

鳗鲡的 生物学及养殖技术

赵 文 编著

Biology and Culture Technique in Eel, *Anguilla japonica*



大连海事大学出版社

鳗鲡的生物学及养殖技术

Biology and Culture Technique in Eel, *Anguilla japonica*

赵 文 编著

大连海事大学出版社

© 赵 文 2005

图书在版编目(CIP)数据

鳗鲡的生物学及养殖技术 = Biology and Culture Technique in Eel, *Anguilla japonica* /
赵文编著. —大连: 大连海事大学出版社, 2005. 1
ISBN 7-5632-1828-9

I. 鳗… II. 赵… III. ①鳗鲡—生物学 ②鳗鲡—咸淡水养殖 IV. S965.223

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 006466 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌水桥 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

辽宁师范大学印刷厂印装 大连海事大学出版社发行

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:11

字数:268 千字 印数:1~1050 册

责任编辑:黎 为 封面设计:王 艳

定价:32.00 元

本书由

大 连 市 人 民 政 府
大连水产学院学术著作出版基金

资助出版

The published book is sponsored by

**The Dalian Municipal Government
and Dalian Fisheries University**

内容简介

本书主要阐述日本鳗鲡的生物学及池塘养殖生产和管理技术。全书包括七章,第一章综述了鳗鲡的形态、分类、生理、生态和繁殖研究概况;第二章至第七章对鳗鲡的营养与饲料、养鳗场的建造与管理、鳗种培育、成鳗养殖、病害防治和成鳗的捕捞、运输和加工等技术做了全面的总结。

本书材料详实,理论问题深入浅出,技术手段实用性强,可供水产养殖专业师生和从事水产养殖、动物生产的科技工作者和养殖业户参考。

前 言

鳊鲌是一种生长于淡水,降海产卵繁殖的洄游性鱼类。它以肉味鲜美、营养丰富而著称,成为世界性的、经济价值很高的水产养殖优良品种之一。鳊鲌养殖正值方兴未艾,也是出口创汇的水产食品。

我国有广阔丰富的滩涂和河口资源,可以建池养鳊,这是一个利国利民的伟大举措。因此,笔者通过查阅大量资料并结合自身多年的池塘养鳊经验和研究成果,总结了鳊鲌的生物学研究进展和池塘养鳊技术和管理经验。

本书内容全面系统,理论问题深入浅出,文字言简意赅,力求科学性和实用性并举。近年来,食品安全已引起世界各国的广泛重视,生产无公害水产品也是养殖业者义不容辞的责任。但还有很多细致的工作要做,书后附有无公害养殖用水水质、鳊鲌池塘养殖技术规范、水产品中渔药残留限量、渔药使用和渔用配合饲料安全限量的标准。

本书由赵文编著,徐宪仲参加编写。本书得到大连市人民政府和大连水产学院学术著作出版基金资助。在本书的修改完稿过程中,大连水产学院的何志辉教授给予指导,特此致谢。

由于编著者水平有限,书中一定存在不少缺点和疏漏,敬请各位专家和读者同仁批评指正。

编著者

2005年1月

目 录

第一章 鳗鲡的生物学	(1)
第一节 鳗鲡的形态特征	(1)
一、外部形态	(1)
二、内部结构	(2)
第二节 鳗鲡的生活习性	(8)
第三节 鳗鲡的生理生态	(10)
一、温度适应	(10)
二、光照适应	(10)
三、水流、水压和声响的影响	(11)
四、嗅觉和味觉	(11)
五、渗透压	(11)
六、呼吸方式和窒息点	(13)
七、耗氧量及其影响因素	(14)
八、脑垂体的结构及其作用	(15)
第四节 鳗鲡的分类和分布	(16)
一、鳗鲡的分类	(16)
二、鳗鲡的地理分布	(18)
三、几种主要经济鳗鲡简介	(20)
第五节 鳗鲡的繁殖研究概况	(22)
一、鳗鲡的繁殖生物学	(23)
二、鳗鲡的人工繁殖	(24)
第二章 鳗鲡的营养与饲料	(26)
第一节 鳗鲡的营养需要	(26)
一、饲料能量及其在鳗鲡体内的分配	(26)
二、蛋白质	(26)
三、脂肪	(29)
四、碳水化合物	(30)
五、维生素	(31)
六、矿物质	(34)
第二节 鳗鲡的天然饵料	(37)
第三节 鳗鲡的配合饲料	(39)
一、鳗鲡配合饲料的特点	(40)
二、鳗鲡配合饲料的化学成分	(40)
三、鳗鲡配合饲料的种类和成分	(42)
四、鳗鲡配合饲料的原料构成	(43)

