

产后雌鳗再生殖的可能性*

赵长春 谭玉钧 施正峰 王义强 杨叶金
(上海水产学院) (福建省水产研究所)

从1973年开始,我们对产后雌鳗再生殖的可能性进行了研究,发现产后亲鳗并不象过去许多人认为的那样必然死亡,恰恰相反,多数能够成活。1977年以后,我们有意识地用海水和淡水对产后雌鳗进行了饲养,观察并探索其再次繁殖的可能性,得出一些有意义的结果。现报道如下。

一、材料和方法

实验材料系经激素催产后,在池塘内自行产卵的雌性河鳗(*Anguilla japonica* Temminck et Schelgel)。其中用于饲养的材料是1977年5月产卵的雌鳗,其他解剖、测定的材料取于1972—1979年的各个时期。

饲养材料共23尾,分成二组:海水组9尾,产卵后继续饲养于盐度为24—30‰的海水中;淡水组14尾,产卵后在海水中蓄养15—30天,于1977年6月上旬起,逐步过渡到淡水中供长期饲养。水池为室内水泥池,面积各4.5平方米,水深60厘米,通气及水源条件不甚良好。

6月中旬起,用蚯蚓喂食,待雌鳗恢复摄食并经一段时间的适应后,再投喂通常的饲料(鱼、虾、贝等)。饲养的第一年,由于饲料缺乏,投饲量不够充足。

1977年8月、1978年6月、1979年5月对饲养的产后雌鳗进行了检查,每组各解剖1—3尾。

性腺和消化道组织学观察的材料,用Bouins液固定,石蜡切片(厚度为8微米),以Mallory法染色。消化道材料取胃底部、前肠、后肠3段。

粗脂肪含量用索氏抽提法测定,样品先用无水硫酸钠脱水。粗蛋白含量用微量凯氏定氮法测定。

二、观察结果

(一) 体质情况

1. 外观

产后不久的雌鳗体瘦弱,侧壁肌薄,头骨突出,皮肤松弛,多皱褶。经2年饲养后,体态丰满,侧壁肌肥厚,皮肤滋润而有光泽。(图版I: 1, 2) 饲养过程中胸鳍的黑色素减退。

* 本文承朱元鼎教授审阅,谨此致谢。
本刊编辑部收到稿件日期: 1979年9月20日。

2. 去内脏体重的变化

产后雌鳗去内脏体重的变化用降海前雌鳗作对照比较(图1)。

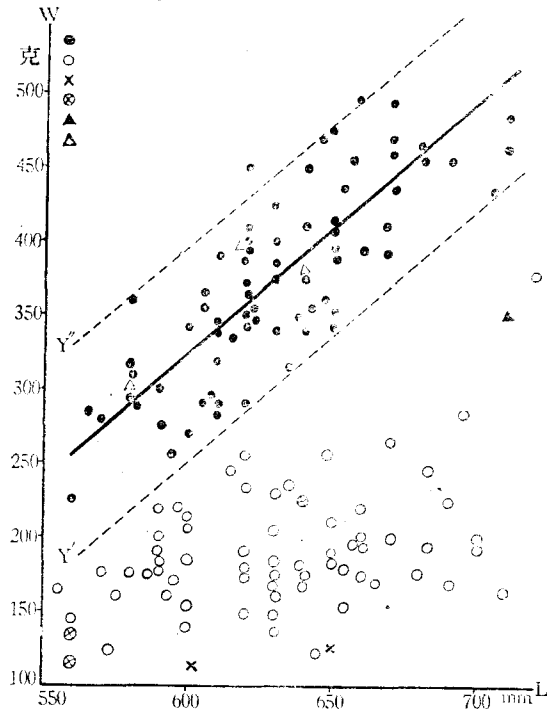


图1 河鳗全长与去内脏体重相关关系

降海前雌鳗全长在550—710毫米范围内,其全长-去内脏体重的相关关系式,用回归分析法计算,得:

$$W(\text{去内脏体重,单位:克}) = 1.69L(\text{全长,单位:毫米}) - 691.5。$$

相关系数 $r = 0.68$, 表明有一定的相关性。

产卵后的雌鳗,由于在催熟和催产期间(10月至翌年5月)长期停食,体内储存的营养物质转化到卵巢及用于日常的能量消耗,故体质消瘦。从图1可见,全长580—660毫米的个体,去内脏体重多数在150—200克的范围内,比实验前减轻约75—200%。且个体越大,减轻得越多。

