

# 孔鳐胚胎发育的初步观察

王者茂

(青岛水族馆)

## 提 要

孔鳐是一种营底栖定居性生活的经济软骨鱼类。产卵期在四至八月，盛期为四月下旬至六月。在整个产卵期中；一尾雌鱼平均可产 22—31 枚卵。雌鱼产出带有卵壳的胚胎，在水温 16—25°C，pH 7.70—7.88，盐度为 28—30‰，水中溶氧为 2.7—4ml/L 的海水中，平均 70 天幼鱼便可由卵壳的前粘合部处，破壳而出。出壳时间最长为 90 天，最短为 48 天。刚孵出的幼鱼全长 7—8 厘米。

孔鳐 *Raja porosa* Günther 俗名老板鱼、劳子，隶属于下孔总目 *Hypotremata*、鳐科 *Rajidae*。系常见近海底栖软骨鱼类，在我国沿海均产，其中以黄海产量尤多。产卵期在四月至八月，产卵盛期为四月下旬至六月。孔鳐性情较温和喜栖于泥沙质海底营定居性生活，所以是良好的海鱼增殖对象之一。有关孔鳐胚胎发育方面的工作国内尚无人报导，因此本文利用在青岛胶州湾内，用延绳钓获得的雌鱼放养于青岛水族馆水池中进行饲养，将雌鱼产出带卵壳(卵荚)的胚胎移入孵化池中，使其进一步发育，然后由孵化池中分期取出材料观察研究。现将观察结果整理如下，以供作孔鳐增殖和早期生活阶段生态研究参考。

## 材 料 和 方 法

产卵的孔鳐系在产卵盛期四月下旬至六月，用延绳钓以玉筋鱼、沙蚕、虾或头足类(短蛸、长蛸、乌贼的腕足)为钓饵，在青岛胶州湾内钓得。在钓获的雌鱼中，选择体型匀称、身体肥壮、无伤损者放养于青岛水族馆饲养池中进行饲养。池水要流动、循环，盐度为 28—30‰、pH 7.70—7.88、水中溶氧为 2.7—4ml/L、水温 12—25°C，供饵充裕及时，雌鱼便能长期生活下去，并在人工饲养情况下产卵。将产出带有卵壳的胚胎移入孵化池中，用聚乙烯线系住卵壳外的丝状薄膜，悬挂起来使其进一步发育，然后分期分批剥除卵壳固定观察。在 90×35×50 立方厘米的孵化水族箱中，可悬挂卵 30—50 枚。箱中海水温度未加控制，变化范围较大，在 16—25°C 之间。平均历经 70 天幼鱼便破壳而出。

## 观察结果

(1) 产卵情况 孔鳐为体内受精的卵生软骨鱼,精液通过雄鱼腹部特化的交接器——鳍脚,输入雌鱼体内。孔鳐在产卵期,鱼体内每次有二枚卵(左、右输卵管各一枚)经左、右壳腺裹以卵壳(卵荚)后,分别留在左、右子宫内。但每次只产一枚,另一枚在第一枚产出后的第二天或间隔二日产出。作者在孔鳐产卵期间活剖七尾雌鳐,它们左、右卵巢内,可见卵子总数平均为62枚,但在整个产卵期间饲养于青岛水族馆中的雌鱼(1964年四尾、1965年八尾、1980年十四尾、1981年廿一尾)每尾的产卵量平均为22—31枚,约占怀卵量的30—50%。

孔鳐产卵时间多在夜间10时以后凌晨2—5时。产卵时雌鱼在水中游动,卵壳随鱼的不断游动而逐渐伸露体外,直至产出。在卵壳外左右侧缘附有淡黄色、粘性强的丝状薄膜,产出后借助此膜在水中缓缓下沉或粘附于海藻或其他物体上。从卵壳的前缘角状突由雌鱼泄殖孔处显露起,到完全产出体外,一般要历时12—19小时。

另外水温是影响孔鳐产卵的重要因素之一,孔鳐产卵时要求水温在14°C以上,青岛近海水域4月份方能达到此温度。2、3月份海区水温平均在3°C左右,但在青岛水族馆内,此时饲用海水水温则在14—16°C,故饲养池中一尾雌鱼于1980年2月15日至3月7日的21天中产卵15枚。在自然海区中它们的产卵期为4—8月,由此可见用人工控制水温可促使孔鳐提前产卵。

(2) 卵的构造 孔鳐卵为极端端黄卵,卵的直径为1.5—1.8厘米。卵外有二种卵膜:①透明膜或叫卵黄膜(初级卵膜)②由输卵管分泌而成的透明胶状物和由壳腺形成的褐色、扁平且有四个长角的长方形角质卵壳而共同构成的次级卵膜。卵壳长3—3.5厘米,卵壳宽2.3—2.9厘米,前角状突长2—3厘米,后角状突长1.8—2.5厘米。角状突的顶端均有纵裂的呼吸孔,供胚胎发育气体交换之用。卵壳的前缘粘部长0.7—0.8厘米,后缘粘部长0.28—0.3厘米。卵壳有保护卵不受损伤和保证胚胎进一步发育的作用。

