

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

∴ 作品說明書 ∴

## 國中-地球科學科

科 別：地 球 科 學 科

組 別：國 中 組

作品名稱：若隱若現，朦朧之美—冬春之交，嘉義地區輻射霧之研究

關 鍵 詞：輻射霧、氣溫露點差、相對溫度

編 號：030502

---

**學校名稱：**

嘉義市立北興國民中學

**作者姓名：**

江蕙妤、蔡翊昕、陳孝綱、鄭詠翰

**指導老師：**

陳宜勳、徐宜廷



# 若隱若現，朦朧之美---冬春之交，嘉義地區輻射霧之研究

## 壹、摘要

每年冬春之交，嘉義地區經常發生輻射霧，為了了解濃霧的成因，我們透過嘉義氣象站的協助，取得 1998 2002 年的相關氣象資料。經過近一年來的統計和分析，並和老師、氣象站人員、中央大學教授討論研究，發現以下事實：

- 一、輻射霧要產生時的現象，通常氣溫和氣溫露點差會下降，風力會較微弱，相對溼度也會增加。
- 二、當能見度越低時，氣溫露點差也越低，相對溼度越高。
- 三、隔日清晨有霧的夜晚和有霧的清晨，其平均氣溫皆較無霧時高。
- 四、在同氣溫下，有霧時的水汽壓較無霧時為高。
- 五、利用每日 20 和 23 時的氣溫和相對溼度(或氣溫露點差)，可以用來預測隔日清晨是否有霧。只要相對溼度持續上升和氣溫露點差持續下降，隔日清晨有霧的機率較高。

## 貳、研究動機：

在冬春之交的季節裡，有時清晨起床，不經意的往窗外看了一眼，發現屋外白茫茫的一片，街上的景象都看不清楚了。在上學途中，由於視線不良，行車緩慢，造成交通擁塞，導致上學遲到，甚至發生車禍。但到了學校後，濃霧便逐漸消散了。在國小五、六年級自然課程裡，我們曾經學過天氣和霧的相關內容，向老師詢問過後得知，這種霧就是嘉南平原上常見的輻射霧，於是，我們便找了幾個對輻射霧的研究有興趣的同學，一同揭開輻射霧的神秘面紗。

## 參、研究目的：

- 一、輻射霧的特性
- 二、輻射霧的相關氣象資料
- 三、輻射霧的判讀及預測

## 肆、研究設備及器材：

- 一、氣象局是每三小時觀測能見度 (vvv) 一次，每天共 8 次(分別在 02，05，08，11，14，17，20，23 時)。
- 二、去年暑假期間，我們前往中央氣象局嘉義氣象站蒐集 1998 2001 年(1 3 月)嘉義氣象站各項氣象資料(包括氣溫 露點 水汽壓 相對溼度 能見度 風速.....)(見附件 1)。
- 三、今年四月初，我們再度前往嘉義氣象站，申請今年(2002 年)1 3 月的氣象資料(見附件 1)。

## 伍、研究過程或方法：

我們四位同學利用去年暑假期間，由兩位老師陪同，前往中央氣象局嘉義氣象站參觀，經由洪主任及楊觀測員的詳細解說，我們了解了各項氣象資料是如何利用儀器或目視觀測得來，並蒐集此次研究所需的氣象資料。(見照片 1~5)。

- 一、我們將所蒐集的氣象資料中，每日能見度最低時刻(能見度小於或等於 200 公尺)的氣象資料記錄，並定義為當日的「濃霧時刻」。
- 二、接著，我們再將濃霧時刻的前 12 hr, 9 hr, 6 hr, 3 hr 及後 3 hr, 6 hr 等氣象資料分別記錄(見附件 2)。

三、我們將濃霧(附件2)分成能見度200公尺100公尺及50公尺三組分別記錄(見附件2)。

(一)、依不同的能見度，不同時間(濃霧前後)，求取各氣象資料之平均值。

(二)、並依氣溫、氣溫露點差、相對溼度、水汽壓----等平均值，利用電腦 Excel 簡易統計分析，分別製作折線圖(見圖1)，以便觀察濃霧前後各氣象資料變化趨勢。

四、為了對照本實驗結果，我們也將每天05時(較容易發生濃霧時段)的氣象資料，依有霧和無霧分別記錄(見附件3)，輸入電腦。

(一)、以氣溫為橫座標，再分別以氣溫露點差、相對溼度、風速----等為縱座標，作成XY散佈圖(見圖2)，統計並分析，來了解發生濃霧時的氣象條件。

(二)、求取各氣象資料的平均值。

五、將晚上20及23時的部分天氣資料，依隔日清晨有霧和無霧，分別紀錄下來(通常晚上20及23時，是醞釀濃霧的最佳時機)。(見附件3)。

(一)、以氣溫為橫座標，再分別以氣溫露點差、相對溼度、風速----等為縱座標，作成XY散佈圖(見圖3、4)並試圖作濃霧預報。

(二)、求取各氣象資料的平均值：

六、利用步驟四、五既有的資料，將每日20、23時(隔日清晨05時有霧)至清晨05時成霧的氣象資料，依氣溫、氣溫露點差、相對溼度、風速----等。

(一)、製作折線圖(見圖5)，藉此了解成霧的各項氣象資料的變化趨勢。

(二)、求各氣象資料的平均值。

## 陸、研究結果：

一、根據研究過程步驟三—2所製作濃霧前後平均值的折線圖(見圖1-a,b,c,d,e)，發現幾件明顯的事實：

(一)、當濃霧發生前後時，其各項氣象資料變化：(見表1)

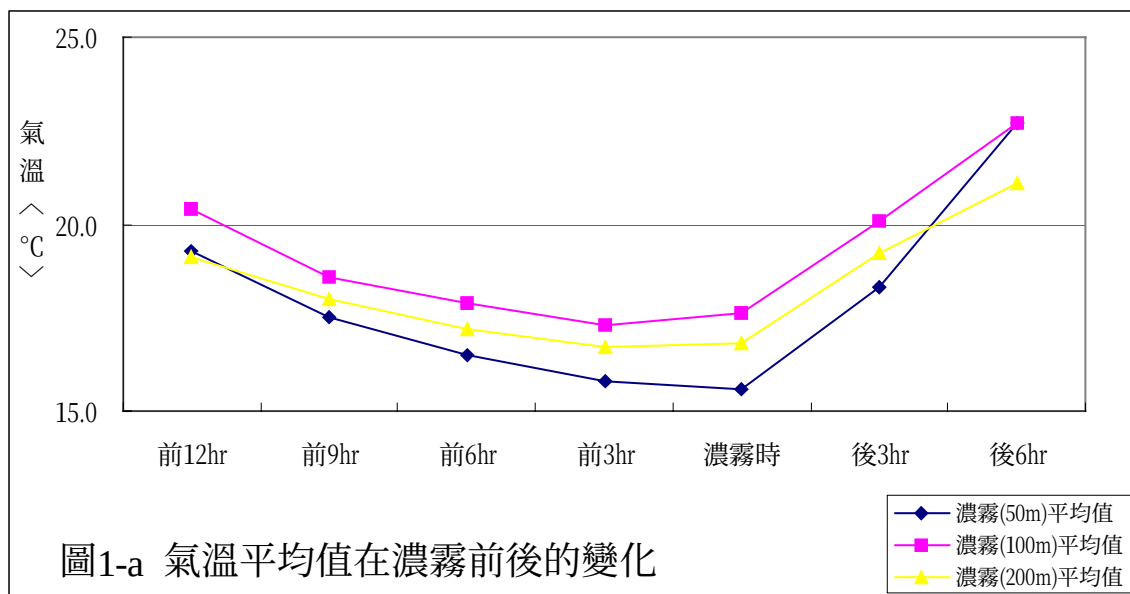
表1：濃霧發生前後，各項氣象資料變化

|       | 濃霧前    | 濃霧時  | 濃霧後 |
|-------|--------|------|-----|
| 氣溫    | 先下降    | 降至最低 | 後上升 |
| 相對溼度  | 先上升    | 升至最高 | 後下降 |
| 氣溫露點差 | 先下降    | 降至最低 | 後上升 |
| 水汽壓   | 緩緩下降   | 平緩上升 | 後上升 |
| 風速    | 先下降後微升 | 平緩   | 後上升 |

