

鳀鱼卵子和仔稚鱼的形态发育及其在 黄海、渤海分布*

阮洪超

(中国科学院海洋研究所)

鳀鱼(*Engraulis japonicus* T. & S.) 是鲱亚目(Clupeoidei) 鳀科(Engraulidae) 的一种近海中上层小型鱼类,太平洋西北海区,如我国、朝鲜、日本及苏联远东水域均有分布。鳀类可供制鱼粉、鱼酱、鱼干或提炼鱼油等。近十多年中,全球渔业捕捞产量增加最大的是鳀科鱼类;最突出的是秘鲁鳀鱼(*E. ringens*) 其产量曾跃居世界第一位¹⁾。

各国学者对鳀鱼类作了不少研究,尤其是欧洲学者对欧洲鳀鱼(*E. encrasicolus*),日本学者对鳀鱼,在繁殖习性、种群、洄游、分布和生产预报等方面作了不少研究。我国对这种鱼类过去注意得很少。根据捕捞经验,水产部门、科技工作者及渔民都认为,这种鱼类资源潜力不小,因而把它作为重要研究课题之一。但由于研究不够充分,捕捞加工技术也未完全解决,目前这种鱼类资源尚未充分利用。

一、卵子及仔稚鱼的形态发育

日本学者曾作过关于鳀鱼早期阶段形态发育方面的研究,至于其后期仔鱼,则尚未见有详细报道。作者根据胶州湾内青岛附近海区获得的受精卵,在实验室进行孵化、培育,对各阶段的形态发育及习性作了进一步观察,为研究鳀鱼的生态调查提供基本参考资料。

(一) 材料与方法

材料主要是1963—1964年从胶州湾青岛附近海区用浮游生物网采得的卵子,在实验室人工孵化并培育成仔、稚鱼。培育方法和本研究所从事此方面工作的同志所报道者大体相同。除了早期卵子分割的标本是昼夜连续取样,经5%福尔马林固定后观察外,其余各期卵子及仔、稚鱼均为活体麻醉观察。

培育仔鱼用的饵料为海水臂尾轮虫 *Brachinus plicatilis*、卤虫 *Artemia salina* 无节幼体和成体以及猛水蚤 *Harpacticus* sp. 等。培育水温变动在13.7—32.3℃;盐度29.05—34.36‰。由于水温变化较大;各批仔鱼发育进展有差别,为此,观察以同一批材料为准。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第733号。本文系研究生毕业论文,导师张孝威研究员生前指导,沙学绅同志提出宝贵意见,特此志谢。

本刊编辑部收稿日期:1979年8月20日。

1) 1963年起产量跃居世界第一,1972年以后,因捕捞过度及受埃尔-宁诺现象影响而减产。

(二) 卵子形态特征及孵化发育

1. 卵子形态特征

卵浮性,形状椭圆,为鲢科鱼类典型卵子。自然状态下,早期阶段卵长径与水平面垂直,动物极朝下。原肠期开始,胚体逐渐形成,重心渐次转移,卵子倾斜角度越来越大。胚体形成后,长径几乎与水平面平行,胚体在下方,腹部朝上。

卵透明无色。卵膜薄,光滑无花纹。除少数胚体将孵出时,在体侧下缘出现黑色素外,一般孵化后才出现黑色素。

卵黄龟裂而无油球。整个卵黄囊呈椭圆形。卵黄间隙只见于长径两端,即动物极和

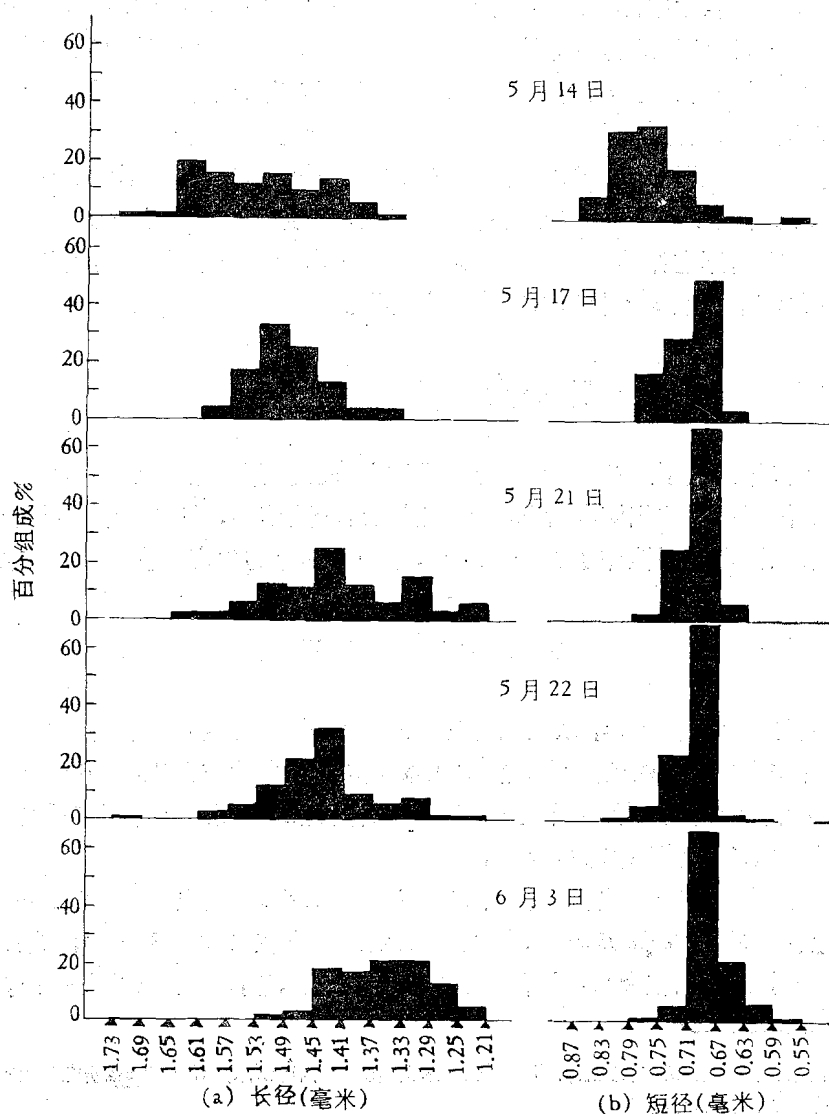


图1. 1963年在胶州湾采集的鲢鱼卵子卵径变动范围。

植物极。经固定后,卵黄囊收缩较大,而卵膜收缩甚微,因此卵黄囊周围均呈现间隙。

卵子长径为 1.21—1.71 毫米,短径为 0.57—0.85 毫米(图 1),长径一般为短径的 1.7—2.3 倍。个别卵子长径特别短,只有短径的 1.3 倍,以致整个卵似圆形。卵径在生殖季节有变动,产卵初期的卵子较大,以后较小,而以长径变化幅度较大(图 1)。5 月中旬所采活卵,长径变动在 1.33—1.71 毫米,平均 1.50 毫米;短径 0.57—0.87 毫米,平均 0.76 毫米。6 月初长径变动在 1.21—1.53 毫米,平均 1.34 毫米;短径 0.57—0.77 毫米,平均 0.67 毫米。固定后卵子稍有缩小,长径为活卵的 95%,短径为活卵的 97%。

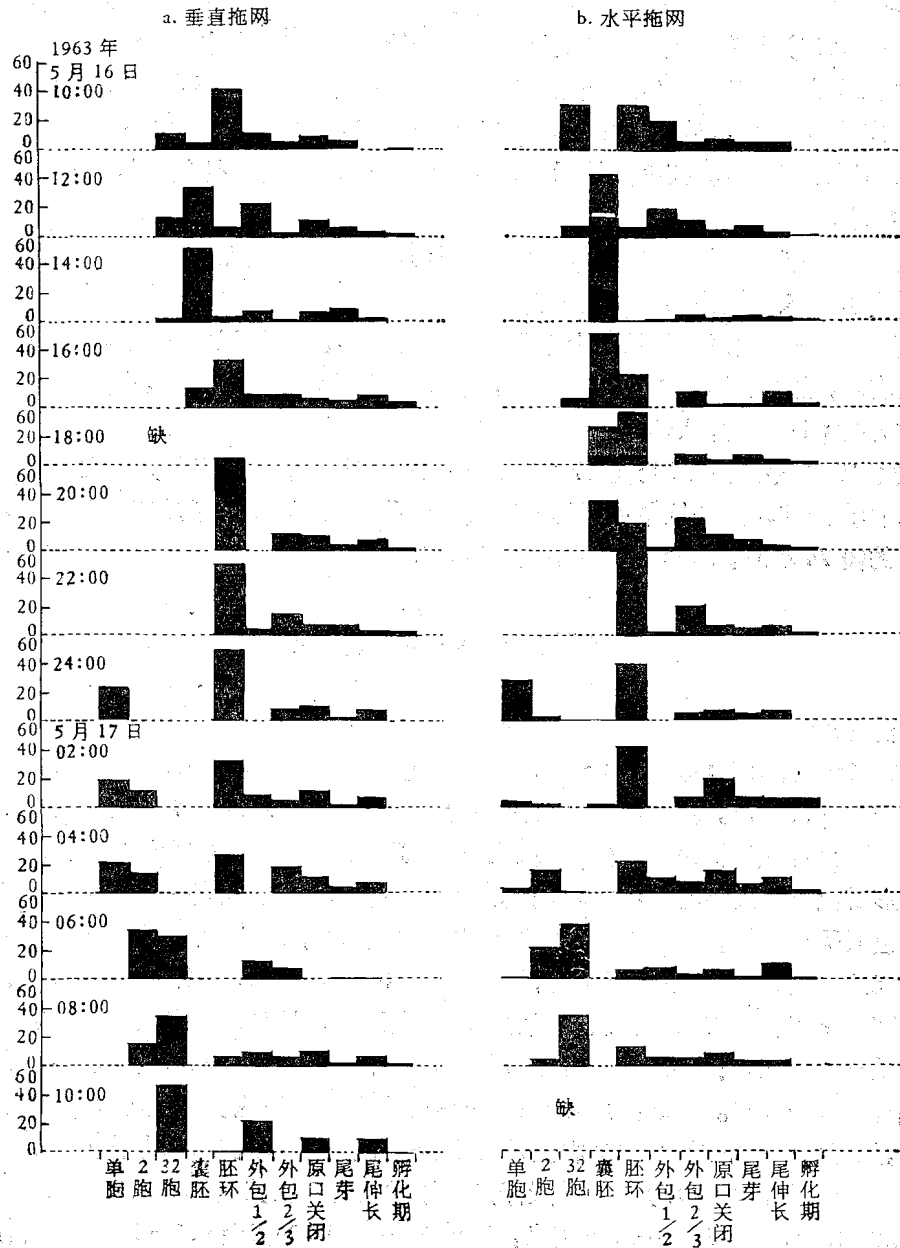


图2 1963年5月16日至17日在胶州湾昼夜连续采集所获鲢鱼卵子发育阶段的分析。

2. 卵子孵化发育

鲢鱼卵子分割属硬骨鱼类盘状分割类型。从胚盘分割开始到16细胞,分割较整齐(图版 I:1—4)。32细胞以后(图版 I:5),分割球不很整齐。

原肠期 原肠外包卵黄囊1/2时,沿胚盾中轴出现神经管(图版 I:10)。原肠外包2/3卵黄囊,胚盾前端膨大隆起。胚盾中轴也增厚突起(图版 II:11)。原口接近关闭时,头部已形成前、中、后脑三部分;视泡和柯氏囊(Kupffer's vesicle)(在腹面后端)出现;肌节约14对(图版 I:12)。原口关闭时,肌节约23对;柯氏囊变小(图版 I:13)。

胚体形成期 尾芽出现时,视泡晶体、嗅囊、听囊原基、心脏原基出现。柯氏囊完全消失(图版 I:14)。尾芽离开卵黄囊不久,心脏开始微弱跳动,在水温14℃时,每分钟跳动约90次。耳石已经出现,每侧两个。肌节约34对(图版 I:15)。胚体尾部末端绕到卵黄囊腹面时,感觉器官出现,从腹面或背面观察,可以看见体侧有数处突起,一般可以看见3,4对。这时肌节约39对。胚体开始活动,由于受精卵形和卵黄囊形状限制,只限于左右摆动(图版 I:16)。

孵化期 胚体尾部末端绕到腹面达卵黄囊约1/2时(图版 I:18),肌节约44对,胚体经常摆动,不久就从头部破膜而出。

孵化与水温的关系 从海上采回原肠期的活卵,经恒温孵化试验表明:在水温14℃左右时,由原肠外包1/2起至孵化,约需60小时;16℃左右时,从外包开始至孵化约需57小时;18℃时,从外包1/2至孵化约需39小时。

根据1963年5月16日至17日在胶州湾昼夜连续采集的鲢鱼卵子发育阶段的分析(图2),鲢鱼产卵时间是从午夜开始至凌晨。由此推算,鲢鱼卵子从产出到孵化,在水温14℃时约需74小时,18℃左右时,约需55小时。

(三) 仔稚鱼形态特征

1. 前期仔鱼

初孵仔鱼(图版 II:1) 全长2.58—2.91毫米,体长2.48—2.81毫米。肌节29—30+14—16=44—46。肛门位置偏后,肛前距约占全长的71.06—74.33%。卵黄囊相当大,向后端渐小,达体长约2/3处。头紧贴卵黄囊上,心脏位于眼后下方。鱼体透明,肌肉呈现鲱形目鱼类所具有的交织纹状,固定标本更为明显。黑色素一般在孵化后两三小时出现。色素呈星芒状,沿腹腔侧面排列至肛门上方,约有7—14个,处于肛门上方者一般较大。肛门以后,沿体侧下缘至接近脊索末端约4—6丛色素,最末一丛较大,分枝较长。

初孵仔鱼感觉器官明显,从侧面观察呈小圆圈状,从腹面或背面观察呈管状(图版 II:2)。头部共有四对:吻端、眼后方、后上方、后下方各一对(左右对称)。躯干每侧约有7—8个,沿体轴分布。在肛门后,渐离中轴线分布在体侧下缘。肛门前的感觉器官左右位置对称,肛门后一般不对称,并且右侧数目常少一个。感觉器官基部有管相通。

胸鳍芽出现(图版 II:3) 一天仔鱼。仔鱼显著增长,肛门后长度生长较快。全长3.15—3.58毫米,体长3.02—3.38毫米,肌节29—32+14—16=44—46。这时仔鱼头部展直,吻部已离开卵黄囊。尾部背、臀鳍褶内凹。胸鳍芽在卵黄囊上方第1—2肌节处长

