



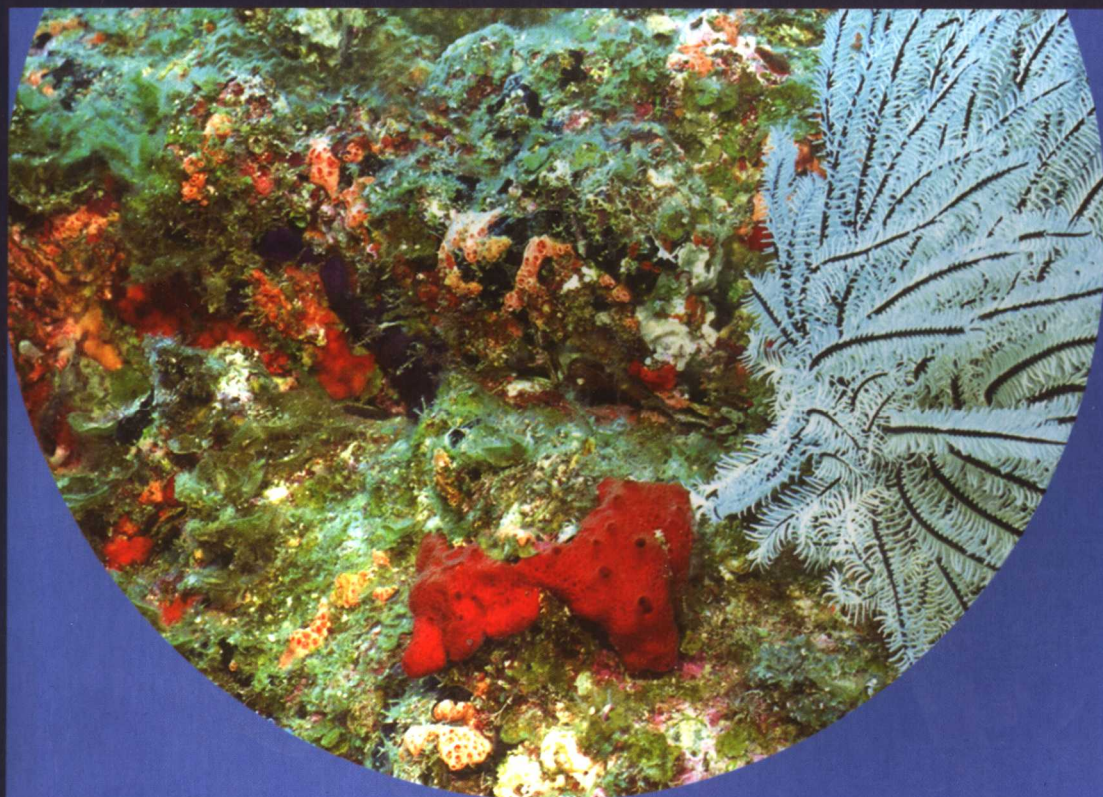
海洋科技书系

The Active Composition
of Marine Organisms



海洋生物活性物质

主编 李八方



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

海洋生物活性物质

主 编 李八方
副主编 徐 杰 赵 雪

中国海洋大学出版社
· 青 岛 ·

内 容 简 介

本书介绍了目前正在成为热点研究领域的海洋动物、大型海洋植物、海洋微藻与海洋微生物所产生的生物活性物质,这些物质都是化学结构与生理活性已经清楚或基本清楚的成分,包括活性蛋白质、活性多糖、活性脂与脂肪酸类、生物碱、萜类、糖苷类、内酯、皂苷、甾醇、多酚和聚醚类等。本书还介绍了海洋生物活性化学成分的分离提取、结构解析、分子结构、生物活性及活性验证方法,阐述了各类海洋生物活性物质的最新研究成果。本书可供海洋、生物、水产、天然产物、生物化学、生物资源、药物、食品等专业领域的研究人员、教师和学生使用,也可作为相关学科专业博士、硕士研究生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

海洋生物活性物质/李八方主编. —青岛:中国海洋大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-81125-014-5

I. 海… II. 李… III. 海洋生物—生物活性—物质—研究 IV. Q178.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 078894 号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路 23 号 邮政编码 266071
网 址 <http://www2.ouc.edu.cn/cbs>
电子信箱 hdcbs@ouc.edu.cn
订购电话 0532-82032573(传真)
责任编辑 魏建功 毕玲玲(电话 0532-85902121)
印 制 招远市新华彩印有限公司
版 次 2007 年 8 月第 1 版
印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷
成品尺寸 185mm×260mm
印 张 41
字 数 947 千字
定 价 80.00 元

