

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 地球科學科

佳作

080508

揚善止惡的「泥」～萬丹泥火山土壤性質改善研究

學校名稱：屏東縣屏東市忠孝國民小學

作者：  小五 潘可宸  小五 李恩瑜  小五 郭采潔  小五 周宛葶  小五 張勻瀚	指導老師：  邱易斌  邱惠珠
---	-----------------------------

關鍵詞：泥火山、土壤性質、土壤改善

# 揚善止惡的「泥」～萬丹泥火山土壤性質改善研究

## 摘 要

萬丹泥火山泥塊被當成棄土堆放，造成鄉公所及農民困擾，本研究添加廢渣及醋，來改善土壤性質，使廢土變成可耕種土壤。結果如下：

- 一、泥火山土壤 pH 值約為9.5，土壤顆粒細小、孔隙小，水不易滲透，乾燥後變成硬塊，植物無法扎根。
- 二、泥火山土壤添加咖啡渣和茶葉渣後，產生團粒結構，水入滲率提高。以泥渣比8：2種植紅豆，生長平均高度最高。添加蛋殼種植，紅豆均無發芽。
- 三、泥火山土壤加醋調配，可改善土壤酸鹼性質。以醋水比1:9搭配泥茶比7:3混合土壤，最適合紅豆生長，且添加茶葉渣紅豆生長情形比咖啡渣好。
- 四、羅勒以泥渣比8:2搭配醋水比0:10泥火山土壤種植，葉子枯黃率最低且葉數增生率最佳，且添加咖啡渣葉數增生率比茶葉渣高。

## 壹、研究動機

在學校上自然課程「大地變化」單元時，老師播放了萬丹泥火山為什麼會噴發的新聞影片，引起我們的興趣，從新聞報導中發現噴發後的泥漿乾掉後變成泥塊，當地的農夫無法使用，全部廢棄集中寺廟旁空地。根據「臺灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究」(2006)的研究結果顯示，泥火山泥漿或鄰近泥岩之總有機碳(TOC)近似，約在0.30~0.52%之間，有機物富集度大致屬於貧乏級(Poor)。這也難怪這些噴發泥漿所形成的土壤令人困擾，但是我們想讓危機變轉機，透過科學方法應用簡易的方式改變土壤性質，看看是否能讓這些土壤就地轉化，因此我們採集萬丹泥火山的泥塊，並利用當地常見的農作物進行一系列的探究活動。

## 貳、研究目的

一、探討萬丹泥火山的土壤特性。

實驗：萬丹泥火山土壤性質分析

二、研究改變萬丹泥火山土壤物理(水入滲率)性質，對紅豆生長的影響。

實驗：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣，對紅豆生長有何影響？

三、探究改變萬丹泥火山土壤化學(酸鹼度)及物理(水入滲率)性質，對紅豆生長的影響。

實驗：萬丹泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例廢渣，對紅豆生長有何影響？

四、研究改變萬丹泥火山土壤物理(水入滲率)及化學(酸鹼度)性質，對羅勒生長的影響。

實驗：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒生長有何影響？

# 參、研究架構

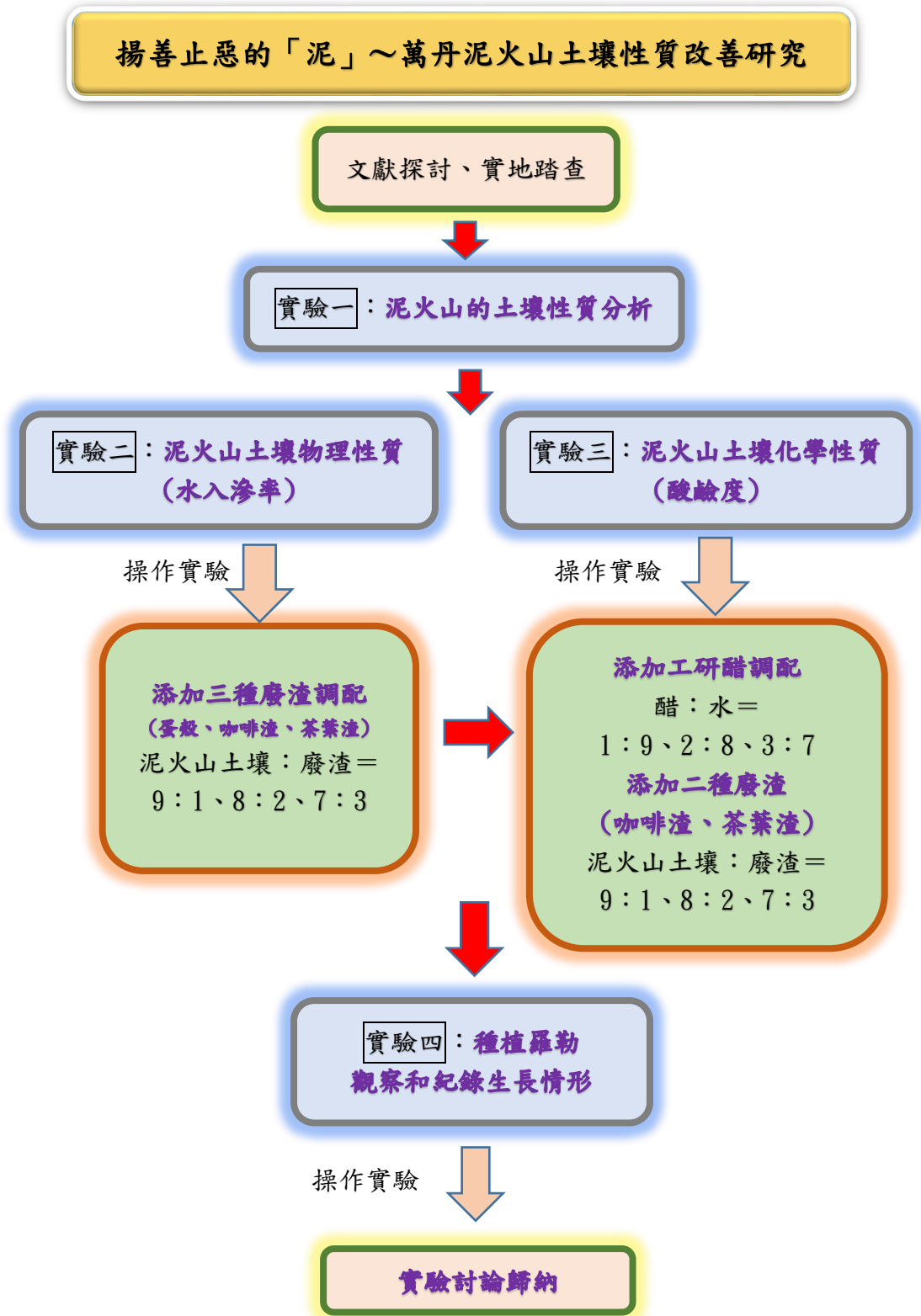


圖1 研究架構圖

## 肆、研究設備及材料

一、採土工具：鏟子、水桶。

二、實驗用具：電子秤、pH 值檢測筆、透明瓶、塑膠大盆、杯狀盆栽容器、育苗穴盆。

三、其他：量杯(100ml、500ml、1000ml)、噴瓶。

四、材料：萬丹泥火山泥塊、周邊農地田土、蛋殼渣、咖啡渣、茶葉渣、萬丹紅豆、食用工研醋、羅勒。

在研究期間，我們團隊使用的研究設備及材料，整理如下表。（以下照片皆為組員拍攝）

品項	a. 寵物餵養飼料瓶	b. 廢渣	c. 塑膠大盆	d. pH 值檢測筆
照片				
功用	水入滲用器材	茶葉渣、咖啡渣	裝實驗土壤用	測量 pH 值
品項	e. 燒杯、量杯	f. 電子秤	g. 透明盒	h. 育苗穴盆
照片				
功用	盛裝水及土的容器	測量土壤重量	觀察水入滲	種植紅豆
品項	i. 萬丹泥火山泥塊和周邊農地田土		j. 萬丹紅豆	k. 羅勒
照片				
功用	實驗泥塊和農地田土		種植觀察生長情形	種植觀察生長情形

## 伍、研究過程與結果討論

### 【實驗一：萬丹泥火山土壤性質分析】

#### 一、研究想法

我們對於萬丹泥火山的土壤特性非常有興趣，想更進一步了解其土壤性質。因此，我們蒐集並探討萬丹泥火山土壤相關資料，並做成紀錄討論。

#### 二、研究內容

(一)上網蒐尋萬丹泥火山土壤分析及土壤性質資料

(二)萬丹泥火山土壤性質實驗

#### 三、萬丹泥火山土壤分析資料

我們透過網路與期刊，查詢與萬丹泥火山土壤有關的資料，整理如下表：

資料來源	土壤分析
(1)泥火山地區植群之研究 (廖秀芬, 1992)	台灣泥火山由於長期噴出泥漿，形成鹽生環境，pH值介於7.3~9.1之間。
(2)台灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究(2006)	從生油岩評估結果顯示，各泥火山泥漿或鄰近泥岩之總有機碳(TOC)近似，約在0.30~0.52%之間， <b>有機物富集度大致屬於貧乏級(Poor)</b> 。
(3)台灣泥火山小地形 (莊文星, 2010)	泥火山非真正的火山，其所噴出的是泥漿，可能來自地下數百公尺處，而非高溫熾熱熔融的岩漿。在背斜構造的泥質岩區，當水、氣累積至某一程度，造成了強大壓力使得地下水湧，水、氣和泥岩混合產生泥漿，噴出地面便形成泥火山。而泥岩是細顆粒的泥質沈積物， <b>主要由細顆粒的粉砂、黏土等組合而成，孔隙小、透水性低。</b>
(4)萬丹泥火山田 (2016, 漂浪島嶼—munch 粉絲專頁)	萬丹 <u>鯉魚山</u> 地底天然氣受壓，從地層縫隙竄出，挾帶的地下水通過泥岩，形成泥火山噴發現象。噴發時，部分地區地下水滾燙，有時經引燃會形成燃燒現象，熱水、泥流、燃燒，都會讓作物受害，更麻煩的是偏鹼加上結硬的泥塊，會改變當地土壤環境。  農民對泥火山很頭痛，但是有農民 <b>改種芭樂等作物，吸收地底噴出的豐富的礦物質</b> ，並翻出地下的有機質，也算是農業應災策略。

資料來源	土壤分析
(5)台灣西南部間歇性泥火山之研究 (瓦里亞、林世榮、亞耳文、宋翊羣、傅慶州、溫國樑, 2017)	屏東萬丹及近年在高雄烏松之泥火山，屬間歇性噴發，亦即噴發活動不定時、不定點。 該研究利用土壤氣體分析技術，探討噴發前後可能的土壤逸氣成分變化，初步結果顯示土壤氬氣在烏松及萬丹地區，噴發前後未見顯著變化。

因此，我們發現：

- (一)泥火山不是真正的火山，噴出的泥漿乾裂後形成泥塊，孔隙小、透水性低，pH 值介於7.3~9.1之間。
- (二)萬丹泥火山噴發活動不定時、不定點，每隔數月或數年發生一次大規模噴發，噴發口的位置每次不同，造成農民耕作種植時的極大困擾。

#### 四、土壤性質分析資料

從台灣農業園藝知識庫中，提及聯合國糧食及農業組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations)的土壤測試方法手冊(Soil Testing Methods Manual)中的資料，將土壤性質分為物理、生物及化學性質，我們將實驗所需使用的土壤性質資料整理，如下表。

項目 \ 性質	土壤物理性質：水入滲	土壤化學性質：酸鹼度(pH 值)
定義	入滲(infiltration)是水向下進入土壤的過程。	土壤反應性(reactivity)通常以 pH 值表示，是土壤酸度或鹼度的度量。
重要性	1. 入滲是土壤允許水進入和通過土壤剖面的能力。 2. 土壤臨時儲存水分，使其可用於根系吸收、植物生長和土壤生物的棲息地。	1. pH 值的作用是從土壤中去除或使某些離子可被利用。 2. 大多數農作物在 pH 值為 6.5 土壤中表現最佳。 3. 酸度高的土壤(pH 值<5.5)往往含有毒量的鋁錳。 4. 鹼度高的土壤(pH 值>8.5)則容易分散土壤離子。

## 五、萬丹泥火山土壤性質實驗

### (一)實驗想法

從台灣農業園藝知識庫中，我們得知土壤是作物種植中很重要的因素，根據上述資料，我們想確認萬丹泥火山泥塊土壤性質與田土之間的差異，進一步調整泥火山泥塊土壤性質，使泥火山泥塊能在種植上被充分運用。

土壤的三項性質(物理、化學、生物)中又各自包含多個項目，因泥火山噴發後的泥漿，經過一段時間，會變成乾硬的泥塊，我們經過討論後決定在土壤物理性質中，選擇水入滲此項性質進行實驗。化學性質方面，土壤酸鹼度(pH 值)影響植物種植成效，因此選擇酸鹼度性質來進行實驗。

### (二)實驗操作

#### 1. 土壤物理性質(水入滲)

- (1)準備寵物餵養飼料瓶，從瓶身下方往上每1公分畫上1個刻度，在瓶底以200目的塑膠濾網包覆。我們取萬丹泥火山泥塊和附近農地的田土，將兩種土壤進行壓細磨碎過篩，再將泥火山土壤和田土倒入飼料瓶中至刻度5。
- (2)第一次加水100ml，每隔10分鐘再加100ml，共加水3次。
- (3)觀察泥火山土壤和田土水滲透情形。



(以上照片皆為組員拍攝)

#### 2. 土壤化學性質(酸鹼度 pH 值)

- (1)將兩種土壤壓細磨碎後，以200目篩網過濾，秤取萬丹泥火山土壤和農地田土各150公克。
- (2)兩種土壤分別加入150ml 蒸餾水(pH 值=0)，用玻璃棒均勻攪拌200下，靜置1小時後，測量 pH 值。





圖 1-4 泥塊磨碎篩網過濾



圖 1-5 均勻攪拌 200 下

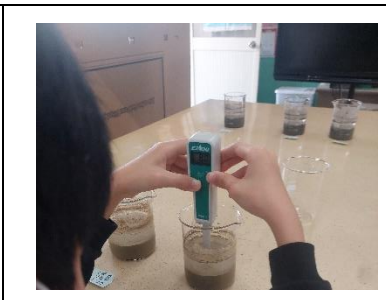


圖 1-6 pH 檢測筆放入燒杯

(以上照片皆為組員拍攝)

### (三)實驗結果

#### 1. 土壤物理性質(水入滲)

- (1)第三次加水時(距離第1次加水20分鐘)，萬丹泥火山土壤的水滲透至刻度3，田土滲透至刻度2。
- (2)距離第1次加水後的40分鐘，兩種土壤的瓶底皆無水滲漏。
- (3)放置24小時後觀察，田土所加入的水都滲漏出來，但萬丹泥火山土壤都沒有滲漏。

#### 2. 土壤化學性質(酸鹼度 pH 值)

- (1)萬丹泥火山土壤 pH 值=9.5。
- (2)農地田土 pH 值=8.2。

表1-1 泥火山土壤與農地田土土壤水入滲性質與酸鹼度 pH 值實驗紀錄表

土壤性質		土壤類別	泥火山土壤	農地田土
土壤水入滲性質	第一次加水後 20 分鐘		滲透至刻度 3	滲透至刻度 2
	第一次加水後 40 分鐘		滲透至刻度 3	滲透至刻度 1
	第一次加水後 24 小時		瓶底無水滲漏	水皆滲漏
土壤酸鹼度 pH 值			9.5	8.2



圖 1-7 放置 24 小時後，田土(右側)水都已滲漏



圖 1-8 泥火山土壤 pH 值



圖 1-9 田土 pH 值

(以上照片皆為組員拍攝)

## 六、結果討論

藉由資料的蒐集與實驗討論，我們發現：

- (一) 依據實驗結果，萬丹泥火山土壤因顆粒細小、孔隙小，無法讓水滲透，而且乾燥後就變成硬塊，植物的根無法得到良好的生長環境，因此，需要增加泥火山土壤孔隙，讓水份能穩定滲透，也能在土壤中保存足夠的水分，提供植物的根部吸收。
- (二) 萬丹泥火山的土壤 pH 值=9.5 屬於偏鹼性，我們用泥火山土壤種植紅豆(圖1-10)，結果紅豆都無法發芽，種植後土壤表面生成一層白色物質(圖1-11)，而且土壤變成泥塊(圖1-12)，植物無法順利生長。因此，我們想利用酸鹼中和的方式，使泥火山土壤趨於中性，以適合植物生長。



(以上照片皆為組員拍攝)

- (三) 依以上實驗結果，與我們實地踏查萬丹泥火山噴發地點所觀察的結果相符，被泥漿覆蓋的農地，都沒有種植農作物，而一旁沒有被泥漿波及的農地，種植了水稻並已收成，農地旁還看到種植瓜類植物，開了許多黃花(如圖1-13、1-14)。另外皇源聖殿旁空地，廢棄的泥火山泥塊已堆積成小山，上方幾乎沒有雜草生長(如圖1-15)。



(以上照片皆為組員拍攝)

