

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國小組

作品名稱：揚善止惡的「泥」
～萬丹泥火山土壤性質改善研究

關 鍵 詞：泥火山、土壤性質、土壤改善

編號：A5009

目 錄

摘要	1
壹、研究動機	2
貳、研究目的及問題	2
參、研究架構圖	3
肆、研究設備及器材	4
伍、研究過程、結果與討論	5
【研究問題一：萬丹泥火山土壤特性分析，及其如何影響植物生長？】	5
【研究問題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？】	9
【研究問題三：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對紅豆生長有何影響？】	13
【研究問題四：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒的生長有何影響？】	21
陸、研究結論	23
柒、參考文獻	25

揚善止惡的「泥」～萬丹泥火山土壤性質改善研究

摘 要

泥火山的泥塊常被棄置並造成困擾，本研究想藉由混合不同物質改變土壤物理及化學性質，採集土壤後分析泥火山土壤性質及一系列改善土壤性質實驗研究，結果得知：

- 一、泥漿所產成的土壤 pH 值在9左右，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。
- 二、依土壤物理性質，泥火山土壤添加咖啡渣和茶葉渣產生小團粒，在泥：渣為10:3的比例中最多，紅豆的生長的平均高度最高。
- 三、泥火山土壤添加茶葉渣，以泥渣比為10:3，再依土壤化學性質搭配醋水比為2:8的泥火山土壤，紅豆發芽率達100%，生長的平均高度最高，紅豆生長情形最好。
- 四、羅勒植物在泥火山土壤添加茶葉渣種植，泥：渣比例為10:3中，葉子枯黃率最低，生長情形最佳。

壹、研究動機

世界各地和台灣長年都有地震的頻繁出現，而且身在屏東還有機會看到萬丹泥火山的噴發。在上自然課的大地變化時，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，從新聞報導中發現噴發後的泥漿和乾掉後的土壤，在地的農夫都不想使用，幾乎全部廢棄集中在一座廟旁空地。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，透過科學方法研究出改變土壤性質，看看是否能讓這些土壤就地轉化，應用簡易的方法讓改變它的性質，因此我們開始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、研究目的及問題

一、研究目的

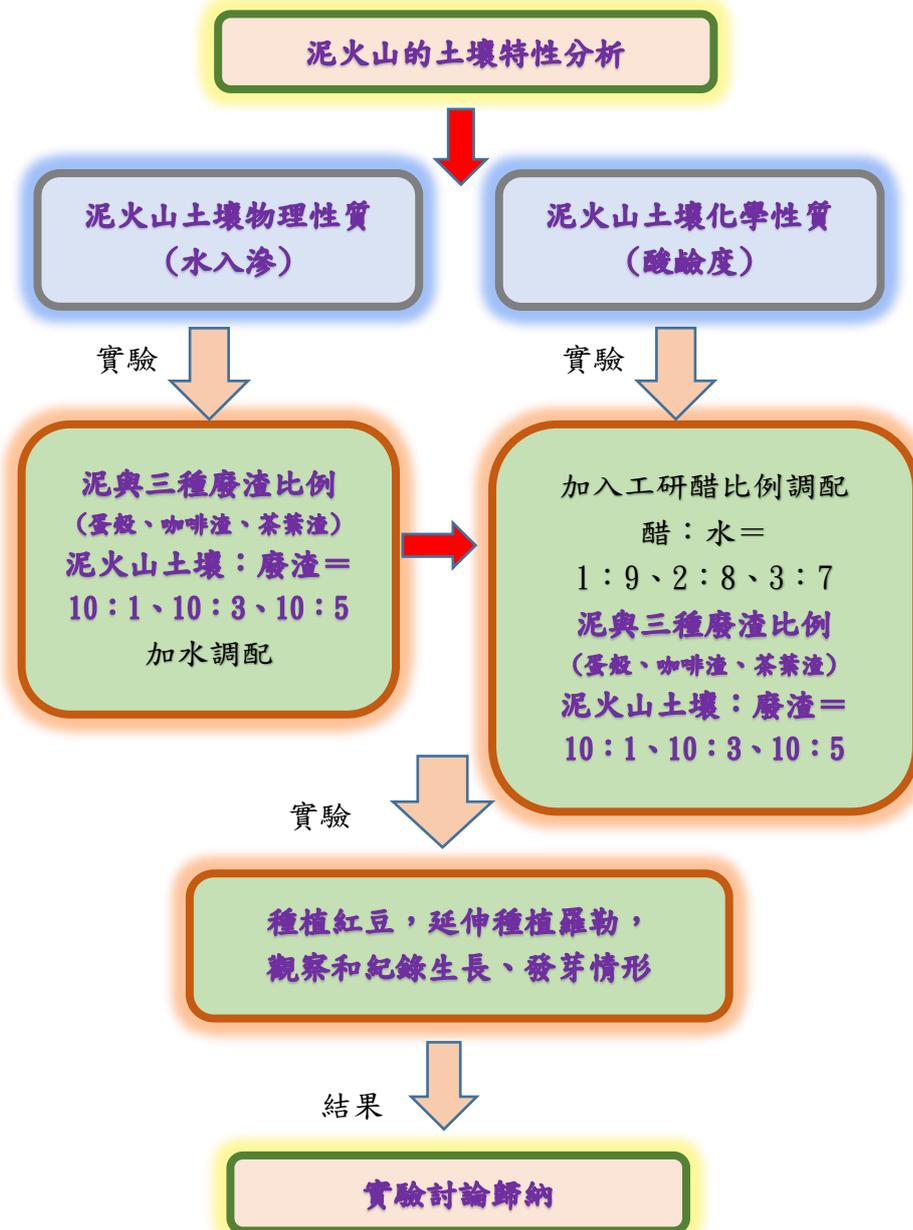
- (一)探討萬丹泥火山的**土壤特性**。
- (二)研究改變萬丹泥火山土壤**物理性質**，對**紅豆**生長的影響。
- (三)探究改變萬丹泥火山土壤**物理及化學性質**，對**紅豆**生長的影響。
- (四)討究改變萬丹泥火山土壤**物理及化學性質**，對**羅勒**生長的影響。

