

南方鮰的繁殖生物学研究： 性腺发育及周年变化*

张耀光 谢小军

(西南师范大学生物学系,重庆 630715)

提 要

依形态学特征将南方鮰性腺的发育分为6个时期,据组织学特点将雌雄性细胞的变化各分为6个时相。幼鱼的精原细胞经历时间比卵原细胞长;发育的早期和中期,精母细胞的发育速度不同步,但到晚期则趋于同步化。3时相卵母细胞仍有卵黄核,大、小核仁数随卵母细胞的发育而变化;精孔细胞和卵胶膜源于滤泡细胞。雌雄鱼性成熟年龄均为3龄,繁殖期3—5月,一次产卵类型,繁殖时不能将卵完全产出。

关键词 鱼类繁殖, 性腺发育, 周年变化, 组织学, 南方鮰

有关鮰形目鱼类性腺发育及周年变化的研究,国外学者已作了一些工作^[1—6],国内只见于张耀光、王德寿等对两种鲿科鱼类的初步探讨^[7,8],鮰科鱼类性腺发育及周年变化特点尚无报道。南方鮰(*Silurus meridionalis* Chen)是一种个体大、生长快、易繁殖、抗病力强、经济价值高的鮰科鱼类。有关该鱼的人工繁殖、生物学、生态学研究已有资料,本文是对其性腺发育的形态学、组织学分期特点及周年变化规律的讨论,以便为该鱼的进一步开发利用提供依据。

1 材料与方法

部分当年幼鱼取自人工繁殖饲养的个体,其余均捕自嘉陵江南充至北碚段。对逐月收集的雌雄标本测量登记,用脊椎骨鉴定年龄(谢小军,1987),解剖观察性腺的外形特征,再按前、中、后三段切取小块组织固定于Bouin液、中性福尔马林液中24—48h,系列酒精脱水,石蜡包埋,切片厚6—8μm,H.E.染色或Heidenhain苏木精单染,Nikon显微镜观察并照相,测微尺计量。对105尾鱼的性腺作组织切片,其中性成熟前幼鱼39尾,成鱼66尾。雌性59尾,雄性46尾。参照鲤科鱼类的标准^[9,10]对性腺的发育进行分期。

2 观察结果

2.1 性腺发育的外形分期

* 国家自然科学基金资助项目,编号:39070143。

1993年4月8日收到。

雌雄性腺各分为 VI 个时期,鉴别特征如表 1。

2.2 性腺发育的组织学分期

2.2.1 精巢

精巢内雄性细胞的发育可分为 6 个时相。

2.2.1.1 精原细胞时相 I 期精巢全由精原细胞构成。精巢壶腹型,壁薄,含丰富的结缔组织,生殖上皮随结缔组织内伸,将细小精巢分隔成许多小的壶腹,每个壶腹内有 2—5 个精原细胞。精原细胞有两种类型,I 型精原细胞体积较大,多呈圆形或卵圆形,直径 12.87—13.86 μm ,核径 6.93—7.92 μm ,核位于中央,核膜清晰,有一个中央大核仁,核质稀疏,核内及核膜边缘有一些细长或短条状核质,胞质淡红或略透明,内含嗜酸性颗粒。II 型精原细胞约占 20%,细胞体积略小,亦圆形,直径 7.92—9.90 μm ,核径 4.95—5.94 μm ,中央大核仁不明显,核质较密,多呈点状,胞质亦透明(图版 I:1)。只有 I 型精原细胞参加分裂形成初级精母细胞,II 型分裂生成新的精原细胞。

