

牙鲆和条鳎卵子及仔、稚鱼的形态观察*

張孝威 何桂芬 沙学紳

(中国科学院海洋研究所)

牙鲆 *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) 和条鳎 *Zebrias zebra* (Bloch) 是我国近海鲽形目鱼类中的经济种类,也都可考虑作为近海放养的对象。

关于牙鲆卵子和前期仔鱼,过去已有不少记载。其中,神谷尚志(1916)^[1]对形态特征,张崇理(1959)^[6]对发育过程,水户敏(1960及1963)^[7-9]对鉴别方法,Перцева-Остроумова(1961及1963)^[19,20]对卵子分布(大彼得湾等处)等的叙述比较详细。但是,有关后期仔鱼到幼鱼这一形态上变化最大阶段的资料则未见报导。在其它牙鲆属鱼类中,大西洋所产 *Paralichthys dentatus* (L.) 及 *P. albiguttus* Jordan & Gilbert 后期仔鱼及幼鱼的形态曾有记载^[24],但标本是海上采集的固定材料,描述则系综合性的(*Paralichthys* spp.)。

关于我国条鳎卵子和前期仔鱼的形态特征,作者等(1960及1962)^[1,2]已作过简要叙述。日本学者水户敏(1960及1963)^[7-9]则曾描述过日本近海所产条鳎 *Zebrias zebra* 和日本条鳎 *Z. japonicus* (Bleeker) 卵子与初孵仔鱼的主要特点,但鉴定上还存在困难,因此他并未做最后肯定(学名后均加有“?”)。同时水户敏还记载了角鳎 *Aesopia cornuta* Kaup 卵子、初孵仔鱼以及左眼接近头顶阶段的特征。

由于这两种鱼类卵子和仔、稚鱼的形态特征尚未基本搞清,海上生态调查时鉴定工作无法解决,育苗试验中也遇到很多困难。我所于1959及1960年在人工条件下分别将条鳎及牙鲆卵子初次养成幼鱼,以后又进行了形态观察。这里根据多年来积累的資料,把它们的卵子和仔、稚、幼鱼发育和变态过程中的重要形态特征作一详细描述,以供进行放养和早期生活阶段生态研究工作时的参考和鉴别之用。叙述时对后期仔鱼及稚鱼较为仔细,并着重描述活材料的观察结果。

文内牙鲆第26天、30天稚鱼图是袁永基同志绘制的;条鳎的人工受精卵是郑澄伟和吴佩秋同志搜集的;宋立清、初忠藻两位同志担任海上采集并协助饲养及资料整理工作;我所“海鸕”调查船船长及船员同志担任了长期采集工作,均此一并致谢。

一、材料与方 法

历年来牙鲆和条鳎卵子的主要来源是从青岛附近胶州湾内用浮游生物网所采集的。此外,条鳎的早期卵子也是用胶州湾所捕条鳎进行催青和人工受精后取得的。活材料带回实验室后,即将鱼卵从浮游生物中分离出来;然后在双筒解剖镜下将牙鲆及条鳎卵子选出,并将不同发育阶段的卵子分养于圆玻璃缸内。待仔鱼孵出后1—2天;即移入室外较大的容器中饲养^[1]。所用饲料为溷虫 *Artemia salina* 的无节幼体、成体及其他的小型海洋动物。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第296号。

每一批仔鱼因水温和其它条件不同,发育速度有很大的差别,所以描述形态特征时,个体长度和日期等均以同一批的材料为标准。牙鲆培育水温为 15—25℃,条鳎为 8—26℃。在人工条件下饲养的仔、稚鱼可能受环境因素影响而引起形态上的变态;所以,我们把饲养的牙鲆与条鳎幼鱼和海上所捕类似长度的幼鱼作了比较。它们的形态特征都是一致的,没有发现不正常的现象;因此,可以认为人工饲养的这两种鱼类仔、稚鱼的发育应该是正常的。

二、牙 鲆

1. 卵子 (图版 I 1—4; 图版 II 1—5; 图 1)

1. 牙鲆卵子为圆球形,分离的浮性卵;在盐度为 30‰ 左右时的静止海水中,活卵都浮在水面。由于比重不同,活卵的胚盘(动物极)在卵子的最下方,油球(植物极)则在上部。

2. 卵膜光滑,无粘性,透明无色。卵径变化在 0.86—1.10 毫米之间。4 月下旬产卵初期时的卵径最大,平均为 1.02 毫米,以后逐渐变小,到 6 月上旬和中旬产卵期将近结束时,平均只有 0.86 和 0.90 毫米。同一期间采到卵子的卵径也有相当的变化,如 4 月下旬时在 0.95—1.10 毫米之间,6 月上旬时为 0.83—0.98 毫米。

3. 油球一个,透明,呈极淡的米色(近乎无色)。球径为 0.15—0.22 毫米,也是产卵初期的最大。卵径为油球径的 4.7—6.4 倍,倍数在产卵初期和后期相差不大。在原肠晚期,胚环外包 2/3 以前,油球在卵黄内是可以移动的。

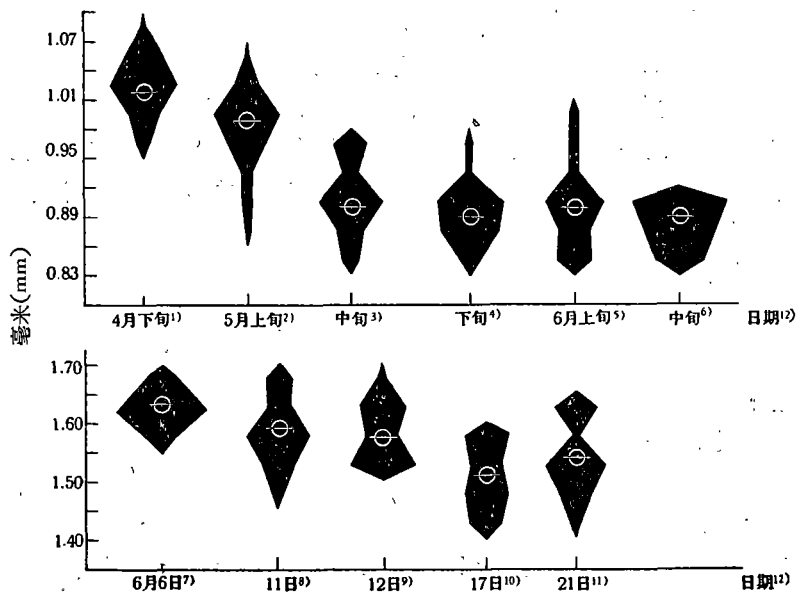


图 1 1963 年胶州湾牙鲆(上)和条鳎(下)卵径变化范围(%)

Fig. 1. Diagram showing the frequency distribution (%) of diameter of the eggs of *Paralichthys olivaceus* (upper) and of *Zebrias zebra* (lower) collected from Kiaochow Bay, Tsingtao, in the spring of 1963.

Explanation: 1) Late in April; 2) early May; 3) mid-May; 4) late in May; 5) early June; 6) mid-June; 7) June 6th; 8) June 11th; 9) June 12th; 10) June 17th; 11) June 21st.; 12) date.

4. 卵黄均匀,透明无色。卵黄周隙窄小,只有 0.03 毫米左右。

5. 早期卵子没有色素细胞。原口接近关闭时才开始出现黄、黑两种色素,但色素细胞很小,呈颗粒状小点;位置在胚体上;分布比较均匀,无从聚现象。原口关闭后不久,有 6 对肌节时,胚体上黄、黑色素细胞显著增加,自头至尾均有分布;此外,头部及尾部附近的卵黄囊上也出现少数黄色素。当尾芽出现时,胚体上黄、黑色素细胞逐渐增大,数量亦显著增多。在 25 对肌节时,胚体上黄、黑色素增大而变得清楚。此时,整个卵黄囊表面已出现黄、黑色素,但比较分散而相互交错地均匀分布;整个油球上也出现两种色素,相当密集。胚体环绕卵黄囊 4/5 时,色素细胞由颗粒状变成细分枝状;体部上、下两侧的色素较多。同时,背、臀鳍褶上以及肛门与油球之间也开始出现黄色素。胚体环绕整个卵黄囊时,头顶部黑色素分布均匀;头部附近的卵黄囊上出现具有反光的无色颗粒;尾部中央,臀鳍褶边缘处黄、黑色素细胞的分支增多。固定标本中,黄色全部消失。

6. 原肠中期时,神经管已开始明显。外包 2/3 时,视囊已膨大,柯氏泡亦出现,油球被胚环包入而不能变动位置,但尚无肌节。原口接近关闭时,出现 4 对肌节,视囊清晰,呈长囊形,脑室膨大但未分化。原口关闭后不久,出现 6 对肌节时,柯氏泡尚未消失。当尾芽开始出现时,已有 14 对肌节,嗅囊、晶体、听囊和心脏均已明显,心脏开始作微弱的收缩。在 25 对肌节时,尾芽曲尾,鳍褶开始形成,胸鳍芽和卵黄囊腔均已出现,脑室的分化已明显,而嗅囊、晶体、听囊及心脏更为显著。

7. 当胚体环绕整个卵黄囊时,已接近孵化。此时卵子往往从表面下沉,胚胎在卵膜内常作转动,孵化时尾部不断摆动,头部先破膜而出,孵化孔呈圆盖状(日本学者所称蝶翻盖型的一种)^[10]。

