



海洋生命科学“十二五规划”教材



MARINE VERTEBRATE ZOOLOGY

海洋脊椎动物学

武云飞 主编



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

海洋脊椎动物学

Marine Vertebrate Zoology

主编 武云飞

编者 武云飞 艾庆辉

刘 云 姜国良

中国海洋大学出版社

• 青 岛 •

图书在版编目(CIP)数据

海洋脊椎动物学 / 武云飞主编. —青岛: 中国海洋大学出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-5670-0342-2

I. ①海… II. ①武… III. ①海洋脊椎动物 IV. ①Q959.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 132428 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

出版人 杨立敏

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 dengzhike@sohu.com

订购电话 0532-82032573(传真)

责任编辑 邓志科

电 话 0532-85902121

印 制 日照报业印刷有限公司

版 次 2013 年 6 月第 1 版

印 次 2013 年 6 月第 1 次印刷

成品尺寸 185 mm×260 mm

印 张 25

字 数 580 千字

定 价 50.00 元

前言

《水生脊椎动物学》于 2001 年 3 月问世以来,已历时 10 年有余,其间只在 2004 年 10 月第 2 次印刷时作过少量修改。该书虽然已流通于海峡两岸,或被国内沿海一些水产院校普遍采用。但是,随着“科技进步和开发海洋”的深入发展,人们对海洋脊椎动物多样性与资源所受胁迫情况了解越多,对这些动物基本知识的需求越大,越感到早期为我国海洋和水产事业培养专业人才编写的《水生脊椎动物学》中介绍的海洋鱼类、爬行类、鸟类和哺乳类存在不足,而且有些内容已落后于现实生活和生产实践,因此,我们对《水生脊椎动物学》进行了重大修改,并更名为《海洋脊椎动物学》。

《海洋脊椎动物学》在叙述脊索动物三亚门及各纲代表动物时,与其形态解剖有关的部分改动较少,而各纲分类系统或特征描述均按《中国动物志》或最新出版的分类学有关资料重新改写。对代表性强及常见的陆栖脊椎动物压缩了文字,而没有整体删除,以免割断动物系统间的内在联系。针对当前濒危物种保护呼声显著增高以及海洋生物资源合理开发与持续利用行动的逐步落实,动物分类广泛需求与应用同当前分类人才短缺、学生分类基础薄弱之间的矛盾而新撰写了《绪论》一章,在其简述海洋脊椎动物学概要的同时,专门介绍了动物分类原理与方法,以便需要时查阅。第二章增加了脊索动物门系统发育关系图,补充尾索和头索两亚门动物的分类内容并新增 3 种海鞘和文昌鱼的介绍和图片等。第三章补充改写了脊椎动物亚门排泄、神经和内分泌系统的内容,简要地增加了“脊椎动物起源的证据”一节。第四章全文改写圆口纲概述、分类与起源以及演化部分的内容,并增加 2 个图。第五章鱼总纲,全文大篇幅改写,分别增加软骨鱼类和硬骨鱼类代表动物的介绍及图片而取代淡水鲤鱼;鱼总纲分类全面改写使其与 Joseph S. Nelson, 2006 年出版的《世界鱼类》一致;为提高师生实践能力增加了“海洋鱼类分类鉴定的实例”和“常见的鱼类学问题”两节。第六章两栖纲,增加了“海陆蛙”形态特征与鉴别的介绍。第七章爬行纲,在分类与地理分布一节中分别增加了海龟、蠪龟、玳瑁、棱皮龟、青环海蛇、平颏海蛇和海蝰等海产动物的形态介绍和图片。第八章鸟纲,对突胸总目的分类目录进行了改写,增加了多种沿海常见种类,如白鹭和白鹤、丹顶鹤、鸕等的介绍和图片。第九章哺乳纲,分类部分增写了斑海豹、江豚、抹香鲸、虎鲸、灰鲸、小须鲸、露脊鲸及儒艮等海洋兽类的形态特征及资源概况。第十章动物的进化研究与系统生物学的发展及有关学科概要,增加海洋环境和海水鱼类地理群的简述及分布图,并改写与补充了世界海洋渔区的划分与产量分布的内容。

本书作者编写分工与《水生脊椎动物学》基本一样:脊索动物门及其尾索动物和头索动物两亚门、脊椎动物亚门概述和鸟纲原刘云编写,武云飞改写和补充;圆口纲、鱼总纲和两栖纲原姜国良编写,武云飞改写与补充;前言、绪论、爬行纲、哺乳纲、动物的进化研究与



系统生物学的发展及有关学科概要由武云飞、艾庆辉编写。最后由武云飞全面梳理、补充并核对全文。

在此期间胡维兴、杨德渐、宋微波和陈万青等教授对教材内容提出宝贵意见,郑长禄先生无私提供海龟生态学资料,孟庆闻赠送《鱼类比较解剖学》、《鲨和鳐的解剖》大作并准予引用,吴翠珍高级工程师绘制了爬行纲和哺乳纲动物图,谨此一并表示深切的感谢。

