

海底熱泉

地球的內部其實是一個熾熱的火球，灼熱的岩漿從海底的裂谷和斷裂處不斷地向上噴湧，形成了海底火山，而海底火山常會噴發出壯觀的海底熱泉。海底熱泉形成於板塊活動頻繁的海底火山附近，如果海水經過裂縫或海底斷層下滲後，碰到海底的岩漿，就會變成熱泉噴出。

台灣位處歐亞大陸板塊與太平洋板塊交界處，地震相當頻繁，並產生地熱現象。台灣學者在 2000 年於宜蘭海灣外的龜山島海域，發現世界罕見的淺層海底熱泉煙囪，這也是沖繩海槽區域內首次發現的巨大煙囪。煙囪噴出熱水的同時，也不斷地湧出硫磺懸浮顆粒及氣泡，噴發時的熱水呈現超過攝氏 100 度的高溫、高酸性、低溶氧的特值。

在這種奇特的環境也蘊藏著令人驚異的生物，以及獨特的生態體系。當地有一種「硫磺怪方蟹」能在攝氏 116 度、而且超酸環境中覓食生存，舉世罕見。這個奇特的生態系，為台灣的海洋生態研究創造新的舞台。（資料來源：中央廣播電台）



硫磺怪方蟹



硫磺怪方蟹

參考文獻

大紀元電子報 <http://news.epochtimes.com.tw/7/10/17/68181.htm>

Hydrothermal vent crabs feast on sea “snow”

海洋“飄雪”成為熱泉噴口螃蟹的盛宴

[解開為何龐大的螃蟹族群可以生活在此一極端有毒性的棲地裡還能如此繁茂的謎團]



台灣近海有一處富含硫磺的淺海熱泉噴口，我們發現了密度極高的怪方蟹族群，生活在此一食物來源極為特殊的酸性環境。平潮時，牠們從礁石裂隙成群爬出，撿食地上熱泉噴口附近豐富的浮游動物，然而這些在海水中的浮游動物，是隨著潮流經過噴口附近時，被硫磺煙柱殺死後有如降雪般地飄落下的。這種機會主義的覓食行為，解釋了怪方蟹何以能在如此高毒性的淺海熱泉噴口處生存。

目前對動物生活於深海熱泉噴口的生態調查研究非常多，然而有關淺水域(深度少於 200 公尺)的系統所知就非常有限。相較於深海熱泉噴口附近豐富的生物種類，淺海熱泉噴口的動物歧異度偏低，其生態系也比較簡單。就目前而言，只有兩種短尾亞目的螃蟹，*X. testudinatus* 與 *X. novaeinsularis* 被鑑定出來。

這處淺海噴口位於台灣東北方龜山島(121° 57'E 24° 50'N；如圖 1 並參閱補充資料)附近海域，屬於沖繩島弧的一部分。在這個不尋常的系統中，噴口的排放物酸度極高(pH=1.75-4.60)且富含硫磺物質，高達 9 個大型的噴煙口(高約 2-6 公尺)任何時候皆以出口溫度 65-116°C 噴出硫磺煙柱及氣泡(主要為二氧化碳、氮氣、氧氣、二氧化硫以及硫化氫)。

高濃度的硫化物對於建立化營性(chemolithotrophic)食物網以及硫化菌的生長來說非常重要，但此一食物來源，並未在龜山島出現。這處淺海熱泉噴口的排放物含有非常高濃度的元素硫(純度 99.5%)以及有毒的火山氣體(參閱補充資料)，所以這片棲地的物種貧乏就不令人感到意外。

我們對於怪方蟹的生態全然不清楚。*X. novaeinsularis* 曾被觀察發現，牠會以有剛毛的螯指尖端在海床上覓食，但牠日常食性則不清楚。在龜山島 *X. testudinatus* 大規模

地群聚於噴口裂隙之中(如圖 2a，平均密度每平方公尺約 364 隻，或參閱補充資料)，這不禁令人想要問：如此龐大的螃蟹族群倚靠的是什麼樣的生態系統，到底這些螃蟹吃的是什麼？

我們的觀察顯示龜山島的 *X. testudinatus* 所吃的是動物性浮游生物。在水域平靜時，怪方蟹會成千上萬地從硫磺礦縫隙中湧出(參看圖 2b 及補充資料的影片)，開始在幾平方公尺範圍內的海床上瘋狂地進食，這種前所未見成群結隊的覓食行為，只出現於水域遲滯時。解剖怪方蟹標本可以發現到其內臟充滿浮游動物(主要為浮游性橈腳類)，研究怪方蟹的口器與胃靡更可確認牠的確是食腐者。

在水域最理想的情況下，我們見到了細微的顆粒緩緩地落在噴口的四週，甚至有魚類的屍塊。分析所收集的水體樣本，則發現高濃度的無機顆粒與死亡或昏迷的浮游動物。當海水靜滯，也就是海流轉弱甚至消失時，噴口的煙柱直接向上噴發，立刻殺死任何經過的有機體，並使牠們直接落下，這些浮游動物組成的雲團有如海洋”飄雪”般地降下。

海流一旦增強，這致命的煙霧馬上轉向，浮游生物的砲轟產生的雲團，也隨著海流漂逝，怪方蟹也紛紛返回裂縫中。由於台灣潮汐屬於半日潮，怪方蟹應有可能會進行兩次的覓食活動(因為夜潛的危險性，我們並未在夜間確認)。

怪方蟹的覓食時刻在海洋”飄雪”落下的時間同步進行，為的就是要最有效率地收穫這些被殺死的浮游動物。怪方蟹這種機會主義的覓食行為，在任何其他海底熱泉生物的研究中均不曾被發現，牠所表現的，正是針對此一極度缺乏食物來源的環境，所發展出來的獨特適應。

龜山島硫磺的顆粒在海面形成一片灰白色的區域；這些硫磺懸浮顆粒密度會隨海面下噴煙口數目以波浪與海流盛行的情形而定。



怪方蟹在龜山島東面淺海熱泉的覓食行為。

- a. 高密度的怪方蟹群聚在熱泉噴口基底的硫磺塊裂隙中。



- b. 在平潮時，怪方蟹集體湧出，撿食被噴口滾滾噴發的毒氣及硫磺顆粒所殺死的浮游動物的海洋”飄雪”。



資料來源：<http://www.ads.com.tw/ads/cpsub/Nature.htm>