

前 言

本书内容为三部分：在绪论中概述了鱼类科学的崛起，研究范畴，发展简史和鱼类的演化梗概；第一篇鱼类的形态构造，分别介绍鱼类的外部形态，内部器官结构及其功能和各部位的相互关系，各器官的发展过程等；第二篇鱼类的分类，介绍各鱼类在鱼类分类系统中的位置，区别它们的分类特征，鉴别鱼类的方法，探讨鱼类的演化、分布、生物学和经济意义。

本书的形态部分是以比较的形式编写的。首先扼要地叙述各器官系统的一般形态特征、发生、机能等，使读者对各器官系统的结构有一初步概念；然后以比较方式叙述鱼类各纲各亚纲器官形态的演变。鱼类的系统分类部分参照拉斯和林德贝尔格(1971)的分类系统，概述了分类命名规则，各分类阶元的形态特征和主要经济鱼类的分类位置、分布和渔业等。冀望凭藉本书的参阅，能提供读者独立地进行鱼类各器官的系统解剖，学习鱼类的分类原则和方法，便于准确地鉴别物种，为进一步深入研究莫立了必要的基础。

本书各术语均附有英文名，鱼名用拉丁文学名。如一时并无恰当的统一名称，则编者斟酌选用合适的、过去曾用过的名称或试取名——新的名称。

本书由上海水产大学孟庆闻、缪学祖、俞泰济和大连水产学院秦克静共同编写。编写分工为：第十二、十三、十四章由孟庆闻编写；绪论和第一、五、八、九、十、十一章由缪学祖编写；第十五章由秦克静编写；第二、三、四、六、七章由俞泰济编写。

对本书审阅并提出宝贵意见的有华中农业大学易伯鲁、周洁，武汉大学吴熙载，中国科学院动物研究所郑葆珊，中山大学梁秩桑，湛江水产学院叶富良，上海水产大学苏锦祥、伍汉霖、金鑫波、李婉端、周碧云、凌国建等先生，谨在此致以衷心的感谢！

我们在编写过程中力求详尽，但限于学识水平，谬误难免，敬祈广大读者予以批评指正，不胜感激。

编 著 者

一九八七年五月

目 录

绪论

第一节 鱼类学的定义、范畴和任务	1
第二节 鱼类学的发展简史	2
第三节 鱼类的演化	5

第一篇 鱼类的形态构造

第一章 外部形态	8
第一节 鱼体外部的区分	8
第二节 鱼类的体型	9
第三节 头部器官	11
第四节 鳍	14
第二章 皮肤及其衍生物	23
第一节 皮肤	23
第二节 腺体	25
第三节 鳞片	29
第四节 色素细胞和体色	36
第五节 发光器	38
第六节 鱼苗粘附器	39
第三章 骨骼系统	41
第一节 主轴骨骼	42
第二节 附肢骨骼	55
第四章 肌肉系统	61
第一节 肌肉的命名	62
第二节 肌肉的类别和功能	63
第三节 发电器官	69
第五章 消化系统	72
第一节 体腔和系膜	72
第二节 消化管	73
第三节 消化腺	85
第六章 呼吸系统	87
第一节 鳃	87
第二节 呼吸运动	92

第三节 辅助呼吸器官	94
第四节 鳃	95
第七章 循环系统	105
第一节 血液	106
第二节 血管系统	109
第三节 淋巴系统	120
第八章 尿殖系统	122
第一节 泌尿器官	122
第二节 泌尿机能	126
第三节 生殖器官	128
第四节 雌雄异形与性征	133
第五节 雌雄同体和性逆转	134
第六节 生殖方式	134
第九章 神经系统	136
第一节 神经原	136
第二节 中枢神经系统	137
第三节 外周神经系统	142
第四节 植物性神经系统	144
第十章 感觉器官	147
第一节 皮肤感觉器官	147
第二节 听觉器官	151
第三节 视觉器官	154
第四节 嗅觉器官	156
第五节 味觉器官	158
第十一章 内分泌器官	159
第一节 脑垂体	159
第二节 甲状腺	162
第三节 其它腺体	163

第二篇 鱼类的分类系统

第十二章 分类的基本概念和方法	167
第一节 分类的阶元和范畴	167
第二节 命名法	169
第三节 分类的主要性状和术语	170
第四节 鱼类分类学研究的步骤和方法	175
第五节 鱼类分类系统	177
第十三章 圆口纲 CYCLOSTOMATA	181
第一目 七鳃鳗目 Petromyzoniformes	181

第二目 盲鳗目 Myxiniformes	183
第十四章 软骨鱼纲 (CHONDRICHTHYES)	186
第一亚纲 板鳃亚纲 ELASMOBRANCHII	186
第一总目 鲨鱼总目 SELACHOMORPHA (侧孔总目 PLEUROTREMATA)	186
第一目 六鳃鲨目 Hexanchiformes	187
第二目 虎鲨目 Heterodontiformes	187
第三目 鯖鲨目 Isuriformes	188
第四目 须鲨目 Orectolobiformes	189
第五目 真鲨目 Carcharhiniformes	190
第六目 角鲨目 Squaliformes	192
第七目 锯鲨目 Pristiophoriformes	193
第八目 扁鲨目 Squatiniformes	193
第二总目 鳐形总目 BATOMORPHA (下孔总目 HYPOTREMATA)	194
第一目 锯鳐目 Pristiformes	194
第二目 鳐形目 Rajiformes	194
第三目 魼形目 Myliobatiformes	196
第四目 电鳐目 Torpediniformes	199
第二亚纲 全头亚纲 HOLOCEPHALI	200
第一目 银鲛目 Chimaeriformes	200
第十五章 硬骨鱼纲 (OSTEICHTHYES)	201
第一亚纲 内鼻孔亚纲 CHOANICHTHYES (肉鳍亚纲 SARCOPTERYGII)	201
第一总目 总鳍总目 Crossopterygiformes	201
第二总目 肺鱼总目 Dipneustomorpha	201
第一目 单鳃肺鱼目(澳洲肺鱼目) Ceratodiformes	202
第二目 双鳃肺鱼目(美洲肺鱼目) Lepidosireniformes	202
第二亚纲 辐鳍亚纲 ACTINOPTERYGII (真口亚纲 TELEOSTOMI)	202
第一总目 硬鳞总目 GANOIDOMORPHA	202
第一目 鲟形目 Acipenseriformes	202
第二总目 鲱形总目 CLUPEOMORPHA	204
第二目 海鲢目 Elopiformes	204
第三目 鼠鲭目 Gonorhynchiformes	205
第四目 鲱形目 Clupeiformes	205
第五目 鲑形目 Salmoniformes	209
第六目 灯笼鱼目 Myctophiformes	214
第七目 拟鲸鱼目 Cetomimiformes	215
第三总目 鳗鲡总目 ANGUILLOMORPHA	215
第八目 鳗鲡目 Anguilliformes	215
第四总目 鲤形总目 CYPRINOMORPHA	217
第九目 鲤形目 Cypriniformes	217
第十目 鲇形目 Siluriformes	217

