

# 长江刀鲚与池塘人工养殖刀鲚性腺发育的初步观察

闻海波 张呈祥 徐钢春 顾若波\* 徐跑

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 农业部淡水鱼类遗传育种与养殖生物学重点开放实验室 无锡 214081;  
江苏江阴市水产技术指导站 江阴 214431; 南京农业大学无锡渔业学院 无锡 214081)

**摘要:** 2006~2008年间采集了长江刀鲚(*Coilia nasus*)及池塘养殖刀鲚共104尾,对其生物学指标进行了测定,并对不同月份、不同江段的刀鲚性腺发育状况进行了初步比较观察。组织切片观察显示:在江阴段长江刀鲚从4~7月份卵巢从Ⅰ期发育到Ⅱ期;同一时期(7月份)安庆段刀鲚精巢和卵巢的成熟系数略高于江阴段,但差异不大。池塘养殖雄性刀鲚在6月、9月基本处于增殖期,精小叶腔中存在一定量的精子细胞,但未见性成熟个体。对于雌性,在12月份卵巢处于Ⅰ期,而6月份卵巢能发育至Ⅱ期晚期,此时卵巢的成熟系数显著高于同年5月份江阴长江刀鲚和7月份安庆段刀鲚。综合组织切片结果认为:长江刀鲚的性腺发育成熟度可能与所处江段关系不大,而不同洄游群体的性腺发育情况可能相同;在人工池塘养殖状态下,部分刀鲚的卵巢至少能够发育到Ⅱ期晚期。

**关键词:** 刀鲚; 人工养殖; 性腺发育; 成熟系数

**中图分类号:** Q954, Q492 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2009)04-111-07

## Development of Gonads in *Coilia nasus* from the Yangtze River and Artificial Pond

WEN Hai-Bo ZHANG Cheng-Xiang XU Gang-Chun GU Ruo-Bo\* XU Pao

(Key Laboratory of Genetic Breeding and Aquaculture Biology of Freshwater Fishes, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081;  
Spread Station of Aquaculture Technology of Jiangyin, Jiangyin 214431;  
Wuxi College of Fisheries, Nanjing Agriculture University, Wuxi 214081, China)

**Abstract:** A total of 104 individuals of *Coilia nasus* were collected from the Yangtze River and artificial pond from 2006 to 2008. Comparative observation of the gonads development was conducted. The histological observation showed that the ovary of *C. nasus* from Jiangyin area of the Yangtze River transformed from phase I to phase II from April to July. The gonadosomatic index (GSI) of these sauries from Anqing area of the Yangtze River was higher than that from Jiangyin area at the same period (July), while there was no statistical difference. For most of the males domesticated in artificial pond, the development of spermary was in proliferative period with large numbers of spermatids in spermatid lobule, but there was no mature individual found. The ovary of the female collected from the pond in December was in phase I and could develop into the late phase II in June. The GSI was significantly higher than that

**基金项目** 江苏省科技攻关项目(No. BG2006338),江苏省水产三项工程项目(No. PJ2005-5);

\*通讯作者, E-mail: Gurb@ffrc.cn;

**第一作者介绍** 闻海波,男,助理研究员;研究方向:淡水贝类种质资源保护及利用; E-mail: wenhb@ffrc.cn。

**收稿日期:** 2009-01-13, **修回日期:** 2009-04-29

of the saury from Jiangyin area of the Yangtze River in May and Anqing area in July. Therefore, the sexual maturation of *C. nasus* from the Yangtze River isn't determined only by the migratory site, while the development of gonads is similar among different migratory populations at the same period. The ovary of *C. nasus* domesticated in artificial pond can develop into the late phase at least.

