

YANGZHISHUIYUSHENGJITAI XUE

养殖水域生态学

何志辉 赵文 主编



大连出版社

大连水产学院教材基金资助教材

养殖水域生态学

何志辉 赵文 主编

水产养殖、渔业环保、水生生物专业用

大连出版社

图书在版编目(CIP)数据

养殖水域生态学/何志辉主编. —大连:大连出版社,2001.9

ISBN 7-80612-844-1

I. 养… II. 何… III. 水产资源—生态学

IV. S931.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 067675 号

大连出版社出版发行

(大连市西岗区长白街 12 号 邮政编码 116011)

鞍山新华印刷厂印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 字数:475 千字 印张:21 1/2

印数:1-2100 册

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑:李克峻 责任校对:王恒田 周望舒

封面设计:李克峻 版式设计:唐一民

定价:36.00 元

Aquatic Ecology for Aquaculture

He zihui (chief Editor)
Zhao wen

Dalian Press

2001

前 言

养殖水域生态学是水产养殖专业的主要专业基础课,是在原先的淡水生态学和海洋生态学基础上合并并加强针对性而设立的一门新课程。根据当代生态学发展的总趋势,本课程将以湖泊、水库、池塘、河流、浅海、河口湾等养殖水域生态系统的结构和功能为重点。

1999年笔者刚完成国家级重点教材《淡水生态学》的编写任务后,又接受编写《养殖水域生态学》的任务,因此本教材主要在新编的《淡水生态学》基础上,增加浅海、河口湾等海洋生态学的内容,并对章节安排上作了一些修改。

绪论、第一篇非生物环境因子的作用、第二篇种群与群落、第三篇生物生产力和第四篇有机质的分解和养分循环,主要是增添海洋生态学的材料;第五篇养殖水域生态系统的结构与功能,讲授河流、湖泊、水库、养鱼池、河口湾和浅海等生态系统的非生物环境、生物群落、能流和生物生产力,其中包括原书第三篇中《各类水体的生物生产力和鱼产力》和第四篇中《水体的富营养化和湖泊的演替、湖泊的营养分类》部分。

教材由何志辉教授和赵文副教授主编,周一兵副教授和张硕副教授参编。绪论、第四篇由何志辉执笔,第一篇、第五篇由何志辉、赵文执笔,第二篇由周一兵、何志辉执笔,第三篇由何志辉、张硕执笔。

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。

何志辉

2000年10月

目 录

绪论.....	1
一、生态学的内容、任务和方法.....	1
二、水域生态学的产生、发展与现状.....	2
三、我国在水域生态学方面的研究和成就.....	4
四、水圈及其划分.....	5
五、生态系统.....	8
六、生物与环境关系的一般规律.....	10
七、限制因子的概念和原理.....	12
第一篇 非生物环境因子的作用.....	14
第一章 光.....	14
一、光照强度与光合作用.....	15
二、光谱成分和藻类的色素适应.....	16
三、光与水生生物的行为.....	18
四、浮游生物昼夜垂直移动.....	19
五、光对动物生命过程的作用.....	21
六、海的发光.....	23
第二章 温度.....	25
一、水生生物的极限温度.....	27
二、温度和水生生物的地理分布.....	30
三、温度对生长、发育的影响.....	31
四、周期性变温对水生生物生活的意义.....	33
五、水体的热污染.....	34
第三章 溶解盐类.....	37
一、水体的化学分类.....	37
二、水生生物的水—盐代谢和渗透压调节.....	38
三、水生生物对盐度变化的适应能力.....	43
四、盐度对水生生物生活的影响.....	46
五、盐类成分的意义.....	49
六、离子的拮抗作用和协同作用.....	50
七、内陆盐水的生物资源.....	52
第四章 溶解气体.....	56
一、嫌气性生物和好气性生物.....	56

