

各種乾燥劑吸濕性質之研究

高小組化學科第一名

台北市立中山國民小學

作者：吳思瑩、吳宗翰

指導教師：李淑鑾、余信惠

一、研究動機

有一次客人送來一盒海苔，我和弟弟很高興的吃完後，「咦！裡面還有一包糖果。」正要把它打開來吃，爸爸趕緊制止：「啊！那是乾燥劑，不能吃！」乾燥劑是什麼？為什麼要放在海苔裡？其他地方哪裡還可以看到乾燥劑？乾燥劑不能吃，能玩嗎？一連串的疑問，引起我探討問題的興趣。於是在老師的指導下，展開有關乾燥劑的研究。

二、研究目的

1. 了解乾燥劑有哪些種類？成分是什麼？
2. 了解乾燥劑是怎麼製造成的？除了除濕外還有什麼用途？
3. 了解哪一種乾燥劑吸濕能力最強？
4. 探討乾燥劑吸水以後變成什麼物質？
5. 乾燥劑用完丟棄後，會污染環境嗎？

三、文獻探討

1. 氯化鈣 Calcium Chloride (CaCl_2)，白色犯潮晶體，無定形，比重約 2.152，溶於水、乙醇，可製乾燥劑、致冷劑。
2. 氧化鈣 Calcium Oxide (CaO)，俗稱生石灰，白色塊狀固體，在空氣中徐徐碎裂，微溶於水，易吸收濕氣及二氧化碳，用做乾燥劑。工業上由灰石（碳酸鈣）加熱到攝氏 900 度左右分解而得。
3. 矽膠 Silica gel，全稱矽膠凝膠或氧化矽膠，化學式 $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 為硬而透明粒狀固體，由水玻璃、硫酸或鹽酸膠凝而成。具有容吸水汽之性質，商品矽膠含水約 3 ~ 7 %，吸濕量可達 40 % 左右，加入氯化亞鈷可指示吸濕程度。

四、研究器材

1. 各類乾燥劑、石蕊試紙、綠豆、紅蘿蔔、魚蝦、鹽酸。
2. 等臂天平、燒杯、溫度計、培養皿、電池組、電流計。
3. 酒精燈、石綿心網、三腳架、滴管、量筒、照相機。

五、研究過程與結果

1. 收集市面販賣及食品內附之各種乾燥劑，並查閱其成分。

編號	A	B	C	D	E	F	G	H
水源	照相館	7-11 超商	實驗室	旺旺仙貝	浦島海苔	藥品1	藥品2	藥品3
成分	生石灰	氯化鈣	矽膠	生石灰	生石灰	矽膠	矽膠	生石灰
樣品	(本欄省略，請參考展示板上之實物展示)							

2. 各種乾燥劑吸水能力之實驗：

〔方法(1)〕：取各種原包裝乾燥劑置於同一環境下吸濕，每天晚上秤一次重量，並畫出其重量變化曲線。

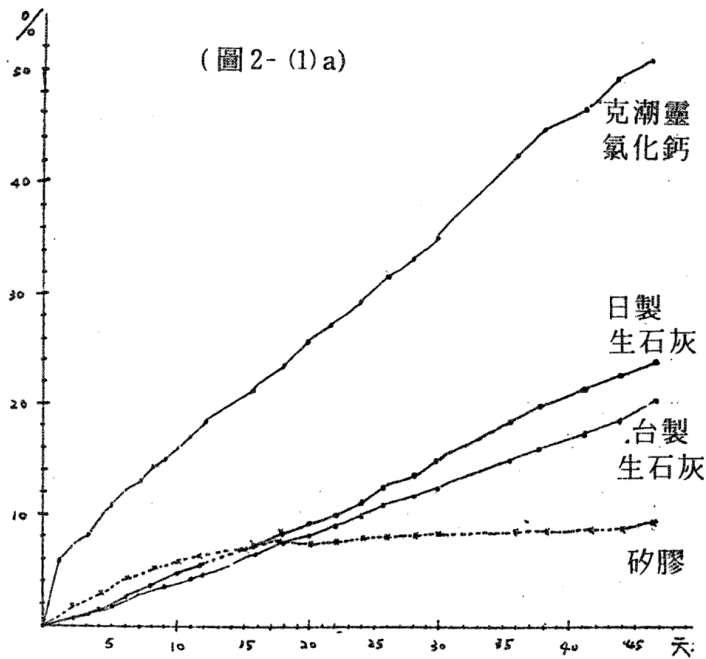
日期 成分	0天 12/23	1天 12/24	2天 12/25	3天 12/26	4天 12/27	5天 12/28	6天 12/29	7天 12/30	8天 12/31	9天 元/1	10天 元/2	11天 元/3	12天 元/4
日製 生石灰	126.0 0%	126.5 0.4%	126.7 0.8%	127.5 1.2%	128.1 1.7%	128.6 2.1%	129.2 2.6%	129.8 3.1%	130.5 3.7%	131.3 4.3%	131.7 4.6%	132.0 4.9%	132.5 5.3%
台製 生石灰	129.2 0%	129.7 0.4%	130.1 0.7%	130.6 1.1%	131.2 1.5%	131.6 1.9%	132.1 2.3%	132.6 2.7%	133.10 3.1%	133.8 3.6%	134.2 4.0%	134.5 4.2%	135.1 4.7%
克潮靈 氯化鈣	293.9 0%	308.4 6.2%	311.6 7.5%	314.2 8.6%	317.3 10.0%	320.3 11.2%	322.5 12.2%	324.7 13.1%	327.30 14.2%	329.0 15.0%	331.2 15.8%	333.8 16.6%	336.10 18.0%
實驗室 矽膠	92.7 0%	94.0 1.4%	94.4 1.9%	95.2 2.8%	95.7 3.2%	96.3 4.0%	96.5 4.2%	96.7 4.4%	97.0 4.8%	97.3 5.1%	97.6 5.4%	97.9 5.8%	98.1 6.0%