**Key words:** *Coilia nasus*; Artificial culture; Development of gonads; Gonadosomatic index

历史上长江刀鲚 (*Coilia nasus*) 资源极其丰富,以长江下游的江苏、上海、安徽三省为主产区,其中 1973 年长江下游刀鲚年产量达到最高,为 3 945 t,但随着捕捞强度和水域环境变化等因素,产量呈逐年下降的趋势;至 2002 年长江下游刀鲚产量仅为 285.52 t,且个体小型化严重<sup>[1]</sup>。长江刀鲚天然资源令人担忧。为此,一些研究者开展刀鲚的人工驯养及繁育研究,并取得了一定的进展<sup>[2]</sup>。江阴长江三鲜养殖有限公司通过池塘人工催产自然繁育获得了一定数量的刀鲚苗种,并尝试进行了池塘养殖。

鱼类性腺发育规律的研究是解决鱼类人工繁育和濒危物种增殖保护的关键技术问题。以往关于刀鲚的研究主要集中在资源<sup>[1,3,4]</sup>、形态分类与系统发育<sup>[5-8]</sup>、种群生化遗传<sup>[9,10]</sup>及耳石<sup>[11,12]</sup>等方面。关于长江刀鲚的性腺发育已有相关报道:20 世纪 70 年代,南京大学、长江水产研究所等单位曾对长江刀鲚的性腺解剖和组织学进行了研究<sup>\*</sup>;陈文银等<sup>[13]</sup>、何为等<sup>[14]</sup>报道了长江刀鲚的性腺发育及细胞学特征。而对野生刀鲚与养殖刀鲚的性腺发育比较观察未见相关报道。本研究分别测定了 2006 年至 2008 年采集的长江刀鲚和池塘人工养殖刀鲚的常规生物学性状,对其性腺发育状况进行了初步观察,并比较了野生刀鲚与养殖刀鲚性腺发育,以期开展刀鲚全人工繁育和资源保护奠定理论基础。

## 1 材料与方法

**1.1 实验动物** 2006 年至 2008 年在江阴、安庆段共采集了长江刀鲚 59 尾,江阴长江三鲜养殖公司池塘人工养殖刀鲚共 45 尾。按常规方法测定体重(g)、体长(cm),解剖取性腺,称重,计算性腺成熟系数(gonadosomatic index, GSI)。

$GSI = (\text{双侧性腺重} / \text{体重}) \times 100$ 。性腺称重后用 4% 的甲醛浸泡,用于组织切片。

**1.2 性腺组织切片制备** 按唐洪玉等<sup>[15]</sup>方法,制备组织切片,切片厚度 5  $\mu\text{m}$ 。苏木精伊红(H. E)染色。NIKON E600 显微镜下观察, JVC TK-C1380 显微摄像。Scopophoto 3.0 软件测量细胞大小,SPSS 11.0 统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 成熟系数变化** 长江刀鲚和池塘养殖刀鲚的生物学测定见表 1。长江江阴段刀鲚的性腺成熟系数从 4 月到 7 月份呈显著增加趋势:卵巢成熟系数从 4 月中旬的 0.83%  $\pm$  0.24% 增加到 7 月中旬的 3.26%  $\pm$  0.27%;精巢成熟系数从 4 月中旬的 0.47% 增加到 7 月中旬的 1.13%  $\pm$  0.43%。在不同年份的 7 月份,长江安庆段刀鲚卵巢和精巢的平均成熟系数略高于江阴段,而 *t*-检验表明,两段刀鲚性腺成熟系数无显著差异( $P = 0.111$ ,  $P = 0.499$ )。因此推测刀鲚性腺成熟与所处江段关系不大,同一时期两不同江段的洄游群体性腺发育情况可能相同。

池塘养殖刀鲚 6 月份的卵巢平均 GSI 极显著高于长江江阴段刀鲚同年 5 月下旬的平均 GSI ( $P < 0.01$ ),也显著高于同年 7 月份长江安庆段刀鲚的平均 GSI ( $P = 0.049$ )。长江刀鲚卵巢发育与池塘养殖刀鲚存在一定的差异,这是池塘人工养殖使得刀鲚的卵巢发育快于长江野生刀鲚还是采样时间不同的发育差异还有待于进一步研究。

\* 南京大学生物系鱼类科研究组,湖北省长江水产研究所,江苏省水产科学所. 刀鲚性腺解剖和分期初步研究. 1977.