产后饲养1年的雌鳗,去内脏体重未见增长。其原因一方面由于饲料不足,经常处于半饥饿状态;另一方面可能是各种生理机能的恢复需要一定的时间。

产后饲养2年的雌鳗,从图1可见,淡水组的3尾标本分布在降海前雌鳗的全长-去内脏体重回归线附近。去内脏体重的实测值与降海前雌鳗的理论值比较,差数分别为+14.3, +43.7, -9.9,均在回归线的 $\pm 2S$ 范围内(计算得标准离差 $S = 36.15$, $\pm 2S$ 在图1中为虚线 Y' 与 Y'' 之间),表明体质已经恢复到降海前的水平。海水组的1尾标本,去内脏体重比产后不久的雌鳗有较大的增长,但尚未达到降海前的水平。

3. 蛋白质和脂肪含量的变化

为进一步了解产后雌鳗体质恢复的程度,我们测定了鱼体(肌肉+皮肤)蛋白质和脂肪的总量。

全长 630—645 毫米的个体,刚产卵的鳗含蛋白质 12.8—26.6 克,脂肪 22.2—23.4 克。产后在淡水中饲养 2 年的鳗含蛋白质的总量上升为 63.4 克,脂肪为 71.6 克,分别为前者的 2.4—5 倍和 2.8—3.1 倍。

全长 710—735 毫米的个体,产后不久的鳗含蛋白质 20.4 克,脂肪 32.5 克。产后在海水中饲养 2 年的鳗含蛋白质 59.9 克,脂肪 46.4 克,分别为前者的 2.9 倍和 1.4 倍。

从以上结果可以看出,产后饲养 2 年的雌鳗蛋白质和脂肪总量的增长比去内脏体重的增长更为明显,唯海水中饲养者脂肪积累尚少。

(二) 行动和习性

产后不久的雌鳗通常静伏水底,离群,惊动时能逃避。7—10 天后行动较前稍活跃。

开始以蚯蚓为诱饵,经十多天,少数雌鳗开始取食。之后,取食的个体增多,摄食量逐渐增加,即改喂小鱼、虾、贝类等。此时,鳗鱼行动已恢复正常,集群栖息在阴暗处或穴居,当人走近时迅速逃避。

产后饲养一年的雌鳗,摄食旺盛。如有时投喂缢蛭 (*Sinonovacula constricta*),能不待蛭肉完全暴露,即咬碎蛭壳,吞食带有少量碎壳的蛭肉,摄食旺盛的程度已与养殖的食用鳗相似。根据胃含物分析,一次摄食的量,海水组为 2.3 克和 3.4 克,占体重的 1.4—2.3%;淡水组为 8.3—16.1 克,占体重的 6—9%。

产后饲养 2 年的雌鳗,摄食量减少,对饵料质量的要求较高,喜食新鲜贝肉和小鱼。仍群栖于阴暗处,遇惊扰亦有逃避行动。但在投饵时常把头伸出水面、张口迎食,已形成条件反射。

(三) 消化道的组织学观察

临产或产后不久的雌鳗,消化道各部、尤其是胃明显萎缩,呈细管状(图版 I:3)。

胃底部粘膜层柱状上皮萎缩,细胞矮小,略呈方形,高仅 4—6 微米,最大 12 微米。细胞上部游离端不甚明显,为一薄层,高度不足细胞的 1/4。细胞下部主要为核所占,核近圆形。胃小凹萎缩变浅或略呈微凹。胃腺退化、消失。(图版 II:5)

前肠粘膜褶狭而短,分枝较少,褶间隐窝宽大。肠腔大,肠壁各层组织均薄。粘膜层柱状上皮细胞高 14—30 微米。细胞上半部已萎缩,所以原来位于基部的核变得靠近游离缘。杯状细胞的膨大部分呈圆形,直径 6—10 微米,染色淡(图版 II:7, 9)。

后肠较前肠为细。萎缩的情况与前肠相似,差别主要是前者杯状细胞较多,而粘膜褶分枝更少(图版 III:11)。

产后雌鳗重新摄食后,消化道的形态和机能逐渐恢复。胃膨大呈囊状,肠径增粗(图版 I:4)。

观察喂食后 2 个月的标本,其消化道组织学构造已恢复到正常状态:

