中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　地球科學科

最佳團隊合作獎

080503

午後，就是「雨」眾不同

學校名稱：臺中市南屯區大新國民小學

作者：	指導老師：
小六 曾禹桓	彭士峯
小六 張恩碩	童進昌
小六 涂上琰	
小六 楊玉華	
小六 吳俊穎	
小六 龔若云	

關鍵詞：下雨、人造雨

摘要

因為覺得在下午的時候好像常下雨，讓我們對下午的雨充滿了好奇，再加上自然課人造霧的啟發，於是開始了一連串的數據分析與實驗設計。數據的分析來源主要是台中氣象站 2004-2014 年的逐時天氣資料。同時在實驗室逐一控制條件下，嘗試找出較佳的人造雨製造條件。研究結果發現：

一、一年中以夏季最容易下雨；一天中則以下午時段下雨出現次數最多。

二、下午下雨前的天氣變化趨勢為，氣溫、風速、氣壓會下降，而相對溼度、露點則會上升。

三、實驗室製造人造雨的較佳條件：將 65℃水倒入 250ml 量筒中，以鋁合金 (由廢棄的光碟機拆下的外殼) 蓋住量筒上方一分鐘，再置上冷凍舒跑冷卻 3 分鐘，拿開舒跑，即可發現鋁合金上附有大量水滴。

壹、研究動機

台灣是個經常下雨的國家，我們總是覺得在下午的時候好像常下雨，而且下午的雨通常下得又急又大，但是這只是感覺，事實上真的是這樣嗎？由此，我們對下午的雨充滿了好奇。再則六上自然課裡，老師教了我們如何製造人造霧，卻沒有製造人造雨。而我們就想能不能也有可以在實驗室裡製造人造雨的方法，然後找出最佳的製造條件，提供我們自己動手做或作為老師補充教學的依據。於是我們這群好奇寶寶在老師的指導下，便開始展開了一連串的數據分析與實驗設計。教材相關單元：六上自然與生活科技。第一單元：天氣的變化。

貳、研究目的

一、探究一年中那些月分比較容易下雨。

二、探究一天中下午時段真的比較容易下雨嗎？

三、探究下午的雨真的來得急又快嗎？

四、探究下午下雨時當時天氣的氣溫和其他天氣因素的關係

五、探究下午下雨前後三小時的天氣因素的變化情形。

六、探究實驗室製造人造雨的較佳條件。

參、研究器材與設備

一、研究器材：塑膠隔板、電子秤、250ml 量筒、線香、舒跑、冰塊、噴膠、粗鹽、細鹽、小蘇打、煙灰、氧化鈣、氫氧化鈣、玻璃片、錫箔紙、鐵片、鋁片、鋁合金(由廢棄的光碟機拆下的外殼)。

二、十年數據分析來源：台中氣象站 2004-2014 的逐時天氣資料。

肆、研究過程與分析討論

說明：1.下雨的定義，我們依據中央氣象局的規定，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。

2. 一天中我們將時段區分為上午（7-12 時 ）、下午（13-18 時 ）、上半夜（19-24 時 ）、下半夜（1-6 時 ）

一、一年中那些月分是屬於比較容易下雨的？

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料，依照不同月份分別統計下雨次數，並做成圖表比較。

結果：如圖 1-1。

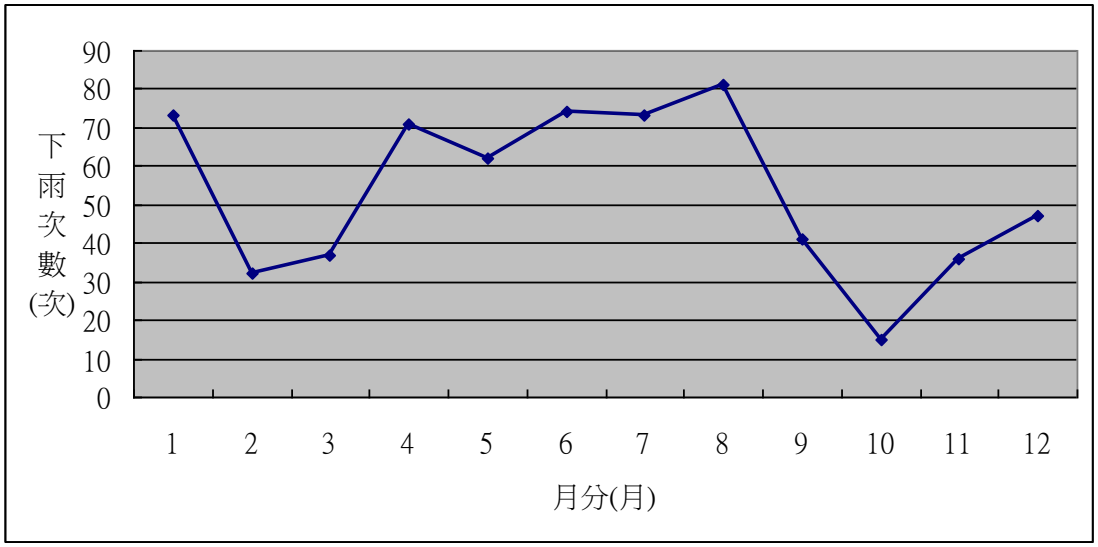

圖 1-1：一年中不同月份的下雨次數比較

發現：1.降雨次數較多集中在 1 月及 4-8 月之間。

2.以季節來看，夏天下雨次數較多。

討論：台灣在 4 月份時，蒙古高壓減弱、太平洋高壓漸漸形成，海上吹來潮溼的空氣愈冷凝結成雨，因此雨量也不少。而在 5-6 月之間為梅雨季節，並且 7-8 月為颱風季節，因此下雨次數相對於其他月份較多，一月下雨則多為鋒面的影響。

二、一天中下午時段真的比較容易下雨嗎？

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料，依照不同時段、分別統計下雨次數，並做成圖表比較。

結果：如圖 2-1。

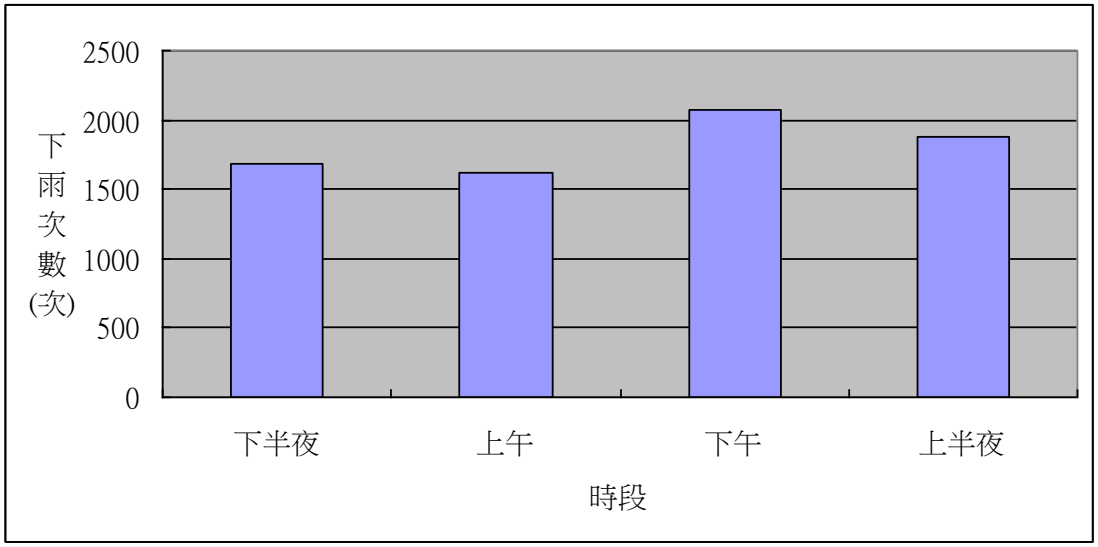

圖 2-1：一天中不同時段的下雨次數比較

發現：不同時段的下雨次數以下午次數最多，可見一天中的確以下午時段比較容易下雨。

討論：1.下午的降雨次數較多，可能是下午對流較旺盛所導致的結果。

2.為了更清楚下午時段不同時間與下雨次數之間的關係，我們將 2004-2013 年的資料以不同時刻統計下雨次數的關係，如圖 2-2。結果發現在下午到上半夜間下雨次數逐漸增加，到了 19 點時達到最高。

