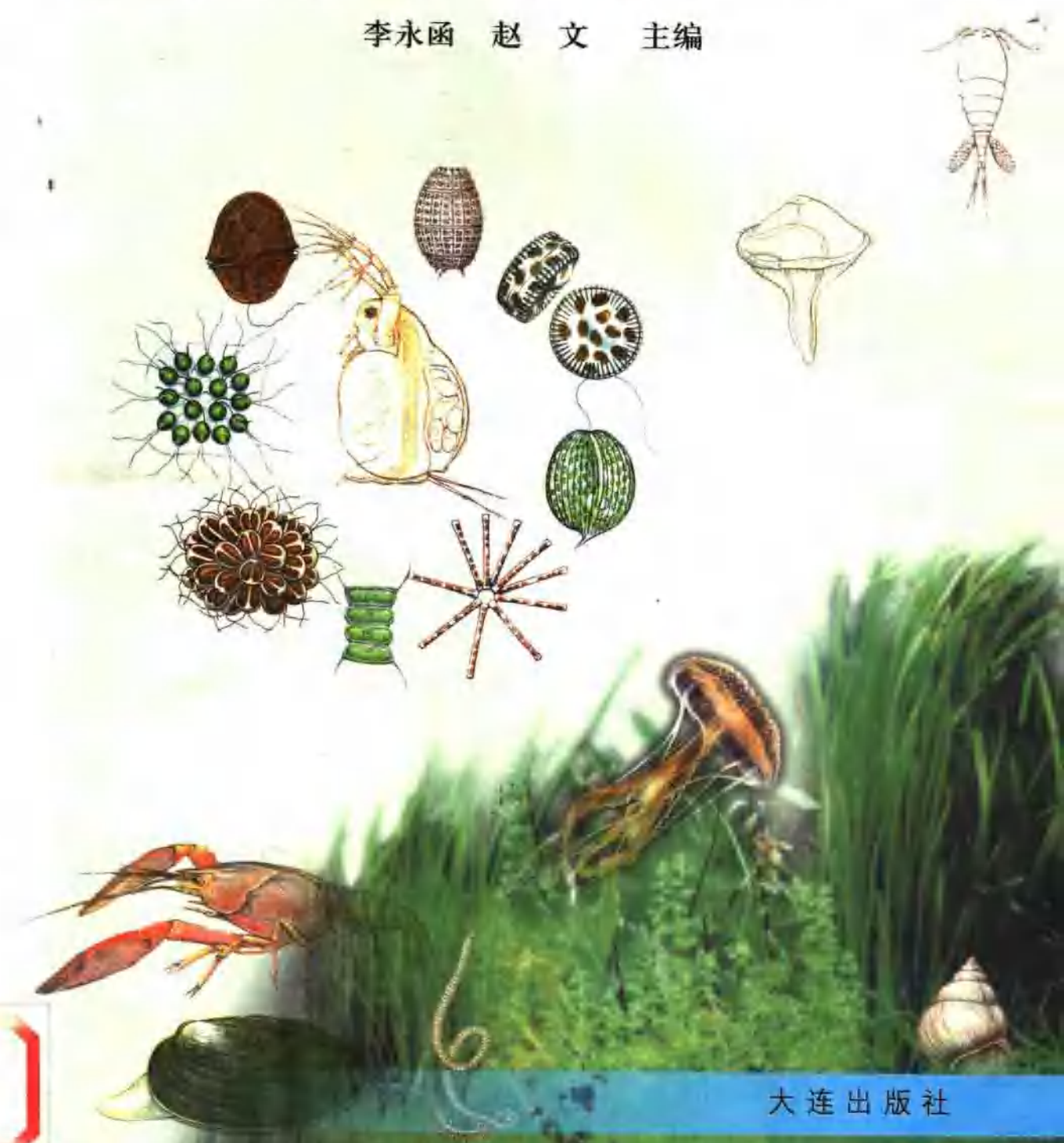


SHUICHANERLI AOSHENGWUXUE

水产饵料生物学

李永函 赵文 主编



大连出版社

高等学校教材

水产饵料生物学

李永函 赵文 主编

水产养殖、水生生物和渔业环保专业用

大连出版社

2002

水产饵料生物学

李永函 赵文 主编

大连出版社出版

(大连市西岗区长白街12号 邮政编码 116011)

大连市金州印刷总厂印刷

开本:787毫米×1092毫米 1/16 字数:528千字 印张:23 1/4

印数:1-4100册

2002年2月第1版 2002年2月第1次印刷

责任编辑:李克峻 周望舒 责任校对:周望舒

封面设计:曹 艺

版式设计:唐一民

ISBN 7-80612-874-3/G·274

定价:38.00元

序

原有的淡水渔业和海水养殖专业的教学计划中分别开设淡水生物学、海洋生物学或海洋浮游生物学等课程,讲述作为经济水产动物天然饵料的浮游生物、底栖生物和水生大型植物。新教学计划将两专业合并为水产养殖专业后,以上几门课程合并为水产饵料生物学。由于新计划另外开设了养殖水域生态学,专门讲述江河、湖库、池沼、河口湾和浅海生态系统的结构与功能,其中也包括各种水生生物的生态,因此水产饵料生物学主要讲述浮游生物和底栖生物的形态和分类。此外增加了水产饵料生物的增殖和培养一篇。应该说,这样的安排是合理的,更有利于教学和师资培养。

