

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 地球科學科

080501

火災山地質研究及土壤改良

學校名稱：臺中市后里區內埔國民小學

作者：	指導老師：
小六 黃子盈	林清福
小六 林家緯	林佩伶
小六 李奕叡	
小六 林蘄嘉	
小五 吳宥圻	
小四 朱容萱	

關鍵詞：土石流、土壤改良、酸鹼值

## 摘要

火炎山屬頭嵙山層(頭嵙山位在豐原東南方)，位於大安溪北岸，縣道苗 130 甲線上方，每次豪雨就發生土石流，對人、車都是極大的威脅，這次實驗主要探討火炎山的地質特性、土壤結構、找出土石流發生的原因，小組發現如果增加植被就能減少土石流，增加植被的方法有兩種：(一)種植適合酸性土壤的植物，(二)嘗試土壤改良，適合一般植物生長，所以我們就對火炎山土壤的物理、化學性質加以研究，找出不利植物生長的因素，加以改良，使植物得以生長，減少土石流危險，增加土地利用，並做好水土保持。

## 壹、研究動機

自然課上到山河大地單元，講到土石流的危害及發生原因時，同學發表，學校北邊的火炎山只要下大雨就常發生土石流，這引起了我們的好奇。於是，我們就請老師帶小組成員到火炎山實地觀察，發現有植物生長的地區呈現錐狀山峰，沒有植物生長的地區呈現深溝峽谷，土石崩落，另外也發現火炎山土質呈紅色，和學校旁田土完全不同，這些現象引發我們研究興趣，回學校時，夕陽照射在火炎山的紅土，遠遠望去一片火紅，似乎等待我們去發現它的秘密。



有植物生長的地方因為有樹葉阻擋雨水及樹根抓住土石，較無崩塌，無植物處崩塌嚴重。



每下豪雨火炎山 V 形山谷區，就發生土石流肆虐，對人及車輛都造成威脅。

圖 1 火炎山 V 形山谷及土石流區

## 貳、研究目的

- 一、火炎山岩層分析
- 二、從岩層被侵蝕情形，推測土石流發生的原因
- 三、火炎山山上土、山下土及田土 pH 值檢測，土壤酸化原因分析
- 四、依田土與火炎山土不同比例種植綠豆，觀察生長情形
- 五、依田土與火炎山土不同比例種適合酸性土的大岩桐種苗，觀察生長情形
- 六、嘗試改良火炎山土成分，重種綠豆，觀察生長情形
- 七、嘗試用研究活動(六)改良土壤，種植杜鵑花種苗，觀察生長情形

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備及器材:

綠豆、大岩桐種苗、杜鵑花種苗、花盆、水盤、花鏟、pH 值檢測筆、數位相機、高倍率放大鏡、稀鹽酸溶液、量杯、燒杯、玻棒、澆水器、鐵鎚。

### 二、樣品(火炎山土、田土)採集:

(一)採集地點:火炎山上無植被處、山下無植被處、學校後方田地的田土。

(二)我們到火炎山採集土壤樣品 1 及樣品 2、學校後方田地的田土樣品 3。

1.樣品 1:火炎山山上土，土壤樣品，編號 1 甲、1 乙、1 丙。

2.樣品 2:火炎山山下土，土壤樣品，編號 2 甲、2 乙、2 丙。

3.樣品 3:學校後方田地的田土，土壤樣品，編號 3 甲、3 乙、3 丙。

## 肆、研究活動

### 一、火炎山岩層分析

(一)由火炎山岩石及學校操場岩石的物理和化學性質，推測火炎山在遠古時的環境。

表 1 火炎山岩石及學校操場岩石的物理和化學性質之比較

岩石	火炎山岩石	學校操場岩石
觀察重點		
是否含鐵質		
	部份埋在紅土的砂岩吸附鐵質， 周圍氧化呈現氧化鐵的紅褐色	不含鐵質。
外形		
	大、小鵝卵石表面都膠結 許多砂粒，摸起來很粗糙	鵝卵石形狀，砂岩， 摸起來較平滑
顏色		
	新鮮的砂岩呈青灰色，但有些紋理 被風化，裡面含氧化鐵的褐鐵礦呈 紅褐色	長期露出地表，曝曬風化 或黴菌著生而變成黑灰色

表 1 火炎山岩石及學校操場岩石的物理和化學性質之比較(續)

岩石 觀察重點	火炎山岩石	學校操場岩石
紋理	 <p data-bbox="395 613 887 707">有砂岩和礫岩交錯成層狀沉積，代表古大安溪水流隨季節有大小之分</p>	 <p data-bbox="970 613 1299 707">砂岩，由顆粒小的砂石膠結而成，紋理不明顯</p>
有無化石	 <p data-bbox="395 1016 887 1111">在一些石頭上發現雙殼貝的化石，但也因鐵質滲入氧化而形成紅褐色</p>	 <p data-bbox="1034 1016 1235 1057">沒有發現化石</p>
放大鏡觀察	 <p data-bbox="395 1442 887 1482">有白色的石英礦物和膠結的砂粒</p>	 <p data-bbox="1002 1442 1267 1536">有白色的石英礦物和膠結的砂粒</p>
滴稀鹽酸	 <p data-bbox="395 1845 887 1939">在貝殼化石上滴稀鹽酸，產生氣泡（化石含碳酸鈣成分）</p>	 <p data-bbox="970 1845 1283 1939">在學校砂岩滴稀鹽酸，沒有氣泡產生</p>
沉積岩種類	<p data-bbox="395 1957 887 2051">由以上資料我們判斷，火炎山的砂岩屬於偶有化石的沉積砂岩。</p>	<p data-bbox="986 1957 1283 1998">學校的砂岩屬硬砂岩</p>



圖 2 火炎山的傾斜岩脈及大小石礫差異情形

(二)研究討論:

- 1.火炎山有巨厚的礫石層，數百萬年前台灣島劇烈的造山運動，地層快速隆起，伴隨著古大安溪劇烈的侵蝕作用，以致大量的石礫從高山被河川沖刷、搬運，帶到當時的河口附近堆積，這個沖積扇鵝卵石大小差異很大，推測古大安溪的流速可能很快，河川的「淘選度」不佳，大小石礫混成一堆，粗細層次不明顯，這些石礫長期在河床搬移、磨蝕，稜角大都被磨平而成圓卵狀。
- 2.火炎山鵝卵石外表大都是白灰色、青灰色呈現出新鮮的砂岩顏色，和學校的暗灰色差別很大，代表這些岩石都是剛從礫石層掉落不久，部份鵝卵石破碎面邊緣呈現紅褐色的氧化鐵顏色，火炎山土含豐富的鐵質，在少數的石頭上發現貝類實體化石與生痕化石，代表火炎山在古代可能是河口與海洋交接處，甚至可能是淺海區域，滴稀鹽酸產生二氧化碳氣體，化石含碳酸鈣成份。

二、從岩層被侵蝕情形，推測土石流發生的原因?

