

## 带鱼年龄鉴定问题探讨\*

吴鹤洲 成贵书 王建飞

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

**提要** 在带鱼耳石横切片上, 可以较清楚地看到暗窄带与明亮宽带交替排列所构成的生长年带。春季出生者自当年11月、秋季出生者自12月开始出现窄带, 但耳石轮纹的主要形成期均在1—2月份。第一轮径的观测值最小为0.363mm, 最大为1.254mm, 其相应的鱼体长度为62和261mm。依 $r_1$ 的大小, 东海北部带鱼种群可划分为早生群( $r_1 \geq 0.72$ mm)和晚生群( $r_1 < 0.72$ mm)。轮纹数相同者归属同一世代。

带鱼 *Trichiurus haumela* (Forskål) 是我国海洋渔业最主要的捕捞对象, 广泛分布于中国、朝鲜和日本等附近海区, 存在着多个种群<sup>[1,2,6,7,9]</sup>, 但以其分布中心区的东海北部种群数量最大(最高年产50万吨以上, 约占我国带鱼总产量的90%)<sup>[4]</sup>。为促进对带鱼资源的深入研究和科学利用, 本文仅就国内外尚存在着争议的带鱼年龄问题加以分析探讨。

### 一、材料与方 法

周年逐月样本(1977年5月至1978年6月)取自东海北部海域的机轮拖网和沿岸定置网渔获群体, 共观测耳石样本3452号; 补充分析1976年生殖鱼群样本34号; 此外, 还与南海的北部湾、海南岛崖县(三亚)、硃洲岛以南、粤东海区和东海南部的闽南、闽中、闽东、浙南海区以及黄海的海州湾、青岛附近海区与渤海的莱州湾等地鱼群的耳石轮纹性状进行了比较观察。

带鱼耳石, 低龄时侧面观近似米粒状的椭圆形, 纵长轴与鱼体首尾线平行, 外侧内凹, 内侧外凸并有纵沟, 下侧较薄而呈弧形, 上侧较厚并随年龄的增长而趋近三角形。

由于带鱼耳石在生长过程中逐渐增厚, 较大个体耳石的中间部位肥厚而不易观测轮纹, 故使用新型耳石切片机和虫胶粘片新工艺, 以双页金钢石圆片锯, 沿耳石上侧最高点至耳石中心点联线的两侧, 一次完成厚约0.3或0.5mm的耳石横截切片(图版I:1)。切片不需研磨, 可直接置于解剖显微镜下, 以二甲苯浸润并辅之反射灯光观察, 以目微尺测量耳石中心至上侧外缘的半径( $R$ )和轮距( $r_n$ )(图版I:2)。低龄鱼耳石微薄、轮纹清晰, 也可直接整体观测。

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第773号。罗秉征、卢继武、李城华、吴佩秋、孙雪兴、黄颂芳等同志参加了资料的收集, 黄颂芳同志还承担部分耳石切片工作; 吴光宗、李奉松等同志帮助耳石图片摄制; 宁波海洋渔业公司对调查取样给予大力支持, 均此谨表谢意。

本文曾在中国海洋湖沼学会鱼类学会第一次全国代表大会资源与生态分组学术讨论会(武汉, 1979)上宣读。  
收稿日期: 1983年5月9日。

## 二、耳石轮纹特征

在耳石切片上,可较清楚地看到与其外形相似的封闭状轮圈和由若干条辐射线交叉构成的中心点。与耳石横断面长轴相垂直的中心点的投影直线接近于耳石内侧洼沟的最凹部(图版 I:2—3)。

耳石切片在投射光暗视野下观察时,可以看到较透明的暗色宽带和不透明的浅色窄带交替排列;而在透射光明视野下,则宽带为浅色的明亮带,窄带呈深色的线条状暗带。宽带与窄带交替构成各个完整的生长年带,因此可按窄带计数年龄,并以暗窄带与下一明亮宽带的交界线(即窄带外缘)作为轮距测量的标界线<sup>[19]</sup>。由于轮带在耳石横断面的背侧区最为清晰、宽广,故耳石半径和各个轮距的测量,取其与耳石横断面长轴相垂直的投影距离(图版 I:2),测量单位为目微尺的格数(1格=0.033mm)。

第一轮及次后的各个窄带轮圈与各成长阶段的耳石外缘轮廓相似(图版 I:3),且窄带本身具有一定的宽度,在镜检观察时有立体感,熟悉这种轮纹性状后,则可与某些样本耳石上偶而出现的、呈较模糊线纹状结构或不完整的副轮纹相区别。