五、鳗鲡配合饲料的添加剂·····	(47)
六、鳗鲡配合饲料的生产及配方举例·····	(53)
七、鳗鲡配合饲料的保藏·····	(56)
八、鳗鲡配合饲料的粗检和调制方法·····	(57)
九、投饲技术·····	(58)
十、鳗鲡配合饲料的评价指标·····	(58)
第三章 养鳗场的建造与管理 ·····	(61)
第一节 养鳗场的建造·····	(61)
一、场址的选择·····	(61)
二、养鳗场的总体规划·····	(63)
第二节 养鳗场的经营管理·····	(73)
一、生产管理·····	(73)
二、经营策略·····	(76)
第四章 鳗种培育 ·····	(78)
一、鳗种的培育方式·····	(78)
二、白仔鳗培育·····	(78)
三、二、三级池培育·····	(80)
第五章 成鳗养殖 ·····	(82)
第一节 成鳗养殖过程·····	(82)
一、放养前的准备·····	(82)
二、投放鳗种·····	(82)
三、养鳗日常管理·····	(83)
四、选别分养·····	(86)
五、老头鳗的控制与培育·····	(87)
第二节 养鳗池的水质管理·····	(89)
一、养鳗池的水质标准·····	(89)
二、养鳗池的浮游生物·····	(90)
三、养鳗池主要的生态因子·····	(97)
四、水变的发生、预测和防止·····	(100)
五、滩涂土池养鳗的水质管理·····	(102)
六、水质监测及测定方法·····	(104)
七、鳗鱼土腥味产生原因及消法·····	(104)
第六章 鳗鲡的病害防治 ·····	(106)
第一节 鳗病原因、预防措施和处理·····	(106)
一、引起鳗病的原因·····	(106)
二、预防鳗病的措施·····	(106)
三、鳗病发生时的处理措施·····	(106)
第二节 常见鳗病的防治方法·····	(107)
一、病毒性鳗病·····	(107)

二、细菌性鳃病	(109)
三、真菌性鳃病	(113)
四、寄生虫性疾病	(114)
第七章 成鳃的捕获、运输和加工	(124)
第一节 成鳃的起捕、选别和吊水	(124)
一、起捕	(124)
二、选别	(126)
三、吊水	(126)
第二节 成鳃的包装与运输	(127)
第三节 鳃鲮的加工	(128)
一、蒲烧烤鳃	(128)
二、白烧鳃	(130)
三、熏制鳃	(131)
四、冻胶鳃	(131)
附录 1 常用计量单位和换算	(133)
附录 2 我国渔业水质标准	(136)
附录 3 无公害食品 淡水养殖用水水质(NY5051-2001)	(137)
附录 4 无公害食品 鳃鲮池塘养殖技术规范(NY/T 5069-2002)	(141)
附录 5 无公害食品 渔用配合饲料安全限量(NY5072-2002)	(145)
附录 6 无公害食品 渔用药物使用准则(NY5071-2002)	(149)
附录 7 无公害食品 水产品中渔药残留限量(NY 5070-2002)	(154)
附录 A(规范性附录)氯霉素残留的酶联免疫测定法	(157)
附录 B(规范性附录)己烯雌酚(DES)残留的酶联免疫测定法	(159)
参考文献	(161)

第一章 鳗鲡的生物学

鳗鲡(*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel)是淡水养殖的名贵鱼类,营养丰富,味道鲜美,素有“水中人参”之称。目前,世界养鳗业迅速发展,其中以日本最为发达。我国台湾、广东、福建、浙江、江苏和上海都先后建立起集约式鳗鲡养殖场。池塘养鳗正在普及开来,因此,了解鳗鲡的生物学知识对提高鳗鲡产量确属必要。

第一节 鳗鲡的形态特征

一、外部形态

鳗鲡又称日本鳗鲡、青鳢、白鳢、鳗鱼、河鳗。鳗鲡体细长,状似蛇形,前端近圆筒状,向后渐侧扁。体长为体高的16~20倍。这种特殊体形是鳗鲡对长期钻泥潜居生活方式的适应。

鳗鲡体色为银灰色,体和鳍上均无斑纹。背部颜色较深,为灰棕色;腹部较浅,为银白色。还有少数鳗鲡为暗褐色或略带黄色,通常称做茶色鳗。鳗鲡的体色依其栖息场所、食性和水质等不同而异,通常在缺氧、黑暗的环境下体色变深。

鳗鲡身体可分为头部、躯干部和尾部三部分(图1-1)。

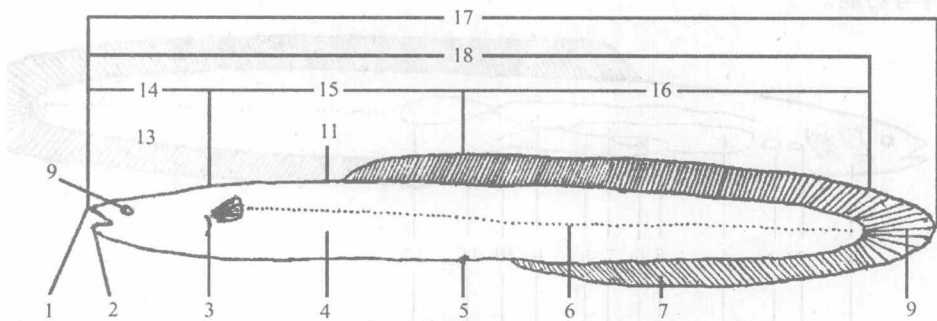


图 1-1 鳗鲡的外部形态示意图

1-上颌;2-下颌;3-鳃孔;4-腹部;5-肛门;6-侧线;7-臀鳍;8-尾鳍;9-眼;10-胸鳍;
11-背部;12-背鳍;13-吻部;14-头部;15-躯干部;16-尾部;17-全长;18-体长