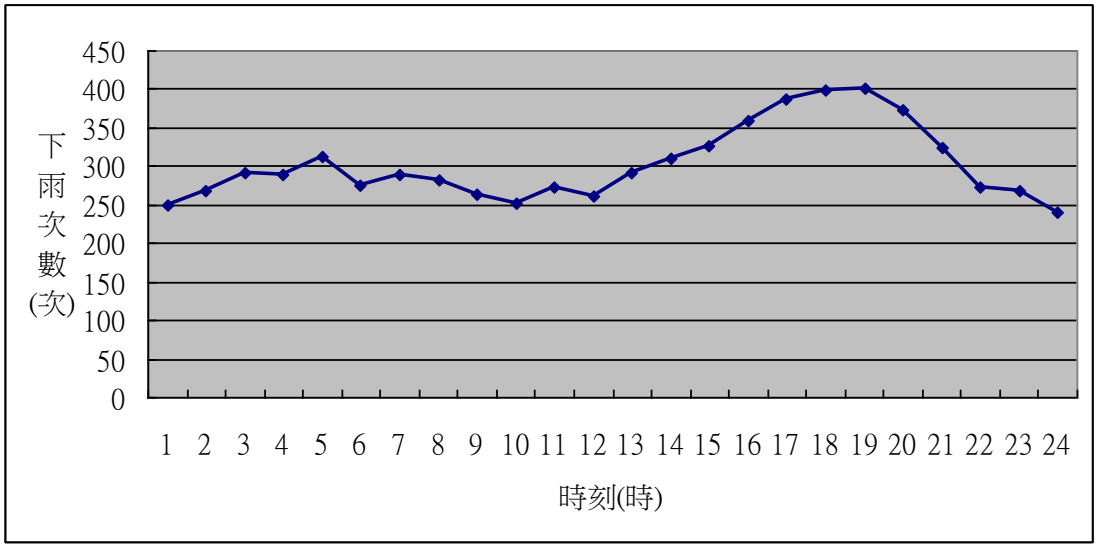

圖 2-2：不同時刻的下雨次數統計

三、下午的雨真的來得急又快嗎？

說明：因為在學校上課時，我們常感覺到下午的雨通常說來就來，而且經常是霹靂啪啦就下了很大的一場雨 (我們稱之為急雨)，然後又倏地突然結束。為了確認這個感覺是否正確，因此我們嘗試在下雨的持續時間及雨量上做更深入的研究。

（一）不同時段的雨持續時間的探究。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料，依照不同時段、分別統計下雨時的平均持續時間，並做成圖表比較。

結果：如圖 3-1。

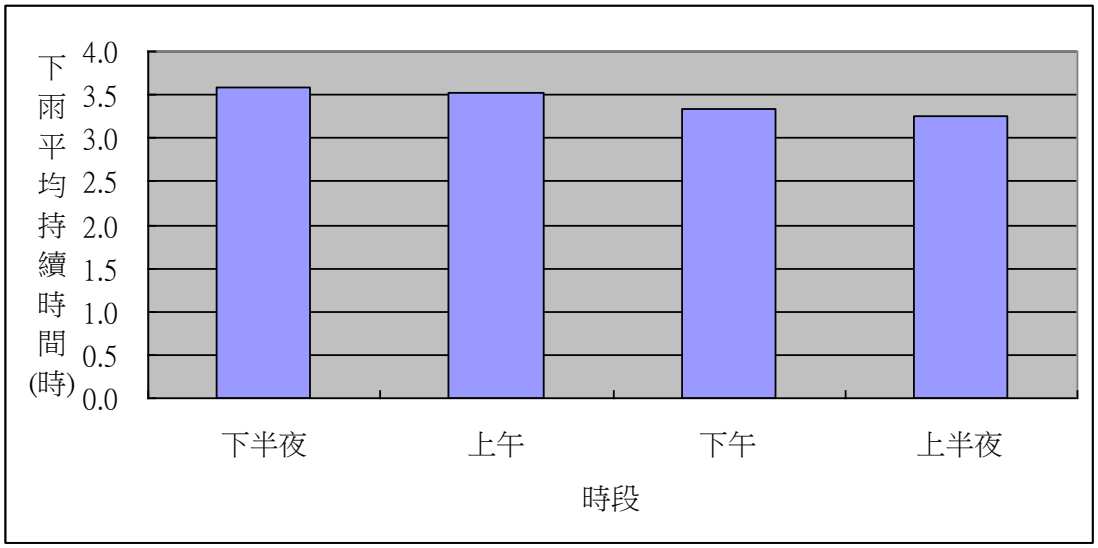

圖 3-1：不同時段下雨的平均持續時間

發現：不管哪個時段的平均下雨持續時間均為三個多小時左右。而下午和上半夜時段下雨時的持續時間稍短一些。

討論：原本就我們的生活經驗感覺，以為下午的雨持續時間會明顯較短，但是數據顯示上卻並非如此。經過討論，是不是有些較長下雨持續時間拉大了平均，影響了結果。再則為了看出究竟哪個時段下雨的持續時間通常會較短，因此我們便將下雨持續的時間分析設定為三個小時內，然後比較在不同時段中它們出現的情形。結果如圖 3-2 所示。發現下午時段在下雨持續時間三個小時內的出現機率果然最大，進一步以季節區分，如圖 3-3，發現夏季的下午時段更是如此。難怪乎我們會常覺得下午的雨好像下雨的持續時間都不長，尤其是在夏季的午後更是如此。

