

高等水产院校教学用书

# 水生生物学

上海水产学院 山东海洋学院主编

水产养殖专业用

农业出版社



高等水产院校教学用书

# 水生生物学

上海水产学院  
山东海洋学院 主編

农业出版社

本书系以上海水产学院编写的水生生物学讲义为基础，并参考原山东大学生物系的浮游生物学讲义，由上海水产学院、山东海洋学院、山东水产学院、天津水产学院和安徽水产专科学校所组成的编选小组，加以修改补充而编写的。

本书内容共分九章，分别论述水生生物学的基本概念、生态类群、水生生物与环境理化因子的关系、水生生物的食物关系和水域生物生产力问题等。

本书教学时数约为45学时左右。

**主 编 者** 上海水产学院 毛嘉宇  
山东海洋学院 李冠国 陆 珽  
**协 编 者** 山东水产学院 蔡灵康 祝南康  
天津水产学院 顾宝璞  
安徽水产专科学校 冯廷贞  
**审查单位** 水产部高等学校教材工作组

高等水产院校教学用书  
**水生生物学**

上海水产学院主编  
山东海洋学院

农业出版社出版  
北京东黄厂一号

(北京市书刊出版业登记证出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

中华书局上海印刷厂印刷装订

统一书号 13144.111

1961年9月上海首刷	开本 787×1092毫米
1961年10月初版	1/16
1961年10月上海第 1 次印刷	印数 239千册
印数 1—1,990册	印张 十一又二分之一
	定价 (9) 一元一角

# 目 录

第一章 緒論 .....	1
第一节 水生生物学的定义和内容 .....	1
第二节 水生生物学的研究对象和方法 .....	1
第三节 水生生物学的产生和发展 .....	3
第四节 我国水生生物学的发展和今后的主要任务 .....	4
第二章 水域——生物的环境 .....	6
第一节 有机体与环境关系的基本概念 .....	6
第二节 水域是水生生物的居住环境 .....	8
第三节 水域环境的分区及其特征 .....	10
第三章 水生生物的生态类群 .....	15
第一节 浮游生物 .....	15
第二节 自游生物 .....	22
第三节 底栖生物 .....	25
第四章 光和水生生物的关系 .....	33
第一节 水环境的光照条件 .....	33
第二节 光与水生植物的关系 .....	34
第三节 光与水生动物的颜色 .....	38
第四节 光与动物的行为和分布 .....	41
第五节 浮游动物的昼夜垂直移动 .....	46
第五章 温度因素的生物学作用 .....	53
第一节 温度条件的一般意义 .....	53
第二节 生命的极限温度和有机体对极限温度的适应 .....	54
第三节 温度对生长、发育的影响 .....	57
第四节 水生动物热能代谢的类型及其适应 .....	66
第五节 温度与地理分布 .....	71
第六章 溶解盐类和有机质与水生生物的相互关系 .....	77
第一节 水环境化学性的一般意义 .....	77
第二节 水生生物的化学成分与环境盐类的关系 .....	78
第三节 水生生物对外界渗透压的适应 .....	85
第四节 盐度与水生生物的生态分布 .....	96

第五节 营养盐类与水生生物的相互关系	100
第六节 溶解有机质与水生生物的关系	109
<b>第七章 溶解气体、pH 与水生生物的关系</b>	<b>111</b>
第一节 水环境溶解气体的状况及其意义	111
第二节 水生生物的呼吸类型及呼吸强度	115
第三节 水中氧气状况与水生动物呼吸的关系	122
第四节 二氧化碳与水生生物的关系	127
第五节 氢离子浓度的生态学作用	129
第六节 其他气体对水生生物的影响	133
<b>第八章 水生生物的食物关系</b>	<b>135</b>
第一节 食物关系(营养关系)的基本概念	135
第二节 水生动物的食性和食性的改变	138
第三节 摄食方法和对食物的选择性	147
第四节 食物链及其在渔业上的意义	154
<b>第九章 水域生物生产力问题</b>	<b>160</b>
第一节 水域生物生产力的基本概念	160
第二节 测定水域原始生产量的方法	163
第三节 海洋和大陆水域的原始生产量	167
第四节 影响水域生产力的理化因素和生物学因素	173
第五节 人类经营对改变水域生产力的积极意义	177
<b>主要参考书</b>	<b>178</b>

# 第一章 緒 論

## 第一节 水生生物学的定义和内容

水生生物学(*Hydrobiology*)按其字义解释,是研究水中生命现象的科学(系源于希腊文:*Hydro*——水,*bios*——生命,*logos*——学说,科学)。这个最初的概念在现在看来,几乎包括了生物科学体系中的所有领域在内,所以,已不能确切地表示水生生物学的明确概念。

由于生物科学的发展,水生生物学已经发展成为生态学的一个分支。水生生物学就是研究水生生物的生态学。它的定义又可作如下的理解:

水生生物学研究水生生物在水域中发生和发展的生物学过程,其目的是为了利用并控制这些过程为人类谋福利。

对水生生物在水域中发生发展的生物学过程的研究,主要地包括水生生物的生活方式以及决定它们这种生活方式的环境和水生生物之间的相互关系;所以,水生生物学与其他研究水域的科学——海洋学、湖沼学发生直接关系。

上面所指的水生生物的“生活方式”,我们理解为这样一些现象:生物的营养方式和营养联系、栖居地、分布、繁殖、迁移、昼夜和季节的生活周期现象、种内种间的联系以及生物种群的数量变动等。

研究利用和控制在水域中发生和发展的生物学过程,其中水域生物生产力问题是水生生物学的中心内容之一;在这一方面水生生物学与鱼类学发生直接联系,并负有解决渔业和养殖业方面的生物学基础的任务。

水生生物学还研究有关水域污染、饮水卫生、水中建筑、交通运输等方面的生物学问题。这些问题的解决,必须在深刻地了解在水域中发生的生物学过程,才能拟定实际措施。

由此可见,水生生物学的研究工作,对促进国民经济有关部门特别是渔业和养殖部门的发展有着重要的意义。

## 第二节 水生生物学的研究对象和方法

水生生物学的研究对象是水生生物的种群。种群,是某一种生物的个体的一种自然组合,是生物在自然界中存在的具体形式。生物与环境的关系,是通过种群而表现出来的,其

表现形式主要是种群的組成、分布和数量变动。

我們說生态学的研究对象是种群，并不忽视个体与环境的相互关系的意义。而是要说明生态学所面临的許多問題，必須通过研究种群与环境的相互关系来解决。可以举出一个营养方面的問題加以說明：对于一个个体來說，营养条件决定着它的生理状况(如体质、生长、发育等等)，在长期得不到食物的情况下，可以引起个体的死亡。但是，对于一个种群來說，情况要复杂得多。在种群的生活区域内，食物供应情况的好坏，将影响到种群的分布、年齡組成和种群的数量变动。一个种群的这些变化，必然引起另一些种群(它們的食物或敌害)发生相应的变化。而另一些种群的变化，反过来又将影响原有种群而发生新的变化。象这样复杂的关系，在个体与环境的相互关系中是見不到的。而在自然界的生物种群正是以这样的联系形式而存在的。

漁业和养殖业中的許多实际問題，就是属于这种性质的。因此，水生生物学的研究主要是以种群为对象的。

一般說来，对个体的研究是另一些生物学科的对象(如生理学、形态学、胚胎学、遺傳学等等)，这些科学部門詳細地研究有机体的結構以及深入地了解有机体与环境之間相互作用过程(如代謝过程)的实质。这些研究給生态学提供了重要的基础。生态学也給这些学科以有价值的資料。

生态学由于它所研究的对象的特殊性，也就具有一些它所特有的研究方法。水生生物学作为生态学的一个分支，它的研究方法的基本方面是和生态学一致的。其中主要是：研究种群情况和組成的方法；数量統計的方法；以及測定环境条件的方法。这些方法可以总起来称为“生物統計的方法”。这种方法的基础是直接观察和調查。这些方法在研究天然水域中的种群动态和数量变动，水域生产力的估計等方面是最重要的方法。所以在水生生物学的研究中經常应用。

为了研究水生生物对环境个别因素的反应和依从关系，有时也应用試驗的方法(即实验生态学的方法)。但是，这种实验研究，除了一些必須在实验室中进行的以外，一般都要求能在自然环境中去进行。同时这种試驗的方法应与野外的直接观察紧密結合起来，才能收到实际效果。所以在水生生物学的研究中，試驗、观察和实际之間的关系，应该是由生产的需要，到野外观察，由观察到試驗，由試驗和观察的綜合到拟定实际措施。

在水生生物学的研究中，也广泛应用比較的方法。这种方法可以用两种方式进行：一种是比較同一个种的生物在不同的栖居地或不同地理域区内的生活方式及其与环境条件的相应关系(即所謂生态地理学方法)。另一种方式是比較不同种类的生物的生活方式以及它們与环境条件的相互关系。

必須指出，上述研究方法在实际应用中是相互联系的，有时需要綜合地应用。例如在研究一个水域时(如一个湖泊或一个海灣)，上述方法在有些情况下是同时使用的。

水生生物学，由于它的内容和研究方法具有很大的綜合性，因此，它与其他科学之間有

着密切的联系。

不难理解,如果不了解动物或植物的名称或組成一个生物群落的生物的分类地位,就很难从事生态学研究,也就是說水生生物学与动、植物的分类学是有直接关系的。

同样,如果没有形态学的知識,就很难区别生物的种类,而且也不能深入了解动物(或植物)与其环境之間相互关系的实质。

水生生物学与生理学也有密切关系,生理学是研究有机体内进行的过程(如代謝过程)及其对外界条件的依存关系。这些研究,对于生态学解釋生物在外界环境影响下的变化及其适应是非常重要的。而生态学的知識和資料对生理学的研究也是必要的。此外,水生生物学与生物地理学也有类似的关系。

