

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 地球科學科

第二名

030509

霧會說天氣

學校名稱：臺中市立黎明國民中學

作者： 國一 童士維	指導老師： 黃匯芸 童進昌
---------------	---------------------

關鍵詞：霧

# 霧會說天氣

## 摘要

本研究是透過兩年的住家實測與空軍氣象聯隊近十年的觀測資料來探究霧的特性，同時嘗試以霧的特性來檢視未來的天氣狀況。研究結果發現：

- 一、影響家鄉夏霧出現較少的原因：夏季氣溫較高、日溫差較小、需要較多的水氣、風速較微弱、凝結核的量較少。
- 二、家鄉起霧的時刻最常發生在上午 7 點；約有 54% 的霧在家鄉起霧後的 2 小時內會消失。
- 三、如果霧出現在 13 點前後，則未來天氣下雨機率為 44%；四季中以夏季霧後下雨的機率 56% 最高。
- 四、只持續 1 小時內的霧，下雨的機率約 29%；但若超過 11 小時，則下雨的機率幾乎為 0。

## 壹、研究動機

- 一、在國小對霧的研究時，我發現四季中以夏季出現霧的次數最少，但是是什麼原因造成的？我很想找出原因。
- 二、在住家對霧的兩年實測中發現，如果早晨有霧出現時，通常當天是晴天的機會很高。因此，我很好奇是否可以使用霧的一些特性來預測未來天氣呢？
- 三、之前住家實測時因為多數只能在晚上六點到十點，所以無法知道一天中其他時間點有霧出現時的次數變化情形以及特性，所以我想找出辦法來解決這個問題。

教材相關單元：國中社會一上。第一篇台灣的环境（上）。第 4 章天氣與氣候。

## 貳、研究目的

- 一、以住家兩年實測資料，探究家鄉四季中夏霧出現次數較少的原因。
- 二、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，分析家鄉不同時間霧的出現次數變化情形。
- 三、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉有霧出現時的特性。
- 四、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉霧的特性和未來天氣狀況的關係。

## 參、研究設備及器材

- 一、實測器材：乾溼球溫度計、最高溫及最低溫溫度計、風速計。
- 二、實測資料：從民國 98 年 3 月~100 年 2 月記錄住家每日的最高及最低溫度，並於晚上六點到十點，每隔一小時記錄氣溫、相對溼度、風速，同時觀察是否有霧出現，然後再於隔日早晨約六點左右看看是否有霧出現。
- 三、測站資料：
  - （一）空軍氣象聯隊清泉崗基地氣象觀測資料（90~99 年）所得的氣溫、能見度、雨量。
  - （二）下載 98 年 3 月~100 年 2 月行政院環保署西屯空氣品質監測站所監測的懸浮微粒濃度。

## 肆、研究過程與結果

### 一、以住家兩年實測資料，探究家鄉四季中夏霧出現次數較少的原因。

#### (一) 以住家兩年實測資料，探究家鄉不同季節霧的出現次數變化情形。

說明：本研究中春季指 3-5 月、夏季為 6-8 月、秋季為 9-11 月、冬至則為 12-2 月。

方法：以住家兩年的實測，分別統計家鄉不同季節早霧及晚霧的出現次數變化情形，若同一晚上有兩個不同時段以上出現霧，則該日晚霧出現的次數仍以一次計。

結果：如圖 1-1。

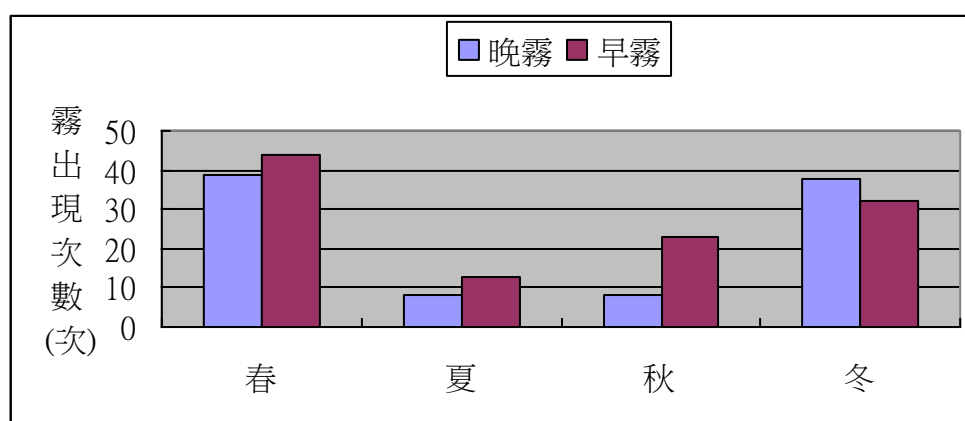


圖 1-1：家鄉不同季節早霧和晚霧的出現次數

發現：冬春兩季是家鄉有霧出現較多的季節；而夏秋兩季則較少，其中又以夏季出現霧的次數最少。

討論：家鄉因為位於 200-300 公尺的大肚山台地上，西邊鄰近台灣海峽，所以常會因有海風的吹拂帶來大量的水氣，若再加上因地面輻射冷卻的效應，而使在近地表的水氣遇冷凝結成小水滴，而形成輻射霧或平流輻射霧。因此在家鄉晚上或清晨看見霧的機會還不小，再則由圖 1-1 中也可發現，早晨出現霧的次數，比晚上出現霧的次數還多，這似乎可以說明家鄉的霧主要仍是由因為輻射冷卻而形成的輻射霧居多。可是，我們很好奇，家鄉夏季出現霧的日數為什麼較少？因此，我們嘗試再以住家兩年的實測資料中，氣溫、相對溼度、風速、以及懸浮微粒等逐一作探討，看看能否找出造成夏霧出現較少的原因。

(二) 以住家兩年實測資料，探究家鄉夏霧出現較少的原因。

方法：從在家鄉兩年的實測資料中所得的晚上 6~10 點的氣溫、相對溼度、風速、以及當日最高溫及溫差（當日最高溫減去隔日最低溫）和西屯空氣品質測站所監測的浮塵微粒濃度等數值資料，分別依四季加以平均，然後再加以比較，以探究四季中夏霧出現較少的原因。

結果：如圖 1-2~圖 1-8。

家鄉夏霧出現較少的可能原因探究 1：氣溫及日最高溫的高低

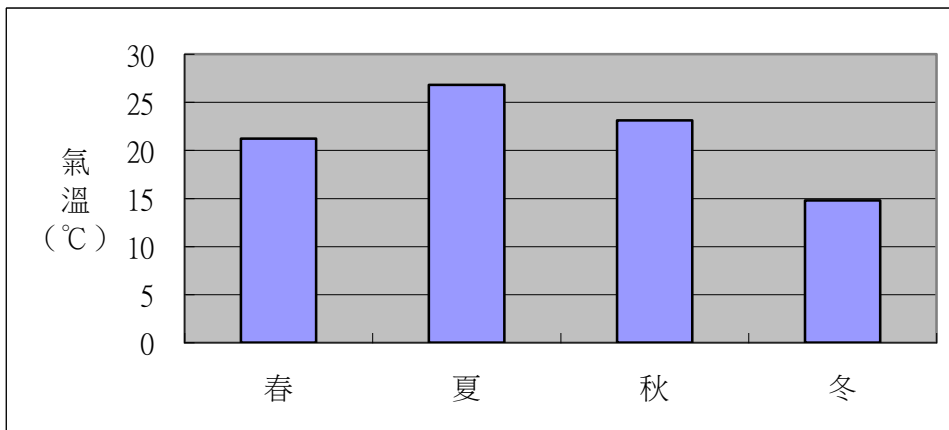


圖 1-2：四季中晚上平均氣溫的比較

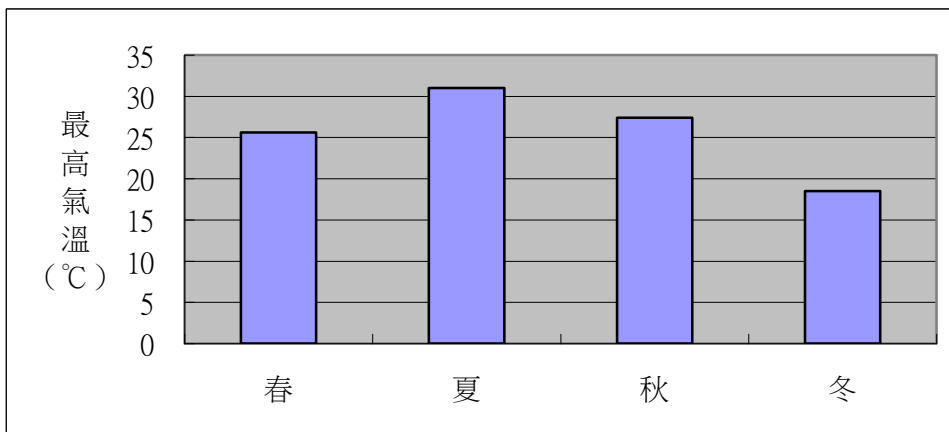


圖 1-3：四季中日平均最高氣溫的比較

發現：四季中晚上平均氣溫及日平均最高氣溫均以夏季最高，冬季最低。

討論：家鄉夏季溫度較高，晚上平均氣溫約在 26.8°C，和冬季的平均氣溫甚至相差約 12°C。因為在相近的環境下，溫度越高，所能容納的水氣也就越多，所以要讓水氣達到飽和也就較難，因此空氣中的水氣較難凝結出來。另外，我們也懷疑是否夏季的每日白天最高溫和隔日清晨的最低溫溫差較小，而影響成霧的效果，因此，再就四季中的溫差做一統計比較，結果如圖 1-4，我們發現夏季的日溫差最小，也就是說地表散熱較慢，因此可能造成氣溫在晚上或清晨還沒來得及冷卻達露點時，太陽就又已經升上來，所以形成霧的機會就更小了。

