

小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)胚胎发育及仔、 稚鱼形态特征观察*

詹炜¹ 楼宝¹ 陈睿毅¹ 毛国民¹ 刘峰^{1,2} 徐冬冬¹
王立改^{1,2} 马涛¹ 徐麒麟¹

(1. 浙江省海洋水产研究所 浙江省海水增殖重点实验室 舟山 316021; 2. 浙江海洋大学 舟山 316022)

摘要 采用干法授精方法获得受精卵, 在人工培育条件下对小黄鱼的胚胎及仔稚鱼形态发育进行观察, 描述了各发育时期的发育时序和形态特征。结果表明, 小黄鱼受精卵呈圆球形, 无色透明, 单油球, 浮性, 卵径(1413±73)μm, 油球径(465±23)μm。在水温(18±0.5)°C, 盐度 28 下, 历时 50h40min 完成孵化。初孵仔鱼全长(3256±112)μm, 卵黄囊长径(1260±50)μm, 短径(894±65)μm, 肌节 32 对。在水温(19±1)°C 下, 仔、稚鱼发育历时 35 天, 4 日龄仔鱼开口摄食, 6 日龄卵黄囊消失, 10 日龄油球消失, 15 日龄尾椎骨向上弯曲, 25 日龄全长(7467±550)μm, 各鳍发育基本完成, 进入稚鱼期, 35 日龄全长(22158±420)μm, 全身被鳞, 进入幼鱼期。

关键词 小黄鱼; 胚胎发育; 仔、稚鱼; 形态学特征

中图分类号 Q954 **doi:** 10.11693/hyh20160500114

小黄鱼(*Larimichthys polyactis* Bleeker), 俗称小鲜、黄花鱼。属鲈形目 Perciformes, 石首鱼科 Sciaenidae, 广泛分布于渤海、黄海、东海以及朝鲜半岛西岸 120m 水深内的近海海域, 属暖温性近底层鱼类, 在中国传统海洋渔业上占重要地位, 一度与大黄鱼、墨鱼(曼氏无针乌贼)、带鱼并称为“四大海产”(李建生等, 2009)。小黄鱼肉质细嫩鲜美, 营养价值高, 深受消费者喜爱, 同时生长速度快, 极具养殖开发利用前景。目前, 有关小黄鱼的研究多集中在资源量调查(林龙山等, 2010; 刘尊雷等, 2013)、种群划分(徐兆礼等, 2010)、遗传多样性评估(Han *et al.*, 2009; 郑文娟等, 2012)等方面, 而小黄鱼胚胎发育及仔稚鱼生长尚未见详细报道, 且缺乏数码影像资料。鉴于此, 本文通过人工繁殖小黄鱼对其胚胎发育和仔稚鱼生长的形态特征进行了较详细的观察和描述, 以期小黄鱼早期发育研究和苗种培育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 受精卵孵化及仔稚鱼培育

2015 年 5—7 月, 在浙江省海洋水产研究所西轩岛试验场开展了小黄鱼人工繁育试验。亲鱼为东海海域海捕 1 龄野生小黄鱼, 通过人工注射 LRH-A2 进行催熟, 在水温(19±1)°C, 盐度 28 条件下, 产卵效应时间为 48h, 自然产卵受精, 用于人工育苗, 培育水温 19±1°C, 盐度 26—30, 定期取样, 进行仔稚鱼形态观察。选取性腺发育好的 2 对亲鱼, 采用干法人工授精获得受精卵, 置于 20L 水桶中微充气孵化, 用于胚胎发育观察, 培育水温 18±0.5°C, 盐度 28。

1.2 胚胎发育观察

在 Nikon 50i 型显微镜下进行胚胎发育的连续观察、记录, 使用配套 CCD 拍摄发育特征图片, 利用 NIS-Elements F 3.0 软件进行卵径、油球等数据的测

* 浙江省科技计划项目, 2015F50006 号; 舟山市科技计划项目, 2014C31061 号; 宁波市科技计划项目, 2016C10055 号; 象山县科技计划项目, 2015C0001 号。詹炜, E-mail: weizhan1113@163.com

通讯作者: 楼宝, 研究员, E-mail: loubao6577@163.com

收稿日期: 2016-05-27, 收修改稿日期: 2016-06-30

量,同时用5%甲醛固定标本,供以后反复观察、拍照。以样本中70%以上胚胎发育到某个时期的时间作为该时期的发育时间。

1.3 仔稚鱼发育形态特征观察

从初孵仔鱼开始定期取样,在Nikon MS800型解剖镜下观察各时期的形态特征并记录,同时使用配套CCD设备拍照,用5%甲醛固定标本备查。

1.4 数据处理

胚胎和仔稚鱼的可量性状数据均用Office Excel 2010和SPSS 19软件处理,数据以平均值±标准差($\bar{X} \pm SD$)表示。使用Photoshop CS2制作图版。

2 结果

2.1 胚胎发育(水温 $18 \pm 0.5^\circ\text{C}$)

