

咸淡水养殖梭鱼的自然繁殖 观察和人工繁殖试验*

中国科学院海洋研究所
海洋鱼类繁殖 研究组

梭鱼 (*Mugil so-iuy* Basilewsky) 为我国北方咸淡水鱼类人工养殖的主要对象, 南方也有养殖, 属鲢科鱼类, 广泛分布于热带和亚热带水域。其中尤以鲢鱼 (*Mugil cephalus* B.) 为甚。由于它们中的大多数种类适盐性广、食物链低、生长快和肉味美, 因而成为海水、咸淡水, 乃至淡水鱼类养殖的很好对象。主要养于印度-太平洋区域、地中海和黑海沿岸。1969年, 在保加利亚瓦尔纳召开的国际生物学计划海洋生产力组 (IBP/PM) 的会议上, 与联合国粮农组织 (FAO) 一道, 把鲢科鱼类列为国际性生物研究课题之一^[23], 受到有关国家的普遍重视。近十多年, 对于鲢科鱼类的人工繁殖研究, 在某些种类上已取得较大进展^{[3, 6-11, 13-22, 24-30]1, 2)}。鲢梭鱼, 可期在几年内, 进入种苗的生产阶段。

我国劳动人民对鲢科鱼类养殖至少已有四个世纪的悠久历史^[2], 积累了极为丰富的生产经验。但自古以来, 都是利用天然种苗进行养殖。近年来, 由于大量兴修水利, 淡水入海的迳流量不断减少, 天然种苗场受到某些影响, 能捕到的天然苗也不如以往丰盛, 加之种苗资源本身因受气象的影响各年也有所变动。为了使生产能按计划进行, 人工繁殖种苗已成为当务之急。

1958年, 我所和原水产部黄海水产研究所合作, 开始了海洋鱼类人工繁殖的试验工作, 对梭鱼等几种海洋鱼类的人工育苗, 摸索到了一些经验。1959年, 由于我们找到了一种适于作为仔鱼饵料的褶皱臂尾轮虫 (*Branchionus plicatilis*), 并初步掌握了它的培养方法, 同时还找到了卤虫 (*Artemia salina*) 休眠卵的大量来源, 为海产鱼类的仔、幼鱼培育找到了合适的活饵料。1960年, 我所在室内进行梭鱼育苗, 取得70%的成活率。1963年, 原水产部黄海水产研究所在室外池中进行梭鱼育苗, 成活率达68%^[3]。此外, 广东水产研究所 (1959)³⁾, 原浙江省农业大学水产学院和原浙江省农业科学院水产研究所 (1960) 在梭鱼的人工孵化和育苗上也分别取得一定成就。1961年, 我所和广东省海南水产研究所合作, 对大鳞鲢 (*Mugil macrolepis*) 的人工授精育苗试验也获得成功。育苗成活率达70%。1959年, 原福建水产研究所等单位与我所合作, 进行梭鲢 (*Mugil carinatus*) 的人工诱导排卵获得成功。1963年, 福建水产研究所和厦门水产科学研究所, 对鲢鱼的人工

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第402号。

1) 张其永、郑郭煦: 梭鲢人工孵化试验初步报告, 1959。

2) 袁永基、郑澄伟、谭元聪: 大鳞鲢卵子及仔幼鱼形态及仔鱼生态习性的观察, 1964。

3) 广东水产研究所: 红眼鲢人工授精孵化试验成功, 1960。

诱导排卵取得初步成果¹⁾。

1967年,我所和原天津淡水渔业公司工农养殖场合作,对咸淡水养殖梭鱼的人工繁殖开始进行研究。并在人工诱导排卵方面取得成功,所获卵子得到受精和孵化。1968年,中国科学院实验生物研究所的部分同志也参加了这项试验。当年共获得一千万卵子,其中有二百万卵子获得受精。孵苗十四万多尾。因受寒潮影响,大量胚卵在即将孵出前,或在孵出仔鱼之后不久死去。最后仅培育九百余尾达2公分以上的梭鱼苗。这一年的试验,为咸淡水养殖梭鱼的全人工繁殖打开了“通途”。1969年,养殖场由地方移交给部队,我所继而与中国人民解放军某部队进行合作,一直到1972年截止。1969年,室外池塘育苗成活率达30%,育成6厘米以上的梭鱼苗二千尾左右。这些苗经过越冬,到第二年春天,体长达20厘米以上。1972年,经过人工诱导排卵的亲鱼,在池塘中自行产卵和受精,并孵出仔鱼。这对咸淡水养殖梭鱼的人工繁殖来说,又迈开了新的一步。

本文总结了六年来(1967—1972)咸淡水养殖梭鱼人工繁殖试验所取得的初步成果。对咸淡水养殖梭鱼的生物学特性以及自然繁殖也作了初步观察。现将这一材料发表,供有关单位参考。

一、官港湖梭鱼自然繁殖及其生物学观察

(一) 官港湖的基本情况

官港湖为一封闭咸淡水湖位于天津南郊区、小站镇正东10公里,距塘沽约15—20公里。湖的面积为一万二千多亩,有效水面七、八千亩。湖周围的浅滩和浅水区种有芦苇。绕湖一周约为12公里。四周原为荒芜的盐碱地带,1965年已开垦为水稻良田。湖的北侧有一条马厂减河,为农业灌溉水源;湖的南侧有一条外边河,为工业排污河流。

1958年前,官港湖通过上述两河与海相通,因而进行“纳苗”养殖。自1958年海河建闸以后,该港即成为一个封闭性的咸淡水湖,全靠人工投放鱼苗进行养殖。养殖种类除梭鱼外,还放养有鲢、鳙、鲮、鲤、鲫和河蟹、虾等。1960年曾进行一次大“清港”(即把湖水几乎排干进行大量捕捞)。此后,除了1964、1965、1967和1972年没有投放梭鱼苗外,其余各年都从河口捕捞一定数量的天然梭鱼苗放养于湖中。各年梭鱼苗放养数量列于表1。

表1 各年投放的梭鱼苗数量

年份	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
放苗数(尾)	不详	200×10 ⁴	—	—	5×10 ⁴	—	不详	60×10 ⁴	30×10 ⁴	20×10 ⁴	—

官港湖梭鱼各年生殖季节的盐度列于表2。该湖盐度受排灌水的次数以及水的来源影响较大,因而每年的盐度都有差异,一般波动于2—8‰之间,有时由于春季大量引进河水,盐度可降至1‰以下。

1) 福建省水产科学研究所和厦门市水产科学研究所:“港养鲮鱼(*Mugil cephalus*)人工繁殖研究初步报告”。1974。

表 2 官港湖梭鱼各年生殖季节的盐度

年 份	1967	1968	1969	1970	1971	1972
盐度‰	6.91—7.68	5.20—6.28	3.00	1.56—2.94	3.19	4.85—7.21

在生产管理方面。每年初春,当湖冰融化后即开始开闸排水,其目的有三:(1)让湖水变浅,鱼可相应集中,便于生产捕捞;(2)让湖边浅水区的底部获得充分曝晒,促使底泥矿化以增加肥力;(3)湖内水位变低以便纳进新水。捕捞生产主要集中在春、秋两季,夏季因水温高、鱼较活跃不易捕获。加之气温高,鱼货不易保鲜,因而较少捕捞。生产上用的捕捞工具主要是箔旋(或称套旋),其次是丝网(或称刺网)。每年总产量约 20 万斤,高产年份可达 60 余万斤。梭鱼生产多的年份可占总产量的三分之一左右。冬季湖面封冻,为了不致使鱼闷死,需在湖面打若干冰眼通气。

(二) 在封闭性水体内梭鱼的性腺发育和成熟

为了证实梭鱼能否在官港湖内性腺发育和自然繁殖,我们作了梭鱼性腺发育的宏观和微观观察,也进行了拖卵调查。同时,为了人工繁殖的需要,也有必要对梭鱼的性腺发育、生殖周期、排卵类型、怀卵量以及产卵期等进行详细的观察和分析。性腺分期基本上依据 Мейен, В. А. (1939) 等的叙述划分为 6 期^[31]。组织切片用石蜡包埋,以苏木精-伊红染色。

1. 性腺构造及其分期

(1) 卵巢构造及其分期

梭鱼卵巢成对,呈长囊状(早期呈细线状和圆棍状),对称地悬挂于体腔背侧,属被卵巢型。其中卵母细胞吸收营养的方式属于辅助型中的卵泡型。卵巢囊壁(或卵巢套膜)系由结缔组织和平滑肌组成。卵巢内壁突出许多蓄卵片,卵母细胞则在此上发育生长。卵巢内侧有动脉和静脉血管分布。卵巢具有内腔,称卵巢腔。成熟卵脱离滤泡后,从蓄卵片上落入卵巢腔中储集待产。卵巢稍微缩小的后端联合成极短的输卵管通向生殖孔。

卵巢分期:

I 期——当年生幼鱼具有。卵巢呈透明的细线状,紧贴于体壁背侧面,肉眼不能区分性别。切片上可见以不规则多角形的稚龄时相为主体的卵母细胞(图版 I:1)。

II 期——正发育或产后重复发育的个体具有。卵巢呈透明的腱状,因微血管的分布略呈肉红色。肉眼看不清卵粒。卵径为 0.10—0.13 毫米。平均成熟系数为 0.46%。

此期卵巢又可区分为性未成熟的 II 期和重复发育的 II 期卵巢(记录上以 II' 表示),其宏观和微观特征区别如下:

性未成熟的 II 期,卵巢套膜薄,血管不发达,呈肉红色,颜色均匀。而重复发育的 II' 期的卵巢套膜较厚而松弛,颜色较未产过者略深,或呈紫肉红色,有时基部色深。在切片上观察,前者卵巢套膜薄而均匀一致,其中血管和结缔组织不发达,卵母细胞发育均匀,是以一层滤泡时相为主体,其它还有 I 期所具有的各级卵母细胞(图版 I:2);而后者卵巢套膜厚而不均匀,血管和结缔组织甚多,不全能见到一层滤泡时相的卵母细胞,有时还会出现

超过该时相的卵母细胞,或能见到未吸收完的残留物质(图版 III:3)。

有时出现 II—III 的过渡期,其特征是肉眼能见到极小的白色卵粒。卵径为 0.26—0.45 毫米,切片上主要特点是在卵母细胞细胞质中开始出现液泡(空泡),最初是一层,而后出现多层。

III 期——性腺开始成熟的个体具有。肉眼能清楚地看到小而圆的卵粒,彼此不易分离。卵巢占腹腔 2/3—3/4,呈淡桔黄色。血管较上期粗而分支略多。卵径为 0.53—0.59 毫米。平均成熟系数为 2.4%。从切片上可以看到以开始积累卵黄时相的卵母细胞为主体,此种卵母细胞已能见到辐射膜(*Zona radiata*),并具有两层滤泡上皮。此外,还具有一层滤泡时相卵母细胞以下的各级卵母细胞(图版 I:3—4)。

IV 期——即将成熟的个体具有。卵巢呈长囊形,膨大柔软而充满腹腔,呈桔黄色。卵巢膜薄而透明,卵粒大而充满卵黄,呈圆形或多角形,彼此容易分离。卵巢上血管十分发达。卵径为 0.72—0.99 毫米,平均成熟系数为 10.3%。从切片上看,本期以充满卵黄时相的卵母细胞为主体。为便于挑选亲鱼进行人工诱导排卵,我们又将本期细分为 IV₁、IV₂ 和 IV₃ 三个阶段。主要依据油球的形成和细胞核所处的位置来划分。IV₁ 卵的特征是:卵巢内的卵子富有弹性,呈杏黄色、不透明,卵黄质分布匀称,在解剖镜下看不到小油滴,而在切片上能见到许多分散的油滴。核居中位(图版 II:1 和 VI:1)。IV₂ 卵的特征是:卵子在解剖镜下观察,可以看到许多油滴,卵呈杏黄色、不透明。卵母细胞核居中位(图版 II:2 和图版 VI:2)。IV₃ 卵的特征是: 卵子内的小油滴逐步汇集成单一油球,卵桔黄色仍不透明,核已开始偏移至动物极(极化)(图版 II:3 和 VI:4)。

V 期——即将产卵或正产卵的个体具有。卵巢极为膨大,充满整个腹腔,呈淡桔黄色。成熟透明卵自滤泡中释出,游离储集于卵巢腔中。卵径为 0.86—1.09 毫米左右,油球径为 0.41—0.53 毫米。最高成熟系数可达 45%。此时提起鱼头,或轻压鱼腹,透明卵即源源流出体外。从切片上看,以脱离滤泡膜的成熟卵为主体;此外,还能见到大量皱缩的空滤泡和部分以小生长期为主的卵母细胞(图版 II:4)。

VI 期——产卵后的个体具有。卵巢已大为松弛缩小,呈皱缩的厚囊状,紫红色充血,尤以卵巢末端充血为甚,有时卵巢内有紫色粘浆。切开卵巢可以看到少量小型卵及残留的透明卵,有时见不到透明卵。成熟系数下降到 2% 左右。从切片上看,见有许多空滤泡(见图版 III:1)及大量小生长期的卵母细胞,还偶而可见初积脂肪时相和个别初积卵黄时相的卵母细胞。以后逐渐退化并被吸收。在退化吸收过程中,往重复发育 II 期过渡的卵巢为 VI—II 期卵巢(见图版 III:2)。VI—II 期的卵巢,其套膜很厚,切片上除了小生长期的卵母细胞外,还可见到未被吸收完的卵母细胞残留物,其中血管和结缔组织都很发达,这也证明是性成熟过的卵巢。这种 VI—II 期的卵巢在老龄鱼中,从 1967 年 3 月下旬到 5 月下旬都见到过(该卵巢本不应在此时出现)。看来,老龄鱼所具有的这种卵巢,恢复得很慢,以致不能参与当年的生殖。

随着水温的升高,在 5 月中旬,曾见有退化的 III 期和 IV 期卵巢;这种卵巢初见时好似正常的 III、IV 期卵巢,但仔细观察,卵粒中的油滴已泡化。这样的 IV 期退化卵巢(图版 III:4),作诱导排卵是无益的。

(2) 精巢构造及其分期

梭鱼精巢位置与卵巢相同,成对,呈致密的带状,早期粉红色,后期则为乳白色。随着发育,横切面由三角形变为肾形。内部由许多排列不规则的精囊壶腹组成。壶腹间充满结缔组织。精囊壶腹又由许多精胞构成,每一精胞中充满着发育一致的生殖细胞。而各精胞间的发育是有先后的。精胞间被一层很薄的滤泡细胞所分隔。当精子形成时则进入精囊壶腹,再由此而进入精细管,又由精细管集成总的输精管,两个输精管相连成一短的输出管而通入生殖孔。

精巢分期:

I 期——当年生幼鱼具有。精巢呈透明的细线状,紧贴于体壁背侧,肉眼不能区分性别。切片上组织致密,精囊壶腹尚未形成(图版 IV:1)。

II 期——正发育或产后重复发育的个体具有。精巢呈扁平的细带状,宽约 3—4 毫米,长度占腹腔 2/3,主血管明显,平均成熟系数为 0.1%。

此期精巢又可区分为性未成熟的 II 期和重复发育的 II' 期精巢(简称 II' 期精巢),其宏观和微观特征区别如下:

性未成熟的 II 期精巢呈浅粉红色,稍透明,颜色均匀。而重复发育的 II' 期精巢,呈扁平的细带状,结实致密,色泽较深,有的呈黄褐色,其外表或断面常可见有咖啡色小麻点(未被吸收完的残留物质)。在切片上观察,前者组织均匀,精囊壶腹形成,形状较规则,壁薄,其中可见大型精原细胞(图版 IV:2);后者看来组织不均匀,精囊壶腹壁皱缩而厚,其中有大型精原细胞及少量未吸收完的块状物(残留物质)(图版 V:4)。

III 期——正成熟的个体具有。精巢较上期肥大,呈玫瑰色或淡粉红色的长带状,横切面呈三角形,长度约占腹腔的 3/4,用刀切或针刺无精液溢出,更挤不出精液。平均成熟系数为 5.9%。切片上可见精囊壶腹增大,其中形成精胞,而在各个精胞中雄性生殖细胞从此继续发育,本期性细胞处于后期精原细胞急剧繁殖期(图版 IV:3)。

IV 期——即将成熟的鱼具有。精巢很肥大,乳白色,长度占腹腔的 4/5,几充满整个腹腔,横断面观察,二侧边缘呈钝圆形,整个横断面呈肾形。刺之有浓稠精液溢出,加压可以挤出少许精液,IV 期末在输精管中见贮有乳白色精液。前期在切片上可见精囊壶腹达较大体积,各精胞充满不同发育阶段的精细胞(图版 IV:4);本期末精细胞由精胞释放到精囊壶腹中来(图版 V:1)。平均成熟系数为 8.4%。

V 期——排精的个体具有。精巢更加肥大,充满整个腹腔,呈乳白色。输精管中贮满精液,加压时可挤出精液,但不甚流畅。后期时,将鱼头向上提起,则大量溢出精液。成熟系数最高为 15.0%。切片上可见各精囊壶腹达最大体积,其中可见发育一致的精子充满整个组织(图版 V:2)。