目 录

第五总目	银汉鱼总目 Atherinomorpha	251
第十一目	鲮形目 Cyprinodontiformes	251
第十二目	银汉鱼目 Atheriniformes	252
第十三目	颌针鱼目 Belontiiformes	252
第六总目	鲑鲈总目 Parapercomorpha	254
第十四目	鳕形目 Gadiformes	254
第七总目	鲈形总目 Perciformes	255
第十五目	金眼鲷目 Beryciformes	255
第十六目	海鲂目 Zeiformes	255
第十七目	月鱼目 Lampridiformes	256
第十八目	刺鱼目 Gasterosteiformes	257
第十九目	鲱形目 Mugiliformes	259
第二十目	合鳃目 Synbranchiformes	261
第二十一目	鲈形目 Perciformes	261
第二十二目	鲉形目 Scorpaeniformes	287
第二十三目	鲽形目 Pleuronectiformes	289
第二十四目	鲀形目 Tetodontiformes	292
第八总目	蟾鱼总目 Batrachoidomorpha	295
第二十五目	海蛾鱼目 Pegasiformes	295
第二十六目	鲛鲽目 Lophiiformes	295

绪 论

第一节 鱼类学的定义、范畴和任务

鱼类是脊椎动物亚门中最原始最低级而在种属数量上又最占优势的一个类群。在总数约 38000 种脊椎动物中,现生鱼类有 2 万余种,超过两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲等任何一个纲。分布很广,可以说,几乎有水体之处皆有鱼类的踪迹。

虽然鱼类日常习见,但在日常生活中常将一些并不隶属于真鱼的水生动物冠以鱼的称呼。例如,鲍鱼、墨鱼(乌贼)实属软体动物,星鱼(海星)实属棘皮动物,鲎鱼实属节肢动物,鲑鱼(娃娃鱼)实属两栖动物,鳄鱼实属爬行动物,鲸实属哺乳动物。英文亦有类似的误称,例如,虾蟹称 crayfish,海星称 starfish,水母(海蜇)称 jelly-fish,墨鱼称 cuttlefish。

在鱼类学中,“真鱼”的科学定义是指一群终生生活于水中的变温脊椎动物,它们通常用鳃在水中进行气体交换,用鳍协助运动与维持身体的平衡,大多数鱼类体被鳞片,鳃穴都存在。一旦掌握了这些明显的形态特征,就能准确无误地辨别鱼类和其它水生动物了。

鱼类学是动物学的一门分支学科,它是以鱼类为研究对象,着重研究鱼类的形态结构、生活习性、生长发育、生理机能和地理分布,以及化石鱼类和现生鱼类的系统分类的科学。由于鱼类在国民经济中有着特殊的意义,随着渔业的发展,对鱼类的研究也逐渐广泛而深入地进行。

早在石器时代,人类所用的生产工具十分原始简陋。他们只吃些易获取的食物,如果实、小型动物、鱼介鲜品等。后来随着生产技术的进展,使用鱼镖、鱼钩等进行捕鱼生产,成为生产活动的主要内容之一。事实上,人们由于不断汲取食物来维持日常生活所需,对鱼类的接触日益频繁,遂积累了众多有关鱼类方面的知识,再不断通过系统观察研究,进一步认识提高,便形成了鱼类学(Ichthyology)。

鱼类学的研究范畴很广,有许多分支学科,主要有:(1) 鱼类形态学——研究鱼类的外部特征与内部结构,了解各部位的相互关系及机能,阐明各器官的发展规律;(2) 鱼类分类学——研究各别鱼类在鱼类分类系统中的地位,掌握鉴别鱼类的方法和步骤,探讨鱼类的系统演化、地理分布、生物学和经济意义等;(3) 鱼类生态学——研究鱼类的生活习性,其对外界环境的适应性,以及与影响鱼类生活的外界因素(如水温、盐度、饵料、溶氧量、光线等)的关系;(4) 鱼类生理学——研究鱼类内部器官的功能,鱼体内所进行的生命活动过程,以及其与周围环境的相互关系;(5) 鱼类发生学——研究鱼类的胚胎发育及各器官的形成过程;(6) 古鱼类学——研究化石鱼类的形态特征、演化关系、起源及分布状况;(7) 经济鱼类学——研究主要经济鱼类的形态特征,分类位置、产量、分布及经济意义等。

本书主要涉及到鱼类形态学和鱼类分类学两方面的内容。

随着我国社会主义建设事业的发展,对渔业人员及鱼类学工作者也提出了更高的要求;进一步探索新渔场,改善人工水域的增殖事业,恢复贵重的经济鱼类资源,研究主要经济鱼类的洄游路线及数量变动规律,捕捞与驯养新品种,经济鱼类区系组成,等等。为了完成上

述任务,要求渔业工作人员具备广泛的鱼类形态及分类的理论基础。

第二节 鱼类学的发展简史

一、国外鱼类学研究的过去和现在

世界上对鱼类的研究,一般都认为从希腊学者亚里士多德(Aristotle, 公元前384~322)开始。亚里士多德在《动物史》一书中描述了鱼类的构造、繁殖与洄游等资料,并记录了115种爱琴海鱼类。在欧洲文艺复兴时代,法国贝隆(P. Belon)、朗第来(G. Rondelt)、杰斯尼利(C. Gesneri)等也做了大量工作,但仅限于分类方面。

17世纪由于地理学上的大量发现,大大扩大了鱼类学的研究领域,在分类学上从人为分类法进入自然分类法,使鱼类分类学开始了新的进程,不仅依据鱼类的外部特征,还侧重鱼类的解剖结构,其中著名的有英国雷约翰和韦利比(J. Ray and Willughby)著的《鱼类史》,建立了新的分类系统,开始认识物种的自然意义。

18世纪在鱼类分类学和形态学方面有了很大的进展,尤其是阿梯弟、林奈、勃洛赫(Bloch)等人的研究大大推动了鱼类分类学的工作。瑞典阿梯弟(P. Artedi)提出了新的分类法,明确了物种及杂种的概念,指出了同物异名。瑞典林奈(C. Linnaeus)著的《自然系统》(Systema naturae, 1735),确定了双名制的命名法,奠定了动物分类学的基础。

19世纪中叶,由于形态学和海洋调查的进步,分类学又有了发展,也开始涉及到古生物学研究。法国古维埃(G. Cuvier)和瓦朗西尼(A. Valenciennes)的《鱼类自然史》(Histoire naturelles des poissons, 1848)为重要的鱼类学文献。德国穆勒(J. Müller)所提出的分类系统已接近于近代的系统,他把鱼纲分成肺鱼亚纲、硬骨鱼亚纲、硬鳞鱼亚纲、软骨鱼亚纲和圆口类亚纲。荷兰白里葛(P. Bleeker)著的《东印度鱼类志》,发表了很多关于中国鱼类的文章。德国龚塞(A. Günther)的《大英博物馆鱼类名录》(Catalogue of the Fishes in the British Museum),对于鱼类学者则是重要的参考文献。

