

趣談北極潮間帶及全球暖化下之影響

陳國勤

北極海被認為是一個神秘的海洋區域，以往許多人都希望一探這個地區的面貌。從18世紀開始，有許多探險家曾探索北極。最著名的是英國探險家富蘭克林的遠征，他於1845年率領兩艘船：「幽冥號」（HMS Erebus）和「驚恐號」（HMS Terror），從英國出發探索北極海，但此後兩船便下落不明。隨後，英國皇家海軍派遣了堅毅號（HMS Resolute）來尋找富蘭克林和他失蹤的遠征隊。不幸的是，堅毅號在1854年冬季被困於北極。船員最後棄船，走在漂浮的冰上並最終獲救。1855年，一艘美國捕鯨船在北大西洋發現了漂浮的堅毅號，將它修復後、於1856年送給英國維多利亞女王當做禮物。堅毅號於1879年退役後，英國維多利亞女王利用堅毅號的木材製作了幾張木書桌。其中一張作為禮物贈送給了美國總統，並命名為堅毅桌，作為美國總統於白宮的工作桌。這張書桌是曾經去過北極的紀念品。

北極圈覆蓋多個國家，包括挪威、丹麥（格陵蘭）、芬蘭、加拿大、美國和俄羅斯。如今，前往北極圈相對容

易，一般遊客多前往北極圈邊緣地區旅遊和觀賞極光。然而，靠近北極圈中心的海域，因為沒有交通故仍然相對難以進入。北極冰洋中心附近有很多島嶼是沒有人居住的。斯瓦爾巴群島（Svalbard）是挪威最北界的國土範圍；它坐落在歐洲大陸北方，約佇立於挪威大陸與北極點兩者正中間。在全球氣候變遷的影響下，斯瓦爾巴群島的升溫速度是地球熱帶地區的好幾倍，所以斯瓦爾巴群島非常適合研究全球變暖對海洋生態的影響。

中央研究院與波蘭科學院簽署合作備忘錄— 為探索北極的海洋生態打開機會

本院與波蘭科學院（Polish Academy of Sciences）於2022年簽訂合作備忘錄，雙方在此基礎上展開實質合作，具體成果包含廖俊智院長於2023年7月率團出訪波蘭（圖一），亦促成筆者於2023年8月登上波蘭科學院「大洋號」（Oceania）研究船到挪威的斯瓦爾巴群島，與波蘭學者一起進行採集和研究。筆者曾於俄羅斯白海的莫斯科大學（位於北極圈邊緣）之白海海洋生物站研究過。這次是筆者第一次探索接近北極冰洋中心的海域。「大洋號」曾參與過許多類型的北極探險，包括海洋物理、化學和生物的調查（圖二）。

斯匹茲卑爾根島（Spitsbergen）是斯瓦爾巴群島中最大的、目前也是人類最北的定居地。波蘭、英國和捷克於



B

圖一、A. 中央研院院長廖俊智（第一排左四）率團出訪波蘭科學院，並討論簽署合作備忘錄後的雙邊合作。
B. 波蘭科學院位於華沙科學文化宮內。





圖二、A. 波蘭科學院北極海洋研究船—大洋號（Oceanica）。B. 大洋號餐廳供應早午晚餐，研究人員享受這些用餐的時光。C. 「大洋號」曾參與過許多不同類型的北極探險。D. 筆者於大洋號船內實驗室。

斯匹茲卑爾根島都設有研究站。波蘭科學院更將其研究船「大洋號」於夏季停留斯匹茲卑爾根島的水域，進行北極探險。

朗伊爾本（Longyearben）—人類定居最北的城市

人類最北的定居城市是朗伊爾本，也稱為長年城。長年城是一個源自於煤礦開採的小鎮。這個城鎮非常小，



圖三、A. 長年城機場行李帶上有一隻北極熊模型。B. 長年城只有兩條主要街道，但沒有街道名稱。C. 長年城教堂。D. 長年城商店

只有兩條沒有名稱的主要街道，但有一些超市、酒店、商店、教堂和郵局。郵局歸屬挪威，它可以為訪客發行參觀過這個人類最北的城鎮證書。「大洋號」每年夏天都會停靠在朗伊爾本的港口，讓不同的科學家團隊登船探索斯瓦爾巴群島的海洋環境（圖三）。