带鱼耳石上显现出的第一轮的轮距( $r_1$ )大小差别很大,最小为0.363mm,最大为1.254mm;相应的鱼体长度(吻端至肛门前缘的距离,下同)最小为62mm,最大为261mm;耳石轮径测定值和鱼体长度测定值的频率分布,往往既呈多峰型而又无很明显的间断。这种现象曾是鉴定带鱼年龄工作中的较大困难和导致判断错误的原因。所以,必须在识别带鱼耳石上可见轮纹性状的基础上,查明轮纹形成的周期和时间,从而依据表征年龄的轮纹性状标志来鉴别个体的世代归属,或进而判别大部分个体的出生季节,而不可按轮纹离耳石中心的远近进行推测估计,以免计量错误。

比较南海、东海、黄海以及渤海水域各地区的带鱼群体样本耳石,查明虽其相对生长存在一些差异,耳石长度与鱼体长度回归曲线的截距和斜率也不尽相同<sup>[7,1]</sup>,但轮纹性状均颇相似,因而可将东海带鱼耳石轮纹的形态鉴别标准,普遍地用于中国近海各地带鱼的年龄鉴定。但是,关于出生季节,第1轮径大小差别很大的问题,不仅东海水域存在,南海和黄海也同样存在,均需谨慎对待。

## 三、轮纹形成的周期与时间

经对东海带鱼周年逐月样本进行耳石边缘性状观察,并依第1轮轮径的大小(图4—5)划分为A组(晚生群: $r_1 < 0.72\text{mm}$ )和S组(早生群: $r_1 \geq 0.72\text{mm}$ ),统计分析结果如图1所示:(1)透射光明视野下的暗窄带在边缘出现的时期为11—4月,而5—10月间的全部样本耳石则均处于明亮宽带状况;(2)较早出生的S组窄带开始出现的最早时期为11月,较晚出生的A组则为12月,但相对数量均甚少(4.5—5.9%);大量开始出现窄带的时期S组为12—1月,A组虽稍晚,但其多数峰亦在1月,仅极少量个体延至2月开始出现窄带;(3)出现完整窄带(轮纹形成)的时期,少量个体(S组的9.5%)为12月,大量个体为1—2月,3月为窄带基本形成并大量向快速生长过渡的时期,至4月则全部

1) 吴鹤洲等,带鱼耳石相对生长的研究(未刊稿)。

形成完整的窄带、且多数个体(S<sub>1</sub>组93.5%, A组83.3%)的耳石边缘已处在清晰可见的明亮宽带状态。

同一世代及至同一出生季节的较大个体,耳石边缘较早开始出现窄带(11—12月),但各个世代的全部个体至1月份则已全部处于窄带状况,并于2—3月间形成完整的窄带(图2)。

测量逐月样本耳石边缘明亮宽带的量值,计算其边缘增长幅度与前一年增量之间的比值( $I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$ ),以了解耳石在年周期内的增长节律,可进一步分析轮纹的形成周期与时间。经对耳石上显有窄带轮纹的2572尾周年样本的

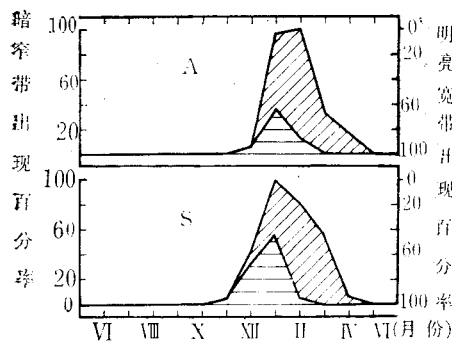


图1 耳石边缘暗窄带与明亮宽带出现时期  
(横线部分表示不完整窄带,斜线部分表示完整窄带)

