

教育部 100 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：東海岸的淨土—豐濱鄉特殊教學資源之調查與開發研究

主持人：張淑晴

E-mail：c8hlin@gmail.com

共同主持人：廖哲毅

執行單位：花蓮縣豐濱國民中學

一、計畫目的

1. 以研究區各特殊景點為主軸，配合九年一貫「自然與生活科技」所接襲的內容要項：地球物質組成（110）、地表與地殼變動（210）、地層與化石（320）、天然災害與防治（420）、資源保育與利用（512）、能源開發與利用（512），及科學之美（521），在田野尋出具探究式的露頭（out crop），輯成取材要項。
2. 用探究式能力培養精神，選出本研究區精髓的大地構造和地形景觀，編擬一套前瞻性戶外教學（野外考察）手冊，以達到直接的、有目的的活性教材。
3. 以本區海岸山脈及海岸帶為素材，透過田野調查，挑出最具代表性之地質、地形特殊景點，融入認知心理學觀點，編輯具有區域特性、科學含意，且能廣為大眾接受之原創性與實用性教材，用指引模式呈現。
4. 室內試教及田野實察，能擴大社區學生及民眾對自然生態及文化資產之參與與識覺，建立地方熱愛鄉土、襟懷自然的目的。
5. 本計劃擬開發生動活潑且具深度之多媒體乙輯，分別以簡潔文字、生動圖片、照片，佐以動畫（flash）影片呈現，以達到教學、觀光、宣導等多元化目標。
6. 自我評估能力的培養與判斷，由本地地質海洋所呈現之活樣本，深入探究並形成判斷價值，才不致使社區民眾為「日本海嘯會不會打到豐濱」而惶恐不安（日本大海嘯後居民曾有些恐懼）。
7. 社區民眾對自身家園之珍貴地景經營管理之參與並與東管處溝通合作做策略的達成。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

1. 執行單位對計畫支援情形：學校全力支持此研究計畫，尤其是校長更是不時給予鼓勵及幫助。。
2. 參與計畫人員：
 - (1) 指導教授：李思根教授。
 - (2) 協同主持：廖哲毅。
 - (3) 研究人員：郭紹志、楊志文、陳月鳳。

三、研究方法

1. 資料蒐集、整理：彙整本調查有關各項基本資料，如報告、論著、政府機構文件、網路統計等。整理本研究區相關中外著作頗多，但須加淘選、統整，作本研究團隊基礎調查參考。
2. 地圖判析：含地質(中央地調所)、地形(聯勤及農林航空測量隊)、遙測(空照)、DTM 數值模型及水利署、水保局、林務局等單位施工計畫、google 圖網等。
3. 九年一貫課程目標(科學概念、技能、態度等)之界定，使課程目標、能力指標與研發教材互相呼應。
4. 田野調查：研究小組研議計畫路線—(1) 北線：北起芳寮、經磯崎、新社、東興、豐濱。(2)南線：自豐濱、立德、石門、石梯、長虹橋、大峰峰，二路線以豐濱溪為界。作全區域基礎調查，並攜帶地圖、地質羅盤、GPS、I Phone 4GS(Google earth)、採集袋及調查表等。表內主要列出時間、地點、教材類型或主題、概念及應用性等。經篩選、討論編輯成教材細目。田野調查約 4~5 次，其中至少有 1~2 次讓學生(7~8 年級) 與家長參加，並特別加強安全。在野外實察時，隨機作形成性評量(formative evaluation)，以為嗣後編擬教案活動設計參考。
5. 小組工作進度研討：計畫小組至少每三月集會一次，討論有關工作事項及進度。
6. 規劃設計以調查地區自然景觀及其所形塑之特殊地質、地形現象、敏感區與土地利用現況，輯成生動活潑之環境教育統整課程，盡量以圖表、照片、寫生(學生)等多面向空間形式呈現，並開發多媒體教材來增加課程魅力。
7. 教材經本校或其他學校試用修正後定稿。
8. 耆老詢問：詢問部落耆老以瞭部落史跡文化。

