

# 厦门杏林湾鲮鱼年龄和生长的研究

张其永

(厦门大学)

李福振\* 杜金瑞

(国家海洋局第三海洋研究所)

## 提 要

厦门杏林湾鲮鱼鳞片年轮可作为年龄鉴定依据。鳞片边缘增长率 $\alpha$ 的周年变化,表明鳞片年轮每年形成一次,新年轮主要在10—11月间出现。已计算出鲮鱼体长与鳞长、体长与体重的关系式。3龄鱼以前属于幼鱼生长阶段,体长和体重的相对增长率较大,生长指标较高;3龄鱼以后则进入成鱼生长阶段。其生长适合于 von Bertalanffy 生长方程,体重生长曲线的拐点位于2龄至2.5龄之间,其生长速度和加速度曲线能反映生长过程的变化特征,合理捕捞的生物学指标应以生长转折点较为适当,限制捕捞1龄和2龄的港养鲮鱼是提高单位面积产量的关键之一。

## 前 言

鲮鱼(*Mugil cephalus* Linnaeus)广泛分布于太平洋、印度洋、大西洋、地中海、黑海等温带、热带和亚热带近海。我国沿海以东海和南海产量较多。鲮鱼适应于海水、咸淡水以及淡水中生活,不仅适盐性广,而且具有食物链低、生长迅速、抗病力强、肉味鲜美、含脂量高等优点,已成为海港养殖的优良对象。

关于鲮鱼年龄和生长的研究,以往文献已有报导,<sup>[1]-[4]</sup>但有关港养鲮鱼年龄和生长方面的研究报告却很少<sup>[5]</sup>。为了更快地发展海港养殖事业,提高鲮鱼单位面积产量,我们对厦门杏林湾鲮鱼年龄和生长进行了研究,探讨港养鲮鱼年龄鉴定和生长特性,以供人工增养殖鲮鱼的参考。

本文是厦门沿海地区鲮鱼生物学研究的一部分。参加采集和生物学测定的还有肖金华、何大仁、刘正琮等同志。在工作中得到厦门市水产养殖场的支持,使工作开展顺利。初稿承费鸿年教授审阅指正,特此致谢。

## 材 料 和 方 法

1961年9月至1962年10月在厦门杏林湾内按月连续采集,从鲮鱼流刺网渔获物

\*现在厦门水产学院海洋渔业系。

中共取得体长 300—645 毫米的鳊鱼 167 尾，进行了生物学测定。鳞片采自左右胸鳍末端的下方，每侧各取 5—6 个，以鳞片上的年轮作为鉴定年龄的依据。鳞长  $R$  和各年轮的轮距  $R_1, R_2, \dots, R_n$  则用投影放大机所放大的映象进行测量。鳞长是从鳞片中心测量至鳞片前区的右角；轮距是从鳞片中心测量至该年轮前区的右角(图 1)。

为了验证鳊鱼的第一个年轮，1961 年 10—12 月又从厦门中山公园湖渠中采捕到一批当年放养的鳊鱼，进行了生物学测定，以其鳞片作为第一个年轮鉴定的辅助材料。

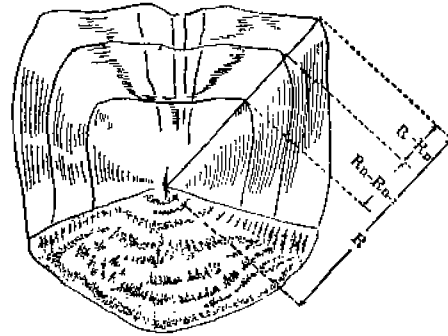


图 1 鳊鱼鳞片的测量方位  
 $R$ —鳞长； $R_n$ —第  $n$  年轮的轮距。

## 结 果

### (一) 年轮和副轮的特征

鳊鱼的鳞片系属于大形的弱栉鳞，整个鳞片可分为前区、后区和两个侧区。鳞片前区和两个侧区的环纹呈同心圆的排列，鳞片后区的环纹则变形为许多不规则的颗粒状突起。在鳞片前区还有 5—10 条的辐射沟(见图版)。