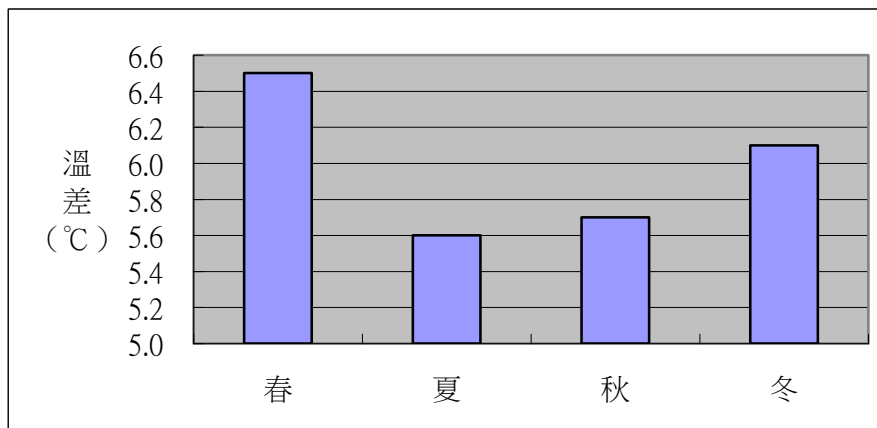


圖 1-4：四季中溫差的比較

### 家鄉夏霧出現較少的可能原因探究 2：相對溼度的高低

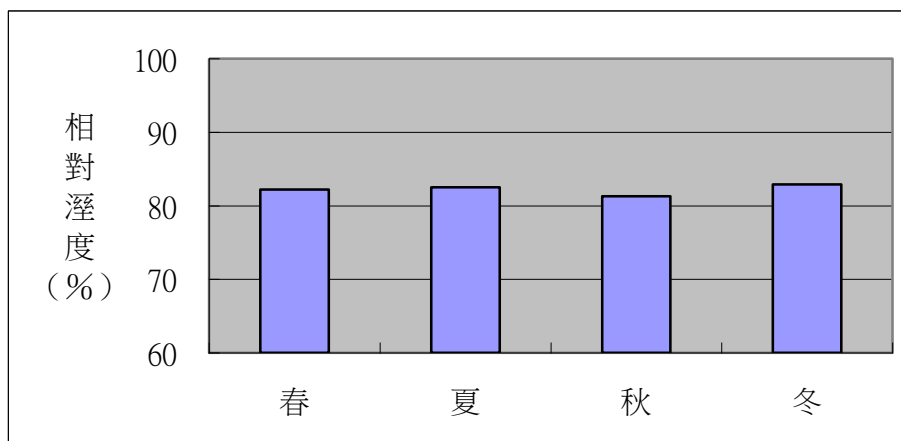


圖 1-5：四季中晚上平均相對溼度的比較

發現：相對溼度四季都差不多，大都在 82% 左右。

討論：由圖 1-5 來看，發現四季的相對溼度變化不大，但正如前述，因為夏季溫度較高，所以需要的水氣要更多才容易達到飽和，因此夏季也就較難形成霧，而且在實測中發現，夏季有霧出現時大多是在下雨的前後，可見，夏季要形成霧時，需要相當高的相對溼度才行。為了再次驗證我們的想法，我們將四季中有霧和無霧的相對溼度資料先分開，然後再分別以四季做平均，結果如圖 1-6，由圖中我們可以發現夏季有霧時的相對溼度竟然需要高達近 95%，大於其他三季。

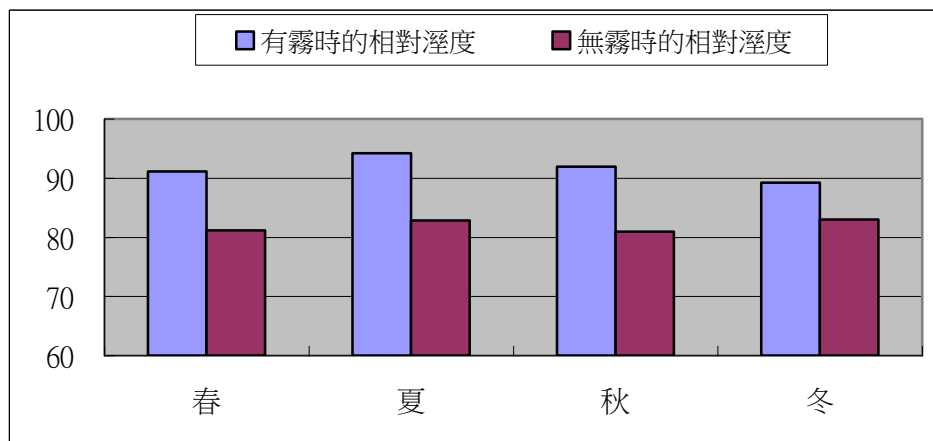


圖 1-6：四季中有霧時的相對溼度比較

### 家鄉夏霧出現較少的可能原因探究 3：風速的大小

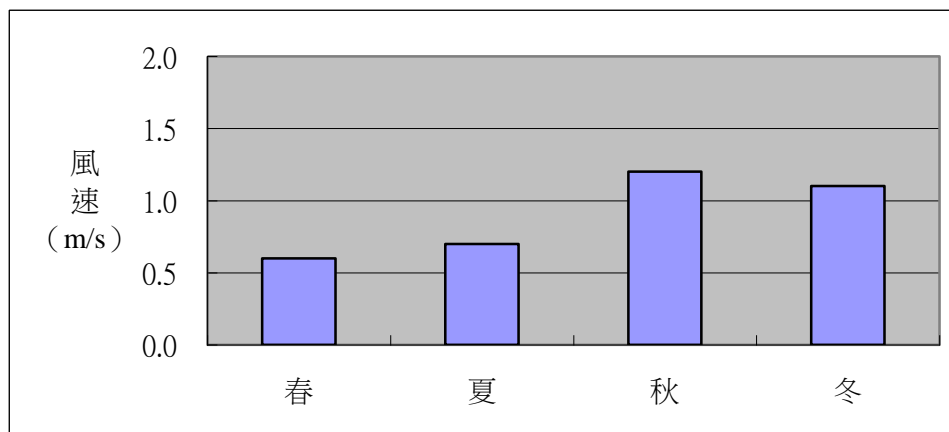


圖 1-7：四季中晚上平均風速的比較

發現：風速以秋冬兩季風速較大，春夏兩季的風速則略小。

討論：風是空氣流動造成的，它可以增進空氣的冷卻，因此要形成霧時，就需要有風的幫忙，但是當風速太小或靜止時，空氣的冷卻效果就顯得較弱，而風太強時，又容易把凝結出的小水滴打散，而不易集結形成霧。因此在夏季溫度高，再加上日溫差較小的情況下，此時如果又沒有較大的風速來加速空氣的冷卻，就不容易使空氣的氣溫降到露點以下，而有形成霧的機會。

## 夏霧出現較少的可能原因探究 4：凝結核的多寡

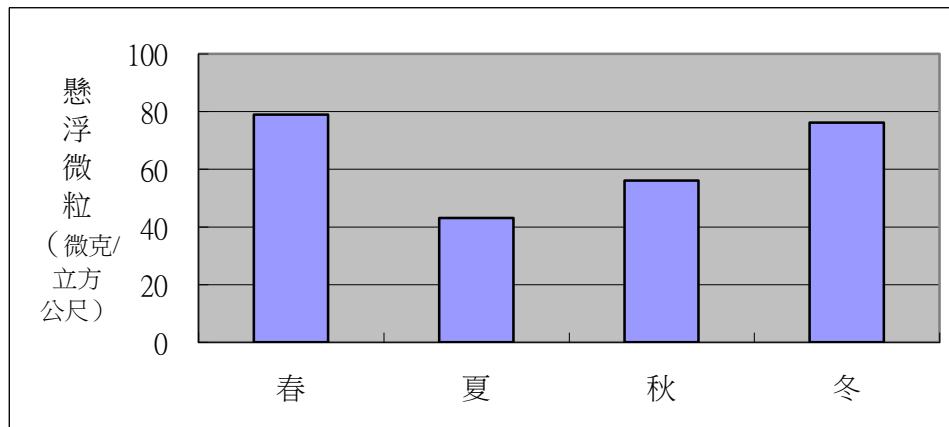


圖 1-8：四季中晚上懸浮微粒的平均濃度比較

發現：懸浮微粒的濃度以春冬兩季較大，夏季較小。

討論：要形成霧的條件之一，除了空氣中要有大量的水氣之外，還要有充足的凝結核，而凝結核是懸浮在空氣中微小的固體微粒，像道路的揚塵、海鹽等，而我們的研究選用懸浮微粒來當凝結核作探討，一方面是因為它的大小和可充當水氣附著的凝結核大小相當，其次是它是可被測量的。在我們所研讀過的一些文獻資料中顯示「懸浮微粒濃度越小，所產生霧的機會也就越小。」而從圖 1-8 中發現，夏季的懸浮微粒濃度的確較小，因此我們認為空氣中的水氣能附著在凝結核上的機會自然也較小，所以產生霧的機會也就更小了。

## 夏霧出現較少的可能原因探究總結

其實影響是否有霧的因素是多樣的，而絕對不是單一的一個因素造成的。而且它們之間也或多或少彼此影響著。例如以擔任凝結核角色中的懸浮微粒而言，夏季溫度高，空氣對流較旺盛，使得懸浮微粒容易被帶開，同時夏季上升氣流力道也較強，連帶使中心的氣壓數值降低，而使得讓懸浮微粒更不容易被壓制在近地面上，再加上夏季豐沛雨量的洗禮，懸浮微粒隨著雨滴落到地面，導致懸浮微粒濃度降低，因而使得夏季產生霧的機會又相形減少。不過由住家的實測資料分析及討論中，我們仍嘗試歸納出在家鄉中，**夏霧出現較少的原因**：

