

文章编号: 1004-7271(2001)04-0307-06

赤点石斑鱼仔稚幼鱼的形态发育和生长

王涵生, 方琼珊, 郑乐云

(福建省水产研究所海水养殖研究室, 福建 厦门 361012)

摘要:通过赤点石斑鱼各个发育期的仔稚幼鱼连续取样,系统地观察了仔稚幼鱼各个发育期的形态变化及生长特征,并进行描图。赤点石斑鱼初孵仔鱼全长1.35~1.45mm。稚鱼第6~7d长出特别伸长的背鳍第2鳍棘和腹鳍棘,其长度与全长之比在第16~18d、全长11mm左右时达到最大值,接近50%。这一形态特点是石斑鱼属仔稚鱼期特有的。以后随着个体的生长和其他鳍棘的伸长,这一比例逐渐减小,直至小于其他鳍棘,这是稚鱼完成变态成为苗种的重要标志。最早完成变态的稚鱼须在孵化后第35d,全长30mm以上,但到第45d时,全长24mm的个体也可以完成变态。即使在相同的环境条件下,仔稚幼鱼的个体大小差异也很大,且越到后期差异越大。

关键词:赤点石斑鱼;仔鱼;稚鱼;幼鱼;形态发育;生长

中图分类号:S965.334 **文献标识码:**A

Morphological development and growth of the larvae, juveniles and young fish of *Epinephelus akaara*

WANG Han-sheng, FANG Qiong-shan, ZHENG Le-yun

(The Mariculture Department of the Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 361012, China)

Abstract: The newly hatching larvae, juveniles, young fish of *Epinephelus akaara* were sampled every 3-5 days along with growth of the fish to trace and observe the characteristics and growth. The newly hatching larvae were 1.35-1.45 mm in T.L. and might be the smallest one of the newly hatching larvae of the marine fish which artificial propagation had been carried out. The most characteristic feature of the fish (and all species belonging to the genus *Epinephelus*) was extraordinary prolongation of dorsal second and ventral spines appearing when the larvae were 7-8 days old and about 4-5mm in T.L. The ratio of these spines to T.L. attain its maximum (about 0.5) when the fish were 16-18 days old and 11mm in T.L. Thereafter the ratio decreased along with growth of fish and elongation of other spines till the dorsal second and ventral spines were shorter than other spines and this was the important symbol moaned metamorphosis was completed. The earliest completing of metamorphosis occurred when the fish were about 35 days old and more than 30mm in T.L., but when the fish were 45 days old, individuals less than 24mm in T.L. could complete metamorphosis. The individuals showed remarkable divergences in growth even under the same rearing condition and there were the later stage the more remarkable divergences. Under the condition of 25°C-29°C in water temperature the fish whose showed rapidest growth attained 2.5mm, 2.9mm, 5.1mm, 9.2mm, 15.7mm, 25.8mm, 28.2mm, 35.5mm, 41.2mm, 70.4mm, 83.5mm in T.L. in 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 54, 68 days respectively.

收稿日期: 2001-10-15

基金项目: 福建省科技厅重点项目“赤点石斑鱼人工育苗扩大试验”(编号: 98-Z-6)。

第一作者: 王涵生(1948-), 男, 福建仙游人, 副研究员。研究方向为鱼类增殖。

Key words: *Epinephelus akaara*; larvae; juveniles; young fish; Morphological development; growth

自鹤川正雄等^[1]报道了赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)的产卵习性和生活史以后,许多作者进行了赤点石斑鱼的人工繁殖的研究^[2-9],水户敏等^[10]报道了赤点石斑鱼仔稚鱼的幼期发育,并对7d、13d、15d、25~26d、36d、45d的仔稚鱼的形态作了一些描述,但他们用于观察的标本并非随个体发育的进程连续取样。马荣和等^[3]曾报道了6d、10d、17d、25d、32d的仔稚鱼的形态,也没有作系统、完整的连续观察。我们在1998-2000年进行了福建省科委下达的“赤点石斑鱼人工育苗扩大试验”课题试验研究,在苗种培育的过程中,通过每隔3~5d连续取样,对赤点石斑鱼不同发育期的仔稚鱼的形态发育和生长进行了比较系统和深入的连续观察,并进行描图。本文报道了这一方面的观察结果。

