

河鳗人工繁殖的初步研究

王义强 赵长春 施正峰 张克俭 谭玉钧 李元善
(上海水产学院)

杨叶金 洪玉堂
(福建省水产研究所)

提 要

本文报道了自1973年以来河鳗人工繁殖研究的基本情况,包括亲鳗催熟、催产以及胚胎发育和培育等试验内容。

试验结果表明,在人工催熟和水温逐渐升高的条件下,大部分亲鳗在4月上旬至5月中旬性腺成熟。从1974年至1978年总的产卵受精率为8.4% (其中流卵和产死卵者不计在内)。亲鳗自然产卵的时间一般在凌晨4时至6时20分之间,水温在18.5—24.5°C范围。产卵行为较特殊,产卵前发情时,雄鳗和雌鳗先后由池底阴暗处游至水表,沿池边环游追逐,最后在较小范围内急游产卵授精,产毕又回至池底。海水盐度在23—29.8‰范围,均能产卵受精,并孵出鳗苗。

孵出后头两天的仔鳗悬于水表;第3天的仔鳗,卵黄囊大部分吸收,消化道全通,在肠内开始发现食物团,肠道内有强烈的纤毛运动,鱼体开始悬于水中,有极缓慢的下沉和上升;第4天眼球出现黑色素,晶体透明,上、下颌能启闭,有四对牙齿;第5天,肠道有蠕动波,出现肝脏原基,静止时侧卧水底;第14天,仔鳗在微流水中能不断游动,在静水中常处于水底。仔鳗养至第19天,存活434小时。

河鳗(*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel)是一种生活在淡水、降海洄游产卵的鱼类。人们对于它的生活史尚未完全揭示。在淡水中,鳗鲡的性腺不能成熟。每年入秋以后,大量鳗鲡从它所栖息的河湖中,汇集成群,洄游入海,就此杳然不见,一去不复返了。而每年冬末春初,却在沿海河口,出现大量鳗苗,热切地寻找自己的淡水栖息场所。那些亲鳗出海后到哪里去了?人们只是从沿海采集到的有限降海鳗鲡标本,推测去向(Matsui, 1957^[22]; D'Ancona, 1960^[20]; 本间, 1966; 塚原, 1971^[17])。那些鳗苗又从何而来?人们也是从不同海区采集到的柳叶形鳗证明它是鳗苗的叶状幼体,并根据它的分布推测产卵场的位置(Schmidt, 1922^[25]; 1925^[26]; 松井, 1968, 1971; 塚原, 1971^[17]; 本间, 1971^[18]; 郭河, 1971^[16])。所以,对鳗鲡的生活史中,自亲鳗下海以后,洄游到产卵场产卵,卵子孵化,早期仔鳗发育直到叶状幼体,这一段的认识多属推测。因此,鳗鲡人工繁殖工作的意义,不仅在于揭示它的生殖习性和规律,填补生活史的空白,也在于生产上摆脱单纯依赖天然鳗苗资源的现状,并作为其他鱼类人工繁殖的借鉴。

鳗鲡人工繁殖工作,自 Boucher(1934)^[13]用孕妇尿促使雄性欧洲鳗(*A. anguilla* L.)

精巢成熟以来,已经四十多年了。此后,经过了整三十年之久,Fontaine (1964)^[44] 才用鲤鱼脑垂体促使雌性欧洲鳗卵巢成熟,但是卵子没有能受精。1960年开始,日本不少学者(日比谷,1966^[21];山本,1974^[5])也从事了这方面研究。我们则于1973年开始着手试验,近几年有了较大的进展。我国和日本都成功地获得了河鳗人工繁殖的早期仔鳗(山本,1975^[9,10] 作者1978^[4])。作者于1974年5月促使河鳗在池中自行产卵受精,孵出了一批仔鳗,仔鳗成活了6天(140小时),1975年4—5月,孵出了十余万尾仔鳗,经精心培养,仔鳗成活了14天(331小时)。1976—1978年连续三年获得大量仔鳗,并作了一系列补充观察和试验,1979年仔鳗培养成活到第19天(434小时)。现将几年来的部分工作,综合报道如下。

材 料 与 方 法

亲鳗是从江苏省太湖附近水系捕获,雌者体重350—600克,雄者100—200克。经短期暂养后,运至厦门市鼓浪屿福建省水产研究所海水养殖实验场的水泥池内。水池面积10—100平方米,水深0.7—2.1米。水源是直接抽取的自然海水,盐度变动在23—29.8‰。整个试验期间的水温随气候而变化,为14.0—26°C,催熟期间水温14.0—22.5°C,催产水温18.5—26°C,孵化温度19—26°C。

