

The background of the cover is a deep blue underwater scene. Sunlight rays penetrate the water from the top, creating a shimmering effect. A jellyfish with a light-colored bell and long, thin tentacles is positioned on the right side, partially behind the title. The title itself is in a bold, light blue font with a slight shadow effect.

水产动物养殖 胁迫评价及预防

◎ 洪美玲 陈立侨 著

中国林业出版社

水产动物养殖胁迫评价及预防

洪美玲 陈立侨 著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水产动物养殖胁迫评价及预防/洪美玲, 陈立侨著. —北京: 中国林业出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-5038-6629-6

I. ①水… II. ①洪… ②陈… III. ①水产动物—水产养殖—评价 ②水产动物—动物疾病—预防 (卫生) IV. ①S9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 115621 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail forestbook@163.com 电话 (010)83228427

网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>

发行 中国林业出版社

印刷 北京北林印刷厂

版次 2012 年 5 月第 1 版

印次 2012 年 5 月第 1 次

开本 880mm × 1230mm 1/32

印张 7.75

字数 240

印数 1 ~ 1000

定价 45.00 元

前 言

随着集约化养殖模式的推广，水产养殖业得到了迅猛发展。然而，由于高密度养殖、投喂频率增加、消毒剂和药物的滥用以及不适当的管理方法等，养殖水体的污染程度不断加剧，养殖环境日益恶化，致使水产动物处于各种胁迫之下，导致病害滋生、养殖效益下降，严重阻碍了水产养殖业的健康发展。水产动物由于其特殊的生活环境导致患病后通常不易被察觉，一旦动物患病后再采取药物治疗效果较差，因此，研究动物在亚健康状况下相关指标的变化情况有利于疾病的预防。与此同时，随着人们生活水平的提高，消费者对于水产品质量安全的要求日趋严格，水产品的药残问题备受公众关注，因而在传统疾病防治方面行之有效的一些药物纷纷被禁用或限用。同时，人们发现采用化学消毒剂和抗生素等药物来防治疾病已出现了病原抗药性和药物耐受的现象。面对此种情况，水产动物的免疫防治逐渐得到了人们的重视，免疫增强剂的研究成为当前研究和新药开发的一个热点。因此，著者结合自身的研究工作，综合大量的文献，着手编著了一本水产动物养殖胁迫的评价与预防的图书，旨在阐述胁迫和水产动物的关系，探讨其作用机制，寻找消除或缓解养殖胁迫影响的途径，希望能为该领域的发展尽一份绵薄之力。

全书共分8章：第1章，我国水产动物养殖概况，主要阐述我国水产动物养殖业的发展历程，在养殖过程中可对水产动物产生胁迫影响的常见因子以及我国水产动物养殖业主要病害及预防，并突出免疫增强剂在水产养殖应用的优点；第2章，水产动物养殖胁迫反应过程，主要从动物行为、生理生化、细胞及分子应激反应角度综述了水产动物产生胁迫反应的相关研究进展；第3章，水产动物养殖胁迫评价的主要指标体系，主要从神经内分泌激素指标、酶学指标、抗氧化防御指标、血液学指标、分子生物学指标等方面进行论述；第4章，主要的胁迫评价指标的分析和检测方法，包括PCR-SSCP技术、DNA损伤实验、一般代谢

