

新竹市第四十四屆中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：生活與應用科學(三)

組 別：國小組

作品名稱：

「布」分是「啡」-咖啡渣碳化塗佈對於布料的除臭影響研究

關 鍵 詞：咖啡渣碳化、塗佈、除臭

編 號：115PB-A005

## 摘要

本研究旨在探討廢棄咖啡渣經乾餾碳化後，作為布料除臭塗佈材料的可行性。實驗透過「二次加熱法」成功製備純淨無異味的咖啡渣碳，並針對七種布料進行氨氣吸附測試。

研究發現，布料的「材質」與「編織方式」是決定吸附效率的核心，其中多孔結構的「八安厚棉」表現最優。在塗佈製程上，單面且能精準控厚的「刮刀塗佈」優於易使布料僵硬的「浸潤法」；且「膠水」基底在維持手感與碳粉固定力上均優於白膠，但白膠為基底的塗佈液卻有著高上限的優勢。雖然塗佈液可能封閉微孔隙導致單一氨氣吸附量未超越原布料，但考量咖啡渣碳對複雜異味的廣譜吸附特性，本研究證實了咖啡渣轉化為機能性環保衣料具備極高的應用潛力與循環經濟價值。

## 壹、研究動機

如果你是大人，在日常生活中，大多數人每天幾乎都人手一杯咖啡。清晨的一杯熱拿鐵、午後的一杯冰美式，彷彿成了生活必需品。不過，你有沒有想過，咖啡其實不只能喝，還能穿在身上，甚至同時做環保？

當我們享受咖啡香氣的同時，那些被濾除的咖啡渣往往被隨手丟棄。但其實，這些看似無用的咖啡渣蘊藏著豐富的價值。咖啡渣可以被再利用，製成除臭包、肥料、甚至用來製作環保紗線。現在科技已能將咖啡渣轉化成纖維材料，製成運動衣、襪子或外套，不僅質地透氣、吸濕快乾，還能抑制異味，真正做到「把咖啡穿在身上」，讓生活更綠色環保。

很多人一定有過這樣的經驗——下雨天鞋子濕透，回到家只好拿出一枚一元銅板塞在鞋裡。這樣一來，不僅能減少細菌滋生導致的臭味，也有助於鞋內保持乾爽與清潔。所以，我們想到咖啡渣也能成為天然除濕與除臭的小幫手。放在鞋櫃、冰箱或車內，都能吸附濕氣與異味，十分實用。

從一杯咖啡到一雙鞋子，這些生活中的小細節，讓我們看見了「物盡其用」與「綠色循環」的智慧。或許，下次當你喝完咖啡時，可以多想一想——那一撮咖啡渣，也許並不只是垃圾，而是另一種生活的可能。

## 貳、研究目的與待答問題

### 研究目的

- 一、了解咖啡渣碳化的方法。
- 二、了解不同布料對於臭味吸納的影響。
- 三、研究並自製咖啡渣碳，並以塗佈方式附著於布料上。
- 四、尋找適合進行塗佈的環保材料並了解其對於臭味吸納的影響。

### 待答問題

- 一、了解咖啡渣碳化的製作方法為何及前人對他的研究為何?
- 二、不同布料對於臭味吸納的影響為何?
- 三、自製不同咖啡渣碳塗佈方式並實驗觀察其對不同布料對於臭味吸納影響為何?
- 四、自製不同比例咖啡渣碳塗佈液並實驗觀察其對不同布料對於臭味吸納影響為何?

## 參、研究設備及器材

表 3.1 研究器材表

咖啡渣	氨氣感測器	卡式爐	鋁箔紙
瓦斯罐	容量瓶	氨水(25%)	量筒
燒杯	玻棒	滴管	果乾乾燥機
吹風機	膠水	白膠	八安厚棉
彈性精梳棉	吸濕排汗棉	中厚棉	60 枝純棉
特多能布	縲縲布	裁布剪刀	工具固定架



圖 3.1 布料示意圖(本研究自行拍攝)



圖 3.2 氨氣探測儀示意圖(本研究自行拍攝)



圖 3.3 乾燥組(本研究自行拍攝)

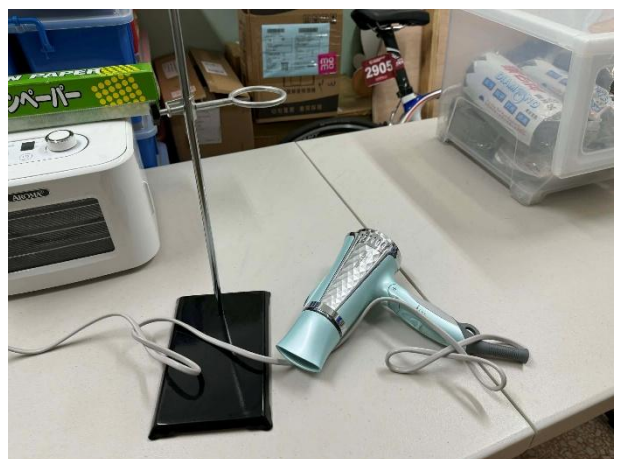


圖 3.4 測試烘乾架示意圖(本研究自行拍攝)

