

全国中等水产学校教材

海洋生物学

山东省水产学校 主编

海水养殖专业用

农业出版社

全国中等水产学校教材

海洋生物学

山东省水产学校 主编

海水养殖专业用

农业出版社

全国中等水产学校教材
海 洋 生 物 学
山东省水产学校 主编

责任编辑 林维芳

出 版 农业出版社

(北京市朝阳区农展馆北路2号)

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 农业出版社印刷厂

开 本 787mm×1092mm 16 开本

印 张 15.5 字数 337 千字

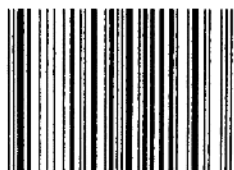
版、印次 1992 年 10 月第 1 版

1998 年 10 月北京第 3 次印刷

印 数 5,251~7,250 册 定价 16.70 元

书 号 ISBN 7-109-02130-0/Q·97

ISBN 7-109-02130-0



9 787109 021303 >

前 言

本书是根据1983年农业部水产局颁发的《海洋生物学》教学大纲编写的。

本书共分绪论、海洋环境、海洋植物类群、海洋动物类群、海洋生物与环境的关系、海洋生态系统和海洋生产力等七章。

《海洋生物学》是海水养殖专业的一门专业基础课。本课程与《海洋浮游生物学》、《鱼类学》、《贝类养殖学》等课程都是本专业的必修课。它们之间既相互联系，又自成体系；既要注意衔接，又要避免重复。因此，本书的第三章海洋植物的类群和第四章海洋动物的类群中均未包含海洋中的浮游性类群、鱼类和软体动物等内容。此外，海洋中少数类群尚未发现与海水养殖有密切关系的亦未涉及。

本书初稿经青岛海洋大学陈大刚副教授、南开大学陈天一副教授审阅，并提出了许多宝贵意见，山东省海洋水产研究所张树德副研究员校阅全稿，在此，向他们表示深切的谢意！

本书编写的分工是：绪论、海洋环境、海洋植物类群、海洋动物类群和海洋生态系统由山东省水产学校李诺编写；海洋生物与环境的关系、海洋生物生产力由福建集美水产学校黄瑞编写。

本书由于编写时间仓促，编者业务水平所限，书中的缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1990年7月

目 录

第一章 绪 论.....	1
第一节 海洋生物学的定义和研究对象	1
第二节 海洋生物学的研究进展及当代研究动向	1
第三节 海洋生物学与其他科学的关系	5
第四节 海洋生物学的研究方法和目的	5
第二章 海洋环境.....	7
第一节 海洋环境的生态因子	7
第二节 海洋环境的特点.....	10
第三节 海洋环境的分区及其特征.....	11
第四节 海洋生物的地理分区.....	17
第三章 海洋植物的类群	22
第一节 海洋菌类	22
第二节 海洋藻类	27
第三节 海洋种子植物	51
第四章 海洋动物的类群	58
第一节 原生动物	58
第二节 海绵动物和腔肠动物	63
第三节 海洋蠕虫类	70
第四节 节肢动物	77
第五节 拟软体动物	101
第六节 棘皮动物	102
第七节 脊索动物	110
第八节 海洋生物的生态类群	114
第五章 海洋生物与环境的关系.....	118
第一节 海洋主要生态因子的生态作用	118
第二节 海洋生物之间的相互关系的类型	158
第六章 海洋生态系统	167
第一节 生物群落和生态系统	167
第二节 海洋生态系统的结构和特点	175
第三节 海洋生态系统的类型	179
第四节 生态系统的功能	189
第五节 生态系统的平衡与失调	199
第七章 海洋生物生产力	203
第一节 海洋生物生产力的基本概念	203
第二节 海洋初级生产力	205
第三节 影响海洋初级生产力的环境因子	213

第四节 海洋有机物生产的生物学效率	215
附录一 海藻标本的采集、制作与保管	220
附录二 海洋大型底栖生物调查	223
附录三 海洋潮间带生物调查	225
附录四 海洋游泳生物调查	227
附录五 用Winkler碘量法测定藻类光合作用	234
附录六 叶绿素的定量测定 (分光光度法)	236

第一章 绪 论

第一节 海洋生物学的定义和研究对象

一、海洋生物学的定义 海洋生物学是生物科学的一个重要分支,是研究海洋生物的形态、分类、发生、发展及其与环境之间相互关系的科学。包括海洋生物对环境条件的要求和适应;食物(或营养)的种类和来源;繁殖习性;栖居地和存活能力;迁移、分布和数量变动规律;昼夜或季节的生活周期现象;种内和种间关系;群落结构;物质和能量的转移以及短期演替和演化等生命现象。环境包括非生物环境和生物环境两部分,前者指的是非生命物质,如温度、光照、土壤、盐度等;后者包括生物种内或种间的关系。