VI 期——产后个体所具有。精巢体积大为缩小,表面上有皱褶,变得硬而扁,色黄白,加压可以挤出少量残留的精液。平均成熟系数为 3% 左右。本期切片上可看到精囊壶腹已经萎缩,精囊壁变厚,呈不规则的中空凹穴状。其中有的精子已排出,有的还残留部分精子于精囊壶腹中(图版 V:3)。

此后精巢处于 VI—II 的过渡期,精巢变得结实且厚,淡褐色,常可见有咖啡色小点分布。切片上见精囊壶腹萎缩而厚,其中有一些块状残留物质存在。此阶段中残留的精子正处于迅速退化吸收过程。其后再转化到重复发育的 II' 期(图版 V:4)。

2. 生殖周期及各期的延续时间

从对官港湖梭鱼大量分析结果来看,梭鱼是多周期的鱼类,在正常情况下,其生殖周期是一年产一次。这从年龄鉴定资料和性腺切片资料都得到了证实。但由于养殖条件各年度有所变化,因此性腺发育各年度也有所不同,有的本应一年一度发育的,但由于受不利环境条件(如湖水变淡)的影响而不育。

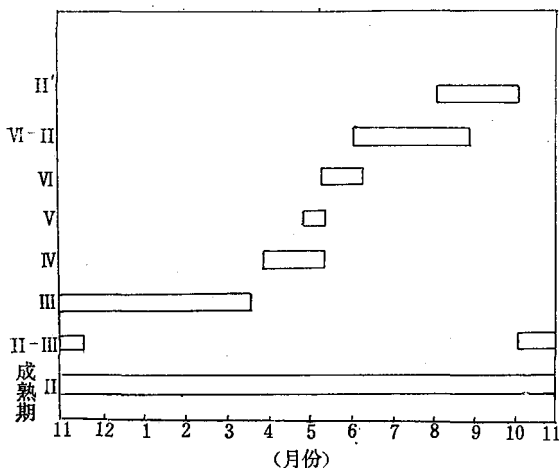


图1 1968年官港湖梭鱼卵巢各成熟期正常出现时间

1968年,官港湖梭鱼卵巢各成熟期延续的时间(见图1)是: 生殖期(V)——从4月下旬到5月上旬;产后期(VI)——5月初到6月初;恢复期(VI—II)——6月到8月中下旬;重复发育期(II')——8月到10月;越冬期(III)——11月到3月中;产前期(IV)——3月底到5月初。

上述时间只是各期主要出现时间,由于鱼个体间性腺发育的不一致性,前后会有月份的交叉,而在同一时间内就会出现二到三种成熟期,特别是在4、5月内,同时出现IV、V、VI期。3月到4月,就有III期和IV期的出现。

到4月下旬就已有V期卵巢的出现。

3. 产卵期和产卵时间

根据生物学测定资料,和湖中梭鱼卵的调查以及从湖中捕获排卵亲鱼进行人工受精情况来分析。群体产卵期从4月下旬一直延续到5月下旬(从湖中最后采到一次梭鱼胚卵的时间是在5月27日)。产卵盛期在4月下旬到5月上旬。根据1968年湖中采到梭鱼胚卵的时间,水温和卵裂期推测,产卵时间可能在凌晨3—4时。同年,两个1.5亩的亲鱼池中也有个别梭鱼产了卵,产卵时间约在上午9时前后,而在湖中观察到两次自然产卵是在日落之时。梭鱼产卵时的环境情况列于表3。

表3 梭鱼产卵的环境情况

地 点	日 期 (年.月.日)	面积 (亩)	水深 (米)	日水温(°C)	盐度(‰)	pH 值
官港湖	1968.5.1	12×10 ³	1	15.2—17.5	5.75	8.60
III-2 池	1968.5.10	1.5	1	14.0—20.3	5.35	8.60
III-3 池	1968.5.14	1.5	1	14.5—20.5	7.67	8.64

1972年从湖中捕捞亲鱼的情况来看,在早晨6—7时捕到的亲鱼,多属已排卵待产的个体,而在近午11—12时捕到的鱼,多属刚产过卵不久的梭鱼。以上观察到的事实说明,梭鱼在湖中的自然产卵时间,多出现在日出和日落前后。

4. 梭鱼的排卵类型

1967年对梭鱼进行人工受精时,发现一尾成熟雌鱼,卵流出后仅剩下空卵巢套膜,游离卵全部流尽。后经切片检查,在组织切片上没有看到充满卵黄时相的卵母细胞和成熟的卵母细胞,只看到许多皱缩的空滤泡和小生长期的卵母细胞(图版 III:1)。从卵巢的卵子组成来看,只具有一份在该年度能达到成熟的充满卵黄时相的卵母细胞,它们是同步性发育的,显然系属于一次产卵的排卵类型。偶而也能见到少量未产尽的透明卵滞留在卵巢内,随后亦将逐步退化和吸收。

5. 怀卵量

1968年,我们从官港湖渔获物中,选出 67 尾发育到 IV 期的梭鱼卵巢作为怀卵量的测定。每个卵巢取其血管面中部的 1 克卵子,用 5% 福尔马林溶液固定后计数(无卵黄的卵子不计数)。计算了各鳞轮组的绝对怀卵量,计算结果列于表 4。

表 4 1968 年官港湖梭鱼各鳞轮组平均个体的绝对怀卵量 (r)

鳞 轮 组	3	4	5	6	平 均
$r(\times 10^4)$	$\frac{35.0}{20.3 \sim 66.3} (16)^*$	$\frac{46.1}{23.4 \sim 65.3} (47)$	$\frac{71.9}{63.9 \sim 80.9} (3)$	103.1(1)	$\frac{45.4}{20.3 \sim 103.1} (67)$

* 平均数 (尾数)
波动范围

官港湖梭鱼的绝对怀卵量变动在 20—103 万粒间,一般为 30—60 万粒(占测定总数的 72%),平均为 45.5 万粒。总的趋势是绝对怀卵量随着鳞轮组、长度和纯体重的增长而增加。

6. 年龄、生长和性成熟

(1) 年龄组成

分析材料是在 1967 年从官港湖渔获物中取得的。由于梭鱼鳞片上的轮纹比较清晰,我们以它作为年龄分析的依据。从分析结果来看(见表 5),1967 年官港湖中的梭鱼群,由 6 个鳞轮组(1—6 个鳞轮)所组成。最高的年龄(6 鳞轮组)应是在 1961 年出生的鱼。没有发现更高的年龄组,是由于在 1960 年曾经进行过一次大清港的缘故。值得注意的是,该湖在 1964—1965 两年未曾放养过梭鱼苗,作为一个封闭性的水域,在年龄组成上不应该是连续性的,而应该缺少 2 和 3 鳞轮组,即 1964 和 1965 年出生的梭鱼。可是从年龄组

表 5 1967 年官港湖梭鱼的年龄组成

尾数及% 鳞轮组		1	2	3	4	5	6	Σ
性 别	尾数	1	11	121	100	9	14	256
	%	0.39	4.29	47.26	39.06	3.51	5.47	100
♂	尾数	—	10	49	30	2	5	96
	%	—	10.42	51.04	32.25	2.08	5.21	100
♀ + ♂	尾数	1	21	170	130	11	19	352
	%	0.28	5.97	48.29	36.93	3.13	5.39	100

成的分析结果表明,1964和1965两年官港湖中养殖的梭鱼曾出现过自然繁殖。

(2) 生长

从表6可看出,雌雄鱼每年体长的增长除第一周年外,每年大约以25—85毫米的速度增长,但每年个体间的体长差异显著。

表6 1968年官港湖梭鱼各鳞轮组的平均体长

体长 (毫米) 鳞轮组 性别	1	2	3	4	5	6
♀	—	$\frac{316}{305 \sim 325} (3)$	$\frac{356}{320 \sim 483} (65)$	$\frac{381}{331 \sim 490} (145)$	$\frac{466}{368 \sim 506} (12)$	$\frac{511}{494 \sim 554} (5)$
♂	220(1)	$\frac{303}{294 \sim 340} (2)$	$\frac{335}{291 \sim 380} (45)$	$\frac{380}{336 \sim 474} (35)$	$\frac{451}{380 \sim 478} (5)$	—

平均
波动范围 (尾数)

(3) 开始性成熟的年龄、长度和重量

官港湖梭鱼开始性成熟的年龄、长度和重量,受环境条件的影响较大。1967年,我们从该湖中捕到一尾2鳞轮雄鱼,体长为240毫米,纯体重为200克,和另一尾2鳞轮雌鱼,体长为265毫米,纯体重为240克,这两尾鱼都已达到排精、排卵的成熟程度。但在1968年的情况就不一样。2鳞轮组的梭鱼,雌、雄鱼的性腺均处于Ⅱ期或Ⅱ—Ⅲ期的状态。只有3鳞轮组以上的鱼才达到完全性成熟。从该湖中捕来进行人工受精的鱼,其中雌鱼的体长在330—340毫米,纯体重在410—470克之间。雄鱼体长在291—370毫米,纯体重在365—600克之间。

雄鱼早熟者一周年即可达性成熟,2周年后普遍达到成熟。雌鱼早熟者二周年可达性成熟,三周年后普遍达到性成熟。雄鱼达到初次性成熟要比雌鱼早一年。从重量来看,我们曾发现过半斤重的雌鱼达到性成熟的,雄鱼则更小即可达性成熟。

(三) 梭鱼在官港湖内自然繁殖的讨论

费鸿年等人(1960)曾较详细地叙述过红眼鲮(*Liza haematocheila*),即梭鱼,在我国海南岛博鳌海边的产卵行为¹⁾。南开大学生物系在天津南大港和北大港内曾采集到个别排卵的梭鱼个体²⁾。鞠长城(1974)报道过鲮鱼(可能为梭鱼之误)在河北张家口囿囿淖咸水湖中出现自然繁殖的迹象³⁾。温彭尼等人(Wimpenny, S. R. et al., 1935)和埃尔-扎卡等人(El-Zarka, S. et al., 1968)曾报道过阿联咸淡水湖中大头鲮和尖鼻鲮的自然繁殖^[12,29]。但梭鱼在官港湖这一咸淡水封闭性水域中能否自行繁殖,这是我们所要讨论的问题。

官港湖原名官港,自1958年海河建闸以后,官港与海完全隔绝了联系,港四周为稻田

1) 费鸿年、郑修信、吴琴瑟。鲮鱼的生殖习性和孵化, 1960。

2) 南开大学生物系:“梭鱼养殖”, 1975。

3) 鞠长城: 鲮鱼(*Mugil cephalus*) 在囿囿淖自然繁殖的初步观察, 1974。

所包围。此后,官港即成为一个封闭性的咸淡水湖。1958年前,港中养殖的梭鱼种苗主要是依靠开闸纳苗。自海河建闸以后,每年需要组织人力和捕苗工具,到河口港汊捕苗,进行投放养殖。

据渔场的职工反映,1964和1965两年未曾组织人力捕苗放养,但在春季生产过程中曾捕到大量流卵和排精的成熟梭鱼。随后在这两年的秋季出现大批当年生幼梭(体长约12—15厘米)。1967年,我们对该湖梭鱼群的年龄组成进行了分析,分析结果表明,不仅存在这两年的年龄组鱼,而且占1967年梭鱼渔获物总数相当高的百分比,这两个年龄组的总和超过50%。这就进一步证实了,1964和1965这两年,官港湖中的养殖梭鱼,确实出现过自然繁殖。

1967和1968两年,湖水盐度约在5—8‰。这个范围内。1967年,我们在该湖中捕到11尾成熟流卵的梭鱼,当即进行人工授精并获得仔鱼。1968年,从4月17日到5月17日,先后从该湖中陆续捕到21尾成熟流卵的梭鱼,经人工授精,受精率一般在40—50%间,个别达71%。从4月22日到5月27日,我们还在湖中进行过9次拖卵检查。采得若干梭鱼胚卵、最早的发育期为四细胞期。这些胚卵多在上午7—8时采到的。同年,我们还在III-2和III-3号亲鱼培育池中采到过梭鱼的活胚卵。除此之外,在5月4日和6日傍晚,还在湖中两次观察到大批梭鱼的产卵行为:正当夕阳西下,湖面水平如镜,忽然,见到湖面沸腾起来,水花四起,无数梭鱼频频跃出水面,相互追逐,这种情景大约持续30—45分钟,随后才慢慢平息下来。遗憾的是,当时我们都没有带浮游生物网立即采卵检查。但这种活动情形和我们在1972年在池塘中进行人工诱导梭鱼产卵时所见的产卵行为十分相似。以上所观察到的事实证明,有一部分梭鱼在1967和1968这两年中,确实在湖中出现过自然产卵。

1969—1971年,湖水盐度下降到只有2—3‰。在这三年中,梭鱼的卵巢发育特别差,尽管鱼都长得非常肥,鱼的内脏及皮下均积累大量脂肪,但从未捕到一尾成熟流卵的梭鱼。甚至要挑选一些适于进行人工诱导排卵的试验用鱼,都极为困难。

1972年,该湖水的盐度回升到5‰以上。这年湖中梭鱼的卵巢发育,普遍有所好转。从4月16日起到5月1日止,共捕到4尾排卵待产的鱼,经人工授精获得30—70%的受精率并孵出了仔鱼。还捕到4尾刚产过卵的鱼。以上事实说明,官港湖养殖梭鱼,在1972年也出现过自然产卵。

综上所述,梭鱼在官港湖这样一个封闭性的咸淡水水域中,有部分梭鱼能够进行自然繁殖是毫无疑问的。这一产卵过程并非年年如此。看来,盐度和营养,尤其是前者对梭鱼的卵巢发育成熟以至排卵、产卵具有很大影响。正如上面所述,1969—1972这三年中,由于湖水盐度下降到5‰以下时,梭鱼不仅没有出现自然产卵,连卵巢的发育也受到了一定影响。

对于盐度的影响问题,阿布拉罕(M. Abraham, 1975)对生活在不同盐度水域中鲮鱼的垂体进行比较分析后指出:淡水鲮鱼比起海水鲮鱼含有更多的催乳素。从垂体切片上来看也表明,海水鱼的促性腺细胞的数目要比淡水鱼的高。他认为,催乳素对于促性腺素的合成或释放起着一种抑制作用^[1]。湖北省水生生物研究所等单位对海水梭鱼和淡水梭鱼的垂体切片进行比较观察后也指出:淡水梭鱼的垂体前叶相应扩大,而间叶则相应缩

小,间叶的缩小说明了促性腺分泌机能受到了影响。埃克斯坦 (B. Eckstein, 1975) 的工作发现:生活在淡水中的鲮鱼,卵巢内积累了大量的脱氢表雄甾酮 (DHA) 和 11-酮甾丸甾酮 (11-ketotestosterone),后者在硬骨鱼中是一种有效力的雄性激素。因此他认为,这种激素的累积,可能抑制排卵激素的释放或破坏了正常生殖活动所需激素的体内平衡^[11]。

赫列波维奇 (B. В. Хлебович 1974) 在他所著的《生物学过程的临界盐度》一书中指出:5‰到8‰盐度是生物内部和外部环境的一个普遍“关卡”(barrier),超过这个“关卡”将引起生物体特性上不同程度的改变^[32]。官港湖历年(1967—1972)梭鱼的卵巢发育情况与盐度之间的关系也说明了,5‰的盐度,似乎是梭鱼卵巢发育的一个临界盐度。盐度在5‰以上时,梭鱼卵巢的发育与成熟就比较顺利。在5‰以下时,梭鱼卵巢的发育与成熟就受到一定的影响。

二、咸淡水养殖梭鱼的人工繁殖试验

鲮科鱼类的人工繁殖,近十年来已取得较大进展。在亲鱼培育方面,夏威夷的工作者,采用人工藻牧场和对光期、温度进行控制,在培育鲮鱼亲鱼方面取得了很有意义的成效。通过对光和温度的控制,提早了鲮鱼的产卵季节^[14,26]。

目前,对于鲮科鱼类人工繁殖比较成功的有以下几种:鲮鱼 (*Mugil cephalus*)、梭鱼 (*M. so-iuy*)、大鳞鲮 (*M. macrolepis*)、稜鲮 (*M. carinatus*)、大头鲮 (*M. capito*) 和特氏鲮 (*M. troschelli*)。以下主要叙述我们六年来利用天津市南郊区官港咸淡水湖养殖的梭鱼 (见图版 X:4) 为材料,在咸淡水中进行人工繁殖试验的结果。

(一) 亲鱼产前培育

1967年冰封期前(10月)和1968年的化冰期后(3月),我们先后两次从官港湖箔旋渔获物中挑选2鳞轮组以上的梭鱼318尾,分别养于5个水面为1.5亩的养鱼池中。以马粪、鸭粪肥水和投喂粉碎后的豆饼与高粱,进行2—4个月的产前强化培育。培育结果列于表7。经过产前的强化培育,有27—82%的卵巢发育到IV期,其中有些雌亲鱼用于人工诱导排卵试验,并获得成功排卵与受精。有些亲鱼池,如III-2池、III-3池和2号池都发现个别雌鱼自行产卵。在III-2池中还采到自然受精卵以及胚体卵。

