

大黃魚 *Pseudosciaena crocea* (Richardson)

卵子和仔、稚魚的形态特征*

沙 学 紳

(中国科学院海洋研究所)

关于大黃魚卵子和仔、稚魚的形态特征,过去已有一些記載^[1,8,9,12],但对很多阶段的描述还不齐全,使鉴定工作遇到不少困难。1958 和 1959 年我們在浙江和广东近海进行了卵子和仔、稚魚的形态观察,同时,还做了卵子恆温发育的初步試驗;1960 年又搜集了补充資料,为开展大黃魚生殖习性和早期生活阶段生态研究提供了基本資料。大黃魚与小黃魚等卵子和仔、稚魚的形态很相似,不易分辨,本文中亦一并作了比較。

本文是在导师张孝威教授指导下完成的,吳尚勲副教授提供了宝贵意見,丁正鳳和陈富宝同志曾参加海上采集工作,范守安同志协助分析海水;此外,浙江魚山島漁业生产大队、广东碙洲島漁业生产大队和我所的“水星号”調查船船长及船員协助了海上工作,在此特致感謝。

一、材料与方 法

文內所用資料是从浙江岱衢洋和广东碙洲島附近两个产卵場及其邻近水域中所采集。卵子和仔魚形态特征主要根据人工受精材料,其他各阶段則用浮游生物网和张网所获标本而描述的。

1958 年秋汛和 1959 年春汛在浙江岱衢洋进行了多次人工受精,因亲魚不适宜或因气候条件所限,仅两次比較順利。第一次是 1959 年 5 月 23 日,在多子山东北(水深 12 米,表面水温 18.2℃);第二次是 6 月 7 日,在寨子山以北(水深 9 米,表面水温 21.3℃)。两次都用現場海水温度(分别为 18.2℃ 及 21.3℃)进行“半干导法”受精;并分別直接投入 15℃、18℃、21℃(盐度 24.04‰)和 15℃、20℃、23℃、25℃(盐度 22.14‰)等温度組中进行两次恆温发育的初步試驗。原定每隔 1℃ 进行两次观察,因材料缺乏,只完成部分試驗。为了便于比較,每次恆温观察的材料都用同一对亲魚的性产物。恆温試驗是在 3 升大口冷藏瓶中进行¹⁾。水温的控制是用装有冰块或暖水的广口瓶或其他大玻璃管吊入冷藏瓶中,徐徐攪动而調节。試驗时,每隔一定的時間(15、30 分钟或 1 小时)以 1/10℃ 温

* 中国科学院海洋研究所調查研究报告第 183 号。

1) 此法由山东海洋学院李嘉詠副教授在 1953 年最早使用。

度計进行測温和記錄。每瓶放入卵子約 3,000—4,000 个。这种簡易恆温法, 温度变动范围在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以內, 适于野外工作使用。

平均温度計算方法^[6], 先以相邻两次温度的平均值与两次之間的时间相乘, 求出两次測温之間的程度-时(或度-分)数。然后以孵化期各个相邻两次測温之間的程度-时(或度-分)相加, 即为总度-时数。再以总时数除总度-时, 就得出整个孵化期間的平均温度。用此法也可求得各主要发育阶段的平均温度。这种計算方法能比較正确地反映出平均温度的数值。

1958 年 11 月 13 日, 在广东碙洲島附近进行一次人工受精試驗。地点在該島北港外(水深 15 米、表面水温 25°C), 用“干导法”受精。卵子在水温 25°C 左右和盐度 29.42‰ 的条件下进行培育, 并定时进行固定和观察, 卵子发育良好, 孵出后的仔鱼生活了两天。

部分人工受精卵子是用布昂氏液(Bouin's)或泰氏液(Tellyesnick's)以等量或两倍海水稀释液固定, 卵子外形良好, 两小时后逐漸換入 70% 酒精中, 可长期保存。部分人工受精卵子和浮游生物网及张网中的标本均以 5—6% 海水福尔馬林保存。

卵子各部位的量度是在解剖鏡下用目微尺測量, 卵黃間隙是把卵徑減去卵黃徑后被 2 除而求得。仔魚各部位的測量方法如图 1, 詳細标准如下: 全长——由吻端至尾鰭褶的

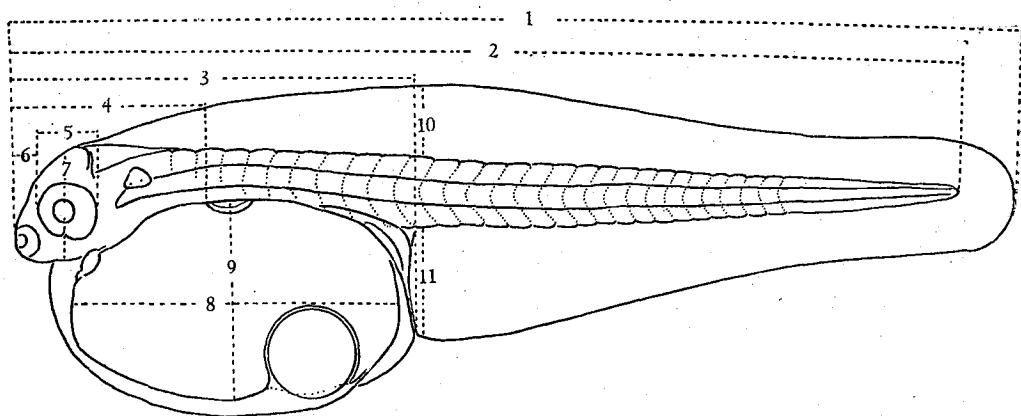


图 1 仔魚的形态測量模式图

1. 全长; 2. 体长; 3. 肛前距; 4. 头长; 5. 眼径; 6. 吻长; 7. 头高; 8. 卵黄囊长径; 9. 卵黄囊高径; 10. 背鰭褶高; 11. 腹鰭褶高。

Fig. 1. Methods of measurement of different parts of the larva

Explanation:

1) Total length; 2) standard length; 3) distance between tip of snout and anus; 4) head length; 5) eye diameter; 6) snout length; 7) height of head; 8) length of yolk-sac; 9) height of yolk-sac; 10) height of dorsal fin-fold; 11) height of ventral fin-fold.

后緣或尾鰭条的末端; 体长——由吻端至脊索的末端或尾軸骨的末端; 肛前距——由吻端至肛門部位; 头长——由吻端至胸鰭的基部; 眼径——視杯的水平距; 吻长——由吻端至視杯的前緣距; 头高——以晶体为中心与体軸垂直的头部高度; 卵黄囊长径——与

体軸平行的卵黃囊长度；卵黃囊高径——与体軸垂直的卵黃囊高度；背鰭褶高——肛門处背部鰭褶的高度；腹鰭褶高——肛門处体腹部鰭褶的高度。稚魚的測量标准亦相同。另外，体高(胸鰭部)、吻端至背鰭基距离、胸鰭长、肛門至臀鰭基距离、尾柄长、背鰭基长、臀鰭基长、背鰭后长和上、下頷长等測量方法与一般成魚相同。

二、卵子的形态与发育

1. 卵子的形态

大黃魚卵子系浮性，呈球形，透明无色；卵径变化范围很大，在 1.09—1.52 毫米之間，以 1.22—1.39 毫米为主；卵膜較薄而平滑透明；有一个无色油球，直径为 0.36—0.46 毫米，約占卵径的 1/3—1/4；卵黃粒細，无龟裂；卵黃間隙在活物时測量，約为 0.03—0.05 毫米。在靜止海水中(盐度 22.14—29.42‰)活卵浮在水面，油球(植物极)位于上方，而胚盘(动物极)位于下方。

大黃魚的卵径，因生殖水域不同而有很大差別(表 1)。浙江岱衢洋春、秋两汛卵径的

表 1 不同水域和不同生殖季節卵径的比較

Table 1. Comparison of diameter of the eggs from different localities and different spawning seasons