二、海洋生物学的研究对象 现代自然科学向微观和宏观两个方向发展。生物科学的研究也向两个侧面延伸:一个侧面是微观的层次,从组织、细胞、细胞器、分子、亚分子结构到电子水平;另一个侧面是宏观的层次,从器官系统、个体、种群、群落、生态系统到生物圈。

大多数海洋生物学家认为,海洋生物学主要研究方向朝宏观方面发展,要在个体、种群、群落、生态系统的不同水平探索生命系统的奥秘。所以海洋生物学是以生物个体、种群、群落、生态系统甚至生物圈作为它的研究对象。种群是指一定区域内同种生物许多个体的集合体。在种群内的各个个体是通过种内关系而组成一个有机的统一体。群落是在一定地理区域(或一定生境)内,生活在同一环境下的动物、植物、微生物种群的集合体。这些生物种群通过食物关系和空间关系而结合在一起。生态系统是生物群落与其环境之间由于不断地进行物质循环和能量流过程而形成的统一整体。生物圈系指地球表面有生命的部分,包括三个组成部分,即大气、水域和陆地。

第二节 海洋生物学的研究进展及当代研究动向

一、海洋生物学的产生和发展 海洋生物学是一门比较年轻的科学,它的产生和发展过程是紧密地与人类的经济活动相联系的。自古以来,人类就因捕鱼、晒盐、航海等活动与海洋发生了联系。随着生产的发展,人们开始有意识地探索海洋,逐渐增加了对海洋的认识。15世纪末,由于生产力的发展,西欧各国为了寻找海外殖民地,大力进行了海洋探险事业。1492年,意大利人哥伦布横渡大西洋到达西印度群岛,他们在航行中发现了信风带与北赤道流。1519年,葡萄牙人麦哲伦率领西班牙军舰作第一次环球旅行,证明地球是球形,初步提出了海陆的相对面积。英国达尔文在1831—1836年乘Beagle号调查船,在

世界各海洋航行采集、考察动物标本，并发表了蔓足类、珊瑚类研究的著作。1873—1876年英国“挑战者”号海洋调查船调查了三大洋的主要部分，出版了50本巨著《蔡伦权远征队报告》，提出了若干理论。有人认为，这次大规模的海洋调查是现代海洋科学的开端。

本世纪以来，通过国际的协作，统一了调查方法，改进了测试仪器，建造了专门性海洋调查船只和对特定海区进行系统性专门调查，促进了海洋科学的进一步发展。特别是60年代以来，由于研究方法的改进和新技术的引用，提高了调查质量，扩大了调查范围，从而海洋科学取得了突飞猛进的发展。

当前，从研究动向看，海洋生物学研究的主流是海洋生态学。近代发展起来的生物海洋学反映了海洋学和生物科学的时代水平和时代思潮，其研究内容涉及海洋生态系统的结构、功能和生产力，尤其是海洋生物的物质利用、能量利用、排泄、生殖、增长率、洄游、摄食和季节影响等生态动力学领域的各个问题。海洋生物学已经从形态、分类的描述研究（定性研究）时代进入到实验性研究（定量研究）时代。当前海洋生物学研究的进展还体现在广泛应用新技术和加强实验性和综合性的工作，使室内实验和海上调查相结合，宏观和微观相结合，生物学和地学、化学、物理学、力学、数学及工程学相互渗透，并运用现代化的自动化测试技术、计算技术和遥感技术等实验手段。

二、国外研究进展和发展概况

1. 水域生产力的研究 应用 ^{14}C 测定海洋初级生产力，已在世界各海洋做了大量观测，并粗略地绘制出初级生产力的世界分布图。据估计，全世界海洋的有机碳年产量为 $23 \times 10^8 \text{t}$ ，目前人类利用的仅是其中的0.03%。浮游植物现存生物量的测定，当前普遍采用荧光光度法。有一种现场荧光计，可直接在水下测定叶绿素含量。遥感技术的发现，现已利用卫星和飞机上的多光谱摄影大面积地观测叶绿素含量。底栖大型藻类的产量一般认为约有浮游植物产量的2—5%，但由于生境的差异和测定方法欠完善，所以估算结果差别较大。

