

福建沿岸微型硅藻

程兆第 高亚辉 刘师成 著

海洋出版社

1993

序 言

海洋占地球面积的 71%，其中有极丰富的资源，直接或间接的可为人类所利用。漂浮在水中能自制有机物的单细胞硅藻，无疑是最重要的一部分，它是水域中的初级生产者。

从电子显微镜发明以来，世界各国已大量应用于各个方面，硅藻也不例外。我国也已开展这方面的工作。

最近几年，在厦门港和福建沿岸，结合叶绿素测定的同时开展了微型硅藻研究，说明在厦门港微型的在初级生产力中的重要性(占 75.1%)。微型硅藻是其中很重要的一员。

至于写成书籍在我国还是第一部，它是水产养殖、饵料培养、海洋污染研究等方面的重要参考书，为进一步开展微型生物和经济动物等方面的研究创造条件，为我国的社会主义建设服务。

金 德 祥

一九九二年十一月于厦门大学

目 录

绪论	(1)
第一章 浮游植物叶绿素含量与硅藻细胞数	(3)
第二章 微型硅藻	(8)
一.采集	(8)
二.样品处理	(9)
三.观察和计数	(9)
四.分类研究	(9)
硅藻门 Bacillariophyta	(9)
中心纲 Centriac	(9)
圆筛藻科 Coscinodiscaceae	(10)
骨条藻属 <i>Skeletonema</i>	(10)
圆室藻属 <i>Rocella</i>	(12)
小盘藻属 <i>Minidiscus</i>	(13)
小筒藻属 <i>Microsolenia</i>	(16)
海链藻属 <i>Thalassiosira</i>	(17)
小环藻属 <i>Cyclotella</i>	(29)
波盘藻属 <i>Cymatodiscus</i>	(33)
波形藻属 <i>Cymatotheca</i>	(34)
冠盘藻属 <i>Stephanodiscus</i>	(35)
圆筛藻属 <i>Coscinodiscus</i>	(36)
石丝藻属 <i>Lithodesmium</i>	(36)
细柱藻属 <i>Leptocylindrus</i>	(36)
金盘藻属 <i>Chrysanthemodiscus</i>	(37)
角毛藻科 Chaetoceraceae	(37)
角毛藻属 <i>Chaetoceros</i>	(37)
羽纹纲 Pennatae	(38)
舟形藻科 Naviculaceae	(39)
蜆形藻属 <i>Amphiprora</i>	(39)
双肋藻属 <i>Amphipleura</i>	(40)
双壁藻属 <i>Diploneis</i>	(40)
美壁藻属 <i>Caloneis</i>	(41)
羽纹藻属 <i>Pinnularia</i>	(42)
舟形藻属 <i>Navicula</i>	(42)
桥弯藻科 Cymbellaceae	(52)
双眉藻属 <i>Amphora</i>	(52)
桥弯藻属 <i>Cymbella</i>	(54)

异极藻科 Gomphonemaceae	(54)
异极藻属 Gomphonema	(54)
等片藻科 Diatomaceae	(55)
星杆藻属 Asterionella	(55)
具槽藻属 Delphineis	(56)
新具槽藻属 Neodelphineis	(56)
缝舟藻属 Rhaphoneis	(57)
针杆藻属 Synedra	(58)
波纹藻科 Cymatosiraceae	(59)
波纹藻属 Cymatosira	(59)
弧眼藻属 Arcocellulus	(60)
微眼藻属 Minutocellus	(61)
蝶眼藻属 Papiliocellulus	(62)
无管眼藻属 Extubocellulus	(62)
卵形藻科 Cocconeaceae	(63)
卵形藻属 Cocconeis	(63)
曲壳藻科 Achnanthaceae	(64)
曲壳藻属 Achnanthes	(64)
窗纹藻科 Epithemiaceae	(67)
细齿藻属 Denticula	(67)
拟细齿藻属 Denticulopsis	(67)
菱形藻科 Nitzschiaceae	(68)
菱板藻属 Hantzschia	(68)
菱形藻属 Nitzschia	(68)
双菱藻科 Surirellaceae	(76)
双菱藻属 Surirella	(76)
参考文献	(78)
学名索引	(85)
后记	(91)

绪 论

在海洋浮游生物生态系统中,经典的食物链,集中地研究较大型的浮游植物,如硅藻、甲藻和被网捕浮游动物如挠足类所消耗问题等。本世纪 80 年代以来,人们发现海洋微型食物网在生态系统中占有相当重要的位置,起着本质的作用。这一食物网的主要特点是营养盐的快速更新,能量的高效转换,与碎屑紧密联系,以及具有复杂的摄食类型,包括吞噬营养(plagiotrophy)。微型食物网中的初级生产者是一群个体很微小的单细胞藻类和细菌,有时也包括较大种类生活周期中的某个阶段。它们是初级生产力的重要贡献者(可占初级生产力的 50~95%)。微型浮游生物(Nanoplankton and Picoplankton)(小于 20 μm)生产力研究是目前微型浮游生物研究中做的最多,最引人注目的课题,其中叶绿素和 ^{14}C 测定应用最广。电子显微镜(EM)的应用和制样技术的不断改进,使微型浮游生物的分类和亚显微结构研究也有了较快的进展。