表 1 南方鲇性腺发育的外形分期

Tab.1 The developmental stages of gonads in *Silurus meridionalis*

| 生殖细胞发育期 ^① | 精 巢 Testis | 卵 巢 Ovary |
|---------------------------|---|--|
| I.原始生殖细胞期 ^② | 细薄膜状,与腹膜紧连,银白色,不见血管,肉眼不能辨雌雄。 | 与雄性精巢相似。 |
| II.增殖期至早期生长期 ^③ | 幼鱼精巢长 13—25mm,宽 2—5mm,早期长窄条状,无血管,淡肉色,半透明。晚期微血管明显,浅肉红色,窄片状,外侧较薄,边缘有细缺刻,占体重的 0.042—0.283%。退化至 II 期精巢,体积较大,血管丰富,肉红色。 | 幼鱼卵巢淡肉色,半透明,扁囊状,长宽比约 3.5:1,有少量微血管。长 26mm,宽 11mm 卵巢仍处于 II 期,但血管丰富,横断面可见片状产卵板和卵巢腔,占体重的 0.12—0.3%。退化至 II 期卵巢松软,血管发达,淡黄红色,占体重的 0.32—0.48%。 |
| III.生长早期 ^④ | 扁薄的长片状,长 25—65mm,宽 5—15mm,外缘缺刻增加,血管丰富,深肉红色,占体重的 0.24—0.77%。 | 浅黄色,中部略大的长囊状,肉眼见卵巢内有小黄颗粒,血管众多有分支,占体重的 0.49—0.74%。 |
| IV.生长晚期 ^⑤ | 表面血管减少,乳白色,长 65—85mm 左右,宽 15—18mm 左右,用力挤压腹部有少量白色精液流出,占体重的 0.64—0.93%。 | 淡橙黄色,前粗后细的长囊状,血管发达,卵细胞充满卵黄颗粒,挤压腹部无卵流出,占体重的 0.85—9.3%。 |
| V.成熟期 ^⑥ | 表面无明显血管,白色,体积变化不大,提起亲鱼或轻压腹部,有粘稠的乳白色精液流出,精巢重占体重的 0.71—1.11%。 | 橙黄色,卵巢松软,卵细胞游离,轻压腹部或将亲鱼提起有卵子从生殖孔流出,卵巢重占体重的 9.9%左右。 |
| VI.排空期 ^⑦ | 排精后精巢体积减小,表面呈淡红色,有明显微血管分布,精巢重占体重的 0.53—0.70%。 | 产后卵巢体积显著缩小,松软、充血、深红色,内含部分未产出的成熟卵和正在退化吸收的卵粒,卵巢重占体重的 1.16—2.66%。 |

① Gametogenesis stage ② Primordial germ cells stage ③ Proliferation to early growth stage of germ cells

④ Early growth stage ⑤ Late growth stage ⑥ Maturation stage ⑦ Spermiation or ovulation stage

2.2.1.2 初级精母细胞时相 精原细胞经过分裂形成初级精母细胞。初级精母细胞在壶腹边缘排成较为整齐的 1—3 圈, 细胞圆形或椭圆形, 直径 $7.92\text{--}9.90\mu\text{m}$, 核径 $2.97\text{--}4.95\mu\text{m}$, 核膜清晰, 核仁显著, 核质疏网状, 胞质淡红或透明。壶腹中央出现壶腹腔。壶腹周缘由结缔组织和生殖上皮构成, 结缔组织内缘有间断分布的长椭圆形边界细胞, 壶腹间有丰富的血管分布。部分壶腹腔中出现少量次级精母细胞, 使精巢表现出发育的不同步性(图版 I: 2)。繁殖后恢复至 II 期的精巢与首次发育至 II 期精巢的不同在于壶腹腔远较后者为大, 壶腹边缘为初级精母细胞, 腔中有少量正在退化的精子细胞或精子, 壶腹间的结缔组织和血管更丰富(图版 I: 3)。

2.2.1.3 次级精母细胞时相 次级精母细胞体积小, 嗜碱性增强, 胞质透明, 核浓缩位于细胞一端, 近新月形, 约占细胞体积一半, 胞径 $4.46\text{--}4.95\mu\text{m}$, 核径 $2.97\text{--}3.47\mu\text{m}$ 。壶腹中表现出显著的不同步性发育, 壶腹腔边缘有少量初级精母细胞, 次级精母细胞排列无规律性, 靠近壶腹腔有精子细胞, 壶腹腔中央有部分精子(图版 I: 4)。繁殖后再次发育至 III 期的精巢, 壶腹腔更显著, 每个壶腹由 8—10 个生精囊片组成, 既有初级精母细胞构成的囊片, 也有次级精母细胞、精子细胞构成的囊片, 但每一生精囊片内的细胞发育均是同步的(图版 I: 5)。