我們到火炎山觀察，發現火炎山並非光禿禿的，有些地方長了許多植物，我們也做了簡單的植物調查，其中最多的是相思樹、其次是馬尾松、烏臼、芒草、咸豐草、紅毛草等。回去查資料發現原來這些都是耐酸土的植物，比較之下有植被的山頭崩坍情形並不嚴重，無植被處就崩坍的很嚴重。



圖 3 火炎山的土壤岩石膠結及有無植被地形崩坍情形

植被是影響土石流發生與否的重要因素嗎?為了解開這個「謎」，小組設計了一個模擬實驗。

(一) 實驗步驟

1. 製作火炎山模型。
2. 在 V 形山谷邊，插一枝標竿，並劃出高點、低點，兩點相距 2cm。
3. 用澆水器從山上澆水，模擬下大雨。
4. 比較無植被處、有植被處，標竿低點露出時間，並量化求平均值。



圖 4 火炎山模型

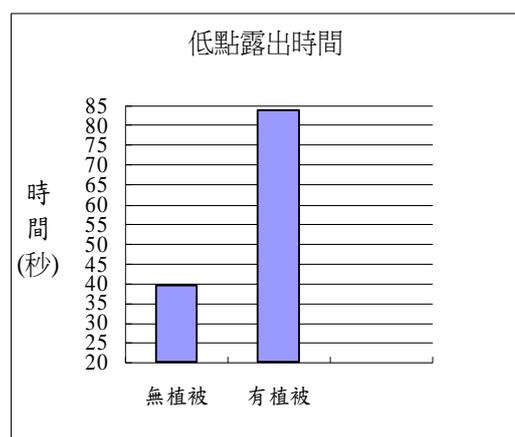


圖 5 標竿高點及低點

## (二) 實驗結果

表 2 模擬火炎山土石流實驗結果

植被	崩塌後標竿低點露出時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均時間
無	42	40	36	39.3
有	77	89	85	83.7



## (三) 研究討論

1. 無植被模型，灑水後土壤、岩石快速崩坍。有植被模型，灑水後土壤、岩石崩坍非常緩慢。
2. 推想應該是樹葉阻擋了雨水直接沖刷土壤的力量，植物的根也適時抓住土壤，含養水份，植被的有無，果真是影響土石流發生與否的重要因素，既然知道原因，有什麼較好的方法來防止土石流發生呢？我們是興趣高昂。

## 三、火炎山山上土、山下土及田土 pH 值檢測，土壤酸化原因分析

表 3 土壤樣品

樣品	採集地點	編號
1	火炎山山上土壤	1 甲、1 乙、1 丙
2	火炎山山下土壤	2 甲、2 乙、2 丙
3	學校後方田地的田土	3 甲、3 乙、3 丙

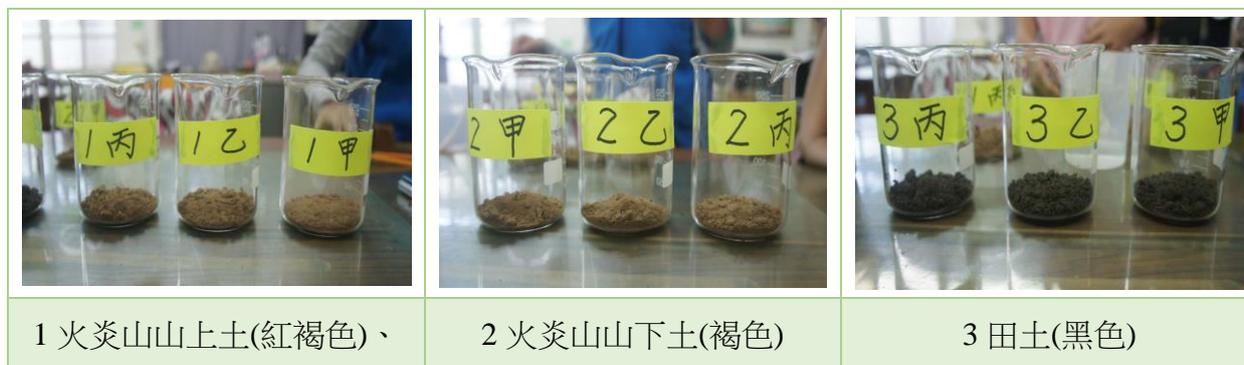


圖 6 土壤樣品

### (一) 實驗步驟

1. 將採集區取得之樣品 1-3，用電子秤於每桶中各取三份 150 克樣品，分為甲、乙、丙三組，用鐵鎚敲碎。
2. 將各樣品分別以研钵磨細後，倒入燒杯中。
3. 以蒸餾水各加水至 250ml，用玻棒攪拌均勻。
4. 每隔 1 小時攪拌一次，連續 4 小時後，靜置 12 小時。
5. 將校正好的 pH 筆放入各樣品燒杯中，待其數據穩定後加以紀錄。
6. 於各樣品燒杯中取三次測量值並求平均值。

### (二) 實驗結果

表 4 火炎山上、山下土及田土土壤酸鹼度測量值

編號	甲組	乙組	丙組	平均
1 火炎山山上土	4.1	4.6	4.6	4.4
2 火炎山山下土	4.8	4.7	4.8	4.8
3 田土	6.5	6.5	6.5	6.5



圖 7 土壤酸鹼度測量值

### (三) 研究討論

1. 土壤酸鹼值對植物生長有何影響呢？

我們參考「表 5 土壤酸度的分級」發現：

(1)火炎山山上土、山下土屬酸性土、田土則接近於中性。探討其原因:火炎山無植被處，幾乎沒有植物生長，推想應該和土壤酸鹼性有關。

(2)為什麼火炎山土酸性如此強？

我們尋找資料歸納出原因:幾百萬年來自印度洋的西南季風含豐富水氣沿大安溪河道到達火炎山，熱氣流沿山勢抬升，遇到上空冷空氣，於是經常下大雨(空氣中二氧化碳、二氧化硫溶入雨水而呈酸性)，土壤的淋洗作用強烈，土壤中的碳酸鈣、碳酸鎂、碳酸鈉等鹼性物質容易被中和甚至轉呈酸性。

表 5 土壤酸度的分級

pH(水)	解 析	
	分 級	備 註
< 4.4	極度酸性	對大部分作物而言太酸
4.5 ~ 5.0	極強酸	對大部分作物而言太酸
5.1 ~ 5.4	強酸	對許多作物而言太酸
5.5 ~ 6.0	中酸性	對部分作物而言太酸
6.1 ~ 6.5	微酸性	適合大部分作物生長
6.6 ~ 7.3	中性	適合大部分作物生長

資料來源:中興大學土壤環境科學系土壤調查試驗中心主任陳仁炫教授

## 2. 土壤分析:

(1)火炎山土加水攪拌，然後靜置 24 小時，發現它會分成三層:上層是水，中層是顆粒細小、比重較小、透水性、透氣性都較差的粘土，下層為顆粒大、比重較大、透水性、透氣性都較好的砂土。

(2)上層的水隔著粘土不易往下滲透，而下層的砂土孔隙大，不易留住水，所以火炎山常出現半乾旱情形，不利植物生長。



圖 8 火炎山土壤分析

#### 四、依田土與火炎山土不同比例種植綠豆，觀察生長情形

##### (一) 實驗步驟

1. 取 5 個花盆，編號 1~5。
2. 操縱變因:將田土與火炎山土依表 6 比例混合，加水攪拌均勻、曬乾。
3. 使用前用鐵鎚敲碎，裝入花盆。
4. 控制變因:
  - (1)在 1~5 號花盆中各種下 5 顆綠豆種子，澆自來水並觀察生長情形。
  - (2)觀察學校日照較長的地方是南棟前庭草地，我們決定把花盆放在南棟前庭。

