

中等专业学校教学用书

# 水生生物学

何志輝編



人民教育出版社

中等专业学校教学用书



68

# 水生生物学

何志輝編

人民教育出版社

本书分总論和各論两部分。在总論中論述了水生生物学的基本原理和概念、水生生物的生态类群、水生生物与环境条件的关系，以及水体生物生产力等問題。在各論中分別詳述河溝生物、湖泊生物、水庫生物、池塘生物和沼澤生物。

本书可供中等水产专业学校师生及有关科学研究者和实际工作者参考。

## 水生生物学

何志輝編

人民教育出版社出版 高等学校教学用书編輯部  
北京宣武門西承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第2号)

京华印书局印装 新华书店发行

统一书号 13010·811 开本 850×1168<sup>3</sup>/<sub>32</sub> 印张 6<sup>3</sup>/<sub>16</sub>

字数 145,000 印数 0001-4,500 定价(4) 0.55

1960年10月第1版 1960年10月北京第1次印刷

## 序 言

随着一九五八年社会主义建设事业的大跃进，在文化战线上也掀起了一个新的高潮，水产教育事业同样象雨后春笋般地蓬勃发展着。由于整风运动和反右派斗争的胜利，在教育事业上确立和加强了党的领导；为了更好更全面地贯彻教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合的方针，放手发动群众，破除迷信，解放思想，大闹教育革命，打破了旧框框，在教育事业上已获得了巨大的成绩。在这新形势、新任务的要求下，我校根据中央今年三月全国水产教育会议精神、辽宁省水产局的指示，本着党的教育方针，在校党委的领导下，进行编写中等水产专业学校讲义的工作。在内容上，以我校教学讲义为基础，从实际出发，参考有关的资料，紧密结合专业，照顾全面系统，曾作些必要的补充而编写的。在编写过程中，承旅大、安东、沈阳、锦州等市的兄弟水产学校和当地水产企业，业务部门提供人力和资料的协助，使这本讲义初稿得以出版。在此，特表谢意。

因限于水平和缺乏经验，加上编写时间很短促，在内容上定有不妥或错误之处，希读者指正。

大连水产专科学校

一九五九年七月

# 目 录

序 言	iv
总 論	1
第一章 水生生物学的基本原理和概念	8
第二章 水生生物的生态类群	21
第三章 水生生物和水中溶解的盐类及有机物質的相互关系	34
第四章 水生生物和水中溶解气体的相互关系	61
第五章 水生生物和水的酸碱度的相互关系	74
第六章 温度在水生生物生活中的作用	79
第七章 水生生物和光的相互关系	92
第八章 水生生物間的食物关系	100
第九章 水体生物生产力問題	123
各 論	130
第一章 河流生物	130
第二章 湖泊生物	143
第三章 水庫生物	178
第四章 池塘生物	188
第五章 沼澤生物	190

## 总 論

**水生生物学的定义** 水生生物学是研究水中生命的科学，因此它的范围十分广泛。正象生物科学发展的普遍规律一样，初期的水生生物学家大多从事于水生有机体的形态和分类工作。但是随着生产实践（渔业、城市用水）的需要，人们越来越强烈地要求了解各种水生生物（特别是鱼类）的生活和环境的关系，以便通过环境来掌握水生生物。实践的需要，也促使水生生物学家逐渐增多了对水生生物的生理和生态的研究，于是，也就丰富了水生生物学的内容。

因而，就在这个时期，近代的水生生物学家、俄罗斯水生生物学奠基者捷尔诺夫（1934）十分适时地给水生生物学下了新的定义。他说：“水生生物学发展到现在，可以确定是研究水生生物与其周围的生物环境和非生物环境间的因果关系和相互关系的科学。”

