



藻类的叶绿体是藻类进行光合作用的场所。不同藻类的叶绿体有明显示不同的结构。为了从结构和功能的关系上阐明光合作用的机理，为了解决藻类分类学和形态学方面的许多问题，都需要研究藻类叶绿体的超微结构。同时通过这些研究还可揭示藻类中叶绿体从无到有，叶绿体的结构从简单到复杂的进化过程，从而为研究藻类的进化提供重要的参考资料。

中国科学院海洋研究所
潘志正

早在十八世纪初期就已经发现了叶绿体，但是由于光学显微镜分辨本领的限制，长期以来无法进一步研究叶绿体的超微结构。二十世纪四十年代具有很高分辨本领的电子显微镜问世，开始了研究超微结构的新时期。在过去二十多年当中，采用这种新技术，揭示了直径只有5—10微米的叶绿体的许多细微结构。近年

来又进一步深入到膜和分子水平去研究叶绿体的结构、功能及其进化过程。目前关于藻类超微结构，已经积累了大量资料，国际上发表的论文已超过1000余篇。本文根据国际上近来的研究成果，介绍藻类光合器的类型和藻叶绿体的超微结构。

一、藻类光合器的类型

藻类光合器是指负责藻类光合作用过程的诸构造和成份的整个复合体，包括含色素的构造和与光化学反应及二氧化碳固定有关的一系列成份。由于各门藻类的进化程度不同，在光合器的结构方面也有简单和复杂的分别。在进化上处于低等的原核藻类只有原始的光合器——类囊体(thylakoid)，没有叶绿体。真核藻类的光合器是叶绿体，类囊体在叶绿体内，或分散存在，或成束存在，或类囊体垛叠在一起形成基粒(grana)。因此，根据结构，藻类的光合器可以分为下面三个类型。

1. 原始类型

蓝藻是原核生物，没有叶绿体。蓝藻的光合器是分布在整个细胞中的类囊体，这是一种原始的类囊体。类囊体在细胞中的排列不仅随种而异，而且与细胞生长的生理条件有关。但是，其共同特点是类囊体呈片层状，单条的类囊体分散在细胞内，彼此之间相距一定的距离。大多数蓝藻的类囊体不在细胞的中央，而是平行于细胞壁，一圈圈地分布在周围，呈周位排列。有些蓝藻的类囊体沿细胞的长轴方向排列，彼此分离。在细胞迅速生长期间，类囊体有分枝和伸长。在另一些蓝藻中，类囊体呈复杂交错的板状(Long, 1965)。

过去一般认为，蓝藻的类囊体是简单的单位膜(unit membrane)，即蛋白质和脂质构成的双层膜。但用冰冻蚀刻技术可看到，这种类囊体有更复杂的构造。上面有分别为5—7毫微米和10—20毫微米的大小两种颗粒。在类囊体的表面上，还松散地附着有直径为35毫微米的可溶性藻胆蛋白颗粒——藻胆体(ph-

ycobilisomes)。

蓝藻的光合器在结构上同光合细菌相似。但是在色素组成和功能上则有明显区别。光合细菌的类囊体中有细菌叶绿素，蓝藻的类囊体有叶绿素a和藻胆蛋白。前者只能进行不放氧的细菌光合作用，后者能分解水，放出氧气，同其他藻类一样，属放氧型光合生物。另外，有人认为蓝藻的类囊体除了进行光合作用外，还可能进行固氮和进行呼吸作用 (Long, 1968)。

