

大黃魚 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 耳石的輪紋形成周期及其年齡鑑定問題*

徐恭昭 羅秉征 吳鶴洲 王可玲

(中国科学院海洋研究所)

为了满足漁業經濟不断增长的需要,就必须对魚类,特别是重要經濟种类的生活习性进行系統的深入研究。因此,确定魚类年齡鑑定的方法,从而依据年齡的鑑定,按不同生命阶段来研究魚类的生活規律,就成为最基本的問題了。

关于大黃魚的年齡鑑定問題,尚未見有專門进行研究的报导。在文献記載上,福建水产研究所^[4]和广东水产研究所^[3]曾先后用耳石和鱗片估計大黃魚的年齡,但并未对年齡鑑定的依据与方法进行分析。Irie^{[9][1]}則对黄花魚属的耳石輪紋形成周期問題进行了一些观察。

为了探討大黃魚年齡鑑定的确切方法,自 1958 年秋季起,我們展开了这方面的工作,系統地逐月搜集了大黃魚耳石、鱗片、脊椎骨等項可能供作鉴别年齡的材料。观察結果以耳石上显示的輪紋最为清晰而有規律,因此,我們选用耳石作为鑑定大黃魚年齡的研究对象。本文着重以浙江舟山及其邻近海区的材料为主,对大黃魚耳石輪紋形成周期、輪紋性状以及鉴别年輪的主要标志等加以分析与討論。此外,对于春、秋宗幼魚第一个年輪的形成时期与鑑定方法也进行了探討。

在我們所研究的材料中,1957 年 5 月份的部分耳石是浙江温州水产局供給的;1960 年 5—7 月份的部分幼魚耳石是浙江省漁業資源調查委员会所借給;未观察耳石年齡的幼魚长度組成的季节变化資料則是沙学紳和楊紀明同志供給的。中国科学院地質古生物研究所曾协助我們設計了耳石磨片机,均此志謝。

除作者等外,全部耳石磨片工作是滕文法同志担任的,黃頌芳同志参加了資料的統計,林汝范同志协助了資料的搜集工作。

本文承张孝威教授热情指导,作者謹致謝忱。

一、大黃魚耳石的形态和材料与方法

自 1957 年 5 月至 1960 年 11 月,主要从 1958 年 9 月开始至 1959 年 12 月止,我們共搜集了大黃魚标本 5,145 尾。各月份和各輪組观察标本数如表 1 所示。

* 中国科学院海洋研究所調查研究报告第 181 号。

1) 仅見到摘要。

表 1 各月份和各輪組大黃魚耳石的观察标本数

Table 1. Number of otoliths examined monthly for each ring-group

月 份 ¹⁾	輪 組 ²⁾																													标本数 ³⁾	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29
I	29	30	5	—	—	—	—	4	5	7	12	7	6	6	8	19	9	17	16	12	15	12	10	12	4	4	—	—	—	—	249
II	4	10	4	2	1	1	—	—	—	—	2	1	—	2	2	4	—	5	14	6	8	9	5	11	2	—	1	—	—	—	94
III	96	—	—	—	—	1	—	—	—	—	5	3	2	8	5	2	6	6	11	8	14	9	8	6	2	1	—	—	—	—	193
IV	72	14	44	18	22	20	19	11	18	16	16	9	14	22	1	6	1	3	6	3	3	2	1	1	—	1	1	—	—	1	345
V	1	43	18	23	28	46	40	14	13	22	12	34	4	5	13	2	7	3	1	3	—	2	4	—	1	—	—	—	—	—	339
VI	55	34	1	4	6	45	39	31	25	43	17	37	12	5	23	22	2	6	2	3	1	3	1	—	—	—	—	—	—	—	417
VII	—	84	4	6	18	38	39	30	15	26	11	16	10	6	6	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	312
VIII	47	—	2	27	48	53	75	34	13	32	9	25	5	5	10	—	6	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	394
IX	78	61	24	20	23	29	22	19	17	16	23	28	18	35	9	19	16	1	16	7	8	11	2	4	1	—	1	—	—	—	508
X	116	60	13	25	21	34	11	6	8	2	7	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	311
XI	190	11	14	28	39	51	30	15	19	8	17	9	4	9	3	1	3	1	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	457
XII	5	3	11	11	8	14	6	—	5	1	11	4	26	14	7	11	3	2	10	2	2	3	1	1	—	—	—	—	—	—	161
标本数	693	350	140	164	214	332	281	164	138	173	142	180	102	117	87	88	54	46	78	45	52	52	33	35	10	6	3	—	1	3780	

Explanation: 1) Month; 2) ring-group; 3) number of specimens.

我們所用的耳石是矢耳石 (Sagitta)。两个耳石在头部听囊内的位置为左右对称,呈对向排列;上緣較薄,愈向中下部愈厚。耳石外側核心部位有許多乳状小突起,內側上緣有两洼沟,第一洼沟位于最上緣,第二洼沟位于中上部;其它区域較平滑。耳石前部呈弧形光滑的斜坡状;后部有乳状突起和凹刻,后端部并有一指形突起(图 1)。

大黃魚耳石厚大,不能直接进行观测。我們首先在左侧耳石上通过以下两点一綫划出綫条:(1)外側最高突起的中央部位;(2)自最高突起向下部表面可見輪紋所引伸出的

垂直綫;(3)內側第二洼沟的中段。然后用电动耳石切片机将綫条的前后两端切去,制成1.5毫米左右的粗薄片;該薄片与耳石长軸接近垂直(如图 2 所示)。粗薄片制成后須先仔細检查生长中心的位置。如粗切片通过生

