

长江葛洲坝枢纽坝下江段中华 鲟成鱼性腺的观察*

周春生 许蕴玕 邓中彝 余志堂

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

1981年1月,葛洲坝水利枢纽截流,中华鲟被大坝所阻而滞留在宜昌以下的江段。

1981年秋季在葛洲坝枢纽的坝下江段采集到中华鲟的III、IV、VI期卵巢和III、IV、V期精巢,1982年秋季又采集到中华鲟产出的卵和早期鱼苗。研究结果表明,中华鲟在坝下江段不仅能发育成熟,而且能自然产卵。

为了保护和增殖中华鲟,人工繁殖放流的方法是切实可行的。同时,必须严禁滥捕,以保护中华鲟资源。

中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)是一种大型的洄游性鱼类,最大个体可达500公斤。它在近海摄食生长,进入江河繁殖,产卵季节为秋季。长江葛洲坝水利枢纽兴建前,亲鲟溯游到长江上游和金沙江下游干流的产卵场繁殖,然后再入海生活。幼鲟顺江而下,于次年到达长江口和近海。1981年1月,葛洲坝枢纽工程大江截流,阻断了中华鲟到达上游产卵场的生殖洄游路线。滞留在坝下江段的亲鲟,性腺能否继续发育达到成熟,是保护和增殖中华鲟资源措施的重要依据。本文报道了对这个问题调查研究的结果。

材 料 和 方 法

1981和1982两年的10—11月,在湖北省的宜昌至石首江段,共采集到244号性腺样品。其中雌鱼136尾,体长222—321厘米,体重139—410公斤,年龄为14—33龄;雄鱼108尾,体长161—264厘米,体重50—194.5公斤,年龄为9—26龄。对每号性腺样品的发育状况、形态和重量进行记录和测量。有代表性的样品用作组织学研究材料。

制作切片的组织块,在波恩氏(Bouin's)液中固定24小时后,转入70%的酒精中保存。

组织学切片的材料用石蜡包埋,以手摇切片机进行连续切片,用苏木精-伊红染色。切片的厚度,卵巢为8微米,精巢为6微米。共制作和观察了39号卵巢和13号精巢的组织切片。

关于鲟类性腺发育期的划分,苏联学者作过较多的研究。如A. Я. Недошивин、A. B.

* 本文承曹文宣主任指导审阅;参加野外采集的还有向阳、谭德清、魏祥健、张晓良同志;谭德清、张晓良同志参加部分切片制作工作;李万洲、陈炜等同志协助洗印显微照片,一并致谢。

1984年4月20日收到。

Лукин、И. Н. Малчанова、Н. П. Воронов等将性腺的发育过程分为7个期^[7]。但由于研究对象和应用目的不同,或是在分期标准上有些差异,或是将某个发育期又细分为若干阶段。如B. З. Трусов将闪光鲟(*Acipenserstellatus* Pallas)卵巢的7个发育期又细分为12个阶段。中华鲟性腺发育期的划分,目前还没有一个比较全面的标准,我们根据中华鲟性腺的外部形态和显微结构,参考国外学者对鲟类性腺发育期的分期标准^[7,11],按0—VI期进行了初步划分。

卵 巢

我们在坝下江段采到的中华鲟繁殖群体的卵巢样品,根据外部形态和卵母细胞显微结构的特征,包含有以下几个发育阶段:

III期 卵巢中有较多的淡黄色性腺脂肪。肉眼可以分辨的卵粒大致为两类。一类是较大的卵,呈球形,附着在与卵巢长轴相垂直的蓄卵板上,性腺脂肪充塞在卵粒之间,由于相互粘连,很难将卵粒完整地剥离下来。卵粒的颜色,在同一个体中基本是一致的,在不同发育程度的个体中,分别呈黄色、灰褐色或灰色。黄色卵粒的平均卵径¹⁾为2.18—2.62毫米,褐、灰色卵粒的平均卵径为2.46—3.70毫米。另外一类是黄色小卵,卵径为0.2—0.8毫米,分散地附着在蓄卵板上。处于这个发育期的一些个体,成熟系数变动在3.2—13.6%之间。渔民称这样的卵巢为“油子”。洄游到长江中游的雌鲟,卵巢均已发育到III期。亲鲟进入长江后这个发育阶段持续的时间在一年以上。