催熟剂是用冬季鲤鱼的脑垂体,经丙酮脱水、干燥、碾成粉末保存的,以蟾蜍卵巢排卵反应为指标,有效浓度为47微克/毫升。绒毛膜促性腺激素(HCG)是市售宁波水产养殖场出品。雌性催熟剂量,甲组为每尾用鲤鱼脑垂体1毫克混以HCG0.5毫克,用生理盐水0.3毫升溶解,背部肌肉注射。乙组为每尾用鲤鱼脑垂体1.5毫克加HCG0.9毫克。每二次注射间隔时间15—20天。雄鳗催熟剂量为甲组雌鳗之一半,不定期注射。对照组用标记方法混养在各试验池中。

在催熟中,对性腺和脑垂体均作了切片观察,卵巢用Bouin氏液固定,石蜡切片,Heidenhain偶氮卡红法染色,脑垂体用Helly氏液固定,石蜡切片,Heidenhain偶氮卡红法和PAS法染色,显微镜观察。

催产是选取腹部膨大(腹围13—16厘米)、柔软(这时解剖的卵巢成熟系数约40—50%)的雌鳗和轻挤腹部能流出乳白色的、入水易散开的精液的雄鳗,按2:1—2的比例配组。催产剂除用鲤的脑垂体混以HCG外,也有的是用促黄体素释放激素类似物(LRH-A)。前者剂量与催熟同,后者剂量为0.1—0.3毫克/尾。雌雄经催产后,配组,移入产卵池,随时观察其产卵行动。倘催产后不产时,酌情补针,并增放精液充沛的雄鳗。

获得的受精卵,用聚氯乙烯孵化桶孵化,桶的容水量200公升,水交换量为6公升/分钟,每次孵化容卵量不超过40万粒。孵化用水经沉淀和过滤。对胚胎和仔鱼各发育阶段,进行了活体和切片观察,并在孵化后3天开始分别投喂海洋酵母(属圆酵母之一种)、叉鞭金藻(*Dicrateria*)、扁藻(*Plamymonus* sp.)、褶牡蛎(*Ostrea cucullata*)的担轮幼虫(*Trochophora*)、海水臂尾轮虫(*Brachionus* sp.)和鸭蛋黄等。

对产卵后的亲鳗,投喂饵料,精心饲养,并进行了活体观察和性腺切片,H. E. 染色,显微镜观察。

主要的观察结果

(一) 催 熟

9、10月份从太湖采集的雌鳗，卵巢重一般都在10克以下，成熟系数为0.7—1.4%，卵巢为第Ⅲ期。这些雌鳗倘不经催熟处理，长期蓄养在海水池中，成熟系数一般无甚增加，不可能达到成熟(表1)。

表1 蓄养在海水中不加催熟的个体性腺发育情况

海水中蓄养时间		30天	90天	150天以上
体 重 (克)		440—495	250—400	255—360
体 长 (厘米)		63—65	60—65	60—66
卵 巢 重 (克)	范 围	10.5—11.0	6.0—11.2	3.7—12.0
	平 均	10.7	7.8	7.3
成 熟 系 数 (%)	范 围	2.2—2.4	1.7—2.8	1.4—4.1
	平 均	2.3	2.3	2.4

甲组雌鳗经注射6—7次后，有些个体(约占总数的5—10%)性腺即达成熟；经注射8—10次后，多数个体(约占85—90%)性腺都能成熟；少数个体需经注射10次以上，性腺才能成熟；个别个体虽经多次注射，性腺仍无显著反应，成熟系数仅为2.8—5.9%。

乙组雌鳗性腺成熟比甲组略早。经注射5—6次后，约有20%的个体成熟；经注射7—8次后，几乎全部成熟，只有极少数个体在注射10次后才成熟。

经催熟的雌鳗，性腺成熟系数随着注射次数的增加而逐步增长，其中成熟以前1—2次注射时的增长最快，乙组成熟系数增长情况(见图1)。

从催熟亲鳗脑垂体的切片中可看出，其中腺垂体的PAS阳性物质积累程度和成熟系数的增长，具有明显的一致性。在海水中长期蓄养而未经催熟的对照组亲鳗，中腺垂体的嗜硷性细胞少而小，也没有PAS阳性物质存在；经催熟注射以后，成熟系数不断增长的个体，中腺垂体嗜硷性细胞有所增多增大，在小柱边缘的细胞中，首先出现PAS阳性物质，以后此类物质积