上世纪70年代,日本人代田昭彦(1975)编著《水产饵料生物学》一书,内容十分广泛,包括饵料生物的种类、生理、生态、营养成分、培养和利用等等。其中分类仅列出饵料生物名称,培养利用篇幅不多,因此两书书名相同,内容迥异。梁象秋等编著的《水生生物学》一书,也是以系统分类为纲,内容还包括其他生物。由此可见,作为水产养殖本科生迫切需要的水产饵料生物学教材,本书还是第一部。

本书第一篇浮游植物,包括蓝藻、硅藻、金藻、黄藻、隐藻、甲藻、裸藻和绿藻八门藻类的形态、分类和饵料意义。第二篇浮游动物重点讲述原生动物、轮虫类、枝角类、桡足类、箭虫类、被囊类六大类,对饵料意义较小的腔肠动物、软体动物、环节动物、其他甲壳动物的浮游种类和各类动物的浮游幼虫也作简介。第三篇底栖动物讲述环节动物、底栖软体动物和水生昆虫。第四篇水生大型植物讲述红藻、褐藻、轮藻等大型藻类和水生维管束植物。各篇章均包括分类描述、附图和检索表及复习思考题,便于学习。第五篇水产饵料生物的培养增殖和附录“实验指导”中还包括大连水产学院多年来教学和科研的成果。

李永函教授和赵文副教授主编的《水产饵料生物学》教材的问世,不仅使有关专业的学生和技术人员得到教益,对当前水产教育的改革也有所贡献。作为这方面的老同行我衷心祝贺和欣赏。相信在实践中该教材将进一步充实和完善。

何志辉

2002年1月于大连

前 言

水产饵料生物学是水产养殖专业必修的一门重要专业基础课,是与养殖水域生态学并行的系列课程之一。因此本教材是在水生生物学基础上强化水产饵料生物的形态分类,并突出重要饵料生物的培养利用而编写的。

教材由李永函教授和赵文副教授主编,刘青、周一兵、李晓东、张树林参编。绪论、第二篇第三、四章、第四篇第三、四章和附录部分由李永函执笔,第一篇第一、二、九章,第二篇第一、二、五、六、七、八章,第四篇第一、二章,第五篇第一章由赵文执笔。第一篇第三、四、五、六、七、八章由刘青执笔。第三篇第一、二、三章由周一兵、张树林执笔。第五篇第二章由李永函、李晓东执笔。教材初稿承蒙何志辉教授主审并提出诸多宝贵意见,作者谨致谢忱!

本书可作为水产养殖、水生生物和环境保护专业的教材或参考书。

由于我们水平有限,失误或错误之处在所难免。希望读者批评指正。

编者

2001年12月于大连水产学院

目 录

绪论.....	1
一、水产饵料生物学的定义、内容和任务.....	1
二、水产饵料生物学的研究概况.....	1
第一篇 浮游植物.....	3
第一章 藻类概述.....	3
一、主要特征.....	3
二、形态构造.....	4
三、藻类的生殖方式.....	5
四、分类.....	8
五、生态分布和意义.....	10
第二章 蓝藻门.....	13
一、形态构造.....	13
二、生殖.....	13
三、分类.....	14
四、生态分布和意义.....	20
第三章 硅藻门.....	22
一、形态构造.....	22
二、生殖.....	24
三、分类.....	25
四、生态分布和意义.....	43
第四章 金藻门.....	46
一、形态构造.....	46
二、生殖.....	46
三、分类.....	46
四、生态分布和意义.....	49
第五章 黄藻门.....	51
一、形态构造.....	51
二、生殖.....	51
三、分类.....	51
四、生态分布和意义.....	53
第六章 隐藻门.....	54
一、形态构造.....	54
二、生殖.....	54

三、分类	54
四、生态分布和意义	55
第七章 甲藻门	56
一、形态构造	56
二、生殖	57
三、分类	57
四、生态分布和意义	62
第八章 裸藻门	64
一、形态构造	64
二、生殖	65
三、分类	65
四、生态分布和意义	69
第九章 绿藻门	70
一、形态构造	70
二、生殖	70
三、分类	70
四、生态分布和意义	90
第二篇 浮游动物	91
第一章 原生动物	91
第一节 形态构造	91
第二节 生理机能	92
第三节 分类	96
第四节 生态分布和意义	105
第二章 轮虫	109
第一节 外部形态与功能	109
第二节 内部构造与功能	110
第三节 分类	114
第四节 生活习性	119
第三章 枝角类	122
第一节 外部形态与功能	122
第二节 内部构造与功能	124
第三节 生殖方法和生殖周期及其影响因素	125
第四节 发育、生长及其影响因素	127
第五节 分类	129
第六节 生态分布和意义	134
第四章 桡足类	136
第一节 形态构造和生殖发育特点	136
第二节 分类	139