见图1。小黄鱼成熟卵及受精卵均为圆球形,无色透明,浮性;中央有油球1个,卵径 $1413 \pm 73 \mu\text{m}$,油球径 $465 \pm 23 \mu\text{m}$ 。在水温 $18 \pm 0.5^\circ\text{C}$,盐度28条件下,经50h40min完成孵化,其发育过程经历了以下几个时期:

2.1.1 胚盘形成期 卵子受精数分钟后,卵子原生质向动物极汇聚,开始形成胚盘,逐步隆起,受精后25min,其高度约占整个卵垂径的1/5。

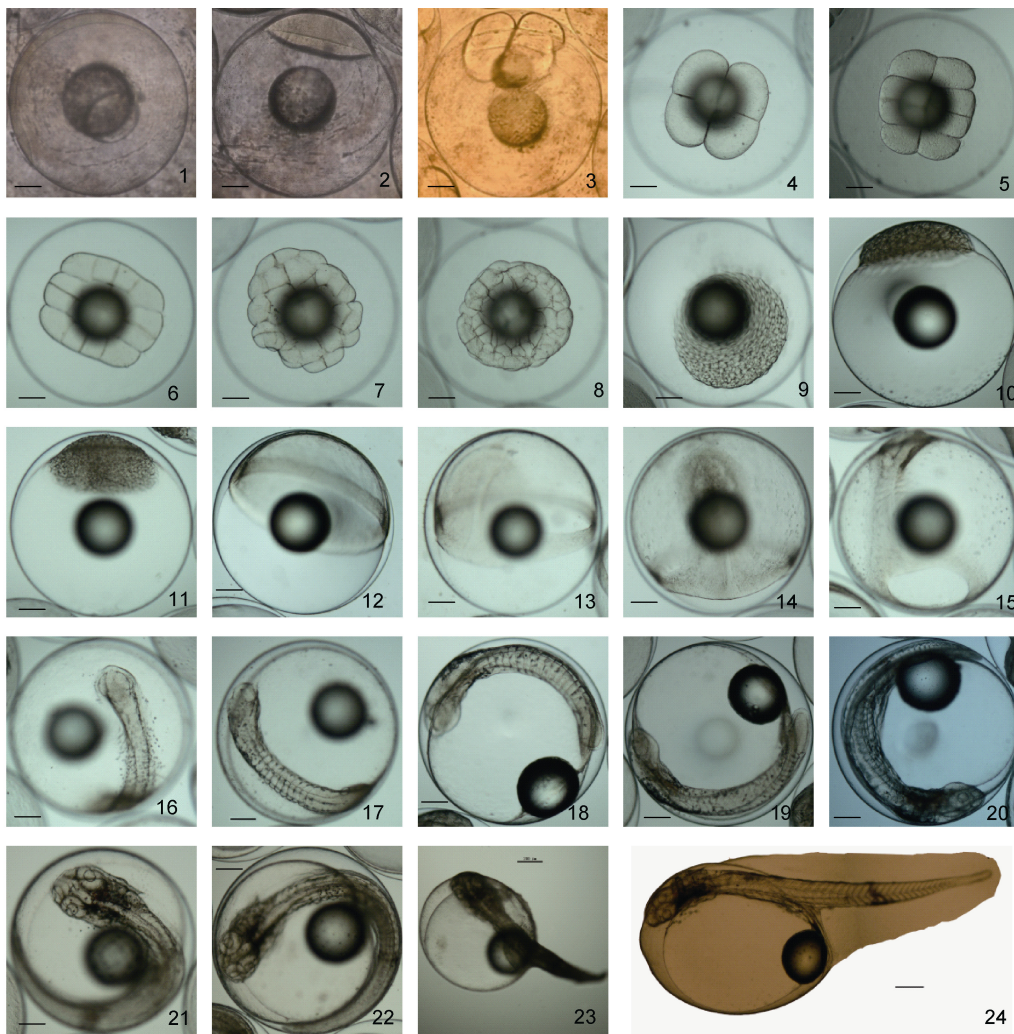


图1 小黄鱼胚胎发育

Fig.1 Embryonic development of *L. polyactis*

注: 1. 受精卵; 2. 胚盘期; 3. 2细胞期; 4. 4细胞期; 5. 8细胞期; 6. 16细胞期; 7. 32细胞期; 8. 多细胞期; 9. 桑椹期; 10. 高囊胚期; 11. 低囊胚期; 12. 原肠早期; 13. 原肠中期; 14. 原肠晚期; 15. 神经胚期; 16. 眼囊形成期; 17. 胚孔封闭期; 18. 尾芽期; 19. 尾鳍褶形成期; 20. 心跳期; 21. 肌肉效应期; 22. 出膜前期; 23. 尾部出膜; 24. 初孵仔鱼。标尺长度 $200 \mu\text{m}$

