

宜蘭縣東澳地區特殊地景教學模組開發研究

目 錄

謝誌	iii
摘要	iv
壹、研究背景及目的	1
一、研究背景	1
二、研究目的	1
貳、研究方法、進度及成果效益	2
一、研究取向	2
二、研究團隊與方式	3
三、研究方法與步驟	3
四、工作進度	4
五、具體成果與效益	5
參、研究區自然環境概述	6
一、地質構造	7
二、地形景觀	11
肆、特殊教學資源之分佈與運用	17
一、第一站蘇花公路北段	17
二、第二站豆腐岬	20
三、第三站內埤海灣	23
四、第四站賊仔灣沉降海岸	29
伍、「探索東澳灣」戶外教學活動設計	31
陸、「東澳田野之歌」戶外教學活動設計	35
柒、結論與建議	39
一、結論	39
二、建議	40
捌、參考文獻	40
附錄一、「從東澳出發」戶外教學學習手冊	42
附錄二、「內埤海灘的祕密」戶外教學學習手冊	50

圖目錄

圖 2-4-1 研究計畫甘梯圖	4
圖 3-1-1 研究區地質圖	6
圖 3-1-2 蘇花公路南蘇澳層及相鄰地層路線地質圖	8
圖 3-2-1 研究區範圍地形圖	12
圖 3-2-2 華倫亭海岸分類圖	13
圖 3-2-3 蘇澳港附近地區之高度變化圖	14
圖 3-2-4 坡度與下滑力圖	15
圖 3-2-5 蘇澳港附近坡度分佈圖	16
圖 3-2-6 蘇澳港附近坡向分佈圖	17
圖 4-1-1 東澳及南方澳地區特殊礁學景點分佈圖	18
圖 4-2-1 豆腐岬考察景點分佈圖	20
圖 4-3-1 南方澳附近地質圖	24
圖 5-1-1 「從東澳出發」戶外教學課程架構圖	32
圖 6-1-1 「內埤海灘的祕密」戶外教學課程架構圖	36

表目錄

表 3-2-1 蘇澳港附近之高度統計表	14
表 3-2-2 蘇澳港附近之坡度統計表	16
表 3-2-3 蘇澳港附近之坡向統計表	17
表 4-2-1 沉積岩的變質順序	20
表 4-2-2 層理、節理、葉理、劈理與紋理比較	21
表 4-2-3 落石堆與沖積扇的差異	21

謝

誌

本研究蒙教育部國民及學前教育署專款補助，宜蘭縣教育處多方指導與鼓勵，立委孔文吉的關切與協助，尤其特助陳秋月、助理王淑珍小姐多方提供地方建設參與機會，並惠施若干礦區資料，敬致謝忱。

本校教務、輔導、總務各單位，在戶外教學及室內研習過程中多方配合，全力協助辛勞備至，感謝！

又地方家長、民意代表自動參與研習活動及戶外考察，提高並鼓舞同學學習興趣，也一併致謝。

最後，特別感謝臺北市北投、松山社區大學校長謝國清、蔡素貞鼎力支持，地質學程班班長張隆吉(北投)、曹中嫦(松山)以及全體學員，協助田野工作及建設性建議，辛苦啦！

宜蘭縣東澳地區特殊地景教學模組開發研究

摘要

本研究依 103 學年度教育部中小學科學教育計劃專案補助而實施，以宜蘭縣東澳至蘇澳(南方澳)地區為場域，參酌泰雅原民文化背景及心理特質，將東澳北方之蘇澳港一帶，依教學資源之特性及交通易達性為依循，將敏感潛勢區、沉降海岸、陸連島、連島沙洲、變質構造及斷層、褶皺等地層變動現象，系統化調查登錄。並轉化為原創性、鄉土性、科學性之活性教材，編擬多功能的特殊教學景點介紹(配合多媒體)、戶外教學活動設計及教學評量，其功能相當於環境教育之指引、教本和習作，發揮學校本位且能推廣應用之教學模組。

本研究計開發出大坑橋崩塌(東澳嶺斷層、順向坡)、南方澳觀景臺(沉降海岸、陸連島、沙頸岬、漁港、筆架山)、豆腐岬(蝕餘殘丘、板岩、硬頁岩、片麻岩、大理岩等岩理及習性)、內埤海灘(細礫灘、海穴、海灣、破浪線近危險大)、賊仔灣(顯礁、海穴、潟湖、包裹體、蠕脈狀石英脈、斷層擦痕(鱗片狀擦痕)、聯合崖錐等特殊教學資源，皆屬具啟發性之科學田野實察。

依據田野調查所得，本研究區除蘇花公路北段易山崩區段為災害教學景點外，其餘皆為臺灣典型之下沉海岸景觀，及蓬萊造山運動之高剪應力變質帶，地質變化劇烈且富多樣性。

本研究列舉 4 處戶外教學範例及評量，以建立鄉土教學模組的完整性。

關鍵字： 敏感潛勢區 沉降海岸 陸連島 連島沙洲 顯礁 斷層擦痕
海灣

壹、研究背景及目的

本研究以宜蘭縣南澳鄉東澳至蘇澳(南方澳)地區為鄉土教學資源調查區，並設計具有探究精神之教學活動。以下略敘研究背景及目的。

一、研究背景

南澳地區為臺灣泰雅族原民世居地，西依中央山地、東臨太平洋，本地區之河谷平原與海岸扇洲為聚落、人口密集所在。

本研究區以南澳鄉東澳村附近蘇澳港一帶沉降海岸為範圍，大致涵蓋東澳村東澳北溪及南方澳海岸地區。經濟活動以開礦及早作為主。本區交通阻梗，北迴線自強、莒光等快車都不停，但山川、海洋、林礦資源豐富，尤其戶外教學精彩無比，深具開發潛力。若以戶外教學模組呈現，將會令人耳目一新。

近日蘇花改通過武塔村因開挖兩處新隧道，地下水源源湧出，致使隧道下游居民農地缺水，本研究特予以協助解決。顯然工程單位及政府官員對原民文化認知不足。土地開發與原民思維如何相容？為本研究重要動機。

最近行政院農委會通過農村再生條例，其政策方針揭櫫三大主軸，其中「健康農村」中明訂「人與土地和諧共生」、「生態永續」等理念，乃本研究重要動機之一。

二、研究目的

本研究之主要目的，可簡扼為如下數者：

1. 本研究擬將臺灣東部最主要的沉降海岸所形塑之蘇澳港，作地毯式之基礎調查，並以特殊地質、地形、海岸、植被為主題，淘選出具科學教育之露頭，加以組合、編輯，開發出有理論依據及能應用推廣之教學模組。
2. 依九年一貫課程教學目標、能力指標，訂定教材選取準則，以南方澳海岸為場域，沿交通動線開發出一套基礎性、原創性、實用及前瞻性之鄉土教材，以地質、地形、水文、土地利用、生態及自然保育為教材重點，融入原民部落文化精髓，並結合農委會農村再生條例之重點精神與鄉公所「生活、生產、生態」的三生施政計畫等。
3. 前年初東澳(20130122)北溪上游空軍雷達站產生嚴重山崩，原民立委孔文吉率村長及專家親往勘查。故軍事設施及公共工程所帶來衝激、敏感潛勢區之調查、評估，轉化成環境與自然災害教材，以符合新課程標準及能力指標：自然與生活科技—地球(社區)環境體認、生態保育、資訊科技運用；社會—地理環境認識、環境保護與實踐；綜合活動—運用校內外資源獨立設計等。

4. 達成運用基本能力，能主動觀察、描述原民與土地的正確依存關係，體認人是自然環境一部份，並主動參與、關心，對自然環境進行分享、親近、欣賞。
5. 經課堂試教，田野教學試用修正後，建立一套完整之東澳原民鄉土教材。並以基礎調查（理論架構）——教學指引；教學活動設計（方法與過程）；教學媒體（傳輸及欣賞）三者合一，開發為統整式教學模組，以達成兒童及社區人士對自然生態和文化資產深切體認及參與，建立熱愛鄉土、襟懷自然之目的。
6. 配合行政院農村再生條例政策方針、人與土地和諧共生、水土保持及防災措施等計畫要領。

貳、研究方法、步驟及成果效益

一、研究取向

研究方法除依據上列目標外，並參酌原住民學生性向、社區需求及學校發展特色。遵循現代教育建構主義及科學、技學及社會整合理念、得出以下計劃取向：

1. 南澳及東澳地區為什麼成為泰雅人麇集之處？有哪些自然條件（高山、密林、岩礦、平原、海洋）使他們安身立命？村民如何利用自然資源並反射到生活及文化特色？晚近物質文明及資訊科技對傳統部落造成何種衝激和改變。（社會需求）
2. 中央山脈東翼乃南澳造山運動所形成之本島最古老的先第三紀變質岩系，也是弧陸碰撞之造山帶、斷層帶、褶曲帶、地震帶、變質帶、溫泉帶。北側九宮里、烏岩角及南方粉鳥嶺一帶沿線奇峰異壑、猛浪險灘、山崩石滾、岩礦、生態豐富，應予系統調查及了解。（科學認知）
3. 蘇澳港區山海緊依、斷崖峭壁、交通阻絕，近年來港區大肆開發，掠奪式景觀已改變原來的自然生態，加上氣候突變，海洋生態也有重大不同，是故因應策略該為下一代編出適地適用、人地和諧、資源永續的活性教材。（環境保育）
4. 蘇花公路災變頻仍，蘇花改工程正如火如荼進行中，加上前年元月 22 日，東澳北溪空軍雷達站產生嚴重山崩。居民憂心忡忡，深恐引起山洪和土石流。是以軍事設施或公共工程與原民社區如何取得共存共榮應深入了解，化為教材。（衝激與回應）
5. 廓定環境教育概念：本研究依如下主題與概念進行：
 - （1）人是自然環境一部分，需與自然相互依存、保持和諧。
 - （2）生態平衡是提供人類與生物的生存基礎。

- (3) 礦物皆是地下發現之化學元素或化合物，是有限且不可再生資源，需合理摶節使用。
- (4) 土地、水、森林是再生資源，但需小心處理使用，才不致永久破壞。
- (5) 環境污染正加速進行，繼續擴大會造成生存危機。
- (6) 整個地球歷史在不斷改變其環境因子，如氣候、地質、地形……
- (7) 自然的存在不僅為人類，而是為所有生物。
- (8) 每個人都有責任去了解 and 保護生活周遭的環境。(環境教育)

二、研究團隊與方式

1. 研究團隊組成：由深黯泰雅族文化之校長綜縮全盤計畫進度、參與調查及審核，教務人員負責教學試用及行政工作，並加聘社區菁英參與，匯入地方意見；校外學者專家協助地質、地形、水文、生態等基礎調查，由主持人及自然科老師配合進行；另也請大地工程師、科學教師共同勘查採礦區，並加入社區發展協會、原民立委助理等提供地方意見，建立科學基礎理論架構，並轉化為活性鄉土教材。
2. 基礎調查：本研究沿蘇花公路北段、蘇澳港南端南方澳、豆腐岬等地點，找出具有特殊教學資源之露頭（符合課程標準、能力指標、迎合兒童認知心理及含環境倫理啟發性題材），選擇安全性高、交通易達者為優先，期使教材編擬有正確理論依據及精準之取材標準。

本計劃主持人將以原民文化傳承觀點，邀請曾參與蘇花高及和平水泥工業區前環評委員李教授、資深大地工程師張主任、科教新銳楊老師、國會助理松王淑珍、陳秋月及泰雅獵人農校校長松建新、東澳社區發展協會漢聲總幹事等，組成堅強研究團隊，由不同面向形塑具有深度、接納原民文化之鄉土教材。全案由主持人統籌掌握，所開發之教材由本校中高年級先行試用，全體教師分工投入。

三、研究方法與步驟

1. 資料蒐集：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。
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、交通部國工局、縣政府、鄉公所、水保局、林務局等單位施工計畫以及網路資料(google)。
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一氣呵成。
4. 田野調查：研究小組研議計畫路線：(1)蘇花公路北段大坑橋崩塌：深入調查大規模崩塌地形及相關自然災害類型與防災工程調查，輯成原創性教材。(2)南方澳海岸：系統調查北側南方澳陸連島地形、豆腐岬與灣澳、產業與自然之人地互動關係等。全區基礎調查時，並攜帶地圖、地質羅盤、平板電腦、

高性能手機、採集袋及調查表等。經篩選、討論編輯成教材細目。

田野調查約 3~4 次，其中至少有 1 次讓學童(中高年級)與家長參與，並特別加強安全措施。在野外實察時，隨機做形成性評量，以為嗣後編擬教學活動設計參考。

5. 檢討會議：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. 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，做為農村活化素材，並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. 耆老詢問：詢問部落耆老以瞭解部落史蹟文化。
8. 教材經本校或其他學校試用修正後定稿。

四、工作進度

本計畫進度大致分為工作項目、工作比重、預定進度過程等子項，內容計畫擬定資料蒐集、分析、田野調查、課程引入等。

重要工作項目	工作比重 (%)		預定進度					備註
	單計	累計	8-9月	10-11月	11-12月	1-3月	4-7月	
計畫擬定	5	5	■					
計畫細部擬定與分工研討	5	10		■				計畫工作樣圖
資料蒐集	10	20		■				
資料分析與田野調查	10	30		■	■			第一次勘定路線及找出露頭
野外實察(蘇花公路北段)	10	40			■	■		計畫工作團隊
蘇花公路北段特殊教學資源淘選、製作建檔	10	50			■	■		戶外教學及修正
九年一貫課程目標概念與能力指標引入、二、三次田野調查	10	60				■		使選取教材課程單元目標相符
第四次田野調查及戶外教學(南方澳、豆腐岬、賊仔灣)	10	70				■		戶外教學並測試形成性評量
科學概念架構建立、教材初稿擬定、第二次戶外教學活動手冊修正	15	85				■	■	配合圖表照片
試教及修正	15	100				■	■	製作 p. p. t

圖 2-4-1 計畫甘梯圖

五、具體成果及效益

- (一)由南澳鄉各部落鄉民，用泰雅族人原民觀點，開發出一套具本土意識及能推廣應用之鄉土教材，別有意義。
- (二)以東澳原民部落開發出具備 S. T. S. 精神之鄉土活性教材，使下一代原民具有宏觀之環境素養，改善災害頻繁的自然環境，其內容為基礎調查(背景資料)，特殊教學資源輯要，戶外教學活動設計、多媒體製作等，建立網站可推廣應用。
- (三)東澳村自然生態豐富，但物質經濟弱勢，如果能從周遭環境議題取材，將環境覺知和環境行為融入每個學生校園生活和風氣中，將為「生態學校」或「森林小學」奠下堅實的基礎。
- (四)本教材之敏感區類型和風險初評，能提供相關單位暨教育機構之借鏡。
- (五)本教材之內容和戶外教學活動設計，運用多媒體方式呈現，可為各界知性之旅參酌，並為原民推展之「三生」(生產、生態、生活)計畫提供素材。
- (六)農委會正全力推行農村再生計畫，本研究可做培根在地人才之活性教材。

