

海鳗性腺形态和发育的研究

张克俭 张饮江

郑东勇

(上海水产大学渔业学院, 200090)

(福建省厦门象屿东利进出口公司, 361006)

摘要 本文对海鳗性腺的形态与组织结构及发育周年变化进行了研究。海鳗卵巢由许多紧密排列的卵巢叶片构成, 精巢则由许多精巢叶片构成。整条卵巢或精巢的外部无被膜包裹。组织学观察表明, 卵巢在5月下旬后陆续发育成熟, 精巢在4月下旬陆续发育成熟。5月下旬进入繁殖期, 6月~7月为繁殖盛期。随后, 产过卵的个体进入恢复期并重新发育。组织学与扫描电镜观察显示, 海鳗的精子头部呈镰刀形, 有一较短的尾部。

关键词 海鳗, 性腺, 形态学, 组织学, 扫描电镜

为了渔业生产的需要, 多年来国内外对鱼类性腺发育的研究报道很多, 如中国科学院实验生物研究所[1962]、湖南师范学院生物系[1975]、刘筠等[1983]、施芳[1964]、李明德等[1982]、龚启祥[1989]、张克俭[1995]、Chopra[1958]、Iwamatus[1977]等等, 分别研究了数十种经济鱼类的性腺发育规律。但对在我国分布广、年捕获量大、群众喜食的主要经济鱼类之一的海鳗(*Muraenesox cinereus*)尚未进行过性腺发育的系统研究。近年来, 为进行东海海鳗繁殖生物学的研究, 作者先行对海鳗性腺发育作了研究, 并发现海鳗精巢和卵巢的形态和组织结构与众多鱼类有所不同, 现予报道。

1 材料与方法

本研究于1996~1998年进行。实验鱼按月由福建省厦门象屿东利进出口公司上海基地提供, 或温州、三沙等地现场采集。标本共225尾, 其中雌鱼156尾, 雄鱼69尾。鱼体重在100~2560克间, 体长为47~125厘米。

标本鱼测量体重、体长, 解剖取出性腺称其性腺重和去内脏重, 用Bouin's液固定部分性腺, 制成石蜡切片, 切片厚8微米, 用Ehrlich氏酸性苏木精-伊红染色。切片经显微镜观察拍照。

成熟鱼的精液用冷2.5%戊二醛固定, 经制作后在JSE-T300扫描电镜下观察并拍照。

性腺发育分期参照MeH氏分期法, 并结合性腺内部生殖细胞的发育进程、数量等综合分析进行分期。

2 结果

2.1 海鳗性腺的形态特征

2.1.1 卵巢的形态特征

鱼类的卵巢主要有两种类型:有被膜包裹的囊状型卵巢和无被膜包裹的裸状型卵巢。海鳗属裸状型卵巢,无卵巢腔。海鳗卵巢位于肾脏两侧腹腔上皮的下方,左右各1条,卵巢基部由结缔组织和平滑肌与腹腔上皮相连系。海鳗卵巢由许多叶片状结构组成,叶片的上半部呈半圆形(图版I-1),叶片呈覆瓦状整齐排列成一长串(图版I-2),叶片上部可以相互分开,基部则彼此由结缔组织纤维及平滑肌连接在一起,难于分离。卵细胞在叶片上生长发育直至成熟,当卵细胞外围的滤泡膜破裂后,成熟卵跌入体腔,后由泄殖孔排出体外。

2.1.2 精巢的形态特征

海鳗精巢也位于肾脏两侧,左右对称排列,每条精巢的基部也由结缔组织、平滑肌与腹腔上皮相连。海鳗精巢由许多精巢叶片构成(图版I-3)。精巢叶片呈圆扇形,构成精巢的叶片紧密成行排列(图版I-4)。与卵巢不同的是,精巢叶片间完全不相连,每一精巢叶片的基底部有一很短的输精管通入其底部的输精导管,通过叶片的输精管与其下方的输精导管相连而使精巢叶片似串在一起,形成一侧完整的精巢。每侧精巢外部无被膜,但每个叶片的外部具有被膜。两条精巢的输精导管在肛门前汇合成短的输精总管,成熟精子由输精总管通入泄殖孔排出体外。