目前，对浮游动物和其他各营养层次的产量尚不能直接测定。一般仍采用现存生物量资料和优势种生物学资料间接推算。

海洋鱼类资源方面的研究：近几十年来，由于渔捞强度迅速加强，某些经济鱼类资源出现衰退，个别传统性渔场的渔获量大幅度下降。因此，对经济鱼类种群数量变动规律和洄游结群习性，以及海洋鱼类资源开发利用的生物学基础进行研究，已成为各国大力开展研究的中心内容。据现有研究资料估计，世界海洋鱼类资源潜力约为 $1 \times 10^8 \text{t}$ 左右，即产量尚可提高一倍。但主要是依靠非传统性渔业产量的增加，也就是捕捞食物链中层次较低的小型种类。因此，从食物链的观点出发，探索食物链层次较低的生物资源的开发利用，以及它对优质食用鱼类的影响问题的研究，将是日益引起重视并需迅速开展研究的一个重要内容。

海洋生物增殖方面的研究：通过海洋生物的增殖，可以充分利用海洋初级生产的巨大潜力，从海洋中获得更多的食物。例如，联合国粮农组织的下属机构，正在大力推广在沿岸沼泽地带（滩涂），采用池塘式养殖非肉食性鱼类。据估计，全世界约有10亿英

亩*的沿岸沼泽地带,若开发其中的10%,就可生产 1×10^3 t鱼产品。此外,还在港湾和沿岸水域进行网箱式、放牧式养鱼和放养鱼苗的试验。海洋生物增殖,无论是从理论的估计或是从试验和生产实践,对提高海洋渔业产量都显示出巨大的潜力和良好的前景。许多海洋学家认为,目前对海洋生物资源的开发利用已到了一个重要的转折时期,即从捕捞海洋生物资源为主开始转变为增殖为主的“耕海”时代。

沿岸上升流的研究:近十多年来,对有关沿岸上升流的研究特别重视。这主要由于上升流对生物资源、气候以及原子废物的扩散均有影响。据估计,世界沿岸上升流区的面积仅占海洋面积的0.1%,但其中的渔获量却占全世界总产量的50%。因此,“沿岸上升流实验以及沿岸上升流生态分析”已纳入国际海洋调查10年规划。近几年来,美国对大西洋东北部、秘鲁沿岸流进行了调查、实验,从上升流的动力学到它的一连串效应进行系列观察。调查结果表明,海洋中上升流速比过去估计的要大得多,而且发现新的上升流区。这一结果必然导致对上升流“施肥”作用(将养料从下层带到光合作用层)作出重新估价,进而对海洋生物资源估价将带来巨大的影响。

2. 海洋环境科学的研究

海洋环境污染状况的调查:近20年来,由于工业和交通运输业的发展,环境污染日益严重。海洋正在成为工业发达国家的“垃圾桶”。据估计,每年由于人类活动而进入海洋中的石油多达1000t。其他污染物如铅、汞、DDT、PCB(多聚联苯)等也大量进入海洋。尤其值得重视的是,污染物入海后经过食物链(网)的富集作用(可达几十万倍),变成对人类的巨大威胁。因此,海洋污染调查已被国际海洋学委员会列为“国际海洋调查10年规划”的重要内容之一,并成立了世界海洋观测机构。目前已对北美沿岸海区、北海、巴伦支海及地中海的部分海域进行了协作调查;对印度洋、大西洋和太平洋的石油污染问题也进行了监测;对某些污染物(如汞、DDT等)在三大洋的分布也正在调查研究中。

污染物入海后的变化转移规律的研究:这方面研究比较多的是铅、汞、有机氯农药和石油等。已知汞从陆地向海洋转移的主要途径是通过大气,经过河流进入海洋。汞进入水体后多分布在富含有机质的淤泥沉积物中,经厌氧微生物的作用,将无机汞转化为甲基汞。研究表明,大约汞总含量的70%以甲基汞的形式存在脊椎动物的肌肉中,而在无脊椎动物中甲基汞较少。近20年来,国外在围绕着海洋污染与海洋生物、渔业的关系,探索其中的规律,阐明作用机制,寻找生物防治途径等方面进行了大量的调查和实验研究工作。

3. 应用新技术,加强实验性研究 海洋生物学研究进展还体现在广泛应用新技术和加强实验性和综合性工作。近20年来,这方面的工作取得了迅速的发展。例如,利用机载遥测仪器和卫星多光谱摄影,可以大面积地观测海洋;应用潜水载体水下实验室,可以观测大陆架和几千米深水下生物在自然条件下的行为及其周围环境对它们的影响;观测深水散射层中生物的种类及其生态特征等等。应用放射性同位素技术,可以追踪生态系统中营养转移途径,并判断其转移时间和范围。测试仪器向自动化技术发展,已制成能测水温、溶