2.2.1.4 精子细胞形成时相 次级精母细胞再次分裂形成精子细胞, 突破生精囊片壁推入壶腹腔中, 壶腹腔中有部分成熟的精子。壶腹壁四周主要由次级精母细胞构成(图版 I: 6, 7)。初次发育至 IV 期精巢与繁殖后再次发育至 IV 期精巢差异不大。精子细胞直径 $2.14\text{--}2.40\mu\text{m}$ 。

2.2.1.5 精子完全成熟时相 精子细胞变态为成熟的精子, 充满整个壶腹腔或仅靠壶腹腔周缘空出, 壶腹壁变得非常薄。精子均匀分布, 发育非常一致, 在壶腹壁上很难见到不同时相的生殖细胞。整个贮精囊和输精管中均充满精子。成熟精子头部呈圆颗粒状, 直径 $1.1\text{--}1.2\mu\text{m}$, 尾部只隐约可见, 嗜碱性极强, 染上深兰色, 在壶腹中呈涡流状(图版 I: 8, 10)。

2.2.1.6 退化吸收时相 排精后, 壶腹呈空囊状, 生殖上皮显著活跃, 沿生殖上皮向壶腹腔生出不同大小的生精囊片, 除少量精原细胞外, 主要由初级精母细胞构成, 壶腹腔中尚有正在被吸收的精子, 变得模糊不清。壶腹间结缔组织充分发育, 微血管丰富(图版 I: 9)。

2.2.2 卵巢

卵巢内雌性细胞的发育亦分为 6 个时相。

2.2.2.1 卵原细胞时相 卵原细胞出现于 I 期卵巢中, 此时卵巢腔已形成。卵巢壁主要由结缔组织和生殖上皮构成, 有丰富的血管和淡红色血细胞, 左右卵巢呈囊状向两侧伸出, 后端约 $1/3$ 合在一起, 共用一腔。产卵板尚未形成; 生殖上皮占卵巢壁厚度的 $1/4$ 。卵原细胞圆形或椭圆形, 位生殖上皮内, 核比例较大, 位细胞中央, 一个核仁, 核膜内缘有分散的核质, 核染深兰色, 胞质淡染。细胞直径 $8.91\text{--}10.98\mu\text{m}$, 核径 $4.95\text{--}6.93\mu\text{m}$ 。细胞排列杂乱无章(图版 I: 11)。全长 138.0mm , 重 14.7g , 3 月龄以下幼鱼卵巢属此时相。

2.2.2.2 卵母细胞单层滤泡时相 全长 $140.0\text{--}488.0\text{mm}$, 体重 $15.0\text{--}775.0\text{g}$, 4 月龄至 1^+ 龄幼鱼卵巢属此时相。该时相可分早、中、晚 3 个时期。

2时相早期 初次发育至此期的幼鱼卵巢, 仍无明显的产卵板, 卵母细胞在生殖上皮内无序排列, 滤泡细胞还不明显, 胞质嗜碱性增强, 核区无色或染上淡红色, 核仁 8—24个, 分散排列, 核仁数目较少者多有一个中央大核仁, 数目多者, 每个核仁大小相近(图版 I: 12, 13)。卵径 20.74—47.52 μm , 核径 12.87—25.74 μm , 核仁径 1.78—2.97 μm 。卵母细胞间夹杂着成堆排列的卵原细胞。

2时相中期 生殖上皮及结缔组织突入卵巢腔形成产卵板, 卵母细胞沿产卵板排列, 单层滤泡细胞明显。卵母细胞大小不完全一致, 相差一倍以上, 胞质嗜碱性显著增强。细胞卵圆形或圆形或不规则, 胞核均为椭圆形, 核仁明显聚集于核中央, 很少见靠近核膜内缘。卵径 34.0—68.0 μm , 核径 18.0—32.0 μm (图版 II: 14, 15)。

2时相晚期 卵母细胞体积增大, 嗜碱性减弱, 卵黄核出现, 胞质边缘出现少量单个卵黄泡。核仁数 35—55 个, 大小不等, 大核仁 10—20 个, 多排列在核膜内缘, 直径 3.96—4.95 μm , 小核仁分散于核中央, 直径 0.99—1.98 μm 。卵径 111.87—159.39 μm , 核径 44.55—68.31 μm (图版 II: 16)。