日期 ¹⁾	地点 ²⁾	% 卵径 ³⁾ mm.	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.25	1.29	1.32	1.35	1.39	1.42	1.45	1.49	1.52	卵数 ⁹⁾
浮游生物网拖得卵子，5—6% 海水福尔马林固定标本 ⁴⁾																	
1958, IX, 15—29	岱衢洋(秋) ⁶⁾	—	—	—	—	—	—	6.1	33.3	36.4	21.2	3.3	—	—	—	—	33
1960, IX, 21—22	岱衢洋(秋) ⁶⁾	—	—	—	0.4	2.0	8.9	17.0	38.1	20.7	12.5	0.8	—	—	—	—	247
1960, VI, 12	岱衢洋(春) ⁷⁾	—	—	—	2.0	5.7	14.8	37.4	27.3	9.6	1.7	0.5	0.3	0.3	0.5	—	406
1958, XI, 8—29	碇洲岛附近(秋) ⁸⁾	0.3	0.7	3.3	13.9	30.8	34.1	13.9	3.0	—	—	—	—	—	—	—	302
人工受精活卵子 ⁵⁾																	
1958, IX, 27	岱衢洋(秋) ⁶⁾	—	—	—	—	—	—	3.3	30.0	46.7	20.0	—	—	—	—	—	30
1959, VI, 8	岱衢洋(春) ⁷⁾	—	—	—	—	1.0	—	13.0	29.0	36.0	20.0	1.0	—	—	—	—	100
1958, XI, 13	碇洲岛附近(秋) ⁸⁾	—	—	—	—	4.0	62.0	34.0	—	—	—	—	—	—	—	—	50

Explanation: 1) Date; 2) locality; 3) diameter of eggs in mm.; 4) specimens collected by plankton net and preserved in 5—6% sea water formalin; 5) living specimens by artificial fertilization; 6) Taichu-Yang, Chekiang (autumn); 7) Taichu-Yang, Chekiang (spring); 8) near Naochow Island, Kwangtung (autumn); 9) number of eggs measured.

波动范围在 1.19—1.52 毫米之間，主要为 1.29—1.35 毫米；而广东碇洲島附近秋汛的卵径則在 1.09—1.32 毫米之間，主要为 1.22—1.25 毫米，显著地小于岱衢洋春、秋两汛的卵径范围。另外，从人工受精卵径数据来看，同一个亲魚的卵径变化幅度都是很小的；然而仍是碇洲島附近的卵径最小。

关于同种魚类的卵径变化問題,有些作者^[4]认为因緯度不同而有明显的地理規律性,同时又指出卵径的大小可以作为种和亚种的指标;另外还有一些作者^[3]进一步认为在某些情况下,卵子大小差异較其它的特征更为明显。岱衙洋和碓洲島附近的大黃魚是两个不同地理种羣^[3]。它們的卵径既然有十分显著差异,因此,这个特征可以考虑作为地理种羣区別的标志之一。

大黃魚卵子的分割和其他眞骨魚类一样,属于盘状分割类型(图版 I, 1—7)。受精卵子入水后,原生质向动物极方向流动和集中的現象明显;未受精的成熟卵子入水后,原生质也集中而形成假象胚盘,个别卵子亦作不規則分割,或者扩展而和囊胚时期相类似,但陸續下沉。在平均水温 23.3℃ 时,能在水表面維持的时间最长为 17 小时。值得提出的是,第五次的分割有两种方式进行,在胚盘周围的 12 个細胞仍进行經緯分割,而胚盘中央的 4 个細胞則进行水平分割,这样就形成 32 个細胞,但在外形上只見到 28 个細胞。

在 18℃ ± 时,从受精到 128-胞期为 5.25 小时。大約在 6.25 小时,胚盘在卵黄上隆起更为明显,能在胚盘周围看到多核体,此时即高囊胚时期;低囊胚时期出現的时间,約在受精后 9.25 小时(图版 I, 8, 9 及表 2)。

随着囊胚繼續扩展,在 18℃ ± 时,大約受精后 13.25 小时,胚环和胚盾出現(图版 I, 10)。到 17.25 小时左右,胚环已外包卵黄的 1/2,神經管出現,活卵在悬浮状态下,油球仍位于上方,但位置仍能移动(图版 I, 11)。当受精后 21.25 小时,胚环外包达 2/3;油球被包入而定位,在胚盾的 1/2 处开始出现 2 对肌节,神經管前端膨大成脑,視泡形成(图版 I, 12)。約 23.15 小时,胚环外包卵黄 3/4 时,出現 4 对肌节,視囊清晰,在胚盾的前半部开始出现极少量黑色素(图版 II, 1)。約 24.25 小时,原口接近关闭,胚盾上已有 9 对肌节时,柯氏胞出現,脑已分成前、中、后三部分;黑色素細胞的分布,除了第 1 对肌节至視囊之間略为显著外,沿着神經管和胚体的二側,各有两个縱列,一直到第 9 对肌节;油球內半球开始出现黑色素細胞,但数量很少(图版 II, 2)。

在 18℃ ± 时,約受精后 25.25 小时,此时胚体具有 13 对肌节,胚体围绕卵黄的 1/2,柯氏胞尚未消失,晶体、心脏和听囊开始出现。黑色素細胞增大,数量亦增多,主要分布在胚体的背部,在第 1 对肌节至听囊之間,形成显明的色素丛;此外,听囊部和前方出現数个(6—12)孤立的黑色素,胚体后半部的黑色素仍沿着神經管和体側排成縱列,油球內半球的黑色素呈星状(图版 II, 3)。

肌节增加到 18 对时,胚体围绕卵黄囊 3/5,嗅囊出現,尾端显著增厚,柯氏胞在个别卵子中仍能見到。胚体前半部背面的黑色素較前增加,在第 3 对肌节至視囊之間形成菱形色素丛,胚体后半部的黑色素則較前减少,不再呈縱列分布;油球內半球的星状黑色素增大(图版 II, 4)。

肌节为 23 对时,胚体围绕卵黄囊約 2/3,晶体、嗅囊以及听囊等均已明显,脑室亦分化清晰;此时,开始出现点状黃色素細胞,主要分布在視囊內側的前緣到第 3 对肌节处;另

表2 浙江岱衢洋(春汛)人工受精卵子在不同恒温下的發育速度

Table 2. Rate of development of the artificially fertilized eggs of the spring spawners from Taichu-Yang, Chekiang, under different constant temperatures

从受精到 ¹⁾	18℃±		20℃±	21℃±		23℃±		相对時間 平均值 ⁵⁾	
	平均 ²⁾ 溫度 小时 ³⁾	相对時間 ⁴⁾ %	平均 ²⁾ 溫度 小时 ³⁾	平均 ²⁾ 溫度 小时 ³⁾	相对時間 ⁴⁾ %	平均 ²⁾ 溫度 小时 ³⁾	相对時間 ⁴⁾ %	%	
2-胞期 ⁶⁾	18.00 1.25	6.47	19.60 1.00	21.21 1.00	5.59	23.20 0.75	5.18	5.75	9.82
4-胞期 ⁷⁾	18.01 1.75		19.61 1.50	21.21 1.25		23.21 1.00			
8-胞期 ⁸⁾	17.98 2.25		19.63 2.00	21.18 1.75		23.23 1.25			
16-胞期 ⁹⁾	17.95 2.75		19.63 2.25	21.16 2.25		23.21 1.58			
32-胞期 ¹⁰⁾	17.93 3.25	3.98	19.64 2.75	21.15 2.75	4.97	23.21 1.83	3.27	4.07	
64-胞期 ¹¹⁾	17.91 3.75		19.63 3.25	21.13 3.25		23.18 2.08			
128-胞期 ¹²⁾	17.87 5.25		19.63 3.75	21.10 3.70		23.16 2.33			
高囊胚 ¹³⁾	17.85 6.25	11.94	19.62 4.25	21.05 4.75	9.94	23.13 3.08	13.90	11.93	
低囊胚 ¹⁴⁾	17.82 9.25		19.57 6.25	20.98 6.25		23.09 6.58			
原腸早期 ¹⁵⁾	17.83 13.25	27.86	19.41 11.25	20.86 9.25	27.33	23.08 7.58	25.34	26.84	
原腸中期外 包1/2 ¹⁶⁾	17.84 17.25		19.40 15.25	20.81 13.25		23.06 9.58			
原腸晚期外 包2/3 ¹⁷⁾	17.85 21.25		19.39 17.25	20.82 15.25		23.06 10.83			
原口关闭 ¹⁸⁾	17.85 25.25	11.94	19.35 23.25	20.75 21.25	9.94	23.06 16.58	11.17	11.02	51.75
尾芽出現 ¹⁹⁾	18.00 34.25	25.87	19.35 27.25	20.79 25.25	19.88	23.06 18.00	29.70	25.15	
胚体达4/5 ²⁰⁾	18.02 46.25		19.34 37.25	20.80 34.25		23.06 28.58			
孵出仔魚 ²¹⁾	18.04 50.25	11.94	*	20.78 40.25	23.36	23.07 30.58	11.44	15.58	