二、研究問題

- (一)萬丹泥火山**土壤特性分析**，及其如何影響植物生長？
- (二)萬丹泥火山土壤添加**不同比例廢渣**，對**紅豆**生長有何影響？
- (三)萬丹泥火山土壤添加**不同比例廢渣及不同比例工研醋**，對**紅豆**生長有何影響？
- (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**的生長有何影響？

參、研究架構圖

揚善止惡的「泥」～萬丹泥火山土壤性質改善研究



肆、研究設備及器材

一、研究器材(如圖 a~圖 k)

(一)採砂工具：飼料瓶、廢渣、鏟子。

(二)實驗用具：電子秤、pH 值檢測器、透明瓶、塑膠大盆、杯狀盆栽容器。

(三)其他：量杯(100ml、500ml、1000ml)、碼表、計算機、萬丹紅豆。

二、實驗材料：萬丹泥火山的泥土和周邊的農地田土。

在研究期間，我們團隊使用的研究設備及器材，整理如下表所列的品項。

品項	a. 寵物餵養飼料瓶	b. 廢渣	c. 塑膠大盆	d. pH 值檢測器
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. 碼表、計算機	h. 品牌純水
照片				
功用	裝水容器	測量土壤重量	測量時間與統計	實驗器材
品項	i. 萬丹泥火山的泥土和周邊農地田土		j. 透明盒	k. 萬丹紅豆
照片				
功用	實驗泥土和農地田土		觀察廢渣水入滲	泡水後的紅豆

伍、研究過程與結果討論

【研究問題一：萬丹泥火山土壤特性分析，及其如何影響植物生長？】

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，並做成討論紀錄。

二、研究內容

(一)上網蒐尋萬丹泥火山土壤分析資料

(二)萬丹泥火山土壤性質實驗

三、萬丹泥火山土壤分析資料

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，主要由細顆粒的粉砂、黏土等組合而成，孔隙小、透水性低。

利用網路搜尋與書籍期刊查詢，相關萬丹泥火山的土壤分析資料，整理如下表：

資料來源	泥火山的土壤分析	連結
(1)萬丹鄉公所網站	<p>萬丹鯉魚山當地底天然氣受壓，從地層縫隙竄出，挾帶的地下水通過泥岩，就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，更麻煩是偏鹼加上結硬的泥流，會改變土壤環境。</p> <p>農民對泥火山很頭痛，但是有農民改種芭樂等作物，吸收地底噴出的豐富的礦物質，並翻出地下的有機質，也算是農業應災策略。</p>	

