

中华乌塘鳢

生物学与养殖技术

洪万树 何超贤 陈仕玺 张其永 编著



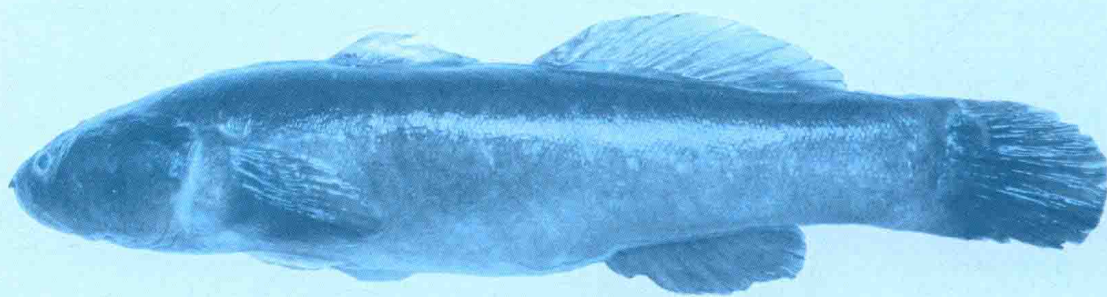
厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

中华乌塘鳢

生物学与养殖技术

洪万树 何超贤 陈仕玺 张其永 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

中华乌塘鳢生物学与养殖技术 / 洪万树, 何超贤, 陈仕玺, 张其永编著. — 厦门 : 厦门大学出版社, 2016. 12
ISBN 978-7-5615-6231-4

I. ①中… II. ①洪… ②何… ③陈… ④张… III. ①塘鳢科-鱼类养殖
IV. ①S965. 299

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 223742 号

出版人 蒋东明
责任编辑 李峰伟 陈进才
封面设计 蒋卓群
责任印制 许克华

出版发行 厦门大学出版社
社 址 厦门市软件园二期望海路 39 号
邮政编码 361008
总 编 办 0592-2182177 0592-2181406(传真)
营销中心 0592-2184458 0592-2181365
网 址 <http://www.xmupress.com>
邮 箱 xmupress@126.com
印 刷 厦门市明亮彩印有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16
印张 7
插页 6
字数 158 千字
版次 2016 年 12 月第 1 版
印次 2016 年 12 月第 1 次印刷
定价 28.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



厦门大学出版社
微信二维码



厦门大学出版社
微博二维码

前 言

中华乌塘鳢在我国分布于东海、台湾海峡和南海,是我国东南沿海的主要经济鱼类之一。中华乌塘鳢具有生长快、生命力强、能够长时间鲜活运输等特点;其肉质鲜嫩、营养丰富,具有促进伤口愈合的功效,深受广大群众喜爱。我国于20世纪80年代开始了中华乌塘鳢的人工育苗和养殖研究,养殖区域主要集中在我国的福建、广西、广东、浙江等省的沿海。中华乌塘鳢既可单养,也可以与对虾混养,养殖产量高,经济效益显著。30多年来,中华乌塘鳢育苗和养殖技术不断改进和创新,目前已形成了一套比较完整且成熟的人工育苗和养殖技术工艺。

本书是笔者在参考了国内许多学者在中华乌塘鳢育苗和养殖方面的研究成果,结合自己长期从事中华乌塘鳢育苗和养殖所取得经验的基础上编写的,旨在为我国中华乌塘鳢养殖产业的发展提供参考资料。

本书在编写过程中得到厦门大学海洋与地球学院毛勇教授级高级工程师的指导和帮助;本书的出版得到福建省基层科普行动计划专项资金的资助,厦门大学生命科学学院高亚辉教授提供小球藻和扁藻照片,在此一并致谢!