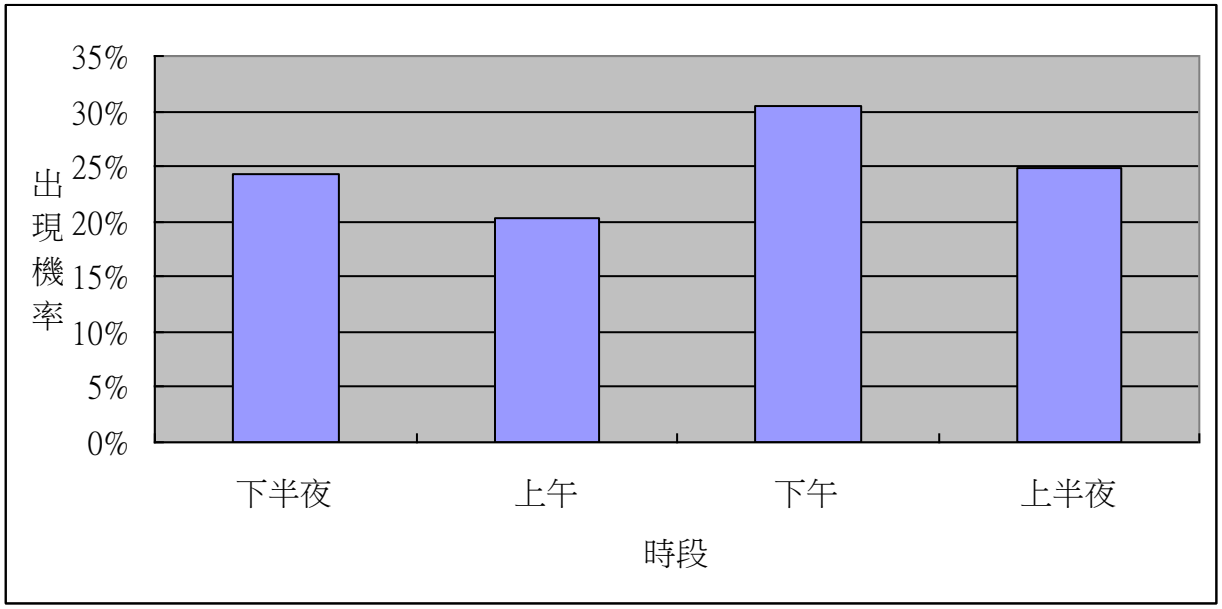

圖 3-2：不同時段中下雨持續時間在三小時內的出現機率

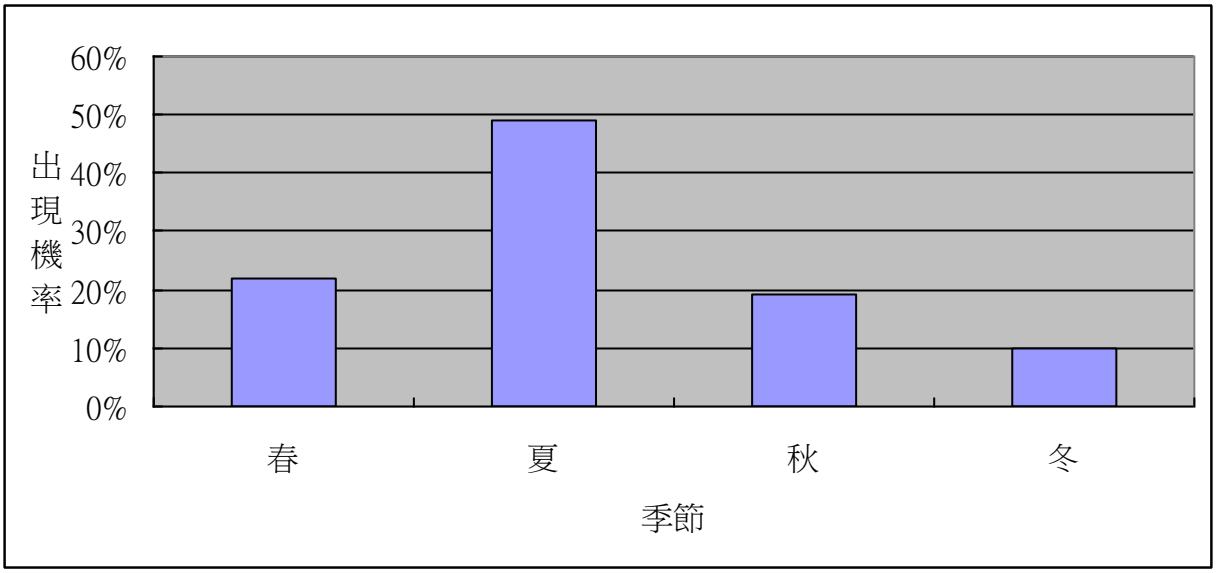

圖 3-3：下午時段，不同季節中下雨持續時間在三小時內的出現機率

（二）不同時段的雨的時雨量探究。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料，依照不同時段、分別統計下雨時每小時的平均雨量，並做成圖表比較。

結果：如圖 3-4。

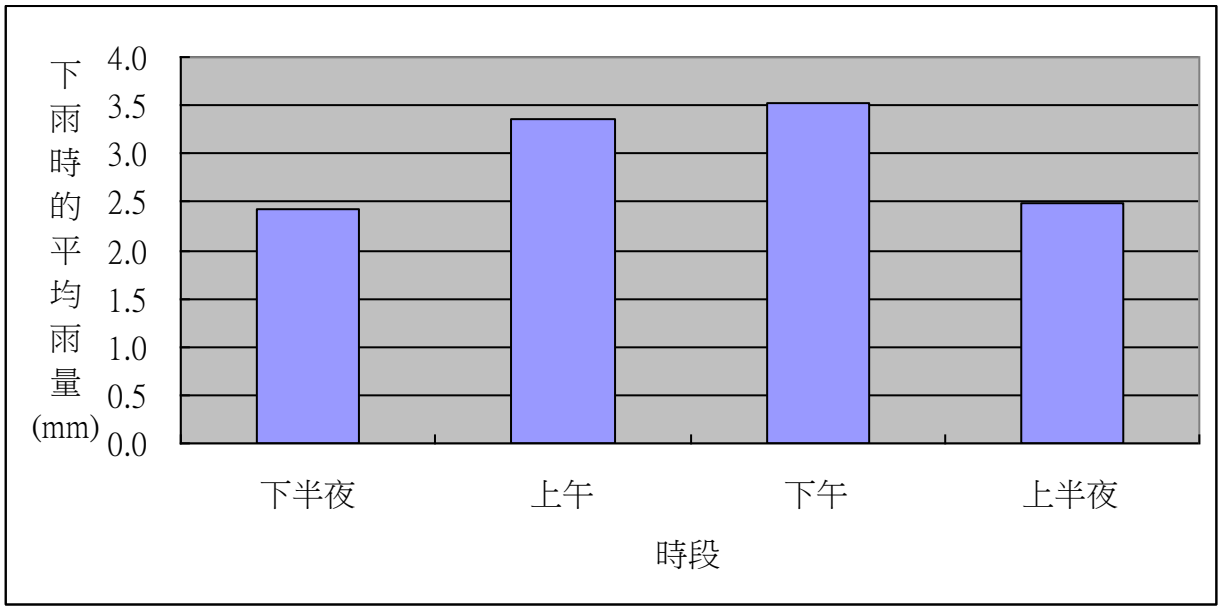

圖 3-4：不同時段下雨時的每小時平均降雨量

發現：不同時段下雨時的每小時平均降雨量中，以下午時段的時降雨量較大。

討論：綜合上述兩個在不同時段中有關下雨時的持續時間及雨量看來，下午時雨量的確是比較大些，又下午時段下雨持續時間在三個小時以內的機率也最大，更近一步分析下午不同季節下雨時的平均時降雨量，如圖 3-5。也說明了夏季的時雨量在不管哪個時段都是最大的。因此若說我們感覺下午時段的雨來得較急且較大，似乎是合理的，尤其對於夏季的午後而言，感受應該是更強烈的。

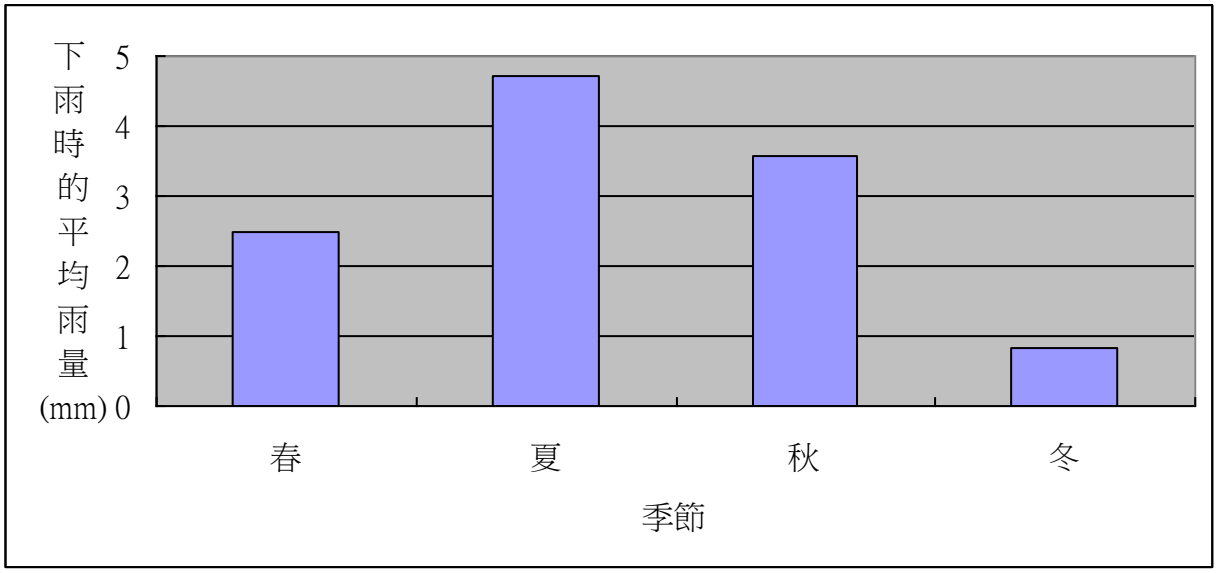

圖 3-5：下午時段，不同時段下雨時的平均降雨量

四、下午下雨時當時天氣的氣溫和其他天氣因素的關係

（一）下午下雨時當時的氣溫和相對溼度有什麼關係

方法：在台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午有下雨的資料，並作成氣溫與相對溼度的關係圖，然後加以分析下午下雨時的氣溫和相對溼度的關係。

