



湖州农民学院农业技术推广系列丛书



赵汉取 主编

淡水渔业 环境与 水质分析



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



湖州农民学院农业技术推广系列丛书

淡水渔业环境与水质分析

赵汉取 主编



湖州农民学院系列丛书编写委员会成员名单

主任：金建新 杨六顺

副主任：周家健 杜志雄 张国平 柳国强

主编：沈琪芳

成员 (按姓氏笔画排列)：

王 树	王志芳	叶 主	叶雪平	史会方	厉文世	李卫旗	李天真	任 烽
朱仲华	杨 柳	杨建明	杨 健	张兰新	何元庆	张向阳	沈红星	沈宗武
陈松源	陈德会	陈 健	江俊国	沈 健	吕 伟	吴继国	周淮中	周建明
张国强	金毅伟					惠	徐国华	徐海圣
黄守灵	章瑛婴							黄文鑫

责任编辑：曹荣军 王柱国



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

淡水渔业环境与水质分析/赵汉取主编. —武汉:武汉大学出版社,2016.6

湖州农民学院农业技术推广系列丛书

ISBN 978-7-307-18169-4

I. 淡… II. 赵… III. 淡水养殖—鱼类养殖—水环境—水质分析
IV. S964

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 135920 号

责任编辑:辛 凯 责任校对:关 健 版式设计:大春文化

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:杭州印校印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:7.25 字数:150千字

版次:2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷

ISBN 978-7-307-18169-4 定价:25.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

【序】

PREFACE

中共湖州市委副书记、市政法委书记、
湖州农民学院管委会主任



在“三化”融合发展、同步推进的历史新阶段,面对转变农村经济发展方式、建设美丽乡村的时代新任务,创新农民教育培训方式,培养造就一大批“有文化、懂技术、会经营”的复合型、实用型、领军型人才,全面提升农民综合素质,显得尤为重要。2010年,湖州市以市校合作共建社会主义新农村为依托,整合浙江大学为主的省级高校、科研院所,市职业技术学院(电大)及涉农各部门科研技术力量,组建了湖州农民学院,致力于“学历+技能+创业”型农民大学生的培养。农民学院成立以来,始终坚持满足农民需求、提升实际能力、培养实用人才的原则,加强学科建设、师资队伍建设和教材建设、实验实训基地建设和大学生创业基地建设。目前,农民学院已有纯农、涉农专业10个,教师60名,其中浙江大学和其他高校科研院所专家教授30名,注册学生1392人,各类教学实践基地10个,大学生创业基地19个,完成教材编写30本。

《湖州农民学院自编教材》分为“农业技术推广”和“农民素质提升”两大系列。“农业技术推广”系列,以服务湖州市农业“4231”主导产业发展,提高农民生产经营水平,实现农业增效、农民增收为宗旨,涉及农、林、牧、渔各个类别,注重推广农村一线实用技术。“农民素质提升”系列,涉及道德、法律、卫生、常识各个方面,致力于倡导健康的积极向上的人生观、生活观和创业观,提高农民的文化素养、科学素养、道德素养。教材体现了“应用性与可读性并存”的编写原则,在强化基础理论指导的同时,突出了湖州市的地方特色和本土元素;在知识技能普

及的同时,贯穿社会主义核心价值观的宣传。教材内容丰富、材料翔实、结构严谨,且通俗易懂、图文并茂、特色鲜明。

教材的编撰,凝聚着编写者的心血,凝聚着所有参与教材选题、资料收集、文稿校对和审定的老师、专家和工作人员的辛勤付出,也承载着他们对农民学院所有学生学有所得、学有所成的深厚感情。我们相信,这套自编教材的使用,对激发农民大学生的学习积极性,提高农民的科技文化素质,促进广大农民群众创业致富都将产生积极的影响。希望湖州农民学院再接再厉,能够继续组织编写让农民“能看懂、喜欢看、用得上”的乡土科普读本,并力求在内容、体裁上创新,力求在服务“三农”方式上创新,为全市美丽乡村建设作出新的更大的贡献。