第三节 生态分布和意义	148
第五章 毛颚动物	150
一、基本形态	150
二、分类	152
三、生态分布及经济意义	154
第六章 被囊动物	157
一、有尾纲	157
二、海樽纲	158
三、生态分布和意义	161
第七章 其他浮游动物	163
第一节 其他甲壳动物	163
一、无甲目	163
二、背甲目	165
三、贝甲目	165
四、糠虾目	166
五、等足目	169
六、端足目	170
七、磷虾目	172
八、介形亚纲	174
九、十足目	176
第二节 腔肠动物	179
第三节 浮游软体动物	181
第四节 浮游多毛类	183
第八章 浮游幼虫	186
第一节 各类动物的浮游幼虫	186
第二节 浮游幼虫的生态	195
第三节 浮游幼虫的生物学	197
第三篇 底栖动物	200
第一章 环节动物门	200
第一节 多毛纲	201
第二节 寡毛纲	212
第二章 软体动物门	219
第一节 淡水腹足类	219
第二节 淡水双壳类	225
第三章 水生昆虫	234
第一节 形态和功能	234
第二节 分类	235
第四篇 水生大型植物	257

第一章 红藻门 Rhodophyta	257
一、形态构造	257
二、生殖	257
三、分类	258
四、生态分布和意义	260
第二章 褐藻门 Phaeophyta	261
一、形态构造	261
二、生殖	261
三、分类	262
四、生态分布和意义	264
第三章 轮藻门 Charophyta	266
第一节 形态构造	266
第二节 分类	266
第三节 生态分布和意义	267
第四章 水生维管束植物	268
第一节 营养器官的形态学特征及对水环境的适应	268
第二节 繁殖	271
第三节 常见种类	272
第四节 生态分布和意义	277
第五篇 水产饵料生物的培养(增殖)	279
第一章 水产饵料生物的室内培养	279
第一节 藻类培养方法简介	279
一、藻类的生长模式	279
二、藻类的培养方式	280
三、培养液的配制及举例	280
四、藻种的分离培养	282
五、藻种的选择、接种和保存	283
六、管理及采收方法	284
七、分析技术	285
第二节 浮游动物集约化培养简介	287
一、浮游动物培养所需要的一般条件	287
二、淡水枝角类及蒙古裸腹溞的培养方法	287
三、轮虫的培养方法	288
四、原生动物的培养	291
五、卤虫的培养	291
第二章 水产饵料生物的敞池增殖	301
第一节 单胞藻的敞池增殖	301
一、一般增殖	301

二、特殊类群的增殖	302
三、养殖水体的浮游植物及其宏观鉴别	303
第二节 轮虫的敞池增殖	308
一、轮虫休眠卵的形态和鉴定	309
二、轮虫休眠卵的采集、分离和定量	313
三、提高池塘轮虫生物量的途径	313
第三节 枝角类的敞池增殖	317
一、适宜种类的选择	317
二、淡水裸腹溇的增殖	317
三、蒙古裸腹溇的培养	318
附录:实验指导	320
实验一 蓝藻门的常见种类及其细胞结构	321
实验二 隐藻门、甲藻门、金藻门、黄藻门的常见种类及其细胞结构	323
实验三 裸藻门、绿藻门(团藻目、四孢藻目)的常见种类及其细胞结构	324
实验四 绿藻门(除团藻目)的常见种类及其细胞结构	325
实验五 硅藻门的常见种类及细胞结构	327
实验六 浮游植物定量	330
实验七 原生动物的形态与分类	333
实验八 轮虫的形态与分类	336
实验九 枝角类的形态与分类	340
实验十 桡足类的形态与分类	342
实验十一 其它甲壳动物	343
实验十二 浮游幼虫与浮游动物定量	344
实验十三 环节动物的形态与分类	348
实验十四 软体动物的形态与分类	351
实验十五 水生昆虫的形态与分类	353
实验十六 水生维管束植物	354
主要参考文献	360

绪 论

一、水产饵料生物学的定义、内容和任务

水产饵料生物学是研究作为经济水生动物饵料的浮游生物、水生大型植物和底栖生物的科学。广义上它包括水产饵料生物的形态、分类、生理、生态和经济意义,但鉴于生理、生态已设独立学科,所以本书所涉及的内容主要是有关水产饵料生物的形态、分类及其主要类群的增殖(培养)和利用。对于那些已列入相关课程的经济水生动物、植物,如经济海藻、经济贝类、经济甲壳动物、棘皮动物、腔肠动物等,本书不多费篇幅;对于那些饵料价值不大,但有一定分类意义者,如轮藻、挺水维管束植物等仅做简要叙述。

