

工程地質研討會專欄

工程地質研討會(廿一)~基隆嶼 與會報導

高秋振*

一、一場與海洋文化的精彩邂逅

地工技術研究發展基金會於民國一百年六月十八日星期六，舉辦第廿一次戶外工程地質研討會，本次活動的勘查重點為基隆市最鮮明的島嶼地標-基隆嶼，及擁有特殊地質景觀的和平島。本次活動由國立海洋大學河海工程系林三賢教授擔任領隊，共計 40 位學員參加，在中興工程顧問社大地工程研究中心丁禕技師的精心引導與帶領下，讓與會的地工界同好們再次領略地質的豐富內涵。

此次考察活動，首先於台北市南京東路四段 50 號大樓前集合，於前往基隆港約 1 小時的車程中，由丁禕技師活潑生動的講解有關台灣南島言語的分佈中揭開了一場與海洋文化的精彩邂逅序幕，之後前往基隆港陽明文化藝術館參訪，全體學員並於陽明文化藝術館前合影(圖一)。隨後搭船登上基隆嶼，於島上眺望和平島、基隆港、基隆火山群地形(圖二、圖三)，並信步環島步道踏勘島上的岩層露頭與生態(圖四~五)，離島時搭船環島觀察基隆嶼

特有的火山地形(圖六)。於午餐養精蓄銳後前往和平島探訪美麗的沉積岩世界。本次研討會詳細行程可參見表一所示。

表一 基隆嶼工程地質研討會行程表

時間	地點	考查與討論內容
08:00-09:00	台北→基隆港	車程
09:00-10:00	陽明文化藝術館	一場與海洋文化的精彩邂逅…
10:00-10:20	基隆港→基隆嶼	簡介基隆港、沿岸海流、基隆嶼地形
10:20-11:40	基隆嶼環島步道	主題 1:火山岩與火山地形 主題 2:植物生態 主題 3:人文景觀
11:50-12:10	基隆嶼→基隆港	海上眺望和平島、基隆港、基隆火山群
12:10-13:30	午餐	
13:30-14:00	前往和平島	養精蓄銳
14:00-16:30	和平島地質公園	探訪美麗的沉積岩世界
17:30~19:30	返程	



圖一 全體學員於陽明文化藝術館前合影(何樹根 攝)

* 富國技術工程股份有限公司



圖二 基隆嶼環島步道可清楚眺望和平島、基隆港、基隆火山群地形 (高秋振 攝)



圖三 學員於環島步道眺望對岸地形 (高秋振 攝)



圖四 島上環島步道穿越之隧道 (高秋振 攝)



圖五 踏勘島上的岩層露頭 (高秋振 攝)



圖六 海上眺望基隆嶼優美的外型 (高秋振 攝)