結果：如圖 4-1。

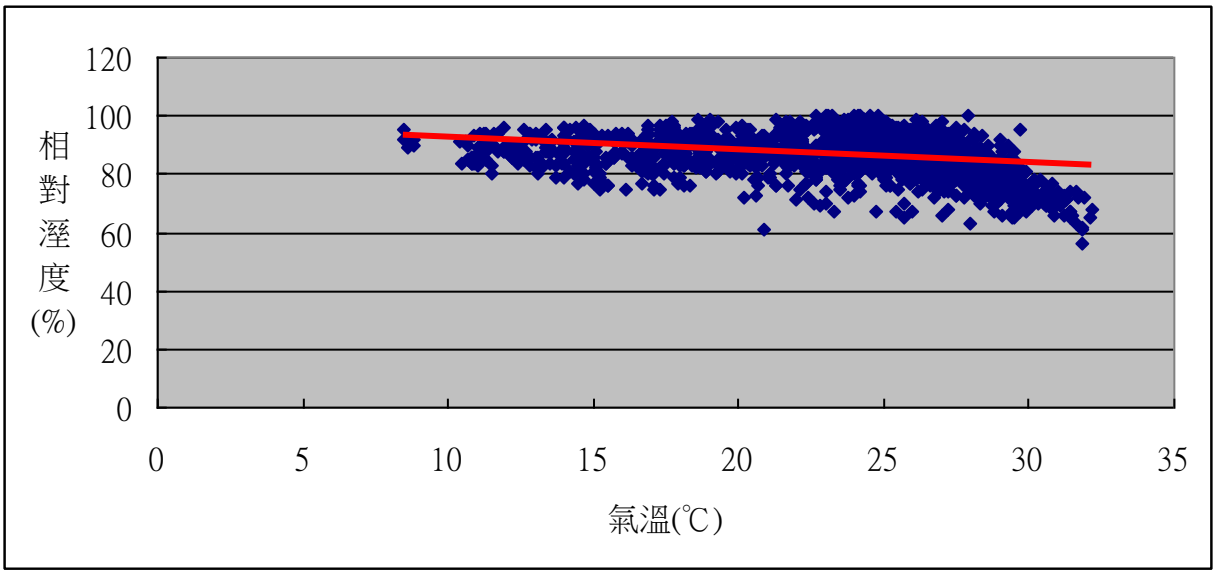

圖 4-1：下午下雨時的氣溫和相對溼度的關係

發現：1.下午下雨時氣溫的分布從 8℃到 33℃都有可能，但相對溼度而言則半數以上多已達 80%以上。

2.當氣溫較高時，空氣中存在的相對溼度也有下滑的趨勢。

討論：氣溫較高時，空氣中可以容納的水蒸氣的最大量相對較多，因此，相對溼度相對的略低一些。

（二）下午下雨時當時的氣溫和風速有什麼關係

方法：在台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午有下雨的資料，並作成氣溫與風速的關係圖，然後加以分析下午下雨時的氣溫和風速的關係。

結果：如圖 4-2。

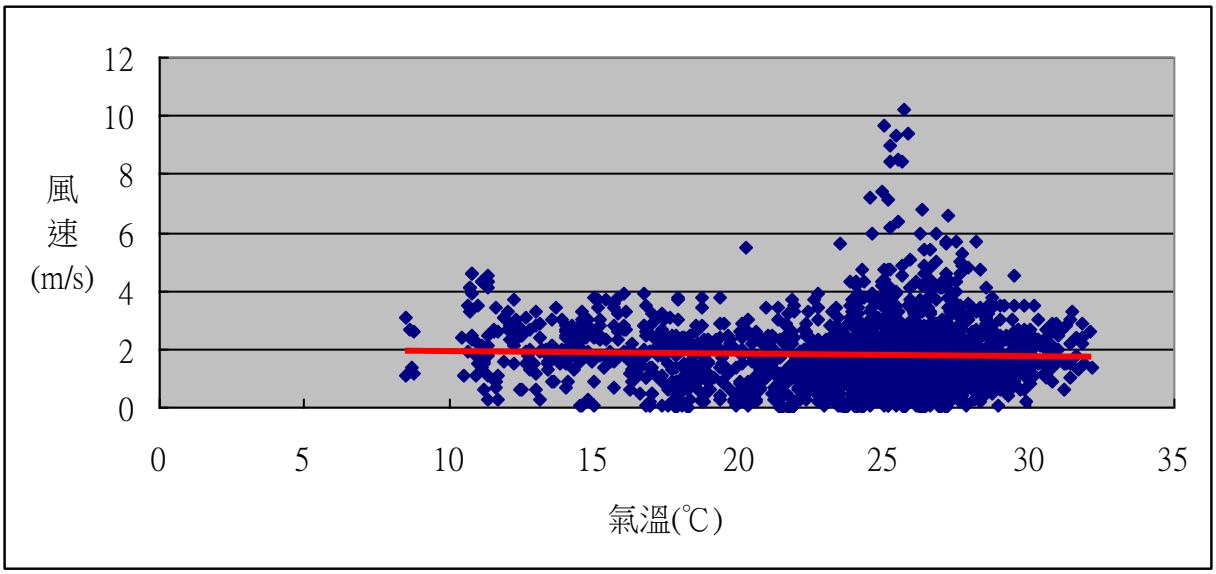

圖 4-2：下午下雨時的氣溫和風速的關係

發現：1.下雨時的風速多在 4m/s 以下。

2.風速超過 4m/ s 者，氣溫大多集中在 25℃到 30℃之間。

3.氣溫和風速兩者並沒有太大的直接關係。

討論：下雨時，潮濕的空氣容易凝結成水滴、而微弱的風力就可以充分的使水蒸汽循環流動，使水蒸氣能夠充分凝結成水滴，使下雨的時間能夠持續。

（三）下午下雨時當時的氣溫和氣壓有什麼關係

方法：在台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午有下雨的資料，並作成氣溫與氣壓的關係圖，然後加以分析下午下雨時的氣溫和氣壓的關係。

