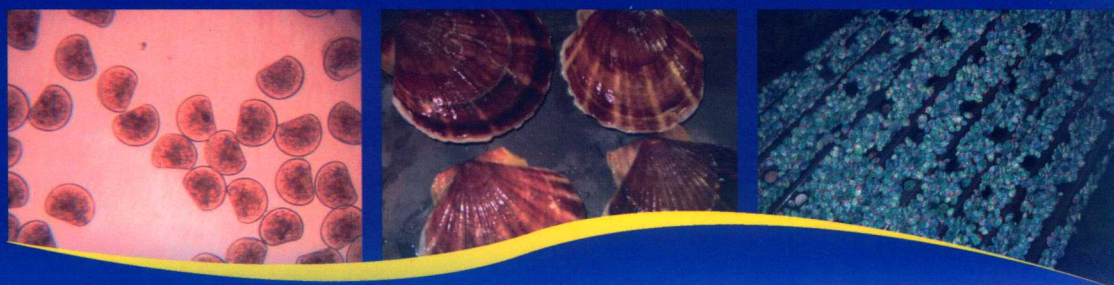




普通高等教育“十三五”规划教材  
水产科学系列丛书

# 水产动物传染病学



吕爱军 胡秀彩 编著



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材  
水产科学系列丛书

# 水产动物传染病学

吕爱军 胡秀彩 编著

水产动物传染病学是水产动物医学的重要组成部分，也是水产动物医学专业的一门必修课程。随着水产养殖业的发展，水产动物传染病的种类和数量不断增加，给水产养殖业带来了巨大的经济损失。本书系统介绍了水产动物传染病的病原、传播途径、临床症状、病理变化和诊断方法，以及综合防治措施。本书可作为水产动物医学专业及相关专业的教材，也可供从事水产动物疫病防治工作的技术人员参考。

水产动物传染病学是水产动物医学专业的一门必修课程，也是水产动物医学专业发展的重要基础。本书在编写过程中，参考了国内外最新的文献资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书共分10章，主要内容包括：绪论、细菌性传染病、病毒性传染病、真菌性传染病、寄生虫性传染病、原虫性传染病、棘皮动物性传染病、两栖动物性传染病、爬行动物性传染病、哺乳动物性传染病。本书可作为水产动物医学专业及相关专业的教材，也可供从事水产动物疫病防治工作的技术人员参考。

科学出版社

北京

在编写过程中，参考了一些文献资料和书籍。在此，特别感谢原作者和出版单位的大力支持。本书在编写过程中，得到了天津农学院、天津市水产研究所等单位领导和专家的指导和帮助。感谢科学出版社王玉时编辑在出版过程中给予的大力支持。

## 内 容 简 介

本教材介绍水产动物传染病防治技术,分为绪论、总论和各论三部分。绪论介绍了水产动物传染病学的发展历史、特点和研究展望。总论包括第一章至第三章,介绍水产动物传染病的发生和发展规律、流行病学、综合防治措施等。各论包括第四章至第八章,介绍病毒性、细菌性、真菌和藻类传染病及立克次体病等的临床症状、病理变化、流行特点、诊断及防治方法;包括鱼类、虾蟹类、贝类、蛙类和鳖类等,特别介绍了一些水产新现传染病研究的最新动态及手段。

本教材适合水产养殖、水生动物医学专业使用,同时也可作为相关专业研究生、研究人员及水产养殖者的参考读物。

### 图书在版编目(CIP)数据

水产动物传染病学 / 吕爱军, 胡秀彩编著. —北京: 科学出版社, 2018. 6  
普通高等教育“十三五”规划教材 水产科学系列丛书  
ISBN 978-7-03-057326-1

I. ①水… II. ①吕… ②胡… III. ①水产动物-动物疾病-传染病学  
IV. ①S855

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第092113号

责任编辑: 王玉时 / 责任校对: 彭 涛  
责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018年6月第一版 开本: 787×1092 1/16

2018年6月第一次印刷 印张: 12 1/2

字数: 296 000

定价: 39.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 前 言

近年来,我国水产养殖业发展迅速,但水产动物传染病频繁发生,往往带来巨大经济损失。水产动物传染病是制约水产养殖业持续健康发展的重要因素之一。从某种程度上说,水产养殖的成败与否,与水产动物传染病的流行状况及其能否控制有着很大的关系。日益严峻的现实使我们认识到,控制水产动物疾病的发生,尤其是重大流行性传染病的发生已是一个迫在眉睫的问题。据报道,在我国广为流行的各种水产动物疾病就达 100 种以上,其中较重大流行病每年也有 10 种左右。近几年,水产养殖业正面临着新现传染病的严重威胁,各种新现传染病在世界各地不断出现,其中一些在我国也已陆续被发现,如锦鲤疱疹病毒病、鲫造血器官坏死病、冷水鱼传染性造血器官坏死病、鲤浮肿病、鳃狂游病、对虾早期死亡综合征(又称急性肝胰腺坏死综合征)、黄头病、桃拉综合征、传染性皮下与造血器官坏死病和河蟹颤抖病等。这些新现传染病往往具有传染性强、传播速度快、病死率高的特点,人们对它们还缺乏认识,尚无有效的控制方法。而且,水产动物传染病流行的速度加快、区域扩大、危害增加,很多传染病成了全球性的疫病。因此,水产动物传染病不仅对人类生活、经济发展和水产品安全造成严重影响,而且已成为全球公共卫生领域中的重点和热点问题。