出。一天仔鱼均出现黑色素。从胸鳍芽后方开始,沿肌节下缘至接近脊索末端共有 12—21 丛黑色素,尾端黑色素向下伸展至鳍褶内。感觉器官稍为增长,在体侧增加 1—2 对。尾鳍褶出现间质纹。肛门开口,消化道呈一细长直管。

口窝形成(图版 II:4) 2—3 天仔鱼。全长 3.22—3.72 毫米,体长 3.05—3.55 毫米,口窝横径约 0.08—0.10 毫米,纵径与横径大致相等。眼睛前、后缘开始出现少量黑色素。听囊和心脏显著增大,围心腔明显。胸鳍还不能活动。消化道变粗,但无明显分化。卵黄囊已大部分被吸收,剩余卵黄囊长径约 0.30—0.50 毫米,短径 0.13—0.22 毫米。黑色素无多大变化。尾鳍褶间质纹增多。

卵黄囊接近消失(图版 II:5) 约 4 天仔鱼。全长 3.25—3.85 毫米,体长 3.22—3.69 毫米。肌节 $27+30+15+18=43+46$ 。上下颌形成,口端位。鳃弓原基已较清楚。眼黑色素增多。消化道明显分为食道和肠子。肠子粗,有明显的皱褶。食道与肠子衔接处,可清楚看见肝脏。星芒状黑色素增多。围心腔后下方出现 1 个黑色素。肠子上下侧都有黑色素,下侧的经常相互连接。接近脊索末端下方的分枝黑丝增长。胸鳍大于眼睛,能活动。仔鱼已能作正常水平游泳。口能活动和吞食饵料,透过透明的肠壁,可以看见吞食的食物。

前期仔鱼能捕食前,不论白天或夜间均悬浮,游动时间少,夜间更少。初孵仔鱼腹部朝上水平悬浮,随着卵黄囊逐渐吸收头渐朝下,2—3 天仔鱼头向下垂直悬浮,缓慢向底部下沉,至一定时间向上游动。此时仔鱼多数在水体中下层。

2. 后期仔鱼

卵黄完全消失(图版 II:6) 约 6 天。全长 3.35—3.85 毫米,体长 3.22—3.69 毫米。肌节 $28+30+15+16=44+46$ 。腹鳍褶发达,延伸至胸鳍下方。除眼睛全黑外,其他色素没有多大变化。

背鳍担鳍骨出现(图版 III:1) 约 16 天。全长 6.83—7.27 毫米,体长 6.61—7.04 毫米。肌节 $29+30+10+12=40+42$ 。于肛门上方背鳍褶内,出现担鳍骨 6—7 条,其上有放射丝。肛门后出现臀鳍原基,其起点在背鳍基终点下方。背鳍及臀鳍原基后的鳍褶缩小而呈凹陷。鳔出现,位于食道与肠管交界上方,有一细管通向听囊,另一小管与食道相通。黑色素增多,围心腔下方色素成行,胸鳍基内侧新出现一丛,体侧下缘色素也增加。活体观察时,腹部呈淡红色。

臀鳍条出现(图版 III:2) 约 20 天。全长 8.54—10.05 毫米,体长 7.74—9.31 毫米。肌节 $28+30+15+16=44+46$ 。上颌骨后缘达眼中心下方。背鳍条 12。臀鳍略成弧形,鳍条 14。尾椎骨向上翘。尾下骨出现。尾鳍呈截形,具鳍条 19。腹鳍褶基本消失。鳔囊尚能见到。听囊前缘和尾鳍下半部沿鳍条出现黑色素。肠管上方体侧出现六、七处黄色素。经固定,这些黄色素消失。

背、臀鳍长成,尾鳍分叉(图版 III:3) 约 22 天。全长 12.57 毫米,体长 10.99 毫米。肌节 $27+18=45$ 。背、腹鳍褶消失。上颌骨后缘越过眼中心下方。背鳍条及臀鳍条增多,各为 14 和 18。尾鳍条分节,鳍条 20,基部附近出现黑色素。听囊、体侧下缘黑色素增多。

后期仔鱼白天作水平游泳、捕食,夜间仍处于悬浮状态。随着鱼体长大,夜间静止悬

浮的时间减少,但直到腹鳍出现,夜间仍不作正常游泳。早期仔鱼捕食时,身体弯曲略似“S”形,然后弹直冲向食物。捕食动作不灵活,经常摆好捕食姿势后,因饵料生物游动而无法对准只得放弃,或虽冲向食物但“扑空”。

3. 稚鱼期

腹鳍原基出现(图版 III:4) 35天。全长 19.43 毫米,体长 18.2 毫米。吻突出。上颌骨向后延伸达眼后缘下方,下颌较上颌短,颌骨均有小齿。尾叉继续深入凹陷。沿头后脊椎骨背面,出现黑色素约 35 丛,这些黑色素嵌在肌肉内,固定标本不甚透明,不易看清。这些色素是鳃鱼的特征之一。

腹鳍条出现(图版 III:5) 约 37 天。全长 22.08 毫米,体长 20.40 毫米。肌节 $28+16=44$ 。腹鳍条 5,背鳍条 16,臀鳍条 18。胸鳍仍为扇形而无多大变异。臀鳍基起点仍在背鳍基终点下方。腹鳍基起点与背鳍基起点下方的距离已较靠近。沿体侧中轴线出现黑色素。消化道从分化为食道和肠子以后至此阶段,除显著增粗外,外观无多大变化。

胸鳍出现鳍条(图版 III:6) 全长 29.77—31.59 毫米,体长 25.22—26.39 毫米。肌节 $25-27+16-18=43-44$ 。上颌骨延长到眼后缘与鳃盖后缘之间的中点。眼晶体周围出现银色。胸鳍仍为扇形,但已具鳍条 12—15。背鳍和臀鳍均与成体相似,鳍条各为 15—17 和 18—21。腹鳍起点与背鳍起点下方已很靠近。腹鳍条 7。鳃盖仍透明,可以观察到鳃丝。在鳃盖骨和尾椎下方肌肉内出现一排黑色素。头顶部也出现一些黑色素。腹腔已不甚透明,但仍可观察到鳔囊和肠道。胃呈横置的“Y”形。幽门胃处有幽门垂约 13 条。胃的形成是在食道和肠子交接处发生,形成过程如图所示(图版 IV:3—5)。胃形成后,食道很短,整个胃靠近胸鳍基。气鳔管在盲囊处和消化道相通。肠道这时还没有盘曲。

腹腔为银色所覆盖(图版 IV:1) 全长 32.11—33.54 毫米,体长 26.65—28.08 毫米。肌节 $25-27+17-18=43-44$ 。胸鳍略似扫帚形,鳍条 12—16。头顶黑色素增多,体背及吻出现少量黑色素,因腹腔及鳃盖为银色所覆盖,这两处黑色素已看不清。

稚鱼期腹鳍出现后,夜间不再处于悬浮状态,而保持正常的水平游动,但动作较白天缓慢。

4. 幼鱼期

45 天幼鱼(图版 IV:2),全长 29.3—34.8 毫米,体长 26.0—28.7 毫米。各鳍基本发育完成。胸鳍呈扫帚形,鳍条 16。腹鳍条 7,背鳍条 15—16,臀鳍条 18。臀鳍起点在背鳍终点稍后的下方。鱼体为薄薄的鳞片所覆盖。体侧呈银色。头顶、体背布满黑色素。76 天幼鱼,全长 48—60 毫米,体长 42—50 毫米。上颌骨长越过眼后缘与鳃盖骨之间的中点。黑色素较 45 天的密集。肠道在幼鱼时开始盘曲,过程如图版 IV: 6—8 所示。

(四) 讨 论

1. 关于色素的出现 鳃鱼卵子透明无色,个别卵子在发育末期可出现黑色素。神谷尚志(1916)曾叙述过鳃鱼有秋卵与春卵的差异,秋卵有显著的黑色素分布在体侧及背部,卵黄大部分已吸收。作者曾注意过是否有这种卵子。在胶州湾最晚采得的卵子是在

八月初,没有秋卵。作者检查了 1959 年海洋调查中在黄海、渤海海域采集的标本以及 1953—1957 年张孝威教授等人在烟台外海进行鲱鱼调查时所采得的标本,里面有九、十月份产的鲱鱼卵子,但没有见到这种秋卵。不论是在胶州湾或其他海区所采到的胚胎时期出现黑色素的卵子,其色素分布与神谷尚志所描述的完全不同,而与孵化后不久的仔鱼所出现的黑色素相同。

2. 鲱鱼仔鱼与几种鲱亚目鱼类仔鱼简略比较 在黄海与渤海,就目前所知道的鲱亚鱼类中,只有鲱鱼和康氏小公鱼 *Anchoviella commersonii* (Lacépède) 的卵子是椭圆形的。后者具油球(卵子长径 1.11—1.27 毫米,短径 0.64—0.70 毫米;油球径 0.08—0.10 毫米),很容易与鲱鱼卵区别,不致混淆。在胶州湾,康氏小公鱼产卵较晚,一般在六月以后。鲱亚目鱼类仔鱼的共同特点是体形细长,早期阶段较容易相混。但根据肌节数、肛门位置、色素分布以及卵黄囊内有无油球等,仍可区别。斑鲹 *Clupanodon punctatus* (Temmick & Schlegel)、青鳞 *Harengula zunasi* Bleeker、赤鼻稜鲱 *Thrissa kammalensis* (Bleeker) 和康氏小公鱼前期仔鱼黄囊内都有一个油球。此外,斑鲹和青鳞初孵仔鱼头顶及背部均有黑色素,肛门位置比较靠后,肛前长分别占体长的 85—90% 和 81—88%,而鲱鱼初孵仔鱼头顶及背部无色素,肛前长约占体长的 74—78%。在卵黄囊消失以后,肛门位置差异也很明显。赤鼻稜鲱前期仔鱼,个体较鲱鱼大得多,初孵仔鱼全长 4.80—5.00 毫米,体长 4.40—4.80 毫米,一般卵黄囊消失前,全身无色素。鲱鱼全长只有 2.58—2.91 毫米,体长 2.48—2.81 毫米。康氏小公鱼肛门位置及个体大小与鲱鱼差异不大,但肌节数较少,为 30—36(23—26+7—10),色素出现较晚,前期仔鱼一般全身无色素。中颌稜鲱 *Thrissa mystax* (Bloch & Schneider) 前期仔鱼卵黄囊没有油球,这和鲱鱼相同,但它的肛门位置比较靠后(肛前长约占体长的 81—84%),肌节数较多,为 50—61(29—33+21—28),黑色素出现较晚,一般前期仔鱼全身无色素。鲱鱼后期仔鱼晚期脊椎骨背面出现黑色素,斑鲹、青鳞、赤鼻稜鲱、中颌稜鲱等在此部位均无色素。

二、卵子及仔稚鱼在黄海、渤海海域的分布

本文主要根据 1959 年海洋调查资料,对鲱鱼卵子及仔稚鱼在渤海、黄海北部及黄海中部海域的分布,作一初步分析,目的是了解产卵场及产卵季节的一般情况。此次调查虽是五十年代末进行的,但调查范围较广,较系统,取得的资料比较完整,至今在这些海区尚未见有这方面的资料,所以值得加以整理以供参考。这类研究,一般要积累多年资料才能较充分说明问题,所以本文的一年资料,只能说明一些趋势和特点。

(一) 材料和方法

本文依据 1959 年的调查资料,每月一次,共 12 航次。调查范围为北纬 34 度以北,东经 124 度以西,分为三个海区:渤海(东经 121°12' 以西)、黄海北部(北纬 37°30' 以北)和黄海中部(北纬 34° 至北纬 37°30'),三艘调查船同时进行。调查站位一般渤海为 83 站,黄海北部 53 站,黄海中部 90 站,站距 12.5—30 海里。取样是由海底至表面垂直拖网。网

型为口径 80 厘米的大型浮游生物网。计算卵子和仔鱼的数量以每平方米海面下的个数为单位,公式为:

$$\frac{1 \text{ 网次出现的数目}}{\pi r^2 \times \text{网的绳长}} \times \text{水深}$$

在鉴定计数中,卵子分为两期:原肠期以前为早期卵子,以后为后期卵子。在早期卵子计数中,又对早期分割的卵子数作了统计。仔鱼分为三期:卵黄囊消失前的前期仔鱼,背鳍出现后的后期仔鱼及背鳍出现后的后期仔鱼。这种划分,主要为了了解产卵及发育时间,但在分布图中并未标明。

调查站位的环境因子——水温、盐度、水色及透明度为同时进行的水文调查结果。

(二) 卵子和仔鱼的分布

各海区各月份卵子及仔稚鱼出现和分布情况见表 1 和图 3—15。下面作一补充叙述。

三个海区都是 5 月份开始采到卵子,取样日期大体相同,于中旬开始。渤海湾、辽东湾及莱州湾西部没有出现卵子,这些水域盐度较低,在 29‰ 以下,透明度也较低,在 2 米以内。三个海区中,5 月份只有黄海中部采得仔鱼,根据发育程度判断,约为 10 天前孵出,故黄海中部产卵期应较早些,约于 5 月初或 4 月末。5 月份卵子分布的一般趋势是在 30 米水深的沿海水域内。6 月份起渐向外海及向北移动。至 8 月份,渤海的分布区向海峡外移,黄海北部及中部向深水区及向南移。9 月份在渤海数量有所回升。该月在黄海中部北纬 35—36° 之间,有些站位没有取样,资料不全。10 月份在渤海已采不到卵子和仔鱼。11 月份中旬各海区均已采不到卵子。在黄海北部采得的仔鱼,外部形态已基本发育完成,估计是 10 月份产的卵子孵化长成的。在黄海中部采到的仔鱼,有的背鳍尚未出现,估计是十几天前孵出,即 10 月底或 11 月初产的卵子孵出的。

(三) 讨论和结论

1. 产卵季节 从三个海区卵子及仔鱼的出现和消失时间来分析,产卵季节基本上是从 5 月份开始。在黄海中部可能产卵较早,结束较晚。

在渤海,鲢鱼产卵 5 月份就达高潮(图 16),之后波浪式地衰退,9 月份结束。三个海区中,渤海产卵季节最短,卵子数量最少。在黄海北部,产卵盛期是 6—8 月,10 月结束,最高峰是 7 月份,之后开始下降。黄海中部,盛期是 5—7 月,基本也是 10 月份结束。但从仔鱼出现较早以及早期仔鱼消失较晚来看,产卵季节可能较早些,大约 5 月初或 4 月底即开始。结束的季节也要晚些,在南部可延至 10 月底或 11 月初。

