

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生物科

030301

甲殼下的清涼—黑水虻蛹殼的隔熱效果分析

學校名稱：雲林縣私立淵明國民中學

作者：  國二 施宏鍇  國二 朱家呈  國二 林宸暘	指導老師：  顏珮勳
---	------------------

關鍵詞：黑水虻、甲殼素、淨零碳排

## 摘要

在節能減碳的前提下，「隔熱」是綠建築中室內降溫的重要工法。本研究以仿生法及廢棄物再利用之核心理念進行研究發想，嘗試使用黑水虻蛹殼所萃取的甲殼素規劃隔熱實驗。由磁磚的隔熱效果分析中，將不同重量比例的黑水虻蛹殼甲殼素摻入三仙膠中，調製成隔熱塗料均勻塗抹在磁磚上方，並以鹵素燈模擬光照加熱。由重複實驗結果得知：1%萃取蛹殼甲殼素可以降低磁磚下方(背光面)溫度約  $5.56 \pm 0.51^{\circ}\text{C}$  而 3%降低  $8.29 \pm 0.22^{\circ}\text{C}$ 。由研究結果得知，含 3%黑水虻蛹殼甲殼素之三仙膠塗料，能有效降低磁磚下方溫度高達  $6^{\circ}\text{C}$  以上(0%降低  $1.71 \pm 0.16^{\circ}\text{C}$ )，未來具有發展為低價環保隔熱塗料的潛力，很值得進一步研究開發。

## 壹、前言

### 一、研究動機

全球暖化已是全球極為重視的議題之一，對於台灣這樣的海島國家更是燃眉之急。近幾年來，全球因應全球暖化對環境與生態所造成的潛在危機，提出「淨零碳排」(Net-Zero)的觀念與行動，希望能藉此減緩暖化對全球所造成的傷害。淨零碳排，指特定時間內溫室氣體產生量與移除量相互抵銷，簡言之，就是利用節能(減少能源消耗)、創能(如再生能源的開發)及固碳(如森林碳匯)等方法做最大程度的降低溫室氣體的產生與排放，而怎麼樣的減碳方法，既不傷害環境又可以做到減緩溫室氣體的產生呢？老師在自然科學(一下)「人類與環境」單元中，詳細地為我們說明各種節能減碳、淨零碳排的方法，特別是由於溫室氣體過度的排放，導致地球暖化與氣候變遷，伴隨而來的極端氣候導致嚴重天然災害，讓許多地球上生物面臨生存壓力、甚至有族群滅絕的危機。因此，世界各國紛紛依循國際公約的規範，努力為淨零碳排的目標而努力。依據 2022 年環境部「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，台灣 2020 年全國溫室氣體排放量約為 285.1 百萬噸  $\text{CO}_2$ ，相較於 2020 年全球排放量 47,513 百萬噸  $\text{CO}_2$ ，世界排名 33 名，因此達成淨零碳排的使命並推動臺灣 2050 淨零轉型「淨零綠生活」等行動方案，是攸關生死存亡、刻不容緩的環境課題。

上生物課的「昆蟲」單元時，老師曾告訴我們，昆蟲擁有外骨骼，外骨骼能有效的隔絕熱傳導，使昆蟲們在高溫環境下也能生存。那時便有同學開玩笑：「如果屋子擁有外骨骼，是不是就不用開冷氣了？」正是這句話讓我們的腦中有了一個念頭：是否可以從昆蟲外骨骼中提煉甲殼素，製作一種具隔熱功能的塗料，使屋外的熱不會輕易傳入屋內，來減少開冷氣的次數及電力消耗，進而減少對環境的傷害呢？

黑水虻是常見於環境中的昆蟲，因其食性特色而常用於清除廚餘，除了可以降低廚餘垃圾對環境造成的影響外，也能減少蚊蟲滋長以維護環境衛生，是近幾年來被大力推廣的清除者之一。針對此議題，若可以找到能同時兼顧生態與環保的方法，豈不是兩全其美的結果嗎?因此我們與老師們討論並閱讀相關文獻，發現大多數的甲殼素常取自於蝦、蟹的外殼，目的是為了降低蝦、蟹殼所造成的垃圾汙染，達到廢棄物再利用的效果。但蝦、蟹殼在一般實驗室中取得不易，這不禁讓我們思考，那如果使用方便取得的黑水虻蛹殼(為黑水虻養殖場的廢棄物)萃取其中的甲殼素，是否一樣可以用來進行實驗呢? 藉此我們進行一連串討論並將所學知識融會貫通來設計相關實驗，以研究黑水虻蛹殼甲殼素與隔熱效果的相關聯性。

## 二、研究目的

本研究主要利用黑水虻蟲蛹羽化成成蟲所遺留下來的蛹殼，萃取蛹殼中的甲殼素，經研磨後，以三仙膠為基劑，混入不同濃度的蛹殼甲殼素，進行隔熱效果的探討。

## 三、文獻回顧

在確立研究主題及動機、目的之後，組員即開始收集淨零碳排的相關資料。其中發現經濟部 2050 淨零排放網站(<https://www.go-moea.tw/>)提供了淨零碳排相當貼切的定義：「淨零排放不是不排放，而是努力讓人為造成的溫室氣體排放極小化，再用負碳技術、森林碳匯等方法抵消，達到淨零排放。」而如何才能達到淨零排放?可以由下圖一簡易說明：



圖一、如何達到淨零碳排示意圖






(資料來源：經濟部 2050 淨零排放網站(<https://www.go-moea.tw/>))

由第 51 屆科展二篇作品：「地球親善大使之隔熱杯套篇」(蔡據賢等人，2011)及「未來的「綠」趨勢－夢想中的「綠」建築」(藍偉倫等人，2011)中可發現，甲殼素可以有效降低熱的傳導，進而達到隔熱的效果。而昆蟲外骨骼中含有豐富的甲殼素，是發展成隔熱材料相當有潛力的物質。

## 貳、研究設備及器材

### 一、實驗樣品：

本實驗所使用之樣品，如下圖二所示：

相片			
名稱	三仙膠	活性炭	食品級甲殼素
相片			
名稱	TST石膏粉	黑水虻蛹殼	

圖二、本研究主要使用之樣品(作者拍攝)

## 二、實驗藥品：

本實驗所使用之藥品，如下圖三所示：



相片			
名稱	75%酒精	鹽酸	氫氧化鈉

圖三、本研究主要使用之藥品(作者拍攝)

## 三、實驗儀器及設備：

本研究主要使用之儀器及設備，如圖四所示

相片		
	電熱鼓風乾燥箱 (XMTA-600；台製)	高速多功能粉碎機 (ZF-4500A；台製)










相片		
	<p>精密電子天平 (SHIMADZU)</p>	<p>蒸餾水機 (KW-189；台製)</p>

圖四、本研究主要使用之儀器及設備(作者拍攝)

#### 四、實驗器材：

本研究主要使用之器材，如下圖五所示：

相片			
	<p>抽氣幫浦</p>	<p>蒸餾水收集瓶</p>	<p>卡式爐</p>

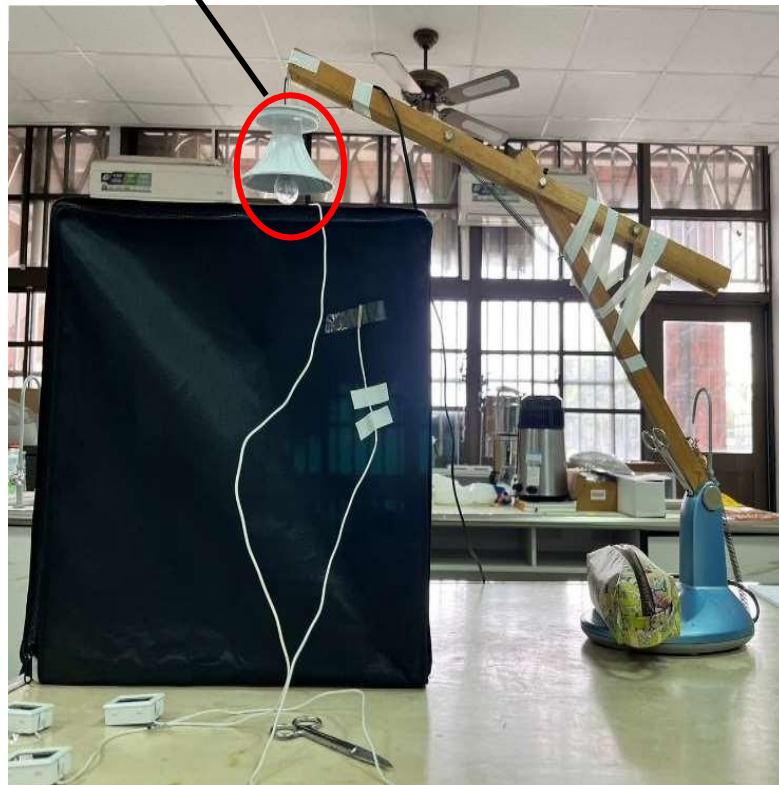
相片			
	燒杯	量筒	薊頭漏斗
相片			
	錐形瓶	篩網	濾紙
相片			
	電子溫度計	磁磚(250mm*250mm*6mm;中間塗抹樣品及光照區直徑 120mm)	模具版(180mm*180mm*12mm)

圖五、本研究主要使用之器材(作者拍攝)

## 五、實驗裝置

本實驗為了減少環境干擾及能量的損失，所以利用暗箱裝置進行實驗。將不同濃度的溶液塗抹於磁磚上，觀察甲殼素溶液是否具有隔熱的功能。對照組使用三仙膠、活性炭與食用甲殼素，由於黑水虻甲殼素為黑色，為了降低實驗誤差而選擇亦具有隔熱效果的活性炭；而為了瞭解不同來源甲殼素在隔熱效果上的差異，選擇市面上來自不同節肢動物所萃取的甲殼素來進行比較。本實驗分析隔熱效果之裝置，如下圖六所示。

使用傳統的鎢絲燈泡，  
以模擬室外光線來源，  
燈泡距離磁磚約 4 公分



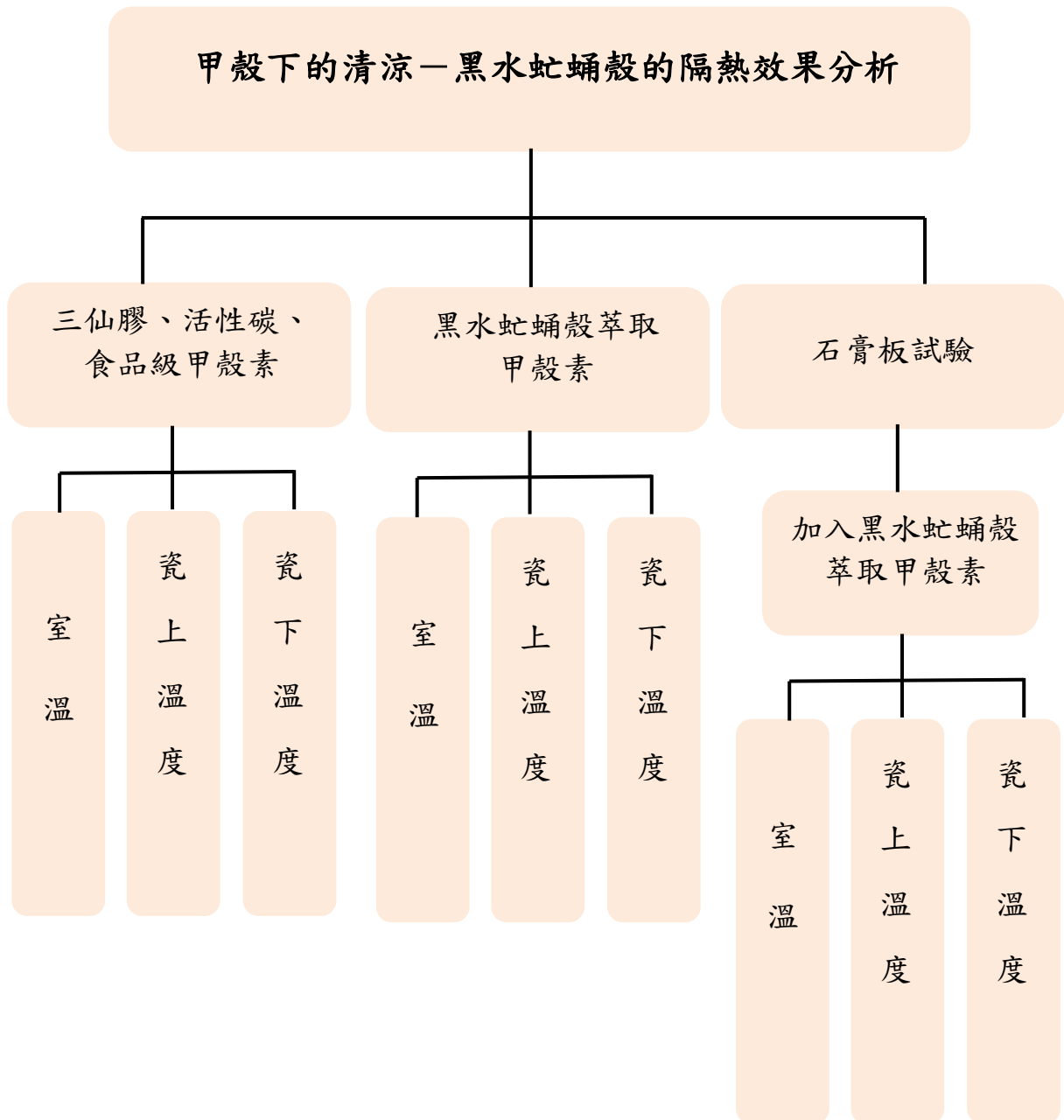
圖六、實驗暗箱裝置圖(作者拍攝)



## 參、研究過程及方法

### 一、研究流程

本實驗之研究流程如下圖七所示：



圖七、研究流程圖(作者自繪)

## 二、黑水虻蛹殼甲殼素的萃取

本實驗使用黑水虻蛹殼進行萃取。精秤黑水虻蛹殼 50 克，放置 50 度烘箱烘乾 16 至 24 個小時後，置於高速多功能粉碎機攪碎並經 1.0mm 篩網過濾後，得到黑水虻蛹殼粉末。將粉末置於 1 M HCl 煮沸加熱 30 分鐘，並冷卻至室溫(24 ~ 26°C)後，利用高壓抽風機進行過濾，即得到第一次甲殼素萃取液。將第一次甲殼素萃取液置於 1 M NaOH 煮沸加熱 30 分鐘，並冷卻至室溫(24 ~ 26°C)後，利用高壓抽氣機進行過濾，即得到粗萃黑水虻甲殼素。將濾紙上的黑水虻甲殼素置於 50 度烘箱烘乾 16 至 24 小時後，將粉末刮取下來，即得到黑水虻蛹殼甲殼素，並計算其回收率。實驗步驟照片，如下圖八所示：



圖八、萃取黑水虻蛹殼甲殼素之實驗步驟(作者拍攝)

## 三、隔熱效果的檢測

### (一) 配置 1%、3%、5% 樣品溶液

依不同比例重量秤取三仙膠、活性炭、食用甲殼素、黑水虻蛹殼甲殼素，先以 75% 酒精溶解三仙膠，再加入蒸餾水至 50 毫升後，按照實驗條件混入不同比例之活性炭、食用甲殼素、黑水虻蛹殼甲殼素，進行後續研究。

### (二) 隔熱效果檢測

將配置好的溶液塗抹於磁磚上，並放置在預先設計好的實驗裝置中，於磁磚上及磁磚下分別裝上電子溫度計，每 2 分鐘記錄溫度一次，共 30 分鐘。因鎢絲燈照到磁磚上，需要一段時間才會達到磁磚上、下的熱平衡，由多次實驗結果觀察得知，大約在光照 15 分鐘之後，

在本研究之條件下即發現磁磚上、下溫度曲線呈現穩定狀態，因此採取 16-30 分鐘照射時間點之各溫度進行平均，即得磁磚上、下平均溫度值，接著計算二者溫度差，即得該濃度樣品之隔熱降低溫度。詳細實驗步驟，如下圖九所示：



圖九、隔熱效果檢測之實驗步驟(指導老師拍攝)

#### 四、石膏板隔熱效果分析

##### (一) 配置0%、1%、3%、5%樣品溶液

依不同比例重量秤取石膏粉與黑水蛇蛹殼甲殼素，先置於燒杯中約2分鐘，再加入蒸餾水300毫升後，以攪拌器攪拌至均勻，並倒至模具版中，陰乾三天後置於45°C烘箱中烘乾一天，進行後續研究。

##### (二) 隔熱效果檢測

將配置好的石膏板放置在預先設計好的實驗裝置中，於石膏上及石膏下分別裝上電子溫度計，每 2 分鐘記錄溫度一次，共 30 分鐘。因鎢絲燈照到磁磚上，需要一段時間才會達到磁磚上、下的熱平衡，由多次實驗結果觀察得知，大約在光照 15 分鐘之後，在本研究之條件下即發現磁磚上、下溫度曲線呈現穩定狀態，因此採取 16-30 分鐘照射時間點之各溫度進行平均，即得磁磚上、下平均溫度值，接著計算二者溫度差，即得該濃度樣品之隔熱降低溫度。詳細實驗步驟，如下圖十所示：

		
<p>將配置好的石膏溶液倒至模 板</p>	<p>於石膏板上繪製半徑約6公分 的圓</p>	<p>將石膏倒入模具中</p>

圖十、石膏板隔熱效果檢測之實驗步驟(指導老師拍攝)

## 肆、研究結果

### 一、黑水虻蛹殼甲殼素隔熱試驗

本實驗使用 0%(僅有三仙膠)、1%、3%及 5%黑水虻蛹殼甲殼素進行試驗，但因 5%黑水虻蛹殼甲殼素造成溶液過於濃稠，固態蛹殼甲殼素粉末無法均勻分散於三仙膠中，實驗誤差極大，故捨棄不用該濃度資料。測試結果如下表一、表二及表三，繪製的圖形如圖十一、圖十二及圖十三。由 16-30 分鐘的磁磚上、下溫度差可知 0%降低  $1.71\pm 0.16^{\circ}\text{C}$ 、1%降低  $5.56\pm 0.51^{\circ}\text{C}$  而 3%降低  $8.29\pm 0.22^{\circ}\text{C}$ 。由研究結果得知，含 3%黑水虻蛹殼甲殼素之三仙膠塗料，能有效降低磁磚下方溫度高達  $6^{\circ}\text{C}$  以上。

表一、0%(僅有三仙膠)黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)

時間 (分)	平均室溫 ( $^{\circ}\text{C}$ )	平均水溫 ( $^{\circ}\text{C}$ )	平均瓷磚上溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	平均瓷磚下溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	瓷磚上、下 溫度差( $^{\circ}\text{C}$ )
0	27.90	26.43	25.27	25.33	-0.06
2	27.90	26.53	27.97	26.97	1.00
4	27.63	26.60	30.33	28.77	1.57
6	27.57	26.67	32.37	30.57	1.80
8	27.57	26.73	34.13	32.47	1.67
10	27.70	26.93	35.93	34.03	1.90
12	27.60	27.00	37.07	35.20	1.87
14	27.47	26.97	38.43	36.43	2.00
16	27.53	27.07	39.40	37.70	1.70
18	27.47	27.17	40.37	38.30	2.07
20	27.53	27.20	40.77	39.03	1.73
22	27.50	27.27	41.37	39.87	1.50
24	27.60	27.33	41.87	40.23	1.63