## 肆、製作過程及方法

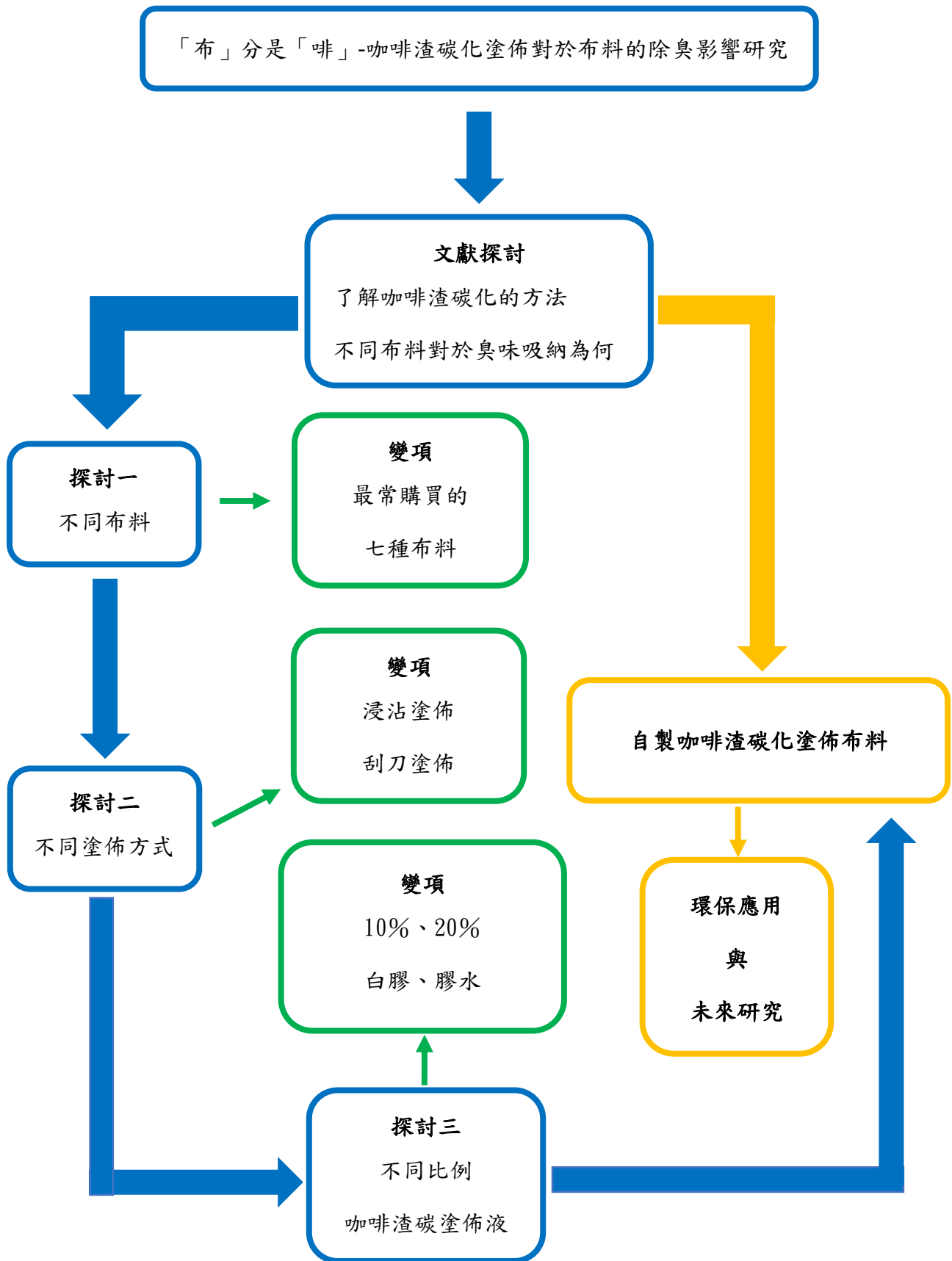


圖 4.1 研究流程示意圖（本研究自行繪製）

## 一、文獻探討

而本實驗為了研究咖啡渣碳化塗佈對於布料的影響，所以除了基本的文獻探討外，還有整理之前人們做的與咖啡渣相關實驗，來確保本實驗的獨特性。

表 4.1 文獻探討整理表

題目	研究對象	研究變項	研究特色	50 字摘要
「咖」讚！ 「啡」典型環 保水泥磚— 水泥砂漿取 代配比強度 之探討	以碳化咖啡 渣部分取代 細料，製作各 配方水泥 磚，測試強 度、透水、隔 熱與摩擦性 能。	自變項 水泥磚尺寸 砂石取代比例 水泥降低比例 依變項 抗壓強度 抗彎強度 透水性 隔熱表面溫差 摩擦係數	自製乾餾爐碳 化咖啡渣 完整力學分析 多階段最佳化 配方 實地應用驗證	以碳化咖啡渣部分 取代砂石並降低水 泥量，仍維持約 782 kgf/cm <sup>2</sup> 抗壓 強度，同時提升透 水與隔熱效果，使 磚體減重約 12– 15%，碳排下降約 25%，展現材料再 利用的可行性。
「啡」長「菇」 得 ~ Very Good	咖啡渣基質 下珊瑚菇菌 絲生長評估	設定光照、水量、溫 溼度、通風、pH、肥 料與容器等多重自變 項，觀察菌絲成長長 度、生長天數與成熟 日數之差異，用以判 定最佳培養條件。	變項完整度極 高 量化紀錄清楚 DIY 可執行性 高 找出最佳生長 條件	以咖啡渣育菇，界 定光溫濕通風等最 佳條件並確認其為 有效介質。
不可能的暖 咖效應	以咖啡渣替 代蛭石，比較 其狀態、來 源、添加量與 研磨度對放 熱曲線之影 響。	操弄咖啡渣種類、乾 溼、來源、添加量與 研磨度，比較放熱峰 值、升溫速度、40°C 維持時長與 24 小時殘 餘溫度之差異。	建立多因子比 較與精密量 測，界定咖啡渣 放熱機制並找 出最佳替代配 方，兼具高效放 熱、降低成本與 減少蛭石開採。	以多因子檢測證實 咖啡渣可替代蛭 石，界定最佳放熱 配方並維持高溫表 現，具環保效益與 實用價值。
好咖來找茶- 卡好的植物 有機肥	比較六類咖 啡茶渣對三 種植物生長 量與蟲害差 異，以判定最 適肥料來源。	操弄肥料種類、植物 種類與施肥量，量化 比較高度、葉長、葉 片、豆莢與蟲害差 異，以判定各肥料對 生長效益之作用機	以多源肥料系 統比較植物生 長與防蟲效 應，界定茶渣為 最佳促生材 料，咖啡渣具強	以咖啡渣與茶葉渣 作肥料，比較對三 種植物的生長與防 蟲效果。茶渣促進 生長最強，尤以綠 茶優於化肥；咖啡

		制。	防蟲性，形成具永續價值的在地肥料策略。	渣生長效果弱但防蟲顯著，具環保實用價值。
決剩 Food，這「咖」油夠厲害—咖啡渣油抗紫	以咖啡渣油為核心材料，比較其與橄欖油、椰子油及蜂蠟油在紫外線照射下的防護效能，評估其作為天然防曬原料的可行性。	自變項 油品種類 紫外線照射時間長度 咖啡渣油的萃取方式與濃度 咖啡渣來源與乾燥程度 依變項 油品吸收紫外線的能力 油品受紫外線照射後的變色情況 防護持久性與穩定度	以光譜量化油品抗紫外線能力，檢測咖啡渣油並比較多種對照油，分析乾燥差異與應用可行性，並以完整圖表呈現吸收與變化。	咖啡渣油在 UVB 與部分 UVA 具高吸收，抗紫外線效果優於一般植物油；乾燥程度影響吸收強度。結果顯示其具天然防曬與環保再利用的應用潛力。
咖啡王子一號店～研製咖啡渣活性炭	以咖啡渣製備之活性炭為核心材料，並與市售活性炭比較其物理吸附能力與實際除臭效果。	自變項（操弄變項） 原料種類 實驗項目 製作流程 依變項 吸附效果 除臭能力 物理外觀	以廢咖啡渣製備活性炭，完整操作流程並與市售產品比較除臭與吸附效能，驗證可行性，並提出其在空氣與除臭應用上的再利用價值。	咖啡渣碳化可形成多孔活性炭，具基礎吸附與除臭能力，雖弱於市售產品但具低成本與環保再利用價值。

從上述的文獻探討之後我們發現，大部分跟咖啡渣相關的研究，大都集中在研製咖啡碳或是應用成為建材或者是肥料，而並沒有考慮去讓人們可以自主附加產值，例如用在每天要穿的衣料上，所以本研究的主要研究方向及需要討論的細項為

- (一)、不同布料對於臭味吸納的影響為何?
- (二)、自製不同咖啡渣碳塗佈方式並實驗觀察其對不同布料對於臭味吸納影響為何?
- (三)、自製不同比例咖啡渣碳塗佈液並實驗觀察其對不同布料對於臭味吸納影響為何?

## 二、實驗設計

本研究依實驗目的及待答問題進行實驗設計，各實驗操作說明如下：

### 實驗一：如何萃取咖啡碳

#### (一) 實驗目的

萃取咖啡碳

#### (二) 實驗步驟

實驗一之一：

1. 至校內的便利商店取得咖啡渣。



圖 4.1 咖啡渣取得示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.2 咖啡渣取得示意圖(本研究自行拍攝)

2. 並取出適量咖啡渣放入食物乾燥機，並調製 45 度時間持續 12 小時。
3. 將餅乾鐵盒利用鐵釘打孔



圖 4.3 咖啡渣乾燥示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.4 咖啡渣乾燥示意圖(本研究自行拍攝)

4. 將 250 克已經乾燥後的咖啡渣放入鐵盒子中



圖 4.5 咖啡渣碳製作示意圖(本研究自行拍攝) 圖 4.6 咖啡渣碳製作示意圖(本研究自行拍攝)

5. 直接放置在卡式爐上用直火(約 400-600 度)燒 1 小時(須注意得在室外操作)

6. 將餅乾鐵盒內的咖啡渣取出，觀察變化。

#### 實驗觀察與檢討

1. 鐵盒的密封度不夠，造成盒內的咖啡渣沒有完全碳化，而存有非常重的焦油味。
2. 卡式爐的溫度無法處理大量的咖啡渣，需要注意投放的量。

#### 實驗一之二：

1. 至校內的便利商店取得咖啡渣。
2. 並取出適量咖啡渣放入食物乾燥機，並調製 45 度時間持續 12 小時。



圖 4.7 咖啡渣碳製作示意圖(本研究自行拍攝) 圖 4.8 咖啡渣碳製作示意圖(本研究自行拍攝)

3. 用篩網過篩乾燥完的咖啡渣量測 100 克，並用平底鍋煎至冒白煙以去除水分。

4. 將剛剛煎過的咖啡渣放入鍋子,用鋁箔紙將鍋具包兩層。
5. 直接放置在卡式爐上用直火(約 400-600 度)燒 1 小時(須注意得在室外操作)



圖 4.9 咖啡渣碳製作示意圖(本研究自行拍攝) 圖 4.10 咖啡渣碳製作示意圖(本研究自行拍攝)

6. 等待冷卻後，撕開後將其中已經部份碳化的咖啡渣倒入另一鍋具中，並用鋁箔紙將鍋具包兩層。
7. 將第二個鍋具放置在卡式爐上用直火(約 400-600 度)燒 1 小時(須注意得在室外操作)
8. 將第二個鍋具內的咖啡渣碳取出，並檢測有無異味。

### 實驗觀察與檢討

1. 由於我們的加熱裝置不夠高溫，經過我們討論後，我們決定要用二次加熱來去除我們所不需要的雜質。
2. 咖啡渣碳並沒有什麼異味，需要注意我們所提煉出的是否為純咖啡碳，必須要用顏色(純黑色)、味道(沒有任何味道)來判斷。

### 實驗二：觀測變項固定的容器條件製作

#### (一)實驗目的

為了製作以後可以用來確保實驗進行的裝置，所以設計此實驗

#### (二)實驗步驟

##### 實驗二之一

1. 計算將氨的濃度降至體積百分濃度 1%所需要的條件(氨水的濃度 25%)。
2. 準備氨水(濃度 25%)5 毫升加上倒入 120 毫升的水倒入燒杯。

3. 將調好的氨水溶液沾在棉花棒上，並放入直筒保鮮盒。
4. 靜置 2 分鐘後，將棉花棒取出，並每隔 5 分鐘從上方小開口利用氨氣測試儀測量一次氨的濃度。

### 實驗觀察與檢討

1. 因為用棉花棒沾氨水，造成有些溶液會殘留至容器中，而導致實驗非常不穩定。
2. 因為氨氣的密度要小於空氣，所以頻繁開啟會讓本實驗的操作與測驗失準。

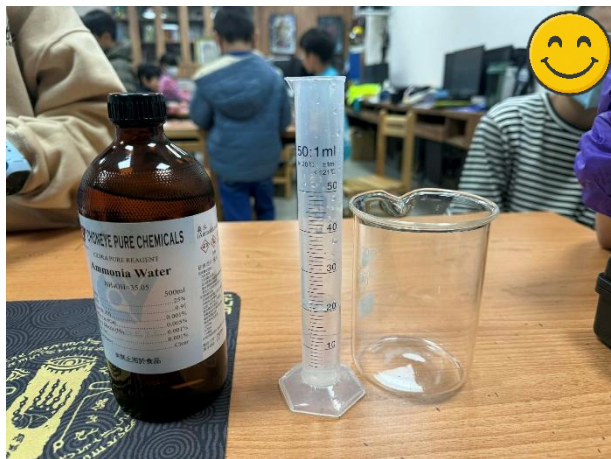


圖 4.11 容器製作示意圖(本研究自行拍攝)

