

屏東縣第 64 屆科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學科(三) (含化學工程/環境科學)

組別：國中組

作品名稱：愛地球的便利貼

~探討自製好黏又環保的環保黏土配方~



關鍵詞：環保黏土、桐油、聚異丁烯

編號：B8001

目錄

摘要	1
壹、前言	2
一、研究動機	2
二、研究目的	2
三、文獻回顧	3
貳、研究設備及器材	6
參、研究過程或方法	7
一、測量黏土載重前準備工作	7
二、實驗材料選定	7
三、黏土載重測量	7
四、各項實驗流程	8
肆、研究結果與討論	11
伍、結論	21
陸、參考資料	23

作品名稱：愛地球的便利貼

~探討自製好黏又環保的環保黏土配方~

摘要

本研究主要探討影響黏土載重能力的因素，發現讓黏土載重能力增加的原因除了自身成分外，成分的比例也是重要的關鍵。

我們以桐油+粉筆灰作為實驗的材料，因為其載重能力最佳且材料較容易取得。接著探討黏土的其他變因，發現「材料比例」、「滴上不同酸鹼溶液」、「滴上不同溫度的水」都會稍微影響載重能力。材料比例桐油:粉筆灰為 1:3 時的載重能力最好，滴上 pH7 的溶液載重能力最好，酸性對黏土載重能力的影響較鹼性明顯，滴上 30°C 的水載重能力最好，90°C 時最差。

除了黏土的因素外，環境的變項和是否能被分解也是我們這次探討的主題，環境對載重能力的影響很大，黏土的載重能力在實木板和鐵板上最好，而市售黏土則是在玻璃上最好。



自製黏土載重測試

壹、前言

一、研究動機

記得之前曾到百貨公司，裡面有著各式各樣的商品，店家為了吸引顧客上門，總是把自家引以為傲的產品展示於店面前，讓大家遠遠就能看見，而當我走近看時，發現展示出來的商品背後有著一坨小小的藍色黏土，看起來不像平常我們玩的那種黏土，它看起來就像一塊藍色的軟橡皮，我們想到它和一般的黏土有何不同？想到是否是因為成分不同的關係？使得這種藍色黏土不但有固定更有黏貼物品的功能不同於一般的黏土，後來回家查資料才發現這種黏土的材料只須上網購買即可取得，且製作過程也十分容易，因此我們決定加以改良做出一款不只可供玩樂，更可以拿來固定物品且應用於生活中的黏土。而改變材料的比例會影響黏土的載重能力嗎？有沒有讓黏土載重力增加的方法呢？老師鼓勵我們自己動手做做看，於是我們蒐集許多製造環保黏土的材料，再加上老師的經驗，覺得桐油(防水)、甲殼素(防黴、增加黏稠度)可以試試，我們就決定自製各種不同的配方，透過不同的實驗測試，一起去尋找最佳的黏土配方。

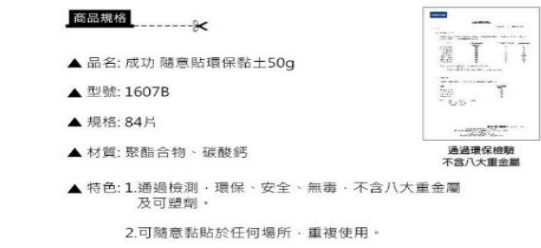
二、研究目的

- (一)探討不同成分的環保黏土載重能力的差異。
- (二)探討材料的比例不同對黏土載重能力的影響。
- (三)探討黏貼在不同材質上對黏土載重能力的影響。
- (四)探討滴上不同溫度的水對黏土載重能力的影響。
- (五)探討滴上不同酸鹼值的水溶液對黏土載重能力的影響。
- (六)探討不同黏土在培養土中分解的情形。

三、文獻回顧

黏土是家庭、辦公常用的用品，隨者環保意識的崛起，環保黏土的研究也有幾篇作品，有粉筆的再利用及黏土製造成分的比例等(整理分析如下表一)，而市售黏土是由聚合樹脂(不易分解)和碳酸鈣組成，我們自製黏土是用聚異丁烯和桐油取代聚合樹脂，碳酸鈣除了用粉筆灰取代外，我們還找了甲殼素、蚬殼粉來試試，這與其他作品有很大的差異。

表一：歷屆環保黏土相關的作品分析

相關研究/報導/文章	主要研究結果/內容
中華民國第53屆中小學科學展覽會作品說明書 Let's Play Dough—自製無毒黏土之研究	主要在探討影響自製黏土的因素並選出測試結果較合適的兩種自製黏土與市售黏土一同進行問卷調查，以瞭解大家對自製黏土的看法。
中華民國第56屆中小學科學展覽會作品說明書 「灰」「灰」衣袖，帶來一片商機	將校園中丟棄的短粉筆及粉筆灰回收再利用，以調配出具環保理念的萬用黏土。故經本研究開發環保萬用黏土，具備良好性能表現，並具有資源再利用及環境保護生活化的概念。
中華民國第49屆中小學科學展覽會作品說明書 黏土萬用在哪裡？	製作萬用黏土的主要成份聚異丁烯及碳酸鈣，依照不同比例調配成附著力不同的黏土。將聚異丁烯的重量固定，加入一定比例的碳酸鈣，從中調配最適合比例的黏土。
中華民國第57屆中小學科學展覽會作品說明書 回收紙大改造-自製環保紙黏土的研究	以紙黏土為主題進行探究，目的在於：瞭解紙黏土的基本製作方法及特性、找出影響紙黏土柔軟度和延展性的因素、比較不同配方製作出來的自製紙黏土乾燥後的差異。
文孟 成功 隨意貼環保黏土 1607B	此黏土的品名、材質與特色。  <ul style="list-style-type: none"> ▲ 品名: 成功 隨意貼環保黏土50g ▲ 型號: 1607B ▲ 規格: 84片 ▲ 材質: 聚脂化合物、碳酸鈣 ▲ 特色: 1.通過檢測·環保、安全、無毒·不含八大重金屬及可塑劑。 2.可隨意黏貼於任何場所·重複使用。

名詞解釋：

(一)聚異丁烯(參考一):

聚異丁烯是一種無色無味無毒的高純度的液體，可用於化妝品和藥品；和白礦油、凡士林相比，聚異丁烯能給產品以極好而高貴的手感，滋潤不油膩，保濕潤滑，滲透力強；和天然角鯊烷的性質非常接近，但價格便宜許多；熱穩定和存儲穩定性良好，使用時易於乳化；無刺激和過敏性。主要應用範圍為：口紅能使顏料分散得更好；膏霜塗敷感非常好，膏霜的滲透力好，保濕、滋潤而不油膩的手感、光亮，可作為保濕劑、潤膚劑。蘆薈滋潤露就含有氫化聚異丁烯（合成角鯊烷）成分。

(二)桐油(參考二):