1. 氣溫較高。
2. 日溫差較小。
3. 需要較多的水氣。
4. 風速較微弱。
5. 凝結核的量較少。



◎100 年 12 月 7 日家鄉的霧能見度不到 50 公尺，上學之前我特別拍下右上這朦朧的畫面。

(三) 以住家兩年實測資料，探究諺語「春霧日頭，夏霧雨」的真實性與原因。

說明：在實測過程中我們發現，一年中，雖然夏霧的出現次數較少，但成霧前或後似乎常伴隨著下雨，同時我們也在研讀資料中發現「春霧日頭，夏霧雨」的諺語，所以我們針對這個發現，希望藉由這次實測資料來做一次諺語的驗證。

方法：先從實測資料中，找出早晨有霧的資料，然後再依四季分別統計早晨有霧後，當日白天（晚上六點前）出現晴天和雨天的百分比。

結果：如表 1-1、圖 1-9。

表 1-1：四季中早晨有霧的當天天氣狀況比較

時間	春	夏	秋	冬
晴天機率(%)	91	38	96	89
雨天機率(%)	9	62	4	11

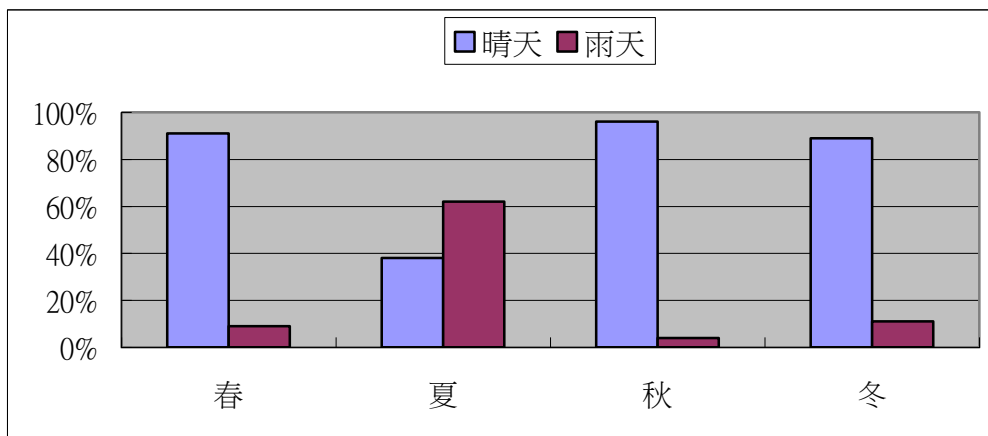


圖 1-9：四季中早晨有霧的當天天氣狀況比較

發現：春秋冬三季早晨有霧時的當天天氣，晴天的機率，大都約在 90%左右，然而夏季早晨有霧時的天氣狀況，雨天的機率則是大於晴天，約在 60%左右。

討論：在探究諺語「春霧日頭，夏霧雨」上，我們發現春秋冬三季有霧的早晨，當天的晴天機率較大，夏季則是雨天較多。探究其原因，我們可以綜合前述的天氣因素來加以解釋：在夏天因晝長夜短，所以地面可以吸收到的太陽光也就較多，可是在夏天地面散熱的速度又較慢，往往在地表的溫度還沒下降到露點以下時，太陽又升起來了，所以就更加不容易形成霧了。而如果夏季出現了霧，表示地面附近非常的潮溼，而且天空又有烏雲擋住太陽光，溫度因此較低，並且不容易上升，如果此時雲量夠多，那就表示有壞天氣要來了，所以就有可能會下雨，因此「春霧日頭，夏霧雨」的諺語，應該是還滿可信的，此外「春霧曝死鬼，夏霧做大水」亦有異曲同工之妙。然而對於其他如「十霧九晴天」、「早晨有霧，明朗如故」之類等我們較為熟知的諺語，對於夏季的霧而言，應就較不恰當了。



## 二、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，分析家鄉不同時間霧的出現次數變化情形。

說明：為了讓研究資料更豐富、更具代表性（將住家原本實測的時間晚上 6 點到 10 點的限制，延伸為一日 24 小時各個時刻的探究、另外也增加霧的濃度、持續時間等探討因素），所以我們特別央求同樣位於家鄉大肚山附近的空軍氣象聯隊清泉崗基地，提供我們近十年的氣象監測資料（共約 87000 筆的資料），以使我們的研究得以更順利分析、更具可信度。

方法：從空軍氣象聯隊十年的氣象觀測資料中，分別統計不同時刻有霧出現（能見度 1 公里以下者）的次數以及不同月份、季節霧的出現日數。（若同一天在不同時段出現兩次以上的霧時，則該日霧的出現日數仍是以一日計算。）

### （一）以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同時刻有霧出現的次數變化情形。

結果：如表 2-1、圖 2-1。

表 2-1：不同時刻有霧出現的次數

有霧時刻(時)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
出現次數(次)	79	75	78	70	70	108	136	113	64	47	31	26
有霧時刻(時)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
出現次數(次)	18	22	12	20	27	43	50	54	59	61	67	76

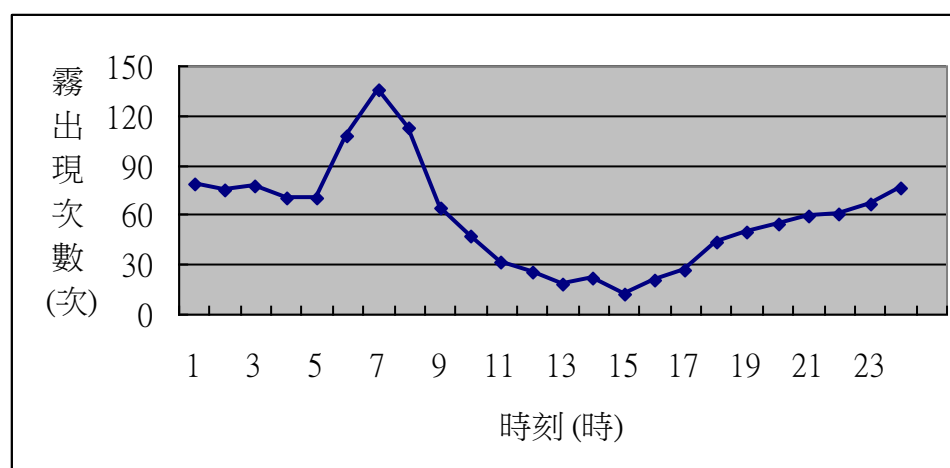


圖 2-1：不同時刻霧出現的次數

發現：1.一天中，以 7 點左右出現霧的次數最多；以 15 點出現的次數最少。

2.一天中，7 點過後出現霧的次數開始逐漸下降，到 15 點來到最低點；15 點過後，霧出現的次數則又開始逐漸上升。

3.從 24 點後到隔日 5 點霧出現的次數較平均，變化不大。

討論：不同時刻霧出現的次數變化情形，我們懷疑和溫度有關係，所以我們將十年中不同時刻的溫度做平均，結果如下圖 2-2。發現的趨勢為，溫度越高，霧出現的次數也越少。但是特別的是，一天中平均溫度最低時是在 5 點，可是它卻不是霧出現最多的時刻，這讓我們覺得很有趣，於是深入探討，覺得可能和空氣中的對流有關，因為在凌晨時大氣都還是冰冷的，空氣對流較不旺盛，使得輻射冷卻都只局限在近地表的大氣中，因此，在 24 點到隔日 5 點的時刻中，霧的出現次數變化也就不大。但太陽出來後開始為地表帶來了熱，讓空氣逐漸有對流的產生，空氣中也開始有了熱量的交換，流動的空氣會把霧的範圍加大，所以霧出現較多的時刻是在 7 點左右。可是太陽一升高，地面溫度跟著上升，凝結成的霧就被蒸發掉，霧也就散失了，因此 8 點過後，霧的出現次數也就開始變少了。但是到了傍晚，太陽逐漸下山，地面又開始因輻射冷卻，而使近地表的水氣逐漸凝結成小水滴形成霧，使得越晚，霧形成的次數也越多。

