

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

030501

走訪秀姑巒溪出海口左岸—探索安山岩的祕密

學校名稱：臺南市立後甲國民中學

作者： 國一 廖于碩 國一 廖于睿 國一 廖于禎	指導老師： 陳淑婉 王雅麗
---	-----------------------------

關鍵詞：安山岩、角閃石、海蝕洞

摘要

去年暑假，我們到花蓮進行野外地質觀察活動，在秀姑巒溪出海口左岸的露頭發現海蝕平臺、海蝕洞及安山岩質的地質。

我們觀察、測量和探討海蝕平臺及岩壁海蝕洞的特徵及成因，並探究在此地密集度極高的安山岩，其所含的斑晶是中性斜長石及深色礦物的輝石、角閃石。

岩壁的海蝕洞，長又深，高度在 2.65m，可見此地的年代久遠，大約為更新世時期的地層。由洞穴的形狀、深度、高度可以知道當時的地殼變動隆起，和海流、潮汐及海浪侵蝕造成的地質事件。

我們也發現秀姑巒溪出海口的安山岩密集度高，又膠結的很堅固，不容易敲下來，雖然範圍不大，但是每一塊安山岩中的深色礦物，如角閃石和輝石都非常明顯，所以是一個研究安山岩的好地方。

壹、研究動機：

去年暑假，我們到花蓮進行野外地質觀察活動，意外的來到了秀姑巒溪左岸出海口，在那裡有一個略為平坦的海蝕平臺露頭，我們發現了許多安山岩的礫石，和一個被海水侵蝕過的岩壁，仔細看，發現安山岩上有許多巨大的角閃石結晶，我們十分訝異，所以想藉由這次的機會研究它。

貳、研究目的：

- 一、調查秀姑巒溪出海口左岸地質地貌。
- 二、觀察測量出海口左岸的海蝕平臺及岩壁海蝕洞，並探討被侵蝕所造成的特徵。
- 三、觀察左岸平臺露頭之安山岩與形成之礦物組成。
- 四、探索此地安山岩之角閃石的位向是否與擠壓方向有關。

參、文獻探討：

一、造岩礦物：（參考普通地質學—何春蓀編著）

構成岩石的主要礦物名為造岩礦物，其百分之九十以上為矽酸鹽類。矽氧四面體是矽酸鹽類礦物中的基本單位，常見的有兩類。

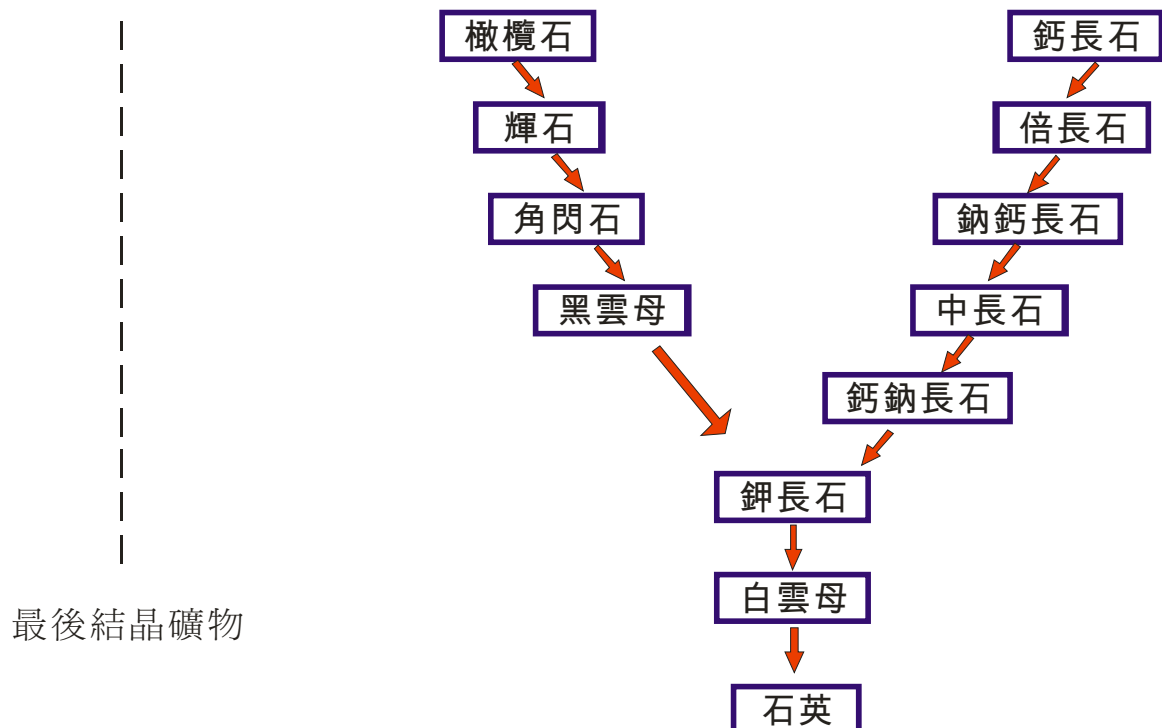
- （一）鐵鎂礦物：主要由橄欖石、輝石、角閃石及黑雲母。其矽氧四面體多半和鐵及鎂兩種陽離子相結合，這兩個離子的大小略相等。這類的礦物顏色比較深暗，比重也較大。
- （二）非鐵鎂礦物：這類礦物包括長石類、石英、白雲母，不含鐵鎂離子，其主要陽離子是鉀、鈉、鈣、鋁等，所以顏色淺淡，比重也較輕。

二、岩漿演化—包溫反應系列（台灣之火山活動與火成岩—莊文星著）

最先結晶礦物

鐵鎂礦物不連續系列

斜長石連續系列



最後結晶礦物

三、東部海岸山脈之火成岩---參考台灣地質（陳培源編著）

(一) 台灣東部海岸山脈地質位置圖（參考徐鐵良，1956）



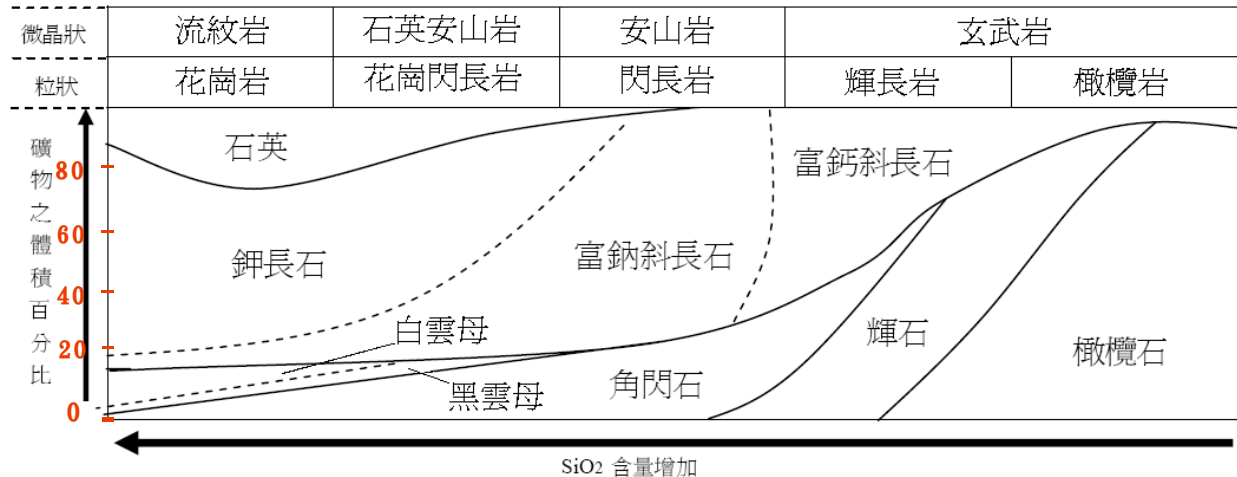
(二) 奇美—豐源地區地質圖（原圖參考宋聖榮、羅煥記，1988 及徐鐵良，1956）



(三) 石門火山角礫岩

本層應相當大江二郎（1939）與徐鐵良（1956）所稱之都巒山層，此處或可稱之為狹義之都巒山火山角礫岩。本層大致分別為上下兩段，上段為角礫岩，所有岩塊俱為單一岩性，且均為輝石安山岩，以普通輝石及斜長石為斑晶，玻璃物質為石基，偶有發現角閃石，可能是屬於淺海噴發碎屑岩流之產物。