日期 成分	16天 元/8	18天 元/10	20天 元/12	22天 元/14	24天 元/16	26天 元/18	28天 元/20	30天 元/22	36天 元/28	38天 元/30	41天 2/2	44天 2/5	47天 2/8
日製 生石灰	134.7 7.1%	135.8 8.0%	137.2 9.1%	138.5 9.9%	139.9 11.3%	141.2 12.3%	142.6 13.5%	144.1 14.7%	148.4 18.2%	150.2 19.7%	151.9 21.2%	153.6 22.4%	155.1 23.7%
台製 生石灰	137.1 6.3%	138.3 7.2%	139.4 8.1%	140.7 9.1%	141.7 9.9%	142.8 10.8%	143.8 11.6%	144.6 12.2%	148.0 14.9%	149.1 15.8%	151.0 17.3%	152.0 18.1%	153.5 20.7%
克潮靈 氯化鈣	343.7 21.2%	349.6 23.7%	354.6 25.8%	357.8 27.2%	363.2 29.5%	368.4 31.7%	372.4 33.4%	376.7 35.2%	394.9 43.0%	400.2 45.2%	405.4 47.4%	409.6 49.2%	415.0 51.5%
實驗室 矽膠	98.8 6.7%	99.0 7.0%	99.3 7.3%	99.5 7.6%	99.7 7.8%	99.8 7.9%	99.9 8.0%	100.0 8.1%	100.2 8.3%	100.2 8.3%	100.3 8.4%	100.3 8.4%	100.4 8.6%

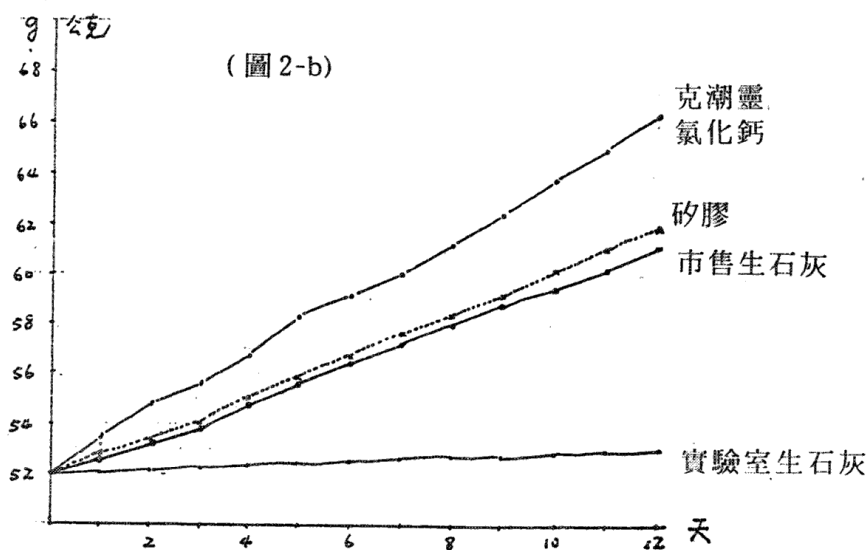
〔方法(2)〕：秤取各種乾燥劑各 50g 放於塑膠杯內使接觸面積均相等，亦每天秤重一次，記錄其吸濕後的重要變化。(連杯重 52g)