孔鳐产卵过程与鸟类很相似,同时也有产双黄卵(一个卵壳中有二枚卵)、无黄卵(只有卵壳而无卵)和“软壳蛋”的情况,其成因是否也与鸟类一样尚待研究。

(3) 胚胎发育情况 孔鳐胚盘位于卵子顶端(动物极),受精卵进行盘状分裂,原肠以前的分裂发育是在鱼体内进行,胚胎发育至原肠胚时产出体外,胚胎由鱼体产出之日起,到幼鱼破壳而出所需的天数虽不完全相同,但大多数在水温16—25°C、pH7.70—7.88、盐度28—30‰、溶氧为2.7—4ml/L的海水中平均70天孵出幼鱼,最短48天,最长90天。(见附表)。

由表1可以看出:在水温较低的4月份(16°C左右)产出的带有卵壳的胚胎幼鱼破壳而出所需的天数最多(90天),而在水温较高的7月份产出的胚胎,幼鱼破壳而出的天数最少(48—55天)。6月份所产的胚胎要比5月份产的胚胎,幼鱼出壳所需天数为少。可见胚胎的发育是随水温的升高而加快。

有关孔鳐胚胎发育情况的观察,是由产出体外带卵壳的胚胎即原肠胚时开始,原肠胚以前在鱼体内进行的发育阶段工作尚未进行。现将孔鳐自原肠胚以后至幼鱼孵出的胚胎

附表 孔鳕自原肠胚至幼鱼出壳日期表

| 顺 序 号 | 带有卵壳的胚胎产出月、日 | 幼鱼孵出月、日 | 经 历 天 数 |
|-------|--------------|---------|---------|
| 1     | 7.22         | 9.8     | 48      |
| 2     | 7.28         | 9.20    | 55      |
| 3     | 7.29         | 9.21    | 55      |
| 4     | 6.14         | 8.14    | 61      |
| 5     | 6.13         | 8.14    | 62      |
| 6     | 6.18         | 8.19    | 62      |
| 7     | 6.11         | 8.14    | 64      |
| 8     | 6.9          | 8.14    | 66      |
| 9     | 6.4          | 8.10    | 67      |
| 10    | 6.6          | 8.12    | 67      |
| 11    | 6.7          | 8.13    | 67      |
| 12    | 6.13         | 8.19    | 67      |
| 13    | 5.31         | 8.6     | 67      |
| 14    | 5.29         | 8.5     | 68      |
| 15    | 5.30         | 8.6     | 68      |
| 16    | 6.1          | 8.8     | 68      |
| 17    | 6.9          | 8.16    | 68      |
| 18    | 5.30         | 8.7     | 69      |
| 19    | 6.4          | 8.12    | 69      |
| 20    | 6.5          | 8.13    | 69      |
| 21    | 5.31         | 8.9     | 70      |
| 22    | 5.29         | 8.8     | 71      |
| 23    | 5.6          | 7.17    | 72      |
| 24    | 5.8          | 7.19    | 72      |
| 25    | 5.23         | 8.8     | 72      |
| 26    | 5.29         | 8.9     | 72      |
| 27    | 5.30         | 8.10    | 72      |
| 28    | 6.5          | 8.16    | 72      |
| 29    | 5.29         | 8.10    | 73      |
| 30    | 6.3          | 8.16    | 74      |
| 31    | 5.20         | 8.3     | 75      |
| 32    | 5.21         | 8.4     | 75      |
| 33    | 5.23         | 8.6     | 75      |
| 34    | 5.25         | 8.8     | 75      |
| 35    | 5.26         | 8.9     | 75      |
| 36    | 5.27         | 8.10    | 75      |
| 37    | 5.20         | 8.4     | 76      |
| 38    | 5.21         | 8.5     | 76      |
| 39    | 5.22         | 8.6     | 76      |
| 40    | 5.26         | 8.10    | 76      |
| 41    | 5.23         | 8.8     | 77      |
| 42    | 5.15         | 8.1     | 78      |
| 43    | 5.17         | 8.3     | 78      |
| 44    | 5.6          | 7.26    | 81      |
| 45    | 5.7          | 7.29    | 83      |
| 46    | 4.24         | 7.23    | 90      |

发育情况记叙如下:

产出后 1—2 天,为原肠期,胚盘直径为 0.48 厘米左右,位于卵子顶端(动物极),见图 1。

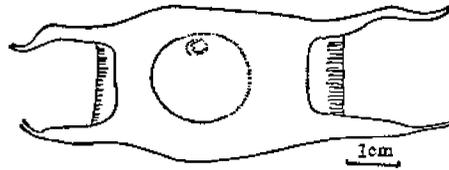


图 1 第 1—2 天原肠胚

5—7 天胚胎隆起于卵黄囊之上,出现神经板、神经褶、神经沟。胚胎长 0.5 厘米左右,见图 2。

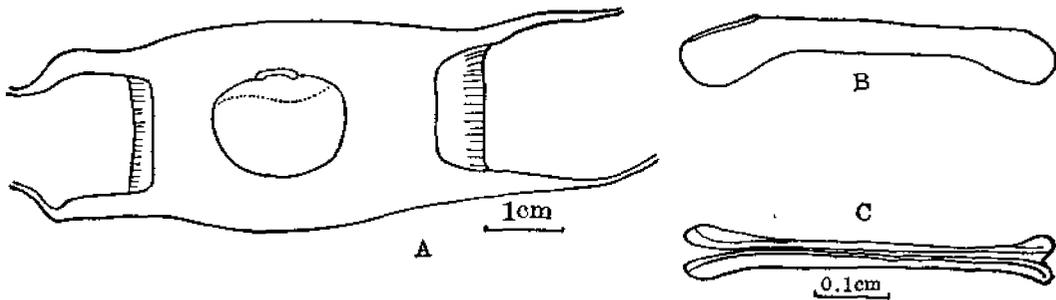


图 2 第 5—7 天神经胚

A.为在卵壳内的胚胎 B.C.均为剥除卵壳的胚胎。B 为侧面观;C 为背面观。

9 天,胚体长 0.7 厘米左右,脑泡、眼囊、体节出现,见图 3。

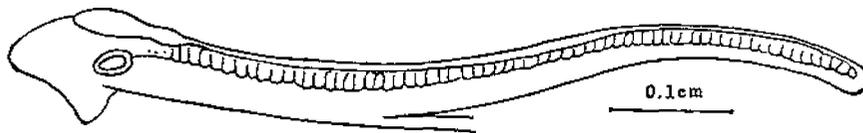


图 3 第 9 天胚胎,胚体长 0.7cm。

10 天,胚体长 1.3—1.6 厘米,胚胎出现口、喷水孔和鳃裂。喷水孔此时在结构上和它后面的许多鳃裂是相同的,它随着胚胎的进一步发育而逐渐退化。此时胚胎头部已离开卵黄囊,并左右摆动,摆动次数为每分钟 24—29 次,见图 4。