四、不同種類火成岩中各礦物百分比變化圖（取自何春蓀編著台灣地質學）



從「不同種類火成岩中的岩理和礦物百分比變化圖」中所呈現的曲線研判，安山岩中角閃石可能的百分比是 6%~30%。

五、東部海岸山脈之海蝕洞（參考台灣之火山活動與火成岩—莊文星著）

波浪沖刷海岸岩石，遇到脆弱易崩或節理發達的地方，則沿著脆弱地帶深入侵蝕淘空，常在海濱造成海蝕溝或是海蝕洞。因此，在海邊如果看到有海蝕洞存在於現在的海邊以上的高度，即表示陸地上升，或是海水相對下降，火山岩構成的海岸也容易有海蝕

(一) 八仙洞的海蝕洞

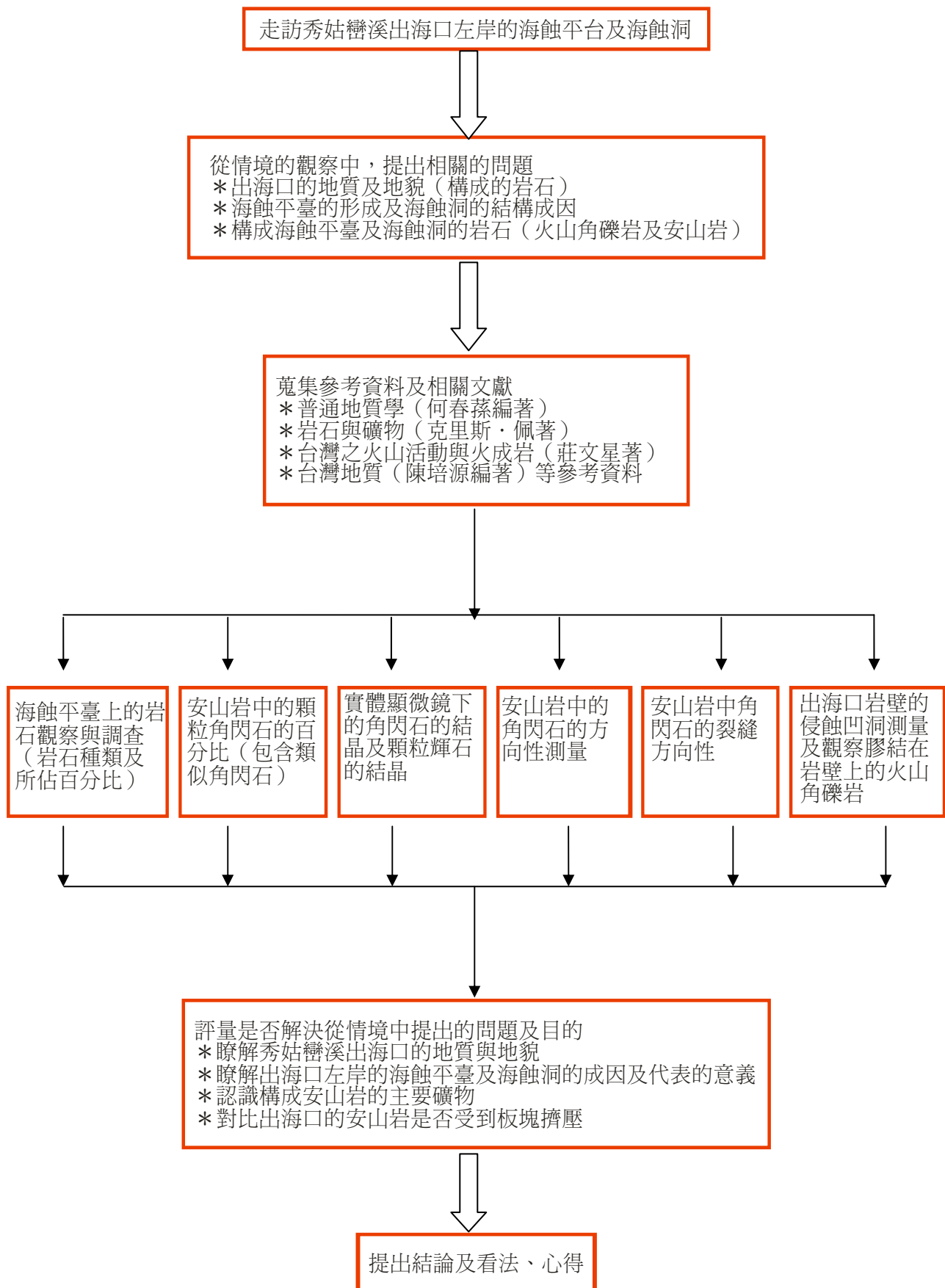
花東海岸公路由大港口向南，進入台東縣長濱鄉，即是八仙洞，各洞穴都在都巒山層的火山集塊岩中，岩層岸性堅硬，在海水侵蝕作用下，常成陡崖，距推測這些集塊岩大約是數百萬年前海底火山噴發所形成。其後，在陸地間歇上升的過程中，海水侵蝕作用在不同的高度造成海蝕洞。由於海岸一直處在上升為主的環境，因此各洞穴生成的順序由上而下，愈低的洞穴形成年代愈輕。洞穴的形狀有兩種，一為直立型，這種洞穴是由海水沿著節理面侵蝕擴大而形成；另一種是橫向半圓形發展的浪蝕洞穴，這種洞穴的前方常有一水平臺，平臺上面有碎屑物堆積。

(二) 石門的海蝕洞

石門位於豐濱以南，大港口以北。這一段海岸都是由都巒山火山集塊岩構成的，由於岩質堅硬，因此形成高聳的山峰和陡峭的海岸。

強烈的波浪經年累月衝擊海岸，在陡岸的基角部位，蝕出了海蝕凹壁，凹壁下部的平臺向內陸擴張，形成的海蝕平臺。

肆、研究流程：



伍、研究器材：

一、岩石的取樣：

- (一) 地點：秀姑巒溪出海口左側之安山岩及火山角礫岩標本。
- (二) 取樣方式：選擇礦物明顯而小塊的岩石。

二、器材：

- (一) 觀察的儀器：實體顯微鏡、10 倍放大鏡、護目鏡、照相機。
- (二) 測量的器具：指北針、竹竿、皮尺、三角木架、透明片。
- (三) 處理的器具：鑷子、地質鎚、不鏽鋼研磨鉢、篩網。
- (四) 其他：培養皿、色紙、水桶、標籤紙、稀鹽酸、奇異筆。

陸、研究問題：

- 一、走訪秀姑巒溪出海口左岸地質地貌。
- 二、觀察及測量秀姑巒溪出海口左岸海蝕平臺及岩壁凹洞特徵。
- 三、觀察秀姑巒溪出海口左岸海蝕平臺及岩壁上安山岩的特徵
 - (一)：觀察海蝕平臺及岩壁海蝕洞上的安山岩。
 - (二)：安山岩表面角閃石的觀察：
 - (三)：測量海蝕平臺上在安山岩中角閃石的方向性
- 四、觀察角閃石顆粒在安山岩中所佔的比例。
- 五、深色礦物在秀姑巒溪出海口左岸安山岩表面所佔的比例。

柒、研究過程：

- 一、活動一：走訪秀姑巒溪出海口左岸地質地貌。
 - (一) 秀姑巒溪出海口位置圖。



研究地點

(二) 戶外活動的位置：秀姑巒溪出海口左側圖。



(三) 研究地段現場：位於花蓮縣豐濱鄉港口村與靜浦村中間。



(四) 左岸的海蝕平臺之觀察。

- 1、在出海口左岸，有一片略為平坦的海蝕平臺地形的露頭，約有數百平方公尺的大小。
- 2、在海蝕平臺的北邊，有一面岩壁，約有數十公尺長，數公尺高。
- 3、左岸的地層中，有很多礫石鑲嵌在岩層的基質中，因未經長距離的搬運，其形狀多稜角。
- 4、將左岸這些礫石膠結在一起的基質是細小的顆粒，有可能是火山噴出的碎屑物質，經冷卻凝固而造成。
- 5、膠結的礫石大多是呈灰色的，表面有許多黑色或白色的斑晶嵌在灰色的細小顆粒中。
- 6、左岸上另有一些圓滑的礫石，應為秀姑巒溪從上游其他地區搬運而來的產物。
- 7、火山角礫岩膠結得很緊密且很堅硬。
- 8、角石礫岩層中，有些小型的斷層裂縫，其中的礫石也有很多受應力而破碎。
- 9、這裡礫石的大小變化很大，數公分至數十公分都有。

