

紙上談鍋

摘要

造紙術相傳是由中國東漢時代的蔡倫所發明，但是也有考古證據說明，造紙術早就存在，蔡倫只是改進造紙術的重要發展者，使造紙的成功率更高，成本更低。造紙術被稱為中國古代四大發明之一，是促使人類文化傳播的偉大發明。製紙技術於四世紀時傳入日本，以獨特的製作方法產生了專屬日本用的“和紙”已經成為了日本人生活中不可或缺的一部份!而現今的「紙火鍋」便是最好的例子。日本人為了愛吃「雪燕火鍋」，在二次大戰期間約 1940 年左右而首次研發出紙火鍋，因為這種特製的紙火鍋可以吸收雪雁肉的油脂，讓久煮的食物依然保有自然的鮮美，並且使湯底保持清爽而不油膩，兼顧著美味與健康。

壹、研究動機

在日常生活中，紙因為其方便性和便宜的價格，因而成為不可或缺的生活素材之一，並充斥於日常生活之中，但從什麼時候開始，我們漸漸忽略了紙所擁有的美感元素!如今，隨著科技的發達和造紙技術的日新月異，紙也不再只是一項書寫的載具，並可以不同的樣貌展現於世人面前，讓人們再次發覺，紙一是一項生活的工具，同時也可以是一種美的展現，只要細心觀察，用心體會，就可以發掘其質樸而華麗的心靈享受。就好比是火鍋，火鍋種類可以說是不可勝舉，例如:沙鍋、銅鍋、鐵鍋……，但是紙火鍋卻是非常特別的一種火鍋。俗話說：「紙包不住火。」可是唯獨紙火鍋就是例外，竟然可以拿紙張做成火鍋的專門器皿，放在火上面燃燒，紙張裡面還可以放湯頭，以及可以放些火鍋料。

有次去高雄，無意間經過了一家專門用紙做成鍋子的火鍋店—五円紙の鍋，看到那些客人們吃著紙火鍋時那津津有味的樣子，不今也讓人垂涎三尺。從小到大在印象中，家裡的火鍋大多是使用金屬鍋，如今從什麼時候開始一張紙竟然也能當鍋子，真是令人驚訝不已！頓時想到自然老師所教過的「可燃物質只要「達到燃點、有助燃物」就會燃燒，但奇妙奇妙真奇妙，紙放在火上煮，居然燒不破，平常用紙撈個金魚就破了!那為什麼紙做的鍋子不會被燒起來呢?這個問題一直在腦海中不斷的徘徊著，令我們非常好奇，想一探究竟！

貳、研究目的

- 一、探討不同材質的紙容器加熱 20 分鐘後，水溫與紙容器的變化。
- 二、探討不同水溶液，加熱 20 分鐘後，水溫及紙容器的變化。
- 三、探討紙容器可以重複使用的次數。

四、探討使用不同燃燒器具，對紙容器加熱 20 分鐘後，水溫及紙容器的變化。

五、探討在紙容器內加入易導熱金屬，溫度有何變化。

參、研究設備與器材

打火機、酒精燈、酒精燈架、石棉芯網、蒸熱器具、碼表、各種材質紙張(牛皮紙、描圖紙、蠟光紙、西卡紙、宣紙、粉彩紙、象牙卡紙、水彩紙、海報紙)、高粱酒、米酒、紅酒、啤酒、生活中紙類容器(牛奶盒、再生紙盒、便當盒、油炸物紙盒、鋁箔紙盒、食物烹調專用紙盒、厚紙板、廣告紙)、銀幣。