由于我们的知识水平和实践经验有限,错误难免,诚恳希望读者批评指正。

武云飞

2012年4月20日

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 《海洋脊椎动物学》的基本范畴与研究内容	(1)
1.2 动物分类学与生产发展的关系	(2)
1.3 动物分类学的创始人及常见的专业术语	(4)
1.4 海洋脊椎动物分类鉴定的基本任务和方法	(5)
1.5 海洋脊椎动物分类的阶元及其确立的科学依据	(6)
第二章 脊索动物门及其尾索动物和头索动物亚门	(10)
2.1 脊索动物门(Chordata)概述	(10)
2.2 尾索动物亚门(Urochordata)	(18)
2.3 头索动物亚门(Cephalochordata)	(22)
第三章 脊椎动物亚门(Vertebrata)概述	(31)
3.1 脊椎动物亚门的主要特征	(31)
3.2 脊椎动物躯体基本结构和功能	(32)
3.3 脊椎动物起源的证据	(39)
第四章 圆口纲(Cyclostomata)	(40)
4.1 圆口纲动物的主要特征	(40)
4.2 圆口纲的分类	(42)
4.3 圆口纲动物的生态	(42)
4.4 圆口纲动物的起源和演化	(43)
第五章 鱼总纲(Pisces)	(45)
5.1 软骨鱼类的代表——前鳍星鲨[<i>Mustelus kanekonis</i> (Tanaka)]	(46)
5.2 硬骨鱼类代表——鲈鱼[<i>Lateolabrax maculates</i> (McClelland, 1844)] ...	(88)
5.3 鱼总纲(Pisces)分类	(136)
5.4 鱼类的起源和演化	(154)
5.5 鱼类的生态学、生理学和渔业资源	(155)
5.6 海洋鱼类分类鉴定的实例——鲭亚目(Scombroidei)鱼类的分类鉴定 ...	(161)
5.7 常见的鱼类学问题与实践	(181)



第六章 两栖纲 (Amphibia)	(189)
6.1 两栖纲动物概述	(189)
6.2 两栖纲代表动物	(190)
6.3 两栖纲的分类	(206)
6.4 两栖纲的起源、演化及其生态适应	(211)
第七章 爬行纲 (Reptilia)	(214)
7.1 爬行纲动物概述	(214)
7.2 爬行纲代表动物——龟的形态结构与功能	(223)
7.3 爬行纲的分类与地理分布	(243)
7.4 爬行动物的起源和演化	(254)
7.5 海龟的生态	(255)
第八章 鸟纲 (Aves)	(259)
8.1 鸟纲的主要特征	(259)
8.2 鸟类躯体结构概述	(259)
8.3 鸟纲分类及分布	(273)
8.4 鸟类的起源及其演化趋势	(298)
8.5 海鸟的生态	(299)
8.6 鸟类的经济价值	(306)
第九章 哺乳纲 (Mammalia)	(308)
9.1 哺乳纲动物的主要特征	(308)
9.2 哺乳纲的代表动物白暨豚	(331)
9.3 哺乳纲的分类与地理分布	(341)
9.4 哺乳动物的起源及适应辐射	(356)
9.5 哺乳动物的经济意义及其保护与发展	(357)
9.6 鲸类的生态学及其搁浅原因的探讨	(358)
第十章 动物的进化研究与系统生物学的发展及有关学科概要	(362)
10.1 关于生命起源的问题	(362)
10.2 动物进化的例证	(363)
10.3 进化原因的探讨——进化理论	(372)
10.4 动物进化规律	(373)
10.5 生物进化与系统生物学的发展	(376)
10.6 动物地理区划与海洋渔区划分	(379)
10.7 动物生态学与环境概要	(386)
参考文献	(389)

第一章 绪 论

《海洋脊椎动物学》是专为海洋生物、海洋水产、海洋医药等有关学科各专业本科学生学习而编著的,也可供综合大学、高等师范院校、海洋水产院校、农林院校和医药院校生物系、水产系、农学系有关教师、研究生和科研工作人员参考。

由于脊椎动物的许多类群已脱离水环境向陆地和空中发展,致使其躯体结构、生理机能和行为适应等方面远较无脊椎动物复杂、进化,从而出现了两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类等新类型的产生,显示出动物由低等向高等不断发展的进化历程。它们栖息在不同的生活环境,包括海洋、淡水、空中和地下,而要求着不同的生活条件并以相应的生活方式适应它。这是它们长期改造不断适应其周围生活环境而形成的。当我们正在为“海洋脊椎动物”下定义、划范围犯愁时,恰逢《中国海洋生物名录》这本 327 万字的巨著出版,给我们提供了重要参考。它明确地将海蛙 *Rana cancrivora* (Gravenhorst) 作为两栖纲的海洋种类代表,解决了海洋脊椎动物缺少两栖纲动物的问题;另外又列出中国海洋鸟类名录,对我们的工作都是有益的。再进一步参考《海洋鸟类》(Л. О. 别洛波利斯基和 B. H. 舒恩托夫, 1991) 及新近出版的《中国动物志》等有关论著,可以对“海洋脊椎动物”作出如下定义:海洋脊椎动物是终生或生命的某阶段在海洋环境中生活并与海洋生物有密切联系的脊椎动物。详细地说,可以分为:①真海洋脊椎动物:终生在海中栖息、摄食和繁殖,甚至育仔都在海中的脊椎动物,如多数的鱼类和鲸类。②半海洋脊椎动物:部分时间在海面上度过,部分时间需要迁徙到陆地或淡水去繁殖及生长发育的脊椎动物,如一些淡水洄游鱼类、两栖类、爬行类及海陆迁徙鸟类等,因为它们到了滨海地带就以沿海生物为食,这些动物部分时间生活在海洋或沿海,依赖海洋生物为生,河口、大陆浅海、沿海岛屿、珊瑚礁群、远洋以及深邃的洋盆底沟处都有可能成为它们的栖息场所,它们要求着不同的生活、环境条件,并采取着不同的生活方式以适应其生存和发展。