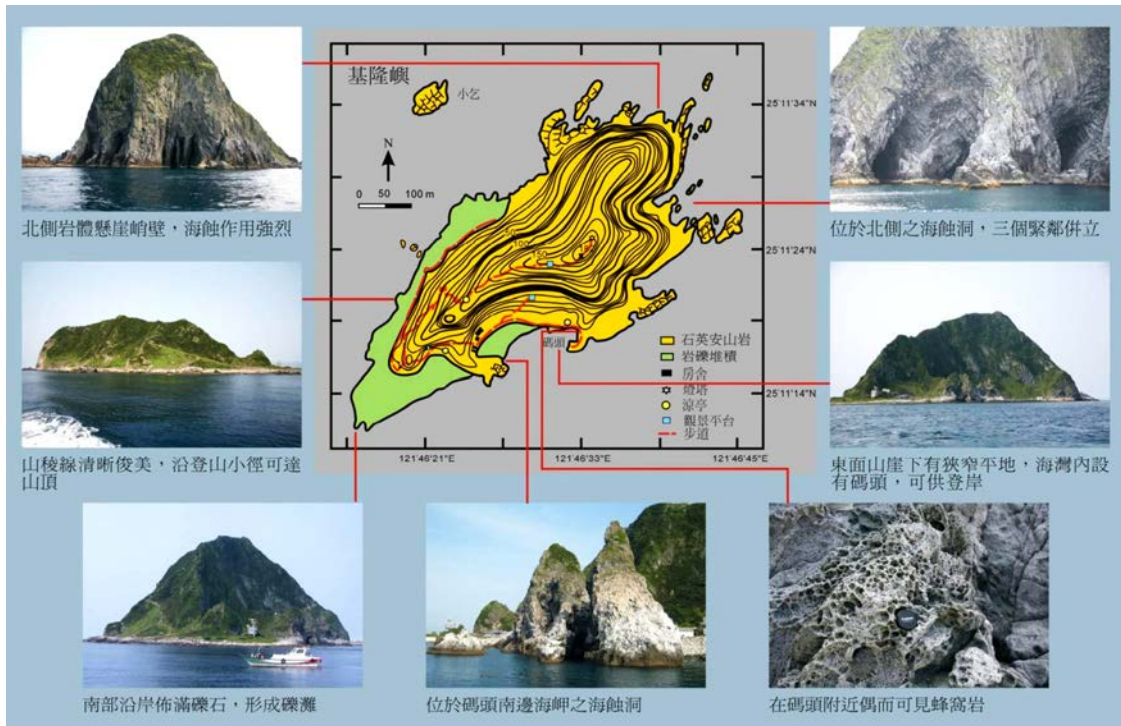
二、基隆嶼地質探訪

基隆嶼，是北台灣最鮮明的島嶼地標，也是各國船隻航行進出基隆港的指標，與基隆朝夕相伴。堅硬的火山岩形成一片以斷崖、陡坡為主的地形，幾無平地(圖七)。遠觀基隆嶼，仿如鯨魚般優美的拋物線外型使其成為基隆八景之一。

臺灣自北緯二十四度起，在花蓮以東有一東西走向厚約五十公里的地震帶向北傾斜，這可以代表

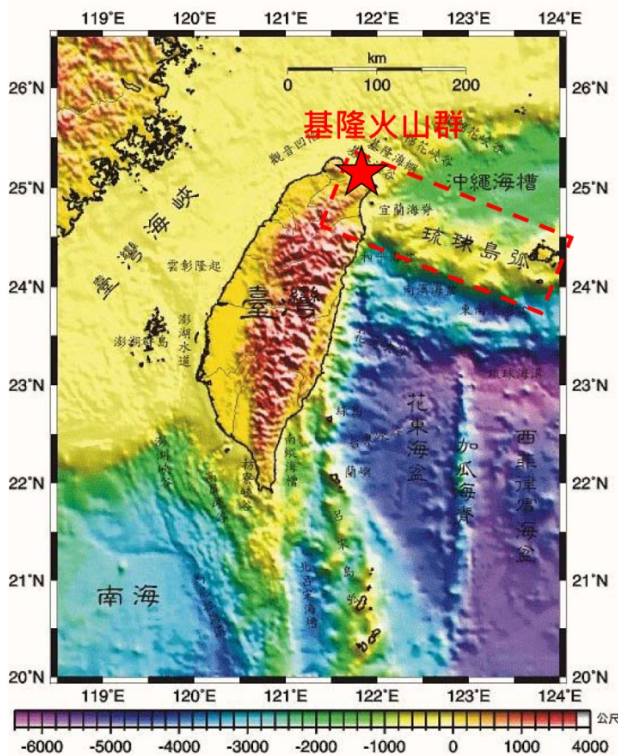
琉球弧的班氏地震帶。在這個地震帶傾斜到深約一百五十公里處，向上可以達到大屯火山群，包括基隆火山群、基隆嶼、龜山島、花瓶嶼、棉花嶼、彭佳嶼等也都屬於琉球島弧火山帶上的火山體(圖八)。

根據鉀氬定年法，基隆火山群噴發年代為130-90萬年(屬第四紀更新世)，其中矗立於基隆東北外海的基隆嶼，約在102萬年前形成。探索基隆嶼的形成，可一窺台灣北部造山與火山活動的奧秘。

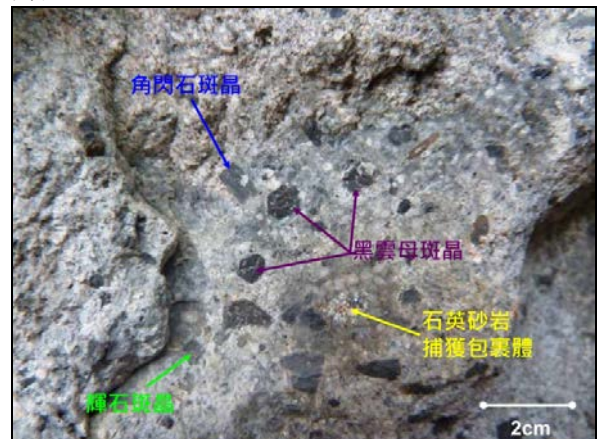


圖七 基隆嶼之海景觀岸地形與海蝕 (資料來源：何恭算等人(2009)，彭佳嶼、棉花嶼、花瓶嶼及基隆嶼之地質與地形資源)

