

# 太平洋鲱鱼的胚胎发育及 初孵仔鱼的形态\*

杨东莱 吴光宗

(中国科学院海洋研究所)

## 提 要

本文介绍了通过人工授精法取得的太平洋鲱鱼受精卵的胚胎发育和初孵仔鱼的形态。

太平洋鲱鱼的受精卵为粘性球形卵,无油球,卵径为1.42—1.65mm。胚胎发育过程中对水温及盐度变化的适应能力较强,其胚胎发育形态同一般硬骨鱼类大体相同,唯色素细胞的出现较晚。从受精至孵化在水温7.5—13.2°C条件下,约需经过9.6—12.5个昼夜。初孵仔鱼的全长为5.94—7.66mm,肌节为56—58节,卵黄囊呈卵圆形位于第3—12肌节下方,消化管的末端位于第48—49肌节下方,沿消化管上方两侧各有一列枝状黑褐色色素,在胸鳍基的下方及肛门开口处,各有一个黑褐色色素斑。

太平洋鲱 *Clupea pallasii* (Cuvier et Valenciennes) 系冷水性洄游鱼类,广泛分布在太平洋沿岸。在太平洋西部主要分布在黄海、日本海的中部和朝鲜半岛的南部,鄂霍茨克海和白令海;在太平洋的东岸则分布在阿拉斯加、加拿大和美国加利福尼亚的北部。分布在黄海的太平洋鲱鱼,是我国北方海区的渔业对象之一。

在黄海区,每年2月底3月初,当沿岸水温还在0°C左右时,太平洋鲱鱼便分批由越冬场游向近岸生殖,于3月中旬至4月中旬在威海——石岛一带形成产卵场。

我们对太平洋鲱鱼通过人工授精方法获得受精卵,在本文中太平洋鲱鱼的胚胎发育和初孵仔鱼的形态特征作了描述。

## 材 料 和 方 法

人工授精使用的亲鱼材料是1974年4月上旬从大鱼岛沿岸定置坛网中采集的。人工授精工作在室内进行。在采用“干法”授精时,由于挤出的成熟卵具有较强的粘性,我们设计了沉性附着卵玻片悬浮孵化法,将成熟的卵子挤在载玻片上,使每片粘附80—100颗卵,再把成熟的精液滴在卵子表面,停放2—5分钟,使其充分受精(受精率达80—90%),

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第499号。本文承吴尚勤教授和孙继仁副教授提过宝贵意见,特此感谢。

再用新鲜海水冲洗2—3次,除去多余的精液和粘液。然后将附有受精卵的玻璃片分成“A”、“B”两组各十片,分别悬挂在新鲜海水中孵化。

“A”组采用5,000 ml的大口保温瓶保温,并于每天午后(此时自然海水温度升高到 $10.5^{\circ}\text{C}$ )汲取自然海水换新,基本上能使受精卵维持在 $10.5\text{--}11.5^{\circ}\text{C}$ 的海水中发育。“B”组则悬放在3,000 ml海水的玻璃缸中孵化,每天拂晓取 $7.5^{\circ}\text{C}$ 左右的新鲜海水更换,但因受室温的影响,玻缸中的水温变化较大,波动范围为 $7.5^{\circ}\text{C}\text{--}13.2^{\circ}\text{C}$ 。

受精卵的孵化时间是从受精开始时计算,到破膜孵出仔鱼时为止。在这期间除对受精卵进行经常性的连续观察外,并按各个不同发育阶段进行采卵固定保存。

本文主要根据“A”组的材料写成,“B”组仅做对照参考,并以活体标本绘制成模式图和以固定材料的显微照片辅助文字说明。

## 卵子的形态特征

太平洋鲱鱼卵属沉性粘着卵,球形。未受精的成熟卵近似圆形,橙黄色。附着后的卵径为1.42—1.65毫米。原生质无色透明,卵黄呈淡黄色,颗粒粗,呈不均匀的泡沫状,卵黄径1.12—1.25毫米,占卵径的76—79%。在卵子受精20分钟后观察时,已经出现初级和次级两层卵膜,外层卵膜坚韧而富有弹性,卵膜表面具有粘液,便于卵子互相粘聚成卵块以及粘着于其他物体上。