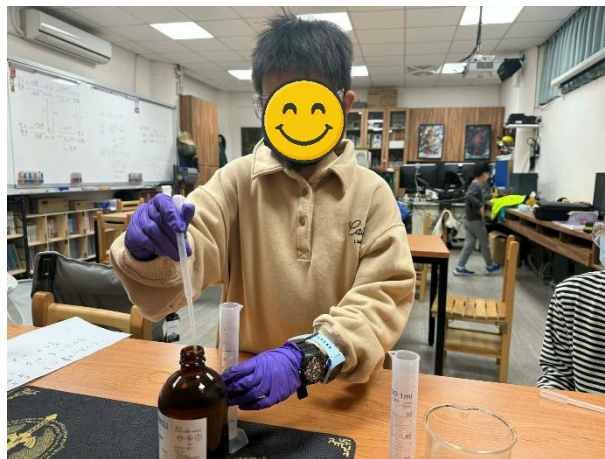


圖 4.12 容器製作示意圖(本研究自行拍攝)

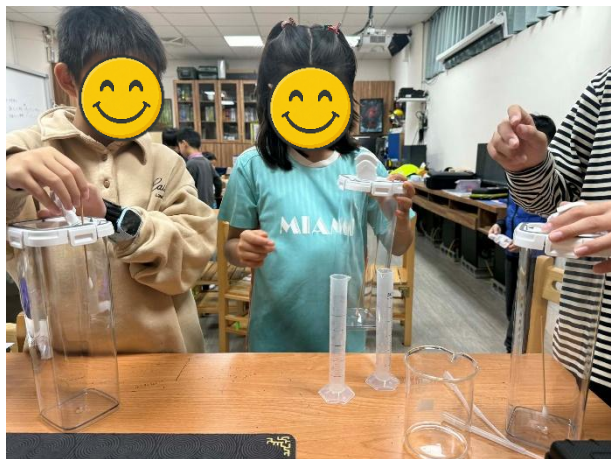


圖 4.13 容器製作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.14 容器製作示意圖(本研究自行拍攝)

### 實驗二之二

1. 計算將氨的濃度降至體積百分濃度 1% 所需要的條件(氨水的濃度 25%)。
2. 準備氨水(濃度 25%)5 毫升加上倒入 120 毫升的水倒入燒杯。
3. 將上述調整好之溶劑到容量瓶上封口靜至 2 分鐘。

4. 將所購入的 5 公升藥劑桶倒插進容量瓶中 5 分鐘。
5. 五分鐘後將其藥劑桶取出，並封上蓋子後倒轉靜置 2 分鐘。
6. 兩分鐘後，在開口處黏上氨氣測試儀，並以膠帶固定。
7. 每兩分鐘將數據記下，並輸入至電腦中進行分析。
8. 需注意由於本實驗需要重做多次，所以重作時，請一定要用水洗過藥劑桶，並利用衛生紙及抹布擦拭乾淨後，並用吹風機放在架子上吹乾，以確保本實驗沒有任何水氣會影響到氨氣的測量。



圖 4.15 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.16 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.17 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.18 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)

### 實驗三：不同布料對於臭味吸納(以氨氣為測試物)的影響為何？

#### (一) 實驗目的

為了解不同布料對於氨氣的吸收影響為何？

## (二) 實驗步驟

1. 準備實驗二之二所做出來的實驗裝置。
2. 將所購買回來的布裁成邊長 10 公分的正方形(本實驗中變項為八安厚棉、彈性精梳棉、吸濕排汗棉、中厚棉、60 枝純棉、特多能布、縲縲布)。
3. 將上述變項再投入前先利用吹風機吹乾水分，並放入隔絕的防潮盒內準備實驗。
4. 依照在實驗二之二的步驟中，靜置完兩分鐘後測量後馬上將其處理過的實驗布放入藥劑桶中。



圖 4.19 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.20 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)

5. 並在之後每兩分鐘記錄一次其氨氣的數值，持續七次。
6. 將數據記下，並輸入至電腦中進行分析。
7. 需注意由於本實驗需要重做多次，所以重作時，請一定要用水洗過藥劑桶，並利用衛生紙及抹布擦拭乾淨後，並用吹風機放在架子上吹乾，以確保本實驗沒有任何水氣會影響到氨氣的測量。

### 實驗四：不同咖啡渣碳塗佈方式對不同布料對於臭味吸納(以氨氣為測試物)影響為何?

#### (一) 實驗目的

為了解不同布料不同塗佈方式對於氨氣的吸收影響為何?

#### (二) 實驗步驟

1. 準備實驗二之二所做出來的實驗裝置。
2. 將所購買回來的布裁成邊長 10 公分的正方形(本實驗中變項為八安厚棉、彈性精梳棉、吸

濕排汗棉、中厚棉、60 枝純棉、特多能布、縲縲布)。

3. 準備利用實驗一所提煉的咖啡渣碳 2 公克、酒精 16 公克、膠水 2 公克，製作 10% 的塗佈劑。
4. 分別利用浸沾塗佈、刮刀塗佈(1 毫米)方式進行塗佈。
5. 並依照在實驗二之二的步驟中，靜置完兩分鐘後測量後馬上將其處理過的實驗布放入藥劑桶中。

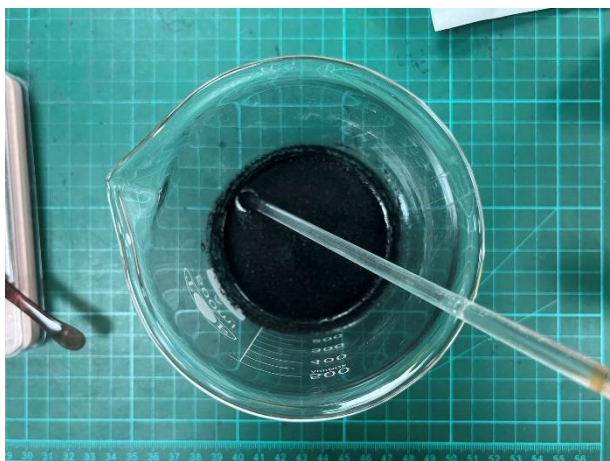


圖 4.21 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.22 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.23 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.24 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)

6. 並在之後每兩分鐘記錄一次其氨氣的數值，持續七次。
7. 將數據記下，並輸入至電腦中進行分析。
8. 需注意由於本實驗需要重做多次，所以重作時，請一定要用水洗過藥劑桶，並利用衛生紙及抹布擦拭乾淨後，並用吹風機放在架子上吹乾，以確保本實驗沒有任何水氣會影響到氣

氣的測量。

**實驗五：不同比例咖啡渣碳塗佈對不同布料對於臭味吸納(以氨氣為測試物)影響為何?**

**(一) 實驗目的**

為了解不同布料不同塗佈方式對於氨氣的吸收影響為何?

**(二) 實驗步驟**

1. 準備實驗二之二所做出來的實驗裝置。
2. 將所購買回來的布裁成邊長 10 公分的正方形(本實驗中變項為八安厚棉、彈性精梳棉、吸濕排汗棉、中厚棉、60 枝純棉、特多能布、縲縲布)。
3. 準備利用實驗四所使用的塗佈劑，並改成變項(10%、20%)
4. 分別利用浸沾塗佈、刮刀塗佈(1 毫米)方式進行塗佈。
5. 並依照在實驗二之二的步驟中，靜置完兩分鐘後測量後馬上將其處理過的實驗布放入藥劑桶中。



圖 4.25 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)



圖 4.26 實驗操作示意圖(本研究自行拍攝)

6. 並在之後每兩分鐘記錄一次其氨氣的數值，持續七次。
7. 將數據記下，並輸入至電腦中進行分析。
8. 需注意由於本實驗需要重做多次，所以重作時，請一定要用水洗過藥劑桶，並利用衛生紙及抹布擦拭乾淨後，並用吹風機放在架子上吹乾，以確保本實驗沒有任何水氣會影響到氨氣的測量。

## 伍、研究結果及討論

以下研究結果部分，將以回答待答問題的方式來進行討論本研究的結果

### 一、 不同布料對於臭味吸納的影響為何？

本問題將以實驗一及實驗二的實驗成果並執行實驗三來回答探討一，以下將先以表格呈現我們觀察到的各種不同的布料特徵。

表 5.1 不同布料特徵表

名稱	顏色	觸感	厚薄程度	表面特色
吸濕排汗	白色	柔軟	厚	有洞，且好像很多層
八安厚棉	米白色	稍硬	最厚	有小小的洞，且排列極為整齊
精梳棉	白色	柔軟	薄	緻密且極為柔細
60 支棉	白色微透	柔軟	薄	極薄，且線感明顯
中厚棉	白色	稍硬	稍厚	有明顯花紋，且斜向排列
縲縲	白色	柔軟	薄	緻密柔軟且細膩
特多能	白色微透	柔軟	薄	彈性較差且滑膩

