

# 地球的氣候—何謂冰河期？

文·圖／周漢強、張鈞翔

「冰河期」是一個大家耳熟能詳的名詞，想像中地球在冰河期的時候，一定是寒冷異常！而且到處都結了一層厚厚的冰。甚至還有很多生物，會因為無法適應冰天雪地的氣候，而消失滅絕。其實當地球進入冰河期時，並不是真的就變得非常寒冷，而且很多生物是在氣候回暖了之後才逐漸滅絕的。那究竟地球進入冰河期時是個什麼模樣？為什麼會有冰河期？下一次冰河期又是在什麼時候呢？相信這些都是很有趣的議題。

首先我們要知道，科學家們是根據哪些資料，來推論地球過去的氣候變化，甚至判斷冰河期的出現？要重建地球過去的氣候變遷，可以利用像是樹木年輪、花粉、珊瑚等的化石，特別是化石中所含有的氧-18同位素含量，藉此可以用來換算地球表面覆蓋冰層體積的大小。不過由於這些出現在陸地上或淺海的化石比較零星，於是科學家就轉往大海的沈積物中，找尋長時間連續的紀錄，一種海洋中浮游生物（有孔蟲）的骨骼化石（圖1），就成為最好的材料，科學家也因此建立了過去地球氣候變遷的歷史（圖2）。



圖1. 有孔蟲化石 (*Elphidium crispum*) 在電子顯微鏡下的模樣 (資料來源: <http://www.foraminifera.eu>)

圖2所標示的，就是過去45萬年來，地球表面冰層體積與覆蓋面積的改變。右側冰層體積隨時間變化的紀錄，就是利用底棲型有孔蟲化石的組成成分，碳酸鈣中所含氧-18同位素的比率所推估。從圖中我們可以發現，大約在距今43萬、35萬、25萬、14萬，以及2萬年前，都是地表上覆蓋了大量冰層的「冰河期」。特別是在距今約2萬年前的上次冰盛期 (LGM, Last Glacier Maximum)，地球表面覆蓋有冰原的區域，在北半球可以涵蓋到半個北美以及整個北歐，南半球則是連南美洲南端都被冰原所覆蓋。這是距離我們最近的一次冰河期，大約在1萬年前左右結束了。

在冰河期發生時，除了地表上覆蓋大量的冰河之外，海水面的變化也會相當顯著。由於地表上大量的水從海洋蒸發後，在陸地上降下白雪，堆積成冰河，卻沒有流回海洋，因此會造成海水面的降低。例如上次冰盛期的海面高度，就比今天至少低了約120公尺（圖3），在冰河期結束後，海面才漸漸回復到今天的水準。有趣的是，今天隔開台灣與大陸的台灣海峽，平均深度其實不及100公尺，由此可見，在上次冰盛期的時候，台灣海峽幾乎是「整個露出來」（圖

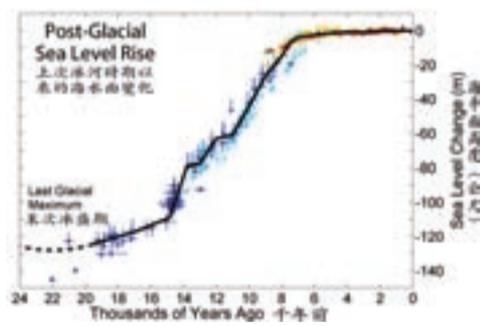


圖3. 上次冰河期以來的海面變化。圖中不同顏色的符號，代表不同的研究結果，黑線則是所有研究結果的平均值。（資料來源: Global Warming Art）

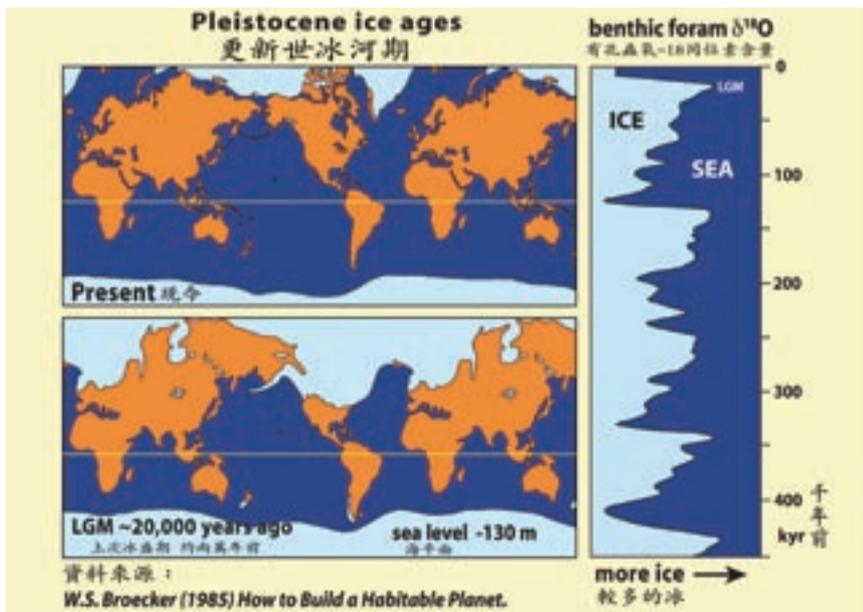


圖2. 更新世冰河期的冰河體積變化與末次冰盛期 (LGM) 的冰原覆蓋範圍 (資料來源: <http://www.snowballearth.org>)