* 因藥品污染, 卵子死亡。

Explanation: 1) From fertilization to; 2) mean temperature; 3) hours; 4) relative duration in %; 5) mean value of relative duration; 6)—12) 2 to 128-cell stage; 13) early blastula; 14) late blastula; 15) early gastrula; 16) middle gastrula, with germ ring enveloping 1/2 of the yolk-sac; 17) late gastrula, enveloping 2/3 of the yolk-sac; 18) closure of blastopore; 19) appearing of tail bud; 20) embryo enveloping 4/5 of the yolk-sac; 21) hatching.

* All eggs died because of the contamination of chemicals.

外,在胚体后半部亦有少量另星分布(黄色素在标本固定后完全消失);胚体和油球上黑色素分布同前,但更为明显;如将卵黄割除,在胚体腹面可以看到极少数分散的黑色素细胞,它们并不集成丛状(图版 II, 5)。

肌节 26—27 对时,胚体围绕卵黄囊 4/5。此时卵子接近孵化;胚体在卵膜内作间断运动,尾部尤为显著,心脏搏动每分钟 101—120 次(22℃ 时)。色素的分布略有变化,尾部中央(即第 18 对肌节附近)、视囊后缘和油球内半球等处的黄色素明显,在油球上呈粒状,其他二处聚成显著的黄色素丛。胚体背部原呈菱形黑色素丛向体两侧排列,色素变大而有分枝;另外,在尾部中央黄色素丛中尚夹有黑色素(图版 II, 6)。

II. 卵子发育和水温的关系

过去对大黄鱼卵子发育与水温关系已有一些记载^{[8,9]2)}。根据 1959 年 5、6 月份在浙江岱衢洋所作大黄鱼卵子恒温发育初步试验结果,可知卵子在 15℃± 时不能发育,在 25℃± 时则大部分发育不正常。在第一次 15℃± 试验中,卵子于受精 3.25 小时尚能进行分割发育,但到 4.25 小时后就出现了畸形分割,在 7.25 小时除个别卵子尚能进行第五次分割外,大部分变成畸形而死亡。在第二次 15℃± 的试验中,卵子在受精后 4 小时左右也出现了畸形发育和死亡,情况和第一次相同。如果把水温逐渐升高至 21℃ 左右则仍能在受精后 50.5 小时孵出极少数仔鱼。在 25℃± 的试验中,大部分卵子畸形发育,尤其在胚体时期特别明显(约占 80%),只有个别卵子在 22.5 小时时孵出仔鱼。

在 18℃±、20℃±、21℃±、23℃± 等恒温组中(表 2)卵子发育良好(惟 20℃± 组在孵化前,不慎为药品污染未孵出仔鱼),并孵出仔鱼。从受精到仔鱼孵出需要的时间,在 18℃± 时为 52.25 小时,21℃± 为 40.25 小时,23℃± 仅约 30.58 小时。由此可知在 18—23℃ 范围内,水温愈高,卵子的发育速度愈快。在这样情况下,发育速度对温度从属关系的热常数^[5],按最初孵出仔鱼的时刻计算,约需在 705.5—906.5 度-时之间,幅度很大,值得进一步探讨。

不同适宜温度下各个发育时期的相对延续时间如表 2 所示。卵子在不同恒温下,各个胚胎时期的发育速度虽有所不同,但各发育时期的相对延续时间是较一致。由受精到 128-胞期平均占 9.82%,囊胚期平均占 11.93%,原肠期平均占 26.84%,原口关闭至孵出仔鱼平均占 51.75%。

上述初步试验的结果,表明浙江岱衢洋(春汛)大黄鱼卵子在 18—23℃ 恒温下均能发育。这个温度范围和浙江、江苏近海春汛(5—6 月)大黄鱼产卵水温的范围是一致的^[2,7]。在 15℃± 和 25℃± 恒温下,卵子都不能发育。因考虑到受精水温与实验水温相差稍大(见方法部分)而可能影响卵子的发育;所以,卵子适宜水温的最高和最低界限,目前尚不能作出结论。

2) 浙江省动物研究室及浙江省水产研究所, 1959。大黄鱼人工授精、人工孵化工作总结。

三、仔魚和稚魚

I. 仔魚

初孵仔魚 孵化时,头部首先突破卵膜而释出;刚破膜的仔魚,身体仍弯曲(图版 II, 7)。展直后全长 3.04 毫米,体长 2.94 毫米(图版 II, 8)。各部分比例见表 3。仔魚头部紧贴卵黄囊上,略向下傾曲。卵黄囊极为显著,接近全长的一半,囊前端超出吻端或接近平行。肌节 $9 + 17 = 26$ 呈“<”形;肛門在卵黄囊后緣附近,略向后傾斜,但尚未开口;背鳍褶較狭,始于前脑的上方;腹鳍褶由肛門处开始;两者均与尾鳍褶相連。胸鳍芽出现在第

表 3 仔魚及稚魚身体各部分所占体长或头长的%

Table 3. Proportions of different parts of the body of the larvae and postlarvae

全 长 mm ³⁾ 体 长 mm ⁴⁾		仔 魚 ¹⁾					稚 魚 ²⁾				
		3.04	4.09	4.13	4.15	4.40	5.69	6.22	6.48	9.30	15.00
		2.94	3.96	3.99	4.00	4.25	5.41	5.74	5.76	7.52	11.62
下列量度占体长的百分比 ⁵⁾	头长 ⁶⁾	23.9	20.0	18.2	18.8	20.0	24.9	29.9	29.8	29.5	34.8
	头高 ⁷⁾	—	10.8	12.4	17.5	17.7	—	—	—	—	—
	肛前距 ⁸⁾	47.2	39.2	37.2	35.0	35.3	38.6	39.2	37.7	42.5	51.6
	背鳍褶高 ⁹⁾	7.9	5.8	4.1	11.3	8.2	4.4	2.6	1.1	—	—
	腹鳍褶高 ¹⁰⁾	11.2	8.3	6.6	10.0	9.4	7.2	8.6	—	—	—
	卵黄囊长径 ¹¹⁾	44.9	30.0	24.8	18.8	12.9	—	—	—	—	—
	卵黄囊高径 ¹²⁾	36.0	16.7	14.9	12.5	12.9	—	—	—	—	—
	体高 ¹³⁾	—	—	—	—	—	25.3	27.6	29.1	29.1	34.8
	吻端至背鳍基 ¹⁴⁾	—	—	—	—	—	—	39.2	36.6	37.0	35.7
	胸鳍长 ¹⁵⁾	—	—	—	—	—	—	8.6	11.3	10.7	26.6
	肛門至臀鳍基 ¹⁶⁾	—	—	—	—	—	—	16.8	18.1	20.8	13.1
	尾柄长 ¹⁷⁾	—	—	—	—	—	—	33.6	31.7	27.2	25.4
	背鳍基长 ¹⁸⁾	—	—	—	—	—	—	—	38.1	55.2	55.4
	臀鳍基长 ¹⁹⁾	—	—	—	—	—	—	—	13.6	14.2	13.5
	背鳍后长 ²⁰⁾	—	—	—	—	—	—	—	23.8	14.5	10.2
头 长 ⁶⁾ mm		0.81	0.79	0.46	0.47	0.85	1.37	1.72	1.72	2.22	4.04
下列量度占头长的百分比 ²¹⁾	吻长 ²²⁾	12.5	20.8	18.2	26.7	29.4	21.0	23.8	26.6	21.6	25.9
	眼径 ²³⁾	25.0	33.3	32.7	33.3	35.3	29.0	30.0	31.6	34.3	24.7
	头高 ⁷⁾	46.9	54.2	68.2	93.3	88.2	93.5	90.0	92.2	100.0	88.2
	上颌长 ²⁴⁾	—	—	—	—	41.2	59.7	53.5	57.0	59.8	52.9
		—	—	—	—	47.1	59.7	61.3	63.3	68.6	49.4

