

像花瓶還是像香菇？ ——海蝕凹壁的成因

文／宮守業 • 圖／宮守業、王士偉

琉球嶼有一個著名的景點—花瓶石，是一塊海邊的珊瑚礁石灰岩，上粗下細，樣子像花瓶而得名。其實也有點像野柳的女王頭，或者像香菇。

類似這樣的岩塊，不但在臺灣的琉球嶼可以看到，在菲律賓、琉球群島和很多太平洋島嶼的海岸都可以看到。差不多所有的石灰岩海岸或珊瑚礁海岸都常常看到這樣的岩塊，或者是海崖的壁上有類似的凹陷，而且頸部高度還都差不多。為什麼呢？

在岩岸地區，海崖底部常常因為海浪的侵蝕形成一個凹槽，稱為海蝕凹壁(notch)，高度大致在平均海平面附近。如果在海岸有脫離海崖而獨立的岩塊或岩石柱，海蝕凹壁會環繞著岩塊或岩石柱一圈，形成像香菇或者像花瓶的岩塊。

海蝕凹壁特別容易在石灰岩岸或者珊瑚礁海岸形成。因為在其他岩石的海岸，主要是依靠海浪打擊在岩石上的力量。在石灰岩岸或者珊瑚礁海岸，除了海浪的作用之外，更重要的是溶蝕作用。海水表面因為接觸大氣層，會有一些二氧化碳溶在海水裡，而具有弱酸性。石灰岩或者珊瑚礁的化學成分是碳酸鈣，會被弱酸性的海水溶解。

目前在各地海岸看到的海蝕凹壁多數是最近幾千年之間形成的。因為海蝕凹壁可以指示當時的海平面，所以提供了最近幾千年之間古海平面或者陸地上升、下降的珍貴記錄。

關鍵詞：海蝕凹壁、海平面、海岸地形、琉球嶼

琉球嶼有一個著名的景點——花瓶石，是一塊海邊的珊瑚礁石灰岩，上粗下細，樣子像花瓶而得名（圖 1）。其實也有點像野柳的女王頭，或者像香菇。



圖 1. 高雄縣琉球嶼的花瓶石（圖：王士偉）

有趣的是，類似這樣的岩塊，不但在臺灣的琉球嶼可以看到，在琉球群島、菲律賓和很多太平洋島嶼的海邊都可以看到（圖 2）。甚至可以說差不多所有的石灰岩海岸或珊瑚礁海岸都常常看到這樣的岩塊，或者是海崖的壁上有類似花瓶石頸部的凹陷，而且頸部高度還都差不多。為什麼會這樣呢？



圖 2. 海蝕凹壁的剖面。頂點大約是平均海平面，雙箭頭的垂直線所指示頂部到底部的距離大約相當潮差。高雄縣琉球嶼。

先來解釋花瓶石或者香菇石頸部是怎麼形成的。在岩岸地區，海平面和海崖交界的地方，因為海浪的侵蝕，常常形成一個頂部比較弧形，底部比較平的凹槽，稱為海蝕凹壁(notch) (Bird, 2000) (圖 3)。海蝕凹壁最彎曲的地方稱為頂點(retreat point)，它的高度大致在平均海平面附近，而頂部的位罝大致在高潮線附近 (圖 3)。所以潮差比較大的地方，海蝕凹壁的開口比較大；反過來說，潮差比較小的地方，海蝕凹壁的開口就比較小(Trenhaile, 1987)。如果在海岸有脫離海崖而獨立的岩塊或岩石柱，海蝕凹壁會環繞著岩塊或岩石柱一圈，形成一個類似女王頭的頸部。花瓶石就是這樣形成的。