前 言

21 世纪是海洋的世纪,是人类研究开发利用海洋资源的世纪,海洋生物活性物质的研究与开发是海洋生物资源研究与开发的重要内容之一。海洋生物活性物质研究是海洋药物、海洋功能食品、海洋生物制品研究的基本前提,是药物化学领域中的重要研究内容和天然药物研究与开发的新的发展方向。

海洋生物活性物质是生物活性物质的重要组成部分,也是天然产物化学与药效药理学交叉、融合的产物,它主要研究海洋生物来源的天然产物中微量活性成分的分离、结构的确定、生物活性检测以及检测方法的建立等。海洋生物活性物质的研究与国民经济发展和人类健康事业息息相关,在医药、保健食品、食品等领域一直受到重视。以医药业为例,在全球已经开发上市的新药中,约 30% 属天然产物来源,其中海洋活性产物占有相当大的比例。在抗癌、抗感染药物、心脑血管疾患药物、提高免疫药物中地位更为突出,在保健食品领域更是举足轻重。

20 世纪 80 年代之后,国内外海洋天然产物与海洋活性物质方面的研究工作非常活跃。经过 30 来年的耕耘,不论在理论研究上还是在应用研究上都取得了显著成果。世界上许多出色的科学家付出了艰辛努力,利用现代的提取分离技术和光谱测定方法,从海洋生物中获得了数万种化学成分。经药理活性研究,从中发现了为数众多的活性化学成分,这些活性成分有的已经开发成具有重要价值的药物和功能食品,有的正在研究开发过程中,有的可作为开发新药物的先导化合物。海洋天然产物由于本身具有活性强、结构新颖等优于陆生生物成分的特点,因而备受世界各国学者的关注。

我国海洋生物活性物质资源丰富,海洋来源的中草药应用历史悠久,传统药源生物是开展活性物质研究的宝库。我国科学家在研究开发海洋生物活性物质方面做了大量工作,特别是在海洋药物和保健功能食品的开发应用上更是取得了不菲的成果。在海洋天然产物的研究方面,从我国的海洋资源中发现了大量的新的化学成分,研究较为深入的海洋生物有海绵、珊瑚、海藻、贝类、棘皮动物、海洋微生物及海洋鱼类等。化学成分分离与生物活性研究紧密结合,新的活性成分不断发现。在结构研究中,广泛应用先进的光谱技术,使结构测定的时间大大缩短,发现了不少结构复杂且类型新颖的化合物。研究工作的水平正在与国际上同类研究工作接近。

为适应我国开发海洋和海洋活性物质研究在我国蓬勃开展的形势需要,作者在总结前人研究成果的基础上,结合自己的工作经验,编写了《海洋生物活性物质》一书。目前,由于国内外有关海洋生物活性物质的专业书籍为数甚少,大多数的研究工作主要发表于专业期刊上和专利文献中。本书的出版将有助于读者较全面系统地了解海洋活性物质的研究与发展现状,对促进我国的海洋生物资源研究必定会有所裨益。

本书各章节的编写以海洋生物类型、化合物的结构类型和生物活性功能为主线,特

别参考了我国学者杨易华新近出版的《海洋药物导论》和林永成主编的《海洋微生物及其代谢产物》有关内容编写而成,在此由衷的表示谢意。本书理论与实验并重,其目的是使开始接触本领域的研究工作者能初窥此领域的理论知识全貌,同时还能作为实验室工作的参考,因而特别适合于研究生和初学者作为本领域入门的参考。

本书对海洋生物活性化合物的提取、结构研究和活性实验方法的叙述较丰富,收集的都是既已结构明确,同时又验证了一定的生物活性的海洋生物天然产物。近年来,活性化合物的分离、提纯与结构鉴定工作的速度在增加,发现新骨架、新结构、新活性化合物的数量越来越多,从大量的提取物中获得已知化合物的机会也在增加。本书力求做到收集的海洋活性化合物的数量尽量多一些,类型更为全面一些,但限于作者掌握的资料,挂一漏万的现象在所难免。同时,限于作者的知识水平和编写水平,难免存在错误与谬误之处,敬请广大同行与读者给与批评指正,以利于日后修订。