前已指出,水生生物学与海洋学、湖沼学之間的关系,海洋学和湖沼学是研究海洋和淡水水体的两門科学,而海洋和淡水水域是魚类和其他水生生物的生活环境,显然水生生物学与这两門科学之間的关系是很密切的。

水生生物学也与其他生物学科如胚胎学、生物化学等发生联系。水生生物学在其研究工作中也应用到数学(統計学)、物理学、生物物理学和电子学技术等的方法和資料。

### 第三节 水生生物学的产生和发展

水生生物学是一門比較年輕的科学,它的产生在十九世紀末叶,水生生物学的产生和发展过程,是紧密地与人类的經濟生活的迫切需要相联系的。使水生生物学作为一門独立的科学而产生,首先是由于漁业上的需要。在十九世紀中叶,由于漁业的发展和不加控制地濫捕魚类的結果,发现某些淡水魚类和海产魚类的捕获量开始下降。为了防止漁业产量的下降和拟訂有效的措施,以及提高魚类产量的要求,就需要了解有关魚类的生活、繁殖、发育、生长、洄游和营养方面的知識,与此相联系的就必須詳細地研究魚类的生存条件——水环境的物理、化学因素和作为魚类营养来源的浮游生物和底栖生物,以及这些食料生物的种类組成、数量、分布、季节变化和食物关系方面的規律。

由此可見,漁业的要求,对于水生生物学的发展成为一門独立的科学起了重要的作用。

除了漁业的需要以外,促使水生生物学发展的另一个因素是防止水域污染和拟定卫生設施的問題。工业的发展和大城市的建立引起了水域的污化,因而需要愈来愈多地寻求向污染現象作斗争的方法,以保証飲水卫生和工业供水的需要。人們从长期的实践中发现,污水中的生物(微生物、植物和动物)对污水自淨有巨大的作用。因此,詳細地研究水生生物学有助于对污水作出卫生学的評价和有可能拟定出水域淨化的生物学方法。这方面的研究工作,无疑对于保健事业和漁业特别是养殖业都具有重要的意义。

海洋和淡水生物研究站的建立以及十九世紀八十年代开始的专业調查队的調查工作,对于水生生物学的发展,也具有重大的意义。这些研究站,在初期主要是进行形态学和胚胎



学的研究工作,以后它们才成为研究水域的生物学的综合性研究机构。

世界上第一个海洋生物研究站,是俄国于1871年在塞瓦斯托波尔城建立的。在此以后至20世纪初叶,在其他一些国家也都建立了生物研究站。这些研究站大都设在临海城市或是最大的淡水水域附近,进行有关海洋生物或淡水生物的研究工作。

海洋考察也具有重要的意义。在海洋的早期考察中,世界上著名的综合性海洋调查队,是1873—1876年间的英国“挑战号调查队”(Challenger expedition)。这个调查队曾在世界三个大洋中和南极附近进行了三年多的考查工作。在此以后,世界上许多临海国家也组织了多次的海洋综合性调查,调查范围并扩展到南、北极海区。1938年苏联的“北极漂浮站”是世界上最著名的极海考察。最近几年来,世界上最大的海洋调查船之一——苏联的“勇士号”(Витязь)在世界大洋上所进行的考察工作是大家所熟知的。

上述这些研究站和海洋调查累积了大量的有关海洋生物学的研究资料和有价值的成果;对于水生生物学的发展起了直接的推进作用。

在社会主义国家中,水生生物学是建筑在辩证唯物主义的理论基础上的。同时,水生生物学的研究,不仅是一般地认识在水域中存在的自然规律,而在于掌握和利用这些规律为建设社会主义和共产主义服务。因此,这种研究有明确的方向,而且是理论联系实际的,从而为水生生物学的发展,开辟了广阔的道路。

#### 第四节 我国水生生物学的发展和今后的主要任务

我国是世界上主要的临海国家之一,大部海区均属浅海,占世界浅海面积的23.7%。大陆水域极为广阔,其中大部可供淡水养殖。我国海洋和淡水的生物资源也极为丰富。所有这些,为我国水生生物学的发展,提供了极为有利的条件。

解放前,我国的生物学家曾经进行过一些水生生物的研究工作。在本世纪30年代,曾在南海进行过西沙群岛(1933)和海南岛沿岸的生物调查(1933,1934);在黄渤海区进行过渤海湾和山东半岛沿岸的海洋调查(1935年)以及胶州湾的海洋调查(1935)。