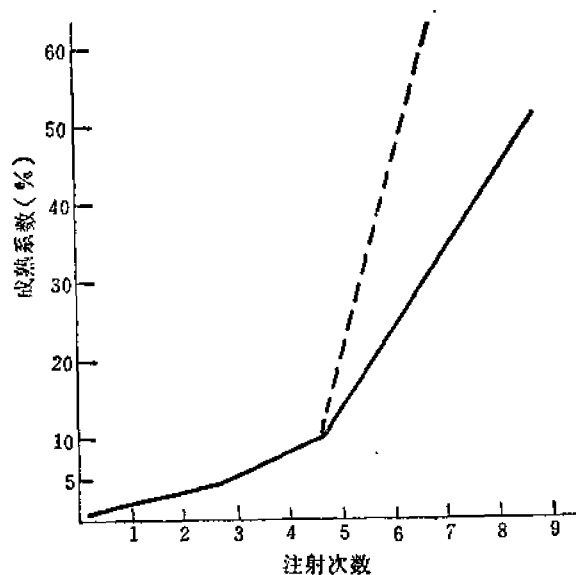


图1 性腺成熟与催熟关系

.....20%个体较早成熟 ——多数较迟成熟

累越来越多(表2,图版 I-1,2)。那些经催熟注射性腺不发育者,中腺垂体嗜硷性细胞无显著变化,也没有 PAS 阳性物质出现。

表2 中腺垂体 PAS 阳性物质与成熟系数的关系

卵 巢 重 (克)	成 熟 系 数 (%)	PAS 反 应
8.2 (对照组)	2	(-)
26.1	6.7	(+)
26.3	6	(+)
35.0	10	(+)
138.7	36.5	(++)
108.5	36.1	(++)
380.0	48.7	(+++)

注: (+) 小柱边缘细胞弱阳性
 (++) 部分小柱细胞阳性
 (+++) 大部小柱细胞阳性

(二) 催 产

在人工催熟和变温的条件下,亲鳃性腺成熟时间有先后,所以每年催产的时间不很集中,一般在3月下旬至5月下旬,但大部分在注射8—10针后成熟,所以也可以说是相对集中,大都是集中在4月上旬至5月中旬。从1974至1978年共催产593尾,产卵受精者50尾(流卵和产死卵者不计在内),平均产卵受精率8.4%。其中自然受精者39尾,人工授精者11尾。

1. 产卵的几个生态因子

(1) 产卵时间 根据实际观察到的发情时间和捞获的早期受精卵(8细胞以前的阶段),推算河鳃产卵一般都在凌晨4点至6点20分之间,以4点30分至5点居多(表3)。这时,在20—25厘米水深处所测得的光照度为0—5 lux。

表3 部分雌鳃产卵的时间

产卵日期	水温(℃)	产卵时间	产卵日期	水温(℃)	产卵时间
1976. 4.15	18.5	6:00—6:20	1977. 4.7	20.4	5:20—5:45
4.20	19.4	4:40—5:00	4.11	19.2	4:20—4:40
4.21	19.8	4:40—5:00	4.14	22.5	4:20—4:40
4.22	21.5	4:30—4:50	4.17	22.0	4:00—4:30
5.7	21.2	4:20—4:40	4.26	24.5	5:15—5:35
5.13	23.6	4:30—5:00	5.5	24.0	4:40—5:10
5.22	24.5	4:40—5:00	5.10	24.5	4:20—4:50

(2) 产卵水温 产卵水温在18.5—24.5℃范围内,产卵百分率随水温上升而增高,在超过24.5℃的温度,尚未见产卵者(图2)。

(3) 产卵水层 产卵前亲鳃栖息于池底,且喜钻入瓦管等阴暗处,但到了产卵前发情时,雌鳃雄鳃先后游至水表,沿池边环游,最后于水表稍下的区域完成其产卵过程。产毕

又回至池底。

(4) 海水盐度 在本试验的盐度范围(23—29.8‰)内,均能产卵、受精,并孵出仔鳗。但受精卵在28‰盐度的海水中多数为浮性,而在盐度为23—26‰的静水中,沉于水底。

2. 产卵行为

河鳗的发情和产卵行为,我们曾多次目睹。开始发情时,雄鳗首先从池底游起,沿着池边急游,随后雌鳗亦游起,沿池边缓慢环游。雄鳗开始追逐雌鳗,或傍依雌鳗,或尾随雌鳗,或不时以吻部顶触雌鳗生殖孔附近的腹部。追逐现象渐渐加剧,待到高潮,雌鳗突然极度加大其游泳摆动幅度,仅在较小的范围内(约3—4平方米)上下(由水表至水表以下约40厘米)往返急游,边游边产卵。雄鳗紧紧尾随其后,作同样幅度的游泳,边游边排精。刚产出的卵子较为密集,似成白色团块,入水后很快散开。整个发情过程,约需20分钟,产卵毕,亲鳗返回池底。