由表1可以看出：濃霧發生時：

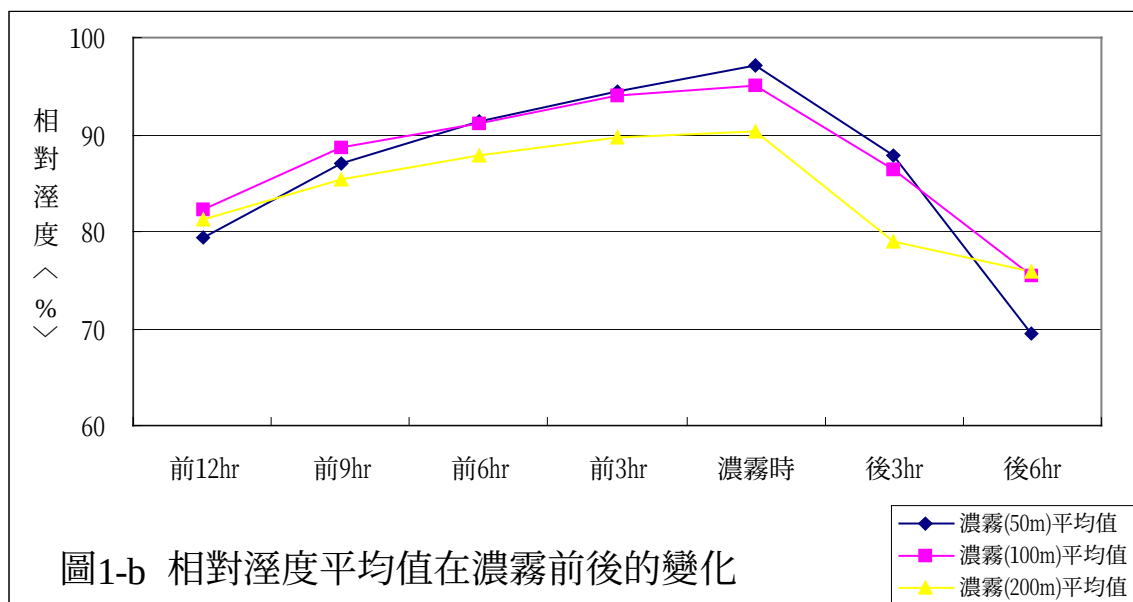
1. 氣溫降低至當日最低(見圖1-a)：

氣溫降低，空氣中的水汽易達到飽和，進而凝結成霧。



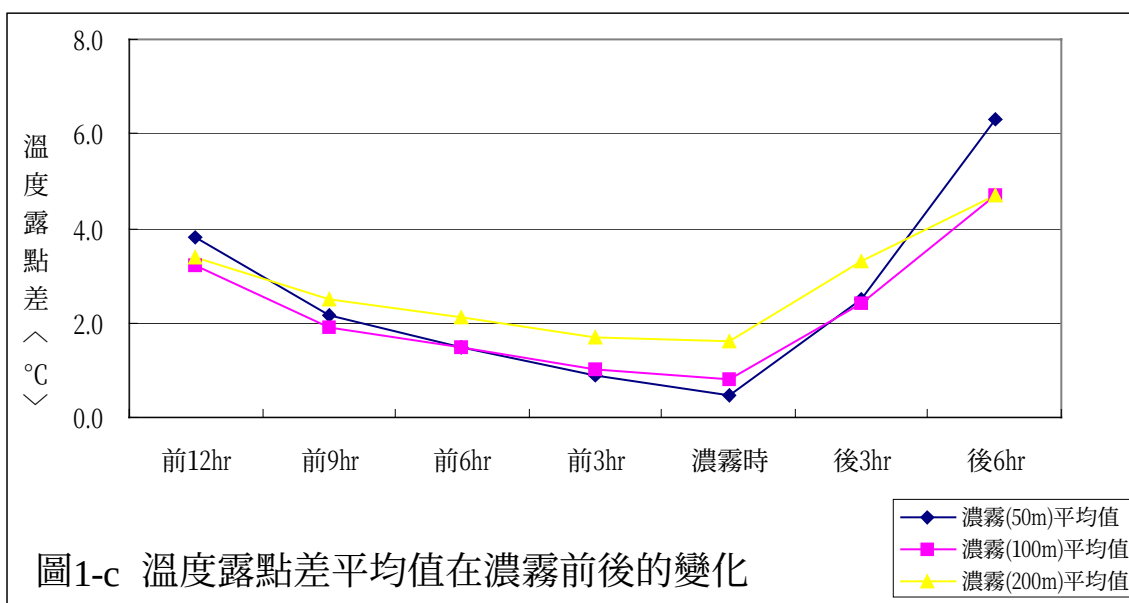
2. 相對溼度增大到最高（見圖 1-b）：

相對溼度(RH)即為空氣中實際水汽壓( $e$ )與同氣溫下飽和水汽壓 $E$ )的百分比( $RH = e / E \times 100\%$ )，當相對溼度越接近100%時，表示空氣很潮濕，助於輻射霧的形成。



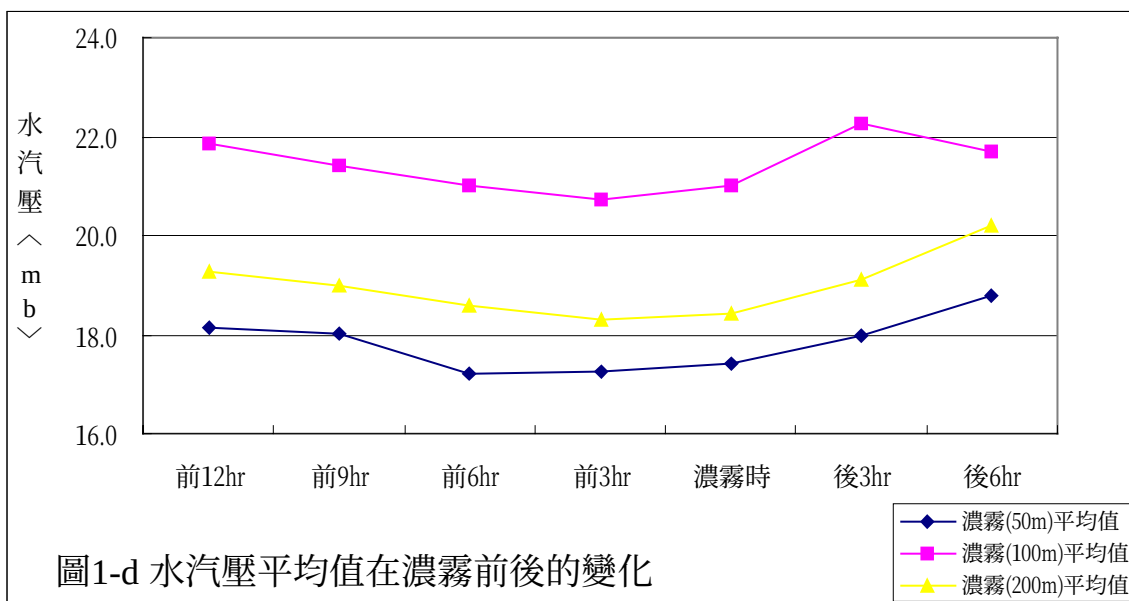
3. 氣溫露點差降低至當日最低（見圖 1-c）。

當空氣中水汽達飽和時，表示氣溫與露點溫度相同；反之，當水汽未達飽和時，氣溫必高於露點氣溫。因此，氣溫露點差即表示空氣中的水汽距離飽和的程度。而空氣中的水汽越接近飽和越能促使輻射霧的形成，所以氣溫露點差值越小，輻射霧產生的機率就越高。