目 录

CONTENTS

第一章 渔业环境与养殖水体	(1)
第一节 渔业环境	(3)
第二节 养殖水体	(5)
一、水体的主要特点	(5)
二、水中溶解物质的来源	(6)
三、养殖水体的运动	(7)
第三节 养殖水质检测基础	(9)
一、水样的采集	(9)
二、渔业养殖水质监测常用方法	(10)
第二章 水的一些理化性质	(11)
第一节 水温	(13)
第二节 透明度	(15)
一、影响透明度的因素	(15)
二、透明度的测定	(15)
三、透明度的调控	(16)
第三节 酸碱度	(17)
一、影响 pH 的因素	(17)
二、pH 的昼夜变化	(17)
三、pH 的测定	(18)
四、pH 的调控	(19)
第四节 钙、镁及硬度	(20)
一、钙、镁的作用	(20)
二、硬度及其分类	(20)

第五节 硫化物与硫酸盐	(22)
一、硫化物与硫酸盐的作用	(22)
二、硫化氢及其测定	(22)
三、硫化氢的调控	(22)
第六节 溶解性气体	(24)
一、溶解氧(DO)	(24)
二、二氧化碳	(27)
三、光合作用与呼吸作用	(28)
第三章 水体营养元素及有机物	(31)
第一节 氮及氮素循环	(33)
一、氮的作用及存在形式	(33)
二、水体中氮的有效态	(33)
三、氮素循环	(35)
四、水体对有效氮的要求	(35)
五、三态氮的测定与调控	(35)
第二节 磷	(38)
一、磷的功能和磷循环	(38)
二、磷的测定及磷肥的施用	(38)
第三节 BOD、COD 和 TOC	(41)
一、生物化学需氧量	(41)
二、化学需氧量	(42)
三、总有机碳	(42)
第四节 有机物	(44)
一、含义及来源	(44)
二、有机物的作用及意义	(44)
三、有机物的调控措施	(45)
第四章 有毒物质	(47)
第一节 有毒物质来源及危害	(49)
第二节 水中有毒物质的限量	(52)

第三节 有毒物质的防治	(54)
一、污染源的控制	(54)
二、水体的自净	(54)
三、稳定塘技术	(55)
第五章 底质环境	(57)
第一节 底泥中主要污染物来源及危害	(59)
一、重金属污染	(60)
二、农药污染	(63)
第二节 底泥中主要污染物的清理及防治对策	(65)
第六章 常见淡水死鱼现象分析	(67)
第一节 窒息	(69)
第二节 电击	(71)
第三节 气泡病	(73)
第四节 重金属中毒	(75)
一、汞	(76)
二、镉	(76)
三、铜	(77)
四、铬	(78)
五、铁	(79)
六、砷	(79)
第五节 农药中毒	(81)
一、有机氯	(81)
二、有机磷	(82)
三、菊酯类	(83)
四、氨基甲酸酯类	(83)
第六节 有机和无机物中毒	(84)
一、五氯酚钠	(84)
二、酚类	(85)
三、酸	(85)

四、碱	(86)
五、硫化物	(86)
六、氟化物	(87)
七、氰化物	(87)
八、氨	(88)
九、亚硝酸盐	(88)
第七章 常见池塘异常水质调控技术	(91)
一、“浑水”产生原因与处理方法	(93)
二、“瘦水”产生原因与处理方法	(94)
三、“蓝藻水”产生原因与处理方法	(94)
四、池塘底质原因引起的水体异常	(95)
五、池塘酸碱失衡	(96)
六、氨氮、亚硝酸盐高	(97)
附录 A	(99)
附录一 渔业水质标准(GB11607-89)(摘录)	(99)
附录二 地表水环境质量标准(GB3838-2002)(摘录)	(101)
附录三 无公害食品 淡水养殖用水水质 NY5051(摘录)	(102)
附录四 无公害食品 淡水养殖产地环境条件 NY5361(摘录)	(103)
附录五 淡水池塘养殖水排放要求 SC/T9101(摘录)	(104)
附录六 水产养殖微生物制剂使用技术规范 DB33/T722(摘录)	(105)
附录七 水产养殖消毒剂使用技术规范 DB33/T721(摘录)	(107)
附录 B:专题读本部分图片	(109)
参考文献	(116)
后记	(117)

