上天下地——淺談龜山島地形與地質

圖文／梁勝雄

美國太空總署於 1 月 22 日介紹我國宜蘭外海的活火山——龜山島！
龜山島有哪些特殊地質景觀呢？
讓筆者帶您上天下地，一探究竟～

2022 年 1 月 15 日南太平洋島國東加王國境內的洪加東加-洪加哈阿派火山(Hunga Tonga–Hunga Ha'apai volcano）噴發，震撼全球！可能因為這原因，1 星期後的美國太空總署地球觀測（Earth Observatory）網站每日影像，報導了我國的龜山島（圖 1）；此外，2015 年年初，國際知名網站「在地球上時（When on Earth)」選出國際間 12 座地貌特殊的島嶼，我國龜山島也名列其中，顯示龜山島不只在國人心中有著一定地位，更在國際間逐漸嶄露頭角，然而龜山島可不是現在才有名，在古代也是。

「曉峰高出半天橫，環抱滄波似鏡明。一葉孤帆山下過，遙看紅日碧濤生。」清代官員烏竹芳，時任噶瑪蘭通判時，看到龜山島所寫下的動人詩句，此即龜山島八景之一的「龜山朝日」。不過看官們有沒有想過，龜山島是如何生成？龜山島的自然環境又是如何？龜山島又有哪些特殊的地質景觀？

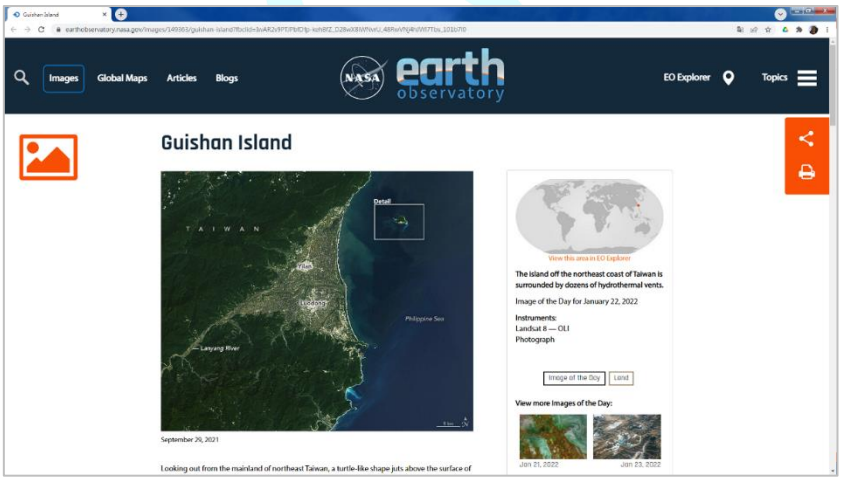

圖 1. 1 月 22 日美國太空總署地球觀測網站每日影像介紹我國龜山島。

影像來源：美國太空總署

網址：https://reurl.cc/nEy9G1（2022/2/24 檢索）

宜蘭平原與龜山島的起源

從衛星影像能觀察到臺灣東北角有一個「三角形」的平原，稱為宜蘭平原（或稱蘭陽平原），面積約 330 平方公里，其西北面與南面為山地，東側臨海（圖 2)。學者依多

年的陸地與海洋之地質科學與地球物理探勘及研究，普遍認為宜蘭平原主要受到「弧後擴張（Back-arc Spreading）」的影響而生成。

原來菲律賓海板塊往北與歐亞板塊碰撞聚合，形成「琉球–臺灣弧溝系統」，整個弧溝系統由北往南為東海大陸棚、沖繩海槽（琉球島弧弧後盆地）、琉球島弧、南澳海槽（琉球島弧弧前盆地），以及琉球海溝。因菲律賓海板塊岩石圈的西邊邊界以每年數公分的速率向西移動造成沖繩海槽弧後擴張作用向西延伸，使得臺灣北部區域處於伸張應力的環境之中，進而形成宜蘭平原與臺北盆地。

距離宜蘭平原東方 10 餘公里，拉張的海槽中，有一座於 20 萬年前左右開始形成的火山島嶼，人們賦予其名為龜山島，又稱龜山嶼。根據研究，龜山島西邊火山碎屑岩中的安山岩塊，含有相當多的石英砂岩包裹體，地質學家利用熱螢光定年法測得石英之年代約為 7000 年，其上尚覆蓋有兩層熔岩流和兩層火山碎屑岩，暗示過去 7000 年以來，龜山島最少有 4 次火山活動的地質證據。

龜山島現今東西長約 3.1 公里，南北長約 1.6 公里，全島面積約 2.8 平方公里，地形、地質特色為兩座火山島，龜首與龜甲，以及龜尾構成（圖 3）。此外，尚有海蝕洞（圖 4）與岩礁等特殊景觀。進一步，依首、甲、尾，分段描述。

