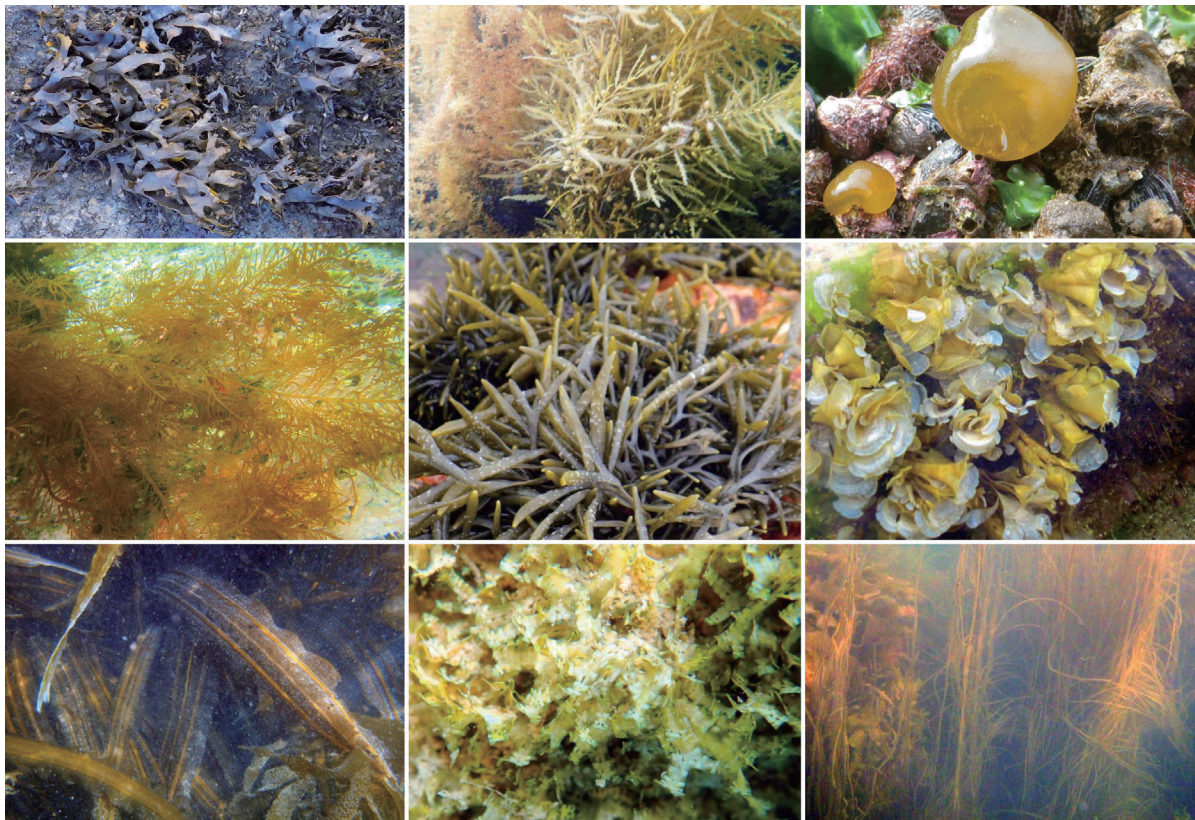


形态多样的褐藻类



大型黄色植物 ——褐藻

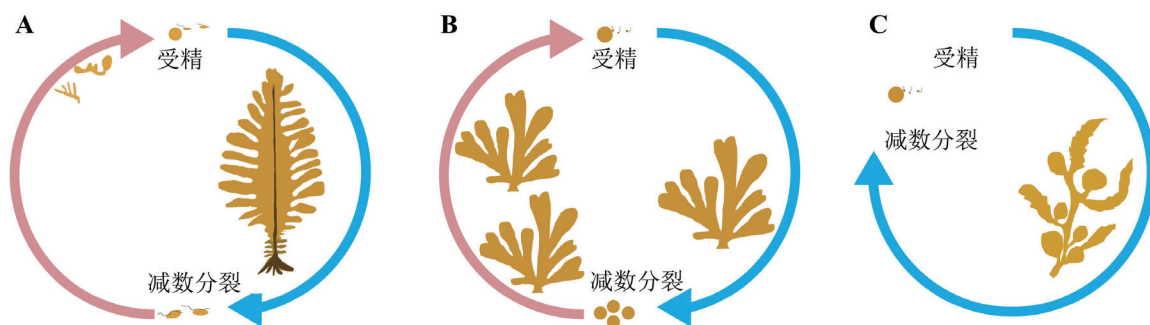
撰文·供图 孙忠民

提起褐藻，大家一般会立刻想到海带（*Saccharina japonica*）、裙带菜（*Undaria pinnatifida*）和羊栖菜（*Sargassum fusiforme*）等可以食用的藻类。海边出生的我，小时候经常在海边捡到褐藻，但总是纳闷为什么这些植物不是绿色而是黄褐色？现在作为中国科学院大学老师的我，每年都要给学生们讲解：在光合作用中，色素是捕捉光线的“天线”，褐藻除了含有绿色的叶绿素，还含有藻黄素和胡萝卜素等黄色的色素，因而褐藻显示褐色或者黄色。如果把鲜活的褐藻浸入开水中会马上变成绿色，因为黄色色素更容易被分解，而叶绿素相对稳定。为什么饭店里烫火锅用的海带

是绿色的呢？正是为了便于储藏和运输，海带已在加工厂漂烫过所致。

关于褐藻的分类，过去我们习惯将其定义为一个门，但是随着藻类分类学的发展，尤其根据大量的分子系统学证据，当前普遍接受褐藻为黄色植物异鞭藻门（Heterokontophyta）下属的一个纲。中国科学院水生生物研究所胡鸿钧先生曾指出异鞭藻这个中文定义并不妥当，游泳细胞的两个鞭毛形态不同的生物类群太多。这个庞大的黄色植物类群，鞭毛的典型特征是两根鞭毛中的一根布满纤毛（mastigonemes），在游泳时具有纤毛的那一根在前，通过纤毛的摆动推动身体向前运动，而没有纤毛的那