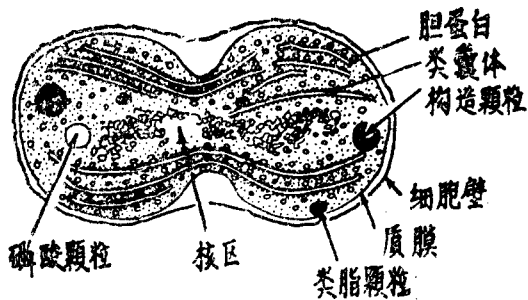


图1 蓝藻细胞内的类囊体排列

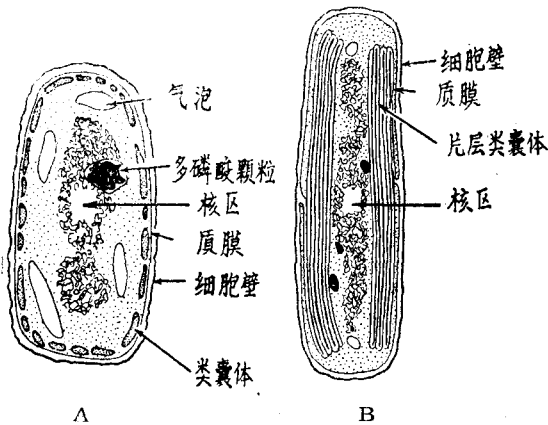


图2 光合细菌细胞内的类囊体排列
A. 绿色细菌 B. 紫色细菌

2. 中间类型

藻类光合器的中间类型是构造比较简单的叶绿体。类囊体局限于叶绿体中，而不是分散于细胞质内。类囊体成单或成束存在，但都没有形成基粒。属于这种类型的共有七个门的藻类。其中红藻的类囊体是单条的，沿长轴方向分散在叶绿体中，不形成束。隐藻的类囊体已组成束，一般每束中有两条类囊体。甲藻、黄藻、金藻、硅藻和褐藻是三条类囊体组成一

束。这些成束的类囊体之间仍有一定的空隙，彼此之间还没有融合。

3. 高级类型

藻类光合器的高级类型是有基粒的叶绿体。在这种叶绿体中，类囊体彼此融合，有多条类囊体垛叠而成基粒。具有这种进化程度最高的叶绿体的藻类有裸藻、绿藻和轮藻。裸藻的类囊体垛叠程度较差，基粒扁而延伸较长，即有长形基粒。绿藻和轮藻的基粒基本上与高等植物的相同，基粒短而厚。在光合器的超微结构方面，进化到绿藻已基本完备。区别只是在于藻类是叶状体，没有专门的光合作用器官，而高等植物则有了专门的光合作用器官——叶子。

二、叶绿体被膜和细胞的膜系统

真核藻类的光合器是叶绿体。藻类叶绿体的形状是多种多样的。在细长藻细胞内呈螺旋状；在球形细胞中是星状体，某些单细胞绿藻（如小球藻）的叶绿体是钟形的。尽管藻类叶绿体的形状多变，但在基本构造上有其共同性。叶绿体的外面都包有一层膜，叫叶绿体被膜 (envelope)，被膜的里面和外面都有一套复杂的膜系统，叫叶绿体的内膜系统和叶绿体的外膜系统。

1. 叶绿体被膜 包围着叶绿体，并使叶绿体与细胞质分开的包膜叫叶绿体被膜。叶绿体被膜是半透性的，膜上没有孔，也不同其他细胞器相连，它是一个有选择性的屏障，控制着代谢物质进出叶绿体。不同类群的藻类，叶绿体被膜的构造不同。一般认为，藻类叶绿体的被膜除甲藻和裸藻有三层膜构造外，其余藻类都具有双层膜的基本形式。它们是平行的单位膜，每层膜厚约5—6毫微米，两层膜之间有6毫微米的空隙。这两层膜在构造上也明显不同，外面的一层较厚，通常有明暗相间的条纹。里面一层较薄，呈单一的层状，看起来与同一叶绿体的类囊体膜很相似 (Dodge, 1974)。

