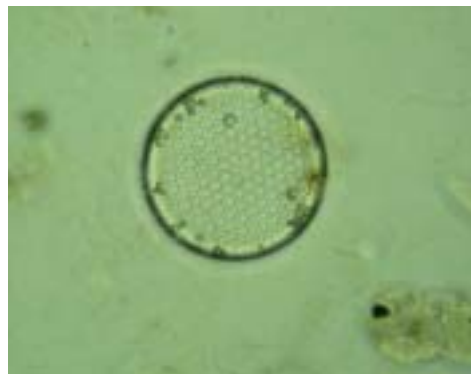


海洋中的微細藻類

張睿昇

育達技術學院通識中心助理教授

藻類是一群不具有根、莖、葉，也不會開花結果的植物。它們可以說是地球上最神奇的生物之一，因為不僅存在的時間最久遠，生長的空間最廣泛，生物個體間的差異也最大。藻類如果依細胞結構、色素種類等特性，基本上可分為十大類（植物門）。而生活在海洋裡的藻類，若依其生活方式則可分為生活在底棲環境的固著性藻類，及生存在大洋中行浮游生活的浮游藻類；其中，固著性藻類包含了肉眼無法觀察到的單細胞藻類和海邊常見的大型海藻。而浮游藻類也被稱為植物性浮游生物或浮游植物，則幾乎都是單細胞的種類。



一、微細藻類的種類組成

浮游藻類主要分屬於兩生物界，一為單細胞原核生物界；另一為單細胞真核生物界。=>差異在於細胞核及其他胞器的結構。

(一)、藍綠藻 (blue-green algae)：

1. 分類：藍綠藻門(Cyanophyte, Cyanobacteria)，原核生物，地球上最原始的生物，出現在35億年前。約有1500種。
2. 型態與構造：大都以單細胞的形式存在，細胞約在2 μ m以下與細菌大小相當。部分種類的細胞會聚集連結成一絲狀群體，但未有細胞分化的情況。外表常有一層膠質鞘。具有藻紅素及藻藍素。
3. 繁殖方式及生活史：不具有性生殖，單細胞個體以分裂生殖為主，群體則以產生內生孢子、外生孢子、後壁孢子（休眠孢子）及連鎖體等方式繁殖後代。

4. 分布：由於具有膠質鞘保護，可生長於任何環境，包括極惡劣的地區，如溫泉、沙漠、極地、凍原等。易受水域優養化的影響形成藻華。
5. 疊層石 (stromatolite)：由附生於礁石上的藍綠藻經年累月所堆積而成
=>澳洲、墾丁風吹砂。
6. 髮菜：為念珠藻，主要分布於大陸四川、甘肅等地，具有食用價值。但因被過度開採，造成土地荒漠化，目前已經禁止出口。

(二)、矽藻 (diatom)：

1. 分類：屬於金藻植物門矽藻綱 (異鞭毛藻門、矽藻植物門)，約有 10,000-12,000種。(主要特徵為擁有長、短兩條不同結構的鞭毛，但僅有中心目的雄性配子擁有鞭毛。)
2. 型態與構造：最大特徵為有矽質的外殼，外殼中所含矽的重量大約占細胞體重的4-50%，所以稱為矽藻。大小在2 μm -2 mm之間。以花紋的排列來區分，可分為以一個點(極)為中心；形成對稱體的中心目，及一個長形如葉狀或羽狀的兩側對稱體稱為羽狀目。
3. 繁殖方式及生活史：矽藻可行有性與無性兩種生殖方式。一般它都是行無性的二分裂。有性過程較為複雜，通常在經由無性生殖產生的個體過小無法分裂時產生，受精後的配子直接發育為增大孢子，再進一步發育為正常大小的矽藻細胞。
當環境不佳時矽藻外殼會增厚；細胞質會內縮，經由此無性過程產生有抵抗惡劣環境能力的休眠孢子。
4. 分布：廣泛分布於淡水與海洋的環境中。為水生動物主要的食物來源。

(三)、渦鞭毛藻 (dinoflagellate)：

1. 分類：屬於甲藻植物門 (異鞭毛藻門，甲藻綱，雙鞭毛藻)，2000種以上。
2. 型態與構造：有兩根鞭毛，大部分的種類擁有厚重纖維素外殼，所以也可稱為甲藻。其基本上的體形結構為一個橫溝將細胞分為上下兩半，再垂直連接此橫溝向下形成一縱溝，兩根鞭毛一根長在橫溝中，此根鞭毛使渦鞭毛藻產生旋轉前進運動能力，另一根沿著縱溝成長者，其功能如船舵；控制渦鞭毛藻前進方向。
3. 繁殖方式及生活史：渦鞭藻也有有性與無性兩種生殖方式，無性也是採取二分裂方式；生存環境變差，會經由有性過程產生休眠孢子。
4. 分布：廣泛分布於海洋的環境中，少數種類為淡水產。單獨生活，少數

