

## 工程地質研討會專欄

# 工程地質研討會(十八)~小琉球及南台灣 與會報導

許尚逸 \*\*

### 一、研討活動行程

地工技術研究發展基金會於 2009 年 9 月 11、12 兩日，舉辦第十八次工程地質研討會，本次地點為位於屏東縣琉球鄉的小琉球、墾丁國家公園龍坑生態保護區以及恆春石門等。本次領隊為海洋大學副校長林三賢教授擔任領隊，總計 34 位學員參與，在經濟部中央地質調查所劉桓吉博士、台灣大學土木系林銘郎教授與三力技術工程顧問公司總經理胡邵敏博士的帶領解說下，讓所有與會地工界同伴們無一不沉浸在地質之美與豐富的專業內涵之中。

此次工程地質研討會行程由東港碼頭搭船航向小琉球開啟活動序幕，於小琉球島探訪美麗奇妙的珊瑚礁、琉球嶼石灰岩，觀察現代珊瑚礁與石灰岩漸變接觸並現地勘查琉球嶼上泥岩與石灰岩露頭，晚間前往東港進行綜合解說與研討，隔日於墾丁管理處遊客中心聽取龍坑生態保護區講習，爾後前往龍坑生態保護區踏勘恆春半島特殊的珊瑚礁岸地形與生態，下午則參訪了恆

春市區著名的恆春古城城門，以及石門地區包含石門古戰場與四重溪溪畔的地質構造，讓成員對於小琉球與南台灣特殊的地質環境與人文歷史有更深入的認識，本次研討會詳細行程可參見表一所示。

### 二、小琉球

#### 2.1 簡介

小琉球之行政區域隸屬屏東縣琉球鄉，琉球鄉原名為沙馬基，依據史籍記載，元朝時代台灣與沖繩列島合稱琉球或嶠球、琉求。到了明朝改稱沖繩列島為大琉球，台灣為小琉球。到了明朝初改稱台員、大員。到了萬曆末年，荷蘭據台後設市，制若崇臺，海濱沙環水曲曰灣，又泊舟處概謂灣，於是稱為台灣。而人們就將原來的小琉球名稱轉到台灣南部的沙馬基。

本島位處臺灣西南方，為臺灣近海面積最大的珊瑚礁島嶼，為沉積作用形成的珊瑚礁島嶼，又稱琉球嶼。小琉球位於高屏溪河口南方，距離

表一 小琉球及南台灣工程地質研討會行程表

日期	時間	地點	考察與討論內容
九月十一日	6:40	高鐵台北站	前往東港碼頭
	10:45	東港碼頭	搭船前往小琉球
	11:30	小琉球-涼亭	小琉球地形地質說明、琉球嶼石灰岩
	11:50	山溝	琉球嶼泥岩
	13:25	焚化爐附近	東北-西南中央地溝地形說明
	14:00	厚石裙礁	珊瑚裙礁、地形景觀、現代珊瑚礁與石灰岩側向漸變接觸
	14:35	領海基點	海岸地形、復育涼亭、垃圾掩埋場
	15:00	蛤版灣	珊瑚砂灘、現代珊瑚礁與石灰岩側向漸變接觸
	15:40	杉福漁港	隆起珊瑚礁與生物碎屑岩、混凝土塊與生物碎屑岩塊
	17:00	小琉球碼頭	搭船返回東港，並至東港進行綜合研討
九月十二日	19:30	東港	出發至墾丁，夜宿凱撒大飯店
	9:30	墾管處遊客中心	聽取龍坑生態保護區講習
	9:50	龍坑生態保護區	植物生態、恆春半島地形與地質背景、礁岸地形、高位珊瑚礁與崩崖地形
	14:30	恆春古城	恆春古城-西門、古城舊城牆遺跡
15:30	石門古戰場	石門層礫岩、砂頁岩互層、同沉積構造	

