

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 地球科學科

佳作

040502

霧望在莒－金門起霧日相關研究

學校名稱：國立金門高級中學

作者： 高二 郭姮彤 高一 宋珮珊	指導老師： 薛郁潔 李育賢
-------------------------	---------------------

關鍵詞：霧、能見度、擴散速率

霧望在莒-金門起霧日相關研究

摘要

分析金門氣象站 2004~2011 年的日平均資料，發現二至五月起霧當天的溫度、露點、相對濕度大致比該月的平均值高，風速則是比平均值低，風向為南至西南風、異於氣候平均值的東北至東風。再分析起霧前後五天的變化：氣溫、露點、相對濕度在起霧當天最高，風速則在起霧前一天最低，風向在起霧前以東北至東風為主，起霧前一天及當天則變為南至西南風。

由於起霧日時霧的不穩定性難以對天然的霧做實驗，因此藉由造霧器可以人工造霧、類比霧水的情況，我們嘗試改變溶液，進而觀察在相同環境下，霧水可以上升的高度與散去的速率，發現較有揮發性的液體在相同造霧器下可以上升的高度較高，有雜質的溶液霧氣散去的速率會較為緩慢，溼度較高散去速率亦較慢。

壹、 研究動機

我們生長的家鄉—金門是個橫蕪小島，在春季時常起大霧造成飛機及船隻無法行駛，這現象大約在每年學測之後開始，常常會有欲赴台參加推甄的學長姐因濃霧被困在機場，無法順利到台灣本島應試，對於憂心忡忡的學長姐們，我們也感同身受。除此之外，因適逢春節、清明節前後，也常有旅台的遊子因班機取消無法返鄉。更甚者還擔誤到了重症者欲候送台灣的班機。對於飛機起不起降，經驗富豐的耆老們傳授了一套「望太武山」的方法：若看不見太武山的話便表示飛機會停飛，最好取消行程另作規劃。有時大霧一起數天，人流及物流被迫中斷，島上日常所需的物品供應亦跟著減少。再者，我們認為霧對生活影響甚大，不提當初鐵達尼號沉淪與此相關，在金門造成交通意外及潮濕的不便，島民們常常為此所苦。因此我們不斷思考：能否事先預測濃霧的發生？並且對此做些防範？哪些因子會影響霧的消散？種種因素，讓我們想要去了解它，期望能對家鄉有所助益。

貳、 研究目的

首先，想先對金門霧季時，起霧當天的氣象狀況(例如溫度、露點、相對濕度、風速、風向等)做個了解，再者分析起霧前、後數天的天氣變化情形，嘗試找出引起金門大濃霧的可能因子，或有無「徵兆」可循，以作為預報參考。

其次，由參考資料一得知，酸霧比酸雨更可怕，不僅因為同一地區酸霧的 pH 值較低，更是因酸雨用雨傘即可擋去雨水，而酸霧的環境下，我們全身都有可能遭受到酸的侵害。酸霧的來源來自於空氣中酸性的物質溶解於霧水中，除此之外，空氣中還有各式各樣的懸浮微粒，有些是很好的凝結核，有利於霧的形成。因此，我們想要試著去探討起霧日與環境的關係，霧水的種種特性以期能夠更了解霧水的性質。



照片一：太武山上的「毋忘在莒」石刻。
(圖片來源：金門國家公園全球資訊網)

參、研究方法

本研究大致分為兩部份。

一、資料分析

由金門氣象站提供的觀測資料，探討霧季起霧日當天及前後幾天的天氣變化情況。

- (一) 先利用能見度資料找出起霧日，統計各個月份的起霧日數，定出霧季。
- (二) 探討霧季時，各個月份起霧當天的氣象要素(包括溫度、露點、相對濕度、風速、風向)平均，並與長時間的氣候平均值做比較。
- (三) 檢視起霧前五天與後五天的氣象要素變化情形。了解起霧之前大致會有什麼天氣變化、哪些因子有利於甚至導致濃霧的形成。

二、人造霧實驗

由於要提前掌握何時起霧，並在起霧當天做霧的實驗並不容易，於是我們試著去找人造霧的方法，發現最簡單直接的造霧方式就是市售的造霧器組。透過實驗組及對照組，一一嘗試不同的變因，重複多次，紀錄及觀察其結果。

肆、研究資料、設備及器材

- 一、氣象觀測資料：由金門氣象站提供從 2004 年 1 月 16 日起至 2011 年 12 月 31 日止之能見度、溫度、露點溫度、相對濕度、風速、風向的日平均資料。
- 二、Excel 軟體。
- 三、造霧器、變壓器。
- 四、各種大小的燒杯、長管、碼錶、雷射筆、溫度計、溼度計、相機。
- 五、純水、自來水、生理食鹽水、鹽酸、醋酸、濃銨水、小蘇打、酒精、碘酒、各式汽水、冰塊……等等。

伍、研究過程與結果

一、第一部份：資料分析

(一) 金門濃霧日數統計

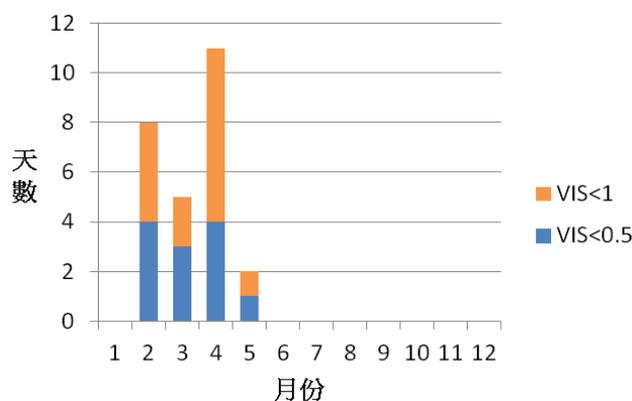
根據小倉義光的《普通氣象學》(參考資料二)，霧依照它形成的原因大致可分成「輻射霧」、「平流霧」、「蒸氣霧」、「鋒面霧」及「升坡霧」，依金門霧季時起的濃霧動輒半天至數天，再加上金門的地理條件—無大湖、最高的山僅 253 公尺(參考資料三)來看，應該大部份是屬於「平流霧」或「鋒面霧」。

按照世界氣象組織的定義，起霧時水平方向的能見度必須小於一公里(參考資料四)。在我們的研究裡，由於用的是日平均資料，因此我們定義「日平均能見度小於一公里者，定為起霧日」。雖然這種方法會低估了起霧的日數，但也可以排除輻射霧的個案。我們將 2004 至 2011 年、共八年的起霧日挑出，按月份做一統計，得到這八年來各月的起霧日數如下。

表一：2004~2011 年 起霧日數統計

能見度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
<0.5km	0	4	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0
<1km	0	8	5	11	2	0	0	0	0	0	0	0

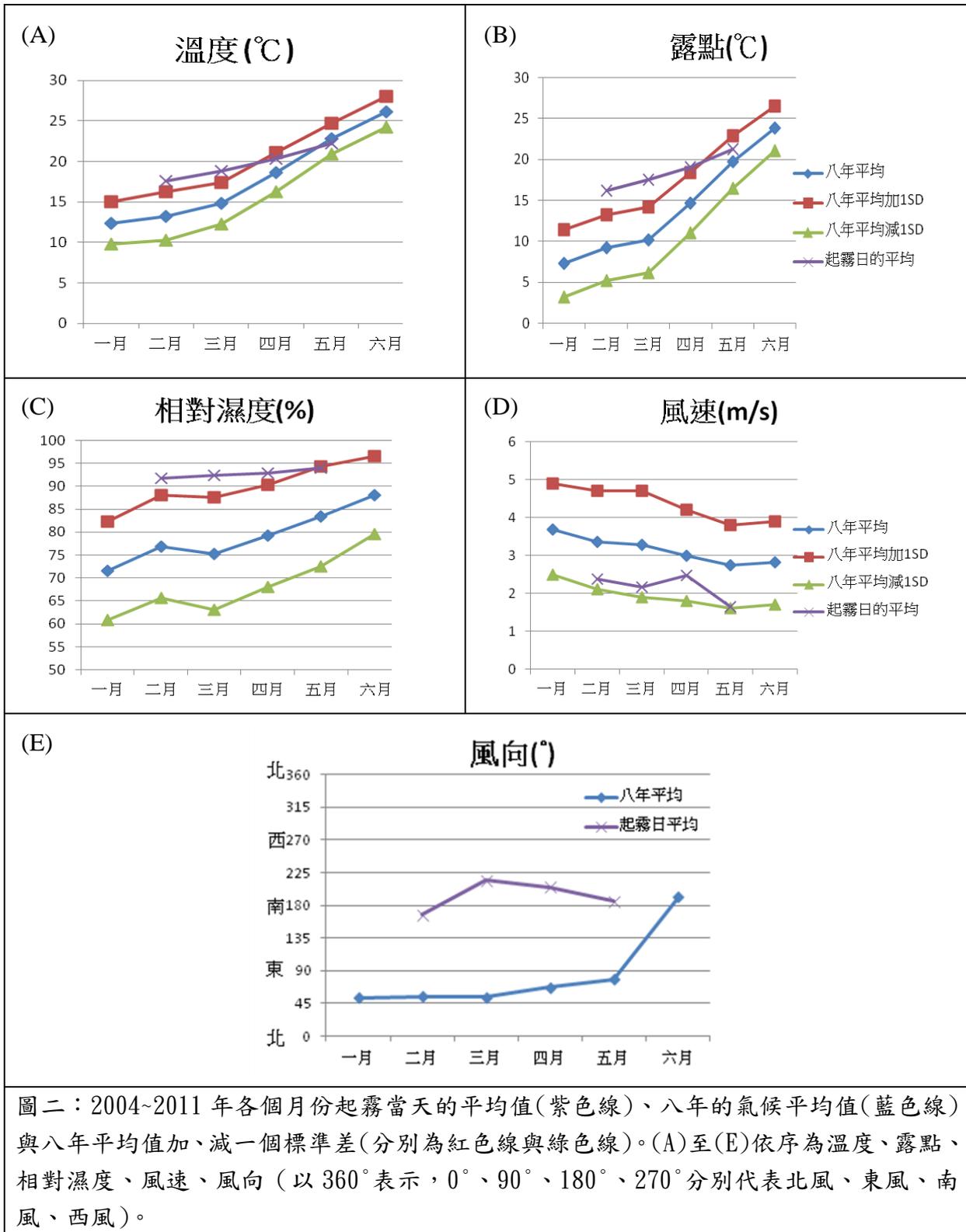
從上表可以發現，按照我們的定義，這八年來，只有 2 月至 5 月是有霧的，因此我們將 2 至 5 月定為金門的霧季，之後也只會針對這四個月份做探討。這四個月份裡，又以 4 月份的起霧日數最多，達到 11 天，平均一年就會有一天多整日的能見度都小於 1 公里，且其日平均能見度小於 0.5 公里的大濃霧在八年內也有 4 天之多。再來為 2 月，八年內有 8 天的日平均能見度小於 1 公里，小於 0.5 公里的大濃霧也有 4 天。第三名為 3 月，起霧日有 5 天。起霧日最少的為 5 月，八年內只有 2 天符合我們的定義。若將表一製成長條圖，可以更清楚的看見起霧日數的分佈，如下圖一。



