

暖化可能促使海草床成為珊瑚生態系面對海洋酸化的庇護所嗎？

陳穎萱¹、周文臣¹、劉弼仁^{2,3}

¹國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所

²國立東華大學海洋生物研究所

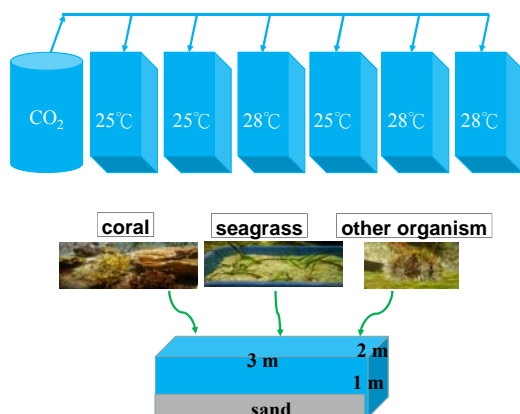
³國立海洋生物博物館

前言

自工業革命以來，人類大量燃燒化石燃料及改變土地利用方式，釋放了大量二氧化碳至大氣中，使得海水中的二氧化碳逐漸增加，而二氧化碳持續融入海洋則會導致酸鹼值的下降，導致海洋酸化。珊瑚礁系統是對海洋酸化極其敏感的生態系，而高生產力的海草床生長於珊瑚礁附近或穿插其中，可利用大量無機碳進行光合作用，進而提高海水的酸鹼質及碳酸鈣飽和度，可能有助於珊瑚礁抵抗海洋酸化的影響。

國外對於珊瑚礁、海草床系統之碳化學研究不少，但國內卻鮮少有相關的研究，國內有許多珊瑚礁生態系周圍都有海草床生態系，在海洋酸化情況下，卻尚未有人有系統的研究兩個生態系共存情況下海水碳化學參數的分布情況。調查其二氧化碳系統除了可以解答未來海洋酸化情況下，海草床與珊瑚礁生態系共存情況下究竟是二氧化碳的源還是匯，更可驗證海草床生長在珊瑚礁附近可否使珊瑚對海洋酸化的抗性較高的假說。

實驗設計



本實驗使用人工建構並可模擬野外生態環境的中觀生態池進行實驗，以玻璃纖維打造6個容量約6噸的中觀生態池，缸底皆鋪設一層約3公分的活砂，並架設0.8m x 0.8m實驗槽。生態缸後端分別設置沉水馬達與循環水馬達，以加速水流循環，並以溢流方式(流速15ml/s)補充新鮮海水(經由兩道過濾布)，每天約可置換生態池 1/4 的海水量，以wp-40造浪器模擬波浪(wave)。以四組吊掛式的 400瓦金屬鹵素燈具和燈泡作為照明，以 HOBO 測得各缸水下海草可利用照度約10,000Lux。開燈時間為早上七點到下午五點，自然光源約 2 小時，黑暗 12 小時。

長期時間分布海水樣品採集於2016年8月2日至2016年8月26日進行採水採集，於開燈前半小時與關燈後半小時採集海水，以觀察碳化學白天消耗的情形。每三天採集一次，使數據展現其連續性，更能比較在海水酸化與營養鹽添加情況下，溫度對於海草與珊瑚生態系碳化學影響。



左上圖為Aquacontroller系統，右上圖為CO₂氣瓶。左下圖為此次實驗缸擺設，右下圖為造浪馬達。

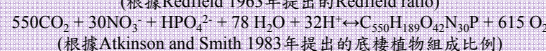
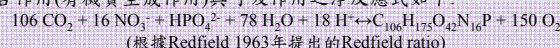
致謝

此實驗得到科技部大專生計畫105-2815-C-019-002-M及東沙環礁內海草床與珊瑚礁的生態連結性(1/3) MOST 104-2621-B-259-003經費支持，在此特申謝忱。

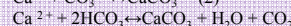
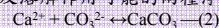
實驗結果

影響海草與珊瑚生態系中碳化學特性變化的主要生地化因子，包括光合作用、呼吸作用、鈣化作用及碳酸鈣溶解作用等。為了解上述因子之相對重要性，本研究根據(Gattuso et al., 1993)所提出之TA v.s DIC plot法來進行分析，該方法需尋找一參考原點作為TA與DIC之起始值，後以測值與起始值的差值來計算求出各作用機制之相對重要性。計算方法分別以C:N:P=106:16:1(Redfield et al., 1963)與C:N:P=550:30:1 (Atkinson and Smith, 1983)進行兩種計算。

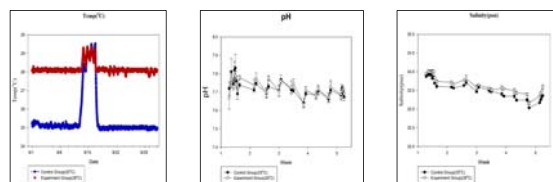
光合作用(有機質生成作用)與呼吸作用之淨反應式如下:



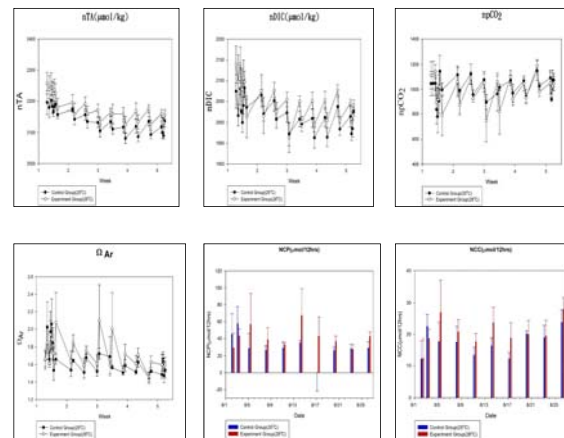
碳酸鈣生成及溶解作用可能的兩種淨反應式如下:



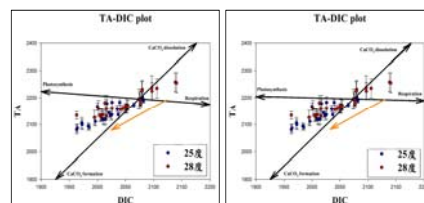
控制變因



其他碳化學參數



以上參數，經過平均鹽度33.61psu與平均溫度26.8°C校正。



本研究參考原點為8月2日25°C平均值，左圖以C:N:P=106:16:1 (Redfield et al., 1963)與右圖以C:N:P=550:30:1 (Atkinson and Smith, 1983)進行兩種計算。

結論

- (1) 暖化組(28°C)與對照組(25°C)相較而言，海水的碳酸鈣飽和度 (Ω_{arag}) 增加4.91%，日間淨族群生產力提高50.1%，日間淨鈣化作用則增高23.9%；
- (2) 證實了暖化的確有助於海草床與珊瑚礁共存的生態系面對海洋酸化不利的影響；
- (3) 因此，海草床的確具有潛力成為未來調適管理珊瑚礁面對海洋酸化威脅的生態工具之一。