

深層海水培育錐尖擬紅翎藻初探

李沛珊¹、田伶任¹、張銀戀²、何源興¹

¹ 水產試驗所東部海洋生物研究中心、² 東港生技研究中心

前言

海藻生長於天然海域，不需和陸生作物搶地，具多功能性及多元利用性，除可作為水質淨化、糧食、健康食品、美容醫療用品外，亦具有節能減碳、提煉藻膠及生質能源等多種用途。臺灣周邊海域大型藻類約有 600 多種，但目前只有少數幾種藻類受到利用，若能進行藻類多樣性培育開發，將可為臺灣藻類產業開創新的發展契機與潛在商機。而深層海水具有低溫、潔淨（少病原）、穩定、富含營養鹽及礦物質等特性，是近年來很夯的藍金產業，目前應用已非常多元化，包括冷源利用、食品添加、健康醫療、美容保健、水產養殖及生技產品等。因此本研究針對如何將深層海水應用在海藻培育上進行相關探討。

深層海水及表層海水的差異

東部海洋生物研究中心種原庫開始營運之初，曾針對深層與表層海水之營養鹽含量監測 6 個月，結果深層海水的磷酸鹽含量為 $2.02 - 2.06 \mu\text{M}$ ，矽酸鹽 $62.82 - 83.42 \mu\text{M}$ ，硝酸鹽 $644.5 - 816.1 \mu\text{g/L}$ ；而表層海水的磷酸鹽含量為 $0.02 - 0.43 \mu\text{M}$ ，矽酸鹽 $1.39 - 7.45 \mu\text{M}$ ，硝酸鹽 $299.2 - 453.1 \mu\text{g/L}$ ，深層海

水的營養鹽含量皆高於表層海水。

大型海藻種原來源及介紹

本試驗使用的海藻為錐尖擬紅翎藻 (*Agardhiella subulata*)，由本所東港生技研究中心提供（藻種最初來源為台肥海洋深層水園區）。錐尖擬紅翎藻是屬於紅藻植物門 (Rhodophyta)、真紅藻綱 (Florideophyceae)、杉藻目 (Gigartinales) 的擬紅翎藻屬 (*Agardhiella*)，多生長在溫帶海域（大西洋西岸和太平洋海域），藻體呈直立、圓柱狀、分支，顏色為暗紅色或黃紅色，多肉軟骨質，常被用來作為動物飼料 (AlgaeBase, 2016)。

大型海藻種原培育、保存及量產

取得之藻種分別以表層與深層海水進行馴化，使其適應環境後，分置於室內 0.5 噸養殖槽及室外 6.5 噸水泥長條池進行培育，兩者皆採自然光照和流水式養殖。藻種則是以 9 L 的酒果桶進行保存，藻量維持一定，且每星期換培養液 1 次，採低溫、少量藻體及低營養鹽方式保存。培育結果，深層海水所培育之錐尖擬紅翎藻（圖 1）明顯較表層海水培育者（圖 2）更為粗壯。

錐尖擬紅翎藻容易養殖，且成長快速，3

個 0.5 噸的養殖槽每個月可收約 6 kg 的海藻供貝類攝食，唯，在吹南風、颱風、停水及水濁時，表層海水組的紅翎藻較易斷裂成枝條狀或者變細，而深層海水組的紅翎藻則較不會出現類似情形，推測是養殖密度較高，深層海水營養鹽較充足豐富所致。



圖 1 深層海水培育的錐尖擬紅翎藻



圖 2 表層海水培育的錐尖擬紅翎藻

水溫、光照強度及不同營養鹽配方對海藻成長之影響

將 0.55 g 的海藻置入 250 ml 錐形瓶內，每瓶加入 120 ml 不同的營養液，培養時無打氣，每天輕微搖晃，避免海藻附著，光週期

為 12 小時光照/12 小時黑暗，每 5 天換培養液 1 次，每處理 3 重複，15 天後秤重，並記錄成長情形。試驗變因為 2 種水溫 (20 或 25°C)，2 種光照強度 (5,000 或 10,000 lux) 及 6 種營養液配方〔表層海水、深層海水、深層海水添加 PES (Provasoli enriched seawater) 配方 (Provasol, 1968)、深層海水添加 MSW-III (modified seawater-III) 配方 (Chen et al., 1969)、深層海水添加花寶 4 號與深層海水添加台肥活力液肥〕。試驗結果顯示 (圖 3–6)，在不同的溫度或光照強度下，深層海水組的錐尖擬紅翎藻成長皆優於表層海水組，尤其在水溫為 20°C 時更為顯著。至於添加不同營養配方則各有優劣，整體來說錐尖擬紅翎藻培育在 20°C、光照強度為 10,000 lux 環境下，以深層海水添加 PES 配方培育可達到最佳成長效果，培育 15 天增重率達 52.8%，而培育在 20°C、光照強度為 10,000 lux 並以表層水培育的效果最差，增重率僅 11.8%。

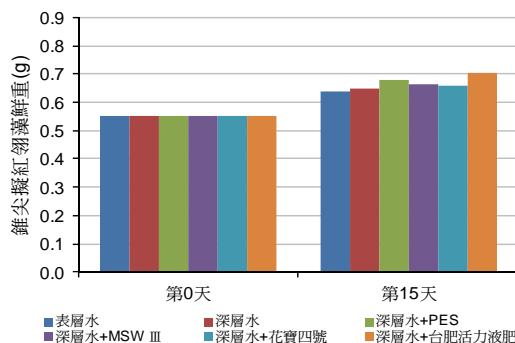


圖 3 於水溫 25°C，光照強度 10,000 lux 環境下，不同營養鹽配方對錐尖擬紅翎藻成長 (增重率) 之影響，結果為深層水 + 台肥活力液肥組 (27.93%) > 深層水 + PES 組 (23.44%) > 深層水 + MSW-III 組 (20.34%) > 深層水 + 花寶 4 號組 (19.33%) > 深層水組 (17.47%) > 表層水組 (15.58%)