<p>(2)國家地震工程研究中心研究成果報告-(2017年第105期第21~24頁)台灣西南部間歇性泥火山之研究</p>	<p>屏東萬丹及近年在高雄烏松之泥火山，屬間歇性噴發，亦即噴發活動會不定時、不定點。</p> <p>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，並在萬丹地區設置小區域微震觀測網。初步結果顯示土壤氬氣在烏松及萬丹地區平均背景值分別是 22,500 及 13,000 貝克/立方米，因採樣時間間隔的關係，噴發前後未見顯著變化。</p>	
<p>(3)泥火山地區之植群研究論文(2011)</p>	<p>台灣泥火山由於長期噴出泥漿，形成鹽生環境，噴泥電導度可高達 66.50mmhos/cm，pH 值介 7.3~9.1。</p>	
<p>(4)95 年度「臺灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究」研究計畫</p>	<p>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，有機富集度大致屬於貧乏級(Poor)。萬丹鯉魚山與旗山斷層帶部分天然氣的來源，已超過伴隨泥漿的天然氣，可能源自泥漿來源以下深處地層。</p>	

四、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，且土壤性質可分為物理、生物、化學性質，根據上述研究內容(一)的資料探討，我們想確認萬丹泥火山土壤性質與田土之間的差異，進一步調整泥火山土壤性質，使泥火山土壤能在種植上被充分運用。

土壤三項性質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，會變成乾裂的泥塊，我們經過討論後決定在土壤物理性質中，選擇水入滲這項性質進行實驗。化學性質方面，土壤酸鹼度影響植物種植成效，因此先選擇酸鹼度(pH 值)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。我們用萬丹泥火山泥塊和附近農地的田土做實驗對照，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的滲透情形。



圖1-1 磨碎泥塊



圖1-2 第1次加水100ml



圖1-3 觀察水入滲情形

2. 土壤化學性質(酸鹼度)

- (1)將兩種土壤壓細磨碎後，以200目篩網過濾，秤取萬丹泥火山泥土壤和農地田土各150公克。
- (2)兩種土壤分別加入250ml 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

(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40分鐘後，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，但萬丹泥火山都沒有滲漏。

2. 土壤化學性質(酸鹼度)

(1)萬丹泥火山土壤 pH 值=9.5。

(2)農地田土 pH 值=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

五、結果討論

藉由資料的蒐集與實驗討論，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的泥塊，使農地被迫墊高。
- (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。
- (三)萬丹泥火山土壤的 pH 值在9左右是弱鹼性，噴發乾裂後的泥漿會變硬塊，無法讓當地農民當成耕作土壤之用，泥塊被棄置在一旁空地上，成為環境廢土。
- (四)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。
- (五)萬丹泥火山的土壤 pH 值=9.4屬於偏鹼性，不適合植物生長，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。

【研究問題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近的顆粒大小。

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

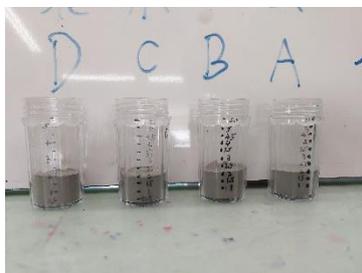


圖2-2 泥火山土裝至刻度2

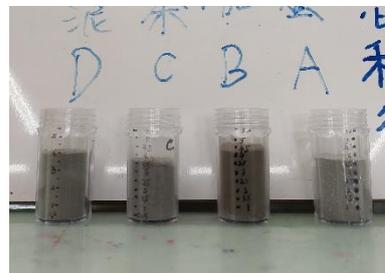


圖2-3 廢渣與泥火山土混和

(二)實驗結果

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

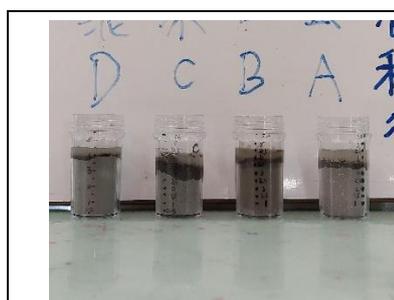


圖2-4 第一次注水

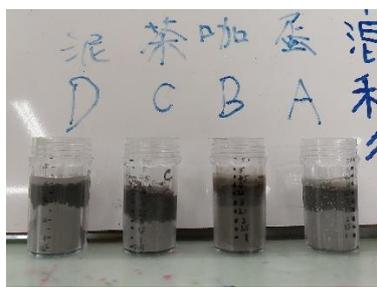


圖2-5 第二次注水

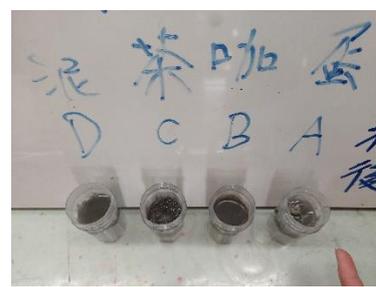


圖2-6 上方觀察泥上多餘水

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，但水入滲的刻度與蛋殼和咖啡渣相同，相差了0.5公分高度的水，我們覺得是被茶葉渣所吸收。

