

摘要

最近幾年環太平洋火山地震帶的活動頻繁，常見火山爆發和地震消息，於是我們決定研究火山。

踏查海岸山脈，發現火山主體在瑞穗以南，岩層中有它深海、淺海、陸上火山噴發史。因火山上方有河水帶來的泥沙和海水養的珊瑚礁，壓住噴發口太久，岩漿庫一凝固，便成死火山。研究石頭，發現火成岩密度大，含石英的變質岩硬度高。實驗模擬火山爆發，得知噴發時不一定是火山口流岩漿，有時會從山旁裂縫流出，劇烈爆發甚至會衝掉火山帽。但海岸山脈是基性（鹼性）火山，噴發時較緩和。火山口高度越高，噴發影響範圍越大。盾狀火山熔岩流比椎狀火山緩慢，但影響範圍較廣。建物若與火山斷層地震同方向或90度直角，房屋易倒，建議建物與斷層方向不宜相同或垂直。

【關鍵詞】：火山、海岸山脈、火成岩



壹、研究動機

最近幾年的國際新聞中，常見環太平洋火山地震帶活動頻繁的消息，不是火山爆發，就是強烈地震，我們對這個現象充滿好奇、深感興趣，加上六年級自然課的岩石課程曾提到火山，而決定研究火山這個主題。火山一旦噴發，不只危害本地，還會影響其他地方，我們想透過模擬實驗來幫助大家了解火山噴發，以減少火山的危害。剛好學校附近的海岸山脈是海底火山，也是環太平洋火山地震帶的成員，所以除了室內實驗，我們想走出戶外親自拜訪海岸山脈，進行地質調查和岩石研究，看清楚花蓮火山的廬山真面目。

貳、研究目的

一、研究架構概念圖



二、研究問題與分項研究目的

- (一) 調查研究海岸山脈北段花蓮的火山地質地形。
- (二) 了解海岸山脈的火成岩和其他石頭。
- (三) 火山怎樣噴發岩漿？噴發時的撤離範圍多少？
- (四) 火山或斷層地震的方向和震度，會怎樣影響建築物的安全？

三、研究進度甘特圖

9月	■	■							
10月	■	■	■						
11月	■		■	■					
12月	■			■	■				
1月	■				■				
2月	■				■				
3月	■				■	■			
4月	■				■	■	■		
5月	■							■	
工作項目	蒐集資料	發現問題	確認主題	研究設計	研究實作	撰寫論文	論文發表	論文修正	

參、研究設備及器材

一、研究器具：

- (一) 研究一：照相機、望遠鏡、記錄本、筆。
- (二) 研究二：20倍附燈放大鏡。
- (三) 研究三：電子秤、10cc量杯、透明漏斗、滴管、燒杯、圓規、直尺。
- (四) 研究四：彈簧秤、立架、長方形透明塑膠盤、剪刀。

二、研究材料：

- (一) 研究二：海岸山脈的岩石、臺灣常見岩石礦物標本盒。
- (二) 研究三：洗碗精、檸檬酸、小蘇打粉、水、油性黏土、方格紙、廣用試紙。
- (三) 研究四：卡紙、波霸吸管、橡皮筋、膠帶、貓砂。



肆、研究歷程：含研究方法、結果及討論



【研究一】

調查研究海岸山脈北段花蓮的火山地質地形。

(一) 研究方法：

1. 利用學期中星期四下午彈性課及寒假期間，搭校車前往海岸山脈，進行戶外調查。
2. 在學期中12月3日下午和12月17日下午踏查嶺頂，寒假期間的2月3日踏查海岸山脈。
3. 戶外調查時，一邊觀察拍照，一邊手寫記錄。
4. 回校整理調查記錄，加上討論分析。

(二) 研究結果：

1. 嶺頂：火山噴發口
在花蓮溪出海口旁的嶺頂山腳遇見像火山噴發口的岩石，熔岩上有氣泡產生的洞，推論這裡的火山噴發已噴出水面，接觸到空氣。
從嶺頂的山頂向下鳥瞰海岸，可以看見山下有兩層海階。我們在花蓮溪出海口的嶺頂海階選了不同種類的石頭，帶回實驗室做研究。