Explanation: 1) Larvae; 2) postlarvae; 3) total length; 4) standard length; 5) percentage of different parts of body in standard length; 6) head length; 7) height of head; 8) distance between tip of snout and anus; 9) height of dorsal fin-fold; 10) height of ventral fin-fold; 11) length of yolk-sac; 12) height of yolk-sac; 13) body height; 14) predorsal space; 15) length of pectoral fin; 16) distance between anus and anal fin; 17) length of C-peduncle; 18) length of dorsal base; 19) length of anal base; 20) postdorsal space; 21) percentage of different parts of head in head length; 22) snout length; 23) eye diameter; 24) maxillary; 25) mandible.

2—3 对肌节下。油球位于卵黄囊的后下部,直径为 0.41 毫米。

晶体明显,视杯下部已有脉絡粒,但无色素沉淀。听囊清晰,位于延脑两侧;心脏位于脊索前端下面的卵黄囊上方;在 $23^{\circ}\text{C} \pm$ 时,每分钟搏动 148 次左右,脊索始于眼和听囊之间的下方,向后伸展到尾部。

在尾部中央第 15—18 (或 15—19, 16—18) 肌节处有明显的枝状黑色素斑一个。此外,身体前半部、心脏附近和油球前半部,均布有星状黑色素。在眼睛后缘、尾部中央黑色素斑,以及肛门附近到油球的后半球处,都有明显的黄色素丛集。眼睛至听囊间、第 4 和第 6 对肌节等处,有三对感觉器,比较清楚。

全长 4.09 毫米的仔鱼 体长为 3.96 毫米(图版 III, 1 及表 3)。仔鱼的头部开始展直,吻端突出卵黄囊约 0.17 毫米;肌节 $9 + 17 = 26$; 口部尚未形成。背鳍褶增高,几乎与腹鳍褶相等。油球接近于卵黄囊的后缘,较前略小。肛门已开口,肠细直,位于卵黄囊和肌节之间。嗅囊、眼睛、听囊及心脏等较初孵时更为清晰,但鳔尚未出现。体前部的黑色素较前分散,而尾部中央的黑色素则更为明显。

全长 4.13 毫米的仔鱼 体长为 3.99 毫米(图版 III, 2 及表 3)。仔鱼头部已展直,吻端更突出于卵黄囊约为 0.30 毫米;肌节为 $8 + 18 = 26$ 。心脏后移至脊索的下方。肠加粗,仍直展于卵黄囊的上部。背鳍褶的中部略有隆起,尾鳍内出现放射状弹性丝,尾部中央(第 16—19 对肌节处)的黄、黑色素仍明显,其他部位的黄、黑色素则较前减少,而颗粒变大。

与此长度相等的个别仔鱼,口已出现,呈窝状;肠已形成了第一个弯曲;胸鳍芽向右上方突起,并且已有了放射状弹性丝;尾下部出现了骨质间充细胞(图版 III, 3)。

全长 4.15 毫米的仔鱼 体长 4.00 毫米(图版 III, 4 及表 3, 以下均系固定标本)。口部明显,肌节 $7 + 19 = 26$ 。背鳍褶比其他的阶段都高;尾鳍褶内的放射状弹性丝前展至第 15 对肌节附近,尾下部的骨质间充细胞更多。胸鳍已很明显,大于眼径。肠的中部仍为一个弯曲;鳔已出现,尚未充气,它与肠背部相连。尾部中央仍保持一个黑色素斑(第 15—18 对肌节间),而体前部的黑色素则减少,甚至消失;在视囊上开始出现了少量黑色素;原在心脏附近的黑色素向下移至卵黄囊的下部,颗粒增大而数量减少;油球上的黑色素移至油球的下半部,色素扩大呈枝状。所有黄色素在固定标本上已全部消失。

全长 4.40 毫米的仔鱼 体长 4.25 毫米(图版 III, 5 及表 3)。上、下颌骨形成,但尚无细齿;肌节 $6 + 20 = 26$; 卵黄囊接近消失,油球径为 0.35 毫米。胸鳍增大,背、腹鳍褶内放射状弹性丝和尾下部的骨质间充细胞都继续增加,鳃呈弓状,第一鳃弓尚未形成鳃耙和鳃片;肠的前半部略膨大,后半部则加粗而形成直肠,内壁的皱折显著。在个别肠内已发现有 0.5 毫米左右的橈足类幼体 1—3 个。鳔内已充气,但仍与肠背部相连。此时,除眼部的色素继续增加而显著外,仔鱼的黑色素仅见于鳔的背部、体腹部及尾部中央处。

II. 稚魚

全长 5.69 毫米的稚魚 体长 5.41 毫米(图版 IV, 1 及表 3)。上、下颌骨已有微弱绒毛状細齿, 头部已极明显, 肌节 $8 + 18 = 26$, 体腔处肌节呈“ γ ”形; 背鳍褶起点后移至第 2 对肌节的上方, 背、腹鳍褶較前阶段为低, 放射状弹性絲急增; 胸鳍叶面增大, 尾部下的骨質間充細胞形成尾叶骨片。第一鰓弓的下弓出現 5—7 个乳头状的鰓耙和鋸齿状鰓絲; 腸内壁皺折增加, 在大多数的腸內含有 1 毫米左右的橈足类幼体, 一般均有 1—3 个, 个别腸內最多可达 5 个; 鰾增大; 眼睛呈全黑色; 体上色素分布同前。

全长 6.22 毫米的稚魚 体长 5.74 毫米(图版 IV, 2 及表 3)。肌节 $7 + 19 = 26$, 在体腔部呈“ γ ”形。背鳍褶起点繼續后移至第 4 对肌节上方, 放射状弹性絲的增加, 使背、腹鳍褶和尾叶的邊緣呈游离状。腹鳍間骨及背鳍間骨开始出現, 前者共 10 个, 位于第 13—17 对肌节的下方; 后者数目尚不清, 位于第 6—20 对肌节的上方; 尾軸骨的骨片已具有 7—8 个。胸鳍扩大, 弹性絲軟条更多; 但腹鳍尚未出現。第一鰓弓上已具有 6—8 个乳头状鰓耙, 鰓片呈鋸齿状, 腸弯曲而粗壮, 内壁皺折显著。鰾背部的黑色素增浓, 仍与腸背相連。眼睛呈深黑色; 尾部中央(第 18—19 对肌节的体下方)和体腹部的两个黑色素斑較前更加集中。

全长 6.48 毫米的稚魚 体长 5.76 毫米(图版 IV, 3 及表 3)。腹鳍在体腹部黑色素处出現; 脊索末端向上弯曲, 呈异尾型; 尾軸骨呈扇状排列。背鳍間骨更大, 已具有 39 个, 位于第 6—21 对肌节間, 臀鳍間骨亦增大; 背鳍及臀鳍两鳍間骨处开始形成鳍条, 但鳍条前后尚保持有完整的鳍褶。第一鰓弓上具有 $5 + 12$ 个短弱鰓耙, 鋸齿状鰓片发达; 腸仍在第一弯曲阶段, 但胃尚未形成。黑色素的分布同前, 但鰾背部的黑色素增多。