• 1 英亩 = 40.4686亩。

解氧、电导率、酸碱度、氧化—还原电位、氯度和浊度等项参数的自动探测仪。此外，在资料数据处理上，利用先进的统计学技术、数学模型和电子计算机等应用数学手段，分析和了解生态系统的结构和功能，建立模拟实际生态系统的模型进行实验，对系统作简化描述和预示其变化。

三、我国海洋生物学的研究概况 解放前，我国海洋生物学除了一些零星的调查与生物分类研究外，几乎空白。解放后，由于党和政府的重视，海洋生物学与其他海洋科学一样有了很大的发展。特别是在1956年制定12年科技发展规划以后，先后建立了各种海洋研究机构，包括科学院系统、水产总局系统和国家海洋局系统。有关的一些院校也大力开展海洋科学研究。

1. 开展了我国邻近海域的普查 海洋调查是研究海洋和开发利用海洋的基础。1957年，我国第一艘海洋调查船“金星号”在渤海和北黄海西部进行我国首次海洋综合调查。1958年，国家科委组织全国各有关单位，对渤海、黄海、东海、南海的近海部分进行了大规模的综合调查（通称全国海洋普查）。这次调查结果发表了研究报告8册，绘制了我国第一套海洋图集，出版了我国第一本《海洋调查规范》，这是我国海洋发展史上一个重要里程碑。1979年国家科委又组织了全国规模的海岸带及海涂资源综合调查。近年来，国家海洋局各研究所还对深海和特定海区进行了综合调查，首批获得比较系统的深海资料，填补了我国海洋调查的一个空白。以上调查成果，将对我国合理开发海洋各种资源提供宝贵的科学依据。

2. 对一些渔场进行了比较系统的调查 通过调查基本上掌握了我国重要捕捞对象的生物学特点，初步了解了渔场的形成条件。1953年由水产部、科学院和有关高校开展对“烟威外海鲈鱼场综合调查”。同期，还进行了对黄河口小黄鱼、东海越冬渔场的调查。1958年以后，对浙江近海大黄鱼种群进行了调查，较系统地掌握了大黄鱼种群生态特征。1956年开始了带鱼渔场调查。1963年水产部组织五省一市开展对黄渤海区和东海区鱼类资源调查，南海区鱼类资源调查从1954年开始，一直延续至1957年。1975年，福建省组织了14个单位，开展了闽南—台湾浅滩鱼类资源调查。80年代初，调查进入大陆坡海域，获得了很多宝贵资料。这些调查紧密结合生产，对我国海洋渔业发展作出了贡献。

3. 重要经济海产动植物的养殖取得显著成果 通过海带和紫菜的实验生态学研究，成功地解决了海带低温育苗、海带南移和紫菜人工养殖等关键问题。摸索出一整套我国独特的养殖方法，使我国养殖海带、紫菜和其他大型海藻的总产量居世界首位。此外，近年还开展了裙带菜、江蓠、石花菜、麒麟菜等种类的人工育苗、分苗繁殖、栽培等试验研究。

对虾人工养殖：50年代就开始这项研究工作，1960年室内人工育苗成功。目前我国对虾人工育苗已实现工厂化规模，达到国际先进水平。正在大力开展提高成虾单产的科研和生产实践，以及人工养殖亲虾越冬的研究。

经济贝类养殖：70年代，贻贝人工养殖已解决了人工育苗和自然采苗技术。鲍的人工育苗也获得可喜成果，北方的皱纹盘鲍南移福建并成功地繁殖。80年代，在栉孔扇贝人工育苗成功的基础上，开展了大面积养殖生产和海底放流试验。1982年从美国引种海湾扇

贝,基本上实现了生产性人工育苗并开展了人工养殖。此外,对珍珠贝、菲律宾蛤仔、泥蚶、文蛤、牡蛎、毛蚶、缢蛏、江珧等先后开展人工育苗、实验生态、人工养殖等试验研究,有的种类已获得成功。

海水鱼类养殖:主要进行了梭鱼、大鳞鲷、棱鲷、斑鲷、牙鲆、黄鲈、黑鲷人工育苗研究,并先后获得成功。此外,对真鲷、条鲷、黄姑鱼、石斑鱼、遮目鱼、黄盖鲷等海产鱼类的育苗实验、早期形态观察、网箱养殖、标志放流等也取得不同程度的效果。南海三斑海马北移驯化试验和罗非鱼海水养殖研究均获得初步成功。