本书的研究对象包括脊索动物门中有代表性的海产低等脊索动物和海洋脊椎动物。世界海洋动物的现存种数有 50 000 多种^①。

1.1 《海洋脊椎动物学》的基本范畴与研究内容

《海洋脊椎动物学》是研究动物界的脊索动物门的 3 个亚门,即尾索动物亚门、头索动物亚门和脊椎动物亚门海洋类群动物的形态结构和有关生命活动规律的科学。根据其研

^① 本文统计数较少于《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008) 的 70 596 种,其主要的差别在于后者把世界鸟类 9 755 种误当做海洋鸟类统计(实际 500 种左右),故出现误差。



究内容的不同而划分为不同的学科,主要包括:

动物形态学:指研究动物体内外结构及其在个体发育和系统发展中变化规律的科学。包括研究细胞与器官的显微结构、动物遗传变异规律及个体发育中的动物体器官系统形成过程,以及研究已绝灭动物在地层的化石等。

动物分类学:研究动物类群之间彼此相似程度并把它分门别类列成系统,以阐明它们的亲缘关系、进化过程和发展规律的科学。

动物生理学:研究动物体的生活机能,如消化、循环、呼吸、排泄、生殖、刺激反应性等各种机能的变化、发展情况以及在环境条件影响下所起的反应等。

动物生态学:根据有机体与环境条件的辩证统一,研究动物的生活规律及其与环境中非生物与生物因子的相互关系的科学。

动物地理学:研究不同水域动物分布情况以及动物与其存活环境的相互依存关系的科学。

近年来,由于数理化、天文气象、医学、电子技术及人口环境等学科的迅速发展并与生物学的相互渗透,形成了若干新兴的边缘学科。它们不断地从各个方面促进动物学学科的发展,特别是分子生物学的技术方法在动物学上的应用,从分子水平上来阐明动物间的亲缘关系和分类地位,使动物分类与演化关系研究越来越可信,大大地推动了动物分类学的发展。与此同时,对动物学其他各领域在学术理论观点和技术改进方面也有广泛的突破与促进。这些内容将插在有关章节分别论述,而本章仅将动物分类学原理和方法以及动物命名法规简要介绍,以解决日常动物分类问题的困扰。本教材在介绍动物学基本理论知识的同时,尤其注重各学科发展的前沿动态、注重教学理论联系实际及学生学用结合能力的培养。

1.2 动物分类学与生产发展的关系

从历史发展的角度讲,在生物科学发展的初期,植物学和动物学实质上都是为医学服务的。在植物方面,首要的注意给予了草药,以往的植物园其实就是栽培草药的苗圃。而动物学的出现是与人体解剖学及生理学相联系的。早在公元前 1 000 年前的《山海经》中就载录了大量殷商时期及此前的海洋学资料,对海洋的认识领域已达环绕古代中国的太平洋边缘海域:日本海、渤海、黄海、东海和南海等,并扩大到南太平洋诸岛及其海域。所记载的海洋生物主要是鱼类,其中记载有治病作用并能考证出物种种属的海洋药物 8 种,即鲑鱼(河豚)、虎蛟(虎鲨)、文鳐鱼、魮鱼(鲚鱼)、人鱼(儒艮)、鱮鱼、飞鱼(燕鳐鱼)、鱣鱼(青鱣鱼)。此后,从马王堆汉墓出土的《五十二病方》(成书于战国早期),已被定为先秦医方集本。《五十二病方》共收录药物 299 种,其中海洋药物有牡蛎、盐两种。此后的中药经典《黄帝内经》,虽仅载有 13 首方剂,但其中就有用海洋药物乌贼骨组成的“四乌鲂骨一蘼茹丸”,对其论述包括病名、病症、病因、病理、治则、药物配伍、治法、服法。标志着战国时期以后,我国对海洋药物的使用已纳入用中医学理论为指导思想的科学体系之中。西汉晚期产生了我国现存最早的药物学专著《神农本草经》,载录了 365 种药物(植物药 252 种,动物药 67 种,矿物药 46 种),已将海洋药物正式纳入中医本草学体系,其中海洋动物药有



