遍地通紅的山脈與潔白的月牙灣—澳洲塔斯馬尼亞菲欣納國家公園

Red Mountains and Crescent Bays of Freycinet National Park, Tasmania, Australia

梁勝雄　經濟部中央地質調查所　蔡文欣　自由作家
Liang, Shen-Hsiung　Central Geological Survey, MOEA　Tsai, Wen-Hsin　Freelancer
圖　梁勝雄

菲欣納國家公園能說是澳洲塔斯馬尼亞最受歡迎的旅遊目的地之一！在任何介紹塔斯馬尼亞國家公園的小冊子內，都能發現遍地通紅的岩石與潔白的月牙灣照片，而這一切美麗的地景都與地質有很大的關聯。筆者將分享使這國家公園能如此美麗的一些見解～

菲欣納國家公園簡介

距離澳洲大陸東南角約240公里的塔斯馬尼亞島（Tasmania Island）面積超過6萬4千平方公里，為世界第26大島。該島與鄰近的一些島嶼，超過百分之四十的面積被列為國家公園、自然保護區或世界自然遺產。位於塔斯馬尼亞東部，東臨塔斯曼海（Tasman Sea）的菲欣納國家公園（Freycinet National Park，圖1），範圍包括菲欣納半島、斯考滕島（Schouten Island），以及鄰近的小島，全域超過169平方公里，約為臺北市面積五分之三大小。

圖1 菲欣納國家公園及鄰近的國家保護區位置圖。塔斯馬尼亞島超過百分之四十的面積被列為國家公園、自然保護區或世界自然遺產（底圖來源為GOOGLE Earth）

圖2 紅頸小袋鼠（Red-necked wallaby）或稱班尼特小袋鼠（Bennett's wallaby），學名為*Macropus rufogriseus*，常見於塔斯馬尼亞島及澳洲新南威爾斯東北部及昆士蘭海岸

「菲欣納國家公園」正式掛牌成立於1982年，但整個國家公園區域的雛形可上溯至1906年，當時依據遊戲保護法案（Game Protection Act），在公有地禁止狩獵野生動物五年，藉此保護當地的野生物

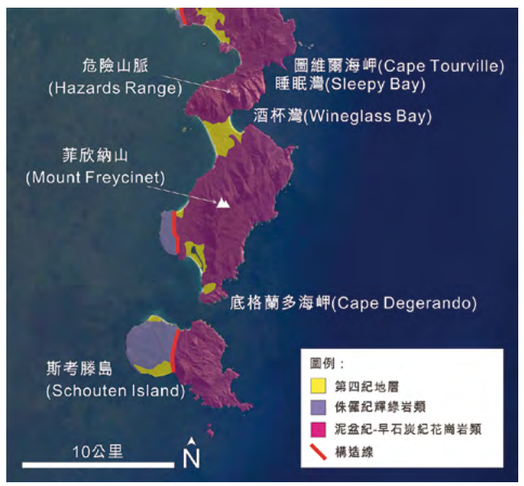

圖3 菲欣納半島地質簡圖。半島主要由泥盆紀至早石炭紀的花崗岩類岩體構成，半島西部小部分區域及斯考滕島西側有侏儸紀輝綠岩類岩石出露（修改自D. B. Seymour and C. R. Calver, 1995）

圖4 遠眺酒杯灣

圖5 菲欣納半島的花崗岩類，仔細觀察能發現大部分為肉紅色的鉀長石

種；後來經過多次法案修定，終成為現今的國家公園，保育工作超過百年歷史。

國家公園內有塔斯馬尼亞當地49種特有的動物，如袋鼠（kangaroos）、負鼠（possums）、袋熊（wombats）、針鼴（echidnas）及瀕危的袋獾（Tasmanian devils）；文獻紀錄有500多種植物，80多種蘭花；顯示生態相當多樣。其中，袋鼠是最不怕人且最親近人的動物（圖2）。

菲欣納半島（Freycinet Peninsula）為菲欣納國家公園主體，整個半島是由危險山脈、酒杯灣的連島沙洲及菲欣納山脈構成（圖3）。其最高峰為菲欣納山（Mount Freycinet），海拔613公尺。