北極潮間帶生態

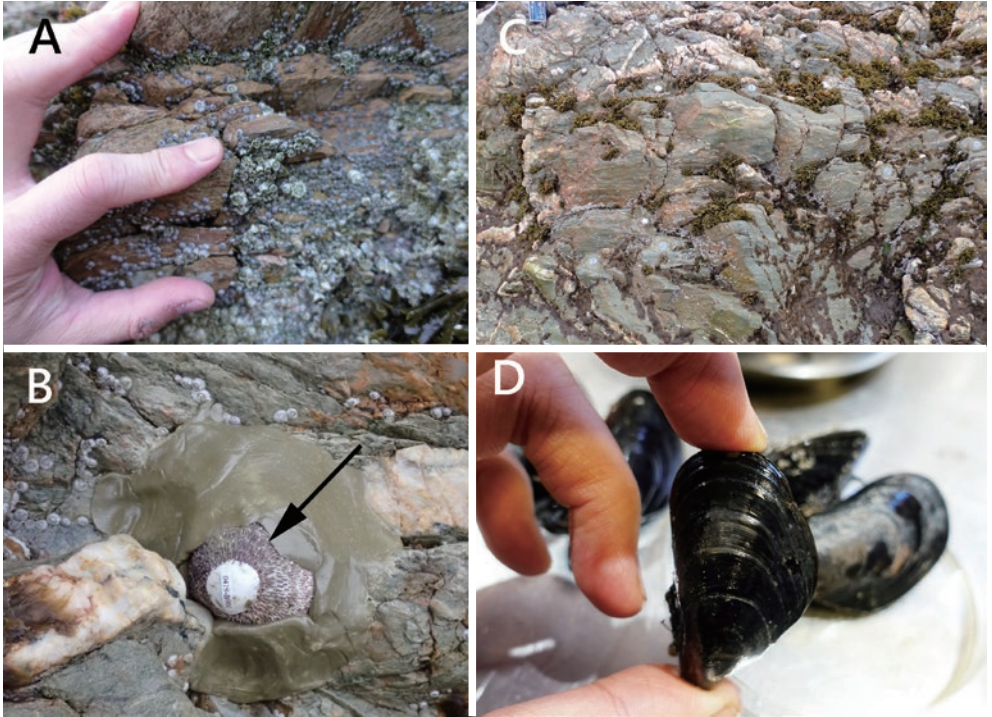
北極是否有許多特有海洋物種？答案是「沒有」。

由於北極的低溫和極端環境，北極的物種多樣性不高，大多數與北大西洋相似，但生物間有平衡的關係（圖四、五）。

在北極海域，潮間帶是相對壓力最大的海洋環境，相比之下，亞潮帶和深水區域較為穩定。北極斯瓦爾巴群島潮間帶只有各一種藤壺*Semibalanus balanoides*、玉黍螺*Littorina saxatilis*、墨角藻*Fucus distichus*和三種端足類*Gammarus*。北極潮間帶的藤壺每年死亡率相當高。在冬季的低潮時，藤壺會暴露於攝氏零下17度，有些個體因無法



圖四、北極斯瓦爾巴群島潮間帶只有各一種藤壺*Semibalanus balanoides*、玉黍螺*Littorina saxatilis*、墨角藻*Fucus distichus*和三種端足類*Gammarus*。



圖五、A. 斯匹茲卑爾根島潮間的藤壺個體非常細小，可能大多數都不到一歲。牠們是從初夏所附著的幼體成長而來。只有在裂縫和岩石的受保護表面上才能找到更大的藤壺個體。這些棲息地保護藤壺免受初春浮冰的沖刷。B. 本次研究安裝機械藤壺（數位溫度計黑箭頭處），以偵測北極潮間帶藤壺在整年逐時之變化。C. 你可在照片中找到機械藤壺嗎？D. 貽貝抗冷能力低，在寒冷之斯瓦爾巴群島一直找不到其蹤影。因全球氣溫上升，近年貽貝於斯瓦爾巴群島出現。這次採得之貽貝殼上有5個年輪，推測已在斯瓦爾巴群島生活了5年。

