类生长情况如何尚未作专题研究。为此, 我们收集了这方面材料, 旨在探讨它们的生长规律, 并作为今后生长比较之用, 同时亦可供制定增殖措施时参考。

## 一、材料与方法

1975—1976年间, 在浙江省桐庐县、富阳县、杭州市等地共收集了三角鲂171尾、细鳞斜颌鲷245尾、鲤鱼175尾、花鲢103尾。

测定前, 每种鱼分别取鳞片50组(3—4片/每长度组), 沿鳞片前区和后测区交界处分别测量鳞径。按每种鱼的体长和鳞径数据求得回归方程<sup>1)</sup>; 直线关系式 $L = a + bs$ 、幂函数关系式 $L = as^b$ , 抛物线关系式 $L = a + bs + cs^2$ , 双曲线关系式 $L = \frac{1}{b + a/s}$ 。选择最佳关系式推算各种鱼的体长, 然后回归出体长体重关系式 $W = aL^b$ 。

用 $\frac{\log L_2 - \log L_1}{0.4343} \times L_1$ 求得生长指标, 对所得Von. Bertalarffy 生长方程 $W = W_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$ ,  $L = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ 求导数, 分别求得 $dL/dt$  (体长生长速度),  $dW/dt$  (体重生长速度),  $d^2W/d^2t$  (体重生长加速度)。

\* 本文承陆桂教授的指导, 我院77级的夏兴中、申德林同志参加部分工作, 谨致谢忱。

1) 公式中的a、b、c为参数; S为鳞; L为体长; W为体重。

## 二、结果与讨论

### 1. 体长—鳞长 ( $L-S$ ) 关系

根据鱼类体长与鳞片相应地增长这一原理, 对三角鲂等鱼种求得各相关公式 (表 1)。

表 1 长体鳞长关系式

种类	公式	$L = a + bs$	$L = as^b$	$L = a + bs + cs^2$	$L = \frac{1}{b + \frac{a}{S}}$
三角鲂		$L = 40.9972 + 52.4692S$ $\Gamma = 0.9285$	$L = 69.9960S^{0.9063}$ $\Gamma = 0.9490$	$L = 17.6838 + 72.6S - 1.61S^2$ $F = 1.141 < F_{0.05} = 1.29$	
细鳞斜颌鲴		$L = 30.5924 + 79.2462S$ $\Gamma = 0.9899$	$L = 99.5536S^{0.9032}$ $\Gamma = 0.9915$	$L = -34.61 + 102.33S - 6.24S^2$ $F = 1.0086 < F_{0.05} = 1.16$	$L = \frac{1}{2.96 \times 10^{-4} + \frac{1.03 \times 10^{-4}}{S}}$ $\Gamma = 0.9956$
鲤鱼		$L = -102.7935 + 54.4692S$ $\Gamma = 0.9818$	$L = 25.0957S^{1.243}$ $\Gamma = 0.9868$	$L = -203.77 + 73.68S - 0.88S^2$ $F = 1.0061 < F_{0.05} = 1.39$	
花鲢		$L = -23.0768 + 176.3424S$ $\Gamma = 0.9943$	$L = 162.9022S^{1.0324}$ $\Gamma = 0.9877$		

对各式进行统计检验结果 (1) 三角鲂、细鳞斜颌鲴以幂函数式最佳, 鲤鱼、花鲢则以直线式最佳。(2) 4 个相关式均适合于细鳞斜颌鲴; 双曲线式不适用三角鲂、鲤鱼、花鲢; 抛物线式不适用于花鲢。(3) 直线式普遍适用 4 种鱼。