1 材料与方 法

1.1 受精卵和孵化仔鱼

受精卵通过亲鱼自然产卵受精,并以溢水法收集获得。受精卵收集后,漂洗,虹吸除去沉卵,取上浮卵直接将受精卵放入育苗池孵化。受精卵的收容密度为2~3万/m³,在水温23℃~25℃条件下,经26~24h后仔鱼孵出。初孵仔鱼收容密度约为1.5~2.0万/m³,仔鱼孵出后66~70h开口。

1.2 仔、稚、幼鱼的培育

苗种培育时自然水温23.5℃~29.5℃;自然海水盐度28.5~33.5‰;培育水中加入40~50万/ml微绿球藻液。最初5~6d的仔鱼静水微充气培育,每天添加10~15cm新鲜海水。5~6d后开始换水,从后期仔鱼至稚鱼换水量从1/4增大至4/5,充气量也逐渐增大。稚鱼期起隔日或每日吸污。

仔鱼的开口饵料为牡蛎受精卵,随着仔稚鱼的生长,以后逐渐投喂轮虫、挠足类和枝角类、卤虫幼体与成体、鱼贝类肉糜及配合饲料等。

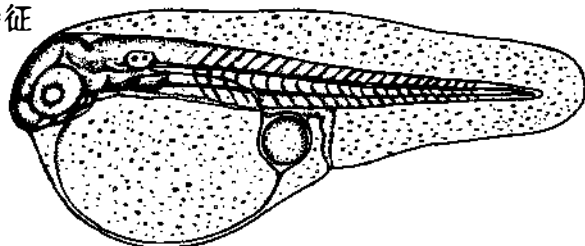
1.3 标本的取样和观察

观察标本直接在育苗池中取样。初孵仔鱼、开口仔鱼随机取样。以后每隔3~5d在育苗池中取一些肉眼感觉个体最大的仔稚鱼,在Olympus BH-2型研究显微镜和Olympus SZ-tr型实体显微镜(均带显微摄影装置)下观察其形态,并进行描图。同时进行显微摄影作为补充观察手段。生长测定的标本每次取样20尾,早期在显微镜下测定,后期较大的个体在解剖镜下测定。

2 结 果

2.1 赤点石斑鱼仔稚幼鱼各期发育的形态特征

赤点石斑鱼仔稚幼鱼各期的发育和形态特征如图1至图9所示。刚孵出的仔鱼,全长1.35~1.45mm。全身透明,仔鱼膜(鳍褶)及卵黄囊上有许多半透明点状斑纹。卵黄囊呈短椭圆形,油球一个,位于卵黄囊的后端。肛门位置稍离开卵黄囊后缘2对肌节处。肌节数为11+14=25。孵化后6小时,仔鱼全长1.65~1.75mm(图1),消化道为直管形状,尚未与外相通。



■ 1 孵化后6小时的仔鱼,全长1.65cm

Fig. 1 Larva 6 hours after hatching, T. L. 1.65mm

孵化后24小时,仔鱼全长2.03~2.16mm,胸鳍膜出现,肌节数为10+15=25,头前方和卵黄囊前方都出现少量黑色素细胞。随卵黄等营养物质被逐渐消耗,卵黄囊缩小约1/2。

孵化后第3天(图2),仔鱼全长2.47~2.62mm,肠管形成,口和肛门相通并各自向外开口。口裂长为0.13~0.14mm。眼睛变黑,视觉形成,并可主动摄食。鳃盖形成。胃开始蠕动,消化道增厚并弯曲,

消化道上方出现黑色分枝状色素。卵黄囊内营养物质将被吸收完,油球消失。仔鱼孵出 110h,卵黄囊内营养物质吸收完毕。

孵化后第 6 天,全长 2.85mm 的仔鱼,背鳍褶前基部形成四个背鳍棘原基。背鳍第二鳍棘(第 1 鳍棘尚未形成)及腹鳍的 2 根鳍棘均开始出现。背鳍棘长约 0.2 mm,其基部下有一丛黑色素细胞团。消化道上方的分枝状黑色素细胞增密。中部中段体腹面有一丛黑色素细胞团,鳍褶上有点状斑纹分布。