牡蛎、龟甲、乌贼骨、海蛤、文蛤、蟹、贝子、马刀(蛭类)8种,海藻1种。唐代完成的《新修本草》,全书分为玉石、草、木、兽禽、虫鱼、果、菜、米、有名未用等9类,收载海洋药物25种,比前人增收6种,分别为珊瑚、石燕、鲛鱼皮、紫贝、甲香、珂,该书问世不久,很快流传到朝鲜、日本等国(管华诗等,2009)。

在西方,经17和18世纪对生物的世界性研究,使欧洲的博物学家认识了来自世界各地,包括来自热带的数万个动、植物新种,导致动物学和植物学分离开来,成为各自独立的科学。在这两个科学领域中,最初的关注在于给自然界的多样性确立次序,即进行分类学研究。无论是植物学还是动物学,事实上在当时都离不开分类学。有机(活)体世界的突出特点,就是它有极端的多样性。没有两个绝对相同的个体,没有两个完全同一的物种,它们都有自己独一无二的特征。当我们看一看为人类所利用的生物时,这一点就变得特别明显了。例如,羊提供羊毛,牛提供牛奶,依此类推,棉株提供棉花,猪提供熏肉,霉菌提供青霉素,等等。这是分类学家研究物种之间的差别、发现亲缘种和较远缘种之间的类似和差别的根据。在生理学、生态学、行为学和其他实验生物学领域中,由于实验工作者不能正确地鉴定他们使用的物种,何止一次发生过代价昂贵的错误?如果成百万物种的有机体世界,不被分类学家分为不同分类单元(物种及其种上类群)的话,任何人也不能在这繁杂、迷茫的有机界中正常地开展研究。由此可知,良好的分类有着双重的重要功能:它既作为科学的理论,又作为获取情报的系统而起作用。

分类具有科学理论的全部特点。首先它有说明的价值,可为划分分类单元或类目等级,提供有利于分开或联合的分类单元特征的论证。同时,将一些具有最接近亲缘关系的物种,即那些具有最大部分的祖先基因型的物种并在一起。第二个特性是高度的预见能力。对自然分类单元成员来说,具有特征的一般遗传性,它以高度概然性保证这一分类单元的所有成员具有若干共同的特征。要是发现一新种或较高等级的分类单元,只要对这一分类单元加以“分类”,即确定它在系统中的地位,就可以具体确定其大部分的特征。与任何科学理论相似,分类具有强烈的启发性。以可能有的起源为基础的分类,能辨别同源结构并阐明不同的形态特征的一致性或不一致性。分类的预见能力依赖于类群的遗传同质性。在有争议的分类“群”中,经典分类学预见能力是很低的,必须借助更先进的分类学方法诸如比较解剖学、细胞遗传学或分子分类学等求得解决。这说明寻求“自然”分类,即与可能起源的资料一致的分类是正当的。

作为获得情报的系统分类。分类同样可以完成实践功能。它应该便于记载其后找到的与所研究的分类单元有关的任何资料。给予一个分类单元的名称,就像是打开写字台各个抽屉的钥匙。在海马属(*Hippocampus*)下可以找到涉及海马的各个种的所有资料。这一原理反过来同样起作用,因为现有的检索表使我们得以确定指定标本的种的名称,从而使之和系统相联系。基于这两个理由——理论的和实践的——分类学的部分任务就是建立分类和检索表。这只有专业工作者能够做到。既然分类和检索表成为可资利用的,它们就大大便利了其他搜集情报的生物学家的工作。

以前许多生物学家并不重视分类学家作出的贡献,但是分类学家的成就是极其巨大的,即使采取最狭义的分类学概念也是如此。他们描述包括约100万个动物种和50万个植物种,同时把它们排列成系统(分类)。任何形态学家、生态学家、生理学家和偏爱系统



发育学的分子生物学家的的工作,如果没有可资利用的可靠的分类,都将是毫无意义的。

1.3 动物分类学的创始人及常见的专业术语

在论述分类学家功绩时,首先使我们想到的是杰出的博物学家瑞典人林奈(1707—1778),他被称为“分类学之父”。下面在介绍林奈等分类学家的同时,顺便说明有关分类学专用术语名词,以解读者的困惑。在林奈 1758 年出版的《自然系统》一书中,首先创立分类阶元的体系,确认动物界中纲(class)、目(order)、属(genus)、种(species)和变种(varietas)五个阶元,又把动物分为蠕虫、昆虫、鱼、两栖、鸟和哺乳类 6 个纲。他第一次自始至终地用双名制命名动物,使动物分类学走上科学的轨道。林奈的分类系统不仅采纳了亚里士多德的一些观点,也受益于早逝的同窗学友阿斯蒂德(Petrus Arstid)提出的“新种、属的分类方法”。阿斯蒂德在自己的《鱼类学》手稿中提出这一方法,被后人誉为“鱼类学之父”。林奈的方法虽非完全独创,但由于他个人的崇高威望和对学生们的影响,被尊崇为分类学始祖。林奈卓越而实用的分类系统很快就被采用、扩充并得到进一步改善。随着动物学知识的发展以及新发现动物种数的增加,作更精细的区分就显得非常必要。于是首先增加了科(family,介于属与目之间)和门(phylum,介于纲与界之间)两个分类阶元。至于林奈所用的变种则成为一个任意引用的阶元,它包括不同类型的变异(地理和个体的)。后来又在原有阶元的基础上更加细分,构成许多新阶元。这些新阶元是在原有阶元名称之前,加上前缀词“总(super)”或“亚(sub)”而构成的。于是又出现“总纲(superclass)”、“总目(superorder)”、“总科(superfamily)”、“亚纲(subclass)”、“亚目(suborder)”和“亚科(subfamily)”等名称,另外还有“亚属(subgenus)”、“亚种(subspecies)”等。现今“总科”、“科”和“亚科”等名称都有标准的字尾,字尾分别相应为 oidea,idae,inae 等。这些字尾是加在模式属的学名字干之后的。