1. 头部

头长而尖,前端有吻,吻短而稍扁平。上下颌有细齿,下颌较上颌稍为突出。舌游离,不附于口底。眼很小,位于口角上方,只能观察到距离很近的物体,但视野大,前后、左右、上下均可观察到,在微弱的光线下有一定的视力。眼的前上缘有前后两鼻孔,前鼻孔具短管,后鼻孔呈裂缝状,当其钻泥时鼻孔会关闭,防止泥沙进入。

头后缘两侧各有一个鳃孔,鳃孔后缘是头部和躯干部的分界线,亦即从吻端到鳃孔后缘的部分称为头部。头部两侧有鳃,藏于鳃腔内。每侧鳃由4片鳃叶构成,每片鳃叶又由许多鳃丝组成。鳃是鳗鲡的呼吸器官和气体的交换场所。鳃腔前与口相通,后方开口于鳃孔。呼吸时,水通过口,进入鳃腔,在此进行气体交换,吸进水中的氧气,呼出鱼血液中的二氧化碳,交换过

的水由鳃孔排出体外,周而复始。

2. 躯干部

躯干部是鳃孔至肛门之间的部分,占全长 27% 左右,内含脏器,但后肾在肛门的后面。腹部有肛门,肛门是躯干部与尾部的分界线。鳃孔后有胸鳍一对,短圆透明。无腹鳍。

3. 尾部

肛门至尾鳍末端的部分称尾部。尾部较长,背鳍、臀鳍基底均很长,且与尾鳍连成一体,鳍条间透明。

鳗鲡体两侧中线各有一条闪光的点线,称为侧线。侧线对声音和压力很敏感,是声音和压力的感受器。鳗鲡的皮肤由表皮和真皮组成,鳞片埋于表皮内。鳞细小,呈席纹状排列,外观看起来好像没有鳞片。体表富有粘液,是表皮分泌的,粘液是一种胶体物,能起到澄清水中污物的作用,同时粘液也是防病的一种天然屏障,如果粘液分泌殆尽,鳗鲡就无法抵抗病菌入侵,也无法生存。日本学者盐见一雄等(1992)研究表明,鳗鲡体表粘液中存在一种蛋白毒素,用 DEAE-纤维素色谱法和 HPLC 可精制这种蛋白毒素,精制毒素的毒性极高,对小白鼠作静脉注射,LD₅₀ 为 3.1×10^{-9} 。毒物是分子量为 4.0×10^5 的酸性蛋白质,据用 SDS 电泳推定由分子量 2.3×10^5 和 1.1×10^5 的亚基构成。在氨基酸组成中,以甘氨酸(Gly)和丙氨酸(Ala)为最多,含硫氨基酸(Met, Cys)和两种芳香族氨基酸(Tyr, Trp)的含量低。鳗鲡的皮肤有呼吸机能。

二、内部结构

鳗鲡的内部器官包括消化道、肝、脾、肾、胆囊、皮肤等(图 1-2)。下面简要介绍这些器官的结构与功能。

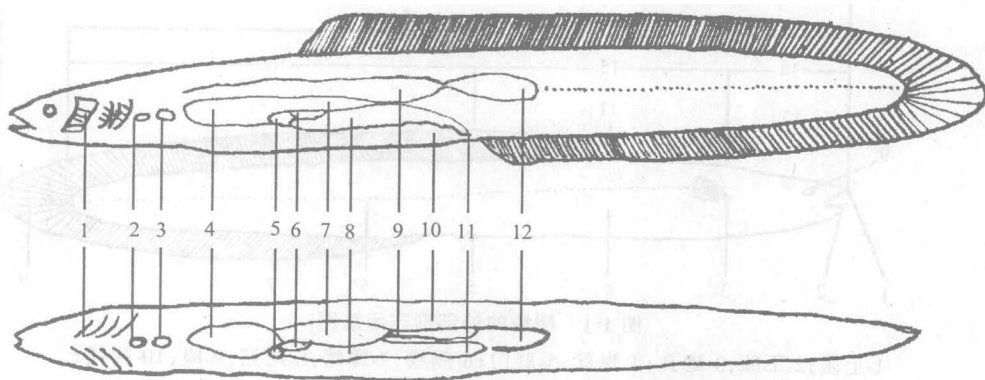


图 1-2 鳗鲡的内部器官

1-鳃;2-动脉球;3-心房;4-肝脏;5-胆囊;6-脾脏;7-胃;8-肠;9-鳔;10-腹腔;11-肛门;12-肾脏

1. 皮肤

鳗鲡的皮肤与其他鱼类一样,也是由两层组成,外层是表皮,内层为真皮。鳗鲡皮肤的功能是保护身体、辅助呼吸、吸收少许营养物质以及能够接受多种刺激等。表皮起源于外胚层,由生发层和腺层组成(图 1-3)。鳗鲡的表皮层较厚,其厚度可达 $300 \sim 450 \mu\text{m}$ 。真皮起源于中胚层,位于表皮层的下方,可划分为外膜层、疏松层、致密层。外膜层很薄,结缔组织纤维的排列构造均匀一致。疏松层位于外膜层下方,结缔组织呈海绵状,排列疏松,较薄,细胞数目多,血管丰富。致密层位于疏松层下方,纤维结缔组织很丰富,以胶原纤维为主,细胞极少,而胶原