基隆嶼原來可能為基隆火山群的一分子，為一岩脈狀火成岩體，因周圍沉積岩層被剝削殆盡，本岩體遂露出於水中，後因地盤上升而露出海面。因此目前基隆嶼為一大塊岩漿凝固而成的「脈狀火成岩體」，岩性為石英安山岩。一般來說，安山岩中較容易見到輝石斑晶與角閃石斑晶，基隆嶼安山岩的特色是含有大型黑雲母斑晶，以及岩漿上升過程中捕獲的石英砂岩包裹體(圖九)。粗粒石英顆粒與大顆六角柱狀黑雲母斑晶，最大可達 2 公分，十分稀有。



圖八 台灣周圍地形圖(丁禕技師基隆嶼講義)



圖九 基隆嶼露頭上可觀察到的結晶顆粒(丁禕技師基隆嶼講義)

由於基隆嶼為岩漿黏滯度較高之火成岩體，堅硬的石英安山岩及海岸侵蝕作用而形成一片以斷崖、陡坡為主的地形，九成以上陸地之坡度超過60%(圖十~十四)。因此除了島嶼南部沿岸礫灘設置有環島步道(其實並無完全環島)外，另僅有一條登山步道可達山頂(圖十五)，但因本次活動登島時間有限，並無機會可挑戰登頂，為此行部份學員心存小小之遺憾。

基隆嶼目前無人居住，早年為軍事重地，由島上遺留的日軍殉職碑、燈塔、土地祠等，可一探其

人文歷史。島上茂密的植被與特有種動植物--例如罕見的火山螃蟹，更增添基隆嶼豐富的生態景觀。

春季時島上滿山遍野的野百合，為基隆嶼贏得百合之島美譽。因本次活動已進入夏季，僅可見野百合花謝後留存之果實，但仍有族群數量甚多的北部海濱台灣原生植物--例如基隆蠅子草、雙花蟛蜞菊、密花黃堇、臺灣佛甲草、海埔姜、日本前胡等(圖十六)，以及一些不知名的野花綻放。此外，根據基隆嶼登島旅遊資訊，秋季尚可欣賞台灣極為珍貴並已列為嚴重瀕臨滅絕的野花--金花石蒜。



圖十 基隆嶼北側之海蝕洞與岩層節理(高秋振 攝)



圖十一 石英安山岩所構成基隆嶼及碼頭(何樹根 攝)



圖十二 基隆嶼的石英安山岩層露頭(何樹根 攝)



圖十三 石英安山岩近照(何樹根 攝)



圖十四 小乞礁的節理相當發達且近乎垂直(高秋振 攝)



圖十五 基隆嶼之登山步道(高秋振 攝)



密花黃堇



雙花鮭琪菊



基隆蠅子草



海埔姜(又稱蔓荊)



臺灣佛甲草(又稱石板菜)



日本前胡(又稱防風)

圖十六 基隆嶼之野花 (高秋振 攝)

三、和平島地質探訪

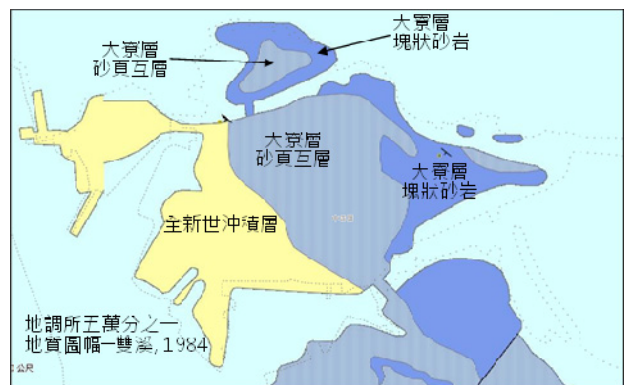
和平島為離台灣最近的離島，位居基隆港咽喉，形成一天然屏障阻擋風浪，使基隆港成為一不可多得的天然良港。島上出露兩千萬年前沉積於海底的大寮層(圖十七)，含豐富化石以及海蝕地形，如海蝕平台、海蝕崖、海蝕溝、萬人堆、蕈狀岩、豆腐岩、蜂窩岩及風化窗等奇岸怪石的景觀，為一精彩的野外地質天然教室(圖十八)，與同為大寮層的野柳海岬系出同門，相互輝映。