胃底部粘膜层发达,粘膜上皮细胞呈高柱状,高 34—42 微米,比刚产卵的鳗增长 7 倍

左右。细胞可清楚地分成上、下两部,上部游离端染色淡,占细胞高度的一半以上;基底部染成深红色,具纺锤形的核。胃小凹发达,凹陷较深。胃腺已经复生,呈单管状或有简单的分枝,腺细胞略呈方形,核位于近腺体壁的一侧,细胞质内充满染成深红色的分泌颗粒。粘膜下层、肌层和浆膜均增厚,环行肌尤为发达(图版 II:6)。

前肠粘膜褶宽而高,多曲折和分枝。褶间隐窝和间隙狭小。肠腔小。粘膜褶的柱状上皮细胞增高,高度一般为 38—55 微米,比刚产卵的鳗增高 1—1.5 倍。杯状细胞膨大部分呈梨形,长 24—32 微米,增大了 3—4 倍,内部充满染成淡蓝色的粘液。柱状上皮顶端可见纹状缘。粘膜下层、肌层和浆膜均增厚(图版 II:8, 10)。

后肠恢复的情况与前肠相似(图版 III:12)。

产后经饲养 1、2 年的标本与饲养 2 个月的标本比较,除消化道更为粗大外,在组织学构造上看不出什么变化。海水组和淡水组相比较,也没有不一致的地方。

(四) 卵 巢

产卵顺利的鳗残余的卵巢重 30—70 克,其中除残余的第 IV 时相卵粒外,还有排卵后的滤泡和少数卵原细胞(图版 III:13)。产后 2 个多月的鳗,卵巢处于第 VI 期,残余的卵母细胞开始被吸收(图版 III:14)。但上述两者都没有第 II 时相的卵母细胞存在。

产后饲养 1 年的雌鳗,解剖 5 尾(海水组 2 尾,淡水组 3 尾),卵巢中老一代卵母细胞均仍在吸收中。其中海水组的 1 尾标本,卵巢中已有新生的第 II、III 时相的卵母细胞形成,其体积已占卵巢的一半以上(图版 III:15)。

产后饲养 2 年的雌鳗,淡水组解剖 2 尾,其中 1 尾的卵巢重 6 克,已经充满新生的第 II、III 时相的卵母细胞(尚有少数老一代的卵粒零星散布)(图版 III:16),达到了降海前的发育阶段。另 1 尾的卵巢,第 II、III 时相的卵母细胞约占卵巢体积的一半。海水组由于标本数量限制,仅解剖 1 尾,卵巢内已有第 II 时相的卵母细胞形成。

三、讨 论

1. 河鳗卵巢在成熟过程中,第 II、III 时相的卵母细胞都渐次向第 IV 时相发育,但没有生成新的第 II 时相的卵母细胞加以补充。因此,河鳗的第 IV—VI 期卵巢是没有第 II 时相的卵母细胞。这种情况在鱼类中很特殊。因为一般鱼类(如鲤科等)的第 IV—VI 期卵巢内都存在第 II 时相的卵母细胞,即使是洄游性的鲥鱼(一生中多次产卵,中距离洄游,洄游途中在进入淡水以前继续摄食)和松江鲈鱼(一生只产一次卵,短距离洄游)也不例外。

河鳗卵巢发育的这一特点,可能与它进行远距离洄游、洄游期间停止摄食及洄游开始时卵巢尚未充分发育等特性有关,这可能是为了保证有限的能量储备集中地转化到既有的卵母细胞中,以便最大程度地满足繁殖的需要,利于种族的延续。

2. 河鳗降海以后,只在近海偶然捕到^[2,3]。此后的去向,仅能根据叶状幼体的采集地点推测其洄游的最终目的地——产卵场。至于产卵后的归宿,更无直接的根据。据 D'Ancona^[7] 推测,“如同康吉鳗一样”,产卵后就死亡了。这一看法在目前具有代表性,我们在 1976 年以前也曾同意过这一见解。

另一方面, Tucker^[8]认为欧洲鳗 [*Anguilla anguilla* (L.)] 根本洄游不到产卵场就在大陆架死亡, 其种群系由美洲鳗 [*A. rostrata* (Le Suecur)] 后代补充。这一见解引起了许多人的兴趣。西村^[5]、本间 (1961)^[3] 也认为除了面向东海的地区以外, 日本列岛的降海鳗也洄游不到产卵场即死亡, 群体靠中国的降海鳗后代补充。后来, 本间^[4]又报告了降海鳗的组织生理学, 认为各器官处于病理性变化的状态, “不能承担长距离洄游的要求”。但他又认为“目前还不能完全证明日本的降海鳗在到达产卵场以前就死亡”。