2. 芭崎：差異侵蝕

芭崎位在牛山，和對面的龜吼海岬都是火山岩，岩層堅硬不容易被侵蝕。牛山和龜吼海岬之間是八里灣溪沉積形成的泥岩，岩層鬆軟容易被侵蝕，而形成磯崎海灣。



3. 磯崎：海水浴場

全球暖化使海平面上升，使磯崎沙灘被侵蝕、海岸嚴重後退，無法充分發揮海水浴場的功能，但我們仍看見有人在海灣玩飛行傘。
海岸沙灘上有許多火山集塊岩，證明這附近曾有火山爆發，且噴發彈出的火山礫（安山岩）和其他石頭一起沉積成岩，剛好磯崎山壁有火山灰堆積形成的凝灰岩，覆蓋在八里灣溪沉積的泥岩上，可當作證據。但也可能因為大地震，使火山岩崩落，和其他地面沉積物一起成岩。



4. 新社：海階

新社是火山碎屑物沉積形成的沖積扇，吸引噶瑪蘭族部落來這裡種植海稻。因板塊擠壓的造山運動，使地表不斷隆起，形成海階，尤其新社到豐濱一帶明顯可見。



5. 豐濱：魚獲量「豐」富的海「濱」

豐濱是海岸山脈第三大河流八里灣溪的出海口，八里灣溪的沉積物營養豐富，且貓公山有許多動、植物資源，早期吸引原住民族移民到此，傳統採集、打獵及農、漁業發達，是讓人們豐衣足食的海濱，被尊稱為「豐濱」。

但是因為地勢很低，颱風來時，海水沿著八里灣溪倒灌，使村落淹水、住家和土地常常被海水侵蝕，所以人口外移，變成花蓮縣人口最少的鄉鎮。

在現場觀察八里灣溪的河岸很高，但都是砂岩、泥岩、頁岩等沉積岩，可知這條河帶著怎樣大量的泥沙沉積在海底火山的上方。



豐濱：八里灣溪沖積扇 濁流岩 (砂、頁岩互層)

6. 石門：海蝕地形

觀察石門岩石，會發現這裡的火山會爆發劇烈，噴出大量的火山彈，掉落在沉積的火山灰中凝結成安山岩，火山灰成分容易被海水侵蝕，使海蝕地形發達，有海蝕洞、海蝕溝和海蝕凹壁，但海蝕平台較少見，推論這裡的海岸山脈地層上升比較快、不容易形成海蝕平台。

我們在現場發現浪很大、侵蝕形成的洞穴很多，使生物資源豐富，踏查時遇見寄居蟹、螻蛄、螃蟹、海膽、海螺等生物。



花蓮石門的海蝕洞 (March 汽車造型)

洞穴裡的生活

海岸山脈海蝕洞的天空 (臺灣造型)

海岸山脈的海蝕洞岩層

7. 石梯坪：珊瑚礁沉積在火山上方

石梯坪是花東海岸少見的珊瑚礁海岸，火山不再噴發的變成死火山後，失去毒性，使珊瑚聚集生長在凝灰岩和火山角礫岩上，沉積形成石灰岩，再被海水侵蝕成石灰岩海蝕平台，甚至被海水漩渦侵蝕出壺穴。因為石灰岩、火山凝灰岩、火山角礫岩的硬度不同，差異侵蝕後，石梯坪的石壁上常見凹凸不一的層裡，靠近海水處則有許多海蝕溝。

壺穴形成的潮池生態豐富，有熱帶魚、海膽、海星、海兔等海洋生物。這裡的單面山地形發達，是海蝕平台被板塊擠壓後隆起，從傾斜方向可知板塊撞擊方向。



火山與珊瑚礁的相遇

石梯坪的潮池 (放大的壺穴)

單面山 (人當比例尺)



單面山 (複雜的岩層)

單面山 (岩層逆衝)

海蝕溝 (沿著岩石解理或裂縫侵蝕)



石梯坪巨石上的小河道 (石灰岩)

水流痕 (石灰岩)