酶的活性测定、解毒系统酶类诱导作用的检测、抗氧化防御系统指标检测、微核试验、应激相关蛋白的检测等方法的介绍；第5章，水产动物养殖胁迫实例篇，以水中亚硝酸盐和氨氮为例，分别论述了其中华绒螯蟹幼体的急性和慢性毒性研究；第6章，水产动物养殖胁迫预防，主要论述免疫增强剂在水产动物中的应用现状及作用机理，其中主要的免疫增强剂包括维生素、免疫多糖和多肽、中草药制剂、微生态制剂、化学药剂及其他免疫增强剂等；第7章，水产动物养殖胁迫预防实例篇，以中华绒螯蟹为研究对象，饲料中添加维生素E对中华绒螯蟹幼体抗胁迫效应的影响以及亚硝酸盐胁迫下中华绒螯蟹对维生素E营养需求的研究角度进行了详细阐述；第8章，化学胁迫因子研究中常用的基本概念与基础理论，详细阐述了半数致死浓度的相关研究方法。本书是一部有自己特色、体系新颖、基础理论与实际应用并重的学术著作，力求深入浅出地反映水产动物养殖胁迫领域的研究与发展状况，可供水产养殖学、生态毒理学、动物学、生物多样性等学科领域的工作者、大专院校相关的师生及有关科研工作者参考。

本书中使用了大量的实验数据资料，因此非常感谢华东师范大学赵云龙教授、王群教授、周忠良副教授以及唐思贤副教授等在实验思路方面给予的指导；也感谢当时华东师范大学在读的博士生李二超、李康、侯俟利、王伟、汪磊、彭士明、石小涛、禹娜、赵小勤、杨频等以及硕士生顾顺樟、张璐、孙新瑾、蒋惠、刘超、龙章强、张伟、张浩等和本科生江珊同学在数据收集和资料整理方面给予了很多帮助；感谢苏州大学蔡春芳师姐在实验材料方面提供的无私帮助；感谢中科院上海科技信息情报研究所的江洪波师兄和熊燕师姐在文献查阅方面提供的无偿援助。

本书编写和出版得到了海南师范大学著作出版基金、海南省生态学重点学科以及国家自然科学基金(40901261)、教育部科技重点项目(21145)等的资助和支持，在此一并表示最诚挚的谢意。此外，特别感谢海南师范大学王力军副教授、硕士研究生李春瑜和张珂在文稿校对、图片处理等方面给予的大力帮助和支持；感谢海南师范大学史海涛教授对该著作出版给予的大力支持。

本书在写作期间，新的研究和新的文献不断涌现，著者尽力将主要

的新文献收入书中。尽管如此，仍然未能将该领域的研究都介绍到。限于学识和水平，可能对水产养殖胁迫的认识和研究还很粗浅，有不妥之处，恳请同行提出宝贵意见，以便今后逐步完善。

著者

2012 年 2 月于海南海口

目 录

第一章 我国水产动物养殖概况	(1)
第一节 我国水产动物养殖业的发展	(1)
第二节 水产动物养殖中常见的胁迫因子	(3)
第三节 我国水产动物养殖业主要病害及预防	(8)
第二章 水产动物养殖胁迫反应过程	(14)
第一节 行为应激反应	(14)
第二节 生理生化应激反应	(17)
第三节 细胞及分子应激反应	(35)
第三章 水产动物养殖胁迫评价的主要指标体系	(40)
第一节 神经内分泌激素指标	(40)
第二节 酶学指标	(43)
第三节 抗氧化防御指标	(48)
第四节 血液学指标	(55)
第五节 分子生物学指标	(60)
第四章 主要的胁迫评价指标的分析和检测方法	(66)
第一节 聚合酶链反应-单链构象多态性(PCR-SSCP)技术	(66)
第二节 DNA 损伤试验	(71)
第三节 一般代谢酶的活性测定	(80)
第四节 解毒系统酶类诱导作用的检测	(82)
第五节 抗氧化防御系统指标的检测	(84)
第六节 微核试验	(89)
第七节 应激相关蛋白的检测	(92)
第五章 水产动物养殖胁迫评价实例篇——水中亚硝酸盐和氨氮 对中华绒螯蟹幼体的急性和慢性毒性效应	(96)
第一节 亚硝酸盐和氨氮对中华绒螯蟹幼体的急性毒性效应	(98)
第二节 亚硝酸盐和氨氮对中华绒螯蟹幼体的慢性毒性效应	(122)
第六章 水产动物养殖胁迫的预防——免疫增强剂的应用	(139)

