

## 渤、黄海带鱼年龄与生长的研究\*

洪秀云

(辽宁省海洋水产研究所)

### 提 要

本文报道了渤、黄海带鱼年龄与生长关系的研究结果。此项研究工作所用的材料采自北纬 $33^{\circ}$ — $39^{\circ}30'$ ,东经 $119^{\circ}$ — $125^{\circ}30'$ 海域机帆拖网、机轮拖网及架子网的渔获物。根据耳石年轮测定年龄,测定鱼的体长和体重,确定生长情况。研究结果表明,渤、黄海带鱼的体长( $L$ )与耳石半径( $R$ )的关系符合于幂函数曲线: $L = 36.84R^{1.5953}$ 。其生长适合于方程: $L_t = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]$ ,计算求得 $L_{\infty} = 501\text{mm}$ , $K = 0.438$ , $t_0 = -0.0607$ ;同时也适合于方程: $W_t = W_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]$ ,计算求得 $W_{\infty} = 1592$ 克,拐点的位置为 $t = 2.32$ , $W_t = 471$ ,约相当于 $0.232W_{\infty}$ 处。渤黄海带鱼体重( $W$ )与体长( $L$ )的关系可用下式表示: $W = 3.339 \times 10^{-5}L^{3.8443}$ 。带耳石边缘各月增长率( $I$ ),按 $I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$ 计算结果为一年一个周期,自4月起升高,12月达最高峰,此时的 $I$ 值为 $0.6$ — $0.7$ 。1—3月大部分出现窄带轮纹, $I$ 值锐降至 $0$ 及 $0.15$ 。文内以窄带称为年轮,年轮主要在1—3月形成。

在带鱼年龄与生长的研究方面,三栖宽<sup>[3]</sup>及浙江省海洋水产研究所<sup>(1)</sup>曾有东、黄海带鱼的报导。阪本俊雄<sup>[4]</sup>也曾对纪伊水道产的带鱼进行过研究。但对渤、黄海带鱼,即所谓“北群”<sup>[2,11]</sup>带鱼尚未见报导。在上述报导中,对于第一轮纹形成时间的问题尚有分歧意见,某些计算方程也有存疑之处。

我们对渤、黄海带鱼年龄与生长的研究工作,自去年采用牙钻车<sup>(2)</sup>解决了高龄鱼耳石的磨片技术问题后有了进展。本文论述的是渤、黄海带鱼的年龄鉴定及生长中的若干相关关系。在体长与耳石长关系方面,提出了既不同于三栖宽<sup>[3]</sup>、又不同于阪本俊雄<sup>[4]</sup>的计算方程,并利用当龄幼鱼等资料,论证了第一轮纹形成时间等问题。

### 材 料 与 方 法

研究用的样品采自1962—1963年1至12月,包括北纬 $33^{\circ}$ — $39^{\circ}30'$ ,东经 $119^{\circ}$ — $125^{\circ}30'$ 海域机帆拖网,机轮拖网及架子网的渔获物(图1)。

\* 本所张永涵、程传中、秦玉江、张旭等同志曾参加过本项工作。本文照片由寇宝增同志拍摄。

(1) 浙江海洋水产研究所,1960。带鱼年龄与生长的初步研究。

(2) 洪秀云、丁耕芜,1977。一种耳石磨片新方法。水产科技,第四期。辽宁省海洋水产研究所。

全部样品共 983 尾, 其中耳石制片 492 尾。重量生长方程是采用渤海湾产卵场带鱼 1963—1964 年 6 月 1200 尾标本计算的。

带鱼左右耳石上的轮纹一致, 大小接近相等, 因此, 可以任取其一进行测量。观察用的高龄鱼耳石的中央肥厚部分均以牙钻车按原形加工磨薄, 用树胶粘制成片后进行测量。

耳石轮距以透明带向不透明带过渡的部位为基准, 在透射光线下, 以 40 倍双筒解剖镜用接目测微尺测量。由中心到有缺刻一端的长侧外缘为耳石半径长  $R$ , 自中心至各轮的长度作为轮径。如图(2)

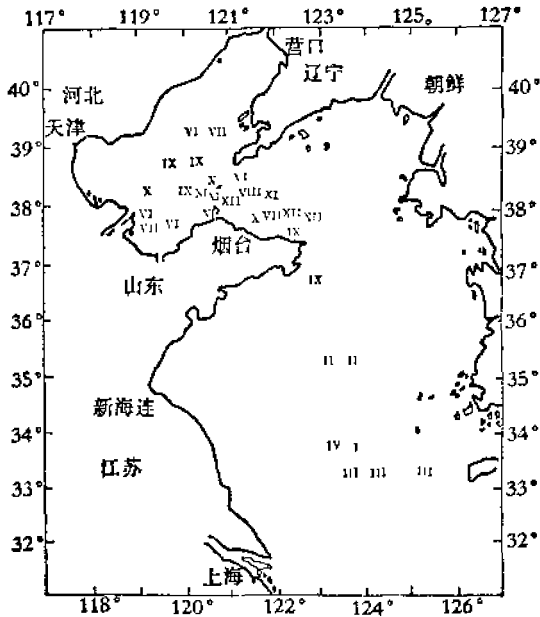


图 1 带鱼样品采集海域分布图(罗马字代表月份)