四、執行進度 (請評估目前完成的百分比)

本研究目前已進行三次野外實察，正在建立地質地形特殊教學資源的淘選及製圖建檔之工作。完成進度大約 50%。

(一) 基礎調查：

豐濱鄉地處花東海岸中段，東臨太平洋、西襟海岸山，在大地構造上，乃海陸板塊形塑之造山帶，幾千年來，孕育了阿美族人討海為生的文化搖籃。由於在新期構造運動中，本區是台灣活動能量最活躍地區之一；且在地史上菲律賓海板塊隱沒至琉球海溝，是造成本島地殼變動的發動機，也是本年 3.11 日本大地震(海嘯)的罪魁之一，其重要性，自不待言。

豐濱地區現為花蓮阿美族最大分佈地，他們屬於渡海而來南島文化的一支，「靠山吃山，靠海吃海」；自然條件包括山間盆地、沖積扇、海階、珊瑚礁原、化石、港灣等，除了讓居民安身立命，也有緊密的人地互動及文化特色。

經初步了解，本研究區內具有火山、沈積、變質三種岩相和斷層、褶皺等地質構造，石梯坪地質公園的凝灰岩與火山角礫岩(陸性噴發)、石門火山角

礫岩（淺海噴發），來自石英火山與生物碎屑物質的蕃薯寮層，以及八里灣層的礫岩砂頁岩互層各具特色；又有來自深海沖積扇的水璉礫岩（變質岩）和海洋板塊衝撞的利吉混同層（外來岩塊），自然資源豐富而多樣。

(二) 石門、石梯坪特殊教學資源：

1. 石門地質：本景點經緯度座標為 $121^{\circ} 30' 37'' E$ 、 $23^{\circ} 30' 27'' N$ ，位於豐濱以南，大港口以北，省道台 11 線 62K 附近，以一個外觀似門的海拱而得名。並以約 200 公尺寬的隆起低階海蝕平台、海蝕凹壁為特徵，地層屬於都巒山層，岩性以火山碎屑岩為主，夾雜一些柱狀安山岩。觀察重點為 (1) 火山所噴出的固態碎屑物質，形成外表類似花生糖的火山角礫岩。(2) 火山口噴發出來的岩漿熔液，冷卻時形成塊狀的安山岩柱狀節理。



2. 海蝕石門：海蝕洞繼續被海水侵蝕，終於貫穿岬角，形如拱門，稱為海蝕石門。本景點的海蝕門為沿火山角礫岩的節理發育而成，洞寬 18 公尺，高 5 公尺，有三個出口，可稱為「三孔型海拱」。根據實際觀測，海蝕石門的 A 洞寬度最大，洞口走向 146° ；B 洞寬度次之，洞口走向 311° ；C 洞寬度最小，洞口走向 60° 。侵蝕營力為季風鼓動風浪所產生，主要營力為西南季風與黑潮形成的共伴效應，次要營力為東北季風風浪。周遭並可觀察海蝕地形數個階段的演育，包括：海蝕崖、海蝕凹壁、海蝕溝、海蝕洞、海蝕石門、海蝕柱、海蝕平台。



3. 石梯坪火山碎屑岩：本景點經緯度座標為 $121^{\circ} 30' 39'' E$ 、 $23^{\circ} 29' 32'' N$ ，位於石梯港南側，省道台 11 線 64K 附近，是一處寬闊的隆起低階海蝕平台，地層屬於都巒山層，岩性以火山凝灰岩為主。教學重點為 (1) 火山凝灰岩。(2) 凝灰質角礫岩。(3) 火山角礫岩。(4) 火山碎屑：包括火山塵、火山灰、火山礫、火山塊、火山彈。