5 月份产卵主要在沿岸水域,从卵子分布区的水温来分析,鲢鱼产卵开始时的水温约在 13—16℃ 之间(表 2)。整个产卵季节水温变动范围为 13—28℃,少数是 12℃ 及 30℃。最主要的产卵场黄海北部在 7 月份到达产卵最高峰,这可代表鲢鱼产卵的最盛期,主要分布区水温在 22—24℃。

从以上分析来看,鲢鱼产卵的适应温度比较广,产卵季节较长,延续六个月之久。这

表 1 各海区各月份卵子及仔鱼出现和分布情况表

月份	海区		出现站数	占总站数百分率	出现水域	密集区及最大密度 (粒/米 ² 或尾/米 ²)	环境因子			卵或仔鱼总数
							水温(°C)	盐度(‰)	透明度(米)	
5	渤海	卵子	14	17	莱州湾东、黄河口东、中部、秦皇岛-六股河沿海、海峡西	秦皇岛近海, 107	13—16	29—32	4—8	135
		仔鱼	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄海北部	卵子	8	13	鸭绿江口-庄河口沿海和烟台-威海沿海	鸭绿江口-庄河口沿海, 193	13—14	30—32	8—12	209
		仔鱼	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄海中部	卵子	19	21	海州湾、青岛沿海、海阳所-石岛沿海	海州湾近岸, 694	13—16	31—32	4—10	882
		仔鱼	3	3	海州湾、海阳所近海	海州湾近岸, 110	16	31—33	4—8	60
6	渤海	卵子	11	13	海峡附近、北部、莱州湾	海峡附近, 106	22—25	13	6—10	98
		仔鱼	10	12	莱州湾口外、长兴岛沿海、旅顺西	长兴岛附近, 18	19—22	31—32	2—6	26
	黄海北部	卵子	22	41	鸭绿江口-长山群岛-成山角	海洋岛东至鸭绿江口及长山群岛南, 1540	15—17	29—33	4—14	1263
		仔鱼	23	42	主要在海洋岛和烟台-威海一带, 中部及大连东部也有一些	海洋岛附近, 190	15—20	31—32	4—12	331
	黄海中部	卵子	15	17	石岛东南(东经 122°30'—124°)、海州湾口外(东经 120°30'—122°)	石岛东南, 145	17—19	31—33	6—18	165
		仔鱼	19	21	主要在海州湾口外, 此外青岛沿海、海阳所沿海等处也有	海州湾口外, 21	17—20	31—32	4—16	62
7	渤海	卵子	10	12	海峡西侧-龙口、滦河口-六股河口外海	海峡西, 78	22—24	30—31	10—14	87
		仔鱼	8	8	主要在旅顺西	旅顺西, 14	19—23	31—32	6—14	17
	黄海北部	卵子	28	54	除海峡东较少外, 几乎遍及整个海区	海洋岛南, 392	18—24	31—32	4—18	1479
		仔鱼	29	56	与卵子同, 范围更广, 位置稍偏西	海洋岛南, 160	22—24	30—32	4—18	380
	黄海中部	卵子	16	19	中心北移, 在北部深水区	石岛东北(东经 123°30', 北纬 37°), 202	23—26	31—32	10—20	323
		仔鱼	24	28	基本与卵子同, 南面也有	东经 123°、北纬 36°附近, 103	23—26	31—32	16—20	184
8	渤海	卵子	3	4	长兴岛西, 海峡两侧	长兴岛西, 海峡两侧, 2	23—26	31	6—14	3
		仔鱼	4	5	纪姆角北, 旅顺西	纪姆角北, 6	23—26	30—31	4—10	7

表1 (续)

月份	海区		出现站数	占总站数百分率	出现水域	密集区及最大密度 (粒/米 ² 或尾/米 ²)	环境因子			卵或仔 鱼总数
							水温(°C)	盐度(‰)	透明度(米)	
8	黄海北部	卵子	20	38	除近岸外,几乎遍及中部水域	中部(东经 123° 西、北纬 38° 北附近), 303	25—28	31—32	12—18	658
		仔鱼	32	63	与卵子大致同,但范围较广,沿岸也有一些	中部(东经 122—123°、北纬 38°30'), 524	17—28	30—32	10—18	1722
	黄海中部	卵子	17	20	主要在深水区,与7月份相比稍偏南	东经 122°、北纬 35° 附近, 42	27—28	31—32	12—22	85
		仔鱼	25	28	较分散,沿岸也有	青岛外海, 68	26—28	31—32	12—22	92
9	渤海	卵子	9	14	菊花岛附近、长兴岛西、海峡中部	长兴岛西, 39	24—25	19—31	4—14	63
		仔鱼	18	29	秦皇岛附近、海峡西南	秦皇岛附近, 70	24—25	30—31	2—8	84
	黄海北部	卵子	19	35	比上月份偏南	海洋岛南(北纬 38°30' 附近), 160	24—25	31—32	12—20	301
		仔鱼	24	44	庄河口、海洋岛至烟威一带以及东面	成山角东(东经 124° 附近), 52	24—25	28—32	4—20	111
	黄海南部	卵子	17	28	东经123°以东、北纬36°—37°一带和东经121°—124°、北纬 34°30'—35°30' 一带	东经 121°—124° 北纬 34°30'—35°30', 33	25—26	31—32	10—24	113
		仔鱼	20	33	和卵子大体相同	石岛东(东经123°—124°)和东经 121°—122°, 北纬 35°, 82	24—25	31—32	4—22	198
10	渤海	卵子	—	—	—	—	—	—	—	—
		仔鱼	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄海北部	卵子	1	2	海洋岛西	海洋岛西, 2	19	32	10	1
		仔鱼	3	6	海洋岛东	海洋岛东, 2	19—20	30	6—12	3
	黄海中部	卵子	9	10	北纬 36° 以南,较分散	外海水深区, 49	22	32	4—8	39
		仔鱼	8	9	较分散	青岛东, 8	22	31—32	8—24	10
11	渤海	卵子	—	—	—	—	—	—	—	—
		仔鱼	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄海北部	卵子	—	—	—	—	—	—	—	—
		仔鱼	1	2	海洋岛西	海洋岛西	14	32	8	1
	黄海中部	卵子	—	—	—	—	—	—	—	—
		仔鱼	5	6	北纬 36° 以南、海州湾口外	海州湾口外, 6	18	31—32	6—14	8