參、研究區自然環境概述

本研究所指自然環境涵蓋地質與構造、地形與水文二者。任何鄉土性教材之開發，皆須植根於此二母體。東澳在行政上屬於南澳鄉東岳村，大都屬於中央山脈北部東翼之變質岩區，地形險阻。由於本計劃為連續第二年研究，故範圍向北擴張至蘇澳地區，而以蘇花公路北段、南方澳之內埤海岸、豆腐岬海灣以及賊仔灣等為田野調查區塊，以下試以地質構造與地形景觀，分別加以說明。

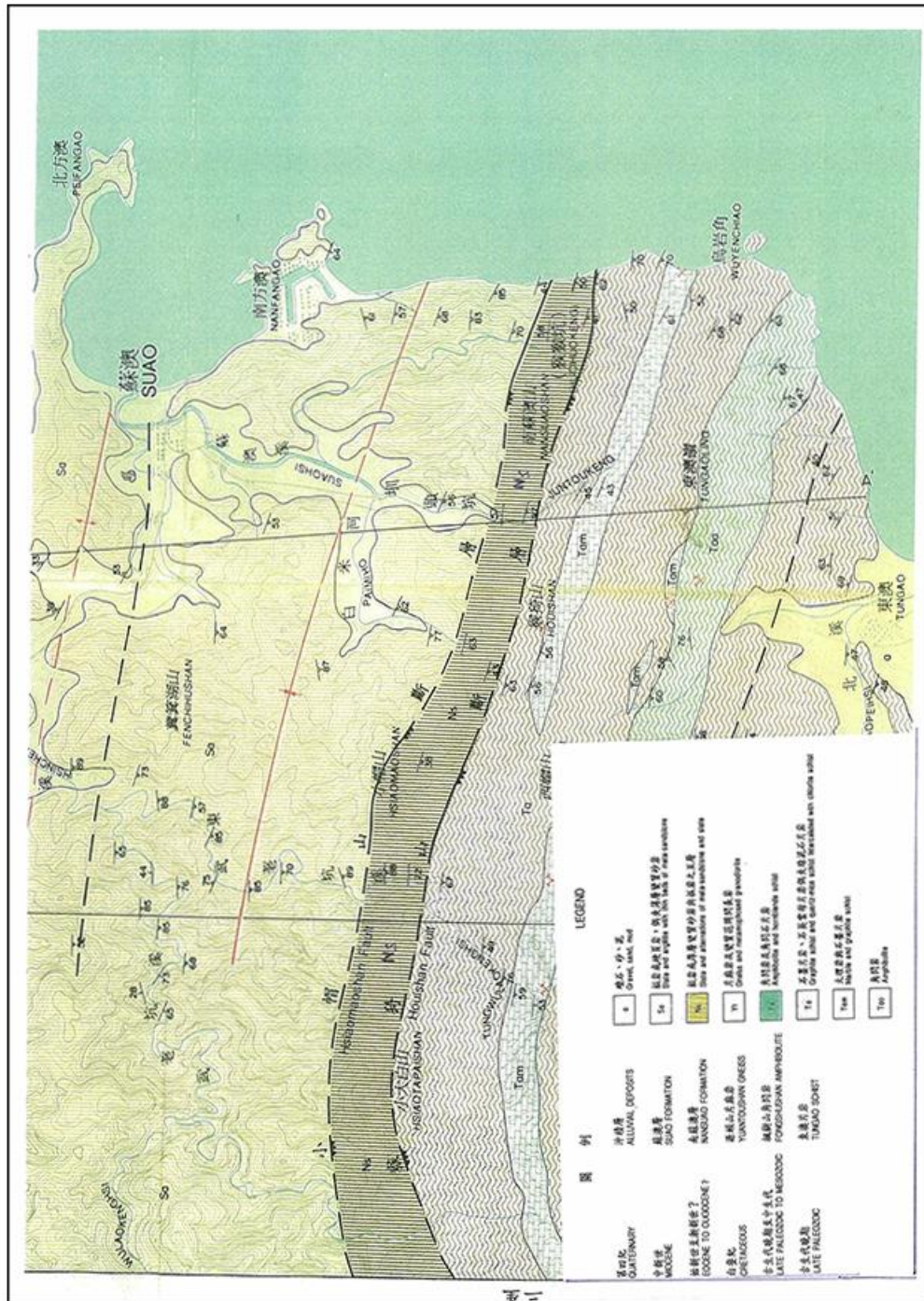


圖3-1-1 研究區地質圖

一、地質構造

本區地質構造依據中央地調所(林啟文, 1997)及田野調查所得, 可略分為地層、構造、地史等加以說明。

(一)地層

1. 東澳片岩(Ta)

分佈於蘇澳至南澳之蘇花公路上, 向西延伸至南澳北溪中游, 且於東岳村(121°50'E、24°32'N)最為標準。

本層有三種不同岩性組合, 下部出露於烏岩角至東澳漁港間, 以石墨片岩及雲母片岩為主, 中部出露烏岩角附近, 以變質燧石偶夾透鏡狀綠泥石, 向西延伸至東澳北溪上游和西帽山, 上部出露於烏岩角以北, 以石墨片岩為主。本層片狀礦物較多。

此外本層出露兩個角閃岩體, 由烏岩角向西經東澳嶺直至西帽山南麓, 南邊岩體位於楓樹山正北, 但本研究田野調查認為出露於粉鳥林一帶應為楓樹山角閃岩和角閃片岩, 本層為本區最下(老)地層。

2. 楓樹山角閃岩(FS)

本岩體形成一長 16 公里、寬約 1000 至 1500 公尺, 呈東西方向之條帶狀, 由粉鳥林海岸向西經楓樹山至南澳北溪中游。本岩體在蘇花公路及粉鳥林海岸的露頭較連續, 岩性以角閃岩與角閃石片岩為主, 主要礦物為普通角閃石、斜長石、黝簾石等。野外有三種不同的產狀: 一種有發育良好的葉理, 顏色為綠至深綠色; 一種為塊狀而未具肉眼可見之葉理, 晶體顆粒小, 呈黃綠色至灰綠色; 另一種為晶體顆粒小, 顏色呈暗綠色, 具發育良好之葉理, 此三種角閃岩常呈互層之形式, 在粉鳥林地區最為明顯。

根據以往的調查報告顯示, 角閃岩的原岩可能為輝長岩, 或基性與超基性的侵入岩。本岩體時代可能為古生代晚期或中生代早中期, 本岩體北側為東澳片岩所包圍, 南側為源頭山片麻岩所侵入。

3. 源頭山片麻岩(Yt)

分佈於南澳鄉南澳村北北西方之源頭山(121°48'E、24°29'N)。略呈東西方向延伸, 自烏石鼻海岸向西直至鹿皮山附近。本岩體以花岡閃長岩為主, 在岩體中央部位仍保留火成岩組織, 其與圍岩接觸部份因變質作用而成正片麻岩, 呈現片麻岩葉理特徵。片麻岩為淡灰色、中至粗粒、均質, 主要的礦物組成為長石、白雲母、黑雲母以及石英等。片麻岩中的葉理較不明顯, 長石礦物的顆粒較大且含量多於石英, 而片狀礦物含量少, 所構成的劈理領域(cleavage domain)不連續。

本岩體為侵入岩體, 其北側為楓樹山角閃岩, 南側為南澳嶺片岩。

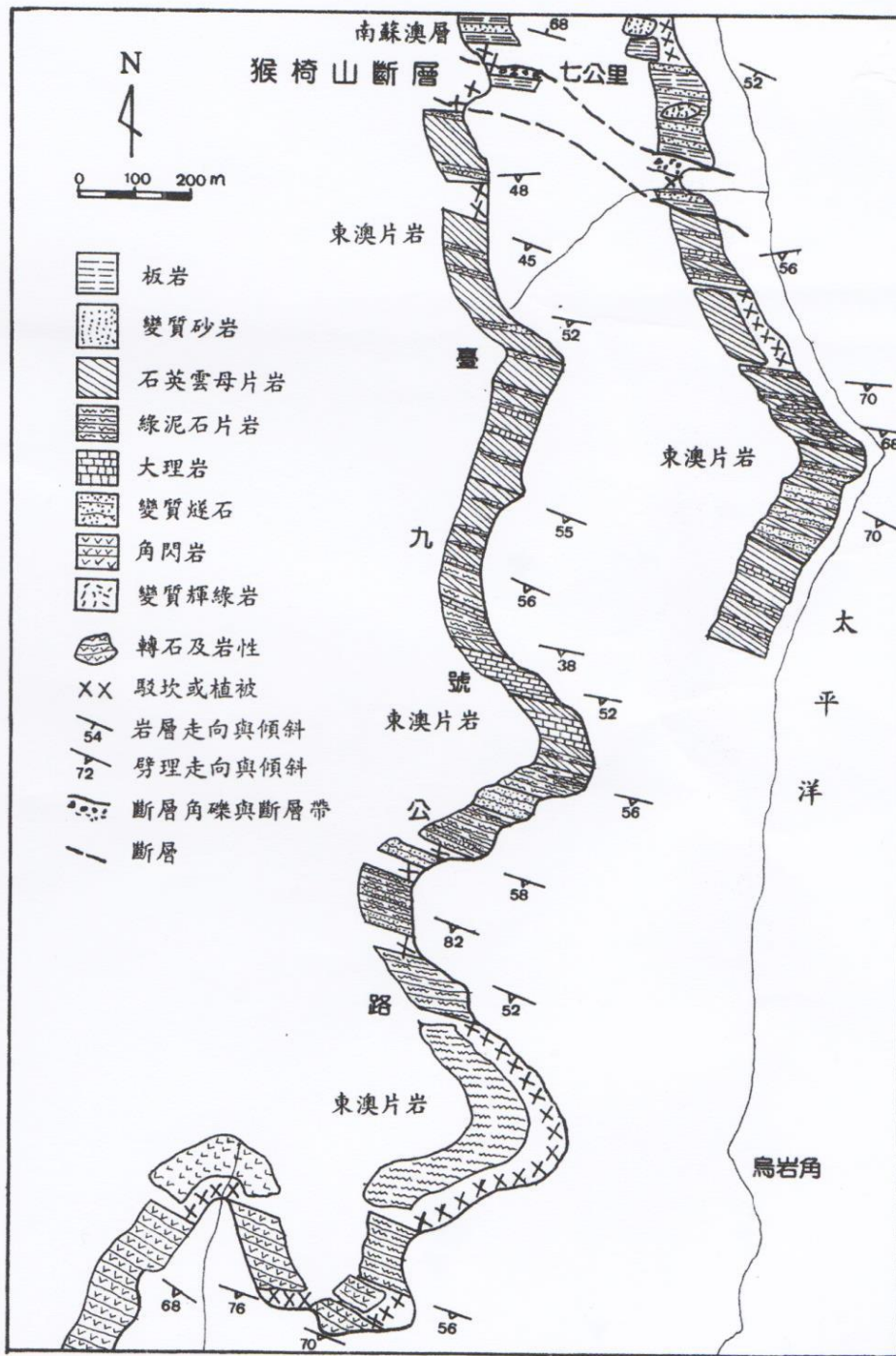


圖3-1-2 蘇花公路南蘇澳層及相鄰地層路線地質圖

4. 南蘇澳層(Ns)

本層分佈於蘇澳南方海岸，向西延伸經南蘇澳山、小帽山至南澳北溪中游轉向西南方向延伸。而以蘇澳鎮南方7公里之南蘇澳山(121°51'E、24°33'N)最為標準。在蘇花公路與臺灣石粉礦業道路，本層以板岩以及白色中至粗粒變質砂岩與板岩互層為主，偶夾千枚岩、薄層砂岩，並含變質輝綠岩岩脈。在圳頭溪，本層以板岩與千枚岩為主，偶夾數層數十公分厚的淡灰

色中至粗粒變質砂岩，並含變質輝綠岩岩脈。在白米河上游，本層以板岩為主，夾板岩與變質砂岩互層，變質砂岩為白色至淡灰色，粗粒至礫質，單層厚度在十數公分至數十公分之間。在本層底部與石墨片岩的接觸位置，約有一寬 60 公尺寬之斷層帶，在斷層帶內為破碎的板岩與變質砂岩。在小帽山附近，本層出露數十公尺厚的白色粗粒至礫質變質砂岩，變質砂岩單層厚度達 2 公尺。板岩中有發育良好的板劈理(slaty cleavage)。

本層南、北兩側均為斷層所分隔的地層單位，本區北有小帽山斷層與北側蘇澳層為界，南側為猴猗山斷層，成為南側東澳片岩明確界線。

5. 蘇澳層(Sa)

以宜蘭縣蘇澳鎮附近(121°51' E、24°36' N)最為標準。本地層分佈於南蘇澳山、小大白山以北之山地。岩性以暗灰色至黑色板岩及硬頁岩為主。偶夾薄層細粒變質砂岩。在蘇花公路、臺灣石粉礦業道路、白米河與圳頭河流域均以厚層板岩為主。在南方澳南方海濱，則以板岩偶夾砂岩或板岩與薄層砂岩互層為主。本層的板岩有發育良好的板劈理，在板岩與變質砂岩薄互層所構成的褶皺中，在不同岩性的交界處可見到劈理轉折現象。有些劈理受後期變形作用而形成急轉帶(kink band)，在本研究田野調查中絕大部分皆為此地層。

沖積層在本研究中出現甚廣，大致分佈於蘇澳港四周海灘，自北方澳向西南沿蘇澳南下東折至南方澳，尤以豆腐岬、內埤、賊仔灣最為壯美，也即蘇澳溪河口部分。

(二)地質構造

1. 斷層

東澳北側最重要斷層有猴猗山與小帽山二條，對蘇花改公共工程有重大影響。但因交通易達性差，不適用於中小學田野觀察，只能利用空照圖判釋，但某些小斷層零星分佈於山區和海濱道路旁，在特殊教學露頭介紹時再加說明。