肆、研究過程或方法

一、探討不同材質的紙容器加熱 20 分鐘後，水溫與紙容器的變化。

(一)先將各種材質的紙張，光滑面向內折成紙盒，再用量杯裝 100 cc 的水，將裝好的水倒入各類紙容器中。

(二)擺好酒精燈架，點火並注意燈架附近是否有易燃物。

(三)開始加熱、計時，觀察紙容器的變化。

(四)時間到達 20 分鐘時，停止加熱，記錄結果。

(五)其餘的紙容器，則依照前面的步驟依序進行實驗。

二、探討不同水溶液，加熱 20 分鐘後，水溫及紙容器的變化。

(一)準備各種常見的酒類(高粱酒、米酒、紅酒、啤酒)，先用量杯量好 100 cc 的酒，並將酒倒入粉彩紙紙容器中，將紙容器放置酒精燈架上，利用酒精燈加熱 20 分鐘。

(二)將溫度計放入粉彩紙紙容器，觀察加入不同酒類之後，粉彩紙紙容器內的酒類溫度的變化，經過 20 分鐘後，停止計時，觀察酒類最後的溫度及粉彩紙紙容器底部的變化。

三、探討紙容器可以重複使用的次數。

(一)先將 100 cc 的水倒入粉彩紙紙容器中，將粉彩紙紙容器放置於酒精燈架上並點火。

(二)開始加熱同時計時，每 20 分鐘觀察水溫上升的情況與粉彩紙容器底部的變化。

(三)重複上述的步驟，直到粉彩紙容器破損，無法燃燒、繼續測量為止。

四、探討使用不同燃燒器具，對生活中各式紙容器加熱 20 分鐘後，水溫及紙容器的變化。



- (一)先將 100 cc的水倒入牛奶盒中，將牛奶盒放置於酒精燈架上並點然。
- (二)放入溫度計並開始計時，經過 20 分鐘後，觀察水溫上升的幅度及經過燃燒後，牛奶盒底部的變化。
- (三)其餘的紙容器依照前面的步驟進行實驗。
- (四)將燃燒器具由酒精燈換成蒸魚器具(使用酒精膏，燃燒面積較大)，接著繼續先前步驟。

五、探討紙容器內加入易導熱金屬，溫度有何變化。




- (一)量好 100 cc的水倒入牛奶盒中，放入準備好的銀幣，將牛奶盒放置於酒精燈架上並點然。
- (二)放入溫度計並開始計時，經過 20 分鐘後，觀察水溫上升的幅度。
- (三)將牛奶盒取下，換上粉彩紙盒，重複上述的步驟。

伍、研究結果








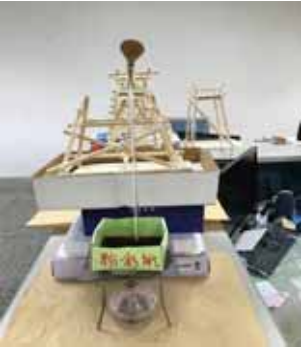

各種紙容器加熱 20 分鐘後，水溫與紙容器底部的變化

種類	紙張照片	加熱 20 分鐘後，水溫與紙容器的變化	紙容器底部的變化	紙容器底部照片	有無滲水
牛皮紙		2 分 30 秒牛皮紙開始破損滲水			有
描圖紙		經過 14 分 40 秒後，描圖紙開始滴水，溫度達 74°C			有

蜡光紙		燃燒 1 分 50 秒，蜡光紙即破損塌陷，溫度達 47°C			有
西卡紙		經過 5 分鐘過後，水溫達 69°C，時間進行到 11 分時，溫度反而降至 66°C 左右，最後時間到 18 分，溫度則不再上升			有
宣紙		2 秒紙容器完全滲水、破損			有
粉彩紙		19 分 55 秒溫度大約 72°C 左右即停止，接著溫度開始下降至 68°C			無
象牙卡紙		4 分 30 秒開始滴水，6 分 39 秒滴水嚴重，無法繼續燃燒此時溫度為 60°C			有
水彩紙		18 分 29 秒紙破洞，水也燒乾，此時溫度為 64°C			有




