

由數位典藏論臺灣東部火山區知識、故事與省思

文・圖／莊文星

摘要

臺灣東部火山區(東部海岸山脈、蘭嶼與綠島)為呂宋火山島弧北延的部分，由島弧安山岩質岩漿凝固而成的中新世至上新世火山岩與含火山源的海相沉積岩所組成。

臺灣東部海岸山脈是極奇特的岩石構造區，有著中洋脊和島弧隱沒帶及其後弧—陸碰撞所引發的蛇綠岩系、超基性外來岩塊、利吉混同層、地震與活動斷層等一系列重大的板塊構造，極為國際地質界所關注，並成為研究的重要課題。

東部火山區多火山碎屑岩、凝灰岩、集塊岩與火山熔岩之地質景觀。其中以蘭嶼龍頭岩、玉女岩、坦克岩；綠島牛頭山、海參屏睡美人及臺東石梯坪中酸性凝灰岩壺穴與成功三仙臺等最負盛名。熔岩地形景觀可說獨樹一格，有著完整的成因與構造體系，可作為島弧隱沒帶岩漿通道(火山頸)之極佳範例與教材。

火山爆發時岩漿經由裂隙孔道傳輸至地表，這些火山通道常由岩漿凝固而成，質堅硬抗風化，故可留存甚久。海岸山脈石門、大峰峰、黃金橋、八仙洞、烏石鼻及都威；綠島公館村、崇德新村、流蔴(氓)溝、油子湖、海參屏、溫泉村及蘭嶼饅頭岩、五孔洞、小饅頭岩、象鼻岩、老人岩、漁人等地均有典型火山頸構造之火山岩柱狀節理存在。除塔狀柱狀節理、平躺近乎水平者外，尚有微傾斜與漸變式之柱狀節理，均為典型火山通道所形成的火山頸構造。火山頸構造之柱狀節理型態，取決於岩漿通道之口徑、溢出熔岩流厚度、岩漿組成與原始地貌等因素。東部火山區火山頸形貌多變，為鄉土科學教育之極佳素材，深具地質意義與保存之價值，呼籲勿過度開發並應妥善保護。

東部火山岩除安山岩外，就以臺灣岩又稱為玻璃質玄武岩著稱，其中玻璃質含量高達 95%的玄武岩，最早是由臺大地質系阮維周教授於 1950 年代所提出。玻璃質玄武岩是由地底深部的基性岩漿沿著裂隙噴發至地表，岩漿流動性高，當較晚噴發的岩漿侵入淺層粗粒玄武岩及其他沉積層中時，接觸到深海冰冷的海水而快速冷卻形成非晶質的玻璃質岩石，且其外觀常呈枕狀熔岩構造。而此種岩石與輝綠岩、輝長岩、蛇紋岩及紅色頁岩等不同的岩石組合，構成了赫赫有名的「東臺灣蛇綠岩系」。此屬於海洋地殼的岩石出露，在臺灣東部屬歐亞大陸板塊的陸地上，意謂著花東縱谷即為歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊聚合碰撞之縫合帶。

關鍵詞：隱沒帶、火山頸柱狀節理、中洋脊、玻璃質玄武岩、弧—陸碰撞、臺灣、東部海岸山脈、蘭嶼、綠島

前言

臺灣是西太平洋琉球-臺灣-菲律賓島弧系列的一分子。臺灣新生代晚期的火山活動，基於地體構造、地質概況與空間分布等關係，可以劃分成北部、東部和西部三大火山地質岩石區。北部屬於大陸邊緣型的安山岩火山區；西部之澎湖列島是屬於大陸裂谷型的玄武岩區；而東部則屬於島弧型式的安山岩火山區。在構造上，臺灣與琉球群島以及菲律賓群島息息相關。琉球島弧位於東海大陸斜坡之東南方，由北到南包括沖繩海槽、琉球群島海脊與琉球海溝。北部陸上和外島的火山帶是火山弧向西延伸的一段，由菲律賓海板塊向西北隱沒所形成，屬於大陸邊緣型式。東部與呂宋之間有一呈南北向延伸的海底火山脊，及一些散布其上的火山島，其最北邊是綠島，最南邊是巴浦耶群島，稱之為綠島-巴浦耶海脊。此海脊尚包括臺灣的蘭嶼和菲律賓的巴丹等島嶼。這些火山島嶼大多是由安山岩所構成，岩漿活動可能與南海板塊的隱沒於菲律賓海板塊之作用有關。

