

冰島南部凱瑞斯火山 ——火山口湖成因

Kerið Crater in Southern Iceland - Origin of Volcanic Crater

梁勝雄 | 經濟部中央地質調查所

Liang, Shen-Hsiung | Central Geological Survey, MOEA

冰島位於大西洋中洋脊，火山活動非常活躍，筆者曾於《臺灣博物》季刊第 143 期介紹「冰島北部惠爾火山——火山渣錐地形」成因。本文將視野轉往冰島南部一處知名火山口湖——凱瑞斯火山，認識她背後的地質成因與故事。

▲ 冰島自然環境介紹

冰島 (Iceland) 幾乎位居大西洋中間，北界格陵蘭海，貼近北極圈，東側臨挪威海，南面大西洋，西隔丹麥海峽與格陵蘭島 (Greenland) 相望。雷克雅維克 (Reykjavik) 是目前全世界緯度最高之首都，同時也是冰島最大之城市。

冰島雖然稱為冰島，但其實沒有想像中地「冷」：1 月溫度約為攝氏 2 度至零下 3 度，越往東北與中央高原則降為零下 10 度左右；7 月全島溫度在 7 至 14 度間，主要原因在於冰島南面有北大西洋暖流經過，氣候屬於溫帶海洋性氣候至苔原氣候。

冰島名稱由來頗為有趣，主要說法有兩個：其

一為最早定居者之陰謀，因怕別人來分享這美麗島嶼，故命名為「冰島」，藉此獨占這片土地；另一個說法是當初由歐洲過來的人們第一眼所見是冰島最大冰川——瓦特納冰川 (Vatnajökull)，對冰川有著深刻印象，故名。

冰島面積達 10 萬 3,000 平方公里，為臺灣的 2.86 倍，然而她仍不斷長大，根據資料顯示有測量紀錄以來，冰島長大 6 平方公里！為什麼呢？原來冰島位於大西洋中洋脊之上，為北美板塊與歐亞板塊的張裂型板塊邊界，來自地函的岩漿從中洋脊噴出地表，地底可是非常「火熱」，地震伴隨火山活動，不斷發生 (圖 1)。