水产动物传染病学其实是水产动物疾病学分支学科之一,也是伴随着水生动物医学、水产养殖医学专业方向而形成。水生动物医学专业是 2013 年教育部在水产学大类下新设立的一个本科专业,也是应农业部要求重点支持培育的特色优势专业。在水生动物医学专业发展背景下,我们萌生了编写《水产动物传染病学》教材的想法,以满足教学所需。本教材主要研究水产动物传染病发生和发展的规律以及综合预防和消灭这些传染病的方法,不仅与渔业生产、人民生活水平和生活质量的提高密切相关,而且直接解决生产实践中水产动物传染病的诊断和防治等问题。本教材的一个明显特点是时代前瞻性,针对当前水产动物传染病频发现状,不以全面收集和介绍现有水产疾病防治为目标,而是以水产动物传染病综合防治技术为重点,将传染源、环境因子、传播途径、水产动物和生态条件等联系起来,从流行病学防治角度阐述和分析综合防治技术。同时,本教材不仅阐述消灭控制传染源的方法、流行病学特征,而且介绍该领域的一些新现传染病的最新研究动态和综合生态防治关键技术。本教材分为总论和各论共 8 章,涵盖了《中华人民共和国进境动物检疫疫病名录》(2013 年)公布的 30 多种水生动物病毒、细菌和真菌性传染病。

在编撰之时,国内外尚未见类似教材出版。编写时我们参考或引用了一些文献资料和书籍,在此,我们谨向原作者和出版单位致以谢意!感谢河南师范大学、天津农学院、天津市水产生态及养殖重点实验室对教材出版项目的资助和支持,感谢科学出版社王玉时编辑在出版过程中给予的大力支持。

限于编者的专业水平，作为国内外第一本《水产动物传染病学》教材，在短时间内编写完成，涉及内容广，阅读的资料多，其中疏漏和缺憾在所难免，恳请读者予以批评指正。

编者  
2018年3月

# 前言

随着强大日本帝国的兴起，水产养殖业迅速发展。日本在战后农业政策中，水产被列为重点，加之战后重建，水产养殖业成为国家经济复苏的重要支柱。日本水产养殖业在战后迅速恢复，并达到世界领先水平。这一成就的取得，离不开政府的高度重视和科学技术的进步。日本在水产动物传染病学领域的研究，为水产养殖业的健康发展提供了有力保障。本书的编写，旨在系统介绍水产动物传染病学的基本理论和实践知识，为从事水产养殖工作的技术人员提供理论指导和实践参考。本书共分八章，第一章介绍水产动物传染病学的发展概况，第二章介绍水产动物传染病的病原学，第三章介绍水产动物传染病的流行病学，第四章介绍水产动物传染病的诊断，第五章介绍水产动物传染病的防治，第六章介绍水产动物传染病的免疫学，第七章介绍水产动物传染病的病原学，第八章介绍水产动物传染病的防治。本书在编写过程中，参考了国内外大量的文献资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

## 目 录

01	前言	四
02	绪论	1
10	第一节 水产动物传染病学及发展简史	1
52	第二节 水产动物新现传染病及流行特点	4
52	第三节 水产动物传染病学的发展展望	6
52	第一章 水产动物传染病发生和发展规律	10
06	第一节 传染和传染病	10
82	一、传染	10
03	二、传染病的致病机理	13
16	三、传染病及其分类	14
50	第二节 水生病原体的来源和传播途径	16
60	一、来源	16
40	二、传播途径	17
00	第三节 水产动物传染病发生的原因	19
05	一、病原体	20
25	二、宿主	22
08	三、环境条件	25
08	四、病原体、宿主和环境的关系	26
08	第四节 水产动物传染病的发展规律	27
18	一、传染病的特征及必要条件	27
50	二、传染病的病程发展规律	29
50	第二章 水产动物的流行病学	31
80	第一节 水产动物流行病学及其发展简史	31
001	一、概述	31
001	二、水产动物流行病学的发展简史	32
00	第二节 水产动物流行病学研究的原则和范围	33
001	一、水产动物流行病学研究的基本原则	33
001	二、水产动物流行病学的研究范围	35
20	第三节 水产动物传染病的流行规律	37

一、水产动物传染病的流行过程	37
二、水生动物传染病的流行特征	40
三、水生动物传染病的分布特征	43
第四节 水产动物流行病学研究方法	46
一、描述性研究	46
二、分析性研究	48
三、流行病学试验	49
四、理论性研究	50
五、流行病学监测	50
六、血清流行病学	51
七、分子流行病学	51
第三章 水产动物传染病的综合防治措施	52
第一节 水产动物传染病防治的原则与一般措施	52
一、防病的原则	52
二、水产动物传染病综合性防治措施的内容	56
三、水产动物传染病控制的一般性措施	58
第二节 水产动物传染病的扑灭和消毒	60
一、隔离	61
二、封锁	62
三、扑杀	63
四、消毒	64
第三节 水产动物传染病的生态防控措施	69
一、改善和优化养殖环境	70
二、提高养殖群体免疫抗病能力	79
三、控制和消灭病原体	86
第四节 水产动物传染病的治疗和生物安全	89
一、传染病的治疗及预后	89
二、生物安全	91
第五节 水产动物检疫、疫病监测和疫情报告制度	92
一、检疫和疫病区划	92
二、疫病监测	95
三、疫情报告制度	98
第四章 水产动物病毒性传染病	100
第一节 鱼类病毒性传染病	100
一、草鱼出血病	100
二、锦鲤疱疹病毒病	103
三、鲤痘疮病	105