另一种动作是当追逐到达高潮时,原在雌鳗腹下顶触其生殖孔的雄鳗,突然窜到前方1米余处,将身体剧烈卷曲,快速旋转数圈而排精,随后雌鳗游至该处产卵。

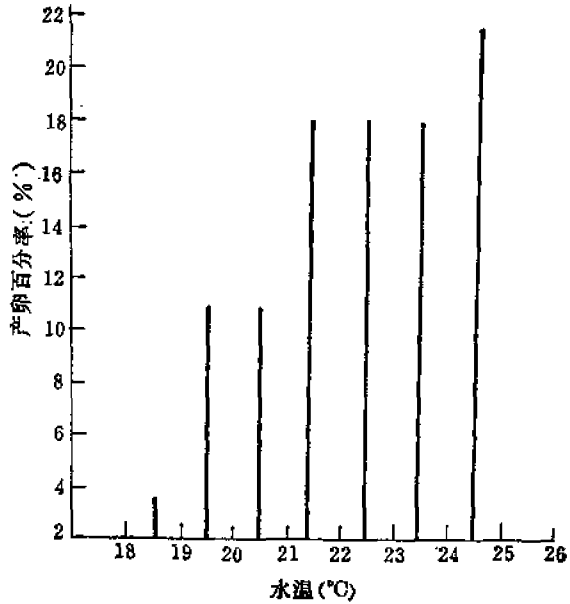


图2 产卵百分率和水温的关系

(三) 河鳗的早期发育

河鳗的受精卵,透明,卵径1.0毫米左右,具油球,以六、七个至十多个者孵化率较高。

胚前发育规律和一般鱼类相似(图版I-3,4,5),唯囊胚腔消失很迟,孵化时胚体不象其他鱼类那样在卵膜里剧烈转动,而是间歇的抽动。孵出时,卵膜被溶一孔,胚体从孔钻出。

胚后期则较其他鱼类有显著不同。

刚出膜的仔鱼(图版II-7),体长3.1—3.6毫米,体长与体高之比为3.7:1。卵黄囊较大,体节数,卵黄囊末端以前43对左右。末端以后7对左右。仔鱼这时头部向上悬挂于水表,偶尔作短暂的螺旋式的游动。

第1天(17小时)的仔鱼(图版II-8),生长速度很快,体长约达4.5毫米,体长与体高之比为6.4:1。卵黄显著吸收。体节数,卵黄囊末端以前43—45对,末端以后31—32对。仔鱼这时仍是头部向上悬于水表,偶尔作短暂的直线运动。

第2天(44小时)的仔鱼,体长4.6—5.2毫米,体长与体高之比为7.6:1。体节数,肛门前50—52对,肛后约54对。肠道与口接通,但与肛门尚未接通,头部有感觉丘。这时仔鱼仍悬于水表,很少活动,但感觉灵敏,倘有物接近,即作急速窜泳。

第3天(72小时)的仔鱼,体长5.2—5.7毫米。体节数,肛前50—52对,肛后57—61对。卵黄大部分吸收。口、肠道、肛门均已相通。肠内有食物团。但器官发育尚很不完

善,眼脉络裂刚封闭,眼无色素。上、下颌出现牙齿原基。肠道为单层长方形上皮细胞,内缘有强烈的纤毛运动。这时仔鱼悬于水中,有极缓慢的下沉与上升。

第4天(96小时)仔鱼,体长6.0—6.4毫米,体长与体高之比为17:1。卵黄极少。眼球背部有较多的黑色素,晶体透明。上、下颌可启闭,各有四对牙齿,第一对较长,肠道内仍有纤毛运动,有食物团(图版 I-6)。胸鳍出现。

第5天(120小时)的仔鱼(图版 II-9),体长6.3毫米左右。体节数,肛前51—53对,肛后61—63对。眼全黑,咽部有吞咽动作,肠道有蠕动波,切片观察,有平滑肌层。出现肝脏原基。这时仔鳗已作鳗形游泳,静止时侧卧水底。对强光突然照射,能迅速逃避。

第7天(168小时)的仔鱼,体长6.6毫米左右。眼径很大。齿锋利,上颌第一对齿向前下方伸出,有如鸡喙。油球已很小,直径0.11毫米左右。肠道细胞间嵌有杯形分泌细胞。仔鱼活动能力较强,对抗水流能力也强。

第10天(240小时)的仔鱼,体长6.8—7.0毫米,油球直径0.035毫米左右。

第14天(331小时)的仔鱼,体长7.6毫米左右,体高明显增加。口次端位,上、下颌各具齿4对,长而锋利,伸向斜前方(图版 II-10)。油球0.02毫米。肠道中段有较大的食物颗粒。这时仔鱼在微流水中,能不断游动,在静水中则经常处于水底,完全是鳗形游泳。有时似有咬食动作。

第19天(434小时)的仔鱼(图版 II-11),和14天者无明显差别。

讨 论

(一)在自然界,人们从未捕到过接近成熟的亲鳗。从沿海捕到的降海雌鳗,成熟系数仅2.8—3.94%,最大卵径仅达0.378—0.394毫米(本间,1971)^[13],相当于 Meÿer 分期法的一层滤泡时相向卵黄开始沉积时相过渡的阶段,距卵子成熟相差尚远。显然以后的卵子发育和成熟过程是在大洋中经长途洄游,在一定的环境条件刺激下完成的。用人工催熟的生理方法能够替代自然环境条件的刺激促使成熟过程完成(Fontaine,1964)^[21]。并且达到了产卵、受精、孵化出苗(山本,1974^[6,7];作者,1978^[4])。

