

中華民國第 53 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

030504

轎車頂上的露水洩露了天機

學校名稱：臺南市立後甲國民中學

作者： 國一 劉家瑞 國一 謝承佑	指導老師： 鄒明珈 王雅麗
-------------------------	---------------------

關鍵詞：氣溫、相對溼度、露點溫度

摘 要

本研究是觀察記錄 99 年 11 月至 102 年 2 月的天氣變化，並以這些天氣資料找出影響露水形成的天氣條件。

發現露水形成的要素是：氣溫接近當時的露點溫度、水汽含量也要高，以及能讓露水凝結的凝結核；因此當太陽下山時，可以觀察當時的氣溫與露點溫度之差，以及雲量多寡，來判斷隔天容不容易有露水出現。在空曠處、微風、植生的有無也是影響露水出現的因素之一。

若要判斷隔天早上會不會有露水出現，可以測量晚上十點的露點溫度，若與氣溫相差在 4°C 內，相對濕度又大於 75%，則隔天早上四、五點可能就會出現露水。從有露水出現的天氣狀況統計圖可以發現，有露水的日子，當天早上的天氣幾乎是晴天，所以我們認為有露水出現當天的早晨，晴朗的狀況較多（88%）。

壹、研究動機：

從家中到學校的路上，總會看見路邊停了好多的車子。

我坐在媽媽的機車上，偶爾會發現車子上會有濕濕的露水，我很好奇，心裡想，到底在什麼樣的天氣條件下會產生露水，不是每天都有露水，每一輛小轎車的頂蓋都會有露水嗎？還有沒有其他環境因素會影響露水的形成？於是我和同學決定一起研究這個主題，以下是我們的研究過程與結果。



照片 1：觀察地點的轎車

貳、研究目的：

- 一、觀察天氣的變化（氣溫、相對溼度）和地面上形成露水有關嗎？
- 二、從觀察記錄中，找出環境對露水形成的影響。
- 三、從觀察記錄中，能辨別怎樣的天氣變化會有露水。
- 四、從觀察有露水的天氣，能預測天氣的變化嗎？

參、研究設備及器材：

自動氣溫、相對溼度紀錄器、布尺、指北針、風向計

肆、研究方法：

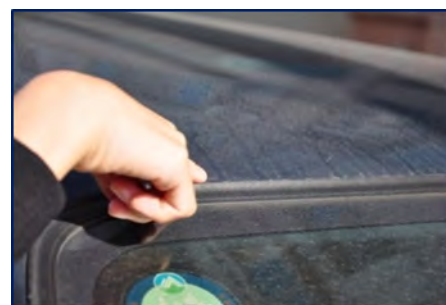
- 一、從學校的「自動氣溫、相對濕度記錄器」觀察記錄天氣的變化。
- 二、觀測記錄十一月～三月露水出現的天數。
- 三、探究汽車頂蓋上的塵埃與露水的關係。
- 四、找出露水形成的天氣要素。
- 五、瓶壁上露水形成時的露點溫度。
- 六、汽車停放中的環境因子和出現露水的相關性。
- 七、能不能找出判斷第二天早晨，可能有露水出現的天氣條件。
- 八、有露水的早晨能不能判斷當天的天氣呢？



照片 2：轎車擋風玻璃上的露水

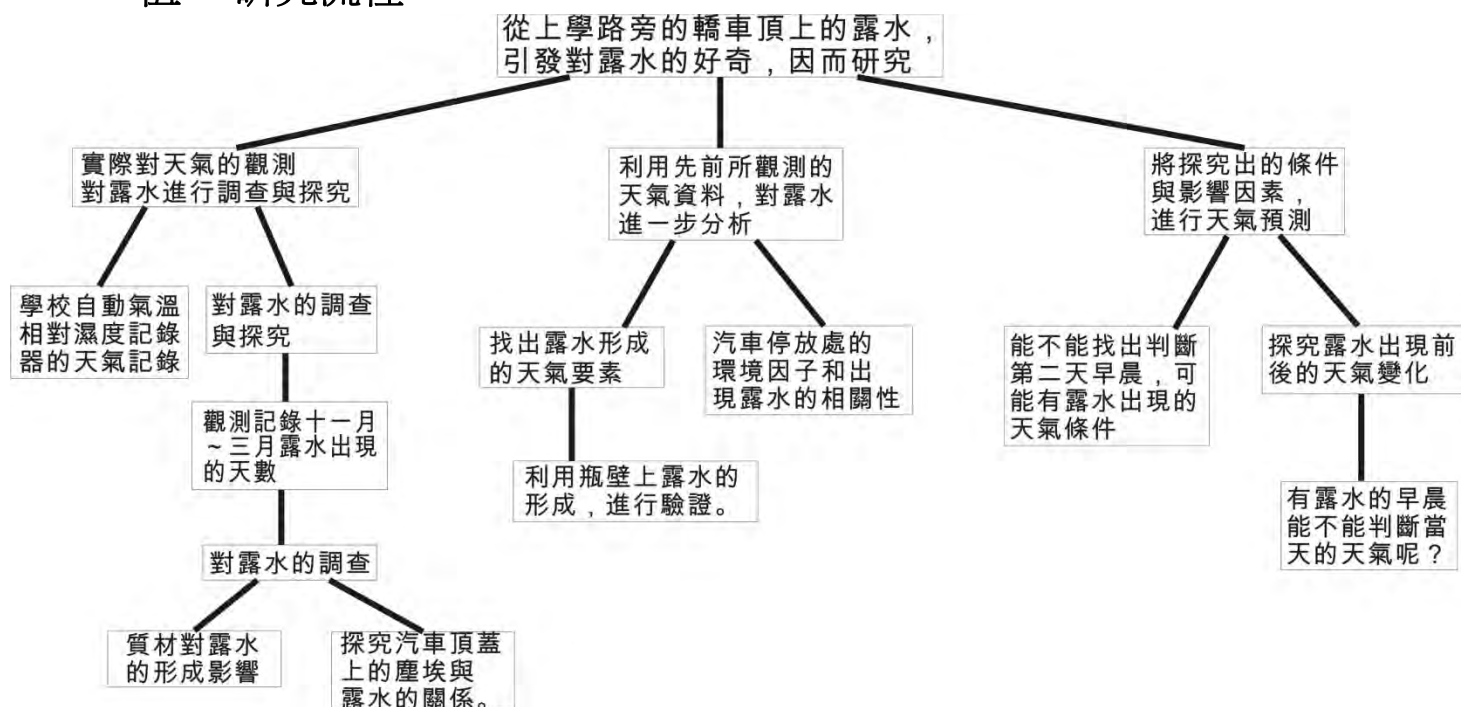


照片 3：轎車頂蓋上的露水



照片 4：轎車頂蓋上的露水

伍、研究流程：



陸、理論基礎：

- 一、氣溫：氣溫即空氣的冷熱程度，可以利用溫度計來量度，台灣以攝氏度數為單位，簡寫為 $^{\circ}\text{C}$ 。它直接受到日照所影響，日照越多，氣溫越高。一般來說，一天之中以午後氣溫最高，黎明時的氣溫最低。一天之內的最大和最低溫度，均可直接從溫度計讀出。
- 二、相對濕度：相對濕度是指空氣中的實有水汽量，與相同溫度的空氣的最高含水量的比較，以百分比表示。
- 三、露點溫度是指在固定氣壓下，空氣中所含的水氣達到飽和而凝結成液態水所需要的溫度點。當在這溫度時，凝結的水飄浮在空中稱為霧，如果沾在固體表面上時則稱為露。
- 四、露點溫度、相對濕度、氣溫間的關係：露點與相對濕度是有所關聯。在相對濕度 100%，即飽和狀態下，只要溫度向下降，空氣中能容納的水氣量會減少，多出來的水氣就會凝結成液態水。於是在飽和狀態下，露點溫度就等於當時的氣溫。在沒有飽和時，氣溫往下降，水氣仍能全部保留在空氣中，直到氣溫降到一個點，此時水氣已經飽和，再向下降水氣就會凝結，這個點就是當時的露點溫度。於是可以想見，越潮濕的情形，水氣越容易凝結出來，所以露點溫度就高，而乾燥空氣的露點就低。當露點不變時，相對濕度與氣溫會成反比。
- 五、露點溫度的計算：取自美國氣象學會的期刊
當知道而相對濕度大於 50% 時，露點可以用下列的公式求得，其誤差值僅為 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

$$T_d = T - \frac{(100 - RH)}{5}$$
 或者
$$RH = 100 - 5(T - T_d)$$
 以文字表示，即露點與乾球溫度每相差 1°C ，相對濕度即下降 5%。
 氣溫以 T 表示，露點 T_d ，單位為攝氏、相對濕度 RH 為百分比。