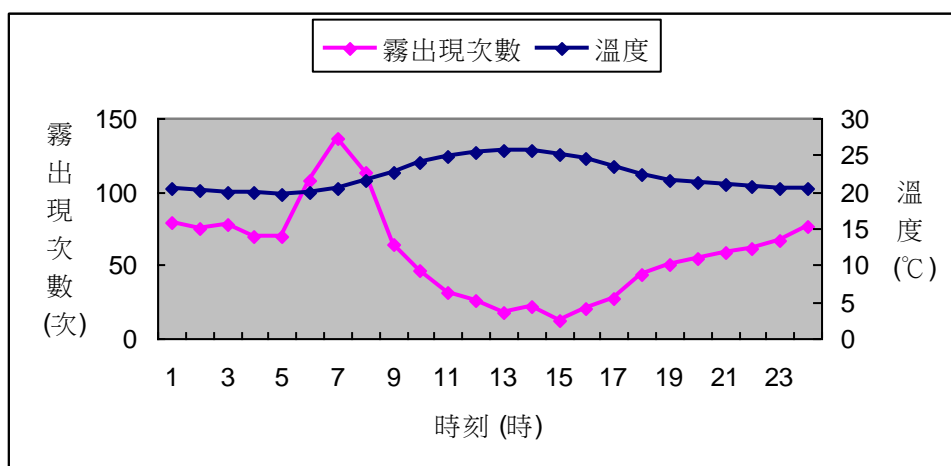


圖 2-2：不同時刻霧出現的次數和溫度的關係

(二) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同月分霧的出現日數變化情形。

結果：圖 2-3。

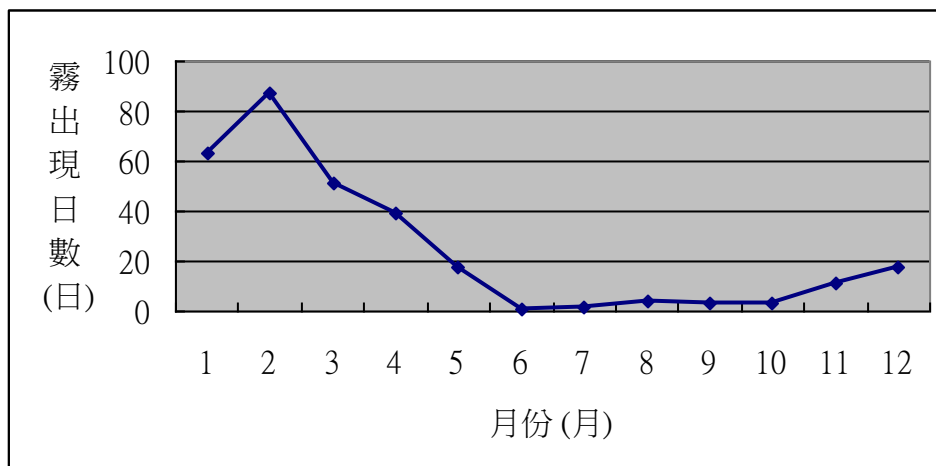


圖 2-3：不同月份霧出現的日數

發現：一年中 1~3 月出現霧的次數較多，而 6~10 月出現霧的次數較少。

(三) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同季節霧的出現日數變化情形。

結果：如圖 2-4。

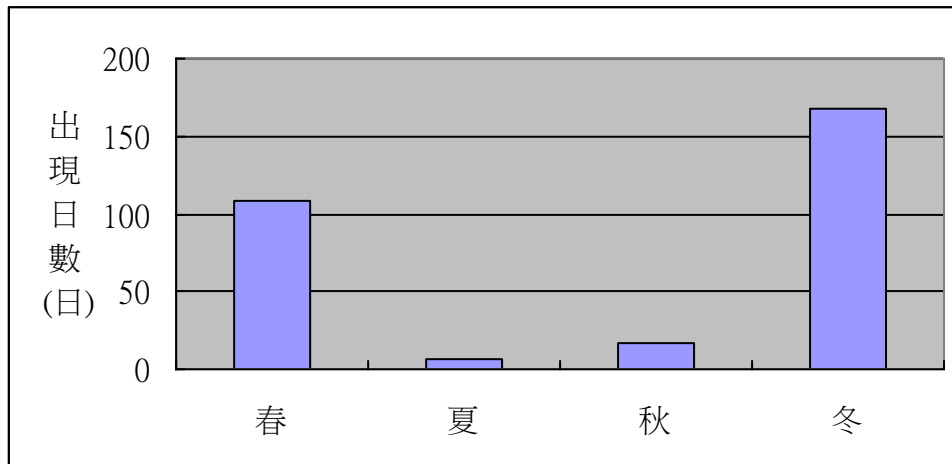


圖 2-4：不同季節霧出現的日數

發現：十年中春冬兩季出現霧的次數較多，夏秋兩季出現的霧次數明顯較少，其中尤以夏季出現霧的次數最少，而由空軍氣象聯隊的觀測資料中，再次說明了，一年四季中，的確以夏季出現霧的日數最少。



### 三、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉有霧出現時的特性。

說明：對於霧的研究中，我們發現多數在探討成霧的原因或出現時間，但對於起霧的開始時刻、持續時間長短以及霧的濃淡間的關係則較少人研究，所以針對這個部分特別做一個較深入的探討。而因為霧是近地表的水蒸氣遇冷凝結成的小水滴，使我們的水平能見度不足 1 公里的天氣現象。所以，以下研究中所指的霧為空軍氣象聯隊的觀測資料中能見度在 1 公里以下者。

方法：從空軍氣象聯隊的測站資料中，分別統計十年中起霧的時刻（開始出現霧的時刻）、持續時間的長短（霧消失的時刻減去起霧的時刻）以及有霧出現時的濃淡（以能見度分，能見度越大，表示霧的濃度越淡）的次數，並且做出起霧的時刻、起霧後的持續時間以及霧的濃淡兩兩之間的關係圖。

#### （一）以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同的起霧時刻，霧出現的次數變化情形。

結果：如表 3-1、圖 3-1。

表 3-1：不同時刻起霧出現的次數

起霧時刻（時）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
出現次數（次）	16	4	8	2	8	46	57	32	10	11	9	10
起霧時刻（時）	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
出現次數（次）	4	8	2	13	13	21	15	13	10	14	15	16

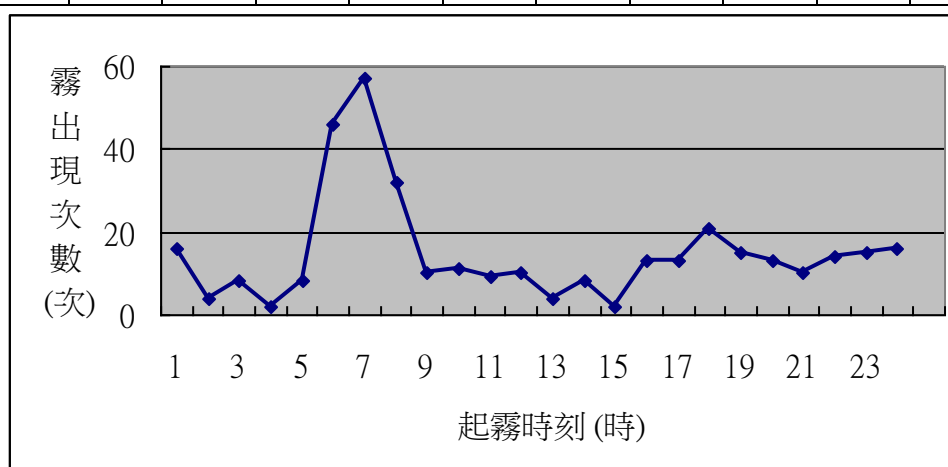


圖 3-1：不同時刻起霧出現的次數

發現：起霧時刻最常發生在 7 點左右。

討論：我們發現圖 2-1（不同時刻有霧出現的次數）和圖 3-1（不同時刻起霧出現的次數）有相似之處，所以將兩圖結合在一起如圖 3-2，結果發現兩者趨勢相近，有霧時刻和起霧時刻出現次數的最大值都是在 7 點，而較特別的地方則是出現在 18 點到 24 點，從圖中我們可以判斷出若這個時段內出現的霧，它可以持續的時間應是較長的，因而造成 18~24 點間的起霧次數雖然相近，但在有霧出現的次數紀錄上，卻有明顯的上升的趨勢。

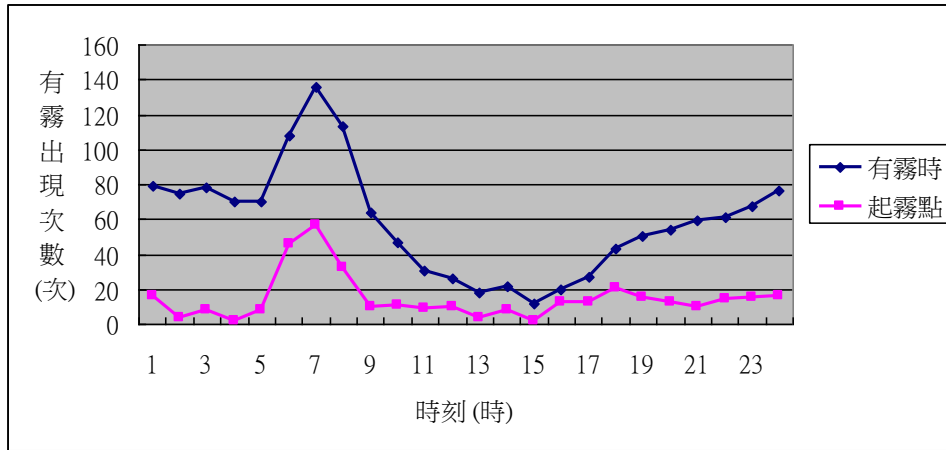


圖 3-2：有霧時刻和起霧時刻出現霧的次數比較

(二) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉起霧後不同持續時間的變化情形。

結果：如表 3-2、圖 3-3。

表 3-2：不同持續時間霧的出現次數

持續時間(時)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
出現次數(次)	126	65	33	28	27	11	9	8	10	6	8	7
持續時間(時)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	-
出現次數(次)	6	3	3	3	2	1	0	0	0	0	1	-

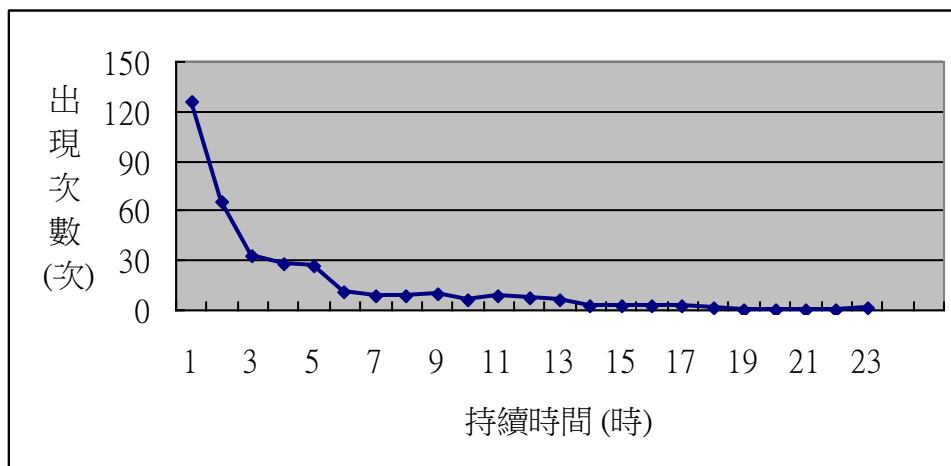


圖 3-3：不同持續時間霧的出現次數

發現：1.霧的持續時間越久，出現的次數大致也越少。

2.起霧後，霧的持續時間約有 78% ( $279/357=0.781\dots$ ) 會在 5 小時內消失，；其中更有約 54% ( $191/357=0.535\dots$ )，一半以上的霧是在 2 小時內消失。