孵化后第 8 天,全长 4.65mm 的仔鱼(图 3),背鳍第 2 鳍棘及腹鳍棘明显伸长。背鳍棘约 1.15mm,腹鳍棘长约 1.13mm。棘上有黑色素细胞。在仔稚鱼期有特别伸长的背鳍棘与腹鳍,是石斑鱼属异于其他硬骨鱼类的一大特征。胸鳍膜状,鳍褶上颗粒状物消失。臀鳍尚未分化。尾鳍的尾下骨开始形成。

孵化后第 10 天,全长 5.05mm 的仔鱼,第 1 背鳍棘长出,但较短小。第 2 背鳍棘增至 1.70mm 左右。腹鳍棘 1.60mm,背、腹鳍棘前后缘生出许多倒钩的锯齿状小刺,棘的末端有较多黑色素细胞,故呈黑色。前鳃盖骨后缘出现 2 小棘。鼻孔已形成,但还只是单一。

孵化后第 13 天,全长 6.55mm 的仔鱼(图 4),背鳍第 1 鳍棘出现,软条部基底也已经形成。腹鳍除鳍棘外出现 2 软条。臀鳍的基底出现。尾鳍进一步发育,后缘截形。但胸鳍仍为膜状。头部明显发达,鼻孔仍为单一。眼睛上方及鳃盖骨后方具 1 根棘,前鳃盖骨后缘出现 5 小棘,其中外侧 3 棘,内侧 2 棘,拐角处 1 棘最为强大。尾部中央腹面有一丛黑色素细胞团。长的背鳍棘、腹鳍棘上,头部后及腹腔后部有黑色素分布,但体仍透明,肌节为 $12 + 13 = 25$ 。

