

海水酸化 海膽畸變

科大藉浮游物研「溫室」衝擊 冀夥業界政府護海岸



■科大學生命科學部助理教授陳潔瑜指，香港是很好的「水晶球」，有大中華四分一的海洋物種，盼透過浮游生物研究氣候變化下如何保護本港海洋生態。香港文匯報記者梁祖彝攝

科大生命科學部助理教授陳潔瑜專研海洋無脊椎及浮游生物 (plankton)，她引述聯合國政府間氣候變化委員會 (IPCC) 最新報告指，全球半數海洋生物正受氣候變化影響，但當中機理及不同生物受影響程度等，卻有很多未知數，是團隊的研究重心。她解釋，浮游生物是維持海洋生態平衡中的重要角色，「牠們是食物鏈中最底的一層，如果死亡，就會影響魚蝦及人類的食物供應。」浮游生物亦可以吸收溫室氣體，轉化為有機物，再將之封鎖於海底，發揮氣候調節的作用。

幼膽生慢兩成 易鈣化死

碳排放引致溫室效應令氣候暖化，同時讓更多二氧化碳溶解至海水中，擾亂當中化學平衡，造成「海洋酸化」 (ocean acidification)，對海洋世界是莫大威脅。不過，「酸化」並不完全代表海洋「變酸」，而是化學上酸鹼pH值降低。現時海洋pH值屬微鹼的8.1至8.2 (7為中性，越低越酸)，依IPCC估計至2100年將降至7.7，變化令人憂慮。

陳潔瑜指，其團隊進行了多個研究項目分析生物行為和機理，以了解酸化對海洋的影響，包括利用尚未成形、屬浮游生物的幼體海膽，首次發現酸化會令海膽生長速度減慢兩成，體形變小，更難覓食且容易被吞噬 (見另稿)。若海膽長期處酸化海水中，將難以新增碳酸鈣以形成骨骼，導致鈣化死亡。

自我複製 成駭人「連體嬰」

團隊另一研究也發現，在氣候暖化及海洋酸化影響下，幼體海膽會自我複製，將外胚層變為一個小囊，生成另一「自己」，出現畸形變異 (右圖)，研究人員現正測試有關情況的化學變化。團隊估計，環

境惡劣會促使海膽生成兩個「自己」，以提高存活率，惟箇中具體機理仍有待研究驗證。

陳潔瑜表示，希望能剖析氣候變化對香港以及其他亞洲海洋物種的影響，藉以帶來新啟示，「其實香港是很好的crystal ball (水晶球)，有大中華四分一的海洋物種，是很理想的研究基地。」

她又指，除了受酸化和暖化影響，香港沿岸的大型工程、污染物等亦會影響海洋生物，「研究課題眾多，哪一樣更重要呢？這是很複雜的。」故她會先逐個因素分析研究，再合併其影響，以貼近海洋實況。

可應用於養蠔 助規劃海岸公園

團隊亦期望與業界和政府當局合作，將其研究成果應用。陳潔瑜舉例指，如發現pH值對生物生長影響的細節，就可提示業界，如蠔場在海水pH值偏酸時，便應避免抽海水影響養殖；其研究早前亦模擬了海洋生物如蠔的分佈及行徑，以評估哪些群落或位置最為值得保護，相信可供規劃海岸公園時參考。

她又提到，團隊有研究員最新發現一些幼體海膽在酸化及銅污染下仍能生存，反映本港部分海洋生物頗為「捱得」，希望能進而揭示哪些海洋生物更能抵抗酸化或暖化環境。她期望能藉不同的生物研究有效評估香港生態系統在氣候變化下的影響，藉以探討相關保育行動。



海洋生物如蠔的分佈及行徑，以評估哪些群落或位置最為值得保護，相信可供規劃海岸公園時參考。

一秒2500格速攝移動路徑

對海洋無脊椎動物來說，幼體是整個物種存活的關鍵，且對環境的反應較敏感，研究價值高，不過以幼體海膽為例，其體形非常細小，肉眼幾乎看不見，要研究並不容易。為此，陳潔瑜和團隊設計了一套電腦程式，以超高速錄影方法記錄幼體海膽的移動路徑等行為特徵。結果發現，在酸化環境下幼體海膽消耗更多能量去抗衡海水酸鹼值改變，導致體形細小，影響覓食能力。若情況持續，未來將增加物種的死亡率。