## 【實驗二：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣，對紅豆生長有何影響？】

### 一、實驗說明

萬丹泥火山土壤因顆粒細小、孔隙小，無法讓水滲透，影響植物生長，因此我們想在泥火山土壤中透過添加物質的方式，來改善土壤孔隙太小的問題。生活中咖啡渣、茶葉渣及蛋殼是常見的食物廢渣，盆栽種植時也經常被使用，所以我們選擇這三種廢渣來與泥火山土壤混合，探究是否能讓泥火山土壤增加水入滲率。再使用調整後的泥火山土壤進行紅豆種植，觀察紅豆的生長。

### 二、廢渣收集及前置處理

我們從咖啡店取得咖啡渣，從飲料店取得茶葉渣，蛋殼由午餐廠商提供，取得材料後利用陽光充分曬乾，再利用研磨機將三種廢渣磨成相同的顆粒大小。

### 三、泥火山土壤添加不同廢渣，水入滲率實驗

#### (一)實驗步驟

1. 準備4個透明瓶，瓶身以簽字筆由下往上畫記刻度(每0.5公分標示1個刻度)。並寫上代號：A(蛋殼)、B(咖啡渣)、C(茶葉渣)和D(泥火山土壤)。
2. 將3種廢渣和萬丹泥火山土壤，利用200目篩網過篩。
3. A、B、C三個瓶子裝入萬丹泥火山土壤至刻度2，D瓶則裝填泥火山土壤至刻度4。  
(以1:1的比例添加廢渣)
4. A、B、C三個瓶子分別裝填三種廢渣至刻度4，將泥火山土壤和廢渣充分攪拌並敲到夯實。
5. 利用針筒吸水，每隔5分鐘注入5ml，共注水4次(第0、5、10、15分鐘時)，在第20分鐘時觀察並紀錄結果。



圖2-1 篩網過濾茶葉渣



圖2-2 泥火山土裝至刻度2

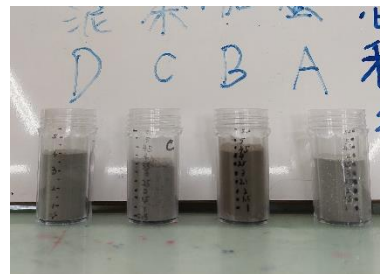


圖2-3 廢渣與泥火山土壤混和

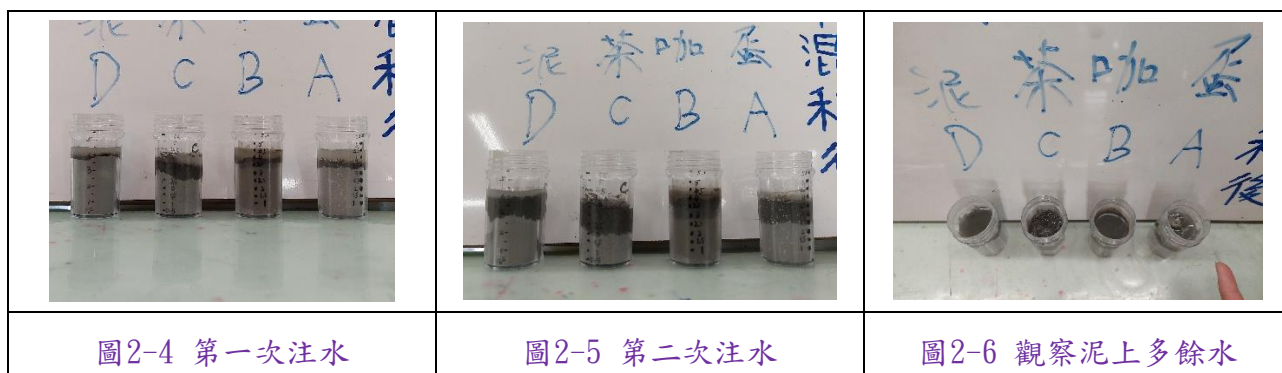
(以上照片皆為組員拍攝)

## (二)實驗結果與討論

1. 我們將萬丹泥火山土壤添加3種廢渣後，水入滲情形做成表格，如表2-1。

表2-1 萬丹泥火山土壤添加3種廢渣後，水入滲情形紀錄表

觀察項目	刻度紀錄			
	A(蛋殼)	B(咖啡渣)	C(茶葉渣)	D(泥火山土壤)
泥上多餘水的刻度值	5.5	5.5	5	6
泥中水入滲的刻度值	1.5	1.5	1.5	3



(以上照片皆為組員拍攝)

從實驗結果得知：泥火山土壤以1:1比例添加蛋殼、咖啡渣和茶葉渣後，水入滲速度較快；在泥上多餘水的部分，茶葉渣刻度值最低，比蛋殼和咖啡渣少了0.5公分，但水入滲的刻度卻相同，我們覺得那一部分的水是被茶葉渣所吸收了。

2. 經過3天靜置，我們再觀察，已沒有泥上多餘水，除了D瓶(泥火山土壤)泥土中間有一小部分乾燥外，其餘3瓶土壤已全部濕潤。

(1)我們使用竹籤插入土壤，感受潮濕鬆軟的情形，其中蛋殼最鬆軟，一下子就可以插到瓶底，其次是咖啡渣，次之是茶葉渣(而且帶有點黏稠感)，至於泥火山土壤則感覺比較硬，需要多用一點力量才能插到瓶底。

(2)我們用手掬聞聞四瓶泥土味道，添加蛋殼的泥火山土壤，有蛋液腐爛的臭味，添加咖啡渣的土壤帶有淡淡的咖啡香，添加茶葉渣的土壤則帶有淡淡的茶香。

#### 四、泥火山土壤添加不同比例廢渣，紅豆種植實驗

##### (一)實驗說明

由前一實驗結果得知，泥火山土壤添加不同廢渣，水入滲率均有提升，因此我們透過這個實驗設計，在泥火山土壤中添加不同比例的廢渣，以萬丹盛產的紅豆當作種植植物，觀察改良後的土壤是否適合紅豆生長。

##### (二)實驗操作

###### 1. 泥火山土壤與廢渣比例及添加水量數值計算

(1)泥火山土壤和廢渣的混合比例，我們討論後訂定三種比例來進行實驗，為

泥火山土壤：廢渣=9：1、8：2、7：3。

(2)我們購買的育苗穴盤，每一格需要大約30公克的泥火山土壤，經過試驗，要使30公克土壤充分濕潤以適合種植，第一次需加入10ml的水。

(3)每一種比例混合的土壤，種植兩格育苗穴盤，所需準備的實驗材料如下表：

泥與渣的比例	泥重(g)	渣重(g)	泥與渣共重(g)	水(ml)
9：1	54	6	60	20
8：2	48	12	60	20
7：3	42	18	60	20

###### 2. 土壤調配

(1)秤取各項不同比例的泥火山土壤及廢渣所需重量，並量取水20ml。

(2)將廢渣倒入泥火山土壤中，均勻混合後，將20ml水加入攪拌，使所有土壤充分吸收水分變得濕潤。

3. 將調配好的土壤，分別裝入育苗穴盤中，再以小標籤標示類別。

4. 把已泡水24小時的紅豆，種植於每一格育苗穴盤中，每格種植兩顆紅豆，種植後並用些許土壤覆蓋於紅豆上方。

5. 每日上午10:10、中午12:30及放學15:50澆水，每格育苗穴盆每次按壓噴瓶5下。

6. 於每日上午10:10觀察並記錄紅豆生長情形。

(以下照片皆為組員拍攝)



圖2-7 秤取泥火山土壤

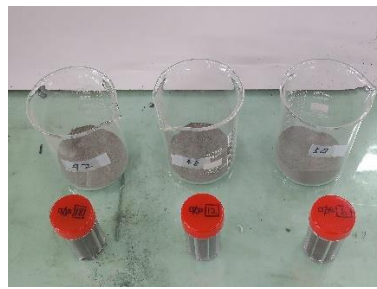


圖2-8 秤好的泥和渣



圖2-9 泥和渣混合



圖2-10 加水攪拌



圖2-11 調配完成的混合土



圖2-12 將混合土裝入育苗盆



圖2-13 種植紅豆



圖2-14 幫紅豆澆水



圖2-15 量測紅豆生長高度

(以上照片皆為組員拍攝)

#### 四、實驗結果

(一)泥火山土壤以三種比例添加蛋殼調配的土壤，紅豆均無發芽生長(如圖2-16)。茶葉渣和咖啡渣以泥渣比為9:1調配土壤種植的紅豆，咖啡渣只有一顆紅豆發芽生長，茶葉渣有三顆紅豆發芽生長，但都無法生長至20天就枯萎，生長情形不佳。添加咖啡渣及茶葉渣，以泥渣比為8:2及7:3調配土壤種植的紅豆，將近九成的紅豆能生長至20天，生長情形較好。



圖 2-16 添加蛋殼皆未發芽



圖 2-17 紅豆發芽情形



圖 2-18 第 5 天紅豆生長情形



圖 2-19 第 10 天紅豆生長情形



圖 2-20 第 15 天紅豆生長情形



圖 2-21 第 20 天紅豆生長情形

(以上照片皆為組員拍攝)

(二)紅豆生長紀錄：我們將泥火山土壤混合不同比例的3種廢渣種植紅豆的生長情形，記錄成表格，如表2-2。

(照片為組員拍攝)

紀錄代號說明：

- 芽：紅豆長出芽點
- 數字：植物生長的高度(測量泥土至莖的最高節點處)
- 數字：植物生長的高度超過10公分
- X：未發芽
- 0：凋零或死亡



表2-2 泥火山土壤添加不同比例廢渣種植紅豆的生長紀錄表

觀察日期		發芽日	第5天	第10天	第15天	第20天	種植第20天 平均高度(cm)	種植20天成功率(%)= 存活棵數÷4×100
不同比例	育苗穴盤	1月30日	2月3日	2月8日	2月13日	2月18日		
泥:蛋 9:1	第一盤	X	X	X	X	X	0	0
		X	X	X	X	X		
	第二盤	X	X	X	X	X		
		X	X	X	X	X		
泥:蛋 8:2	第一盤	X	X	X	X	X	0	0
		X	X	X	X	X		
	第二盤	X	X	X	X	X		
		X	X	X	X	X		
泥:蛋 7:3	第一盤	X	X	X	X	X	0	0
		X	X	X	X	X		
	第二盤	X	X	X	X	X		
		X	X	X	X	X		
泥:咖 9:1	第一盤	芽	0.1	0 枯	0 枯	0 枯	0	0
		X	X	X	X	X		
	第二盤	X	X	X	X	X		
		X	X	X	X	X		
泥:咖 8:2	第一盤	X	1.8	8.2	9.1	10.5	11	75
		X	2.1	10.1	10.9	12		
	第二盤	芽	3.8	10	11.1	0 枯		
		X	1.4	8.3	9.9	10.5		
泥:咖 7:3	第一盤	芽	2	10.3	11.2	11.5	10.83	75
		芽	2.5	7	8.5	9.5		
	第二盤	芽	0.8	10.1	11.3	11.5		
		芽	1	9.5	10.8	0 枯		
泥:茶 9:1	第一盤	芽	0.3	0.7	0 枯	0 枯	0	0
		芽	0.5	8.2	8.8	0 枯		
	第二盤	芽	3.4	8.1	0 枯	0 枯		
		X	X	X	X	X		
泥:茶 8:2	第一盤	X	2.5	16	16.7	18	16.13	100
		芽	3.7	13.2	15	16		
	第二盤	芽	6	13.5	14.6	15.5		
		X	4.2	11.3	13	15		
泥:茶 7:3	第一盤	芽	3.8	16	18.5	19	15.25	100
		芽	5.5	13	14.5	15.8		
	第二盤	X	2	11.2	13.5	14.1		
		X	2.2	10.7	11.3	12.1		

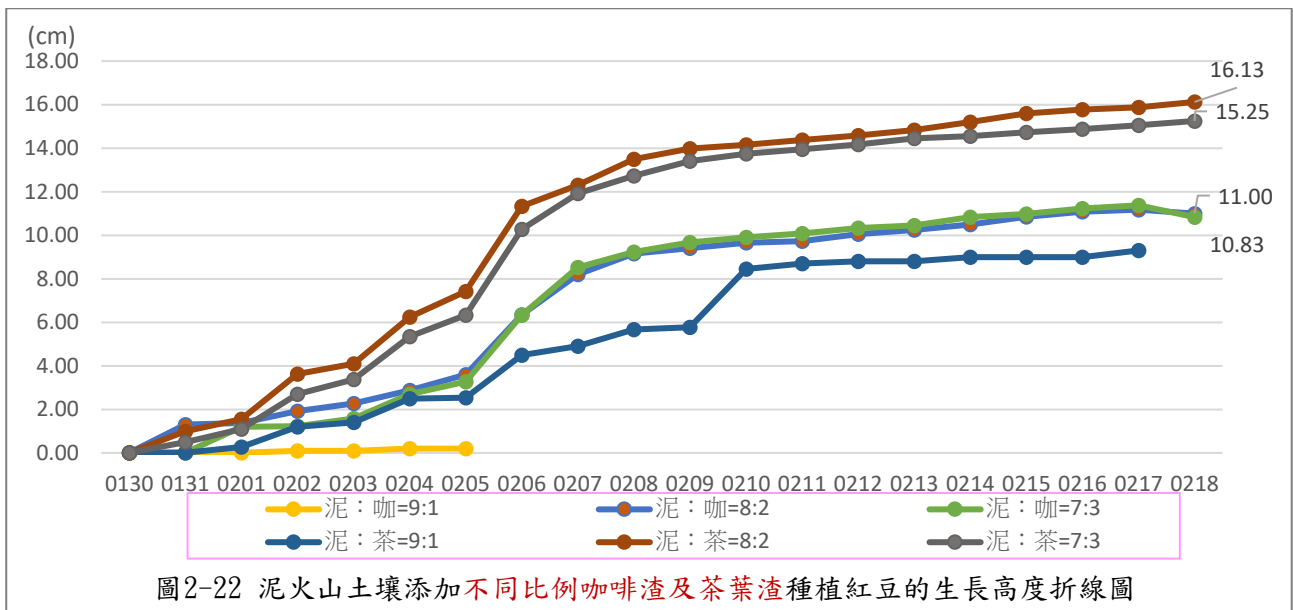


圖2-22 泥火山土壤添加不同比例咖啡渣及茶葉渣種植紅豆的生長高度折線圖

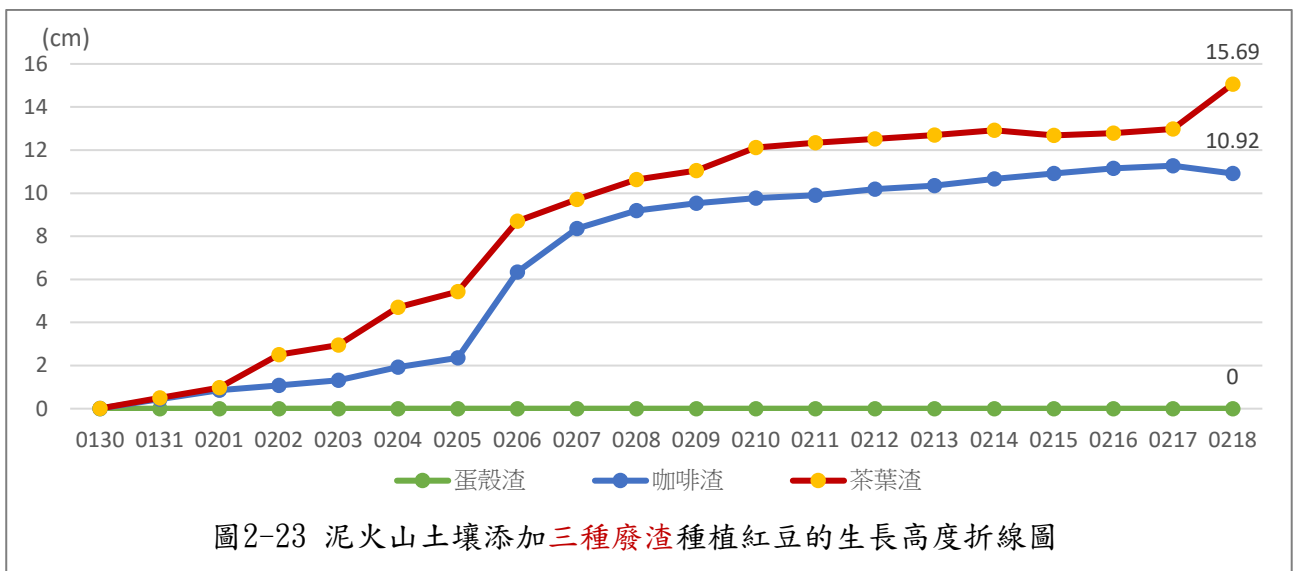
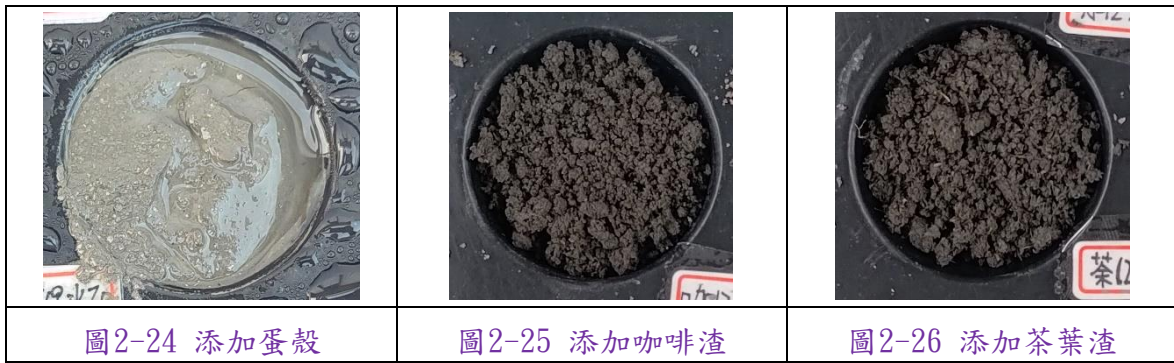