桐油原產中國，傳統上用來塗抹保護木器、製造油布、油紙等防水材料，調製油泥鑲嵌縫隙，中醫用來調和膏藥等外用藥桐油在現代用於做木器油漆、油墨。中國傳統的桐油來自三年桐和木油桐。日本油桐所產的油稱為日本桐油。油桐種子含油率一般在35%以上，其中種仁含油率60%左右。成熟的種子採收後，去除果皮和種皮，用壓榨的方法榨油，剩餘的麩餅還可以進一步用溶劑萃取。這樣製得的生桐油外觀淡黃、暗紅或暗黑色，分別稱為白／紅／黑桐油。生桐油乾燥速度較慢，而且漆膜的透明性和粘性較差。生桐油加一氧化鉛等進一步熬製成為熟桐油，又稱光油，更加適合做塗料。

(三)碳酸鈣(參考三):

碳酸鈣俗稱灰石、石灰石、石粉，是一種化合物，化學式為 CaCO_3 ，屬碳酸鹽類，呈鹼性，幾乎不溶於水，可與酸反應。碳酸鈣在地球上存量豐富，並以許多形式存在於岩石、礦物與生物體，如：霏石、方解石、白堊、石灰岩、大理石、石灰華。亦為動物骨骼或外殼（如：爬蟲類與雙殼綱）的主要成份。碳酸鈣亦為水垢的主要成分，通常藉由水中的鈣離子與碳酸根離子結合所生成的，

時常發生在水質硬度較高的地區。碳酸鈣亦為農用石灰中的有效成分之一，可用於中和土壤酸性，但過度使用也有造成土壤鹽鹼化的風險。在醫學應用方面，碳酸鈣亦是常用的鈣質來源，也常做為抑酸劑中的有效成分之一。

(四)粉筆(參考四):

普通粉筆的主要成分均為碳酸鈣(石灰石)和硫酸鈣(石膏)，或含少量的氧化鈣。由於硫酸鈣難溶於水，對皮膚有刺激作用，如果夏天遇汗水，會產生鹼性物質，對皮膚的刺激就更大，使用粉筆產生的粉塵會使皮膚變得乾燥、粗糙，並伴有搔癢感，使人體不適。在教學過程中，粉筆粉塵非常容易被吸入肺，多數被吸入肺泡內，經過長時間的刺激，可能會造成肺部病變。只是在普通粉筆中加入油脂類或聚醇類物質作黏結劑，再加入比重較大的填料，無塵粉筆加入少量的光滑劑和黏結劑，讓粉筆不沾手和衣服，教師上完一節課手指上無白色痕迹，不需要洗手。同時也加入少量的防潮劑，長時間存放不易變質。普通粉筆長時間存放極容易吸潮，硬度下降，寫字易斷。

(五)蚶殼粉(參考五):

其主成分約 95% 為碳酸鈣。蚶殼表面呈多孔性，耐熱、耐壓，可再利用於肥料、飼料、淨化水質、抗菌資材及道路級配(指再生粒料應用於道路工程)。

貳、研究設備及器材

			
鐵板	壓克力板	濾網	寶特瓶和麻繩
			
酸鹼計	廢紙	醋酸	磚頭
			
滴管	磁磚	聚異丁烯	軟木板
			
塑膠手套	塑膠板	電子秤	電子溫度計
			
桐油	粉筆	鉢跟杵	蚵殼粉
			
杯子	金屬扣環	玻璃	砂紙
			
小蘇打粉	手套	木板	市售黏土

參、研究過程或方法

一、測量黏土載重前準備工作：用黏土固定金屬扣環上部長方形部分，不可黏到下部三角形部分，以免測量時三角形部分被黏住無法垂掛麻繩。



金屬扣環

二、實驗材料選定：實驗前我們比較了實驗材料的優缺點

材料名稱	優點	缺點
棉線	<ul style="list-style-type: none"> ●容易取得 	<ul style="list-style-type: none"> ●載重能力不足，易斷裂 ●打結後不易拆除，無法重複使用
麻繩	<ul style="list-style-type: none"> ●不易斷裂，夠堅固 ●打結後容易拆除，可重複使用 	<ul style="list-style-type: none"> ●價格較高

根據結果，麻繩具有不易斷裂、夠堅固、打結後可拆除，可重複使用等優點，較棉繩更適合本次實驗，因此我們決定以麻繩作為本次實驗的材料。

三、黏土載重測量：

黏土性質	軟	硬
黏土種類	聚異丁烯+粉筆灰+精油 5 滴 聚異丁烯+粉筆灰 聚異丁烯+蚵殼粉 聚異丁烯+蚵殼粉+精油 5 滴	桐油+蚵殼粉+精油 5 滴 桐油+蚵殼粉 桐油+粉筆灰+精油 5 滴 桐油+粉筆灰
測量方法	取 10 克黏土固定麻繩於牆上，使用寶特瓶加入不同公克的水，綁在麻繩上，其最大載重量持續承載 15 秒，才算成功載重。	取黏土 10g 固定金屬扣環於壓克力板上，壓克力板橫跨兩張桌子上用寶特瓶加入不同公克的水，綁上麻繩並將麻繩固定於金屬扣環上，測量其最大載重量，承載 15 秒，才算成功載重。

我們使用以上兩種方法分別測量市售黏土的載重能力，雖然兩種測量方法略有差異，但結果僅相差 1.5 克，因此可進行比較。



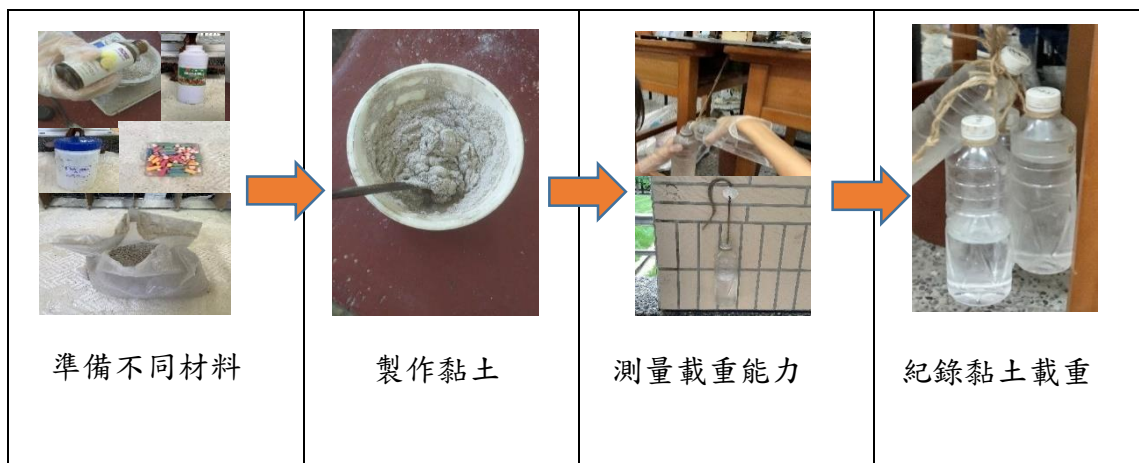
測量載重(桐油黏土)



測量載重(聚異丁烯黏土)