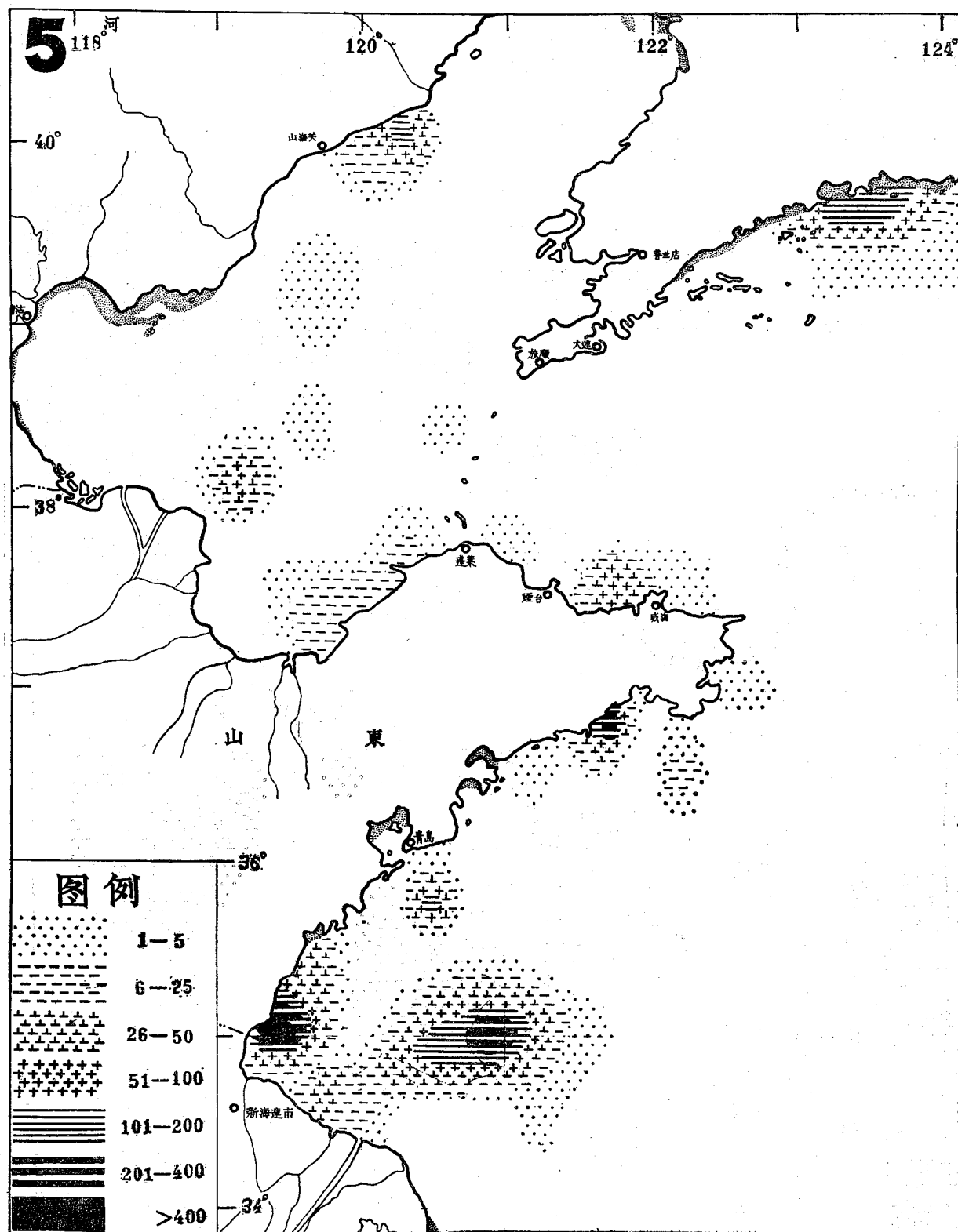


图3 1959年5月鲢鱼卵子分布图

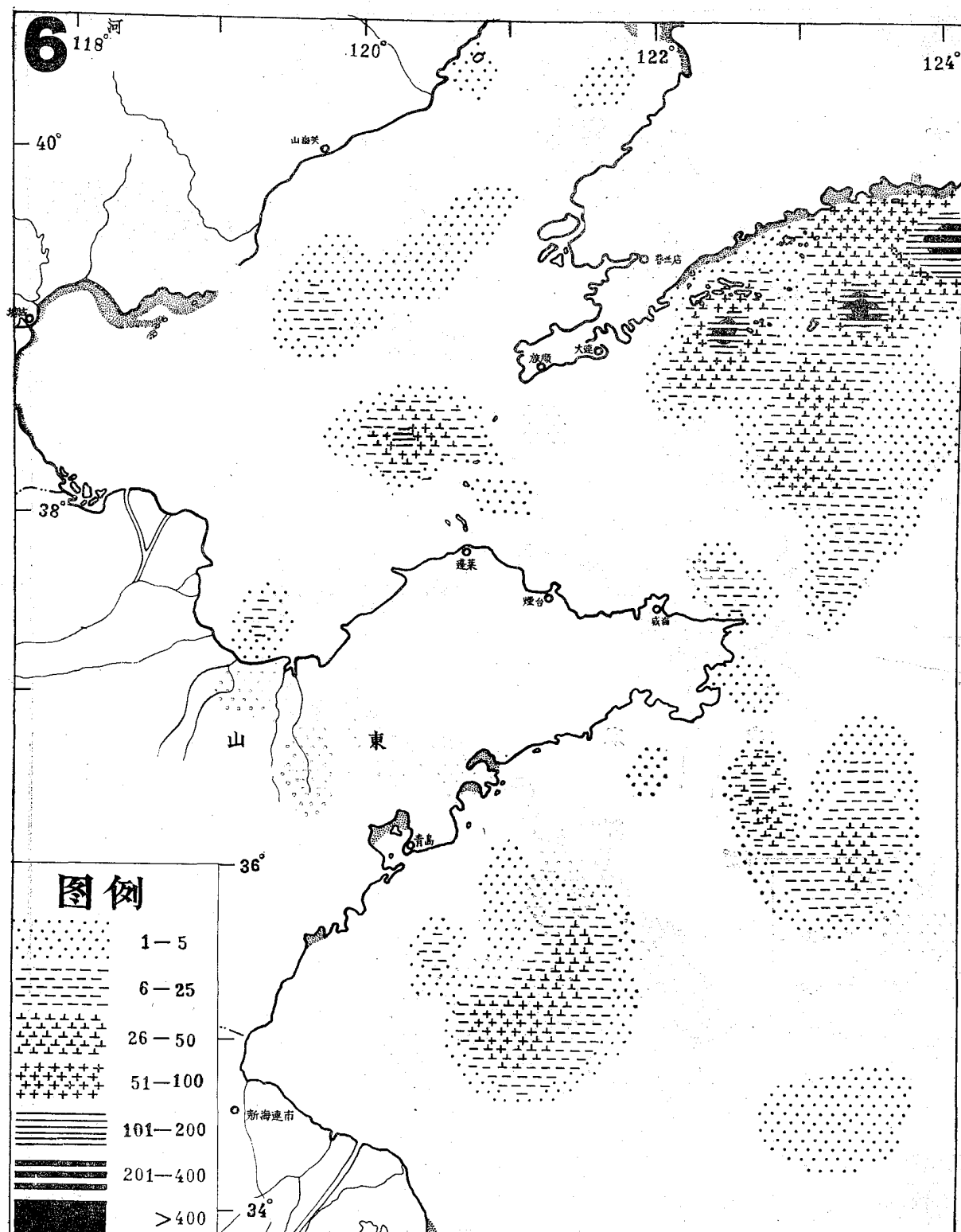


图4 1959年6月鲈鱼卵子分布图

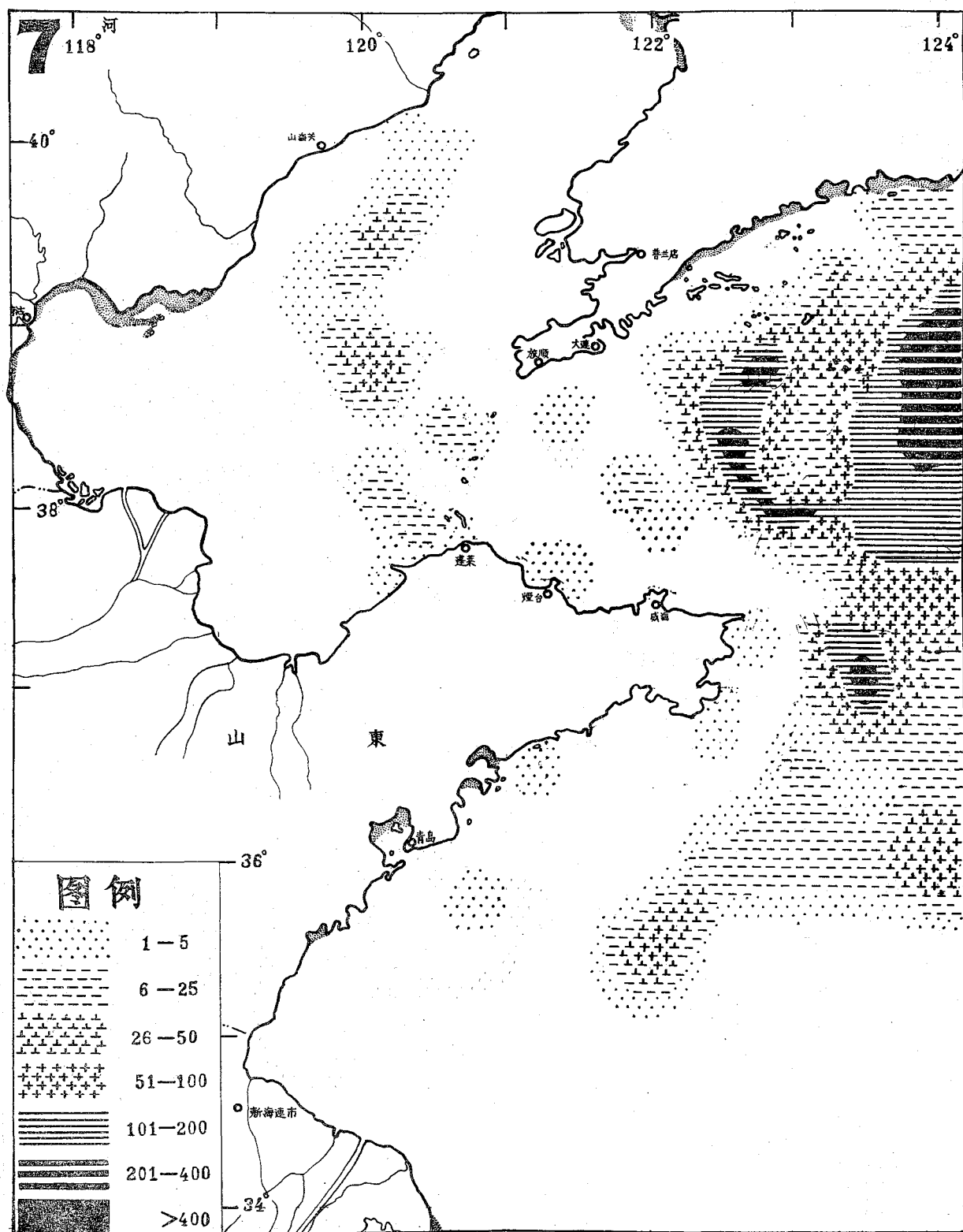


图5 1959年7月鲢鱼卵子分布图

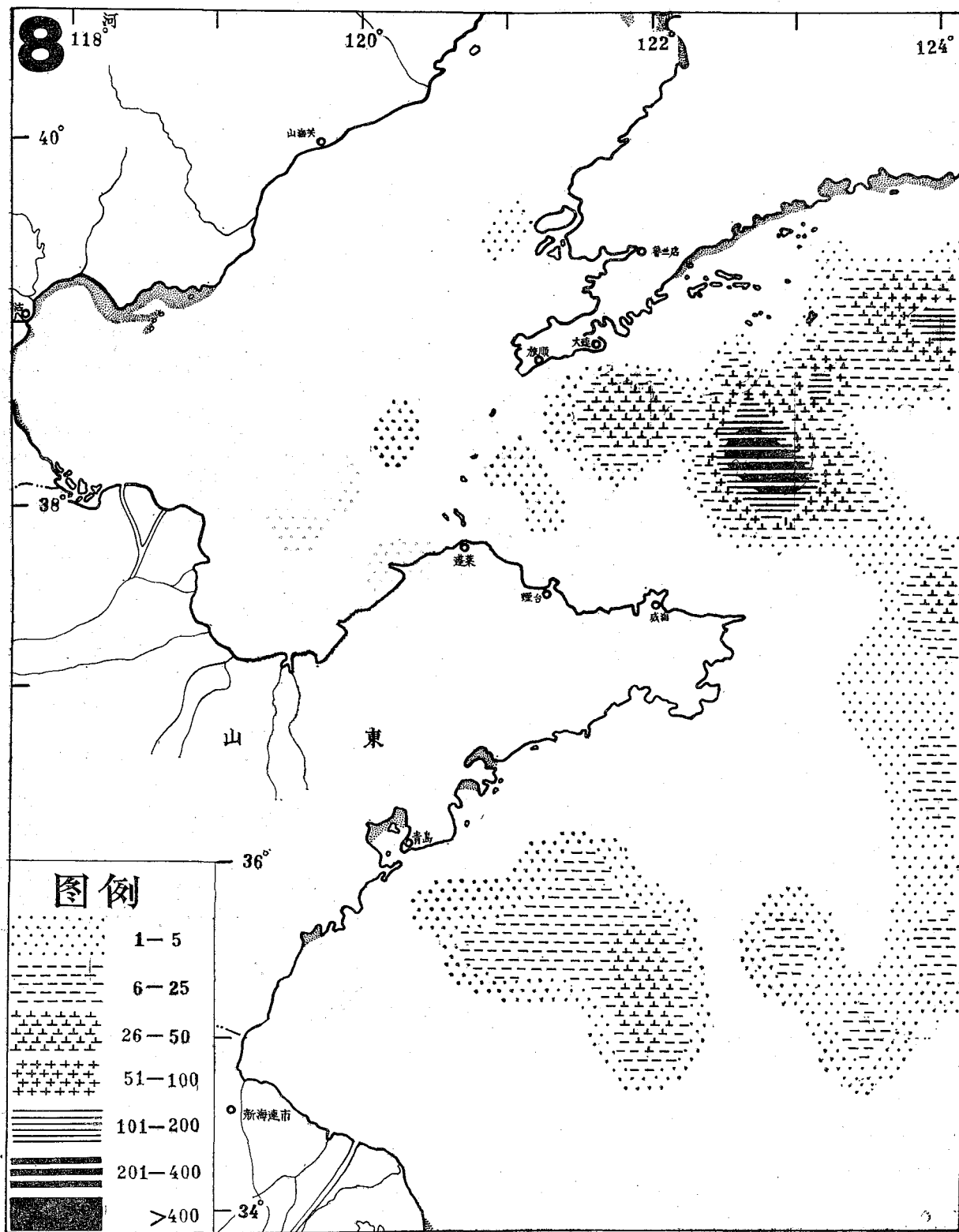


图 6 1956 年 8 月鲢鱼卵子分布图