在處理完布後，我們發現不同的布料有不同的編織方式外，其厚度及觸感也有些許不同，但在討論及觀察後，我們認為較多孔的布可以吸納很多臭味，在討論後我們認為吸濕排汗布可以達成最好的效果。

以下為我們利用實驗三所執行實驗的成果

表 5.2 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表-1

	空容量瓶	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縲	60 枝棉	吸濕排汗
起始	22.6	21.5	23.5	26	26.1	25.2	21	20.5
2min	21.5	21.4	17.9	16.9	25.7	19.9	20.3	19.9
4min	20.2	19	14.6	9.8	23.4	18	17.9	19.8
6min	19.4	17.1	10.7	6.2	19.5	16.2	17	19.2
8min	18.9	15.8	9.3	4.4	17.1	14.6	14	18.8

10min	18.9	14.7	7.3	3.5	15	13.6	13.8	17.1
12min	18.6	14.2	7.2	2.9	13.7	13	14.2	15.9
14min	18.6	13.9	7	1.9	12.7	12.6	13.9	15.7
終末 差異	4	7.6	16.5	24.1	13.4	12.6	7.1	4.8
單位:ppm								

表 5.3 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表-2

	空容量瓶	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縈	60 枝棉	吸濕排汗
起始	29.8	26.5	20.7	24.5	21.9	24.7	20.3	21.7
2min	29.4	26.5	10	13.3	17.8	21.2	20.1	20.9
4min	29.6	26.5	7	10.3	17.5	19.2	18.7	20.7
6min	29.2	26.1	5.4	7.7	18	18.5	17.6	20
8min	28.8	25.5	3.9	6.5	17.6	17.7	16.1	19.7
10min	29.2	24.3	2.9	5.7	17	17.4	16.8	19.7
12min	29.2	22.3	2.7	4.8	17	17.2	17	18.9
14min	29.2	21.6	2.8	4.3	16.9	16.9	18	18.6
終末 差異	0.6	4.9	17.9	20.2	5	7.8	2.3	3.1
單位:ppm								

表 5.4 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表-3

	空容量瓶	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縈	60 枝棉	吸濕排汗
起始	19.7	27.2	24.2	20.2	26.8	26.3	20.8	27.8
2min	19.7	26.4	17.5	14.1	22.5	24.1	17.9	27.8

4min	20	25.8	15.3	11.3	19.6	23.9	18.5	24.5
6min	19.7	25.5	12.6	8.1	18.7	24.6	17.8	24.5
8min	19.9	24.9	11.7	6.1	19.4	24.5	17.4	25.1
10min	20.4	22.9	11.1	5.8	18.3	24.1	16.9	23.6
12min	19.7	20.1	10.7	5.3	19	23.8	16.7	23.6
14min	19.5	19.9	10.1	4.9	17.2	23	15.4	24.2
終末 差異	0.2	7.3	14.1	15.3	9.6	3.3	5.4	3.6

單位:ppm

表 5.5 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響平均表

	空容量瓶	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縈	60 枝棉	吸濕排汗
平均 差異	1.60	6.60	16.17	19.87	9.33	7.90	4.93	3.83

單位:ppm

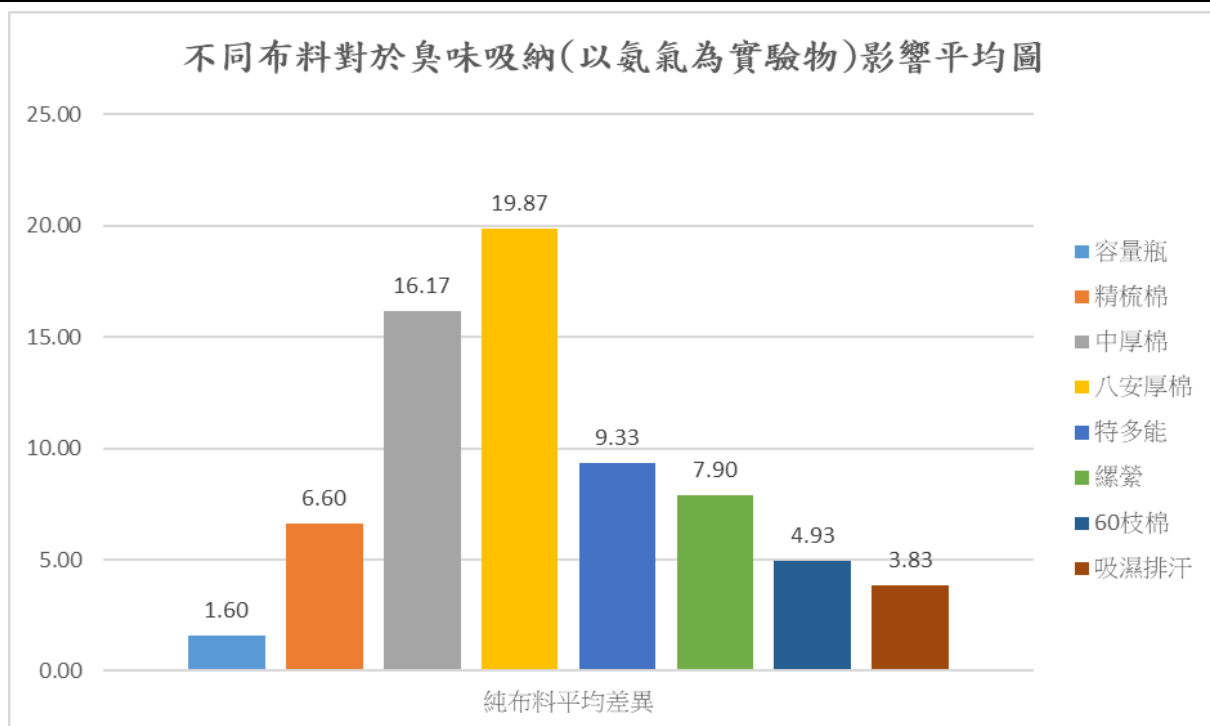


圖 5.1 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響平均圖 (本研究自行繪製)

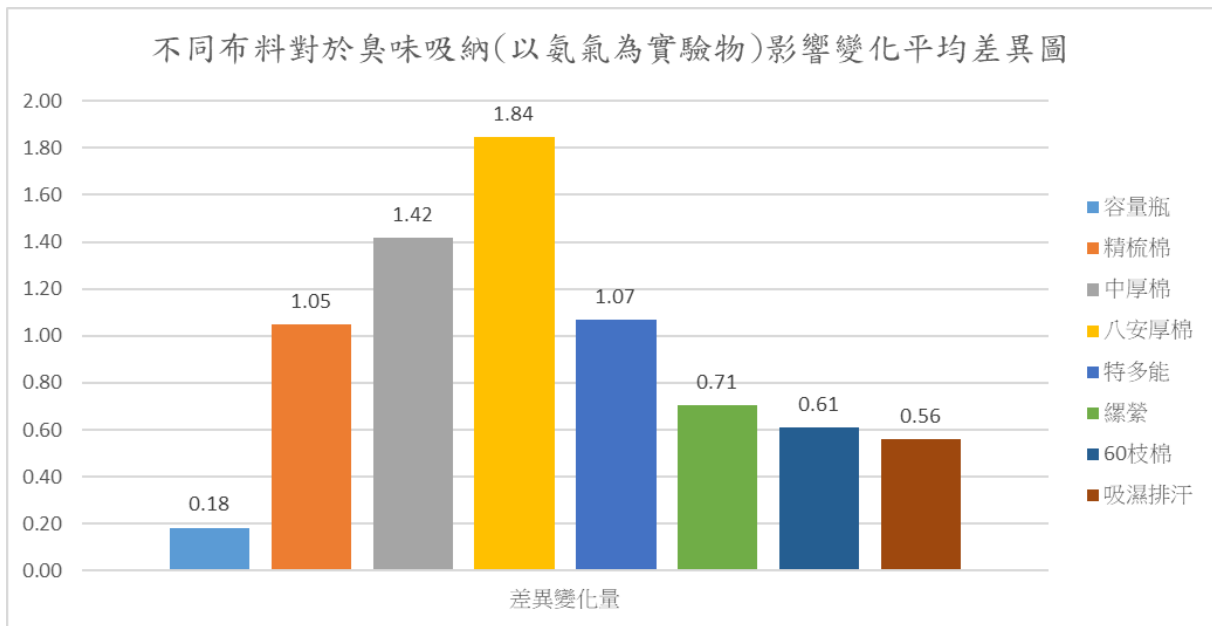


圖 5.2 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化平均差異圖 (本研究自行繪製)