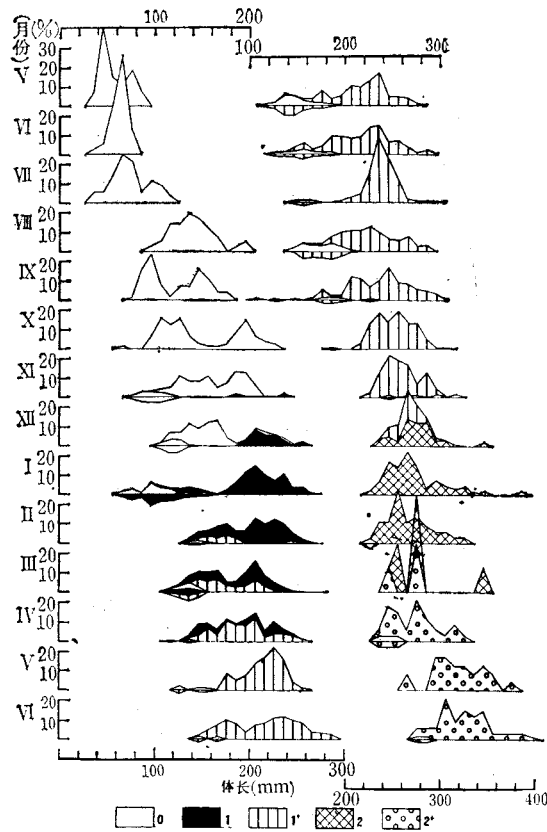


图2 0—2龄带鱼长度组成的季节变化和耳石轮纹出现时期

[x轴上下方对称曲线图面表示晚生群(A), x轴上方曲线表示早生群(S)]

测定数值进行统计分析,结果如图3所示:(1)由宽带向窄带过渡(部分个体  $I = 0$ )的时间,一轮和二轮组最早为11月,三轮组为12月,基本结束于3月;(2)窄带形成后向宽带过渡(部分个体  $I > 0$ )的时间,一轮组开始于2月,二、三轮组开始于3月;3—4月间  $I$  值微升,5月以后逐月显著升高,迄至11月前后  $I$  值趋达极大点,表明新轮即将出现。

因此,无论是从耳石边缘性状观察,抑或从耳石边缘增长率的测定分析来看,带鱼耳石上的窄带形成周期为一年,其规律性十分明显,没有例外现象,因而可将窄带视为年轮。

耳石边缘增长率在年周期内的变化,在一定程度上也反映着鱼体季节生长的节律,因此可以推测带鱼的季节生长,当属冬季缓滞、春夏秋三季生长较迅速的类型。

带鱼为具有典型的越冬洄游习性的鱼类,冬季生长缓滞的原因主要是由于迁移运动中的体力消耗和低温期能量代谢水平的显著降低,在耳石上留下这种生活状况的痕迹,即为组织致密的窄带,可谓冬轮。

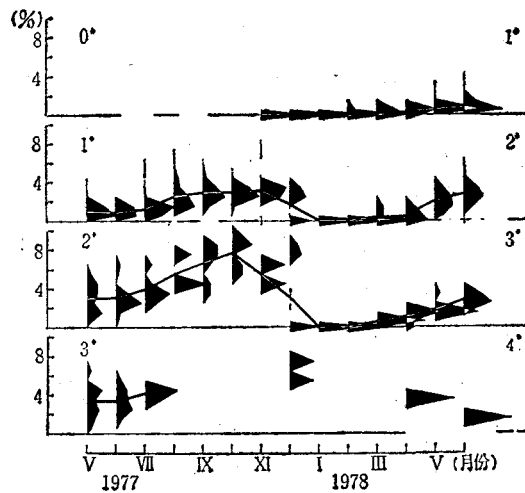


图3 各轮组耳石边缘增长率 ( $i = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}} \times 10$ ) 的周年变化 (%)

#### 四、带鱼耳石上第一轮的生活岁月表征及出生季节探讨

在带鱼年龄鉴定方法及实际应用中, 长期以来存在的主要争议便是耳石上第一条窄带所表征的年龄问题。三栖<sup>[12,13]</sup>将其所观察到的  $r_1$  ( $\bar{L}_1 = 183\text{mm}$ ) 归属 2 龄轮, 认为是在个体出生后第三年形成的, 并依 Walford 方程推断  $r_1$  之前有一个  $r_0$  ( $\bar{L}_0 = 46.7\text{mm}$ ) 的存在, 即所谓理论轮。滨田<sup>[17]</sup>和小坂等<sup>[14]</sup>完全支持三栖的推论, 并提出各自推算得的理论轮的相应鱼体长度为 66.7 和 88.99mm; 林凯夫<sup>[15]</sup>支持三栖的部分论点, 认为秋季发生群的第一轮出现于出生后一年零四个月的第三年。阪本<sup>[14]</sup>和铃木<sup>[16]</sup>不支持三栖的论点, 指出其所观察到的秋仔群的第一轮的计算体长为 72.71 和 95mm, 而春仔群 1 龄鱼的计算体长则与三栖氏等的 2 龄鱼体长相近; 洪秀云<sup>[10]</sup>、吴家骅等<sup>9)</sup>和罗秉征等<sup>[8]</sup>不同意三栖的理论轮, 并对三栖所说的肛长 46.7mm 时形成第一轮论点提出异议, 或将“理论轮”解释为晚生群的第一个年轮。