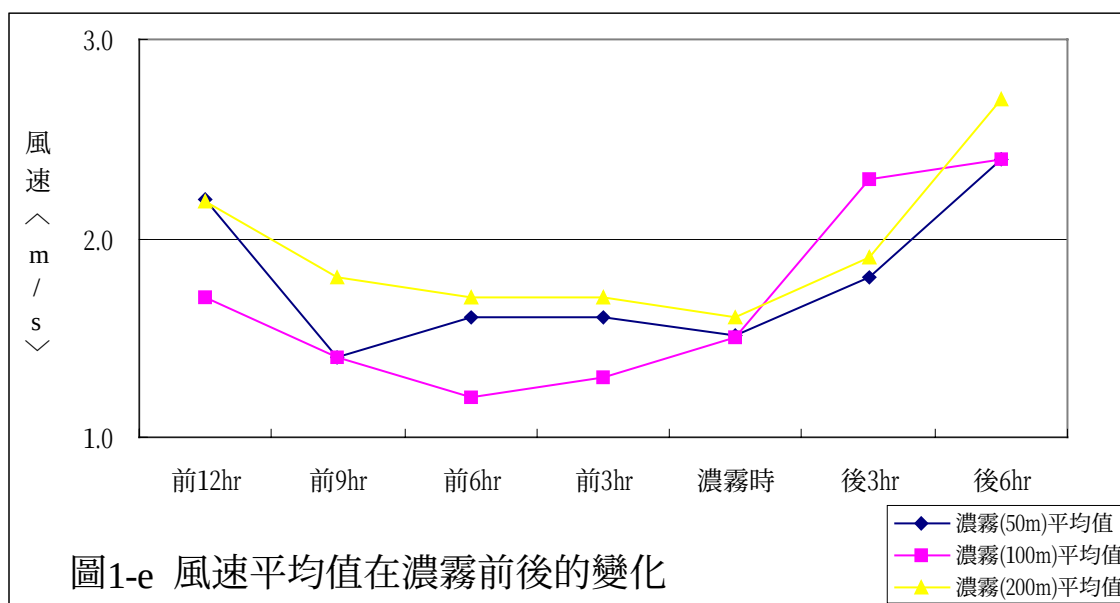
4. 濃霧發生前 3 hr 時，水汽壓緩降至當日最低（見圖 1-d）：

因濃霧發生時，水氣多已凝結成液態水，水汽壓緩緩降低(水汽壓是指在大氣壓力中的分壓力。它表示空氣中水氣的絕對含量大小，空氣中水汽達飽和點（空氣吸收水氣的最高限量）的水汽壓即稱為飽和水汽壓，飽和水汽壓和氣溫成正比，當濃霧形成前，由於夜晚輻射冷卻，氣溫降低，造成飽和水汽壓下降，使水汽壓越接近飽和水汽壓，即可形成輻射霧。



5. 風速緩緩降低後微升（見圖 1-e）：

風速對輻射霧的形成有一定的影響。若沒有風，上下的空氣就無法交換，輻射冷卻的效應也就只發生在貼近地面的地層中，僅能生成一層薄的淺霧；若風太大，上下層的空氣交換很快，流動較大，輻射冷卻的效應減弱，氣溫就不易下降，則較難達到飽和的狀態，而適當風速的交流（約 1 ~ 3 m/s 的微風），即能使冷卻作用伸展到一定的高度，且不影響下層空氣的充分冷卻，最利於輻射霧的形成。



濃霧發生時依不同的能見度，各氣象資料之平均值(見表 2)：

表 2：濃霧發生時依不同的能見度，各氣象資料之平均值

|      | 氣溫<br>(°C) | 露點<br>(°C) | 氣溫露點差<br>(°C) | 水汽壓<br>(mb) | 飽和水汽壓<br>(mb) | 相對溼度<br>(%) | 風速<br>(m/s) |
|------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| 200m | 16.8       | 15.2       | 1.6           | 18.4        | 20.2          | 90.3        | 1.6         |
| 100m | 17.6       | 16.8       | 0.8           | 21.0        | 21.8          | 95.0        | 1.5         |
| 50m  | 15.6       | 15.2       | 0.5           | 17.4        | 17.9          | 97.2        | 1.5         |

由表 2 可知：

能見度越低，氣溫露點差也越低，相對溼度越高，但和其他氣象因子(如氣溫、水汽壓)的關係並不明顯。

## 二、根據研究過程步驟四：

(一)、濃霧多在清晨 0 2 ~ 0 5 時發生，(0 8 時有濃霧的天數最多)(見表 3)。(一般輻射霧出現的時間約在清晨 2 ~ 5 時左右，而消散的時間則須等到日射及風速增強，通常是在上午 9~1 0 時左右)。

表 3：有濃霧的天數

|        | 02 時 | 05 時 | 08 時 | 11 時 | 14 時 | 17 時 | 20 時 | 23 時 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 有濃霧的天數 | 22   | 46   | 49   | 9    | 2    | 1    | 1    | 6    |

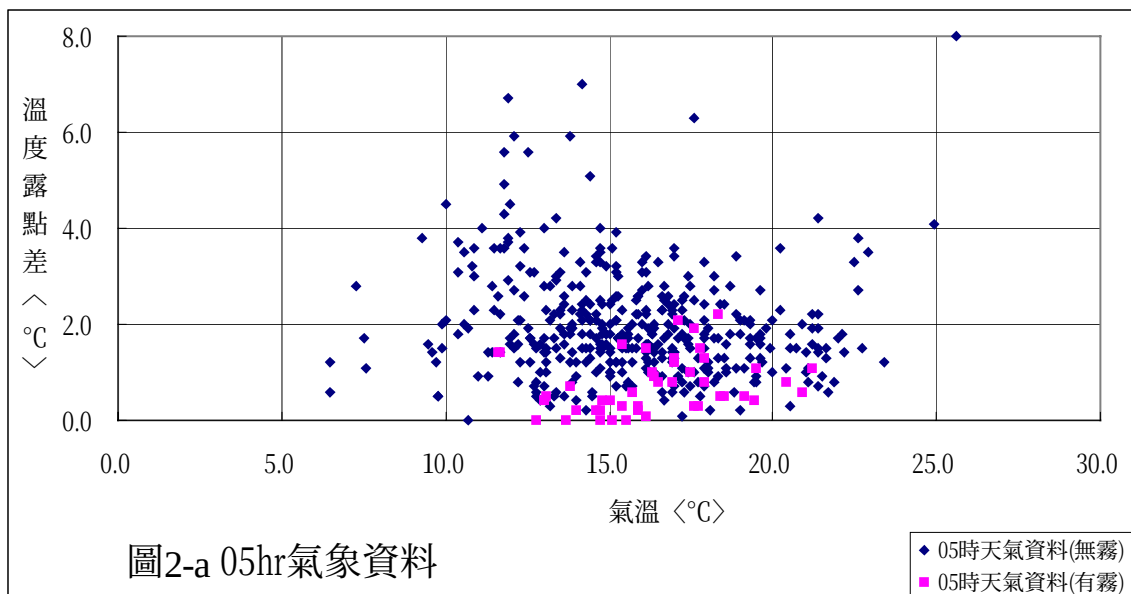
(二)、將 0 5 時氣象資料，依有霧和無霧，得到下列平均值：(見表 4)

表 4：0 5 時各項氣象資料平均值

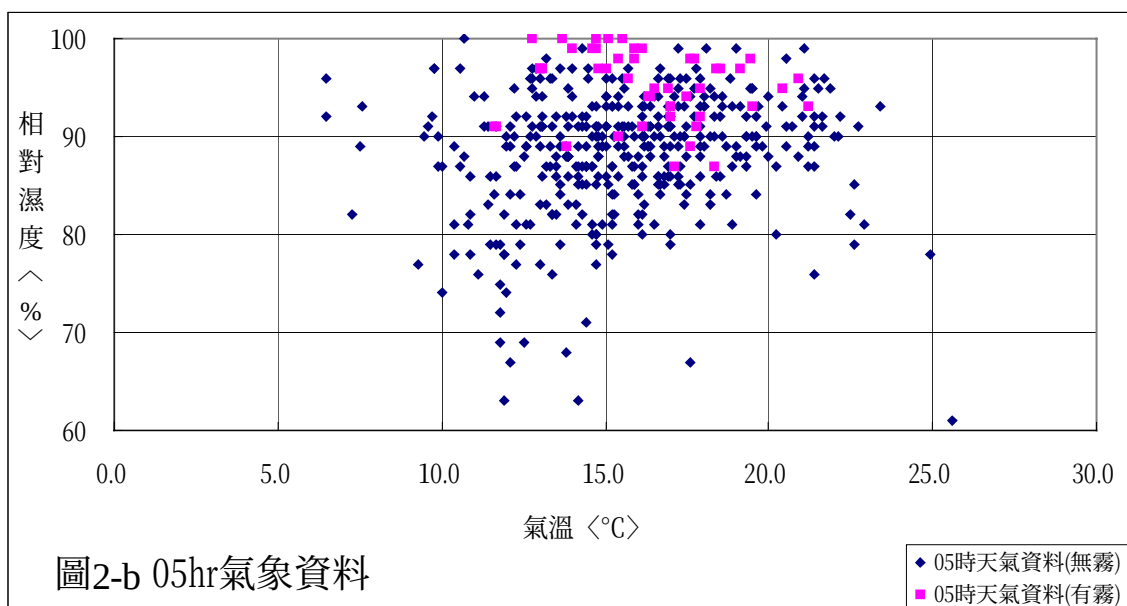
|    | 氣溫<br>(°C) | 露點<br>(°C) | 氣溫露點差<br>(°C) | 水汽壓<br>(mb) | 飽和水汽壓<br>(mb) | 相對溼度<br>(%) | 風速<br>(m/s) |
|----|------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| 有霧 | 16.3       | 15.5       | 0.8           | 17.9        | 19.0          | 95.3        | 1.6         |
| 無霧 | 15.6       | 13.6       | 2.0           | 16.3        | 18.3          | 88.3        | 1.6         |