2. 叶绿体的内膜系统 叶绿体被膜的里面有一个扁平的膜质囊系统，这就是叶绿体的内膜系统。组成这个膜质囊系统的每一个囊叫做类囊体 (Menke, 1962)。类囊体上含有叶绿素，是细胞进行光化学反应的部位。原核生物细胞内的类囊体来源于质膜的內陷。真核生物细胞内叶绿体中的类囊体，有些人认为是叶绿体或前质体 (proplast) 被膜的内膜分化出来的，而处于内部的类囊体则是从周位类囊体衍生而来的。这一观点在红藻中已经得到了证实 (Bouck, 1962)。

3. 叶绿体的外膜系统 在叶绿体被膜的外面包围叶绿体的膜状构造叫叶绿体内质网 (chloroplast endoplasmic reticulum)，这就是叶绿体的外膜系统。它是充满在细胞质中的膜系统——细胞质内质网的组成部分。不同藻类的叶绿体内质网在构造上有一些明显的差异。在隐藻、金藻、黄藻、硅藻和一些褐藻的叶绿体被膜外面都包有一双层膜。不过隐藻的这一双层膜与叶绿体被膜之间有较大的空隙，有人把这一空隙叫做“周缘叶绿体空隙 (perichloroplast space)”，把填充于这一空隙中的基质叫做“周缘叶绿体基质 (perichloroplast matrix)”。隐藻的贮藏产物——淀粉粒就贮存于这一空隙的基质中。金藻、硅藻、黄藻和某些褐藻的叶绿体内质网相似，它们的“周缘叶绿体空隙”都比隐藻狭小得多。在褐藻中，叶绿体内质网的发育程度还与细胞内叶绿体的数目有关。细胞内叶绿体数目少的属，叶绿体内质网就发达；细胞内叶绿体数目多的属，如黑顶藻属 (*Sphacelaria*)，叶绿体内质网就发育的差，甚至不能把叶绿体包围起来。红藻和绿藻的叶绿体为基本的双层被膜所包围。关于这两种藻类的叶绿体和其周围细胞膜之间的关系还未见有明确地报道。

叶绿体内质网在对着细胞质的表面上有核糖核蛋白体 (ribosomes)，在对着叶绿体的表面上没有核糖核蛋白体。在赭球藻 (*Ochromonas denica*) 中，核糖核蛋

白体在内质网表面上以多核蛋白体 (polyosomes) 的形式存在。

三、叶绿体内类囊体的排列类型

不同类群的藻类，其类囊体在叶绿体内有不同的排列形式，可以区分为各种不同的类型。现根据 Bisalputra (1974) 的分类法对类囊体在叶绿体内的排列类型和在藻类中的分布阐述如下：

第1型 类囊体单一，不联合成束或垛叠；无基粒；藻胆体在类囊体表面；基因体 (genophore) 在片层间，分层；缺叶绿体内质网。藻胆体的形状决定于藻红蛋白 (phycoerythrin) 与藻蓝蛋白 (phycocyanin) 的比例。当藻红蛋白占多数的时候，藻胆体颗粒的直径约 35 毫微米 (Gantt 和 conti, 1965)。当藻蓝蛋白占多数的时候，藻胆体圆盘状或管状 (Gantt, 1968)。

亚型 1 无周位类囊体，多数或一些类囊体终端靠近于叶绿体被膜。见于低等红藻类的紫球藻属 (*Porphyridium*) 和红毛菜属 (*Bangia*)。这种排列类型通常见于星形和深裂状叶绿体，一般有淀粉核 (pyrenoid)。

亚型 2 有周位类囊体，完全或几条完全包围内部的各类囊体。见于高等红藻类的串珠藻属 (*Batrachospermum*)，利心菜属 (*Laurencia*)，节夹藻属 (*Lomentaria*) 等 (Bouck, 1962; Bisalputra, 1967)。这种排列方式一般见于圆盘状叶绿体，通常缺少淀粉核。

