

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 環境學科

佳作

052603

吹的涼涼、省的多多

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者： 職三 劉孟臻 職三 蔣昊偉 職三 黃弘斌	指導老師： 李國禎 黃釗洪
---	-----------------------------

關鍵詞：節能、蒸發冷卻

摘要

由於近年來,氣候的變化變非常不穩定且極端化,為了能研究出兼具節能與環保的降溫設備,此研究整合了冷凍空調原理、電子學實習、3D 列印機與網路上的相關資訊,利用蒸發冷卻特性當作水冷式風扇的基礎,僅須消耗風扇的功率(約 5~6 瓦)即可達到降低溫度的效果。

壹、研究動機

每到夏天,炎熱的天氣實在讓人受不了,隨著地球暖化,夏季的周期也跟著增加,加上大環境的影響加速了溫室效應的變化,工廠加工產生大量熱氣,以及交通工具排放出的廢氣,使得空氣汙染年年俱增,最常見的就是冷氣機,夏日中總是少不了它,隨著冷氣室溫調的越低,所散發出的熱氣和室外的熱氣循環下,天氣也越來越熱,最終導致冰山融化。所以我們就構想出適合個人使用的吸水式水冷扇,因為不需冷媒、壓縮機,所以沒有破壞臭氧層以及高耗電的問題,一方面可以省下一筆電費另一方面也可以減少對溫室效應的影響。

貳、研究目的

在夏季,空氣的乾球溫度高,含濕量低,其室外的乾燥空氣不僅可直接用來消除空調區的濕負荷,還可以通過蒸發冷卻等來消除空調區的熱負荷。此冷卻方式可以避免使用冷媒,而且只須一個風扇,在此系統中為達到省電、節能的效果。我們利用免動力吸水方式,而我們的作品就是沿用蒸發冷卻的原理,進而達到個人小區域範圍降溫的效果。本作品初衷就是不使用冷媒,希望可以廢物利用,盡量減少動力設備,達到環保、節能、省電、降溫的效果。

參、研究設備及器材

表一設備

名稱	數量
窗型冷氣機	1 台
電源供應器	1 台
乾濕球溫度計	1 台
果汁機	5 台
電子秤	2 台
電暖器	1 台
除濕機	2 台
風扇	1 台
抄網	7 個
風速計	1 台
3D 列印機	1 台
桶子	1 個
水桶	2 個
刮刀	2 個
美工刀	1 支
計時器	1 台
尺	2 支
切紙機	1 台
電鑽	1 台

表二材料

名稱	數量
紙(厚紙板)	5 公斤
矽藻土	1500 公克
玉米澱粉聚乳酸(PLA)	500 公克
小型風扇	1 台
螺絲	8 顆
塑膠片	1 片

肆、研究過程或方法

一、造紙過程

1.造紙流程





先準備果汁機，方型砂網，水 800g、600g。10g 紙。0g、5g、10g 矽藻土。









順序»果汁機裝滿水紙和矽藻土同放入，使其運轉 5 分鐘，將打好的紙漿，裝進大桶子，之後用抄網將紙漿抄起，最後讓紙風乾，即可完成，若想使其更快速完成，可使用電風扇和電暖器輔助。

模擬試用版:

盒子的材料是用珍珠板製成的。長 12cm 寬 12cm 外加一個小型風扇和 2cm 水道，底部裝水，使紙吸收水分，風扇吹出，使其可達降溫效果。





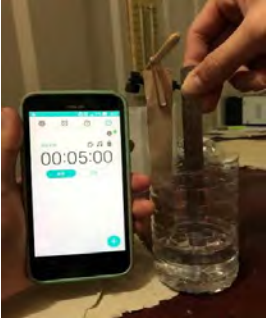

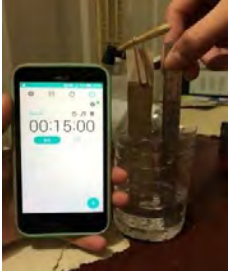

2.造紙步驟

	
步驟 1 圖 1 剝紙	步驟 2 圖 2 撕紙
	
步驟 3 圖 3 量紙重量	步驟 4 圖 4 量矽藻土

 <p>步驟 5</p>	 <p>步驟 6</p>
<p>圖 5 放入果汁機</p>	<p>圖 6 開始打紙漿</p>
 <p>步驟 7</p>	 <p>步驟 8</p>
<p>圖 7 裝入大箱子</p>	<p>圖 8 準備抄紙</p>
 <p>步驟 9</p>	 <p>步驟 10</p>
<p>圖 9 將多餘的水擠出</p>	<p>圖 10 用布吸取多於水</p>
 <p>步驟 11</p>	 <p>步驟 12</p>
<p>圖 11 將多餘水排出後</p>	<p>圖 12 烘乾</p>

二、測試過程吸水性測試

1.測試步驟(吸水流程)

 <p>步驟 1</p>	 <p>步驟 2</p>
<p>圖 13 裁剪</p>	<p>圖 14 量淨重</p>
 <p>步驟 3</p>	 <p>步驟 4</p>
<p>圖 15 畫水位線</p>	<p>圖 16 測吸水</p>
 <p>步驟 5</p>	 <p>步驟 6</p>
<p>圖 17 5 分鐘紀錄</p>	<p>圖 18 10 分鐘紀錄</p>
 <p>步驟 7</p>	 <p>步驟 8</p>
<p>圖 19 15 分鐘紀錄</p>	<p>圖 20 量吸完後的重量</p>

三、測試過程蒸發特性實驗

1.測試流程(蒸發流程)

 <p>步驟 1</p>	 <p>步驟 2</p>
<p>圖 21 量紙 14cm×2cm</p>	<p>圖 22 裁剪</p>
 <p>步驟 3</p>	 <p>步驟 4</p>
<p>圖 23 淨重+迴紋針</p>	<p>圖 24 將紙泡水</p>
 <p>步驟 5</p>	 <p>步驟 6</p>
<p>圖 25 加水後的重量</p>	<p>圖 26 蒸發測試</p>

四、蒸發冷卻式水冷扇特性實驗



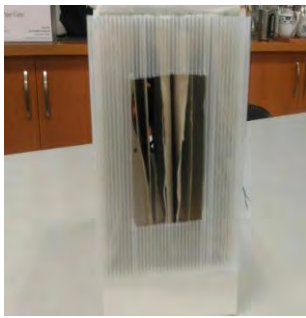
步驟 1

圖 27 成品外觀



步驟 2

圖 28 成品內部構造



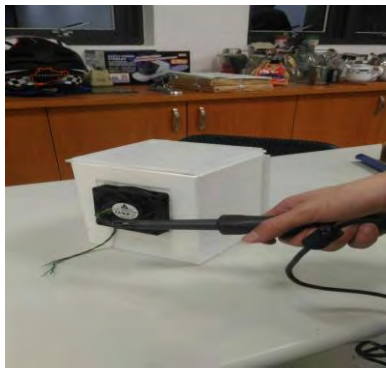
步驟 3

圖 29 用紙將水上



步驟 4

圖 30 啟動電扇，使冷卻後的風吹出



步驟 5

圖 31 測量出風溫度



步驟 6

圖 32 測量回風溫度

伍、研究結果

一、不同硅藻土重量下，對水蒸發影響

圖 33 為在不同硅藻土重量下所製作的紙，對水蒸發影響。分別為紙漿濃度加入 1000CC 的水與加入 800CC 的水，所製作的紙後經吸滿水後秤重，再記錄蒸發實驗中所量測到的蒸發量。X 軸為硅藻土重量(g)，左 Y 軸為水蒸發重量(g)。從圖中可知加入 1000CC 水濃度所製作出來的紙，水蒸發重量分別為 1.189g、1.346 g、1.506 g、800CC 水蒸發重量分別為 1.014 g、1.153 g、1.211 g。所數據可知，兩者比較相差 0.175、0.193、0.295。由此可知 1000CC 水濃度所製作出來的紙較 800CC 水濃度所製作的紙，蒸發情形來的多。另外圖中也可以發現在加入硅藻土後蒸發情形來的快。這情形可能是紙漿濃度較低可以使水較容易從紙纖維中蒸發出來，而加入硅藻土使水蒸發的多可能是因硅藻土本身易使水蒸發特性。