20世纪初叶,由于渔业的迅速发展,在分类学、解剖学、生理学和生物学方面都同时开展了探讨性研究。英国古德利奇(E. S. Goodrich)的《Studies on the structure and developments of vertebrates》(1930)为鱼类形态学的重要参阅文献。苏联贝尔格(L. S. Berg)著的《苏联及邻国淡水鱼类》(1948~1949)、《现代和化石鱼形动物及鱼类分类学》(1940)等,他根据现代鱼类和化石鱼类的丰富材料,提出了一个新的鱼类系统,较过去的系统更为完善。苏联拉斯和林德贝尔格(T. S. Rass and G. U. Lindberg)著的《现代鱼类自然系统之现代概念》(1971),他们依据贝尔格的分类系统,加以增补和修正,考虑到内部器官的结构及个体发育的资料,提出了新的较完善的分类系统。其它如荷兰魏勃(M. Weber)和勃福脱(L. F. de Beaufort)著的《印澳群岛鱼类志》(1911~1953),美国诺曼(J. R. Norman)著的《比目鱼专集》(1934),日本松原喜代松著的《鱼类之形态和检索》(1955)等,都是当代的名著。

二、我国鱼类学研究的过去和现在

我国人民对于鱼类的观察和利用早已开始。远在公元前1200年左右的殷朝就有鱼类知识的记述。明朝李时珍(1518~1593)的《本草纲目》对一些鱼类的形态和习性等已有详细的描述,现在一部分的鱼类命名则参照了该书的名称。在其它古书中,如《尔雅》、《闽中海错

疏》、《养鱼经》等都有关于鱼类的记载。但总的来看,我国古时涉及鱼类形态及分类的研究,多附载于各书籍中,没有系统地整理成专册。这自然是由于历代封建王朝的专制,束缚了科学发展的结果。19世纪,西方各国资本主义蓬勃兴盛,工业迅速发展,曾组织了船队到世界不发达国家,借调查之名,行掠夺市场和原料资源之实。在这些调查队伍中,有科学家参加,但也有不少借经商、传教之名混迹其间来调查我国的渔业资源。在这一时期中,不少外人研究我国的鱼类,相继发表了一些论文和专著,有些标本至今还存放在各自国家的博物馆内。20世纪初期,我国才逐渐开展鱼类的研究工作。解放前夕,由于当时政府并不重视科学研究,因此既无专业性研究人员,又未大规模地组织进行鱼类科学的研究。但我国学者在设备简陋、条件欠缺的场合下,凭着一股强烈的事业责任感,仍然坚持做了不少工作。如《鲤科鱼类之鳞片、咽骨及其牙齿之比较研究》、《鲢鱼的鳃耙及鳃上器官》、《中国鱼类之索引》、《中国比目鱼类的研究》、《黄花鱼类志》、《黄鳍的呼吸》等均为当代有参考价值的专著和论文。

新中国成立后,在中国共产党的正确领导下,我国鱼类科学的研究才全面迅速地开展起来。相继建立了许多研究所及高等、中等水产院校,壮大了专业研究队伍,扩充了标本、图书和仪器,为鱼类学的发展铺下了坚实的物质基础。鱼类学的研究范围也从单纯的形态学、分类学扩大到联系生产实际的生态学、生理学和资源学,取得了显著的成绩。具体做了以下几方面工作:

(一) 鱼类区系调查 我国近四十年来先后在南北各海区,全国各主要河流和湖泊进行了大规模的区系调查,初步了解了鱼类的种类、分布、习性等,为摸清和开发利用丰富的鱼类资源提供了必要的基础。已发表的主要专著有《黄渤海鱼类调查报告》、《东海鱼类志》、《南海鱼类志》、《南海诸岛海域鱼类志》、《中国软骨鱼类志》、《中国鲤科鱼类志》、《中国石首鱼类分类系统的研究和新属新种的叙述》、《长江鱼类》、《新疆鱼类志》、《广西鱼类志》、《福建鱼类志》等都是在广泛调查和采集标本的基础上,根据文献和已积累的资料,经过仔细认真分析而编写成较全面、较完整的专著。

(二) 鱼类形态学 在过去的鱼类形态学基础上有了新的发展,从单纯解剖进展到系统解剖和比较解剖。其中主要论著有《鲤鱼解剖》、《白鲢的系统解剖》、《中国软骨鱼类侧线系统及罗伦瓮和罗伦管系统的研究》等。此外,还对软骨鱼类、鳗鲡、海鳗、鲤、鲫、鲢、鳙、鲇、鳊、大鲵、蓝点马鲛、鲑等鱼类的某些器官系统进行了比较形态研究。

(三) 鱼类生态学 它在我国作为一门学科还是新中国成立后才逐步形成的。为了掌握海产鱼类的数量变动规律,曾对大黄鱼、小黄鱼、带鱼、鲈鱼等重要经济鱼类的生物学特性、产卵场和渔场环境条件等进行了调查研究,取得了有关资源、洄游、繁殖、饵料等特性的大量第一手资料,为渔业预报和渔业生产提供了有参考价值的数据。与此同时,亦进行了湖泊、江河和水库等大面积水体中的主要经济鱼类——鲤、鲫、鳊、团头鲂、翘嘴红鲌、青梢红鲌、鳊、鳊、鲂、松江鲈鱼等的生物学特性、种群变异等调查研究工作。主要的专著有《东海和黄海南部小黄鱼生物学基础的初步研究》、《烟台外海鲈鱼资源变动的情况》、《厦门鲈鱼的食性研究》、《湖泊调查基本知识》等。

由此可见,建国以来我国鱼类科学的研究所取得的成就,远远超过以往任何时期。今后尚须继续深入研究,使科学研究与生产实践紧密结合,并尽量在运用现代物理、化学新成就的基础上,积极开展鱼类学领域各个方面的研究。

三、鱼类学研究的进展

鱼类分类学的历史已经相当悠久。目前的特点是将历史上既有的分类学方法和概念继续予以提高。有些学派在鱼类分类方面仍沿用以模式种概念为中心,只从形态特征上订定,很少涉及地理因素,单纯利用个别的标本或少数几个标本来确认;有些学派已经采用生物学的物种定义取代单纯形态学的物种概念,使生态学、遗传学、地理学以及其它的因素一并考虑在内。近些年来,许多鱼类学者已经从单纯的分属区系研究转向鱼类系统演化方面的研究。他们采用大量形态特征分析和生物化学、同位素扫描、数学分析等为手段来辨别和分析祖征和离征,藉以探求鱼类系谱,探索共同起源,真正反映出彼此间的亲缘关系。在研究生物系统演化的理论和方法方面,当今生物学界中存在三个主要的学派,即进化系统学(综合系统学)(Evolutionary Systematics)、分支系统学(支系系统学)(Cladistic Systematics)和数值系统学(Numerical Systematics),它们在基本概念、理论和方法上展开了激烈的争论,使古老的系统生物学呈现出新的活力,进入一个崭新的阶段,因而,对鱼类系统演化研究上自然也产生了深刻的影响。不少学者已采用分支系统学等的方法来探讨鱼类的系统发育。当前,鱼类学科的研究,正在电子仪器、数理分析等近代科学和先进设备的紧密配合下,朝向鱼类生态学、鱼类资源数量变动等方面进行更深入的探讨。