圖2-23 泥火山土壤添加三種廢渣種植紅豆的生長高度折線圖

## 五、結果討論

- (一) 泥火山土壤以1:1比例混合三種廢渣，添加茶葉渣的泥火山土壤，較快能將水分吸收於土壤中。添加了蛋殼、咖啡渣及茶葉渣的泥火山土壤，水的入滲速度均優於未添加的泥火山土壤，泥火山土壤物理性質因添加廢渣而獲得改善。
- (二) 泥火山土壤添加不同比例的蛋殼，種植紅豆都無法發芽(如圖2-23)，且發現土壤會變得越來越硬，更不適合紅豆生長。添加蛋殼雖然已能增加泥火山土壤水入滲率，但是紅豆仍然無法生長。
- (三) 泥火山土壤添加咖啡渣與茶葉渣，加水攪拌後，土壤會形成小團粒，但是添加蛋殼的泥火山土壤並沒有產生小團粒，與未添加廢渣的泥火山土壤樣貌相近(如圖2-24)。我們發現咖啡渣與茶葉渣吸水能力較蛋殼佳，吸收水分的同時，也將泥火山土壤一起吸附，土壤因而形成團粒現象(如圖2-25、2-26)。





(以上照片皆為組員拍攝)

(四)依據農業知識入口網對於團粒現象的名詞解釋，團粒構造是指土壤顆粒成為一個個的小球狀。在台灣職人網「更好的土壤—討論土壤團粒、酸化與養護」文章中提及，提高團粒結構能夠使土壤有更佳的滲透性和排水性，團粒之間的空間允許年輕的根部深入土壤，並充分獲取水分和養分。我們的實驗結果，添加咖啡渣和茶葉渣在泥：渣為8:2的比例中，紅豆的生長的平均高度最高。泥：渣為9:1的比例，紅豆無法順利生長。觀察不同比例混和的土壤，我們發現團粒現象產生以泥：渣為8:2的比例最明顯(如圖2-27、2-28)，紅豆因此生長的平均高度最高。

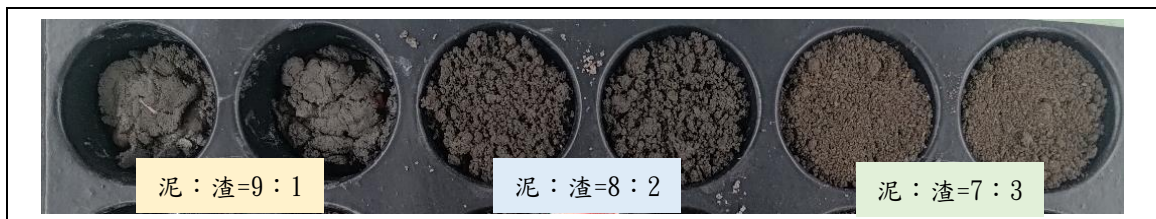


圖2-27 添加不同比例咖啡渣調配的土壤



圖2-28 添加不同比例茶葉渣調配的土壤

(以上照片皆為組員拍攝)

(五)我們實驗結果發現，以添加茶葉渣調配的土壤種植紅豆，生長的情形比添加咖啡渣調配的土壤好(如圖2-23)。第49屆科展作品「好咖來找茶-卡好的植物有機肥」研究以茶葉渣和咖啡渣種植綠豆、油麥菜與小白菜，結果為茶葉渣對植物生長的影響比咖啡渣好，甚至比化學肥料還要好。我們種植紅豆的實驗結果與之相同，茶葉渣比咖啡渣能使紅豆生長得更好。

## 【實驗三：萬丹泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例廢渣，對紅豆生長有何影響？】

### 一、實驗說明

由實驗二結果發現，泥火山土壤以泥渣比為8:2和7:3混合咖啡渣及茶葉渣，已經可以使紅豆生長。從實驗一結果我們得知泥火山土壤 pH 值屬於偏鹼性，五年級自然課時，老師教過酸鹼中和，而且土壤地理與環境教育教學資源網站中提到，對土壤來說，微酸性到中性左右的土壤(pH 值約為6.5)，是最適宜多數植物生長的土壤品質。因此我們想利用酸性物質來中和泥火山土壤，看看是否能讓紅豆生長得更好。

### 二、實驗操作

(一)我們先在超市找尋合適的酸性水溶液，發現食用工研醋適合我們的實驗操作，因為：

1. 水溶液 pH 值固定，比較容易控制。
2. 水溶液是食用等級，符合種植紅豆安全性。
3. 直接加入酸性水溶液，比較快能改變土壤的酸鹼性。

(二)泥火山土壤及廢渣比例與實驗二相同，添加的水量，則改以加入工研醋進行比例調配，我們討論後訂定三種比例來進行實驗，為醋：水=1：9、2：8、3：7。

(三)每一種比例混合的土壤，各種植兩格育苗穴盤，所需準備的實驗材料如下表：

實驗三(工研醋)			實驗二(咖啡渣和茶葉渣)		
醋與水的比例	醋(ml)	水(ml)	泥與渣的比例	泥重(g)	渣重(g)
1：9	2	18	9：1	54	6
			8：2	48	12
			7：3	42	18
2：8	4	16	9：1	54	6
			8：2	48	12
			7：3	42	18
3：7	6	14	9：1	54	6
			8：2	48	12
			7：3	42	18

(四)土壤調配方式、種植方式、澆水及觀察記錄方法均與實驗二相同。

(五)取依比例調配好的土壤20公克，加入水20ml，均勻攪拌200下，靜置1小時後，測量土壤 pH 值。



圖3-1 攪拌調配土壤

圖3-2 每格種植2顆紅豆

圖3-3 在紅豆上方覆蓋土壤

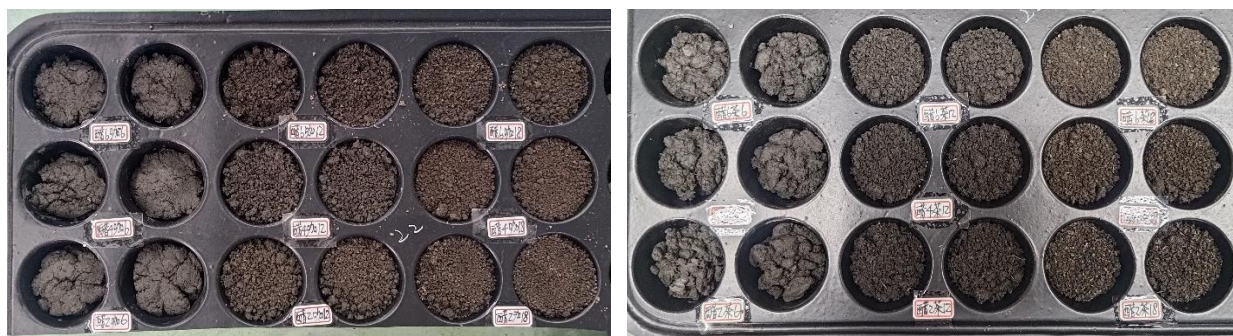


圖3-4 泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例廢渣種植紅豆

(以上照片皆為組員拍攝)

### 三、實驗結果

- (一)用三種醋水比例添加**咖啡渣**，以泥渣比為9:1及8:2調配的土壤種植紅豆，幾乎都無法生長至20天就枯萎，生長情形不佳；以泥渣比為**7:3**種植的紅豆，生長情形較佳。
- (二)用三種醋水比例添加**茶葉渣**以泥渣比為**8:2**及**7:3**調配的土壤種植紅豆，將近九成的紅豆能生長至20天，生長情形較好；以泥渣比為9:1種植的紅豆，能生長至20天的紅豆，僅剩2棵，生長情形較不好。

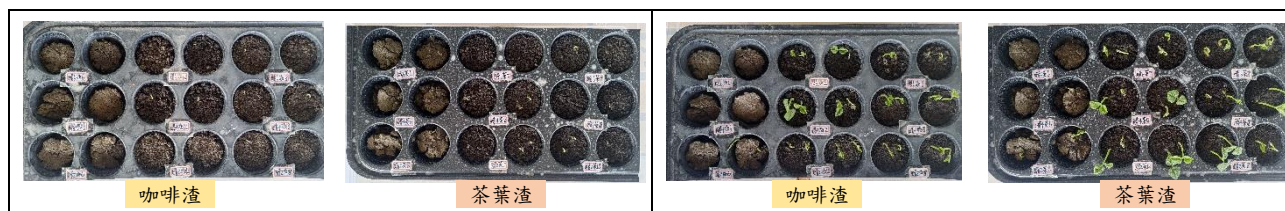


圖 3-5 紅豆發芽情形

圖 3-6 第 5 天紅豆生長情形



圖 3-7 第 10 天紅豆生長情形

圖 3-8 第 15 天紅豆生長情形

(以上照片皆為組員拍攝)

(三)紅豆生長紀錄：我們將泥火山土壤混合不同比例工研醋及添加不同比例廢渣，種植紅豆的生長情形，記錄成表格，如表3-1、3-2。

紀錄代號說明：

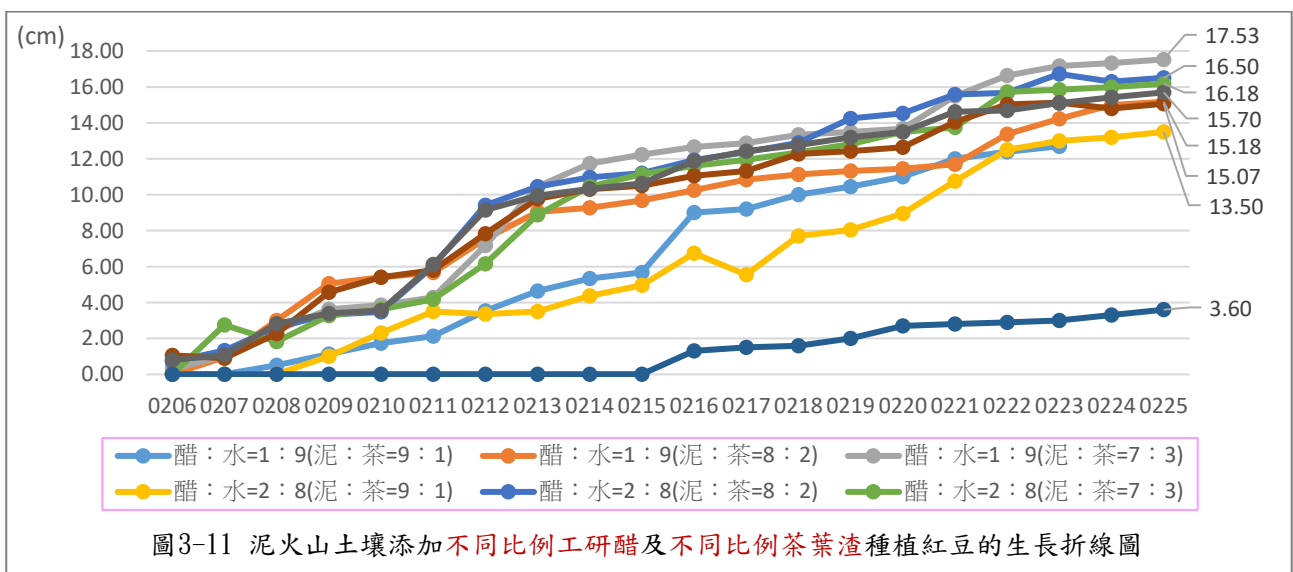
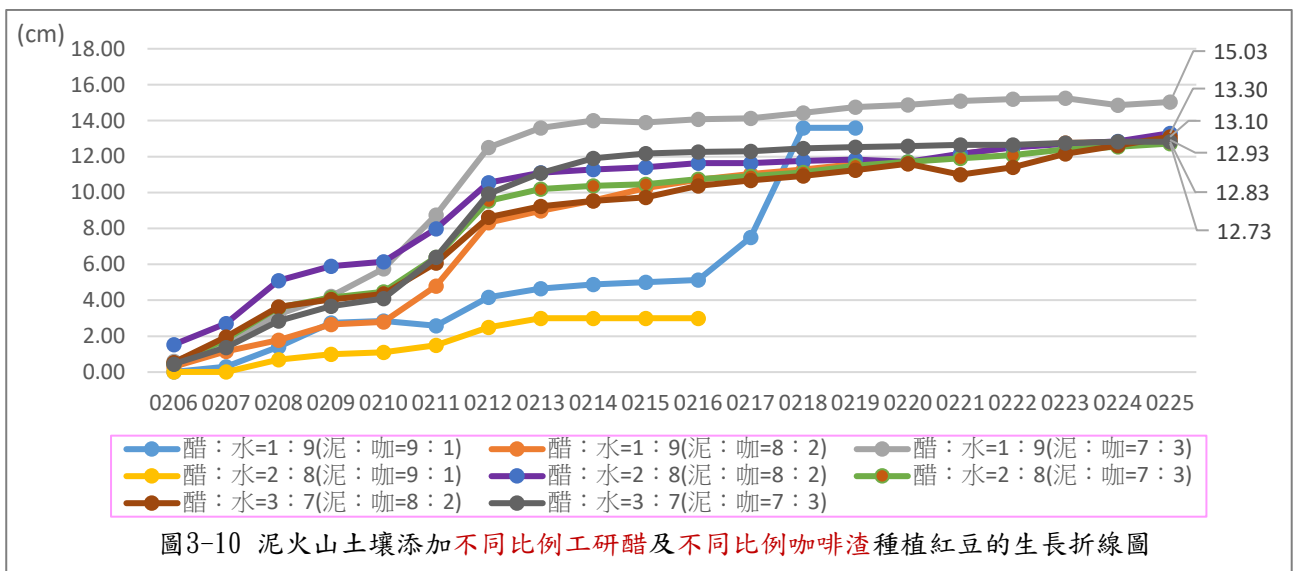
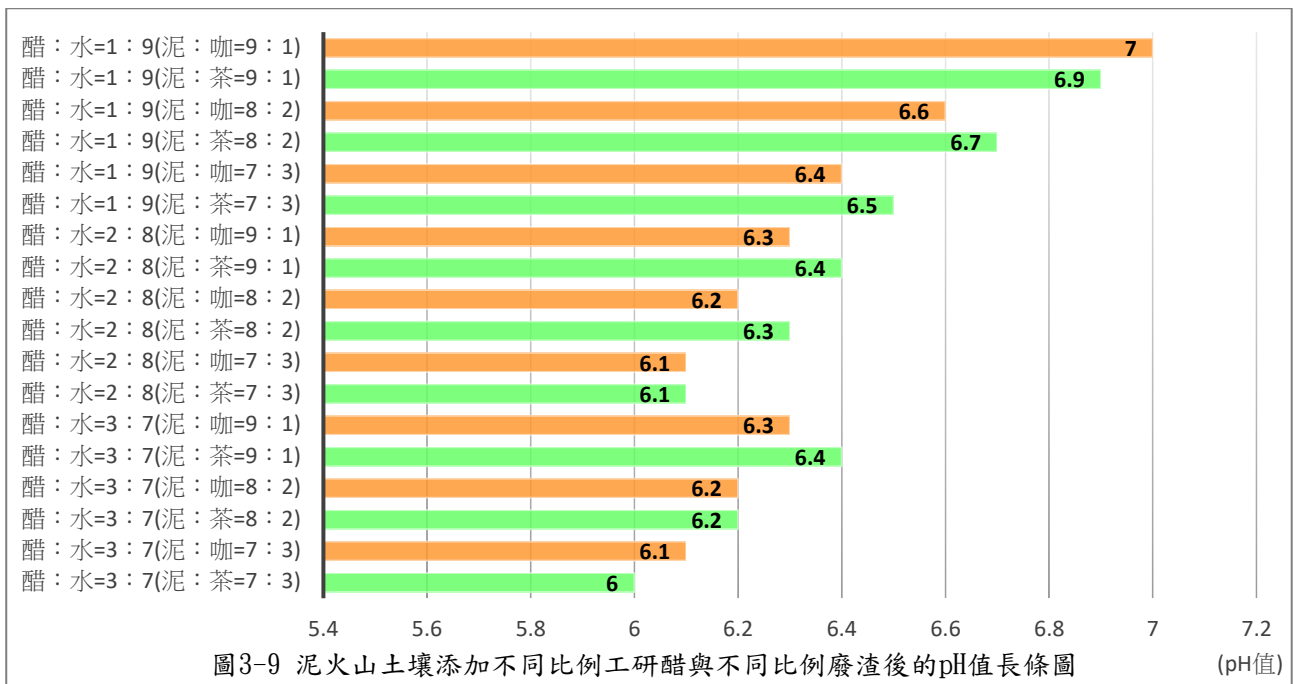
<b>芽</b>	：種子長出芽點
<b>數字</b>	：植物生長的高度(測量泥土至莖的最高節點處)
<b>數字</b>	：植物生長的高度超過10公分
<b>X</b>	：未發芽
<b>0</b>	：凋零或死亡