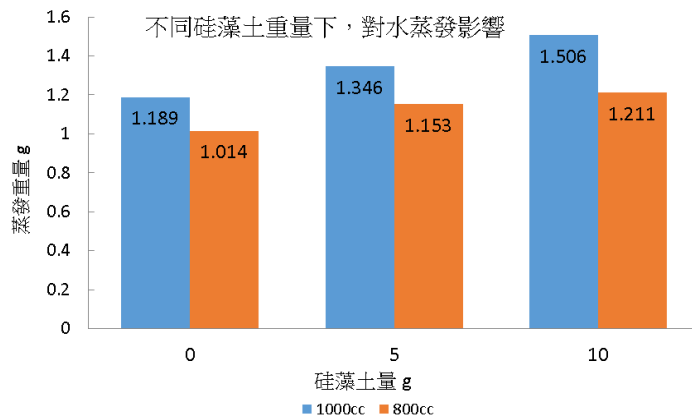


圖 33

二、不同溫度下，對水蒸發影響

圖 34 為不同溫度下，紙漿濃度同樣都是加入 1000CC 的水所製作的紙，對水蒸發影響。分別為加入 0g、5g、10g 的硅藻土，所製作的紙後經吸滿水後，秤重再蒸發實驗中所量測到的蒸發量。X 軸為硅藻土重量(g)，左 Y 軸為水蒸發重量(g)。從圖中可知在溫度 30 度、相對濕度 70%，水蒸發重量分別為 1.189g、1.346

g、1.506 g、溫度 25 度、相對濕度 70%水蒸發重量分別為 1.082 g、1.233 g、1.361 g。所數據可知，溫度 30 度及 25 度下水蒸發量相差分別為 0.107g、0.113g、0.145g。數據中可以發現溫度高使蒸發情形來的快。這情形可能是環境溫度高，大氣中水分子飽和量低，因此，較容易從紙纖維中蒸發出來。

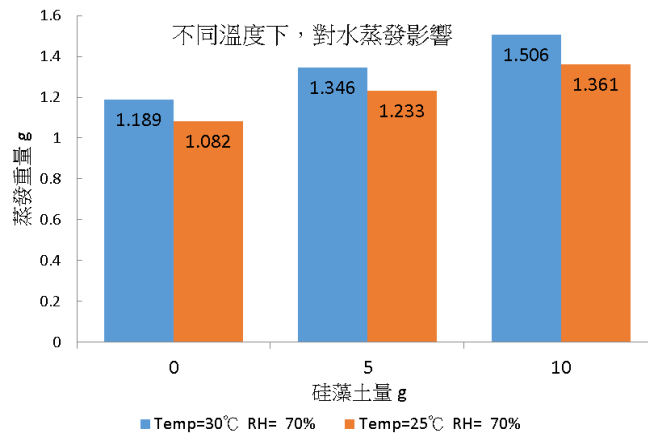


圖 34

三、不同相對濕度下，對水蒸發影響

圖 35 為不同溫度下，紙漿濃度同樣都是加入 1000CC 的水所製作的紙，對水蒸發影響。分別為加入 0g、5g、10g 的硅藻土，所製作的紙後經吸滿水後，秤重再蒸發實驗中所量測到的蒸發量。X 軸為硅藻土重量(g)，左 Y 軸為水蒸發重量(g)。從圖中可知在相對濕度 70%和相對濕度 50%，水蒸發重量分別為 1.189g、1.346 g、1.506 g。溫度 25 度、相對濕度 70%水蒸發重量分別為 1.082 g、1.233 g、1.361 g，1.482g、1.346g、1.506g。數據可知，相對濕度在 70%、50%下水蒸發量相差分別為 0.293g、0.335g、0.229g。數據中可以發現相對濕度低使蒸發情形來的快。這情形是大氣中水分子濕氣低。因此，較容易從紙纖維中蒸發出來。

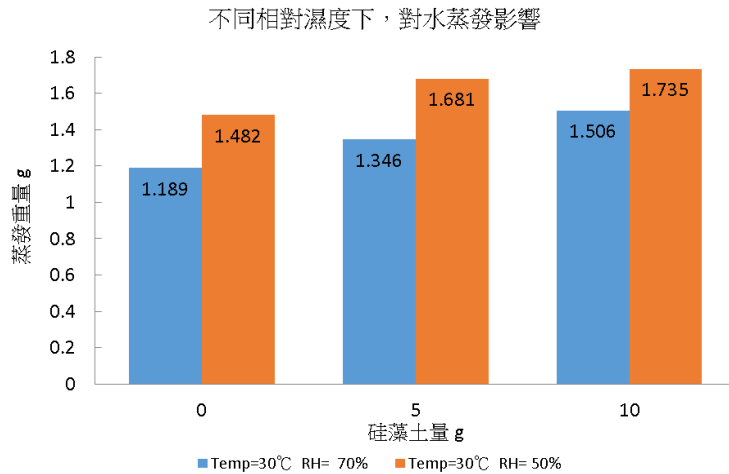


圖 35

四、不同硅藻土重量下，對吸水影響

圖 36、37 為在不同硅藻土重量下所製作的紙，對水蒸發影響。紙漿濃度加入 1000CC 的水所製作的紙，實驗紙吸水的情形。X 軸為吸水經過的時間(min)，左 Y 軸為紙吸水後的長度(cm)。從圖中可知加入 1000CC 水濃度所製作出來的紙。以加入 10g 的硅藻土所吸的水較快。而 800CC 水濃度所製作出來的紙以加入 5g 的硅藻土吸水最快。