表 1 长江刀鲚与池塘人工养殖刀鲚生物学测定

Table 1 Measurement on the biology of *Coilia nasus* from the Yangtze River and artificial pond

采集时间 (年-月-日) Collection date (Year-month-date)	地点 Location	样本数 Individual number	平均体重(g) Mean of body weight	平均体长(cm) Mean of body length	雌性成熟 系数(%) GSI of female	雄性成熟 系数(%) GSI of male	卵巢发育 状况 Development of ovary
2006-7-12	长江 江阴段	6(2, 4)	61.3 ±9.6	25.1 ±1.3	3.26 ±0.27	1.13 ±0.43	期中期
2008-4-2	长江 江阴段	6	143.7 ±8.3	33.0 ±1.0	/	/	期
2008-4-15	长江 江阴段	27(26, 1)	198.9 ±20.9	35.4 ±1.1	0.83 ±0.24	0.47	期
2008-5-3	长江 江阴段	11(10, 1)	155.8 ±10.7	33.7 ±0.5	0.96 ±0.33	0.49	期
2008-5-21	长江 江阴段	3(3)	145.1 ±8.0	32.7 ±0.9	1.15 ±0.28	/	期早期
2008-7-13	长江 安庆段	6(3, 3)	70.0 ±32.2	26.4 ±3.5	5.57 ±1.37	1.33 ±0.23	期晚期
2006-9-6	池塘 人工养殖	3	29.2 ±3.8	20.4 ±1.1	/	/	/
2006-12-29	池塘 人工养殖	1( )	25.7	20.0	0.25	/	/
2007-11-23	池塘 人工繁殖	37	2.0 ±0.5	8.4 ±0.7	/	/	/
2007-12-24	池塘 人工养殖	1( )	60.97	26.5	1.25	/	期
2008-6-8	池塘 人工繁殖	3(2, 1)	12.5 ±1.5	7.2 ±2.9	6.90 ±0.75	2.66	期晚期

## 2.2 长江刀鲚性腺发育

**2.2.1 精巢发育** 共采集到雄性长江刀鲚 9 尾,组织切片显示刀鲚的精巢属于壶腹型。江阴段长江刀鲚在 7 月份精巢被纤维结缔组织分割成不规则片状,精小囊外的薄膜破裂并互相融合,精小叶难以区分,精细胞被深染,呈深蓝色,充满整个精巢,为精子排放期(图版 :1)。从组织切片来看,安庆段长江刀鲚在 7 月份的精巢发育状况比同时期江阴段的成熟度略高(图版 :2),但差异不明显。这与两个不同江段刀鲚的精巢成熟系数比较结果一致。

**2.2.2 卵巢发育** 共采集到雌性刀鲚 50 尾。江阴段刀鲚卵巢切片显示:在 4 月中旬,卵母细胞大部分处于 期,细胞平均直径约 139 μm,细胞质强嗜碱性,呈深蓝色,核染色较浅,淡紫色,核居中央,平均直径约 63 μm,核仁附着核

膜四周,10~25 个数量不等(图版 :3,4)。5 月上旬,细胞平均直径约 163 μm,核径 81 μm,细胞大小与 4 月份比较没有明显增加,但卵母细胞外可见两层滤泡细胞,卵巢发育至 期(图版 :5)。至 5 月下旬,卵巢进入第 期早期,细胞体积迅速增大,平均直径 350 μm 左右,在卵母细胞的外围出现少量卵黄颗粒,呈深红色(图版 :6)。到 7 月中旬,江阴段的雌鱼卵巢处于 期中期,卵母细胞中有部分卵黄颗粒,外围和中央有大量脂肪泡出现(图版 :7)。而在同时期(7 月中旬)安庆段捕获的雌鱼,卵母细胞发育至 期晚期,细胞平均直径 461 μm,核径 100 μm 左右,胞质中为卵黄颗粒所充满,卵黄颗粒嗜酸性,呈淡紫红色,同时也存在数量较少且大小不均一的脂滴,但此时的卵细胞外围滤泡膜仍未破裂(图版 :8,9)。

