
081514

Hbt Hbt~~ -

--	--

_____ () _____

暖暖包之探討

壹、摘要

暖暖包是冬季來臨時，大朋友小朋友的最愛，本篇旨在探討暖暖包為什麼會發熱，裡面到底有多少的秘密，以及自製暖暖包的可能。

貳、研究動機：

在台灣各個離島中，以馬祖的緯度最高，冬天的溫度也最低。在冬天來臨時，不論是大小朋友，手上都一定會準備暖暖包，來維持手的溫暖，因此我們很想知道暖暖包裡到底藏著哪些秘密，可以讓它長時間的發熱。

在教材的連接上，空氣方面有三上_空氣和風，五上_空氣與燃燒，天氣方面的有三下_認識天氣，六上_天氣的變化，以及五下_熱的傳播與保溫等。

參、研究目的：

- 一、找出暖暖包內的成分有哪些。
- 二、哪一種暖暖包的發熱效果較好，也較持久？
- 三、暖暖包內的成分各有什麼功用？各扮演了什麼樣的角色？
- 四、影響暖暖包發熱持久性的因素有哪些？
- 五、是否有其它的材料能取代暖暖包本身的材料？
- 六、自製與市面等同重量的暖包。

肆、研究設備及器材：

- 一、材料：鐵粉、蛭石、食鹽、活性炭、水、紅色墨水、吸水性樹脂、鋅粉、鎂粉。(如照片一)

【照片一】



- 二、器材及工具：天平、刮勺、溫度計、滴管、研磨鉢、夾鍊袋、不織布袋、磁鐵。(如照片二)

【照片二】



伍、研究過程或方法：

一、暖暖包組成

透過上網查資料及市售暖暖包上之標示，我們知道暖暖包主要成分有**活性炭**，**鐵**，**蛭石**（或吸水性樹脂），**水**，**食鹽**，要得知暖暖包內含不含鐵比較容易，於是我們做了以下實驗。

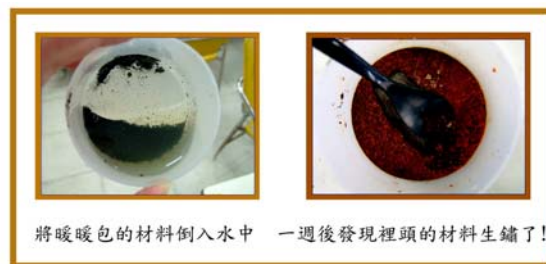
(一) 鐵的實驗：

方法 1：將暖暖包剪開，發現磁鐵可以吸住裡面的材料，因此裡面含有鐵。
(如照片三)



【照片三】

方法 2：取一些暖暖包內物質，並滴入少許的水，結果過了一些日子，發現會生鏽，因此幾乎可以斷定裡面一定含有鐵。(如照片四)



【照片四】

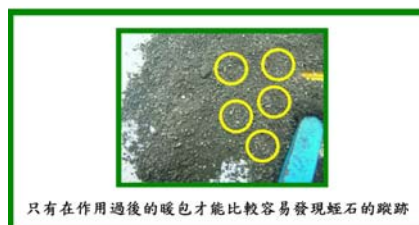
(二) **活性碳的實驗**：從上網查的資料可以得知，活性碳會讓紅色墨水掉色。

方法：取一些暖暖包內物質，置入紅色墨水中，發現紅色墨水真的變成無色透明的水，因此研判暖暖包內含有活性碳。(如照片五)



【照片五】

(三) 其他：其他則無從判斷，但是從**作用過的暖暖包**，約略可以觀察到**金黃色的蛭石**。(如照片六)



【照片六】

二、暖暖包的發熱

(一) 實驗 A：

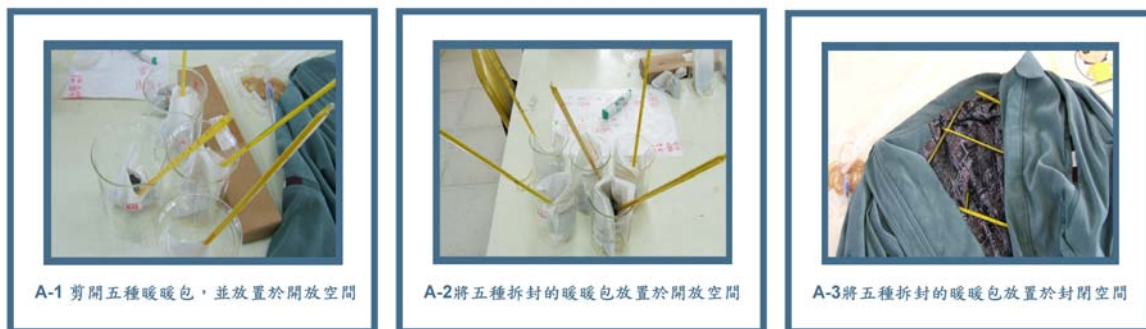
未拆封的暖暖包，不會發熱，已拆封的暖暖包才會發熱，因此我們研判拆封的暖暖包應該是跟空氣中的某些物質（可能是水）接觸了，所以才開始發熱，為了證實此一假設，因此我們做了以下實驗 A；

實驗 A：

A-1 剪開開放空間：將五種拆封的暖暖包剪開，並置入溫度計。(如照片七)

A-2 未剪開開放空間：將五種拆封的暖暖包放置於開放空間，並置入溫度計。(如照片七)

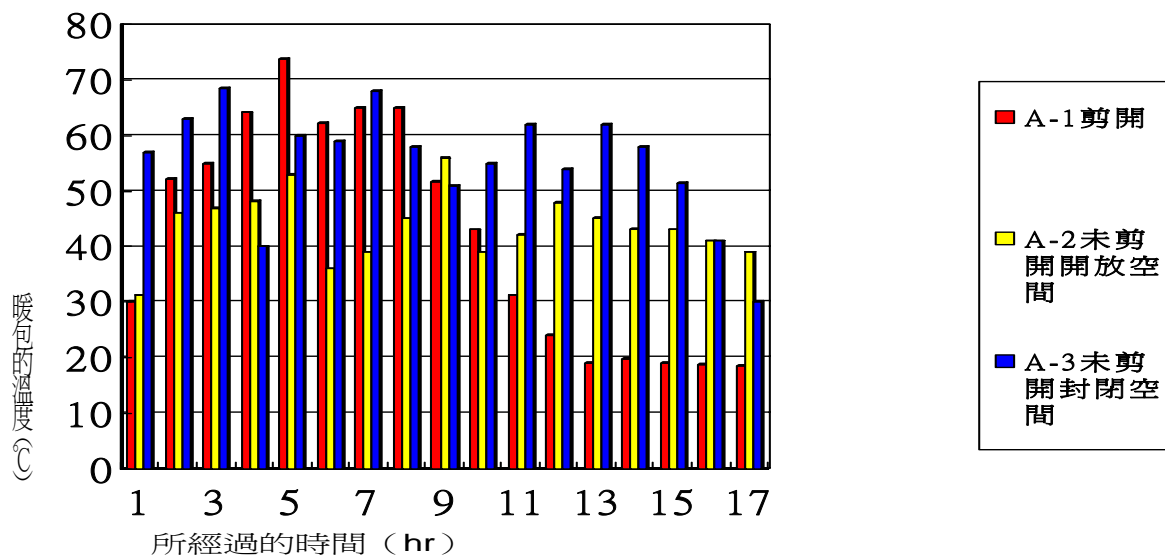
A-3 未剪開開放空間：將五種拆封的暖暖包放置於封閉空間，並置入溫度計。(如照片七)