其他海产经济动物增殖:刺参人工育苗成功后,开展了放流增殖和人工养殖试验。梅花参、海胆亦开始人工育苗研究。海蜃已弄清生活史,并成功地进行了人工育苗,当前正在开展种群生态和增殖途径、放流的研究。蜆血可作毒素指示剂,近年,蜆的人工繁殖和工厂化育苗的研究已取得很大进展。

第三节 海洋生物学与其他科学的关系

海洋生物学是生物学的一个分科。它与形态学、生理学、遗传学、进化论、生物发生学、生物物理学、生物化学、分子生物学等学科共同组成生物学的基础。这些学科分别从不同领域研究所有生物共同的基本生命现象。因此,海洋生物学与上述这些生物科学有着密切的联系。例如,对海洋生物种类的准确鉴定和对形态结构、生理机能知识的了解是研究生物生活方式所必须的基础;要深入了解有机体与环境的相互作用过程的实质,就与海洋学、生理学、遗传学、生物化学有密切关系;而各种生物的生理机能和生活方式又与形态结构协调一致。还有,对生活方式的研究也要联系到历史形成因素,这就与进化论有关。此外,由于新技术、新概念的应用,海洋生物学还与数学、物理学、力学、工程学、电子学、地学发生交叉和联系。

第四节 海洋生物学的研究方法和目的

一、海洋生物学的研究方法 海洋生物学作为一门科学,它凭借三个研究方法:(1)鉴定动、植物名称的分类技术;(2)海上调查观测;(3)海上或室内实验。在对个体的野外或室内实验方面,利用物理和化学技术对有机体及自然环境因子的关系进行量的研究。对在自然条件下的种群、群落和生态系统,也可以应用先进科学技术进行定量实验,如利用电子仪器和遥测技术对动、植物种群进行取样和测量;使用同位素研究生态系统中的营养转移;利用统计学技术、数学模型和电子计算机科学研究生态系统的结构和功能。此外,还可以为各有关系统创立数学模型或电子计算机模拟程序,以预测一种因子或几种综合因子作用的变化。

二、海洋生物学的研究目的 当代海洋生物学研究的主要目的是合理开发利用海洋生物资源,提高水域生产力和保护海洋环境,维持生态平衡。要达到上述目的,就需要研究

海洋生物学的理论，并把理论与实践紧密结合起来，解决实际问题。例如，研究海洋生物之间的食物关系，不仅是海洋生物学基础理论研究之一，而且还可以通过食物网各营养层次的能量流动途径和转换效率的研究，估计各类海区的鱼类产量。甚至可以采取人为措施（如减少食物链环节）来提高水域的生产力。通过种间食物关系和饵料生物的种类组成及其时空分布的研究，可以探索鱼虾类洄游路线，为寻找渔场提供依据。又如，研究群落中物种的空间关系，就是在海水养殖实践中必须考虑到的各水层的充分利用问题，以及如何掌握好附着期，以防止藤壶与牡蛎争夺附着基等问题。至于因过渡捕捞而导致某些海洋经济鱼类资源数量锐减以及如何恢复，这就需要人们掌握种群变动规律的理论，以便合理地利用海洋生物资源。

随着人类生产力水平的不断提高，人类正在对自身和所有生物生活的环境施加全球性的影响。这种影响往往是不自觉的或事先未曾预料到的，而后果却是极为严重的，有的已经达到可以影响全球生态平衡的程度。因此，研究人为的污染海洋环境所造成的生态失调也是本学科的一项重要任务。总之，海洋生物学是一门关系到人类和所有海洋生物生存和发展的科学，为了实现“四化”的宏伟目标，我们要高度重视海洋生物学的研究工作。

第二章 海洋环境

第一节 海洋环境的生态因子

一、环境与生态因子 所谓环境,是指影响有机体反应的外界条件的总和。环境中影响一种或几种有机体生命活动的条件称为生态因子。

对任何一种生物来说,周围的无机物和有机体都是它的外界环境,但周围环境的各个因子对于生物的意义却并不是相同的。一般说,可以把周围环境各种因子区别为三种类型。

第一类为生物生长、发育和繁殖所不可缺少、新陈代谢必需的环境因子,这类因子称生存条件。一般包括生物的食物(或营养)供应和直接影响生物代谢作用的理化条件等。第二类是间接影响或改变生物生存条件的环境生态因子,如食物竞争者、敌害等。第三类是对生物或生存条件没有什么重要影响的因子。