2.1.2 卵裂期 受精后 1h 胚盘中部出现凹陷, 第一次径裂成 2 个等大的分裂球。受精后 1h50min 第二次径裂为 4 个大小相同, 排列整齐的细胞, 分裂面与第一次垂直。受精后 2h30min, 进行第 3 次径裂, 形成两排各 4 个形态、大小相似的细胞, 为 8 细胞期。受精后 3h, 进行第 4 次分裂, 形成 16 个细胞。受精后 3h30min, 进行第 5 次分裂, 形成 32 个排列不规则的细胞。随后细胞数目呈几何级数增长, 至受精后 4h20min, 多层分裂球叠加, 但细胞界限仍清晰可辨, 此时发育到多细胞期。随着卵裂的进行, 至 5h50min, 细胞形状不断变小, 动物极隆起呈小丘, 状如桑椹, 细胞大小不均一, 界限模糊, 发育到桑椹期。

2.1.3 囊胚期 胚胎细胞继续分裂, 细胞数目不断增加、体积变小。受精后 6h40min, 进入高囊胚期, 即在动物极侧面呈帽状, 胚体包围成一空腔——囊胚腔; 囊胚细胞继续分裂, 至 7h30min, 进入低囊胚期, 胚盘高度下降, 边沿向外扩展, 与卵黄囊交界处坡度变平缓, 囊胚层变低、变扁。

2.1.4 原肠期 囊胚层细胞继续向卵黄囊部分下包, 受精后 13h20min, 下包至卵黄 1/3 处, 在胚盘周围形成一个环状隆起的胚环, 进入原肠早期。胚盘继续下包和内卷至 1/2 处, 即受精后 18h30min, 胚环一端有明显增厚凸起, 紧贴在囊胚层表面, 形成胚盾, 进入原肠中期。受精后 22h, 囊胚层细胞下包约 3/5 处, 形成胚孔, 胚盾明显延长, 胚体雏形出现, 进入原肠晚期。

2.1.5 神经胚期 囊胚层继续收缩下包, 胚体继续延长, 中央明显加厚, 形成神经板, 受精后 24h30min, 胚盘下包至卵黄 4/5 处, 神经板中央下陷, 神经褶、神经管逐渐形成, 胚孔继续缩小, 仅露一卵黄栓, 肌节 2—3 对。

2.1.6 眼囊形成期 受精后 25h20min, 胚盾头部依稀可见眼囊雏形。此时胚体具 5 对肌节, 对称分布于胚体两侧, 并在胚体的肌节周围和油球内侧出现大量点状黑色素。受精后 27h, 眼囊形成, 脑分化明显, 具 11 对肌节。

2.1.7 胚孔封闭期 受精后 27h30min, 胚孔封闭, 柯氏泡出现, 具 12 对肌节, 点状黑色素细胞主要分布在胚体前半部、心脏原基附近、肌节及油球处, 其中在肌节处呈纵列分布。

2.1.8 尾芽期 受精后 32h30min, 胚体围绕卵黄延伸至 1/2 周, 尾部出现锥形隆起的尾芽, 柯氏泡消失, 具肌节 17 对。黑色素细胞由点状变为星点状。

2.1.9 尾鳍褶形成期 受精后 37h20min, 胚体围绕卵黄延伸至 3/5 周, 在尾芽的边缘表皮外突成皮褶状的鳍, 眼晶形成, 耳囊出现, 具肌节 24 对, 油球内黑色素细胞较前扩散, 呈树叉状, 卵黄囊后端逐渐凹陷。

2.1.10 心跳期 受精后 43h30min, 胚体围绕卵黄延伸至 3/4 周, 尾长占胚体长度的 1/3, 肌节 28—30 对, 耳囊清晰, 内可见耳石, 尾部脊索明显, 黑色素细胞呈细丝网状, 在头后部、颈部、油球表面和尾中部肌节处均有分布。可见黄色素细胞, 与黑色素细胞分布区域相似, 以点状偏多。头后部心脏区域可见心血管产生节律性搏动和红色血液, 心率为 68—77 次/min, 偶尔见胚体尾部及躯干部间歇性抽搐。

2.1.11 肌肉效应期 受精后 48h30min, 胚体围绕卵黄延伸至 5/6 周, 尾长占胚体长度的 1/2, 各器官发育更趋完善, 胸鳍基出现, 可观察血液循环。胚体扭动频繁, 能产生 5—6 次的持续性扭动。黑、黄色素细胞分布于心跳期基本一致, 但愈发明显。

2.1.12 出膜前期 受精后 49h30min, 胚体扭动更加剧烈, 转动有力, 能带动整个受精卵连续转动, 卵膜显得松弛。黑、黄色素细胞主要分布于头后部、颈部、油球表面、第 6—8 对肌节和第 20—21 对肌节处。

2.1.13 出膜期 受精后 50h40min, 胚胎在膜内不停扭动, 尾部不断拍击卵膜, 直至以尾部破膜孵化。初孵仔鱼活动能力弱, 腹部朝上, 靠油球作用倒悬漂浮于水中。

2.2 胚后发育(水温(19±1)°C)(见图 2)