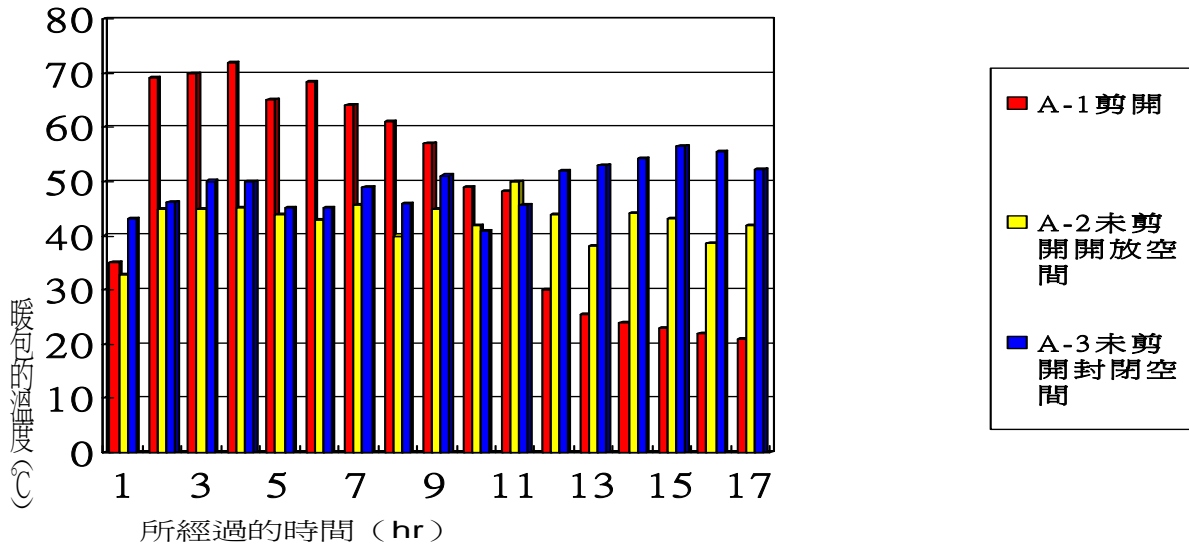
【照片七】

◎ 五種品牌暖包的比較：

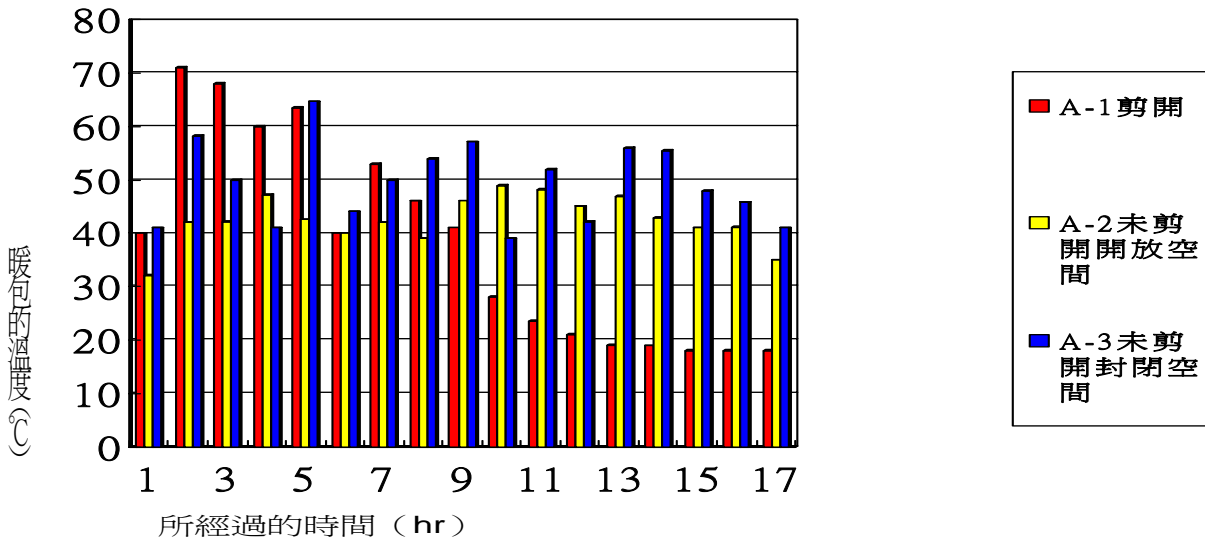
日文（重量77g室溫13.5℃）



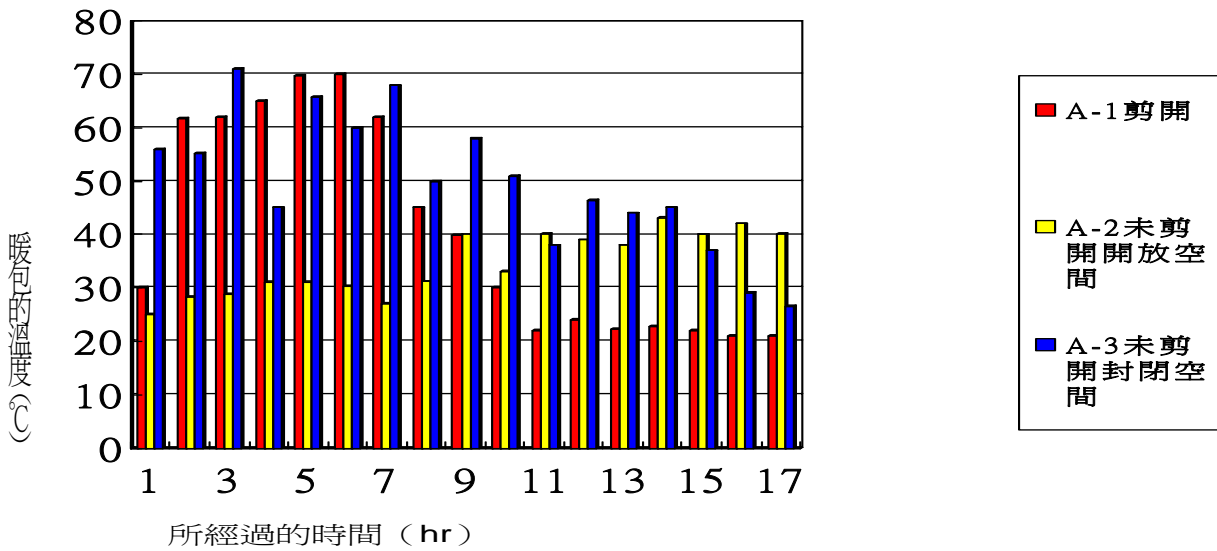
小白兔 (重量64g室溫13.5°C)