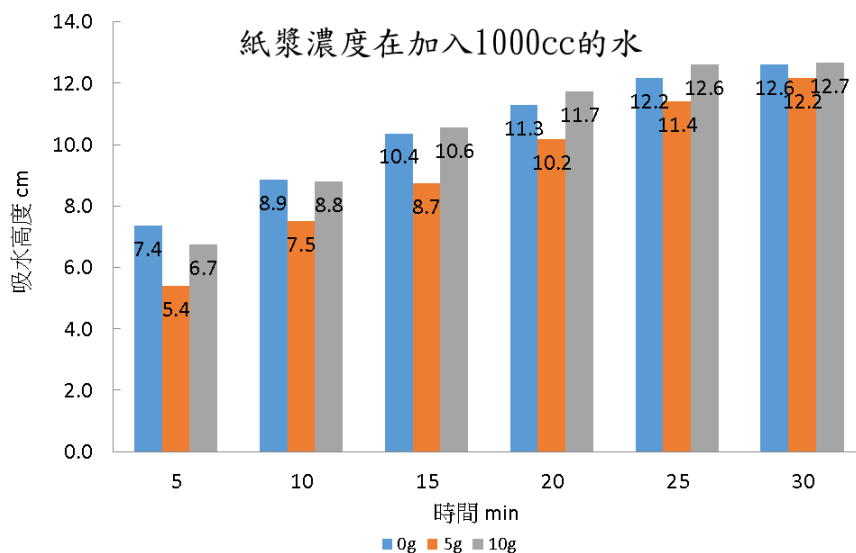


圖 36

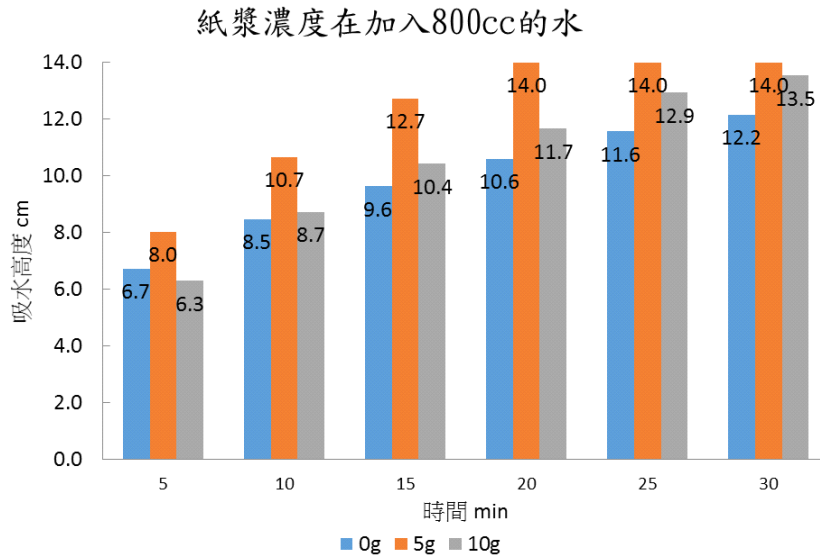


圖 37

五、蒸發冷卻式水冷扇測試

在考慮紙能夠免用電力給水，因此我們希望紙能夠利用毛細現象將水吸上紙。所以我們要考慮吸水量程度及紙蒸發量的能力，來判斷所要選擇的作紙條件。根據，實驗一至四的結果，我們認為蒸發量較為重要是因為水的蒸發代表熱量被帶走的能力，其次才是吸水的能力。因為吸水要能克服重力，故我們選擇 1000CC 水濃度及加入 10g 硅藻土做為此系統的核心材料。並將給合起來後，測試其性能。

圖 38 為在不同相對濕度下所量測的降溫溫度。X 軸為溫度 $^{\circ}\text{C}$ 及相對濕度 $\%$ ，Y 軸為降溫溫度 $(^{\circ}\text{C})$ 。從圖中可知 29°C 、 $\text{RH}=80\%$ 的降溫為 2.8°C ， 29°C $\text{RH}=70\%$ 的降溫為 3.2°C ， 29°C $\text{RH}=50\%$ 的降溫為 3.4°C 。所以我們可以知道相對濕度對於系統降溫能力較為顯著影響。

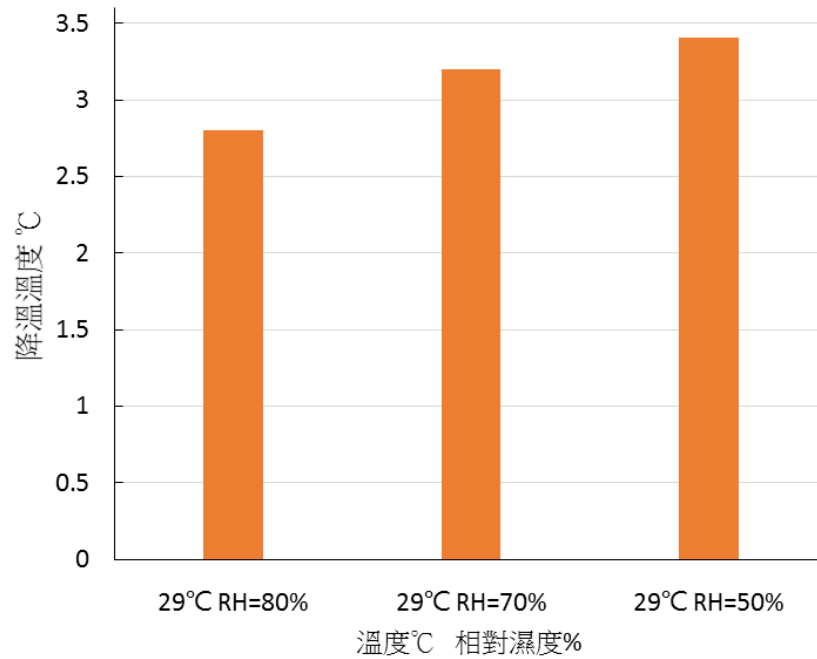


圖 38

陸、討論

一開始我們在想，要用甚麼樣的紙比較好，我們用了報紙、濕紙巾、白紙、衛生紙和厚紙板，我們測試了之後，選了效果最好的，才決定要用厚紙板內層的紙。因為這樣很環保，還可以回收再利用。

在本次的研究方法中，為了要提升紙的吸水度，試了很多種比例的紙，一開始用了 200、400、600、800、1000 c.c.的水。5、10、15、20、25、30 g 的矽藻土。以及 5、10、15、20 g 的紙。做了吸水和蒸發等比例測試之後，我們發現矽藻土加太多，比較容易吸收空氣中的水分，太少的話又會造成吸水量較慢。水太

多會造成紙太薄，水太少會造成紙太厚，紙太多會造成紙太厚，紙太少會造成紙太薄。紙太厚與太薄，往往會在實驗中容易斷掉。所以經過很多次實驗，800 c.c. 的水，5 g 的矽藻土，10 g 的紙，是我們測試出最好的比例。

我們的盒子是依照紙的大小設計的，實驗中的紙是 14 cm × 2 cm，我們的盒子是以 12 cm × 12 cm 來設計的，一開始盒子用的材料是珍珠板，用保麗龍膠黏起來，加以固定成一個正方體，蓋子用美工刀割線，將紙夾進，再挖一個洞裝小型風扇，用束帶固定風扇。之後為了讓盒子更完美更堅固，我們構想了盒子的構造，再將作品用 solidworks 畫出來，再用學校的 3D 列印機，做了 20 cm × 20 cm × 20 cm 的大小。相比之下，用 3D 列印做出的盒子比珍珠板做的盒子，較符合我們想要的。

柒、結論

- 1、紙張的蒸發量受相對濕度影響較大。
- 2、矽藻土添加量越多其蒸發量較好。
- 3、紙漿濃度低(加 1000CC 水)其蒸發量也較好。
- 4、以紙漿濃度(加 800CC 水)及 5g 的矽藻土其吸水能力較好。
- 5、相對濕度低對系統的降溫能力可以提高。

捌、參考資料及其他

1.How to Make an Air Cooler at Home DIY พัดลมไอน้ำเย็นทำเอง .from

https://www.youtube.com/watch?v=5_Wcut1s4LA

2.IDI PLUS .from 冰風扇的一

<https://www.youtube.com/watch?v=MfP0pKlPIwA>

3.冷凍空調原理II作者:許祺清陳聰明編著弘揚圖書有限公司印行

4.主婦聯盟環境保護基金會.再生紙 diy 做法.取自 <http://www.huf.org.tw/event/content/1550> HYPERLINK

["http://www.huf.org.tw/event/content/1550"](http://www.huf.org.tw/event/content/1550)www.huf.org.tw HYPERLINK

["http://www.huf.org.tw/event/content/1550"/event/content/1550](http://www.huf.org.tw/event/content/1550/event/content/1550)

5.手工造紙流程.取自

<http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm>

["http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm"](http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm)www.shute.kh.edu.tw

HYPERLINK ["http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm"](http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm) HYPERLINK

["http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm"](http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm)2011PBL18 HYPERLINK

["http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm"/](http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm/) HYPERLINK

["http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm"](http://www.shute.kh.edu.tw/~2011PBL18/d03.htm)d03.htm

6.廣興紙寮.地址:南投縣埔里鎮鐵山路 310 號.取自

<http://www.taiwanpaper.com.tw/> HYPERLINK ["http://www.taiwanpaper.com.tw/"](http://www.taiwanpaper.com.tw/)www.taiwanpaper.com.tw

HYPERLINK ["http://www.taiwanpaper.com.tw/"](http://www.taiwanpaper.com.tw/)

【評語】 052603

1. 本件作品利用免動力吸水與蒸發冷卻降低環境溫度，因此增加硅藻土紙之濕潤面積與空氣流通是降溫關鍵，具創意與生活應用。
2. 相同相對溼度下溫度較高的實驗發現蒸發量較多，由於實驗控制是在相同相對濕度條件，當溫度越高時，空氣的飽和水蒸氣壓越高，其水蒸氣壓是越大的，建議增加水溫或是蒸發紙面溫度的量測，因為水溫度越高蒸發所需蒸發潛熱越低，越容易蒸發。
3. 實驗設計應說明是多少重量紙漿混合多少水與多少硅藻土，可進一步設計實驗探討硅藻土紙耐用性，並設計成可抽換模組。也建議可以設計實驗以不同柱狀式或柵欄式排列方式之硅藻土對蒸發量之影響。