4. 石梯坪珊瑚礁與凝灰岩：此景點仍位於石梯坪海蝕平台，觀察重點在於珊瑚礁

與凝灰岩二種岩類的辨識。

(1) 珊瑚礁：由海洋生物殘骸沈積而成，滴鹽酸，會產生 CO_2 ，冒泡泡。(2) 凝灰岩：由火山灰冷凝固結而成，滴鹽酸，不產生 CO_2 ，不冒泡。



5. 石梯坪的壺穴：本景點經緯度座標為 $121^{\circ} 30' 34'' \text{ E}$ 、 $23^{\circ} 30' 39'' \text{ N}$ 。此區有各類型的海成壺穴，包括單一壺穴、聯合壺穴、複式壺穴、壺溝等。其中最特別的就是「葦狀壺穴」了，是一種外型像柱子狀的壺穴。演育過程如下：①火山凝灰岩地層在海平面附近受侵蝕產生壺穴。②海洋生物進入壺穴穴壁四周生長。③地盤上升，壺穴離開海平面。④壺穴所積雨水溶解穴壁的生物礁層，向四周滲透，使壺穴膠結力加強。⑤經過差異侵蝕，壺穴四周較耐蝕而凸出。⑥壺穴內積土填滿，並長出植物。



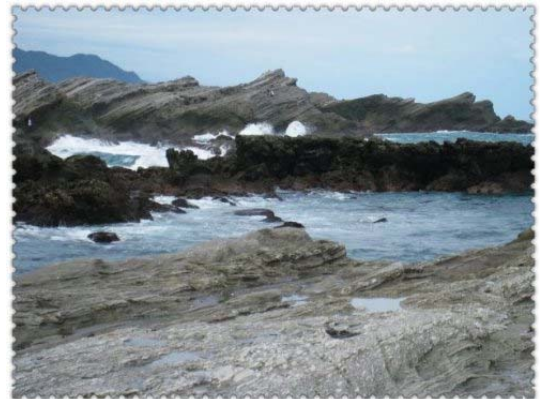
6. 石梯坪侵蝕地形：本景點位於前一景點偏南邊一點

點，因石梯坪是一處凸出海岸的海蝕平台，北、東、南面都受到強烈的海浪侵蝕以及其他侵蝕力量，故可觀察到各種類型的海蝕地形及溶蝕盤。此處海蝕地形種類包



括：(1) 海蝕凹壁、(2) 海蝕溝、(3) 海蝕洞、(4) 海蝕石門、(5) 海蝕平台等。

7. 石梯坪斷層、單面山：本景點位於石梯坪單面山北側的洗衣板波蝕棚處，可觀察單面山的差異侵蝕。「單面山」是一連串的一側為緩坡、一側為陡坡的小地形。由實際觀察可知陡坡為東側，緩坡為西側，此地的單面山由「差異侵蝕」所造成，抗蝕力較強的硬岩為凝灰質角礫岩，抗蝕力較弱的軟岩為火山凝灰岩。另可觀察到紫蘇輝石安山岩火山彈被擠破、錯位而產生的小斷層，分類屬於左移斷層，為一做為斷層教學形成性評量的良好地點。



8. 階狀錯移：本景點經緯度座標為 $121^{\circ} 30' 43'' E$ 、 $23^{\circ} 28' 57'' N$ 。所謂階狀錯移乃原來水平地層產生一連串斷裂錯動（滑褶），觀察重點：（1）原來連在一起的水平地層產生斷裂，即火山碎屑岩和凝灰岩斷錯後呈階狀外型。（2）所有錯斷（小斷層）都是左低右高，呈階狀排列。（3）左邊是逆斷層，右邊變正斷層，它是板塊長期受擠壓，使地層錯斷的鐵證。



9. 海濱生物：本景點經緯度座標為 $121^{\circ} 30' 45'' E$ 、 $23^{\circ} 29' 0'' N$ 。潮間帶是指每天漲潮到頂與退潮到底的高潮線、低潮線之間的區域。潮間帶的自然環境充滿了挑戰，具有乾濕差異大、海浪衝擊力強、溶氧量充足、營養豐富等條件。漫步期間，可觀察到數量眾多的石蚶、石蠶、藤壺、玉黍螺、蜃螺、陽燧足、寄居蟹等海洋生物。