表7 亲鱼的产前培育结果

池 号	II-2 池	III-2 池	III-3 池	III-4 池
面积(亩)	1.5	1.5	1.5	1.5
放养日期	1967.10	1968.3	1968.3	1968.3
放养尾数	58	39	78	73
每亩放养数	39	26	52	49
水 源	官港湖水	官港湖水	官港湖水	官港湖水

续表 7

池 号		II-2 池	III-2 池	III-3 池	III-4 池
盐度(‰)		4.25~8.93	4.49—7.11	7.67—8.01	—
施 肥 (公斤)	马 粪	275*	35	175	395
	鸭 粪	60	60	30	—
投 饵 (公斤)	高 粱	1.5	—	—	—
	豆 饼	12.5	12.5	17.5	17.5
IV 期卵巢百分率(%)		27	82	47	51
备 注		—	1968年5月10日9时池面发现受精卵,发育到胚体死亡。同年5月14日又发现有受精卵,并采到一个活的胚体。	1968年5月10日9时,发现大量浮卵,没有受精。	—

(二) 梭鱼人工诱导排卵(或产卵)

鲷科鱼类的人工诱导排卵(或产卵),近十年来已取得迅速进展,如利用本种鱼的垂体,或绒毛膜促性腺素(HCG)诱导梭鲷排卵获得成功¹⁾。鲷鱼方面的研究就更多了。有分别单独使用本种鱼垂体,金鲷(*Mugil auratus*)垂体、HCG、鲑促性腺素(SG-G100)等制成匀浆或溶液后注射而获得诱导鲷鱼排卵成功的;有采用本种鱼垂体分别与HCG、促黄体发生素(LH)或西纳荷林(Synahorin)和维生素E相结合注射的办法,取得诱导鲷鱼排卵成功的;也有采用SG-G100分别与HCG、西纳荷林或脱氧皮质酮醋酸盐(DOCH)相结合办法注射,促使鲷鱼排卵成功的^{[8,14,15,17,20,27]2)}。除了梭鲷和鲷鱼外,还有大鳞鲷^{[13,25]3)}、大头鲷^[30]和特氏鲷等^[7]。大多数是借助于垂体注射而获得诱导排卵成功的。

在本研究中,分别单独利用梭鱼垂体、鲫鱼垂体、鲤鱼垂体匀浆,或HCG水溶液以及黄体酮油剂等注射办法而获得诱导梭鱼排卵成功的。此外,还采用HCG与梭鱼垂体或鲫鱼垂体相结合使用,促使梭鱼排卵成功。从1967年到1972年,共作561尾雌鱼诱导排卵(或产卵)的试验观察。

1. 材料与方法

亲鱼来源 试验亲鱼主要选自官港湖箔旋或丝网渔获物,活鱼用船活运到试验场;少数选自池塘养育的或在产前经过短期强化培育的亲鱼。

亲鱼选择 挑选鱼体健康无损伤的,腹部饱满松弛,轻压腹部,在泄殖孔处肉眼能见到饱满卵粒,呈杏黄色。卵径在0.72毫米以上,较好在0.79毫米以上,油滴已汇集成单油球者。雄鱼轻压腹部能排出精液者。

激素种类 主要有鲫鱼垂体、梭鱼垂体、HCG,或者HCG与鱼垂体混合使用。个

1) 福建省水产科学研究所等:梭鲷人工孵化试验初报,1959。

2) 福建省水产科学研究所,厦门市水养研究所:“港养鲷鱼(*Mugil cephalus*)人工繁殖初步”报告,1974。

3) 袁永基、郑澄伟、谭元聪:大鳞鲷卵子及仔、幼鱼形态及仔鱼生态习性的观察,1964。

别鱼注射鲤鱼垂体, 黄体酮油剂。大部分鱼垂体是经过无水酒精或丙酮脱水后保存使用的, 少数用新鲜鱼垂体。

注射方法 使用前从保存液中取出垂体, 待酒精或丙酮挥发后, 置于玻璃研钵中研细, 并加入少量 0.7% 的氯化钠溶液, 制成垂体匀浆注射。HCG 亦是溶于 0.7% 的氯化钠溶液中注射的。一般作一次全量注射, 少数试验分为二或三次注射。注射部位大多为腹腔(从腹鳍基部注入), 但也采用胸腔注射(从胸鳍基部注入)。还有把激素直接由生殖孔注入卵巢内的。只有油剂性的黄体酮才采用肌肉注射(从背鳍基部注入肌肉内)。

试验场所 (1) 用苇箔在鱼池边围成 1、4 或 6 平方米的小水体, 深 0.3—1.0 米(见图版 X:3); (2) 家鱼用的水泥产卵池; (3) 家鱼用的孵化环道; (4) 家鱼用的鱼苗网箱(3.2 × 1.5 × 0.7 米) 或鱼卵孵化箱(0.6 × 0.3 × 0.3 米); (5) 鱼池(1.5 亩水面)。

管理检查 在试验期间不给鱼投饵, 注意水温和溶解氧的变化。注射后一周天, 应时时观察鱼的变化情况。当发现鱼腹明显膨大时, 说明卵母细胞已即将成熟, 要特别注意把握排卵时间。一般说来, 若流卵流畅, 排出的卵子在受精器中能顺利地往器皿四周淌开, 整个卵群呈浅黄晶莹色, 卵球圆且透明, 大小匀称, 具单一油球(见图版 VI:5)。类似这种情形, 排出卵子的受精率一般是高的。相反, 若发现排出的卵子犹如苞米稀粥, 毫无光泽, 卵巢液中出现大量细小的悬浮油珠, 经镜检, 卵无定形, 大小不一, 或卵子油球周出现黄色半透明环, 或在卵质内、油球边呈现黄斑块, 肉眼观察为乳浊色白点(见图版 VII:5), 像这样的卵子已失去受精能力。但常常见到部分排卵现象。这有两种可能; 一种是由于采卵时间太早, 可稍待一段时间再行检查, 要注意掌握火候, 才可以得到满意的受精效果; 另一种情况是就此停滞不前, 不管延长多久时间, 有一大部分卵就是无法从滤泡细胞中释放出来, 直至这些透明卵子闷糊在卵巢内。然后成带油水状的稀粥样流出体外。

诱导产卵 在进行人工诱导产卵时, 每试验组应搭配雄鱼, 雌雄比为 4:6。雄鱼只在发育不够成熟时, 用雌鱼激素使用量的一半剂量加以注射, 即可诱导排精。

2. 结果和讨论

这项试验结果为六年研究资料的综合分析, 不同年份之间, 在条件上, 尤其是亲鱼所处的环境生态条件, 必然有所差异。因此, 这里仅作一般性的讨论, 有些问题尚有待于今后作进一步地探讨。

(1) 各种激素的诱导排卵效果

梭鱼垂体 总共作了 104 尾雌梭鱼的诱导排卵试验观察。每公斤鱼体重注射垂体

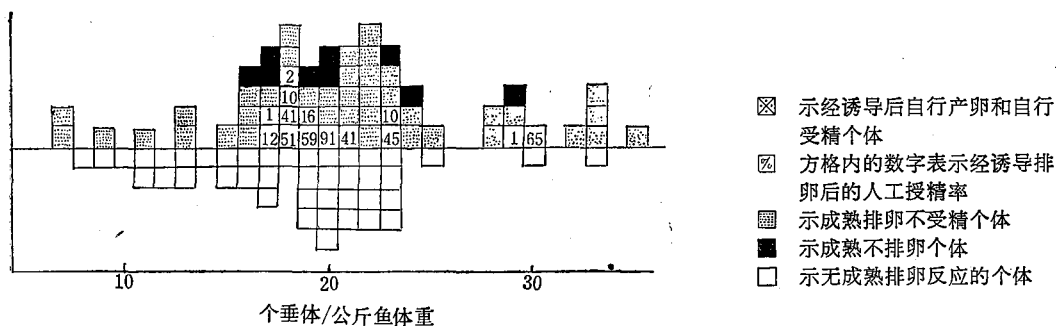


图 2 梭鱼垂体诱导排卵效果(每一方格表示一尾试验雌鱼)

7—35 个。从图 2 可以看出: 17—30 个梭鱼垂体的剂量范围较为合适。在这一剂量范围内,促使 IV 期卵巢转化为 V 期卵巢的达 60%, 其中能排卵受精者占 31%; 排卵不受精的占 52%; 成熟不排卵的占 17%。

以 $M_s-68-12-1$ 这尾试验鱼为例。该鱼是在 1968 年官港湖解冻后 (3 月中旬) 捕得, 养于 II-3 号亲鱼池中 (水面 1.5 亩), 4 月 19 日从亲鱼池中捕出, 体长为 35 公分, 体重 0.75 公斤, 注射垂体前的卵巢发育基础为 IV₁ 期。捕时受伤较轻, 捕得当天下午 3 时 20 分注射梭鱼垂体 15 个, 即每公斤鱼体重注射 27 个垂体匀浆液, 注射后置于 1-7 号围箔中 ($2 \times 2 \times 0.8$ 米)。试验期间天晴, 2—3 级风, 水温波动在 13—18℃ 间, 盐度在 11‰ 左右, pH8.6。5 月 21 日下午 5 时 40 分排卵。从打针到排卵历经 50 小时, 排卵 24 万粒, 卵径约在 0.92 毫米, 油球径 0.53 毫米, 卵圆且透明, 大小一致。在水温 17℃, 盐度 5.07‰ 的湖水中进行湿法受精, 获得 91% 的受精率。受精卵在盆中呈沉性。

鲫鱼垂体 总共进行 309 尾雌梭鱼的诱导排卵试验, 每公斤鱼体重的鱼体用量为 3—103 个。试验结果 (图 3) 表明: 有效剂量为 11—77 个垂体。较适剂量为 11—40 个。按此剂量范围统计, 促使 IV 期卵巢转化为 V 期卵巢的达 35%。其中能排卵受精的占 27%; 排卵不受精的占 44%; 成熟不排卵的占 30%。

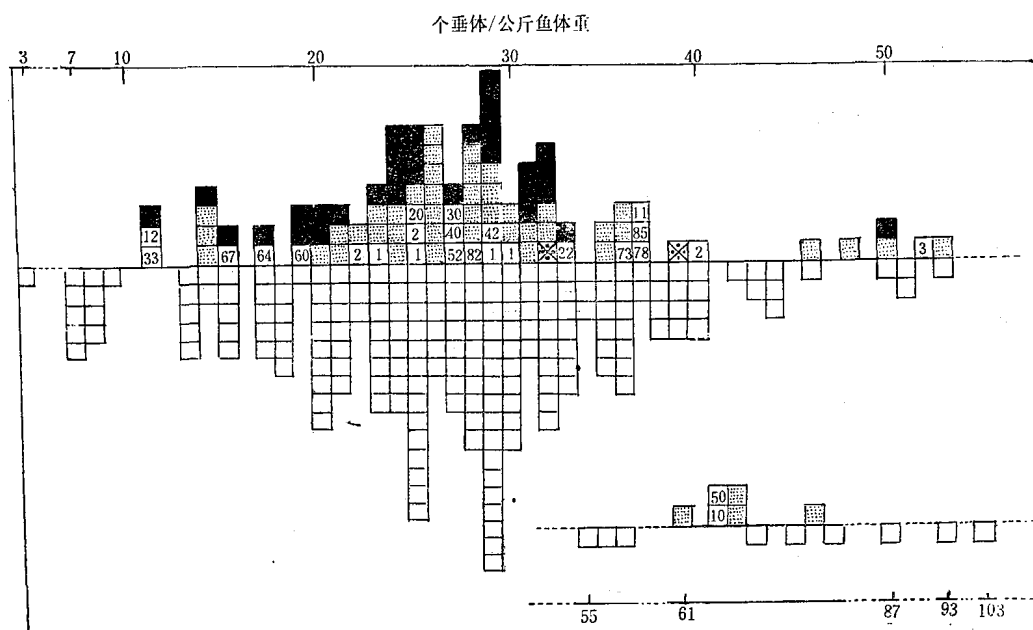


图 3 鲫鱼垂体诱导排卵效果 (图例同图 2)

以 $M_s-69-3-1$ 和 $M_s-70-3-1$ 这两尾试验鱼为例。 $M_s-69-3-1$ 这尾试验鱼是在 1969 年 4 月下旬从东池排水沟中捕得。体重 1.75 公斤, 卵巢发育基础为 IV 期。4 月 30 日下午 5 时 30 分注射 30 个鲫鱼垂体, 即每公斤鱼体重注射 17 个垂体。打针后置于家鱼孵化环道中, 试验期间水温波动在 14.6—20.5℃ 间, 盐度为 3‰, 经 42 小时排卵, 得卵 64 万粒。卵圆、透明, 卵径 0.99 毫米, 油球径 0.53 毫米, 少数卵子发浑, 较正常卵大 (卵径为 1.18 毫米)。在水温 20℃、盐度 13‰ (系由盐田高盐水和鱼池水配制而成) 的情况下, 干

法受精,取得 64% 的受精率。孵出仔鱼养于 2 分水面的土池中(盐度 6‰),经 53 天培育,获得 6 厘米左右的幼鱼,成活率近达 30%。

M_s-70—3—1 这尾鱼,于 1970 年 4 月下旬从东池排水沟捕得。体长 48 厘米,体重 2.1 公斤,卵巢发育基础为 IV₂ 期。4 月 29 日上午 10 时 30 分注射鲫鱼垂体 50 个,即每公斤鱼体重注射 24 个垂体。注射后将鱼置于家鱼产卵池中,在水温 12.0—18.5℃、盐度 2.9‰、pH8.6 的情况下,经 47 小时 30 分,采卵 68 万粒。干法受精,取得 85% 的受精率和 70% 的孵化率。

鲤鱼垂体 仅对 2 尾雌鱼进行了诱导排卵试验观察。如 M_s-68—42—1 这尾试验鱼,在 1968 年 4 月 29 日晨从官港湖箔旋中捕得,体长 34 厘米,体重 0.7 公斤,卵巢发育基础为 IV₃ 期,当日上午 10 时 30 分注射鲤鱼垂体 10 个,即每公斤鱼体重注射 14 个垂体后,养于池边围箔中。当天晴,第二天阴转多云,第三天晴,试验期间水温波动在 14.0—20.0℃ 间,盐度为 3.57‰,pH8.5;打针后 55 小时,采卵 24 万粒,卵圆透明,部分卵球的卵质变性,出现黄色斑块。在水温 19℃、盐度 5.52‰、pH8.6 的情况下,湿法受精,获得 13% 的受精率。另一尾雌鱼,每公斤鱼体重注射 10 个垂体,未获得排卵。

绒毛膜促性腺激素(HCG) 总共对 78 尾雌鱼进行了诱导排卵试验观察。每公斤鱼体重注射 1,000 到 35,000 国际单位(I.U.)。从图 4 可以看出,每公斤鱼体重注射 1,500—35,000I.U.,可达到促使 IV 期卵巢向 V 期转化。但要获得具有受精力的卵子,则以 3,500—10,000I.U. 较为适宜。在该剂量范围内,促使 IV 期卵巢同 V 期转化的为 43%。其中,能排卵受精的占 44%;排卵不受精的占 56%。

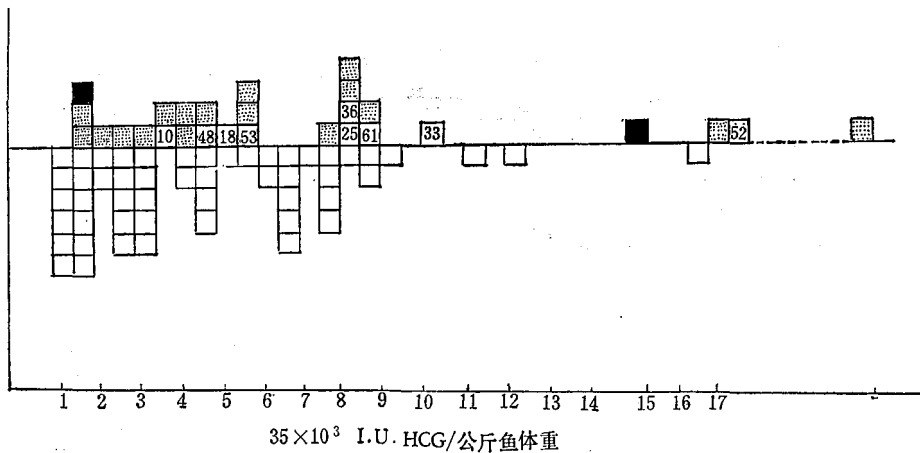


图 4 HCG 诱导排卵效果(图例同图 2)

以 M_s-68—61—1 这尾试验鱼为例。该鱼在 1968 年 5 月 17 日上午从官港湖丝网渔获物中选得。体长 36 公分,体重 0.6 公斤,卵巢发育基础为 IV 期,鱼体胸部鳞片部分脱落。当天下午 1 时,注射 HCG5,000I.U.,即每公斤鱼体重注射 HCG8,300 I.U.。试验鱼养于东池 I-2 号围箔中,试验期间天晴,水温在 12.5—21.5℃ 间,盐度在 3.86—4.00‰ 之间,pH 为 8.6,注射后 44 小时采卵,卵圆透明,部分卵的一极带有月牙形阴影。卵径 0.99 毫米,油球径 0.53 毫米。在 17.8℃ 水温、5.93‰ 盐度、pH8.6 的条件下湿法受精,获得 61% 的受精率。