但是由于国民党反动派对科学工作不加重视,科学研究工作缺乏明确的方向;因此调查地区范围有限,而且调查的内容绝大部分限于形态学和分类学的领域;因而解放前我国的水生生物学没有得到应有的发展。建国以来,我国水生生物学,在共产党和人民政府的英明领导下,才得到迅速的发展。

解放后十一年来,我国水生生物学的科学研究工作取得了显著的成就。

在水生动、植物区系和资源调查方面:在全国沿海对经济生物包括鱼类、软体动物、甲壳动物、棘皮动物和海藻等进行了大规模的调查研究,基本上掌握了我国沿海的动、植物区系的特点和资源概况。

在生态调查方面:进行了烟台附近鲈鱼渔场的综合性调查;在黄河口,吕泗外海、舟山

群島等海区进行了小黄魚、帶魚漁場的漁业生物学基础的調查；在辽东灣进行了毛虾漁場的生态調查；1958年以來又进行了全国沿海的大規模的綜合性的調查。此外还开展了潮帶間生态調查及一部分海区的浮游生物和底栖生物的生态研究。

在淡水生物学方面进行了长江下游各省的淺水湖泊的漁业生物学基础調查；进行了黑龙江(中苏綜合考察)、黄河和其他河流的部分支流的水利建設前的生物学綜合調查；对某些典型淺水湖泊如梁子湖开始了周年調查研究。

几年来,对主要的經濟动、植物的生物学进行了一系列的試驗性研究。其中对我国的主要經濟虾类——对虾和刺参、貽貝等的試驗研究,取得了初步的成就。对有害生物的生物学及其防治方法,几年来进行了較詳細的研究,并取得了防治上的重要成就。

在淡水方面对固氮兰藻、小球藻的培养利用和一部分高等水生植物的培养利用,也取得了成果,有些已推广于生产。

上述这些調查研究为我国开发利用水生生物資源、发展漁业生产和服务于其他国民經济部門起了积极的作用；并为进一步发展水生生物学和其他有关科学起了推动作用。

應該指出,我国水生生物学的研究工作还仅是开始,目前,無論在理論研究和实践上都还远不能适应漁业和其他国民經济部門发展的要求。

我国的水生生物学工作者,将为发展我国的漁业、交通航运业,以及卫生保健事业等方面承担着重要的任务。例如在提高水域生物生产力的理論和实践方面；在水庫生物区系的形成規律和人为改变水域生物組成方面；在控制有益和有害生物的研究方面；在掌握和利用大海資源方面等等；都需要进行长期地深入地調查研究工作。

我們深信,在党的正确领导下,在总路綫、大跃进和人民公社三面紅旗的光輝照耀下,我国水生生物学的研究工作今后更会得到迅速的发展,并将为国民經济的进一步发展而作出新的贡献。

## 第二章 水域——生物的环境

### 第一节 有机体与环境关系的基本概念

#### 一、有机体与环境的辩证统一

有机体与环境的辩证统一，表现在有机体与周围环境的相互关系中。这种相互关系，不能机械地把环境因素看作是对有机体单方面的作用，而是两者之间的相互作用。这种相互作用是通过有机体的新陈代谢而实现的：即有机体不断地从外界环境中吸取一定的物质，以建造其本身，同时又将生命活动的产物（如排泄的废物）排到外界环境中去。每一种有机体的生长、发育和繁殖都要求一定的外界条件，同时有机体又能在一定限度内适应外界条件。如果周围的环境条件发生改变，那就会影响到有机体生活的改变；以至于在长期的历史过程中引起有机体代谢类型（以至遗传性）的改变。另一方面，有机体在其生命活动的过程中也改变着它们的周围环境。例如，光照条件是决定浮游生物在水层垂直分布的主要因素，然而当浮游生物大量繁殖时，引起水中透明度的降低，从而又改变了水中的光照条件。又如，湖泊中的生物性状（种类、数量、分布等）是由湖的形态、理化性质及肥沃程度等因素所决定的。但在湖泊的长期演变过程中，生活在湖中的生物也积极地参与这种演变过程，从而逐渐地使湖泊由深变浅、由大变小和由瘦变肥；但当湖泊由一个阶段演变至另一阶段时，又改变着生活在其中的生物的组成、数量及其分布。由此可见，在有机体与环境的相互作用中，有机体不断地改变着自己，也改变着它的环境。

在有机体与环境的相互关系中，环境的各个因素（即环境的各种条件）是相互依赖的。同时有机体与环境的各个因素之间的关系也不是孤立存在的，而是相互联系和相互制约的。例如，光照条件和水生植物的光合作用有关，而光合作用的结果，则又影响水中的氧气状况。又如有机体对饵料的消耗，既和饵料的密度有关，也和饵料的可得性、呼吸条件、求食者的数目、求食者本身状况以及其他许多因素有关。