主要种类的增殖(培养)利用,是饵料生物学的重要内容,包括室内工厂化和室外敞池培养利用两个方面。鉴于前者已有专著“生物饵料培养”,本书将着重讲述有关饵料生物的室外敞池增殖利用问题,对室内工厂化培养仅做概要介绍。

水产饵料生物学是一门实践性极强的学科,学习的最终目的就是为渔业生产服务。其任务是在学习各类水生动物、植物生物学特征和种类鉴定的基础上,着重了解重要饵料生物的饵料价值和个体生态,并初步掌握其培养(增殖)、利用的理论与方法。

二、水产饵料生物学的研究概况

几乎任何天然水体都有生命存在,人类在与海洋、湖川、池沼各类水体的接触和利用中逐渐发现和记录了水生生物的种类及其分布和生活史,首先被注重的是鱼类和其他大型生物。自莱文豪克(Leewenhoek, 1632 ~ 1723)研制和改善显微镜后,微型和小型生物才得以深入研究。莱氏本人首先发现轮虫和一些单细胞生物。

早在 1815 年,Forbes 就用底拖网采集并观察了海岸底栖生物的分带现象。1845 年穆勒(J. Muller)在德国沿海用浮游生物网采集浮游生物并进行浮游生物研究。1867 年德国人汉生(Hensen)率远征队去大西洋采集和调查浮游生物的种类和分布,首先创用了“浮游生物(Plankton)”一词。1868 年穆勒首次用拖网在瑞士湖泊采到浮游生物并做了很多分类工作,1869 年瑞士学者佛列尔(F. A. Forel, 1841 ~ 1912)研究了日内瓦湖的底栖动物。早期在水生生物形态分类研究中做过较多贡献的还有 Sars(1900)、Mayer(1910)、Schmidt(1935 ~ 1937)、Kofoid(1903)、Birge & Juday(1911 ~ 1922)、Ward & Whipple(1918)等等。

二十世纪以后,水生生物学的研究中心逐渐转向生态、生理等方面,但形态、分类的工作仍不断有报道。发达国家已出版了一系列本国水生动植物分类的专著或藻类志、动物志等。

近代,随着西方工业的发展,一些国外科学家来到中国,研究并发表有关我国水生生物的论文报道,但都是零星和分散的。直至上世纪 20 年代,我国才有自己的科学家,对我国部分水域进行区系调查,并在条件极差的情况下,在水产饵料生物学领域取得了一定的成果,如饶钦止,李良庆在藻类方面,王家楫、倪达书在原生动物方面所做的工作。

新中国成立 50 年来,随着科学技术的发展,包括饵料生物在内的水生生物的研究得以全面开展,并取得显著成绩,归并起来有如下几方面:

1. 分类工作有新进展

除发表了大量的论文外,出版了许多分类专著如裴鉴、单人骅(1952)的《华东水生维管束植物》,饶钦止等(1955)的《湖泊调查基本知识》,王家楫(1961)的《中国淡水轮虫志》,金德详等(1965)的《中国海洋浮游硅藻类》,郑重等(1965)的《中国海洋浮游桡足类》,蒋燮治、堵南山(1979)的《淡水枝角类》,沈嘉瑞等(1979)的《中国动物志——淡水桡足类》,胡鸿钧等(1980)的《中国淡水藻类》,蒋燮治等(1983)的《西藏水生无脊椎动物》,郑重等(1984)的《海洋浮游生物学》,饶钦止(1988)的《中国淡水藻志——鞘藻目》,杨德渐、孙瑞平(1988)的《中国近海多毛环节动物》,齐雨藻等(1995)的《中国淡水藻志——硅藻门中心纲》,朱浩然等(1997)的《中国淡水藻志——色球藻目》,施之新等(1999)的《中国淡水藻志——裸藻门》,沈蕴芬等(1999)的《原生动植物学》等等先后出版,为我国水产饵料生物学的研究铺平了道路。

2. 开展不同水域的渔业资源调查

在海洋方面,上世纪50年代,中科院海洋所对黄、渤海进行综合调查,1958年进行全国海洋综合调查,1980年进行全国海岸及海洋资源综合调查等。在内陆水域方面,50年代中苏合作对黑龙江进行综合考察;中国科学院水生生物研究所对长江中、下游的湖泊和青海湖进行了调查;80年代初由各省、市水产研究机构和几所水产高等院校协作,对长江、黄河、黑龙江、珠江四大水系的渔业资源进行综合调查;大连水产学院等单位开展了内陆盐水及其生物资源的调查和利用的研究。所有这些工作为水产饵料生物学的区系和分布提供了丰富的资料。