本书如有错误或不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者

2016年6月于厦门

目 录

第一章 中华乌塘鳢生物学 1

第一节 分类与分布 1

第二节 生态习性 2

第三节 摄食与消化 5

第四节 生殖习性 6

 一、生殖季节与生殖力 6

 二、生殖行为与性信息素 7

第五节 嗅觉系统结构 7

第六节 性腺的形成和分化 10

第七节 精巢形态结构 14

第八节 雌雄同体性腺 16

第九节 类固醇性激素含量与性腺发育的关系及其季节变化 18

 一、卵巢发育过程中类固醇性激素含量的变化 18

 二、精巢发育过程中类固醇性激素含量的变化 20

 三、血清中类固醇性激素含量的季节变化 21

第十节 脑垂体组织学和免疫组织化学 25

 一、脑垂体的形态 25

 二、神经垂体 25

 三、腺垂体 26



第十一节	脑垂体促性腺激素分泌细胞数量的季节变化	28
第十二节	性腺成熟系数的季节变化	29
第十三节	受精和孵化	30
一、	卵子和精子形态结构	30
二、	受精过程	31
三、	受精卵孵化	32
第十四节	早期发育	32
一、	胚胎发育	33
二、	仔鱼发育	38
三、	稚鱼发育	39
四、	水温对仔、稚、幼鱼生长发育的影响	40
第十五节	年龄和生长	42
第十六节	染色体核型	44
第十七节	精子特性及其精液的冷冻保存	45

第二章 中华乌塘鳢人工繁殖与育苗技术

49

第一节	育苗场建设和育苗设施	49
一、	亲鱼培育池	50
二、	产卵池	50
三、	孵化育苗池	50
四、	饵料培养池	50
五、	沉淀池、过滤池和蓄水池	51
六、	供水系统、供气系统和加温设备	51
七、	抽水设备	52
八、	卤虫孵化桶	52

第二节 亲鱼的选择和运输	52
一、亲鱼的来源和选择	52
二、亲鱼的运输	53
第三节 亲鱼的培育	54
第四节 诱导产卵和采卵	55
一、激素催产	55
二、产卵和采卵	56
第五节 受精卵孵化	58
第六节 苗种培育	59
一、培育密度	59
二、环境条件	59
三、饵料投喂	60
四、换水和吸污	61
五、日常观察	61
第七节 病害防治	61
第八节 注意事项	62
一、危险期	62
二、互相残杀现象	62
 第三章 中华乌塘鳢成鱼养殖技术	 64
第一节 养殖鱼塘的建造及环境条件	64
第二节 清塘消毒	65
第三节 苗种来源	66
第四节 苗种运输	67
第五节 苗种中间培育	68



第六节 成鱼养殖(单养)	69
一、养殖密度	69
二、饵料和投喂	69
三、水质调控	70
四、鱼巢清淤	71
五、生长测定	71
六、巡塘	71
七、越冬和防暑管理	71
八、捕捞	72
第七节 中华乌塘鳢与对虾等混养	73
第八节 病敌害及其防治	75
一、鱼虱、中华颈蛭等寄生虫病	76
二、水蛭	76
三、赤皮病	76
四、皮肤溃疡病	76
五、肠炎病	77
六、肝病	77
七、打印病	77
八、痉挛病	77

第四章 饵料生物培养 79

第一节 微藻的培养 79

一、微藻的主要种类 79

二、微藻的培养方法 81

第二节 轮虫的培养	83
一、轮虫的分类与生活习性	84
二、轮虫的室内培养	86
三、轮虫的室外培养	88
第三节 卤虫的培养	89
一、卤虫生物学	89
二、卤虫卵的孵化	92
三、卤虫卵的去壳	96
四、卤虫的培养	97
第四节 桡足类的培养	98
一、桡足类生物学	98
二、桡足类的培养	101
彩色图版	105

