

海水鱼类繁殖发育生物学 与健康养殖技术

Reproductive and Developmental Biology
and Healthy Aquaculture Technology of Marine Fish

刘立明 © 著



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

海水鱼类 繁殖发育生物学与健康养殖技术

刘立明 著

中国海洋大学出版社
· 青岛 ·

内 容 提 要

本书概述了海水鱼类繁殖发育生物学基本理论,人工繁育与成鱼养殖等健康养殖基本技术,同时结合作者的海水鱼类养殖科研成果与生产实践经验,重点阐述了目前国内海水鱼类主养种类,如牙鲆、大菱鲆、半滑舌鲷、条斑星鲷等鲆鲷类以及具有发展潜力的河鲀、黑鲷、石斑鱼等优良养殖种类的繁殖与早期发育生物学和人工繁育生产技术与工艺。

图书在版编目(CIP)数据

海水鱼类繁殖发育生物学与健康养殖技术 / 刘立明

著. —青岛: 中国海洋大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5670-0721-5

I. ① ①海… II. ①刘… III. ①海产鱼类—繁殖 ②海产鱼类—发育生物学 ③海水养殖—鱼类养殖 IV. ①S965.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 191841 号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路 23 号
出 版 人 杨立敏
网 址 <http://www.ouc-press.com>
电子信箱 appletjp@163.com
订购电话 0532-82032573 (传真)
责任编辑 滕俊平
印 制 日照日报印务中心
版 次 2014 年 8 月第 1 版
印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷
成品尺寸 170 mm × 230 mm
印 张 14
字 数 260 千
定 价 40.00 元

邮政编码 266071

电 话 0532-85902342

概述

世界上近 2 万种海洋鱼类栖息在不同类型的水域中,由于栖息环境的多样性而演化出繁殖习性的多样性。有的鱼降河洄游繁殖,如日本鳗鲡 *Anguilla japonica*; 有的鱼溯河洄游繁殖,如大麻哈鱼 *Oncorhynchus*; 还有的鱼雌雄同体,如赤点石斑鱼 *Epinephelus akaara*、黑鲷 *Sparus macrocephalus* 等。鱼类的生殖方式也有卵生、卵胎生、胎生之分,以卵生种类占多数,因而每种鱼都有其独特的繁殖习性。尽管如此,各种鱼繁殖发育的基本过程是相似的,包括亲鱼的性腺发育、成熟以及产卵(或排精)、受精、胚胎发育、胚后发育等,它是一个复杂的生命活动,是其生活史中的重要环节。近年来,由于海水鱼类商业养殖的发展,国内外学者对其繁殖发育生物学的研究极为重视,特别是近 30 年来,为了满足人工繁殖和苗种培育的需要,在鱼类繁殖习性、性腺发育特征和影响因素、繁殖内分泌生理、胚胎发育及胚后发育等方面进行了大量研究工作,取得了显著进展,对于丰富繁殖发育生物学理论、完善海水鱼类人工繁育技术和推动海水鱼类养殖业的发展,起到了重要作用。

1. 养殖方式与养殖设施

海水鱼类养殖应采用适合当地条件的养殖方式,养殖设施是开展健康养殖的重要物质基础,养殖设施的结构和设计,在很大程度上影响养殖效果和环境生态效益。综观各种养殖方式,利用天然鱼苗和饵料的粗放式港塍养殖虽单产低,但作为一种生态系养殖仍有发展空间,以后应提高技术工艺以增加产量;池塘养鱼方面,基础理论较薄弱,应借鉴淡水池塘养鱼理论和对虾池塘养殖经验,探究海水池塘养鱼的内在规律,提高单产;网箱养鱼方面,当前我国海水网箱还属内湾小型化,网箱布局过密,超出海区环境容纳量,致使水流不畅,局部严重缺氧,加上

