

大连水产学院自编讲义

(本科海水养殖专业用)

海藻学

李熙宜 编著

大连水产学院养殖系

一九九五年一月

海 藻 学

李熙宜 编著

大连水产学院养殖系

一九九五年一月

前 言

海藻学是海水养殖专业主要的专业基础课之一，是实践性很强的一门学科。

本讲义是在广泛参阅国内外的参考书籍、文献、以及编者多年来的科研和教学实践之基础上编写而成的。本书内容着重阐述了海藻的外部形态、内部结构、生殖器官的系统发育、繁殖及生活史等基础知识，并系统介绍了我国海藻的分类概况。以经济海藻为重点，突出黄渤海分布的海藻，并兼顾了其它海区的海藻。由于教学学时所限、课堂中全面讲授难以做到，故在本讲义中作了较全面的介绍。为了迅速、简明地进行海藻分类，编者搜集、翻译，并结合我国及黄渤海分布的海藻，编写了大量海藻的各个阶元分类检索表，以供同学作为分类时的依据和参考。

目 录

前 言

第一章 总论	1
藻类、海藻及海藻学	1
藻类的习性及其分布	2
藻类的形态、细胞构造、繁殖及生活史	2
藻类植物的分类	8
海藻与海洋环境	10
海藻在自然界中及在国民经济中的作用	13
第二章 蓝藻门 Cyanophyta	15
第一节 分布及经济意义	15
第二节 蓝藻的形态及构造	16
第三节 蓝藻的繁殖	16
第四节 蓝藻门的分类及代表	17
一、色球藻目 Chroococcales	17
二、管胞藻目 Chamaesiphonales	18
三、颤藻目 Oscillatoriales	19
第三章 绿藻门 Chlorophyta	21
第一节 分布及经济意义	21
第二节 绿藻的形态及构造	21
第三节 绿藻的繁殖及生活史	23
第四节 绿藻门的分类及代表	25
绿藻纲 Chlorophyceae	25
一、团藻目 Volvocales	26
二、四孢藻目 Tetrasporales	28
三、绿球藻目 Chlorococcales	28
四、小球藻目 Chlorellales	28
五、丝藻目 Ulotrichales	29
六、胶毛藻目 Chaetophorales	30
七、石莼目 Ulvales	30
八、刚毛藻目 Cladophorales	33
九、管藻目 Siphonales	34
十、管枝藻目 Siphonocladales	36
十一、绒枝藻 Dasycladales	37

第四章 褐藻门 Phaeophyta	39
第一节 分布及经济意义	39
第二节 褐藻的形态及构造	40
第三节 褐藻的繁殖及生活史	42
第四节 褐藻门的分类及代表	44
一、水云目 Ectocarpales	46
二、褐壳藻目 Ralfsiales	48
三、索藻目 Chordariales	49
四、毛头藻目 Sporochnales	52
五、酸藻目 Desmarestiales	52
六、马鞭藻目 Cutleriales	53
七、黑顶藻目 Sphacelariales	53
八、线翼藻目 Tilopteridales	54
九、网地藻目 Dictyotales	54
十、网管藻目 Dictyosiphonales	56
十一、萱藻目 Scytosiphonales	58
十二、海带目 Laminariales	60
十三、墨角藻目 Fucales	64
第五章 红藻门 Rhodophyta	69
第一节 分布及经济意义	69
第二节 红藻的形态及构造	70
第三节 红藻的繁殖及生活史	71
第四节 红藻门的分类及代表	72
红藻纲 Rhodophyceae	72
第一亚纲 红毛菜亚纲 Bangioideae	74
一、紫球藻目 Porphyridiales	74
二、角毛藻目 Goniotrichales	74
三、弯枝藻目 Compsopogonales	74
四、红刺藻目 Rhodochdetales	74
五、红毛菜目 Bangiales	75
第二亚纲 真红藻亚纲 Florideae	77
一、海索面目 Nemalionales	78
二、隐丝藻目 Cryptonemidles	82
三、杉藻目 Gigartinales	90
四、红皮藻目 Rhodymeniales	96
五、仙菜目 Ceramiales	98

第一章 总 论

§ 1 藻类、海藻及海藻学

藻类是一群最简单、最古老的低等植物，它们的历史可能延伸到了 31 亿年前地球历史的前寒武纪。由于它们不开花，不结实，是用孢子进行繁殖，故属于孢子植物范畴（或隐花植物范畴）。

藻类种类繁多，已记载的有两万四千多种，根据分类学家林奈（Linnaeus）在《自然系统》一书中把藻类的拉丁文定为 *Algae*，目前仍沿用此名。

藻类分布的范围很广，凡潮湿的地带到水域都有它们的分布，生长在海洋中的藻类称为海藻，即 *Seaweed*。海藻种类多，生物量大，是重要的海洋资源。人们在长期的生产实践和科学实验中积累了大量的藻类的生物学知识，建立了一门独立的藻类生物学，简称为藻类学（*Phycology*）。它包括藻类的形态、生理、生长发育、生态、分类等。海藻学（*Marine phycology*）是研究海藻的形态构造、生理功能、繁殖方式、系统发育、生态和分类等方面的科学。

