

全国中等水产学校教材

淡水生物学

山东省水产学校 主编

淡水渔业专业用

农业出版社

全国中等水产学校教材

淡水生物学

山东省水产学校主编

淡水渔业专业用

农业出版社

前 言

根据1987年在哈尔滨市召开的全国水产中专教学大纲审订会通过的《淡水生物学》教学大纲的要求，以及淡水渔业专业四年制的教学计划，编写了这本全国通用教科书。

本教科书是在编者1981年出版的《淡水生物学》基础上，结合十余年来的教学实践及生产、科研的发展情况而重新写就的。

全书由山东省水产学校韩茂森、上海水产学校李本亭执笔，最后由韩茂森统一完成。

我国内陆水域江河、湖泊、池塘、水库等各类型水域星罗棋布，面积辽阔，淡水生物资源繁多。在编写中考虑到南、北方的地区差别，从而列举了南、北方具有代表性的种类，教师可根据各自的实际情况，在使用中自行选择其中一种。考虑到使用本教科书的对象中专生的特点，编写中注意了基础理论的讲述，以求学生自科学道理上提高分析和解决淡水渔业生产中的实际问题。在内容上注意了紧密联系养鱼实践，贯彻理论联系实际的原则，并适当地安排插图及表格，以加强直观性。从效益方面来说，本教科书具有双重作用，既有利于学生学习掌握，也利于他们明天从事的行业。

在编写过程中得到戴爱云、曾昭琪、石志中、束蕴芳诸先生的热情支持和鼓励，最后由严生良、刘志圣、薛玲玲诸先生对整个书稿进行了认真而细致地审订；杨秀兰、郝彦周同志对初稿也提了些宝贵意见，谨向他们致以谢忱。限于水平，如有错误与不当之处，恳请读者批评指正。

限于篇幅及时间仓促，书中所有插图，没有完全注明来源，参考文献亦有省略，请各作者见谅。

编 者

1992. 2

目 录

绪论	1
第一节 淡水生物学的基本概念	1
第二节 水环境的特点	2
第三节 水环境的分区及其特性	4
第四节 淡水生物的生态类群	6

第一篇 淡水植物

第一章 淡水藻类植物概论	9
第二章 蓝藻门	12
第三章 隐藻门	21
第四章 甲藻门	22
第五章 金藻门	26
第六章 黄藻门	30
附 绿胞藻纲	31
第七章 硅藻门	32
第八章 裸藻门	41
第九章 绿藻门	44
第十章 轮藻门	64
第十一章 水生维管束植物	67
第一节 水生维管束植物的生态类群特点	67
第二节 水生维管束植物对水环境的适应	68
第三节 水生维管束植物的分类	70
第四节 水生维管束植物群落	89
第五节 水生植物的经济意义	91

第二篇 淡水无脊椎动物

第十二章 原生动物	93
第十三章 轮虫类	101
第一节 轮虫的主要特征	101
第二节 轮虫的生殖	103
第三节 轮虫的分类	104
第四节 生态分布及意义	112
第十四章 淡水枝角类	115
第一节 枝角类的形态	116

第二节	生殖	117
第三节	分类	117
第四节	生态分布及意义	127
附	枝角类的培养	129
第十五章	淡水桡足类	130
第一节	桡足类概述	131
第二节	生殖与发育	133
第三节	分类	134
第四节	生态习性及其分布	142
第十六章	环节动物	144
第一节	寡毛类的主要特征	144
第二节	分类	146
第三节	水栖寡毛类的分布及意义	150
附	水蚯蚓的采集、运输	151
第十七章	蛭纲	151
第一节	水蛭的主要特征	151
第二节	水蛭的常见种类及生态	152
第十八章	淡水软体动物	153
第一节	淡水腹足类	153
第二节	淡水瓣鳃类	163
第十九章	淡水底栖甲壳动物	170
第二十章	水生昆虫	187
第一节	特征与构造	187
第二节	昆虫的生殖和发育	188
第三节	水生昆虫的分类	189
第四节	水生昆虫的生态分布及其与渔业的关系	198

第三篇 淡水生态学

第二十一章	生态学的基本概念	200
第一节	生态学的研究对象及方法	200
第二节	生态系统	201
第三节	生物与环境关系的基本概念	204
第二十二章	光的生态作用	205
第一节	光的一般生态意义	205
第二节	光对水生植物的生态作用	207
第三节	光与水生生物的行为	213
第四节	光与生物的生命过程	216
第二十三章	温度的生态作用	217
第一节	水体温度状况的特点	217
第二节	水生生物的极限温度	218
第三节	温度与水生生物的生长发育	222
第四节	温度与浮游生物的季节变化	226

第二十四章 溶解盐类与水生生物的相互关系	229
第一节 水体按盐度的划分	229
第二节 水生生物与环境渗透压的关系	232
第三节 盐类与生物的相互关系	233
第四节 离子的拮抗作用和协同作用	239
第二十五章 溶解气体与水生生物的生态作用	240
第一节 溶解氧与水生生物的关系	240
第二节 CO_2 及其它气体与水生生物的关系	248
第二十六章 其它非生物因素的生态作用	251
第一节 氢离子浓度 (pH) 值的生态作用	251
第二节 溶解有机质和悬浮物的生态作用	254
第三节 栖息基底、水位、水流等的生态作用	255
第二十七章 水生生物的食物关系	259
第一节 食物关系的基本概念	259
第二节 动物摄食与食物选择	261
第三节 水生动物的食性和食性改变	265
第四节 食物链及其在渔业上的意义	268
第二十八章 水体渔业生产力	271
第一节 水体渔业生产力的基本概念	271
第二节 水体渔业生产力的估算	273
第二十九章 水域污染	277
第一节 水体污染	277
第二节 水体污染的生物学监测	280
第三节 水体富营养化及增温化	284
第四节 污水的生物处理	285
附 淡水生物的调查研究方法	288
第一节 浮游生物的调查研究方法	288
第二节 底栖动物及水生维管束植物的调查研究方法	294
参考文献	298