本书出版得到中国海洋大学教材出版基金资助。

编者

2006年12月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、海洋生态系统的多样性	(1)
二、海洋生物的多样性	(3)
三、海洋生物活性物质的多样性	(6)
四、海洋生物活性物质的分类	(7)
五、海洋生物活性物质研究的历史	(8)
六、海洋生物活性物质研究的学科基础	(8)
七、海洋生物活性物质研究的发展方向	(9)
参考文献	(10)
第二章 海洋动物的活性物质	(11)
第一节 海洋动物的多糖及糖苷类化合物	(13)
一、壳多糖和甲壳胺	(13)
二、海参多糖	(32)
三、鲨鱼软骨多糖	(36)
四、多糖的化学修饰	(37)
第二节 海洋动物的活性蛋白、肽及氨基酸	(39)
一、活性氨基酸	(39)
二、活性肽	(42)
三、酶	(60)
四、糖蛋白	(61)
第三节 海洋动物的脂类及脂肪酸类化合物	(65)
一、鱼油和 $n-3$ 系列多不饱和脂肪酸	(65)
二、海狗油	(70)
第四节 海洋动物的烃类化合物及其衍生物	(73)
一、饱和脂肪烃及其衍生物	(73)
二、不饱和脂肪烃及其衍生物	(73)
三、环烃及其衍生物	(79)
四、芳香烃及其衍生物	(80)

五、卤代烃	(81)
六、含硫、含氮的烃类化合物	(82)
第五节 海洋动物的皂苷类化合物	(83)
一、海参皂苷	(83)
二、海星皂苷	(88)
第六节 海洋动物的甾醇类化合物	(102)
一、海绵的多羟基甾醇	(102)
二、珊瑚的多羟基甾醇	(107)
三、棘皮动物的多羟基甾醇	(112)
四、其他海洋动物的多羟基甾醇	(116)
第七节 海洋动物的生物碱类化合物	(117)
一、海绵动物的生物碱类化合物	(117)
二、海鞘动物的生物碱类化合物	(122)
三、Eudistomin 类动物的生物碱类化合物	(124)
四、河豚毒素	(128)
第八节 海洋动物的萜类活性化合物	(136)
一、倍半萜	(137)
二、二萜	(138)
三、C ₂₅ 萜类	(142)
四、三萜类	(143)
五、二聚大萜	(145)
六、角鲨烯	(146)
第九节 海绵动物的酚类化合物	(148)
第十节 海洋动物的鞘类脂糖苷化合物	(152)
一、鞘类脂糖苷研究进展	(152)
二、鞘类脂糖苷的化学结构研究	(157)
三、鞘类脂糖苷生物活性与结构的关系	(157)
第十一节 海洋动物的聚醚类化合物	(158)
一、脂链聚醚类	(159)
二、大环内酯聚醚类	(161)
三、梯形稠环聚醚类	(164)
第十二节 海洋动物的其他活性物质	(166)
一、大环内酯类	(166)
二、聚酮类化合物	(169)

三、酰氨类化合物	(169)
四、炔类化合物	(170)
五、其他	(170)
参考文献	(171)
第三章 海洋植物的活性物质	(177)
第一节 海藻的活性多糖	(177)
一、褐藻胶	(177)
二、褐藻糖胶	(182)
三、琼胶	(189)
四、卡拉胶	(194)
五、其他活性海藻多糖	(206)
六、海藻多糖分子修饰、降解及其应用	(214)
第二节 海藻的活性氨基酸及活性肽	(221)
一、活性氨基酸	(221)
二、活性肽	(230)
三、特殊酶	(233)
四、凝集素	(235)
五、藻胆蛋白	(236)
第三节 海藻的活性脂类	(241)
一、脂类化合物的含量与分布	(241)
二、磷脂、糖脂及脂肪酸衍生物	(249)
三、脂类及其活性	(251)
第四节 海藻的活性萜类	(253)
一、倍半萜	(253)
二、二萜	(263)
三、Meroterpenoid	(266)
第五节 海藻的活性酚类	(267)
一、卤代酚类	(268)
二、不含卤族元素酚类	(273)
三、多酚类	(273)
第六节 海藻的其他活性物质	(277)
一、甾醇类	(277)
二、生物碱	(282)
三、具有特殊结构类型的活性化合物	(283)

