

工程地質研討會專欄

花東地質探勘與研討案例(十四)－與會報導

廖繼仁 張嘉興

財團法人中華顧問工程司大地工程部

一、活動行程與內容

「迴瀾」－一個既熟悉又陌生的在地聲音。花蓮古稱「奇萊」但因有花蓮溪東注於太平洋，其水與海濤激盪，迂迴澎湃故又稱「迴瀾」，後人以其諧音「花蓮」沿用至今。

地工技術研究發展基金會於民國93年6月7、8兩日，舉辦第十四次的戶外工程地質研討會，本次活動探勘的地點定在一向有台灣最後淨土之稱的東台灣，探勘的重點為花東縱谷的地形景觀與中央山脈的地質演變，雖然是地工技術發展基金會的二度造訪，但是在台灣科技大學營建系廖洪鈞教授的精心策劃探勘路線，以及台北師範學院地理系李思根教授充滿人文背景與學理探討的解說下，讓參加本次研討會的地工界朋友

們充分領略了一次跨越時空的地質之旅。

本次花東地質研討探勘活動只有兩天的行程，以兩天的時間走訪花東地區沿線200多公里，整個活動可以說是相當的緊湊，因此，6月7日8點30分左右，41名參加活動的成員，即聚集在台東的利吉部落聆聽李思根教授講解海洋板塊的撞擊運動、超基性蛇綠岩的形成，以及混同層的來源等複雜的地質作用，之後每一處地質探勘駐留點也都是按既定行程照表操課。於6月8日當天，由於受到康森颱風環流的影響，中午過後即出現間歇性的小雨，所幸風勢不大，並未對本活動造成任何影響。

總計在兩天的行程內分別走訪了小野柳、三仙台、玉水橋、燕子口、錐鹿斷崖等深具代表性的地質景觀，本次研討會詳細的行程，請參考表一。

表一 花東之地質探勘與研討活動行程表

日期	時間	地點	內容
六月七日	6:50	松山機場	由台北(6:50)搭機赴台東豐年機場(7:45) 空中俯瞰
	9:00	利吉部落	海洋板塊之超基性蛇綠岩； 混同層與泥岩惡地
	10:00	小野柳	外來崩落岩塊、倒置地層； 各類沈積構造（漣痕、底痕、旋捲、荷重鑄形）；
	11:30	富岡	板塊應力與應變機制；
	12:30	午餐	
	14:00	三仙台	火山角礫岩、海蝕地形(可採集)； 斑狀安山岩（麥飯石）
	15:30	玉水橋	岩堤、海拱、喀斯特地貌、平衡岩； 結核與團塊
	16:30	奇美峽谷	八里灣層與弗立希堆積； 斷層、單面山、環流丘
	17:30	大興、大富	桃芝颱風土石流與防災工程探析
18:30	花蓮	夜間自由活動；夜宿「統帥飯店」	
六月八日	7:00		早餐； 7:40 出發
	9:30	慈母橋	偃臥褶皺； 不協和河谷； 九曲層與長春層接觸帶
	10:20	錐麓斷崖	大南澳片岩地層考察（天祥層、九曲層、開南岡層、長春層）；
			斷層、糜嶺岩； 向斜構造；
	11:10	燕子口	片麻岩與大理岩接觸帶； 印地安人頭探秘； 壺穴、鋸切谷
	12:00	布洛灣	曲流切割與環流丘； 河階； 山崩與土石流；
			泰雅（太魯閣族）文化賞析
	13:10	砂卡噹	長春層岩相觀察； 各類褶皺與崩移斷層研析；
		基性與超基性變質岩； 崩積與沖積探討	
15:00	七星潭	美崙斷層； 板塊終端擠壓探析； 礫灘及美崙礫岩觀察	
15:40	花蓮	奇岩怪石（玫瑰石）賞析	
17:40	花蓮火車站	花蓮(17:40)搭乘火車返回台北(20:39)	