III期卵巢的卵粒在发育过程中,由于卵黄的迅速积累和色素的增加,体积逐渐增大,颜色也渐深,由黄色转变为灰色或灰褐色。因此,根据卵粒的颜色,III期又可分为黄色卵和灰色卵两个阶段。观察卵巢切片,可以看到大生长期和小生长期的卵母细胞。大生长期的卵母细胞,卵膜自外而内分为5层:结缔组织膜,滤泡膜,胶质膜和外、内卵黄膜。结缔组织膜厚度为4—10微米,由单层或多层结缔组织细胞组成。结缔组织细胞的形状不规则,多数呈卵圆形和梭形。滤泡膜厚度约6微米,由排列致密的滤泡细胞组成。滤泡细胞为长方形,有一个较大的圆形核。胶质膜一般厚4—5微米,染色后为淡蓝灰色,无细胞结构。外、内卵黄膜无结构上的差异,但厚度不同,外层较厚,为7—8微米,内层较薄,约2微米,染色后均为桔黄色。有密集的辐射管贯穿胶质膜和外、内卵黄膜。

细胞质自周缘而中心可以分为5层:无卵黄粒层,小卵黄粒层,大卵黄粒层,小卵黄粒层和无卵黄粒层。

无卵黄粒层是不含卵黄粒的细胞质薄层。此层在黄色卵粒中不含色素粒,而在灰、褐色卵粒中则含有不同数量的色素粒,这些色素粒决定着卵粒的颜色。小卵黄粒层中所含的卵黄粒为圆形或卵圆形,直径为2—3微米。这一层的厚度约为卵母细胞半径的十分之一。大卵黄粒层细胞质内含有的卵黄粒为橄榄形和卵圆形,其长径为8—10微米。该层的厚度为卵母细胞半径的二分之一到三分之二。再内又是含有小卵黄粒的细胞质层,这些小卵黄粒为卵圆形,长径为4—6微米。该层的厚度约为卵母细胞半径的五分之一。在卵核

1) 为同一号卵巢标本中50粒卵的卵径平均值,标本经福尔马林固定。

的外围包着一层不含卵黄粒的细胞质薄层。在一些较晚的 III 时相卵母细胞内，此层内有时也散布有少量的小卵黄粒。

卵核大致位于卵母细胞的中央，核径一般为 300 微米左右。在我们观察的标本中，III 时相卵母细胞核的膜由于受到卵黄的影响都已出现皱褶。核内有数量不等的圆形核仁。核仁有大小两类，较大者直径约为 4 微米，染色后为蓝色，多数分布在核的边缘，少数分散在核的内部。较小的核仁直径约 2 微米，染色为深蓝色，绝大多数散布在核质中。

另外，在切片上可以观察到细胞质与卵核之间常有一层空白区。有的苏联学者认为该区内原含有油滴，由于在切片制作过程中油滴被溶掉而出现空白区^[7]（图版 I: 1）。

小生长期的卵母细胞，卵膜总厚度为 3—6 微米，自外而内分为 4 层：结缔组织膜，无结构膜，滤泡膜和很薄的单层卵膜。结缔组织细胞与滤泡细胞的形状相似，均为长扁形，核为梭形。卵膜内侧有数量不等的液泡。细胞质有的均一，有的含有形状不规则、染色为蓝色的颗粒，但不含卵黄粒。卵核为圆形，核径 40—100 微米，其内分布有数量较多的核仁。核仁有大、小二类，核仁直径分别为 5 和 3 微米，着色均较深。核仁的分布以核的外缘为多。核膜未出现皱褶（图版 I: 2）。