圖一：2004~2011 年 起霧日數統計

(二) 起霧當天的天氣情況

接著，我們想要探討起霧當天的天氣情況。我們將二月至五月起霧當天的溫度、露點、相對濕度、風速分別做平均，然後再與八年的氣候平均值做比較，如下圖二。



圖二(A)顯示二至五月起霧日的平均溫度大致而言都是比當月的平均溫度高的，也就是起霧時，溫度通常都偏暖。這表示金門的濃霧主要應該是暖空氣平流過來造成的，也就是上述的「平流霧」，而非「鋒面霧」，因為二至四月的鋒面以冷鋒為主，但冷鋒過境時氣溫應該降低。其中二月和三月，起霧日的增溫程度可以超過一個標準差，表示這兩個月起霧日的增溫程度更加明顯，這可能和這兩個月的氣溫較低有關，因此暖空氣平流過來造成的差異就更加顯著。

在地球科學課程學過，露點可以反映空氣中的水氣含量。當空氣中的水氣含量越多，露點溫度就越高(參考資料五)。圖二(B)顯示露點的氣候平均值隨著月份逐漸上升，表示空氣中的水氣含量是隨著月份增加的。而起霧日的平均值也是隨著月份增加，而且都大於八年的氣候平均值。其中二至四月起霧日的露點都大於氣候平均值一個標準差以上，更加顯示金門的濃霧是暖濕空氣平流過來的結果。

圖二(C)為相對濕度，起霧日的相對濕度都明顯比該月份的氣候平均值高出一個標準差以上，表示起霧日與非起霧日在相對濕度的表現上有很大的差異。相對濕度越高、空氣越接近飽和，水氣越容易凝結(參考資料五)。

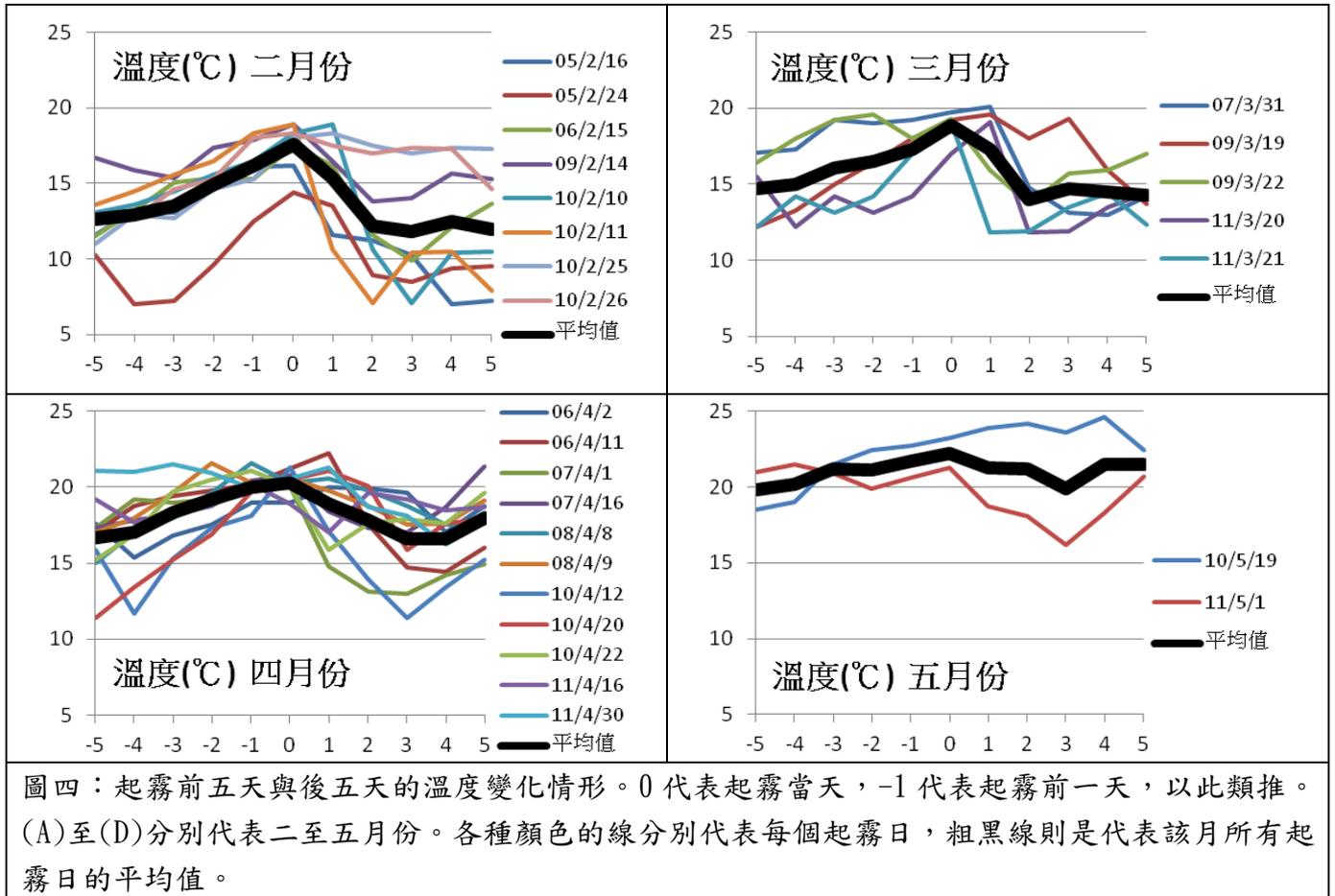
圖二(D)為風速。二月至五月起霧日的風速都比氣候平均值稍微低一些，雖然沒有超過一個標準差，但還是有偏低的傾向。我們推測，風速小，霧較不會散，有利於濃霧形成。

圖二(E)是風向的部份。以氣候平均值而言，二月到五月都是吹東北風，但起霧日的平均值是明顯轉為南風至西南風。南來氣流暖濕，是造成濃霧的極有利因子。而金門尚義機場就位於金門的南面沿海(如下圖三)，首當其衝，以致於非常容易受到濃霧的影響。