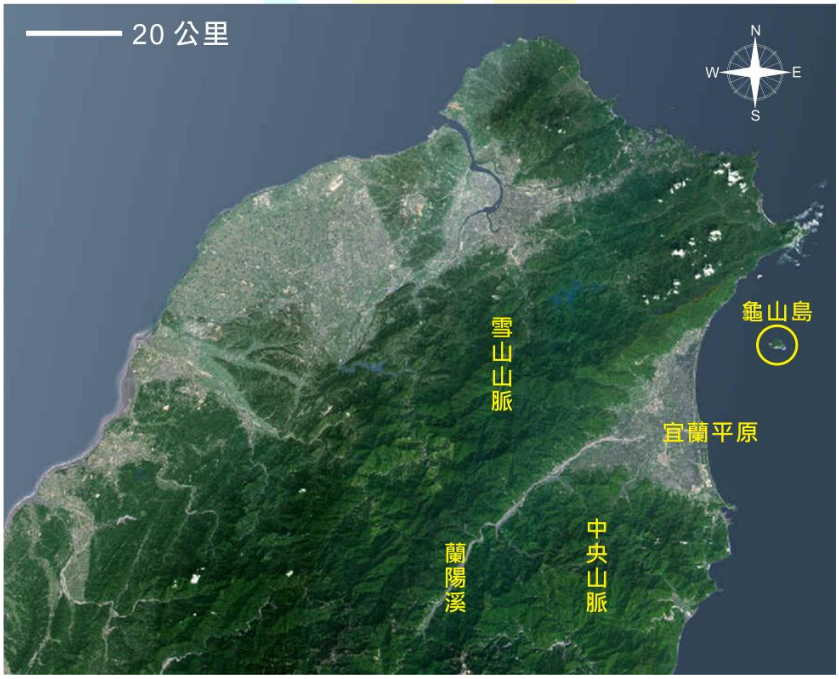

圖 2. 福衛二號「眼」中的宜蘭平原

影像中的黃圈即為龜山島所處位置

影像來源：國立中央大學太空及遙測研究中心

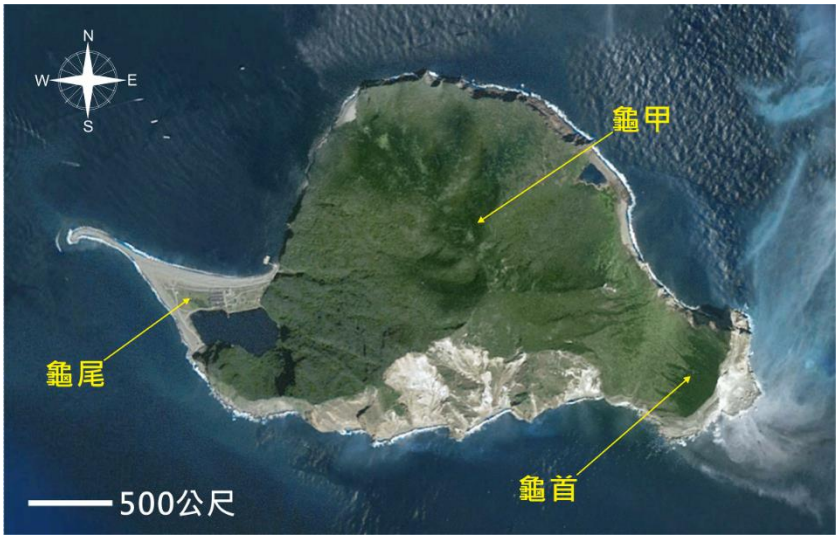

圖 3. 龜山島衛星影像

影像來源：GOOGLE Earth

圖 4. 因長期受到海浪拍打侵蝕而形成「海蝕洞」

因龜山島海蝕洞狀似眼鏡，當地漁民又稱其為「眼鏡洞」。

龜首影像（圖 5）

龜首位於全島東方，主要由安山岩（質）火山碎屑所堆積而成，最高處海拔約 240 公尺，地形上東高西低，沿海岸岩壁陡峭。由影像中可觀察到龜首東方海面被染白。原來是因龜山島周邊 60 海浬內仍有 70 座火山，其中 10 餘座尚屬活躍。龜山島是唯一露出水面的，雖然目前龜山島屬於休眠火山，不過據觀測其底部尚有岩漿活動，熱液中夾雜硫、氣體等，順著硫氣孔（圖 6）與噴氣孔溢出，便將海面渲染成白色。也因硫氣孔

和噴氣孔的存在，使龜首岩壁受「熱水換質作用」影響，導致岩層呈現土黃色，同時強度也隨之降低，崩塌入海形成今日景象（圖 7），過去除了搭船或是乘坐飛機之外，從臺灣本島是無法直接從這角度觀賞龜山島的壯麗，然而現在藉由衛星影像融合數值地形模型之技術，讓我們在室內也可以輕鬆觀察。

在龜首西面與龜甲相連處為一長寬各約 400 公尺的「龜頸」草原，此處是世上罕見接近海平面連接兩火山的「啞口」。不僅在臺灣附近離島難以發現，在以火山著名的冰島、夏威夷等地也沒有此類型火山啞口報導的紀錄。