\*國家地震工程研究中心



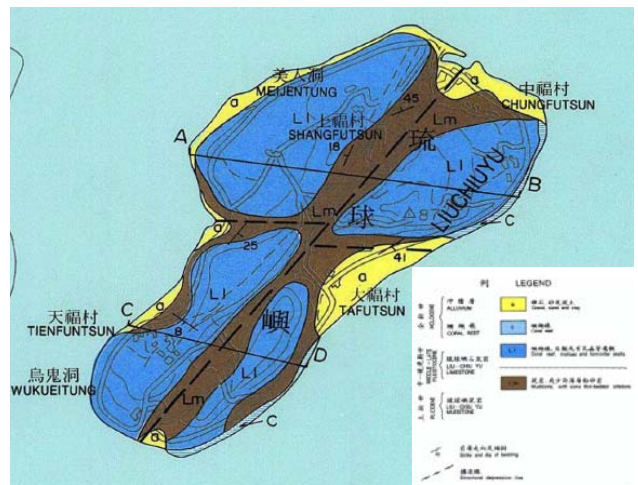
圖一 小琉球地形及停駐點分佈

東港港口約 15 公里，從高屏之間的海岸便可望見。面積 6.8 平方公里，周圍長約 12 公里形勢東西狹窄，東西最寬處僅 2 公里，南北長 4.1 公里，島之長軸從東北伸向西南，如圖一所示。島嶼表面被珊瑚石灰岩覆蓋，海岸被隆起的珊瑚礁圍繞，石灰岩洞地形及珊瑚礁海岸地形遍佈全島，形成特殊景觀。小琉球呈東北－西南方向延長，長度約 4.5 公里，西北－東南方向最寬約 2 公里，地形最高處稱為龜仔路山，海拔 87 公尺。全島地形被兩條直線狀的地溝切割，一條走向東北－西南向，與島軸平行，另一條走向西北－東南向，通過島的中央，中央地溝兩側呈直線狀的斷崖，溝底則為軟弱泥岩。此二地溝將島劃分為北部、東北部、西南部及東南部四部分地塊，各部分均呈一臺地，唯臺地面均有傾斜現象，如圖二所示。臺地面表層由厚 4-10 公尺之礁性石灰岩所覆蓋，其與下伏之泥岩唯臺地面均有傾斜現象。

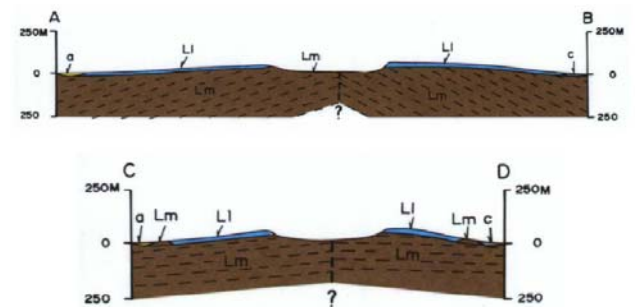
### 2.2 琉球嶼地質與地層

琉球嶼基盤由上新世之琉球嶼泥岩所構成，其上由不整合之琉球嶼石灰岩所覆蓋。琉球嶼石灰岩之地質時代可能屬更新世之中晚期，為構成琉球嶼臺地之表層。琉球嶼之近期構造活動以連續性隆升作用與傾斜作用為主。在傾斜與隆升過程中，產生二條走向為東北－西南及東西向

的斷裂地溝，將全島分割成四部分。



圖二 小琉球地質圖 (黃鑑水、劉桓吉, 1990)



圖三 小琉球地質剖面圖 (黃鑑水、劉桓吉, 1990)