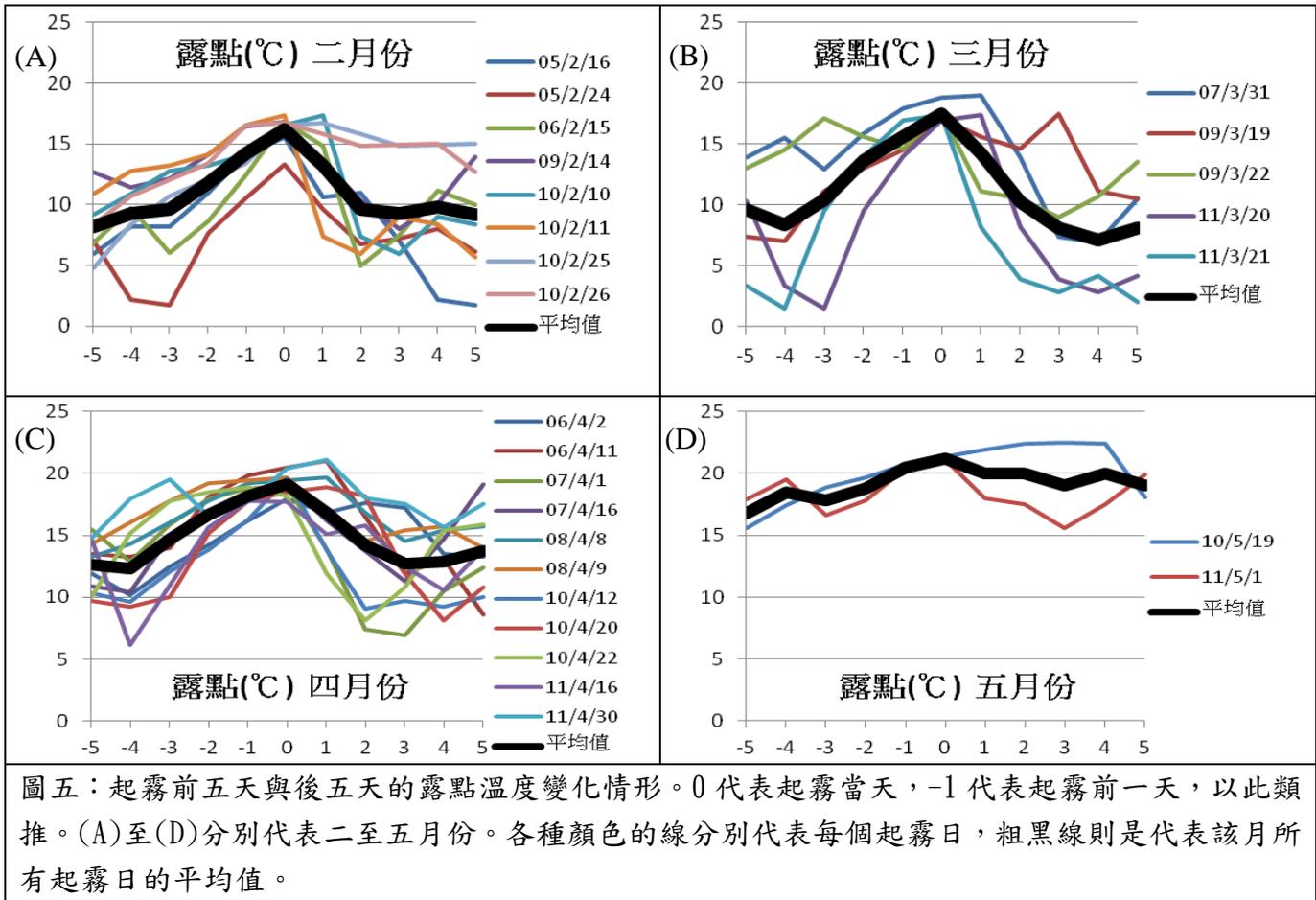


(三) 起霧日前、後五天的天氣變化

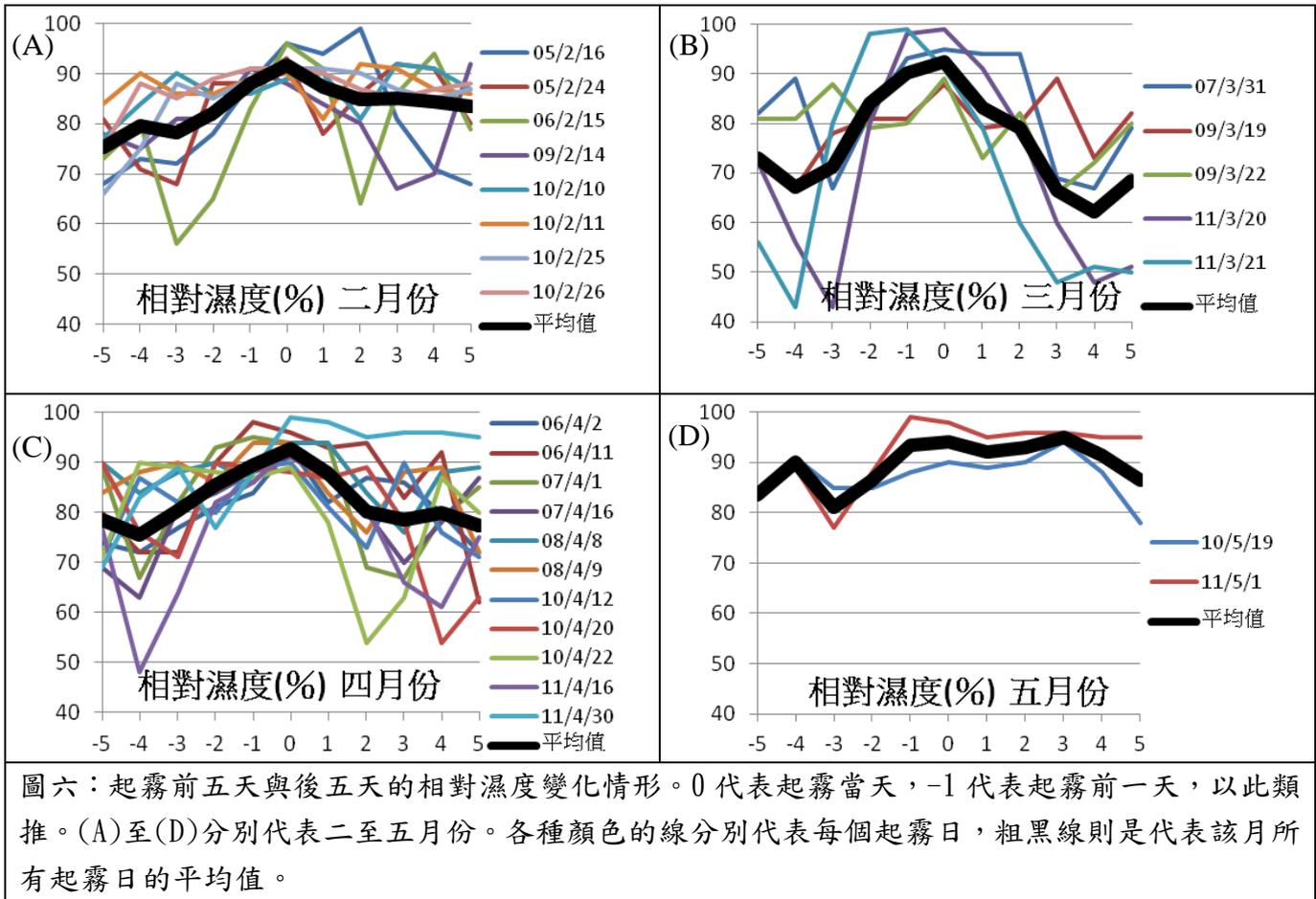
我們已知起霧當天的天氣概況，再者我們好奇的是，在起霧日的前、後幾天，上述氣象要素又會有什麼樣的變化？在起霧前或起霧當天有沒有什麼「徵兆」？起霧後又對天氣會有什麼樣的影響？所以我們進一步探討起霧日前、後五天的氣象要素變化情形。



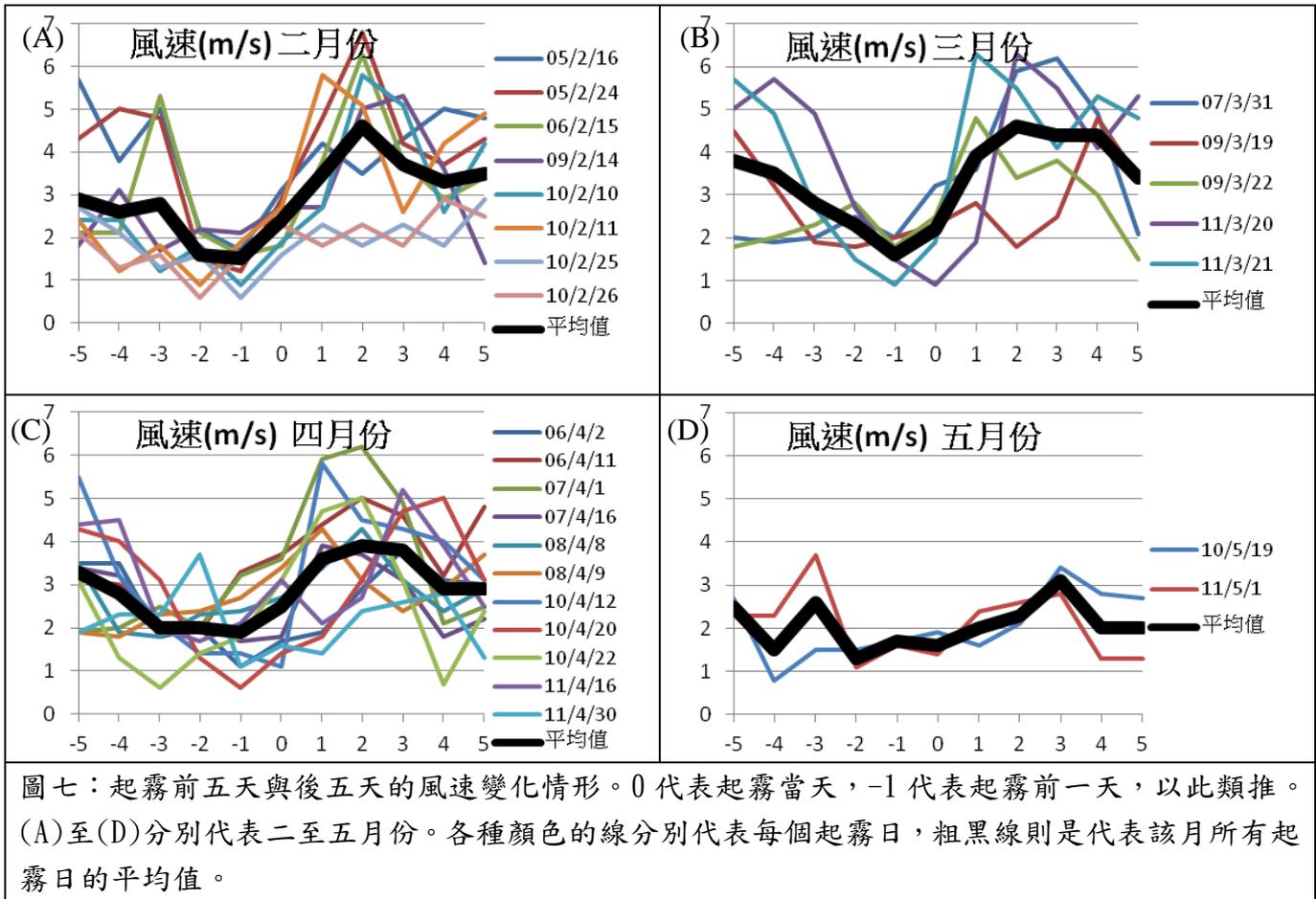
圖四(A)至(D)分別是二月到五月，起霧當天(用 0 表示)以及前五天(用負數表示)和後五天(用正數表示)的溫度變化情形。我們針對起霧日平均值(粗黑線)來探討。從圖中可以看出，二月、三月、四月這三個月起霧前的氣溫都會逐漸上升，代表這個時候有暖空氣逐漸移來，一直到起霧當天溫度是最高的。起霧日過後，溫度就快速下降，可能是因為起霧之後日照量大減，所以氣溫降低，且降溫的速度大致比升溫的速度快。此外，這個降溫的現象不像升溫現象可以持續四、五天，大概降到第二、三天後溫度就不再下降。至於五月份的個案數太少，不過平均值還是大致呈現出起霧當天溫度最高的趨勢。