## 受精卵的发育

青鱼的卵子受精以后,卵膜开始膨胀,出现卵黄间隙,20分钟以后,动物极半球逐渐隆起,3小时后在动物极形成胚盘,即为单细胞期(图1)。

太平洋鲱鱼受精卵也和其他硬骨鱼类一样,先进行四次经向分裂。在水温 $10.5^{\circ}\text{C}\text{--}10.8^{\circ}\text{C}$ 的条件下,卵受精后3.7小时,胚盘纵裂成两个大小相等的分割球,进入2细胞期(图2)。4.2小时,进行第二次分裂,形成4细胞期(图3)。第三次分裂是卵子受精后5.6小时形成8个细胞(图4)。6.6小时后,受精卵进行第四次卵裂。进入16细胞期(图5)。

水温 $10.8^{\circ}\text{C}\text{--}11.0^{\circ}\text{C}$ ,受精卵经过7小时,进行第五次分裂。中央4个细胞进行纬向分裂,周围12个细胞进行经向分裂,形成32个细胞(图6)。8小时后,受精卵以经、纬两种方式进行第六次卵裂,分成64个细胞。9.0小时以后,受精卵经过多次分裂,细胞数增多、形体变小,细胞之间的界限隐约可辨(图7)。

受精卵发育16小时后,胚盘高度隆起,其高度约为卵黄球的 $1/3$ 时,出现囊胚腔。卵子发育进入高囊胚期(图版I. 2)。

受精后17.5小时,随着细胞的不断分裂和增多,胚盘开始沿着卵黄球的表面移动下包。22.9小时后,囊胚明显变低。卵子发育进入低囊胚期。

发育27小时,水温为 $10.5^{\circ}\text{C}$ 。胚盘继续沿着卵黄球的表面下包移动,胚盘的边缘增厚,当下包 $1/3$ 时,顶面观察,囊胚呈环形,是为胚环。囊胚下包 $1/2$ 时,胚环出现舌状突起——胚盾原基(图8)。37.5小时后,胚盾原基随着下包延伸,形成胚盾。