壹

研究動機

每到夏天，炎熱的天氣實在讓人受不了，隨著地球暖化，夏季的周期也跟著增加，加上大環境的影響加速了溫室效應的變化，工廠加工產生大量熱氣，以及交通工具排放出的廢氣，使得空氣汙染年年俱增，最常見的就是冷氣機，夏日中總是少不了它，隨著冷氣溫調的越低，所散發出的熱氣和室外的熱氣循環下，天氣也越來越熱，最終導致冰山融化。所以我們就構想出適合個人使用的吸水式水冷扇，因為不需冷媒，所以沒有破壞臭氧層以及高耗電的問題，一方面可以剩下一筆電費另一方面也可以減少對溫室效應的影響。

貳

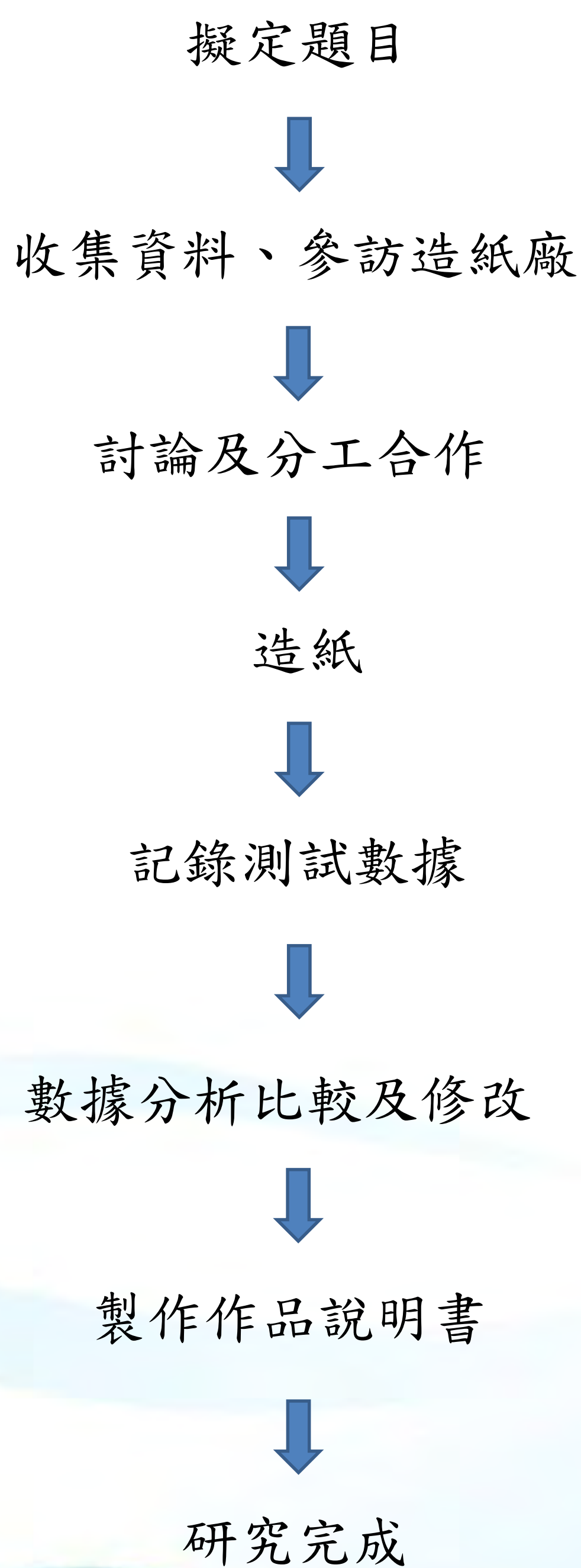
研究目的

在夏季，空氣的乾球溫度高，含濕量低，其室外的乾燥空氣不僅可直接用來消除空調區的濕負荷，還可以通過蒸發冷卻等來消除空調區的熱負荷。此冷卻方式可以避免使用冷媒，而且只須一個風扇，在此系統中為達到省電、節能的效果。我們利用免動力吸水方式，而我們的作品就是沿用蒸發冷卻的原理，進而達到個人小區域範圍降溫的效果。本作品初衷就是不使用冷媒，希望可以廢物利用，盡量減少動力設備，達到環保、節能、省電、降溫的效果。