第一章

中华乌塘鳢生物学

第一节 分类与分布

中华乌塘鳢(*Bostrychus sinensis*)俗称鲟虎、土鱼、乌鱼、鳊鱼,生物分类学上隶属于脊椎动物亚门(Subphylum Vertebrata)、硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲈形目(Perciformes)、鰕虎鱼亚目(Gobioidei)、塘鳢科(Eleotridae)、乌塘鳢属(*Bostrychus*)。背鳍Ⅵ,Ⅰ-9-12,臀鳍Ⅰ-8-9,胸鳍17-18,腹鳍Ⅰ-5,尾鳍16。体延长,前部圆筒形,后部侧扁。鱼体及头部被小圆鳞,纵列鳞112-125。口大,前位。颌齿小,多行,无犬齿,腭骨和舌上均无齿。无侧线,尾鳍圆形。体长为体高的4.6~6.6倍,为头长的3.5~3.8倍;头长为吻长的3.6~4.7倍。鼻孔每侧2个,前鼻孔具细长鼻管。鳃孔大,侧位,前鳃盖骨边缘光滑无棘,鳃盖膜发达,鳃耙(3~4)+(10~11)。体背灰褐色或带暗褐色斑纹,腹面浅褐色。体表黏液丰富。尾鳍基部有一黑色圆形斑点(图1-1)(《福建鱼类志》编写组,1985;孟庆闻等,1995)。雌性成鱼外形较肥短,雄性成鱼外形较瘦长。

中华乌塘鳢分布于印度洋北部沿岸至太平洋中部的热带、亚热带海区,在日本、中国、泰国、印度、斯里兰卡、马来西亚、菲律宾、印度尼西亚和澳大利亚均有分布(钟爱华 & 李明云,2002),我国产于南海、台湾海峡和东海,包括江苏、浙江、福建、台湾、广东、海南、广西等省的沿海水域(江寰新等,2004)。

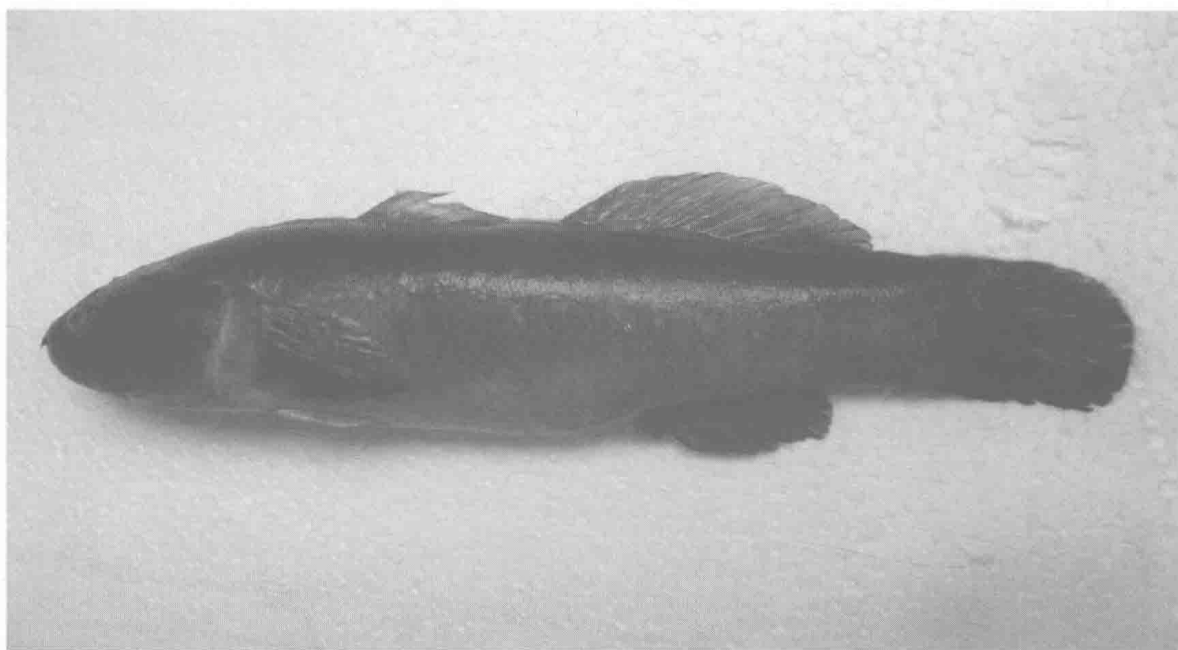


图 1-1 中华乌塘鳢(*Bostrychus sinensis*)(附彩图)

