

研究简报

# 鲟鱼在中国东南近海生殖洄游期间 性腺发育的研究\*

## ON THE GONADAL DEVELOPMENT OF REEVES SHAD *MACRURA REEVESII* (RICHARDSON) DURING SPAWNING MIGRATION ALONG THE ADJACENT WATERS OF SOUTH EAST CHINA SEA

张克俭 童合一 陈马康

(上海水产大学)

Zhang Kejian, Tong Heyi and Chen Makang

(Shanghai Fisheries University)

关键词 鲟鱼, 生殖洄游, 性腺发育

KEYWORDS reeves shad, *Macrura reevesii*, spawning migration,  
gonadal development

鲟鱼是名贵的溯河洄游性鱼类, 每年春夏之交, 沿我国东南近海作生殖洄游, 并溯入长江、钱塘江和珠江繁殖<sup>[1]</sup>。对长江和钱塘江鲟鱼性腺发育的研究, 国内已有一些报导, 如陆桂等<sup>[2]</sup>曾记述过钱塘江鲟鱼 IV 期和 V 期性腺的外形特征, 作者等<sup>[1, 2]</sup>曾注意过鲟鱼在近海和钱塘江洄游期间的性腺发育。邵炳绪等<sup>[3]</sup>曾阐述了长江鲟鱼在溯河洄游过程中性腺发育的规律, 但很少述及在溯河之前性腺发育的情况。近几年来, 我国鲟鱼资源严重衰退, 有关部门正在采取措施, 设法增殖鲟鱼这一名贵鱼类资源。本文旨在阐明鲟鱼在我国东南近海作生殖洄游过程中, 性腺发育的一些规律, 为保护和增殖鲟鱼资源提供有关生物学资料。

### 材料和方法

近海鲟鱼材料于 1979~1982 年间, 采自福建省的厦门、福州、三沙和浙江省的温州、平阳、石浦、沈家门等地附近海区, 为便于对照和印证, 还补充了长江和钱塘江下游及河口区的材料, 共 132 尾。采集到的标本经生物学测定后, 取部分性腺用 Bouin 氏液固定, 制成 8 微米厚的石蜡切片, 用苏木精、伊红染色。在显微镜下分别求得各期卵巢切片内各时相的细胞数和面积百分比。卵巢发育期的划分, 采用

\* 本文承陆桂和易伯鲁教授热情指导, 谨致深切的谢意。

(1) 陆桂等, 1984。钱塘江鲟鱼的自然繁殖和人工繁殖。上海水产学院论文集, 1~18。

(2) 陈马康、童合一, 1980。钱塘江和近海鲟鱼的群体组成。上海水产学院科技文集, (2): 25~35。

Meйен, B. A. (1939)<sup>[3]</sup>标准。精巢发育期的划分,采用 Суворов, E. K. (1948)<sup>[4]</sup>标准。性腺成熟系数的计算采用:性腺重(克) $\times 100$ /体重(克)公式。怀卵量的计算是取1克IV期卵巢中的卵子作为计数样品,在计数过程中只数已沉积卵黄的卵粒,绝对怀卵量为每克样品卵粒数乘以卵巢重量。

## 结 果

一、鲟鱼在我国近海洄游期间性腺发育的特征 在我国东南近海进行生殖洄游的鲟鱼,其性腺从II期或III期逐渐向第IV期发育。经外形和组织切片观察,鲟鱼在近海洄游期间卵巢和精巢的形态与结构特征如下:

1. 卵巢的发育特征 在厦门及福州捕获的鲟鱼中,部分雌鱼的卵巢是处于II期阶段的。鲟鱼的II期卵巢为狭带状,长7~17厘米,宽0.3~0.5厘米。其外观透明、呈紫红色,肉眼难见卵粒。卵巢的成熟系数为0.22~0.90。在早II期的卵巢中,多为第2时相的初级卵母细胞,此外还有少量第1时相的卵原细胞。卵原细胞分布于产卵板的边缘,卵径为5~20微米,胞质呈嗜碱性,核大而圆,核内染色质呈疏松网状,核内有核仁数个。第2时相的初级卵母细胞有规则地排列在产卵板上,卵径为20~76微米,胞质仍呈嗜碱性,核内的核仁已增加到6~15个。当II期卵巢发育至晚期阶段时,第2时相的初级卵母细胞的胞质中出现了一定数量的液泡和脂肪滴。此时卵膜外围的第一层滤泡膜已形成(图版-1)。