8. 胶州湾牙鲆生殖季节初期(4月下旬)采到卵子的最低海水表面温度为 10°C;末期水温最高纪录为 18°C。关于牙鲆卵子的孵化与水温的关系,过去曾有些记载,温度在 17.2—18.6°C 时需 52 小时左右孵化^[6],在 20°C 时需 48 小时孵化^[11]。我们的资料表明,从原肠外包 1/2 到孵出仔鱼,在水温 7°C 左右约需 160 小时,12°C 左右时约 72 小时,15°C 左右约 54 小时,18°C 左右约 40 小时,21°C 左右约 27 小时,27°C 左右约 21 小时。在 7—21°C 之间,原肠外包 1/2 以后的卵子均能正常发育和孵化,但 27°C 左右时,仅一部分卵子能孵出仔鱼。

II. 仔鱼

1. 前期仔鱼:

初孵仔鱼(图版 III, 1; 图 3, 3; 表 1) 刚出膜的仔鱼身体仍弯曲,大约 10—30 分钟以后才能逐渐展直。此时仔鱼只能作间断的转动,而不能正常游泳;静止时,卵黄囊朝上而平躺在水面,或身体和水面成 45° 角。全长为 2.07—2.44 毫米,体长 2.38—2.57 毫米。肌节 13 + 26。头部紧贴于卵黄囊上,并略下倾。背鳍褶始于中脑后缘,较体部稍窄。卵黄囊呈卵圆形,十分显著,约占体长的一半。油球位于卵黄囊后下缘,肛门靠近卵黄囊,两者之间的鳍褶(约 0.07 毫米)窄于 2 个肌节或油球。

眼睛透明无色,已具脉络裂。心脏位于眼的后下方,在 18°C 时每分钟搏动 80 次左右。胸鳍芽还是很小的突起,位置在第 2—4 肌节处,卵黄囊中央的上方。

初孵仔鱼尾部后端 2/5 的背、臀鳍褶上(从 21 肌节以后)均无色素。这是牙鲆早期仔

鱼的重要特点之一。其他各个部分几乎都有星状分枝的黑色素与黄色素, 分布比较分散而没有明显的色素丛或斑点。色素以头部为最多, 尤其是脑部和吻端两处显得密集, 头顶上的黑色素分布非常均匀。此外, 体部(肌节部分)的背面、尾部(肌节部分)的下方、背鳍褶上半部、臀鳍褶中部的下方以及油球的内半球等处的色素比较多。

沿着身体两侧的中央, 各有一列感觉器官, 可以看到 8 对。分布如下: 1) 在眼与听囊之间; 2) 第 2—3 对肌节处; 3) 7—8 对肌节处, 即胸鳍芽基部; 4) 10—11 对肌节处; 5—8) 肛门后第 4、第 10 及第 19 和第 25—26 对肌节处。第 1—5 对的位置一般是对称的, 第 6—8 对则并不左右一致。

1 天仔鱼(图版 III, 2; 图 2; 表 1) 全长 3.04—3.52 毫米, 体长 2.94—3.40 毫米, 肌节 12 + 26。仔鱼显著延长, 较初孵时约长 1/3 以上, 肛门以后的长度已超过吻端到肛门的距离。卵黄囊显著缩小, 从圆形变成长圆形, 高 0.48—0.64 毫米, 长 0.86—1.09 毫米。头部展直, 已突出于卵黄囊之前。背鳍褶伸展至中脑顶端, 背、臀鳍褶已高于体部(肌节)。口及肛门均未开口, 但肠已明显。心脏转到卵黄囊之前。

色素分布与初孵时相仿, 但色素细胞较前增多, 鳍褶边缘黄、黑两种色素开始变成扫帚状(参阅图 4)。

牙鲆仔鱼孵出时即有管状的感觉器, 在一天的仔鱼中更为明显, 头部能见的共 6 对, 位置在: 吻端、眼前缘、眼上缘、眼后下缘、眼后上缘以及眼和听囊之间, 最后一对比较粗壮; 其他在体部能见 7 对。

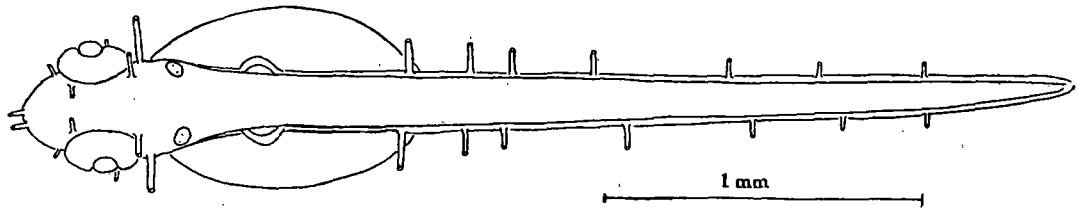


图 2 牙鲆一天仔鱼感觉器示意

Fig. 2. Dorsal view of 1-day old larva of *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) showing sensory tubes.

2 天仔鱼(表 1) 全长 3.20—3.70 毫米, 体长 3.00—3.60 毫米。形态与一天仔鱼类似; 但头部更加突出, 卵黄囊仍然居于显著地位。尾鳍褶已开始出现辐射状弹性丝。黄、黑色素基本同前, 但星状分支增多。口及肛门仍未开口。

口和肛门出现(图版 III, 3; 图 3, 4; 表 1) 孵化后 3 天。全长 3.60—3.75 毫米, 体长 3.50—3.60 毫米。消化管发育较快, 口及肛门均已形成; 肠的前半部稍微膨大, 但尚无食物。鳃弧 4 对均已形成。卵黄被大量吸收, 囊长仅初孵仔鱼的 1/6 左右。头部和体部的黄、黑色素加深。视杯内开始有少量黑色素。头顶中脑上黑色素逐渐增多, 开始呈集丛现象。

大多数仔鱼已能在水中维持水平游动, 但只能作间断性摇动尾部的直线游泳; 静止时则倒悬水中。

卵黄囊接近消失(图版 III, 4; 图 3, 5; 表 1) 孵化后 5 天。全长 3.80—4.20 毫米, 体长 3.60—4.00 毫米。肌节 11 + 26。卵黄囊已消失, 但在腹部前端仍能见到残存的油

表 1 牙鲆仔鱼及稚、幼鱼身体各部所占全长或头长的%
 Table 1. Percentage of the length of different parts of the larvae and young fish of *Paralichthys olivaceus* in total length or in head length.

发育阶段 ¹⁾	仔 鱼 ²⁾										稚 鱼 ³⁾			幼 鱼 ⁴⁾	
	前 期 仔 鱼 ⁵⁾					后 期 仔 鱼 ⁶⁾					25天 ¹⁵⁾	30天 ¹⁶⁾	35天 ¹⁷⁾		
	初孵 ⁷⁾	1天 ⁸⁾	2天 ⁹⁾	3天 ¹⁰⁾	5天 ¹¹⁾	9天 ¹²⁾	15天 ¹³⁾	20天 ¹⁴⁾							
全长(毫米) ¹⁸⁾	2.07—2.44	3.04—3.52	3.20—3.70	3.60—3.75	3.80—4.20	4.00—5.10	6.10—6.70	8.28—11.44	12.74—14.56	13.70—20.54	10.60—11.16	10.50—11.10	11.10—16.90	20.28—25.48	42天 ¹⁸⁾
体长(毫米) ¹⁹⁾	2.38—2.57	2.94—3.40	3.00—3.60	3.50—3.60	3.90—4.00	3.90—4.90	5.90—6.50	7.94—9.60	9.10—10.14	9.10—11.70	9.10—10.14	11.10—16.90	16.6—20.8		
肛前距 ²⁰⁾	51.1—56.9	44.6—49.5	41.9—44.5	39.2—43.5	40.8—42.7	42.4—50.0	39.7—45.6	36.4—42.7	24.0—40.2	30.0—31.6	25.5—31.6	25.9—30.1			
卵黄囊长径 ²¹⁾	39.8—52.5	24.4—32.2	20.6—24.2	8.1—20.8											
卵黄囊高径 ²²⁾	26.1—36.5	14.2—19.4	10.6—12.7	6.8—12.5											
头长 ²³⁾	25.0—27.1	19.0—23.1	19.1—22.3	16.2—17.3	13.2—16.7	17.3—20.0	19.3—20.8	21.5—23.6	23.4—25.5	22.7—26.7	23.4—25.5	22.7—26.7	24.6—27.2	25.6—27.5	
头高 ²⁴⁾	10.7—11.9	10.3—11.8	10.3—13.5	12.5—14.3	16.7—17.3	14.7—17.3	18.2—20.8	20.5—23.6	21.9—26.2	22.0—24.1	20.3—22.8	21.4—22.9			
体高 ²⁵⁾	5.6—6.1	4.6—5.9	4.8—6.9	4.8—5.6	4.8—5.3	4.9—5.7	7.5—10.9	20.3—23.9	24.3—27.1	26.7—31.0	35.1—37.0	34.6			
背鳍褶高 ²⁶⁾	4.1—5.7	6.3—9.1	5.7—7.0	9.5—11.1	8.8—10.5	7.1—8.8	9.1—11.4								
臀鳍褶高 ²⁷⁾	6.6—7.3	7.4—9.7	7.3—8.1	9.2—9.7	8.0—10.0	6.7—8.8	9.9—11.9								
背鳍基长 ²⁸⁾															
臀鳍基长 ²⁹⁾															
背鳍前长 ³⁰⁾															
背鳍后长 ³¹⁾															
尾柄高 ³²⁾															
尾柄长 ³³⁾															