有机体与每一个具体环境条件之间的联系的实际，不是绝对的，而是相对的。例如，蟹作为一个环境因素来说，对不同的有机体就有着不同的意义：对于一些小动物来说，它可能是凶猛的敌人；对于另一些动物来说，它可能成为食物；对其他的动物来说，它又可能成附着物体；对于大洋性鱼类来说，它们之间根本不存在食物关系，而只作为一种动物存在于海洋之中罢了。从前述的例子可以看出，有机体与周围环境联系的意义。是以它们之间的具体情

况(時間、地点、条件)为轉移的。这是因为各种有机体虽有其共同的特点,但也有其特殊的要求。这种特殊的要求不仅在不同的有机体中不同,即使在同一种有机体的不同发育阶段也有所不同;因而,有机体与环境的关系是相对的。

## 二、环境因素

对任一个别的有机体來說,周圍的无机物(土壤、水、岩石等)和有机体(同种个体和异种个体),都是它的外界环境。但是周圍环境的各个因素对于有机体的意义,却并不是相同的。为了便于找出有机体与环境关系中的主要方面,可以把周圍环境的各种因素区别为三类:

第一类是保証有机体的代謝作用,而为其生长、发育和繁殖所不可缺少的生活条件。这类因素称为生存条件,一般包括生物的营养供应和直接影响生物代謝作用的理化条件等。

第二类是在不同程度上影响或改变有机体的生存条件,因而是間接地影响着有机体的因素;主要的是种内关系和一些其他种間关系,如捕食、寄生等。

第三类是对有机体或对生存条件没有什么重要影响的因素。但是,应该指出,对任一有机体來說,在其周圍环境中完全无关紧要的因素是不存在的,因为这些因素总是彼此相互联系的,只不过是對有机体的影响极其微小、不具实际意义罢了。

在有机体的生活中,每一环境因素的实际意义,有賴于和其他因素的結合。例如,丰富的食物只有在适宜的温度和良好的氧气条件下,才能發揮最大的作用;又如在一般的天然水体中,氧气的含量不会成为限制魚产量的因素,但在池塘的密养条件下,氧气条件却成为影响魚产量的重要因素。

在自然界中,不論是一般的环境因素还是有机体生活所必須的生存条件,总是在变化着的(如季节不同温度条件就不同),这种变化,有时大、有时小(量变),有时也可能发生根本的改变(质变)。因此,有机体的生命活动或生活方式也是随着生存条件的改变而改变的。例如,一个水体中的生物种类、分布和数量波动现象,就是与环境因素的逐日变化、季节变化和逐年变化,密切联系在一起的。

## 三、环境与发育的阶段性

所有的有机体的发育过程,都要經過一些在性质上不同的阶段。每一个发育阶段都与有机体的新陳代謝的性质相符合,因而,有机体在每一个发育阶段中与其环境的关系,也起着变化。从一个阶段到另一个阶段的轉移(过渡)是突然实现的。在这一轉移过程中,有机体本身结构的改組和它們与环境关系的一种形式更換为另一种形式,是阶段发育的基础。阶段性发育是不可逆的。从一个阶段到另一个阶段的过渡的速度和成功率,是以有机体所必須的生活条件能否滿足为轉移的。

有机体在每一阶段都是一个特殊的生活类型,有其特殊的要求;因此阶段的更換,也改变着有机体与环境关系的性质。同时,任一发育阶段所要求的发育条件,不仅影响着本阶



段,也影响着下一阶段;所以个体的发育状况以及与发育状况有关的繁殖率和存活率,也是以生存条件对各个阶段的满足程度为转移的。这些要求得不到满足,就造成有机体发育的不正常和抵抗力很差,就会影响到有机体的繁殖和存活率。

阶段发育对环境的这种依从关系,在鱼类和其他动物的养殖上,有着重要的意义。

#### 四、有机体与环境的关系的类型

各种环境因素对不同的有机体的作用并不相同,按照环境因素对有机体生活的作用,可以区分为:(1)最高度——即超过最高度时有机体即不能生存;(2)最低度——低于最低度时有机体也终止了生命活动;(3)最适度——在这时环境因素对有机体的作用最为适宜。上述环境因素的最高、最低和最适的具体数值对不同有机体也是不同的,是和有机体对环境因素的适应幅度有关的。因此,也可以把有机体区分为广适应性的(或广生性)和狭适应性的(或狭生性)两类。前者可以生活在各种各样的环境条件当中,如广温性、广盐性等等;后者则只能生活在相当固定的环境条件下,如狭温性、狭盐性等等。