柒、研究過程、結果及討論：

一、活動一：從學校的「自動氣溫、相對濕度記錄器」觀察記錄天氣的變化。

從國小五年級開始，當我第一次開始注意到上學路上轎車頂的露水時，就曾經和學校老師討論這個問題，結果老師只告訴我「這個問題很好」，你從現在開始記錄每天的露水；並利用學校裡的「自動氣溫、相對濕度記錄器」觀察記錄天氣。

學校的「自動氣溫、相對濕度」記錄器，可以記錄一週的天氣變化，而且又是持續記錄氣溫和相對濕度，很方便又準確。每個假日我們都到那裡讀書做研究，所以更換記錄紙的工作，剛好由我負責。

- (一) 從儀器的記錄，我們有 99 年 11 月起至 102 年 2 月底每天持續的氣溫及相對濕度變化資料；我們也自己去觀察記錄天氣的陰、晴或下雨天，也觀察當天早晨有沒有露水。
- (二) 結果：從紀錄表中整理出 99 年 11 月~100 年 3 月、100 年 11 月~101 年 3 月、101 年 11 月~102 年 2 月每日平均氣溫、平均相對濕度、有無下雨、有無露水等天氣資料。
- (三) 比較每日天氣變化圖
參考附錄-圖-1~圖-3。
- (四) 發現：
 - 1、氣溫變化：
 - (1) 從附錄-圖-1~圖-3 的氣溫變化中發現，每年 11 月份氣溫幾乎維持在 20°C 以上，只有 101 年 11 月 18、27 日低於 20°C。
 - (2) 從附錄-圖-1~圖-3 的氣溫變化中發現，12 月份的氣溫起伏不定，最低溫是 99 年 12 月 16 日 (12°C)。
 - (3) 從附錄-圖-1~圖-3，台南一月份氣溫在 100 年的變化量比較大，氣溫上升後又會急遽下降，例如：100 年 1 月 9 日，從 17°C 突然降到 11°C；以及 14 日到 16 日，由 18°C 降到 12°C，都相差了 6°C。
 - (4) 從附錄-圖-1~圖-3 發現 2 月份氣溫，以 102 年普遍較高，101 年起伏最大。
 - (5) 從附錄-圖-1~圖-3 發現三月份的氣溫幾乎不會低於 15°C，這時台灣的氣候已經漸漸回溫。

2、相對濕度

- (1) 三年來，11 月份的平均相對濕度幾乎是維持在 70%~90%之間，若搭配溫度，有時濕度高時溫度是低的話，當日天氣便屬於濕冷的狀態。
- (2) 從附錄-圖-1~圖-3 的相對濕度變化中發現，氣溫升高時，相對濕度也跟著升高；氣溫降低時，相對濕度也跟著降低。
- (3) 1 月份的平均相對濕度並沒有隨著不穩定的氣溫升高降低，其中又以 101 年最穩定，幾乎維持在 80%。
- (4) 三年來 2 月份的相對濕度幾乎維持在 70%以上，高低起伏較小，但溫度起伏大。

3、在每日的天氣觀測中，發現寒冷潮濕的天氣會出現露水，尤其在花叢、草地上會發覺濕濕的，走入草地鞋子都濕了。也可以從上學路上的汽車頂蓋或前後玻璃中看見露水，甚至露水量多時，還會沿著窗戶流下來。



照片 1-1



照片 1-2



照片 1-3

二、活動二：觀測記錄十一月～三月露水出現的天數。

- (一) 目的：從觀察車頂蓋上出現的露水，瞭解不同月份出現露水的情形。
- (二) 材料：露水調查表、台南氣象站相關資料。
- (三) 觀察項目：上學路上每輛轎車頂蓋上的露水。
- (四) 觀察方法：將觀測所得資料，統計 99、100、101 年 11 月至隔年 3 月，露水出現日數。
- (五) 結果：

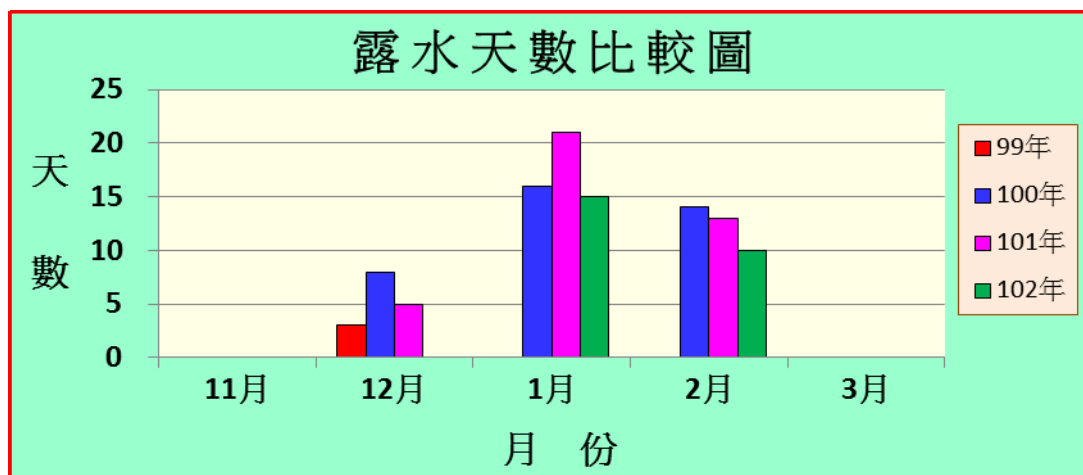


圖 2-1 99 年至 101 年每年 11 月至隔年 3 月露水天數比較圖

(六) 討論：

- 1、我們觀察上學路上轎車頂蓋上的露水中，發現 12 月出現露水的次數較少；1 月份出現露水次數較多。從活動一的天氣變化圖（附錄-圖-1~圖-3）中，發現可能是因為 1 月份的天候狀況是屬於寒冷潮濕的天氣。
- 2、從觀察中，12 月份時的露水出現次數較少，配合活動一的天氣觀察後，發現可能是台南市在 12 月份時溫度還很高；從濕度變化中，也可以發現 12 月份的濕度也比較低，若遇到低溫通常都是乾冷的天氣，所以露水出現次數就少。其中，又以 99 年 12 月份最為明顯。
- 3、2 月份露水出現次數逐漸減少，配合天氣觀察發現，雖然 2 月份濕度是高的，普遍維持在 80% 以上，但是這時，時序已進入春天，在台南地區的氣溫漸漸回升，所以當我們上學時就比較不常看見有露水附著在車頂上。
- 4、從三年的天氣觀察記錄中，發現 99 年 12 月至 100 年 2 月出現露水次數較少。從天氣變化圖中可以發現，這一年的一月份氣溫較低，但是水汽量卻不穩定，幾乎是乾冷的天氣，所以出現露水的次數較其他兩年的觀察還少。
- 5、101 年 1 月份觀察到車頂上附著露水的次數高達 21 次，經過我們仔細研究後發現：101 年 1 月氣溫比 100 年 1 月高，但濕度穩定在 80% 以上；所以當氣溫下降後，就容易凝結露水在轎車的頂蓋上。