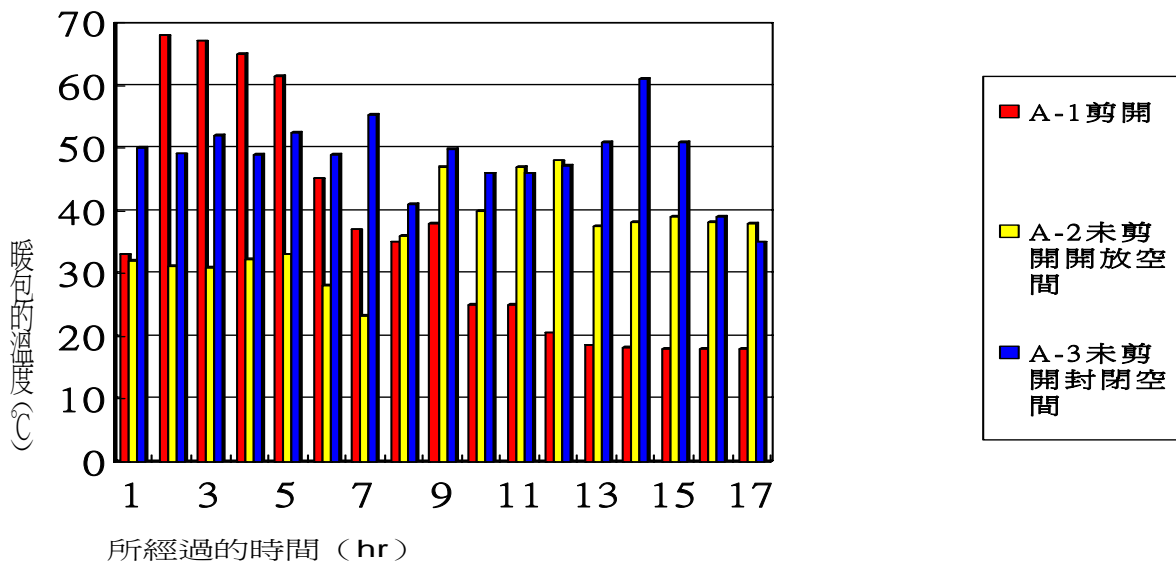
白元 (重量58g室溫13.5°C)



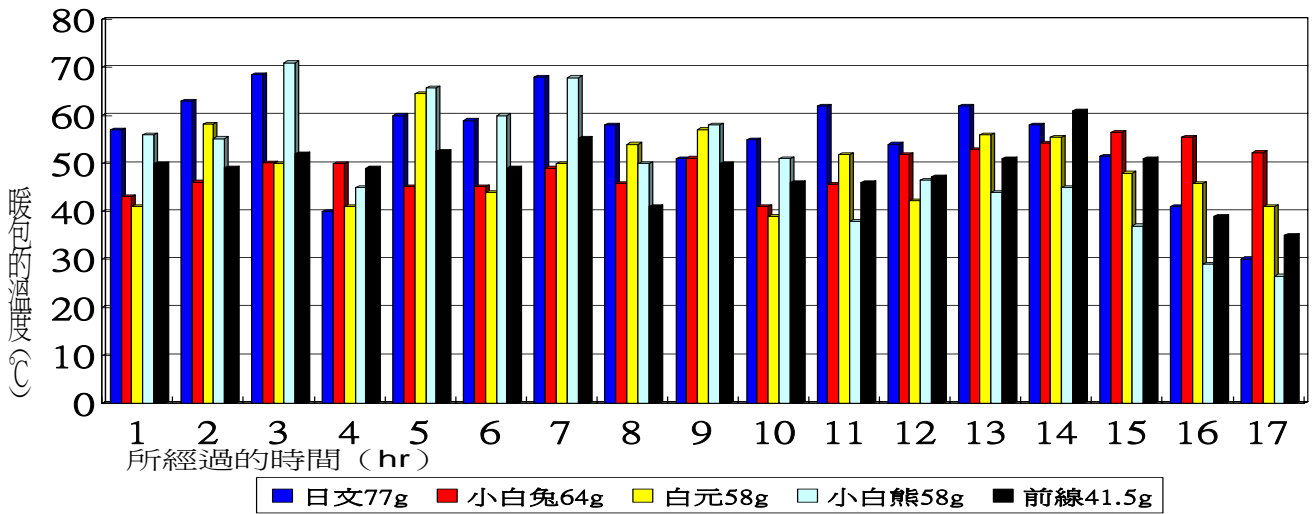
小白熊（重量58g室溫13.5°C）



前線（重量41.5g室溫13.5°C）



A-3五種品牌暖暖包的比較(室溫13.5 °C)



(二) 結果發現：

- 1、A-1 的溫度上升的很快，而且很高，但是下降的也很快，不容易持久，換句話說，**放熱越快，散熱也越快。**
- 2、A-2 的溫度上升比較緩慢，而且沒有那麼高，但是比較持久。
- 3、A-3 的溫度上升大致上跟 A-2 相同，但是溫度以及持久性比較高。
- 4、在五種暖暖包中，發現重量越重的，發熱效果好像比較好，如日文、小白兔等，但並不確定，因為重量最輕的前線，發熱效果也不差，因此這個部份留待以後再做進一步的實驗以及討論。

(三) 結論：

- 1、**暖暖包果然是跟空氣中的某些物質接觸了，而且接觸的越多，反應就越強烈，溫度也越高**，甚至連溫度計都產生燒傷的情形，可見反應的劇烈。
- 2、進入不織布的少量空氣，緩慢的與暖暖包內的物質反應，因此可以持久；而在封閉空間內的暖暖包，由於空間是封閉的，因此產生的熱量，被保持住了，因此溫度會比開放空間高，至此我們幾乎可以斷定，**空氣內的某些東西（可能是水），與暖暖包內的物質起了作用。**
- 3、**重量越重的暖暖包，效果不一定越好**，小白熊（58g）就比前線（41.5g）發熱效果差，因此一定還有其他因素左右發熱的效果以及持久性。
- 4、同樣重量的暖暖包小白熊（58g）與白元（58g），白元在溫度的穩定性以及持久性上都比小白熊要好，原因何在有待進一步的探討。