在福州至温州沿海洄游的鲟鱼,卵巢大多发育到III期。鲟鱼的III期卵巢呈宽带状,长10~13厘米,宽1.2~1.5厘米。外观呈红色、淡红色或淡黄色,不透明或半透明状,肉眼可见卵粒,卵巢被膜上的血管较丰富。成熟系数为0.67~1.95。卵巢内部以第3时相的初级卵母细胞为主,另有一部分第2时相的初级卵母细胞及少量第1时相的卵原细胞。第3时相的初级卵母细胞的卵径为75~140微米,胞体呈圆形或椭圆形。胞质中的液泡和脂滴均明显增多,而胞质的嗜碱性已减弱。在较晚期的该种卵细胞内,在近卵膜边缘部位的胞质中已出现了细小的卵黄颗粒,胞质的其余部分多为液泡及脂滴。此时细胞核内的核仁数目一般为12~17个,且多分布在核膜边缘,核内除疏松网状的染色质丝外,还可见到副状染色体。在卵膜的外围第二层滤泡膜也已形成。至此,卵膜外的两层滤泡膜紧紧包围在卵细胞的外围(图版-2)。

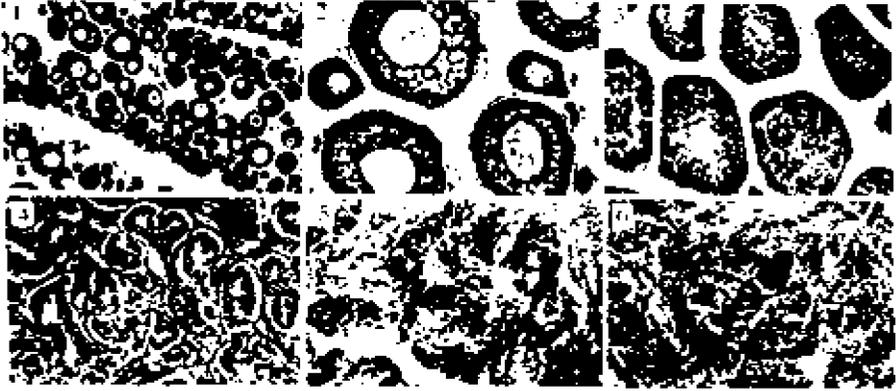
在温州以北沿海及五月中下旬以后捕获的鲟鱼,其卵巢大多已发育至IV期。此时卵巢的体积明显增大,长11~17厘米,宽1.1~4.5厘米。IV期早期的卵巢外观为黄中带血红色,IV期后期的卵巢呈淡黄色。卵巢被膜上的血管丰富且分枝较多。其成熟系数为2.23~4.41。卵巢内部以第4时相的卵母细胞为主,卵细胞胞质中的卵黄颗粒多聚集成较大的卵黄球。这种变化是由卵细胞的边缘部分逐渐向细胞的中间部分发展的。此时,卵细胞的核膜呈起伏的波浪状,核仁数目减少,核内的副状染色体仍清晰可见(图版-3)。

2. 精巢的发育特征 厦门至福州沿海捕获的雄性鲟鱼的精巢尚处在II期阶段,其外形为细线状,长5~9厘米,宽0.2~0.4厘米,外观透明、呈紫红色。鲟鱼II期精巢的成熟系数为0.067~0.32。组织切片观察表明,鲟鱼精巢属壶腹型。在II期精巢中,各个圆球形的壶腹间由较多的结缔组织所分隔,壶腹的大小因发育阶段的各不相同,而有较大的差异。壶腹由十几个至数十个排列紧密的精原细胞组成,精原细胞的直径约为5~10微米,核大呈弱嗜碱性,核内有一染色较深的核仁,精原细胞的胞质较少。在晚期的II期精巢中,可见到精原细胞的分裂图象,并出现了少量的初级精母细胞。此外,壶腹间的结缔组织中有许多着色较深的间质细胞。此时精巢被膜较厚,厚度约为40微米左右(图版-4)。