圖 5. 龜首影像

影像來源：GOOGLE Earth

圖 6. 龜山島之硫氣孔，將海面染成乳白色；同時，也暗示其底部尚有熱液活動。

圖 7. 由龜山島東南方海面觀察現今龜首峭壁地形景觀。

龜甲衛星影像（圖 8）

龜山島的主體「龜甲」，其南面為火山碎屑構成的峭壁地形（圖 9），坡度在 45 度以上，而北面與東面則是「嶺脊」地形為主（圖 10）。嶺脊除了東側有一條主要嶺脊外，最多嶺脊地形發育在北側，都是熔岩流向北流動入海所形成，坡度平均約 30 度，在海上觀察清晰可見熔岩流形成的嶺脊向上突起。

龜山島最高峰位於龜甲中央偏南的 401 高地，原始海拔為 398 公尺，後因軍事與火山觀測等原因，於山頂加建 3 公尺高的觀測塔，故稱之。如果您登頂細細觀察，便可發現中央地質調查所於 2008 年 10 月在島上所建立的地殼變動觀測基準點（圖 11），藉由衛星導航系統（Global Navigation Satellite System, GNSS），長期觀測龜山島地殼變動的些微變化。為了維護島上生態，每日僅提供限量名額供民眾前往 401 高地，也顯示政府保護當地生態與環境的決心。

圖 8. 龜甲衛星影像

影像來源：GOOGLE Earth

圖 9. 由龜山島東南方海面遠眺龜甲火山地貌—峭壁地形

圖 11. 龜山島上地殼變動基準點位

圖 10. 由龜山島東北方海面遠眺龜甲火山地貌—嶺脊地形。

龜尾影像（圖 12）

位於龜山島西緣的龜尾，外型近似等腰三角形，為綿延約 1 公里之礫石灘。藉由一獨立熔岩丘與龜甲相連結，由侵蝕至龜山島上的安山岩岩礫所組成。影像中可觀察到一長方形湖泊，名為龜尾湖（圖 13）。龜尾湖原為淡水湖，後來島上居民引海水進湖，本希望成為漁港，然因颱風關係，造成山崩而再度堵塞，現在是鹹淡各半的湖泊。

目前島上出入主要仰賴龜尾北岸的人工漂浮港口，如果東北季風增強時，則改由南岸的港口進出與撤離。龜尾因冬、夏季風向不同及海流產生的潮流夾帶流石而南北移動，形成龜山島八景之一的「靈龜擺尾」（圖 14）。

圖 12. 龜尾影像

圖 14. 龜山島八景之一「靈龜擺尾」

圖 13. 龜尾湖全景

後記

在過去 7000 年間，龜山島有 4 次噴發紀錄，但不同於洪加東加-洪加哈阿派火山缺乏觀測儀器與資料，我國中央氣象局、中央研究院地球科學所與中央地質調查所等機關單位合力於島上布設微地震站、連續地溫測站，以及地殼變動基準點與衛星導航系統連續觀測站（圖 15）等設備，定期觀測龜山島。

據文獻記載，龜山島最早於清咸豐年間就有居民永久定居。而後，因軍事需求，全島實施管制，增加不少軍事防禦工事；近年來人造衛星影像應用普及，加上龜山島開放觀光，世人也得以揭開其神秘面紗，一睹她美麗婀娜的形態，讚嘆大自然巧奪天工之妙，有機會踏上 401 高地，不妨與觀測基準點合影留念喔！

圖 15. 經濟部中央地質調查所於龜山島設立之衛星導航系統連續觀測站。

梁勝雄

經濟部中央地質調查所

延伸閱讀

[1]　美國太空總署地球觀測，2022。龜山島（Guishan Island）。2022/2/24 檢索：https://reurl.cc/A7v0Qp

[2]　李昭興（2010）海洋與火山的雙重難題—龜山島的火山知多少？科學月刊，第 41 卷，第 9 期，489 號，681-685 頁。

[3]　宋聖榮（2007）東北角的火山島—龜山島。地質，第 26 卷，第 3 期，第 37-48 頁。

[4]　莊文星、張郇生、陳汝勤（2011）由龜山島地質地形自然景觀變遷探討該島火山活動的盛衰史。經濟部中央地質調查所彙刊，第 24 號，第 155-188 頁。

[5]　陳棋炫、謝有忠、曹恕中（2011）環遊龜山島看火山地質。地質，第 30 卷，第 3 期，第 50-55 頁。

[6]　謝有忠（2012）空載光達看臺灣北部火山島嶼。地質，第 31 卷，第 2 期，第 36-41 頁。

地理課程動手觀察

「靈龜擺尾」是一項短時間能觀察到變化的地形特徵，利用 GOOGLE Earth 的「顯示歷史圖像」功能（圖 16），能選擇過去的歷史影像，藉由比較不同時間不同季節的多時期歷史影像，配合地圖比例尺能觀察與計算龜尾長度、面積改變的差異，若能搭配不同時間的季風與洋流變化進行討論，將是有趣的地理教學實驗課。

圖 16. GOOGLE Earth 顯示歷史圖像功能。點選 1 會出現 2 的條標，便能選擇歷史影像。