2.2.2.3 卵黄泡出现时相 该时相亦可分早、中、晚 3 个时期。

3时相早期 卵母细胞嗜酸性增强, 胞质染上淡紫红色, 核膜清楚。滤泡细胞双层, 外层扁平。卵黄核尚在, 靠近细胞膜, 体积减小, 呈长椭圆形, 染色较深, 其边缘略透明。卵黄泡小, 分布于胞质边缘。卵径 264.0—332.0 μm , 核径 84.0 μm 左右(图版 II: 17, 18)。

3时相中期 与早期不同的是放射带显著, 染色呈淡火红色, 卵黄泡排列在胞质外缘呈整齐的 1—5 圈不等, 尚无卵黄积累。滤泡细胞 2—3 层, 外层扁平, 核长杆状, 为鞘膜层, 内层是颗粒层, 细胞短柱状或近椭圆, 核卵圆形或短柱状, 核仁 1—3 个, 靠近核膜内缘, 其中一个滤泡细胞胞质肥大、透明、核扩大 2.0—2.5 倍, 转变成为精孔细胞, 向内把放射带压向胞质。放射带内侧的质膜清楚, 在纯苏木精染色中呈深兰色(图版 II: 19, 20)。大核仁 14—30 个, 小核仁 29—250 个不等。卵径 448.0—592.0 μm , 核径 48.0—180.0 μm ; 卵黄泡径 5.94—9.90 μm ; 精孔细胞径约 11.89 μm , 核径 5.94 μm ; 滤泡细胞层厚 9.90—11.89 μm , 放射带厚 1.98—2.97 μm 。

3时相晚期 卵黄泡内侧胞质变得透明而成透明区, 约占胞质厚度的一半, 透明区中开始沉积小卵黄粒, 在卵黄泡内始形成明显的深色带状区。滤泡细胞中的颗粒层细胞 3 层以上, 细胞长度增加, 胞质中出现小分泌颗粒。卵径 528.0—596.0 μm , 核径 108.0—176.0 μm (图版 II: 21)。

2.2.2.4 卵黄充满时相 卵母细胞内全被卵黄颗粒填充。卵黄粒大小差异悬殊, 最大达 36.0 μm , 最小 2.97 μm , 多在 8.91—12.87 μm 之间。胞核位于中央, 核膜明显, 仍有大小核仁之分, 大核仁数量增多, 小核仁明显减少, 卵黄粒在核周排成放射状。放射带变薄, 滤泡细胞层增厚至 28.0—32.0 μm , 颗粒层细胞由低柱状变为高柱状, 胞质中充满细小分泌颗粒, 并逐渐失去细胞结构。由于卵黄物质的大量积累, 细胞体积增大很快, 直径达 828.0—892.0 μm (图版 II: 22—24)。卵内充满卵黄以后, 卵细胞开始向生理性成熟过渡, 卵核逐渐移至动物极端(图版 II: 27)。

2.2.2.5 卵细胞成熟时相 核膜完全溶解, 卵核消失, 核质已和动物极的细胞质融合, 卵细胞与滤泡层细胞分离, 并落入卵巢腔中(图版 II: 25)。产出的成熟卵无论受精与否遇

水后卵膜均能很快举起,包在卵膜外的胶质膜亦吸水膨胀发粘,浸入福尔马林液、波恩氏液等固定液中的未受精卵卵膜也能迅速膨胀,只是膨胀度较水中的略小,胶质膜膨胀后无粘性。