#### 不同布料對於臭味吸納之實驗觀察與討論

1. 我們從實驗三中的實驗紀錄可以繪製成表 5.2、5.3、5.4，且透過整理製成表 5.5，然後利用分析將每一次紀錄與上一次紀錄的差異列出，我們再將其結果統合繪製成圖 5.1、圖 5.2 以方便進行討論。
2. 從表 5.5 及所輸出的圖 5.1 可得知，布的不同厚度、不同大小會影響臭味的吸附量(氨氣的吸附量)，因此可知八安厚棉(多孔洞、偏厚、較粗糙) 吸附量較好，吸濕排汗(較光滑) 吸附量較差。
3. 但是我們從之前的布料分析中發現其實我們認為厚薄程度會大大的影響氨氣的吸附量，但是在之前的布料分析時我們發現表現較差的吸濕排汗並不是所有布料裡面最薄的，也就是從這邊我們可以推論材質才是影響氨氣吸附的主要原因。
4. 從表 5.5 及所整理輸出的圖 5.2 可得知，布的不同厚度、不同大小會影響臭味的每次吸附變化量(氨氣的吸附量)，因此可知八安厚棉如圖 5.3(多孔洞、偏厚、較粗糙) 吸附變化表現較大，吸濕排汗如圖 5.4(偏薄、較光滑)吸附量較差。
5. 但從圖 5.1 與圖 5.2 中我們可以發現每種布的吸附總量及吸附速度並不一定一樣，有些布會在一開始時快速吸收，但總量不多例如像是精梳棉，有些則是速度沒有那麼快，但是總量卻較多，如特多能，但有些則是吸附速度及總量都極為優秀的例如八安厚棉。

6. 但不管是哪一個布料的吸附速度，都比原本空的容量瓶吸附要來的有效率且快速，其中我們原本以為只有厚薄有關，但在進行實驗後發現吸附量及吸附變化表現，據我們從實驗觀察推論應該與材質及編織方法有著極大的關係。



圖 5.3 八安厚棉示意圖(本研究自行拍攝) 圖 5.4 吸濕排汗布示意圖(本研究自行拍攝)

## 二、 自製不同咖啡渣碳塗佈方式並實驗觀察其對不同布料對於臭味吸納影響為何?

本問題將以實驗四的實驗成果來回答探討二，以下將先以表格呈現我們觀察到的實驗結果及現象，其主要實驗變項為不同咖啡碳塗佈方式(本研究為浸潤塗佈、及刮刀塗佈)，並探討對於不同布類的影響。

表 5.6 10%白膠浸潤塗佈布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表

	10% 精梳棉	10% 中厚棉	10% 八安厚棉	10% 特多能	10% 縲縈	10% 60 枝棉	10% 吸濕排汗	10% 精梳棉
起始	20.4	18.6	26.3	18	20.5	28.9	20.7	20.4
2min	18.3	17.3	26.1	17.8	20.5	27.3	20	18.3
4min	17.1	18	26.9	16.9	20.5	27.1	19.8	17.1
6min	18	17.9	26.3	16.7	20.7	25.9	20.3	18
8min	18.2	17.5	26.3	16.6	20.7	23.2	20.1	18.2
10min	17.8	17.4	26.8	16.5	20.8	23.6	18.6	17.8
12min	18.2	17.1	25.2	16.4	19.4	23.1	19.5	18.2
14min	17	17	24.8	15.9	19.9	23.2	17.3	17
終末 差異	2.1	1.6	1.5	2.1	0.6	5.7	3.4	2.1

單位:ppm

表 5.7 10%白膠刮刀塗佈布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表

	10% 精梳棉	10% 中厚棉	10% 八安厚棉	10% 特多能	10% 縲縈	10% 60 枝棉	10% 吸濕排汗	10% 精梳棉
起始	18.6	20.4	18	21	18.1	20.1	19.2	18.6
2min	17.2	19.5	15.9	20.5	16	18.9	18.7	17.2
4min	17.3	18.4	14.1	20.6	15.5	18.1	17	17.3
6min	17.7	18.2	13.3	20	14.5	18	16.6	17.7
8min	17.4	18.2	13.1	19.9	13	17.9	16.2	17.4
10min	16.6	17.2	13.1	19.7	12.8	17.6	15.8	16.6
12min	16.8	16.8	13.2	19.5	12.1	17.5	15.8	16.8
14min	16.3	16.1	13	19	11.9	16.8	15.3	16.3
終末 差異	2.3	4.3	5	2	6.2	3.3	3.9	2.3

單位:ppm

表 5.8 不同塗佈方式對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響平均表

	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縈	60 枝棉	吸濕排汗
浸潤差異 變化量	0.22	0.05	0.22	0.32	0.10	0.68	0.45
刮刀差異 變化量	0.15	0.57	0.48	0.25	0.68	0.35	0.57

單位:ppm

不同咖啡渣碳塗佈方式對於臭味吸納之實驗觀察與討論

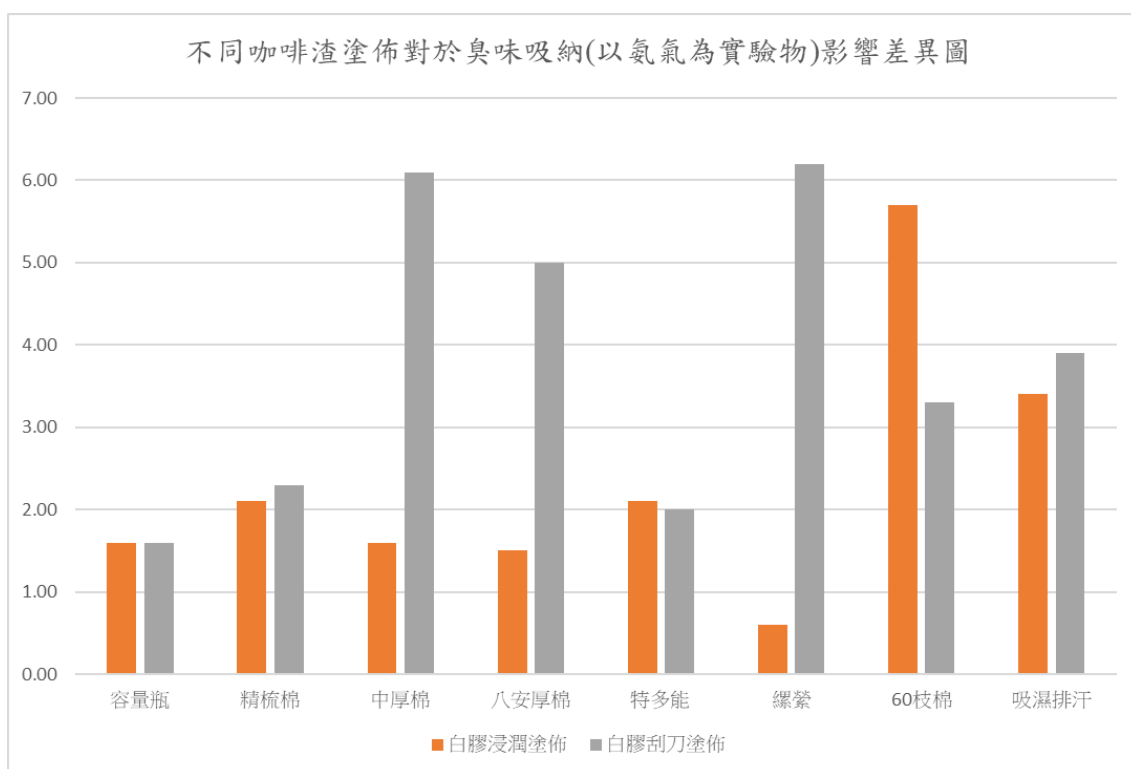


圖 5.5 不同咖啡渣塗佈方式對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響差異圖 (本研究自行繪製)

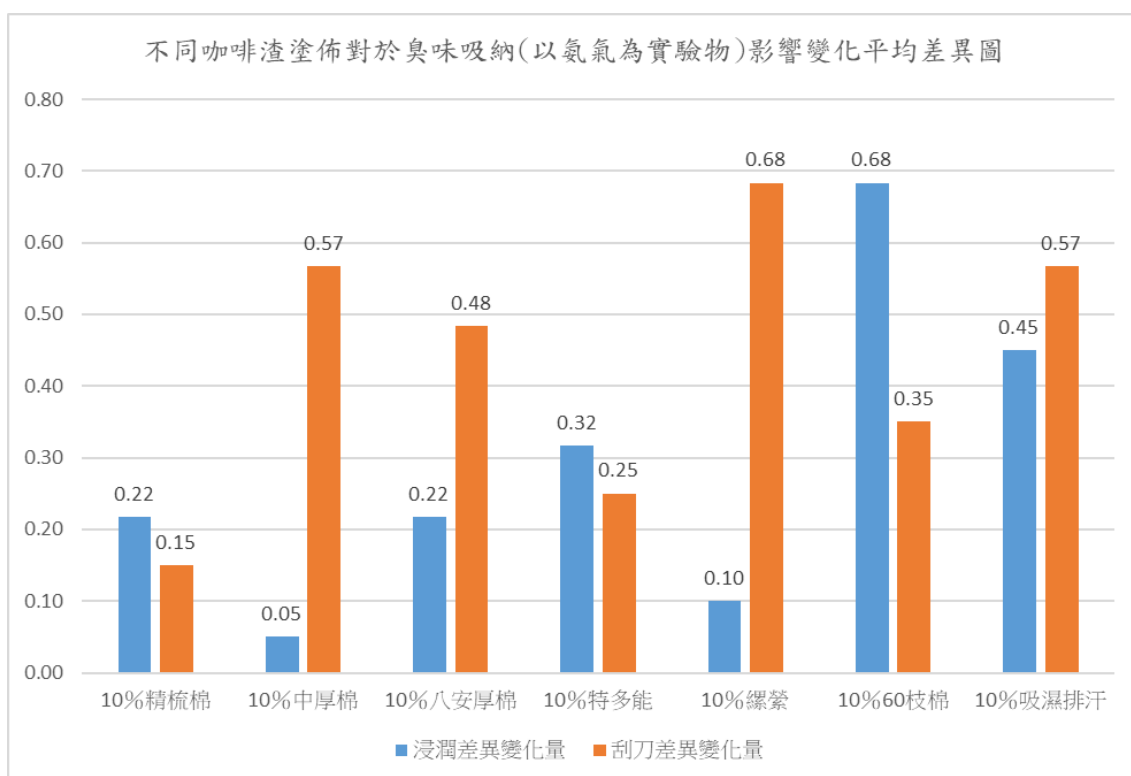


圖 5.6 不同咖啡渣塗佈方式對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化平均差異圖

(本研究自行繪製)