日期 成分	0天	1天	2天	3天	4天	5天	6天	7天	8天	9天	10天	11天	12天
市售生石灰	52.0	52.5	53.2	53.8	54.8	55.6	56.4	57.2	58.0	58.8	59.6	60.3	61.2
實驗室生石灰	52.0	52.1	52.2	52.3	52.4	52.5	52.6	52.7	52.8	52.8	52.9	53.0	53.0
克潮靈 氯化鈣	52.0	53.2	54.8	55.6	56.7	58.3	59.1	60.0	61.2	62.5	63.8	65.0	66.4
矽膠	52.0	52.6	53.4	54.0	55.0	55.8	56.7	57.6	58.3	59.1	60.2	61.1	61.9

各種乾燥吸水百分率比較



等重乾燥劑吸水後重量變化圖



3. 各種乾燥劑吸濕前後外觀及性質變化之研究：

(1) 取生石灰、氯化鈣、矽膠顆粒分別進行加熱、加酸、硬度試驗等，研究其物理及化學性質。

吸水前

名稱	成分	樣品	外觀	硬度	加熱	加酸	溶解度
A 生石灰	氧化鈣	略	白色顆粒	中	不變化	少量CO ₂	微溶
B 克潮靈	氯化鈣	略	白色顆粒	小	熔化	不變化	可溶
C 矽膠	含氯化亞鈷	略	藍色顆粒	大	碎裂	不變化	難溶

(2) 取充分吸濕後的上述三種乾燥劑研究酸鹼性等各項性質。

吸水後

名稱	樣品	外觀	硬度	加熱	水溶性	石蕊試紙	導電性	通入CO ₂
A 生石灰	見展示	白色粉末	小	不變化	鹼性	變藍色	可	變混濁
B 克潮靈	見展示	潮解液化	液化	有結晶	弱鹼性	淡藍色	優	不變
C 矽膠	見展示	粉紅顆粒	大	變回藍色	中性	不變化	差	不變

(3) 取 20g 克潮靈氯化鈣，分別置於室內及室外觀察比較其液化情況，並將液化後的廢液再予加熱蒸掉水份，研究其性質。

結果

放置點	原重	完全液化重量	再放 5 天	蒸發後固體重	2 天後	4 天後	6 天後	液化時間	蒸發沸點
A 室內	20g	35.3g	37.2g	16.7g	18.4g	19.6g	20.7g	約 21 天	108 °C 以上
B 室外	20g	38.4g	41.3g	17.2g	19.7g	22.6g	23.9g	約 17 天	108 °C 以上

說明：液化後重量還繼續增加，代表還會吸濕一段時間，不要馬上丟棄，以免浪費。蒸掉水份後的殘餘固體還會逐漸潮解增重，表示此固體有吸濕能力，故克潮靈廢液應予回收再製。

4. 乾燥劑使用後丟棄會污染環境嗎？

(1) 取各種用過的乾燥劑 2 克加到 200ml 水中，再分別放入 10 隻小蝦子及兩隻金魚，觀察並記錄魚蝦在水中存活的情形。

※對動物之影響※

名稱	存活數	0.5 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	6 小時	8 小時	12 小時	24 小時
A 生石灰	小蝦子	7 隻	7 隻	6 隻	4 隻	3 隻	2 隻	1 隻	0 隻	0 隻
	小金魚	死亡(放入 5 分很少游動, 30 分後死亡沈底)								
B 克潮露	小蝦子	8 隻	8 隻	7 隻	6 隻	4 隻	3 隻	2 隻	0 隻	0 隻
	小金魚	死亡(放入 2 分躁動, 6 分側游 5 分活動力減少了 25 分死亡)								
C 矽 膠	小蝦子	10 隻	10 隻	10 隻	9 隻	8 隻	7 隻	5 隻	5 隻	3 隻
	小金魚	活	活	活	活	活	死亡	死亡	死亡	死亡
D 清 水	小蝦子	10 隻	10 隻	10 隻	10 隻	9 隻	9 隻	8 隻	7 隻	7 隻
	小金魚	活	活	活	活	活	活	活	活	活

(2)取各種用過的乾燥劑 2 克灑在有濕棉花的培養皿中, 再分別種下 15 顆綠豆, 記錄綠豆發芽及成長的情況。

※對種子發芽之影響※

名稱	發芽數	1 天	2 天	3 天	4 天	5 天	6 天	7 天	8 天	9 天	10 天
A 生石灰	綠豆	0	0	1	2	2	4	6	6	6	6
		(發芽緩慢, 接觸面變棕色)									
B 克潮靈	綠豆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		(完全不發芽, 表面顏色正常)									
C 矽 膠	綠豆	0	2	3	5	5	5	6	6	7	7
		(發芽後生長緩慢, 有的只發芽不成長)									
D 清 水	綠豆	0	2	4	7	7	9	10	10	10	10
		(只少數未發芽, 有發芽者均正常生長)									