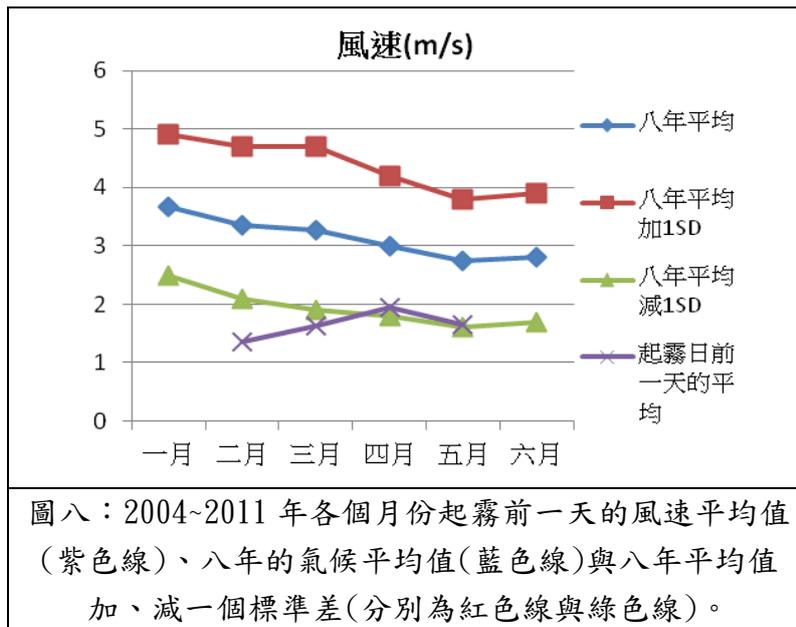
圖五是露點溫度的變化情形。比較圖五和前述圖四，發現露點溫度的變化幅度比氣溫變化還要顯著，顯示在這幾個月裡起不起霧和空氣中的水氣含量有很大的關係。二、三、四月的平均值(粗黑線)反映出在起霧前露點會逐漸升高，顯示暖濕空氣移近，空氣中的水氣越來越多，到起霧當天達到最大值，起霧日過後露點便在一、兩日內快速下降，第三天後露點的變化情形就比較不一致。同樣的，五月份因個案少，平均值可能較不具代表性，不過還是約略可以看出平均值在起霧當天最高。



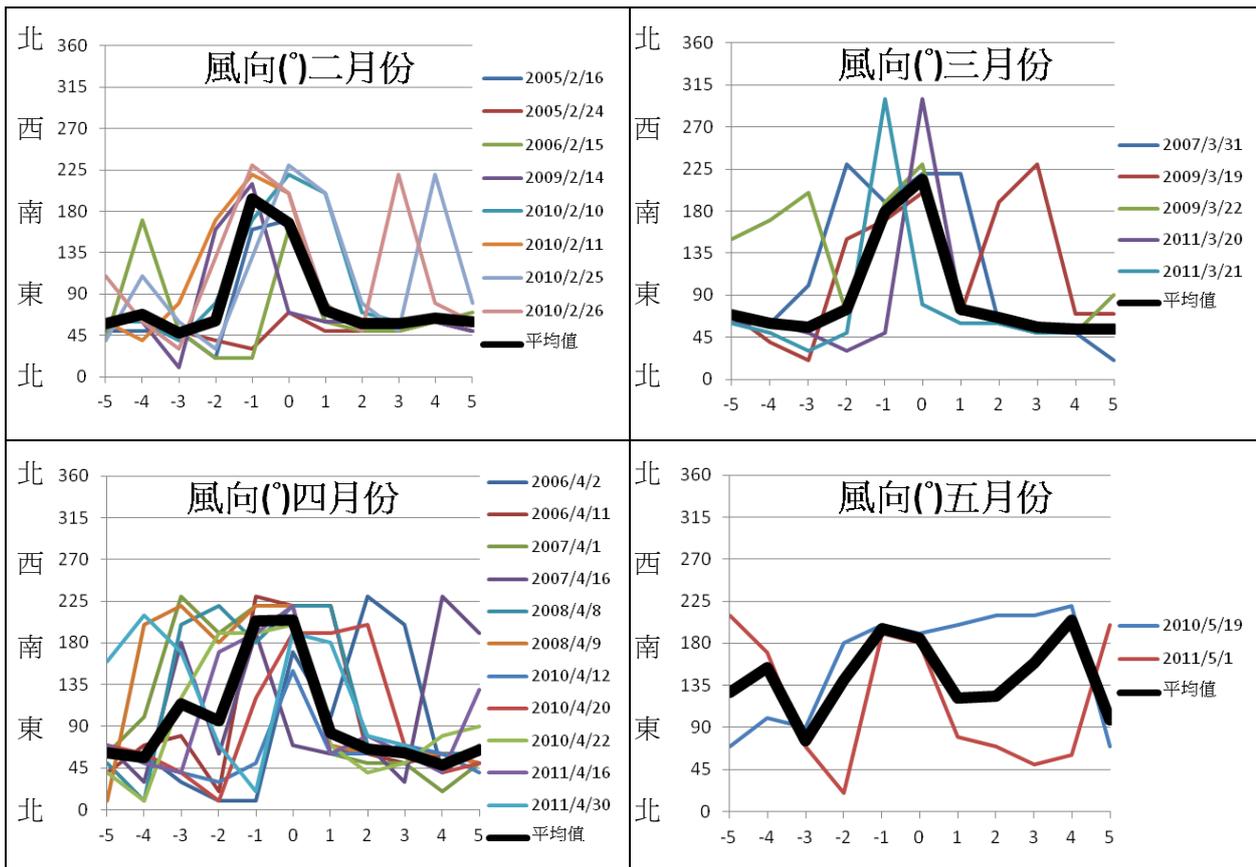
圖六是相對濕度的變化情形。二、三、四月的平均值也都是在起霧之前逐漸升高，到起霧當天最高，達 90% 以上，起霧之後逐漸下降。不過五月份的變化趨勢並不是很明顯。



圖七是風速的變化情形。從二、三、四月的圖形中，我們可以看到風速大致在起霧之前會逐漸下降，到起霧的前一天風速最小，然後快速上升，大約在起霧之後的第二天風速最大。之前圖二(D)中，我們得到在起霧當天的風速比起該月的平均值而言是偏小的，這可能是因為風速較小的話霧也較不易散。而從圖七的結果更可進一步發現起霧當天風速並不是最小的，而是起霧的前一天。我們推測可能是因為前一天風速小、天氣穩定，更有利於地面降溫，因此當暖濕的氣流一移過來，馬上就起濃霧。起霧日當天風速小固然有利於濃霧形成，但「前一天的風速很小」可能更是關鍵。



圖二(D)中，各月份起霧當天的風速平均值比起氣候平均值雖然偏低，但並沒有超過一個標準差。由於我們已知風速是在起霧前一天最小，因此我們再次計算起霧前一天的風速平均值，然後再與氣候平均值做比較，如上圖八。由圖可看出，起霧前一天的風速平均值明顯小於氣候平均值，尤其二、三月都低於一個標準差。



圖九：起霧前五天與後五天的風向(以 360° 表示：0°、90°、180°、270° 分別代表北風、東風、南風、西風)變化情形。0 代表起霧當天，-1 代表起霧前一天，以此類推。(A)至 (D) 分別代表二至五月份。各種顏色的線分別代表每個起霧日，粗黑線則是代表該月所有起霧日的平均值。

圖九為起霧日前、後五天的風向變化情形。二至四月的平均值清楚的顯示出在起霧前兩天之前主要都是以東北風至東風為主，但在起霧的前一天，風向會大幅度的轉為偏南風，此現象可持續至起霧當天，霧日隔天之後風向又快速回歸到東風至東北風。由此可知，東風至東北風的環境下較不利於金門形成濃霧，南風則有利於濃霧形成，且特別的是在起霧的前一天就已經轉為南風了。

(四) 第一部份資料分析結果討論

我們由 2004 年至 2011 年的資料分析中，可以發現這八年來金門有濃霧的季節大約是二至五月，其中尤以四月份最多。五月份則因個案太少(八年中只有兩天)，相關分析儘作為參考。以二至四月來看，起霧當天的溫度、露點、相對濕度平均都明顯高於氣候平均值，風速則是略低於氣候平均值。起霧當天的風向平均為南至西南風，與氣候平均值的東北至東風明顯不同。

至於起霧前、後五天的天氣變化情形，以二至四月來看，溫度、露點、相對濕度都會在起霧之前逐漸上升，起霧當天達最高，起霧之後便下降，由此可見金門的濃霧是以暖濕空氣平流過來的「平流霧」為主。風速並非在起霧當天最低，而是在起霧的前一天，可能表示「前一天風速很小、天氣相當穩定」比起「當天風速很小」更是有利於濃霧形成的因素。風向在起霧前、後是以東北風至東風為主，但在起霧的前一天及當天則是轉變成南至西南風。

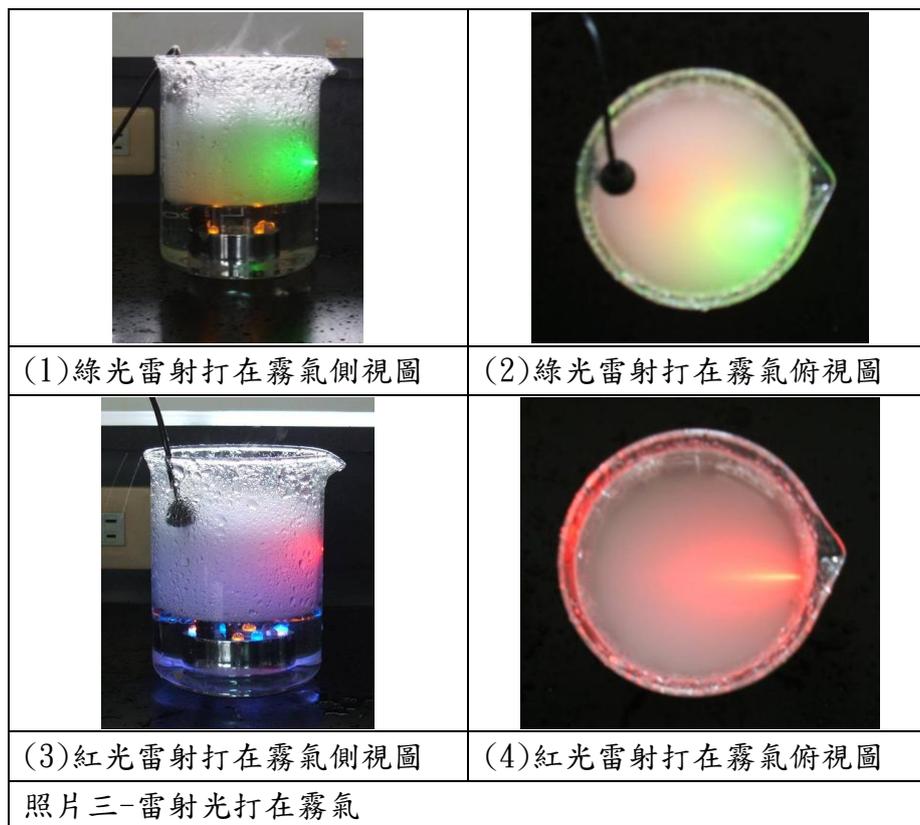
整體而言，以平均值來看，我們可以看到起霧前後的一些天氣變化，特別是在起霧前氣溫會逐漸上升，起霧前一天的風速會最低、風向會由東北風轉為南至西南風，似乎代表著金門大濃霧的發生有些徵兆可循，可以做為預報的參考。不過因為我們分析的是平均值，而不是每一個個案，因此目前的結果只是一個大概趨勢，未來還可以進一步去分析每個個案，檢視有多少個案符合這種情況。