残饵和排泄物过多,造成养殖区污染严重,病害频发,另外,网箱器材简易化,抗风力差,今后除要研究、改进、规范现有近岸型和内湾型网箱外,还应加快发展大型深水抗风浪网箱;工厂化养鱼方面,目前处于初级阶段的开放式流水养鱼,水处理简单、耗能高、内外污染严重、管理粗放,今后应进一步加强养鱼设施、工艺等方面研究,尤其要加强水处理系统、水质自动监测与控制的研究,对现行的养殖设施结构进行改造,使之除了具有提供养殖种类生长空间和进排水的基本功能之外,还应具有较强的水质调控和净化功能,使养殖用水能够内部循环使用,既能极大地改善养殖效果,又能够减少对水资源的消耗和对水环境的不良影响,真正做到健康养殖。因此,今后应将“封闭式循环流水养鱼”作为我国今后发展工业化养鱼的主流方向,这也是实现海水鱼类健康养殖和可持续性发展的要求。

2. 养殖环境保护和资源的合理利用

养殖生态环境是海水鱼类养殖业发展的重要条件。我国重要的养殖区大多分布于沿海港湾和河口的附近水域,这些水域也是陆源污染物和海上排污的主要受纳场所。随着沿海经济的迅速发展和城市化进程的加快,大量的工业废水和城市生活污水等不经处理或不按标准处理即排入海域,使一些近岸海域受到严重污染,赤潮灾害频发,直接威胁着海水养殖业的生存和发展。另外,养殖业的自身污染也不可忽视,如存在有盲目追求产量、随意发展养殖面积、养殖布局和养殖密度不合理、饵料质量差、养殖管理水平低以及在养殖区中滥用抗生素、消毒剂、水质改良剂等问题。另一方面,目前对养鱼资源的利用较为混乱,比如对水资源(如井盐水)的无序开发、掠夺性使用,对能源的浪费等较为普遍,今后政府部门应加强宏观调控与管理,养殖业自身也应做好自律,以加强对养殖大环境的保护和有限资源的合理利用,保障海水鱼类养殖的可持续发展。

3. 人工繁殖与健康苗种培育

大规模人工繁育苗种是发展海水鱼类健康养殖的基础。有些种类的人工繁育技术尚未过关,培育的苗种数量有限,或靠天然苗,或靠进口苗,致使苗种和成鱼受制于“天”或“人”。今后应建立专业性苗种研究和生产机构,培育和发展优良健康苗种繁育供应基地,增建现代化装备的育苗厂,保证健康养殖生产的需要。

4. 饵料研制开发

目前海水养殖的鱼种主要是肉食性鱼类,所用的饵料大部分是动物性饵料,人工育苗采用的饵料系列一般为双壳类受精卵及其担轮幼虫、轮虫、卤虫无节幼

体及成体、桡足类、枝角类以及鱼、虾、贝的肉糜。成鱼则以新鲜或冷冻的小杂鱼、低值的贝类和虾类为主,部分用的是配合饲料,饵料来源没有保证,且易污染水质。应继续进行高营养活饵料的大量培养技术研究和仔稚鱼微囊、微颗粒饲料及优质全价系列配合饲料的研制,逐步取代生物饵料。使用优质高效配合饲料对于提高养殖产品的质量、降低成本、减少疾病、防止环境污染、提高经济效益等具有决定性作用。营养全面的优质配合饲料的使用和普及将是产业技术进步的标志,我国科技工作者近年来对多种重要海水养殖动物的营养需要和饲料配方开展了系统的研究,但与产业发展的需求相比,渔用饲料技术水平仍然较低,主要表现在配方差,加工工艺落后,导致饵料成本高、效率低和卫生质量差,且容易造成养殖水域污染。大力开发和研制质量高、稳定性、诱食性和吸收性好并有助于提高免疫功能 and 抗逆能力、饲料系数低的环保型饲料,将成为水产健康养殖可持续发展的重要保证。