二、前言

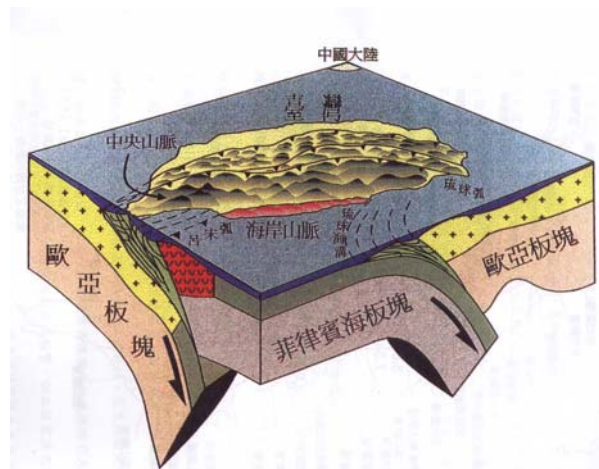
台灣係位於環太平洋地震帶，為典型板塊碰撞下所產生的大陸邊緣島嶼，因此在菲律賓海板塊六百萬年以來，不斷擠壓歐亞大陸板塊情況下，致台灣島不斷成長，地震活動亦頗為旺盛，地質變化更為複雜；而本次經精心策劃所選擇之海岸山脈及太魯閣國家公園地質之旅，使參加本次研討會的朋友們更加深入瞭解到，台灣東部地質的資源豐富而多變。除可觀察如西部地區一般常出現的沈積岩外，變質岩及火成岩亦為本次行程之重點，諸如海岸山脈地形變化與地質構造的關係、太魯閣峽谷的岩層為台灣最老基盤，多種岩石交錯出現的美麗褶皺等，更值工程界探討與瞭解的大自然之奧秘。

三、海岸山脈

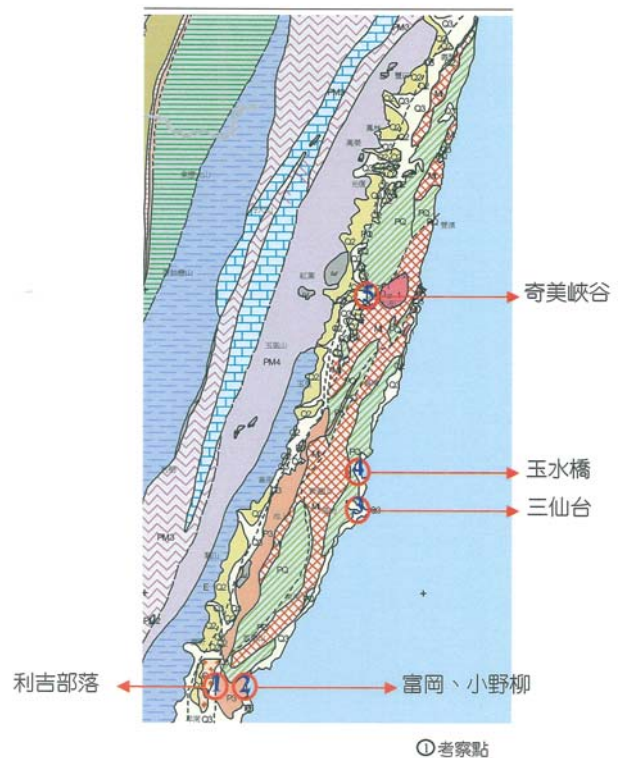
海岸山脈為菲律賓海板塊前緣的火山島弧，在於歐亞大陸板塊碰撞後，即發生了蓬萊造山運動，致火山島弧與弧前盆地隆起而形成今日的形態(如圖一)。其地層主要包括火山島弧的火成岩及弧前盆地的各類沈積岩及一些海洋地殼物質，由老到新的地層，可分為都巒山層、港口石灰岩、蕃薯寮層、八里灣層及利吉層等；而本次所考察的地點如圖二所示。