表 6 操縱變因:不同比例田土及火炎山土充分混合後之 pH 值

花盆編號	1	2	3	4	5
比例(田土:火炎山土)	9:1	7:3	5:5	3:7	1:9
pH 值	6.3	5.9	5.4	4.9	4.7

註：全田土 pH=6.5；全火炎山土 pH=4.4 (研究活動三)



圖 9 土壤處理

表 7 控制變因:日照時間及澆水量

日照時間	早上 9:00~下午 2:00 (共 5 小時)
澆水量	自來水早上 8:00 各 200cc



(二)實驗結果

1~5 號花盆綠豆生長情形:

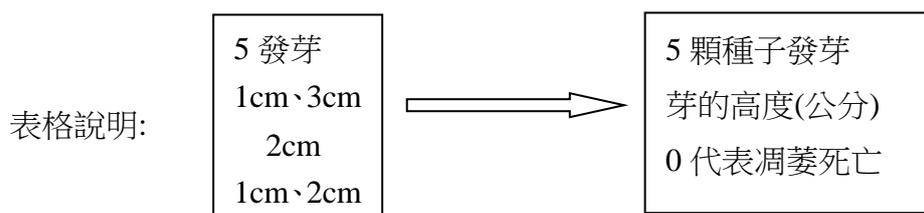


表 8 綠豆之生長紀錄(紀錄日期 110.12.10~111.01.20)

編號	1	2	3	4	5
發芽日 (12/10)	5 芽 芽 芽 芽 芽	5 芽 芽 芽 芽 芽	5 芽 芽 芽 芽 芽	5 芽 芽 芽 芽 芽	5 芽 芽 芽 芽 芽
第 10 天 (12/20)	7.5 7 7.5 6 6	8 7.5 6.5 7 6	6.5 7 6 6.5 6	6 6.5 7 7 5.5	6 5.5 5 6 6
第 20 天 (12/30)	10 9 9.5 8.5 9	9.5 8.5 9.5 8.5 8	8.5 9 8 8 8	8 8.5 8.5 7.5 7	7.5 7 7 7 6.5
第 30 天 (1/10)	12 11 11.5 10.5 11	11.5 10.5 11 10.5 10	11 10.5 10.5 10 9.5	10.5 10 9.5 9 9	9 9 8.5 8.5 8
第 40 天 (1/20)	15.5 14 14.5 13.5 16	13 12 12.5 12.5 12	12 11.5 11.5 11.5 10.5	11.5 11 10.5 10.5 10.5	9.5 10 9.5 9.5 8.5
第 40 天 5 棵 平均高度	14.7cm	12.4cm	11.4cm	10.8cm	9.4cm

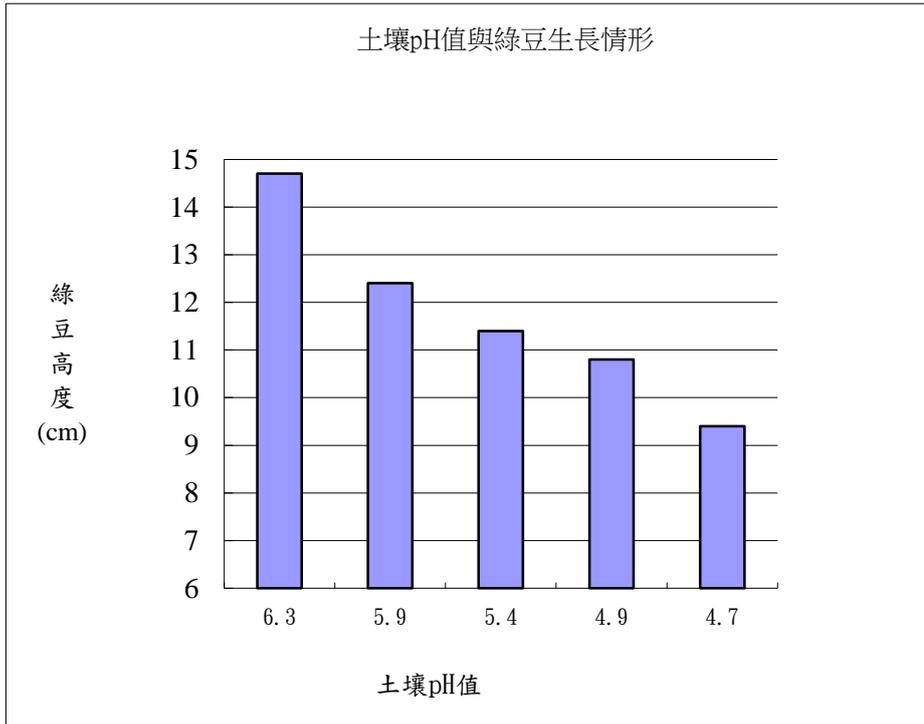


圖 10 不同比例土壤種植綠豆生長情形(相片拍攝日期為 111.01.20)

### (三)研究討論

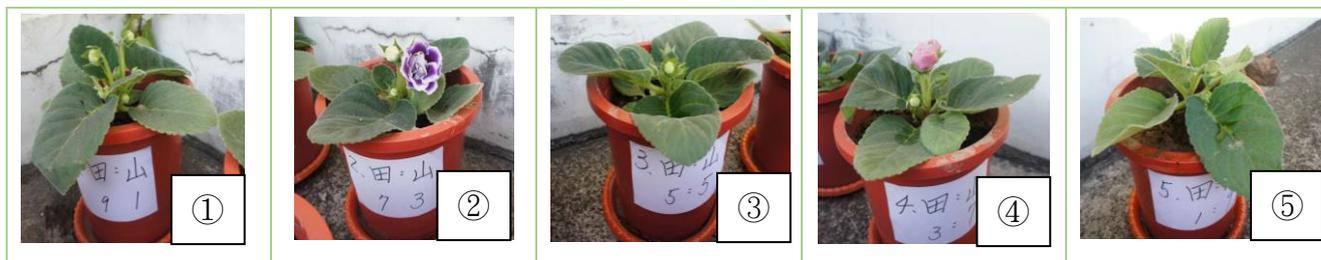
- 1.從 1~5 的花盆綠豆都會發芽可知，土壤的酸性並不會影響綠豆的發芽，但當綠豆的根深入土壤，就會受其影響。
- 2.由實驗的數據看出，在酸性土壤的綠豆生長情形，隨著土壤酸性愈強生長的情形越差，尤其種植日子越久其生長的速度越慢，推想酸性土壤不利綠豆根系的發展。