2.2.2.6 退化吸收时相 产卵后卵巢萎缩充血,卵巢腔内含大量空隙、滤泡和部分未产出的4、5时相卵细胞,这些剩余卵细胞将被卵巢自身吸收而退化。其退化吸收过程是:首先,卵巢充血,滤泡细胞鞘膜层破损,颗粒层细胞核变得显著,核膜恢复至清晰,核仁明显,经有丝分裂大幅度增加细胞数量。同时,卵细胞核从模糊至逐渐消失;其次,放射带消失,质膜破缺,滤泡细胞数量继续增加并向卵黄扩展,细胞体积增大,成为核明显、胞质不显、胞间界限不清的合胞体状态,核从 $2.97\mu\text{m}$ 膨大至 $4.95\text{--}5.94\mu\text{m}$;第三,卵黄液化,滤泡层颗粒细胞突入卵黄中分泌卵黄液化酶使卵黄液化,并将其吞噬而进一步肥大,最后形成少量脂肪泡。滤泡细胞液化和吸收卵黄有两种情况:一是从卵周向中央合拢逐步液化吸收,二是分段突入并局部包围卵黄,形成多个包围圈分而液化并将其吸收。第四,当卵黄被吸收完后,肥大的滤泡细胞被卵巢自身吸收作为营养物质来源供给下一次卵周期的发育,其本身成为疤痕而消失。在剩余卵退化的同时,卵巢中生殖上皮不断发育,卵原细胞分裂产生初级卵母细胞,当余卵全部退化吸收后,卵巢回复到II期,进入下一个生殖周期的发育。退化吸收过程如图版II:26,28图。

2.3 性腺发育的周年变化

2.3.1 性成熟前至性成熟鱼性腺发育的变化

南方鲇幼鱼性腺发育与体长、体重及年龄有明显的关系(表2)。表2中各期精、卵巢的特征如前述。性腺发育至4期的鱼当年能性成熟,参与繁殖群体的繁殖活动。

表2 南方鲇性成熟前至性成熟鱼性腺发育与体长、体重及年龄的关系

Tab.2 Relationships between gonadal development and body length, weight and age from larvae to adults of *Silurus meridionalis*

| 雄性 Male | | | | | 雌性 Female | | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| 编号 ^① | 体长 (mm) ^② | 体重 (g) ^③ | 年龄 ^④ | 性腺期 ^⑤ | 编号 ^① | 体长 (mm) ^② | 体重 (g) ^③ | 年龄 ^④ | 性腺期 ^⑤ |
| 920704 | 174 | 45 | 3月 | I | 920602 | 100 | 11 | 2月 | I |
| 910401 | 282.5 | 155 | 1 | II | 920701 | 121 | 14.7 | 3月 | II早期 |
| 920501 | 525 | 1300 | 1 ⁺ | II | 920705 | 437 | 775 | 1 ⁺ | II中期 |
| 920426 | 510 | 1075 | 2 | III | 920603 | 520 | 1460 | 2 ⁺ | II晚期 |
| 920415 | 665 | 2895 | 3 ⁺ | IV | 920417 | 735 | 3225 | 3 ⁺ | II晚期 |
| 910515 | 725 | 3750 | 4 | IV | 910418 | 765 | 4100 | 3 ⁺ | III |
| 910702 | 755 | 5350 | 4 ⁺ | V | 910406 | 820 | 6000 | 4 | IV期末 |
| 910305 | 746 | 5263 | 4 | V | 910310 | 815 | 5200 | 4 ⁻ | V |

①Number ②Body length (mm) ③Body weight (g) ④Age ⑤Gonadial

2.3.2 性成熟后鱼性腺发育的周年变化

2.3.2.1 精巢的周年变化 3—4月精巢主要为V期,5—7月主要为III期,8月至翌年2

月主要为IV期。根据多年观察嘉陵江南充至北碚段南方鲇的繁殖期为3—5月,繁殖高潮期在4月。个别年份因气温偏高繁殖期略提早,历年中最早捕捞到流精雄鱼的时间是1992年2月16日,切片上精巢壶腹壁变薄,生殖上皮停止分化活动,壶腹腔中充满成熟的呈涡旋流动状精子,将参与生殖活动。性成熟鱼周年标本组织切片表明II期和VI期精巢所历时间均较短,IV期精巢存在时间长达半年以上,V期精巢只见于繁殖期,但5月份V期精巢已很少。