生态因子通常分为非生物因子和生物因子。非生物因子又称为自然因子或理化因子,海洋里的主要理化因子包括温度、光、海流、潮汐、压力、底质、盐分、溶解气体、pH等等,生物因子包括海洋环境中的植物、动物和微生物。

在自然界中,不论是一般的环境因子还是有机体生活所必须的生存条件,总是在变化着的。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。例如,一个水体中的生物种类、分布和数量波动现象,就是与环境因子的逐日变化、季节变化和逐年变化密切联系在一起的。

在有机体的生活中,每一环境因子的实际意义,有赖于和其他因子的结合。例如,丰富的食物只有在适宜的温度和良好的氧气条件下,才能发挥最大的作用;又如在一一般天然水体中,氧气的含量不会成为限制鱼产量的因子,但在池塘密养条件下,氧气条件却成为影响鱼产量的重要因素。

二、生态因子作用的一般特征

(一) 生物与环境的关系 有机体与外界环境之间的关系错综复杂,它们是相互关系、相互影响的。环境条件影响和改变着生物的形态分布、行为和生理特征;而生物的生命活动也影响和改变着环境条件。一方面,每一种生物的生长、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。另一方面,有机体在其生命活动过程中也影响和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子,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。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，也影响着它的环境。因此，生态学强调有机体与环境是统一的。有机体与环境的统一是通过有机体的新陈代谢而实现的。

在有机体与环境的相互关系中，环境的各个因子（即环境的各种条件）是相互依赖的。同时，有机体与环境各个因子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，光照条件与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，又和饵料的性质和大小、呼吸条件、捕食者的数量、捕食者本身的状况以及其他许多因子（食饵保障程度）有关。

有机体与每一个具体环境之间的联系的实质，不是绝对的，而是相对的。例如，螃蟹作为一个环境因子来说，对不同的有机体有着不同的意义：对于一些小动物来说，它可能是凶猛的敌人；对另一些动物来说，它又可能成为食物；对其他动物来说，它又可能成为附着物体；对大洋性鱼类来说，它们之间只是作为环境中的一种动物而存在于海洋中。上述例子说明，有机体与周围环境联系的意义，是以它们之间的具体情况（时间、地点、条件）为转移的。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辩证的、相对的，这主要依有机体在该系统中所处的地位与功能特征而定。

（二）生态幅、耐受性定律和限制因子

1. 生态幅 环境因子不仅由于其性质不同（如温度、盐度、光照、pH），对生物产生不同的影响，而且同一种因子的量、（强度）不相同，也对生物产生不同的影响。每一种生物个体，对一种环境因子都有一个适应范围的下限和上限。在上下限之间的范围内，它能够很好地生活。即某一因子强度的增加或降低，只能达到一定的界限，超过这个界限，生物的生长和发育就要受到影响，甚至死亡。可见不同的生物，对任何一种因子都能在其适应范围内的不同点上，找到它的最适宜的生存条件，因而有着不同的栖息地。生物体生命的每一个过程，都具有因子对有机体发生影响的一个基点：最低度、最高度和最适度，位于最低度与最高度之间的宽度称为生态幅，它表示某种生物对于环境改变的适应能力。分布广而能栖居多种环境条件，具有宽广生态幅的生物称为广适性生物，反之称为狭适性生物。

2. 耐受性定律 如上所述，一种环境因子对每一种生物都有一个范围。范围有两端，一端是最大限度，一端便是最小限度。一种生物的机能趋向这两端时就减弱，然后被抑制。生物能够耐受的上限和下限是一个因子的强度水平，在此水平上只有半数生物能够存活（LD₅₀）。例如，在低温条件下，有机体能转入不活动、休止或冬眠状态，而在温度上升，越过低阈的时候又重新活动起来。在高温条件下，尚未到死亡水平之前也可能同样有不活动或蛰伏状态。即使没有休眠状态出现，通常在未到耐受界限之前，也有生理紧张带。所以，一种生物如果经常暴露在这种极限条件下，它的生存就将受到严重的危害。生物可能调节其活动范围，避开耐受极限，而其中有些较为强壮的个体就能在不良的条件下

生存下来。所以一个生物种群的数量，实际上在未达到适应范围极限之前就已减少了（图2—1）。不同种生物对同一因子有不同的耐受极限。例如，东海的鲳鱼、大西洋的鲑鱼生活在海洋中，但每年要进入淡水溪流中产卵。可是大多数海洋鱼类放在淡水里很快就死亡，正如淡水鱼放进海水里很快就死亡一样。故对盐度的适应范围来说，乃有狭盐性和广盐性之分。同样，对温度的适应幅度大小来说，则有狭温性和广温性；对食物有狭食性和广食性；对光照有狭光性和广光性；对栖息地有狭栖性和广栖性。

