



海水酸化後遺症

文／陳勇輝



圖珊瑚礁魚類（小丑魚）的生活史會受到海水酸化的影響。



受海水暖化影響，大堡礁北區的珊瑚礁群有三分之二在過去九個月死亡。

工業革命後，人類大量使用燃煤造成全世界二氧化碳濃度日漸攀升，不但造成全球暖化，大量的二氧化碳進入海洋中，海水吸收二氧化碳之後形成碳酸，使得海水逐漸酸化；因為二氧化碳進入海洋的數量超乎異常，使得海洋一時無法消化，於是就造成海水日益變酸的情況。

影響
1

貝類殼變薄了

正常的海水都屬於中性偏弱鹼性，這樣的環境對於很多具有碳酸鈣外殼的海洋生物如貝類來說是極其重要的，因為碳酸鈣的累積只能在鹼性的環境下才能進行，若生物處於酸性環境下，碳酸鈣會逐漸溶解；換句話說，海水變酸讓貝殼的形成時間可能會拉長，亦或是原本可以形成一定厚度的殼變薄了，導致失去原有保護的作用，讓生物暴露在掠食者的威脅下。

影響
2

珊瑚礁大滅絕

珊瑚礁是許多海洋生物不可或缺賴以維生的生態系，科學家預測當大氣中的二氧化碳濃度高達500ppm時，在海水暖化與酸化的雙重影響之下，由碳酸鈣骨骼形成的珊瑚礁會遭受到空前的衝擊而完全毀滅，當生物原本覓食地與棲地都因珊瑚礁的崩裂變得殘破不堪時，透過生態骨牌效應是會導致許多生物流離失所，加速珊瑚礁的大滅絕。

影響
3

小丑魚嗅覺受損

最近科學家進一步研究發現，由大洋重返珊瑚礁家園的小丑魚幼魚的嗅覺會受到海水中酸鹼值高低的影響。正常海水狀況下，小丑魚幼魚可以清晰地辨別出環境的味道所帶來的訊息，躲避潛在的威脅並找到回家的方向，然而當海水逐漸變酸（PH=7.8）時，小丑魚幼魚的味覺受到干擾，無法清楚分辨訊息的意義，往往被誤導迎向原本逃避的威脅；當海水酸鹼值Ph=7.6時，小丑魚已經無法辨別任何的味道了。2011年另一篇研究報告首度證實海葵雙鰭魚（俗稱公主小丑）的幼魚（junvile）聽覺也受到酸化海水的影響，以至於無法清晰地分辨水中的聲音訊息而迷失方向，導致無法找到安全的棲息地。

其他研究進一步指出，棲息在酸化環境下的珊瑚礁魚類雀鯛，容易受到掠食者的攻擊死亡，因為牠們無法事先接收到群游同伴所發出的警告性的化學訊息。不僅如此，另一個研究也顯示生活在酸化環境下的安邦雀鯛，他們比較少躲在庇護所中（如珊瑚分枝間），就算掠食者出現，也很少有吐出泡泡的威嚇行為；有些小型魚種甚至因無法辨別天敵而出現害怕逃避任何大型魚類的行為傾向，換句話說，因海水酸化讓小魚常處於極度驚恐的癡狂狀態中。

族群生命的延續需要依賴幼體穩定性的加入，海水酸化造成小丑魚幼魚無法重新加入

珊瑚礁族群時，就會導致族群的滅絕，而這樣的情況對於許多有類似小丑魚生活史的珊瑚礁魚可能都有類似的衝擊。

怎麼防

減碳保衛地球

雖然各國致力於氣候變遷的議題，但二氧化碳濃度近年來並沒有因為簽定巴黎氣候協定而下降反而日益上升；科學家曾預測當大氣中的二氧化碳濃度高達450ppm時，全球氣候將會有急遽的變化，造成空前絕後的天然災害，讓地球史中的第六次生物大滅絕提早到來。雖然大自然對人類在地球上的作為看似無聲無息地容忍，但日益嚴峻的極端氣候仍提醒我們只有一個地球，為了自己也該省思自然保育是每一個人的責任，落實生活中減碳、減少碳足跡，也是防止海洋酸化治本清源的根本之道。（作者為國立海洋生物博物館科學教育組博士）

考考你

1. 海洋酸化的主要原因來自於過量的二氧化碳進入海洋中，請問這些二氧化碳的主要來源為何？
2. 過度酸化的海洋，有那些生物會受到直接的衝擊，其中的原因為何？
3. 仔稚魚若是生活在酸化的環境中，有那些感官知覺會受到影響呢？