3. 在生物饵料培养利用方面取得成效

在单胞藻培养方面,青岛海洋大学、中国科学院水生生物研究所、海洋研究所等建立了比较完整的藻种室,可随时为生产、科研单位的藻类培养提供种源;水生生物研究所进行了固氮蓝藻的培养和在农业、渔业中利用的研究;海南、广东建起了多处螺旋藻培养基地,其产品已广泛应用于水产品育苗生产中;曾被视为害藻的螺旋鱼腥藻 *Anabaena spiroides* 经陕西省水产研究所多年研究,证实其为鲢易利用的优质饵料,并在大面积培养方面做了大量工作。

在轮虫培养方面,继上世纪50年代引进日本工厂化培养技术后,近年,李永函等利用广泛蕴藏于水体沉积物中的休眠卵,在土池中大量增殖轮虫获得成功,并已在淡、海水苗种生产中,特别是河蟹土池生态育苗中得到应用。

枝角类作为“鱼虫”,早在我国民间养鱼中采用。十几年前何志辉从晋南采集到盐水枝角类—蒙古德腹溞 *Moina mongolica* 驯化于海水中,并对其生物学和培养方法进行了深入的实验研究,为大规模增殖作为海水苗种生产新的活饵料奠定了基础。

随着沿海卤虫资源的急剧下降,内陆盐湖资源开发已引起人们的关注。上世纪末,由黑龙江、新疆、内蒙古等水产研究所,对西北地区盐湖卤虫资源进行了为期4年的调查,发现有卤虫的盐湖31处,水面1620 km²,为卤虫资源利用开拓了新领域。

第一篇 浮游植物

植物界按其进化系统分为低等和高等植物两大类。低等植物的植物体无根、茎、叶的分化,又称叶状体植物。此类植物雌性生殖器官为单细胞,无胚,包括细菌、藻类、粘菌、真菌、地衣。高等植物的植物体有茎叶的分化,故又称茎叶体植物。此类植物雌性生殖器官为多细胞组成。包括苔藓、蕨类和种子植物。蕨类植物、种子植物具有根、茎、叶的分化,且有维管束组织,故又称维管束植物。生活在水中的植物称为水生植物,包括从低等的细菌、藻类到高等的种子植物。

浮游植物(phytoplankton)是一个生态学概念,是指在水中营浮游生活的微小植物,通常浮游植物就是指浮游藻类,主要包括蓝藻门(Cyanophyta)、硅藻门(Bacillariophyta)、金藻门(Chrysophyta)、黄藻门(Xanthophyta)、甲藻门(Pyrophyta)、隐藻门(Cryptophyta)、裸藻门(Euglenophyta)和绿藻门(Chlorophyta),而不包括细菌和其它植物。

浮游植物在水体中是鱼类和其他经济动物的直接或间接的饵料基础,是水域的初级生产者,也是水中溶解氧的主要来源。在决定水域生产性能上具有重要意义,与渔业生产有十分密切的关系。

本篇介绍属于低等植物的浮游植物——浮游藻类。

第一章 藻类概述

藻类是低等植物中的一个大类,它同花草树木一样具有叶绿素,能利用阳光进行光合作用,将无机物转变成有机物。藻类植物整个藻体都能吸收营养制造有机物质,不需要高等植物那样花相当多的能量消耗在支持器官上。藻类植物体形态多样,许多种类要用显微镜或电镜才能观察清楚。形态结构、繁殖方法也简单。通常以细胞分裂为主,当环境条件适宜、营养物质丰富时,藻体个体数的增长非常快速。藻类分布十分广泛,各种水域中均有。有些种类在小水体和浅水湖泊中常大量繁殖,使水体呈现色彩,这一现象称为“水华”(water bloom)。有些种类在海水中大量繁殖,形成“赤潮”(red tide)。

一、主要特征

藻类(algae)属于低等植物,分布甚广,绝大多数生活于水中,大小不一,小的肉眼看不见,只有几微米(如小球藻 *Chlorella* 3~5 μm),大的长达60 m(如海洋中的巨藻 *Macrocystis phrifera*);没有真正的根、茎、叶的分化。藻类植物体通常可以看作是简单的叶,故又称叶状体植物。藻类具有叶绿素,整个藻体都有吸收营养、进行光合作用的能力,因此一般均能营自养生活。

藻类的生殖单位是单细胞的孢子成合子。虽然高等藻类的生殖单位可以是多细胞构造,但均直接参与生殖作用,不分化为生殖部分和营养部分。藻类的生活史中没有在母体内孕育着具有藻体雏形胚的过程。

