

探索海洋
TANSUO HAIYANG



海洋生态

HAIYANG SHENGTAI

HAIYANG SHENGTAI

林碧英 编著



中国大地出版社

探索海洋

——海洋生态

林碧英 编著

中国大地出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋生态/林碧英编著. —北京: 中国大地出版社,
2007. 10

(探索海洋;8/洪贤兴主编)

ISBN 978-7-80246-017-1

I. 海… II. 林… III. 海洋生态学 IV. Q178.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 150719 号

责任编辑: 谢大尉

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010 - 82329127 (发行部) 82329007 (编辑部)

传 真: 010 - 82329024

网 址: www.chinalandpress.com 或 www.中国大地出版社.中国

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm^{1/32}

印 张: 72.875

字 数: 2095 千字

版 次: 2007 年 10 月第 1 版

印 次: 2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 1000 套

书 号: ISBN 978-7-80246-017-1/P · 87

定 价: 280.00 元 (全 8 册)

版权所有 · 侵权必究

中国海洋论坛 (2008 年)

探索海洋丛书编委会

顾问：张海峰 张登义 杜钢建 成晋豫
李振泰 游伯笙 刘容子 李悦铮
韩立民 张开诚 张振克 林友华
罗辑

主任：周江勇
主编：洪贤兴
策划：叶向东

编委会委员：张海峰 张登义 杜钢建 成晋豫
周江勇 洪贤兴 李振泰 游伯笙
林心璠 万百源 刘容子 郭红
郭正光 李悦铮 韩立民 张开诚
张振克 林友华 罗辑 赵凤玉
叶向东 陈国生 林丽娟 陈如祥
陈金丰 林思钦 林碧英 蔡丽华

目 录

第一章 海洋生物与环境	(1)
第一节 生物圈	(1)
第二节 环境的概念及其类型	(3)
第三节 生态因子的分类及作用特点	(5)
第四节 生态因子及其作用分析	(7)
第五节 海洋生物多样性	(10)
第二章 海洋生物种群与生物群落	(18)
第一节 种群动态	(18)
第二节 海洋生物的分布	(48)
第三章 生态系统理论	(71)
第一节 生态学的形成及未来发展	(71)
第二节 生态系统的基本概念	(79)
第三节 生态系统的主要过程	(83)
第四节 生态平衡及调控	(116)
第五节 生态工程	(118)
第四章 海洋生态系统	(122)
第一节 海洋生态系统概述	(123)
第二节 海洋生态系统的作用	(125)
第三节 海洋生态系统多样性	(126)
第四节 国际水域概况	(131)
第五章 海洋生态经济	(135)
第一节 海洋生态经济系统的危机	(135)
第二节 海洋生态环境的可持续利用	(144)

第三节	海岸生态经济模式	(156)
第四节	海洋生态环境治理	(164)
第五节	海洋生态环境经济价值与生态建设	(169)
第六章	海洋生态环境健康	(184)
第一节	海洋生态环境健康的重要性	(184)
第二节	海洋生态环境健康的目标和任务	(188)
第三节	海洋生态环境健康关系的互动	(191)
第四节	人类活动对海洋生态环境健康的影响	(193)
第五节	海洋生态环境健康对人类活动的影响	(201)
第六节	海洋关闭制度	(204)
第七节	海洋生态健康的未来对策与前景	(205)
附 1	我国可持续发展战略的阶段目标	(219)
附 2	国家级海洋自然保护区一览表	(221)
附 3	海洋自然保护区管理办法	(222)
附 4	中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法	(226)
主要参考文献	(233)

第一章 海洋生物与环境

第一节 生物圈

一、生物圈

生物圈是指地球上所有生命与其生存环境的整体，它在地球表面上到平流层，下至 10 多千米的地壳，形成一个有生物存在的包层。实际上，绝大多数生物生活在陆地之上和海洋表面以下各约 100 米厚的范围内。在地球上之所以能够形成生物圈，是因为在此薄层里同时具备了生命存在的 4 个条件：阳光、水、适宜的温度、营养成分。生物圈即地球上存在着生命活动的区域，其范围从海平面以上 1 千米的高度直到海平面以下 1.2 万米的深度。地球上所有的生命几乎都生存在这个范围之中。