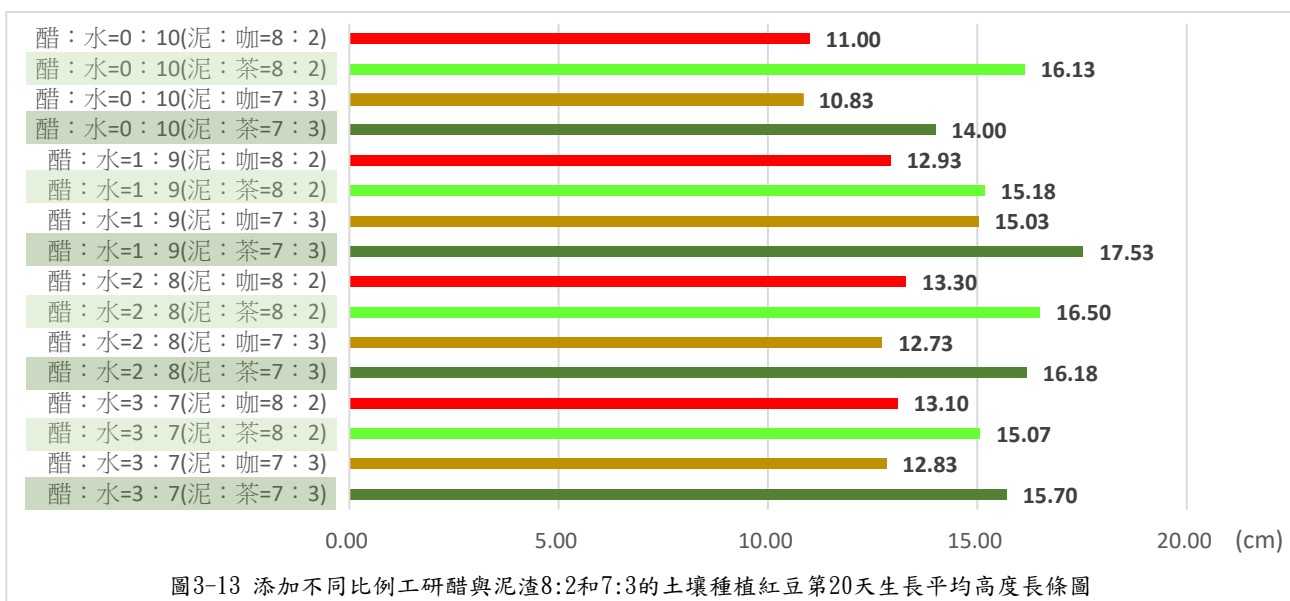
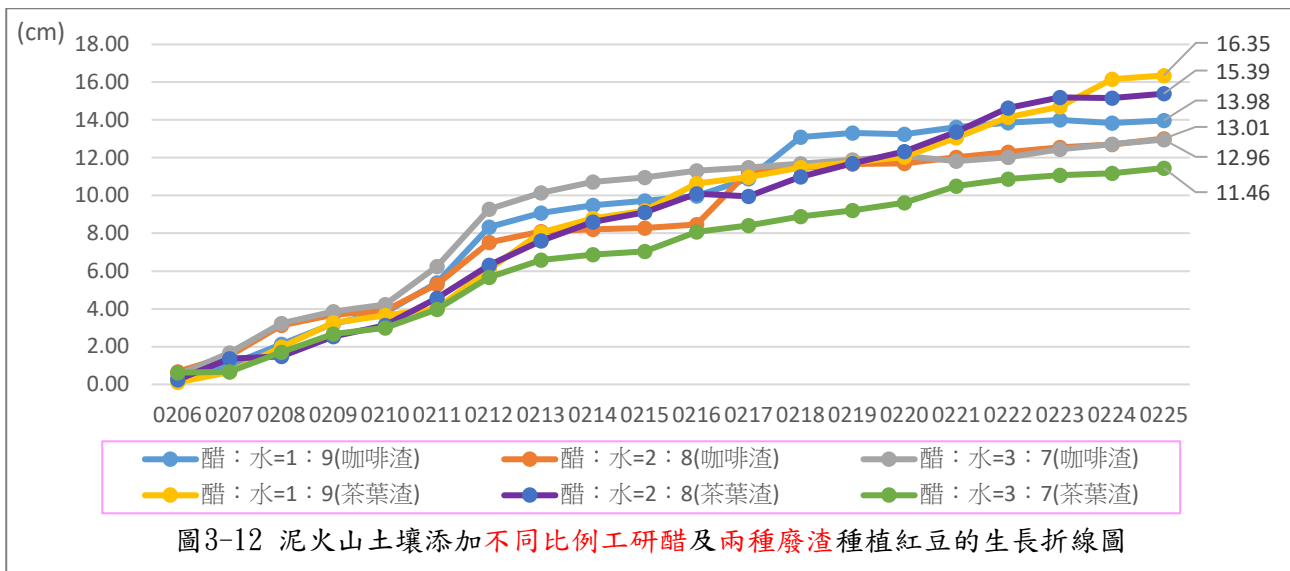
表3-1 泥火山土壤添加**不同比例工研醋**及**不同比例咖啡渣**種植紅豆的生長紀錄表

調配比例		觀察日期		發芽日	第5天	第10天	第15天	第20天	種植第20天 平均高度(cm)	種植20天成功率(%)= 存活株數÷4×100	混合後土壤 pH 值
		育苗 穴盤	2月6日	2月10日	2月15日	2月20日	2月25日				
醋 ： 水 1 ： 9	泥：咖 =9:1	第一盤	X	X	2.5	0 枯	0 枯	0	0	7	
		第二盤	X	X	2.6	0 枯	0 枯				
	泥：咖 =8:2	第一盤	芽	3.6	12.4	0 枯	0 枯	12.93	100	6.6	
		第二盤	X	2.1	2.5	0 枯	0 枯				
	泥：咖 =7:3	第一盤	0.3	5.4	11.8	12	12.1	15.03	75	6.4	
		第二盤	X	1.6	7.6	11	12.1				
醋 ： 水 2 ： 8	泥：咖 =9:1	第一盤	X	X	X	X	X	0	0	6.3	
		第二盤	X	X	X	X	X				
	泥：咖 =8:2	第一盤	2.3	8	13	13.6	14.1	13.30	50	6.2	
		第二盤	1	4.6	9.4	9.5	12.5				
	泥：咖 =7:3	第一盤	1.3	6.5	11	0 枯	0 枯	12.73	100	6.1	
		第二盤	X	5.5	12.2	12	0 枯				
醋 ： 水 3 ： 7	泥：咖 =9:1	第一盤	0.5	5.3	11	14	14.7	0	0	6.3	
		第二盤	0.3	4.7	11.9	12.1	12.6				
	泥：咖 =8:2	第一盤	芽	4.3	9.9	11.3	13.2	13.10	50	6.2	
		第二盤	0.6	3.6	9	9.4	10.4				
	泥：咖 =7:3	第一盤	0.7	4.2	9.5	10.3	11.2	12.83	100	6.1	
		第二盤	0.6	4.3	10.5	13.1	0 枯				
泥：咖 =7:3	第一盤	0.3	6.2	10.4	12.5	0 枯	12.83	100	6.1		
	第二盤	芽	2.7	9.6	15.5	17					
泥：咖 =7:3	第一盤	0.4	4.6	14.5	14.5	14.5	12.83	100	6.1		
	第二盤	X	4.5	14.7	14.8	15.6					
泥：咖 =7:3	第一盤	0.5	3.6	10	10.9	11	12.83	100	6.1		
	第二盤	芽	3.7	9.5	10.1	10.2					

表3-2 泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例茶葉渣種植紅豆的生長紀錄表

調配比例		觀察日期		發芽日	第5天	第10天	第15天	第20天	種植第20天 平均高度(cm)	種植20天成功率(%)= 存活棵數÷4×100	混合後土壤 pH 值				
		育苗穴盤		2月6日	2月10日	2月15日	2月20日	2月25日							
醋： 水 1： 9	泥：茶 =9:1	第一盤	X	X	0.7	1.5	0 枯	0 枯	0	0	6.9				
		第二盤	X	X	X	X	X	X							
	泥：茶 =8:2	第一盤	芽	芽	3	6.6	7.8	14.5	15.18	100	6.7				
		第二盤	芽	芽	3	6.6	7.8	14.5							
	泥：茶 =7:3	第一盤	X	X	0.3	5.5	11.8	13	15.9	17.53	75	6.5			
			X	X	0.3	4.4	12.4	14	17.1						
		第二盤	芽	芽	3	0 枯	0 枯	0 枯	17.53				75	6.5	
			X	X	2.5	12.5	14	19.6							
		醋： 水 2： 8	泥：茶 =9:1	第一盤	X	X	4.8	7	13.5				13.5	25	6.4
				第二盤	X	X	2.3	8.9	10.9						
	泥：茶 =8:2		第一盤	芽	芽	3	11.3	15.3	17.6	16.5	100	6.3			
			第二盤	芽	芽	3.5	11.5	13.8	16.5						
泥：茶 =7:3	第一盤		X	X	1.4	10.8	13	14.5	16.18	100	6.1				
			X	X	4	12.8	15	20							
第二盤	芽		芽	4.5	10	12	15.5	16.18	100	6.1					
	X		X	4.6	11	14	14.7								
醋： 水 3： 7	泥：茶 =9:1		第一盤	X	X	X	X	X	3.6	25	6.4				
			第二盤	X	X	X	X	X				X			
	泥：茶 =8:2		第一盤	芽	芽	5.4	10.5	13.5	0 枯	15.07	75	6.2			
			第二盤	X	X	3.2	10.1	12.5	17.4						
	泥：茶 =7:3	第一盤	芽	芽	0.1	8	12.8	14	15.7	100	6				
			芽	芽	2	5	8.6	10				11.3			
	第二盤	芽	芽	3.5	11	14	16	15.7	100	6					
		X	X	0.8	4	9	13				14.7				
	第一盤	芽	芽	3.2	12	14	17.2	15.7	100	6					
		X	X	3.5	10.5	13	14.9								





#### 四、結果討論

- (一)泥火山土壤添加工研醋及廢渣後，pH 值大約在6~7之間(如圖3-9)。我們在農業部高雄區農業改良場網站中查到相關資料，適合紅豆生長的土壤 pH 值為6.3~7.3。與實驗二未添加工研醋泥火山土壤種植的紅豆相比較，以相同的咖啡渣比例種植紅豆，添加工研醋種植的紅豆在第20天平均生長高度較高；茶葉渣的部分則是泥渣比為7:3時，添加工研醋的紅豆生長平均高度較高(如圖3-13)。添加工研醋調配泥火山土壤，可以改善土壤化學性質，成為較適合紅豆生長的土壤，使紅豆生長高度提升。
- (二)紅豆種植第20天平均生長高度最高的為醋水比1:9搭配泥茶比7:3。紅豆20天存活率達100%的土壤調配比例有一醋水比1:9搭配泥咖比8:2、泥茶比8:2；醋水比2:8搭配泥咖比7:3、泥茶比8:2、泥茶比7:3；醋水比3:7搭配泥咖比7:3、泥茶比7:3。由實驗的結果來看(如圖3-12)，紅豆第20天生長平均高度，並沒有因為泥火山土壤添加愈多的工研醋，而長得比較高。
- (三)泥火山土壤添加相同比例工研醋及相同比例廢渣種植的紅豆，以添加茶葉渣的土壤紅豆生長的平均高度較咖啡渣來得高(如圖3-12)，實驗結果與實驗二相同，以泥火山土壤種植紅豆，添加茶葉渣比咖啡渣能讓紅豆生長得較好。



## 【實驗四：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒生長有何影響？】

### 一、實驗說明

從實驗二和實驗三的實驗結果，我們發現泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，大多能使紅豆生長，最佳的土壤混合比例組合為：

(一)在實驗二中，泥火山土壤添加茶葉渣及咖啡渣，泥：渣比為8:2。

(二)在實驗三中，紅豆生長平均高度前二名為

1. 泥火山土壤添加茶葉渣及咖啡渣，泥渣比為7:3，搭配醋水比為1:9。

2. 泥火山土壤添加茶葉渣及咖啡渣，泥渣比為8:2，搭配醋水比為2:8。

土壤性質改善後的泥火山土壤，除了能種植紅豆之外，其他的植物是否也能順利生長呢？於是我們搜尋萬丹鄉種植作物有哪些的資料時，發現屏東萬丹是羅勒的故鄉，於是決定採買羅勒來種植，觀察植物的生長情形。

### 二、實驗操作

(一)各項材料數值計算

將小花盆裝入9分滿的土壤，秤得重量約為240公克，剛好為實驗二、三種植土壤的4倍，我們則以4倍量值計算各項所需材料，如下表所示。

醋與水的比例	醋(ml)	水(ml)	泥與渣的比例	泥重(g)	渣重(g)
0:10	0	80	8:2	192	48
1:9	8	72	7:3	168	72
2:8	16	64	8:2	192	48

(二)土壤調配：方式與實驗二、三相同。

(三)將羅勒盆栽內原有土壤清除，接著把調配好的泥火山土壤，裝入至小花盆的一半，將羅勒固定在小花盆中間，周圍均勻鋪上剩餘的調配土壤。

(四)澆水及觀察記錄：方法與實驗二相同。



(以上照片皆為組員拍攝)

### 三、實驗記錄與結果

(一)羅勒生長紀錄：我們點數羅勒葉數，記錄成表格，如表4-1。

表4-1 泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋種植羅勒的生長紀錄表

調配比例	觀察日期 廢渣種類	葉數變化 統計項目	第1天	第5天	第10天	第15天	第20天	枯黃率(%) =枯黃葉數÷總葉數 ×100	葉數增生率(%) =(第20天-第1天)÷ 第1天×100
			2月29日 (種植日)	3月4日	3月9日	3月14日	3月19日		
醋：水 =0:10	咖啡渣	總葉數	48	52	50	62	65	0	35.4
		枯黃葉數	0	0	0	0	0		
		掉落葉數	0	0	0	0	0		
		新長葉數	0	0	0	0	1		
泥：渣 =8:2	茶葉渣	總葉數	48	50	59	56	62	0	29.2
		枯黃葉數	0	0	0	0	0		
		掉落葉數	0	0	0	0	0		
		新長葉數	0	4	8	1	3		
醋：水 =1:9	咖啡渣	總葉數	51	46	48	64	69	0	35.3
		枯黃葉數	0	3	0	0	0		
		掉落葉數	0	3	0	0	0		
		新長葉數	0	0	0	1	2		
泥：渣 =7:3	茶葉渣	總葉數	46	43	49	54	57	0	23.9
		枯黃葉數	0	0	2	0	0		
		掉落葉數	0	2	0	0	0		
		新長葉數	0	2	3	0	0		
醋：水 =2:8	咖啡渣	總葉數	46	30	枯	枯	枯	83.3 (以第5天計算)	-34.8 (以第5天計算)
		枯黃葉數	0	25	枯	枯	枯		
		掉落葉數	2	5	枯	枯	枯		
		新長葉數	0	0	枯	枯	枯		
泥：渣 =8:2	茶葉渣	總葉數	44	36	枯	枯	枯	83.3 (以第5天計算)	-18.2 (以第5天計算)
		枯黃葉數	5	30	枯	枯	枯		
		掉落葉數	0	4	枯	枯	枯		
		新長葉數	0	0	枯	枯	枯		
對照組	培養土	總葉數	42	44	48	56	70	0	66.7
		枯黃葉數	0	0	0	0	0		
		掉落葉數	0	0	0	0	0		
		新長葉數	0	3	0	1	5		

(二)泥火山土壤以醋水比2:8搭配泥渣比8:2種植的羅勒，生長情形不佳，種植的第三天就開始枯萎，最後整株羅勒都乾枯。以醋水比0:10搭配泥茶比8:2及醋水比1:9搭配泥咖啡比7:3種植的羅勒，種植至第10天時，開始長出花蕊後開花(如圖4-8)。

(以下照片皆為組員拍攝)

