

实用水库渔业技术

华中农业大学水产系主编

金盾出版社



全国“星火计划”丛书

实 用 水 库 渔 业 技 术



005678 水利部信息所

华中农业大学水产系 主编

统 编

杨干荣

编 者

(依姓氏笔划为序)

王明学 朱邦科 朱君宏 纪国良 严安生

张兆琪 张海明 沈维华 林可楸 周 洁

袁凤霞 唐绍孟 龚世园 曹克驹 潘黔生

薛家华 魏青山

金 盾 出 版 社

(京)新登字 129 号

内 容 提 要

本书由华中农业大学水产系的专家、教授编著。全书分 15 章,介绍了水生生物学基础知识、鱼类学基础知识、水的理化基础知识、鱼类营养与饲料、饲养鱼类的人工繁殖、鱼苗和鱼种的饲养、水库养鱼、网箱养鱼、流水养鱼、施肥养鱼、围栏养鱼、名特水产品养殖以及鱼病防治、水库鱼类的防逃、水库鱼类的捕捞等。内容系统全面,理论联系生产实际,图文并茂。是一本好的自学和培训教材。适合渔业工人、技术员、科研人员、水产养殖专业户及水产院校师生参考。

21251/50

实用水库渔业技术

华中农业大学水产系主编

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:8214011 8218111

传真:8214032 电挂:0231

封面印刷:北京胶印二厂

正文印刷:三二〇九工厂

各地新华书店经销

开本:16 印张:23.5 字数:596 千字

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:18.40 元

ISBN 7-80022-617-4/S·143

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

作者通信处:湖北省武汉市洪山区狮子山
华中农业大学水产系 邮编:430070

前 言

水库渔业是我国淡水渔业的重要组成部分。随着我国淡水渔业的迅速发展,许多新技术不断地应用于水库渔业,使水库鱼产量的增长速度逐步接近淡水养殖的增长速度。但是,由于水库渔业起步晚、基础差,设施不尽配套,管理难度大,因而各地水库渔业的发展、利用还不平衡,平均单产也不高,更为重要的是,从事水库渔业的职工技术素质不高,技术能力差,吸收新技术、新成果的机会较少。因此,对从事水库渔业的职工进行较系统而全面的基础知识和基本技能培训,以提高他们的养殖技术以及管理水平,显得十分重要。

为此,水利部水利管理司决定主持编写一本既包含有最基本的基础理论知识,又有生产操作技术的培训教材——《实用水库渔业技术》。为了明确编写本教材的指导思想、目的、意义以及教材内容的深度和广度等问题,1988年7月在武汉由水利部水利管理司项林笏处长主持召开了有华中农业大学水产系、山东省淡水水产研究所、湖北省水产研究所等单位的部分教师和科技人员参加的《实用水库渔业技术》编写工作会议。会上提出了本教材的主编单位为华中农业大学水产系,并拟定了教材的编写大纲。

在编写过程中,注意到以下几点:①章、节内容以生产技术为主,而生产技术又以实用技术为重点;图、文、表并茂,浅近实用。②选用的理论和技术是正确的、是经过鉴定或验证过的,并具有一定的先进性。③在章节内容衔接上,既注意全书的系统性,又使每一章具有相对的独立性;既可以进行系统讲授,又可在参考其它章、节后,每一章都可以独立教学;既是集中教学的培训教材,又是自学书籍,还可作为从事水产工作的参考书。④在编写内容的深度和广度上,既考虑到各地的生产实际,尽多地选用一些典型材料,又能反映各地不同生产特点,使本书能适应于不同地区的需要,有较长的使用期限。⑤为了帮助学员复习、提高独立思考问题的能力,各章都附有学习思考题。

全书经编写人员辛勤劳动,写出初稿后,曾请国内有关教学、科研、生产的专家、教授进行了初审。根据初审意见,两次统稿后,于1989年12月,再次邀请了国内同行专家、教授开会评审,获得好评。

在此,对关心、支持、审阅本教材的同志表示谢意。限于编写者的学识水平,书中有不妥或错误之处,在所难免,敬希指正。

杨干荣

1992年9月23日(武汉)

目 录

前言

第一章 水生生物学基础知识	(1)
第一节 水生生物与水库渔业的关系	(1)
第二节 常见淡水生物的主要类群	(2)
第三节 水生生物与环境的相互关系	(12)
第四节 水体污染的生物学问题	(16)
第五节 水体的生物生产力测定	(18)
第六节 水生生物调查的基本方法	(19)
第二章 鱼类学基础知识	(23)
第一节 外部形态和主要器官	(23)
第二节 内部主要器官及功能	(26)
第三节 鱼类的生态习性	(32)
第四节 水库常见经济鱼类	(40)
第三章 水的理化基础知识	(47)
第一节 水及水体的物理特性	(47)
第二节 水质的化学特性	(49)
第三节 溶解氧	(56)
第四节 水中的主要营养物质	(62)
第五节 水质调查的基本知识	(65)
第四章 鱼类营养与饲料	(67)
第一节 鱼类营养原理	(68)
第二节 鱼类常用饲料的营养特性	(79)
第三节 配合饲料	(87)
第五章 饲养鱼类的人工繁殖	(94)
第一节 鱼类人工繁殖的生物学基础	(94)
第二节 亲鱼培育	(99)
第三节 催产(催情)	(103)
第四节 发情、产卵和受精	(110)
第五节 孵化	(114)
第六节 鲤、团头鲂的人工繁殖	(119)
第六章 鱼苗、鱼种饲养	(124)
第一节 鱼苗、鱼种的生物学特性	(124)
第二节 鱼苗、鱼种放养前的准备	(126)
第三节 鱼苗培育	(130)
第四节 1龄鱼种的饲养	(135)
第五节 2龄鱼种的饲养	(148)