由于带鱼的繁殖期很长(东海南部 2—11 月<sup>2)</sup>; 东海北部则早在 4 月以前, 晚至 10 月以后, 逐月都有带鱼产卵, 其生殖盛期可鉴别出的即有 5 月前后、7 月前后及 9 月前后等三个季度<sup>[3]</sup>), 不同季节出生的个体在年周期内因生长期差别很大, 以致生长量差别亦悬殊, 又因繁殖期的连续性及个体的生长差异, 导致带鱼鱼体生长或耳石增长测定值的频率分布曲线往往峰谷相连, 难以精确地切割。这也是带鱼年龄生长研究中碰到的一个困难问题。

作者为探讨带鱼年龄鉴定方法, 较系统地收集了当年生幼鱼和低龄鱼耳石样本及鱼体长度测定资料, 经观测和分析查明, 当年生幼鱼和一、二龄鱼的体长组成在年周期内有较明显的连续变化趋势, 其频率分布曲线(图 2), 各有一个主峰与另一或两个次峰, 反映出整个种群生殖期延续时间较长, 且有春—夏—秋季之间主次有别的两个或三个较集中

1) 吴家骅、王颐良, 1981。浙江近海渔场带鱼的年龄和生长(油印本)。

2) 闽南渔场海洋鱼类资源调查队, 1980。闽南-台湾浅滩鱼类资源调查报告, 289—290 页。

的生殖期及其相应的幼鱼出现的时期。5月份出现的平均体长56mm的当年较早出生的幼鱼,生长到岁末,其平均体长可达170mm,最大的可达260mm,其中190mm以上的、生长较快的个体耳石上较早地开始出现窄带。

1月份收集的体长60—440mm范围内的全部样本(238尾)的耳石边缘,无一例外地均处于窄带状态,其中开始出现生命周期中第一条窄带的鱼体长度范围为60—270mm。依其体长和轮径均呈间断状的多峰型分布曲线(图2,4,5)看来:(1)体长60—160mm区间的个体主要是秋季出生者,而体长180—270mm区间的个体则为春、夏季出生者;(2) $r_1 < \frac{22}{30}$  mm的为秋季出生者,而 $r_1 \geq \frac{22}{30}$  mm的则为春、夏季出生者。但无论是春季、夏季或秋季出生者,却在同一个冬季(出生后的第2年初)形成年轮。

关于带鱼不同出生季节的鉴别问题,阪本<sup>[4]</sup>和铃木<sup>[46]</sup>根据耳石纵长轴的长半径,分别以2.3mm和2.0mm( $r_1$ )为界划分春仔群和秋仔群;罗秉征等<sup>[8]</sup>则根据第一轮径的横向直径( $d_1$ )1.24mm为界划分早生群和晚生群。诚然,带鱼群体中早数月 and 晚数月出生者之间,因生长期的显著差异,既可依幼体体长频率分布的多峰型曲线界面,也可按耳石第一轮径测定值的多峰型频率分布曲线界面进行大致的划分,虽则难以确切地判断交叉范围内少部分个体出生季节的归属,但对群体而言,根据众数值的概念,对不同季节出生的带鱼亚群体的生命岁月和生长状况进行比较分析,仍然可以得出基本正确的科学结论。

从周年性样本耳石第一轮距( $r_1$ )的频率分布曲线(图5)来看,坐标轴 $\frac{30}{30}$  mm处各个月份均有一相当明显的众数值主峰( $S_1$ 峰),应归属春季出生鱼群;坐标轴 $\frac{20}{30}$  mm附近则在多数月份均存在着一个众数

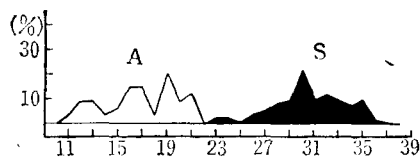


图4 晚生群(A)与早生群(S)耳石第一轮径( $r_1, \frac{1}{30}$  mm)的频率分布比较(1978年1月)

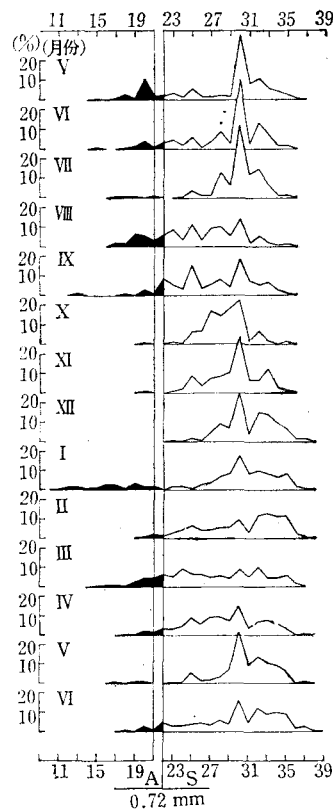


图5 东海北部带鱼耳石第一轮径( $r_1, \frac{1}{30}$  mm)的频率分布( $n = 2798$ )