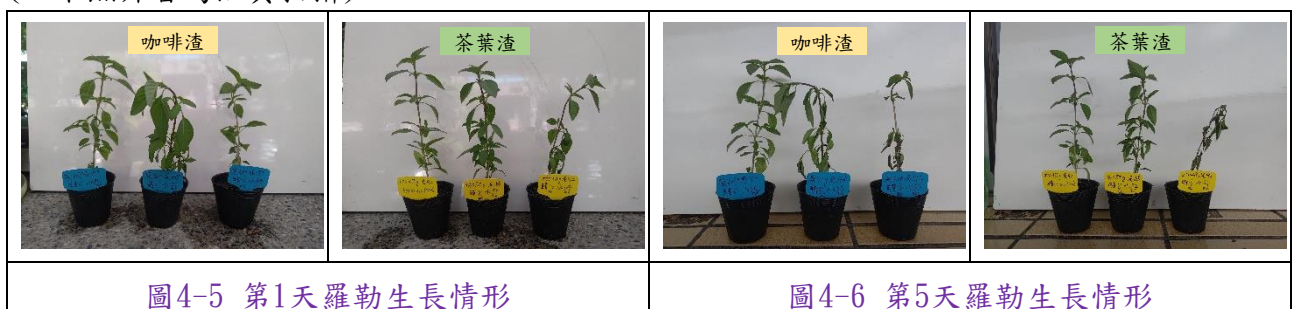
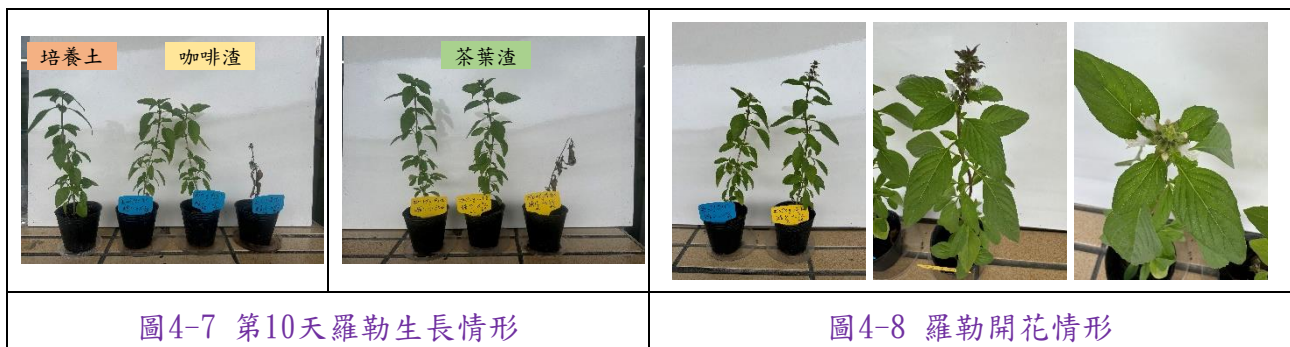


圖4-5 第1天羅勒生長情形

圖4-6 第5天羅勒生長情形



(以上照片皆為組員拍攝)

#### 四、結果討論

- (一)羅勒用泥火山土壤添加咖啡渣和茶葉渣種植，以泥渣比為8:2搭配醋水比為0:10，葉子枯黃率最低且羅勒葉數增生率最佳，與實驗二種植紅豆的結果有一致性。
- (二)泥火山土壤添加茶葉渣和咖啡渣泥渣比為8:2，搭配醋水比為2:8，羅勒葉枯黃率最高，且種植至第10天，整株羅勒葉子和莖都已枯萎。醋的添加比例越高，羅勒葉的枯黃率也隨之提高，羅勒可能不適合在比較酸性的土壤中生長。
- (三)以羅勒葉數增生率的數值來看，比較泥火山土壤添加咖啡渣和茶葉渣種植羅勒的結果，發現羅勒在添加咖啡渣中的土壤中，葉數增生率比添加茶葉渣來得高，生長情形較佳，這個部分與實驗二、三紅豆在添加茶葉渣的泥火山土壤中生長平均高度較高的結果不同。我們發現不同的植物，需添加適合該植物生長特性的廢渣，才能使植物長得更好。

## 陸、研究結論

### 一、萬丹泥火山土壤特性分析

- (一)萬丹泥火山土壤因顆粒細小、孔隙小，無法讓水滲透，而且乾燥後就變成硬塊，植物的根無法得到良好的生長環境，需要增加泥火山土壤孔隙，讓水份能穩定滲透。
- (二)萬丹泥火山的土壤 pH 值=9.5 屬於偏鹼性，不適合植物生長，需利用酸鹼中和的方式，使泥火山土壤趨於中性，以適合植物生長。

### 二、萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣，對紅豆生長的影響

- (一)泥火山土壤以1:1比例混合三種廢渣(蛋殼、咖啡渣及茶葉渣)，水的入滲速度均優於未添加的泥火山土壤，泥火山土壤性質因添加廢渣而獲得改善。其中添加茶葉渣的泥火山土壤，較快能將水分吸收於土壤中。
- (二)泥火山土壤添加不同比例蛋殼，種植紅豆都無法發芽。添加蛋殼雖然已能增加泥火山土壤水入滲率，但是紅豆仍然無法生長。
- (三)泥火山土壤添加咖啡渣與茶葉渣，加水攪拌後，土壤會形成團粒結構，但是添加蛋殼的泥火山土壤並沒有產生團粒現象，且與未添加廢渣的泥火山土壤樣貌相近。以泥：渣為8:2調配的土壤，團粒現象最為明顯，紅豆的生長平均高度最高。
- (四)以添加茶葉渣調配的泥火山土壤來種植，紅豆生長的情形比添加咖啡渣調配的土壤來得好。

### 三、萬丹泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例廢渣，對紅豆生長的影響

- (一)添加工研醋調配泥火山土壤，可以改善土壤化學性質，成為較適合紅豆生長的土壤，使紅豆生長高度提升。
- (二)在相同泥渣比例中，泥火山土壤添加愈高比例的工研醋種植紅豆，紅豆在第20天生長的平均高度，並沒有因此長得比較高。
- (三)泥火山土壤添加相同比例工研醋及相同比例廢渣種植的紅豆，添加茶葉渣比咖啡渣能讓紅豆生長得較好。

### 四、萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒生長的影響

- (一)羅勒用泥火山土壤添加咖啡渣和茶葉渣種植，以泥渣比為8:2搭配醋水比為0:10，葉子枯黃率最低且羅勒葉數增生率最佳。
- (二)醋的添加比例越高，羅勒葉的枯黃率也隨之提高，羅勒可能不適合在比較酸性的土壤中生長。
- (三)羅勒在添加咖啡渣中的土壤中，葉數增生率比添加茶葉渣來得高，生長情形較佳。

## 柒、未來展望

- 一、土壤性質可分為物理、生物、化學性質，且各項土壤性質之間是環環相扣、互相影響植物生長，我們的研究只挑選了水入滲率及酸鹼值進行實驗，未來可再繼續研究其他的土壤性質，以充分改善泥火山土壤，使廢棄的泥火山泥塊，能獲得妥善運用。
- 二、住在都市如果想種植盆栽，常常沒有地方可取得土壤，大部分須再購買培養土才能種植。泥火山土壤性質改善後，能夠種植植物，便可當作家庭園藝土來使用，使泥火山廢土可重新獲得利用價值。

## 捌、參考文獻

- 一、九層塔紅骨、白骨味道不相同！探訪屏東萬丹「竹林有機農場」，尋找熟悉的香料台味。取自：<https://smiletaiwan.cw.com.tw/article/6205>
- 二、土壤理化性質。取自：<https://sites.google.com/view/soil-geography/%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E7%90%86%E5%8C%96%E6%80%A7%E8%B3%AA>
- 三、土壤物理、化學性質。取自：<https://taiwantezu.com/archives/1081>
- 四、王言名等。「土壤也有健康檢查?校園食農教育土壤性質之研究」，中華民國第59屆中小學科展國小組地球科學科，國立臺灣科學教育館，台北。
- 五、瓦里亞、林世榮、亞耳文、宋翊羣、傅慶州、溫國樑(2017)。台灣西南部間歇性泥火山之研究國家地震工程研究中心研究成果報告。第105期，第21~24頁。
- 六、台灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究(2006)。95年度「臺灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究」研究計畫
- 七、更好的土壤—討論土壤團粒、酸化與養護。取自：  
<https://taiwantezu.com/archives/1022>
- 八、咖啡渣不要丟，你還可以這樣用？取自：  
<https://www.baiwagopluscafe.co/pages/coffee-trivia-how-to-use-coffee-grounds>
- 九、陳仁炫(2001)。土壤酸鹼性和石灰的施用。興大農業，第36期，第8~13頁。
- 十、陳尊賢、許正一(2002)。台灣的土壤。遠足文化事業有限公司。
- 十一、莊文星(2010)。台灣泥火山小地形。國立科學博物館館訊268期。取自：  
<http://emuseap.nmns.edu.tw/eduResource/ShowObject.aspx?id=0b81a1f92d0b81da1ee00b81db0db9>

- 十二、黃子盈等，「火炎山地質研究及土壤改良」，中華民國第62屆中小學科展國小組地球科學科，國立臺灣科學教育館，台北。
- 十三、曾嘉韋等。好咖來找茶-卡好的植物有機肥。中華民國第49屆中小學科展國小組生活與應用科學科，國立臺灣科學教育館，台北。
- 十四、萬丹泥火山田(2016，漂浪島嶼—munch 粉絲專頁)。取自：<https://reurl.cc/XGp8oa>
- 十五、農業知識入口網。團粒構造。取自：  
[https://kmweb.moa.gov.tw/theme\\_data.php?theme=pedia&sub\\_theme=km&id=2704](https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=pedia&sub_theme=km&id=2704)
- 十六、農業主題館。提升紅豆品質有撇步。取自：  
<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=39709>
- 十七、廖秀芬(1992)。泥火山地區植群之研究。國立中興大學。
- 十八、鄭筑云(2015)。萬丹與烏松泥火山噴發活動特徵之研究。國立高雄師範大學地理學系。

## 【評語】 080508

研究主題與鄉土和應用相關。團隊藉由添加不同物質，希望能找出一個方式，改善泥火山的土質並能幫助植生，研究目的明確，用意良好。團隊也做了許多耗時的實驗，觀察改善的手段是否成功(或是哪一種配方較有效)。重要的是，團隊使用之物質也是廢棄物，希望能物盡其用，值得鼓勵。不過，廢棄物質(咖啡渣、茶葉渣等)的粒徑未說明清楚，相對應孔隙影響生長的因素可能存在。

## 作品簡報





揚善止惡的「泥」～

萬丹泥火山土壤性質改善研究

## 壹 研究動機

自然課上到大地變化的單元時，老師對於萬丹泥火山為什麼會噴發的新聞影片做介紹，引起我們的興趣，從報導中發現噴發後的泥漿在乾掉後，廢棄集中在廟宇旁的空地。根據「臺灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究」(2006)研究結果顯示，泥火山泥漿或鄰近泥岩之總有機碳(TOC)近似，約在0.30~0.52%之間，有機富集度大致屬於貧乏級。難怪噴發泥漿所形成的土壤令人困擾，但我們想讓危機變轉機，透過科學方法改變土壤性質，是否能讓這些土壤就地轉化，我們採集萬丹泥火山的土壤，並利用當地常見的農作物進行一系列的探究活動。

## 貳 研究目的

- 一、探討萬丹泥火山的**土壤特性**
- 二、研究改變萬丹泥火山土壤**物理(水入滲率)性質**，對**紅豆**生長的影響
- 三、探究改變萬丹泥火山土壤**化學(酸鹼度)及物理(水入滲率)性質**，對**紅豆**生長的影響
- 四、研究改變萬丹泥火山土壤**物理(水入滲率)及化學(酸鹼度)性質**，對**羅勒**生長的影響

## 肆 研究設備及器材

- 一、研究器材
  - (一)採土工具：水桶、鏟子。
  - (二)實驗用具：飼料瓶、電子秤、pH值檢測筆、塑膠大盆、育苗穴盆、杯狀盆栽容器
  - (三)其他：量杯(100ml、500ml、1000ml)、噴瓶
- 二、實驗材料：萬丹泥火山泥塊、周邊農地田土、廢渣(蛋殼、茶葉渣、咖啡渣)、萬丹紅豆、食用工研醋、羅勒

## 伍 研究過程與結果討論

### 【實驗一：萬丹泥火山土壤特性分析】

#### 一、萬丹泥火山土壤分析資料

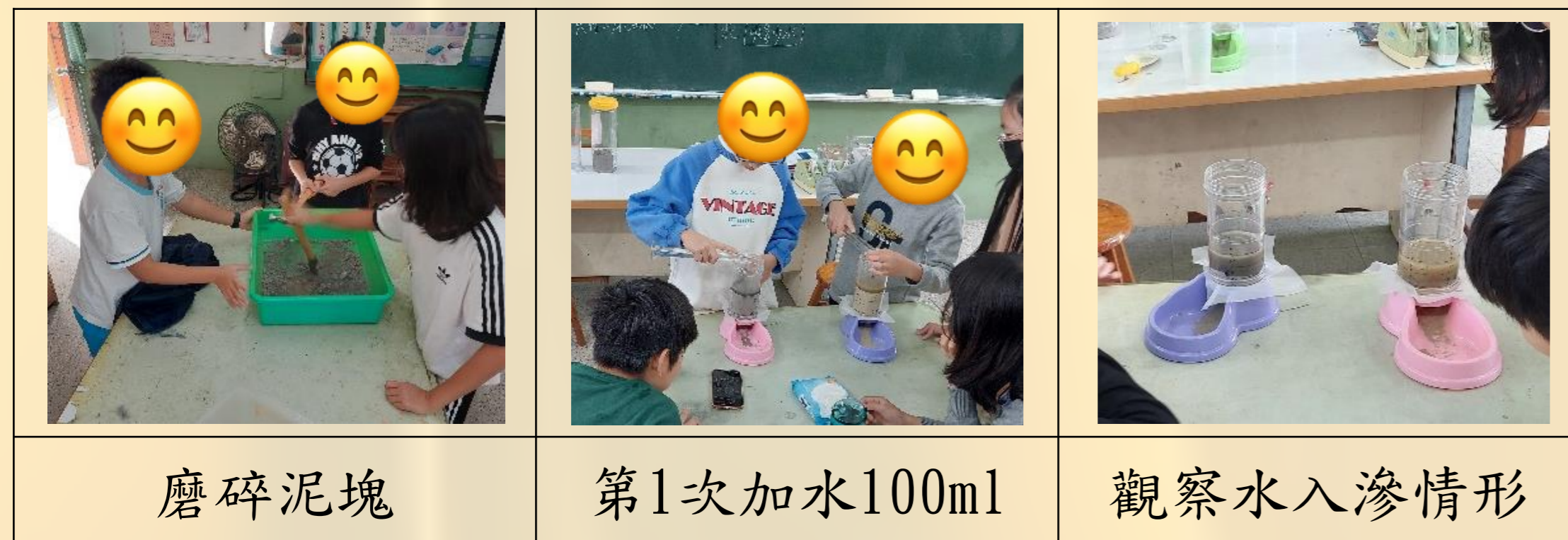
- (一)泥火山不是真正的火山，噴出的泥漿乾裂後形成泥塊，孔隙小、透水性低，pH值介於7.3~9.1之間。
- (二)萬丹泥火山噴發活動不定時、不定點，每隔數月或數年發生一次大規模噴發，噴發口的位置每次不同，造成農民耕作種植時的極大困擾。

