



浮游生物学概论

郑 重 著

科学出版社

浮游生物学概论

郑 重

(廈門大学生物系)

科学出版社

1964

內 容 簡 介

本书共分四編二十章，將浮游生物的形态、分类、生态、生理、生化等各个方面作了全面性介紹。第一編是形态、分类部分，主要介紹一些比較普通的浮游生物，特别是我国沿海和淡水的习見种类。第二編是个体生物学部分，包括食性、生长、生殖、发育及生活史等內容。第三編是生态、生理、生化部分，也是本书的重点部分，將浮游生物的适应浮游方法、分布(包括平面、垂直及季节分布)、垂直移动、产量、种羣和羣落生态、浮游生物和环境及漁业的关系、发光現象以及生理、生化問題作了扼要叙述。第四編是研究动态部分，扼要地介紹了一些国内、外研究情况，并提出一些今后研究課題。书末附录采集、定量研究和培养方法以及参考文献和索引。

本书的主要对象是水产和海洋学院及綜合大学生物系水生生物专业的师生，同时，也可作为海洋和淡水生物研究人員以及其他高等院校生物系师生的参考书籍之一。

浮 游 生 物 学 概 論

郑 重 著

*

科 学 出 版 社 出 版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1964 年 1 月 第 一 版

书号：2829 字数：259,000

1964 年 1 月 第一次印刷

开本：850×1168 1/32

(京) 0001—2,200

印张：10 插页：5

定价：(7) 1.80 元

前 言

浮游生物虽是一类小型生物(除少数大型浮游动物外),可是,在水生生物界的地位却十分重要。一方面,它的种类繁多,数量很大,成为一个大而复杂的羣落;另一方面,它是很多貝类、魚类和鬚鯨类的基本餌料。沒有它,非但水域中的食物循环不能完成,并且这些經濟水产动物不能生长、繁殖。所以,浮游生物在漁业增产中起着决定性作用。此外,浮游生物和国防建設也有密切关系。一方面,它(发光种类)可以引起海上发光現象,不利于軍艦在夜間作战;另一方面,它可以作为海流指标,有助于海流系統的探索。最近,还发现有些浮游生物(尤其是磷虾)的大量密集,可以阻碍声波在水中的传播。由于它在理論上和实践上的重要性(参考緒論第二节),浮游生物学已日益引起各国的重視。例如,在水生生物或水产科学的研究机构中,它常成为一个独立的研究单位;在水产或海洋学院和綜合大学的生物系,它常列为一門专业必修課程。近年来,各国发表有关浮游生物的論文日益增多,可是,專門书籍却依然很少,而在我国更是缺乏这方面的书籍。在这情况下,迫切需要一本浮游生物的书籍是十分明显的。为此,著者曾在 1957 年編写了一本通俗性小书名叫《浮游生物》,将这类水生生物作了概括性介紹。最近三年来,由于貫徹了調整、巩固、充实、提高的八字方針,教学質量和科研水平都不断地提高,这本小书已显然不能滿足目前教学和研究的要求。因此,需要一本內容更充实、丰富,更能反映現代浮游生物学的研究成就的参考书是完全可以理解的。本书就是在《浮游生物》一书的基础上,經過多次反复修改、补充而写成的;在內容上,虽較前充实很多,可是,一定还存在着不少缺点,甚至錯誤,希望讀者們加以批評、指正,使它的質量能够不断地提高。

現在浮游生物学的主流,無疑的,是生态。因此,生态部分在这本书里占了較大比重。可是,生态应以形态、分类为基础;所以,形态、分类部分也占了很大篇幅。不过,这个部分,显然还不能滿足分类工作者的需要,因为在各个門类,一般仅列举較习見种、属的主要特征。在这方面,讀者可参考有关浮游生物的分类专著和論文(見参考文献)。生理、生化和生物物理是现代生物学的生长点,按理应作为本书的重点之一,可是,浮游生物的生理、生化研究开展較迟,同时,工作做得很少,而浮游生物的生物物理研究更是空白;所以,有关这方面的参考資料十分貧乏。不过,为了迅速提高我国浮游生物学水平,著者綜合这方面的零星、分散的資料,写了一章“生理、生化問題”,希望能引起讀者的兴趣和重視。摸清世界科研动态,是拟訂科学规划和进行科学研究的首要条件。为此,著者写了一章“国外研究动态”,并还写了一章“国内研究动态”,其中包括今后研究趋向,以供讀者参考。在本书末了,添加一个附录,扼要地介紹了一些采集、培养以及定量研究方法,并还列举分类、形态、生态、生理、生化等各方面的較重要参考文献,这对讀者进行教学或調查、研究应有所帮助。