(三) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉有霧時的濃淡出現次數變化情形。

結果：如表 3-3、圖 3-4。

表 3-3：不同能見度的霧出現次數

能見度 (公尺)	0--200	300-400	500-600	700-800	900-1000
出現次數 (次)	418	264	124	416	184

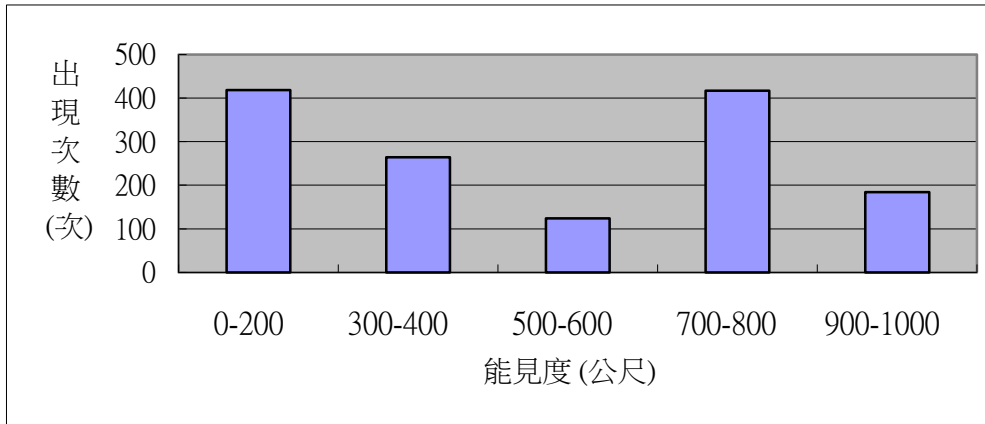


圖 3-4：不同能見度的霧出現次數

發現：多數的霧出現時能見度在 0-200 公尺以及 700-800 公尺間，兩者相近，各約佔有霧出現時的 30% ( $418/1406=0.297\dots$ 、 $416/1406=0.295\dots$ )。

(四) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉起霧的時刻和持續時間的關係。

問題一：起霧的時刻和持續時間有關係嗎？

結果：如圖 3-5。

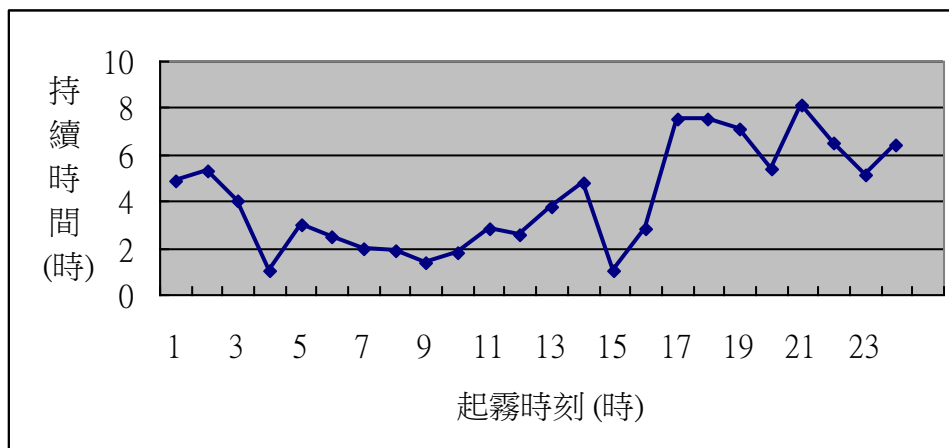


圖 3-5：不同的起霧時刻和起霧後持續時間的關係

發現：在 17 點到隔日 2 點間的起霧時刻，起霧後多可持續平均約 5 小時以上的時間。

### 問題二：一天中哪一個時段起霧後持續的時間最長？

說明：為了讓研究結果更實用在生活上，所以我們把起霧時刻區分成四個時段分別是：

上午(7-12 點)、下午(13-18 點)、上半夜(19-24 點)、下半夜(1-6 點)。

結果：如圖 3-6。

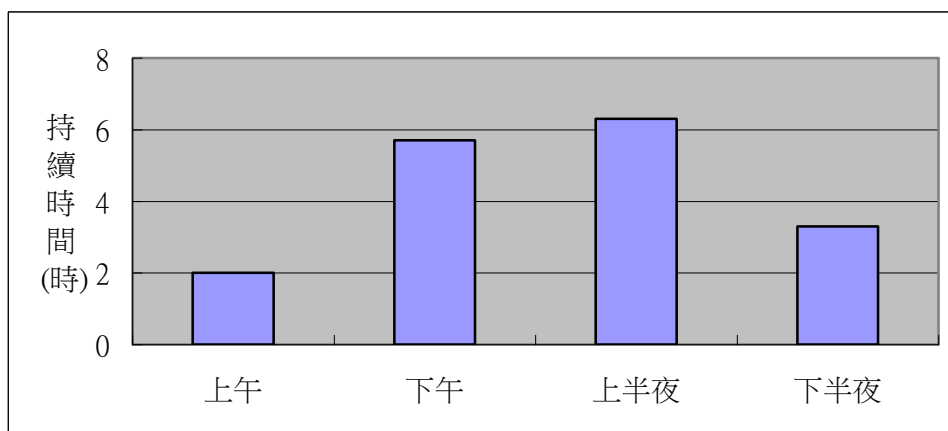


圖 3-6：不同的起霧時段和起霧後持續時間的關係

發現：1.在下午或上半夜起霧，霧的平均持續時間約在 6 小時左右。

2.在上午起霧，霧的平均持續時間較短，約只有 2 小時。

討論：為什麼下午或上半夜起霧持續時間較長，而在上午起霧，霧持續的時間較短？我們認為，因為家鄉上午起霧多半是輻射霧（上午時段的霧有 69%的霧是集中出現在 7、8 點間），所以太陽升起後霧自然就會消散，可是如果是在下午過後才起霧，表示當時天氣是比較差的，天空有一層較厚的雲遮住了陽光，因此霧的持續時間也就會較長。至於上半夜起霧，也多半是因為近地表大氣逐漸被冷卻之故，所以就可持续較長的時間，而這也再次呼應了圖 3-2 的推論。