四、各項實驗流程

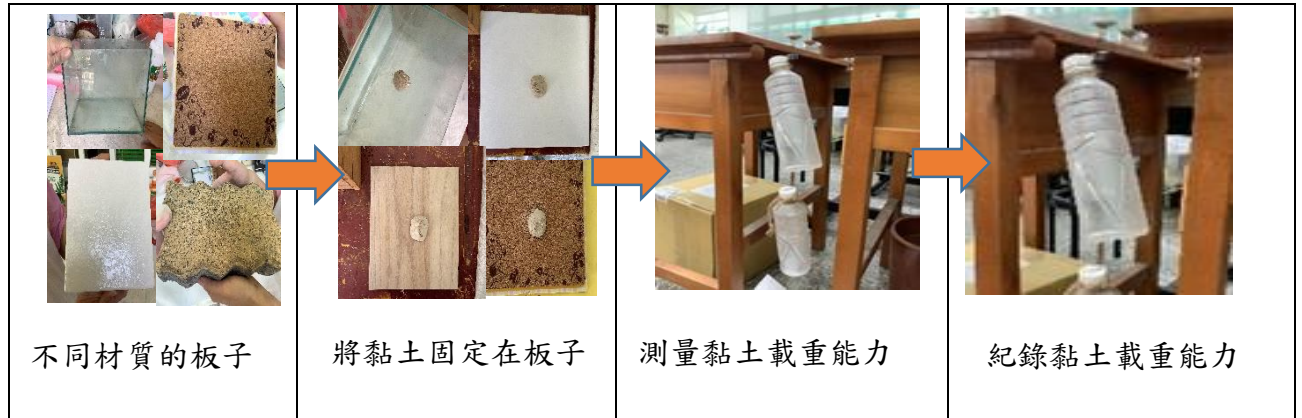
研究一：探討不同成分對黏土載重能力的影響？



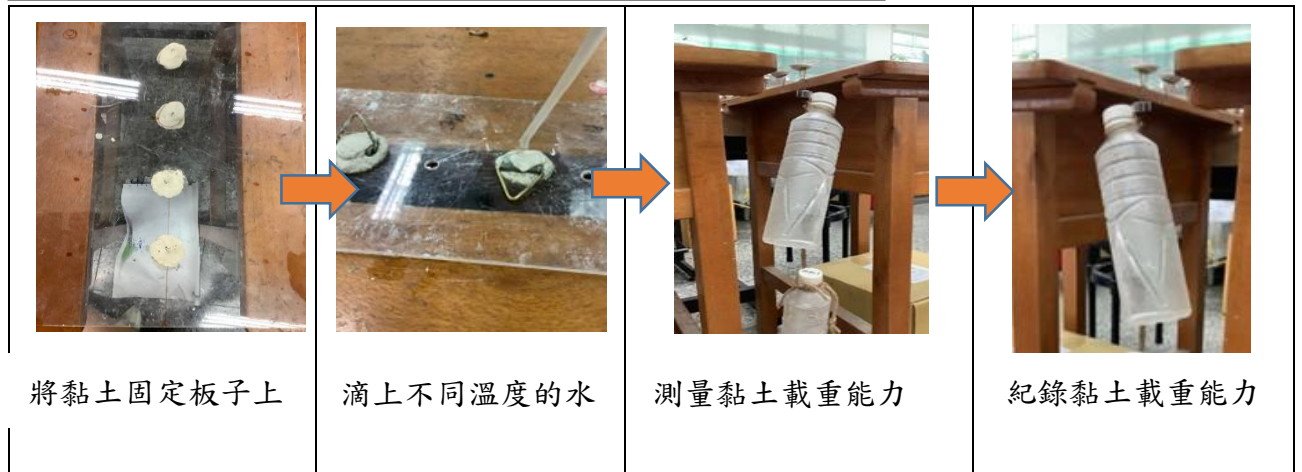
研究二：探討材料的比例不同對黏土載重能力的影響？



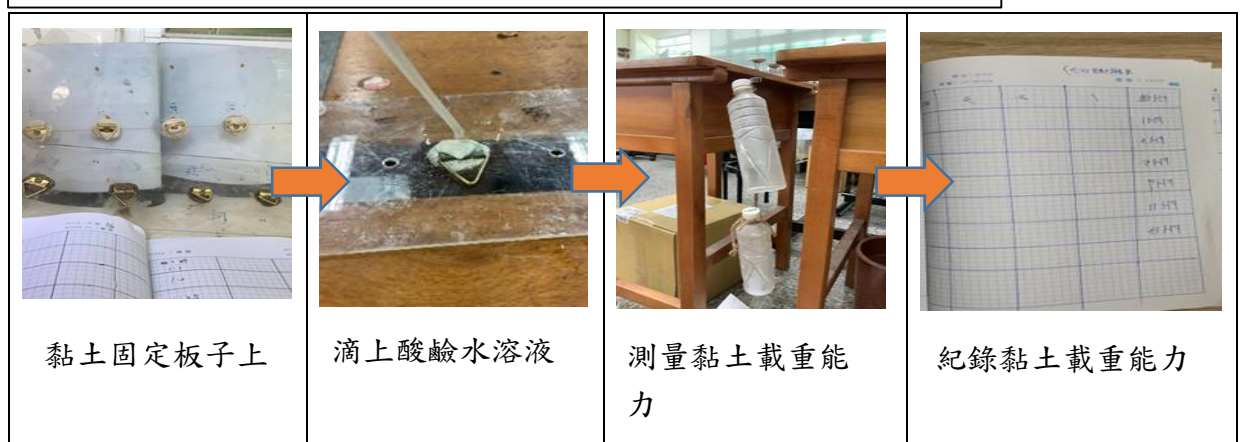
研究三：探討黏貼在不同材質上對黏土載重能力的影響？



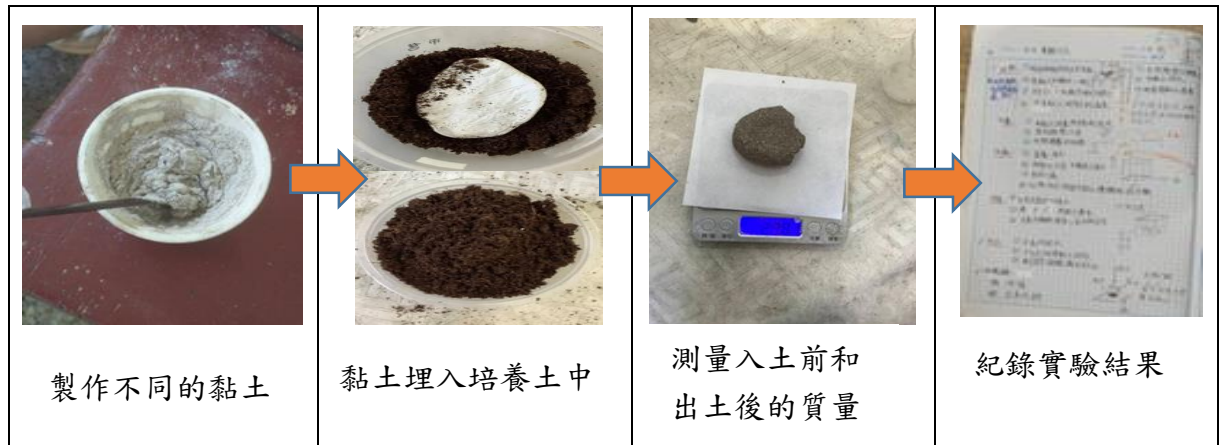
研究四：探討滴上不同溫度的水對黏土載重能力的影響？



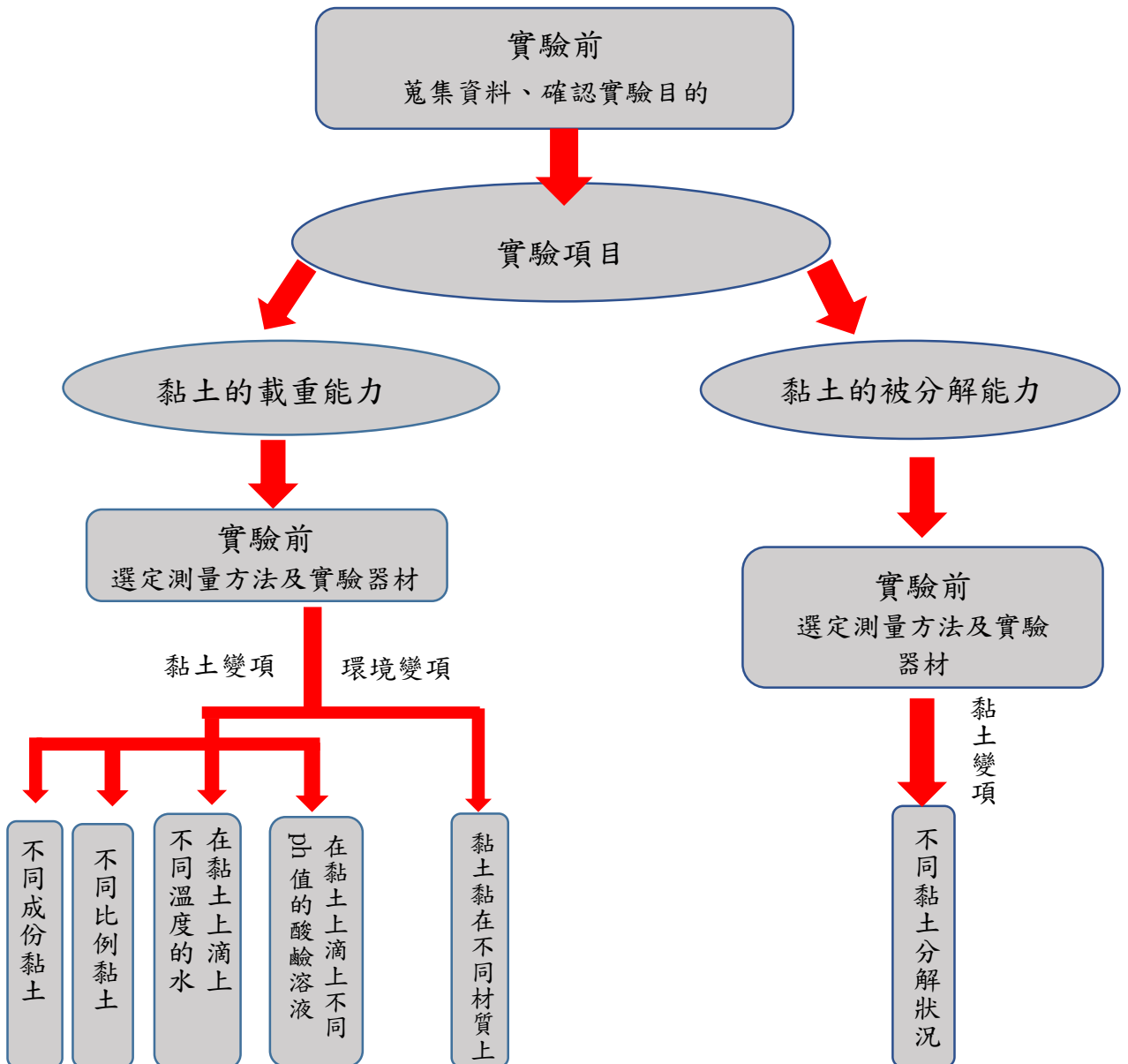
研究五：探討滴上不同酸鹼值的水溶液對黏土載重能力的影響？



研究六：探討不同黏土在培養土中分解的情形？



根據研究目的，規則實驗架構流程，如下圖：



肆、研究結果與討論

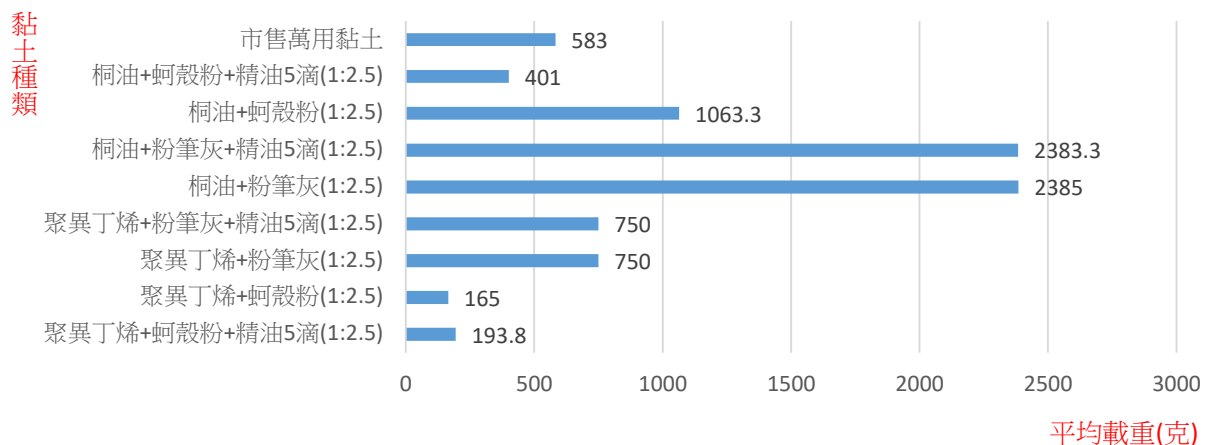
研究一：探討不同成分對黏土載重能力的影響？

黏土的配方不同，載種能力也會不同，我們希望找出載種能力好又環保的配方，於是我們精心挑選了7種配方，製成黏土後和市售黏土來做比較，結果如下：

表一：不同成分的黏土載重能力的比較

黏土 / 載重(g)	A 載重(g)	B 載重(g)	C 載重(g)	平均載重	排序
聚異丁烯+蚵殼粉+精油	183	204	195	193.8	8
聚異丁烯+蚵殼粉	165	171	168	168	9
聚異丁烯+粉筆灰+精油	810	840	855	834.9	4
聚異丁烯+粉筆灰	750	750	750	750	5
桐油+蚵殼粉+精油	395	405	403	401	7
桐油+蚵殼粉	1020	1100	1070	1063.3	3
桐油+粉筆灰+精油	2400	2380	2350	2383.3	2
桐油+粉筆灰	2390	2370	2395	2385	1
市售黏土	586	580	584	583	6