(七) 疑問：

在觀察露水時，會發現露水大小不一，形狀不同，除了這些，露水還有什麼樣的特徵呢？

三、活動三：探究汽車頂蓋上的塵埃與露水的關係。

- (一) 目的：瞭解汽車頂蓋上的露水的特性。
 (二) 材料：廣用試紙、刷子、水晶杯、蒸餾水、pH meter
 (三) 方法：



照片 3-1 測試露水的 pH 值

- 1、有露水的早晨。
 - 2、將車子上的露水聚集，並用廣用試紙測試露水的 pH 值。
 - 3、觀察車子頂蓋的塵埃狀況和材質。
 - 4、分別取下車子頂蓋的塵埃（6 輛），放入蒸餾水中充分攪拌。
 - 5、用 pH meter 測試。
- (四) 結果：

1、車子頂蓋上露水 pH 值

表 3-1 車子頂蓋上露水 pH 值

日期	1月2日					1月3日					1月4日				
車輛	甲	乙	丙	丁	戊	甲	乙	丙	丁	戊	甲	乙	丙	丁	戊
pH 值	5	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5

2、車子頂蓋上塵埃水溶液的 pH 值

表 3-2 車子頂蓋上塵埃水溶液的 pH 值

車輛	1	2	3	4	5	6	合計	平均
pH 值	6.20	6.15	6.30	6.90	6.95	6.99	39.49	6.58



照片 3-1 收集車子塵埃



照片 3-2 車子塵埃與蒸餾水攪拌



照片 3-3 用 pH meter 測試

3、車子頂蓋上的塵埃狀況

表 3-3 車子頂蓋上的塵埃狀況

V：有塵埃

車編號	樓 1	樓 2	樓 3	樓 4	樓 5	樓 6	樓 7	樓 8	樓 9	樓 10	樓 11	樓 12	樓 13	樓 14	樓 15
塵埃	V	V		V	V	V		V		V	V	V	V	V	V
車編號	空 1	空 2	空 3	空 4	空 5	空 6	空 7	空 8	空 9	空 10	空 11	空 12	空 13	空 14	空 15
塵埃	V	V	V	V	V		V	V	V		V	V	V	V	V
車編號	公 1	公 2	公 3	公 4	公 5	公 6	公 7	公 8	公 9	公 10					
塵埃	V	V	V		V	V	V		V	V					

(五) 討論：

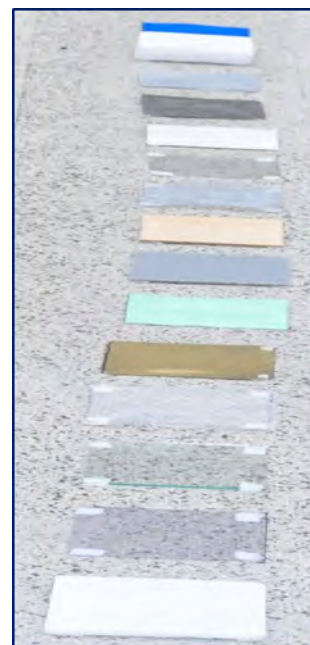
- 1、從觀察露水的 pH 值中發現，露水的酸鹼值幾乎在 pH5~pH6 之間，屬於弱酸性，而從汽車上取下的塵埃與蒸餾水攪拌後，測得的 pH 值平均為 6.58。我們討論後，認為可能是在都市裡受到汽機車排放氣體的影響，使得露水或初下的雨呈現酸性水溶液。這樣的露水對皮膚有傷害，所以早晨的露水容易使鐵器生鏽，也會使人受傷，如果早晨出去運動，最好回家時洗個臉，比較適宜。
- 2、從觀察轎車頂蓋上的塵埃量發現，有塵埃的轎車頂蓋露水附著量比較高。經過討論以及文獻的參考後，瞭解到氣態水分子彼此間的作用力太小，而難以聚在一起成為液體。若有適當的粒子，就能使水分子附著，當聚集的水分子一多，便容易加強彼此的作用力進而凝結。因此，若轎車頂蓋上有塵埃，出現露水的機會就會較高。

(六) 疑問：不同的材質，真的會影響露水的形成嗎？

(七) 大膽假設：不同材質會影響露水的形成。

(八) 小心求證：地面上的水蒸氣容易會在哪些物體上凝結成露水。

- 1、測定時間：以二月份為測定日
- 2、材料：珍珠板、塑膠板(厚)、玻璃、銅板、貼紙(厚)、木板、鐵板、鋁板、保利龍板，剪成長×寬=10×10 cm
- 3、裝置：如照片 3-4 實驗裝置
- 4、測試方法：
 - (1) 把準備好的物品，利用泡棉膠貼在禮堂的陽台上。
 - (2) 每天清晨六點三十分，觀察有沒有露水形成。



照片 3-4 實驗裝置



照片 3-5 鐵板



照片 3-6 塑膠板



照片 3-7 貼紙

(九) 結果：僅列出 100 年 2 月 22 至 2 月 28 觀察及測試結果如下表

表 3-4 不同材質的露水狀況

○：有露水 △：有少許露水 ×：沒有露水

日期 \ 材質	珍珠板	塑膠板	玻璃	銅板	貼紙	木板	鐵板	鋁板	保利龍板
100/2/22	△	△	△	○	△	×	○	○	△
100/2/23	△	○	△	○	△	×	○	○	△
100/2/24	△	○	○	○	△	×	○	○	△
100/2/25	○	○	○	○	△	×	○	○	○
100/2/26	×	×	×	×	×	×	×	×	×
100/2/27	○	△	○	○	△	×	○	○	△
100/2/28	△	△	○	○	△	△	○	○	△

(十) 討論：

- 1、早晨出現的露水多時，在測試的板子上用手摸摸看都會覺得很濕，用衛生紙擦擦看，會把露水吸乾，衛生紙變得潮濕。
- 2、出現的露水少時，只有珍珠板、銅板、鐵板、鋁板、保利龍板等凝結的露水可以用手指頭感覺出來，其他的不覺得有水珠。
- 3、經過實驗後，驗證金屬物體上比較容易有露水出現，從觀察轎車頂蓋材質時，也發現轎車使用的材料是金屬製品，屬於散熱速度較快的性質，所以當空氣溫度下降時，車子頂蓋（金屬）溫度下降是快的，就會有較多露水附著。

(十一) 疑問：除了塵埃（凝結核）還有哪些天氣條件會影響露水形成呢？

四、活動四：找出露水形成的天氣要素。

- (一) 目的：從觀測天氣變化中，知道出現露水時的天氣變化。
- (二) 資料來源：以 101 年 1 月份出現露水日為例，進行探究。
- (三) 觀察項目：氣溫、相對濕度、露點溫度。
- (四) 結果：