总之，地球上所有生命存在的地方均属生物圈的一部分。生物圈的最显著特征是其整体性，即任何一个地方的生命现象都不是孤立的，都跟生物圈的其余部分存在着历史的和现实的联系。

二、生态系统中的四大角色

生物圈中有多种类型的生态系统，典型的生态系统如森林、灌丛、草原、湿地和海洋等。各种类型的生态系统为不同的动物、植物和微生物提供着独特的生存和繁衍的条件。完整的生态系统中有四大角色：①生产者，如植物和光合细菌。它们在有阳光和水的自然条件下，能自行将来自土壤和空气中的简单化合物合成为复杂有机物。②消费者，如食草动物和食肉动物。它们依赖食用植物或动物而生长、

繁衍。它们直接或间接地将生产者产生的有机物变成了自己的身体，把自己的粪便和尸体排向大自然。③分解者，如细菌和真菌类微生物。它们能将消费者的粪便和尸体分解成简单化合物，使物质流动在大自然中形成循环。④无生命物质，如空气、水、阳光、简单化合物。它们是生产者能持续合成有机物的必要条件。在这四大角色的作用下，整个生态系统始终发生着物质和能量的循环与交流。

三、生物多样性

生物圈的另一个显著特征是生物多样性。通俗地讲，生物多样性就是一个区域内生命形态的丰富程度，它包括遗传（基因）多样性、物种多样性和生态系统多样性3个层次。生物多样性是生命在其形成和发展过程中跟多种环境要素相作用的结果，也就是生态系统进化的结果。值得注意的是，生物圈或其部分区域中的某个物种过于强大时，会造成其他物种数量的减少甚至灭绝，从而损害生物多样性。目前，这种情况正由于人类的过于强大而不断出现。因此，生物多样性还意味着生物种群在个体数量上的均衡分布。

四、人与生物圈计划和生物圈保护区

人与生物圈计划是联合国教科文组织在其他组织的配合下，从1971年起实施的着重对人和环境关系进行生态学研究的一项多学科的综合研究计划。它是一项国际性的、政府间合作研究和培训的计划，其宗旨是通过自然科学和社会科学的结合，基础理论和应用技术的结合，科学技术人员、生产管理人员、政治决策者和广大人民的结合，对生物圈不同区域的结构和功能进行系统研究，并预测人类活动引起的生物圈及其资源的变化，及这种变化对人类本身的影响。为合理利用和保护生物圈的资源，保存遗传基因的多样性，改善人类同环境的关系，提供科学依据和理论基础，以寻找有效地解决人口、资源、环境等问题的途径。

人与生物圈计划受到世界各国的重视，已有100多个国家参加，有的国家已成立了人与生物圈国家委员会。我国于1972年参加这一

计划并当选为理事国，1978 年成立了中国人与生物圈国家委员会。我国有 10 个课题被纳入人与生物圈计划，有 9 个自然保护区加入了世界生物圈保护区。

生物圈保护区是按照地球上不同生物地理省建立的全球性的自然保护网。世界人与生物圈委员会把全世界分成 193 个生物地理省（分布在我国范围内的有 14 个），在这些生物地理省中，选出各种类型的生态系统作为生物圈保护区。它不仅具有网络的特征，还要把自然保护区与科学研究、环境监测、人才培养、示范作用和当地人民的参加结合起来，其目的是通过保护各种类型生态系统来保存生物遗传的多样性。生物圈保护区具有 3 个特点：首先，它是受保护的典型环境地区，其保护价值需要被国内、国际承认，它可以提供科学知识、技能及人类对维持它持续发展的价值。其次，各保护区组成一个全球性网络，共享生态系统保护和管理的研究资料。第二，保护区既包括一些受到严格保护的“核心区”，还包括其外围可供研究、环境教育、人才培养等的“缓冲区”，以及最外层面积较大的“过渡区”或“开放区”。开放区可供研究者、经营者和当地人之间密切合作，以确保该区域自然资源的合理开发。