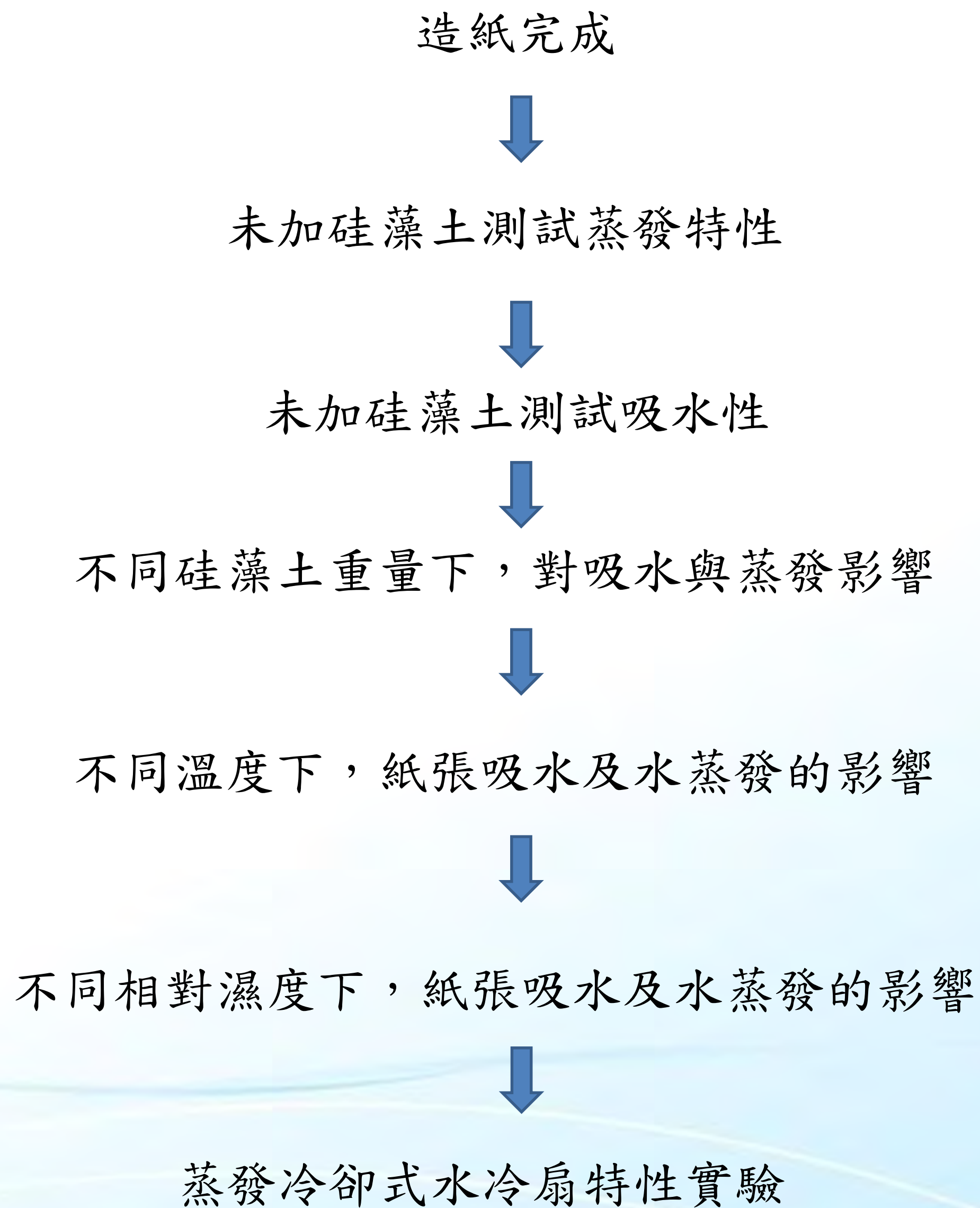
參

研究過程及方法

研究流程圖



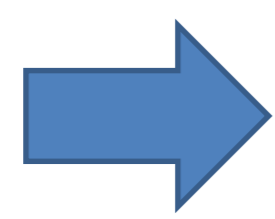
實驗過程



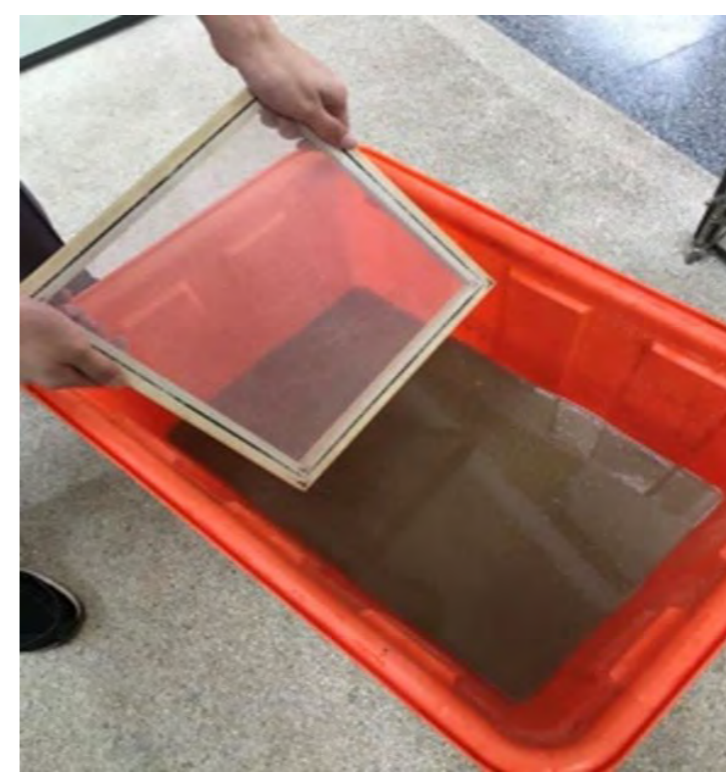
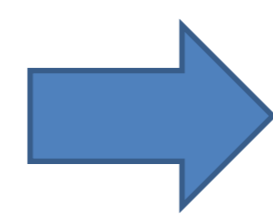
造紙過程



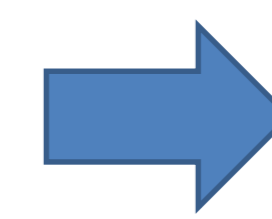
撕紙



製作紙漿



準備抄紙



曬乾風乾

模擬環境

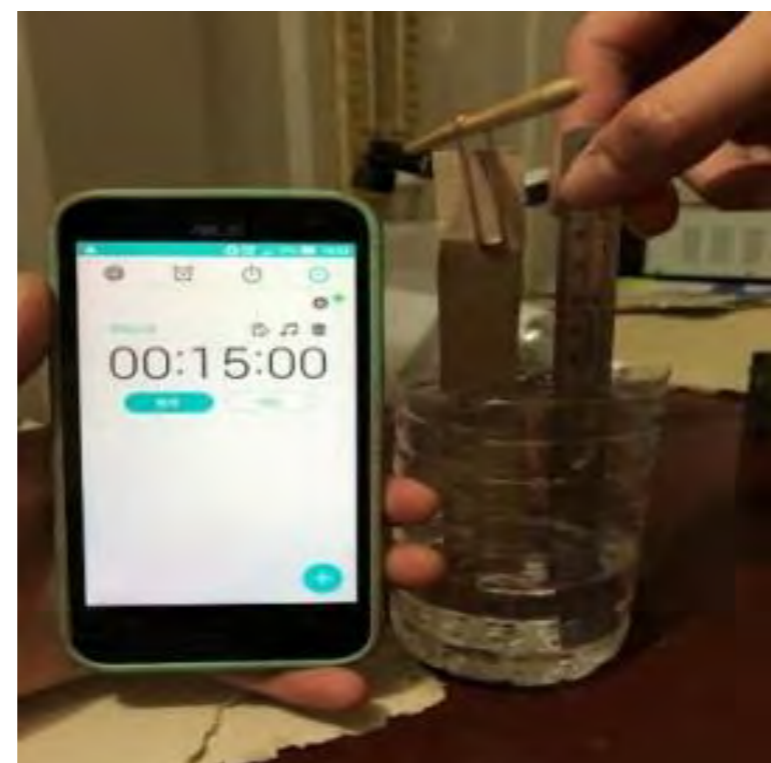
在做測試的過程中，由於正逢冬季，造成壓縮機不斷停機，無法達到測試所需溫度而增加實驗的困難度。然而，為了打造能與夏季室溫近似的環境溫度，我們以800瓦的電暖爐及暖氣提高環境溫度，讓實驗得以繼續，也讓實驗數據更為精準。