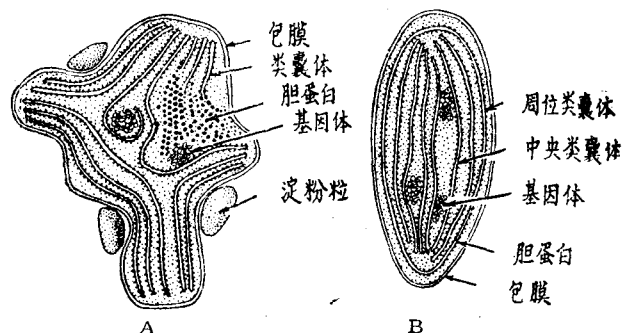


图 3 红藻叶绿体内类囊体的排列
A. 裂片状叶绿体 B. 圆盘状叶绿体

第2型 两条类囊体联合成一束，每束中一对类囊体的间距是4毫微米；不形成隔片(partition)；无基粒；无周位类囊体；基因体分散于束间；有叶绿体内质网。见于隐藻类的隐藻属(*Cryptomonas*)，色胞藻属(*Chroomonas*)，红细胞藻属(*Rhodomonas*)等(Dodge, 1969; Gibbs, 1962; Lucas, 1970)。

第3型 三条类囊体联合成一束，联合程度不一，束间两相邻类囊体间隙一般2—4毫微米；不形成隔片；无基粒；基因体分散，单生，环状；有叶绿体内质网。

亚型1 无周位类囊体束；基因体分散。见于甲藻类中的前沟藻属(*Amphidinium*)，多甲藻属(*Peridinium*)，环沟藻属(*Gymnodinium*)，片壳藻属(*Woloszynskia*)，双甲藻属(*Prorocentrum*)等(Dodge, 1968; Crawford, 1971)。真眼点藻类中的多角藻属(*Polyedriella*)，维夏藻属(*Vischeria*)，触丝藻类中的颗石藻属(*Coccolithus*, *Prymnesium*和*Chrysochromulia*)等属(Manton, 1966; Leedale, 1969)。

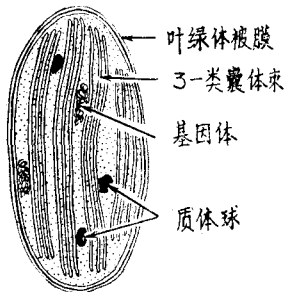


图4 甲藻叶绿体内类囊体排列

亚型2 有三条类囊体组成的周位束；基因体单生、环状，位于周位类囊体束内。见于黄藻类中的黄丝藻属(*Tribonama*)，气球藻属(*Botridinium*)，无隔藻属(*Vaucheria*)等(Falk和Kleinig, 1968; Massalski和Leedale, 1969)。金藻类中的黄群藻属(*Ochromonas*)，棕鞭藻属(*Synura*)等(Gibbs, 1962; Giraud, 1962)。硅藻类中的异端藻(*Gomphonema*)，菱形藻(*Nitzschia*)等属(Drum和Pankratz, 1964; Manton等1969)。褐藻类中的海带属(*Laminaria*)，

黑角藻属(*Fucus*)，绳藻属(*Chorda*)，萱藻属(*Scytosiphon*)，黑顶藻属(*Sphacelaria*)等(Bisalputra等1971; Evans, 1966; Gibbs, 1962)。



图5. 黄藻、金藻、褐藻叶绿体内类囊体的排列

第4型 三条类囊体组成融合类囊体束，形成隔片；有长形基粒，基粒间通常相互连接；基因体分散。见于裸藻中的裸藻属(*Euglena*)，扁裸藻属(*Phacus*) (Gibbs, 1960; Leedale, 1967)。