第二节 生态习性

中华乌塘鳢栖息于近海沿岸潮间带中低潮区滩涂,为暖水广盐性鱼类,在海水和咸淡水中均能生活,具有钻洞穴居的习性,白天多栖息于洞穴内,夜间出洞活动和摄食。中华乌塘鳢栖息的洞穴有两个近圆形的洞口(出口和入口)(图 1-2),出口直径为 4.1~4.7 cm,入口直径为 3.4~3.9 cm,出口和入口间距为 16~56 cm。树脂灌注的洞穴模型接近“Y”形(图 1-3),洞穴的垂直深度为 32.0~65.7 cm,洞穴底部的最宽处为产卵室。

中华乌塘鳢的耐盐范围为 0~35,适宜的生长盐度为 10~25;耐温范围为 6~35℃,适宜的生长水温为 25~30℃,水温低于 10℃时栖息于洞穴内不出洞摄食;耐 pH 范围为 6.5~9.0。

中华乌塘鳢适宜生活的水体溶解氧含量在 4.0 mg/L 以上,但它除了以鳃作为呼吸器官外,还可依靠鳃上器和湿润的皮肤进行气体交换,所以对水中的低

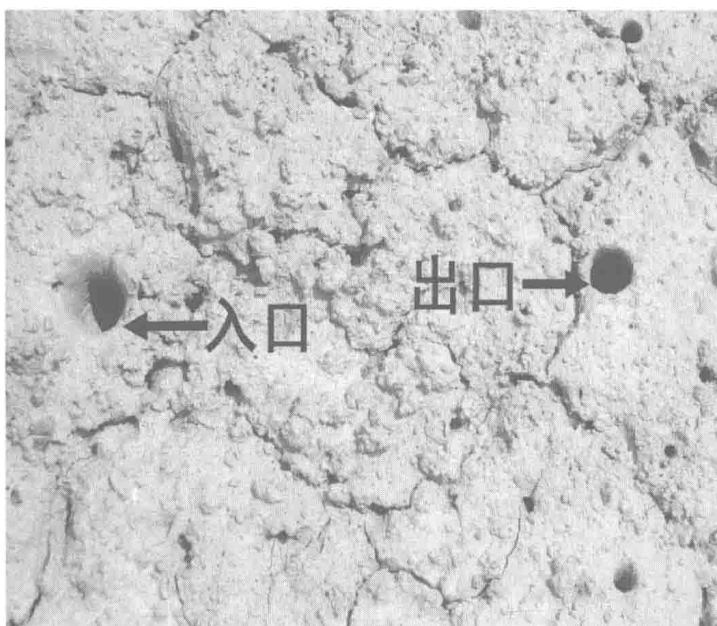


图 1-2 潮间带滩涂中华乌塘鳢洞穴的出口和入口

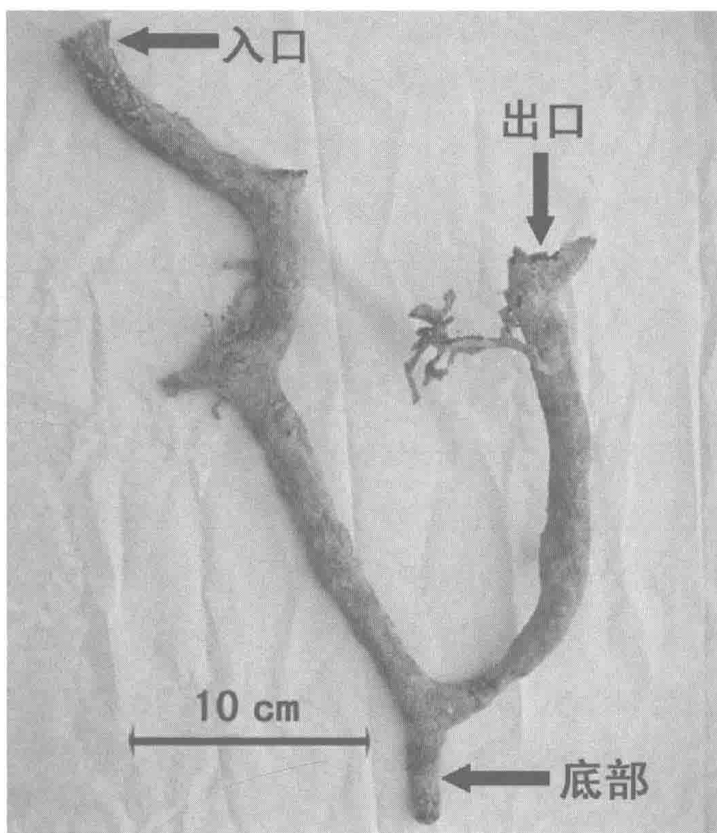


图 1-3 潮间带滩涂中华乌塘鳢洞穴的树脂模型

溶解氧量忍耐度极高,在溶解氧含量为 1.5 mg/L 的水体中也能够生活(钟爱华 & 李多云,2002);耐干露能力强,能较长时间离水。中华乌塘鳢仔鱼和早期稚鱼营浮游生活,后期稚鱼向底层生活过渡,幼鱼开始向穴居生活过渡,以后一直到成鱼都营穴居生活(张健东 & 叶富良,2001)。

水温和体质量对中华乌塘鳢的耗氧率有显著影响。水温从 16 °C 上升到 32 °C,大规格鱼(平均体质量 40.2 g/尾)的耗氧率从 37.34 mg/(kg·h)增加到 136.72 mg/(kg·h);而小规格鱼(平均体质量 18.0 g/尾)的耗氧率从 42.81 mg/(kg·h)增加到 203.62 mg/(kg·h)。同规格的鱼随着水温升高,耗氧量和耗氧率显著增大。水温与耗氧量和耗氧率均呈幂函数关系。两种规格鱼的耗氧量与水温的关系式分别为

