

比較深海熱泉和淺海熱泉

• 深海熱泉

在深海的火山噴氣孔附近，由於海水被加熱，因此在周圍有一群與其他地區截然不同的生物，這些生物可以在異常的環境中（溫度高，PH 值低）生存，儼然成為獨立的生態系統，在 1970 年代太平洋東方的『黑煙函』地區被正式稱為『深海熱泉生態系』，台灣的附近有龜山島的深海熱泉生態系。

近 20 多年來，生物學家一直認為深海熱泉噴口的生態系，是由硫化菌用化學合成的方式，將高濃度的硫化氫氧化取得能量以合成有機物，這些硫化菌便成為初級消費者（例如貽貝、管蟲等）的食物，蝦蟹再以牠們為食，因而構成物種豐富的食物網。但是這種「化學合成自營性食物網」（chemolithotrophic food-web）並未在龜山島出現。

深海生態系

(一)環境特徵：

- 1.大陸棚斜坡以下或無光帶地區
- 2.溫度：在赤道地區水深 1000m 處為 5~6°C，在往下緩慢遞減，到 3000-4000 以下即為等溫，故在深海地區之水溫除深海熱泉外，並無溫度之季節或年變化。
- 3.壓力：由 20-1000atm 以上，其中大部分為 200-600atm 之間。
- 4.溶氧：除少數深海海溝為缺氧環境外，深海區之水中溶氧係來自於南北極地層之寒冷但富含氧氣之海水向南或向北向下沉降流入各大洋之深水區。

(二)深海的物種特徵：

- 1.微型動物，細菌、真菌和無色之雙邊藻、纖毛蟲、變形蟲等為深海食物網之基礎。
- 2.主要有機物來源自上層沉降下來海藻葉片或碎屑上的真菌，細菌則附生在有機碎屑或沉積物上。
- 3.物種生存的特色：深處高壓、食物短缺、低溫、無光的特殊環境，在生存上有其獨特的方式，譬如牠們的新陳代謝、成長及生殖速率均較淺海生物為低。

• 淺海熱泉

臺灣東北海域就是沖繩海槽，它使琉球島弧後方張裂形成一個海盆。雖然面積不大，但區內地震頻繁，地熱流很高，海底地形複雜，火山林立，是一個難得的地球科學天然實驗場。

龜山島周圍 60 海里內至少有 70 座火山，其中十幾座屬於活躍型的火山，而龜山島是唯一露出水面的。宜蘭平原地下也有潛伏的火山岩體，提供陸上溫泉的熱源。透過高音頻的水下聲納系統，可以探測出海底火山的外貌。第 2 號的火山座落於水深 1 千 5 百公尺處，體積與龜山島相近：底座約 2 公里，高度 400 公尺，火山口的噴煙有 400 公尺高，景象壯觀。

至於位於南沖繩海槽中心地帶的第 4 號火山，可能是區域內最活躍的。在大約 500 × 500 平方公尺的一區海床上，日本「深潛 6500」潛水艇觀測到約 100 根的柱狀「煙囪」。在熱液循環的環境中，熱水把岩漿中的重金屬和硫化物帶出海床的表層，堆積成柱狀，熱液持續噴出，類似「煙囪」。透過潛水艇的圓形窗戶看出去，火山口到處都是「煙囪」，高度介於 1 至 10 公尺。再把鏡頭拉近一些，赫然發現每根柱子上都爬滿了密密麻麻的深海螃蟹及深海蛤。這是研究人員在龜山島以東 50 海里，水深一千多公尺處的第 5 號海底火山所觀測到的奇異現象。

經潛水艇的儀器測量，「煙囪」出口處的海水溫度高達攝氏 170 度，熱液的 pH 值是 4.5，屬酸性。深海螃蟹及蛤都依靠嗜熱且具化學合成作用的細菌來分解硫化物，並生成碳氫化合物以供食用，形成一個與光合作用截然不同的生態系統。

淺海熱泉噴口生態系

(一)生態環境特色：以台灣龜山島為例

1. 龜山島的海底噴出 65~116°C 的溫度硫磺煙柱及氣泡。氣泡所含的氣體主要為二氧化碳、氮氣、氧氣、二氧化硫以及硫化氫。pH 值約 1.75~4.60，富含硫磺物質。
2. 熱泉噴口的排放物含有純度高達 99.5% 的元素硫，以及有毒的火山氣體，附近的海床幾乎佈滿了黃色的硫磺礦。

(二)熱泉噴口生態系中的怪方蟹

1. 怪方蟹的成蟹殼寬 3 公分，幼蟹成長到殼寬 0.8 公分時即可抱卵，牠們的鉗腳已經扁平化，不會互相攻擊，所以不像一般螃蟹有領域行為，而且對環境毒性的耐受度極高，平時會相互堆疊躲在硫磺礦的縫隙中，水流靜滯時則成群結隊出來覓食。
2. 一九九九年台灣和新加坡學者在龜山島海域發現類似日本小笠原群島的怪方蟹，並在二〇〇〇年正式發表為世界新種，因發現地點在龜山島，遂命名為「烏龜怪方蟹 (*X.testudinatus*)」，又名硫磺怪方蟹，為不可食用的有毒螃蟹。

(三)怪方蟹 (*Xenograpsus testudinatus*) 如何維生？

在水流轉弱、海流靜滯時，熱泉噴口的煙柱直接向上噴發，會殺死經過的有機體，這些浮游生物會像「飄雪」般落到海床，此時怪方蟹便會成群衝出來覓食；當海流一增強，噴口冒出的致命煙霧會跟著海流轉向，浮游生物也隨著消散，怪方蟹於是又躲回到硫磺礦的縫隙中。