(五) 左岸岩壁的侵蝕狀況之觀察

- 1、左岸的岩壁沿著海岸北上，至石梯坪再延伸到豐濱。高度約 3~10 公尺，岩壁上長滿樹木，是上層岩石風化後的碎屑和泥層的土壤。
- 2、由於波浪沖刷海岸岩石及岩壁，遇到碎弱的基質及節理發達的地方，在長時間的衝擊，海浪會沿著山壁沖刷，這些地方會形成海蝕溝和海蝕洞。
- 3、在左岸靠海邊的岩壁上，形成一個長約 20 公尺、高約 2.65 公尺，深度為 0~2 公尺的海蝕洞。
- 4、在左岸岩壁的海蝕洞中，可以明確觀察到都巒山火山集塊構成的岩質極為堅硬，都是稜角，不易掉落，使得地形變得陡峭的海崖。
- 5、在多年的強烈海浪的沖擊海崖，使得岩壁被侵蝕成凹洞，而成美麗的弧形岩壁。

(六) 討論：

- 1、左岸出海口屬於都巒山層中的石門火山角礫岩，其中礫石以安山岩為主，這裡的安山岩密集度甚高，原以為有規律性排列，但是仔細觀察則是散佈著不規則、形狀也都不一致，因為在海岸上經過長期的海浪侵蝕，表面都很平滑，安山岩裡的角閃石歷歷可數，也有類似角閃石的黑色結晶。在大家討論下，認為可能是輝石，因為在整塊安山岩中的排列，有時不能看見完整結晶形體。
- 2、這些火山角礫岩原本可能是在淺海堆積，地層抬升後再露出水面，在左岸岩壁的海蝕洞表層，可以看見不規則的火山角礫岩，黑色的而且每一個都很凸出，形狀也不規則，仔細觀察有些是玻璃質的結構，表面相當粗糙，即使多年來的海水侵蝕，也依然保持著原有的形狀。
- 3、左岸海蝕平臺上的圓滑礫石，應為秀姑巒溪搬運而來的，在平臺上有各色各樣的岩石，但是都不大，形狀是圓滑的，而且性質各異，不是原來聚集此地的岩石，從外觀看是從秀姑巒溪上游、中游及河水沖刷、搬運到海底，再由大浪捲起打到岸邊，可以說是各種岩石的匯集。
- 4、膠結的角礫岩形狀屬於不規則，表示岩塊噴發後堆積未經長距離搬運，從這裡的火山角礫岩觀察，可以知道原來是火山噴出的岩漿在淺海的堆積，受到海浪及海水的侵蝕，及地殼的抬升而露出水面，岩壁上的海蝕洞，就是很好的證據。












- 5、從奇美—豐濱地質圖的資料中，可以明顯的看出秀姑巒溪左岸海蝕平臺上的火山角礫岩。(其實從豐濱到長濱間的海濱都是火山角礫岩的結構)。在這裡可以觀察到安山岩質集塊岩多具稜角，以直徑在 10~30 公分之間最普通，而且皆為火山物質膠結，礫塊與膠結物之間沒有明顯的界線。

二、活動二：觀察及測量秀姑巒溪出海口左岸海蝕平臺及岩壁凹洞特徵。

(一) 目的：

- 1、從觀察出海口左岸的岩石知道其岩石特徵。
- 2、從觀察出海口左岸岩壁的海蝕洞，知道海水對此地的侵蝕及推斷年代的久遠與地板的抬升現象。

(二) 左岸岩石的觀察：我們以肉眼來研究岩石的特徵，並用照相機拍下特別的地方。

		
<p>不同大小顏色的礫石，緊緊的膠結在一起，不易脫落，表層平滑。</p>	<p>礫石大多為安山岩質，排列有些方向性，可以看見岩石中的結晶。</p>	<p>有許多黑色斑晶嵌在灰色基質中，這些斑晶分佈在岩石的每一個部位。</p>
		
<p>岩塊上有許多圓滑的礫石，為秀姑巒溪搬運而來。</p>	<p>有些礫石受應力而破碎，但仍膠結在一起，不易分離，周圍是大小不一的圓滑礫石。</p>	<p>有些安山岩呈較暗紅色，因為應力的作用呈現裂痕，而且有方向性。</p>
		
<p>這裡的角礫岩大多呈淺灰色，但也有較深色的，代表安山岩質的岩漿中，深色礦物的成分並不是分佈的很均勻</p>	<p>在左岸的這些礫石中，有些黑色斑晶分佈的很密集，有些則相反</p>	

(三) 觀察結果討論

- 1、這些大小不同、顏色不同的礫石中，上面有黑色斑晶嵌在灰色的基質中，而且分佈在岩石的每個部位。這些黑色的結晶有長方形、方形、少量不規則形，新鮮面上黑色結晶會有閃閃發亮的光澤。
- 2、從文獻上及實地的觀察，知道左岸平臺上膠結的礫岩是安山岩，而黑色的或深色的礦物，可能是角閃石或輝石。