近年来,由于环境污染、酷渔等原因,大陆架区经济鱼类资源衰减,同时欧美许多国家又实行 200 海里经济区措施,因而开展“深海渔业”、“远洋捕捞”、“栽培渔业”已骤然引起各国的深切关注。1968 年以来,日本成立专门机构,在世界各海区进行了底栖鱼类和深海鱼类的资源调查。英国调查船从 1973 年起在英国西部水域深达 1000~1500 m 的水层中进行拖网试捕。据日本调查,在世界海区 200~2000 m 水层内鱼类和其它水生生物的捕获量可达 3000 万 t,在深达 1000 m 以上的水域中的生物生产力也很高,也曾在 2500 m 深的水层内发现经济鱼类集群。

现今已有许多国家运用了水生生物遥测技术,给渔业和鱼类学科的研究开辟了一条新途径,既能借以了解到早些时候尚摸不透的水生生物的习性和生态方面的现象,也被用来研究鱼类的洄游途径,在各种情况下回游鱼类的定位能力,鱼类的分布范围与行为的稳定性,对自然刺激和人为刺激的反应,鱼类在障碍物区和渔业作业区内的行为等。1956 年美国首先采用声学生物遥测装置来跟踪大麻哈鱼属鱼类。从六十年代中期开始,苏联、日本、西欧各国均先后开始进行水生生物遥测技术的研究,查明了欧洲鳗鲡、大西洋鲑、美洲西鲱、闪光鲟等鱼类的洄游规律、洄游时间、路线、速度、深度以及与环境因子间的关系。当前,美国鱼类生态学研究的重点是上层鱼类资源剧烈波动的原因、仔鱼幼鱼的生活条件、大陆架渔业生态系的研究等。

目前,日本还相继提出由海洋捕捞转向“栽培渔业”的目标。栽培渔业也被称为培植渔业,是一种先培育增殖而后捕捞的渔业,被视为解决日本渔业问题的关键措施。1963 年日本在濑户内海建立第一个栽培渔业中心,而当今已扩充栽培渔业中心数十处,同时计划建立 5000 km 长的“人工鱼礁带”,使整个日本沿海变成广阔的“海洋牧场”。增殖品种既有暖水性种类,又有冷水性鱼类,已建立了从孵化到放流的一整套完善的技术工艺,达到企业化生产规模。目前能大量生产苗种,已大批进行流放的种类有鲑鳟类、鲷类、香鱼等。

为了掌握鱼群数量在时间和空间上的变动规律性,使能控制鱼群数量的方法,只有建立在研究鱼类学的基础上。目前,日本、美国、苏联和一些欧洲国家都重视鱼类学科的研究。我

国在这些方面与之相比,还存在某些差距。我们应该尽快吸收国外的先进科学研究水平,努力提高我国鱼类学科的理论,促进渔业的现代化。

第三节 鱼类的演化

距今约四亿年的奥陶纪就已出现了最早的不完整的鱼类化石。直到志留纪晚期才完整地获取了关于化石及早期脊椎动物关系的概念。泥盆纪时,各种古今鱼类均已出现,可谓是鱼类的初生时代。中生代的侏罗纪和白垩纪(距今约一亿三千万年到一亿六千万年)为鱼类的中兴时代,现代鱼类的各个类群彼时多数已有代表出现。到了新生代,各群鱼类十分繁盛,成为脊椎动物的最大类群,在鱼类的发展史中已达到全盛时代,

从泥盆纪所取得化石材料分析,已可分古代鱼类为四大类,即:无颌类 Agnatha、盾皮类 Placoderma、软骨鱼类 Chondrichthyes 及硬骨鱼类 Osteichthyes。无颌类在志留纪及泥盆纪中最多,被公认为最早的脊椎动物,其特征是无上颌和下颌,鳃呈囊状,无真正的偶鳍,化石无颌类的身体几乎全为厚骨板及硬的东西所包被,故称为甲冑鱼类 Ostracodermi(图 1),均栖于淡水,到上泥盆纪多已绝灭,仅少数种类持续至今,即圆口类。盾皮类为最古老的有颌类,出现于上志留纪和下泥盆纪,它们在泥盆纪盛极一时,但到泥盆纪末已经大部分绝灭。一般认为软骨鱼类及硬骨鱼类都由盾皮类演化而来,它们向着两个不同的方向发展,但至今尚未找到盾皮类到软骨鱼类或硬骨鱼类间十分清楚的直接联系(图 2)。软骨鱼类的化石证据在古生鱼类四大类中最迟出现,于上泥盆纪发现最古老的鲨鱼,及至石炭纪才发现大量软骨鱼类化石。化石中发现最早的鲨鱼之一为裂口鲨 *Cladoseleache*(图 3),具有许多原始性的软骨鱼类特征,并由此发展成后期的鲨鱼、鳐类、魮类、银鲛类。软骨鱼类常被认为是“原始”的鱼类,但是它们是否真正比硬骨鱼类原始,还是有待证实的。但软骨鱼类的化石是比硬骨鱼类迟发现,这可能是由于软骨未被保存下来的缘故,而由于软骨的特点,有些学者就认为它们是比较硬骨鱼类原始。但有些学者又认为在最早的甲冑类及盾皮类都已出现了硬骨骼,这些硬骨鱼类才是真正原始的,而鲨鱼的软骨乃是次生性现象。软骨鱼类和硬骨鱼类可以认为是两支平行发展的类群。软骨鱼类的原始栖地是在海洋,少数进入淡水是再次适应,而硬骨鱼类的原始栖地是淡水,最后才向海洋伸展,成为优势类群。硬骨鱼类最早出现于中泥盆纪的淡水沉积中。硬骨鱼类可分为辐鳍鱼类 Actinopterygii 及内鼻孔鱼类 Choanichthyes 两类,前者包括了现存的绝大多数的硬骨鱼类,后者只包括一些形态构造特殊的原始种类,如肺鱼、矛尾鱼等。最早的硬骨鱼类是古鳕类 Palaeoniscoidea(图 4),由此而演化出辐鳍鱼类的软骨硬鳞类 Chondrostei、全骨类 Holostei 及真骨类 Teleostei。软骨硬鳞类最原始,它们的化石发现于泥盆纪,少数种类残存至今,即为鲟形目 Acipenseriformes。全骨类化石发现于中生代三叠纪到白垩纪,少数留存到现代,即为多鳍目 Polypteriformes、弓鳍目 Amiiformes 及雀鳝目 Lepidosteiformes。真骨类化石发现于白垩纪,成为现代最繁盛、经济价值最大的鱼类。内鼻孔鱼类最早出现于泥盆纪,原始类型的代表为双鳍鱼 *Dipterus*(图 5)和骨鳞鱼 *Osteolepis*(图 6)。较早期的肺鱼大多由双鳍鱼发展而来,而骨鳞鱼被视为典型的最早的泥盆纪总鳍鱼类。总鳍鱼类又被认为是最早两栖类的直接祖先。