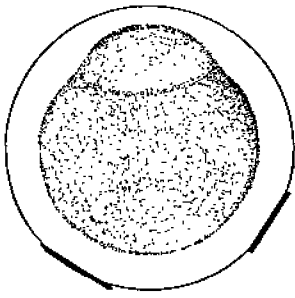


图1 单细胞期

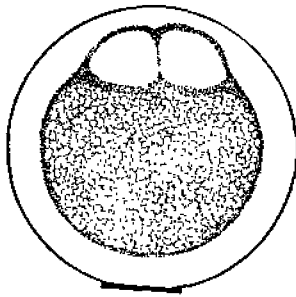


图2 2细胞期

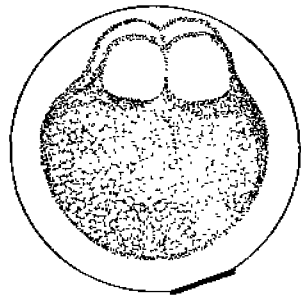


图3 4细胞期

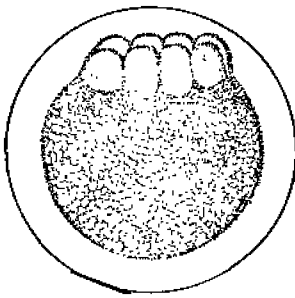


图4 8细胞期

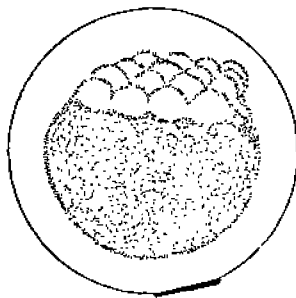


图5 16细胞期

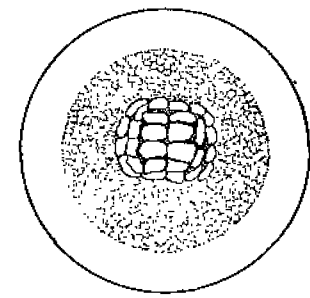


图6 32细胞期

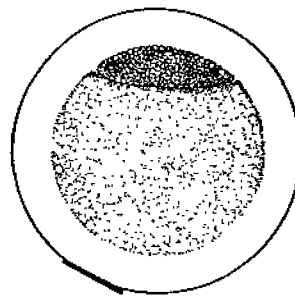


图7 多细胞期

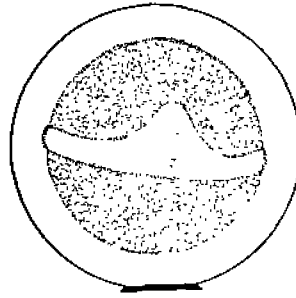


图8 胚盾原基

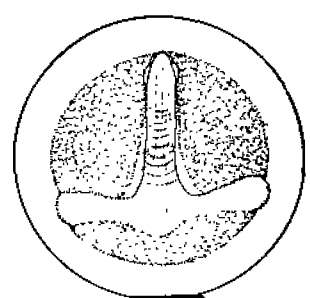


图9 神经胚期

水温  $11.0^{\circ}\text{C}$ , 45.7 小时后, 胚盾的前部中轴开始形成神经索。55 小时后, 胚体已经绕卵黄  $5/6$ , 原口未封闭。胚体头部开始分化, 神经索膨大, 视泡形成。此时胚体可数肌节 8—9 节(图 9)。

57 小时, 胚体脑室形成, 视囊清晰。原口接近封闭。58 小时后, 嗅囊、视杯形成, 心脏原基出现, 位于视囊内侧下方。此时胚体绕卵黄  $7/8$  周, 肌节 12—13 节, 原口关闭, 尾部末端出现柯氏泡。

在水温  $10.8^{\circ}\text{C}$  的条件下, 胚体发育较快。63.5 小时, 胚体肌节增加到 21—22 节。65 小时后, 肌节增至 48 节左右, 在后脑的两侧, 出现耳囊的原基, 围心腔明显形成。水温  $11.0^{\circ}\text{C}$ , 66.7 小时, 胚体肌节 52 节, 尾端增高, 盾形, 耳囊形成。67.7 小时, 肌节 54 节, 胚体背、腹增厚, 尾部游离出叶状尾芽; 柯氏泡消失, 心脏形成, 开始有微弱的连续搏动, 搏动

次数随着发育时间增长和胚体的成长不断增加(如发育 175 小时的胚体, 心脏搏速为 48—51 次/分, 发育 230 小时, 心脏搏速为 55—65 次/分)(图 10)。此时胚体绕卵黄囊接近一周, 在卵膜内做间歇性的扭动。水温 11.4°C, 受精卵发育 117.2 小时, 胚体已经绕卵黄 1 $\frac{1}{2}$  周, 眼、耳囊、嗅窝等感觉器官陆续形成, 脑已分化出前、中、后三部份, 其上方胚体表面开始出现点状构造。128.7 小时, 胚体眼球上部出现银褐色色素。此时胚体在卵膜内占满了整个空间, 并不时以卵轴为中心进行 360° 的扭转活动。