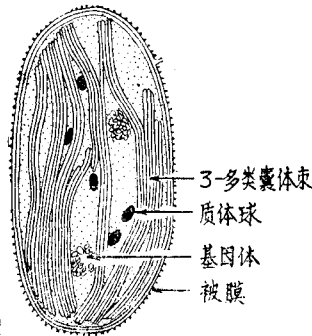


图6 裸藻叶绿体内类囊体的排列

第5型 二条到多条类囊体组成融合类囊体束；有隔片和基粒；基粒大小不一；基粒间常相互连接；基因体分散。见于绿藻类的小球藻属(*Chlorella*)，衣藻属(*Chlamydomonas*)，团藻属(*Volvox*)，羽藻属(*Bryopsis*)，栅列藻属(*Scenedesmus*)，新月藻属(*Closterium*)等。轮藻类的轮藻属(*Chara*)，(Fowke, 1970; Gibbs, 1962; Long, 1963; Weire, 1966)。绿藻叶绿体内的类囊体排列已和陆生高等植物相类似。

在以上每一种类型的类囊体排列中，尽管存在着某些例外情况，但是藻类的这些超微结

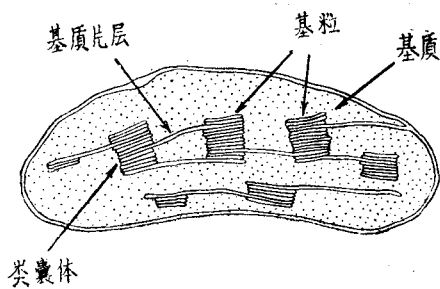


图7 高等植物叶绿体内类囊体排列

构特征无论对于藻类的分类，还是决定藻类的系统地位方面都已经证明是很有用途的。

四、类囊体膜的结构

结构是功能的基础。叶绿体内类囊体的膜结构与功能的研究是目前国际上光合作用研究中一个极为活跃的领域。近年来，不少科学工作者采用电子显微镜结合冰冻蚀刻技术对藻类叶绿体的膜结构进行了研究，发现藻类的类囊体膜含有类似于高等植物的亚单位。Weier等人用常规的超薄切片方法观察了栅列藻 (*Sceenedesmus*) 的类囊体膜，看到膜上有直径约10毫微米的球状亚单位，在隔片区含有两列相互挤压的球状单位。Neushul (1971) 曾比较了红藻、褐藻和蓝藻的类囊体构造，没有发现什么显著不同。Bailey, Bisalputra (1973) 和Weier (1970) 等人用冰冻蚀刻技术对藻类的类囊体进行了研究。他们发现，藻类类囊体的撕裂面与高等植物的类似。在类囊体没有联合的藻类，如红藻，只有两个撕裂面，即B面和C面。在类囊体融合成基粒的片层里又多了两个面，即B_s面和C_s面。在B面上有17.5毫微米的颗粒，而在C面上有较小的，但密度相当高的11毫微米的颗粒。在衣藻属 (*Chlamydomonas*) 的B_s面上有浓密的16毫微米的颗粒，而C_s面上有直径约5—16毫微米的穴和3—10毫微米的较小的颗粒。关于11毫微米和17.5毫微米颗粒的性质，有人试图把它们分别同光系统I和光系统II联系起来。但是由于藻类中色素多样，问题复杂，目前尚未能够做到。

结合叶绿体膜的功能，人们对于膜结构先后提出过几种模型。目前最为广大科学工作者赞成和接受的是“液体镶嵌模型”。这种模型的要点是认为在液态的酯质双层中，镶嵌着可以移动的球状蛋白质。酯质双层是两排酯质分子构成的薄膜，膜厚约45埃，其中镶有色素蛋白复合体及电子载体等。偶联因子等附着于表面上。膜的一切活动便是在这种结构的基础上进行的。应该指出的是，目前提出的有关膜结构的模型都是“静态模型”。随着膜结构研究的不断深入，膜结构的研究已向“动态模型”发展。因此可以预料，未来出现的膜的模型将能表达膜的功能状态。只有阐明膜结构在光能转化中的作用，才能最终了解光合作用光能转化的本质问题。