2.2 海鳗卵巢的发育与分期

海鳗各时相卵细胞的形态学和细胞学主要特征,列于表1。

表1 海鳗各时相卵细胞的细胞学特征

Tab. 1 Oocytes of conger pike in different phases

时相	卵径(μM)	核径(μM)	正中切面核仁数	滤泡细胞层数	其它特征
第1时相	18.0~25.0	9.0~12.0	1~2	0	细胞多为卵圆形、弱嗜性
第2时相	早 36.0~76.1	19.0~36.0	3~5	0	细胞形状不规则,卵质呈强嗜碱性,卵黄核成形
	中 76.1~116.0	36.0~52.0	4~9	0	
	晚 116.0~148.0	52.0~79.0	6~10	1	
第3时相	早 118.0~149.0	70.0~77.0	12~18	1	卵膜周边出现液泡 液泡数量增多 液泡间出现卵黄颗粒
	中 146.0~189.0	75.0~79.0	15~26	2	
	晚 185.0~208.0	79.0~92.0	25~30	2	
第4时相	早 230.0~350.0	79.2~98.0	18~27	2	卵黄颗粒增加,液泡减少 核移位到动物极,液泡消失
	中 395.0~572.0	86.0~101.0	9~15	2	
	晚 675~856.0	75.0~81.0	6~12	2	
第5时相	838~1200				核消失

2.2.1 海鳗卵巢发育分期的主要组织学特征

I期卵巢 终生出现一次,达性成熟后不再出现。构成卵巢的叶片直径很小,约为2~3毫米,极薄。组织学观察表明,卵巢叶片是由结缔组织纤维和脂肪细胞构成的网架结构,生殖细胞以网架为依托并在网架上生长发育,I期卵巢由1时相卵原细胞及向2时相初级卵母细胞过渡的卵细胞组成,细胞全部分布在卵巢叶片的周边。由于叶片的中间没有卵细胞,所以中间部分可清晰地见到这种网架结构(图版I-5)。I期卵巢的成熟系数在0.23%~0.78%之间。

II期卵巢 卵巢叶片直径为4~12毫米,较薄,肉眼看不见卵粒。卵巢叶片中以2时相的卵母细胞为主,并有一定数量的1时相卵细胞。随卵母细胞的生长,细胞逐渐向卵巢叶片的中间部分扩大和推移,网架空间逐渐减小。此期卵母细胞的形态不规则、有多角形、卵圆形、梨

形等(图版 I-6)。II 期卵巢的成熟系数为 2.2%~2.7%。

III 期卵巢 卵巢叶片直径为 7~15 毫米, 卵巢发育进入大生长期, 卵母细胞中卵黄开始形成并积累, 卵粒增大, 因此肉眼可见卵粒。第 3 时相卵母细胞在数量上所占比例上升, 约占 36.0%~43%, 还有 1.2 时相的卵细胞, 约占 47.0%~54.0%。由于 3 时相卵母细胞数量的增多, 卵巢叶片中央的网架空间大多被 3 时相卵母细胞所占据。III 期卵巢的成熟系数为 2.8%~10.5%(图版 I-7)。

IV 期卵巢 由于初级卵母中卵黄形成和积累明显增大, 卵巢和卵细胞体积增长显著。卵巢叶片直径达 12~25 毫米。4 时相的卵母细胞在数量上约占 56%~68%, 在面积上占 86% 左右。卵巢叶片外周有少量 1.2 时相的卵细胞。IV 期末观察不到 3 时相卵母细胞, 卵细胞发育较一致。IV 期卵巢的成熟系数在 11%~23%(图版 I-8)。

V 期卵巢 已发育到 5 时相的卵母细胞大多已脱离滤泡膜的包围而跌入腹腔之中。切片中观察到的是分布于卵巢叶片外周的 1.2 时相的卵细胞。V 期卵巢的成熟系数为 25%~30%。