本实验用人工繁殖中得到的产后雌鳗作材料, 对其归宿作了研究。这些雌鳗从9月底捕捞起来以后, 经过蓄养、长途运输和催熟处理, 到翌年5月产卵, 产卵后又经过1个月才开始喂食, 总共停食9个月。实验的结果证明, 经人工饲养, 产后雌鳗多数能成活下来, 并重新摄食, 消化道机能逐步恢复。在此基础上体质也逐渐复原, 卵巢中又有新生的卵母细胞形成。到产后二年, 淡水组雌鳗的体质和卵巢成熟度(第III期)达到了秋季降海前的水平。海水组雌鳗仅解剖1尾(由于标本数量的限制), 卵巢虽尚未达到秋季降海前的水平, 但在继续发育中。再对照产后在海水中饲养1年的标本, 其中1尾, 新生的第II、III时相的卵母细胞已占卵巢体积的一半, 比淡水组发育得还好。这表明在体质恢复和卵巢发育方面存在个体差异, 它对达到成熟的先后有影响, 但其发育趋势却是一致的。

据此, 我们推断: (1) 产后雌鳗在人工培养下有可能再次繁殖; (2) 自然界的产后雌鳗, 如果产卵场附近海域具备合适的食料和生活条件, 那末, 有些个体可能生存下来, 甚至就在海洋中再次繁殖。它的死亡, 是外界环境条件影响所致, 并非其生命的必然终结。

关于距离产卵场较远的降海鳗能否到达产卵场? 我们没有充分的依据讨论, 但本实验的结果, 可以表明鳗鱼在繁殖过程中的生命力是非常顽强的。

参 考 文 献

- [1] 厦门水产学院、福建省水产研究所河鳗人工繁殖研究组, 1978。河鳗人工繁殖研究初报。动物学报 24 (4): 399—401。
- [2] 内田惠太郎, 1935。日本近海すり初记录の鰻のレプトセファラス。科学 5 (4): 138—140。
- [3] 本间義治, 1958。中部日本海の降リウナギ。科学 28 (4): 42—43。
- [4] 本间義治, 1971。降海すゐウナギ——生理变化と产卵可能性。养殖 8 (3): 42—45。
- [5] 西村三郎, 1961。鰻の洄游と产卵の問題。日本海洋学会志 17 (2): 108—114。
- [6] 松井魁, 1972。鰻学(生物学的研究篇)。恒星社厚生閣, 135—140 页。
- [7] D'Ancona, U., 1960. The life-cycle of the Atlantic eel. *Symp. Zool. Soc. London* No. 1:61—75.
- [8] Tucker, D. W., 1959. A new solution to the Atlantic eel problem. *Nature* 183 (4660): 495—501.

1) 未见到原文

THE POSSIBILITY OF RESUMING THE REPRODUCTIVE CAPACITY IN SPAWNED EELS

Zhao Changchun Tan Yujun

Shi Zhengfeng Wang Yiqiang

(Shanghai Fisheries College)

