

# 燕鳐受精卵的孵化与仔幼鱼 培育的初步研究\*

毕庶万 郑振虎 王绪峨 王维国

(山东省海洋水产研究所)

## 摘 要

燕鳐是黄海沿岸重要鱼种之一。本文描述了燕鳐受精卵与仔幼鱼发育的形态特点和培育条件。烟台崆峒岛沿岸的燕鳐，5月底开始产卵，7月结束。人工受精在船上进行。受精卵和仔幼鱼在室内用静止水进行培育。

仔幼鱼的主要饵料是皱褶臂尾轮虫和卤虫幼体。幼体在室内水泥池（0.8立方米）进行培育。

受精卵和幼体在水温20.0—27.2℃，盐度31.28—31.74‰，pH8.32—8.52，溶氧(DO)1.52—8.32毫克/升的条件下进行培育。共育成幼鱼4801尾，到1981年9月20日，幼鱼最大全长92毫米。

1982年又进行了重复试验，共育成幼体6万余尾。

燕鳐*Cypselurus agoo* 为生活于中上层水域中的一种暖水性鱼类，喜在水面游泳，能用尾部击水跃出水面，依靠展开的胸鳍在空中滑翔一定的距离。主要分布于北太平洋西北部的东、黄、渤海，朝鲜、日本和苏联远东等水域，是黄、渤海较为重要的沿岸经济鱼类之一。5—7月产卵，6月为盛期（朱元鼎，1963；张春霖等，1955）。主要产卵场在水清流缓藻丛生的沿岸水域。关于燕鳐发生和幼体培育的资料很少，仅在文献中稍有提及（松原喜代等，1965；成庆泰等，1962）。本文在两年人工孵化与仔稚鱼培育的基础上，对燕鳐的发生和幼体培育试验作了简单描述。

## 一、材料和方法

人工授精所用亲鱼采自烟台崆峒岛的老牛网（一种建网），以半干导法授精。1981年6月26日至7月21日共做了6次人工授精试验。1982年6月15日至7月8日又重复了4次试验。现场水温为18.8—25℃，盐度为31.28—31.60‰。

鱼巢分别用聚乙烯单丝和马尾藻制成。

孵化用的水泥池为1.4×1.4×0.4米，容水量0.8立方米。孵化时日换水3次（4、12、20时），每次换水量为二分之一。

海水经露天沉淀砂滤后使用。

\* 参加此项工作的还有刘锦华、宋丽辉同志。

实验期间水温为20.0—27.2℃, 盐度31.28—31.74‰, pH8.32—8.52, 溶解氧6.52—8.32毫克/升。

观察间隔时间为5、10、15、30、60分钟一次, 后期为4、12、24小时一次。间隔时间逐步延长。每次观察测定后用5%甲醛海水固定一次标本(5—20尾)。为了克服卵膜太厚不易观察早期的胚胎发育进程, 采用百分之一到四百分之一的胰蛋白酶生理盐水进行活体培育观察。

仔鱼培育分别使用水泥池(0.8立方米)和玻璃缸(19×19×20厘米)。

饵料试验用玻璃方缸, 分5组进行。饵料培育采用常规方法在室内进行。主要用等鞭金藻 *Isochrysis galbana*, 扁藻 *Platymonas subconlifirmis*, 褶皱臂尾轮虫 *Brachionus plicatilis* 和卤虫 *Artemia salina* 幼体4种。卤虫幼体系用购自河北省黄骅县的卤虫冬卵孵出的。每日早、晚换水后投饵, 培育水中的轮虫和卤虫幼体密度保持在1—2个/毫升。只投喂等鞭金藻和扁藻, 则使培育池的饵料浓度维持在10万个/毫升和50万个/毫升细胞。

盐度试验也用玻璃方缸, 分3个等级进行。换水, 投饵和水泥池相同。

鱼体测定每次不少于10尾, 仔、稚鱼阶段在显微镜下用目微尺测量。

## 二、结 果

### 1. 怀卵量与卵子形态

又长270—310毫米, 体重215—352克的燕鲷, 怀卵量1.6—6万粒。产卵时的性腺成熟系数为9—36.5%。

卵呈球形, 不透明, 卵径1.9—2.23毫米, 平均1.97毫米。卵膜厚, 间隙小, 看不见油球。表面有长短不一的钩丝40—50条, 多集中在两极, 偶有少量钩丝处于卵的中部。钩丝的纵间距为412—503 $\mu$ , 横间距为268 $\mu$ ; 两极处钩丝间距为134—201 $\mu$ (图版I: 1)。多以两极钩丝粘附于鱼巢, 也有少数例外。