### 2.3 人工养殖刀鲚性腺发育

**2.3.1 精巢发育** 2006年9月从池塘采集到雄性刀鲚1尾,组织切片显示,精巢被纤维组织分隔成许多精小叶,在小叶四周紧密排列着精小囊,精小囊中为细胞体积较大的初级精母细胞,在小叶中央形成不规则的小叶腔,部分小叶腔中有从精小囊中破裂的精子细胞。在精巢不同部位发育情况有较大的差异,有的部位在精小叶腔中没有精子细胞,有的却较多(图版 : 1,2)。2008年6月采集到1尾雄鱼,观察发现此时期精巢增殖旺盛,但精小叶界限很清晰(图版 :3)。在11月份采集的刀鲚由于个体较小,因此未对性腺进行取样观察。

**2.3.2 卵巢发育** 2007年12月拉网采集到1尾雌性刀鲚,组织切片显示,卵巢处于 期。卵细胞外围由一层滤泡膜包裹,细胞质呈强嗜碱性,深蓝色,直径在120~186 μm之间(图版 : 4,5)。2008年6月上旬,在池塘采集到雌性刀鲚2尾,解剖发现卵巢饱满,切片观察发现,卵巢发育至 期晚期,细胞平均直径在350~515 μm之间,整个细胞呈嗜酸性,此时卵黄大量积累,卵黄颗粒为圆球状,充满整个细胞,呈淡红色,核直径约105 μm(图版 :6,7)。因此,可以推测在池塘养殖条件下,刀鲚的卵巢至少可以发育到 期晚期,并接近成熟。这也进一步说明刀鲚在人工池塘控制条件下,要实现全人工繁殖是具有物质基础的。

## 3 讨论

**3.1 长江刀鲚的性腺发育** 长江刀鲚在每年2~9月分批从海洋进入长江,上溯至产卵场进行繁殖<sup>[16]</sup>。陈文银等<sup>[13]</sup>对长江刀鲚性腺组织切片观察表明,刀鲚在2~3月份洄游入长江,在南通江段性腺发育处在 ~ 期,历经3~4个月洄游到达安庆江段,其性腺由入江时的 ~ 期,逐渐发育到 ~ 期。本文主要采集了长江江阴段4~7月份的刀鲚样本,综合组织切片结果可以发现,随着时间的推移,江阴段的刀鲚性腺随着有效积温的增加,卵巢可以从期逐渐发育到 期,与陈文银等对安庆段长江

刀鲚的性腺观察结果类似<sup>[13]</sup>。此外,无论长江江阴段还是安庆段雌性刀鲚,在 期卵母细胞中均发现有脂滴的存在,这与20世纪70年代的观察结果一致\*,而与陈文银等<sup>[13]</sup>在绝大多数 期卵母细胞中没有观察到明显的脂肪油球存在的结果不同。

单从7月份来看,精巢和卵巢发育情况,安庆段的性腺成熟度与长江下游的江阴段基本相似。这也与何为等<sup>[14]</sup>认为刀鲚性腺成熟程度与体长、体重等生物学指标没有必然联系,与所处长江江段关系不大,而与洄游时间及水温度密切相关的结论相符合。

在两年间采集长江刀鲚的雌雄性比大约为5.5:1,雄鱼所占比例甚少,采集时间主要集中在每年的4~7月,正好是刀鲚的主要繁殖期。这与我们对太湖似刺鲃<sup>[17]</sup> (*Paracanthobrama guichenoti*)的资源调查情况相似,在繁殖期高峰采集的雄鱼比例急剧下降。在水生态系统中一些持久性有机污染物被鉴定为环境雌激素类化合物<sup>[17]</sup>,它们通过与雌激素受体结合而影响生殖和发育,甚至造成水生生物多样性群体水平的改变。有实验报告表明,生长在受污染水域中的大部分雄性鱼会变成两性鱼或雌性鱼<sup>[18,19]</sup>。因此,长江刀鲚的雌雄性比出现的偏离是鱼类长期进化过程中产生的繁育策略还是由于生态环境的变化引起的雄性个体减少,还有待进一步研究。