臺灣東部火山區隱沒帶的火山活動

東部火山區包括海岸山脈、綠島、蘭嶼和小蘭嶼（圖 1），是屬於島弧的火山區。



圖 1. 臺灣東部海岸山脈火山岩柱狀節理重要露頭點位置圖

島弧地區岩漿的生成

在大陸邊緣及島弧地區的火成岩，包括噴出岩及侵入岩，無論在礦物岩石或地球化學方面都具有獨特的性質。這些火成岩的成因與大陸塊的生成及演化有極密切的關係。在島弧地區下的班尼奧夫帶（班氏帶）被認為是一個板塊沒入另一個板塊下所造成的地震帶，即所謂的隱沒帶。許多岩石學家因此相信隱沒帶可能就是這些地區岩漿之發源地。隱沒的物質，包括深海沈積物及隱沒帶上部地函楔。在隱沒作用發生時，造成海洋地殼的部分熔融。岩漿上升形成火山，以安山岩為主，島弧的火山岩就是這樣形成的（圖 2、3）。

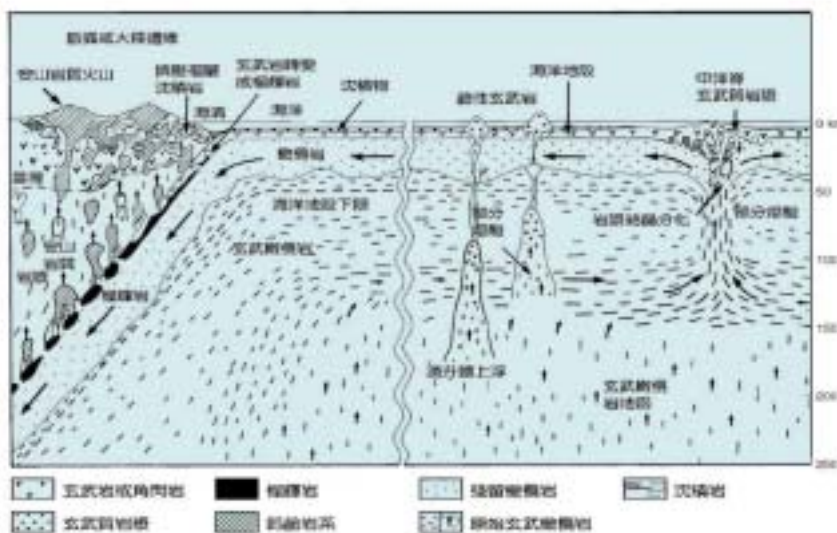


圖 2. 中洋脊與隱沒帶間的相對運動和岩漿活動關係示意圖。

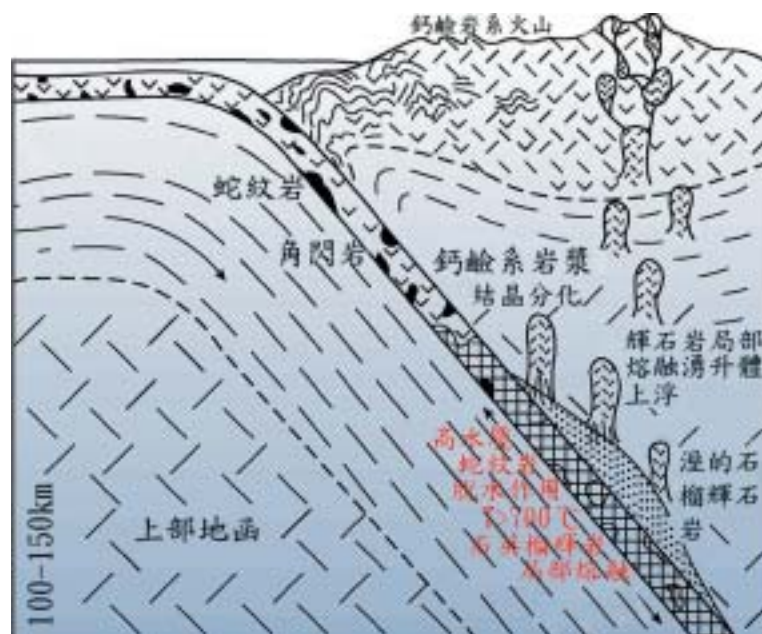


圖 3. 隱沒帶火山島弧安山岩構造成因示意圖。

東部島弧火山岩

海岸山脈位於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊之交界處，是世界上弧—陸碰撞最年輕的例子之一。在板塊構造的架構中，海岸山脈代表菲律賓海板塊前緣的新第三紀島弧，常被認為是呂宋火山島弧和呂宋海槽北延的部分。海岸山脈與綠島、蘭嶼常被視為呂宋島弧之一部分，此一島弧之南段巴丹、巴浦耶群島屬於活火山。許多學者認為此一島弧是由於南中國海板塊向東隱沒於菲律賓海板塊而形成（圖 2、3）。