现存的鱼类可以分为三个纲:圆口纲、软骨鱼纲和硬骨鱼纲。

圆口纲 Cyclostomata 现存的本纲种类均无偶鳍,体鳗形,无鳞、软骨、无上颌和下颌,

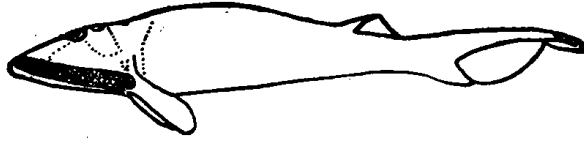


图1 半环鱼 *Hemicyclospis* (甲青鱼类)

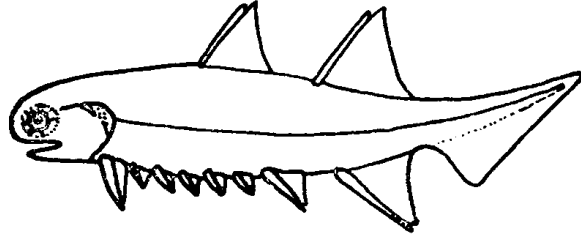


图2 梯棘鱼 *Climatius* (盾皮鱼类)

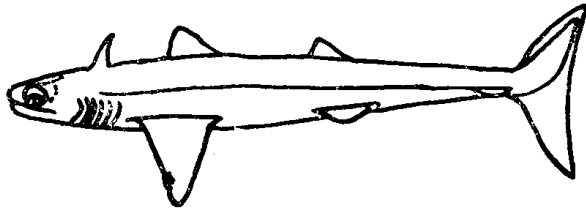


图3 裂口鲨 *Cladoselache* (软骨鱼类)

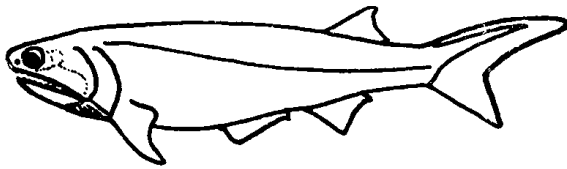


图4 古鲭鱼 *Palaeoniscus* (硬骨鱼类)

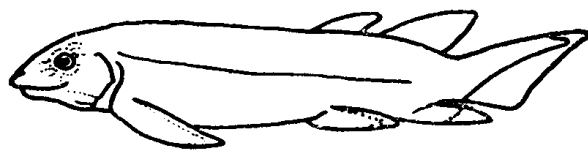


图5 双鳍鱼 *Dipterus* (内鼻孔鱼类)



图6 骨鳞鱼 *Osteolepis* (硬骨鱼类)

鼻孔不成对。本纲分为七鳃鳗目 *Petromyzoniformes* 和盲鳗目 *Myxiniiformes*。

软骨鱼纲 *Chondrichthyes* 软骨,常钙化,但绝不骨化,具上颌和下颌,具5~7个鳃孔,或外被无骨骼支持的皮肤,后具一总鳃孔,体被盾鳞或棘刺或光滑无鳞,雄鱼具鳍脚。本

纲分为板鳃亚纲 *Elasmobranchii* 和全头亚纲 *Holocephalii*。前者分为 2 总目, 13 目, 后者现存只一目。

硬骨鱼纲 *Osteichthyes* 骨骼或多或少为硬骨, 可分为内鼻孔亚纲 *Choanichthyes* 和辐鳍亚纲 *Actinopterygii*。前者包括一些比较原始的种类, 后者分为 9 总目, 大部分硬骨鱼类均属辐鳍亚纲(图 7)。