第一节	维生素作为免疫增强剂在水产动物中的应用	(140)
第二节	免疫多糖和多肽作为免疫增强剂在水产动物中的应用	(145)
第三节	中草药制剂作为免疫增强剂在水产动物中的应用	(150)
第四节	微生态制剂作为免疫增强剂在水产动物中的应用	(153)
第五节	化学药剂及其他免疫增强剂在水产动物中的应用	(155)
第六节	免疫增强剂的作用机理及在我国的应用现状	(157)
第七章	水产动物养殖胁迫预防实例篇——维生素 E 对中华绒螯蟹幼体的营养调节	(162)
第一节	饲料中添加维生素 E 对中华绒螯蟹幼体抗胁迫效应的影响	(162)
第二节	亚硝酸盐胁迫下中华绒螯蟹幼体对维生素 E 营养需求的研究	(175)
第八章	化学胁迫因子研究中常用的基本概念及基础理论	(189)
第一节	常用的基本概念与基础理论	(189)
第二节	半数致死浓度研究实例——中华绒螯蟹幼体对亚硝酸盐和氨氮的半数致死浓度的研究	(192)
参考文献		(200)

第一章

我国水产动物养殖概况

第一节 我国水产动物养殖业的发展

水产动物，即利用各种水域或滩涂进行人工养殖的经济动物。中国淡水养殖对象除传统的鲤科鱼类外，还新增了非鲫、虹鳟、银鲑、白鲫、罗氏沼虾、南美白对虾、中华绒螯蟹、锯缘青蟹、淡水珍珠贝、虎蚊蛙、中华鳖、乌龟等。海水养殖种类已达 100 多种，其中已在浅海成功养殖的贝类主要有栉孔扇贝、海湾扇贝、虾夷扇贝、墨西哥湾扇贝、贻贝、长牡蛎、近江牡蛎、文蛤、青蛤、缢蛏、泥蚶、珠母贝等；已有 50 多种海水鱼类人工育苗成功，如梭鱼、牙鲆、大黄鱼、黑鲷、真鲷、石斑鱼、东方鲀、海马等。主要可分为贝类、虾蟹类、鱼类、蛙类、龟鳖类。

水产养殖业是我国渔业的重要组成部分，早在公元前 1100 年的殷末周初就有养鱼记载，这是池塘养鱼的最早记录；汉代，出现了大水面养鱼；东汉末年出现了稻田养鱼；到了宋代，青鱼、草鱼、鲢鱼和鳙鱼的养殖得到了很大的发展，成为主要的养殖对象；明代养殖技术更趋完善，在池塘建造、鱼塘环境、放养密度、搭配比例、鱼病防治等方面，都积累了丰富的经验，开始了河道养鱼，而且还开展了海水养殖（如牡蛎、缢蛏和泥蚶等贝类）；清代养鱼技术主要继承明代，但在鱼苗饲养方面有一定发展，出现了撒鱼法和挤鱼法（张福绥，2003）。

新中国成立时，我国的淡水养殖产量仅 10 万吨，海水养殖产量仅 1 万吨，但至 2008 年，水产品总量高达 4980 万吨（曹谨玲等，2009）。这期间，我国水产养殖业的发展又经历了恢复期（1949 ~ 1952 年，国家制定法令保护渔业）、初步发展期（1953 ~ 1957 年，实行渔业合作化，

推动了渔业产业的发展)、“大跃进”下的农业低谷期(1958~1960年,违反生产规律,变淡季为旺季,盲目发展高产,但资源破坏严重)、调整恢复期(1961~1965年,着重在购销政策上,规定了购留比例,有一定鱼货可以进入自由市场和有关奖励制度)、曲折中的前进期(1966~1976年,受“文化大革命”影响)和大发展时期(1977~2008)。