究竟如何识别藻类呢？可以从以下三方面来认识：

1、营养体：

藻类植物没有真正的根、茎、叶区别，藻体全身都有吸收养料和进行光合作用的功能。虽然，有些高等藻类在外形上出现类似高等植物的茎、叶、根的形态，但从基本构造来看，仅仅是由一些稍有分化的细胞组成薄壁组织状的构造，这样的藻体称为叶状体，菌类植物虽也属于叶状体范畴，但两者最主要的区别是：藻类植物是具有叶绿素的叶状体，而菌类植物不具有叶绿素。

2、生殖结构（图 1—1）：

藻类植物的生殖结构很简单，基本构造是单细胞的孢子，或是合子，虽然藻类与菌类、苔藓植物和蕨类植物同属孢子植物范畴，在某些高等藻类也有多细胞的生殖结构，不过全部细胞都直接参加生殖作用，没有类似苔藓、蕨类的生殖结构在生殖细胞外还有起保护作用的营养细胞。

3、发生：

藻类的孢子或通过结合形成的合子，都是以单细胞形态离开母体而直接发育为新个体的，不象其它高等植物那样，在卵受精后先在母体内发育成多细胞的胚。

综合以上三点，可以给藻类下个简单的定义：藻类是无胚的、具有叶绿素的自养叶状体

的孢子植物。

由于藻类学的范围很广泛，因各科学的发展，而形成了进一步的分科、如藻类形态学、藻类分类学、藻类细胞学、藻类系统学、藻类生理学、藻类遗传学及藻类生态学等。本课程仅以海藻的形态结构为基础和系统分类为主要内容，是其它藻类学科的基础。

§ 2 藻类的习性与分布

藻类植物分布极广，任何有光和潮湿的地方都有它们的踪迹，大量生长于海洋、淡水、湖泊、池塘、溪水、河流中以及潮湿的地面，墙壁及树干上，甚至在沙漠地带、冰雪覆盖的两极、温泉、瀑布都能找到一些藻类。根据其分布习性可把藻类分为以下几类：

1、海藻：

褐藻和红藻的绝大多数种类为海生底栖藻类，许多大型绿藻如石莼属、浒苔属也能生长在岸边的浅水中，海水中的溶质通常是 33—40PPt，在干燥季节，海水的含盐量达 100‰，有些海藻也能在其中生长。

2、淡水藻类：

许多藻类生长在湖泊、池塘、溪水、河流乃至沟渠内，水中的含盐量低到 10PPm³，这些藻类如黄藻、绿藻、金藻、兰藻、隐藻等。

3、其它藻类：

分布土壤中的藻类，如一些绿藻、兰藻、硅藻、黄藻。气生藻类如一些兰藻、绿藻。此外，还有共生藻类、寄生藻类等。

§ 3 海藻的形态、细胞结构、繁殖及生活史

海藻的形态各异，大小也有很大的差异，小到直径仅 1 微米的绿藻，大到长 70 米的大型褐藻。海藻的形态从低级到高级，从简单到复杂，从各门海藻的体制的类型来看，有以下几种类型（图 1—2）：

1、游动式：

藻体有鞭毛，能游动。

①游动的单细胞：是自养植物的最古老类型，细胞裸露（无细胞壁），可以改变形态或有固定形态的表质膜或囊壳。

②游动的群体：由固定数目或不定数目的游动细胞集生的群体，常呈球形或直链状，群体有或不具胶被。

2、不定群体式：

由浮动式的藻体演化而来，藻体不具鞭毛，群体成树状分枝，或具胶被，细胞数目不定，

不规则地分散在其中或仅排列在胶被四周。

3、球状体：

单细胞或定形群体，细胞结构和游动的单细胞相同，但不具鞭毛，细胞多样化，椭圆形、三角形或多角形等。

定形群体是由一定数目的细胞组成一定形态和结构的群体，有两种类型：一种为原始定形群体，群体细胞必须分离，由残存的母细胞壁或分泌的胶质连接形成一定的形态和结构，另一种为真性定形群体，群体细胞彼此直接由它们的细胞壁连接形成一定形态和结构，也有许多细胞连成大型群体的。

4、丝状体：

藻体呈丝状，是由细胞向一个方向分裂互相连接一行的丝状体称简单丝状体。分枝丝状体是由丝状体的一个细胞向侧面突出与主轴分离隔成的分枝。

5、异丝体：

丝状藻体出现分化，一部分卧生，附着基层上，另一部分为直立向上。

6、管状体：

藻体为多核管状的单细胞体，是因细胞核经常分裂却又不产生横壁，因此，整个藻体除生殖时期外仅由一个细胞组成。有的多核细胞分离分裂为多细胞多核体。多核管状体可形成外形复杂的大型藻体。

7、膜状体：

有假膜体与真膜体之分，假膜体之横切面好象是由许多薄壁细胞组成，实际上，是由许多丝状体侧面紧密结合而成的假膜状构造，又有单轴假膜体和多轴假膜体之分，单轴假膜体是由一个中轴分枝而成的膜状体，而多轴假膜体是由多个中轴分枝而成的。

真膜体由丝状体的进一步发展而成，细胞向多方面分裂而成为叶状体的构造。真膜体是由单层、双层及多层细胞构成。

膜状体是藻类体制中最高级进化的类型。有些种类外形上具有主轴、分枝、叶状等形态上的分化，内部细胞不但形态上有不同，还具备了不同的生理功能，如表皮细胞，内部细胞，不但形态上不同，还具备了不同的生理功能，如表皮细胞、同化作用细胞、髓部细胞、粘液细胞、筛管细胞等。