2.2.2 卵巢的周年变化

从卵巢周年变化的组织学观察可知, 浙江温州和福建三沙沿海的性成熟海鳗每年的繁殖期为 5 月下旬至 8 月, 6~7 月为繁殖盛期, 产过卵的鱼进入修整和恢复期, 10 月后卵巢重新发育, 10 月至翌年 3 月为越冬期, 卵巢发育缓慢, 处于 II—III 期, 成熟系数在 2.2%~3.0% 之间。4 月起卵巢发育加快, 至 5 月下旬部分个体的卵巢已达 V 期, 6 月后卵巢达 V 期的个体数量明显增多, 成熟系数可达 25%~30%, 为年度最高值。随着成熟卵的产出, 成熟系数至 9~10 月降低至 2% 左右的最低值。

2.3 海鳗精巢的发育与分期

切片观察显示, 构成海鳗精巢的精巢叶片外被被膜, 被膜的最外面为间皮覆盖, 被膜的外层为致密结缔组织, 内层为疏松结缔组织。疏松结缔组织与生殖上皮向精巢叶片内部延伸, 形成许多形态不一的精细管, 所以海鳗也为壶腹型精巢。

2.3.1 海鳗精巢发育分期的主要组织学特征

I 期精巢 精巢叶片小而薄, 直径约为 0.5~1.5 毫米。精巢被膜的疏松结缔组织伸入内部, 包围精原细胞, 并在精原细胞外形成薄层的隔膜。I 期精巢在海鳗的一生中仅出现一次(图版 II-1)。

II 期精巢 精巢叶片直径约为 3~7 毫米, 精巢叶片内精原细胞增多, 由结缔组织将其包围形成实心的精细管, 精细管间的结缔组织较多, 并有丰富的血管, 界限分明。每一精细管内大多为 1 个精原细胞。少数有 2 个精原细胞(图版 II-2)。II 期精巢在海鳗的一生中也仅出现一次。

III 期精巢 精巢叶片增大增厚, 直径约为 6~12 毫米。精巢内部的精细管也增大, 精细管内出现较多含有初级精母细胞的精小囊及少量含次级精母细胞的精小囊, 在精小叶的边缘还可以观察到少量精原细胞(图版 II-3)。

IV 期精巢 精巢叶片不断增大增厚, 直径约为 7~18 毫米。切片观察表明, 此时精巢叶片内部的精细管四周出现较多的含有次级精母细胞、精子细胞的精小囊, 至 IV 期末, 在精细管中央部分还出现了精子。此时, 挤压鱼的腹部并无精液流出, 但解剖后取出精巢并剪断叶片则可见白色精液流出(图版 II-4)。

V期精巢 精巢叶片大且厚、形态饱满、直径可达 12~26 毫米。晚期精巢的精细管内充满成熟的精子,由于精细管的管径不断增大,精细管间的结缔组织变薄,或消失,使相邻的精细管相互沟通。V期早期精巢精细管中央全为已变态的成熟精子,仅相邻精细管之间尚有少量精子细胞或次级精母细胞的精小囊,但数量很少(图版II-5)。轻轻挤压鱼的腹部有白色精液流出。

V期精巢 精巢叶片仍较大,但形态没有 V期精巢饱满,直径 8~26 毫米。切片观察可见精细管中的精子大多已排出,仅有少量残余精子,精细管周边的未成熟的各类精细胞仍在发育中(图版II-6)。

2.3.2 海鳗精巢发育的特征

在采集海鳗标本时发现,8月至翌年1月期间,在同一批标本中雄性个体很少,至翌年2月雄性个体数量明显增多。越冬个体的精巢处于III期。从表2看出,雄性海鳗精巢在2月份大多数发育到III期,3月已有部分个体性腺发育成熟,4月份达成熟的数量增多,5月成熟的个体达90%以上。

表2 3~7月海鳗精巢的发育概况

Tab. 2 Development of Testis of Conger Pike during March to July

月次	平均成熟系数 (%)	精巢叶片直径 (mm)	发育分期百分比 (%)					
			I	II	III	IV	V	VI
2	2.17	6~12			73.7	27.3		
3	2.85	7~18				92.8	7.2	
4	3.09	9~26				62.5	37.5	
5	7.66	13~26				8.2	91.8	
6	8.19	10~25					84.6	15.4
7	5.36	10~22					72.5	27.5