解放前,浮游生物学基本上是一門空白学科。解放后,由于党对科学研究的重視和大力支持,各門科学都很迅速地成长起来,并已初步改变了我国在科学方面的落后面貌。現正向着科学技术现代化的伟大目标迈进。浮游生物学自不例外。近十年来,通过一系列的海洋和湖泊綜合調查(包括浮游生物生态調查)及在分类和生态方面的研究,这門年輕的生物科学已在我国打下了初步基础。今后,如果在这基础上,进一步开展理論联系实际的研究,并密切結合着生物化学和生物物理,大搞生态、生理研究,那末,著者深信,我国的浮游生物学,将和其他科学一样,迅速攀登世界科学高峰,并将为祖国社会主义建設作出更大贡献。

鄭 重

1963年5月于廈門大学生物系

目 录

前 言.....	iii
緒 論.....	1

第一編 形态、分类部分

第一章 类别介绍.....	5
第二章 浮游植物.....	8
一、細 菌	8
二、硅 藻	9
三、綠 藻	19
四、藍 藻	21
第三章 浮游动物.....	22
一、原生动物	23
二、腔腸动物	30
三、輪 虫	48
四、甲壳动物	54
五、腹足动物	98
六、毛顎动物	99
七、被囊动物	105
八、其他浮游动物	109
九、浮游幼虫	110

第二編 个体生物学部分

第四章 摄食方式和食料成分.....	117
一、摄食方式	117
二、食料成分	121
第五章 生长、大小和再生	125

一、生长	125
二、大小	129
三、再生	132
第六章 生殖	133
一、生殖方式	133
二、生殖量	135
三、生殖率	139
第七章 个体发育和生活史	141
一、腔腸动物	142
二、輪虫和枝角类	145
三、橈足类	146
四、磷虾类	149
五、櫻虾类	151

第三編 生态、生理、生化部分

第八章 对浮游的适应	153
一、扩大身体表面积来增加浮力	153
二、減輕身体比重来增加浮力	155
第九章 季节分布	158
一、海洋浮游生物的季节分布	158
二、淡水浮游生物的季节分布	160
三、生物学季节	161
四、形态的季节变化	164
第十章 平面分布	167
一、平面分布和温度的关系	168
二、平面分布和盐度的关系	169
三、平面分布和海流的关系	170
四、平面分布和其他因素的关系	174
第十一章 垂直分布	176
一、水层的垂直划分	176
二、各类浮游生物的垂直分布	177

三、种类和数量的垂直分布	178
四、垂直分布的变化	179
第十二章 垂直移动	183
一、昼夜垂直移动	183
二、季节垂直移动	191
第十三章 产 量	192
一、各海产量的比較	192
二、产量的季节和垂直变化	195
三、产量和环境的关系	196
四、产量和渔业的关系	199
五、初级生产力	200
第十四章 浮游生物和环境的关系	204
一、浮游生物和无机环境的关系	204
二、浮游生物和有机环境的关系	209
第十五章 浮游生物和渔业的关系	213
一、浮游生物和经济水产动物的关系	213
二、浮游生物和海洋渔业的关系	214
三、浮游生物和淡水渔业的关系	217
第十六章 种羣及羣落生态	219
一、种羣生态	219
二、羣落生态	227
第十七章 发光现象	231
一、发光种类	232
二、发光生理	238
三、发光生化	239
四、发光意义	240
第十八章 生理、生化問題	242
一、光合作用	242
二、代謝生理	244
三、循环生理	247

四、化学成分	248
--------------	-----

第四編 研究动态部分

第十九章 国外浮游生物研究	253
一、生态研究	253
二、生理、生化研究	258
第二十章 国内浮游生物研究	260
一、分类研究	260
二、生态研究	263
三、今后趋向	264
附 录	268
一、采集器具和方法	268
二、定量研究方法	273
三、培养方法	275
参考文献	281
索 引	295
一、名詞索引	295
二、生物名称索引	307