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=10：1、10：3、10：5。

(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)
10：1	54	6	60	20
10：3	46	14	60	20
10：5	40	20	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，搖晃均勻後，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，種植後並加以用些許土壤覆蓋於紅豆上方。

5. 每日固定上午、中午及放學時間澆水，並觀察記錄紅豆生長情形。

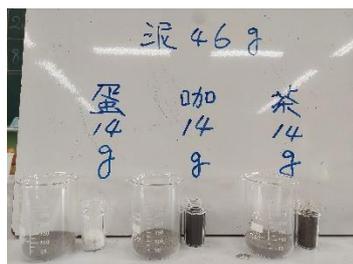


圖2-7 調配泥和渣

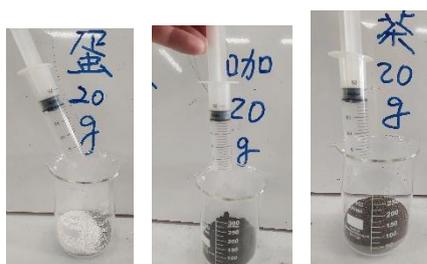


圖2-8 泥和渣加入水



圖2-9 紅豆覆土

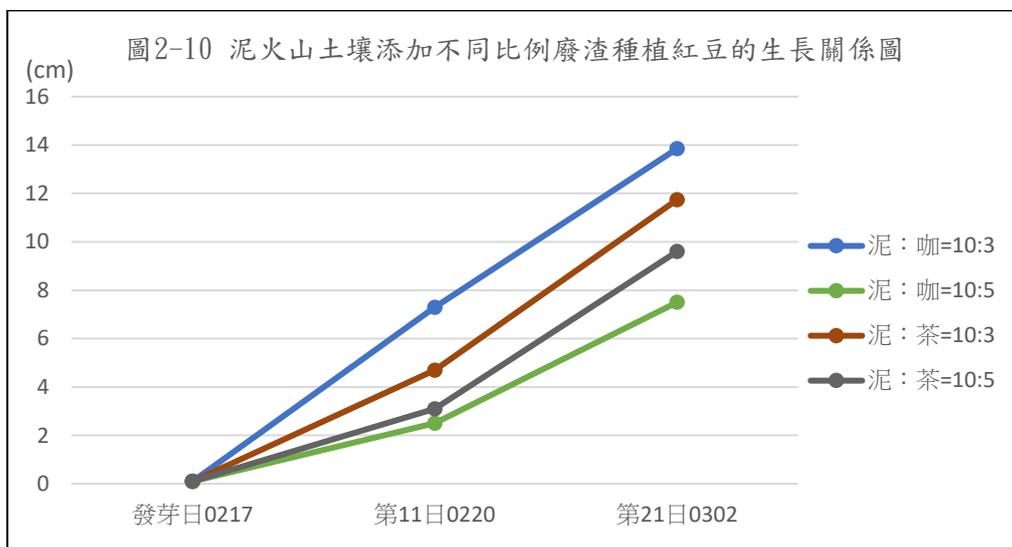
四、實驗記錄與結果

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。

紀錄代號說明：	芽：種子長出芽點
	數字：植物生長的高度
	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	泥：蛋=10:1	泥：蛋=10:3	泥：蛋=10:5	泥：咖=10:1	泥：咖=10:3	泥：咖=10:5	泥：茶=10:1	泥：茶=10:3	泥：茶=10:5
發芽日	X X	X X	X X	X X	芽 芽	芽 芽	X X	X 芽	芽 芽
2月17日					芽 芽	X X		芽 芽	芽 芽
第11天	X X	X X	X X	X X	7 10	4 1	X X	X 芽	7 5
2月20日					芽 12	X X		8 6	0.5 芽
第21天	X X	X X	X X	X X	15.5 17.5	11 4	X X	X 1	19.3 16.2
3月2日					0.9 21.5	X X		18.4 15.8	2.7 0.2
種植第21天 平均高度 (cm)	0	0	0	0	13.85	7.5	0	11.74	9.6
發芽率(%) =發芽數÷ 4×100	0	0	0	0	100	50	0	75	100