黄体酮注射液 仅作 2 尾雌鱼的诱导排卵试验观察。如 M_s-67—11—1 这尾试验鱼,是在 1967 年 5 月 22 日从官港湖箔旋中捕得。体长 27 厘米,体重 0.3 公斤,卵巢发育基础为 IV₂ 期。当日上午 8 时 30 分进行背肌注射黄体酮 40 毫克,即每公斤鱼体重注射 133 毫克。试验鱼养于 8 亩池的池边围箔中,试验期间水温波动在 20.9—24.3℃,经 47 小时 30 分发生部分排卵,流出的卵子均已报废,无一受精,这也许与生殖后期水温太高有关。另一尾鱼每公斤鱼体重注射 100 毫克黄体酮,经三天检查未获排卵,但卵巢已由 IV₁ 期推进到 IV₂ 期。

鲫鱼垂体和 HCG 混合注射 共对 66 尾雌鱼进行了诱导排卵试验观察。每公斤鱼体重注射鲫鱼垂体 5—90 个和 HCG600—8,300 I.U.。在这个范围内,促使 IV 期卵巢向 V 期转化的占总试验鱼数的 42%。其中,排卵受精的占 25%;排卵不受精的占 61%;成熟不排卵的占 14%。

以 M_s-72—5—1 这尾鱼为例。该鱼在 1972 年 4 月 19 日从官港湖丝网捕得。体长 45.5 厘米,体重 1.75 公斤,卵巢发育基础为 IV 期。4 月 20 日晨 6 时 30 分,注射鲫鱼垂体 60 个和 HCG2,000 I.U.,即每公斤鱼体重注射 34 个垂体和 1,100 I.U.HCG。试验鱼先养于围箔中,后移入家鱼产卵池。试验期间水温波动在 11.0—20.5℃ 间。盐度为 4.2‰,经 50 小时 30 分,采卵 75 万粒。卵圆透明,卵径 0.99 毫米,油球径 0.53 毫米,湿法受精,获得 60% 受精率。

一般认为,利用本种鱼的垂体进行诱导排卵,多数可以收到较好效果。至于种间乃至纲间的动物促性腺激素,是否也可利用作为内源激素的补充,目前虽有不同认识,但事实证明,鲤、鲫垂体以及 HCG,对于某些真骨鱼类的诱导排卵起着积极效果。利用它们诱导梭鱼排卵获得成功,这就进一步证明了,它们对于诱导鱼类排卵,具有较普遍的适用意义。

上述所用各种激素的有效剂量,与在淡水家鱼上所用的有效剂量相比,似乎普遍偏高。如对鲢鱼所用的鲫鱼垂体是每公斤鱼体重注射 10 个左右即可达到排卵,而对梭鱼的用量则为 11—40 个。再如对鲢鱼,每公斤鱼体重注射 HCG 1,500 I.U. 左右即可达到排卵,而对梭鱼的用量却高达 3,500—10,000 I.U.。但若把对梭鱼的用量与鲮科其他鱼的有效用量相比较,则显得要低得多。如鲮鱼,每公斤鱼体重所用的 HCG 约为 4—8 万 I.U.。如果使用梭鱼垂体,其用量约为百余个。诱导大鳞鲮和梭鲮排卵,使用本种鱼垂体的总数,每公斤鱼均在 1 百个上下。

在工作中所用有效剂量的另一个特点是,有效剂量的幅度大,这可能与亲鱼性腺发育的不一致性有关。

(2) 梭鱼垂体、鲫鱼垂体和 HCG 诱导梭鱼排卵效果的比较

梭鱼和鲫鱼垂体,以及 HCG,为我们工作中主要使用的三种排卵诱导剂。其效果列于表 8,从表 8 所示结果不难看出,其中以梭鱼垂体的诱导率为最高(64%),鲫鱼垂体次之(36%),HCG 稍逊(35%)。从所获得的最高受精率来看亦然。这种差异,似与种族上的亲缘关系有关。

(3) 卵巢发育基础与激素诱导效果

从表 9 和图 5 中可以看到,三种来源不同的激素,对于诱导梭鱼排卵的效果来说,

表 8 三种激素的诱导结果比较 (1967—1972)

激素种类及 剂量范围	结 果 诱导率* (%)	最高受精率(%)	试验鱼数(尾)
梭鱼垂体 17—30 个/公斤鱼体重	64	91	61
鲫鱼垂体 11—40 个/公斤鱼体重	36	85	200
HCG 1,500—10,000I.U./公斤鱼体重	35	52	37

* 诱导率系为 IV 期卵巢经激素诱导后转化为 V 期卵巢占试验鱼总数的百分率。

表 9 梭鱼卵巢发育基础与诱导排卵效果 (1967—1972)

诱导率 (n/N) 卵巢发育期	激素种类 梭鱼垂体(17—30个/ 公斤鱼体重)	鲫鱼垂体(11—40个/ 公斤鱼体重)	HCG (3,500—10,000I.U./ 公斤鱼体重)
IV ₁	66%(20/30)	29%(34/119)	33%(9/27)
IV ₂	62%(13/21)	44%(28/64)	38%(3/8)
IV ₃	86%(6/7)	59%(10/17)	50%(1/2)

反映出一个共同的规律,即 IV₃ 期卵巢的排卵诱导率高于 IV₂ 期; IV₂ 期又高于 IV₁ 期。

上述结果表明,激素的诱导效果,随着 IV 期卵巢发育的进展而提高。也就是说,卵巢发育得越充分,诱导率也就越高,内因是变化的根据,外因是变化的条件。外源激素作为内源激素的补充,只有通过卵巢本身的发育基础而起作用。

另外,从表 9 中还可以看到,无论是 IV₃、IV₂ 或 IV₁ 期的卵巢,都一致显示出,梭鱼垂体的诱导率,高于鲫鱼垂体和 HCG 的诱导率。这就进一步说明,利用本种垂体仿佛要比利用其他动物的效果好。

(4) 排卵的效应时间

我们把经过梭鱼垂体、鲫鱼垂体和 HCG 诱导排卵获得受精的所有试验鱼,按其排卵效应时间长短为序,作成图 6。图中的垂直线表示该鱼试验期间的水温波动幅度。从图 6 可以看到,卵巢发育基础与排卵效应时间的长度有关。卵巢发育基础好的,排卵效应时间短,差的排卵效应时间相应延长。IV₃ 期卵巢的效应时间

一般为 1—2 天; IV₁ 期为 2—3 天; IV₂ 期则介乎二者之间,一般在 2 周天前后,个别反应快的为一天,慢的则延至 3 天。

从鲷科其他种类的诱导排卵效应时来看,也反应不出十分确切的排卵效应时。但就其大多数而言,多在二天左右的时间。效应时间的不一致性,反过来也反映了亲鱼卵巢发育上的差异性。

(5) 诱导排卵的平均水温与卵子受精率

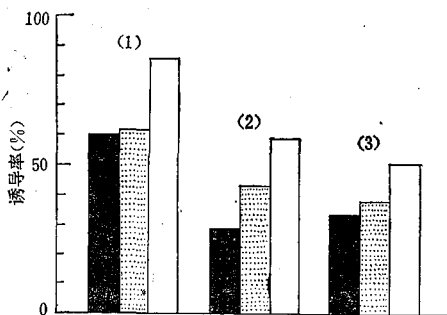


图 5 卵巢发育基础与诱导效果

- (1) 注射梭鱼垂体 (17—30 个/公斤鱼体重)
 (2) 注射鲫鱼垂体 (11—40 个/公斤鱼体重)
 (3) 注射 HCG (3500—10000IU/公斤鱼体重)
 黑柱体示 IV₁ 期卵巢;点柱体示 IV₂ 期卵巢;
 白柱体示 IV₃ 期卵巢

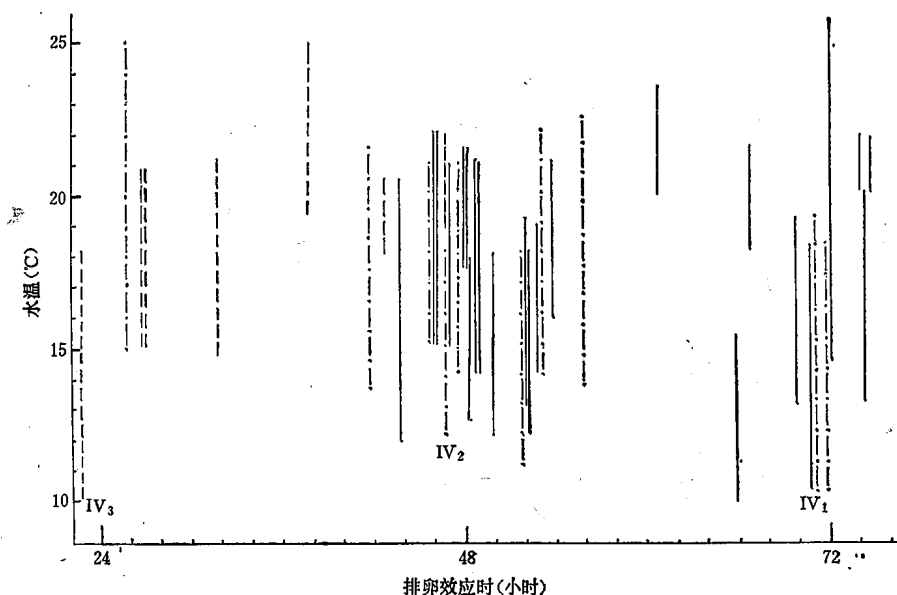


图6 排卵效应时间与卵巢发育基础的关系

实线示 IV₁ 期卵巢; 点划线示 IV₂ 期卵巢; 虚线示 IV₃ 期卵巢
(线之长度表示试验期间水温波动幅度)

我们将所有诱导排卵并获受精的试验鱼,按其受精率的高低划分为十个组别,即 1—10%; 11—20%; ……; 91—100% 等。然后求出每组鱼试验期间的平均水温和平均的水温波动幅度制成图 7。从图 7 中可以看到,平均水温越接近于 15°C,排出卵子的受精率越高。试验期间的水温波动幅度越小,越有利于受精。

结果表明,15—16°C 的水温是梭鱼产卵的适宜水温,这和我们以及其他作者于梭鱼产卵盛期在产卵场所观测到的水温是相一致的。

(6) 卵球成熟度与受精效果

1968 年 4 月 26—29 日,我们对 Ms-68—26—1 这尾诱导排卵试验鱼的采卵时间与受精率的关系作了一次粗略的观察。结果表明,梭鱼卵子在开始排出后,不是在任何时间内都可取得满意受精的。如表 10 所示,经鲫鱼垂体诱导后 41 小时 32 分排出的卵子,受精率仅为 39%,间隔 5 小时 8 分后再采卵受精,即在诱导后的 46 小时 40 分,受精率上升到 73%。到 51 小时 15 分采得卵子,仅个别卵子具有受精力。前后相隔仅 4 小时多的时间。从上述情况看来,排出卵子从能受精到失去受精力,前后也只不过十来个小时。从卵球的适度成熟到过熟的时间则更短了,至多不

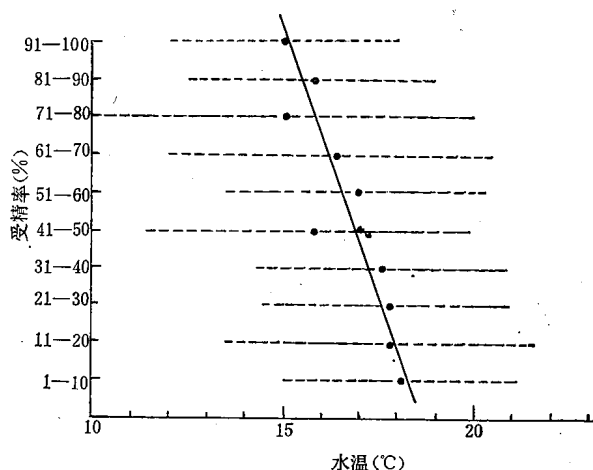


图7 诱导排卵期间的平均水温与卵子受精率的关系

黑点表示平均水温; 虚线表示水温波动幅度

过 3—4 小时。这种现象在淡水家鱼以及其他海产鱼中同样存在^[4,41]。了解这一过程,对于掌握适时受精是有意义的。

表 10 卵球成熟度与受精效果

注射后时间	前后间隔时间	受精率(%)	受精水温(°C)
17 小时 05 分		未 排 卵	16.0
41 小时 32 分	5 小时 08 分	39	15.0
46 小时 40 分	4 小时 35 分	73	22.0
51 小时 15 分	16 小时 30 分	个别受精	21.0
67 小时 45 分		0	19.0

(7) 经诱导后卵母细胞发育成熟过程的活体观察

正如我们在卵巢分期已有初步叙述的那样,从 IV₁ 期的卵球到 V 期的成熟卵球。不管是在自然成熟过程,或是经过人工诱导过程,其卵球的正常发育程序都是一样的。IV₁ 期卵(见图版 VI:1)充满卵黄,卵质匀称呈杏黄色、不透明,卵具有张力。随着发育,起先可从卵质中看到出现细小油滴,这些油滴逐渐变大,我们称此为 IV₂ 期卵(见图版 VI:2)。接着油滴开始汇集(见图版 VI:3),最后汇集成为单一大油球,这时卵质仍不透明,但细胞核已开始偏移,这时我们称它为 IV₃ 期卵(见图版 VI:4)。接着可以看到卵黄从周边向中央逐步水合液化,直到整个卵球变为透明状。随后卵球离开卵巢,排入卵巢腔(见图版 VI:5)。

但在梭鱼生殖季节后期,进行人工诱导排卵时常常出现一些异常的成熟过程。接受诱导排卵的试验鱼,其 IV₁ 期卵径往往偏小。卵子中央显示出一小半透明区,卵无张力(见图版 VII:1)。这种卵子经过人工诱导后,卵球内的卵质出现“泡化”,看来略像 IV₂ 期卵(见图版 VII:2)。这种卵在生殖后期的湖中亲鱼中也可找到,卵子之间彼此粘连,显然是因赶不上生殖季节而处于自然退化过程。如果利用这种亲鱼进行诱导排卵,往往是无效果的。像这种“泡化”了的 IV₂ 期卵,即便继续发育下去,经常在油球周出现黑色污点,或是卵质中有一部分卵黄久久不能水合液化变成透明状态(见图版 VII:3)。其后的命运有两种:一种是卵球虽然透明,但油球始终不能达到完全汇集成单油球(见图版 VII:4)。像这样的卵子,有时虽然能获得少量受精,但胚胎发育总是不顺利的。另一情况是卵虽勉强达到透明,但久久不能从卵巢内释放出来,卵内的部分卵质(油球周或油球边上)产生变质凝聚(见图版 VII:5)。这种卵子,完全失去受精能力。这种卵如果长期滞留在母体内,最后流出的只是一些带有大量“油水”的不定形空瘪卵子。

(8) 人工诱导产卵

1972 年 4 月 26 日,我们选择 4 尾卵巢发育为 IV 期的雌鱼和 6 尾成熟排精雄鱼,放在 1.5 亩水面、0.5 米水深的土池中。用鲫鱼垂体作为排卵诱导剂,雄鱼不经任何处理(见表 11)。当天下午 4 时 30 分,注射鲫鱼垂体匀浆(经过生殖孔直接注入卵巢)。试验期间盐度为 14‰ 左右,水温波动在 14.0—20.0°C,其中有 2 尾雌鱼,经 2 周天开始发情。于 28 日下午 5 时 30 分,发情达到高潮,游动急速,池面不时出现滚动的“水花”;下午 6 时左右,

表 11 人工诱导产卵结果 (1972)

试验鱼号	鳞 轮	体长(厘米)	体重(公斤)	剂 量* (个/公斤鱼重)	结 果
Ms-72-12-1	3	49.0	1.90	32	V—VI 部分产卵,自行受精孵化
Ms-72-12-2	3	47.5	1.55	39	VI 全部产卵,自行受精孵化
Ms-72-12-3	3	45.5	1.22	50	IV ₂ 未产卵
Ms-72-12-4	3	49.0	2.00	30	IV ₃ 未产卵

* 鲫鱼垂体

逐渐平静下来。从开始发情到发情終了,先后约持续 1 小时左右时间。29 日晨,在池中发现飘浮鱼卵。5 月 1 日中午,在池之东北角发现不少刚孵出的仔鱼和少量即将孵出的胚卵。经初步检查,孵出仔鱼正常健康。但由于该池未经清塘培饵。鱼苗的培育工作终归失败。这也是我们工作中的一次严重教训。试验表明,在较大的水面中,梭鱼经过人工诱导可以达到自行产卵,并获得自行受精和孵化的结果。

三、梭鱼卵的人工授精和孵化

咸淡水养殖梭鱼的成熟卵游离无粘性,卵呈球形且透明,卵径在 1 毫米左右。具单一油球,油球径为 0.53 毫米左右,约占卵径一半。在普通海水中呈浮性。但在 10‰ 的盐度中,有时呈浮性,有时呈沉性,这主要由于卵子本身比重的差异。在 5‰ 盐度的咸淡水湖湖水中,一般多为沉性。