参考文献	(287)
第四章 海洋微藻的活性物质	(298)
第一节 微藻生物技术	(298)
一、国外微藻生物技术的发展	(298)
二、我国微藻生物技术的发展	(299)
三、微藻的生物活性物质	(300)
第二节 海洋微藻的活性多糖	(303)
一、螺旋藻多糖	(303)
二、盐藻活性多糖	(308)
第三节 海洋微藻的活性脂类	(309)
一、活性脂及多不饱和脂肪酸	(310)
二、高度不饱和脂肪酸活性及开发前景	(324)
第四节 微藻中的活性蛋白	(326)
一、螺旋藻的藻胆蛋白	(326)
二、螺旋藻藻胆蛋白的提取、分离和纯化	(327)
第五节 海洋微藻的β-胡萝卜素与类胡萝卜素	(328)
一、盐藻 β -胡萝卜素的异构体	(328)
二、盐藻 β -胡萝卜素的生物活性	(328)
三、类胡萝卜素	(330)
第六节 海洋微藻的其他活性物质	(331)
一、抗生素类	(331)
二、毒素类	(331)
三、微藻酶类	(332)
四、稠环醚类	(333)
五、大环内酯类	(334)
六、线型多醚类	(338)
七、蛤蚌毒素	(340)
参考文献	(341)
第五章 海洋微生物活性物质	(345)
第一节 海洋蓝细菌的生物活性物质	(347)
一、Malyngamide 类化合物	(347)
二、烯类化合物	(349)
三、含卤素化合物	(350)
四、环肽类化合物	(350)

五、其他化合物·····	(353)
第二节 海洋细菌的生物活性物质·····	(356)
一、大环内酯类化合物·····	(357)
二、环肽类化合物·····	(359)
三、生物碱类化合物·····	(362)
四、含卤素化合物·····	(365)
五、其他化合物·····	(365)
第三节 海洋放线菌的生物活性物质·····	(368)
一、内酯类化合物·····	(369)
二、吡喃酮类化合物·····	(370)
三、醌类化合物·····	(371)
四、生物碱类化合物·····	(373)
五、肽类化合物·····	(374)
六、其他化合物·····	(376)
第四节 海洋真菌的生物活性物质·····	(378)
一、萜类化合物·····	(380)
二、肽类及其衍生物·····	(383)
三、生物碱类化合物·····	(386)
四、酯、酮类化合物·····	(388)
五、其他化合物·····	(392)
第五节 海洋微生物的酶类·····	(394)
一、目前研究较多的几种主要酶类·····	(395)
二、我国学者研究的几中微生物酶·····	(408)
参考文献·····	(410)
第六章 海洋生物活性物质的化学研究方法·····	(424)
第一节 海洋生物活性物质的提取、分离与纯化·····	(424)
一、海洋生物活性物质的提取·····	(424)
二、海洋生物活性物质的分离与纯化·····	(431)
三、实例·····	(460)
第二节 海洋生物活性物质的结构鉴定·····	(469)
一、结构研究中常用的波谱技术·····	(470)
二、其他光谱方法·····	(500)
三、应用实例·····	(507)

第三节 海洋生物活性物质的化学修饰	(525)
一、化学修饰	(525)
二、化学合成	(527)
附录 I 国外常用的适于生物大分子分离分析的 HPLC 填料	(532)
附录 II 主要基团的红外特征吸收频率	(542)
附录 III 各种质子的化学位移	(549)
附录 IV 质谱中常见的中性碎片与碎片离子	(552)
参考文献	(555)
第七章 海洋生物活性物质的活性研究方法	(561)
第一节 海洋生物活性物质的功能验证	(562)
一、免疫活性的研究	(561)
二、抗氧化功能检验方法	(566)
三、抗肿瘤活性实验	(572)
四、降血糖功能检测方法	(574)
五、降血脂功能检验方法	(577)
六、辅助降血压功能检测方法	(580)
七、减肥功能检验方法	(582)
八、改善睡眠功能检验方法	(583)
九、增加骨密度功能检验方法	(585)
十、缓解决体力疲劳功能试验	(588)
十一、改善记忆功能试验	(591)
十二、改善消化功能作用检验方法	(598)
十三、改善生长发育作用检验方法	(600)
十四、调节肠道菌群功能检测方法	(601)
十五、改善营养性贫血功能试验	(605)
十六、抗菌活性实验	(606)
十七、消炎功能试验	(608)
第二节 海洋生物活性物质的毒理学研究方法	(610)
一、食品安全性毒理学评价程序	(610)
二、急性毒性试验	(612)
三、鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验	(617)
四、小鼠精子畸形试验	(621)
五、小鼠睾丸染色体畸变试验	(622)

目 录

六、显性致死试验.....	(623)
七、骨髓微核试验.....	(624)
八、哺乳动物骨髓细胞染色体畸变试验.....	(625)
九、TK 基因突变试验.....	(627)
十、30天和90天喂养试验.....	(628)
十一、致畸试验.....	(629)
十二、繁殖试验.....	(633)
十三、代谢试验.....	(637)
十四、慢性毒性和致癌试验.....	(639)
十五、日容许摄入量(ADI)的制定.....	(641)
参考文献.....	(642)