前面提到物种命名的双名制,即是说物种名称是由“属名+种名”构成,它以拉丁文表示,通常以斜体字出现或其下面划条横线以示区别。前一个是属名,是主格单数的名词,第一个字母须大写;后一个是种名,常为形容词,须在词性上与属名相符。“种名”即是属中每个种所独有的,“属名”是该属各个种共同占有的名字。为对所定的种名负责,随后需要记有定名人的名字或定名人名字缩写,不用斜体。如鲤鱼,它的学名就被记为 *Cyprinus carpio* Linnaeus,其中 *Cyprinus* 是“属名”、*carpio* 是“种名”、定名人是 Linnaeus(林奈)。如果一个种包括几个亚种,对亚种的指定应是三名的,此时亚种名跟在种名之后,如国产的文昌鱼,1937 年前只知道厦门出产,后来张玺和顾光中在青岛采到。由于两者形态和地理分布的差异,被指定为新亚种,故写做 *Branchiostoma belcheri tsingtauensis* Tchang et Koo,其中 *tsingtauensis* 是亚种名。有时会看到一个物种定名人的名字被打上了圆括号,如文昌鱼 *Branchiostoma belcheri*(Gray)。括号表示原定名人将物种的属名定错了:开始文昌鱼被放在 *Amphioxus* 属中,叫做 *Amphioxus belcheri* Gray,1847。后来发现放错了属,应该是 *Branchiostoma* 属。于是进行了订正,成为现在的 *Branchiostoma belcheri* (Gray),原定名人的名字就用括号括起来。这个名称的转变,显示后来科学认识的进步,而物种没变,仍是原先的物种。这种由一属名转为另一属名的做法,分类学上称为新组



合。但是随着认识的进步,属名或种名的改动,常有反复,使分类问题复杂化。最终是证据充分的命名得到确认。

在全部动物命名法规里,最难获得一致见解的问题就是,当一个物种存在着两个或两个以上不同的名称,而必须选用一个名称时不好解决。事实上,名称变更的原因可归为两类:①由于科学的进步而必须作出的名称变更,包括错列于一属的种,其后的研究指出应改为另一种以及由于所隶属的分割或合并都可能使种的学名改变。②由于命名法规规则的约束而发生的变更,包括在对文献或模式标本的搜寻中,发现早期的同物异名、异物同名、不适用的模式标本,或所选择的模式种已被移入其他属内,或被选为别属的模式种等。当时,分类学界普遍认为解决这种问题的最好办法就是恢复名称的客观性,而以发表早、有优先权的学名代替常用而熟知的通用名字。特别是改革开放以来,由于国际学术交流的积极开展,分类文献的大量引进和模式标本的相互核对,很多种动、植物名称得以订正。但是这些新修订名称的出现,却引起已习惯旧名的动物学、医学、农学、兽医学及其他应用者的意见分歧。这个问题的出现,常常给种名混乱的澄清带来阻力。这个矛盾至今没有很好的解决办法。只有分类学与动物学、医学、农学、兽医学及其他应用学科进行广泛交流,才能早日解决上述的矛盾。

1.4 海洋脊椎动物分类鉴定的基本任务和方法

1.4.1 基本任务

海洋脊椎动物分类与其他生物的分类类似,其任务与方法也大同小异。一般来说,要将所搜集的海洋动物命名、描记并梳理成为有次序的系统,首要的工作就是对这些物种分类,这是认识物种的第一步。清楚分类源于准确的鉴定。物种的鉴定是分类的基本任务,这就是根据物种自身具备的分类性状,包括形态的、生理的、生态的、行为上的以及地理、环境分布等方面的特点进行识别,找出与其他物种的不同。识别海洋动物的种类,并赋予适当的名称,就是物种鉴定。做好物种鉴定,不仅是分类学者的首要任务,也是为医学、农业及其他与生物学有关学科、专业服务的基础,没有良好的物种分类鉴定的实践,其结果的可靠性都是无从谈起的。另外,通过物种鉴定,可以摸清当地海域动植物组成并结合当地生态学和动物地理学资料,探索海域区系形成和演变的规律,为环境演变、控制、保护和改造提出合理建议与决策。通过物种分类鉴定结果,可以推究动物种间关系、进化趋向和步骤,进一步探讨物种起源与形成及系统发育关系和生物地理学等新成果。从而为科学实践上升到指导实践的理论奠定良好的基础。

