

25-37

## 大银鱼胚胎发育的观察

张开翔

Q 959.483

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210006)

**摘要** 根据 1975、1979 和 1982 三年冬季在洪泽湖、淮河和太湖人工授精以及采自产卵场的发育受精卵, 于实验室内孵化、培育所得的材料, 对大银鱼的卵子和前期仔鱼的发育特征作了描述。

**关键词** 大银鱼 人工授精 胚胎发育

大银鱼 (*Protosalanx hyalocranius* Abbott) 广泛分布于我国东部平原地区湖泊、长江、淮河、海河、北戴河、辽河以及诸河入海河口, 朝鲜、越南亦有记录, 且构成湖泊银鱼的优势种群, 是重要的经济鱼类。其肉味鲜美, 还是我国主要出口水产品之一, 现已列为国家水产资源中的重点保护对象。

关于大银鱼的胚胎发育, 仅由笔者和庄大栋等 (1981) 作过简单的描述, 迄今尚未见完整的报道。本文根据人工授精以及在产卵场采得的发育受精卵, 在实验室内孵化、培育所得的材料, 对大银鱼的卵子和前期仔鱼的发育特征作进一步报道。旨在积累这种鱼繁殖生物学方面的基本资料, 为银鱼增殖提供科学依据。

## 材料与方 法

笔者利用进行我国东部平原地区湖泊鱼类资源调查研究的机会, 1975 年冬季在洪泽湖从“科湖”调查船舷拖网和 1979 年冬季在淮河蚌埠闸下定置张网渔获物中采得成熟的大银鱼亲鱼。前 (3 次) 后 (2 次) 5 次用于法进行人工授精试验, 均获成功, 都孵出活泼健壮的仔鱼。此外, 由于所得的受精卵都在发育一段时期后带回本所实验室 (附暖气设施) 内孵化。为使孵化条件较为接近自然状况, 1982 年冬季又在太湖的产卵场拖取底泥, 从中检出大银鱼的发育受精卵, 并在野外基点的实验室内观察作了一些补充。

为了取得可靠的科学实验资料, 笔者于观察、记录受精卵和前期仔鱼发育特征的同时, 还作了活体显微照相。

## 观 察 结 果

## (一) 卵子的发育特征

## 1. 卵周隙与胚盘形成

成熟卵为圆球形或近圆球形, 卵径 0.82—1.11mm。沉而不具粘性。外卵膜由细密的

细丝构成,这些细丝始于卵膜孔对面一极,向着卵膜孔极一分再分使得相当大的范围内显出密密麻麻的细丝,几乎没有空白之处。而卵膜孔极未被细丝伸及的区域也分布着许多丝段,这些丝段以卵膜孔为中心呈同心状排列成若干圈(图版 I:1-2)。受精以后,卵膜吸水膨胀,使卵膜丝自卵膜孔相对一极断裂、游离,而延伸及卵膜孔这一极的末端仍然相连,从而分散成依附于受精卵上的一环丝丛(图版 I:3)。沉落于产卵场底部,在长达一月余的胚胎发育期中,既可保持着良好的呼吸条件,又可缓冲风浪的搅动,对其种群发展极为有利。不久,在质膜与卵膜之间出现卵周隙,受精后大约 55 分钟,当水温 5.3℃ 时,卵周隙最宽。随后,卵黄粒沉积于植物极,原生质逐渐向动物极集中,受精后 10 小时 31 分,当水温 4.1℃ 时,胚盘形成(图版 I:4)。

### 2. 卵裂至囊胚

受精后 15 小时 06 分,当水温 4.1℃ 时,在胚盘顶部出现首次分裂沟,进入 2 细胞期(图版 I:5)。接着开始第二次分割,卵裂垂直于首次分裂沟,于受精后 16 小时 33 分,当水温 4.7℃ 时,进入 4 细胞期(图版 I:6)。第三次卵裂具二条分裂沟,平行于第一次分裂沟,于受精后 18 小时 08 分,当水温 5.1℃ 时分裂为 8 个细胞(图版 I:7)。受精后 20 小时 50 分,当水温 5.6℃ 时,分裂为 16 个细胞。受精后 24 小时 38 分,当水温 5.2℃ 时,分裂为 32 个细胞。随后又经过连续几次分裂,于受精后 31 小时 40 分,当水温 4.8℃ 时,进入多细胞期(图版 I:8)。

细胞继续分裂,数目愈益增多,并且越来越小。内层细胞出现腔隙,于受精后 53 小时 10 分,当水温 4.6℃ 时,进入高囊胚期(图版 I:9)。由于囊胚继续发育,细胞更为细小,外层细胞界限已经模糊,囊胚减低,于受精后 75 小时 23 分,当水温 6.2℃ 时,进入低囊胚期。此阶段发生初步的分化,胚盘基部由于分裂的结果而形成了胚周区——多核合胞体,它清晰地与胚盘边缘的细胞及卵黄相触及。