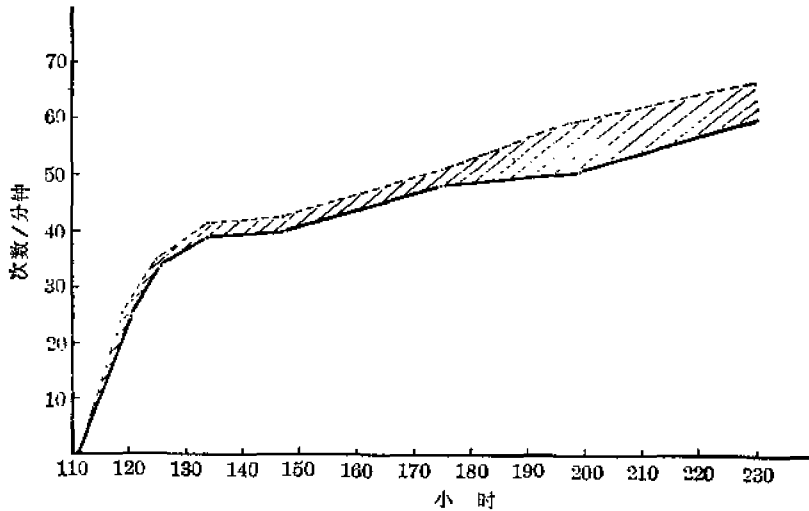


图 10 太平洋鲱胚胎孵化过程中心脏搏动次数与胚胎发育时间的关系

132 小时后, 胚体消化管发育完全, 消化管的后端平直延伸至尾部, 前端形成一囊球状的雏形胃。发育 168.5 小时的胚体绕卵黄 1 $\frac{1}{2}$  周, 胸鳍芽、背、腹鳍膜显而易见, 心脏分化出动脉球、心室、心耳和静脉窦各部份(图 11)

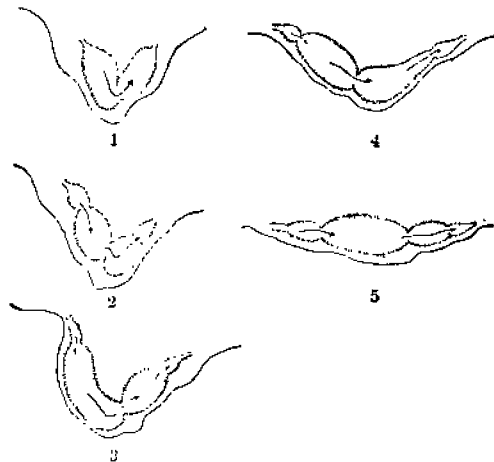


图 11 太平洋鲱鱼胚胎发育中心脏的形态变化

1 胚体绕卵黄 1 周时心脏分化为心室、心耳; 2 胚体绕卵黄 1 $\frac{1}{2}$  周时心脏分化成动脉球、心室、心耳、静脉窦; 3 胚体进入孵化期心脏的形态; 4 初孵半日后的仔鱼心脏的伸展变化; 5 孵化三天后的仔鱼心脏形态。

192.8 小时后, 胚体绕卵黄  $1\frac{1}{2}$  周, 眼睛全呈黑色。239.9 小时, 胚体自卵黄囊的后端, 腹缘消化管两侧至末端, 出现一系列枝状黑褐色色素 11—14 对, 同时在卵黄囊的前上端、胸鳍芽的下方, 左右两侧各有一个对称的黑褐色枝状色素点, 在消化管的末端处亦有一个黑褐色色素斑。

256 小时后, 胚体在卵膜内以头部进行不停的颤动。此时在卵子附着面的侧面或上方的卵膜上出现一轮虹彩般的圆圈, 为即将孵出仔鱼的破膜之处。

胚体孵化过程比较艰难。一般胚体头部最先出膜, 也有个别胚体首先伸出尾部。胚体全部身体出膜需要经过 1.5 小时左右。孵化前胚体时而用头部撞碰卵膜, 促使卵膜破裂, 头部随即伸出膜孔之外, 但由于破裂的孵化孔较小, 常常使胚体的卵黄囊较难挤出膜孔, 此时胚体不得不借助于头部或尾部间歇的摆动出膜。(图 12)。