第六节 鱼苗、鱼种的运输	(151)
第七节 鱼种越冬	(154)
第七章 水库养鱼	(158)
第一节 概述	(158)
第二节 水库鱼产力	(162)
第三节 水库放养	(167)
第四节 水库经济鱼类资源的保护与增殖	(171)
第八章 网箱养鱼	(177)
第一节 概述	(177)
第二节 网箱养鱼对水域的要求	(179)
第三节 网箱的制作与设置	(182)
第四节 网箱养鱼的技术关键	(186)
第五节 人工配合饲料	(195)
第九章 流水养鱼	(198)
第一节 概述	(198)
第二节 流水池结构与设施	(201)
第三节 流水养鱼种及商品鱼	(206)
第四节 微流水养鱼	(211)
第五节 其它形式流水养鱼	(216)
第十章 施肥养鱼	(220)
第一节 施肥养鱼的基本要求	(221)
第二节 常用化肥的种类和性质	(222)
第三节 合理施肥	(227)
第四节 施肥方法	(231)
第五节 施肥养鱼实例	(233)
第十一章 围栏养鱼	(234)
第一节 围栏养鱼的意义	(235)
第二节 围栏养鱼的设施	(236)
第三节 围栏养鱼的放养技术	(242)
第四节 投饲与施肥	(246)
第五节 围栏养鱼的管理	(250)
第十二章 名特水产品养殖	(251)
第一节 鳊鲴养殖	(251)
第二节 虹鳟养殖	(255)
第三节 鳊的养殖	(259)
第四节 池沼公鱼移植	(262)
第五节 鳖的养殖	(264)
第六节 虾类养殖	(269)
第七节 河蚌养殖与珍珠培育	(273)

第十三章	鱼病防治	(278)
第一节	概述.....	(278)
第二节	鱼病的预防.....	(281)
第三节	常见鱼病及其防治方法.....	(285)
第四节	鱼病的检查和诊断.....	(313)
第十四章	水库鱼类的防逃	(316)
第一节	水库鱼类防逃的基本知识.....	(316)
第二节	网拦鱼设备.....	(318)
第三节	电栅拦鱼.....	(324)
第四节	多孔板拦鱼设施.....	(327)
第十五章	水库鱼类的捕捞	(329)
第一节	基础知识.....	(329)
第二节	刺网.....	(332)
第三节	疏目拖网.....	(335)
第四节	定置网具.....	(339)
第五节	地曳网.....	(344)
第六节	联合渔法.....	(346)
第七节	水库鱼类的行为及其在捕捞中的利用.....	(357)
学习参考资料.....		(365)

第一章 水生生物学基础知识

水库是发展淡水养殖的重要基地。目前,我国水库渔业生产水平还很低,对水库生产力与资源变动规律缺乏系统的研究,水库水生生物和水库渔业生态学的研究也比较落后。因此,对水库的水生生物种类组成、数量变动和生物生产力等方面的调查和研究,是发展水库渔业的重要的基础性工作。只有正确地估算水体鱼产力,才能有效地开发和合理地利用水体资源,为人民的物质生活提供更多的水产品。这就是我们学习本章的目的和任务。

第一节 水生生物与水库渔业的关系

一、水库的水生生物类群组成

许多水生生物是鱼类的天然饵料,而水库养鱼的特点是鱼类生长主要依靠水中的天然饵料资源。由于水库的地质、地貌、水文状况,水的理化特性,气候条件等方面,存在着差异,其水生生物的种类、数量与时空分布也各有特征。

(一)浮游生物 一般地说,山谷型水库和丘陵型水库的浮游生物种类比较稀少,数量也较贫乏。尤其高纬度和高海拔地区的水库更是如此,这对鱼类生长有一定的影响。平原型水库的浮游生物组成,基本上与湖泊相似,由于外源性营养物多,藻类的数量就较高;特别是亚热带和热带的水库,如果淹没区内原有植被茂盛,又未清基,藻类就大量繁殖,水体的初级生产力就更高。

浮游生物有季节性变化。不同地区,不同水库,浮游生物出现高峰的时间常有差异,一般多在春秋两季出现生长繁殖高峰,但也有夏季出现高峰的情况。

浮游生物的水平分布特点是:平原型水库的上、中、下游的生物分布数量和种类组成,无明显变化;河川型水库,情况较复杂,由于生态环境的差异,上、中、下游的浮游生物可能出现较明显的变动。浮游生物的垂直分布,在深水水库中比较明显,随着水深的增加,浮游生物数量相对减少,并且可能出现分层现象。

(二)水生维管束植物 水深、水位变动较大的山谷型和丘陵型水库,基本上没有水生维管束植物,如青海省的景阳水库和大石门水库等,均未发现水生维管束植物,只在个别的水库如低洼水库中,见到了眼子菜。水位变化不大的平原型浅水水库,则水生维管束植物较多。

(三)底栖动物 水库中的底栖动物主要以水生寡毛类和摇蚊幼虫为主。在较深的山谷型和丘陵型水库中,底栖动物的种类和数量均较贫乏。平原型水库中底栖动物的种类和生物量都很丰富,除有寡毛类、摇蚊幼虫外,还有丰富的软体动物,如湖北嘉鱼的三湖连江水库,软体动物不但种类多,而且生物量也大。总的来说,在水草生长茂盛、透明度较高的浅水区域底栖动物比较丰富。

二、水生生物在水库养鱼中的意义

饵料生物数量的多寡和质量的高低影响着鱼类的生长和发育。数量多、质量高能使鱼类加速生长,发育良好;反之,则鱼类生长缓慢,发育不良。

浮游植物中的硅藻门、金藻门、黄藻门、甲藻门和隐藻门等种类,是鲢、鳙鱼类较易消化的优质饵料;蓝藻门、绿藻门和裸藻门的种类,鲢、鳙鱼不易消化,但它是水库中鲷鱼类刮食的主要食物。富营养型水库,则以蓝、绿藻为主。蓝、绿藻虽然不是鱼类的优质饵料,但它是食物链中的重要部分,是水体中重要的原初生产者;中营养型水库,则以硅藻为主,还有甲藻和隐藻等;贫营养型水库虽有硅藻和金藻等,但数量很少。