海報紙		15 分紙開始滲水，溫度維持在 65°C			有
-----	---	----------------------	--	---	---

在粉彩紙盒內加入不同水溶液，加熱 20 分鐘後紙容器底部的變化

種類	水溶液	水溶液照片	水溶液加熱過程	20分鐘後水的溫度	紙容器底部照片
酒類	高粱酒			經過 18 分 09 秒，高粱酒燒乾，溫度維持在 60°C	
	米酒			經過 10 分 25 秒，紙開始破裂、滴水，溫度上升到 60°C	
	紅酒			11 分 30 秒，紙開始破損、漏水，溫度則維持在 65°C	


	啤酒			14 分 05 秒，紙開始漏水，溫度維持在 76°C	
--	----	---	---	----------------------------	---

探討紙容器加入水溶液，加熱 20 分鐘後，可以重複使用的次數。








紙類	次數	加熱20分鐘後的水溫	紙容器底部照片
粉彩紙	1	加熱 20 分鐘後，紙容器保持完整，未有破損，溫度達 60°C	
	2	重複再加熱，20 分鐘後，紙容器仍維持完整，沒有破裂現象，溫度仍維持在 60°C	
	3	繼續加熱，在第 11 分 05 秒時，紙容器開始破洞、滲水，此時溫度上升到 43°C	

日常生活中各類紙容器，使用蒸熱器具加熱 20 分鐘後，水溫及紙容器的變化




種類	紙容器照片	紙容器加熱過程	20分鐘後水溫	20分鐘後紙容器底部照片	有無滲水
牛奶盒			溫度維持在 75°C，未達沸騰		無
再生紙盒			溫度維持在 65°C，未達沸騰		無
便當盒			溫度維持在 68°C，未達沸騰		無
油炸物紙盒			溫度維持在 70~75°C，不會沸騰		無

<p>鋁箔紙盒</p>			<p>溫度維持在 70~75°C，不會沸騰，之後溫度有下降趨勢</p>		<p>無</p>
<p>食物烹調專用紙</p>			<p>2分30秒外層紙開始燒焦，10分:06秒第二層紙開始破洞、漏水，此時溫度為 75°C</p>		<p>有</p>
<p>厚紙板</p>			<p>溫度達 64°C，不會沸騰</p>		<p>無</p>
<p>廣告紙</p>			<p>原來溫度為 69°C，19分10秒溫度開始下降，最後溫度維持在 65°C</p>		<p>無</p>


日常生活中各類紙容器，使用酒精燈加熱 20 分鐘後水溫及紙容器的變化

種類	紙容器照片	紙容器燃燒過程	20分鐘後水溫	20分鐘後紙容器底部照片	有無滲水
牛奶盒			<p>溫度維持在 74°C，不會沸騰</p>		<p>無</p>
再生紙盒			<p>溫度維持在 62°C，不在上升</p>		<p>無</p>
便當盒			<p>溫度維持在 61°C，不會沸騰</p>		<p>無</p>

<p>油炸物紙盒</p>			<p>溫度維持在 72°C，不會 沸騰</p>		<p>無</p>
<p>鋁薄紙盒</p>			<p>溫度維持在 70°C，不在 上升</p>		<p>無</p>
<p>食用烹調專用紙</p>			<p>溫度維持在 74°C，不在 上升</p>		<p>無</p>
<p>厚紙板</p>			<p>溫度維持在 60°C，不在 上升</p>		<p>無</p>