2.3.2.2 卵巢的周年变化 10—12月为越冬期卵巢,卵母细胞以3—4时相为主,有部分2时相卵母细胞,在12月下旬部分卵巢发育至4时相早期;1—2月为产卵前期卵巢,绝大部分卵母细胞已发育至4时相早、中期;3—4月为繁殖期卵巢,3月上旬多数卵巢已达IV期末,并开始游向产卵场,3月下旬到4月中旬大批产卵,产后卵巢即进入VI期;5月卵巢主要为退化吸收期,少数个体尚能繁殖,切片所用7尾5月份卵巢,有4尾处于VI期,2尾处于II期,1尾处于IV期末;6—9月卵巢处于修复发育期,以2时相卵母细胞为主,兼有少量3时相卵母细胞。经退化吸收期后,卵巢很快回复到II期,开始新一个生殖周期的发育。周年变化中没有I期卵巢出现。

3 讨论

3.1 性腺的外形特征

国内有关鲇科鱼类性腺发育的外形分期尚无资料。精巢长薄片状,卵巢囊形,根据发育程度可分为原始生殖细胞期、增殖期至早期生长期、生长早期、生长晚期、成熟期和排空期。与鲤科鱼类^[9—11]不同的是:精巢有相当于贮精囊的结构;I—VI期卵巢占体重的比例为0.32—9.9%,比鲤鱼(*Cyprinus carpio* Linnaeus)(1—20%以上)、鱊鱼(*Siniperca chuatsi* (Basilewshy))(2—25%)小¹⁾,也小于鲇形目鲿科的瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli* (Richardson))的1.18—17.0%²⁾,同长吻𬶏(*Leiocassis longirostris* Günther)相似³⁾,只在IV期末增重特别显著。南方鲇繁殖个体多在4kg以上,虽然性腺重占体重的比例小,但繁殖力并不受影响,可以看出性腺重占体重的比例与鱼体的重量呈负相关。南方鲇精巢的外形与同目的鲿科和胡鲇科鱼类^[1—8, 12]显著不同,长吻𬶏等鲿科鱼类精巢高度分支呈指状,I期精巢细线状,边缘已有微缺刻,借此能区分雌雄,精巢后1/3愈合,呈紫红色,不产生也不贮藏精子,繁殖期形成大量粘稠分泌物,成为精液的一部分^[7]。从性腺的这一特点看来,鲇科在分类地位上与鲤形目鱼类更相近。

3.2 南方鲇为一次产卵型鱼类

确定南方鲇为一次产卵型鱼类,主要理由有三点。一是在IV、V期卵巢切片中,4、5时相卵细胞在90%以上,说明卵母细胞的发育是同步的。再则,刚产过卵的卵巢切片中,除2时相卵母细胞未发生明显变化外,其余卵母细胞的滤泡细胞均大量增生,细胞外膜皱缩,卵黄物质液化,表明产后卵巢将退回到II期,不会在当年形成第二批成熟卵细胞。另

1) 易伯鲁,鱼类生态学,华中农学院,1982,53—63页。

2) 杨家云,嘉陵江瓦氏黄颡鱼的繁殖生物学研究,硕士论文,1991,6—26页。

3) 张耀光等,长吻𬶏卵巢发育的研究,待发表。

外,卵巢的成熟系数只在繁殖期达到最大,即出现一个峰值¹⁾,而多次产卵鱼类的成熟系数至少有两个峰值,这也说明其一年只产一次卵。解剖7尾产后雌鱼,卵巢重58.61—225.0g,成熟系数17—26%,是繁殖前的1/4,这些未产出的卵粒多为4、5时相,均开始退化,有的成稀糊状流出。卵巢中存留较多4、5时相卵粒可能有两种原因:一是产卵时受到严重干扰而未能将卵排空,二是所有个体产卵时都不能将卵完全排空,成为一种自然现象。