自從上新世以來，菲律賓海板塊西緣之非火山「外弧」已與歐亞大陸板塊相撞於臺灣，到了更新世，呂宋島弧北段部分也加入此一碰撞行列，乃形成了臺灣東部之海岸山脈。此島弧與大陸板塊之碰撞並非一蹴可及，而是漸進地從北到南，由老到新逐段累積。不同時代的碰撞記錄似可由呂宋島弧中之海岸山脈、綠島、蘭嶼和小蘭嶼之火山活動來探索。

東部火山區包括奇美火成雜岩，海岸山脈都巒山層、蘭嶼及綠島火山岩。主要是由安山岩、集塊岩、火山角礫岩與火山灰組成。大規模的火山噴發活動從早中新世開始，到上新世式微，局部地區延續到更新世，甚至可能到全新世仍有噴發。

火山碎屑岩、集塊岩之風光

火山噴出可分為溢流、爆發與噴出 3 個相。溢流相是火山噴溢、泛流的熔岩；爆發相是火山爆發的火山碎屑物；噴出相是溫度較低、黏度較大、揮發分又少的火山通道中的岩漿，已無力噴溢或爆發，僅是以擠牙膏式推擠出地表的產物，而形成火山尖或火山頸之特殊火山地貌。通常多見於噴發末期，熔岩堆積於火山通道之上，形成穹丘；岩漿的黏度愈大，穹丘則愈陡。

爆發相的岩石成分不一，但以溫度低，含揮發成分多，黏度大的岩漿較常見，尤以中酸性、鹼性者更具有爆發性，如中性的安山岩。它形成於火山作用之各不同階段，但以早期及頂盛時期最強烈。火山碎屑岩可與其他層狀岩石共生，呈層狀產出；有的以火山碎屑物為主，在火山口附近形成碎屑錐；有的為空中墜落堆積的火山碎屑岩；或為火山碎屑流堆積的熔結火山碎屑岩；亦有為火山塊撕裂濺落的熔結角礫岩或集塊岩。綠島牛頭山就是由大大小小的火山碎屑與火山灰所構成，經差異侵蝕風化後，大的集塊岩突兀聳立形成外觀似牛頭之地貌（圖 4）、而蘭嶼龍頭岩（圖 5）以及臺東長濱石梯坪海蝕平臺則以中酸性凝灰岩的壺穴名聞遐邇（圖 6）。



圖 4. 綠島牛頭山集塊岩地形景觀。



圖 5. 蘭嶼龍頭村龍頭岩集塊岩風光。



圖 6. 石梯坪海蝕平臺上的壺穴群，岩石主要由中酸性的凝灰岩所組成。

火山頸之柱狀節理特徵

柱狀節理是火山岩的一項特有景觀。岩漿噴出地表或貫入岩層後，溫度逐漸降低，岩體因冷卻收縮所引起之熱張應力龜裂而成柱狀節理，這些張力將受溫度控制，其冷卻收縮方向將平行於瞬間之等溫面，因之柱狀構造將垂直於等溫面，由火成岩體外側向中心逐漸發育，因此柱狀節理之態勢可指示侵入岩體或岩脈之位態。即火山頸之柱狀節理排列式樣，取決於形成時火山通道所處的高低位置(圖 7)。當火成岩生成於岩漿道深處或仿同岩脈時，冷卻等溫線將平行岩漿道或基性岩脈，其所形成之柱狀節理將垂直於岩漿道或岩脈而成為平臥或微傾斜之石柱排列(圖 7 之 C 區)。若岩漿由火山頸噴出地表，即形成熔岩流。當岩漿於向上通道轉向外溢流水平流向轉折處凝固，冷卻等溫線將隨岩漿道深度改變，所形成之柱狀節理之態勢亦漸次改變(圖 7 之 B 區)。更進一步而言，若岩漿於火山頸上方匯聚成團而凝固時，將形成塔形柱狀節理(圖 7 之 A 區)。當岩漿由火山口溢出漫流平布於地表，或貫入地層中，成為假整合之岩席構造之熔岩，冷卻後所形成具柱狀節理之石柱將垂直矗立於地表(圖 7 之 D)。