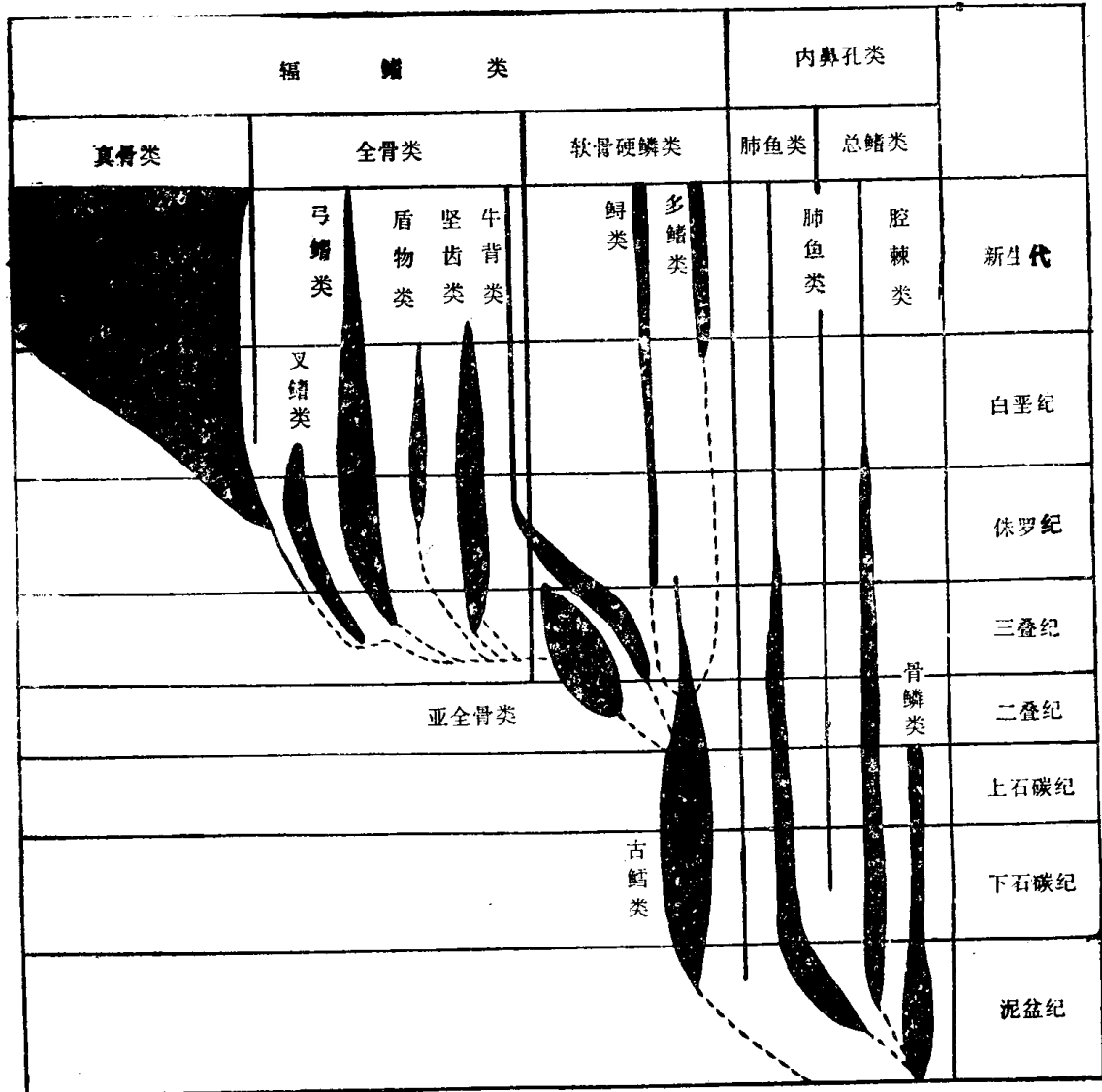


图 7 硬骨鱼类的进化与时期分布

第一篇 鱼类的形态构造

第一章 外部形态

“鱼”是终生在水中生活的脊椎动物。鱼所栖居的环境——水的密度远比空气为大，阻力亦大。因而，它们的外部形态就是为了完全适应各自所栖息的环境而演变成的。

鱼类在外部形态上虽随着各自的生活方式向多方面去发展；然而，其外部轮廓通常多呈纺锤形，能在水中游动自若，有利于觅寻食物，肥育生长，繁衍后裔和防敌御害。某些高速游动的鱼，如黄鳍金枪鱼 *Neothunnus*、鲀 *Pneumatophorus* 的体型完全呈流线型。整个身体的表面比较光滑，没有任何突起或棱角使之发生阻力；其尖细的吻部，完全可以闭合的口，严密镶嵌的眼，紧紧密拢无缝的鳃盖，均适应于鱼挺水前进；细小致密的鳞片，润滑的粘液，益能促使鱼体和水的摩擦力递减至最小限度；坚强有力的尾柄，新月形似的尾鳍，足以保证它们达到最迅速的行动。但是，水中的环境复杂非凡，尤其在广阔的海洋中，深浅、远近、表底，情况均截然不同。同时，各种鱼对于适应环境的能力亦各异，因而，就呈现了形形色色的体型。

第一节 鱼体外部的区分

鱼类的身体可以清晰地区分成头部、躯干部和尾部等三个部分。头部和躯干部的分界，在圆口类 *Cyclostomata* 和板鳃类 *Elasmobranchii* 等没有鳃盖的种类为最后一对鳃孔（鳃裂）(gill opening, gill cleft) (图 12-2)；而在具有鳃盖 (gill cover) 的硬骨鱼类，则为鳃盖骨 (operculum) 的后缘 (图 1-1)。躯干部和尾部的分界一般以肛门 (anus) 或尿殖孔 (cloacal aperture) 的后缘为限。然而，少数鱼类的肛门特别移往身体较前方的，即以体腔 (body cavity) 末端或最前一枚具脉弓 (haemal arch) 的椎骨为界。由臀鳍基部后端到尾鳍基部的水平距离为尾柄 (caudal peduncle)。

头部可以区分成下列各部：头部最前缘到眼的前缘为吻部；眼后缘到鳃盖骨后缘或最后一鳃孔为眼后头部；两眼之间的最短距离为眼间隔 (interorbital space)；眼的后下方到前鳃盖骨后缘的部分为颊部 (cheek)；鳃盖后缘的皮褶为鳃盖膜 (branchiostegal membrane)，鳃盖膜被细长肋骨状的鳃条骨（鳃盖条）(branchiostegal rays) 所支持；两鳃盖间的腹面部分为喉部 (jugular)；下颌左右两齿骨在前方会合处为下颌联合 (mandibular symphysis)，紧接下颌联合的后方为颏部或颐部 [颐部 (chin)]；颏部的后方、喉部的前方为峡部 (isthmus) (图 1-2)，峡部是否与鳃盖膜连结一起，在鱼类分类学上是重要的形态特征之一。

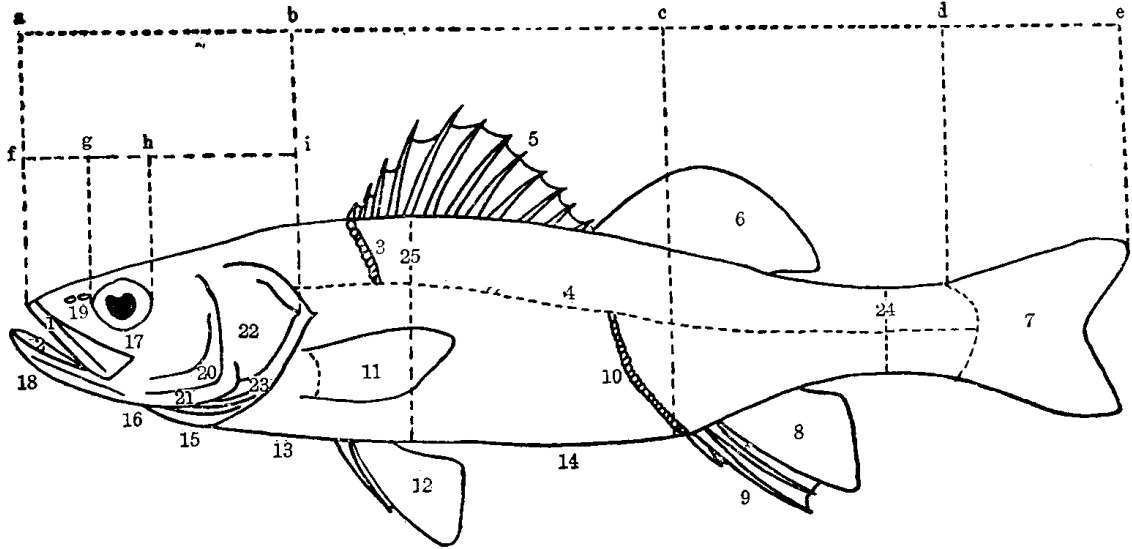


图 1-1 花鲈 *Lateolabrax japonicus* 的外部形态

a—b. 头部； b—c. 躯干部； c—e. 尾部； f—g. 吻部； g—h. 眼径； h—i. 眼后头部； a—d. 体长； a—e. 全长； 1. 上颌； 2. 下颌； 3. 侧线上鳞； 4. 侧线鳞； 5. 第一背鳍； 6. 第二背鳍； 7. 尾鳍； 8. 臀鳍鳍条； 9. 臀鳍鳍棘； 10. 侧线下鳞； 11. 胸鳍； 12. 腹鳍； 13. 胸部； 14. 腹部； 15. 喉部； 16. 峡部； 17. 颊部； 18. 颞部(颌部)； 19. 鼻孔； 20. 前鳃盖骨； 21. 间鳃盖骨； 22. (主)鳃盖骨； 23. 下鳃盖骨； 24. 尾柄高； 25. 体高