第一章 绪论

一、海洋生态系统的多样性

世界上海洋占地球表面的 71%，从生物生存空间计算，其容纳的生物量要大于陆地 1 000 倍。从总体上看，生物多样性最丰富的地区是热带海域，但丰度较低；两极地区生物多样性少，但资源量大。一般认为，随着纬度降低，生物多样性随之增加，海洋生物活性物质的数量也在增加。

中国海域是生态系统多样性和生物多样性十分丰富的海域，在世界 49 个大海洋生态系统中，中国就有 4 个，即黄海大海洋生态系统、东海大海洋生态系统、南海大海洋生态系统和黑潮流域大海洋生态系统。这 4 个生态系统的水文、生物区系和生产力各有特点，如温度是海洋生物物种最主要的影响因素之一，2 月份水温，辽东湾结冰（-5℃），南海曾母暗沙达 28℃，这就必然造成物种及其数量上的较大差异。

我国有四大海域，即渤海、黄海、东海和南海。黄海和渤海处在北温带海边缘，东海和南海位于亚热带，各自属于不同的大海洋生态系统。在这 4 个海域内或海岸带边缘，又涵盖了其他较小的生态系统，共形成如下大小不等的 8 个生态系统。

1. 渤海

渤海是伸入中国北部大陆的一个内海，面积约为 $8 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，最深处为 70 m，平均深度为 18 m。该海域已查明的浮游植物有 120 多种，以硅藻为主，多系广温低盐种类；浮游动物有 100 余种，多属温带低盐种，也有一些外来种类；底栖植物有 100 多种，多为暖温性种类，潮间带以绿藻为主，潮下带以褐藻、红藻为主；底栖动物有 140 多种，以广温性低盐性为主；游泳动物有 120 余种，以鱼类为主，也有少量虾类、蟹类、头足类和海兽。

2. 黄海

黄海是一个半封闭的海域，面积为 $38 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，最深处有 140 m，平均水深为 44 m。黄海环流由黄海暖流和沿岸流组成，海底由泥质、粉砂质沉积物所覆盖。黄海处于北温带，生物种既有本海区的特有品种，也有来自寒带、亚寒带、亚热带和热带的一些外来物种，形成了自己独特的生物区系。

黄海现已记录：浮游植物有 368 种，生态类型多样；浮游动物有 130 种，既有沿岸流带来的暖温带种，也有由黑潮带来的暖水种；底栖动物有 200 余种，以多毛类物种为多，依次为软体动物、甲壳动物和棘皮动物；底栖植物有 231 种，褐藻、绿藻、红藻都有较丰富的分布；游泳生物，北部有 219 种，南部有 225 种，以鱼类为主，兼有虾类、蟹类和头足类，还有鲸鱼 15 种，鳍脚类 3 种，海龟 4 种。

3. 东海

东海面积约为 $77 \times 10^4 \text{ (km)}^2$ ，陆架区平均水深为 370 m，最深处达 2 719 m。东海沿岸流和台湾暖流是东浅水区的主要海流。浮游植物在长江口附近有 64 种、浙江沿岸有 261 种，生态种类以暖温种为主；浮游动物在长江口有 81 种、浙江沿岸有 223 种，生物数量以夏

季为盛。底栖动物有 342 种,其中软体动物 77 种、多毛类 77 种、甲壳类 95 种、棘皮动物 136 种,其他种类 80 种;底栖植物有 367 种;游泳生物在长江口有 167 种、在浙江沿岸有 203 种,主要种类为大黄鱼、带鱼、龙头鱼、中国毛虾、三疣梭子蟹、曼氏无针乌贼等。

4. 南海

南海地处热带、亚热带,面积为 $350 \times 10^4 (\text{km})^2$,有大陆架区,也有深海区,平均水深为 1 400 m。南海北部陆架区有沿岸流和南海暖流两大流系。浮游植物在南海有 104~260 种,主要是硅藻和甲藻。浮游动物有 130 种左右,南海南部的广大区域有 250 种之多,优势种类为桡足类。底栖生物在不同海区分布有差异,在广东河口区有 319 种,以低盐种类为主;广东近海有 820 种,多数为亚热带高盐种类和部分热带种类,优势种为软体动物、节肢动物和环节动物;海南岛沿岸水域约有 755 种,以热带生物为主,优势种为珊瑚类和海藻类;广西沿岸有底栖生物 832 种,优势种为棒锥螺,其次为毛蚶;在西沙群岛,有底栖生物 135 种,其中甲壳动物占 30.37%,其次为软体动物和棘皮动物。在南海北部有鱼类 1 064 种、虾类 200 多种,多为热带、亚热带类型;在南海南部有鱼类 535 种,以热带类型为主,以珊瑚礁鱼类、热带大洋性鱼类为多。