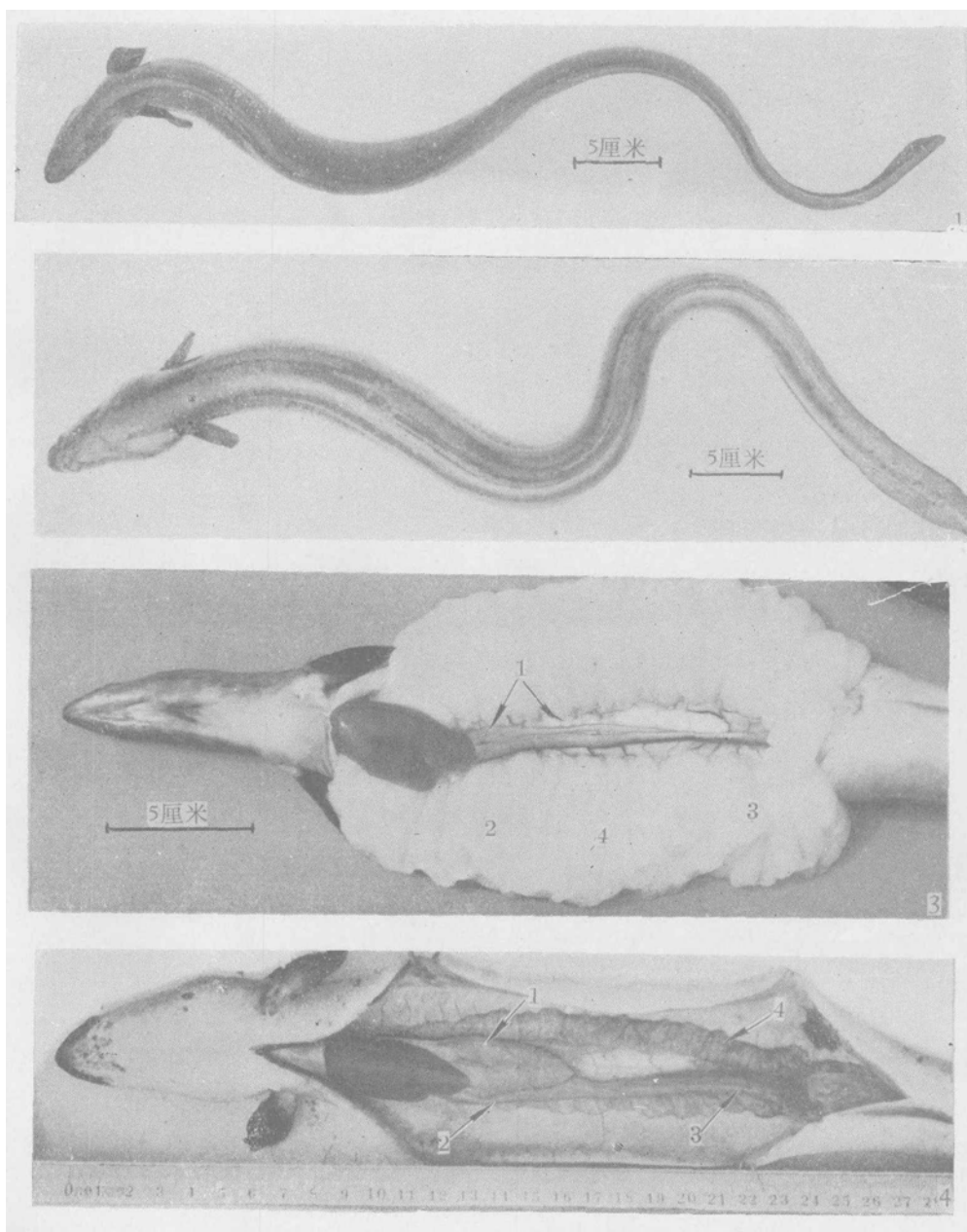
and

Yang Yejin

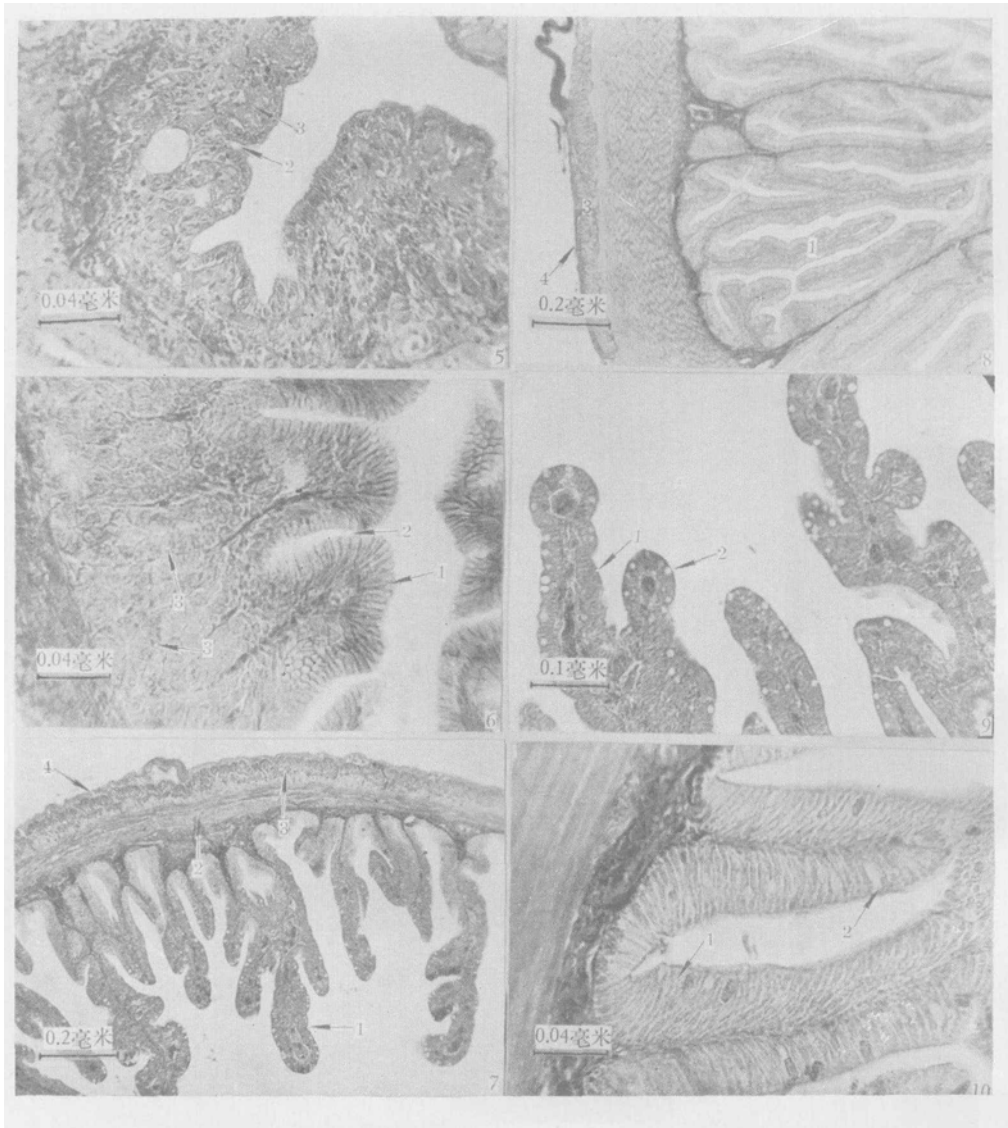
(Fujian Fisheries Institute)