琉球嶼地質地層主要可分為構成島嶼基盤的琉球嶼泥岩、覆蓋於基盤臺地上之琉球嶼石灰岩，以及在沿海周圍珊瑚礁海岸，以下分別說明：



1.琉球嶼石灰岩：在經濟部中央地質調查所發行之臺灣地質圖說明書，琉球嶼部分，將覆蓋於琉球嶼臺地上之高位隆起礁性石灰岩命名為琉球嶼石灰岩。主要由珊瑚礁、貝類及有孔蟲等遺骸所組成，部分孔隙則由泥砂所充填（見照片一、二）。



照片一 小琉球珊瑚礁石灰岩（停駐點－涼亭）



照片二 礁性石灰岩之組成（停駐點－涼亭）



照片三 劉桓吉博士解說琉球嶼泥岩（停駐點－山溝）

2.琉球嶼泥岩：黃敦友於白 1960 年將在小琉球的泥岩層命之為琉球嶼泥岩，此泥岩分佈在琉球嶼之四周石灰岩陡崖之下，為構成琉球嶼之基盤岩石。主要以青灰色泥岩組成，夾少許棕黃色砂質頁岩或粉砂岩薄層。泥岩常呈塊狀，層理不明顯，故其厚度難以估計，又因其固結不深，在風化侵蝕作用下，外表常呈惡地地形。琉球嶼泥岩是整個琉球嶼的基盤，遍佈於全島，與上方的琉球嶼石灰岩及現代沖積物呈現不整合接觸（見照片三）。琉球嶼泥岩主要由青灰色的泥岩所組成，其中夾有砂質頁岩或粉砂岩，層理不明顯且膠結不良，在出露的邊坡常呈現沖蝕溝密佈的狀況。琉球嶼泥岩的岩性與年代上可與台灣南部的下部古亭坑層對比，在年代上可以台灣中北部的卓蘭層或錦水頁岩層相當。

3.珊瑚礁海岸：本島四周海岸邊緣普遍堆積由琉球嶼石灰岩剝落之珊瑚礁塊覆蓋於現代珊瑚礁上。現代珊瑚礁發育於琉球嶼東側、南側及部分之西北側海岸，其下海域連接現生之珊瑚。而在部分臺地表面上，現代珊瑚礁往上逐漸與琉球嶼石灰岩呈側向漸變接觸，在年代上可能屬連續性之關係（見照片四、五、六、七）。

此次小琉球地質勘查行程，在劉桓吉博士跟林銘郎教授的精闢解說下，了解有關小琉球的豐富地質知識（琉球嶼地質概況、珊瑚礁石灰岩、及現代珊瑚礁與石灰岩側向漸變接觸），讓與會成員對於特殊的珊瑚礁島嶼地質有更深一層的認識。



照片四 沿海珊瑚礁景觀－觀音石（停駐點－沿海厚石裙礁）





照片五 垃圾掩埋場復育涼亭與領海基點(停駐點—領海基點)



照片六 位於蛤板灣之現代珊瑚礁與石灰岩(林銘郎教授提供)



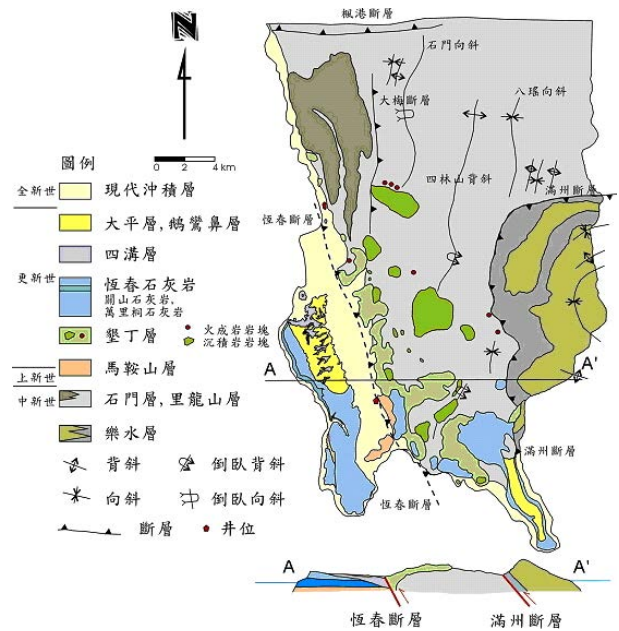
照片七 杉福漁港附近的珊瑚礁與生物碎屑岩(林銘郎教授提供)