由此可见，现阶段的水生生物学是生态学的一部分。虽然纳乌莫夫在其动物生态学一书（1955）中认为，把生态学定为研究有机体与环境相互关系的科学的说法是不正确的并提出了新的看法<sup>①</sup>，但是捷尔诺夫对水生生物学下的定义以及由此决定的研究内容，在水生生物界已经有了广泛的流传。

把水生生物学确定为生态学的一门分科以后，可以使这门科学从包罗万象、但实际上十分抽象的处境中解脱出来，有助于它的

---

<sup>①</sup> 动物生态学是动物学的一个分枝，它联系生存条件来研究动物的生活方式（季节性的生物学周期）以及研究生存条件对动物的繁殖、存活、数量和分布的作用。……——纳乌莫夫（1955）。

发展。鱼类学家尼科里斯基认为,从水生生物学的发展历史来看,它是作为辅助鱼类学的学科而产生,主要是为了解决鱼类饵料的生态问题:这样的看法是十分正确的。目前鱼类学已发展为一门独立的科学,因此水生生物学的主要研究对象应该放在作为鱼类饵料的藻类和无脊椎动物上。但是从水生生物整体来看,鱼类和其他水生生物在生活上有其共同点,鱼类和其他水生生物又是处在紧密的相互关系中(特别是食物关系),所以,水生生物学在很多方面也要涉及鱼类。

**水生生物学的产生和发展** 水生生物学是一门年青的科学,它的产生和发展还是在上世纪末。使水生生物学形成一门独立科学的原因有三方面。

(1) 渔业的需要——由于渔业的发展,滥捕鱼类并且捕取幼鱼和未成熟鱼,以及日益增加的城市工厂所排出的污水的影响,在上世纪中叶在某些水体中已经发现某些鱼类的渔获量逐渐减少。这种现象首先出现在淡水水体,以后在海水水体也同样出现。这时为了正确的组织渔捞就必须知道:在某一水体中生活着多少鱼和可以捕捞多少鱼而不致减少以后的鱼储量等等问题。为了解答这些问题,还必须知道经济鱼类和它们所吞食的动植物的生物学。

首先着手解答这些问题的是在1877年,当时借助于特殊设计的角锥形网,垂直捕取浮游海中的鳀和鳕的卵。捕取的结果查明,产卵期间在爱略恩费尔海湾中,这些鱼卵每平方米海面约有310个。同时在这海湾中被捕获的鱼类,假使它们不被捕获而可繁殖的话,可在每平方米产出110个卵。由此可知所捕获的雌鱼数量约为该海区雌鱼数量的 $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ 。知道了雌鱼的数量,再根据鱼群中雌雄鱼的比例,也可得出雄鱼的数量。

1887年是进行海洋与淡水调查的新年代的开端,生物学家开始注意到水生植物(藻类)是最初的水体食物,并采取与测定浮性

魚卵类似的方法来测定浮游生物的数量,从而判定海洋生产能力。

1896年开始进行淡水浮游生物的定量。这些研究結果表明在水体的不同地区,浮游生物的种类和数量均不相同,并且在同一地区在一年中也在变化着。这个現象的原因是水的物理化学条件的地方差异和季节变化。因此决定,与水体生物学調查的同时,应密切联系地进行水的物理化学調查。这项工作引起欧洲各国对于水体調查的注意,因此1902年成立了国际海洋調查协会。

在很长的一段时期中关于水体生产能力問題的研究,都偏重于浮游生物的工作,但到了二十世紀的第二年代,水底生物在这一問題的作用已逐渐明显了。1909年制造出采泥器,作为定量水底生物的工具。

此后,水生生物学在所有漁业研究中都起了重要作用,研究了魚类餌料基础的发展和周圍环境因素的关系。水生生物学本身也从而充实了内容。

(2)生物站的发展——由于受达尔文的“物种起源”一书的影响,动物学家开始加强对解剖学和胚胎学的研究以便解答进化論中提出的問題。海洋中生物数量的众多和种类的多样化,大大引起科学家的注意,因此到十九世紀末叶在所有强大的国家內都开始建立研究海水和淡水生物的生物站。这些生物站所进行的研究,促进了水生生物学的发展。

