

浮游动物生态的研究

[日] 大森 倍 著
池田 勉



2.1

海洋出版社

浮游动物生态研究法

〔日〕大森 信 池田 勉 著
罗会明 董映帆 黄梦平 译
黄 振 祥 校

海洋出版社

1987年·北京

内 容 简 介

浮游生物的生态学研究在海洋与淡水生态系统、水域生产力以及养殖、捕捞、污染等重要课题中占有十分显著的地位。本书较全面地介绍了从样品采集、标本制作、活体培养到摄食、同化、呼吸、排泄与产量等方面的新技术。对有关理论、操作程序、计算方法和实验设备等都作了系统的详尽阐述。是一部有价值的应用技术专著。

本书可供海洋与淡水生态学，浮游动物生态生理学，浮游动物实验生态学，水产养殖、育苗、捕捞和环境保护等领域的科学研究人员、生产人员和业务管理人员以及大中专院校有关专业师生参考。

责任编辑 庄一纯

责任校对 俞丽华

動物プランクトン生態研究法

大森 信 著
池田 勉

共立出版株式会社，1976

浮游动物生态研究法

[日] 大森 信 池田 勉 著

罗会明 董映帆 黄梦平 译

黄振祥 校

海洋出版社出版

(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行

海洋出版社印刷厂印刷

开本：787×1092¹/₃₂； 印张：8⁵/₈。 字数：200千字 插页：1

1987年5月第一版 1987年5月第一次印刷

印数：1400

统一书号：13193·0794 定价：2.50元

译者前言

译就全稿后，我们不能不感到本书的学术价值超出了选题时的估计。著作者令人敬佩的劳动，不仅向海洋生物研究和有关生产技术部门呈献了一部卓有价值的高水平工具书，而且亦为向管理学界提供新的难能可贵的科学思想与方法，成功地作了有益的尝试。

众所皆知，以研究有机体及其环境所组成的系统为题的近代生态学是于1936年由杰出的英国生态学家 Tansley 创立的，迄今时近半个世纪。六十年代末，生态学又经 Margalef 确认为研究生态系统的生物学以及研究生态系统的结构与功能的科学，并进一步揭示了近代生态学研究的主要特点，使生态学基础理论和研究方法获得了长足的进展。延至1972年，已诚如 G.W.Cox 所述，生态学构筑了从个体生物及与其直接有关的小生境直至生态系统等不同集合程度的、有关有机体与其生活环境相互关系理论的独特体系的基本框架。人们也由此而有可能试以探索生态系统的作用机制——它决定了某一时间系统的结构及在整个时间内系统结构变化的格式。

可以毋庸置疑地认为，生态系统理论的研究正日渐蔚成大观。而其时间与空间的跨度之大以及涉及领域之广，已显示它的发展与环境问题、人口问题、陆地和水域生物资源及产量等种种方面的科学管理息息相关，这便必然地引起人们对研究方法的倍加重视。所以，渗透于几乎所有领域的现代系统方法与系统分析原理，自然亦毫不例外地引进于生态学。

但必须指出，由于水域（海洋、淡水）生活环境是一幅

错综复杂的自然图景，与至今仍然受限的研究条件和手段的不相适应，无疑造成了水域生态学发展的不利因素。因此，尽管水域生态学中作为生物成员之间最重要联系的营养-食物链方面的研究已获得某些重要成果，然而各营养级，特别是食物网的研究却仍嫌不足。同时，在这种结构中关于能量流动的认识实际上亦处于极不成熟阶段。这一切，以浮游动物研究领域的表现为最。其因既在于浮游动物的复杂性，亦缘于浮游动物生理状态的脆弱特征。但至为关键之处还在于寻求真正可靠的，立足于先进的适用技术的研究方法。这便促使野外观测、实验生态、实验生理和生物化学等综合技术成为驰骋于浮游动物生态学研究领域的当代手段，并在系统理论与分析方法基础上，日愈显示了综合见长的优势。正是基于如此的出发点，著者荟集了各国名家和个人科学活动的丰富实践感受，投影于这一颇有创见和饶有趣味的文字工程中，他们所致力推广新研究法的耕耘精神，也充分地见诸于书的始终。本书全面地描述了从样品采集，标本制作，活体培养，直至摄食、同化、呼吸、排泄及产量等各重大的研究课题。阐述了从理论研究的最新成果到操作程序、计算方法以及实验设计的一系列新技术。

不言而喻，由于浮游动物的生态学研究在海洋与淡水生态系统、水域生产力以及养殖、捕捞、污染等重大课题中均占有十分显著的地位，故研究方法尤为重要。本书不仅对此作出了出色的贡献，而且将研究法的论述铺筑于博采各国最新的被公认的研究成果和重大进展的基础之上，使读者在领略方法的过程中，清晰地饱览了这一领域中当代科学技术宏图的缩影。

