

微細浮游植物生態與食物鏈之關係

李忠憲、蔣依依、藍揚麒

水產試驗所海洋漁業組

海洋微生物資源是海洋環境中普遍存在，卻一直未被充分利用及研究的資源。海洋微生物個體極小、數量龐大，在海洋生態系統乃至影響全球氣候變化中扮演著舉足輕重的角色。微生物可用以分解垃圾、污水或其他污染物質，尤其是海洋的污染，例如油污染和廢棄物污染等；海洋微生物還可用於食物或藥物生產。某些海洋微生物含有葉綠素，可進行光合作用，吸收大氣溶於海水中的二氧化碳，可減低大氣中溫室氣體含量，有減緩地球暖化的功能。此外，海洋微生物主要是透過分解礦物與養分以支持地球上生命的循環，因此它們在生態系統中扮演著重要的角色。

在台灣東北部沿岸海域經長年觀測發現，當水溫 $> 25^{\circ}\text{C}$ 時，葉綠素 a 濃度在 $0.3 - 0.7 \mu\text{g L}^{-1}$ 之間，而此時小於 $20 \mu\text{m}$ 之葉綠素 a 之貢獻量可達 65–95%，可見體型大小範圍在小於 $20 \mu\text{m}$ 之海洋微生物為海洋生態系中相當重要的一群。經研究發現，體型小於 $20 \mu\text{m}$ 之群集中，主要以微細鞭毛蟲 (nanoflagellate, $2 - 20 \mu\text{m}$) 為主。而微細鞭毛蟲中，含有色素者稱為色素型鞭毛蟲 (pigmented nanoflagellate)，這些色素型鞭毛蟲可行自營與異營生活，因此被稱為混營性鞭毛蟲，但也可能僅單純地行自營生活。在 6–9 月期間，台灣東北部沿岸海域有 50% 以上之微細鞭毛蟲是屬於色素型鞭毛蟲，主

要有如圖 1 所示之種類出現。至目前為止，僅能以其體內葉綠體分布的差異來進行大類之區分，尚無法辨別至種的層級。

除此之外，在微生物環中 (microbial loop)，有一群可行光合作用之超微細浮游植物 (picophytoplankton, $< 2 \mu\text{m}$)，亦為海洋中非常重要的基礎生產者之一，經研究發現，自營性細菌如藍綠細菌 (或稱為聚球藻 *Synechococcus* spp.) (圖 2) 為台灣東北部沿岸海域超微細浮游植物的重要組成。一般認為 *S. spp.* 與浮游性海洋細菌的主要攝食者為微細鞭毛蟲 (包括自營性及混營性之色素型鞭毛蟲與異營性之非色素型鞭毛蟲) 與纖毛蟲 (ciliate)，但在該海域發現纖毛蟲對 *S. spp.* 與浮游性海洋細菌的攝食影響相當有限。

Tsai et al. (2007) 研究指出，台灣東北部沿岸海域自營性 *S. spp.* 最主要的攝食者為色素型鞭毛蟲。利用大小為 $1 \mu\text{m}$ 的螢光標示粒子 (fluorescently labeled particles, FLP) 來模擬 *S. spp.* (圖 3)，並以 FLP 餵食的方法來推估微細鞭毛蟲的攝食率，當 FLP 受到微細鞭毛蟲的攝食後，無法被消化而留存於其體內，此時 FLP 在螢光顯微鏡之藍色激發光照射下，會發出強烈的綠光，而含有藻紅素的 *S. spp.*，在相同藍色激發光下則呈現黃橙色，因此可經由發光顏色的不同作為區別。在暖季期間，色素型鞭毛蟲平均攝取 *S. spp.*