褐藻的生活史类型。A. 裙带菜；B. 网地藻；C. 马尾藻类。红色部分表示单倍体 (n)，蓝色部分表示二倍体 ($2n$)



一根在后面起到“舵”的作用，即控制游泳方向。然而，鞭毛具有这一特征的类群还包括不进行光合作用的杯鞭虫类、卵菌类等类群。拉丁语Strameno为麦穗，Piles为鞭毛的意思，胡鸿钧先生建议除去那些不进行光合作用的类群，把进行光合作用的几个类群归类为一个门，叫作光合穗鞭藻门。无论是异鞭藻门还是光合穗鞭藻门，把金藻纲 (Chrysophyceae)、硅藻纲 (Bacillariophyceae)、褐藻纲 (Phaeophyceae) 等定为纲更为妥当。

褐藻纲是异鞭藻门中唯一多细胞的类群，绝大多数褐藻生活在海洋中，全世界约有1800种，其中我国海域约有260种。褐藻在外观上，有丝状的、扇形的、带形的、壳状的、树状的，等等。正是由于各类群多细胞的排列方式不同，从而形成多种多样的藻体形态。水云属 (*Ectocarpus*) 藻体的大多数细胞能进

行细胞分裂；网地藻属 (*Dictyota*) 藻体顶端的单个细胞向下分生形成多个细胞；海带属 (*Saccharina*) 的藻体具有一圈分生能力旺盛的组织，可以向上、向下分裂生长。褐藻的有些类群细胞高度分化，出现了类似高等植物输送光合作用产物的筛管性质的内部构造，有了类似根、茎、叶的形态分化，还有的出现了气囊，让整个藻体伸展在水体中以更好地吸收光线和营养盐。