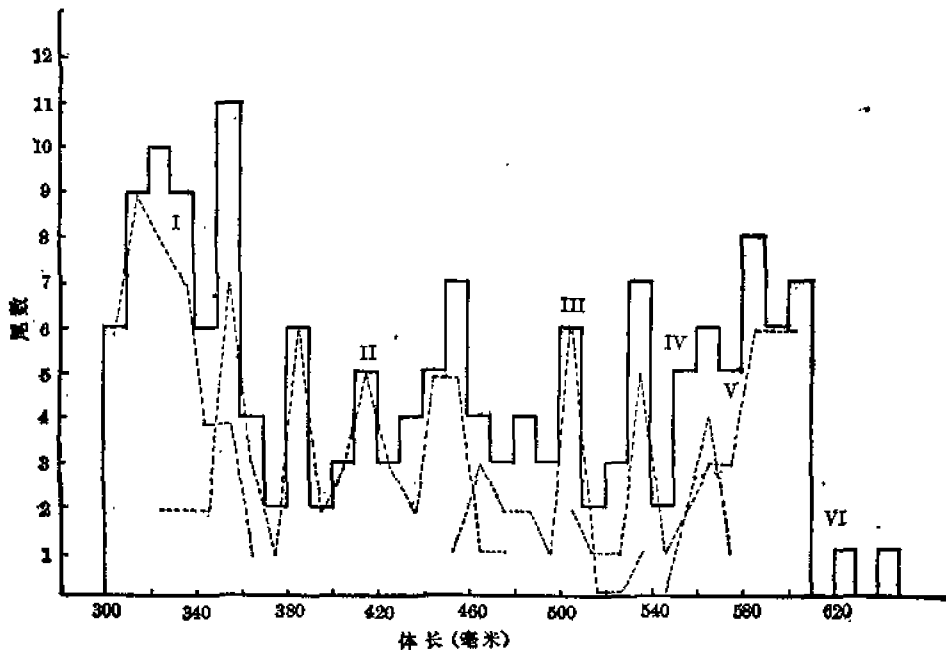


图 2 鳊鱼的体长分布曲线

实线表示渔获体长分布；虚线表示各年龄组的体长分布。  
I、II、III、IV、V 和 VI 表示 I、II、III、IV、V 和 VI 龄组。

在同一生长年带之中，环纹的排列走向相互平行。两个生长年带相邻的环纹呈切割状，因而形成年轮。在鳞片侧区和后区交界处，环纹切割明显，鳞片前区有的也会出现切割。由于环纹发育不良，在年轮处的环纹有时断裂而凌乱（见图版）。

副轮是非周期性发生的，其轮圈不完整，仅在鳞片的侧区或前区局部出现，而高龄鱼较为常见。同一尾鳙鱼并非每个鳞片都有副轮。因此，副轮与年轮易于鉴别。

鳙鱼的幼轮位于鳞片的中心区，离鳞片中心约 4—4.5 毫米，幼轮以内的环纹排列紧密，在幼轮处的环纹一般不呈切割状。

体长分布法可作为核对年龄鉴定之用。先求出鳙鱼渔获体长分布，然后根据年龄鉴定的结果，将每个年龄组的体长分布曲线与之对比，渔获体长分布的几个主要高峰与各年龄组的体长分布基本上相符，证实上述的轮纹标志能够表示年轮（图 2）。

## （二）年轮形成的时期

应用鳞片边缘增长率  $\alpha = \frac{R - R_n}{R_n - R_{n-1}}$  计算式，即根据鳞片边缘增长的幅度（ $R - R_n$ ）与鳞片最后两个年轮之间的距离（ $R_n - R_{n-1}$ ）的比值变化，作为确定年轮形成时期的指标。当鳙鱼新年轮刚形成时， $\alpha$  值极小，接近于 0；当  $\alpha$  值逐渐增大，鳞片边缘增长的幅度接近最后两个年轮之间的距离时，则表明新年轮即将出现。从鳞片边缘增长率  $\alpha$  的周年变化来看，厦门杏林湾鳙鱼的鳞片年轮每年形成一次，出现新年轮的时期主要是 10—11 月，但也有些鳙鱼形成新年轮是在 9 月或 12 月（图 3）。在一周年中鳞片边缘增长的速度并不一致，自 12 月至翌年 5 月，鳞片边缘增长率  $\alpha$  值比较稳定，也就是说冬、春季鳙鱼鳞片的生长处于缓慢状态。从 6 月到 11 月， $\alpha$  值逐渐显著增加，表明夏、秋季是鳙鱼鳞片快速增长的时期。鳞片增长的周年变化，在一定程度上反映了杏林湾鳙鱼的季节生长，即夏、秋季生长迅速，冬、春季生长较缓慢。冬季水温明显下降，摄食强度显著减小，因而鳙鱼的生长也最缓慢。

从厦门中山公园湖渠中当年放养的鳙鱼生物学资料来看，1961 年 10 月鳙鱼 25 尾平均体长 325.0 毫米，平均体重（指纯体重）634.5 克，其中已形成第一个年轮的有 2 尾；11 月鳙鱼 13 尾，平均体长 324.5 毫米，其中 6 尾已形成第一个年轮；至 12 月鳙鱼第一个年轮都已出现。由此可见，厦门中山公园湖渠中当年放养的鳙鱼，其第一个年轮的形成时期也是 10—11 月。根据鳙鱼性腺组织学研究<sup>[8]</sup>以及闽南沿海鳙鱼鱼苗的出现时期为 1—2 月间，证实鳙鱼的产卵期为 11—12 月，与年轮形成的时期相接近，因