我国目前加入世界人与生物圈保护网的有 9 个自然保护区，分别是卧龙、鼎湖山、长白山、梵净山、武夷山、神农架、锡林郭勒、博格达峰和盐城。我国还将建立中国生物区保护网络，以吸引更多的自然保护区加入，并逐渐向国际网络输送。

第二节 环境的概念及其类型

一、环境的概念

环境 (Environment) 是指某一特定生物体或生物群体以外的空间，以及直接或间接影响该生物体或生物群体生存的一切事物的总和。环境总是针对某一特定主体或中心而言的，是一个相对的概念，离开了这个主体或中心也就无所谓环境，因此环境只具有相对的意义。

义。在生物科学中，环境是指生物的栖息地，以及直接或间接影响生物生存和发展的各种因素。在环境科学中，人类是主体，环境是指围绕着人群的空间以及其中可以直接或间接影响人类生活和发展的各种因素的总体。环境有大小之别，大到整个宇宙，小至基本粒子。例如，对太阳系中的地球而言，整个太阳系就是地球生存和运动的环境；对栖息于地球表面的动植物而言，整个地球表面就是它们生存和发展的环境；对某个具体生物群落来讲，环境是指所在地段上影响该群落发生发展的全部无机因素（光、热、水、土壤、大气、地形等）和有机因素（动物、植物、微生物及人类）的总和。总之，环境这个概念既是具体的，又是相对的。讨论环境时，要包含着特定的主体，离开了主体的环境是没有内容的，同时也是毫无意义的。主体的不同或不明确，往往是造成对环境分类及环境因素分类不同的一个重要原因。

二、环境的类型

环境是一个非常复杂的体系，至今尚未形成统一的分类系统。一般可按环境的主体、环境的性质、环境的范围等进行分类。

按环境的主体分，目前有两种体系，一种是以人为主体，其他的生命物质和非生命物质都被视为环境要素，这类环境称为人类环境。在环境科学中，多数学者都采用这种分类方法。另一种是以生物为主体，生物体以外的所有自然条件称为环境，这是一般生态学书刊上所采用的分类方法。

按环境的性质可将环境分成自然环境、半自然环境（被人类破坏后的自然环境）和社会环境3类。

按环境的范围大小可将环境分为宇宙环境（或称星际环境）、地球环境、区域环境、微环境和内环境。

宇宙环境（Space Environment）指大气层以外的宇宙空间。它是人类活动进入大气层以外的空间和地球邻近天体的过程中提出的新概念，也有人称之为空间环境。宇宙环境由广阔的空间和存在其中的各种天体及弥漫物质组成，它对地球环境产生了深刻的影响。太阳辐射

是地球的主要光源和热源，为地球生物有机体带来了生机，推动了生物圈这个庞大生态系统的正常运转。因而，它是地球上一切能量的源泉。太阳辐射能的变化影响着地球环境。例如，太阳黑子出现的数量同地球上的降雨量有明显的相关关系。月球和太阳对地球的引力作用产生潮汐现象，并可引起风暴、海啸等自然灾害。

地球环境（Global Environment）指大气圈中的对流层、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈，又称为全球环境，也有人称为地理环境（Geoenvironment）。地球环境与人类及生物的关系尤为密切。其中生物圈中的生物把地球上各个圈层的关系密切地联系在一起，并推动各种物质循环和能量转换。

区域环境（Regional Environment）指占有某一特定地域空间的自然环境，它是由地球表面不同地区的5个自然圈层相互配合而形成的。不同地区，形成各不相同的区域环境特点，分布着不同的生物群落。

微环境（Micro-environment）指区域环境中，由于某一个（或几个）圈层的细微变化而产生的环境差异所形成的小环境。例如，生物群落的镶嵌性就是微环境作用的结果。