四、斑点叉尾鲷病毒病	106
五、鲫造血器官坏死病	107
六、鲑疱疹病毒病	109
七、大菱鲆疱疹病毒病	109
八、淋巴囊肿病	110
九、真鲷虹彩病毒病	111
十、传染性脾肾坏死病	112
十一、流行性造血器官坏死病	113
十二、鲤春病毒血症	114
十三、传染性造血器官坏死病	116
十四、病毒性出血性败血症	117
十五、牙鲆弹状病毒病	118
十六、传染性胰腺坏死病	119
十七、病毒性神经坏死病	120
十八、鲑甲病毒病	121
十九、传染性鲑贫血病	122
二十、鲤浮肿病	123
二十一、鳗狂游病	124
<b>第二节 虾蟹类病毒性传染病</b>	<b>125</b>
一、对虾白斑症病毒病	125
二、对虾杆状病毒病	127
三、斑节对虾杆状病毒病	128
四、桃拉综合征病毒病	129
五、传染性皮下和造血组织坏死病	130
六、黄头病	131
七、罗氏沼虾白尾病	132
八、偷死野田村病毒病	133
九、传染性肌肉坏死病	134
十、河蟹颤抖病	135
<b>第三节 贝类病毒性传染病</b>	<b>136</b>
一、鲍病毒性死亡病	136
二、三角帆蚌瘟病	137
三、带孔扇贝的病毒病	138
四、牡蛎疱疹病毒病	138
<b>第五章 水产动物细菌性传染病</b>	<b>140</b>
<b>第一节 鱼类细菌性传染病</b>	<b>140</b>
一、细菌性败血症	140
二、赤皮病	143



301	三、细菌性肠炎病	144
301	四、打印病	145
301	五、体表溃疡病	146
301	六、烂尾病	147
301	七、疖疮病	147
301	八、鲤白云病	148
301	九、竖鳞病	149
301	十、细菌性烂鳃病	150
301	十一、白皮病	152
301	十二、白头白嘴病	152
301	十三、腐皮病	153
301	十四、鲷类肠败血症	154
301	十五、迟缓爱德华氏菌病	155
301	十六、弧菌病	157
301	十七、链球菌病	158
301	十八、诺卡菌病	159
301	十九、分枝杆菌病	161
301	二十、巴斯德氏菌病	161
301	二十一、细菌性肾病	162
301	二十二、鳗赤鳍病	163
301	二十三、鳗红点病	164
301	第二节 虾蟹类细菌性传染病	165
301	一、虾蟹红腿病	165
301	二、对虾瞎眼病	165
301	三、甲壳溃疡病	166
301	四、荧光病	166
301	五、对虾急性肝胰腺坏死病	167
301	第三节 贝类细菌性传染病	168
301	一、鲍脓疱病	168
301	二、文蛤弧菌病	169
301	三、牡蛎幼体弧菌病	169
301	第六章 水产动物真菌和藻类传染病	171
301	第一节 真菌和藻类传染病	171
301	一、水霉病	171
301	二、鳃霉病	172
301	三、流行性溃疡综合征	173
301	四、鱼醉菌病	174
301	五、虹鳟内脏真菌病	175

六、嗜酸性卵甲藻病	175
第二节 甲壳类真菌性传染病	176
一、链壶菌病	176
二、镰刀菌病	177
第七章 水产动物立克次体病及衣原体感染	178
一、鱼立克次体病	178
二、类立克次体病	179
三、上皮囊肿病	180
第八章 蛙、鳖类动物传染病	182
第一节 蛙类传染病	182
一、蛙病毒病	182
二、蛙脑膜炎败血金黄杆菌病	183
三、箭毒蛙壶菌病	184
第二节 鳖传染病	184
一、鳖病毒病	184
二、鳖细菌病	185
参考文献	189

## 绪 论

### 第一节 水产动物传染病学及发展简史

水产动物传染病学是一门研究鱼、虾蟹和贝类等养殖动物传染病的发生与流行规律,及其综合防治体系的科学。具体研究内容包括病毒、细菌和真菌引起水生传染病发生的病因与传播方式、临床症状与流行情况、病理变化、诊断及防治措施等。它是一门水产动物疾病学分支学科,也是一门理论性和实践性更强的学科。一方面以水产微生物学、鱼类生理学、病理学、药理学和水环境学等学科为基础,另一方面同水产动物养殖生产密切地结合起来,是在水产动物疾病的预防和治疗实践中建立并发展起来的一门新兴科学。

水产动物传染病学主要研究水产动物传染病发生和发展的规律以及预防和消灭这些传染病的方法,直接解决生产实践的水产动物传染病的诊断和防治等问题,与渔业生产、人民生活水平和生活质量的提高密切相关。水产动物传染病学任务就是运用传染病学知识,去正确地诊断和防治传染性疾病,推广和普及水生动物传染病的生态综合防治技术,推广健康养殖,更好地为养殖生产服务,使养殖产量达到稳产、高产,使水产养殖业得以快速、健康、可持续发展。同时,水产动物传染病学还要提高和加强本学科基础理论的研究,采用新技术和新方法扩大其研究的外延,加深其研究的内涵,提高水产动物传染病的理论水平。通过水产动物传染病学课程学习,了解掌握水产动物传染病的诊断、综合防治体系及生态防控技术,以及水产新现传染病研究的最新动态及手段,搞清楚水产传染源、宿主与环境的关系,从而进一步领会水产动物传染病的综合生态防控体系。