(3)水体的污化——工业的发展和城市的兴起引起了水体的污化,因为工厂和城市排出的污水带有大量有机物和矿物质,以及极多的細菌。这样使人們注意到研究水的人工洁淨法。

在研究中发现水生动植物在水的自淨过程中的作用,同时,也查明了各种生物类群只能在一定程度的污水中生活。由于水生生物的这些特性,使得人們可能采用生物学方法来洁淨污水和测定水体的污化程度,因而产生了卫生水生生物学。



上述三点原因促进了水生生物学的发展，假使认为有专门杂志的出现，才算是某一门科学开始独立，那么最先出现的水生生物学杂志，即为1859年在德国出版的“水生生物学记载”（主编者先为查哈利阿斯，后为齐涅曼）以及1908年的“国际普通水生生物学和水文学期刊”（主编者为沃里捷列克）。

苏联和我国对于水生生物学的研究 帝俄时代沙皇政府不关心人民利益，不关心科学，因此在水生生物学研究上没有很大的成就。

十月革命后由于苏联政府的重视，科学达到空前繁荣，水生生物学也蓬勃地发展起来。苏联水生生物学以米丘林学说为基础，因而了解了水生生物的发展规律以后，就能够有意识地控制水体中发生的生物学过程，把它引向我们需要的方向。

苏联共产党第十九次代表大会提出任务以后，苏联水生生物学家已把重点放在研究水体生物生产能力问题上，这个问题包括两个部分：(1)研究水生生物在食物上的相互关系；(2)拟定改造水体生物界的方法，以便更好的利用水体。1931—1954年苏联生物学家已把鲱鱼从黑海移植到里海，1839—1941年又把沙蚕（鱼类的良好饵料）从亚速海移到里海。

苏联水生生物学家研究的第二个重要问题是控制水库中生物的发展问题。其中最重要部分是用增加饵料基础，抑制有害生物的发育等方法，在水库中创造有利于经济鱼类发育的条件。

在活饵料的培养上苏联生物学家也有很多成就。加也夫斯卡娅教授和舒别特教授研究出培养枝角类的方法。普罗达索夫等研究出培养丝蚯蚓的方法。康斯坦齐诺夫在研究摇蚊幼虫的培养方法上也有很大成就。

此外对于城市工厂的污水问题及污水的生物学净化问题，苏联的水生生物学家也做了很多的工作。

我国科学发展较迟，过去几十年来水生生物学家的工作偏重在分类。在淡水藻类方面饒欽止和李良庆曾做过許多工作、研究海洋浮游藻类以金德祥为最早，他在1951年所写的一本“厦門的海产浮游硅藻”专著，描述了181个种，为我国海洋浮游硅藻的研究鋪平了道路。

在水生动物方面，王家楫和倪达书在原生动物方面作过許多工作，近年来王家楫轉而研究輪虫。沈嘉瑞多年来进行着甲壳类的研究。郑重曾研究枝角类的生殖；近来蔣燮治、叶希珠也从枝角类分类的工作。張蘊专从事軟体动物的研究，特別在經濟貝类方面作了許多工作。在魚类方面研究的人較多，其中如伍献文和朱元鼎等人都是大家熟知的。

解放以前，由于反动政府不重視科学，研究工作多是分散地进行，也沒有和生产密切結合。自从中华人民共和国成立以后，1950年在中国科学院成立水生生物研究所，各专家的研究也起了很大变化，原来研究魚的分类、形体、生理和胚胎的，把重点放在几种飼养的家魚上去，原来研究藻类和原生动物的为了配合养魚，轉移到研究湖泊中的魚类食料——浮游生物方面去，原来研究寄生虫的也集中地注意在四种家魚的寄生虫方面的調查。几年来該所领导进行的湖泊調查工作为湖泊养魚提供了若干科学根据，1956年出版的“湖泊調查基本知識”一书，为我国第一部关于淡水生物学的指导书。在海洋方面1953年在科学院海洋生物研究室<sup>①</sup>领导下进行的鮎魚漁場調查是一次規模較大的密切結合漁业生产的研究，搜集了漁場和漁业上的基本情况的資料，为了了解漁場海况和鮎魚之間的关系，調查了漁場的海况和鮎魚的生物学特性；进行了标志放流和生殖魚群的年齡組成和性比例的分析。