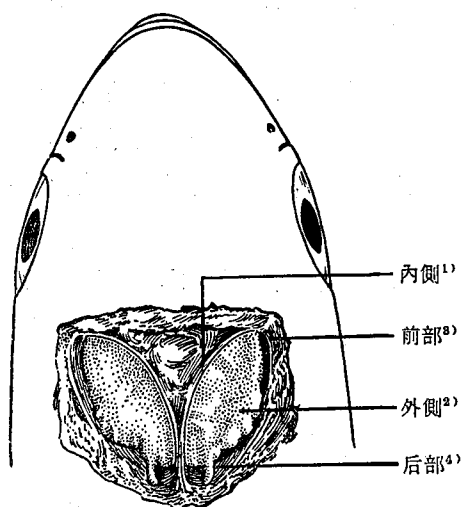


图 1 大黃魚耳石 (Sagitta) 的部位名称(周敬鏞繪)

Fig. 1. Parts of the otolith

Explanation: 1) Inner-side; 2) outer-side;

3) anterior end; 4) posterior end.

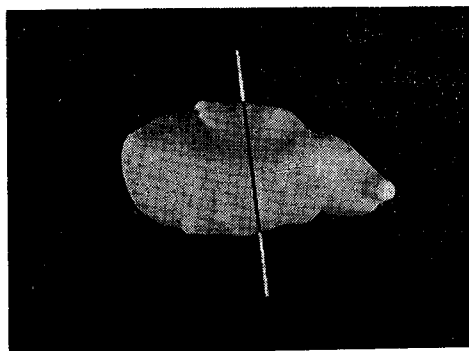


图 2 大黃魚的左耳石及其切割方向

Fig. 2. The left otolith and the plane of section

长中心,即可用电动磨片机磨光一面,用加拿大树胶将磨光的一面固定于载玻片上;待树脂干燥后,再把另一面也磨光,使切片約为 0.3 毫米即可。如粗切片上生长中心及断面的位置不正,則必須修磨,使其达到正确。大黃魚耳石的外形很不規則,切片和磨片时仍会遇到破碎和中心位置不正的困难。但制片經驗較多时,破損数量可以逐步减少。已制好的耳石薄片可置于双筒解剖鏡下观察。同一耳石的各个方向所切出的薄片上显示出的輪紋数目,都是一致的。

耳石上的輪距是用文献胶卷閱讀机放大的映象进行測量的,耳石薄片影象放大約 280 倍。这样較之在解剖鏡下用目微尺測定要方便和迅速,而且准确得多。除了零輪組、部分 1+ 組和个别破碎或割偏不适于測定者外,共測量了 2,873 尾魚的耳石制片。

二、耳石上輪紋的特征

在耳石横断面上,可以清楚地看到由中心向內側伸出的四条輻射綫;其中有两條延向上下兩緣,将耳石横断面分成明显的內、外两部分,而另外兩條則把內側割成三个小区(图 3 及 4)。

耳石薄片的各部分都有同心輪。从內側部来看,两个洼沟区域的輪紋呈弧形或曲折状,比較模糊;而平滑区的輪紋則弧度极小,而且十分清楚。耳石薄片在入射光、暗視野下观察时,在平滑区可看到黑色的寬带和白色的窄带交替排列,如图 4 所示;而在透射光明視野下則寬带为无色的明亮带,窄带則成为棕黃色的綫状暗带。明亮寬带与暗的窄带交替生成,組成一个完整的年带;暗的窄带即通常所称的“年輪”,(詳細証明及形成時間見第三节“耳石輪紋形成的周期与時間”)。所以,暗窄带和后一明亮寬带的交界处就是两个完整年带的界限^[7,8,11]。耳

石外側部的輪紋性状和內側部的有很大区别;第一、二輪(少数第三輪及以上)几乎都呈封閉圈状,寬而清楚。从第三輪开始則大多数样品的輪紋由于排列很紧密而呈波紋状,无法計数;并在內外兩側交界处被輻射綫所割断。总的來說,耳石內側平滑区的輪紋极清楚;因此,选作年齡鑑定之用。其余各部分的輪紋均不易讀数,仅可供参考。

第一、二年带在构造上比其他年带有显著不同,其中往往出現副輪。因此,鑑定第一

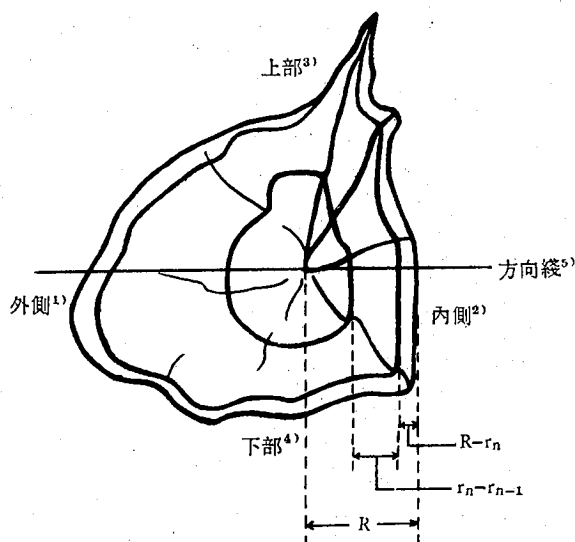


图 3 大黃魚耳石的横断面及其測定方位

Fig. 3. Cross section of the otolith and the scheme of measurement

Explanation: 1) Outer side; 2) inner side; 3) upper part; 4) lower part; 5) line of measurement.