最后，不妨借法国生理学家贝尔纳(Claude Bernal)

的名言来结束译者的卷首语：“良好的方法能使我们更好地运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才智的发挥。因此，科学研究中至为可贵的创造性，将凭借优异的方法而激发出来。……对于自然现象复杂，谬误源流极多的生物学尤其突出”。如果说著者的编写旨趣产生于上述的背景，那么，我们的译作复制亦出于同样动机。由此便使人完全理解她的出版受到欢迎和令人赞赏的理由；理解我们介绍给国内广大读者所寄予的希望。

本书著者大森 信君和池田 勉君皆是日本水产学博士，专攻海洋浮游生物学的研究员。本书的编辑委员是：北沢右三（东京都立大学教授）、吉良竜夫（大阪市立大学教授）、宝月欣二（东京都立大学教授）、森下正明（京都大学名誉教授）和山本护太郎（东海大学教授）。

译文系根据原著1979年版本译出。因译者水平所限，译文中失妥或错误之处，恳请专家和读者不吝指正。

罗会明 黄梦平

1983年6月于厦门大学

序

浮游生物研究法手册和论著迄今已出版了多种。日本已故小久保清治博士于1960年撰就《海洋与湖沼浮游生物实验法》一书，后又作了修改和增补，此书对从事浮游生物研究人员具有参考价值。另在日本气象厅出版的《海洋观测指南》(1970年)中，也论述了海洋浮游生物的采集与处理法等内容。此外，由佐藤隼夫和伊藤猛夫博士合著的《无脊椎动物采集、饲养和实验法》(1961年)，水野寿彦博士的《日本淡水浮游生物图鉴》(1964年)以及山路勇博士的《日本海洋浮游生物图鉴》(1966)等著作中，都简明地叙述了观察浮游生物的必要基础知识。但上述各书中对浮游生物的采集和形态观察方法所作的阐述，已不适应近年来浮游动物生态学研究法的惊人发展。

有浮游生物生态学的研究需要一定的分类学知识。但在上述已出版的著作与本书中，分类学的研究实际上略而不谈。以生态学研究而言，应以野外调查的采集方法和室内饲养的测定与分析方法为中心，这是最近浮游生物研究法的趋势。

浮游动物的生物产量和食物链问题的研究是水圈生态学最富有魅力的题目之一，吸引了许多研究者。另外，由于和环境污染问题密切相关，各地也都在进行浮游生物的调查。但这一切的目的性并非明确。显然，如研究计划和方法不适当的话，则无法获得较有价值的资料，结果无助于分析。反之，出色研究结果的获得，正是重视了研究方法和研究手段。因此，企望在限定时间内收到预期的效果，无论任何时候，进行怎样的采集和观察，从事哪一种测定和分析，重视研究方法和手段都是必要的。当然，为在规定的时间内完成有关工作，还

要注意恰当地组织规模和时间安排。本书正是基于著者的工作经验，并兼有自我学习之意而作了这方面的探讨。诚然，以研究浮游动物生态学为志向者，可用批判的精神取舍纸面所述，有效地拟定自己的研究计划，组织调查和实验。倘若本书能为此聊起作用，我们将感到荣幸。

海水环境和淡水环境，除了不同盐分之外，当然还包含有很多的异质条件。大湖泊的生物例外，多数淡水中的生物皆足以对付急剧的环境变化而存活。海洋生物则常赖以生在稳定的环境中，而对环境变化的适应性较弱。根据生物生理特性的差异，在操作、处理方法和研究规模等方面也有所不同，但对淡水浮游生物和海洋浮游生物的研究方法并无很大的区别。也正因此，著者虽是专攻生物海洋学的学者，却考虑本书内容不宜拘泥于海洋方面，不应完全偏向海洋浮游生物而摒弃其他。由此认识出发而命题为《浮游动物生态研究法》。最后要说明的是，关于淡水浮游动物的生物生产研究方法有如下参考书：日本陆水生物测定方法论研究会编的《陆水生物生产研究法》(1969)和Edmondson and Winberg编的《淡水次级产量估算方法指南》(1971) (Manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters)

在此，著作对元田 茂先生和村辉良先生在浮游生物学方面的指教与勉励表示深切的感谢。同时，对在整理书稿过程中，山口正士博士和田英太郎博士、向井 宏博士、辻 尧博士与久米恒雄等诸位所惠予的协助一并致以衷心的感谢。