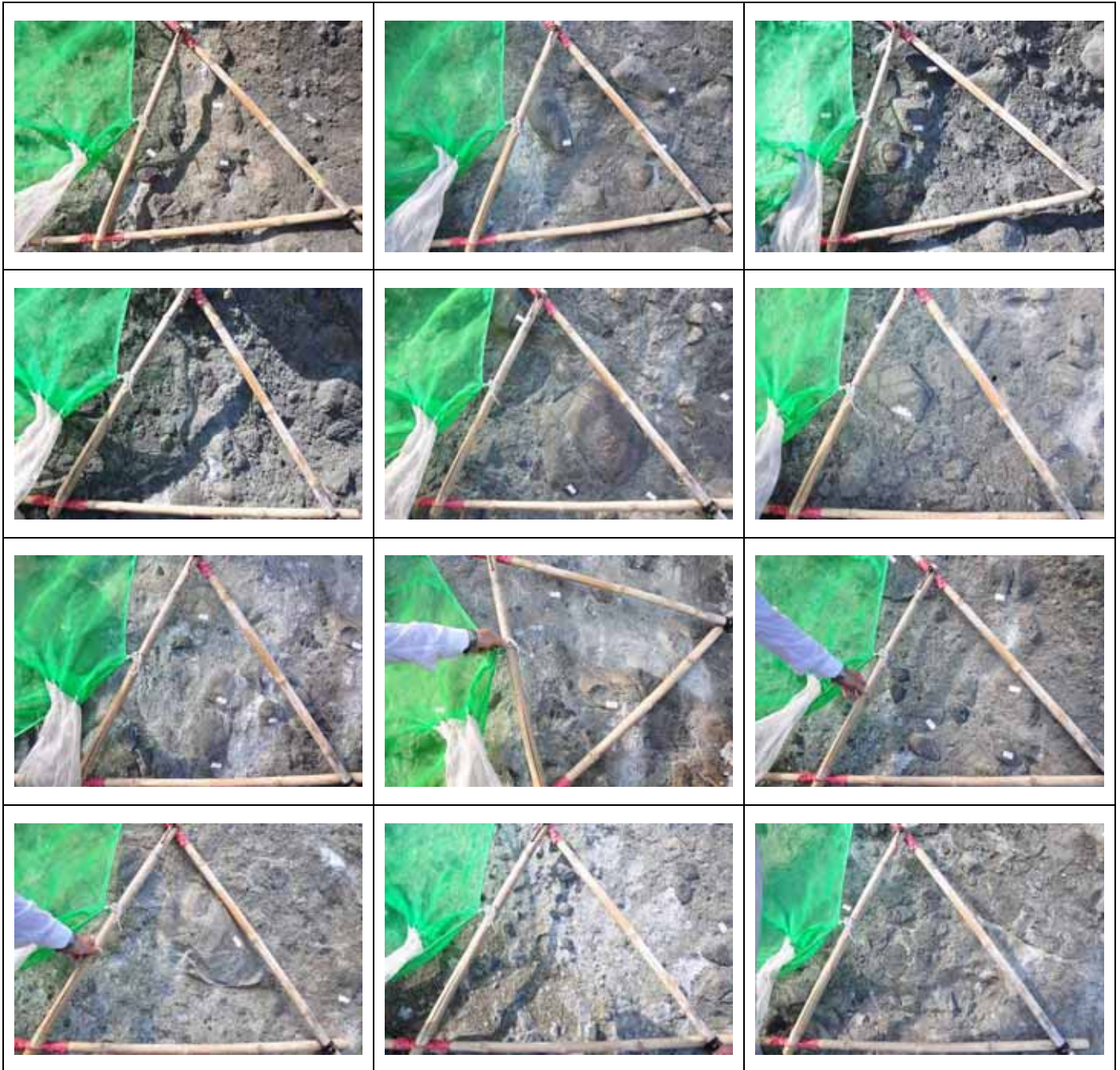
(四) 左岸岩石的分佈

- 1、材料：路邊撿到的捕魚用的三角木架、相機。
- 2、方法：
 - (1) 從一旁被遺棄的捕魚用的三角木架，測量底 85cm、高 90cm，兩斜邊長：95cm、105cm，並算得面積 3825 平方公分。
 - (2) 將木架隨意放在海蝕平臺或靠在岩壁上，再用相機照相，從照片中算出安山岩所佔的面積百分比。
- 3、安山岩百分比的計算方法：
 - (1) 把照片洗出 4×6 大小的照面。
 - (2) 剪下△中地面的岩石部分。
 - (3) 利用上皿天平秤出△的相片紙的質量。
 - (4) 把安山岩的岩石部分剪下來並秤出相片紙的質量。
 - (5) 安山岩面積所佔的百分比 = $\frac{\text{安山岩的紙重}}{\Delta \text{紙的總重量}} \times 100\%$
- 4、實際操作：

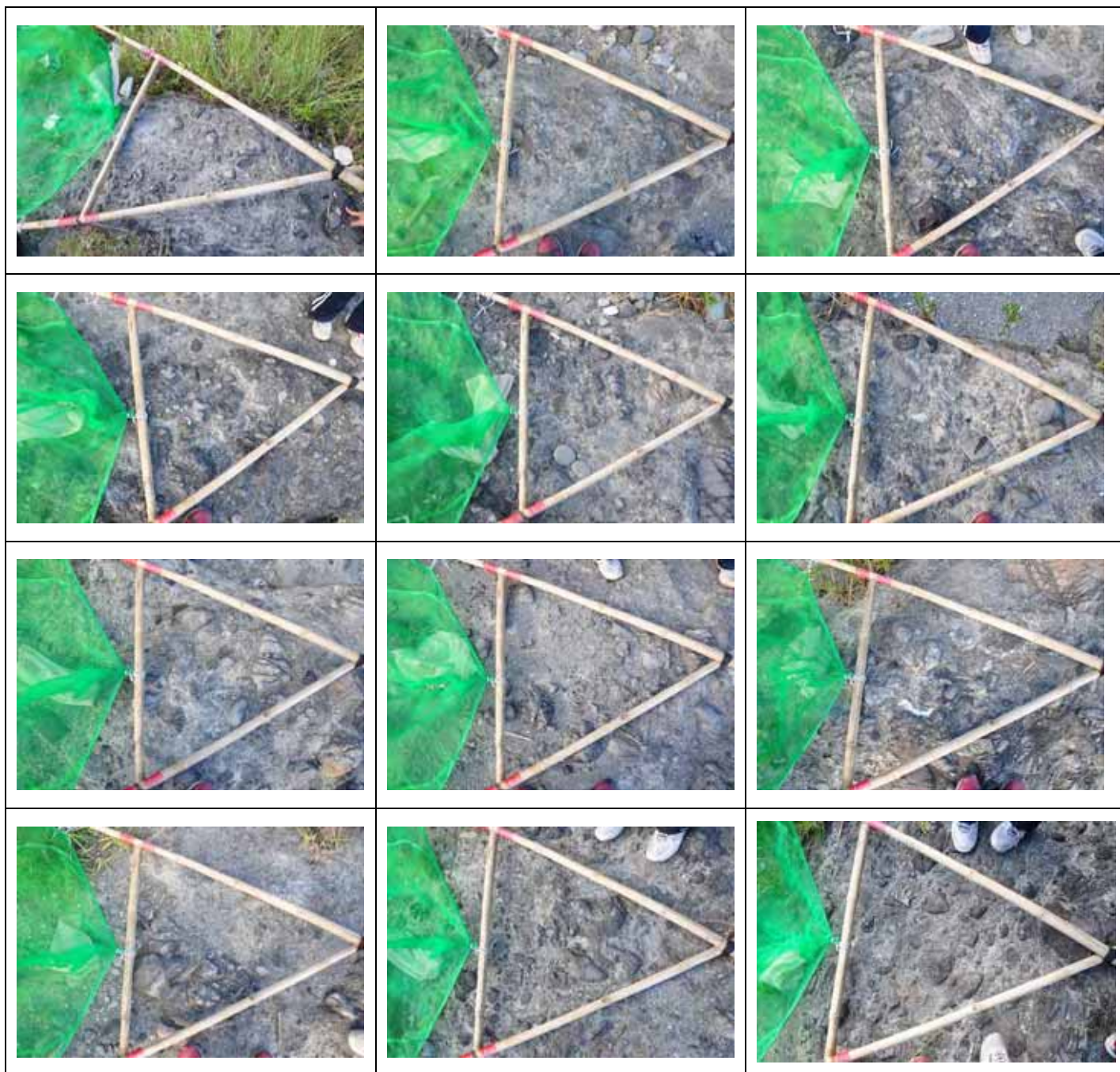


5、拍照的現況：

(1) 海蝕洞上岩壁的安山岩：



(2) 海蝕平臺上的安山岩：



6、結果：計算海蝕平臺及海蝕洞上岩壁中安山岩的百分比（分佈狀況）：

(1) 岩壁上的安山岩分佈百分比：

編號	1	3	4	5	6	7	14	15	16	合計	平均
△面積的質量 (相片紙)(g)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.1	1.4	1.4	1.4	1.3	12.2	1.4
安山岩的質量 (相片紙)(g)	0.40	0.45	0.45	0.30	0.40	0.45	0.52	0.32	0.50	3.79	0.4
所佔百分比(%)	28.6	32.1	32.1	27.3	33.3	32.1	37.1	22.9	38.5	284	31.6

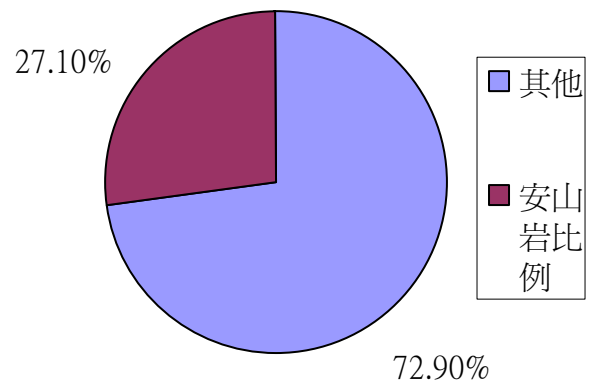
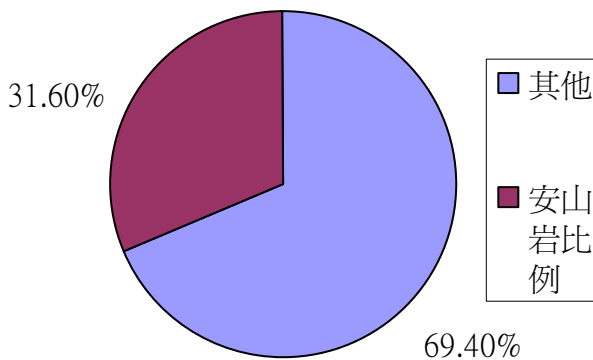
(2) 海蝕平臺上的安山岩分佈百分比