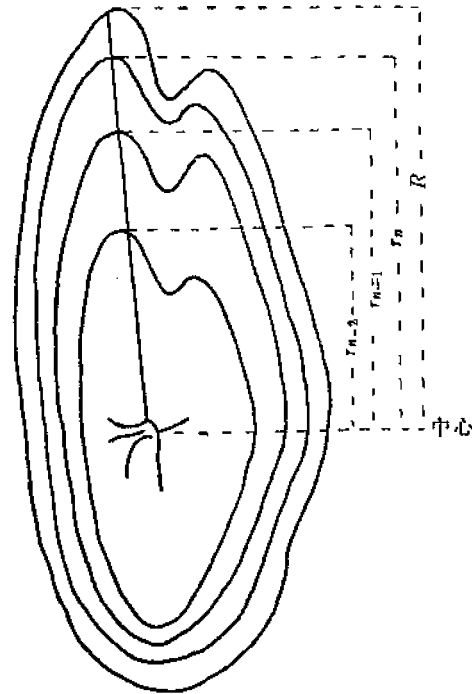


图 2 轮纹测定示意图

## (一) 年 龄

### 1. 耳石轮纹特征

带鱼耳石状似一缺胚芽的米粒。外形椭圆, 前端中部内凹, 两侧中部略有棱角, 中央部分厚。把磨成片的耳石置于透射光线下观察, 可以看到在中部最宽处的稍后方, 具有放射状裂纹的中心部, 围绕该中心有若干与耳石外缘形状大体一致的同心轮纹, 它们由颜色浅淡的细纹组成的宽带和由颜色深浓较粗条纹组成的窄带呈规律性交替。这种规律性的交替就是研究年轮形成周期的基础。

### 2. 年轮形成周期

耳石的边缘增长率是按(1)式计算的。

$$I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}} \quad (1)$$

$I$  表示边缘增长率。

$R$  是耳石半径。

$r_n$  和  $r_{n-1}$  分别代表由中心至倒数第一轮和倒数第二轮的轮距。

各月标本按式(1) 计算各轮组的  $I$  值,其逐月变化如图(3)。图(3)表明各轮  $I$  值变化规律显然是一年一个周期。 $I$  值由 4 月分逐渐升高,至 12 月分达最高峰,平均约在 0.6—0.7 之间。1—3 月随着耳石窄带轮纹先后出现,  $I$  值下降到 0 及 0.15。4—6 月尽管个别个体的  $I$  值为零,但总的趋势开始逐月上升。这种  $I$  值年而复始的规律性的变化反映了窄带形成的周期。因此我们把窄带称之为年轮。窄带形成时期在 1—6 月,而以 1—3 月为主。

### 3. 年轮特征

在透射光下年轮呈棕色带, 轮纹结构特征与小黄鱼类同<sup>(4)</sup>, 常见的有单, 双, 多带型, 如图 4。而且在同一轮圈可出现二段不同型的轮带结构。

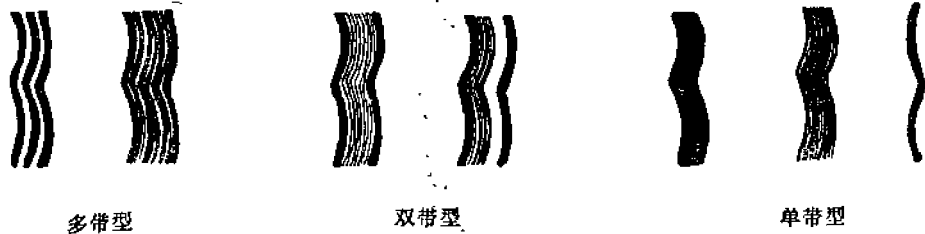


图 4 带鱼耳石年轮特征模式图(50 倍观测)

带鱼耳石的副轮常不规则地出现在中心至第一轮或其他轮间, 可根据其轮圈不完整及不具有规律性的年轮特征或仅具一些细纹状结构等特点, 把它们与年轮相区别。

## (二) 生 长

### 1. 体长与体重的关系

体长与体重是生物体生长的两个变量, 在研究生物体的生长规律时, 常选用比较容易而且能准确地测定的体长, 而体重却是渔业生产考虑的主要因素。因此, 研究其相关关系, 实质是用生物体的线性量度表示质量。