5. 遗传育种与新品种移殖驯化

我国当前的优良海水养殖鱼种太少,北方更为突出。而且,绝大多数都没有经过人工选育与品种改良,遗传基础还是野生型的,其生长速度、抗逆能力乃至品质都急需经过系统的人工育种而加以改进。这与农业和畜牧业中产量和质量及抗逆能力的提高在很大程度上依靠品种的更新和改良有很大的差距。目前某些海水养殖鱼种已出现种质退化现象,品种问题已成为制约我国海水鱼类养殖业稳定、健康和持续发展的瓶颈之一。具有较强的抗病害及抵御不良环境能力的养殖品种,不但能减少病害发生,降低养殖风险,增加养殖效益,同时也可避免大量用药对水体可能造成的危害以及对人类健康的影响。因此,研究开发抗病、抗逆养殖品种,对于健康养殖的可持续发展具有重大意义。目前,水产养殖抗病、抗逆品种、品系的研究还处于起步阶段,要在这方面取得突破性的进展,必须依靠现代生物技术与传统育种技术的结合。国家和有关部门今后应加大这方面的科技投入和积极科技攻关,通过遗传育种选育出生物学特性佳、生产性能优秀的养殖良种,丰富现有养殖种类的生物多样性。

此外,需加强新品种的移殖驯化,应驯化优良的淡水品种到海水中饲养或由国外移殖优良的海水养殖鱼种,以形成新的养殖产业和增长点。但国家应加强对鱼种移殖的监管力度。

6. 无公害养殖技术

所谓无公害水产品是指产地环境、生产过程和产品质量符合国家有关标准和规范要求,经认证合格获得认证证书并允许使用无公害食品标志的未经加工或

者初加工的食用水产品。中华人民共和国国家标准《农产品安全质量 无公害水产品安全要求》(GB18406.4—2001)对无公害水产品的定义是:“有毒有害物质含量或残留控制在安全要求允许范围内,符合 GB18406 的本部分的水产品。”并同时对感官要求、鲜度要求、有害有毒物质最高限量做了具体的规定。发展无公害海水鱼类养殖不仅是适应市场经济、适应水产品国际贸易、满足人们绿色消费的需要,而且有利于保护和改善海洋环境。

无公害海水鱼类养殖涵盖了整个生产过程,主要技术要求有以下几个方面:

(1) 产地环境要求。选择和保持无公害养殖环境是无公害养殖的前提。产地环境质量要求包括无公害海产品养殖的产地要求、水质质量和底质要求等。其中养殖环境必须符合中华人民共和国国家标准《农产品安全质量 无公害水产品产地环境要求》(GB/T 18407.4—2001)的规定,育苗和养殖用水水质必须符合中华人民共和国国家标准《渔业水质标准》(GB 11607—89)和中华人民共和国农业行业标准《无公害食品 海水养殖用水水质》(NY 5052—2001)的规定。

(2) 选用健康苗种。使用遗传质量高、无携带病原的健康苗种,是无公害养殖的基础。国外引进或国内异地引进的苗种,必须经过严格的检验和检疫。

(3) 控制适宜的养殖密度。合理的养殖密度是无公害养殖的重要内容。超负荷养殖容易引发养殖环境恶化、疾病暴发蔓延、鱼产品质量下降和商品率低等问题。养殖过程必须严格控制养殖密度,确保良好的养殖环境。

(4) 使用优质的饵料。饵料营养是无公害养殖的物质基础。合理地选择饵料品种、科学地安排投喂是无公害养殖的关键环节。提倡使用配合饲料。使用新鲜杂鱼,应及时投喂,确保杂鱼鲜度;使用冰冻杂鱼,应严格控制解冻时间,避免在阳光下长时间暴晒致使腐败变质。

配合饲料质量和安全应符合中华人民共和国农业行业标准《无公害食品 渔用配合饲料安全限量》(NY 5072—2002)的规定。饲料中不得添加国家禁止的药物作为防治疾病或促进生产。不得在饲料中添加未经农业部批准的用于饲料添加剂的兽药。

(5) 养殖生产管理。养殖生产过程中的健康管理是无公害养殖的重要手段。其重点是根据特定养殖方式下养殖种类不同生长阶段和生产管理时期的特点,在采用合理的养殖技术、养殖模式的基础上,采取合理的水质管理和调控技术(包括生物、化学等方面),维持良好的养殖生态环境。