### 3. 原肠和胚体形成

随着囊胚逐渐下包,下缘周边愈来愈厚,于受精后 82 小时 10 分,当水温 5.0℃ 时,下包约  $\frac{2}{5}$ ,进入原肠初期(图版 I:10)。受精后 97 小时 22 分,当水温 5.1℃ 时,下包约  $\frac{3}{5}$ ,进入原肠中期(图版 I:11)。受精后 108 小时 39 分,当水温 6.0℃ 时,原肠下包  $\frac{4}{5}$  以上,只剩少量卵黄未被包入,胚孔缩小为小圆圈,进入原肠晚期(图版 I:12)。

原肠下包和内卷继续进行,受精后 121 小时 10 分,当水温 6.8℃ 时,背侧神经物质增厚,出现神经沟,初具胚体雏形,能够分辨头部与尾部(图版 I:13)。受精后 141 小时 27 分,当水温 4.9℃ 时,胚孔封闭,头尾明显分化,神经管前端分化为前脑、中脑和菱脑三部分(图版 I:14)。

### 4. 器官形成与组织分化

受精后 147 小时 55 分,当水温 6.3℃ 时,胚体出现不分节的中胚层索,前脑两侧隐约可见眼泡。受精后 156 小时 56 分,当水温 5.6℃ 时,眼泡较为清晰(图版 I:15)。受精后 162 小时 51 分,当水温 6.1℃ 时,胚体中部显露 4 对肌节,眼泡十分清晰。受精后 173 小时 23 分,当水温 6.4℃ 时,胚体伸长,卵黄囊开始内陷(图版 I:16)。受精后 179 小时 51 分,当水温 5.0℃ 时,卵黄囊明显内陷,眼泡中部出现一窄隙(图版 I:17)。受精后 196 小时 32

分,当水温 8.2℃时,胚体伸展,肌节 20 对,视胚形成(图版 I:18)。受精后 217 小时 06 分,当水温 6.0℃时,尾部升高变圆,克氏囊显露,晶状体开始形成,肌节 24 对(图版 I:19)。受精后 229 小时 09 分,当水温 6.2℃时,胚体继续伸展,肌节 27 对,克氏囊清晰可见,嗅囊显露,晶状体扩大,听囊中二个细小耳面较清晰(图版 I:20)。受精后 240 小时 54 分,当水温 4.3℃时,晶状体形成,体内明显可见脊索,嗅囊十分清晰,在卵黄囊上方及听囊下方出现心脏原基,胚体延伸已近一卵周,肌节 30 对(图版 I:21)。受精后 250 小时 30 分,当水温 4.5℃时,克氏囊渐趋模糊,可见尾鳍膜,肌节 32 对(图版 I:22)。受精后 264 小时 43 分,当水温 0.9℃时,背鳍膜显露,心脏原基较前有所扩大,听囊中 2 个细小的耳面更加清晰,肌节 34 对(图版 I:23)。受精后 367 小时 27 分,当水温 4.4℃时,胚体恰环卵一周,背鳍膜向前扩展,十分清晰,听泡内 2 个细小耳面增大、靠拢,可数肌节 41 对,尚未见心脏跳动,胚体亦未见抽动迹象(图版 I:24)。受精后 395 小时 04 分,当水温 5.3℃时,胚体略超过一卵周,心包腔显露,听囊内 2 个细小耳面继续扩大,晶状体十分清晰(图版 I:25)。受精后 400 小时 52 分,当水温 3.9℃时,听囊内 2 耳面愈益扩大,边缘开始融合(图版 I:26)。受精后 413 小时 19 分,当水温 4.1℃时,心脏较前扩大,心包腔清晰,可见胸鳍原基。

#### 5. 胚体抽动与心脏搏动

受精后 445 小时 30 分,当水温 6.2℃时,耳石形成,胚体中部开始缓慢地抽动,每 9—12 分钟 1 次,心包腔十分清晰,心脏仍未见搏动迹象(图版 I:27)。受精后 461 小时 13 分,当水温 4.8℃时,心脏开始缓慢而轻微地搏动,每分钟 6—7 次。受精后 473 小时 24 分,当水温 4.9℃时,心搏较前有力、加速,每分钟 9 次,耳石清晰,胚体环卵约  $1\frac{1}{6}$  卵周(图版 I:28)。受精后 497 小时 53 分,当水温 9.7℃时,胚体扭动次数有所增加,间隔 3—4 分钟后,时而扭动一次,时而接连扭动 3—4 次,偶而可见整个胚体扭动,心搏每分钟 39 次,胚体环卵约  $1\frac{1}{4}$  卵周(图版 I:29)。受精后 513 小时 41 分,当水温 10.1℃时,胚体抽动较前频繁,时而每分钟 1—2 次,时而在每分钟抽动 1—2 次后又接连抽动 3—4 次,胚体环卵约  $1\frac{1}{3}$  卵周,尾稍稍离卵黄囊(图版 I:30)。