值小峰(A峰),应归属秋季出生鱼群;此外,在坐标轴 $\frac{25}{30}$  mm处还存在着一个众数值次峰

( $S_2$ 峰), 可以推测为夏季出生鱼群所属。根据  $R \sim L$  回归方程 (式 1—2) 换算各该  $r_1$  峰值的相应鱼体长度为  $L_{s_1} = 196\text{mm}$ ,  $L_{s_2} = 158\text{mm}$ ,  $L_A = 121\text{mm}$ , 即春季出生群经过大约 10 个月至第 1 轮形成时的体长为 200mm 左右, 秋季出生群约经 6 个月体长可达 120mm 左右, 而夏季出生群则约经 8 个月体长达 160mm 左右。

各龄带鱼耳石轮径与鱼体长度测定计算结果如表 1 所示。轮径  $r_1$  系测定 2798 枚耳石横切片上客观存在着的第一个轮纹至中心点距离的平均值,  $r_2 - r_n$  则为平行于  $r_1$  测线的各该轮纹至中心点距离的平均值; 实测体长系 1—4 月样本中各年龄组鱼体肛长实测值的平均数。经统计检验查明无显著性雌雄差异, 故生长测定值可将两性样本混合统计分析<sup>[5]</sup>。返算体长的计算式为:

$$A \quad R = 0.3380L^{0.8432} \quad (r = 0.9909) \quad (1)$$

$$S \quad R = 0.3740L^{0.8308} \quad (r = 0.9981) \quad (2)$$

$$A + S \quad R = 0.3632L^{0.8357} \quad (r = 0.9985) \quad (3)$$

表 1 东海带鱼耳石轮径 ( $\frac{1}{30}$  mm) 与年轮形成时的鱼体长度 (mm)

	年龄	I	II	III	IV	V	VI
A (晚生群)	轮 径	19.08(196)	34.62(13)	45.29(7)	52.0(3)	61.0(1)	
	实测体长	122.8(106)	240.0(4)	345.1(1)	415.0(2)	425.1(1)	
	返算体长	119.5	242.3	333.1	392.6	474.3	
	计算体长	119.0	243.2	330.9	392.7	436.4	
S (早生群)	轮 径	29.53(2602)	40.39(467)	48.78(108)	54.75(32)	58.43(7)	65.0(1)
	实测体长	192.5(996)	270.0(142)	342.9(14)	418.3(12)	438.3(3)	532.0(1)
	返算体长	192.2	280.2	351.7	404.1	437.1	496.9
	计算体长	190.8	281.8	349.5	399.8	437.3	465.2
A + S (混合群)	轮 径	28.80(2798)	40.24(480)	48.57(115)	54.52(35)	58.75(8)	65.0(1)
	实测体长	185.8(1102)	269.2(146)	343.0(15)	417.8(14)	435.0(4)	532.0(1)
	返算体长	187.4	279.5	350.1	402.0	439.6	496.2
	计算体长	185.6	278.4	347.6	399.2	437.7	466.5

注: 括弧内数字为观测样本尾数

比较返算体长与实测体长及理论计算值之间, 差额很小, 尤其是 1 龄鱼的各项统计数值更为接近。

依 Walford 生长转换法<sup>[18]</sup>, 对东海带鱼轮纹形成时的体长进行分析, 求得晚生群、早生群及其混合样本的定差生长方程为:

$$A \quad L_{n+1} = 159.2053 + 0.7057l_n \quad (r = 0.9994)$$

$$S \quad l_{n+1} = 139.8465 + 0.7439l_n \quad (r = 0.9987)$$

$$A + S \quad l_{n+1} = 140.4087 + 0.7462l_n \quad (r = 0.9999)$$

如果按三栖等<sup>[12,17,13]</sup>用简单的数值分析推算“理论轮”的办法处理, 以  $l_1$  代入  $l_{n+1}$  项求  $l_n$ , 则所得  $l_0$  为  $r_0$  (理论轮) 的相应鱼体长度。就 A 群来说, 耳石上形成轮的鱼体长度为负值 ( $l_0 = -51.6\text{mm}$ ), 其不合理性无需解释; 而 S 群和 A + S 群者虽为正值 (A—— $l_0 = 68.6\text{mm}$ , A + S—— $l_0 = 61.3\text{mm}$ ), 但亦不能据以推测在  $r_1$  以前有  $r_0$  的存在。因为: (1)