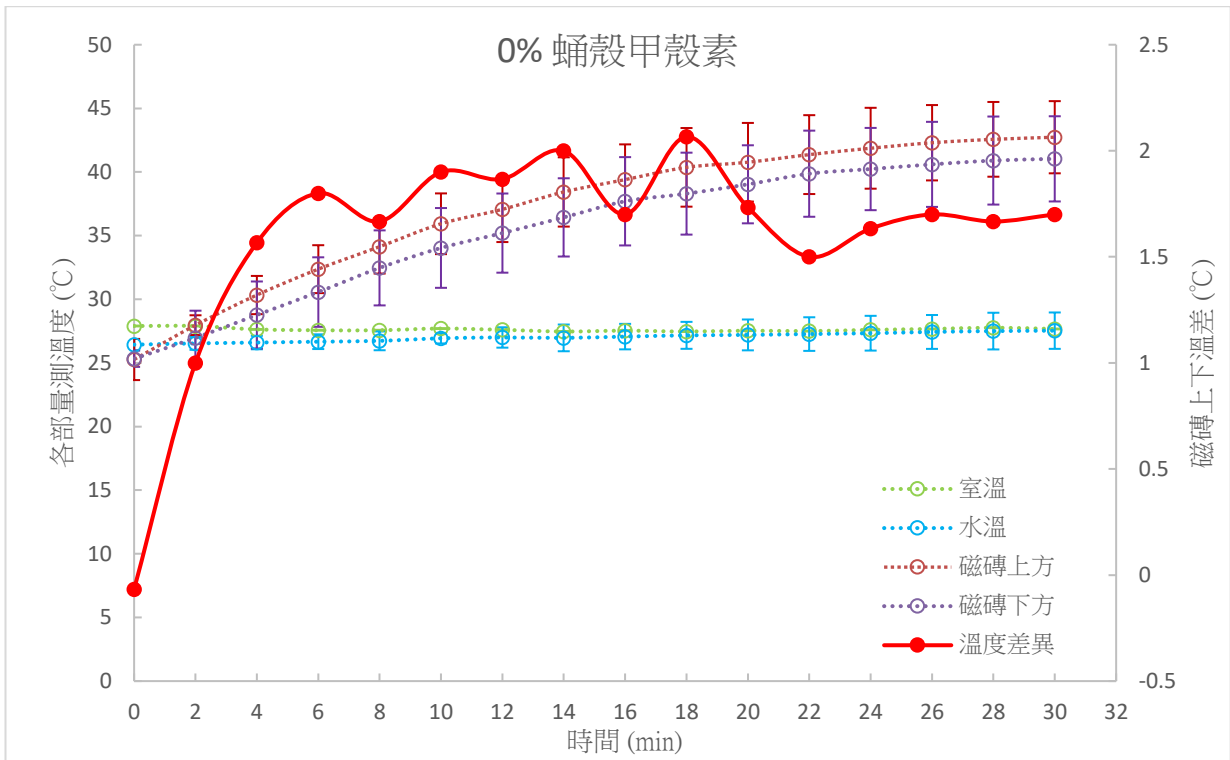
26	27.67	27.43	42.30	40.60	1.7
28	27.77	27.50	42.57	40.90	1.7
30	27.67	27.53	42.73	41.03	1.7

表二、1%黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)

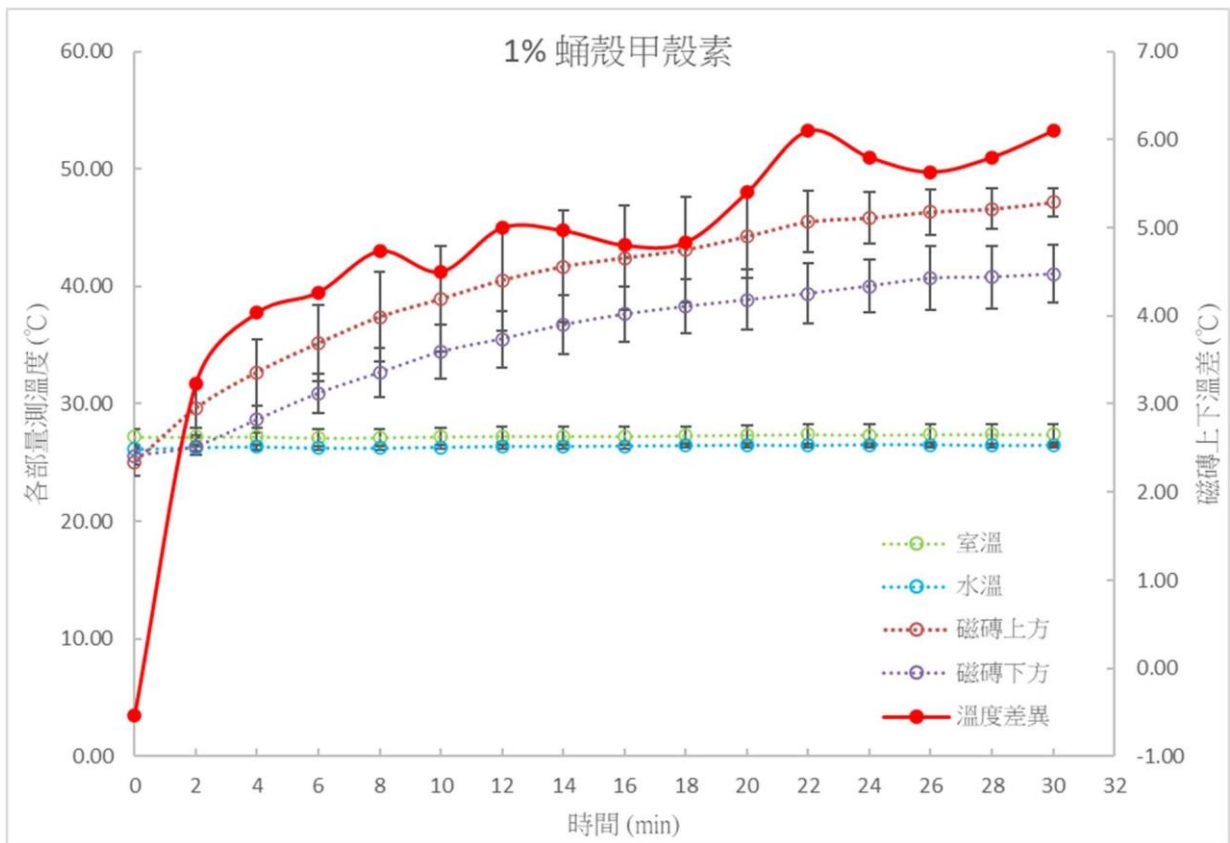
時間 (分)	平均室溫 (°C)	平均水溫 (°C)	平均瓷磚上溫度 (°C)	平均瓷磚下溫度 (°C)	瓷磚上、下 溫度差(°C)
0	27.20	26.17	25.03	25.57	-0.54
2	27.20	26.30	29.63	26.40	3.23
4	27.23	26.37	32.70	28.67	4.03
6	27.13	26.27	35.17	30.90	4.27
8	27.17	26.27	37.40	32.67	4.73
10	27.23	26.33	38.93	34.43	4.50
12	27.27	26.40	40.53	35.53	5.00
14	27.27	26.40	41.70	36.73	4.97
16	27.27	26.43	42.43	37.63	4.80
18	27.30	26.47	43.13	38.30	4.83
20	27.37	26.50	44.27	38.87	5.40
22	27.40	26.47	45.50	39.40	6.10
24	27.37	26.53	45.83	40.03	5.80
26	27.40	26.53	46.33	40.70	5.63
28	27.40	26.47	46.60	40.80	5.80
30	27.40	26.50	47.17	41.07	6.10

表三、3%黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)

時間 (分)	平均室溫 (°C)	平均水溫 (°C)	平均瓷磚上溫度 (°C)	平均瓷磚下溫度 (°C)	瓷磚上、下 溫度差(°C)
0	27.63	26.47	25.20	26.43	-1.30
2	27.30	26.47	29.90	26.70	3.30
4	27.23	26.43	32.97	28.37	4.60
6	27.27	26.43	35.17	29.93	5.23
8	27.23	26.50	36.87	31.30	5.57
10	27.37	26.43	38.63	32.70	5.93
12	27.40	26.50	40.70	33.77	6.93
14	27.50	26.50	42.37	34.77	7.60
16	27.47	26.50	43.77	35.80	7.97
18	27.53	26.50	44.90	36.53	8.37
20	27.53	26.53	45.83	37.50	8.33
22	27.60	26.57	46.43	37.90	8.53
24	27.67	26.57	47.03	38.40	8.63
26	27.70	26.63	46.97	38.87	8.10
28	27.73	26.67	47.30	39.13	8.17
30	27.73	26.70	47.70	39.47	8.23

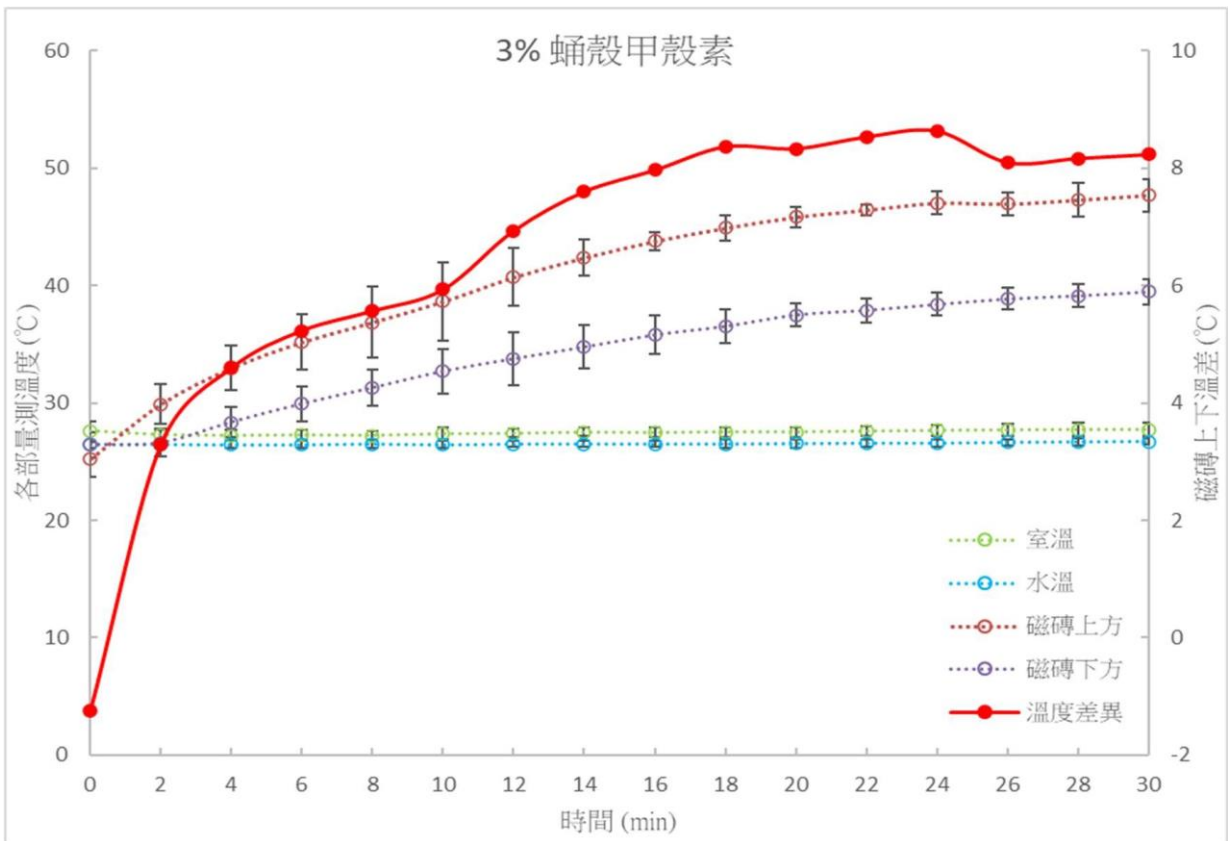


圖十一、0%(僅有三仙膠)黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)



圖十二、1%黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)

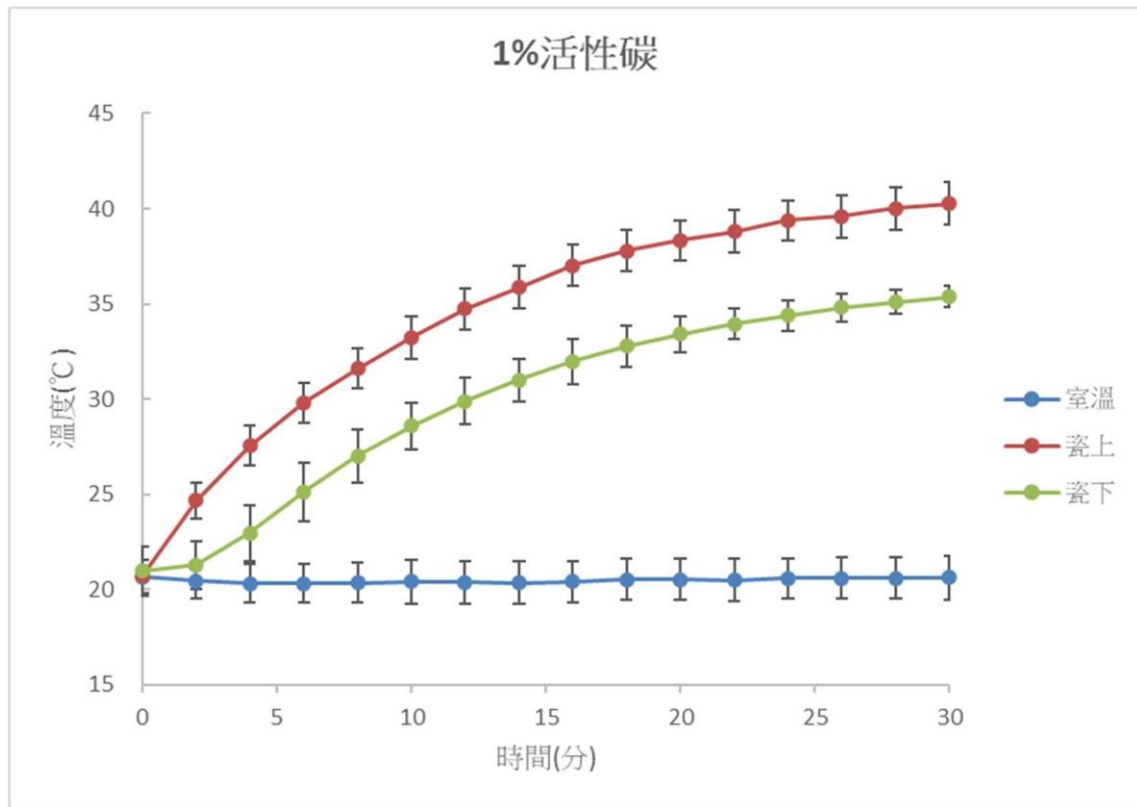




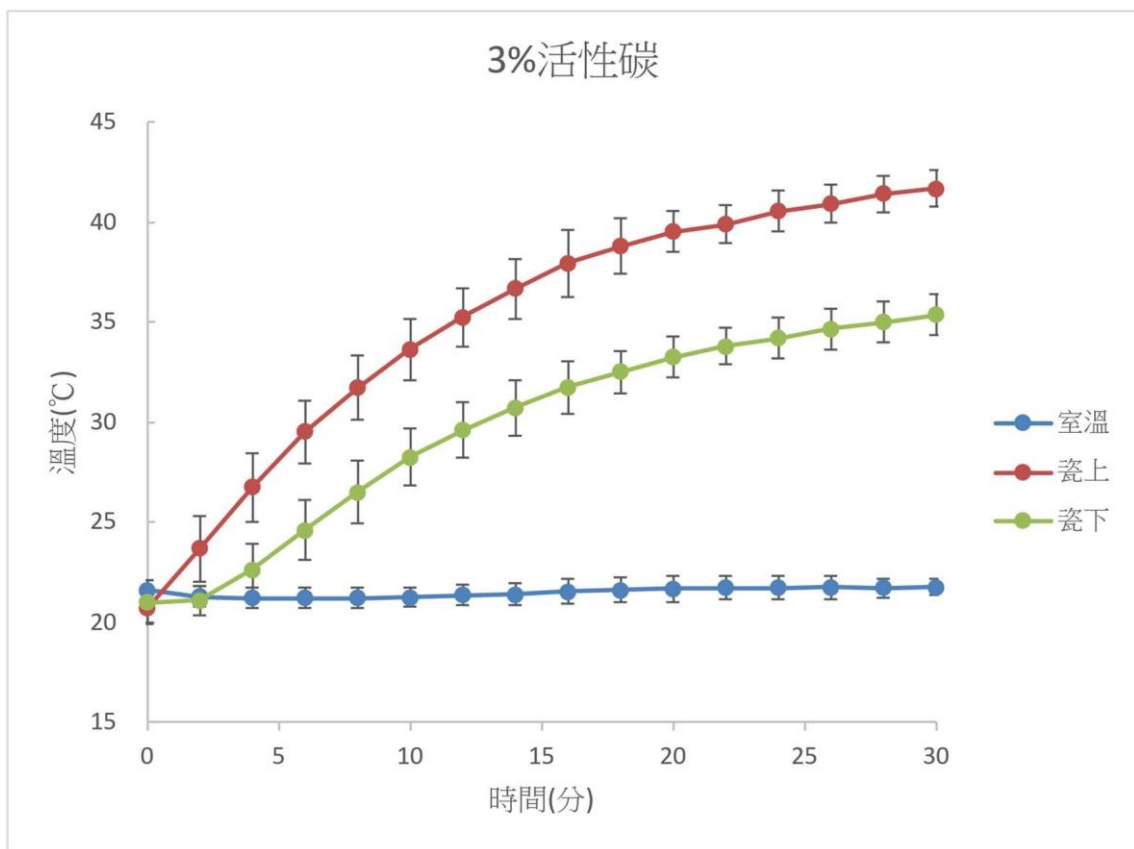
圖十三、3%黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)