大森 信

池田 勉

1976年10月

目 录

第一章 浮游生物概述	(1)
一、浮游生物的定义.....	(1)
二、浮游生物的大小.....	(1)
三、浮游动物的生态学分类.....	(4)
(一) 依据盐度高低和水域宽狭分类.....	(4)
(二) 依据栖息深度分类.....	(5)
(三) 依据浮游生活时间的长短分类.....	(5)
四、浮游动物的种类.....	(6)
第二章 浮游动物的采集	(19)
一、采集的类型.....	(19)
(一) 定量采集.....	(20)
(二) 定性采集.....	(25)
(三) 标准采集.....	(26)
二、微型浮游动物的采集与浓缩.....	(27)
(一) 标本的采集.....	(27)
(二) 标本的浓缩.....	(28)
三、网采浮游动物的采集.....	(30)
(一) 网采集.....	(30)
(二) 网的规格与质地.....	(31)
(三) 浮游生物网的种类与构造.....	(34)
(四) 浮游生物网的使用方法.....	(44)
四、小型游泳动物、极表层浮游生物和底栖浮游生物的采集.....	(50)
五、饲养实验用的浮游动物的采集.....	(53)

第三章 浮游动物标本的固定与保存	(56)
一、标本的固定.....	(56)
(一) 微型浮游动物.....	(56)
(二) 用网采集的浮游动物.....	(58)
二、麻醉剂.....	(60)
三、标本退色的预防.....	(61)
四、标本的保存.....	(62)
五、采集及保存标本用的容器.....	(63)
六、标签与记录.....	(64)
七、标本的保管.....	(67)
第四章 浮游动物的观察与鉴定	(68)
一、活体观察.....	(68)
二、种的鉴定.....	(71)
三、解剖与染色.....	(79)
四、永久标本的制作.....	(82)
第五章 标本的处理与测定	(85)
一、分割与分选.....	(85)
二、个体数的测定.....	(94)
(一) 微型浮游动物.....	(94)
(二) 网采浮游动物.....	(95)
三、生物量的测定.....	(98)
(一) 沉淀量.....	(99)
(二) 排水量.....	(100)
(三) 湿重 (活体重量).....	(102)
(四) 干重.....	(102)
(五) 干燥有机物重.....	(104)
四、个体的体长、体积和体重的测定.....	(105)

五、化学成分的测定·····	(107)
(一) 全蛋白、碳水化合物、几丁质、全脂肪···	(107)
(二) 碳、氢、氮·····	(108)
六、热卡的测定·····	(111)
第六章 浮游动物的分布与集群结构·····	(113)
一、分布与环境因素·····	(113)
二、标本及种间的相似性·····	(117)
三、集群的多样性·····	(123)
第七章 浮游动物的饲养·····	(132)
一、饲养装置·····	(132)
二、饲养的诸条件·····	(136)
(一) 饲养用水·····	(136)
(二) 水温和盐度·····	(138)
(三) 氢离子浓度和含氧量·····	(138)
(四) 光照·····	(139)
(五) 饵料·····	(139)
(六) 平衡水槽·····	(143)
三、饵料浮游生物的培养·····	(144)
(一) 硅藻类、植物性鞭毛虫类·····	(144)
(二) 原生动物·····	(148)
(三) 轮虫类·····	(149)
(四) 卤虫·····	(151)
第八章 浮游动物的摄食·····	(153)
一、浮游动物的食性·····	(153)
二、摄食速度的测定·····	(157)
(一) 摄食速度表示法·····	(157)
(二) 测定法·····	(158)

(三) 由碳量进行换算	(167)
(四) 测定时的诸条件	(168)
三、选择摄食	(174)
四、同化效率(消化率)的测定	(177)
第九章 浮游动物的呼吸与排泄	(181)
一、呼吸率的测定	(181)
(一) 呼吸率的表示法	(181)
(二) 测定法	(181)
(三) 测定时的诸条件	(193)
(四) 碳的最小需要量	(197)
二、排泄率的测定	(199)
(一) 排泄率的表示法	(199)
(二) 测定法	(199)
(三) 测定时的诸条件	(205)
三、呼吸与排泄的相互关系(O/N比, O/P比)	(211)
四、采集、实验操作对呼吸率、排泄率的影响	(215)
第十章 浮游动物的产量	(221)
一、生产过程及所用的术语	(221)
二、产卵量及孵出量	(223)
三、生长量的推算	(226)
(一) 生产过程的分析	(227)
(二) 年龄群的分析	(231)
(三) 发育阶段的滞留时间	(235)
四、死亡量的推算	(239)
五、产量的推算	(246)

- (一) 以野外采集资料为基础的推算方法…………… (246)
- (二) 以室内实验为基础的推算方法 …………… (255)
- (三) 生理学方法 …………… (256)