五、叶绿体的其他结构

叶绿体内除了内膜结构——类囊体外，还有主要由蛋白质构成的基质。基质中含有淀粉核，核糖核蛋白体、眼点 (eyespot)，质体球 (Plastoglobuli)，基因体等结构。这些结构都执行着各自的功能。

1. **淀粉核** 淀粉核是叶绿体分化出来的含有蛋白质的一个特殊区域。除蓝藻没有淀粉核外，其他各门藻类都有淀粉核，其中有些门类，如绿藻门的所有藻类都有淀粉核。这种淀粉核或埋于叶绿体的内部，或出现于叶绿体的突出部。绿藻的淀粉核周围有一层淀粉鞘。某些硅藻和甲藻的淀粉核周围有一层膜。其他各种藻类的淀粉核周围没有界膜，只能由基质的浓度来识别。褐藻、甲藻、裸藻和触丝藻的淀粉核突出或呈柄状。在某些藻类中淀粉核有多种类型，如甲藻中发现有五种类型的淀粉核，触丝藻中发现有四种，红藻中发现有三种 (Dodge和Crawford, 1971)。在某些藻类中淀粉核只出现于生活史的某些阶段 (Evant, 1968)，如海带属 (*Laminaria*) 的淀粉核状的构造只出现于萌发的孢子、配子体和合子里，孢子体世代消失。

研究淀粉核的形状及其在藻类中的分布，对藻类的分类及系统地位的决定都有重要的参考意义。越来越多的藻类分类学者以淀粉核的有无和淀粉核的形状作为分类的标准之一。Hara和Chihara(1974)对红藻的8个目119个种的叶绿体精细结构进行了研究，发现有淀粉核的只限于低等红藻和真红藻中最原始的类型海索面目(Nemaliales)，其他的高等红藻都没有淀粉核。Evant(1966)对12种褐藻进行了详细观察，发现只有较低等的水云目(Ectocarpales)，萱藻目(Scytosiphonales)，网管藻目(Dictyosiphonales)，黑顶藻目(Sphacelariales)有淀粉核，而较高等的网地藻目(Dictyotales)等没有发现淀粉核。这都说明淀粉核的有无与藻类的系统地位有关。

2. 核糖核蛋白体 所有藻类的叶绿体基质中都有核糖核蛋白体。这是一种直径约20毫微米的亚细胞颗粒。在某些藻类，如赭球藻属(*Ochromonas*)、衣藻属(*Chlymydomonas*)中已经证明其叶绿体核糖核蛋白体要比细胞质中的核糖核蛋白体小，沉降常数值也低(Hooper和Blobel 1969)，且均匀地分布于叶绿体基质中，不形成多核核糖核蛋白体(polyribosomes)。也已经发现叶绿体核糖核蛋白体在很多方面，如蛋白质合成，酸性蛋白的存在及其对抗毒素的敏感性，核糖核蛋白体的大小及沉降常数值等都与细菌和蓝藻等原核生物相似。叶绿体核糖核蛋白体的活性对某些抑制剂(如四环素等)也比细胞质核糖核蛋白体更敏感。Gibbs(1968)曾用标记尿苷的方法证明赭球藻属(*Ochromonas*)叶绿体中的核糖核酸大多数是叶绿体本身合成的。

3. 质体球 这是所有叶绿体基质中都含有的一类亲脂性的醌类物质。其大小从30毫微米—100毫微米，一般缺少界限膜，分散于基质中。叶绿体质体球的数量与类脂合成的速度有关，质体球似乎是叶绿体内脂蛋白膜生长和合成的类脂贮藏处。质体球中含有类胡萝卜

