

# 臺北市第 53 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)(環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：嘆為觀紙～廢渣，渣不渣

關鍵詞：再生紙 廢渣 紙漿

編 號：

作品名稱：嘆為觀紙～廢渣，渣不渣

## 摘要

假日跟家人逛黃昏市場，發現有好多各種菜渣。參觀樹火紀念紙博物館，也看到各種材質製成千變萬化的紙張，紙也發展成吸管、玩具、裝飾品等生活用品。

這次的科學實驗，利用高麗菜葉、毛豆殼、甘蔗渣、柚子皮、咖啡渣、廢紙等廢渣做成再生紙，以不同水量產生的造紙效果，透過實驗比較這些再生紙的書寫品質、耐摺數、吸水性、分解性等特性。

發現甘蔗渣和高麗菜製成的再生紙最適合做為圖畫紙或書寫紙張。咖啡渣比較像軟木塞。柚子皮的再生紙聞起來有淡淡的果香。而再生紙的比例，以紙漿加廢渣 200g 和水 4,000C.C. 或 5,000C.C. 最為適合書寫。

原來廢紙和廢渣也可以讓它變成再利用的東西，這次科學實驗中，我學到許多環保的知識。

## 壹、研究動機

紙的用途越來越廣了，我們的食、衣、住、行、育、樂皆有它的蹤跡，例如餐廳、家庭、學校…等。學校的自然課程中，在三年級「植物的身體」、五年級「植物世界面面觀」單元裡，我學到植物各部位的特徵和功能，也學到人類會善用植物製作各種有用的工具，了解到可以利用植物作為製紙的原料。

在假日時跟家人在逛黃昏市場的時候，發現路邊有好多的各種菜渣，和家人旅遊參觀樹火紀念紙博物館時，看到各種材質製成的千變萬化的紙張，除了紙張也發現它已經發展出吸管、玩具、燈籠、裝飾品、包裝盒等等生活中不可或缺的物品了。我想用廢物利用做成再生紙說明著:具有「低污染、省資源、可回收」的「紙器時代」已經來臨了。

## 貳、研究目的

- 一、尋找再生紙張的製作材料和製造過程。
- 二、比較用不同水量產生的紙張效果。
- 三、比較各種材料製成再生紙的書寫品質。
- 四、測試各種材料製成再生紙可承受的耐摺數。
- 五、比較各種材料製成再生紙可承受的吸水性。
- 六、測試各種材料製成再生紙的分解性。
- 七、比較純紙漿的書寫品質、可承受的耐摺數、分解性、吸水性。

## 參、研究設備及器材

研究器具（製紙工具）		
品項名稱（規格）	數量	功能說明
IKEA 收納盒（42CM*30CM*10CM）	1 個	紙漿池
絹網（15CM*10.2CM）	1 個	造紙（撈漿）
絹框（20CM*17.5CM）	1 個	造紙（定型）
吸水紙（20CM*17.5CM）	6 張	吸絹網上的水
果汁機	1 台	打碎紙漿與廢渣

烤箱	1 台	烘乾再生紙
抹布	2 條	吸「吸水紙」上的水與壓平
<b>研究材料</b>		
高麗菜葉	毛豆殼	甘蔗渣
柚子皮	咖啡渣	純紙漿



## 肆、研究過程或方法

### 一、選擇廢渣

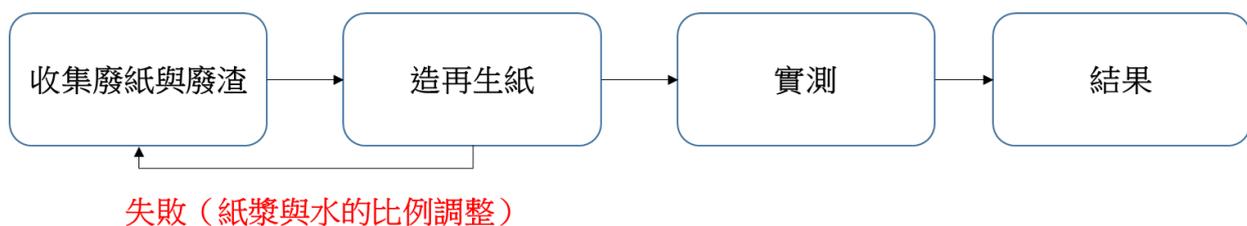
因為在傳統市場常看到大片大片的高麗菜葉被都丟棄在市場攤販的垃圾桶中，甘蔗渣也是削完皮就被丟棄，家中有許多吃剩下的柚子皮，周末爸爸都會買毛豆當下酒菜和媽媽最愛假日早晨泡杯咖啡剩下的咖啡渣。