绪 论

第一节 淡水生物学的基本概念

一、淡水生物学的定义、内容 淡水生物学 (Fresh-water Biology) 是研究淡水生物, 尤其是与淡水渔业生产发展关系密切的淡水生物, 是研究这些生物类群的形态、分类、生理、生态、分布及其经济意义的一门科学。

众所周知, 淡水水域环境中栖居着的淡水生物种类繁多, 其中属植物范畴与淡水渔业关系密切的当属藻类和水生维管束植物; 属动物部分的主要是淡水无脊椎动物。

本课程学习重点是浮游生物、水生维管束植物、底栖动物的形态、构造和分类知识以及淡水生物与其生活环境间的相互关系——生态学内容。形态分类知识是研究生态学的基础, 只有在充分认识了各大类别的淡水生物的前提下, 才能进而研究它们之间的关系以及研究生物与环境理化因素的关系。总而言之, 分类是研究生态的基础。

随着城乡工农业的发展, 人们在利用、改造、控制水体中的生物的质与量以及水体的理化环境, 迫切需要了解各种淡水生物的生活与环境的的关系。为充分合理利用水体及水资源, 提高水体生产能力, 必须加强淡水生物学的研究, 从而为发展淡水渔业, 控制和防治水体污染提出科学的论据及相应的对策。

二、淡水生物学的产生与发展 淡水生物学是直接服务于淡水渔业的一门年轻的科学, 迄今为止仅有 100 余年的发展史。促使淡水生物学发展的主要原因是渔业生产发展的需要。人们在长期从事渔业生产实践中, 逐步认识到估计水体鱼产量, 提高鱼产量, 不但要研究掌握鱼类生长、发育、繁殖、洄游等诸方面的规律, 还必须研究了解鱼类赖以生存的水环境的理化因素, 以及作为鱼类饵料的浮游生物、底栖生物的种类组成、数量分布、食物关系等各方面的状况。这无疑为淡水生物学的发展创造了前提并促进了淡水生物学的发展。此外, 由于大城市的崛起, 工业的快速发展, 城镇人口空前密集, 大量城市生活污水、工业废水的排放, 导致了水体的污染。现实要求人们多方面

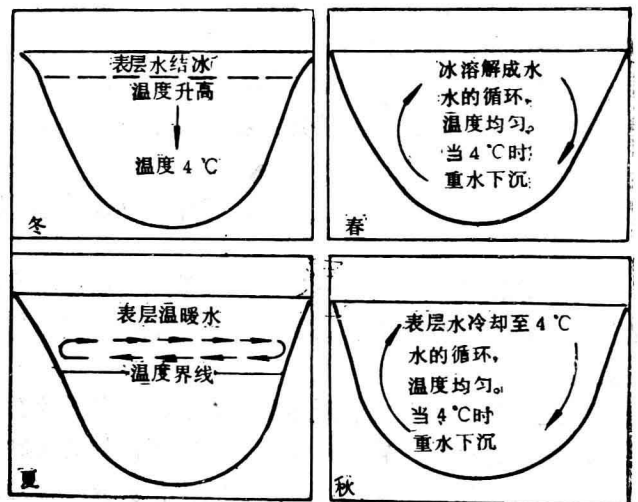


图 1 一年中湖水的循环和分层现象

(仿自 Р. Яако, 1975)

积极探索解决水域污染的方法和途径,以确保人们生活及工业用水的卫生、安全。而水域中某些淡水生物对污水的自净过程有着巨大的作用,同时,某些淡水生物出现的种类及组成,又可作为水体是否污染和污染程度的指标,从而也促进了淡水生物学的发展。

我国内陆水域极为广阔,湖泊、江河、水库星罗棋布,淡水生物资源极为丰富,这为开展淡水生物的研究工作,提供了较为有利的条件。

追溯历史,19世纪以来,世界各国相继开展了水生生物学的研究工作,并且淡水生物学与海洋生物学各自独立起来。进入20世纪后,淡水生物学的研究自形态分类又转向了生态学方面,并陆续发表了有关专著。至20世纪50年代,淡水生物学的研究重点集中到内陆水域的生物生产力方面,在研究手段上采用了新技术新方法,无论在理论上或在实践上,都有较大的进展,同时相继发表了一些有关研究论著。

我国淡水渔业历史悠久,人们通过长期的生产实践积累了对鱼类和其它淡水生物的生活习性以及它们之间和非生物之间的相互关系的丰富知识。例如四大家鱼的混养,施肥培育水质,掌握水色与饵料生物的关系即看水养鱼,以及培育鱼种时拉网锻炼等。将水生生物生态学的原理,运用到生产实践中去,使我国在世界养鱼业上享有一定声誉。建国40多年来,淡水生物学自解放前的零星分类工作转入到一个新的历史阶段,并不断涌现出令人喜悦的成绩,出版了不少专著,如《湖泊调查基本知识》、《中国淡水轮虫志》、《中国动物志》淡水枝角类卷、淡水桡足类卷等,填补了国内空白。配合渔业开发,组织进行了重点湖泊、水库、河流等水域的资源调查,从而为上述水域的渔业规划和利用提供了大量的第一手资料。进入60年代以来,以武昌东湖为重点进行了水体生产力的研究,同时对固氮蓝藻的大量培养、螺旋鱼腥藻、螺旋藻的大面积培养以及施肥培育池塘水质方面又进行了突破性的研究。尤其进入80年代以来,淡水生物学同其它科学一样进展很快,由国家统一组织进行了内陆水域渔业自然资源调查,出版了《中国内陆水域渔业自然资源》,制订了《内陆水域渔业自然资源调查规范》,统一了淡水生物学的调查研究方法,对大水面网箱养鱼的有关淡水生物学的研究取得了较大的进展,学术气氛空前活跃。尽管如此,我们与世界先进国家相比,差距仍较大,尚满足不了生产发展的需求,尤其在生态学研究方面,不论是研究方法还是研究手段仍较落后。各门学科之间的相互渗透、横向联系尚未引起足够的重视。总之,我国淡水生物学工作者,仍应深入钻研,努力拼搏,取外国之长补自己之短,结合我国实际情况,为完善适应我国国情的淡水生物学体系做出应有的贡献。