圖1:不同成分的黏土載重能力的比較



【問題與討論】

(一) 從表 1 中，我們發現不同成分的黏土在其他變因都相同的情況下，載重能力排列由大到小，依序是：**桐油+粉筆灰(2500g)** > **桐油+粉筆灰+精油(2300g)** > **桐油+蚵殼粉(2246.6g)** > **桐油+蚵殼粉+精油(1136.6g)** > 聚異丁烯+粉筆灰+精油(930g) > 聚異丁烯+粉筆灰(870g) > 市售黏土(625g) > 聚異丁烯+蚵殼粉+精油(253.8g) > 聚異丁烯+蚵殼粉(0g)。總共有五種自製黏土載重能力大於市售黏土。

(二) 排名第一的桐油+粉筆灰在載重方面表現卓越，具有最佳的承載能力，其成分更加環保，且相對容易取得。相較之下，排名第二的黏土雖然成分相似，卻因精油單價較高而略顯不及。至於排名第三的黏土，雖然材料同樣環保且易取得，但其載重能力則稍嫌不足。

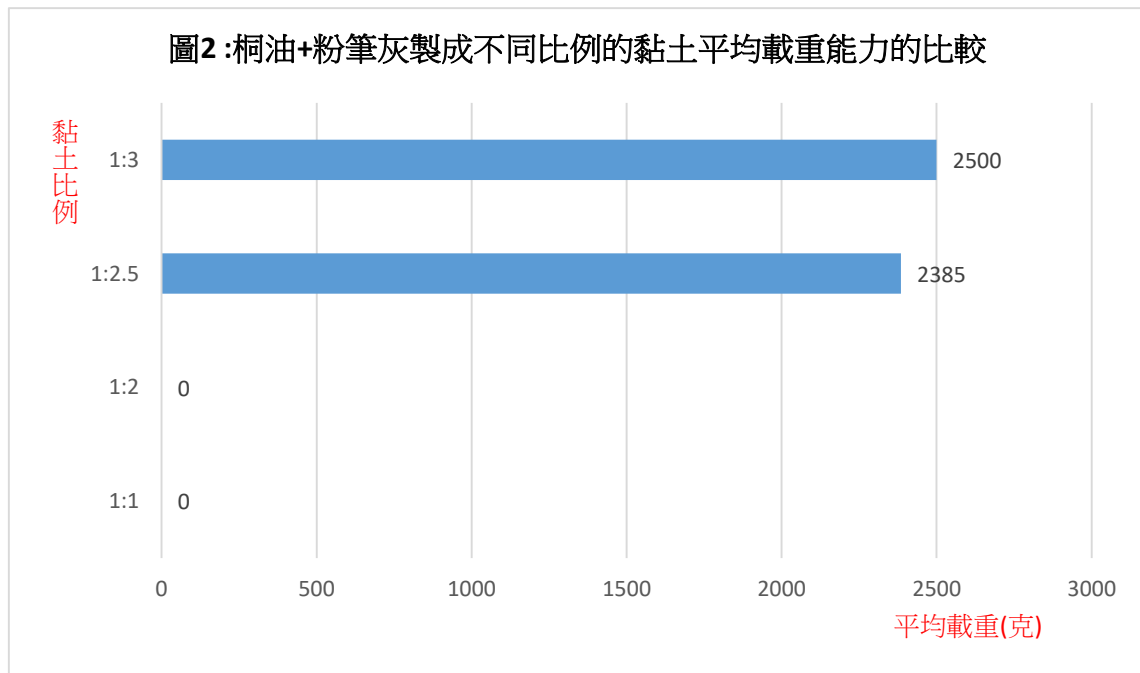
(三) 因此，我們選擇以本次實驗中排名第一的桐油+粉筆灰製成的黏土，作為未來大部分實驗的材料。其卓越性能將有助於實驗的順利進行與結果的準確呈現。

研究二：探討材料的比例不同對黏土載重能力的影響？

在我們確定以桐油+粉筆灰作為接下來實驗的材料後，我們想要改變實驗一的其他變因。在實驗一裡，黏土材料的比例都是 1:2.5，如果我們將黏土的材料改成其他比例，且材料都相同，哪一種黏土的載重比較多呢？以實驗二來探討不同的材料比例對黏土載重的影響：

表 2：桐油和粉筆灰的比例不同製成的黏土載重能力的比較

桐油:粉筆灰	A 載重(g)	B 載重(g)	C 載重(g)	平均	排序
1:1	0	0	0	0	3
1:2	0	0	0	0	3
1:2.5	2390	2370	2395	2385	2
1:3	2500	2400	2600	2500	1



【問題與討論】

(一) 從表 2 中，我們發現由桐油+粉筆灰製成的黏土比例 1:1 與比例 1:2 的比例皆無法成形，因此我們無法測量其載重能力；比例 1:2.5 及比例 1:3 的黏土載重能力接近，其中比例 1:3 的黏土載重能力略大於比例 1:2.5 的黏土，可承載至 2500 公克。

(二) 黏土皆為 15 公克，我們推估黏土的載重能力除了受「成分」的影響之外，也會受到成分「比例」的影響，比例 1:2.5 的黏土(桐油:粉筆灰)，和比例 1:3 的黏土(桐油:粉筆灰)相比之下，少加了大約 3.5 克的粉筆灰，因此黏土沒有比例 1:3 的緊實，我們推知因為如此，比例 1:2.5 的黏土載重能力不及比例 1:3 的黏土。

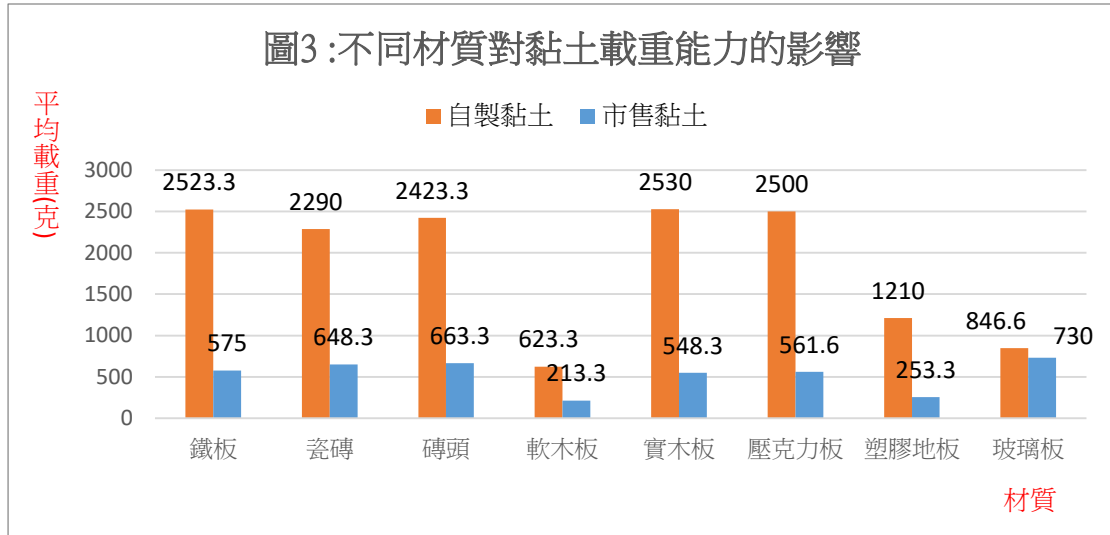
(三) 根據實驗結果，比例為 1:3 的黏土載重能力最佳，接下來的實驗以 1:3 作為黏土(桐油+粉筆灰)的比例。