· 淡水渔业环境与水质分析 ·

第一章

渔业环境与养殖水体

第一节 渔业环境

渔业环境就是天然渔业生物和人工养殖的渔业生物栖息、繁衍的水域环境,也就是适合渔业生物正常栖息、繁殖的淡水、海水、天然或人工的水域环境。形成要素除渔业生物外,还包括生活在水域中的其他生物,以及悬浮和溶解在水中的物质、水的物理化学性质、水底地形和积沉物、影响渔业水域环境的水文气象等条件(见图 1-1-1)。



图 1-1-1 天然渔业环境

按地域,渔业环境可分为海洋渔业环境和内陆水域渔业环境。前者包括潮间带、海湾、浅海和深海大洋等海洋水域;后者包括江河、湖泊、池塘、水库、沼泽、湿地等内陆水域。按性质,可分为非生物环境与生物环境两大类。前者指理化环境及地形、底质和气象条件等;后者指饵料生物、微生物、敌害生物、共栖生物和竞食等。

渔业水环境同渔业生物的生存、发育、生长、繁殖、死亡、补充、行动、分布及其渔业资源的盛衰和资源的开发利用等方面有着直接和间接的关系,两者相互作用,相互影响,是提高渔业生产和渔业资源研究不可缺少的重要内容。研究生物与环境之间的关系,是从生物本身的生理特性与外界环境的相互作用构成对

立统一的整体这一原理出发的,渔业生物通过与环境条件长期相互作用而形成的适应性因不同的种类和同一种类的不同生活阶段而异。因此,对渔业环境的调查研究方法也必须随着不同的渔业生物种类和种群,因时、因地制宜。

渔业环境研究的主要内容是,调查研究渔业环境各要素的空间分布状况和时间变化规律,并摸清这些环境要素与渔业生物之间的内在联系,找出规律,指导渔业生产。渔业环境的调查研究任务在于,了解并掌握渔业环境的状态,监测和预测渔业环境的变化,减少水利和其他工程对渔业环境的影响以及提出渔业环境的保护措施。调查研究渔业环境的目的是,为了掌握渔况、分析渔情、研究渔场形成机制、发布海况和渔情预报、编制渔捞图、选择增养殖场,为侦察鱼群、开发新渔场、掌握渔业资源变动规律和数量变动原因,为发展捕捞生产和水产增养殖提供科学依据。调查研究渔业环境的方法有常规调查和专题(或专项)调查两种,前者是定期调查了解渔业环境条件在空间上的分布状况和在时间上的演变规律;后者是针对某一种渔业生物对环境条件的特定要求而进行的专业性调查。

第二节 养殖水体

水体也称水域。水产养殖上的水体泛指地球表面低洼地带的集水区,包括海洋、江河、湖泊、塘堰、水库、溪流等。水是一切生物不可缺少的物质,是生命的源泉。水体是水生生物的生存条件。

一、水体的主要特点

水的比热容很大,每1千克(kg)水升高或降低1摄氏度($^{\circ}\text{C}$),需吸收或放出4200焦耳(J)热量;而空气的比热容约为 $1030\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$,铁为 $450\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。同时,由于水的导热率低,热量的吸收和释放过程都很缓慢,因此,水温不会像气温那样容易剧烈变化。