1. 人工授精

试验材料主要来自诱导梭鱼排卵所获的成熟卵子,仅有少数取自官港湖中自然成熟的梭鱼卵子。无论湿法或干法均可获得受精。但在我们工作中多采用湿法,即先挤精于干净的玻皿中,然后采卵于另一干净的受精盘中。精液稍加盐水稀释后浇于卵群上,随后用羽毛轻缓地将精卵充分搅和,然后再加入受精用水。稍待片刻,洗卵 2—3 次,除去多余精液,并将沉卵和浮卵分离存放。待开始卵裂后,检查其受精率,将受精部分移入孵化器,弃去不受精的废卵。对沉、浮卵的取舍,往往需要待卵裂开始后才能决定。

(1) 盐度与受精的关系

实践表明,梭鱼成熟卵在盐度为 5‰ 左右的咸淡水湖湖水中可以受精;但为了获得更好的受精效果,适当提高盐度是有必要的。为了进一步了解梭鱼成熟卵能否在低盐水中进行受精,我们在 1968 年用同胎成熟鱼卵,做了两次河水 (0.51‰ 盐度) 与咸淡水湖水

表 12 梭鱼卵在湖水和河水中受精效果的比较

鱼 编 号	受 精 日 期 (年·月·日 时:分)	受精水温(°C)	受精率(%)	
			河水(0.51‰盐度)	湖水(5.70‰盐度)
Ms-68—38—2	1968.5.2 07:50'	14.5	15.1	77.8
Ms-68—52—1	1968.5.9 05:53'	15.0	34.0	65.0

(5.70‰盐度)的受精比较观察,结果列于表 12。观察结果表明,咸淡水养殖梭鱼排出的成熟卵子,可在盐度低达 0.51‰的河水中受精,但受精率显然大大下降。根据我们六年来人工授精的经验认为,一般从 4‰ 到 30‰ 盐度的水,均可达到人工授精效果,并孵育成苗。不过,盐度太低,受精效果很差。

(2) 精子活力的观察

养殖于咸淡水和淡水中的梭鱼,对于雄鱼的性腺发育乃至成熟排精,似乎影响不大。但这些成熟精子排入不同盐度水域中,究竟具有多大活力? 雄鱼死后多久其精子还具有活力? 挤出的精液在多长时间还可以使用? 这些都是进行人工授精时应考虑的问题。为此,我们在 1967 年取了 4 尾成熟排精的雄鱼,进行精子活力的初步观察。观察内容有: (1) 从活鱼体内挤出精液检查; (2) 把活鱼精液挤入干净玻皿中,经 1 小时 24 分后取出检查; (3) 亲鱼离水后,经 2 小时 15 分,挤出精液检查。各次检查均取一滴精液稀释于 0.2 毫升的各种盐度水中,然后从中吸出一滴,置于 400 倍的显微镜下观察精子活力(从精子积极游动到原地微动为止为活力时间标志)。使用 4 种不同盐度的水样。观察进程按水样顺序连续循环进行三次或一次。观察室温波动在 24.0—24.5℃ 间。观察结果列于表 13。

表 13 梭鱼精子在不同盐水中的活力观察 (1967)

精子活力 (分、秒) 观察方法及鱼号		盐 度	22‰	13‰	6‰	淡 水
从活体采精观察	1		5' 00"	1' 00"	40"	30"
			4' 25"	3' 15"	45"	25"
			5' 30"	4' 15"	20"	
			40"			
从活体采精观察	2		4' 20"	5' 20"	3' 20"	30"
			3' 20"	4' 05"	1' 00"	20"
			1' 30"	1' 00"	30"	15"
精液置于玻皿中 1 小时 24 分后观察	3		6' 25"	5' 50"	1"	30"
亲鱼离水后 2 小时 15 分采精观察	4		4' 30"	2' 00"	35"	25"
			5' 10"			

观察结果表明,随着盐度的提高,精子活力的延续时间也相应加长了。在 22‰ 的盐度精情况下,精子遇水后的活动时间一般为 4—5 分钟。随着盐度的下降,精子活动时间也随之缩短。在淡水中仅有 30 秒的活动时间。观察结果还表明,从死后不久(2 小时 15 分)的鱼体中取出的精液,或将精液置于干燥洁净的玻皿中 1 小时半之后,几乎与从活鱼体中取出精液的精子具有同等的活力。

2. 受精卵的孵化

卵经受精和洗去多余精液之后,把受精卵分配到各孵化器中进行孵育。多数采用静水孵化,少数利用流水孵化。静水孵化时,因受精卵在湖水中(盐度 5‰ 左右)多为沉性;为使受精卵上浮,我们采用逐渐加入盐田高盐水的办法来提高湖水盐度,使受精卵上浮,一般提高到 13‰ 左右的盐度。每天以虹吸办法,吸去水底污物和 1/3 的旧水,随后补充进 1/3 同盐度同温度的新水。及时挑除死的胚卵,以免导致水质污染和蔓生水霉及原生动

物。利用此法,可取得较为满意的孵化效果。

几次流水孵卵,效果都不理想,因为卵子常由于水流引力而贴附于出水口的过滤筛网上。

受精卵发育(见图版 VIII:1—6 及图版 IX:7—10) 方面的材料有待今后进一步予以补充。

孵化温度 水温是受精卵发育过程的重要环境因素之一。官港湖这个地区,四、五月间的气温多变,日夜温差波动大。1967—1968 两年,因受寒潮侵袭而导致大量胚卵死亡。如 Ms-68—5 这批受精卵,在 1968 年 4 月 20 日 7 时零 5 分受精,当日孵化水温从 13℃ 上升到 18℃,次日来了寒潮,在孵化过程中水温一直下降到 10.2℃,当时胚卵发育到胚体下包 4/5。由于水温骤降,大部分胚体收缩,卵黄分解而引起胚卵的全部死亡。又如同日下午 2 时受精的一批卵子(Ms-68—7—1),当胚卵发育到原肠下包 1/2 时,因遭低温侵袭而造成大量胚卵死亡。在生殖季节后期,高温也是一个威胁因素。如 Ms-68—20—1 这一批受精卵。于 1968 年 5 月 16 日早 7 时 45 分受精。由于受高温(28℃)影响而造成大量的初孵仔鱼死亡。当仔鱼下塘时已所剩无几。受高温影响的仔鱼普遍呈现围心腔扩大。

从头两年的受精卵孵化经验来看,在梭鱼的生殖前期(4 月中、下旬)和生殖后期(5 月中、下旬),要特别注意寒潮和高温对孵化的不良影响。为了探讨水温对孵化的影响,我们曾进行了不同恒温组的孵化试验观察(结果见表 14)。从我们的工作经验以及试验结果来看,可以初步认为,孵化水温低于 12℃ 或高于 24℃,都对胚胎发育带来不利影响。恒温 15℃,看来是个较适宜的孵化水温。这与梭鱼在天然海区产卵高峰的水温基本上是相吻合的。在 25℃ 水温条件下孵化,发现胚卵不断出现死亡,发育到胚体下包 2/3 时,死亡最为严重,虽有少数孵出,但多属弯尾畸形,不到一天即陆续死去。从表中还可以看到,恒温孵化要比非恒温孵化的结果为好。

表 14 水温对梭鱼卵子胚胎发育的影响

孵化温度	卵数(粒)	发育情况	孵化所需时间(小时)	下塘苗数(尾)	下塘率(%)
15℃	250	胚体形成前死亡较少。胚体形成下包 1/2 时,死亡较多。仔鱼出膜后健康。	69	145	58
20℃	250	在原肠胚时死亡一部分。胚体形成下包 1/2 时,又死亡一部分。仔鱼出膜后健康。	50.5	134	53.6
25℃	250	发育过程中,不断有死亡。到胚体下包 2/3 时,死亡最多。仅 17 尾出膜,全部弯尾畸形,不到一天全部死亡。	38	0	0
室温(变动范围 13℃—19.5℃ 平均 16.5℃)	250	在原肠胚期及胚体形成下包 1/2 后,有一部分死亡。仔鱼出膜后,一、二天内亦有少数死亡。	74	94	37.6

在盐度为 5‰ 的官港湖湖水中孵化,恒温 15℃,约经 69 小时孵出仔鱼,20℃ 时为 50 小时,25℃ 时为 38 小时。显然,孵化的时间随着水温的升高而相应缩短。初孵仔鱼全长约为 2.5 毫米左右(见图版 IX:10)。

孵化盐度 在咸淡水中进行梭鱼人工繁殖,首先遇到的问题是盐度问题。咸淡水

水域,是个盐度多变的水域(从盐度为 30‰ 以下到淡水以上的含盐量)。这么大的一个盐度变化幅度,对于卵子受精来说能否都能忍受,这是必须加以了解的问题。根据我们日常实践经验和做过的一些小规模孵化试验观察表明,盐度从 0.5‰ 到 30‰ 范围内进行孵化,都曾获得过孵出仔鱼。一般来说,盐度太低,受精率和孵化率都很差。在我们的孵化实践中还发现,适当提高孵化水的盐度,对于沉卵上浮和抑制水霉菌的蔓延是有利的。

孵化密度 孵化密度与气体的代谢有关。孵化密度太低,不能充分利用孵化设备效率,密度太高,容易导致缺氧,造成胚卵窒息死亡。为了找出一个合理的孵化密度,1968 年曾做过密度与孵化效果的比较观察(见表 15)。观察结果表明,水温在 15℃ 情况下,每 8 平方毫米的水表面积放一粒受精卵进行孵化的效果为好(60.8% 的下塘率)。水温在 20℃ 情况下,孵化密度最好下降到每粒受精卵占 32 平方毫米的水表面积。不管在 15℃ 或是 25℃ 情况下,每 4 平方毫米放 1 粒受精卵都显得密度太高,无一仔鱼孵出。在 25℃ 情况下孵化,无论那种密度,其孵化效果都很差,即便孵出了一些仔鱼,也多属弯尾畸形,到下塘之前已全部死光。这主要由于温度不适所致。

表 15 孵化密度与下塘率

水温(℃)	密度(粒/平方毫米)	孵卵总数(粒)	发育情况	下塘苗数(尾)	下塘率(%)
15	1/4	1000	胚体下包 4/5 时,停止发育,全部死亡。	0	0
	1/8	500	经 69 小时,仔鱼开始出膜;到 72 小时,全部孵出;整个发育过程都有死亡。	334	60.8
	1/16	250	同上	145	58.0
	1/32	125	同上	64	51.2
20	1/4	1000	胚体下包 1/2 后,陆续死亡,无一孵出	0	0
	1/8	500	经 50 小时 30 分开始出膜;到 53 小时全部孵出;出膜后 1—2 天内仍有死亡。	228	45.6
	1/16	250	同上	134	53.6
	1/32	125	同上	77	61.6
25	1/4	1000	原肠下包 2/3 时开始大批死亡。有些发育到胚体下包 1/2,没有一尾孵出。	0	0
	1/8	500	同上	0	0
	1/16	250	胚体下包 2/3 时,大多数死亡;38 小时后开始孵出,共孵出 17 尾,但都是弯尾畸形,不到一天,全部死亡。	0	0
	1/32	125	共孵出 21 尾弯尾畸形仔鱼,其它情况与上同。	0	0

注: 1. 孵化容器: 直径为 82 毫米,高 52 毫米的玻璃皿,盛水 300 立方厘米。 2. 各组试验均在恒温中进行。

孵化中出现的某些问题 1970 和 1971 两年,出现胚胎发育中途“破膜”问题。开

始我们以为是盐度或水源污染问题所造成的。于是,我们做了一系列的盐度以及采用各种水源(包括无污染的天然海水)进行了孵化比较,但均未能获免。这种提早出膜现象多出现在原肠或胚体阶段。原肠阶段多从动物极向下鼓出,整个胚卵呈梨形,然后破膜,卵黄溢出与卵膜脱离。在胚体阶段死亡时,是由头部或尾部先鼓出,呈梨形(见图版 X:1),随后脱膜而出(见图版 X:2)。这些胚体继续存活一段时间后即死亡。我们推测,引起这种现象的原因可能是由于卵子发育的先天不足。这两年梭鱼的卵巢发育特别差。主要由于湖水盐度大幅度下降所致。这两年梭鱼的卵径比前几年都小。IV₁期的卵球中央区显得特别明亮,卵球无张力。另外,在孵化过程中遇到的另一个问题是水霉菌的侵袭。多数出现在低盐高温孵化过程。我们采用 10 ppm 的福尔马林溶液浸泡胚卵,或提高孵化水的盐度两种办法,对于防治水霉菌病都具有一定成效。

四、梭鱼苗的培育

鲱科鱼类人工繁殖,自人工诱导排卵获得成功之后,育苗工作已成为整个繁殖工作的中心环节。目前,鲱科鱼类的育苗成活率多停留在百分之几至百分之十几的水平上。超过 20% 的为数不多。

本试验所用材料,系由人工诱导排卵、受精、孵化所得仔鱼。初孵仔鱼全长约在 2.5 毫米左右(见图版 IX:10)。先后采用陶质水缸(约一吨水容积,投喂饵料)和土池(49—90 平方米,肥水培饵)两种办法进行育苗。土池育苗的最高成活率近达 30%。

1970 和 1971 年,因胚胎在孵化中期产生卵膜破裂,所孵仔鱼无几,因而未进行育苗,以下所述的主要是 1967—1969 三年的育苗工作。

1. 1967 年育苗试验

1967 年共进行三次育苗试验,试验在陶质水缸中进行。水源系由池水(盐度 6.91—7.68‰)经筛绢过滤后注入缸中,投喂褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)、桡足类和卤虫(盐丰年虫 *Artemia salina*) 初孵幼体。

第一次育苗试验(5 月 4 日开始),池水虽经绢滤,但水质较为混浊。放养孵出后 47 小时的仔鱼 46 尾。放苗后 2 天喂以褶皱臂尾轮虫。后来发现水缸中杂有剑水蚤。随后剑水蚤日益增多,到第 8 天检查结果,仔鱼无一幸存。试验期间,水温波动在 16.0—25.5℃。

第二次育苗试验(5 月 12 日开始),用水经严格过滤,透明度有所增强。放养孵后 2 周天的仔鱼 200 尾。开始投喂褶皱臂尾轮虫,8 天内生长良好;第 8 天后投喂初孵卤虫幼体并补充部分天然浮游生物。经 19 天,鱼苗所剩无几、空肠、生长不良。育苗期间,水温波动在 17—25℃。

第三次育苗试验(5 月 16 日开始),放养孵出后二天的仔鱼 37 尾。投喂自然浮游生物,到第 12 天所剩鱼苗不多;第 18 天,鱼苗显得虚弱、游动无力、空肠,育苗期间水温波动在 17.5—27.5℃。

总结三次育苗失败的教训,我们初步认为有以下几个原因:(1)有害生物的侵入,如危害鱼苗的剑水蚤;(2)饵料供应不足,仔鱼常处于饥饿状态;(3)水温波动较大也可能是个原因,昼夜温差可达 7℃。

2. 1968 年育苗试验

1968 年,我们挖了五个面积为 49 到 90 平方米的长方形土池。水深为 0.5 米,池经浸泡除去盐碱之后,用细布滤进咸淡水。然后往池中泼洒大粪沤汁肥水培饵。一般在育苗前 10 天左右肥水,以后追肥根据水色灵活掌握。按此办法,可维持浮游生物量在 5,000—15,000 个/升生物体。其中,桡足类幼体约占半数。个别育苗池还补充饲喂褶皱臂尾轮虫、卤虫无节幼体和豆浆。在育苗期间,注入新水 5—7 次,每次注入量为 10—15 厘米高。随着鱼苗的不断生长而增加池水深度。

为了防止寒潮侵袭,我们在育苗池四周筑有防风障,利用苇秸夹着稻草筑成。采用这种简易措施,可提高池水温度 3℃。即便有 4—5 级风,水面亦不见掀浪。这对于幼弱的小鱼苗来说,确是起了保护作用。育苗期间水温波动在 14—27℃,一般为 18—23℃。

仔鱼下池一般选在上午或傍晚,苗下池时应将池水和盛苗器内水的温度经一段时间平衡后,倾斜盛苗器,让鱼苗徐徐游入池中。

1968 年的各次鱼苗培育结果列于表 16。从育苗结果来看,利用粪汁肥水培饵进行育苗是可行的。育苗成活率最高达 17%。下池鱼苗最好在孵出后 3—4 天,这时鱼苗有主动游泳能力,口开、眼发黑。这对于捕食都是有利的。太早下池,易受不良环境的影响。

表 16 1968 年鱼苗培育结果

苗池面积 (平方米)	放养日期 (月·日)	放养数量 (尾)	放养密度 (尾/平方米)	育 苗 池 水 质		育 苗 结 果			
				盐度(‰)	pH	孵后天数 (天)	成活率 (%)	平均体长 (毫米)	平均体重 (克)
90	4.29	15,000	310	7.76—10.19	8.55—8.60	—	0	—	—
90	5.5	1,500	31	7.76—10.19	8.55—8.60	58	17	78	6.3
84	5.6	3,107	65	7.76—10.19	8.55—8.60	—	0	—	—
49	5.13	6,177	269	9.24—10.35	8.40—8.60	51	10	58	2.3
84	5.14	11,024	205	7.76—10.19	8.55—8.60	50	0.1	84	7.0
75	5.14	9,215	242	7.76—10.19	8.55—8.60	—	0	—	—