### 2. 胚胎发育

由于卵膜厚, 卵黄多, 因此, 卵子受精后, 通常看不见细胞分裂。在水温18.8—20℃时, 将受精卵放入百分之一到四百分之一的胰蛋白酶生理盐水中, 1小时10分后, 可见卵膜因吸水而膨胀, 原生质向动物极集中, 在动物极形成一个小胚盘; 2小时18分, 2细胞期(图版I: 2); 2小时42分, 为四细胞期(图版I: 3); 3小时4分, 8细胞期; 3小时27分, 16细胞期(图版I: 4); 3小时42分, 32细胞期(图版I: 5); 4小时2分, 64细胞期(图版I: 6); 4小时19分, 多细胞期(图版I: 7); 5小时34分, 桑椹胚期; 8小时34分, 高囊胚期; 12小时34分低囊胚期; 20小时34分, 胚盘下包, 胚盘边缘稍内卷形成胚环(图版I: 8); 24小时57分, 胚盾出现; 31小时15分胚体形成; 35小时34分, 视泡、库氏囊出现, 胚体约占卵围的四分之一, 有5—8对肌节(图版I: 9); 45小时35分, 脑和视杯形成, 背部肌肉微微颤动, 胚体占卵围的二分之一, 有15—17对肌节(图版II: 10); 55小时20分, 听囊出现, 尾节形成, 体带不规则呈形黄色素, 眼呈暗灰色, 肌节19—24个; 62小时7分, 位于卵黄头端上方的心脏开始跳动, 血液循环开始, 胚体在膜内做间歇性的缓慢转动; 78小时50分, 点状色素出现, 肌肉颤动剧烈, 胚体转动周期缩短, 胚体

约占卵围的三分之二(图版Ⅱ: 11); 102小时36分, 胸鳍出现, 胚体占卵围的四分之三, 淡黄色不规则的星形色素增加; 117小时20分, 有5列淡黄色色素形成, 1分钟心跳114次; 150小时, 眼上的黑色素和心脏里的血红素增加, 胚体活动剧烈, 卵黄囊缩小, 1分钟心跳130次; 190小时40分循环血管增多, 口裂下陷; 201小时24分, 胚体首尾相接, 胸鳍活动剧烈, 腹鳍出现, 口裂加深(图版Ⅱ: 12); 217小时37分, 卵黄囊大部被吸收, 上下颌开始活动, 背、臀鳍褶清晰, 尾鳍呈半圆型, 鳍条可见(图版Ⅱ: 13); 229小时17分, 尾部超过头四分之一, 口裂深达0.4毫米, 6行棕褐色素加深, 上下颌活动频繁, 胸鳍活动剧烈, 仔鱼开始孵出(图版Ⅱ: 14)。

在日平均孵育水温为21—27.2℃的条件下, 燕鳐的孵育时间与孵育水温成反比, 大致可用经验公式:  $Y = 638.7979 - 18.2388T^{\circ}\text{C}$ 来表达,  $r = 0.9732 > r^{0.01} 0.750$  (图1)。