#### 二、萬丹泥火山土壤性質實驗

##### (一)實驗操作

##### 1. 土壤物理性質(水入滲)

將泥火山土壤和田土倒入飼料瓶中至刻度5。第一次加水100ml，之後每隔10分鐘再加水100ml，共加水3次，觀察水入滲情形。



磨碎泥塊

第1次加水100ml

觀察水入滲情形

##### 2. 土壤化學性質(酸鹼度)

萬丹泥火山泥土壤和農地田土各取150公克，分別加入150ml蒸餾水(pH值=7)，攪拌200下，靜置1小時後，測量pH值。



泥塊磨碎篩網過濾

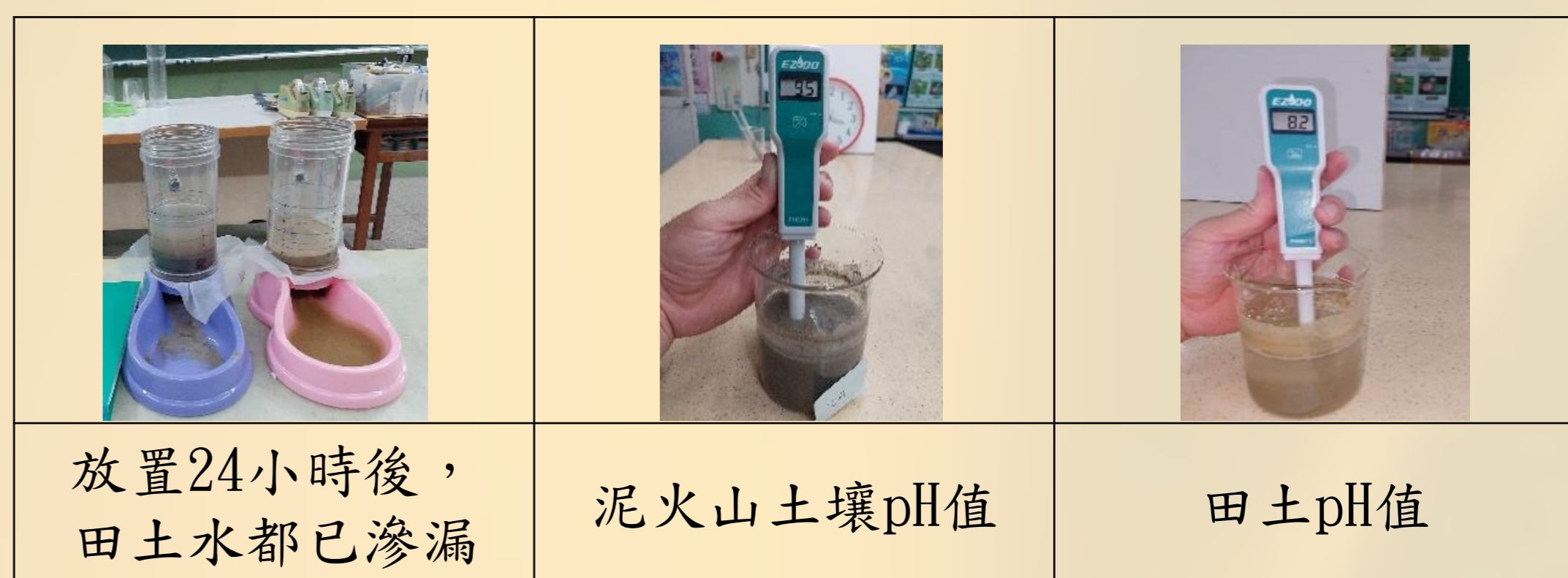
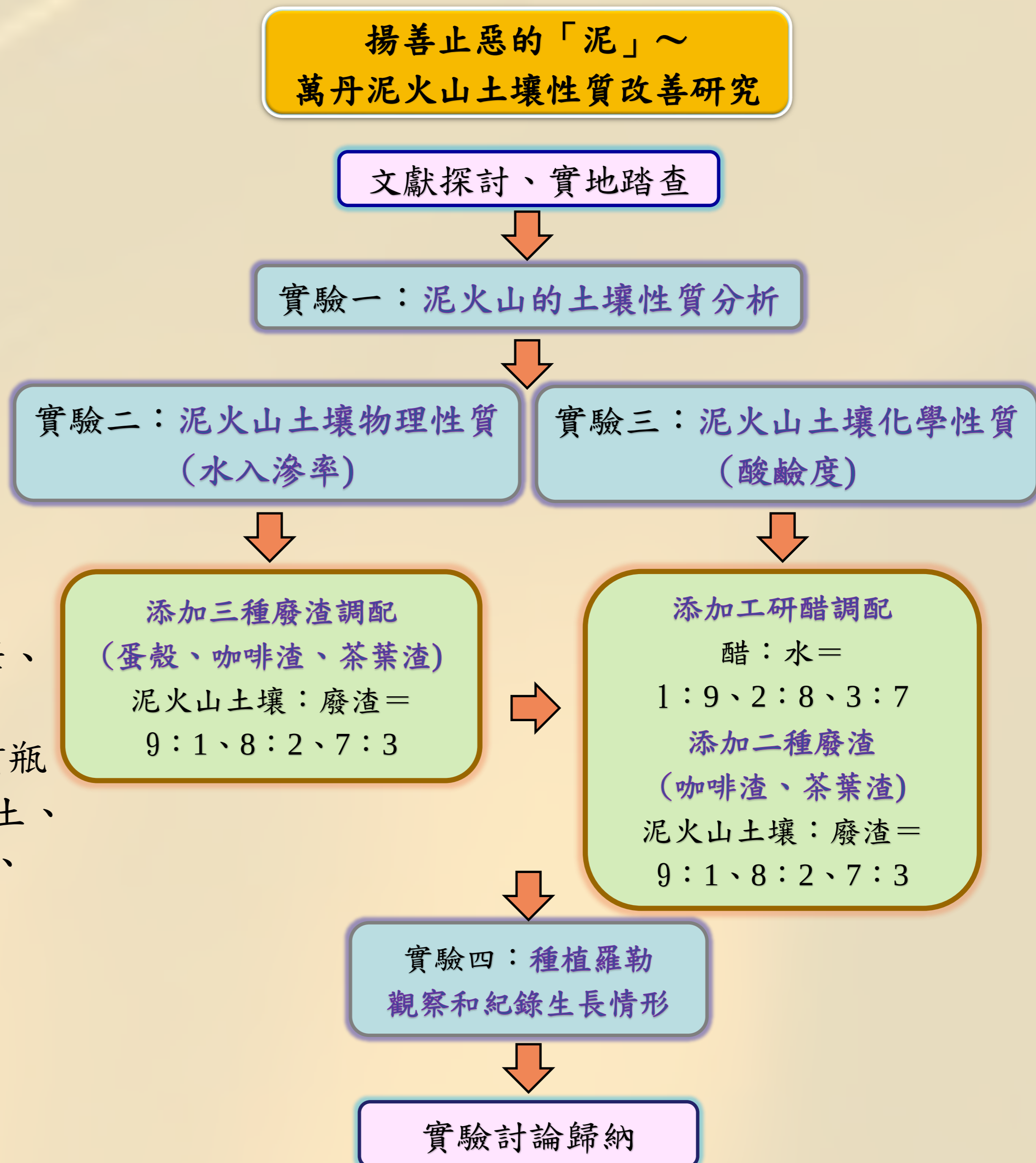
均勻攪拌200下

pH檢測筆放入燒杯

##### (二)實驗結果

土壤類別		泥火山土壤	農地田土
土壤水入滲性質	第一次加水後20分鐘	滲透至刻度3	滲透至刻度2
	第一次加水後40分鐘	滲透至刻度3	滲透至刻度1
	第一次加水後24小時	瓶底無水滲漏	水皆滲漏
土壤酸鹼度pH值		9.5	8.2

## 參 研究架構



放置24小時後，田土水都已滲漏

泥火山土壤pH值

田土pH值

#### 四、結果討論

- (一)萬丹泥火山土壤顆粒細小、孔隙小，無法讓水滲透，且乾燥後變成硬塊，植物的根無法得到良好的生長環境，需要增加泥火山土壤孔隙，讓水份能穩定滲透，也能在土壤中保存足夠的水分，提供植物的根部吸收。
- (二)萬丹泥火山的土壤pH值=9.5，屬於偏鹼性我們用火山土壤種植紅豆，結果紅豆都無法發芽，種植後土壤表面生成一層白色物質，我們想利用酸鹼中和的方式，使泥火山土壤趨於中性，以適合植物生長。



泥火山土壤種植紅豆，無發芽成長

種植後，表面生成白色物質

種植後，土壤硬化

- (三)以上實驗結果，與我們實地踏查萬丹泥火山噴發地點所觀察的結果相符，被泥漿覆蓋的農地，都沒有種植農作物，一旁沒有被泥漿波及的農地，種植水稻並已收成，農地旁還種植瓜類植物，開了許多黃花。另外皇源聖殿旁空地，廢棄的泥火山泥塊已堆積成小山，上方幾乎沒有雜草生長。



泥漿噴發處，無法耕作，無雜草生長

未被泥漿波及的農地，正常耕作

泥火山泥塊棄置區

## 【實驗二：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣，對紅豆生長有何影響？】

### 一、泥火山土壤添加不同廢渣，水入滲率實驗

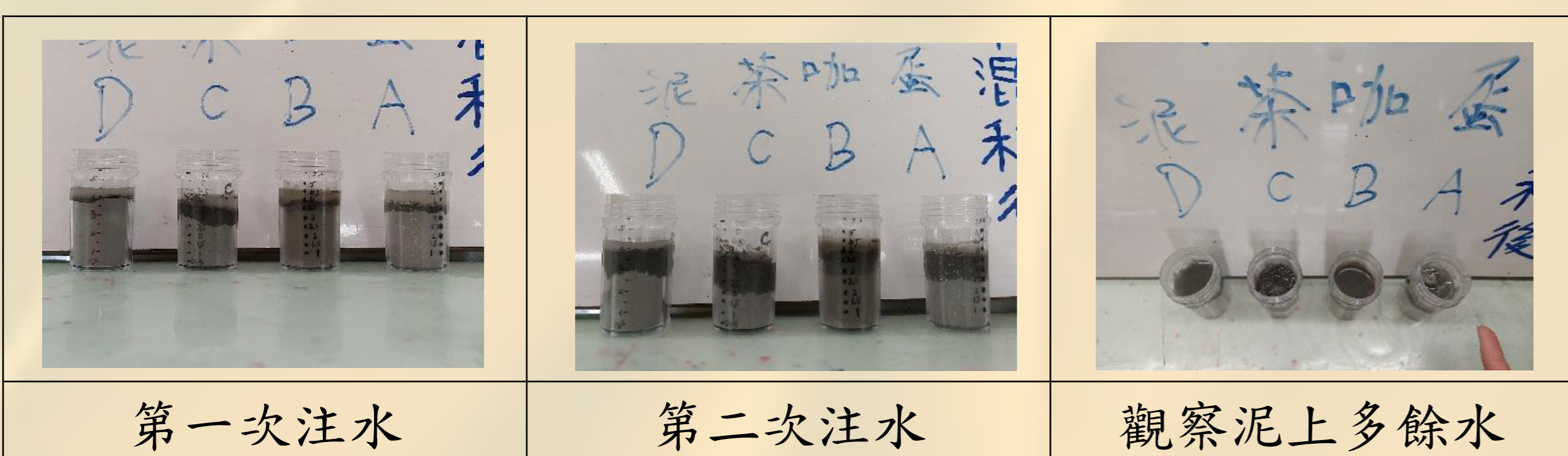
#### (一)實驗步驟

1. 將3種廢渣和萬丹泥火山土壤，利用200目篩網過篩。
2. 以泥：渣為1:1的比例裝填廢渣及泥火山土壤，充分攪拌並敲到夯實。
3. 利用針筒吸水，每隔5分鐘注入5ml，共注水4次（第0、5、10、15分鐘時），在第20分鐘時觀察並紀錄結果。

#### (二)實驗結果

1. 泥火山土壤以1:1比例添加蛋殼、咖啡渣和茶葉渣後，水入滲速度較快；泥上多餘水的結果，茶葉渣刻度值最低，比蛋殼和咖啡渣少0.5公分，但水入滲的刻度卻相同，我們覺得那一部分的水被茶葉渣所吸收了。

觀察項目	刻度紀錄			
	A(蛋殼)	B(咖啡渣)	C(茶葉渣)	D(泥火山土壤)
泥上多餘水的刻度值	5.5	5.5	5	6
泥中水入滲的刻度值	1.5	1.5	1.5	3



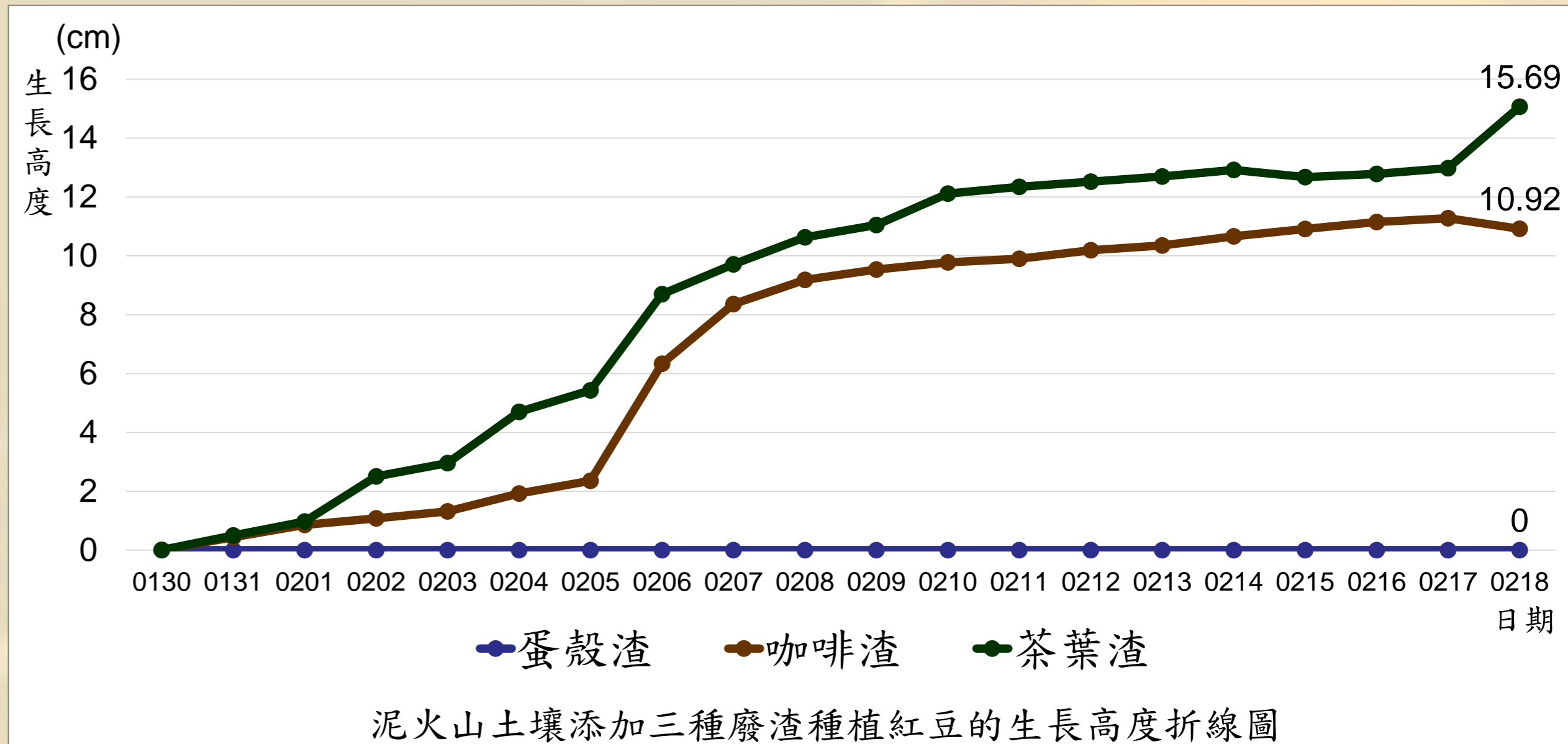
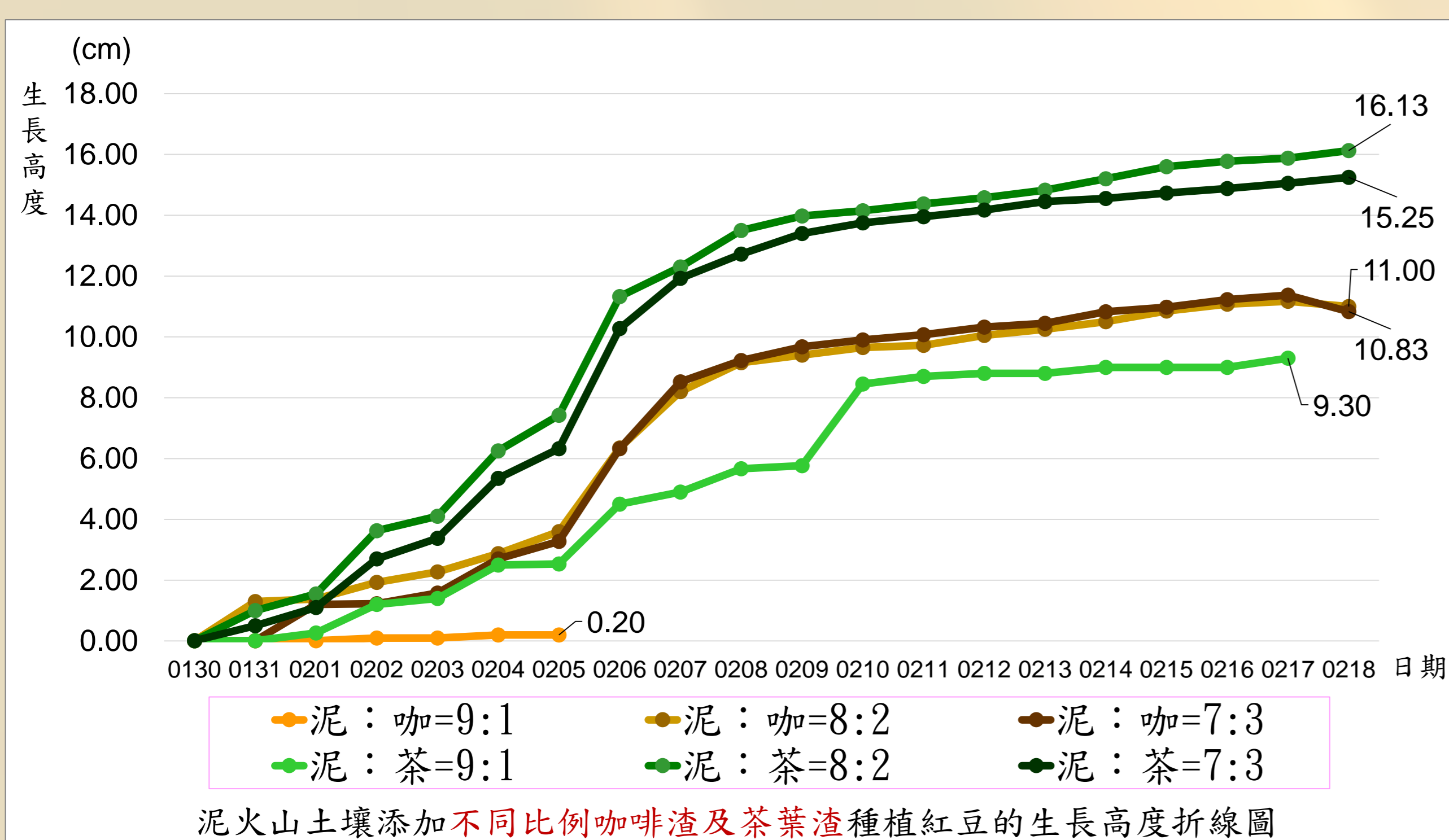
2. 靜置3天後再觀察，已沒有泥上多餘水，除了D(泥火山土壤)泥土中間仍有一小部分乾燥，其餘3瓶土壤全部濕潤。
  - (1)用竹籤插入土壤，添加蛋殼的土壤最鬆軟，很容易插到瓶底，其次是咖啡渣，次之是茶葉渣(帶有黏稠感)，泥火山土壤較硬，需要多一點力量才能插到瓶底。
  - (2)用手搗聞四瓶泥土味道，添加蛋殼的泥火山土壤，有腐爛的臭味，添加咖啡渣的土壤有淡淡的咖啡香，添加茶葉渣的土壤則有淡淡的茶香。