2.3.3 海鳗精子形态特征

从图版II-7可以看出,海鳗精子的头部呈镰刀形,头部长约 $2.4\mu\text{M}$,尾部较短。图版II-8的扫描电镜显示,海鳗精子头部顶端有一四周丛生细微绒毛的圆盘状结构。

3 讨论

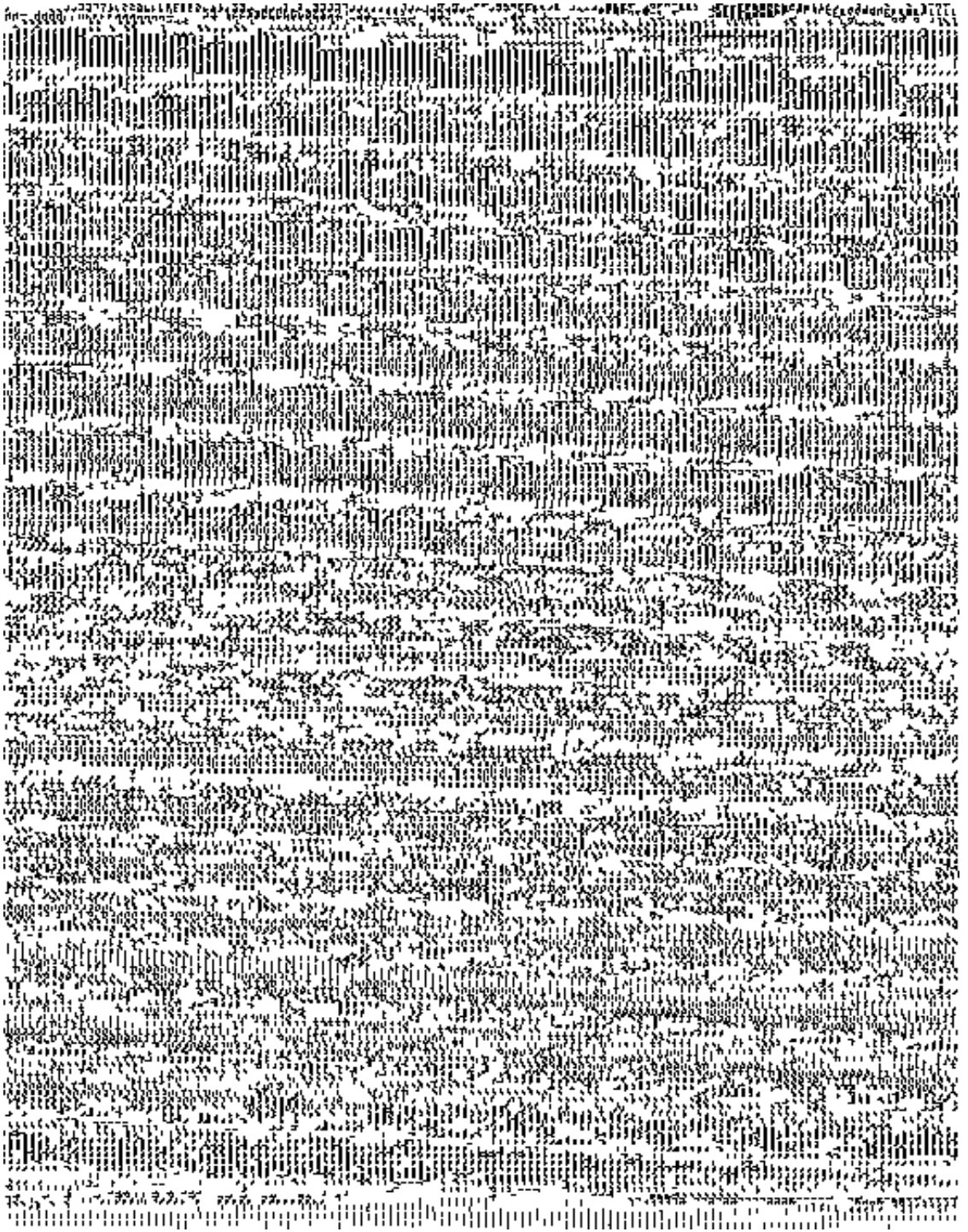
3.1 东海海鳗的性成熟年龄及产卵期

作者对标本的脊椎骨和耳石年轮的观察发现,1998年4~5月解剖的27尾雄性个体中1尾体重100克的个体,体长47厘米,性腺重6.59克,成熟系数为7.32%。经切片组织学观察,该尾海鳗精巢已达V期。另6尾体重在150~262克的鱼,性腺重在8.09~13.13克间,成熟系数为4.04%~8.2%,精巢均为V期。这些个体的鱼龄为 2^+ ~ 3^+ 龄。另20尾个体的体重在650~2050克间,性腺重20.80~130克,精巢为V期。可以看出,海鳗雄性个体最早的性成熟年龄为 2^+ 龄。这比东海渔业调查提出的海鳗最早性成熟年龄为 3^+ ~ 4^+ 有所提前[农牧渔业部水产局和农牧渔业部东海区指挥部编1987]。从资源学角度分析,东海鱼类成品鱼个体的小型化及性早熟,是捕捞量过大,成鱼群体得不到更多补充所致。海鳗性成熟年龄的提前也与此有关。从我们解剖的标本可以看出,体重1000~2000克的雌性个体的性腺通常到5月



图版 I Plate I

1. 海鳗卵巢的形态; 2. 分离出的单个卵巢叶片; 3. 海鳗精巢的形态; 4. 4个分离的精巢叶片; 5. I期卵巢卵细胞分布于叶片周围, 中央为叶片的结缔组织构成的网架, $\times 40$; 6. II期卵巢, 中央网架空间缩小, $\times 100$; 7. III期卵巢, 网架空间更为缩小, $\times 200$; 8. IV期卵巢, 4时相卵母细胞外, 尚有少量1,2时相卵细胞。