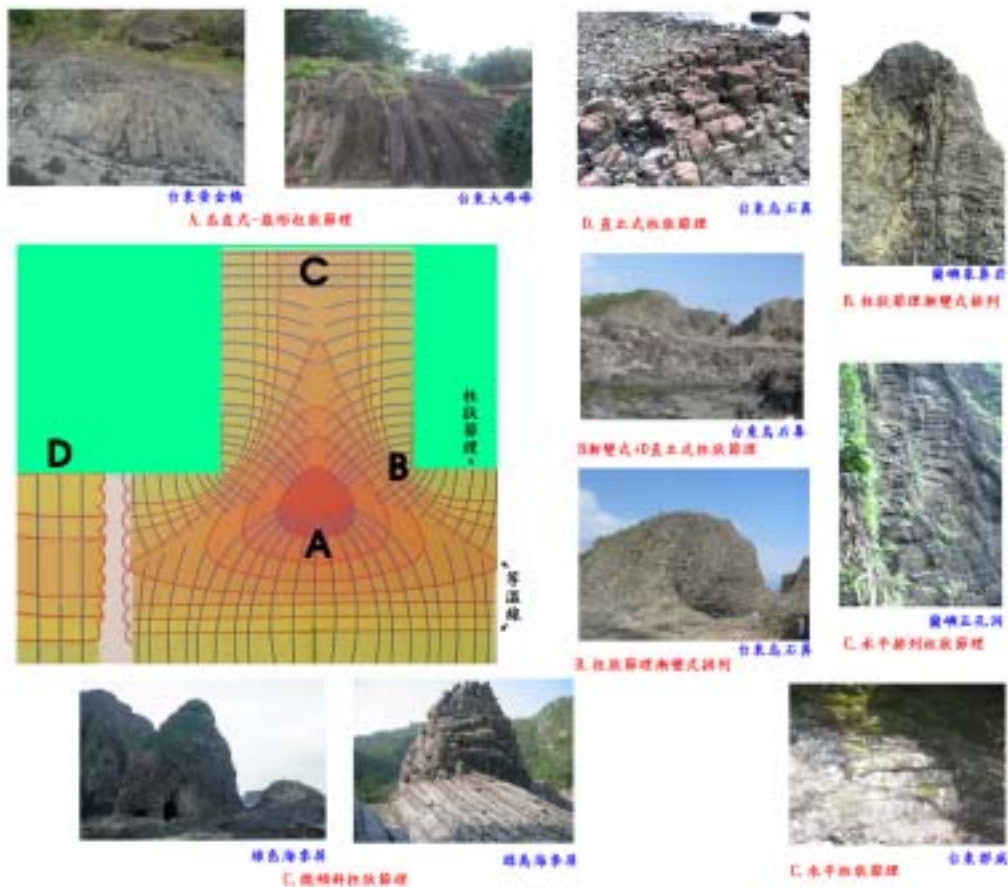


圖 7. 臺灣東部弧 - 陸碰撞帶火山頸示意圖, 原圖修改自莊文星、陳汝勤、姜國彰(2005)。

臺灣東部海岸山脈、蘭嶼及綠島中新世—上新世的火山活動，為大地塑造了絕佳的地質景觀，諸如蘭嶼龍頭岩、紅頭岩、坦克岩等火山集塊岩或火山凝灰岩碎屑岩地貌。而由火山岩漿通道凝固所形成之火山頸與火山口相地質風光則不勝枚舉，茲舉具代表性者分述如下：

海岸山脈

東部火山區包括海岸山脈及外海的綠島和蘭嶼。海岸山脈南北長約 140 公里，東西寬約 10 公里，東瀕太平洋，西以狹長的臺東縱谷和中央山脈隔開。在臺灣地質上是一個比較特殊的地區，其第三系主要是一套火山岩較多、淘選性較差的沈積岩及混雜無層理的堆積岩層組成，總厚度達六、七千公尺。其下伏是一個由安山岩質熔岩流、火山碎屑岩及玄武岩質安山岩、安山岩、閃長岩和斑狀安山岩等組成的奇美火成雜岩為基底的火山岩層，具有多期的侵入和噴出活動。奇美火成雜岩上覆者為中新世中期—更新世早期之都巒山層、大港口層和利吉層。具柱狀節理之熔岩流或岩脈僅出現於都巒山層之火山岩中（圖 1）。

大峰峰

沿著海岸公路樟原到大港口過長濱大俱來，於樟原村東側海岸有二大岩塊矗

立其間（圖 8）。此為中新世都巒山層中的二大安山岩岩針，原地名稱之為大尖石。阿美原住民有感於東海岸三富川、樟原與水母丁溪等河口山風谷風轟轟呼嘯聲而名為大峰峰。岩針(spine)之形成，常為岩漿之黏度大、揮發成分少的中酸性熔岩，於中心式噴發時，常被推擠於火山通道上部，難以流動溢開，遂滯留凝固而構成高度大於寬度的侵入岩穹或穹丘，根據其外觀形態可稱為岩鐘、岩針等。

大峰峰二孤立岩體位於花蓮－臺東縣界處，近東海岸北迴歸線地標風景點，緊鄰巴歌浪船屋民宿，交通便利，屬臺東縣管轄。此二岩體，其一為集塊岩，另一為具扇形柱狀節理，或依其柱狀節理外形而歸屬於扇形放射狀、羽狀或百褶裙式柱狀節理之玄武岩，是具有典型火山頸構造的穹丘（圖 8、9），相當於圖 7 之 A 區。其組成岩石與周圍安山岩集塊岩或凝灰質集塊岩大不相同，為橄欖矽質玄武岩。此火山頸側翼末稍則由微彎曲弧形石柱平鋪而成（圖 9 左上角）。



