綠島地質之旅（二）

火山活動的遺跡

蕭謙麗
行政院災害防救委員會減災規劃組

序言

在歷經島弧岩漿活動、板塊隱沒作用、火山噴發活動、抬升冷卻等一連串的地質作用後，綠島的主體逐漸成形。形成後，持續地地殼抬升作用，讓我們有機會一窺台灣本島不多見的火山地形，典型的火山地形景觀有錐狀火山、火山口、火山頸、火山集塊岩、碎屑岩流等。然而，繼之而來的風化作用，又讓鮮明的火山口、火山頸做了一點修飾、增添了一點岩石以外的色彩，宛如披上一層薄紗，更顯一抹羞澀之美。

錐狀火山

由於綠島火山岩漿導因自南海板塊向東的隱沒作用，引發部分熔融，產生島弧岩漿後，向上拱升成爲火山，火山岩以安山岩爲主。中性的安山岩，黏稠度較大，流動不易，遂以爆裂式噴發，所有的火山物質常堆積在火山口四周，形成具有明顯火山口的錐狀火山（圖一），以及島上隨處可見的火山集塊岩和角礫岩（圖二）。

圖一　稠不易流動的中性岩漿，形成陡峭的山形。

圖二　由大小不一的火山碎屑物膠結成的集塊岩，造型奇特。

圖三　綠島的湖，其實是海岸侵蝕作用下形成弧狀的灣澳地形。

圖四　今日的柚子湖已無人煙，僅留標示牌指出聚落的方向。

火山口

地下深處的岩漿和其他的火山物質衝到地表的出口稱爲火山口，直徑通常小於 1 公里、深度小於 300 公尺左右；另一種規模較大的岩漿出口稱爲火山臼，又稱爲破火山口、陷落火山口，顧名思義就是外觀上有了缺口的火山口。破火山口形成的原因主要有因流水的向源侵蝕作用，由一小缺口逐漸加大造成；或是以爆裂式噴發形成的火山口，因猛烈的上衝力量，崩毀了火山口周圍的火山錐，形成比原來大的凹陷。

綠島早期海底的火山活動，因岩漿黏稠度大，以猛烈式爆發爲主，噴發出的熔岩流、火山碎屑、岩塊等層層堆疊在二、三千公尺深的海床中。後來，因地殼抬升，火山口漸漸露出海面，隨著海岸的波浪拍擊、磨蝕和溶蝕等侵蝕作用，形成新月弧狀的灣澳地形（圖三），在當地這樣的地形多被稱之爲湖。

柚子湖

柚子湖是依山臨海的灣澳，原本

是個小漁村，僅幾戶人家，不過，數年前其中幾戶搬遷到公館村，其餘大多數的居民則遷居到台東、成功等地，自此楠子湖就只剩下昔日古厝，散落在山海、沙灘間，了無人煙。從高處望向柚子湖，小屋錯落山海依偎，獨留幾堵斑駁傾圮的磚牆，與濤聲蟲鳴相伴，宛如回到古樸的過去（圖四、五）。走下斜坡，月形海灣展露眼前，由火山角礫岩因差異侵蝕形成造型獨特的奇岩怪石、風化的安山岩塊（圖六~八），不僅如此，還有海蝕洞（圖九）、海蝕柱、珊瑚群礁（圖十）等景觀，是盛夏避暑、小憩聽濤、遊戲玩耍的好地方。

圖五　小屋錯落、山海倚偎，與濤聲蟲鳴相伴，宛如回到古樸的過去。

火山頸、柱狀節理

火山頸，是火山口下方連接熾熱岩漿庫的通道。當火山爆發時，岩漿由地下深處向上竄升的衝力，將上覆的岩層衝破產生裂隙，形成岩漿移動的通道。當岩漿活動減弱或停止時，通道中的岩漿逐漸冷卻凝固，充滿所有空隙。當在充滿通道的火山物質，其四周圓錐狀的圍岩被侵蝕風化後，只剩下堅硬的岩體，外觀多呈現柱狀（圖十一），便形成火山頸的特殊景觀。