内环境（Inner Environment）指生物体内组织或细胞间的环境。对生物体的生长和繁育具有直接的影响。例如在叶片内部，直接和叶肉细胞接触的气腔、气室、通气系统，都是形成内环境的场所。内环境对植物有直接的影响，且不能为外环境所代替。

第三节 生态因子的分类及作用特点

一、生态因子的分类

在任何一种生物的生存环境中都存在着很多生态因子，这些生态因子在其性质、特性和强度方面各不相同，它们彼此之间相互制约，相互组合，构成了多种多样的生存环境，为各类极不相同生物的生存进化创造了不计其数的生境类型。生态因子的数量虽然很多，但可依

其性质归纳为5类:

(1) 气候因子。如温度、湿度、光、降水、风、气压和雷电等。

(2) 土壤因子。土壤是在岩石风化后在生物参与下所形成的生命与非生命的复合体,土壤因子包括土壤结构、土壤有机和无机成分的理化性质及土壤生物等。

(3) 地形因子。如地面的起伏,山脉的坡度和阴坡阳坡等,这些因子对植物的生长和分布有明显影响。

(4) 生物因子。包括生物之间的各种相互关系,如捕食、寄生、竞争和互惠共生等。

(5) 人为因子。把人为因子从生物因子中分离出来是为了强调人的作用的特殊性和重要性。人类的活动对自然界和其他生物的影响已越来越大和越来越带有全球性,分布在地球各地的生物都直接或间接受到人类活动的巨大影响。

除了上述分类法以外,Smith (1935) 曾把生态因子分成密度制约因子 (Density Dependent Factors) 和非密度制约因子 (Density Independent Factors) 两大类,前者的作用强度随种群密度的变化而变化,因此有调节种群数量,维持种群平衡的作用,如食物、天敌和流行病等各种生物因子;后者的作用强度不随种群密度的变化而变化,因此对种群密度不能起调节作用,如温度、降水和天气变化等非生物因子。但有些学者(如 Andrewartha 和 Birch) 反对把生态因子区分为密度制约因子和非密度制约因子。

原苏联学者 Мончадский (1953) 则依据生态因子的稳定程度将其分为稳定因子和变动因子两大类。稳定因子是指终年恒定的因子,如地磁、地心引力和太阳辐射常数等,这些稳定生态因子的作用主要是决定生物的分布。变动因子又可分为周期变动因子和非周期变动因子,前者如一年四季变化和潮汐涨落等;后者如刮风、降水、捕食和寄生等,这些生态因子主要是影响生物的数量。Мончадский 的分类法具有一定的独创性,对了解生态因子作用的性质有很大帮助。

二、生态因子作用的几个特点

(1) 综合性。每一个生态因子都是在与其他因子的相互影响、相互制约中起作用的，任何一个因子的变化都会在不同程度上引起其他因子的变化。例如，光强度的变化必然会引起大气和土壤温度和湿度的改变，这就是生态因子的综合作用。

(2) 非等价性。对生物起作用的诸多因子是非等价的，其中必有 1~2 个是起主要作用的主导因子。主导因子的改变常会引起许多其他生态因子发生明显变化或使生物的生长发育发生明显变化，如光周期现象中的日照长度和植物春化阶段的低温因子就是主导因子。

(3) 不可替代性和互补性。生态因子虽非等价，但都不可缺少，一个因子的缺失不能由另一个因子来替代。但某一因子的数量不足，有时可以靠另一因子的加强而得到调剂和补偿。例如，光强减弱所引起的光合作用下降可靠 CO_2 浓度的增加得到补偿，镉大量存在时可减少钙不足对动物造成的有害影响。

(4) 限定性。生物在生长发育的不同阶段往往需要不同的生态因子或生态因子的不同强度。因此，某一生态因子的有益作用常常只限于生物生长发育的某一特定阶段。例如，低温对某些作物的春化阶段是必不可少的，但在其后的生长阶段则是有害的；很多昆虫的幼虫和成虫生活在完全不同的生境中，因此它们对生态因子的要求差异极大。