2.2.1 初孵仔鱼 全长(3256±112) μm , 体长(3103±103) μm , 肌节 32 对, 卵黄囊长径(1260±50) μm , 短径(894±65) μm , 油球径(387±32) μm , 肛前长(1425±42) μm 。刚出膜的仔鱼游动能力差, 靠油球作用倒挂浮在水中, 头紧贴在卵黄上, 肠细直, 肛门未开, 位于体中部稍前方。背部鳍膜起始颅顶, 在耳囊后部略下陷, 然后突起向后延伸。腹部鳍膜高于背部鳍膜。黑、黄色素主要分布于头部眼囊和耳囊之间、卵黄囊上缘、油球前半部及第 20—21 对肌节处。

2.2.2 1 日龄仔鱼 全长(3576±144) μm , 体长(3437±166) μm , 卵黄囊长径(1150±70) μm , 短径(845±85) μm , 油球径(388±35) μm , 肛前长(1531±47) μm 。鱼体全身透明, 头未与卵黄囊分离, 消化道呈直管状, 紧贴卵黄囊背面。卵黄囊较前缩小, 油球差别不大。色素分布与初孵仔鱼无大差别, 在第 20—21 对肌节处色素有扩大和加深。

表 1 小黄鱼的胚胎发育时序
Tab.1 The temporal sequence of *L. polyactis* embryonic development

| 发育期 | 受精后时间 | 发育期 | 受精后时间 |
|--------|----------|-------|----------|
| 受精卵 | 00h00min | 原肠中期 | 18h30min |
| 胚盘隆起 | 00h25min | 原肠晚期 | 22h00min |
| 2 细胞期 | 01h00min | 神经胚期 | 24h30min |
| 4 细胞期 | 01h50min | 眼囊形成期 | 25h20min |
| 8 细胞期 | 02h30min | 胚孔封闭期 | 27h30min |
| 16 细胞期 | 03h00min | 尾芽期 | 32h30min |
| 32 细胞期 | 03h30min | 尾鳍褶形成 | 37h20min |
| 多细胞期 | 04h20min | 心跳期 | 43h30min |
| 桑椹期 | 05h50min | 肌肉效应期 | 48h30min |
| 高囊胚期 | 06h40min | 出膜前期 | 49h30min |
| 低囊胚期 | 07h30min | 出膜期 | 50h40min |
| 原肠早期 | 13h20min | 初孵仔鱼 | |