## 五、依田土與火炎山土不同比例種適合酸性土的大岩桐種苗，觀察生長情形

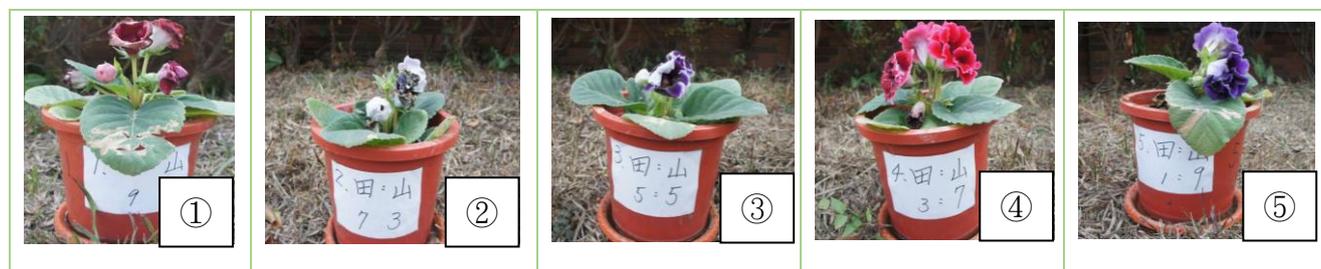
(一) 實驗步驟、操縱變因及控制變因與研究活動(四)相同

(二) 實驗結果

1. 110 年 12 月 20 日種植大岩桐種苗。



2.第二十四天(111 年 1 月 13 日) 生長狀況。



### (三)研究討論

- 1.上網查資料發現大岩桐適合酸性土壤。
- 2.我們種植近一個月，從小小花苞到開花，1~5 花盆都長得很好，而且發現 pH 值越低的 4 號、5 號花盆種苗生長情形最好，花開得越漂亮，讓我們對植物的生命力感到驚奇。小組為求慎重到圖書館查文獻，果然查到中興大學陳仁炫教授的著作資料「如表 9 所示」，大岩桐適合酸性土壤。
- 3.小組小心拔出植株觀察根部，發現 1~5 盆的根系都伸展的很好，更驗證了火炎山土只要找對植物依然可以長得很好。

表 9 適合生長於酸性土壤之作物及其適宜之 pH 範圍

種 類	範 圍	種 類	範 圍
水 果 類		花 草 及 庭 園 木 類	
柑	5.0 - 7.5	鐵 線 蕨	4.0 - 6.0
龍 眼	5.0 - 7.0	山 茶 花	4.5 - 6.5
鳳 梨	4.5 - 5.5	洋 繡 球 花	4.0 - 4.5
蔬 菜 類		茶 花	4.5 - 5.5
洋 蔥	5.0 - 7.0	仙 人 掌 類	6.6 - 8.0
竹 筍	5.0 - 7.0	霍 香 薊	5.0 - 7.0
		鐵 線 蓮	5.0 - 6.0
		蘭 類	4.0 - 5.0
		大 岩 桐	5.0 - 6.5

資料來源:中興大學土壤環境科學系土壤調查試驗中心主任陳仁炫教授

## 六、嘗試改良火炎山土成分，重種綠豆，觀察生長情形

為什麼要做土壤改良呢？因為火炎山土是酸性，我們自然課曾經做過實驗石灰水是鹼性，我們想用石灰水來酸鹼中和火炎山土，另外由研究活動(三)得知火炎山土大都是粘土和砂土組成，缺少養分，所以我們決定再加入有機培養土增加土壤養分及蓬鬆，種植綠豆，觀察生長情形。

### (一) 實驗步驟

#### 1. 操縱變因：各種土壤改良方法

(1)第 1 組:全為火炎山土壤 4500 克，不做任何處理(對照組)。

(2)第 2 組:火炎山土+石灰水(鹼性)。

A.於塑膠桶加入自來水 2000ml 及石灰 15 克，攪拌使其溶解。

B.加入火炎山土壤，攪拌均勻，每隔 1 小時攪拌一次，連續 4 小時，靜置 16 小時。

C.混合土拿到室外曬乾。

(3)第 3 組:火炎山土+有機培養土。

A.於塑膠桶加入自來水 2000ml 及有機培養土 2250 克，攪拌。

B.再加入火炎山土壤 2250 克，攪拌均勻，每隔 1 小時攪拌一次，連續 4 小時，靜置 16 小時。

C.混合土拿到室外曬乾。

(4)第 4 組:火炎山土+石灰水+有機培養土。

A.塑膠桶加入自來水 2000ml，石灰 15 克有機培養土 2250 克，攪拌。

B.加入火炎山土壤 2250 克，攪拌均勻，每隔 1 小時攪拌一次，連續 4 小時，靜置 16 小時。

C.混合土拿到室外曬乾。

(5)第 5 組:全田土 4500 克，不做任何處理。

2.測量改良火炎山土壤 1~5 組的 pH 值(測量土壤 pH 值方法與研究活動三相同)。



3.控制變因:

(1)在 1~5 號花盆中各種下 5 顆綠豆種子，澆自來水並觀察生長情形。

(2)日照時間及澆水量與研究活動(四)相同。

(二)實驗結果

1.改良火炎山土壤 1~5 組及培養土的 pH 值。

表 10 改良火炎山土壤 1~5 組及培養土的 pH 值

土壤編號	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組	第 5 組	培養土
pH 值	4.5	7.0	7.4	7.6	6.6	8.2

2.全火炎山土及改良土壤種植綠豆生長情形。

表 11 全火炎山土及各種改良土壤種植綠豆生長紀錄表(0:代表綠豆苗死亡)

編號	1.全火炎山土	2.火炎山土 +石灰水	3.火炎山土 +培養土	4 火炎山土+石 灰水+培養土	5 全田土
發芽日 (12/10)	5 芽 芽 芽 芽 芽	5 芽 芽 芽 芽 芽			
第 10 天 (12/20)	5.5 6 5.5	7 7.5 7.5	8 8.5 7	8.5 6.5 7.5	7.0 6.5 7
第 20 天 (12/30)	7 7.5 7.5	10 9.5 9	10 10.5 9	9.5 9 9	9.5 9 9
第 30 天 (1/10)	9 9.5 0	12.5 11.5 10.5	13.5 13 12	13.5 12.5 12	11.5 10.5 10.5
第 40 天 (1/20)	10 10.5 0	13.5 13 12	18 17.5 16	17.5 16 16.5	14.5 14 13.5
第 40 天 5 棵平均 高度	6.5cm	12.6cm	17.1cm	17.0cm	13.8cm

註:紀錄日期 110.12.10~111.01.20 (經過 40 天)

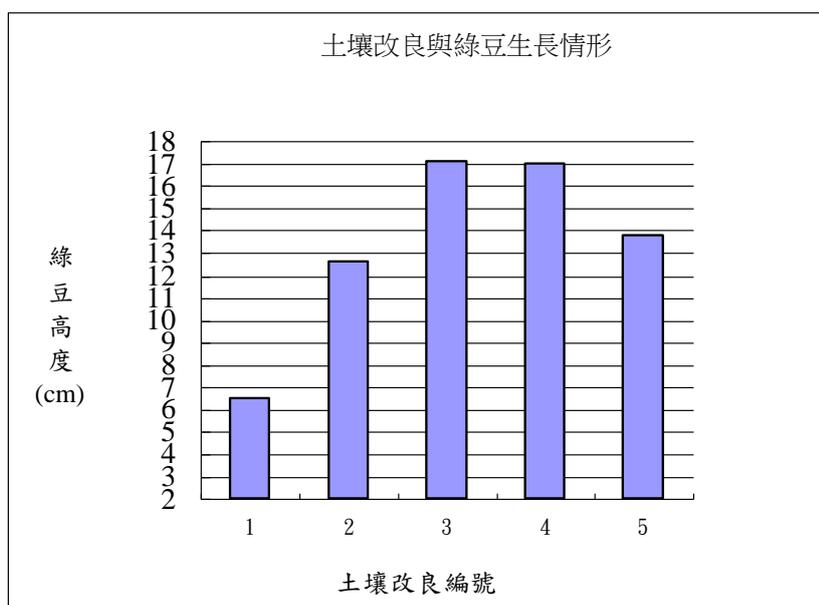




圖 11 改良土壤種植綠豆生長情形(相片拍攝日期為 110.01.20)