海藻的细胞构造

海藻的细胞的构造与高等植物的细胞基本相似，皆由原生质体构成，原生质体包含细胞质（原生质）和细胞核等主要部分。虽然海藻植物体比其它孢子植物、种子植物简单，但就一个细胞来看，承担着营养、繁殖等全部生命活动，其结构也是相当复杂的，随着电子显微镜的广泛应用以及藻类细胞学研究的进展，对海藻细胞的微细构造有了深入的了解和新的发现，根据海藻细胞的复杂程度，可以分为两大类：原核细胞和真核细胞（图 1—3）。真核细胞具有细胞核、色素体和各种特化的细胞器，细胞内有好几个膜系统（图 1—4）。原核细胞仍处于细胞进化的原始阶段，其结构比真核细胞简单得多，在原核细胞中虽有色素及核物质，但没有形成具有一定形态的色素体和细胞核，原核细胞只有一个膜系统，即质膜及其衍生物，其它内膜都是直接与质膜相连或由质膜起源的。原绿藻和兰藻属于原核细胞，其它海藻都是真核细胞。细胞的基本构造以前已学过，不再此多重复，而各个门的海藻细胞学特征也将在以后的各章节中阐述，下面着重把在海藻的分类中作为主要依据的几种构成细胞的主要物质综

述如下：

1、细胞壁：

藻体细胞除生殖细胞不具细胞壁外，一般都有细胞壁。它是原生质体分泌的物质所构成，包围于细胞质的最外一层。在各门类海藻细胞壁的组成和构造是不相同的，绿藻门海藻的细胞壁外层为藻胶质（果胶质），内层为纤维素，褐藻类细胞壁外层为藻胶质（褐藻胶）、红藻类细胞壁外层为藻胶质（琼胶或卡拉胶或海萝胶），这些藻胶质都属亲水胶体，吸水性强，加热则溶于水中，冷却后呈凝胶状态，在工业上用途十分广泛。

2、细胞质：

是藻体细胞的主要生活物质之一，它能产生各种生命现象，如生长、刺激、反应、营养和呼吸等，它是一种无色、透明粘液状的胶体，与水不相混合，一般在幼年藻类的细胞中，细胞质充满整个细胞，但随着细胞的不断成长，在细胞质中形成各种大小不同的空泡，其内贮存着泡液，故称液泡，有的藻类由于液泡不断合并而增大体积，细胞质被挤向四周而紧贴着细胞壁，例如松藻属（*Codium*）、羽藻属（*Bryopsis*）。

3、细胞核：

细胞核位于细胞质中，体积一般占整个细胞体积的十分之一。一般在细胞中只有一个核，也有两个以上的，有的幼小细胞中只有一个核，但老细胞则有1—2个以上的核，在有些藻类是具有多核的，如松藻属、羽藻属。兰藻门藻类属原核生物，没有细胞核的结构，但有构成核的物质——核质。细胞核也是一种胶体物质，其粘滞性较原生质大，主要成分是DNA、RNA、碱性蛋白、高级蛋白、酶、脂类、其它磷化物和无机物等。细胞核在细胞的生命活动中起重大作用，如果细胞失去细胞核，则新陈代谢就不正常，也不能正常生长和进行分裂，最后必导致死亡。

4、色素体及色素：

色素体是藻类进行光合作用的场所，除兰藻类与原绿藻（*Prochloron*）外，藻类细胞都具有色素体。在一般的书中把含有叶绿素a和叶绿素b的光合器称为叶绿体，如绿藻门、高等植物的光合器是叶绿体，其余藻类的光合器则称为色素体。

色素体的形态很多，有杯状、盘状、星状、螺旋带状、片状等。色素体在细胞内的位置不同，位于细胞中心的称为轴生，位于细胞周围的称为侧生（周生）。多数绿藻及少数褐藻和红藻的色素体含有一个或几个蛋白核，蛋白核通常由蛋白质的核心和它形成的淀粉鞘两部分组成。在电子显微镜下看到色素体外有膜包被，红藻、绿藻为双层被膜、褐藻有四层被膜，色素体内部也有许多膜和色素体纵轴平行排列，构成色素体的片层系统（lamella）（图1—5）。被膜的功用主要是使色素体与原生质分开，同时，它又是一种半透性膜，控制着代谢物质进出色素体。片层是由双层膜组成的囊状构造类囊体（thylakoid）组成，叶绿素均匀地分布在片层上，片层系统的周围充满着水溶性的基质。各门藻类中每个片层所包含的类囊体数目不一样，红藻只有一个，绿藻2—6个或多个，褐藻2—6个。

色素体是由各种色素组成的，藻类细胞色素的组成十分复杂，色素的组成标志着进化的方向，也是分门的主要依据，藻类的主要色素有四类：叶绿素、胡萝卜素、叶黄素和藻胆素，叶绿素有五种，即叶绿素a、b、c、d、e，藻类都有叶绿素a，绿藻都有叶绿素b，褐藻有叶绿素c，叶绿素d只存在于红藻中，而叶绿素e只见于少量黄藻。各门藻类叶绿素组成的相似性在一定程度上反映了它们之间的亲缘关系。胡萝卜素有6种，即 α —、 β —、 γ —、 ϵ —胡萝卜素