至五月下旬以后,在我国闽东以北的近海中洄游的鲟鱼精巢多数发育为III期。精巢体积略有增大,长7~14厘米,宽0.5~1.0厘米,呈细带状,外观为紫红色,被膜上的血管少而不明显。成熟系数为0.21~0.51。切片观察表明,随着精巢的发育,精巢内部壶腹间的结缔组织变薄。大多数壶腹内的精原细胞已发育成为初级精母细胞,后者的胞体比前者缩小了,直径约为3.5~4.0微米。初级精母细胞的

嗜碱性有所增强,故胞体着色加深。核内的染色质丝和核仁都不易观察到。当发育到 III 期末时,精巢内部的某些壶腹中已有成簇的次级精母细胞出现。此时精巢被膜的厚度减薄,约为20~25微米(图版-5)。

六月初,在舟山收集到一尾雄鲢鱼标本,它的精巢已发育到 IV 期。精巢长 13 厘米、宽 1.4 厘米,外观呈微红略带灰白色,成熟系数为 0.63。切片观察表明,精巢的被膜和壶腹间的结缔组织分隔均进一步变薄。在精巢内部,有些相邻的壶腹已相互沟通,所以壶腹的形态变化较大,且壶腹腔也明显的增大了。此时,壶腹腔内有为数众多的次级精母细胞和少量的精子细胞。但是并没有观察到已变态的成熟精子。次级精母细胞的胞体进一步缩小,直径在 2.0~2.6 微米之间。细胞内胞质较少、核小染色较深,核内的核仁和染色质已无法辨认。精巢内的精子细胞更小,切片上它们仅是一个个染色很深的蓝点。在壶腹外周部分有较多的初级精母细胞,紧贴壶腹壁尚可见少量精原细胞(图版-6)。



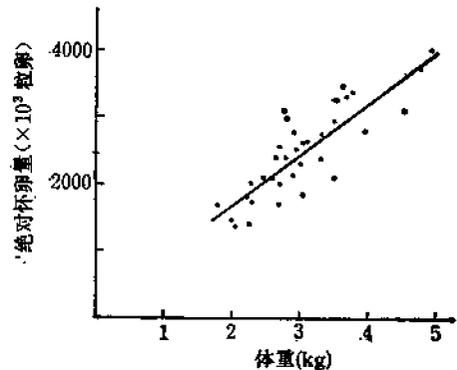
图版 近海鲢鱼性腺切片

Plate The gonadal sections of reeves shad in adjacent waters of southeast China Sea

1. II 期卵巢切片, 示第 2 时相的初级卵母细胞和第一时相卵原细胞。(×140)
2. III 期卵巢切片, 示第 3 时相的卵母细胞及其灯刷状染色体, 以及第 2 时相卵母细胞。(×260)
3. IV 期卵巢切片, 示第 4 时相卵母细胞和少量第 3 时相卵母细胞。(×140)
4. II 期精巢切片, 示精原细胞和少量初级精母细胞。(×400)
5. III 期精巢切片, 示初级精母细胞和次级精母细胞。(×560)
6. IV 期精巢切片, 示精子细胞、初级精母细胞和次级精母细胞。(×650)

二、洄游期间鲢鱼卵巢中不同时相的卵细胞组成的变化 对从不同海区获得的鲢鱼的卵巢组织的切片观察,发现鲢鱼卵巢中不同时相的卵细胞的组成,随着性腺的发育而不断变化。厦门近海的鲢鱼卵巢以第 2 时相的初级卵母细胞为主,其数量均值占 86.94%,面积均值为 69.57%。此时卵巢中的第 3 时相的初级卵母细胞的数量较少,其数量均值为 13.06%,面积均值为 30.43%。在福州至舟山沿海的鲢鱼卵巢中,第 2 时相的初级卵母细胞所占的数量均值下降为 61.91%—72.32%,面积则下降为 28.77%~40.12%;而第 3 时相的卵母细胞所占的数量和面积比例均上升,其数量均值为 30.03%~38.09%,面积均值为 59.85%~76.28%。此时卵巢的成熟系数均值为 0.851。当鲢鱼洄游至长江口或钱塘江口时,卵巢中的第 3 时相的卵母细胞的数量减少,而第 4 时相的卵母细胞的数量却明显增加,其数量均值已达到 48%以上,面积均值占 88%以上,卵巢成熟系数的均值也达 1.134。

鲢鱼卵巢中各种卵母细胞的变化,表明鲢鱼在



附图 鲢鱼怀卵量和体重的关系式

Attached fig. The relationship between fecundity and body weight of reeves shad.