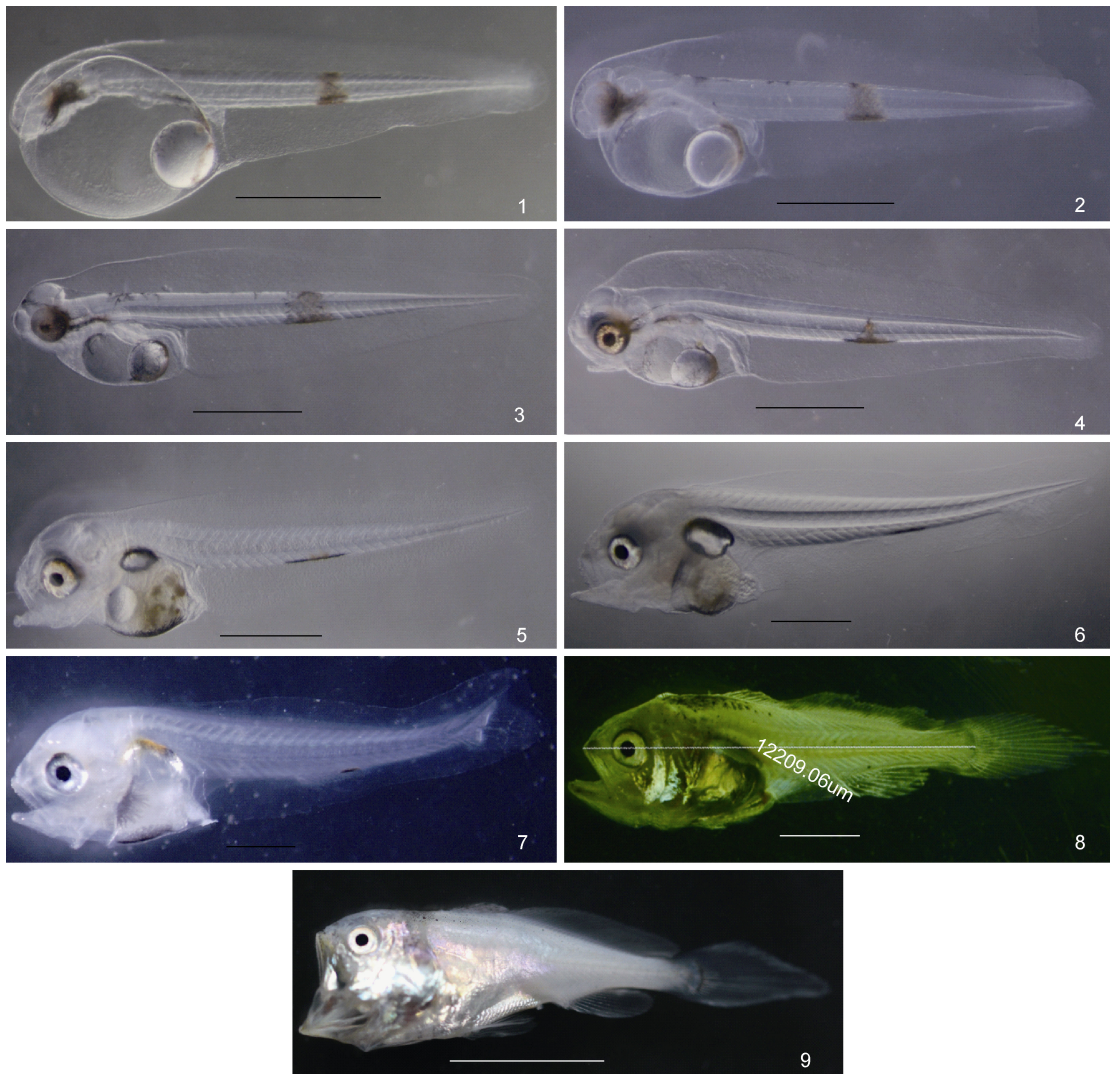


图 2 小黄鱼仔、稚鱼发育

Fig.2 Larvae and juveniles development of *L. polyactis*

注: 1. 1 日龄仔鱼; 2. 2 日龄仔鱼; 3. 3 日龄仔鱼; 4. 4 日龄仔鱼; 5. 6 日龄仔鱼; 6. 10 日龄仔鱼; 7. 15 日龄仔鱼; 8. 25 日龄稚鱼; 9. 35 日龄稚鱼。标尺长度: 1—7 为 1mm; 8 为 2.4mm; 9 为 10mm

2.2.3 2日龄仔鱼 全长 $4355\pm 133\mu\text{m}$, 体长 $4187\pm 124\mu\text{m}$, 卵黄囊长径 $835\pm 67\mu\text{m}$, 短径 $545\pm 55\mu\text{m}$, 油球径 $378\pm 39\mu\text{m}$, 肛前长 $1578\pm 132\mu\text{m}$ 。鱼体全身透明, 头未与卵黄囊分离, 口未开, 眼后部见少量黑色素, 肠中部已膨大, 贴卵黄囊背面略微弯曲, 卵黄囊缩小。色素分布与前期仔鱼无大差别。

2.2.4 3日龄仔鱼 全长 $4634\pm 185\mu\text{m}$, 体长 $4342\pm 203\mu\text{m}$, 卵黄囊长径 $822\pm 57\mu\text{m}$, 短径 $530\pm 72\mu\text{m}$, 油球径 $361\pm 15\mu\text{m}$, 肛前长 $1575\pm 54\mu\text{m}$ 。鱼体全身透明, 头与卵黄囊分离, 脑部膨大, 口未开, 眼和眼晶均呈黄黑色, 肠部弯曲明显, 已与卵黄囊分离。黑色素在颈后背部呈树叉状集中分布, 黑、黄色素在躯干倒数第9—12对肌节和油球上不断增多。

2.2.5 4日龄仔鱼 全长 $4814\pm 164\mu\text{m}$, 体长 $4616\pm 144\mu\text{m}$, 卵黄囊长径 $461\pm 157\mu\text{m}$, 短径 $332\pm 107\mu\text{m}$, 油球径 $345\pm 6\mu\text{m}$, 肛前长 $1645\pm 29\mu\text{m}$ 。鱼体全身透明, 原头后部黑、黄色素细胞前移至眼部, 使眼仁和眼框周围呈黑色, 中间镶嵌黄色。鱼鳔形成, 上有黑、黄色素细胞覆盖, 第3对肌节上部有1丛树叉状黑色素细胞, 第20—21对肌节处的黑、黄色素细胞略移至腹缘。下颌形成, 肠道进一步膨大弯曲, 肛门与外界相通, 已开口摄食。背鳍膜增高至与腹鳍膜相同, 胸鳍初步形成, 可向外张开。

2.2.6 6日龄仔鱼 全长 $5194\pm 300\mu\text{m}$, 体长 $5004\pm 337\mu\text{m}$, 卵黄囊消失, 油球移至腹腔前部, 油球径 $302\pm 8\mu\text{m}$, 肛前长 $1780\pm 59\mu\text{m}$ 。上下颌趋于完整, 前鳃盖骨开始分化, 鱼鳔充气扩大, 黑色素颜色加深。消化道一曲, 分化成胃部、肠和直肠部的雏形。第3对肌节上部黑色素细胞消失, 第20—21对肌节处黄、黑色素细继续下移至腹缘, 并向前后肌节处延伸, 呈一条细线状, 尾部侧面无色素细胞分布。腹腔腹面黑色素集中, 延伸至肛门前端。油球前端形成黑色素带。此时, 仔鱼已开始大量摄食轮虫, 腹部充满食物。

2.2.7 10日龄仔鱼 全长 $6840\pm 270\mu\text{m}$, 体长 $6565\pm 174\mu\text{m}$, 油球消失, 肛前长 $2390\pm 230\mu\text{m}$ 。前颌骨与上颌骨完全分化, 在尾椎骨末端, 尾鳍膜下半部出现放射丝。色素分布与6日龄仔鱼无大差别。