$$Y(\text{大规格组}) = 0.0083 X^{1.8617}, R = 0.9972$$

$$Y(\text{小规格组}) = 0.0013 X^{2.2754}, R = 0.9984$$

两种规格鱼的耗氧率与水温的关系式分别为

$$Y(\text{大规格组}) = 0.2030 X^{1.8675}, R = 0.9975$$

$$Y(\text{小规格组}) = 0.0822 X^{2.2471}, R = 0.9986$$

两种规格的中华乌塘鳢在不同水温条件下,昼(09:00~18:00)、夜(21:00~06:00)两阶段的耗氧率差异不显著;同样规格的中华乌塘鳢在相同水温下,夜间的耗氧率略高于白天。水温 25 °C 时,大小两种规格的中华乌塘鳢的窒息点分别为 0.2744 mg/L 和 0.3031 mg/L(张健东 & 陈刚,2002a)。

对中华乌塘鳢胚胎和仔鱼耗氧率的研究结果表明,从受精后 16 h 开始到仔鱼孵出,直到卵黄囊消失,这段时间内耗氧率呈上升趋势,仔鱼期的耗氧率高于胚胎期的耗氧率。胚胎发育期耗氧率呈明显上升趋势:胚体形成期的耗氧率为 (1.66 ± 0.66) nmol/(个·h),血液循环期为 (4.43 ± 0.77) nmol/(个·h),眼睛褐色素出现期为 (6.68 ± 0.30) nmol/(个·h)。孵化前期耗氧率为 (7.25 ± 0.31) nmol/(个·h),孵化期为 (8.26 ± 1.70) nmol/(个·h),孵化后的前期仔鱼(1~4 d)的耗氧率上升较缓慢(Chen *et al.*, 2006)。

第三节 摄食与消化

中华乌塘鳢是凶猛的肉食性鱼类,口裂大,摄食和消化器官发达,肠道粗而短。仔鱼开口饵料为轮虫和桡足类幼体,仔稚鱼摄食轮虫、桡足类、枝角类、虾蟹幼体等小型浮游动物,幼鱼和成鱼则摄食虾类、蟹类、底栖无脊椎动物和其他小型鱼类。