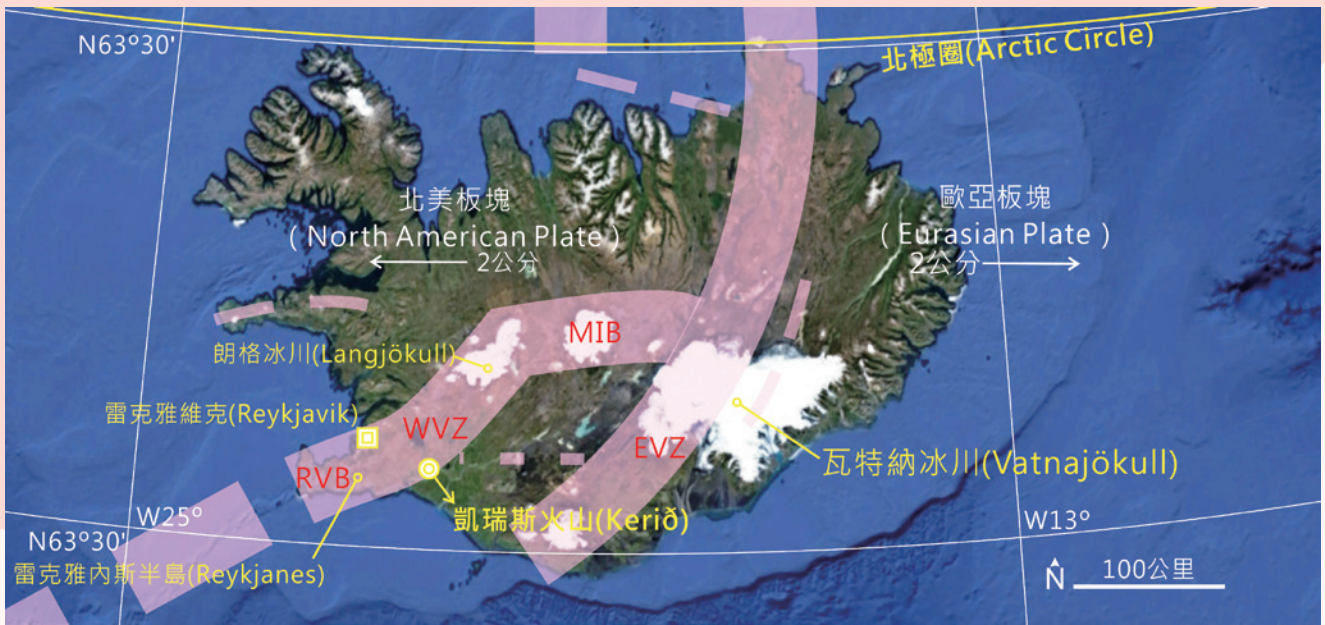


圖1 冰島火山區分布簡圖。粉紅色區域為大西洋中洋脊穿過的火山區，EVZ為東部火山區(East Volanic Zone)；MIB為冰島中部火山帶(Mid-Iceland Belt)；WVZ為西部火山區(West Volcanic Zone)

▲ 冰島西火山區簡介

冰島南部有兩條中洋脊分裂中心，分別為東部火山區(Eastern Volcanic Zone, EVZ)與西部火山區(Western Volcanic Zone, WVZ)，西部火山區往南聯結雷克雅內斯火山帶(Reykjanes Volcanic Belt, RVB)。東部火山區與西部火山區之間，以冰島中部火山區(Mid-Iceland Belt, MIB)與轉型斷層帶做為聯結。

西部火山區北起郎格冰川(Langjökull)，南迄雷克雅內斯半島(Reykjanes Peninsula)，長約120公里，寬約30至40公里。西部火山區由44個獨立火山系統與張裂帶組合而成，張裂帶呈地塹型態(圖2)，能觀察到諸多火山、正斷層、地熱區，以及裂谷等地形。

因在首都圈附近，交通方便，能就近觀察

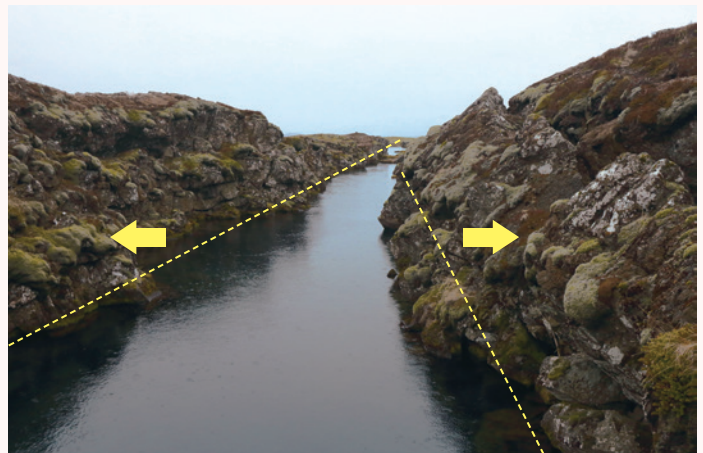


圖2 辛格維利國家公園內的銀湖(Silfra)是一處張裂帶，也是潛水勝地

板塊構造與火山活動相關之地質現象與地形景觀，同時有相當多知名電影或影集於此拍攝，如辛格維利國家公園(Thingvellir National Park，冰島語：Þingvellir)就是《冰與火之歌：權力遊戲(Game of Thrones)》重要的拍攝場域，因此，冰島不僅是地質教室，也吸引眾多劇迷瘋劇打卡好所在。

▲ 凱瑞斯火山口湖——陷落的火山口

凱瑞斯火山 (Kerið, 英文化為 Kerid 與 Kerith) 位於冰島 35 號公路旁, 抵達時, 印入眼簾的是一片赭紅, 湖面成海藍寶般色彩, 搭配凜冽冷風與不成比例的陽光, 感覺宛如不是踏在地球表面, 非常不真實 (圖 3)。火山外觀呈橢圓形, 東西寬約 150 公尺, 南北長約 270 公尺, 深約 55 公尺, 水深 7 至 14 公尺不等, 隨季節與地下水位變化。附近尚有 3

處火山口與凱瑞斯合稱賈納霍拉爾 (Tjarnarhólar) 的低矮火山丘陵 (圖 4)。凱瑞斯火山是保存最良好的一座, 而最南的一座火山, 則成為採石場 (圖 5), 火山群走向為北 30 度東走向, 沿著裂谷噴發, 與當地裂谷形成的張裂機制有關, 礙於篇幅不多加贅述, 有興趣的讀者能參閱《臺灣博物》季刊第 149 期「冰島古佛斯瀑布成因」內容。