在有机体与环境的关系中,有机体需要甚么样的环境条件,以及有机体对每一个环境条件的适应幅度,取决于有机体在历史上所已形成的形态结构和生理特征。反过来,有机体的这些形态结构和生理特征又都符合于决定它们这些结构和生理特征的外界理化条件和生物环境。因此,有机体与其周围环境关系的性质,基本上是以它们的新陈代谢类型为转移的。

在动物中有两个基本代谢类型:变温动物的代谢类型和恒温动物的代谢类型。

变温动物(或冷血动物)的新陈代谢水平是低的。与恒温动物(见第五章)相反,它们缺乏调节能量代谢的机能,因而不能稳定地维持生命活动和抵抗外界不良影响。绝大部分的水生动物都属于此类型,所以,它们的生命活动在很大程度上是以环境因素的变化为转移的,它们在外界环境影响下所发生的变化,主要地是被动的。

## 第二节 水域是水生生物的居住环境

### 一、有机体在生物圈的分佈

地球的表面部分(地球外壳)被三层物质包着,即岩石圈、水圈和大气圈。在这三层圈壳中都居住着生物,因而形成生物圈。

有机体在生物圈中的三种圈壳内的分佈是十分不同的。尽管大气圈的厚度很大,但绝大多数的生物都集中在接近地面的50—70米以下的气层中。在岩石圈中,生物的分佈主要在土壤上层的几十厘米中,很少达到数米以下。只有在极少数的情况下,才能在深达100米的地下水中发现动物;少数细菌能生活在2.5—3公里深的地壳裂缝中。

水圈是生物分佈幅度最大的圈壳,水圈中的生物量也特别大,超过岩石圈和大气圈好多倍。这种情况之所以产生,首先是因为世界大洋的面积占了地球表面的70.8%,其次是因

为在大洋中生命存在于整个水层,例如从大洋表面直达最大深度的馬利亚納海沟(10,960米)都有生物分布。此外,水圈的一系列物理和化学性质也十分有利于有机体的生命活动。

水圈中虽然到处都有生命存在,但其分布并不是均衡的,主要集中在水圈的上层和接近水底的部分。这种分布上的不均匀性、一方面与生物的特性有关,另一方面也和水圈的物理、化学特性密切地联系着(見以后各章)。

## 二、水作为生物环境的主要特点

水是有机体的主要生存条件,这不仅因为水可作为生物环境,而且水也积极地参与一切的生命过程。虽然有些植物在干旱的陆地,只需要极少量的水就可以生存下去,但是一切生物都离不开水。除了动、植物在休眠期和孢子期(或种子),它們組織中的水分可以降至50%以下外,一般的生活的有机体体内的水量都在体重的一半以上(60—90%左右),有些甚至超过90%(如水母)。如果失去水分,就将对生命造成严重威胁以至于死亡。正因为如此,所以水体是生命的优良环境,而最初的生命也是起源于水中的。

水作为生物的环境而言,具有一系列的重要特点,简单介绍于下。

**1. 水的溶解能力** 水是一种良好的溶剂,它有着极大的溶解能力。在天然水体中,溶解有生命过程中所需要的各种各样的无机的和有机的物质。这对于水中生物的发育和生长具有极为重要的意义。因此,在水环境中,植物不仅能够在水底生长,而且也能在水层中生活,大家知道,浮游植物就是这样的。

**2. 水的热学特性** 水的比热很大,能够吸收很多的热量;由于导热率很低,所以热量的放散过程也很慢;同时,水在蒸发和結冰时又有调节热量的作用,这样就使得水体中的温度状况比較稳定,不会象陆地那样发生剧烈而突然地温度变化。这种情况对于大部分属于冷血型的水生动物的生活,有着很大的好处。

水的溶解潜热也很大,1克的冰变成 $0^{\circ}\text{C}$ 的水,需要吸收80卡的热量,而1克 $0^{\circ}\text{C}$ 的水变成冰,也要放出同样的热量,所以在天然水体中,水不易完全結冰。此外由于水的密度以 $4^{\circ}\text{C}$ 时最大,温度继续降低密度反而变小,这样,即使結冰也总是从表面开始;由于冰的掩盖,失热过程更慢,所以冰下水层更不易冻结。因此,即使在极冷的气候下,水生生物仍可在冰下的水层中正常生活。

**3. 水的密度和浮力** 水的密度,远較空气为大(空气密度仅为水的0.0013),因此,許多比重較小的生物,在其整个生活史中能够在水中保持悬浮生活。由于水的密度大,浮力也大,所以許多水生动物不需要坚强的骨骼支持身体,即可在水中生活,还有許多水生动物是根本没有骨骼的(如水母)。这样的动物,在空气环境中,是不可想象的。此外,世界上最大的动物(如鯨类)也是生活在水中的,而在陆地上,这样大的动物也是难以生存的。

