

原生动物学概论

顾福康 编著

Q959.11
GFH

高等教育出版社

119075

原生动物学概论

顾福康 编著

高等教育出版社

(京)112号

原 生 动 物 学 概 论

顾福康 编著

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 字数 490,000

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

印数 00,001—740

ISBN 7-04-003465-4/Q·185

定价 8.10 元

序

人们若想探索生物学上最基本的生命问题，如生命起源的问题；最原始的生命现象——也就是生理功能的问题；表现各种生理功能的器官最早出现的萌芽雏型问题；各种已成型的器官在生殖传代的过程中是如何传给下一代的问题等，最好的材料莫过于原生动物了。原生动物培养方法很简单，在实验室中很容易成活。并且它们的生命周期很短，繁殖很快，两个月可等于高等动物上千年。用它们研究生物学中的重大问题，可能会得到重大的启发。从来遗传学上的研究就是从原生动物开始的。

还有很多人以为原生动物既不能吃，又不能穿，是不值得研究的。并且由于原生动物是微观体积的，只是在显微镜发明以后，人们才开始研究它们，以致认为原生动物的种类似乎并不多。其实原生动物的历史是真核生物中最古老的。它们在地面上是无处不有的，只要有水或者带有一点潮湿的地方，就有原生动物。而寄生种类也很多。估计它们的总种数是不会少于昆虫的。所以原生动物在农业生产上，林牧副渔等经济生产上，人类身体健康方面都具有极其重要的影响。

顾福康同志的这本书，全面介绍了原生动物的知识，读者从中不但可了解原生动物的一般内容及其与人类的利害关系，也可明了生物学中基本原则的探讨。并且它在引起青年学生探求的兴趣上，也会起到一定的作用。

张作人

1987年7月17日

编者的话

近10年来,我国原生动物学的教学和研究,发展较快。目前已有一定基础,研究队伍也初具规模,并且原生动物学的基本理论和研究成果,正与细胞生物学、遗传学、微生物学等其他学科发生密切联系,日益受到农、林、牧、副、渔业、医学和环境科学等领域的工作者所重视。编者作为原生动物学领域中的一员,结合自己几年来的教学和科研工作,以及采用国内外在这一领域的研究成果,编写了本书——《原生动物学概论》,希望本书能为我国这门学科的发展,为我国社会主义科学教育事业的繁荣,以及为国民经济服务方面,起一点应有的作用。

实际上,编者从事原生动物学教学和科研工作的时间并不长,对这一领域的知识和理论水平十分有限。但甚为荣幸的是编者在教学、科研中,受到张作人教授的亲自关怀和指导;在《概论》编写始终,得到国内众多老师、专家、教授的支持、帮助和具体指导。这些是《概论》一书得以成功的重要条件。本书自提出大纲后,华东师范大学张作人教授、北京大学陈阅增教授、哈尔滨师范大学史新柏教授、中国科学院水生生物研究所沈韞芬研究员、重庆师范学院马成伦教授、北京大学曹同庚副教授和宁波大学戴玲美副教授等便对大纲提了许多修改意见;中国科学院水生生物研究所倪达书研究员也对本书编写给予热情支持。全书初稿写成后,其中第1章由张作人教授具体指导;第2章和第8章由沈韞芬研究员审阅,第2章分类部分并由华东师范大学赖伟副教授和董纪龙副研究员校审;第3章和第6章由史新柏教授审阅;第4章由华东师范大学沈锡祺副研究员审阅;第5章由华东师范大学秦德安副教授审阅;第7章由曹同庚副教授审阅;第9章由马成伦教授审阅,其中的“疟原虫”部分也由中山大学梁东升副教授审阅;最终,全书由陈阅增教授审阅,并提出重要的修改意见。本书编写过程中,中山大学江静波教授提供了“疟原虫生活史”彩图,北京大学曹同庚副教授提供了有关电镜照片,中国科学院海洋研究所宿星慧副研究员和郑守仪研究员提供了有关放射虫、有孔虫的拉丁学名译名,华东师范大学吴治身教授提供了“粘菌分类资料”等;另外,上海自然博物馆唐庆瑜同志帮助绘制了全书插图,上海教育出版社邵弘同志和上海肿瘤研究所王伟芝同志为本书的编写收集了大量的资料,并协助做了大量的工作。在此,编者深表谢意。

本书中涉及的拉丁学名中文译名主要参照《拉汉无脊椎动物名称》(科学出版社,1978年版)、《西藏水生无脊椎动物》(蒋燮治、沈韞芬和龚循矩著,科学出版社,1983年版)、《拉汉海洋生物名称》(海洋出版社,1982年版)等。

限于编者的水平,书中可能有不少缺点或错误,敬请读者批评指正。

顾福康

1989年12月于华东师范大学

目 录

第1章 绪论

第1节 什么是原生动物	1
1. 早期开创性的研究	1
2. 原生动物的基本特征	1
第2节 原生动物与人类的关系	4
1. 理想的研究材料	4
2. 与环境保护的关系	6
3. 在国民经济中的作用	6
4. 人类、家畜的病原体	6
第3节 我国原生动物学的回顾和展望	7
1. 我国原生动物学研究概况	7
2. 我国原生动物学队伍及其学术交流	8