(6) 科学地预防和治疗疾病。疾病预防和合理使用渔药是无公害养殖的重要组成部分。病害与养殖的发展总是相伴而行,我国的海水养鱼产业目前正面临

日趋严重的病害威胁,今后应加强在养殖环境的优化、养殖鱼类抗病力、病害的监控与防治等方面的研究,避免使这一年轻的产业在未来的发展中重蹈养虾的覆辙。首先,应以生态学研究为基础,在充分了解常见疾病及其流行季节的基础上,做好积极的疾病预防工作,这是无公害养殖的首要任务。水产养殖中的许多病害,不仅与病原生物的存在有关,而且和养殖水体的微生物生态平衡有着密切的关系。换言之,水体微生物群落的组成直接决定着病原生物是否会最终导致病害的发生。因此,通过对水体理化因子与微生物群落的组成关系的深入研究,就有可能找到通过维持水体的微生态平衡来消除某些病害发生的环境条件。可以认为,微生物生态技术和微生物制剂将成为健康养殖中病害防治的一个有效途径。另外,需加强无公害渔药的研制和使用。目前养殖生产中使用的渔药大多由人药、兽药配制而成,针对性不强,不少渔药的残留严重,长期使用对水体生态环境和人类的健康都将带来严重的威胁。为了人类的健康,尽快研究出针对性强、无毒或低毒、无残留、无公害渔药已成为当务之急。渔药的使用则应符合中华人民共和国农业行业标准《无公害食品 渔用药物使用准则》(NY 5071—2002)和《食品动物禁用的兽药及其他化合物清单》[中华人民共和国农业部公告(2002)第(193)号]的规定。

目 录

第一章 海水鱼类繁殖发育生物学基础	1
第一节 亲鱼生物学	1
第二节 鱼类的性腺发育	2
第三节 鱼类的性周期与繁殖力	5
第四节 影响鱼类性成熟和产卵的外界因素	5
第五节 中枢神经系统和内分泌系统在鱼类繁殖中的作用	7
第六节 鱼类的精卵生物学及受精作用	9
第七节 鱼类的胚胎发育和胚后发育	11
第二章 海水鱼类人工育苗基本技术	13
第一节 工厂化育苗的基本设施	13
第二节 人工育苗技术工艺	16
第三章 海水鱼类健康养成基本技术	21
第一节 港塭养殖	21
第二节 池塘养殖	21
第三节 网箱养殖	24
第四节 工业化养殖	32
第四章 牙鲆繁育生物学与健康养殖	45
第一节 牙鲆繁育生物学	45
第二节 牙鲆人工育苗	65

第三节 牙鲆养成	81
第五章 大菱鲆繁育生物学与健康养殖	93
第一节 大菱鲆繁育生物学	93
第二节 大菱鲆人工育苗	98
第三节 大菱鲆养成	110
第六章 半滑舌鲷繁育生物学与健康养殖	115
第一节 半滑舌鲷繁育生物学	115
第二节 半滑舌鲷的人工育苗	120
第三节 半滑舌鲷的养成	122
第七章 条斑星鲷繁育生物学与健康养殖	125
第一节 条斑星鲷繁育生物学	125
第二节 条斑星鲷的苗种培育	133
第三节 条斑星鲷的增养殖	135
第八章 东方鲀繁育生物学与健康养殖	141
第一节 东方鲀繁育生物学	141
第二节 东方鲀人工育苗	147
第三节 东方鲀养成	154
第九章 黑鲷繁育生物学与健康养殖	163
第一节 黑鲷繁育生物学	163
第二节 黑鲷人工育苗	176
第三节 黑鲷养成	182
第十章 石斑鱼繁育生物学与健康养殖	185
第一节 石斑鱼繁育生物学	185
第二节 石斑鱼人工育苗	192
第三节 石斑鱼养成	201
参考文献	207



第一章

海水鱼类繁殖发育生物学基础

第一节 亲鱼生物学

亲鱼是人工繁殖与苗种生产之本,只有了解亲鱼的生物学特性,方能创造条件以满足亲鱼生活和繁殖的需要,使其产出大量优质卵。

一、亲鱼与环境

每种鱼都有其特定的适宜产卵水温范围,保持产卵前后水温的稳定是获得优质卵的必要条件之一,而且可以通过温度调控改变产卵期。亲鱼一般都在光线较弱的黄昏或黎明前后产卵,通过改变光周期可改变产卵期,如进行光周期调整可使亲鱼提前产卵。盐度、水流等也是影响亲鱼的重要因素,应在亲鱼培育中提供其适宜的盐度环境或必要的水流刺激,以促进性成熟。