二、呼吸强度与呼吸系数	57
三、水生动物对呼吸条件变化的适应	60
四、窒息现象	61
五、氧过量的危害	63
六、二氧化碳的作用	63
七、硫化氢	64
八、沼气	65
九、氨	65
十、氮	66
第五章 其他非生物因子	67
一、pH 值(氢离子浓度)	67
二、悬浮物	68
三、底质	69
四、水的运动	70
五、水位	72
六、水体的容积大小	73
第二篇 种群与群落	76
第六章 水生生物种群	76
第一节 种群的基本特征	76
一、种群的密度	76
二、出生率和死亡率	78
三、种群的年龄结构和性比	80
四、生命表和内禀增长率	82
五、种群中个体的空间分布类型	86
第二节 种群增长的模型	89
一、种群在无限环境中的指数式增长	89
二、种群在有限环境中逻辑斯蒂增长	92
三、具有时滞的种群增长模型	93
四、种群数量增长模型与资源管理	95
第三节 种群数量变动及其生态对策	101
一、种群的数量变动	101
二、种群的生态对策:r-对策者和K-对策者	103
第四节 动物种群的生产量及其测定方法	105
一 周转时间法	105
二 累计生长法	106
三 指数方法	106
四 碳预算法或生理学方法	107
五 同年群法	107

第七章 水生生物群落	110
第一节 群落的结构	111
一、群落的营养结构	111
二、群落的时空结构	112
三、群落的种类结构	114
第二节 群落的种间关系	123
一、种间竞争和生态位	123
二、捕食与寄生	126
三、共生互利	128
四、偏利和偏害	129
五、刺激与抑制	129
第三节 群落的适应	130
一、水层区群落的适应	130
二、水面区群落的适应	132
三、水底区群落的适应	133
第四节 水生生物群落的划分	135
一、淡水生物群落的类型	136
二、海洋主要生物群落类型	139
第五节 水生生物群落的演替	143
一、演替的一般概念	143
二、演替的一般趋势	144
三、自养演替和异养演替	147
四、生态系统的稳定性	147
第三篇 生物生产力	150
第八章 初级生产力	150
第一节 初级生产力及其测定方法	150
一、生物生产力及有关概念	150
二、水体中的初级生产过程	152
三、初级生产力的测定方法	153
第二节 决定初级生产力的因素	155
一、现存量	155
二、养分	155
三、光	158
四、温度	159
五、垂直水流	160
六、动物滤食	160
第三节 浮游植物初级生产力	160
一、内陆水体	161

二、海洋	167
第四节 其他生物的初级生产力	171
一、水草	171
二、底生或周生藻类	173
三、各类生产方间的关系	174
四、生物圈的初级生产力和光能利用效率	175
第九章 次级生产力	178
第一节 水生动物的次级生产	178
一、摄食	178
二、食物能量的分配和利用	185
三、种群的能量流和生产量	196
第二节 各类动物的次级生产力	197
一、浮游动物	197
二、底栖动物	203
三、鱼类	208
第三节 生态系统的能流和次级生产	211
第十章 水体渔业生产力	215
一、水体生物生产规律的认识	215
二、决定水体鱼产力的各项因素	217
三、水体鱼产力的评估	220
四、提高水体鱼产力的途径	224
第四篇 有机质的分解和养分循环	231
第十一章 碳循环	231
一、水中的有机质	231
二、水生微生物	233
三、有机质消耗和转化	239
四、水体中有机碳的时空分布	245
五、水体有机质的收支平衡	246
六、腐质(detritus)及其在水生态系中的作用	248
第十二章 氮循环	254
一、水体中氮的输入和支出	254
二、水体中氮的内循环	257
第十三章 磷循环	261
一、水体中磷的输入	262
二、磷在水层中的循环	262
三、磷和水底沉淀	263
第五篇 养殖水域生态系统的结构与生物生产力	266
第十四章 河流生态系统	266