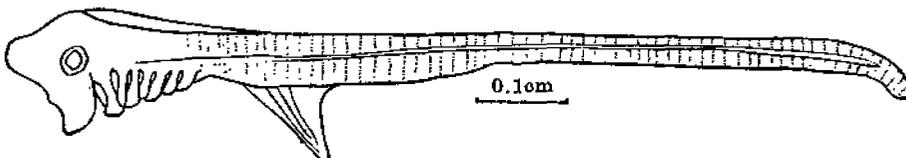


图 4 第 10 天胚胎,胚体长 1.4cm

12 天, 胚体长 1.6 厘米左右。胚胎尾部也离开卵黄囊, 此时胚胎仅由脐带与卵黄囊联系。这时胚胎做头、尾相对的摆动, 每分钟摆动 50 次左右, 见图 5。

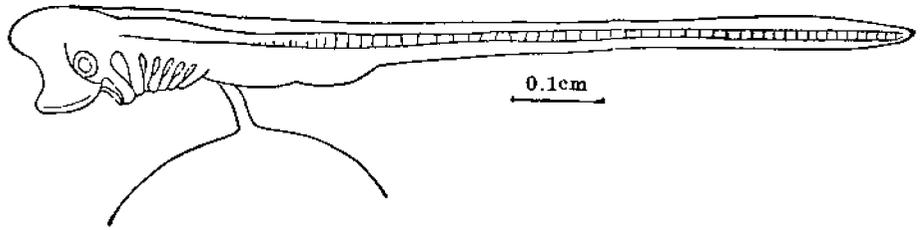


图 5 第 12 天胚胎, 胚体长 1.5cm

13 天, 胚体长 1.7 厘米左右, 出现晶体和外鳃。外鳃从未发育好的鳃裂伸出体外。胸、腹鳍基形成, 背、臀鳍褶不明显, 见图 6。

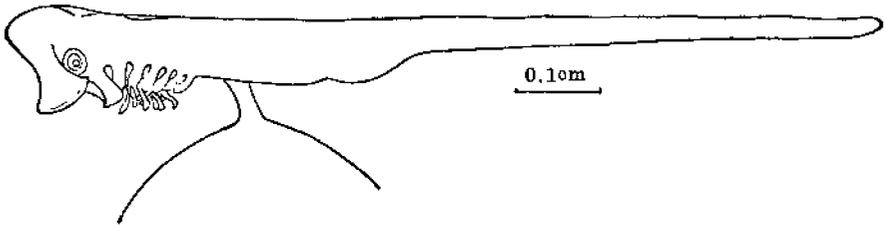


图 6 第 13 天胚胎, 胚体长 1.7cm

17 天, 胚体长 1.8 厘米。头部腹面出现鼻囊。胸、腹鳍条形成。背鳍及背褶、臀褶明显, 背褶和臀褶相联且绕尾部一周, 见图 7, A、B。

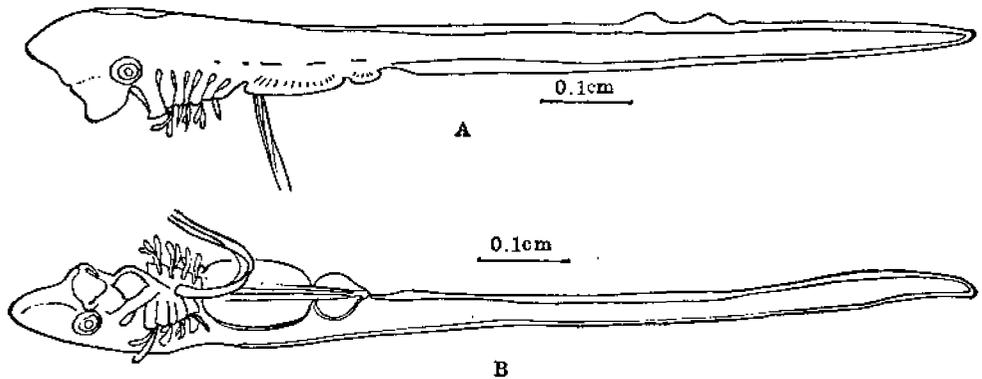


图 7 第 17 天胚胎, 胚体长 1.8cm,

A 为侧面观, B 为腹面观。

22—23 天, 胚体长 2.6—3.8 厘米。外鳃丝随着胚胎的发育不断增长, 此时外鳃丝长 0.5 厘米。脐带长 0.45 厘米左右, 由于脐带的加长, 胚胎开始作背腹方向不规则的扭动, 每分钟扭动 49—51 次; 胚胎扭动一段时间后, 间歇一定时间再继续扭动。胚胎的头部隆起并向前方突出, 吻的上部也开始突起。鼻沟和鼻瓣出现。喷水孔形成位于鳃裂之前, 喷水

孔实则是一个退化了的鳃裂。肛门形成。背鳍、背褶、臀褶均透明，并且十分发达。尾部两侧的侧褶不明显，见图 8. A—C。

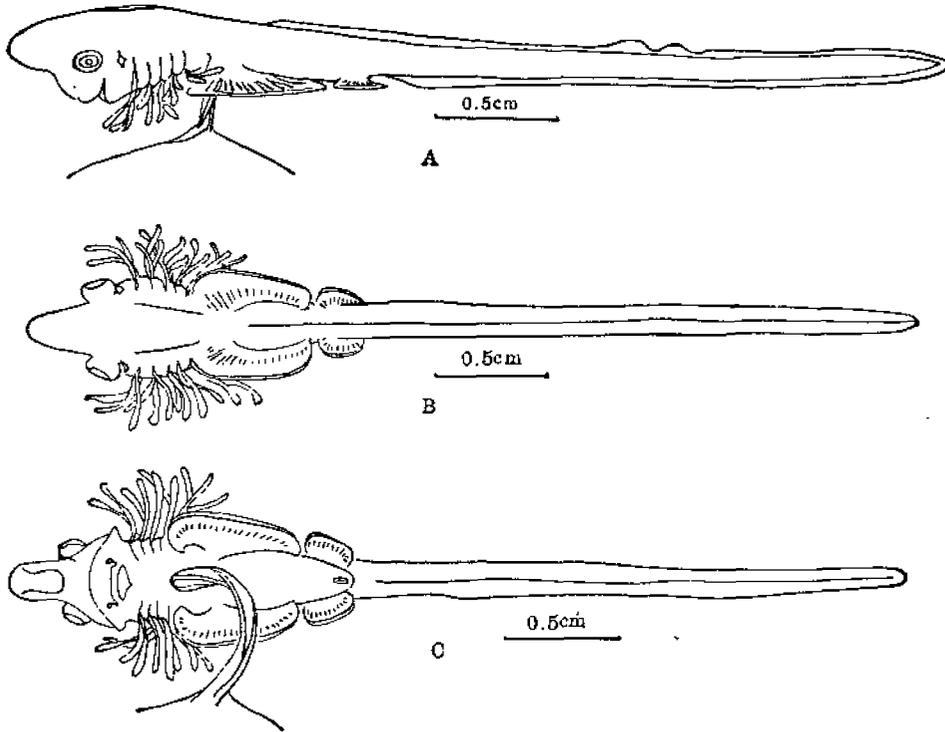


图 8 第 22—23 天胚胎，胚体长 3.8cm，

A 侧面观，B 背面观，C 腹面观。

29—37 天，胚体长 3.7—4.3 厘米左右。胚胎吻部突起加大形成皮膜向后延伸至喷水孔后方和胸鳍的前缘。尾部两侧的侧褶透明、显著。29 天的胚胎尾部背面有 13 枚隐约可见的小刺。当胚胎发育至 30 天左右时，卵壳内的透明胶状物消失，见图 9, A—C。

39—40 天，胚胎长 4.8 厘米左右。胚胎吻部突起不断增长，胸鳍也不断扩大，体盘雏型开始形成。自此以后胚胎身体开始逐渐由左右侧扁变为背腹扁平类型。尾部有 13 枚小刺，其中一枚生在第一、第二背鳍之间。见图 10, A, B。