(三)、由 0 5 時天氣資料所得到的 XY 散佈圖，可看出下列結果：當濃霧發生時：

1. 氣溫多集中在 1 2 °C~2 2 °C 間 (見圖 2-a)。
2. 氣溫露點差降低至 2 . 2 °C 以下 (見圖 2-a)。

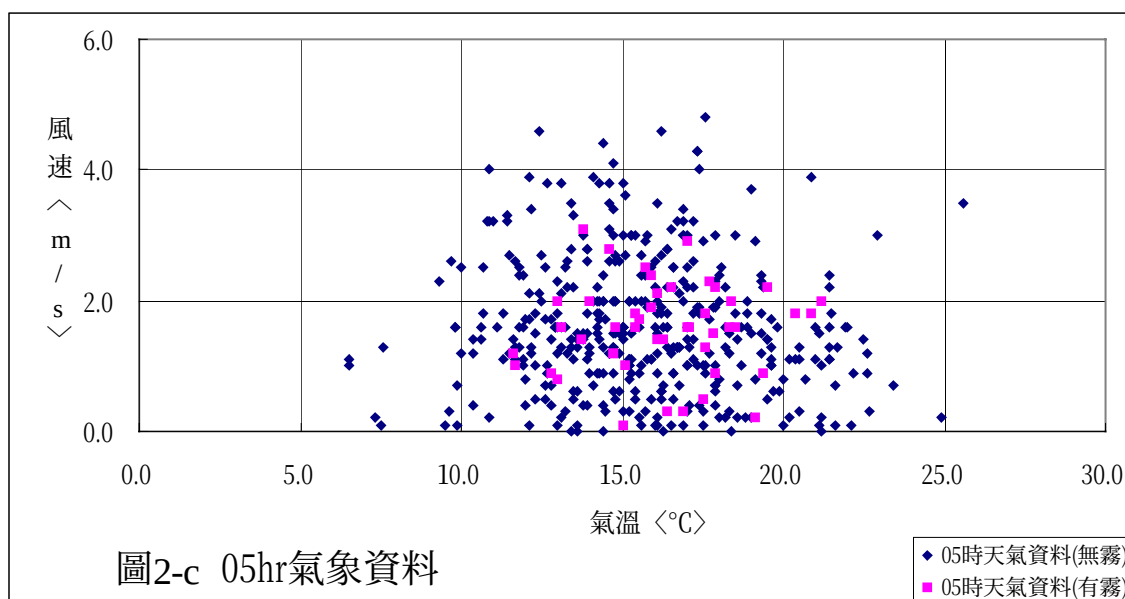


3. 相對溼度增大且多在 87 % 以上 (見圖 2-b)。

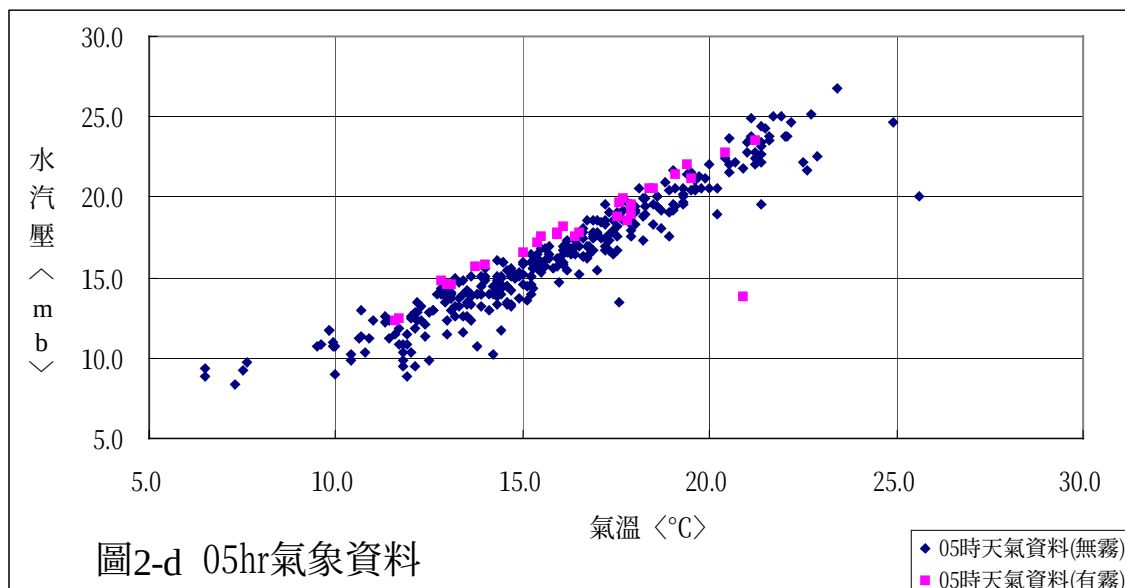


4. 風速較小且多在 2.5 m/s 以下 (見圖 2-c)。





5. 氣溫愈高，水汽壓愈高。在同氣溫下，有霧時的水汽壓較無霧時略為高些。(當水汽壓愈高，就愈接近飽和水汽壓，也就更易形成輻射霧)(見圖 2-d)



三、根據研究過程步驟五：我們將晚上 20、23 時氣象資料

(一)、求得下列平均值：(見表 5,6)

表 5：20 時各項氣象資料平均值

| 20 時   | 氣溫<br>(°C) | 露點<br>(°C) | 氣溫露點差<br>(°C) | 水汽壓<br>(mb) | 飽和水汽壓<br>(mb) | 相對溼度<br>(%) | 風速<br>(m/s) |
|--------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| 隔日清晨有霧 | 18.5       | 16.0       | 2.5           | 19.2        | 22.1          | 85.5        | 1.7         |
| 隔日清晨無霧 | 18.1       | 14.4       | 3.7           | 17.2        | 21.5          | 79.6        | 2.0         |

表 6：23 時各項氣象資料平均值

| 23 時   | 氣溫<br>(°C) | 露點<br>(°C) | 氣溫露點差<br>(°C) | 水汽壓<br>(mb) | 飽和水汽壓<br>(mb) | 相對溼度<br>(%) | 風速<br>(m/s) |
|--------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| 隔日清晨有霧 | 17.3       | 15.7       | 1.6           | 18.9        | 20.7          | 90.2        | 1.3         |
| 隔日清晨無霧 | 16.9       | 14.2       | 2.7           | 17.2        | 20.0          | 84.5        | 1.6         |