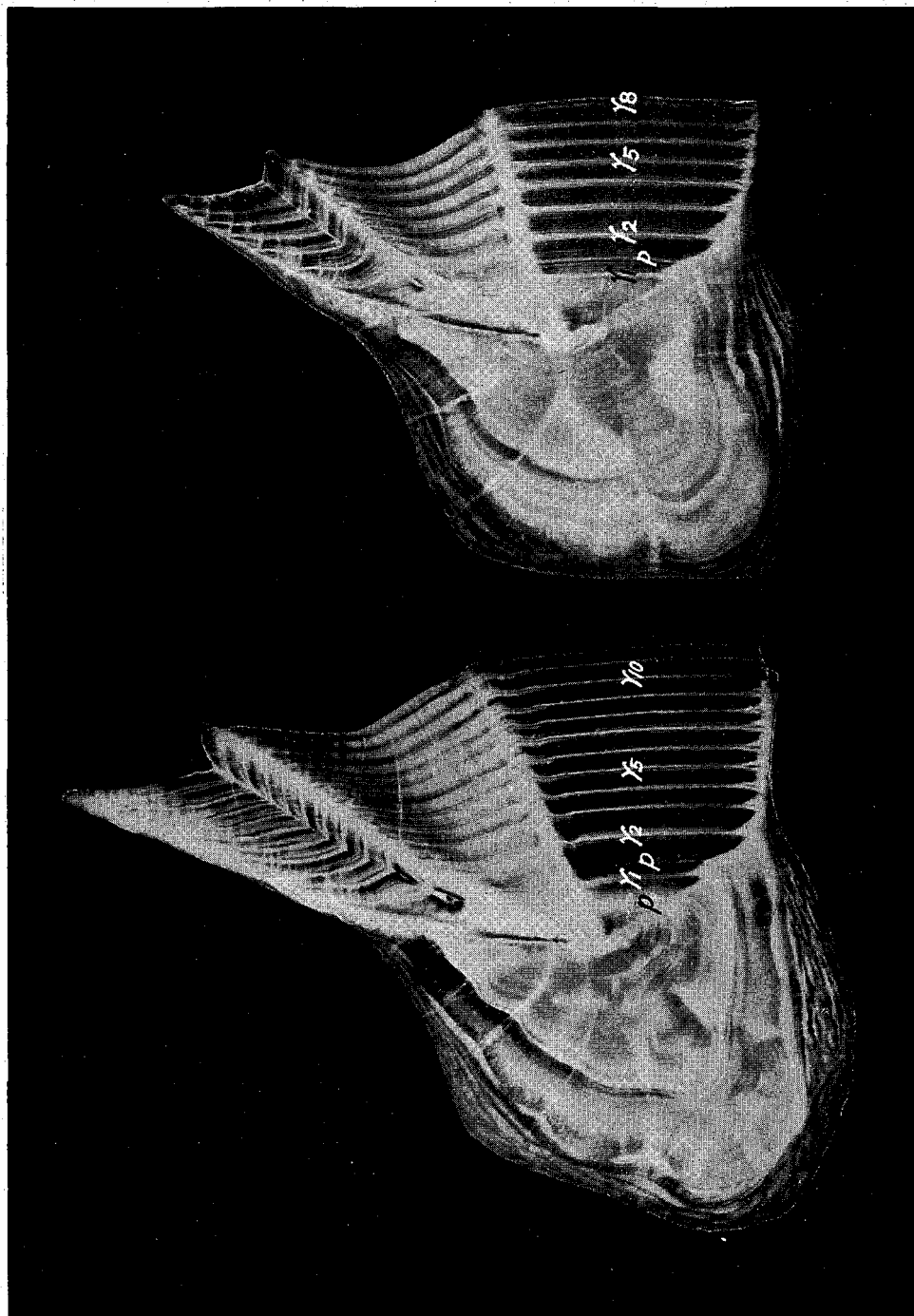


图4 大黄鱼耳石磨片以示年轮与副轮, 左 11+, 右 8+.

r_n ——年轮 p ——副轮

Fig. 4. Cross sections of the otoliths to show the annual (r_n) and false (p) rings. Right 11+, left 8+.

年輪(暗窄帶)時必須十分仔細。第一輪的特征如下：(1)在內外兩側，第一輪連續呈封閉圈狀，其輪廓與耳石斷面外形相似；(2)在耳石外側部，第一年帶與第二年帶交界處呈斷層狀；在入射光暗視野下，從中心部到第一年輪邊緣雖有弱紋或副輪（詳見下一小節），但基本上都呈白色；第一輪的外緣極明顯而顏色更白，但第二年帶開始處卻顏色很淡，因此，使整個第一年帶就象鑲嵌上去似的；(3)耳石內側部平滑區的第一輪較其他的為寬，顏色也白些；雖然第一個窄帶與第二年帶的寬帶的界限往往不如以後各輪來得清楚，但是，只要將外側部第一年輪封閉圈的明顯界綫向內側引延過來看，便也能肯定地辨認出第一輪的確切部位。

在耳石中心區，通常有一個或一個以上的呈微弱狀的副輪，形狀一般呈橢圓形；這種副輪不但在交界處不呈斷層狀，而且周界也不是很完整的。依據這些特點就很容易和第一輪相區別。在第一輪和第二輪間也往往出現一個副輪，這種副輪亦呈封閉圈狀（圖4），有時容易與第一輪相混淆，但它們和第一輪的主要區別是耳石外側部的輪圈不呈斷層狀。中心與第一輪之間的副輪，在透射光明視野下觀察時，在耳石內側部呈暗黑色，猶如塗上的墨綫；而年輪則如同以後的年輪一樣呈棕黃色。第一輪與第二輪之間的副輪，在耳石內側平滑區雖與年輪相似，但較細弱而且色淺；在耳石洼溝區這種副輪的延續帶十分模糊不清，甚至是折斷的。這種副輪有時在其他年輪之間也偶有發現。此外，在中心和第一、二輪間還經常出現一些細弱而呈波紋狀的副輪，但它們是不規則的。根據我們的經驗，按以上所述特征來區別大黃魚耳石上的副輪並不困難。