### 3. 胚后发育

1) 仔鱼期 初孵仔鱼全长5.5—7.0毫米, 平均6.41毫米, 大于日本沿岸初孵仔鱼全长

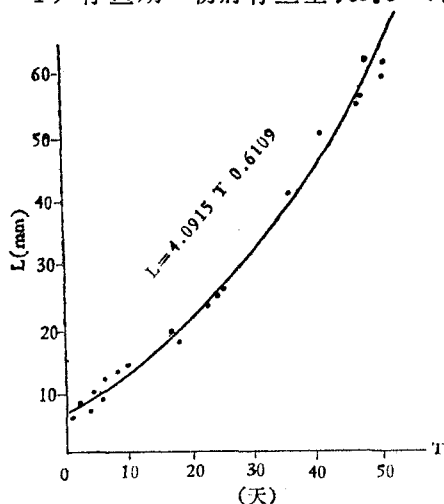


图1 燕鳐仔鱼孵化时间和温度的关系

fig. 1 curve of relation between temperature and time of hatching

4.5—5.3毫米的记录(松原喜代等, 1965)。体长4.28—5.27毫米, 肌节29+14=43节, 肛前距占64.5%, 口宽0.64毫米, 上下颌活动自如, 头下缘与腹部基本处同一直线上。背鳍始于肛门上方, 向后逐步增宽, 至肛门上方始达最宽168μ长1,230μ, 约为体高的0.203倍, 有鳍条13—14根。胸鳍较大, 位于眼的正后方, 有5—6根鳍条, 长达700μ。臀鳍和背鳍褶消失殆尽, 与尾鳍褶的联系尚存痕迹, 鳍条数也和大鱼相近。腹鳍位于体长中部的下方, 长560μ, 有鳍条5—6根。尾鳍圆形长720μ, 有13—15根鳍条, 肛门位于体长三分之一处略偏前方, 尚未开口, 眼睛不透明, 黑色素甚浓。心脏淡红色, 位于眼的斜后方, 27℃时1分钟心跳145次。卵黄囊吸收殆尽。体具黑褐与棕黄色素,

呈不规则星状。头背部和鳍基部色素较浓, 腹部色素则少而小。躯干部大致有8行。一般肛后5行, 尾部3行。一行有55—58个。鳍和褶上基本没有色素。

4天的仔鱼全长8.51—9.80毫米, 平均6.80毫米, 尾长1.60毫米, 下叶稍长。胸腹鳍生长明显, 活动能力加强, 稍受惊扰即可离水滑翔20—30厘米; 10天后的仔鱼全长15—23毫米, 胸鳍条增至10—12根, 长达3毫米以上。尾鳍分化完全, 上叶长2.52毫米, 下叶长4.76毫米, 每根鳍条都出现了一些大小不一, 数量不等的黑点。腹鳍后有4条黑色横带(图版Ⅱ: 15)。垂直活动开始趋向明显。

2) 稚鱼期 孵出26天的鱼全长22—28毫米, 体背有6条黑色横带。胸鳍长3.35毫米, 有5块大小不一的黄褐带黑的斑点。腹鳍两块黑斑。背鳍前部色浓, 后部则为淡色。臀部无色素。在下颌缝合部上开始出现一对黑色薄膜状的短须。离水滑翔的距离可达50厘米以上(图版Ⅱ: 16)。受惊后部分鱼可以象弹涂鱼那样飞贴到池壁上3—5秒, 然后下来。

3) 幼鱼期 50天的幼鱼全长可达51—65毫米, 平均58毫米, 胸鳍长达背鳍之后, 有鳍

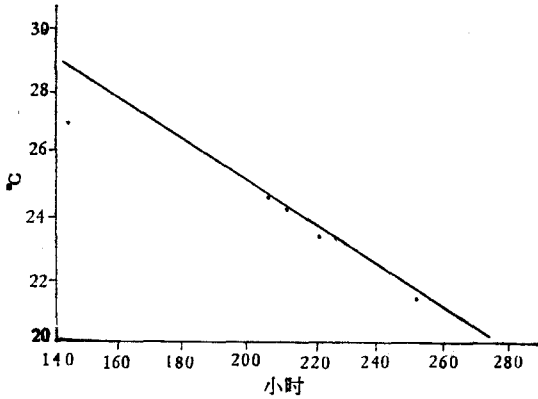


图2 燕鲷仔幼体生长与时间的关系  
fig. 2 curve of relation between temperature and the length (mm) of larvae and young fish

条10—12根, 下颚联合处的黑色短须开始消失 (图版II:17)。在水温21—27℃时, 其体长与时间基本呈指数关系, 大致可用  $L = 5.2618T^{0.5187}$  来描述。相关系数为  $R_{13} = 0.8228$  (图2)。至全长99毫米的幼鱼, 除鳍和身上的黑褐色素斑块较成鱼明显外, 其余特征已与成鱼很相似。

每批人工授精卵孵化后都有两种颜色的仔鱼; 黑褐色的占70%, 黄白色带有少量小黑点的仔鱼为30%。直至全长99毫米的幼鱼仍有这种差异。进一步的观察表明: 早孵出的多为黑色, 晚孵出的多为黄白或灰色的, 有时可达