微型浮游生物研究最早始于英国, Cole(1937)、Park(1949)、Knight-Jones(1951)等结合有商品价值的双壳类幼体的营养研究作过英国沿岸水域的一些微鞭毛藻的零星报导,我国金德祥教授(1965)曾对厦门及附近水域的海洋微型浮游生物作了初步调查。但没有对微型浮游生物作专题研究,直到近十几年才得到重视并有较快进展,这主要与一些新技术的应用有关。采用的测定技术有光学显微镜的细胞计数(Ballantine 1953, Reid 1983, Gardiner and Dawis 1987), 荧光显微镜细胞计数(Dawis et al. 1985), 叶绿素的分光、荧光、色谱测定(Hallegraeff 1981, Rao et al. 1983, Murphy and Haugen 1985, Weber and El-Sayed 1987, Kuosa 1988), ^{14}C 测定生产力(Van Valkenburg & Flemer 1974, Rao et al. 1983, Weber & El-Sayed 1987)。

目前对微型浮游生物大小的划分还不很一致,因为研究者常根据自己的需要进行人为划分。以前过滤浮游生物的最细筛绢是 GG25 号(孔径 50~60 μm),所以就定义可通过 GG25 号筛绢的为微型浮游生物。后来,出现了孔径 20~30 μm 的筛绢,就定义小于 20~30 μm 为微型浮游生物。Sieburth et al. (1978)和 Takahashi & Bienfang (1983)分别提出了较实用的大小划分系统,其划分等级相当于 3 个数量级。据此,我们把浮游生物划分为: 1. 小型浮游生物(Microplankton), 个体大小 20~200 μm ; 2. 微型浮游生物(Nanoplankton), 个体大小 3.0~20 μm ; 3. 极微型浮游生物(Picoplankton), 个体大小 0.2~3.0 μm 。后来的一些研究又发现很多浮游生物样品中以小于 5~10 μm 的种类占数量优势,为了研究方便,有些人就用 Ultraplankton 一词来描述那些小于 5~10 μm 的浮游生物,目前也有人以此来作为微型浮游生物的大小界限(Sitver et al. 1986, Shapiro & Guillard 1986)。

生产力研究的最大成果是发现微型浮游生物在初级生产力中占有很重要的比例,尤其是在热带寡营养水域,它们可占初级生产力的 80%或更多,它们比细胞较大的种类有明显的优势(Malone 1980, Li et al. 1983, Takahashi & Bienfang, 1983, Glover et al. 1985, Weber & El-Sayed 1987, 高亚辉, 1990, 陈怀清、钱树本, 1992)。我们采用紫外一可见计录分光光度计测定厦门港海水中小于 20 μm 和大于 20 μm 的浮游植物叶绿素 a 含

量(mg/m^3), 同时, 在 TEM 下定量计数小于 $20\mu\text{m}$ 和大于 $20\mu\text{m}$ 的硅藻细胞个数。

微型硅藻(Nanodiatom)是微型浮游生物中很主要的一员, 尤其在河口和近岸水域, 是贝类、经济动物幼体和浮游动物如桡足类、枝角类等的饵料生物。其中许多种类在室内人工条件下容易被培养, 这在本书的种类描述中已有提及, 作为贝类、鱼虾人工养殖上植物性饵料新品种的筛选, 具有很好的开发前景。它们也是赤潮生物中经常出现的种类, 如骨条藻属、海链藻属等, 在东山岛八尺门网箱养殖区发生的一次赤潮里(3月), 细小波形藻(*Cymatotheca minor* Voigt)是其中细胞数量占优势的种类之一。有些种类能够在污染水体里正常地生活, 例如, 厦门员当港中生活的威氏海链藻 [*Thalassiosira weissflogii* (Grun.) Fryxell & Hasle], 在室内单种培养下, 适应培养条件变化的能力强, 作为水环境监测的生物指标, 有进一步深入研究的实际意义。

微型硅藻个体很小, 只有借助电镜才能准确地分辨它们微细的构造和形态特征。因此, 目前只有一些零星报导, 大多数分类研究结合于生态研究中。我国海洋硅藻的分类研究, 金德祥等(1965, 1982, 1992)已有专著问世, 都是在光学显微镜(LM)下进行形态、生态特征的描述(细胞一般大于 $20\mu\text{m}$ 的种类)。本书以小于 $20\mu\text{m}$ 的硅藻作为专题, 利用透射电镜(TEM)对它们的形态特征、微细构造进行观察, 并附电镜照片。标本主要采自厦门港海水中的2个周年样品, 也包括福建沿岸的三都湾、平潭岛、福清、莆田和东山岛的少量材料。

本研究是国家自然科学基金(项目编号 39070192)资助课题, 工作中蒙厦门大学科研处, 生物学系领导和同志们的支持, 谨表衷心谢意。

著 者

一九九二年十月三十日

第一章 浮游植物叶绿素含量与硅藻细胞数

海洋单细胞藻类(浮游植物)具有植物界所特有的主要特征,即含有叶绿素 a,能进行光合作用,并放出氧气。因此,目前大多利用分光光度计(Hallegraeff 1981)和荧光光度计(Weber & El-Sayed 1987)或 ^{14}C 测定叶绿素的方法,以估算浮游植物现存量或水域初级生产力。分光光度计方法稳定,准确,适于测定生物量较高的样品如港湾河口区;荧光光度计方法灵敏,但不稳定,适于测定生物量较低的样品,如大洋区、热带寡营养区。

我们利用紫外-可见记录分光光度计,按照 Parsons et al. (1984)的方法测定厦门港海水中浮游植物叶绿素 a 含量(mg / m^3), 2 个周年(1989.2~1990.2; 1991.1~1992.1)的测定结果,变化趋势基本相同(表 1、图 1)。在厦门港周年中无论是 0m 层或 10m 层的叶绿素含量均以微型浮游植物(小于 $20\mu\text{m}$)较高(0m 层:周年平均为 $2.69\text{mg} / \text{m}^3$, 占 81.6%; 10m 层:周年平均为 $3.405\text{mg} / \text{m}^3$, 占 82.3%)(图 2)。可见在厦门港初级生产者中最主要的还是小于 $20\mu\text{m}$ 的浮游植物。