目前对鳗鲡催熟虽然成功,但各种试验效果颇有相差,这和催熟刺激的强度(注射剂的种类和剂量),刺激的持续时间(注射的间隔时间)和温度以及鱼体对催熟剂的敏感性等都有密切关系。比较 Fontaine、山本等和作者的催熟试验(表4),表明三者催熟的总天数相差不多,但是脑垂体的用量相差悬殊。我们催熟注射的间隔时间长,温度较低,但所用垂体总量仅是他们的 $\frac{1}{30} \sim \frac{1}{50}$,用药省,效果较好。这种较好效果可能与垂体加 HCG 混

表4 催熟试验的比较

试验者	每次注射剂量	注射间隔时间	达到成熟的总针数	总天数	催熟剂总用量(毫克)	温度(℃)
作者	1.5毫克鲤垂体 +0.9毫克HCG/尾	15天	7	105	10.5毫克鲤垂体 6.3毫克HCG	14.1—22.1
Fontaine	2毫克/100克体重	2+天	约39	90	510毫克垂体	24—26
山本等	35毫克/500—1000克体重	7天	9—15	63—105	315—525毫克垂体	19±1

合使用有关。从甲组试验表明,注射剂量再偏低些,也可以促使其成熟,但所需时间较长。

有关催熟机制的问题,目前研究得不多。一般,鱼类卵母细胞在卵黄开始生成之前是不需要脑垂体促性腺激素调节的,而在进入此时期后就严格地需要它的调节(Vivien, 1941^[28]; 1952a^[29])。降海亲鲢的性腺正处于第Ⅲ时相向第Ⅳ时相过渡的阶段(本间, 1971^[12]; 林鼎等, 1977^[1]),而其脑垂体也正处于中腺垂体嗜硷性细胞很少,没有PAS阳性物质存在的状况,这说明降海亲鲢卵母细胞停顿在这一阶段,正是由于脑垂体缺乏促性腺机能之故。经过催熟注射后,不仅促使卵母细胞的卵黄沉积,也促使本身中腺垂体嗜硷性细胞增多增大,PAS阳性物质逐渐积累,成熟系数越高,该物质积累也越多,这和“家鱼”的成熟相符(施琼芳, 1964^[3]),也和其他作者的河鲢试验相一致(Nagahama, 1973^[22]; 山本等, 1974^[9])。可能这是由于注射外源激素促使性腺发育,而发育中的性腺产生的少量雌激素通过性腺-下丘脑-垂体的反馈途径导致本身脑垂体促性腺机能的增加(Brotherton, 1976^[19]),所以有限的几针催熟注射能够促使性腺在数月内持续发育、成熟。

由此设想,对那些必须经过产卵洄游才能达到性腺成熟的鱼类,在它不能满足洄游条件的情况下,运用催熟手段促其成熟。鉴于我国几种产卵洄游性的重要经济鱼类,如大麻哈鱼、鲑鱼等,由于水利建设、环境污染等影响,资源日趋减少,是否也可用催熟手段促其性腺发育,通过人工繁殖获得苗种,这将是我国水产养殖事业的一个新课题。

(二)关于自然界中鲢鲢产卵的生态条件,过去人们都是靠采集到的叶状幼体而推断的(Schmidt, 1922^[25], 1925^[27]; 松井, 1972^[14])。由于无人捕到过亲鲢,无人目睹过产卵,所以也无人对他们所提出的产卵场条件表示异议。

在人工繁殖的条件下,我们目睹了产卵行为,获得了受精卵,孵出了仔鲢,也为我们对鲢鲢产卵的生态条件的讨论,提供了一些直接依据。

1. 关于产卵水层的问题, Schmidt (1922)^[25]推断是在深海区的中层(水面以下200—300米),水温在17—20°C,松井则认为是在第一和第二温跃层之间。根据我们观察河鲢繁殖中有下述特征:产卵时游到表层的行为、受精卵具有油球和浮性,孵出后两天内的仔鲢是飘浮的,产卵水温18.5—24.5°C(绝大多数是在20°C以上)。而 Schmidt 所推断之处比我们所记录的温度偏低,其表层水温是20—27°C,却是和我们记录者相符,因此,无论从产卵行为,受精卵和仔鲢的生物学特征,还是从产卵水温,均说明河鲢产卵水层可能是在表层。

既然产卵是在表层,那么 Schmidt 却是在深处(200—75米)捕到个体小(7—15毫米)的叶状幼体,而在浅处(50米)捕到个体大(25毫米)的叶状幼体,这又如何解释呢?从人工繁殖的早期仔鲢看,孵出后3—4天就开始从水表下沉而悬于水中,有缓慢的下沉和上升。5天以后,能作鲢形游泳,而静止时侧卧水底。13天后虽能在微流中不断游泳,但基本上还是在水底活动。这种逐渐下沉的现象和它的个体发生的特征有关,如体形变为细长,鳔尚未出现,油球渐渐消失,浮力减小等。由此可以推断,倘若此种幼体是处在自然海区,将会继续下沉,一直沉到发育成叶状形态,鳔出现,有了浮力,才逐渐向水的上层移动。这可能就是 Schmidt 在下层捕到个体小的幼体,而在上层捕到个体大的幼体的主要原因。