廣告紙			溫度維持在 68°C，不在上升		無
-----	---	---	-----------------	---	---

紙容器內加入易導熱金屬，溫度有何變化。

種類	紙容器燃燒過程		20分鐘後水溫
牛奶盒			加熱後，水溫上升到 82°C
粉彩紙盒			加熱後，水溫上升到 77°C

陸、討論

- 一、此次的實驗，我們選出了九種紙來進行加熱實驗。
- 二、根據實驗的結果，牛皮紙、蠟光紙、宣紙，這三種紙盒子在五分鐘內就破損，無法繼續燃燒，推測可能由於紙張本身材質強度不夠，導致一泡水後就坍塌，無法支撐。
- 三、其餘的描圖紙、西卡紙、象牙卡紙、水彩紙、海報紙，經燃燒加熱，時間未達 20 分鐘，紙盒子也開始破洞、漏水，只有粉彩紙經過 20 分鐘後，紙盒本身仍保持完整，未出現破損，溫度大致落在 $40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 之間，未達沸騰。
- 四、第二個實驗則接續前一個實驗，使用九種紙類中，經加熱燃燒 20 分鐘後仍無破裂者—粉彩紙盒。嘗試加入不同濃度的酒類，加熱 20 分鐘後，紙盒內的酒類溫度上升約落在 $60^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$ 之間，也未達沸騰狀態。
- 五、第三個實驗將粉彩紙盒反覆加熱燃燒，前兩次加熱燃燒，水溫保持在 60°C ，紙盒本身亦未有波損、漏水，第三次實驗加熱到 8 分鐘時，粉彩紙開始滲水，實驗被迫停止。
- 六、第四個實驗，我們使用日常生活中，不同材質且常見的紙容器，同樣隔水加熱 20 分鐘後，發現紙容器內的水溫大致維持在 $60^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 之間，燃燒 20 分鐘後，除了食用烹調專用紙有破損、漏水情況外，其餘紙容器都保持原有狀態。

柒、結論

本次的實驗，我們利用不同材質的紙張、日常生活的紙容器，嘗試去找出適合當作紙火鍋的紙質，另外，考量不同的溶液，在固定時間內，是否會影響水溫的上升。在實驗過程中，酒精燈需在紙容器底部的中間部分作加熱，火燄若燃燒到沒有水分的部分，紙容器易起火燃燒、破裂。加熱燃燒後會影響紙容器底部變化及內部水溫的原因有三：

- (一)紙類本身的材質：若耐水性較好，不易吸水，紙張較不易破裂，以我們所選用的紙張，經實驗後耐水性最好的是粉彩紙，最差的是宣紙。日常生活用品中，除了食物烹調專用紙會有破裂情況外，其餘紙容器在實驗過程中尚能保存原有狀態。
- (二)加熱時間的長短：本次實驗，我們預定燃燒加熱的時間為 20 分鐘，紙容器內的水溫並不會因時間的增加而溫度上升，有些水溫甚至不升反降，所以，

時間會是影響的原因之一，但並不是主因。

(三)紙類的導熱性：一般而言，金屬的導熱能力最好，市面上最常以此作為火鍋鍋具的材質，本實驗以紙類作為燃燒的工具，經過多項測試，水溫始終無法到達沸騰，因此，小組成員試著在粉彩紙紙容器內加入導熱的銀幣，再將紙容器加熱 20 分鐘後，我們發現粉彩紙紙容器的水溫明顯比未加銀幣前溫度提高 5°C 。牛奶盒也進行同樣的實驗，20 分鐘後，牛奶盒內的水溫比未加銀幣時，溫度提高 8°C 。

從此次的實驗結果，紙火鍋本身材質的選用非常重要，除了要有良好的強度外，紙的導熱效果也是很重要必須考量的因素。紙容器的強度若不夠，用於煮食、烹調就容易引發意外，因此紙火鍋必須經過特殊處理，在紙容器的製作過程中可添加耐燃劑，讓紙本身的燃點提高，使紙容器能在更高溫的瓦斯爐上燃燒或微波爐加熱。另一方面，為了提高紙容器的強度，製紙過程可添加濕強劑，讓紙張不僅變得較難撕裂，遇水也不易破裂，使其可以長時間熬煮，同時不會因為攪拌而使紙張破裂。

捌、參考資料

- 一、科學教育館 <https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=41&lang=1&p=1>
- 二、金門縣教育處 <http://163.25.121.156/registration/104/team>