忍受寒冷而死亡。當潮間帶結冰時，藤壺於攝氏0度的冰中受到保護長達數月。在春季，當海冰開始融化時，冰塊將漂浮在水面上，並於潮汐週期上下浮動並擦拭岩石表面，把許多生活在平坦表面的藤壺殺死。當筆者在斯匹茲卑爾根島探索海岸時，發現潮間的藤壺個體非常細小，可能大多數都不到一歲。它們是從在初夏附著的幼體成長而來。只有在裂縫和岩石的受保護表面上才能找到更大的藤壺個

體。這些棲息地保護藤壺免受初春浮冰的沖刷（圖五）。

筆者在斯匹茲卑爾根島研究北極潮間帶於全球暖化影響下，藤壺的體溫隨季節週期內的變化。如何測量藤壺的體溫呢？過去，我們通常使用一個帶兩種金屬線的溫度探針，插入藤壺的體內，並測量其體溫。在臺灣，潮間帶藤壺的體溫可高達攝氏48度，比岩石表面高3-4度。然而，在北極地區，情況則相反。在冬季潮間期，潮間帶藤壺面臨極端低溫和嚴重的寒冷壓力。所以筆者想問：(1) 在北極潮間期，藤壺體溫在季節間有何變化呢？(2) 全球暖化影響下，潮間帶藤壺的體溫會有上升的趨勢嗎？為了回答這兩個問題，我在北極斯匹茲卑爾根島的潮間帶岩石上安裝了機械藤壺的裝置。機械藤壺是把一種小型的溫度記錄器，嵌入到真實藤壺殼內，以估計藤壺多年逐時的體溫。在臺灣，我們將機械藤壺安裝在真實野外藤壺的旁邊，真實和機械藤壺的逐時體溫差異小於攝氏1度。因此，機械藤壺是能準確估計藤壺體溫的可靠設備，並可以用來估計北極潮間帶生物的體溫與長期全球氣候變化的關係（圖五）。

因受全球變暖的影響，北極冰洋溫度升高，並開始有暖水種入侵，生活和定居。一個明顯的例子是藍貽貝（*Mytilus species*）。這種貽貝生活在北大西洋，不能忍受極端低溫的壓力。在斯瓦爾巴群島，藍貽貝一直以來是不存在的。在過去的十年間，研究人員在斯瓦爾巴群島的海岸上發現了藍貽貝，表明斯瓦爾巴群島的溫度升高使得貽貝可以在那裡建立族群（圖五）。科學家未來的研究方向

應包括監測斯匹茲卑爾根島藍貽貝的族群動態、生長速度和繁殖情況。

北極生態、地質和海洋學的未來研究機會

在中央研究院和波蘭科學院的積極合作下，我們將可以每年持續與波蘭科學家一同探索北極，以確定北極海洋生態的時空變化（圖六）。國立中央大學也開始在斯匹茲卑爾根島的長年城建設臺灣極地研究中心，以支持臺灣研



圖六、北極擁有包括冰川在內的許多特殊棲息地，為許多科學家提供了潛在的研究主題



B 圖七、2023年中央研究院首辦兒童科普日，我們用樂高玩具模擬了北極科學考察，並舉辦北極海洋生態攝影展，希望提高孩子對北極生態的興趣



究人員進行北極研究，並有助各項整合性的相關研究。中央研究院在112年首度舉辦兒童科普日，在活動當天，我們用樂高玩具模擬了北極科學考察，並規劃北極海洋生態攝影展（圖七），希望提高孩子對北極生態的興趣，甚或將來能從事北極生態的研究。

後 記

極地是的有趣研究生態棲地。北極中央是北極海，沒有大陸。相反，南極洲位於南極中央點。筆者希望在未來有機會探索南極的生態，並與北極地區進行比較。

作者簡介



陳國勤

中央研究院生物多樣性研究中心主任及研究員，香港大學博士。研究專長為潮間帶生態，藤壺分類及生物學。陳研究員於2021年與國際藤壺分類學者共同發表一套全新並以分子生物學論證的藤壺分類系統，取替了自達爾文沿用了200多年的傳統藤壺分類系統。此新的藤壺分類系統現為世界廣泛應用。陳研究員現為世界海洋物種目錄（WoRMS）之藤壺分類總編，以更新藤壺最新分類。陳國勤博士也是國際學術期刊，動物學研究之總編輯，英國海洋生物協會期刊（JMBA UK）及Zookeys等之主題編輯。