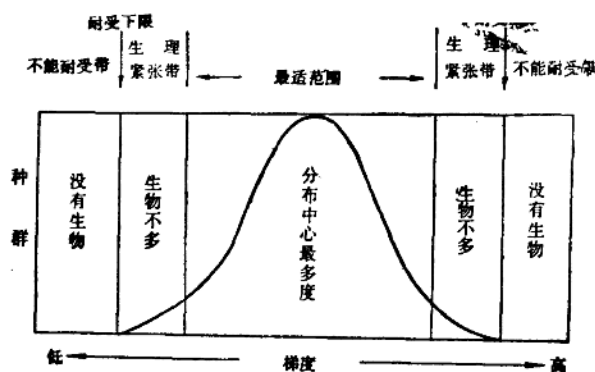


图2—1 耐受性定律与生物分布和种群水平的关系(通常为正态曲线)

(从 Shelford, 1911)

3. 限制因子 环境的影响如果使一种生物的耐受达到极限的时候，即为限制因子。这种环境因子通常是对生物的一种或更多的机能、活动、地理分布的直接限制。例如，水中的盐分对许多鱼类的生命活动、分布等是一种限制因子。温度上升到上限时，往往导致许多生物的死亡，故温度上限度就是它们生存的限制因子。又如，光是绿色植物进行光合作用的决定因子，但是如果只有光而没有 CO_2 ，也没有叶绿素和一定的温度，便不能合成碳水化合物。反之，只有水和 CO_2 而无阳光，即使有叶绿素和一定温度，光合作用也无法进行。故在光合作用的几个因子中，在不同条件下，任何一个因子都可以成为限制因子。例如，在稳定的条件下， CO_2 就是湖泊生产力的主要限制因子。而在海洋中，表层海水的营养盐含量可能成为初级生产力的主要限制因子。

(三) 因子的综合作用 有机体周围的各种非生物因子和生物因子都是它的外界环境。但这些因子所发生的作用，在一定条件下，有直接和间接、主要和次要之分。另外，主要的和次要的作用在一定条件下可以相互转化。因为各种生态因子对有机体的作用并不是孤立的，而是彼此联系、相互影响的，所以，要从因子的综合作用来分析它们对生物的影响。例如，光和温度二者是密切相关的，而温度的升高又可影响海水中溶解氧的含量。温度变化还可以通过海水的层化现象而影响表层水中营养盐含量，从而间接地影响浮游植物的光合作用。有人做过实验，发现温度变化影响着鲤鱼代谢强度的变化，从而鲤鱼要求的最低氧浓度也随之变化。温度 1°C 时，氧气最低浓度应为 0.8mg/l ，在 30°C 时已达到 1.3mg/l 。同时，由于温度提高，各种有害物质对鱼体的毒害作用也有变化。在 1°C 时， CO_2 对鲤鱼的致死浓度为 120mg/l ，在 30°C 时，便降为 $55-60\text{mg/l}$ 。

第二节 海洋环境的特点

海洋作为海洋生物的生活环境，具有如下几方面的特点。

1. 海洋环境的广大性 海洋是巨大的，它覆盖着70%的地球表面。所有海洋都是相通的，不象陆地和淡水水域那样被分隔开。海洋的广大性，必然导致生活条件变化幅度大。就盐度而言，从江河入海处的低盐度，到大洋海水的高盐度；海水温度可从30℃到冰点；光照差别可由日光闪烁的海面到暗无天日的深渊，压力可由表层的1个大气压到海底的1000个大气压。可见海洋环境复杂多变，然而到处都生活着具有不同适应本领的生物，这说明复杂的海洋环境能满足各种生物类群对特定生活环境的需要。

2. 海水的流动性 海水经常处于各种形式的运动状态下，包括大陆径流、波浪、潮汐、海流、涡动和对流等等。海水的这种流动性对于水中生物的生活有着重要的意义。海水的水平和垂直运动，可以使气体、盐类和热量向深水层传播，得以均匀分布；并可消散生物代谢活动的废物，使水环境得以周期性的循环更新。水的流动还有助于动、植物的孢子、卵和幼体的传播，有利于它们的繁殖和分布。水的流动也有利于固着生物的呼吸和获得食物。