另外，卵巢中还有卵原细胞和 I 时相的卵母细胞。

III—IV 期 卵母细胞中的卵黄粒进一步地增大体积，并增多数量。卵巢中的性腺脂肪则明显减少。卵粒为灰色，较易剥离，其形状开始由球形向卵圆形转变。

IV 期 卵巢丰满，雌鱼腹部明显膨大。性腺脂肪已消失或仅有少量丝络状的脂肪组织。肉眼可以分辨的卵粒大致为两类，主要的一类是深灰褐色卵圆形的大卵，表面有光泽，具弹性，卵粒容易由蓄卵板上散落下来。平均卵径变动在 3.71—4.90 毫米之间，多数为 4.5 毫米左右。另一类是小卵，黄白色，卵径约为 0.2—0.8 毫米。处于 IV 期卵巢个体的成熟系数变动在 14.8—19.5% 之间。渔民称这样的卵巢为“水子”。

IV 期卵巢还可根据卵粒形态的变化区分为两个阶段：一为 IV 期初，此阶段卵粒已具极性，呈卵圆形，但动物极尚未出现极斑。另一阶段为 IV 期末，这是卵母细胞更趋于成熟的阶段，动物极出现极斑。极斑是由一个白色圆圈环绕一块白色圆斑组成。在接近产卵时，白色圆斑的中央还将出现一个更白的小点。

切片观察可以看到处于大生长期后期和小生长期的两类卵母细胞。大生长期后期的卵母细胞，膜分为 5 层，分层情况以及各层的结构相似于 III 时相的卵母细胞，只是各层均有所增厚。内卵黄膜增厚的程度更大，以致外、内卵黄膜的厚度几乎相同。另外，同一卵母细胞不同部位卵膜的厚度是不一致的，动物极较薄，植物极较厚。在动物极，胶质膜厚约 15—17 微米，两层卵黄膜的总厚度为 29—31 微米。在植物极，胶质膜厚约 38—41 微米，两层卵黄膜的总厚度为 36—38 微米。

IV 时相后期卵母细胞的胞质明显地向动物极集中，卵核也逐渐移向动物极。从切片上看，胞质包围着卵核，在动物极的卵膜与核之间，细胞质中无卵黄粒。分布在植物极附近的卵黄粒较大，直径约为 25—30 微米，位于卵中央部分的较小，直径约为 2—4 微米。在植物极和卵中部的卵黄粒之间有许多游离的油球，在切片制作过程中油球被溶掉，形成许多圆形空泡，其直径约为 30 微米。

卵核的形状多为扁卵形，也有的近于圆形。由于核膜发生皱褶，因而核的边缘呈变形

虫伪足状。原分布在卵核周缘的大核仁已消失或数量明显减少。在核内均匀地散布着数量较多, 直径约为 2 微米的小核仁(图版 I: 3)。

临近产出的 IV 时相卵母细胞, 在动物极的卵膜上出现受精孔, 在我们的切片上可以看到 3 个, 其形状似漏斗, 外孔大, 孔径约为 20 微米, 内孔小, 孔径约为 3 微米, 内孔末端略为膨大。受精孔贯穿胶质膜和外、内两层卵黄膜。在受精孔内嵌有一个直径约为 10 微米的精孔细胞(图版 I: 4)。

II 时相的卵母细胞形态和结构均无明显变化。同时存在的还有卵原细胞和 I 时相的卵母细胞。

VI 期 是产过卵不久的卵巢, 为白色的疏松结构。绝大部分成熟卵已排出, 残存在卵巢中的主要是结缔组织和排卵后脱落的滤泡膜。有少量未产出的过熟卵已处于退化过程中。这些卵粒已失去弹性, 体积膨大, 卵径可达 8 毫米, 形状为不规则的球形, 呈灰褐色, 卵膜很易破裂。另有一批数量较多的黄白色小卵, 卵径为 0.2—0.8 毫米。这些产过卵个体的成熟系数变动范围为 3.0—3.5%。