## 二、活性炭隔熱試驗

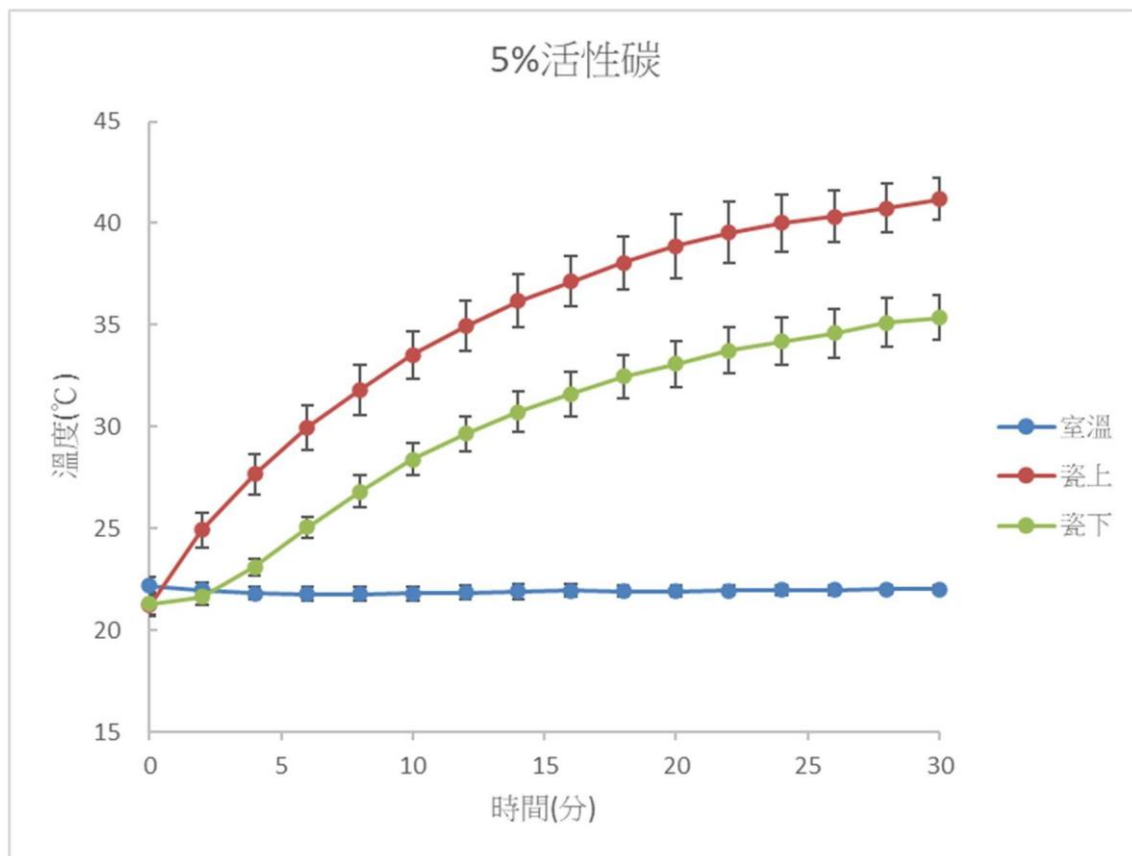
本實驗使用 1%、3%及 5%活性炭進行試驗，測試結果如圖十四、圖十五及圖十六所示。由 16-30 分鐘的磁磚上、下溫度差可知 1%降低  $4.93 \pm 0.08^{\circ}\text{C}$ 、3%降低  $6.28 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$  而 5%降低  $5.72 \pm 0.12^{\circ}\text{C}$  (圖十七、圖十八、圖十九所示)。由研究結果得知，含 3%活性炭之三仙膠塗料，能降低磁磚下方溫度約  $4.57^{\circ}\text{C}$ 。



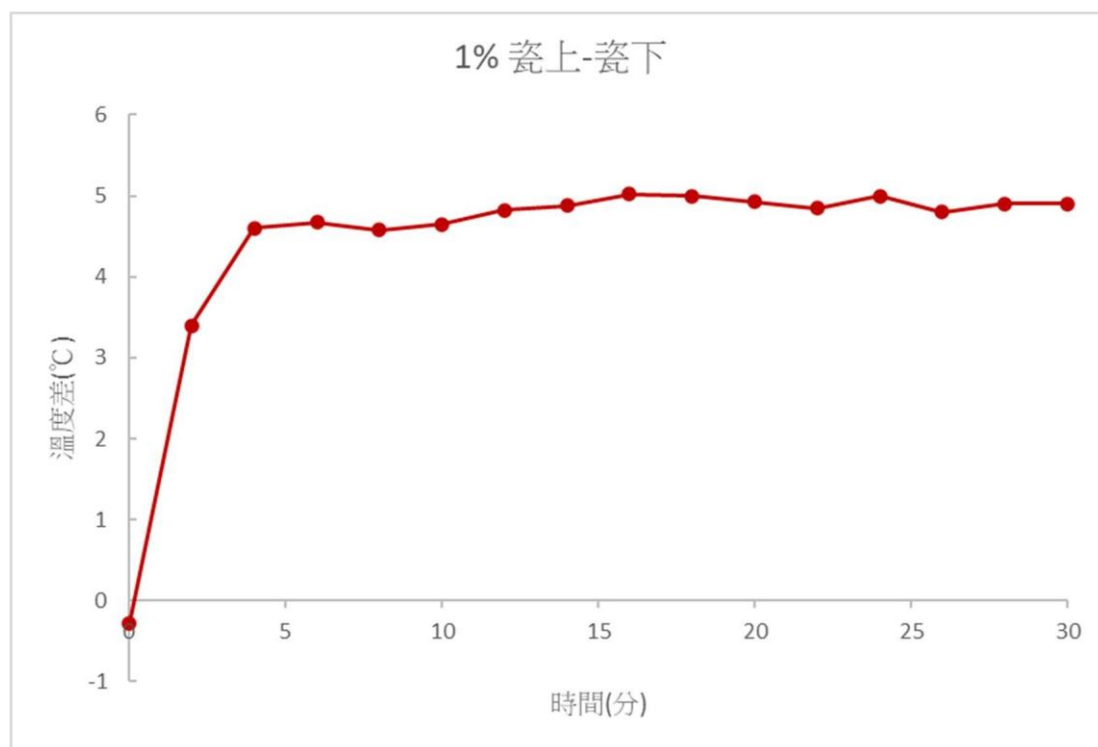
圖十四、1%活性碳之隔熱分析(三重複試驗)



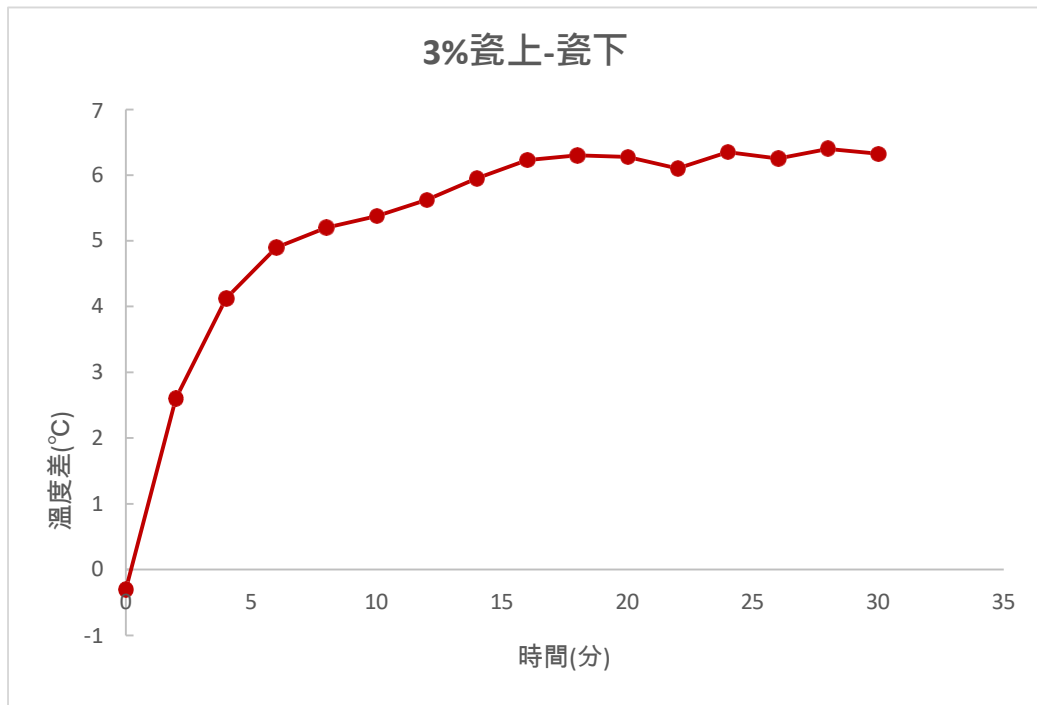
圖十五、3%活性碳之隔熱分析(三重複試驗)



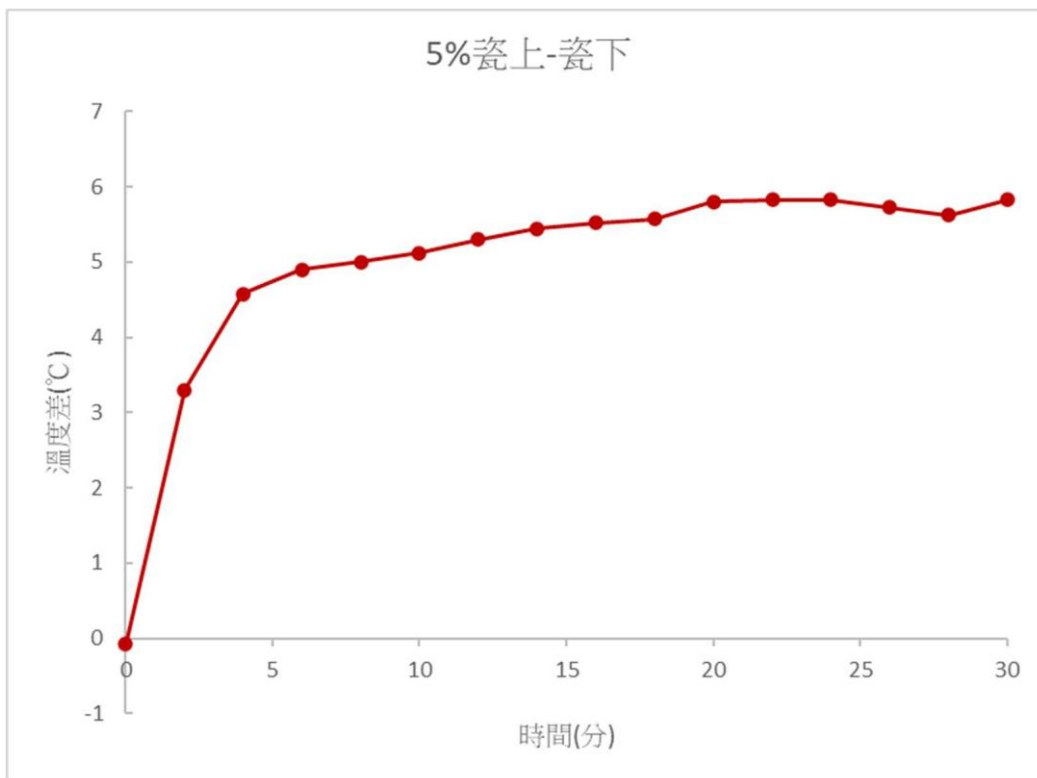
圖十六、5%活性碳之隔熱分析(三重複試驗)



圖十七、1%活性碳之磁磚上下溫度差(三重複試驗)



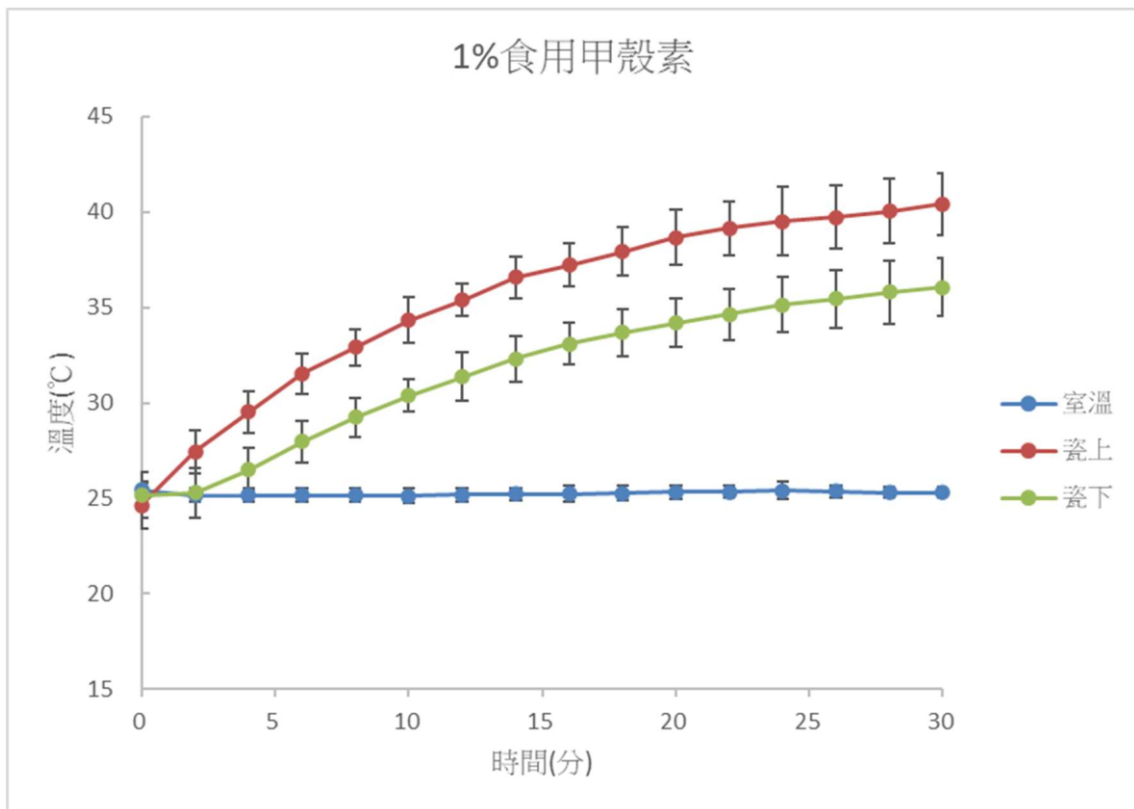
圖十八、3%活性碳之磁磚上下溫度差(三重複試驗)



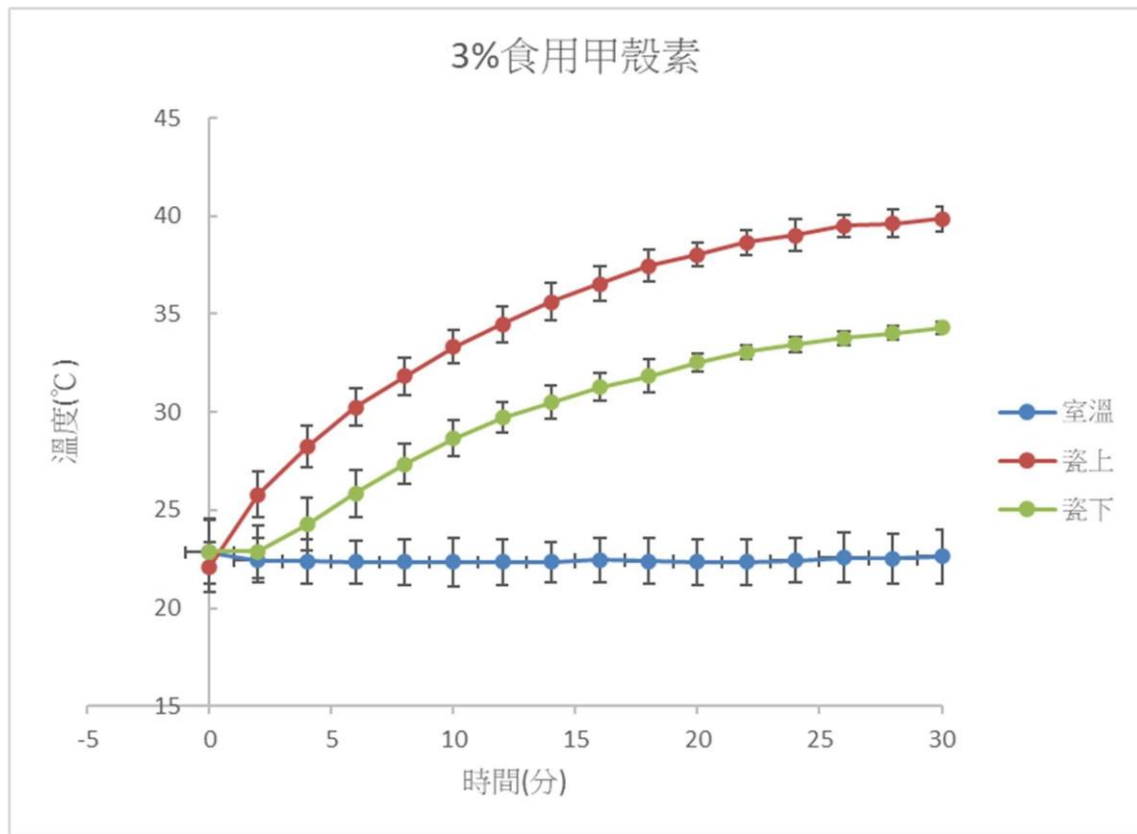
圖十九、5%活性碳之磁磚上下溫度差(三重複試驗)

### 三、市售食品級甲殼素隔熱試驗

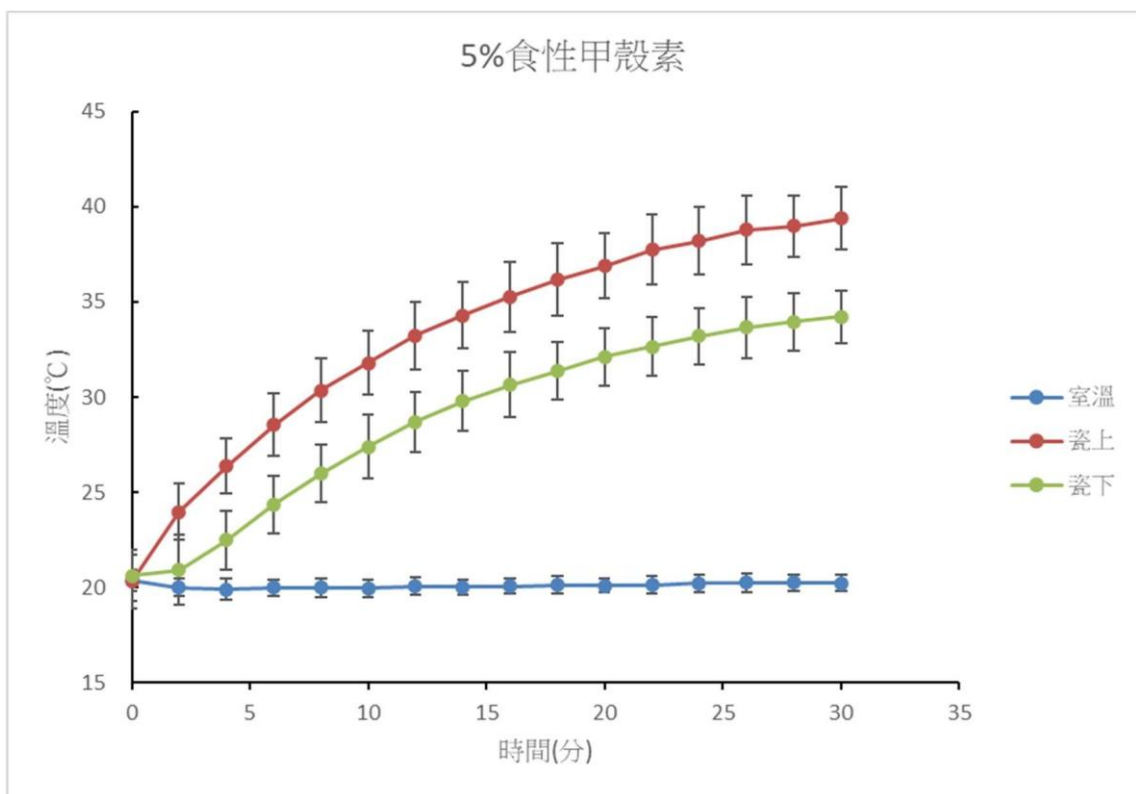
本實驗以 1%、3%及 5%市售食品級甲殼素進行試驗，測試結果如圖二十、圖二十一及圖二十二所示。由 16-30 分鐘的磁磚上、下溫度差可知 1%降低  $4.33\pm 0.13^{\circ}\text{C}$ 、3%降低  $5.55\pm 0.13^{\circ}\text{C}$  而 5%降低  $4.95\pm 0.20^{\circ}\text{C}$ (圖二十三、圖二十四、圖二十五所示)。由研究結果得知，含 3%市售食品級甲殼素之三仙膠塗料，能降低磁磚下方溫度約  $3.84^{\circ}\text{C}$ 。