第二节 水环境的特点

一、水对水生生物的一般意义 淡水生物的生存离不开水。尽管有些淡水生物在干旱的情况下,只需少量的水甚至在暂时缺水的情况下仍能生存下去,但这只能是短时间的,终究是离不开水的。

水是动植物体内含量最多的化合物,尤其是水生生物,如水母含水量约为其体重的95%,海绵为84%,软体动物为80—92%,虾类为80%,鱼类为80—85%。在生物的生命过程中,生物体的一系列生理过程和生化反应,都是在水的参与之下进行的。

不言而喻,水是水生生物的主要生存条件,没有水就不存在水生生物。

二、水作为生物环境的主要特点 水作为淡水生物栖居环境具备如下特点

(一) 水的溶解能力 水是一种良好的溶剂, 溶解能力很强, 在天然水体中, 溶解有生物生命活动过程中所需要的各种无机物质和有机物质, 从而提供和保证了整个水环境中生物的生存和繁衍的物质基础。

(二) 水的热学特性 水的热学特性给淡水生物的生存创造了有利的条件。众所周知, 水的比热很大, 可以吸收很多的热量。每克水升高或降低摄氏 1 度, 需要吸收或放出的热量为 1 卡, 即水的比热为 1 卡/克·度。在同等情况下, 水比其它物质吸收或放出的热量都多, 如空气的比热为 0.24 卡/克·度, 铁的比热为 0.11 卡/克·度。水的导热率很低, 热量的吸收或放散的过程都很慢。此外, 水的蒸发潜热在所有的物质中也是最大的。在蒸发过程中, 每克水需要吸收 536 卡热量, 这就使水的温度比较稳定, 不会像陆地那样常随着气温的变化而迅速发生剧烈的变化。这对于生活在水中的绝大多数变温动物所需要的生活环境是相适应的。温差变幅小, 对它们的生活是有利的。水的溶解潜热也很大, 1g 0℃ 的冰变成 0℃ 的水, 需要吸收 80 卡热量, 而 1g 0℃ 的水变成 0℃ 的冰, 也需放出相同的热量。所以, 天然水体不易结冰或不易全部结冰。此外, 水在冷却时的特性亦不同于一般液体。在温度降至 4℃ 以前, 水越冷, 密度越大, 达 4℃ 时水的密度最大; 当温度继续下降, 水的密度越来越小。当达到 0℃ 结冰时, 水的体积就膨胀的相当大。因此, 冰浮在水面上, 水面冰层阻碍了冰下水失热速度。除非水很浅, 一般水体是不会全部结冰的。水的这种热学特性, 正是鱼类和其它水生动物即便在较冷的气候条件下仍可在冰下的水层中存活的原因。

(三) 水的密度与浮力 水的密度大, 粘性高, 如以水的密度为 1 时, 空气的密度仅为 0.0013。这有利于比重较小的水生生物在水中保持悬浮状态生活, 形成了水环境中特有的生态类群——浮游生物。由于水的密度大, 自然其浮力也大, 形成了水环境中水生生物特有的形态构造。如许多水生动植物不需要有坚强的骨骼或机械组织支撑身体, 即可在水中生活。相比之下, 陆地上类似这样构造的动植物是难以存活的。还有的动物如鲸类等巨大的动物, 若不是水的支持力, 一旦它们游于浅滩搁浅, 其自身的重量就会将自己压死。当然, 水的密度大, 阻力亦大, 水中快速游动的动物, 为了克服阻力, 其体型几乎都呈鱼雷形。

(四) 水的流动性 水域中的水, 经常处于各种形式的运动状态之中, 除了重力作用引起的自高处流向低处, 还有因季节、温度等因素引起的水的密度变化而产生的垂直流转和涡动。每年冬去春至, 热量使水面的冰溶化, 表层水温上升, 密度增加; 当水温达 4℃ 时, 这层水降至下层, 而下层密度小的水升至上层, 从而产生对流。此时, 外加风力的影响, 对流可使整个水体发生混合, 直至水体上下都是 4℃ 时为止。这样水体底层的养分和上层充足的溶氧, 对浮游生物的生长十分有利, 原底层有害气体也得以及时消除。夏季, 气温升高, 上层水温高于 4℃ 时, 它又比底层水的密度小, 这样上层水不再趋于下沉。上下混合作用停止, 仅在上层的加热层内有垂直循环, 整个夏季是冷而密度大的水留在底层。由于表层水温高于底层, 因此通称这种分层为“正分层”。至秋季, 温度又开始降低, 水面的热量散失, 表层水温降至 4℃ 时, 又开始下沉, 开始了秋季对流, 借助风力整个水体再次动荡混合。当温度继续下降时, 表层水的密度变小, 直至结冰。来年春季水又上下循环, 再重新开始对流。