1.4.2 方法

分类鉴定是一门专门技术,它从专业采集、考察开始,在阅读大量分类文献和掌握物种形态、生态及其与环境相关资料的基础上,对物种进行鉴定分类。野外采集前,首先要掌握采集地区有关动物的种类,并列出检索表或主要特点。根据检索表逐项核对标本,大致归类,记录采集时间、地点及天气和环境情况等。室内整理标本并进行物种鉴定时,一



般情况下,先检索到目和科,而后至属和种。除常常使用分类检索外,经常查阅载有该种描述的有关书籍或《动物志》即可解决物种的鉴定问题。《动物志》解决不了的,则需进一步查阅《动物学记录》(*Zoological Record*)。它是伦敦动物学会和不列颠(自然)博物馆、昆虫学公用局等机构合作刊行的。分成①~⑱部:①综合动物学;②原生动物;③多孔动物;④腔肠动物;⑤棘皮动物;……⑨软体动物;……⑮鱼类;⑯两栖类和爬行类;⑰鸟类;⑱哺乳类;⑲新属和新亚属名表。另外,对新近物种的鉴定参考《生物学文摘》(*Biological Abstract*)一般也可解决问题。最好是有大量的采集标本和有关物种的原始文献及模式标本,通过三者的核对、比较,问题会很快得到解决。如果标本与模式标本及其描述不同,则不是同种。此时必须重新鉴定,直到最后确定种名。查遍“志书”和“文献”都不能确定的标本,也有可能是新种。如果是新种则要按《国际动物命名规则》定出新的种名。分类鉴定对鉴定技术和经验要求较高,对初学者来说难度较大。只有经常实践,才能抓住这批动物的分类要领;而换上新的一批,又要重新实践才能熟悉。分类本领需要在不断的实践中才能得以提高。

1.5 海洋脊椎动物分类的阶元及其确立的科学依据

前面提到林奈提出纲、目、属、种和变种五个分类阶元。而现代的分类学家在分类上使用了 20 个以上的阶元,各具不同的价值和意义。其提出的分类阶元是否完全遵循林奈的原则?这是一个问题。

1.5.1 什么是分类阶元

分类阶元是分类体系中的一个单元,并非个体,如亚种、种、属及科、目、纲等。它也是表达动物系统不同层次的基本单位。种是形态相似、互相配育的天然种群,而与其他类似的种群在生殖上彼此隔离。属是由亲缘关系相近的物种集合而成的更高级单位。科是由亲缘关系相近的属集合而成比属更高级的单位。依此类推,有目、纲、门、界。这些不同等级的单位被称为不同的分类阶元。复杂庞大的阶元可以增添亚阶元,如亚门、亚纲、亚目、亚科等。关系相近的等级,也可归并为超级,如总纲、总目、总科等,以方便物种的安排。

1.5.2 分类阶元确立的科学依据

上述的分类阶元,其科学依据固然随不同的类别而有不同,但总体来说可概括如下:纲及纲以上的分类阶元确立的依据是动物体的结构基型,一般为动物体内部的基本形态性状,如脊索、脊神经管、咽鳃裂,不仅可以区分脊椎和无脊椎动物,而且可以根据其不同发达程度来区分尾索、头索和脊椎动物三个亚门。根据有无上下颌可以区分圆口纲和鱼总纲;根据骨骼、脑颅发达程度可以区分软骨鱼纲与硬骨鱼纲;根据心脏和呼吸器官及肾脏泌尿器官可区分鱼、两栖、爬行、鸟、兽各纲。

目和亚纲的分类,鱼类和其他脊椎动物稍有不同,主要根据骨骼、鳞片和鳍等。科的确立依据主要是比较明显且具有一定适应性的形态特征。科的分布范围一般相当广泛,



有些几乎遍布全世界,如鲤科(Cyprinidae)种类在非洲、美洲、亚洲、欧洲都有分布,鲱科(Clupeidae)种类分布于太平洋、大西洋和印度洋各海域,是世界最重要的渔捞对象。其中的种类所适应的生境类型也较广泛。而淡水的鲇科(Siluridae)种类只分布在欧洲和亚洲。鲈科(Tetraodontidae)鱼类广泛分布于太平洋、印度洋、大西洋的热带、亚热带及温带海洋中,少数属分布到淡水河流中。但是有的科(单种科除外)分布也相对较狭窄,如鮡科(Sisoridae)只分布在亚洲南部和东南部诸国的淡水水域。

属的确立,多以共同形态为依据。这些特征,有的可列为属的依据,有的仅为种间区分的准绳,因此对它们的评价是具体分类工作中的一个关键性问题。目前进行属的区分时,不单根据一个特征,一般以特征的综合为依据。但在具体的分类工作中,不同学者间还是有不少分歧意见的,形成了两个主要趋向:即主分派与主合派(或称主并派)。前者着重相近种间的鉴别,把它们分成较多的属;后者却着重种间的亲缘关系,把它们分成较少的属,甚至并为一个属。目前多数人倾向主合派的主张,不过在种数过多的大属中,当进行更细致的分类时,常引用亚属,使隶属这一属中的各种间的亲缘关系更易于表达出来。属的分布范围较狭,一般限于一个大洲或相邻的水系上,其中一些种类也常栖息于同一水域的不同生境中。