#### 6. 孵化腺出现与色素沉积

受精后 586 小时 18 分,当水温 5.1℃时,眼部显露少量黑色素。受精后 593 小时 08 分,当水温 4.3℃时,头部及体表出现孵化腺,胚体环卵约  $1\frac{1}{2}$  卵周,偶尔可见整个胚体在卵膜内翻转(图版 I:31)。受精后 616 小时 09 分,当水温 4.7℃时,卵黄囊缩小为梨形,头部下端稍离卵黄囊,可见口孔,尾的较大部分已从卵黄囊分开,眼部已沉积部分黑色素,胚体环卵约  $1\frac{2}{3}$  卵周,时而全身翻动,扭呈蛇形盘曲(图版 I:32)。受精后 677 小时 55 分,当水温 6.1℃时,头部及体表孵化腺增多,心室壁增厚,心跳有力,胚体环卵约  $1\frac{3}{4}$  卵周(图版 I:33)。受精后 709 小时 01 分,当水温 6.0℃时,卵黄囊缩小呈卵形,胚体环卵略超 2 卵周(图版 I:34)。受精后 735 小时 27 分,当水温 8.0℃时,眼部色素增浓,头部及体表的孵化腺愈益增多,可见整个胚体在卵膜内剧烈翻转(图版 I:35)。此阶段曾人工从卵膜内

取出胚胎,可见头部及背部有较多的孵化腺,卵黄囊呈梨形并含有大量脂滴(图版 I:40)。

### 7. 仔鱼孵出

受精后 760 小时 44 分,当水温 7.5℃ 时,可见胚体频频颤抖,剧烈翻转(图版 I:36)。受精后 784 小时 01 分,当水温 6.9℃ 时,胚体环卵约  $2\frac{1}{6}$  卵周,尾部全部脱离卵黄囊(图版 I:37)。又经过一段时间胚体屈伸运动,于受精后 810 小时 42 分,当水温 8.8℃ 时,胚胎头部及体表密布孵化腺,心博加速,每分钟 66—82 次,翻转更加剧烈,眼视网膜色素由淡黄转为棕黄(图版 I:38、39)。12 分钟以后,即受精后 810 小时 54 分,在孵化腺分泌物溶解卵膜及胚体剧烈翻转作用下,卵膜破裂,仔鱼孵出。

笔者曾在显微镜下逐尾观察过 48 尾仔鱼的出膜情况,方式多样。仔鱼有从头部、尾部、背部、胸部或腹部从破裂卵膜处突出或弹出。以头部先出者居多(20 尾)(图版 I:1);尾部次之(12 尾)(图版 I:5);再次为背部(8 尾)(图版 I:2)。以胸部(5 尾)和腹部(3 尾)先出膜的仔鱼少些(图版 I:3、4)。大多数仔鱼的出膜速度很快,但也有些仔鱼是几经挣后方能脱出膜外(图版 I:6、7)。

初孵仔鱼全长 5.74mm,可数肌节  $44+22=66$ 。发育微弱,鳍尚未出现,仅在背部、腹部和尾部围有皮肤鳍褶。肛门周围可见数粒黑色素细胞。仔鱼出膜不久,即摇头摆尾主动向上作蛇形游动,随后被动下落至容器底部,有时停息数秒,有时随即又作主动向上游动,如此周而复始(图版 III:1)。

### (二)仔鱼期

仔鱼发育处于水温 7.2—11.8℃ 情况下进行。孵出 3 天仔鱼,全长 6.68mm,卵黄囊腹面每侧可见一列黑色素细胞。活泼游动于水层,时而摇头摆尾向上游至表面,时而斜向上或水平方向主动游动,偶尔突发性地向上或斜向上快速窜动出一段,然后再被动下落,口尚未张开。前期仔鱼有趋光性,这时曾作实验:当以黑布蒙起一半培养仔鱼的玻璃容器时,仔鱼只在有光面活动。

孵出 6 天仔鱼,全长 7.22mm,口已张开,活泼游动,胸鳍基对体轴几乎呈垂直状态,其下面可见肩带原基。鳔已充气,肝脏形成,约占据 5 个肌节范围。大部分卵黄已经吸收,腹侧各一列黑色素细胞较前清晰。消化道具有较大的间隔,镜检可见肠管蠕动,能够消化食物,进入内外混合营养阶段(图版 III:2)。