圖 8. 臺東大峰峰空拍圖。



圖 9. 大峰峰火山頸地貌。

黃金橋

黃金橋(花東海岸公路臺 11 線 73.5K)前 74K 處公墓小徑，朝東下海崖階地，至潮間帶礫石海灘，有一錐形岩體，為一具有柱狀節理構造之火山頸（圖 10、11）。此一露頭為執行 2008 年數位典藏與數位學習國家型科技計畫項下，多面向臺灣火山地質地形自然景觀資料庫拓展(NSC97-2631-H-178-003)計畫，利用動力飛行傘空中遙測攝影時，所見圓形之特殊景象（圖 10）。經研判可能為一火山頸構造。後經野外追蹤發現為一極佳露頭（圖 11）。此一熔岩穹丘為一錐形火山頸，除其本身柱狀節理發達外，又具有因熔岩冷卻收縮岩壓減緩以及荷重減輕所產生的解壓節理，其所呈現的圓弧板狀裂隙節理，於剖面上側向觀察亦十分清楚。而於鳥瞰圖上，則呈現一圓形構造圖像。



圖 10. 臺東黃金橋海蝕平臺空拍圖。



圖 11. 黃金橋溪流口海蝕平臺塔形錐狀火山頸柱狀節理地貌。

烏石鼻

花東海岸公路成功至長濱間之漁村烏石鼻，舊稱胆（阿美族語為 tonman）。阿美族人稱黑而硬的岩石為胆，即烏石。阿美族胆社的北方，有黑色岩體伸入海中，似人的鼻子向外突出，故漢語名為烏石鼻。烏石鼻四週屬中新世都巒山層安山岩質集塊岩，以斷層與砂頁岩互層之奇美層接壤，推測烏石鼻屬崩移岩塊。烏石鼻之火山岩柱狀節理排列極似蘭嶼之象鼻岩（圖 12~14），其生成之位置相當於（圖 7 之 B 區）。岩體座落於都巒山層之凝灰質集塊岩所成的海蝕平臺上。稍遠處尚有小規模具直立柱狀節理之安山岩岩薄層（圖 14）。依其規模與板狀岩石上下面之氣孔觀察，推測較可能為侵入之岩席構造而非溢流出地表之熔岩流（圖 7 之 D 區）。

烏石鼻地區火山岩柱狀節理排序相當完整，實在難以斷言為崩移岩塊或逆衝斷層之接觸關係，推測以平移斷層滑動較有可能。



圖 12. 烏石鼻空拍圖。



圖 13. 烏石鼻火山頸柱狀節理地貌。



圖 14. 烏石鼻火山頸外圍區域矗立之柱狀排列，為地表式岩床熔岩凝固而成之柱狀節理。

都威

花東海岸公路成功至豐濱，過三仙臺抵重安（都威），沿都威溪旁，阿美原住民所築灌溉溝渠小徑至半山腰，下都威溪河谷，可抵都威玄武岩岩脈露頭（圖 15）。此岩脈或為具微傾斜凹向下柱狀排列之矽質玄武岩柱，推測其為一火山頸構造，生成時位置約相當於圖 7 之 C 區之中下段。

都威玄武岩脈之圍岩為都巒山層枕狀碎屑熔岩或玄武岩質火山角礫岩，裂隙常有白色沸石類次生礦物充填。此枕狀火山角礫岩推測為深海火山活動產物。



圖 15. 都威溪玄武岩岩脈或火山頸具微傾斜之柱狀節理排列。

蘭嶼

饅頭岩

當抵達蘭嶼機場或開元港時，映入眼中圓凸狀如饅頭之饅頭岩，可視為蘭嶼之地標（圖 16）。突出於海蝕平臺之饅頭岩有近乎水平之柱狀節理並具有許多火山口相之特徵（圖 17、18）。

饅頭岩火山頸為殘留之火山通道，火山爆發時，岩漿穿越地殼流出地表，沿途可能捕攔一些包裹體，其中即含彌足珍貴之花崗岩包體。



圖 16. 蘭嶼椰油村饅頭岩空拍圖。



圖 17. 蘭嶼地標饅頭岩為一具火山頸柱狀節理構造之岩體。



圖 18. 蘭嶼饅頭岩具傾斜之柱狀節理排列，為一典型火山頸殘留。

老人岩

穿越過紅頭村青青草原，爬下峭壁就可抵達由珊瑚礁構成的老人岩(圖 19)。其四週原為一爆裂的火山口。早期，火山口窪地沒入海中，受海浪侵蝕形成海蝕平臺，新海蝕平臺形成後陸地稍下沉，海蝕平臺上有珊瑚礁發育。其後，陸地又隆起，海蝕平臺上之珊瑚礁繼續抬升，乃形成現今外觀似人頭之隆起珊瑚礁。老人岩四週具微傾斜柱狀節理之安山岩的石柱漫布，殘留火山通道之火山頸由海蝕平臺上的海蝕洞朝上延伸侵入至集塊岩中。集塊岩因而隆起覆蓋著珊瑚礁而成舊期珊瑚礁臺地。隨著熔岩流路之改變，石柱排列之式樣亦相互呼應，十分顯而易見(圖 20)。