孵化后 17 天,全长 11.20mm 的稚鱼(图 5),第 2 背鳍棘长 4.20mm 腹鳍棘长 3.75mm。背鳍棘与全

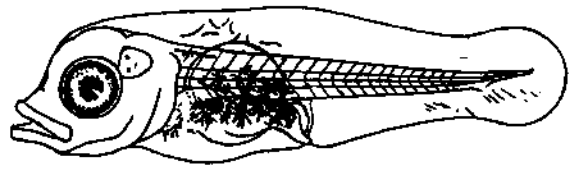


图 2 孵化 3 天后的仔鱼,全长 2.85mm
Fig.2 Post larva 3 days after hatching, T.L 2.85mm

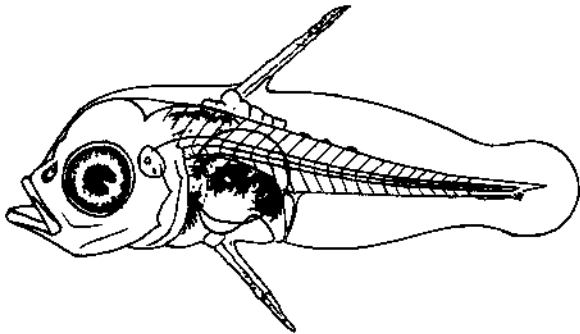


图 3 孵化后第 8 天,全长 4.65mm
Fig.3 Juvenile 8 days after hatching, T.L 4.65mm

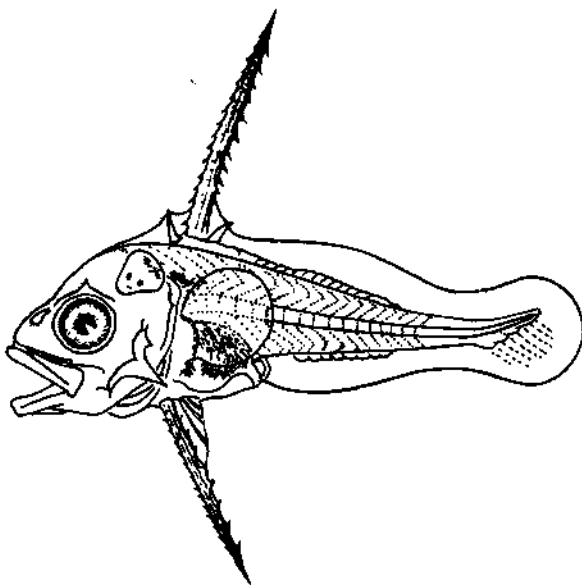


图 4 孵化后第 13 天的稚鱼,全长 6.55mm
Fig.4 Juvenile 13 days after hatching, T.L 6.55mm

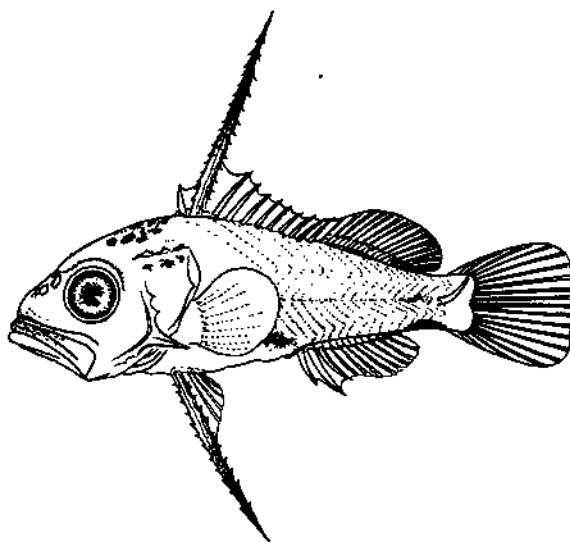


图 5 孵化后 17 天,全长 11.20mm 的稚鱼
Fig.5 Juvenile 17 days after hatching, T.L 11.20mm

长之比例接近 50%，为发育期最高值。以后随个体生长，鳍棘的增长变慢，此比例逐步减小。背鳍 XI - 15，臀鳍 III - 8。胸鳍鳍条开始出现。头部更加发达，鼻孔分为 2 个，鼻孔中间明显收缩，眼眶上边出现锯齿状骨质嵴。头顶、上颌和鳃盖骨上缘出现黑色素细胞。鳃盖骨上端有 1 大棘，上有 2 至 3 小棘。尾柄腹面的色素少量残存，在中间出现一丛色素。

孵化后第 21 天，全长 20.60 mm 的稚鱼(图 6)，背鳍第 2 鳍棘与体长之比明显变小。身体背面出现黑色素。前鳃盖骨后缘的小棘数增为 8 个，弯角处的大棘的边缘出现锯齿状小齿。鳃盖骨弯角下方出现 1 新的小棘。眼眶上骨质嵴退化。体背面的黑色素细胞增加到背鳍的整个基部各处，但身体上仍未见大量色素细胞。

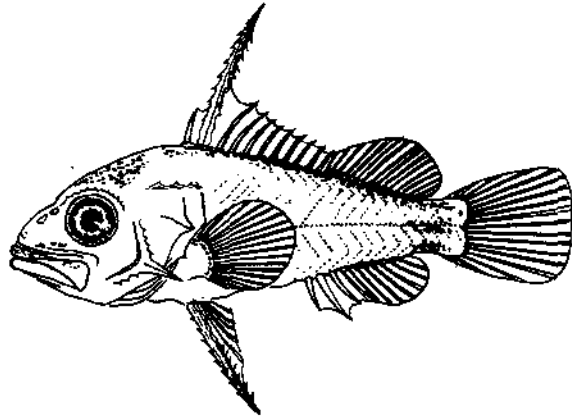


图 6 孵化后第 21 天，全长 20.60mm 的稚鱼
Fig. 6 Juvenile 21 days after hatching, T. L. 20.60mm

孵化后第 25 天，全长 25.80mm 的稚鱼(图 7)，由于背鳍、腹鳍其他鳍棘、鳍条的增长，第 2 背鳍棘与腹鳍棘和其他鳍棘相比长度悬殊不大。原先它们的长度大于胸鳍，此时已变得小于胸鳍。体表已显微红棕色，黑色素细胞急速增加，在体表形成许多不规则的斜纹。

孵化后第 30 天，全长 29.20mm 的稚鱼(图 8)，体形与成鱼已无多大差别，侧线出现。前鳃盖骨弯角处的大棘虽也增大，但突出的程度已不若前。体侧出现隐约可见的 12 条横纹。从背鳍第 8 - 11 棘的基部延及体背，有一大的黑斑形成。各鳍的鳍棘、鳍条数目已与成鱼相同，但尾鳍后缘仍为截形。