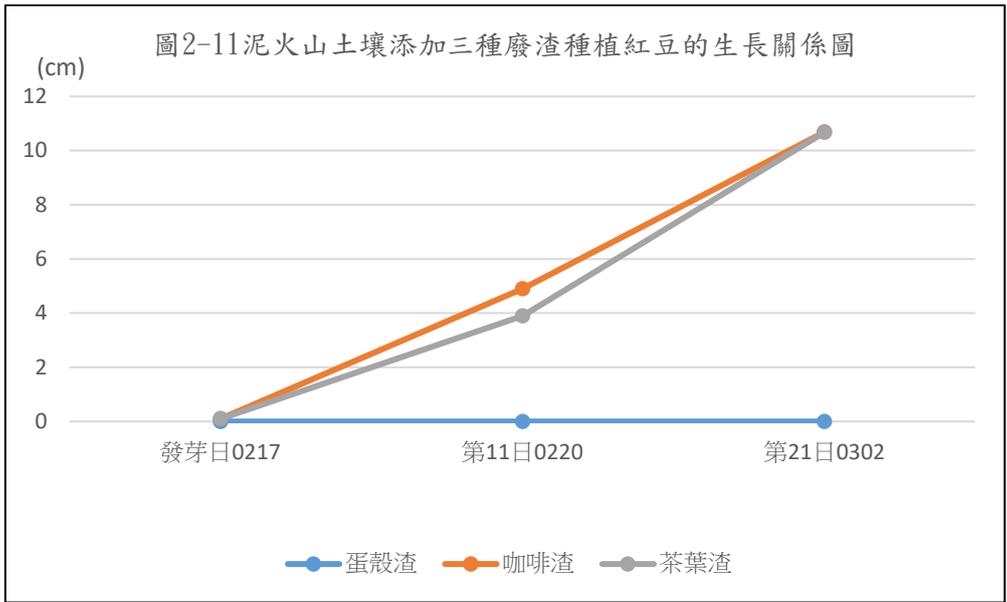


圖 2-12 第 10 天紅豆發芽



圖 2-13 第 18 天紅豆生長情形



圖 2-14 第 23 天紅豆生長情形



圖 2-15 第 23 天記錄紅豆生長情形

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，泥火山土壤性質因添加廢渣而獲得改善。
- (二)泥火山土壤添加咖啡渣與茶葉渣後，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同。我們發現咖啡渣與茶葉渣吸水能力較蛋殼強，吸附水分的同時，也將泥火山土壤一起吸附，土壤因而形成小團粒現象。
- (三)泥火山土壤添加不同比例的蛋殼，紅豆都無法發芽，且發現土壤會變得越來越硬，更不適合紅豆生長。添加蛋殼雖然增加泥火山土壤水入滲率，但仍有其他土壤性質的限制，使得紅豆仍然無法生長。
- (四)添加咖啡渣和茶葉渣在泥：渣為10:3的比例中，紅豆的生長的平均高度最高。泥：渣為10:1的比例，紅豆無法順利生長。觀察不同比例混和的土壤，發現小團粒產生以泥：渣為10:3的比例最多，泥：渣為10:1最少，團粒屬於土壤物理性質中的構造項目，植物生長與土壤之間的關係不是只有單一作用影響，因此未來可以再進行土壤不同性質項目的研究，以找出泥火山土壤最佳的使用狀態。

【研究問題三：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對紅豆生長有何影響？】

一、實驗說明

由研究問題二實驗結果發現，泥火山土壤混合不同比例咖啡渣及茶葉渣，已經可以使紅豆生長，且發現各項的土壤性質，並不是單一影響植物生長。由研究問題一實驗結果，我們得知泥火山土壤屬於弱鹼性，五年級自然課有教到酸鹼中和，查詢網路資料，中性土壤較適合植物生長，因此我們想利用酸性物質(食用工研醋)來中和土壤，看看是否能讓紅豆生長得更好。

二、實驗操作

(一)泥火山土壤及廢渣比例與研究問題二相同，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)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：

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	10：1	54	6
2：8	4	16	10：3	46	14
3：7	6	14	10：5	40	20