右列显度占全长的百分比

头长(毫米) ³⁸⁾	0.7—0.7	0.7	0.6—0.8	0.6—0.7	0.5—0.7	0.7—0.9	1.3—1.4	2.1—2.5	2.6—2.7	3.1—3.4	3.8—5.3	5.2—6.8
87) 右列量度占头长的百分比	41.4—47.0	46.0—52.2	53.9—66.7		81.3—100	89.6—100	20.5—23.6	92.0—106.2	88.2—100	78.1—90.9	78.7—88.6	
88) 头高	9.4—10.0	13.5—19.4	7.1—13.3	16.7—20.0	15.4—26.0	14.8—23.5	14.4—16.0	20.4—21.4	18.7—25.6	15.0—19.7	15.2—19.4	14.9—8.0
89) 吻长	30.3—34.9	25.7—47.8	25.7—38.3	32.3—35.0	30.8—46.0	31.1—42.9	26.4—32.0	23.5—27.6	20.0—25.0	23.5—25.6	24.4—27.6	25.5—28.0
90) 眼径												
91) 上颌长 ⁴¹⁾								25.3—36.2	30.4—36.3		39.0—48.5	58.3—48.0
92) 下颌长 ⁴²⁾								18.1—47.1	35.4—43.1		37.9—48.6	44.7—55.8
93) 冠状鳍条长 ⁴³⁾							37.8—80.5	117.7—173.7	105.0—133.3			
94) 饲养水温 ⁴⁴⁾	14.3—21.6											
	17.9—25.4											
	21.2—25.7											

注: 各阶段测量 5—7 尾⁴⁵⁾。

Explanation: 1) Development stage; 2) larva; 3) prelarva; 4) postlarva; 5) late postlarva; 6) young fish; 7) newly hatched larva; 8) 1-day old; 9) 2-day old; 10) 3-day old; 11) 5-day old; 12) 9-day old; 13) 15-day old; 14) 20-day old; 15) 25-day old; 16) 30-day old; 17) 35-day old; 18) 42-day old; 19) total length (mm); 20) standard length; 21) percentage of different parts of the larvae and young fish in total length; 22) pre-anal space; 23) long diameter of the yolk-sac; 24) short diameter of the yolk-sac; 25) length of head; 26) depth of head; 27) body height; 28) height of dorsal fin-fold; 29) height of anal fin-fold; 30) length of dorsal base; 31) length of anal base; 32) pre-dorsal space; 33) post-anal space; 34) depth of caudal peduncle; 35) length of caudal peduncle; 36) length of head; 37) percentage of different parts of the larvae and young fish in head length; 38) depth of head; 39) length of snout; 40) diameter of eye; 41) length of upper jaw; 42) length of lower jaw; 43) length of crown-like larval fin; 44) water temperature; 45) remarks: 5-7 specimens were measured for each developmental stage.

球。消化系統已相当发达,上、下颌已形成,但尚无細齿;腸变粗,内壁縐褶很清楚。少数仔魚在第4天已开始摄食海水臂尾輪虫。头部增大,眼更发达,鳃盖骨开始出現。中脑上及体背的黑色素均增大。背鳍褶繼續增寬,胸鳍寬增大到眼径的1.5倍。

2. 后期仔魚:

冠状幼鳍原基出現 (图版 III, 5; 图 3, 6; 表 1) 孵化后 9—10 天。全长 4.0—5.1 毫米,体长 3.9—4.9 毫米。肌节 12 + 26。体形仍和 3—5 天仔魚相似。油球消失。听囊显著增大,但仍小于眼径。腸的前端已形成一個弯曲。冠状幼鳍原基开始出現,呈三角形,在背鳍褶前端的基部,相当于延脑部位。背、臀鳍褶上色素增多,但尾部后端的 2/5 仍无色素。头顶和体背色素变成菊花状。

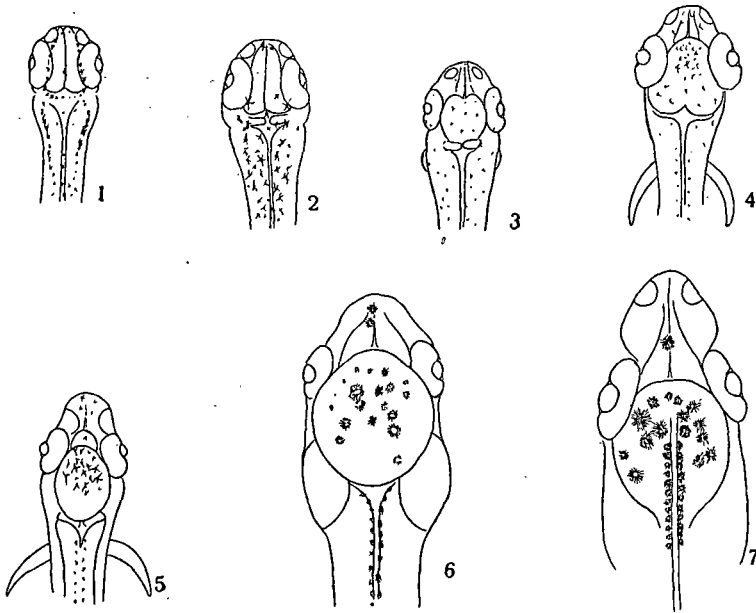


图 3 牙鲆仔魚及鲷魚、黑鯛胚体头顶部的背面观,以示黑色素分布特点(固定标本)
1. 黑鯛胚体抱卵 4/5 时期; 2. 鲷魚胚体抱卵 4/5 时期; 3. 牙鲆初孵仔魚; 4. 牙鲆 3 天仔魚;
5. 牙鲆 5 天仔魚; 6. 牙鲆 9—10 天仔魚; 7. 牙鲆 20 天后期仔魚。

Fig. 3. Dorsal view of the head region of the embryos and larvae of *Paralichthys olivaceus* (T. & S.), *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) and *Platycephalus indicus* (Linnaeus) to show the pigmentations of the melanophores (preserved specimens).

Explanation: 1. embryo of *Sparus macrocephalus* enveloping 4/5 of the yolk-sac. 2. embryo of *Platycephalus indicus* enveloping 4/5 of the yolk-sac. 3. newly hatched larva of *Paralichthys olivaceus*. 4. 3-day old larva of *P. olivaceus*. 5. 5-day old larva of *P. olivaceus*. 6. 9-day old larva of *P. olivaceus*. 7. 20-day old larva of *P. oliaceus*.

冠状幼鳍出現 (图版 III, 6; 图 4; 表 1) 孵化后 15 天。全长 6.10—6.70 毫米,体长 5.90—6.50 毫米。肌节 12 + 25 (26)。体形較前有很多变化,很多重要器官及构造迅速发育。头部、身体、腹部以及鳍褶等都显著增寬,仔魚全长只有腹部最寬处(包括鳍褶)的 3.3 倍,或(不包括鳍褶) 4.5 倍;肛門前部肌节的高度已大于背鳍褶,并較 9 天仔魚同一部位的高度增大一倍以上。听囊已大于眼径,鎖骨明显易見,前鳃盖骨上可見 5—6 个小棘;鳃絲开始出現,在第一对鳃弧上 3—4 个,第 2—3 对 10—11 个,第 4 对还没有。腸

部的小弯曲变成一个圈状。

冠状幼鳍的原基已分化成三个半游离的突起，布满色素并出现弹性丝。尾部骨质间充细胞已出现；辐射状弹性丝增多，达到 26 对肌节处。背、臀鳍褶边缘的扫帚状黄、黑色素在这个阶段最为明显，如同镶边状，并向后伸展到脊索的末端。由于脊索上缘出现了黄、黑色素，体部已有纵行的三条黑色素，在背、腹边缘及脊索上缘各一条。

冠状幼鳍鳍条出现（图版 IV, 1） 孵化后 17 天。全长 8.25 毫米，体长 8.05 毫米。冠状幼鳍已有 5 根鳍条。从初孵到这个阶段，左右两眼的位置都在同一水平，完全对称。

右眼开始上升（图版 IV, 2; 图 3, 7; 图 5, 1; 表 1）孵化后 20 天。全长 8.28—11.44 毫米，体长 7.94—9.60 毫米。肌节 9 + 26，已呈“3”形。右眼已开始向上移动；上、下颌出现细齿。由于肌节和腹部迅速发育，仔鱼身体更加增宽，仔鱼全长约为腹部最高处（不包括鳍褶）的 3.1 倍。腹部已成了仔鱼最显著的部分。冠状幼鳍已分化为 6—7 根鳍条，最长可达 2 毫米，超过眼径的 3 倍。背鳍鳍担骨和鳍条原基开始出现；腹鳍芽为二个小突起，位于胸鳍下方；尾鳍出现 15 根鳍条，但未分节。脊索末端向上弯曲，尾下骨已形成。黄、黑色素较前加深，头顶部及背部边缘菊花状黑色素亦增大，体部三条黑色纵条更浓。

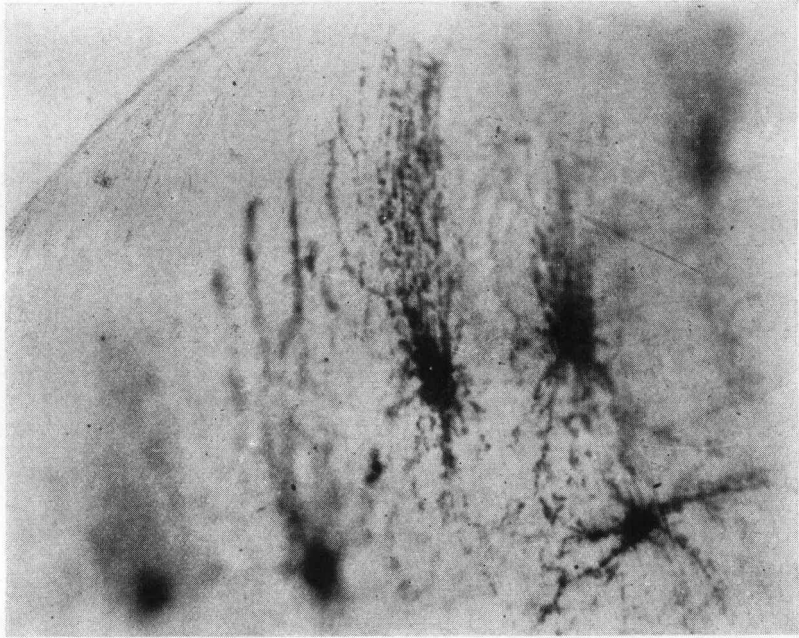


图 4 牙鲆 20 天后期仔鱼背鳍褶边缘的扫帚状色素

Fig. 4. Marginal region of the dorsal fin-fold of the postlarva (20-day old) of *Paralichthys olivaceus* showing the ramifications of the melanophores.