三、輪紋形成的周期與時間

關於魚類鱗片、耳石、或骨骼上的輪紋是否就是年輪的證明方法，有的學者曾依資料來源歸納為5種^[8,11]。其中對海洋魚類來說，比較切實適用而愈來愈廣泛被應用的是觀察鱗片等邊緣狀況的周年變化。

我們對3,780個大黃魚耳石邊緣狀況周年觀察的結果如下：透射光明視野下的暗窄帶（即入射光暗視野下的白色窄帶）在邊緣出現的時期為1—6月份，其百分率以4—6月份為最高；其餘各月，耳石邊緣全部都是明亮的（暗視野下為黑色的）。從一個年帶來說，7—12月份首先形成明亮寬帶（或黑色寬帶），次年1—6月則主要形成暗的窄帶（或白色窄帶）。特別值得指出的是：暗窄帶出現的時間雖然延續半年之久，但在不同輪組（即年齡組）中，暗窄帶出現的時間卻有很大的區別（表2，圖5）：(1)在18輪以上的高輪組中，在1月份已開始出現暗窄帶；(2)在14—17輪組中，暗窄帶開始出現的時間較遲，在2或3月份；(3)在1—13輪組中則最晚，要到4月份才開始。但是，在所有觀察過的樣品中，不論低齡組或高齡組，暗窄帶形成的主要時間都在5、6月份。到7月份，耳石邊緣就都已進入新的年帶，但明亮寬帶的寬度還很小。

從以上的分析，可以得出結論：浙江近海大黃魚（包括春宗與秋宗）耳石上輪紋的形成

表2 大黃魚不同輪組耳石年輪的形成时期
Table 2. Period of formation of annual rings on the otoliths
in different ring-groups

月 份 ¹⁾	新輪尚未出現者(%) ²⁾ , 邊緣為明亮帶			新輪正在形成者(%) ³⁾ , 邊緣為白色帶			新輪已形成者(%) ⁴⁾ , 邊緣為明亮帶			不同輪組观测标本数 ⁵⁾		
	1—13	14—17	18—29	1—13	14—17	18—29	1—13	14—17	18—29	1—13	14—17	18—29*
I	100.0	100.0	91.6	0	0	8.4	0	0	0	82	53	83
II	100.0	90.9	87.9	0	9.1	12.1	0	0	0	23	11	58
III	100.0	89.5	81.4	0	10.5	18.6	0	0	0	19	19	59
IV	57.2	54.5	36.8	42.4	45.5	63.2	0.4	0	0	243	11	19
V	11.6	0	—	85.1	100.0	100.0	3.3	0	0	302	25	11
VI	0.3	0	—	75.9	83.0	80.0	23.7	17.0	20.0	299	53	10
VII	0	0	—	0	0	—	100.0	100.0	—	303	9	—

Explanation:

1) Month; 2) percentage of the otoliths with translucent margin, new ring not yet appeared; 3) percentage of the otoliths with opaque margin, new rings just forming; 4) percentage of the otoliths with translucent margin, new rings fully formed; 5) number of specimens examined. *) ring-groups.

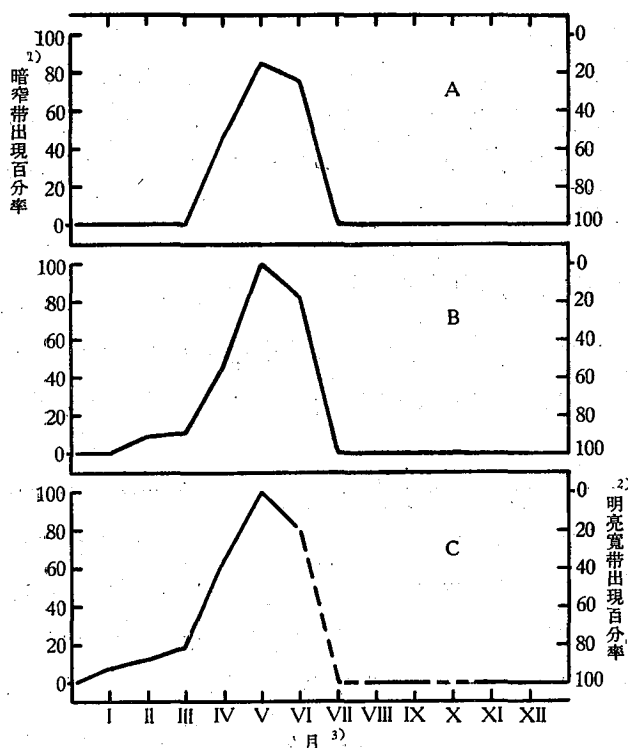


图5 耳石邊緣暗色窄帶与明亮寬帶出現的时间

A. 1—13 輪組; B. 14—17 輪組; C. 18—29 輪組。

Fig. 5. Percentage of otoliths with opaque and translucent zones at the margin. A. 1—13 ring-groups; B. 14—17 ring-groups; C. 18—29 ring-groups.

Explanation: 1) Percentage of opaque margin;

2) percentage of translucent margin; 3) month.