圖 19. 蘭嶼紅頭村青青草原舊期隆起珊瑚礁原老人岩一帶空拍圖。



圖 20. 蘭嶼紅頭村青青草原老人岩周遭為一典型之爆裂火山口，具火山頸特有的漸變式柱狀節理地貌。

象鼻岩

蘭嶼東南角大森山，由龍頭岩至鋼盔岩一帶，主要是集塊岩、火山角礫岩，有時夾著一些碎屑熔岩流及凝灰角礫岩。其中著名的象鼻岩，為一典型殘餘火山頸露頭，具有發育良好的水平柱狀節理及向上逐漸變化的柱狀節理（圖 21、22）。象鼻岩火山頸外環，因岩漿侵入而與周遭碎屑岩接觸，其熱變質作用之殘留十分顯著。



圖 21. 象鼻岩風光，為一殘留火山頸地貌。



圖 22. 蘭嶼象鼻岩火山頸之柱狀節理態勢由下向上依次變化。

朗島小饅頭岩（圖 23）

朗島村入口前 2 座小岩丘，岩石中有細長條角閃石稀疏散布，外觀如水泥塊，為由安山岩所組成之岩體，其四週海蝕平臺原為蘭嶼之墳場，是蘭嶼達悟人惡死者安息之所。岩體具有微傾斜柱狀節理，推測為一殘餘火山頸露頭（圖 23、24）。



圖 23. 朗島村部落入口前安山岩體空拍圖。



圖 24. 蘭嶼朗島村道路入口前之安山岩體，為一殘留山頸。

五孔洞玄武岩岩脈

蘭嶼名勝五孔洞（圖 25、26）為集塊岩或凝灰質集塊岩所構成，凝灰質集塊岩之塊礫為黑色不規則狀玄武岩或玄武岩質輝石安山岩，其粒徑大小由數公分至數公尺不等，普遍有不規則之氣孔，氣孔多者類似火山渣或為基性浮岩之狀，氣孔常為霰石所充填。少數塊礫為綠色角礫狀之蛇紋岩，其基質為火山灰、砂、礫

等，或粗細顯著分明之層狀，或大小相雜而無層理。集塊岩層節理順著裂隙發育，經海浪衝擊而形成一系列海蝕洞，後由於海水面下降陸地上升而露出水面，有多個海蝕洞而名為五孔洞。洞口外集塊岩所構成之崖壁有一侵入之基性岩脈，為粗粒玄武岩（粗玄岩），其所形成之柱狀節理垂直於該脈之兩側而呈近乎水平排列的柱狀節理構造（圖 25、26）。



圖 25. 蘭嶼五孔洞空拍圖。



圖 26. 蘭嶼五孔洞玄武岩岩脈具水平排列柱狀節理。

綠島

海參屏（圖 27）

海參坪為綠島觀光重要景點之一。柱狀節理是火山岩一項特有的景觀，岩漿噴出地表或貫入岩層後，溫度逐漸降低，岩體因冷卻收縮而成三、四、五、六和八面等多面柱體形（圖 27~30）。



圖 27. 綠島海參屏之火山頸。



圖 28. 綠島海參屏火山頸空照圖。



圖 29. 綠島海參屏風光，為一典型之爆裂火山口與火山頸殘留。



圖 30. 綠島海參屏火山頸柱狀節理面，主要由三、四、五、六和八面多邊形構成。

最初火山爆發時，因舊岩層爆炸成許多碎片的浮石和火山礫，甚至碎解成細粒的火山灰。爆破拋散後降落堆積，形成火山碎屑、火山角礫集塊岩、凝灰集塊岩而構成綠島的骨幹。當集塊岩所構成的大地再有火山活動，爆炸再經粉碎清空形成一大破火山口窪地，同時火山口底部岩石因荷重減輕，地下岩石因解壓容易產生破裂，形成裂隙節理，讓來自地下之岩漿順勢上湧，形成通路，甚至流出地表形成漫流的熔岩流，當熔岩凝固後形成岩漿道或稱火山岩頸殘留。海參屏地質景觀區是由哈巴狗、睡美人、小長城等集塊岩體及陡峭的山壁所圍繞的碗鉢窪地，推測是一個爆裂破火山口殘留。也因岩漿道火山頸的岩石較四週圍岩緻密且質堅而能抗風化侵蝕。在差異侵蝕作用下，形成凸出於地表的岩尖（圖 27~30）。海參屏海蝕平臺上突起之安山岩岩尖即藉由微傾斜整齊排列的安山岩石柱（圖 29），推斷屬舊岩漿道殘留，亦即屬典型的火山頸構造。