3.1 利吉部落

利吉部落之利吉層為本次行程的第一站，主要考察海洋板塊之超基性蛇綠岩，及混同層泥岩惡地地形，此為板塊構造變動衝撞運動之結果。利吉層係以灰黑色泥岩夾雜砂岩及蛇綠岩系之外來岩塊所組成，由於質地鬆散及軟弱不易以植物之生長，則表面雨溝及指溝侵蝕頗為發達，形成所謂之惡地地形(照片一)。



圖一 海洋板塊與歐亞板塊碰撞擠壓形成的海岸山脈 (參考何春蓀, 1982年)



圖二 海岸山脈考察地點分佈圖 (參考地調所, 1986年)

3.2 富岡小野柳

外來崩落岩塊及倒置地層之考察地點，在此可觀察到漣痕、底痕(照片二)、旋捲、荷重鑄形等各類之沈積構造，並配合李教授之解說，瞭解到沈積岩之四大原理即水平、疊置、切割關係及包裹體等原理；另沈積岩內之節理，及由具二組

正交節理風化後所切割而成之豆腐岩(照片三)，以及猛浪(急流)、含砂量豐富、硬岩及節理發達條件下所形成之壺穴(照片四)。

此外，因受海水侵蝕形成之海蝕平台及海蝕溝，亦可在此予以觀察，一般頁岩因較砂岩抗侵蝕力弱因此往內凹陷，本區亦可清楚觀察到右移斷層之存在(照片五)，以及荷重鑄形之沈積構造(照片六)，為濁流沈積構造，即當洪水期濁流搬運的砂礫，快速沈積於海中，在下層的地層尚未固結時，受上層礫石向下沈的重壓，則形成弧狀向下的荷重鑄形，而在地震及擠壓情況下，荷重鑄形之間產生如火焰般的脫水構造，由此構造可判斷地層的層序是否正確；另不整合現象亦出現於此區，即上層為珊瑚礁下層為富岡砂岩之非整合構造(照片七)。

3.3 三仙台

觀察火山角礫岩(Volcanic breccia)其膠結物為凝固的火山灰，即凝灰岩與中性安山岩為岩基的岩體(照片八)。另本區亦可觀察到由斑狀安山岩、輝長岩及輝綠岩等所組成的礫灘，係由波浪運動所帶起的礫石，當衝濺時將礫石沖上岸，回濺則把細砂及泥帶回海中。

3.4 玉水橋

考察石灰岩地形，本區地層係由石灰質礫岩所構成，其中可分為泥質礫岩及鈣質礫岩；而鈣質礫岩由於其抗侵蝕力較強，常構成瘤狀結核與團塊(照片九)；此外溶積地形易形成海蝕洞及海拱，海拱係為海水貫穿所形成，一般係沿節理發育，其內亦常見鐘乳石(照片十)；另海階崖掉落的珊瑚礁，停留於抗侵蝕力較弱的泥質礫岩上，在受差異侵蝕情況下，礫岩被剝削則遂成平衡石(照片十一)。

3.5 奇美峽谷

八里灣層分為三個岩段，即富田段以泥岩為主，水璉段以礫岩為主，及泰源段以砂頁岩互層為主，泰源段之砂頁岩互層則為考察的重點；而本地層主要特色為弗立希堆積相，即濁流堆積、層次清楚、層面不厚等特性(照片十二)；另可觀察到五階之河階地形(照片十三)，及單面山(Hog

back)地形，即一邊為傾斜之緩坡(20~30度)，一邊為陡坡所形成的地形(照片十四)；德武河階、斷層及成育曲流地形，主要係秀姑巒溪回春作用下切而成(照片十五)，共有五階台地，其中一、二階因斷層錯動而產生位移，屬左移逆斷層，由於下方河道切割坡與滑走坡不斷推移，致曲率半徑不斷擴大，則成兩岸不對稱之成育曲流。