III. 稚鱼

背、臀鳍鳍条形成（图版 IV, 3; 图 5, 2; 表 1）孵化后 25—26 天。全长 10.6—11.16 毫米，体长 9.10—10.14 毫米。肌节 12 + 26。身体较前期更高，整个稚鱼呈长圆形叶片状，身体很薄。全长为肛前长的 2.2 倍，头长的 4.1 倍，肛门处体高（不包括背鳍）的 2.5 倍。

头頂部分下凹；右眼已显著上升，上緣已超过头頂。背鳍前端伸展至中脑前上方。此时，冠状幼鳍发育最大，等于头高。背鳍(71—72)、臀鳍(52—54)、尾鳍(17)和腹鳍(5)，均已发育良好，鳍式已与成魚一致。但胸鳍鳍条尚不明显，尾柄处仍保留着胚胎性鳍褶。神經棘和血管棘已清楚能数，但脊椎骨不明显。除尾鳍外，由于黄色素极多，整个稚魚呈现一片黄色。色素以冠状幼鳍、身体背、腹边缘以及头部等处最为鮮艳。黑色素在身体背、腹边缘特別浓密，分布与黄色素相同。

本阶段以前的仔魚都是水平游泳的，夜間或黑暗中头部向下倒悬水中，但隔一定時間作一次短距离的游动后，又复靜止而倒悬水中。

右眼轉到头頂(图版 IV, 4; 图 5, 3) 孵化后 28 天。全长 12.6 毫米，体长 10.2 毫米。右眼已轉到头頂，整个稚魚呈卵圓形叶片状。冠状幼鳍縮短，但仍然比邻近的背鳍鳍条为长。各奇鳍鳍条已分节，肛門以后背、臀鳍条增长的特別快。头部及体部的菊花状黑色素显著增多，腹部肌肉增厚而变成不透明，腸已不易看清。

稚魚开始由水平游泳轉为底层活动，有时貼在缸底或缸边不动，傾斜或橫游时，有眼側朝上。

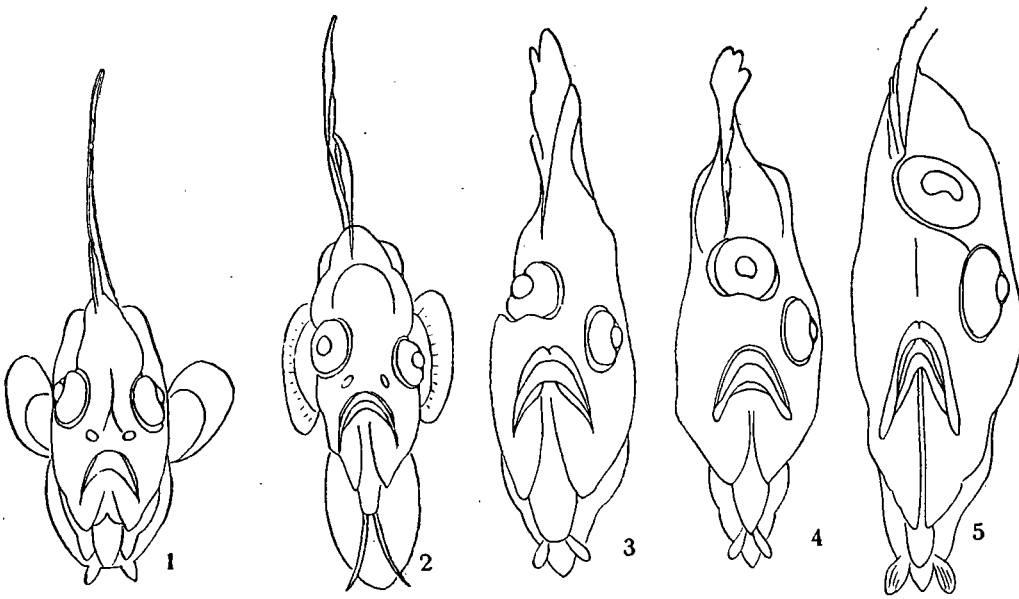


图 5 牙鮠眼睛移位示意

1. 20 天仔魚；2. 25 天稚魚；3. 28 天稚魚；4. 30 天稚魚；5. 35 天幼魚

Fig. 5. Front view of the larvae of *Paralichthys olivaceus* illustrating the migration of the right eye.

Explanation: 1. 20-day old larva; 2. 25-day old larva; 3. 28-day old larva; 4. 30-day old larva; 5. 35-day old larva.

右眼轉过头頂(图版 IV, 5; 图 5, 4; 表 1) 孵化后 30 天。全长 12.74—14.56 毫米，体长 10.50—11.70 毫米。右眼已开始轉到左側。此时冠状幼鳍已完全縮短，較邻近鳍条为短。背鳍起点前展至眼后緣，胸鳍鳍条已发育良好，尾柄处胚胎性鳍褶已完全消失。鳍式：背鳍 71、臀鳍 50、胸鳍 12、腹鳍 5、尾鳍 17。尾鳍条分节明显。

此时整个身体呈半透明。尾鳍上出现黑色素。黄、黑色素显著增多; 黄色素以头部、吻部、脑部、鳃盖骨等处较深。有眼侧体部菊花状黑色素集成小丛, 肉眼观察似黑斑; 在身体背、腹边缘与鳍担骨相交处呈浓的黑色镶边。无眼侧黑色素逐渐减少。此时稚鱼完全营底层生活。

右眼转到左侧(图版 IV, 6; 图 5, 5; 表 1) 孵化后 35 天。全长 13.70—20.54 毫米, 体长 11.10—16.90 毫米。右眼已完全转到左边。身体已不透明。有眼侧体上已被褐黄、黑色素细胞布满, 在背、臀鳍鳍担骨处各有几丛黑色素聚集, 无眼侧体上菊花状黑色素分布较为稀疏。侧线也明显, 此时在侧线部上、下两侧开始出现鳞片, 尾部较多。

IV. 幼鱼

鳞片完全(表 1) 孵化后约 42—45 天。全长 20.28—25.48 毫米。全身已长满鳞片。此时, 除了在比例上与成鱼略有差异外, 基本上已具有成鱼的外部形态特征。在这一阶段饲养的幼鱼中也有极少数的右眼不发生移位, 仍然左右对称, 但已改为底层生活。此外, 极少数正常发育的幼鱼, 其无眼侧体部也密布着各种浓密的色素, 和有眼侧相同, 但亦营底层生活。

三、条 鳎

I. 卵子(图版 I, 5—12; II, 6—12; V, 1; 图 1)

1. 条鳎卵子也是圆球形、分离的浮性卵, 在盐度为 30‰ 左右时的静止海水中, 活卵都浮在水面上。活卵的胚盘(动物极)在卵子的最下方, 这个时候油球则集中在上部(植物极)。

2. 卵膜上有较大的六角形网纹, 各个边缘均有隆起, 呈蜂窝状, 对角距为 0.17—0.20 毫米。在鲽形目鱼类中, 仅知角鳎 *Aesopia cornuta* Kaup、木叶蝶 *Pleuronichthys cornutus* (T. & S.) 及宽体舌鳎 *Cynoglossus robustus* Günther 的卵膜具有这样的特征^[7-9]。卵径变化范围在 1.42—1.69 毫米之间, 主要为 1.50—1.60 毫米; 也是产卵初期的较大, 以后越来越小。例如 1963 年 6 月 6 日样品的卵径在 1.55—1.69 毫米之间, 6 月 21 日样品为 1.40—1.65 毫米。

3. 油球透明无色, 数目变化极大, 少则 10 个, 多则 60 个, 但以 20—30 个的最为普遍; 因此油球径的变化也极大。油球都分散在植物极附近, 或植物半径。

4. 卵黄均匀, 无色透明。卵黄周隙窄小。如果机械地把活鱼卵转动任何角度的方向, 卵黄在卵膜内能转回到原有的位置, 即胚盘保持在卵子的最下方。

5. 早期卵子没有色素细胞, 当胚环外包超过 1/2 以后, 胚盾、胚环和卵黄囊上开始出现细点状的黄、黑两种色素, 但以胚盾两侧及附近的卵黄囊上较为明显。外包达 2/3, 黄、黑色素较前增加很多。原口接近关闭时, 色素的分布与前略有不同, 黄色素主要分布在胚体两侧, 而黑色素则以胚体背部为主, 整个卵黄囊上的黄、黑色素较前增大, 分布均匀。原口关闭胚体形成时, 色素更为增多, 以胚体两侧最为密集。胚体环绕卵黄囊 2/3 时, 黄色素细胞增大; 同时, 背、臀鳍褶上也出现黄、黑色素。

6. 当外胚环包超过 1/2 以后, 胚盾后半部开始出现 2 对肌节, 视囊也已形成, 神经管前端膨大。外包达 2/3 时, 胚盾上已有 6 对肌节, 视囊增大, 柯氏泡出现, 神经管前端显著

膨大。原口接近关闭时,肌节 8 对,柯氏泡已消失,视囊清晰,油球大多集中在原口附近。原口关闭胚体形成时,有肌节 12 对,胸鳍芽开始出现。在尾芽占体长 1/5 时,肌节 27—28 对,胸鳍芽位于 4—9 肌节处;神经管前端已分化成前、中、后脑;胚体已能蠕动,心脏也能作不连续的跳动。胚体环绕卵黄囊 2/3 时,视囊、听囊、脑室等较前更为明显,脑鳍芽亦增大,背、臀鳍褶随着尾部的发育而更加清楚。

7. 胚体环绕卵黄囊 4/5 时,已接近孵化。孵化前胚体常作扭动,尤其尾部更甚,最后头部突破卵膜而出。孵化时,一般有 10 多个网纹成片状破裂,形成了孵化孔。

8. 卵子发育的速度受水温的影响,水温较高时发育较快;从外包 1/2 到仔鱼孵出所需时间,在 18°C 左右时需 37.5 小时,20°C 左右时为 31.5 小时。胶州湾内采到条鳊卵子的表层水温在 16—25°C 之间。

表 2 条鳊仔鱼及稚鱼身体各部所占全长或头长的%

Table 2. Percentage of the length of different parts of the larvae of *Zebrias zebra* in total length or in head length.