和番茄红素(Cecopene)等。 β -胡萝卜素存在于各门藻类中,绿藻除了 β -胡萝卜素外还有 α -、 γ -胡萝卜素和番茄红素。叶黄素的种类很多,各门藻类中所含的叶黄素也不同,在褐藻中叶黄素含量很多,兰藻中含多种叶黄素,绿藻和红藻也含有叶黄素,藻胆素包括藻红素和藻兰素,它们只存在于红藻及兰藻中。

5、贮藏物质

由于各门藻类色素组成不同,光合作用的同化产物转变成的储藏物质也不同,大多数藻类的储藏物质为淀粉或与淀粉类似的物质,但分子结构不同,绿藻的储藏物质为藻类淀粉,与高等植物的淀粉一样,遇碘呈兰色的反应,褐藻、红藻、兰藻的贮藏物质分别为褐藻淀粉、红藻淀粉和兰藻淀粉,褐藻除了褐藻淀粉外,还有甘露醇等。

6、运动细胞及鞭毛:

除了红藻和兰藻外,其它的藻类在生活史中都有运动阶段,或营养体本身或生殖时产生的孢子,鞭毛的长度、数目、着生部位及其构造都是分门的依据(图1—6)。根据其表面附属物的构造,主要分为两种类型,一为尾鞭型(Acconematic type),其鞭毛表面光滑,不具微小茸毛,一为茸鞭型(Pleuronematic type),其鞭毛表面具有微小茸毛,茸毛呈放射状排列。茸毛呈单行排列的为单茸鞭型,茸毛为侧生两行排列的为双茸鞭型。绿藻的鞭毛为尾鞭型,通常两条等长,生于细胞前端,褐藻的细胞又有茸鞭型的鞭毛,又具尾鞭型的鞭毛,鞭毛通常不等长,着生于细胞的侧面。

鞭毛有精细的鞭毛器构造,每条鞭毛基部有一个颗粒,称为基粒或生毛体,两个生毛体之间有一纤细的副连丝相连,其中一个生毛体由一条纤细的根丝体连结中心体,中心体又有细丝与核仁相连,鞭毛的形成直接与生毛体和中心体有关。

鞭毛的构造为显著的微管排列形式(图1—7),在电镜下观察,鞭毛存在着恒定的11根纵向微管,它们排列为‘9+2’的微管列,即两根为中心微管,九根为周微管。

海藻的繁殖及生活史

繁殖方式基本上有三种:营养繁殖、无性繁殖及有性生殖(图1—8)。

1、营养繁殖:

营养繁殖是一种不通过任何生殖细胞进行繁殖的方法,如许多单细胞种类,营养繁殖是通过细胞分裂进行的。群体和丝状体类型,其藻体一部分断裂,脱离母体长成一新藻体,

2、无性繁殖:

无性繁殖是通过产生各种类型的无性孢子进行的,无性孢子的种类很多,有动孢子(即游孢子)、不动孢子、休眠孢子、似亲孢子、四分孢子、内生孢子和外生孢子等,孢子是由营养细胞直接产生,或由特殊的孢子囊产生,每个细胞通常可产生多个孢子,孢子直接萌发或经过休眠期萌发为一个新藻体。

3、有性生殖:

有些藻类迄今尚未发现其有有性生殖,如兰藻。有性生殖有三种类型,即同配生殖(Isogamy),两个结合的配子形态、大小完全相同。异配生殖(Anisogamy),两个结合的配子,形状相似,大小不同,一种个体较大,活动力弱,叫雌配子(大配子),另一种个体小,活动力强,叫雄配子(小配子),雌雄配子相互配合为合子,最后一种较高等的叫卵式生殖(Oogamy),相配合的两个配子形态、大小都不同,雄性配子个体小,数目多,称为精子,雌性配子个体大,一般只有一个,称为卵(卵细胞)。绿藻的有性生殖主要是同配和异配,卵式

生殖少，褐藻三种有性生殖方式都有，主要是异配和卵式生殖。红藻全部为卵式生殖，精子无鞭毛，不能游动称之为不动精子，卵囊象烧瓶状，称为果胞，其有性生殖过程很复杂。

生活史 (Life history)

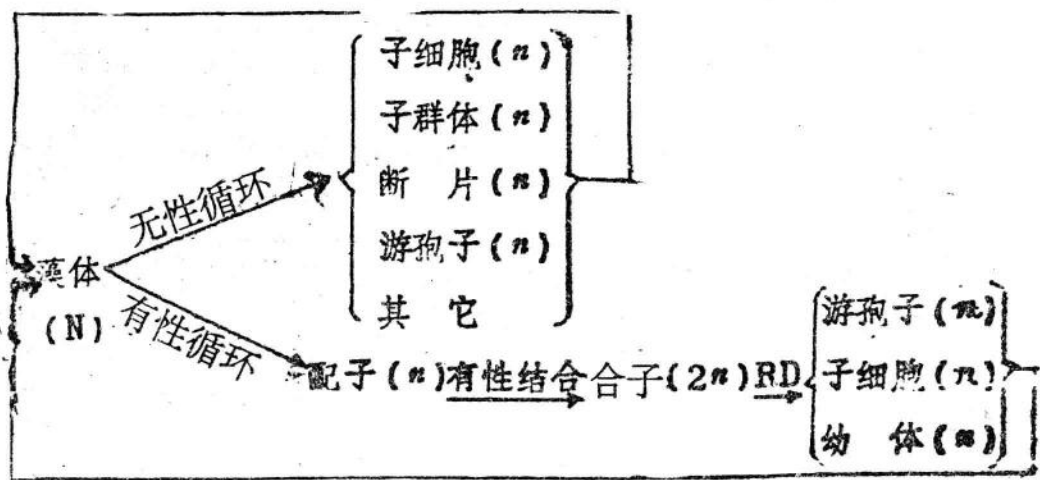
藻类的生活史 (生命周期) 是指藻类在一生中所经历的发育和繁殖阶段的全部过程。藻类的生活史根据其中有性生殖的性质和变化及减数分裂在生活史中的位置共分为三个基本类型：