圖 3 凱瑞斯火山, 朝西北拍攝



圖 4 賈納霍拉爾火山丘陵一隅

回到火山群本身, 主要組成岩石以玄武岩質之火山碎屑 (spatter) 或火山渣 (scoria) 之噴出岩 (extrusive rocks) 為主, 黑色火山渣是最常見的, 而呈現紅色是因岩石中的鐵產生氧化作用或熱氧化作用而成 (圖 6)。岩漿噴出口附近都會堆積大量的火山渣, 地形上經常形成圓錐狀的火山, 火山口的岩壁上可看見呈層狀的火山渣與熔岩流交互堆積 (圖 7)。進一步觀察, 能發現火山渣與熔岩流接觸的部分會有熔結 (welded) 之現象 (圖 8), 這是怎

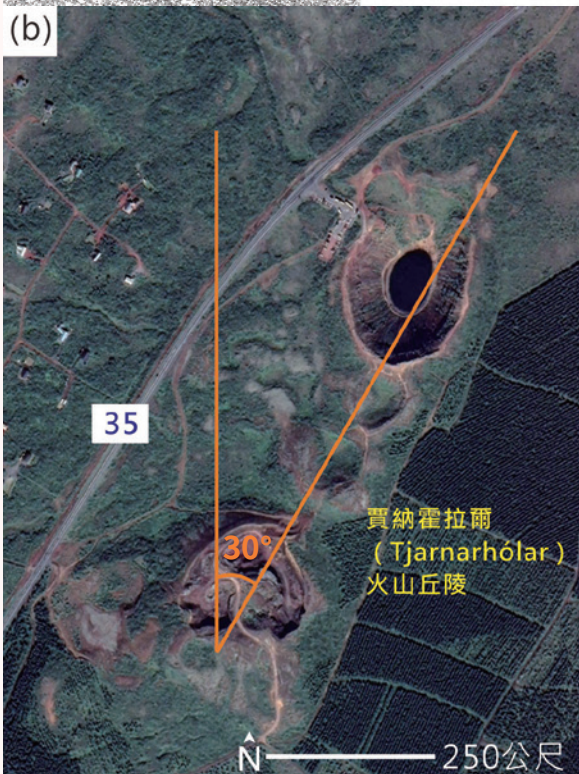
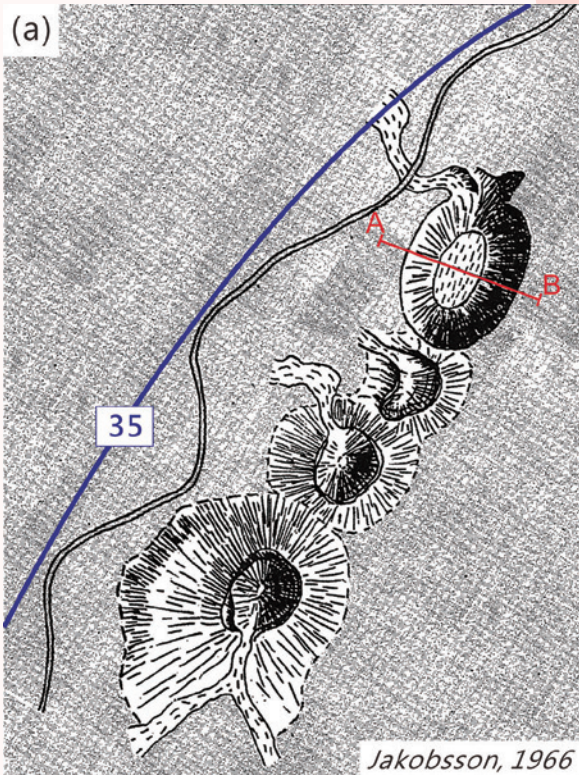


圖5 (a)1966年繪製之賈納霍拉爾火山丘陵與凱瑞斯火山(參考自Jakobsson, 1966), 其中AB剖面請參閱圖9; (b)賈納霍拉爾火山丘陵與凱瑞斯火山之衛星影像, 能觀察到火山群走向呈北30度東