種類形成鏈狀或群體。兼具動、植物的特徵，具運動能力，50%的渦鞭毛藻體內不含有色素，行異營生活（噬菌或攝食藻類）。常因水域環境適合生長而形成紅潮（ 10^8 cells/l以上）。

5. 藻毒：麻痺性貝毒、神經性貝毒、下痢性貝毒（健忘性貝毒 => 矽藻）

(四) 鈣板藻：

1. 分類：屬於著鞭毛藻門（定鞭毛藻），300種。
2. 型態與構造：有三根鞭毛，兩側的鞭毛其結構與異形鞭毛藻門者相同。中間的鞭毛可用來抓住懸浮顆粒等物體，故稱為著鞭毛，其結構與前者完全不同。大小一般在20 μm 以下。

最大的特徵是細胞外層被各種各樣碳酸鈣的鈣板所覆蓋，這些鈣板的形狀與排列即為其分類的依據。

3. 繁殖方式及生活史：鈣板藻為其不動相，不具鞭毛。具有鞭毛者為其游泳相，會隨著環境變化而有交替現象。
4. 分布：海洋。鈣板藻或鈣板沉降到海底後即成為白色石灰沉積物。近年來由於科學家發現鈣板藻可以放出雙甲基硫（DMS）；雙甲基硫為一吸濕分子，所以極易在大氣中吸收水氣形成雲，所以對於地球之日照有相當影響。

(五)、裸藻

1. 分類：屬於裸藻植物門（眼蟲），800種。
2. 型態與構造：藻體前端有1-2根鞭毛，鞭毛基部有食道、貯蓄泡及伸縮泡。不具細胞壁，但細胞膜質地較硬。
3. 繁殖方式及生活史：通常行縱分裂無性生殖，環境不佳時則形成具有後壁的囊胞。
4. 分布：主要分布於淡水，喜歡生活於富含有機質的湖泊、水田及魚池中。
5. 雖然擁有葉綠素b，但光合作用產物並非澱粉，而是眼蟲澱粉。

(六)、其它藻類：

矽質鞭毛藻，它屬於異形鞭毛藻門，最大特徵為其體內有矽質骨針。體型甚小，在10 μm (0.001公厘)以下，據說其光合作用可達海洋所有光合作用的50%。

微細鞭毛藻，它大小在2-20 μm 之間，它主要由綠灰藻門、隱藻門、裸藻門及綠網藻門所組成。這些鞭毛藻有些擁有色素粒，但基本上都會行異營生活，所

以也有科學家將其歸類於原生動物。

綠藻，主要為淡水藻類，具有葉綠素b與陸生植物相同。

二、浮游藻類的分布與生活

影響浮游藻類生長的环境因子中，包括**光線、水溫、鹽度及營養鹽**。其中又以光線及營養鹽的影響較大。

浮游藻類是行光合作用的生物，體內具有吸收光能的葉綠素以及固定二氧化碳的各種酵素。因此隨著光照逐漸增強，光合作用的速率也會跟著加快，浮游藻類就能快速長大並分裂產生新的細胞。但當光強度超過某個臨界點時，浮游藻類行光合作用的能力會達到飽和，此時光合作用的速率就不會再隨著光強度增加了。若持續增加光強度，浮游藻類的光合作用系統就會受損，反而會導致光合作用速率下降。在海洋中，光照強度會隨著緯度，雲層厚度，和水深而改變，這些現象限制了浮游藻類的垂直分佈，而在全世界的海洋中，只有陽光能到達的水層才有浮游藻類的蹤跡。除了垂直分佈，光照也影響浮游藻類的季節性變化。以北臺灣為例，冬季由於雲層覆蓋，日照量遠低於夏季的水準，於是浮游藻類的光合作用速率減緩，水中浮游藻類的數量也很稀少。同樣的道理在北極地區，冬季由於緯度的關係形成「永夜」，浮游藻類自然無法生長。但是到了夏天，由於日照充足，營養鹽豐富，卻使得北極海域成為浮游藻類生長非常旺盛的地方。

除了光照，浮游藻類還需要營養鹽的供應才能生長，這和陸上植物需要施肥的道理是一樣的。營養鹽提供了細胞結構上的重要組成元素，例如含氮營養鹽類提供了建構蛋白質所需的氮元素，磷酸鹽提供了建構核酸所需的磷元素，而矽酸鹽則提供了矽藻細胞壁中所需的矽。營養鹽的來源則包括**陸源的沉積物與海洋深層所累積的營養鹽**。陸源的沉積物，主要是陸地上的岩石在風化之後就會溶出營養鹽進入河湖之中，再加上人類因施肥等活動釋出的營養鹽，最後都會進入海中供浮游藻類利用。而海洋深層所累積的營養鹽則是來自海洋生物本身，不論是浮游藻類或小魚小蝦，身體中都含有氮、磷、矽等元素，這些體內的元素經由排泄，或是死亡後屍體被細菌分解等過程，便以營養鹽的形式再度溶解在海水中，再藉由風浪的攪拌或是湧升流的作用，將深層累積的營養鹽送回到海洋表層，供浮游植物利用。