中华乌塘鳢的消化酶活性与其摄食习性有关,食道、胃、肝脏和肠道均可检测到酸性蛋白酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶、羧肽酶 A、氨基肽酶、 γ -谷氨酰转肽酶、脂肪酶、碱性磷酸酶等消化酶活性,胃的酸性蛋白酶活性显著高于食道、肠道和肝脏;肠道的胰蛋白酶、糜蛋白酶、羧肽酶 A、 γ -谷氨酰转肽酶和脂肪酶 5 种消化酶的活性均显著高于食道、胃和肝脏。中华乌塘鳢的食道、胃和肠道均可检测到淀粉酶、纤维素酶、麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖酶、海藻糖酶和纤维二糖酶 7 种糖酶的活性,肝脏除纤维素酶和海藻糖酶外,其余 5 种糖酶均可检测到;肠道除淀粉酶和乳糖酶外,其余 5 种糖酶的活性均显著高于食道、胃和肝脏;肝脏的淀粉酶活性显著高于肠道。胃蛋白酶和淀粉酶的最适 pH 分别为 2.0 和 6.6~7.5,肠蛋白酶和淀粉酶的最适 pH 分别为 10.5 和 6.5,肠胰蛋白酶、糜蛋白酶的最适 pH 分别为 8.5 和 8.0(吴仁协等,2007)。

吴仁协等(2006)将中华乌塘鳢成鱼肠道从前部到后部分为 3 段,分别称为肠 I、肠 II 和肠 III,研究了肠道不同区段刷状缘膜消化酶的活性。研究表明,经过添加 CaCl_2 沉淀剂处理后,麦芽糖酶、蔗糖酶、碱性磷酸酶、氨基肽酶和 γ -谷氨酰转肽酶 5 种消化酶的比活力均有大幅度增加;这 5 种消化酶在肠 I 和肠 II 刷状缘膜中的富集系数为 6.0~17.6;肠 III 刷状缘膜 8 种消化酶(麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖酶、海藻糖酶、纤维二糖酶、碱性磷酸酶、氨基肽酶和 γ -谷氨酰转肽酶)的比活力和富集系数均明显小于肠 I 和肠 II。 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶在中华乌塘鳢各段肠刷状缘膜中的富集系数为 1.1~1.4。

各种消化酶的比活力在肠粗酶液和肠刷状缘膜中的分布模式并不相同;每



一种消化酶的比活力在各段肠刷状缘膜中差异显著,而在各段肠粗酶液中差异并不明显。肠Ⅰ刷状缘膜除乳糖酶外,麦芽糖酶、蔗糖酶、海藻糖酶和纤维二糖酶的比活力均显著高于肠Ⅱ和肠Ⅲ;肠Ⅱ刷状缘膜的碱性磷酸酶、氨基肽酶和 γ -谷氨酰转肽酶的比活力均显著高于肠Ⅰ和肠Ⅲ。

叶海辉等(2006)应用链霉菌抗生物素蛋白-过氧化物酶免疫细胞化学方法,研究了中华乌塘鳢消化道内6种分泌细胞(生长抑素、5-羟色胺、胰多肽、血管活性肠肽、P物质和降钙素)在食道、贲门胃、幽门胃、前肠、中肠和后肠中的分布与密度。研究结果显示,生长抑素细胞在贲门胃、中肠分布较多,食道与幽门胃较少;5-羟色胺细胞在食道分布较为丰富,胃中次之,前肠较少;胰多肽细胞仅分布于肠道,且后肠居多,前肠、中肠较少;血管活性肠肽细胞分布于食道和贲门胃,但食道较少;P物质细胞在后肠分布较为丰富,前肠较少;降钙素细胞集中分布在胃部,前肠偶见,其余部位未发现。可见,不同种类内分泌细胞的数量分布存在一定的差异。