三、暖暖包成分分析

(一) 實驗 B：**本實驗最大的特色是使用不透水的夾鏈袋，且滴入水。**

由查資料我們得知暖暖包成分比例大致上為**鐵粉：活性碳：食鹽：水：蛭石=6：2：1：1：2**，於是我們依比例取鐵 6 克，活性碳 2 克，鹽 1 克，水 1ml，蛭石 2 克，

做了以下實驗 B：

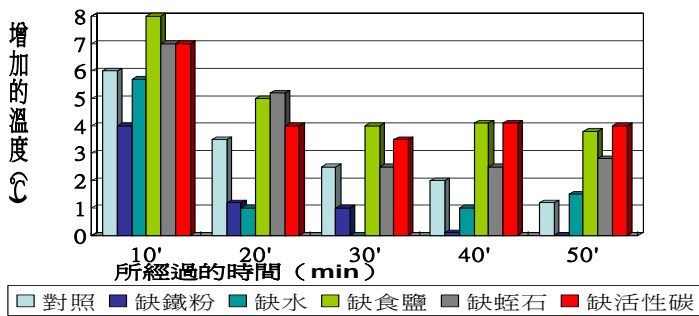
如上述，分別製作**去除鐵**、**去除活性碳**、**去除鹽**、**去除水**、**去除蛭石**、及**對照組**六組實驗，並置於夾鏈袋內。(如照片八)



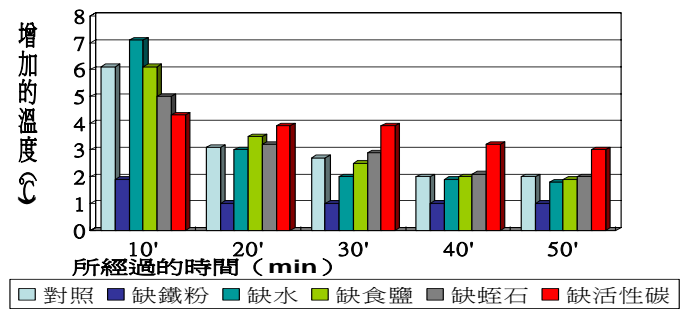
【照片八】

實驗B-1 B-2(鐵粉+活性碳+蛭石+食鹽+水)

夾鏈袋+開放空間所增加的溫度



B-1室溫21 °C



B-2室溫17 °C

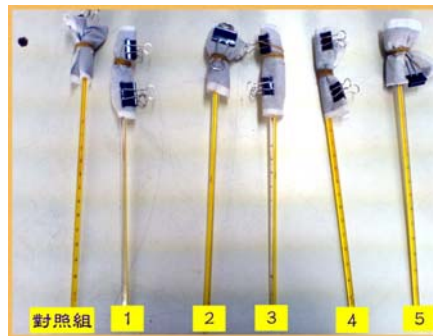
※結果發現：

- 1、不論是哪一種暖包，上升的溫度都有限，而且持續性很差。
- 2、其中沒有鐵粉的，溫度增加的最少，換句話說，幾乎沒有反應可言，因此我們**假設沒有鐵粉是無法發熱的**。
- 3、討論中，我們覺得從網路上所得 **6：2：1：1：2** 的比例中，水的比例可能有問題，**原因是暖暖包中如果滴入水，水是沒法平均分布的**，因此我們決定要採用不織布，並且不滴入水來做實驗，以證實水來自於空氣。

(二) 實驗 C：

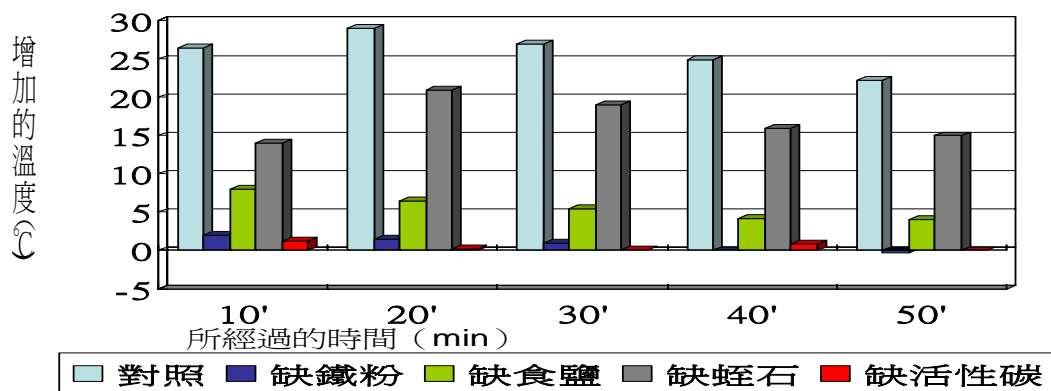
實驗 C 中與實驗 B 最大的不同是，實驗 C 用不織布為材質，且均不滴入水。

(如照片九)