鱼类早期生活阶段的体长增量一般都具有较之以后各个年间体长增量显著大的特点,因而可以得到  $l_0$  为正值的推算结果;(2)作者对东海带鱼大量耳石样本,经过细致的切片处理,在轮纹结构性状清晰可见的情况下进行观察和分析,结果查明,带鱼耳石上显现的第一条窄带的形成时间是在出生后的当年冬季前后,其经历时间不足一年,而且并无其它可能疑为年轮的异常性状标志。

作者认为三栖等<sup>[12,17,11]</sup>提出在带鱼耳石上观察到的第1轮之前应有一个理论轮的推论,缺乏事实根据,因而其计算年龄的标准应作以下修正:对于三栖和浜田<sup>[12,17]</sup>的分析样本中占较大比重的早生群可按实际观察到的轮纹计数年龄,但对少数晚生群个体(浜田律子用三栖宽的研究样本经切片处理后,在部分个体耳石上曾观察到在其认可为“第1轮”之前,有一较小轮径的轮纹存在<sup>[17]</sup>,其相对体长为73.52mm),则需补加一龄。

晚生群形成第1轮时的鱼体长度有可能比“理论轮”的推测鱼体长度略大或略小,例如铃木<sup>[16]</sup>观测样本中的晚生群1轮鱼的体长为95mm,较早生群“理论轮”推算鱼体长度75.6mm稍大,而阪本<sup>[4]</sup>者则略小(72.71 < 86.87);作者按早生群资料推算的“理论轮”的相应鱼体长度为68.6mm,晚生群形成第1轮的体长则为62—141mm。由此可见,我们既不能否定与“理论轮”推算体长数值相近时,某些生长量较小的带鱼个体耳石上显现第1轮的可能性,也不能把“理论轮”当作晚生群耳石上实际存在着的第1轮看待,而正确鉴定带鱼年龄的方法,应当是在识别耳石轮纹性状的基础上,依客观存在着的轮纹计数年龄,将轮数相同者归属同一世代。

本文分析样本中晚生群约占7%,虽系周年性随机取样测定结果,可据以估计带鱼捕捞群体中早生群占较大比重,但因早生群和晚生群的生态分布可能存在着时间和空间的变化,并需考虑种群差异,所以对不同海区捕捞群体中不同季节出生带鱼群体的定量分析,仍属渔业生物科学需予具体研究的问题。

## 五、结 语

1. 在带鱼耳石横断薄切片上,可以较清楚地看到暗窄带与明亮宽带交替排列所构成的生长年带。

2. 无论是从耳石边缘性状的周年逐月观察,或是从耳石边缘增长的比值

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

的测定分析都可以看出,带鱼耳石上的窄带轮纹的形成周期为一年,其规律性十分明显,没有例外现象,因而可将窄带视为年轮。

3. 暗窄带的出现时期是11—4月,但主要形成期则在1—2月间。

4. 不同季节出生的幼鱼在同一个冬季(出生后的第二年初)形成年轮。春季出生群经过大约10个月至第1轮形成时的体长接近200mm,秋季出生群约经6个月体长可达120mm左右,夏季出生群约经8个月体长达160mm左右。就整个东海带鱼群体而言, $r_1$ 的测定值最小为0.363mm,最大为1.254mm,开始出现第一条窄带轮纹的鱼体长度最小为62mm,最大为260mm以上。对样本进行定量分析时,将 $r_1$ 小于0.72mm者划归晚生群,将 $r_1$ 大于0.72mm者划归早生群,统计分析结果表明:东海北部带鱼总体样本中的晚生

群约占 7%, 春、夏季出生者占绝对优势。

5. 耳石增长速度的季节变化, 在一定程度上也反映鱼体季节生长的节律。分析表明, 带鱼在春夏秋三季生长均较迅速, 冬季处于缓慢阶段。

6. 带鱼耳石上的一龄轮的轮距 ( $r_1$ ) 大小差别很大, 因而进行年龄鉴定时, 只能依轮纹性状, 而不可按其离中心的远近进行估计, 以免计量错误。轮数相同者归属同一世代。

7. 比较观测南海、东海、黄海及渤海各水域带鱼群体样本耳石, 查明虽相对生长存在一些差异, 但轮纹性状相似, 因而可将鉴别东海带鱼群体耳石轮纹的技术标准, 普遍地用于中国近海各水域带鱼的年龄鉴定。