2.2.8 15日龄仔鱼 全长 $7467\pm 550\mu\text{m}$, 肛前长 $2744\pm 235\mu\text{m}$, 吻长 $476\pm 15\mu\text{m}$, 鳃弓鳃丝清晰, 肌节27对。尾椎骨向上弯曲, 尾下骨分化, 后方出现7—8枚鳍条。背鳍膜缩小, 起始于第2对肌节上方, 背、臀鳍膜上出现鳍原基, 其中臀鳍原基后部有黑、黄色素分布。鳔上方有黑、黄色素分布, 黄色素居多, 鳃

部及腹腔腹面黑色素集中。

2.2.9 25日龄稚鱼 全长 $15649\pm 641\mu\text{m}$, 体长 $11945\pm 249\mu\text{m}$ 。颅顶可见4—5枚枕骨棘, 各鳍发育基本完成, 腹部银白色, 内脏不可见, 已进入稚鱼期。背鳍连续, 臀鳍鳍条9枚, 尾鳍呈楔形, 鳍条20枚。体色素分布变化较大, 主要分布于枕骨棘后至背鳍起始处和鳃周围。头部、体侧中部有少量点状黑色素分布, 臀鳍原基后部色素缩小为一黑点状。

2.2.10 35日龄稚鱼 全长 $22158\pm 420\mu\text{m}$, 体长 $17160\pm 357\mu\text{m}$, 全身被鳞, 呈银白色, 背部有点状黑、黄色素分布, 尾鳍基部出现弧形黑色素带, 腹腔腹面黑色素消失, 外形特征与成鱼基本相似。此后, 进入幼鱼发育阶段。

2.3 仔稚鱼的生长变化

在水温 $19\pm 1^\circ\text{C}$, 盐度26—30条件下, 仔稚鱼全长和日龄呈极显著相关, 其方程为:

$y = 9.6353x^2 + 201.3x + 3601.9$ ($R^2 = 0.9903$), 其中 x 表示发育时间(d), y 表示全长(μm)。从图3中可以看出, 鱼苗在6—10日龄和15—25日龄出现了两个快速生长期。

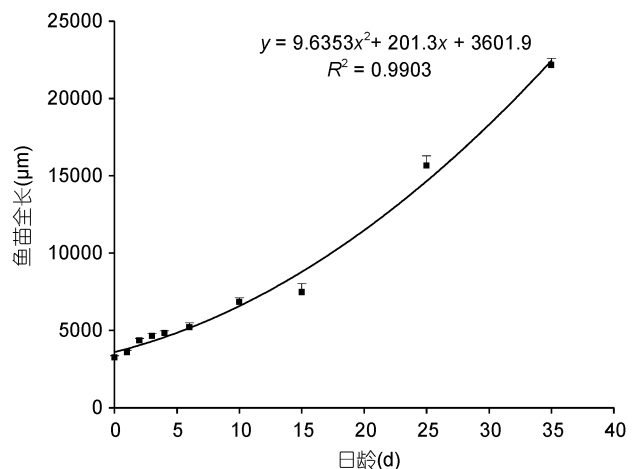


图3 小黄鱼仔稚鱼生长曲线

Fig.3 Growth curve of larva and juvenile of *L. polyactis*

3 讨论

小黄鱼的卵径为 $1413\pm 73\mu\text{m}$, 油球径 $465\pm 23\mu\text{m}$, 稍大于大黄鱼(*Larimichthys crocea*)(刘家富, 1999)和棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)(单乐州等, 2006), 大于石首鱼科中鮰鱼(*Miichthys miiuy*)(徐镇等, 2007)、黄姑鱼(*Nibea albiflora*)(耿智等, 2012)、褐毛鳊(*Megalonibea fusca*)(陈朴贤, 2005)、皮氏叫姑鱼

(*Johnius belengerii*)(张仁斋等, 1985)、日本黄姑鱼(*Nibea japonica*)(许源剑等, 2010)和眼斑拟石首鱼(*Sciaenops ocellatus*)(王波等, 1999), 与张仁斋等(1985)描述的结果一致。一般认为, 在相同水温条件下, 不同种类所产卵子的卵径越大, 其发育速率越慢(殷名称, 1991)。本研究中小黄鱼受精卵孵化出膜时间为 50h40min, 在同等水温条件下, 稍慢于卵径 1.09—1.52mm 大黄鱼受精卵 50h15min 的孵化时间(马梁等, 2002), 明显慢于卵径 0.93—1.10mm 日本黄姑鱼的 47h15min(柴学军等, 2011), 符合上述观点。

柯氏泡在多数硬骨鱼类的胚胎发育过程中存在, 一般位于胚体后端腹面, 尾芽附近, 会随着尾芽的伸展而向后迁移, 其发生对脑、心脏、消化道等不对称器官的形成具有重要功能(Essner *et al.*, 2005)。本研究中, 小黄鱼柯氏泡出现在胚孔封闭期, 此时肌节 12 对,