(1) 猴猗山斷層

本斷層約略呈西北西—東南東方向延伸，在蘇澳南方往臺灣石粉礦場的產業道路旁(此路現已廢棄)，斷層帶內主要為斷層角礫或斷層泥，並以石英質或燧石質角礫為主。斷層南側地層為東澳片岩，岩性為石英雲母片岩偶夾薄層大理岩；斷層北側地層為南蘇澳層，岩性為厚層變質砂岩層與薄板岩層之互層。由劈理與層面的角度關係研判，斷層北側之岩層已倒轉，故研判斷層面可能向南呈高角度傾斜，屬於向北逆衝之斷層(林啟文 1977)。

(2) 小帽山斷層

本斷層在猴猗山斷層北側，亦約略呈西北西—東南東方向延伸，推估為南蘇澳層向北逆衝至蘇澳層之上。在蘇澳南方往臺灣石粉礦場的產業道路旁，斷層帶內主要為磨碎的板岩。斷層北側地層屬蘇澳層，岩性為板岩或千枚岩；斷層南側為南蘇澳層的板岩，除破碎的斷層帶外，兩側地層不易分辨。

2. 褶皺

片岩與板岩大多具有發育良好的次生葉理，包括源頭山片麻岩中的片麻岩理(gneissosity)，楓樹山角閃岩與東澳片岩中的石英雲母片岩、石墨片岩與綠泥石片岩中的片理(schistosity)。南蘇澳層與蘇澳層中的板岩中則有發育良好的板劈理(slaty cleavage)，找出大一級褶皺的方法包括：

(1) 利用褶皺與劈理的關係

連續劈理大多屬於軸面劈理(axial-plane cleavage)，因此，若褶皺與劈理夾角較大，則此位置接近大一級褶皺的軸部位置；而褶皺與劈理夾角較小，則此位置接近大一級褶皺的翼部位置。

(2) 扇狀劈理(cleavage fans)

由於泥質變質岩在受變形與變質作用時，首先產生體積(其中大部份為水)減少的現象(Ramsay and Wood, 1973)而後形成劈理與褶皺。劈理通常與最大主應力方向垂直，故軟岩層(如泥岩)中偶有硬岩層(如砂岩)間夾其中，可以發現會在軟、硬岩層交界處產生扇狀劈理。一般未倒轉的岩層中，收斂扇狀(convergent fans)指示背斜的軸部位置，而發散扇狀(divergent fans)指示向斜的軸部位置(Ramsay and Huber, 1983)。

3. 地質發育史

約在古生代晚期，臺灣東部沉積相當厚的沉積物，包括砂岩、頁岩、粉砂岩與石灰岩，並有大量火山作用產物，此為東澳片岩之原岩。至古生代末期或中生代早期則有基性火成岩體的侵入，構成楓樹山角閃岩的原岩。在中生代晚期，這個地區發生造山運動——稱為南澳運動，使這些岩層受到變質與變形作用而形成變質雜岩，主包括石墨片岩、雲母片岩、綠泥石片岩、變質燧石層、大理岩與角閃岩，即現在觀察到的東澳片岩與楓樹山角閃岩。其後，源頭山片麻岩侵入此一變質雜岩中。

在中生代末或第三紀初期，新的沉積盆地又開始發育。可能在始新世至漸新世時，以大南澳雜岩為基盤的盆地內主要沉積了南蘇澳層的頁岩、泥岩與砂岩。

在漸新世末或中新世早期，沉積間斷發生在盆地內，致使中央山脈中可

能存在始新世/中新世之不整合(Chang, 1974)。這個地質事件稱為埔里運動(Chang, 1963; Yen, 1976)。在沉積間斷事件之後，此盆地又開始沉積以泥質為主的沉積物，即現今的蘇澳層。

在上新世晚期至更新世時，劇烈的地殼變動(蓬萊運動)促成臺灣本島廣泛的造山作用。位於中央山脈區的第三紀岩層則形成板岩、千枚岩與變質砂岩，即南蘇澳層與蘇澳層。這些變質岩層中有緊密的褶皺與次生葉理的發育，而主要的斷層作用也在其後期發生。

二、地形景觀

(一)一般概述

本計劃為東澳至蘇澳間的中央山脈北段及南方澳地區，因主題為鄉土教育及戶外教學，所以必須依賴交通之易達性及安全考量。主要交通有北迴鐵路及臺9線。另臺2線省道由臺北經濱海公路至蘇澳，但教學景點區卻有賴鄉道、縣道。

本研究區選取之地形範圍，大致以中央山脈東翼近海之第一條南北走向稜線，再由此山稜線呈直交向東岔出，自西向東迤邐延伸，自大白山(1569)經西帽山(1966)、猴猗山(1631)、東澳嶺(821)至九宮里。將本區隔成南(東岳村、東澳灣)、北(蘇澳港)二區。此條東西向山稜線成為本區主要分水嶺，分水嶺北側有猴猴溪、圳頭坑溪、白米溪及蘇澳溪；南部則發育成東澳北溪、東澳南溪和粉鳥嶺溪等。

蘇澳溪上游乃圳頭溪和白米溪，圳頭溪源於東澳嶺北側，白米溪源於小帽山東北，二者於白米甕附近交會，稱蘇澳溪，至蘇澳東方入海，大致經過蘇澳層。

東澳北溪源於大白山東麓，東澳南溪源於楓樹山東麓，兩者經過石墨片岩(詳見去年度東澳地區特殊教學資源模組開發研究)。



圖 3-2-1 研究區範圍地形圖

(二) 計量研究

蘇花海岸最北一段，除地質上以蘇澳層和南蘇澳層為主之外，在地形上則呈現不對稱的 E 字形，除中央山脈稜線較粗大外，二個向東開口的河口沖積層北大南窄，北方之蘇澳港(含北方澳和南方澳)面積較大，由地形圖可以看出北方澳原為西七星嶺向東延伸到七星嶺直抵北方澳，為一狹長之瘦稜線，入海後略似突岬形山嘴(spur)，嗣以海營力(波浪、潮汐、海流)經年沿構造線切割，故呈裂瓣狀海岸線，大致為東西走向。至於南方澳漁港北側之豆腐岬，南側之內埤海港，直至猴鼻則呈顯著陸連島。E 字形中央分水崙以南，

則為東澳南、北溪沖積而成聯合扇洲，但因地盤下沉埋積不盛，而呈岬灣型海岸。

1. 高度

由高度變化圖及統計表觀察，本研究區屬於岬灣海岸，山海交接之突岬顯礁、岩堤及鋸齒狀海岸，以華倫亭(Valentin)海岸分類而論，本區屬於侵蝕下沉退夷海岸。

一般所謂岬灣海岸(又稱溺谷海岸)，指海升陸降，海水侵入陸地和陸地上山谷地形相接，係山嶺深入海域，常有岬灣參雜的現象。所以蘇澳港可看到離濱不遠的小丘、海柱，但受海浪侵蝕造成崖崩。海流或陸地上河流搬運泥沙，沿海岬兩側或海灣部分堆積造成海灘，豆腐岬與內埤，即是顯例，內埤並見優美的陸連島。

本區高度以 200m~500m 出現頻率最高，佔 28.7%，主要分佈於蘇澳港南側和東澳灣南端，兩條西北—東南走向的分水崙一帶；其次為 500 m~1000m，佔 26.7%，二者加總為 55.4%，也即高度圖內西北—東南走向主稜線和往山腰兩翼下降地帶，大致屬於山地高丘和低丘的山嶺部分；次級高度介於 100m-200m、50m-100m 二者只佔 19.5%，不到全域五分之一，這些地區已是山稜線往海的坡腳或局部階地位置，即北方澳山稜線西段、內埤海灘西側，南北延伸之緩丘部分。最後，高度已降到 50m 以下，也即是非底岩(bed rock)或海流與海岸沖積部分，只佔全域 18.4%，但這四分之一弱的土地，是人口、聚落、交通主要分佈地帶，所以本區土地利用屬於密集、侷限型態。

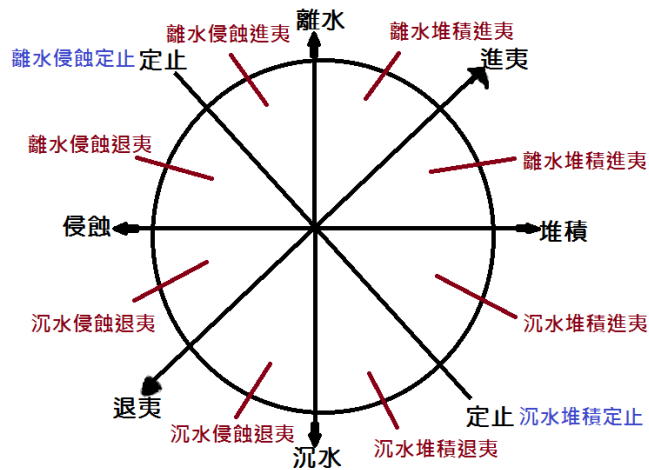


圖 3-2-2 華倫亭海岸分類圖

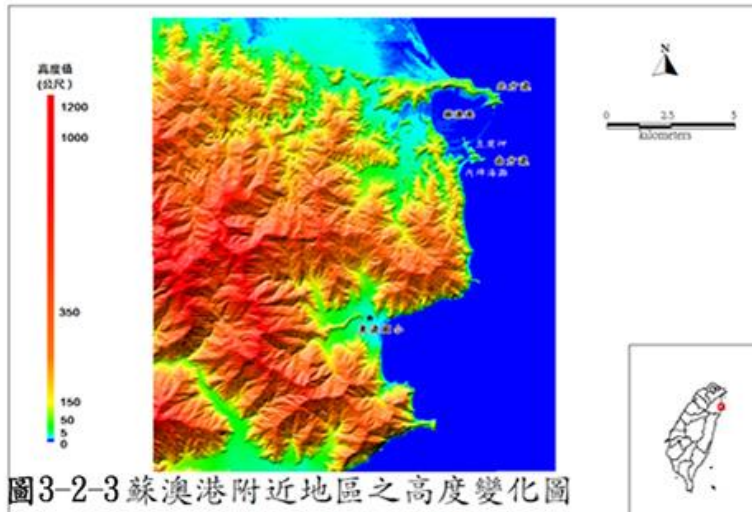
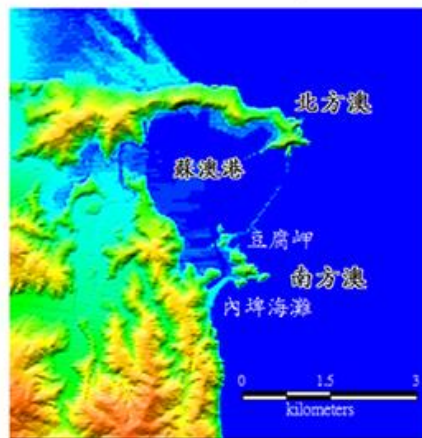


圖3-2-3 蘇澳港附近地區之高度變化圖



蘇澳港附近局部放大圖

表3-2-1 蘇澳港附近之高度統計表(以上圖 a 為範圍，去除海洋部份)

高度(m)	0~5	5~50	50~100	100~200	200~500	500~1000	>1000
百分比	5.5	12.9	7.4	12.1	28.7	26.7	6.7

2. 坡度

眾所皆知，坡度在日常生活上應用很廣，且可用坡度角和傾斜率來表示，坡度角指一個傾斜面和水平面所夾的傾斜角，用度數來表示。山坡平常用角度表示時，水平是 0° 垂直是 90° 。另一種很常用的叫傾斜率 (Gradient) 是指一個傾斜面垂直距離和水平距離之比，傾斜率用分數表示，也即一般所說一個斜面上高度與長度之比，坡度角=傾斜率*60(適用 20° 以下)。

坡度在土地利用比高度更重要，因為高而平坦如高原，低而平坦如臺地，都可出現密集的土地利用。反之，高度即使不大坡度卻大，就必須用粗放的土地利用。坡度到某一程度，則必須規範水土保持及自然保育，至於為什麼坡度對人類生活及土地利用會有如此重大影響，主要在於它的安定性，因為所謂的土石緩滑 (潛移)、山崩、土石流、潛勢區、敏感區，都

直接與坡度有關，至於坡度大小與地層滑移之關係可用重力與兩個分力的變化來作圖示。從下圖可知，重力有兩個分力，即正壓力與下滑力，重力不變坡度改變(控制變因)，圖中顯示坡度 20° 時正壓力遠大於下滑力(穩定)。坡度增至 40° 時下滑力接近正壓力，較不穩定。若坡度再增至 60° 時，則下滑力遠大於正壓力，形成非常不穩定的地表。

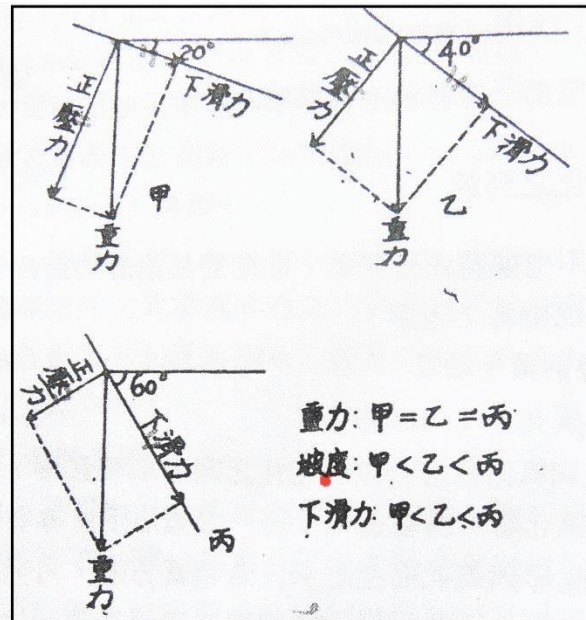


圖3-2-4 坡度與下滑力

由本研究區坡度分佈圖表推敲，其中一級坡分佈最廣略佔 40%，即有五分之二面積，但卻由北部蘭陽溪三角洲南方(東澳村)、西南方(南澳溪集水域)沖積層所造成；其次，四級坡(20.9%)、五級坡(16.3%)合佔 37.2%，略遜於一級坡，但四、五級坡只能做水土保持農牧墾殖，有其風險且法令不許，大致分佈於幾個系的集水區，中、下游和分水嶺附近部分；二、三級坡除零碎分佈於河谷上游稜線等局部零碎的平坦地之外，主要在蘇澳港即南、北兩河流域之坡腳、山脊附近局部。總之，扣除各沖積平原、海濱、河道之外，本區平均坡度偏大，不利於土地利用，且易釀山崩、地滑等災害。