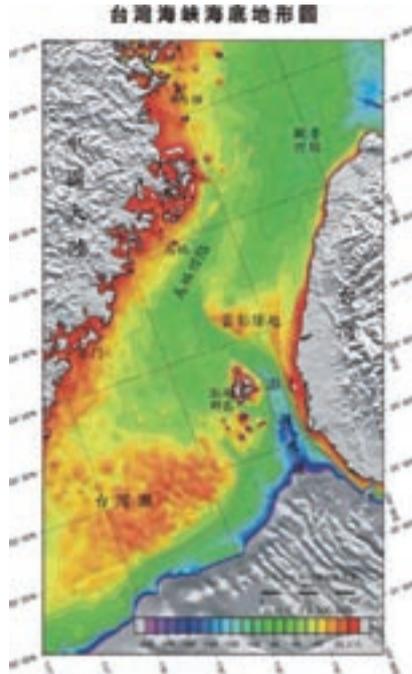


圖4. 台灣海峽海底地形 (資料來源: 國家海洋科學研究中心)

4)，所以有人會說，台灣跟大陸「曾經」相連。

卡通「冰原歷險記」中所設定的時間背景，就是距離今天約2萬年前的末次冰盛期。影片中的主角長毛象，也是我們所最熟知的冰河期生物，特別是牠一身毛茸茸的長毛，似乎是為「冰河期」的寒冷下了最好的註解。同一時期的台灣，其實也有發現古菱齒象（長毛象的近親）的化石（圖5），在今天澎湖水道海域裡被打撈上岸。由於台灣地區沒有其他同時期地層可以找到類似的生物化石，但澎湖水道中所發現的許多生物化石，同時發現與大陸地區的生物種類接近。很可能牠們當年就是「趁著」台灣與大陸相連的時期，將分布領域拓展至台灣，甚至留下來棲息發展。

地球上之所以會出現冰河期這樣的現象，主要還是受到太陽輻射量的影響。但並不是說太陽輻射量變少，地球就會進入冰河時期。由於地球自轉與公轉軌道的變動，如果地球表面所吸收到太陽輻射的量，夏天較多、冬天較少時，全年的平均氣溫並不會有太大改變。但是因為冬天所吸收到的太陽輻射量較少，所以下雪結冰的程度較多，會反射比較多的太陽輻射，導致夏天無法完全融化冬天所結的冰，這樣就會形成所謂的冰河期。非得等到地球軌道持續改變到下一階段，冰河期才有可能結束，而進入所謂的間冰期。所以即使是冰河期，全球平均的氣溫與間冰期的今天相比，其實相差並不大。



圖5. 澎湖水道古菱齒象化石

既然如此，那下一期的冰河期，什麼時候會來呢？由於地球軌道的變化週期，都在數萬年以上，所以要在我們有生之年，看到地球氣候「自然地」改變，其實很不容易。但近幾年來，科學家利用永凍層中的冰芯紀錄，甚至是實際測量，發現目前地球大氣中，造成溫室效應的二氧化碳量正在急遽升高。過去數十萬年來，地球大氣所含的二氧化碳含量，都不曾超過百萬分之三百，但今天大氣中，已經有超過百萬分之三百八十的二氧化碳含量（圖6）。雖然過去一百年來的氣溫，平均上升不到攝氏1度，但大家已經開始擔心，地球的氣候會不會因為我們的破壞，而發生劇烈改變呢？

雖然一直到今天，科學家都還無法肯定地告訴大家，如此高的二氧化碳含量，將會把地球的氣候帶往何方。但很多已經發生的現象，不得不令人憂心忡忡。像是許多地區（例如格陵蘭）的冰河體積持續在減少，導致全球海面緩緩上升，這就是一件不爭的事實。我們不希望人為的改變，可能造成地球氣候失控，最後導致無法挽回的結果。所以從現在起，只要我們多節約一點電、一點水、一點資源，都將是對維護地球環境莫大的幫助。雖然我們無法親眼看到地球的未來，但大家可不希望，被未來的子孫埋怨，是我們毀掉了地球的吧！

聯合報系正在本館進行的一項長毛象特展，展出的主角就是兩隻來自西伯利亞永凍層中的長毛象化石，這正是地球上冰河期最佳的見證。牠們帶著完整的肌肉、皮膚跟毛髮，從永凍層中融解出來，卻正好也警告我們，連「永凍層」都在融解了，我們還能不警惕嗎？希望大家在參觀展覽的同時，也能體會到這兩隻長毛象，從寒冷的西伯利亞被發掘出來，所帶來地球變暖的警訊。

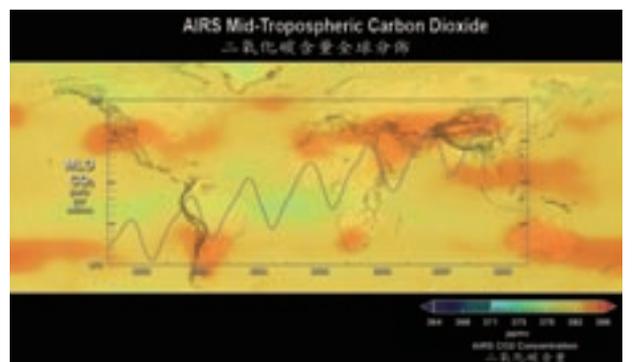


圖6. 二氧化碳含量全球分布 (資料來源: NASA)