

Deep sea hydrothermal vent

深海熱泉(Hydrothermal vent)

這類生態系所處多在 200 米以深，甚至 1977 年第一次發現的深海熱泉還可達 2700 公尺以深的海底。而最容易出現這樣的熱泉區多靠近中洋脊或其他有海底火山活動的附近海域。深海熱泉的主要組成爲以"熱液噴出口"爲中心 (如果是真的是火山口的話...除非有休眠，不然也很難有生命存在吧 :Q)，其會噴發出被熔漿所加熱的地下海水，噴出同時，也會溶出許多礦物質與硫化物沉積(水中有高濃度的硫氫)。而深海熱泉生態系的發現，與我們一般所熟知的生態系的最大不同，就是一般的生態系都以光合作用爲能量基礎，也就是由太陽能轉化爲生質能，再由其他生物所利用。但在深海中(超過 10 米以深，光線就不容易穿透，而爲幽暗的海底世界)並沒有足夠的光線能行光合作用，而熱泉系統提供了一個特別的環境，即因富含硫化氫可以被硫化菌等所利用合成有機物，而有些生物便能以細菌或其合成有機物爲食，而漸次形成一個食物網絡，一個以硫化菌爲生產者、有化學反應爲能量來源的生態系。熱泉的噴發溫度可達 70 至近 100 度，但深海的水溫約爲 4 度，因此能快速降溫，而熱泉生物多群集於 20~45 度左右的噴出口。而目前調查所知的深海熱泉有很多處，而各地熱泉的生

物相也不盡相同，但大體上以管蟲類、甲殼類(如：鎧甲蝦、螃蟹)、貝類等為主要組成份子，其中像是管蟲或固著性的貽貝，其體內並沒有消化道，但其體內有與硫化菌共生的組織，因此它們也不用找食物了，肚子裡就有傢伙幫它們作飯餵飽它們，另外如熱泉區的鎧甲蝦，其鰓部也有特化而能與細菌共生。

在這樣的生態系中有一個特點，就是食物來源豐富(只要有熱泉不愁沒有硫化氫)，所以大家也不用搶來搶去競爭，因此發現時可見到密密麻麻一群，和睦共處的世界大同景象，另外也因為深海沒光線，所以大家的顏色都是白白的一片。

不過這樣的生態系統還有一個大問題就是，通常一個熱液噴出口的存在時間約幾十年不等也就是其為一個短命的生態系，當熱泉熄滅了之後，所有的生物就要想辦法遷移，否則就會跟著死亡。但是深海泉生物的移動能力很差，通常都游不遠，而熱泉與熱泉的距離又很遠，目前科學界對於其要如何去找到下一個可棲息的熱泉，仍是意見分歧。

目前的猜測有以下兩點：

1. 深海熱泉的生物能感受到火山熔漿發熱時所散發出來的特定波長的紅外線。

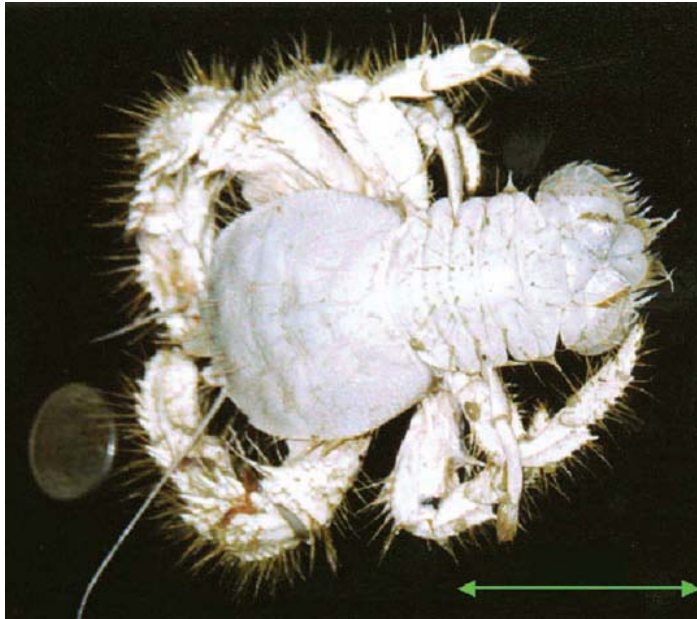
2. 因熱泉生物以硫化氫為主要的能量來源，而深海中除了熱泉外，最佳的硫化氫來源就是沉在海底的動物屍體，故有人相信一些大型鯨魚的屍體可以成為熱泉生物尋找下一個熱泉的跳板。