第2章 原生动物的分类

第1节 原生动物的分类概述	10
第2节 1980年原生动物分类系统	11

第3章 原生动物的形态结构

第1节 原生动物的细胞质	34
1. 细胞质内色素和色素细胞	35
2. 表膜	35
3. 细胞质衍生物	39
第2节 原生动物的细胞核	41
1. 细胞核的形态和结构成分	42
2. 纤毛虫的细胞核	49
3. 有孔虫的细胞核	52
第3节 原生动物细胞质内的重要胞器	52
1. 内质网	52
2. 高尔基体和副基体	54
3. 线粒体和动基体	57
4. 质体	60
5. 伸缩泡	61
6. 食物泡	65
7. 射出胞器	65
第4节 鞭毛、纤毛及其复合结构	69
1. 鞭毛和纤毛的亚显微结构	69
2. 鞭毛	71

3. 纤毛、纤毛复合结构和皮层	75
-----------------	----

第4章 原生动物的运动

第1节 变形运动	89
1. 运动胞器——伪足	89
2. 变形运动的基本过程及其动力的假设	93
3. 变形运动的分子基础	94
4. 变形运动的控制	95
第2节 鞭毛和纤毛运动	97
1. 鞭毛运动	97
2. 纤毛运动	100
3. 纤毛运动的协调和控制	102
4. 鞭毛和纤毛运动的机制	105
5. 钙离子在鞭毛和纤毛运动中的作用	108
6. 影响鞭毛和纤毛运动速度的因子	109
第3节 原生动物的其他运动形式	109
1. 以微管装配/解聚为基础的运动	109
2. 收缩运动	110
3. 滑动运动	111
4. 颗粒跃进运动	112

第5章 原生动物的营养、摄食消化和代谢

第1节 原生动物的营养	113
1. 营养类型	113
2. 营养方式的进化	114
3. 原生动物的营养要求	115
4. 原生动物获取营养的途径	117
第2节 原生动物的取食	124
1. 鞭毛虫的取食	124
2. 肉足虫的取食	126
3. 纤毛虫的取食	130
第3节 原生动物对食物的消化	138
1. 内吞泡及其变化过程	138
2. 纤毛虫对食物的消化	141
3. 变形虫对食物的消化	146
第4节 原生动物的代谢	146
1. 糖代谢	147

2. 蛋白质代谢.....	151	1. 接合生殖.....	229
3. 脂类代谢.....	152	2. 自体受精.....	243
4. 不同代谢途径的联系.....	153	第4节 纤毛虫接合生殖的生理学和生化学.....	245
第6章 原生动物的无性生殖		1. 交配型.....	245
第1节 无性生殖周期和核的行为.....	155	2. 交配素.....	249
1. 细胞周期.....	155	3. 交配素——接受子假设.....	251
2. 细胞周期中细胞核DNA合成和核的形态学.....	158	4. 接合生殖的人工诱导.....	253
3. 细胞核DNA合成的控制.....	160	5. 接合生殖中核器演化的细胞控制.....	254
4. 细胞核的有丝分裂.....	162	第8章 原生动物的生态学	
第2节 原生动物无性生殖过程中的形态学	164	第1节 影响原生动物生长和分布的因子.....	258
1. 与二分裂相联系的无性生殖.....	164	1. 非生物因子.....	258
2. 与复分裂相联系的无性生殖.....	171	2. 食物对原生动物种群大小的影响.....	263
3. 出芽生殖.....	173	3. 原生动物与基质的关系.....	266
4. 无性生殖周期中的多形态过程.....	176	第2节 淡水原生动物	266
第3节 纤毛虫无性生殖周期中的形态发生		1. 滞水生态系统.....	266
——口器发生.....	180	2. 激流水环境.....	269
1. 口器发生的类型.....	181	3. 淡水原生动物的功能类群和食物网.....	269
2. 口器发生过程.....	182	第3节 海水原生动物	271
3. 口器发生过程中毛基体的装配.....	191	1. 海水浮游原生动物的分类.....	271
第4节 纤毛虫无性生殖周期中的形态发生		2. 原生动物在海水浮游生物食物网中的作用.....	273
——体纤毛器的发生.....	193	3. 海岸带和深底带的原生动物.....	274
1. 腹面棘毛的发生.....	193	第4节 土壤原生动物	276
2. 背触毛的发生.....	196	1. 土壤动物区系的组成.....	276
3. 体纤毛器形成过程中毛基体的装配.....	199	2. 土壤原生动物发生和分布.....	277
第5节 纤毛虫形态发生中皮层纤毛器的形成和决定	201	3. 土壤原生动物的作用.....	279
1. 毛基体.....	202	第5节 污水水体的原生动物	281
2. 皮层先存结构的作用.....	202	1. 水质污染程度的分类.....	281
3. 细胞水平上皮层新结构形成的控制.....	203	2. 污染环境中的原生动物.....	282
4. 细胞核在皮层形态发生中的作用.....	204	3. 污水净化过程中的原生动物.....	283
第7章 原生动物的有性生殖		第9章 寄生原生动物学	
第1节 有性生殖中的减数分裂.....	207	第1节 原生动物的内寄生和外寄生现象.....	287
1. 减数分裂发生的时期.....	207	1. 寄生原生动物的形态和生理变化特点.....	287
2. 减数分裂的过程.....	208	2. 内寄生的原生动物.....	288
第2节 非纤毛类原生动物的有性生殖	212	3. 外寄生的原生动物.....	295
1. 配子配合.....	212	第2节 寄生原生动物的生活史及其与宿主的关系	297
2. 配母细胞配合.....	221	1. 人体寄生疟原虫.....	297
3. 自体受精.....	226	2. 鸡艾美球虫.....	302
4. 粘菌类原虫的有性生殖.....	227	3. 泰来虫.....	304
第3节 纤毛虫的有性生殖	228	4. 蛙片虫.....	306
		第3节 原生动物细胞内的共生体	308