2. 关于产卵环境的盐度问题。我们的试验是在盐度23—29.8‰的范围内进行的,在此范围的不同盐度,都有亲鲢产卵、受精,并能孵出仔鲢。这比前人推断的产卵场的盐

度低得多。由此可见,在人工繁殖条件下,亲鳗对盐度的要求,并不十分严格。

3. 关于光照问题。在催产试验中,河鳗的产卵时间很有规律,都是处在凌晨拂晓前后,似不受催产注射时间的影响。看来主要是与一定的光线要求有关。从有些鱼类产卵受光照的严格影响和光照对其他脊椎动物排卵的反射性影响来看,可能暗光也作为河鳗产卵的诱导因子之一。这是催产措施和掌握人工受精时间所必须注意的。

(三) 人工繁殖的早期仔鳗,在水温 23—26°C 的条件下,孵出后三天,口裂开启,消化道接通,但只是单层立方上皮细胞的结构,无肌肉层,牙齿仅是原基,颌尚不能活动,眼无色素,不能自主地游泳。这些特征,显然表明仔鳗在这阶段尚不能吞咽食物,肠道不能蠕动,对光线也无反应,不具备主动摄食的能力。然而,仔鳗肠道内具有强烈的纤毛运动,多数仔鳗肠道里具有食物,这些食物都属细小颗粒,并且常见到一些细小颗粒在纤毛运动的作用下,在肠道内转动。很可能肠道里的食物是由于纤毛运动而进入的。推测这可能是此阶段仔鳗适应卵黄消耗快、发育速度快、消化机能不完全的一种特殊过渡营养方式(松原,1965^[10])。

小 结

1. 本试验目前所采用的催熟方法是用药省、效果好的方法。催熟率几达 100%。在催熟中,脑垂体也相应地发育。

2. 河鳗产卵的时间一般都在凌晨拂晓前后,约 4—6 时之间,以 4 时 30 分至 5 时产卵居多。表明河鳗产卵与光线有关。

3. 人工繁殖条件下,河鳗能在盐度 23—29.8‰ 的海水中产卵、受精,并孵出仔鳗。产卵在水表进行。温度为 18.5—24.5°C,而以 21.5—24.5°C 较为适宜。

4. 孵出后三天的仔鳗,肠腔内有食物,肠道有纤毛运动。

5. 孵出后 13—14 天的仔鳗,体长 7.6 毫米,体高显著增加,似有开始向叶状幼体过渡的趋势。

参 考 文 献

- [1] 林鼎等,1977. 鳗鲡 (*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel) 繁殖生物学研究,1. 下海鳗雌雄性状差异和鉴别. 水生生物学集刊,6(2):177—188.
- [2] 施珠芳、张水元,1964. 草鳗鱼脑垂体变化的组织学研究. 水生生物学集刊,5(1):64—72.
- [3] 施珠芳、尹伊伟、胡传林、张光元,1964. 鳗鱼性腺周年变化的研究. 水生生物学集刊,5(1):77—94.
- [4] 厦门水产学院、福建水产研究所,1978. 河鳗人工繁殖的研究初报. 动物学报,24(4):399—401.
- [5] 山本喜一郎、広井修、平野忠、森冈孝朗,1972. シナホリン投与による养殖ウナギの精巢催熟について. 日本水产学会志,38(10):1083—1090.
- [6] 山本喜一郎、森冈孝朗、広井修、大森正明,1974. サケ、マス类脳下垂体投与による雌ウナギの催熟. 日本水产学会志,40(1):1—7.
- [7] 山本喜一郎、大森正明、山内皓平,1974. 日本産ウナギ (*A. japonica*) の卵形成について. 日本水产学会志,40(1):9—15.
- [8] 山本喜一郎、春日清一、大森正明,1974. 养殖雄ウナギの人为成熟に伴う視床下部脳下垂体系の形态变化. 日本水产学会志,40(2):159—166.
- [9] 山本喜一郎、山内皓平、春日清一,1975. ウナギの初期発生について. 日本水产学会志,41(1):21—28.