为什么很多褐藻繁茂于冬春季节，到了夏天却无影无踪呢？因为褐藻具有孢子体和配子体的世代交替，所以孢子体和配子体形态差异显著的叫作异形世代交替。比如，海带类大型叶状体为孢子体 ($2n$)，丝状体为配子体 (n)，在夏天巨大的孢子体无法生存，变身为微小的丝状配子体躲在岩缝中避暑。相反，网地藻类等暖水性类群繁茂于夏季而消失于冬季，孢子



野生海带 (左) 和裙带菜 (右)，拍摄于山东长岛海域

体 ($2n$) 和配子体 (n) 的形态相似, 进行着同形世代交替。

由于褐藻的化石很少, 只有生长于中新世 (2400万—500万年前) 海带类和墨角藻类 (*Fucus*) 的化石, 根据分子生物钟估算褐藻的起源不超过2亿年, 可以说褐藻是个比较年轻的生物类群。科研人员推测, 进行同形世代交替的祖先 (包括网地藻类) 繁茂于温暖的古地中海, 可以维持体形相似的孢子体和配子体; 随着板块移动和气候变动, 一些向冷水演化的褐藻类群, 无法维持同形世代交替, 孢子体和配子体出现形态差异, 以便适应剧烈的季节更替; 而墨角藻类和马尾藻类 (*Sargassum*) 的藻体都为孢子体, 相当于配子体寄生在孢子体上, 即生殖托上的生殖窝。

褐藻的很多类群体形巨大, 比如巨藻 (*Macrocystis pyrifera*) 体长甚至可达60米以上, 这些大型褐藻能够形成大规模的海藻场或称海底森林。海藻场发挥着重要的生态作用,

是维持沿海生物多样性不可缺少的海洋生态系统之一。首先, 作为初级生产力的提供者, 可以固定二氧化碳和净化水质, 海藻场单位面积的生产力能够与陆地上的热带雨林相匹敌。其次, 海藻场为鱼、虾、贝等海洋动物提供了避难所、产卵场、育幼园以及食物来源地。海藻场的分布受水温、洋流、透明度、营养盐等多种因素影响, 我国渤海和黄海分布着以海带和裙带菜为主要构成种的冷水性海藻场, 东海和南海海域分布着以马尾藻类为主要构成种的暖水性海藻场。然而, 近年来在人类活动和气候变化的双重影响下, 我国海藻场的分布面积在不断缩小。由于海水富营养化引起浮游单细胞藻类大量繁殖 (如赤潮), 透明度变低造成潮下带的大型褐藻无法正常生长。一些海域还出现大量海胆, 把本来衰弱海藻场啃食殆尽。

一些褐藻也是食品、化工和医药等产业的重要原料。中国自古就有利用褐藻的传统, 最早《神农本草经》就有关于褐藻消炎去肿的



马尾藻场 (三亚小东海退潮后)

记载, 海带和羊栖菜等既是人们喜爱的食品, 又是重要的中药材。褐藻糖胶的一种岩藻多糖 (fucoidan) 是存在于细胞壁基质中的硫酸化多糖, 具有良好的抗氧化特性, 作为活性成分被广泛用在化妆品、功能食品以及水产养殖和牲畜饲料行业中。此外, 褐藻所含有的岩藻黄素 (fucoxanthin) 具有多种生物学活性, 包括抗炎、抗肥胖、抗肿瘤、抗氧化、调节血糖、保护皮肤和脑血管等功效, 其在保健品和医药等领域具有广阔的应用前景。

虽然褐藻在海洋生态、水产食品和医药化工等领域具有重要作用, 但是有些物种的大量繁殖也会带来生态灾害。比如, 某些马尾藻类曾大量堆积于加勒比海岸, 给当地居民生活和观光旅游造成巨大损失。近年来, 我国近海会出现大量漂浮铜藻 (*S. horneri*), 破坏养殖设施, 沉入海底后造成渔民无法脱网作业。因此, 亟需发掘这些褐藻的利用途径, 比如制作海藻肥料和饲料来实现变废为宝。

作者简介

孙忠民, 中国科学院海洋研究所副研究员, 主要研究方向为大型褐藻的分类学。

(责编 桑新华)



漂浮铜藻生物量巨大 (上: 江苏盐城紫菜筏架; 下: 山东荣成)