1、H, h 型

即单倍体单相世代型

H (Haplobiontic) 代表单相世代型，即表明在藻体的整个生活史中，仅一种单一的、自由生活的形式。

h (haploid) 代表单倍体，即自由生活的藻体是单倍体 (细胞仅含一组染色体的藻体)。



在H、h型的生活史中，自由独立生活的藻体只有一个单倍体世代，它可进行无性循环 (包括无性繁殖和营养繁殖) 产生子细胞 (n)、子群体 (n)、断片 (n) 及游孢子 (n) 等，由它们萌发为新藻体，藻体还可以进行有性循环 (有性生殖)，产生配子 (n)，配子配合形成合子 (2n)，合子是生活史中唯一的二倍体阶段，合子一般经过减数分裂萌发产生游孢子 (n)、子细胞 (n)、幼体 (n)，然后发育为新藻体 (n)。在整个生活史中，由于减数分裂 (RD) 是在合子萌发时进行的，所以在细胞学上称之为“合子的减数分裂”。

在整个生活史中，通过细胞结合进入染色体的二倍体 (2n) 阶段，而通过减数分裂，又恢复到染色体的单倍体 (n) 阶段，这样的变化过程称之为“核相交替”，H, h 型的生活史中较广泛地存在于绿藻中。

2、H, d 型

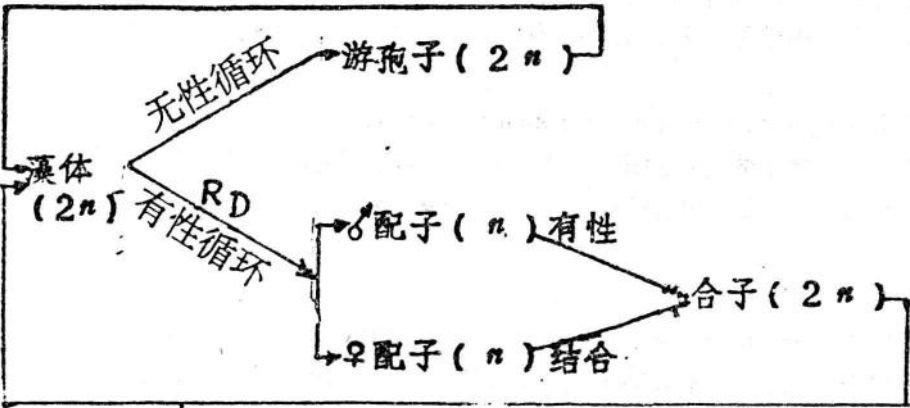
即二倍体单相世代型

d (diphoid) 代表二倍体，即自由生活的藻体是二倍体。

H 代表单相世代型

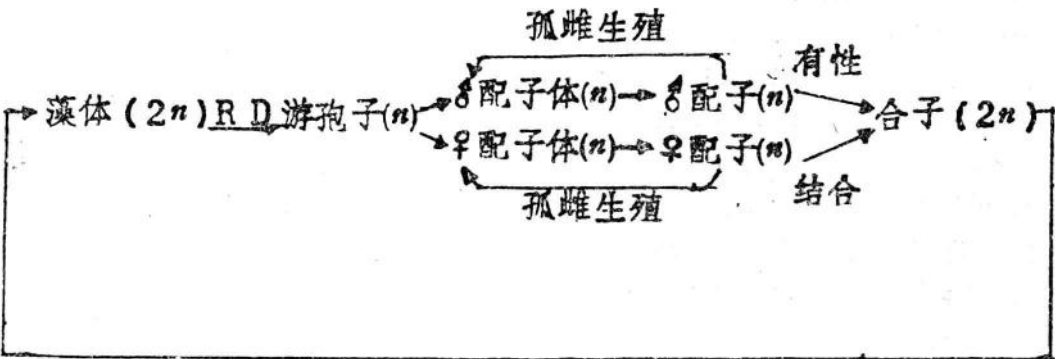
在H, d型的生活史中，自由独立生活的藻体只有一个二倍体 (2n) 世代，藻体可通过

无性循环(无性繁殖),产生游孢子($2n$),由它萌发为新藻体($2n$),藻体也可通过有性循环(有性生殖),产生配子(n),不过配子产生时要进行减数分裂。细胞学上称为“配子的减数分裂”(gametic meiosis),单倍体的配子有雌雄之分,通过有性结合产生二倍体的合子($2n$),



合子($2n$)直接萌发为新藻体($2n$)。在整个生活史中,配子是唯一的单倍体阶段,没有另一个单倍体出现,其它藻体($2n$)、游孢子($2n$)、合子($2n$)都属二倍体阶段,它们之间的变化过程,亦称之为核相交替。H, d 型的生活史在绿藻门如松藻、羽藻、褐藻门如鹿角菜等存在。