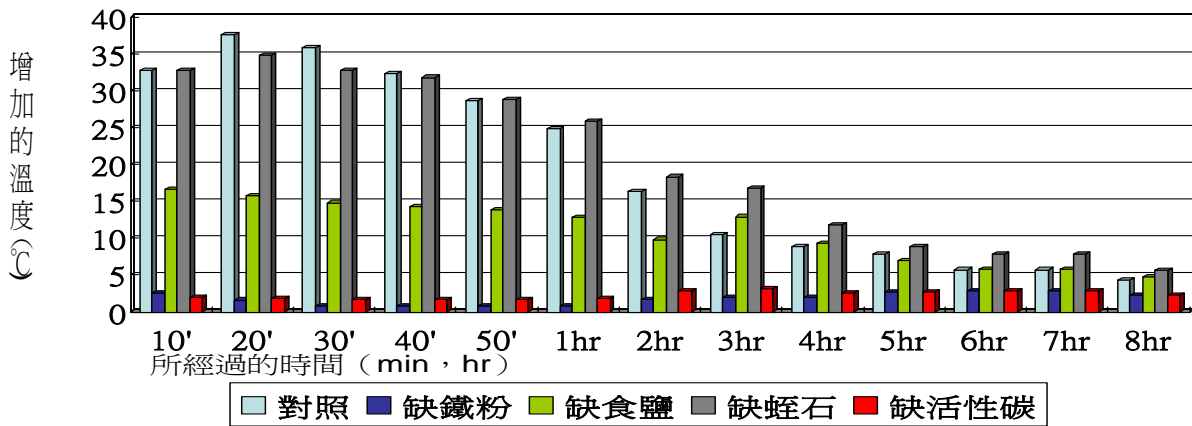
【照片九】

實驗 C-1 (鐵粉+活性炭+蛭石+食鹽)
不織布+不滴水+所增加的溫度



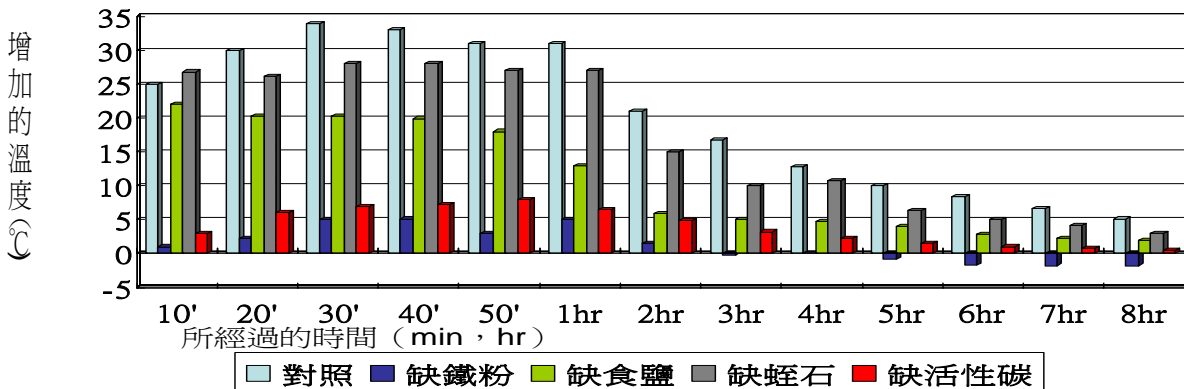
C-1 開放空間室溫 19 °C

實驗C-2(鐵粉+活性炭+蛭石+食鹽) 不織布+不滴水所增加的溫度



C-2封閉空間室溫17.2 °C

實驗C-3(C-2再做一次，鐵粉+活性炭+蛭石+食鹽) 不織布+不滴水所增加的溫度



C-3封閉空間室溫22 °C

※ 結果發現：

- 1、不加水的無織布暖包，果然起了作用，於是我們幾乎可以肯定，**水來自於空氣**；另外一個因素是，實驗 A-2 中，原本只有 77g 的暖包變成了 83.5g，64g 變成 68g，兩個 58g 分別增多了 7g 跟 3.5g，41.5g 則增多了 8.5g，增多的部份來自於空氣中的水。
- 2、**沒有食鹽、鐵粉、活性炭的暖包，升高的溫度有限，因此除了空氣中的水之外，這三者是發熱的主要因素。**
- 3、從查得的資料我們得知鐵粉是發熱的主要元素，蛭石與活性炭則是保水劑，食鹽是催化劑；而從實驗 C 中我們可以得知活性炭是保水的主要因素（保水的意義是抓住空氣中的水分），但是缺少活性炭而有蛭石的暖包，溫度未見升高，可見蛭石

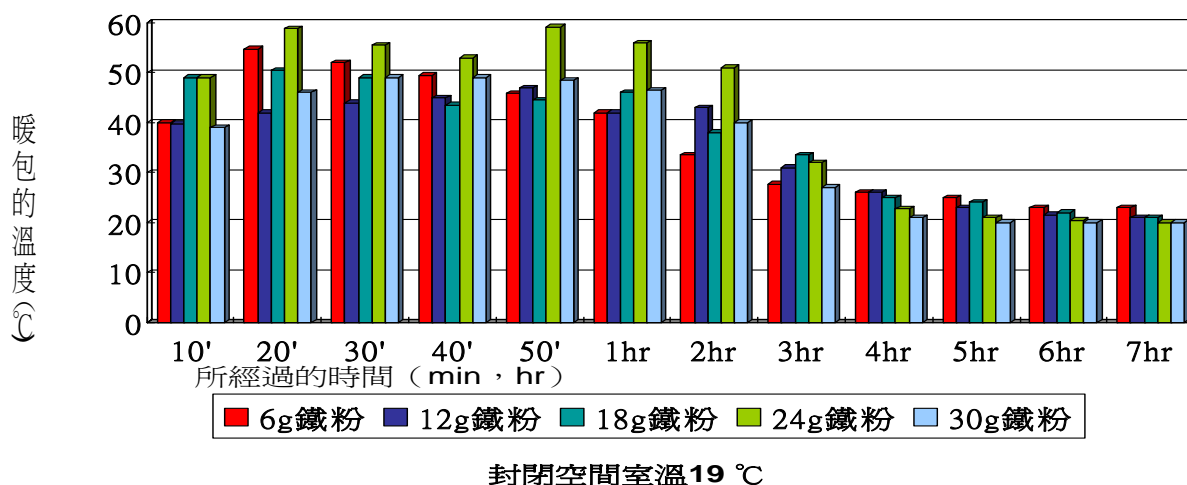
保水的能力跟活性碳比起來，根本就是微不足道，而蛭石卻有體積大密度小的優點，體積大密度小可以支撐暖暖包，並且幫忙空氣流通，從另一方面來看，缺少蛭石的暖暖包，軟趴趴的，並不好用，因此我們研判**蛭石最主要的功用應為支撐暖暖包，以及通氣，保水只是次要的功用而已，這跟我們在網路上所查：「蛭石的功用只是保水劑」的內容有一些出入。**

- 4、食鹽的功用果然只是催化劑，因為沒食鹽的暖包溫度有升高，只不過沒有那麼高。
- 5、封閉空間果然比開放空間的溫度較高。
- 6、更加肯定了實驗 C 的結果，就是活性碳是保水劑，蛭石的功用是支撐暖包、通氣、保水，鹽是催化劑。

確定了活性碳、蛭石、水、食鹽所扮演的角色後，我們就想進一步的探討**鐵粉的多寡比例對暖暖包發熱的影響**，因此我們改變了鐵粉的變項，其他比例則維持不變，也就是鐵粉從 6g 變成 12g、18g、24g、30g 來看看發熱的效果是否較佳並較持久。

(三) 實驗 D：

實驗D(鐵粉變因+活性碳+蛭石+食鹽) 不織布+不滴水的溫度



※結果發現：

- 1、等倍增加的鐵粉，發熱效果以及持久性並不如預期的要好，有時甚至會造成反效果（30 g 比 24g 的效果差，6g 也不比 12g 或 18g 差）。
- 2、放入的鐵粉，如果沒有足夠的物質跟它反應，反而會吸收所散發出來的熱，因而我們便開始思考**完全反應**以及**比例**的問題，換句話說，**在適當的比例下，反應的越完全，效果就會更好也更持久**，因此我們仍然維持鐵粉變項，只是將比例改成 7g、8g、9g、10g，並增加了 6g 的鎂粉，以及 6g 的鋅粉，來看看發熱的效果有什

麼不同。(如照片九)