表 1 厦门港浮游植物叶绿素 a 含量(1989.2~1990.2)

月 份	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
< $20\mu\text{m}$	2.10	2.39	2.24	3.14	2.74	5.97	3.57	3.41	1.35	1.75	1.73	2.47	1.49
> $20\mu\text{m}$	0.11	0.42	0.37	0.45	0.20	1.64	1.57	0.93	1.38	0.10	0.44	0.50	0.87
总 和	2.21	2.81	2.61	3.59	2.94	7.61	5.14	4.34	2.73	1.85	2.17	2.97	2.36

浮游植物是一群个体微小的浮游生物,它包括了几乎所有门类的单细胞藻类和细菌,有时也包括较大种类生活周期中的某个阶段。硅藻是浮游植物中很重要的一员,因此,我们在厦门港测定叶绿素 a 含量的同时,利用透射电镜(TEM)(一般放大 3000 倍),在同一定量样品中,分别计数小型硅藻(大于 $20\mu\text{m}$)和微型硅藻(小于 $20\mu\text{m}$)的细胞数(表 2、图 3)。同样的方法也计数了福建沿岸几个采集点冬季样品中的硅藻细胞数(表 3、图 4)。从图 3、图 4 说明了所有采集点的硅藻类中均以小于 $20\mu\text{m}$ 的细胞占优势。也显示了厦门港海水中叶绿素 a 含量与硅藻细胞个数成正相关的关系。这些都证实了微型硅藻在整个硅藻群以及浮游植物中占有极重要的位置。然而以往的硅藻分类研究却因光学显微镜(LM)分辨率的限制而遗漏了这个不可忽视领域中的许多部分。这也是开展微型硅藻研究的意义所在。

表 2 厦门港逐月硅藻数量($\times 10^4$ 个细胞 / L)(1991.1~1992.1)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
<20 μm	20	23	7	9	6	14	34	10	114	23	30	38	29
>20 μm	3	4	2	6	6	10	4	3	14	4	8	12	7

表 3 福建沿岸冬季(1992.2)硅藻数量($\times 10^4$ 个细胞 / L)

采集点	三 都 湾		福 清	平 潭 岛			莆 田			湄 洲 湾	厦 门	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
<20 μm	5	42	60	12	14	36	11	27	25	36	11	8
>20 μm	3	11	9	6	11	10	3	9	18	13	3	3

(1)金蛇尾, (2)闸门内, (3)小山东, (4)流水, (5)东澳, (6)娘宫, (7)湄洲岛,
(8)湄洲岛蟹暂养池, (9)文甲渡口, (10)炼油厂码头, (11)第一码头, (12)曾厝安