- 3、D, h+d 型
即双相世代型
D (Diplabiontic) 代表双相世代型
在 D, h+d 型的生活史中,自由独立生活的单倍体世代的配子体(n)和自由独立生活的二倍体世代的孢子体(n),二者有规律的相互交替出现,这种现象称为“世代交替”(alternation of generation)。



在 D, h+d 型的生活史期,二倍体的藻体为孢子体 (Sporophyte),因为孢子体在无性繁殖时,孢子囊母细胞核经减数分裂产生单倍体的游孢子(n),萌发为配子体;单倍体的藻体称为配子体 (gametophyte),因为配子体在有性生殖时产生单倍体的配子(n),两个配子配合

为二倍体的合子 ($2n$)。在生活史中, 减数分裂产生在游孢子形成之前, 细胞学上称之为“孢子的减数分裂”(Sporic meiosis)。从配子结合到减数分裂这一阶段为无性世代, 从减数分裂到再次的配子结合的这一阶段为有性世代。另外还要指出的是在生活史中, 当配子体行有性生殖时所产生的配子 (n), 在有些种类, 配子 (n) 可行孤雌生殖直接发育为配子体。

根据两种世代藻体的外形, 又可分为:

①、 D^1 , $h+d$ 型

即同形世代交替 (isomorphic alternation generations)

在生活史中, 孢子体世代的藻体 ($2n$) 和配子体世代的藻体 (n) 外形相同。它们这两种世代相互交替出现。如绿藻中的石莼、浒苔, 褐藻中的水云、网地藻, 红藻中的石花菜、江蓠。

②、 D^2 , $h+d$ 型

即异形世代交替 (heteromorphic alternation generation)

在生活史中, 孢子体世代的藻体 ($2n$) 和配子体世代的藻体 (n) 外形不同, 这两世代的藻体相互交替出现, 如绿藻中的礁膜, 褐藻中的海带、裙带菜, 红藻中的紫菜、海索面。

§ 4 藻类植物的分类

藻类这个名词是十八世纪由分类学家林奈首先定名采用的, 他首先把不开花结果的植物归入隐花植物纲 (Cryptogamia), 在此纲中共分四个目, 即蕨目 (Filices)、苔藓目 (Musci)、藻类目 (Algae)、真菌目 (Fungi)。以后, 各国的藻类学家对藻类的分类意见很不一致, 有的把藻类分为各个门, 门以下再设纲, 有的把藻类直接分成各个纲, 排列顺序也不尽相同。根据“中国藻类学会”创订编写的《中国藻类杂志》的藻类系统共分为 11 个门, 主要根据藻类细胞学和形态学等特征。

十一门如下:

1、兰藻门	Cyanophyta
2、红藻门	Rhodophyta
3、隐藻门	Cryptophyta
4、甲藻门	Pyrrophyta
5、金藻门	Chrysophyta
6、硅藻门	Bacillariophyta
7、黄藻门	Xanthophyta
8、褐藻门	Phaeophyta
9、裸藻门	Euglenophyta
10、绿藻门	Chlorophyta
11、轮藻门	Charophyta

在这 11 门藻类中, 有些门藻类主要分布在淡水或半咸水中。有些门藻类虽然是分布在海

水中，但个体很小，一般肉眼不易看见，过着浮游生活，一般称之为浮游藻类，本讲义中所阐述的海藻主要是营底栖生活（定生藻类），藻体较大。它们共包括四个门：即兰藻门、红藻门、褐藻门及绿藻门。根据它们细胞的组成、色素体、细胞壁、贮藏物质、鞭毛及生殖的特点，参照 Stewart (1974) 和 Percival (1979) 等人所列的一些藻类和它们的较为基本特征的摘要图表，将以上四门海藻和它们的较为基本的特征列于表内。（见表 1）

表 1 各门海藻的主要特征

门 类	色素体及色素	贮藏物	细胞壁	鞭毛数和位置	繁 殖		
					营养	无 性	有 性
兰藻门 Cyanophyta	无色素体，只具色素。 叶绿素 a，兰藻兰素、 兰藻红素， β -胡萝卜素 及几种叶黄素。	兰藻 淀粉	果 胶 质、 纤 维 素， 具胶质鞘	无	断折 或具 藻殖 段	细 胞 分 裂，内生 孢子或 外生孢 子	无
红藻门 Rhodophyta	色素体形状多样：星 状，带状，叶绿素 a， 叶绿素 d，红藻红素、 红藻兰素， α -和 β - 胡萝卜素，几种叶黄 素。类囊体单个、没 联合。	红藻 淀粉	藻 胶 质 (琼胶、卡 拉胶、海 萝胶)、纤 维素，有 些种类钙 化。	无	单细 胞种 类细 胞分 裂	四分孢 子 单孢子 多孢子	卵 式 生 殖，雌的 为 果 胞 (卵 囊)， 雄的为不 动精子囊
褐藻门 Phaeophyta	色素体形态多样：星 状、粒状、网状、叶 绿素 a、叶绿素 c， β - 胡萝卜素，岩藻黄素 及几种叶黄素。 类囊体每堆 2~6 个。	褐藻 淀粉	藻胶质 (褐藻胶)、 纤维素	两根 不等 长， 侧生	断折、 繁殖 枝	游孢子 不动孢 子	同配 异配 卵式生殖
绿藻门 Chlorophyta	色素体杯状、星状、片 状、粒状，叶绿素 a、 叶绿素 b、 α -、 β -、 γ -胡萝卜素，几种叶 黄素，类囊体每堆 2 ~5 个。	淀粉	藻胶质 (果胶质) 纤维素	1、2~8 根等长， 顶生	断折	游孢子 不动孢 子	同配 异配 卵式生殖