**4. 水的流动性** 在水圈中,水是經常处于各种形式的运动状态下的,这些包括大陆徑流、波浪、潮汐、海流、渦动和对流等等。水的这种流动性,对于水中生物的生活也有重要的

意义。

水的水平和垂直流动,可使气体、盐类和热量向深水层传播,得以均匀地分布;并可消散生物代谢活动的废物,并使水环境得以周期性的循环更新。水的流动也可将动、植物的孢子、卵和幼体,加以传播,有利于它们的繁殖和分布。水的流动也有利于固着动物的呼吸和获得食物。

以上几点,是水环境的一些主要特点,这些对水生生物的生活十分有利。但水环境也有一些生活条件较陆地为差,如光照条件就没有陆地优良。在水中光线只能照射到水体的表层,因此限制了植物的分布。此外氧气状也没陆地好;水的强烈运动如波浪和洪水的冲击也会对水生生物带来不利的影响。

### 第三节 水域环境的分区及其特征

为了便于研究水域以及栖息其中的各类生物,按照水域各部分的物理、化学特性和其中的生物学特点,可以把水域区分为若干级的生物区(Biotic divisions)。水域中最大的分区,一般有二:即水底区(Benthic division 或称底栖区)和水层区(Pelagic division 或称浮游区)。前者包括所有水底部分,后者包括所有水层。上述的两个主区又可再分为若干次级生物区。划分环境的原理在湖泊和海洋基本上是相同的,但由于湖泊和海洋环境在某些理化和生物学特性上不尽相同(如透明度、波浪、潮汐、海流等方面),所以划分的具体情况也有所区别。下面主要介绍一下湖泊和海洋分区的情况及各区的特征。

#### 一、湖泊环境的分区

1. 水底区的分区及其特征 水底区的范围是指从水边开始沿水底一直至湖泊的最深处的整个湖盆底部而言,按其理化和生物学特性又可分为三个生物区(或生态带)(图2-1)。

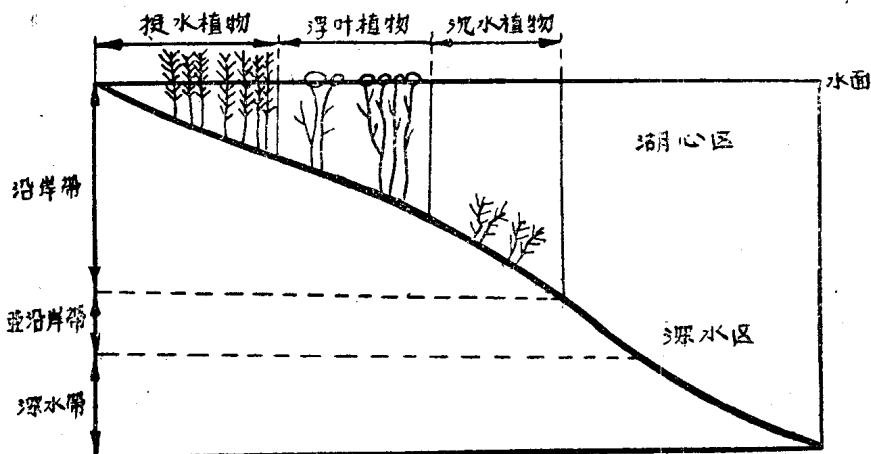


图2-1 湖泊环境的分区(参考 Березина 等改绘)

(1) 沿岸带(Littoral zone) 沿岸带的范围由水边向下延伸至水生高等植物生长的下限为止(即沉水植物生长的下限)。这一下限的深度一般约为6—8米,但在不同湖泊由于透明度的不同而有变化,透明度小的湖泊(即比较混浊的水体),其下限则浅一些,透明度大而清的湖泊,其下限可以更深一些。

沿岸带的理化特点和生物性状在很大程度上与湖岸的曲折程度、倾斜度的大小和底质性状有关。湖岸线愈曲折、港湾也愈多,沿岸浅水区域也相应增大,因此生物也愈丰富。底质性质在沿岸带也很复杂,可分岩石、砾石、沙滩和泥岸等不同情况,这些不同的环境条件在生态学上可区分为不同的生活小区(Biotope);在不同的生活小区内,栖居着不同的生物自然组合(即所谓生物群落)。

这一区域一般有下列特点:

- ① 水位常有变动。
- ② 波浪作用比较强烈(水生植物多时可以减弱)。
- ③ 水温变化幅度较大,在北方冬季通常冰冻。
- ④ 光照条件较好。
- ⑤ 水中含氧量和溶解盐类较丰富。

这些条件总的说来对生物的生活是有利的,所以这一带生长有各种水生植物,而使动物具有丰富的食物及掩蔽和栖息的场所;因此动物在种类和数量上也很丰富。其中以软体动物和水生昆虫占绝对优势,以整个水底区来说,沿岸带是生物量最大的地带。