1. 细胞内共生体与细胞器.....	308
2. 细菌内共生体.....	310
3. 藻类内共生体.....	314
第4节 原生动动物细胞内共生体的产生、维 持和整合机制	315

1. 原生动动物细胞内共生体的产生.....	315
2. 内共生关系的维持.....	320
3. 内共生关系的整合机制.....	321

参考文献

第 1 章 绪 论

第 1 节 什么是原生动物

1. 早期开创性的研究

1674 年, 列文虎克 (Anthony van Leeuwenhoek) 用放大 270 倍的显微镜首先在一滴水中观察到许多处于不同运动状态的“微生物”, 这些微生物就是后来所命名的原生动物, 因此这一年被看成是原生动物学研究的诞生时期, 列文虎克也当然地成为“原生动物学之父”。自 1678 年起一直到 18 世纪初, 以惠更斯 (Huygens) 等为代表, 对类似的微生物进行了一系列深入细致的观察, 结果便描述了许多新种(那时描述命名的许多种, 甚至现在还得到承认)。后来, 里斯伯格 (Wrisberg, 1765) 又在各种植物物质浸液中发现了与上述微生物相似的生物体, 对这些生物体提出了“纤毛虫” (infusoria) 之说。约半个世纪后, 戈德弗斯 (Goldfuss, 1817) 首先将全部这类微生物称为“原生动物” (protozoa), 意思是“最原始的动物”, 但是在他描述命名的“原生动物”中, 也混入了如腔肠动物 (coelenterate) 那样的多细胞动物。此后, “原生动物”这一生物类群, 正逐渐为大多数人所了解。

爱伦堡 (Ehrenberg) 对原生动物形态结构的研究进行了开创性的工作, 他的代表作是 1838 年发表的“纤毛虫——完整的生物体” (Die Infusionsthierchen als vollkommene organismen) 一书。但是, 爱伦堡是在“全部动物都有相同的身体结构”理论支配下, 去观察“纤毛虫的营养道、生殖腺和其他各种器官”的, 因此并未总结出原生动物区别于其他多细胞动物的关键形态特征。时隔不久, 杜嘉尔迪 (Dujardin, 1841) 则根据原生动物的形态结构指出, 纤毛虫具有非常原始的组织结构, 其身体主要是由最简单的能运动的物质所组成。后来这类运动物质被其他科学家命名为原生质 (protoplasm)。无疑, 杜嘉尔迪提出了原生动物的一个重要特征, 但是对原生动物结构特征作出明确的阐述, 乃至对原生动物整个类群的基本概念取得关键性进展的, 则是施莱登 (Schleiden) 和施旺 (Schwann) 在 1838 年和 1839 年间提出并传播细胞学说 (cell theory) 之后。1845 年, 西波特 (van Siebold) 根据细胞学说, 第一次对原生动物下了比较科学的定义, 即: 原生动物是一类“具有不同的器官系统, 但没有明显的分隔, 具有不同的结构和简单组成的单细胞动物”。这一论述为后来大多数人所接受。现在, 人们也普遍认为原生动物是“原始的单细胞生物”。

2. 原生动物的基本特征

又一个多世纪以来, 随着人类关于生命形式及其他多方面的认识不断积累和提高, 尤其是研

究手段和技术的更新发展,对原生动物的形态结构、营养方式和生理功能等诸方面研究的日益深入,如果目前要提出,什么是原生动物?对原生动物这一生物类群下一个基本定义的话,则可以说,原生动物是一类体型微小、结构简单、动物性的原始单细胞生物。一般来看,它有如下几方面的特征:

体型微小

原生动物个体大小从几微米到 10^3 微米不等,一般在 $10-100$ 微米之间,大部分只有借助显微镜才能观察到,在真核生物中是最小的(图 1-1),因此有人将它称为“显微镜下的生物”。目前又在海洋生态系统中发现了某些小于 1 微米的异养型鞭毛虫,要看清它们的形态结构,只有借助电子显微镜。