(3)切下長有幼苗的紅蘿蔔頭數塊, 分別種在浸有各類乾燥劑的培養皿中, 並以清水為對照組, 觀察幼苗成長的情形。

※對植物之影響※

名稱 \ 高度	1 天	2 天	3 天	4 天	5 天	6 天	7 天	8 天	9 天	10 天	排行榜
A 生石灰	0cm	0.4cm	1.0cm	2.0cm	2.5cm	2.6cm	2.8cm	3.1cm	3.2cm	3.4cm	3
B 克潮靈	0cm	0.2cm	0.8cm	1.5cm	萎縮	乾 枯	發霉	發霉	發霉	發霉	4
C 矽 膠	0cm	0.5cm	1.6cm	3.5cm	5.0cm	5.7cm	6.6cm	7.2cm	8.0cm	8.5cm	2
D 清 水	0cm	0.8cm	1.5cm	5.4cm	8.2cm	11.0cm	14.1cm	15.4cm	16.6cm	18.0cm	1

5. 生石灰乾燥劑是怎樣得來的? — 探訪生石灰的故鄉 → 宜蘭。

參觀宜蘭台塑電石場，了解生石灰的產製流程。並取回數塊製造生石灰的原料—灰石，放在坩堝中給予加熱印證，並比較其性質。

灰石與石灰性質之比較

名稱	成分	顏色	質量	體積	密度	加熱	加水	加鹽酸
A 灰石	碳酸鈣	深灰色	371.5g	158cm ³	2.35g/cm ³	變輕	不變	生成CO
B 生石灰	氧化鈣	灰白色	224.2g	165cm ³	1.36g/cm ³	不變	發熱	激烈放熱

※註：兩塊體積幾乎同大小的 A、B 樣品，B 之重量只有 A 之五分之三。老師說 100 克碳酸鈣加熱可分解出 56 克氧化鈣，依此標準 $371.5 \text{ g} \times 0.56 = 208 \text{ g}$ ，（同 B 體積大小為 217 克）與 B 樣品 224.2 克相當接近，証實 A 確為灰石，B 為分解後的生石灰。

六、討論

1. 乾燥劑有效期真的長達半年嗎？

全新的生石灰乾燥劑用到吸水飽和膨脹，完全失效，重量由 129.2 克增加到 182.0 克，約增加了 52.8 克，而我們實驗的 42 天中，重量即增加了 21.8 克，依此推算 $21.8:52.8 = 42:X$ ， $X = 102$ 天；還不到三個半月即失效。而說明書指可放半年到一年，顯然有些誇大。

2. 氧化鈣乾燥劑只會吸收水份嗎？

老師說氧化鈣分子量為 56，吸水變成氫氧化鈣後分子量將變為 74；按此標準，一包約 129 克的乾燥劑完全吸水後，重量變為 170.5 克即飽和失效。但我們放置半年以上的乾燥劑，膨鬆後不但重量高達 182.9 克，一個月後再秤又增加 1.8 克，顯示氧化鈣乾燥劑不只吸水，還會從空氣中吸收別的物質，大概是二氧化碳吧！

3. 我們嘗試在各種用後的乾燥劑中加些鹽酸觀察變化，發現吸水後的生石灰乾燥劑加鹽酸會產生二氧化碳氣體，而且放置愈久的產生的氣泡愈多，老師說可能變成碳酸鈣才會如此。不久前到宜蘭參觀乾燥劑製造工廠時，老闆曾告訴我們：生石灰乾燥劑就是由灰石（碳酸鈣）加熱分解製成的。現在吸收水和二氧化碳後又變回灰石粉末，連礦物都能如此生生不息，大自然實在太奧妙了！

4. 因氫化鈣、氧化鈣等乾燥劑使用後均會污染環境。故建議像克潮靈一類的乾燥劑使用後變成的液體應予回收處理，因我們實驗後發現此類廢液對生態影響很大，而且把廢液加熱蒸掉水分後，又可得到類似氫化鈣的固體，

可重新利用。至於生石灰乾燥劑使用後變成的粉末，可到學校畫跑道，露營時灑在營地四周防蟲蛇；也可交給辛勞的農夫伯伯灑在田裏，供他們改良日漸酸化的土壤，為環保盡一份責任。