发育阶段 ¹⁾		仔 鱼 ²⁾					稚 鱼 ⁵⁾		
		前期仔鱼 ³⁾			后期仔鱼 ⁴⁾		18天 ⁴⁷⁾	20天 ⁴⁸⁾	33天 ⁴⁹⁾
		初孵 ⁷⁾	2天 ⁹⁾	3天 ¹⁰⁾	5天 ¹¹⁾	14天 ⁴⁰⁾			
全长(毫米) ¹⁹⁾		3.47	4.09	4.36	4.46	8.10	10.40	12.30	14.40
体长(毫米) ²⁰⁾		3.37	3.86	4.12	4.21	7.80	9.50	11.90	12.90
21) 右列量度占全长的百分比	肛前距 ²³⁾	58.1	42.7	38.7	45.7	42.2	35.4	30.9	26.8
	头长 ²⁵⁾	22.5	20.0	19.0	22.8	25.9	30.8	28.8	27.6
	头高 ²⁶⁾	10.9	13.3	19.0	2.78	27.9	28.8	27.9	28.7
	卵黄囊长径 ²⁸⁾	58.1	24.0	14.7					
	卵黄囊高径 ³⁴⁾	34.9	18.7	11.0					
	体高 ²⁷⁾	7.0	7.3	6.7	6.8	14.3	31.3	28.8	27.6
	背鳍褶高 ²⁸⁾	4.7	12.7	12.9	11.1	12.9			
	臀鳍褶高 ²⁹⁾	6.2	10.0	11.0	11.1	14.3			
	背鳍基长 ³⁰⁾						79.7	87.1	82.7
	臀鳍基长 ³¹⁾						59.5	64.1	60.7
背鳍前长 ³²⁾					21.8	14.1	9.3		
背鳍后长 ³³⁾					10.2	10.6	9.3	9.2	
头长(毫米) ³⁰⁾		0.84	0.83	0.84	0.99	2.00	3.0	3.4	4.02
87) 头右列量度的百分比	头高 ³⁸⁾	48.3	66.7	100	121.6	107.9	93.4	96.9	104.0
	吻长 ³⁹⁾	17.2	16.6	19.3	16.2	26.3	26.2	27.7	28.0
	眼径 ⁴⁰⁾	27.6	23.3	29.0	29.7	21.1	16.4	15.4	16.0
	上颌长 ⁴¹⁾					39.5	32.7	32.3	28.0
	下颌长 ⁴²⁾					34.2	26.2	26.2	24.0
饲养水温 ⁴⁴⁾		18.4—25.4					21.3—25.8		

注: 各阶段测量一尾⁵⁰⁾。

Explanation: 1)—44), same as in Table 1; 46) 14-day old; 47) 18-day old; 48) 20-day old; 49) 33-day old; 50) remarks: one specimen was measured for each developmental stage.

II. 仔鱼

1. 前期仔鱼:

初孵仔鱼(图版 V, 2; 表 2) 仔鱼孵出以后, 很快就能展直。全长 3.47 毫米, 体长 3.37 毫米。肌节 10+42。初孵仔鱼的长度因卵径差别较大, 变化范围也大, 在 2.81—3.47 毫米之间。初孵仔鱼缺乏游泳能力, 只能沉在培养缸的底部, 但不断摆动尾部。卵黄囊很大, 约 1.93 毫米, 占仔鱼全长的一半以上, 其前缘稍微突出于头部; 头部则紧贴于卵黄囊上, 并略向下倾。背鳍褶始于头顶, 但中脑以前的不明显, 大部分背鳍褶窄于体部。油球汇集在卵黄囊的后缘, 略偏下方。

除卵黄囊很大以外, 条鳎仔鱼另一特点是黄色素特别多。体部布满黄色素和黑色素, 以致活标本的肌节不易看清及计数; 体部的色素以吻端、脑部、背腹两侧最为密集。鳍褶上的黄、黑色素也很多, 在尾部的背、臀鳍褶上和肌节接近的部分有明显的色素斑, 另在背鳍褶前半部也有密集的色素。整个卵黄囊上也有分散的黄、黑两种色素, 但比体部远为稀少。

2 天仔鱼(图版 V, 3; 表 2) 全长 4.09 毫米, 体长 3.86 毫米。头部向前延长, 中脑显著增大, 吻端超过卵黄囊, 视杯内开始有少量黑色素, 心脏较前明显。卵黄囊显著缩小, 长径 1.2 毫米, 约初孵仔鱼之 3/5。胸鳍芽已相当清楚, 宽度约占 4 个肌节; 肠管形成, 但未向外开口。肛门前肌节 12—13 对, 肛门后肌节因色素太浓不易数清。

色素较初孵时浓密, 在背鳍褶前端有一个色素丛和脑部的色素相连。此外, 在背、臀鳍褶的基部形成 1—2 个明显的峰状的色素丛。

鳔泡出现(图版 V, 4; 表 2) 孵化后 3 天。全长 4.36 毫米, 体长 4.12 毫米。视杯内黑色素较前增多; 听囊增大与眼径相似。胸鳍很大, 其宽超过眼径的两倍。口已初开; 卵黄已被大量吸收, 仅初孵时长度的 1/3; 肠部开始出现一个弯曲, 但肛门尚未开口于体外。鳔泡出现, 圆形, 位于肠的背部(弯曲以前)并有细管与肠相连, 直径约有二个肌节的宽度。仔鱼的黄色素细胞较前更增大, 鳍褶上的峰状色素丛更为明显。

2. 后期仔鱼:

卵黄囊消失(图版 V, 5; 表 2) 孵化后 5 天。全长 4.46 毫米, 体长 4.21 毫米。鳔泡的大小和位置同前。头部和腹部显著增大; 眼睛已布满黑色素; 听囊已大于眼径; 上、下颌骨开始形成, 但尚无细齿。卵黄囊已全部被吸收, 肛门已开口体外。此时, 仔鱼已能直接吞食溷虫幼体。

III. 稚鱼

背、臀鳍鳍条形成(图版 V, 6; 表 2) 孵化后 14 天。全长 8.10 毫米, 体长 7.80 毫米。形态上已发生很大的变化, 身体各个部分迅速加宽, 腹部很大, 占了十分显著的地位, 全长仅腹部体高(包括鳍褶)的 2.5 倍左右。由于臀鳍迅速发育, 肛门逐渐向前推移。鳔泡仍明显可见, 并略为增大, 约有两个半肌节宽; 位置仍在腹部的上部, 相当于胸鳍基部的后方。肌节已呈“ ζ ”形。背鳍前端基部增厚。背鳍(74)和臀鳍(68)鳍条均已发育, 鳍条数亦与成鱼一致, 但在边缘仍保留着胚胎性鳍褶。背、臀两鳍与尾鳍褶的交界处, 形成凹陷。肠粗壮, 已形成一个大弯曲, 肠内纒褶增多。

全身布满黄色素, 以头顶部、鳃盖以及身体的背腹边缘较多。黑色素分布和黄色素基本相似, 但数量较少, 尾鳍褶尚无色素。

3—14 天仔、稚鱼主要在容器的近底层活动, 对强光有很大的敏感, 一般是在背光处,

很少游到表层。

左眼开始上升(图版 V, 7) 孵化后 17 天, 体长 8.50 毫米。左眼的位置已开始向上移动, 同时, 头顶部(前脑部)亦下陷。其他各部形态基本与 14 天稚鱼相似。

左眼转到头顶(图版 V, 8; 表 2) 孵化后 18 天。全长 10.40 毫米, 体长 9.50 毫米。整个稚鱼呈叶片形, 身体仍然透明, 口形如镰刀。此时头顶部已形成一个深凹, 左眼就从凹陷的底部上升到头顶。背鳍前端由于向前突出而变成圆形, 其前缘已达到瞳孔部位, 鳍担骨则变成向后倾斜。腹鳍已出现, 尾鳍鳍条亦形成, 胸鳍较前缩小。鳔仍能见到, 解剖观察时, 可见表面有黑色素存在。肛门前移至胸鳍下方。

黄、黑色素明显增多, 但黄色素连成一片, 不易看清细胞形状。最突出的是有眼侧出现 4 条与身体垂直的银色窄带, 贯穿了体部和背、臀鳍。此外, 背、臀鳍的鳍担骨部位也呈银灰色。尾鳍上亦有黄、黑色素。在无眼侧体部的黑色素较少。此时, 稚鱼已从自由游泳开始转为底栖生活。