是胶冻的基本物质,所以烹调皮肤厚实的鳗鱼时,其汤浓稠,胶冻坚厚,味佳可口,这都与致密层有关。在真皮层内还有平滑肌细胞、神经纤维和色素细胞等。鳗鲡的鳞片是真皮层的产物。

2. 消化道

消化道包括口腔、食道、胃和肠。

口腔 由上下颌组成,内有齿、舌等,无鳃耙,是摄取食物的器官。鳗鲡的齿很小,在上下颌骨及锄骨等处构成绒毛状齿带,用于捕食,抓紧已吞入口内的食物,不令其逃逸,无咀嚼功能。鳗鲡的舌位于口腔底部,无弹性,肌肉不发达,不能活动,舌前端游离,呈半椭圆形。

食道 它是食物的通道。短而直,由内层的粘膜层、中层的肌肉层和外层的浆膜层构成。肌肉层发达,由横纹肌组成,肌纤维呈环状排列。食道上有味蕾分布,用于辨别和选择食物,可借环肌的收缩,将异物抛至口外。

胃 胃是消化道最膨大的部分,位于食道后方,其近食道的部分称为贲门部,近肠的一段为幽门部(图 1-4)。由内向外有四层,即粘膜层、粘膜下层、肌肉层和浆膜层。鳗鲡的胃较发达,位于腹腔中部,

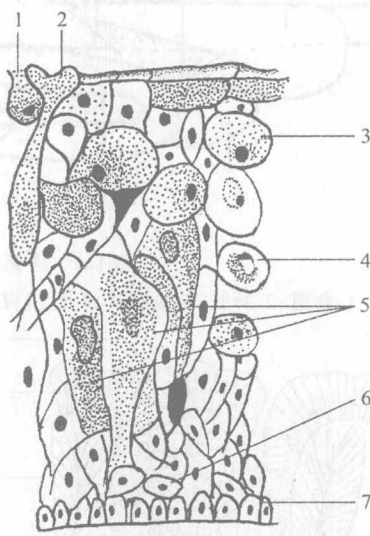


图 1-3 鳗鲡背侧皮肤的表皮层

(仿孟庆闻等,1989)

1-粘液细胞表皮开口处;2-排泄过程中的棒状细胞;3-发育中的粘液细胞;4-发育中的棒状细胞;5-棒状细胞;6-游走细胞;7-生发层

胃壁较厚,伸缩性强,胃容量较大。胃粘膜褶为纵褶,纵褶间具横褶。胃粘膜中有胃腺,胃腺能分泌胃蛋白酶用以消化食物中的蛋白质。鳗鲡胃腺的结构可随生活史中不同阶段而改变,在淡水中处于营养阶段,胃腺发达。用人工繁殖手段促其性腺成熟的生殖阶段,则其胃腺萎缩乃至消失。产后经精心培育,重新开始摄食,体质恢复,胃腺又出现并发达(图 1-5)。据林树根等(2003)研究,鳗鲡的胃肠道各段均存在 5-羟色胺(5-HT)和生长抑素(Som)免疫活性内分泌细胞。胃泌素(Gas)细胞分布于胃体部、幽门部和前肠。5-HT 能刺激胃肠粘液分泌、平滑肌收缩和血管扩张,对消化功能有很强的调节作用。而当 pH 下降时,Som 细胞受刺激而释放生长抑素,从而抑制 Gas 细胞释放胃泌素,降低壁细胞的胃酸分泌等。可见,这些活性物质的分泌对鳗鲡胃肠功能的调节具有重要意义。

肠 胃后方的消化管为肠。肠壁的组织颇似胃壁,亦可分成粘膜层、粘膜下层、肌肉层及浆膜层。鳗鲡的肠较短,为体长的 0.7 倍,在腹腔中近似直线形。因此,在食物不适口或缺氧时,肠中食物易吐出来。鳗鲡肠内粘膜褶为网状褶,单网、双网状褶兼有。

3. 肝脏

肝脏是最大的消化腺体。鳗鲡的肝脏呈长方形,稍弯曲,较大,占体重的 1%~5% 以上。肝脏呈淡黄红色,位于体腔前端,借系膜悬挂在心腹隔膜的后方,后端游离于腹腔内,肝脏不分叶,但其后缘有凹缺,使尖端呈叉状。肝脏的功能是多方面的,它除分泌胆汁、有助于消化吸收外,还把消化吸收的物质合成为糖元、脂肪和蛋白质。此外,对中间代谢、解毒作用、维生素的贮藏以及免疫物质的生成,都有重要作用。