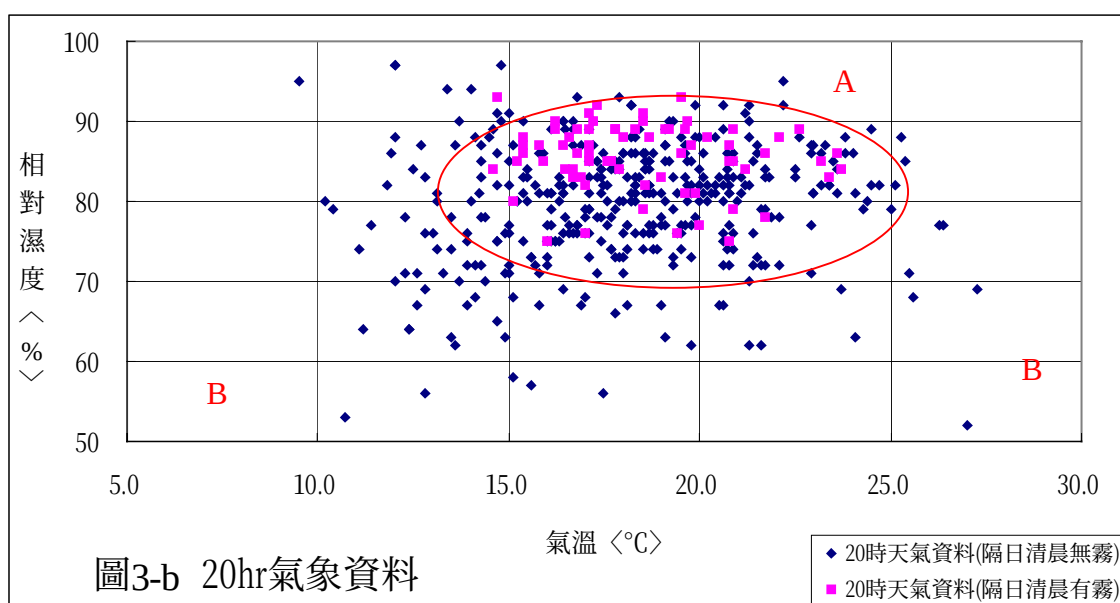
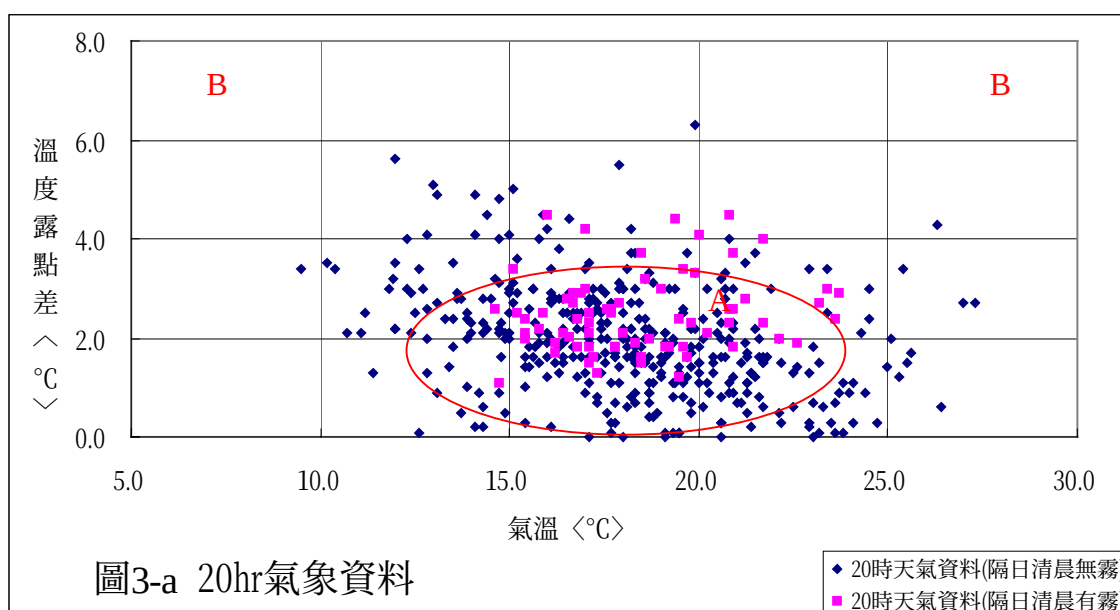
(二)、另外，我們利用 XY 散佈圖(見圖 3,4)，試圖預測隔日清晨是否有霧？得以下結論：

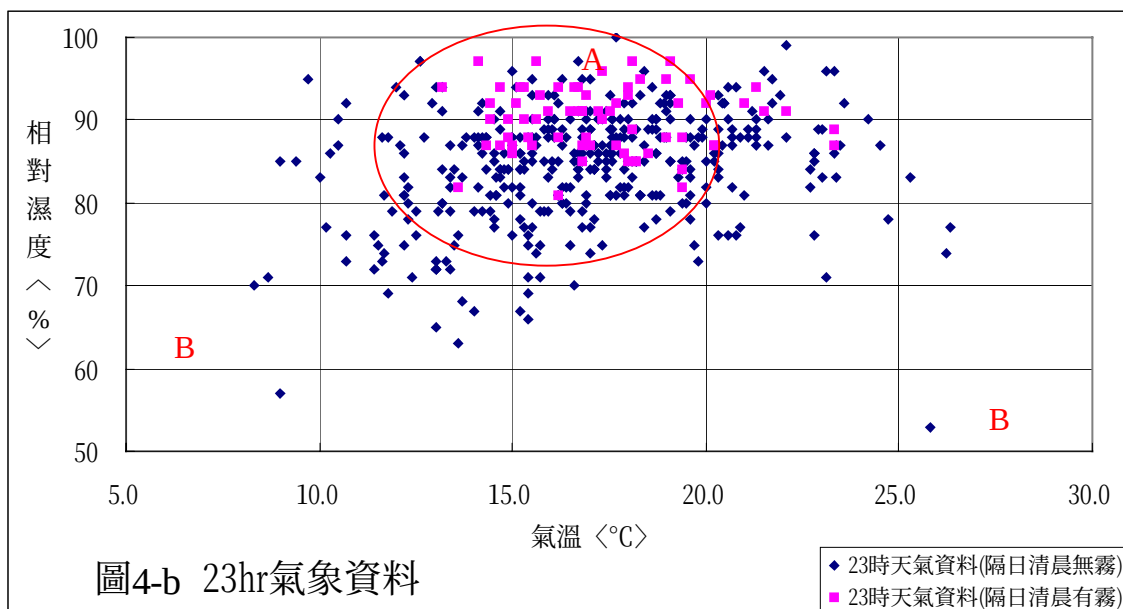
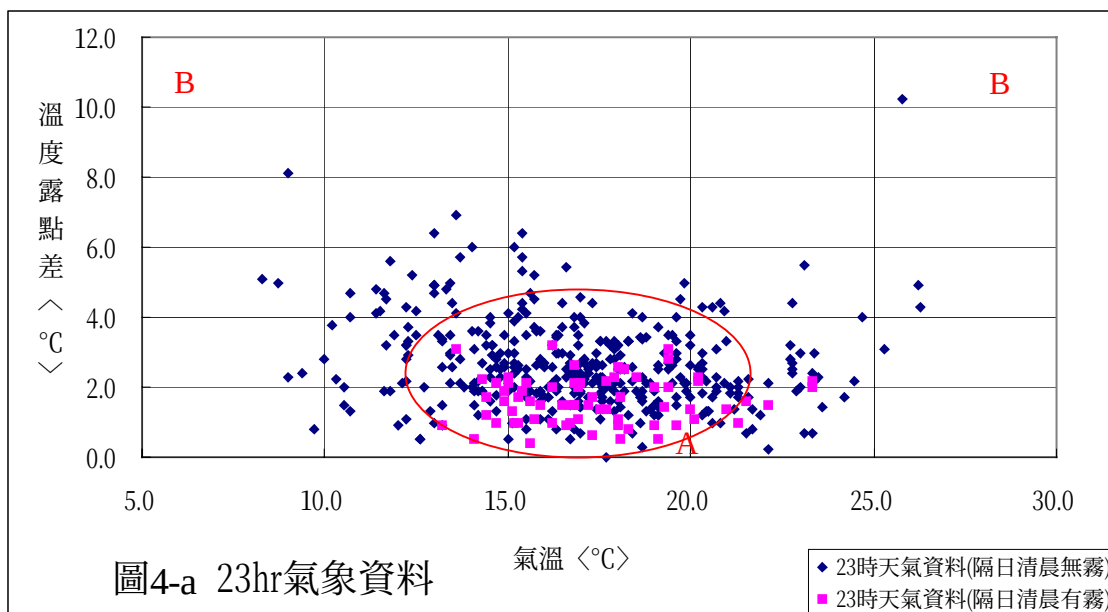
1. 20, 23時氣象資料在下表範圍時，則可預測隔日清晨無霧：(見表 7)