圖 12 全火炎山土及改良土壤種植綠豆生長情形

3. 2月11日開學(從發芽經過62天)，我們再去觀察土壤改良的綠豆，並觀察根系發展情形，我們把長得最差的1號盆和長得最好的3、4盆做比較。



圖 13 全火炎山土及改良土壤的綠豆根系發展情形

### (三)研究討論

- 1.第1組全火炎山的5棵綠豆，其中1棵1月5日死亡，另1棵1月7日死亡，剩下3棵葉子都有斑點，且都只有子葉，一直沒長出本葉，和其他盆綠豆比較，生長遲緩。小組討論原因：綠豆的根生長不良吸水能力下降，導致光合作用原料(水)不夠，產生的養分不足以向下送到根部，根就慢慢萎縮、潰爛，這是惡性循環，最後導致綠豆死亡，可見酸性的火炎山土不適合大多植物生長。
- 2.第2組火炎山土+石灰水後 pH 值 7.0，5 棵綠豆生長較慢。
- 3.第3組火炎山土+有機培養土 pH 值 7.4 令我們很訝異，後來檢測培養土 pH 值 8.2，才了解原因。第4組則再增加石灰水 pH 值 7.6，發現這2盆綠豆都長得特別好，除了5棵都長出本葉之外，也長得比其他3盆還高，推想除了提高 pH 值之外，用筷子插入土壤，感覺土壤較為鬆軟，應該是培養土增加土壤的孔隙有利儲存空氣，也讓根系易於發展，吸收水份和養分，提供更多有機質，提供綠豆生長所需的養份。
- 4.第5組為全田土，本身就有較多的養份，但用筷子插入土壤感覺較硬，所以不利綠豆根系發展。
- 5.我們發現加入培養土做土壤改良後，綠豆生長情形，比研究活動(四)的綠豆還要好，可見土壤改良是有效的。

## 七、嘗試用研究活動(六)改良土壤，種植杜鵑花種苗，觀察生長情形

為什麼要種杜鵑呢?因為杜鵑是本校的校花，學校有一條杜鵑花道，每到開花季節總是特別的漂亮，所以小組決定種植杜鵑，觀察生長情形。



圖 14 校園中的杜鵑花道

### (一) 實驗步驟

1. 控制變因與操縱變因和研究活動(六)相同
2. 為求一開始杜鵑花種苗栽種的情況相同，我們要求同一批，而且挑選大小一致的種苗，用水沖洗掉原來種苗的土壤，再移植到 1-5 盆的改良土壤，110 年 12 月 30 日種植。