浮游动物除作为鳊的主要天然饵料外,也为鲢、鲫、鲤以及许多肉食性鱼类的幼体和野杂鱼类等摄食的一部分。所有原生动物和轮虫,则是各种鱼类苗种阶段的重要优质饵料。

底栖动物是底层鱼类青、鲤、鲫等的饵料。

水生维管束植物是草鱼、鳊和鲂等鱼类的天然食物,如菹草、轮叶黑藻、眼子菜、苦草、芜萍、紫背浮萍和小茨藻等,是草食性鱼类的喜食食物,其中芜萍和紫背浮萍也是草、鳊鱼种阶段的主要饵料。一些挺水植物的嫩茎、叶和经过加工的水浮莲、喜旱莲子草和凤眼莲等,能作为草鱼、鲢、鳊、鲤和团头鲂等鱼类的食物。菹草和眼子菜等水生维管束植物是某些鱼类及其它水生动物的产卵附着物和栖息隐蔽场所。

这些水生生物除作为鱼类的饵料、产卵附着物和栖息场所外,还可作为监测河流、湖泊和水库水质的生物学指标,并且对污染的水体有净化作用。

第二节 常见淡水生物的主要类群

水库中存在着多种多样的水生生物。它们生活在库岸、水层、库底或固着在水中的其它基质上。根据它们的形态特征和栖息环境,常将水生生物划分为几大类群。

一、浮游生物

浮游生物是指分布在水层中随波逐流的微型生物。它们没有运动器官,或者运动器官不发达,不能主动运动,而只能随水流被动地浮游。浮游生物分浮游植物和浮游动物两大类。它们的种类和数量繁多,分布极广。在水洼、池塘、沟渠、湖泊、水库、大洋和间歇性水体中均有分布,甚至在沼泽、潮湿泥地、树皮、雪地和和其它动植物体上,也能找到一些种类的踪迹。

(一)浮游植物 浮游植物即浮游藻类,在植物学上称为叶状体植物。它们具有叶绿素,没有真正的根、茎、叶分化,整个植物体都能吸收营养,进行光合作用制造有机物质。生殖单位是单细胞的孢子或合子,进行无性生殖或有性生殖的低等植物。

1. 形态构造:植物体微小,仅几微米至几十微米。形态多种多样,大多数种类为单细胞体、群体和分枝或不分枝的丝状体。其形状有球形、椭圆形、纺锤形、三角形、星形、圆柱形、腰鼓形、梭形、纤维形、新月形、多角形、弓形、S形、片状和不规则的根足状等。

浮游植物大多数种类具有细胞壁,少数种类原生质裸出,无细胞壁,仅有一层由原生质表面特化的周质膜。细胞壁的主要成分是果胶质和纤维质,有的还具有硅质。细胞壁一般表面光滑,但有些种类壁上有突起的棘、刺、纹饰、胶被和囊壳等,这些突起常常作为分类上的依据。另

外,某些种类细胞表面有铁质沉积物,使整个个体呈黄褐色。

浮游植物细胞含色素和色素体,它们共有的色素是叶绿素 α 和 β -胡萝卜素,有些种类还分别含有叶黄素、藻蓝素和藻红素等,因此,植物呈现各种不同颜色。色素体是一种含有色素的蛋白核。色素体的形状(星状、杯状、盘状、板状、网状和螺旋形带状等)、数目和排列位置因种类而异,通常作为分类的依据之一;蛋白核(即淀粉核或淀粉核)的中心部分为蛋白质,其周围有的具有淀粉鞘。有研究报道认为,这种结构与淀粉的形成有关。蛋白核的形状、数目以及在细胞中的排列位置也是分类上的重要依据。部分种类无蛋白核。蓝藻门的藻类,色素分散在原生质中,为无定形的色素体。

各类浮游植物因色素种类不同,其光合作用的同化产物也不相同,主要有脂肪、白糖素、蓝藻淀粉、裸藻淀粉。这些产物可通过试验加以区分,如在植物标本中加入碘液后,蓝藻淀粉变为淡红褐色;淀粉变成暗紫色;裸藻淀粉、脂肪和白糖素则不变色。就光彩而言,脂肪是光亮而透明的球体;白糖素为略带白色而不透明的球状小体;裸藻淀粉为光亮而不透明的棒状、盘状、椭圆形或环形物体。这些同化产物也是分门的重要特征。

大部分浮游植物的细胞是单核,少数多核,也有部分种类(如蓝藻门的藻类),属于原核生物,其核质分散在整个原生质中,无真正的细胞核。

2. 繁殖:在光照充分、温度适宜、营养丰富环境中,许多浮游植物有很强的繁殖力。某些种类生长繁殖特别旺盛时,可形成“水华”,使水变色。

藻类的繁殖方式因种类不同而异,大致可分为营养性繁殖、无性繁殖和有性繁殖3种类型。许多单细胞浮游藻类,细胞分裂以母细胞一分为二,形成两个新的个体。还有一些多细胞群体的丝状藻类,以丝状体断裂,细胞分裂成新的个体。这些都属于营养繁殖。无性繁殖是通过孢子进行繁殖,又分为似亲孢子(如绿藻门的栅列藻等)、静孢子和厚壁孢子等。有性繁殖则比较复杂,简而言之是通过配子结合形成合子进行有性繁殖。