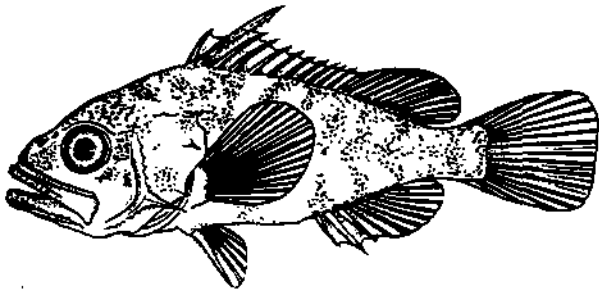


图 7 孵化后第 25 天，全长 25.80mm 的稚鱼
Fig. 7 Juvenile 25 days after hatching, T. L. 25.80mm

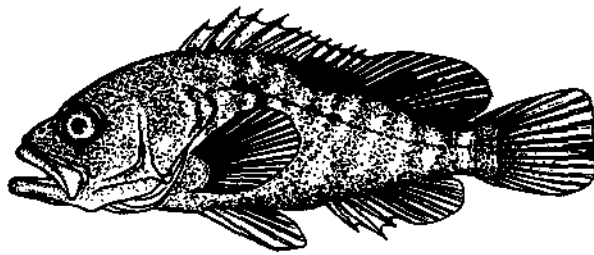


图 8 孵化后第 30 天，全长 28.20mm 的稚鱼
Fig. 8 Juvenile 30 days after hatching, T. L. 28.20mm

孵化后 35 天，全长 34.20mm(图 9)，幼鱼完成变态。尾鳍后缘已成圆弧形。体表鳞片长齐，为细小栉鳞。侧线明显。体上有 5 条褐色斜横带，体表布满红棕色小点，背部的一大黑斑甚为明显。体色也与成鱼相同。

2.2 仔、稚、幼鱼的生长

仔稚幼鱼的生长如图 10 所示。在水温 24℃ ~ 25℃ 条件下，仔鱼 24h 后全长达 2.1 ~ 2.2mm，60h 左右(孵化后第 3d)开口，开始摄食，此时，仔鱼全长为 2.2 ~ 2.5mm，平均 2.4mm。

第 5 天，全长 2.5 ~ 2.9mm，平均 2.7mm。

第 10 天，全长 3.4 ~ 5.1mm，平均 4.3mm。

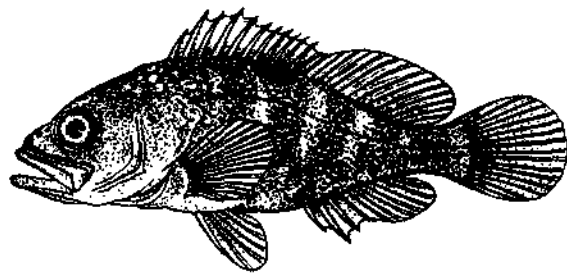


图 9 孵化后第 35 天，鱼完成变态，全长 34.20mm
Fig. 9 Younger 35 days after hatching, T. L. 34.20mm

第 15 天, 全长 4.8 ~ 9.2mm, 平均 6.4mm。
 第 20 天, 全长 7.0 ~ 15.7mm, 平均 9.2mm。
 第 25 天, 全长 11.2 ~ 25.8mm, 平均 15.1mm。
 第 30 天, 全长 13.3 ~ 28.2mm, 平均 20.4mm。
 第 35 天, 全长 14.2 ~ 35.5mm, 平均 25.3mm。
 第 40 天, 全长 16.2 ~ 41.2mm, 平均 31.1mm。
 第 54 天, 全长 24.0 ~ 70.4mm, 平均 42.2mm。
 第 68 天, 全长 38.0 ~ 83.5mm, 平均 48.2mm。