- [10] 山本喜一郎、山内結平、森岡孝朗, 1975. ウナギの前レプトケファルス期の仔魚について。日本水产学会志, 41(1):29—34。
- [11] 日比谷京, 1966. 完熟采卵に成功。养殖, 3(7):12—15。
- [12] 本间义治, 1971. 降海するウナギ——生理変化と産卵の可能性。养殖, 8(3):42—45。
- [13] 西村三郎, 1961. 鰻の回游と産卵の問題。日海洋志, 17(2)。
- [14] 松井魁, 1972. 鰻学(生物学的研究篇)。恒星社厚生阁版。
- [15] 松原喜代松, 1965. 鱼类学(上), 水产学全集9。恒星社厚生阁版。
- [16] 郭河, 1971. 台湾におけるシラスウナギの接岸。养殖, 8(1):52—56。
- [17] 塚原博, 1971. シラスウナギの接岸。养殖, 8(4):56—59。
- [18] Boucher, S., Boucher, M. & Fontaine M., 1934. sur la maturation provoquée des organes genitaux de l'anguille. *C. R. Soc. Biol., Paris*, 118: 1284—1286
- [19] Brotherton, J., 1976. Sex Hormone Pharmacology. Academic Press.
- [20] D'Ancona, U., 1960. The life-cycle of the Atlantic eel. *Symp. Zool. Soc. London* №1. 61—75
- [21] Fontaine, M., Bertrand, E., Lopez, E. & Callamand, O., 1964. Sur la maturation des organes genitaux de l'Anguille femelle (*Anguilla anguilla* L.) et l'émission spontanée des oeufs en aquarium. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 259: 2907—2910.
- [22] Matsui, I., 1957. On the reports of a leptocephalus and catadromous eels of *Anguilla japonica* in the waters around Japon with a presumption of their spawning place. *J. Shimomoseki Univ. Fish.*, 7(1): 167.
- [23] Nagahama Y., 1973. Histo-Physiological studies on the pituitary gland of some teleost fishes, with special reference to the classification of hormone-producing cells in the adenohypophysis. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 21(1): 2—53
- [24] Pickford, G. E. & Atz, J. W., 1957. The physiology of the pituitary gland of fishes.
- [25] Schmidt, J., 1922. The breeding places of the eel. *Philoso. Roy. Soc. London*, ser. B 211, 179—208.
- [26] Schmidt, J., 1925. The breeding places of the eel. *Smithson Rep. for 1924*, 279—316.
- [27] Tucker, D. W., 1959a. A new solution to the atlantic eel problem. *Nature Lond*, 183: 495.
- [28] Vivien, J. H., 1941. Contribution à l'étude de la physiologie hypophysaire dans ses relations avec l'appareil génital, la thyroïde et les corps supraréniques chez les poissons sélaciens et teleostéens *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 75: 257.
- [29] Vivien, J. H., 1952a. Rôle de l'hypophyse dans le déterminisme de l'involution ovarienne et de l'inversion sexuelle chez les xiplophores *J. Physiol. Paris*, 44: 349.

STUDIES ON THE ARTIFICIAL INDUCEMENT OF REPRODUCTION IN COMMON EEL

Wang Yiqiang, Zhao Changchun, Shi Zhengfeng,
Tan Yujun, Zhang Kejien and Li Yuanshan
(Shanghai Fisheries College)

Yang Yejin and Hong Yutang
(Fujian Fisheries Institute)

Abstract

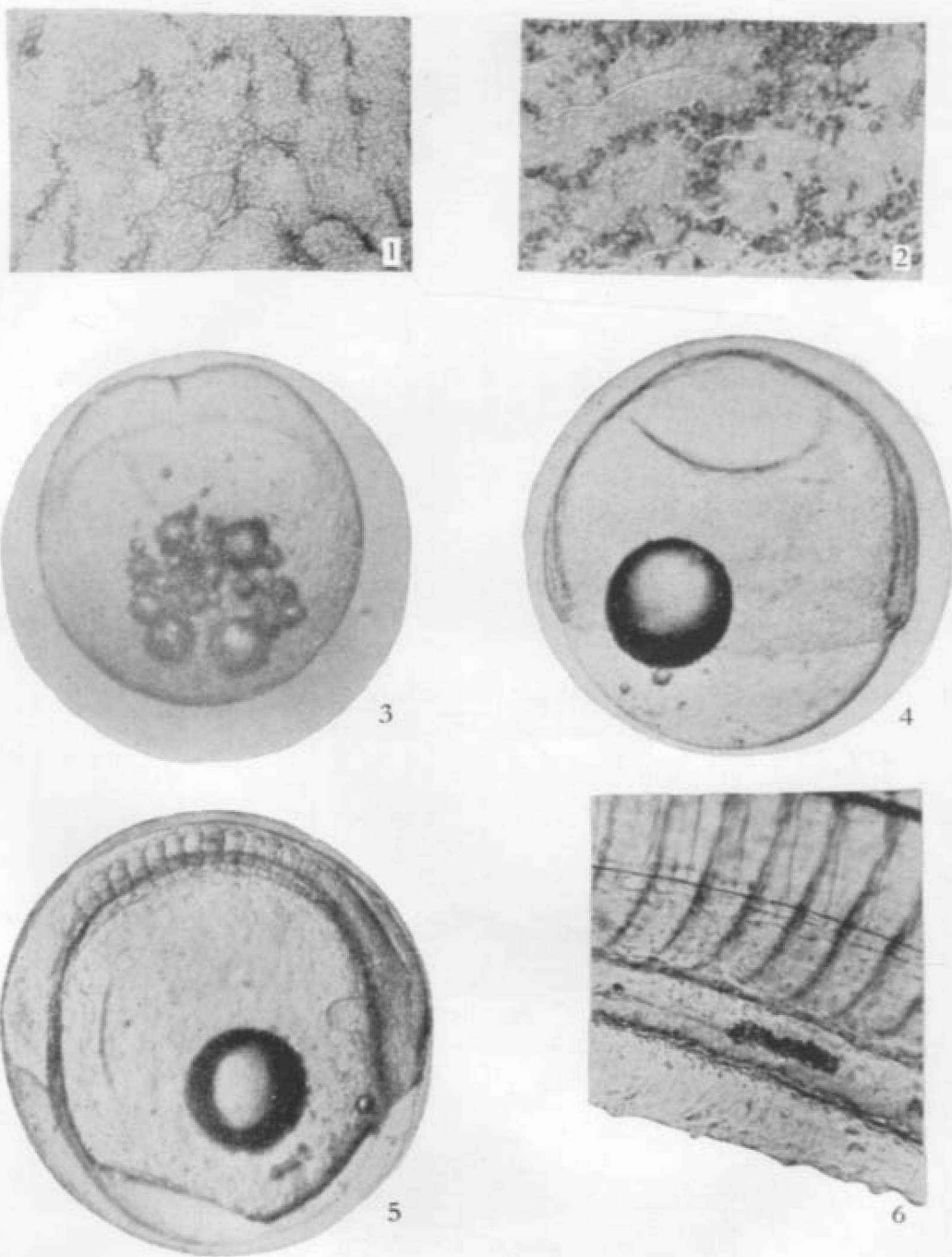
Studies on the artificial inducement of reproduction in common eel (*Anguilla japonica*) have been carried out since 1973. The parents were collected from Tai Hu. They