与石首鱼科其他鱼类的发生时段存在差别(表 2)。由于柯氏泡的形成时期, 在胚胎发育过程中被精确控制, 具种间特异性等特征, 因此可将柯氏泡出现时肌节数量的差别作为区分石首鱼科胚胎种类的指标之一。

比较发现, 小黄鱼胚胎发育过程与同属的大黄鱼(刘家富, 1999; 程顺等, 2014)最为相似, 主要形态特征出现顺序基本相同, 都历经卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期、眼囊形成期等多个时期, 两者的差异主要体现在胚体肌节形成后, 小黄鱼胚体的肌节数量在同一分期内, 均大于大黄鱼(表 3)。在胚胎发育过程中, 肌节严格按特定顺序依次成对出现, 后发育成脊椎骨、躯干肌肉和真皮(Hall *et al.*, 2004)。肌节生成数量的差异, 使小黄鱼早期仔鱼具有较强健的躯干及肌肉, 因此其活动能力较强, 有利于在自然环境中迅速捕食和躲避敌害, 提高群体的生存能力。

表 2 9 种石首鱼科鱼类胚胎发育特征比较
Tab.2 Comparison in embryonic development characteristics among nine sciaenoid species

| 种类 | 卵径(mm) | 油球径(mm) | 初孵仔鱼全长(mm) | 柯氏泡出现时肌节数 | 文献 |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 大黄鱼 | 1.19—1.37 | 0.33—0.46 | 2.76 | 9 | 刘家富, 1999 |
| 棘头梅童鱼 | 1.20 | 0.46 | 2.55 | — | 单乐州等, 2006 |
| 鲷鱼 | 1.08 | 0.33 | 2.47 | 11 | 徐镇等, 2007 |
| 黄姑鱼 | 0.89 | 0.25 | 1.95 | — | 耿智等, 2012 |
| 褐毛鲷 | 0.80—0.88 | 0.23—0.25 | 1.60—1.70 | 4 | 陈朴贤, 2005 |
| 眼斑拟石首鱼 | 0.95 | 0.28 | 1.73 | 0 | 王波等, 1999 |
| 日本黄姑鱼 | 0.93—1.10 | 0.23—0.28 | 2.27 | 11 | 许源剑等, 2010 |
| 皮氏叫姑鱼 | 0.71—0.77 | 0.19—0.20 | 1.21—1.25 | 4—5 | 张仁斋等, 1985 |
| 小黄鱼 | 1.28—1.56 | 0.41—0.56 | 3.30—3.50 | 12 | 张仁斋等, 1985 |
| | 1.41 | 0.47 | 3.26 | 12 | 本研究 |

注: “—”表示此处无数据

表 3 小黄鱼与大黄鱼胚胎发育不同时期肌节数量比较
Tab.3 Comparison in sarcomeres number in different period between *L. polyactis* and *L. croacea*

| 种类 | 眼囊形成期 | 胚孔封闭 | 尾鳍褶出现 | 心跳开始 | 初孵仔鱼 |
|-----|-------|------|-------|-------|------|
| 大黄鱼 | 4—6 | 9 | 18 | 25 | 26 |
| 小黄鱼 | 5—11 | 12 | 24 | 28—30 | 32 |

小黄鱼仔鱼在 4 日龄后开口摄食轮虫, 进入内、外源营养混合阶段; 6 日龄卵黄囊消失, 开始大量摄食轮虫; 10 日龄油球消失, 完全靠外源性营养物质生长; 25 日龄各鳍发育基本完成, 进入稚鱼期; 35 日龄全身被鳞, 外形特征与成鱼基本相似, 进入幼鱼阶段。在 35 天的生长过程中, 出现了两个快速生长期, 分别是 6—10 日龄和 15—25 日龄。这可能和本身的生长发育和摄食特性有关。小黄鱼初孵仔鱼个体较大, 早期消化器官发育较好, 由内源性营养向外源性营

养转变较快, 6 日龄时, 已大量摄食轮虫, 8 日龄时, 多数鱼苗已可摄食个体较大的卤虫无节幼体, 摄食量增多, 生长速度加快; 10—15 日龄, 开始驯化人工配合饲料, 15 日龄时鱼苗基本能摄食人工配合饲料, 由于人工配合饲料营养较活体饵料全面, 鱼苗进入了另一快速生长期。这与日本鬼鲷仔稚鱼的生长曲线类似(史会来等, 2012), 但快速生长期的出现均早于日本鬼鲷, 这可能由各自不同的培育水温和发育特征引起。