素、质体醌和少量的叶绿素。

4. 眼点 多数游动的藻类细胞和非游动藻类的游动时期(配子和游孢子)都具有一种含色素的构造，叫做眼点。这是一团类胡萝卜素，可感光，被认为是原始的光的感受器。Dodge(1969)把眼点分成五种不同的类型。其中只有A型和B型发现于叶绿体内。C、D、E型都在叶绿体外。A型眼点远离鞭毛，位于细胞后部，由1—6层的含有橙红色色素的类脂组组成。属于这种类型的有绿藻和隐藻。B型眼点靠近鞭毛，位于细胞前端的叶绿体一侧，属于这一类型的有金藻、黄藻和褐藻。C型眼点存在于裸藻，D型和E型眼点发现于甲藻类。

5. 基因体 存在于大多数藻类中的类似于病毒和细菌中的一种含有基因的小体。在电子显微镜下，表现为一电子透明区，含有DNA性质的纤维。首先在衣藻(*Chlamydomonas*)中发现，以后在其他各类藻中也被先后发现了。基因体在周位片层内呈环状(Gibbs, 1968)，且这种环状基因体只出现于由三条类囊组成一束的叶绿体内，如黄藻、金藻、硅藻和褐藻中。在其他藻类中有若干分离的叶绿体基因体，在基质中没有确定的位置。Kowalik和Haberkokn(1971)用连续切片方法证明了每个双甲藻(*Prorocentrum*)的叶绿体含有不少于80—100个不同大小和形状的分散基因

各门藻类叶绿体的主要特征

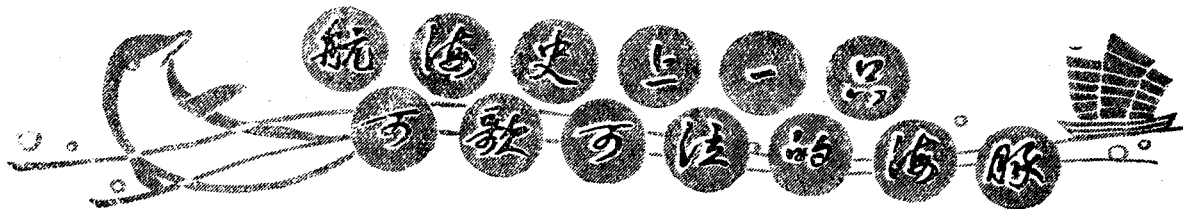
	每片内囊体数	周位片层	片层间的连接	基粒形成	主要叶绿素	被膜的层数	内质网	叶绿体内淀粉	主要贮藏产物
红藻门	1	±	-	-	a, d	2	-	-	淀粉
隐藻门	2	-	-	-	a, c	2	+	-	淀粉
甲藻门	3	-	-	-	a, c	3	-	-	淀粉
黄藻门	3	+	+	-	a, c	2	+	-	麦青蛋白油
金藻门	3	+	+	-	a, c	2	+	-	麦青蛋白
硅藻门	3	+	+	-	a, c	2	+	-	麦青蛋白油
褐藻门	3	+	+	-	a, c	2	+	-	昆布多糖
裸藻门	3	-	-	+	a, b	3	-	-	Paramylon
绿藻门	2-多	-	+	+	a, b	2	-	+	淀粉

体。Bisalputra(1969)用薄切片和分离方法观察到叶绿体基因体内的DNA分子附着到类囊体的膜上。这种附着在叶绿体分裂中是叶绿体DNA复制和分离的重要因素(Bisalputra和Burton 1970)。

6. 代谢产物 不同藻类的细胞内贮藏多糖的部位不同。多糖贮存于叶绿体内的只有绿藻,淀粉粒在淀粉核的周围形成鞘。其他藻类的多糖都贮存于叶绿体外。隐藻贮存的淀粉粒位于“周缘叶绿体基质”中。蓝藻的蓝藻淀粉,红藻的红藻淀粉,褐藻的昆布多糖,金藻和硅藻的麦青蛋白,裸藻的paramylon和甲藻