图版 II Plate II

1. I 期精巢; 2. II 期精巢; 3. III 期精巢; 4. IV 期精巢; 5. V 期精巢; 6. VI 期精巢; 7. 海鳗精子的显微镜形态, $\times 2500$; 8. 扫描电镜的海鳗精子头部形态, $\times 10000$ 。

下旬后陆续到达 V 期, 6 月至 7 月达到 V 期卵巢的个体数量达 80% 左右。由此可见, 东海海鳗的生殖期为 5 月~8 月, 产卵盛期为 6 月~7 月。这一结果与金鑫波[1994] 相同。但与张列士[1990] 推测海鳗秋冬季产卵的提法相差甚远。很有可能的是, 在产卵盛期中性腺未成熟的部分个体的卵细胞继续发育, 直至成熟产卵, 所以可以延迟到 8 月以后, 但产卵个体的数量较少。

3.2 海鳗性腺的形态与发育特征

3.2.1 海鳗卵巢的形态与发育的主要特征

多数鱼类的卵细胞是在产卵板上生长发育的。产卵板是卵巢在形成过程中由卵巢被膜中的内层, 即白膜与生殖上皮一起向卵巢内部延伸形成板层状结构, 由生殖上皮演化而来的卵原细胞遍布于整个产卵板上, 并在此生长发育直至成熟跌入卵巢腔。海鳗卵巢是由许多卵巢叶片规则排列构成, 整条卵巢外无被膜, 单个卵巢叶片也无被膜。卵巢叶片是海鳗卵细胞生长发育的场所, 因此卵巢叶片就是海鳗的产卵板。叶片的大小与厚薄随卵巢的发育程度增长。尤为特殊的是, 在卵巢发育的早期, 卵原细胞或 2 时相的卵母细胞很有规则地排列在卵巢叶片的周边, 中央部分留下较大的结缔组织的网状构架(图 5), 随卵母细胞的增大逐渐向叶片中央推移, 最后占满中央空间。这种结构与多数鱼类不同。从 IV 期卵巢还可以看出。在卵巢叶片上大多为发育整齐的 4 时相卵细胞, 仅在叶片的边缘有少量 1~2 时相的卵细胞, 当年不再成熟, 同一叶片上的细胞大小悬殊, 且无各种中间类型的卵母细胞, 可以看出, 海鳗在繁殖期为一次性产卵鱼类。