20世纪后,我国水产养殖业生产平稳发展。在淡水养殖方面,主要围绕鲢、鳙、草、青(四大家鱼)的人工繁殖问题,系统深入地进行了鱼类性腺发育规律与其有关的内分泌器官发育规律与机能、受精细胞学以及胚胎发育形态学等应用基础理论研究,并取得系列研究成果。于20世纪50年代末60年代初相继实现了四大家鱼的人工繁殖,并研究完善亲鱼培育、催情产卵和受精卵孵化等综合技术,从根本上解决了四大家鱼鱼苗供应问题,也为其他水产动物的人工繁殖技术奠定了基础。与此同时,我国水产科学工作者在养鱼池生态学与食用鱼养殖技术、稻田养鱼生态系与综合技术、冰下水体生态系与鱼类安全越冬技术、鱼类养殖种类结构与养殖方式、内陆大型水域鱼类增养殖应用基础理论与综合技术等方面,取得了一系列成果,从而使我国淡水鱼类养殖进入快速发展阶段。

如同淡水养殖业,我国海水养殖业也得到了长足发展,初步实现了虾贝并举、以贝保藻、以藻养珍的良性循环,实现了举世瞩目的藻、虾、贝三次产业浪潮和目前正在形成的海水鱼类养殖产业浪潮。在商品鱼养成方面,建立了适合我国南方港湾环境的大黄鱼、真鲷、石斑鱼、黑鲷、鲈鱼、笛鲷等网箱养殖技术。离岸网箱养殖设施和技术研究刚刚起步,但前景广阔、潜力巨大。我国海水鱼类工厂化养殖仅限于北方沿海,以牙鲆和石鲽为主,养殖技术较为成熟,养殖模式为半封闭式(夏、秋季)和全封闭式(春、冬季)。

在养殖产量方面,2000年水产品产量达到4290万吨,海水养殖产量达到1061万吨,海水养殖产量占全国养殖总产量的39%,居世界之首,海水养殖产量约占全球海水养殖总产量的80%以上:其中鱼类42.7万吨,甲壳类34.3万吨(含对虾21.8万吨),贝类860.7万吨;2001年,我国水产品总产量4382.09万吨,其中,海洋捕捞1440.61万吨,海水养殖1131.5万吨,内陆捕捞214.99万吨,内陆养殖1594.95

万吨,按照1990年不变价格计算,全社会渔业总产值达到2018.62亿元,同比增长9.68%;2005年,水产品总量达5107.6万吨,其中,海水产品2838.3万吨,淡水产品2269.3万吨(曹谨玲等,2009)。2000~2008年中国水产品总产量如图1-1。

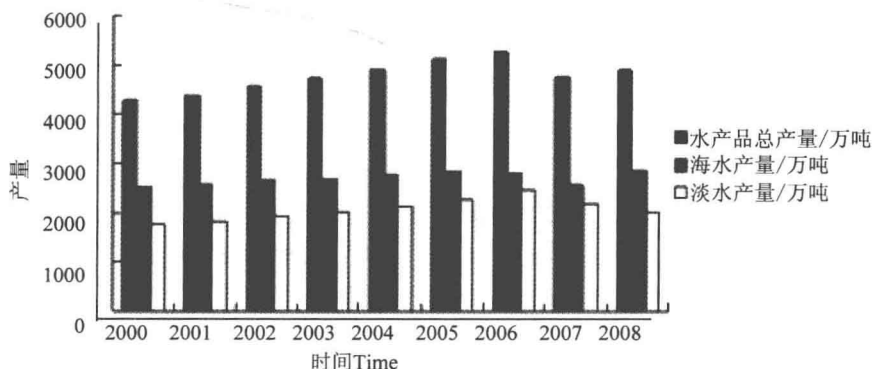


图1-1 2000~2008年中国水产品总产量(引自曹谨玲等,2009)