1. 我們從實驗四中的實驗紀錄可以繪製成表 5.6、表 5.7，且透過整理繪製成圖 5.5，另外我

們的將每一次紀錄與上一次紀錄的差異列出，我們再將其結果統合繪製成表 5.8 並繪製成圖 5.6 以方便進行討論。

2. 從輸出的圖 5.5 及整理出來的圖 5.6 可得知，不同的塗佈方式會影響臭味的吸附量(氮氣的吸附量)及吸附速度差異，且會根據不同布料配上不同的塗佈方式而有所變化，以本研究來說，大部分布料在刮刀塗佈的吸附效果要比浸潤塗佈的效果要好，但是在少許布料如 60 枝棉就不是如此，我們推論根據布料不同的材質與編織結構，應該有適合他的塗佈方式。
3. 我們發現觀察到浸潤塗佈對於布料就是雙面塗佈，且厚度比較沒有像刮刀塗佈那樣有掌控厚度，而也因為如此原本柔軟的布料在浸潤塗佈下，變得僵硬，摸起來也較不舒服，在實際使用下必須要注意這項特點。
4. 在原本實驗前我們認為有塗佈咖啡碳的布料，不管哪一種塗佈方式對於除臭方式應該都有較好的效果，但是與原本的布料吸附臭味量差異很大，並沒有變得較好，在經過討論及查閱資料後，我們認為是塗佈液封住了這些布料的孔隙，讓其吸附力變差，而也因為是這樣，單面塗佈且有掌控厚度的刮刀塗佈才能表現得較好，但也需要注意布料本身材質及編織方式是不是適合這樣的塗佈方式。
5. 在經歷過本實驗後，我們決定增加不同咖啡碳塗佈液基底來進行討論，來確定是不是如同一些文獻上所說的塗佈液基底只是黏合劑。

### 三、 自製不同比例咖啡渣碳塗佈液並實驗觀察其對不同布料對於臭味吸納影響為何？

本問題將以實驗五的實驗成果來回答探討二，以下將先以表格呈現我們觀察到的實驗結果及現象，其主要實驗變項為不同比例咖啡碳塗佈方式(本研究為 10%、20%)外，並探討利用不同塗佈方式於不同布類的影響。

#### (一) 不同咖啡渣碳塗佈液基底

表 5.9 10%膠水浸潤塗佈布料對於臭味吸納(以氮氣為實驗物)影響表

	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縈	60 枝棉	吸濕排汗	精梳棉
起始	18.8	29.4	23.1	23.5	25.2	20.3	23.5	18.8

2min	18.4	29.1	18.4	23.4	21.9	19.5	23.4	18.4
4min	18.1	28.2	15.2	23.1	21.1	18.9	23.1	18.1
6min	18	27.3	12.7	22.9	21.1	18.5	22.9	18
8min	17.9	27	11.3	21.9	21.4	18.4	21.9	17.9
10min	17	26.9	10.9	21.8	20.3	18.5	21.8	17
12min	17.7	26.4	10.2	20.9	20.2	18.1	20.9	17.7
14min	17.7	26	9	20.9	19.8	18	20.9	17.7
終末 差異	1.1	3.4	14.1	2.6	5.4	2.3	2.6	1.1
單位:ppm								

表 5.10 10%膠水刮刀塗佈布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表

	10% 精梳棉	10% 中厚棉	10% 八安厚棉	10% 特多能	10% 縲縈	10% 60 枝棉	10% 吸濕排汗	10% 精梳棉
起始	21.1	22.4	18.2	24.9	23.4	19.9	23.1	21.1
2min	19.9	21.9	16.5	24.3	18.6	17.1	23	19.9
4min	19.8	22.3	14.5	24.1	18.3	15.9	22.5	19.8
6min	19.9	20.4	14.2	23.4	17.8	14.8	21.9	19.9
8min	19.7	20.5	13.3	22.2	17.2	13.6	23.5	19.7
10min	19.7	22.2	12.2	22.2	17.5	12.7	24.2	19.7
12min	19.5	22	10.5	22.3	16	13.1	22.1	19.5
14min	19.9	20.5	9.3	22.1	16	13.8	22	19.9
終末 差異	1.2	1.9	8.9	2.8	7.4	6.1	1.1	1.2
單位:ppm								

表 5.11 不同布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化量平均表

	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縲	60 枝棉	吸濕排汗
白膠 浸潤差異	0.22	0.05	0.22	0.32	0.10	0.68	0.45
白膠 刮刀差異	0.15	0.57	0.48	0.25	0.68	0.35	0.57
膠水 浸潤差異	1.1	3.4	14.1	2.6	5.4	2.3	2.6
膠水 刮刀差異	1.2	1.9	8.9	2.8	7.4	6.1	1.1

單位:ppm

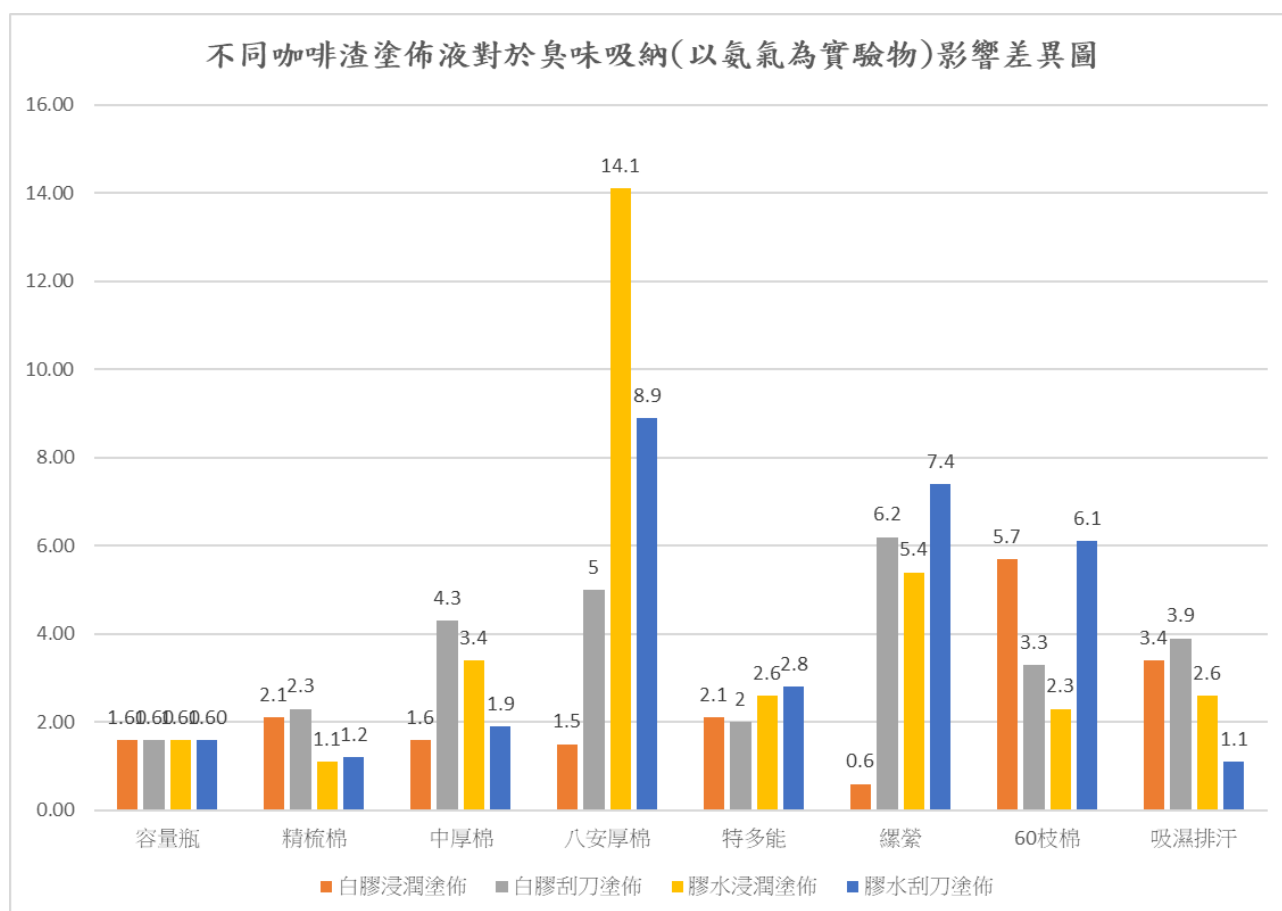


圖 5.7 不同咖啡渣塗佈液對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響差異圖 (本研究自行繪製)