孵出后 18 天,仅剩个别仔鱼存活,全长 6.50mm,卵黄全部吸收,当天仔鱼死去(图版 III:3)。

## 小 结 与 讨 论

1. 在水温 0.9—10.1℃ 情况下,大银鱼自卵子受精至仔鱼孵出历时 33 天 18 小时 54 分,是我国东部平原天然水域中已知的唯一在冬季产卵并且胚胎发育过程历时最久的鱼类。在考虑向其它水体移植大银鱼时,若以人工授精卵作为移植材料是很理想的。

2. 无外部投饵,在水温 7.2—11.8℃ 情况下,大银鱼前期仔鱼可存活 18 天。

3. 大银鱼外卵膜由细密的细丝构成,受精后散成一圈沉于产卵场底部发育,若遇大风

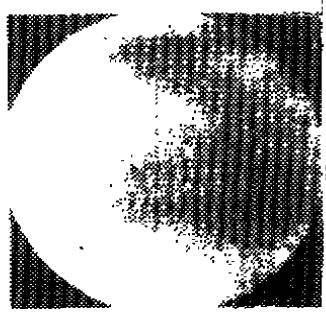
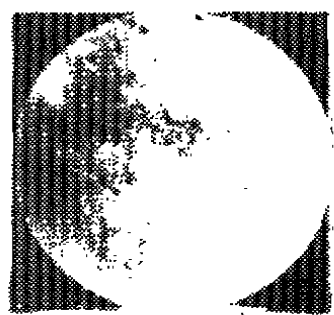
影响时可以随风浪漂浮而不致被泥土掩埋降低孵化率,有利其种群的发展。

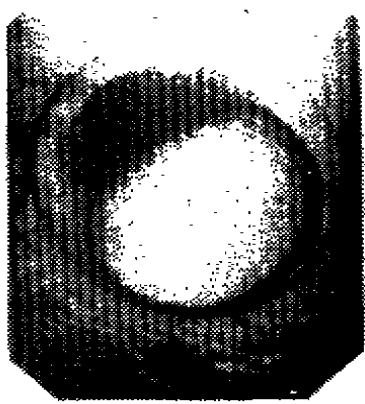
4. 大银鱼生长迅速,孵出以后只需3个月左右,其幼鱼即可长至4cm以上,已达上市规格。钟璋世(1980)<sup>①</sup>在探索利用鱼种池春季闲置期人工养殖大银鱼途径上已获可喜进展。这是一项类似农田多种一茬庄稼的充分利用水面取得经济效益之事。但是,大银鱼要求在湖湾中产卵,而且产卵盛期短暂,在天然条件下,不可能得到大量的人工授精卵来满足众多鱼种池水面生产上的需要。因此,探索人工养成亲鱼、催情、授精等一套取得大量受精卵的方法与途径,是一项很有生产意义的课题。

### 参 考 文 献

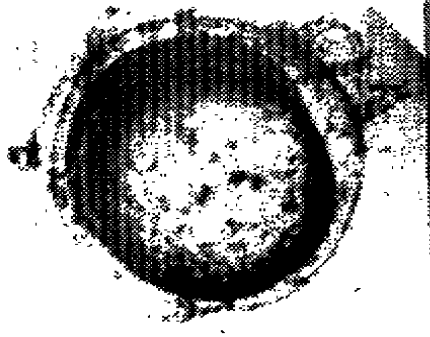
- [1] 王文滨、朱成德、钟璋世等。太湖短吻银鱼秋季人工授精、孵化和早期发育的研究。水产学报,1980,4(3):303—307。
- [2] 王文滨、朱成德、钟璋世等。太湖短吻银鱼春季早期胚胎发育以及温度与其孵化关系的研究。生态学报,1982,2(1):67—75。
- [3] 孙幅英。长江口及其邻近海域的银鱼。华东师范大学学报(自然科学版),1982,(1):111—119。
- [4] 陈宁生。太湖所产银鱼的初步研究。水生生物学集刊,1956,(2):324—334。
- [5] 张开翔、庄大栋、张立等。洪泽湖所产大银鱼生物学及其增殖的研究。水产学报,1981,5(1):29—39。
- [6] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室。长江鱼类。北京,科学出版社,1974。
- [7] 湖南省水产研究所。湖南省鱼类志。长沙,湖南人民出版社,1978。
- [8] 解玉浩,辽河鱼类区系,鱼类学论文集(第一辑)。北京,科学出版社,1981。
- [9] 柳井隆一。シテウオの孵化腺。动物学标志,1953,62(1):19—22。
- [10] Fang, P. W. . Study on the fishes referring to Salangidae of China. *Sinensia*, 1934, 4(9):231—268.
- [11] Fang, P. W. , Supplementary notes on the fishes referring to Salangidae of China. *Sinensia*, 1934, (5—6):501—511.
- [12] Wakiya, Y. et Takahasi, N. , Study on fishes of the family Salangidae. *J. Coll. Agric. Tokyo. Imp. Univ.* , 14(4):265—296.
- [13] Васнецов В. В. , Эволюция развития костяных рыб. Очерки по общей зоологии. Изд-во АН СССР, 1953.