半島聞名於兩大地質景觀，其一為紅色的「危險」山脈（Hazards Range，圖3）；另一為世界十大漂亮的酒杯灣（Wineglass Bay，圖4）。然而為什麼半島山脈看起來「遍地通紅」？又為什麼會形成海灣呢？

菲欣納半島的粉紅色花崗岩

組成半島山脈的岩體主為花崗岩類岩石（圖5），形成於泥盆紀至早石炭紀，和半島西端地區的侏儸紀輝綠岩類岩石有著顯著不同。可是要談到半島的花崗岩類前，先來認識一下，什麼是花崗岩？中學課本告訴我們：花崗岩是酸性深成岩，為顯晶質，主要礦物為長石類（Feldspars），約佔60%，甚至70%，其他礦物則有石英（Quartz）、雲母（Mica）、角閃石（Amphibole）等；顏色根據其礦物成份而定，常呈白色、灰色、肉紅或深紅色。

岩石學家不以此為滿足，進一步根據花崗岩類的起源分為四類型加一，分別為I型（I-type）、S型、M型、A型，以及H型。其中，I型與S型最早由澳洲的查普爾（Bruce Chappell）與懷特（Allan White）在1974年提出，這兩種花崗岩類型都源自於大陸地殼的部分熔融，不一樣的地方在於，I型由未風化的火成岩（igneous protolith）部分熔融形成，礦物特徵是石英含量不多，多鉀長石（K- Feldspar）且呈肉紅色，較常見黑雲母，而少見白雲母；S型則是經風化的沉積岩（sedimentary protolith）經部分熔融而產生，礦物特徵是石英含量較多，長石多為白色，較常見白雲母，而少見黑雲母。

而後科學家陸續提出M型、A型及H型花崗岩。M型花崗岩源於中洋脊鐵鎂質岩漿的結晶分化；A型通常形成於熱點（hot spot），為含水量極低的地殼部分熔融而成；H型則是指兩種或兩種以上不同來源的花崗岩漿混合而成。

回到菲欣納半島，半島的花崗岩類含有大量等粒狀到斑狀的鉀長石晶體，屬於I型的花崗岩類，暗示著當地的花崗岩類岩石起源於未風化的火成原岩經部分熔融形成。

含大量鉀長石的花崗岩類與風化後殘積的氧化鐵，賦予山體紅色外觀，加上許多岩石上還有一層

圖6 位於睡眠灣的花崗岩，岩體具有彎曲表面

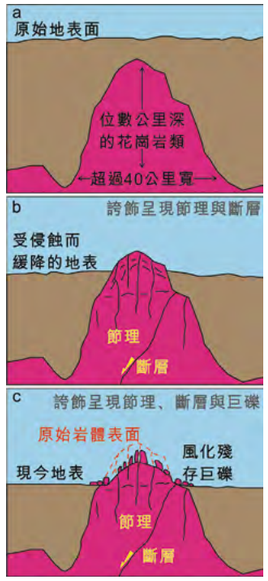

圖7 花崗岩類風化示意圖。(a)原先位於地底數公里深處的花崗岩類；(b)逐漸受到風化侵蝕而出露地表，並因解壓生成節理；(c)現今地表能觀察到風化殘存的巨礫

橙色的苔蘚覆蓋物，當夕陽光照到山頂時，紅橙色的效果被放大了，因此山脈看起來紅通通。

這些花崗岩具有彎曲表面(圖6)，像洋蔥般層層剝離(exfoliation)的特徵，原來是因為岩體原先形成於地底深處，抬升過程中解壓形成節理，把岩石分割成棱角塊體，而在棱角處與水溶液接觸的比表面積大，風化較為快速，岩石逐漸被圓化，最後形成球形或橢球形的渾圓狀岩塊(圖7)，也因此看到的巨石呈圓形狀外觀(圖8)。