3. 分类和常见种类:根据形

态构造和所含的色素等,常见的淡水浮游植物分为9门,各门的主要特征和生活环境见表1-

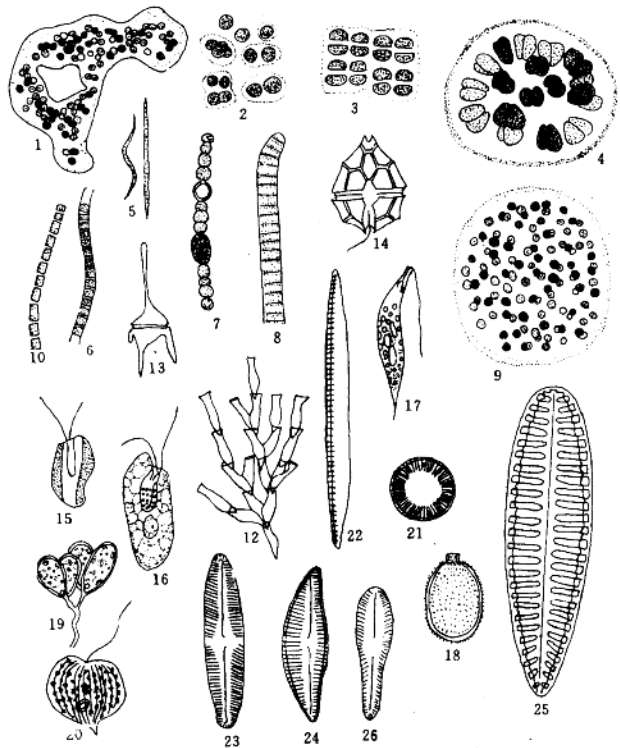


图 1-1 浮游植物

1. 微囊藻 2. 色球藻 3. 片藻 4. 楔球藻 5. 蓝纤维藻 6. 林氏藻
7. 鱼腥藻 8. 颤藻 9. 隐球藻 10. 席藻 12. 锥囊藻 13. 角甲藻
14. 多甲藻 15. 隐藻 16. 素隐藻 17. 裸藻 18. 囊裸藻 19. 柄裸藻
20. 扁裸藻 21. 小环藻 22. 菱形硅藻 23. 羽纹硅藻 24. 桥穹藻
25. 双菱藻 26. 异端硅藻

表 1-1 淡水藻类各门的主要特征和生活环境

项目	门 类								
	蓝藻门	金藻门	黄藻门	裸藻门	硅藻门	甲藻门	隐藻门	绿藻门	轮藻门
体 色	蓝绿色	金黄褐色	黄绿色	鲜绿或红色	黄褐色	黄绿或黄褐色	黄绿或黄褐色	鲜绿色	鲜绿色
体 制	单细胞或群体不分枝丝状体	单细胞或群体	单细胞或丝状体	单细胞或群体	单细胞、丝状体、群体	单细胞、体不对称或少数对称	单细胞、体不对称	单细胞、群体丝状体、集结体	多细胞体，似大型的沉水植物，有假的根茎叶分化
特有色素	藻蓝素	金藻素	叶黄素	以叶绿素或藻红素为主	叶黄素	环甲藻素、新甲藻素	甲藻黄素	以叶绿素为主	以叶绿素为主
色素体	无色素体，色素分布于细胞质的周边部分	色素体 2~5 个，叶状	色素体 1 至多个，盘状、片状	色素体多个，盘状、片状、星状	色素体多个，盘状、片状、星状	色素体多个，圆盘状或棒状	具 1~2 个叶状色素体	色素体呈杯状、星状、带状、盘状	色素体呈盘状或椭圆形
蛋白核	无	无	通常无	有或无	有或无	有或无	有或无	有 1 至多个蛋白核	无
细胞核	原核	真核	真核	真核	真核	间核	真核	真核，大多 1 个，少数多个	真核
细胞壁	外层果胶质，内层纤维质，有的具胶质衣鞘	无真正细胞壁，有的具硅质的小片和囊壳	以果胶质为主，细胞壁由“H”或“U”型两个节片套合而成	裸出，无细胞壁，细胞质层转化为坚固或柔软的表面	由两片“U”型壳合成，硅质具花纹	周质膜不变形，若干具纤维质甲片，腹面有纵沟、横沟	无细胞壁，有变形的周质膜，腹面有纵沟	以纤维质、果胶质为主	以纤维质为主，细胞壁内含钙质沉淀
鞭 毛	无鞭毛	有 2 条等长或不等长鞭毛，少数 1 条或 3 条	运动个体具 2 条不等长的顶生鞭毛	大多数具 1 条顶生鞭毛，罕为 2~3 条，少数无鞭毛	无鞭毛	具 2 条不等长鞭毛，从纵沟交界处发出	具 2 条不等长鞭毛，从纵沟前端发出	有或无鞭毛，鞭毛 2 条等长顶生，罕为 4~8 条	无鞭毛
生 殖	细胞分裂，段殖，无性生殖	细胞纵分裂，群体断裂，动孢子，内生孢子	动孢子，不动孢子，似亲孢子，丝体断裂，卵式生殖	细胞纵分裂，休眠孢子囊	细胞分裂，复孢子，休眠孢子	细胞分裂，动孢子，不动孢子	细胞纵分裂	营养繁殖，无性繁殖，有性繁殖，接合生殖	有性繁殖，营养繁殖
同化产物	蓝藻淀粉	脂肪、白糖素	脂肪、白糖素	裸藻淀粉	脂肪	淀粉、油滴	淀粉、油滴	淀粉	淀粉
生长环境	分布广，尤其喜生长在有机质丰富、含氮量较高的碱性水体中	分布于透明度大的软水中，早春或晚秋的低温季节出现	生活于半流动清洁的瘦水中	喜生活在有机质丰富的静水中	分布广，喜硬水，春秋出现高峰	在水生植物丰盛的水体中大量繁殖	在有机物和含氮化合物丰富的微碱性水体中大量繁殖	分布广，春秋大量繁殖	分布广，喜生活在含钙质丰富的硬水和透明度较大的水体中

1. 常见的种类有：蓝藻门的微囊藻、色球藻、片藻、楔球藻、蓝纤维藻、林氏藻、鱼腥藻、颤藻、隐球藻、席藻；黄藻门的黄丝藻；金藻门的锥囊藻；甲藻门的角甲藻、多甲藻；隐藻门的隐藻、素隐

藻；裸藻门的裸藻、囊裸藻、柄裸藻、扁裸藻；硅藻门的小环藻、菱形硅藻、羽纹硅藻、桥穹藻、双菱藻、异端硅藻、直链藻、放射硅藻、舟形藻；绿藻门的网球藻、蹄形藻、空球藻、月牙藻、鼓藻、新月鼓藻、双星藻、水绵、栅列藻、四棘鼓藻、衣藻、小球藻、团藻、板星藻、十字藻和四角藻等(图 1-1 和图 1-2)。

(二)浮游动物 作为淡水水体中鱼类饵料的浮游动物,主要有原生动动物、轮虫、枝角类和桡足类。它们在适宜的环境中具有较强的繁殖力,遇到不良的环境,则会产生休眠卵、冬卵、胞壳或胞囊等以度过对生命不利的时期。大多数浮游动物是世界普生性种类,它们广泛分布于海洋、湖泊、水库、江河、沟渠、水田和沼泽等水体中。