① 钟璋世。大银鱼人工养殖试验初获成功(摘要)。江苏省水产学会第二次学术年会论文报告选编(摘要), 1980:61—62。





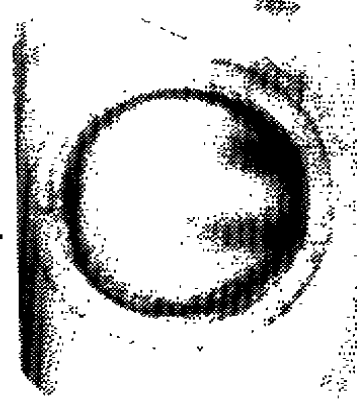
• 10 •



• 11 •



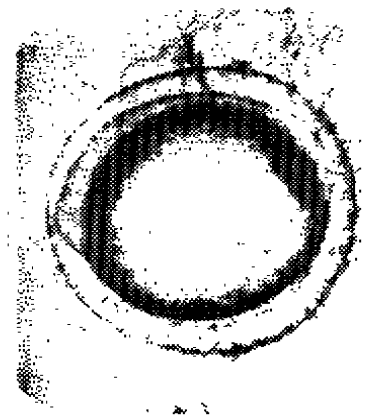
• 12 •



• 13 •



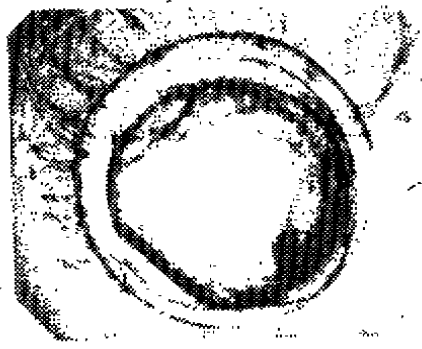
• 14 •



• 15 •



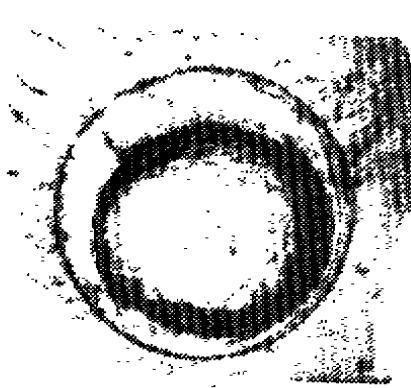
• 16 •



• 17 •



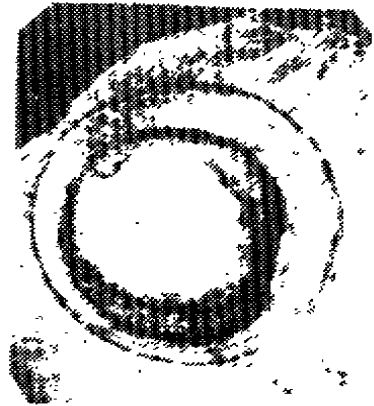
• 18 •



• 19 •



• 20 •



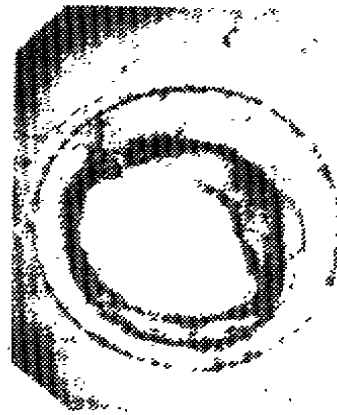
• 21 •



• 22 •



• 23 •



• 24 •



• 25 •



• 26 •



• 27 •





• 28 •



• 29 •



• 30 •



• 31 •



• 32 •



• 33 •



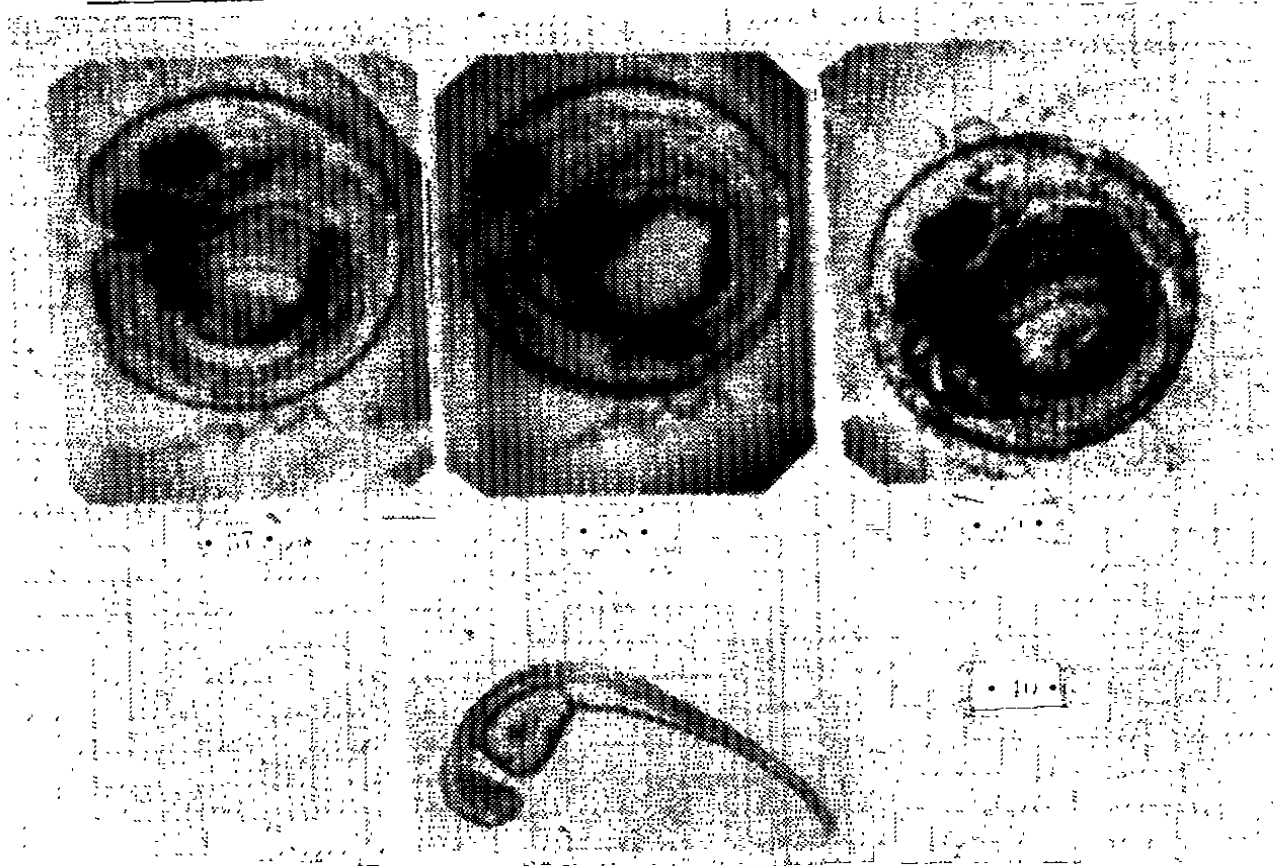
• 34 •



• 35 •



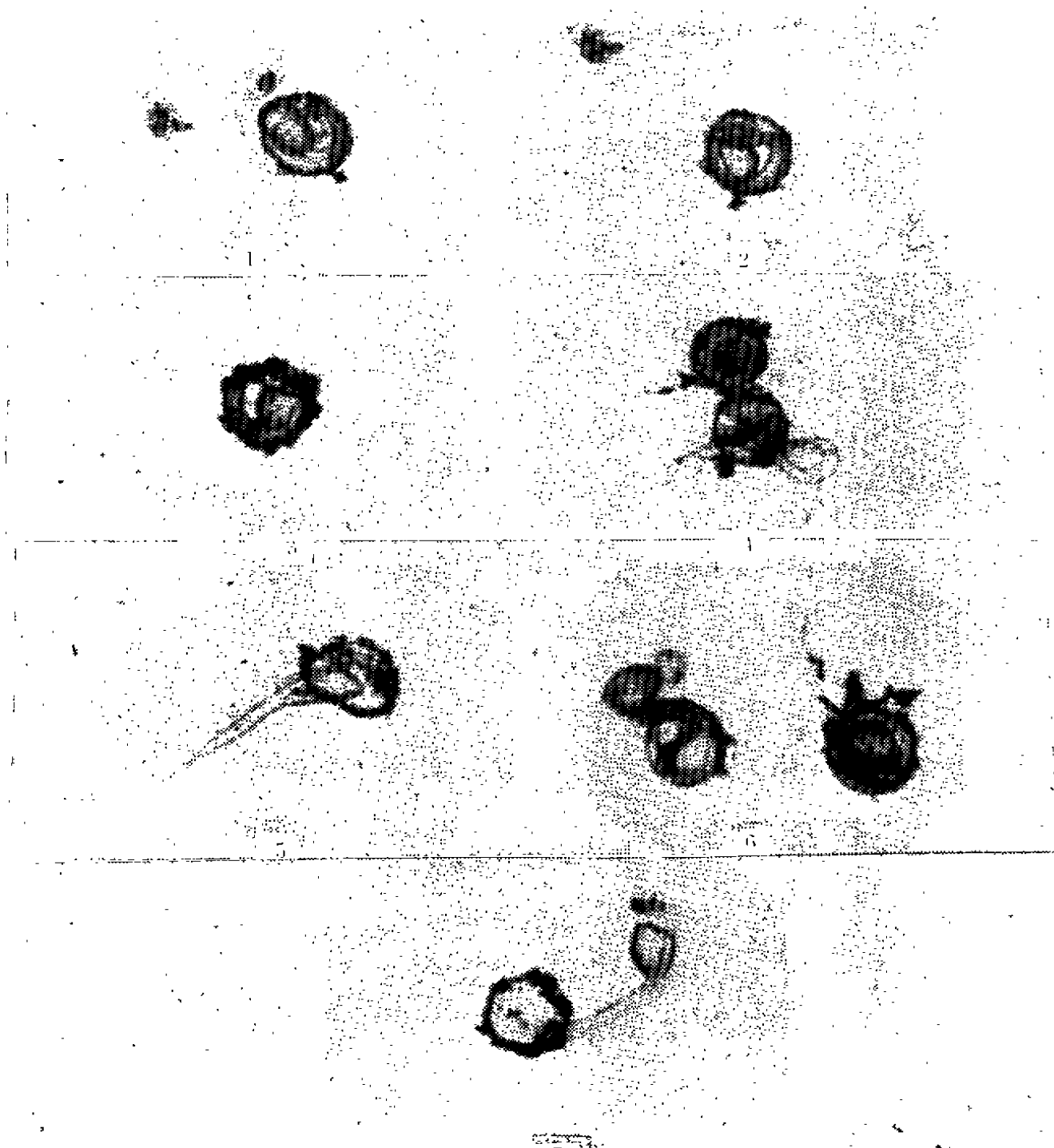
• 36 •



图版 1 大银鱼的胚胎发育

Plate 1 Embryonic development of *Protosalanx hyalocranius*