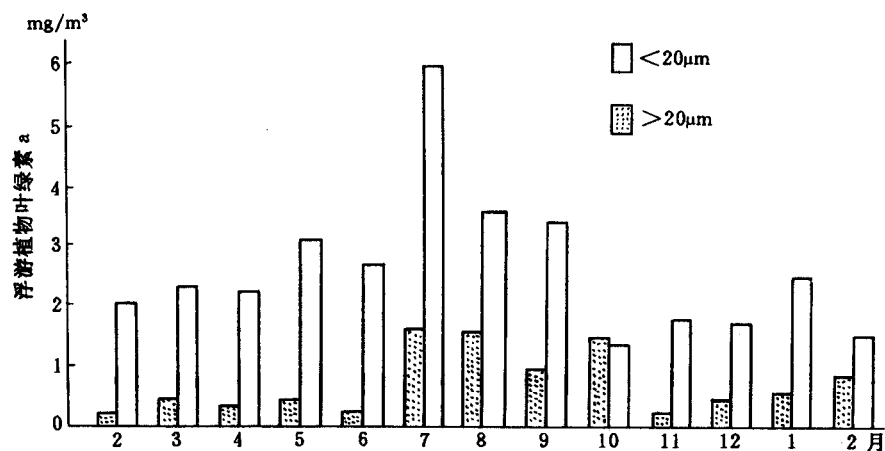


图 1 厦门港浮游植物叶绿素 a 含量分布图

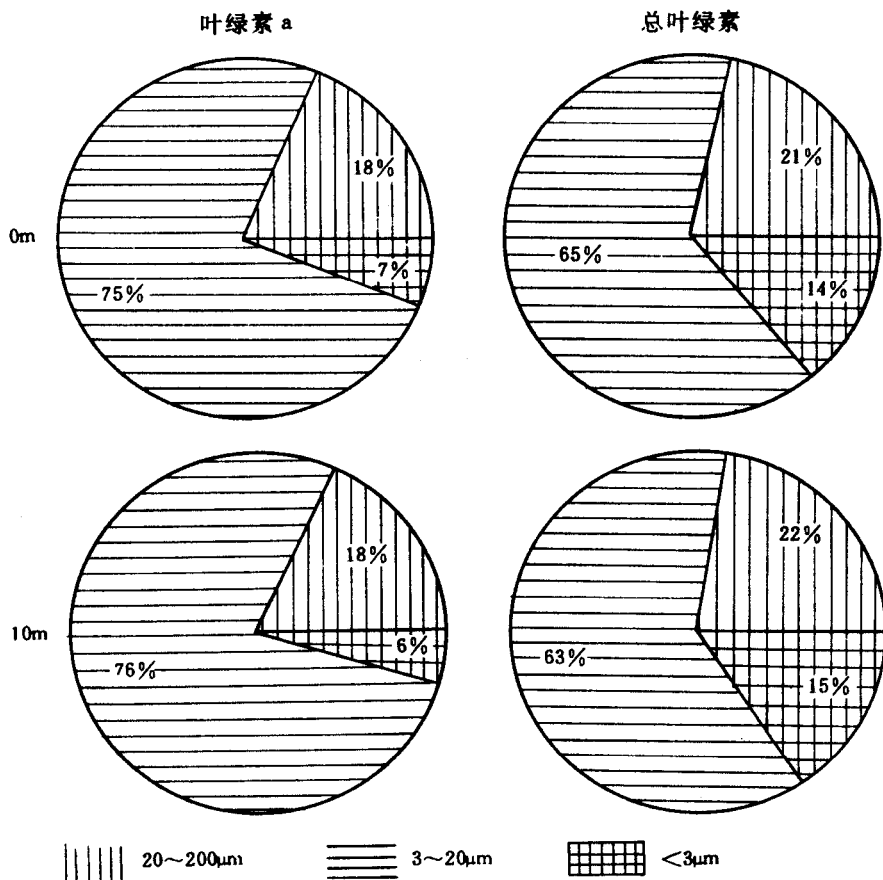


图2 厦门港各大小类群浮游植物叶绿素的相对比例

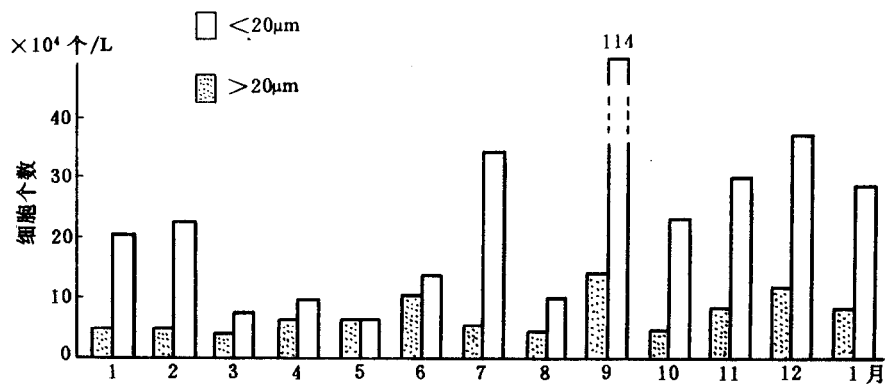


图3 厦门港硅藻数量分布图

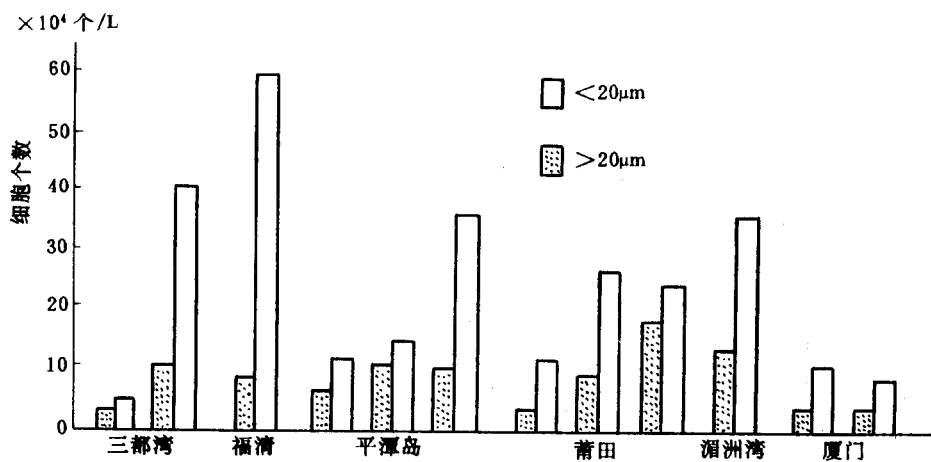


图4 福建沿岸冬季硅藻数量分布图

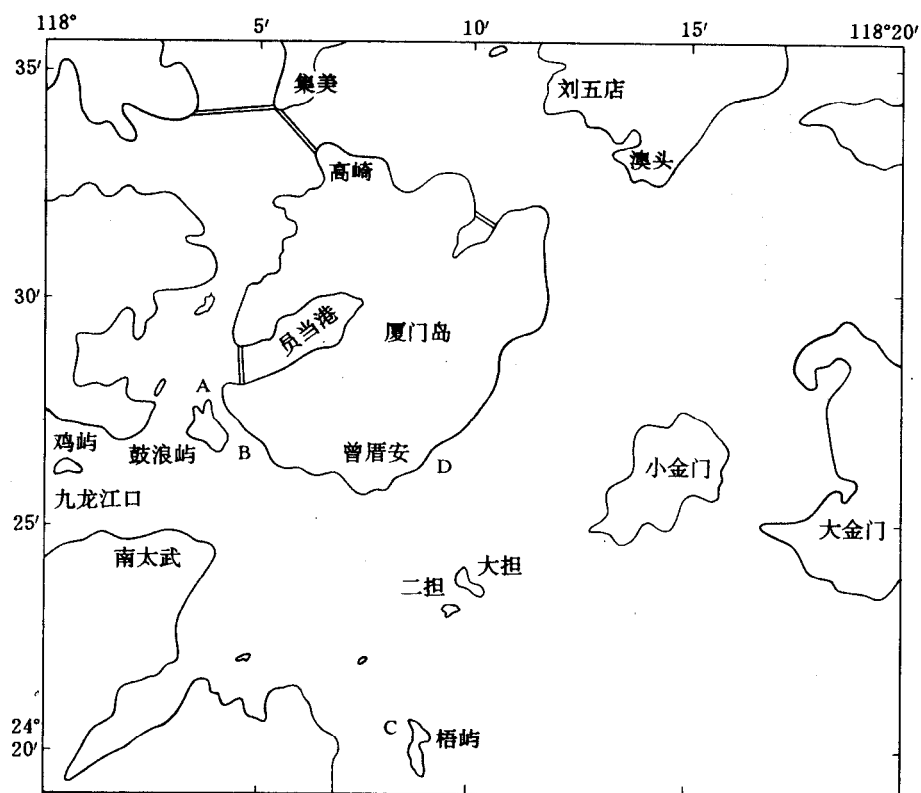


图5 厦门港采样站位

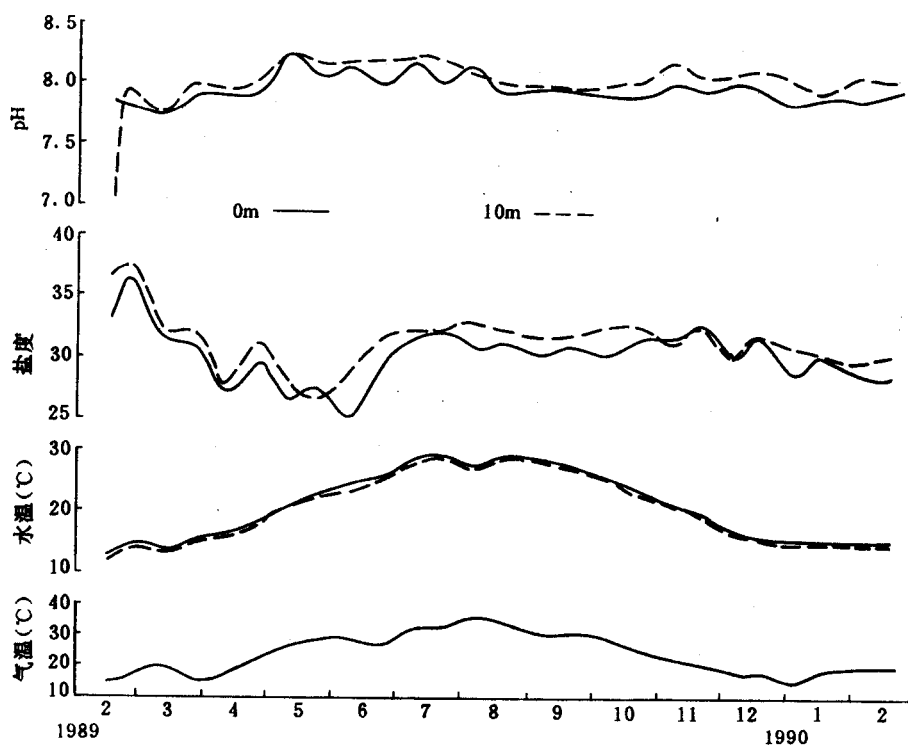


图 6 厦门港气温、水温、盐度和 pH 的周年变化图

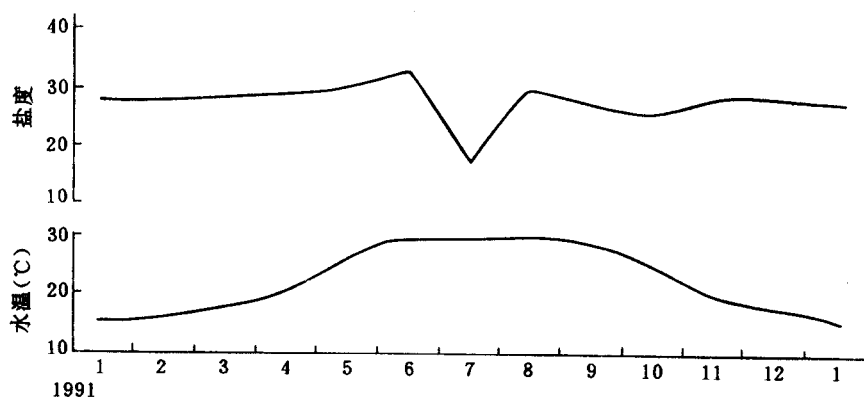


图 7 厦门港水温、盐度的周年变化图

第二章 微型硅藻