### 参 考 文 献

- [1] 朱元鼎, 1959. 中国主要海洋渔业生物学基础参考资料。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, 122—127 页。
- [2] 江素非、周朝根、朱耀光, 1980. 闽南-台湾浅滩渔场带鱼种群问题初探。厦门大学学报 19(2): 89—96。
- [3] 李城华, 1982. 东海带鱼卵巢周年变化的初步研究。海洋与湖沼 13(5): 461—472。
- [4] 吴家骝、朱德林, 1979. 浙江近海及邻近海区带鱼资源变动与合理利用的研究。海洋渔业 3: 6—10。
- [5] 吴鹤洲、成贵书、周建魁等, 1985. 带鱼生长的研究。海洋与湖沼 16(2): 156—168。
- [6] 张其永、林双淡、杨高润, 1966. 我国东南沿海带鱼种群问题的初步研究。水产学报 3(2): 106—108。
- [7] 罗秉征、卢继武、黄颂芳, 1981. 中国近海带鱼耳石生长的地理变异与地理种群的初步探讨。海洋与湖沼论文集, 科学出版社, 181—194 页。
- [8] 罗秉征、卢继武、黄颂芳, 1982. 带鱼不同出生季节的鉴别。海洋与湖沼 13(5): 451—460。
- [9] 林新濯、王福刚、潘家模等, 1965. 中国近海带鱼种族的调查。水产学报 2(4): 11—23。
- [10] 洪秀云, 1980. 渤、黄海带鱼年龄与生长的研究。水产学报 4(4): 361—370。
- [11] 小坂昌也、小椋将弘、白井秀机、前地道義, 1967. 駿河湾におけるタチウオの生態学研究。东海大学纪要, 海洋学部 2: 131—146。
- [12] 三栖 宽, 1958. 东海、黄海産タチウオ资源の研究。第一报, 年龄と成長について。西水研报 15: 1—13。
- [13] 三栖 宽, 1964. 东シナ海、黄海産タチウオの渔业生物学的研究。西水研报 32: 1—58。
- [14] 阪本俊雄, 1976. 纪伊水道タチウオの年龄と成長。日水誌 42(1): 1—12。
- [15] 林 凯夫, 1978. 大阪湾産タチウオの渔业生物学的研究。大阪水试研报 5: 99—115。
- [16] 铃木 清、木村清志, 1980. 熊野滩におけるタチウオの资源生物学的研究。三重大水産研报 7: 173—192。
- [17] 浜田律子, 1971. タチウオの耳石の横断切片による年龄と成長について。西水研报 41: 53—62。
- [18] Walford, L.A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90(2): 141—147。
- [19] Чугунова, Н.И., 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Изд-во АН СССР, стр. 162。

## A STUDY ON THE AGEING OF HAIRTAILS, *TRICHIURUS HAUMELA* (FORSKÅL)\*

Wu Hezhou Cheng Guishu and Wang Jianfei  
(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

### ABSTRACT

The present paper deals with ageing of hairtails, *Trichiurus haumela*, based on the

\*Contribution No. 773 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



transverse section of the otolith. The main materials examined were 3793 specimens collected in the northern East China Sea during the period from May 1977 to June 1978, and the other eleven samples used for comparative study were taken from the continental shelf between the South China Sea and southern East China Sea as well as the Bohai and the Huanghai Seas in recent years.

The analytical results are summarized as follows:

1. The rather thin transverse section of the otolith is more useful in determining the age and measuring the size than the plate section. It is relatively clear that the borders between the opaque layers and the transparent ones were determined as the rings.