團隊在實驗海水注入二氧化碳，模擬海水酸化，測試海洋生物如幼體海膽的反應，量度牠們的存活率、死亡率、生長速度等，並研究其呼吸、進食速度等行為。陳潔瑜解釋說，相比成體海膽行動受限制，其細小幼體卻可靠浮游到達合適的棲身地，其行為反應更直接反映氣候變化的影響。

pH7.3下吸收差 似「小學生」易被噬

為精準觀察幼體海膽的情況，團隊採用每秒約2,500格影像的超高速錄影方法拍攝海膽移動，並以新設計的電腦程式將錄影串連，分析有關移動途徑及行為。結果發現，在酸化海水下幼體海膽的生長速度減慢兩成，例如同樣27日大的兩隻海膽，於pH7.3

生長的明顯較於正常海水生長的細小，不過其移動速度卻維持不變，令團隊感詫異，「一般而言，海洋動物如生長減慢，其游水速度亦會減慢。」

陳潔瑜進一步說，研究發現海膽的進食速度並無改變，但吸收不如以往，因在pH減少時其身體需作出調整，消耗更多能量去抵抗環境壓力及平衡酸鹼度改變，令生長較慢。由於移動速度不變，海膽到達棲息地時體形較應有的細小，而管足較短會影響覓食能力，有如「以小學生體形，混在中學生活」，更不利的是，會難以與其他海洋生物競爭地盤，容易被吞噬，增加死亡率。

■記者 鄭伊莎



■海洋酸化減慢海膽的生長速度，於pH7.3生長 (右) 的明顯較於正常海水生長的細小。受訪者供圖

氣候變化影響深遠，更令大自然生態系統面對重重危機。在高度城市化的香港，因獨特的地形加上亞熱帶氣候，其實孕育了極為多樣的生物品種，單是海洋物種已超過5,600樣，佔整個大中華地區的四分之一，為重要的生態寶藏。香港科技大學生命科學部的團隊，因應二氧化碳過度排放引起的氣候和「海洋酸化」，深入剖析香港海域中的浮游生物，揭示氣候變化衝擊生態平衡的機理。團隊發現在海洋變酸下，浮游生物生長速度會明顯減慢，體形變小，甚至畸形變異，更容易在競爭下死亡，長遠或為海洋世界帶來物種滅絕的「浩劫」。

■香港文匯報記者 鄭伊莎



■浸大生物系助理教授招文嫻認為，各地政府如能因應不同水域及生態特性，制定相應的指標，將更能有效地保護海洋生物。莫雪芝攝

香港海洋生態資源豐富，吸引不少科學家投身有關研究。其中浸會大學生物系團隊首次應用「物種敏感性分佈 (Species Sensitivity Distribution, SSD)」模型，分析全球數百份海洋生物科研報告，從宏觀角度預測氣候暖化對海洋生物影響。結果發現一旦地球升溫3.1攝氏度，將大大打擊兩成海洋生物生存率、生長率和繁殖；若海水酸鹼值降低1%，也會影響八成海洋生物，引發絕種危機。

以浸大生物系助理教授招文嫻為首的研究團隊，花近5年篩選逾千份海洋研究，從中揀選了數百份最為嚴謹的報告，以SSD模型探討溫度及pH的變化，將令哪些海洋生物首當其衝。

珊瑚趕走體內共生藻致白化

結果顯示，若全球升溫2.2度，將影響5%海洋生物；若升溫3.1度，則影響20%海洋生物，包括增加死亡率、影響生長率及繁殖率等；其中幼體海膽及珊瑚最容易受全球暖化影響，而珊瑚所受衝擊最嚴重。招文嫻解釋，珊瑚體內的共生藻通過光合作用為珊瑚提供養分，但氣溫上升會令珊瑚排走體內的共生藻，導致缺乏養分而白化死亡。