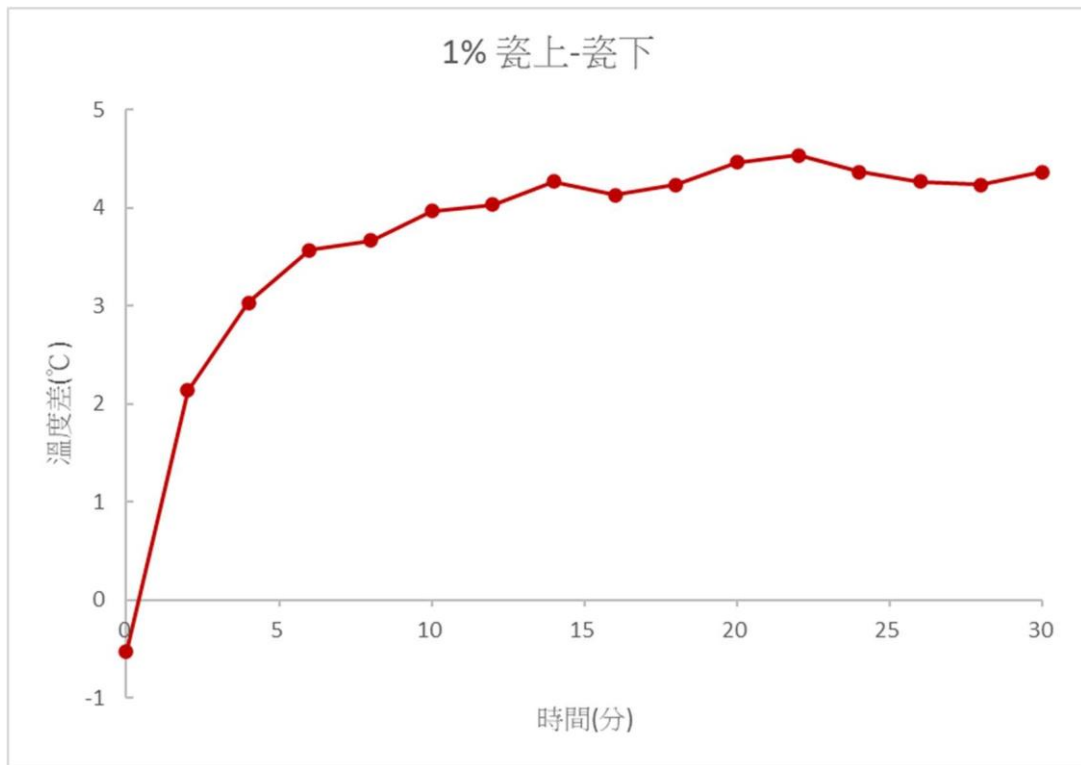
圖二十、1%食品級甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)



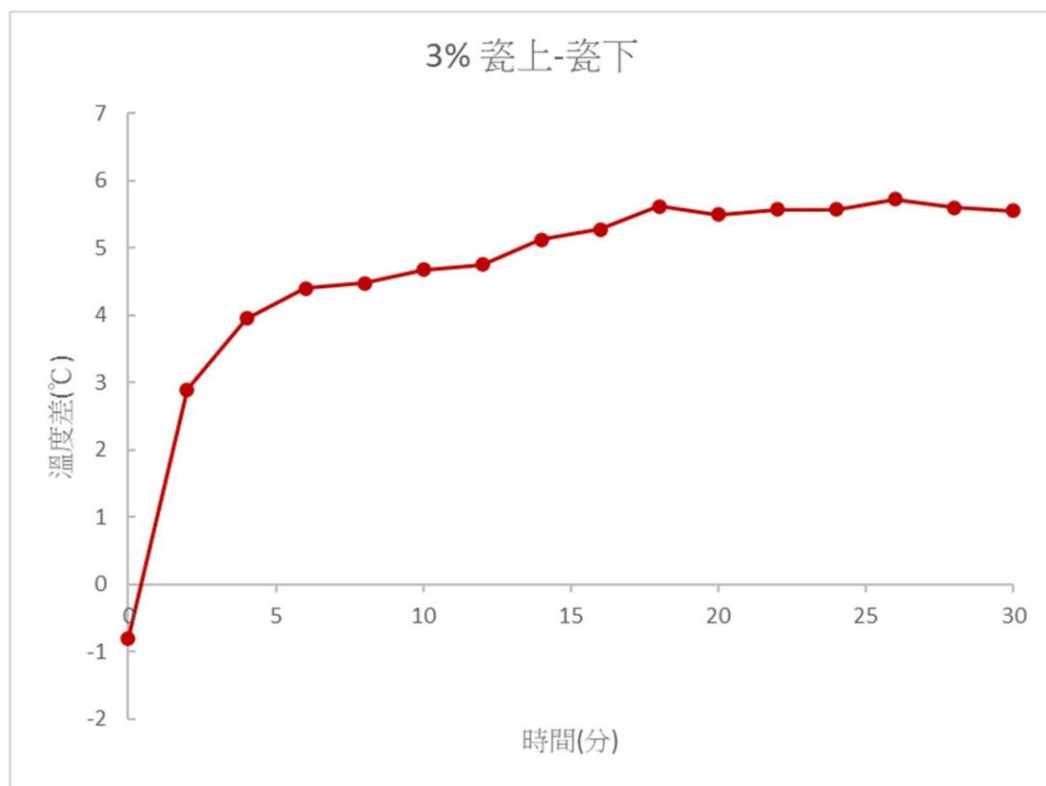
圖二十一、3%食品級甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)



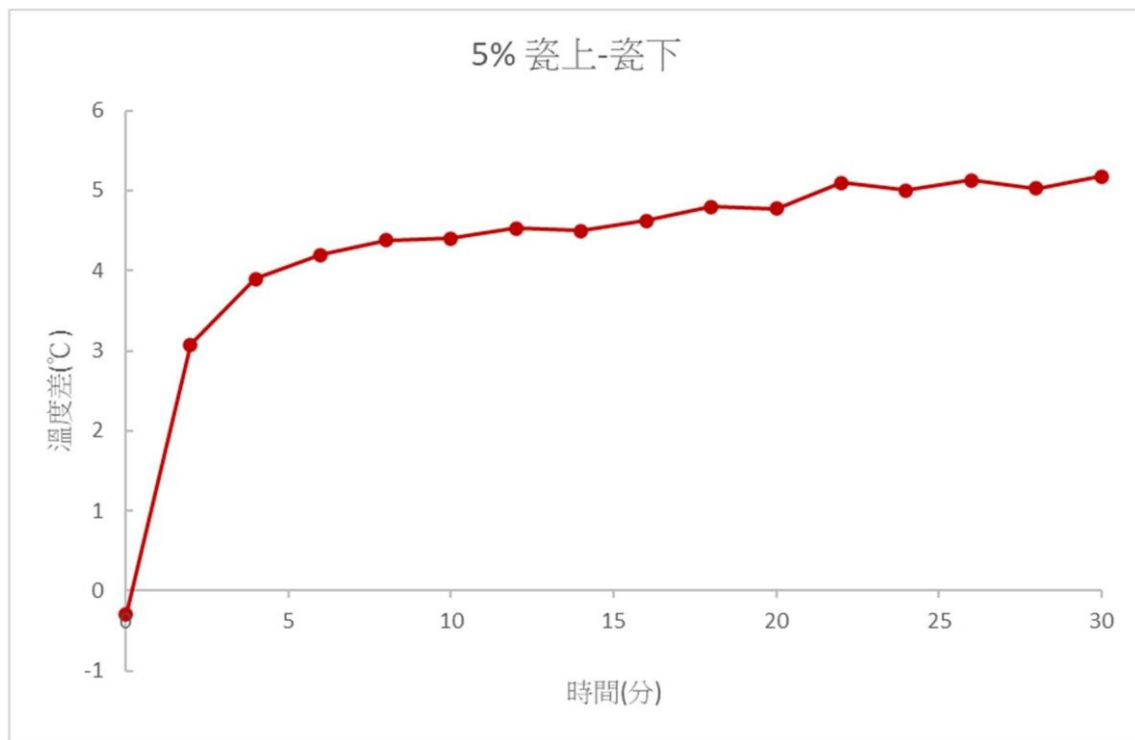
圖二十二、5%食品級甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)



圖二十三、1%食品級甲殼素之磁磚上下溫度差(三重複試驗)



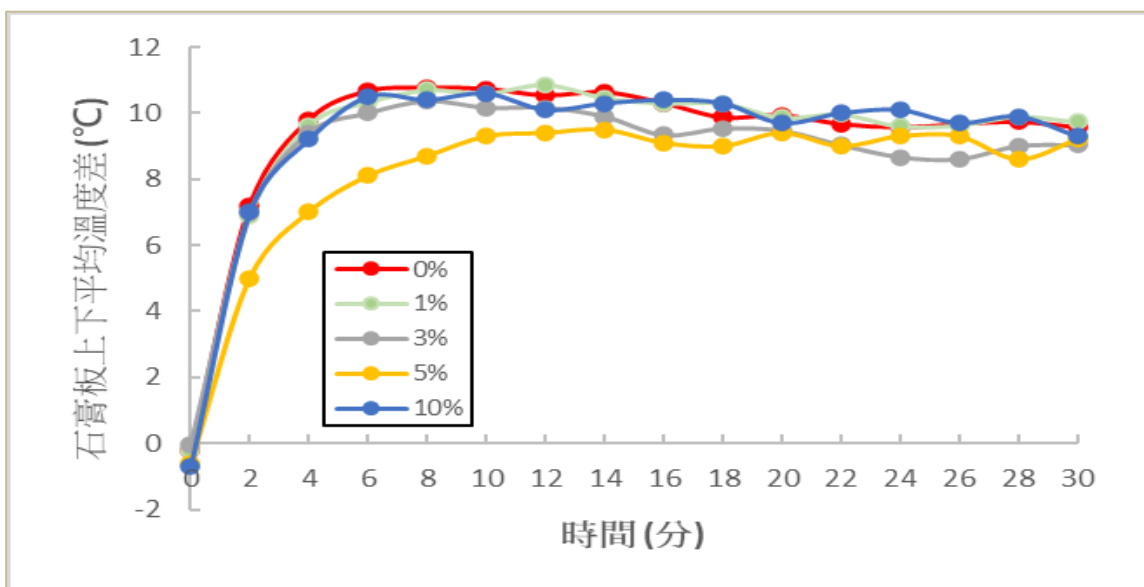
圖二十四、3%食品級甲殼素之磁磚上下溫度差(三重複試驗)



圖二十五、5%食品級甲殼素之磁磚上下溫度差(三重複試驗)

#### 四、含黑水虻蛹殼甲殼素石膏板隔熱試驗

為測試黑水虻蛹殼甲殼素加入建材中之隔熱效果，本實驗以 0%(不含黑水虻蛹殼甲殼素)、1%、3%、5%及10% 黑水虻蛹殼甲殼素摻入石膏板中進行試驗，測試結果如圖二十六所示。由研究結果得知，含黑水虻蛹殼甲殼素石膏板之石膏板，其降低磁磚下方溫度效果與對照組差異不大。



圖二十六、含不同比例黑水虻蛹殼甲殼素石膏板隔熱試驗(至少二重複以上實驗)



## 伍、討論

在隔熱分析中結果顯示，黑水虻蛹殼甲殼素相對於活性碳及食品級甲殼素具有最佳的隔熱效果達到 6°C 以上，因黑水虻蛹殼為黑水虻養殖場之廢棄物，因此原料幾乎不用成本即可取得，因此未來有很大發展空間，例如：可嘗試摻入塗料中製成隔熱漆等，均具有商品化進一步研發之可能。很令人感到有趣的是，一樣是甲殼素只是來源不同，一個是由黑水虻蛹殼萃取，另一個是由蝦蟹殼所萃取，其隔熱效果卻有 2.74°C 的差異，是需要進一步研究的課題。

實驗中使用活性碳當為對照實驗，主要原因是想了解黑色是不是跟黑水虻蛹殼甲殼素隔熱有關係，由實驗數據得知，黑色的 3% 活性碳仍展現降低 4.57°C 的隔熱效果，略優於 3% 市售食品級甲殼素 3.84°C。

為了探討黑水虻蛹殼甲殼素摻入建材中之隔熱效果，本研究設計石膏板隔熱實驗，選擇石膏板的原因，主要是減少實驗的變因，以得到較可靠的實驗結果；另外，石膏板也是西方建築中常見的建材(如：教堂的內部裝飾板)。由實驗結果得知，石膏板本身就有良好的隔熱效果(上、下面溫度相差約 10°C)，與先前的磁磚試驗有很明顯的差異。探究其原因，可能是材質上的差異，畢竟瓷磚與石膏板是由不同的成分所構成。雖然石膏板於測試前都於室溫陰乾三天後，再置於 50°C 烘箱中烘乾一天，以確保水分殘留降到最低，但於實驗室開放空間中做實驗，難保石膏板吸入空氣中的水氣，而造成上述較佳隔熱效果。除此之外，本實驗製作的石膏板厚度(12mm)與瓷磚厚度(6mm)相差一倍，會造成較好的隔熱效果，是可推想的結果。在加入不同比例的黑水虻蛹殼甲殼素，卻看不到明顯的隔熱效果，經團隊熱烈討論及腦力激盪的結果，有可能是覆蓋度的問題，我們嘗試回歸到仿生法的思考，昆蟲的外骨骼，若以甲蟲為例，其翅鞘絕大部分都由甲殼素所構成，藉由翅鞘達到阻熱的效果，似乎與本實驗的三仙膠塗抹實驗原理相近，因此若要石膏板中之黑水虻蛹殼甲殼素達到局部表面積的高濃度，似乎有困難，因為會喪失原本材質的理化特性，無法充當建材使用，因此，後續黑水虻蛹殼甲殼素使用在綠建築中，建議以隔熱塗料為主要商品化發展方向。

由於水的比熱相當大，所以在 30 分鐘的實驗中，水溫並沒有很大的變化，因此在活性碳及市售食品級甲殼素實驗中，就不再記錄暗室中的水溫。另外，在活性碳及市售食品級甲殼素實驗隔熱中，5% 的樣品隔熱效果都不及 3% 樣品，可能的原因是濃度太高無法均勻分布於三仙膠中，導致實驗中塗抹效果不佳，而致隔熱效果反而較差。

在黑水虻蛹殼甲殼素之萃取過程，使用傳統酸鹼反應法，相當不環保，未來可以考慮使用生物或酵素方法製備黑水虻蛹殼甲殼素。而黑水虻成蟲壽命約只有 7 天，其外骨骼未來亦可以考慮萃取其甲殼素做進一步運用。

## 陸、結論

在節能減碳的前提下，「隔熱」是綠建築中室內降溫的重要工法。本研究以仿生法及廢棄物再利用之核心理念進行研究發想，嘗試使用黑水虻蛹殼所萃取的甲殼素規劃隔熱實驗。由磁磚的隔熱效果分析中，將不同重量比例的黑水虻蛹殼甲殼素摻入三仙膠中，調製成隔熱塗料均勻塗抹在磁磚上方，並以鹵素燈模擬光照加熱。由重複實驗結果得知：1%萃取蛹殼甲殼素可以降低磁磚下方(背光面)溫度約  $5.56\pm 0.51^{\circ}\text{C}$  而 3%降低  $8.29\pm 0.22^{\circ}\text{C}$ 。由研究結果得知，含 3%黑水虻蛹殼甲殼素之三仙膠塗料，能有效降低磁磚下方溫度高達  $6^{\circ}\text{C}$  以上(0%降低  $1.71\pm 0.16^{\circ}\text{C}$ )，未來具有發展為低價環保隔熱塗料的潛力，很值得進一步研究開發。

## 柒、參考文獻資料

### 【教科書】

國中自然科學 · 一下 第三章 地球上的生物，新北市：康軒文教事業股份有限公司

國中自然科學 · 一下 第五章 人類與環境，新北市：康軒文教事業股份有限公司

### 【網路文章】

EDN Taiwan：電子技術設計 · 蝦皮蟹殼救地球？甲殼素環保鍍膜散熱免插電

<https://www.edntaiwan.com/20231122nt21-saving-the-earth-with-shrimp-and-crab-shells-achieving-electricity-free-air-conditioning-with-an-eco-friendly-thin-film/>

網路新聞 · 黑水蛇軍團 01》超級小蟲大石怪，廚餘糞便極速秒殺，「生物精煉」變飼料肥料

<https://www.newsmarket.com.tw/blog/181976/>

經濟部淨零辦公室

<https://go-moea.tw/>

### 【期刊論文】

王喬蒂 (2022) · 比較以酸洗纖維法與酸鹼分離黑水蛇幾丁質之產量及結構特性分析

· 國立海洋大學食品科學系碩士班專題

### 【科展作品】

蔡據賢等三人(2011)，地球親善大使之隔熱杯套篇。中華民國第五十一屆科學展覽，國中組物理科

藍偉倫等三人(2011)，未來的「綠」趨勢—夢想中的「綠」建築。中華民國第五十一屆科學展覽，高中組生活與應用科學科

## 【評語】 030301

本研究探討黑水虻蛹殼甲殼素作為低價環保隔熱塗料的潛力。實驗結果顯示，含 3% 甲殼素的三仙膠塗料能降低磁磚下方溫度 6°C，認為具隔熱效果。此研究設定在仿生學和廢棄物再利用，符合循環經濟理念。

然而，研究存在不足，首先，缺乏對原料取得方便性、甲殼素萃取效率及純度、以及散熱效果和可持續性的分析。其次，黑水虻蛹殼的產量和大規模生產的可行性是挑戰。另外，磁磚上方溫度隨甲殼素比例增加而上升，整體隔熱效果需再驗證。數據未進行顯著性檢驗，缺乏與其他研究的比較。

建議可由「原料取得的方便性及豐富度」、「甲殼素的萃取效率及純度」、及「萃取物的散熱效果及可持續性」進行較深入的比較分析。

一般建議：

1. 從循環經濟學的角度，推出此產品確實很有趣，但在生物科科展中，若能展示影響甲殼素生合成的因子，將更具意義。

2. 利用仿生概念了解黑水虻蛹的降溫作用機制，符合環保議題。然而，蛹殼的產量應不高，如何大量生產並維持低成本是需要解決的挑戰。
3. 將黑水虻蛹殼甲殼素摻入三仙膠中並塗在磁磚表面，可能會影響磁磚本身的效果，例如抗菌和防滑等性能。
4. 研究指出 0%時最高溫只到 42 度左右，但加入黑水虻蛹殼後最高溫達到 47 度，這是否表明有吸熱效果需要進一步驗證。雖然分析磁磚溫度的上下差異，但忽略整體溫度的上升，因此隔熱效果尚需更多證據支持。
5. 如何確認塗抹在磁磚上的均勻度和厚度是另一個需要解決的問題。
6. 建議在研究中增加與其他隔熱材料的對比分析，特別是與現有文獻的比較，這將有助於展示黑水虻蛹殼甲殼素的優勢和不足。
7. 在數據分析方面，建議進行顯著性檢驗（如 p 值），以增加數據的說服力。