1. 原生动物:原生动物是动物界中最低等的单细胞动物。通常体形极微小,其中最小的体长为 2~3 微米,一般为 30~300 微米,需用显微镜才能观察到。它们无分化的组织和器官,但具有执行新陈代谢、运动和繁殖功能的胞器,如胞口、胞咽、伪足、纤毛和伸缩胞等。

原生动物种类繁多,体形复杂,有圆形、卵圆形、长形、扁平形、锥形、喇叭形和树枝状等。个体通常具有细胞膜,有的种类在

膜外还具有坚硬的外壳,如骨针、砂壳等,少数种类细胞膜很薄,体可变形。它们的运动胞器有鞭毛、伪足和纤毛。鞭毛是细线状的细胞突起,位于体前端,其数目 1 至数条。伪足是原生质向体表伸出的突起,按其形状可分为指状、丝状、网状和轴状。纤毛的构造与鞭毛相似,但纤毛短,数量多,遍布全身或局限于一部分,有些种类的纤毛还可以演变成触毛、波动膜和小膜等。通常称虫体运动时在前方的一端为前端,反之而后端。有口的一面为腹面,反之而背面。

原生动物中的鞭毛虫纲、肉足虫纲和纤毛虫纲的种类与鱼类养殖的关系比较密切,它们可作鱼类和其它水生动物的直接或间接饵料,但有些种类是危害鱼类和其它动植物及人类健康的病原体。在水库中数量较多的种类有:肉足虫纲的表壳虫、变形虫、砂壳虫、甲壳虫、太阳虫;纤毛虫纲的侠盗虫、累枝虫、单缩虫、钟形虫、似铃壳虫等(图 1-3)。

原生动物的生殖方式可分为无性生殖和有性生殖两类,主要以无性的细胞分裂为主,在适宜的环境条件下,迅速分裂,增加后代。

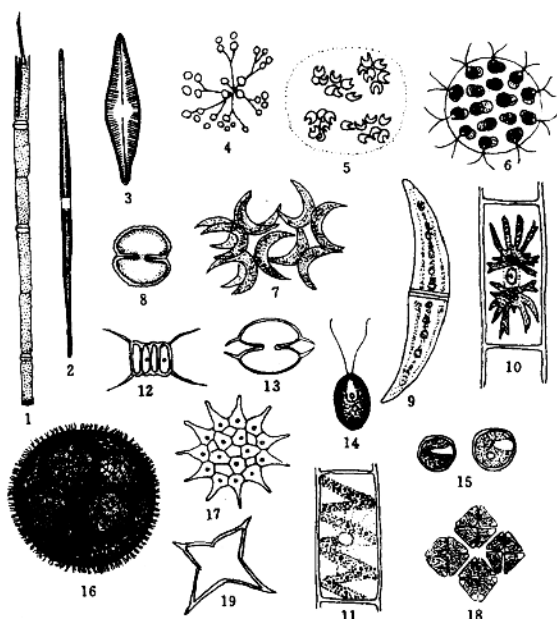


图 1-2 浮游植物

1. 直链藻 2. 放射硅藻(针杆藻) 3. 舟形藻 4. 网球藻 5. 蹄形藻
6. 空球藻 7. 月牙藻 8. 鼓藻 9. 新月鼓藻 10. 双星藻 11. 水绵
12. 栅列藻 13. 四棘鼓藻 14. 衣藻 15. 小球藻 16. 团藻
17. 板星藻 18. 十字藻 19. 四角藻

原生动动物喜生长在含有机质丰富的静水水体中,尤其在降雨后的临时性积水洼中能大量繁殖。但是,原生动物的生活周期较短,每一种原生动动物对环境条件有一定的要求,在不同的地区,不同的季节,它们的种类和数量出现周期性变化,在小水体或池塘中尤为明显。

2. 轮虫类动物:轮虫为多细胞动物,是一类小型的浮游动物,体长一般为 100~500 微米,最大的可达 4000 微米。其构造比原生动动物要复杂得多,已具有肌肉、消化、神经、排泄和生殖等器官及其系统。

轮虫体形变化很大,有圆筒形、椭圆形、球形和锥形等。大多数虫体左右对称,少数扭曲不对称。虫体通常分为头部、躯干部和足。头位于体的最前端,头部具有 2 至数个头冠,其周围着生 1~2 列或更多列的纤毛,称纤毛环。纤毛环可以伸出转动,是滤食和运动的器官。头冠是轮虫的主要特征之一,其形状是分类的根据。躯干部是虫体的最大部分,位于头部的下方,与头部无明显的界限,该部被一层透明薄膜包裹,称被甲。部分种类的被甲上有刻纹、隆起和棘或刺。足位于体的最后端,呈细长形,并在足的末端有 1 至数个趾,是固着或爬行的器官,少数种类无

足。头冠和足都能缩入躯干部的被甲内,因此,收缩时的体形与伸展时的体形有很大的差异。轮虫的另一个重要特征是消化道的咽喉内具有发达的咀嚼器,它起咀嚼和磨碎食物的作用。活体观察可看到咀嚼动作。咀嚼器的类型是这类动物分类的重要依据。

轮虫为雌雄异体动物,常见的多是雌体,雄体很少出现。一般雌体产生卵壳薄、卵黄少的夏卵,这种卵不需受精,直接发育成新的雌体。这种方式称为孤雌生殖,是轮虫的主要生殖方式。但在不良的环境条件下,雌体会产生两种卵:一种为非需精卵,不需受精直接发育成雄体;另一种为受精卵,经过受精成为休眠卵,进入休眠状态,度过不利时期后发育成雌体,这就是有性生殖。

轮虫以浮游植物、原生动动物、腐屑和比本体小的轮虫为食。轮虫大多数种类生活于淡水中,通常在氢离子浓度 100nmol/L 以上(pH7 以下)的碱性水体中,轮虫种类少、数量多;在酸性和微酸