3 讨论

3.1 仔、稚、幼鱼的形态发育

最早报道并描述赤点石斑鱼仔稚幼鱼的发育和形态的是水户敏等^[10]。但他们对仔稚鱼的观察, 并没有在各个不同发育期连续取样, 而是在对第 7d 稚鱼形态描述之后, 取第 13 天全长 6.15 mm 的稚鱼描述, 以后又取第 15d 的但个体全长仅为 4.05 mm 也发育得更慢的稚鱼当作前一个发育期的代表来描述。以后就全部取第 25 ~ 26d 的但发育程度不同的稚鱼来当作各个发育期的代表来描述。他们的报告旨在说明赤点石斑鱼的仔稚幼鱼在其幼期所经历过的形态发育阶段, 无法比较准确地反映仔稚幼鱼在一定的生长时期与其形态变化的关系。在生物幼期的发育过程中, 最初某一形态特征的出现, 既要求一定的发育时间, 也要求达到一定的个体大小。此后, 这一形态特征就有可能在小得多的个体身上出现。比如最初达到变态的稚鱼, 个体全长一般都在 30mm 以上, 但到了后来, 全长 24mm 的个体就已经完成变态。在同一时期, 仔稚鱼的发育水平也差距甚大。如第 25 天, 全长 20mm 左右的稚鱼, 前鳃盖骨已有 8 个小棘, 较大的棘上出现锯齿。同为第 25 天, 但全长仅 12mm 的个体, 前鳃盖骨只有 5 个小棘。因此, 我们在每个发育期取其发育较快的个体进行观察研究, 比较准确地反映了赤点石斑鱼仔稚幼鱼的形态变化与生长的关系。

3.2 仔稚幼鱼的生长

据我们观察, 赤点石斑鱼初孵仔鱼的全长为 1.35 ~ 1.45mm, 其他作者报道, 则不尽相同, 有 1.45 ~ 1.56mm^[1], 1.57mm^[4], 1.16mm^[2]等。这可能是地理种群差别或取样个体、时间差异所致。但不管如何, 其初孵仔鱼与笔者观察的其他海水鱼类的初孵仔鱼如真鲷 (*Pagrosomus major*) 的 3.0 ~ 3.4mm、牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 的 3.2 ~ 3.6 mm、鲈鱼 (*Lateolabrax japonicus*) 的 3.3 ~ 3.7 mm 相比小很多, 就是与同属其他石斑鱼相比, 如巨石斑鱼 (*E. taeniina*) 的 1.7mm^[7]和 2.0 ~ 2.4mm^[8]、云纹石斑鱼 (*E. moara*) 的 2.02mm^[11]、七带石斑鱼 (*E. septemfasciatus*) 的 1.7 ~ 1.8mm^[5]等相比也小很多。在已经开展人工繁殖的海水鱼类中, 赤点石斑鱼初孵仔鱼的个体可能是最小的, 这一点给以后的苗种培育带来许多困难。

正常的初孵仔鱼脊柱平直, 仔鱼膜边缘平整光滑。卵黄囊呈短椭圆形, 油球 1 个, 位于卵黄囊后部。卵黄囊与卵黄囊外膜之间的空隙很小。在每一批孵化仔鱼中都有部分仔鱼是畸形的。从外观看, 畸形仔鱼的尾部弯曲或有曲折之处; 油球多个或虽然一个但位于卵黄囊中部或前部; 卵黄囊与外膜之间的空隙很大。这种畸形仔鱼的出现率很高, 一般都在 20% ~ 30% 左右。它们将很快死亡, 这也是赤点石斑鱼人工育苗中造成第 1 个死亡高峰的重要原因。

仔稚幼鱼的生长曲线如图 10 所示。在起初的 10 ~ 20 天内仔稚鱼的生长并不很快。以生长相对最快的仔稚鱼看, 第 1d、5d、10d、15d、20d 的仔稚鱼的全长分别为 1.5mm、2.9mm、5.1mm、9.2mm、15.7mm, 生长速度相对较慢, 日平均增长约 0.25mm ~ 1.30mm。从第 20d 起, 生长速度变快, 第 25d、30d、35d、40d 的稚幼鱼全长分别为 25.8mm、28.2mm、35.5mm、41.2mm, 平均日增长约 0.66mm ~ 2.02mm。54d、68d 的

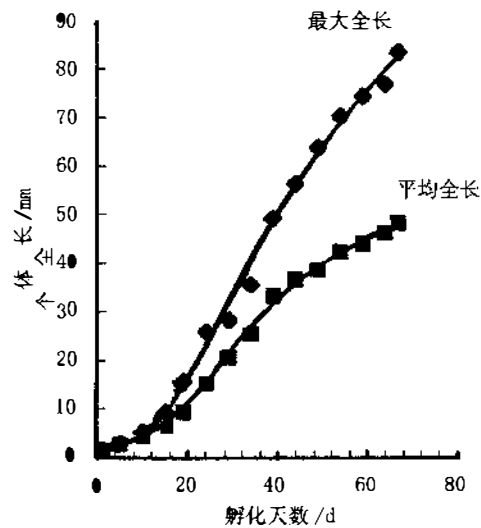


图 10 赤点石斑鱼仔稚幼鱼的生长
 Fig. 10 The growth of larvae, juveniles, youngers of *Epinephelus akaara*