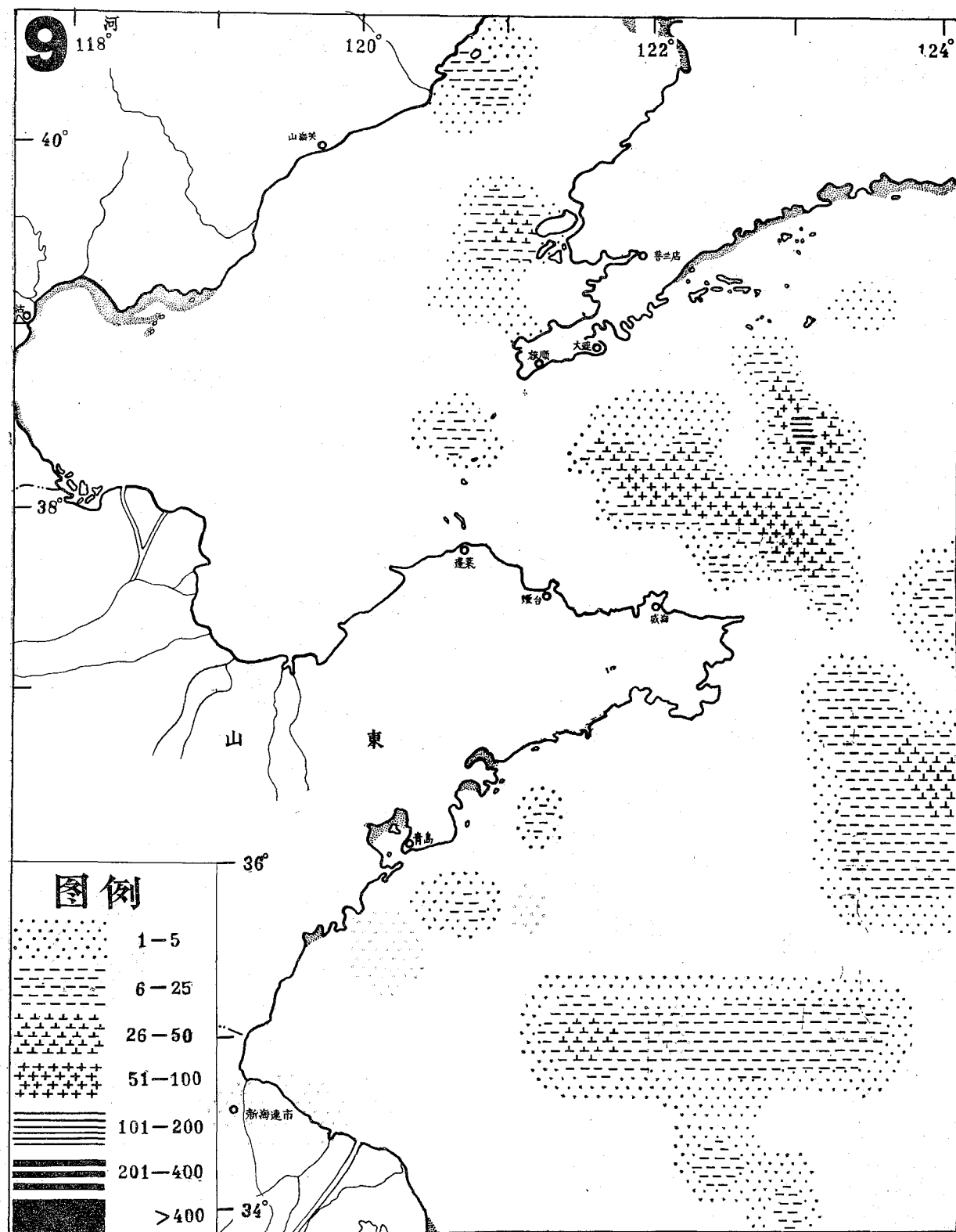


图7 1959年9月鲢鱼卵子分布图

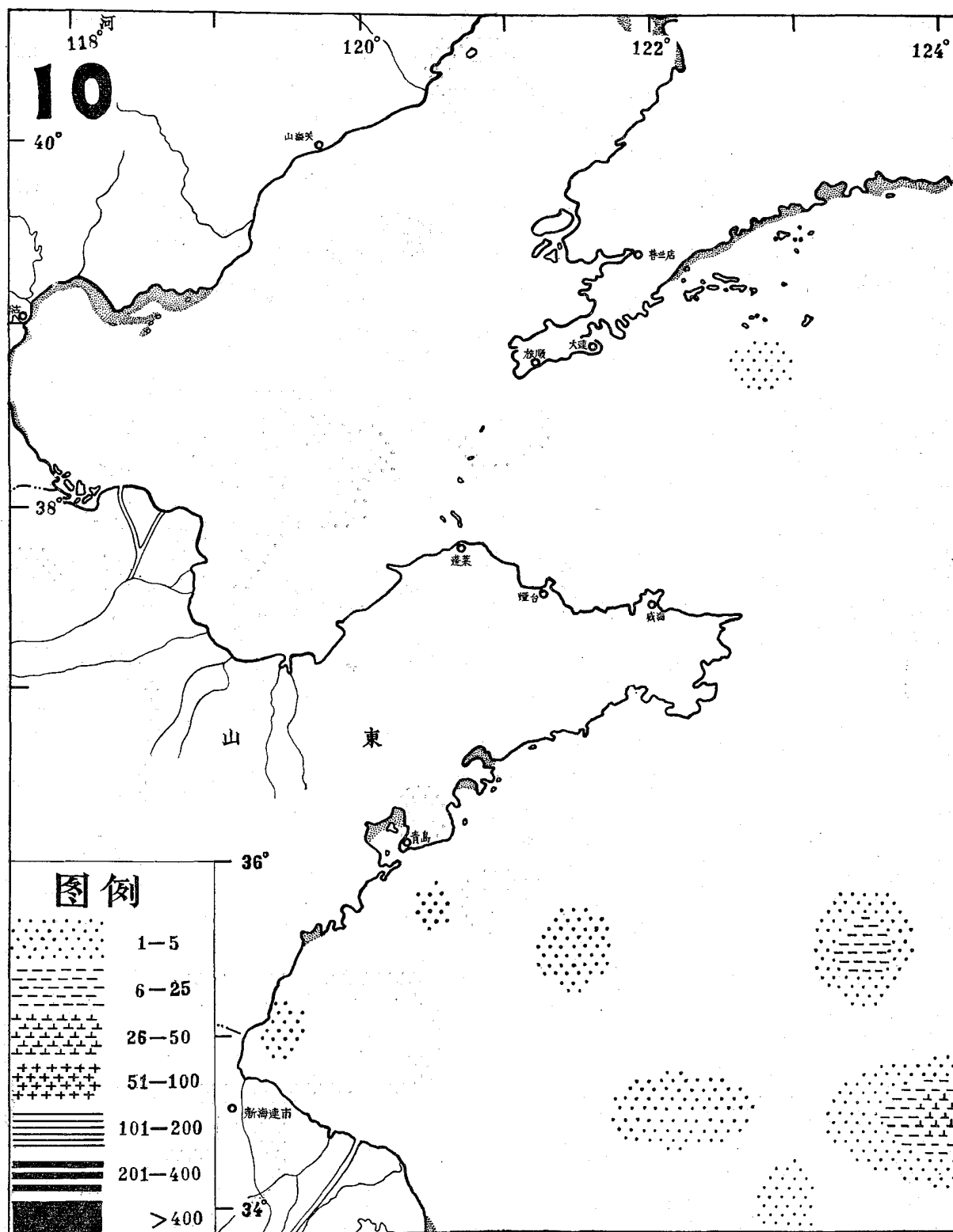
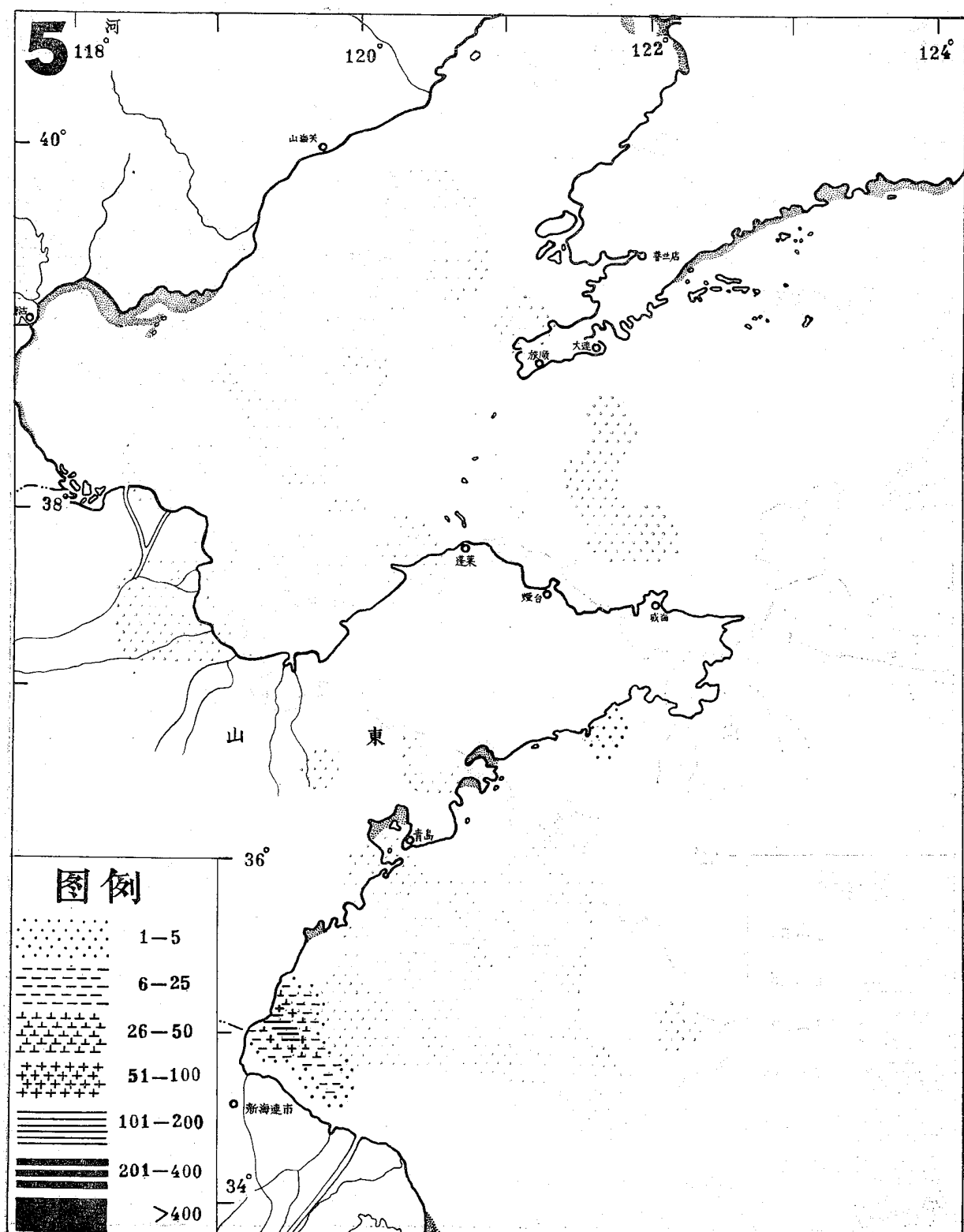


图8 1959年10月鲰鱼卵子分布图



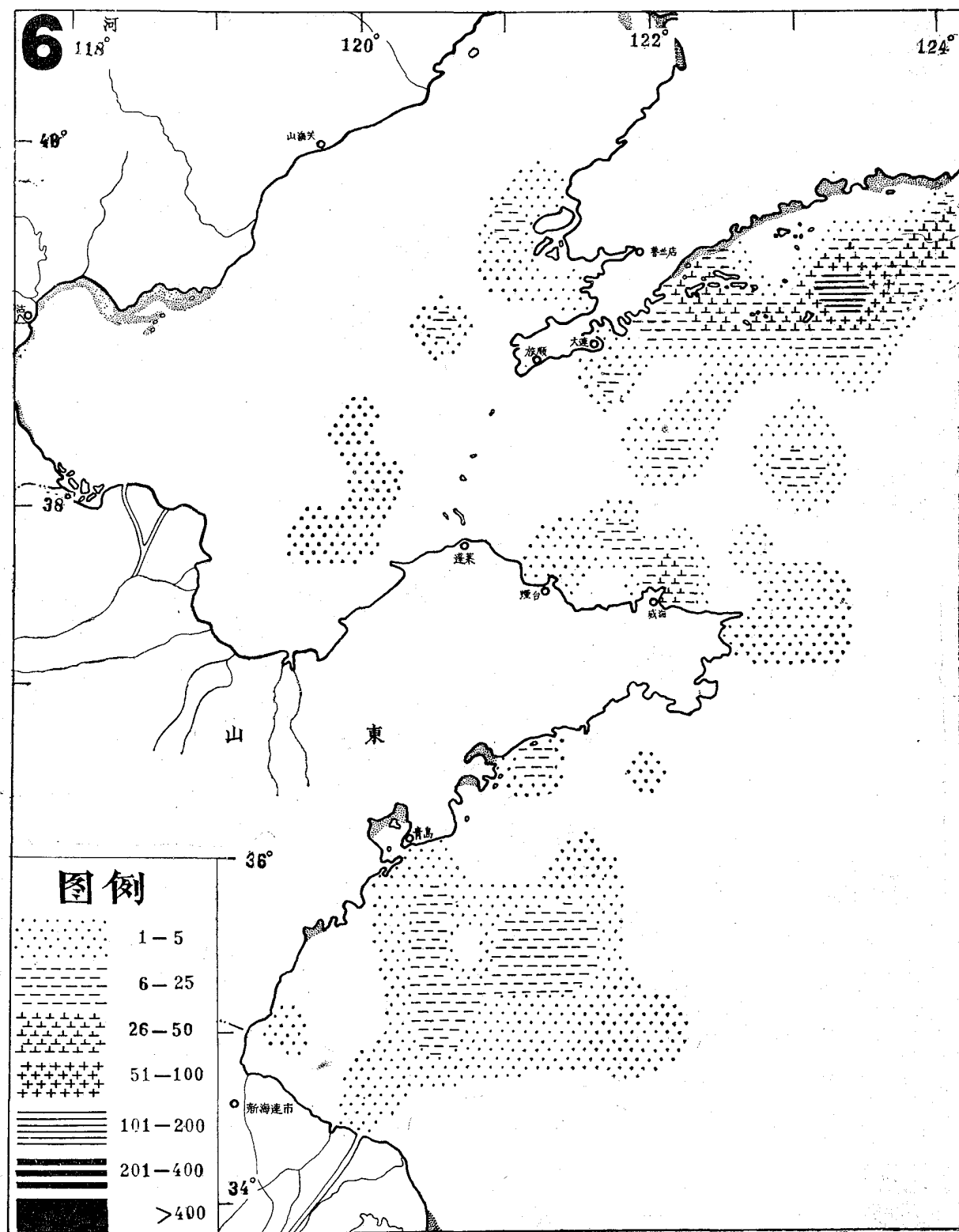
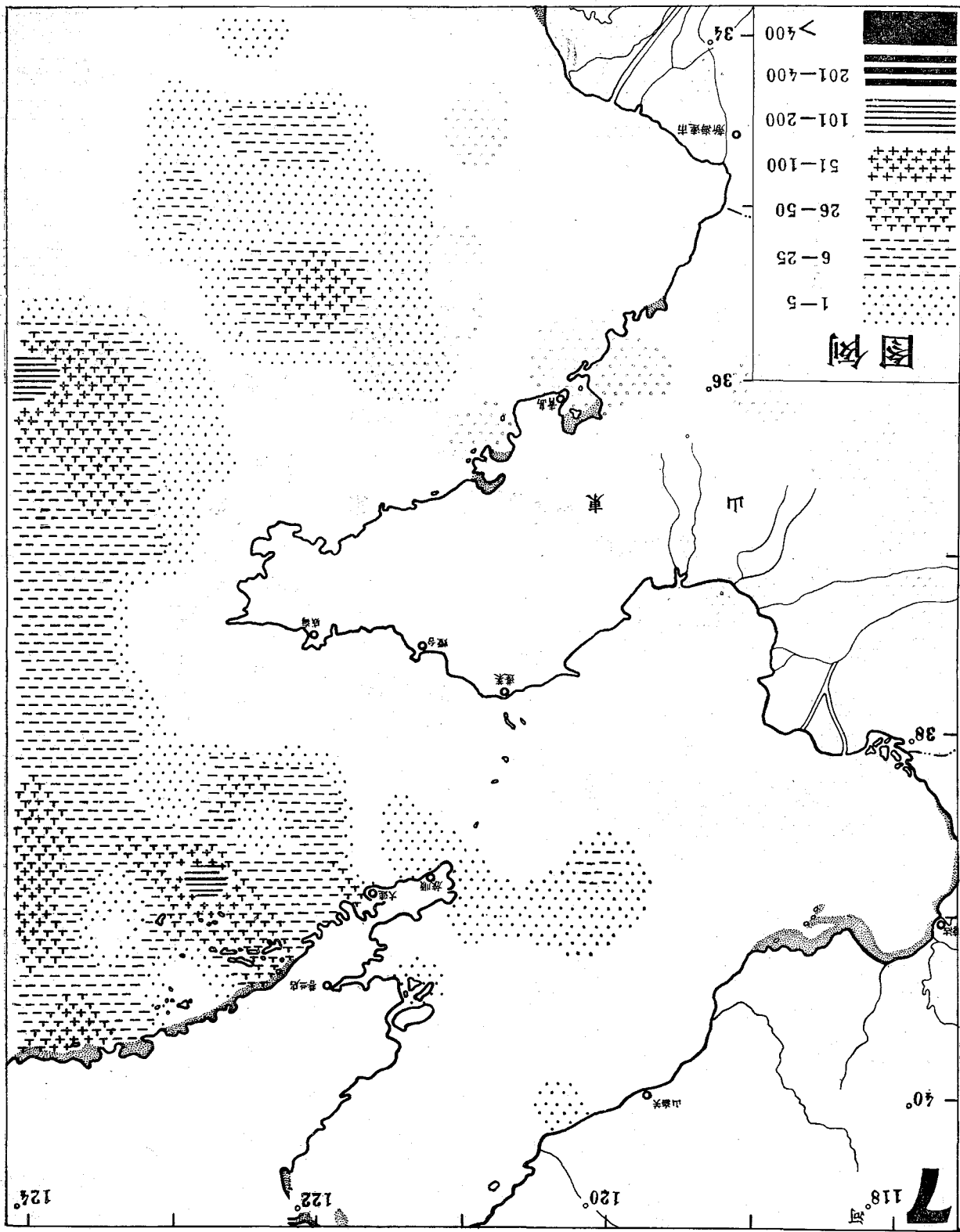