結果：如圖 4-3。

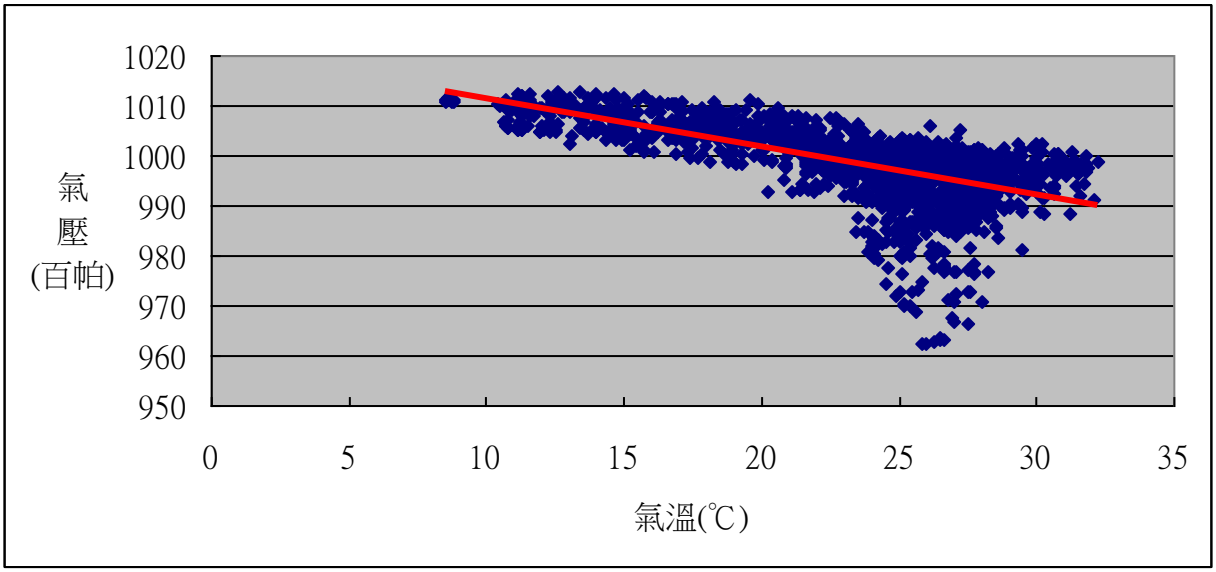

圖 4-3：下午下雨時的氣溫和氣壓的關係

發現：1.下雨時的氣壓數值分布極廣，從 960 百帕到 1010 百帕都有可能。

2.氣壓較低的數值多數集中在氣溫是 24℃到 28℃之間。

3.當氣溫越高時，顯示的氣壓數值有越低的趨勢。

討論：當下雨的氣溫較高時，空氣容易向上流動，而使該地區的氣壓變低，所以當氣溫越高時，顯示的氣壓數值有越低的趨勢。

（四）下午下雨時當時的氣溫和露點有什麼關係

方法：在台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午有下雨的資料，並作成氣溫與露點的關係圖，然後加以分析下午下雨時的氣溫和露點的關係。

結果：如圖 4-4。

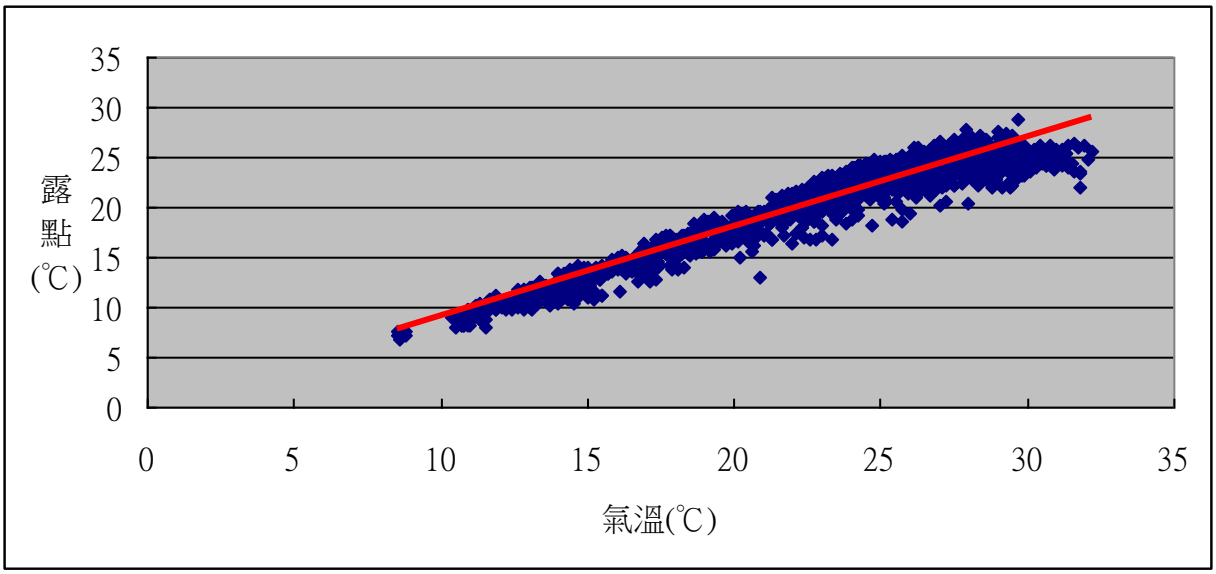

圖 4-4：下午下雨時的氣溫和露點的關係

發現：雨天時出現的露點溫度隨著氣溫升高而有升高的趨勢。

討論：當下雨發生且氣溫較高時，顯示空氣中的水氣已有很多，因此溫度不需要下降太多就可以使空氣中的水蒸氣凝結成小水滴，因此露點溫度相對較高一些。

五、下午下雨前後三小時的天氣因素的變化情形？

（一）探究下午下雨時前後三小時的氣溫變化情形。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午下雨的資料，並分析每個下雨時的時間（t）的氣溫，與其下雨前三小時（t-3）、前二小時（t-2）、……後二小時（t+2）、後三小時（t+3）的氣溫差，然後在各個不同的時間點分別加以平均。最後為了比較用，先找出十年中所有下雨的資料，再以同樣的方法加以分析，然後做成圖表比較。

結果：如圖 5-1。

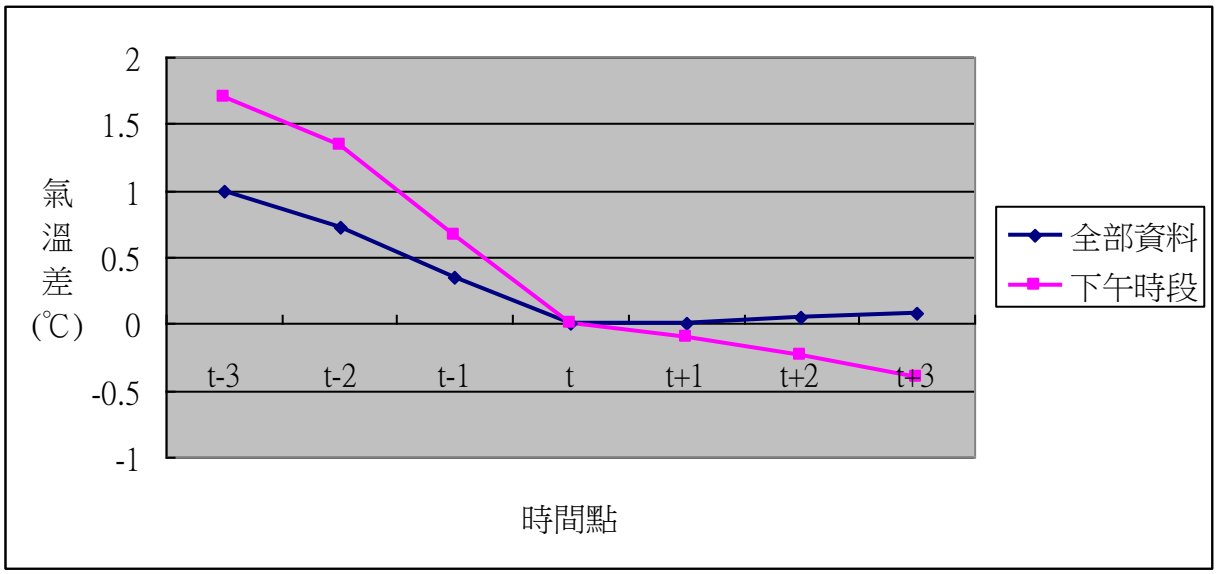

圖 5-1：下雨時前後三小時的氣溫變化情形

說明： t 代表下雨的時間點、t-3 為下雨前三小時、t+3 為下雨後三小時……依此類推

發現：1.下午時段下雨前的三個小時氣溫變化較劇烈，氣溫會逐漸下降，且一直降到下雨時，就約有 1.7℃的溫差。

2.下午時段下雨過後氣溫依舊會逐漸下降，但已較緩和，三個小時內大約僅下降 0.5℃。

3.和所有資料的平均相比，下午時段出現下雨時的前三小時內，氣溫變化較大，下雨前三個小時氣溫差甚至比所有資料要再高約 0.8℃。至於下雨過後，就全部資料而言，氣溫應該是趨於較穩定狀態，然而下午時段仍持續的再下降。