左眼转过头顶(图版 V, 9; 表 2) 孵化后 20 天。全长 12.30 毫米, 体长 11.90 毫米。稚鱼各部分继续增宽; 身体为半透明; 腹部色素增多, 无法从外部看到内脏。左眼已转过头顶。背鳍前端更为突出, 呈三角形, 已超过眼睛, 并碰到吻部, 所以头顶的轮廓已成光滑而不见凹陷。此时背鳍突出部分的后半部(相当于左眼部位), 在无眼侧已与头部愈合; 其眼前部分与吻部靠近, 但仍然分离。

各部分黄、黑色素更浓, 身上共有 11 条明显的褐色横带, 横带之间呈银灰色, 特别在鳍膜上更为清楚。在无眼侧仅有分散的星状黑色素。此时, 稚鱼完全营底栖生活。

左眼转到右侧(图版 V, 10; 表 2) 孵化后 33 天。全长 14.40 毫米, 体长 12.90 毫米。身体已不透明。左眼已完全转到右边。背鳍前部的突起已与眼部及吻部完全愈合, 但有眼侧尚留有愈合的痕迹。鳔仍存在, 约为眼径的一半。侧线开始出现。在无眼侧头部, 已长出许多突起, 边缘部分的排列整齐, 最长的约 0.26 毫米。各鳍鳍条均已完全发育, 鳍式为: 背鳍 84; 臀鳍 70; 胸鳍 5; 尾鳍 12; 腹鳍 3。色素更浓。头部及体部呈棕褐色, 有眼侧已有 16 条深褐色横带。尾部出现不规则的黄色花斑。在无眼侧只有分散的星状黑色素。活动情况与前相同。

IV. 幼鱼

鳞片完全 全长 34 毫米幼鱼, 约孵化后 2 个月。有眼侧及无眼侧的鳞片已完全长成, 但鳞片后部尚无短棘。鳔已退化。条鳃的成鱼无鳔, 而在仔、稚鱼时期出现鳔; 因此, 这是祖先特征的重演。

櫛鳞形成 全长 50 毫米幼鱼, 约 3 个月。在外形及色素上已基本和成鱼相同, 但尾鳍末端较为突出, 并略尖。两侧鳞片均已长成櫛鳞。

四、讨论和结论

1. 牙鲆、黑鲷及鲷鱼卵子的鉴别方法 胶州湾内已知的浮性鱼卵有 20 多种, 其中牙鲆、黑鲷 *Sparus macrocephalus* (Basilewsky)、鲷鱼 *Platycephalus indicus* (L.) 三种卵子不仅具有很多共同特征(呈圆球形、单油球、卵膜光滑、卵黄均匀等), 而且牙鲆卵径(0.86—1.10 毫米)和黑鲷(0.83—0.93 毫米)及鲷鱼(0.96—1.13 毫米)的卵径互相交错, 同时, 三

者的生殖期也互相交错^[4,5]。因此,鉴定比较困难,特别是早期卵子。

牙鲆与黑鲷 牙鲆卵径虽与黑鲷的交错,但牙鲆的卵径偏大;油球径则牙鲆(0.15—0.18 毫米)小于黑鲷(0.20—0.23 毫米),并且不交错。因此,两者卵径为油球径的倍数也不同,分别为 4.7—6.4 倍和 3.8—4.6 倍。此外,在胚体形成以后,牙鲆卵黄囊上有分散的黄、黑色素细胞,而黑鲷没有。在胚体环绕卵黄囊 4/5 时,牙鲆头顶部黑色素是分布均匀的,体部没有黄色素丛;而黑鲷头顶部中脑后缘及延脑两侧的黑色素相当密集,体部有四个黄色素丛(图 3, 1, 3; 图版 II, 5)。因此两者易于鉴别。

牙鲆与鲷鱼 牙鲆卵径及油球径(0.15—0.22 毫米)和鲷鱼的卵径及油球径(0.19—0.25 毫米)都互相交错,但牙鲆的偏小。由于两者卵径都是生殖初期的最大,以后逐步变小,而牙鲆产卵期开始较早,因此,同一时期中,两者的卵径有相当的差别;例如: 4 月下旬,牙鲆首先产卵,卵径(0.95—1.10 毫米,平均 1.02 毫米)为最大的阶段。5 月初旬鲷鱼开始产卵,卵径(1.02—1.13 毫米,平均 1.09 毫米)大于同时期的牙鲆卵径(0.89—1.06 毫米,平均 0.98 毫米),仅极少数的卵径交错。6 月下旬产卵末期时,牙鲆卵径(0.86—0.92 毫米,平均 0.90 毫米)与鲷鱼卵径(0.96—1.07 毫米,平均 1.0 毫米)的差别明显。油球径也有类似情况。

牙鲆与鲷鱼的早期卵子,牙鲆活卵的油球呈极淡的米色(近乎无色),而鲷鱼活卵的油球则带有极淡的粉红色(固定后即退色),其他部分均无色素。因此,早期卵子固定后就不易利用色素来区别。在胚体形成之后,牙鲆卵黄囊上有色素,而鲷鱼没有。在胚体环绕卵黄囊 4/5 时,它们头部的黑色素有明显区别,鲷鱼的密集成片,而牙鲆中是完全分散的(图 3, 2, 3; 图版 II, 5)。此外,鲷鱼体部有 4 个黄色素丛,而牙鲆没有。

根据工作中的经验,鉴定牙鲆及其他鱼类卵子时,需要首先搞清活鱼卵的重要特点,再和固定材料作比较,同时还要利用几种特征,并考虑因时间不同而引起的变异,才能减少鉴定中的误差。

2. 牙鲆属卵子及仔、稚鱼共有特征的探讨 从现有文献记载来看,可知牙鲆属卵子是单油球的浮性卵,卵膜光滑,卵径较小。例如,本文所记牙鲆 *Paralichthys olivaceus* 的卵径为 0.83—1.10 毫米,油球径为 0.15—0.22 毫米;大西洋产 *P. oblongus* 的卵径及油球径分别为 0.91—1.12 毫米和 0.16—0.19 毫米^[17]。此外,根据 Bigelow 和 Schroeder^[12] 的推测,大西洋所产 *P. dentatus* 的卵子大致和 *P. oblongus* 的类似。

牙鲆仔鱼及稚鱼期背鳍前端的 6—7 根鳍条发育较早,形成冠状幼鳍,长度超过其他背鳍鳍条很多。冠状幼鳍发育最盛阶段(26 天稚鱼,全长 10.6 毫米)超过其他最长的背鳍鳍条一倍以上,但最后收缩得很短(图版 IV, 3,5)。根据 Hildebrand 及 Cable^[14] 的描述,大西洋所产 *P. dentatus* 和 *P. albiguttus* 也有同样的冠状幼鳍。因此,推测其牙鲆属鱼类在仔鱼阶段可能都有这样的冠状幼鳍。

3. 条鳎卵子的特征 根据人工受精卵的观察以及海上采集卵子饲养的结果,可知青岛胶州湾内条鳎的卵径在 1.42—1.69 毫米之间,正常发育卵子卵膜上肯定都有清楚的六角形网纹。六角形网纹很大,对角线的长度(0.17—0.20 毫米)比胶州湾内鳎属 *Callionymus* 鱼类的(0.017—0.025 毫米)超过 8—10 倍,极易分别。

根据水户敏的初步记载^[7-9],可知日本九州条鳎的卵径及油球数和胶州湾所产条鳎的

相似;但其卵膜上并无六角形网紋,初孵仔魚的肌节数(49)比胶州湾的(51—52)略少,初孵仔魚的色素分布也有相当区别,采到卵子的時間(9月)比胶州湾(6月)为晚。在同一种类中,肌节数和生殖季节可能由于个体变异和海区不同而有所差别;但是卵膜上是否有六角形网紋这一特征,則不可能由于海区不同而有这样大的区别。

此外,水戶敏还提到日本条鰻的卵膜上也沒有网紋,而日本九州近海的角鰻 *Aesopia cornuta* 卵膜上却有网紋。根据我們的比較,上述角鰻卵膜上的六角形网紋、初孵仔魚的色素分布以及稚魚的外形等特征,却与胶州湾产条鰻卵子及仔、稚魚頗为相似,但其初孵仔魚的肌节数(47)則比胶州湾的条鰻为少。日本条鰻初孵仔魚的肌节数(42—43)及色素分布和胶州湾产条鰻的不同。

綜上所述,可知角鰻和胶州湾所产条鰻虽系两个属的魚类,然而卵膜却具有共同的六角形网紋。相反,日本近海两种条鰻(如果卵子鉴定正确的話,見158頁)和胶州湾的条鰻虽系同属,但它們的卵膜并不都有六角形网紋。所以問題就变得很复杂。因此,对鰻属魚类及其卵子、仔魚的特征都还有进一步深入研究的必要。

4. 眼睛移位过程中,背鳍基部位置与眼睛位置的关系 絕大多数鰻形目魚类的成魚,其背鳍基部的前端是在眼睛之前,甚至达到或超过了鼻孔。牙鲆和条鰻两者成魚背鳍基部的前端也都在眼睛之前。牙鲆的仔、稚魚在变态、发育过程中,象很多种鰻形目魚类一样^[13,18],背鳍的前端最初位于眼睛之后;待右眼轉过头頂而达到左侧以后,背鳍前端才逐漸向前推移(28、30、35天稚、幼魚;图版 IV, 4、5、6)。大約全长16—17毫米时,背鳍基部的前端已超过眼睛的中部,全长170毫米时最后超过眼睛的前緣。