90%以上。

仔幼鱼培育试验:

1) 不同盐度条件下饲养仔鱼的实验结果如表1:

表1 仔鱼在不同盐度中的饲养结果  
table 1 effect of salinity on larvae lives

成 活 率 (%)	日 期		8 月									
	7 月	31日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
盐 度 (‰)												
8.66	100	100	100	80	80	60	0	0	0	0	0	0
16.00	100	100	100	100	100	80	80	60	40	20	0	0
24.02	100	100	100	100	100	100	100	80	40	20	20	0

注: 各组均为10尾, 全长6.0—7.0毫米的仔鱼。

由表可见, 燕鲷仔鱼对低盐度水的适应能力较弱。盐度下限最低适应能力可能高于24‰。

2) 表2用不同饵料饲养燕鲷仔鱼的试验结果。

表2 不同饵料饲养仔鱼的试验结果  
table 2 result of trial feeding larvae with different diet

成 活 率 (%)	日 期		7 月							8 月	
	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	2日	4日		
饲 料											
金藻	100	100	90	40	30	0	0	0	0		
扁藻	100	100	60	50	50	0	0	0	0		
金藻 + 扁藻	100	100	80	80	40	0	0	0	0		
轮虫	100	100	80	80	80	40	40	30	0		
卤虫	100	100	90	90	90	70	50	40	30		

注: 各组均为10尾, 全长6.0—7.0毫米的仔鱼。

由上表看，只用等鞭金藻和扁藻两种植物性饵料是不能把燕鲢仔鱼饲育大的。单独施用轮虫也有困难，使用卤虫幼体，可以培育出燕鲢仔稚鱼，只是成活率不高。虽经两次重复，结果基本一致。

总之，进行六次人工授精，得受精卵48万粒，授精率72.37—100%。由于水体小而静，且未充气，故孵化率仅达0.4—12.5%，共得仔鱼4,801尾。由于食性转化，供饵不足，不适，孵后5—6天有一死亡高峰，死亡率在90%以上。10天后仔鱼活动能力增强，由于飞出池外或碰在池壁上，也造成了相当严重的死亡。最后培出20—45毫米的稚鱼230尾。至9月23日幼鱼最大全长92毫米。1982年在相似条件下，进行了重复试验，共培育出30—50毫米的稚鱼6万余尾。平均每立方米水体出苗量达2,400余尾。

### 三、讨 论

1. 燕鲢的卵膜厚，胚胎发育很难看清。如将授精卵放在胰蛋白酶的生理盐水中，由于酶解作用，卵膜变薄，可以看清胚胎发育过程。同一批授精卵孵出仔鱼所需时间相差很大。日平均孵育水温26.69℃时，141小时始孵仔鱼，而最长需199小时。产生这种差异的主要原因，可能是和精卵质量个体间的差异有关。

2. 燕鲢的授精率较高，孵化率却较低。初步认为水体小，换水少而不充气，卵子密集，因而溶氧不足，是导致胚胎在发育后期大量腐败的原因。因此，扩大水体、实施充气，增加换水量或使用循环水等措施，是提高孵化率的办法。为了提高仔幼鱼的成活率，第一必须在孵化后4天增投足够的卤虫幼体等动物性饵料；第二池水不宜太满，以免幼体飞出池外。1982年，对后两点给予了适当注意，便使成活率提高了10多倍。在相似条件下育成可使放流的稚鱼（3—5厘米）6万多尾。对于回游于沿岸海域的燕鲢，实施人工或半人工增殖是既有必要也有可能的。

3. 每批燕鲢授精卵孵化后都有两种颜色的仔鱼。黑褐色的约占70%，淡黄并有少量大小不一黑斑的约占30%，直至全长92毫米的个体仍有两种颜色。每批早孵仔鱼多为黑褐色，晚孵的多为灰白色，有时可达90%以上。不同颜色个体的出现，可能与精卵的质量和活力之间的个体差异有一定关系。至于这究竟是生理差异还是生态差异，有待进一步的观察和研究。