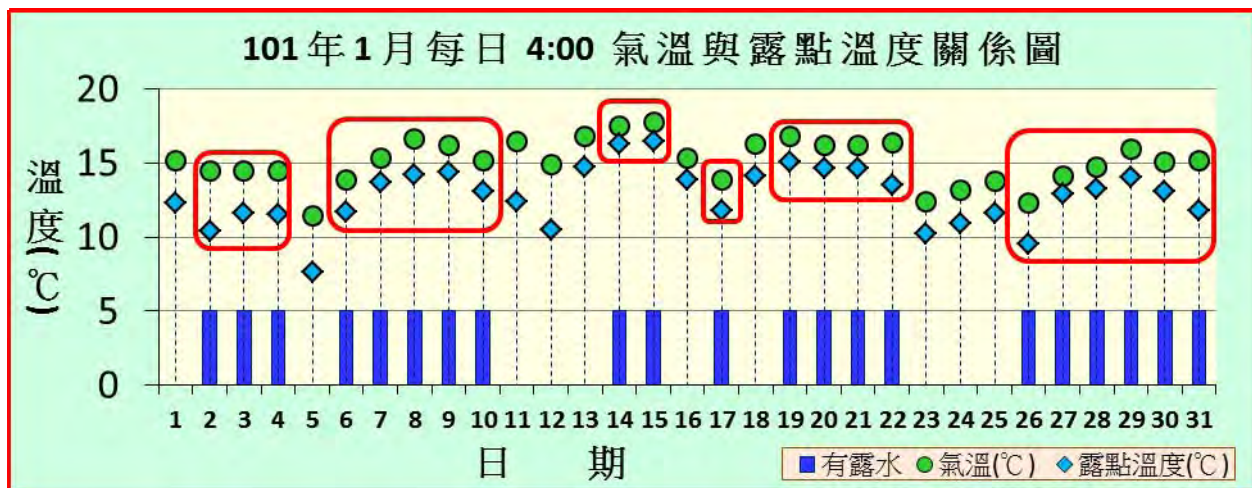


圖 4-1 101 年 1 月每日 4:00 氣溫與露點溫度關係圖

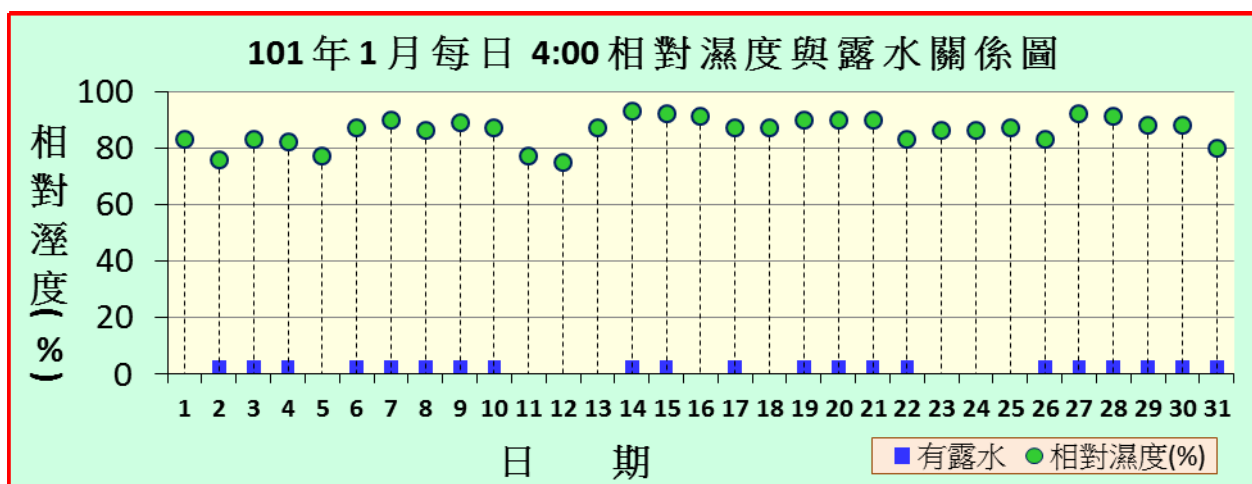


圖 4-2 101 年 1 月每日 4:00 相對濕度與露水關係圖

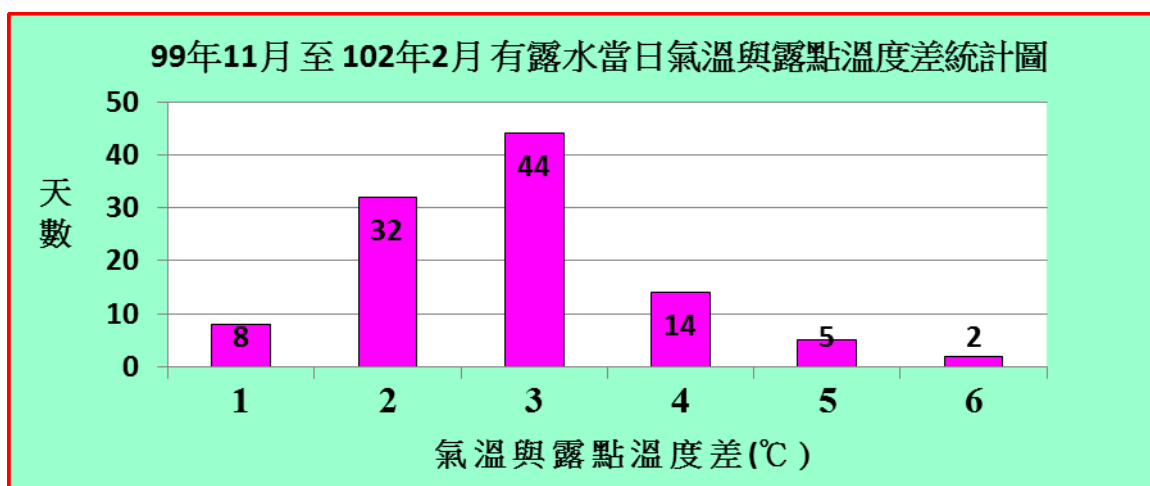


圖 4-3 99 年 11 月至 102 年 2 月有露水日氣溫與露點溫度差統計圖

(五) 討論：

- 1、圖 4-1 氣溫與露點溫度關係圖中，露水出現的日子，氣溫幾乎都是接近 15°C 或低於 15°C，偶爾溫度較高時，仍有露水出現。這和我們一開始認為，氣溫必須低於 15°C 才會出現露水；但有時氣溫卻又高過 15°C，所以我們覺得氣溫並不能直接當成判斷露水出現的指標。
- 2、從文獻資料中，提到露點溫度：「一團含水汽的空氣，該下降至幾度就會凝結出水的溫度。」，所以露點溫度納入我們觀察項目。從圖 4-3 氣溫與露點溫度差統計圖中，發現露點溫度與氣溫的差在 3°C 以下時出現露水的天數較多（80%），表示當氣溫愈接近露點溫度，越容易凝結出露水。
- 3、圖 4-2 露水與相對濕度關係圖中，發現有露水的日子濕度都維持在 80% 以上，甚至接近 90%。從相關文獻資料中，我們瞭解到相對濕度會隨著溫度高低起伏。
- 4、因此，綜合以上觀點（包含活動三），使露水凝結的天氣要素可能有下列幾項：
 - (1) 氣溫必須接近當時空氣的露點溫度。
 - (2) 水汽含量必需要高。
 - (3) 有能讓水汽凝結的凝結核。

五、活動五：瓶壁上露水形成時的露點溫度。

- (一) 目的：瞭解廣口瓶內的水溫在多少(°C)時，就會有露水出現。
- (二) 材料：廣口瓶(63個)、冰塊、水、溫度計(7支)、標籤紙、鹽
- (三) 變因方面：

操縱變因	控制變因	應變變因
廣口瓶內的水溫不同	相同的廣口瓶 水量相同 相同地點 相同時間	不同水溫下瓶壁上出現露水的有無

(四) 操作方法：

1. 在廣口瓶中倒入 200ml 的水。
2. 同時在每個廣口瓶中，持續加入冰塊，並用溫度計測量水溫。
3. 直到瓶裡水溫達到該廣口瓶所對應的水溫才停止加入冰塊。
4. 觀察記錄每個廣口瓶瓶壁上露水出現的情形。