討論：因為溫度下降時，空氣中水蒸氣容易達到飽和而接近露點溫度而下雨，所以在下雨前的溫度會逐漸下降，另外下雨後，水分蒸發會吸收空氣中的熱量，而使得雨後溫度持續降低。

（二）探究下午下雨時前後三小時的相對溼度變化情形。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午下雨的資料，並分析每個下雨時的時間（t）的相對溼度，與其下雨前三小時（t-3）、前二小時（t-2）、……後二小時（t+2）、後三小時（t+3）的相對溼度差，然後在各個不同的時間點分別加以平均。最後為了比較用，先找出十年中所有下雨的資料，再以同樣的方法加以分析，然後做成圖表比較。

結果：如圖 5-2。

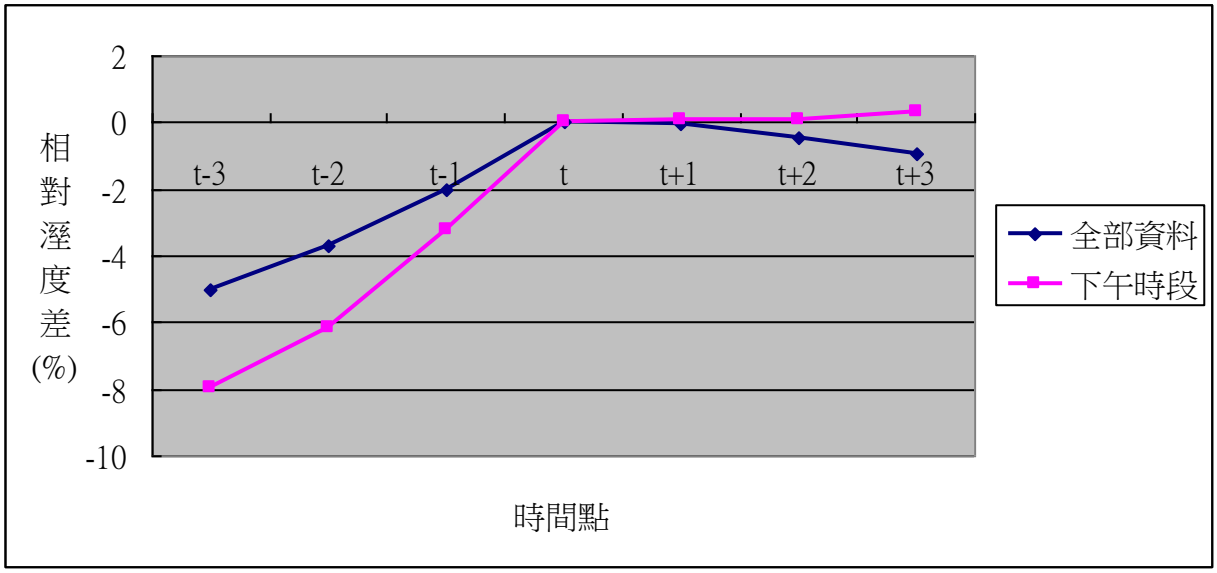

圖 5-2：下雨時前後三小時的相對溼度變化情形

說明：t 代表下雨的時間點、t-3 為下雨前三小時、t+3 為下雨後三小時……依此類推

發現：1.下午時段下雨前的三個小時相對溼度變化較劇烈，數值會逐漸上升，一直到下雨時，相對溼度已上升 8%之多。

2.下午時段下雨過後相對溼度已較緩和，和下雨時的相對溼度幾乎呈現一致狀態。

3.和所有資料的平均相比，下午時段出現下雨時的前三小時內，相對溼度變化較大，下雨前三個小時相對溼度差甚至比所有資料要再多約 3%。至於下雨過後，就全部資料而言，相對溼度有逐漸降低的趨勢，然而下午時段則是趨於較穩定狀態。

討論：下雨時的條件之一就是空氣中必須要有充足的水氣，因此在下雨前，相對溼度會越來越高才容易凝結成水滴，而下雨過後因為水分持續蒸發而使得空氣中水氣充足，所以相對溼度居高不下，而下午的天氣炎熱，更會使得水分蒸發旺盛而讓相對溼度略高。

（三）探究下午下雨時前後三小時的風速變化情形。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午下雨的資料，並分析每個下雨時的時間（t）的風速，與其下雨前三小時（t-3）、前二小時（t-2）、……後二小時（t+2）、後三小時（t+3）的風速差，然後在各個不同的時間點分別加以平均。最後為了比較用，先找出十年中所有下雨的資料，再以同樣的方法加以分析，然後做成圖表比較。

結果：如圖 5-3。

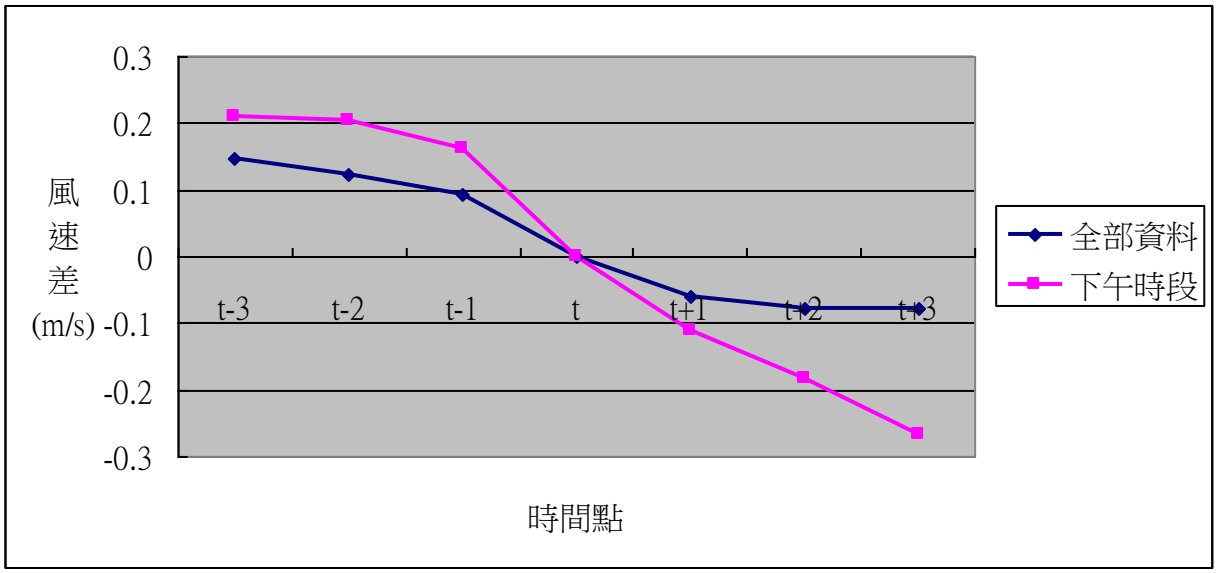

圖 5-3：下雨時前後三小時的風速變化情形

說明：t 代表下雨的時間點、t-3 為下雨前三小時、t+3 為下雨後三小時……依此類推

發現：1.下午時段下雨前的三個小時風速會逐漸下降，直到下雨時，約有 0.2m/s 風速差。

2.下午時段下雨過後風速依舊會逐漸下降，且三個小時內幾乎成一直線的下降了 0.3m/s。

3.和所有資料的平均相比，下午時段出現下雨時的前後三小時內，風速變化均較大。至於下雨過後，就全部資料而言，風速有趨於較穩定的狀態，然而下午時段則仍持續的再下降。

討論：因為下雨前的溫度差比較大，所以空氣的對流相對比較旺盛，因此風速較大，下雨後，溫度逐漸降低，空氣對流的現象越不明顯，因此風速越小。

（四）探究下午下雨時前後三小時的氣壓變化情形。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午下雨的資料，並分析每個下雨時的時間（t）的氣壓，與其下雨前三小時（t-3）、前二小時（t-2）、……後二小時（t+2）、後三小時（t+3）的氣壓差，然後在各個不同的時間點分別加以平均。最後為了比較用，先找出十年中所有下雨的資料，再以同樣的方法加以分析，然後做成圖表比較。