### 参 考 文 献

- 朱元鼎 1963 东海鱼类志。科学出版社，第166页。  
成庆泰等 1962 中国经济动物志海产鱼类。科学出版社。第44—45页。  
张春霖等 1955 黄、渤、海鱼类调查报告。科学出版社，第76—77页。  
松原喜代等 1965 鱼类学。恒星社厚生阁版东京（下），第626—633页。

## PRELIMINARY STUDIES ON THE INCUBATION OF FERTILIZED EGGS AND THE ARTIFICIAL BREEDING OF THE FLYING FISH ZYGOTE

Bi Shuwan    Zheng Zhenhu    Wang Xue    Wang Weiguo

(Research Institute of Marine Fisheries of Shandong Province)

The flying fish (*Cypselurus agoo* Temminck et Schlegel) is one of the important species of fish in costal water of Huanghai. In the present report the morphological characteristics of the development and the breeding condition of the fertilized eggs and the larvae has been described summarily.

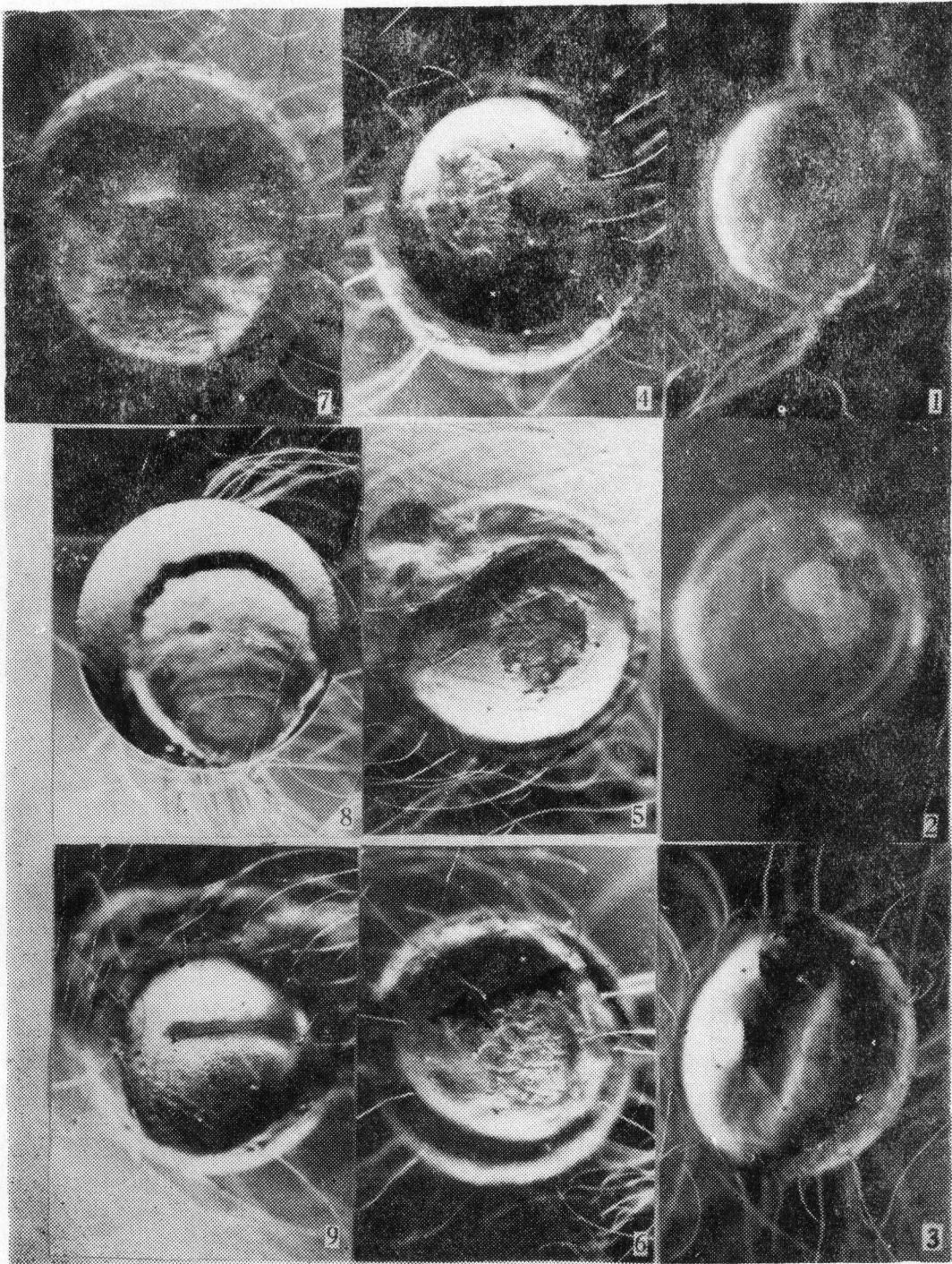
The flying fishes lay eggs from near the end of May through July in coastal area of Kongdong Dao, Yantai. The fertilized eggs were obtained from artificial fertilization on board. The incubation of eggs and the breeding of larvae were carried out in entirely static water.