火山存在的證據

差異侵蝕後留下火山角礫岩等堅硬的岩石

8. 長虹橋 (秀姑巒溪出海口)：有較完整的海岸山脈火山噴發紀錄

秀姑巒溪出海口附近河岸，有各種不同的岩層，查資料得知由下而上是天港山輝綠岩、灣潭安山岩、石門火山角礫岩、石梯坪凝灰岩、港口石灰岩，幾乎包括海岸山脈所有岩層。現場觀察河岸最底下的枕狀輝綠岩是火山在深海爆發溢流形成的熔岩，接著火山在淺山噴發比較劇烈，出現火山碎屑的角礫岩、凝灰岩和熔岩混合，這時形成的石頭開始有氣孔。最後火山露出海面的陸地噴發，出現紅色的火山岩，只因高溫熱熔的火山角礫岩被空氣中的氧氣氧化。約 500 萬年前，海底火山不再噴發，沒了有毒氣體，珊瑚礁在這裡聚集形成石灰岩，也就是秀姑巒溪河岸上美稱「秀姑漱玉」的巨大白石。

秀姑巒溪出海口的奚卜蘭島，是有兩層海階的火山島，可惜我們時間有限，只能在長虹橋遠望它、無法登島觀察。



在舊的長虹橋上眺望新的長虹橋

長虹橋與奚卜蘭島 (火山島)

秀姑漱玉 (石灰岩)

河床上的石灰岩和火成岩

火山多次噴發的證據 (輝綠岩和安山岩)

岩層的歷史

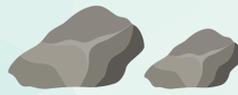
(三) 討論發現：

1. 海岸山脈的火山主體不在花蓮北段，而在花蓮南段瑞穗玉里一帶，岩層中有完整的火山噴發紀錄。
2. 海岸山脈的火山不再噴發的原因，推論是因為火山上方有太多沉積物，河水帶來許多中央山脈的泥沙，且海水環境幫助珊瑚礁大量繁殖。岩漿因噴發口被壓住，太久沒噴發而凝固了。