(三)土壤調配方式、種植方式、澆水及觀察記錄方法均與研究問題二相同



圖3-1 泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋種植紅豆

三、實驗記錄與結果

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

紀錄代號說明：

芽：種子長出芽點
數字：植物生長的高度
x：未發芽
0：凋零或死亡

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

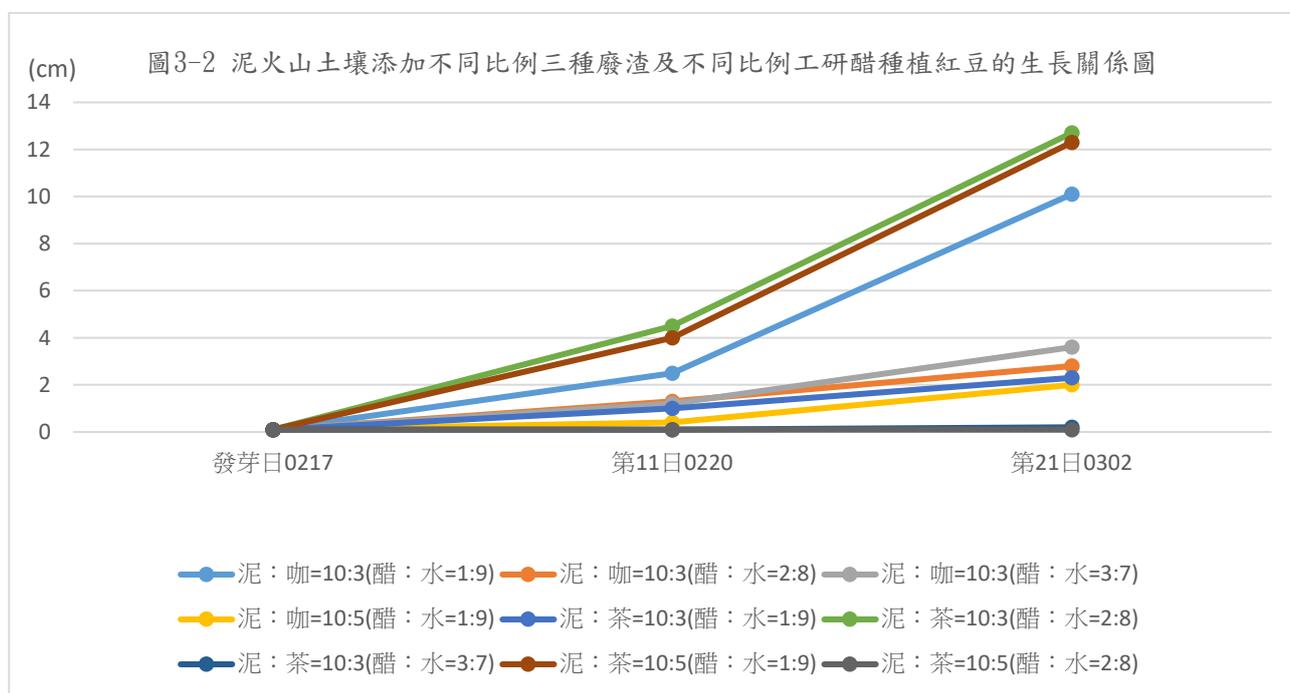
調配比例 觀察日期	泥：蛋=10:1			泥：蛋=10:3			泥：蛋=10:5		
	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7
2月17日	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X
第11天 2月20日	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X
第21天 3月2日	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X
種植第21天 平均高度 (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
發芽率(%) =發芽數÷ 4×100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表3-2 泥火山土壤添加**不同比例咖啡渣**及**不同比例工研醋**種植紅豆的生長紀錄表

觀察日期	泥：咖=10:1			泥：咖=10:3			泥：咖=10:5		
	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7
發芽日 2月17日	X X	X X	X X	芽 X	X 芽	X 芽	芽 X	X X	X X
第11天 2月20日	X X	X X	X X	2.5 X	X 1.3	X 1.2	0.4 X	X X	X X
第21天 3月2日	X X	X X	X X	10.1 X	X 2.8	X 3.6	2 X	X X	X X
種植第21天 平均高度 (cm)	0	0	0	10.1	2.8	3.6	2	0	0
發芽率(%) =發芽數÷ 4×100	0	0	0	50	50	50	50	0	0

表3-3 泥火山土壤添加不同比例茶葉渣及不同比例工研醋種植紅豆的生長紀錄表

觀察日期	泥：茶=10:1			泥：茶=10:3			泥：茶=10:5		
	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7	醋：水=1:9	醋：水=2:8	醋：水=3:7
發芽日 2月17日	X X	X X	X X	芽 芽	芽 芽	芽 芽	芽 X	芽 X	X X
第11天 2月20日	X X	X X	X X	芽 1	5 4	芽 芽	4 X	芽 X	X X
第21天 3月2日	X X	X X	X X	0.1 4.5	13 10.5	0.1 0.2	12.3 X	0.1 X	X X
種植第21天 平均高度 (cm)	0	0	0	2.3	12.7	0.2	12.3	0.1	0
發芽率(%) =發芽數÷ 4×100	0	0	0	100	100	100	50	50	0