我国北方地区, 四季分明, 以上所述水的运动情况都可能存在。一般情况下, 春、秋两季多发生上下混合流转, “正分层”与“逆分层”分别在夏、冬季出现。而我国南方,

全年水温都在4℃以上,一般是春、夏趋于正分层,秋、冬趋于上下混合流转。当日温差变化较大时,水的停滞和流转常以白天趋于正分层,夜晚趋于混合流转。

水的流动,对水中栖居的生物具有重要的意义。水的水平和垂直的流动可使气体、热量向深层传播,也可使营养盐类和气体在水中的分布趋于均匀,这有利于浮游生物的生长、繁殖。同时对各类生物扩大空间分布和充分利用水层提供了条件,因此生物在水域中分布是最广的。水生动、植物的繁殖,对水流有很大的依赖性,如有些鱼类,只有在一定速度的水流刺激下,才能顺利地产卵繁殖;一些水生维管束植物,如金鱼藻(*Ceratophyllum*)、茨藻(*Najas*)、眼子菜(*Potamogeton*)和苦草(*Vallisneria*)等的花粉都是依靠水的流动为媒介将花粉传播而受精的。

水的流动速度也可看为一个限制因子,特别是在河流中,流速不同,生物不仅种类和数量不同,代谢类型也不同。如原栖息于长江的鲢鱼,较在水库、池塘生长的速度明显得快,见表1。

表1 鲢鱼在不同水体的生长速度

(吴大志, 1987)

年 龄	体 长(cm)						体 重(kg)					
	体 长			年 增 长			体 重			年 增 重		
	长 江	清河水库	广东池塘	长 江	清河水库	广东池塘	长 江	清河水库	广东池塘	长 江	清河水库	广东池塘
1	29.8	27.5	15.0	29.8	27.5	15.0	0.49	0.42	0.067	0.49	0.42	0.067
2	48.2	42.2	50.0	18.4	14.7	35.0	2.03	1.27	1.87	1.54	0.85	1.80
3	58.4	50.4	57.6	10.2	8.2	7.6	3.50	2.24	4.65	1.47	0.97	2.78
4	66.7	61.6	60.3	8.3	11.2	2.7	5.31	4.25	5.34	1.81	2.01	0.69
5	72.9	67.5	63.0	6.2	5.9	2.7	7.62	5.50	6.40	2.31	1.25	1.06
6	82.7	76.5		9.8	9.0		10.76	8.50		3.14	3.00	

常言道“流水不腐”,这是由于流水的富氧为特征的水化学特点所决定的。因此,生活在流速较大的水体中的动物,对氧尤为敏感。由于适应不同流速的生活环境,其在形态构造上也有差别。

水的流动给水中固着动物带来了饵料的同时,也将水生动物代谢废物消散、带走,使水环境的生活条件,处于经常周期性循环更新。这也正是水中固着动物之所以能生存的原因。

当前,蓬勃开展的水产养殖中,人们大力发展网箱养殖及流水养鱼,就是充分利用了水的流动性的特点。

综上所述,水的特性,对水生生物的生活是比较理想的环境,但也应注意到水环境的溶氧状况、光照条件远不及陆地优越,成为限制动、植物在水体中垂直分布和生物量的重要原因。此外,波浪及洪水的冲击,也对水生生物产生不利的作用。

第三节 水环境的分区及其特性

各类水体都有其各自的物理、化学特性,其中栖息繁衍的生物也不尽相同。为研究方便,将水体划分成若干级生活区(以湖泊为例)。水体中最基本的生活区为水底区和水层区。

水底区包括所有水底部分；水层区包括整个水层部分。根据典型的湖泊构造，上述两个区中又可以分为若干次级生物区（图2）。

一、水底区的分区及特征 水底区指自水边开始，沿水底直至湖泊最深处的整个湖盆底部皆属水底区。就其理化及生物学特性又可划分为3个生态带（生物区）：

（一）沿岸带 由水边开始，向下延伸至沉水植物生长的下限，其深度下限一般为6—8m。沿岸带的特点是：

1. 水位常有变动。2. 波浪作用较为强烈（水生植物多时可以减弱）。

3. 水温变化幅度较大（在北方冬季通常结冰）。4. 光照条件一般情况下较好。5. 水中溶氧及溶解盐类较丰富。当然，湖岸的曲折程度、倾斜度、底质性状等对上述特点也有一定程度的影响。

上述诸特点总的来看有利于水生生物的生活，因此在沿岸带水域，生物的种类丰富、数量较大，其中尤以软体动物与水生昆虫占绝对优势。就整个水底区而言，沿岸带是生物量最大的地带。这里不但有着鱼类的饵料，同时又是幼鱼躲避敌害、觅食栖居的场所，而且水生维管束植物还可做为产粘性卵鱼类的天然产卵场，这在渔业上具有重要的意义。

（二）亚沿岸带 这一带为沿岸带以下至深水带的过渡区，一般无大型植物生长，只有苔藓植物及少数轮藻。不论是光照条件还是氧气状况，都较沿岸带差，但波浪作用小，温度变化幅度相对也小。这一带生物的种类、数量都较少，但冬季沿岸带的有些动物将移居这一区域越冬。

（三）深水带 亚沿岸带以下全部深水部分。这一带通常堆积着富含有机质的软泥，湖龄越老，湖底越平坦，有机质沉积越丰富。这一带光照十分微弱或没有光线，温度较低，氧气条件差，周年变化小，环境较稳定。在这种情况下，几乎没有植物生长，动物的种类也十分贫乏，仅有少数水生昆虫（如摇蚊幼虫）、水生寡毛类（如水蚯蚓）等可以生活。