生物体体重与体长的关系, 一般关系式为  $W = qL^b$ ,  $q$  及  $b$  为二个参数, 通常指数  $b$  在

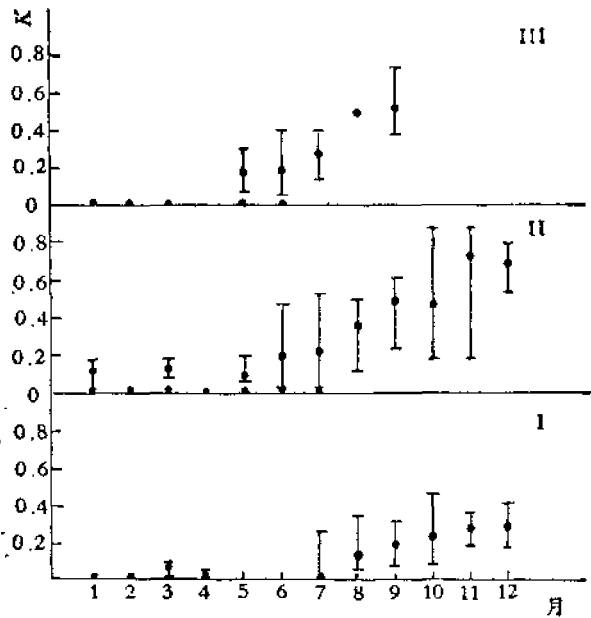


图 3 带鱼耳石边缘增长率( $I$ )逐月变化

(1) 丁耕芜等, 1964. 小黄鱼年龄的研究. 辽宁省海洋水产研究所调查研究报告, 第 18 期。

3左右。带鱼完全符合于这一方程、计算结果为：

$$W_t = 3.339 \times 10^{-5} L_t^{3.8443} \quad (2)$$

$W_t$  表示  $t$  时的重量(g)；

$L_t$  表示  $t$  时的体长(肛长)(mm)。相关系数  $r = 0.993$ , 标准差  $s = 1.169$ , 式(2)如用图表示则如图5。