### 二、研究如何造紙

(一)造紙的方法:

「廢紙經過一天的泡水軟化」→「再生紙漿+廢渣+水」→「打漿」  
 →「混合拌勻」→「放入絹網撈漿」→「吸水」→「撕下」→「烤乾」。

### 三、實驗過程



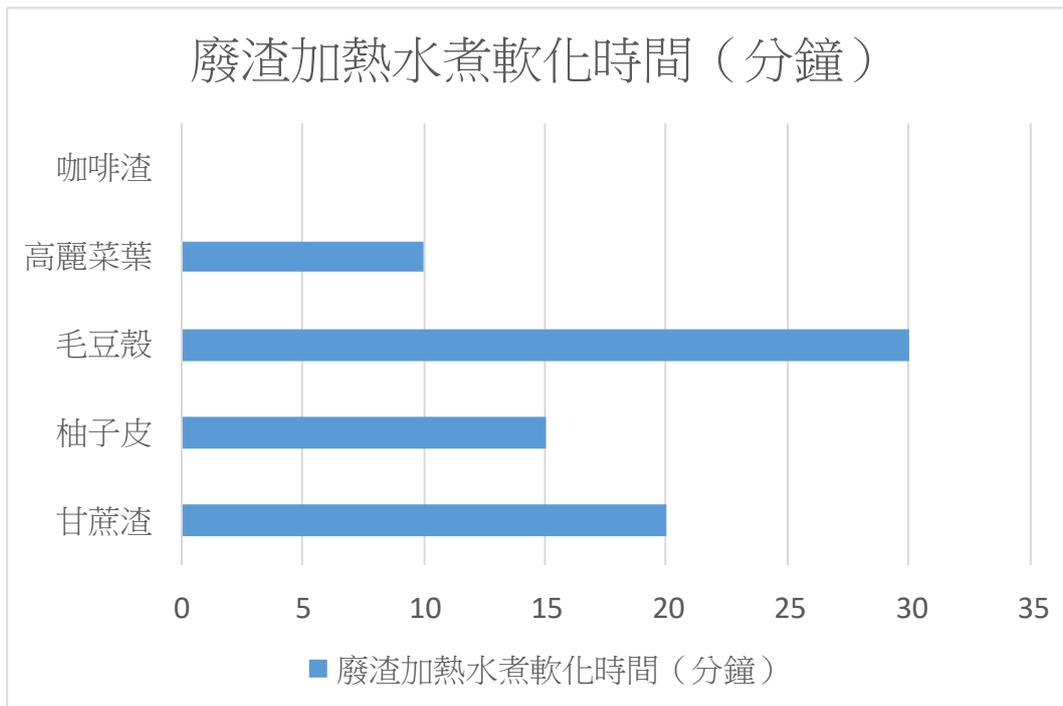
## 伍、研究結果

一、收集廢紙→ 泡水讓它變軟 → 基底紙漿

項目	撕紙	泡水	
圖片			
說明	收集不要的發票、考卷、圖畫紙、包裝紙、報紙	泡 24 時使其軟化，方便做成基底紙漿與廢渣融合	

二、各種 200g 廢渣加入 20g 小蘇打粉加 2,000c.c.熱水煮到軟化讓它變軟後再用果汁機打勻

廢渣	圖片	說明
甘蔗渣 (200g)		甘蔗渣跟小蘇打粉煮越久顏色越黃，剛開始煮甘蔗渣時有聞到淡淡的甘蔗香，水煮 10 分鐘後甘蔗渣的味道更濃也有像地瓜味道
柚子皮 (200g)		柚子皮煮時味道是這五種廢渣味道最香的，水煮 15 分就會軟化了
毛豆殼 (200g)		有豆子的味道，五種裡我最不愛的味道，需要水煮到 30 分鐘後變軟的廢渣
高麗菜葉 (200g)		淡淡的高麗菜味道跟柚子皮一樣，水煮一下(約 10 分鐘)就軟了
咖啡渣 (200g)		請媽媽泡完咖啡後把咖啡渣留下來(五種之中不需加入小蘇打粉，因為已經是粉狀，也不需要加熱水煮)