全长 9.30 毫米的稚魚 体长 7.52 毫米(图版 IV, 4 及表 3)。稚魚的顛頂上具有枕骨棘 3 个, 眶上骨及眶下骨都具有短棘, 前者为 6—7 个, 后者为 4 个; 前鰓盖骨上已有 4—6 个銳棘。在这个阶段稚魚的背鳍間骨为 39, 背鳍条 40; 臀鳍間骨 10, 臀鳍条 10; 尾鳍条 24; 但胸鳍和腹鳍鳍条尚不明显。除尾鳍条的中間部分具有分节外, 其他各鳍上均未分节, 而鳍棘的分化已明显。在肛門到臀鳍之間和尾柄的上下仍有鳍褶存在。腸的前半部膨大, 并向后突出; 这时稚魚腸內除发现橈足类外, 还有磷虾和糠虾的幼体。在尾部中央(即臀鳍后部附近)、腹鳍基部和鰾背部等处的黑色素仍明显。

全长 15.0 毫米的稚魚 体长 11.62 毫米(图版 IV, 5 及表 3)。头部各处的棘均甚发达。枕骨棘 5—7 个, 一般为 6 个, 呈扇状展出, 和小黃魚、梅童魚等有显著区别(見第四节)。眼眶骨、鰓盖骨以及顛骨等处的各棘較枕骨更为明显。稚魚各鳍的鳍式如下: 背鳍为 X-33, 臀鳍 II-8, 腹鳍 I-5, 尾鳍 24, 胸鳍和尾鳍較长, 呈楔形。各鳍式和体形上虽与成魚有些相象, 但肛門和臀鳍之間及尾柄上下的鳍褶尚未完全消失, 故肛門的位置与臀鳍間尚离开很远; 鳞片亦未形成。胃部表面布有斑状黑色素, 幽門盲囊已有 13 个; 鰓耙 $6 + 12$, 腸呈半弯曲状, 也有黑色素分布。胃含物除較大的橈足类外, 磷虾和糠虾的比例增加。在

臀鳍基部及鳔背的黑色素仍明显,腹腔膜上已具有很多梅花瓣状黑色素。

当体长达到 15.00 毫米左右时,身体上的鳞片已出现,并有完整的侧线;在外部的形态上,除了尚保存有明显的枕骨棘、眼眶棘和鳃盖棘,以及体型的比例上与成鱼有一定的差异外,已基本上具备了成鱼的形态特征。

四、大黄鱼卵子、仔、稚鱼和小黄鱼等的主要区别

在浙江、江苏近海产卵的重要石首鱼类,除了大黄鱼和小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis* Bleeker)以外,还有棘头梅童鱼(*Collichthys lucida* Richardson)、皮氏叫姑鱼(*Johnius belengerii* (Cuvier & Valenciennes))、白姑鱼(*Argyrosomus argentatus* (Houttuyn))和黄姑鱼(*Nibea albiflora* (Richardson))。黑鳃梅童鱼(*Collichthys niveatus* Jordan & Starks)和鲢鱼(*Mitichthys miuy* (Basilewsky))在这水域中的产卵情况尚不了解。小黄鱼和两种梅童鱼的卵子和仔、稚鱼容易与大黄鱼的相混淆,小黄鱼则尤甚;因此,对大、小黄鱼重要阶段的形态特征叙述较详。鲢鱼资料全缺,无法比较,其他三种鱼的文献和资料很少,但易与大黄鱼等的区别,只作了简单叙述。

白姑鱼、皮氏叫姑鱼、黄姑鱼的卵径和油球径较小,卵径都在 0.9 毫米以下,油球径则小于 0.32 毫米;而大、小黄鱼和两种梅童鱼的卵径都在 1.0 毫米以上,油球径大于 0.36 毫米。白姑鱼、皮氏叫姑鱼和黄姑鱼的初孵仔鱼比较小,全长分别为 2.38、1.52 和 1.54 毫米。除了白姑鱼与棘头梅童鱼(全长 2.30—2.40 毫米)有交叉外,都比大黄鱼(3.03—4.22 毫米)、小黄鱼(3.30—3.50 毫米)和黑鳃梅童鱼(3.30 毫米)的为小^{[4,10,11] 3,4)}。此外,白姑鱼等三种仔、稚鱼都无枕骨棘。因此,它们的卵子和仔、稚鱼不易与大黄鱼等四种鱼类的相混。

棘头梅童鱼的卵径(1.05—1.25 毫米)比大黄鱼(1.09—1.52 毫米)和小黄鱼(1.10—1.62 毫米)的虽偏小,而油球径则相反(分别为 0.43—0.53, 0.36—0.46 及 0.43—0.53 毫米);但黑鳃梅童鱼的卵径(1.19—1.40 毫米)和油球径(0.33—0.36 毫米)仍容易与大、小黄鱼的相混^{[10] 3,4)}。然而,各海区这四种鱼类的生殖季节和产卵场范围有相当的不同,所以需要再利用生态特点来分辨早期卵子。棘头梅童鱼和黑鳃梅童鱼的后期卵子,因胚体色素很少,而且分散;不象大、小黄鱼在胚体背部、神经管附近和胚体两侧都有明显的黑色素,因此,容易分清。棘头梅童鱼和黑鳃梅童鱼初孵仔鱼的全长一般都在 2.3—3.3 毫米之间^[10],也比大、小黄鱼(分别为 3.04—4.22 和 3.30—3.50 毫米)的为小;同时,体侧色素较少,不象大、小黄鱼的仔、稚鱼在尾部中央两侧都有一个明显的黑色素斑。这四种在仔、稚鱼时都有枕骨棘,但两种梅童鱼的出现较早(3—4 毫米全长),而大、小黄鱼则较晚(6—7

3) 海洋研究所脊椎动物研究室资料。

4) 参见大连水产试验场,1953。《黄花鱼产卵场调查报告(油印本)》。

毫米全长),同时,它們的枕骨棘射出的方向、数目和寬度等都有显著的区别(图版 V)。小黃魚的枕骨棘都向前傾斜,而其他三种都呈扇形射出;在同样大小个体中,两种梅童魚的枕骨棘要比大、小黃魚的大而寬。这四种魚的枕骨棘的数目到体长 17 毫米以上就不再增加,而棘数以黑鰓梅童魚的最多(9 个左右),大黃魚次之(6 个左右),棘头梅童魚和小黃魚的都比較少(5 个左右)。当鰭条出現后,棘头梅童魚和黑鰓梅童魚稚魚的背、臀两鰭基部末端的位置上下相等,而大、小黃魚的都是背鰭基部末端超过臀鰭基部末端;同时,鰭式与它們的成魚相同。因此,按照上述的特点,棘头梅童魚和黑鰓梅童魚卵子和仔、稚魚与大、小黃魚的可加以区别。

小黃魚和大黃魚的卵子和仔、稚魚的形态最为接近,但是也可以根据发育不同时期的几个特征区别如下:

(1) **卵径及油球径** 大黃魚分别为 1.09—1.52 毫米及 0.36—0.46 毫米;小黃魚分别为 1.10—1.56 毫米及 0.43—0.50 毫米。早期卵子在形态上不易分辨,但是它們在同一海区中的生殖期基本不同^[2,7]或交叉的时间很短。

(2) **胚体形成时期**(围绕卵黄囊 3/5) 大黃魚, a, 肌节 17—18 对; b, 在神經管和胚体兩側各有兩列黑色素粒連呈帶狀; c, 胚体腹面色素稀少, 不在神經管处集成丛状。小黃魚, a, 肌节 20—21 对; b, 神經管和胚体兩側的黑色素分布很乱, 不呈帶狀; c, 胚体腹面色素較多, 在神經管处集成丛状, 成一个比較明显的黑点。

(3) **孵化时期** 大黃魚, a, 肌节 26—27 对; b, 胚体腹面的黑色素仍稀少而分散, 不在后脑附近的神經管处集成丛状; 側面觀之, 則該处无黑色素丛。小黃魚, a, 肌节 28—29 对; b, 胚体腹面的黑色素較多而集中, 在后脑附近的神經管处集成丛状; 側面觀之, 黑色素丛呈一个比較明显的黑点。

(4) **仔魚时期** 大黃魚, a, 肌节 $9 + 17 = 26$; b, 在視神經交叉处或中脑的腹面处均无黑色素斑; c, 围心腔后壁外无星芒状黑色素斑。小黃魚, a, 肌节 $9 + 20$ 或 $10 + 19 = 29$; b, 在視神經交叉处或中脑的腹面处有一个明显的黑色素斑; c, 围心腔的后壁外, 有一个星芒状黑色素斑。