吸水測試

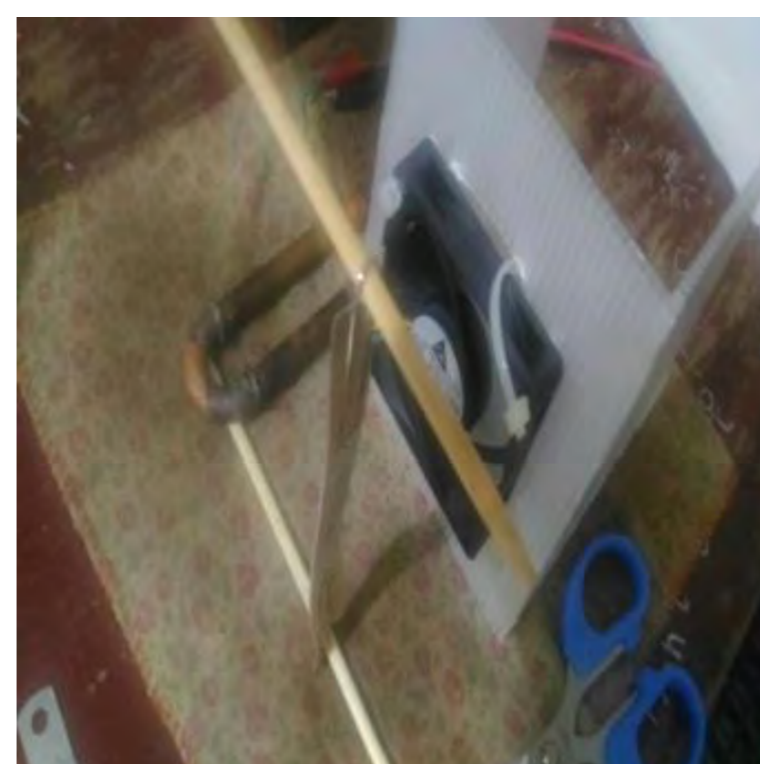


吸水測試



30分鐘紀錄

蒸發測試



蒸發測試

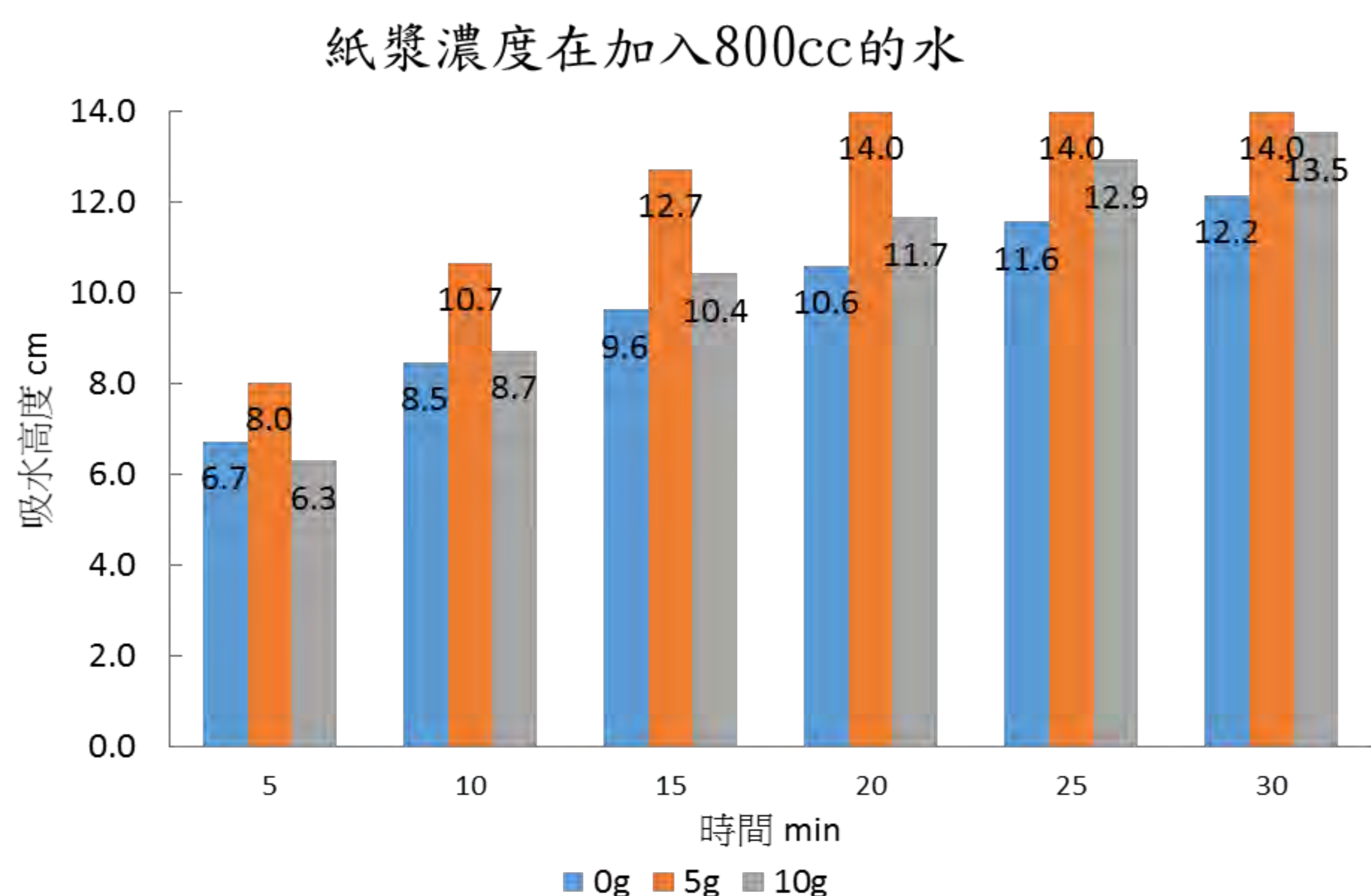


測蒸發量

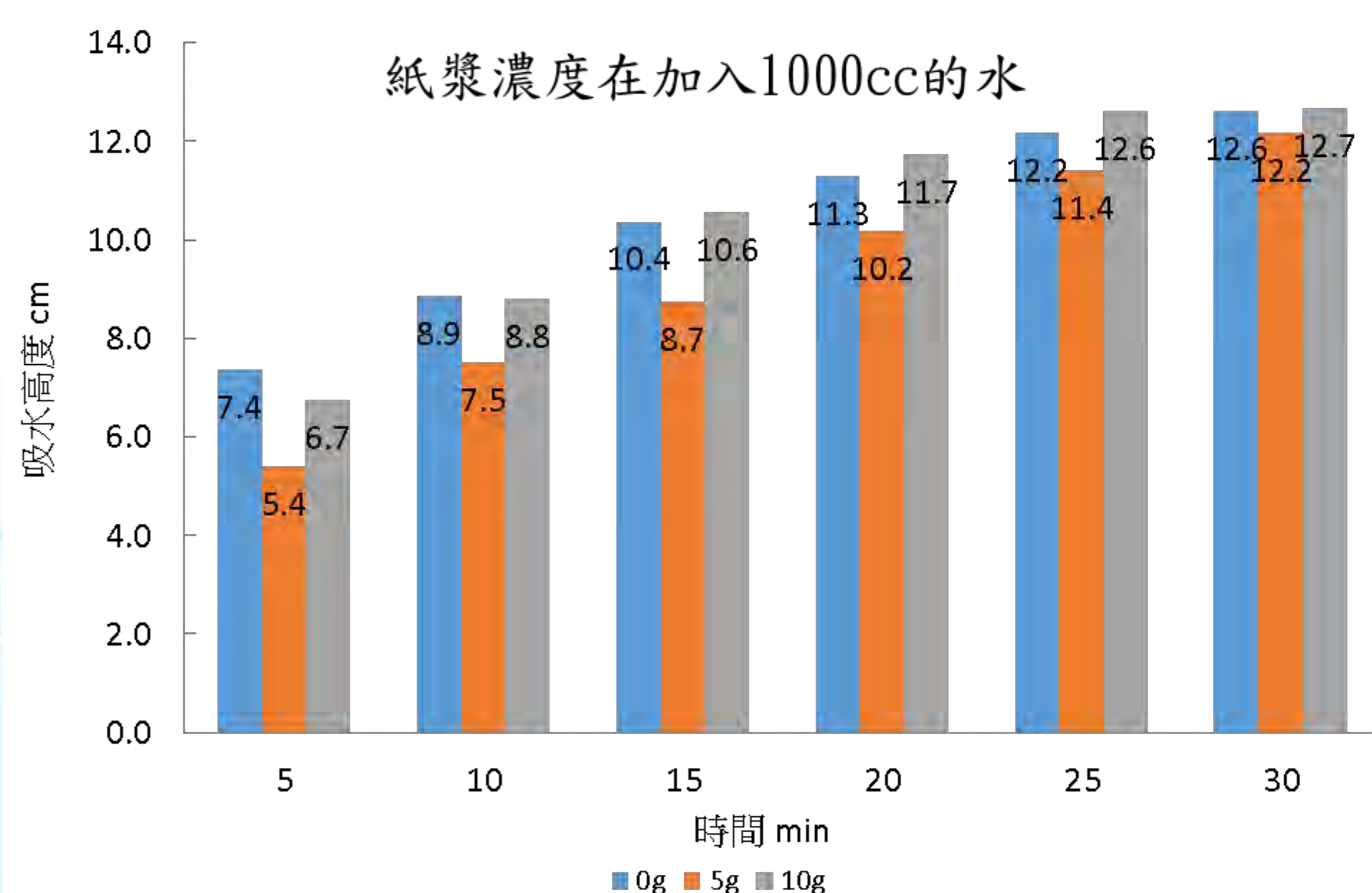
肆 研究結果

實驗數據

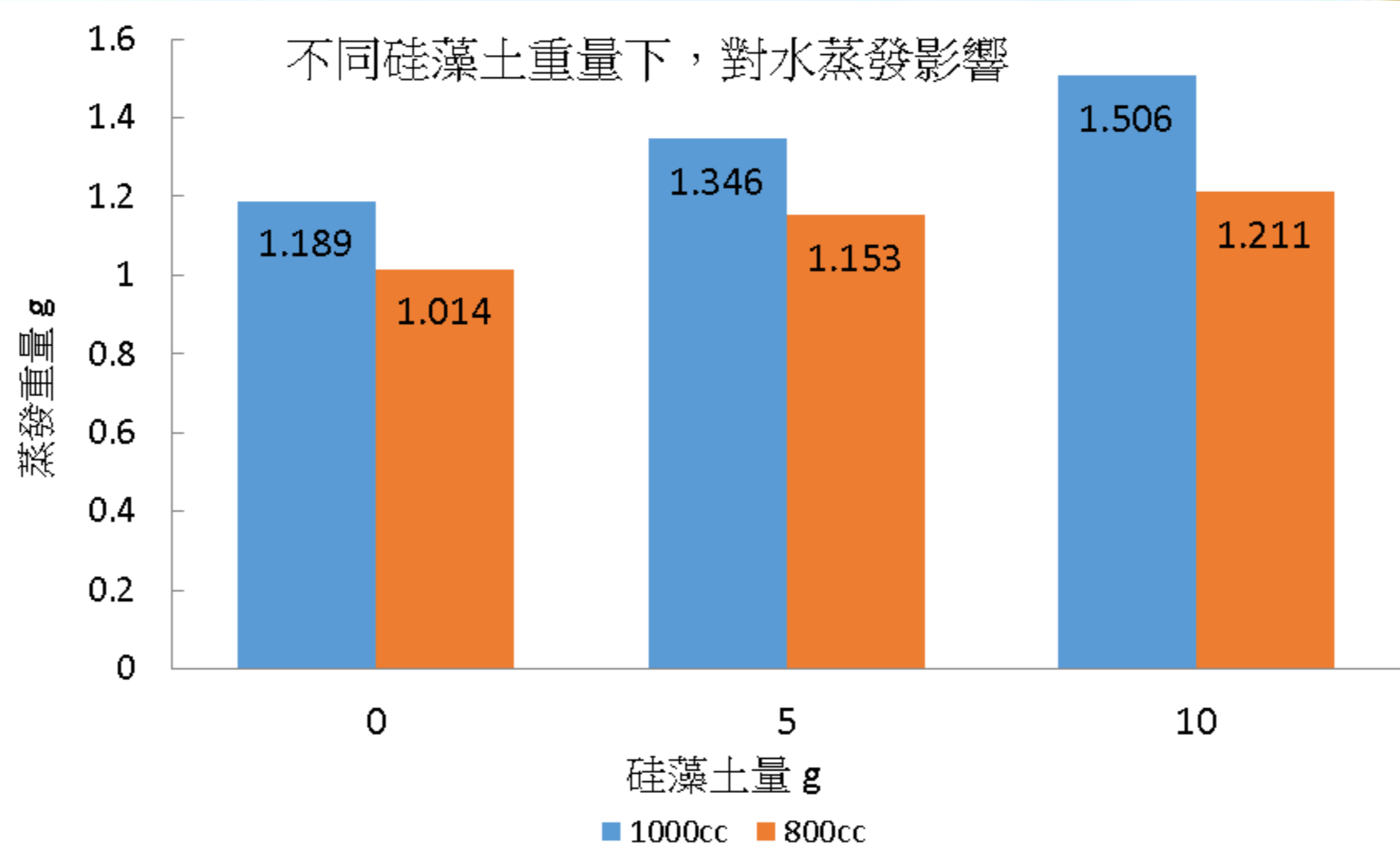
紙漿濃度在加入800cc的水



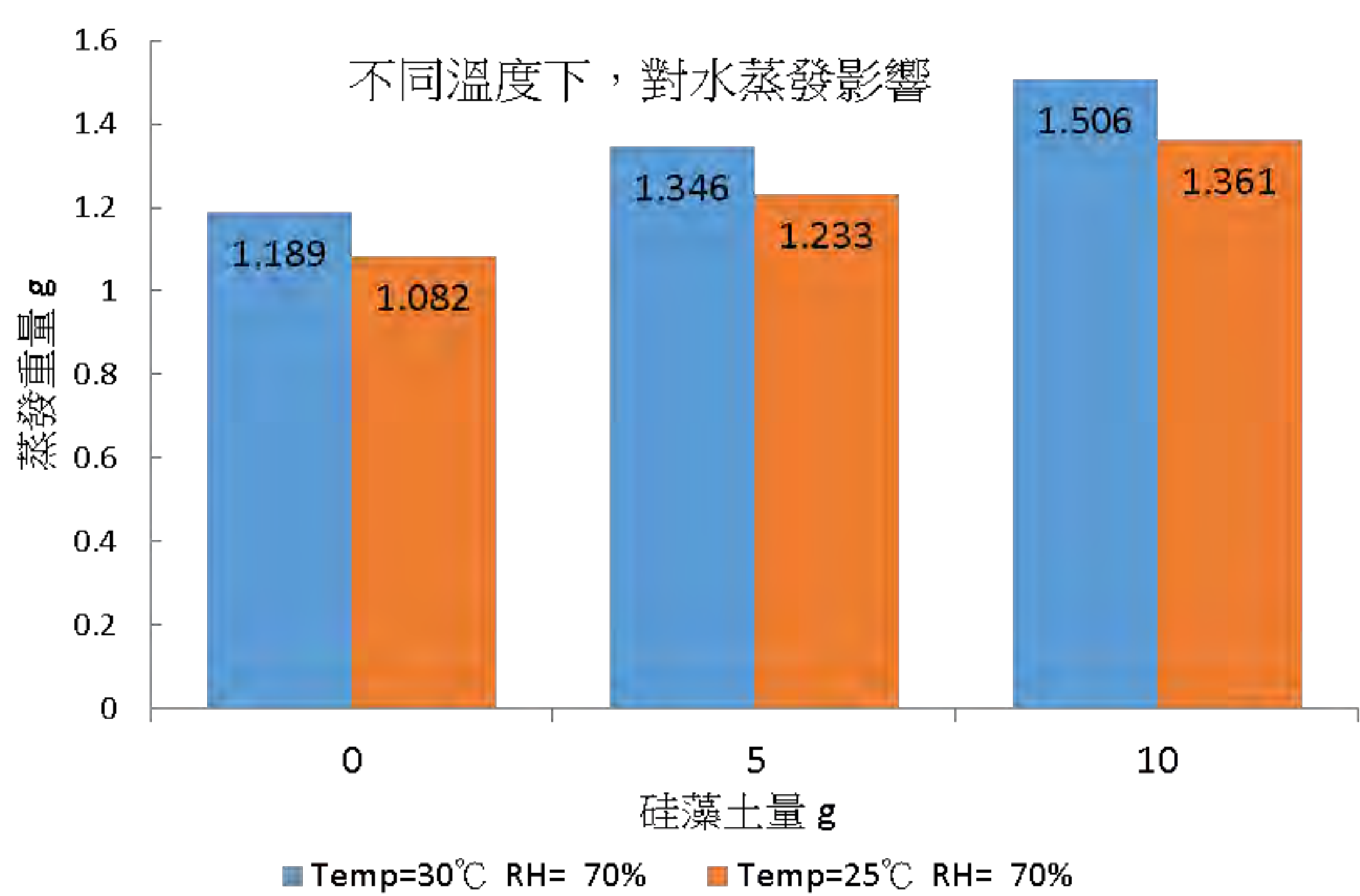