稚幼鱼全长分别为 70.4mm、83.5mm,日平均增长约 0.93mm ~ 2.80mm。即使在同一池子里培育的仔稚幼鱼,其个体大小的差异也相当大,而且越到后期,这种差异越大。这样的差异造成了相当严重的自相残杀,使得后期的稚鱼损耗极大。在有些育苗例中,这种自相残杀造成了 20% ~ 30% 的死亡率。

从仔稚幼鱼的生长速度看,各个作者的报道存在一定的差距。马荣和^[3]曾提到鹤川正雄等^[1]报道赤点石斑鱼 15d 的稚鱼全长为 4.05 mm,相当于他们观察到的 8d 的稚鱼全长(4.15 mm),还提到 Mito(即水户敏,与鹤川正雄是同一研究小组)报道 36d 的稚鱼全长 28.1mm,81d 的苗种全长 70 mm,208d 的苗种全长 100 mm;小于他们观察到的 32d 幼鱼全长 34.1 mm,81 d 幼鱼全长 85 mm,144d 幼鱼全长 114.5 mm;认为除亲鱼条件外,与他们投喂适口饵料及水温有关。我们观察的 68d 的幼鱼全长为 83.5 mm,与马荣和等^[3]观察的 81d 的幼鱼全长相差无几。这其中的原因实际非常复杂,除了亲鱼、饵料、水温以外,还与放苗密度、培育池的大小(水户敏等使用的培育水槽为 3.5m³,马荣和等使用的网箱不足 2m³,我们使用的培育池为 13 ~ 22m³)等各种因素有关,无法进行简单的比较。但据笔者在日本及国内进行赤点石斑鱼人工育苗试验研究的经验,福建省、广东省的赤点石斑鱼仔稚幼鱼的生长比日本的生长快一些。这可能与地理种群以及海区水温等大环境的差异有关。

参考文献:

- [1] 鹤川正雄,樋口正毅,水户敏キジハタの产卵习性与初期生活史[J]. 鱼类学杂志,1966,1(4/6):156-161.
- [2] 许波涛,李加儿,周宏团.赤点石斑鱼的胚胎和仔鱼形态发育[J]. 水产学报,1985,9(4):369-374.
- [3] 马荣和,丁彦文,李加儿,等.赤点石斑鱼仔、稚、幼鱼的发育[J]. 动物学杂志,1990,25(2):6-9.
- [4] 曾文阳,何锡光.香港红斑之人工繁殖[J]. 渔牧科学杂志,1979,7(1):7-20.
- [5] 北岛力,高屋雅生,塚岛康生,等.マハタ *Epinephelus septemfasciatus* の卵発生および飼育による仔稚魚形态变化[J]. 鱼类学杂志,1991,38(1):47-55.
- [6] Chen F Y, Chow M, Chao T M, et al. Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tawina* in Singapore[J]. Singapore J Prim Ind, 1977, 5(1):1-21.
- [7] Tseng W Y, Ho S K. Egg development and early larval rearing of red spotted grouper *Epinephelus akaara*[J]. Quarterly Journal of the Taiwan Museum, 1979, 32(3/4):209-219.
- [8] Hussain N A and Higuchi M. Larvae rearing and development of the brown spotted grouper, *Epinephelus tawina* [J]. Aquac, 1980, 19:339-350.
- [9] Su W C, H C Tang Preliminary report on artificial propagation of the red grouper, *Epinephelus akaara* [J]. Fisherman Magazine, 1982, 5(11):25-26.
- [10] 水户敏,鹤川正雄,樋口正毅.キジハタの幼期[R]. 内海区水产研究所业绩,1967,122:337-347.
- [11] 真锅三郎,春日公.水槽におけるクエの产卵行动と初期生活史[J]. 动水志,1989, 30(1):16-20.