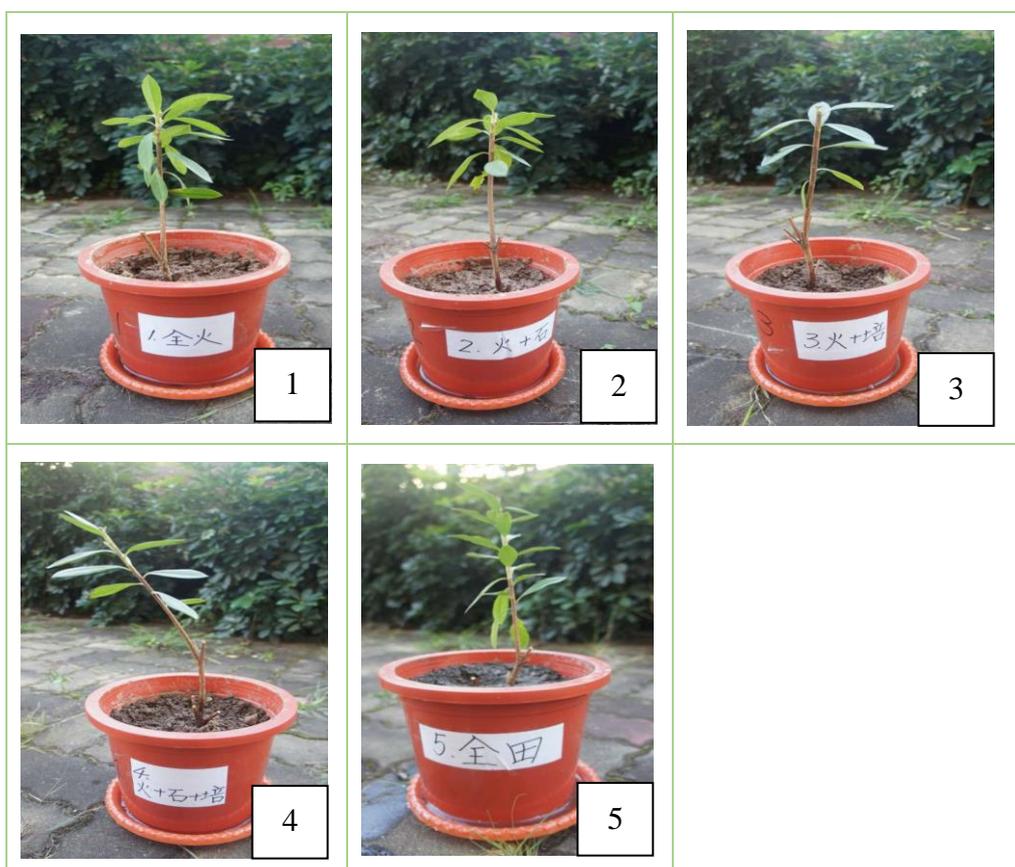


圖 15 全火炎山土及改良土壤栽種杜鵑花種苗

## (二)實驗結果

1. 種植經過 38 天，1-5 盆杜鵑花種苗都長出新芽，111 年 2 月 7 日拍攝。

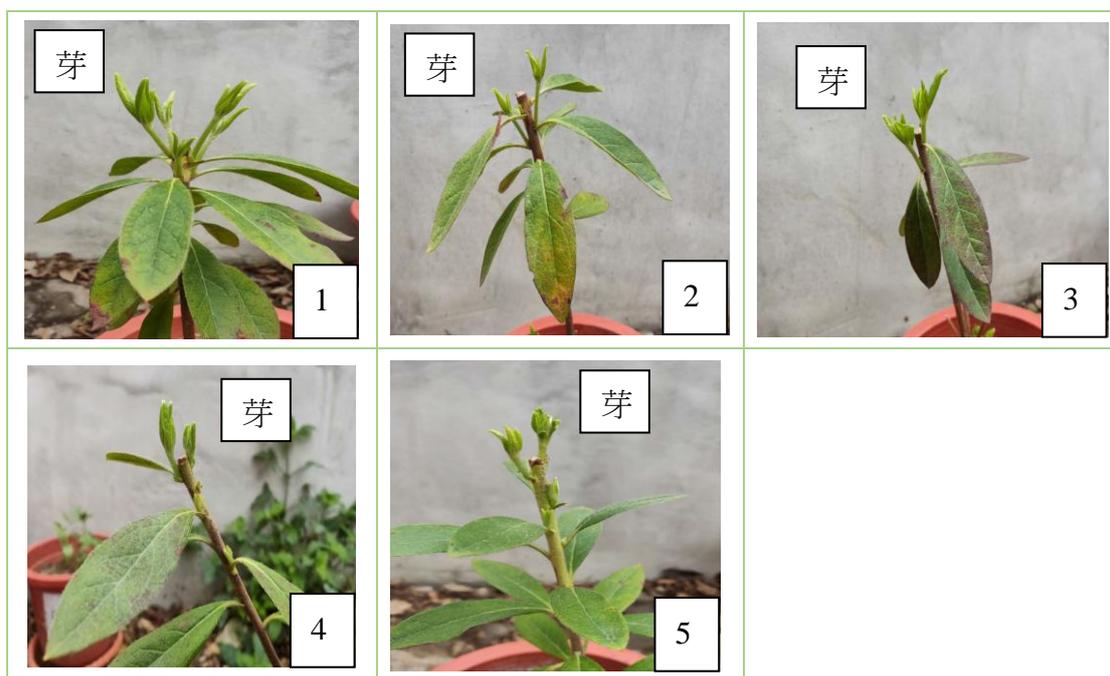


圖 16 全火炎山土及改良土壤栽種杜鵑花種苗 38 天後長新芽情形

2. 種植杜鵑種苗經過 127 天後，1~5 盆杜鵑花生長情形，111 年 5 月 7 日拍攝。



圖 17 全火炎山土及改良土壤栽種杜鵑花 127 天後生長情形

(1)經過 38 天生長後 1~5 號都長出新芽，但其中 1 號盆(全火炎山)最早長出芽，莖頂長出 5 芽數目最多，葉子呈現健康的翠綠色，生長狀況良好，2 號盆莖頂長出 2 芽，但葉子出現枯黃，3 號盆莖頂長出 2 芽，葉子出現斑點且掉落嚴重，4 號盆莖頂長 3 芽，但葉子和 3 號盆一樣出現斑點且掉落嚴重，5 號盆莖頂長 2 芽但芽比較小，較其它盆生長較慢。

(2)到了第 127 天，第 1 盆全火炎山土的杜鵑不管是芽長的速度、葉子的數目、葉子的翠綠色都比其他盆要長得好，真的令我們訝異又感動，第 2、3、4 盆芽雖然有繼續生長，但明顯比第 1 盆較慢，而且葉子一直枯黃掉落感覺好像生病了，第 5 盆全田土的杜鵑，芽生長依舊比較慢，但葉子沒掉落而且呈現和第 1 盆一樣的翠綠色。

3.種植杜鵑種苗經過 127 天後，1~5 盆杜鵑花的根抓土團情形，111 年 5 月 7 日拍攝。



圖 18 杜鵑花的根抓土團情形

註:觀察土團大小可以了解植物的根系是否長得健全，根系發展愈好，根末細根愈多，則抓土量就多。

4.用水把土團沖洗後，觀察杜鵑花根系生長情形，111年5月7日拍攝。



圖 19 杜鵑花的根系生長情形

註:根系向四面伸展就能吸收更多水份與養份，而且根末的細根愈多，吸收的面積就愈大。

### (三)研究討論

為什麼杜鵑花在全火炎山土長得最好？為了要尋找答案我們決定看根系的生長情形，拔時先抓住莖底部前後左右搖晃 10 次，讓土鬆軟些，然後慢慢拔起，不傷害根為原則。結果發現：

- (1)第 1 組(全火炎山土)杜鵑的根系向外發展長得最好、最多，抓土量也最多，根吸收更多的水份與養份，難怪植株長得比其他組還要快與健康。分析原因：應該是杜鵑花適合酸性土壤。
- (2)第 2 組雖然也是火炎山土，但加了石灰水後土壤 pH 值 7.0 中性，根末的細根很少。推想中性土壤還是不適合杜鵑花的根生長。
- (3)第 3、4 組雖然有些加培養土，土質較鬆軟，但發現根並沒有明顯向外生長。分析原因：土壤 pH 值中性或弱鹼性，可能不適合杜鵑根系生長。
- (4)第 5 組(全田土) pH 值弱酸性，但發現根系呈現一團無向外生長。分析原因：小組用手觸摸感覺田土較其他組都「硬」，所以根系較難伸展。

## 伍、綜合討論

一、火炎山屬頭嵙山層(頭嵙山位於豐原市東南方)，由現場砂岩中發現雙殼貝化石，推想火炎山地層在古代可能在淺海區域或河口處，由於台灣島因造山運動，快速隆起(由研究活動二，傾斜的岩脈圖片可知)古大安溪對雪山山脈的侵蝕、搬運作用加劇，水流大，河川淘選度不佳，所以在河口處堆積成大小石礫和泥沙的沖積扇，再經過幾百萬年歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊擠壓抬升作用，形成火炎山紅土礫石台地。

二、由火炎山現場觀察及自製火炎山模型實驗，分析土石流發生原因有：

- 1.礫石和土壤，膠結情形很差，用手一撥，土壤馬上崩解，礫石落下分析原因，因為礫石層間孔隙大，下雨的水流很快帶走土壤和岩石的膠結物，使得礫石層相當鬆散，容易崩塌。
- 2.缺乏植被保護及樹根抓住土壤，使得雨水直接沖刷土壤，造成崩塌由此更讓我們了解水土保持的重要。
- 3.火炎山土大都由粘土及砂土組成，由研究活動二得知體積大約 1:1，其中粘土顆粒很小、透水、透氣性差，當降雨量大於水的滲透量時，則大量雨水會向下沖刷，造成土石崩落，引起土石流。
- 4.山土石流區為一 V 形山谷，最容易收集兩邊山壁的雨水，造成大量沖刷。

三、火炎山土不利多數植物生長因素，經實驗歸納，大致分為化學因素、物理因素。

(一)化學因素:土壤酸性太強造成毒害，對多數植物生長有哪些影響呢？

小組經實驗、討論，歸納下列幾點：

- 1.火炎山土為酸性土壤，溶解性的鐵含量會增加(由破裂的鵝卵石切面周圍有紅褐色的氧化鐵的成份)，含量多容易對植物的根造成傷害。
- 2.酸鹼值太低時，表示土壤中碳酸鈣、碳酸鎂、碳酸鈉等鹼性物質很容易流失，土壤缺乏養份。
- 3.土壤中的有益微生物，如固氮菌等在酸性土壤中活性會降低，影響土壤生化反應的速率。
- 4.生長在土壤中的真菌(例如：黴菌)，在酸性環境下活性會增加，而這些真菌很容易造成植物的病害。