## 不同咖啡渣碳塗佈液對於臭味吸納之實驗觀察與討論(以不同塗佈液基底)

1. 我們從實驗五中的實驗紀錄可以繪製成表 5.9、表 5.10，且透過整理製成表 5.11，我們的整理法是將結果統合繪製成圖 5.7 以方便進行討論。
2. 我們可以從圖 5.7 知道不同的布料可能需要不同的塗佈方式及不同的塗佈液基底作為黏合劑，因為我們從這個實驗中可以發現並沒有哪一種塗佈液表現就一定比較好，因為同一種布中，我們可以發現在塗佈液基底不一樣時表現就不一樣，所以這邊我們可以推論隨著布料的材質、編織方式、孔洞編排會對於塗佈液基底有較明顯的選擇。
3. 從圖 5.7 中我們可以明顯的發現表現最好的是八安厚棉，且其在塗佈液基底是膠水時有最佳的表現，且以浸潤塗佈的方式更適合他，其除掉瓶中氨氣的效能最好。
4. 另外我們發現塗佈液基底會極大的影響，布料在塗佈後的狀況，膠水為基底的塗佈液在使用後，依然可以使布料維持柔軟，但是我們也發現除了塗佈液基底會影響布的性質外，不同的塗佈方式也會影響其碳粉固定程度，其容易脫落程度為特別是白膠浸潤塗佈，其次是膠水浸潤塗佈，再來是白膠刮刀浸潤塗佈，最後是膠水刮刀浸潤塗佈最為堅固，我們推論是因為刮刀塗佈，我們有壓的動作，可以讓其更為穩固。
5. 在我們討論後，認為除了除掉氨氣的表現外我們要踏入實用也需要考量其容易、耐用程度等狀況，所以必須為在進入應用階段時需要注意除了吸附特性之外的因素。

### (二) 不同比例咖啡渣碳塗佈液(不同碳粉比例)

表 5.12 20%白膠刮刀塗佈布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表

	20% 精梳棉	20% 中厚棉	20% 八安厚棉	20% 特多能	20% 縲縈	20% 60 枝棉	20% 吸濕排汗	20% 精梳棉
起始	29.9	25.5	25.5	26.6	21.2	24.1	29.1	29.9
2min	28.9	21.3	20.5	25.3	18.9	24.2	29.1	28.9
4min	27.9	20.1	18.5	24.9	16.5	24.2	28.4	27.9
6min	25.8	19.7	16.7	24.6	15.7	24.5	26.6	25.8
8min	25.8	20.4	14.1	22.3	15.6	24	24.5	25.8
10min	25.5	20	13.5	24	15.4	22.7	24.4	25.5

12min	25.3	19.8	13.5	23.7	14.6	21.6	24	25.3
14min	24.8	18	12.5	23.5	14.2	20.1	23.7	24.8
終末 差異	5.1	7.5	13	3.1	7	4	5.4	5.1
單位:ppm								

表 5.13 20%膠水刮刀塗佈布料對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響表

	20% 精梳棉	20% 中厚棉	20% 八安厚棉	20% 特多能	20% 縲縈	20% 60 枝棉	20% 吸濕排汗	20% 精梳棉
起始	23.5	20.2	30.7	20.8	27.5	28.8	18.7	23.5
2min	22	19.4	25	18.4	25.2	25.8	17.9	22
4min	22	19.6	23.2	18.3	23.2	24.9	17.8	22
6min	21.9	18.5	22.8	18	21.2	23.8	17	21.9
8min	21.4	18.9	23.6	17.9	20	23.5	16.9	21.4
10min	21.4	18.9	21.9	17.5	19.8	23	16.6	21.4
12min	20.9	18.2	20.2	17.2	19.3	22.9	15.6	20.9
14min	20	17.6	20.5	16.9	19	22.5	15.5	20
終末 差異	3.5	2.6	10.2	3.9	8.5	6.3	3.2	3.5
單位:ppm								

表 5.14 不同比例咖啡渣碳塗佈液對臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化量平均表-白膠基底

	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縈	60 枝棉	吸濕排汗
10% 白膠刮刀	2.3	4.3	5	2	6.2	3.3	3.9

20%	5.1	7.5	13	3.1	7	4	5.4
白膠刮刀							

單位:ppm

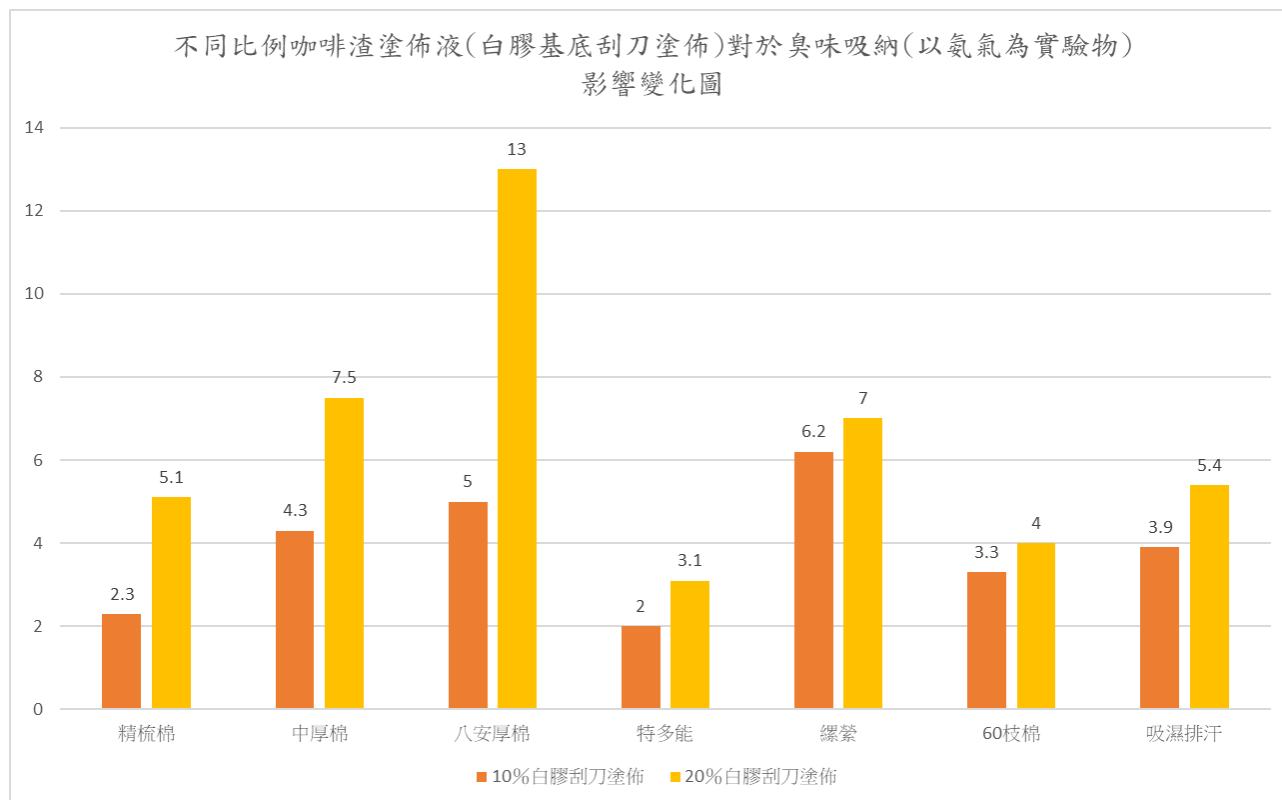


圖 5.8 不同比例咖啡渣塗佈液(白膠基底)對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化平均差異  
(本研究自行繪製)

表 5.15 不同比例咖啡渣塗佈液對臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化量平均表-膠水基底

	精梳棉	中厚棉	八安厚棉	特多能	縲縲	60 枝棉	吸濕排汗
10%							
膠水刮刀	1.2	1.9	8.9	2.8	7.4	6.1	1.1
20%							
膠水刮刀	3.5	2.6	10.2	3.9	8.5	6.3	3.2