研究三：黏貼在不同材質上對黏土載重能力的影響？

在成分相同，所加的比例也相同的情況下，黏貼於不同材質的板子上黏土會有不一樣的載重能力嗎？以實驗三來探討黏貼在不同材質上對黏土載重能力的影響：

表三：自製黏土和市售黏土黏貼在不同材質上載重能力的比較

材質 / 載重(g)	自製黏土					市售黏土				
	A 載重 (g)	B 載重 (g)	C 載重 (g)	平均	排序	A 載重 (g)	B 載重 (g)	C 載重 (g)	平均	排序
鐵板	2520	2500	2550	2523.3	2	570	565	590	575	4
磁磚	2320	2300	2250	2290	5	650	665	630	648.3	3
磚頭	2400	2450	2420	2423.3	4	660	660	670	663.3	2
軟木板	620	650	600	623.3	8	220	205	215	213.3	8
實木板	2500	2570	2520	2530	1	560	545	540	548.3	6
壓克力板	2500	2600	2400	2500	3	550	570	565	561.6	5
塑膠地板	1220	1210	1200	1210	6	250	240	270	253.3	7
玻璃	850	870	820	846.6	7	720	750	720	730	1



【問題與討論】

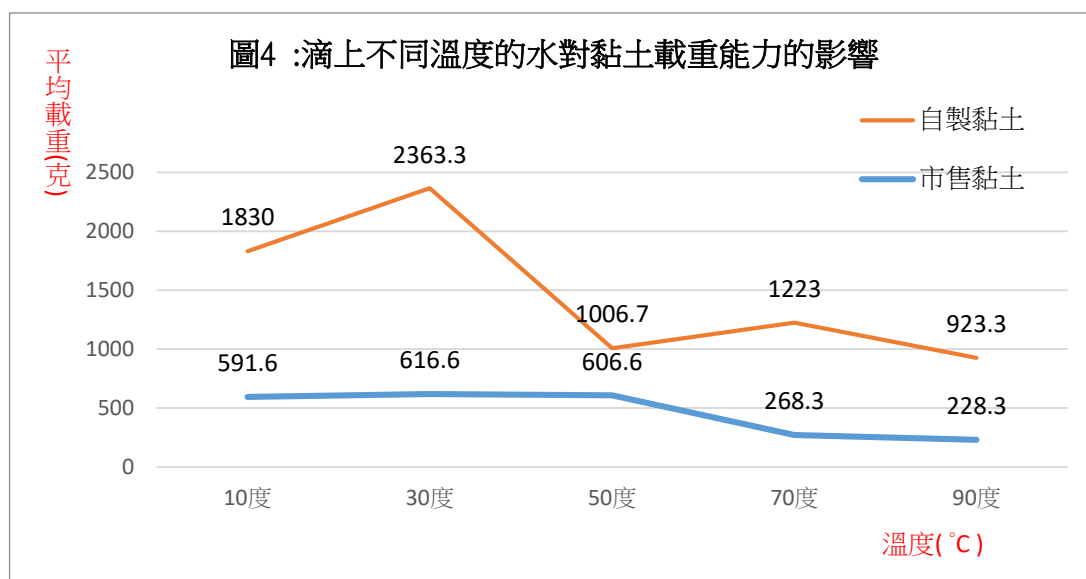
- (一) 同一種黏土(桐油+粉筆灰=1:3, 15 克), 我們選用不同材質的物體測量黏土在不同材質的板子上的載重能力, 從圖 3 中, 我們得知黏土在不同物體上的載重能力排名由大到小如下: 實木板(2530g) > 鐵板(2523.3g) > 壓克力板(2500g) > 磚頭(2423.3g) > 磁磚(2290g) > 塑膠地板(1210g) > 玻璃(846.6g) > 軟木板(623.3g)。也就是**自製黏土在實木板上的載重能力最好, 在軟木板上的自製黏土載重能力最差。**
- (二) 市售黏土在不同材質物體上的載重能力如下: 玻璃(730g) > 磚頭(663.3g) > 磁磚(648.3g) > 鐵板(575g) > 壓克力板(624.3g) > 實木板(548.3g) > 塑膠地板(253.3g) > 軟木板(213.3g)。由圖 3 可知, 市售黏土與自製黏土在軟木板上載重能力皆最差(市售黏土 213.3g、自製黏土 623.3g), 其中自製黏土載重能力較好。我們推測軟木板的顆粒較大(八種材料中最大), 因此黏土較容易脫落, 所以載重能力在市售和自製黏土中都最差。
- (三) 雖然黏土在壓克力板上的載重能力位居中間, 但它較方便取得, 因此我們繼續採用壓克力板作為接下來實驗的材料。

研究四：探討滴上不同溫度的水對黏土載重能力的影響？

在黏土的材料、比例、黏貼材質都相同時，如果在測量前於黏土上滴上不同溫度的水會影響黏土的載重能力嗎？以實驗四來比較低上不同溫度的水對黏土載重能力的影響：

表四：自製黏土和市售黏土在滴上不同溫度的水的載重能力的比較

溫度 (°C) / 載重 (g)	自製黏土					市售黏土				
	A 載 重 (g)	B 載 重 (g)	C 載 重 (g)	平均	排 序	A 載 重 (g)	B 載 重 (g)	C 載 重 (g)	平均	排 序
10	1820	1820	1850	1830	2	590	585	600	591.6	3
30	2350	2370	2370	2363.3	1	620	610	620	616.6	1
50	1050	1000	970	1006.7	4	600	605	615	606.6	2
70	1220	1240	1210	1223	3	270	275	260	268.3	4
90	920	950	900	923.3	5	210	240	235	228.3	5