第四节 生态因子及其作用分析

水是重要的生态因子。水资源短缺和污染将危害经济发展和人民健康。据报道，发展中国家 80% 的疾病是由饮用了不洁净的水引起的。

一、生态因子的概念及其类型

生态因子 (Ecological Factor)：指对生物的生长发育具有直接或

间接影响的外界环境要素。

生态环境 (Ecological Environment): 生态因子之总和。

生存条件 (Existence Condition): 生物生长发育所必需的那些生态因子。

生境 (Habitat): 具体的生物个体和群体生活地段上的生态环境称为生境, 其中包括生物本身对环境的影响。

二、限制因子

限制因子 (Limiting Factors): 生态因子中最易阻扰和限制生物生长、繁殖的因子。

1. 李比希“最小因子定律”(Liebig's "Law of minimum")

德化学家 Justus Liebig 在 1840 年最早阐明在植物生长所必需的元素中, 供给量最少 (与需要量比相差最大) 的元素决定着植物的产量。

2. Shelford 的“耐受性定律”(Shelford's "Law of tolerance")

耐受性定律: 任何一个生态因子在数量或质量上的不足或过多, 即当其接近或达到某种生物的耐受限制时, 就会使该生物衰退或不生存。

各类生物对每一种环境因素都有一个能耐受的范围, 即有一个生态上的最低点和最高点。在最高点和最低点 (或称耐受下限和上限) 之间的范围, 称为生态幅。

限制因子定律可解释很多物种的分布问题, 但它仅是问题的一个方面。如在某地区, 从非生物因子条件分析, 某种生物完全能在该地区生长和生存, 但由于其他种类生物的作用 (如捕食、竞争等), 致使该种生物不能分布在该区域内。

实际上, 这是生态学中的一个普遍原理, 即一切都随时间、地点、条件而变化。在地球上, 从温度、湿度、pH 值等非生物条件来说, 适合某种生物生存的地方可能很多, 但并不是所有这些地方都有这种生物存在。有没有这种生物, 还决定于生物条件和历史因素等。

三、生态因子的作用分析

生态因子与生物间的相互作用是相当复杂的。

1. 生态因子的综合作用

生境是各种生态因子按一定方式所构成的集合（即综合体）。各个生态因子不是孤立的发挥作用，而是相互联系、相互促进、相互制约的，环境中任何一个单因子的变化，必将引起其他因子发生不同程度的变化。对生物起作用的是生境中各因子的综合作用，绝不是单个生态因子的独立效应。

2. 生态因子中的主导因子

在生物生活环境内的诸因子中，其中一个或两个因子，在一定条件下起主导作用，为主导因子。

3. 生态因子的不可代替性或可调剂性

生物在其生长发育过程中，虽然其生态因子不是等价的，即所需要的量不同，但却具有同等重要性。如果缺少某因子，便会影响其正常生长发育，甚至致病死亡，且任何一种因子都具有不可代替性和同等重要性。

此外，在一定条件下，某一因子在量上的不足可由相近生态因子的增加或加强而得到补偿，且可获得相似生态效应，如增加 CO_2 的浓度，可补偿由于光照减弱所引起的光合强度降低的效应，即生态因子的可调剂性或补偿作用。

4. 生态因子作用的直接性和间接性

有些生态因子，如光、温度、水、土壤养分等，直接影响或参与生物新陈代谢；另一些生态因子，如海拔、坡向、纬度、经度等，通过影响光、温度、水、土壤等因子，间接作用于生物。