### 三、龍坑生態保護區

恆春半島南部明顯的地形特徵便是西恆春台地與鵝鑾鼻台地，兩者皆為珊瑚礁台地。西恆春台地為一向東傾斜約台地，其西緣呈陡崖百壁迫近海岸。台地的表層為砂質紅土所覆蓋，其

下有時有薄層的礫石層，台地的基盤岩層為砂頁岩互層的四溝層與恆春石灰岩。

恆春半島地質概況是由晚新第三紀沉積岩構成一連串南北走向，主要的岩相包括礫岩，砂岩，砂頁岩互層，頁岩及泥岩。濁流岩相的沉積特徵非常發達，出露的最老地層始於中新世中期，由老至新依次為潮州層、長樂層、里龍山層、獅子頭層、墾丁層、和馬鞍山層，其上不整合覆蓋著恆春石灰岩，四溝層和鵝鑾鼻砂礫層，整體恆春半島區域地質如圖四所示。



圖四 恆春半島區域地質圖(陳文山等人, 2005)

### 3.1 墾丁地區珊瑚礁地形

恆春半島南端的墾丁國家公園為本省珊瑚礁發育面積最廣的地區，珊瑚礁台地最高標高為300公尺，逐漸向南降低至龜茲角台地，社頂公園，籠仔埔草原，風吹砂，雷達站以至鵝鑾鼻公園等，綿延達十公里，為本省最南端之頂點，代表本省南部造陸運動之新生地。台地面上主要為紅土礫石層所覆蓋，恆春石灰岩不整合於下。上述台地皆為第四紀海成台地，為高水位時期海水侵蝕之地層記錄，隨著地盤上升與地殼變形而形成隆起的或傾動的地形面。

恆春半島的珊瑚礁可以概略地分為兩大類，分別是較老的恆春石灰岩以及較新的海岸珊瑚礁。老期的珊瑚礁石灰岩由於地殼的上升運



動，都變成了台地的地形，表面被一些礫層及土壤覆蓋。這種台地面以恆春西台地及鵝鑾鼻台地較大。恆春西台地位於恆春半島的西半部，台地面向東傾斜，西側則以珊瑚礁斷崖臨海；在斷崖下方的海岸又有較新生長的裙礁包圍。大平頂及關山都位在珊瑚礁斷崖的頂端。鵝鑾鼻附近有數階廣大的平頂台地，北邊的最高，向南遞降到海岸。在台地面下可發現一些石灰岩被溶蝕後的特殊地形，如洞穴、鐘乳石等。

### 3.2 龍坑地質與生態之旅

龍坑，緊鄰鵝鑾鼻國家公園，全區為隆起珊瑚礁地形。由於地處鵝鑾鼻夾角的端點，冬季海浪驚濤裂岸，侵蝕作用旺盛，形成此區崩崖、裙礁、峽谷等獨特地形景觀，為目前台灣最完整的高位珊瑚礁地形區。期間又滋長了上百種珊瑚礁海岸植物，並有種類繁多的鳥類、爬蟲類等，深具生態研究價值，因此被劃為墾丁國家公園的「生態保護區」。

整個龍坑由隆起的珊瑚礁（石灰岩的一種）組成，在大自然長期雕塑下，形成崩崖、珊瑚礁台地和峽谷三種原始粗獷的地形景觀（見照片八~十），由於這些隆起裸露的珊瑚礁外形嶙峋崎嶇，活像扭曲札勁、呼之欲出的猛龍，所以稱為「龍坑」。