### 問題三：一年中哪個季節起霧後持續時間會最長？

結果：如圖 3-7。

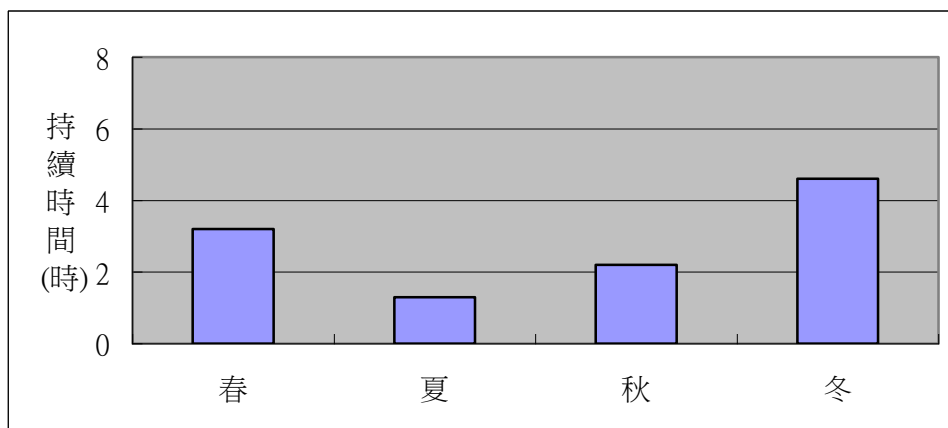


圖 3-7：不同的起霧季節和起霧後持續時間的關係

發現：在夏季起霧後持續的時間最短，平均不到 2 小時；而冬季起霧後持續的時間較長，約可持續 4.5 小時。

(五) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉有霧的時刻和霧的濃淡關係。

問題四：有霧的時刻和霧的濃淡有關係嗎？

結果：如圖 3-8。

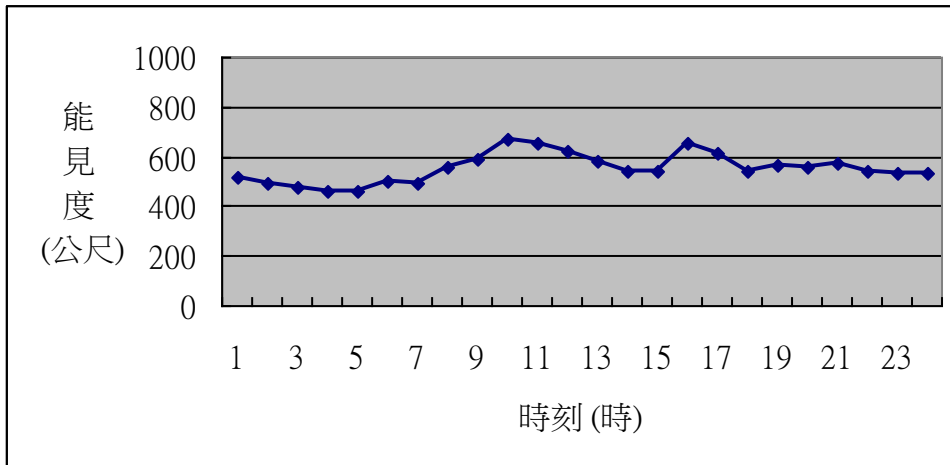


圖 3-8：不同的有霧時刻和霧濃淡的關係

發現：5 點左右霧的平均能見度最低，濃度較濃；而到 10 點霧的能見度則較高，濃度較淡。

問題五：一天中哪一個時段有霧時的濃度最濃？

結果：如圖 3-9。

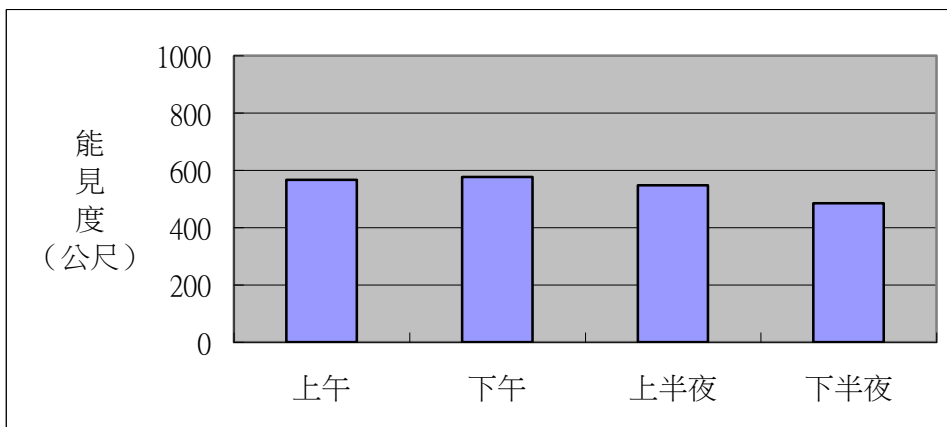


圖 3-9：不同的有霧時段和霧濃淡的關係

發現：下半夜出現霧時的能見度最低，也就是濃度最濃。



問題六：一年中哪個季節起霧後的濃度最濃？

結果：如圖 3-10。

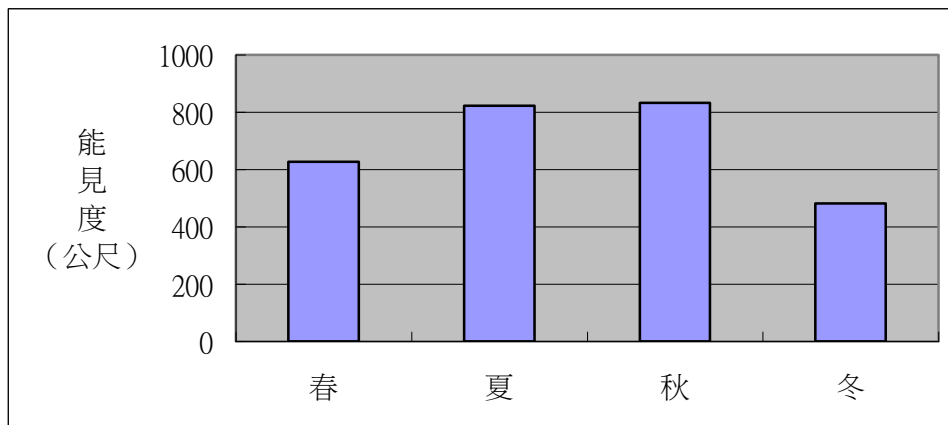


圖 3-10：不同的有霧季節和霧濃淡的關係

發現：夏秋兩季出現霧的能見度較高，濃度較淡，而冬季出現的霧能見度最低，濃度最濃。

(六) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉起霧時的濃淡和持續時間的關係。

結果：如表 3-4。

表 3-4：不同的起霧濃度和霧出現後持續時間的關係

能見度 (公尺)	0-200	300-400	500-600	700-800	900-1000
持續時間 (時)	4.9	4.7	4.7	3.7	2.5

發現：1.起霧時如果出現能見度較高，較淡的霧，霧的持續時間大致較短。

2.起霧時，如果霧的能見度在 600 公尺內，則平均持續的時間多可維持在 4.7 小時左右。

## 家鄉霧的特性之間的關係總結：

經由研究，我們發現家鄉霧的不同特性間或多或少存在著一些特殊關係，因此特別再將它們整理成表，以利觀察使用，如表 3-5。如此對於霧的消失或出現，濃度大小等可做一些初步的判斷。

表 3-5：家鄉霧的特性之間的關係

霧的持續時間	
基本特性	<ul style="list-style-type: none"><li>霧的持續時間越長，出現的次數大致就越少。</li><li>有 78% 的霧會在 5 小時內消失。</li><li>有 54% 的霧會在 2 小時內消失。</li></ul>
起霧時刻	<ul style="list-style-type: none"><li>起霧時刻在 17 點到隔日 2 點間，多數可持續 5 小時以上。</li></ul>
起霧時段	<ul style="list-style-type: none"><li>在下午或上半夜起霧，持續時間約 6 小時。</li><li>在上午起霧，持續時間較短，約 2 小時。</li></ul>
起霧季節	<ul style="list-style-type: none"><li>夏季的霧持續時間最短，平均不到 2 小時。</li><li>冬季的霧持續時間最長，可持續 4.5 小時。</li></ul>
霧的濃度	<ul style="list-style-type: none"><li>較淡的霧，霧的持續時間通常較短。</li><li>起霧時能見度在 600 公尺內，平均持續時間可維持 4.7 小時。</li></ul>
霧的濃度	
基本特性	<ul style="list-style-type: none"><li>家鄉的霧多數能見度在 200 公尺以下及 700-800 公尺間，各約佔有霧出現時的 30%。</li></ul>
有霧時刻	<ul style="list-style-type: none"><li>5 點左右有霧時的能見度最低，濃度較濃。</li><li>10 點的霧能見度則較高，濃度較淡。</li></ul>
有霧時段	<ul style="list-style-type: none"><li>下半夜有霧時的能見度最低，濃度最濃。</li></ul>
有霧季節	<ul style="list-style-type: none"><li>出現在夏秋兩季的霧，能見度較高，濃度較淡。</li><li>出現在冬季的霧，能見度最低，濃度最濃。</li></ul>
持續時間	<ul style="list-style-type: none"><li>較淡的霧，霧的持續時間通常較短。</li><li>起霧時能見度在 600 公尺內，平均持續時間可維持 4.7 小時。</li></ul>

#### 四、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究霧的特性和未來天氣的關係。

說明：1.從實測中發現，我們可以用不同的季節出現的霧來預測未來的天氣狀況，但是除了季節之外，我們更好奇是否可以利用霧的其他特性來預測天氣。

2.依中央氣象局的規定，一個預報地區，在預報時間內如有降雨，測得降雨量達 0.1 毫米或以上時，就認為是下雨，所以本研究在分析時也採用此原則來認定是否下雨。

方法：從空軍聯隊的測站資料中，先找出有霧的資料，然後檢查有霧出現後的 12 小時內是否下雨，以此分成雨天及晴天兩個部分，最後再依資料分別從有霧時刻、霧的持續時間、以及霧的濃淡等特性，計算出有霧出現後 12 小時內下雨的雨天機率，然後分析它們與天氣的關係。

##### (一) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同時刻出現霧後和未來天氣狀況的關係。

結果：如表 4-1、圖 4-1。

表 4-1：不同時刻出現霧後的下雨機率

有霧時刻(時)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
有霧次數(次)	79	75	78	70	70	108	136	113	64	47	31	26
下雨次數(次)	10	8	9	6	6	12	11	12	8	10	8	11
雨天機率(%)	13	11	12	9	9	11	8	11	13	21	26	42
有霧時刻(時)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
有霧次數(次)	18	22	12	20	27	43	50	54	59	61	67	76
下雨次數(次)	8	8	2	3	7	11	9	9	8	9	10	9
雨天機率(%)	44	36	17	15	26	26	18	17	14	15	15	12

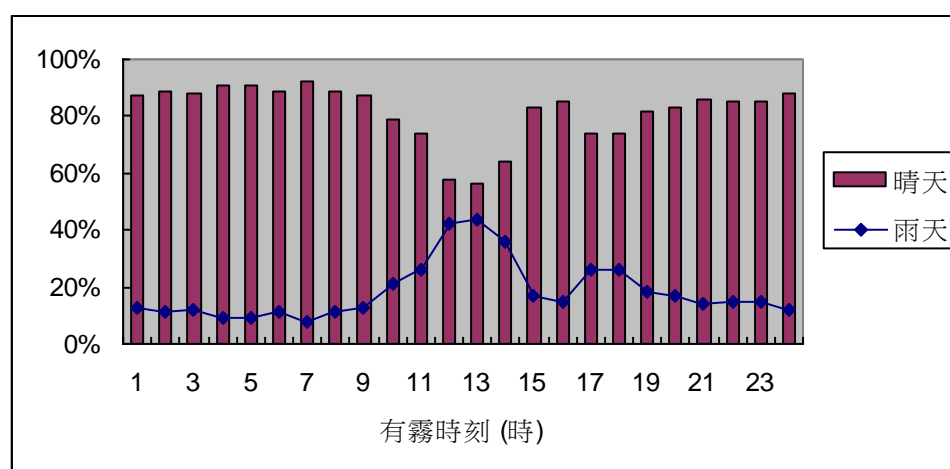


圖 4-1：不同時刻出現霧後的可能天氣

發現：在 13 點左右有霧出現時，未來可能下雨的機率較高，約有 44% 的機會下雨。

討論：一般來說，早上出現的晨霧，多數會因白天的高溫而將霧中的小水滴蒸發成水蒸氣，使得霧氣消失。可是如果到了中午仍舊有霧出現，尤其是在一天中較高溫的中午一點時刻左右，那可能表示天空中有烏雲擋住了太陽，此時，如果再加上雲層夠厚，那麼下雨的機會自然就有可能增加了，所以說，在 13 點左右有霧出現時，未來可能下雨的機會是較高的。