简单说来藻类是无胚而具叶绿素的自养叶状体孢子植物。

二、形态构造

藻类藻体形态多种多样,有单细胞体、群体、多细胞体。单细胞体种类大多营浮游生活,为小型或微型藻类,藻体常为球形、椭球形、圆柱形、纺锤形、纤维形、新月形等;群体类型的种类常呈球状、片状、丝状、树枝状或不规则团块状,丝状体又可分为由单列细胞组成的不分枝丝状体和呈有分枝的异丝性丝状体,分枝以侧而相互愈合而成盘状假薄壁组织。藻体的形态以及群体中的细胞数目、排列方式、细胞的相互关系都是分类的重要依据。总之,藻类细胞具有趋同性,球形或近似球形,是有利于浮游生活的适应。

藻体细胞结构都可分化为细胞壁和原生质体两部分。后者包括细胞质和细胞核,原生质内有色素或色素体、蛋白核、同化产物等。

1. 细胞壁 藻类大多数种类都有细胞壁,少数种类没有细胞壁。

无细胞壁的种类有以下几种类型,体全裸露,表层不特化为周质体(Periplast,也叫表质),细胞可变形。藻体细胞质表层特化成为一层坚韧有弹性的周质体,具周质体的种类藻体形态较稳定。周质体表而平滑或具纵走条纹或具螺旋绕转的隆起,或附有硅质或钙质小板,有的硅质板上还有刺。

某些藻类还具特殊性的细胞壁状的构造——囊壳(Lorica)。囊壳中无纤维质,但常有钙或铁化合物的沉积,常呈黄色、棕色甚至棕红色。囊壳形状一般并不与原生质体一致,内壁不紧贴在原生质体的表面,中间有较大的空隙,其中有水充塞,因此,原生质体在囊壳中常可自由伸展和收缩,或向四周作螺旋绕转。囊壳的形状、开孔、附属物(如棘、刺、疣状突起等)在分类上,尤其在属、种的鉴定甚至分科鉴定上具有重要意义。

有细胞壁的种类,构造亦不完全一致,一般随各门藻类不同而不同。大多数藻类(如绿藻)的细胞壁主要是由外层的果胶质和内层的纤维质组成。硅藻门的细胞壁主要由硅质组成,即外层为二氧化硅,内层为果胶质。黄藻门的某些种类细胞壁由果胶质组成。褐藻和红藻细胞壁的主要成分是藻胶,其中前者为褐藻胶,后者为琼胶类。还有些藻类细胞壁为原生质体的分泌物,坚韧而具有一定的形状,表而平滑或具有各种纹饰、突起、棘、刺等,这些突起物对藻体营浮游生活具有特殊意义。一个细胞的细胞壁多数是一个完整的整体,硅藻细胞壁为两个“U”形节片套合而成,黄藻常为两个“耳”形节片组合而成,而甲藻的细胞壁则是由许多小板片拼合而成的。

2. 细胞核 除蓝藻细胞无典型的细胞核外,其余各门藻类的细胞大多具有一个细胞核,少数种类具有多个细胞核。细胞核具有核膜(nuclear membrane),内含核仁(nucleolus)和染色质(chromatin),这种细胞核叫真核(eukarya)。这类生物因而被称为真核生物(eukaryote)。

3. 色素(pigment)和色素体(chromoplast) 据对藻类的生物化学分析可知,各大门类几乎各具特殊的色素。色素成分的组成极为复杂,可分为4大类,即叶绿素(chlorophyll)、胡萝卜素(carotene)、叶黄素(lutein)和藻胆素(phyco-belin)。各门藻类因所含色素不同,因此藻体呈现的颜色也不同,如绿藻门为鲜绿色,金藻门呈金黄色,蓝藻门多为蓝绿色等。叶绿素有a、b、c、d、e 5种类型,所有的藻类均含有叶绿素a($C_{55}H_{70}O_5N_4Mg$, $mv = 893$)。叶绿素b($C_{55}H_{70}O_4N_4Mg$, $mv = 907$)则仅存在于绿藻、裸藻和轮藻,这几门藻类的叶绿素组成

与高等植物相同,植物体呈绿色。叶绿素c存在于甲藻、隐藻、黄藻、金藻、硅藻和褐藻门,而红藻有叶绿素d、红藻红素和红藻蓝素。胡萝卜素中最常见的是 β -胡萝卜素,存在于各门藻类中。藻胆素只在蓝藻、红藻及隐藻中发现。因此,可以说藻类所共有的色素为叶绿素a和 β -胡萝卜素。褐藻含有褐藻素。

除蓝藻和原绿藻外,色素均位于色素体内。色素体是藻类光合作用的场所,形态多样,有杯状、盘状、星状、片状、板状和螺旋带状等。色素体位于细胞中心(称轴生)或周边,靠近周质或细胞壁(称周生)。

4. 同化产物 由于各门藻类的色素成分不同,所以光合作用制造的营养物质——同化产物及转化的贮藏物质也不相同,例如蓝藻门为蓝藻淀粉,金藻门为金藻糖(白糖素)及脂肪,黄藻门和硅藻门以脂肪为主,裸藻门为副淀粉,甲藻门为淀粉或淀粉状化合物,绿藻门为淀粉。绿藻和隐藻的贮藏物都在色素体内,而其他藻类的贮藏物均在色素体外。红藻的同化产物为红藻淀粉(floridean starch),褐藻的同化产物为褐藻淀粉(Laminarin)及甘露醇(mannitol)。