41—47 天，体盘形成。体盘的形成是由吻部不断增长的皮膜和不断扩大的胸鳍二者增长愈合而成。此时体盘尚未把头部包住。胚胎全长 5.6 厘米左右，体盘长 1.7 厘米，体盘宽 1.8 厘米。胚胎体型已变成背腹扁平。隆起的头部仍比突起的二眼高。此时眼睛已发育完成，同成鱼一样并有睫毛状物盖在眼球上方。胚胎背、腹体色分明：背部为浅黄褐色，腹部为白色。背部体盘两侧各有一深棕色圆形色斑，腹部侧线管系统十分明显。尾部自侧褶以后到末端细长、颜色呈棕黑色。眼的背后有二枚小刺，背部有一大刺。此时脐带已经变得很短，胚胎紧贴在卵黄囊上。外鳃丝也较前变短。胚胎的长尾在卵壳内卷曲与胚胎头部相对并不断摆动同时尾的末端伸入卵壳的角状突内，见图 11, A, B。

55—60 天，胚胎全长 6—7 厘米，体盘长 1.7—2.2 厘米，体盘宽 1.8—2.6 厘米。此时

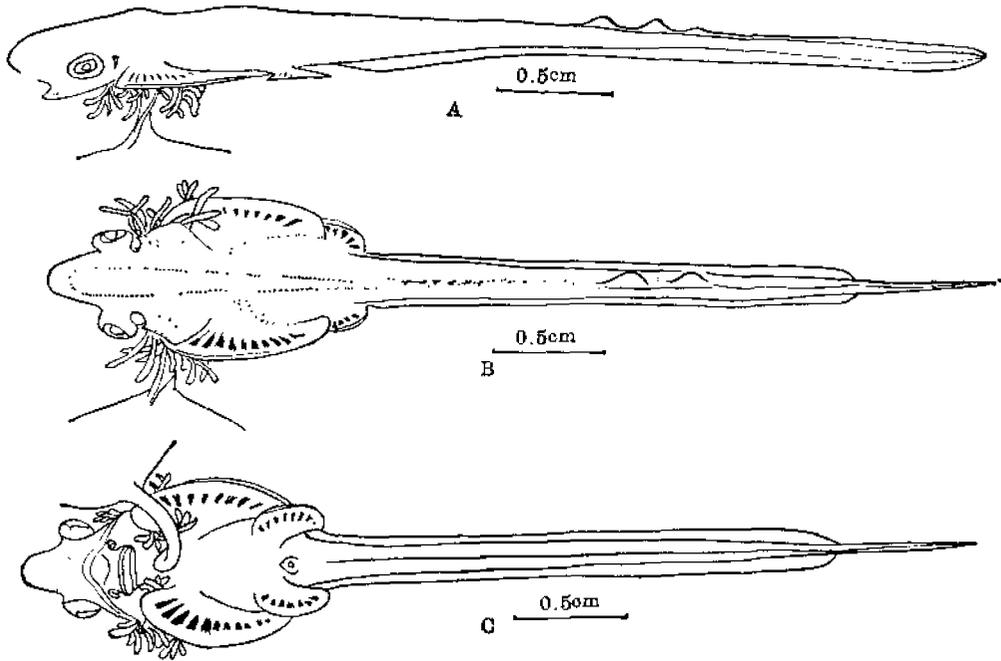


图9 第29—37天胚胎, 胚体长4.3cm,  
A 侧面观 B 背面观 C 腹面观