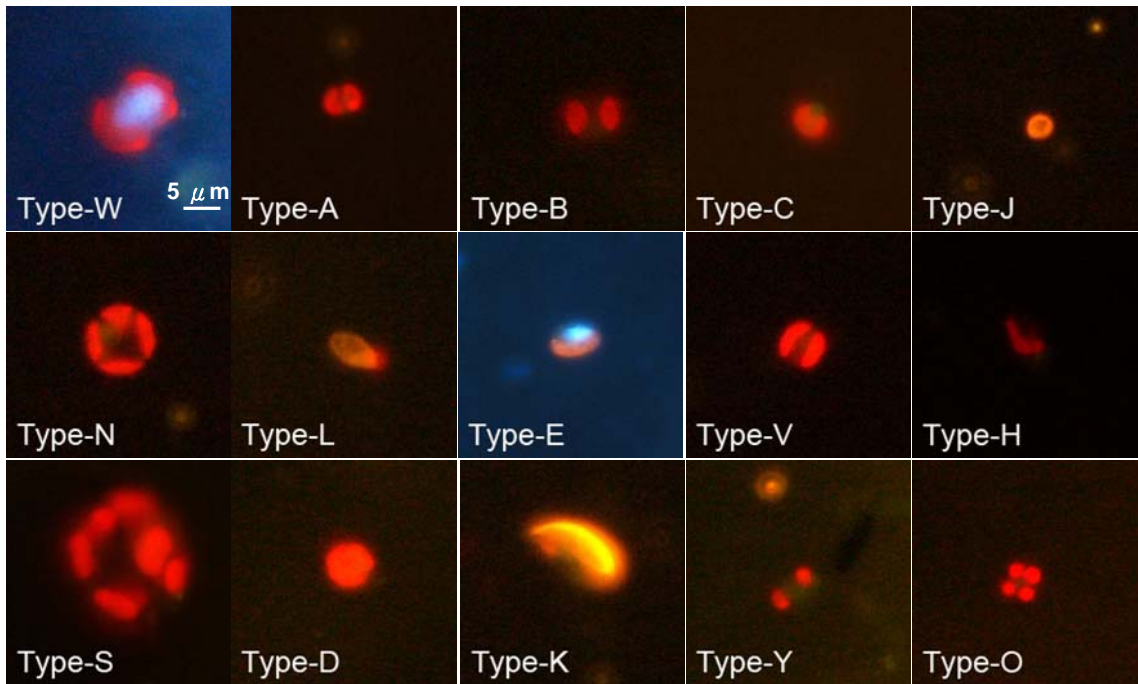


圖 1 色素型鞭毛蟲在螢光顯微鏡藍色激發光照射下之各種色素分布型態



圖 2 藍綠細菌在螢光顯微鏡藍色激發光照射下呈現黃橙色

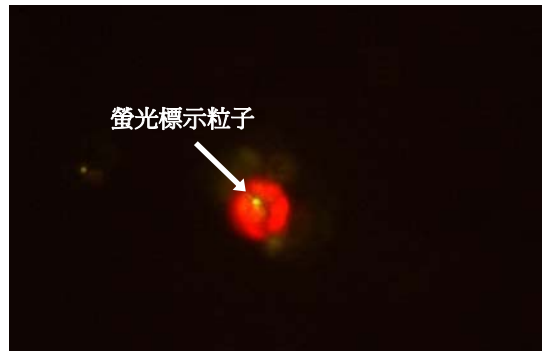


圖 3 在螢光顯微鏡藍色激發光下，色素型鞭毛蟲正在攝食螢光標示粒子

生產量的 43%，為纖毛蟲對其攝食的 12.5 倍。此研究的結果首次證實，在亞熱帶太平洋西部沿岸海域中，色素型鞭毛蟲為 *S. spp.* 的主要攝食者。

此外，海洋中尚有異營性細菌，它們會分解及利用溶解性有機質 (dissolved organic matter) 或顆粒狀有機質 (particulate organic matter)。以這些自營性或異營性細菌為出發

點，而將生產力向上傳遞給高階生物的微生物環 (Azam et al., 1983)，有別於一般所熟知的攝食食物鏈 (Lalli and Parsons, 1993)，這兩種不同傳遞能量的路徑，在不同生態體系中具有不同的重要性，因此，海洋環境中各營養階層間的能量傳遞關係是複雜而值得深入研究的。