图 11 1959 年 7 月鯉鱼仔鱼分布图



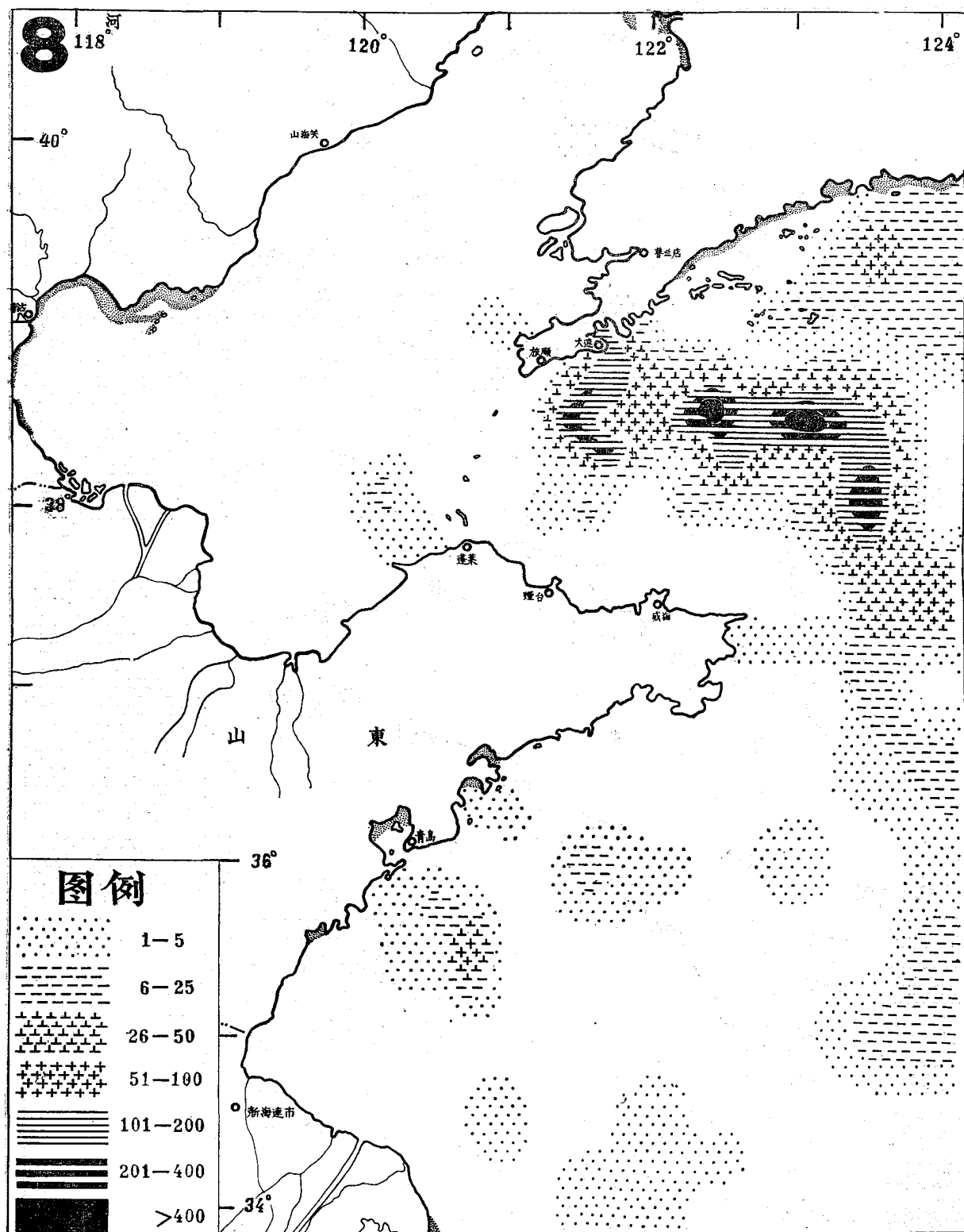


图12 1959年8月鲢鱼仔鱼分布图

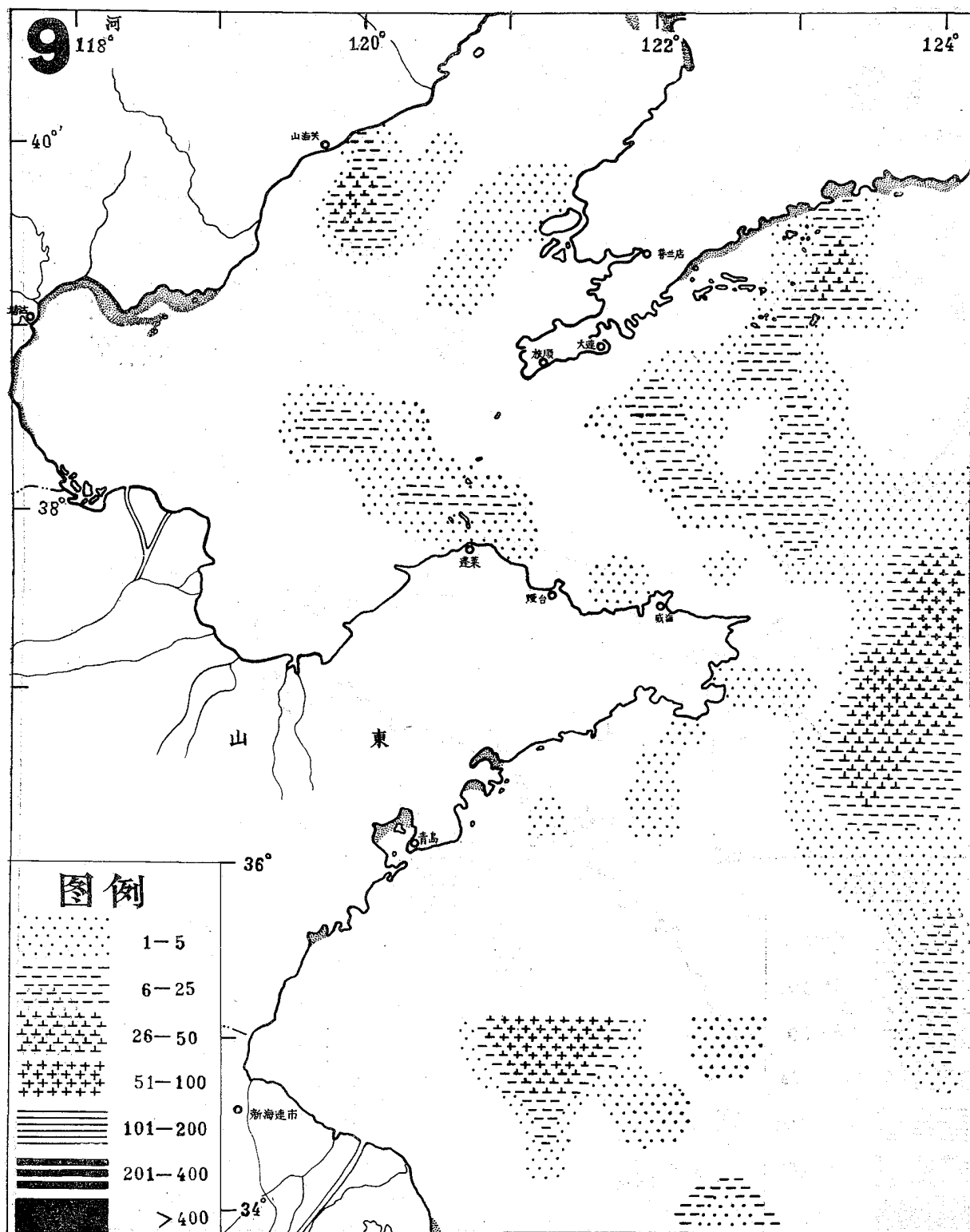


图 13 1959 年 9 月鲢鱼仔鱼分布图

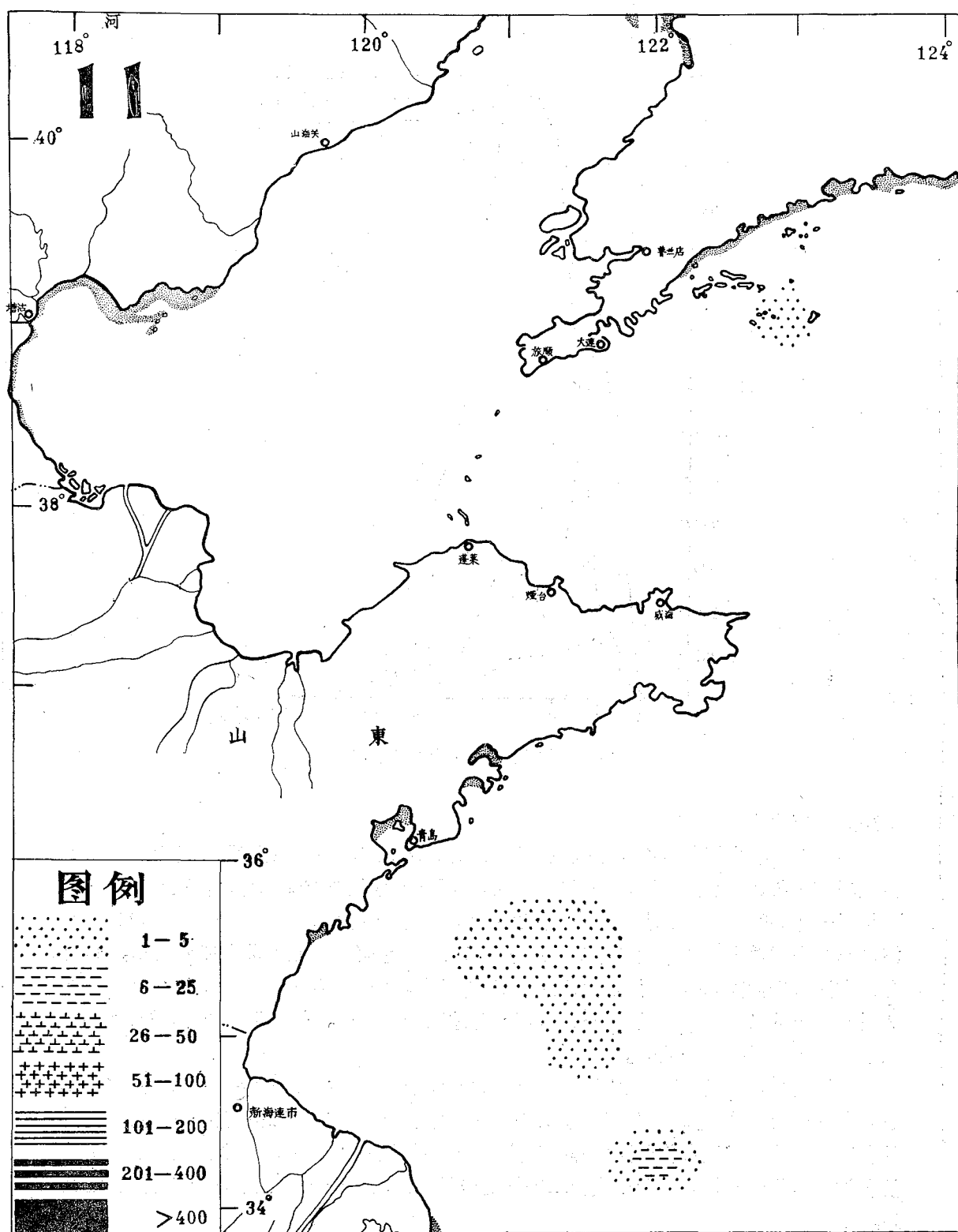


图 15 1959 年 11 月鲢鱼仔鱼分布图

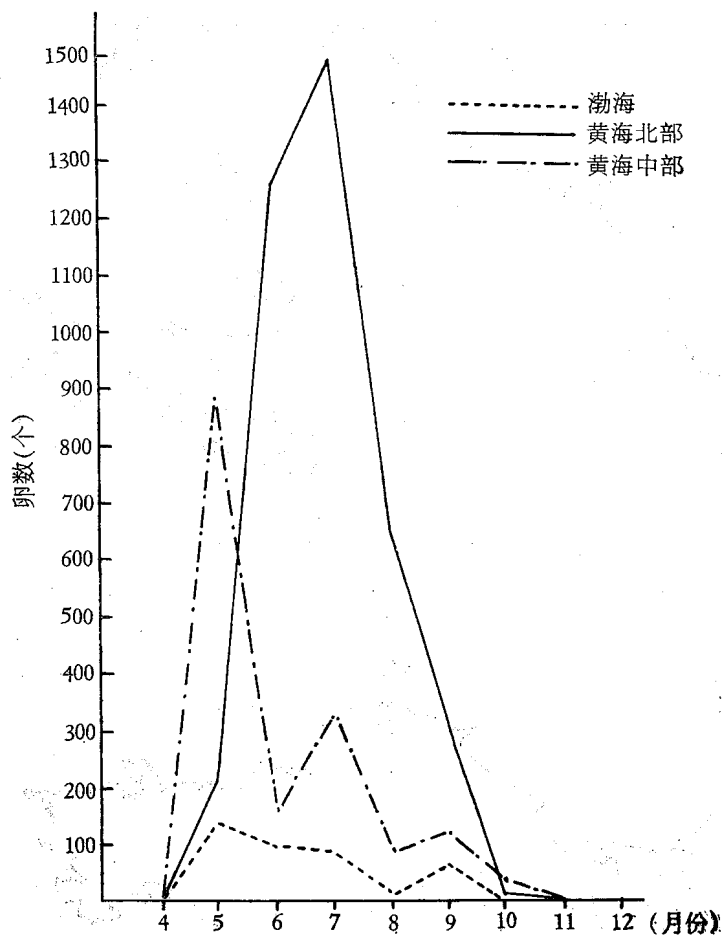


图 16 各海区各月份采得的卵数变动

是鲢鱼产卵的重要特点。

渤海和黄海中部各月份卵子数量有起伏,黄海北部产卵季节只呈现一个高峰(图 16)。根据现有资料,鲢鱼卵子是分批成熟排出的,所以产卵数量会有间隔起伏。至于黄海北部只呈现一个高峰,这可能是由于产卵鱼群继续进入这个海区造成的。一是 5 月份进入渤海产卵的鱼群退出后进入黄海北部,另一是黄海中部鱼群继续北上进入黄海北部。根据是:在渤海产卵高峰是 5 月,随后逐渐衰退,而且产卵场向海峡移动。在黄海中部,5 月至 7 月产卵场从沿岸向外海及北面移动,至 8 月才又转向南移。黄海北部产卵高峰的时间,和这些移动的时间是一致的。

根据在胶州湾昼夜连续取样观察,早期分割卵子出现在午夜至凌晨,由此断定产卵季节鲢鱼在一天中的产卵时间(图 2)。1959 年的调查样品没有定点昼夜连续取样资料,但从各次样品的卵子发育阶段及取样时间分析,仍可推断放卵时间。表 3 是黄海北部 7 月份各站位样品的分析,出现单胞及二胞期的样品均为夜间所采,由此推断产卵是在夜间。