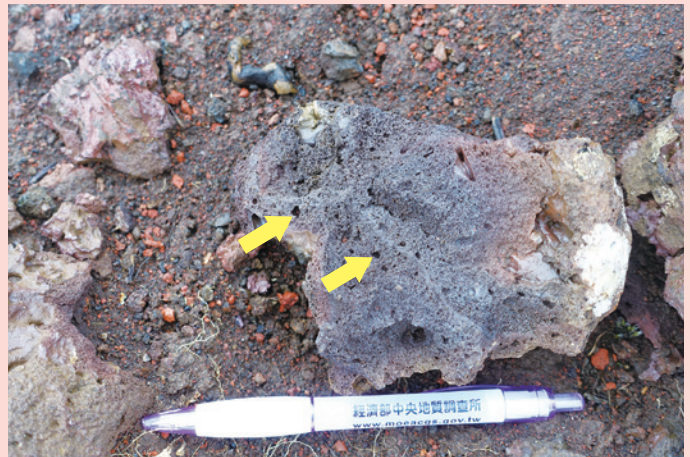


圖6 火山渣, 黃色箭頭處為氣孔



圖7 凱瑞斯火山口岩壁, 標號: 1為火山碎屑、2為火山渣, 以及3是熔岩流

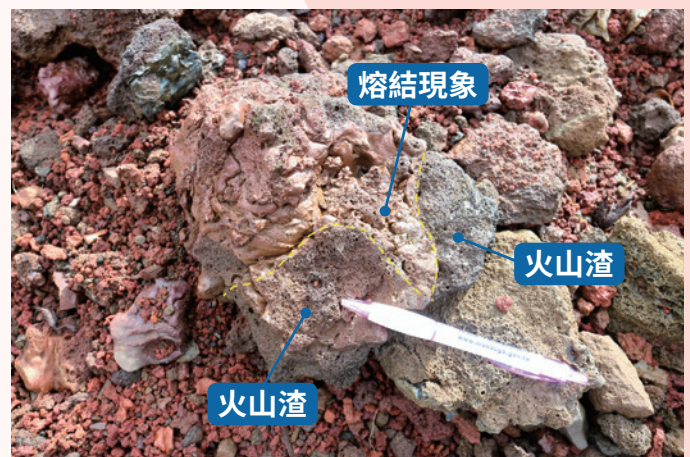
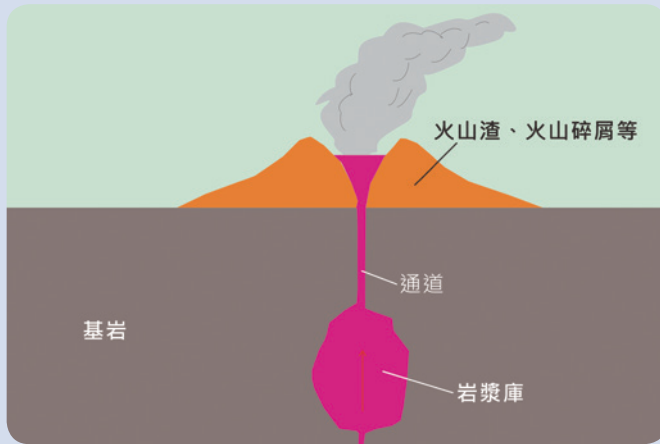
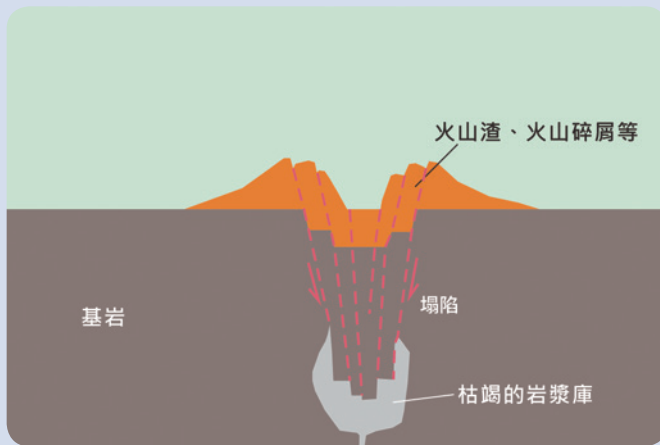