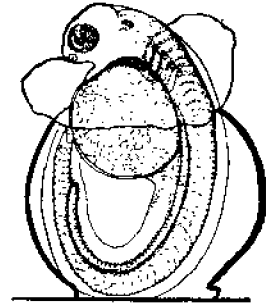


图12 孵化期

至此, 卵子自受精起到孵化出仔鱼, 共经过 301 个小时, 即 12.5 昼夜。

### 初孵仔鱼的形态特征

初孵仔鱼头小, 耳囊膨大。仔鱼平直而细长, 全长 4.68—7.78 毫米, 一般为 5.94—7.66 毫米, 体长为体高 13.2 倍, 为头长 5.6 倍, 为吻端至肛门开口距离的 1.02 倍; 而头长为头高的 1.62 倍, 为眼径的 3.24 倍; 仔鱼的胸鳍和尾鳍均呈膜状; 卵黄囊呈卵圆形, 位于头后部第 3—12 肌节之下方, 卵黄囊径为 0.66—0.99 毫米; 初孵仔鱼口裂已形成, 但不能摄食, 仍以卵黄为营养, 卵黄颗粒均匀。仔鱼的色素分布与胚胎后期相同。在卵黄囊的背部前方具有一个枝状黑色素点; 消化管平直细长, 消化管的末端在第 48—49 肌节的下方(即全长的  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$  处), 消化管的上缘两侧各有一列枝状黑色素点, 一直延伸至尾部, 并逐渐变小隐约可见。肌节 56—58 节。

仔鱼孵出后, 静卧水中, 时而作间歇性的扭摆游泳。静止时则沉入水底。

孵化后 1—3 天的仔鱼形态没有明显的变化, 体长变化不大, 仅身体比初孵时粗壮, 游泳能力显著增强。孵化后三天的仔鱼卵黄囊仍未完全吸收。

### 受精卵的发育与水温的关系

在本试验中, 控制在 10.5—11.5°C 的水温条件下发育的太平洋鲱鱼卵, 从受精到孵出仔鱼要经过漫长的 301.7 小时, 计 12.5 昼夜; 而在 7.5—13.2°C 的“B”组中, 则经过 230.4 小时, 即 9.6 昼夜(表 A)。显然在各发育阶段, 水温变化对受精卵的发育速度有直接的影响。虽然“B”组的水温变化范围较大, 但在胚胎发育进入原肠期之前, 受精卵基本上是处在相对水温较低的条件发育的。所以“B”组卵子在细胞分裂期和囊胚期的发育速度均比“A”组的发育明显地缓慢。当胚胎发育进入原肠期之后, “B”组的水温随着气温升高而升高, 卵子的发育速度也随着水温的升高而显著地加快, 致使原肠胚的相对发育

附表 太平洋鲱鱼胚胎各发育阶段的水温和发育速度

从受精卵到	“A”组实验水温 10.5—11.5℃			“B”组实验水温 7.5—13.2℃		
	发育温度℃	相对发育时间(%)		发育温度℃	相对发育时间(%)	
	发育时间h			发育时间h		
2 胞期	$\frac{10.8}{3.7}$	1.22	2.07	$\frac{7.5}{5.2}$	2.25	3.97
4 胞期	$\frac{10.8}{4.2}$	0.16		$\frac{7.5}{6.1}$	0.39	
8 胞期	$\frac{10.8}{5.8}$	0.36		$\frac{8.0}{8.1}$	0.86	
16 胞期	$\frac{10.8}{6.3}$	0.33		$\frac{8.2}{9.2}$	0.47	
32 胞期	$\frac{11.0}{7.3}$	0.33	0.89	$\frac{8.5}{10.1}$	0.39	1.55
64 胞期	$\frac{11.0}{8.3}$	0.33		$\frac{8.5}{11.1}$	0.43	
多细胞期	$\frac{11.0}{9.0}$	0.23		$\frac{8.5}{12.8}$	0.73	
高囊胚期	$\frac{10.5}{16.5}$	2.48	4.60	$\frac{8.8}{19.9}$	3.08	5.36
低囊胚期	$\frac{10.5}{22.9}$	2.12		$\frac{12.5}{26.3}$	2.73	
原肠早期	$\frac{10.5}{28.9}$	1.98	7.54	$\frac{11.5}{30.8}$	1.95	7.59
原肠中期	$\frac{10.6}{37.5}$	2.85		$\frac{10.6}{37.6}$	2.95	
原肠晚期	$\frac{11.0}{45.7}$	2.71		$\frac{13.0}{43.8}$	2.89	
原口封闭	$\frac{10.8}{58.1}$	4.11	7.29	$\frac{10.5}{54.7}$	4.73	7.12
尾芽出现	$\frac{10.8}{67.7}$	3.18		$\frac{13.0}{60.2}$	2.39	
色素出现	$\frac{11.4}{207.2}$	46.23	46.23	$\frac{12.0}{164.9}$	45.44	45.44
仔鱼孵化	$\frac{11.5}{301.7}$	31.32	31.32	$\frac{10.3}{230.4}$	28.43	28.43