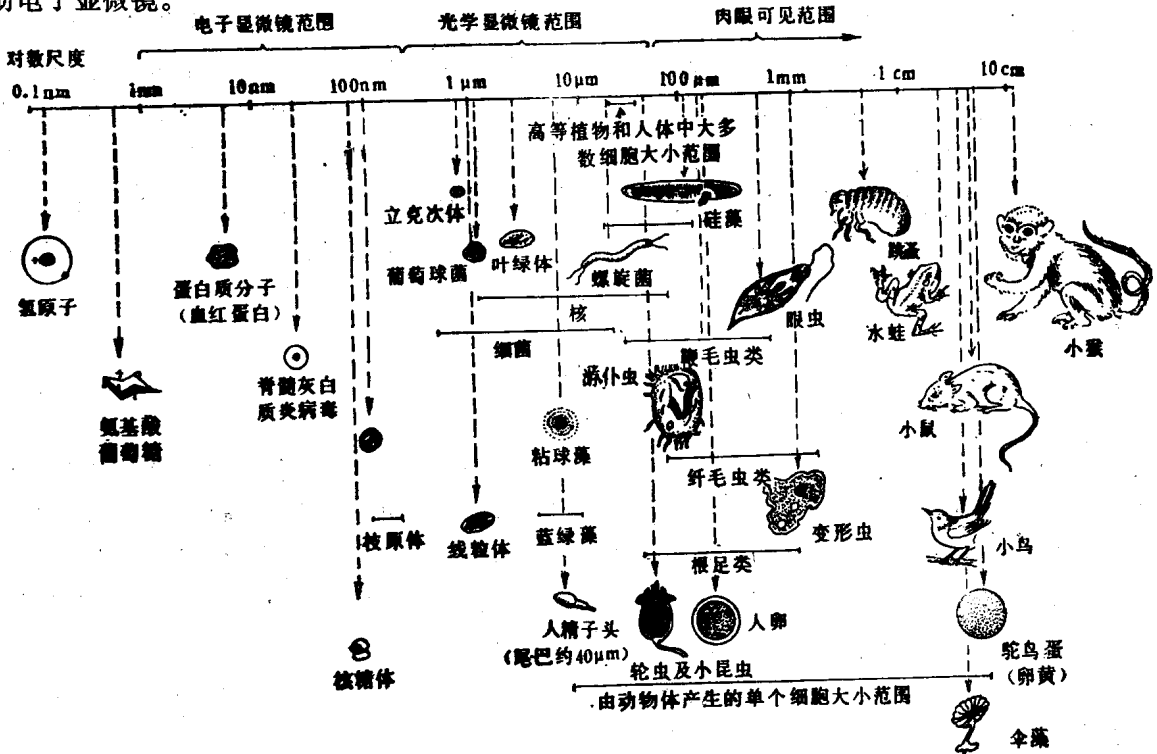


图1-1 原子、分子与原核生物、真核生物细胞大小的比较(包括与细胞器和小生物体的比较)(仿尤复翰等, 1982)

单细胞

原生动物是最简单的真核生物,一个原生动物体就是一个真核细胞,其中含有与多细胞生物细胞基本单元相似的结构组分,细胞膜、细胞核、线粒体、内质网和高尔基体等样样俱全(图1-2)。但是原生动物(尤其是纤毛虫)细胞中所出现的多倍性程度是高等生物中的单倍体或双倍体细胞不能相比的,原生动物作为一个完整生物体所经历的长时期进化过程(除某些寄生种类经过长期与宿主间的相互作用,某些细胞结构成为“多余”,而逐步退化或简单化外),其细胞的复杂程度也是多细胞生物中的一个细胞远不能及的。由于原生动物细胞含有各种功能

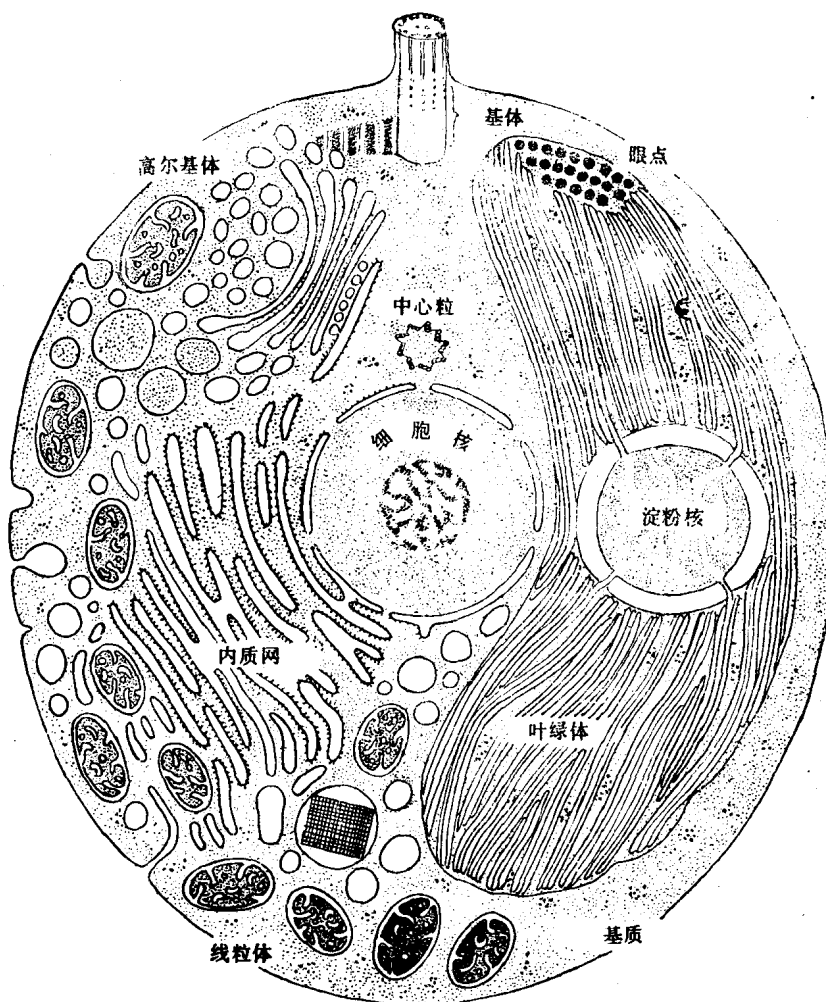


图1-2 原生动物的细胞亚显微结构模式(仿 Grell, 1973)