### 2. 体长体重关系

经推导, 三角鲂等体长体重相关, 均符合于  $W = aL^b$  式,  $a$  在  $10^{-4}$ — $10^{-5}$  之间,  $b$  在 2.7—3.1 之间。列式如下:

$$\begin{aligned} \text{三角鲂: } W &= 1.8056 \times 10^{-5} L^{3.0238} & F &= 1.012 < F_{0.05} = 1.29 \\ \text{细鳞斜颌鲴: } W &= 2.8272 \times 10^{-5} L^{2.8851} & F &= 1.0853 < F_{0.05} = 1.16 \\ \text{鲤鱼: } W &= 1.1182 \times 10^{-4} L^{2.7317} & F &= 1.037 < F_{0.05} = 1.39 \\ \text{花鲢: } W &= 1.2977 \times 10^{-4} L^{2.6913} & F &= 1.065 < F_{0.05} = 1.35 \end{aligned}$$

上述各式表示了三角鲂等在生长过程中体长与体重关系,  $b$  值可理解成环境指数, 经常发生变化, 但其变化又与不同种鱼类在不同环境中的生长规律有关。 $a$  值由种的重量增长和体长增长的特点所决定, 是反映三角鲂等鱼类在钱塘江生长特征的参数值 (图 1)

### 3. 生长指标

鱼类生长具有一定节律性。通常, 在性成熟前线性生长迅速, 生长指标较高; 性成熟后线性生长滞缓, 生长指标较低。故可分成幼鱼和成鱼二个阶段。它们的交接时间因种类和环境因素而异。在钱塘江, 细鳞斜颌鲴在 2—3 龄, 三角鲂、鲤鱼在 3—4 龄, 花鲢在 4—5

龄进入成鱼阶段。

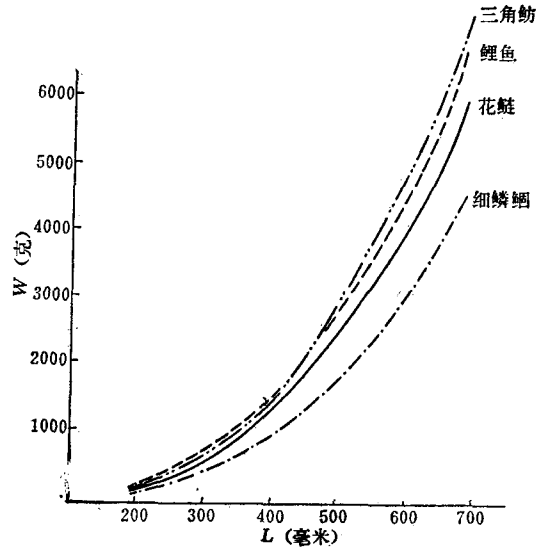


图1 体长—体重曲线

曲线符号所代表的鱼种以下各图均同

表2 生长指标

种类	指标值	年龄						
		1	2	3	4	5	6	7
三角鲂		86.95	73.74	60.19	41.88	41.26	29.22	
细鳞斜颌鲴			97.70	55.50	46.40			
鲤鱼			109.16	97.70	73.93			
花鲢			119.75	148.33	134.90	109.51		

#### 4. 生长方程及生长特性

Von Bertalarffy 生长方程普遍地适用于有机体的生长规律，三角鲂等的生长型亦适合于该方程。

表3 生长方程

种类	体长生长方程	体重生长方程
三角鲂	$L_t = 403.6367[1 - e^{-0.2886(t+0.155)}]$	$W_t = 4717.4907[1 - e^{-0.2886(t+0.155)}]^3$
细鳞斜颌鲴	$L_t = 415.8[1 - e^{-0.4371(t+0.0013)}]$	$W_t = 1004.1[1 - e^{-0.4371(t+0.0013)}]^3$
鲤鱼	$L_t = 816.9768[1 - e^{-0.2742(t-0.424)}]$	$W_t = 11679.258[1 - e^{-0.2742(t-0.424)}]^3$
花鲢	$L_t = 1221.83[1 - e^{-0.2523(t-0.5495)}]$	$W_t = 26356.22[1 - e^{-0.2523(t-0.5495)}]^3$

体重生长曲线是一条带拐点的不对称 S 型曲线，曲线在拐点前上升较快，拐点后上升缓慢（图 2：A、B）。体长生长曲线是一条趋于  $L_0$  的渐近线，随年龄增加曲线上升速度减缓而趋于零（图 3：A、B）。