研究發展建議：

1. 研究應考慮更廣泛的應用場景，如其他基材上的使用效果，以及在大規模生產和商業化應用中的可行性和成本效益。
2. 研究可以探索其他影響甲殼素生合成的因子，從生物學角度深入研究其機制，這樣可以發現更多的應用潛力，提升研究的全面性和深度。
3. 探討黑水虻蛹殼的大規模生產方法，並進行成本效益分析，確保材料能夠在商業上具備競爭力。
4. 對黑水虻蛹殼甲殼素塗料在不同基材上的應用進行測試，確保其廣泛的適用性。驗證塗料的耐久性、抗菌性、防滑性等多方面性能，確保其實際應用中的安全和效果。
5. 探討黑水虻蛹殼甲殼素與其他環保材料的結合使用，如石膏板或活性炭，評估其綜合性能。提出具體應用案例，如在建築隔熱、環保塗料等領域的實際應用，進一步提升研究的實用價值。

總體來說，本研究在開發黑水虻蛹殼甲殼素作為環保隔熱塗料方面具有潛力，但需克服實際應用和理論挑戰，以進一步驗證其效果和可行性。

## 作品簡報

# 甲殼下的清涼

黑水虻蛹殼的隔熱效果分析





# 摘要

在節能減碳的前提下，「隔熱」是綠建築中室內降溫的重要工法。本研究以仿生法及廢棄物再利用之核心理念進行研究發想，嘗試使用黑水虻蛹殼所萃取的甲殼素規劃隔熱實驗。由磁磚的隔熱效果分析中，將不同重量比例的黑水虻蛹殼甲殼素摻入三仙膠中，調製成隔熱塗料均勻塗抹在磁磚上方，並以鹵素燈模擬光照加熱。由重複實驗結果得知：1%萃取蛹殼甲殼素可以降低磁磚下方溫度約 $5.56 \pm 0.51^{\circ}\text{C}$ 而3%降低 $8.29 \pm 0.22^{\circ}\text{C}$ 。由研究結果得知，含3%黑水虻蛹殼甲殼素之三仙膠塗料，能有效降低磁磚下方溫度高達 $6^{\circ}\text{C}$ 以上(0%降低 $1.71 \pm 0.16^{\circ}\text{C}$ )，未來具有發展為低價環保隔熱塗料的潛力，很值得進一步研究開發。



## 研究動機

昆蟲的外骨骼能有效的隔絕熱傳導，使昆蟲們在高溫環境下也能生存。如果可以提煉甲殼素，製作一種和外骨骼功能相同的塗料，使屋外的熱不會輕易傳入屋內，是否可以減少耗電碳排對於環境的傷害呢？針對此議題，若使用方便取得的黑水虻蛹殼，是不是也能得到降低熱傳導的功效呢？因此我們進行一連串討論並將所學知識融會貫通以進行實驗設計，進行黑水虻蛹殼與隔熱效果關聯性研究。



## 研究目的

本研究主要利用黑水虻蟲蛹羽化成成蟲所遺留下來的蛹殼，萃取蛹殼中的甲殼素，經研磨後，以三仙膠為基劑，混入不同濃度的蛹殼甲殼素，進行隔熱效果的探討。



## 研究設備及器材

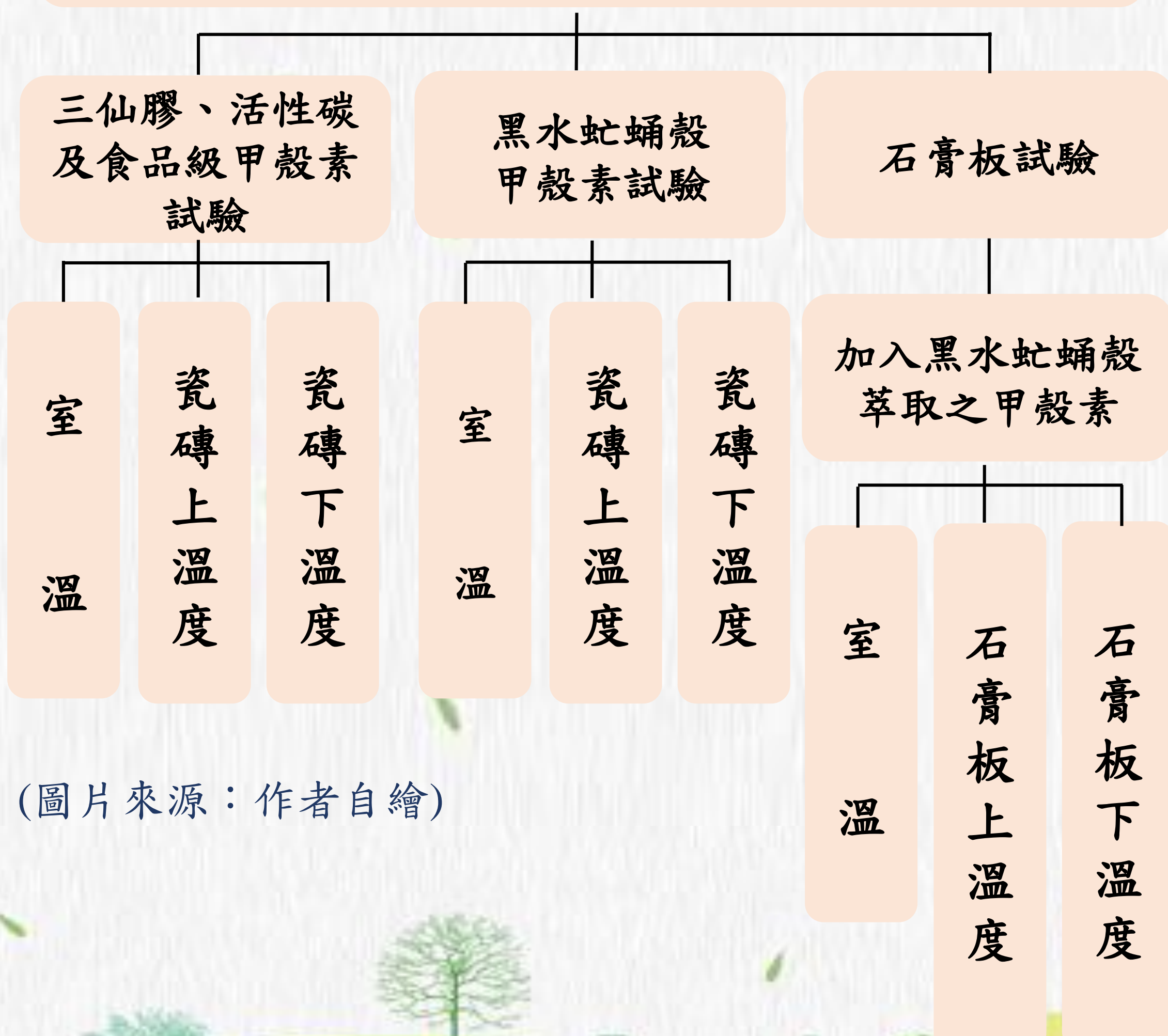
高速多功能粉碎機 (ZF-4500A)	精密電子天平 (SHIMADZ)	黑水虻蛹殼	市售食品級甲殼素	三仙膠	活性炭	TST石膏粉	磁磚 (25cm*25cm)	模具 (180mm*180mm*12mm)

(圖片來源：作者拍攝)



## 研究流程及方法

### 黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱效果分析



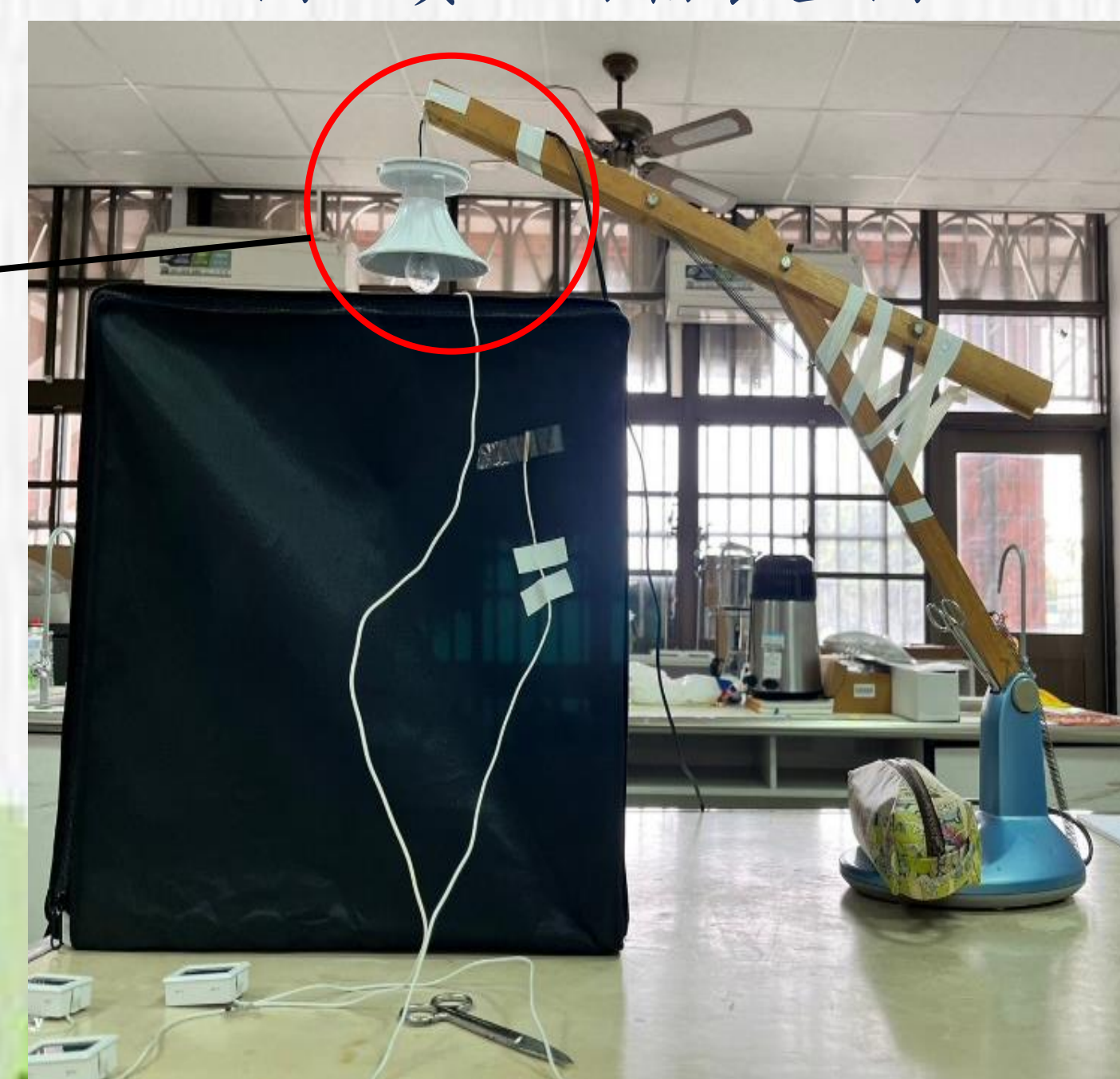
(圖片來源：作者自繪)

### 一、實驗自製裝備

本實驗為了減少環境干擾及能量的損失，所以利用暗箱裝置進行實驗。將不同濃度的溶液塗抹於磁磚上，觀察甲殼素膠體溶液是否具有隔熱的功能。本實驗分析隔熱效果之裝置，如下圖所示。

圖、實驗暗箱裝置圖

使用傳統的鎢絲燈泡，以模擬室外光線來源，距離磁磚約4公分



(圖片來源：作者拍攝)

## 二、實驗過程記錄



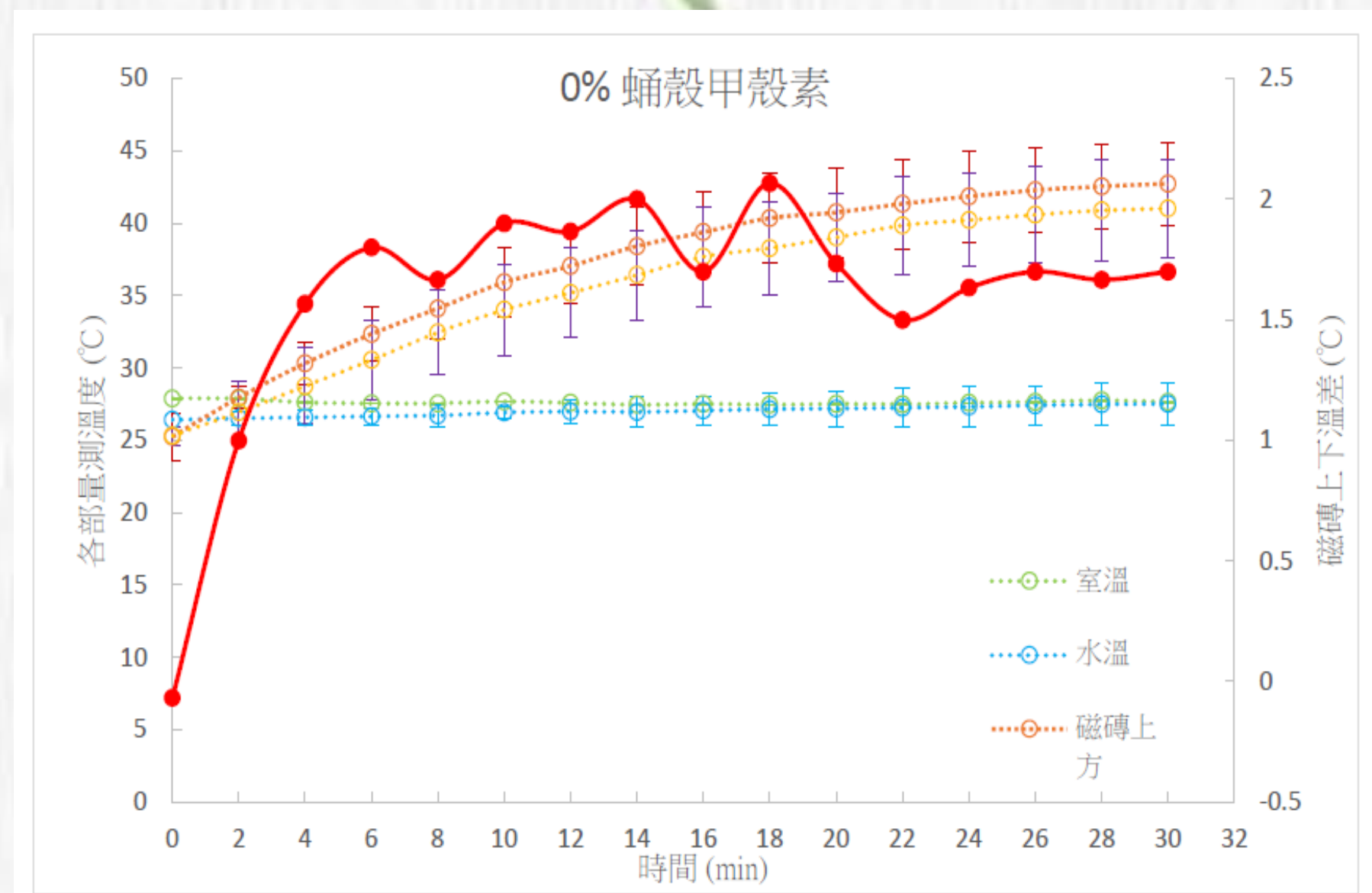
(照片來源：指導老師協助拍攝)