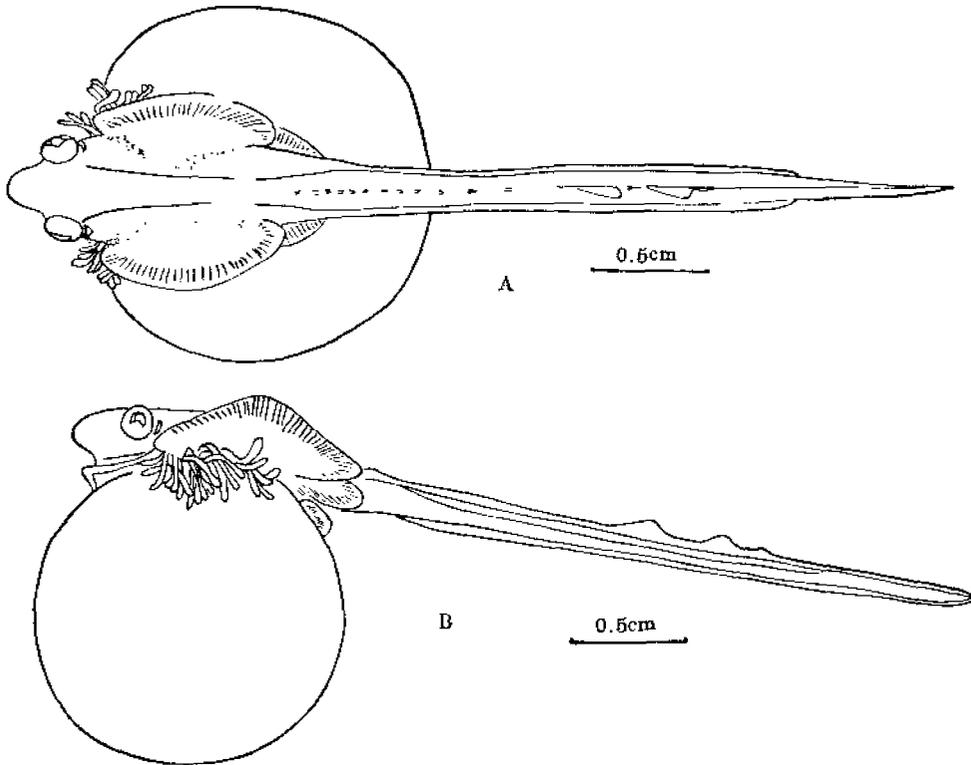


图10 第39—40天胚胎, 胚体长4.3cm,  
A 背面观 B 腹面观。

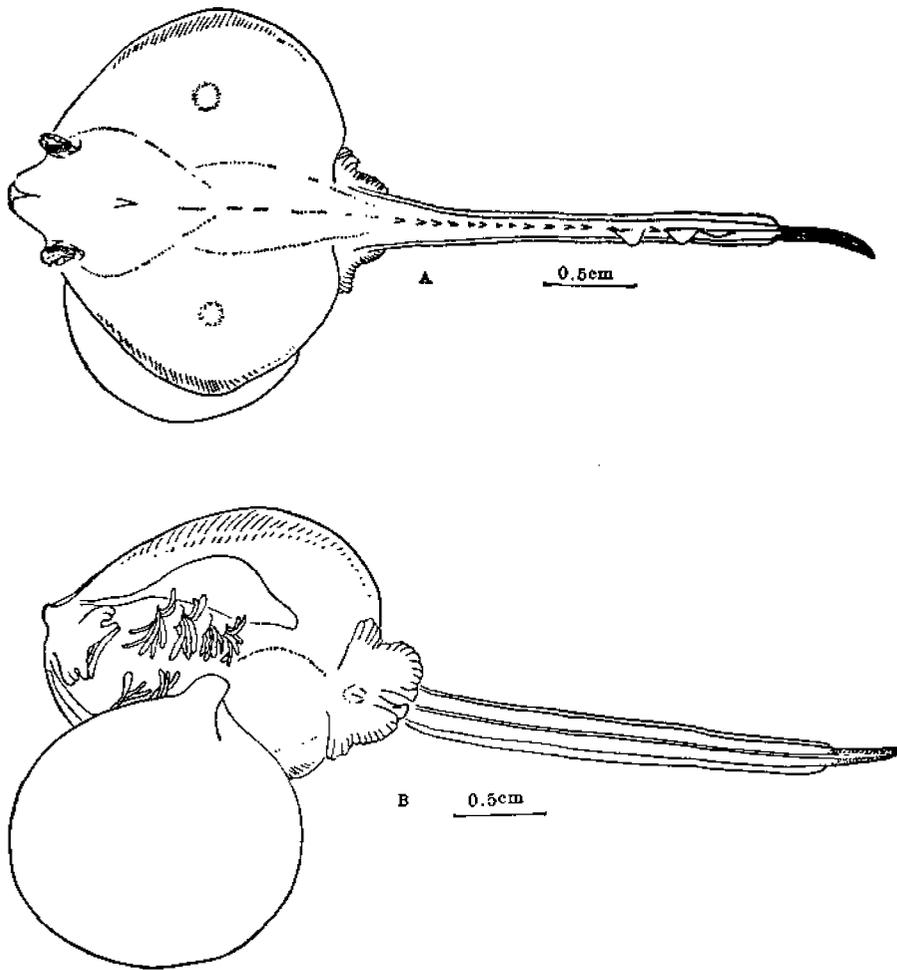


图 11 第 41—47 天胚胎, 胚体长 4.8cm,  
A. 背面观 B. 腹面观

胚胎外鳃丝消失, 头部已为体盘所包围。头部隆起逐渐低于两眼的高度。卵黄囊不断被吸收而变小, 其直径为 0.8—0.9 厘米。此时胚胎除腹部含有卵黄囊外, 其外形与成鱼完全一样。第二背鳍后方的尾部很长, 其长度约占体长的  $1/4$ 。这时卵壳内的仔鱼头部不断向卵壳的前缘粘合部处运动, 见图 12, A、B。

70 天左右幼鱼孵出。当幼鱼头部挤入卵壳的前缘粘合部时, 12 小时后便可把前缘粘合部顶开孵出而游至水中, 见图 13。幼鱼出壳后便能主动游泳。卵黄囊消失仅留有痕迹, 幼鱼孵出后 2—3 天便主动捕食。刚孵出的幼鱼全长 7—8 厘米, 体盘长 3.2—3.8 厘米, 体盘宽 4.3—4.8 厘米, 见图 14, A、B。