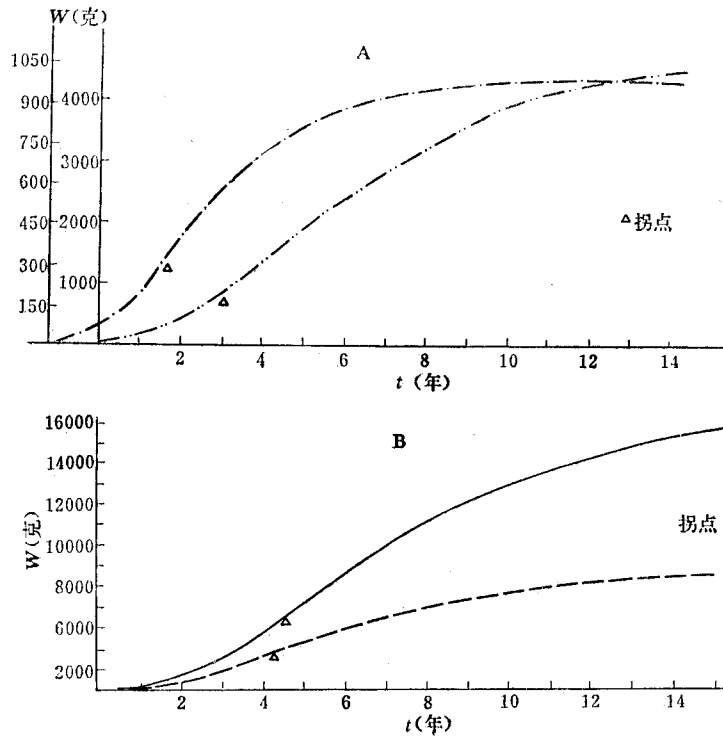


图2 A. 三角鲂、细鳞斜颌鲷体重生长曲线  
B. 花鲢、鲤鱼体重生长曲线

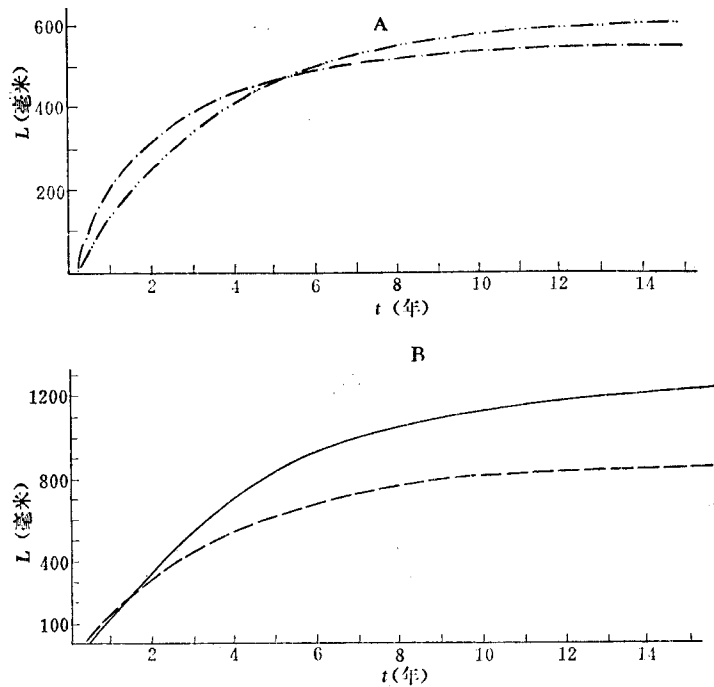


图3 A. 三角鲂、细鳞斜颌鲷体长生长曲线  
B. 花鲢、鲤鱼体长生长曲线

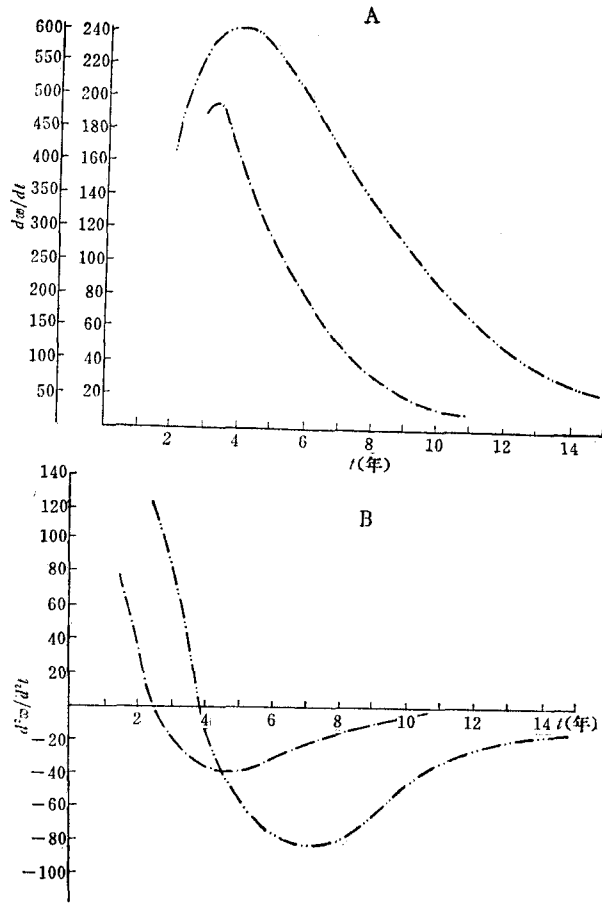


图 4 A. 三角鲂、细鳞斜颌鲷体重生长加速度曲线  
 B. 三角鲂、细鳞斜颌鲷体重生长加速度曲线

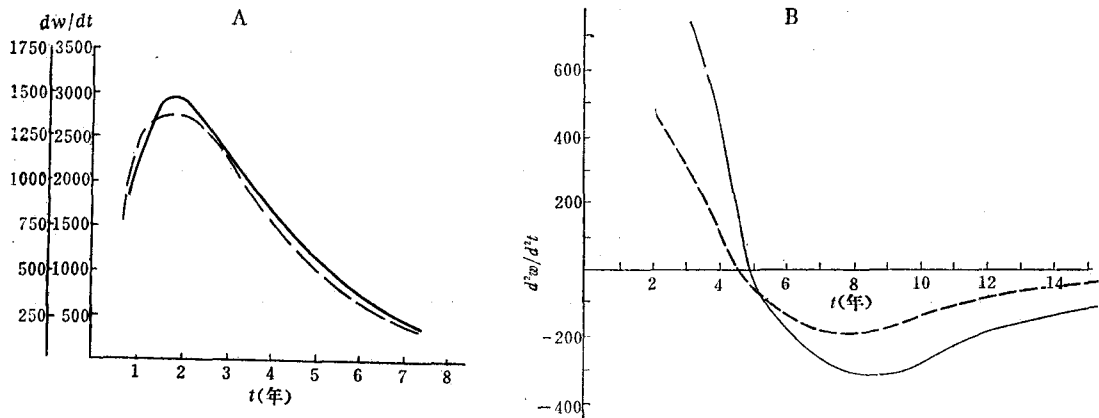


图 5 A. 花鲢、鲤鱼体重生长速度曲线  
 B. 花鲢、鲤鱼体重生长加速度曲线

对生长方程求导得： $dL/dt = KL_0 e^{-k(t-t_0)}$ ； $d\omega/dt = 3KW_0 [1 - e^{-k(t-t_0)}]^2 e^{-k(t-t_0)}$ ；

$d^2\omega/d^2t = 3k^2\omega_0 e^{-k(t-t_0)}(1 - e^{-k(t-t_0)})(3e^{-k(t-t_0)} - 1)$ , 它们分别为体长增长速度, 体重增长速度, 体重增长加速度(图4、5)。