参 考 文 献

- [1] Yoak E G. Corpora atretica in the Nile catfish *Schilbe mystus*, a histological and histochemical study. *Bull. Fac. Sci. Assiut. Univ.*, 1975, **4**(1): 85—92.
- [2] Lehri G L. Cyclical changes in the ovary of catfish *Clarias batrachus* (Linn.). *Acta Anat.*, 1968, **69**: 105—124.
- [3] Upadnyaya N and Haider S. Ovarian cycle of a freshwater catfish *Mystus vittatus* (Bloch.) with a special note on the steroidogenic sites. *Z. Mik. Anat. Forsch. Leip.*, 1985, **99** (5): S. 845—854.
- [4] Rosenblum P M, Pudney J and Callard I P. Gonadal morphology enzyme histochemistry and plasma steroid levels during the annual reproductive cycle of male and female brown bullhead catfish *Ictalurus nebulosus* Lesueur. *J. Fish Biol.*, 1987, **31**(3): 325—342.
- [5] Rastogi R K. Sperminal vesicles and sperm duct of an Indian catfish *Mystus tengara* with particular reference to their seasonal cycle. *Acta Anat.*, 1969, **72**(4): 624—639.
- [6] Davis T L O. Reproductive biology of the freshwater catfish, *Tandanus tandanus* Mitchell, in the Gwydir River, Australia, I. structure of the gonads. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 1977, **28**: 139—158.
- [7] 张耀光等. 长吻𬶏精巢发育的分期及精子的发生和形成. 动物学研究, 1992, **13**(3): 281—287.
- [8] 王德寿等. 大鳍鳠的繁殖生物学研究. 水产学报, 1992, **16**(1): 50—59.
- [9] 刘筠等. 草鱼性腺发育的研究. 湖南师范学院学报(自然科学版), 1962, (1): 1—23.
- [10] 施璇芳等. 鳙鱼性腺周年变化的研究. 水生生物学集刊, 1964, **5**(2): 77—94.
- [11] 林光华等. 性成熟草鱼卵巢发育的年周期变化. 水生生物学报, 1985, **9**(2): 186—195.
- [12] 孟庆闻等. 鱼类比较解剖. 北京: 科学出版社. 1987: 262—279.

1) 谢小军等, 南方鲇的繁殖生物学研究: 繁殖习性与繁殖力, 待发表。

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *SILURUS MERIDIONALIS* CHEN: THE DEVELOPMENT AND ANNUAL CHANGE IN THE GONADS

Zhang Yaoguang and Xie Xiaojun

(Department of Biology, Southwest China Teachers University, Chongqing 630715)

Abstract

This paper describes the morphology, histology and annual cyclical changes of gonads in *Silurus meridionalis* Chen collected from the lower reaches of the Jialing River. According to the morphological and histological features, the development of gonads can be divided into six stages and the change of germ cells of male and female can be divided into six phases. The duration of spermatogenous cells in the male larvae is longer than the ovogonia in the female. The spermatocytes develop at different rates during the early and middle stages, but in the later the development of all the cells becomes synchronized. The oocyte of early phase 3 has a yolk nucleus too. Many nucleoli which can be divided into 2 types i.e. large and small, are observed in oocytes. The number of the nucleoli changes with the oocyte development. The micropylar cell and the stick membrane of the egg are derived from the follicular cells. The maturation age of male and female are 3 years old. The spawning period lasts from March to May. The results of this paper indicate that this fish spawns only once a year, and not all of mature eggs in the ovary can be laid out during spawning.

Key words Reproduction of fish, Gonadal development, Annual change, Histology, *Silurus meridionalis*

图 版 说 明

图版 I

1. I 期精巢, 示精原细胞, $\times 300$, 1a 为精原细胞的放大, $\times 720$;
2. II 期精巢, 示初级精母细胞及壶腹腔, $\times 300$;
3. 产后恢复至 II 期精巢, 示初级精母细胞及退化的精子, $\times 300$;
4. III 期精巢的次级精母细胞, $\times 300$;
5. 产后发育至 III 期精巢的次级精母细胞及壶腹腔中存在的精子, $\times 300$;
6. IV 期精巢的组织学特征, $\times 75$;
7. IV 期精巢放大示精子细胞, $\times 300$;
8. 成熟精子, $\times 300$;
9. VI 期精巢的组织学特点, $\times 75$;
10. V 期精巢, 示贮精囊中充满成熟的精子, $\times 75$;
11. I 期卵巢, 示卵原细胞, $\times 300$;
12. II 期卵巢, 示 2 时相早期卵母细胞, $\times 75$;
13. 图 12 的放大, $\times 300$.