第二节 水产动物养殖中常见的胁迫因子

一、胁迫的定义及发展简史

胁迫又叫应激(stress)。该词作为一个术语最早出现于物理学,特指作用于某物之上的足够使其弯曲(bend)或折断(break)的拉力(tension)或力量(force)。在人文、自然和社会科学领域,“stress”有多种含义,也有多种中文译法。它常译为“应激”、“压力”等,而又以“应激”最为学术界普遍接受和使用。

加拿大内分泌学家塞利(Selye)于1936年首先提出应激(Stress)一词,指有机体在受到各种内外环境因素刺激时所出现的非特异性、全身性的反应,动物维持正常代谢的一种基本的生理反应。应激的定义很多,如“应激是对侵扰机体平衡的情境或事件所作出的生理和心理反应”(Beins, 1996)。

在应激概念提出之前,法国生理学家克劳德·伯纳德(Claude Bernard)就对有机体如何寻求维持一种内在的协调或平衡,以及这些努力如何使机体应对和适应外界环境的变化提出了自己的观点,并定义了“内环境”(milieu interieur)。哈佛大学生理学家沃特·坎农(Walter Cannon)解释了伯纳德的“内环境”,并将内环境自我维持协调和平衡的过程重新命名为“体内平衡”(homeostasis),即机体维持一种稳定的状况或存在状态,它是机体内部机能能够正常活动的必要条件与前提,也是机体生存的一种常态模式。坎农指出,有机体力求维持特定的体内平衡,作用在于阻止有机体的各种组织、结构和器官过于偏离它们各自正常活动机能的范围水平,最终目的是保护有机体的生存利益。后来人们将坎农的理论观点概括为SAM系统,即交感神经-肾上腺髓质系统(sympathetic-adrenal medullary system)(Cohen, 1995)。1914年,坎农又首次提出“战或逃反应(fight-or-flight response)”来描述体内SAM活动,即SAM系统对面临的紧急状况做出反应。但由于机体在应对广泛的应激时,肾上腺髓质和交感神经元末端释放的内分泌肾上腺素及非肾上腺素的过多释放,会引发与应激知觉相关的许多病理状态,如细胞免疫功能的抑制、血流动力学效应改变(如血压上升、心率加速,心脏节律异常,导致猝死)、神经化学物质失衡(导致精神失常)等。应激源诱发SAM反应,但如果SAM活动过度,持续时间过长,频率过繁,极可能导致各种器官、组织和结构的功能性失调以及病原学意义上的永久功能改变等,最终患病。

塞利继续着坎农的研究路线,为了观察有机体对长期应激的生理效应,把实验动物(如老鼠)置于各种极端恶劣的环境(如炎热、严寒、化学物质)之中。结果发现,动物由于长期处于应激之中出现了具有重要病原学意义的多种生理性适应,主要包括:①肾上腺皮质增大;②应激激素持续释放;③白细胞大量减少;④淋巴结萎缩、退化;⑤胃和结肠出血性溃烂;⑥机体死亡(Seaward, 1997)。而且他还发现,实验动物通过激发某种特定生理反应模式来适应外界环境要求,不管这些外界环境要求来源和种类如何,有机体所做出的生理反应总是同一的。因此,他把这种现象称作对要求的非特异性反应(non-specific response to demand),后来又解释为“机体对任何要求的非特异性反应”(Blinna,