綜觀臺灣東部海岸山脈、蘭嶼與綠島安山岩區柱狀節理雖不若澎湖玄武岩區之發達與普遍，但石門、大峰峰、黃金橋、八仙洞、烏石鼻和都威等位於臺灣本島，往來交通較為便捷。而且各火山頸之柱狀節理各具特色，為鄉土地球科學教育及觀光旅遊不錯的景點。但其中部分區域由於開採石材、漁港擴充、農田漁塭闢建，如大峰峰與烏石鼻慘遭挖掘逐漸破壞，令人扼腕。希望藉此機會喚醒國人珍惜自然景觀妥為保護，讓青山常在，細水常流，不要再喪失不可能失而復得的美好景觀。

地質故事與啓示

臺灣東部海岸山脈是世界上極奇特的岩石構造區，有著中洋脊玄武岩的岩漿區和島弧隱沒構造帶（圖 2、3），甚至包括了弧—陸碰撞所引發的蛇綠岩系、混同層、大陸坡大崩移、地層倒轉、海底大山崩、濁流等一系列重大的板塊構造事件，極為國際地質界關注，並成為研究的重要課題。

臺灣岩又稱為玻璃質玄武岩，其中玻璃質含量高達 95% 的玄武岩，最早由臺大地質系阮維周教授於 1950 年代所提出，依照當時國際岩石學的慣例，當岩石的玻璃質占其總成分 60% 以上，而未曾於世界其他地點發現與報導時，則可依發現地點予以命名，因而提出「臺灣岩」之新岩石名稱。在板塊理論學說尚未盛行前，並未體認到玻璃質玄武岩（臺灣岩）中洋脊之岩石組成特性，為中洋脊重要的岩石組成材料，如洋脊玄武岩、輝長岩、玻璃質玄武岩與超基性岩等。而玻璃質玄武岩其實為蛇綠岩系的成員之一，因此在當時，雖曾引起極大的迴響，但因名不副實而備受爭議，最後也不為國際地質學會所認可。

玻璃質玄武岩的岩石種類屬於火成岩，由地底深部的基性岩漿沿著裂隙噴發至地表，岩漿流動性高，當較晚噴發的岩漿侵入淺層粗粒玄武岩及其他沉積層中，接觸到深海冰冷的海水而快速冷卻形成非晶質的玻璃質岩石且其外觀常呈枕狀熔岩構造（圖 31、32）。其礦物組成主要有輝石、斜長石、橄欖石等一般玄武岩所常見的組成礦物，而其化學組成亦和玄武岩相當。主要出露於臺灣東部的海岸山脈，如臺東縣關山的嘉武、電光村一帶。外觀呈現黑色，內含多量玻璃光澤

的玻璃結核和暗色玻璃物質，因熱水蝕變作用，常與沸石類礦物共生。而由此種岩石與輝綠岩、輝長岩、蛇紋岩及紅色頁岩等不同的岩石組合，乃構成了赫赫有名的「東臺灣蛇綠岩系」。屬於海洋地殼的岩石出露在臺灣東部屬歐亞大陸板塊的陸地，代表著海洋板塊與大陸板塊交會一起，而花東縱谷即為菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊聚合碰撞之縫合帶。



圖 31. 臺灣東部海岸山脈電光一帶推測屬海洋地殼構造之玻璃質玄武岩 枕狀熔岩。



圖 32. 電光嘉武溪中洋脊玻璃質玄武岩枕狀熔岩構造。

究竟屬於海洋地殼中洋脊的物質為什麼會出現在陸地沉積物裡呢？首先，我們要了解什麼是蛇綠岩系。這個名詞最早是由 19 世紀的法國地質學者，在阿爾卑斯山調查研究所提出來的。簡單來說就是板塊相互擠壓碰撞，當其中的板塊沒入另一個板塊之下，其隱沒作用會將海洋板塊或是海洋沉積物剝刮、一併翻升留存至大陸地殼或是洋島邊緣，由這般巨大的構造營力所造成的破碎海洋地殼物質，其組合為蛇紋石化超鎂鐵質之超基性岩、基性侵入雜岩、熔岩、玻璃質玄武岩，以及海相沉積物，其層序由上而下分別是海相沉積物、基性熔岩、蓆狀基性岩牆、輝長岩以及橄欖岩，具有一定的岩石組成與層序，但目前已因碰撞擠壓、推升、隆起等大的板塊運動而失去規律性，我們將這些不同調、大雜燴的岩石組合稱之為「蛇綠岩系」。