圖六　火山集塊岩因差異侵蝕形成獨特的造型。

在火山活動伴生的諸多地形中，火山頸的柱狀節理是一大特色。柱狀節理的形成，主要是通道中的岩漿，如同

圖七　綠島嶙峋的海岸是岩性與海蝕共同塑造的傑作。

圖八　溫暖潮溼的海岸環境使安山岩中的鐵十分容易風化成氧化鐵。

圖九　由波浪不斷侵蝕擴大形成的海蝕洞。

圖十　珊瑚裙礁提供柚子湖豐富的生態景觀。

圖十一　火山頸內的岩漿因冷卻收縮，圍岩被侵蝕後，外觀多呈現柱狀。

圖十二　冷卻的岩體往往具有多個收縮中心，多發育成六角長狀。

大部分的物質一般，冷卻使體積縮小，尤其是玄武岩，收縮產生的張力往往導致岩體產生破裂。由於冷卻的岩體體積通常有數公頃大，會造成多個收縮中心，最後發育成多角形的裂隙圖形組合，以六邊形最常見，呈六角或多角長柱狀，如花蓮的石門洞（圖十二）和海蔘坪的仙人疊石。

海蔘坪、仙人疊石

海蔘坪也是一個經侵蝕殘餘的爆裂火山口，歷經長時間的侵蝕風化後，因爲岩石的抗蝕力不同，將包覆火山通道周圍的岩石侵蝕殆盡，留下孤立的火山頸，繼之侵蝕成海蝕平台和珊瑚裙礁的發育，此處就成了潮間帶生物的樂園（圖十三）。由小長城上望去，哈巴狗與睡美人的奇石造型，就是由殘留的火山口壁所構成（圖十四、十五）。

仙人疊石則是特有的柱狀節理景觀，宛如一根根整齊堆疊的巨大石柱（圖十六），因而得名。若有時間，能走下海蔘坪近看，則可發現這些一根根龐大的石柱大多呈現三、四、五、六和八邊的柱狀體（圖十七）。

朝日溫泉

朝日溫泉位於東南角的潮間帶現生的珊瑚礁上，日據時代稱爲「旭溫泉」，原名「滾水坪」，「滾水」意指熱水，「滾水坪」則指的是溫泉附近地區。附近是一片平緩的潮間帶和裙狀珊瑚礁岩（圖十八），塊塊礁岩錯落其間，隨潮水升降而忽隱忽現，多了一份神秘與驚奇。

溫泉，屬於後火山活動現象之一。曾經發生大規模火山活動的綠島，隨著板塊運動漸漸地歇息，雖然火山不再噴發，留存在地下深處的岩漿餘溫，仍舊持續釋出火山氣體和熱量，將上部淺層的水加熱沸騰後，沿著岩層裂隙噴出地表，形成噴氣孔、硫氣孔、溫泉等

圖十三　潮水的漲退，讓珊瑚裙礁成為海濱生物的樂園。

圖十四　哈巴狗與睡美人的奇石造型，就是由殘留的火山口壁構成。

圖十五　哈巴狗、睡美人頭部連接到弧形的海蓼坪就是火山口的弧狀外形。

圖十六　側面的柱狀節理景觀，宛如一把堆疊的巨大石筷。

圖十七　換個角度則可以看到收縮形成的多邊形裂隙。

圖十八　揚名國際的海水溫泉，就在塊塊礁岩中忽隱忽現。

特殊景觀。

綠島爲火山島嶼，泉水在潮間帶的珊瑚群礁間、岩縫和砂層汩汩溢流，上湧的泉水在岩層間流動，在過程中發生混入圍岩、被吸附或產生離子交換、沈澱或化學反應，造成獨特的水質，再與海水混合，其水色澄澈透明，水中含有硫酸鹽氯化物，略帶酸性無濃烈硫磺味，泉口水溫高達攝氏 90 度則屬於高溫，溫度隨海水漲退而時有變化，綜合上述特質使朝日溫泉成爲水質獨特、芳名遠播的海水溫泉之一（圖十九）。

以朝日溫泉的水質而言是世界級的海水溫泉，全世界僅日本九州、義大利西西里島和綠島三處擁有難得的海水溫泉，也是世界級稀有的地質景觀資源。目前東部海岸風景管理處已經設立溫泉公園（圖二十），三個不同溫度的圓形露天浴池，鑲嵌在裙礁海岸之間，池中汩汩湧泉，好不誘人（圖二十一）。在雲淡風輕的夜晚，最愜意的莫過於夜浴優質溫泉，仰望皎潔明月、細數點點星子，還可聆聽浪濤拍岸，與三、五好友一同欣賞由魚肚白、一線曙光到滿天金紅的綠島晨曦！

圖二十　東部海岸風景管理處已經設立朝日溫泉公園，成為重要的觀光資源。

圖十九　水質獨特的朝日溫泉是稀有的地質景觀。

圖二十一　三個不同溫度的圓形露天浴池，鑲嵌在裙礁海岸之間。