The Rotifers and the Nauplii of *Artemia* Saliensis were the main part of food for them. The larvae were bred in a cement pool (0.8m) indoor.

The water temperature was 20—27.2°C, salinity 31.28—31.74‰, pH 8.22—8.52, DO. 1.52—8.32mg/l, during the breeding period. The larvae of flying fish amounted to 4,081 in number. The maximum total length was 92mm by September 20, 1981.

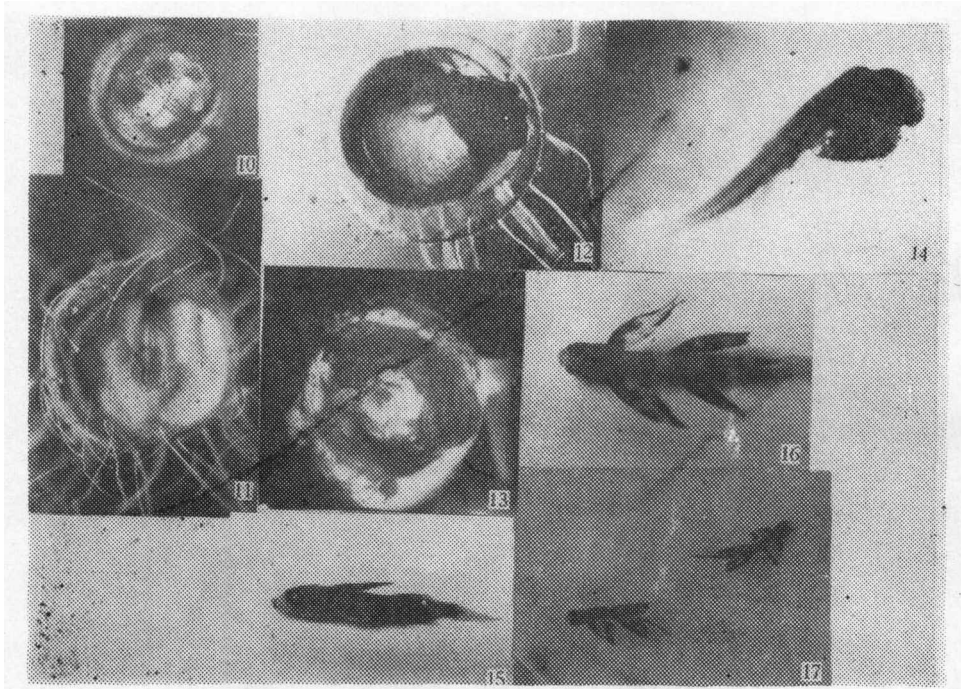
The experiment was repeated in 1982. The larvae of flying fish amounted to six thousands in number.

毕庶万等：燕鲛受精卵的孵化与仔幼鱼培育的初步研究 图版 I



1. 燕鱼卵  
 4. 16细胞期  
 7. 多细胞期  
 2. 2细胞期  
 5. 32细胞期  
 8. 原肠胚期  
 3. 4细胞期  
 6. 64细胞期  
 9. 胚体形成

毕庶万等：燕鳐受精卵的孵化与仔幼鱼培育的研究 图版 II



- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| 10. 视杯期       | 11. 胸鳍出现      | 12. 腹鳍出现      |
| 13. 颌骨开始活动    | 14. 初孵的仔鱼     | 15. 孵化后10天的仔鱼 |
| 16. 孵化后26天的仔鱼 | 17. 孵化后50天的幼鱼 |               |