§ 5 海藻与海洋环境

海藻生长于海洋中，受许多环境因子的影响，如光照、生长基质、温度、盐度、pH 值、无机盐、潮汐、波浪等，为了叙述方便，把以上诸生态因子归纳为：物理因子、化学因子、动力因子及生物因子四个方面：

1、物理因子：

①生长基质

海藻多为定生藻类，与陆地植物一样，需要生长基质，海藻的生长基质一般为岩石及石块，虽然海藻所需之营养盐可直接从四周的海水中吸取，但海藻也需要阳光以进行光合作用，因此，必须固着于一适当的生长基质上，以便接受阳光，否则随水漂浮，会导致被带到无阳光的海底，不能进行光合作用而死亡。

生长基质对海藻的影响，主要是因为它们与海藻孢子或合子的萌发及固着器的构造有关，因此，各种海藻有它们特殊的生长基质。

②温度

温度对海藻的影响很大，它决定海藻的水平分布。海水温度的变化幅度，一般不如陆地大，由 $-3.3\sim 35.6^{\circ}\text{C}$ 。我国海洋较浅，无巨大海流经过，因此，海水受水陆影响，变化较大，例黄渤海水温差年变化达 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 以上。温度的变化对海藻的生长、发育和繁殖有密切的关系，对其孢子的萌发也有深刻的影响。

藻类学家将海藻按温度分类：

5℃以下	寒带藻类
5—15℃（平均 10℃）	亚寒带藻类
15—20℃（平均 15℃）	温带藻类
20—25℃（平均 20℃）	亚热带藻类
25℃以上	热带藻类

海藻生长的温度范围为 $5\sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间，每隔 5°C 分成一类，海藻在最适温度上下相差 10°C 范围内仍可适应，但是差别太大，虽能生活，一般均不能生长，因此以大连海区来说，一年温差约 22°C 左右，在一连四季，海藻群落的变化是很大的，除一些多年生的海藻如马尾藻、鹿角藻、刺松藻、石莼、刚毛藻、叉枝藻等一年四季均有出现外，其它一些海藻的消长变化是很大的，组成海藻群落主要是一些温带藻类，但到了夏季，当水温达 20°C 左右时，许多暖水性藻类就大量出现，如海索而、环节藻、舌状蜈蚣藻、印度网地藻、繁枝蜈蚣藻及小杉藻等，随着水温降低，它们很快消失，而到了秋冬相交之际，水温降低到 10°C 以下，一些冷水性藻类群落又大量出现，如：北极礁膜、紫菜、酸藻、单条胶粘藻等，到了四五月份，水温上升，它们也逐渐消失。

③光照

如果温度是影响海藻的地理分布的主要因子,光照就是决定海藻垂直分布的主要因子,即生长水层的深浅。海水中的光照来源于太阳光,当光线透射入海水时,要受各种光波波长的支配,也受海水的吸收及散射作用的限制,故海水的光照条件要比陆地差,根据光谱成分分析,日光可分为可见光(红、橙、黄、绿、兰、青、紫)和不可见光(红外线和紫外线)。红外线的光波最长,红、橙、黄、绿、兰、青、紫光光波长度递减,紫外线光波最短。长波光线如红、黄光很易被海水吸收,只几米深就被吸收掉,只有短波光线如绿、兰光才能透入海水深处。各种颜色的海藻需要不同的光照和不同波长的光线,因绿藻利用红光和部分紫光,所以分布的区域最浅(约5、6米水深),褐藻利用橙光和部分黄光,生活于30米—60米水深处,红藻利用绿光和黄光,可生活于100米深的海水区域中。

海藻对日光照射强度要求是不相同的,如红藻中的紫菜、海萝和一般的绿藻如石莼、浒苔、礁膜等藻类适应强光,多生长在高、中潮带,它们属于强光藻类,类似陆地的阳生植物,一部分褐藻和海带、裙带菜等适应于光照较弱的地区,属弱光藻类、类似陆地的阴生植物、多数红藻属弱光藻类,有的甚至能生长在光线更弱的较深水层中。

海藻对于某些较强或较弱的光线有某种调节适应能力,生长在较深水层的海藻能以其辅助色素增强光合作用能力,有些海藻在不同光照波长和强度下,具有变色适应能力,如潮间带生长的江蓠,虽属红藻,但有的藻体常呈绿色。

光照的强弱,在一年中也有所不同,一般夏季最强,冬季最弱。因此有些海藻在潮间带生长位置的高低也随季节而变化,此外,海藻的垂直变化与海水的透明度也有关系。

2、化学因子:

① 盐度

一般海区海水盐度变化不大,故盐度对海藻生长并非主要因素,但在近江河出口处,盐度变化大,多数藻类不能生长,各种海藻抵抗盐度变化的能力不同,如海带耐盐度变化能力较小,海水中含盐量低于28‰,即不能生长,而浒苔、紫菜的耐盐度变化大,尤其是前者,甚至可生活在淡水中。