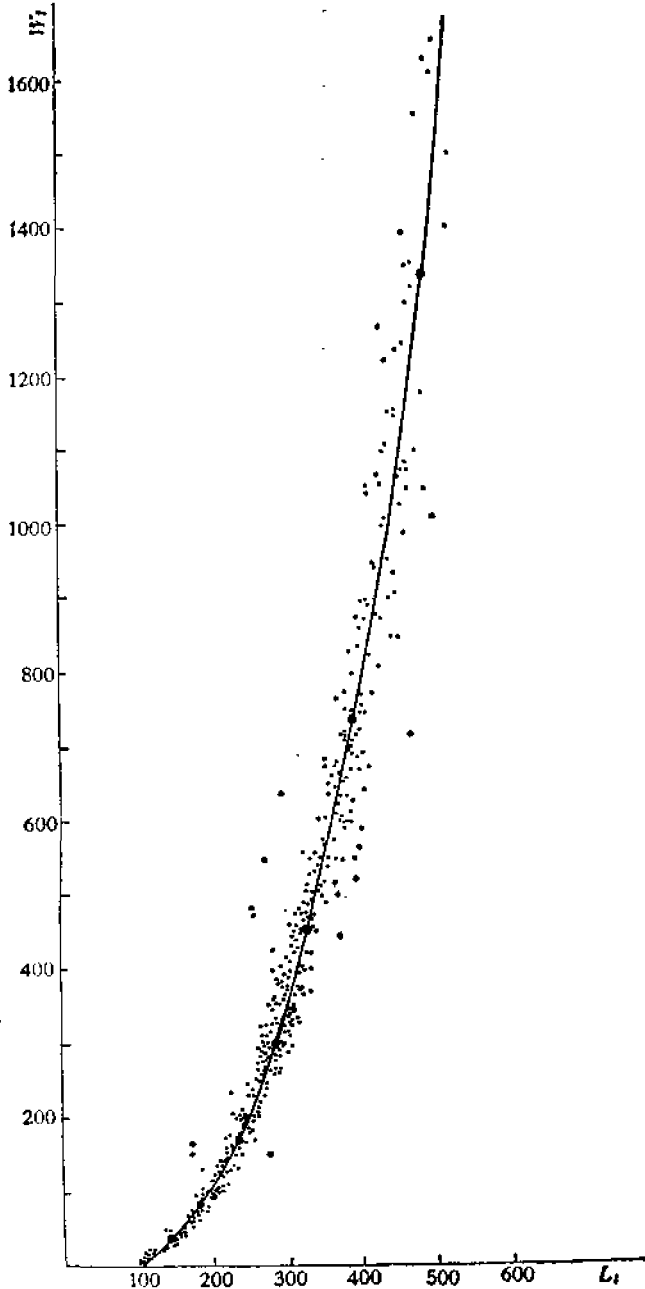


图5 带鱼体重与体长相关

$$W = 3.339 \times 10^{-5} L^{3.8443}$$

## 2. 体长和耳石半径关系

前所述及的轮纹宽、窄带规律性的交替现象, 实际上反映了带鱼周年生长的规律性, 也就是说体长与耳石半径间存在着一定的关系。今把资料绘成图 6。

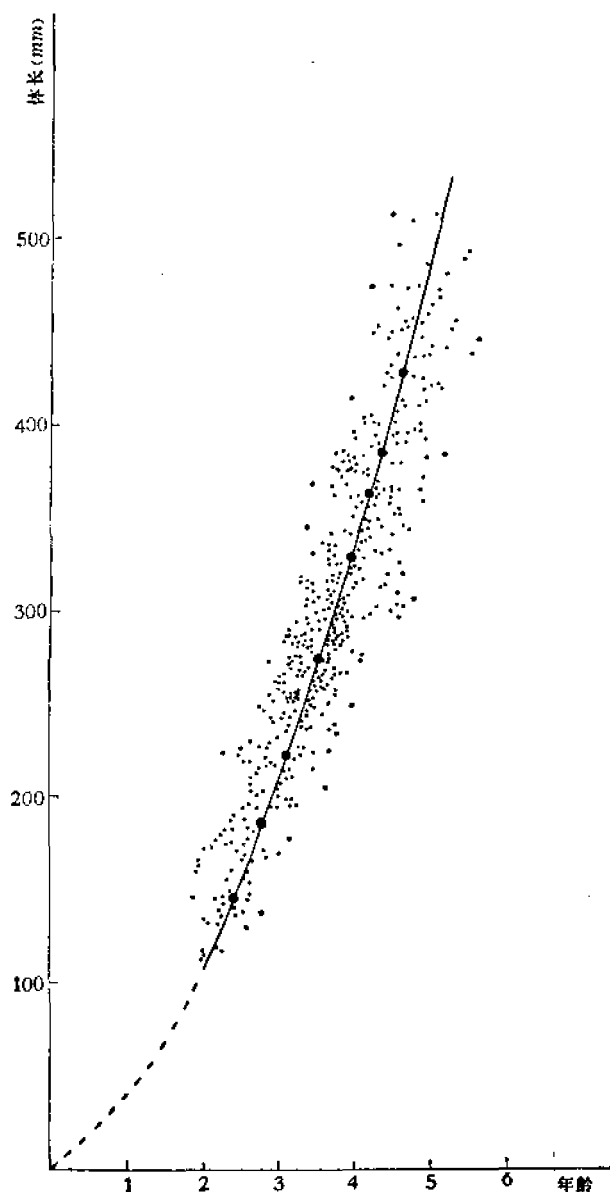


图 6 带鱼体长与耳石半径相关

$$L = 36.84R^{1.5952}$$

可用幂函数表示两者间的关系。相应的方程和参数值, 如式(3)

$$L = 36.84R^{1.5952} \quad (3)$$

相关系数( $r$ ) = 0.996, 标准差  $s = 1.046$

### 3. 生长的一般规律

鱼类生长主要是研究鱼体的体长、体重等增长规律。

带鱼的生长规律可以用 Von Bertalanffy 的生长方程描绘。长度生长方程一般可用(4)式表示

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (4)$$

$L_t$  表示  $t$  时体长;

$L_{\infty}$  为鱼的渐近长度;

$K$  为曲率参数;

$t_0$  是假定常数。即当  $L_t = 0$  时。

本文用逆算体长,求式(4)的参数,以各轮群( $r_1, r_2 \dots r_n$ )轮距平均值代入式(3)求得各龄鱼的逆算体长如表1。用逆算体长与实测体长绘成图7。图7与式(4)一致、据式(4),用逆算体长求得参数值为  $L_{\infty} = 501$ ,  $K = 0.438$ ,  $t_0 = -0.0607$ 。

表1 各龄鱼逆算体长

项 目 \ 轮 群	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$
耳石长平均值(mm)	2.74	3.6	4.20	4.65	4.73
样品数(尾)	(393)	(248)	(122)	(71)	(126)
平均计算体长(mm)	184	284	363	428	439