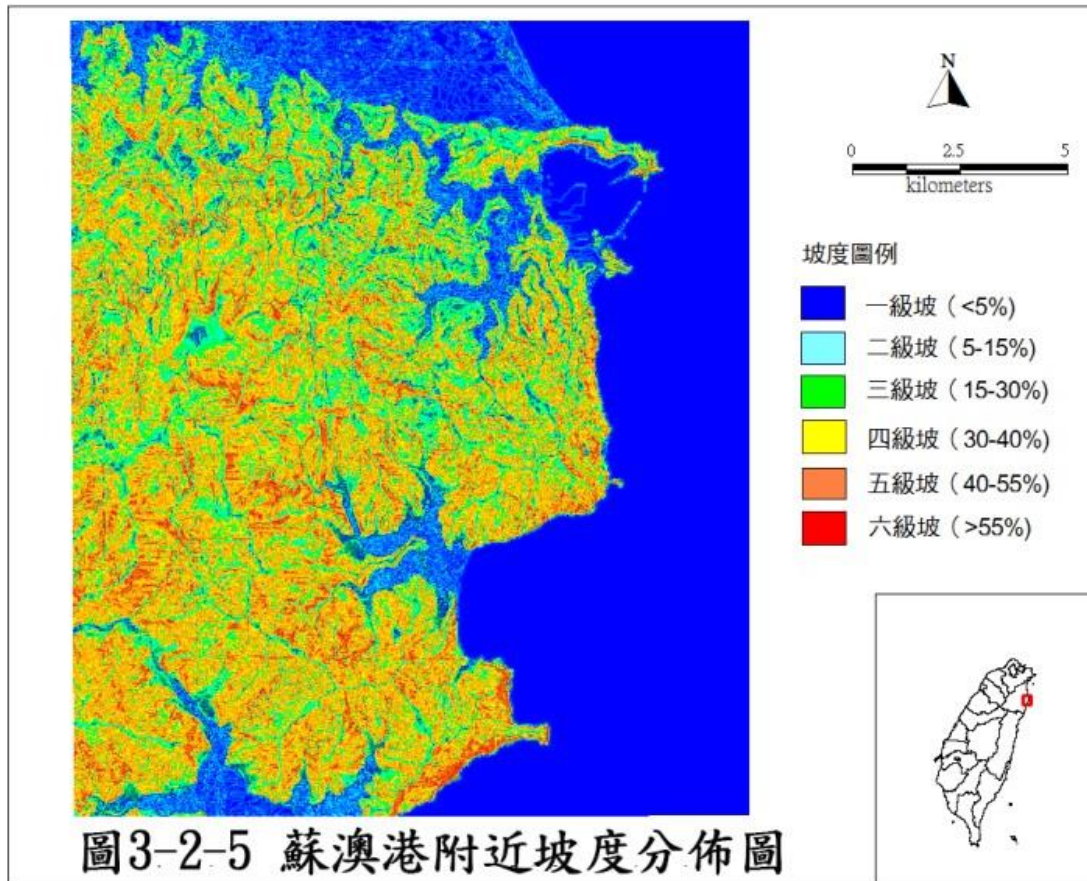


表 3-2-2 蘇澳港附近之坡度統計表

坡度	一級坡 (<5%)	二級坡 (5-15%)	三級坡 (15-30%)	四級坡 (30-40%)	五級坡 (40-55%)	六級坡 (>55%)
百分比	40.0	5.7	16.1	20.9	16.3	1.0

3. 坡向

坡向與地層走向垂直，且與山陵、階地等塊狀係數有關，由坡向分佈圖分析，本研究區坡向以西向最為突出，佔 36.7%，這當然與山嶺南北走向有關，但令人納悶的是第二高的東向卻只佔 10.5%，這可能與山地、丘陵東、西兩側不同坡降、起伏量有關，理論上若一條南北走向的山地，其東、西兩翼對稱、差異小，則其坡向面積相等或接近；若兩翼不對稱，則緩坡、層階地形或有數級階地，而另一翼(如東坡為斷崖)侵蝕後，參差不規則面，則兩翼相差會相當大。

此外，依次出現坡向頻率為東北 10%，東南 9.4%、北 9.2%、南 8.8%、西北 7.6%、西南 7.5%，相互比對之下，相差極微，也證明其他各個不同坡

向，受均質之地形面控制。

坡向會影響地形雨、日照、質被、風化及崩落等自然災害，本區西向坡面，一枝獨秀是否另有構造原因，待作進一步研究。

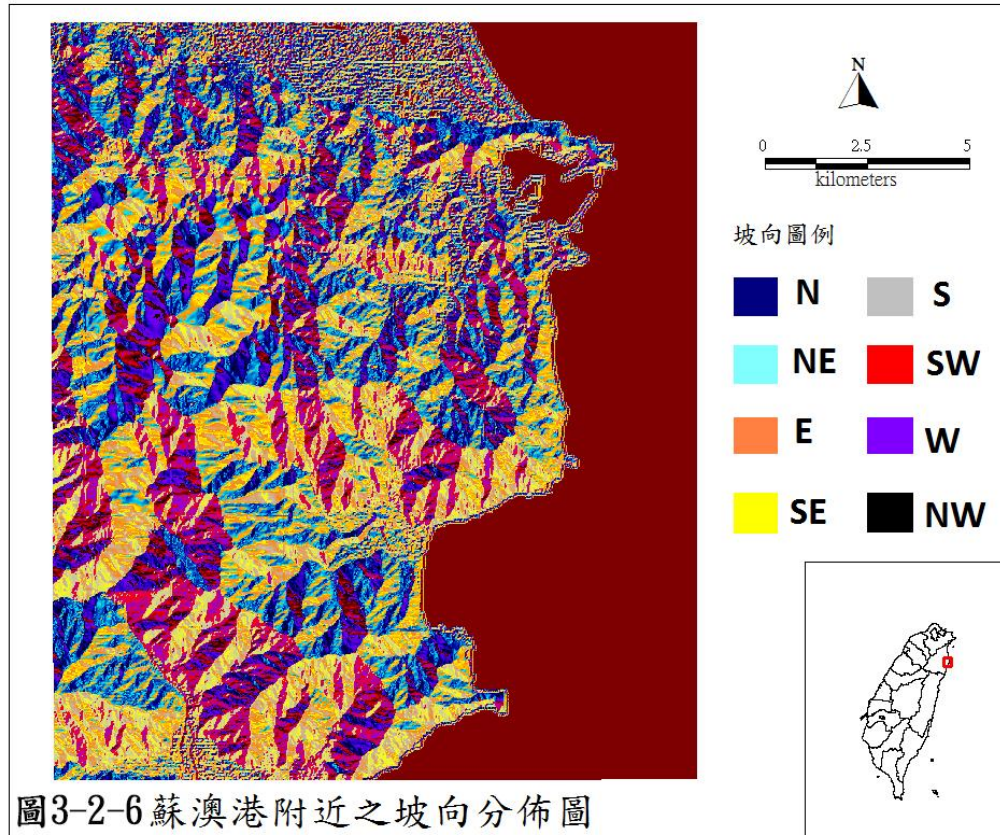


表 3-2-3 蘇澳港附近之坡向統計表

坡向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
百分比	9.2	10.	10.5	9.4	8.8	7.5	36.7	7.6

肆、特殊教學資源之分佈與運用

本計劃所列之特殊教學資源田野調查包括了蘇花公路北段的二個景點以及豆腐岬、內埤、賊仔灣等（見特殊教學景點分佈圖）。其實，都集中在蘇澳港南方澳附近一帶，在教學路線上可一氣呵成，但因為交通安全等考量，每次戶外教學時以1~2個景點為宜，時間掌握需視體力、年級及學習背景而成，茲將其分成蘇花公路北段、豆腐岬、內埤、賊仔灣四個區塊，加以說明。

一、第一站蘇花公路北段

(一)大坑橋

大坑橋崩塌：9號省道(蘇花公路)114.5K處。

1. 此處山崩可能的成因包括了：斷層線經過、地質構造裂隙多、瞬間雨勢太強、累積雨量太多、順向坡地層、道路挖斷坡腳、迎風面攔截雲雨等。
 2. 攔石柵網無法阻絕大規模山崩的天然災害。
 3. 此段道路避險工法以橋工或改道較為合適。
- ◎教學提示與延伸:1. 本景點只提供可觀察的實景，但山崩之類型以及防災工程至為專業和複雜，教師必須多觀察幾個實例才能有整體概念；2. 山崩以崩落土石方式而言:有墜落、滑落、滾落和跳動四種；3. 本段公路沿線可見之防災工程式樣很多，含掛網、噴漿、格樑、護坡、引溝、梳子柵、圍網等，可一路隨機引用。



圖 4-1-1 東澳及南方澳地區特殊教學景點分佈圖

(二) 南方澳觀景臺

位於 9 號省道(蘇花公路)108.2K 處。可俯看下列景觀:

1. 蘇澳港

為臺灣東北部的國際商港，也是岬灣形成的天然良港。

(1) 北方澳：山脈沿伸入海所形成的岬角，稱為海岬。

(2) 南方澳：與陸地間有沙洲相連的島嶼，稱為陸連島。

2. 蘇澳港五個港口

- A. 中正軍港、B. 蘇澳港、C. 南方澳第三漁港、D. 南方澳第一漁港、
E. 南方澳第二漁港。

3. 南方澳沙頸岬(連島沙洲+陸連島=沙頸岬)。

- (1)內埤海灘：連島沙洲。
- (2)筆架山：陸連島。
- (3)內埤漁港：瀉湖

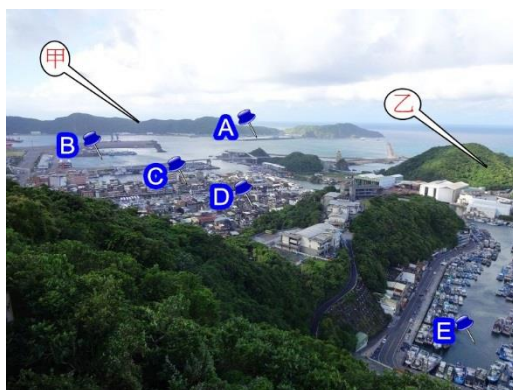
◎教學提示與延伸:本景點的優點是：安全、展望好、講解方便，而且可以看到整個下沉海岸之全貌，但必須注意天候，不宜雨天或陰雨天實察。



照 4-1-1-1 大坑橋防災工程



照 4-1-1-2 大坑橋一瞥



照 4-1-2-1 由南方澳觀景臺鳥瞰蘇澳港五個港口



照 4-1-2-2 由南方澳觀景臺鳥瞰南方澳沙頸岬



照 4-1-2-3 南方澳觀景臺校外教學



照 4-1-2-4 南方澳觀景臺校外教學



照 4-1-1-3 大坑橋防災工程

二、第二站豆腐岬

車行入蘇澳港，通過南方澳大橋後右轉，直行五分鐘即抵達豆腐岬，其實它是介於二個突岬之間的一個小海灣，已建成小型漁港，防波堤、堤外消波塊都有，有模有樣，但是卻不見一艘漁船和海撈作業。倒是另一名稱「豆腐岬公園」，有些觀光設施及小館，較名符其實。此處地層為蘇澳層，以板岩為主，重要教學資源頗為精彩。



圖 4-2-1 豆腐岬考察景點分佈圖

(一) 沉積岩的變質順序

表 4-2-1 沉積岩的變質順序

板岩、砂岩、泥岩	硬頁岩	板岩	千枚岩	片岩
	風化後像小鉛筆，大桶山層多硬頁岩	原住民的文化要素，豆腐岬屬乾溝層，多板岩		變質度最高，年代最老
變質順序低 → 高				

(二) 節理、葉理、劈理非常發達

表 4-2-2 層理、節理、劈理、紋理與葉理比較

層理	沉積岩的特有現象，不同岩層間因岩性、粒度或組成物的不同，使岩層間呈現略近平行的分離層狀構造
節理	岩層的斷裂面，斷裂面兩側沒有相對位移，可能形成於火成岩冷卻時的收縮或岩石受壓力或解壓作用形成
劈理	垂直或接近垂直的節理，稱為劈理
紋理	深色和淺色的礦物有明顯分離，呈現黑白相間的平行紋理
葉理	變質岩中礦物呈現平行排列，所形成的結構，可以沿葉理將岩石剝離開來

◎豆腐岬的岩石劈理出現頻度高，彼此平行、垂直地面，出現在板岩區最多。

(三) 豆腐岬海灣與西側

1. 海灘岩石標本採集

觀察的重點是：(1)顏色、(2)外形：如粒狀的礫岩、片狀的雲母、條狀的石綿、光滑或粗糙、(3)硬度。

2. 蝕餘殘丘的小斷層

侵蝕殘餘的小山丘，節理緻密，中央的小斷層之上、下岩層傾向不同。

3. 開口設計錯誤的港口：東北季風強、風浪大，防波堤易損壞，避風效果差，港內少有船隻。

(四) 豆腐岬東側

1. 海崖上方的落石堆 talus (又稱崖錐)

表 4-2-3 落石堆與沖積扇的差異

	落石堆	沖積扇
發生時間	不連續	連續性
岩石形狀	有稜有角	圓的
坡度	$>15^\circ$	$<7^\circ$
垂直剖面	粗細不明顯，沒有層次	粗細分明，有層次
岩石排列	前端下游顆粒大、上游顆粒小	前端下游顆粒小、上游顆粒大

2. 退夷海岸

- (1) 如何知道本段海岸侵蝕後退？多顯礁、直線型海岸、消波塊多。
- (2) 消波塊為何設計為三隻腳？根據球形幾何，三隻腳不論長短如何都構成安定平面。
- (3) 為何本段海岸為直線形？可能是斷層通過，也可能是波浪侵蝕，本段海岸是最標準的侵蝕海岸，以前曾修建護坡、堤防工程，但很快就損

壞，此海岸興建任何工程都無法抵擋大自然破壞的力量。

(4) 海崖如何被侵蝕？海浪沿著節理、劈理等岩石的弱處進行侵蝕破壞。

(5) 舊海岸線的位置在何處？顯礁連線處或山嘴延伸的坡腳。

◎教學提示與延伸：豆腐岬是觀察板岩與劈理最佳田野露頭，尤其東、西二側有不同構造，宜加以比較。西側為孤立殘丘，東側為退夷海岸，並有大量礦脈貫入。教師宜用類比、觀察、推理、傳達、分類等科學方法，以啟迪學生智慧。