② pH 值

海水中pH值的变化不大,一般在7.9—8.3之间,在内湾浅水中pH值变化较大,尤其是夏天的大潮日,退潮后,岩石中的石沼的浅水中,pH可达到10左右,各种海藻对pH值的忍受能力不同,石莼、江蓠均能忍受较高的pH值。

③ 无机盐类

海藻必须直接吸收溶解在水中的无机盐类、海水中无机盐类很丰富,一些是从陆地上流入海洋中的,另一些则是海洋中动、植物尸体分解产生的,与海藻生长有密切关系的营养元素最主要的 NO_3 、 PO_4 ,其它还有K、Ca、Mg、Fe、Cu、Mn、B、I等。

3、动力因子:

① 海流

海藻的繁殖细胞,主要靠繁殖期海流传布,因此,海流是形成海藻地理分布的主要因素。海流分为寒流和暖流,各有其不同的藻类,如海带是寒流的产物,原生长在与我国黄渤海相邻的日本、朝鲜、由于在繁殖季节,南下流经这些产区的寒流或其支流,不直接流经我国的黄渤海沿岸,所以在三十年代以前,海带没有在我国北部生长,现在该地区生长的海带是由日本引进,开展大规模人工养殖后繁殖起来的。又例如裙带菜是温水性种类,虽然黄渤海的

自然环境很适合它生长，但由于繁殖期流经其产区的海流不达黄渤海，所以无分布，直到三十年代从朝鲜济州岛移植引种，现在在我国黄渤海自然生长的裙带菜既多、又好。

另外，海藻还有一种不连续分布现象，例如大连地区生长的波状网翼藻、铜藻、裂叶马尾藻等暖水性海藻，在大连以南的山东半岛及浙江嵊泗列岛均无分布，在广东、福建大量生长。根据海流情况，不是从我国的东海沿岸传布过来，可能是该些种分布在日本南部的海藻，经朝鲜半岛南端由西朝鲜海洋传布到我国的黄、渤海。

② 潮汐

是影响海藻在潮间带垂直分布的主要因素之一。根据 Vauant (1891) 的原则，潮间带可分为三个主要的垂直区，即高潮带、中潮带和低潮带。适应力最强的是分布在潮间带上部的藻类，对外界环境剧烈变化适应力最小的藻类则分布在潮间带下部以至潮下带。大连地区属规则的半日潮，潮水在 24 小时内涨、落各两次，现以我们调查过的长山列岛的獐子岛为例：由于高潮带被海水掩盖的时间很少，因此藻类种类亦少，仅一些兰藻、蛎菜、海萝、小石花菜等。中潮带占潮间带的大部分地区，生活条件在整个月间都是两栖的，因此分布的藻类较多，如缘管浒苔、条浒苔、真江蓠、孔石莼、硬索藻、萱藻、蜈蚣藻、叉枝藻等。低潮带所生长的藻类几乎所有时间都浸在水里，只有大潮落潮时才露出水面，藻类很繁茂，常见种类有：刺松藻、点叶藻、叉开网翼藻、钝形凹顶藻、粗枝软骨藻、羊栖菜、鼠尾藻、海药子和海黍子等，潮下带是较稳定的生长环境，藻类终年浸泡在海水中，生长茂盛，如石花菜、鸡毛菜、三叉仙菜、多管藻、异管藻、绒线藻、海带和裂叶马尾藻等。

潮间带在各地深度不同，浙江海宁高低潮差可达 30 尺以上，福建厦门为 18 尺，青岛是 8—10 尺，大连是 5—9 尺，东沙群岛仅 2—3 尺。

根据资料得知，许多藻类的生殖常与大潮有关，如马尾藻排卵为半个月一次，网地藻为半个月或一个月一次，它们排卵与结合时间都在大干潮，可见潮汐影响它们的繁殖。

③ 波浪

一般内湾风浪较小，外海沿岸与岛屿海岸风浪较大。在海藻中有的喜浪，喜生长在浪大处如羊栖菜、海索面、硬毛藻、石花菜。有的海藻怕浪如江蓠、石莼、浒苔、礁膜等属于畏浪藻类，故喜生长在风浪较小的内湾。

海藻的好浪与畏浪是与藻体的质地、孢子的附着及养分的吸收能力有关，如藻体坚韧就不怕波浪如石花菜、硬毛藻，如孢子附着能力强也不怕波浪如海萝，有的海藻吸收营养能力弱，需借湍急水流帮助吸收如海索面。

4、生物因子和生物型

海藻生长在海洋环境，它周围的所有海洋生物都是它的生物因子，有的生物因子对它们有利，有的却是有害的，例有些较小型的海藻，如水云、褐毛藻、黑顶藻、海蕴等常附生在一些大型的海藻或海洋植物上如马尾藻、绳藻及大叶藻藻体上，后者给它们提供生长基质，这是有利的一面，又如海带一般是二年生藻类，当它成熟后放散孢子，如果其附近的岩石上长满珊瑚藻，海藻孢子就没有机会附着于岩石上，也不可能生长了，因此珊瑚藻对海带来说就是不利的生物因子，此外，有些贝类如鲍鱼喜食海藻，它们也是对海藻不利的生物因子。

生物型：

海藻生活在海洋环境中，海洋环境在一年四季中有较大的变化，海藻由于适应海洋环境，因而各种藻类有它的特殊的形态构造、生活史、以渡过不适宜的环境，归纳起来可分为以下