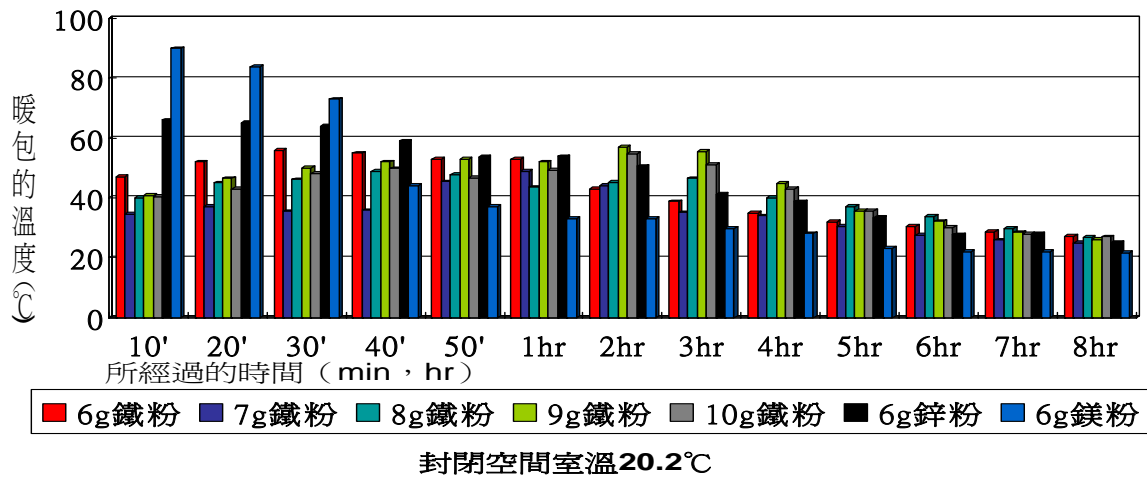


【照片九】

(四) 實驗 E：鐵粉由等倍增加改為逐步增加，並增加鎂粉以及鋅粉。

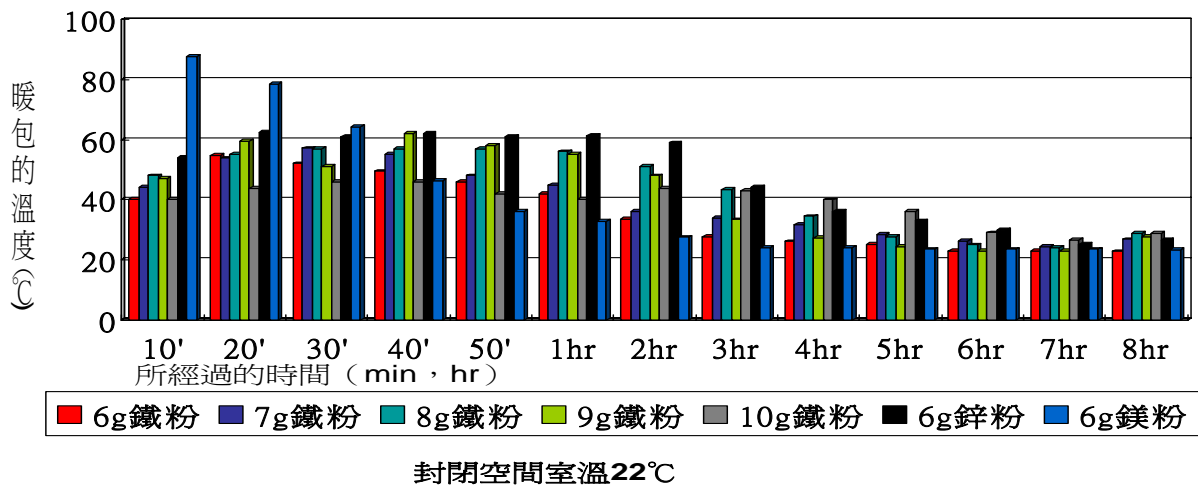
實驗E-1(鐵的變因和鋅和鎂+活性碳+蛭石+食鹽)

不織布+不滴水的溫度



實驗E-2(E-1再做一次鐵的變因和鋅和鎂+活性炭+蛭石+食鹽)

不織布+不滴水的溫度



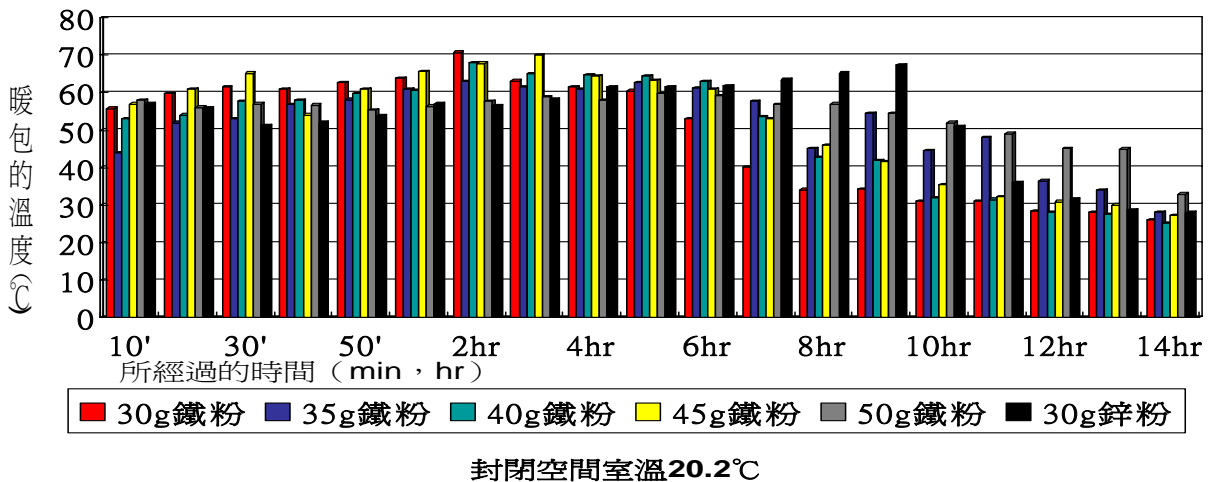
※結果發現：

- 1、**鎂粉的溫度上升的很快，最高點達到 90 度**，一不小心會被燙傷，但是下降的也快，時間的持久性很差，由於鎂粉非常危險，因此並不適合用來做暖包，因此在下一次的實驗中，鎂粉不列入考慮。
- 2、**鋅粉的溫度也上升的很快，只是沒有像鎂粉那麼劇烈，時間的持久性以及效果上也還不錯。**
- 3、兩次的實驗，所顯示出來的數據，鋅粉鎂粉大略相似，但鐵粉都不盡相同，**在此同時，馬祖的天氣正值春夏交接之秋，因此霧氣很濃，空氣中的溼度不是在台灣本島所能想像的，學校的地板常常一整天都是溼的，因此我們知道至少還有兩個因素影響暖包的效果以及持久性，那就是空氣的溼度跟溫度**，這項難題留待實驗 F 之後再來解決。
- 4、(6、7、8、9、10) : 2 : 1 : 2 的比例都還不錯，但 8g、9g、10g，略優，尚待實驗 F 再下定論。