切片观察, 可以看到排卵后残留下来的滤泡膜和结缔组织。少量未产出的过熟卵已开始解体, 卵核和卵黄粒溶解或仅存少量卵黄粒。卵膜变形, 厚度不均, 有的已破裂。

II 时相卵母细胞, 卵径为 400—800 微米, 其结构与 III 期、IV 期卵巢中的 II 时相卵母细胞相同。它们具有结缔组织膜、无结构膜、滤泡膜和很薄的单层卵膜。细胞质为均质。卵核为圆形, 居卵的中央, 核径为 140—160 微米。核仁数量较多, 在一个卵核的切面上可有近百粒, 多数位于核的周缘, 少数均匀地散布在核的内部(图版 I: 5)。

I 时相卵母细胞, 细胞质染色较深。在细胞质内有染色为深蓝色、形状不规则的块状物质。这些块状物质环绕着卵核分布。随着向 II 时相发育, 这些块状物质逐渐变为颗粒状, 进而颗粒消失, 至 II 时相时, 细胞质已为均质。卵母细胞的胞径为 125—400 微米, 核径为 60—140 微米。

在 VI 期卵巢的切片上, 可以看到由卵原细胞集成的卵索。这些卵原细胞为多角形, 密集地排列在一起, 胞径为 10 微米左右。卵原细胞有一个圆形核, 核径为 8 微米, 几乎占满整个卵原细胞。在一个卵索的断面上, 可排列有数十粒卵原细胞。

精 巢

在所获得的雄鱼中, 精巢有 3 个发育期:

III 期 精巢乳白色, 尚不甚丰满, 表面细致, 有一些与精巢长轴垂直的褶裂。挤压或切割精巢无精液流出。精巢外尚有淡黄色的性腺脂肪。这些雄鱼的成熟系数变动在 0.15—0.64% 之间。

切片观察, 精巢中有许多近于圆形的精囊, 其大小不等, 直径一般为 40—100 微米。沿精囊内壁附着有精母细胞。在各精囊之间, 精母细胞的发育程度不是同步的。多数精囊内有初级精母细胞, 在一个精囊切面上可以看到 10—20 个。这些细胞有一个较大的核, 核径约为 8 微米, 染色较淡。有些精囊中错落地散布着数量较多、体积较小、染色较深的次级精母细胞, 其核径约为 4 微米。还有少数精囊内含有数量更多的精子细胞, 其核为不规

则的梭形。具有精子细胞的精囊,有的囊壁已破裂,与相邻的精囊合并(图版 I: 6)。

IV 期 精巢乳白色,外观丰满,具弹性,表面有光泽,有数条横向的褶沟。性腺脂肪已无或仅存少量。当挤压或切割精巢时,有白色的精液渗出。这些个体的成熟系数变动在 0.64—0.67% 之间。

切片观察,精囊中含有大量的精子,呈漩涡状罗列,表示出在固定之前它们是在作同方向的运动。精囊中还有少量正常发育的精母细胞。有些精囊已破裂,与相邻的一个或多个精囊合并在一起(图版 I: 7)。

V 期 精巢的外形较 IV 期更为丰满,捕到的雄鱼已自动流出精液。

切片观察,更多的精囊合并为较大的囊,精子密度增大,并显示出处于活跃的运动状态。精囊壁上仍附有精母细胞(图版 I: 8)。

讨 论

1. 关于中华鲟排卵类型的问题

在中华鲟的同一卵巢中虽然可以看到大小悬殊的两批卵母细胞,但是从不同发育期的卵巢可以观察到只有大的一批卵母细胞在不断发育,而小的一批,包括卵原细胞、I 时相和 II 时相的卵母细胞则处于发育停滞状态。在 VI 期卵巢,成熟卵粒已充分排出,但其中的 II 时相卵母细胞与 III 期卵巢中的比较,未见明显差异。此时鱼体已明显消瘦,性腺脂肪也消耗殆尽,这些 II 时相的卵母细胞看来一定要待洄游到近海肥育后才有可能补给营养物质而继续发育。因此,可以认为中华鲟是属于一次排卵类型的鱼类。