二、水层区的分区及其特征 水层区乃指整个水层部分。大而深的湖，按水平方向又可分为两个区，即沿岸区和湖心区。

（一）沿岸区 指沿岸带以上的浅水部分。沿岸区的主要特征是光线可以透射到水底，其理化性状同上述沿岸带。

（二）湖心区 指沿岸区以外的开阔部分。如果是深水湖泊，湖心区在垂直方向还可分为表水层与深水层。表水层系指光线可以射到的水层，其深度随湖泊的透明度而有差异，深水层是没有光线的。该区的生物特征是只有浮游生物和能游泳的动物及鱼类。

以上分区，适合于大型的深水湖泊，在浅水湖泊就难以划分出深水带及典型的湖心区。如江淮流域及千湖之省湖北的诸湖泊大都较浅，因此，没有深水带及典型的湖心区的理化

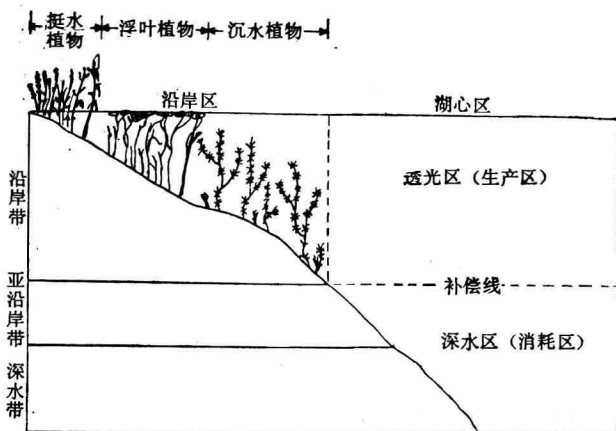


图2 湖泊或水库的分区

（按 Slack 等改绘）

条件及生物学特征。

第四节 淡水生物的生态类群

人们按照水环境理化和生物学特点，将水域环境划分为两大基本生活区，即浮游区（水层区）和底栖区（水底区）。每一个生活区中都栖息着在形态、生理和生活方式上与该区环境条件相适应的生物类群，它们共分四大生态类群，即浮游生物、漂浮生物、自游生物及底栖生物（包括水生维管束植物与底栖动物），见图 3。

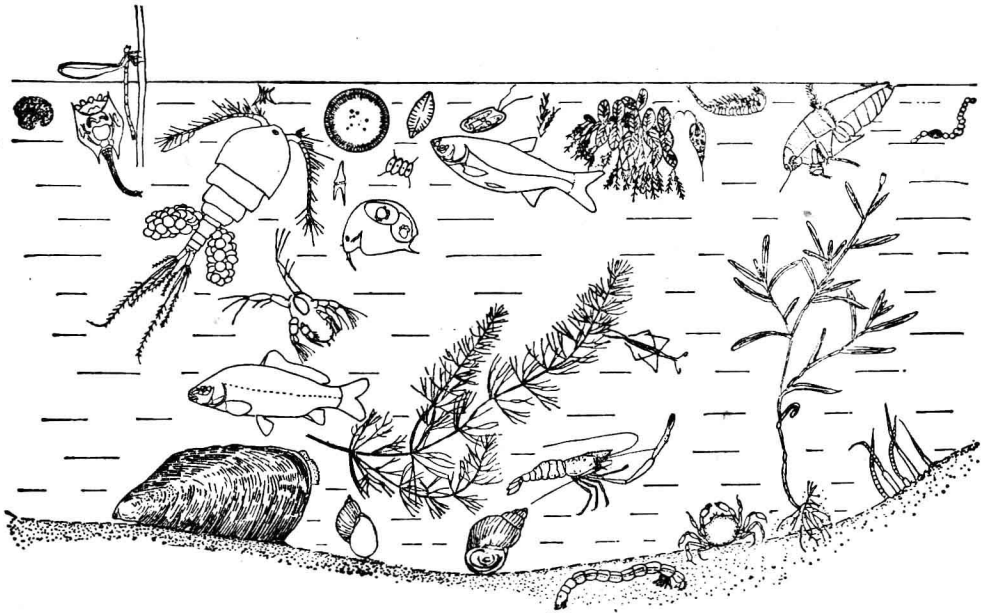


图 3 淡水生物的生态类群
(仿韩茂森, 1978)

一、浮游生物 (plankton) 泛指在水层区营浮游生活的生物。它们缺乏游动能力或游动能力很微弱，常随波逐流，个体微小，肉眼难以观察到，需借助显微镜观察其形态构造。通常数量大、分布广、种类多，人们根据其营养方式又分为浮游植物与浮游动物两大类。浮游生物是水环境中鱼、贝、虾等淡水动物的主要饵料，是水域生产力的重要指标。

浮游生物是水环境中的一个特殊生态类群。其之所以能营浮游生活，一方面由于水的密度较空气大，具有一定的浮力，为浮游生物提供了营浮游生活的前提，另一方面，浮游生物本身也具有一系列形态、生理生态上的适应。众所周知，生物体活的原生质比重（平均1.04）比水大，因此在静止状态下，它们总是会逐渐下沉的。浮游生物要维持在水层中营浮游生活，就必须克服这个矛盾，起码要尽可能地减缓其下沉速度，才有利于它们的生存。浮游生物在长期的生活过程中产生了一系列对浮游生活的适应。