在龍坑的三種主要地形中，又以「崩崖」最為著名，此一地形在附近的龍磐亦相當發達，是少見的珊瑚礁地形景觀。崩崖地形的形成，首先是因雨水匯聚在石灰岩底部，因為墾丁的石灰岩主要覆蓋在一層泥岩之上，泥岩較不透水，當雨水從岩縫往下滲透，就聚進在石灰岩與泥岩之間；時間日久，地下水會一直溶蝕石灰岩的底部，造成底部懸空，位於上面的石灰岩就會分裂成許多滑動面而下滑，同時也在地面形成許多與懸崖平行的裂溝；之後，地下水不斷的溶蝕石灰岩底部，岩層便不斷的向下滑落，一開始會形成不同高度的階梯狀地面，而裂溝的裂面也會持續拉大形成陡直的「崖面」，當靠近海岸的岩層無法再向下滑動，地形又不斷抬升，岩層便向前崩落，形成崩崖（見照片十二、十三）。

在龍坑生態保護區的地質勘查行程中，對於高位珊瑚礁、崩崖、峽谷等地質特殊景觀以及其形成因素有進一步了解，與會學員無不沉醉在國

境之南海天一色的美麗景色之中。除此之外，龍坑地區特殊的珊瑚礁碎屑植群特別讓人印象深刻，在如此惡劣的環境下仍有許許多多生命堅忍不拔的與大自然奮鬥，著實是讓人驚歎。



照片八 登上珊瑚礁台地觀賞高位珊瑚礁與崩崖



照片九 珊瑚裙礁受風化侵蝕後形成奇岩崢嶸景象



照片十 由「國境之南」遠眺海岸線與崩崖地形





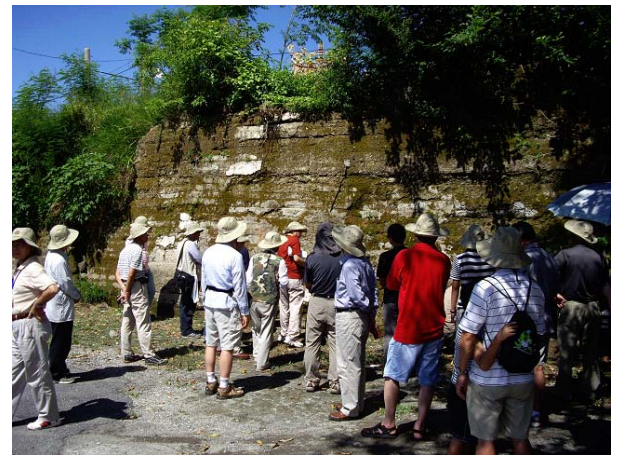
照片十一 龍坑珊瑚礁台地合影（龍坑）



照片十四 龍坑生態區合影



照片十二 珊瑚礁石灰岩受侵蝕崩裂而成之險峻峽谷



照片十五 胡邵敏博士詳細解說恆春歷史與古城牆遺跡



照片十三 隆起珊瑚礁台地中陡峭之峽谷地形（龍坑）



照片十六 恆春古城－西門遺址

#### 四、恆春石門人文地質之行

結束上午墾丁國家公園龍坑生態保護區的地質與生態之旅後，下午來到恆春市區參訪充滿人文歷史氣息的恆春古城遺跡－西門。恆春建城的歷史可追溯到一八七三年，日軍藉琉球居民被牡丹社原住民殺害事件，出兵攻台，牡丹社原住

民依「石門天險」和日軍對抗，這一戰役稱為「牡丹社事件」。「牡丹社事件」顯露日本侵台野心，清廷警覺到東南海防的重要，派福建船政大臣沈葆楨至台灣籌辦海防，他主張在瑯嶠設縣築城，即今恆春城。建築城門材料多用糯米糊、蔗糖漿、牡蠣殼灰混拌一起，再在最外層抹上灰漿並在裡面填土。而今城垣大部分還在，但因居住環