水产动物传染病学的发展历程,实际上是与水产动物疾病学的发展密不可分的。最早都起源于鱼病学相关研究。水产动物传染病学作为动物疾病学的一门分支学科,相对来说是一门非常年轻的学科,它是伴随鱼类疾病学的发展而逐渐成熟起来的。尽管医学、兽医学、动物病理学已经有相当悠久的历史,但17世纪国内外才有了鱼类疾病学的记载。

水产动物传染病学形成相对更晚一些,国外记载鱼类传染病学概念的产生是在18世纪的末叶。1790年,在意大利发现鳗鲡赤斑病暴发流行,在池塘、河流、湖泊和海湾等引起大量死亡。1874年,当时 Tidona 等对鱼类淋巴囊肿病的描述是有关鱼类病毒病的最早文字记载。1894年,Emmerich 和 Weibel 正式发表了对鱼类疥疮病病原细菌的分离研究报道,至此开启了水产动物传染病学研究。1904年德国鱼类学家 Hofer 创建了鱼病学,开始研究不同鱼类的疾病与病原。此后水产动物传染病学经历漫长的50年,直到1956年 Wolf 首次利用鱼类细胞培养技术分离出鱼类病毒,鱼类病毒性传染病研究才步入快速发展轨道。1914年首次报道淋巴囊肿病病原为病毒。1916年多姆拉切夫编写的《鱼类疾病》报道了鲤赤斑病。1922年后,苏联学者主要研究池塘鱼类疾病,并积累了一些重要的传染病学资料。1960年,利亚伊曼编著了《鱼病学讲义》。1988年 Wolf 编著了《鱼类病毒及鱼类病毒病》专著,至

此形成了鱼类病毒性传染病的雏形。随后, 鱼类病毒性传染病学研究进程加快, 水生动物病毒病逐渐受到人们的广泛关注。自 1988 年开始, 以研讨水生动物病毒病为主题、由国际著名专家倡导并组织的“国际低等脊椎动物病毒学术会议”每 4 年召开一次, 至 2017 年共举行了 10 届, 促进了水生动物病毒性传染病的全面发展。

我国是世界上淡水养鱼最早的国家。在商代晚期就有池塘养鱼“在圃鱼”的记载, 距今已有 3000 多年的历史。公元前 460 年左右的春秋末期, 政治家范蠡著有《养鱼经》, 这是世界上最早的一部养鱼专著。《养鱼经》中强调养鱼环境条件必须适合于鱼类的生活习性, 记载“以六亩地为池, 池中有九洲”, “(鱼) 在池中绕九洲无穹”, 这在养鱼防病技术上具有重要的理论和实践意义。此后, 北宋大文学家苏轼(1037~1101 年) 所著的《物类相感志》中, 描述有“鱼瘦而生白点者名虱, 用枫树皮投水中则愈”, 这是我国最早记载小瓜虫病治疗经验。

明代, 文学家杨慎(1488~1559 年) 写于 1554 年的《异鱼图赞》中说“滇池鲫冬月可荐, 中含腴白”, “北客午餐, 认为面缆”, 这是我国对舌状绦虫的最早记载。明代科学家徐光启(1562~1633 年) 编著的《农政全书》中记载: “凡凿池养鱼必以二, 有三善焉”, “不可以沤麻, 一日即汛”, “汛”就是池鱼浮头或泛池。徐光启总结分析了池鱼浮头、中毒的死亡原因, 并找出了一些解决办法。他在书中总结认为“池瘦伤鱼, 令生虱”, “有(虱), 则以松毛遍池中浮之则除”, 这是我国全面总结鱼类养殖和疾病防治方法的记载, 可见当时池塘养鱼已很兴盛。实际上这比国外记载要早 38 年, 1666 年欧洲 Balder 才发现记述鱼虱寄生虫病。

清朝(1636~1912 年), 在水产动物疾病方面很少有研究记载。我国对鱼类细菌性传染病的研究开展得较晚, 起步于王德铭先生 1956 年对荧光假单胞菌引起青鱼赤皮病的研究。1959 年, 中国科学院水生生物研究所编写了《鱼病学讲义》, 这是我国第一本鱼病学教程, 至此真正把鱼病学作为一门学科比较系统全面地建立起来了。

中华人民共和国成立之后, 水产动物疾病学和其他生命学科一样, 得到了快速发展。我国水产动物疾病学的发展史, 大致可分为初创期、发展期、维持期、成熟期 4 个发展阶段。第一个阶段是 1950~1955 年, 这是中国水产动物疾病学的初创阶段。这一时期开创鱼病学研究, 倪达书(1907~1992 年) 作出了巨大贡献, 倪先生是我国鱼病学的创始人。1951 年, 倪达书等研究人员在江苏省无锡太湖进行青鱼、鲢、鳙等四大家鱼寄生虫学调查。1953 年, 在浙江省菱湖镇成立我国第一个鱼病工作站, 在研究鱼病病原体及防治方面取得一些重要成绩。例如, 硫酸铜治疗草鱼鳃隐鞭虫病、磺胺胍治疗青鱼和草鱼肠炎; 发现青鱼、草鱼多数肛门红肿, 肠道全部或大部发炎充血和化脓溃烂, 病鱼死亡很快, 同时有很大的传染性, 但当时毫无办法, 这就是草鱼出血病的最早发现; 开展了草鱼烂鳃病、青鱼和草鱼赤皮病的研究。同时, 提出了用生石灰清塘消毒, 混合堆肥饲养鱼苗, 漂白粉在食台周围挂篓和硫酸铜挂袋等一系列简便易行、效果显著的防治鱼病的方法; 在一般饲养管理方面提出了“三消”(池塘、鱼体和饵料消毒)、“四定”(定时、定点、定质、定量) 等具体技术措施, 沿用至今仍不失为防治水产动物传染病的良方。