2. 关于一部分亲鲟性腺发育不正常的问题

在我们所收集的样品中有些个体的性腺发育不正常。有的雄鱼两侧精巢的大小和形状差别很大,不正常的一侧呈瘤状或萎缩为念珠状等。在雌鱼中,1982 年秋曾获得一尾标本,卵巢上有较多的性腺脂肪,卵粒有的为黑色,有的为黄色,卵径仅为 1.8 毫米左右。卵的弹性较差。切片观察,卵膜有部分区域增厚,胶质膜和两层卵黄膜的总厚度达 20 微米,而正常部位的总厚度仅 14 微米。膜的层次不清晰,两层卵黄膜之间的界限模糊,有的部位甚至胶质膜与卵黄膜的分界也不清楚。该卵巢中的 II 时相卵母细胞有的卵膜呈波形。这些不正常现象是属于病态抑或退化,尚有待进一步研究。

3. 关于中华鲟资源的保护和增殖

1981 年秋季中华鲟的繁殖季节,在葛洲坝枢纽坝下江段的宜昌和石首等地采集到了性成熟的雌雄亲鲟和已产过卵的雌鲟。1982 年秋,在该江段不但出现了更多的性成熟亲鲟,而且通过解剖圆口铜鱼 (*Coreius guichenoti*) 等鱼类,发现了大量被它们吞食的中华鲟受精卵。同期又在宜昌江段捞到了孵化不久的鲟苗。这些资料充分证明,被葛洲坝阻隔而不能到达长江上游产卵的中华鲟在坝下江段性腺能够继续发育,达到成熟,并在适当的环境中进行自然繁殖。在这样的情况下,切实保护中华鲟的繁殖群体是应当高度重视的问题。同时,在葛洲坝枢纽建立中华鲟人工繁殖放流站,进行人工繁殖和放流幼鲟以增加资源,也是很有意义的工作。通过人们的保护,中华鲟资源将有可能逐渐增多。

参 考 文 献

- [1] 刘 筠等,1962。草鱼性腺发育的研究。湖南师范学院自然科学学报,第四期: 63—96。
- [2] 朱 洗等,1960。金鱼和锦鱼卵球受精的细胞学研究。实验生物学报,7(1—2): 47—58。
- [3] 李汝琪、张宗炳译 (C. P. 瑞温著),1965。卵子发生。41—70。科学出版社。
- [4] 李思忠译 (П. Ю. 施米德特著),1958。鱼类的洄游。190—206。科学出版社。
- [5] 钟 麟等,1965。家鱼的生物学和人工繁殖。20—23。科学出版社。
- [6] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室,1976。长江鱼类。18—20。科学出版社。
- [7] 张贵寅、赵尔宓译 (T. A. 杰特拉弗等著),1958。鲟鱼类的胚胎发育与其养殖问题。26—67。科学出版社。
- [8] Артюхин, Е. Н. и т. д., 1978. Характеристика половых желез осетра *Acipenser güttenstaedti* Brandt в условиях подплотинной зоны Волгоградского гидроузла. *Вопр. ихтиол.*, Том 18, вып. 6: 1029—1039.
- [9] Вещев, П. В., 1977. Созревание волжской севрюги. *Рыбное хозяйство*, (3): 23—25.
- [10] Корниенко, Г. Г., 1975. Ранние дегенеративные изменения в овоцитах кубанской севрюги *Acipenser stellatus* Pallas. *Вопр. ихтиол.*, Том 15, вып. 3: 561—564.
- [11] Трусов, В. З., 1975. Созревание половых желез самок севрюги *Acipenser stellatus* Pallas в морской период жизни. *Вопр. ихтиол.*, Том 15, вып. 1: 71—82.
- [12] Усынин, В. Ф., 1978. Биология стерляди *Acipenser ruthenus* L. из реки Чулым. *Вопр. ихтиол.*, Том 18, вып. 4: 624—635.
- [13] Шелов, В. И. и т. д., 1977. Рост, половая зрелость и нерест лениннерестующего осетра волжско-каспийского бассейна. *Рыбное хозяйство*. (10): 20—22.