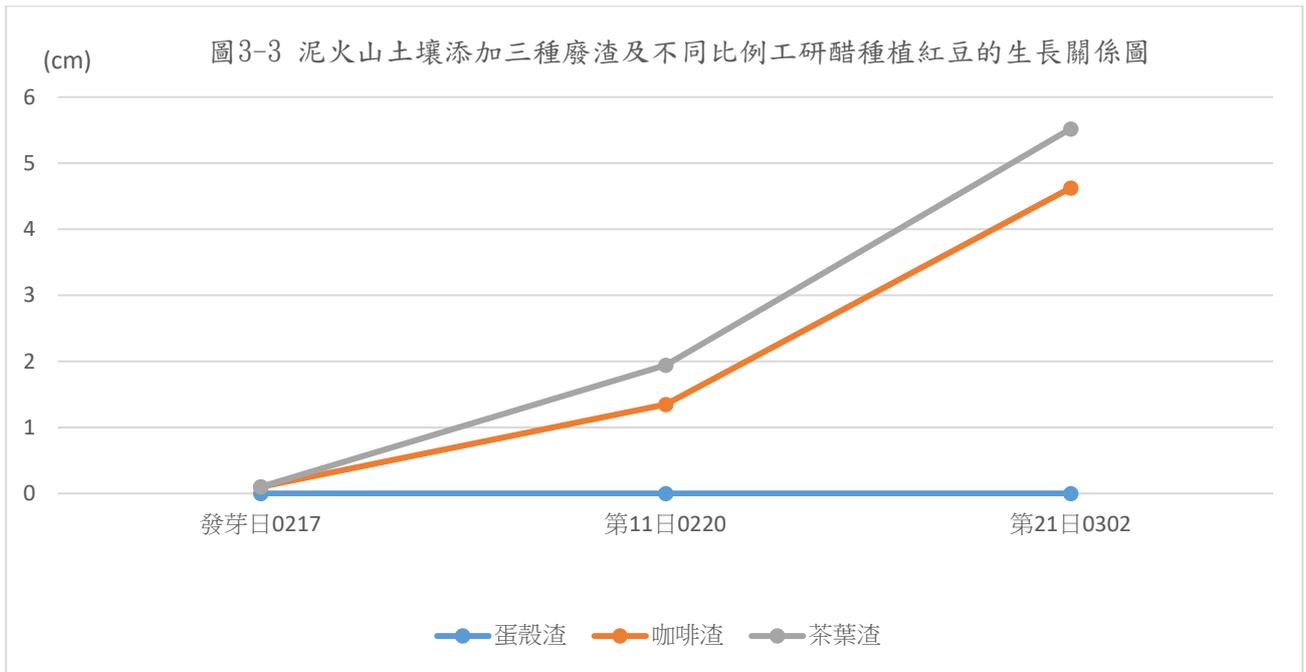


圖 3-4 第 12 天紅豆發芽



圖 3-5 第 18 天紅豆生長情形



圖 3-6 第 23 天紅豆生長情形



圖 3-7 泥：渣=10:1 的土壤，紅豆均無發芽

四、結果討論

- (一)泥火山土壤添加不同比例茶葉渣及不同比例工研醋的育苗穴盤中，共有8顆紅豆發芽生長，而添加不同比例蛋殼渣及不同比例工研醋的泥火山土壤，完全都沒有紅豆發芽。用手指觸摸添加茶葉渣的表面土壤有濕潤的感覺，添加蛋殼渣的土壤則是硬硬的觸感，紅豆無法在堅硬的土生根，與研究問題二的結果有一致性。
- (二)添加咖啡渣和茶葉渣泥渣比為10:5的泥火山土壤，醋水比為3:7的搭配下，表層土壤產生發霉狀況，無法讓紅豆順利生長，而且還會吸引果蠅等蟲類停下來駐足。
- (三)從實驗紀錄中發現，添加茶葉渣泥渣比為10:3，搭配醋水比為2:8的泥火山土壤，紅豆發芽率達100%，生長的平均高度最高，紅豆生長情形最好。

【研究問題四：萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對羅勒的生長有何影響？】

一、實驗說明

從研究問題二和研究問題三的實驗結果，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，最佳的比例組合為：