一、非生物环境	266
二、生物群落	269
三、能流和生物生产力	271
第十五章 湖泊生态系统	273
一、非生物环境	273
二、生物群落	275
三、生物生产力	278
四、湖泊的富营养化	282
五、湖泊的营养分类	286
第十六章 水库生态系统	291
一、非生物环境	292
二、生物群落的形成和发展	293
三、生物生产力和利用	296
第十七章 养鱼池生态系统	299
一、非生物环境	299
二、生物群落	300
三、生物生产力	303
四、能流和生物生产力模型	308
第十八章 河口湾生态系统	310
一、非生物环境	310
二、生物群落	312
三、生物生产力	316
第十九章 浅海生态系统	323
第一节 潮间带生态系统	323
一、非生物环境	323
二、生物群落	324
第二节 浅海生态系统	326
一、非生物环境	326
二、生物群落	326
三、生物生产力	329
四、赤潮	335
主要参考资料	338

绪 论

一、生态学的内容、任务和方法

首创生态学最早使用

1866 德国生物学家赫格尔 (E. Haeckel) 首先对生态学 (ecology) 下了一个定义: 生态学是研究有机体和它们环境之间相互关系的科学, 这个定义一直广泛流行到现在。最近三十年来, 随着环境污染、人口增长、资源开发等问题的发展和深化, 生态学作为系统地处理这些问题的手段也发展壮大起来了。过去所谓“有机体”仅指不包括人类在内的动物、植物和微生物; 所谓“环境”也仅指生物的栖息场所, 可是在现代的生态学里, 不但把人包括在“生物”之中, 而且十分强调人类活动所引起的影响; “环境”不单指生物的栖息环境, 而且也着重于人类的生活环境。因此, 现代生态研究的对象已超出生物科学的范畴, 几乎成为研究人类的自然环境和社会环境的一门综合性学科。

生物学在其发展初期, 研究对象主要为细胞与个体。本世纪 60 年代以来, 生物学的研究向着微观和宏观两个方向发展。一方面从个体、细胞向细胞器、亚细胞器、分子的方向发展; 另一方面从个体向种群、群落、生态系统、生物圈的方向发展。因而, 生态学按其研究的生命体系的水平可分为个体生态学 (autecology)、种群生态学 (population ecology)、群落生态学 (community ecology)、生态系统生态学 (ecosystem ecology) 等, 后三类又合称为群体生态学 (synecology)。

生物圈: 大气、水域、陆地, 指地球表面有生命的部分

研究对象

个体生态学: 主要研究生物的个体发育和系统发育与环境的相互关系。

种群生态学: 主要研究同种个体组成的种群与环境的相互关系。

群落生态学: 主要研究由多种种群形成的群落的结构与功能、形成和发展等方面与环境间的相互关系。

生态系统学: 主要研究由群落与其周围理化环境构成的生态系统的结构与功能、系统的平衡与调控机制等。

个体生态学和群体生态学是生态学中不可分割的两个部分, 因为孤立地研究个体而不与同种其他个体或周围的异种种群和非生物环境结合起来考虑, 就很难得出正确的结论; 另一方面, 群落或生态系统是由不同的生物种群组成的, 如不了解组成群落的主要物种的生态, 也很难研究群落的生态。

生态学也可按研究的生物类别分为植物生态学、动物生态学、藻类生态学和鱼类生态学等等; 或按栖息地的特点区分为陆地生态学、海洋生态学、内陆水生态学或淡水生态学等等。

由于生态学和其他科学的相互渗透, 也发展成一系列边缘科学, 如数学生态学、化学生态学、进化生态学、经济生态学等等。

由于和生产实践密切联系, 由此产生了一系列应用生态学的分支, 如资源生态学、渔业生态学、污染生态学、放射生态学等等。

有时生物学被用作生态学的同义词, 因为狭义的生物学曾经被看作研究物种的生活方式的一门学科, 如海洋和陆水的生态学常被通称为水生生物学或称为海洋生物学、淡水

生物学等。

水域生态学或水生生物学作为生态学的主要分支学科之一,是研究水体中生物与其环境之间相互关系的科学,它的研究对象也包括个体、种群、群落和生态系统。当前生态系统已成为生态学的研究中心,因而水域生态学的基本任务是:通过对水域生态系统的结构和功能的研究,阐明其能流和物流特点及演替和平衡的规律,为合理开发和利用水域生物资源,挖掘生物生产潜力以及加强水质管理,防治水体污染等方面提供科学依据。养殖水域生态学主要研究江河、湖库、池沼、河口湾和浅海生态系统的结构与功能。为了了解生态系的结构与功能,也要研究各种水生生物的生态学。