四、太魯閣

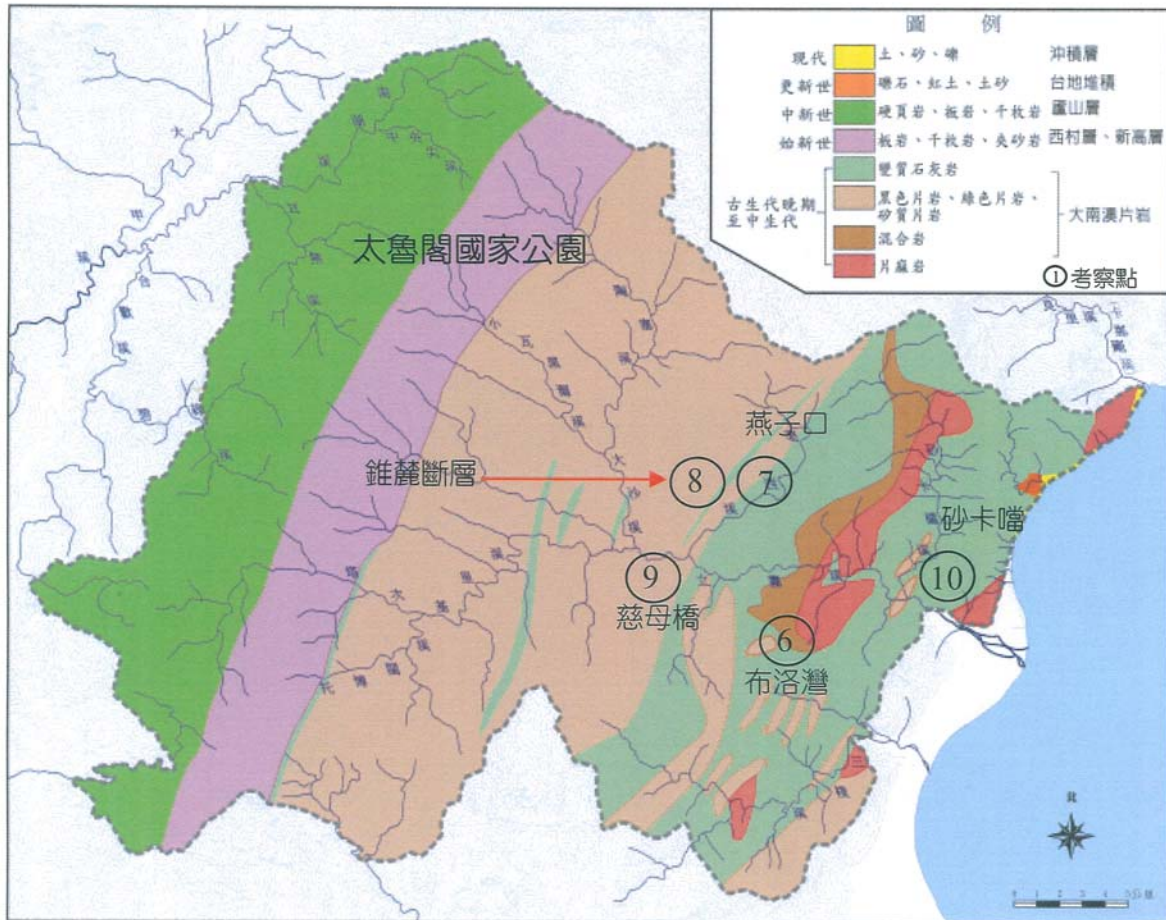
太魯閣國家公園為本次考察中央山脈(先第三紀變質岩系)之地層與變動的重要行程，由於全境一半之面積為二千公尺以上山區，三千公尺以上高峰亦佔六分之一的面積，因此，地勢頗為高聳，大致由西部脊梁山脈向東傾斜。躋身百岳高山多達27座，因此高山氣勢極為雄偉。而境內的變質岩系係由劇烈的造山運動隆起所形成，其變質程度大致由東向西遞減，岩層走向則呈東北西南向；另由於地殼的不斷上升，河流的下切作用又頗為旺盛，致成舉世聞名峽谷地形，配合中高山突兀，奇景美不勝收。而本次在地工技術細心策劃安排下，考察了五處地點如圖三所示。