Abstract

The gravid eels, after spawning by artificial measure have been reared in fresh water and sea water of a salinity of 24—30‰ respectively. It has been found that in both cases the spawned eels have gradually resumed their appetite and kept alive for a long time. After a period of two years the corporal condition has been recovered to a state of commencing the descending migration to the sea. Histological examination of the various regions of the alimentary canal has been made and it shows quite normal. The ovary has been investigated histologically and a large number of oocytes in the phase II and III have developed. All these facts lead us to infer that in the natural condition spawned eels would keep alive and retain their reproductive capacity.



1. 产卵后不久的雌鳗。
2. 淡水中饲养二年的产后雌鳗
3. 临产雌鳗
 1. 胃; 2. 前肠; 3. 后肠; 4. 卵巢。
4. 淡水中饲养二年的产后雌鳗
 1. 胃; 2. 前肠; 3. 后肠; 4. 卵巢。



5. 产后不久的雌鳗胃粘液层横切面

1. 粘膜上皮; 2. 胃小凹; 3. 胃腺退化的区域。

6. 喂食后二个月的产后雌鳗胃粘膜层横切面

1. 柱状上皮; 2. 胃小凹; 3. 胃腺。

7. 产后不久的雌鳗前肠横切面

1. 粘膜褶; 2. 环肌层; 3. 纵肌层; 4. 浆膜层。

8. 喂食后二个月的产后雌鳗前肠横切面

1. 粘膜褶; 2. 环肌层; 3. 纵肌层; 4. 浆膜层。

9. 产后不久的雌鳗前肠粘膜褶

1. 柱状上皮细胞; 2. 杯状细胞。

10. 喂食后二个月的产后雌鳗前肠粘膜褶

1. 柱状上皮细胞; 2. 杯状细胞。



11. 产后不久的雌鳗后肠横切面
1. 粘膜褶; 2. 环肌层; 3. 纵肌层。
12. 喂食后二个月的产后雌鳗后肠横切面
1. 粘膜褶; 2. 环肌层; 3. 纵肌层; 4. 粘膜下层。
13. 产后不久的雌鳗卵巢
1. 排卵后的滤泡; 2. 剩余的第 IV 时相卵母细胞。
14. 喂食后二个月的产后雌鳗卵巢, 剩余的卵细胞正在吸收中
15. 海水中饲养一年的产后雌鳗卵巢
1. 新生的卵细胞; 2. 吸收中的卵细胞。
16. 淡水中饲养二年的产后雌鳗卵巢
1. 新生的卵细胞; 2. 吸收中的卵细胞。