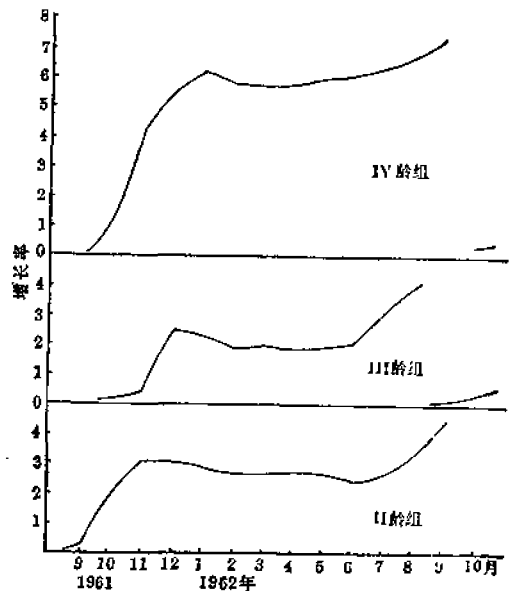


图 3 鳙鱼各年龄组鳞片边缘增长率的周年变化

此,第一个年轮形成周期约为一周年,其他各个年轮也是每年形成一次。

### (三) 生长特性

#### 1. 渔获的年龄组成

厦门杏林湾 1961—1962 年鳙鱼渔获的年龄组成, I 龄组占 23.9%, II 龄组占 23.3%, III 龄组占 19.8%, IV 龄组占 13.2%, V 龄组占 15.6%, 而 VI 龄组只占 4.2%。当时鳙鱼流刺网主要捕捞 I 龄组和 II 龄组(即 1 龄鱼和 2 龄鱼),其次是 III 龄组(3 龄鱼)。

各年龄组的平均体长和平均体重(纯体重): I 龄组平均体长 327.1 毫米, 平均体重 566.3 克; II 龄组平均体长 402.2 毫米, 平均体重 1080.5 克; III 龄组平均体长 484.3 毫米, 平均体重 1934.9 克; IV 龄组平均体长 537.6 毫米, 平均体重 2784.6 克; V 龄组平均体长 577.6 毫米, 平均体重 3240.5 克; VI 龄组平均体长 616.7 毫米, 平均体重 4091.8 克。

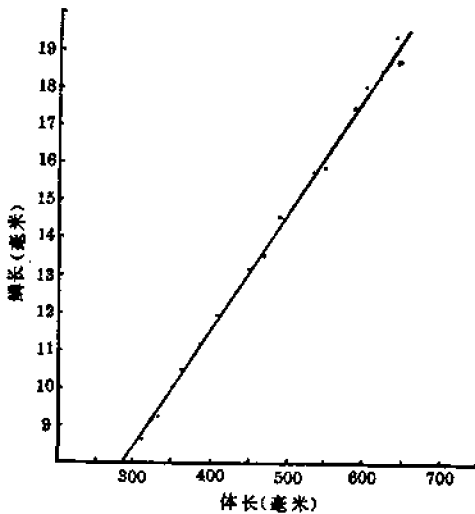


图 4 鳙鱼体长与鳞长相关曲线

#### 2. 体长与鳞长的相关

研究体长与鳞长的相关关系, 目的是要逆算各龄鱼的体长。根据杏林湾鳙鱼各体长组(组距 20 毫米)的平均体长及其相应的平均鳞长作图(图 4), 从图中看出体长与鳞长存在着直线性关系, 可用直线回归方程  $y = ax + b$  来表示。经计算求得其体长与鳞长的关系式为:

$$R = 0.031L - 0.8359$$

式中的  $L$  为体长(毫米),  $R$  为鳞长(毫米)。从直接观察所得的各年轮的平均轮距, 求得各年轮的平均体长, 也就是各龄鱼的逆算体长。逆算结果表明, 厦门杏林湾鳙鱼 1 龄鱼(即 1 周岁)的平均体长  $L_1$  为 323.6 毫米, 2 龄鱼(2 周岁)的  $L_2$  为 415.7 毫米, 3 龄鱼(3 周岁)的  $L_3$  为 497.4 毫米, 4 龄鱼(4 周岁)的  $L_4$  为 544.6 毫米, 5 龄鱼(5 周岁)的  $L_5$  为 581.6 毫米。

#### 3. 体长与体重的相关

厦门杏林湾鳙鱼的体长与体重(纯体重)的回归曲线属于幂函数类型, 符合指数增长形式, 可用  $W = aL^b$  来表示。根据各体长组(组距 20 毫米)的平均体长及其相应的平均体重配合回归曲线, 求得厦门杏林湾鳙鱼的体长与体重的关系式为:

$$W = 6.492 \times 10^{-5} L^{2.7748}$$

式中的  $L$  为体长(毫米),  $W$  为体重(指纯体重, 以克为单位)。图 5 中的各点反映了偏离幂函数曲线的程度。假设鱼类为均匀生长, 在生长过程中鱼体比重不变, 则参数  $b = 3$ 。厦门杏林湾鳙鱼的体长与体重的关系近似于  $W = aL^3$  的假定条件, 基本上可看成均匀生长,