5. 黑潮流域

黑潮由北赤道发源,经菲律宾,紧贴中国台湾东部进入东海,然后经琉球群岛,沿日本列岛的南部流去,于东经 142° ,北纬 35° 附近海域结束行程。其中在琉球群岛附近,黑潮分出一支流入中国的黄海和渤海。黑潮的总行程为 6 000 余千米。

黑潮是中国海陆架区毗邻的最大流系,其热量和水量对中国陆架区浅海有重大影响,对这一区域的海洋生物种群与数量分布也有直接作用。据到目前为止的多次调查(包括我国的自行调查及中日合作调查),黑潮流域生物有浮游植物 419 种、浮游动物 697 种、鱼类 180 余种。黑潮生物主要类群的生态特点多样,如浮游植物有高温高盐种、高温低盐种、低温高盐种和广温广盐种。浮游动物有暖温带近岸类群,也有热带大洋类群。鱼类可分为上层鱼类、中层鱼类和下层鱼类。由于黑潮的高温、高盐特性,也造成了它的特有生物种,如属于浮游植物的热带戈斯藻(*Gosleriella tropica*)、南方星级藻(*Asterolampra marylandica*)等 20 余种。

6. 河口生态区

中国沿海有 1 500 多条江河入海,其中长江、珠江、黄河入水量最大,带人的泥沙、有机物也多,对河口区的盐度、浊度、有机物浓度影响也大。河口及其附近水域,由于大量洪水与陆源物质的注入,形成了独特的河口类型的海洋生态系统。一般来说,河口区生物组成较为复杂,生物多样性指数较高。长江口、黄河口、珠江口现已鉴定的浮游植物分别有 64 种、102 种、224 种;浮游动物有 105 种、66 种、133 种;三河口底栖生物与潮间带生物有 153 种、191 种、456 种和 41 种、195 种、189 种,游泳生物有 189 种、144 种、356 种。从生物类型看,黄河口以温带种为主,游泳生物以暖温性种为多;长江口以广温种为主,游泳生物以暖温种居多;珠江口以热带、亚热带种为主,游泳生物以暖水性种较丰富。河口水域的生物可分为三大类型:淡水群落、咸水群落、海水群落,这是河口区水域的特殊环境造成的,这三大群系在 3 个河口区有不同变化,而且随着季节不同而变动。

7. 上升流生态区

我国渤海中部、黄海冷水团区、山东半岛近海、浙江近海、闽南沿海、台湾西南海区、

粤东海区和海南岛东南部海区都有上升流区域,而且各上升流生态都有其特点。如闽南近海上升流区,以南澎湖列岛为中心,夏季出现低温、高盐现象,表层温度偏低 $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$,盐度偏高 $0.5\%\sim 1.5\%$;表层水溶解氧浓度与饱和度分别低于外缘水 $4.4\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 90% 。这时后圆真浮萤(*Euconchoecia maimai*)和拟海樽(*Dolioletta gegenbauri*)大量出现;细菌生物碳含量高达 $66.6\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$,并以嗜冷性的明亮发光细菌为优势种;浮游植物高度密集,达 $10\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上,初级生产力达 $1.06\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ (以碳计);浮游动物总量 $>250\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。在这时(夏季)形成中心温场。

这一上升流区是西南方向的离岸风引起的,是风促上升流(离岸风促使底层水向上涌动的结果)。上升流生态系统一般具有生物生产力高、食物链短、物质循环快和能量转换率高等特点,是特有的生态系统。

8. 沿海潮间带生态系统

潮间带是介于高潮线与低潮线之间的地带,通常也称为海涂。据1981~1986年中国海岸潮间带生态调查,共记录了1590种潮间带生物,但实际的数量可能是这个数字的几倍之多。种数由北向南增加,渤海滩涂仅为251种,而南海滩涂高达971种,东海、黄海居中。

中国沿海潮间带生物量(湿重、密度)因各海区基底不同而存在很大差异。以生物量湿重为例,黄海高达 $2199\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,而东海仅为 $217\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。潮间带生物的数量远远大于浅海底栖生物,是生物量的高生产力区。