(五) 結果：

表 5-1 廣口瓶外出現露水的溫度

○：有露水、△：中型露珠(介於明顯露水與非常露珠之間)、□：霧狀(非常小露水)、×：無露水

第一組	廣口瓶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	水溫	0°C	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C	10°C
	露水出現情形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	廣口瓶	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	水溫	11°C	12°C	13°C	14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C	
露水出現情形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	
第二組	廣口瓶	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	水溫	0°C	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C	10°C
	露水出現情形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	廣口瓶	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
	水溫	11°C	12°C	13°C	14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C	
露水出現情形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
第三組	廣口瓶	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
	水溫	0°C	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C	10°C
	露水出現情形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	廣口瓶	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
	水溫	11°C	12°C	13°C	14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C	
露水出現情形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	



照片 5-1 水溫 0°C~6°C



照片 5-2 水溫 7°C~13°C



照片 5-3 水溫 14°C~20°C

(六) 討論：

- 1、從表 5-1 中，可以觀察到 0°C~19°C 時，都有明顯的露水附著於廣口瓶的瓶壁上，而 20°C 時瓶壁上的露水則較 0°C~19°C 時還要來的少。
- 2、水溫在 0°C~20°C 時都有明顯的露水形成，所以可以知道露點溫度不小於 20°C。

(七) 疑問：當天露點溫度真的會高於 20°C，露水真的會在那麼高的溫度下出現嗎？

(八) 大膽的假設：水溫在 22°C 【自行推演公式試算的結果】時，就會有露水形成了

- 1、方法：我們嘗試從實際觀測與理論資料中，自行歸納出露點溫度的計算式，再利用相關資料進行計算

(1) 使用溫度計及濕度計測量當時的溫度和濕度。

(2) 利用測得的溫度及濕度演算出當時的露點溫度。

(3) 演算方法：Ha = 絕對濕度 (g/m³)、Hs = 飽和水汽含量 (g/m³)、RH = 相對濕度 (%)

①. 當天溫度 = 30°C，相對濕度 = 63%

②. 利用普通氣象學 (國立編譯館) p56 裡的「水的飽和水汽壓及飽和水汽含量與溫度關係表」查出當時溫度的飽和水汽含量值 (Hs) = 30.4 g/m³

③. $Ha/Hs \times 100\% = RH$

④. 將 Hs = 30.4 g/m³、RH = 63%，代入③， $Ha/30.4 \times 100\% = 63\%$ ， $Ha = 63\% \times 30.4 \text{ g/m}^3$ ， $Ha = 19.4 \text{ g/m}^3$

⑤. 將算出的 Ha 值，再利用「水的飽和水汽壓及飽和水汽含量與溫度關係表」，找出對應 Ha 值的溫度，就是露點溫度 (Td)。

(九) 小心求證：

1、目的：驗證露水是否在計算的露點溫度 (22°C) 時會出現。

2、材料：廣口瓶 (21 個)、冰塊、水、溫度計、標籤紙、濕度計。

3、操作方法：方法同上

4、變因方面：同上

5、操作方法：

(1) 使用溫度計及濕度計測量當時的溫度和濕度。

(2) 在每個廣口瓶中倒入 200ml 的水。

(3) 同時在這 21 個廣口瓶中加入冰塊，並用溫度計測量水溫，使每個廣口瓶內的水溫達到該廣口瓶所需達到的水溫 (21°C~27°C)

(4) 觀察記錄每個廣口瓶瓶壁上露水出現的情形。



照片 5-4 水溫 21°C~27°C

6、結果：

表 5-2 廣口瓶外出現露水的溫度

○：有露水、△：中型露珠（介於明顯露水與非常露珠之間）、□：霧狀（非常小露水）、×：無露水

廣口瓶	1	2	3	4	5	6	7
水溫	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C
露水出現情形	△	△	□	×	×	×	×
廣口瓶	8	9	10	11	12	13	14
水溫	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C
露水出現情形	△	△	×	×	×	×	×
廣口瓶	15	16	17	18	19	20	21
水溫	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C
露水出現情形	△	△	×	×	×	×	×

7、討論：

- (1) 從表 5-2 中，可以觀察到 21°C~22°C 時有露水出現，但是和表 5-1 中 0°C~20°C 時形成的露水比起來還是較少，是屬於中型露水。
- (2) 在水溫 23°C 仍有露水出現，但是我們算出的露點溫度卻是 22°C，怎麼會這樣呢？
- (3) 經過討論後我們認為，可能是在冰塊全溶解後使水溫下降了一些，使水溫更接近露點溫度；而且廣口瓶旁的桌面上也有些水，使水汽量升高，因此才有露水出現。
- (4) 21°C~22°C 有中型露水，水溫大於露點溫度（22°C）時，就沒有露水出現了。
- (5) 從這三組的實驗中可以發現，只要溫度低於當時的露點溫度，就容易有露水出現，若溫度高於當時的露點溫度，就不容易有露水出現。

(十) 理論依據：我們也利用美國氣象學刊中提出的露點溫度計算公式

$$T_d = T - \frac{(100 - RH)}{5}$$
，將相關資料代入公式後，得到水溫在 22°C 時，就會有露水形成了，與我們推算的結果一致。

(十一) 再次確認推演露點公式的準確性

我們將自行歸納出露點溫度的計算式，與美國氣象期刊發表的公式，進行比對，計算的露點溫度與實際測量結果都只有在±1°C 以內。

表 5-3 現場的氣溫和相對濕度

次數	1	2	3	4	5	6
相對濕度	64%	71%	70%	63%	73%	76%
氣溫	17.7°C	28.6°C	19.3°C	20.9°C	26.6°C	16.5°C

表 5-4 露點溫度結果比對

次數	1	2	3	4	5	6
實際測量	10°C	23°C	14°C	14°C	21°C	12°C
自行推演公式	10°C	22°C	13°C	13°C	21°C	13°C
美國期刊公式	10.5°C	22.8°C	13.3°C	13.5°C	21.2°C	11.7°C

六、活動六：汽車停放中的環境因子和出現露水的相關性。

觀察露水時，我們發現當天氣條件相同時，公園旁的二十台轎車以及空地旁的十五台轎車都有露水；但大樓旁的二十台轎車卻沒有露水。

- (一) 我們的疑問：這兩個位置距離十四公尺，天氣條件又相同，可是出現露水的情形卻大大不同？怎麼會這樣？難道周圍環境因素也會影響露水的出現？
- (二) 目的：探討公園周圍環境對轎車出現露水的影響。
- (三) 觀測時間：101 年 12 月 26 日~102 年 1 月 5 日
- (四) 觀測項目：大樓建築高度、風向、AB 兩地露水出現的有無，A B 兩地的阻風條件、公園植生、兩棟大樓之間的距離、三角形風口座向、三角形風口大小、有無下雨
- (五) 觀測工具：布尺、指北針、風向計
- (六) 觀測地點：爺爺的家



圖 6-1 觀測地點衛星空照圖

(七) 觀測地點環境描述：

爺爺家旁的社區，有高大且數量眾多的高樓（共有 19 棟），也有一個廣大的公園，社區周圍的道路每天都停滿轎車；在 A 地區的道路長度約有 150m（兩旁共停 35 台轎車），B 地區的道路長約 164m（停 20 台轎車）。



圖 6-2 觀察現場照片圖

(八) 觀測結果：

表 6-1 101 年 12 月 26 日至 102 年 1 月 5 日每日 5:00 氣象資料一覽表

日期	時間	下雨	露水		風向(360°)	風的有無	
			A	B		A	B
101-12-26	05:00	X	○	X	20°	○	X
101-12-27	05:00	X	○	○	30°	○	X
101-12-28	05:00	X	○	X	30°	○	X
101-12-29	05:00	○	X	X	30°	○	X
101-12-30	05:00	○	X	X	30°	○	X
101-12-31	05:00	X	X	X	20°	○	X
102-1-1	05:00	X	X	X	30°	○	X
102-1-2	05:00	X	○	X	10°	○	X
102-1-3	05:00	○	X	X	20°	○	X
102-1-4	05:00	X	○	X	20°	○	X
102-1-5	05:00	X	○	X	30°	○	X