照 4-2-1-1 豆腐岬蝕餘殘丘與海灣



照 4-2-1-2 開口方向設計有瑕疵的港口



照 4-2-1-3 豆腐岬校外教學



照 4-2-1-4 蝕餘殘丘的小斷層



照 4-2-1-5 侵蝕後退的海岸



照 4-2-1-6 侵蝕後退的海岸

編碼說明:海灣和西側為 4-2-1-x；東側為 4-2-2-x



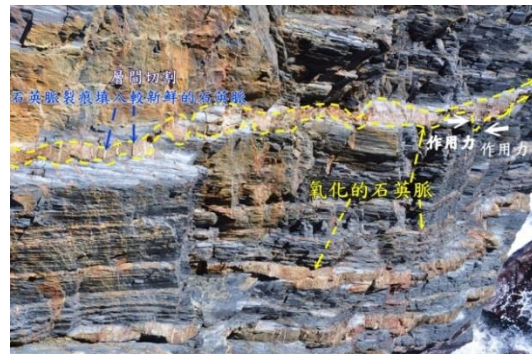
照 4-2-1-7 生痕化石與石英脈



照 4-2-2-1 石英脈的串腸構造



照 4-2-2-2 葉理與劈理發達的板岩



照 4-2-2-3 板岩中的石英脈穿透體



照 4-2-2-4 豆腐岬校外教學(東側)



照 4-2-2-5 豆腐岬校外教學(東側)

三、第三站 內埤海灣

內埤海灣位於南方澳漁港之南側，是一處新月形的優美景點，目前已命名為北濱公園度假勝地，民宿、食堂也初具規模，海灣內濱大致呈東北—西南走向，開口朝東南，主要出露地層為蘇澳層之板岩、硬頁岩、千枚岩和變質砂岩。教學資源資源簡述如后：



圖 4-3-1 南方澳附近地質圖

(一) 北濱公園

1. 礫灘：內埤海灘以組成顆粒來說是礫灘，按型態來說是全灘，範圍是從一端的突岬到另一端的突岬。其特色如下：
 - (1) 弧形海灣：海灣彎曲還不到袋灣的程度。因為濱線以下坡降大，破浪線幾乎靠近海岸，表示是危險的海域。而且破浪線之後產生捲浪，不適合游泳或其他的海上活動。今年蘇迪勒颱風已造成母子戲水三死慘劇。
 - (2) 岩石種類：大約有 7、8 種。板岩最多、千枚岩(表面會發亮)次之，矽質片岩、石英雲母片岩、大理岩、鐵石英、珊瑚礁等也能找到。
 - (3) 淘選：海灘石頭淘選良好，但粒級比較不清楚。除了石英、大理岩之外，礫石幾乎都是扁圓形的，因為石頭的葉理、劈理發達。海浪拍打時，礫石以滑移和滾動為主。
 - (4) 海灘內礫石與沙泥互見，且以中礫(pebble)、大礫(cobble)最常見。
 - (5) 在高潮與低潮之間，海灘可見二層平階，礫石圓磨度佳，疊浪與高頻坡常發生，不適合作為海濱浴場。

(二) 內埤海灘北端

1. 二組構造：地層可觀察到二組幾乎與水平面垂直的岩理構造。
 - (1) 薄層的葉理：板岩的葉理相當密集，走向為 $N25^{\circ}W$ 。
 - (2) 垂直的劈理：劈理(cleavage)是節理的一種特殊類型，走向為 $N41^{\circ}E$ 。
2. 海蝕洞：離濱海蝕洞與現生海蝕洞的過渡型。
 - (1) 基本計測：洞深 19.6m、洞高 3.5m、洞寬 5m、洞向 $S87^{\circ}W$ 、與濱線距離

為 0m，即發生在濱線附近。

- (2)堆積物：以板岩、千枚岩為主，形狀以扁圓形居多，粒徑以中礫、大礫為主。
- (3)離濱海蝕洞與現生海蝕洞的過渡型：颱風巨浪會打上來海蝕洞的位置，但平常的海浪不易侵入。
- (4)形成機制：海浪沿著葉理(崖壁側面)與劈理(崖壁上方)，主要由氣浪 (air pressure)張縮作用所造成的侵蝕形成。

3. 顯礁：

- (1)退夷海岸：海灘是海積作用造成的，可是二側的突岬因向海突出，而且前濱坡降較大，海浪為直立波或近岸磯波，侵蝕能量大，故此海岸會逐次後退或切割後退，證據之一就是顯礁。
- (2)過渡型顯礁：顯礁前後有三塊，介於離濱與沉水的過渡型，漲潮時被海水淹沒，退潮時露出，可歸類為過渡型顯礁。
- (3)節理與葉理：
主節理與葉理垂直。另有一組斜的節理將岩石沿著層理切割成平行四邊形。
- (4)形成機制：原先是一條延伸入海的突岬，中間被海浪切斷，形成數個散落海中的顯礁。
- (5)雁行狀排列：平行的排列，走向一致，但不在同一條直線上。
- (6)岩牆狀的顯礁：沿著葉理走向發育的顯礁有三排，屬於離濱與沉水的過渡型，外表呈岩牆狀，且與海岸線平行。
- (7)瀉湖：岩牆狀顯礁之間有小規模的瀉湖。

4. 山崩：(位於海穴北側上方海崖上)

- (1)顯礁的岩塊硬度大，山崩屬於碎石崩，是先風化的石礫沿著山坡崩落。
- (2)崖坡臺地形：海崖將會一直後退。
 - A. 崖：上面的部分呈山崩窪，乃侵蝕風化的消耗帶。
 - B. 坡：下面的部分是堆積的儲積帶。
 - C. 臺：海面。(最後歸宿)
- (3)為何有些地方形成顯礁？有些地方是山崩？(腦力激盪)
 - A. 顯礁：是垂直於海浪的突岬被侵蝕而成。
 - B. 山崩：是褶皺，除了外營力侵蝕風化的力量之外，還有內營力因石頭被擠壓形成的褶皺(偃臥褶皺)，所以是內、外營力雙管齊下造成的。
- (4)岩壁觀察：
 - A. 鐵石英：塊狀風化。
 - B. 板岩：粒狀風化。

C. 小型的偃臥摺皺。

D. 海洋生物：海灘有散落的烏賊螺鞘、梅氏長海膽、白棘三列海膽外殼、潛水客食餘的貝殼。岩壁上也能發現一些現生的蜃螺、石蠟、玉黍螺，以及一些不知名的綠色、褐色海藻。

(三)內埤灣海岸南側

內埤海岸南側為陡峻的海崖與局部崩塌地，只有一小部分由突岬型山嘴被海流(浪)切割造成巨礫狀孤岩或海柱，但仍有許多特殊地景，深具科學和環境教育意義：

1. 沒口溪及護堤工程：所謂沒口溪係指海岸地帶流進大海的小溪(兩谷)，往往需經過一段海灘(砂、礫灘)才能注入大海。但在平常及早季時，因河水流速不足，加上砂、礫灘滲水緣故，所以河流常無法注入大海，而末端消失於海灘之中。但至豐水期，河水又可衝破海灘直入大海，本處沒口溪規模不大，且已有護堤工程保護。
2. 地層層態標本：具有明顯板劈理之露頭，可用來測量地層層態的實習場，如走向(strike)、傾向(dip)及傾角(angle of dip)等。
3. 擦痕和破碎帶：擦痕指岩面呈鱗片狀面構造，順著鱗片狀表面用手摸，若順滑者，表示另一邊是順著此方向滑落，可解讀斷層上、下盤或岩層斷裂滑移方向，本區擦痕顯示，另一組斷裂方向向海，故初步判斷，此海崖係斷層海岸。
4. 褶皺：尖頂方向都朝上是協調褶皺，褶皺因剪力產生錯動是剪移褶皺。
5. 聯合崖錐(落石堆)：落石沿著幾乎等間距的劈理風化，再沿著一連串平行的劈理滑落，在坡腳形成聯合崖錐(落石堆)。
6. 黑白海岸：暗色板岩是底岩，淺色石英岩是落石，二者構成色彩鮮明的黑白海岸。

◎教學提示與延伸：海穴、顯礁是本處特有景觀，二者都可分離濱(隆起)和現生二者，而本處卻能見到過渡型，在漲潮時海浪可直接灌入穴內產生磨蝕、擦蝕、張縮等過程現象，退潮時呈離濱海穴，顯礁也如此，可觀察到由突岬切割後呈線形排列。



照 4-3-1-1 北濱公園的內埤海灣屬於弧形海灣



照 4-3-1-2 內埤海灘海底坡降大，是危險海域，不適合作海水浴場



照 4-3-1-3 內埤海灣可看到七八種岩石種類，以板岩最多



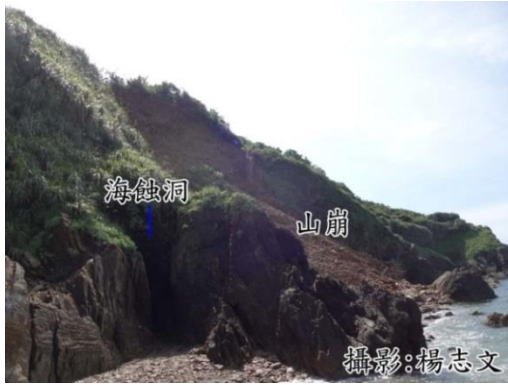
照 4-3-2-1 顯礁與潟湖。



照 4-3-2-2 海蝕洞的北側上方有山崩地形



照 4-3-2-3 海蝕洞



照 4-3-2-4 內埤海灣北側的海蝕洞
與山崩



照 4-3-2-5 此地的顯礁是現生與離
濱的過渡型



照 4-3-2-6 白刺三列海膽殘骸



照 4-3-2-7 梅氏長海膽殘骸



照 4-3-3-1 沙頭岬與沒口溪



照 4-3-3-2 沒口溪與護堤工程



照 4-3-3-3 海崖、落石與顯礁



照 4-3-3-4 塊狀板岩的層面



照 4-3-3-5 地層破碎帶



照 4-3-3-6 斷層擦痕



照 4-3-3-7 聯合崖錐



照 4-3-3-8 尖頂方向都朝向上是協調褶皺；褶皺因剪力產生錯動，是剪移褶皺

四、第四站賊仔灣

(一)位置：由北濱公園沿著與陸連島之間的小徑前行，接續到柏油路面後走右邊叉路約 2 分鐘即可抵達。賊仔灣又稱做玻璃海灘，因為早期此處為垃圾掩埋場，在海浪的淘洗之下，垃圾都被海流帶走，只留下玻璃日復一日反覆滾磨，形成許多圓形的各色玻璃珠。但須拉鐵鍊下墜約 10m 高度的海崖才能到達海灣。

(二)岩石觀察：

1. 開理：此處板岩垂直劈理發達，在海穴前方右側可見一巨型由節理擴大而成的開理，即一般民眾所謂的「一線天」。
2. 串腸構造。
3. 透鏡體。
4. 岩石風化：岩相差異，風化類型不同。
 - (1)若壓力大，葉理、劈理頻度較高(密度大)，岩石呈粒狀、碎狀(鉛筆屑狀)風化。
 - (2)若壓力小，葉理、劈理頻度較低(密度小)，岩石呈片狀風化。
 - (3)石英脈特別多：細石英脈的剪裂，呈平行排列，可推斷本處曾在某一地

質時期，處於塑性高應力環境。

(三)橄欖型海蝕洞：退夷型海蝕洞，海浪沿著劈理侵蝕而成的海蝕洞。

1. 基本計測：洞深 7.6m、洞高 6m、洞寬 3.3m。
2. 成因：海浪沿著葉理侵蝕而形成。
3. 形狀：橄欖形。

(四)顯礁：葉理與海岸垂直(內埤海灘北端的顯礁，葉理與海岸平行)。所謂葉理與海岸垂直與平行、斜交，並非地層層態的改變，而是突岬及海灣與海平面接觸角度之改變而形成。

(五)包裹體：石英脈只分布在變質砂岩中，是因石英脈先灌入變質砂岩內，變質砂岩再灌入板岩內，所以石英脈只出現在砂岩內。之後，再後期的石英脈又灌入板岩內。此表示有二次或更多的穿透體侵入過程。

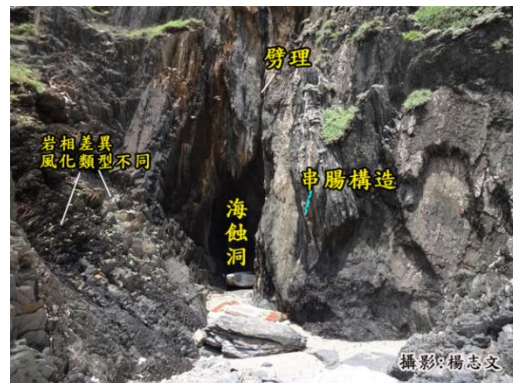
(六)海蝕凹壁：海蝕洞的雛形。

(七)楔形構造：看起來像是一個二端尖、中間凸的透鏡體被小型斷層水平錯移。

◎教學提示與延伸:1. 本區原係一廢棄玻璃瓶、罐棄置場，經長期海蝕、搬運而改變海岸地貌，可作為錯誤之環境教育之借鏡。2. 本區海岸大抵為下沉退夷海岸，但局部為堆積海灘，可比對、計測、推理出，海岸形態及位置為主要因素。3. 本區岩相豐富，可推斷生成因素會影響岩理、組織以及封閉、高溫及高應力地區才會有多采多姿之石英脈各型剪移構造。



照 4-4-1 俯瞰賊仔灣



照 4-4-2 海蝕洞劈理 串腸構造不同
風化類型等豐富地形景觀



照 4-4-3 板岩中石英脈的剪移構造



板岩形成在先, 變質砂岩是後來的侵入體



照 4-4-4 板岩夾著變質砂岩的串腸構造



照 4-4-5 節理被侵蝕成開理形成一線天景觀



照 4-4-6 海灘上的石蓴

伍、「從東澳出發」戶外教學設計

本研究依教學景點分布之動線，由東澳國小出發，沿著蘇花公路北行，教學景點包括大坑橋崩塌、南方澳觀景臺、豆腐岬、內埤海灘四個定點。以地質、地形景觀為主要教學核心，編輯成戶外教學教案，並據以應用在實際教學中。

一、課程說明

(一) 設計理念

南澳地區為臺灣泰雅族原民世居地，西依中央山地、東臨太平洋，本地區之河谷平原與海岸扇洲為聚落、人口密集所在。

本研究區以南澳鄉東澳村附近為範圍，大致涵蓋東澳村南、北兩溪之河谷階地、東澳北溪及南方澳海岸地區。經濟活動以開礦及早作為主。本區交通阻梗，北迴線自強、莒光等快車都不停，但山川、海洋、林礦資源豐富，尤其戶外教學精彩無比，深具開發潛力。若以戶外教學模組呈現，將會令人耳目一新。