和平島上的海蝕平台十分發達，低潮時裸露出來的面積相當廣闊(圖十九)，漲潮時整片的海蝕平台完全被海水淹沒(圖廿)。在每天二次的漲退潮間形成寬闊的潮間帶，有各式各樣的海濱生物，甚至鳥類都賴以維生。該處不僅可一探海蝕平台的奧妙，更是觀看濱海生物的優良地點。

大寮層由市川雄一於1930年命名，本層出露在木山層之上，石底層之下。標準出露地點在新北市三峽區附近。在台灣北部和標準地點，大寮層由厚層塊狀砂岩和砂岩與粉砂質頁岩互層所構成。年代為中新世早期約二千萬年前，沉積環境為海相，故於砂岩內可見到貝類實體化石與生痕化石(圖廿五)。

除此之外，具有歷史意義的天顯宮、番字洞，以及島上各色濱海植物(圖廿三)，還有豐富的鳥類生態，都是和平島引人入勝之處。

丁禱技師引導學員們觀察沉積岩的特性、構造、海蝕地形等。雖然天氣晴朗炎熱，但完全阻止不了大夥熱情的學習動力，大家認真地聽解說、拍照、上前觀察，精神十分可佩(圖廿一)。



圖十七 和平島地質圖 (丁禱 技師講義)



圖十八 和平島地質天然教室 (何樹根 攝)

沿著海蝕崖邊緣步道緩緩上行，抵達一觀景亭(圖廿二)，除了可遠眺基隆嶼外，自高處鳥瞰和平島大地的神奇景觀，也有另一番感動。該觀景亭是島上觀看夕陽的最佳地點，全員並在觀景亭前留下美麗的合影(圖廿四)後結束了此次的地質考察活動。



空心蓮子草 茅毛珍珠菜 射干
圖廿三 和平島之野花 (高秋振 攝)

四、結語

本次地工技術基金會細心籌畫之工程地質研討會探勘活動，雖然僅是短暫的一天，但充實的行程中，飽覽了基隆嶼及和平島的天然地質奇特景觀，讓眾人畢生難忘。

此外，在年輕活潑的丁禕技師生動的講解下，讓與會成員滿載而歸。最後，根據丁禕技師蒐集之相關資料以及沿途精采詳細的解說，特整理一些和平島特殊景觀及解說，如圖廿五~三十二。



圖十九 和平島海蝕平台低潮時 (何樹根 攝)



圖廿 和平島海蝕平台漲潮時 (丁禕 技師講義)



圖廿一 學員們觀察沉積岩的特性 (高秋振 攝)



圖廿二 和平島觀景亭 (高秋振 攝)



圖廿四 全體學員於和平島合影 (何樹根 攝)



圖廿五 和平島生痕化石--攝食構造 (何樹根 攝)



圖廿六 和平島結核(石珠)構造 (高秋振 攝)



圖廿七 和平島蜂窩岩構造 (高秋振 攝)



圖廿八 和平島蕈狀岩構造 (何樹根 攝)



圖廿九 和平島豆腐岩--千疊敷 (高秋振 攝)



圖三十 和平島海蝕溝 (高秋振 攝)



圖三十一 和平島蕃字洞外觀 (高秋振 攝)



圖三十二 和平島蕃字洞內壁 (高秋振 攝)

和平島特殊景觀及解說：

1. **生痕化石**:大寮層砂岩沉積環境水深約 10 至 20 公尺。當時海床上住著許多生物，在砂岩中留下豐富的生痕化石。這些具有管壁生痕化石，都是古代生物的「家」。生物住在海底疏鬆的砂層中，必須固定房子周圍的沙，避免周圍疏鬆的沙塌陷、慘遭掩埋。因此，生物會分泌出黏液將沙膠結，形成堅固的管壁，或是製造沙球貼在管壁上，加強鞏固房子。