参 考 文 献

- 马 梁, 王 军, 陈武各等, 2002. 鮟状黄姑鱼与大黄鱼人工杂交子代的胚胎发育. 厦门大学学报(自然科学版), 41(3): 378—382
- 王 波, 房 慧, 张榭令等, 1999. 眼斑拟石首鱼胚胎及仔鱼、稚鱼发育的初步观察. 黄渤海海洋, 17(1): 51—56
- 史会来, 楼 宝, 王奋芬等, 2012. 日本鬼鲉胚胎发育及仔、稚鱼形态学观察. 水生生物学报, 36(6): 1071—1080
- 刘家富, 1999. 人工育苗条件下的大黄鱼胚胎发育及其仔、稚鱼形态特征与生态习性的研究. 海洋科学, 23(6): 61—65
- 刘尊雷, 严利平, 袁兴伟等, 2013. 基于多源数据的东海小黄鱼资源评估与管理. 中国水产科学, 20(5): 1039—1049
- 许源剑, 孙 敏, 柴学军等, 2010. 日本黄姑鱼胚胎发育及温度对其过程的影响. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 29(6): 544—550
- 李建生, 林龙山, 程家骅, 2009. 东海北部秋季小黄鱼分布特征及其与底层温度和盐度的关系. 中国水产科学, 16(3): 348—356
- 张仁斋, 陆穗芳, 赵传纲等, 1985. 中国近海鱼卵与仔鱼. 上海: 上海科学技术出版社, 90—99
- 陈朴贤, 2005. 褐毛鱗胚胎发育及仔、稚、幼鱼发育形态研究. 福建水产, (3): 26—30, 46
- 林龙山, 姜亚洲, 刘尊雷等, 2010. 黄海南部和东海小黄鱼资源分布差异性研究. 中国海洋大学学报(自然科学版), 40(3): 1—6
- 郑文娟, 来育洪, 尤昕煜等, 2012. 舟山小黄鱼线粒体 DNA D-loop 区序列变异的遗传多样性分析. 动物学研究, 33(3): 329—336
- 单乐州, 邵鑫斌, 谢起浪等, 2006. 棘头梅童鱼人工繁殖及育苗技术研究. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 25(3): 266—271
- 耿 智, 徐冬冬, 史会来等, 2012. 黄姑鱼(*Nibea albiflora* Richardson)早期生长发育研究. 海洋科学进展, 30(1): 77—86
- 柴学军, 孙 敏, 许源剑, 2011. 温度和盐度对日本黄姑鱼胚胎发育的影响. 南方水产科学, 7(5): 43—49
- 徐 镇, 李明云, 陈惠群, 2007. 鮟鱼胚胎发育的研究. 海洋科学, 31(2): 93—97
- 徐兆礼, 陈佳杰, 2010. 再议中国近海小黄鱼种群的划分问题. 应用生态学报, 21(11): 2856—2864
- 殷名称, 1991. 鱼类早期生活史研究与其进展. 水产学报, 15(4): 348—358
- 程 顺, 杜 晨, 竺俊全等, 2014. 岱衢洋大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)胚胎与仔稚幼鱼发育. 海洋科学进展, 32(4): 551—559
- Essner J J, Amack J D, Nyholm M K *et al*, 2005. Kupffer's vesicle is a ciliated organ of asymmetry in the zebrafish embryo that initiates left-right development of the brain, heart and gut. *Development*, 132(6): 1247—1260
- Hall T E, Smith P, Johnston I A, 2004. Stages of embryonic development in the Atlantic cod *Gadus morhua*. *Journal of Morphology*, 259(3): 255—270
- Han Z Q, Lin L S, Shui B N *et al*, 2009. Genetic diversity of small yellow croaker *Larimichthys polyactis* revealed by AFLP markers. *Afr J Agric Res*, 4(7): 605—610

OBSERVATION OF EMBRYONIC, LARVA AND JUVENILE DEVELOPMENT OF SMALL YELLOW CROAKER, *LARIMICHTHYS POLYACTIS*

ZHAN Wei¹, LOU Bao¹, CHEN Rui-Yi¹, MAO Gui-Min¹, LIU Feng^{1,2}, XU Dong-Dong¹, WANG Li-Gai^{1,2}, MA Tao¹, XU Qi-Xiang¹

(1. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang, Zhejiang Province Key Lab of Mariculture and Enhancement, Zhoushan 316021, China; 2. Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China)

Abstract Eggs from the brood stock of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) were artificially fertilized using standard dry method and hatched in laboratory under close observation on all developmental stages from May to June 2015. The observation showed that each of the fertilized eggs ((1413±73)μm in diameter) had an oil globule ((465±23)μm in diameter) and was transparent and buoyant. The hatching of fertilized eggs took 50h40min in sea water (salinity 28) at (18±0.5)°C. The total lengths of newly hatch-out larvae were (3256±112)μm with a yolk sac (length of (1260±50)μm and height of (894±65)μm), and the hatchlings had 32 myotomes. With the yolk sac shrinking, the larvae was ingested and transform to the mixed feeding stage on 4 DAH (day after hatching) in (19±1)°C water temperature. The yolk sac was consumed completely on 6 DAH and the oil-globule disappeared at 10 DAH. Notochord flexion began on 15 DAH and most fin rays formed on 25 DAH with total length (7467±550)μm. On 35 DAH, juvenile fish ((22158±420)μm in total length) grew up similar to adult fish in body shape, indicating transformation from the ontogeny to fingerling stage.

Key words *Larimichthys polyactis*; embryonic development; larva and juvenile; morphological characteristics