第四节 生殖习性

一、生殖季节与生殖力

野生中华乌塘鳢为雌雄异体(gonochorism),雌、雄个体的泄殖乳突有明显的区别,雌性为圆形,雄性为三角形,生殖期间泄殖乳突呈深红色。性成熟雌鱼外观腹部膨大,有明显的卵巢轮廓;性成熟雄鱼外观精巢轮廓不明显。中华乌塘鳢的性成熟年龄为1~2龄,雌鱼性成熟最小全长8.5 cm,体质量25 g。一般成熟雄鱼个体大于雌鱼。中华乌塘鳢生殖季节为每年的5—10月,生殖高峰期在不同海区有所差异,广西和广东沿海为每年的4—5月,福建沿海为每年的5—6月,浙江沿海为每年的6—7月,9—10月生殖群体少。其怀卵量随体长和体质量的增加而增加,个体绝对生殖力为8 400~33 270粒,个体相对生殖力 F_L 为567.6~1 833.2粒/cm, F_w 为155.6~487.2粒/g。生殖力(R ,千粒)与体长

(L , mm)、体质量(W , g)的回归方程为: $R = -18.828 + 2.433L$, $R = 7.4696 + 0.1433W$ (张健东 & 叶富良, 2001; 张健东 & 陈刚, 2002b)。每克卵巢约有 1 200 粒卵子, 成熟系数(GSI)为 11.2%~31.8%。

二、生殖行为与性信息素

生殖季节, 性成熟的中华乌塘鳢雌、雄鱼在洞穴内交配产卵, 受精卵依靠黏着丝黏附于洞壁, 胚胎发育在洞穴内进行。

研究表明, 性成熟雌、雄个体之间可以分泌激素(性信息素)吸引对方, 引起两性的交配产卵行为(赵卫红等, 2004)。将性腺提取液吊挂在陶瓷人工产卵管道内的性行为实验表明, 卵巢提取液对雄鱼的吸引作用大于雌鱼, 而精巢和贮精囊提取液对雌鱼的吸引作用则大于雄鱼。卵巢提取液刺激雄鱼所引起的平均嗅电图(EOG)高于雌鱼, 而精巢和贮精囊提取液刺激雌鱼所引起的平均 EOG 则高于雄鱼。以 17α -羟基孕酮(17α -P)、 $17\alpha, 20\beta$ -双羟孕酮($17\alpha, 20\beta$ -P)、前列腺素 E_2 (PGE_2) 和前列腺素 $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) 刺激性成熟中华乌塘鳢雌鱼和雄鱼嗅上皮, 所产生的平均 EOG 值, 以 PGE_2 为最高(马细兰等, 2003)。诱导中华乌塘鳢交配产卵实验的初步结果表明, $17\alpha, 20\beta$ -P 和 PGE_2 可能是中华乌塘鳢的性信息素, 两者均可以提高亲鱼产卵率、产卵量和受精率(图 1-4)(洪万树等, 2004; 2006); 性信息素诱发野生鱼的产卵效应优于养殖鱼。

中华乌塘鳢通过嗅觉器官中的嗅上皮感受到环境中的性信息素, 信息经嗅神经传导至嗅球, 引起神经生殖内分泌活动的变化, 诱发产卵生殖行为。中华乌塘鳢的嗅觉器官为一对嗅囊, 呈纺锤体形, 位于头部两侧的鼻腔内, 经前鼻孔和后鼻孔与外界相通。前鼻 1 对呈小管状突起并延伸至上颌前方边缘, 后鼻为 1 对较宽的短管, 后鼻孔呈椭圆形, 位于眼球的侧前方。嗅上皮细胞分层明显, 主要由纤毛非感觉细胞、纤毛感觉细胞、支持细胞和基细胞组成(马细兰等, 2005)。

第五节 嗅觉系统结构

中华乌塘鳢通过嗅觉系统感受性信息素刺激。其嗅觉系统包括 3 个部分:

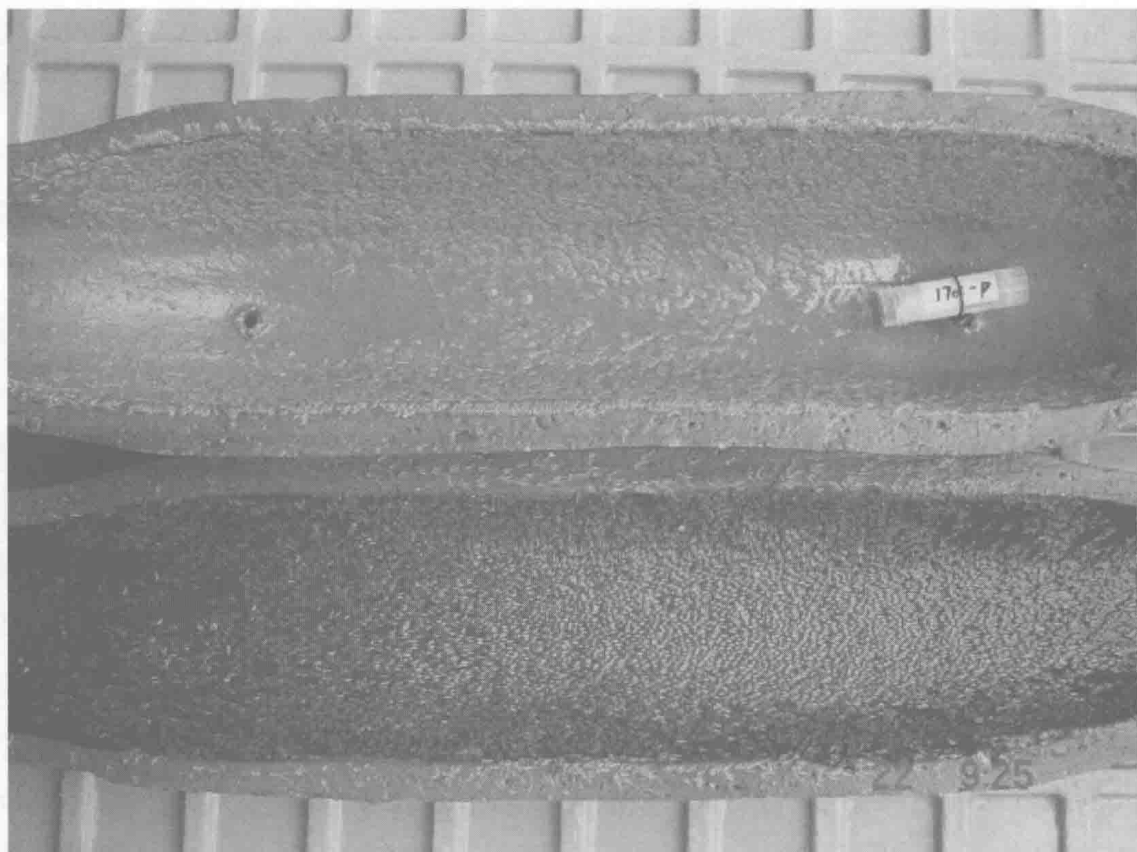


图 1-4 性信息素诱发中华乌塘鳢在陶瓷管道内产卵(附彩图)

受精卵黏附于陶瓷管道内表面,性信息素装入塑料管中,吊挂在陶瓷管道上半部的内表面,塑料管口用棉花塞住,性信息素以渗透的方式进入水体中

嗅囊(OS)、嗅神经(ON)和嗅球(OB)[图 1-5(1)]。嗅囊也称为外部嗅觉器官,呈纺锤形,位于嗅窝内。每个嗅囊由 10~16 个初级嗅板(POL)组成,嗅板向嗅囊腔内突起的高度不一,较大的初级嗅板上有次级嗅板(SOL)[图 1-5(2)]。

两侧嗅囊中的嗅觉感觉神经元轴突汇聚形成 1 对嗅神经,在全长 17 cm 的中华乌塘鳢中,嗅神经可以超过 1 cm,从嗅囊的腹后侧发出到达嗅球。中华乌塘鳢的嗅球呈长卵圆形,与端脑联结,为无柄嗅球。从表层到深层,嗅球可分为 3 层(图 1-6):①嗅神经层(ONL),含嗅觉感觉神经元的轴突;②嗅小球和僧帽细胞层(G&ML),嗅觉感觉神经元的轴突和次级神经元(僧帽细胞)的树突之间的突触形成嗅小球,僧帽细胞体散布于嗅小球的周围;③颗粒细胞层(GL),密布着小的颗粒细胞。在嗅觉系统中,嗅神经束中的传入神经元到达嗅球的前部,然后