性“小器官”，能行使相似于一个多细胞生物体的独立生活，诸如运动、摄食消化、生殖等全部生命活动。但多细胞生物体的一个细胞如脱离了生物体，一般是不能独立生活的。因此，既具有典型的真核细胞结构，又是生物界成员中一个完整的生物体，这是原生动物的特殊之处。

身体结构简单和生理功能的原始性

在生物体水平上，原生动物的结构要比其他多细胞生物简单得多。多细胞生物经历了细胞间的分化，生物体含有不同细胞组成的各种组织、器官和系统，行使多种统一整体性的生理功能。但原生动物仅发生了细胞内的分化，其细胞质分化产生各种“小器官”，来执行相似于多细胞生物中发生的种种生理功能。这种生物体分化，其结构的简单性，也表现为它行使的生理功能的原始性。例如，鞭毛、纤毛和伪足司运动；口器或胞口、胞咽等“口结构”行摄食（变形虫甚至没有“口结构”；它可在身体表面任何部位形成伪足来取食）；刺丝泡表现防卫反应；伸

缩泡调节生物体的渗透平衡等。在生殖方式上即使是高度进化的纤毛虫，也仅仅是以横分裂进行无性生殖，以接合等方式进行有性生殖。这些都表明原生动物生理功能上的原始性，与多细胞动物相比，反映出原生动物作为真核生物所出现的多细胞动物的祖先类型的特点。但要指出的是，自然界现存的各种原生动物是与其他多细胞动物一样，经历了千百万年的进化而演变成的现代种，如果将这些原生动物看作为多细胞动物的原始祖先，那也是错误的。

具有“动物性”特征

原生动物没有如植物细胞那样的细胞壁，并且大部分种没有色素体，在生命活动中靠主动运动获取其他生物体物质，来取得能量和建造自身物质的材料。例如，大多数原生动物食细菌类颗粒物质，或食细菌分解的生物体碎片。也有些原生动物食其他类小动物或其他原生动物。甚至有的原生动物以获取宿主的营养物质为生，营寄生生活。因此可以说，大部分原生动物在生命活动中采取异养营养方式，具有与其他动物相同的特征。

但也有些原生动物细胞含有叶绿体，能以光合作用获取营养，具有与植物同样的特征，然而这毕竟是少数。

上述是原生动物这一大类群的一般特征。但由于原生动物并不是一个自然类群，而且它们已经发生以及继续发生着与环境条件密切联系的不同方向、不同程度的适应和进化过程，使这一类群内部各分类单元或同一分类单元含有的种类之间出现各种差异，具体表现为各种原生动物形态结构和生理功能的多样性，因此不可能对全部原生动物下一个十分正确的定义。例如，含有色素体的鞭毛虫眼虫，在一定条件下营自养营养，在改变了的条件下则以异养营养，这说明这些鞭毛虫既具有植物、又具有动物一样的营养特征。缘毛类纤毛虫一般是群体性的，但组成群体的细胞之间通常不出现分化，各个个体有自己的独立性。但有些团藻类鞭毛虫中，许多细胞(多至10 000个细胞)聚集在一起形成群体，细胞间已经表现出“分工”，有了体细胞和生殖细胞的分工，其细胞在生命活动中行使不同的功能。像团藻这样的群体，似乎已经是一个统一的整体了，已经具有多细胞生物的某些相似的特征。

第2节 原生动物与人类的关系

原生动物的分布十分广泛，从江、河、湖、海到池塘、溪流、水沟和临时性积水坑中都有存在。甚至在土壤、空气中也能找到。营寄生生活的种栖息范围也非常广，植物、动物直至人类都可成为其宿主，并且寄生位置从某些植物的表面到内部浆液，从动物(包括人类)的体表到口腔、营养道、组织器官甚至血液中等，可以说无处不在。因此在自然界，凡是有人类以及其他生物活动的地方，都有原生动物大量发生。在这种情况下，原生动物必然直接或间接地与人类发生密切的关系。

1. 理想的研究材料

原生动物取材容易，培养方便(可在人工条件下大量培养)，生命周期短(一个原生动物在

一天内可繁殖一至数代), 获得结果快, 加之原生动物细胞体积大, 便于观察处理等, 这些多方面的优点, 很早就引起生物学许多领域工作者的重视, 将其作为遗传学、细胞生物学、生物化学和医学等领域的研究材料。