周期为一年，每年在一定的季节中形成一个明亮寬帶（或黑色寬帶）和一个暗窄帶（或白色窄帶）。明亮寬帶与暗的窄帶組成一个年帶，而其中的窄帶即为通常所称的“年輪”。

某些学者利用数学公式計算各年齡組鱗片或耳石等邊緣周年的增长幅度以了解其生长規律，并証明輪紋形成的周期与時間。为了进一步証实上述結果的准确性，我們也进行了計算。公式有两个。第一^[6,10]，为耳石（或鱗片、骨骼）邊緣增长幅度与其半径的比值—— $I = \frac{R - r_n}{R}$ 。这个計算式的缺点在于分母，即鱗片（或耳石、骨骼）半径（ R ）值，会因年齡的增加而变大，以致在愈高的輪組中这种比值也愈小；所以在不同輪組中，其比值的差別显得过于悬殊。

第二計算式^[5]較精確。計算式為： $I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$ ，即根據耳石邊緣增長幅度($R - r_n$)與耳石最後兩輪之間的距離($r_n - r_{n-1}$)的比值變化，作為確定輪紋形成周期與時間的指標。從計算式的各項組成可以看出，耳石邊緣越寬， I 值就越大；反之， I 值就越小。在新輪形成之初時， I 值極小，接近於 0；而當 I 值逐漸增大，當其接近單位值時($I \approx 1$)，即邊緣幅度接近前兩個輪間距的寬度時，則表明此時新輪即將出現。

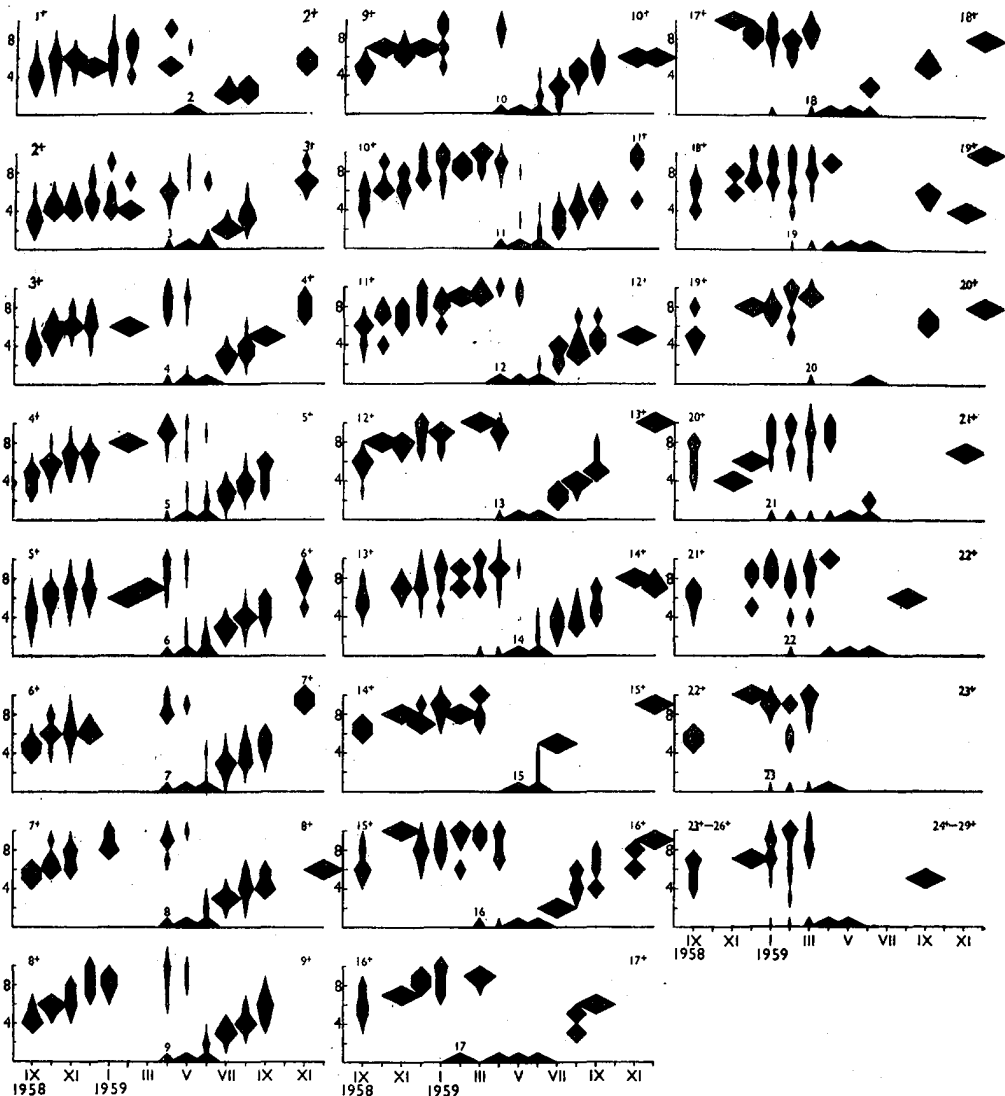


圖 6 大黃魚各輪組耳石邊緣增長率 ($I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}} \times 10$) 的周年變化(%)

Fig. 6. Monthly changes of the terminal index in each ring of the otolith

我們採用第二計算式對 15 個月(缺 1959 年 10 月)的連續材料計算了各輪組逐月 I 值的變化。從圖 6 中可以看出，在各個輪組中，都是當新輪形成以後， I 值就逐漸增加；當 I 值接近或等於單位值時，就生成另一個新輪了。它的增長規律十分明顯，沒有例外現