2. 产卵场 产卵场的位置,5 月份主要在沿岸一带,主导因素是水温。4 月份起沿

表 2 卵子及仔鱼分布与环境因子的关系

环境因子	月份 % 类别 范围	5 月		6 月		7 月		8 月		9 月		10 月		11 月		5—11月 总 数	
		卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼	卵 子	仔 鱼
表 层 水 温 (°C)	12	0.33														0.06	
	13	17.73														3.79	
	14	19.21												11.33		4.12	0.03
	15	18.98	6.66	7.49	4.29											5.99	0.68
	16	42.37	93.34	8.03	7.42											11.14	2.70
	17	0.98		65.54	57.97											17.09	7.49
	18	0.41		8.73	14.31									88.67		2.51	2.09
	19			3.76	6.96		3.10					2.41	12.81			0.98	1.51
	20			1.65	4.93		0.14						6.56			0.42	0.69
	21			3.64	2.94	0.41	0.32									1.07	0.44
	22			0.35	1.17	16.49	22.85	0.12				95.17	80.63			5.98	4.57
	23			0.07		34.77	35.88			0.87	1.29	2.41				11.14	6.56
	24			0.79		44.79	28.72		0.09	34.95	21.07					16.98	7.69
	25					0.75	2.09	1.31	0.56	62.69	77.63					5.57	9.92
	26					2.25	6.90	0.53	6.79	1.84						0.89	4.95
	27							58.41	65.87							7.29	36.06
	28							39.55	26.67							4.94	14.60
	29																
	30							0.09								0.01	
盐 度 (‰)	26.0									0.78							0.09
	27.0							0.16									0.09
	28.0																0.45
	29.0	3.53		2.92						2.95	1.01					1.76	0.12
	30.0	7.62		3.47	32.59	2.77	6.78			7.61	23.30	2.41	7.22			4.02	10.63
	31.0	60.27	100.00	79.96	39.32	27.48	38.61	93.46	4.39	43.58	30.14	2.41	59.22			57.99	60.79
	32.0	28.47		12.51	28.09	69.75	54.61	6.54	16.69	45.85	40.98	95.17	26.48	44.28	55.72	35.93	27.67
	33.0	0.08		1.15					0.24				7.07			0.31	0.16
水 色	4	9.40		1.15	0.94		8.99	6.06	2.63	6.31	5.39	77.38	14.00			4.09	3.87
	6	17.39		84.27	69.74	94.61	72.11	32.51	57.48	25.07	32.18	5.08				61.54	57.19
	8	45.46	100.00	3.89	13.29	3.64	6.91	57.40	32.13	39.57	13.79	7.62	26.81	66.67		22.25	24.35
	10	13.45		9.55	11.86	0.78	6.80	3.94	7.33	26.26	15.71	2.41	36.85			8.18	8.79
	12	7.67		0.92	0.69	0.97	5.05		0.22	2.59	13.49		14.93			2.39	2.78
	14	1.85			0.54				0.21	0.21	19.19	7.49	7.41	33.33		0.46	2.59
	16	4.76		0.07	1.84		0.14				0.25					1.04	0.29
	18			0.13	0.22											0.03	0.03
	20				0.86											0.01	0.11
	21																
透 明 度	2	0.35		0.13	1.58		0.14	0.09	0.11		13.23					0.12	1.86
	4	7.39	6.66	4.29	28.58	0.47	6.46		0.16	1.72	2.62	2.41				2.99	5.37
	6	17.75	1.79	20.62	9.28	0.59	2.65	0.12		7.58	1.74	2.41	7.22	33.33		9.93	2.04
	8	40.56	91.54	1.36	4.22	0.14	3.23		0.23	0.87	5.63	5.08	22.33	44.33		9.19	3.84
	10	25.83		9.42	23.97	1.91	3.82	0.12	4.37	2.58	12.46		5.59			8.78	7.68
	12	7.69		58.49	26.16	0.64	1.48	3.03	16.62	11.04	11.39		6.56	11.22		18.17	14.16
	14			2.63	2.92	10.10	11.18	36.43	34.08	16.55	5.12					9.75	21.67
	16	0.17		12.83	3.05	44.44	28.83	19.39	29.03	9.92	14.99	2.41	44.29			17.70	23.41
	18	0.24		0.57		38.86	26.49	36.81	14.49	9.84	8.07					17.91	13.62
	20				0.24	2.84	15.71	1.52	0.28	32.77	19.09	67.59				4.14	5.26
	22			0.28				2.47	0.64	4.05	0.53	5.20				0.74	0.41
	24									3.09	5.11	7.37	14.00			0.29	0.67
	26			0.90												0.23	
	28																
	30											7.49				0.05	

表 3 1959 年 7 月黄海北部垂直拖样品中鲢鱼卵子各发育阶段的百分率

(取样日期: 7 月 8 日—7 月 15 日)

发育阶段 百分率 取样时间	单胞期	2 胞期	4 胞期	8 胞期	16 胞期	32 胞期	64 胞期— 囊胚期	原肠期	胚胎期
18:55									100
23:05							48.8	/	51.2
03:15	0.8						33.3	0.8	65.1
08:00							0.5	71.1	28.4
12:30							60.0	30.0	10.0
19:05								92.3	7.7
00:14		14.3						14.3	71.4
04:15							71.4		28.6
06:56							6.7	62.2	31.1
09:41								100	
13:00									100
15:38									100
18:20									100
00:15				22.2		11.2	33.3		33.3
17:38									100.
06:38							11.1	72.2	16.7
20:45	18.2							9.1	72.7
23:39	0.5	0.5		1.1	2.6	0.5	6.3		88.4
02:46							64.7	3.5	31.8
05:30								20.9	79.1
08:05								98.1	1.9
13:45								33.3	66.7
18:20								100	
12:55								15.7	84.3
17:50									100
21:55		1.8	1.8	7.3	14.5	9.1	7.3		58.2
05:35							100		
20:22									100

岸水温逐渐升高, 鱼群从越冬场开始游向沿岸, 至5月份水温升至 13—16℃, 鱼群就在沿岸产卵。根据山东沿海的渔业调查及其他资料, 沿海定置网具能大量捕到成体鲢鱼是在 4—6 月间, 7 月份以后就很少。从 1963—1965 年在胶州湾青岛附近用浮游生物网采集的资料来看, 一般在 5—6 月鲢鱼卵子最多, 7 月份以后就很少, 有的年份可以延续到 8 月初, 但数量已极少。这一点和本调查资料基本吻合。六月份开始, 产卵场向外海移动, 可能跟盐度、透明度有关。虽然有在盐度为 27‰ 的水域采到鲢鱼卵子的记录, 表 1 也说明有少数仔鱼出现在盐度为 26‰ 的水域, 由此可以推测少数鱼群可在这种盐度的水域产卵, 但一般是在较高盐度的水域产卵。本调查采得卵子的站位, 盐度在 29—33‰, 主要是在 30—32‰, 密集区的盐度主要在 31—32‰。日本资料中的盐度更高, 产卵旺盛的水域为 34‰。从透明度来说, 主要是 6—20 米, 只有少数出现在透明度为 2 米的水域。所以总的来说, 鲢鱼喜欢在盐度较高, 水较澄清的水域产卵。6 月份以后, 产卵场逐渐向外海

移动,可能是因为河水流入海径流量增加,沿岸海水盐度渐低,较混浊,因而产卵鱼群就避开这些水域向外移动。

鲢鱼产卵场范围比较广,几乎遍及调查海区。渤海主要的产卵场是莱州湾东部、秦皇岛近海(五月份)以及海峡西侧至渤海湾口外这一水域。在黄海北部,5月份产卵场主要在庄河口、海洋岛北部至鸭绿江口一带及烟台、威海近海,以后逐渐移至本海区的中部水域。黄海中部,5月份主要在海州湾、青岛及海阳所沿海,7月份离岸移向水深处,8月份中心移至石岛以东,以后又南移。

3. 鲢鱼开发利用的前景 根据现有资料,鲢鱼寿命短,一般只有三龄,少数可达四龄。性成熟快,一般一龄鱼就成熟产卵,繁殖力强,世代更新快。一些资料表明,我国的鲢鱼资源非常丰富,从鲢鱼卵子及仔鱼在渤海、黄海北部及中部三海区的数量分布也证明这一点。鲢鱼卵子及仔鱼的分布广,数量大,延续时间长。在黄海北部,有的站位每平方米达1,540粒卵子。调查的样品中,鲢鱼卵子数量最多。卵子分布面积,以7月份黄海北部为例,半数以上的站位采到卵子,平均每平米104粒,分布面积约12,000平方海里。在1957年烟台外海鲢鱼场的调查取样中,鲢鱼卵子也是最多的种类之一。鲢鱼的怀卵量比较小,为8,000—24,000粒,海区中有大量卵子,说明产卵的鱼群数量不少。到目前为止,这种鱼类资源在我国还未充分开发利用。在山东沿海,一般从7月到11月,有时延至12月初,渔民用大拉网捕捞当年仔幼鱼制成海蜒。至于成鱼生产,除从4月下旬至6月,鲢鱼在沿岸较集中,定置网具能捕到较大量外,一般来说,没有大量捕捞。水产部门曾进行试捕,因存在一些问题,效果还不能令人满意,至今还没有进行较具规模的生产。从一些外国的渔业生产来看,这种鱼类占相当比重。秘鲁1970年渔业总产量为1,261万吨,鲢鱼(*E. ringens*)占1,229万吨,即基本上是鲢鱼。这些鲢鱼主要制成鱼粉供出口。在日本,和我国同一种的鲢鱼,根据1951—1968年的统计,年产量为250,000—450,000吨,占渔业总产量的百分之七。由此看来,我国鲢鱼资源可能是有发展前途的,应考虑开发利用。

参 考 文 献

- [1] 朱元鼎等,1963年。东海鱼类志。科学出版社,107—113页。
- [2] 叶懋中、章隼,1965。黄渤海区鲢鱼的分布、洄游和探索方法。水产学报 2(2): 27—34。
- [3] 成庆泰、张孝威等主编,1962。中国经济动物志,海产鱼类。科学出版社,26—28页。
- [4] 张孝威、何桂芬、沙学绅,1965。牙鲆和条鳎卵子及仔、稚鱼的形态观察。海洋与湖沼 7(2): 158—180。
- [5] 张春霖等,1955。黄渤海鱼类调查报告。科学出版社,43—58页。
- [6] 沙学绅,1962。大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 卵子和仔、稚鱼的形态特征。海洋科学集刊2: 30—43页。
- [7] 沙学绅等,1966。蓝点马鲛卵子和仔、稚鱼形态特征的观察。海洋与湖沼 8(1): 1—8。
- [8] 陈真然、张孝威,1965。斑鲈卵子和仔、稚、幼鱼的形态特征。海洋与湖沼 7(3): 205—220。
- [9] 闵应植(朝鲜),1965。鲢鱼在日本海洄游及其鱼群组成。太平洋西部渔业研究委员会第六次全体会议论文集。科学出版社,220—226页。
- [10] IO. 马尔提,1948。海洋渔业问题。费鸿年译,1959。科学出版社,123—128页。
- [11] 丹羽正一、千田哲资、川口哲夫,1962。隠岐岛周辺の巾着网漁場の生態学のおよび海洋学研究——II. 漁獲対象の卵、稚仔の出現。日本水産学会誌 28(9): 870—875。
- [12] 水戸敏,1961。日本近海に出現する浮游性魚卵——I. 九州大学农学部学芸雑誌 18(3): 287—288。
- [13] 水産社,1972。水産年鑑。339—341页。
- [14] 田村修,1958。本邦産カタクチイワシの研究——I. 种族的研究。日本水産学会誌 23(9): 529—533。
- [15] 辰喜恭五郎、古川一郎,1952。日向灘に於けるイワシ類の資源学的研究第一報: 日向灘産カタクチイワシの

- 産卵に及ぼす海況の要因について。日本水産学会誌 **17**(8—9): 49—54。
- [16] 雨宮育作、羽生功, 1957. 伊勢湾周辺水域に於けるカタクティワシ *Engraulis japonicus* Temmick & Schlegel の生態。水産学集成。东京大学出版会, 603—610頁。
- [17] 服部茂昌, 1964. 黒潮なびきに隣接海域における稚魚の研究。東海区水産研究所報告 **40**: 25—29, 61。
- [18] 神谷尚志, 1916. 館山湾に于ける浮游性魚卵并に其稚兒。水産講習試験報告 **11**(5): 19—26。
- [19] Blackburn, M., 1950. A Biological Study of the Anchovy, *Engraulis australis* (White), in Australian Waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **1**(1):1—74。
- [20] Bolin, R. L., 1936. Embryonic and early larval stages of the California anchovy, *Engraulis mordax*. *California Fish and Game* **22**(4):314—321。
- [21] Fage, L., 1930. Report on the Danish Oceanography Expeditions 1908—1910, No. 6. pp. 6—33。
- [22] Farris, D. A., 1960. Failure of an anchovy to hatch with continued growth of larva. *Limnol. & Oceanogr.* **5**(1):107。
- [23] Mchugh, J. L., 1916. The Migration of Fish. Edward, Arnold, London. pp. 107—111。
- [24] Дехник, Т. В., 1963. Некоторые сравнительные данные о размножении анчоуса *Engraulis encrasicolus* L. *Вопросы ихтиологии* **3**(1):144—157。
- [25] Дука, Л. А., 1963. Питание личинок хамсы (*Engraulis encrasicolus* L.) в Адриатическом море. Труды севасто-польской Биологической станции, АН СССР, том XVI, 299—305。

STUDIES ON THE EGGS AND LARVAE OF *ENGRAULIS JAPONICUS**

Ruan Hongchao

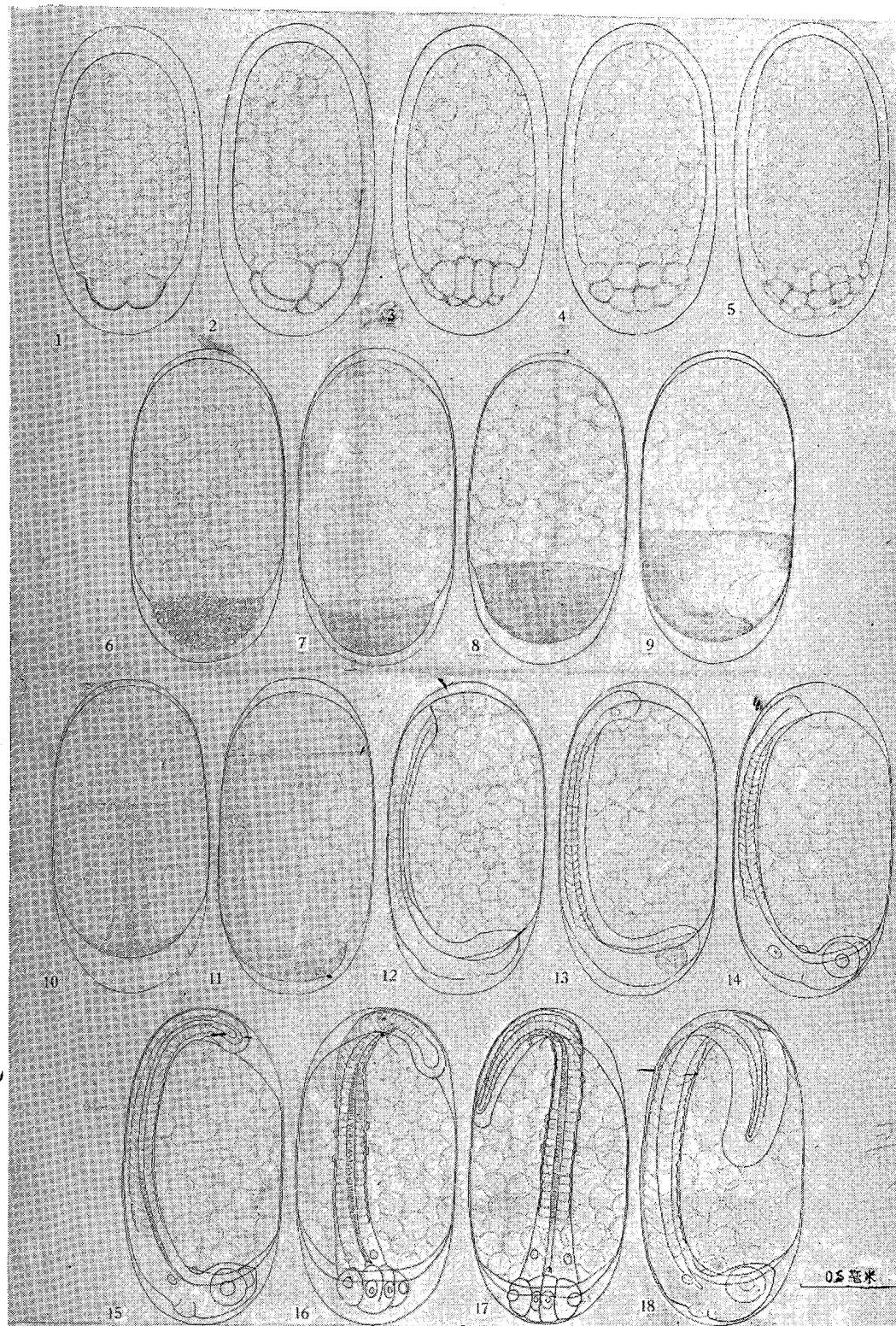
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