(四) 研究誤差：為了安全，並未親自走到河岸和海蝕溝，只用望遠鏡觀察而形成誤差。



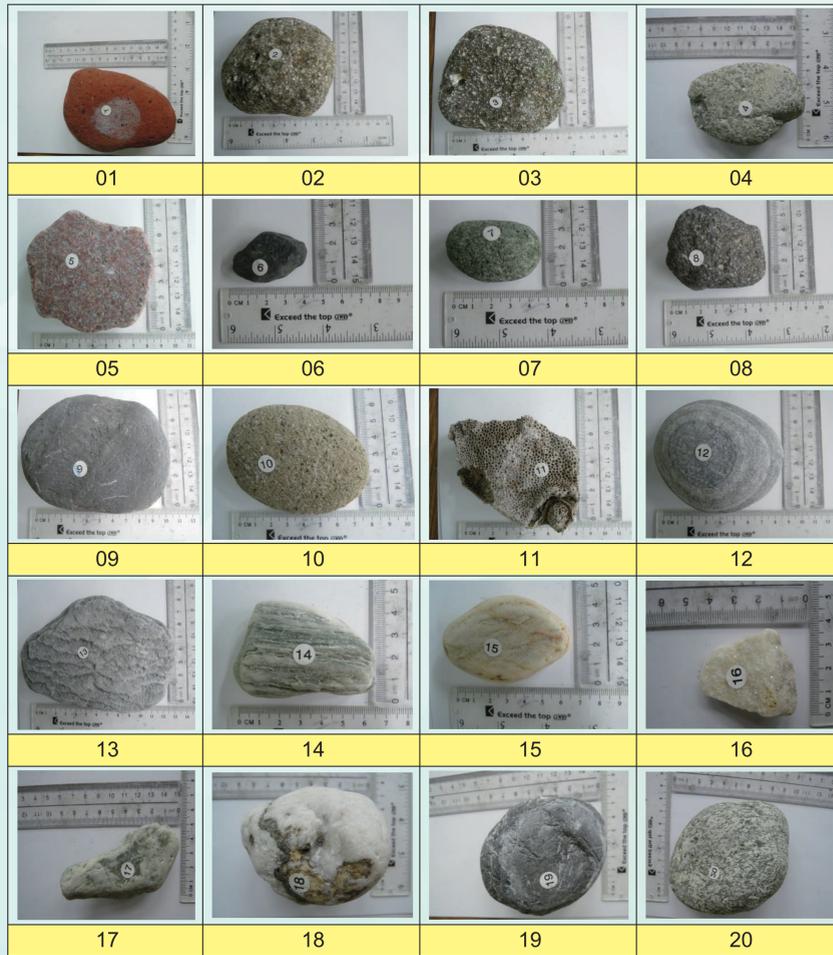
【研究二】
了解海岸山脈的火成岩和其他石頭。



(一) 研究方法：

1. 整理從嶺頂和海岸山脈北段調查帶回的石頭，挑選出 20 種有代表性的岩石，貼上編碼。
2. 上網查岩石圖鑑，分辨岩石種類，記下岩石的名稱。
3. 在小水桶放滿水，個別放石頭進去，收集溢出來的水，倒進量杯測量石頭體積並記錄。
4. 將石頭放在電子秤上秤重量，記錄石頭的重量，再重量除以體積的算出石頭密度。
5. 取出臺灣常見岩石礦物標本盒裡的玉石、石英和刀片，分別刻劃石頭，觀察條痕來測硬度。

岩石照片：



(二) 研究結果：

編號	岩石名稱	備註說明	體積 (cm ³) 立方公分	重量 (gw) 克重	密度 g/cm ³	密度 排名	硬度 測試 刻劃 玉石	硬度 測試 刻劃 石英	硬度 測試 刻劃 刀片	硬度 排名
01	火山彈	圓形熔岩、有氣孔	265	585.6	2.21	13	X	√	√	3 rd
02	安山岩	輝石、角閃石	165	545.3	3.30	5	X	=	√	4 th
03	安山岩	輝石、角閃石	60	363.4	6.06	2	X	X	√	5 th
04	橄欖輝長岩	輝石、長石、橄欖石、角閃石	54	155	2.87	8	X	X	X	6 th
05	花崗岩	輝石、角閃石	29	215.3	7.42	1	X	X	√	5 th
06	玄武岩	輝石、長石、橄欖石	6	19.1	3.18	6	√	√	√	1 st
07	輝長岩	輝石、長石	25	49	1.96	15	X	X	X	6 th
08	安山岩	輝石、角閃石	90	164.3	1.83	17	X	X	√	5 th
09	變質砂岩	石英、雲母、長石及方解石	215	342.5	1.59	20	X	√	√	3 rd
10	角閃安山岩	角閃石、紫蘇輝石	64	154.4	2.41	11	X	X	X	6 th
11	珊瑚礁		70	118.6	1.69	19	X	X	X	6 th
12	砂岩	石英、長石	85	249.7	2.94	7	X	X	X	6 th
13	板岩	黏土礦物、石英、雲母、長石	125	414	3.31	4	X	√	√	3 rd
14	片岩	石英、長石	25	54	2.16	14	X	√	√	3 rd
15	砂岩	石英、長石	41	71.5	1.74	18	X	X	X	6 th
16	石英	石英	11	21.5	1.95	16	=	√	√	2 nd
17	陽起石	輝石	25	106.1	4.24	3	=	√	√	2 nd
18	石英岩	石英	130	348.7	2.68	10	X	=	√	4 th
19	大理岩	方解石	171	404.2	2.36	12	X	X	X	6 th
20	片麻岩	長石、石英、雲母	190	542.6	2.86	9	X	X	X	6 th

(三) 討論發現：

1. 發現花崗岩和安山岩等火成岩密度較大。
2. 含石英成分的變質岩，例如變質砂岩、石英岩，硬度較大。

(四) 研究誤差：

1. 計算密度時，以溢流量來估算體積，易有誤差。
2. 硬度測試所使用的礦物不夠多，無法精確確定岩石硬度等級。
3. 分辨石頭名稱時，只觀察石頭外表，再核對圖鑑，容易認錯。



【研究三】
火山怎樣噴發岩漿？噴發時的撒離範圍多少？

(一) 研究方法：

1. 準備四個燒杯分別放入 27 克洗碗精、28 克檸檬酸、9 克小蘇打和 35 克食鹽，各加 100 克的水，調成四杯水溶液。
2. 在 10cc 量杯放入 4cc 洗碗精水溶液，用滴管滴入 112 滴小蘇打水，再反蓋漏斗當火山，滴入 56 滴檸檬酸水，觀察這座酸性火山的噴發情形，在方格紙上圈畫噴發範圍。
3. 在 10cc 量杯放入 4cc 洗碗精水溶液，用滴管滴入 112 滴小蘇打水，再反蓋漏斗當火山，滴入 8 滴檸檬酸水，觀察這座中性火山的噴發情形，在方格紙上圈畫噴發範圍。
4. 在 10cc 量杯放入 4cc 洗碗精水溶液，用滴管滴入 112 滴小蘇打水，再反蓋漏斗當火山，滴入 2 滴檸檬酸水，觀察這座鹼 (基) 性火山的噴發情形，在方格紙上圈畫噴發範圍。
5. 重複 2~4 步驟達 5 次，以減少實驗誤差。