were induced by injection with pituitary gland of carp and HCG. The results of inducement show that the females can be induced to mature by means of injecting with small dosage of the gonadotrophic hormones at an interval between 15—20 days each time and 5—6 times in total. All the females were matured in 7—8 times, and the method seems to be of good effect.

The spawning of common eel usually takes place in the early morning between 4:00 and 6:20 A. M. at water temperature between 18.5—24.5 C. The spawning place is just under the surface of the sea water. Soon after spawning the females begin to take food and gradually restore to health. The remnant of ovary absorbs rapidly. These phenomena lead us to consider whether the gonad can redevelop and mature again.

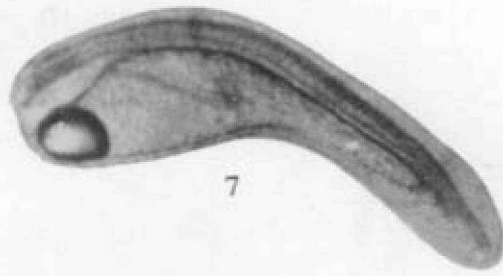
The 3-days old larvae demonstrated that the digestive organs are incompletely developed, and the yolk sac is nearly absorbed. The intestine is filled with foods and within it there is a violent ciliary movement. This may be a kind of special method of nutrition in transition.

The larvae lived 19 days (434 hours).

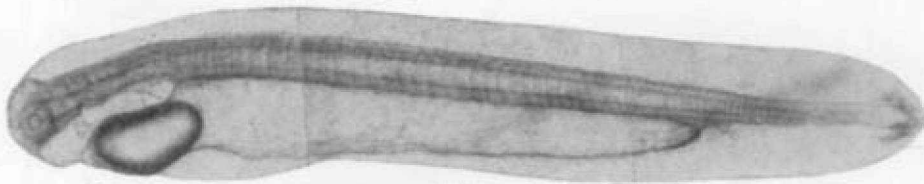


图版 I

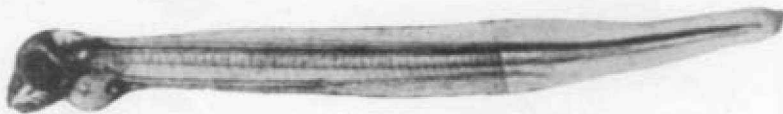
1. 对照组中腺垂体, 示 PAS 阴性反应。
2. 成熟系数 35% 的亲鲢中腺垂体, 示小柱细胞 PAS 阳性物质积累, 细胞增大。
3. 二细胞期。
4. 原肠胚期。
5. 尾芽形成期, 体节 14—15 对。
6. 第 4 天仔鱼肠道中段内含食物团。



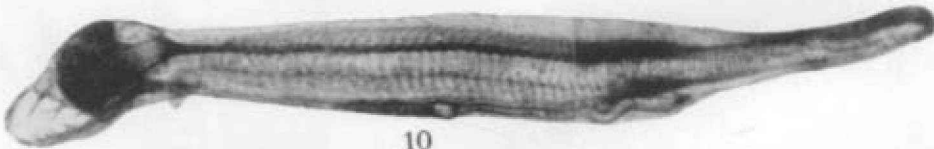
7



8



9



10



11

图版 II

7. 刚孵出的仔鱼
8. 第1天(17小时)的仔鱼。
9. 第5天(120小时)的仔鱼。
10. 第14天(331小时)的仔鱼
11. 第19天(434小时)的仔鱼。