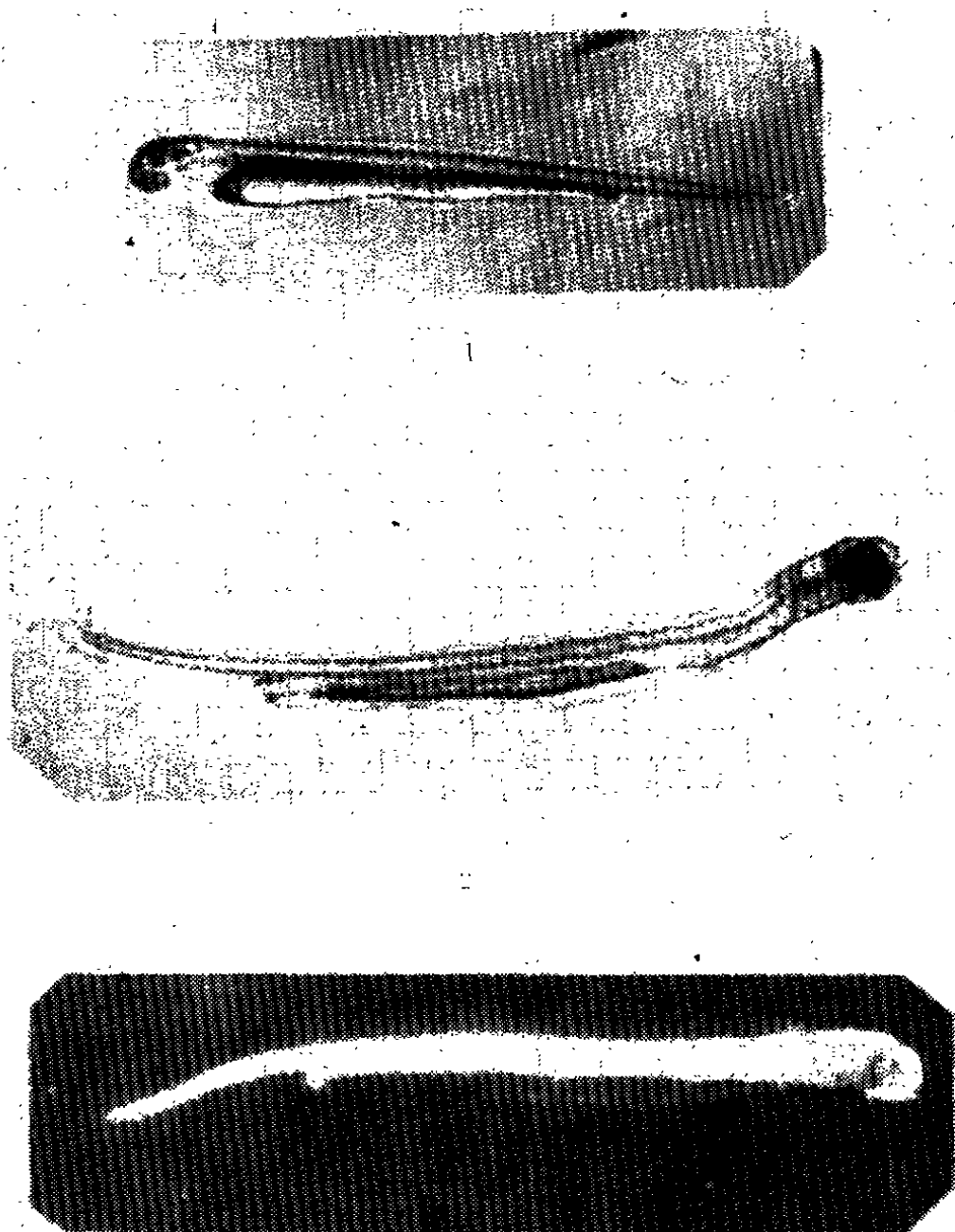
1. 成熟卵(卵膜孔极的一部分); 2. 成熟卵(卵膜孔相对极的一部分); 3. 受精卵; 4. 胚盘形成; 5. 2 细胞期; 6. 4 细胞期; 7. 8 细胞期; 8. 多细胞期; 9. 高囊胚期; 10. 低囊胚期; 11. 原肠初期; 12. 原肠中期; 13. 原肠晚期; 14. 神经胚; 15. 外包完成; 16. 眼泡出现; 17. 胚体伸长; 18. 卵黄囊内陷; 19. 视盂形成; 20. 克氏囊显露; 21. 嗅囊显露; 22. 晶状体形成; 23. 尾鳍膜出现; 24. 背鳍膜显露; 25. 胚体环卵一周; 26. 心包腔显露; 27. 听囊内二耳面边缘融合; 28. 耳石形成; 29. 胚体环卵约  $1\frac{1}{6}$  卵周; 30. 胚体环卵  $1\frac{1}{4}$  卵周; 31. 胚体环卵约  $1\frac{1}{3}$  卵周; 32. 胚体环卵约  $1\frac{1}{2}$  卵周; 33. 蛇形盘曲; 34. 孵化腺增多; 35. 眼部色素增浓; 37—39. 孵出前期; 40. 人工取出膜外的活胚。



图版 I 仔鱼出膜情况

Plate 2 Larva hatching situation of *Protosalanx hyalocranius*

1. 头部突出卵膜; 2. 背部突出膜外; 3. 胸部伸出卵膜; 4. 腹部弹出膜外; 5. 尾部弹出卵膜; 6. 挣动脱膜之仔鱼; 7. 脱膜瞬间之仔鱼。



图版 III 前期仔鱼

Plate 3 Larva of *Protosalanx hyalocranius*