时间与“A”组趋于一致。同样在以后各阶段的发育中继续比“A”组的卵子发育速度增快，这就相应地缩短了整个胚胎发育时间，从而表明太平洋鲱鱼胚胎发育速度随着水温的提高而加快，胚胎发育所需要的时间随着水温的提高而缩短。

值得指出的是，在试验过程中，发现在授精时用过的羽毛上粘附的鱼卵，暴露在 14℃ 的空气中亦能发育，并在两天后发育成原肠胚。此后，将这些卵剥下放入海水中培育，能继续发育和孵化，甚至有的逐渐移置到淡水中，也同样孵化出正常的仔鱼。可见太平洋鲱鱼在胚胎发育时期不仅适应温度变化范围较大，而对盐度和湿度的变化也有较强的适应能力。但在这方面至今尚未进行专题深入试验。

## 结 语

1. 太平洋鲱鱼卵为粘着沉性卵，呈球形块状。卵膜厚，具有弹性。无油球。卵径为 1.42—1.65 毫米。卵黄颗粒粗，呈不均匀的泡沫状。

2. 胚胎发育时期色素细胞出现较晚。胚体绕卵黄约  $1\frac{1}{3}$  周时，眼球上端最先出现银褐色色素，随着胚体的增长，胚体绕卵  $1\frac{1}{3}$  周时，眼球全部布满黑色素。沿消化管上方两侧各有一列枝状黑褐色色素，胸鳍芽的下方、以及肛门开口处，各有一个黑褐色色素斑。初孵仔鱼的色素分布与胚胎后期的分布相同。

3. 初孵仔鱼身体细长，全长为 5.94—7.66 毫米，肌节为 56—58 节。初孵仔鱼的卵黄囊呈卵圆形，位于第 3—12 节肌节的下方，消化管的末端位于第 48—49 节肌节的下方。

4. 受精卵在  $7.5^{\circ}\text{C}$ — $13.2^{\circ}\text{C}$  的变化水温中和  $11.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  的条件下发育正常，并分别经过 9.6 昼夜和 12.5 昼夜孵化出仔鱼。太平洋鲱鱼在胚胎发育时期，适应水温范围较大，它的发育速度随水温提高而加快。

## 参 考 文 献

[1] 大岛幸吉等,1949。鯧,水产实用叢書第 8 辑。北方出版社。

[2] 松原真代松等,1965。ニシン *Clupea Pallasii* (Cuvies et Valenciennes), 鱼类学(下)。恒星社厚生阁版。

## OBSERVATIONS ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT AND PRE-LARVAE OF PACIFIC HERRING

Young Donglai and Wu Guangzong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

### Abstract

The experiment was carried out in April, 1974 at Daiyu Island, Rongcheng xian, Shandong Province and materials were obtained from the artificial fertilization. The development of the fertilized eggs and pre-larvae stages of the Pacific herring, *Clupea pallasii* (Cuvier et Valenciennes) was observed and described in this article.

At water temperature  $10.5$ — $11.5^{\circ}\text{C}$ , the larvae hatched out for 12.5 days. The newly hatched larvae were about 5.94—7.66 mm in total length.