第二个阶段是 1956~1966 年, 这是我国水产动物疾病学的发展时期。1955 年, 中国科学院水生生物研究所鱼病组人员不断增加, 为水产疾病学发展的第二阶段奠定了坚实的基础。1961 年, 水生生物研究所成立了鱼病学研究室, 分设鱼类微生物学、寄生虫学和药物药理 3 个研究组, 开展了水产病原生物学、病理学、流行病学及防治研究。当时一些水产院

校也开设了《鱼病学》课程,从而建立了具有中国特色的水产动物疾病学体系,进一步丰富和完善了水产疾病学内容。这一时期,“鱼病的预防和治疗”和“鲢、青鱼传染性肠炎病的研究”等都取得了重要成果。“中国淡水鱼类鱼病防治”和“青鱼赤皮病致病菌的研究”成果均获得1956年国家自然科学奖。1962~1964年,由鱼病学研究室编著完成了《湖北省鱼病病原区系图志》书稿,1973年由科学出版社出版。

第三个阶段是1967~1977年,由于“文化大革命”10年动乱,这一时期是水产动物疾病学维持阶段。1966年,中国科学院水生生物研究所,改名为湖北省水生生物研究所。1972年,鱼病学研究室改称为养殖鱼病班。1973年又恢复了鱼病学研究室建制,下设草鱼出血病、烂鳃病与肠炎病组等。1977年恢复以学科建设为主线的建制,下设出血病、细菌病、寄生虫病、免疫和病理等研究组。这一时期,尽管鱼病学研究成果不多,但在草鱼烂鳃病、白头白嘴病、鲢疯狂病、卵甲藻病、草鱼出血病原生物学、土法疫苗的使用等方面的研究有较大进展。

第四个阶段是1978年至今,是水产动物疾病学研究持续发展成熟阶段。1978年以后,水产疫病严重地制约着我国水产养殖业的持续发展。随着改革开放和国民经济发展,我国水产疾病学研究的资金投入和范围不断扩大,使水产动物疾病学研究成为活跃的研究学科,特别在水产病原生物学、传染病学、流行病学、病理学、药理学和免疫学等领域,都有较大的发展。1985年12月,在武汉市成立了中国水产学会鱼病研究会,挂靠在中国科学院水生生物研究所,现更名为中国水产学会鱼病专业委员会。近年来,水产养殖业蓬勃发展,但水生动物传染病频繁发生,呈逐年加重的趋势,水产传染病问题已成为制约水产业发展的主要因素之一。这一时期,如草鱼出血病的病原、疫苗防治研究取得突破(1978~1984年);淡水鱼细菌性败血症的出现暴发流行、病原分离鉴定及其综合防治措施研究全面展开(1989~1991年)。20世纪90年代之后,分子生物学技术的发展与应用给水产业带来巨大的影响。分子生物学技术在水产动物疾病诊断及预防中得到广泛应用,如聚合酶链反应(polymerase chain reaction, PCR)、原位杂交(in situ hybridization, ISH)、16S rRNA检测技术,以及酶联免疫吸附试验(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)、间接荧光抗体技术(indirect fluorescent antibody assay, IFA)等。分子生物学技术诊断鱼病有着传统的形态学等诊断技术无法比拟的优点,能在水产动物感染病原菌但又未出现明显症状或大规模暴发前给予准确的预测和预报。近年来由于施用化学药物后会存在鱼体药物残留、出现抗药性菌株及破坏生态环境等许多不利因素的影响,水产业面临着种质退化、疫病猖獗等挑战。因此,将分子生物学技术应用于水产动物病原检测、疾病预防及环境修复是水产业高效、持续、稳定发展所必不可少的,更是未来水产业发展的热点。可以预料在我国水产养殖中,随着科技投入的增加,分子生物学的诊断手段将得到越来越广泛的应用。

目前,水产动物疾病学特别是水产动物传染病学已全面发展,在许多高等院校、科研机构、水产系统的技术推广站和生产单位的技术人员等均开展了水产医学研究,鱼病科研工作遍及全国,已形成了一个水产医学学科研究网,并培养造就了一支强大的科研队伍。总而言之,水产医学学科在我国是从无到有、从小到大发展起来的。我国已建立了具有中国特色的水产医学学科,它包括基础水产医学(微生物学、组织胚胎学、生理学)、预防水产医学(传染病学、寄生虫病学、流行病学、免疫学)、临床水产医学(诊断学、药理学、病理学)等分支学科。2011年全国执业兽医资格考试分为兽医全科类和水生动物类两类,其中报考水生动物类考试且成绩合格的,可以申请注册从事水生动物疫病防治服务。2013年,教育

部在水产学大类下新设立一个水生动物医学本科专业，也是应农业部要求重点支持培育的特色优势专业，由此水产动物传染病学应运而生，并迅速跨入更广、更精、更深入的蓬勃发展时期。迄今，国内一些水产高校相继开设了水产动物传染病学课程，不仅具有重要的学术理论意义，而且对水产传染病的防治实践非常及时和必要。