二、第二部份：人造霧實驗

(一)造霧器的霧之基本性質

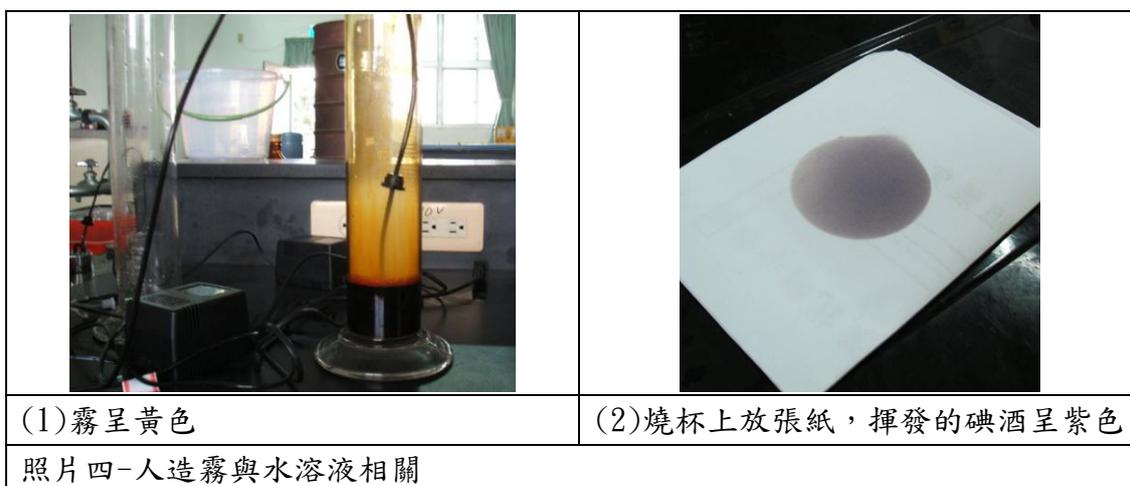


實驗中發現，任何開口的燒杯，對同一高度相同的液體，霧氣上升的高度差異不大。我們還發現，雷射光無法穿過我們造出來的霧。



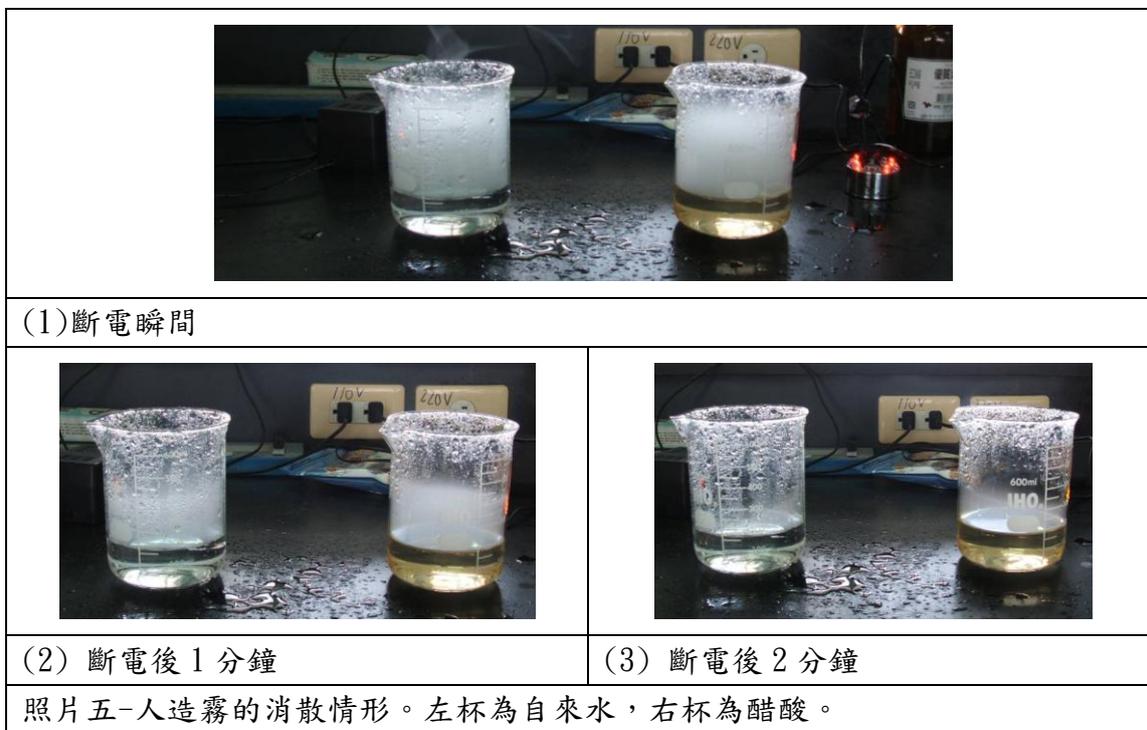
我們製造出來的霧水無法通過雷射光，顯示造霧器造出的霧水對雷射光線有很好的散射效果，因此可以確定，我們製造出來的霧水是非常微小的分子，可以用來類比真實的霧水。

此外，製造出來的霧從碘酒的實驗中發現，其性質與測試的水溶液是相關的。因此我們可以由改變水溶液來改變霧的性質。

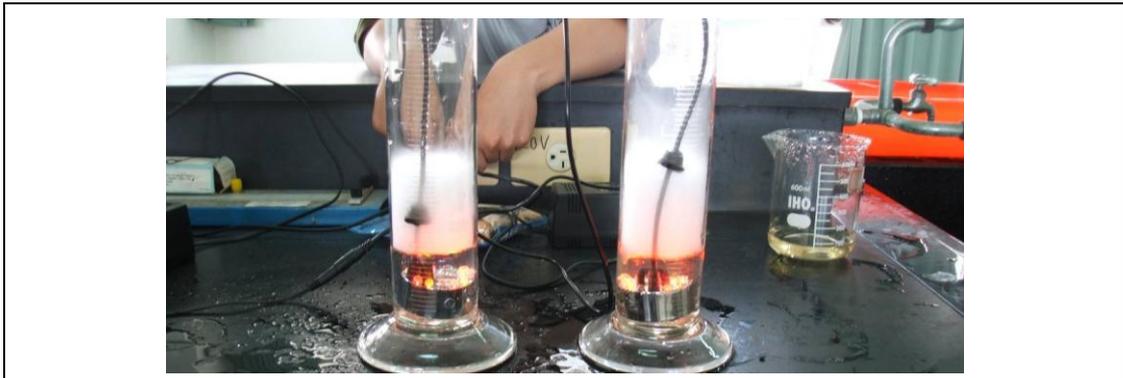


(二)常態下造霧器實驗

在實驗的過程中，我們發現一個特別的現象，就是我們嘗試把造霧器放入醋酸溶液裡，在斷電後似乎有感覺到消散的速度比水慢，於是我們用相同的燒杯，同時實驗，對照醋酸霧和自來水霧的差異，並每分鐘拍照做記錄。