**3.2 养殖刀鲚的性腺发育** 人工养殖条件下刀鲚性腺能否发育至成熟是实现其人工繁育的基本条件。已有研究表明四大家鱼在长江中能自然产卵繁殖,而在池塘人工养殖条件下性腺可以发育到 期,由于卵母细胞不能向 期过渡,因此不能实现自然繁育<sup>[20]</sup>。已有的研究认为,刀鲚在从河口上溯长江产卵过程中是不摄食的<sup>[14]</sup>,而性腺的发育营养主要依靠消耗鱼体脂肪。因此,刀鲚在洄游过程中鱼体脂肪的消耗可能是促进刀鲚性成熟的重要条件,但是否

\* 南京大学生物系鱼类科研究组,湖北省长江产研究所,江苏省水产科学所. 刀鲚性腺解剖和分期初步研究. 1977.

还存在其他影响其性成熟的关键生态因子仍不清楚。一般认为池塘养殖条件下鱼类性成熟要早于自然条件下的发育情况。对于池塘养殖刀鲚,在 6 月份观察到了部分雌鱼的卵巢发育饱满,卵巢组织切片显示至少能够发育至 期晚期,类似于长江刀鲚在自然状态下同时期的发育状态,这对于实现刀鲚的全人工繁育是一个良好而必备条件。但由于样本量较少,还需要进一步的实验来证实。

此外,陈文银等<sup>[13]</sup>发现在长江刀鲚不同洄游群体中,不同个体的卵巢发育程度存在一定差异。本文发现在养殖刀鲚中同一个体的精巢不同部位发育程度也存在显著差异,这是否提示刀鲚在人工养殖条件下精巢发育可能会出现不同步现象,还有待进一步研究来证实。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 张敏莹,徐东坡,刘凯等. 长江下游刀鲚生物学及最大持续产量研究. 长江流域资源与环境,2005,14(6):694~698.
- [ 2 ] 张呈祥,陈平,郑金良. 长江刀鲚灌江纳苗与养殖. 科学养鱼,2006,(7):26.
- [ 3 ] 袁传宓. 长江中下游刀鲚资源和种群组成变动状况及其原因. 动物学杂志,1988,23(3):12~15.
- [ 4 ] 施德龙,龚洪新. 关于保护长江口刀鲚资源的建议. 海洋渔业,2003,25(2):96~97.
- [ 5 ] 刘文斌. 中国鲚属 4 种鱼的生化和形态比较及其系统发育的研究. 海洋与湖沼,1995,26(5):558~564.
- [ 6 ] 程起群,李思发. 刀鲚和湖鲚种群的形态判别. 海洋科学,2004,28(11):39~43.
- [ 7 ] Cheng Q Q, Lu D R, Ma L. Morphological differences between close populations discernible by multivariate analysis: A case study of genus *Coilia* (Teleostei: Clupeiforms). *Aquatic Living Resources*, 2005, 18(2):187~192.
- [ 8 ] 程起群,温俊娥,王云龙等. 刀鲚与湖鲚线粒体细胞色素 *b* 基因片段多态性及遗传关系. 湖泊科学,2006,18(4):425~430.