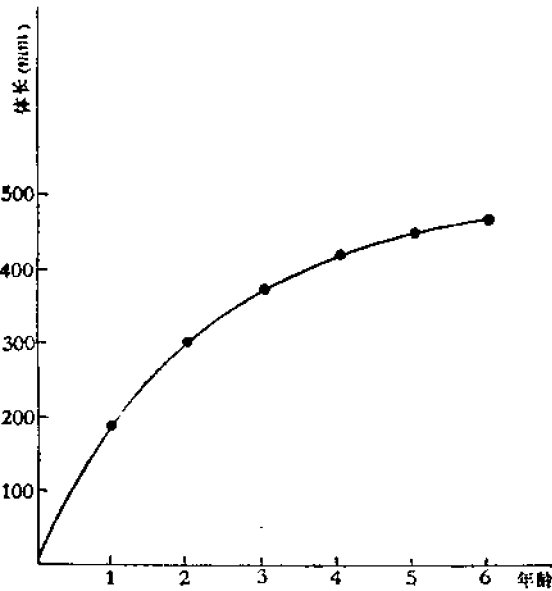


图7 带鱼长度生长曲线

将  $t$  代入公式求得计算体长与上述逆算体长基本相符。见表(2)

表2 逆算、计算、实测体长比较

体长 (mm) \ 年 龄	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	备 注
逆 算 体 长	184	284	363	428	439	实测体长为2—5月年轮正出现时的个体体长平均值
计 算 体 长	186	298	369	416	446	
实 测 体 长	195	291	342	417	456	

重量生长方程按(6)式表示:

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (6)$$

$W_t$  在  $t$  时的体重;

$W_{\infty}$  为鱼的渐近重量;

$K$  为曲率参数;

$t_0$  为假定常数。即当  $W_t = 0$  时的年龄。我们用 1963—1964 年 6 月采自渤海莱州湾产卵场的 1200 尾各龄带鱼的平均体重计算, 求得参数  $K = 0.34$ ,  $W_{\infty} = 1592$  克,  $t_0 = -0.91$ 。拐点的坐标位置为  $t = 2.32$ ,  $W_t = 471$  处, 约相当于  $0.296W_{\infty}$  处。这拐点位置与一般鱼类的拐点位置吻合, 它表示带鱼的重量生长发生重大变化, 一般发生在鱼类性成熟时。我们实测带鱼性成熟在 2—3 龄与计算值一致。今列出实测体重与计算体重, 供参考。见表 3

表3 计算体重与实测体重

体 重 (g) \ 年 龄	I	II	III	IV
$W_t$ : 实 测 值	150	401	640	865
计 算 值	178	394	633	851

## 讨 论

### (一) 关于第一轮的形成时间问题

如上所述, 渤、黄海带鱼耳石的年轮主要在 1—3 月形成, 也就是说第一轮在出生(渤、黄海带鱼的产卵盛期在 6 月)后约 8 个月, 平均肛长达 182—192mm 左右时形成。

在观察到的第一轮之前是否还有一个理论轮是带鱼年龄研究工作中的一个有争议的问题。三栖宽<sup>[8]</sup>用  $L+1 = a + bL$  公式计算, 推导出东海带鱼在可以观察到的第一轮(肛长 183mm 左右的小型带鱼); 阪本俊雄<sup>[4]</sup>认为纪伊水道带鱼可分为春生与秋生两个发生群, 他不同意三栖宽的理论轮之说, 指出三栖宽在研究年龄的材料中可能混有秋生群。

渤、黄海的带鱼只有一个产卵盛期, 所以不存在两个发生群的问题。我们曾在 1963 年 7—11 月连续收集过当龄幼鱼样本。各时期的肛长如表 4:

表 4 表明, 渤、黄海当龄带鱼的生长相当迅速, 出生后约 2 个月(8 月 9 日), 肛长即达

表4 1963年当龄带鱼

捕获日期	渔区	船网	肛长 (mm)			体重 (纯) (g)		年龄	长度标准差	标本数
			平均	范围	主要肛长组	平均	范围			
7.11	61/5	渔政架子网	* 25.0	20—30	23—25	0.1	0.07—0.22	0	2.1	50
8.9	61/5	"	71.4	61—89	61—89	5.3	3—10	0	—	16
8.9	47/6	"	74.6	58—95	60—85	6.2	3—13	0	10.9	25
9.11	17/8	"	93.8	55—125	85—115	4.2	4—23	0	24.3	50
10.9	29/9	机帆船拖网	135.8	105—165	125—145	36.4	17—56	0	0.2	50
11.13	38/9	渔政拖网	173.6	115—235	155—185	84.0	28—200	0	20.5	50
11.26	54/6	"	189.8	105—225	195—215	104.0	37—175	0	25.0	50

\* 鱼体小肛长由下颌至臀鳍前第一硬棘。

72mm。出生后不到半年(11月26日)即达190mm。因此,我们把渤、黄海带鱼观察到的第一轮作为真正的第一轮是符合客观实际的,并不存在理论轮的问题。另外,从出生后约2个月,肛长即可达70mm以上,不能不使我们对三栖宽所说的肛长46.7mm时应形成第一轮的观点表示怀疑。