使用較長的試管來做相同的實驗：



(1) 斷電瞬間



(2) 斷電後 1 分鐘

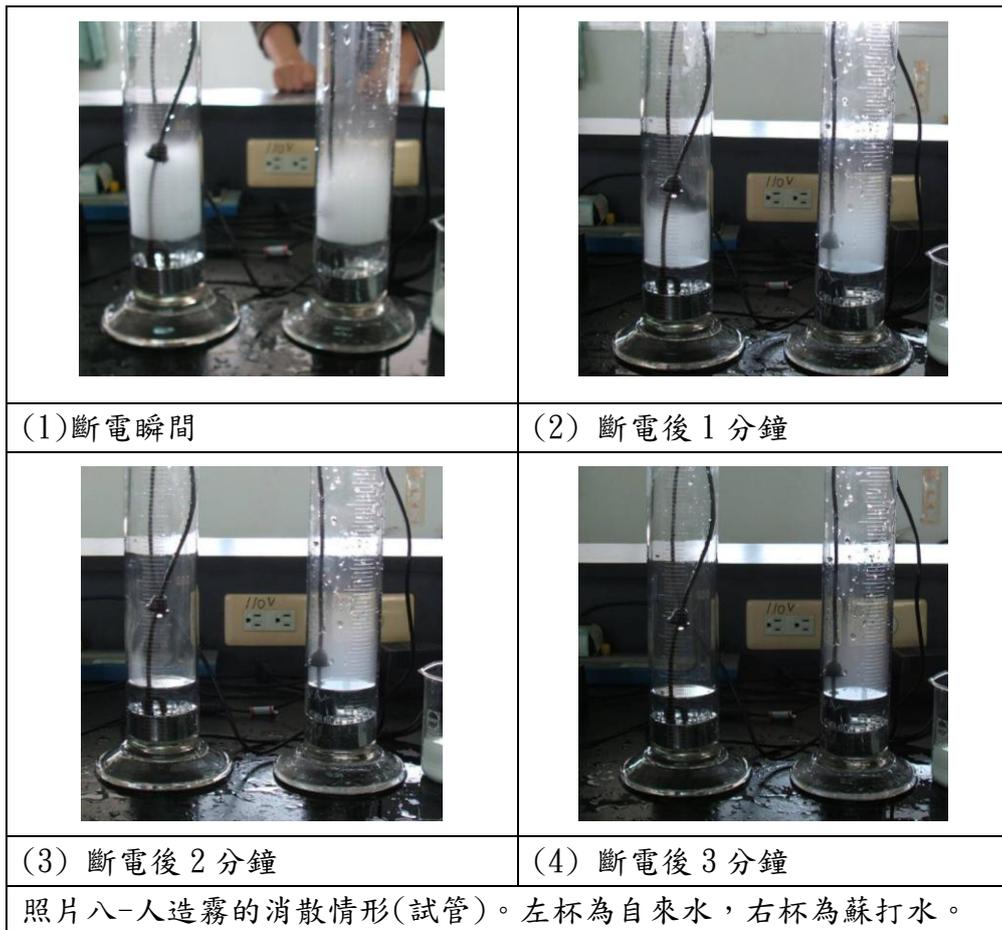
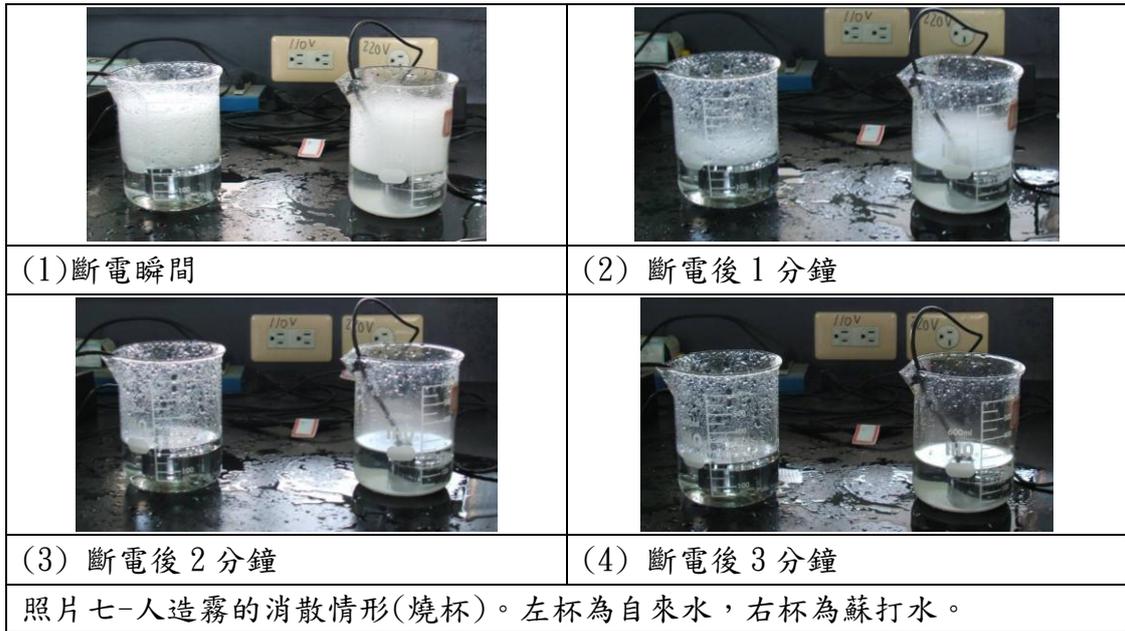


(3) 斷電後 2 分鐘

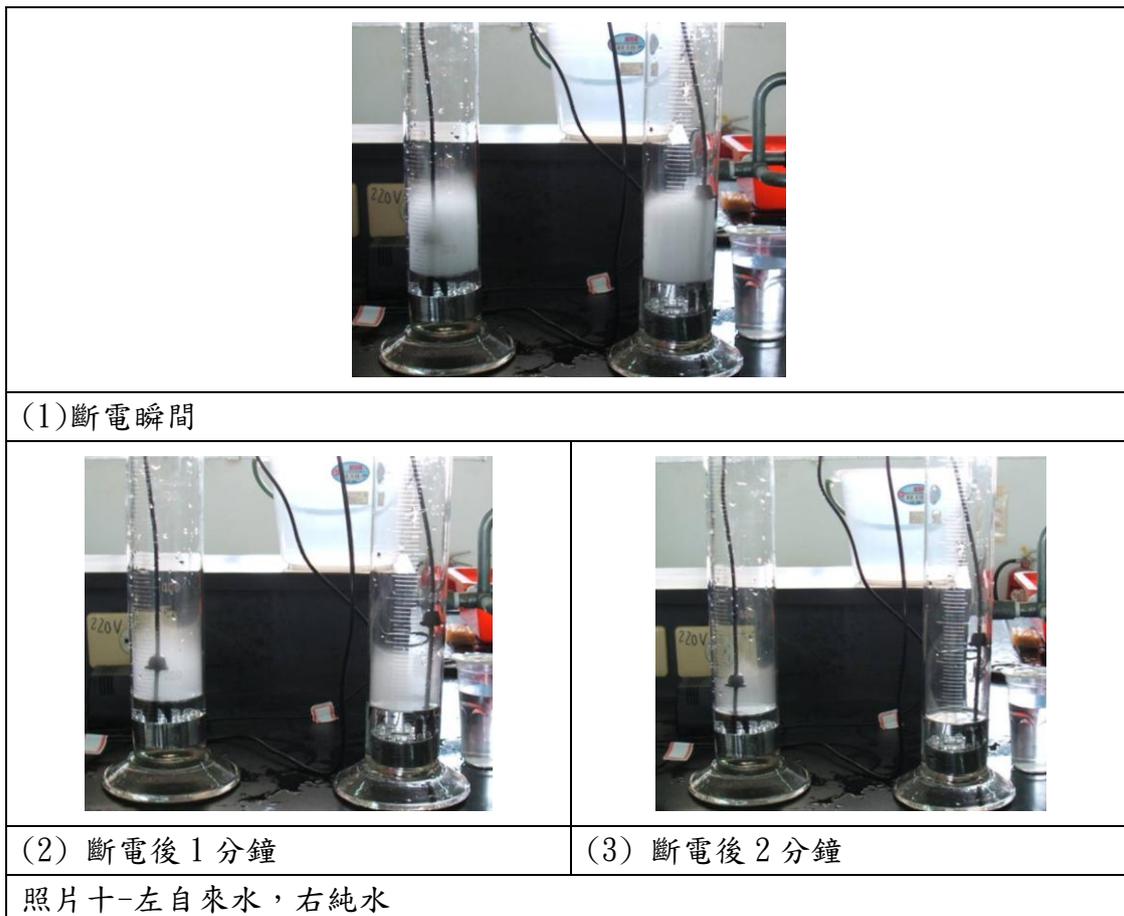
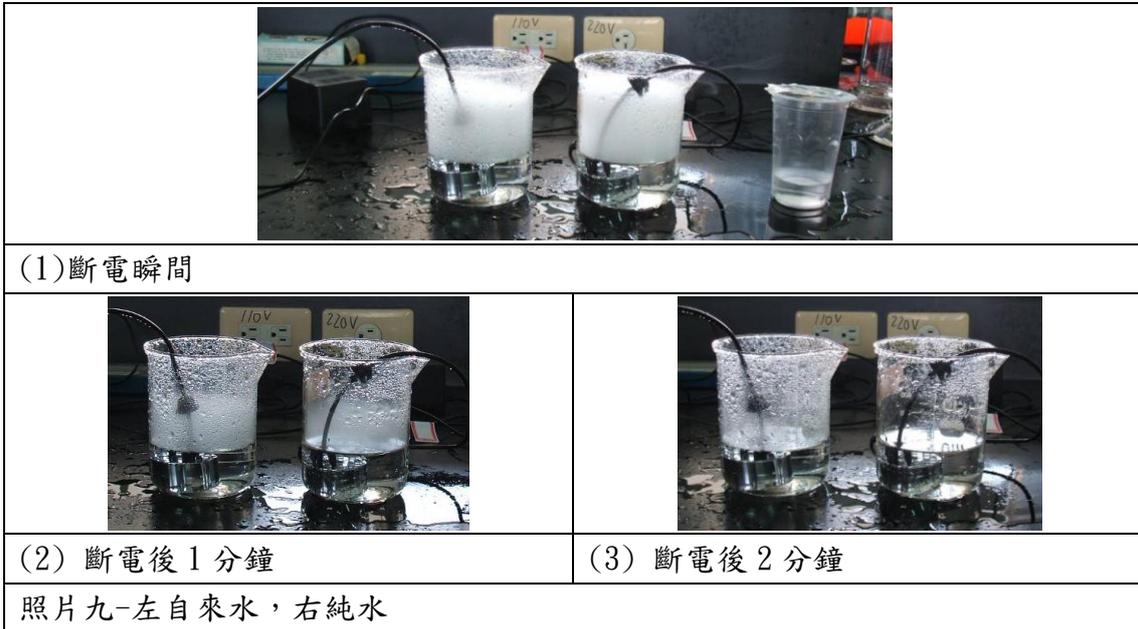
照片六-人造霧的消散情形。左杯為自來水，右杯為醋酸。