象。这一事实证实了我们所观察的各个年带或年轮(暗窄带)都确是每年生成一次的。

另外还能看出,在一年中耳石边缘生长的速度并不一致。自11月至次年4月前后, I 值的分布基本上是稳定的,这个时期耳石的增长处于极为缓慢而近乎停滞的状况。但到年轮形成以后,从5月到11月间, I 值则逐渐显著地增大,这是耳石快速增长的时期。在一定程度上,这也是鱼体季节生长的反映,亦即大黄鱼在夏、秋季生长迅速,而冬春季则为生长缓慢的时期。当然,耳石的生长与鱼体的生长在时间上是否完全相符合,或者还是有先有后,尚需作进一步的探讨。

鉴定鱼类年龄时,明了年轮形成的准确时间不仅有理论上的重要性,而且有很大的实践意义。年轮形成的时间往往因生命发育阶段的不同而有差异,或者是延续时间较长;如果没有查明这一真相,那末在分析鱼群的年龄组成时,就难免在对样品所属年龄组的划分上要发生错误,从而影响到世代数量估计的准确性与降低数量预报的可靠性。大黄鱼的年轮形成时期正是春季鱼群进行生殖的季节,因此利用耳石来分析大黄鱼春季生殖鱼群的年龄组成时,就必须格外慎重地观察其边缘的生长情况,从而准确地判断各个个体所属的出生年份。

四、春宗和秋宗第一轮形成周期的探讨

大黄鱼不仅存在不同的地理种群,而且在同一海区也还存在着依生殖季节不同而形成的所谓春宗和秋宗的生物学宗^[1,2]。春宗的生殖季节在东海为5—6月份,秋宗生殖期则为9—10月,生殖期都延续达两个月左右。大黄鱼春、秋宗之间在繁殖生物学上的显著不同是否在它们的第一个年轮的形成周期上亦有差别?为此,我们对春、秋宗幼鱼的长度组成和耳石边缘结构作了初步的分析。

图7是各月份幼鱼长度组成分布和耳石上轮纹出现情况的分析结果。

从图7中可以看出,VI月份幼鱼的长度组成出现三个峰,它们的主要长度分别为5—15毫米,35—60毫米和120—160毫米左右。根据对耳石观察的结果,前两个峰所属长度范围内的个体均没有出现年轮而属于0轮组,第三个分布峰则是1和1⁺轮组相交叉的长度范围。这几个长度组成分布峰随着月份后移而有规律地移向右方。到了XI月份又出现一个长度组成为20—50毫米左右的鱼群,它的组成峰面在以后各月份中也是有规律地向图的右方伸延。此外,在III—V月份,也同样出现类似XI月份组成范围的幼鱼。这些幼鱼,从耳石的观察都是属于0轮组的。

前面已经指出,东海大黄鱼春宗生殖期为5—6月,秋宗生殖期则为9—10月。因此,我们有理由可以推断:在VI月份出现的,长度组成主峰为5—15毫米左右的幼鱼群(图7中 R_{1a})是属于该年春季所出生的幼鱼。XI月和III—V月出现的,长度组成主峰为20—50毫米左右的幼鱼群(图7中 R_{1b})则为秋宗在前一年IX—X月所出生的幼鱼群²⁾。XI月

2) 参见郑严、沙学坤、杨纪明,1960。浙江蚂蚁岛张网渔获物中大黄鱼等经济鱼类幼鱼的分析。(未刊稿)