5. 從圖 2-a 可看出矽膠剛開始吸濕能力良好，但約 18 天後重量變化即逐漸平緩，不知是否實驗前一再烘乾而使吸濕力減弱。

圖 2-b 看出從實驗室取得的生石灰吸濕能力非常差，可能是在實驗室放久了已吸收大量水汽，所以實驗室中一些容易吸濕的化學藥品應妥善保存，以免變質。

6. 報載常常有幼兒誤食餅乾、食品內的乾燥劑而發生中毒的情形。我們實驗也顯示：生石灰乾燥溶入水中後會有強鹼性，難怪會灼傷食道。故這類乾燥劑在餅乾包裝內應加強標示，並增加紙袋的韌性，以免兒童誤食產生傷害。
7. 小學自然課本曾提到鐵釘生鏽需要氧和水份，若把鐵粉包裝起來當作乾燥劑使用，不但可以除濕，也可以防止物品氧化而變質，應是不錯的乾燥劑代用品。

七、結論

1. 根據收集到的各種乾燥劑分析，市面上乾燥劑的種類雖然繁多，但其成分，大致可歸類為下列三種：
 - a. 氧化鈣：俗稱生石灰，常用在食品及攝影器材上除濕。
 - b. 氯化鈣：為克潮靈一類乾燥劑的主要成分，常放在衣櫃、鞋櫃。
 - c. 矽膠：有些含有氯化亞鈷，吸水後會由藍色轉為粉紅色。
2. 經實驗觀察：吸水後氧化鈣會膨脹鬆碎為粉末狀；氯化鈣會潮解成液體；含有氯化亞鈷的矽膠則變為粉紅色但不軟化。狀況雖不相同，但吸濕後重量均會增加，所以我們就用重量變化的情形來研究各種乾燥劑的吸濕能力。
3. 根據一個多月來的研究記錄及重量變化曲線圖可看出：三種乾燥劑中以克潮靈—氯化鈣的吸濕能力最強、生石灰—氧化鈣次之、矽膠的吸濕能力則稍差一點。
4. 乾燥劑對生態、環境影響的研究可看出：綠豆在含氯化鈣的土壤中根本無法發芽生長；在生石灰中發芽的數目也很少。紅蘿蔔幼苗在氯化鈣廢液中逐漸枯死、發霉。金魚、小蝦在這兩類環境中也很難存活。顯示大部分的乾燥劑均會危害生態、污染環境，只不過程度有別罷了。
5. 矽膠吸濕量雖然較小，但初期吸濕力仍大於生石灰，而且當顏色變紅除濕

效果不佳時，放入微波爐十幾秒鐘、或烤箱中烘乾後又可變回藍色、恢復吸濕能力，即使丟棄後對環境的污染也較氯化鈣、氧化鈣要小得多，是一種值得推薦的乾燥劑。

6. 生石灰乾燥劑吸水後變成熟石灰末，其反應式為： $\text{氧化鈣} + \text{水} \rightarrow \text{氫氧化鈣}$ ，若再吸收二氧化碳，就變成了碳酸鈣。而克潮靈氯化鈣吸水後只是潮解成液體，並沒有變為其他物質，因此其溶液蒸發後又回復成氯化鈣。矽膠吸收水後在內部形成結晶水，因此便添加指示吸濕程度的氯化亞鈷含水而變為粉紅色。
7. 翻閱歷屆科展作品，發現很少人做乾燥劑方面之研究。但乾燥劑卻和我們日常生活息息相關：媽媽漂亮的衣服要靠乾燥劑來除濕；爸爸心愛的相機要靠乾燥劑來防止發霉；我和弟弟愛吃的零食、餅乾也要靠乾燥劑來保持新鮮和香脆口感。沒有乾燥劑生活上將造成很多不便，有了乾燥劑對環境、生態卻有不利的影響。希望藉著我們這次的研究，開啓大家研究乾燥劑的風氣，解決它的污染問題，更而研究創造出新而無害的乾燥劑代用品……

八、參考資料

1. 自然科學大百科 ……綠地球國際有限公司
2. 國小自然辭典 ……哲志出版社 (P.59)
3. 科學文粹—化學篇 ……曾文出版社 (P181 ~ 184)
4. 應用化學辭典 ……宏業書局 (P165,808)

評語

本屆的化學科參展作品中有關除濕劑的探究中小學共有三件而本作品製作的最完整。作者能夠收集市面上各種不同除濕乾燥劑，特別留意到矽膠與生石灰，所設定的實驗變因亦很合適。惟對動植物的影響方面所設定的濃度都太濃，因此都呈現負面的結果，應再沖淡數十倍至數百倍，以接近自然水的濃度來實驗，說不定有正面的影響。