（三）「豐濱踏查記」戶外教學：

1. 教材標寫理念：同學們在課程中所認知的豐濱鄉自然環境，往往過於零碎與片段，缺乏整體的概念，並且對周遭珍貴的自然資源視若無睹，無法得知精彩的演育歷史。但是壯麗的山川大地是動態的演變歷程，本教材將此種歷程以建構主義的理念操作解說，作成一個有層次結構和系統脈絡的學習材料，使學生對本區特殊教學資源的演育構造更能心領神會。
2. 戶外教學活動設計：（見附錄）。

五、預期成果

1. 本省各級學校（含中小學）、及大專院校，凡修習與地球科學相關（地質、地形、地理、礦冶、海洋、生物、觀光）科系學生，花東海岸為必選之地，本研究可提供一簡賅之參考教材。
2. 中外各型觀光客，可列為熱門資料。
3. 本區地質之旅方興未艾，交通部東管處、縣府觀光局、鄉公所乃至鐵路局工務段、水保局等單位，提供客觀、前瞻的參考資訊。
4. 本教材對敏感區之初探，可作各級學校及相關單位借鏡。
5. 豐濱鄉忝為國家地質公園所在地，故對本區大環境作紮實研究、通盤了解，為社

區參與、公共決策跨出重要第一步。

六、檢討

1. 本研究區交通梗阻、山海險峻，倍增基礎調查的變因，而本區具備科學探究精神的地質、地形資源遍拾即是，期待日後能有更多研究投入。

附錄、「豐濱踏查記」戶外教學活動設計

一、單元目標

1. 能瞭解海岸山脈地層的生成背景與自然環境。
2. 能探索石門、石梯坪地區的自然景觀與地形面變化。
3. 能培養適當的環境態度與永續發展的觀念。

二、能力指標

1. 自然 1-4-3-2 依資料推測其屬性及其因果關係。
2. 自然 2-4-3-2 知道地球的地貌改變與板塊構造學說；岩石圈、水圈、大氣圈、生物圈的變動及彼此如何交互影響。
3. 自然 3-4-0-7 察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關證據、邏輯推論及運用想像來構思假說和解釋數據。
4. 自然 5-4-1-1 知道細心的觀察以及嚴謹的思辨，才能獲得可信的知識。
5. 海洋教育 1-4-4 瞭解海岸型觀光資源，拓展自己可參與親海休閒活動。

三、教學對象：國中七一八年級學生。

四、教學過程

教學流程	教學時間	教學資源	教學評量
<p>一、準備活動</p> <p>豐濱鄉位於花蓮縣濱海東南部，以優美的山河海構成花蓮著名的旅遊風景線。藉著這個機會，讓我們好好地觀察豐濱一路的美好風景吧！</p> <p>活動一、海岸山脈地史</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 應用時間或空間關係：運用學習手冊封面地圖，圈出石門、石梯坪的位置，並運用彩虹筆將五種地質區塗上不同顏色。 2. 分類：能辨別海岸山脈五種地層的岩類及組成物質。 3. 推理：能排列出本區岩類的排序、火山噴發的排序、地層的先後排序。 4. 測量：能量出奇美斷層、大港口斷層的走向。 5. 推理：能知曉斷層走向受到菲律賓板塊擠壓的應力操控。 6. 蒐集資料：學生利用一週時間蒐集下列資料：海蝕石門、海蝕洞、海蝕平台、火山角礫岩、火山凝灰岩、單面山、壺穴、溶蝕盤。 	1 節課	地圖 泡棉地層模型 指北針 學習單	聆聽態度 實際操作 討論發表