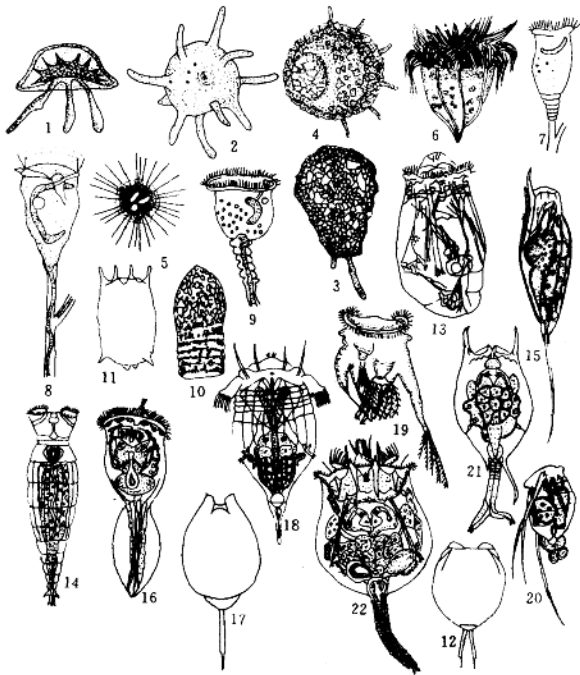


图 1-3 浮游动物

1. 表壳虫 2. 变形虫 3. 砂壳虫 4. 甲壳虫 5. 太阳虫 6. 侠盗虫
7. 累枝虫 8. 单缩虫 9. 钟形虫 10. 似铃壳虫 11. 蓴花臂尾轮虫
12. 腔轮虫 13. 晶囊轮虫 14. 轮虫 15. 异尾轮虫 16. 聚花轮虫
17. 单趾轮虫 18. 疣毛轮虫 19. 巨腕轮虫 20. 三肢轮虫 21. 裂足轮虫
22. 壶状臂尾轮虫

性的水体中,种类多、数量少。

轮虫是幼鱼和许多成鱼以及其它水生动物的天然饵料。在池塘和水库中常见的种类有：萼花臂尾轮虫、腔轮虫、晶囊轮虫、轮虫、异尾轮虫、聚花轮虫、单趾轮虫、疣毛轮虫、巨腕轮虫、三肢轮虫、裂足轮虫、壶状臂尾轮虫、多肢轮虫、龟甲轮虫等(图 1-3)。

3. 枝角类：为一类小型的甲壳动物，是淡水浮游生物的重要组成部分，在水体中大量繁衍时，可使水体呈现红色，故俗称这类枝角类为红虫，或称金鱼虫。

枝角类体长 0.2 毫米左右，一般不超过 1 毫米，肉眼能看见。多数虫体无色透明，少数呈红色、淡黄色或淡褐色。体短小，左右侧扁，分节不明显，体呈长圆形、球形或长柱形等。虫体分头部和躯干部。头部有大而显著的复眼和呈色素点的单眼。位于头两侧的第二触角强大，一般为双肢型，是主要的运动器官。第一触角短小，呈棍棒状，但雄体的第一触角较大，其上有长刺毛，是鉴别雌雄的依据之一。躯干外面包有两瓣透明的介壳，有的壳上具有线纹或网纹或在壳后缘延长成壳刺。4~6 对胸肢无运动能力，起呼吸和滤食作用。雄体的第一胸肢具有钩和长鞭，用以抓住雌体进行交配。尾爪位于后腹部末端，其上有基刺和栉刺，数目和形状因种类而异。腹部的背侧有 1~4 个指状突起，有堵塞孵育囊、防止卵子逸出的作用。

枝角类为雌雄异体，通常进行孤雌生殖，即雌体产生不需受精的夏卵于躯干部背面的孵育囊中进行孵化。孵化的幼体，离开母体后经过几次蜕皮发育成新的雌体。枝角类在发育的过程中不发生变态。在水温过高或过低、干涸、虫体密度过大或食物不足等环境条件下进行有性生殖，这时孤雌生殖产生的卵一部分发育成雄体，一部分成为雌体。雌体产生 1~2 个大而壳厚、卵黄丰富的冬卵，经过受精形成休眠卵。休眠卵外面包有卵鞍，待环境好转时又孵化成雌体。枝角类在春末夏初或秋季迅速生长繁殖。虫体的寿命一般为数周至数月。

滤食细菌、单细胞藻类和碎屑的枝角类，大多数生活于淡水，尤其是偏碱性的水体或水草丛生的大水体的浅水区中，此外，临时性的积水坑中也很丰富。枝角类的营养价值很高，是鱼苗培育后期，以及食浮游动物鱼类的重要天然饵料。常见的淡水枝角类

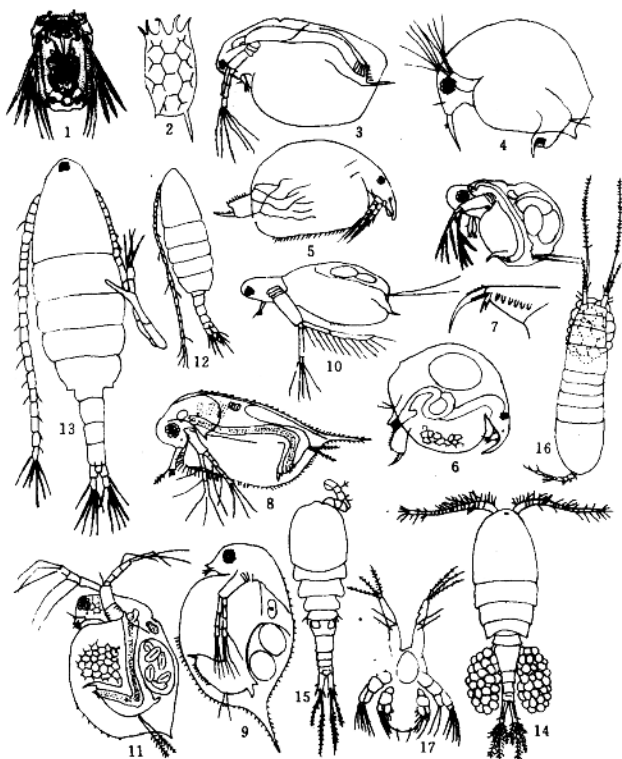


图 1-4 浮游动物

1. 多肢轮虫 2. 龟甲轮虫 3. 低额溞 4. 象鼻溞 5. 尖额溞
6. 盘肠溞 7. 裸腹溞 8. 溞(♂) 9. 溞(♀) 10. 秀体溞
11. 网纹溞 12. 哲水蚤(♀) 13. 哲水蚤(♂) 14. 剑水蚤(♀)
15. 剑水蚤(♂) 16. 猛水蚤 17. 无节幼体