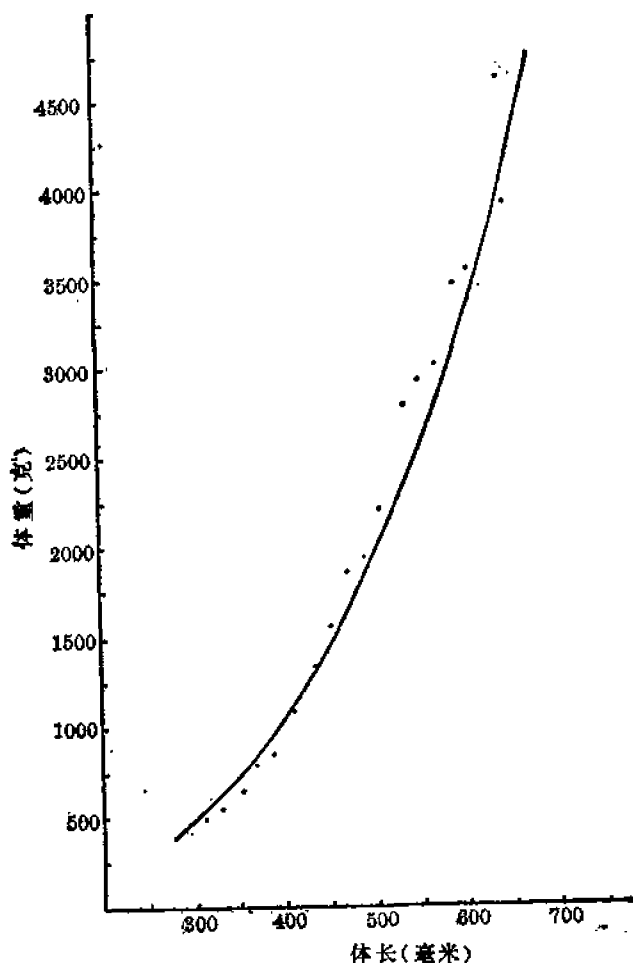


图5 鳙鱼体长与体重相关曲线

其回归关系是显著的。将各龄鱼的平均体长(估算体长)代入体长与体重的关系式,求得厦门杏林湾鳙鱼1龄鱼(1周岁)的平均体重  $W_1$  为605克,2龄鱼(2周岁)的  $W_2$  为1213克,3龄鱼(3周岁)的  $W_3$  为1997克,4龄鱼(4周岁)的  $W_4$  为2568克,5龄鱼(5周岁)的  $W_5$  为3084克。

#### 4. 相对增长率和生长指标

根据性腺组织学研究,厦门杏林湾内鳙鱼的性成熟年龄是3龄<sup>[8]</sup>。鳙鱼性成熟前后个体的增长情况有很明显的变化,性成熟以前增长快,性成熟以后增长慢。以  $\Delta L/L$  表示体长的相对增长情况;以  $\Delta W/W$  表示体重的相对增长情况。如1龄鱼至2龄鱼(即1周岁至2周岁)期间:

$$\text{鳙鱼体长的相对增长率} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 = 28.47\%$$

$$\text{鳙鱼体重的相对增长率} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 = 100.49\%$$

$$\text{鲮鱼的生长指标} = \frac{\lg L_2 - \lg L_1}{0.4343} \times L_1 = 80.99$$

式中的  $L_1$  和  $L_2$  分别为 1 龄鱼和 2 龄鱼的平均体长(即逆算体长),  $W_1$  和  $W_2$  分别为 1 龄鱼和 2 龄鱼的平均体重(指纯体重)。计算结果列表如下:

表 1 杏林湾鲮鱼的阶段生长

年 龄	体长(毫米)	体长的相对增长率(%)	生长指标	体重(克)	体重的相对增长率(%)
1	323.6	28.47	80.99	605	100.49
2	415.7			1213	
3	497.4	19.63	74.74	1997	64.63
4	544.6	9.48	45.01	2568	28.59
5	581.6	6.79	35.73	3084	20.09

从表 1 可以看出厦门杏林湾鲮鱼在 3 龄鱼(3 周岁)以前为幼鱼生长阶段, 性腺尚未发育成熟, 生长旺盛, 其体长和体重的相对增长率较大, 生长指标较高; 自 3 龄鱼以后进入成鱼生长阶段, 虽然杏林湾内的环境条件不利于鲮鱼产卵, 其性腺只发育到第 IV 期就吸收退化, 但是在其成鱼生长阶段中, 所消耗的大部分饵料, 不再用于生长, 而是用于性腺发育和脂肪积累上, 因此, 其成鱼生长阶段的体长和体重的相对增长率较小, 生长指标也较低。

### 5. 一般生长型

鱼类的一般生长型可用线图或方程表达。von Bertalanffy 在假定有机体的体重与体长的立方成比例的条件下, 导出体重和体长的生长方程为:

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

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (2)$$

式(1)为体重生长方程; 式(2)为体长生长方程。式中的  $W_t$  和  $L_t$  分别表示年龄  $t$  时的平均体重(理论体重)和平均体长(理论体长);  $W_{\infty}$  表示随年龄增加而趋向的渐近体重;  $L_{\infty}$