我国近海洄游期间性腺处在不断发育的过程中,但发育的速度是较为缓慢的。

三、鲟鱼卵巢的绝对怀卵量与体重的关系 在对采集到的鲟鱼标本进行生物学测定和统计的过程中,发现雌性个体的绝对怀卵量随年龄的增长和体重的增加而变大。附图表明了鲟鱼卵巢的绝对怀卵量与体重之间的线性关系。图中的横坐标是34尾雌性标本的体重(公斤),纵坐标为其相应的绝对怀卵量( $\times 10^6$ 卵粒)。图中的散点表明了两者间所呈现出的线性关系。若以 $y=a+bx$ 直线回归方程拟合,其结果为: $a=158.719$ , $b=760.776$ , $r=0.849$ 。

## 讨 论

鲟鱼是著名的过河口洄游性鱼类。每年春夏之交时鲟鱼生殖群体分别溯入长江、钱塘江和西江进行繁殖。本文研究了在我国东南近海进行生殖洄游时鲟鱼的性腺发育规律。当鲟鱼在东南近海自南向北洄游的过程中,鱼体自身正处在旺盛摄食和营养积累的重要时期。作者等<sup>[1]</sup>曾指出,游经厦门、福州及温州近海时,鲟鱼的摄食强度很高,鱼体的饱满指数(=食物团重 $\times 1000$ /去内脏体重)在3.399~8.666之间。当游经舟山群岛及接近河口时,鲟鱼的摄食强度明显降低,鱼体的饱满指数降低为0.095~1.28之间。至溯入江河后,绝大部分鲟鱼已停止摄食。在本文的研究中,进一步验证了上述结论。

洄游过程中的鲟鱼卵巢及精巢均由II期或III期缓慢地向前发育着,各个体的成熟系数也在缓缓地增加。例如鲟鱼洄游群体中的剩余群体的性腺原来多处于III期初,在洄游中逐渐发育到III期末或IV期初。在大多数雄体的卵巢中,卵细胞是以第2和第3时相的初级卵母细胞为主的。此外,从雌雄个体的比较中发现,精巢的发育程度要比卵巢的发育程度差一些。鲟鱼洄游群体中的补充群体的性腺开始时多数处在II期阶段。随后逐渐向前发育。通过对鱼体的解剖测定和对性腺的组织观察,我们认为,鲟鱼在我国东南近海洄游期间,鱼体以旺盛的摄食和营养积累为主,性腺的发育则较为缓慢地进行着。

当鲟鱼洄游至长江口或钱塘江口时,在淡水水流的刺激下溯河而上,从而进入长江或钱塘江。研究发现,进入江河时的鲟鱼性腺发育程度与溯河时的日月有较为密切的关系。如四月至五月初进入长江的鲟鱼群体的性腺大多数处于III期和IV期之间,至五月中旬以后进入长江的鲟鱼个体大多数达到IV期初了。而且溯河后鲟鱼的卵巢和精巢的发育速度明显加快。卵细胞中营养物质迅速合成并积累下来,卵细胞的体积不断增大,因此卵巢的体积也相应迅速增大。当鲟鱼洄游至南京江段时,雌鱼的成熟系数均值由入江前的2左右,猛增至6左右(见附表)。相比之下,雄鱼精巢的发育速度比卵巢还快。在同时溯河的鲟鱼群体中,精巢的发育程度通常比卵巢的差。然而,溯河以后,在对同一江段,同时捕获到的雌雄鲟鱼的性腺发育程度的比较中发现,当洄游至仪征江段后,精巢的发育程度已赶上并超过了卵巢。例如在南京江段捕获的雄性个体中,有些已达到完全成熟的程度,提起鱼体有精液从泄殖孔流出。雄性个体的成熟系数已由溯河前的0.5左右,增加到1.0左右。此外,雌鱼卵巢的发育速度虽然也明显加快了,但它们只有在游进产卵场后,在具有产卵条件的情况下,卵巢的发育方能进入最后的成熟期。