(九) 討論：

1. 當 A 地轎車頂蓋上出現露水時，B 地幾乎沒有露水；除非當天 A 地露水量多，濕透整台車，B 地才有露水出現。
2. 當 A 地的轎車頂蓋上出現露水時，偶爾有幾輛車頂蓋上並沒有出現露水，我們仔細觀察後，發現這幾輛車十分乾淨明亮，幾乎沒有塵埃。
3. 有露水的日子，在我們調查的位置風向幾乎是吹東北風。
4. 我們從實際觀測中發現，吹東北風的日子時，我們站在 A 地，可以明顯感覺到風；但當我們一走到 B 地時，就感受不到風了。
5. 我們覺得很疑惑，爺爺家旁的社區，風的有無怎麼會有所不同，從觀察空照圖後，發現東北風會從三角形的風口以及兩棟大樓間的縫隙吹進來。A 地旁邊是公園，當東北風吹襲時不會受到阻擋；但是 B 地旁是大樓，東北風似乎被阻擋下來了。
6. 我們認為在晚上的時候，公園的植物會有少許的水汽蒸散出來，A 地旁剛好是一大片的草皮和樹木，清晨，微風將公園的水汽帶向 A 地，也將轎車頂蓋的溫度降低，由於轎車頂蓋傳導好，所以轎車頂蓋的溫度容易接近露點溫度，加上微風又帶來一些水汽，因此 A 地的轎車頂蓋上容易有露水產生。B 地因東北風吹不到，旁邊又是大樓，轎車頂蓋的溫度較高，不容易接近露點溫度，所以出現露水次數較少。

七、活動七：能不能找出判斷第二天早晨，可能有露水出現的天氣條件。

(一) 目的：從 99 年 11 月~100 年 3 月、100 年 11 月~101 年 3 月的天氣資料中，找出判斷第二天早晨有露水出現的天氣條件。

(二) 觀察時間：99 年 11 月~100 年 3 月、100 年 11 月~101 年 3 月晚上十點。

(三) 觀察項目：氣溫、相對濕度、露點溫度

(四) 結果：

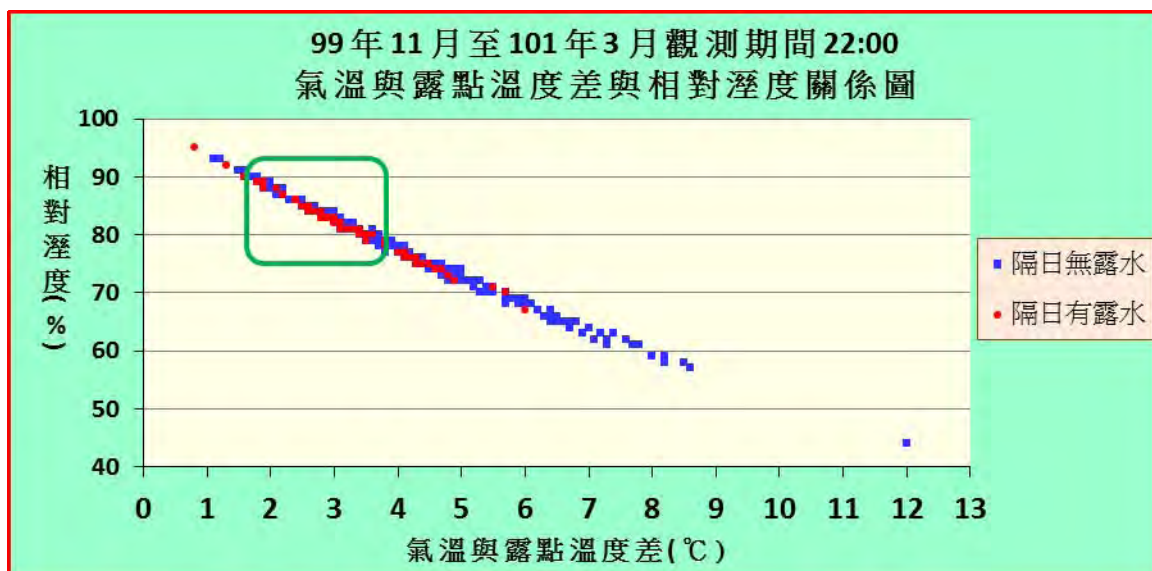


圖 7-1 99 年 11 月至 101 年 3 月 22:00 氣溫與露點溫度差與相對溼度關係圖

(五) 發現：

- 1、從圖 7-1 氣溫與露點溫度差與相對溼度關係圖中，我們發現當 22:00 時的氣溫和露點溫度差在 1°C~4°C，相對濕度也多在 75%以上時，出現露水的比例最多。
- 2、當氣溫和露點溫度差在 4°C~5°C，相對濕度在 80~70%時，偶爾也會出現露水。
- 3、當氣溫和露點溫度差在 1°C，相對濕度又高於 90%時，從理論基礎來判斷，應該出現露水的機會是最高的，可是從實際觀測中卻沒有；我們認為實際觀測中，要出現這樣的機會是很少的。
- 4、當氣溫和露點溫度差 6°C 以上、相對濕度又低於 65%時，在實際的三年觀測中，都沒有出現露水。
- 5、綜合以上，若要判斷隔天早上會不會有露水出現，我們可以測量晚上十點的氣溫與露點溫度差 4°C 內，相對濕度 75% 以上，則隔天早上四、五點可能就會出現露水。

(六) 驗證預測露水條件的正確性。

- 1、觀察時間：101年11月1日~102年2月28日。
- 2、觀察項目：氣溫、相對濕度、露點溫度
- 3、結果：

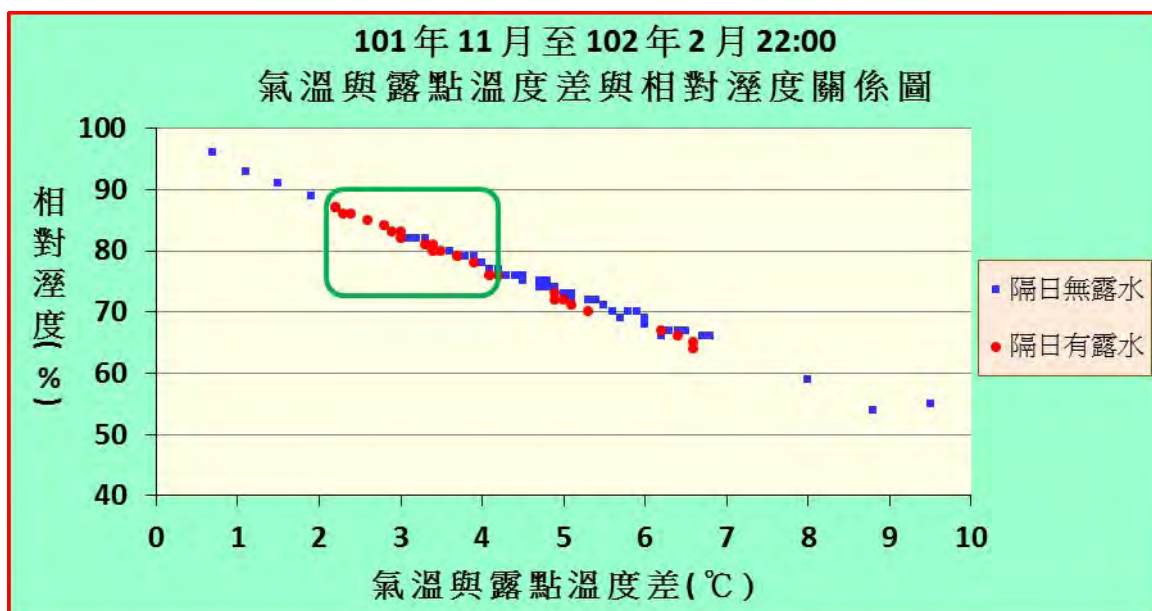


圖 7-2 101年11月至102年2月22:00 氣溫與露點溫度差與相對溼度關係圖

4、發現：

- (1) 當氣溫與露點溫度差在3°C以下、相對濕度80%以上時，我們預測隔天會出現露水的準確率為43%。
- (2) 當氣溫與露點溫度差在4°C以下、相對濕度75%以上時，我們預測隔天會出現露水的準確率為70%。