表示随年龄增加而趋向的渐近体长;  $k$  为生长曲线的曲率;  $t_0$  为理论上体重和体长等于零时的年龄。

厦门杏林湾鲮鱼的生长适合于 von Bertalanffy 生长方程。从直线回归方程:  $W_{i+1}^{1/3} = W_{i+1}^{1/3}(1 - e^{-k}) + W_i^{1/3}e^{-k}$ , 求得  $W_{\infty} = 4864$  克,  $k = 0.318$ ; 又从直线回归方程:  $\ln(W_{i+1}^{1/3} - W_i^{1/3}) = (\ln W_{\infty}^{1/3} + kt_0) - kt$ , 求得  $t_0 = -1.171$  年。根据式(1)求得各龄鱼的理论体重  $W_t$ , 从图 6 中可以看出, 鲮鱼的体重生长曲线为一条

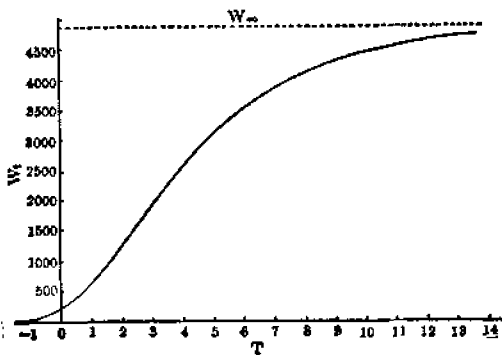


图 6 鲮鱼的体重生长曲线

不对称的 S 形曲线。随着年龄的增大,生长由慢到快再转向慢。这条曲线的拐点位于  $t = 2.284$  年,  $W_t = 1441$  克,  $W_t/W_\infty = 0.296$ , 其拐点相当于  $0.296W_\infty$  处, 即出现在 2 龄至 2.5 龄之间, 也就是说, 当鳎鱼即将发育转变为成鱼时, 其生长发生急剧变化, 与上述的阶段生长的转折点相接近。

根据体长与体重的关系式, 从渐近体重  $W_\infty = 4864$  克换算为渐近体长  $L_\infty = 685.1$  毫米, 依式(2)求得各龄鱼的理论体长  $L_t$ , 从图 7 中可以看出, 鳎鱼的体长生长曲线为一条不具拐点的有渐近值的曲线, 这条曲线开始上升快而后转为缓慢。

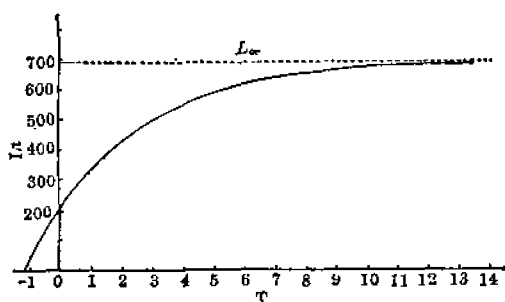


图 7 鳎鱼的体长生长曲线

厦门杏林湾鳎鱼体长和体重的理论值和逆算值颇为近似(表 2), 说明鳎鱼满足均匀生长的假定, 其一般生长型可以用 von Bertalanffy 生长方程描绘。

表 2 杏林湾鳎鱼体长和体重的理论值和逆算值

年 龄 体长或体重	1 龄 鱼	2 龄 鱼	3 龄 鱼	4 龄 鱼	5 龄 鱼
理论体长(毫米)	341.5	435.2	503.2	552.8	588.8
逆算体长(毫米)	323.6	415.7	497.4	544.6	581.6
理论体重(克)	602	1246	1927	2555	3088
逆算体重(克)	605	1213	1897	2568	3084

## 6. 生长速度和加速度

体重生长曲线( $W_t = f(t)$  曲线)和体长生长曲线( $L_t = f(t)$  曲线)都是积分曲线, 它只反映生长过程的总和。为了研究生长过程的变化特征, 可用生长速度曲线(一次微分)和生长加速度曲线(二次微分)表示。将式(1)对  $t$  求导数, 得:

$$dW/dt = 3KW_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})^2 e^{-K(t-t_0)} \quad (3)$$

式中的  $dW/dt$  为其体重对年龄  $t$  的变化率, 即体重的生长速度。再将式(3)对  $t$  求导数, 得:

$$d^2W/dt^2 = 3K^2W_\infty e^{-K(t-t_0)}(1 - e^{-K(t-t_0)})(3e^{-K(t-t_0)} - 1) \quad (4)$$

式中的  $d^2W/dt^2$  为其体重的生长速度对年龄  $t$  的变化率, 即体重的生长加速度。

同样求得其体长的生长速度为:

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

式(3)和(4)分别表示其体重的生长速度和生长加速度对年龄  $t$  的函数关系; 式(5)则表示其体长的生长速度对年龄  $t$  的函数关系。计算结果, 列表如下:

表3 杏林湾鲮鱼的生长速度和加速度对年龄  $t$  的函数关系

年龄 $t$	0.1	1	2	2.28	3	4	5	6	8	10	12	14
$dW/dt$	342.3	578.2	682.9	687.3	664.5	583.3	481.6	382.2	224.8	125.6	68.4	36.5
$d^2W/dt^2$	328.2	185.9	32.2	0	-58.5	-96.7	-103.1	-93.9	-63.1	-37.5	-20.9	-11.4
$dL/dt$	145.4	109.3	79.5	72.6	57.8	42.1	30.6	22.3	11.8	6.3	3.3	1.7