综上所述,在鲟鱼的整个洄游过程中,对溯入长江繁殖的鲟鱼说来,直至繁殖前,卵巢和精巢的发育速度呈现出一种不同步的现象。由于溯入钱塘江的鲟鱼群通常是在五月下旬以后开始的,所以卵巢和精巢发育速度的不同步现象是不明显的。

鲟鱼是一种喜温水性的鱼类,非生殖洄游季节在温暖的海洋中肥育和越冬。翌年三月开始游离越冬场并沿我国东南近海自南向北进行生殖洄游。多年来,我们从每年的三月起,分别在厦门、福州、三沙、温州、舟山等地采集鲟鱼标本,从各地标本的显微观察中发现,洄游群体中的剩余群体的性腺多数处于III期阶段。据此,我们推测鲟鱼性腺的越冬时期存在两种不同的情况,剩余群体的性腺是在III期时越冬的;刚达性成熟年龄的补充群体的性腺则是在II期越冬的。但不论是剩余群体或是补充群体的各个体,在长距离的海洋及江河的洄游过程中,它们的性腺最终都达到了成熟的程度。

附表 鲟鱼成熟系数的变化  
Attached table The changes of maturation coefficients of reeves shad

地 点	日期(月/日)	性 别	成 熟 系 数		尾 数
			范 围	均值( $\bar{x}$ )	
福州	4/28~5/15	♀	0.40~1.66	0.851	9
	4/30	♂	0.01~0.38	0.163	4
三沙	4/30	♀	0.78~1.41	1.134	10
	4/29	♂	0.114	0.114	1
温州	5/9~5/21	♀	0.21~3.28	1.280	19
	5/9~5/19	♂	0.17~0.48	0.260	6
舟山	5/22~6/1	♀	0.54~4.41	1.960	10
	5/22	♂	0.17~0.83	0.505	4
江阴	5/21	♀	2.23~6.52	4.010	5
	5/21	♂	0.21~0.68	0.412	5
镇江	5/26~5/28	♀	3.35~6.14	4.413	3
	5/26~5/28	♂	0.31~1.68	0.786	17
南京	6/2	♀	5.81~6.25	5.947	8
	6/2	♂	0.63~1.20	0.953	4

八十年代以来,我国鲟鱼的资源遭到不断地破坏,产量急速下降,近年来已到了濒临绝迹的边缘。这一严重情况应当引起水产界的极大的关注,现在是采取一切措施来保护和拯救这一名贵鱼类的时候了。众所周知,鲟鱼在钱塘江产卵场的生态环境早被破坏了,现在钱塘江内已很难见到鲟鱼的踪影,因此保护长江鲟鱼已到了刻不容缓的地步了。要保护鲟鱼则要采取某些严厉的禁捕措施,不但长江内要禁捕,而且首先要在我国近海禁捕鲟鱼,使这些洄游鲟鱼得以顺利进入长江。此外,保护好长江产卵场的各种生态环境也是非常重要的。这些措施的实施可使鲟鱼休养生息、繁衍后代、恢复生机,若干年后鲟鱼资源的增加就有希望。

### 参 考 文 献

- [1] 陈马康 童合一 张克俭, 1982. 鲟鱼在我国近海的分布及其洄游路线的初步探讨. 海洋渔业, (4): 157~160.
- [2] 邵炳绪等, 1978. 鲟鱼洄游期间生态生理的研究(I)——鲟鱼的性腺发育. 复旦大学学报(自然科学版), (3): 37~44.
- [3] Мейер, В. А. 1939. К вопросу о годовом цикле изменений коститых рыб. Известия АН СССР. Серия биологическая, (8): 389-420
- [4] Суворов, Е. К., 1948. Основы ихтиологии. Гост. Изд. Советская наука.