- [ 9 ] 马春艳,刘敏,马凌波等. 长江口刀鲚遗传多样性的随机扩增多态 DNA (RAPD) 分析. 海洋水产研究,2004,25(5):19~24.
- [ 10 ] 张媛,胡则辉,周志刚等. 利用 RAPD-PCR 与 ISSR-PCR 标记技术分析长江口刀鲚的群体遗传结构. 上海水产大学学报,2006,15(4):390~397.
- [ 11 ] 郭弘芝,唐文乔. 长江口刀鲚矢耳石重量与年龄的关系及其在年龄鉴定中的作用. 水产学报,2006,30(3):347~352.
- [ 12 ] 郭弘芝,唐文乔,魏凯等. 中国鲚属鱼类的矢耳石形态特征. 动物学杂志,2007,42(1):39~47.
- [ 13 ] 陈文银,李家乐,练青平. 长江刀鲚性腺发育的组织学研究. 水产学报,2006,30(6):773~777.
- [ 14 ] 何为,李家乐,江芝娟. 长江刀鲚性腺的细胞学观察. 上海水产大学学报,2006,15(3):292~296.
- [ 15 ] 唐洪玉,陈大庆,史健全等. 青海湖裸鲤性腺的组织学研究. 水生生物学报,2006,30(2):166~172.
- [ 16 ] 袁传宓,秦安龄,刘仁华等. 关于长江中下游及东南沿海各省的鲚属鱼类种下分类的探讨. 南京大学学报(自然科学版),1980,(3):67~82.
- [ 17 ] Sumpter J P. Endocrine disrupters in the aquatic environment: an overview. *Acta Hydrochim Hydrobiol*, 2005, 33(1):9~16.
- [ 18 ] Petrovic M, Eljarrat E, Maria J, et al. Recent advances in the mass spectrometric analysis related to endocrine disrupting compounds in aquatic environmental samples. *J Chromatography A*, 2002, 974(1-2):23~51.
- [ 19 ] Korsgaard B, Andreassen T K, Rasmussen T H. Effect of an environmental estrogen, 17-ethinyl-estradiol, on the maternal-fetal trophic relationship in the eelpout *Zoarces viviparus* (L.). *Marine Environmental Research*, 2002, 54:735~739.
- [ 20 ] 钟观运. 综论家鱼人工繁殖创举对我国和世界水产养殖业的贡献——深切缅怀钟麟教授. 水产科技,2007,4:35~38.