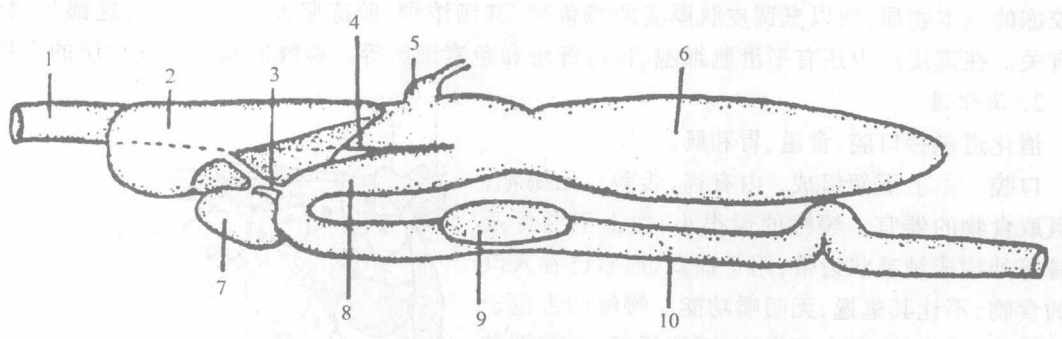


图 1-4 鳊鲮的消化系统(仿孟庆闻等,1987)

1-食道;2-肝脏;3-输胆管;4-贲门胃;5-鳔管;6-胃盲囊;7-胆囊;8-幽门胃;9-脾脏;10-小肠

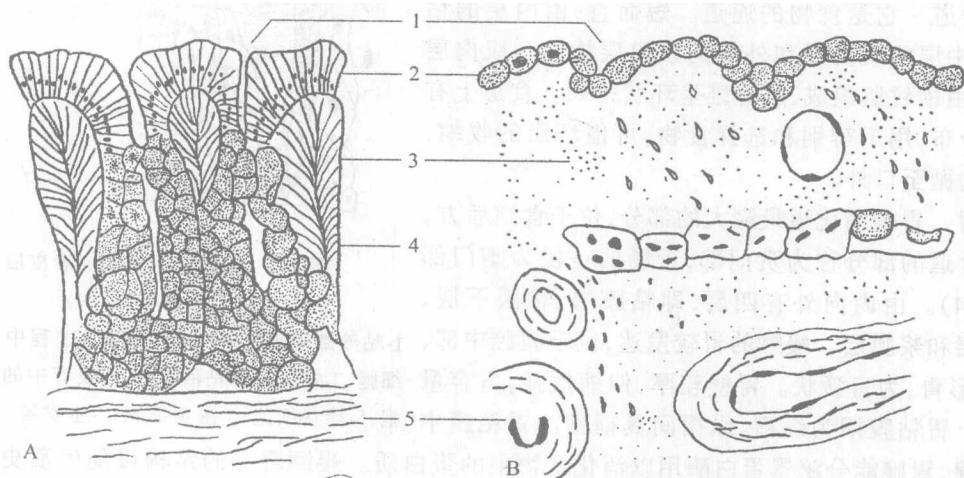


图 1-5 鳊鲮人工繁殖前后胃腺消失(B)和恢复(A)(仿王义强等,1990)

1-胃小凹;2-上皮;3-粘膜层;4-胃腺;5-粘膜下层

4. 胆囊

大部分埋于肝脏中央部的左侧,呈椭球状,黄绿色或深绿色。胆囊内储存由肝脏分泌而来的胆汁。一旦胆汁储藏于胆囊,被浓缩之后在必要时可分泌到肠内,可促进脂肪的消化和吸收。此外它也有助于蛋白质的消化,促使某些蛋白质成分的沉淀。

胆囊的大小随鳊鲮摄食、饥饿等情况变化较大,长期饱食后如突然饥饿,胆囊中储存的胆汁增多,胆囊膨大。如长期饥饿,肝脏分泌出的胆汁越来越少,胆囊日趋缩小。

5. 胰脏

一般硬骨鱼类的胰脏为一弥散性分布的腺体,常有一部分或全部埋在肝组织中,用肉眼很难看到,但是鳊鱼的胰脏却是例外的情况,是很明显的器官。胰脏分泌胰液,内含多种消化酶,用以催化食物中蛋白质、脂肪和碳水化合物的分解。在胃的盲囊部和肠之间,附着于肠管的白色细长器官为胰脏。胰腺内有胰高血糖素(Glu)细胞和 Som 细胞(林树根等,2003)。

6. 脾脏

鳊鲮的脾脏生长在肠的始端和胃的幽门部附近,即位于胃肠交叉处,埋于肝脏内侧,紫红色,呈短圆棒状。脾脏的功能是贮藏血液以调节循环血液量,制造新血球及处理衰老血球和异

物。

7. 肾脏

肾脏是鱼类的主要泌尿器官,鳗鲡的肾脏已分化成三部分,前端在咽喉上部,分成两小叶,称做头肾。头肾位于围心腹腔隔膜的前背方,是鳗鲡的免疫器官,相当于人的淋巴结,已无排泄功能。头肾完全由淋巴样组织构成,宛如脾脏,是恢复血液成分的造血器官。中肾是鱼类成体的泌尿器官(图 1-6),是块状而坚实的腺体,位于腹腔紧贴腔体背壁,为暗红色长带状器官,不易整个取出。从肛门向尾部方向沿腹线剖开,可见到紧邻肛门之后有一卵圆形坚实器官,这就是后肾,后肾也是鳗鲡的排泄器官。