臺東關山和利吉等地的山區是臺灣最早發現臺灣岩的地方，分布於海岸山脈南端的利吉地層。環顧附近的地質環境，有恍如置身「月世界」般的惡地地形（圖 33），也有兀立於四週的岩塊小山頭，交相並立。這些小山頭無疑成為臺東地區最顯著的自然地標，地質學家們採樣並分析岩石組成，發現為超基性蛇綠岩塊，原本是屬於海洋的地殼物質，我們將之稱為外來岩塊（圖 34）。而過了臺東大橋再往前行不遠處之利吉村，出現了一片有如月球表面般荒蕪不毛的惡地地形，它原本為深海的沉積物，因為受到兩板塊聚合而相互擠壓、碰撞、抬升，最後因為重力導致大陸坡沉積物傾瀉下滑，使得原有的沉積層序破壞消失，經造山運動抬升至地表，就如我們所看到的利吉泥岩惡地月世界的地貌以及富崗小野柳上下倒置濁流岩的倒轉地層（圖 35～ 37）。濁流岩是由海底山崩濁流所造成一系列由粗

到細再到泥所構成的沉積岩，它通常具有特稱為鮑馬系列的特殊沉積構造。由於此等紊亂的地層層序是受到板塊構造營力所造成，傾瀉層和剝刮混入的海洋地殼物質組合，形成我們所熟悉的「利吉層」，亦稱為「利吉混同層」。由於傾瀉層主要由顆粒極細的砂岩以及泥岩所組成，其中混合了許多黏土礦物，孔隙小，滲水及透氣率也比較差，當遇到降雨時，雨水不易下滲，只能沿著地表漫流侵蝕，長期下來，將表面沖刷成一條條的雨蝕溝，進而形成不毛之地月世界般特殊的惡地景觀。由於海洋地殼超基性物質，相較於覆蓋其上的泥岩不易風化，經過長時間物理及化學風化之後，夾雜其中的外來岩塊出露於地表，也就是我們所熟知的自然地標，如虎頭山、石頭山、猴子山等。



圖 33. 臺東利吉月世界泥岩惡地。



圖 34. 虎頭山為利吉層泥岩中龐大的超基性外來捕獲岩塊。



圖 35 臺東小野柳倒轉地層空照圖。



圖 36. 臺東小野柳倒轉地層露頭



圖 37. 富崗小野柳上下顛倒地層翻轉中的流槽鑄形構造。

綜合以上的介紹，我們知道，由於玻璃質玄武岩（臺灣岩）的發現，經過長時間的分析與討論得知其為蛇綠岩系的成員之一，再加上 1960 年代板塊學說開始盛行，興起探索臺灣東部的海岸山脈南段，陸地的沉積物為何會出現海洋地殼的物質的討論。在各家地質學者長期的爭辯與研究中體認到，臺灣東部的花東縱谷為一板塊聚合接觸帶，也是歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊的邊界，而板塊持續的擠壓使得臺灣中央山脈以及海岸山脈幾乎成為全世界抬升速率最快的區域之一，同時也由於碰撞擠壓與滑動作用持續進行，因而使池上活動斷層帶（圖 38）之研究與地震災害防範成為一重要的研究課題。由於中國大陸烏蘇里江和歐洲阿爾卑斯山脈等處都有發現相似的地質構造，綜合歸納，若有發現相似的地質構造背景，可推敲為板塊縫合線和板塊邊界的依據。再者，由於海洋地殼組成物質不如陸地殼容易獲得，是以目前我們所得知的海洋地殼主要組成成分和岩石圈的構造，多半由陸地所發現的蛇綠岩系去推衍而來的。而臺灣具有如此特殊的地體構造，讓全世界各國的地質學家紛紛探訪臺灣，也讓小小的臺灣在地質界聲名大噪。臺灣是全世界造山運動最好的天然教室之一，我們生在臺灣，理應認識臺灣是如何形成的，同時也要好好的保護臺灣這個天然的大教室，不只有野生動植物需要保育，孕育我們的大地更需要大家共同來守護，讓青山常在、綠水常流。



圖 38. 大坡活動斷層帶，箭頭連線即為斷層所在位置。

參考文獻

莊文星、陳汝勤、姜國彰，2005。臺灣東部海岸山脈蘭嶼及綠島火山頸柱狀節理之地形景觀探討。經濟部中央地質調查所彙刊，(18)：107-148。

相關網址

臺灣地貌網站網址：<http://digimuse.nmns.edu.tw/taiwanlandform/>