(五) 實驗 F：自製與市面同等重量的暖包

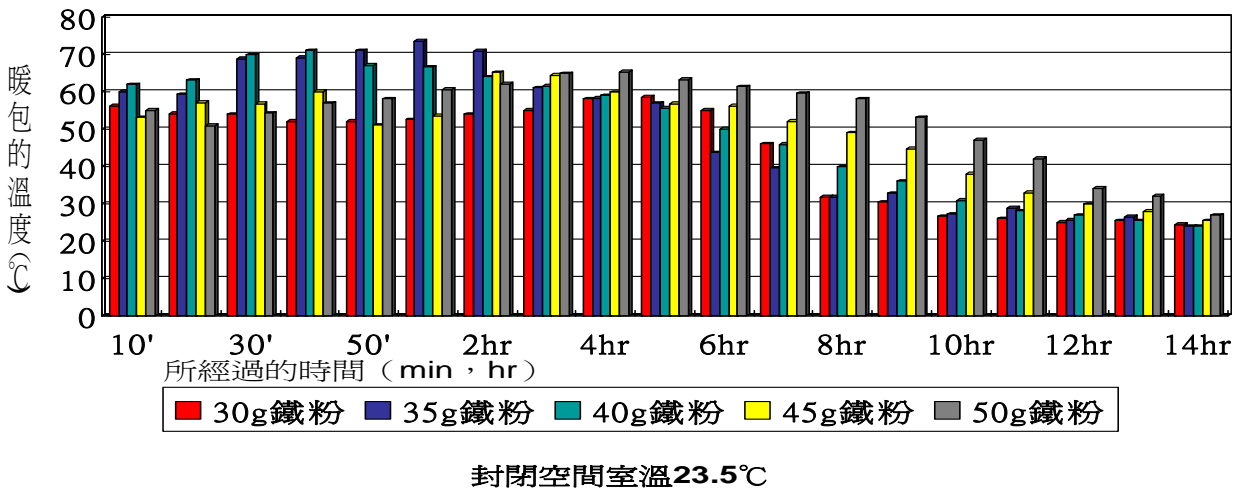
實驗F-1(鐵和鋅+活性炭+蛭石+食鹽)

不織布+不滴水的溫度



實驗F-2(鐵+活性炭+樹脂+食鹽)

不織布+不滴水的溫度



※結果我們有以下發現

- 1、要自製與市面同等重量的暖包容易，但同等的效果卻很難，原因是條件不一樣，比如無法將暖包的材料在真空狀態下加以混合，另外用人工混合危險性相當高，因為跟空氣接觸面積很大，反應會很劇烈，稍有不慎會受傷。
- 2、(6、7、8、9、10):2:1:2的比例其實都可以用來製作暖包，至於哪一種比例是黃金比例，根據F-1、F-2、E-1、E-2則以(9、10):2:1:2為優，至於除了鐵粉變項之外，是否有其他變項的黃金比例，則不是我們能力所及的，原因是實驗太大，但即使有其他變項的黃金比例，其效果以及持久性，都受到氣溫以及溼度的影響，這是無法控

制的。

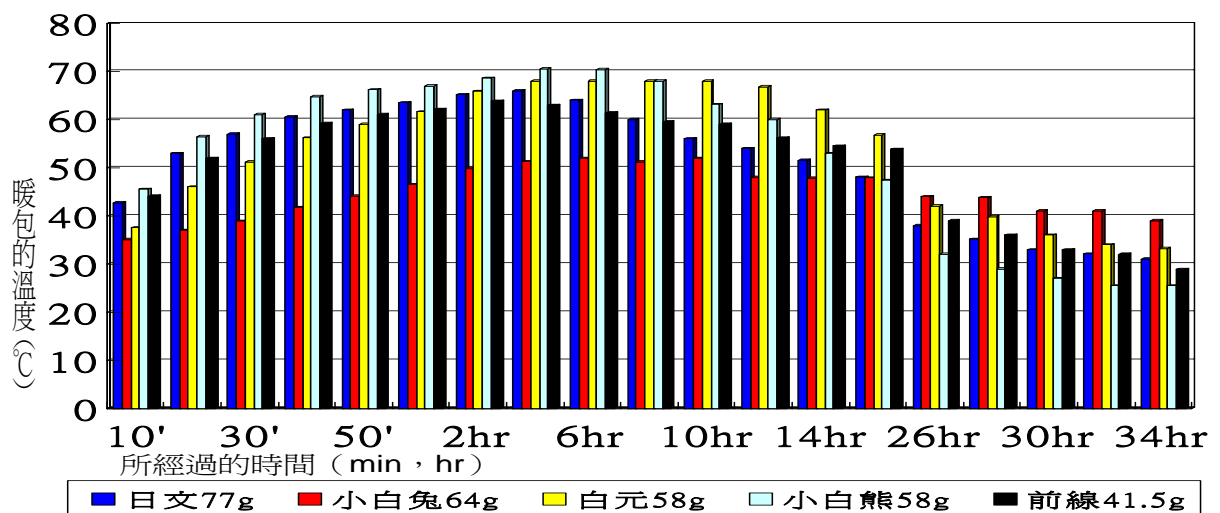
- 3、蛭石跟吸水性樹脂比較之下，蛭石的暖包比較持久，而吸水性樹脂的暖包，溫度則比較穩定些，吸水性樹脂暖包，鐵粉較多溫度較易持久，蛭石的暖包則不一定。
- 4、由實驗 E 跟實驗 F 證實，**鋅粉做的暖包，效果其實比鐵粉好**，只是在價格上比鐵粉貴許多，基本上，價格的便宜與否，跟產量有關，因此如果**鋅產量多的國家**（比如：中國大陸的湖南省及北美洲的加拿大），**大可以用鋅粉取代鐵粉**。
- 5、實驗 F-1 中，發現 35g 的鐵粉並不比 45g 及 40g 的效果差，因此適當的比例以及完全反應，便再一次成為我們考慮的因素。
- 6、假設**會影響暖包的發熱跟持久性**，至少跟以下的四個因素有關，即：
 - (1) 比例是否適當
 - (2) 是否完全反應
 - (3) 空氣中的溼度
 - (4) 氣溫的高低

另外在實驗 A-3 以及實驗 F-1 中，所得到的結果之一是**暖包的重量，不一定跟發熱的效果以及持久性成正比**，因此我們再做了一次 A-3 的實驗，理由是現在正值春末夏初之際，溫度比較高，空氣濕度會不同，當然就會影響反應是否完全。