早在 1938 年, 圣奈伯伦 (Sonneborn) 等就研究了双小核草履虫(*Paramecium aurelia*)中含有卡巴粒(后来证明, 卡巴粒实际上是一种细菌内共生体)的放毒型草履虫和不含卡巴粒的敏感型草履虫的接合生殖, 发现了这种细胞质颗粒的遗传特征, 从而为细胞质遗传提供了例证(见“寄生原生动物学”一章)。在细胞质遗传的分子生物学研究中, 关于真核生物受精后的合子中, 限制性内切酶的作用及其特殊性, 是在植鞭虫类原生动物衣滴虫 (*Chlamydomonas*) 中首次发现的: 衣滴虫有性生殖中的交配型是由细胞核内的一对等位基因 (mt^+ 和 mt^-) 决定, 而细胞质内的叶绿体 DNA 则是由合子中带有 mt^+ 基因的亲代传递给所有子代的, mt^- 亲代则不能传递。有人把 mt^+ 作为雌性, 把 mt^- 作为雄性。如果在衣滴虫交配前, 对 mt^+ 用紫外线处理, 则 mt^+ 照射的配子叶绿体 DNA 复制受到抑制, 结果叶绿体 DNA 是父性遗传的。据此推测, mt^- 亲代叶绿体 DNA 的丧失, 是在合子形成后。由于用浮力密度法测得合子中除来自 mt^- 的叶绿体 DNA 失掉外, 来自 mt^+ 的叶绿体 DNA 也轻于相应的配子和营养细胞的叶绿体 DNA, 有人便进一步假设, 衣滴虫形成合子后, mt^- 叶绿体 DNA 由起源于 mt^+ 叶绿体 DNA 的限制性内切酶所破坏, 而 mt^+ 叶绿体 DNA 却由另一个酶使 DNA 加上一个侧链而受到保护。

关于真核细胞细胞器的起源是涉及到细胞在生命进化历史过程中发生的重大基础理论。作为低等真核类的原生动物也是这一研究中不可缺少的材料。目前对多种原生动物的重要细胞器线粒体及其含有的 DNA 已经作了较详细的研究。例如, 对纤毛虫梨形四膜虫 (*Tetrahymena pyriformis*) 线粒体 DNA 的研究表明, 除其多方面的特征与细菌 DNA 相似外, 也发现线粒体 DNA 含有用于合成 rRNA 的有关基因, 但线粒体进行蛋白质合成的许多成分(如 rRNA, tRNA 和核糖体等)并不完全由自身提供, 其大部分蛋白质合成须在细胞核控制下进行。并且, 线粒体 DNA 复制采取一种半自主性的“自我复制”方式, 它也不同于细胞核 DNA 的复制(详见第 3 章“原生动物细胞质内的重要胞器”部分)。由此可知, 目前所提出的“线粒体可能起源于一种细胞内共生的细菌”的假设, 也可在原生动物中找到证据。由于在原生动物中普遍发现细菌内共生体, 在绿草履虫 (*Paramecium bursaria*)、多态喇叭虫 (*Stentor polymorphus*) 以及有孔虫等原生动物中还有藻类内共生体。并且有意义的是, 某些含细菌内共生体的原生动物, 例如一种淡水变形虫池沼多核变形虫 (*Pelomyxa palustris*)、许多厌氧纤毛虫和鞭毛虫中没有线粒体结构。目前对这些原生动物中的内共生现象如内共生体的侵入途径、内共生体与宿主间的关系和内共生现象的整合机制等正在研究中(见“寄生原生动物学”一章), 如能对这些问题加以澄清或阐明的话, 那么这对细胞生物学、遗传学领域中正在探索和讨论的真核细胞线粒体等细胞器的进化问题, 无疑会提供更为有益的证据材料。

细胞的鞭毛或纤毛运动机制也是细胞生物学领域的一个重要基础理论, 阐明这种运动机理也具有重要的实践意义。例如, 了解精子鞭毛的运动与受精的关系, 在医学上具有重要价值。目前对这一运动中微管滑动机制假设的提出, 除某些结果来自对海胆精子鞭毛、瓣鳃类动物的

鳃纤毛等的研究外,许多工作是以衣滴虫、四膜虫和草履虫等的鞭毛或纤毛作为研究材料进行的。

2. 与环境保护的关系

工业和城市建设的发展,迫切需要解决污水处理问题。目前有许多国家应用微生物处理污水的方法,其中一个重要方面就是利用原生动物纤毛虫来消除有机废物、有害细菌以及对有害物质进行絮化沉淀。据观察估计,在污水处理的一定阶段,一个四膜虫在12小时内能食7200个细菌,类似的纤毛虫以一定数量(每毫升5万个)存在于生活污水中时,就能有效地降低流出物中细菌的数目。也有人发现草履虫能分泌一种多糖到污水介质中,多糖被其中的悬浮颗粒吸收,能改变颗粒的表面电荷,结果导致颗粒聚合而沉淀。

由于原生动物对环境条件有一定的要求,对栖息地中某些环境因素的变化较为敏感,尤其是不同水质的水体中必定生活着某些相对稳定的种类,因此在环境监察中,也可利用原生动物作为“指示生物”,判断水质污染程度。