八、活動八：有露水的早晨能不能判斷當天的天氣呢？

(一) 探究 1：探討露水出現前後的天氣變化

- 1、目的：從觀測天氣變化中，知道出現有露水時前後日子的天氣狀況。
- 2、觀測日期：99 年 11 月～100 年 3 月、100 年 11 月～101 年 3 月
- 3、觀測項目：氣溫、濕度、雨量、露水
- 4、觀察結果：

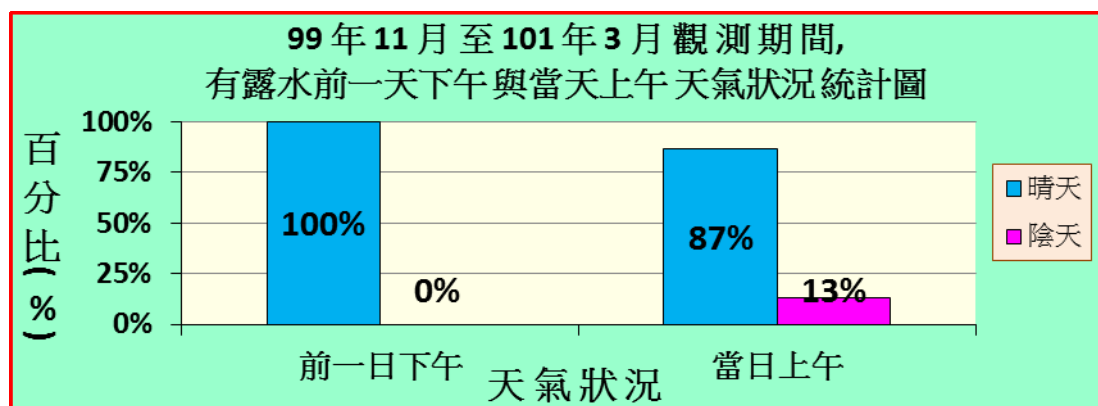


圖 8-1 99 年 11 月至 101 年 3 月觀測期間有露水前一天下午與當天上午天氣狀況統計圖

5、發現：

- (1) 我們發現這段期間內（99 年 11 月 1 日～101 年 3 月 31 日），有出現露水的日子前一天下午一定是晴朗的好天氣，。
 - (2) 出現露水的當天上午，天氣晴朗的比例在我們觀測的日子裡達 87%。
- (二) 探究 2：有露水的早晨能不能判斷當天上午的天氣

- 1、目的：從觀察有露水的天氣狀況中，判斷當天上午天氣晴天的機率。
- 2、觀察時間：觀察 101 年 11 月 1 日～102 年 2 月 28 日
- 3、觀察項目：天氣狀況（晴天、陰天）

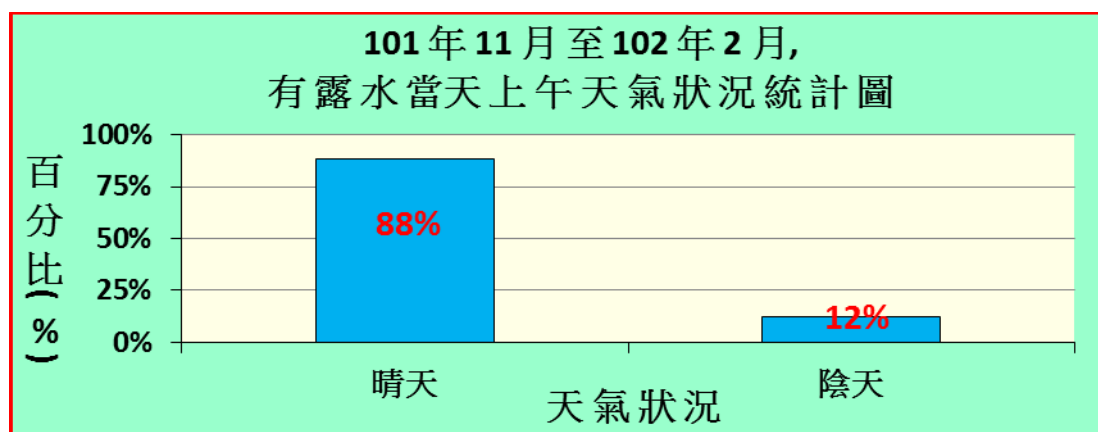


圖 8-2 101 年 11 月至 102 年 2 月有露水當天上午天氣狀況統計圖

4、發現：

- (1) 我們利用前兩年觀測資料中，發現有露水的日子當天上午天氣大部分屬於晴朗的好天氣；因此我們第三年利用此結果來驗證，發現正確率一樣可以達到 88%。
- (2) 從這幾個有露水出現的天氣狀況統計圖中可以發現，有露水的日子，當天早上天氣幾乎是晴天，所以我們認為有露水出現當天的早晨，晴朗的狀況較多。

捌、結論：

- 一、我們觀察每天上學路上轎車頂蓋上的露水中，發現 12 月出現露水的次數較少；1 月份出現露水次數較多。
- 二、從測量露水的 pH 值中發現，露水的酸鹼值幾乎在 pH5~pH6 之間，屬於弱酸性，而從汽車上取下的塵埃與蒸餾水攪拌後，測得的 pH 值平均為 6.58。我們認為是受到汽機車排放氣體的影響，使得露水呈現酸性水溶液。
- 三、從觀察轎車頂蓋材質時，發現轎車使用的材料是金屬製品，屬於散熱速度較快的性質，所以當空氣溫度下降時，車子頂蓋（金屬）溫度下降是快的，就會有較多露水附著。
- 四、從爺爺家附近車輛頂蓋上出現的露水情形，我們發現在空曠處、有微風和草皮樹木植生的環境，會對露水形成的有影響；另外有塵埃的轎車頂蓋露水附著量比較高。
- 五、使露水凝結的天氣要素可能有下列幾項：
 - （一）氣溫必須接近當時空氣的露點溫度。
 - （二）水汽含量必需要高。
 - （三）有能讓水汽凝結的凝結核。
- 六、從實際測量與文獻資料比對後，我們也找出利用溫度計及濕度計測量當時的溫度和濕度，演算出當時的露點溫度，並配合普通氣象學（國立編譯館）裡的「水的飽和水汽壓及飽和水汽含量與溫度關係表」求出露點溫度。
- 七、若要判斷隔天早上會不會有露水出現，可以測量晚上十點的露點溫度，若與氣溫相差在 4°C 內，相對濕度又大於 75%，則隔天早上四、五點可能就會出現露水。
- 八、從有露水出現的天氣狀況統計圖可以發現，有露水的日子，當天早上的天氣幾乎是晴天，所以我們認為有露水出現當天的早晨，晴朗的狀況較多（88%）。