## 研究結果

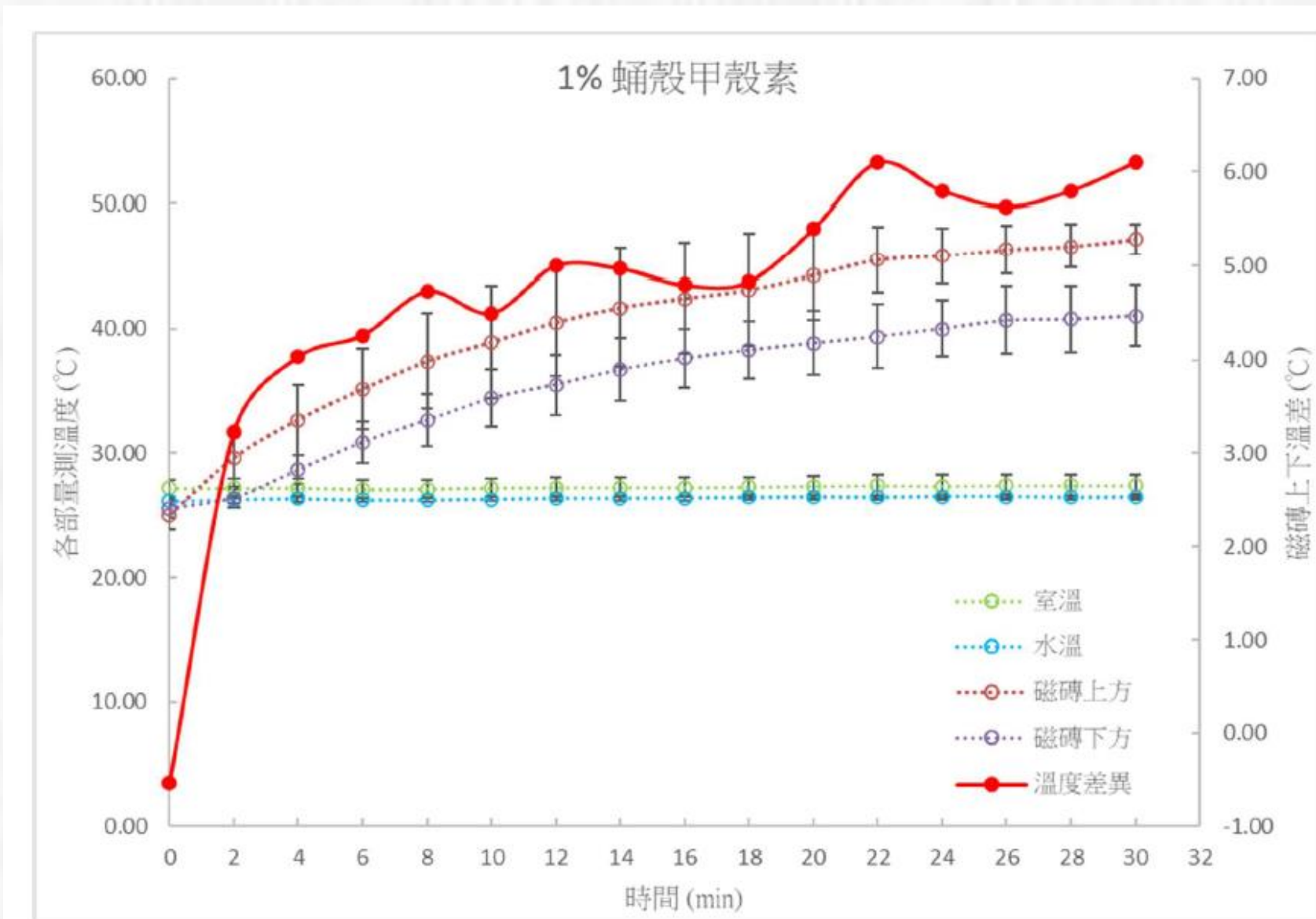
### 一、黑水虻蛹殼甲殼素隔熱試驗

本實驗使用0%(僅有三仙膠)、1%、3%及5%黑水虻蛹殼甲殼素進行，試驗測試結果繪製的圖形如下各圖所示。

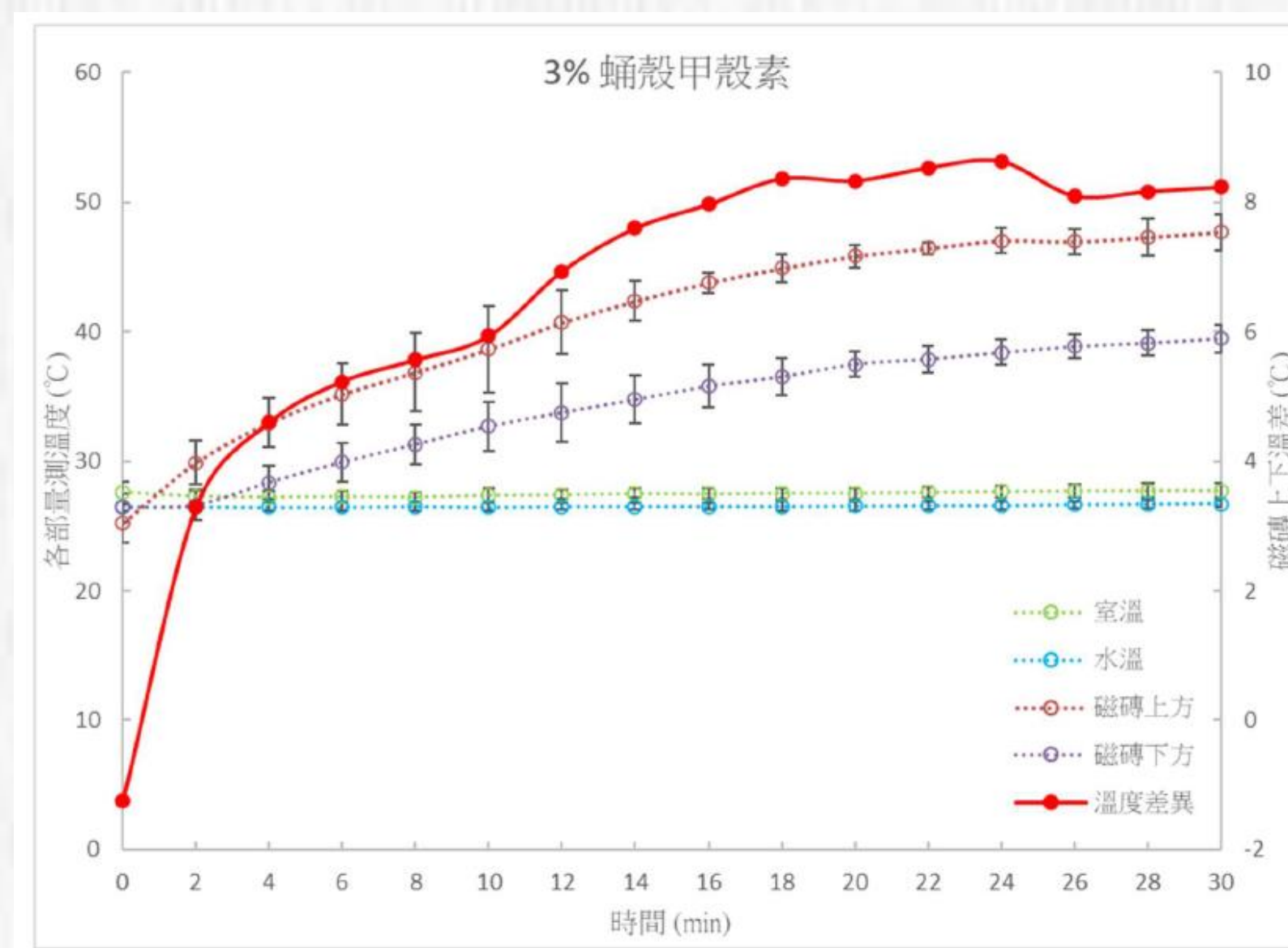
(圖形來源: 作者自繪)



圖、0%(僅有三仙膠)黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)



圖、1%黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)



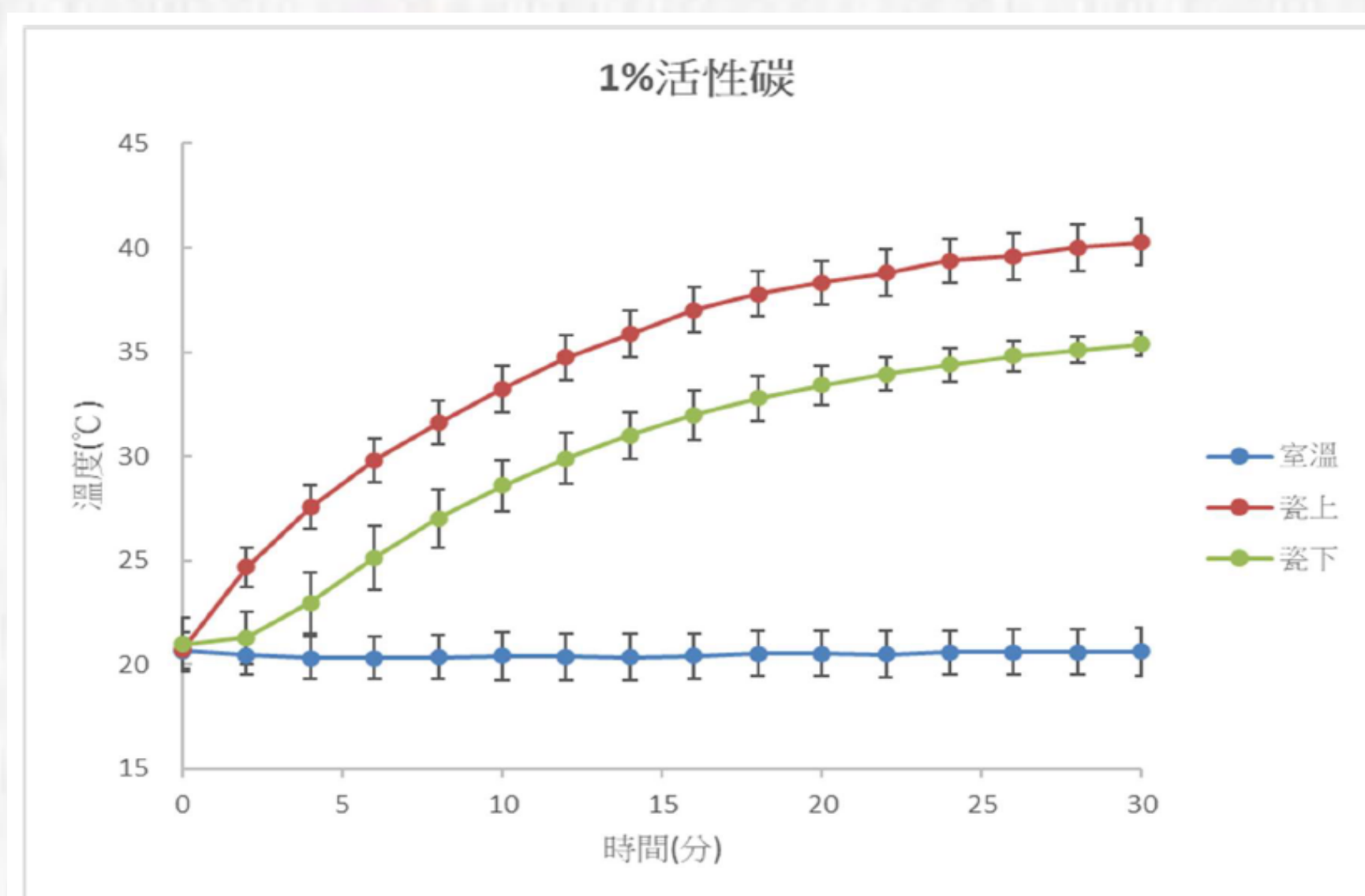
圖、3%黑水虻蛹殼甲殼素之隔熱分析(三重複試驗)

※含3%黑水虻蛹殼甲殼素之三仙膠塗料，能有效降低磁磚下方溫度高達8°C以上。

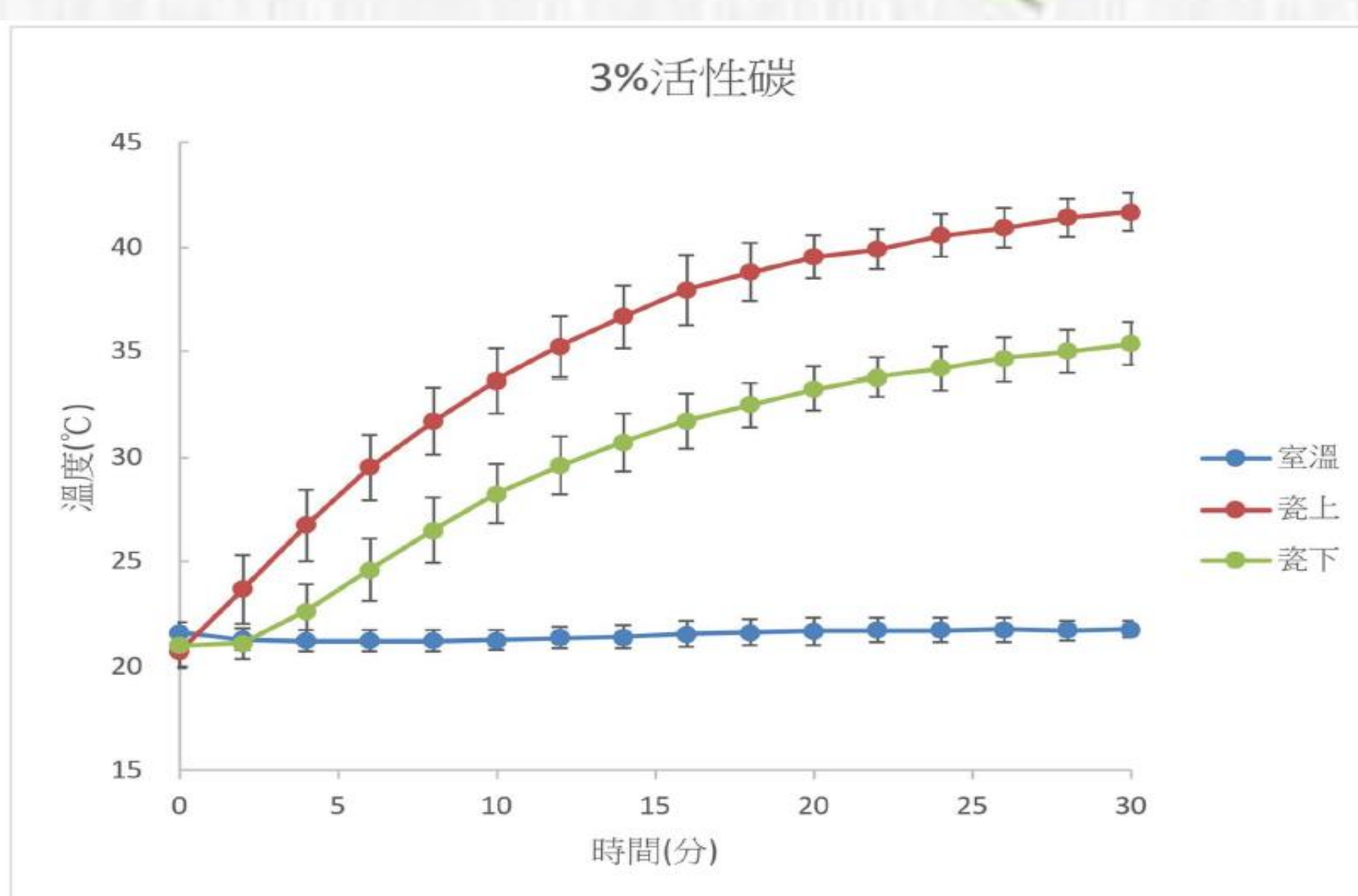
### 二、活性炭隔熱試驗

使用1%、3%及5%活性炭進行試驗，測試結果如下方上三圖所示。磁磚上、下溫度差則如下方下三圖所示。

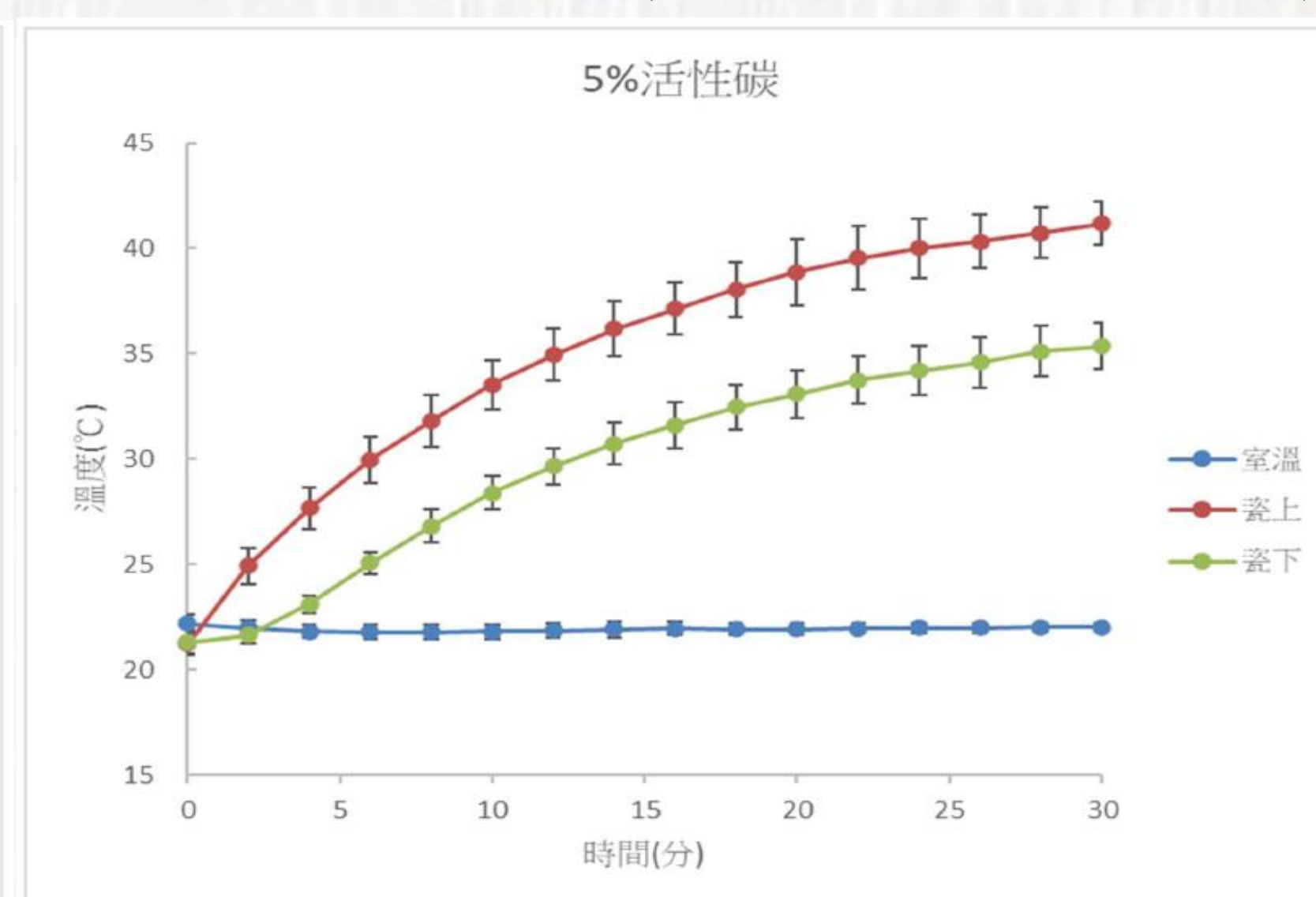
(圖形來源: 作者自繪)



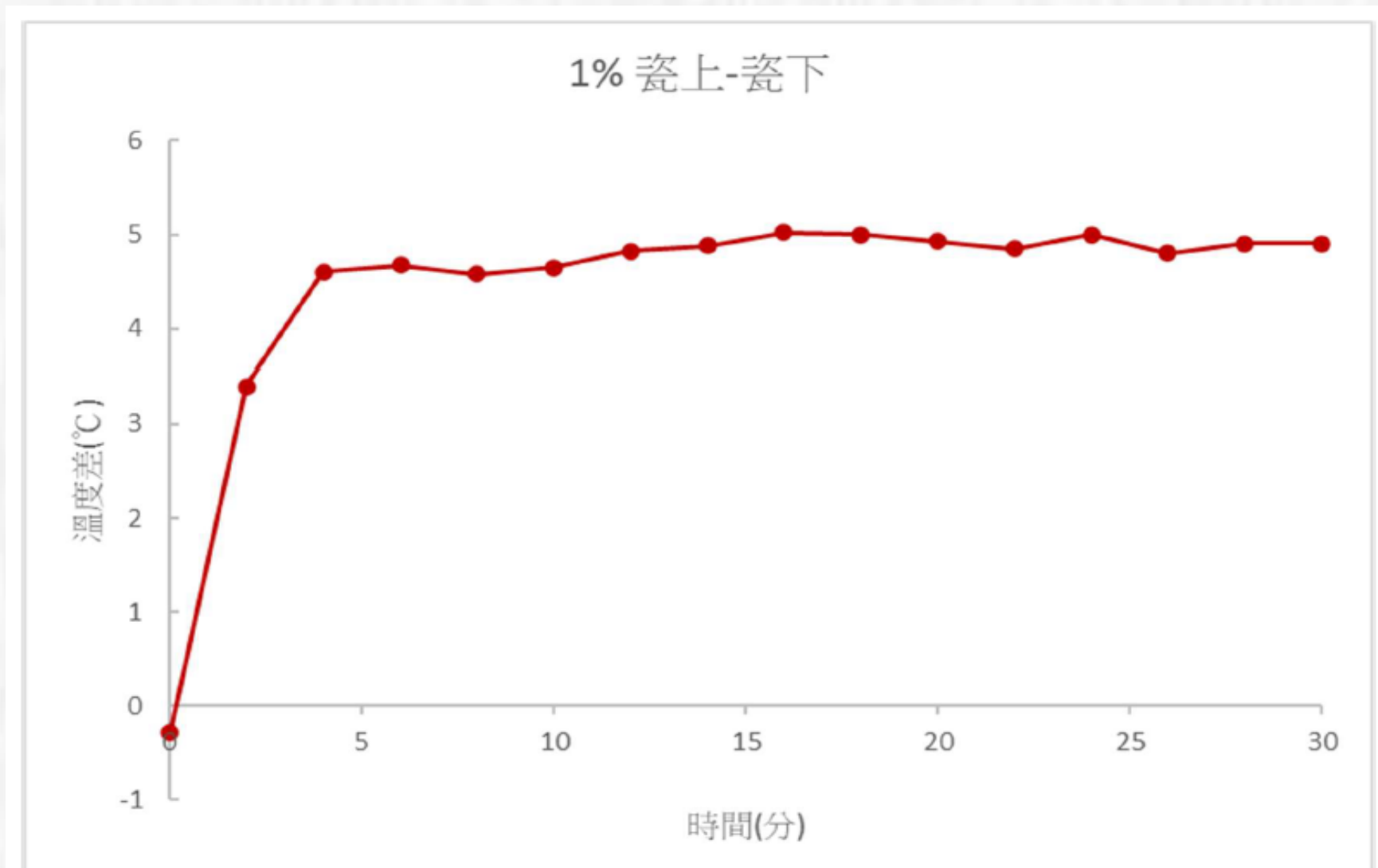
圖、1%活性炭之隔熱分析(三重複試驗)