为了解决国民经济中不同问题的需要,当前水生生物学也发展了如下的若干分支。

渔业水生生物学:研究提高经济水生生物资源和改善其质量的远景,拟定预测和提高水体生物生产力的方法。

养鱼水生生物学:研究怎样控制水生生态系统培养养鱼生产需要的生物产品(活饵料)的方法,以保证在最少费用下创造最多的生物产品。

卫生水生生物学:研究形成水质的生物学过程和控制这些过程的方法,以保证人类的用水需要。

工艺水生生物学:研究清除船舶、码头、水利建筑、管道和其他工业建筑上附着的水生生物的方法以及怎样防止金属在水下受到生物的侵蚀等等。

农业水生生物学:研究水稻和其他半水生农作物田地中水生生物的形成过程和控制这些过程的方法,以便提高农作物的收获量。

航行水生生物学:研究与航运有关的水生生物学现象,如水生生物发光、附着生物在船舶的丛生等等。

生态学的主要工作方法之一是测定各类群生物的数量、生物量、生产量和判定它们的功能作用,与此同时通常还测定环境条件。通过定量调查首先可以了解和核证物种的生态要求,比较某种底栖生物在不同土壤中的数量,就可判定它们喜好哪种土壤和喜好程度;同样方式也可判定物种对温度、盐度和其他环境因素的关系。其次,根据定量资料可以了解种群和群落的结构、变动情况以及地区差异等等。此外,要了解各类生物在生态系统发展过程中的作用,定量调查也是不可缺少的一环。生态学研究方法的基础是对自然界直接观察和测定,有时为了精确地确定个别环境因素的作用,也可采用生理学的方法,通过实验观察来核证从自然界得来的材料。

为了判定各类生物在生态系统中的功能,必须确定它们在物质与能量的传递中的意义。为此,要应用生理学、微生物学、生物化学、毒理学、生物物理学和其他学科的工作方法。有时为了创造生态系统中主要生物学过程的数学模型,还要应用包括电子计算技术在内的现代化数理分析的手段。

二、水域生态学的产生、发展与现状

自古以来海洋、江河、湖泊、沼泽、池塘等水域在供水、航运、渔业、盐业、发电等方面给人类带来许多利益,人类在与水域接触和利用中对水中生活的各类生物产生了浓厚的兴趣,积累了水生生物与环境关系的许多感性知识。在我国、印度和其他一些国家的古籍中就记载着与水域生态有关的基本知识,但真正从科学上对水生生物与其环境开展研究,不

过一百多年的历史。

在18世纪初已经有一些动物学家和植物学家从事水生生物的分类以及某些种类的分布和生活史的研究。1815年英国人Forbes首先在海洋用底拖网采集并观察底栖生物的分带现象,他在1859年写的“欧洲海的自然历史”被后人看作海洋生态学的第一部著作。1868年P. E. Muller首次用拖网在瑞士的湖泊中采到浮游生物并作了大量研究。1869年瑞士学者F. A. Forel发表了日内瓦湖底栖动物的研究,首次提出“湖沼学”(Limnology)亦即淡水生态学一词,后人因而称Forel为湖沼学的创始人。大约与湖沼学问世的同时,1866年Haeckel提出生态学一词作为研究生物与环境相互关系的科学。在此影响下,许多海洋和淡水生态学研究者在实际工作中深入考察这种关系,并提出一些重要的生态学概念,为水生生物学或水域生态学的建立奠定了基础。