## (二)物理因素:

火炎山土主要是粘土和砂土組成，上層的粘土顆粒很小、透水性差，雨水不易往下滲透，透氣性差則不利根部發展，下層為砂土，顆粒大不易留住水，所以火炎山常成半乾旱情形。

- 四、酸性土壤並不影響酸鹼範圍廣的綠豆發芽，但當綠豆把根伸入土壤中，就會受到受到酸性土壤的影響，土壤有機質及微量元素含量不足，導致根系養份、水份吸收能力下降，出現生長遲緩，葉子黃化，出現黑斑等現象，綠豆存活率降低，所以酸性土壤還是不適合大多數植物生長。
- 五、在研究活動(五)我們種植適合酸性土壤的大岩桐，果然在 4 號盆(pH 值 4.9)、5 號盆(pH 值 4.7)生長得最好，花開得最漂亮，對酸性土壤，只要選對植物種植，還是活得很好，所以可以在火炎山無植被的山谷種植適合酸性土壤的植物，以減少土石流的發生。
- 六、從研究活動(六)發現火炎山土經土壤改良後，3 號盆(火炎山土+培養土)及 4 號盆(炎山土+石灰水+培養土)綠豆生長情形都比 1 號(全火炎山土)、5 號(全田土)要好很多。把筷子插入 3 號 4 號盆土壤，感覺土壤較為鬆軟，應該是培養土增加土壤的孔隙，讓根部易於伸展，留住水份，提供更多有機質，增加土壤養份，所以要減少土石流除種植適合酸性土壤的植物，也可以考慮土壤改良喔！
- 七、第七項的研究活動令我們最驚奇，因為在研究活動(六)的 1 號盆綠豆全部死亡，而且根系都潰爛了，3、4 號盆綠豆長得最好，相反的，研究活動(七)1 號盆的杜鵑苗長得最好，小組分析原因，應該是杜鵑花是少數適合酸性土的植物，2、3、4 號盆經土壤改良後呈中性或弱鹼性，莖頂發芽數目較少，葉子呈現枯黃、斑點，且一直掉落，分析原因弱鹼性土壤不適合杜鵑根系生長，5 號盆(全田土)芽生長緩慢，我們摸了盆內的土，發現比其他盆的土還硬，太硬的土也不適合植物根系發長，造成生長較緩慢。
- 八、要防止土石流，針對以上實驗，以增加植被最為可行且不破壞自然，根據實驗增加植被的方法有兩種：(一)種植適合酸性土壤的植物；(二)進行土壤改良後適合一般植物生長；經小組與老師討論後認為後者土壤改良，較適合在實驗室進行與探討結論，如果要把火炎山無植被處進行土壤改良，則工程浩大不適合。所以，我們認為要防止土石流，還是種植適合酸性土壤的植物(例如：杜鵑花，多年生灌木)較為可行。

## 陸、心得與建議

- 一、指導老師讓我們看了一部電影「正負 2 度 C」，老師要我們發表感想，每位成員感受很深，人類往往只為近利而不知愛惜自然、破壞自然、到最後還是我們人類要去承擔後果，就像我們到火炎山觀察，看見殘破的山壁及河床上還是可以看到採砂石的器具，真是在傷口上灑鹽。
- 二、由於不合理的利用，土壤正面臨著日益嚴重的被侵蝕、被污染、被侵佔(無規劃的開發)、以及沙漠化、酸化、貧瘠化的威脅。
- 三、我們必須合理的利用土地，防止上述的現象發生，珍惜每一塊土地，保護土壤，讓人類賴以生存的資源，能永續利用。

## 玖、參考文獻

- 1.黃美傳(2021)。一看就懂台灣地理。新北市:遠足文化。
- 2.林孟龍、王鑫(2002)。台灣的河流。新北市:遠足文化。
- 3.遠足地理百科編輯組編著(2020)。一看就懂地理百科。新北市:遠足文化。
- 4.羅煥記(1987)。岩石和礦物。臺北市:圖文。
- 5.陳仁炫(2001)。土壤酸性和石灰的施用。興大農業，36，8-13。

## 【評語】 080501

研究主題具鄉土性及與環境相關，研究動機與目的明確，執行詳實且龐大的野外工作，並將資料整理明瞭，合理清晰論述觀察結果，且知道控制、操作與應變變因的意義。只是變因與結論關係無法確認（例如，土壤的加水攪拌說明植物不利生長），還須考慮植物生長不僅受土壤酸鹼影響，且受土質或者砂石比例與天氣影響，未來或可考慮在野外施作。

## 作品簡報

國小組 地球科學科

# 火炎山地質研究及土壤改良



# 前言

火炎山屬頭嵙山層(頭嵙山位在豐原東南方)，位於大安溪北岸，縣道苗130甲線上方，每次豪雨就發生土石流，對人、車都是極大的威脅。



- **實驗目的**

- 探討火炎山的地質特性、土壤結構。
- 找出土石流發生的原因及改善方法。

# 一、火炎山岩層分析

## ◆ 研究結果：

- 火炎山有巨厚的礫石層，鵝卵石大小差異很大，部份鵝卵石破碎面邊緣呈現紅褐色的氧化鐵顏色，火炎山土含豐富的鐵質。
- 在少數的石頭上發現貝類實體化石與生痕化石，代表火炎山在古代可能是河口與海洋交接處，甚至可能是淺海區域。



火炎山土石流，鵝卵石大小差異很大



部份鵝卵石破碎面邊緣呈現紅褐色的氧化鐵顏色

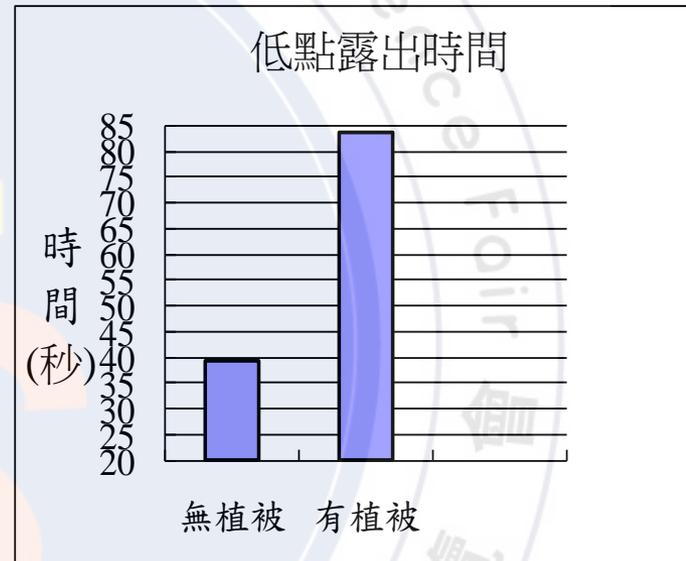


雙殼貝化石(但也因為鐵質滲入氧化，而形成紅褐色)

## 二、從岩層被侵蝕情形，推測土石流發生的原因？

### ◆ 實驗結果：

- 無植被模型，灑水後土壤、岩石快速崩坍。
- 有植被模型，灑水後土壤、岩石崩坍非常緩慢。



### ◆ 研究討論：

- 樹葉阻擋了雨水直接沖刷土壤的力量，植物的根也適時抓住土壤。
- 植被的有無，果真是影響土石流發生的重要因素。

### 三、火炎山山上土、山下土及田土pH值檢測，土壤酸化原因分析

#### ◆ 實驗結果：

火炎山山上土、山下土屬**酸性土**、田土則接近於中性。

#### ◆ 研究討論：為什麼火炎山土**酸性**如此強？

幾百萬年來西南季風含豐富水氣沿大安溪河道到達火炎山，熱氣流沿山勢抬升，遇到上空冷空氣，經常下大雨（空氣中二氧化碳、二氧化硫溶入雨水而呈酸性），土壤的淋洗作用強烈，土壤中的碳酸鈣、碳酸鎂、碳酸鈉等鹼性物質容易被**中和甚至轉為酸性**。