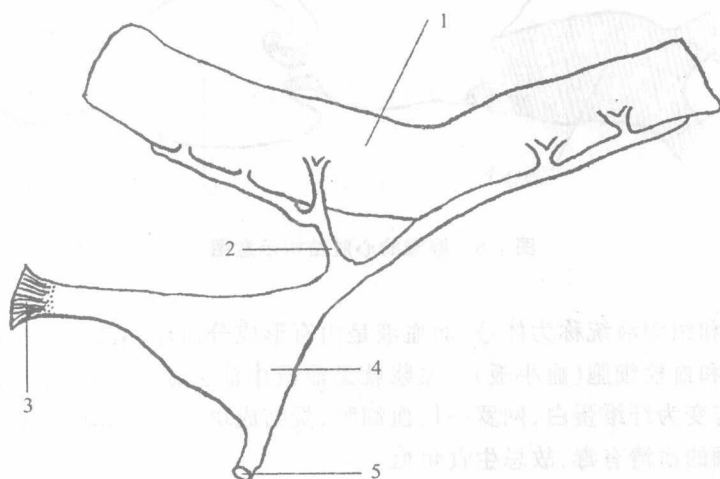


图 1-6 鳗鲡的泌尿器官(仿孟庆闻等,1989)

1-中肾;2-输尿管;3-膀胱韧带;4-膀胱;5-泌尿孔

8. 鳔

鳗鲡的鳔为一鳔室。鳔小,壁厚,紧贴中肾,有一细鳔管与肠道相通,鳔室内气体通过鳔管出入,此外,还有发达的气体腺(图 1-7)。鳔的主要功能是调节密度作用,有利于在水层中升降,节约能量消耗。

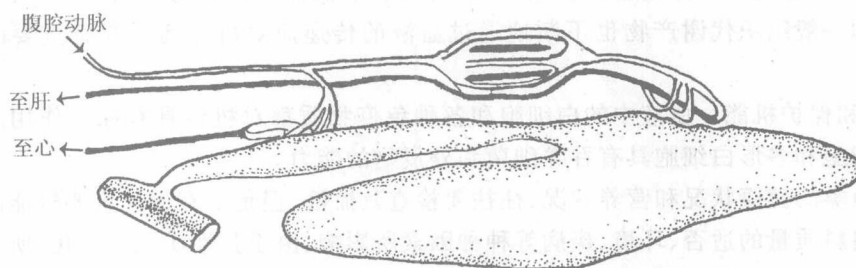


图 1-7 鳗鲡的鳔(仿 Denton,1961)

9. 心脏

心脏在肝脏的前方,两胸鳍相当的位置。心脏是血管的特化区段,是血管网道的枢纽,是推动血液循环的中心泵站。动脉系统从这里开始运动,一切静脉和淋巴管液则最终汇流到这里。鳗鲡的心脏由后向前,起始的部分是静脉窦,位于心脏的后背侧,壁甚薄,其后背方两侧连

接粗大的总主静脉即古维尔氏管,在古维尔氏管的前方是心房,壁仍薄,但比静脉窦厚些。由心房稍偏腹面向前就是心室,其壁最厚,是心脏的主要搏动中心。心室前接动脉球(图 1-8)。接下来是腹主动脉。

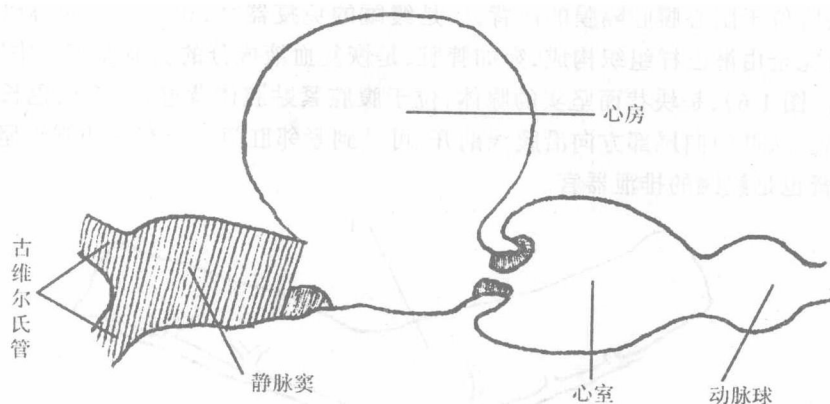


图 1-8 鳗鲡的心脏结构示意图

10. 血液

血浆、淋巴液和组织液统称为体液,而血液是由有形成分血球和液体的血浆组成。血球包括红细胞、白细胞和血栓细胞(血小板)。血浆就是血液中滤去血细胞的液体部分。如果血液中的纤维蛋白原转变为纤维蛋白,网罗一切血细胞,凝结成块,往下沉淀,其上方清澈无色的液体即为血清。鳗鲡的血清有毒,故忌生食鱼血。

血液是组成机体内环境的一个重要部分,它有以下几个主要机能:

(1)运输机能 机体组织细胞所需要的营养物质、氧气和水分都要通过血液输送到全身各组织;全身各组织的代谢终产物,包括二氧化碳、尿素都需要通过血液输送到排泄器官而排出体外。