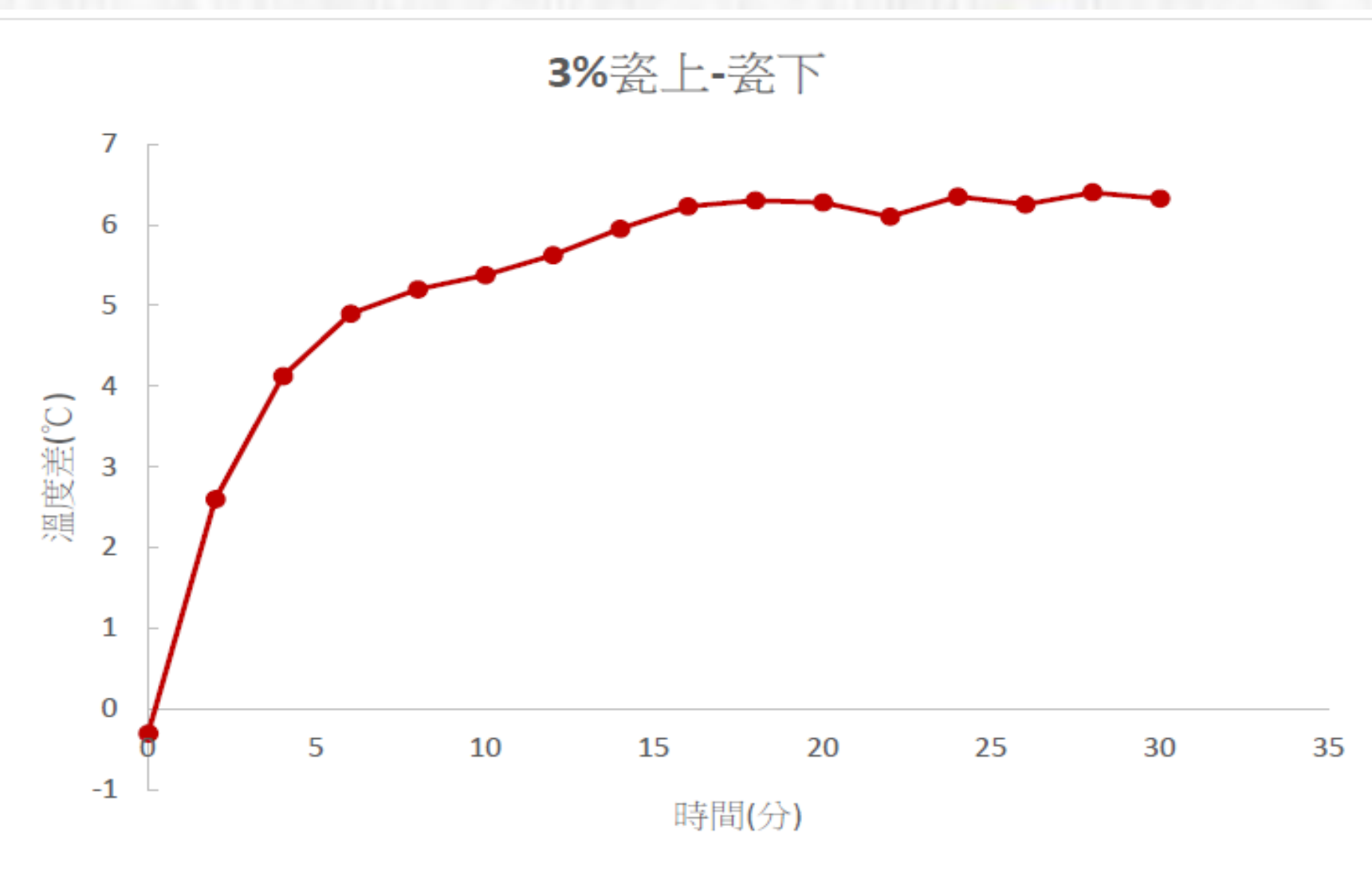
圖、3%活性炭之隔熱分析(三重複試驗)



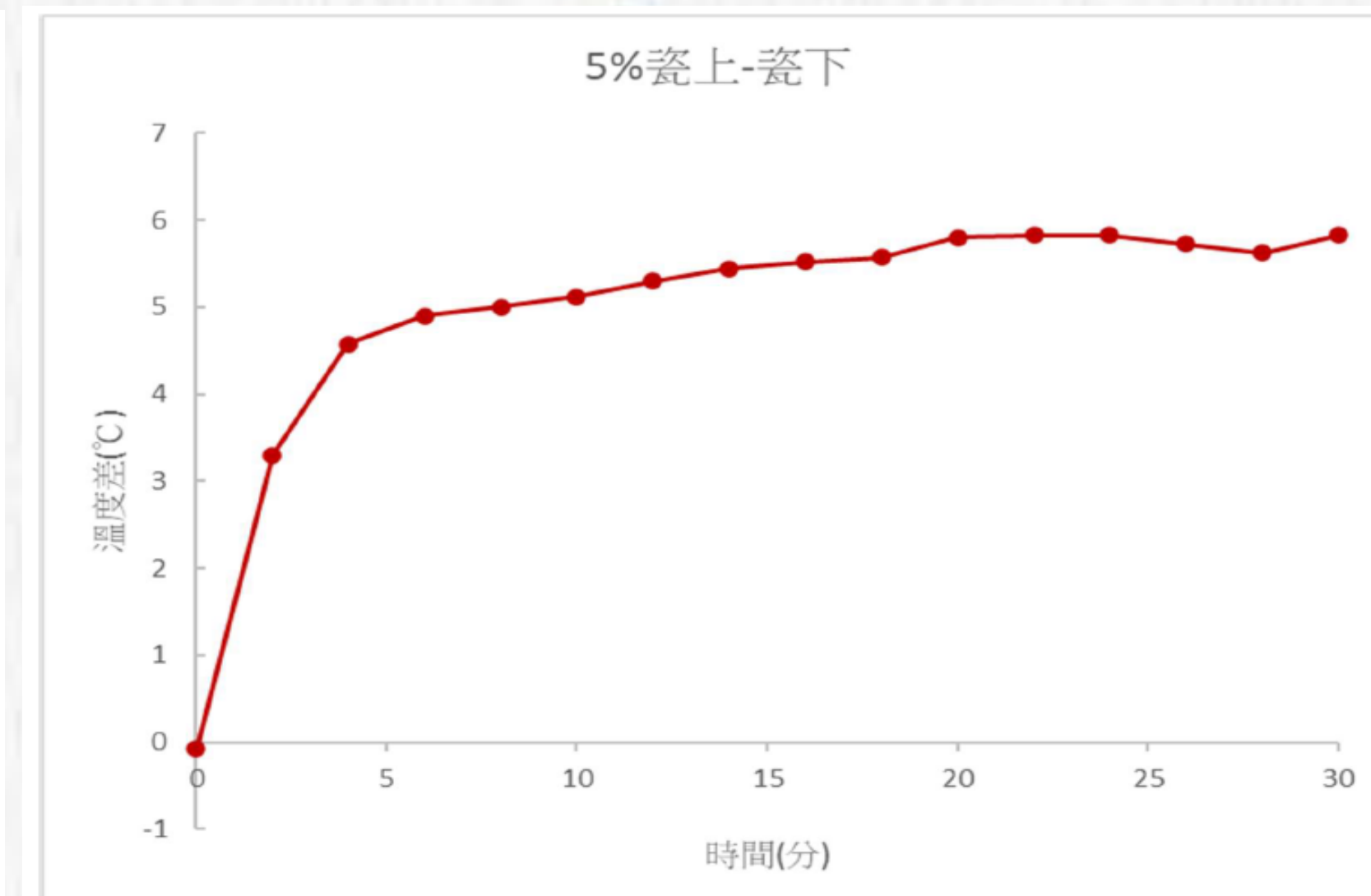
圖、5%活性炭之隔熱分析(三重複試驗)



圖、1%活性炭之磁磚上下溫度差(三重複試驗)



圖、3%活性炭之磁磚上下溫度差(三重複試驗)

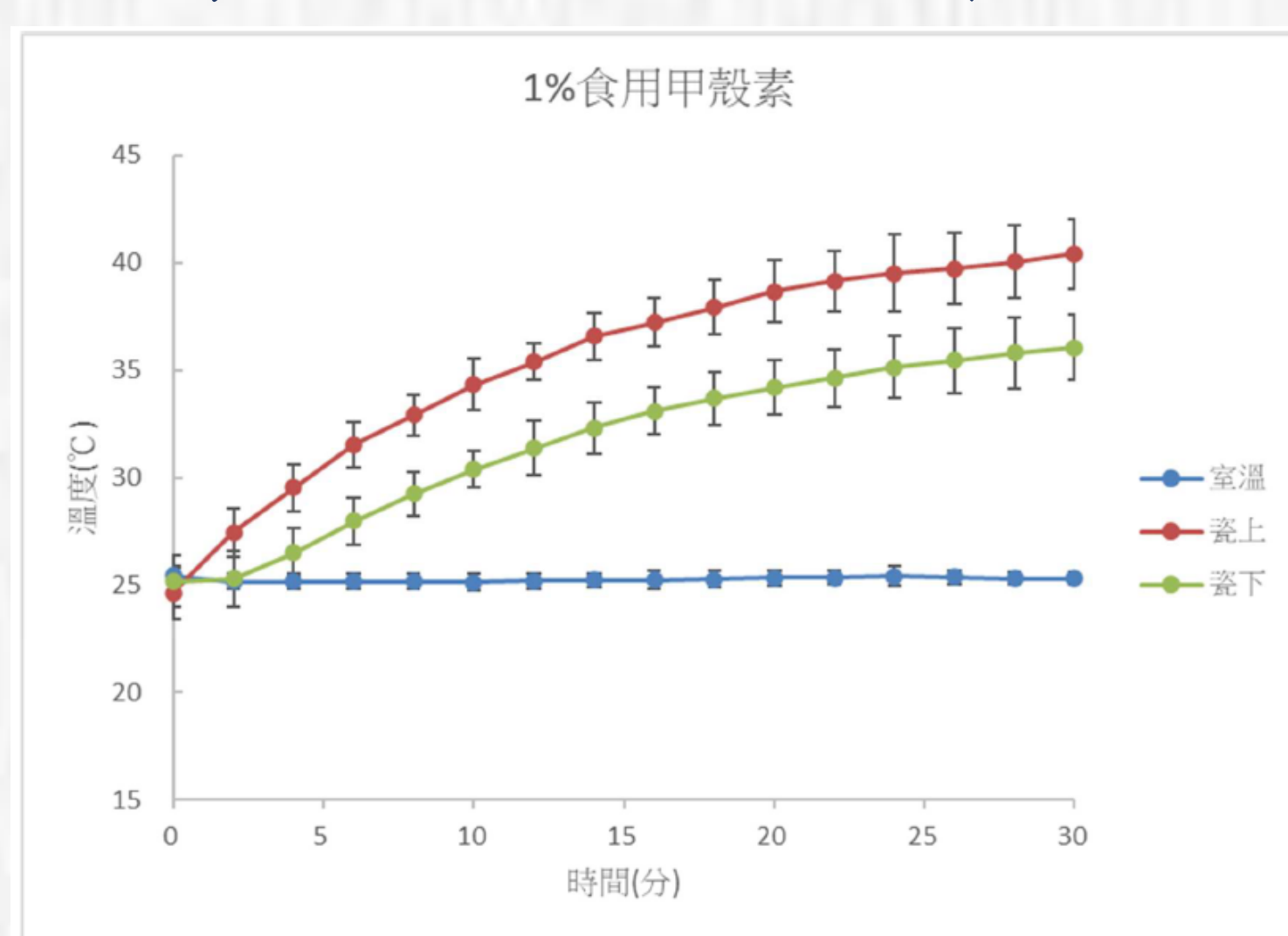


圖、5%活性炭之磁磚上下溫度差(三重複試驗)

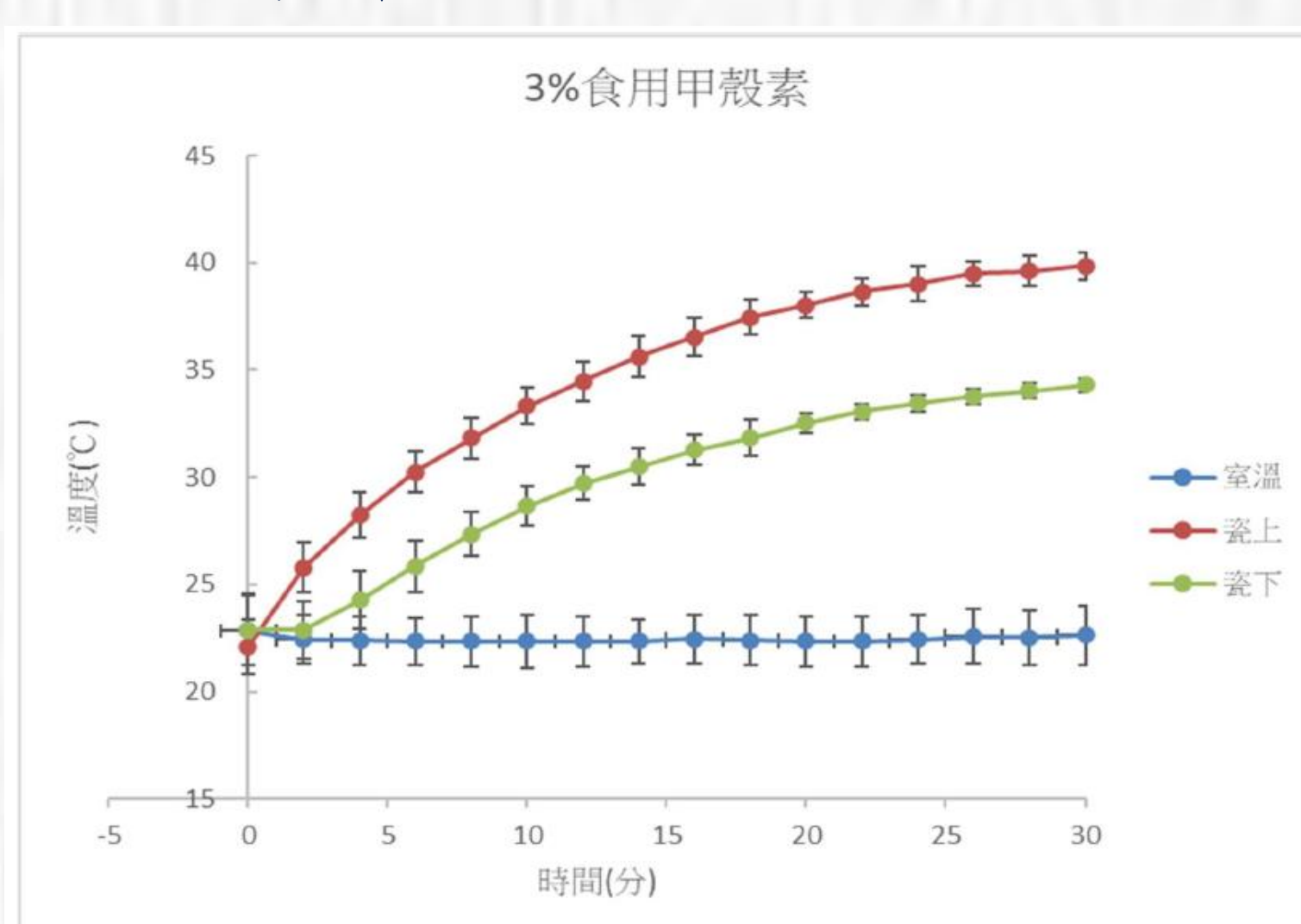
※含3%活性炭之三仙膠塗料，可降低磁磚下方溫度約4.57°C。

### 三、市售食品級甲殼素隔熱試驗

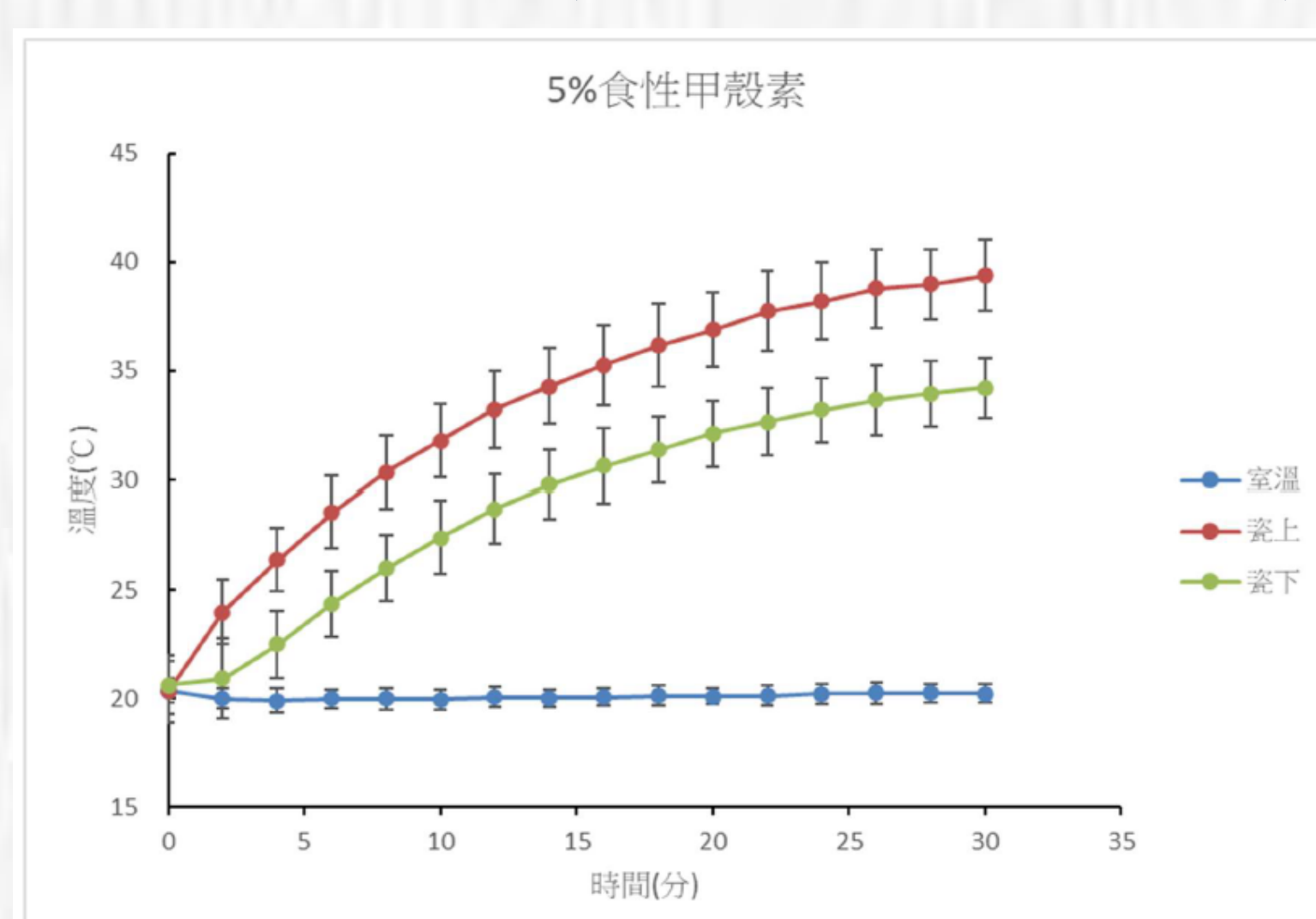
以1%、3%及5%市售食品級甲殼素進行試驗，測試結果如下方上三圖所示。磁磚上、下溫度差則如下方下三圖所示。(圖形來源: 作者自繪)