4.1 布洛灣

布洛灣環流丘係曲流切割變支流中間所留下的高地(照片十六)，其海拔高度約370公尺，年平均溫度約21.5°C，為一處雙層的高位河階，其組織由大南澳片岩中之片麻岩與混合岩所構成。主要河階面有二段，東西長約200公尺，南北寬約150公尺，上、下兩段河階面皆非常平坦；此外此處為河流切穿片麻岩與大理岩之間的接觸帶，可觀察陡峭岩壁之山角末端面(照片十七)；另河階台地之礫石組織及排列方向亦可瞭解古水流的流向(照片十八)。

4.2 燕子口

由於兩岸的峭壁佈滿許多洞穴，在春夏季節變換時常有洋燕穿梭而得名，惟洞穴的形成主要多沿節理面發育，在受水流侵蝕而凹陷，則顆粒較大的沈積物常隨水流運動於此處打漩，而後地盤上升形成目前峭壁上的壺穴(照片十九)；另本



圖三 太魯閣考察地點分佈圖(參考 www.taroko.gov.tw)

4.3 錐麓斷崖

為太魯閣峽谷內最壯偉的斷崖景觀，在此可觀察錐麓斷崖的各種彎曲線形，為向斜及背斜構造(照片二十一)、逆斷層及正斷層構造(照片二十二)，顯示大理岩曾經深埋地底下，並經過塑性的流褶皺作用；另斷層證據的觀察諸如擦痕(照片二十三)，及斷層破碎帶的角礫膠結後所形成的糜嶺岩(照片二十四)，均為本區考察的重點。

4.4 慈母橋

為九曲層與長春層接觸帶出露位置(照片二十五)；九曲層主要以塊狀厚層大理岩所組成；長春層則以綠色片岩為主，其間夾大理岩、石英岩及角閃岩等薄層或互層。此外，本區為立霧溪與荖西溪之匯流處，由於兩溪流之間的差異侵蝕致發展成不對稱和河谷型態(照片二十六)；另褶皺

構造在本區亦非常明顯，其中可觀察到偃臥褶皺，出露於慈母橋鷹揚亭下方(照片二十七)。

4.5 砂卡噹

原名「神秘谷步道」，在此可欣賞大理岩褶皺的變化，彷彿如天然石刻壁畫，除了欣賞褶皺的美，亦可從褶皺形狀、方向推測形成時受力方向，進一步瞭解所處的大地應力的狀態(王鑫，1993年)。褶皺依其部位可分為軸線、軸面、翼、褶峯及褶谷，其種類又可分為對稱褶皺、不對稱褶皺、等斜褶皺、偃臥褶皺、單斜層褶皺及倒轉褶皺等。砂卡噹溪流域除可觀察到單斜層褶皺外，亦可觀察到崩移褶皺(照片二十八至三十)。

五、結語

每年地工技術所舉辦地質研討會探勘活動，莫不讓與會成員滿載而歸，今年亦不例外，回顧這兩天的活動，與會成員一行41人沿著台11線、瑞港公路及中橫公路沿途飽覽東台灣變化萬千且令人驚艷的地質景觀。最後，特別值得一提的是一路上李思根教授獨特的解釋方式，及其對於當地自然景觀保育所付出的努力令人印象深刻。

致 謝

本文承蒙陳正興教授、陳福成先生、朱育正先生提供活動相關照片，並蒙台灣科技大學營建系廖洪鈞教授斧正及提供寶貴意見，另中華顧問工程司大地工程部吳文隆組長大力協助，使得本文得以順利完成，僅在此表達對他們的謝意。