表 7：由 20, 23時氣象資料，預測隔日清晨無霧

| 隔日清晨無霧 |                |           |                |         |         |
|--------|----------------|-----------|----------------|---------|---------|
|        | 氣溫(°C)         | 氣溫露點差(°C) | 水汽壓(mb)        | 相對溼度(%) | 風速(m/s) |
| 20時    | <14.0<br>>24.0 | >4.5      | <15.0<br>>23.0 | <75     | >2.7    |
| 23時    | <13.0<br>>23.0 | >3.2      | <13.0<br>>23.0 | <81     | >3.5    |

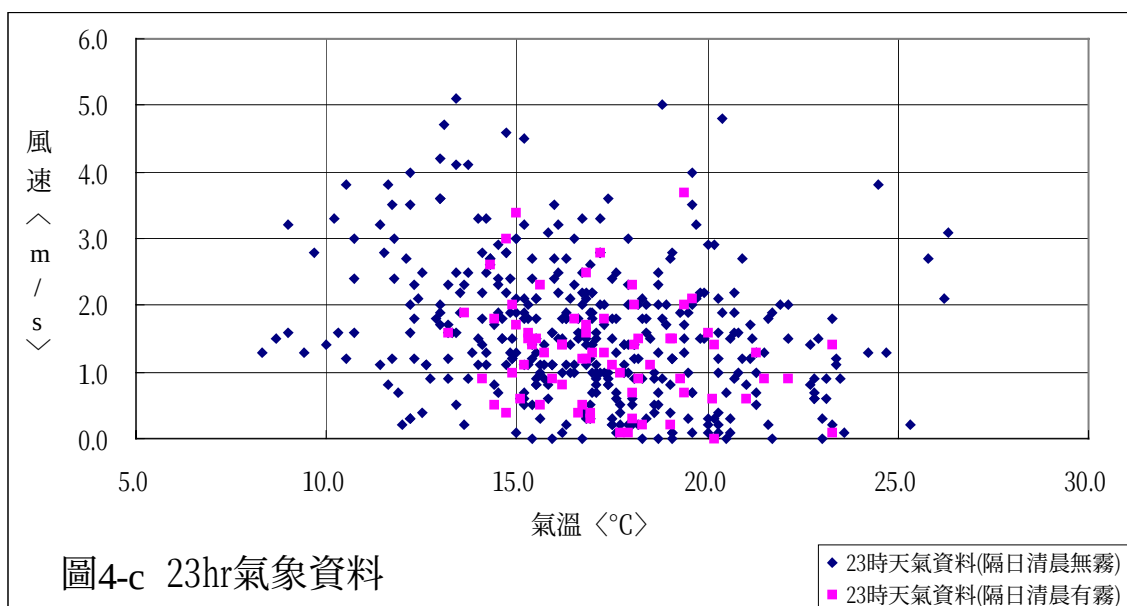
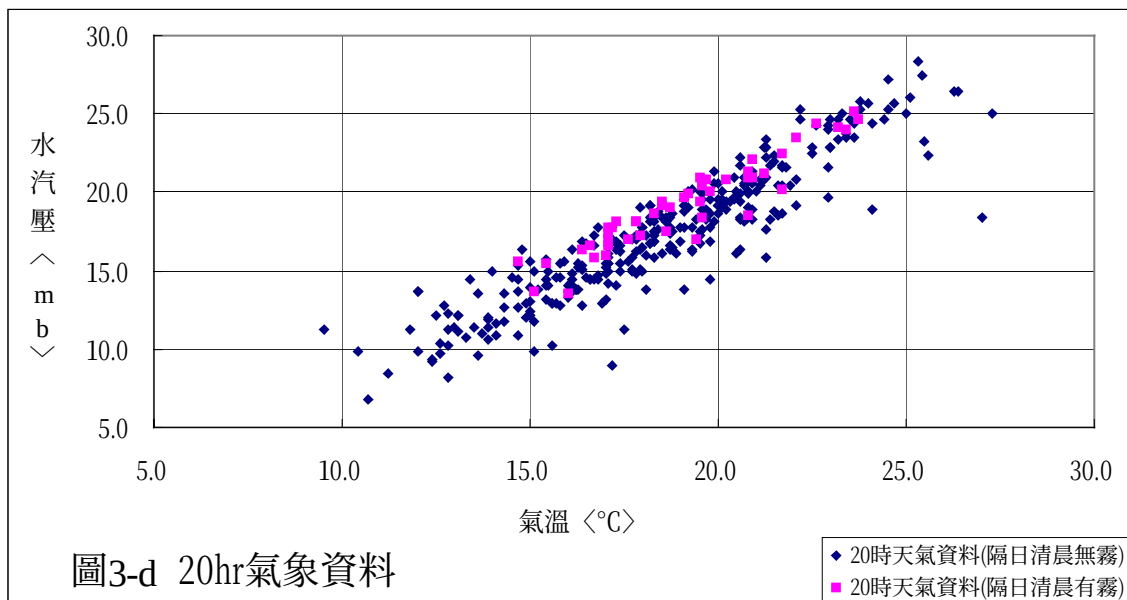
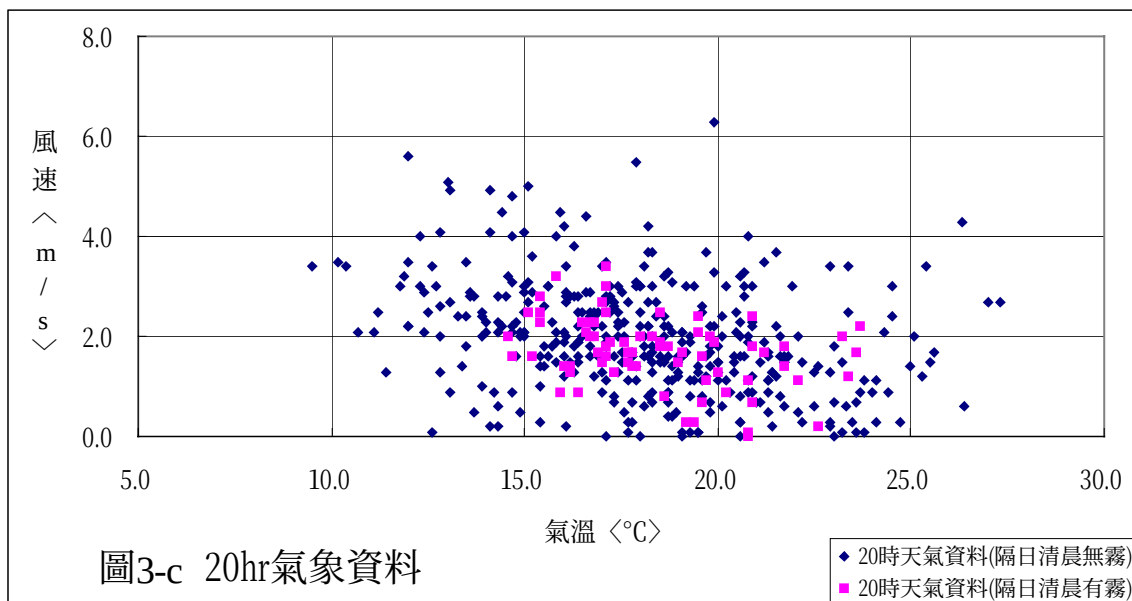
2. 20、23時氣溫露點差、相對溼度和氣溫相交點，若落在 A 區，則預測有霧的機率約 30%，若落在 B 區，則預測無霧的機率約 97%(見圖 3,4-a,b)。