## 图版 说明

1. 休止期精巢, ×400; 2. 增殖期精巢, ×400; 3. 6 月份增殖期精巢, ×400; 4. 12 月份 期卵巢, ×100; 5. 期卵母细胞: 示滤泡膜(fm), ×1 000; 6. 6 月份 期晚期卵巢, ×100; 7. 期晚期卵母细胞: 示卵黄颗粒(y), ×1 000。

## Explanation of Plate

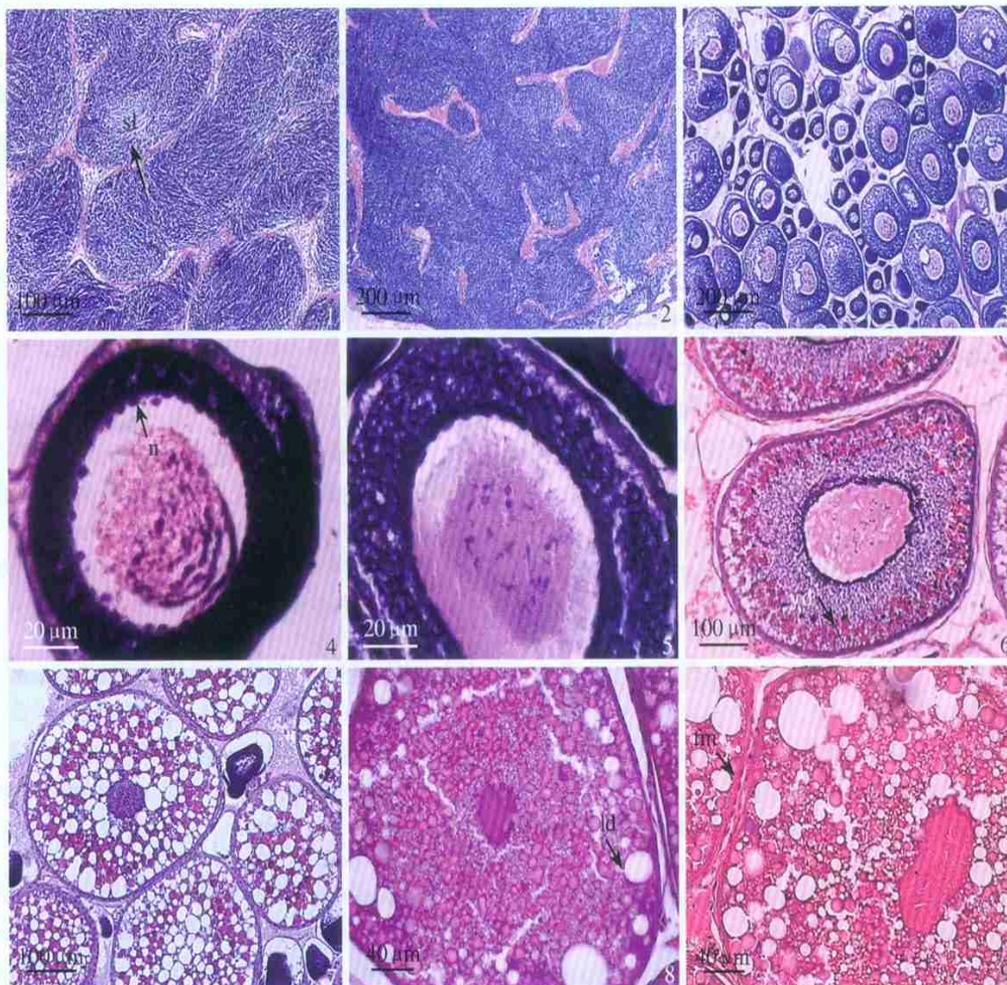
1. The spermary in the resting phase, ×400; 2. The spermary in the proliferative phase, ×400; 3. The spermary in the proliferative phase in June, ×400; 4. The ovary in the phase in December, ×100; 5. The oocyte in the phase, showing follicle membrane (fm), ×1 000; 6. The ovary in the late phase in June, ×100; 7. The oocyte in the late phase, showing yolk (y), ×1 000.

闻海波等:长江刀鲚与池塘人工养殖刀鲚性腺发育的初步观察

图版

WEN Hai-Bo et al. :Development of Gonads in *Coilia nasus* from the Yangtze River and Artificial Pond

Plate



1. 7月份江阴段长江刀鲚精巢: 示精小叶(sl), ×200; 2. 7月份安庆段长江刀鲚排卵期精巢, ×100; 3. 期卵巢, ×100; 4. 期卵母细胞: 示核仁颗粒(n), ×1 000; 5. 期卵母细胞, ×1 000; 6. 期早期卵母细胞: 示卵黄沉积(yd), ×200; 7. 期中期卵母细胞, ×200; 8. 期晚期卵母细胞: 示脂滴(ld), ×400; 9. 7月份安庆段长江刀鲚 期卵母细胞: 示滤泡膜(fm), ×400。