2000), 并提出了“一般适应综合征”(general adaptation syndrome, GAS) 模型(Kaplan, 1996), 主要包括 3 个特定阶段: 警告期(alarm phase)、抵抗期(resistance phase)和疲惫期(exhaustion phase)。警告期中, 机体密切注意环境变化, 并激发适应性防御反应, 目的在于使随后的机体生理变化适应和满足应激源提出的要求。在此阶段, 脑垂体分泌促肾上腺皮质激素(ACTH), 加速肾上腺皮质分泌额外的激素(皮质酯酮); 抵抗期中, 机体仍然积极适应环境变化, 通过主动应用体内平衡资源去抵抗对机体造成的影响, 维持机体的生理完整性。在强大的适应负荷下, 若机体组织系统无法承受, 衰竭阶段便发生; 疲惫期的动物体内调节失控, 最终机体平衡被打破。实际上就是因为应激源过于强大, 以致耗尽机体的防御力量。在衰竭阶段, 机体的许多机能开始出现问题, 脑垂体和肾上腺皮质失去激素分泌能力, 各种组织器官无法有效适应应激源, 机体出现适应疾病(disease of adaptation), 也被称作“应激相关疾病(stress-related disease)”(Allen, 1983)。

二、水产养殖中常见的胁迫因子

目前, 水产养殖业的迅猛发展虽带来了显著的经济效益和社会效益, 但高密度精养和环境恶化却使水产动物遭受的胁迫日益严重。亚致死强度的胁迫因子可使动物产生应激反应, 若机体持续地处于应激状态, 其免疫防御功能将受到抑制, 导致对各类病原菌敏感性升高, 甚至引发疾病, 给水产养殖业带来巨大损失。据估计, 我国每年由于水产病害造成的经济损失超过 100 亿元(张合成, 2003)。

胁迫的种类繁多, 养殖生产上常见的活动, 如温度、盐度、溶解氧、致病菌及饲养密度、捕捉及装载的操作过程、长途运输、在空气中长时间暴露、麻醉及强制性注射或抽血等都会对动物造成胁迫(Carrillo et al, 2001; Thomas et al, 1999)。水温是影响水产动物正常生理机能的最重要的因素之一, 常因涉及水中氨氮的浓度及溶解氧含量而变得很复杂。另外, 同类之间领地行为、饵料及游泳空间等的争夺、攻击等社会胁迫(social stress)也是水产动物生存过程中的不稳定因素。

因此, 我们把所有可以引起水产动物产生胁迫反应的因子都统称为胁迫因子(stressor), 具体可分为物理胁迫因子、化学胁迫因子、生物

胁迫因子以及管理胁迫因子等。其中物理胁迫,包括温度、光照、噪音等胁迫;化学胁迫,包括水质恶化、环境污染、饲料营养不平衡和含氮排泄废物累积等;生物胁迫,包括高密度养殖导致的拥挤、与其他物种的竞争以及病原生物的侵袭等;管理胁迫,包括捕捉、分池、运输和病害处理等。按照胁迫作用时间又可分为急性(acute)胁迫和慢性(chronic)胁迫。人为的捕捉、干扰、分池、运输等引起急性胁迫;而由于水体富营养化、水质逐步污染以及因高密度导致的拥挤等均会造成慢性胁迫。胁迫有时是致命性的,可导致养殖动物直接死亡;有时是亚致死性的,可引起养殖动物的应激反应。在胁迫条件下,机体无法维持其正常生理功能,因此通常处于病态。胁迫还具有可叠加性,即多个不同的胁迫因子同时作用于养殖动物时会造成更严重的负面后果。

现将水产养殖过程中常见的胁迫因子及引起的生理反应综述见表 1-1。

表 1-1 胁迫种类及其所引起的生理变化(引自 Ishioka, 1982)

胁迫种类	胁迫引发的生理反应
1. 物理因子: 温度、光照、声音, 等 2. 化学因子: 农药、杀虫剂、工业废水、氨氮、重金属类, 等 3. 生物因子: 致病微生物、寄生虫, 等 4. 管理因子: 捕获、运输、麻醉、饲养密度, 等 5. 个体竞争	a. 激素(肾上腺素、去甲肾上腺素、皮质类固醇激素)释放到血液中 b. 代谢紊乱: 碳水化合物代谢(血糖、血液乳酸含量增高; 肝脏中的肝糖原加速消耗)、脂质代谢(游离脂肪酸含量变化)、蛋白质代谢(蛋白质分解加快) c. 渗透压调节机能紊乱: 血液中无机盐含量、体重、组织水分 d. 自主神经控制下的反应变化: 心律、呼吸频率、鳃血流量 e. 血液指标的变化: 血沉、血红蛋白量、红(白)细胞数、血凝 f. 其他: 黏液分泌、行动协调性