19世纪后,由于渔业资源的衰退、水体污染和各国生物站与考察队的建立,对淡水生物学和海洋生物学的发展的生态学方向起了重要的促进作用。

古代人口密度小,捕鱼技术落后,对鱼虾的捕捞量很有限,因而有所谓“取之不尽,捕之不竭”的说法。19世纪中叶随着捕鱼技术的发展,不加控制地滥捕鱼类以及城市工业污水的影响,在内陆水体和部分海区相继出现渔获量逐年下降的现象。这时为了正确地组织捕捞,必须了解水体中有多少鱼以及可以捕多少而不致于影响资源状况等问题。这就要求研究鱼类的生殖、生长、发育、洄游、营养等方面,与此相关地也要研究其生活环境,特别是作为天然饵料的浮游生物和底栖动物的种、量和食物关系。这些问题正是水域生态学的主要内容。

由于工业的发展和大城市的兴起,引起了水体的污化,需要寻求多种方法防止和解决污染问题。人们从长期实践中发现水生生物对污水的自净过程起着巨大作用。同时查明不同污化程度水中生活着不同的生物类群,因此有可能应用生物种量作为污染程度的指标和采用生物学方法加速水的净化过程,这方面的研究奠定了卫生水生生物学的基础。

各地生物站和考察队对海洋与内陆水体的调查,积累了动植物区系、各种类的生物学和水生生物分布的大量资料,也丰富了淡水生态学的内容。

20世纪以来,随着生态学的成长,以形态分类为基础的水生生物学,在发展过程中不断充实了生态学的内容,并逐步从个体的研究推进到种群和群落的研究。发表的著作也很多,如Murray(1912)的《大洋深处》被称为最早的海洋生态学著作,Thieinmann(1918~1935)和Naumann(1929)关于湖泊营养类型的研究,迄今在淡水生态学中仍有重要影响,捷尔诺夫(1934)在《水生生物学》专著中明确指出其生态学内容。与此同时,人们从实践中体会到,淡水水体是生物与环境相互作用和相互制约所构成的一类自然系统,只有着眼于整个系统开展研究才能得出正确的结论。许多作者根据不同领域的研究结果,提出了某些用来描述自然系统的术语,如Tansley(1935)的“生态系统”,苏卡切夫(1940)“生物地理群落”等等。

50年代以来,生态学进入一个新的发展阶段,不同学科的广大学者,逐渐把注意力集中到作为生物圈功能单元的生态系统。以E. P. Odum为代表的一批现代生态学家,系统地发展了有关生态系统的原理和概念。水生生物学家也十分重视并广泛开展海洋和内陆水域生态系统的研究,发表的专著就更多了,如Kinue(1970~1978)编著的海洋生态学的5

本巨著,以及 Ruttner (1961)、Macan (1963)、Hutchinson (1967)、Wetzel (1975)、Uhlmann (1975)、Константинов (1979)、Moss (1980)、Hammer (1986) 等关于湖沼学、淡水生态学、水生生物学、盐湖生态系统方面的著作。

1964年国际生物学规划委员会(IBP)成立,目的是在全球规模的国际合作和协调的基础上进行“生产力生物学的原理与人类福利”的基础研究,其中包括“水生群落生物生产力的研究”,其任务是研究水域生态系统中生物生产力的现状、潜力和展望以及人类对变化着的环境的适应,为制定资源管理和环境改良计划提供科学依据。已出版了一系列讨论会论文集和手册丛书。

1971年联合国教科文组织成立了“人与生物圈”研究计划(MAB)国际协调理事会,来接管并进一步发展IBP的研究工作。MAB是综合性的生态学研究计划,目的是为生物圈资源的合理利用和保护提供科学依据。重点研究:(1)在人类影响下生态系统的功能特点;(2)人类影响下资源的管理和恢复;(3)人类的投入和资源的利用;(4)人类对环境压力的反应。其中所确定的14个研究项目中有许多属于水域生态系统。