5. 生态因子作用的阶段性

生物生长发育有阶段性，这种阶段性形成是由于生态因子规律变化的结果，如季节性物候、昼夜温差等生态因子的规律性变化，导致了植物生长发育的阶段性。

每一个生态因子对植物不同生长发育阶段的作用是不同的，如低

温对小麦的春化阶段非常重要，但在光周期阶段却成为有害因子。

第五节 海洋生物多样性

一、海洋生物多样性的一般特点

与陆地相比，对海洋生物的研究起步较晚，力量相当薄弱，被描述的海洋物种较少，但在某些方面，海洋生物却更加丰富多彩。如海洋中生活着世界上尚存的 33 个动物门中的 32 门，其中 15 门完全是海洋生的。珊瑚礁就像热带雨林一样，以高物种多样性而著称。最近的证据表明，在深海也可能有非常高的物种多样性，许多海生物种以化学方法保护自己。海洋生物多样性为重要的新药提供了丰富的物种基础，也为人们提供了多种观赏种类和景观。

海洋食品提供了人类所需的大部分蛋白质。海洋光合作用和成光生物固定二氧化碳，缓和了变暖过程。从结构复杂的红树林海岸到似乎无特色的大洋中心水域海洋生态系统的多样性，都可与陆地生态系统相提并论。

表 1-1 海洋生态系和非海洋生态系中的动物界门类比较

海洋特有	扁盘动物门、栉水母动物门、中生动物门、颖咽动物门、动物动物门、兜甲动物门、帚虫动物门、腕足动物门、曳鳃动物门、星虫动物门、蛻虫动物门、须腕动物门、棘皮动物门、毛颚动物门、半索动物门	共 15 门
二者兼有	海绵动物门、腔肠动物门、“扁形动物门、纽形动物门”、腹毛动物门、轮虫动物门、棘头动物门、内肛动物门、线虫动物门、线形动物门、苔鲜动物门、软体动物门、环节动物门、缓步动物门、五气门动物门、节肢动物门、脊索动物门	共 17 门，带 * 者系 95% 以上的物种为海洋特有的门
非海洋特有	有爪动物门	1 门

海洋科学家还不断提醒人们，人类对海洋的了解非常有限。例如，直至1938年才知道腔棘鱼这种被认为是生命进化过程中的关键物种还生活在印度洋，而在此之前只知其化石。直至1977年，热泉口才在东太平洋被发现，同时发现热泉口存在特殊的此前人类一无所知的动物类群，那里具有复杂的生态系统。科学家估计，约有100万个未被描述的物种。在海底热泉口群落被发现的大约20年中，鉴定出超过20个新科或亚科，50个新属和100个新种。对海洋的认识，对海洋多样性的深入研究将是人类在开发利用海洋过程中长期的必不可少的任务。

二、我国的海洋生物多样性

我国生物多样性特别丰富，与巴西、哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁、墨西哥尔、马达加斯加、澳大利亚、印度、印度尼西亚、马来西亚等其他11个国家一起被认为是世界上12个生物多样性特别丰富的国家。据统计，我国的生物多样性居世界第八位，居北半球第一位，物种数量约占世界物种总数的10%，而且是一些重要物种的原产地。我国政府和社会各界的有识之士也十分关注对生物多样性的保护与利用，不仅签署和批准了《生物多样性公约》，而且成为少数几个最早制定国家级生物多样性行为规划的国家之一。

（一）我国的海洋生物类群及物种资源

我国是亚太地区物种最丰富的国家，海洋物种显得更为丰富。据几年前统计，已被描述和发现的海洋生物大约2万种，但实际上远不止这个数字。随着人们对海洋环境特别是深海和远洋生物的认知、研究仪器的更新、研究手段的进步，正不断有新的海洋生物物种被发现。

在海洋植物中，大型藻类主要有蓝藻门、红藻门、褐藻门和绿藻门，我国已知约1200种。有可食用的藻类，如红藻门中的紫菜、石花菜；褐藻门中的海带、裙带菜；蓝藻门中的螺旋藻等，有一些种类可作为工业原料提取琼胶、卡拉胶、褐藻胶等，如红藻门中的石花菜、江篱；褐藻门中的马尾藻等，许多种含有抗癌、治疗心血管疾