(一) 减轻体内外较重的物质

1. 外壳及骨骼的退化消失。绝大多数的种类没有外壳，即便有，壳也较薄。

2. 体内产生比重较小的物质。如许多浮游生物在体内生成诸如气体、油滴（脂肪）等，以此减轻其本体的比重。

3. 分泌粘液或形成胶质膜，以此来减轻超重或增加与水的摩擦力。

4. 增加体内的含水量。浮游生物体内的含水量通常为80—85%，个别可高达95%以上，这样可使浮游生物的比重更接近于水的比重，更易营浮游生活。

（二）增大体阻

1. 缩小体积，以此来得到较大的相对表面积，使浮游生物更易浮起。所以大多数浮游生物都很微小，尤以淡水浮游藻类更为明显，这与淡水密度小有密切关系。

2. 趋同体型。浮游生物中常可见到盘形、扁长形、刺猬形、球形、树枝状等。这些体型能使它们身体的相对面积增加而不易下沉。

3. 身体上长出角、刺、刚毛等突出物，以增大体阻，有利于浮游生活。

（三）主动地运动 当然，浮游生物主动运动能力极弱。主动运动主要依靠鞭毛或纤毛的运动和肌肉的收缩及附肢的运动两种方式。一般情况下可使浮游生物栖息于一定的水层中。

二、漂浮生物（neuston） 凡生活于水面的生物，统称漂浮生物。淡水中种类不多，根据其生活方式可区分为两类。

1. 利用水的表面张力而在水面（膜）上生活的生物，包括某些鞭毛藻类、甲壳动物的船卵溞（*Scapholeberis* sp.）等，除此之外还包括某些细菌。

2. 漂浮于水面生长的大型水生植物，诸如紫背浮萍、水浮莲、凤眼莲等。通常情况下，它们只在水面静止及风波不大的情况下才能生长良好，所以，在小水体如坑塘内生长繁殖良好。当其旺盛繁殖时，水面常呈现特有颜色的薄膜，甚至可扩掩整个小水面。如系大型漂浮植物大量繁殖时，非但掩盖整个水面，甚至可影响大气与水中的气体交换。

三、自游生物（nekton） 这一类生物具发达的运动器官，游泳能力强，可做逆水游动或长距离洄游。主要是鱼类及某些水生哺乳动物。

四、底栖生物（benthos） 或称水底生物，是由栖息于水域底部和不能长时间在水层区游动的各类生物所组成。底栖生物组成复杂，生活习性多种多样，是水体中一个较大的生态类群。底栖生物又可分为底栖植物和底栖动物两大类。底栖植物主要是水生维管束植物（水草）和附着生长的藻类。底栖动物包括动物界中各大门类动物中的很多种类，从原生动物至脊椎动物都有。底栖动物的生活方式多种多样，如爬行、匍匐、攀缘、穴居和水底暂时游动等，从而分为固着生物、周丛生物、钻蚀生物、底埋生物、水底匍匐动物及水底游泳动物共六种生态类型。

（一）固着生物 凡固着于水下其它物体上生长的生物都属于固着生物。其组成包括水底固着生活的水生高等植物和藻类、原生动物、海绵动物、甲壳动物、软体动物等。水环境中固着类型的生物之所以广泛分布，是由于水的流动性所致。由于水的流动将营养盐类、有机碎屑、浮游生物带给固着生物作为营养和饵料，同时又将它们的代谢产物、卵、幼虫、种子、孢子等带至各处，使它们既可得到充足的食物，又能广泛分布，并可达很高的密集程度。

（二）周丛生物 是指生长在浸没于水中或沉入水中的各种物体上的生物并形成丛生的现象。将这些生物冠以生态名称叫周丛生物。这类生物多以根、足或胶质柄固着在其它

物体上。如附着生长的藻类、原生动物、轮虫以及环节动物中的某些种类。比较起来，淡水中附着生长的藻类，往往是周丛生物的主要部分。除此而外，尚有部分种类是自由生活的，它们是在固着生物间爬行，自由活动的生物，被称为假周丛生物。所有周丛生物，不论固着或是自由游泳，都需要附着物体以进行繁殖、发育或寻觅食物而集合一起。它们需要一定的光照条件、良好的氧气状况和避免不良的土壤影响。

周丛生物与水域生产力密切相关，它们具有一定的饵料意义，它们是水底软体动物如螺类、甲壳动物的虾类以及杂食性鱼类和草食性鱼类的饵料。在环保工作中，周丛生物可以指示水体污染程度，目前已有用微型周丛生物群落来评价水质。除此而外，自来水过滤池及输水管道中，常因大量繁殖的固着生物而造成供水管道的堵塞，影响了工厂的正常生产。船底或舰艇底部由于着生生物的滋生形成的污垢物，对船底有腐蚀作用，影响航行速度，为此，已引起人们的重视，开展了对周丛生物的组成、发育及防除等方面的研究。

(三) 钻蚀生物 这类生物在淡水水域中为数较少，它们具有特殊的机能，可以通过机械或化学的方法钻蚀坚硬的岩石、木材，然后生活于自己所钻蚀的通道内。淡水中主要是某些昆虫的幼虫，常钻蚀于水生植物茎、叶中并损坏之，也有的在粘土质的河岸中挖掘孔道。

(四) 底埋生物 这类生物栖居于水底的泥沙中，体型大都细长，有较大的伸缩力，便于在泥中蠕动，多为渣食性吞食淤泥中的有机物，或通过水管摄食水底表面的藻类及有机碎屑，或通过水管吸入水中悬浮的有机质和浮游生物等。主要种类是环节动物中的水蚯蚓、软体动物的瓣鳃类及某些水生昆虫幼虫。它们大都为底层鱼类的饵料。

(五) 水底匍匐动物和水底游泳动物 水底匍匐动物是一类栖息匍匐于水底表面、稍能移动的一类动物。淡水中主要是软体动物的螺类和部分蚌类及某些水生昆虫幼虫，它们的栖息场所比较固定，其活动往往是匍匐移动或缓慢滑行。为防止被水流冲走，常常具有较强的附着能力。另一类底栖动物，它们经常在水底行动，具有一定的游动能力，这一类动物主要是水底生活的甲壳动物，如蟹、虾及某些水生昆虫和某些鱼类等，常以其腹部附肢或胸部附肢似划桨般在水底岩石空隙、石块下面、水草之间自由游动。这样的环境中，食饵较丰富，同时也便于掩蔽和保护它们自身。