圖8 熔結現象, 詳細說明請看內文

(a) 為火山噴發初期



(b) 岩漿庫枯竭，留下空腔，上覆岩體因重力陷落



(c) 逐漸受到侵蝕，地下裂隙眾多，地下水入侵，進而形成今日模樣

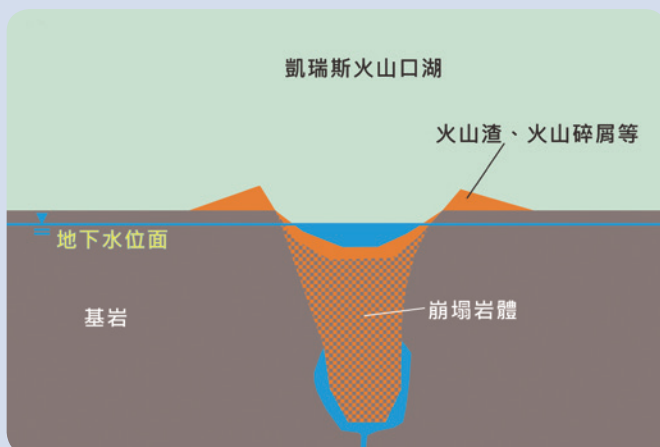


圖9 凱瑞斯火山口湖形成過程示意圖

麼形成的呢？原來岩石熱傳導較慢，導致原先噴出的火山渣，再度被捲入流動的岩漿中，重新熔化而成。

藉由土壤剖面推估火山群形成之時間約在 5,000 至 6,000 年前，然而，是怎樣的地質因素，產生如此美麗的火山口湖景致呢？首先，必須知道什麼是火山口。原來火山口就是火山體於噴出管道之頂端，形成一盆狀的凹陷地形。

依形成機制不同，進一步細分為爆裂火山口 (crater)、沉陷火山口 (cauldron 或 collapse crater) 及陷落火山口 (caldera 或 pit crater) 或稱破火山口。爆裂火山口是火山把噴出管道頂端爆開，形成的一個凹陷地形；沉陷火山口是火山開始噴發初期，岩漿上升，同時產生陷落低地，而後岩漿沿下陷形成的裂隙噴出，故大部分之火山都分布在下陷地形邊緣；陷落火山口則是火山噴發後期，岩漿庫被部分掏空，無法承受上覆岩石重量陷落，重力下陷而成，caldera 是西班牙文「大鍋」之意，一般用來稱直徑超過 1 英里的陷落火山口；規模較小的就用 pit crater 稱之 (圖 9)。

早期研究認為凱瑞斯火山為爆裂火山口，其上覆之積水為降雨或是降雪融化而成；但近年研究則認為其為陷落火山口，其中湖水除了是天水外，水位面亦與附近地區之地下水連動，等於是一個天然地下水位觀察區 (圖 10)。



圖 10 凱瑞斯火山口湖是一個天然地下水位面觀察區

▲ 後記

電影《白日夢冒險王 (The Secret Life of Walter Mitty)》座右銘：「**開拓視野，突破萬難，看見世界，貼近彼此，感受生活，這就是生活的目的。** (To see the world, things dangerous to come to, to see behind walls, draw closer, to find each other and to feel. That is the purpose of life.)」過去沒有導航設備時，每隔一定距離便有一堆石頭堆積而成的「指路石」（圖 11），藉此協助過往遊人免於迷路，但現在赴冰島旅遊的遊客眾多，常常有遊客胡亂堆疊非傳統路線的指路石，當地人發現便會將她破壞掉，僅留下最原始的，非常有趣。

參觀火山口湖需繳交 400 克朗（約新臺幣 100 元，截至 2021 年）場地維護清潔費，不過筆者認為

相當值得。最後，希望本文能成為讀者的指路石，有機會前往冰島，不妨參閱本文，前往凱瑞斯火山口湖體驗絕美景致，感受生活。



圖 11 凱瑞斯火山口湖附近的指路石

延伸閱讀

- 梁勝雄、蔡文慈 (2019)。冰島北部惠爾火山——火山渣錐地形。臺灣博物季刊, 143, 68-71。
- 梁勝雄、蔡文慈 (2020)。地熱廢水變成億元產值——冰島藍潟湖溫泉。臺灣礦業, 72(4), I-IV。
- 劉聰桂 (主編) (2018)。第九章：火山。載於普通地質學 (上冊, 頁 217-246)。臺大出版社。
- Gudmundsson, A. (Eds.) (2017). Gullfoss-Kerid (Kerið)-Reykjavik, in the Glorious Geology of Iceland's Golden Circle. [GeoGuide] (Chapter 9. pp. 113-128). Switzerland; Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55152-4_9
- Jakobsson, S. (1966). The Grimsnes Lavas SW-Iceland. Acta Naturalia Islandica, 2(6), 1-30.
- Rut Hjartardóttir, Ásta, Páll Einarsson, Sigríður Björgvinsdóttir. (2015, April 12-17). Fracture systems of the Western Volcanic Zone. Iceland. EGU General Assembly 2015. Vienna, Austria. id.5658.
- Sinton, John, Karl Grönvold and Kristján Sæmundsson. (2005). Postglacial eruptive history of the Western Volcanic Zone, Iceland. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 6(12), Q12009. <https://doi.org/10.1029/2005GC001021>