自从人们认识到海洋微型浮游生物在海洋生态系中的重要地位后, 微型浮游生物的分类研究也有了较快的进展。电镜(EM)的应用和不断改进, 使人们不断观察到了一些新的构造, 发现了一些新的种类。在微型硅藻分类研究方面, G.R. Hasle, A.G. Fryxell, H. Takano 等人都作了不少工作。

一. 采 集

1989年2月至1990年2月在厦门港的第一码头(A站)和海军码头(B站)(图5), 采集水样和进行挂板试验, 每月采水样3次, 分别在大潮(农历初三和十八)及其间的一次小潮(农历十一)进行; 挂板试验系用15cm×7.5cm的杉木板于每月初三浸入水中(约2m深), 每个站挂4块, 7.5d和15d后分别各取2块, 刮取附着物面积: 2×(10cm×7.5cm)。1991年1月至1992年1月在梧屿(C站)每月小潮(农历初十), 采水5L, 依上方法, 其中1L用鲁哥氏液固定, 静置沉淀, 用于电镜下定量计数和观察拍照, 其余用于测定叶绿素含量, 少许经孔径20μm的筛绢过滤, 用于种类培养(表4)。1992年2月(冬季)在福建沿岸的三都湾、福清、平潭岛、莆田、湄洲湾和厦门各采集点分别采水1L, 静置沉淀, 用于电镜下定量计数和种类鉴定、拍照。