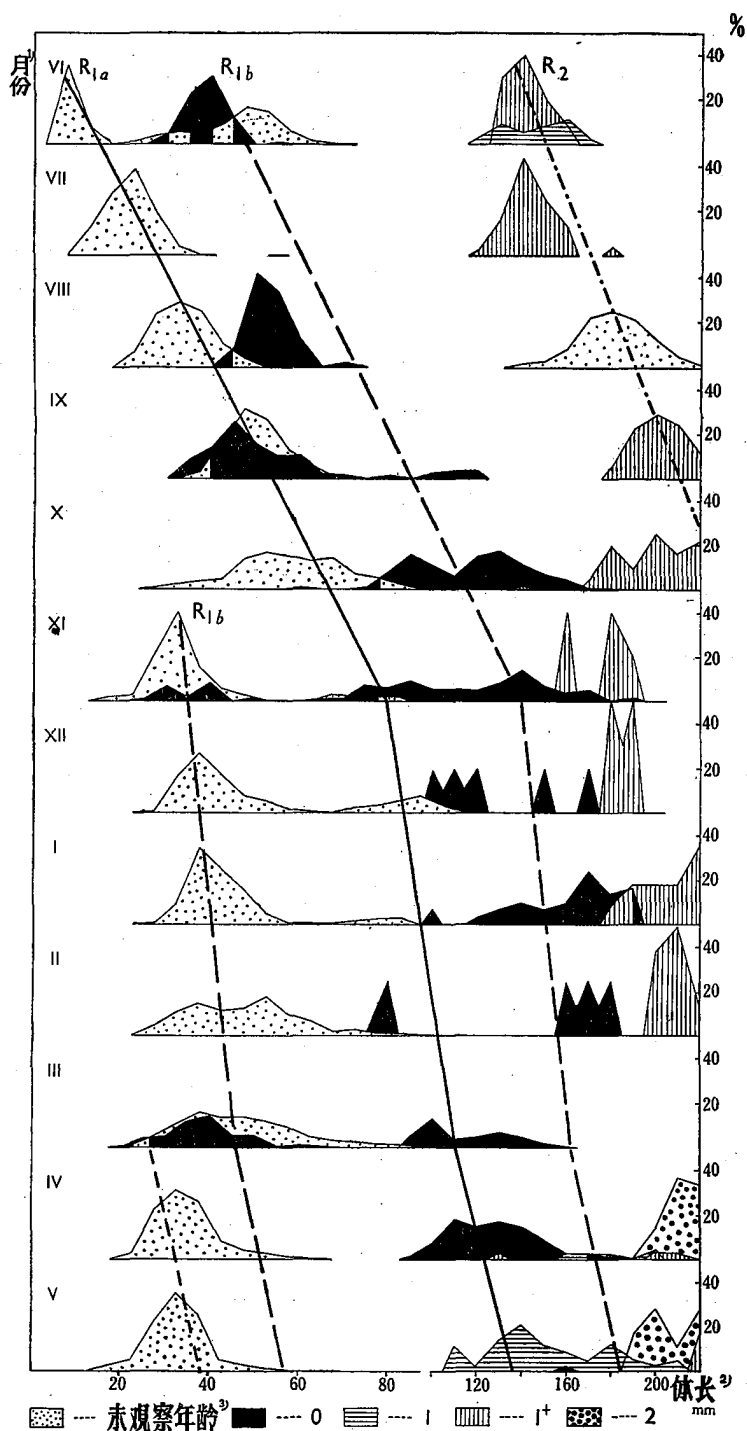


图7 大黃魚幼魚长度組成的季节变化和耳石輪紋的出現时期

Fig. 7. Chart showing the seasonal changes of frequency distributions of different body-length groups and the period of ring-formation on the otolith of the young fish. (R_{1a} —young of spring spawner; R_{1b} —young of autumn spawner; R_2 —1+).

Explanation: 1) Month; 2) body length; 3) specimens with no age-reading.

和 III—V 月两个幼魚羣的长度組成基本相同的原因,我們初步認為可能有两个:首先是由于性細胞分次成熟排出,因此第一批和最后一批孵出的幼魚在時間上相差一个半月之久,这样幼魚的生长就必然不同;其次,样品主要是从沿岸定置漁具中获得,这样也必然受到分布区的限制,所以在 III—V 月前一个幼魚羣的組成分布,在图中便消失了。如果取样方法比較全面的話,可能此时組成分布的主峯該在右方,或者在 60 毫米处尚有另一个組成分布峯出現。但是,無論如何,可以認為这两个魚羣不会是上年或当年春季出生的幼魚。由此,我們便可据而进一步把 VI 月的当中一个組成分布峯 (R_{1b}) 划归为前一年秋季出生的幼魚。把各个月份长度組成分布峯相繼者分別用实綫和虛綫連接起来,就构成了如图 7 所示的春宗(R_{1a})和秋宗(R_{1b})幼魚生长的季节变化概念。

根据逐月幼魚耳石輪紋狀況的觀察結果,第一个年輪形成的时期为 IV—VI 月,主要形成時間与其他輪組相同,也是 V 月份。形成第一个年輪的长度分布范围在 110—210 毫米(体长)之間;这个体长組成分布范围和我們根据 4^+ 和 5^+ 魚耳石按 Lea 公式返算的第一輪体长范围基本上是一致的(表 3)。必須指出的是大黃魚耳石的增長和体长增長并不是如 Lea 公式所表示的直綫正比关系,但是在我們尚未进一步查明其确切关系前,暫且在低年魚中应用作为参考。

表 3 根据 4—5 輪組大黃魚耳石标本返算所得的第一輪体长組成(%)

Table 3. The distribution of the theoretical body length of the first ring group, based on the results of examination of the otoliths of 4- and 5-ring groups and calculated according to Lea's formula

性 別 ¹⁾	体 长 (mm) ²⁾										标本数 ³⁾
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	
♀	1.4	6.3	21.8	26.1	19.0	16.9	2.8	1.4	4.2	0	142
♂	0	10.7	18.4	25.2	20.4	10.7	8.7	2.9	1.9	1.0	103
♀+♂	1.2	9.4	20.7	25.4	19.1	13.7	5.1	2.0	3.1	0.4	256

Explanation: 1) Sex; 2) body length; 3) number of specimens.

同时,从耳石的觀察結果,也表明第一个年輪形成的时期仅仅是出現在 IV—VI 月份,第一个年輪形成时的长度組成范围大約为 110—210 毫米,而在其余时期和其他长度則沒有观察到这种現象。因此,我們可以得出以下的初步論断:不論是春宗和秋宗的幼魚,它們耳石上第一个年輪形成的时期均在 IV—VI 月,主要为 V 月,长度范围則在 110—210 毫米左右;其次,春宗幼魚耳石上第一个年輪形成周期为一周年,而秋宗幼魚則为一年半,較春宗延长半年之久,亦即秋宗所出生的幼魚須經過两个冬天到第三年的春末夏初才形成第一个年輪。

从以上的研究結果所得初步結論,告訴我們考慮秋宗幼魚第一个年輪形成所需的時間对实践上的意义也是很重要的,因为知道了这个規律在漁业实践上的編制預报与魚羣偵察等問題中,計算魚羣年齡組成和世代的估計上就要把秋宗的个体按照耳石上的年輪

數目加上基數1,才是真正標示該個體的出生年份。同時,深入了解春、秋宗耳石上第一個年輪形成周期的差異原因,將可以對大黃魚幼魚的生活習性和發育生長規律獲得新的知識,也就是說秋宗幼魚的耳石為什麼在第二年的春、夏季不形成年輪,這就牽涉到研究魚類生長中的本質問題——構成年輪的原因及其影響因子問題。