<p>7. 傳達：學生報告、師生討論上列地景的特徵與意義。</p>	1 節課		
<p>二、發展活動</p>			
<p>活動二、石門地質</p>			
<p>1. 分類：能辨別柱狀玄武岩與火山碎屑岩二種岩類的外型與噴發產物。</p> <p>2. 推理：能推知上述二種岩類的噴發類型與危險程度的差別。</p> <p>3. 觀察：能觀察岩石照片的特徵，判斷此地岩類為火山角礫岩。</p>	1 小時	大字報 學習單 採集袋	聆聽態度 細心觀察
<p>活動三、海蝕石門</p>			
<p>1. 分類：能辨別七種海蝕地形的差異，並找出石門附近出現的海蝕地形。</p> <p>2. 預測：海蝕石門不會繼續被侵蝕，因為地盤隆起，已遠離濱線。</p> <p>3. 推理：由海蝕洞 A 洞洞口寬度大於高度，可得知海浪沿著橫向節理侵蝕而成。</p> <p>4. 推理：由海蝕洞 A 洞、B 洞洞口走向，得知主要營力的風浪由東南方侵蝕，為西南季風與黑潮的共伴效應；由海蝕洞 C 洞洞口走向，得知次要營力是東北季風所鼓動。</p> <p>5. 應用數字：計算石門地層上升的平均高度為 5mm/yr。</p> <p>6. 推理：能推知台灣陸地上升主要的營力來自菲律賓海洋板塊的推擠。</p>	1 小時	大字報 學習單	聆聽態度 細心觀察 討論發表
<p>活動四、石梯坪火山碎屑岩</p>			
<p>1. 分類：能辨別火山灰、火山塵、火山礫、火山塊、火山彈等火山碎屑是由於粒徑的差異而命名。</p> <p>2. 分類：能辨別火山凝灰岩、凝灰質角礫岩、火山角礫岩的差異。</p> <p>3. 推理：為何一個地方出現三種不同岩層？火山每次噴發的物質不同，堆積而成的岩相也不同。可說明此處至少有三期的火山噴發。</p>	1 小時	大字報 學習單 採集袋	聆聽態度 細心觀察 討論發表
<p>活動五、石梯坪珊瑚礁與凝灰岩</p>			
<p>1. 分類：能辨別珊瑚礁與凝灰岩的形成來源、外表特徵與遇到酸性溶液的不同反應。</p> <p>2. 預測：能反推石頭內因含有碳酸鈣成分，所以遇酸性溶液會產生二氧化碳氣體。</p>	0.5 小時	稀鹽酸 小刀 學習單	細心觀察 實際操作
<p>活動六、石梯坪的壺穴</p>			
<p>1. 觀察：施加在蕈狀壺穴上的各種作用之證據。</p> <p>2. 傳達：能歸納出蕈狀壺穴形成過程的各個階段發展。</p>	0.5 小時	大字報 學習單	用心思考

<p>活動七、石梯坪侵蝕地形</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分類：能辨別石梯坪各種類型的侵蝕地形。 2. 傳達：說出你認為最特別的侵蝕地形及原因。 	1 小時	單 大字 報 學習 單	細心 觀察
<p>活動八、石梯坪斷層、單面山</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分類：能辨別火山彈小斷層是受到左移斷層的作用而產生位移。 2. 推理：能由差異侵蝕的地層傾角推知單面山的硬岩為凝灰質角礫岩，軟岩為火山凝灰岩。 	0.5 小時	大字 報 學習 單	細心 觀察 用心 思考
<p>活動九、海濱生物</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察：觀察潮間帶自然環境，及其特性。 2. 分類：能辨別棲息在潮間帶的海洋生物的種類，並觀察其特殊的行為。 	1 小時	大字 報 學習 單	細心 觀察
<p>三、綜合活動</p>			
<p>活動十、豐濱大富翁</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 遊戲：學生分組進行大富翁遊戲。教師在遊戲中複習此次戶外教學重要概念以及增強適當的環境態度。 	1 節 課	大字 報	討論 發表
<ol style="list-style-type: none"> 2. 教師播放戶外教學之簡報檔，回顧戶外教學點點滴滴，統整教學內容。 3. 師生分享此次戶外教學的收穫及感想。 4. 師生共同探討學習手冊之題目，澄清迷思概念。 	1 節 課	單槍 筆記 型電 腦	討論 發表