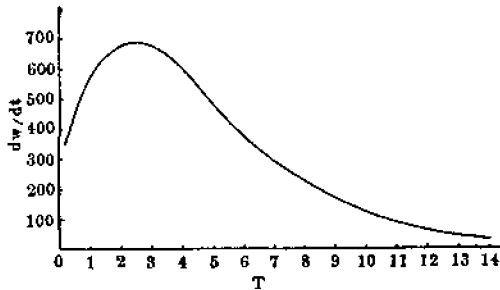


图8 鲮鱼的体重增长速度曲线

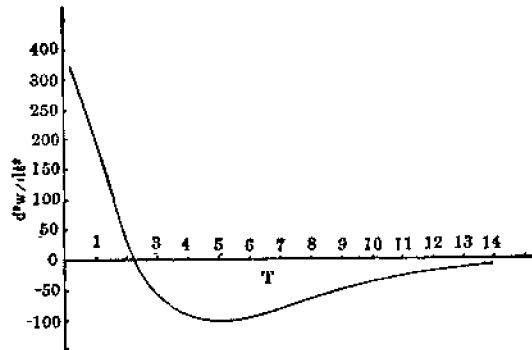


图9 鲮鱼的体重生长加速度曲线

从图8和图9可以看出,鲮鱼的年龄  $t < 2.28$  时,其体重增长速度曲线上升,而体重生长加速度曲线却下降,均位于  $t$  轴上方 ( $d^2W/dt^2$  为正值),表明 2.28 龄以前,是鲮鱼体重生长速度的递增阶段,但其递增的速度却逐渐下降 ( $d^2W/dt^2$  值递减)。当年龄  $t = 2.28$  时,其体重增长速度曲线达极大点,体重生长加速度曲线与  $t$  轴相交 ( $d^2W/dt^2 = 0$ ),表明此时鲮鱼体重增长速度达到最大值,而其递增阶段却告结束,这是鲮鱼生长过程的主要转折。当年龄  $t > 2.28$  时,其体重增长速度曲线下降,而体重生长加速度曲线则在  $t$  轴下方 ( $d^2W/dt^2$  为负值),表明 2.28 龄以后,是鲮鱼体重生长速度的递减阶段。从年龄  $t = 5$  开始,其体重生长加速度曲线逐渐上升,其生长速度的递减速度却下降 ( $d^2W/dt^2$  的绝对值递减)。这就是厦门杏林湾鲮鱼生长过程的变化特征。

## 讨 论

鲮鱼、梭鲮 (*Mugil so-ivy*) 和棱鲮 (*Mugil carinatus*) 均属于鲮科鱼类。梭鲮耐寒力较鲮鱼强,为我国北方沿海主要港养对象,雄鱼 2 龄鱼性成熟,雌鱼 3 龄鱼性成熟,3 龄鱼的梭鲮平均体长为 355.7 毫米<sup>[4]</sup>。分布于我国东南沿海的棱鲮,其 1 龄鱼即达性成熟,1 龄鱼的平均体长为 198.5 毫米。<sup>[8]</sup> 厦门杏林湾 3 龄的鲮鱼,其性腺才发育到第 IV 期,平均体长高达 497.4 毫米,比梭鲮或棱鲮性成熟体长较大。由于鲮鱼广泛分布在温带、热带和亚热带近海,具有适盐性广、食物链低、生长快、个体大等优点,因此全世界养殖鲮科鱼类中以鲮鱼养殖最为普遍<sup>[15-17]</sup>。

生长是种群属性的反映。各种鱼类具有不同的生长特点和规律。同一种类的不同种群,其生长型也有新差异。即使同一种群,因种群密度、饵料生物等因子的变动都会影响



着种群的生长<sup>[2,10]</sup>。鱼类的生长是有机体同化作用和异化作用的结果,表现为鱼类体长和体重随着年龄的增加而递增的过程,这个过程的特征可以用 von Bertalanffy 生长方程中的参数  $W_{\infty}$ 、 $L_{\infty}$ 、 $K$  和  $t_0$  来表示。从小黄鱼、黄肚金线鱼、金线鱼、马六甲绯鲤、鲈鱼以及鲷鱼的生长参数值,可以比较出这些鱼类生长特征的差异(表 4)。 $W_{\infty}$  值的差异情况是:鲷鱼>鲈鱼>金线鱼>小黄鱼和黄肚金线鱼>马六甲绯鲤。 $L_{\infty}$  值与  $W_{\infty}$  值的差异情况相近似,其差异情况是:鲷鱼>鲈鱼>金线鱼>小黄鱼>马六甲绯鲤>黄肚金线鱼。 $W_{\infty}$  值(相应的  $L_{\infty}$  值)以鲷鱼为最大,种间的差异情况与各种鱼类的性成熟特点有联系。马六甲绯鲤 1 龄鱼就性成熟产卵;黄肚金线鱼和金线鱼 1 龄鱼大量成熟产卵;小黄鱼 2 龄鱼开始性成熟,3 龄鱼完全达到性成熟;鲈鱼 1、2 龄鱼开始性成熟,3、4 龄鱼大量性成熟<sup>[1,2,7,9]</sup>而厦门杏林湾鲷鱼 3 龄鱼的性腺只发育到第 IV 期,成鱼的个体也较大。