二、亲鱼的食性

鱼类的食性多种多样,主要有浮游生物食性、植物食性、肉食性及杂食性等类型。亲鱼产卵期一般很少摄食,甚至停食,产卵之前和之后则摄食旺盛。因此,亲鱼培育中应加强产卵前后的饵料强化投喂,以保证性腺发育所需的营养和亲鱼产后的恢复。

三、亲鱼的生长

鱼类的生长具有一些不同于高等动物的特点。

(1) 种属特性:鱼类的个体大小、寿命和生长速度很大程度上取决于自身的种属遗传特性。

(2) 持续性: 高等脊椎动物一般达性成熟后就停止生长, 而鱼类在饵料充足、环境适宜的条件下, 可终生持续生长, 性成熟后也不停止, 直至衰老死亡。

(3) 阶段性: 一般来说, 性成熟是鱼类生长的拐点, 其生长速度在性成熟之前最快, 性成熟后减慢, 衰老期急剧下降; 鱼类体长增长最快的时间早于体重增长最快的时间, 即体长、体重分阶段生长。

(4) 群体性: 鱼类的“群体效应”使成群的鱼类生长速度快于单个鱼。

(5) 雌雄差异: 有的鱼雌鱼生长速度快于雄鱼, 雄鱼较雌鱼性成熟早, 如牙鲆 *Paralichthys olivaceus*、大菱鲆 *Scophthalmus maximus*、半滑舌鲷 *Cynoglossus semilaevis* 等, 而罗非鱼 *Tilapia* 正相反。

(6) 季节性: 鱼类的季节性生长变化与水温、饵料生物的季节性变化有关。在自然海区, 春夏季水温高、饵料生物丰富, 鱼类摄食旺盛, 生长迅速; 秋冬季则正相反。

四、亲鱼的繁殖

鱼类的生殖方式有卵生、卵胎生和胎生三种。

鱼类多数为卵生, 卵子的生态类型有浮性卵、沉性卵、半浮性卵、黏性卵等。每种鱼一般有其特定的繁殖习性, 了解亲鱼的性成熟年龄及大小、繁殖期、繁殖习性、繁殖力等特性, 有助于准确把握人工繁殖生产。

第二节 鱼类的性腺发育

一、生殖细胞的形态结构与发育分期

(一) 卵子

1. 形态结构

鱼类卵子形态多为圆球形、扁圆球形或椭球形, 卵径为 0.5~2.0 mm, 分为动物极和植物极, 有的含油球, 具有色素颗粒。卵子由卵核、卵质和卵膜组成。卵核早期位于细胞中央, 核膜明显, 后期核发生极化, 核膜消失。卵质由集中于动物极的原生质(形成胚盘)、分布于植物极的卵黄物质及油球组成, 油球的有无及数量因种类而异。浮性卵的卵径为 0.8~1.1 mm, 具油球一个, 如牙鲆、大菱鲆, 也有多油球的, 如半滑舌鲷; 沉性卵卵径多数较大, 油球多个, 如河鲀。卵黄由卵黄小板构成, 其成分包括蛋白质、磷脂和少量中性脂肪, 以卵黄磷脂蛋白和卵黄高磷蛋