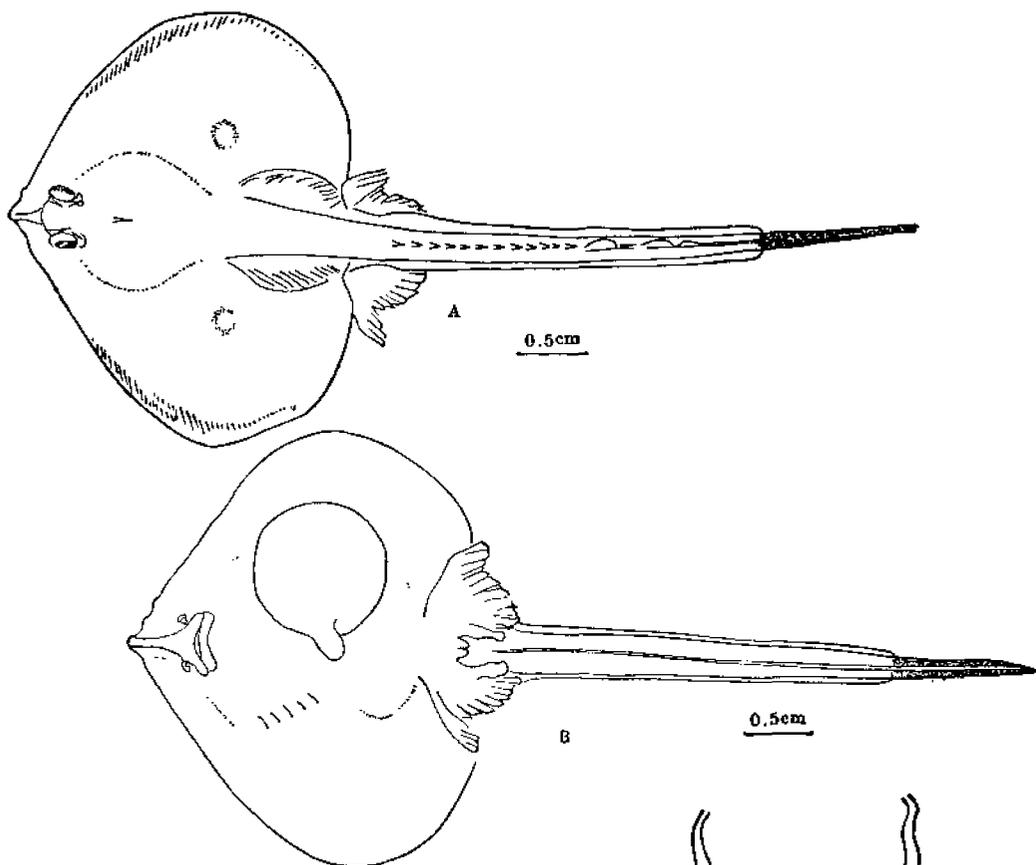


图 12 第 55 天胚胎, 胚体长 6.6cm,  
A. 背面观 B. 腹面观

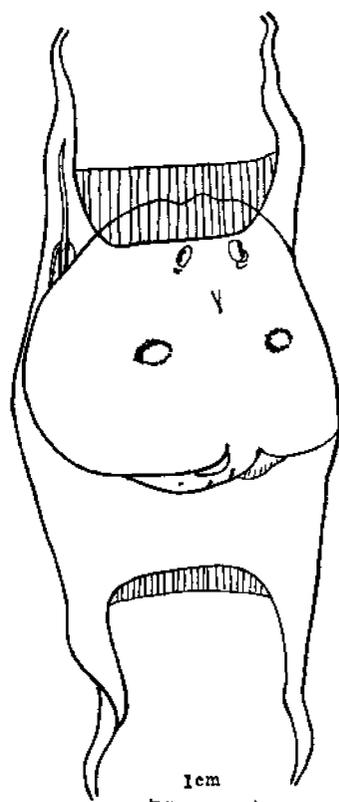


图 13 即将破壳而出的幼鱼

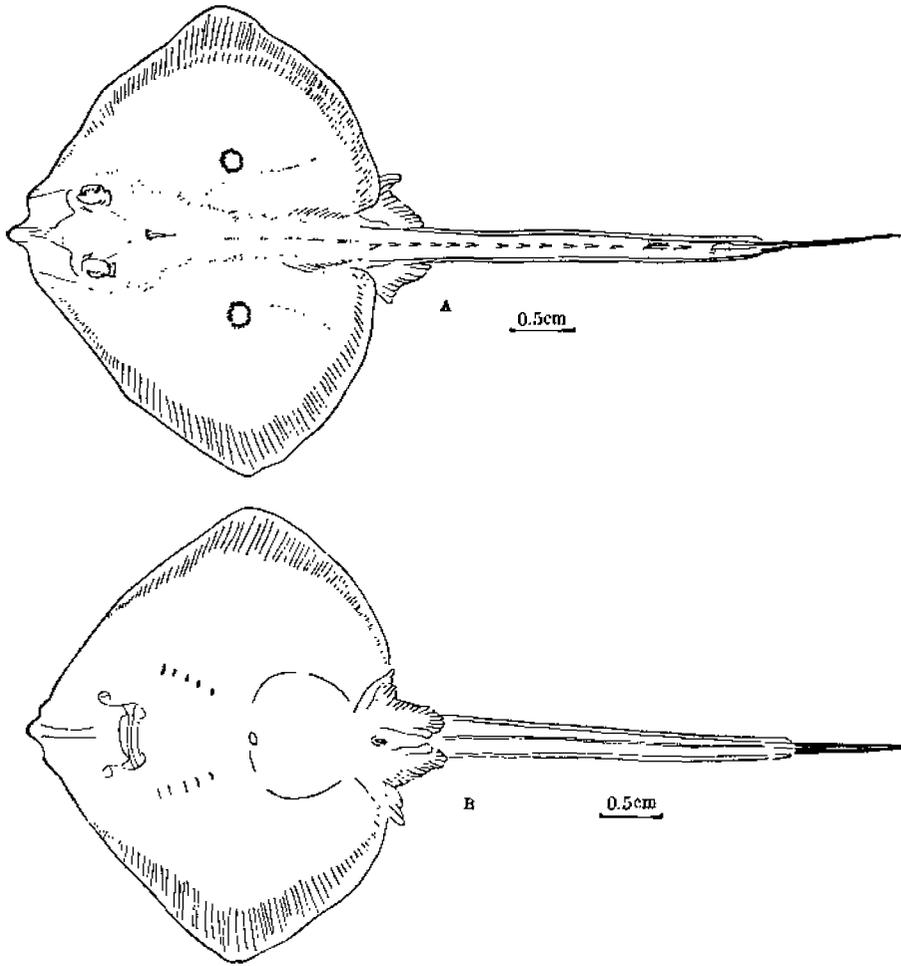


图14 破壳孵出的幼体,全长7.1cm,  
A. 背面观 B. 腹面观

## 讨论与结语

1. 孔鲷产卵期较长,历时约4个月(4—8月)人工饲养时,在其产卵前控制水温可促使其提前产卵。自雌鱼产出带有卵壳的胚胎(原肠胚)至幼鱼孵出平均需70天,孵化时间是比较长的。但胚胎发育速度与产出时的水温高低有关,水温高胚胎发育速度快,幼鱼破壳而出的所需的天数也少,反之相反。由表1可以看出:绝大多数幼鱼是在8月份破壳而出,是否8月份的水温(25°C左右)为孵化的最适水温尚需进一步研究。

2. 将雌鱼产出带卵壳的胚胎移入孵化池后,要悬挂起来,这样利于观察和便于清除附在卵壳上的污物,最重要的是因为悬挂于池中卵壳可以随水流的冲激(细微的)不断摆动,易从新鲜水中获得充足氧气利于胚胎发育。卵一定不能放置于池底,因其胚胎发育要历经70余天时间,同时池底易沉积污物会使卵壳变黑霉烂,造成胚胎死亡。

3. 当胚胎发育至 30 天后,卵壳内(卵壳与卵之间)的透明胶状物消失,此时卵壳的四个角状突前端的纵裂呼吸孔直接与海水相通,这时清除壳外污物时,注意不要使卵壳离开水,否则卵壳内的海水由角状突顶端的裂孔流出,胚胎就会随壳一起浮在水面上,壳中又无海水,时间长了胚胎就会因无法进行气体交换而死亡。所以在此发育期当发现卵壳上浮时,在壳外一定要坠以重物使其下沉以保证胚胎的进一步发育。

4. 孔鳐早期胚胎身体左右侧扁与鲨鱼相似,40 天后身体开始变为背腹扁平的体型。鳐的体型为压扁的鲨鱼之说,从孔鳐的胚胎过程中可清楚看到。

5. 由孔鳐的胚胎发育过程可以看出,孔鳐体盘的形成是由吻部突起的皮膜和胸鳍二者不断增长愈合而成。