## 第二节 水产动物新现传染病及流行特点

我国是世界渔业大国，2013年水产品总产6172万t，其中水产养殖产量4542万t，占水产品总量的74%。我国水产养殖业的发展，不仅为国民提供了大量优质的蛋白质源，改善了城乡居民的营养结构，推动了国民体质的提高；也为繁荣农村经济，增加农民收入作出了重要贡献。但是，如此高的水产养殖产量，加上相对粗放的养殖方式和相对分散的经营方式，必定带来养殖病害的发生、蔓延和传播，给水产品质量安全带来严重威胁。水产动物疾病伴随着水产养殖的开始而发生，随着水产养殖的强化而严重。从某种程度上说，水产养殖的成败与否，与水产动物传染病的流行状况及其能否控制有着很大的关系。水产养殖动物疾病是制约水产养殖持续、稳步、健康发展的重要因素之一。近年来随着水产养殖的迅猛发展，水产动物疾病也逐年加剧，目前，在中国广为流行的各种水产动物疾病就达100种以上，其中较重大流行的疾病每年也有10种左右，每年因疾病所造成的产量损失达到20%以上，总的经济损失超过100亿元人民币。日益严峻的现实，使我们认识到，控制水产动物疾病的发生，尤其是重大流行性传染病的发生已是一个迫在眉睫的问题。

近几年，水产养殖业正面临着各类重要传染病特别是新现传染病（emerging infectious diseases, EID）的严重威胁，各种新现传染病在世界各地不断出现，其中一些在我国也已陆续被发现。这些新现传染病往往具有传染性强、传播速度快、病死率高的特点，对人类生活、经济发展和水产品安全造成严重影响。水产新现传染病（aquatic emerging infectious diseases）或称新发和再发传染病是指在某个水产动物种群首次出现的，或者此前业已存在但是发生频率正在加快，或者地理范围正在迅速扩大的疾病。目前，新现传染病已成为全球公共卫生领域中的重点和热点。水产新现传染病有以下几个显著特点及发展趋势。

一是水产新现传染病出现的频率、流行的速度加快。水产疾病发生不仅是发病的养殖动物种类增多，而且发生疾病的种类、区域也增多。近年来，水产养殖疾病已从鱼类迅速扩散到甲壳类、两栖类、爬形类，鱼类养殖的品种也日益增多，特别是一些以海洋为栖息环境的品种。这些品种从野生到家养，生态环境发生了较大的变化，因而导致很多新的传染病发生，如河蟹颤抖病、锦鲤疱疹病毒病、鲫造血器官坏死病、冷水鱼传染性造血器官坏死病、鲤浮肿病、鳊狂游病、对虾早期死亡综合征、黄头病、桃拉综合征、传染性皮下与造血器官坏死病等。水产动物疫病流行的速度加快，区域扩大，危害增加，很多传染病成了全球性的疾病。例如，中华鳖的出血性肠道坏死症几乎在中国所有的鳖养殖区均有发生；对虾的白斑病、鲑鳟鱼类的传染性胰脏坏死症、传染性造血器官坏死症已经是全球性的疾病。这些新的疫病由于发生快，人们对它还缺乏认识，尚无有效的控制方法，因此造成了较大的损失。

二是水产动物传染病发生的不确定性增加。水产养殖动物疫病发生的不确定性表现在以下几个方面：多个病原性的混合感染增加，并发、继发性疾病普遍。例如，中华鳖的出血性肠道坏死症，病毒性感染是原发性的，而嗜水气单胞菌等多种细菌的感染是继发性的；河蟹

颤抖病发生时,往往伴有黑鳃、腐壳等多种症状等。同一疾病感染对象发生变化,如白斑综合征,前些年感染对象主要是南美白对虾,目前扩展到克氏原螯虾,近年湖北、江苏等地均有养殖克氏原螯虾发生该病。同一养殖对象感染疾病发生变化,如对虾病害,前些年南美白对虾养殖监测到的疾病主要为白斑综合征,近几年还监测到桃拉综合征、黄头病、传染性皮下与造血器官坏死病和对虾早期死亡综合征,并呈现暴发和流行态势,对虾早期死亡综合征给广东省南美白对虾养殖业造成严重危害,主养区 2012 年和 2013 年发病率高达 80%,发生排塘的虾池达 60%,虾产量损失超过 30%。同一疾病发病季节发生变化,主要表现为季节性发病变为全年均可发病,典型的为罗非鱼链球菌病。2011 年我国福建、广东、广西、海南等省、自治区罗非鱼主养区的各个不同流域都出现了链球菌病暴发流行情况,3 月投苗开始出现零星发病,6 月出现大面积发病,7~8 月进入发病高峰,水温下降后转为慢性病,持续全年。发病面积达 33.9 万亩<sup>①</sup>,占四地罗非鱼养殖面积的 19.4%,造成直接经济损失 5.87 亿元人民币。