3. 1969 年育苗试验

育苗池的水面为 90 平方米,深为 0.5 米。放苗前经检查池中无杂鱼,但繁殖有丰富的浮游动物(主要为桡足类无节幼体,同时还有少量轮虫)。因而,除了清理池沿杂草外,未经任何药物清池。池水利用盐田高盐水将盐度提高到 6‰ 左右。5 月 7 日下午 6 时,放养孵后三天仔鱼 6 千余尾。下池水温 20℃,第二天上午 10 时发生 7—8 级东南风,当即利用苇箔和旧席在池周围搭起防风障,减少了水面风波。5 月 12 日(孵出第 8 天),从池中取出 1 尾仔鱼,见消化道内有食物。5 月 16 日(孵出第 12 天)起,每日或隔日投喂桡足类及轮虫。5 月 19 日(孵出第 15 天)鱼苗已集群游动。5 月 31 日(孵出第 27 天)起,每日或隔日投喂枝角类(“红虫”)。6 月 4 日(孵出第 31 天)鱼苗体已被鳞,进入幼鱼阶段。平均全长 27 毫米,平均体长 22 毫米,平均体重 0.25 克。6 月 5 日(孵出第 32 天),每日投喂 1—2 次大型蚤 (*Daphnia magna*)。6 月 9 日(孵出第 36 天),幼鱼已能在水面跳跃。6 月 21 日(孵出第 48 天),改喂晒干压碎的浒苔和少量豆渣。6 月 27 日(孵出第 54 天)上午出池。共培育 53 天,育苗期间水温波动在 13—30℃,盐度在 6‰ 上下,出池时共捕出

全长为 52—65 毫米, 体长为 42—53 毫米, 体重为 1.4—2.7 克的鱼种 1,850 尾 (见图版 IX:11), 连同固定标本和未捕上的鱼种, 估计约有 2 千尾, 培苗成活率约为 30% 左右。从鱼苗的生长情况来看 (见表 17 和图 8), 约在孵出第 13 天后, 全长显示出迅速增长。这些鱼种经过越冬, 养至第二年 (1970 年) 4 月, 即长达 20 余厘米 (见图版 IX:12)。

表 17 鱼苗生长情况 (1969)

孵后天数	测定尾数(尾)	平均全长(毫米)	平均体长(毫米)	平均体重(克)
初孵仔鱼	10	2.5(2.0—3.0)	—	—
第 3 天	10	3.7(3.5—4.0)	—	—
第 13 天	2	7.9(7.8—8.0)	—	—
第 18 天	3	13.1(13.0—13.2)	10.7(10.5—11.0)	—
第 31 天	3	27.3(26.3—28.0)	22.0(21.0—22.8)	0.25(0.24—0.36)
第 47 天	5	46.0(43.5—50.5)	39.4(34.5—41.5)	1.33(1.00—1.45)
第 54 天	20	58.9(52.0—65.0)	47.8(42.0—53.0)	1.93(1.38—2.65)

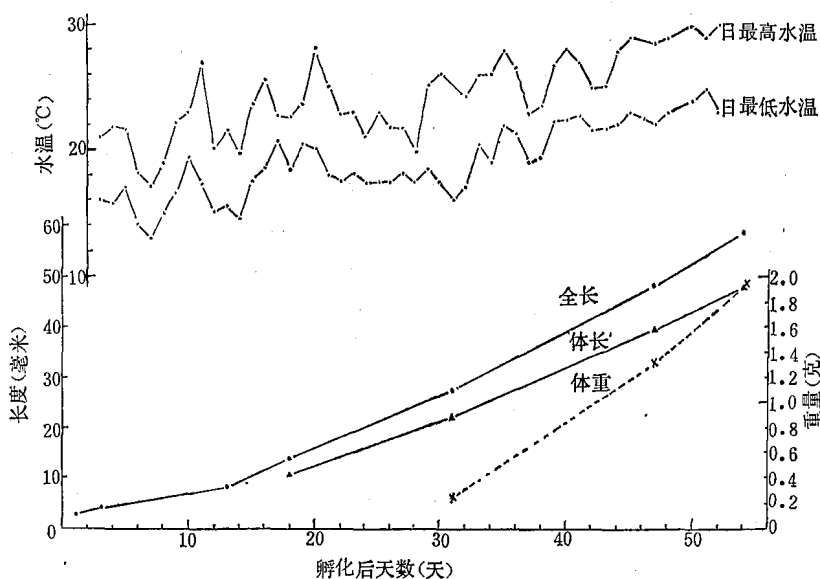


图 8 梭鱼仔、幼鱼生长曲线 (1969)

4. 仔鱼消化道内含物的观察

1968 年, 我们从育苗池中取出 18 尾孵出 4 至 19 天的仔鱼, 进行消化道内含物的检查。检查结果列于表 18。根据初步分析结果和日常的观察来看, 初期仔鱼, 主要以桡足类无节幼体为饵。约在孵出第 4 天 (口初开) 即开始摄食。孵出第 6 天 (3.4 毫米长) 的一尾仔鱼, 消化道内含有 65 个桡足类幼体。孵出第 11 天 (7 毫米长), 已能摄食华哲水蚤成体 (*Sinocalanus* sp.), 每次摄食十几个。孵出第 15 天 (9—10 毫米长), 仔鱼的活动力和摄食量显著增加, 一尾长为 9.2 毫米的仔鱼, 消化道内含有 190 个桡足类无节幼体及其成

体。孵出第 17 天以后的鱼苗,发现吃有猛水蚤 (*Harpacticus* sp.)、枝角类(大型蚤等)的幼体和成体、摇蚊幼虫、轮虫、干浒苔碎片以及豆渣等。

表 18 仔鱼消化道内含物的观察

标本号	池 号	孵后天数	体长(毫米)	消 化 道 内 含 物	
				种 类	数量(个)
	苗池-2	4	3.36	有机碎屑	—
68—5—01	苗池-3	6	3.43	桡足类无节幼体	3
68—5—02	苗池-3	6	3.62	同 上	11
68—5—03	苗池-3	6	3.36	同 上	65
68—5—1	苗池-1	7	3.86	同 上	16
68—5—2	苗池-1	13	6.46	同 上	10
68—5—3	苗池-1	17	10.50	华哲水蚤 枝 角 类	13 5
68—5—19	路西-1	17	5.80	枝角类幼体 枝 角 类 轮 虫 卵	1 2 89
68—5—04	苗池-5	11	6.99	桡足类无节幼体 华哲水蚤	2 2
68—5—05	苗池-5	11	7.26	桡足类无节幼体 华哲水蚤	9 7
68—5—06	苗池-5	11	6.80	桡足类无节幼体 华哲水蚤	10 5
68—5—07	苗池-5	15	9.20	桡足类无节幼体 桡足类卵 华哲水蚤	167 11 12
68—5—08	苗池-5	15	9.24	浮游动物成体 浮游动物幼体	120 18
68—5—09	苗池-5	15	10.10	桡足类无节幼体 华哲水蚤 枝 角 类	178 6 2
68—5—10	苗池-5	7	4.26	空 肠	—
68—5—11	苗池-5	19	13.70	华哲水蚤 桡足类无节幼体 摇蚊幼虫	55 2 3
68—5—12	苗池-5	19	13.10	华哲水蚤 枝角类幼体	70 1
68—5—13	苗池-5	19	13.00	华哲水蚤 猛 水 蚤 摇蚊幼虫	78 17 1

结 语

官港湖总面积一万二千多亩,水深在一米上下,盐度 1—8‰ 间,为一封闭性的咸淡水湖泊。该湖梭鱼的生殖季节在 4—5 月间,4 月下旬到 5 月上旬为产卵盛期,产卵时间多出现在日出前后。2 周龄,体重 0.5 公斤以上者,达性成熟。卵巢发育受盐度的影响较大,5‰ 以上的盐度对梭鱼的卵巢发育较为有利。个体绝对怀卵量在 20—103 万粒,多数为 30—60 万粒,平均为 45.5 万粒,属一次排卵类型,多周期生殖鱼类。1964—1965, 1967—1968, 和 1972 这五年中,由于湖水盐度较高,营养亦好,湖中部分梭鱼出现自然繁殖。

利用梭鱼垂体、鲫鱼垂体、鲤鱼垂体或 HCG,均可诱导咸淡水养殖梭鱼达到排卵。其有效剂量,分别为每公斤鱼体重使用 17—30 个梭鱼垂体; 11—40 个鲫鱼垂体; 14 个鲤鱼垂体或 3,500—10,000 I. U. 的 HCG。诱导排卵成功率,梭鱼垂体为 64%, 鲫鱼垂体 36% 和 HCG 35%。其中以梭鱼垂体效果最佳。

当梭鱼卵径达 0.72 毫米以上时,即可用于诱导排卵,但最好采用卵径达 0.79 毫米以上者,更为有把握。各种激素的诱导效果与卵巢本身的发育程度有密切关系。卵巢发育越充分,诱导排卵的成功率就越高。一般以 IV₃ 期(即 IV 期末)卵巢为最好。试验水温,也是一个重要因素。水温要求波动范围小些,一般以 15℃ 的平均水温为佳。诱导排卵的效应时间,主要取决于卵巢的发育程度。一般在二周天左右。快者一天,慢者三天或更长时间。卵巢发育越充分,排卵效应时间越短。

湿法或干法受精均可。0.5—30‰ 的盐度水中都能受精。但盐度低,受精力极差。受精卵有时呈沉性,有时呈浮性,这取决于水中盐度以及卵子本身的比重。我们所常用的盐度为 13‰。受精卵在 0.5—30‰ 盐度中均可孵化。但盐度低,孵化率差。13‰ 的盐度可以达到满意的孵化结果。孵化水温以 15℃ 上下为宜。不应低于 12℃ 或超过 24℃。静水孵化时,每粒卵子占 8 平方毫米的水表面积为好。流水孵化则不受此限制。受精卵的孵化时间,水温 15℃ 为 69 小时,20℃ 时为 50.5 小时。

利用大粪沤汁肥沃池塘进行培饵,随后投放仔鱼进行培育。在培育后期适当补充一些浮游动物(如卤虫幼体,桡足类以及枝角类等)。在 6‰ 盐度的池塘中,经过五十三天的人工培育,获得 30% 的成活率,平均体长达 4.78 厘米,平均体重达 1.93 克。这些种苗,到第二年春季(4 月)即长达 20 厘米以上。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院实验生物研究所发生生理研究室, 1962。家鱼人工生殖的研究。科学出版社, 223—252 页和 273—282 页。
- [2] 明·黄省曾著。鱼经。夷门广牍版, 明万历刊行。
- [3] 雷霖霖、王宪君、王建瓌, 1965。梭鱼 (*Mugil So-iuy* Basilewsky) 人工育苗的研究。海洋水产研究资料, 水产部海洋水产研究所编, 农业出版社, 23—34 页。
- [4] 小笠原义光 1968。マダイの人工种苗生产。养殖。2: 47—52。
- [5] Abraham, M., 1975. The pituitary of *Mugil cephalus* during adaptation to biotopes of different salinities. *Aquaculture*, 5(2): 199—204.
- [6] Aronovich, T. M. 1976. Artificial breeding of mullet. *FAO Aquacult. Bull.*, 8(1): 3.

- [7] Anon., 1969. Induced breeding. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 109:88 (1368).
- [8] Bardach, J. E., Ryther, J. H. and W. O. McLarney, 1972. *Aquaculture*, 285—312. Wiley-Interscience, New York.
- [9] Chen, T. P., 1972. Artificial propagation of the grey mullet. *FAO Aquacult. Bull.*, 4(2):3.
- [10] Chen, T. P., 1972. Artificial propagation of grey mullet. *FAO Aquacult. Bull.*, 5(1):3.
- [11] Eckstein, B., 1975. Possible reasons for the infertility of grey mullets confined to fresh water. *Aquaculture*, 5 (1):9—17.
- [12] El-Zarka, S. El-D., 1968. Rehabilitation of the fisheries of an inland saline lake in the United Arab Republic. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 109:21. (0341).
- [13] George, A. I., 1970. Induced breeding of *Mugil macrolepis*. *FAO Fish. Cult. Bull.*, 2(2):3.
- [14] Kuo, C-M. et al., 1973. The grey mullet (*Mugil cephalus* L.) induced breeding and larval rearing research. 1972—73, Vol. II. Distributed by NTIS COM-73-11892.
- [15] Kuo, C-M., Nash, C. I. and Z. H. Shehadeh, 1974. A procedural guide to induce spawning in grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, 3(1):1—14.
- [16] Kuo, C-M., Nash, C. E. and Shehadeh, Z. H., 1974. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, 3(1):25—43.
- [17] Kuo, C-M. and Nash, C. E., 1975. Recent progress on the control of ovarian development and induced spawning of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, 5(1):19—29.
- [18] Liao, I. C., Lu, Y. J., Huang, T. L. and M. C. Lin, 1973. Experiments on induced breeding of the grey mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus. Coastal aquaculture in the Indo-Pacific region, pp. 213—242. (Edited by Pillay, T. V. R.).
- [19] Liao, I. C., 1975. Experiments on induced breeding of the grey mullet in Taiwan from 1963 to 1973. *Aquaculture*, 6(1):31—58.
- [20] Nash, C. E., 1973. Spawning of mullet and dolphin fish. *FAO Aquacult. Bull.*, 5(2):3.
- [21] Nash, C. E., 1973. Rearing of grey mullet larvae. *FAO Aquacult. Bull.*, 5(3—4):3.
- [22] Nash, C. E., Kuo, C-M. and McConnel, S. C., 1974. Operational procedures for rearing larvae of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, 3(1):15—24.
- [23] Oren, O. H., 1970. Worldwide studies of selected organisms. *FAO Fish Cult. Bull.*, 2(2):20.
- [24] Pien, P. C. and I. C. Liao, 1975. Preliminary report of histological studies on the grey mullet gonod related to hormone treatment. *Aquaculture*, 5(1):31—39.
- [25] Sebastian, M. J. and V. A. Nair, 1975. The induced spawning of the grey-mullet, *Mugil macrolepis* (Aguas) Smith and the large-scale rearing of its Larvae. *Aquaculture*, 5(1):41—52.
- [26] Shehadeh, Z. H., Kuo, C-M. and C. E. Nash, 1973. Establishing brood stock of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) in small ponds. *Aquaculture*, 2(4):379—384.
- [27] Tang, Y. A., 1964. Induced spawning striped mullet by hormone injection. *Jap. J. Ichthyol.*, 12(1/2):23—28.
- [28] Vasavan, A. G., 1976. Induced spawning of grey mullet. *FAO Aquacult. Bull.*, 8(1):4.
- [29] Wimpenny, R. S. & H. Faouzi, 1935. The breeding of a grey mullet, *Mugil cephalus* Cuv., in lake Qarum, Egypt. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 109:85 (1315).
- [30] Yashouv, A., 1970. Induced breeding of *Mugil capito*. *FAO Fish Cult. Bull.*, 2(2):3.
- [31] Мейен, В. А., 1939. К вопросу о годовом цикле костистых рыб. *Изв. АН СССР Биол.*, 3: 389—420.
- [32] Хлебович, В. В., 1974. Критическая соленость биологических процессов. Изд. «Наука»—Ленинград.

OBSERVATION ON THE NATURAL PROPAGATION AND EXPERIMENTS ON THE ARTIFICIAL PROPAGATION OF THE MULLET, *MUGIL SO-IUY* BASILEWSKY, CULTURED IN BRACKISH WATERS*

Propagation Reserch Group on Marine Fishes, Institute of Oceanology,
Academia Sinica

ABSTRACT

The mullet, *Mugil so-iuy* Basilewsky, is one of the important fishes cultured in sea and brackish waters. Its acclimatization and cultivation in fresh waters have been successfully done in China.

The present paper reports the results of observations on the natural propagation and of experiments on the artificial propagation of this species in Guāngǎng Lake, a brackish water lake in Tiānjin, from 1967 to 1972.

During the years 1967—1968 and 1972, it was observed that this species spawned naturally when the salinity of the lake water was above 5‰.

Results of experiments showed that the mullet could be induced to ovulate or to spawn by the injection of pituitary homogenate from either the same species or from the *Carassius auratus*, as well as HCG. The effective dosages per kg fish body weight were 17—30, 11—40 pituitary glands or 3,500—10,000 I.U. of HCG respectively. Twenty-nine to eighty-six percent of the experiments were successful within these dosage ranges, depending on the kind of hormone used and the maturation state of the ovaries.