条鰻的情形比較复杂。当左眼尙未移动以前,背鳍基部前端的突出部分已經位于左右两眼前緣的上方(14天稚魚;图版 V, 6)。这时很难推測左眼是怎样轉动到右侧(有眼侧)的。当左眼开始向上移动时,背鳍基部以前的头頂(前脑的前上方)也同时下陷(17天稚魚;图版 V, 7)。在左眼轉到头頂时,下陷部分已变成一个深凹。此时,背鳍前端呈半圓形,向前突出于左眼中央的上方;而背鳍基部的前端却轉移到了左眼之后。因此,左眼从深凹的底部向右侧(有眼侧)轉动时,略偏前方,而不会受到任何阻碍;同时也容易理解左右两眼的位置在变态完成以后必然比牙鲆为接近(18天稚魚;图版 V, 8)。左眼轉过头頂时,背鳍前端的突出部分变成三角形,并填充了整个凹陷部分的空間;其后半部在左侧(无眼侧)已与头頂愈合,而前半部仍然是游离的(20天稚魚;图版 V, 9)。当左眼轉到右侧以后,这个突出部分即完全与头部愈合,但有眼侧还留有愈合的痕迹(33天稚魚;图版 V, 10)。然而,在較大的幼魚中,仍能发现极少个体的突出部分的前端尙未与吻部愈合(全长33毫米)或在吻端仍然留有缺刻(全长78毫米)。

在有些比較高等的鰻形目魚类中,如 *Solea*、*Scophthalmus* 及 *Arpoglossus* 等属的种类型,眼睛移位时,背鳍前端也呈游离状突起而悬挂于眼睛的上方,或者达到篩骨(Ethmoid)部位^[14,15,18]。此外,在胶州湾采到的舌鰻属 *Cynoglossus* 仔魚中也有类似的构造。这和条鰻眼睛移位过程中較晚阶段的特点很接近。因此,推測上述 *Solea* 等属魚类在眼睛移位的初期很可能也在前脑部位的头頂首先形成凹陷,而眼睛即通过凹陷部分而轉到有眼侧的。此外, *Solea*、*Cynoglossus* 等属,应该也象条鰻一样,由于背鳍前端在眼睛移位之前已形成突起,而这样的突起在眼睛移位完成后即与头頂及吻部愈合。所以,变态完成后不

久,它們背鳍的前端已经远远超过眼睛;同时左右两眼的位置也比较接近,而且离开头部的上、下缘都比较远。

摘 要

本文主要根据 1959 年以来在实验室内饲养的活材料,对牙鲆(鲆科)和条鳎(鳎科)两种鲽形目鱼类卵子及仔、稚鱼各种重要阶段的形态特征作了描述,以供鉴定之用。这两种鱼类仔鱼变态期和条鳎卵的详细形态特征均未见记载。

1. 牙鲆 卵浮性,呈圆球形;卵膜光滑,无粘性;卵黄均匀。卵径 0.83—1.10 毫米,生殖初期的最大。油球一个,球径 0.15—0.22 毫米,也是初期最大。胚体、鳍褶和卵黄囊上的色素分布广而分散。初孵仔鱼全长 2.07—2.44 毫米;肌节 12(13)+26, 体部及鳍褶上色素分散,21 对肌节以后的鳍褶上没有色素。仔鱼时期背、臀鳍褶边缘出现扫帚状黄、黑色素。仔、稚鱼无鳔;其鳍前端的 6—7 根鳍条首先发育,形成冠状幼鳍。全长 12.7—14.6 毫米(孵化后约 30 天),右眼转过头顶时,鳍式已与成鱼完全一致;此时稚鱼已由水平游泳转变为底层活动。全长 14.0 毫米以上时(孵化后约 35 天),右眼已完全转到左侧(有眼侧);全长达到 20.3—25.5 毫米(约孵化后 42—45 天)时,鳞片完全长出。

2. 条鳎 卵子也是浮性、圆球形的。卵径为 1.45—1.68 毫米。油球小而多,10—60 个左右。胚体上黄色素极多。卵膜无粘性,有很大的六角形网纹,其对角距为 0.17—0.20 毫米。初孵仔鱼全长 3.5 毫米,肌节 10+44。孵化后 3—4 天,在背鳍褶上出现 2—3 个峰状色素斑;消化道前端的背侧出现鳔泡。在眼睛移位过程中,眼睛与背鳍基部前端的的关系比牙鲆的复杂。当左眼上移时(17 天),背鳍前端突出部分之前的头顶(前脑前上方)同时下陷。左眼转到头顶时(18 天),下陷处形成深凹,左眼就从深凹的底部转到右侧(有眼侧)。背鳍前端的突出部分向前生长,最后与头顶及吻部愈合;因此,两眼比较接近。左眼转到头顶时,稚鱼由水平游泳转营底层生活。全长 14.4 毫米时(约 33 天),左眼完全转到右侧,鳍式亦已与成鱼一致。34 毫米的幼鱼中,鳞片长全,鳔已消失。50 毫米幼鱼的鳞片已为栉鳞。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所,水产部黄海水产研究所,1960。海产鱼类鱼苗培养的初步试验。(手稿)
- [2] 成庆泰等,1962。中国经济动物志——海产鱼类,科学出版社。148—149 页。
- [3] 张春霖等,1955。黄渤海鱼类调查报告。科学出版社。274—305 页。
- [4] 何桂芬、沙学绅、张孝威,1964。黑鳎 *Spartus macrocephalus* (Basilewsky) 卵子及仔、稚鱼的形态观察。(未刊稿)
- [5] 张孝威等,1964。鳎鱼 *Platycephalus indicus* (L.) 卵子及仔、稚鱼的形态观察。(未刊稿)
- [6] 张崇理,1959。比目鱼-牙鲆 *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) 的早期生活史。中国科学院海洋研究所丛刊 1 (4): 71—80。
- [7] 水戸敏,1960。浮游性鱼卵および孵化仔魚の種の同定について。九州大学农学部,学芸杂志 18 (1): 61—70, 图版 1。
- [8] 水戸敏,1960。日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索。九州大学农学部,学芸杂志 18(1): 71—94。
- [9] 水戸敏,1963。日本近海に出現する浮游性魚卵——IX.コバンザメ目およびカレイ目。鱼类学杂志 11(3—6): 81—102, 29—41pls.。
- [10] 内田惠太郎,1938。硬骨魚卵の孵出孔形に就て。科学 8 (1): 3—5。
- [11] 神谷尚志,1916。馆山湾に子ける浮性魚卵并に其稚儿。水产讲习所试验报告 11 (5): 54—60。
- [12] Bigelow, H. B. and Schroeder, W. C., 1953. Fishes of the Gulf of Maine. *Fish. Bull. U. S.*, 53: 267—271.
- [13] Ehrenbaum, E., 1905. Eier und Larven von Fischen des Nordischen Planktons. *Nordisches Plankton*, Teil I, pp. 139—216.
- [14] Hildebrand, S. F. and Cable, L. E., 1931. Development and life history of fourteen Teleostean fishes at Beaufortia N. C. *Bull. U. S. Bur. Fish.*, 46 (1930): 383—488.
- [15] Kyle, H. M., 1921. The asymmetry, metamorphosis and origin of flatfishes. *Phil. Trans. Royal Soc.*

London, Ser. B. 211:75—129.

- [16] Kyle, H. M., 1926. The Biology of Fishes. pp. 83—119. New York.
- [17] Muller, D. and Marak, R. R., 1962. Early larval stages of the Fourspot Flounder, *Paralichthys oblongus*. *Copeia*, 1962(2):454—455.
- [18] Normen, J. R., 1934. A Systematic Monograph of the Flatfishes (Heterosomata), Vol. I. Psettodidae, Bothidae, Plerronectidae. pp. 69—89. London.
- [19] Перцева-Остроумова Т. А., 1961. Размножение и развитие дальневосточных камбал. Издательство Академии наук СССР Москва.
- [20] Перцева-Остроумова Т. А., 1963. Некоторые новые данные о распределении икринок камбал в водах приморья. Труды института океанологии АН СССР Том. LXII 13—14.

A DESCRIPTION OF THE IMPORTANT MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF THE EGGS AND LARVAE OF TWO FLAT FISHES, *PARALICHTHYS OLIVACEUS* (T. & S.) AND *ZEBRIAS ZEBRA* (BLOCH)

CHANG HSIAO-WEI, XO GUI-FEN AND SHA XUE-SHEN

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

(ABSTRACT)

The present article deals with the important morphological characters of the eggs, larvae and metamorphosed fries of two flat fishes, *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) and *Zebrias zebra* (Bloch), based mainly upon the living specimens reared successfully in our laboratory since 1959. Besides, the diagnostic characteristics for the identification of the eggs of *P. olivaceus*, the characteristics common to the eggs and larvae of the genera *Paralichthys*, important characters of the eggs and larvae of *Zebrias zebra*, and the relationships between the eye and the anterior end of the dorsal fin in *P. olivaceus* and in *Zebrias zebra* during the migration of the eye are discussed.