**(二) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同時段出現霧後和未來天氣狀況的關係。**

結果：如表 4-2、圖 4-2。

表 4-2：不同時段出現霧後的下雨機率

時段	上午	下午	上半夜	下半夜
有霧次數 (次)	417	142	367	480
下雨次數 (次)	60	39	54	51
下雨機率 (%)	14	27	15	11

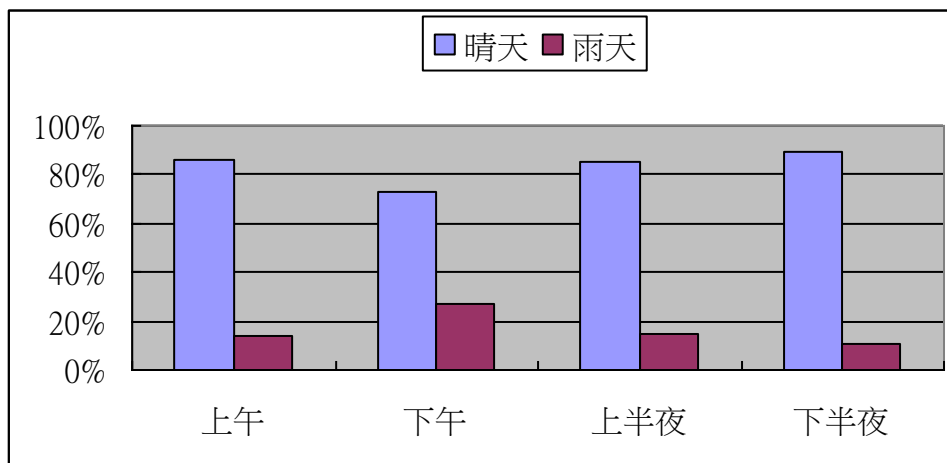


圖 4-2：不同時段出現霧後的可能天氣

發現：在一天的不同時段中，以下午出現霧後，未來可能下雨的機率最高，約 27%，其餘時段出現霧後，下雨的機率較相近。

**(三) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉不同季節出現霧後和未來天氣狀況的關係。**

結果：如表 4-3、圖 4-3。

表 4-3：不同季節出現霧後的下雨機率

季節	春	夏	秋	冬
有霧次數 (次)	392	9	37	968
下雨次數 (次)	92	5	3	104
下雨機率 (%)	23	56	8	11

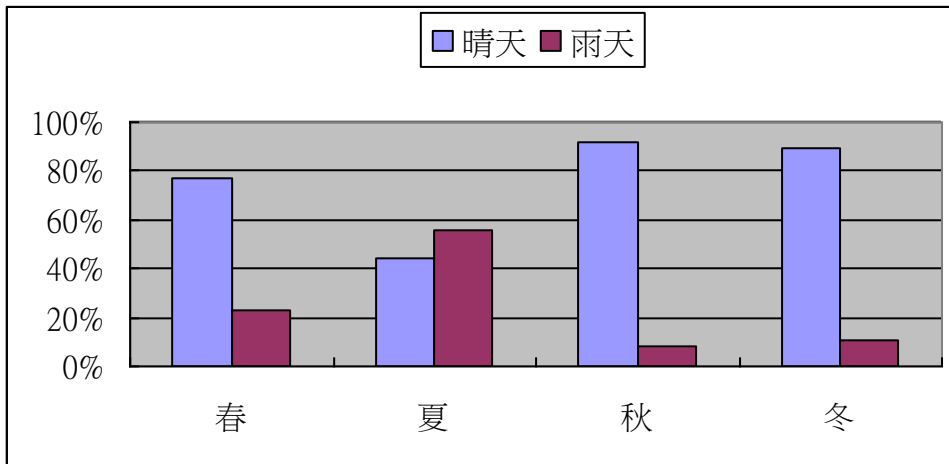


圖 4-3：不同季節出現霧後的可能天氣

發現：不同季節出現霧後下雨的機率以夏季 56% 最高，秋季 8% 最低。

(四) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉霧的持續時間和未來天氣狀況的關係。

結果：如表 4-4、圖 4-4。

表 4-4：起霧後不同持續時間的下雨機率

持續時間(時)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
出現次數(次)	126	65	33	28	27	11	9	8	10	6	8	7
下雨次數(次)	37	11	8	4	4	2	0	2	1	2	0	0
下雨機率(%)	29	17	24	14	15	18	0	25	10	33	0	0
持續時間(時)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	/
出現次數(次)	6	3	3	3	2	1	0	0	0	0	1	
下雨次數(次)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
機率(%)	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	/

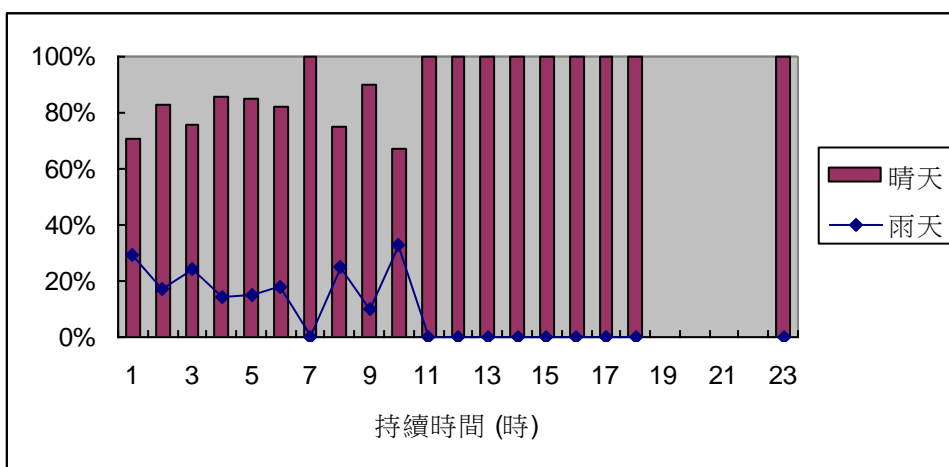


圖 4-4：起霧後不同持續時間的可能天氣

發現：霧若只持續 1 小時內，下雨機率是 29%；但若持續時間超過 11 小時以上，下雨的機率則為 0%。

討論：1.正如前述研究，為了讓研究更生活化、實用化，所以我們將持續時間以每 3 小時做一區段，結果如表 4-5、圖 4-5。以區段的研究而言，霧的持續時間越長，下雨的機率的確越低，而只持續 3 小時內的霧，下雨的機率可達 25%。

表 4-5：起霧後不同持續時間的下雨機率(3 小時為一區段)

持續時間 (時)	1-3	4-6	7-9	10-12	13 以上
出現次數 (次)	224	66	27	21	18
下雨次數 (次)	56	10	3	2	0
下雨機率 (%)	25	15	11	10	0

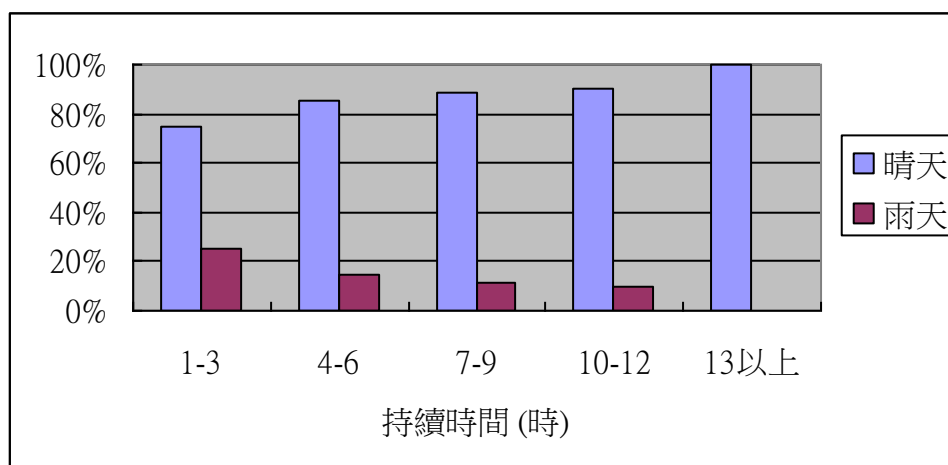


圖 4-5：起霧後不同持續時間的可能天氣(3 小時為一區段)

2.為什麼持續較久的霧過後反而比較不容易下雨呢？這的確讓我們百思不解。後來，我們猜想這是否和可以持續較久的起霧時刻有關，因此特別再將起霧時刻和持續時間做成關係圖，如圖 4-6。從圖中我們可以發現起霧時刻在 17 點到 24 點之間，多數的霧可以持續較久的時間，經再深入探究，將起霧持續時間超過 11 小時的資料找出後分析，結果更發現持續時間超過 11 小時的霧，竟有高達 88%的起霧時刻是落在 17 點到 24 點之間。原來，家鄉中持續較長的霧多是太陽下山後，因輻射冷卻而形成的輻射霧，而輻射霧形成的原因不正是因天空無雲的晴朗好天氣嗎？因此，為什麼持續較久的霧過後反而比較不容易下雨，就家鄉而言，原因就在於它們多數是輻射霧的關係。