1983年又成立了“国际地圈-生物圈研究计划”(IGBP),目的是描述和理解控制全球生态系统相互作用的物理、化学和生物学过程。

1985年国际生活水资源管理中心召开“水产养殖中的腐质系统”学术讨论会,1987年出版了《水产养殖中的腐质和微生物生态学》论文集。

1987年召开“大湖的功能和结构特点”国际学术讨论会,出版了《大湖生态结构与功能》论文集(1990),对大型深水湖泊的理化环境、生物群落及生物生产力作了全面总结和分析。

总之,水域生态学的发展从水生生物的形态分类开始,在发展中不断充实生态学的内容,从个体、种群、群落的研究进入整个生态系统的结构、功能和生产力的研究。当前的趋势是:(1)从静态的结构研究到动态的功能研究;(2)从描述现状的定性研究到预报未来的定量研究;(3)野外调查和室内实验相结合;(4)宏观研究和微观研究相结合;(5)生物学与地理、化学、物理和数学互相渗透;(6)运用自动化测试、计算机和遥感技术等现代化实验手段;(7)开展国际协作。

三、我国在水域生态学方面的研究和成就

新中国成立后,我国的科学技术有了很大发展,在水域生态学方面也作了大量的调查研究工作,取得可喜的成绩:

1. 以渔业利用为目的进行了海洋、湖泊、水库的渔业基础和渔业资源调查。如1958~1961年开展的全国海洋普查是我国海洋学发展的里程碑,从渤海到南海,对浮游生物、底栖生物和自游生物做了全面的考察,为我国海洋生态学的发展打下了坚实的基础。1981年起进行了8年的海岸带和海涂资源综合调查,1989年起又开展了3年的全国海岛考察,包括周围海域的考察,弥补了全国海洋普查的不足。

在江河、湖库等淡水水域也开展了广泛深入的调查研究。如50年代长江中下游的大规模湖泊调查以及随后对一些代表性水库的渔业生物学基础调查,80年代初在原国家水产总局布置下开展的黑龙江、黄河、长江和珠江四大水系的渔业资源调查和渔业区划。这些工作积累了大量的湖沼学和生物学数据,为湖泊水库生态系统的分析和研究提供了基

础资料。

2. 对主要鱼类和经济生物的个体和种群生态作了大量调研和实验研究。50年代首创了鲢、鳙、青、草等家鱼的人工繁殖,解决了淡水养鱼对种苗的大量需要。结合渔业发展对海洋、江河湖库经济鱼类和珍稀动物的生态和资源作了广泛调查,对经济海藻和常见的浮游动物和贝类的生理生态开展了实验生态学研究。

3. 对一些重点湖泊水库和海湾进行了较全面系统的海洋学、湖沼学和生态学调查及渔业增产试验,特别是武汉东湖在湖泊调查基础上开展渔业增产试验和富营养化的研究,到90年代深入到湖泊生态系统结构和功能的研究。

4. 开展了全国或地区性湖泊水库的营养分类、富营养化状况及其防治、鱼产力的评估以及湖泊生物资源的合理开发利用和水质保护等方面的研究。

5. 在总结渔农实践经验的基础上,开展了养鱼池生态学和高产机理的研究,如探讨了高产塘水质、浮游生物和初级生产力的特点、养鱼水质的生物学指标;养鱼池养分循环等等,对某些养鱼池还作了生态系统的分析。

6. 开展了内陆盐水及其生物资源的调查和利用的研究,如对青海湖、达里湖、艾比湖等中盐和超盐湖的系统调研及资源利用和增殖试验,对中国西北部盐湖的卤虫生态和资源的研究。为了在海水养殖中增添一种活饵料,从晋南盐水水体筛选出一种枝角类——蒙古裸腹蚤驯养于海水中,并系统地研究了这种蚤在海水中的生物学和生态学及大量培养和投喂试验。