緒 論

一、定 义

不論在海洋或湖沼中，漂浮着各种生物，泰半很小，必須放在显微镜下才能看清它們的面貌。这些生物，虽隶属不同种类，却有一个共同特征，便是缺乏发达的行动器官(如魚的鰭)。因此，只能随着水流移动。虽則有些大型浮游动物如鉢水母类和高等甲壳类等具有一定的行动能力，可是，象魚类那样自由迅速地游泳，或逆流而行，还是不可能的。这类行动能力微弱，全受水流支配，并且一般很小的水生生物統称为浮游生物 (Plankton)。研究这类生物的科学，称为浮游生物学 (Planktology)。

二、重 要 性

浮游生物是水生生物界的重要组成部分之一，不但分布很广，种类很多，并且在数量上超过底栖生物和游泳生物，而更重要的是，它是很多經濟水生动物(包括鬚鯨、魚类、貝类等)的餌料基础。因此，它在漁业上具有重大意义。有些浮游动物如水母类的海蜇和甲壳类的毛虾等都是富有营养的海产品，并且由于数量大，分布广，已成为我国海洋捕捞业的对象之一。此外，浮游生物的重要性还表现在下列諸点：(1)很多浮游生物，特别是水母类、毛顎类、橈足类和海樽类等可以作为水团或海流的生物性指标 (biological indicator)。这对水文学工作者探索海流的来龙去脉，有一定帮助。(2)硅藻¹⁾、有孔虫、放射虫和翼足类等死后的外壳大量沉积在海

1) 硅藻死后的外壳大量沉积在海底成为硅藻土(硅藻軟泥)。这种土在工业上的用途很广，可作为：(1)建筑、磨光等材料；(2)过滤剂；(3)化学方面的担体和吸着剂；(4)造纸、橡胶、化粧品、油漆等方面的填充剂；(5)保温材料等。

底,成为海洋底質的重要組成部分之一。这些生物性沉积物对地质学家研究海洋地质历史和古代海洋环境有一定帮助。此外,根据有孔虫化石的分布,还可勘察海底石油資源。(3)通过浮游生物的分布及数量变动研究,可以了解水文要素的变化情况,并可为漁情预报提供科学依据。(4)浮游生物,因具有富集放射性同位素的能力,可以作为水域被放射性同位素污染的指标。(5)当浮游生物大量密集时,对声波在水中的传播,起着很大阻碍作用。(6)当发光浮游生物在沿岸水域密集时,会暴露艤艇在夜間的活动情况。上述最末二項在国防上具有重大意义。总之,浮游生物在理論上和实践上的重要性,将随着社会主义建設和科学研究的不断发展而日益增长。

三、和其他科学的关系

浮游生物学的范围,和其他生物科学一样,主要包括形态、分类、生理和生态四大部分。在形态、分类方面,这門科学和細菌学、藻类学及无脊椎动物学的关系非常密切,因为浮游植物是由細菌和单細胞藻类組成,而浮游动物主要是由各类无脊椎动物組成。在生态方面,这門科学和水产学、湖沼学及海洋学发生密切关系,因为浮游生物是鬚鯨和魚类的基本餌料,因此,它的产量和分布可以直接影响这些經濟水产动物的繁殖和洄游,从而影响漁业产量。同时,浮游生物的产量和分布是和海洋与湖沼的理化环境分不开的。此外,硅藻、有孔虫、放射虫和翼足类的外壳沉积在海底,成为海洋底質的重要組成部分。这样,浮游生物学又和海洋地质学发生了联系。随着科学研究向高精尖发展,浮游生物学将和生理学(尤其是比較生理学)、生物化学和生物物理学发生日益密切的关系。由此可見,浮游生物学是一門牽涉范围很广的生物科学,它的发展是和其他科学的发展分不开的。为此,浮游生物学工作者必須具有坚实的生物学基础和广博的科学知識。