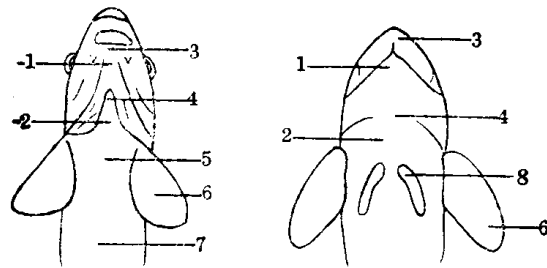


图 1-2 硬骨鱼类的外部形态, 示颞部、峡部、喉部

1. 颊部； 2. 喉部； 3. 缝合部； 4. 峡部； 5. 胸部； 6. 胸鳍； 7. 腹部； 8. 腹鳍

第二节 鱼类的体型

鱼类的身体, 宛如其它的脊椎动物, 也呈左右对称 (bilateral symmetry), 并且也有三个体轴 (图 1-3): 由头部到尾部的一轴为纵贯鱼体中央的头尾轴 (或称主轴或第一轴); 与头尾轴垂直而通过身体的中心点, 横贯背腹的为背腹轴 (或称矢轴或第二轴); 贯穿身体中心, 而与头尾轴和背腹轴成垂直的为左右轴 (或称侧轴或第三轴)。

由于水环境和鱼本身生活习性的不同, 使各种鱼有各种不同的形状。在动物界中, 无论那一类的体型没有像鱼类那样的多样化。这与它们的水生生活条件无疑是密切相联系的。

鱼类的体型大致有如下四种基本类型 (图 1-4)。

一、纺锤型(Fusiform)

本型是最常见的一种体型。体呈梭形，头尾稍尖细，中段肥大。身体各部分的比例匀称，即头尾轴最长，背腹轴次之，左右轴最小。大部分游动迅速的鱼类都属于本体型。较为典型的有鲈、马鲛 *Scomberomorus*、鲈 *Lateolabrax*、黄鳍金枪鱼等。此外，如鲨类、箭鱼 *Xiphias* 或 *Hemirhamphus* 等体型虽也近似纺锤型，然而，前者的头部较平扁，后者的吻或颌又向前呈剑状突出。

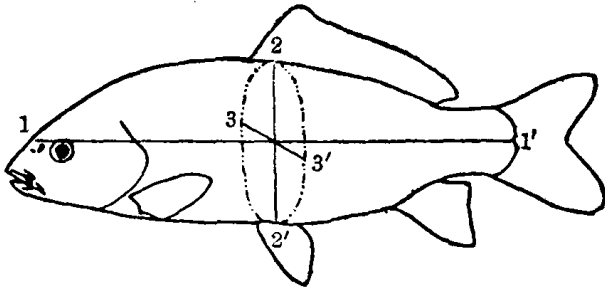


图 1-3 鱼类的体轴

11' 头尾轴; 22' 背腹轴; 33' 左右轴

二、侧扁型(Compressiform)

体呈侧扁，短而高，从侧面察看，呈菱形。身体各部分比例，头尾轴较短，背腹轴延长，左右轴仍为最短。本体型也颇为普遍，多栖息于水流较缓静的水域中，运动不甚敏捷，较少作

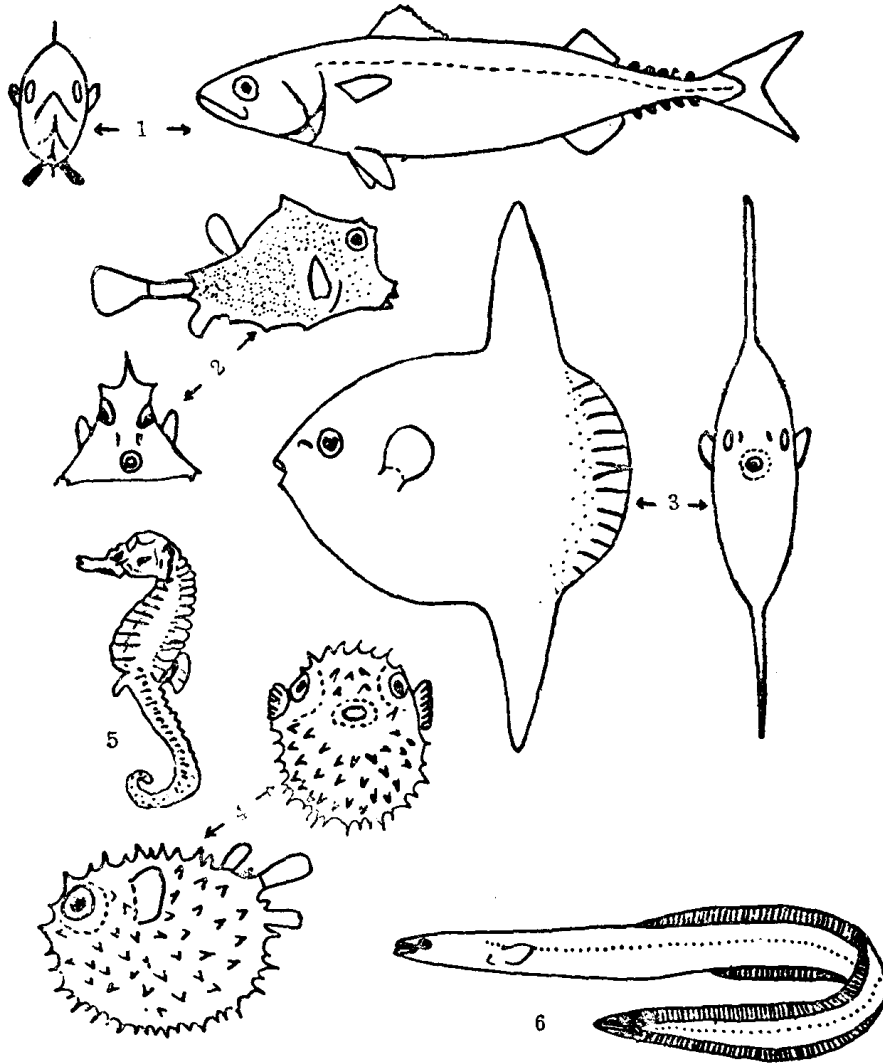


图 1-4 各种体型的不同鱼

1. 鲈 *Pneumatophorus* 2. 箱鲀 *Ostracion*; 2. 翻车鲀 *Mola*; 4. 刺鲀 *Chilomycterus*;
5. 海马 *Hippocampus*; 6. 鳗鲡 *Anguilla*

长距离洄游,如鲷 *Stromateoides*、魴 *Megalobrama*、马面鲈 *Navodon* 等。

三、平扁型(Depressiform)

体呈左右宽阔,背腹平扁。身体各部分比例,背腹轴最短,左右轴特别延伸。常营底栖生活,行动迟缓,如鮫鱈 (*Lophius*、鳐 *Raja*、平鳍鳅 *Homaloptera*、爬岩鳅 *Gastromyzon* 等。

四、圆筒型(Anguilliform)

体甚延长而头尾尖细,酷似一根棒棍。身体各部分比例,头尾轴特别延长,背腹轴和左右轴都很短。大多潜伏于水底砂泥之中,善于穴穿砾石泥土,行动不甚敏捷,如黄鳝 *Monopterus*、鳗鲡 *Anguilla*、海鳗 *Muraenesox* 等。