(5) **稚魚时期** 大黃魚, a, 黑色素的分布特点同前; b, 枕骨棘大而寬, 呈扇狀射出; 一般为 6 个(5—7 个)。小黃魚, a, 黑色素的分布特点同前; b, 枕骨棘小而狹, 都向前方傾斜, 不呈扇狀射出, 一般有 4 个(3—5 个)。利用枕骨棘的形状特点, 在 10 厘米以内的大、小黃魚幼魚亦易于区别。

摘 要

本文主要根据 1958 年和 1959 年在浙江岱衢洋和广东碙洲島附近通过人工受精資料和用浮游生物网及张网所采得标本, 对大黃魚卵子和仔、稚魚各重要发育阶段的形态特征进行了描述。大黃魚的卵径, 因生殖水域不同, 而有很大的差别; 浙江岱衢洋春、秋两汛的

卵径为 1.19—1.52 毫米,广东碙洲島附近秋汛的卵径为 1.09—1.32 毫米。

1959 年 5—6 月,在浙江岱衢洋,用同一对亲鱼的性产物,进行了两次恒温发育的初步試驗,第一次为 $15^{\circ}\text{C} \pm$ 、 $18^{\circ}\text{C} \pm$ 、 $21^{\circ}\text{C} \pm$,第二次为 $15^{\circ}\text{C} \pm$ 、 $20^{\circ}\text{C} \pm$ 、 $23^{\circ}\text{C} \pm$ 和 25°C 等組。表明,浙江岱衢洋(春汛)大黄鱼卵子在 $18-23^{\circ}\text{C}$ 恒温下均能发育;这项結果和浙江、江苏近海春汛(5—6 月)大黄鱼产卵水温范围是一致的。至于卵子发育适宜水温的最高最低界限,尚需进一步研究。

大黄鱼早期发育阶段的形态特征和其他石首鱼类很相象,因此,从卵径和油球径的大小、色素的出現和分布位置、枕骨棘的形状和大小、以及肌节或脊椎骨的数目等特征,与小黄鱼作了較詳細的比較,此外,尚与棘头梅童鱼、黑鳃梅童鱼、白姑鱼、皮氏叫姑鱼和黃姑鱼等的卵子,仔、稚鱼亦作了簡明的比較。

参 考 文 献

- [1] 水产部南海水产研究所, 1958. 珠江口以西大黄鱼资源的調查。广东水产調查研究 8: 1—48。
- [2] 朱元鼎, 1959. 中国主要海洋渔业生物学基础的参考資料。太平洋西部渔业研究委员会第二次全体會議論文集。科学出版社, 107—121 頁。
- [3] 田明誠、徐恭昭、余日秀, 1962. 大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 形态特征的地理变异与地理种羣問題。海洋科学集刊 2: 79—97。
- [4] 成庆泰、张孝威等, 1962. 中国经济动物志——海产鱼类。科学出版社。
- [5] 納烏莫夫(Наумов, Н. П.), 1955. 动物生态学。科学出版社, 263—294 頁。
- [6] 杰特拉弗(Детлаф, Т. А.)、金茲保(Гинзбург, А. С.), 1954. 鳊鱼类的胚胎发育与其养殖問題。科学出版社, 175—198 頁。
- [7] 张孝威、刘效舜, 1959. 十年来我国四种主要海产经济鱼类生态的調查研究。海洋与湖沼 2(4): 233—243。
- [8] 福建省水产科学研究所, 1960. 官井洋大黄鱼漁場調查报告(1957—1959)。福建省水产科学研究所調查研究报告。
- [9] 山田鉄雄, 1941. ブーセ (*Pseudosciaena crocea* (Richardson)) の习性 と 卵 子 发 生 に 就 いて。水产学会报 8 (3—4): 184—189。
- [10] 矢部 博, 1941. 朝鮮近海に産するカンダリ属(*Collichthys*)の鱼类に就いて。水产学会报 8(3—4): 173—183。
- [11] 矢部 博, 1951. 朝鮮近海に于けるキゲチの产卵习性。鱼类学杂志 1(5): 285—291。
- [12] Lin, S. Y. (林书顔), 1938. Analytical key to common young Sciaenids found in the coastal waters of Cheking. *Ling. sci. Jour.* 17(1): 35—36。
- [13] Перцева, Т. А., 1951. Систематика икринок и предличинок сельдевых рыб северной части Каспийского моря. *Тр. ВНИРО*, 18: 33—65。
- [14] Расс, Т. С., 1953. Значение строения икринок и личинок для систематики рыб. Очерки по общим вопросам ихтиологии, *Изд. АН СССР М.—Л.* Стр. 183—198。

A DESCRIPTION OF EGGS AND LARVAE OF THE LARGE YELLOW CROAKER, *PSEUDOSCIAENA CROCEA* (RICHARDSON)

SHA XUE-SHEN

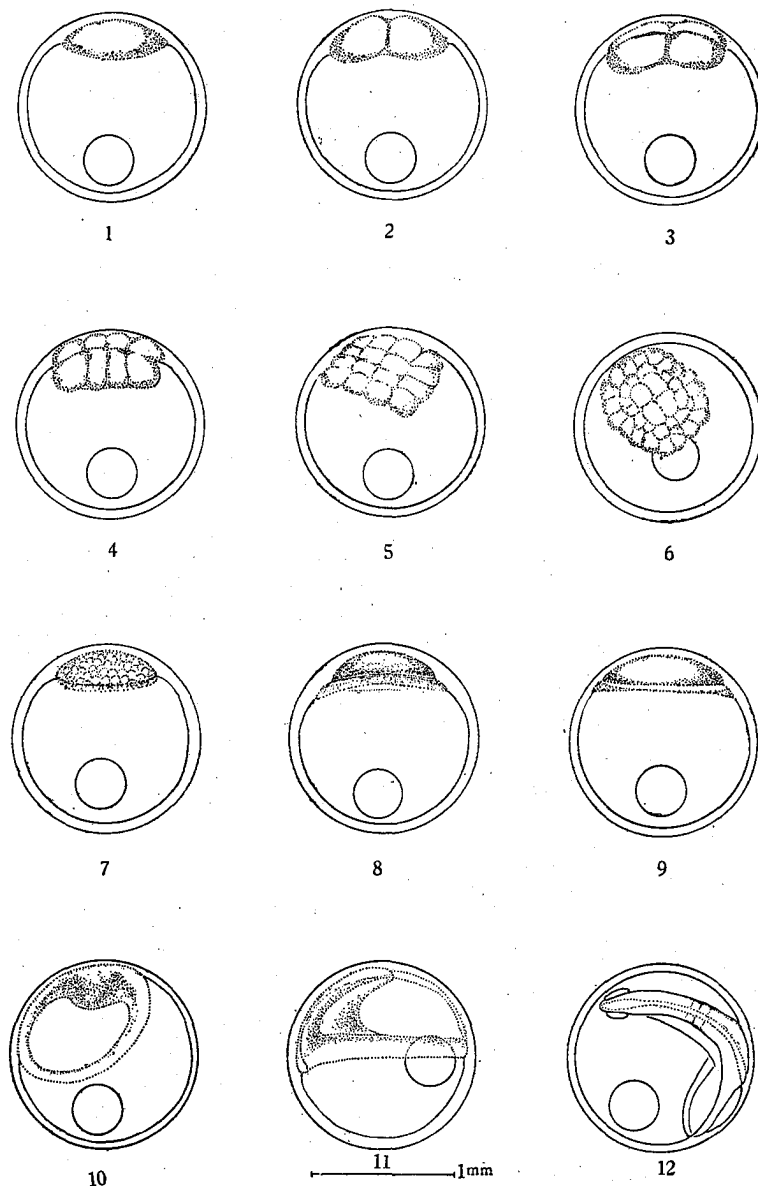
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The important morphological characters of different stages of the eggs and larvae from fertilization to about 15 mm in total length have been described, based mainly upon the material obtained by plankton nets and by artificial fertilization made during the spawning seasons of the fish at Taichu-Yang, Chekiang, and near Naochow Island, Kwangtung in 1958 and 1959. It is interesting to note that the diameter of the eggs of the Taichu-Yang specimens (1.19—1.52 mm) is much larger than that of the Naochow specimens (1.09—1.32 mm).