5. 蛋白核(pyrenoid) 蛋白核是绿藻、隐藻等藻类中常有的一种细胞器,通常由蛋白质核心和淀粉鞘(starch sheath)组成,有的则无鞘。蛋白核与淀粉形成有关,因而又称之为淀粉核,其构造、形状、数目以及存在于色素体或细胞质中的位置等,因种类而异。绿藻门色素体上大多具有1个或多个蛋白核。

6. 鞭毛(flagellum) 鞭毛是一种运动胞器。藻类的鞭毛是由11根细微的纤维组成,其基本结构是9+2,即周围有9根较粗的纤维围绕着中央2根较细的纤维。较粗的9根纤维内有双联微管,较细的2根纤维内具单根微管。鞭毛基部纤维则呈“9+0”图形,即周围由9个三联微管组成,中央没有微管。因此,可以说鞭毛是由微管组成的微器官。鞭毛有尾鞭型和茸鞭型两种类型,前者表面光滑,后者表面具微细茸毛,即具有1~2列横向羽状的短鞭毛(图1-1)。鞭毛除蓝藻门和红藻外,其余各门藻类均有营养细胞和生殖细胞具鞭毛或仅生殖期具鞭毛的种类。

除蓝藻和红藻外,藻类生殖时期产生的动孢子和配子,都具鞭毛。金藻门、裸藻门、甲藻门的绝大多数以及黄藻门和绿藻门中的一部分种类,其营养时期的细胞也具鞭毛,能运动。鞭毛的数目、长短、着生位置,运动形式等各门有所不同。有2根的,也有1、3、4、6、8以至组成环状多数的。鞭毛2植有等长、近于等长、不等长或长短悬殊的。鞭毛有比体长短的、有等于体长的或为体长2、3、5、6倍以上的。鞭毛有着生细胞顶部两侧或细胞前端口沟或凹穴处,或着生于侧面的凹穴处等等。鞭毛伸展方向,有向前方的,有一条向前另一条横向伸展的;有一条居于腰部的沟内,另一条向后方伸展的等。

有鞭毛能运动的藻体常具有眼点、伸缩泡、胞口、胞咽等胞器。眼点为桔红色,呈球形、椭圆形,多位于细胞前端侧面,具有感光作用。

三、藻类的生殖方式

生殖是指由母体增生新个体的能力,也可称为繁殖。藻类的生殖方式可分为营养生殖(vegetative reproduction)、无性生殖(asexual propagation)和有性生殖(sexual propagation)。有性生殖在藻类中不普遍也不经常发生。

(一)营养生殖

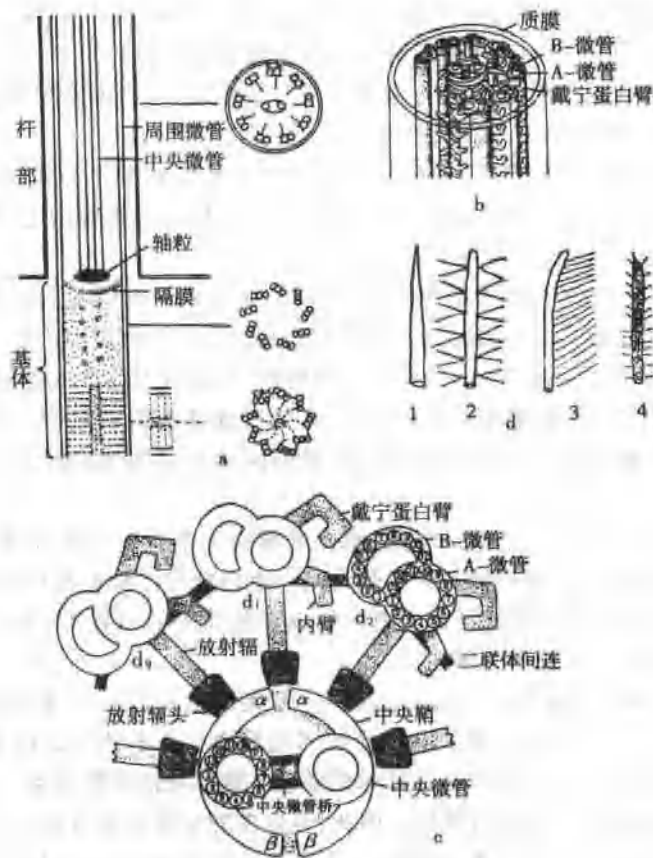


图 1-1 鞭毛的结构及类型(仿各作家)

a. 轴纤丝纵切面而水平上的横切面; b. 基体以上部分纤丝的三维结构;
 c. 基体以上部分轴纤丝横切的局部放大; d. 鞭毛的类型: 1. 尾鞭型;
 2-4. 茸鞭型