(二) 單元目標

1. 達成運用基本能力，能主動觀察、描述原民與土地的正確依存關係。
2. 經課堂試教、田野教學試用後，建立一套完整之東澳原民鄉土教教材。
3. 體認人是自然環境一部份，並主動參與、關心，對自然環境進行分享、親近、欣賞。

(三) 能力指標

1. 自然 1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。
2. 自然 1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。
3. 自然 2-3-4-4 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用。
4. 環境教育 3-3-1 關切人類行為對環境的衝擊，進而建立環境友善的生活與消費觀念。

(四) 教學對象：九年一貫課程五—六年級學童。

(五) 教學節數

1. 準備活動：室內課一節課。
2. 發展活動：戶外課四小時（含來回車程與步程）。
3. 綜合活動：室內課二節課。

(六) 課程架構

整體的教學設計以東澳村附近及南方澳海岸為場域，包括了大坑橋崩塌南方澳觀景臺、豆腐岬、內埤海灘四個景點，設計成半天活動的戶外教學，詳細課程架構如下圖。



圖 5-1-1 從東澳出發戶外教學課程架構圖

(七) 戶外教學活動說明

1. 活動地點：東澳村附近、南方澳地區。

2. 適合季節：一年四季皆可（雨日除外）。
3. 活動時間：約 4 小時。
4. 準備器材：活動手冊、地圖、色筆、指北針、鉛筆、直尺、採集袋、放大鏡、美工刀、望遠鏡（隨意）、鹽酸（教師帶）、急救箱等。
5. 注意事項
 - (1) 穿著運動服、布鞋、運動帽，雙肩式背包。
 - (2) 活動時注意安全、不嬉戲、不擅自脫隊。
 - (3) 愛護環境資源，不任意破壞地質、地形景觀以及不隨意攀折花木。
 - (4) 維護環境清潔，不亂丟棄垃圾。

(八) 背景資料

1. 大坑橋崩塌：9 號省道(蘇花公路)114.5K 處。
 - (1) 此處山崩可能的成因包括了斷層線經過、地質構造裂隙多、瞬間雨勢太強、累積雨量太多、順向坡地層、道路挖斷坡腳、迎風面攔截雲雨等。
 - (2) 攔石柵網無法阻絕大規模山崩的天然災害。
 - (3) 此段道路避險工法以橋工或改道較為合適。
2. 南方澳觀景臺：位於 9 號省道(蘇花公路)108.2K 處。
 - (1) 蘇澳港，為臺灣東北部的國際商港，也是岬灣形成的天然良港。
 - A. 甲：北方澳：山脈沿伸入海所形成的岬角，稱為海岬。
 - B. 乙：南方澳：與陸地間有沙洲相連的島嶼，稱為陸連島。
 - (2) 蘇澳港五個港口：A 中正軍港、B 蘇澳港、C 南方澳第三漁港、D 南方澳第一漁港、E 南方澳第二漁港。
 - (3) 南方澳沙頸岬(連島沙洲+陸連島=沙頸岬)。
 - A. 內埤海灘：連島沙洲。
 - B. 筆架山：陸連島。
 - C. 內埤漁港：瀉湖
3. 豆腐岬：由蘇澳港通過南方澳大橋後右轉，即可抵達豆腐岬小海灣。
 - (1) 豆腐岬命名原因為岩石上有二組垂直的構造線，岩石呈塊狀風化。
 - (2) 海灣岩石種類包括了：硬頁岩、板岩、片麻岩、大理岩、變質砂岩等。
 - (3) 板岩木條狀風化出現了層理、節理、劈理、葉理等類型的線條。
 - (4) 剪力的定義為作用力在同一平面、不在一條直線、方向相反。
4. 內埤海灘：位於南方澳內埤漁港南側的幽靜海灘。
 - (1) 此處海灘上堆積物的粒徑屬於細礫灘。

(2) 此處海浪拍擊力量程度小。

(3) 此處坡降程度小。

二、教學過程

教學流程	教學時間	教學資源	教學評量
<p>一、引起動機</p> <p>本研究區山川、海洋、林礦資源豐富，尤其戶外教學精彩無比，深具開發潛力，精彩地景將會令人耳目一新。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 探討維基百科「2010年蘇花公路遊覽車事故」的報導，思考蘇花公路的風險與特性。 2. 引導學生認識東澳、南方澳地區的地形變化。 3. 簡介戶外教學景點的觀察重點。 	1 節課	單槍 筆記型電腦 教學簡報	聆聽態度 用心思考 討論發表
<p>二、發展活動</p> <p>活動一、大坑橋崩塌</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 推理：能推論大規模山崩的成因。 2. 推理：能推論攔石柵網阻絕功效。 3. 傳達：能說出自己認為此段道路設施，如何避險較為合適，以及判斷的依據。 	20 分鐘	學習單	細心觀察 用心思考
<p>活動二、南方澳觀景臺</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察：能認識北方澳與南方澳二種類型的海岬。 2. 觀察：能認識蘇澳港內五個功用殊異的港口。 3. 分類：能辨別連島沙洲、陸連島、潟湖等海積地形。 	30 分鐘	學習單 望遠鏡	細心觀察 討論發表
<p>活動三、豆腐岬</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察：豆腐岬二組垂直相交的構造線。 2. 分類：能辨別小海灣內堆積物的岩石、礦物種類。 3. 觀察：能觀察板岩木條狀風化內的各種岩石構造。 4. 推理：能思考剪力形成的原因。 	60 分鐘	學習單	細心觀察 用心思考
<p>活動四、內埤海灘</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分類：由海灘上堆積物的粒徑，判斷海灘類型。 2. 推理：由海灘上堆積物粒徑，判斷海浪拍擊力量。 3. 推理：由海灘上堆積物粒徑，判斷海底坡降的大小。 	30 分鐘	學習單	細心觀察 用心思考
<p>三、綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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。 2. 師生分享此次戶外教學的收穫及感想。 3. 師生共同探討學習手冊之題目，澄清迷思概念。 	2 節課	學習單 單槍	聆聽態度 用心思考 討論

		筆電	發表
--	--	----	----

三、教學評量

(一) 教師觀察

1. 師長講述教學內容時，是否能專注聆聽。
2. 進行戶外教學時，是否遵守安全規定與規則。
3. 教學活動過程中，是否盡情參與。

(二) 口頭報告

1. 分組討論後，由學生進行口頭報告。
2. 活動過程中，與學生隨機對談，獲知學生感受並直接回饋。

(三) 學習手冊習寫

1. 學習手冊是否完成。
2. 學習手冊內的迷思概念是否澄清。
3. 學習手冊內的答案是否正確。

陸、「內埤海灘的祕密」戶外教學設計

本研究依教學景點分布之動線，由東澳國小出發，前往南方澳的連島沙洲——內埤海灘進行教學活動。以地質、地形景觀及生態環境為主要教學核心，編輯成戶外教學教案，並據以應用在實際教學中。

三、課程說明

(一) 設計理念

南澳地區為臺灣泰雅族原民世居地，西依中央山地、東臨太平洋，本地區之河谷平原與海岸扇為聚落、人口密集所在。

本研究區以南澳鄉東澳村附近為範圍，大致涵蓋東澳村南北兩溪之河谷階地、東澳北溪及南方澳海岸地區。經濟活動以開礦及早作為主。本區交通阻梗，北迴線自強、莒光等快車都不停，但山川、海洋、林礦資源豐富，尤其戶外教學精彩無比，深具開發潛力。本次教學地點選擇南方澳附近的連島沙洲——內埤海灘進行戶外教學。

(二) 單元目標

1. 達成運用基本能力，能主動觀察、描述原民與土地的正確依存關係。
2. 經課堂試教、田野教學試用後，建立一套完整之東澳原民鄉土教教材。
3. 體認人是自然環境一部份，並主動參與、關心，對自然環境進行分享、親近、欣賞。

(三) 能力指標

1. 自然 1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。
2. 自然 1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。
3. 自然 2-3-4-4 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用。
4. 環境教育 3-3-1 關切人類行為對環境的衝擊，進而建立環境友善的生活與消費觀念。

(四) 教學對象：九年一貫課程五—六年級學童。

(五) 教學節數

1. 準備活動：室內課一節課。
2. 發展活動：戶外課四小時（含來回車程與步程）。
3. 綜合活動：室內課二節課。

(六) 課程架構

整體的教學設計南方澳之內埤海灘為場域，規劃了5個景點，設計成半天活動的戶外教學，詳細課程架構如下圖。

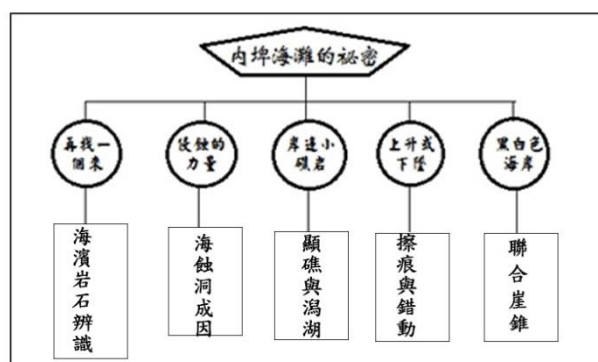


圖 6-1-1 內埤海灘的祕密戶外教學課程架構圖

(七) 戶外教學活動說明

1. 活動地點：南方澳內埤海灘。
2. 適合季節：一年四季皆可（雨日除外）。
3. 活動時間：約4小時。
4. 準備器材：活動手冊、地圖、色筆、指北針、鉛筆、直尺、採集袋、放大鏡、美工刀、望遠鏡（隨意）、鹽酸（教師帶）、急救箱等。
5. 注意事項
 - (1) 穿著運動服、布鞋、運動帽，雙肩式背包。
 - (2) 活動時注意安全、不嬉戲、不擅自脫隊。
 - (3) 愛護環境資源，不任意破壞地質、地形景觀以及不隨意攀折花木。
 - (4) 維護環境清潔，不亂丟棄垃圾。

(八) 背景資料

1. 再找一個來：內埤海灘北濱公園沙灘。
 - (1) 岩石辨識舉例：板岩、千枚岩、矽質片岩、石英雲母片岩、大理岩、鐵石英、珊瑚礁等。
2. 侵蝕的力量：位於內埤海灘北端的海蝕洞。
 - (1) 海蝕洞基本資料：洞深 19.6m、洞高 3.5m、洞寬 5m、洞向 S87°W、與濱線距離為 0m。
 - (2) 形成機制：海浪沿著葉理(崖壁側面)與劈理(崖壁上方)侵蝕形成。
 - (3) 山崩形成因素：除了外營力侵蝕風化的力量之外，還有內營力因石頭被擠壓形成的褶皺(偃臥摺皺)，故是內、外營力雙管齊下造成的。
3. 岸邊小礁岩：位於內埤海灘北端的海蝕洞旁。
 - (1) 顯礁形成機制：原先是一條延伸入海的突岬，中間被海浪切斷，形成數個散落海中的顯礁。
 - (2) 節理與葉理：主節理與葉理垂直，另有一組斜的節理將岩石沿著層理切割成平行四邊形。
 - (3) 此處的潟湖是因為海濱被顯礁所封閉而演變成的半鹹水湖泊。
 - (4) 海洋生物舉例：烏賊螺、梅氏長海膽、白棘三列海膽外殼、現生的蜃螺、石蠣、玉黍螺，以及一些綠色、褐色海藻。
4. 上升或下墜：位於內埤海灘南端的突出山稜。
 - (1) 由擦痕判斷此處岩壁是上升側。
 - (2) 破碎帶可能是斷層經過所錯動碎裂而成。
 - (3) 黃鐵礦是指標性的變質礦物，顯示地質受到造山運動壓力而變質。
5. 黑、白海岸：位於內埤海灘南端的板岩露頭。
 - (1) 底岩板岩顏色深，落石石英岩顏色淺，形成黑、白海岸。石英岩抵抗侵蝕力優於板岩。
 - (2) 崖錐上方顆粒小、下方顆粒大。因為顆粒大的石頭重力較大、移動較遠。

四、教學過程

教學流程	教學時間	教學資源	教學評量
一、引起動機 內埤海灘是宜蘭一處景致清幽的風景名勝，吸引了無數遊人徘徊反側。	1 節課	單槍 筆電	聆聽 態度

1. 閱讀內埤海灘的介紹文章。 2. 簡介戶外教學景點的觀察重點。 二、發展活動 活動一、再找一個來 1. 分類：能辨識海灘內的各種岩石。 活動二、侵蝕的力量 1. 測量：測量海蝕洞的基本資料，包括洞深、洞高、洞寬、洞向、與濱線距離等。 2. 推理：能思考海蝕洞形成機制。 3. 推理：能思考形成山崩的因素。 活動三、岸邊小礁岩 1. 推理：討論此處一系列的顯礁形成的機制。 2. 觀察：節理與葉理的特色。 3. 傳達：請試著用自己的話說明瀉湖的特徵。 4. 觀察：能找出海洋生物的特徵與行為。 活動四、上升或下墜 1. 觀察：由擦痕判斷岩壁是上升側還是下降側。 2. 推理：由山稜內的一條破碎帶思考其意義。 3. 推理：由板岩內的黃鐵礦思考其意義。 活動五、黑白色海岸 1. 比較：板岩與石英岩抵抗侵蝕的差異性。 2. 推理：由崖錐不同位置石頭的顆粒大小思考原因。 三、綜合活動 1. 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。 2. 師生分享此次戶外教學的收穫及感想。 3. 師生共同探討學習手冊之題目，澄清迷思概念。	 40 分鐘 40 分鐘 40 分鐘 30 分鐘 30 分鐘 2 節 課	教學 簡報 放大 鏡 直尺 指北 針 學習 單 學習 單 放大 鏡 學習 單 學習 單 單槍 筆電	用心 思考 細心 觀察 細心 觀察 用心 思考 討論 發表 細心 觀察 細心 觀察 用心 思考 細心 觀察 用心 思考 聆聽 態度 討論 發表
--	---	---	--