目前科學家在海底發現最豐富的生態系幾乎都在海底熱泉的噴口（又稱海底煙囪，smoker）附近，像是在 1977 年間於加拉巴哥群島外海的海底煙囪附近，就發現了令人震驚的大型生物群，其中有長度超過三公尺的管蠕蟲（tube worm）、寬度超過 30 公分的蚌殼、大量的蝦和貽貝，以及不停擺動的麵條蟲（spaghetti worm）（Bryson, 2005）。這麼豐富的生態系，竟然全靠巨量的嗜熱細菌利用化學合成作用，這個人類聞所未聞的養分製造機制，支撐起來的（Bryson, 2005）。這些細菌利用不斷從熱泉口湧出的硫化氫（對人類和很多生物來說具有毒性的化合物），從中分離出硫原子，把硫原子與環境中的二氧化碳、氧和水結合，然後再把這個「初級產物」重新接到氧原子上，形成一種硫酸鹽，進而產生能量（Segre,2002）。接著細菌再利用這些化學反應釋放出來的能量，製造碳水化合物，供養食物鏈上的消費者。換句話說，這群細菌利用從硫化物轉變成硫酸鹽所產生的能量，取代日光能，來支撐深海熱泉附近的生命。

化學合成作用還有另外一個優勢，那就是不怕高溫。光合作用在溫度達到攝氏 77 度時，便會因溫度過高停止運作^{註一}。但是在深海熱泉附近進行的化學合成作用，卻完全可以適應海底裂谷的溫度狀況（Segre,2002），不會因煙囪釋放出的溫度過高而停擺。有些住在煙囪附近的物種，其頭部和尾部所處的環境溫度，甚至可以相差攝氏五、六十度，不過藉著被動的熱虹吸作用，這些物種可以把比較涼的水和養分吸進包裹蟲體的管子裡，平衡身體的兩極的溫度，來適應如此特別的居住環境

世界其他海底熱泉

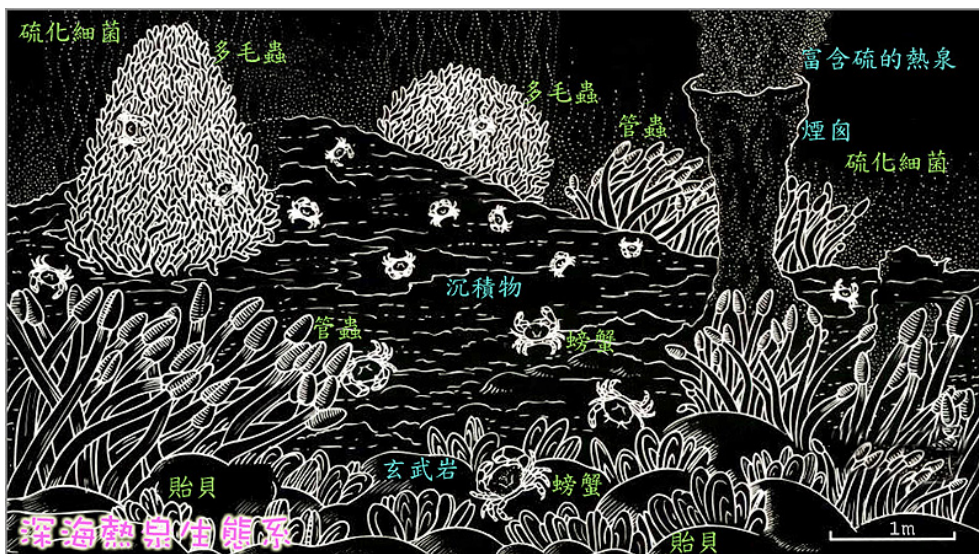
自從1977 年美國潛水艇「Alvin」在東太平洋海底山脊探測到在水溫高達攝氏350 度的熱液噴泉中，仍有大批的生物群集在「煙囪」狀的噴水口，人類對於深海環境的認識便完全改觀。接著，法國潛水艇「Nautile」在大西洋的中洋脊上，以及日本「深海2000」／「深海6500」潛水艇在日本火山島弧、馬里亞納海溝、沖繩海槽和印度洋中洋脊，也相繼發現熱液噴泉。海底熱液噴口周圍出現一個與只進行「光合作用」的生態系統完全不同的生態，被科學家認為是地球最初生命的起源地。這可能是本世紀最受矚目的生命科學研究之一。



從潛水艇取回的熱泉深海蟹



深海熱泉的水中攝影



深海熱泉生物系