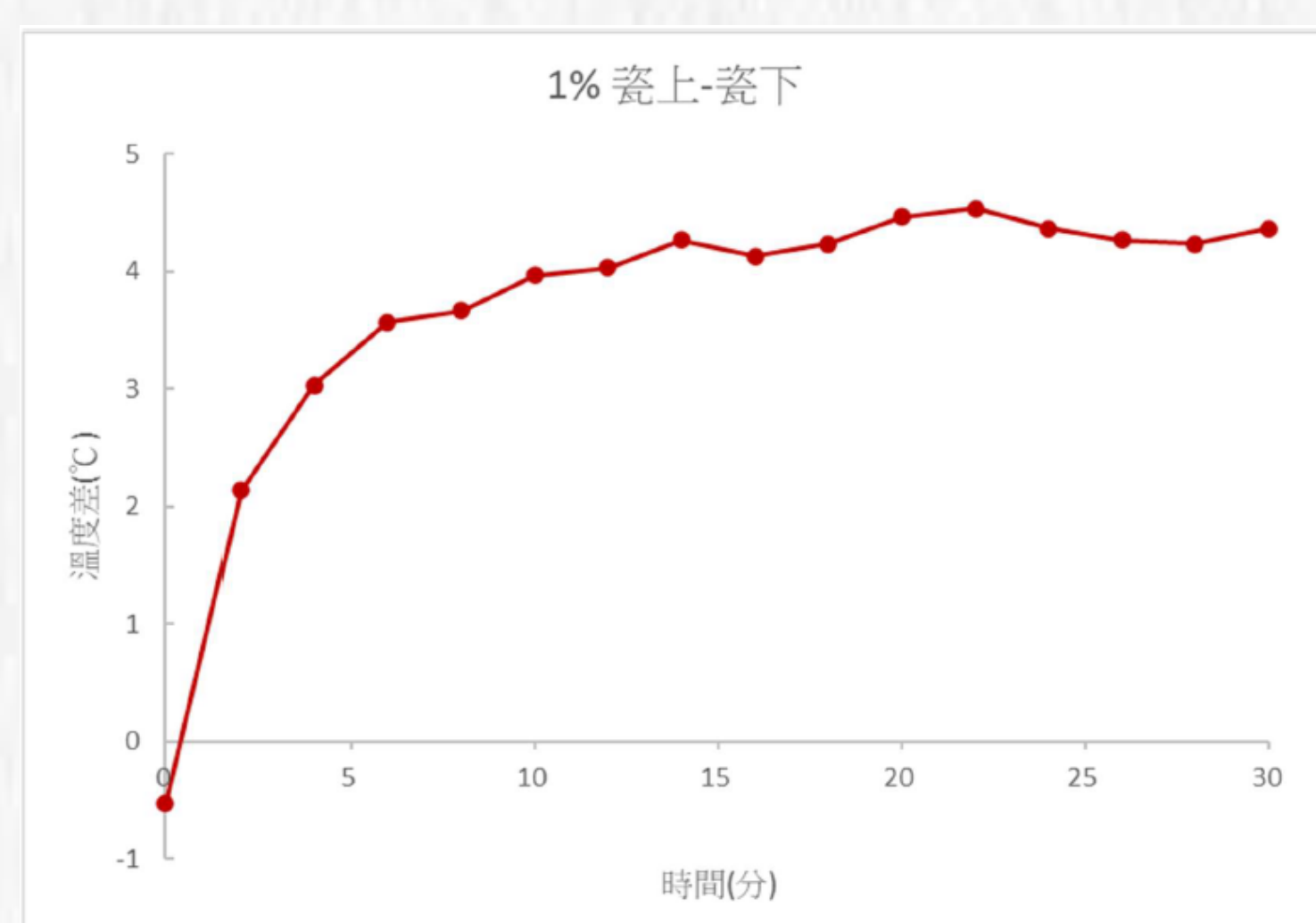
圖、1%食品級甲殼素之隔熱分析 (三重複試驗)



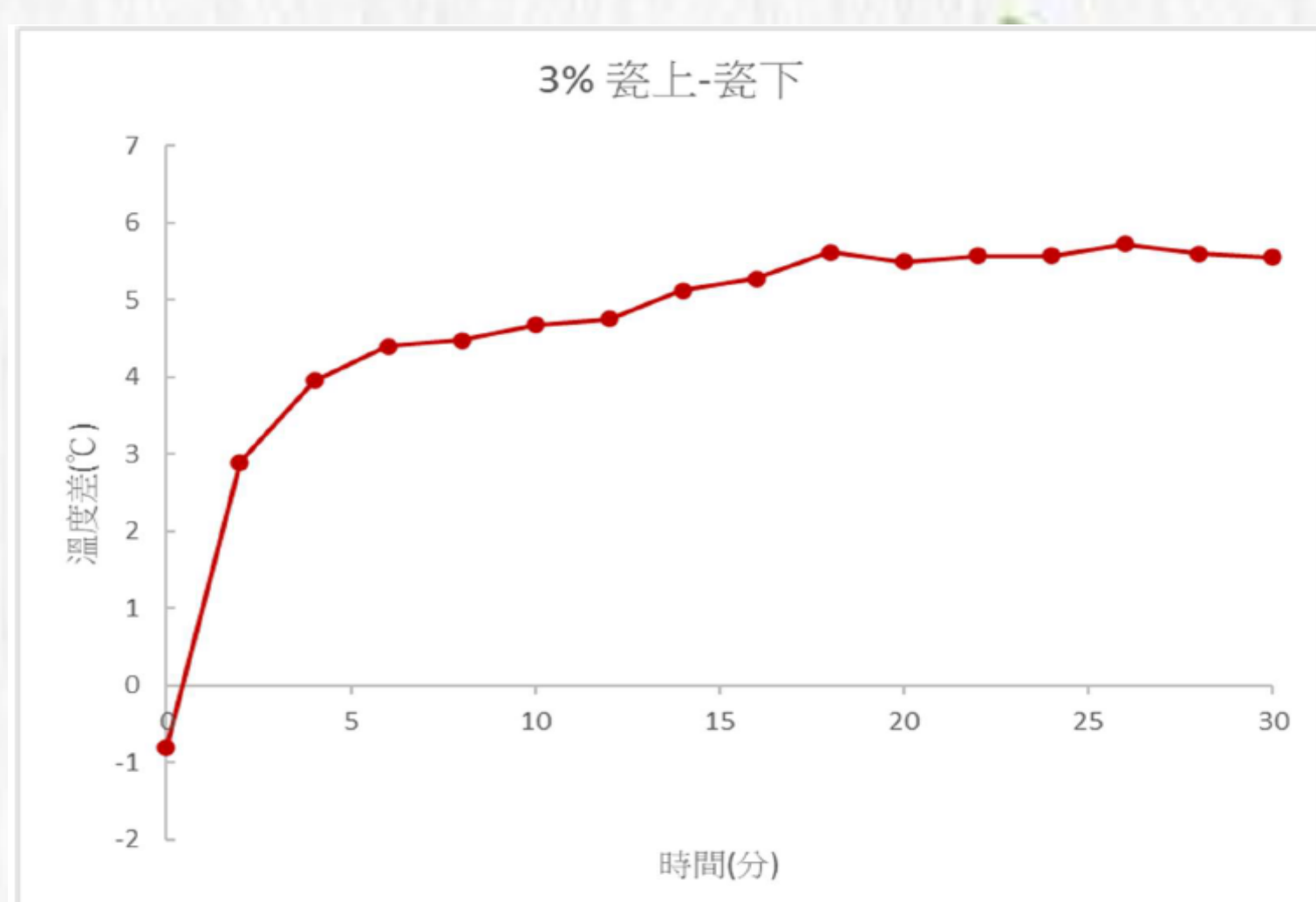
圖、3%食品級甲殼素之隔熱分析 (三重複試驗)



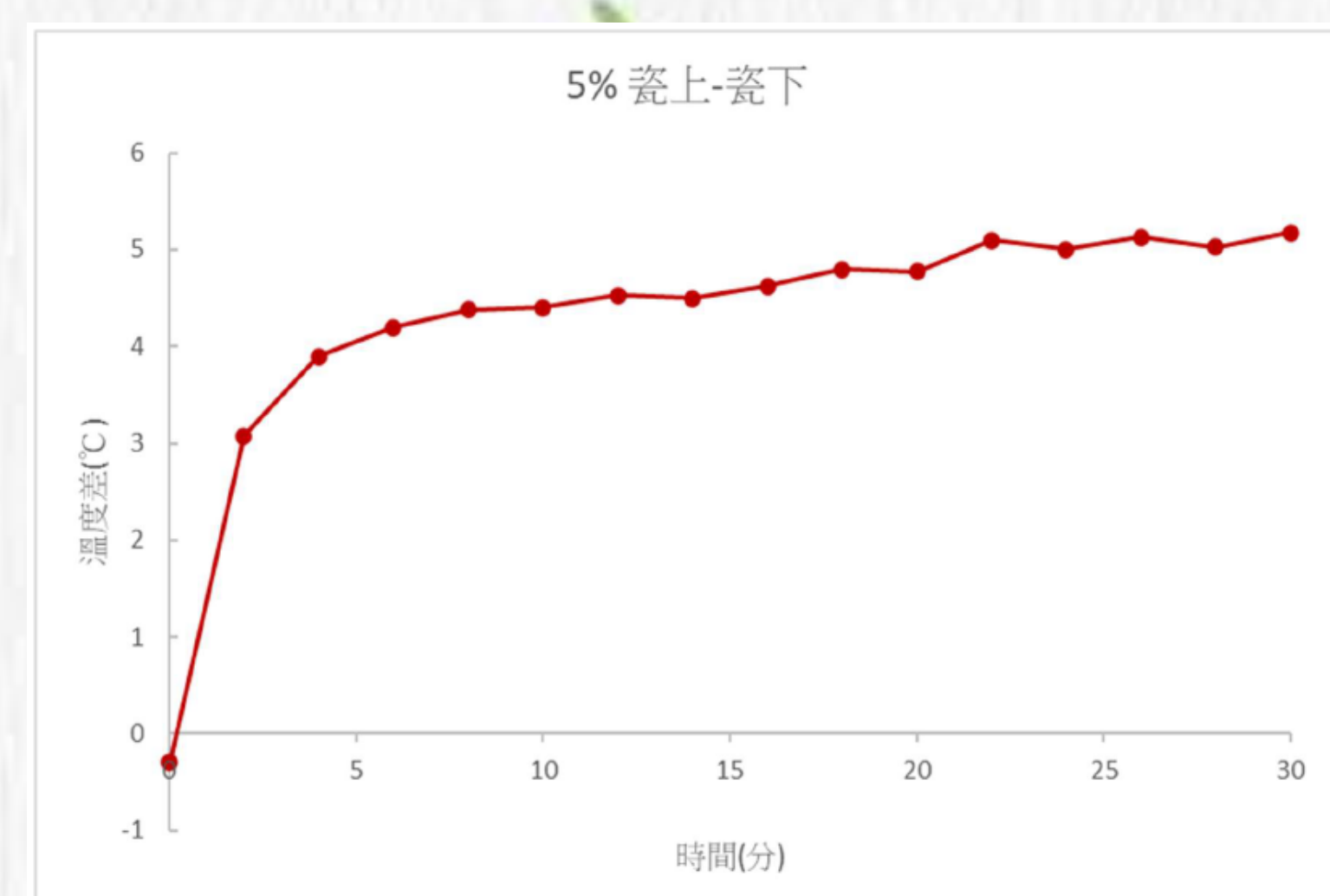
圖、5%食品級甲殼素之隔熱分析 (三重複試驗)



圖、1%食品級甲殼素之磁磚上下溫度差(三重複試驗)



圖、3%食品級甲殼素之磁磚上下溫度差(三重複試驗)

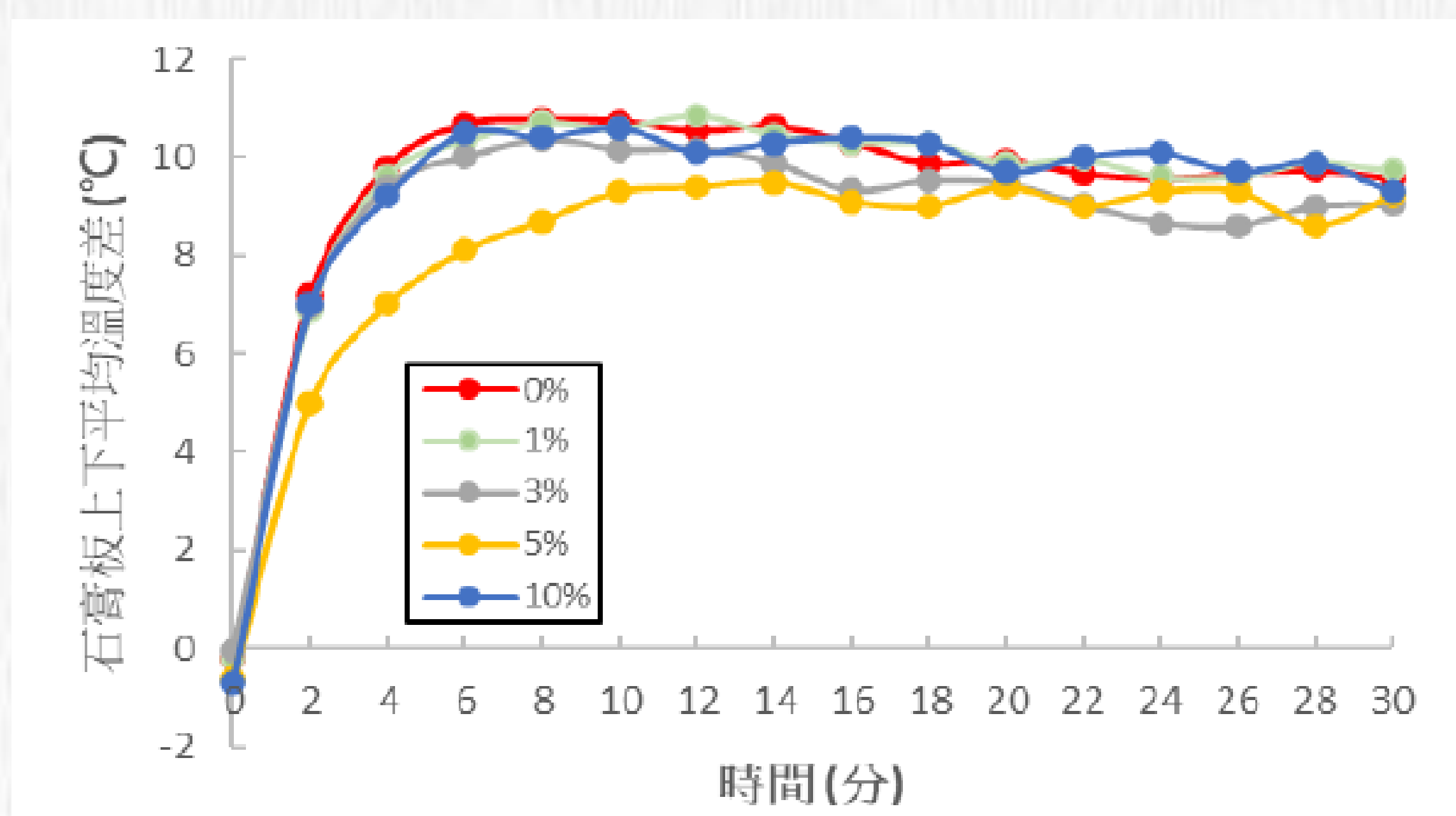


圖、5%食品級甲殼素之磁磚上下溫度差(三重複試驗)

※含3%市售食品級甲殼素之三仙膠塗料，可降低磁磚下方溫度約 $3.84^{\circ}\text{C}$ 。

### 四、含黑水虻蛹殼甲殼素石膏板隔熱試驗

以0%、1%、3%、5%、10%黑水虻蛹殼甲殼素摻入石膏板中進行試驗，測試結果如右圖所示。



圖、含不同比例黑水虻蛹殼甲殼素石膏板隔熱試驗 (至少二重複以上實驗) (圖形來源: 作者自繪)

※含黑水虻蛹殼甲殼素之石膏板，其降溫效果與對照組差異不大

## 討論

- 一、實驗結果顯示，黑水虻蛹殼甲殼素相對於活性炭及食品級甲殼素具有最佳的隔熱效果，隔熱效果達到 $6^{\circ}\text{C}$ 以上。
- 二、黑水虻蛹殼為黑水虻養殖場之廢棄物，故原料幾乎不用成本即可取得，因此未來有很大應用空間，例如：可摻入塗料中製成隔熱漆或加入紗線中製成隔熱衣等。
- 三、本實驗使用兩種不同來源的甲殼素，一個是由黑水虻蛹殼萃取，另一個是由蝦蟹殼所萃取，其隔熱效果卻有 $2.74^{\circ}\text{C}$ 的差異，可進一步實驗以釐清其原因。
- 四、為了探討黑水虻蛹殼甲殼素摻入建材中之隔熱效果，本研究使用石膏板進行實驗，主要是為了盡量減少實驗的變因，以得到較可靠的實驗結果。另外，石膏板也是西方建築中常見的建材之一。

## 結論與建議

本研究以仿生法及廢棄物再利用之核心理念進行研究發想，嘗試以黑水虻蛹殼所萃取的甲殼素規劃隔熱實驗。由重複實驗結果得知：含3%黑水虻蛹殼甲殼素之三仙膠塗料，能有效降低磁磚下方溫度高達 $6^{\circ}\text{C}$ 以上(0%降低 $1.71\pm 0.16^{\circ}\text{C}$ )；此外，在石膏板試驗結果得知，含黑水虻蛹殼甲殼素之石膏板，其隔熱效果與對照組差異不大。因此對於黑水虻蛹殼甲殼素使用在綠建築中，建議以隔熱塗料為未來開發方向。