四、教學評量

(一) 教師觀察

1. 師長講述教學內容時，是否能專注聆聽。
2. 進行戶外教學時，是否遵守安全規定與規則。
3. 教學活動過程中，是否盡情參與。

(二) 口頭報告

1. 分組討論後，由學生進行口頭報告。
2. 活動過程中，與學生隨機對談，獲知學生感受並直接回饋。

(三) 學習手冊習寫

1. 學習手冊是否完成。
2. 學習手冊內的迷思概念是否澄清。
3. 學習手冊內的答案是否正確。

柒、結論與建議

一、結論

東澳地區比鄰蘇澳鎮，二者唇齒相依，在生活機能上環環相扣，本研究聚焦於蘇花公路北段、南方澳及蘇澳港一帶，可歸納如下結論：

- (一)蘇花公路因經過古老變質岩系又濱臨太平洋大斷崖，故自然災害頻仍，交通脆弱且多車禍，所以除北迴鐵路、蘇花改以外，考慮鼓勵海上運輸。
- (二)在東澳國小東北，蘇花公路大坑橋一帶，大量山崩、地滑，此處有自然災害潛勢區，其在環境教育所蘊涵意義的斷層破碎帶、葉理、節理發達，順向坡及自由基流失，迎風坡多雨等，又可由防災工程實體(攔石柵欄、阻體、明隧道等)，了解其效用與施工過程。
- (三)南澳觀景臺觀察臺灣最典型的沉降海岸，由蘇花公路觀景臺可窺知具有沙頸岬、陸連島、顯礁及深水碼頭等證據。
- (四)豆腐岬海岸為本區極富研究及教學資源之大自然教室，因其擁有標準之陸連島、連島沙洲、新月灘、板劈理、及蠕脈狀石英脈，尤其東側之斷崖崩落退夷海岸，提供了上好的侵蝕海岸素材。
- (五)內埤海灘之新月灘，提供了絕佳的田野景觀，介於二個突岬之間灘區，可觀察其海灘類型、潮間帶變化、灘面堆積物及其形態，並可用觀察、推理、了解波浪特性、危險性，乃宜蘭縣境內最佳教學及觀光所在，本海灘因外濱坡降大，又面向東方，所以瘋狗浪頻度高，屬危險海灘。
- (六)賊仔灣為一斷崖海岸，因居內埤東北突岬處，故在海流、強風、海浪、潮汐不斷交替侵襲下，為本研究區珍貴的海蝕地貌分佈帶，其過渡型(現生或隆起)海穴、海拱、天然橋、高應力石英脈穿透體，乃至坡腳(spur)被海蝕切割後退之連續型海蝕柱(stack)，為精彩上好的侵蝕下沉退夷海岸，留下了驚險刺激、變幻多樣等實體範本。

此外，漁業、漁港、人地互動和海洋自然生態，在本區提供了上好的區位。

二、建議

- (一)本研究區屬於人潮較多的風景區，應加強解說及警示標誌，如觀景臺、內埤海灣的解說牌內容欠周延，尤其內埤海灘今年 8 月 8 日蘇迪勒颱風釀成三死一失蹤事件，應檢討改進。
- (二)研究係催化教學革新及適應時勢潮流必要過程，敬祈教育部寬籌經費，繼續加強辦理，並予多方協助鼓勵。
- (三)地方主管教育單位及縣府人事主管，懇請對百忙之中肯犧牲奉獻孜孜研究的教師，予以精神鼓勵嘉獎勸勉。
- (四)請地方縣市主管對協助學校推行專案研究功績卓著者，給予感謝狀。

捌、參考文獻

- 王鑫 (1990)。宜蘭縣的地質與地形。中華民國國家公園學會，頁 95。
- 王執明 (1982)。「新釋大南澳片岩」。中國地質學會會刊，第 25 號，頁 5-12。
- 王執明、藍晶瑩 (1995)。臺灣的片麻岩。中央地質調查所，臺灣地質之五，頁 14。
- 石再添、張瑞津、鄧國雄、黃朝恩 (1996)。《重修臺灣省通志》卷二，土地志地形篇，頁 269-271。
- 石再添 (1973)。地形學。中山自然科學大辭典第六冊。地球科學，頁 224。
- 李思根、楊貴三 (1994)。中部橫貫公路太魯閣至西寶沿線遊憩資源之調查研究。花蓮：真義出版社，頁 27-35。
- 李思根、廖秀芬 (1994)。南澳溪三角洲環境生態之研究。教育部 83 年科學教育專案研究，頁 23-29。
- 李思根、廖秀芬 (1988)。蘭陽北宜地區特殊教學資源調查研究。花蓮：真義出版社。
- 李思根、鄧國雄 (1997)。臺灣東部地區特殊地景調查登錄及教育宣導計畫 (三) 宜蘭縣。行政院農業委員會 86 年度專案計畫。臺北：行政院農業委員會。
- 李春生 (1984)。臺灣立霧溪以北的大南澳群之地層研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 3 號，頁 1-194。
- 李春生 (1987)。臺灣北部十條地質實習考察路線沿線地質簡介 (九)。國立臺灣師範大學地球科學系，頁 146。
- 何春蓀 (1990)。普通地質學。臺北市：五南圖書出版有限公司。
- 林啟文、高銘健 (1997)。臺灣地質圖說明書第 16 號 (蘇澳)。經濟部中央地質

調查所。

- 林啟文、林偉雄 (1995)。臺灣東北部蘭陽溪中下游地質構造研究。經濟部中央地質調查所彙刊，第十號，頁 23-49。
- 恩斯特、劉忠光、黛摩亞 (1981)。蘇澳南澳地區太魯閣帶角岩及伴隨岩石多次變質之研究。中國地質學會專刊，第 4 號，頁 391-441。
- 許民陽 (1985)。蘇花海岸南澳、和平、立霧三溪沖積扇三角洲之比較研究。臺北師大地理研究，12：105-109。
- 張瑞津 (1975)。臺灣丘陵區河谷等級的計量研究。國立臺灣師範大學，地理研究所地理報告。
- 張瑞津、石再添、楊淑君、林譽方、陳翰霖、董德輝 (1995)。蘭陽地區沖積扇的地形學研究。國立臺灣師範大學，地理研究所地理報告，第 23 卷，頁 151-191。
- 詹新甫 (1977)。對臺灣中央山脈的蘇澳部面的一些觀察。中國地質學會專刊，第二號，頁 141-146。
- 鄧天德 (1991)。宜蘭縣環境資源調查與研究。臺北市立師範學院，頁 185。

Chu, H. T. (1981) The discovery of sillimanite in northern Taiwan: Memoir Geol. Soc. China, 4, 491-496.

Chang, L. S. (1974) A biostratigraphic study of the so-called Slate Formation in Taiwan based on smaller foraminifera : 4. Northern part of the Central Range. Proc. Geol. Soc. China, 9, 39-49.

Juang, W. S. and Bellon, H. (1986) Potassium-argon ages of the Tananao Schist in Taiwan. Mem. Geol. Soc. China, 7, 405-416.

Wang Lee, C. (1982) The Tannanao Schist, reinterpreted. Proc. Geol. Soc. China, 25, 5-12.

從東澳出發

設計者：楊志文



【影像來源：Google 地圖】



班級： _____

姓名： _____

日期： _____

壹、給同學的話

下列是維基百科「2010年蘇花公路遊覽車事故」的報導，請思考一下蘇花公路的風險與特性？

2010年蘇花公路遊覽車事故，或稱創意旅行社遊覽車事故，是於2010年10月21日發生在臺灣宜蘭縣南澳鄉臺9線（蘇花公路）的一起重大遊覽車交通事故。

事故經過

2010年10月21日，受到梅姬颱風外圍環流與東北季風共伴影響，宜蘭縣蘇澳鎮及南澳鄉降下超大

豪雨，造成臺9線蘇花公路112公里到116公里的路段遭到大量土石崩塌沖毀，行經該路段而受困的大小車約有30輛、逾500人一度受困。

其中112.1公里處九宮里路段有5000立方公尺土石崩塌坍塌，當時駕駛LT-8505白色自小客車的花蓮畢士大教養院特教老師劉芸筠遭到土石掩埋。

而當時有一輛車號846-EE的弘泰旅行社搭載中國大陸觀光客的遊覽車被落石擊中並遭掩埋，一名臺灣籍遊覽車駕駛蔡智明以及一名中國籍領隊田園失蹤。

同一時間，另有一輛由司機郭銘麟駕駛車號932-DD，屬於創意旅行社的遊覽車搭載21名來自中國廣東珠海的旅行團員，在臺9線蘇花公路114.5公里附近遇到瞬間暴雨造成的大量坍方，疑似遭到落石擊中並且墜海，車上臺灣民眾與中國大陸遊客共計共26人失蹤。是臺灣近年最嚴重的遊覽車事故。其中由於創意旅行團有19名中國籍團員以及以及臺灣籍司機郭銘麟及導遊曾慶華在該輛遊覽車上，而家住蘇澳的全國養雞協會執行長許枝榮和林金珠夫婦所駕駛的車號3690-HA銀色小貨車仍完好停放在蘇花公路上，但2人仍然失聯。目擊者指稱，蘇花公路發生災變當時看見夫婦2人拿著雨傘上了一臺藍色的遊覽車，而這部遊覽車極有可能就是創意旅行團失聯的遊覽車，因此據研判也上了創意旅行社的遊覽車。

搜救

災難發生後，由國軍特戰隊19員及消防災難特別搜救隊所組成的陸地搜救隊持續數日進行大規模搜救。2010年10月24日上午9時，搜救人員在蘇花公路112.8公里處邊坡發現一女性遺體，經確認為失蹤的特教老師劉芸筠。2010年10月25日，搜救人員在宜蘭縣壯圍鄉東港外海八·五湮處發現殘缺遺體，

2010年蘇花公路遊覽車事故	
日期	2010年10月21日
時間	下午4時（ UTC+8 ）
地點	 臺灣宜蘭南澳
死亡	26人（連同失蹤者）

經確認死者是創意旅行社團員龔艷，是失蹤的創意旅行社 21 位團員中首度且唯一被尋獲部分遺體之成員。2010 年 10 月 27 日，搜救人員在臺 9 線 112.8 公里下方找到兩塊屍塊，經比對其中一塊的右手指紋，確認與失蹤的弘泰旅行社司機蔡智明相符[7]。2011 年 5 月，宜蘭縣潛水協會到宜蘭縣南方澳豆腐岬外海潛水，在 15 公尺深海底發現疑似是創意旅行社的遊覽車傳動軸與四個輪胎卡在礁岩上，研判有可能是創意旅行社遊覽車殘骸。

傷者及罹難者

共計 26 位罹難者。2010 年 11 月 3 日，宜蘭地檢署依災害防救法第 47-1 條規定，有事實足認其確已因災死亡而未發現其屍體者，核發 19 名中國大陸觀光客及臺灣籍的創意旅行社遊覽車駕駛郭銘麟和導遊曾慶華等 21 人死亡證明書。許枝榮和林金珠夫婦的家屬亦於同日向宜蘭地檢署申請，檢方一併核發。

- 創意旅行社遊覽車 19 名旅客連同司機 1 名與導遊 1 名
- 疑似搭上創意旅行社遊覽車的 1 對夫婦
- 弘泰旅行社遊覽車 1 名司機及 1 名領隊
- 白色自小客車 1 名駕駛

蘇花公路安魂碑

2011 年 12 月，臺 9 線蘇花公路 114.2 公里處的觀景臺新建「蘇花公路安魂碑記」落成，由宜蘭佛光大學教授卓克華所撰，以紀念 2010 年 10 月因為這起事故而不幸罹難和失蹤的民眾與遊客。碑文如下：

蘇花古道肇建，始於前清同治末年提督羅大春所闢。日據末期日人復拓，名斷崖公路。光復後拓寬延長，正式命名蘇花公路，於東部交通運輸，裨益甚鉅。此路依山傍海，一旁斷崖壁聳，幾無插足，一邊海天蒼茫，寒波射斗。雖有山海美景，更有山海之奇險。通路以來，地震坍方不絕，颱風暴雨時有道路阻斷，有行路之難。

民國九十九年十月，梅姬颱風來襲，與東北季風共伴，暴雨橫空傾捲而來，山水高漲，海潮外湧，遍地土流，漫溢氾濫，造成用路民眾四百餘人受困，車輛墜海，死傷失蹤者二十六人，為八十年來最慘重災難。

今碑體粗成，魂魄安奠。余登臨眺望，雖光景改觀，仍有青山白骨之哀，行旅至此，不免悲咽太息。學棣簡崇濯君，囑作碑記，期慰幽魂。余愧不能文，略為整衣，謹以五柳先生詩祝奠：「縱浪大化中，不喜亦不懼，應盡便須盡，無復獨多慮。」誦畢告退，時明月照空，朔風勁哀，天上人間，一片耀眼。

網址：維基百科——自由的百科全書。


<http://zh.wikipedia.org/wiki/2010%E5%B9%B4%E8%98%87%E8%8A%B1%E5%85%AC%E8%B7%AF%E9%81%8A%E8%A6%BD%E8%BB%8A%E4%BA%8B%E6%95%85>

貳、觀察活動

觀察活動一、大坑橋崩塌

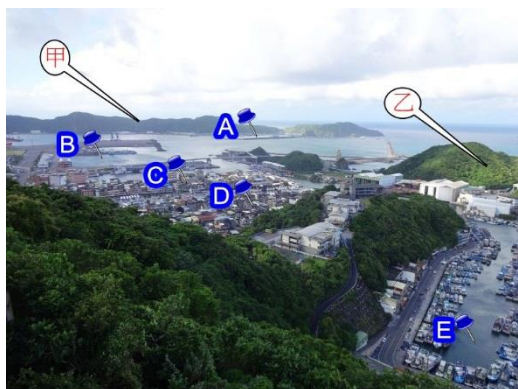
大坑橋位於 9 號省道(蘇花公路)114.5K 處，下圖的照片是 2010 年 10 月 21 日所拍攝的東澳嶺山區大量坍方造成的災害。



1. 大規模的山崩場景看起來真是怵目驚心。請勾選出此處山崩可能的成因有哪些？
斷層線經過 地質構造裂隙多 瞬間雨勢太強 累積雨量太多
順向坡地層 道路挖斷坡腳 迎風面攔截雲雨 地面植被稀疏
 2. 請問左上圖中道路側面的攔石柵網可以阻絕這樣的天然災害嗎？
 3. 避險工法主要用於坡度較大之破碎地質陡坡，因易受風化及豪雨等因素造成大規模之土石崩落，故於邊坡設置攔阻設施，以防止其崩落土石損壞坡趾，進而覆蓋路面影響交通。以下為主要避險工法的說明。請小組討論此段道路設施如何避險較為合適？
 - (1) 攔石柵網：坡趾或路肩可使用攔石柵以防止落石傷害。立柱(line post)通常採以直徑 10cm 之鍍鋅鋼管或以 H 型鋼柱，攔石柵兩端裝設錨繫裝置。
 - (2) 攔石阻體：有許多種牆可施築於公路與上邊坡坡腳之間，以攔阻落石滾落路面。典型設施包括蛇籠、混凝土塊砌牆、混凝土擋土牆、土工織物加勁牆、與上方設置攔石柵之重力牆。(見上方左圖之右下角)
 - (3) 明隧道工法：落石之災源區多在峭壁高處，若無迴避的路線，則在加建鋼筋混凝土頂棚以隔離落石的明隧道，是保護行車安全最為有效的辦法。
 - (4) 橋工：當其他防治工法不適用時，於彎道處可採用橋樑或於直線段採連續高架橋來避開危險坡地。
 - (5) 改道：當邊坡道路路基已流失或其他防治工法皆無法維持鐵路之暢通，則需選取符合安全、交通維持、經濟考量之替代道路，以避開危險路段。
- (資料引用自李維峰等，山區道路邊坡崩塌防治工法最佳化研究。財團法人臺灣營建研究院，P73。)