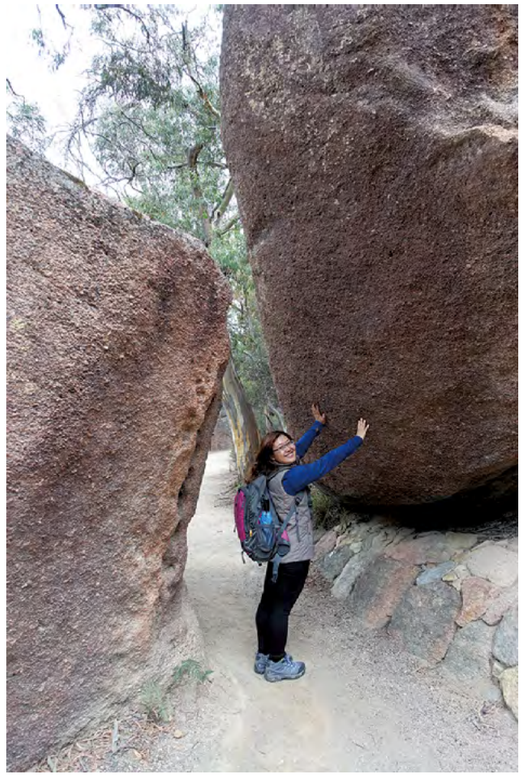

圖8 風化後殘存的巨礫

菲欣納半島的海灣與沙灘

國家公園內，另一個特色是藍色的海水與新月形潔白的沙灘。

海岸受到海蝕作用，而形成蜿蜒曲折的海岸線，陸地凸向海洋的稱為海岬；反之，則稱為海灣。通常與兩個因素有關，其一為岩石的軟硬差別；其二則是與節理或斷層等構造作用有關。岩石因解壓等作用形成自然裂隙，在海浪長時間侵蝕下，海岸就會漸漸凹向陸地而成海灣。

圖9 菲欣納國家公園鄰近地區－鑽石島的潔白石英砂沙灘

海灣通常呈月牙形狀或是酒杯狀，海灣內是半封閉水體，周圍的海洋平靜。這是由於海灣兩側的岬角有效降低海浪的能量，並將海浪折射到海灣，使灣內海浪能量相對較弱，風化後的沉積物，因此有機會堆積於內灣而形呈沙灘。

組成海灘的美麗白色沙粒也必須歸因於構成半島的花崗岩類岩石，怎麼說？組成海灘的石英砂粒主要來自花崗岩類岩石的風化，雖然花崗岩類岩石含有最多的是長石，然而長石容易水解為小顆粒黏土礦物，隨著流水帶入海洋之中，而石英相當穩定，僅會少量溶解於水中，風化後變化極小；故長久下來，殘積在海陸交界處，形成潔白沙灘(圖9)。

後記

菲欣納國家公園的花崗岩類也曾經用來當作建築材料，較為著名的地標為位於澳洲首都坎培拉的國會大廈。約在1934年，一批來自義大利的工匠看出當地岩石的獨特裝飾價值，進而開始開採，不過在七〇年代，採石場因日益昂貴的營運成本與環保法規的嚴格規範而關閉。

圖10 保育中心內，塔斯馬尼亞袋熊(Wombat，學名為 *Vombatus ursinus*)標本

為提供野生動物一個較原始的環境，今日國家公園內遊客的移動多以徒步方式為主，國家公園管理局並成立保育中心，藉此保護與研究當地的野生動物(圖10)。將來各位若有機會到訪塔斯馬尼亞，一定要帶著本文到菲欣納國家公園走走，看看特殊地景與探訪野生動物。

延伸閱讀

Chappell, B.W. and A.J.R. White (1974) Two Contrasting Granite Types. Pacific Geology, vol. 8, p. 173-174.

Chappell, B.W. (1999) Aluminium saturation in I- and S-type granites and the characterization of fractionated haplogranites. Lithos, vol. 46, p. 535–551.

Chappell, B.W. and A.J.R. White (2001) Two Contrasting Granite Types: 25 years later. Australian Journal of Earth Sciences, vol. 48, p. 489-499.

Creaser, R. A., R.C. Price and R.J. Wormald (1991) A-type granites revisited: Assessment of a residual-source model. Geology, vol. 19, p. 163-166.

Seymour, D.B. and C.R. Calver (1995) Stratotectonic elements map (Scale 1:500 000). Published by Mineral Resources Tasmania, Tasmania, Australia.

Whalen, J. B., K.L. Currie and B.W. Chappell (1987) A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contributions to Mineralogy and Petrology, vol. 95, p. 407-419.