四、簡 史

浮游生物学是一門比較年輕的科学，发展到現在还仅仅一百多年。它可以說是在 1845 年开始¹⁾，在那一年，J. Müller 率領了学生——包括著名生物学家 E. Haeckel——到德国北岸的赫耳果兰島 (Helgoland Isl.) 用浮游生物网采集浮游生物，并作了分类研究。过了二十多年，英国在 1873 年派遣“蔡伦权” (Challenger) 号調查船去大西洋和太平洋进行海洋物理、化学、地質和生物的綜合性調查，并用浮游生物网采集浮游生物。从 1876 年回国以后，陸續发表巨幅专著 50 本，这就是世界聞名的《蔡伦权报告》 (Challenger Reports)，其中有几本如硅藻类、放射虫类、橈足类、裂足类 (包括磷虾类) 等系专述浮游生物的。接着，德国在 1889 年派遣“国家” (National) 号調查船赴北大西洋专门采集浮游生物。因此，也称为“浮游生物远征队” (Plankton Expedition)。这个队的领导人便是著名浮游生物学家 V. Hensen。他在 1887 年創用 Plankton 这个名詞，并且首先采用定量方法来研究浮游生物的分布。这个远征队的調查报告称为《浮游生物远征队的結果》 (Ergebnisse der Plankton Expedition)。沒有疑問，这套专著奠定了这門科学的基础。1900 年以后，各国浮游生物学开始蓬勃发展起来，不过，所走的道路并不相同。資本主义国家的研究大都从个人兴趣出发，远远脱离生产实际。社会主义国家的浮游生物学和生产实践密切結合起来，为漁业生产服务。回顾我国过去的自然科学，由于国民党反动派的百般摧殘，向落人后。自从解放以来，由于共产党的正确領導和大力支持，各門科学正象雨后春笋那样地迅速成长起来，浮游生物学自不例外。最近十多年来，我国浮游生物学工作者在面向生产的原则下，进行了一系列的生态調查，并取得了显著成

1) 依照 Hardy (1946) 的意見，浮游生物学是在 1828 年开始发展的。在那一年，G. V. Thompson 在爱尔兰的科克 (Cork) 海滨用浮游生物网采集浮游生物。

績。今后，将在形态、分类的基础上，密切結合生物化学和生物物理，大力开展生态、生理研究，为攀登世界科学高峯而努力。关于这門科学的国内、外研究动态将在第 19—20 章詳述，兹不复贅。

第一編 形态、分类部分

第一章 类别介绍

浮游生物是一个大而复杂的生态类羣,包括下列两个大类:

1. 浮游植物 (phytoplankton) 种类組成較為单纯,仅包括細菌和各种单細胞藻类(硅藻、綠藻和藍藻)。这类微小浮游生物一般能吸收太阳能来制造有机物。所以,应属生产者 (producer)。

2. 浮游动物 (zooplankton) 种类組成較為复杂,包括大部分无脊椎动物和部分低等脊索动物,如原生动物的腰鞭毛虫类、有孔虫类、放射虫类和沙壳纤毛虫类,腔腸动物的水螅水母类、鉢水母类和櫛水母类,輪虫(单卵巢类),甲壳动物的枝角类、橈足类、磷虾类、櫻虾类及部分介形类(壮肢类)、端足类(蚌类)和糠虾类等,毛顎动物,腹足动物(翼足类和异足类),被囊动物(幼形类和海樽类),以及各类无脊椎动物和低等脊索动物的浮游幼虫(包括各种魚类的仔魚)。这类浮游生物不能自己制造有机物,而必須摄食其他生物。所以,应属消耗者 (consumer)。

如依大小来分,浮游生物可分为超微型、微型、小型、中型、大型、巨型等六类(表1)。

如依生活环境来分,浮游生物可分为下列三个大类:

1. 淡水浮游生物 (freshwater plankton) 在这类浮游生物中,以綠藻、輪虫、枝角类和橈足类較占优势。前三类在海洋浮游生物中并不重要。根据栖息場所,淡水浮游生物又可分为下列三类:

(1) 湖泊浮游生物 (limnoplankton) 生活在湖泊里的浮游生物。

表 1 各类浮游生物的大小和代表

类 别	大 小	代 表
超微型浮游生物 (Ultraplankton)	< 5 微米	細菌等
微型浮游生物 (Nannoplankton)	5—50 微米	微型鞭毛虫及微型硅藻等
小型浮游生物 (Microplankton)	50 微米—1 毫米	硅藻, 原生动物, 輪虫, 小型甲壳类及小型浮游幼虫等
中型浮游生物 (Mesoplankton)	1—5 毫米	一般小型水母, 枝角类, 橈足类及浮游幼虫等
大型浮游生物 (Macroplankton)	> 5 毫米	大型水母, 大型甲壳类, 毛顎类, 海樽类等
巨型浮游生物 (Megaloplankton)	> 1 厘米	巨型水母(如僧帽水母, 霞水母, 海蜇等)

(2) 池塘浮游生物 (heleoplankton) 生活在池塘里的浮游生物。

(3) 河流浮游生物 (rheoplankton) 生活在河流里的浮游生物。由于水流較速, 这类浮游生物, 不論在种类上或数量上, 都較貧乏。

2. 河口浮游生物 (estuarine plankton) 生活在半盐水(5—10‰)河口区的浮游生物。由于河口区介于淡水和海水之間, 这类浮游生物大都来自这两个水域。