- 計算方格紙噴發範圍內的格子數，再換算成平方公分。並用圓規量測撒離範圍的半徑。
- 用油性黏土捏塑椎狀火山和盾狀火山，試用酸性模式噴發，觀察噴發範圍。

(二) 研究結果

記錄事項\火山	酸性火山(小)	中性火山(小)	鹼(基)性火山(小)
檸檬酸水	滴管 56 滴	滴管 8 滴	滴管 2 滴
小蘇打水	滴管 112 滴	滴管 112 滴	滴管 112 滴
廣用試紙測試	黃 pH=5	綠 pH=7	深藍 pH=9
第一次噴發範圍	83	82	6
第二次噴發範圍	38	56	29
第三次噴發範圍	77	13	49
第四次噴發範圍	83	28	29
第五次噴發範圍	90	40	20
平均噴發範圍	74.2 平方公分	43.8 平方公分	26.6 平方公分
噴發範圍排名	1 st	2 nd	3 rd
第一次撒離半徑	7.3	12	3.7
第二次撒離半徑	4.7	11	5
第三次撒離半徑	7.6	3.3	10.2
第四次撒離半徑	5.9	7.2	4.2
第五次撒離半徑	5.7	5.7	4
平均撒離半徑	6.24 公分	7.84 公分	5.42 公分
撒離半徑排名	2 nd	1 st	3 rd

記錄事項\火山	酸性火山(大)	中性火山(大)	鹼(基)性火山(大)
檸檬酸水	滴管 56 滴	滴管 8 滴	滴管 2 滴
小蘇打水	滴管 112 滴	滴管 112 滴	滴管 112 滴
廣用試紙測試	黃 pH=5	綠 pH=7	深藍 pH=9
噴發範圍	45 平方公分	90 平方公分	43 平方公分
噴發半徑	8.1 公分	17 公分	4.9 公分

加鹽：

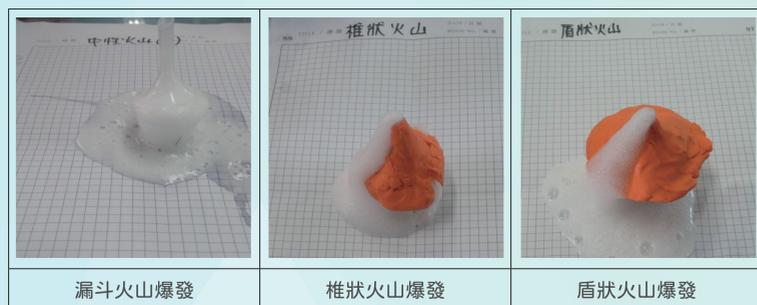
記錄事項\火山	酸性火山(小)	中性火山(小)	鹼(基)性火山(小)
檸檬酸水	滴管 56 滴	滴管 8 滴	滴管 2 滴
小蘇打水	滴管 112 滴	滴管 112 滴	滴管 112 滴
食鹽水	2 c.c.	2 c.c.	2 c.c.
廣用試紙測試	黃 pH=5	綠 pH=7	深藍 pH=9
噴發範圍	25 平方公分	20 平方公分	4 平方公分
噴發半徑	3.7 公分	4.9 公分	2 公分

(三) 討論發現：

- 從模擬火山爆發的漏斗移動情形，可知噴發時不見得是火山口流出岩漿，有時會從火山旁的裂縫流出熔岩流，劇烈爆發時甚至會讓整個漏斗衝出去，像火山的帽子被掀開。
- 海岸山脈是基性（鹼性）火山，噴發情形比酸性火山緩和。
- 火山噴發口的高度越高，如本實驗的大火山，岩漿較不容易噴出；但如果噴出，噴發範圍約是小火山噴發範圍的兩倍大。
- 加鹽，會緩和火山爆發的程度。
- 實驗發現（詳見下圖）椎狀火山的熔岩流速度比盾狀火山快，但岩漿影響範圍較小。