煮的時間(分鐘)和廢渣（200g）的比例圖

三、用基底紙漿 100g 和 100g 的各種廢渣與不同水量的混合，做成 14.5 \* 10CM 大小的再生紙

甘蔗渣做成 14.5*10cm 再生紙張				
圖片	水量	厚度 ※四種成形的 再生紙相比	烘烤時間(分鐘) ※烘烤時間以衛生紙平舖吸不到水為止	說明
	1,000C.C.	無法成型	--	1.因水分太少，紙張無法成型。 2.甘蔗渣再製紙時會聞道淡淡的甘蔗香味，成品的紙張偏白色紙張效果最像圖畫紙。
	2,000C.C.(右上)	最厚	200°C/4 分	
	3,000C.C.(左上)	厚	200°C/3.5 分	
	4,000C.C.(右下)	薄	200°C/2 分	
	5,000C.C.(左下)	最薄	200°C/1 分	

柚子皮做成 14.5*10cm 再生紙張				
圖片	水量	厚度 ※四種成形的 再生紙相比	烘烤時間(分鐘) ※烘烤時間以衛生紙 平舖吸不到水為止	說明
	1,000C.C.	無法成型	--	1. 因水分太少，紙張無法成型。 2. 用果汁機打時會有小小果粒皮，沒法整個打細，烘烤時會有淡淡的果香味。
	2,000C.C. (右上)	最厚	200°C/18 分	
	3,000C.C. (左上)	厚	200°C/15 分	
	4,000C.C. (右下)	薄	200°C/13 分	
	5,000C.C. (左下)	最薄	200°C/10 分	

毛豆殼做成 14.5*10cm 再生紙張				
圖片	水量	厚度 ※四種成形的 再生紙相比	烘烤時間(分鐘) ※烘烤時間以衛生紙 平舖吸不到水為止	說明
	1,000C.C.	無法成型	--	1. 因水分太少，紙張無法成型。 2. 不好打的菜渣，纖維中最長的，長的纖維
	2,000C.C. (右上)	最厚	200°C/25 分	
	3,000C.C. (左上)	厚	200°C/20 分	
	4,000C.C. (右下)	薄	200°C/15 分	

	4,000C.C. (右下)	厚	200°C/15 分	維也不能打斷，做出來的再生紙包含著纖維，紙張偏硬，成品做好時，螞蟻爬過來了!
	5,000C.C. (左下)	厚	200°C/10 分	

高麗菜葉做成 14.5*10cm 再生紙張				
圖片	水量	厚度 ※四種成形的再生紙相比	烘烤時間(分鐘) ※烘烤時間以衛生紙平鋪吸不到水為止	說明
	1,000C.C.	無法成型	--	1. 因水分太少，紙張無法成型。 2. 最好打的廢渣，一下就打成紙漿了，在做手抄紙時也非常好做。
	2,000C.C. (右上)	最厚	200°C/7 分	
	3,000C.C. (左上)	厚	200°C/5 分	
	4,000C.C. (右下)	薄	200°C/3 分	
	5,000C.C. (左下)	最薄	200°C/2 分	

咖啡渣做成 14.5\*10cm 再生紙張

圖片	水量	厚度 ※四種成形的 再生紙相比	烘烤時間(分鐘) ※烘烤時間以衛生 紙平舖吸不到水為 止	說明
	1,000C.C.	無法成型	--	1. 因水分太少，紙張無法成型。
	2,000C.C. (右上)	最厚	200°C/10 分	2. 少了加入小蘇打的軟化，直接以
	3,000C.C. (左上)	厚	200°C/15 分	沖泡完的咖啡渣加入基
	4,000C.C. (右下)	厚	200°C/25 分	底紙漿，不同的是咖啡
	5,000C.C. (左下)	厚	200°C/20 分	渣會有浮油，在做手抄紙時，油都會浮在紙漿表面，做出的再生紙像軟木塞。

四、用每張各 7.25\*5cm 大小的再生紙進行實驗 2,000C.C.、3,000C.C.、4,000C.C.、5,000C.C.