#### • 土壤分析：

上層是透水性差的粘土，下層為透水性好的砂土，水隔著粘土不易往下滲透，而下層的砂土孔隙大，不易留住水，火炎山常出現**半乾旱**情形。



火炎山現場拍攝

## 四. 依田土與火炎山土不同比例種植綠豆之生長情形

花盆編號	1	2	3	4	5
比例(田土：火炎山土)	9:1	7:3	5:5	3:7	1:9
pH值	6.3	5.9	5.4	4.9	4.7
第40天5棵綠豆平均高度	14.7cm	12.4cm	11.4cm	10.8cm	9.4cm

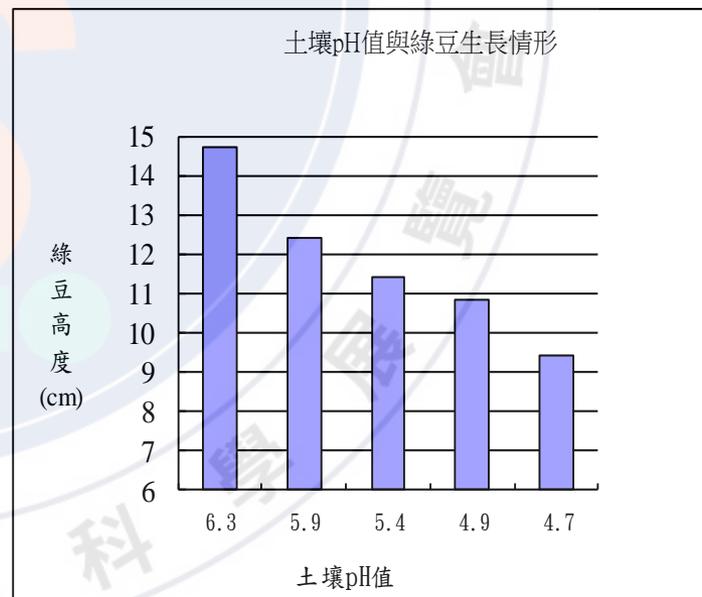
註：全田土pH=6.5；全火炎山土pH=4.4

### ◆ 實驗結果：

隨著土壤酸性愈強生長的情形越差，尤其種植日子越久其生長的速度越慢。

### ◆ 研究討論：

酸性土壤不利綠豆根系的發展。



## 五. 依田土與火炎山土不同比例種植大岩桐種苗之生長情形

### ◆ 實驗結果: 大岩桐第24天的生長狀況

編號	1	2	3	4	5
生長狀況					

註: 田土及火炎山土比例與研究四相同

### ◆ 研究討論:

- 我們發現pH值越低的4號、5號花盆種苗生長情形最好，花開得越漂亮，讓我們對植物的生命力感到驚奇。
- 上網查資料得知，大岩桐適合酸性土壤。

## 六. 改良火炎山土成分，重種綠豆，觀察紀錄其生長情形

### ◆ 研究討論：

- 為什麼要做土壤改良呢？
  - 因為火炎山土是酸性，我們想用石灰水來酸鹼中和火炎山土。
  - 火炎山土大多是粘土和砂土組成，缺少養分，我們決定再加入有機培養土增加土壤養分及蓬鬆，種植綠豆，觀察生長情形。

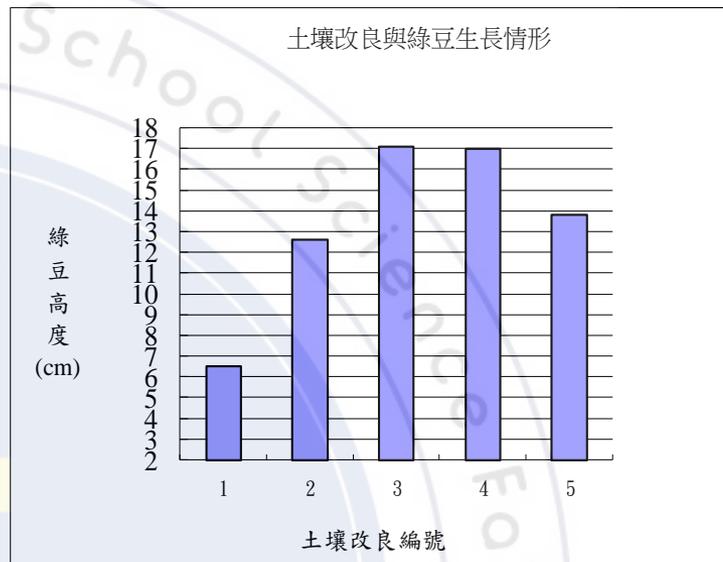
### ◆ 實驗結果

- 土壤改良後，重種綠豆，第40天5棵綠豆平均高度

土壤編號	第1組	第2組	第3組	第4組	第5組
土壤種類	全火炎山土	火炎山土+石灰水	火炎山土+培養土	火炎山土+石灰水+培養土	全田土
pH值	4.5	7.0	7.4	7.6	6.6
第40天綠豆平均高度	6.5cm	12.6cm	17.1cm	17.0cm	13.8cm

## ◆ 實驗結果

- 第1盆根萎縮潰爛，綠豆死亡。
- 第2盆綠豆生長較慢。
- 第3、4盆綠豆都長得特別好，除都長出本葉之外，也長得比其他3盆還高。推想除了提高pH值之外，土壤較為鬆軟，培養土增加土壤的孔隙有助於根系發展。
- 第5盆土壤較硬，不利綠豆根系發展。
- 我們發現土壤改良後，綠豆生長，比研究活動(四)要好，可見土壤改良是有效的。



研究(四)田土和火炎山土混合種植綠豆



研究活動(六)改良土壤種植之綠豆

## 七. 改良火炎山土成分，種杜鵑花種苗，觀察紀錄其生長情形

### ◆ 實驗結果：

- 種植127天後，1~5盆杜鵑花的生長情形



- 第1盆: 不管是芽長的速度、葉子的數目、葉子的翠綠色都比其他盆要長得好，真的令我們訝異又感動。
- 第2、3、4盆: 芽雖然有繼續生長，但明顯比第1盆較慢。
- 第5盆: 芽生長依舊比較慢，但葉子沒掉落且呈翠綠色。

## ◆ 實驗結果：

- 種植127天後，杜鵑花根系生長情形

第1盆	第2盆	第3盆	第4盆	第5盆
根茂密且向外伸展	根末的細根少	根有伸展但不夠	根向中間集中	田土太硬根成一團
				

## ◆ 研究討論：

- 根系發展愈好，根末細根愈多，則抓土量就多。
- 根系向四面伸展就能吸收更多水份與養份。

# 結論

- ◆ 要防止土石流，以增加植被最為可行，增加植被的方法：
  - (一) 種植適合酸性土壤的植物。
  - (二) 進行土壤改良後適合一般植物生長。
- ◆ 如果要把火災山無植被處進行土壤改良，則工程浩大不適合。
- ◆ 我們認為要防止土石流，還是種植適合酸性土壤的植物(例如：杜鵑，多年生灌木)較為可行。