(四) 研究誤差：

- 以滴管滴取水溶液，無法確認每一滴都一樣多。
- 噴發情形易受滴定速度影響，造成人為誤差。



漏斗火山爆發 椎狀火山爆發 盾狀火山爆發



【研究四】

火山或斷層地震的方向和震度，會怎樣影響建築物的安全？

(一) 研究方法：

- 以卡紙製作一幢建築物，在屋頂放置一塑膠盤，平均距離散開的立放 10 根 4 公分吸管。
- 在桌旁鎖定兩個垂直桌面的支架，掛一條橡皮筋，用彈簧秤拉橡皮筋來測量施力大小。
- 分別以 500、400、300、200、100 克重的施力，以 90 度直角方向拉橡皮筋撞擊盤子，觀察吸管倒下情形。
- 分別以 500、400、300、200、100 克重的施力，以 45 度斜角方向拉橡皮筋撞擊盤子，觀察吸管倒下情形。
- 分別以 500、400、300、200、100 克重的施力，以 0 度平行方向拉橡皮筋撞擊盤子，觀察吸管倒下情形。
- 更換不同長度例如 2 公分吸管，重複實驗易倒的 90 度直角撞擊實驗。
- 在盤子放入 250cc 的貓砂當作吸管的根基，觀察 4 公分吸管的 90 度直角撞擊。

(二) 研究結果：

火山或斷層地震的震波以 90 度直角撞建物	施力 500 克重	施力 400 克重	施力 300 克重	施力 200 克重	施力 100 克重
第 1 次測試	倒 9	倒 5	倒 6	倒 2	倒 0
第 2 次測試	倒 5	倒 5	倒 4	倒 2	倒 0
第 3 次測試	倒 9	倒 5	倒 8	倒 2	倒 0
第 4 次測試	倒 6	倒 9	倒 9	倒 2	倒 0
第 5 次測試	倒 7	倒 5	倒 10	倒 2	倒 0
平均	倒 7.2	倒 5.8	倒 7.4	倒 2	倒 0
耐震排名	4 th	3 rd	5 th	2 nd	1 st

火山或斷層地震的震波以 45 度斜角撞建物	施力 500 克重	施力 400 克重	施力 300 克重	施力 200 克重	施力 100 克重
第 1 次測試	倒 9	倒 8	倒 10	倒 0	倒 0
第 2 次測試	倒 7	倒 8	倒 5	倒 0	倒 0
第 3 次測試	倒 7	倒 8	倒 1	倒 0	倒 0
第 4 次測試	倒 5	倒 7	倒 5	倒 0	倒 0
第 5 次測試	倒 5	倒 8	倒 10	倒 0	倒 0
平均	倒 6.6	倒 7.8	倒 6.2	倒 0	倒 0
耐震排名	3 rd	4 th	2 nd	1 st	1 st

火山或斷層地震的震波以 0 度平行撞建物	施力 500 克重	施力 400 克重	施力 300 克重	施力 200 克重	施力 100 克重
第 1 次測試	倒 9	倒 9	倒 8	倒 1	倒 0
第 2 次測試	倒 6	倒 9	倒 6	倒 0	倒 0
第 3 次測試	倒 5	倒 9	倒 9	倒 2	倒 0
第 4 次測試	倒 6	倒 9	倒 5	倒 0	倒 0
第 5 次測試	倒 7	倒 7	倒 4	倒 2	倒 0
平均	倒 6.6	倒 8.6	倒 6.4	倒 1	倒 0
耐震排名	4 th	5 th	3 rd	2 nd	1 st

震波以 90 度撞擊 2 公分建物	施力 500 克重	施力 400 克重	施力 300 克重	施力 200 克重	施力 100 克重
第 1 次測試	倒 0	倒 0	倒 0	倒 0	倒 0

震波以 90 度撞擊 4 公分建物鋪貓砂當地基	施力 500 克重	施力 400 克重	施力 300 克重	施力 200 克重	施力 100 克重
第 1 次測試	倒 1	倒 1	倒 0	倒 0	倒 0