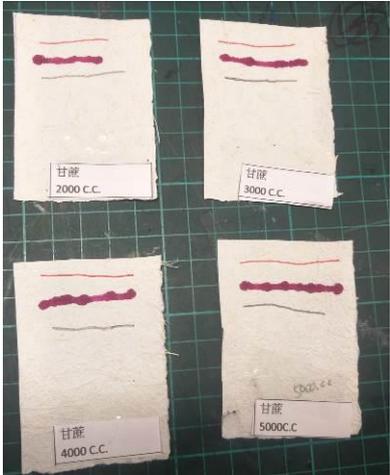
實驗各種廢渣再生紙的書寫品質，以原子筆、彩色筆、鉛筆書寫，找出哪種紙最好寫。

「最好寫」的標準：很順暢流利，不斷顏色

「好寫」的標準：順暢

「中等」的標準：有一點卡

「不好寫」的標準：完全不能寫

甘蔗渣				
圖片	紙張	原子筆	彩色筆	鉛筆
	2,000C.C.	好寫	好寫	好寫
	3,000C.C.	好寫	好寫	最好寫
	4,000C.C.	最好寫	好寫	好寫
	5,000C.C.	好寫	最好寫	好寫

柚子皮				
圖片	紙張	原子筆	彩色筆	鉛筆
	2,000C.C.	中等	中等	最好寫
	3,000C.C.	中等	中等	最好寫
	4,000C.C.	中等	中等	最好寫
	5,000C.C.	中等	中等	最好寫

毛豆殼				
圖片	紙張	原子筆	彩色筆	鉛筆
	2,000C.C.	不好寫	不好寫	不好寫
	3,000C.C.	不好寫	不好寫	不好寫
	4,000C.C.	不好寫	不好寫	不好寫
	5,000C.C.	不好寫	不好寫	不好寫

高麗菜葉				
圖片	紙張	原子筆	彩色筆	鉛筆
	2,000C.C.	好寫	最好寫	好寫
	3,000C.C.	好寫	好寫	好寫
	4,000C.C.	最好寫	好寫	最好寫
	5,000C.C.	好寫	好寫	好寫

咖啡渣				
圖片	紙張	原子筆	彩色筆	鉛筆
	2,000C.C.	不好寫	好寫	不好寫
	3,000C.C.	不好寫	好寫	不好寫
	4,000C.C.	不好寫	好寫	不好寫
	5,000C.C.	不好寫	好寫	不好寫

五、用每張各 7.25\*5cm 大小的再生紙進行實驗 2,000C.C.、3,000C.C.、4,000C.C.、5,000C.C.

實驗各種廢渣再生紙的耐摺數，看哪種紙張最耐摺。

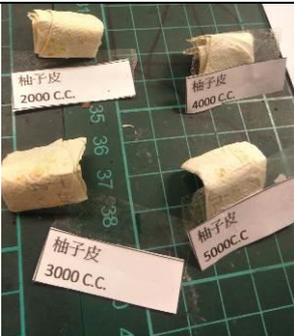
「成功」的標準：可以摺，且未出現裂痕。

「成功，但有裂開」的標準：可以摺，但出現裂痕。

「失敗」的標準： 太厚太硬摺不了。

甘蔗渣					
圖片	摺數	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	摺數 1	成功	成功	成功	成功
	摺數 2	成功	成功	成功	成功
	摺數 3	成功	成功	成功	成功

甘蔗渣					
圖片	摺數	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	摺數 4	成功	成功	成功	成功
	摺數 5	成功	成功	成功	成功
	摺數 6	成功	成功	成功	成功

柚子皮					
圖片	摺數	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	摺數 1	成功	成功	成功	成功
	摺數 2	成功	成功	成功	成功
	摺數 3	成功	成功	成功	成功
	摺數 4	成功	成功	成功	成功
	摺數 5	成功	成功	成功	成功
	摺數 6	失敗	失敗	失敗	失敗

毛豆殼					
圖片	摺數	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	摺數 1	成功	成功	成功	成功
	摺數 2	成功	成功	成功	成功
	摺數 3	成功	成功	成功	成功
	摺數 4	失敗	失敗	失敗	失敗
	摺數 5	失敗	失敗	失敗	失敗
	摺數 6	失敗	失敗	失敗	失敗