一般的鱼类都可归入上述四种基本体型内。然而,还有部分种类,具有很特殊的体型,以适应它们的栖息环境和独特的生活习性。有的呈海马型,如海马,其头部和躯干部几乎已成直角相交,头形似马头,有一显明的颈部,躯干弯曲,尾细小而曲卷,藉以羁绊在水草上,活动能力很差。有的呈箱型,如箱鲀,体为骨质鳞片所封固,仅露出尾部、吻部和鳍,这对它本身安危确保无虞,但对自身行动诸感不便,亟其迟缓,常藉鳃孔喷水而推动身体前进。有的呈球型,如东方鲀 *Fugu*、刺鲀等,体短而圆,游泳迟钝,皮肤上长了很多长短不同的刺,一旦遇危时,辄急吞空气或水,即使身体膨胀呈球状而飘浮水面,逸逃险境。有的呈带型,如带鱼 *Trichiurus*,体延长而侧扁,乍一看去,其游泳不会太快,殊不知它利用其特殊的游泳方式,也可以达到相当的游速。有的呈不对称型,如鲾 *Pleuronectes*、鲆 *Bothus*、舌鳎 *Cynoglossus* 等,它们的身体原呈侧扁而非平扁,但由于长期适应于一侧平卧水底的习惯,所以其成体已形成亟其特殊的体型——头向一侧扭转,两眼均位于头部同一侧,口几乎已完全偏歪,颌牙的强弱程度在两侧并不一样,甚至身体上的色泽斑纹两侧也不同。有的呈大喉型,如宽咽鱼 *Eurypharynx*、巨喉鱼 *Saccopharynx* 等深海种类,都有巨大的口,口上附生若干列巨牙,颌部疏松而富弹性,喉部和胃部的肌肉也有很大的伸缩力,因而能吞下比自身大若干倍的食饵。翻车鲀是体型独特、庞大的鱼,体高而侧扁,背鳍和臀鳍向上下方伸长,尾部缩短,尾鳍似花边般镶嵌在后面,只能在大洋中过着随波逐流的飘泊生涯。

第三节 头部器官

头部位于鱼体最前端,在分水前进时首当其冲,所以头部外形一般总是前端较尖锐,逐渐向后方加高增厚。虽然如此,头的形式依然变化很多。如鳐的头长而扁平;东方鲀的头几乎圆的;豹魴 *Dactylopterus* 的头几乎方的;颌针鱼 *Tylosurus*、箭鱼的头尖而长;锯鲨 *Pristiophorus*、锯鳐 *Pristis* 的吻部向前伸出似锯,两侧固生着由盾鳞变成的巨齿形附属物。此外,较特殊的双髻鲨 *Sphyrna* 头的前部两侧向左右伸展呈“丁”字形,同时其两眼亦相距颇远。

头部的主要器官有口、唇、须、眼、鼻孔、鳃孔和鳃盖孔、喷水孔等。

一、口(Mouth)

口是鱼类捕食的主要工具之一。它的形状和位置亦随着鱼类的食性而有不同。板鳃类如鲨等,口一般位于头的腹面,多呈新月形,使口部尽量张开。如鳐、魴 *Dasyatis* 等,口呈裂缝状,亦位于头的腹面。它们在捕食时,多持其宽大的胸鳍先抱住目的物,然后用口吞噬。

至于一般硬骨鱼类的口,依其所在的位置和两颌的长短,可区分成上位口、前位口和下位口。这与鱼类各自的生活习性及其摄食种类有密切的联系。

鲟 *Acipenser* 的口位于头的腹面,口前具一列长须,口小而圆,伸缩自若,藉以翻掘吮吸泥沙中的底栖动物为食。白鲟 *Psephurus* 的吻部更长,口更大,更宜搅动泥土以觅取食物。在河川上游山溪湍流中生活的鱼类,如墨头鱼 *Garra*、盘鮡 *Discogobio*、平鳍鳅等,口均下位,呈吸盘状,藉以吸附在岩石上,以抗急流,免遭冲走。栖息于水域中下层的鲤科鱼类,如鲟 *Xenocypris*、铲颌鱼 *Scaphesthes*、白甲鱼 *Onychostruma* 等,均下位口,呈横裂状,具锐利的角质缘,适于刮舐水底砂石上的固着藻类为食。

有些鱼的下颌比上颌长,突出于上颌之前,使口裂向上斜,成为上位口。如鼈 *Uranoscopus*,它习惯使身体的一部分陷入泥沙内或水草中,仅头部露出在外,窥伺良机,突然吞食趋前的底栖小鱼和无脊椎动物。生活于水域上层或中上层的一些鱼类,如翘嘴红鲌 *Erythroculter ilishaeformis*、红鳍鲌 *Culter erythropterus* 等,口上位,口裂几乎与体轴垂直,为肉食性鱼类。

口前位的鱼类,多数为善于游泳的中上层鱼类,如鲈、马鲛、鳢 *Elopichthys bambusa* 等,一般营猎捕性的生活方式。

鲽形目 *Pleuronectiformes* 鱼类,体呈不对称,口部大多已扭转,无眼一侧的牙齿较发达,而有眼一侧的牙齿则很不发达。

再就鱼的一般习性而言。凶暴的肉食性鱼类的口裂较大,齿亦尖锐锋利,如鲨、鲈、鳢 *Ophiocephalus*、狗鱼 *Esox*、鮡等。某些深海鱼类的口则更大。这由于它们生活在阳光不能射及的深水层中,口大,齿尖,就能大量吞食比它本身容积大得多的食饵。相反地,温和的或食小动物和植物为主的鱼类,口裂小,如烟管鱼 *Fistularia*、海龙 *Syngnathus*、海马 *Hippocampus* 等。

二、唇(Lip)

鱼类的唇是包围口缘的皮褶构造,起着协助吸取食物的作用。由于它并无任何肌肉组织,所以不同于高等脊椎动物的“真唇”。除口特化成吸盘状外,鱼唇并不存在显著的变化。通常皆认为生活在水域底层或山溪中的鲤科鱼类,如蛇鮡 *Saurogobio*、鮡亚科 *Barbinae* 的一些种类等,其唇较发达,有些甚至具褶皱或乳头状突起,藉以吸取附着物体上的食物。

三、须(Barbel)

在一部分鱼类的口的附近,常生长着须。须上有味蕾,藉其辅助鱼类觅寻食物。须因着生的位置而有各种命名。如位于颌(颞)下的为颌(颞)须,在颌上的为颌须,在鼻上的为鼻须,在吻上的为吻须。

鲤 *Cyprinus carpio* 具一对吻须和一对颌须。江鲢 *Lota lota* 具一枚不长的颌须。鳅科 *Cobitidae* 和鲇形目 *Siluriformes* 均以口须多而著称。普通泥鳅有须 5 对,即 2 对吻须,1 对颌须和 2 对颌须。鲇类的须均比鳅类的长,少数为 2 对,如鲇 *Parasilurus*,一般为 4 对,如鮠 *Leiocassis*。羊鱼科 *Mullidae* 的鱼类有一对颌须。最奇特的是深海鱼类,如珠光鱼亚目 *Stomiatoidei*,其颌下常具一长须,可一再分叉或呈树根状,或分枝在一长柄之后,而在一些末梢上,也或许具发光体。

口须的位置、形状、长短和数目,亦可视为鱼类分类特征之一(图 1-5)。