白的形式存在。卵黄的形成有两种来源,一种为内源性卵黄发生,系由卵母细胞本身的高尔基体和内质网合成;另一种为外源性卵黄发生,系在鱼类肝脏内合成卵黄蛋白原,在性激素 17β -雌二醇作用下通过血液循环进入卵巢,经过滤泡细胞的转运,最后由卵母细胞的微绒毛胞饮进入卵质,然后裂解成卵黄磷脂蛋白和卵黄高磷蛋白,二者包装在一起,进入膜结合的卵黄小板,这是卵黄的主要来源。卵膜由初级卵膜、次级卵膜和三级卵膜构成。初级卵膜包括卵子外周原生质凝胶化而形成的质膜(卵黄膜)和外侧的放射膜(放射带),膜中有许多放射状排列的小沟管,它是卵母细胞和滤泡细胞的微绒毛和突起相互深入形成的结构,上有一个无膜的小孔,为卵膜孔或称受精孔,精子由此入卵。次级卵膜又称包卵膜,由滤泡细胞分泌形成,具有加固、保护、固着和加强生殖隔离等作用。一般沉性卵的次级卵膜较厚,如东方鲀、大西洋鲑、虹鳟等,黏性卵的次级卵膜也较厚,且具有黏性,如六线鱼(见彩页图 1),或具有卵膜丝等表面结构,如银鱼、燕鲷等。三级卵膜并非真正的卵膜,而是卵子最外面包围的两层滤泡细胞形成的滤泡膜,卵子成熟后会从其包围中脱落出来成为流动状态。

2. 发育分期

鱼类在胚胎时期由背肠系膜两侧体壁产生一对生殖脊,深入体腔中,悬挂于体腔系膜,原始生殖细胞从内胚层迁移至生殖脊中,二者结合为生殖腺,以后性别分化为卵巢或精巢。卵母细胞来源于卵巢壁上的生殖上皮,经过三个时期发育成熟,包括卵原细胞进行有丝分裂的增殖期、初级卵母细胞生长期(包括细胞质增加的小生长期和卵黄积累、体积剧增的大生长期)和成熟期。在成熟期,初级卵母细胞充满卵黄,体积达最大,卵核及原生质向卵膜孔(动物极)极化,核仁、核膜溶解,随即进行两次成熟分裂,形成次级卵母细胞,停留于第二次成熟分裂的中期等待受精,受精后排出第二极体,完成两次成熟分裂,形成受精卵,未受精的卵退化吸收。卵细胞的生长发育过程可划分为 6 个时相(表 1-1)。在此过程中,初级卵母细胞经大生长期结束后,达到第Ⅳ时相末,体积达到最大,核极化,核膜溶解,已能对催产剂和外界环境起反应的状态通常称为卵子生长成熟,但并未完全成熟,而此时亲鱼已发育成熟,人工繁殖时可以进行催产;初级卵母细胞生长成熟后,经两次成熟分裂,停留于第二次成熟分裂中期,等待受精,此时,卵子从滤泡细胞包围中排放到卵巢腔或体腔中,呈流动状态,称为排卵,此时卵子已完全成熟,通常称为生理成熟,当外界生态及体内生理条件适宜时产出体外,此为产卵。

表 1- 1 鱼类卵子的发育分期与时相划分(仿王武 ,2000)

细胞类型	卵原细胞	初级卵母细胞			成熟卵母细胞	退化卵母细胞
发育分期	增殖期	生长期			成熟期	退化期
	有丝分裂	小生长期	大生长期		减数分裂	生理死亡
时相	I 时相	Ⅱ 时相	Ⅲ 时相	Ⅳ 时相	V 时相	Ⅵ 时相
滤泡层数	分化过程	1	2	2	消失	肥大
卵黄粒	无	无	出现	充塞	存在	液化

(二)精子

精子是极度特化的生殖细胞,分为头、颈、尾三部分,头部内有细胞核,颈部内富含线粒体,可以为精子运动提供能量,尾部为“9+2”的轴丝结构。精子发育期包括繁殖期、生长期、成熟期和变态期。在繁殖期,原始生殖细胞通过有丝分裂形成精原细胞;精原细胞通过生长期形成初级精母细胞;初级精母细胞通过成熟期的减数分裂形成次级精母细胞和精子细胞,精子细胞进而变形为精子。

二、鱼类性腺的形态结构与分期

(一)卵巢

鱼类的卵巢一般位于体腔内鳔的腹面两侧,外面被卵巢膜包裹,卵巢膜同背系膜相连。卵巢内有空腔,内壁有突出的横隔皱褶,称产卵板或蓄卵板,为产生卵细胞的地方。卵巢依据大小、颜色、血管分布、卵粒大小颜色、分离性、成熟系数(GSI)一般划分为 6 期:

I 期卵巢:位于鳔的侧方,紧贴体腔膜上,是一对透明的肉色细丝,外观不能与精巢分辨。鱼类 I 期卵巢终生只出现一次。

Ⅱ期卵巢:已能与精巢分辨,扁平透明,肉眼不能分辨卵粒,以第Ⅱ时相卵母细胞为主,也有卵原细胞。

Ⅲ期卵巢:卵巢增厚,卵巢膜上出现黑色素,血管密布,肉眼能分辨卵粒。以第Ⅲ时相卵母细胞为主,也有第Ⅱ、第 I 时相卵母细胞。

Ⅳ期卵巢:体积增大,卵内充满卵黄,粒粒饱满,已能分离。以第Ⅳ时相卵母细胞为主。

V 期卵巢:卵巢松软,卵子已从滤泡中脱落出来,卵粒透明,粒粒分离,进入卵巢腔中,处于流动状态,轻压腹部有卵粒从生殖孔流出。

Ⅵ期卵巢:产卵后不久或退化吸收的卵巢。其中有过熟卵。表面血管萎缩充

血,呈紫红色,卵巢松软,体积缩小。

(二)精巢

鱼类的精巢按其组织的分化情况可分为管状或叶状。左右对称的精巢紧贴于鳔下两侧,彼此分开。鱼类的精巢根据其形态及发育状况,可分为6期:

I期精巢:细线状,透明,肉眼不能与卵巢分辨。

II期精巢:细带状,半透明,肉眼已能与卵巢分辨。精原细胞不断进行有丝分裂,数量明显增多。终生只出现一次。

III期精巢:精巢变粗,血管增多,表面略有弹性。

IV期精巢:乳白色,表面有皱纹并有明显的血管分布。精细小管内出现初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞。

V期精巢:乳白色,丰满,充分成熟。精细小管的官腔内和壶腹内充满成熟的精子,轻压腹部有精液流出。

VI期精巢:排精后,精巢萎缩,呈细带状。精细小管内只剩下精原细胞和少量的初级精母细胞,挤不出精液。

第三节 鱼类的性周期与繁殖力

一、性周期

鱼类自性成熟到衰老前,性腺随季节的变化而呈规律性周期变化,两次性腺发育成熟产卵繁殖的间距为一个性周期。鱼类一般每年一个性周期,也有鱼种每年多个性周期,如罗非鱼。

二、繁殖力

鱼类的繁殖力又称怀卵量,通常绝对怀卵量指卵巢中第III时相以上的总卵数,只有这些卵在这个繁殖季节中才能产出体外,因而计算这些卵的数量才有实际意义。而相对怀卵量指的是单位体重的绝对怀卵量。

第四节 影响鱼类性成熟和产卵的外界因素

鱼类的性成熟和产卵受到许多外界因素的影响,主要有营养、水温、光照、盐度、水流和溶解氧等。

一、营养

鱼类性腺发育与营养关系密切,可以说营养条件是影响鱼类性腺发育的主要因素。鲷科鱼类、牙鲆等怀卵量可达几百万至上千万粒,鳎鲷成熟系数 GSI 高达 50%~70%,足以说明鱼类在性成熟过程中,需要在卵巢中积累大量的营养物质,供给性腺发育的需要和产卵时的能量消耗。因此,能否得到充足、优质的营养物质直接决定了性腺的成熟和后代的正常发育。一般来说,饵料充足,营养丰富,亲鱼性腺发育快、性成熟早、怀卵量大、卵子质量高,反之则相反。

鱼类卵巢中的主要营养成分为蛋白质和脂肪,以卵黄磷脂蛋白的形式贮存在卵黄中。维生素对性成熟具有重要作用,如 V_E 可促进卵母细胞积累卵黄颗粒。卵黄中的蛋白质主要来源于外界食物,卵黄脂质则来源于外界食物和体内贮存的脂肪。肝脏起脂质转移作用。在卵巢发育过程中,蛋白质在 II~III 期增长速度较快,III 期以上脂质增长速度较快,产卵后均下降。