第一章 浮游生物概述

一、浮游生物的定义

浮游生物是指在水中过浮游生活的生物群，包括浮游动物和浮游植物两种。它们的共同特点是个体较小、无运动能力或运动能力微弱。它们的移动受风和水流的支配。

除了象一种根口水母 (*Stoma lophus*) 这样比较巨大的浮游生物之外，一般浮游生物个体大小都在几微米至20毫米之间。其中磷虾类和稚鱼的游泳能力较强，特别是它们能靠自身的力量作垂直方向的大幅度移动，因此与游泳动物之间没有严格区别。

体长为20—100毫米的乌贼类、游泳性虾类、七星鱼科及钻光鱼科鱼类等动物群，都称为小型游泳生物。

浮游动物与游泳生物是分属于两个领域论究的。

二、浮游生物的大小

浮游生物常以其大小划分为若干类群。虽然这种分类完全是人为的，但作为浮游生物之间的食物链来考虑，却是有意义的。

1957年的国际浮游生物会议决定，浮游生物大小的划分范围如表1所示。现在一般都以此作为分类的标准。

诚然，这样的划分含有相当强烈的主观因素，并且各个类群的大小范围也是各式各样的，因而浮游生物的大小组成和以统计方法处理所得到的各种大小浮游生物之间，在数量

表1 浮游生物大小的划分 (Cushing等, 1958)

名 称	个体大小范围
超微型浮游生物	小于5微米
微型浮游生物	5—60微米
小型浮游生物	60—500微米
中型浮游生物	500微米—1毫米
大型浮游生物	1—10毫米
巨型浮游生物	大于10毫米

关系上出现了不一致性。基于这一点Dussart (1965年)把浮游生物分为两大类,即可用网采集的浮游生物和能够通过普通网目的微型浮游生物。在大小范围符合函数 2×10^n 微米 ($n=0, 1, 2, 3$)的前提下,又把浮游生物分为超微型浮游生物(小于2微米)、微型浮游生物(2—20微米)、小型浮游生物(20—200微米)、中型浮游生物(200—2000微米)和巨型浮游生物(大于2000微米)五类。

但是这样的划分,把比较常用的术语:大型浮游生物和中型浮游生物处于同样的大小范围。再者,巨型浮游生物与小型游泳生物的区别亦不明确。

对此,著者认为,直至中型浮游生物仍可按Dussart方式划分,但中型浮游生物之后再需分为大型浮游生物(2—200毫米)和小型游泳生物(20—200毫米)两类。

在本书中,把仅用采水法进行的定量采集可能采到的,从超微型浮游生物到小型浮游生物(200微米以下的生物)称为微型浮游生物,或采水浮游生物,把中型浮游生物以上的都称为网采浮游生物(见表2)。

表 2 以Dussart的分类为基础进行的浮游生物大小的新划分

大小的划分	大小范围	主要的浮游生物组成
微型浮游生物 (采水浮游生物)	1. 超微型浮游生物 2. 微型浮游生物 3. 小型浮游生物	细菌 小型浮游植物、小型植物性鞭毛虫类 大型浮游植物、大型植物性鞭毛虫类、纤毛虫类、轮虫类、桡足类幼体
网采浮游生物	4. 中型浮游生物 5. 大型浮游生物	枝角类、桡足类 毛颚类、桡足类、翼足类、端足类、磷虾类、有尾类
6. 小型游泳生物 7. 巨型浮游生物 (胶质浮游生物)	200微米—2毫米 2—20毫米 2—200微米 20—200毫米 大于20毫米	虾类、头足类、稚仔鱼、七鳃鳗类 水母类、纽属梯

历来，网采浮游生物的含义仍是残留在最细密网目的筛绢里的浮游生物，虽然也含有200微米以下的生物，但实际上用浮游生物网采集时，即使在外海和高山营养贫乏的湖泊中，如果网目不在100微米以上者，就不可能进行有效的定量采集〔参见第二章三(二)〕。因为，作为采集对象的浮游生物最小尺寸一般都达到200微米左右。

如表2所示，巨型浮游生物和小型游泳生物在大小上无法区别。前者如水母类和纽鳃樽，水分多、胶质丰富。由于其形质难于并入作为网采浮游生物的动物群，故称为胶质浮游动物群。

浮游动物包括了微型原生动物，其大小划分的范围非常大(2微米—20毫米)。不过，主要组成是网采浮游生物中的中型浮游生物和大型浮游生物。本书着重叙述的亦是这些动物类群的研究方法。

三、浮游动物的生态学分类

浮游生物除个体大小不同外，栖息场所的环境、深度、浮游生活时间的长短等也有差异。这也成为历来从事分类工作的普遍根据。

了解比较常用的分类及其有关的术语，对于进行浮游生物的研究是很有意义的。以下提出：

(一) 依据盐度高低和水域宽狭分类

1. 海洋浮游生物：

外海性浮游生物

沿岸性浮游生物