种的确立,多是以生物学种的概念为依据的。众所周知,物种概念历来是系统生物学和进化研究中主要的争论焦点之一。林奈时期,分类学家包括林奈本人完全拘泥于物种的模式概念,坚持物种不变论。达尔文则不然,由于他丰富的科学考察活动而积累的知识,使他认识到物种是在漫长的自然历史发展过程中,由简单到复杂、由低级到高级、由少到多不断演变形成的,并在他的《物种起源》中,创立了“共同祖先”和“自然选择”学说。但是达尔文并没有打破模式概念。直到20世纪40年代,进化系统学家通过对生物多样性的进一步认识,逐渐对物种模式概念产生怀疑,才提出种群概念。此后物种概念才有了现代的意义。迈尔(Mayr, 1953)定义:“种是相互配育的自然类群,这些类群与其他类群在生殖上互相隔离着。”他又在1969年修改为“物种是由居群(population)所组成的生殖单元,在自然界占有一定的生境地位”。陈世骧(1987)补充为:“物种是由居群组成的生殖单元(和其他单元在生殖上有隔离),在自然界占有一定的生境,在宗谱线上代表一定的分支。”此概念包括四个标准,即居群组成、生殖隔离、生境地位和宗谱分支。这样的概念融合了林奈和达尔文物种概念中的合理成分,标志着系统生物学和进化基本原理认识水平的提高和发展,为分类鉴定指出了方向,为亚种分化和物种形成等研究开辟了新途径。迈尔和陈世骧的物种概念,是生物学种概念。生物学种实质上是根据遗传特征而决定的种,又称遗传学种。物种是客观存在的,是自然构成的,不是生物学家任意指定的。它具有上述的四个标准,又具有两种属性,即表型属性和生殖属性。表型属性主要与适应和自然选择有关,生殖属性主要与遗传和性选择有关。表型属性与生物躯体的分异、生长和维护有关。生殖属性则涉及生物的生殖细胞、组织、器官及全部或者部分与生殖有关的躯体生理和行为方面。物种之间有表型属性和生殖属性的间断,从而使物种彼此分离而不相连续。这在同域地区的物种之间是很容易见到的。但是,生殖属性和表型属性之间存在一些重叠的部分。例如,原核生物在两者之间几乎没有表现出解剖学和生理学上的差异;相反多细胞生物的生殖界线与躯体表型差异很大,表现出明显的区别。此外,经常可注意到生物表



型的某些方面涉及多种功能;某些次生性征没有明确的区别,即使是原始的性器官本来也是躯体的部分,而且生殖需要消耗能量;在一个哺乳动物体内循环的性腺激素分泌物很大程度上影响与生理无直接或基本联系的生理学和行为的许多方面,这种现象的存在,说明生物的生殖属性和表型属性之间无法在解剖学上完全对立。这些现象涉及物种的真实性及物种形成问题的讨论,因篇幅所限,此处不再赘述。

1.5.3 种的定义

种是客观存在的实体,是由大小不同的个体组成的。种的定义前面已讲过,种是分类学的基本单位。种的学名用双名法,即属名(第一字)和种名(第二字),且都用斜体来表示。属名第一个字母要大写。种名后要有定名人和年代才算种名的完整表达。例如,普通鲈鱼称谓 *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, 而巴尔哈什鲈则为 *Perca schrenki* Kessler, 1874。依照优先律,种应采用 1758 年林奈《自然系统》一书第 10 版问世那年后,最初所取的名字。如果为新种命名的著者误将此种列入另外一属,或者某一属后来又分成两个或几个属,甚至把该种移入另外一属,那么该著者所取的种名仍应保留,但要将其著者的姓摆在括号之内。例如,林奈氏命名的红眼高体鲃为 *Cyprinus erythrophthalmus* Linnaeus 以后,鲤属(*Cyprinus*)分成许多属,其中红眼高体鲃被划到新建的高体鲃属内,现在所用的名称,命名人就带上了括号,种名就写为 *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus)。

在自然系统中,种合为属、属合为亚科、亚科合为科、科合为总科、总科合为亚目、亚目合为目、目合为亚纲、亚纲合为纲等等。所有的分类范畴(各个分类阶元)都应像种一样,是具有自身的特点,是客观存在的。目前对高级分类阶元的客观性与人为性的看法尚有分歧,但我深信高级分类阶元也是客观存在的。落实这个问题只是迟早的事。种以相对的形态生物学稳定性为其特征,这种特性是适应一定环境的结果,物种在该环境中形成并生活着。物种有一定的分布区域,在该区域范围内,生存条件符合于其生物形态学上的特点。物种在时间上是相对稳定的,一经发生,它在其整个历史中保存着自己的形态生物学上的特征。矛尾鱼(总鳍鱼类之一)是大家熟知的例子。再以鲈 *Perca fluviatilis* Linnaeus 为例,无论在 5 年以前或 5 万年以前,甚至 1 千万年以前,鲈鱼都和现代的一样,从化石鱼类的研究中已经证明。说明存在鲈鱼的地区环境没有变化(地块稳定)。最近,王宁和张弥曼(2010)的柴达木鱼类化石研究是我亲眼目睹的证明。相反地在“山岳形成”时期由于山岳形成的结果,在水域中创造了各种各样的生态学条件。如果这些条件严重不同于历史的环境条件,该地区原有的鱼类和其他生物就会迁徙、灭绝或通过自然选择促使老种发生变异,若变异者对新生活环境条件能够适应,生活条件且继续稳定,则可能有新种出现。