与空气相比,水的密度要大得多,许多小生物在水中保持悬浮状态,形成水中一个特殊的生态类群——浮游生物,这与水的浮力是分不开的。水的密度在 4°C 时为最大,此时水的密度是1000千克/立方米(kg/m^3); 0°C 结冰时密度减小,体积增大,所以冰总是浮于水面上,而底层不宜结冰,这为水生生物的越冬创造了良好的条件。

自然水体的水常处于流动状态,垂直和水平的流动使得气体和营养盐类等向水体深层传播,并能使其均匀发布,同时又把代谢物消散。水的流动可将动植物的孢子、幼体等加以传播,这对生物的繁殖和分布极为有利,水的流动对水生生物的呼吸和摄食也是有利的。

水的溶解能力很强,是一种良好的溶剂,在天然水体中所溶解的各种各样有机和无机物质,对于水生生物的生长、发育有着极为重要的意义。水中的营养物质归纳起来,可分为溶解气体、主要离子、生物营养元素、微量元素和有机物等五大类。水体显示了复杂的组成和多变的特点,主要表现在以下几个方面:

1. 水中溶存的物质种类繁多、数量悬殊

人们已知水中约存有 107 种元素,在天然水中能析出的有 80 多种,各种元素溶解的数量相差很大。淡水养殖水化学的分析,一般都在 ppm 级(百万分之一),即用毫克/升(mg/L)来表示;也有 ppb 级(十亿分之一)和 ppt 级(万亿分之一),分别用微克/升($\mu\text{g/L}$)和纳克/升(ng/L)来表示。

2. 水中溶存物质的存在形式多种多样

水中溶存物质的存在形式有单个离子、无机离子对、无机络合物、金属高分子化合物、高分散度的胶体和沉淀的有机碎屑等。

水中溶存的物质不仅存在的形式多样,而且个体大小相差悬殊。小的仅有几埃(1 埃= 10^{-8} 厘米),以真溶液形式存在;大的在数百微米(μm)以上,构成多相分散体系。

3. 水中溶存物质都在不断的运动变化中

水中溶存物质的一些变化可使水中某些物质的实际数量或浓度增大,这称为“增补作用”;相反,有些变化则使水中某些物质实际数量或浓度减小,这称为“消耗作用”。当增补作用和消耗作用速率相等时,即达到了动态平衡。一般来说,由于渔业生产过程中人类活动干预较多,淡水养殖水体的动态平衡,较之天然水体变化更为剧烈,通常难以达到动态平衡。

二、水中溶解物质的来源

天然水体中复杂的化学成分来自多方面,主要有:

(1)由大气降水而来。水蒸气在高空凝集及其在下落过程中,溶存了大气中的气体和物质。这些杂质有风吹带来的海水盐分与陆地上的尘土,或闪电使空气中氧和氮化合而成的氧化氮,或火山爆发喷射出来的大量二氧化硫和其他溶解性盐类,以及人为生产活动排放出来各种各样废弃物的沉降。

(2)由土壤、岩石中溶淋而来。水与土壤接触时,水渗过土壤,将土壤中的可溶解物质溶淋出来,使水体中离子含量增大、溶解性气体含量发生改变。一般来说会使水中二氧化碳的量增加,氧气减少,同时有机物含量增加。当水渗过沼泽时,水中就会增加大量的有机物质及少量的离子。渗过盐碱土时,就能使水中增加大量的钠、镁离子。

土壤覆盖下的岩石,对水体的化学成分的形成亦起着重要的作用。一方面,使水体获得大量的离子;另一方面,也是补充土壤盐类的重要来源。

(3)由水与土壤、岩石的交换作用而来。土壤、岩石中有些离子,虽然不溶于水,但可以与水中的离子产生交换作用,使水中所含离子成分发生改变。

(4)由水中动植物的残骸而来。在细菌的作用下,水中动植物的残骸产生氧化分解或合成作用,从而生产可溶于水的有机物质或无机盐类。

综上所述,水中溶剂物质变化的主要原因是水与土壤、岩石的接触,但是在水产养殖池塘水体内部,由于人为因素的不断干预,存在着各种物理、化学及生物作用,投入品及养殖生物的排泄物是影响水中溶剂物质变化的主要因素。