高麗菜葉

圖片	摺數	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	摺數 1	成功	成功	成功	成功
	摺數 2	成功	成功	成功	成功
	摺數 3	成功	成功	成功	成功
	摺數 4	成功	成功	成功	成功
	摺數 5	成功	成功	成功	成功
	摺數 6	成功	成功	成功	成功

咖啡渣					
圖片	摺數	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	摺數 1	成功 但有裂開 0.1cm	成功 但有裂開 0.1cm	成功 但有裂開 0.1cm	成功 但有裂開 0.2cm
	摺數 2	成功 但有裂開 0.1cm	成功 但有裂開 0.1cm	成功 但有裂開 0.2cm	成功 但有裂開 0.3cm
	摺數 3	成功 但大裂開 1 cm	成功 但大裂開 0.8cm	成功 但有裂開 0.3cm	成功 但大裂開 0.5cm
	摺數 4	失敗	失敗	失敗	失敗
	摺數 5	失敗	失敗	失敗	失敗
	摺數 6	失敗	失敗	失敗	失敗

六、用每張各 7.25\*5cm 大小的再生紙進行實驗 2,000C.C.、3,000C.C.、4,000C.C.、5,000C.C. 實驗各種廢渣再生紙的吸水性。

方式：用針筒 10c.c.裝 5c.c.的顏料均勻地滴在再生紙上

甘蔗渣(用 5C.C.的顏料水)				
圖片	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	吸水速度快	吸水面積第二大	吸水效果最好,速度也快	殘餘的水量最多

柚子皮(用 5C.C.的顏料水)				
圖片	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	吸水速度慢 但留在桌上的水最少	吸水速度中等 留在桌上的水少	吸水速度一般 但留在桌上的水中	吸水最快但 留在桌面上的水最多

毛豆殼(用 5C.C.的顏料水)				
圖片	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	吸水速度慢 但留在桌上的水最少	吸水速度中等 留在桌上的水少	吸水速度一般 但留在桌上的水中	吸水最快但 留在桌面上的水最多

高麗菜葉(用 5C.C.的顏料水)

圖片	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	吸水速度慢 但留在桌上 的水最少	吸水速度中 等留在桌上 的水少	吸水速度一 般但留在桌 上的水中	吸水最快但 留在桌面上 的水最多

咖啡渣(用 5C.C.的顏料水)

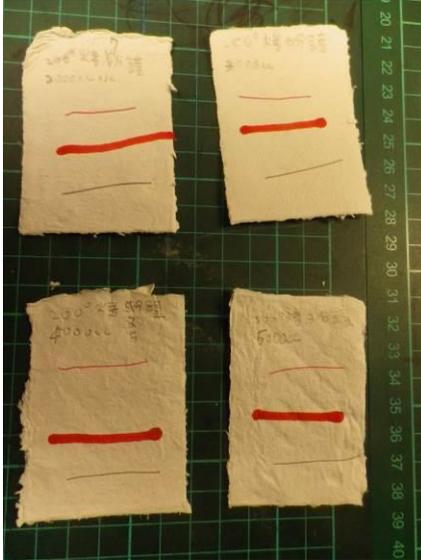
圖片	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	吸水速度最 慢但沒有水 留在桌上	吸水速度慢 但沒有水留 在桌上	吸水速度慢 但沒有水留 在桌上	吸水速度慢 但沒有水留 在桌上

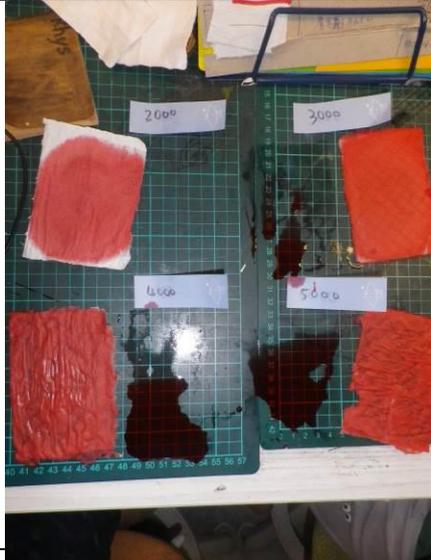
七、將做好 2,000c.c、3,000c.c、4,000c.c、5,000c.c 的各種廢渣再生紙成品，以每張各 7.25\*5cm 的大小，分別在 500c.c 水中浸泡並測量其不同時間在水中分離開來的情形。