Some preliminary experiments on the development of the eggs under different constant temperatures (15°C, 18°C, 20°C, 21°C, 23°C and 25°C) were carried out in May and June 1959 at Taichu-Yang. The results showed that the eggs developed normally between 18—23°C.

The eggs and larvae of the Large Yellow Croaker look very similar to those of the Small Yellow Croaker, *Pseudosciaena polyactis* Bleeker, and of some other sciaenids. Hence, their diagnostic features for distinguishing them have been described, especially the two species mentioned above.



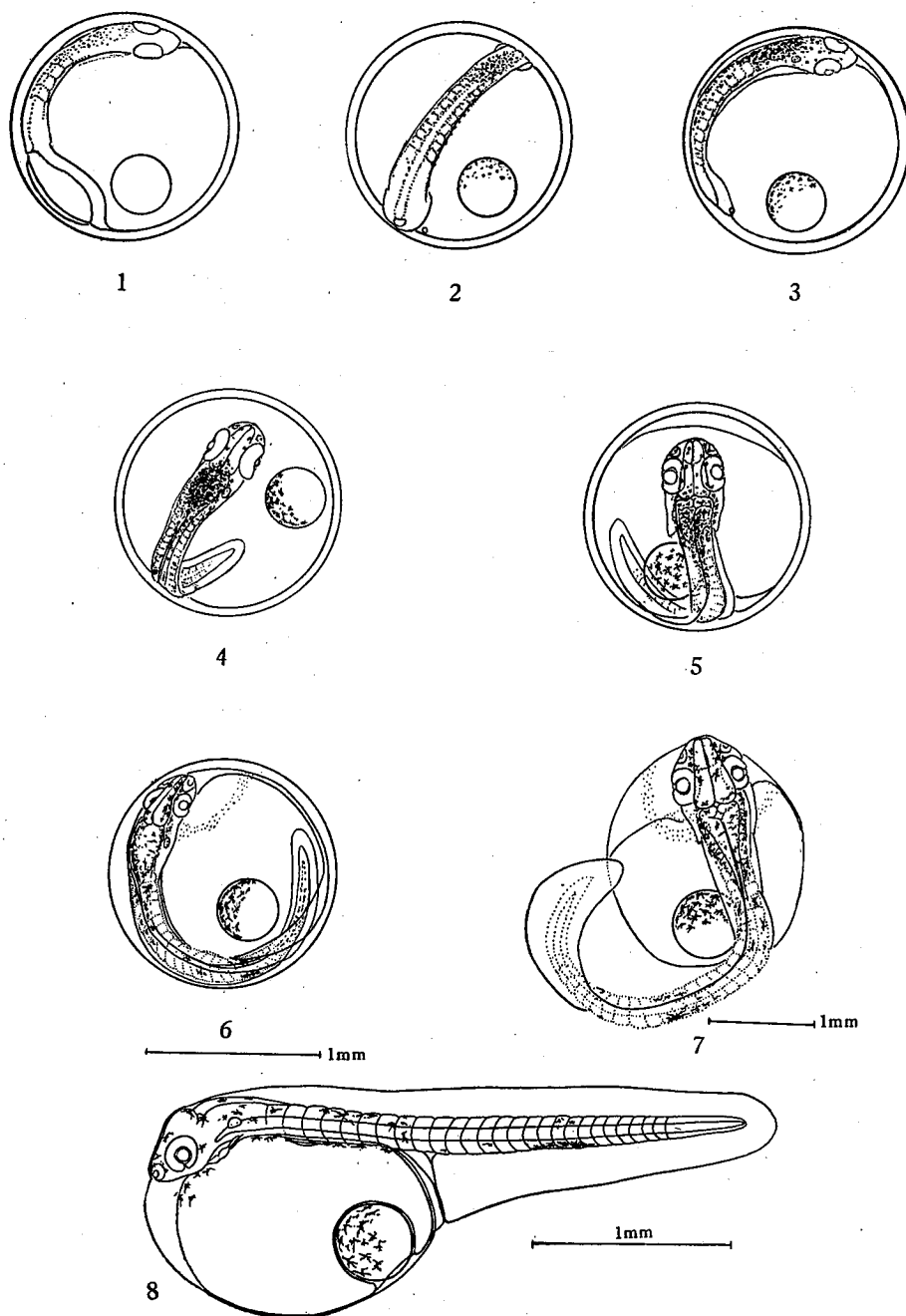
图版 I 说明 卵子

1. 未分割胚盘; 2. 2細胞时期; 3. 4細胞时期; 4. 8細胞时期; 5. 16細胞时期;
6. 32細胞时期; 7. 64細胞时期; 8. 高囊胚时期; 9. 低囊胚时期; 10. 原腸早期;
11. 原腸中期, 外包达 1/2; 12. 原腸晚期, 胚体具 2 对肌节, 外包 2/3。

Plate I. Eggs

Explanation:

- 1) Unsegmented blastodisc; 2) 2-cell stage; 3) 4-cell stage; 4) 8-cell stage;
5) 16-cell stage; 6) 32-cell stage; 7) 64-cell stage; 8) early blastula;
9) late blastula; 10) early gastrula; 11) middle gastrula, with germ ring
enveloping 1/2 of the yolk-sac; 12) late gastrula, embryo with 2 somites and the
germ ring enveloping 2/3 of the yolk-sac.



图版 II 说明 卵子和初孵仔鱼

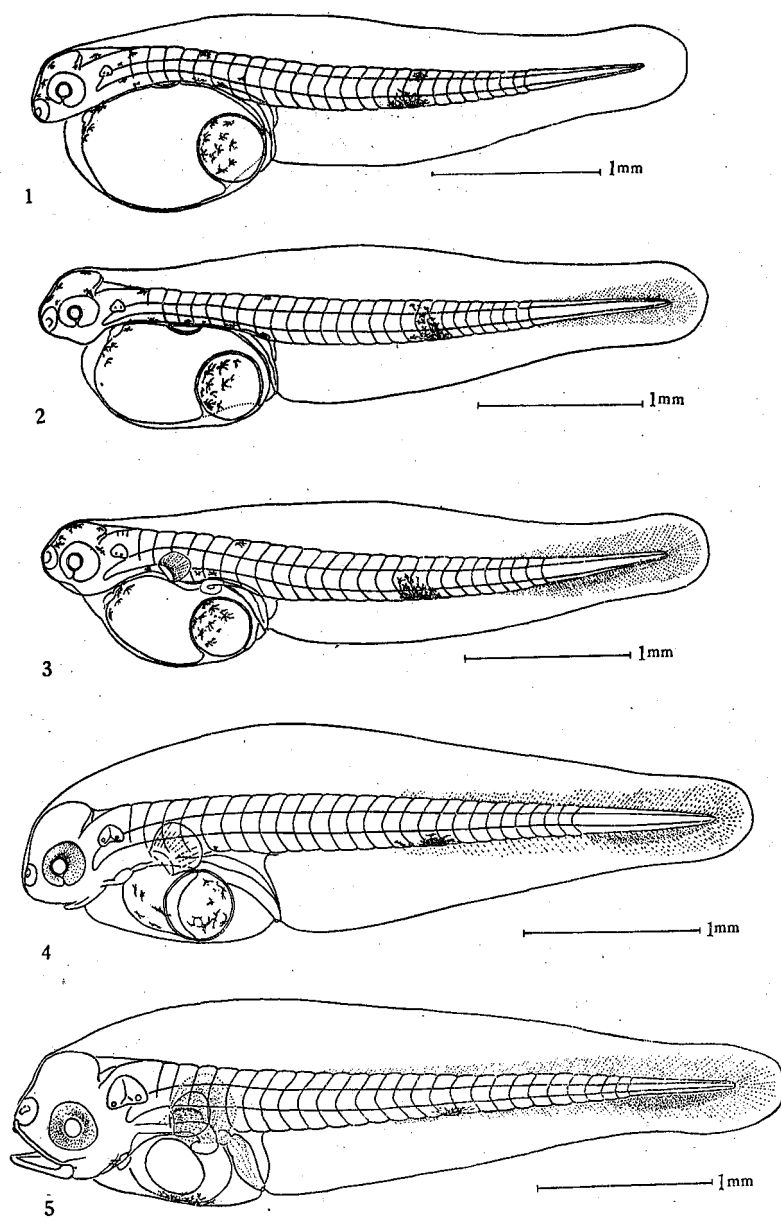
1. 原肠外包 3/4, 4 对肌节时期; 2. 原口接近关闭, 9 对肌节时期; 3. 原口关闭, 13 对肌节时期; 4. 胚体围绕卵黄囊 3/5, 18 对肌节时期; 5. 胚体围绕卵黄囊 2/3, 23 对肌节时期; 6. 胚体围绕卵黄囊 4/5, 接近孵化时期; 7. 刚出膜的仔鱼; 8. 初孵仔鱼, 全长 3.04 毫米, 体长 2.94 毫米。