(一)在研究問題二中，泥火山土壤添加茶葉渣種植，泥：渣比例為10:3。

(二)在研究問題三中，紅豆生長平均高度前二名為

1. 添加茶葉渣泥渣比為10:3，搭配醋水比為2:8的泥火山土壤。

2. 添加茶葉渣泥渣比為10:5，搭配醋水比為1:9的泥火山土壤。

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？於是我們到花材行詢問，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，剛好為研究問題二、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)	泥與茶渣的比例	泥重(g)	茶渣重(g)
0:10	0	80	10:3	184	56
1:9	8	72	10:5	160	80
2:8	16	64	10:3	184	56

(二)土壤調配：方式與研究問題二相同。

(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：方法與研究問題二相同。



圖4-1 渣物與土壤調配



圖4-2 羅勒土壤的更換



圖4-3 羅勒葉子數量的統計

三、實驗記錄與結果

羅勒生長紀錄：我們點數枯黃葉數，記錄成表格，如表4-1。

表4-1泥火山土壤添加不同比例茶葉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	醋：水=0:10 泥：茶=10:3	醋：水=1:9 泥：茶=10:5	醋：水=2:8 泥：茶=10:3
原始葉數	38	41	42
第2天	2	3	14
第3天	3	4	21
第4天	4	6	26
第5天	4	7	30
第6天	4	7	34
枯黃率(%) =枯黃葉數÷ 總葉數×100	11	17	81



圖4-4 第1天生長情形



圖4-5 第3天生長情形



圖4-6 第7天生長情形

四、結果討論

(一)羅勒在泥火山土壤添加茶葉渣種植，泥：渣比例為10:3中，葉子枯黃率最低，生長情形最佳，與研究二的結果有一致性。在添加茶葉渣泥渣比為10:5，搭配醋水比為1:9的泥火山土壤中，葉子枯黃率次之。

(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。

陸、研究結論

一、萬丹泥火山土壤特性分析和植物生長關係

- (一)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，而且噴出的泥漿乾裂後形成的泥塊，使得農地被迫墊高，造成農民耕作種植時的極大困擾。
- (二)萬丹泥火山土壤的 pH 值在9左右是弱鹼性，不適合植物生長，噴發乾裂後的泥漿會變硬塊，無法讓當地農民當成耕作土壤之用，泥塊被棄置在一旁空地上，成為環境廢土。
- (三)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。

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、咖啡渣和茶葉渣)，其中添加咖啡渣與茶葉渣後，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同。我們發現咖啡渣與茶葉渣吸水能力較蛋殼強，吸附水分的同時，也將泥火山土壤一起吸附，因而形成小團粒的土壤物理現象。
- (二)添加咖啡渣和茶葉渣在泥：渣為10:3的比例中，紅豆的生長的平均高度最高。泥：渣為10:1的比例，紅豆都無法順利生長。而且發現小團粒產生的情形，以泥：渣為10:3的比例最多，泥：渣為10:1最少。

三、萬丹泥火山土壤添加不同比例廢渣及不同比例工研醋，對紅豆生長的影響

- (一)添加不同比例蛋殼渣及不同比例工研醋的泥火山土壤，完全都沒有紅豆發芽。用手指觸摸添加茶葉渣的表面土壤有濕潤的感覺，添加蛋殼渣的土壤則是硬硬的觸感，紅豆無法在堅硬的蛋殼土壤生根，與研究問題二的結果有一致性。
- (二)添加茶葉渣，以泥渣比為10:3，搭配醋水比為2:8的泥火山土壤，紅豆發芽率達100%，生長的平均高度最高，紅豆生長情形最好。
- (三)添加咖啡渣和茶葉渣，以泥渣比為10:5的泥火山土壤，醋水比為3:7的搭配下，表層土壤產生發霉狀況，無法讓紅豆順利生長，而且還會吸引果蠅等蟲類停下來駐足。

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)羅勒在泥火山土壤添加茶葉渣種植，泥：渣比例為10:3中，葉子枯黃率最低，生長情形最佳，與研究二的結果有一致性。在添加茶葉渣泥渣比為10:5，搭配醋水比為

1:9的泥火山土壤中，葉子枯黃率次之。

(二)醋的添加比例越高，羅勒葉的枯黃率也隨之提高，羅勒可能不適合在較酸的土壤中生長。

柒、參考文獻

- 一、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。
- 二、陳尊賢、許正一(2002)。台灣的土壤。遠足文化事業有限公司。
- 三、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。
- 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、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。
- 六、廖秀芬(1992)。泥火山地區之植群研究。國立中興大學。
- 七、95年度「臺灣西南部油氣來源及生油岩潛能研究」研究計畫。
- 八、〈屏東於我〉四十一期鄉土采風錄。