除氣溫上升，海洋酸鹼pH值下降亦會危害海洋生物；當pH下跌少於0.13%，就可保護95%海洋生物，若低於0.91%則可保護80%，而當pH減少1%時，80%海洋生物將受較大衝擊，「屆時牠們的生存率、生長率、繁殖情況都會大受打擊，令人憂慮未來會否引致絕種危機。」招文嫻指，其研究為全球以法例監管海水pH值改變提供參考，如各地政府能因應不同水域及生態特性，制定出相應的指標，將更能有效地保護海洋生物。

招文嫻：應按物種分佈定指標保護

香港不同地區水域各有特性，如西面毗鄰珠江口較為混濁，最多濕地生物；東面則位處南中國海，受多股洋流影響，屬海洋性水域，鹽分較高，適合珊瑚群落生長。

招文嫻表示，雖然本港10個水質管制區各有一套海水水質指標 (WQO)，但未有應對水域內的生物多樣性情況，建議特區政府按各水域物種分佈的特性仔細制定不同指標，尤其重點保護有關物種的水域，例如東面珊瑚容易受海水鹽度影響，相關指標應較嚴格。她早前偕學界就新一份WQO向特區政府提交建議報告，期望盡快落實，緩減氣候變化對海洋生態的衝擊。

■記者 鄭伊莎

候鳥芳蹤杳 幼龜陰陽失調

除海洋生物，氣候變化同樣影響了香港陸上生物的多樣性，例如國際公認候鳥重要棲息點及中轉站的米埔，候鳥數目已呈減少趨勢，部分品種更開始絕跡，與氣候的變化不無關係。另外，有大量昆蟲、兩棲爬蟲類的樹叢濕地，也受到極端降雨及氣溫上升的影響，生物棲身地面縮減，多個物種能否延續成為疑問。

香港每年有約6萬隻候鳥飛到米埔過冬，但負責管理米埔自然保護區世界自然基金會香港分會高級保護區主任梁嘉善 (小圖) 直言，近年本港平均氣溫上升，米埔生態也出現微妙變化，包括植物及草叢加速生長，令鳥類棲身地更狹窄，影響候鳥來港過冬，所以會加緊修整。她又表示，以往本港每年有約30隻翹鼻麻鴨、約15隻鬚羽鵝飛到米埔過冬，惟近年前者減少至數隻，後者甚至已不見蹤影，氣候變化和遷徙地環境遭破壞都是當中影響因素。

極端天氣增 海水易灌淡水塘

全球氣候變化引致的極端天氣，也令本港魚塘或濕地有被淹沒危機。梁嘉善表示，米埔曾經歷惡劣天氣引致高達3.8米的潮水，海水倒灌入淡水塘，波及該處的青蛙和蜻蜓。她擔心極端天氣增加，香港的濕地將慢慢消失，「氣候變化的實際影響看似遙遠，但當不少生態環境消失時，對雀鳥昆蟲等生物的衝擊是難以估量的。」

專研兩棲爬行動物的浸會大學生物系講師宋亦希，最近正搜集本港淡水龜和青蛙等基本生態資料如群落數量等，以及研究氣候變化對牠們的影響。他表示，極端降雨有可能沖走在積水潭繁殖的盧氏小樹蛙，以及河流生活的幼體淡水龜，降低其存活率。另因淡水龜的蛋孵化會受溫度影響而左右其性別，如高溫下性別多為雄，低溫則為雌，「未來氣溫持續上升，會導致性別不平衡，影響物種延續。」

■記者 鄭伊莎



鄭伊莎攝

■宋亦希擔心，若未來氣溫持續上升，將導致本港淡水龜的性別不平衡，影響物種的延續。莫雪芝攝

■近年本港平均氣溫上升，也影響了候鳥來港過冬。圖為黑臉琵鷺。Neil Fifer攝 WWF-Hong Kong供圖