7. 其他方面,如鱼类和甲壳类生物能量学的研究,大型水利工程的生态和环境影响、水体污染的生物监测等等。

四、水圈及其划分

地球上生命存在的部分称为生物圈(biosphere)。地球是由气体层、液体层和固体层包裹起来的,因而生物圈包括大气圈、岩石圈和水圈。

水圈是地球上生命的发源地,现有的33个植物纲中,有18个出现于水圈,63个动物纲中有60个出现于水圈。在水圈中海洋动物的种数远较淡水丰富,如棘皮动物门、尾索动物亚门和软体动物头足纲在淡水中完全没有出现,海绵动物、腔肠动物、苔藓动物、蠕虫动物多毛目等在淡水中种数也极少;仅出现于淡水中只有两栖纲和肺鱼亚纲两大类,主要生活于淡水的有轮虫类、软体动物的有肺目、甲壳动物的有叶足目、蠕虫动物的寡毛目、环节动物的蛭纲和几乎全部的水生昆虫。

与动物界相反,在植物区系上淡水较海洋多得多。在淡水中显花植物十分发达;藻类种数也很丰富,如绿藻、蓝藻、隐藻、金藻、黄藻、甲藻、硅藻等。海洋植物以红藻、褐藻、硅藻、甲藻为主,显花植物种数极少。

淡水根据水的运动和容积大小可分为下列几类。

(一)流水水体 具有沿一定方向流动的水流,它又可分为:

泉:由地下水流出的、容积很小的水体;

溪涧:由若干泉水汇合或由静水水体流出的水量小、流程较短的水体;

河流:水量较大、流程较长的流水水体。

(二)静水水体 不具沿一定方向流动的水流,它又可分为:

湖:面积较大,水较深,中央部分通常没有大型植物丛生;

池:面积较小,水较浅,大型植物可蔓延整个水区;

沼泽:水浅而面积宽大,挺水植物常耸伸整个水面。

(三)半流水水体 水库的情况介于流水和静水之间。

上述的划分仅是相对的,有些叫溪的其流程甚至超过小的河流,东北的泡子有的属于湖,有的属于池沼,有的水库在一年的大部分时间是静水,湖泊型水库就属于静水水体。

水生生物的分布与水体中的物理化学特点、水底地形和深度以及历史情况等有关。按照这些特点,在一个水体中可划分为若干级生物区(biotic division)。水体中最大的生物区是水底区(benthic division)、水层区(pelagic division)和水面区。

大型深水湖泊的水底区和水层区又可划分为几个次级生物区,如图1(湖泊的生物区):

1. 水底区

(1)沿岸带(littoral zone) 由水边向下延伸到大型植物生长的下限。这一带的深度按水的透明度而不同,一般为6~8 m。

(2)亚沿岸带(sublittoral zone) 沿岸带和深底带的过渡区,一般没有大型植物生长,有些湖泊这一带为贝壳所堆积。

(3)深底带(profoundal zone) 深底带包括亚沿岸带以下的全部湖盆,通常堆积着富有机质的软泥,这一带没有植物,动物的种类较少。

2. 水层区

(1)沿岸区(littoral zone) 沿岸带以上的浅水部分;

(2)湖心区(limnetic zone) 沿岸区以外的开阔部分。

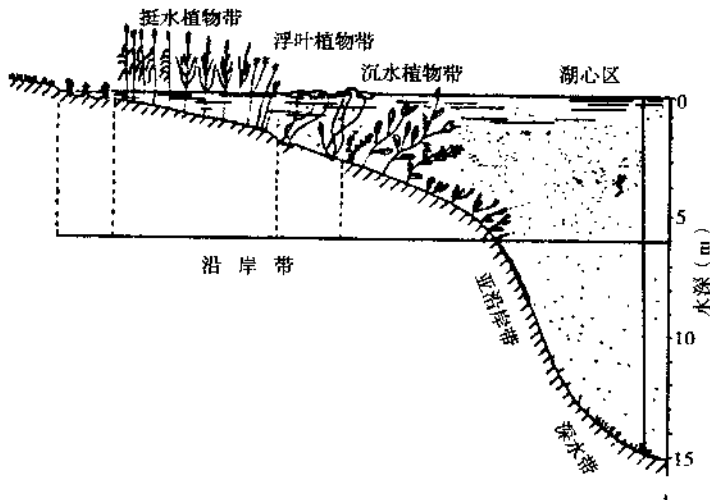


图1 湖泊的生物区

浅湖和池沼由于水浅,大型水生植物可蔓延整个水底,其生活条件相当于沿岸带和沿岸区。

河流的水底区也可划分为河岸带、亚河岸带和河底带。水层区通常不再进行划分,因

为河水的流动使上下水层经常混合,从表层到底层水温、氧气和其他环境因素都几乎一致。但河流从上游向下游流动中,流速、底质和其他条件都有明显的差别,因此常常可按水平方向划分为上游区、中游区和下游区三个生物区。