3. 海水的热学特性 海水的比热很大，能够吸收很多太阳辐射的热量；另外，海水导热率小，所以热量的放散很慢；同时，在蒸发和结冰时有调节热量的作用，这就使海洋中的水温不会象陆地那样发生急剧的变化，因此温度状况具有相对稳定性。海水的这种特性对于大部分属于冷血型的水生动物的生活，具有很大的意义。

4. 海水的密度和浮力 海水的密度远较空气为大（空气密度仅为水的0.0013），因此，许多比重较小的生物在其整个生活史中能够在水中保持悬浮生活。由于海水的密度大，浮力也大，所以许多海洋动物不需要坚强的骨骼支持身体，即可在水中生活。还有许多水生动物根本没有骨骼（如水母），这样的动物，在陆地环境中是不可想象的。此外，对那些世界上最大的海洋哺乳动物（如鲸类），如果不是生活在密度和浮力较大的海水里，这样大的动物也是难以生存的。另外，海水结冰之后，密度反而变小，冰总是浮在海面上，可以起到保护海洋生物的作用。例如，南极气温极低，1967年苏联曾在此测得-94.5℃的低温记录，但海域冰下水温仍然在0℃附近，巨厚冰层下的海水依然有微生物和鱼类生存。

5. 海水是良好的缓冲液 海水极不容易由酸性状态转变为碱性状态，也不容易由碱性状态转变为酸性状态，是一种良好的缓冲液。因此，在各种天然水中，海水的pH值最稳定。海水的这一特性，对pH值变化感应灵敏的生物来说，创造了得以生存的良好环境条件。

6. 海洋的光学特性 海洋的光学特性对温度场中温差的形成是非常重要的。海水是半透明的介质，太阳光线射达海面后，一部分被海面反射，另一部分被折射进入水中，进入水中之后继续被吸收和散射，因而光的强度很快就开始衰减（表2-1）。由于大量光能在海水表层被迅速吸收，传到下层则是微乎其微，因而就形成了海水上下层之间巨大的温

差。海洋表层水温其年平均温度高于 20°C ，但是到了大洋500m水层，其水温大部分不超过 8°C 。这样巨大的温差蕴藏着巨大的能量，为人类提供了一种新能量，也为海洋生物提供了稳定的环境。

表 2—1 不同厚度水层的光能分布(%)

波 长 (μm)	水 层 厚 度 (cm)					
	0.0	0.1	1.0	100	1000	10000
0.3—0.6	23.70	23.70	23.69	22.94	17.20	1.39
0.6—0.9	35.97	39.90	35.37	12.86	0.90	
0.9—1.2	17.88	11.20	12.28			
1.2—1.5	8.66	6.33	1.71			
1.5—1.8	8.00	2.70				
1.8—2.1	2.50					
2.1—2.4	2.53	0.11				
2.4—2.7	0.72					
2.7—3.0	0.04					
总 和	100.00	85.94	73.02	35.84	18.15	1.39

7. 海洋中溶解的营养物质浓度低 海洋中溶解的营养物质浓度低，并成为决定海洋生物种群大小的重要限制因子。氯化钠、硫酸镁、碳酸氢钙、碳酸钾等盐类的浓度是千分之几(p.p.t)计算，而硝酸盐、磷酸盐和其他营养盐类的含量稀少，因而以十亿之几(p.p.b)计算。此外，它们存在的时间非常短，因此这些生命必需的生物盐类的浓度，依不同地区和不同季节而有明显的变化。

第三节 海洋环境的分区及其特征

海洋面积虽然比陆地大2.5倍以上，但由于所有海洋都互相通连，海洋环境条件比较一致，变化不剧烈。因此海洋环境及其动物区系的生态区别亦较陆地简单。为了便于研究环境以及栖息其间的各类生物，按物理、化学特性和生物学特征，把整个海洋环境分为底栖区和浮游区。前者包括所有的海底，后者则包括全部海水水层(图2—2)。

一、底栖区及其特征 海洋的底栖区包括整个海底以及高潮时海浪所能冲刷到的沿岸区域。本区以深度为200m的大陆棚外缘为界，可分为两个大带(系)：沿岸带(系)和深海带(系)。

(一) 沿岸带 沿岸带和深海带以水深200m左右为其分界线。这一深度是大陆棚的外缘，同时大体上也是海洋中透光带和无光带的界线。沿岸带的面积约占海底总面积的7%，但这里却是海洋中生命最丰富的区域，也是近岸渔业的重要场所。

本区的重要特点是：

(1) 食物丰富：食物来自各种海藻和海草，以及由大陆表面径流携带而来并沉淀于本区的各种有机物。