① 現扩充为海洋研究所。

海洋生物研究室为了配合海水养殖,对各种经济大型藻类的生活习性进行了研究,其中成绩突出的如紫菜生活史的研究,我国科学家曾呈奎接受我国劳动人民长期实践中的经验,解决了紫菜人工养殖中孢子来源问题。

为了繁殖水中的饵料生物,可以在鱼池中施肥。在这方面我国劳动群众积累了长时期的经验,我国水生生物和水产研究机构也在广泛地进行研究。例如利用粪草等有机肥料代替豆浆饲养鱼苗,便是成就之一。

在1958年的大跃进中,我国在水生生物学上也取得了辉煌的成就,例如科学院水生生物研究所和上海水产学院研究成功的小球藻人工培养,在单位产量方面已相当高的水平;该所还分离出几种固氮蓝藻,把这些藻类放养在稻田中,可为水稻供应永远用不尽的氮肥。

1958、1959两年也是我国水体生物学调查发展极快的两年。在这时期,先后完成了十三陵水库、白洋淀、黑龙江、黄河、长江及这些河流上若干水库以及全国各地的某些湖泊的水生生物学和渔业资源调查。这些调查,为我国水生生物学的教学和科研提供了丰富的材料。

在大跃进形势鼓舞之下,分类的工作也快马加鞭地进行,如王家楫的“原生动物志”和“淡水轮虫志”,以及饒欽止的“绿球藻目和四孢藻目”藻类的分类,均将在最短时间出版。

### 参考文献

别烈齐娜:水生生物学,科学出版社,1955。

纳乌莫夫:动物生态学,科学出版社,1958。

尼可里斯基:论鱼群数量的变动及所谓水域生产力问题,科学译丛:论

鱼类数量变动的规律, 科学出版社, 1955。

會呈奎: 十年来我国的海洋生物学, 海洋与湖沼, 第2卷, 第4期, 1959。

С. А. Зернов. Общая гидробиология, 1949。

W. C. Allee. Principle of animal ecology, 1950。

# 第一章 水生生物学的基本原理和概念

## 一. 生物与环境

**有机体与环境的统一** 有机体和周围环境的相互作用是一切生物体的特性。在代谢过程中，有机体不断地从外界环境中吸收一定的物质到其体内，同时也不断地从体内排出另一些物质到周围环境中。在与周围环境的相互作用下，有机体不断地改变着自己，也改变着环境。

在地球的最初时期，各种自然条件比现在单纯得多，自从生命在地球上出现以后，无机的大自然界就在有机体的影响下发生了根本的变化。活质在生物圈里就重量来说总共不过0.05%，但是它的化学活动力是很大的。它保证大气内游离氧的存在和有机岩层的形成。碳、氮以及许多其他元素的循环也都和生物的活动有关。

活质的地质化学作用是非常宏大的，不仅沉积岩石和变质岩石受到有机体的作用，即使象花岗岩这样坚固的岩石也在不断地受着有机体的影响。地质的定形过程和地壳的风化作用特点在植物和动物产生后起了根本的改变，土壤的出现就是矿物层和其中的生物群相互作用的产物。

和有机界发展的同时，也正是由于有机界的发展，地面上条件的多样性也增大了。生活条件的多样性，又为动物界和植物界的进一步发展创造了条件。

每一个有机体的生活和发育，要求一定的外界条件，同时有机体又能在一定限度内适应外界条件。如果周围的环境条件改变，有机体的代谢类型也将相应地改变；如果代谢类型发生了根本的