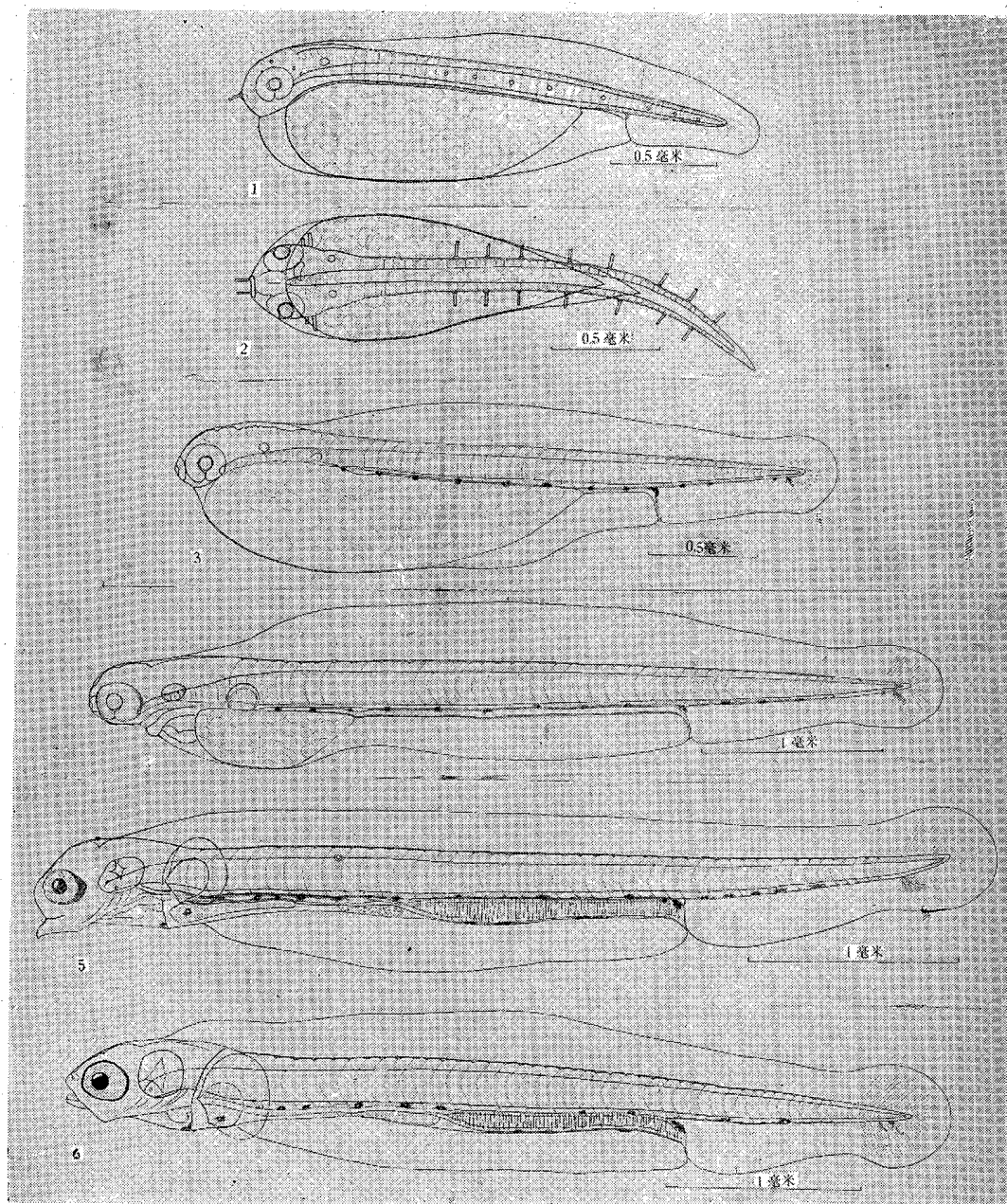
The present paper consists of two parts. The first part describes in detail the important morphological characters of the eggs, larvae and young fish of *Engraulis japonicus* Temminck and Schlegel. Description is based mainly on life organisms. The eggs used for observation were obtained from Jiaozhou Bay, Qingdao, with a plankton net during the spawning seasons in the years 1963 and 1964. The larvae hatched from these eggs were reared successfully in our laboratory to complete metamorphosis. Rearing continued for 76 days, and the largest one of young fishes reached a total length of 60 mm.

The second part deals with the abundance and distribution of the eggs and larvae in Bohai Sea and Yellow Sea. The area of investigation covered was west of longitude 124°E and north of latitude 34°N. Samples were monthly collections made in 1959, by vertical tows with the plankton net having a mouth diameter of 80 cm. The duration of the spawning season of the anchovy, *Engraulis japonicus* is very long, lasting for about 6 months. Spawning, which begins in May, takes place first in coastal waters of less than 30 meters in depth, later, gradually shifting to deeper offshore areas. The surface water temperature of the spawning ground ranges between 13°C and 28°C, and salinity 29—33‰. The spawning area is extensive. Except where the salinity of the water was lower than 29‰ and the transparency of the water was very poor, eggs and larvae occurred in most parts of the areas surveyed.

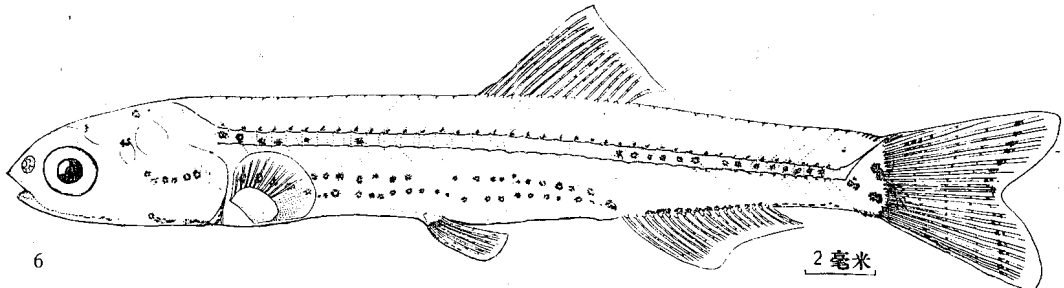
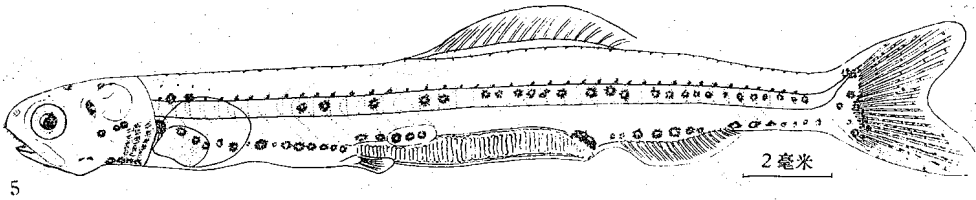
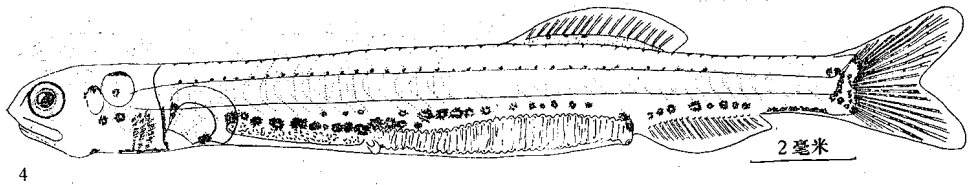
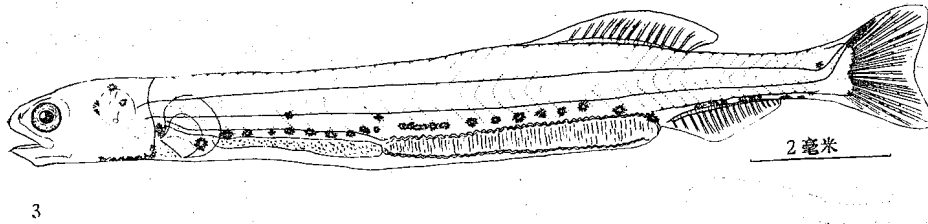
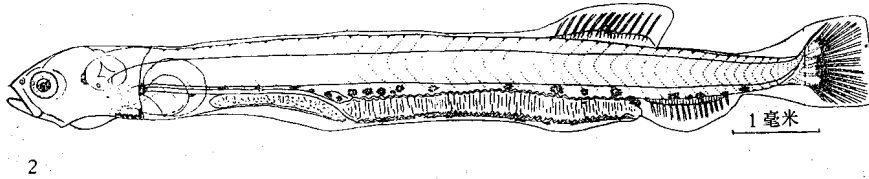
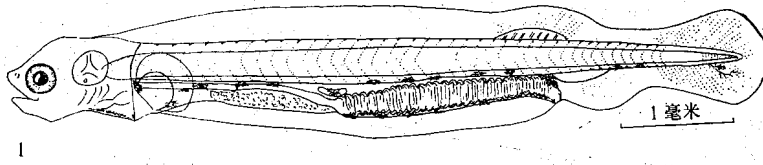
* Contribution No. 733 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



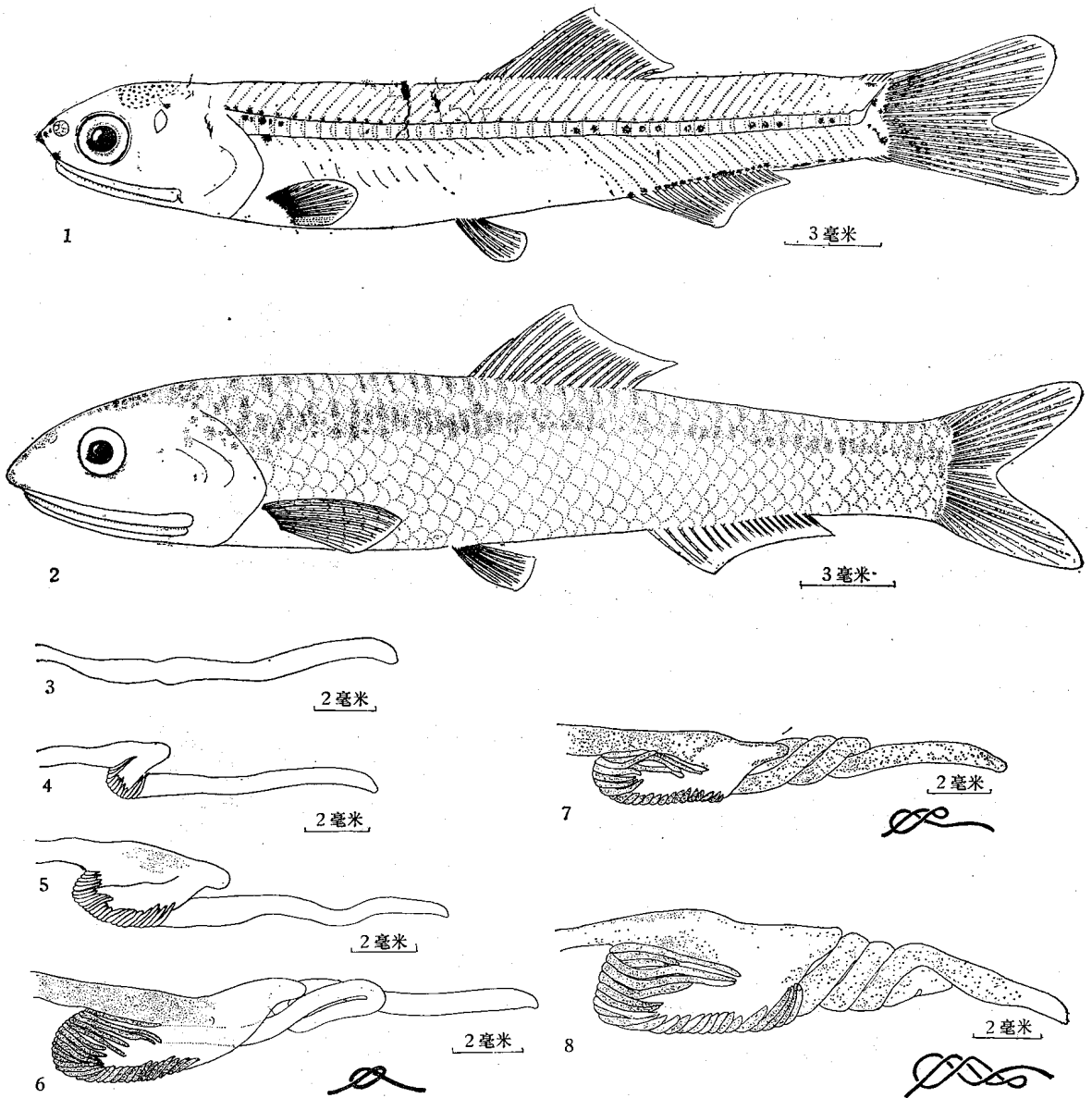
1—4.早期卵裂: 2—16胞(固定标本); 5.32 胞期(固定标本); 6.多细胞期; 7.高囊胚; 8.低囊胚; 9.原肠外包 1/3; 10.原肠外包 1/2; 11.原肠外包 2/3; 12.原口接近关闭; 14.尾芽出现; 15.尾芽延长,肌节约 34 对; 16.尾部绕到卵黄囊腹面; 17.尾部绕到腹面 1/3; 18.孵化期



1.初孵仔鱼；2.初孵仔鱼腹面观；3.胸鳍芽出现；4.口窝形成；5.卵黄囊接近消失；6.后期仔鱼：卵黄完全吸收



1.背鳍担鳍骨出现； 2.臀鳍条出现； 3.背、臀鳍长成，尾鳍分叉； 4.稚鱼期：腹鳍原基出现；
5.腹鳍条出现； 6.胸鳍条出现



1.腹腔为银色所覆盖； 2.幼鱼； 3—5.胃的形成过程； 6—8.肠道盘曲过程