編號	a	c	d	e	f	h	i	k	l	合計	平均
△面積的質量 (相片紙)(g)	1.2	1.2	0.9	1.3	1.25	1.1	1.2	1.3	1.4	10.85	1.2
安山岩的質量 (相片紙)(g)	0.25	0.35	0.30	0.50	0.30	0.30	0.25	0.28	0.40	2.93	0.3
所佔百分比(%)	20.8	29.2	33.3	38.5	24.0	27.3	20.8	21.5	28.6	244	27.1

7、比較：

(1) 岩壁上安山岩所佔百分比：

(2) 海蝕平臺上安山岩所佔百分比：



8、探討：

- (1) 從測量岩壁海蝕平臺上安山岩的百分比，得知分別為 31.6%及 27.10%，這表示在兩個面上的安山岩數量相差不多。也就是說明在出海口的岩壁及海蝕平臺上的岩石，都是由都巒山火山集塊岩構成的，其岩質是堅硬不易敲下來的。
- (2) 雖然出海口的岩壁及海蝕平臺是極堅硬的火山集塊岩，但是此處正位於強烈的波浪、海流及潮汐變化下，經過了漫長歲月的衝擊海崖，在陡崖的基腳部位，侵蝕出海蝕的凹壁，也使凹壁下方的平臺向內陸擴張，而逐漸形成海蝕平臺。

(五) 觀察測量秀姑巒溪出海口左岸岩壁被侵蝕的狀況

1、岩壁的岩石排列：用照相和畫圖的方式記錄岩石的侵蝕現象



(1) 方法：



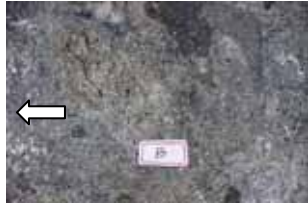
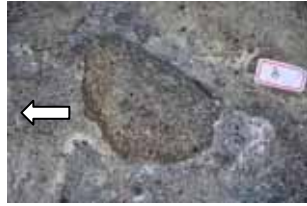








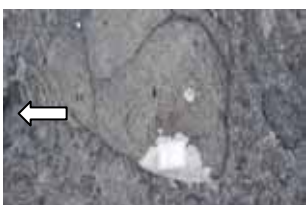



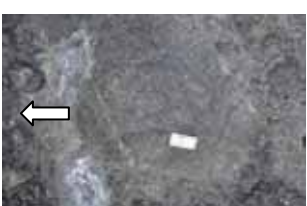







- ① 將在岩壁上的岩石，由東到西將較完整且方便觀察的方式編號 A、B、C、D...r、s、t 等。
- ② 利用水平儀測量水平，並放置透明片。
- ③ 將編號的岩石畫下來，並註明被侵蝕的地方。
- ④ 請老師照相，方便回來比對。









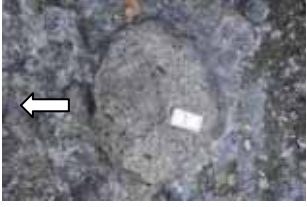













(2) 在岩壁上，岩石的排列及被侵蝕的方向

- ① 在岩壁用圖示畫下岩石被侵蝕的狀況，並拍照起來。
- ② 回來整理後，與照片比對並用文字加以描述

(3) 結果：

照片				
編號	D	C	B	A
照片				
編號	H	G	F	E
照片				
編號	L	K	J	I
照片				
編號	P	O	N	M
照片				
編號	T	S	R	Q
照片				
編號	X	W	V	U

照片				
編號	d	c	b	a
照片				
編號	h	g	f	e
照片				
編號	l	k	j	i
照片				
編號	p	o	m	n
照片				
編號	t	s	r	q

2、測量岩壁凹洞的長、高、深



(1) 方法：

- ① 用一旁被遺棄的竹竿輔助測量。
- ② 深度：先將長竹竿靠在凹洞的一邊，每一公尺將皮尺的一端靠在凹洞的裡邊，測量凹洞到竹竿的距離。
- ③ 用皮尺測量凹洞總長。
- ④ 用竹竿和皮尺測量凹洞的高度。
- ⑤ 編號：(1) 代表 1m 長，(2) 代表：2m 長，其他類堆。



(2) 結果：

① 凹洞總長：20.5m

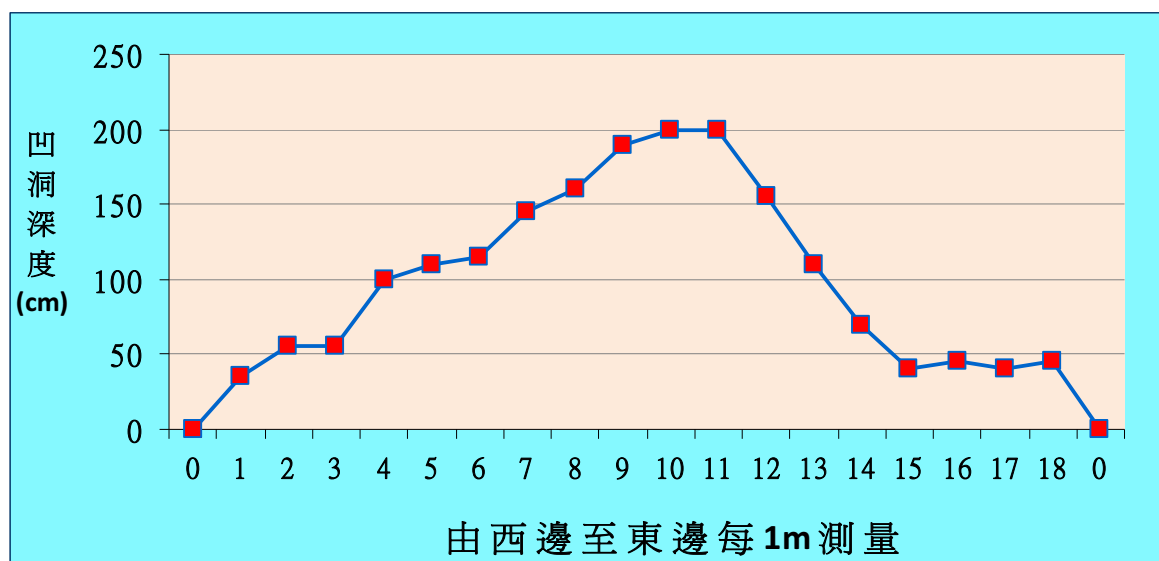
② 凹洞高：西 1.9m，中 2.65m，東 1.7m

③ 凹洞深度：

單位：cm

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	編號
西邊	35	55	55	100	110	115	145	160	190	200	200	155	110	70	40	45	40	45	東邊

3、觀察圖示：



(六) 討論：

- 1、整個岩壁是由秀姑巒溪和海浪潮汐、海流經過千千萬萬年無情的沖刷侵蝕而成的。左岸的岩壁被海水侵蝕所形成的海蝕洞，具有規則性的深淺高低排列，從時間的觀點來看，這是一個受長時間的海水侵蝕，我們的理由是：
 - (1) 這個海蝕洞的高度 2.65m（中間部位），這個地區抬升 2.65m 以上，從文獻資料知道是更新世的年代。
 - (2) 觀察這個海蝕洞，知道這是一個地殼變動的事件，表示地殼的變動，產生隆起和海水的侵蝕現象。
- 2、凹洞較深的地方大約在凹洞中央靠近地面平臺的部分，表示它以前位於海平面的時間較久，所以被侵蝕的較深，在這個海蝕洞的區塊，為什麼只有 20.5m 長，其西邊還有很長的岩壁為何沒有呢？在我們的討論下提出的意見是：
 - (1) 一個海蝕洞的形成，和地形及海浪、潮汐、海流有密切關係。如果海流直沖岩壁，所造成的海蝕洞不會中間深兩邊淺，而是整個洞的深淺是一致的。
 - (2) 如果岩壁和海流是形成一個角度，也就是海流從側面一定的斜角衝擊時，所形成的洞穴是兩端淺而中間深。當然海流沖擊的角度不同和岩壁被沖刷所形成的海蝕洞也是不同的。
- 3、在左岸的這塊海蝕平臺，可能是較短時間內的海浪沖刷，因抬升而未被侵蝕掉的岩壁。