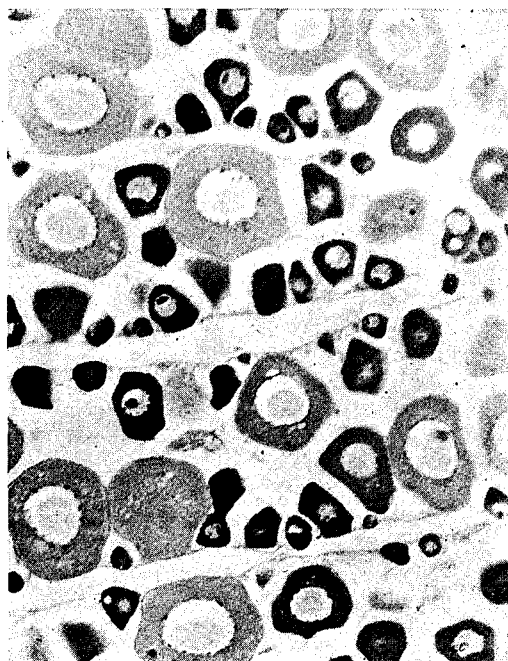
The hand-stripped eggs were artificially fertilized with milt by the wet method. The highest fertilization rate of the eggs was 91%. The fertilized eggs were incubated and hatched in still brackish water (4—30‰ salinity).

The fry were reared in 16 × 15 × 0.5 m muddy bottom pond (about 6‰ salinity) fertilized with nightsoil. Complete metamorphosis has been achieved on the 31st day after hatching. A survival rate of about 30% was recorded for fry with 42—53 mm body length, 1.4—2.7 g body weight on the 53rd day after hatching.

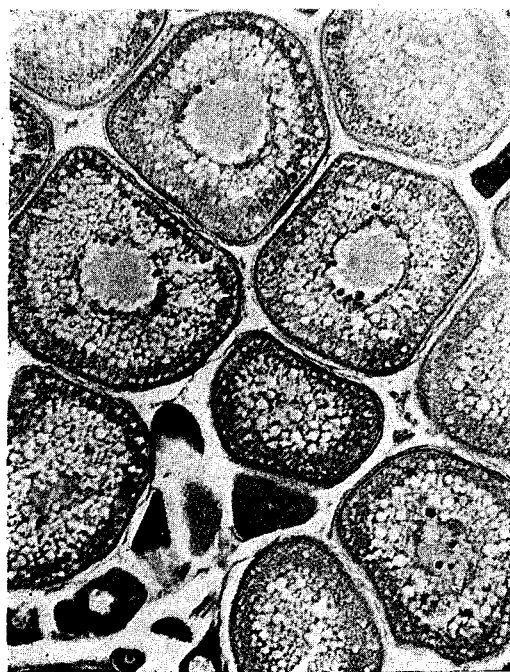
* Contribution No. 402 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



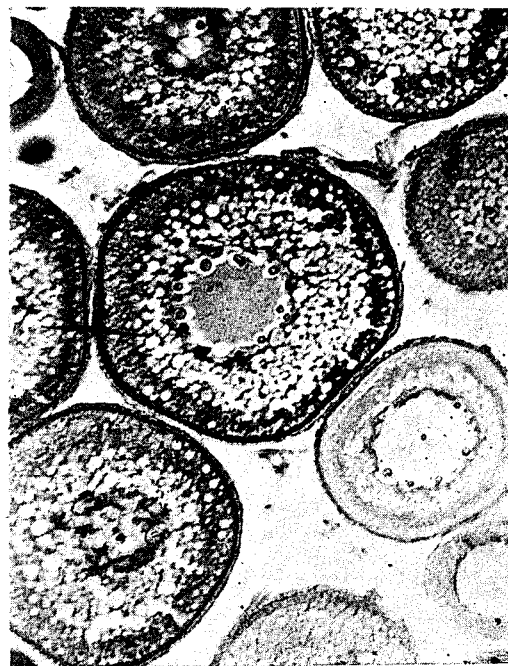
1



2



3



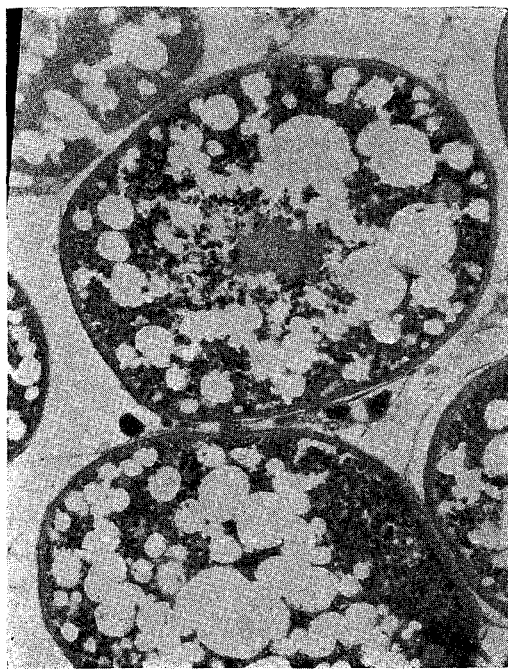
4

梭鱼卵巢发育期的组织切片图(一)

1. I期卵巢($\times 80$); 2. II期卵巢($\times 80$); 3. III期初卵巢($\times 75$); 4. III期卵巢($\times 80$)。



1



2



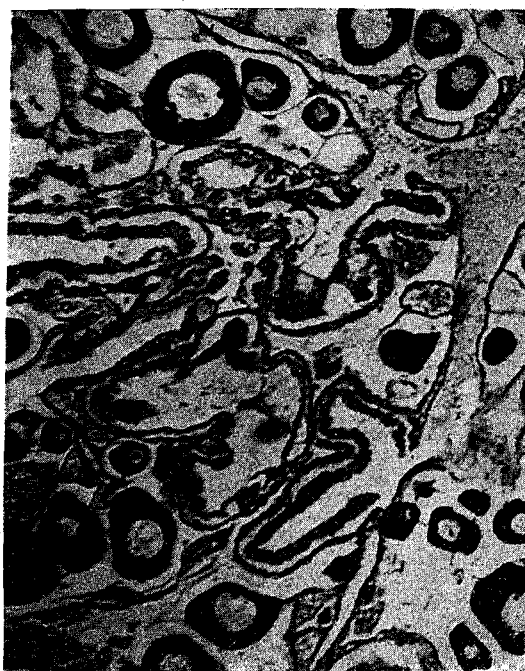
3



4

梭鱼卵巢发育期的组织切片图(二)

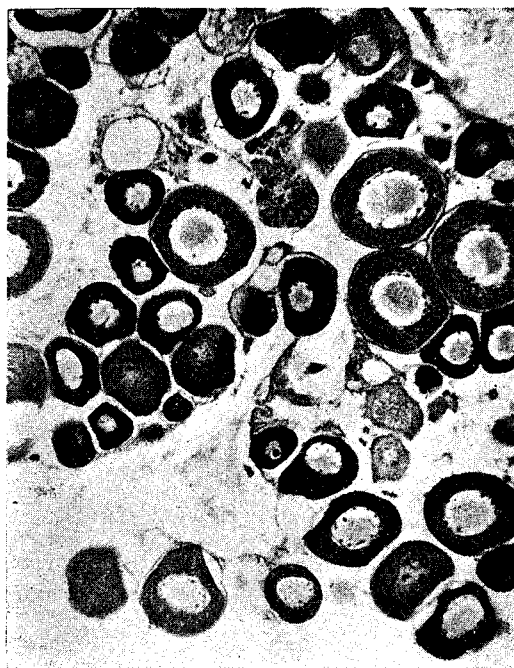
1. IV₁ 期卵巢($\times 80$); 2. IV₂ 期卵巢($\times 56$); 3. IV₃ 期卵巢($\times 56$); 4. V 期卵巢($\times 70$)。



1



2



3



4

梭鱼卵巢发育期的组织切片图(三)

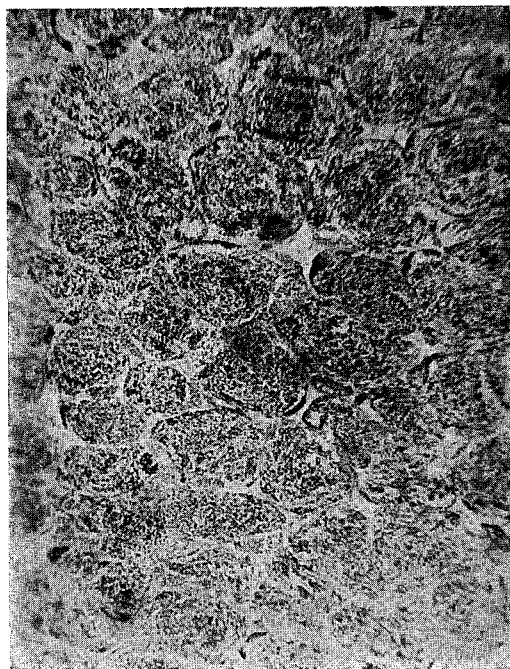
1. VI 期卵巢($\times 85$); 2. VI—II 期卵巢($\times 56$); 3. 重复 II 期卵巢($\times 85$); 4. 退化 IV 期卵巢($\times 80$)。



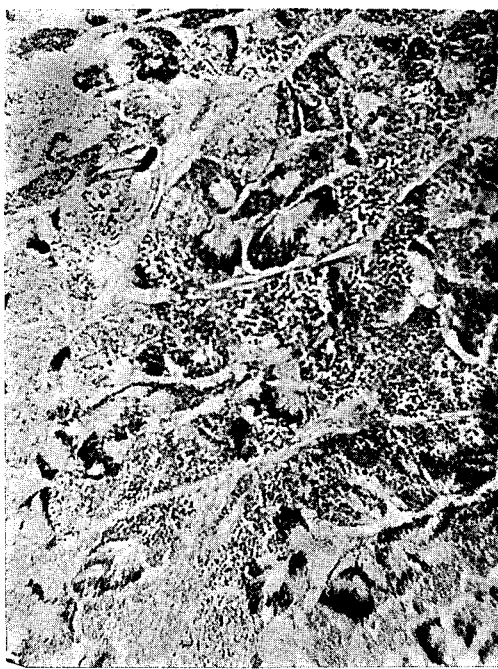
1



2



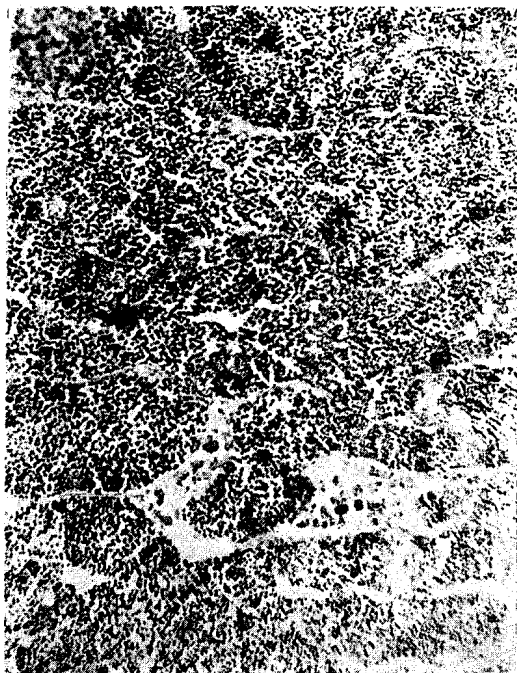
3



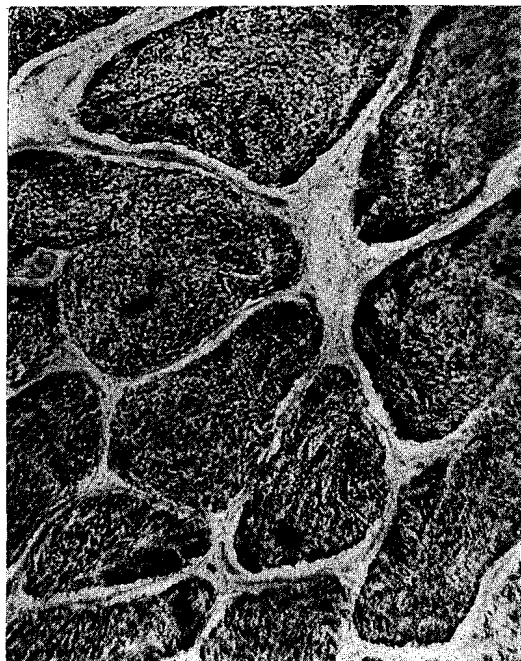
4

梭鱼精巢发育期的组织切片图(一)

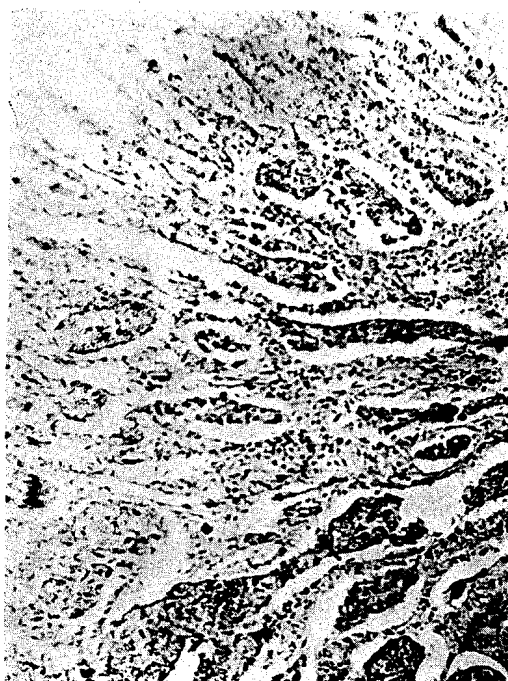
1. I 期精巢($\times 77$); 2. II 期精巢($\times 84$); 3. III 期精巢($\times 80$); 4. IV 期精巢($\times 80$)。



1



2



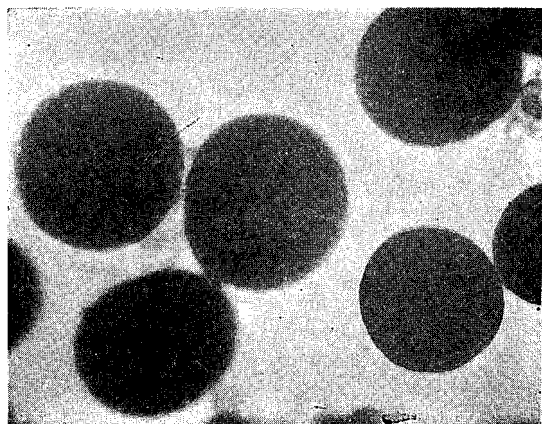
3



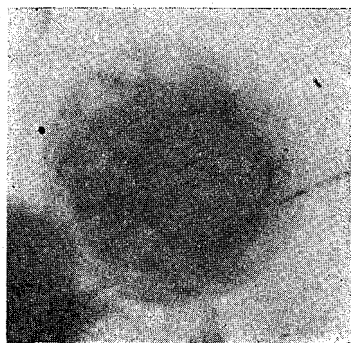
4

梭鱼精巢发育期的组织切片图(二)

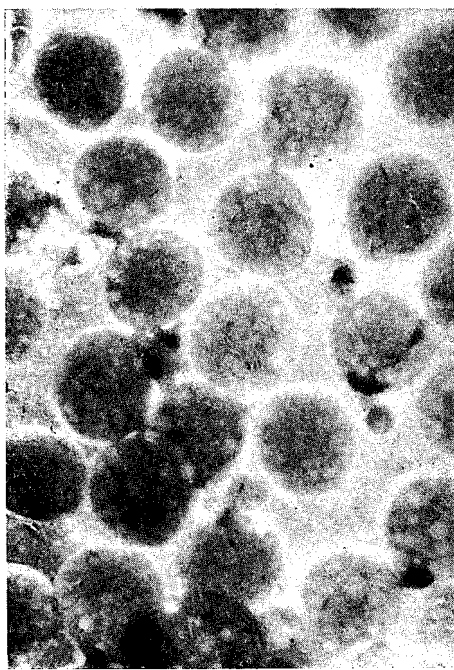
1. IV 期末精巢($\times 80$); 2. V 期精巢($\times 80$); 3. VI 期精巢($\times 80$); 4. 重复 II 期精巢($\times 95$)。