觀察活動二、南方澳觀景臺

本景點位於 9 號省道(蘇花公路)108.2K 處，居高臨下，景觀天成。臺灣東部斷層海岸分成礁溪、蘇花、花東、大武等四段斷層海岸，此處可說是蘇花斷層海岸的起點，設有一觀景臺可俯瞰太平洋海景及蘇澳港景觀。



岬灣海岸形成的——蘇澳港



臺灣最美的南方澳沙頭岬

1. 左圖是蘇澳港，為臺灣東北部的國際商港，港闊水深；也是岬灣形成的天然良港。請將甲、乙中正確的代號填入括弧內。
 - (1) 【 】 北方澳：山脈沿伸入海所形成的岬角，稱為海岬。
 - (2) 【 】 南方澳：與陸地間有沙洲相連的島嶼，稱為陸連島。
2. 左圖的蘇澳港有海岬和陸連島抵擋風浪，又沒有泥沙淤積的困擾，形勢天成。因此有 A、B、C、D、E 五個港口，請將正確的代號填入括弧內。
 - (1) 【 】 中正軍港：海軍蘇澳巡防艦隊所駐守的中正基地。
 - (2) 【 】 蘇澳港：臺灣第五大國際港口，蘇澳港水域面積 290 萬平方公尺，是臺灣東北部的國際商港，也是基隆港的輔助港。
 - (3) 【 】 南方澳第一漁港：於日據時代所建，是南方澳最早期的漁港，漁港對面的南天宮則為當地的信仰中心。
 - (4) 【 】 南方澳第二漁港：即『內埤漁港』，於民國 44 年興建，為三個漁港中最小的。
 - (5) 【 】 南方澳第三漁港：興建於民國 54 年，位在第三漁港邊的第三漁市則較為冷清，目前供大型圍網漁船及遠洋漁船停泊。
3. 沿岸流或河流挾帶堆積物在海岸邊緣沉澱堆積，形成各種海積地形。右圖即為南方澳沙頭岬(連島沙洲+陸連島=沙頭岬)，請將右圖的地名填入括弧內。
 - (1) 【 】 連島沙洲：海浪或潮流在海岸線外堆積泥沙，將離岸島嶼與陸地相連。
 - (2) 【 】 陸連島：原為數個分開的離岸小島，因泥沙堆積的沙洲而與陸地相連。
 - (3) 【 】 瀉湖：離岸沙洲與海岸之間部分封閉的水域，瀉湖還保有與海洋流通的缺口。

觀察活動三、豆腐岬

車行入蘇澳港，通過南方澳大橋後右轉，即可抵達豆腐岬小海灣，園區內有涼亭、公廁等公共設施。



豆腐岬蝕餘殘丘



豆腐岬小海灣

1. 觀察豆腐岬小丘，請勾選出豆腐岬命名可能的原因。
 岩石上有二組垂直的構造線，岩石呈塊狀風化 先民在此處製作豆腐
 此處是捕獵豆腐鯊的漁船主要停憩港口 此處岩石為製作豆腐之原料
2. 豆腐岬小海灣有許多岩石被磨圓成鵝卵石，請勾選出海灣內出現的岩石種類。
 硬頁岩 板岩 片麻岩 大理岩
 變質砂岩 石英雲母片岩 片麻岩 角閃岩



板岩木條狀風化



石英脈形成的剪移摺皺

3. 觀察板岩木條狀風化，請勾選出此處岩石出現了那些類型的線條。
 層理 節理 劈理 葉理 紋理 解理
4. 板岩地層內有一條條白色的剪移摺皺，為石英脈受剪力作用影響而變形。請在下列選項中勾選出剪力的定義。
 作用力在同一平面 作用力在一條直線上 作用力方向相同
 作用力在不同平面 作用力不在一條直線 作用力方向相反

觀察活動四、內埤海灘

位於南方澳內埤漁港南側的幽靜海灘，內埤海灣風景區在被規劃成海濱公園（北濱公園）之後，增設了沿岸步道、觀光涼亭、籃球場、停車場等設備，加上特別栽種的臺灣海桐、水黃皮、臺灣樹蘭、白水木及臺東漆樹等樹種，讓這裡成為美麗的觀光園地。



由北濱公園向北眺望



由北濱公園向南眺望

1. 下表為參考用的沈積物粒徑分類表：

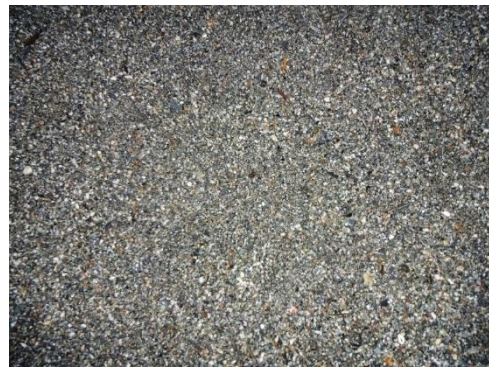
名稱	巨礫	粗礫	中礫	細礫	砂	粉砂	黏土
粒徑 (mm)	>250.0	50.0— 250.0	10.0— 50.0	2.00— 10.0	0.063— 2.00	0.004— 0.063	<0.004

由海灘上堆積物的粒徑可判斷其類型，
請問此處屬於哪一種海灘？

- 沙灘 混合灘
 細礫灘 巨礫灘

2. 由海灘上堆積物的粒徑可判斷海浪拍擊
力量的大小，請問此處海浪拍擊力量程
度為何？

- 海浪拍擊力量大
 海浪拍擊力量小
 無法判斷



3. 由海灘上堆積物的粒徑可判斷海底坡降的大小，請問此處坡降程度為何？

- 坡降大 坡降小
 無法判斷

參、 戶外教學教學回饋

學生姓名：_____

同學們：

今天的戶外教學令人難忘，教師想聽聽你們對此次活動的意見，作為教學改進的依據。請盡量完整地寫下自己的想法。謝謝！

104年1月21日

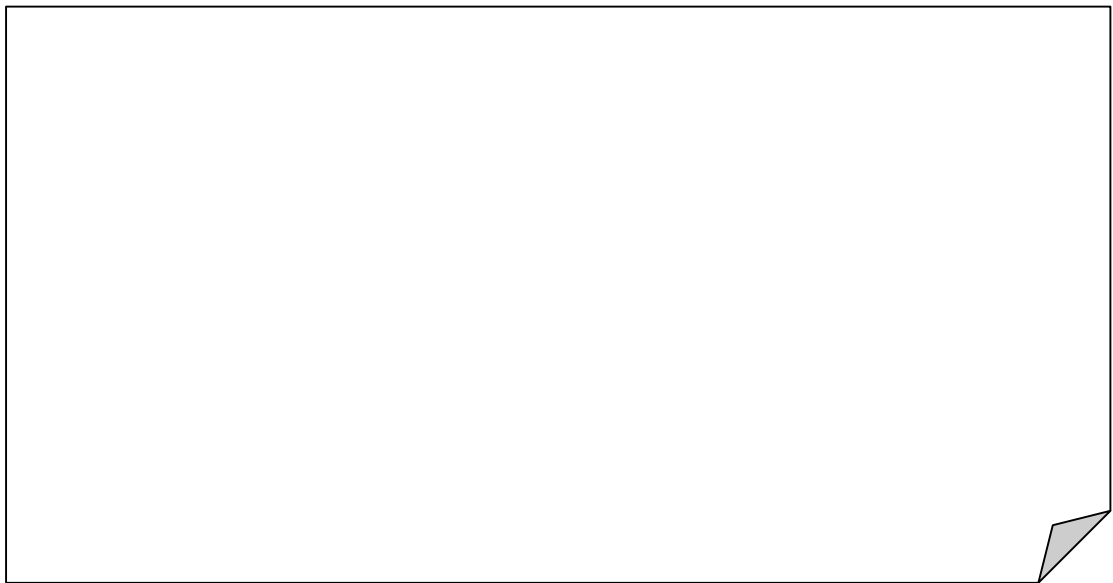
第一題：你喜歡這次的戶外教學嗎？為什麼？

第二題：你最喜歡的部份是什麼？為什麼？

第三題：東澳附近擁有這麼精采且珍貴的特殊教學資源，我們應如何保護它？

第四題：如果還有下一次類似的戶外教學，你有哪些建議呢？

第五題：請畫下此次戶外教學中，印象最深的畫面。



內埤海灘的祕密

設計者：楊志文



【影像來源：Google 地圖】



班級： _____

姓名： _____

日期： _____

壹、給同學的話

下列是東北角暨宜蘭海岸國家風景區「內埤海灘」的介紹，這一次的戶外教學我們要前往南方澳的一處海積地形——連島沙洲，也就是內埤海岸進行戶外教學。在出發之前，請同學們先閱讀一下簡介，增加戶外教學之背景知識。

南方澳的「內埤仔」，又稱情人灣、內埤仔海邊，原是平埔族噶瑪蘭人的聚居地，一九五九年成為南方澳第二漁港區。漁港外側以沙丘堤岸與太平洋相隔，面對太平洋的沙丘，就是景觀優美的「內埤海灘」，它不只是內埤漁港的堅固屏風，也是賞海聽濤的極佳據點。由於一年四季都有許多魚族棲息及覓食，如白帶魚、水針、鯖、甘仔魚等眾多魚類，因此是釣客們揮竿垂釣的新天地，同時也是民眾休閒的最佳去處。

內埤海灘呈弧形狀，地形分為海蝕與海積兩種。海蝕地形包括海岬、海底岩礁、海蝕崖等；海積地形則以細砂石礫混積而成的海灘為主。其實內埤海灘背山面洋，水質清澈，景色秀麗，常吸引人潮來此戲水，是欣賞旭日東昇、弄潮觀濤的優美景線，也是夏日戲水浮潛的絕佳休閒去處。而海面雖然看似平靜，實則暗潮洶湧，民眾遊憩時應該更加小心，內埤海濱供奉乙座觀音大士觀海立像，以祈保佑遊客安全。

內埤海灣風景區在被規劃成海濱公園(北濱公園)之後，增加了沿岸步道、觀光涼亭、籃球場、停車場等設備，加上特別移植的臺灣海桐、水黃皮、臺灣樹蘭、白水木及臺東漆樹等樹種，讓這裡成為美麗的觀光樂園，讓民眾的假日計畫又多了一份選擇。



圖文網址：<http://www.necoast-nsa.gov.tw/user/Article.aspx?Lang=1&SNo=04000569>

貳、觀察活動

觀察活動一、再找一個來

內埤海灘以組成物質來歸類可說是兼具礫石與砂的混合質。此處岩石種類大約有 7、8 種。其中以黑色的板岩最多、表面會發亮的千枚岩次之，另外，矽質片岩、石英雲母片岩、大理岩、鐵石英、珊瑚礁等也能找到。



1. 請在老師一一介紹過不同的石頭之後，限時 5 分鐘，分別從海灘中再找一個出來。

觀察活動二、侵蝕的力量

內埤海灘北端有一處海蝕洞，屬於離濱海蝕洞與現生海蝕洞的過渡型，颱風巨浪時會打上來海蝕洞的位置，但平常的海浪打不到。此處的地層可觀察到二組幾乎與水平面垂直的岩石構造。其一是薄層的葉理——板岩的葉理相當密集，走向為 $N65^{\circ}W$ ；其二是垂直的劈理——劈理是節理的一種類型，走向為 $N41^{\circ}E$ 。



1. 請以小組為單位，用指北針、直尺與手邊的用具測量海蝕洞的基本資料，包括洞深、洞高、洞寬、洞向、與濱線距離等。
2. 請在老師的引導之下，用自己的話說出海蝕洞形成機制。
3. 海蝕洞後方有一處山崩，請問此處形成山崩的因素有哪些？

觀察活動三、岸邊小礁岩

海灘是海積作用造成的，可是內埤海灘二側的突岬是退夷海岸。因為前濱坡降大，海浪是直立波或磯波，侵蝕力量大，因此海岸後退，證據之一就是顯礁。此處顯礁前後有三塊，介於離濱與沉水的過渡型，漲潮時被海水淹沒，退潮時露出，可歸類為過渡型顯礁。



顯礁與潟湖



海膽與烏賊螺鞘

1. 觀察此處一系列的顯礁，討論形成的機制。
2. 顯礁在海浪的淘洗之下肌理畢現，請觀察節理與葉理的特色。
3. 顯礁與海濱之間有小規模的潟湖，請試著用自己的話說明潟湖的特徵。
4. 此處有許多海洋生物，請細心的找找看，這些海洋生物在做什麼？

觀察活動四、上升或下墜

位於內埤海灘南側，經過一條沒口溪小河流，再往南步行約 15 分鐘，可觀察到一條從陸地延伸入海的山脈稜線，延伸的山稜前端可觀察到一條破碎帶。山稜前端錯開右移，並向海面延伸出一連串顯礁。此處板岩碎屑中富集黃鐵礦，目視即可觀察到黃鐵礦立方體的晶形。



1. 用手觸摸擦痕，判斷此面岩壁是上升側還是下降側。
2. 想一想，山稜內的一條破碎帶代表何種意義？
3. 想一想，板岩內的黃鐵礦代表何種意義？

觀察活動五、黑白的海岸

由前一站再往前行約 20 分鐘，可抵達一處色彩鮮明的黑白海岸。此處大量落石沿著幾乎等間距的劈理風化，再沿著一連串平行的劈理滑落，在坡腳形成聯合崖錐(落石堆)。



1. 請問在黑白海岸中，黑色的板岩與白色的石英岩何者抵抗侵蝕的能力較佳？
2. 崖錐中，請問上端與下端哪邊的石頭較大？為什麼？