变化,势必引起有机体的本性和它的遗传性的改变。由此可见,有机体的遗传性是在外界环境影响下形成的,和外界环境是统一的。

由于各别种的要求不同,因而环绕有机体的一切外界条件对于它们的生存并不是同等重要的,凡是直接或间接影响个体的生长、发育、繁殖和生存的外界条件,对于种的生活都是重要的,其中具有特别意义的是保证代谢过程的化学物质和这个过程中所要求的温度和其他物理化学条件。

在代谢过程中和周围环境相互作用的有机体,通过食物关系或由于改变了外界物理、化学和生物环境,本身又能成为其他种类的生活条件。因而,在紧密交错的联系中,形成了种内关系、种间关系以及种与物理化学生存条件关系的相互制约性。

有机体与环境的统一是辩证的矛盾的统一。有机体对生活条件的适应永远是相对的。每一种适应都是有限的并且是矛盾的,因为当加大了一方面的适应时势必限制(减少)其他各方面的适应。每个种的生命活动都改变着环境,并且把环境变为不利于自己的生存,这种改变只能依靠其他种的活动加以中和。但是其他种的活动并不能保证对该种有机体有害影响的完全中和。因此,有机体与环境关系的平衡永远是相对的,矛盾的。

**环境和发育的阶段性的** 每个有机体的发育都要通过质上不同的一些阶段。每个发育阶段都具有相应的代谢性质的特点。因此,有机体与环境的关系随着发育阶段而在变化着。从一个阶段到另一个阶段的转变是突然实现的,随着阶段的更替,前一阶段比较稳定的有机体与环境的关系也将为新的关系所替换。阶段性发育是不可逆的,各个阶段能否过渡到下一阶段以及过渡的速度,要看所需要的生活条件能否得到满足。

**环境因素** 如上所述,大自然的现在状态是在有机界强有力和多方面影响下形成的。然而对每一个个别的有机体说来,周围

的无机体和有机体(同种或异种)都是它的外界环境。有机体的环境因素有三类:第一类是保证着有机体的代谢作用而为其生存、发育和繁殖上不可缺少的主要生活条件;第二类是以不同程度改变着主要生活条件,因而间接地影响有机体的因素;第三类是对该有机体或对其主要生活条件都没有重要影响的因素。不过,对每一个种来说,在周围世界中完全无关紧要的因素是不存在的,这一切因素都是彼此相联系着的,虽然有时它们之间的相互依赖性不甚明显。在种的生活过程中,每一个环境因素的意义,有赖于其他因素的結合。例如,丰富的食物必须在适当的温度和氧气条件下才能发挥最大的作用;又如在稀松的放养密度下,氧的数量通常不会限制鱼池中的鱼产量,但在投给人工饵料的密养条件下,氧的数量便成为决定鱼产量的基本因素了。

在各种环境因素中,食物(质、量、可得性)是最重要的直接生存条件,其次是有机体代谢过程中所需要的物理化学条件。以后我们将依次研究这些生活条件和水生生物的相互关系,但是在任何时候都要牢牢地记住这些因素之间的相互依赖关系。

有关水生生物与环境因素关系的术语 不同的有机体要求着不同的外界环境条件。每一种动物和植物只能在某一环境因素的一定变动范围内生活。在这方面,一些物种能忍受某一环境因素的很大变动,另一些则只能在該因素不大的变动范围内生活。