(2) 亚沿岸带(Sublittoral zone) 这一带为沿岸带以下至深水带的过渡性区域,一般没有高等植物生长,只有一些苔藓植物和少数轮藻生长。这一带往往在沿岸带的斜坡上,倾斜度比较大。底质性状随湖泊年龄而异,年老的湖泊,往往由死亡的贝壳构成,沉积物介于沿岸带与深水带之间。光照条件与氧气状况都比沿岸带为差。但波浪作用不大,接近消失。温度的变化幅度比较小。由于上述条件,所以这一带的生物无论在种类上或数量上,都远没有沿岸带丰富,但在冬季沿岸带的有些动物也会下移到这一区域来。

(3) 深水带(Profoundal zone) 即为亚沿岸带以下的全部深水部分,这一区域底质性状,亦随湖泊年龄而异,湖泊年龄愈老,底形也愈平坦,有机沉积物也愈厚,即为软泥底质。这里没有光线或光线十分微弱,因而没有任何植物生长。这里的环境相当稳定,周年变化极小;温度较低,氧气条件很差,甚至完全缺氧。因而这里动物种类是十分贫乏的,只有少数的昆虫(主要是摇蚊类)和水蚯蚓类可以生活,如果环境中完全缺氧则唯有嫌气性细菌可以生活。

**2. 水层区的分区及其特征** 水层区系指整个水层而言,在大而深的湖泊中,按水平方向又可分为两区:

(1) 沿岸区(Littoral zone) 即沿岸带以上的浅水部分,这一区的主要特点是光线可以透射到水底,其他理化特征在上面讨论沿岸带已经指出了。

(2) 湖心区(Limnetic zone) 即沿岸区以外的开阔部分。如果湖泊很深,湖心区在垂



直方向还可分为表水层和深水层。表水层为光线透射到的水层，其深度随湖泊的透明度而异，深水层没有光线。这一区域的生物特征是只有浮游生物和能游泳的动物及鱼类等。

上述湖泊环境的划分方法和原则，各学者意见并不一致。至于上述各区的界限，在实际的条件下有时也不十分明显。在我国江淮及太湖流域内的湖泊大部很浅，大型湖泊（如太湖）虽然就水平来看十分开阔，但由于水浅，因此没有深水带和典型的湖心区的理化条件及生物特征。

## 二、海洋环境的分区：

**1. 水底区及其特征** 这一生物区的范围，包括所有海底以及高潮时海浪所能冲刷到的全部区域在内。栖息在这一区的生物，对于海底的形成及其性质，有很大的作用。这一生物区可分为两大系：即浅海系与深海系（图 2—2）。这两大系的界限以水深 200 米为分界线。这一分界线的根据是：这一深度被认为是大陆棚的外缘，同时这一界线大体上相当于大海中的透明带（Lighted portion）和黑暗带（Dark portion）的界线。水底区的分区界线，各学者并不一致，而且界线有时也并非固定在某一绝对深度上。

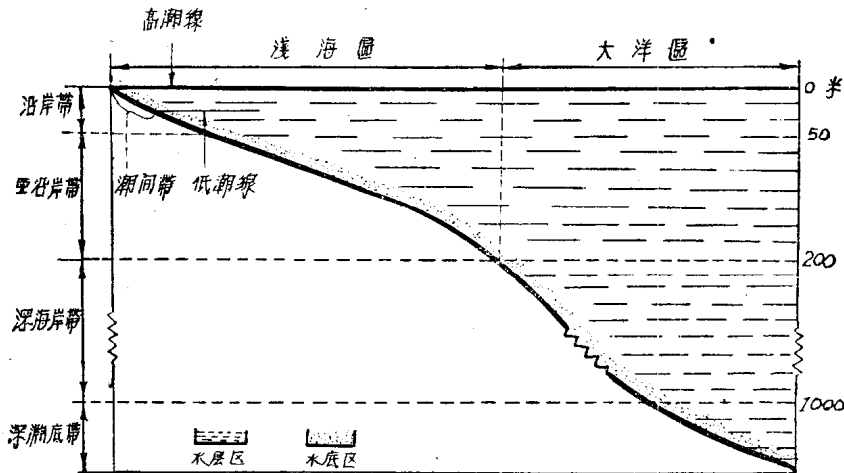


图 2—2 海洋环境的区分(主要表示水底部分)  
(自 Sverdrup 等 1942 改绘)

(1) 真浅海带 (Eulittoral zone) 其范围由高潮线起至水深 40—60 米为止。这一带的下限大体上是固着植物能大量生长的下限。具体的深度随纬度的高低和透明度的大小相差很大。在真浅海带的上部有一比较明显的潮间带 (Intertidal zone)，以高潮平面和低潮平面为其界线。在真浅海带内(特别在潮间带内)具有以下特点：

- ① 光线充足。
- ② 波浪作用强烈。
- ③ 温度变化较大。