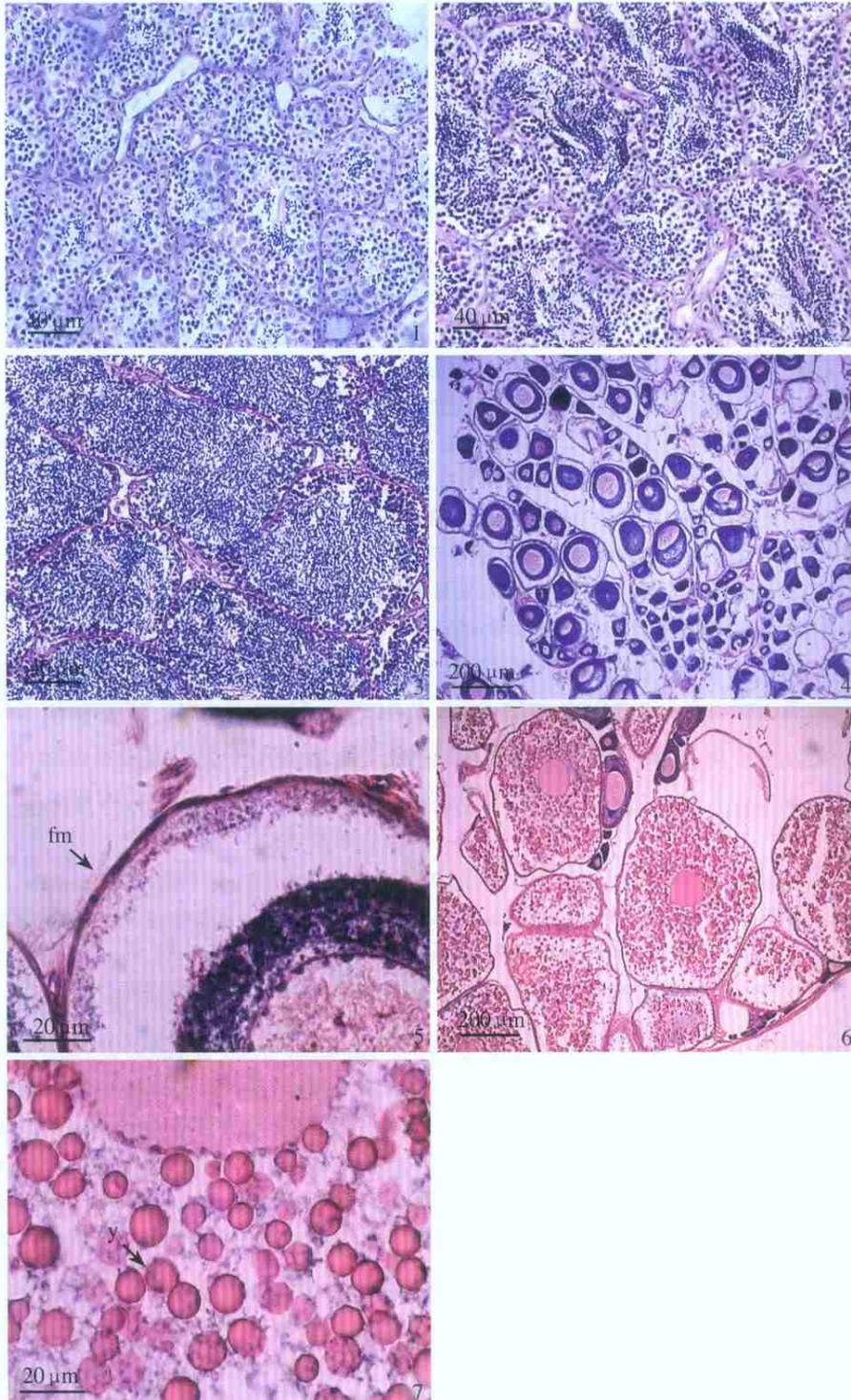
1. The spermary of *Coilia nasus* from Jiangyin area of the Yangtze River in July, showing spermatogenic lobule (sl), ×200; 2. The spermary in the proliferative phase of *Coilia nasus* from Anqing area of the Yangtze River in July, ×100; 3. The ovary in the phase , ×100; 4. The oocyte in the phase , showing nucleolus (n), ×1 000; 5. The oocyte in the phase , ×1 000; 6. The oocyte in the early phase , showing yolk deposition (yd), ×200; 7. The oocyte in the middle phase , ×200; 8. The oocyte in the late phase , showing lipid droplet (ld), ×400; 9. The oocyte in the late phase in *Coilia nasus* from Anqing area of the Yangtze Rive in July, showing follicle membrane (fm), ×400.

闻海波等:长江刀鲚与池塘人工养殖刀鲚性腺发育的初步观察

图版

WEN Hai-Bo *et al.*: Development of Gónads in *Coilia nasus* from the Yangtze River and Artificial Pond

Plate



图版说明见文后