三是急性暴发型传染病的数量比例变多,经济损失大。从水产动物传染病流行与危害的情况分析,大致可分为三种类型:急性暴发型、周年季节性流行型与波动流行型。目前水产动物传染病以急性暴发型为主,如草鱼出血病、淡水鱼类细菌性败血症、鲫造血器官坏死病,鳊狂游病、河蟹颤抖病、中华鳖出血性肠道坏死症等。由于它们的流行无规律性,并且区域性的大范围发生,可在短期内造成养殖成体大批量死亡,其危害较大。例如,对虾的暴发性流行病,自 1993 年在我国流行以来,沿海虾塘发病率达 70% 以上,有一半以上的虾塘绝收,年直接经济损失达 35 亿元人民币。据测算,2013 年因全国水产养殖病害造成的经济损失约为 145 亿元人民币。近几年,水产动物传染病由零散发病向集中暴发变化。典型的当属鲫鱼鳃出血病,主要感染 100g 以上鱼种或成鱼,表现为鳃部严重充血,解剖见肝脏出血,脾脏、肾脏肿大,严重时鱼鳃分布大量出血点,也有出现鳍条尖发白、尾鳍白边等特征,死亡后会在鳃盖骨处出现明显红色出血斑块。鱼患上此病后,摄食亢奋,死亡率高。该病 2009 年开始在江苏射阳出现,2012 年 4 月开始,江苏省淮安市、盐城市、扬州市等异育银鲫主要养殖区相继发生大面积病害,受灾面积约 45 万亩,其中绝收塘口面积约 2.38 万亩,病害造成水产品损失约 2.96 万 t,直接经济损失约 4 亿元人民币。2014 年 8 月下旬,天津宁河区内某河北养殖场养殖鲫鱼短短几天出现集中性死亡,一周内共死鱼 4 万 kg,经农业部组织专家现场采样检测确诊为鲫鱼鳃出血病。随后,河北省报告另一养殖场也发生养殖鲫鱼短时间内集中性死亡,死鱼 10 万 kg,分析认为疑似鲫鱼鳃出血病。另一案例为虹鳟鱼传染性造血器官坏死病。2009 年底,甘肃省永登县、永昌县、临泽县鲑鳟鱼养殖场发生虹鳟鱼批量死亡现象,经确诊为传染性造血器官坏死病。三县发病面积 183.54 亩,占养殖面积的 92.9%,至翌年 3 月底,三县鲑鳟鱼死亡量约 491t,直接经济损失 2000 多万元人民币。传染性造血器官坏死病死亡率较高,成鱼达 50% 以上,鱼种达 90% 以上,鱼苗 100% 死亡。虹鳟鱼传染性造血器官坏死病也给该地养殖户造成重大经济损失,曾经因养殖虹鳟鱼致富盖楼的渔民,现池塘闲置,这些对一个养殖户可以说是“灭顶之灾”。

四是水产动物传染病防控的难度增大。近年来,虽然在全国范围内没有暴发重大水生动物疫情,但局部地区水产养殖病害时有发生,水生动物传染病防控形势依然严峻。对于水生

<sup>①</sup> 1 亩≈667m<sup>2</sup>,下同。

动物传染病,尤其是病毒性病,可以说目前尚没有很好的治疗方法,加之一些非常不健康的养殖方式,导致养殖水生动物疾病多发、频发。以鲫鱼鳃出血病为例,该病病原虽已确定,但目前尚难以控制,发病区域已经从长江流域扩大到北方地区。对虾早期死亡综合征,目前对其病原尚未确定,业内专家对其发病原因还存在不同看法。白斑综合征,已发生多年,但目前也还没有很好的治疗措施。河蟹颤抖病,目前虽然发现了引起该病的某种病原,但业内专家学者认为其可能不是由一种病原所引起,可以说在病原上还没有完全搞清楚。冷水鱼传染性造血器官坏死病,据了解,除青海水库深水风箱养殖虹鳟鱼没有发病外,其他养殖地区几乎都有发病。世界上其他国家养殖冷水鱼也都发生该病,目前尚没有好的解决办法,可以说是一个世界性难题。因此,当前我国水生动物疫病防控形势依然严峻。

### 第三节 水产动物传染病学的发展展望

我国水产养殖业发展迅速,养殖规模不断扩大,养殖品种增多,产量迅猛增加,已成为世界第一水产养殖大国。近年来,我国水产动物疾病研究者和水产养殖工作者取得了显著的成果,持续发展了水产动物传染病学,并在国际上占有重要的地位。但是,水产动物传染病学作为一门新兴学科还有许多基础的内容需要去研究,还有许多新问题需要去探索。随着水产养殖业的发展,水产动物传染病流行出现了一些新的动向(见第二节内容),在这种形势下,水产动物传染病学面临着更多的机遇及挑战,未来将会在水产病原生物学、水产动物免疫学、新型实用渔药、生态防治鱼病和健康养殖与综合防治等几个方面取得更大发展。

一是水产动物病原生物学研究。病原生物学是一项很重要的基础性研究,随着养殖新品种的增多,有许多新的传染病急需研究,对已经发生的传染性疾病的病原体、流行病学、防治方法的研究应更加深入,对水产动物细菌学的研究应由目前的光学显微镜水平逐步向亚显微结构和分子细菌学方面发展。加强水产动物的流行病学调查,弄清严重致病病原体的发病规律、传染途径和致病机理,从切断传染源入手,阻碍病原的侵袭和扩散,进而作为防治方法去研究。一些严重传染病在水产养殖动物中的暴发流行,为我国养殖业者普及鱼病流行病学理念的宣传教育提供了机遇。近年来,药物在鱼体内的残留引起了国内外水产品消费者极大的关注,这些药物残留现象的发现,部分是基于水产流行病学调查的成果,目前一些抗菌类药物在水产养殖中被禁用就是最好的例证。同时,开展水产病原分子诊断学的研究。一些重要水生动物传染病至今没有搞清病原,对一些重要疫病尤其是病毒性疫病还束手无策,不明病因病例增多。以简易、快速和准确为目的,借助物理、化学、免疫学和分子生物学的手段进行病原体的快速诊断,以期在尽可能短的时间内确定致病病原体,做到早发现、早治疗,为疾病发生早期阶段的诊断提供强有力的依据和手段。