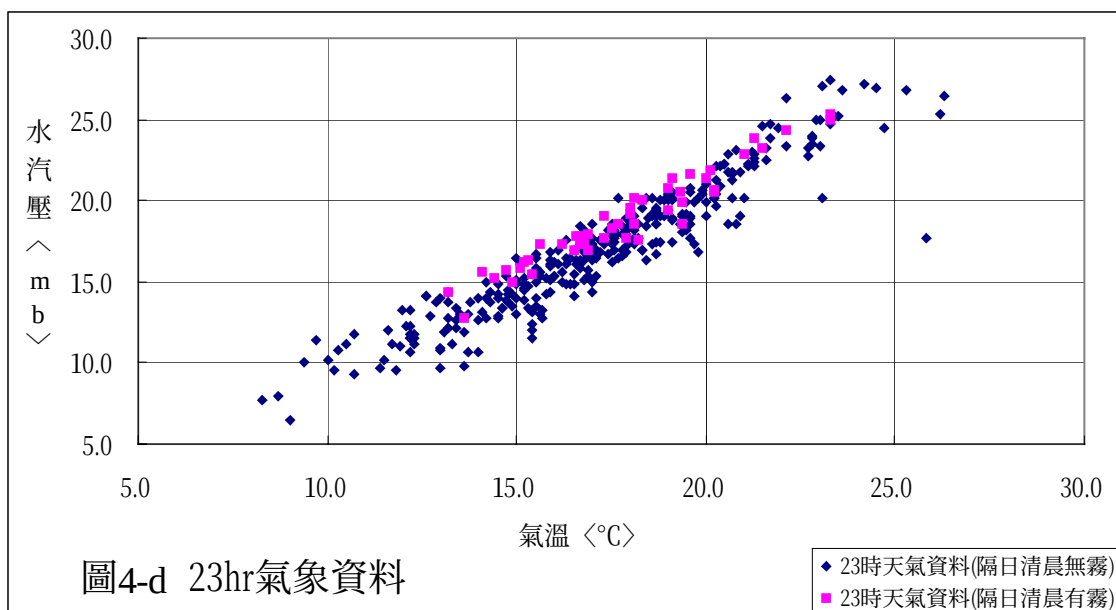




(由以上結果，雖然預測有霧的機率不高，但是仍具有參考價值，尤其是無霧的預測)。

4. 利用風速，水汽壓來預測有霧或無霧，看來似乎有些困難(見圖 3,4-c,d)。

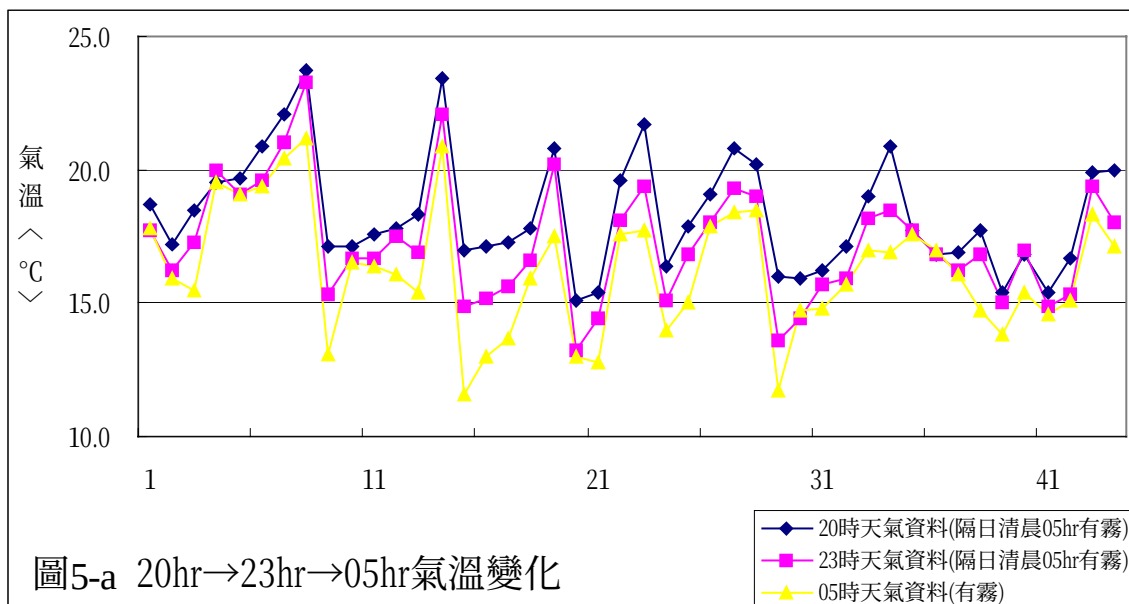


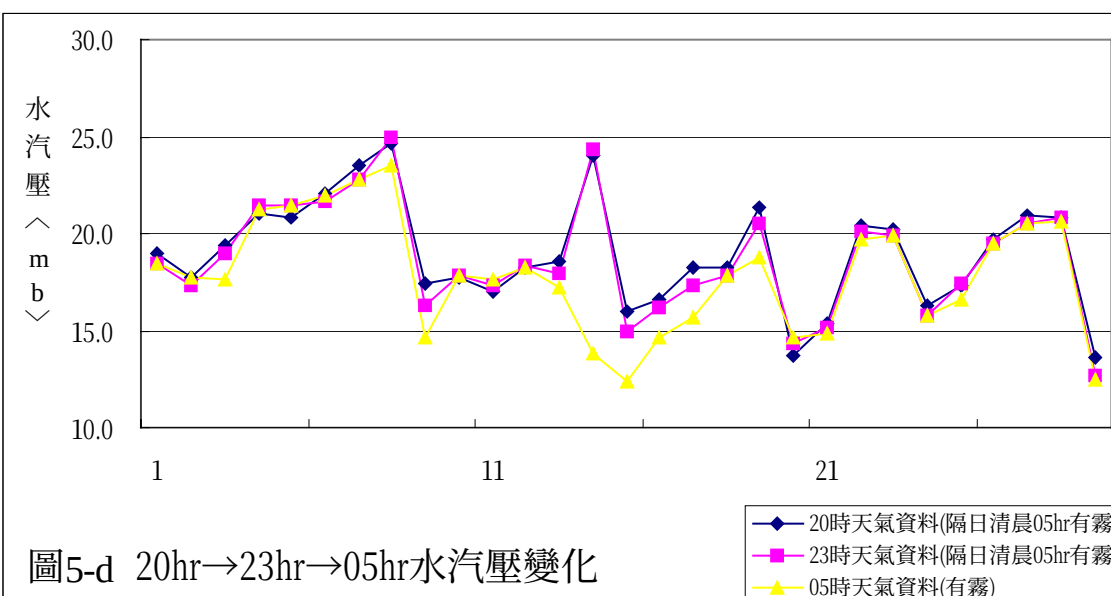
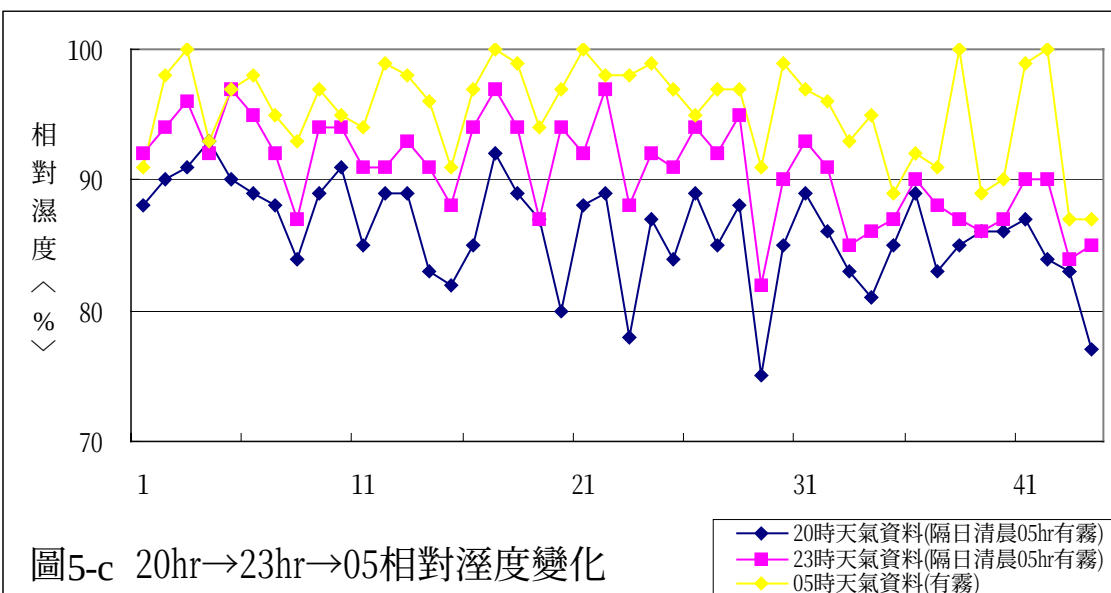
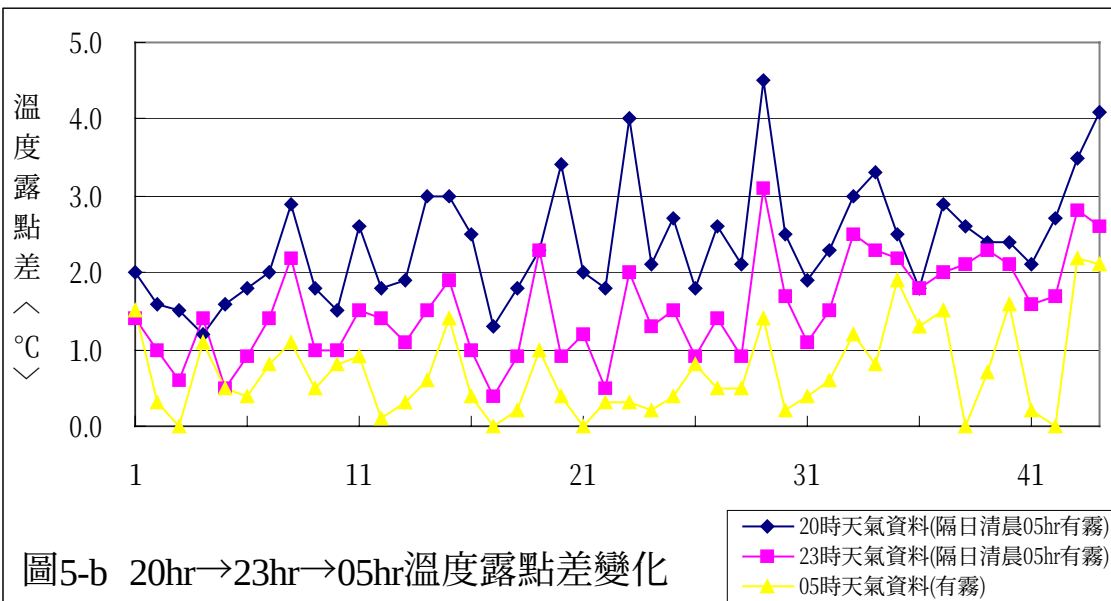