結果：如圖 5-4。

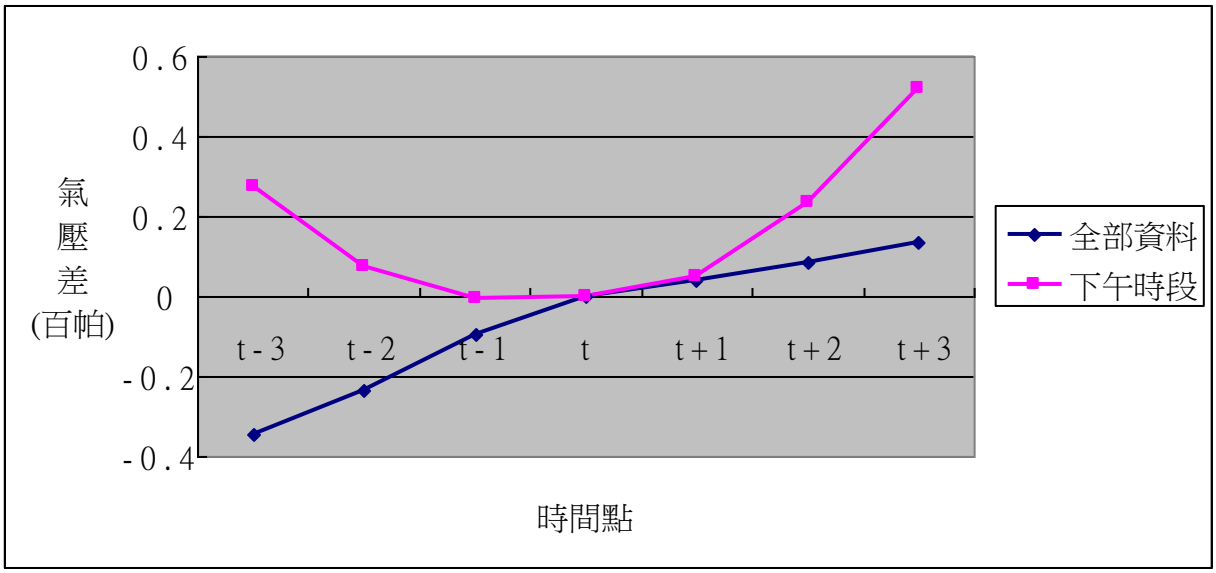

圖 5-4：下雨時前後三小時的氣壓變化情形

說明：t 代表下雨的時間點、t-3 為下雨前三小時、t+3 為下雨後三小時……依此類推

發現：1.下午時段下雨前的三個小時氣壓會逐漸下降，約下降 0.3 百帕。

2.下午時段下雨過後氣壓會逐漸開始上升。

3.下午時段出現下雨時的前三小時內，氣壓會逐漸下降，但就所有資料的平均而言，氣壓則是有上升的情形。至於下雨過後，全部資料和下午時段的氣壓均會逐步上升，且下午時段的上升速度較快。

討論：由於下午時的熱對流旺盛，使得空氣上升，氣壓降低，隨著空氣向上流動，越往高空移動，外界溫度越低，使得空氣中的水蒸汽凝結而形成雲，而下雨後，氣溫下降，使得熱對流漸弱，空氣向上流動變的緩慢，因此氣壓再度變高。

（五）探究下午下雨時前後三小時的露點變化情形。

方法：將台中氣象站 2004-2013 的逐時資料中，先找出下午下雨的資料，並分析每個下雨時的時間（t）的露點，與其下雨前三小時（t-3）、前二小時（t-2）、……後二小時（t+2）、後三小時（t+3）的露點差，然後在各個不同的時間點分別加以平均。最後為了比較用，先找出十年中所有下雨的資料，再以同樣的方法加以分析，然後做成圖表比較。

結果：如圖 5-5。

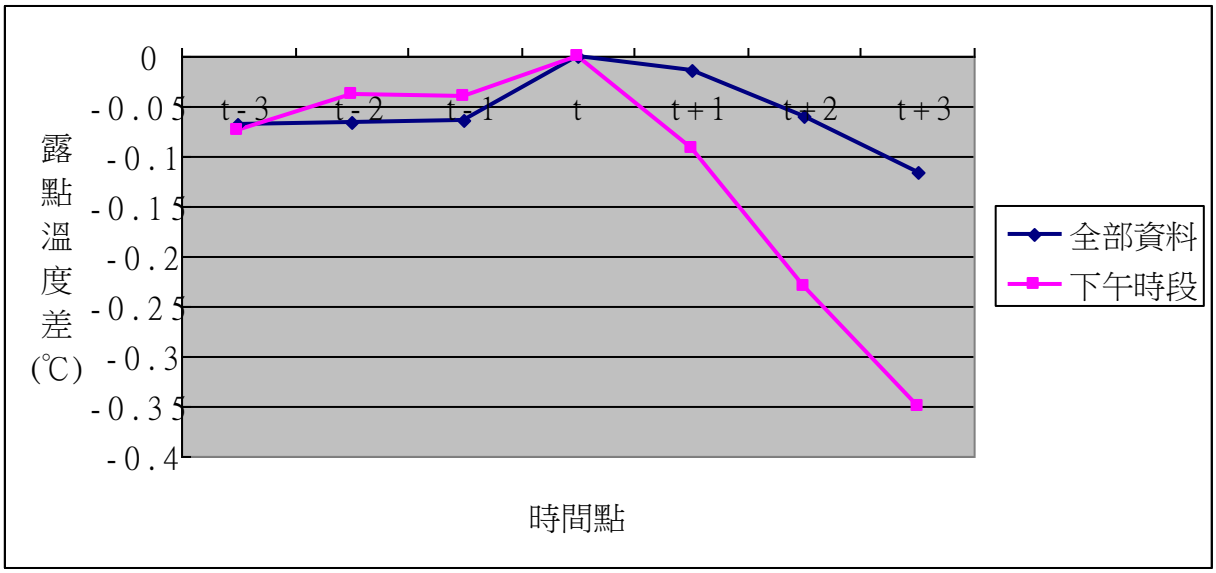

圖 5-5：下雨時前後三小時的露點變化情形

說明：t 代表下雨的時間點、t-3 為下雨前三小時、t+3 為下雨後三小時……依此類推

發現：1.下午時段下雨前的三個小時露點會緩步上升，大約上升 0.07℃。

2.下午時段下雨過後露點開始逐漸下降，三個小時內大約下降 0.35℃。

3.和所有資料的平均相比，下午時段出現下雨時的前三小時內，兩者露點變化差值差不多。至於下雨過後，兩者的露點均呈現下降的趨勢，只是下午時段的露點較全部資料的露點下降的速度更明顯。