第一篇 淡水植物

水域中生活的植物，包括低等的细菌、真菌和藻类植物；高等的水生植物包括苔藓植物、蕨类植物，种子植物中的被子植物。本课程重点讲授淡水藻类及水生维管束植物等。

第一章 淡水藻类植物概论

一、藻类植物的定义 藻类植物是具有叶绿素的低等植物，藻体无根、茎、叶的分化，整个藻体能利用阳光行光合作用，制造有机物质。通常可将藻体理解为简单的一片叶，因此，又称其为叶状体植物。

二、淡水藻类植物的主要形态、构造特点 淡水藻类植物有些种类着生于其它物体上，称固着藻类。大部分种类营浮游生活，分布十分广泛。在水层中营浮游生活、个体比较微小（3—10 μ m）的称为浮游植物或浮游藻类（以下同），它们是我们学习研究的重点。

藻类植物的细胞，具有各种不同的体态。通常见到的是球形、椭圆形、卵形、圆柱形、纤维形、新月形等，有些是平扁的细胞，成为四方形、三角形、圆形、椭圆形等。

大多数种类是单细胞和群体的，也有丝状的种类。单细胞藻类植物的细胞有的分化为细胞器，各胞器有各自的功能。其细胞的构造如下述。

细胞壁：除裸藻、少数甲藻和金藻原生质体裸露不具细胞壁外，其它各种藻类植物的原生质体外都具有细胞壁。无细胞壁的种类，又有两种类型：其一是藻体全裸露，表层也不特化为周质体（periplast），细胞活体时可以随时改变其形状；其二是藻体细胞质表层特化成一层坚韧具有弹性的周质体，这样藻体形态较稳定。周质体表面或平滑，或具纵走的条纹，或具螺旋绕转的隆起，有的种类附有硅质、钙质小板，有的在硅质板上生有刺。

构成细胞壁的物质，在各种藻类中其成分及含量是不同的。有的以果胶质为主要成分，有的以纤维质为主要成分，有的以硅质为主要成分。细胞壁坚韧而有一定的固定形状，通常其表面是平滑的，有的种类其上生有各种花纹、突起、刺或棘等。细胞上的突起等，不是由细胞壁特化出来的，而是细胞的突出部分。它们可以增加藻体的浮力，以利在水中营浮游生活。

细胞核：除蓝藻细胞在原生质体内无典型的细胞核结构外，其它所有藻类，细胞多具1个细胞核，少数种类具多个。细胞核具有核膜，内含核仁和染色质。细胞核大多数为球形。亦有长椭圆形或其它形态的。

鞭毛：除蓝藻外，多数单细胞、群体种类或生殖细胞具有鞭毛。鞭毛是运动胞器，使藻体能自由游动。凡具鞭毛的浮游植物，又通称为鞭毛藻类。鞭毛的数目、长短及着生部位，各门藻类是不相同的，可作为分类的依据。绿藻通常具2条（少数为4条）等长的鞭毛，生于细胞之顶端。裸藻鞭毛通常为1条，生于细胞的前端。甲藻具2条鞭毛，生于细胞之前

端或腹面。金藻及黄藻有1—2条鞭毛，具2条鞭毛的多不等长，生在细胞的前端。在鞭毛基部常有1—2个伸缩泡。在藻体前部侧面，常有一个桔红色的球形、椭圆形、卵形或线形的具感光作用的眼点，其它尚有胞口、胞咽等胞器，这些都是能运动的藻体所特有的。

色素与色素体：藻类细胞含有的色素组成十分复杂，是分门的主要依据。主要为四类：叶绿素、胡萝卜素，叶黄素和藻胆素。各门藻类都含有叶绿素、胡萝卜素，其它色素及其所占比例并不一样，致使藻体呈现不同的体色，也是分类的特征。如绿藻门呈鲜绿色，金藻门呈金黄色，蓝藻门多呈蓝绿色等。由于色素的不同，它们光合作用同化生成物也不相同。除蓝藻外，藻类细胞内都含有色素体（载色体），这是一种含色素的蛋白质体。色素体的形态很多，有杯状、盘状、星状、螺旋带状、片状等。色素体在细胞内的位置有两种：一种位于细胞中心，又称轴生色素体，一种位于细胞周边，又称周生色素体。蓝藻无真正的色素体，色素均匀地分散于原生质外缘部分。多数绿藻的色素体含有1个或几个蛋白核。蛋白核通常由蛋白质的核心和由它形成的淀粉鞘两部分组成。

藻体内贮藏物质：由于各门藻类所含色素的种类、组成比例的不同，其光合作用制造的营养物质也有所不同。有的为淀粉，有的为脂肪，有的为副淀粉，还有的为金藻糖（白糖素）。其中淀粉，遇鲁哥氏碘液变为暗紫色至黑色，其它脂肪、副淀粉、金藻糖等遇鲁哥氏碘液不变色。总之，藻体贮藏物质同样是分门的重要依据。

藻体的体型：前已述及藻体有单细胞、群体、丝状体及多核体等，体型较复杂。凡由1个细胞构成的藻类植物，称为单细胞藻类，其根据鞭毛之有无又分为具鞭毛与不具鞭毛的两大类。凡由许多形态、构造基本相同的细胞集合在一起，即所谓的群体藻类；群体又可分为具鞭毛和不具鞭毛的两大类。凡由藻体细胞重复进行横分裂子细胞、没有分离而形成的丝状类型的称丝状体。凡每个藻体细胞或者整个藻体无横壁分隔、其中含有多个细胞核的，称为多核管状体。