### 二、泥火山土壤添加不同比例廢渣，紅豆種植實驗

#### (一)實驗操作

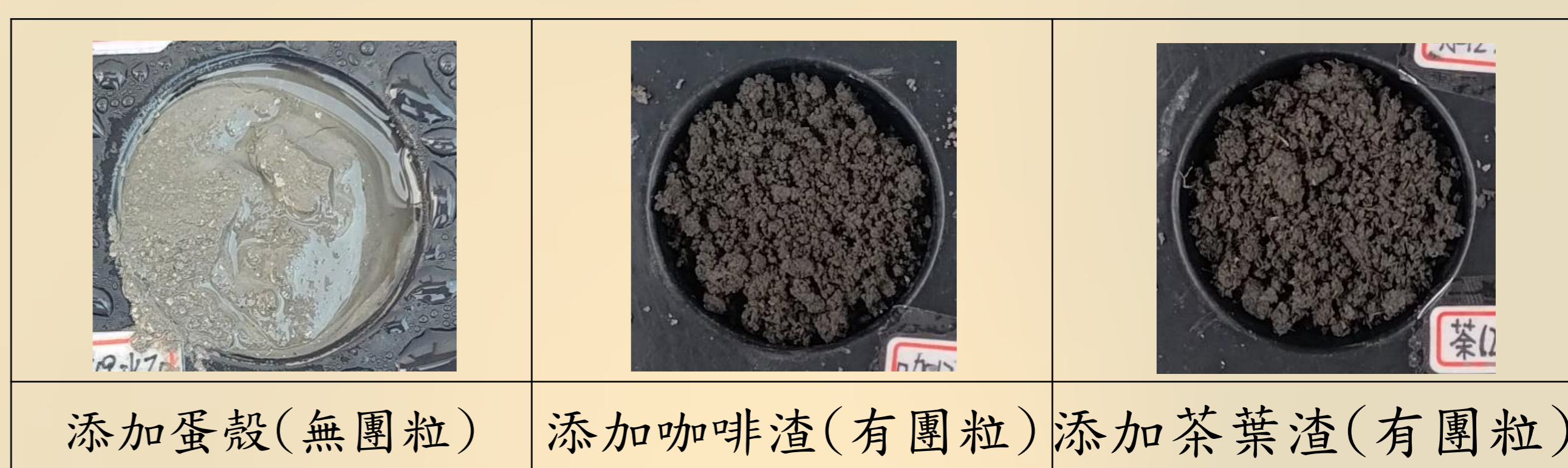


#### (二)實驗結果

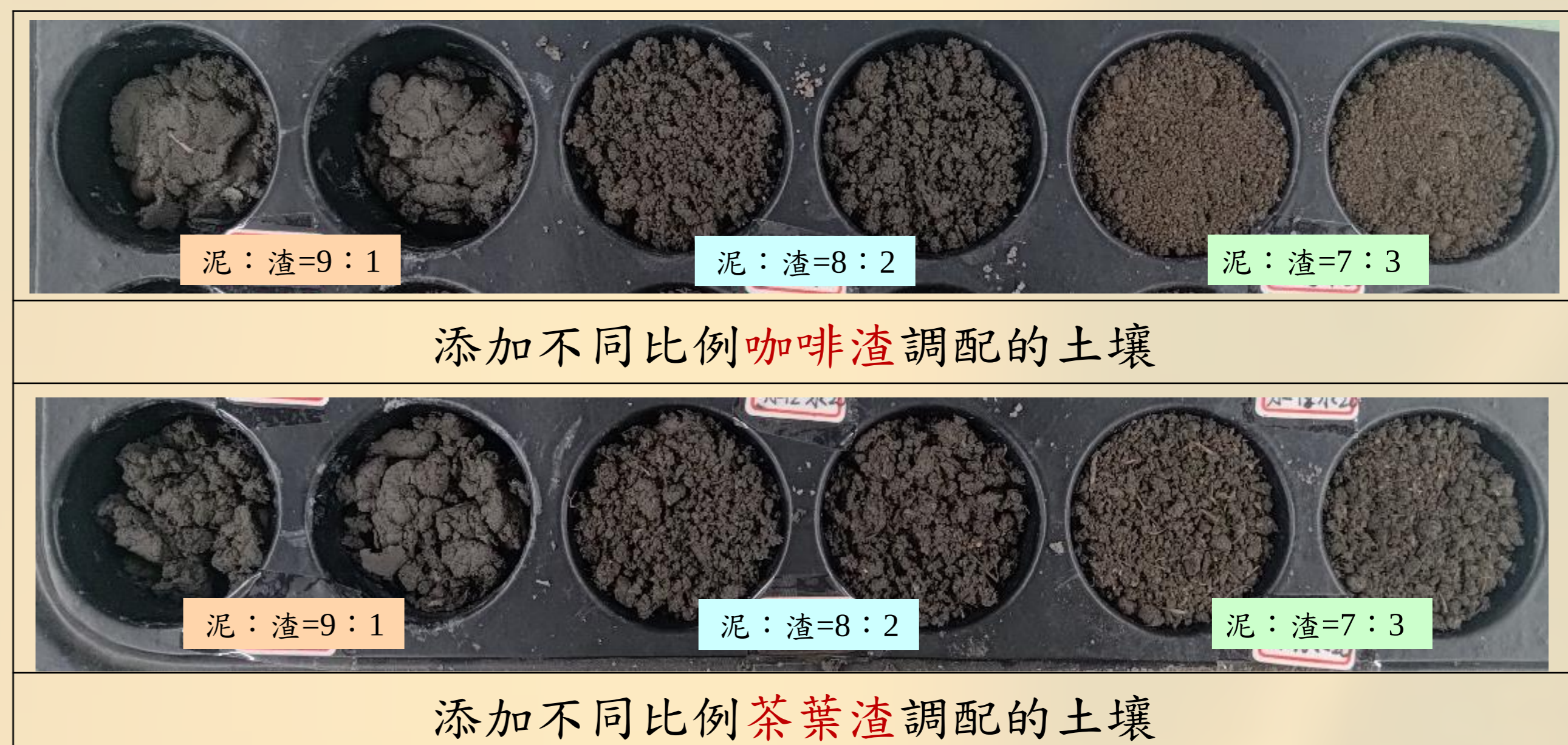


### 三、結果討論

- (一)以1:1比例混合廢渣，添加茶葉渣的泥火山土壤，較快將水分吸收於土壤中。添加了三種廢渣的泥火山土壤，水的入滲速度均優於未添加的泥火山土壤，泥火山土壤物理性質因添加廢渣而獲得改善。
- (二)泥火山土壤添加不同比例的蛋殼，種植紅豆都無法發芽，且土壤變得越來越硬，不適合紅豆生長。
- (三)泥火山土壤添加咖啡渣與茶葉渣，加水攪拌後，土壤會形成小團粒，但添加蛋殼後並沒有產生，與未添加廢渣的泥火山土壤樣貌相近。



- (四)添加咖啡渣和茶葉渣在泥：渣為8:2的比例中，紅豆生長的平均高度最高。泥：渣為9:1，紅豆無法順利生長。觀察混和後的土壤，發現團粒現象產生以泥：渣為8:2最明顯，紅豆生長的平均高度最高。

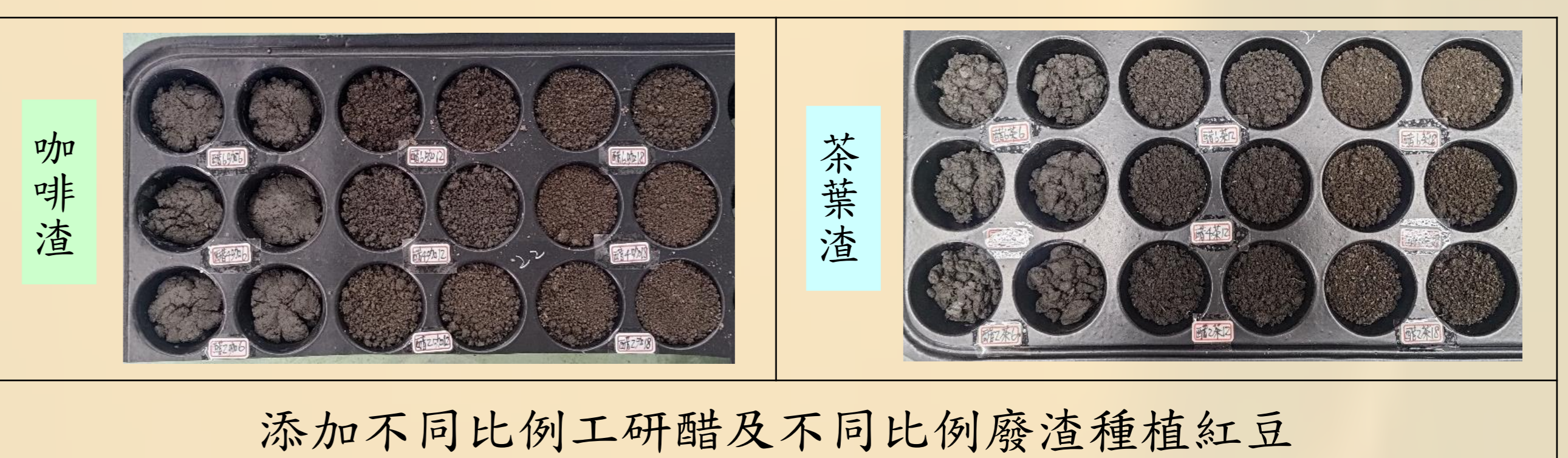


- (五)添加茶葉渣調配的土壤種植紅豆，生長的情形比添加咖啡渣調配的土壤好。研究結果與第49屆科展作品「好咖來找茶-卡好的植物有機肥」實驗結果相同。

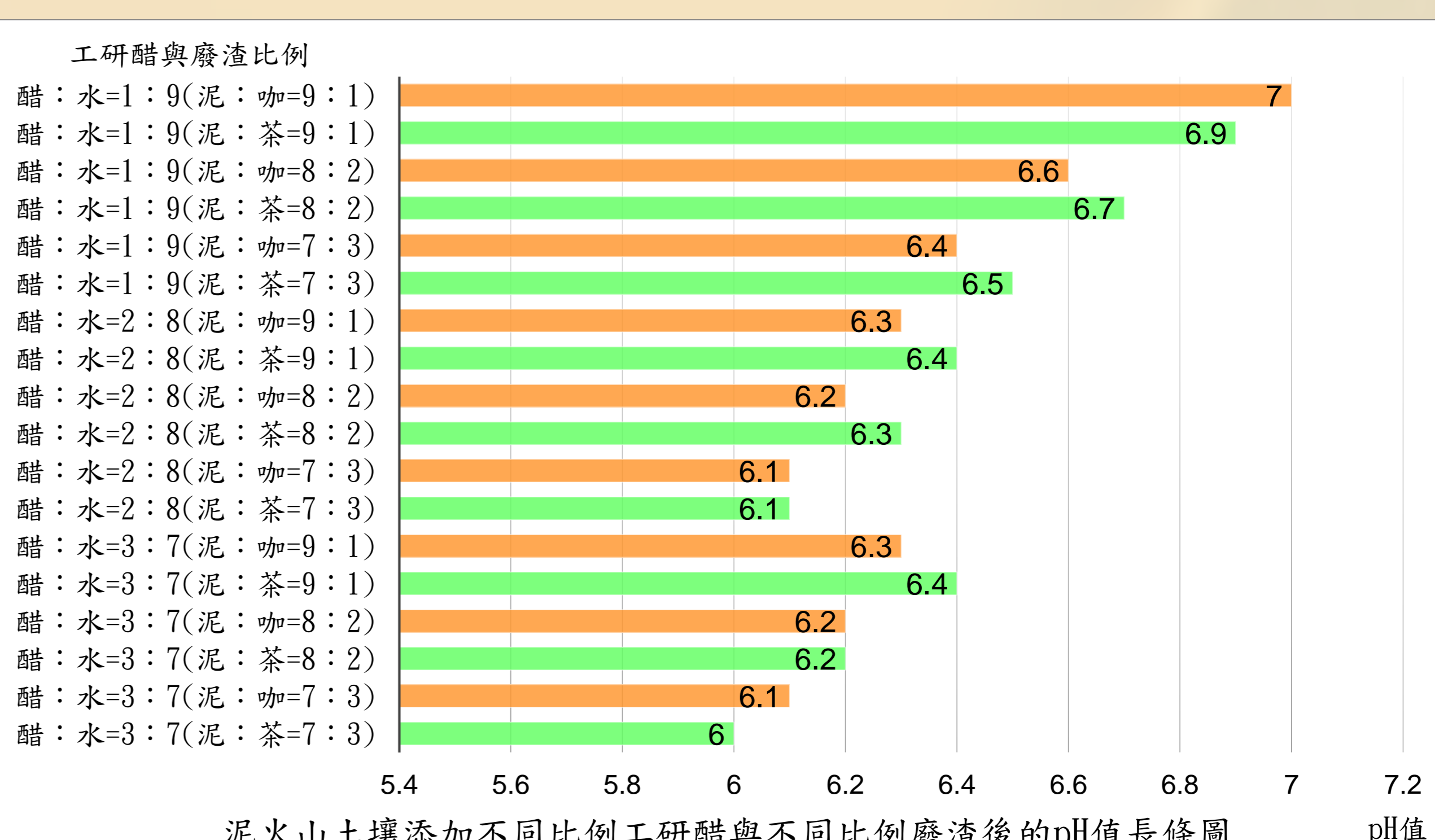
## 【實驗三：萬丹泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例廢渣，對紅豆生長有何影響？】