【問題與討論】

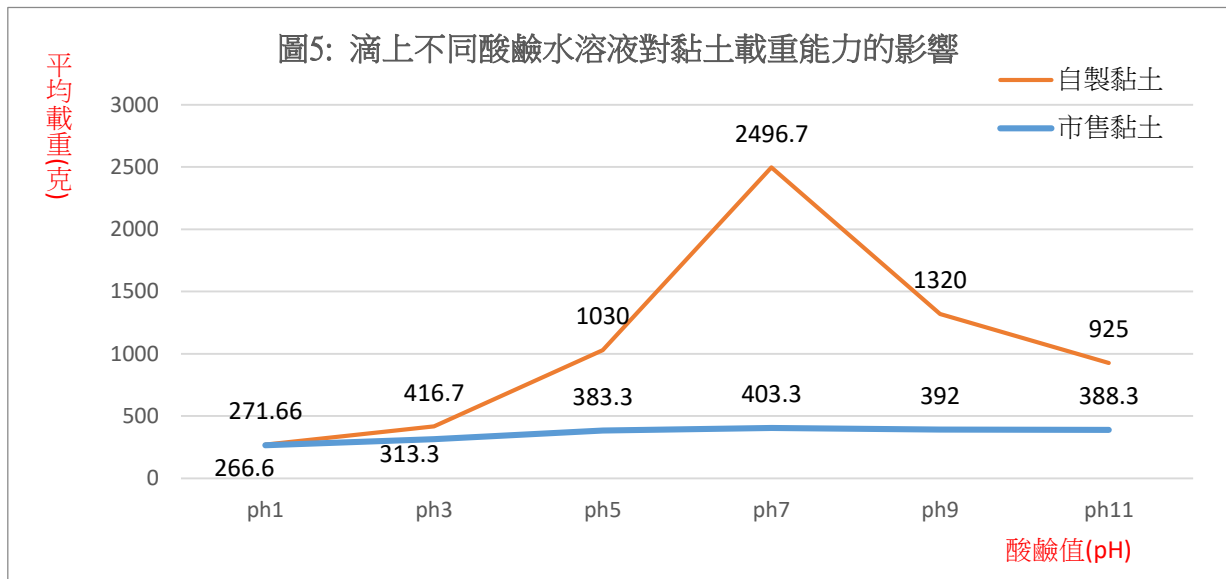
- (一) 我們發現，自製和市售黏土在滴上不同溫度的水後，載重能力皆受到影響。自製黏土(桐油+粉筆灰)載重能力如下：30 度(2363.3g) > 10 度(1830g) > 70 度(1223g) > 50 度(1006.7g) > 90 度(923.3g)。我們發現滴入 30 度的水載重能力和原本差距最小(原 2500 克較佳)，**載重能力以 30 度最佳**，溫度比 30 度高或低者，載重能力均有下滑的趨勢。
- (二) 市售黏土的載重能力由大到小如下：30 度(616.6g) > 50 度(606.6g) > 10 度(591.6g) > 70 度(268.5g) > 90 度(228.3g)。其載重能力也以 30 度為最佳，和原本相差最少(原 624.3 克較佳)，溫度比 30 度高或低者，載重能力也均有下滑的現象。**自製和市售的黏土在滴 30 度的水時載重能力皆最好(但都比不上原本乾燥時的載重能力)**，在滴 90 度的水時，載重能力皆最差，雖然滴上不同溫度的水對市售黏土的載重能力影響較小，**但自製黏土的載重能力皆比市售黏土的好**。
- (三) 我們發現滴上不同溫度的水皆會對載重力造成影響，而自製黏土的載重能力皆大於市售黏土，和乾燥時相同。

研究五：探討滴上不同酸鹼值的水溶液對黏土載重能力的影響？

我們都知道，在清潔浴室時，會用到一些酸鹼清潔劑如：鹽酸等等，在使用時難免會噴濺到周圍的一些物品，那市售和自製黏土在碰觸到酸鹼溶液後，載重能力會受到影響嗎？以實驗五來探討滴上不同酸鹼溶液對黏土載重能力的影響：

表五：自製黏土和市售黏土滴上不同酸鹼值的水溶液的載重量的比較

PH 值 / 載重(g)	自製黏土					市售黏土				
	A 載重 (g)	B 載重 (g)	C 載重 (g)	平均	排序	A 載重 (g)	B 載重 (g)	C 載重 (g)	平均	排序
PH1	280	275	260	271.7	6	250	270	280	266.6	6
PH3	410	405	435	416.7	5	310	300	330	313.3	5
PH5	1075	1020	995	1030	3	380	390	380	383.3	4
PH7	2520	2400	2570	2496.7	1	400	420	390	403.3	1
PH9	1320	1270	1370	1320	2	390	385	400	391.6	2
PH11	920	950	905	925	4	380	390	395	388.3	3



【問題與討論】

(一) 我們發現，自製和市售黏土在滴上不同 pH 值的酸鹼溶液後，載重能力由大到小如下：pH7(2496.7g) > pH9(1320g) > pH5(1030g) > pH11(925g) > pH3(416.7g) > pH1(271.66g)，我們發現，黏土的載重能力除了滴上 pH7 的中性水溶液後不受影響，其他皆受到影響，以 pH7 為基準，滴在黏土上的酸鹼溶液 pH 值比其大或小，皆會對其載重能力造成負面影響，其中滴上 pH1 的黏土載重能力嚴重下滑 (271.66g)。

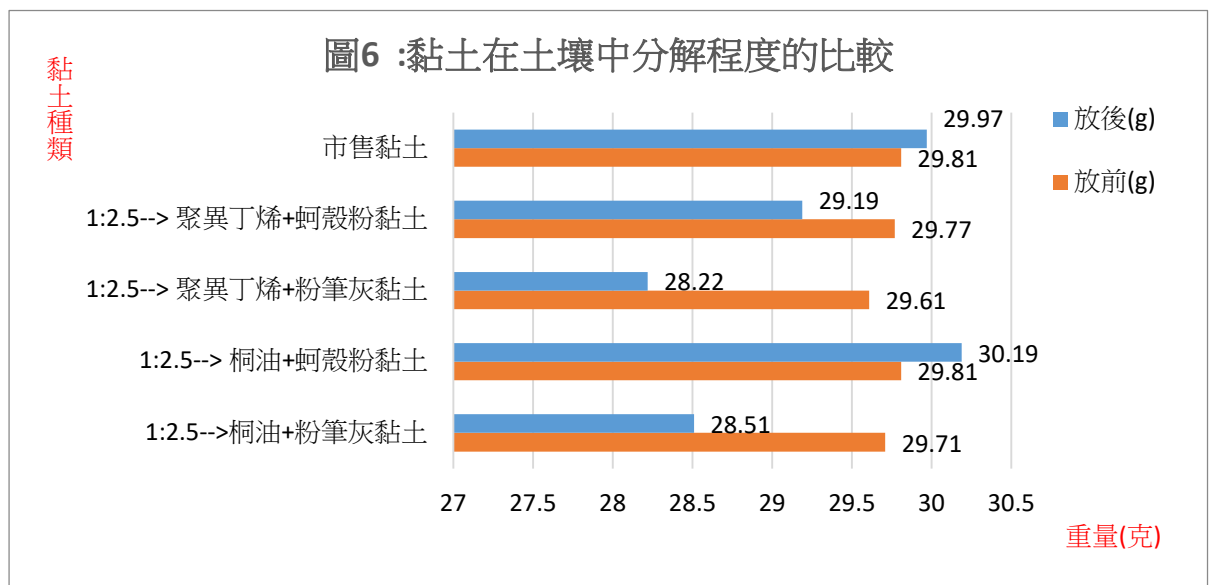
(二) 市售黏土滴上不同 pH 值的酸鹼溶液後載重能力由大到小如下：pH9(492g) > pH7(403.3g) > pH11(388.3g) > pH5(383.3g) > pH3(313.3g) > pH1(266.6g)，滴上 pH7 的酸鹼溶液後載重能力和乾燥時相同，滴上 pH 值小於 7 的酸鹼溶液均會對載重能力造成負面影響，我們觀察到滴上 pH9 的酸鹼溶液後黏土有硬化的現象，因此較不容易脫落，所以載重能力最好，市售和自製的黏土在滴上 pH1 的酸性水溶液後，載重能力皆最差(市售 266.6g 自製 271.66g)，其中自製黏土載重能力略大於市售黏土，雖然滴上不同 pH 值的酸鹼水溶液對市售黏土的載重能力影響較小，但自製黏土的載重能力皆比市售黏土的好。