- 4、從海蝕平臺及岩壁凹洞的火山角礫岩、安山岩的特徵，其構成的膠結火山碎屑岩、角閃石及微晶均有一致性，非常相似。
- 5、海蝕平臺及岩壁凹洞所遭受海浪侵蝕的痕跡，從火山角礫岩尖銳的稜角，及高低起伏的表面，更顯現出二者岩性的一致性。



- 6、海蝕平臺上的岩石大多為安山岩質的礫石，在排列上有些方向性，有許多黑色斑晶嵌在灰色的基質中，但分佈並不均勻。
- 7、在平臺上的安山岩大部分受到板塊的擠壓而出現裂縫，裂縫方向不一，可是這些破裂的岩石仍然膠結在一起，不易分離。
- 8、這裡的安山岩顏色不一，有暗紅色、有青灰色、淺灰色，但在岩質中都有許多黑色的斑晶，形狀有長條、塊狀和不規則形，可能是角閃石、輝石或其他礦物。
- 9、左岸的海蝕平臺是安山岩質的火山集塊岩構成，岩質極為堅硬，靠近岸邊的岩石受到海浪沖刷，較為脆弱的岩石部分，已被侵蝕，造成岸邊多數巨大的火山集塊岩，圍繞著海蝕平臺。
- 10、海蝕平臺上的安山岩均已完整的結構固定在膠結的基質中，其上層的雜質已被海浪沖刷，甚至表面形成平滑的岩面。
- 11、有一次在漲潮時，正逢巨浪侵蝕海蝕平臺，一波波的巨浪衝擊在平臺的岸上，帶來了小塊的岩石，也沖走一些岸上的雜物，我們目睹著，海浪的威力，只能遠遠的望著，不敢靠近。第二天清晨再次觀察海蝕平臺，依然如此，讓我們體驗到海浪的侵蝕作用是長時間的，從過去到現在，而現在所呈現的一切景物是大自然幾萬萬年來受海浪侵蝕的結果。



三、活動三：觀察秀姑巒溪出海口左岸海蝕平臺及岩壁上安山岩的特徵

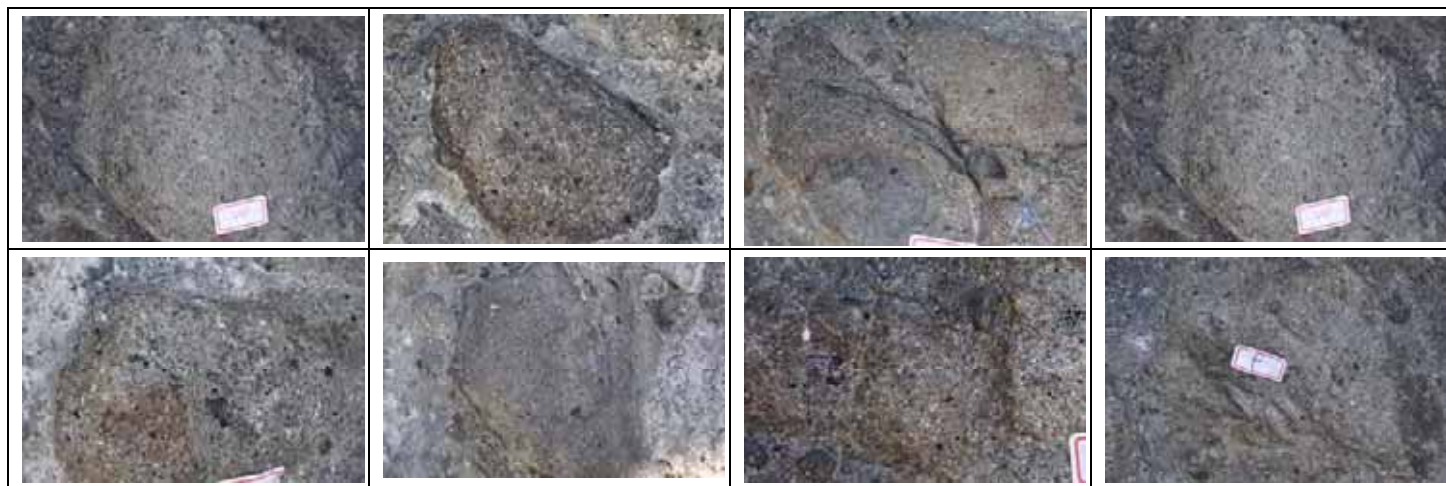
(觀察一)：觀察海蝕平臺及岩壁海蝕洞上的安山岩。

(一) 觀察海蝕平臺上安山岩的特徵 (用肉眼及放大鏡觀察)

- 1、觀察的對象：海蝕平臺及海蝕洞上任意各選擇 12 塊表面清楚的安山岩。
- 2、安山岩的分佈：分佈在海蝕平臺及海蝕洞每個位置上。
- 3、觀察重點：
 - (1) 注意安山岩的岩石顏色。
 - (2) 安山岩的排列方式。
 - (3) 安山岩上面的紋路及裂痕和方向性。
 - (4) 安山岩上面的深色礦物完整性、大小、形狀、排列及是否破裂。
 - (5) 適度敲開安山岩的外表，觀察新的破裂特徵。
 - (6) 從新的破裂面可以仔細觀察基質物組成，如斜長石、正長石或石英等。
 - (7) 在觀察深色礦物時，對形狀應特別注意，因為是平面觀察，所以對形體不能完整觀察，而知道長方形、三角形、六面形、正方形或無一完整形狀，而其所代表的是很難分辨正確的礦物名稱，可能是角閃石、輝石、黑雲母或其他礦物。
- 4、觀察的結果及發現：
 - (1) 觀察海蝕平臺上的安山岩特徵：



(2) 觀察海蝕洞岩壁的安山岩特徵：



5、討論：


- (1) 從觀察海蝕洞及海蝕平臺的安山岩，發現有的安山岩呈灰色，上面有二道寬 3cm 的平行裂痕，而在表面上有黑色及褐色的顆粒斑晶；有的安山岩表面有許多黑色的角閃石斑晶，有大有小，大的甚至超過 1cm。
- (2) 膠結在平臺上的安山岩，從地質錘敲出的新生面來觀察是灰色的基質，可能是由斜長石和少量的正長石組成；也有黑色的角閃石和不規則的輝石或其他深色礦物組成。
- (3) 海蝕洞和平臺上膠結在一起的火山角礫岩，有的顏色為黃褐色它是鐵鎂礦物，如輝石、角閃石、及橄欖石，經過氧化作用使岩石表面呈現黃褐色。
- (4) 從觀察中發現，具有斑狀的岩理，表面的角閃石特別大，也有不規則的深色礦物，可能是角閃石、輝石或黑雲母。
- (5) 我們發現許多顏色、大小不同的礫岩膠結在基質上，這些礫岩有火山灰岩、火山角礫岩及安山岩；也觀察到表面上有條紋狀的斜長石和顏色較深色的礦物，其形狀為長方形或不規則的黑色礦物，可能是角閃石及輝石。

6、從上面的觀察結果及文獻的探討知道安山岩有下列的特徵：

- (1) 安山岩是一種中性火山噴出岩。
- (2) 安山岩是普通的火山岩，其中有斑晶是中性斜長石；深色是礦物輝石、角閃石。
- (3) 安山岩的基質是隱晶質，由斜長石和極少量的正長石或石英組成。
- (4) 安山岩的分類，主要依據起斑晶中含有的不同成分，如輝石安山岩、雲母安山岩、角閃石安山岩。
- (5) 組成特性：含有石英、長石、角閃石、輝石，成分相當於深層岩中的閃長岩，為酸性岩移化為基性岩之過渡岩，亦即介於流紋岩和玄武岩間的中性火成岩。常呈斑狀岩理，其所含的斑晶常為條紋狀的斜長石及深色礦物。

(觀察二)：安山岩表面角閃石的觀察：

- 1、目的：從觀察安山岩表面的結晶，知道它是角閃石或輝石。
- 2、採集安山岩標本：從秀姑巒溪左岸的海蝕平臺上採集 12 塊安山岩。
- 3、標本處理：利用地質鎚敲出新鮮面。
- 4、觀察方法：利用肉眼及放大鏡觀察新鮮面的黑色礦物的形狀及大小。
- 5、描繪或拍照。
- 6、結果：