不論是燒杯或是長管，自來水皆在 2 分 15 秒左右散去，而醋酸大約在 2 分 45 秒左右散去。

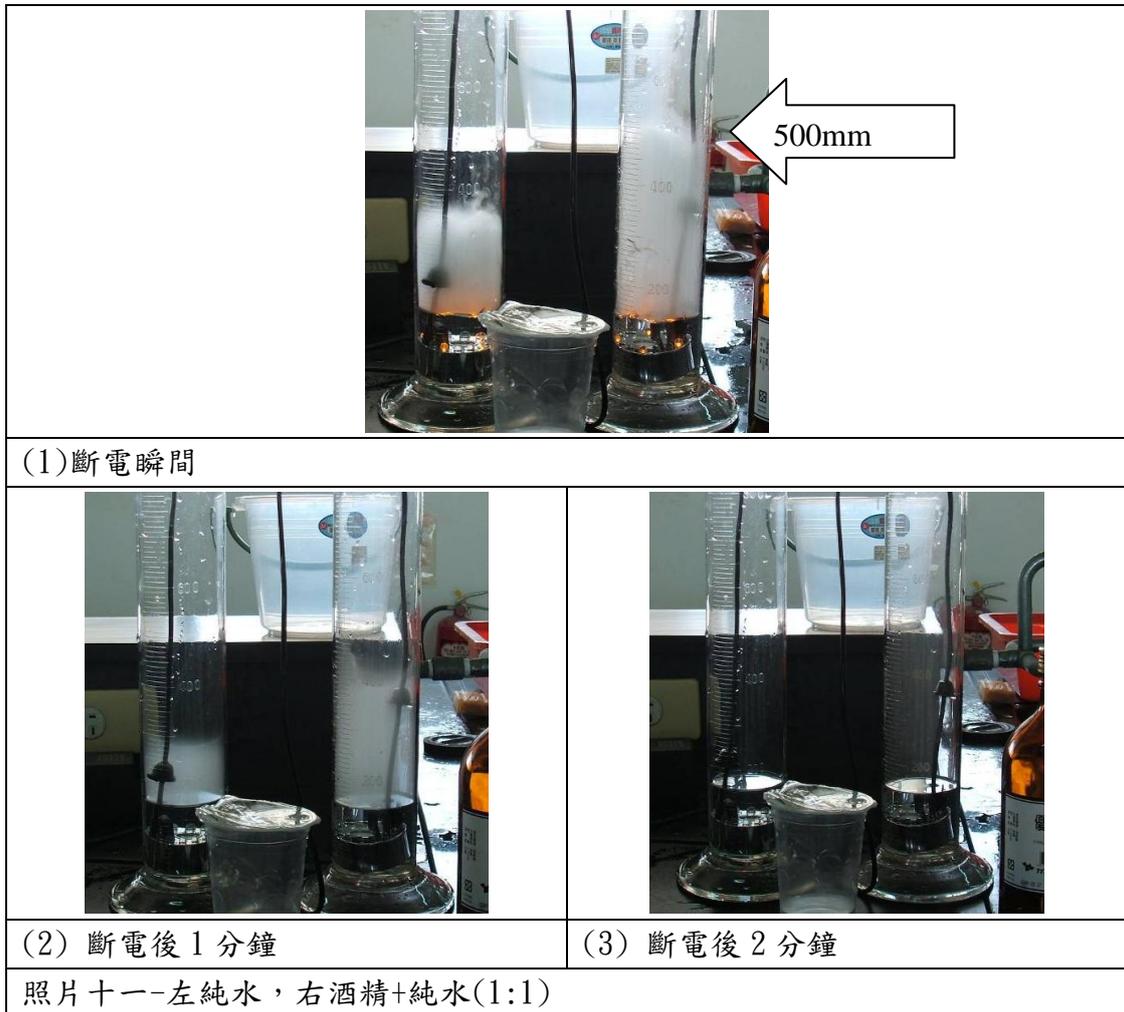
我們開始懷疑水中的雜質會影響霧散去的速率，於是我們使用飽和的蘇打水溶液來做相同的實驗。亦使用較長的試管來做。小蘇打水的霧氣完全散去的時間大約是 3 分 30 秒左右。

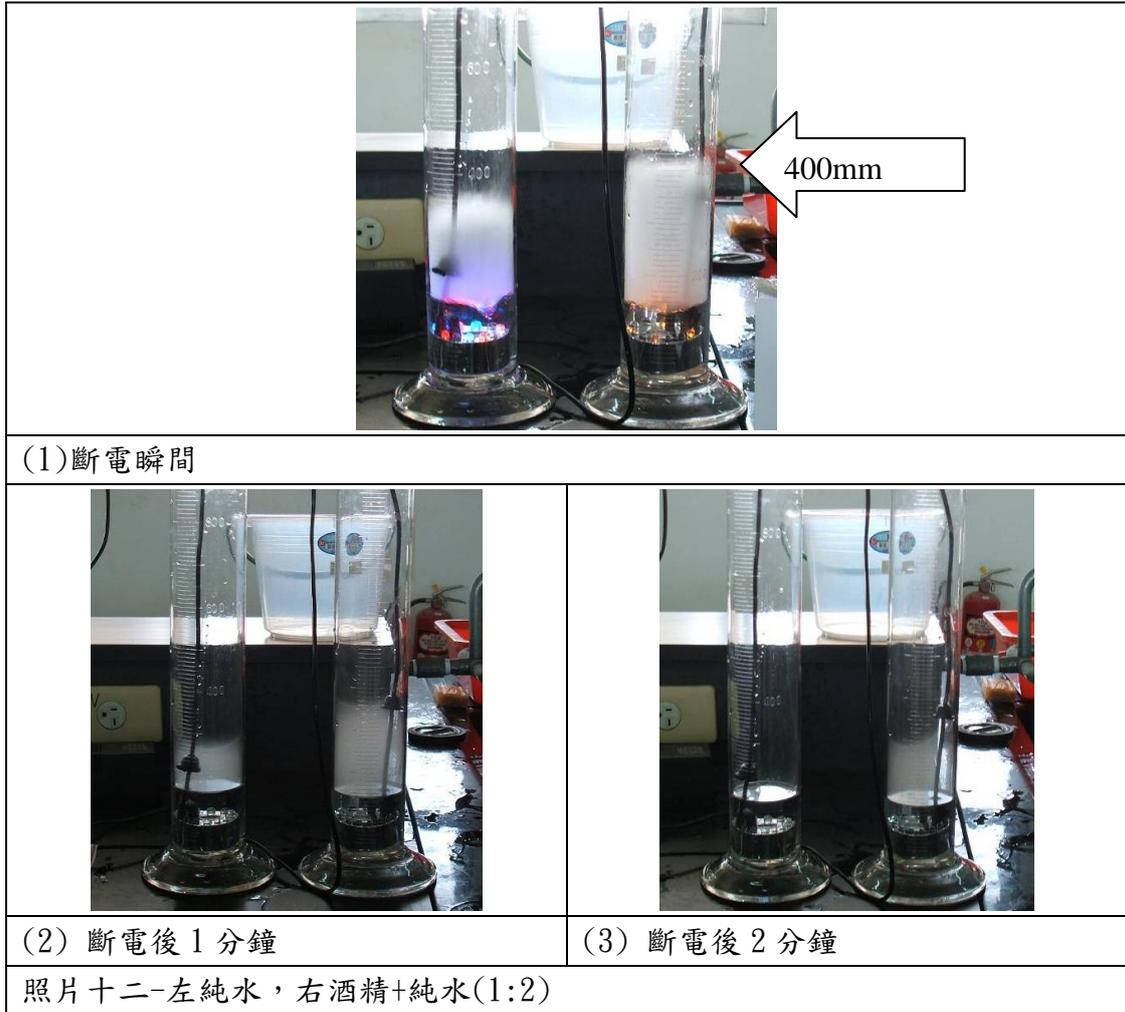


因為我們都使用自來水做為對照組，而開始懷疑自來水中亦有部分的雜質，於是我們再用純水實驗對照。亦使用較長的試管來做。純水散去的时间比自來水快的許多，大約在 1 分 45 秒左右。



實驗中我們推測雜質會影響消散速率，故又試了其他許許多多的溶液，赫然發現酒精溶液霧的高度比其他還來的高，於是推測是否因揮發性之故，從而調整變因(改變酒精比例)，並使用純水來做對照組。





實驗發現，酒精溶液散去的時間比純水慢，大約在 2 分 15 秒左右，於是確定霧水中若有雜質，雜質是影響消散速率的因素。並在酒精溶液與純水的實驗中發現，酒精溶液霧的高度會較高，當酒精與水 1:1 時長管高度約在 500mm，而 1:2 時高度約在 400mm，這應該是溶液揮發性所造成的結果，且兩組的酒精溶液消散時間約略是一樣。

接著我們又做了許許多多的溶液實驗去觀察霧與雜質的關係。實驗中我們發現，雖然酒精溶液的霧散去之時間並不會因為酒精與水的比例而變(只會影響平衡時霧水的高度)，但食鹽水與銨水，濃度降低後霧散的速率反而變慢，整理表格如下：

溶液	消散時間	溶液	消散時間
自來水	2分15秒	純水	1分45秒
醋酸	2分45秒	碘酒	2分
蘇打水	3分30秒	酒精溶液	2分15秒
飽合食鹽水	5分30秒	生理食鹽水	6分30秒
濃銨水	1分30秒	稀銨水(1:1)	2分15秒

表二-各溶液消散時間

觀察實驗的結果發現，霧散去所花費的時間似乎和溶液主要物質的分子量有關，因此我們合理推測，可能和化學課所學到的擴散速率有關，分子移動的速率比和分子量的根號成反比，所以霧散去的時間理論上是和分子量的根號(\sqrt{m})成正比，於是我們整理我們實驗主要物質的分子量，並開根號求得其數值的比。

溶液	純水	醋酸	蘇打水	酒精溶液	濃銨水	稀銨水
分子量 m	18	60	84	46	17	17
\sqrt{m}	4.24	7.7	9.16	6.78	4.1	4.1
$\sqrt{m/18}$	1	1.83	2.16	1.60	0.97	0.97
T/T_w	1	1.57	2	1.14	0.85	1.29

表三-分子量、根號分子量、根號分子量與水的比值、與純水的散去時間比

實驗的結果，消散時間與水的比值大多比理論值低，推測水滴雖然有混合物質，但還是由水的成分在主導。較稀的銨水散去的時間比理論值要久，推測與銨易溶於水的特性，在稀銨水中有足夠的水份讓銨補捉，因而讓稀銨水消散的時間變的比理論值大。