3.2.2 海鳗精巢的形态与发育主要特征

海鳗精巢由许多精巢叶片规则排列而成, 这种形态结构在鱼类中是较少见的。迄今尚无此类详细报道。切片观察表明, 5 月~6 月期间, 构成海鳗同一侧精巢不同部位叶片内的生殖细胞的发育进程有一定差异, 有些已达 V 期, 有些尚处于 II—III 期。甚至同一叶片内不同部分的生殖细胞发育进程也相差甚远, 处于叶片游离端的生殖细胞为精原细胞或初级精母细胞, 而其相反端位于输精管附近的生殖细胞都是已变态的精子。可见, 雄性海鳗在繁殖期间可以多次排精, 参与生殖活动。从显微镜和扫描电子显微观察发现, 海鳗精子的头部形态呈镰刀形。海鳗精子的扫描电镜表明, 其头部顶端有一圆盘状的结构, 未见报道。这种精子头部顶端的结构有何作用, 尚待进一步研究。

参 考 文 献

- 中国科学院实验生物研究所生理研究室. 1962. 家鱼人工生殖的研究. 北京: 科学出版社. 9~10
- 湖南师范学院生物系鱼类研究小组. 1975. 青鱼性腺发育的研究. 水生生物学集刊, 5(4): 471~484
- 农牧渔业部水产局, 农牧渔业部东海区渔业指挥部编. 1987. 东海区渔业资源调查和区划. 上海: 华东师范大学出版社. 357~365
- 刘 筠, 刘国安, 陈淑群等. 1983. 尼罗罗非鱼性腺发育的研究. 水生生物学集刊, 8(1): 17~29
- 施 芳, 尹伊伟, 胡伟林等. 1964. 鲢鱼性腺周年变化的研究. 水生生物学集刊, 5(1): 77~94
- 李明德, 周爱莲, 潘永浩. 1982. 梭鱼性腺发育的组织学特征及其分期. 海洋学报, 4(5): 627~632
- 龚启祥, 倪海儿, 李伦平等. 1989. 东海银鲳卵巢周年变化的组织学观察. 水产学报, 13(4): 316~325
- 张克俭, 何玉明, 张金龙等. 1995. 兴淮鲫(白鲫 ♀× 散磷镜鲤 ♂)性腺发育的研究. 水产学报, 19(1): 58~64
- 张列士. 1990. 上海鱼类志. 上海科学技术出版社. 134~135
- 金鑫波. 1994. 上海农业百科全书(水产卷上). 北京: 农业出版社. 172~173
- Chopra H C. 1958. Cytological and cytochemical study of the growing oocyte of the fish, *Boleophthalmus dussumieri*. La Cellule, 60, 303~318

Iwamatsu T, Ohta T. 1977. Fine structure of loach oocytes during maturation in vitro. *Growth Differ*, 19: 219 ~ 226

STUDIES ON THE GONADAL MORPHOLOGY AND DEVELOPMENT OF PIKE CONGER *MURAENESOX CINEREUS*

ZHANG Ke-Jian, ZHANG Yin-Jiang

(*Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090*)

ZHEN Dong-Yong

(*Xiamen Xiangyu Dongli Import & Export Corporation, 361006*)

ABSTRACT Studies were carried out on the gonadal of pike conger, *Mureanesox cinereus* with regard to its morphological and histological features and annual maturation changes. The morphological observations show that, the ovary and the testes of pike conger consist with many lamella ovaries and lamella testes respectively. The morphological structure of ovary and testis is largely different from those of most other fishes. Histological observation on the gonadal shows that, some ovaries of individual pike conger develop into the maturation stage in the late April and individuals with matured ovaries increase sharply in May. So the reproductive period of pike conger is between May to August and the period between June to July is the most active.

Microscopic and submicroscopic observation also show that, the sperm of pike conger has a sickle-like head and a relatively short tail.

KEYWORDS *Mureanesox cinereus*, Gonadal Morphology, Histology, Scanning Microscope