			
呈稜柱狀的角閃石結晶	截面多呈六邊形	岩石上結成角閃石	明顯的玻璃光澤
			
角閃石的解理	破碎的角閃石晶體	岩塊的角閃石結晶群落	岩塊上的角閃石斑晶

7、討論：

- (1) 安山岩的新鮮面呈青灰色、灰色或黃褐色的基質，其中夾著長方形、正方形、三角形或不規則形的黑色斑晶。這些斑晶可能是角閃石或輝石。
- (2) 從前面的安山岩特徵知道，觀察的 12 塊安山岩是中性火山噴出岩，而新鮮面的斑晶是中性斜長石；而深色的礦物是輝石、角閃石。
- (3) 新鮮面的黑色斑晶具有明顯的玻璃光澤；有些長條形的黑色結晶呈破碎狀，其破碎晶體是玻片狀。
- (4) 有的安山岩出現巨塊的黑色角閃石結晶或輝石，但從角閃石在基質中其截面通常呈六邊形或稜柱狀，所以可以判定在安山岩中，其截面是長方形的，可能是角閃石。
- (5) 我們從取回來的安山岩中，敲出六角柱狀的黑色晶體，也有敲出綠棕色的六角柱體，經查證這就是角閃石。
- (6) 我們也取出六角柱的角閃石，把它和白色膠泥和在一起時，壓平，也呈現出和安山岩的新鮮面相同的情況。

(觀察三)：測量海蝕平臺上在安山岩中角閃石的方向性

- 1、目的：長條狀的角閃石結晶在安山岩表面上，看起來好像有方向性，所以我們想藉由統計，得知有沒有固定方向。
- 2、材料：自製透明方格片、自製方位板、指北針、奇異筆。
- 3、裝置：



4、方法：

- (1) 在秀姑巒溪出海口左岸的海蝕平臺上挑選 12 顆安山岩，測量角閃石的方位。
- (2) 將透明片放在安山岩上，並對準北方。
- (3) 將表面的角閃石結晶，用奇異筆畫在透明片上。
- (4) 將透明片放在自製方位板上。
- (5) 將測量的結晶移到正中間，及得知其方向性，並將結果記錄下來。

2、觀察記錄：



3、結果：

不同方向角閃石比例：

觀察處 \ 方向	東—西	南—北	東南—西北	東北—西南
1	6	2	2	3
2	8	1	4	7
3	7	3	7	5
4	9	4	4	5
5	9	7	3	3
6	9	2	6	5
7	6	8	5	3
8	9	4	4	5
9	11	4	2	5
10	9	2	9	2
11	7	2	3	9
12	11	2	5	0
合計	101	41	54	52
百分比	41%	17%	22%	21%



4、討論：

- (1) 許多結晶因不完整或已破裂，所以無法判斷。
- (2) 在這 12 顆石頭中，有些可能有方向性，但有許多卻沒有。
- (3) 我們認為那幾顆安山岩中的角閃石不具有方向性，因為在這 12 顆的安山岩中，角閃石在岩石中的角度都不同，且火山角礫岩在形成過程中，是由火山噴出的火山礫或火山灰膠結而成的，所以方向上是均勻分佈。

四、活動四：觀察角閃石顆粒在安山岩中所佔的比例

(一) 目的：估算角閃石在安山岩中的比例。

(二) 方法：

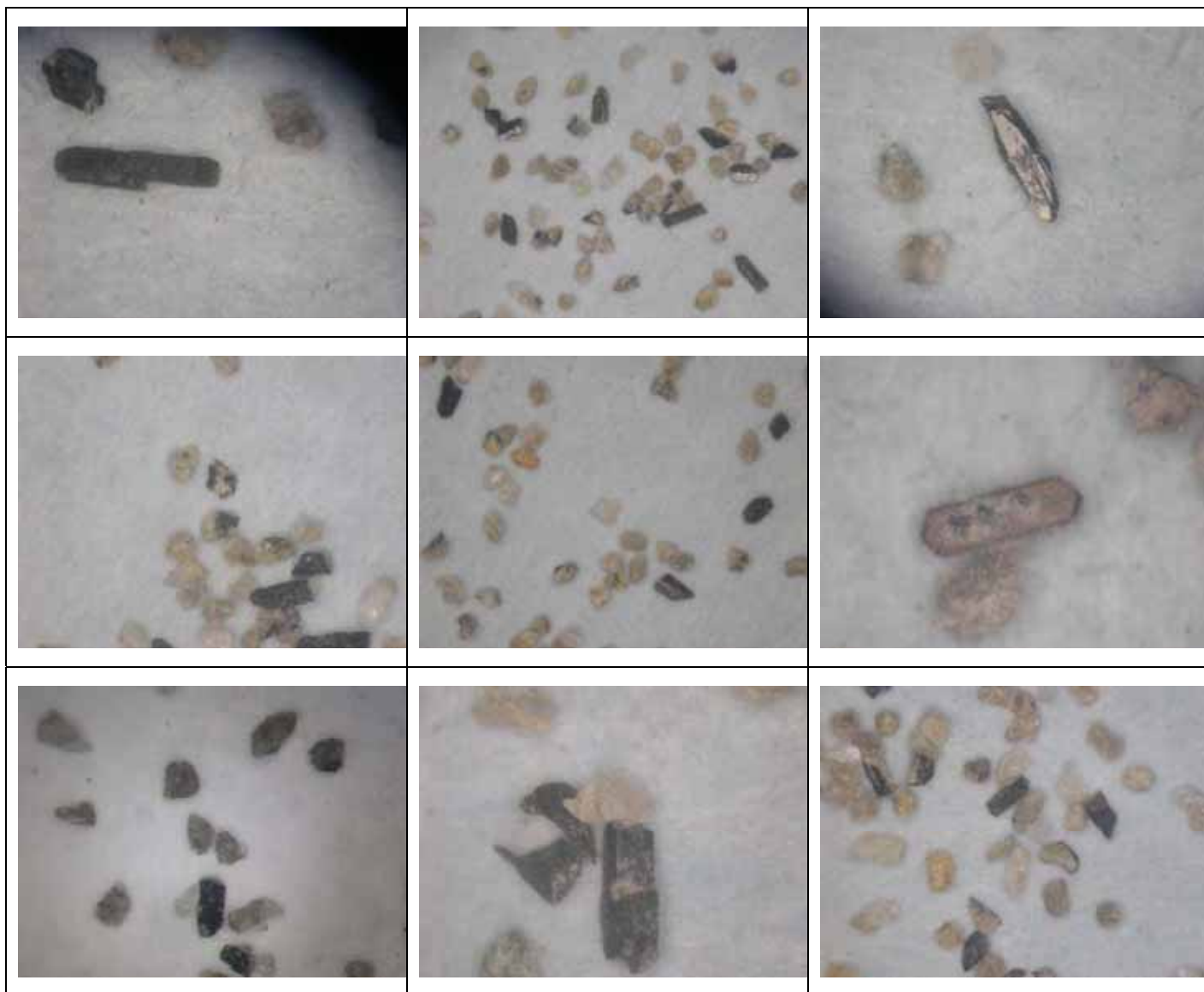
- 1、取 10 顆從出海口左岸海蝕平臺上採回的安山岩質角礫岩，並以研鉢打碎。
- 2、用不同粒徑的篩網過篩後，取 0.297~0.250mm 粒徑的顆粒，在實體顯微鏡下觀察。
- 3、計算總數和各總礦物的數量。

(三) 從文獻中探討角閃石

1、普通角閃石：

- 顏色：黑色、綠色、綠棕色。
- 習性：稜柱狀，截面通常呈六邊形，有時以塊狀、緻密狀、粒狀、柱狀、刃狀或纖維狀產出。
- 條痕：白色或灰色
- 晶系：單斜晶系
- 硬度：5~6
- 比重：3.28~3.41
- 解理：完全(夾 60°或 120°角)
- 斷口：參差狀
- 透明度：半透明~不透明
- 光澤：玻璃光澤

(四) 實體顯微鏡下安山岩中的角閃石即擬似角閃石



(五) 結果：角閃石所占比例

觀察處 \ 岩石	角閃石	擬似角閃石	總數	角閃石所占比例
1	36	16	365	9.9% ~ 14.2%
2	45	9	440	10.2% ~ 12.3%
3	32	37	300	10.7% ~ 23.0%
4	31	20	435	7.1% ~ 11.7%
5	57	14	387	14.7% ~ 18.3%
6	40	20	460	8.7% ~ 13.0%
7	84	24	410	20.5% ~ 26.3%
8	13	7	205	6.3% ~ 9.8%
9	80	26	394	20.3% ~ 26.9%
10	52	21	374	13.9% ~ 19.5%
總 合	470	194	3770	12.5% ~ 17.6%