6. 孔鳐胚胎发育过程中原肠期之前的各期发育是在孔鳐母体内进行,这一工作目前尚未进行,但这对系统了解孔鳐的发生十分重要,为此这部分工作有待今后继续研究。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 朱元鼎,1960。中国软骨鱼类志,152。科学出版社。
- [ 2 ] 中国科学院海洋所主编,1962。中国经济动物志(海产鱼类),13—14。科学出版社。
- [ 3 ] 松原喜代松等,1965。鱼类学(下),374。恒星社厚生阁版。
- [ 4 ] Reizo Ishiyama, 1958. Studies on the Rajid Fishes (*Rajidae*) Found in the Waters Around Japan. *Jour. Shimonoseki Coll. Fisher.* 7(2.3). 68—72
- [ 5 ] Иванов, И Ф; 1957. общая гистология с основами эмбриологии домашних животных, 112—117. Москва。

## РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫША *RAJA POROSA* GÜNTHER

Ван Чжин-мао

(Аквариум в городе Циндао)

Обыкновенный скат-ййцеродная хрящевая рыба. Период нереста обыкновенного ската—от апреля до августа. В периоде размножения одна самка выметывает около 22—31 яиц. При температуре воды 16—25°C, рН7.70—7.88, кислороде воды 2.7—4мл/л, солености воды от 28‰ до 30‰ через 70 дней в среднем выклевываются личинки. Время для выклева самое длинное—90 дней, а самое короткое—48 дней.