1. A section of testis at the stage 1, showing spermatogonia, $\times 300$, 1a, showing enlargement of spermatogonia

at the same stage, $\times 720$; 2. A section of testis at the stage 2, showing primary spermatocytes and lumen of ampulla. $\times 300$; 3. The testis of spawned at the stage 2, showing primary spermatocytes and degenerated sperm. $\times 300$; 4. A section of testis at the stage 3, showing secondary spermatocytes. $\times 300$; 5. The testis developing into stage 3 again, showing secondary spermatocytes and spermatozoa lying inside the lumen of ampulla. $\times 300$; 6. The histological characteristics of testis at the stage 4. $\times 75$; 7. The enlargement of testis at the stage 4, showing spermatids. $\times 300$; 8. A section of testis at the stage 5, showing mature spermatozoa. $\times 300$; 9. The histological characteristics of testis at the stage 6. $\times 75$; 10. A section of testis at the stage 5, showing seminal vesicle filled with mature spermatozoa. $\times 75$; 11. A section of ovary at the stage 1, showing oogonia. $\times 300$; 12. A section of the ovary at the stage 2, showing oocyte of phase 2. $\times 75$; 13. The enlargement of figure 12 showing oocyte of phase 2. $\times 300$.

图版 II

14. II 期卵巢, 示 2 时相卵母细胞在产卵板上的排列情况, $\times 75$; 15. 2 时相中期卵母细胞, $\times 75$; 16. 2 时相晚期卵母细胞, 示卵黄核 (yn), $\times 300$; 17. III 期卵巢, 示 3 时相早期卵母细胞及核 (nu) 和卵黄核, $\times 75$; 18. 3 时相早期卵母细胞中存在的卵黄核 (yn) 放大图, $\times 300$; 19. 3 时相中期卵母细胞, $\times 75$; 20. 3 时相中期卵母细胞, 示形成中的精孔细胞 (s)、放射带 (zr), $\times 300$; 21. 3 时相晚期卵母细胞, 核 (nu), $\times 75$; 22. IV 期卵巢中的 4 时相早期卵母细胞, $\times 75$; 23. 4 时相中期卵母细胞核 (nu) 及卵黄颗粒, $\times 75$; 24. 4 时相末期卵母细胞, 示滤泡细胞 (gr)、放射带 (zr) 和卵黄泡 (yv), $\times 300$; 25. 5 时相卵细胞, $\times 36$; 26. 退化中的卵母细胞示增生的滤泡细胞 (gr) 和卵黄颗粒 (yg), $\times 75$; 27. IV 时相末期卵母细胞示核 (nu) 移近动物极及颗粒细胞 (gr), $\times 75$; 28. VI 期卵巢切片, $\times 75$.

14. A section of ovary at the stage 2, showing oocyte of phase 2 in spawning plate. $\times 75$; 15. A section of the ovary at the stage 2, showing oocyte of middle phase 2. $\times 75$; 16. The oocyte of later phase 2, showing yolk nucleus (yn) lying inside cytoplasm. $\times 300$; 17. A section of the ovary at the stage 3, showing oocyte and nucleus (nu) and yolk nucleus (yn) of early phase 3. $\times 75$; 18. The oocyte of early phase 3, showing yolk nucleus (yn) lying inside cytoplasm. $\times 300$; 19. The oocyte of middle phase 3. $\times 75$; 20. The oocyte of middle phase 3, showing the formed micropylar cell (S) and zona radiata (zr) $\times 300$; 21. The oocyte of later phase 3, nucleus (nu). $\times 75$; 22. The ovary at the stage 4, showing oocyte of early phase 4. $\times 75$; 23. The nucleus (nu) and yolk granules of oocyte at middle phase 4. $\times 75$; 24. The oocyte of later phase 4, showing pillar-like follicular cell (gr), zona radiata (zr) and yolk vesicles (yv). $\times 300$; 25. Mature egg at phase 5, showing yolk granules. $\times 36$; 26. Section of ovary showing the degeneration of oocyte at phase 6, Follicular cell (gr), Yolk granules (yg). $\times 75$; 27. The oocyte of later phase 4 in ovary of stage 4, showing granulosa cells (gr). Note nucleus (nu) at the beginning of migration towards animal pole. $\times 75$; 28. Section of ovary at stage 6. $\times 75$.