2. **結核(石珠)**:鬆散的沈積物掩埋之後，會逐漸被外來或新生成的礦物膠結成堅硬的岩石，這個過程稱為「成岩作用」。但是，這些膠結沈積物的物質有時會集中在某處沈澱下來，使得部份岩石格外堅硬，即是結核。這種膠結岩石的物質，最常見的就是碳酸鈣，礦物名稱是方解石，少部份是氧化鐵（褐鐵礦）。當岩層裸露出地表，結核就比較不易被侵蝕，特別突出在岩石的表面。結核依不同的外形，狀如珠狀者稱石珠，狀如老薑者稱薑石。

3. **蜂窩岩**:蜂窩岩所進行的風化侵蝕作用有兩種，一是凹洞中集積雨水或海水，經常含有有機物或海水蒸發後產生的結晶鹽粒，有機物腐壞後形成有機酸，而使得圓洞中的水變酸性，酸性的水逐漸溶蝕圓洞周邊的岩石，結晶鹽粒也會破壞岩石的表面，使圓洞的岩石產生化學性的破壞。另一是凹洞的積水會造成日夜溫差變大，也會造成凹洞周圍岩石物理性的破壞。

4. **蕈狀岩**:蕈狀岩外觀像蘑菇，頂部厚厚圓圓，下部則較細。仔細觀察可發現蘑菇頭都位在同一層傾斜的砂岩中，頸部的砂岩則是蘑菇頭砂岩下面的另一層砂岩。蘑菇頭部的砂岩比頸部的砂岩堅硬、較不容易受到風化侵蝕，所以比較大，頸部砂岩相對較軟，也就被侵蝕得較細。和平島公園最北側布滿蕈狀岩，似一個人形，被稱做萬人堆。

5. **豆腐岩--千疊敷**:日本人比喻此種景觀好像一層層鋪好的榻榻米，稱之為「千疊敷」。如果薄砂岩的厚度大，則可能形成豆腐岩。豆腐岩是由兩個呈近乎垂直方向的節理切割造成。節理是岩石受到應力擠壓、或是解壓造成張力時，產生的規律破裂面。一個應力造成兩個不同方向的破裂面，稱為共軛節理。海岸區域豆腐岩互相垂直的節理非常清晰，主要因海浪長期沿著節理面的裂隙向下挖蝕所造成。

6. **海蝕溝**:海蝕溝成因有二：1. 與岩石本身的軟硬有關，2. 與岩石弱面有關。因岩石軟硬差異造成者，規模較大，又稱沖蝕溝或沖蝕海灣。這是因為岩層中有堅硬的厚層砂岩，也有鬆軟的泥岩，砂岩抵擋侵蝕、延伸入海，形成小海岬，鬆軟的泥岩被沖蝕後退，形成沖蝕溝。沖蝕溝若繼續擴大，就會形成沖蝕海灣。和平島的海蝕溝多為節理造成，海浪沿著垂直海岸線的節理加速侵蝕，逐漸將其擴大成凹溝，形成一條條海蝕溝。

7. **海蝕洞**:形成的原因為在濱線高度的地方海水波浪拍打淘洗海岸岩石時，由於有些岩石脆弱易崩；有些則節理發達，海水順著這些脆弱地帶深入侵蝕，便造成了海蝕溝或海蝕洞。因此，在海邊如果看到有海蝕洞存在於現在濱線以上的高度，表示陸地的相對上升，或是海水面的相對下降。

蕃字洞為一海蝕洞，傳說為鄭成功攻退荷蘭人時，荷蘭人的最後據點。洞內岩壁曾刻有荷蘭文字，幾百年來受強勁的東北季風吹襲，洞內文字已風化剝落，原有荷蘭文字早已消失。這裡又曾被和平島的國軍利用做為碉堡，加上歷年來好奇一遊的遊客觸摸及塗鴉，或有故意塗寫外國文字，以混淆視聽。蕃字洞的傳言是否屬實，已難考證。

後記

地工技術研究發展基金會為調查學員對本次活動之寶貴意見，以作為下次繼續舉辦工程地質研討會參考，特地設計了問卷調查表，回覆問卷之統計，建議適合舉辦工程地質研討會地點如下：

1. 國內：中橫、草嶺、澎湖、杉林溪、花瓶嶼、棉花嶼、彭佳嶼、觀霧大霸尖山、頭前溪新城斷層。或考慮對台北盆地附近中新世地層(如五指山層、木山層、安山岩塊層、公館凝灰岩等等)作一序列特性介紹，讓工程人員了解這些不同年代及沉積環境之地層及岩石特色，以增加大地工程師之坡地防災之概念。

2. 國外：黃山、九寨溝、日本琉球。