

金門烈嶼海岸風化玄武岩百態

這也是玄武岩？

這次我前往金門不僅是為了旅遊，更重要的是親眼目睹金門令人歎為觀止的火成岩地景，並跟著當地的地質老師了解這裡的地質構造與環境。出發前對金門地質的第一印象就是滿滿的花崗岩，然而我今天要介紹的是金門烈嶼的玄武岩地質景觀。原來金門不是只有充滿花崗岩，還有玄武岩分布!?

沒錯，金門地區除了花崗岩外，玄武岩也在金門的烈嶼島上寫下了精采的地質故事。(圖一)是我在金門烈嶼的青岐到南山頭一帶海岸拍攝的風化玄武岩景觀，整個岩壁染上了紅色，垂直的柱狀結構中還夾帶了許多球狀結構，與平常認知的黑色或灰綠色玄武岩差很多，這竟然也是玄武岩?其實這些玄武岩只是因為經歷了長時間的風化作用，在外觀上才有如此驚人的改變。

此風化玄武岩露頭顏色是由最上方的紅褐色到下方的黃褐色的漸層，這種顏色的變化是因為岩層的風化程度由上到下遞減，上層岩石中的二價鐵完全被氧化成三價鐵，顏色較紅，下層岩石中的二價鐵未完全氧化，顏色較黃。我們還可以看到垂直的柱狀結構，這是玄武岩熔岩噴發或玄武岩層減壓產生柱狀節理，在柱狀結構中，又有許多同心圓狀的結構彷彿沿著柱狀結構往上排列，這是沿著節理面產生洋蔥狀風化的結果。



(圖一)青岐到南山頭海岸的風化玄武岩露頭(作者親攝，金門烈嶼，2023.07.09。)

青岐至南山頭海岸是金門地區唯一的玄武岩海岸(圖二)，(圖二)中左圖是金門與烈嶼的地質圖，右圖是將左圖中的烈嶼放大檢視，深藍色區域是我自己標記的輕騎至南山頭海岸範圍。由(圖三)可知這個露頭是烈嶼玄武岩地層的露頭，地層組成是玄武岩質熔岩流。



(圖二)左圖為烈嶼地質圖，右圖為金門與烈嶼地質圖，左圖中深藍色區域為青岐至南山頭海岸(取自地質雲加值應用平台-基本地質圖。)



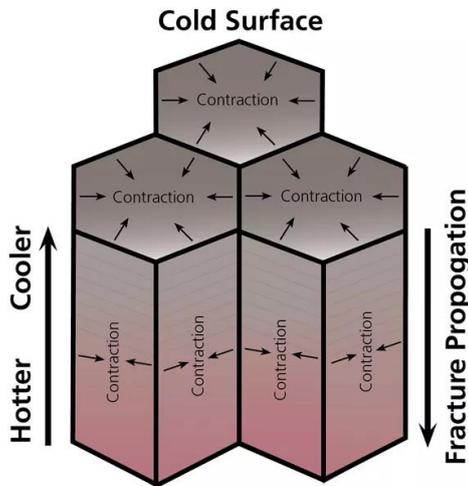
(圖三)青岐至南山頭海岸的地質圖，如圖中顯示，橘色區域為烈嶼玄武岩地層(取自地質雲加值應用平台-基本地質圖。)

柱狀節理與洋蔥狀風化如何產生？

在國高中的地科課程中一定都學過柱狀節理與洋蔥狀風化，但不同地區因為有不同的岩石組成、環境、地體構造，所以造成當地的柱狀節理與洋蔥狀風化的成因也會略有不同。再延伸探討的地方，我想將這次地質之旅所學加以整理，記錄下這些警官的形成過程。