1. 初孵仔鱼; 2. 6日仔鱼; 3. 18日仔鱼(经鱼苗固定液固定)。

## OBSERVATION ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT OF *PROTOSALANX HYALOCRANIUS*

Zhang Kaixiang

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

### Abstract

*Protosalanx hyalocranius* is widely distributed in China, especially in the coastal waters of the East Sea, Yellow Sea and Bohai Sea and in the middle and lower reaches of Jiang-Huai Plain. It can also be seen in Korea and Vietnam. Observation on the embryonic development of this fish was made in the winters of 1975, 1979 and 1982 separately.

According to the experiments, greater part of external egg-membrane consisted of rather fine threads starting from pole micropyle; the threads were subdivided and set so closely that no space existed between them until they reached a certain distance from micropyle, which was also surrounded closely by fragments of threads arranged concentrically; numerous other fragments of threads scattered over remaining area.

The fertilized eggs of this fish hatching took place in 33 days 18 hours 54 minute at the water temperature of 0.9—10.1°C.

Newly hatched larva was 5.74mm in total length. The myomere number was  $44+22=66$ .

In 6 days, the mouth of old larva opened and the air bladder was abounded by gas.

In 18 days, the yolk was almost consumed and the larva attained to 6.5mm in total length, and the larva would die at the water temperature of 7.2°C.

**Key words** *protosalanx hyalocranius*, artificial insemination, embryonic development.