的甲藻淀粉都贮存于细胞质中。

海洋是生命的摇篮,藻类起源于海洋。现代海洋中生存的藻类门类众多,不仅具有进化上的原始性,而且具有新陈代谢类型上的多样性。因此,在进行藻类叶绿体的超微结构探索时,海藻是重要的研究对象。原核绿藻(*Prochloron didemni*)在海洋中的发现(Lewin 1977),预示着对海藻进一步地探索将会取得有意义的成果。为了加深对叶绿体结构和功能的认识,为了研究藻类的进化,极有必要对藻类,其中包括海藻的叶绿体的超微结构进行更广泛的比较研究。



它在人类的航海史上最出类拔萃的救生员,是无与伦比的游泳家和领航员。由于它,成千上万的人免受葬身鱼腹之难,千百艘船只免于沉沦,数以百万美元计的财富得以保存。

它自愿地出来工作,不要任何报酬。不论任何天气,他日复一日地把航船引过险恶的水域。

它的名字叫戴克,是来自比拉洛斯的一只海豚。离新西兰不远处是急流湍湍的法兰西海峡。这条海峡虽然短小,但却是十分险恶的。它有着汹涌的水流和灾难性的暗礁。当戴克还没有出现的时候,这条海峡令人胆战,“神鬼胆寒”。由于戴克的出现,海峡在四十年中变得安全太平。最初结识这条奇妙海豚的是一艘名叫《布里尼尔》号帆船。那是发生在一八七一年中的一天,船员们发现一条灰兰色的大海豚遨游在船头前方。它那欢跳的动作仿佛象鳕鱼。起初,水手们误认为它是一条小鲸崽,并准备炮轰它,但是船长的妻子劝阻了大家。这艘船沿着悠游在水中海豚的踪迹,在朦胧的迷雾和潇潇的细雨中顺利地通过了危险的海峡。

戴克就这样开始了它的奇妙的职责。从那时起,它总是徘徊在海峡近处,盼等过往的船只,为的是引导它们通过海峡。遇见了船,戴克首先是用跳跃表示欢迎。很快它就得到了“戴克”这个名字,并在全世界海员中驰名。

戴克一般地游离于航船不远的地方,偶尔潜入船底从船舷另一侧浮出水面,宛如一条忠实的牧犬,机警地护卫着一群绵羊。但当航船驶近汹涌咆哮、浪花滔天的险要水域时,戴克立即跃在前头引路,并保持适当的距离,在船首前方为舵手指点迷津,直到这艘船驶出危险水域方才罢休。

一九〇三年《企鹅号》轮船的一位大醉的乘客,掏出手枪射击戴克。船队决定严惩这位肇事乘客,船长花了九牛二虎的力气才说服了水手们取消这个决定。在两个星期的时间里,戴克再也不出来“上班”了。人们都十分悲切和惋惜,认为它不幸死了。但在一个明朗的早晨,它又出现了,毫无怨言地履行着法兰西海峡义务领航员的光荣而崇高的职责。

惠灵顿市政府颁布了一道保护戴克的生命和健康的法令。这受到海员们的衷心欢迎和拥护。

《企鹅号》事件后,戴克再也不愿见这艘船——这是它拒绝帮助的唯一的一条船。这只船的海员预感不妙,纷纷离开了这只船。不出所料,这只靠人引航的轮船终于触礁而毁灭。戴克始终如一忠于自己志愿献身的使命,从一八七一年遇见《布里尼尔》号的时候开始,戴克一年四季战斗在岗位上,直到一九一二年四月。在这之后,就象它当初骤然出现时那样,突然间就消失了。科学家们认为,戴克是一条很不一般的海豚。这种现象在历史上都不曾发生过,可以说是一桩空前绝后的海洋动物奇迹。这是一只多么智慧、通晓人性的难能可贵的动物啊!充满感激之情的海员和乘客在惠灵顿海岸的一个地方,为戴克修建了一个纪念象,在这上面详细地铭刻着这条奇异的海豚的不可磨灭的功勋。

(江安于译自苏联《知识就是力量》一九六六年第5期)