营养生殖是一种不通过任何专门的生殖细胞来进行繁殖的方式。细胞分裂是最常见的一种营养生殖。在单细胞种类中,是通过细胞分裂来繁殖,即由一个母细胞连同细胞壁均分为两个子细胞。分裂的方向,有的只有 1 个,有的则有 2 个或 3 个。在适宜的环境条件下,由这种方法增加个体是非常迅速的。而在群体和多细胞体的藻类中,是通过断裂来繁殖,即一个植物体分割成为较小的群体或多细胞体。这种繁殖方法也和细胞分裂相似,在环境良好时,数量的增加也很迅速。

(二)无性生殖

通过产生不同类型的孢子来进行生殖,即孢子生殖。孢子是在细胞内形成的,这与细胞分裂不同,先是核的分裂,随后为细胞质的分裂。核分裂的次数,各门藻类大体上是一定的,细胞质的分裂,有的是在细胞核都分裂完毕后才发生,有的是随着核的每次分裂而分割。这样分裂的结果,在一个母细胞内形成 2 的倍数的小细胞,即是孢子。孢子离开母细胞后即成新个体。

产生孢子的母细胞叫孢子囊,孢子不需要结合,一个孢子可长成为一个新的植物体。

孢子的类型有动孢子、不动孢子、厚壁孢子、似亲孢子、休眠孢子、内生孢子(endospore)和外生孢子(exospore)等。

1. 动孢子(Zoospore) 又称游泳孢子。动孢子细胞裸露,有鞭毛,能运动。

2. 不动孢子(aplanospores) 又称静孢子。孢子有细胞壁,无鞭毛,不能运动。不动孢子在形态构造上和母细胞相似的称为似亲孢子(autospore)。

3. 厚壁孢子(akinetes) 又称原膜孢子或厚垣孢子。有些藻类在生活环境不良时,营养细胞的细胞壁直接增厚,成为厚壁孢子;有些种类则在细胞内另生被膜,形成休眠孢子(hypospore)。它们都要经过一段时间的休眠,到了生活条件适宜时,再行繁殖。

(三)有性生殖

进行有性生殖的细胞叫配子。产生配子的母细胞称为配子囊。有性生殖是由雄配子和雌配子结合成为一个合子。合子形成后,一般要经过休眠才发生成新个体。有些藻类,一个合子发生一个新个体;或经分裂发生多个新个体。

配子形成合子,有四种类型:

1. 同配生殖 雌、雄配子的形态与大小都相同即同形的动配子相接合。

2. 异配生殖 雌、雄配子的形态相似而大小不同。即大小不同的两个动配子相接合。

3. 卵配生殖 雌、雄配子的形状,大小都不相同。卵(雌配子)较大,不能运动,精子(雄配子)小,有鞭毛,能运动。

4. 接合生殖 是静配子接合,即静配同配生殖。它由两个成熟的细胞发生接合管相接合或由原来的部分细胞壁相结合,在接合处的细胞壁溶化,两个细胞或一个细胞的内含物,通过此溶化处在接合管中成进入一个细胞中相接合而成合子。这种接合生殖是绿藻门接合藻目所特有的有性生殖方法。

(四)藻类的生活史

生活史(生活周期)是指某种生物在整个发育阶段中所经历的全部过程,或一个个体从出生到死亡所经历各个时期。

藻类生活史有营养生殖型、无性生殖型、有性生殖型和无性与有性生殖混合型4种类型(图1-2):

1. 营养生殖型 生活史仅有营养生殖,只能以细胞分裂的方式来进行生殖。蓝藻和裸藻等一些单细胞藻类属此。

2. 无性生殖型 是生殖细胞(孢子)不经结合,直接产生子代的生殖方式。无性生殖型是指生活史中没有有性生殖,没有减数分裂。如小球藻、栅藻等。

3. 有性生殖型 有双相型和单相型两种类型。前者生活史中仅有一个双倍体(diploid)的藻类,只行有性生殖,减数分裂(R)发生在产生配子之前。如绿藻门管藻目的一些种类,硅藻和褐藻门鹿角藻目就属于这种类型;后者生活史中是单倍体藻类,仅合子是双倍体核相(2n),即静配同配,如水绵和轮藻。

4. 无性与有性生殖混合型 是指生活史中既行无性生殖,又行有性生殖的藻类。这两个时期可随生活环境的改变而出现,也可以是生活史中相互交替的两个阶段。

(1)生活史中无世代交替 如衣藻 *Chlamydomonas*、团藻 *Volvox*、丝藻 *Ulotrix* 等,它们常是在生长季节末期才行有性生殖,是对不良环境的适应。生活史中无世代交替,其植物