3. 海洋浮游生物 (marine plankton) 这类浮游生物包括种类最多, 其中以硅藻、腰鞭毛虫、沙壳纤毛虫、水母、橈足类、磷虾类、毛顎动物、浮游被囊动物和浮游幼虫較占优势。值得提出的是, 磷虾类、毛顎动物、浮游腹足动物(翼足类和异足类)及浮游被囊动物在淡水水域中完全絕迹, 而水母在淡水水域中也极稀少(仅有桃花水母)。根据水平分布, 这类浮游生物又可分为下列两类:

(1) 近岸性浮游生物 (neritic plankton) 生活在沿海区(盐度較低)的浮游生物。

(2) 远洋性浮游生物 (oceanic plankton) 生活在大洋区(盐度較高)的浮游生物。

如依垂直分布来分,浮游生物可分为下列三类:

1. **上层浮游生物** (epiplankton) 栖息于上层(0—100 米)的浮游生物(包括浮游植物)。

2. **中层浮游生物** (mesoplankton) 栖息于中层(100—400 米)的浮游生物。

3. **下层浮游生物** (hypoplankton) 栖息于下层(400 米以下)的浮游生物。在大洋里,这类还包括深海浮游生物(bathoplankton)。

如依浮游时期的长短来分,浮游生物可分为下列三类:

1. **永久性浮游生物** (holoplankton) 整个一生在水中漂浮(图 6:A)。大多数浮游生物属于这一类。

2. **阶段性浮游生物** (meroplankton) 仅在幼虫期在水中漂浮;经过变态以后,便改营底栖生活(图 6:B)。一切底栖动物的浮游幼虫(图 43)属于这一类。这些幼虫在海洋浮游生物中占着很重要位置,而在淡水浮游生物中并不重要。

3. **暂时性浮游生物** (tychoplankton) 原非浮游种类,仅有时营短期的浮游生活。例如,(1)有些体外寄生虫如等足类的小寄虱(*Microniscus*)、桡足类的鳃(*Caligus*)等有时可脱离寄主,营短期浮游生活。(2)有些底栖低等甲壳动物如介形类、端足类、涟虫类和糠虾类等有时会离开底层而在水中浮游。这个现象在它们的生殖时期最常看到。因此,这些种类也可被浮游生物网采到。

第二章 浮游植物

浮游植物是一类微小的单细胞生物,一般具有色素体;故能通过光合作用,自己制造有机物。采集这类生物的最好器具是采水器,因为即使使用最细的浮游生物网也很难采得超微型和微型浮游植物。若把采来的浮游生物样用沉淀法处理,可以获得较多的种类和数量。这类浮游生物仅包括细菌和各种单细胞藻类,故种类组成较为单纯。兹将各类浮游植物分别介绍如下:

一、细 菌

这是一类最小的浮游生物,非浮游生物网所能采得;同时,也不易鉴定、计数。因此,一般浮游生物调查研究都没有包括这类超微型浮游植物。事实上,它在淡水和海洋中的数量很大,分布又广;而更重要的是,它是完成水域食物循环(包括氮和磷的循环)必不可少的主要环节;因为在代谢过程中,它把有机体(包括生物尸体)分解,并改变为磷酸盐、硝酸盐等无机盐类,而这些无机盐类正是浮游植物制造有机物所必需吸收的营养物质。例如,腐生细菌把生物尸体分解为氨或氨基酸,而硝化细菌又把氨或氨基酸氧化为硝酸盐。这种硝酸盐就能被浮游植物所吸收、利用。所以,很显然,没有这类细菌,水域中的氮化循环便不可能完成;同时,浮游植物,由于缺乏硝酸盐,不能生长、繁殖。这样,也就影响到浮游动物和鱼类的生长、繁殖。同样,细菌在完成碳、铁和磷的循环中,也起着主导作用。此外,细菌还具有下列意义:(1)细菌可以作为小型浮游动物和各种幼虫的食料;(2)细菌在沉淀铁、锰、碳酸钙等海底沉积物中起着一定作用;不过,关于这个问题,目前尚有不同意见;(3)细菌是经济贝类、鱼类以及人类疾病的病原;(4)细菌对石油的生成、移动及堆积具有重大作用。总的看来,细菌在水生生物界占