机体受外界和内部环境中存在的生物、物理和化学等因子过度刺激后, 随即产生的一系列非特异性全身适应性反应, 统称为应激反应。可划分为警告期(alarm phase)、抵抗期(resistance phase)和疲惫期(exhaustion phase)3 个反应时期(Ishioka, 1982)。但是, 有机体在生命活动

过程中具有保持机体内环境稳定的能力,即使遭受一定程度的胁迫因子刺激,也能依靠自身平衡机制(代偿性反应)来维持机体的平衡状态,并可以扩大机体的适应范围,在一定限度内,这是一种特殊的合理的生理状态(Gilles et al, 2001)。

以鱼为例,图 1-2 表述了在胁迫条件下,鱼体内在的生理状态曲线(Ishioka, 1982)。在胁迫初期,鱼体内一些器官、组织的功能活动会随外界环境变化发生相应的改变使机体在胁迫中保持平衡状态。但随着胁迫的加重或持续时间的延长,机体调节和免疫保护的的压力过大,鱼体内生理状态出现紊乱,体内各种生理、生化指标发生波动,行为出现异常。由于个体的差异,部分鱼类能够通过自身的调节最终适应环境的变化,在变化后的环境中再次达到新陈代谢的平衡,保持机体内环境的稳态。而体质较弱的群体由于耗能过多,胁迫对鱼体的刺激超过机体本身可以调控的阈值导致机体衰竭,最终死亡。

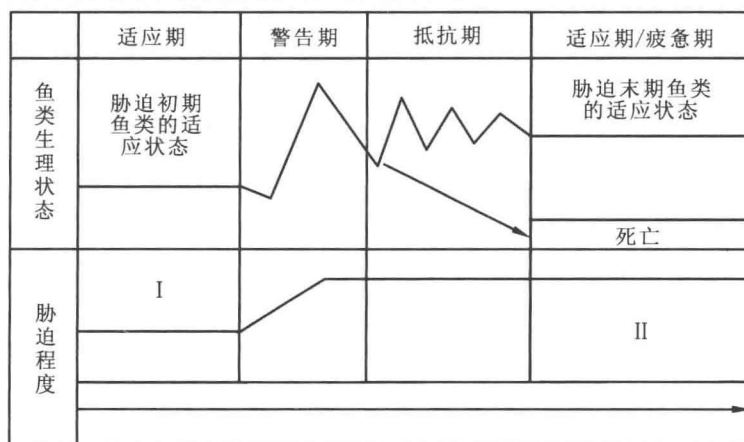


图 1-2 胁迫条件下鱼类生理状态变化曲线(引自 Ishioka, 1982)

第三节 我国水产动物养殖业主要病害及预防

一、我国水产动物养殖业存在的主要病害

近年来,我国水产养殖业发展迅猛,养殖规模不断扩大,集约化程度不断提高,与此同时,伴随着池塘老化、水质污染、管理与技术措施滞后等诸多原因,水产动物病害时有发生。水域环境恶化,渔业本身的二次污染,新的病害不断涌现,疾病种类越来越多(一些在自然种群中存在的疾病会在养殖群体中暴发,并变得难以控制),发病率也越来越高,有的已呈暴发性流行趋势。其中病害问题已成为影响整个水产养殖行业持续发展的“瓶颈”,尤其是发生在海水名特品种如鳗、对虾、扇贝、鲍鱼等的病害,使很多养殖地区发生大面积的绝产或减产,每年造成数十亿元的经济损失。据初步统计,目前我国人工养殖的鱼、虾、贝、蟹、鳖、蛙等水产动物的主要病害就有 200 多种。如,1993 年,由于种种原因,特别是受世界性对虾病毒性疾病暴发的直接影响,我国对虾养殖业出现了大幅滑坡,从此步入低谷;1995 年我国海水养殖发病面积 80 万亩(53.33 万 hm^2)以上,产量损失达 50 万吨;1998 年,淡水水产养殖病害平均发病损失率 15% 左右,损失产值近 50 亿元,海水养殖病害平均发病损失率 30% 左右,损失产值近 10 亿元(林祥日,2000)。因此,水产养殖病害成为制约我国水产养殖生产发展的一个重要因素。