時間	圖片	甘蔗渣	柚子皮	毛豆殼	高麗菜葉	咖啡渣
1 小時 和 500C.C. 的水		已破裂	尚未破裂	尚未破裂	尚未破裂	尚未破裂
2 小時 和 500C.C. 的水		完全破裂	尚未破裂	尚未破裂	尚未破裂	已破裂
3 小時 和 500C.C. 的水		持續完全破裂	用手搓已可以分離	尚未破裂	用手搓已可以分離	完全破裂
4 小時 和 500C.C. 的水		持續完全破裂	已破裂	尚未破裂	已破裂	持續完全破裂
6 小時 和 500C.C. 的水		持續完全破裂	已破裂	尚未破裂	完全破裂	持續完全破裂

時間	圖片	甘蔗渣	柚子皮	毛豆殼	高麗菜葉	咖啡渣
7 小時 和 500C.C. 的水		持續完全 破裂	完全破 裂	尚未破 裂	持續完 全破裂	持續完 全破裂
24 小時 和 500C.C. 的水		持續完全 破裂	持續完 全破裂	完全破 裂	持續完 全破裂	持續完 全破裂

八、以純紙漿製成的再生紙的書寫品質、吸水性、可承受的耐摺數、分解性。實驗方式與測試標準同上述的廢渣製成的再生紙。

純紙漿書寫品質				
圖片	紙張	原子筆	彩色筆	鉛筆
	2,000C.C.	好寫	好寫	好寫
	3,000C.C.	好寫	好寫	好寫
	4,000C.C.	好寫	好寫	好寫
	5,000C.C.	好寫	好寫	好寫

純紙漿吸水性(使用 5C.C.的顏料水)				
圖片	2,000C.C.	3,000C.C.	4,000C.C.	5,000C.C.
	吸水速度快 效果最好	吸水面積第 二大	吸水速度也 快 殘餘的水量 多	殘餘的水量 多

純紙漿可承受的耐摺數			
圖片	摺數 2	圖片	摺數 3
	2,000c.c. 3,000c.c. 4,000c.c. 5,000c.c. 都可以		2,000c.c. 3,000c.c. 4,000c.c. 5,000c.c. 都可以
圖片	摺數 4	圖片	摺數 5
	2,000c.c. 3,000c.c. 4,000c.c. 5,000c.c. 都可以		2,000c.c.g 失敗 3,000c.c.有點破 4,000c.c.有點破 5,000c.c.有點破
圖片	摺數 6		
	2,000c.c. 3,000c.c. 4,000c.c. 5,000c.c. 完全不能摺了		

純紙漿分解

<p>圖片</p>	<p>1 小時</p>	<p>圖片</p>	<p>2 小時</p>
	<p>2,000c.c.未變 3,000c.c.未變 4,000c.c.未變 5,000c.c. 開始變 柔軟</p>		<p>2,000c.c.未變 3,000c.c.出現裂 痕 4,000c.c.出現裂 痕 5,000c.c.出現大 裂痕</p>
<p>圖片</p>	<p>3 小時</p>	<p>圖片</p>	<p>4 小時</p>
	<p>2,000c.c.出現裂痕 3,000c.c.分解 4,000c.c.出現大裂 痕 5,000c.c. 分解</p>		<p>2,000c.c.出現裂 痕 3,000c.c.分解 4,000c.c.分解 5,000c.c.分解</p>
<p>圖片</p>	<p>5 小時</p>		
	<p>2,000c.c.分解 3,000c.c.分解 4,000c.c.分解 5,000c.c.分解</p>		

## 陸、討論

根據以上各項研究目的所得到實驗的結果，可以歸納出各種再生紙的功能表現，如下表所列。

類別 功能	純紙漿	甘蔗渣	柚子皮	毛豆殼	高麗菜葉	咖啡渣
1.書寫(鉛筆)	最佳	佳	普通	差	佳	差
2.畫圖(彩色筆)	最佳	佳	普通	差	佳	差
3.吸水速度	佳	佳	普通	佳	差	最佳
4.分解快	佳	最佳	普通	差	佳	差
5.耐摺度	普通	最佳	普通	差	最佳	差
其他發現： 氣味	普通	佳	最佳	差	普通	普通