二、水温

鱼类的繁殖水温一般比生长、生存水温范围窄。温水性鱼类早期卵母细胞生长需低温,晚期则需较高温度。鱼类性成熟年龄、大小和繁殖期具有地区差别,这主要是受水温的影响。

同种鱼的繁殖积温基本相同,可以通过人工控温促进亲鱼提早繁殖。另外,水温还是鱼类繁殖启动、停止的信号。

三、光照

光照主要通过光周期、光照强度及波长等对鱼类繁殖产生影响。光周期指的是一段时间内的光照时间,多指一天内的光照时间,是最主要的影响因素。鱼类繁殖的季节性变化除了与水温有关外,主要与光周期的变化有关。根据鱼类繁殖所需的光周期不同,有长光照型鱼类,如春夏季繁殖的真鲷、黑鲷、牙鲆、大菱鲆、银鲳、梭、带鱼等,通过延长光照可使其提早成熟、繁殖;还有短光照型鱼类,如秋冬季繁殖的鲑、鳟、鲈、香鱼、鲷、六线鱼、半滑舌鲷、石鲈等,通过缩短光照可使其提早成熟、繁殖。鱼类多在黎明时分产卵,可能此时的弱光对其产卵有刺激作用。另外,波长为 580~670 nm 的光对鱼类繁殖最有效。

四、盐度

不同习性的鱼种繁殖所需的盐度不同,海、淡水定居性鱼种繁殖的盐度即正常生活的盐度,如多数淡水鱼繁殖的盐度低于 3;洄游性鱼种对繁殖的盐度有特

殊要求,如鲟、暗纹东方鲀、大麻哈鱼繁殖盐度低于 0.5,鳗鲡、松江鲈鱼则要求较高的盐度;河口、半咸水鱼类繁殖也需要一定的盐度,如梭鱼繁殖的盐度高于 3,遮目鱼需要在海水中繁殖。

五、水流

水流对溯河性鱼种(鲑鳟鱼种)和产漂流性卵鱼种的性成熟和繁殖极为重要,它们必须在流水条件下才能顺利繁殖。

六、溶解氧

溶解氧充足可促进性腺发育,最好在 4 mg/L 以上。

第五节 中枢神经系统和内分泌系统在鱼类繁殖中的作用

外界因素对鱼类繁殖的影响,还需要通过鱼类内部因素(中枢神经系统和内分泌系统)起作用。

一、中枢神经系统和内分泌系统的作用原理

鱼类的外部感觉器官,如眼睛、触觉、侧线等在接受水流、水温、光照、异性等环境因素刺激之后,作用于中枢神经系统,由其分泌多巴胺、羟色胺等神经介质,作用于下丘脑,启动下丘脑分泌促性腺激素释放激素(GnRH),触发脑垂体分泌促性腺激素(GtH),促使性腺分泌雄性激素或雌性激素,促进亲鱼精卵成熟及生殖活动(图 1-1)。

二、中枢神经系统产生的激素及其作用

下丘脑中的神经分泌细胞可以分泌作用相拮抗的两大类神经激素——促性腺激素释放激素(GnRH)和促性腺激素释放抑制激素(因子)[GRIH (GRIF)]。

(一) GnRH

GnRH 是多肽类激素,具有促进脑垂体中腺垂体的促性腺激素分泌细胞分泌 GtH 的作用。该激素具一定的专一性,比如,用哺乳动物的 GnRH 催产鱼类,用

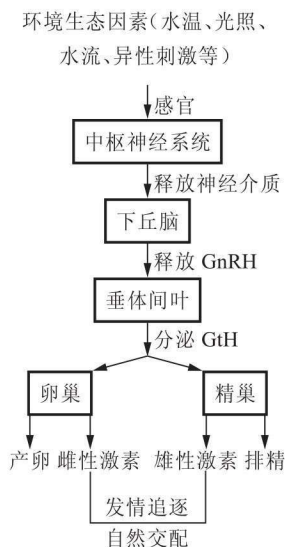


图 1-1 鱼类繁殖的内部调控原理
(仿王武, 2000)