二是水产动物免疫学的研究。鱼类免疫学是一项重要的和有意义的研究,国内外学者利用免疫学原理在传染病的诊断、病原体的鉴定、疫苗预防和治疗等方面进行了大量的研究,并在一定范围内取得了较好的效果,是健康养殖中传染病防治的一条有效途径。水产动物免疫防治是利用水产养殖动物自身具有的特异性与非特异性免疫功能,通过疫苗、免疫激活剂、免疫增强剂等使养殖动物获得或增强免疫机能。自1942年加拿大学者Duff成功使用第一个鳟鱼用疝疮口服疫苗以来,已先后有10余种渔用疫苗在美国、挪威、日本、欧洲一些国家获准



进行商品性生产，如鳃弧菌苗、疔疮菌苗、草鱼出血病弱毒苗、传染性出血器官坏死症基因工程疫苗等。此外，一些佐剂，如福氏佐剂、铝铭佐剂、莨菪碱等也被证明在加强鱼用疫苗的免疫效果方面起到了较大的作用。也有人证明，维生素 C、维生素 E 以及一些海产鱼类的甲壳素有增强鱼类免疫机能的作用。为了给疫苗的使用指示方向，获得理想的免疫效果，科学家们也对一些水产动物的免疫应答规律进行了研究，如对鲤鱼、草鱼、中华鳖等。免疫防治虽取得了较大的成绩，但也还存在着一些问题：有些疫苗的免疫效果不稳定，其可能的原因是疫苗本身免疫性差，或病原体的频繁突变，或环境因素的影响，或水产动物自身的机能等。某些减毒疫苗缺乏安全性保障，有返强的现象。疫苗生产的成本太高，不能在生产上广为使用。缺乏简便有效的给予途径。这些因素在一定程度上制约了疫苗的应用和发展，给免疫防治的发展带来了一定困难。在水产动物疾病的预防和治疗中采用免疫技术，可大大降低药物的使用量。20 世纪 90 年代，挪威采用免疫技术使大西洋鲑养殖产量大大提高，全国每年抗生素使用量明显下降。这在推广“环保型农业”和生产“洁净食品”的今天，显得尤为重要。在免疫技术的研究中首先要解决的是疫苗的高效性、易得性和接种的简便性。

三是新型实用渔药的研制。与国外研究相比，我国水产新型实用渔药研制仍薄弱。在养殖产量增加的同时，水产品的质量，特别是安全卫生问题已成为制约我国水产养殖业进一步发展的瓶颈。由于养殖环境恶化，病害增多，药物的频繁使用，使得药效降低，用药量增大，又对生态环境产生了极为不利的影响，形成恶性循环，并导致水产品中药物残留或残留量超标，甚至对人类的健康带来严重的威胁。近几年，先后出现的对虾体内氯霉素残留、大菱鲆体内硝基呋喃残留、鳊鲈体内恩诺沙星残留等，引起了国内外消费者极大的不安。其实，这些药物在水产养殖动物体内的残留，主要是养殖者在饲养过程中没有规范使用这些药物的缘故。养殖生产者健康养殖理念缺失，健康养殖的技术和管理及措施落实不到位，科学用药、规范用药缺乏良好指导，水产品质量安全风险依旧。药物防治是水产动物疾病防治的一种最简单、最直接的方法，它在水产动物疾病防治上起着较重要的作用，如硫酸铜对鳃隐鞭虫的防治、池塘的药物清塘和消毒、种苗的药物处理等。但是由于近年来水产动物疾病日趋严重，渔民为了挽回损失，在药物防治上也出现了一些误区：药物的使用剂量无限地增加，不仅造成用药成本增加，而且极大地破坏了水产动物体内外正常微生物种群的平衡，增加了致病菌的耐药性。片面追求用昂贵的人用、兽用新特药治疗水产动物的传染病。采用最新的人用或兽用药物，对水产动物缺乏足够的药理、毒理以及临床研究方面的数据，有可能对水产动物传染病的防治不能起到较大的作用，反而可能给环境与人类带来极大的隐患。对中草药的误解，认为中草药即为绿色渔药，对中草药进行滥用。相对而言，中草药比化学药物的毒性较小，产生耐药菌株的可能性较低，但是中草药仍旧是一种药物，它也有正负两个方面的作用；另外，它的加工方式直接影响其疗效。如果只看到它的正面效应而忽略其反面作用，如果不重视它的加工方式，大量地不合理地使用中草药，也只会得到相反的效果。给药方法不合理，大部分水产养殖动物对稳定的环境依赖性较强，治疗水产动物的疾病时应根据不同的病情和客观条件采取适当的给药方法。教条地、片面地采取某些不恰当给药方式，不仅不会获得有效的疗效，而且还将带来更大的损失。错误地认为“健康养殖等于不用药”，水域环境尤其是集约化养殖环境是病原体滋生的场所，水产动物无时无刻不受病原体的侵袭。我们提倡健康养殖，除了改善养殖环境之外，合理、有计划、科学地用药也是一个重要方面。根据药物和水产动物疾病研究的现状及其生理生态的特点，可以并不保守地说，治疗水产动物疾病目前尚无特效药可用，防治水产动物的疾病寄希望于特效药是不可取