三、藻类的繁殖 藻类的繁殖方法简单，但生殖机能较强。其繁殖方式基本上分为三种，即营养繁殖、无性繁殖和有性繁殖。

1. 营养繁殖 这是一种不通过任何生殖细胞（孢子或配子等）而进行繁殖的方式。许多单细胞藻类的营养繁殖是通过细胞分裂进行的，即由一个母细胞一分为二，分裂形成2个子细胞。通常在养料充足、温度等条件适合的时候，以这种方法增加个体数量是非常迅速的。群体类型的藻类，可由断裂或碎裂脱离母体后长成而形成新的植物体。同样，在温度适宜、养料充足等条件下，其数量增加也很迅速。

2. 无性繁殖 藻类的无性繁殖是通过产生不同类型的无性孢子进行的。孢子的类型很多，有动孢子、不动孢子、休眠孢子、微孢子、似亲孢子、内生孢子、外生孢子以及厚壁孢子等。孢子之形成，是在细胞内进行的。其与细胞分裂不同，首先细胞内原生质稍收缩，与细胞壁分离，然后核进行分裂，细胞质也随之分裂，分裂的结果是在一个母细胞内形成2、4、8、16、32、64……个2的倍数的小细胞，即所谓的孢子。有些藻类，孢子具有鞭毛，称为动孢子；有的藻类，孢子不具鞭毛，称为静孢子。静孢子的形态和成长的个体在形态构造上相似的，称其为似亲孢子。由形成孢子以增加个体也是很快的，这种方式多见于温暖季节。运动的细胞在环境不良时脱去鞭毛，原生质体收缩，细胞壁外分泌胶质形成休眠孢子。当环境条件适宜时，再萌发成新的藻体。有的种类细胞壁增厚，成为厚壁孢子，到生活环境适合的时候，又开始活动起来。

3.有性生殖 有性生殖通常仅在一定的条件下或生活史中某一时期才进行,因而不普遍。有些藻类如蓝藻、裸藻等至今未发现性生殖。有性生殖是由两个配子结合成为一个合子,合子形成后,一般都要经过一段休眠时期后,才萌发成为新个体。有些藻类,一个合子只发生一个新个体;另外一些藻类,在发生的时候,内含物分裂成2个或2个以上的细胞,每个细胞都发生成为一个新个体。藻类的有性生殖有三种类型:同配生殖,2个结合的配子,形态和大小完全相同;异配生殖,2个结合的配子,形态相同而大小不同,其中大的一个称“雌配子”,小的一个称“雄配子”;卵式生殖,2个结合的配子,形态、大小都不相同,其中大的一个不能游动,称为“卵”,小的可以游动,称为“精子”。在所有各门藻类中,绿藻的有性生殖主要是同配和异配方式,卵式生殖很少。黄藻的有性生殖极少发现,仅有同配和卵生两种方式。甲藻与硅藻只有同配生殖。此外,在绿藻门接合藻目有一种特有的接合生殖,即静配子结合是由2个母细胞发生接合管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,2个细胞或1个细胞的内含物即通过此溶化处接合而成合子。

四、淡水藻类的意义 淡水藻类分布极广,不论是江河、湖泊,还是沟渠、塘堰,或者是河口的半咸水与盐、碱低洼的坑塘,甚至潮湿的地表面,岩石或沙漠上,都有其生长,几乎到处都有其踪迹。当然,淡水藻类主要是生长分布于内陆水域中,海洋中则生长分布着各种海藻。藻类植物构造简单,以光合作用制造有机物质,又都用于藻体本身的生长、繁殖,它们适应性强,生活周期短,作为有机质的制造者具有重要意义。同时,藻体通过光合作用,将无机物质合成有机物质,贮存能量,在自然界的物质循环中是一个重要环节。地球上大气中的氮气约占3/4,但它不能为绝大多数的生物利用,只有一些固氮细菌和固氮蓝藻可以利用它。据测算,固氮蓝藻和固氮细菌每年能固定约 1.7×10^{11} t空气中游离的氮。淡水藻类可直接、间接地做为鱼类和其它经济水生动物的天然饵料。藻类植物是水体中原始生产者,是水生食物链的基础和最重要的一环。它们在决定水域生产性能上具有重要意义。通常,水体中浮游藻类的丰富程度,在某种情况下可以决定鱼类或其它经济水生动物的产量。了解并掌握藻类在水体中的数量、分布、生态习性,研究特定藻类大量繁殖的方法,为水生经济动物提供丰富的食物,是极为重要的。随着我国工业建设的迅速发展,“三废”的治理以及有关水环境的保护问题,促进了水体环境科学研究工作的开展。藻类植物中,有些种类可作为水体污染的指示生物,同时,它们在水体自净过程中又起一定的作用。

五、淡水藻类的分类 藻类色素的类别,细胞的构造,贮存的同化产物的特性以及生殖方法等,都是藻类分类、分门的依据。

淡水藻类分门检索表

- 1.植物体大型,外观似有根、茎、叶的分化。营固着生活.....轮藻门Charophyta
- 1.植物体大都体形微小,无上述特征,一般需借助显微镜方能观察清楚细胞之结构。营浮游或固着生活。
 - 2.细胞的主要成分硅质,由“⌒”形的上、下两壳套合而成。壳上具左右对称或辐射排列的花纹.....硅藻门Bacillariophyta
 - 2.藻体不具上述的硅质细胞壁
 - 3.无色素体。亦无细胞核,通常呈蓝绿色。同化产物为蓝藻淀粉.....蓝藻门Cyanophyta
 - 3.有色素体,有细胞核