三、养殖水体的运动

水体通过蒸发、浓缩、降水、地表径流和渗流等过程在不断地循环流动,如图1-2-1所示。对于养殖池塘,由于其面积小、深度浅、周围遮挡物多等特点,风、流等作用也会较小,所以池塘的水体运动就会相对微弱。

水体的运动对于促进水中氧的溶解和传递,改善水质状况有着重要的作用。风力能使水形成波浪,风速越大,受风距离越长,则波浪越长,波高越大。波浪能加速空气中的氧气溶入水中,特别是面积较大的水体,风力引起的波浪较大,增加水中的溶解氧含量也较多。风力不仅可以向水中增氧,而且还可以引起水的混合作用,使上下层水体充分混合,将上层较高溶解氧的水体传到下层,这可以改善养殖水体溶解氧分布不均匀的情况。

因水的密度差而产生的水体流动是水运动的另一种重要形式。白天,上层水体吸收大量的太阳热能,水温升高,但由于水的导热性较差,下层水温上升较慢,这样就产生上高下低的水温梯度,上层的水密度则较小;在这种情况下,水层间不会发生对流。尤其是夏季高温季节,水的热阻力很大,大大降低了风力混合上下水层的作用,造成白天上下水层密度相差十分明显。但到了夜间,气温下降

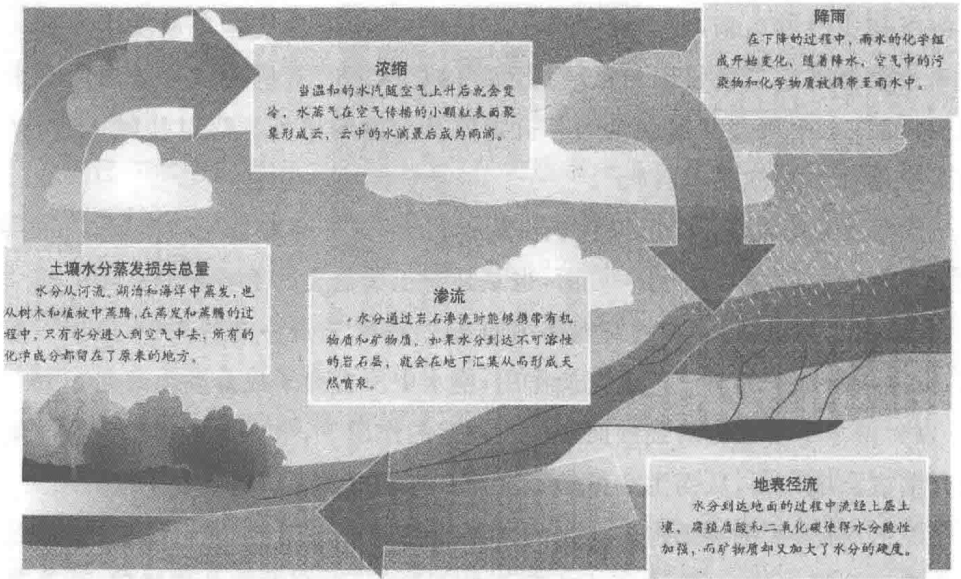


图 1-2-1 水的循环途径及其形式改变

较快，当气温低于水体表层温度时，表层水温也随之下降，密度逐渐增大，表层水开始下沉，此时水温较高，密度较小的下层水开始上浮，这样就产生了上下层水的对流。对流的范围逐渐向下伸展，打破了原来水层密度分布的稳定状态，在表层水温继续下降的情况下，最后可以使整个水体的温度和密度趋于一致。

由于养殖水体的波浪、对流等水体运动，促使水体内部各水层间物质交换的进行。水体的对流强度与天气有密切的关系，气温下降越快，上层水下沉也越快，水的对流就越强烈。