有低额蚤、象鼻蚤、尖额蚤、盘肠蚤、裸腹蚤、蚤的雄体、蚤的雌体、秀体蚤、网纹蚤等(图 1-4), 这些种类在水体中不但数量多, 而且行动缓慢, 是滤食性鱼类易于获得的食料。

4. 桡足类: 桡足类也是一类小型甲壳动物, 是组成淡水和海洋浮游动物的重要类群。体长一般在 3 毫米左右, 肉眼可辨认。桡足类的体形比较特殊, 身体纵长, 分节明显, 一般不超过 11 节。虫体可分为头部、胸部、腹部和尾叉。因头部和胸部常常愈合, 故称头胸部。附肢 11 对, 位于体的腹面。头的背面前端有一单眼, 腹面有 6 对附肢, 其第一对触角特别强大, 且分节, 为主要的运动器官, 雄体第一触角弯曲成执握器。胸部的腹面有 5 对附肢。腹部比较狭窄, 无附肢, 但常有卵囊挂在此部生殖节的两侧或腹面。尾叉 1 对位于腹部最末节的后缘。

常见的淡水桡足类有哲水蚤、剑水蚤和猛水蚤, 其中以哲水蚤和剑水蚤的数量最丰富(图 1-4)。

桡足类雌雄异体, 营有性生殖, 在发育过程中要经过变态, 受精卵孵出的幼体经过 6 个无节幼体期(图 1-4), 经 5~6 个桡足幼体期的变态才能发育为成虫。无节幼体略侧扁呈长卵圆形, 体不分节, 腹面具 3 对附肢, 体前端背面有一红色眼点。桡足幼体的身体已开始分节, 分为头、胸、腹和尾叉, 在蜕皮过程中腹面的各对附肢逐渐发育完善, 但未达到性成熟。

哲水蚤和剑水蚤主要是营浮游生活。猛水蚤营底栖生活, 以蠕动的的方式在水底或水草上爬行。它们的取食方式有滤食型、掠食型、刮食型和混合型。通常以细菌、藻类、原生动物、轮虫、枝角类、小型的水生昆虫、水蚯蚓和有机碎屑为食。因此, 虫体含有丰富的营养成分, 是鱼类的优质饵料, 但某些寄生性的种类是鱼的病原体或寄生虫的中间宿主。另外, 剑水蚤也伤害鱼卵和鱼苗, 尤其在人工繁殖的鱼卵孵化池水中不能带有剑水蚤, 否则它们会用触角刺破卵膜, 影响孵化率。桡足类对污染严重的水体反应极为敏感, 因此, 它们可以作为水体污染的指示生物。

二、底栖动物

底栖动物多生活在水体底部, 它们能够长时间栖息在水底泥面或水草上, 也有的埋于泥沙中或匿居于水底石块和其它掩覆物体下。

底栖动物主要由水生昆虫的成虫或幼虫、甲壳类、软体动物和水生寡毛类等组成。它们的种类、数量和分布与水环境的理化因素、底质条件和季节变化有关。大多数底栖动物都生长在水域的浅水带或有很多水生维管束植物生长的区域, 在这些区域内, 水生昆虫和软体动物的种类和数量也比较丰盛。但是水生昆虫的幼虫随着季节变化而减少, 春、夏季幼虫大量繁殖, 到了秋末羽化为成虫飞离水体, 昆虫数量急剧下降。水体底部突然大量堆积泥沙时, 会引起缺氧造成软体动物死亡。水位的变化对生活在浅水区的底栖动物的影响尤为剧烈, 水位大幅度涨落时, 只有迁移运动能力强, 能迅速上迁下移的才能生存下来。深水层因受到营养物质和溶氧条件的限制, 只有少量的水生寡毛类和摇蚊幼虫在此带生活。总之, 底栖动物数量的多寡在一定程度上可以影响水体生产力。所以, 调查水体中底栖动物的种类和数量, 是为合理放养, 提高水体鱼产量等的重要科学依据之一。

(一) 软体动物 淡水软体动物大多分布在池塘、湖泊、水库和江河水域。常见种类为腹足类和瓣鳃类。

1. 腹足类: 身体左右不对称, 体外包有一坚硬而呈螺旋形的贝壳(故称单壳类), 其形状有陀螺形、圆锥形、塔形和耳形等。壳表面光滑或具有花纹或突起物, 如疣状突、螺棱和螺肋等。贝壳分为螺旋部和体螺层。壳口位于体螺层的腹面, 有的种类口上覆盖一枚与口的形状、大小相

同的角质或石灰质的薄片称为厖，它起保护内脏的作用。有的种类无厖。螺类有发达的头和足，足从腹面的壳口伸出，其跖面宽广，所以称为腹足类。

腹足类的大多数种类是雌雄异体，少数是雌雄同体。大多数种类是卵生，少数种类为卵胎生。常见种类有：圆田螺、短沟蜷、环棱螺、涵螺、扁蜷螺和萝卜螺等(图 1-5)。

2. 瓣鳃类：又叫蚌类。体左右侧扁，两侧对称，体外包有两扇坚硬和在壳背缘以韧带相连的合抱动物体的贝壳，故称双壳类。两扇贝壳一般左右对称，少数不对称或扭曲，其形状有椭圆形、卵圆形、三角形、圆柱形和矛形等。贝壳表面光滑或壳上有瘤状突、同心沟和射线状色带等。蚌类无明显的头，所以亦称为无头类。其鳃呈瓣状，因此又称为瓣鳃类。因足位于体的腹面，侧扁呈斧状，故称为斧足类。

蚌类一般雌雄异体，在发育过程中要经过钩介幼虫期。常见种类有：无齿蚌、三角帆蚌、褶纹冠蚌、丽蚌、淡水壳菜和河蚌等(图 1-5)。

(二)水生寡毛类 寡毛类也称为水蚯蚓，属于环节动物门寡毛纲。它们是池塘、湖泊和水库中重要的底栖动物，喜生活在腐殖质多的水体，在污水沟的出口处最多，另外在水草枝叶积聚和丝状藻类生长丰富，以及一些螺蚌的外套腔中都是它们栖居的场所。