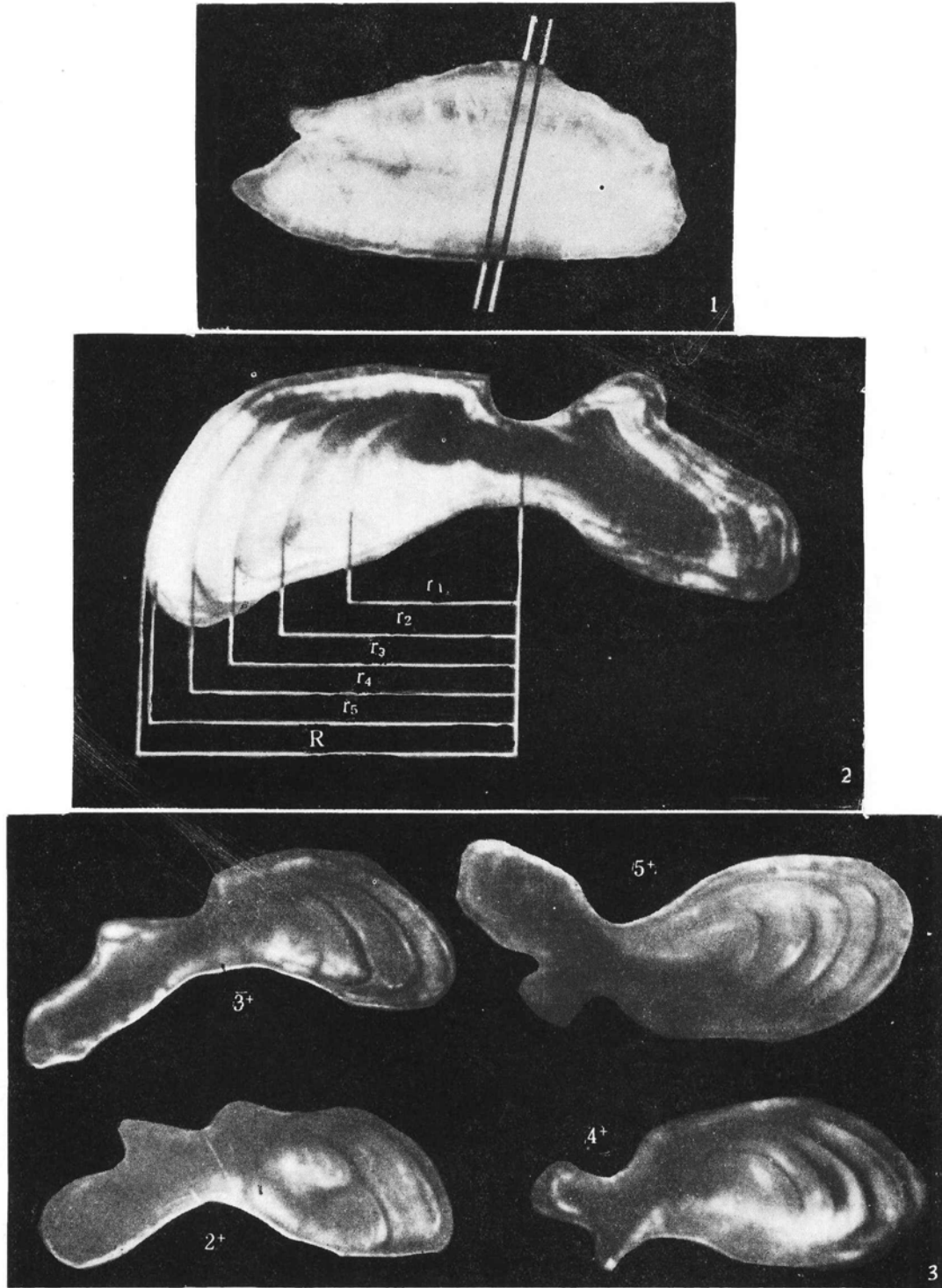
2. Monthly observation on the marginal structure of the otolith and calculating the terminal index of each ring group carried out over a period of one year confirmed that the rings on the otolith were formed annually. It is therefore suggested that the opaque zone may be formed during the period from December to April, mostly in January and February.

3. The rhythm of the seasonal growth of the present species has been deduced from analyzing the otoliths growth periodically, which shows that growth of the fish body was very slow during the winter, but remarkably fast during the other seasons of the year.

4. It was confirmed that the first rings were produced in the winter of the following year after hatching in spring or summer, or autumn. The fish lengths at the time of ring formation for most individuals of spring-born group were about 200 mm, and about 120 mm or 160 mm for more individuals of autumn or summer-born group. The first annual ring on the otoliths of the spring-born young fish could be formed after tenth month, and for autumn or summer ones was about six or eight month.

5. The first annual ring radius is a minimum of 0.363 mm and a maximum of 1.254 mm and its calculated values of body length are 62 mm to 261 mm for all specimens. Hence the radius of the first ring ( $r_1$ ) in the later-born group are smaller than that of the earlier-born group. Thus, by the size of the first ring radius, the population of northern East China Sea are divided into two groups of the earlier-born ( $r_1 \geq 0.72$  mm) and the later-born ( $r_1 < 0.72$  mm). The statistical results of ring radius and calculated body length separated by the different season born groups as well as mixed group (including 7% autumn-born group) are shown in Table 1.

6. Based on the comparative analysis of otoliths collected from different fishing areas in the coastal waters of China, the investigator found out their morphological characters and the structure of rings are nearly the same. Thus, the technological standard used for observing the otolith rings are generally suitable for determining the age of all population of this species.



1.带鱼耳石的切割方位； 2.带鱼耳石切片轮纹测定方位； 3.带鱼耳石横断面上的轮纹性状