紙漿濃度在加入1000cc的水



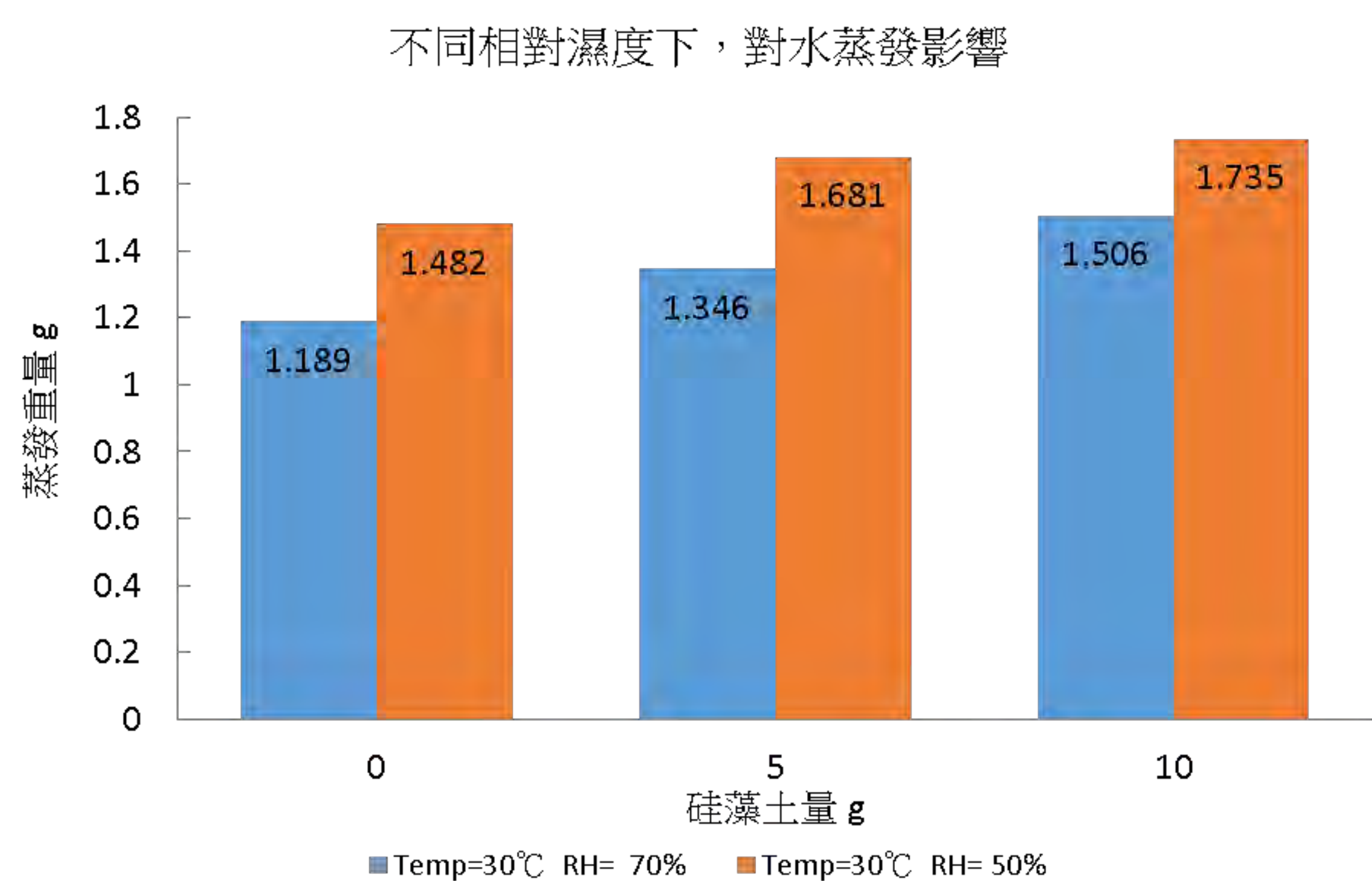
不同硅藻土重量下，對水蒸發影響



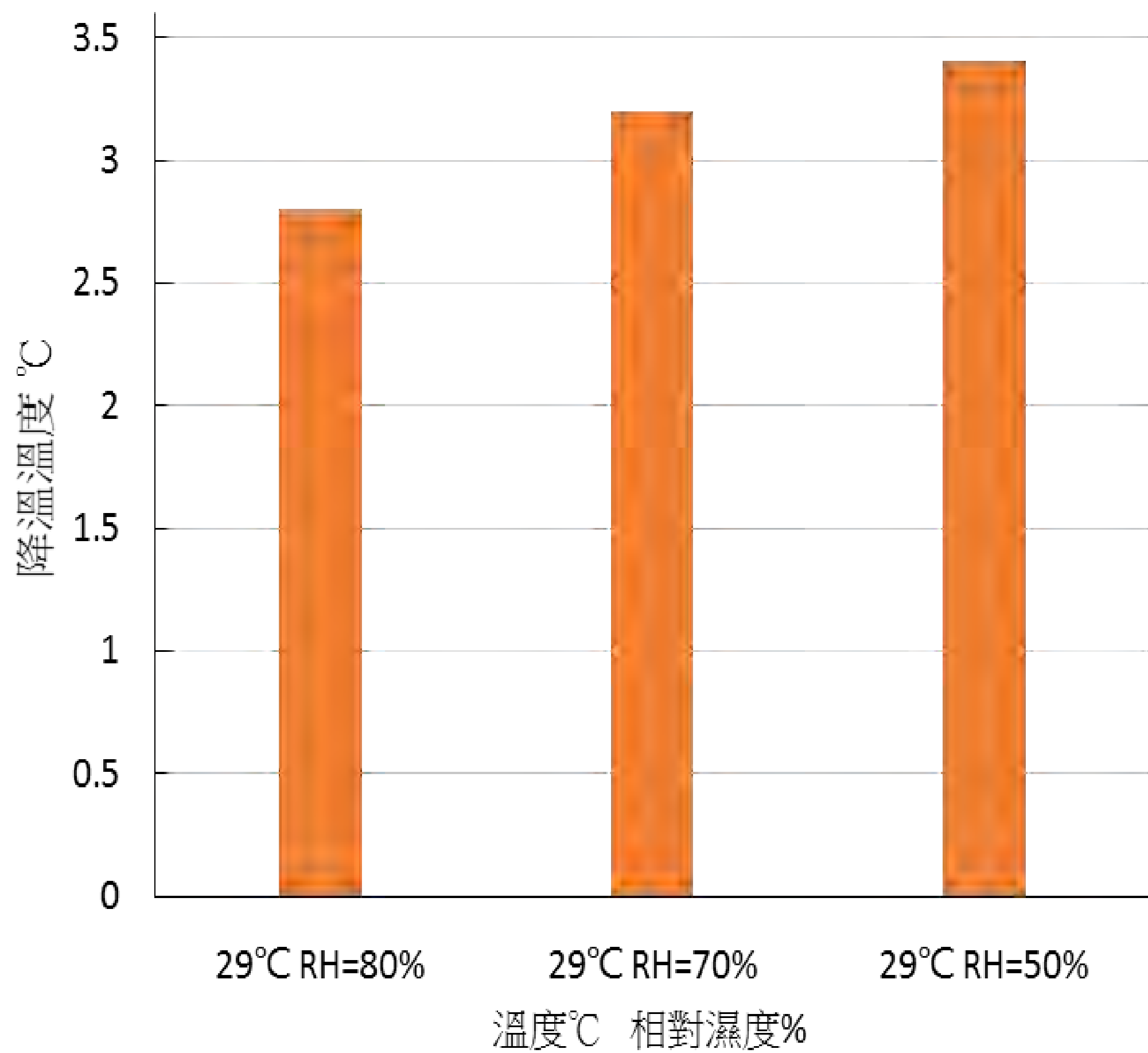
不同溫度下，對水蒸發影響



不同相對濕度下，對水蒸發影響



在不同相對濕度下所量測的降溫溫度。X軸為溫度 $^{\circ}\text{C}$ 及相對濕度%，Y軸為降溫溫度 $(^{\circ}\text{C})$ 。從圖中可知 29°C RH=80%的降溫為 2.8°C ， 29°C RH=70%的降溫為 3.2°C ， 29°C RH=50%的降溫為 3.4°C 。所以我們可以知道相對濕度對於系統降溫能力較為顯著影響。



伍

結論與展望

結論

- 1、加入硅藻土後紙漿濃度低(加1000CC水)對其蒸發量較好。
- 2、以紙漿濃度(加800CC水)及5g的硅藻土其吸水能力較好。
- 3、加入過多硅藻土的紙張會吸收大氣中的水分使吸水與蒸發能力降低。

未來展望

由於近年來，氣候的變化變非常不穩定且極端化，為了能研究出兼具節能與環保的降溫設備，此研究整合了冷凍空調原理，電子學實習、3D列印機與網路上的相關資訊，利用蒸發冷卻特性當做水冷式風扇的基礎，也可再加入藍芽小音響及鬧鐘功能的個人化冷卻扇。