图 版 说 明

Explanation of plate

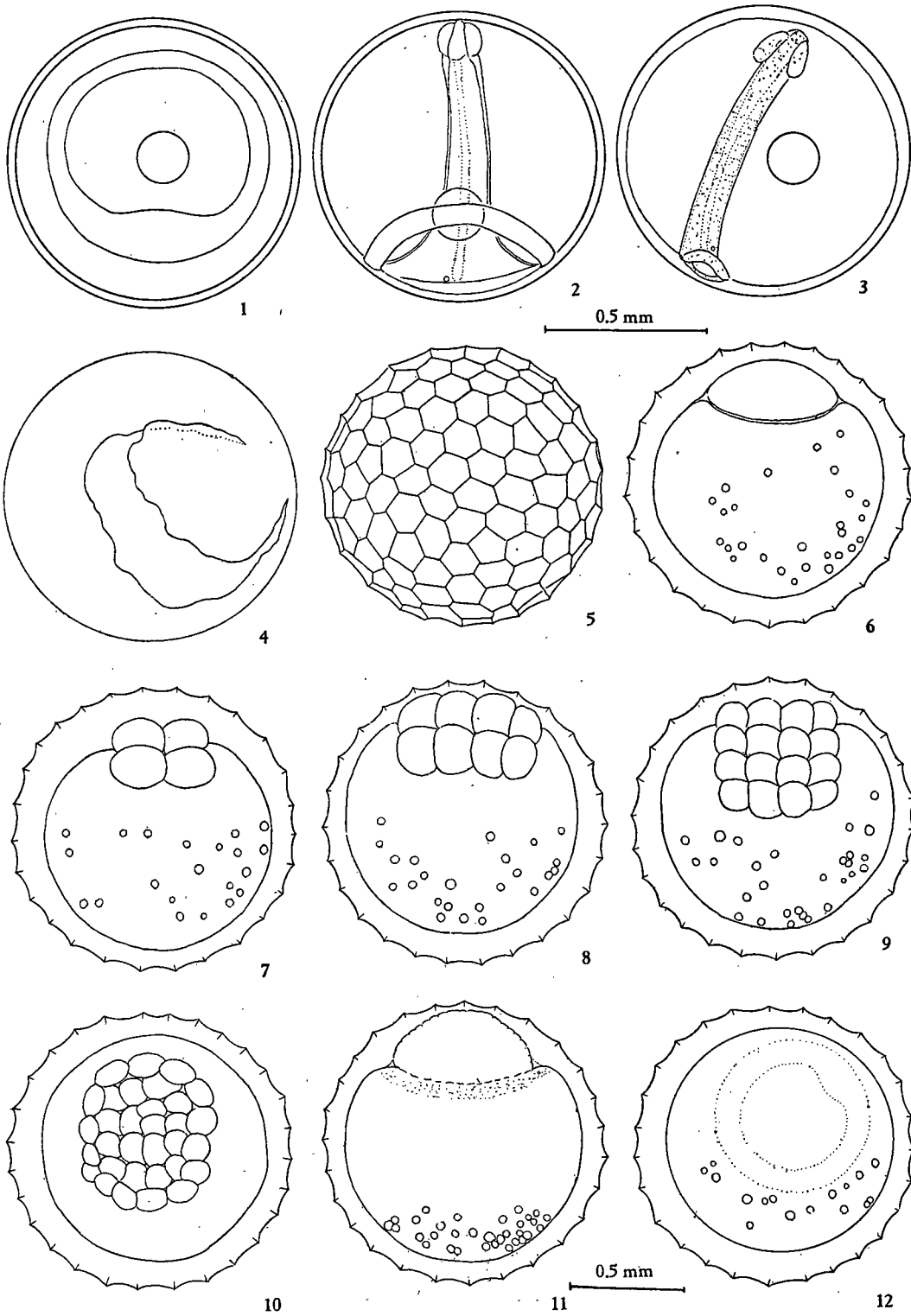
图版 I 牙鲆和条鳎卵子

1. 牙鲆;原肠早期; 2. 牙鲆;原肠晚期(外包2/3); 3. 牙鲆;原口接近关闭; 4. 牙鲆;孵化孔; 5. 条鳎;卵膜构造; 6. 条鳎;单细胞时期(固定标本); 7. 条鳎;4细胞时期(固定标本); 8. 条鳎;8细胞时期(固定标本); 9. 条鳎;16细胞时期(固定标本); 10. 条鳎;32细胞时期(固定标本); 11. 条鳎;囊胚时期(固定标本); 12. 条鳎;原肠早期(固定标本)。

Plate I. Eggs of *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) and *Zebrias zebra* (Bloch)

1)—4), Eggs of *Paralichthys olivaceus*: 1) Early gastrula; 2) late gastrula; 3) blastopore nearly closed; 4) egg-membrane showing hatching pore.

5)—12), Eggs of *Zebrias zebra*: 5) eggs-membrane showing honey-combed reticulations; 6) unsegmented blastodics (preserved specimen); 7) 4-cell stage (preserved specimen); 8) 8-cell stage (preserved specimen); 9) 16-cell stage (preserved specimen); 10) 32-cell stage (preserved specimen); 11) blastula stage (preserved specimen); 12) early gastrula (preserved specimen).



图版 II 牙鲆和条鳎卵子

1. 牙鲆; 原口关闭, 6 对肌节; 2. 牙鲆; 尾芽出现; 3. 牙鲆; 胚体具 25 对肌节; 4. 牙鲆; 胚体抱卵 4/5; 5. 牙鲆; 即将孵化; 6. 条鳎; 原肠中期、外包 1/2; 7. 条鳎; 原肠晚期, 外包 2/3; 8. 条鳎; 原口接近关闭; 9. 条鳎; 原口关闭, 12 对肌节; 10. 条鳎; 尾芽出现; 11. 条鳎; 胚体抱卵 2/3 时期; 12. 条鳎; 胚体抱卵 4/5 时期。

Plate II. Eggs of *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) and *Zebrias zebra* (Bloch)

- 1)–5), Egg of *Paralichthys olivaceus*: 1) Blastopore closed, embryo with 6 pairs of somites; 2) appearing of the tail-bud; 3) embryo with 25 pairs of somites; 4) embryo enveloping 4/5 of the yolk-sac; 5) immediately before hatching.
- 6)–12), Eggs of *Zebrias zebra*: 6) middle gastrula; 7) late gastrula; 8) blastopore nearly closed; 9) blastopore closed, embryo with 12 pairs of somites; 10) appearing of tail-bud; 11) embryo enveloping 2/3 of the yolk-sac; 12) embryo enveloping 4/5 of the yolk-sac.

图版 III 牙鲆前期及后期仔鱼

1. 初孵仔鱼, 全长 2.21 毫米; 2. 1 天仔鱼, 全长 3.04 毫米; 3. 口和肛门出现, 3 天, 全长 3.60 毫米; 4. 卵黄囊接近消失, 5 天, 全长 3.80 毫米; 5. 冠状幼鳍原基出现, 9 天, 全长 4.22 毫米; 6. 冠状幼鳍出现, 15 天, 全长 6.20 毫米。

Plate III. Prelarvae and postlarvae of *Paralichthys olivaceus* (T. & S.)

- 1) Newly hatched larva, 2.2mm in total length; 2) 1-day old larva, 3.04mm in total length; 3) 3-day old larva, appearing of mouth and anus, 3.6mm in total length; 4) 5-day old larva, 3.8mm in total length, disappearing of the yolk-sac; 5) 9-day old larva, 4.22 mm in total length, appearing of the premodium of the crown-like larval fin; 6) 15-day old larva, 6.2mm in total length, showing crown-like larval fin.

图版 IV 牙鲆后期仔鱼及稚鱼

1. 冠状幼鳍鳍条出现, 17 天, 全长 8.25 毫米; 2. 右眼开始上升, 20 天, 全长 8.30 毫米; 3. 背鳍、臀鳍鳍条形成, 26 天, 全长 10.6 毫米; 4. 右眼转到头顶, 28 天, 全长 12.6 毫米; 5. 右眼转过头顶, 30 天, 全长 13.0 毫米; 6. 右眼转到左侧, 35 天, 全长 13.7 毫米。

Plate IV. Postlarvae of *Paralichthys olivaceus* (T. & S.)

- 1) 17-day old larva, 8.25mm in total length, showing crown-like larval fin; 2) 20-day old larva, 8.3mm in total length, commencement of migration of the right eye; 3) 26-day old larva, 10.6mm in total length, differentiation of the rays of the dorsal and anal fins; 4) 28-day old larva, 12.6mm in total length, right eye reaching the edge of the head; 5) 30-day old larva, 13.0mm in total length, Right eye has passed over the top of the head; 6) 35-day old larva, 13.7mm in total length, migration of the right eye completed.

图版 V 条鳎仔鱼及稚鱼。

1. 仔鱼孵化; 2. 初孵仔鱼, 全长 3.47 毫米; 3. 2 天仔鱼, 全长 4.09 毫米; 4. 鳔泡出现, 3 天, 全长 4.36 毫米; 5. 卵黄囊消失, 5 天, 全长 4.46 毫米; 6. 背鳍、臀鳍鳍条形成, 14 天, 全长 8.10 毫米; 7. 左眼开始上升, 17 天, 体长 8.50 毫米; 8. 左眼转到头顶, 18 天, 全长 10.4 毫米; 9. 左眼转过头顶, 20 天, 全长 12.3 毫米; 10. 左眼转到右侧, 33 天, 全长 14.4 毫米。

Plate V. Prelarvae and post larvae of *Zebrias zebra* (Bloch)

- 1) Hatching of the embryo; 2) newly hatched larva, 3.47mm in total length; 3) 2-day old larva, 4.09mm in total length; 4) 3-day old larva, 4.36mm in total length, appearing air-ladder; 5) 5-day old larva, 4.46mm in total length, disappearing of the yolk-sac; 6) 14-day old larva, 8.10mm in total length, formation of the dorsal fin rays; 7) 17-day old larva, 8.5mm in total length, beginning of migration of the left eye; 8) 18-day old larva, 10.4mm in total length, left eye reaching the edge of the head; 9) 20-day old larva, 12.3mm in total length, left eye reaching the right side; 10) 33-day old larva, 14.4mm in total length, migration of the left eye completed.