結 語

1. 我們採用耳石邊緣輪紋出現狀況與邊緣增長的周年變化和輪紋結構的綜合觀測分析方法,證明了大黃魚(包括春宗與秋宗)耳石內側平滑區在透射光明視野下所呈現的明亮寬帶(或入射光暗視野下黑色寬帶)和暗的窄帶(或白色窄帶)是交替生成的輪紋,其周期是每年形成一次。因此,以應用來這種暗窄帶可作為鑑定大黃魚年齡的通常所稱的“年輪”。

2. 暗窄帶(即通常所稱的年輪)的形成時間因個體的生活階段而表現出有規律的差異。大致可以分為三個階段:1—13輪組新輪開始出現的時間為4月份,14—17輪組為2或3月份,而18輪組以上的高齡魚則早在1月份就已經出現了。但是主要的形成時間,所有各輪組均是在5—6月份。最晚的為7月份。

3. 春宗和秋宗幼魚第一輪形成的周期亦有很大的差異。春宗幼魚第一個年輪形成的周期為一年,而秋宗幼魚第一個年輪的形成周期則為一年半左右。我們認為進一步查明這一規律不僅對於春、秋宗幼魚的生長規律和年輪形成的原因及其主要影響因子具有重大的生物學意義;而且在漁業實踐上,對於魚羣偵察和漁業預報之中確定魚羣組成和世代數量估計及其變動原因的闡明上也有巨大的意義。

4. 耳石周年增長的規律,在一定程度上也反映了魚體季節生長的規律性。從我們資料分析的結果初步表明浙江沿海的大黃魚在夏、秋季生長迅速而冬、春季則為生長緩慢的時期。但是必須指出,由於資料的不足,關於春、秋宗之間的季節生長規律是否具有差異,有待進一步研究。

5. 為了易於掌握大黃魚年齡的鑑定,我們對各種輪紋的性狀和年輪與不同類型副輪的區別標志作了較為詳細的描述。這些區別標志的獲得是建立在大量觀察的基礎上歸納出來的。因此,我們認為根據文中所述的標志來鑑定大黃魚的年齡,不會有特殊困難或發生重大錯誤。

參 考 文 獻

- [1] 中國科學院海洋研究所, 1959。大黃魚種族問題的初步研究。科學通報 1959 (9): 697。
- [2] 徐恭昭、田明誠、鄭文蓮、羅秉征、薛繼曾、王可玲, 1959。大黃魚的種族。太平洋西部漁業研究委員會第四次(河內)全體會議宣讀的論文。
- [3] 南海水產研究所, 1958。廣東水產調查研究。(8): 62—63。
- [4] 福建省水產科學研究所, 1960。官井洋大黃魚漁場調查報告(1957—1959)。福建省水產科學研究所調查研究報告。22—32。

-
- [5] 三栖 寛, 1958. 东海、黄海产タチウオ資源の研究。第一報 年齢と成長について。西海区水产研究所研究報告 15: 2—13。
- [6] 久保伊津男、吉原友吉, 1957. 水产資源学。东京共立出版株式会社, 57—58 頁。
- [7] Чугунова, И. И., 1959. Руководство по изучении возраста и роста рыб. Изд. Сов. Наука. 24—76.
- [8] Graham, M., 1929. Studies of age determination in fish. Pl. II. *Fish. Invest. Min. Agri. Fish.*, Ser. II, 11 (3): 1—50.
- [9] Irie, T., 1957. On the forming season of annual rings (opaque and translucent zones) in the otoliths of several marine teleosts. *Journ. Faculty fish. Ani. Husb.*, Hiroshima Univ. 1(3): 311—319. (Abstract)
- [10] Kubo, I., Umemoto, H., and Watanabe, K., 1953. A contribution to the fishery biology of a common cyprinid fish, *Hemibarbus barbus* (T. et S.). *Journ. Tokyo Univ. Fish.* 40 (1): 1—13.
- [11] Le Cren, E. D., 1947. The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. *Journ. Ani. Ecol.* 16 (2): 188—204.

THE CYCLE OF RING-FORMATION ON THE OTOLITH OF THE LARGE YELLOW CROAKER, *PSEUDOSCIAENA CROCEA* (RICHARDSON), WITH SPECIAL REFERENCE TO AGE-DETERMINATION

XU GONG-ZHAO, LUO BING-ZHENG, WU HAO-ZHOU AND WANG KE-LING
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The otoliths from 3789 individuals, taken monthly from the Chekiang coast, during the period from September 1958 to December 1959 inclusive, were used in the present investigation.

Monthly observation on the marginal structure of the otoliths and terminal index of each ring group carried out over a period of one year confirmed that the rings on the otolith were formed annually (excluding the first ring of the autumn spawners), as there was an complete turning over of one sort margin to the other during a definite period of the year. It is therefore concluded that the otolith of the Large Yellow Croaker is a reliable index for age determination.

The opaque zone at the margin began to appear in January. Its percentage occurrence was highest in May and June, and fell to zero in July. However, the period of commencement of formation of the opaque zone varied regularly according to the age of the fish. It began to appear in April in the individuals with 1—13 rings, in February and March in those with 14—17 rings, and as early as in January in those with 18 rings onward.

A preliminary analysis of the monthly length frequency distribution of the young fish and of the marginal structure of the otoliths revealed that the first annual ring on the otoliths of the young fish of the spring spawners was formed one year after and that of the young fish of the autumn spawners a year and a half after being laid.

During the winter and spring the growth of the otolith was very slow, but during the summer and autumn it showed remarkable growth. It can be deduced that the growth rate of the present species also varies periodically, i.e., it grows slowly in the earlier half of the year, and remarkably in the latter half of the year.

In the present report, the distinction between the true annulus and the false annulus has also been described.