表 4 f / 2 培养基配方

Major nutrients	
NaNO ₃	75mg(883μm)
NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	5mg(36.3μm)
Na ₂ SiO ₃ · 9H ₂ O *	15~30mg(1.5~3mg Si or 54~107μm)
Trace metals	
Na ₂ EDTA	4.36mg(Ca. 11.7μm)
FeCl ₃ · 6H ₂ O	3.15mg(0.65mg Fe or Ca. 11.7μm)
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.01mg(2.5g Cu or Ca. 0.08μm)
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.022mg(5g Zn or Ca. 0.05μm)
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.01mg(2.5g Co or Ca. 0.05μm)
MnCl ₂ · 4H ₂ O	0.18mg(0.05g Mn or Ca. 0.9μm)
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.006mg(2.5g Mo or Ca. 0.03μm)
Vitamins	
Thiamin · HCl	0.1mg
Biotin	0.5μg
B ₁₂	0.5μg
Seawater	to one-liter

* Na₂SiO₃ can be omitted for dinoflagellates

二. 样品处理

由于微型硅藻硅质壁的厚薄、大小等方面差别很大, 要找到一种通用的处理方法很难, 只有经过几种处理方法的比较, 找出相对适用的方法。

(1) 水样和试验挂板上的样品: 水样经浓缩至 5mL, 试验挂板上刮取的样品经充分搅散。后加等量浓硫酸, 置水浴中煮沸 20~30min(视有机物的多少适当增减煮沸时间), 后加高锰酸钾溶液少许, 静置 24h, 加草酸退色, 水洗至中性。

(2) 培养样品: 经静置浓缩后, 加等量盐酸, 置水浴中煮沸 10~30min, 或加过氧化氢静置 1~2d, 同上述方法, 水洗至中性。

三. 观察和计数

(1) 透射电镜(TEM)观察: 用铜网直接蘸取少许样品, 静置片刻, 用吸水纸吸去多余的水分, 待干燥后, 在 80kV 高压下进行观察和拍照。

(2) 计数: 将浓缩到一定体积的样品, 用微量进样器(上海医用激光仪器厂)吸取 0.1 μ L, 均匀平铺在 200 格的铜网上, 自然凉干后, 置透射电镜下(一般放大 3000 倍), 计算小于 20 μ m 和大于 20 μ m 的硅藻细胞数, 每个样品重复计算几片, 取平均值, 然后换算成每升中的细胞数量。

四. 分类研究

硅藻门 Bacillariophyta

硅藻是原生生物界中的一个门, 其细胞壁含有硅质, 由上下壳组成, 生活于水中或潮湿的环境下, 分为两纲。

中心纲 Centricae

壳面花纹辐射对称, 非左右对称, 无壳缝, 不能行动。

中心纲分属检索表

1. 壳面圆形, 少数椭圆形、两角形、三角形或多角形, 壳面有六角形或多角形的孔纹, 或明显的点纹 圆筛藻科 *Coscinodiscaceae*
2. 壳面圆形, 有两层构造, 上层为细的网状纹, 下层为大圆孔 圆室藻属 *Rocella*
2. 壳面圆形, 少数椭圆形, 壳面仅有一层孔纹或点纹。
 3. 细胞靠支持突(缘刺)相连成整齐的链状群体 骨条藻属 *Skeletonema*
 3. 细胞靠支持突或唇形突的外管相连成松散群体或单独生活。
 4. 细胞圆盘状, 仅壳面中央有支持突和唇形突 小盘藻属 *Minidiscus*
 4. 细胞圆柱状, 仅在壳面中央有个唇形突 小筒藻属 *Microsolenia*

4. 壳缘和壳面中央都有支持突, 唇形突位于壳面中央或在壳缘。
 5. 壳面区分为肋纹状的壳缘区和波纹状或平坦的中央区 小环藻属 *Cyclotella*
 5. 壳面无壳缘区和中央区之分。
 6. 壳面圆形, 中央有支持突 海链藻属 *Thalassiosira*
 6. 壳面椭圆形, 少数近圆形, 中央无支持突。
 7. 壳面中央有几个疣状大斑点, 壳面在长轴上无波状弯曲 波盘藻属 *Cymatodiscus*
 7. 壳面中央无几个疣状大斑点, 壳面在长轴上波状弯曲 波形藻属 *Cymatotheca*
4. 壳面中央无支持突和唇形突
 8. 壳面具六角形或多角形孔纹, 细胞单独生活 圆筛藻属 *Coscinodiscus*
 8. 壳面具小珠状的点条纹, 辐射状排列。
 9. 点纹在中央形成脐状, 其余为辐射状排列 金盘藻属 *Chrysanthemodiscus*
 9. 点纹在中央不形成脐状, 全部为辐射状排列。
 10. 细胞圆盘状 冠盘藻属 *Stephanodiscus*
 10. 细胞长柱状 细柱藻属 *Leptocylindrus*
2. 壳面两角形、三角形或多角形 石丝藻属 *Lithodesmium*
1. 壳面椭圆形, 少数圆形, 细胞借角毛相连成链 角毛藻科 *Chaetoceraceae*, 角毛藻属 *Chaetoceros*

圆筛藻科 *Coscinodiscaceae*

壳面圆形, 花纹似筛。没有无纹眼(假节), 不明显地分成小块。介绍 13 属: 骨条藻属 *Skeletonema*、圆室藻属 *Rocella*、小盘藻属 *Minidiscus*、小筒藻属 *Microsolenia*、海链藻属 *Thalassiosira*、小环藻属 *Cyclotella*、波盘藻属 *Cymatodiscus*、波形藻属 *Cymatotheca*、冠盘藻属 *Stephanodiscus*、圆筛藻属 *Coscinodiscus*、石丝藻属 *Lithodesmium*、细柱藻属 *Leptocylindrus* 和金盘藻属 *Chrysanthemodiscus*。

骨条藻属 *Skeletonema* Greville

金德祥等, 1965, p.63; 程兆第等, 1992, p.295~297.