潮间带生物群落因潮汐而有明显的垂直分层,呈现出高、中、低3个潮区的生物带。高潮区生物的种类少、数量少,中、低潮区的生物种类多少、数量大小因地点和底质类型而异。

除以上八大生态系统之外,有时也把海岸带湿地生态系统、红树林生态系统列在海洋生态系统之中。海洋生态系统的多样性,决定着生物物种的多样性。

二、海洋生物的多样性

生物多样性,系指生物有机体的多姿多态和易变性以及栖息生境的复杂性。依据生态系统内生物群落结构及其功能特点,生物多样性分为物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性3个层次。物种多样性是生物多样性的主要构成要素之一,是生物多样性研究的最主要内容,一般是指一定区域内发现的物种数量。本书所关注的生物多样性,主要在于物种的多样性,它与海洋生物活性物质的研究最为密切。目前地球上已经描述的生物物种数量为140万~170万种,这其中陆地上的物种数量多于海洋,主要原因在于陆地上发现的甲壳虫(Coleoptera)数量较多。海洋中的动物物种多于陆地,已知有35个门类,其中14门为海洋所独有;淡水水体中有14门,但没有1门是独有的;陆地上动物有11门,其中只有1门为独有。可见海洋动物在物种构成上有着鲜明的特点。

(一) 海洋生物物种的多样性

目前全世界已知的海洋生物约有21万种,但未知的种类还有多少,科学家的看法并不一致,有些学者认为至少为已知数量的10倍以上;Grassle & Maciolek认为深海中至少还有1000万种物种没有得到描述。到目前为止,鱼类学家已经鉴定了600多种鱼类,使地球上已被认识的鱼类达到了近16000种。对于已发现的海洋生物,其分布具有明显

的区域性,而且底栖生物数量明显多于水层生物数量,虽然海水的体积要比生物栖息的底栖生境大许多倍。就近海与深海而言,近海中生物的种类要明显多于深海,各种生物的密度也远远高于深海。

物种分布的另一个特点是有些物种是区域特有的,即分布的地方性。Roberts 等人曾对 799 种泛热带鱼类进行调查,发现有 17% 只分布在一个方网格(223 km×223 km)内;在印度洋记录的 482 种珊瑚中,有 27% 只在一个站位中发现;而在 16 个站位发现的 1 200 种棘皮动物,其中的 47% 只分布在 1 个区。从大的区域看,四大洋中的生物种类和数量存在很大差异。在一个大洋内,不同的海区也有很大不同。南极海区的生物物种数量明显多于北极的北冰洋。

在近海区域,海洋生物栖息的生境是多种多样的。如海草床、沉积带、红树林、珊瑚礁与河口等,这些都对海洋生物的物种多样性及数量分布产生着较大影响。Ray(1991)分析了美国弗吉尼亚州和卡罗来纳州的滨海湿地中生物种类与数量分布,发现两地间咸水沼泽与淡水沼泽,森林、树丛、灌木和潮间带的比例差异很大,因而形成了两地间生物多样性的差异。同样是珊瑚礁,由于珊瑚的种类不同、位置不同,其中的栖息生物种类和数量也会存在很大差异。即使在一个小区域的不同河口,由于其水质、水量与潮汐流向不同,也会影响到生物的栖息环境,其生物种群也会发生很大变化。

(二) 我国海洋生物的多样性

我国是海域辽阔的国家,海域由渤海、黄海、东海和南海组成,四海相连,并与西太平洋相沟通,属于北太平洋西部的边缘海,形成由东北到西南的弧形形状。我国海域的特点是:由北到南,自北纬 41°到北纬 3°,跨越 8 个纬度;跨越温带、亚热带,直到热带的赤道区;从鸭绿江到北仑河口,海岸线长 18 000 km,拥有多类型的海岸;海域内有岛屿 5 000 多个,包括著名的舟山群岛、万山群岛,岛屿岸线长达 14 000 km;拥有 $472.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 海域,其中 $300 \times 10^4 \text{ km}^2$ 属于中国可管辖海域区;有 1 500 多条江河流入四海,其中著名的黄河、长江、珠江分别流入渤海、东海和南海,年均流入水量达 1.8 万亿立方米;海底地形地貌复杂,有陆架、陆坡、深海盆地、海槽、海底山等;潮汐类型复杂,有全日潮、半日潮、不规则潮等;四海的沉积物、水文气象、生物种类和数量受大陆影响明显,季节性变化显著;我国海域海流多样,有黄海、东海的沿岸流,黄海的冷水团、黑潮,南海的暖流等,并有季节性变化。