(六) 討論：

- 1、在秀姑巒溪左岸安山岩質的角礫岩中，角閃石所佔的比例大約為 15%左右。
- 2、從觀察測量中，發現這些裡的安山岩中的角閃石在岩石所佔的比例從 6%~27%都有，這是可以接受的。(從「不同種類火成岩中的岩理和礦物百分比變化圖」中所呈現的曲線研判，圖中可見安山岩中角閃石可能的百分比是 6%~30%。)
- 3、在觀察過程中，我們發現斜長石所佔的比例最多，黑雲母、輝石則很少。
- 4、在顯微鏡下，輝石和角閃石很難分辨，不過我們發現，可從解理的角度去分辨，但有些仍然不易確認
- 5、我們發現有些岩石特別有較多的某種礦物，像 7 號有較多的雲母，其它的則幾乎沒有雲母。
- 6、原本我們認為角閃石的比例可能很高，但後來發現並沒有想像的高。

五、活動五：深色礦物在秀姑巒溪出海口左岸安山岩表面所佔的比例

(一) 目的：計算深色礦物在安山岩表面所佔的比例

(二) 方法：用老師朋友設計的程式

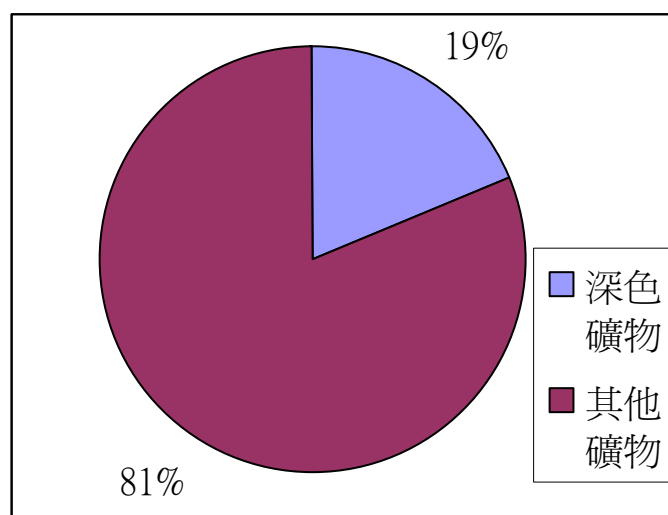
- 1、先選 15 顆從左岸海蝕平臺上採集回來的安山岩。
- 2、利用照相機拍下。
- 3、用 photoImpact 軟體將照片隨意選取一個區塊。
- 4、再用 photoImpact 軟體工具列中，剪裁工具的魔術棒。
- 5、點選深色，使照片呈現深色與白色部分。
- 6、製成新圖片。
- 7、帶入老師朋友設計的程式，即可求出深色礦物百分比。

(三) 結果：

單位：pixel

編號	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08
深色	87374	123764	113129	59596	39792	48932	94177	30356
全部	237177	432064	347192	304935	325941	339592	393192	185020
深色所佔%	36.84	28.64	30.23	19.54	12.21	14.41	23.95	16.41
編號	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	合計
深色	19213	68675	28856	66137	79365	81584	102620	1043570
全部	184167	563180	165300	219347	890274	429756	522272	5539409
深色所佔%	10.43	12.19	17.46	30.15	8.91	18.98	19.65	18.8

(四) 比較：



(五) 討論：

- 1、秀姑巒溪出海口左岸採集的 15 塊安山岩，經過照相及電腦選取清楚、明顯的地方，以設計的程式，求出的深色礦物百分比約佔全部 19%。
- 2、從所得的深色礦物所佔百分比，也就能知道主要礦物的含量與成分，即是角閃石及輝石的含量，來驗證是否為安山岩。
- 3、在秀姑巒溪出海口左側出現的安山岩，其鐵鎂礦物以角閃石、普通輝石為主，但從採樣的安山岩中，發現其深色礦物～鐵鎂礦物中之角閃石和輝石的含量均不同，也表示不同的熔岩中，其鐵鎂礦物的種類和含量之多寡是不一致的。

捌、結論：

- 一、秀姑巒溪出海口左岸的露頭是一個海蝕平臺及岩壁上的海蝕洞。平臺上的岩石較為單純是火山岩中的安山岩，其中含有斑晶，斑晶是中性斜長石及深色礦物的輝石、角閃石。
- 二、秀姑巒溪出海口的安山岩密集度高，又膠結的很堅固，不容易敲下來，雖然範圍不大，但是每一塊安山岩中的深色礦物，如角閃石和輝石都非常明顯，所以是一個研究安山岩的好地方。
- 三、左岸岩石中的安山岩依據我們的觀察、測量，發現沒有特定的方向性，是自然的排列，和地殼的擠壓沒有關係。它是火山岩漿的自然噴發及凝固，也是地殼長時間擠壓的變化，但不致影響安山岩形成時的方向性。
- 四、位於左岸岩壁的角礫岩，鑲嵌在基質中，這些礫岩大小不一，黑褐色、稜角特別，表示出岩漿噴發凝結後，未受到長距離的搬運。
- 五、左岸岩壁的海蝕洞，長又深，高度在 2.65m，可見此地的年代久遠，大約為更新世時期的地層。由洞穴的形狀、深度、高度可以知道當時的地殼變動隆起和海流、潮汐及海浪侵蝕造成的地質事件。
- 六、安山岩中深色礦物的角閃石，為此地最具特別的結晶，多為柱狀、有金屬光澤。這些角閃石的結晶中並非有一致的方向性，所以在形成結晶時，並未受到擠壓的影響。
- 七、在此區安山岩中除了角閃石外，輝石也是其中重要的礦物，因為出現在安山岩的面上，不易觀察出完整的結晶，所以在研判時，不敢做太大膽的確定。
- 八、在許多安山岩上的角閃石，都會有受損的現象，如缺角裂痕，這可能受到地殼擠壓的影響是岩石的風化，我們討論後的觀點也不一致。

玖、參考文獻：

- 克里斯·佩（1996）。岩石與礦物圖鑑。台北：貓頭鷹。
- 何春蓀（1990）。普通地質學。台北：五南。
- 莊文星（1999）。台灣之火山活動與火成岩。國立自然科學博物館。
- 陳培源（2008）。台灣地質學。台灣省應用地質技師工會。台北：展智文化。
- 陳培源、劉德慶、黃怡禎（2004）。台灣之礦物。經濟部中央地質調查所編印。

【評語】 030501

本研究探討秀姑巒溪沿岸安山岩的特性與其分佈情形的成因

優點：

1. 本作品為一以野外地質考察為主之活動，指導老師帶領參展學生至花蓮秀姑巒溪出海口一帶觀察岩石、地形景觀，針對安山岩及其組成礦物及海蝕洞做了較為深入的科學活動。野外考察為地質教學一重要活動，故本作品之立意極佳。
2. 其中以「相片法」估算安山岩塊所佔面積之方法不錯，只是其結果之重要性並不顯著。

缺點：

1. 惟由所觀察、測量到之數據與其所作之推論科學性不足。例如，由「…高度 2.65 m 之海蝕洞可見此地之年代久遠…」，所謂「此地」之年代？指本地層沈積之年代或是本岩層離開海平面之年代？又如何因此得知地層年代屬「更新世」？故整體而言本作品之結論與其進行之活動並未密切結合。
2. 文中所顯示之行前規劃不夠詳盡，例如估算安山岩塊所佔面積之三角框似乎是臨時決定、就地取材而非事前設計之活動。

建議改進事項：

1. 應正確交代研究地層地質年代之取得方式。
2. 研究結果應切入主題，究竟秀姑巒溪出海口左岸安山岩的祕密為何？
3. 每一個圖及相片應依序編號。
4. 第 3 頁下圖應為「奇美—豐濱」地區地質圖。
5. 第 13 頁，計算結果之有效數字應一致；「所佔百分比」之合計欄位應去除。