玖、參考資料：

張泉湧譯(小倉義光著)(2001)。普通氣象學(4 版)。台北市。國立編譯館。

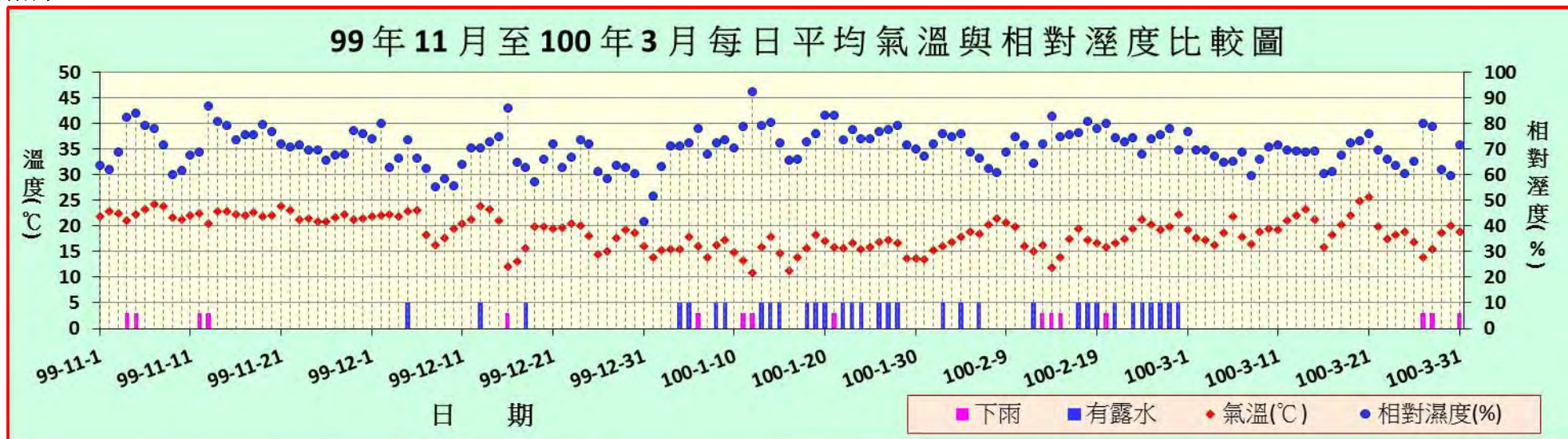
陸正華、許以平編著(1995)。近代氣象學基礎(2 版)。台北市。文海學術思想研究發展文教基金會。

中央氣象局全球資訊網。<http://www.cwb.gov.tw/>

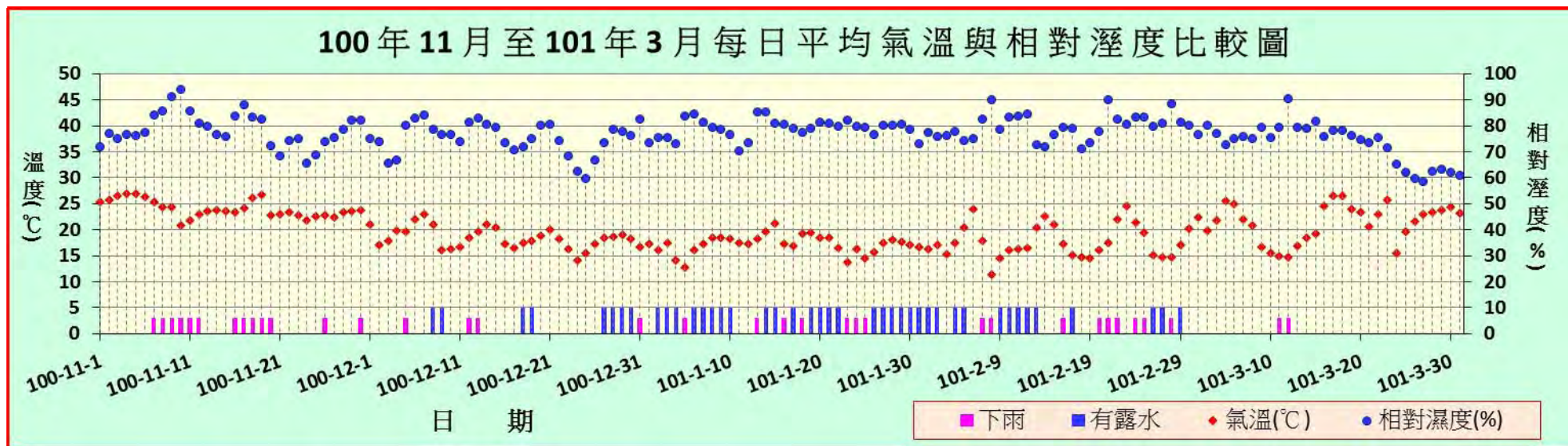
維基百科網站。露點 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9C%B2%E7%82%B9>

中華民國第 50 屆中小學科學展覽會國小組地球科學科第一名「霧」會大了。

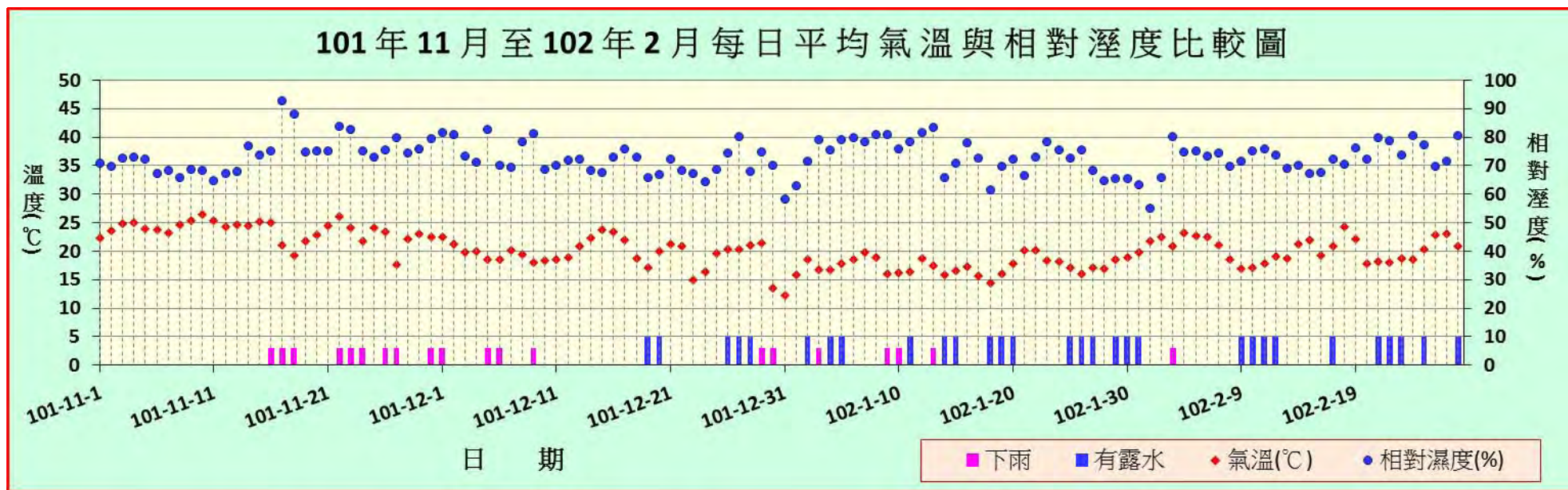
附錄：



附錄-圖-1 99年11月至100年3月每日平均氣溫與相對溼度比較圖



附錄-圖-2 100年11月至101年3月每日平均氣溫與相對溼度比較圖



附錄-圖-3 101年11月至102年2月每日平均氣溫與相對溼度比較圖

【評語】 030504

1. 能關心生活周遭自然現象，並進行多種影響因素的探討。
2. 可惜觀測資料收集地點未能完全配合現象發生所在地。