(三) 討論發現：

- 建築物若與火山或斷層地震震波同方向或成 90 度角度，房屋較容易倒塌。建築物若與火山或斷層地震震波成 45 度斜角，房屋較不易倒塌，所以建物與斷層的方向不宜相同或垂直。
- 撞擊 4 公分吸管比 2 公分吸管容易倒，所以地震帶的建築物樓層不宜太高。
- 鋪貓砂當地基來做地震實驗，吸管比較不容易倒。尤其貓砂鋪得比較厚的地方，所以地震帶的建築物要注意地基的深度與品質。

(四) 研究誤差：

- 用剪刀剪吸管未剪平整，有人為誤差。
- 以彈簧秤測施力未必精準，有儀器誤差。



火山或斷層地震以 90 度直角撞建物 火山或斷層地震以 45 度斜角撞建物 火山或斷層地震以 0 度平行撞建物 鋪上貓砂當地基

伍、結論



一、研究發現

- 在調查研究中踏查海岸山脈北段，發現海底火山的主體不在北花蓮，而在南花蓮的瑞穗玉里一帶，岩層中有完整的深海、淺海、陸上火山噴發史。
- 因海底火山上方有太多沉積物，河水帶來許多中央山脈的泥沙，且海水環境幫助珊瑚礁大量繁殖。火山噴發口被壓太久沒噴發，火山的岩漿庫凝固，使海岸山脈變成死火山。
- 在石頭研究中，發現花崗岩和安山岩等火成岩密度較大。含石英的變質岩，例如變質砂岩、石英岩，硬度較大。
- 以漏斗模擬火山爆發，可知噴發時不見得是火山口流出岩漿，有時會從火山旁的裂縫流出熔岩，劇烈爆發時甚至會讓整個漏斗衝出去，像火山的帽子被掀開。
- 海岸山脈是基性（鹼性）火山，噴發情形比酸性火山緩和。
- 部分鹽類會緩和火山爆發的程度。
- 火山口的高度越高，火山一旦噴發，影響的範圍越大。
- 火山形狀會影響噴發情形，盾狀火山的熔岩流速比椎狀火山緩慢，但影響範圍較廣。
- 建築物若與火山或斷層地震震波同方向或成 90 度角度，房屋較容易倒塌，所以建物與斷層的方向不宜相同或垂直。地震帶的建築物樓層也不宜過高。
- 鋪貓砂當地基來做地震實驗，吸管比較不容易倒，所以地震帶的建築物要注意地基的深度與品質。

二、未來發展

- 火山的形狀、坡度會影響火山的噴發，我們雖模擬了火山噴發的熔岩流範圍，但噴發高度尚未監測，而噴發後的熔岩流慢慢結晶成岩石的過程，需要一兩個月的時間來觀察，以上這些都是我們想深入研究的。
- 我們模擬環太平洋火山地震帶的斷層地震的方式，不夠真實，可考慮在建築物下方增加含有水層的泥沙，考慮土壤液化問題，來測試地震方向和力度對地面建築物的影響。
- 希望能多一點戶外路查時間，好好觀察海岸山脈的地層，來了解火山地層的故事。

三、建議

- 除了可在海岸山脈看見死火山、在陽明山可觀察休火山、到龜山島可遇見活火山，建議想研究臺灣火山的人可綜合三個地點，研究臺灣火山的成因和岩石成分。
- 長期監測臺灣火山爆發的活動性，分析在什麼數據下會有危險，建立火山爆發預警系統。
- 研究臺灣火山帶來的種種好處，例如火山養分可種植溫室蔬果、發展水療復健。

陸、參考文獻

- ◎ 宋聖榮 (2006) 臺灣的火山 · 臺北市：遠足文化事業股份有限公司。
- ◎ 蔡衡、楊建夫 (2004) 臺灣的斷層與地震 · 臺北市：遠足文化事業股份有限公司。
- ◎ 吳文雄、楊燦堯、劉聰桂 (2005) 臺灣的岩石 · 臺北市：遠足文化事業股份有限公司。
- ◎ 楊建夫 (2001) 臺灣的山脈 · 臺北市：遠足文化事業股份有限公司。
- ◎ 李素芳 (2001) 臺灣的海岸 · 臺北市：遠足文化事業股份有限公司。
- ◎ 王美芬等 (2019) 國民小學自然與生活科技領域課本第七冊 (六上) · 臺北市：康軒文教事業股份有限公司。