研究六：探討不同配方黏土在培養土中分解的情形

環保是現代大家最關心的議題之一，而一項物品能否在土壤中分解往往是衡量這項物品是否環保的重要依據之一，那自製和市售的黏土能否在土壤中分解呢？以實驗六來探討黏土在培養土中分解的情形：

表六:不同黏土在培養土中的分解情形

黏土	日期	放前(g)	放後(g)	變化(g)	排序
桐油+粉筆灰(1:2.5)	11/3~12/3	29.71	28.51	1.2	2
桐油+蚵殼粉(1:2.5)	11/3~12/3	29.81	30.19	-0.38	5
聚異丁烯+粉筆灰 (1:2.5)	11/3~12/3	29.61	28.22	1.39	1
聚異丁烯+蚵殼粉 (1:2.5)	11/3~12/3	29.77	29.19	0.58	3
市售黏土	11/3~12/3	29.81	29.97	-0.16	4



【問題與討論】

- (一)從表 6 中我們發現，放入培養土中一個月後，市售和自製黏土減輕的重量由大到小如下：聚異丁烯+粉筆灰(1.39g) > 桐油+粉筆灰(1.2g) > 聚異丁烯+蚵殼粉(0.58g) > 市售(-0.16g) > 桐油+蚵殼粉(-0.38g)，我們推測市售和桐油+蚵殼粉的黏土均未受培養土分解，而沾附在黏土上的培養土難以去除，因此增加了重量。
- (二)由實驗結果得知，聚異丁烯+粉筆灰、桐油+粉筆灰、聚異丁烯+蚵殼粉雖然出土後重量減輕，但和原本相差不大，且並無分解跡象，因此我們認為是埋在土壤中的時間不夠久，黏土可能是還未被分解或無法被分解。

伍、結論

一、 探討不同成分對黏土載重能力的影響

- (一)測量的九種材料中，以桐油+粉筆灰的載重能力最好，桐油+粉筆灰+精油次之。
- (二)我們的實驗以桐油+粉筆灰作為製作黏土的材料，是因為可再利用廢棄的粉筆灰，且以其作成的黏土載重能力最好。

二、 探討材料的比例不同對黏土載重能力的影響

- (一)當黏土材料的比例為 1:1 和 1:2 時，皆無法成形，因此不具有載重能力。比例為 1:2.5 和 1:3 時，載重能力接近。
- (二)除了成分外，黏土的載重能力也受到成分比例的影響，比例為 1:1 和 1:2 的黏土，加入的粉筆灰過多，無法成形，因此不具有載重能力。

三、 探討滴上不同溫度的水對黏土載重能力的影響

(一)自製和市售的黏土在滴上 50 度以上的熱水時，載重能力皆下滑；而在滴上 30 度的常溫水時，兩者的載重能力皆和乾燥時相差不大。

(二)可見滴上熱水對黏土的載重能力影響很大，而滴上常溫水和冷水對黏土的載重能力影響較小。

四、 探討滴上不同 pH 值的酸鹼溶液對黏土載重能力的影響

(一)自製和市售的黏土在滴上 pH5 和 pH9 的酸鹼溶液後載重能力皆嚴重下滑，其中以滴上 pH5 的酸性溶液後下滑的較多，在滴上 pH7 的溶液後兩者的載重能力皆和乾燥時相差不大。

(二)由此可知，在滴上酸性溶液後對黏土的載重能力影響最大(負面)，滴上鹼性溶液影響次之(負面)，而滴上中性水溶液對黏土載重能力較無影響。

五、 探討黏土黏貼在不同板子上對載重能力的影響

(一)自製和市售黏土黏貼在軟木板上的載重能力皆最差。

(二)自製黏土黏貼在不同材質上載重能力皆比市售黏土好。

六、 探討不同黏土在培養土中分解的情形

(一)市售和自製黏土重量增減皆在人為誤差範圍內，因此我們推測可能是放置時間不夠久或不能被分解。

綜合上面研究發現，影響黏土載重能力的因素除了製作材料外，「材料的比例」、「滴上不同溫度的水」、「滴上不同 pH 值的酸鹼溶液」、「黏貼在不同材質上」都會略微影響載重能力，在分解這方面，可能需要埋入更久的時間黏土的重量才會有明顯的差異。

陸、參考資料

(一)聚異丁烯

<http://cht.a-hospital.com/w/%E8%81%9A%E5%BC%82%E4%B8%81%E7%83%AF>

(二)桐油

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%A1%90%E6%B2%B9>

(三)碳酸鈣

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%B3%E9%85%B8%E9%88%A3>

(四)粉筆

https://academy.blueeyes.com.tw/knowledge_chalk.php

(五)蚵殼粉

<https://www.agriharvest.tw/archives/81868>

一、屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會·紙船載重能力之探討·取自

https://sci.ptc.edu.tw/Pthsci61/Upfile/Works/1614815099_914265_41.pdf

二、中華民國第 53 屆中小學科學展覽會·自製無毒黏土之研究·取自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080814.pdf>

三、中華民國第 56 屆中小學科學展覽會·「灰」「灰」衣袖，帶來一片商機·

取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/052409.pdf>

四、中華民國第 49 屆中小學科學展覽會·黏土萬用在哪裡？·取自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/030202.pdf>

五、中華民國第 57 屆中小學科學展覽會·自製環保紙黏土的研究·取自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080830.pdf>

六、文孟 成功 隨意貼環保黏土 1607B·取自

<https://www.wenmeng.com.tw/product-detail-2916745.html>

七、A+醫學百科-聚異丁烯·取自

<http://cht.ahospital.com/w/%E8%81%9A%E5%BC%82%E4%B8%81%E7%83%AF>

八、桐油-維基百科·取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%A1%90%E6%B2%B9>

九、碳酸鈣-維基百科·取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%B3%E9%85%B8%E9%88%A3>

十、如何選購粉筆？藍眼知識學院·取自

https://academy.blueeyes.com.tw/knowledge_chalk.php

十一、垃圾變黃金！蚵殼粉應用有訣竅 改良土壤肥力、增強疫病防治·取自

<https://www.agriharvest.tw/archives/81868>