骨条藻属迄今记录的若干种如: 中肋骨条藻(*S. costatum*)、江河骨条藻(*S. potamos*)、曼氏骨条藻(*S. munzelii*)、热带骨条藻(*S. tropicum*)和近盐骨条藻(*S. subsalsum*)等。本书记述了前 4 种。

在光学显微镜(LM)下, 中肋骨条藻、江河骨条藻和曼氏骨条藻 3 种不易区别; 中肋骨条藻和热带骨条藻除了细胞大小和载色体数目外, 其他特征相同, 在透射电镜(TEM)下, 中肋骨条藻和热带骨条藻的特征相同, 很难区分, 它们的壳面都是由四角形或多角形具筛板膜的室孔组成辐射状的花纹, 支持突(strutted process)外管有纵的裂缝、槽状, 在基部有 1 个基孔(裂缝扩大)和 3 个侧生围孔(lateral pore)。

LM 下的分种检索表

1. 每个细胞有载色体 1~2 个, 细胞较小形。
 2. 壳面凸起, 相邻细胞间的距离宽, 支持突外管(缘刺)长, 明显可见。
 3. 链状群体整齐。
 4. 支持突外管等长, 对接点整齐 1. 中肋骨条藻 *S. costatum*
 4. 支持突外管相互锁着, 对接点不整齐 2. 江河骨条藻 *S. potamos*
 3. 单独生活或不整齐的短链(胞间隙距离不一) 3. 曼氏骨条藻 *S. munzelii*
 2. 壳面扁平, 相邻细胞很靠近, 支持突外管难分辨 近盐骨条藻 *S. subsalsum*
1. 每个细胞有载色体 5~7 个(多的可达 10~15 个) 4. 热带骨条藻 *S. tropicum*

TEM 下的分种检索表

1. 壳面凸起, 支持突外管长。
 2. 壳面花纹由多角形的室孔组成。
 3. 支持突外管具纵的裂缝, 似槽状, 对接点整齐 1. 中肋骨条藻 *S. costatum* 和 4. 热带骨条藻 *S. tropicum*
 3. 支持突外管不具纵裂缝, 管状, 对接点不整齐 2. 江河骨条藻 *S. potamos*
 2. 壳面花纹为放射肋和其间 2~4 行的小筛孔 3. 曼氏骨条藻 *S. munzelii*
1. 壳面几乎扁平, 支持突外管很短 近盐骨条藻 *S. subsalsum*

1. 中肋骨条藻 *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve (图版 1 / 1~3)

金德祥等 1965, p.63, f.39A~C, 7 / F; VanLandingham 1967~1979, p.3976; Hasle 1973, p.109~137; River & Koch 1984, p.283, f.17~27; Yamada & Takano 1987, p.35~37, f.1~4.

细胞相连成链, 载色体 1~2 个, 环面观凸镜状。壳面圆形, 孔纹多角形, 辐射状和螺旋状排列, 壳缘有 1 圈由支持突延伸的长管, 细胞靠这些长管相连, 通常一个壳面的每一根长管与相邻细胞的 2 根长管相接, 有时则为一对一。支持突外管有纵的裂缝, 槽状, 在基部有 1 个基孔和 3 个侧生围孔。壳面有 1 个唇形突 (labiate process), 其形式和位置在链端细胞壳面和链内细胞壳面不同, 链端壳面的唇形突很靠近中央孔纹或与中心相距 1~8 个孔纹, 它的外管通常比壳缘支持突的外管长, 呈喇叭形, 链内壳面的唇形突较小, 位于壳缘支持突之间或近壳缘。

本种在春夏之交、秋季的海水中常见, 易于培养, 是一种很好的动物幼体饵料, 但大量繁殖时, 常会发生赤潮, 引起水质恶化。

生态: 沿岸浮游生活, 广温广盐的典型代表。

分布: 我国的南海至黄渤海沿岸皆有分布。在厦门港, 春夏季数量最大。世界性分布的种类, 在世界很多地方都有报导。

2. 江河骨条藻 *Skeletonema potamos* (Weber) Hasle (图版 1 / 4、5)

Hasle & Evensen 1967, p.73~82; 程兆第等 1992, p.296, f.3、4.

壳面凸起明显, 直径 2.5~7.5 μm (通常 3~4 μm), 壳面和壳套都具有多角形室孔(孔纹

), $1\mu\text{m}$ 7~8 个。与中肋骨条藻比较, 本种支持突外管数目较少, 相互交叉锁着, 对接点不整齐, 相邻细胞距离较远。

根据 Hasle et al. (1976) 记载: 本种采自美国和德国的江河湖泊里, 盐度从 0 升到 2 时对其生长影响明显, 但人工培养下盐度进一步超过 2 以后反而影响不明显, 在盐度 2~24 的人工培养液里生长最好。生长在盐度 2~34 的人工培养液里的细胞支持突外管比生长在自然环境下的较长。

分布: 采自厦门港海水(3, 4 月), 盐度 25 以上。曾记录于美国和德国。

3. 曼氏骨条藻 *Skeletonema munzelii* Guillard, Carpeuter et Reimann (图版 2 / 9~14)

Guillard et al. 1974, p.131~138, f.1~9; Takano 1981b, p.46, f.1~3; 程兆第等 1992, p.296, f.5, 6.