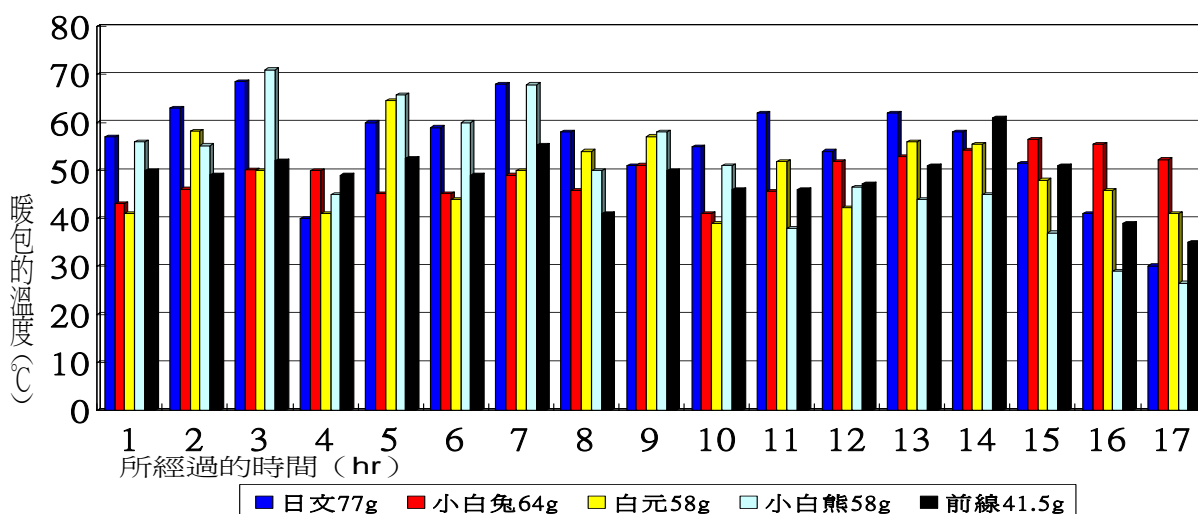
(六) 實驗 A-4：A-3 再做一次

本實驗是爲了證實氣溫的高低影響了暖包的發熱跟持久性

A-4各種品牌暖暖包的比較(室溫24.5 °C)



A-3五種品牌暖暖包的比較(室溫13.5 °C)



這個 A-4 實驗的結果讓我們很興奮；

- 1、當氣溫升高時，暖包的持久性延長了很多，與之前的 A-3 比起來，A-3 在第 17 小時，溫度大都已降到 30 度 C 左右，而 A-4 第 34 小時，仍然可以維持在 30 度 C 上下。
- 2、重量重的，不一定較持久，A-3，A-4 中 64g 的小白兔都比 77g 的日文要持久，41.5g 的前線也比 58g 的小白熊要持久，同為 58g 的小白熊跟白元，白元也比小白熊的效果要好。
- 3、氣溫越高，反應越慢，換句話說持久性越長，溼度的影響則不詳。
- 4、重量越重效果不一定好的原因，推測應該是未完全反應（日文 77 g），或過早反應（小白熊 58g），而過早反應應該是跟比例有關。
- 5、放熱快的暖包，它散熱也快。

陸、結論：

- 一、暖包內的成分有鐵粉、活性碳、蛭石（或吸水性樹脂）、食鹽，鐵粉的功用是放熱，活性碳的功能是保水劑，蛭石的主要功能是支撐、通氣，保水只是很次要的功能（這跟我們在網路上所查到的資料，蛭石主要功能是保水劑，有很大的出入），食鹽的功用是催化劑，而空氣中的水，則是扮演發熱的重要推手，由實驗 A 得知，暖包跟空氣接觸的接觸面越大，作用就越劇烈。
- 二、各種暖包的牌子，重量越重效果不一定越好，影響暖包因素至少有四項，即暖包成分的比例、是否完全反應，空氣中的溼度、氣溫等因素。
- 三、在網路上所查到暖包成分的比例為鐵粉：活性碳：蛭石：食鹽：水=6：2：2：1：1，事實上水的比例是有問題的，因為水來自於空氣，無從得知進入暖包的水有多少重量。
- 四、暖包成分的比例中，根據我們的實驗 E-1、E-2、F-1、F-2，鐵粉：活性碳：蛭石：食鹽的比例，(6、7、8、9、10)：2：2：1 其實都可以用，黃金比例則以 (9、10)：2：2：1 為佳，但不論何種比例，都受到空氣中濕度，以及氣溫的影響，換句話說，濕度氣溫影響其成分是否能完全反應。

- 五、氣溫越高暖包的作用越緩慢，持久性也越長，也就是緯度越高的地方，暖包的持久性就會越短。
- 六、鎂粉、鋅粉、鐵粉，均能產生放熱反應，只是鎂粉的反應太過於劇烈，溫度也太高，很危險，因此並不適合用來做為暖包，而鋅粉其實可以考慮，效果也不錯，只是價錢比鐵粉昂貴，昂貴的原因跟產量有關，因此如果鋅產量多的國家，大可以用鋅粉取代鐵粉。
- 七、要自製與市面同等重量的暖包容易，但同等的效果卻很難，原因是條件不一樣，比如無法將暖包的材料在真空狀態下加以混合，另外用人工混合危險性相當高，因為跟空氣接觸面積很大，反應會很劇烈，稍有不慎會受傷。
- 八、根據 A-3、A-4 的實驗，暖包的比例會影響完全反應或未完全反應（如 77g 的日文）或過早反應（如 58g 的小白熊），也同時說明了重量越重的暖包，效果不一定較好（64g 的小白兔都比 77g 的日文要持久，41.5g 的前線也比 58g 的小白熊要持久。），而同等重量的白元跟小白熊，白元也比小白熊要好，原因也是跟比例以及完全反應有關。
- 九、放熱快的暖包，它散熱也快。

柒、參考資料：

- 一、鄭李足（民 83）。漫畫科學小百科-光/音/熱的魔術。台北：東方。
- 二、蔡清彥（民 86）。千變萬化的氣象。台北：東方。
- 三、陳泰然、黃靜雅（民 89）天氣變變變。台北：遠流。
- 四、暖暖包知多少
http://www.csghs.tp.edu.tw/student/90science/c/c_9.htm
- 五、中華民國第四十三屆中小學科學展覽會——一起暖一下吧！
http://science.boe.tcc.edu.tw/up43/11_43_東園科展送件---一起暖一下吧.doc
- 六、中華民國第四十三屆中小學科學展覽會——妙麗的果醬罐——小燒包
http://science.boe.tcc.edu.tw/up43/157_明道中學作品_6.doc
- 七、中華民國第四十三屆中小學科學展覽會
http://science.boe.tcc.edu.tw/up43/86_中華民國第四十三屆中小學科學展覽會_1.doc



081514

Hbt Hbt ~ -

1.

2.

3.