表 4 几种鱼类生长参数的比较

种 类	$W_{\infty}$ (克)	$L_{\infty}$ (毫米)	$K$	$t_0$ (年)
小黄鱼 <sup>[1]</sup>	300	272	0.45	-0.53
黄肚金线鱼 <sup>[6]</sup>	300	197	0.41	0.53
金线鱼 <sup>[6]</sup>	500	285	0.42	-0.95
马六甲绯鲤 <sup>[4]</sup>	180	200	0.41	-1.46
鲈鱼 <sup>[10]</sup>	825	425	0.53	-0.8
鲷鱼	4864	685	0.32	-1.17

厦门杏林湾 1961 至 1962 年鲷鱼渔获的年龄组成中, I 龄组和 II 龄组占优势,其次是 III 龄组。自 1970 年杏林海堤加宽,出海渠道完全封闭,杏林湾已无法天然纳苗。发展港养鲷鱼,只靠采捕天然种苗也不能满足要求,必须迅速解决人工培育苗种问题。为了提高港养鲷鱼单位面积产量,合理捕捞的生物学指标应以生长过程的主要转折点较为适当,看来杏林湾鲷鱼流刺网要扩大网目,限制捕捞年龄未达 2.5 周岁、体长不到 450 毫米,而体重又小于 1500 克的鲷鱼幼鱼。

## 参 考 文 献

- [1] 叶昌臣、丁耕芜,1964。辽东湾小黄鱼生长的研究。1,生长特性的研究。辽宁省海洋水产研究所调查研究报告 19。
- [2] 叶昌臣、王有君 1964。辽东湾小黄鱼生长的研究。2,生长的比较研究。辽宁省海洋水产研究所调查研究报告 20。
- [3] 何大仁、肖金华、石燕飞,1964。厦门杏林湾普通鲷鱼的性周期研究。中国海洋湖沼学会 1963 年学术年会论文摘要汇编,119 页。
- [4] 李明德等,1978。梭鱼的食性与生长。一九七七年全国海水鱼养殖技术协作会议资料汇编,第 79—90 页。
- [5] 林应麟、倪正泉,1963。提高杏林湾生产力途径的初步探讨。厦门市水产科学研究所调查研究报告,1963 年第 1 号。
- [6] 费鸿年,1973。南海北部几种底拖网鱼类资源状况的初步探讨。广东省水产研究所。
- [7] 南海水产研究所,1966。南海北部底拖网鱼类资源调查报告。第四、五册。
- [8] 张其永、郑郭烈,1959。梭鱼人工孵化试验初步报告。胚胎学学术会议论文摘要,1—16 页。科学出版社。
- [9] 徐恭昭、张孝威、刘效舜、吴鹤洲,1959。烟台外海鲈鱼生殖鱼群的分析。中国科学院海洋研究所。
- [10] 陈侠、李培军,1978。黄渤海区日本鲈(*Pneumatophorus japonicus*)的生长。辽宁省海洋水产研究所调

查研究报告 41。

- [11] Brulhet, J., 1975, Observations on the biology of *Mugil cephalus asientensis* and the possibility of its aquaculture on the Mauritanian Coast. *Aquaculture* 5:271-281.
- [12] Devasundaram, M.P., 1952. Scale study of *Mugil cephalus* Linn. of Chilka Lake. *J. Madras Univ.*, B, 22(1):147-163.
- [13] Jacot, A. P., 1920. Age, growth and scale characters of the mullets *Mugil cephalus* and *Mugil curema*. *Tsan. Amer. Micr Soc.*, 39:199-229.
- [14] Kesteven, G. L., 1953. Further results of tagging sea mullet *Mugil cephalus* Linnaeus, on the Eastern Australian Coast. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 4(2):251-306.
- [15] Odum, W. E., and E. J. heald, 1975. The Detritus-Based Food Web of an Estuarine Mangrove Community. *Estuarine Research*, 1:265-286.
- [16] Pillay, T.V.R., 1973. Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region. The Whitefriars Press Ltd.
- [17] Thomson, J. M., 1953. Status on the fishery for sea mullet (*Mugil cephalus* Linn.) in Eastern Australian. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 4(1):41-81.

## AGE AND GROWTH OF THE STRIPED MULLET IN XINGLIN WAN OF XIAMEN

Zhang Qiyong

(Department of Oceanology, Xiamen University)

Li Fuzhen and Du Jinrui

(Third Institute of Oceanology, National Bureau of Oceanology)