例如,淡水海绵的地理分布极为广阔,它生活在欧洲、亚洲、南北美洲、澳洲和非洲等不同的温度区域。由此可见,淡水海绵能忍受很大的温度变化。这样的生物称为广温性生物。

和淡水海绵相反,石珊瑚只能忍受  $20.5-25.5^{\circ}\text{C}$  范围内的温度变化,它的分布区限于热带,象这样的生物称为狭温性生物。

依此类推,按照水的含盐量的关系可以把能够生活在很不同的含盐量水中的生物称为广盐性生物,把只能忍受很小的含盐量

变化的生物称为狭盐性生物。按照与氧的关系可划分为广氧性生物与狭氧性生物。按照与酸碱度的关系可分为广酸碱性生物和狭酸碱性生物。按照与水的深度关系可以分为广深性生物和狭深性生物。根据食物组成的不同可以分为广食性生物和狭食性生物等等。

某种生物对于某一个生活条件的狭适应性并不排斥它对于另一个生活条件的广适应性,但是通常的情况是:有机体对于决定种的分布数量的最重要生活条件都表现着相似的关系,常常广温性种类又是广氧性或广食性种类,而狭温性种类又常常是狭氧性或狭食性种类。

## 二. 生物圈

有生物栖息的地球外壳部分(大气圈、水圈、岩石圈),叫做生物圈。生物圈是在出现活的有机体时候才形成的,它的存在迄今约15—40万万年。

大气圈的厚度约800—1,000公里,其中活的有机体的分布上限为10—15公里,但大多数生物都集中在50—70米的气层中。更高一些气层中生物的数量即迅速减少并且在离地一公里处就已经很少了。

地面上生命之所以能够生存,是靠着离地20—30公里处臭氧层的存在。由于臭氧层能强烈地吸收紫外线,因而阻挠了后者对生物的致死作用。

在岩石圈中大多数生物只能生活到5—6米深处,只有少数生物(主要为细菌)能存在于2.5—3公里深的地壳裂缝中。由于高压和高温(达到100°C)的影响,生物不可能分布到更深处。

只有在水圈中,才到处分布着生物,这是因为在水圈中具有前



多对生命特别有利的生活条件。

**水的重要性** 首先水是生物体组织不可缺少的物质，充分的水量是原生质进行一切化学机能所必备的条件。任何生活物体的含水量均占体重的一半以上，在生活的植物体内平均水量达75%以上，人体含水量约63%。陆生哺乳动物消耗了体内的全部脂肪和50%的蛋白质时仍能生存，但在失水20%以上即要死亡。因此，陆生动物已发展了各种专门器官如不透水的皮肤等来保持体内的水分；陆生植物的根则有特殊的导管系统，将水分输送到各生长部分。但在水生环境中，一般是不虞水分的缺乏的。

**水的溶解能力** 水是最好的溶剂。它具有极大的溶解能力。在水中溶解有各种各样生命过程中所需要的无机和有机化合物，这对于水圈中生物的发育更具极其重大的意义。因而，植物不仅能够在水底生长，而且在水层中也同样地可以生活。

**水的热学性质** 水的热学性质，如热容量、导热率、蒸发潜热、融解潜热、最大密度的温度等，对生物也有重大的意义。除氢外，水是所有固体和液体中热容量最大的物质，因此能吸收很多的热量，由于导热率低，吸收的热量向周围散布很慢，更加上水的不断蒸发也要吸收很多的热。这就使得水的温度能保持得比较稳定，不会发生陆地上那种剧烈而突然的温度变化。这种情况对于大部分属于冷血型的水生生物，具有极重大的意义。

水的融解潜热也很大，1克 $0^{\circ}\text{C}$ 的冰变成液体状态需要消耗80卡的热，而1克水变成冰也放出同样卡数的热。在自然界中水要丧失这样大的热量是不很容易的，加上水的导热率又很低，所以，在天然水体中，水不易完全结成冰。此外水和所有其他物质相反，在结冰时反而膨胀。水的密度以 $4^{\circ}\text{C}$ 时为最大，温度再降低时密度就变小而上升。由于浮在水面的冰的掩盖使下面的水层不再继续结冰，因而，即在极冷的气候下水生生物也可以生活在冰下的水