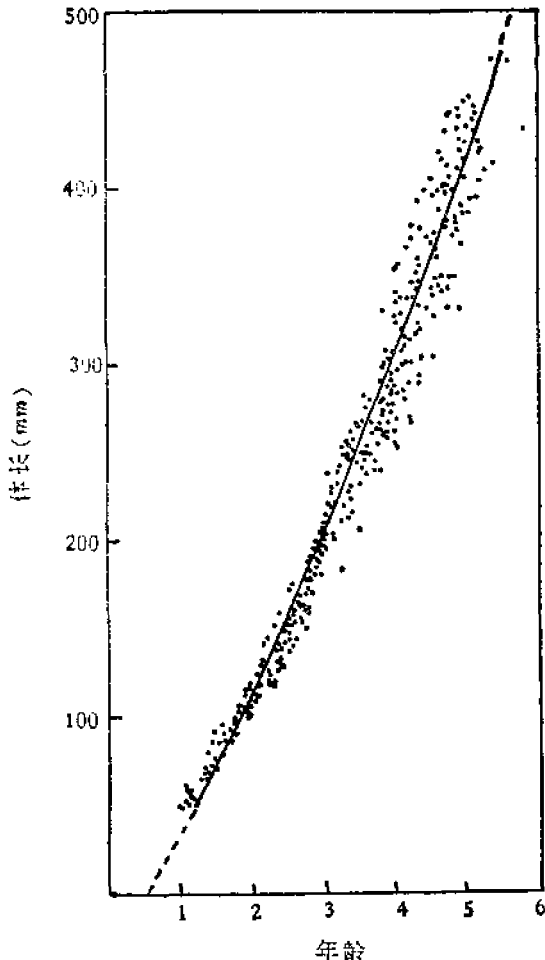


图8 纪伊水道带鱼体长与耳石相关  
(引参考文献[4])

## (二) 关于体长与耳石长的关系

体长与耳石长度的相关关系是研究鱼类生长,进行鱼体逆算的基础。在研究两个变量的相关关系时,一般需把实验数据用经验配线方法以求得经验方程。在带鱼体长与耳石长关系的研究方面,三栖宽<sup>[3]</sup>用 $y = a + bx$ 型,阪本俊雄<sup>[4]</sup>用 $y = a + bx + cx^2$ 型方程分别描述了东海及纪伊水道带鱼的这两者关系。在他们选用的方程中的参数 $a$ 皆为负值;按方程的生物学定义解释,即是当耳石长为0时,体长为负值;或者说已有耳石长度时没有体长,这是不符合客观实际的。就阪本俊雄的相关图8而论,如把他的 $y = a + bx + cx^2$ 型方程改用 $y = ax^3$ 型方程来表示,则曲线轨迹与各实测对应点似乎更为密接。从图6、8实验数据轨迹看,我们认为用直线回归方程仅能表示两者间的某段过程的关系,它不能表示两者关系的全过程。譬如它适用于肛长200毫米以上范围,而难于反映200毫米以下个体。阪本俊雄的方程也有类似缺陷。



鉴于此, 我们根据经验曲线选用  $y = ax^b$  型函数方程来表示渤、黄海带鱼的这两者关系, 不仅符合方程的生物学定义, 而且能更为客观地反映两者间全过程的真实关系。

### 参 考 文 献

- [1] 朱元鼎, 1959. 中国主要海洋渔业生物学基础的参考资料, 太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集. 科学出版社。
- [2] 成庆泰, 1957. 祖国海产四大渔业. 学艺水产月刊, 第2号。
- [3] 三栖宽, 1958. 东海黄海产タチウオ资源的研究. 第一报, 年龄と成长について. 西海区水産研究所研究报告, 15(2):2—13。
- [4] 阪本俊雄, 1976. 纪伊水道産タチウオの年齢と生长. 日本水産学会志, 42(1):1—12。
- [5] Rehier, H. A., 1962. Validation of the Scale Method for Estimating Age and Growth of Bluegills. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 9(94):362—374。
- [6] Kohler, A. C.; Clark, J. R., 1958. Haddock Scaleotolith Comparisons. *J. Fish Res. Bd. Canada*, 15(6): 1239—1246。
- [7] Beverton, R. J.; Holt, S. T., 1957. On the Dynamic of Exploited Population. *U. K. Ministry Agric. and Fish., Invest. Ser. II.19.*

## A STUDY ON THE AGE AND GROWTH OF THE HAIRTAIL IN THE PO HAI AND HUANG HAI

Hong Suiwing

(Research Institute of Marine Fisheries of Liaoning Province)

### Abstract

There are 983 and 1200 hairtail fish (*Trichiurus haumela* Forskål) used respectively for age analysis and for composition analysis. Samples were taken in Po Hai and Huang Hai in 1962—1963.