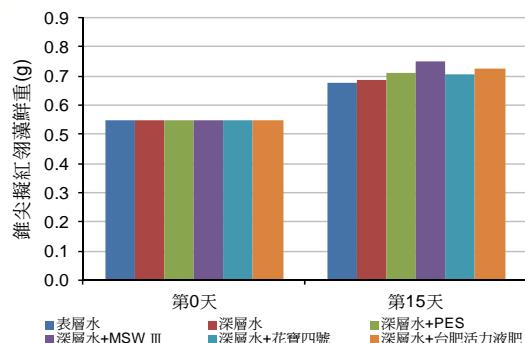


圖 4 於水溫 25°C，光照強度 5,000 lux 環境下，不同營養鹽配方對錐尖擬紅翎藻成長 (增重率) 之影響，結果為深層水 + MSW-III 組 (36.41%) > 深層水 + 台肥活力液肥組 (32.11%) > 深層水 + PES 組 (28.89%) > 深層水 + 花寶 4 號組 (28.57%) > 深層水組 (24.38%) > 表層水組 (23.28%)

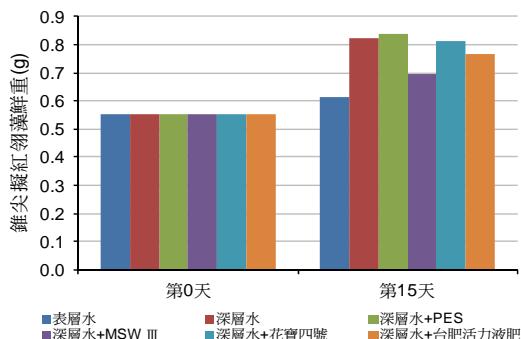


圖 5 於水溫 20°C，光照強度 10,000 lux 環境下，不同營養鹽配方對錐尖擬紅翎藻成長（增重率）之影響，結果為深層水 + PES 組 (52.80%)> 深層水組 (49.16%)> 深層水 + 花寶 4 號組 (47.82%)> 深層水 + 台肥活力液肥組 (39.13%)> 深層水 + MSW-III 組 (26.79%)> 表層水組 (11.82%)

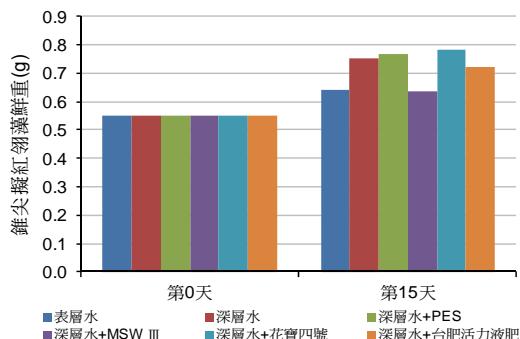


圖 6 於水溫 20°C，光照強度 5,000 lux 環境下，不同營養鹽配方對錐尖擬紅翎藻成長（增重率）之影響，結果為深層水 + 花寶 4 號組 (42.50%)> 深層水 + PES 組 (39.70%)> 深層水組 (36.97%)> 深層水 + 台肥活力液肥組 (31.34%)> 表層水組 (16.98%)> 深層水 + MSW-III 組 (15.56%)

深、表層海水培育錐尖擬紅翎藻之營養成分差異

錐尖擬紅翎藻分別以表層海水或深層海水穩定培育 3 個月後，取 500 g 新鮮藻體送臺灣檢驗公司做營養標示，比較藻體所含水分、灰分、能量、蛋白質、總脂肪、飽和脂肪、反式脂肪、總碳水化合物、膳食纖維、糖及鈉含量。分析結果以表層海水培育之錐尖擬紅翎藻，每 100 g 的新鮮藻體包含水分 91.5 g、灰分 4.3 g、熱量 12 kcal、蛋白質 1.2 g、總碳水化合物 3.0 g、膳食纖維 1.3 g 及鈉 508 mg；而以深層海水培育者，每 100 g 的新鮮藻體則包含 90.3 g 的水分、5.2 g 的灰分、8 kcal 的熱量、2.1 g 的蛋白質、2.4 g 的總碳水化合物、2.4 g 的膳食纖維及鈉 667 mg。深層海水所培育之錐尖擬紅翎藻的蛋白質及膳食纖維均高於表層海水組，而能量和總碳水化合物含量則比較低。

膳食纖維對人體的益處很多，有增強免疫、降低血糖、預防心血管疾病、減少便秘與大腸癌的發生及有助減肥等功用；能量和總碳水化合物含量低也可減少肥胖產生；而蛋白質是人體細胞和組織的主要構成物質，為人體生長、修補和運作時不可或缺的物質，同時調節人體內化學反應的酵素也都是由蛋白質所組成。

結語

不論是深層或表層海水皆可穩定培育錐尖擬紅翎藻。本次試驗針對其生長情形及一般成分分析進行比較，結果顯示，利用深層海水培育之錐尖擬紅翎藻，不管在成長、藻體大小、營養成分皆與表層海水組有顯著差異。未來將進一步針對藻體的脂肪酸、胺基酸、維生素和礦物質等有益成分進行分析，以作為推廣食用錐尖擬紅翎藻之參考。