參考文獻

- 財團法人地工技術研究發展基金會(2004)，”工程地質研討會(十四)~花東之地質探勘與研討手冊”。
- 王執明(2000)，”太魯閣峽谷之變質岩”，內政部營建署員工消費合作社太魯閣分社。
- 陳文山、王源(1996)，”台灣東部海岸山脈地質”，經濟部中央地質調查所。
- 李思根、楊貴三、廖秀芬(1994)，”中部橫貫公路太魯閣至西寶沿線遊息資源之調查研究”，真義出版社
- 王鑫(1993)，”太魯閣國家公園地形—地質景觀資源”，內政部營建署員工消費合作社太魯閣分社
- 詹新甫、何春蓀(1986)，”台灣地質圖五十萬分之一”，經濟部中央地質調查所
- 何春蓀(1982)，”台灣地體構造的演變台灣地體構造圖說明書”，經濟部中央地質調查所
- 李思根~楊貴三，”花東海岸地質地質教學資源之調查研究”，真義出版社



照片一 利吉層之泥岩惡地地形(陳福成攝)



照片二 富岡海龍王浮雕沈積岩內漣痕及流痕等構造(陳福成攝)



照片三 富岡小野柳節理構造切割而成之豆腐岩(陳正興攝)



照片四 富岡小野柳之壺穴(朱育正攝)



照片七 富岡小野柳之珊瑚礁與富岡砂岩之非整合構造(陳正興攝)



照片五 富岡小野柳倒置地層內之右移斷層(陳正興攝)



照片八 三仙台之火山角礫岩(張嘉興攝)



照片六 富岡小野柳之倒置荷重鑄形構造(朱育正攝)



照片九 玉水橋之石灰質結核上方為荷重鑄形構造(陳福成攝)



照片十 玉水橋海拱右側為鐘乳石(朱育正攝)



照片十三 奇美峽谷之五階河階(陳正興攝)



照片十一 玉水橋之平衡石，珊瑚礁掉落於礫岩上
(張嘉興攝)



照片十四 奇美峽谷之大峽谷及遠方的單面山
(朱育正攝)



照片十二 奇美峽谷之八里灣層弗立希堆積相
(陳正興攝)



照片十五 奇美峽谷之成育曲流及德武斷層
(朱育正攝)



照片十六 布洛灣之環流丘



照片十八 布洛灣之河階台地(陳福成攝)



照片十七 布洛灣片麻岩與大理岩接觸帶(張嘉興攝)



照片十九 台 8 線燕子口之壺穴(陳正興攝)



照片二十 立霧溪燕子口鋸切谷河床，由塊狀大理岩經河水長期磨蝕成一印地安人頭，鼻挺眼炯，威儀非凡、已成太魯閣國家公園之地標，可惜目前砂泥已淤至上唇，美景不再，令人浩嘆！
 左：民國 84 年印地安人頭(李思根攝) 右：民國 93 年之印地安人頭(陳正興、朱育正攝)



照片二十一 錐麓斷崖之向斜構造(張嘉興攝)



照片二十二 錐麓斷崖之斷層構造(陳正興攝)



照片二十三 錐麓斷崖之擦痕構造(陳正興、陳福成攝)



照片二十四 錐麓斷崖之糜嶺岩(陳正興攝)



照片二十五 慈母橋出露之九曲層與長春層接觸帶(張嘉興攝)



照片二十六 慈母橋之不對稱河谷(張嘉興攝)



照片二十七 慈母橋之偃臥褶皺(朱育正攝)



照片二十八 砂卡嚕褶皺前合照(朱育正攝)



照片二十九 砂卡嚕之崩移褶皺(陳福成攝)



照片三十 砂卡嚕之單斜等褶皺(陳正興攝)