The results are summarized as follows:

1) The hairtail fish in Po Hai and Huang hai grow rapidly in the same year they hatched. The body length reaches 72mm about two months after hatching, and at the length of 190mm the annulus begins to form. Therefore the first annulus observed can be considered as the first true annulus.

2) The relationship between body length (L) and distance of the annulus from the nucleus (R) on the otolith is conformed with the power function curve:

$$L = 36.84R^{1.5962}$$

3) The growth of the hairtail fish is as the following equations:

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

where  $L_{\infty} = 501\text{mm}$ ;  $K = 0.438$ ;  $t_0 = -0.0607$

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

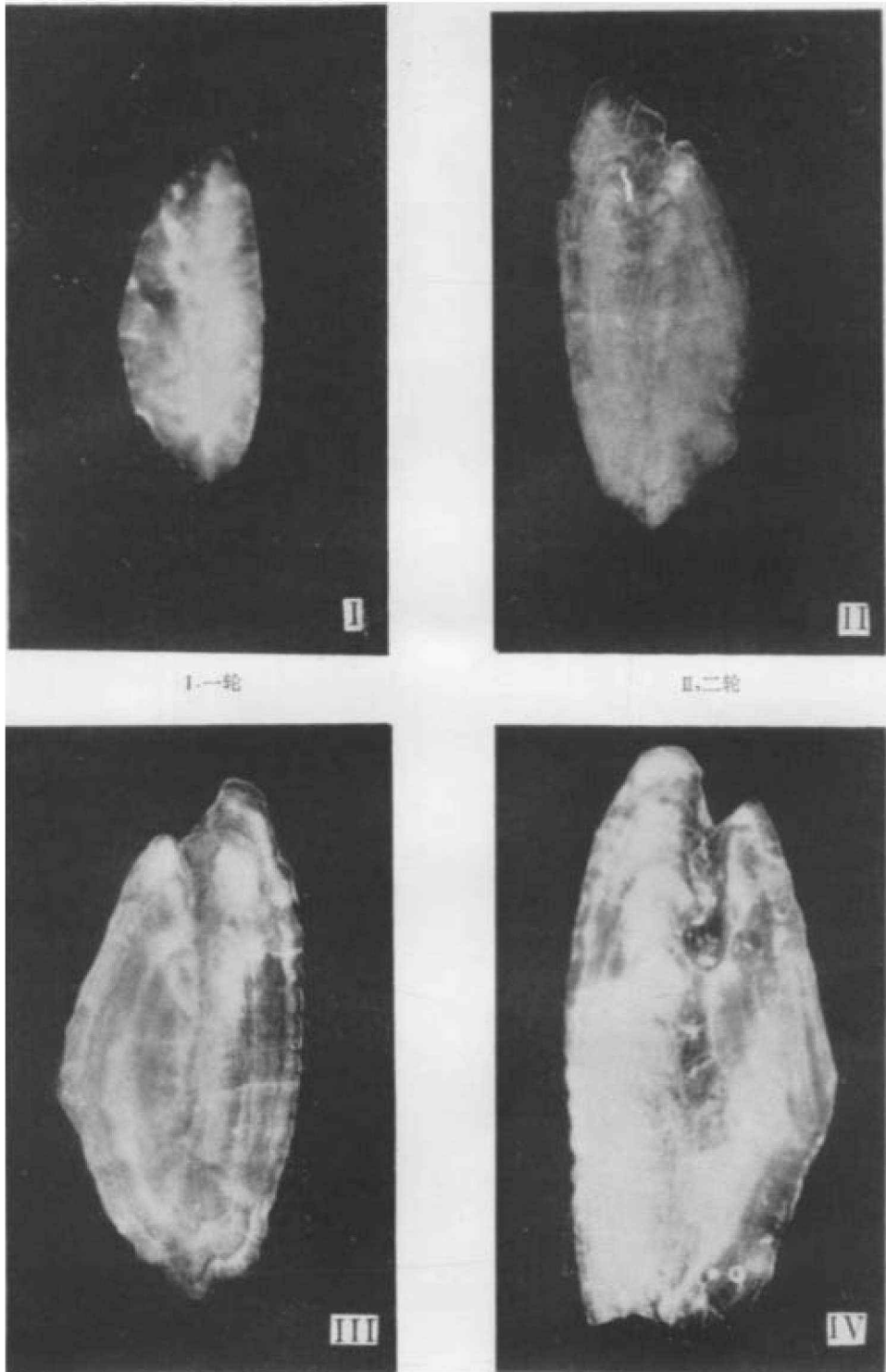
where  $W_{\infty} = 1592\text{g}$ ;  $K = 0.34$ ;  $t = -0.91$  The coordinate of the inflexion point

being at  $t = 2.32$   $W_t = 471$ , corresponding to  $0.232 W_{\infty}$ .