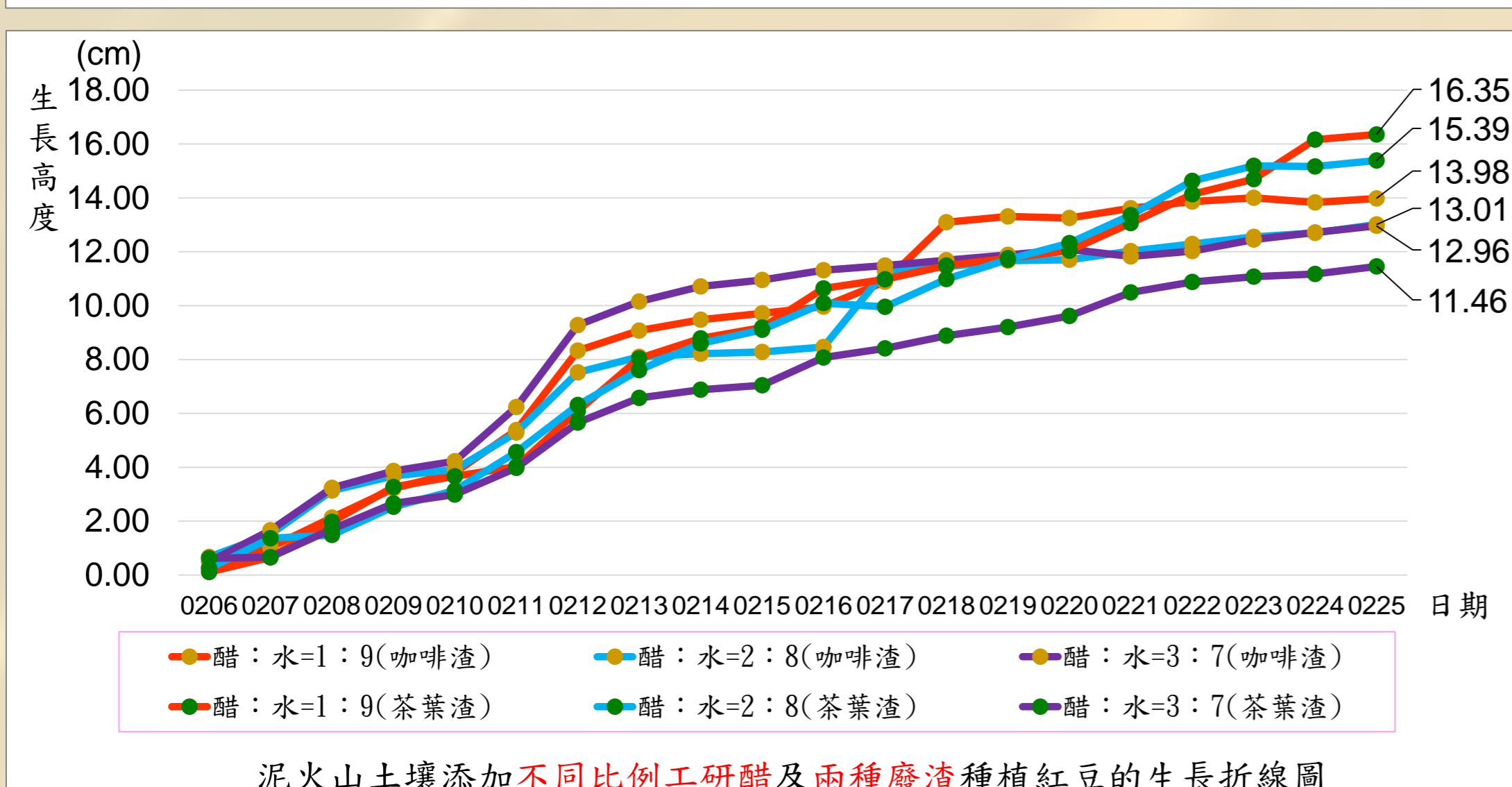
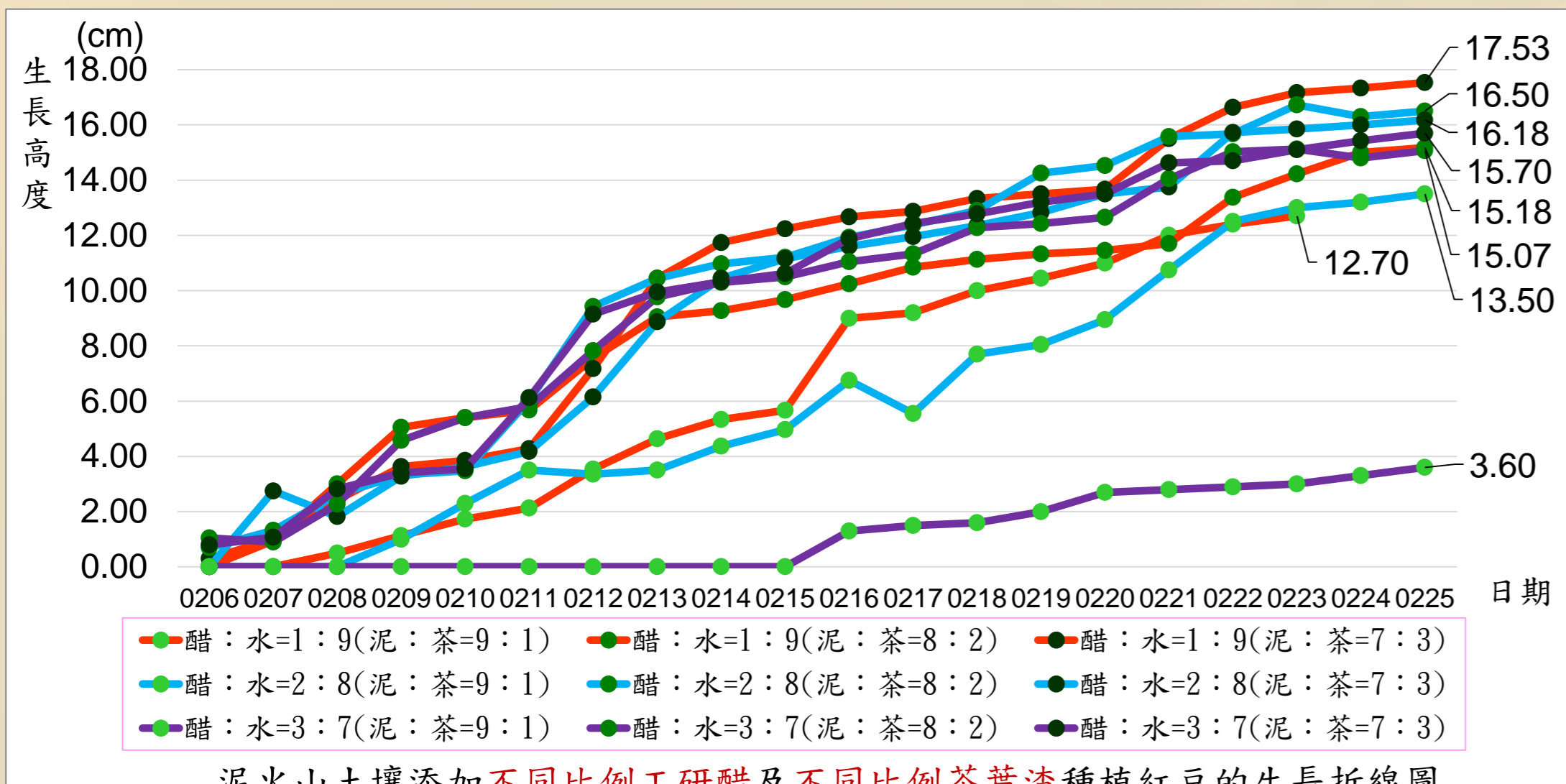
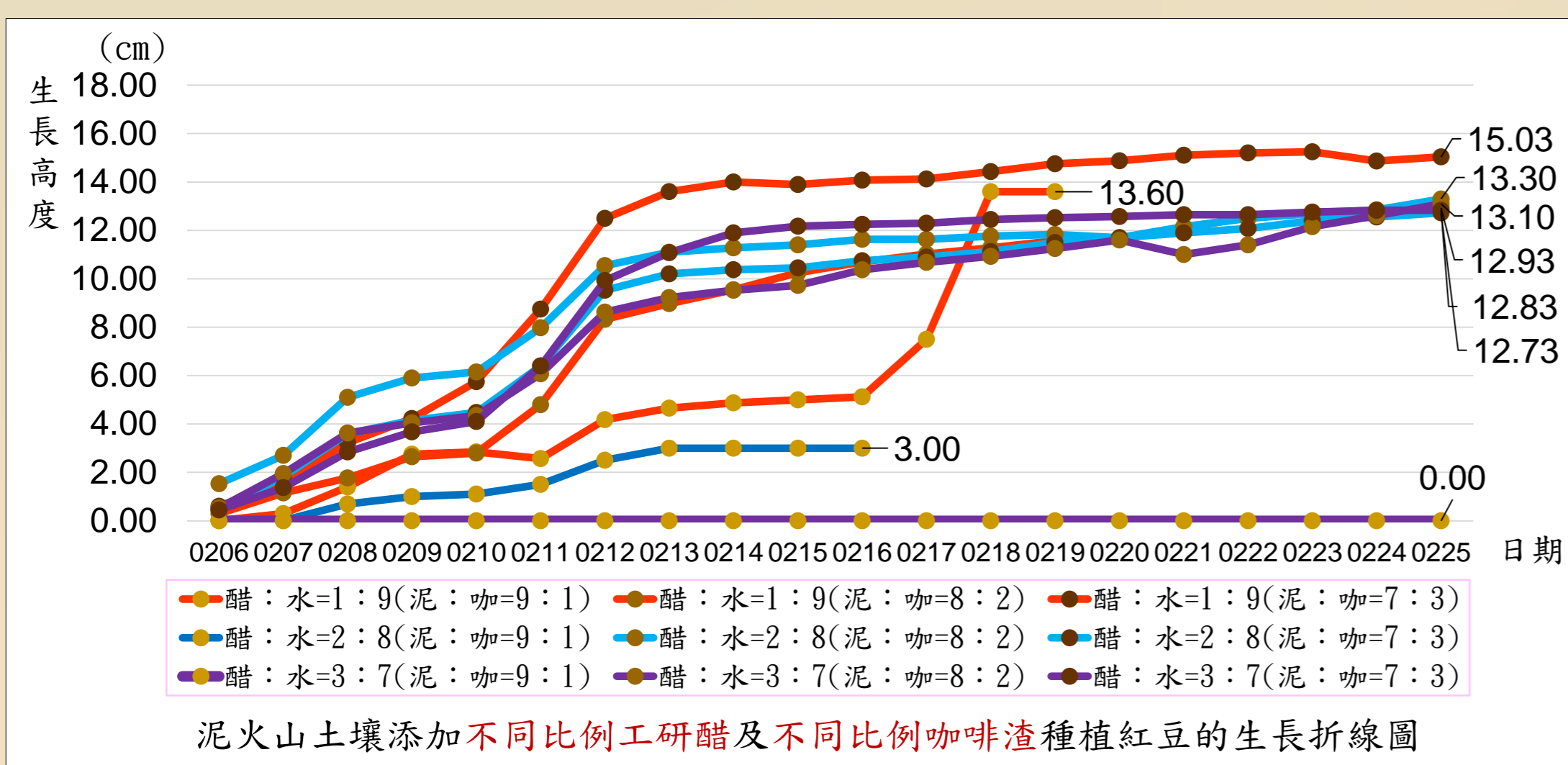
### 一、實驗操作

泥火山土壤及廢渣比例與實驗二相同，添加的水量，則改以加入工研醋進行比例調配，我們討論後訂定三種比例來進行實驗，為醋：水=1：9、2：8、3：7。



### 二、實驗結果





### 三、結果討論

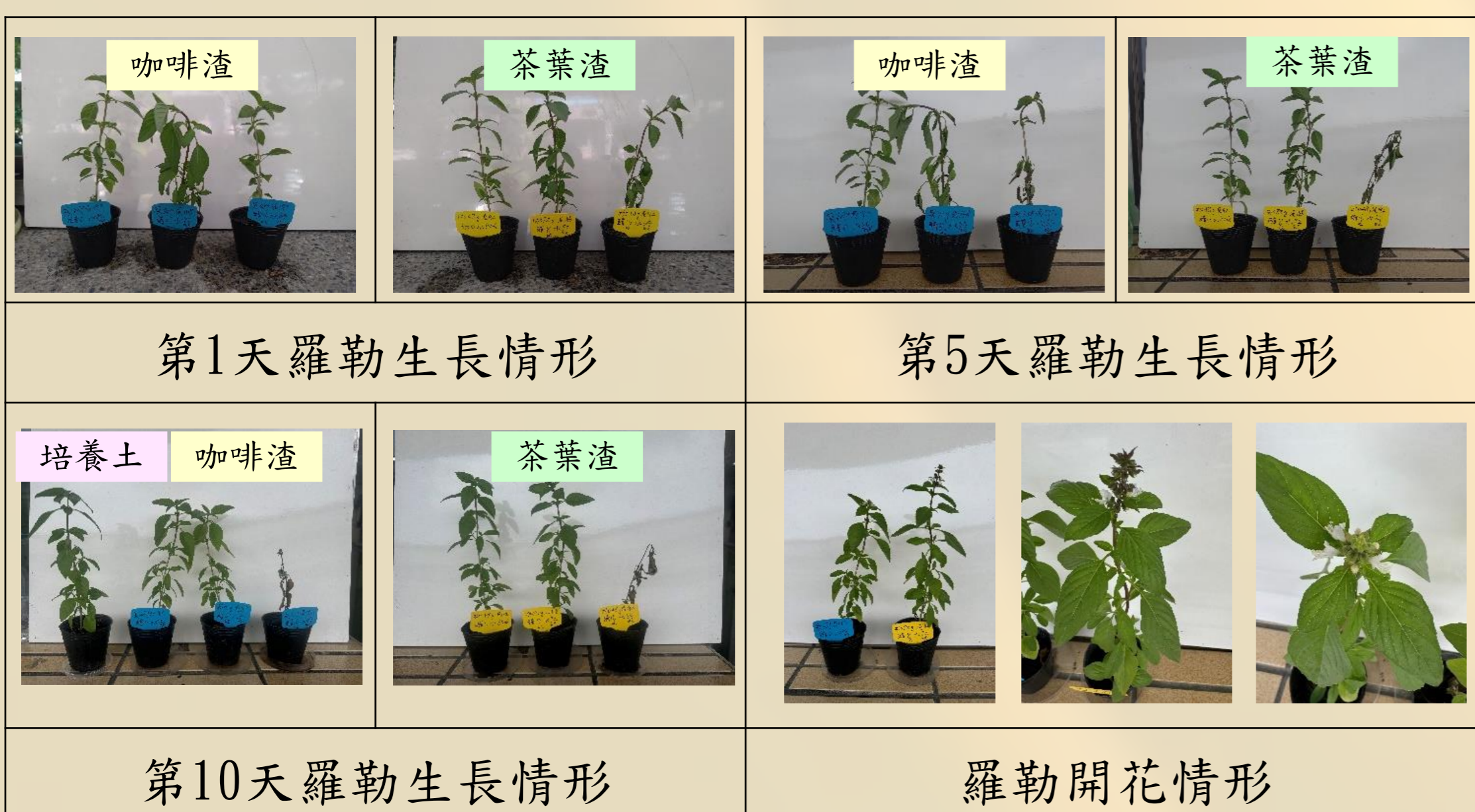
- 泥火山土壤添加工研醋及廢渣後，pH值大約在6~7之間。添加工研醋調配泥火山土壤，可以改善土壤化學性質，成為較適合紅豆生長的土壤，使紅豆生長高度提升。
- 紅豆第20天生長平均高度，並沒有因為泥火山土壤添加愈多的工研醋，而長得比較高。
- 泥火山土壤添加相同比例工研醋及相同比例廢渣種植的紅豆，以添加茶葉渣的土壤紅豆生長的平均高度較咖啡渣來得高，實驗結果與實驗二相同。

## 【實驗四：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒生長有何影響？】

### 一、實驗操作



### 二、實驗結果



調配比例	廢渣種類	枯黃率(%) =枯葉數÷總葉數 ×100	葉數增生率(%) =(第20天-第1天)÷ 第1天×100
醋:水=0:10 泥:渣=8:2	咖啡渣	0	35.4
	茶葉渣	0	29.2
醋:水=1:9 泥:渣=7:3	咖啡渣	0	35.3
	茶葉渣	0	23.9
醋:水=2:8 泥:渣=8:2	咖啡渣	83.3 (以第5天計算)	-34.8 (以第5天計算)
	茶葉渣	83.3 (以第5天計算)	-18.2 (以第5天計算)
對照組	培養土	0	66.7

### 三、結果討論

- 羅勒用泥火山土壤添加咖啡渣和茶葉渣種植，以泥渣比為8:2搭配醋水比為0:10，葉子枯黃率最低且羅勒葉數增生率最佳，與實驗二種植紅豆的結果有一致性。
- 泥火山土壤添加茶葉渣和咖啡渣泥渣比為8:2，搭配醋水比為2:8，羅勒葉枯黃率最高，且種植至第10天，整株羅勒葉子和莖都枯萎。醋的添加比例越高，葉子的枯黃率也隨之提高，羅勒不適合在較酸性的土壤中生長。
- 羅勒在添加咖啡渣中的土壤中，葉數增生率比添加茶葉渣來得高，生長情形較佳，這個部分與實驗二、三的結果不同。我們發現不同的植物，需添加適合該植物生長特性的廢渣，才能使植物長得更好。

## 陸 研究結論

### 一、萬丹泥火山土壤特性分析

- 萬丹泥火山土壤因顆粒細小、孔隙小，無法讓水滲透，且乾燥後變成硬塊，植物的根無法生長，需增加土壤孔隙，讓水份能滲透。
- 萬丹泥火山土壤pH值=9.5偏鹼性，需利用酸鹼中和，使土壤趨於中性，以適合植物生長。

### 二、萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣，對紅豆生長的影響

- 泥火山土壤以1:1比例混合廢渣(蛋殼、咖啡渣及茶葉渣)，水入滲率優於未添加泥火山土壤，泥火山土壤性質因添加廢渣而獲得改善。
- 泥火山土壤添加不同比例蛋殼，種植紅豆都無法發芽。
- 泥火山土壤添加咖啡渣與茶葉渣，加水攪拌後，土壤會形成團粒結構。以泥:渣為8:2調配的土壤，團粒現象最為明顯，紅豆的生長平均高度最高。
- 添加茶葉渣的泥火山土壤來種植，紅豆生長的情形比添加咖啡渣調配的土壤來得好。

### 三、萬丹泥火山土壤添加不同比例工研醋及不同比例廢渣，對紅豆生長的影響

- 添加工研醋調配泥火山土壤，改善土壤化學性質，較適合紅豆生長，使生長高度提升。
- 在相同泥渣比例中，添加愈高比例的工研醋種植紅豆，紅豆在第20天生長的平均高度，並沒有因此長得比較高。
- 泥火山土壤添加相同比例工研醋及相同比例廢渣種植的紅豆，添加茶葉渣比咖啡渣能讓紅豆生長得較好。

### 四、萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒生長的影響

- 以泥渣比為8:2搭配醋水比為0:10，葉子枯黃率最低且羅勒葉數增生率最佳。
- 醋添加比例越高，羅勒葉的枯黃率也提高，羅勒可能不適合在較酸性的土壤中生長。
- 羅勒在添加咖啡渣中的土壤中，葉數增生率比添加茶葉渣來得高，生長情形較佳。

## 柒 未來展望

- 土壤性質可分為物理、生物、化學性質，且各項性質之間環環相扣，未來可改善其他土壤性質，使廢棄的泥火山泥塊，能獲得妥善運用。
- 住在都市若想種植盆栽，常無法取得土壤，須購買培養土種植。泥火山土壤性質改善後，能種植植物，可當作家庭園藝土使用，使泥火山廢土獲得再利用的價值。

《備註：海報上所有照片，皆為組員拍攝》