根据 1994 年发布的数据,在我国已记录的海洋生物物种有 20 278 个,约占当时世界发现海洋生物物种数量的 10%,其中有原核生物界 4 个门,原生生物界 7 个门,真菌界 3 个门,植物界 6 个门,动物界 24 个门(表 1-1)。在 20 278 个物种中,发现最多的是动物种类,有 12 794 个,最少的是原核生物界,为 229 种。从海区分布看,黄、渤海有 1 140 种,东海有 4 167 种,南海有 5 613 种,由北到南呈递增趋势。在动物界所记录的 24 门中,超过 2 500 种的有节肢动物、软体动物和脊索动物,超过 100 种的有腔肠动物、环节动物、扁形动物、苔藓动物、棘皮动物、尾索动物、线虫动物和海绵动物。在世界总数量中,我国海洋鱼类占 14%,昆虫占 20%,红树林占 43%,海鸟占 23%,头足类占 14%,造礁珊瑚占印度-西太平洋区系造礁珊瑚总数的 1/3。

第一章 绪 论

表 1-1 我国已记录的海洋物种及其数量与门属

界和门	物种数	界和门	物种数
原核生物界(Monera)	229	动物界(Animalia)	13 630
细菌(Bacteria)	79	海绵动物门(Porifera)	106
放线菌(Actinobacteria)	18	腔肠动物门(Coelenterata)	1 136
蓝菌(藻)(Cyanobacteria)	131	栉水母门(Ctenophora)	9
原绿菌(藻)(Chloroxybacteria)	1	扁形动物门(Platyhelminthea)	702
原生生物界(Protista)	5 028	纽形动物门(Nemertea)	52
硅藻门(Bacillariophyta)	1 412	动吻动物门(Kinorhyncha)	10
甲藻门(Pyrrrophyta)	260	线虫动物门(Nematoda)	122
金藻门(Chrysophyta)	14	棘头动物门(Acanthocephala)	32
黄藻门(Xanthophyta)	3	轮形动物门(Rotifera)	17
隐藻门(Cryptophyta)	1	曳鳃动物门(Priapulida)	2
纤毛虫门(Ciliophora)	369	环节动物门(Annelida)	1 123
内足鞭毛虫门(Sarcomastigophora)	2 997	星虫动物门(Sipuncula)	43
真菌界(Fungi)	188	虫动物门(Echiurqa)	9
酵母(Yeast)	61	软体动物门(Mollusca)	2 634
其他菌类(Other fungi)	127	节肢动物门(Arthropoda)	3 078
菌藻类(Mycophycophyta)	1	苔藓动物门(Bryozoa)	524
植物界(Plantae)	1 203	内肛动物门(Entoprocta)	9
红藻门(Rhodophyta)	444	腕足动物门(Brachiopoda)	8
褐藻门(Phacophyta)	164	帚虫动物门(Phoronida)	4
绿藻门(Chlorophyta)	194	毛鹦动物门(Chaetognatha)	37
蕨类植物门(Pteridophyta)	11	棘皮动物门(Echinodermata)	553
裸子植物门(Gymnospermae)	3	半索动物门(Hemichordata)	6
被子植物门(Angiospermae)	399	尾索动物门(Urochordada)	125
		脊索动物门(Chordata)	3 229

资料来源:黄宗国,2000,中国海洋生物多样性和可持续利用战略,海峡两岸生物多样性和保育研讨会文集,台湾自然科学博物馆,台北,第 179~189 页。

除台湾岛东岸濒临太平洋外,我国海域绝大部分都属于封闭程度不同的陆缘海,且受第四纪冰川影响较小,由此导致海洋生物物种具有明显的区域性,既有常见的生物类群,也有许多在北半球其他海域早已灭绝的古老孑遗物种。这些物种有鹦鹉螺、柱头虫、文昌鱼、中华鲟、白鲟、海豆芽、酸浆贝等,仅鱼类就有 80 多种,甲壳类、软体动物、浮游动物中的特有种与地方性类群都很多。就数量而言,我国海洋物种资源较为丰富。但从结构上看,可供开发的大宗资源明显偏少,可捕鱼类超万吨的种类不多。在世界上,优质海洋捕捞对象中,年产量超 1 000 万吨的 1 种,超 100 万吨的 8~10 种,万吨以上的有几百种。在我国近海,没有年产量超过 100 万吨的大宗品种,历史上超过 50 万吨的只有带鱼 1 种,10 万~30 万吨的 8 种,万吨左右的不超过 30 种。

我国海洋中珍稀物种很多,主要有儒艮、斑海豹、北海狮、北海狗、中华白海豚、江豚、鲸类、海龟、棱皮鱼、玳瑁、黑头海蛇、红珊瑚、砗磲、大珠母贝、虎斑宝贝、栉孔扇贝、唐冠