它们能反映鱼类生长过程的变化特征, 显示鱼类发育的阶段性的, 反映出不同鱼类或同种鱼类在不同生长阶段和生活环境中呈现出不同的生长特点。从图4、5可以看出, 当这些鱼类年龄小于生长拐点时,  $d\omega/dt$ 曲线上升,  $d^2\omega/d^2t$ 曲线下降, 鱼类生长呈递增的趋势, 此时鱼类生长迅速, 生长指标也高。到达生长拐点时,  $d\omega/dt$ 曲线达到顶峰。 $d^2\omega/d^2t$ 曲线交于t轴正置零点, 表明体重增长达到最大值, 但增长速度等于零。

三角鲂、细鳞斜颌鲷的生长拐点分别在2.513, 3.96龄, 恰好与成熟年龄, 生长指标转折年龄吻合。鲤鱼、花鲢的生长拐点分别在4.22, 4.90龄, 与生长指标转折年龄一致, 或接近, 但落后性成熟后一年(表4)。

表4 生长特征值比较

年 龄 项 目	性成熟年龄	生长指标 值转折年龄	生长拐点所处年龄	生长拐点落于性 成熟之后的年数
三 角 鲂	3*	3—4	3.96	
细 鳞 斜 颌 鲷	2	2—3	2.51	
鲤 鱼	3*	3—4	4.22	1
花 鲢	4	4—5	4.90	1

\* 大部分个体三龄成熟。少数二龄成熟

后一种情况并非偶见, 如欧洲鳊鱼(*Abramis brama* L.)和梭鲈(*Lucioperca lucioperca* L.)等, 它们的最大增重量出现在性成熟后2—3年。这有利于增大繁殖力, 保证种群的扩大, 具有重要的生物学意义。

到达拐点年龄后, 鱼体体重增长速度递减。 $d^2\omega/d^2t$ 曲线迅速下降直到老年期为止。三角鲂、细鳞斜颌鲷、鲤鱼、花鲢分别在7—8龄、5龄、8龄、8—9龄、进入老年期(图4:B, 图5:B)。随后,  $d^2\omega/d^2t$ 曲线渐渐回升, 体重生长递减的速度变缓。

从Von. Bertalarffy生长方程不仅可以了解鱼类生长过程的变化特征, 更重要的是可为渔业生产提供推定合理捕捞规格的可能性。生长拐点是鱼类体重增长强度开始下降的时间, 和生长指标转折年龄基本吻合。可见, 生长拐点年龄是鱼类生命活动由强变弱的重要转折点。因此, 在渔业上可把达到生长拐点时的鱼体大小视为捕捞规格。例如, 我们应限捕  $t < 3.9$ ,  $w < 1398$ 克,  $L < 406$ 毫米的三角鲂。

该方程的另一渔业意义是可得到一个 $W_0$ 和 $L_0$ , 它们有助于我们推测最大捕捞规格。虽在实际群体中少有, 但确实存在, 并对自然水体中鱼类个体生长潜力和种群结构有一定影响。

## ON THE GROWTH RATE OF SOME COMMERCIAL FISHES IN THE QIANTANG JIANG RIVER

Chen Makang Tong Heyi Chen Zhaoxiang Gao Jian

(Shanghai College of Fisheries)

The scales of *Megalobrama terminalis* (Richardson), *Plagiognathops microlepis* (Bleeker), *Cyprinus carpio* (Linnaeus) and *Aristichthys nobilis* (Richardson) collected from the Qiantang River in 1975 and 1976 are used for investigating their age and growth. The relationship between the scale length and body length is shown through the equations:  $L = a + bs$ ,  $L = as^b$ ,  $L = a + bs + cs$ ,  $L = \frac{1}{b + a/s}$ ,

which some authors have used before.

The growth of these fishes correspond to Von Bertalanffy's equations:  $W = W_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$ ,  $L = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$ . At first, the growth rate in the body length of these fishes increases more rapidly before they reach the age of the first sexual maturity and then increases much slowly. The growth rate in weight, however, progressively increases until the age of turning point.

The age of the initial sexual maturity of *P. microlepis* and *C. carpio* is same as that of their turning point. But the age of the first sexual maturity of *M. terminalis* and *A. nobilis* is one year earlier than that of their turning point.