水库兼具河流和湖泊的特征,它们除了水底区和水层区外,也可划分为上游区、中游区和下游区。

海洋也分为水底区和水层区两个主要部分(图 2),以下又进一步分区。

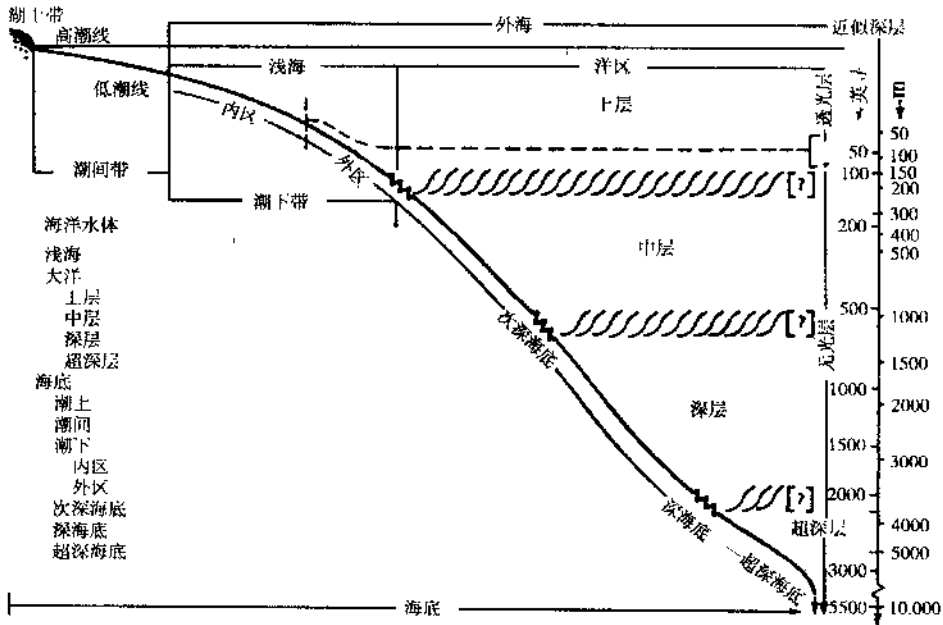


图 2 海洋的生物区

1. 水层区 (pelagic division) 水层区分浅海和大洋区:

(1) 浅水区: 大陆架的水体, 平均深度一般不超过 200 m, 宽度变化很大, 平均约为 80 km, 环境比较复杂多变;

(2) 大洋区 大陆缘以外的水体, 这是海洋的主体, 其理化环境条件比较稳定。

从垂直方向看, 大洋水体分为:

1) 上层 (epipelagic zone) 从表层至 150 ~ 200 m 深, 这里不仅光照强度随深度增加而呈指数下降, 温度有季节和昼夜差异, 大多有温跃层;

2) 中层 (mesopelagic zone) 从上层的下限至约 1000 m 深的水层, 这里几乎没有光线透入, 温度梯度不明显, 且没有明显的季节变化, 常出现氧最小值和硝酸盐、磷酸盐最大值的层次;

3) 深海 (bathypelagic zone) 从 1000 m 至 4000 m 深水层, 这里除了生物发光以外, 几乎是黑暗的环境, 水温低而恒定, 水压大;

4) 深渊 (abyssopelagic) 超过 4000 m 的深海区, 这里是又黑暗又寒冷, 压力最大, 食物最少的世界。