圖 3. 琉球群島具志頭村海岸的更新世石灰岩塊，像不像香菇？

海蝕凹壁在各種岩岸都可能形成，但是在石灰岩岸或者珊瑚礁海岸特別容易。因為在其他的岩岸，要靠海浪打擊在岩石上的沖蝕力量，硬碰硬。在石灰岩岸或者珊瑚礁海岸，除了海浪的物理作用之外，更重要的是化學的溶蝕作用。表層海水因為接觸大氣層，會有一些二氧化碳溶在海水裡，使得海水具有弱酸性。石灰岩或者珊瑚礁的化學成分是碳酸鈣，會被弱酸性的海水溶解。因此，海蝕凹壁特別容易在石灰岩岸或者珊瑚礁海岸形成。

地質年代中形成的海蝕凹壁歷經風化侵蝕，很難保存下來。目前在各地海岸看到的海蝕凹壁多數是最近幾千年之間形成的。因為海蝕凹壁可以指示當時的海平面，所以提供了最近幾千年之間古海平面或者陸地上升或下降的珍貴記錄。

舉例來說，在很多構造安定（陸地既沒有上升也沒有下降）地區的海岸，都可以看到海蝕凹壁的頂點比目前海平面高出 1~3 公尺，這是因為世界很多地方在大約 6~4 千年前的相對海平面比現在高 1~3 公尺的關係。因為海平面上升後所增加的海水重量會使地殼稍微下降，而每個地方下降的幅度並不相同。我們可以根據海蝕凹壁的高度知道世界各地海平面在全新世中期的位置(Maeda et al., 2004)。

再舉個例子，如果我們在某地觀察到海蝕凹壁頂點的高度高於海平面 3 公尺，而鄰近地區的海蝕凹壁頂點都只高於海平面 1 公尺，我們可以合理的懷疑，某地在最近 6~4 千年來上升了 2 公尺。當然，可能還要進一步找其他證據來佐證。

還有，在很多石灰岩或者珊瑚礁海岸可以觀察到上下兩階，甚至三階的海蝕凹壁（如圖 4、5）。為什麼會有這樣的現象呢？一個可能是海平面沒動而陸地上升了，海蝕凹壁被抬升，然後又形成一個新的海蝕凹壁。另一個可能性是陸地沒動，但是幾千年前的海平面比較高的時候，形成一個海蝕凹壁，後來海平面下降了，又在較低位置形成一個新的海蝕凹壁。



圖 4. 在位於海平面的現代海蝕凹壁之上可以看到另一個較早期的海蝕凹壁，頂部已經部分崩塌。菲律賓 Marinduque 省 Tres Reyes 島的更新世石灰岩。



圖 5. 菲律賓 Ilocos Norte 省 Currimao 鄉的全新世隆起珊瑚礁中可以觀察到上下兩階的海蝕凹壁，較低的海蝕凹壁形成時，破壞了較高的海蝕凹壁的底部，而且也已經高出現代海平面大約 0.5 公尺了。隆起珊瑚礁高大約 3.8 公尺。

問題來了。海蝕凹壁的高度雖然可以告訴我們海平面曾經在那個位置，我們仍然需要知道海蝕凹壁的年代，才知道是多久以前的海平面。那麼，怎麼知道海蝕凹壁形成的年代呢？這需要點運氣。偶而，有珊瑚或者牡蠣會生長在海蝕凹壁的底部，經由珊瑚的同位素定年，我們可以知道珊瑚的年代，海蝕凹壁的年代往往比珊瑚稍微早一點。另一個可能是海蝕凹壁的屋頂上有時候會有垂下來的石鐘乳，也可以由同位素定年得到年代。但是石鐘乳開始的年代可能比海蝕凹壁形成要晚幾百年到幾千年都有可能，只能作為參考。

參考文獻

Bird, E., 2000. Coastal Geomorphology. Wiley, Chichester, 322pp.

Trenhale, A.S., 1987. The Geomorphology of Rock Coasts. Clarendon Press, Oxford, 370pp.

Maeda, Y., Siringan, F., Omura, A., Berdin, R., Honsono, Y., Atsumi, A., Nakamura, T., 2004. Higher-than-present Holocene mean sea levels in Ilocos, Palawan and Samar, Philippines. Quaternary International. v.115-116, p.15-26.