(2)维持组织兴奋性 调节和适应外界的各种理化因素如温度、酸碱度、渗透压、水质等所产生的影响。

(3)机体调节机能 机体内各种机能的调节,除了中枢神经系统的活动以外,内分泌腺所分泌的激素和一般组织代谢产物也不断地通过血液的传递而对机体活动起着重要的调节作用。

(4)防御和保护机能 血液中的白细胞和各种免疫物质都对机体具有保护作用。如血液中的单核白细胞和多形白细胞具有吞噬细菌和外侵物的能力。

要判定鱼类的健康状况和营养状况,往往要检查其血液,但是负有如此重要机能的血液却很容易受到饵料质量的适否、环境、疾病等种种因素所影响,由于其性质极易变化,所以只能大致判断其健康状态。通常多用下列三个血液指标来判断鳗鲡健康如何,即红细胞数、血细胞比容值和血中含氧量。红细胞数即指 1 mm^3 中红细胞的数量;血细胞比容值即指血液中血细胞容积的百分比;血中含氧量指的血浆中氯离子浓度(mmol/L)。

鳗鲡健康时,由于受饲养环境、水温、饵料、投饲率及饥饿等的影响,其血液指标存在个体差异性,并且不同的测定者的结果差别很大,见表 1-1,但可约略窥见其正常值为红细胞数 $200 \times 10^4 \sim 300 \times 10^4/\text{mm}^3$ 白细胞数 $1.72 \times 10^4/\text{mm}^3$,血细胞比容值为 $30\% \sim 40\%$ 。

表 1-1 鳊鲢的血液指标

红细胞数 $\times 10^4/\text{mm}^3$	白细胞数 $\times 10^4/\text{mm}^3$	血细胞比容 %	测定者
255(222~271)	1.72	39.0(23.0~53.2)	川本
272(230~333)		33.7(27.1~43.8)	保科
221(155~293)		31.4(21.5~43.0)	静冈水试浜名湖分场
286(173~356)		33.7(23.0~41.3)	日配烧津分场

表 1-2 患病和健康鳊鱼血液指标的比较

鳊鲢的状态	红细胞数 ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	血细胞比容 (%)	测定者
健康鱼	272(230~333)	33.7(27.1~43.8)	保科
赤鳍病(轻症)	283(215~372)	32.7(20.7~46.8)	保科
赤鳍病(中症)	226(202~240)	27.2(21.7~36.8)	保科
赤鳍病(重症)	121(55~191)	18.0(12.4~23.5)	保科
鳃病	121(43~211)	12.7(8.5~16.7)	江草
腹水病	151(62~209)	18.8(8.0~24.3)	日配

鳊鲢病态时,红细胞数和血细胞比容值发生很大变动,据此可检查鳊鲢的疾病。表 1-2 就是病态鱼和健康鱼血液指标的比较。由此可见,患赤鳍病的轻症鳊鱼,其数值的上限与下限的范围较健康鱼大,待发展为中、重症时其数值急剧下降,从血液指标的变化就可确知疾病的进行状态,并且已确知患鳃病和腹水病的病鳊会伴随严重的贫血症状发生。

鳊鲢血浆中的氯离子含量为 100~140 mmol/L 之间,在摄饵期间(4~12 月)较高,而在绝食期(1~3 月)则有稍为降低的倾向。但是鳃肾病鳊血浆中的含氯量比健康鱼有显著的降低,并确知其降低程度显著者危害程度较大(图 1-9)。

饥饿也会对鳊鲢血液指标产生很大的影响。据陈慧群等(2002)测定见表 1-3,鳊鲢红细胞数为 $2.40 \pm 0.15 \times 10^6/\text{mm}^3$, 饥饿 4~20 天后红细胞数目逐渐降低,饥饿 8 天起红细胞数目显著降低($p < 0.05$),饥饿 20 天的鳊鲢红细胞数目为 $2.18 \pm 0.15 \times 10^6/\text{mm}^3$, 比正常下降了 9.0%。饥饿 4~20 天后红细胞比容有所下降但不显著,鳊鲢的血红蛋白含量呈现出上升到一定程度后维持稳定的状态。鳊鲢的全血比重比正常值下降 4.9%。红细胞最大抵抗值反映红细胞的脆性,红细胞最大抵抗值越小,表明红细胞对低渗溶液的抵抗力越小,红细胞的脆性就越小。实验观察到饥饿 4~20 天红细胞最大抵抗值期明显降低,饥饿 4 天该值即显著下降($p < 0.05$)。饥饿时间越长,红细胞最大抵抗值越小,红细胞的脆性也越小。

表 1-3 饥饿对鳊鲢血液生理指标的影响(陈慧群等,2002)

饥饿时间 (d)	红细胞数 $\times 10^6/\text{mm}^3$	红细胞比容 (%)	血红蛋白 (g/100 mL)	全血比重	红细胞最大抵抗值 (NaCl%)
0	2.40 ± 0.15	48.60 ± 6.92	10.57 ± 0.69	1.043 ± 0.003	0.43 ± 0.03
4	2.38 ± 0.17	48.50 ± 5.64	10.92 ± 0.58	1.041 ± 0.003	0.33 ± 0.04
8	2.20 ± 0.19	47.20 ± 6.20	11.15 ± 0.86	1.041 ± 0.003	0.33 ± 0.03
12	2.20 ± 0.17	46.80 ± 6.32	11.28 ± 0.72	1.041 ± 0.003	0.30 ± 0.04
16	2.22 ± 0.19	46.12 ± 5.88	11.20 ± 0.81	1.040 ± 0.004	0.30 ± 0.03
20	2.18 ± 0.16	46.66 ± 5.94	11.09 ± 0.68	1.038 ± 0.005	0.28 ± 0.03