### Abstract

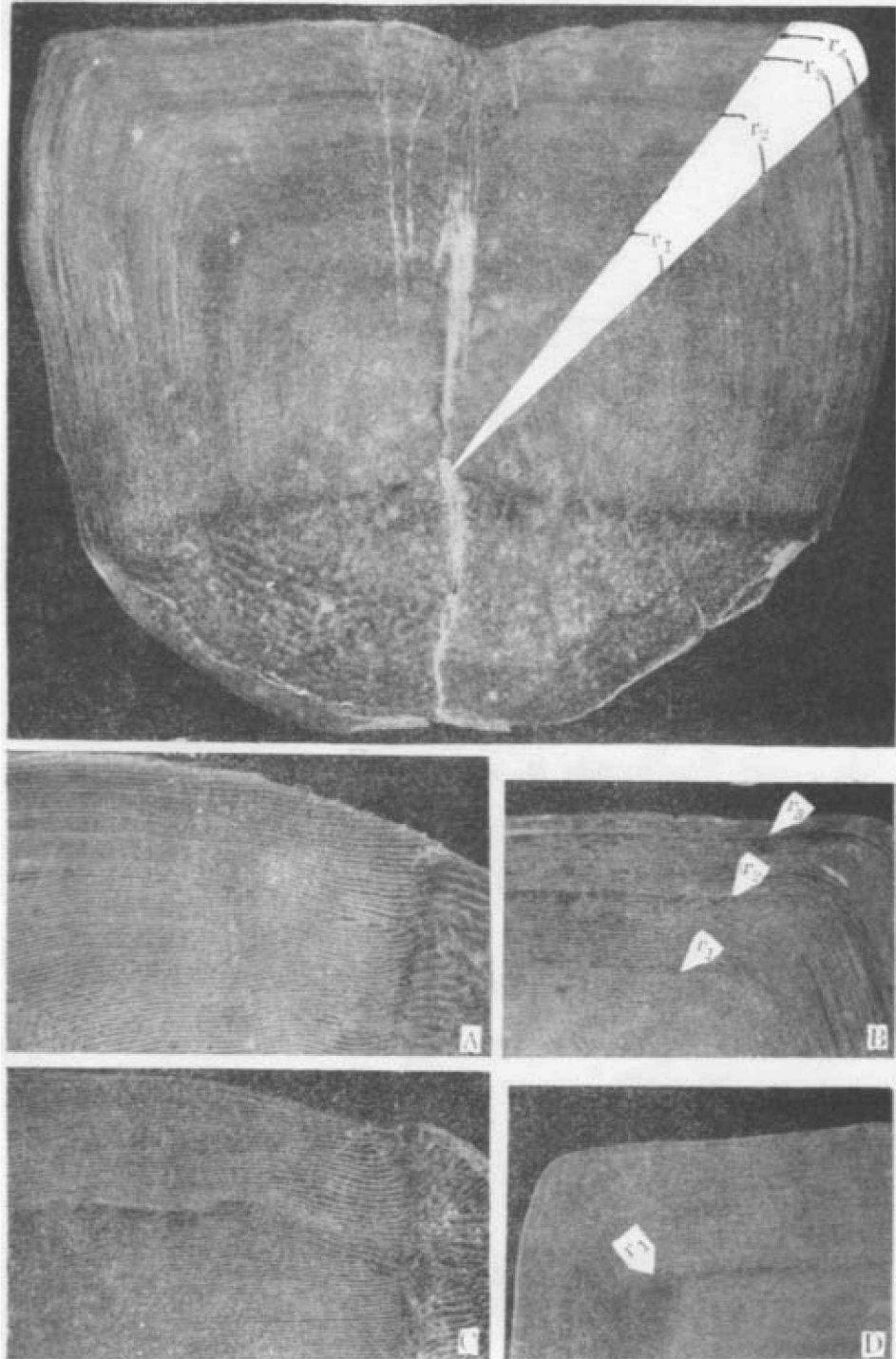
The scales of the striped mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus, used for age determination were collected from Xinglin Wan of Xiamen, a brackish water bay inclosed by dam, during the period from September 1961 to October 1962. The distinction between the true annulus and the false annulus has been described. It is confirmed that breaks were formed annually, dividing the scale into zones whose dimensions were related to the growth of the striped mullet. New annuli began to appear mostly in the months of October and November. The striped mullet matures at 3 years old and the growth rates decreased after the adult stage.

The length-weight relationship formula was calculated to be  $W = 6.492 \times 10^{-5} L^{2.7768}$ , the relationship between the scale length and standard length was expressed to be  $R = 0.031L - 0.8359$ , where  $W$ ,  $L$  and  $R$  represent body weight (excluding gut and gonads) in grams, standard length in mm and scale length in mm respectively. It was found that the growth of the striped mullet in Xinglin Wan corresponds to von Bertalanffy's growth equation, then we obtain

$$W_t = 4864(1 - e^{-0.818(t+1.171)})^3,$$

$$L_t = 685.1(1 - e^{-0.318(t+1.173)}).$$

Here  $W_t$  is body weight (excluding gut and gonads) in grams at the age of  $t$ , and  $L_t$  is standard length in mm at the age of  $t$ . In order to increase the production of the striped mullet in Xinglin Wan, it is necessary to prohibit the capture of young fish, suggested minimum legal harvestable age and size of this fish may be 2.5 years old, 450mm in length and 1500 grams in weight.



图版 鳎鱼鳞片的年轮和年轮特征

$r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$  和  $r_4$  分别代表第一、第二、第三和第四年轮。  
A 和 B 示侧区和前区环纹切割；C 和 D 示侧区和前区环纹紊乱。