單位:ppm

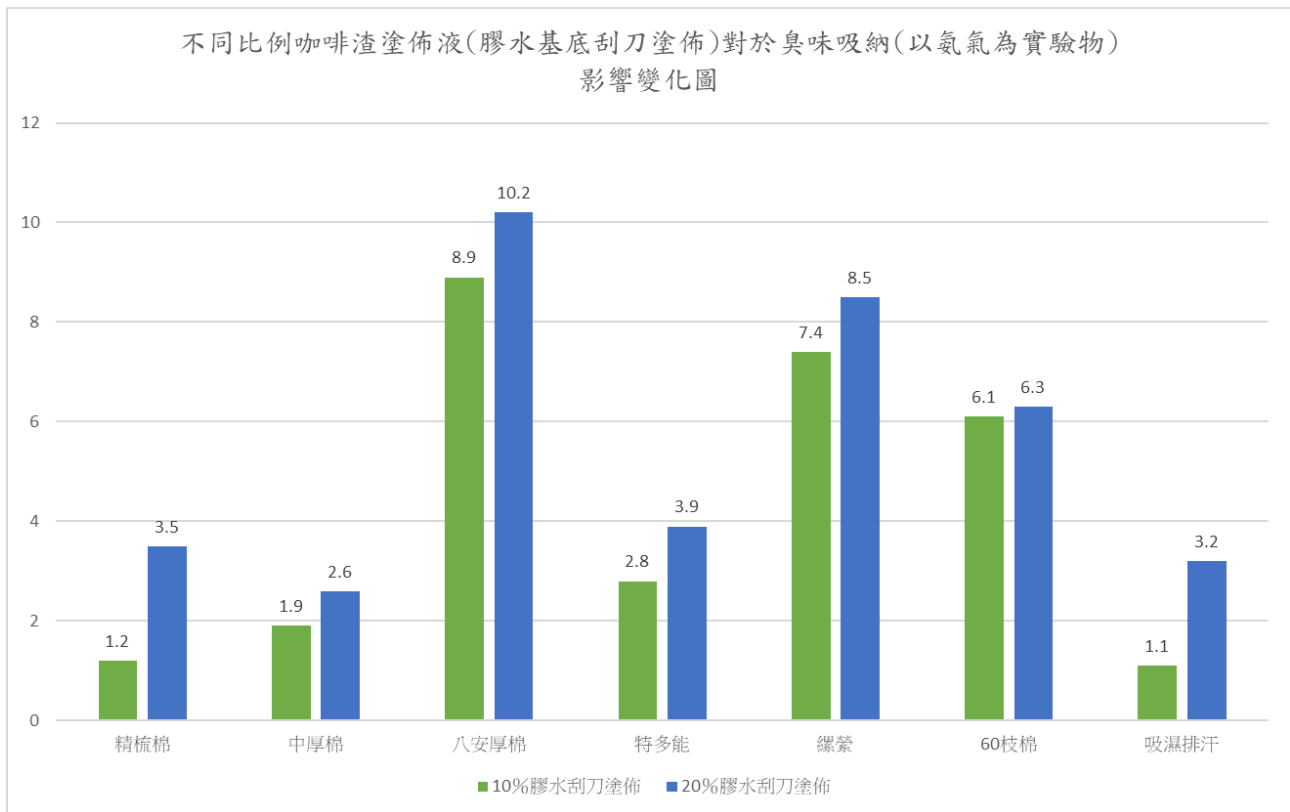


圖 5.9 不同比例咖啡渣塗佈液(膠水基底)對於臭味吸納(以氨氣為實驗物)影響變化平均差異  
(本研究自行繪製)

### 不同咖啡渣碳塗佈液對於臭味吸納之實驗觀察與討論(以不同塗佈液基底)

1. 我們從實驗四中的實驗紀錄可以繪製成表 5.12、表 5.13，且透過整理製成表 5.14 及表 5.15，再將其結果統合繪製成圖 5.8、圖 5.9 以方便進行討論。
2. 我們從圖 5.8 及圖 5.9 中可以發現碳粉濃度提高可增加氨氣的吸附量，但是不同的布會有不同增加的量，這點符合我們對於實驗的預期，因為隨著碳粉的量增多，其吸附氨氣的能力也會增強，但是我們也在實驗中發現隨著碳粉的增多，其塗佈液基底的選擇及塗佈方式會影響其碳粉結合牢固程度。
3. 我們從圖 5.8 及圖 5.9 中可以發現當基底液不同時，可以改變其吸附能力也會不同，我們發現用相同塗佈方式，但是塗佈液基底不同時，其改變程度及吸附量也會產生差別，如以白膠當基底液時，其碳粉的多寡就會極大的影響實驗結果，而以膠水當基底液卻不會有這樣的狀況，我們推論是白膠當基底液時期黏附性更強，他可以承載更多的碳粉並使其外露吸附氨氣。

## 陸、結論

- 一、過去的研究已證實咖啡渣及其碳化產物能廣泛應用於不同領域，例如：作為環保建材（減輕磚體重量並提升隔熱效果）、促進植物生長的肥料、天然防曬油的原料，以及製成能吸附臭味的活性碳。本研究奠基於前人的基礎，進一步將咖啡渣的應用延伸至人們日常穿著的衣料上，創造出全新的附加價值。透過兩階段的高溫（400-600 度）直火加熱與鋁箔紙包覆純化，本研究成功證實了透過簡易設備也能自製出純淨且無異味的咖啡渣碳。
- 二、在探討不同布料對臭味（氨氣）吸納影響的實驗中，數據顯示布料的厚薄度與孔洞分佈會直接影響吸附量。其中，表面具有許多孔洞、偏厚且觸感較粗糙的「八安厚棉」吸附量最佳，而偏薄且表面光滑的「吸濕排汗」布料表現最差。然而，表現最差的吸濕排汗布料並非所有測試變項中最薄的材質，這反向證明了布料本身的「材質」與「編織方法」才是主導臭味吸附效率的核心因素。此外，所有經過測試的布料，其基礎吸附效率皆明顯優於未放置布料的空瓶。
- 三、我們從本研究發現，雖然我們預期塗佈咖啡渣碳能提升除臭效果，但實驗數據顯示，若塗佈液過厚會封住布料孔隙，反而導致吸附力下降；其中「浸潤塗佈」因屬雙面加工且厚度難以掌控，容易使布料變得僵硬、失去原有柔軟度，相比之下，單面且能精準控制厚度的「刮刀塗佈」較能保留布料孔隙，除臭表現也更出色，但在實際應用時仍須針對不同布料的材質與編織結構，選擇最適合的塗佈方式。
- 四、我們發現原本設想的塗佈液基底只是黏合劑這件事需要重視且修正，因為我們在本實驗中發現塗佈液基底與布料材質、編織結構及孔隙分佈間存在高度的選擇性；實驗發現「膠水」基底能讓布料維持原有的柔軟手感，且相較於容易封死孔隙、使布料變得僵硬的「浸潤法」，單面且能精準控制厚度的「刮刀塗佈」不僅除臭表現更佳，更因具備壓實動作，能使碳粉固定最為穩固、最不易脫落。
- 五、在本實驗中，我們發現雖然提高碳粉濃度能如預期增強氨氣吸附力，但吸附量的增加程度會因布料材質而異。實驗進一步證實，黏性較強的「白膠」基底能承載更多碳粉並使其外露，因此碳粉濃度的變化會顯著影響其吸附表現；相較之下，以「膠水」為基底時，吸附能力的改變則較不明顯。此外，隨著碳粉量增多，選擇合適的塗佈液基底與加工方

式，對於維持碳粉結合的牢固程度至關重要。

六、在我們完成此實驗及觀察討論後，我們認為塗佈後的布料對「氨氣」單一氣體的吸附量未超越原始布料(有達到最高值的 75%)，我們推論是塗佈液封住部分微孔隙所致；但考量到人體汗臭或是其他異味是由多種複雜有機化合物組成，咖啡渣碳化後具備多孔隙的廣譜吸附特性，在應對真實生活的複合異味時，依然展現出極高的研發潛力與環保應用價值，所以建議可以在之後往更深的地方研究。

## 柒、未來研究

本實驗因製作及分析困難在科展截止前，經過小組討論，發現還有許多不足之處，將在下方紀錄並提醒我們小組

(一)、提升洗滌耐用度測試:

**水洗測試：**將塗佈後的布料進行多次模擬水洗，觀察碳粉脫落率（可用秤重法）及除臭能力的變化，探討如何增加黏合劑的耐水性。

(二)、擴大除臭對象與環境變數:

**異味測試：**除了氨氣，可增加對醋酸（酸臭味）或異戊酸（腳臭味）的吸附實驗。

(三)、優化塗佈液配方與製程：

**持續開發：**少量天然分散劑（如卵磷脂），嘗試讓咖啡渣碳粉末在塗佈液中分佈更均勻，避免孔隙過度被封死；自製活性碳以完成更完整的實驗。

## 捌、參考文獻

好咖來找茶-卡好的植物有機肥。科展群傑廳。第 49 屆中小學科學展覽會

「啡」長「菇」得～Very Good。科展群傑廳。第 51 屆中小學科學展覽會

咖啡王子一號店～研製咖啡渣活性碳。科展群傑廳。第 52 屆中小學科學展覽會

決剩 Food，這「咖」油夠厲害—咖啡渣油抗紫。科展群傑廳。第 60 屆中小學科學展覽會

不可能的暖咖效應。科展群傑廳。第 61 屆中小學科學展覽會

「咖」讚！「啡」典型環保水泥磚—水泥砂漿取代配比強度之探討。科展群傑廳。第 64 屆中小學科學展覽會