水蚯蚓体较小，柔软，呈圆筒形。体长一般为 1~30 毫米，最大的可达 150 毫米。虫体分为头部和躯干部。头部位于体的前端，头前面的唇呈锥状、单球状、三角形、扁盘状和长杆状等。有的种类有眼，有的种类无眼；躯干部由许多体节组成，从第 Ⅰ 体节或更后的体节开始每节上着生 2 束背刚毛和 2 束腹刚毛。背刚毛一般呈发状、针状或钩状。腹刚毛大都为钩状。有些种类在体的前部或后部的体节上有鳃和乳突，体末端有尾盘或尾杆等。水体中常见的有：颤蚓、尾鳃蚓、带丝蚓、杆吻虫和瓢虫等(图 1-6)。



图 1-5 底栖动物

1. 圆田螺 2. 短沟蜷 3. 环棱螺 4. 涵螺 5. 扁蜷螺 6. 萝卜螺 7. 无齿蚌 8. 三角帆蚌 9. 褶纹冠蚌 10. 丽蚌 11. 淡水壳菜 12. 河蚌

水蚯蚓的再生能力强，虫体损伤后能再长出残缺的部分。它们最普遍的繁殖方式是芽裂无性生殖，通常是虫体后部某节裂分成许多小节形成了旧个体的尾和新个体的头，这就是常见的首尾相接，之后就各自断开独立

生活。有性生殖仅在某一时期进行,为雌雄同体,异体交配。

水蚯蚓主要摄食水底淤泥中的有机腐屑、细菌和底生藻类等。它们不但是底层性鱼类的优质饵料,而且其生命活动可以改善水底环境和使污水自净,同时还可以作为污染水体的指示生物。

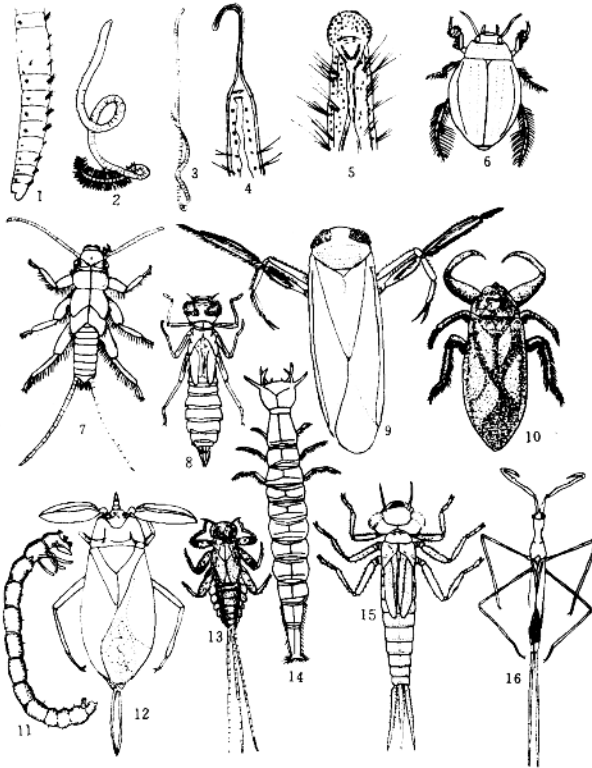


图 1-6 底栖动物

1. 水蚯蚓 2. 尾鳃蚓 3. 带丝蚓 4. 杆吻虫 5. 瓢体虫 6. 龙虱 7. 襁翅虫的稚虫 8. 蜻蜓的稚虫 9. 划蝽 10. 田鳖 11. 摇蚊幼虫 12. 红娘华 13. 蜉蝣的稚虫 14. 水蜈蚣 15. 豆娘的稚虫 16. 水斧虫

对片状的气管鳃以及体后端的气门和呼吸管,这些都是呼吸器。

水生昆虫雌雄异体,进行有性生殖,但大多数种类在发育过程中要经过变态才能发育为成虫(即卵→幼虫→蛹→成虫,或卵→稚虫→成虫,或卵→若虫→成虫)。它们分布很广,生活在浅水区或流水处。主要摄食鱼苗、昆虫幼虫、小型甲壳类、小螺、蝌蚪、原生动物、小型藻类和半腐烂的水草及腐屑。

水生昆虫与养殖有密切的关系,有的是底层性鱼类的优质饵料(如蜉蝣的稚虫、豆娘的稚虫),有的则是养殖上的敌害,常见的有:鞘翅目的龙虱和龙虱的幼虫(即水蜈蚣);半翅目的田鳖、红娘华、水斧虫、划蝽和蜻蜓目的蜻蜓稚虫,它们常以口器或足挟死鱼苗,尤其在池塘鱼种培育阶段危害甚大。蜻蜓目的豆娘稚虫、双翅目的摇蚊幼虫、襁翅目的稚虫和蜉蝣目的稚虫是

(三)水生昆虫 昆虫中有 9 个目为水生种类,其中鞘翅目和半翅目中的部分种类的幼虫和成虫是生活在水中;蜻蜓目、蜉蝣目、襁翅目和毛翅目的全部种类的幼虫都是水生的,而鳞翅目、脉翅目和双翅目中的少数种类的幼虫是水生的。由此可见,水生昆虫多是昆虫的幼虫。

水生昆虫与陆生昆虫一样,体分头、胸、腹 3 个部分。体外被有几丁质的外皮,大多数种类具有流线型的体形,以减少水的阻力,适合在水中迅速游动。头部有触角和一对大而突出的复眼。口器有咀嚼式和刺吸式(鞘翅目和半翅目)。胸部由前胸、中胸和后胸 3 节组成。胸足 3 对,位于每一胸节腹侧。根据水生昆虫所处的环境和不同的功能,这类足又可分为步行足、捕掘足、游泳足和抱掘足等。翅 2 对,位于中胸和后胸背部的外侧,翅有鞘翅、膜翅和半翅 3 类。水生昆虫大多以气管进行呼吸,在腹部两侧有与内部气管相通的 8~10 对气孔,或有数