三、浮游藻類在海洋食物網中的地位

浮游藻類是海洋食物鏈的起點。隨著浮游藻類的體型變化，海洋中會形成許多條**食物鏈**，每一條的開端都是一群特殊種類或特殊大小的浮游藻類。例如，有些食物鏈由矽藻開始，然後橈腳類捕食矽藻，小魚小蝦又捕食橈腳類，然後大魚再捕食小魚小蝦，最後大魚就上了我們的餐桌，這就是我們熟知的「**捕食食物鏈**」。另一些食物鏈從單細胞藍綠藻開始，鞭毛蟲靠捕食藍綠藻為生，纖毛蟲又捕食鞭毛蟲，最後還有捕食纖毛蟲的纖毛蟲居於食物鏈的末端，這條路徑通常叫

做「**微生物循環**」。而許多條的食物鏈相互結合，便形成一複雜的**食物網**。

這些食物鏈或食物網中能量的轉換與傳遞，是海洋生物學家研究海洋生產力的主要課題之一。由於浮游植物行光合作用，將無機的物質轉換成有機的物質，是海洋中**基礎生產力**的主要來源，約佔 95%，其餘 5% 則由細菌完成。這些具有生產力的生物，稱之為**生產者**，而以生產者為食的生物，稱之為**消費者**，另外還有一群生物負責將食物碎卸或生物的排泄物、屍體予以分解，稱之為**分解者**。這三者之間的關係密切，也讓整個海洋生態系得以維持平衡。隨著緯度的高低，浮游植物與浮游動物在極區、溫帶及熱帶海域的季節性變化，有明顯的差異。在極區與溫帶地區，浮游植物會有一明顯的高峰期，然後浮游動物接著出現高峰。但在熱帶海域，此一現象並不明顯。而種類組成，也不盡相同。

四、微細藻類與人類之間的關係

(一)、漁業資源

除了做為海洋捕撈漁業的指標外，部分的微細藻類常被做為餌料生物，主要是直接投餵做為水產經濟動物的幼苗的食物來源，其次是作為動物性餌料生物的食物來源。此外也有淨化水質的功效。

(二)、健康食品

部分微細藻類含有相當高量的蛋白質、胺基酸、維生素、胡蘿蔔素及礦物質等物質，經由大量培養後，予以加工製成健康食品，可用來彌補人類糧食的不足。

(三)、優養化、藻華與紅潮

優養化原是指淡水生態系中(如湖泊、河川等)，水體老化過程中的一個自然現象。隨著水中營養鹽的逐漸增加，水中的生物組成亦隨之改變，最後因沉積物不斷累積而形成陸地。但由於人類活動的頻繁，工業的發展，加速了水體優養化的進行，因此，目前被廣泛定義成水體中含有豐富營養鹽的現象。雖然營養鹽的增加，有助於微細藻類的生長，但過量的營養鹽再造成過多微細藻類生長時，則會改變整個水中生態的平衡，而此一藻類過度生長的情況，便被稱之為藻華(bloom)。在海洋中，渦鞭毛藻便常因大量繁生而形成藻華，由於海水的顏色會因此呈現出紅棕色或咖啡色，故有紅潮或赤潮一詞產生。紅潮的產生會對海域中的其他生物造成機械性傷害或是因藻類產生的毒素而死亡，常造成漁業資源的重大損失。

此外，隨著水產養殖業的發展，養殖池中產生的藻華現象也時有所聞，除了造成水產品的經濟損失外，也直接影響民眾對水產品食用的安全性，民國 75 年的西施舌事件便是一個例子。目前的研究顯示，有害的微細藻類所造成人類因食用水產品中毒事件種類，包括麻痹性貝毒、下痢性貝毒、神經性貝毒、失憶性貝毒、熱帶珊瑚礁魚毒等。

(四)、微細藻類的沉積物

微細藻類死亡後的外殼，會大量沉積在海底，通常可分為鈣質軟泥及矽質軟泥。其中矽藻所形成的矽質軟泥分布在兩極地區，其工業用途極廣，可做為建築材料，過濾劑，造紙、橡膠、化妝品和塗料的填充劑，保溫材料等。此外，球菌藻所形成的鈣質軟泥也佔有沉積物的大部分。而這些沉積物也是研究古海洋環境的重要資料。