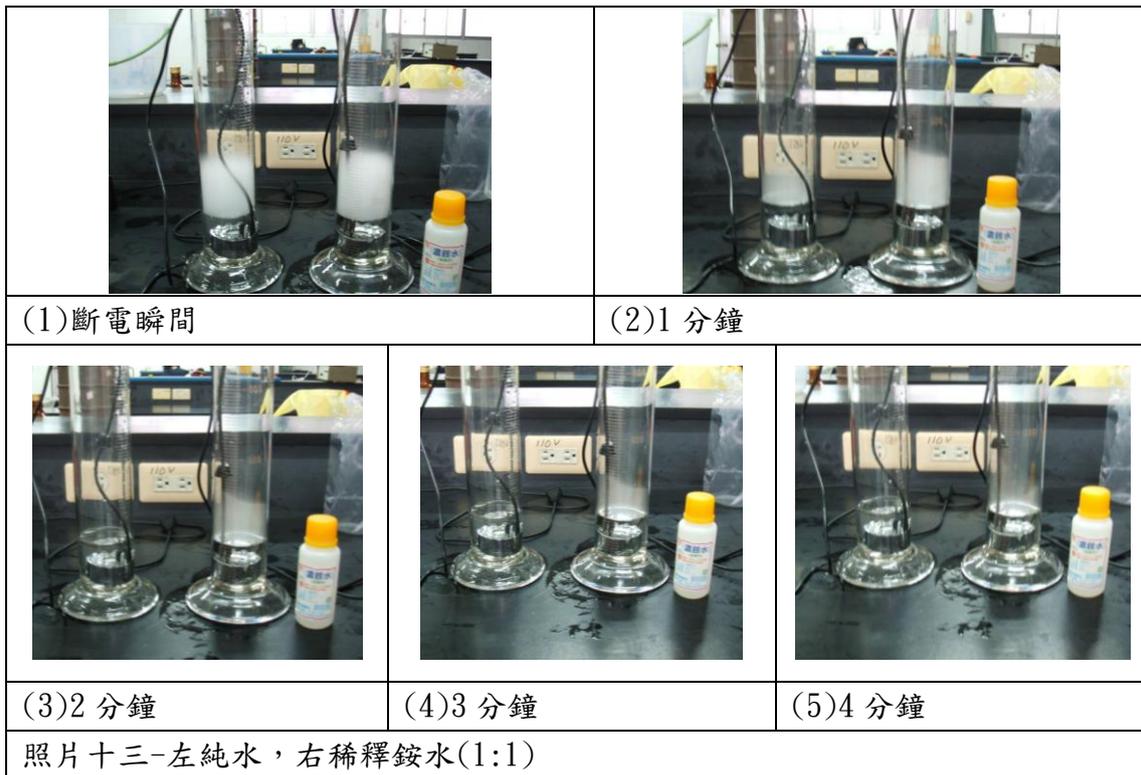
溶液	飽合食鹽水	生理食鹽水
分子量 m	58.5	58.5
\sqrt{m}	7.65	7.65
$\sqrt{m/18}$	1.80	1.80
T/T_w	3.14	3.71

表四-食鹽的分子量、根號分子量、根號分子量與水的比值、與純水的散去時間比

生理食鹽水與飽合食鹽水霧水散去的速率比理論值慢的許多，顯示鹽類的水氣有不一樣的特性。

(三)潮溼環境下造霧器實驗

金門在四月經常起霧，某次的實驗中，發現所有的實驗結果，除了純水外，霧散去的时间都比以往慢了許多，甚至到十分鐘之久還無法散去，才發現在高溼度的環境下，霧水散去的时间要比正常溫溼的狀況下多很多的时间，於是我們在相對溼度 90% 以上的時候，做了相同的實驗，整理成表格如下。



經過一系列的實驗，其結果明顯的比正常溼度下霧散去所花費的时间慢了許多，且散去的时间很難固定，因此我們只能大致整理出霧到極稀薄所花費的时间，比較特別的是，純水完全散去的速率完全不受環境影響，這是個非常有趣的現象。

溶液	消散時間	溶液	消散時間
自來水	3 分 30 秒	純水	1 分 45 秒
醋酸	5 分 45 秒	酒精溶液	8 分 15 秒
蘇打水	7 分 20 秒	碘酒	無實驗
飽合食鹽水	6 分 30 秒	生理食鹽水	7 分 15 秒
濃銨水	5 分 30 秒	稀銨水	6 分

表五-各溶液消散時間

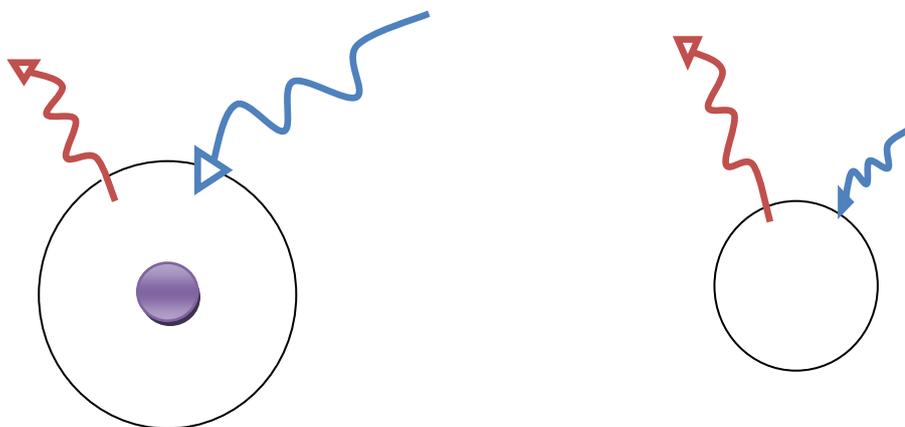
(四)第二部分實驗結果討論

對此，我們查了許多資料，想探究為何無雜質的純水並不受到環境濕度的影響，由參考資料七中得知，霧的形成需要凝結核，若沒有凝結核，水氣也未必會發生凝結，而在第二部分的實驗中，若水溶液中含有雜質，經由造霧器所形成霧水中即含有眾多的粒子可作為凝結核，一般開放的環境下，相對溼度並不到 100%，故人造霧所製造出的霧會逐漸消散，但是造霧器所製造出來的霧水中一定含有溶液的雜質，所以我們推測以下原因讓有雜質的霧水消散時間變長：

斷電後，有凝結核的水珠在吸熱的同時也會併吞其他水珠，而這個吸熱與附著水珠的過程，讓水珠變成水蒸氣的時間增加。另外，鹽是非常好的凝結核(參考資料七)，吸溼性很強，這也說明含鹽的水氣消散的時間比理論值慢很多的原因。

而純水並沒有含任何的雜質，因此，即使在高溼度的環境下，也不受凝結核的影響，由參考資料七中可知，在絕對潔淨的空氣中，只要沒有凝結核，即使相對溼度達 100% 也不會產生霧水，因此，純水的霧消散所花費的時間，就是讓水珠吸收足夠的熱後變成水蒸氣的時間，影響純水的霧變成水蒸氣的因素只剩下吸熱的速率，因此不論環境的溼度如何改變，純水的消散時間完全相同。

由以上的討論可以得知，凝結核是影響霧水消散時間的重要因子。



圖十：大小水珠消散與凝結示意圖。藍色為凝結，紅色為蒸發，紫色圓表凝結核。理論上，若有凝結核，可提供水氣附著，即形成半徑較大、曲率較小的水珠，附著速率會較快，消散則較慢。若無凝結核，曲率較大，消散會較快、附著較慢。然而，在一般開放空間下，未到達飽和蒸氣壓，消散大於附著的速率，我們所看見的霧便會逐漸消散。

陸、 結論

一、第一部份：

- (一)、利用金門氣象站提供之 2004 至 2011 年日平均能見度資料，顯示金門易起濃霧的季節為二月至五月。其中這八年內以四月的霧日最多、五月的霧日最少。
- (二)、起霧當天的氣溫、露點、相對濕度平均值大致都比該月份的氣候平均值高，風速大致比氣候平均值低。風向方面，二至五月的氣候平均值為東北風至東風，霧日的平均則是南至西南風。
- (三)、分析起霧前、後五天的變化，發現氣溫、露點、相對濕度大致都在起霧前逐漸上升，起霧當天達最高點，起霧之後逐漸下降。風速則是在起霧的前一天最低。風向在起霧前是東北風至東風，起霧前一天則轉變為南至西南風，並持續至起霧當天，起霧後一天又恢復為東北風至東風。

二、第二部份：

- (一)、霧水消散的時間和溶質分子量的根號有正比關係。
- (二)、酒精的揮發性質會影響造霧時的平衡高度，但不影響消散的時間。
- (三)、食鹽水溶液所造的霧消散時間較一般溶液時間長，且比理論時間高出 1.5 倍。
- (四)、環境濕度較高霧消散較慢。若溶液為無雜質的純水，則不影響消散時間。

柒、 展望

從霧日的資料分析中，我們可以更了解起霧時的氣象狀況，尤其也發現金門濃霧的發生是有些徵兆可循，未來若能逐一個案探討，並配合霧日的地面天氣圖，就更能掌握導致金門濃霧的氣象因子與天氣狀況。希望將來能準確預測金門的霧日，如此一來，就可以事先知道哪幾天不適合搭機，行程不致於被霧打亂，也就不再用「霧望在莒」、或受困機場而對著太武山「望霧興嘆」了。

我們已知含有溶質的霧水較純水形成的霧水消散時間慢。若能降低空氣中的汙染、使懸浮粒子減少，或許就能減少霧對我們所造成的傷害。當人類愛護地球的同時，也是造福了我們自己本身，如何與地球永續發展下去，是我們該學習的課題，以及現在要努力的方向！

捌、參考資料

一、漫步霧裡 酸霧比酸雨還酸

http://news.rti.org.tw/index_newsContent.aspx?nid=312228

二、小倉義光(1995)。普通氣象學。台北市，國立編輯館。

三、金門國家公園管理處

http://www.kmnp.gov.tw/ct/index.php?option=com_content&view=article&id=689:2010-06-07-03-49-06&catid=93:2010-06-07-03-45-39&Itemid=273

四、氣象局 氣象百科--霧

<http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/me024.htm>

五、高中基礎地球科學，游鎮鋒主編，泰宇出版。

六、基礎化學三，陳竹亭主編，泰宇出版。

七、香港天氣資訊中心

<http://www.weather.com.hk/learn/cloud.asp#4>

【評語】 040502

很具鄉土性與日常生活實用性之科展題目。作法仔細且完整，學生獨立操作完成之比例高，平均之偏差量可以加強分析。另外海溫空間分布之影響也是重要因素應進一步分析探討。氣象資料日期稍短，基本觀念清楚，主題有生活實用性，科學方法適切，鄉土性高。團隊表現佳，可再針對起霧原因作進一步探討。