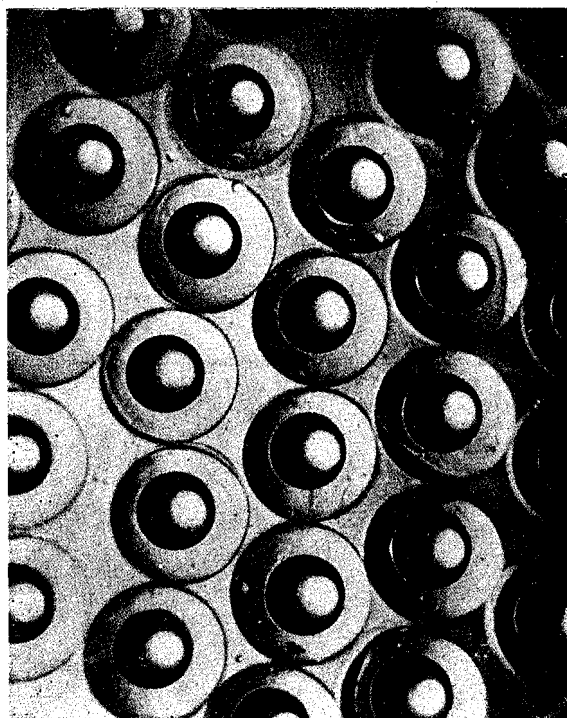
1



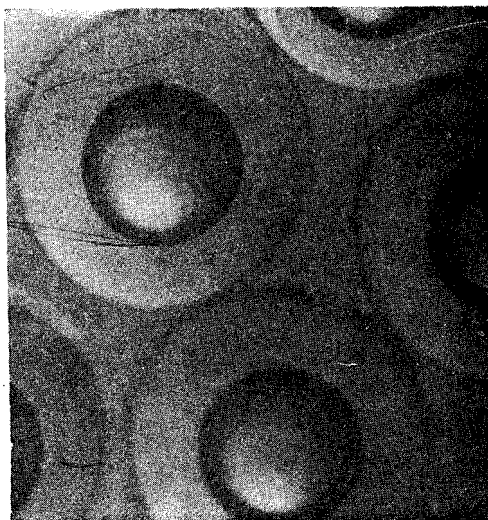
3



2



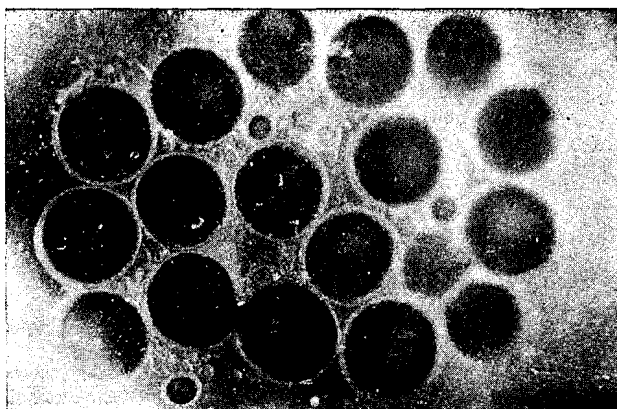
4



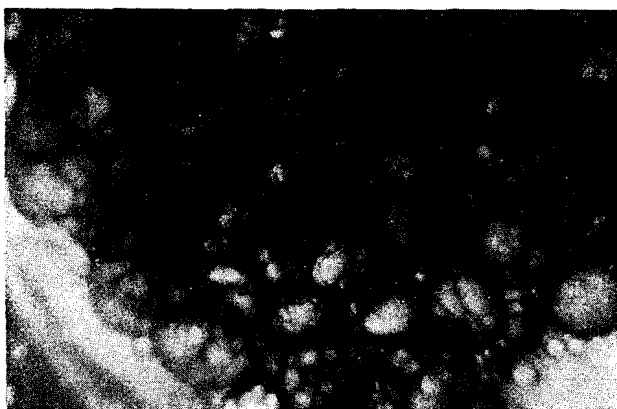
5

正常 IV 期卵母细胞和正常 V 期成熟卵的显微外观

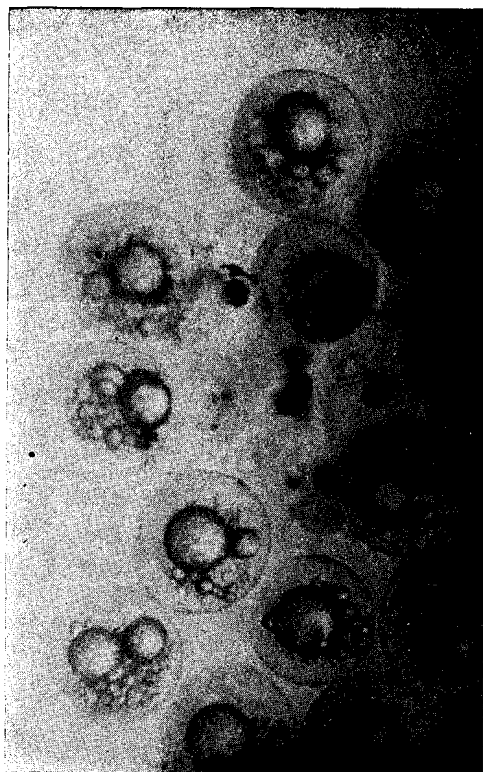
1. IV₁ 期卵母细胞； 2. IV₂ 期卵母细胞；
3. IV₂₋₃ 期卵母细胞； 4. IV₃ 期卵母细胞；
5. V 期成熟卵。



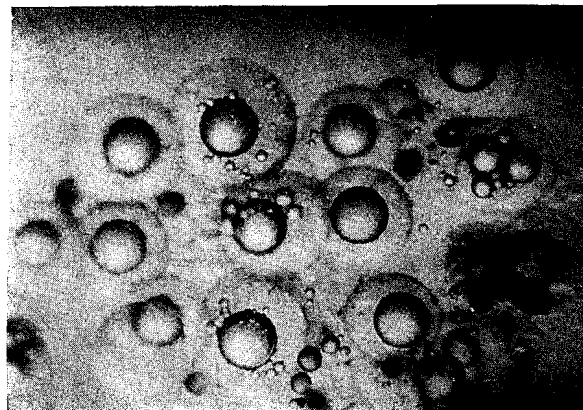
1



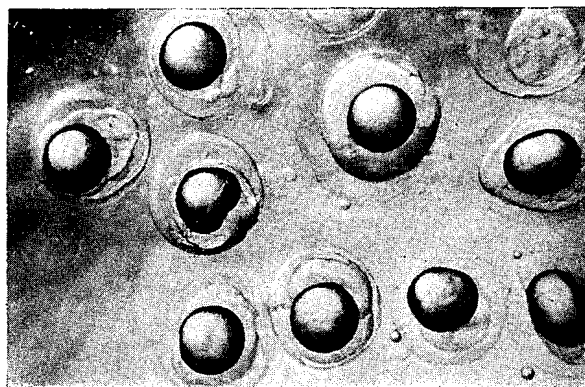
2



3



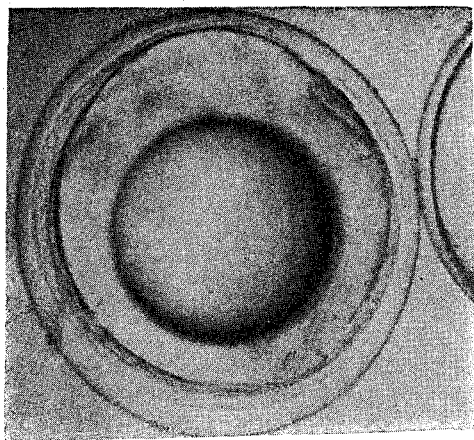
4



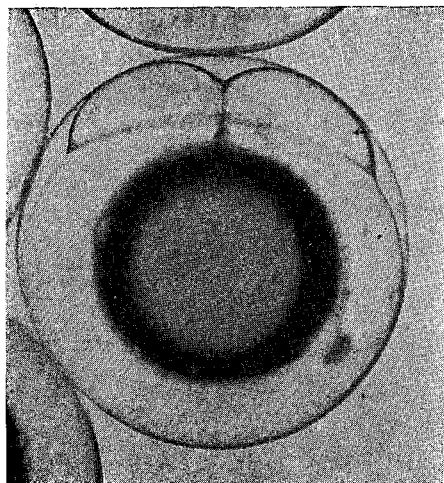
5

异常 IV 期卵母细胞和异常 V 期成熟卵的显微外观

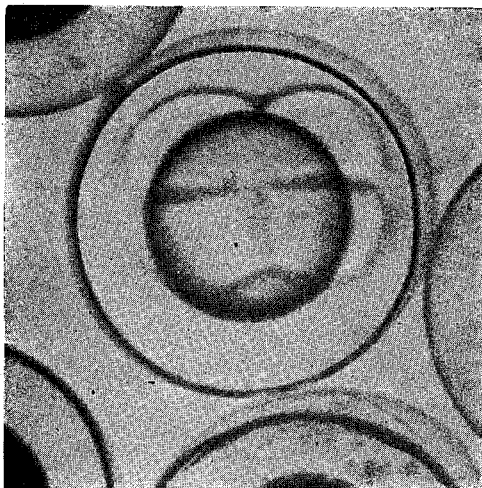
1. IV₁ 期卵母细胞(卵中央出现一半透明区);
2. IV₂ 期卵母细胞(卵质发生“泡化”);
3. IV₂₋₃ 期卵母细胞(部分卵黄质不“液化”);
4. V 期成熟卵(出现多油球);
5. V 期成熟卵(卵质凝聚变性)。



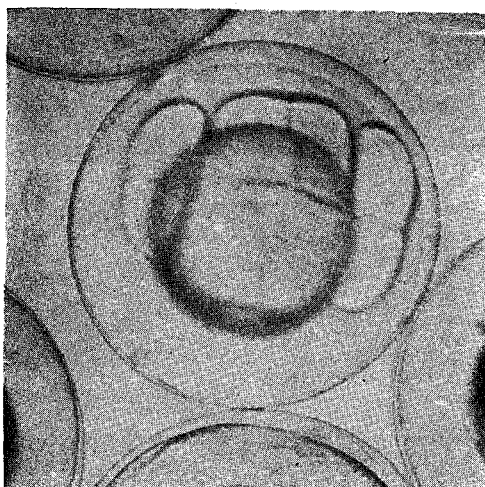
1



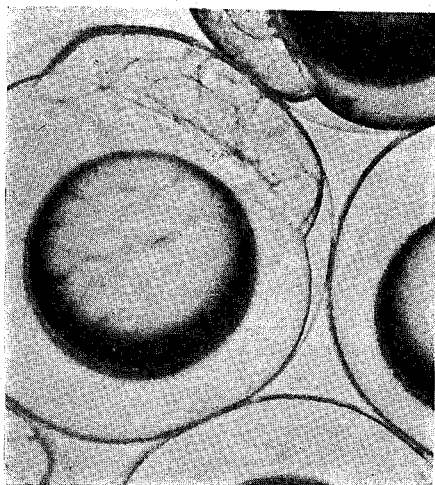
2



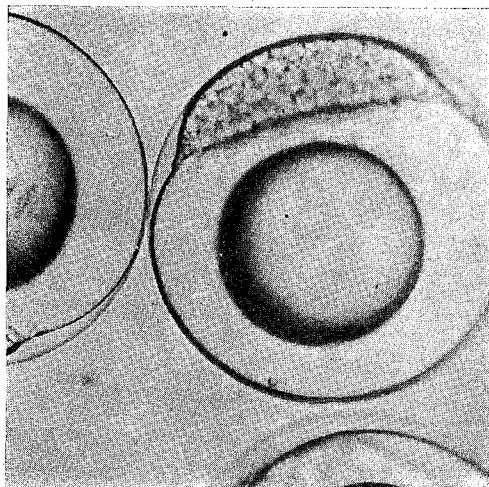
3



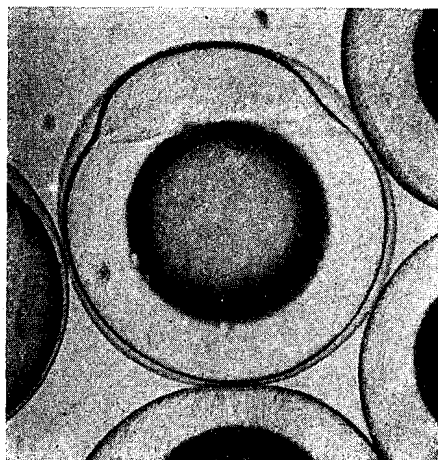
4



5



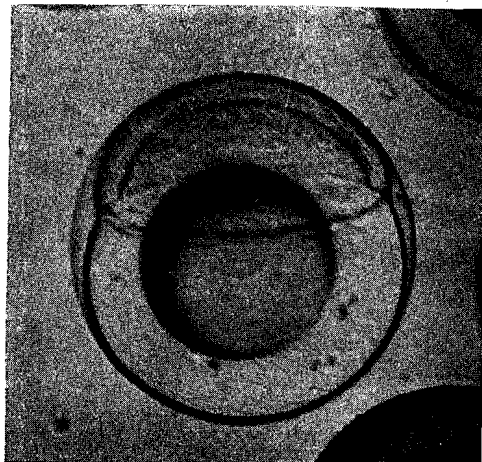
6



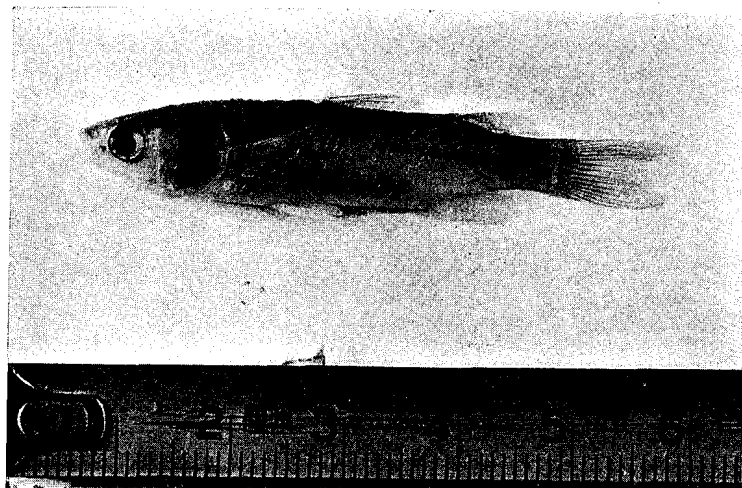
7



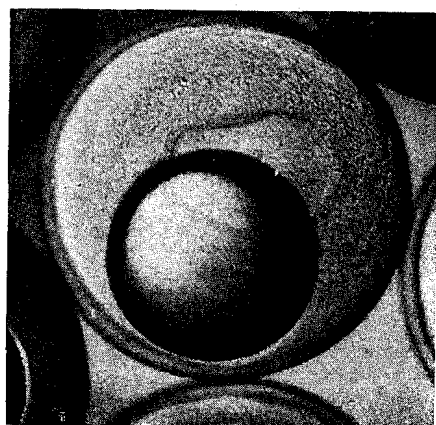
10



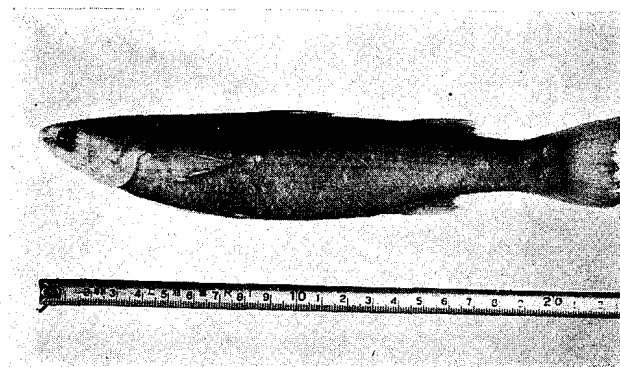
8



11



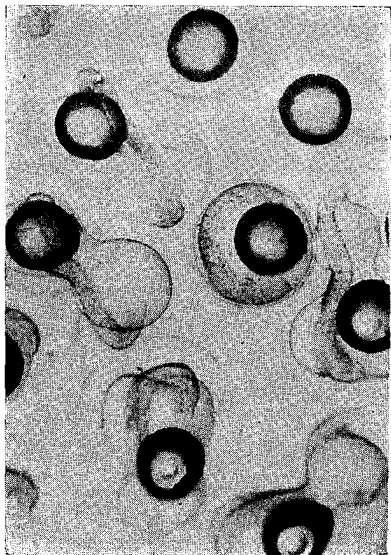
9



12

胚卵发育及仔、幼鱼

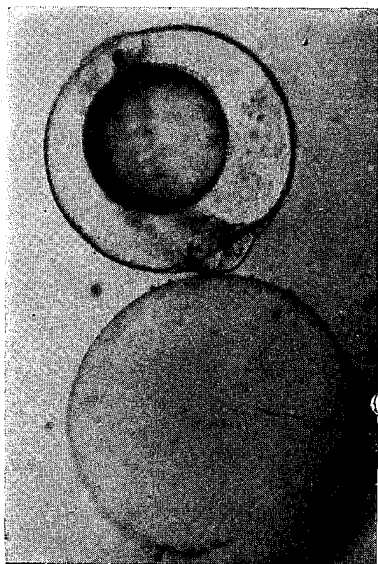
7. 囊胚期； 8. 原肠期； 9. 胚盾期； 10. 初卵仔鱼； 11. 孵后第 53 天幼鱼； 12. 近周岁小梭鱼。



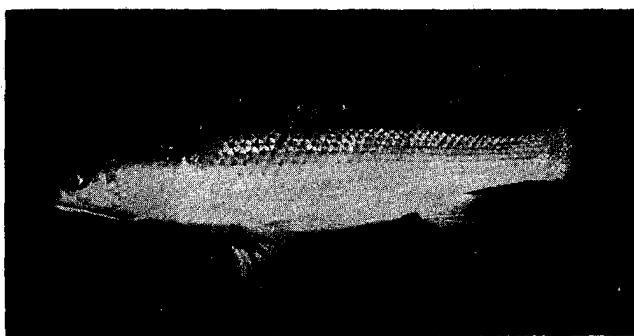
1



3



2



4