OBSERVATION ON THE REPRODUCTIVE GLANDS OF ADULT *ACIPENSER SINENSIS* GRAY IN CHANG- JIANG RIVER BELOW GEZHOUBA DAM

Zhou Chunsheng Xu Yungan

Deng Zhonglin and Yu Zhitang

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

Abstract

Acipenser sinensis Gray is a large, migratory fish. They are used to feed and grow in the areas around sea-shore and estuary of the River Changjiang. In each autumn, mature individuals ascend to the upper river for spawning. Since the building of the Gezhouba Hydroelectric Project in 1981, their migratory trail has been interrupted by the dam. In order to find out whether the sturgeons are capable of normal maturity in downstream section, the present study was undertaken.

Both external feature and microscopical structure of ovaries and testes of the sturgeons collected from the Changjiang River at the section near Yichang were observed. Details are given in the paper. It is worthy of mention that there were several mature sturgeons with ovaries of stage III, IV, VI and testes of stage III, IV, V found in the specimens collected in the autumn of 1981. Furthermore, in the autumn of 1982, eggs and fry of the sturgeons were collected at the section below the dam. It indicates

that sturgeons living in downstream section of the dam are not only able to be fully mature but also capable of natural spawning.

Acipenser sinensis is endangered so far in China. For further protection and propagation of this species, the authors are inclined to believe that artificial propagation and releasing are practicable and effective. Measures should also be taken to prevent this fish from overfishing.

Key words: *Acipenser sinensis* Gray, River Changjiang, mature, natural spawning.

图 版 说 明

图 1 III 时相卵母细胞。年龄 22, 体长 305 厘米, 体重 344.6 公斤, 1982.10.26, 石首。24 倍。

图 2 III 期卵巢中的 II 时相卵母细胞。年龄 18, 体长 365 厘米, 体重 189 公斤, 1982.10.18, 石首。60 倍。

图 3 IV 时相卵母细胞。年龄 19, 体长 241 厘米, 体重 167.5 公斤, 1981.11.11, 石首。24 倍。

图 4 受精孔。年龄 14, 体长 263 厘米, 体重 167.5 公斤, 1982.11.7, 宜都。500 倍。

图 5 VI 期卵巢。年龄 21, 体长 255 厘米, 体重 143 公斤, 1981.11.13, 石首。24 倍。

图 6 III 期精巢。年龄 15, 体长 198 厘米, 体重 100 公斤, 1981.10.28, 石首。240 倍。

图 7 IV 期精巢。年龄 12, 体长 197 厘米, 体重 60.9 公斤, 1981.11.15, 宜都。240 倍。

图 8 V 期精巢。年龄 14, 体长 228 厘米, 体重 86.5 公斤, 1982.11.16, 宜都。240 倍。

Fig. 1 Oocyte Phase III. Age 22, standard length 305cm, weight 344.6 kg, 1982. 10. 26, Shishou. 24×.

Fig. 2 Oocyte Phase II in the ovary of stage III. Age 18, standard length 365cm, weight 189kg, 1982. 10. 18, Shishou. 60×.

Fig. 3 Oocyte Phase IV. Age 19, standard length 241cm, weight 167.5 kg, 1981. 11. 11, Shishou. 24×.

Fig. 4 Micropyle. Age 14, standard length 263cm, weight 167.5kg, 1982. 11. 7, Yidu. 500×.

Fig. 5 Ovary Stage VI. Age 21, standard length 255cm, weight 143kg, 1981. 11. 13, Shishou. 24×.

Fig. 6 Testis Stage III. Age 15, Standard length 198cm, weight 100kg, 1981. 10. 28, Shishou. 240×.

Fig. 7 Testis Stage IV. Age. 12, standard length 197cm, weight 60.9kg, 1981. 11. 15, Yidu. 240×.

Fig. 8 Testis Stage V. Age 14, standard length 228cm, weight 86.5 kg, 1982. 11. 16, Yidu. 240×.