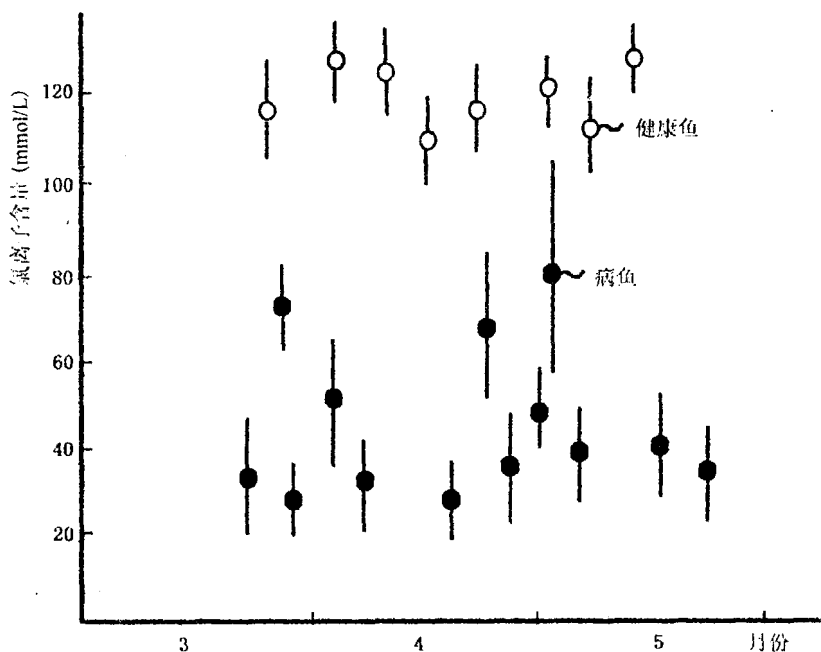


图 1-9 鳗鱼患鳃肾炎病后血浆中的含氯量

第二节 鳗鲡的生活习性

鳗鲡是降海洄游鱼类。鳗鲡在海中产卵,在淡水中育肥,即鳗鲡仔鱼生活于海洋,成鱼生活于江河湖泊。每年秋季发育成熟,而亲鳗大批从江河游归大海。鳗鲡的产卵场据日本松井氏等认为在中国的台湾省,日本的冲绳岛至大东岛形成的南北向长椭圆形位置,即北纬 $20^{\circ} \sim 28^{\circ} \text{N}$ 、东经 $120^{\circ} \sim 145^{\circ} \text{E}$ 范围内。在水深 $400 \sim 500 \text{ m}$ 的深海中产卵,水温 $16 \sim 17^{\circ} \text{C}$,盐度 35。鳗鲡一生只产一次卵,一尾雌鳗产卵 $700 \times 10^4 \sim 1\,300 \times 10^4$ 粒,卵浮性,透明,卵径为 $1.0 \sim 1.3 \text{ mm}$ 。产卵亲鳗在产卵之后不久便死亡,大有“落叶归根”之势。卵在海洋中层漂浮孵化,一般 10 天左右可孵出仔鱼,仔鱼长 6 mm 。刚孵出的仔鱼身体透明、扁平,称做柳叶鳗。仔鱼孵出后逐渐升向表层,乘海流由产卵场向各个方面流散,体长 $7 \sim 15 \text{ mm}$ 时,分布在水深 $100 \sim 300 \text{ m}$,随着体长的增长,上升至 30 m 水层。鳗鱼苗白天在 30 m 水层活动,晚上再度上浮表层,有昼夜上下垂直移动现象。大约经过 1 年的时间,幼鳗借助海流开始游向大陆沿岸,变态为白苗,白苗圆形、线状,称做玻璃鳗每年 11 月至次年 4 月,幼鳗成群涌入江河,随地理位置的不同,到达各地沿岸的时间也不一致。

在接近河口处的大陆沿岸,白苗一般潜入沿岸的海底砂砾和底泥中,当江河水温升至 $8 \sim 10^{\circ} \text{C}$ 左右时,白苗开始从海进入江河,在流水中顶流而上。在淡水中约两周左右体色变黑,已初具成鳗形态,称做黑仔鳗。黑仔鳗在江河湖泊里生长、育肥,一般在淡水中生活 $5 \sim 10$ 年。体内储备大量脂肪,多者达体重的 20% 以上。

鳗鲡在淡水中不能繁殖,性腺也不能全部发育成熟。即将性成熟的鳗鲡从江河入海,生殖腺逐步成熟,体色变为蓝黑色,体侧有一层金黄色的光泽,胸鳍基部变成金黄色,呈现所谓的婚姻色,最后到深海产卵场产卵,开始了又一个生活循环(图 1-10)。