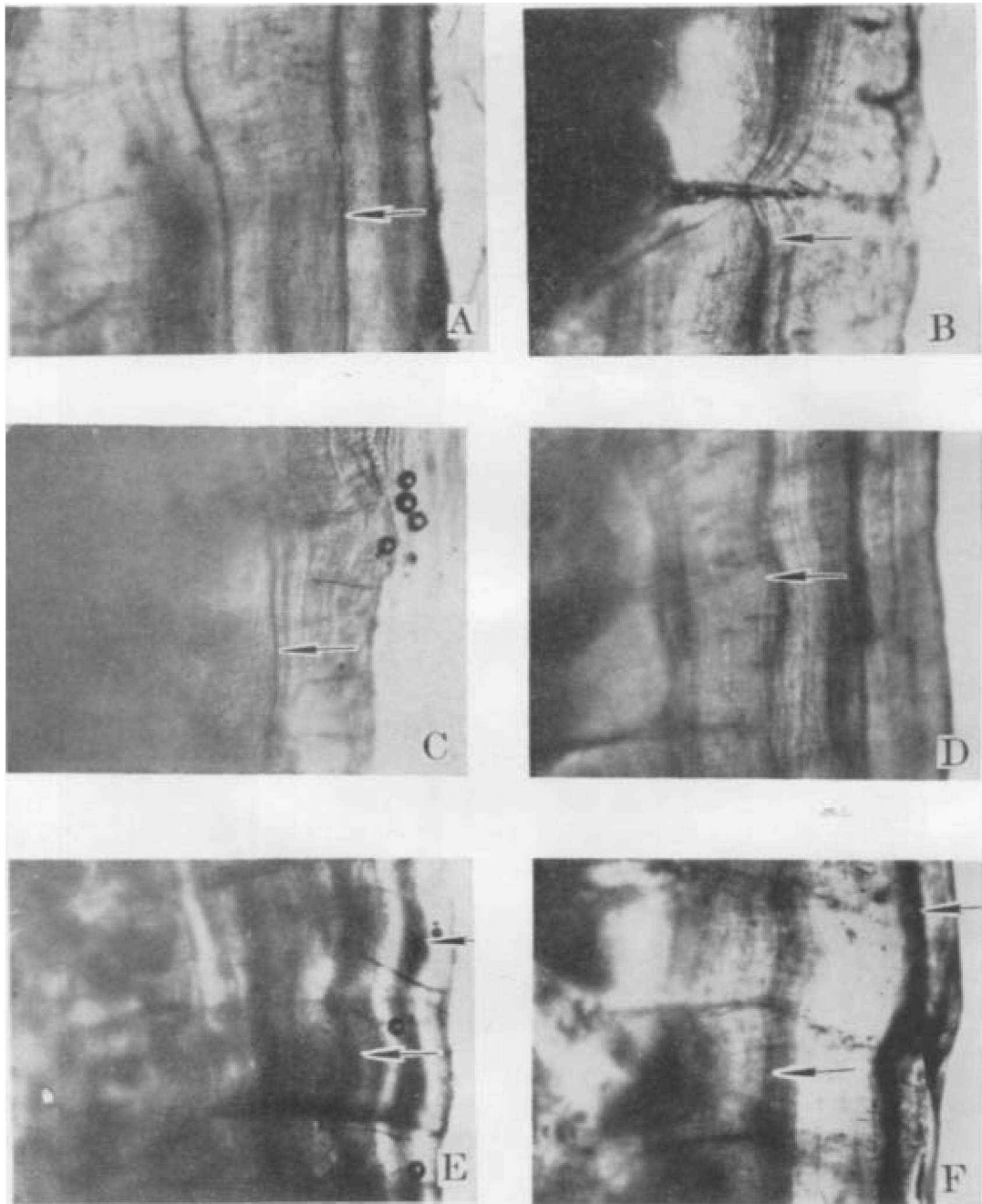
4) The Length (L) weight (W) relationship of the hairtail fish is expressed as follows:

$$W = 3.339 \times 10^{-6} L^{3.6443}$$

5) It is certain that the monthly changes of the terminal index at each annulus group of the otolith form one cycle each year. The terminal margin of the opaque zone (narrow zone) is called the annulus and the formation of the annulus chiefly takes place from January to March.



图版 I 鱼的耳石照片



图版 II 浙江牡蛎年龄特征

A, 单带型; B, C, 双带型; C, 双带型; D, 单带型; E, 单带—双带型; F, 单带—多带型