### 一、找再生紙張的材料和製造過程。

選用高麗菜葉、毛豆殼、甘蔗渣、柚子皮、咖啡渣、廢紙等廢渣是生活中比較容易拿到的材料，我先收集廢紙、廢渣，泡水讓它變軟，依照上述過程製成紙漿。

### 二、用不同水量產生的紙張效果。

以紙漿 100g 加廢渣 100g 共 200g 的原料，分別和水 4,000C.C.或 5,000C.C.調和的結果：以純紙漿、甘蔗渣、高麗菜葉最為適合書寫。

### 三、各種材料製成再生紙的書寫感覺。

在這 6 項種類的廢渣，發現甘蔗渣和高麗菜的再生紙最適合做為圖畫紙或書寫紙張。毛豆殼因為纖維過長不易軟化，在製成再成紙時，纖維會附在手抄網中，所以紙質很粗。成品是 6 種廢渣纖維第二粗的咖啡渣比較像軟木塞的感覺，在書寫和摸起來時，乾燥後

的咖啡渣會掉滿地。柚子皮的再生紙聞起來有淡淡的果香，因為有小小顆粒的存在，所以在書寫時遇到小果粒時會有點不順利。

#### 四、各種材料製成再生紙可承受的耐摺數。

甘蔗渣、高麗菜葉摺 6 次都未出現裂痕為最耐摺，柚子皮、純紙漿只能摺 5 次，毛豆殼只能摺 3 次，咖啡渣最不耐摺。

#### 五、各種材料製成再生紙的分解性。

甘蔗渣 1 小時分解，咖啡渣 2 小時分解，高麗菜葉和純紙漿 5~6 小時分解，柚子皮 7 小時分解，毛豆殼 24 小時後分解。

#### 六、各種材料製成再生紙的吸水性。

咖啡渣吸水性最好很適合當吸水杯墊，純紙漿、甘蔗渣、毛豆殼吸水性好，柚子皮普通，高麗菜因為殘留水面的範圍最大所以吸水性最差。

#### 七、純紙漿的地的的書寫品質、可承受的耐摺數、分解性、吸水性。

發現到如果再生紙添加的紙漿比例越多製成的再生紙會越接近一般紙張，而廢渣的比例越多，則越不好成型，所以純紙漿的書寫最佳，純紙漿只能摺 5 次，泡水 5 小時後分解，吸水速度佳。

## 柒、結論

在這 6 項種類的廢渣，發現甘蔗渣和高麗菜的再生紙最適合做為圖畫紙或書寫紙張，而毛豆殼因為纖維過長不易軟化，在製成再生紙時，纖維會附在手抄網中，成品是 6 種廢渣纖維第二粗的咖啡渣比較像軟木塞的感覺，在書寫和摸起來時，乾燥後的咖啡渣會掉滿地。

柚子皮的再生紙聞起來有淡淡的果香，因為有小小顆粒的存在，所以在書寫時遇到小果粒時會有點不順利，而再生紙的紙漿比例越多製成的再生紙會越接近紙張，而廢渣的比例越多，則越不好成型，以紙漿加廢渣 200g 和水 4,000C.C.或 5,000C.C.最為適合書寫，咖啡渣很適合做成吸水杯墊。

原來不只蔡倫可以造紙，我們也可以利用再生紙造紙，而媽媽也教我用小蘇打粉可以使廢渣軟化，我和弟弟們一起造了許多不同的再生紙，原來紙和廢渣不是只有丟棄的方式，在環保概念下我們可以進行紙的回收，也可以讓紙變成再次利用的東西，在這次科學實驗中，我得到許多環保的道理和知識。

## 捌、參考資料及其他

- 一、黃鴻博(民 106)· 自然與生活科技課本第一冊第一單元:『植物的身體』P6~26· 臺南市:南一書局企業股份有限公司
- 二、王美芬(民 108)· 自然與生活科技課本第五冊第二單元:『植物世界面面觀』P26~42· 新北市:康軒文教事業股份有限公司
- 三、樹火紀念紙博物館網站。取自 <https://www.suhopaper.org.tw/>
- 四、愛護地球-簡易再生紙製作。行政院環境教育網站。取自 <https://record.epa.gov.tw/Epaper/10047/3-1.html>