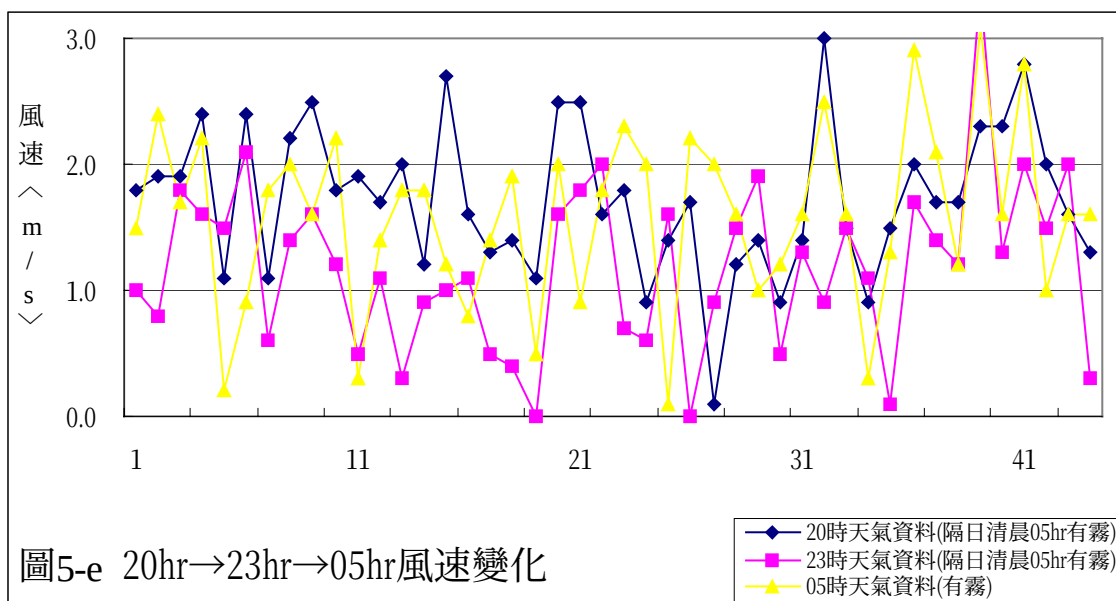
四、由表 1、4、5、6 可以發現：

- (一)、0 5 時有霧或 2 0，2 3 時隔日清晨有霧時的氣象資料中氣溫、水汽壓皆較無霧時為高。(由此驗證了，當水氣要凝結成霧時，它會放出熱量，使氣溫較同時間無霧時為高，而(飽和)水汽壓也相對升高)。
- (二)、由於夜晚輻射冷卻降溫，大於水氣飽和凝結放熱升溫，故夜晚成霧時，氣溫仍會下降。

五、根據研究過程步驟六所製作的折線圖(見圖 5-a,b,c,d)可看出：自 2 0 時、2 3 時到隔日清晨 0 5 時成霧：







- (一)、其氣溫、氣溫露點差持續下降，而相對溼度則持續上升。
- (二)、水汽壓微降、而風速變化較無規律性。
- (三)、和研究過程步驟三—2(濃霧前，氣象資料的變化)結果相同。

#### 柒、結論：

一、嘉義地區冬春之交，所發生的霧，多屬輻射霧，每於晴朗的夜晚，由於輻射冷卻造成。

二、濃霧發生時：

- (一)、通常氣溫，氣溫露點差會下降，風力微弱，相對溼度會增加，(而太陽的增溫(使氣溫和露點差更大)，和風速的增大，是造成濃霧消散的主因)。
- (二)、能見度越低，氣溫露點差也越低，相對溼度越高。
- (三)、隔日清晨有霧的夜晚和有霧的清晨，其平均氣溫皆較無霧時高。
- (四)、在同氣溫下，有霧時的水汽壓較無霧時為高。

三、根據以上實驗所得到的結果，濃霧形成的條件是：

- (一)、氣溫要在  $12.22^{\circ}\text{C}$  之間(平均值為  $16.3^{\circ}\text{C}$ )。寒流來襲或暖冬時，較難成霧。
- (二)、氣溫露點差要在  $2.2^{\circ}\text{C}$  以下(平均值為  $0.8^{\circ}\text{C}$ )。
- (三)、相對溼度要在  $87\%$  以上(平均值為  $95.3\%$ )。
- (四)、風速要在  $2.5\text{ m/s}$  以下(平均值為  $1.6\text{ m/s}$ )。

四、我們可以適度利用每日 20，23 時的相對溼度和氣溫露點差，來預測隔日清晨是否有霧。(相對溼度持續上升和氣溫露點差持續下降，隔日清晨有霧的機率較高)。

#### 捌、參考資料：

- 一、中央氣象局 1998 年—2002 年 1—3 月嘉義氣象站地面氣象資料(見附件 1)。
- 二、空軍各地機場，濃霧預報守則。
- 三、中央氣象局網站(<http://www.cwb.gov.tw>)。
- 四、國中地球科學課本(p84,94,96)—(90 年 8 月正式版)。
- 五、國中選修理化課本(第一冊)(p75)—(89 年 8 月再版)。
- 六、感謝中央氣象局嘉義氣象站主任及全體同仁，提供資料及諮詢服務。





照片 1-a：嘉義氣象站觀測坪內百葉箱前



照片 1-b：嘉義氣象站觀測坪內百葉箱前





照片 2：百葉箱內儀器實際操作



照片 3：風向風速儀前



照片 4：蒐集嘉義氣象站地面氣象資料



照片 5：嘉義氣象站能見度目標圖

**(第一名)**

利用近五年資料，分析嘉義地區的霧，對霧與氣溫濕度，風速風向的關係都有  
詳細之說明，甚具參考價值，結論正確，本作品亦是有鄉土性。