细胞短柱状, 常数个细胞组成短链或单独生活, 载色体 1~2 个, 硅质壁薄弱, 略透镜状鼓起, 直径 $2.7\sim 7\mu\text{m}$ (最大达 $15\sim 16\mu\text{m}$)。壳面构造细微, 在 TEM 下观察到细弱的放射肋和其间 2~4 行的小筛孔。壳面中央或近中央有 1 个唇形突, 壳缘有 5~14 个支持突, 支持突基部有 2 个侧生围孔, 围绕支持突基部向着中心方向还有半环细孔。由唇形突和支持突向外延伸出硅质的外管, 长度超过壳面直径, 经放大至 2 万倍左右, 可见到管壁上的横纹。

在室内单种培养下(f/2 培养液), 生长迅速, 最适生长水温 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$, 超过 30°C 生长差, 过了指数生长期, 细胞常粘附成块或附着瓶底。培养中出现变形细胞。

中肋骨条藻不同于本种的是: 硅质壁较厚, 可以很容易地看到辐射状和螺旋状排列的多角形室孔, 支持突基部有 3 个侧生的围孔, 而没有半环小孔。

生态: 海水生活。

分布: 采自厦门港(5, 7, 11 月)海水中和玉新虾池(10 月)中, 曾记录于日本近海, 马尾藻海, 美国佛罗里达的 Tampa 湾。

4. 热带骨条藻 *Skeletonema tropicum* Cleve (图版 1 / 6~8)

Cleve 1900, 7 / 30, 31; Hulburt & Guillard 1968, p.337~339; Guillard et al. 1974, f.10; VanLandingham 1967~1979, p.3677.

细胞较大型, 直径 $4.5\sim 21\mu\text{m}$, 通常 $17\sim 19\mu\text{m}$ 。每个细胞有载色体 5~7 个(多的可达 10~15 个)。壳面花纹排列和支持突外管形状与中肋骨条藻相似, 但后者细胞较小, 通常 $5\sim 7\mu\text{m}$, 也曾记录到 $15\sim 16\mu\text{m}$ 。

生态: 海水生活, 偏暖性种类, 一般生活在水温和盐度较高的离岸海区。

分布: 在东山岛, 厦门港, 三都湾(2 月), 平潭(2 月), 湄洲岛(2 月)和台湾浅滩都曾采到, 尤其台湾浅滩, 数量多。曾记录于南美洲的圭亚那, 苏里南和巴西沿岸(北纬 $0\sim 10^{\circ}$ 左右), 加勒比海入口处, 巴拿马的太平洋和大西洋沿岸水域, 墨西哥湾和美国的哈特拉斯角以南沿岸(北纬 30° 以南)。

圆室藻属 *Rocella* Hanna

Hanna 1930, p.415; VanLandingham 1967~1979, p.3623.

壳面圆盘形, 硅质壁有 2 层构造, 外层是细的网状纹, 内层为大圆孔, 直线状或近乎同心圆排列。中心有 1 个较小的圆孔或缺, 近壳缘部分大圆孔较小或等大或缺。

本属许多种类在地层的沉积物中找到, Gombos (1983) 在大西洋的巴西海盆(Brazil Basin)和里奥格兰德海丘(Grande Rise)的上渐新世(Upper Oligocene)到下中新世(Lower Miocene)的沉积物中记录了 5 种。我们在厦门港浮游生物中采到 1 种。

5. 海生圆室藻 *Rocella marina* Cheng et Gao (图版 2 / 15 ~ 17)

程兆第、高亚辉 1993, 植物分类学报, 31(2): 198, 2/11 ~ 13.

细胞圆盘形, 单独生活或分泌粘液聚集成块。壳面圆形或近圆形, 直径 3~5 μm , 硅质壁有两层构造, 外层是细网状纹(经酸处理后的细胞常脱落); 内层为大圆孔, 仅在中央部分, 大小均等, 每个大圆孔的直径约 0.5 μm 。大圆孔之间还渗杂一些形状不规则的小孔。无大圆孔的部分约占壳面的四分之一。近壳缘还有一些突起的小斑点。

本种容易培养(f/2 培养基), 在人工培养下常出现一些大圆孔大小不一, 壳缘也有大圆孔的变异个体。

生态: 海水生活, 今生。

分布: 采自厦门港海水中(2, 5 月)。

小盘藻属 *Minidiscus* Hasle

Hasle, G. R. 1973a, p.67; 高亚辉等, 1992b, p. 274.

细胞短圆柱状, 壳面圆盘形。中央部分有 2~5(经常为 3)个支持突和 1 个唇形突, 且都远离壳缘。常见的是由 1 个中央的支持突和 2 个相邻的支持突排列成三角形, 唇形突则位于这 2 个相邻支持突之间, 有的种类只有 1 个位于中央的唇形突。支持突具有明显的基部和 2~3 个较小的围孔。壳面外围常有 1 圈宽的无纹壳套, 环带具细点条纹。壳面孔纹排列形式多样, 辐射状, 近乎直线排列, 或中央部分无纹仅在壳缘内侧有辐射状的小孔纹。这是一群微型的种类, 壳面直径不超过 10 μm (根据现有记录为 2~7.5 μm)。主要分布于近岸海水中, 过浮游生活, 也发现粘附于挂板上。

小盘藻属(*Minidiscus*)与海链藻属(*Thalassiosira*)结构很相似, 在光学显微镜下难于区别, 直到 1973 年 Hasle 通过电子显微镜观察研究才把它确定为一个新属。本属与海链藻属的主要区别是: 1. 壳面直径一般较小(小于 10 μm); 2. 壳缘没有一圈支持突; 3. 多个支持突和 / 或 1 个唇形突均远离壳缘。

本属迄今国外已报道的仅 3 种: *Minidiscus trioculatus*, *M. chilensis* 和 *M. comicus*。高亚辉等(1992a, b)曾首次报道了在中国海的上述 3 个新记录种和本属的 3 个新种。

小盘藻属分种检索表

1. 壳面花纹为辐射螺旋状或不规则排列。

2. 近中心是 1 个支持突

2. 近中心是 1 个唇形突。

6. 三眼小盘藻 *M. trioculatus*