在自然界中的种,常存在有地理变异性及生态变异性的不同群体。对于这些不同的群体的判断,不同学者往往有很大的分歧。有学者常将存在地理差异或生态学差异的不同群体视为种对不同地区或不同生态环境的适应性表现。比如前苏联的尼科里斯基(G. B. Nickolesky, 1954)认为欧洲鲈 *Gobio gobio* Linnaeus 有许多不同地理群体,存在变异,诸如土耳其斯坦鲈 *Gobio gobio lepidolaemus* Kessler; 伊塞克湖鲈 *Gobio gobio latus* Anik; 犬



首鮈 *Gobio gobio cynocephalus* Dybowski; 大头鮈 *Gobio gobio macrocephalus* Mori; 尖鳍鮈 *Gobio gobio acutipinatus* Men'schikow; 棒花鮈 *Gobio gobio rivuloides* Nichols 等都分布在欧亚大陆分布范围内, 它们表现出脊椎数的变异, 欧亚大陆北部的较多, 南方的较少。生活在沙滩较多的江河中的鮈如土耳其斯坦鮈喉部被鳞, 以避免摩擦, 而在静水中或沙滩少的水中的伊塞克湖鮈则喉部裸露。这种对环境的适应, 似乎能保证其在分布范围内掌握各种不同的栖息地点。具有前种变异性的被称为地理亚种; 具有后种变异性的被称为生态亚种。分别称亚种 (subspecies) 或生态族或变种 (infraspecies)。把亚种作为种的一种适应形式, 可以认为亚种的形成并不一定是物种形成的起点。麦耶 (Mayer, 1953, 1969) 提出“亚种”水平的鉴别标准必须符合两个条件: ①有地理隔离; ②鉴别性状的变异系数 $C. D \geq 1.5$ 。用此标准衡量上述的亚种, 若达不到这个标准, 则仅属个体变异。我国内陆水系不同湖泊河流之间、甚至与外流水系间形态相似的鱼类, 究竟是种内变异还是种间差异, 这需要进一步研究, 这可能是对分子分类学提出的更高要求。

第二章 脊索动物门及其 尾索动物和头索动物亚门

在动物发展史上,脊索动物出现的时代较晚于无脊椎动物。在动物系统发育位置上较高于无脊椎动物。它们身体结构上出现了无脊椎动物所没有的一些性状特征,如脊索、背神经管和咽鳃裂等,这些被称为脊索动物的三大特征。

2.1 脊索动物门(Chordata)概述

2.1.1 脊索动物门的主要特征

脊索动物门是动物界中最高级、最复杂的一个门,现在种类有 50 000 多种,尽管它们在外形形态、内部结构、生活方式上千差万别,但都有三个最基本的特征,即在其个体发育的全部过程或某一时期都具有脊索、背神经管和咽鳃裂[图(1-3,C 和 D)和(图 1-4)]。

1. 脊索(notochord):脊索(图 1-1)是一条支持身体的棒状结构,位于消化道的背面、背神经管的腹面。脊索不分节,是由柔软有弹性的结缔组织构成,脊索细胞内充满半液态的胞质。当这种细胞的胞液充满时,脊索就会变得既结实,又有弹性;脊索外面有较厚的结缔组织鞘——脊索鞘,脊索鞘由两层鞘膜构成,内层为纤维组织鞘,外层为弹力组织鞘。一部分低等脊索动物终生保留脊索,如文昌鱼;绝大多数脊椎动物只在胚胎时期才有脊索,成体退化或消失,被分节的脊椎骨代替。

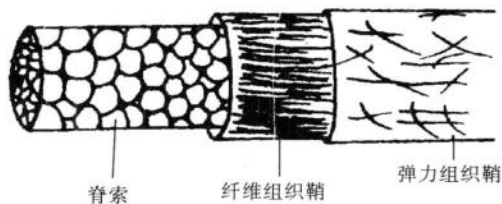


图 1-1 脊索和脊索鞘

2. 背神经管(dorsal tubular nerve cord):背神经管是脊索动物的中枢神经,它位于脊索背面,为一种管状结构,管的内腔叫神经腔。低等脊索动物如海鞘在变态后,背神经管退化成一个神经节,高等脊椎动物神经管前部扩大形成脑,后部发育成为脊髓,神经腔变成脑室或中央管。

3. 咽鳃裂(pharyngeal gill slits):咽鳃裂是低等脊索动物的呼吸和消化器官,为咽部两