Plate II. Eggs and newly hatched larvae

Explanation:

1) Embryo enveloping 3/4 of the yolk-sac, with 4 somites; 2) embryo with 9 somites and blastopore nearly closed; 3) closure of blastopore, embryo with 13 somites; 4) embryo with 18 somites and encircling 3/5 of the yolk-sac; 5) embryo with 23 somites and encircling 2/3 of the yolk-sac; 6) embryo encircling 4/5 of the yolk-sac, nearly hatching*; 7) larva immediately after hatching*; 8) newly hatched larva, 3.04 mm in total length, 2.94 mm in body length*.

* living specimens.



图版 III 說明 仔魚

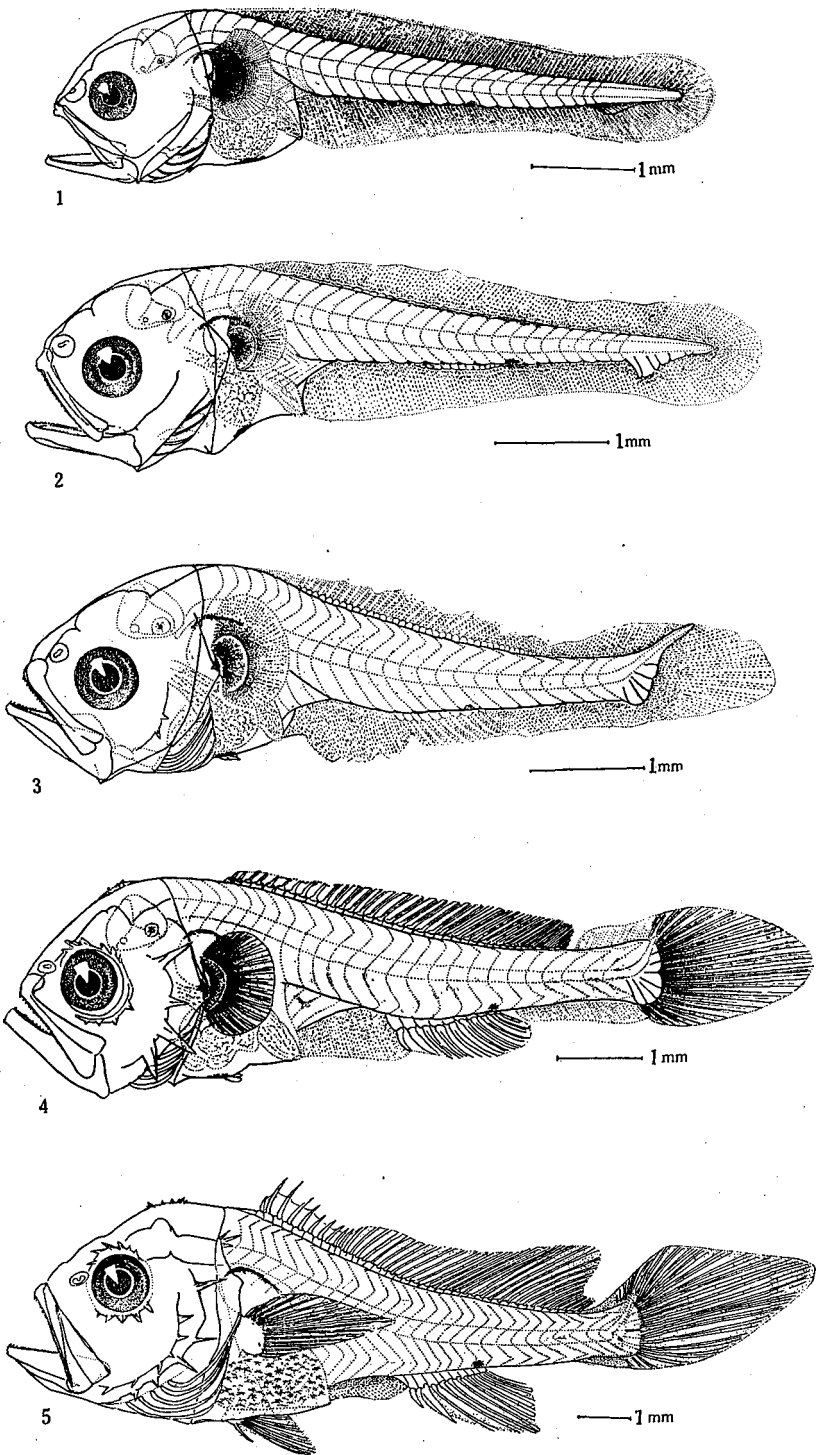
1. 全长 4.09 毫米, 体长 3.96 毫米; 2. 全长 4.13 毫米, 体长 3.99 毫米; 3. 全长 4.14 毫米, 体长 4.00 毫米; 4. 全长 4.15 毫米, 体长 4.00 毫米(固定标本); 5. 全长 4.40 毫米, 体长 4.25 毫米(固定标本)。

Plate III. Larvae

Explanation:

1) 4.09 mm in total length, 3.96 mm in standard length*; 2) 4.13 mm in total length, 3.99 mm in standard length*; 3) 4.14 mm in total length, 4.00 mm in standard length*; 4) 4.15 mm in total length, 4.00 mm in standard length; 5) 4.40 mm in total length, 4.25 mm in standard length.

* living specimens.





图版 IV 說明 稚魚

1. 全长 5.69 毫米, 体长 5.41 毫米(固定标本);
2. 全长 6.22 毫米, 体长 5.74 毫米(固定标本);
3. 全长 6.48 毫米, 体长 5.76 毫米(固定标本);
4. 全长 9.30 毫米, 体长 7.52 毫米(固定标本);
5. 全长 15.00 毫米, 体长 11.62 毫米(固定标本)。

Plate IV. Postlarvae

Explanation:

- 1) 5.69 mm in total length, 5.41 mm in standard length;
- 2) 6.22 mm in total length, 5.74 mm in standard length;
- 3) 6.48 mm in total length, 5.76 mm in standard length;
- 4) 9.30 mm in total length, 7.52 mm in standard length;
- 5) 15.0 mm in total length, 11.62 mm in standard length.

图版 V 說明 枕骨棘的形态比較

1. 小黄魚;
2. 大黄魚;
3. 黑鰓梅童魚;
4. 棘头梅童魚。

A. 体长 9 毫米; B. 体长 12 毫米; C. 体长 17 毫米(黑鰓梅童魚体长为 15 毫米); D. 体长 26 毫米。

Plate V. Occipital spines

Explanation:

1. *Pseudosciaena crocea* (Richardson);
 2. *P. polyactis* Bleeker;
 3. *Collichthys niveatus* Jordan & Starks;
 4. *C. lucida* Richardson.
- A. 9 mm in standard length; B. 12 mm in standard length; C. 17 mm in standard length (*C. niveatus*, 15 mm in standard length); D. 26 mm in standard length.