境改變，城牆多已破壞，只留四個城門尚屬完整。（見照片十五、十六）

參觀完恆春市區後，接著往北來到牡丹社事件中著名的石門古戰場。石門古戰場位於車城鄉，於四重溪東側，兩側為虱母山和五重溪山，是四重溪進入牡丹鄉的路過點。五重溪山以西的稜線在靠近石門山時，被四重溪從中切過，形成一狹窄的隘口，如門戶般，因而有石門之名。石門自古即為進入牡丹社與高士佛社的重要關卡。牡丹鄉公所在此建有具原住民風味的牌坊及停車場，在牌坊以西的道路右側山壁，可觀察到石門礫岩中的各種不同岩性之岩礫交互出現（見照片十七、十八）。在此出露的岩層即為牡丹層中的石門礫岩，是構成石門山及五重溪山西半部的重要岩層。



照片十七 石門古戰場（林銘郎教授提供）



照片十八 劉桓吉博士解說石門層礫岩（石門古戰場）

沿四重溪河床底部往上游行，走到一具大的枕狀玄武岩露頭（見照片十九），此枕狀熔岩噴發的時期約相當於角板山期的火山活動，形成於大陸斜坡。枕狀熔岩形成的原因是當玄武岩質或安山岩質熔岩流在水中噴發或流入水中，會因急速冷卻凝固形成橢圓或圓球狀玻璃質之外殼，隨著熔岩流內部壓力增大，外殼破裂，擠出新的熔

岩，又再形成外殼，最後造成一堆圓球狀玻璃質之外殼，看起來就好像一個個枕頭，因此稱為枕狀熔岩。



照片十九 四重溪畔玄武岩質枕狀岩流之露頭（石門古戰場）

## 五、結語

本次地工技術基金會所舉辦之工程地質研討會活動，在為期兩天的行程中，遊覽小琉球與恆春墾丁地區，兼具工程地質與歷史人文的專業知識，讓與會成員收穫十分豐富。研討會舉辦之時，正值 88 水災重創南台灣後，救災復建工作如火如荼進行，藉由此活動中讓成員們除了感受到大自然力量的偉大之外，身為土木工程人員的一份子，更可體會到自我專業能力在人類與自然間扮演協調平衡角色的重大責任與使命。

## 六、致謝

本次研討會野外參訪行程感謝中央地質調查所劉桓吉先生、台灣大學土木系林銘郎教授與三力技術工程顧問公司胡紹敏博士等人，於會前進行現地勘查、收蒐相關資料以及沿途精采詳細的解說，使得本次活動內容豐富精采萬分。另外，本文承蒙林銘郎教授大力協助以及提供活動

相關照片，使得本文得以順利完成，在此一併表達誠摯的謝意。

### 參考文獻

- 小琉球旅遊資訊網－屏東縣琉球鄉官方旅遊網站，  
<http://www.liuchiu.gov.tw/>。
- 王鑫 (1983)，《台灣的地形景觀》，渡假出版社。
- 林朝榮、周瑞燉 (1978)，台灣地質，茂昌圖書。
- 財團法人地工技術研究發展基金會 (2009)，工程地質研討會(十八)－小琉球與南台灣活動手冊。
- 莊文星 (1999)，台灣之火山活動與火成岩，國立自然科學博物館。
- 陳正宏 (1990)，台灣之火成岩，經濟部中央地質調查所。
- 陳正祥 (1961)，《台灣地誌.下冊》，台北：敷明產業地形研究所。
- 陳汝勤、莊文星 (1992)，岩石學，聯經出版事業公司。
- 黃鑑水、劉桓吉(1990)，琉球嶼，五萬分之一臺灣地質圖及說明書，第 66 號，中央地質調查所
- 墾丁國家公園管理處網站，<http://www.ktnp.gov.tw/>。
- 戴昌鳳 (1997)，《珊瑚與珊瑚礁》，屏東：墾丁國家公園處管處。