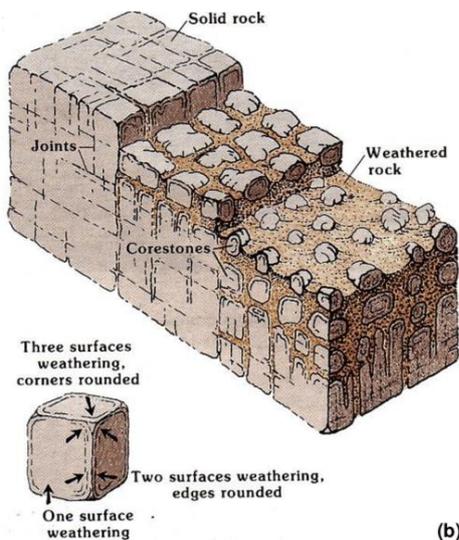
玄武岩柱狀節理的成因主要有兩種，一種是玄武岩的熔岩噴出後快速冷卻，因為冷卻時熔岩體積收縮，產稱柱狀節理。另一種是沒有噴出的一整塊玄武岩岩層，因為地殼抬升而被抬出地表，岩層頂端又被侵蝕，頂端的壓力減弱，而減壓的過程也會使岩層降溫，體積收縮產生柱狀節理。如(圖四)所示，如果玄武岩層收縮時會產生許多收縮中心，若因收縮產生的張力是平均的，就會產生六角柱狀的節理，從巖層露頭的側面看是柱狀，從上面看是六角形。

當地的地質老師說，在這裡的玄武岩柱狀節理成因還沒有定論，有可能是上述兩種作用共同造成，有待之後對這裡的火成岩更深入的研究。



(圖四)右圖為六角柱狀節理形成機制示意圖(取自 National park service 網站。)左圖為青岐到南山頭海灘上明顯的風化玄武岩柱狀節理側視圖(作者親攝，金門烈嶼，2023. 07. 09。)

玄武岩發育出的節理面是岩層較脆弱的地方，這些節理面會將整個玄武岩層切割成許多小塊的玄武岩，而侵蝕與風化便會從這些岩塊之間較脆弱的節理面開始發生。柱狀節理中的同心圓狀風化結構就是由數種不同的風化共同作用的結果。首先，岩石的稜角處受三個方向的風化作用，邊緣處受兩個方向的風化作用，平面處僅受一個風化作用，風化速率由外向內逐漸遞減，故產生同心圓狀的風化紋路，稱為球狀風化(圖五)。接下來，化學風化作用可以將岩石中較堅硬的礦物(如玄武岩中的長石、鐵鎂質礦物)轉變為較軟弱的礦物(如黏土礦物)，因堅硬礦物轉變為黏土礦物後體積增加向外擴張，結果造成同心圓狀的剝離層(圖六)。



(圖五)右圖為球狀風化形成機制示意圖(取自 Plant & Soil Sciences eLibrary 網站。)，左圖為青岐到南山頭海灘上的玄武岩球狀風化(作者親攝，金門烈嶼，2023. 07. 09。)



(圖六)玄武岩風化的同心圓狀剝離層，左圖中心有明顯的灰色，代表風化程度較輕(作者親攝，金門烈嶼，2023.07.09。)

在物理風化與化學風化作用下，玄武岩的景觀產生巨大的改變，在這片海灘上，除了能感受到大自然的力量，也能在同一片岩壁上觀察出岩石的片畫沿著時間漸變的歷程，可以說是自然力量與時間之流在這片海灘上留下的日記。

參考資料

1. <https://www.geologycloud.tw/map/Stratum/zh-tw>
2. <https://www.nps.gov/subjects/volcanoes/columnar-jointing.htm> Diagram showing how columnar jointing forms from contraction-related fracturing. Graphic by Allyson Mathis.
3. Salahuddin Husein(2014)。Guide Book of Geological Excursion - Bayat, Central Java。Page 8。
4. <https://passel-old.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1124303183&topicorder=4&maxto=7&minto=1>
5. 陳利偵(2008)。烈嶼的玄武岩海岸景觀。台灣的山川土石，第二七卷第三期，第 74 頁。
6. 劉聰桂(2018)。風化作用與沉積岩。普通地質學(上)，第 153 頁。