二、我国水产动物病害发生的原因

(1)养殖品种不断增加,养殖规模无序化发展,引种缺乏必要的动物检疫行为。以珠江三角洲为例。20 世纪 70 年代以前养殖的水产品仅七八种,现在养殖的并已形成规模的就有 60 多种,尤其是名特优品种。在近几年发展迅速的名特优水产动物的养殖过程中,有的单位片面追求一个“新”字,不注意病害防治,缺乏必要的动物检疫行为,在引种的同时亦将病害带入本地区,给当地的生产带来严重后果。就欧鳗而言,在引进时由于缺乏必要的检疫曾将欧鳗的病毒、细菌、真菌以及寄生虫

等多种病原带入国内，给养鳗业造成了极大的损失。同样，从泰国、越南、马来西亚等走私入境的中华鳖也存在这一问题。养殖规模的无序化发展，加上个别业务主管部门宏观控制不力，因此，因技术问题失败，造成巨大经济损失的事例不少(林祥日，2000)。

(2)饲养管理不善，养殖水体环境恶化，滥用、乱用药十分普遍。1993年10月在泰国曼谷召开的亚洲水产养殖病害会议上就提出了“水产动物健康养殖”理念，把病害的控制与环境的改善紧密联系起来。但在我国有些养殖户为了追求高效益，盲目增加放养密度和随意调整混养比例，导致养殖水体生态负荷增强；加上饲养管理不善，不严格执行“四消”、“四定”的科学养殖方法，致使养殖水体环境恶化，水底淤泥过厚。从全国各地的情况来看，发病率高的养殖水体大多是长期不清淤泥和不晒塘底的地区。

此外，滥用、乱用药物现象普遍，许多养殖者一见动物发病，不分清症状、病因，或借用他人的经验，大量使用化学性药品，如抗生素等，进一步污染了水域环境，加大了动物抗药性。而且，残留在体内的药物降低了产品品质，且长期大量使用抗菌药物、耐药性质粒又可在人和动物的细菌中相互传播，对人类也造成潜在威胁。

最近，国家颁布了加强“三绿工程”，其中增加绿色、安全、健康的食品是其中一“绿”。

(3)现有的疾病防治体系不合理，科学研究和养殖生产相脱节。目前，由于水产动物疾病防治研究相对薄弱，科研滞后于生产，常出现“头痛医头、脚痛医脚”的被动局面。而且在这些科研课题中研究病因、病理的人多，研究流行规律和防治方法的人少。因而，对一些疾病无法进行准确预测、预报，无法做到以防为主。另外，疾病防治技术的科研成果难以转化为生产力也是一个很大的因素。由于国家和地方在水产动物疾病防治技术的普及推广方面的经费有限，加上一些养殖生产单位急功近利，许多科研成果难以转化为生产力(林祥日，2000)。

近几年来，水产动物病害层出不穷，科技人员刚刚摸索出已出现的疾病的防治措施，新的疾病又出现了，使人防不胜防。如鳊鱼，原来只有纤毛虫等寄生虫性疾病，现在还发现了传染性极强、危害性更大的病毒性疾病。类似的还有中华鳖的病毒性疾病以及鳗鱼、蛙等传染性