3. 在国民经济中的作用

原生动物在国民经济中的作用可以有孔虫在地质学中的应用为例。有孔虫是海洋原生动物的一个重要类群,有底栖,也有浮游种类。在现代海底每平方米有多至1000个到250万个个体,钻孔取样时很易获得。地质学工作中经常应用有孔虫来判别地层沉积相,推断地质年代,进行地层对比,进而为解决有关地质理论问题和寻找各种沉积矿产服务。在石油勘探研究中发现,世界上大多数油田生成在中生代白垩纪和新生代第三纪的沉积地层中,由于大多数现代底栖和浮游有孔虫的地质年代,延伸至中新世,只要用现代区系同中新世以来的化石群区系进行直接对比,便能鉴别沉积相,确定地层年代,找到石油资源(王绍鸿,1982)。

近年来也发现,土壤原生动物对增加土壤肥力有作用,如分泌植物激活剂,使植物固氮增加,帮助土壤有机物的周转循环,侵入到腐烂物质中促进腐烂作用,改变土壤微生物群落,在土壤群落中食细菌特别是有害细菌等。因而原生动物在农业生产中也引起了重视。

4. 人类、家畜的病原体

据报告,有28种原生动物是人体寄生虫(Engemann等,1981),对人体健康带来不同程度的影响。全世界至少有四分之一人口得寄生原虫病。在我国被列入重点防治的五大寄生虫病(血吸虫病、疟疾、黑热病、丝虫病和钩虫病)中有两类是寄生原虫病:疟疾由疟原虫引起,黑热病由利什曼虫引起。仅疟疾病,在全球每年至少有3.5亿人受到危害,非洲等热带地区每年因疟疾死亡人数在100万以上,我国在解放前每年得病者至少有3000万以上。对人类有重要影响的寄生原虫病还有睡眠病、毛滴虫病、阿米巴痢疾等。此外寄生原虫对家禽和某些重要经济动物也有严重影响。几种寄生原虫对人类、家禽等的致病情况见表1-1。

自由生活的淡水变形虫〔棘变形虫(*Acanthamoeba*)和福氏纳旧虫(*Naegleria fowleri*)〕能侵

表 1-1 几种寄生原生动物对人类、家禽的致病情况
(集自 Gutteridge 等, 1977; Nisbet, 1984; Zaman, 1978)

类 群	属	疾 病	寄生或感染部位	传染媒介	
鞭毛虫	锥体虫属(非洲种)(<i>Trypanosoma</i>)	人类锥虫病(睡眠病), 牛非洲锥虫病, 其他锥虫病	血液/淋巴	采采蝇	热带非洲
鞭毛虫	利什曼虫属(<i>Leishmania</i>)	人类利什曼虫病: 皮肤(东方疔)、内脏(黑热病)和鼻粘膜利什曼虫病	皮肤或内脏的巨噬细胞	白蛉	热带地区
鞭毛虫	毛滴虫属(<i>Trichomonas</i>)	人类毛滴虫病(毛滴虫性阴道炎)	泄殖系统	性交	全球性
变形虫	内变形虫属(<i>Entamoeba</i>)	变形虫病疾	肠腔/内脏	包裹	主要在热带地区
孢子虫	艾美球虫属(<i>Eimeria</i>)	鸡球虫病	肠道上皮细胞	包裹	全球性
孢子虫	弓形虫属(<i>Toxoplasma</i>)	人类弓形虫病	巨噬细胞	被感染猫体内的包裹	全球性
孢子虫	疟原虫属(<i>Plasmodium</i>)	人类疟疾	肝脏、红细胞	按蚊	热带地区
孢子虫	巴贝虫属(<i>Babesia</i>)	牛巴贝虫病	红细胞	蜱	全球性
粘孢子虫	粘体虫属(<i>Myxosoma</i>)	鱼类打转病	软骨、主轴骨、肋骨等	孢子	——
纤毛虫	肠袋虫属(<i>Balantidium</i>)	人类痢疾	肠腔或肠壁	包裹	(我国极少病例)

入人体神经组织, 引起原发性阿米巴脑炎。某些海洋腰鞭虫大量繁殖时会引起海洋赤潮, 破坏环境, 对鱼类、其他经济动物, 直至人类带来严重影响。因此对有害原生动物的防治研究, 也是原生动物学工作者的任务之一。

从以上某些侧面, 不难看出原生动物学不但是一门理论性很强的基础学科, 并且在农、林、牧、副、渔等方面有非常广泛的应用前景, 与人类的健康和生活也息息相关。

第 3 节 我国原生动物的回顾和展望

1. 我国原生动物学研究概况

解放前我国从事原生动物学研究的科技人员寥寥无几, 研究范围也十分狭窄, 一般偏重于形态和分类方面的工作。建国以来, 在党和政府的关怀下, 我国原生动物学事业获得了比较迅速的发展, 开创了许多新的研究领域。在环境保护方面的生物学研究刚开始时, 我国学者已在原生动物的分类、区系方面并结合环保做了大量的工作, 撰写了与环境保护密切相关的《废水生物处理微型动物图志*》, 总结了污水水体中常见的原生动物指示种类, 对在我国开展应用原生动物评价水质的工作起了推动作用。接着, 《西藏水生无脊椎动物**》专著出版, 其中大部分