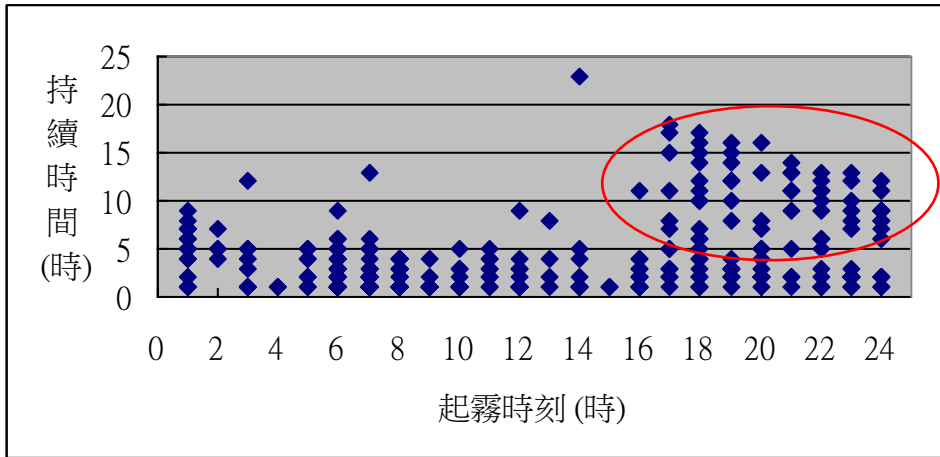


圖 4-6：起霧時刻和持續時間的關係圖

(五) 以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉霧的濃淡和未來天氣狀況的關係。

結果：如表 4-6、圖 4-7

表 4-6：不同霧的濃淡出現後的下雨機率

能見度 (公尺)	0-200	300-400	500-600	700-800	900-1000
出現次數 (次)	418	264	124	416	184
有雨次數 (次)	55	28	14	75	32
下雨機率 (%)	13	11	11	18	17

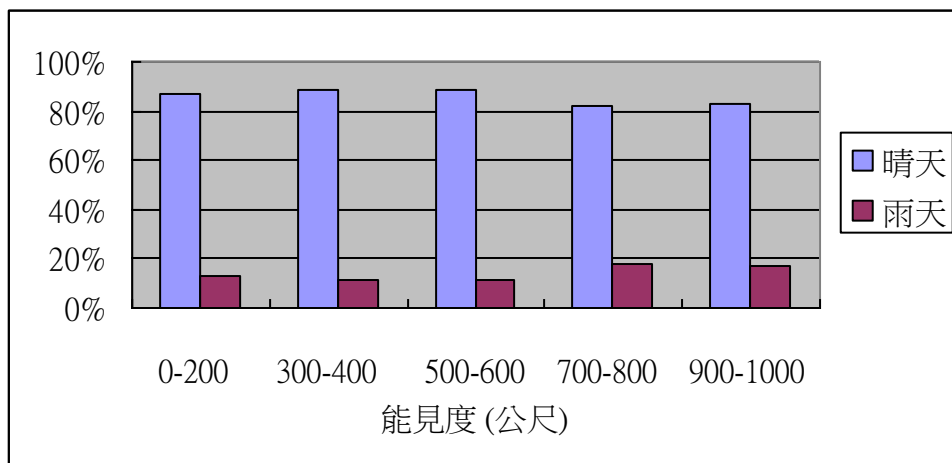


圖 4-7：不同霧的濃淡出現後的可能天氣

發現：霧的能見度在 600 公尺以內，下雨的機率相近且較低，約在 11%左右。

以家鄉霧的特性來判斷和未來天氣的關係總結：

因為家鄉有霧之後下雨的機率約 15%（霧後下雨次數/有霧總次數 204/1406=0.145...），所以經過對家鄉霧的特性和未來天氣關係探究之後，我們特別將霧後會使下雨機率提高 10%（即 25%）以上或降低至 10% 以下者分別定義為比一般有霧時候較容易下雨或出太陽的條件，然後整理如表 4-7，以利使用的方便：

表 4-7：判斷霧後比較容易下雨或出太陽的條件

霧的特性	符合條件	下雨機率	下雨機率小於 10% (易出太陽)	下雨機率高於 25% (易下雨)	備註
有霧時刻	4 點	9%	✓		見表 4-1。
	5 點	9%			
	7 點	8%			
	11 點	26%	✓		
	12 點	42%			
	13 點	44%			
	14 點	36%			
	17 點	26%			
	18 點	26%			
有霧時段	下午	27%		✓	見表 4-2。
有霧季節	秋季	8%	✓		見表 4-3。
	夏季	56%		✓	見表 4-3。
持續時間	超過 11 小時	0%	✓		見表 4-4。
	1 小時	29%		✓	1.見表 4-5。 2.以 3 個小時作一區隔的分析值。
	1-3 小時內	25%			
霧的濃度	×				1.見表 4-6。 2.未有符合資料。 3.能見度低於 600 公尺，較不易下雨（機率約 11%）。



## 伍、結論

### 一、以住家兩年實測資料，探究家鄉四季中夏霧出現次數較少的原因。

- 1.早霧和晚霧，出現較多的季節都是在冬春兩季；而以夏秋兩季較少。
- 2.氣溫及當日最高溫均以夏季最高，冬季最低；相對溼度四季都差不多，大都在 82%左右；秋冬兩季風速較大，春夏則略小；懸浮微粒的濃度以春冬兩季較大，夏季較小。
- 3.家鄉中夏霧出現較少的可能原因：夏季氣溫較高、日溫差較小、需要較多的水氣、風速較微弱、凝結核的量較少。
- 4.春秋冬三季早晨有霧後的當天天氣，晴天的機率，大都約在 90%左右，而夏季早晨有霧後的天氣狀況，雨天的機率則是大於晴天，約在 60%左右。

### 二、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，分析家鄉不同時間霧的出現次數變化情形。

- 1.一天中，以 7 點左右出現霧的次數最多；以 15 點出現霧的次數較少。
- 2.從 7 點過後出現霧的次數開始逐漸下降，到 15 點降到最低點。
- 3.自 24 點後到隔日 5 點出現霧的次數較平均，變化不大。
- 4.一年中以 1~3 月出現霧的次數較多，而 6~10 月較少。
- 5.一年中春冬兩季出現霧的次數較多，夏秋兩季出現的霧次數明顯較少，其中尤以夏季出現的次數最少。

### 三、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉有霧出現時的特性。

- 1.起霧的時刻最常發生在 7 點。
- 2.霧的持續時間越久，通常出現的次數也會越低。
- 3.起霧後，霧的持續時間約有 78%在 5 小時內消失；而有約 54%的霧是在 2 小時內消失。
- 4.多數的霧出現時的能見度在 0-200 公尺以及 700-800 公尺間，約各占有霧出現時的 30%。
- 5.如果起霧時刻是在 17 點到隔日 2 點間，則在起霧後多數可持續 5 小時以上的時間。
- 6.如果在下午或上半夜起霧時，霧的平均持續時間約在 6 小時左右；而若在上半夜起霧，霧的平均持續時間較短，約只有 2 小時。
- 7.在夏季起霧後持續時間最短，平均不到 2 小時；冬季持續時間則較長，約可持續 4.5 小時。
- 8.5 點左右霧的平均能見度最低，濃度較濃；而到 10 點霧的能見度則較高，濃度較淡。
- 9.下半夜出現霧的濃度較其他時段濃。
- 10.夏秋兩季出現霧的濃度較淡，冬季出現的霧最濃。
- 11.起霧時如果出現較淡的霧，霧的持續時間大致較短。
- 12.起霧時，如果霧的能見度在 600 公尺內，則平均持續的時間多可維持在 4.7 小時左右。

#### 四、以空軍氣象聯隊十年觀測資料，探究家鄉霧的特性和未來天氣狀況的關係。

- 1.如果有霧出現在 13 點前後時，則未來可能下雨的機率較高，約有 44%的機會下雨。
- 2.在一天的不同時段中，以下午出現霧後，未來可能下雨的機率最高，約 27%。
- 3.不同季節出現霧後以夏季下雨的機率，56%最高，秋季的 8%最低。
- 4.霧若只持續 1 小時以內，下雨的機率為 29%；如果持續時間超過 11 小時，則下雨的機率幾乎為 0%。
- 5.霧的能見度在 600 公尺以內，下雨的機率約為 11%。

## 陸、參考資料

中央氣象局全球資訊網。<http://www.cwb.gov.tw/>

行政院環保署-空氣品質監測網。<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/>

臺灣科學教育館。全國中小學科學展覽會。<http://www.ntsec.gov.tw/User/Article.aspx?a=119>

王光華等譯（民 90）：氣象的奧秘。臺北縣：協和國際多媒體。

高源清（民 70）：科學教授-氣象地理篇。臺北市：故鄉出版社。

蔣德免（民 78）：氣象學編序教本。臺北市：國立編譯館。

## 致謝

- 1.感謝台中氣象站工作人員及鄭老師的風趣解說。
- 2.感謝環保署開放西屯空氣品質監測站及蕭老師現場的熟練操作與介紹。
- 3.感謝空軍氣象聯隊提供十年的測站資料。

## 【評語】 030509

### 優點：

資料分析頗詳盡仔細，並得到許多相當有趣，且可與常見諺語相驗證的結果，如夏季與其他季節霧特性的不同等，很值得鼓勵。

### 缺點：

資料分析討論與結果詮釋時，與霧形成原理的結合不夠緊密，使得討論有部分會沒有掌握到重點，另外也有少數觀念為錯誤，例如風速大小，應為小較有利。

### 建議改進事項：

1. 內容有些過長，且住家與空軍量測結果很多相似，可以結合，另住家與空軍量測地點要先講，此與霧的特性會有很大關聯。
2. 霧必須要空氣達飽和（相對溼度 100%）才會發生，故重點是一日的最低溫是否夠低，同時懸浮微粒與風速等與不同形式之霧亦有關係。
3. 能見度高低並非全受霧之影響，霾亦會造成低能見度，未來應多考慮其他因子！
4. 本項工作為持續前兩年觀測之資料分析，建議可更深入探討不同地區或不同形式霧之特性！