* 湖北省水生生物研究所第四研究室无脊椎动物区系组(玉家楫、沈福芬、龚循矩): 废水生物处理微型动物图志, 中国建筑工业出版社, 1976年。

** 蒋燮治、沈福芬、龚循矩: 西藏水生无脊椎动物, 科学出版社, 1983年。

内容涉及到“西藏高原的原生动物”，这不仅在原生动物的区系、分类方面有重要价值，并且可在理论上为解决生物区系的起源问题，在实践上为合理开发利用自然资源等提供科学依据；在“原生动物细胞核、质关系”的研究中，我国学者以纤毛虫贝棘尾虫 (*Stylonychia mytilus*) 为材料，通过在一定条件下干扰细胞质、而不影响细胞核的情况下，获得了能遗传的“骈体棘尾虫”，提出了细胞质在细胞分化及形态发生、遗传等方面的重要性，细胞质和细胞核相互作用的辩证关系；在原生动物无菌纯系培养方面，我国学者研究获得了梨形四膜虫 9 个株系，并对四膜虫无小核株作了同步分裂诱导实验，分裂指数达到 85% 以上，可利用作为细胞生物学、遗传学和生物化学等方面的理想材料；在原生动物细胞学、纤毛虫形态和形态发生以及纤毛虫接合生殖研究中，我国学者应用自己改良的银浸法、黑色素染色法、蛋白银染色法等多种方法，并结合超微结构和分子水平上的工作，取得了许多重要成果。例如，贝棘尾虫有性生殖的详细研究，对阐明纤毛虫接合生殖期间核器和皮层纤毛器演化的形态学有重要价值。在四膜虫接合生殖研究中，首先观察到了四膜虫配子核通过接合区时的详细特征，从而对纤毛虫接合生殖中的有关机理提出了新的见解；在鱼病防治研究方面，我国学者重视理论联系实际，并创立了自己的鱼病学。例如，《湖北省鱼病病原区系图志》*等研究成果，对渔业生产有重要的应用价值；在疟原虫的研究中，我国学者不但对疟原虫的生活史和侵入红细胞的过程及防治问题做了相当出色的工作，并且已发展到利用疟原虫开展免疫诊断、单克隆抗体和动物模型、实验寄生虫学的研究等。这一系列的研究工作，已经受到国际学术界的关注。

2. 我国原生动物学队伍及其学术交流

以前，我国原生动物学工作者没有自己的专业学会组织，研究队伍也少而分散，且很少能得到学术交流的机会。1980 年 2 月至 4 月，全国 30 多所高校、科研单位的 50 多位原生动物学工作者参加了在华东师范大学举办的原生动物学讲习班，国际著名的一位美国原生动物学家也应邀来华东师范大学讲学。这次讲习班实际上是我国在专业原生动物学领域开展的第一次大规模学术交流活动，它也为我国原生动物学学会的诞生作了多方面的具体准备。此后，在国家有关部门的支持和我国原生动物学工作者的努力下，1981 年 5 月 25 日至 5 月 31 日，在武汉召开“中国动物学会原生动物学会成立大会暨第一次学术讨论会”，选举产生了我国原生动物学会第一届理事会，并同时在中国科学院水生生物研究所设立了学会办事机构。华东师范大学受学会委托，编辑出版了《中国原生动物学会第一次学术讨论会论文摘要汇编》。学会的建立，对我国原生动物学事业的繁荣和发展，无疑有重要作用。以后，学会将每两年组织举行一次学术讨论会，每四年召开一次会员代表大会。目前已分别于 1983 年 7 月在哈尔滨，1985 年 7 月在浙江临安，1987 年 11 月在广州召开了第 2、3、4 次学术讨论会。至今，学会会员又有相当发展，加上从事原生动物学工作和学习的其他人员，研究队伍的规模已十分可观。

1978 年和 1979 年，我国在原生动物学领域开始恢复同国际间的学术联系和交流。1980 年

* 湖北省水生生物研究所主编：湖北省鱼病病原区系图志，科学出版社，1973 年。

起,我国有多名学者先后被国际原生动物学家协会吸收为会员或名誉会员。1981年7月、1985年6月,我国并派出正式代表相继参加在波兰华沙、肯尼亚内罗比召开的第6、7届国际原生动物学大会。1983年7月,我国代表出席了在日本召开的第1届亚洲纤毛虫学大会。会议期间,许多国家的学者提议并希望能在中国、由我国举办“第2届亚洲纤毛虫学大会”。在我国原生动物学工作者的努力下,1986年7月在上海由中国原生动物学会、华东师范大学负责主办召开了第2届亚洲纤毛虫学国际会议,出席会议的有我国以及美国、英国、法国、加拿大、日本、印度等10多个国家和地区的80多位专家学者。这次会议也标志着我国原生动物学事业的新发展。

我国原生动物学领域在许多方面从无到有,研究队伍从少数人到初具规模,尤其是目前我国原生动物学领域已有自己的硕士、博士研究生,科研事业后继有人。但与国外相比,差距还是很大,我们的大部分领域仍然十分落后,原生动物学研究还远不能满足我国社会主义建设中国民经济发展的需要,摆在我国原生动物学工作者面前的任务“任重而道远”。愿每一个志力于我国原生动物学事业的工作者和学生,在党的领导下,发扬开拓精神,努力创业,为使我国原生动物学的各个方面能名列国际先进之林而奋斗。