討論：1.由上述研究得知，午後下雨前，水蒸氣會大量進入空氣中，且溫度會略降而使露點溫度些許上升，而當下雨後，氣溫會繼續下降，但是水分遇熱又會變成水蒸氣而回補回空氣中，此時水氣充足相對溼度居高不下，因此溫度不須下降太多即能達到露點溫度，但是較下雨前露點溫度低。

2.為了能預估是否會下雨，我們將上述各種天氣因素在下雨前的三個小時和下雨時的差值做比較，整理成表 5-1。由表中我們可以發現，下午較容易下雨的天氣變化趨勢為，氣溫、風速、氣壓會下降，而相對溼度、露點則會上升。我們以 2014 年的逐時數據資料做進一步驗證及分析（分析結果詳見附件紀錄），發現單就下午時段而言，下雨的機會是 8%，但是如果符合相對溼度增加 8%以上時，下雨的機會就會提升到 18%，約有 2 倍之多，可見相對溼度是一個研判下午是否會下雨的一個很好指標。也就是說，若要預估下午是否會下雨，建議可參考變化幅度較大的相對溼度。亦即在三個小時內，當氣相對溼度增加 8%以上，那麼當天下午就可能有較大的下雨機會。

表 5-1：下午時段接近下雨時的天氣因素分析

	氣溫	相對溼度	風速	氣壓	露點
差值	－1.7℃	＋8%	－0.2m/s	－0.3 百帕	＋0.07℃
變化趨勢	↓	↑	↓	↓	↑

註：差值＝下雨當時的數值－下雨前三個小時的數值。

六、實驗室製造人造雨的較佳條件探究。

（一）探究實驗室裡製造人造雨的較佳冷卻時間。

方法：1.將塑膠隔板擦乾秤重(W1)。

2.準備 150ml、45℃水倒在 250ml 量筒中。

3.點燃一枝線香放入量筒中，以塑膠板蓋住量筒上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑放在塑膠板上冷卻 1 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴(人造雨)的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，但將冰凍時間依次改為 2、3、4、5 分鐘。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳冷卻時間。

結果：如圖 6-1。

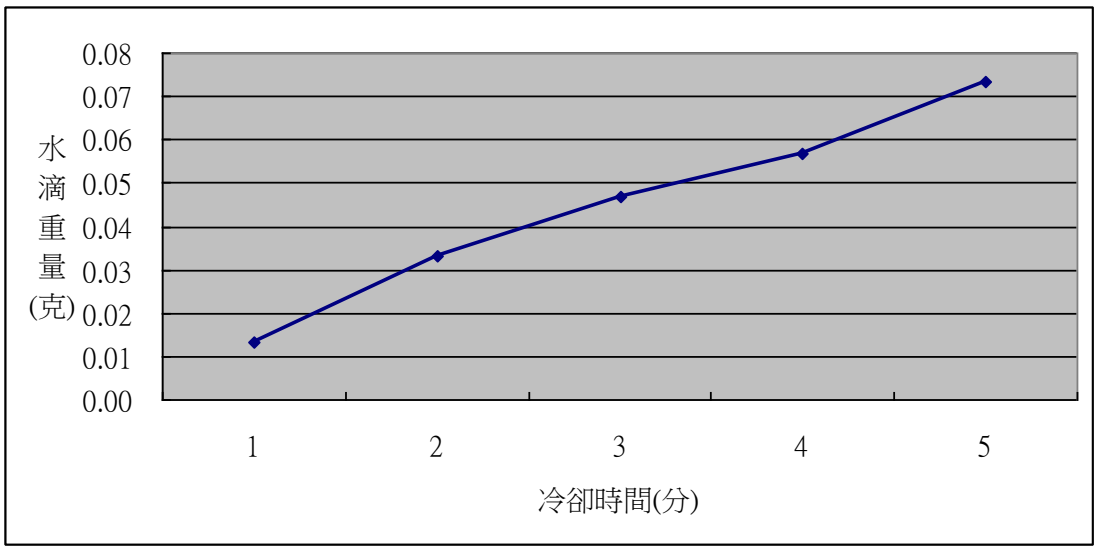

圖 6-1：實驗室裡製造人造雨的不同冷卻時間比較

發現：冷卻的時間越久，收集到的人造雨較重。

討論：1.因為量筒中的水蒸氣會不斷的供應，因此，冷卻時間越久，收集到的人造雨也越重。

2.雖然，隨著冷卻時間越久，收集到的人造雨也越多，但是由附圖，我們可以發現冷卻時間 3 分鐘，就能由肉眼明顯的觀察到人造雨的雨滴，因此實驗室以 3 分鐘以上為較佳的冷卻時間。

1 分鐘

2 分鐘

3 分鐘

4 分鐘

5 分鐘

（二）探究實驗室裡製造人造雨的較佳線香枝數。

方法：1.將塑膠隔板擦乾秤重(W1)。

2.準備 150ml、45℃水倒在 250ml 量筒中。

3.點燃一枝線香放入量筒中，以塑膠板蓋住量筒上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑冰凍 3 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴(人造雨)的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，但將線香枝數依次改為 0、2、3 枝。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳線香枝數。

結果：如圖 6-2。

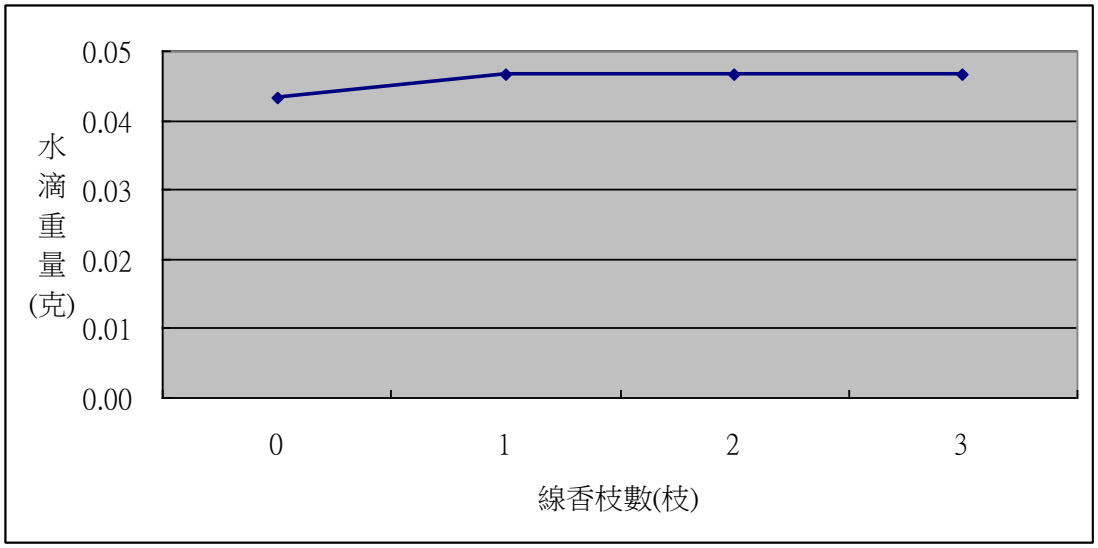

圖 6-2：實驗室裡製造人造雨的不同線香枝數比較

發現：線香的枝數對於人造雨的形成，並沒有太大影響。

討論：線香的枝數會影響瓶內人造霧的形成，但是對於人造雨的形成並沒有太大的影響。我們認為主要是因為水蒸氣碰到較冷的塑膠片(基底)，而凝結成水滴，而有沒有成霧，則是空氣中是否有水蒸氣可以附著的凝結核，因此，線香的煙粒對於在實驗室裡製造人造雨的影響不大。

（三）探究實驗室裡製造人造雨的較佳水量。

方法：1.將塑膠隔板擦乾秤重(W1)。

2.準備 150ml、45℃水倒在 250ml 量筒中。

3.以塑膠板蓋住量筒上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑冰凍 3 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴(人造雨)的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，但將水量依次改為 0、50、100、200、250ml。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳水量。

結果：如圖 6-3。

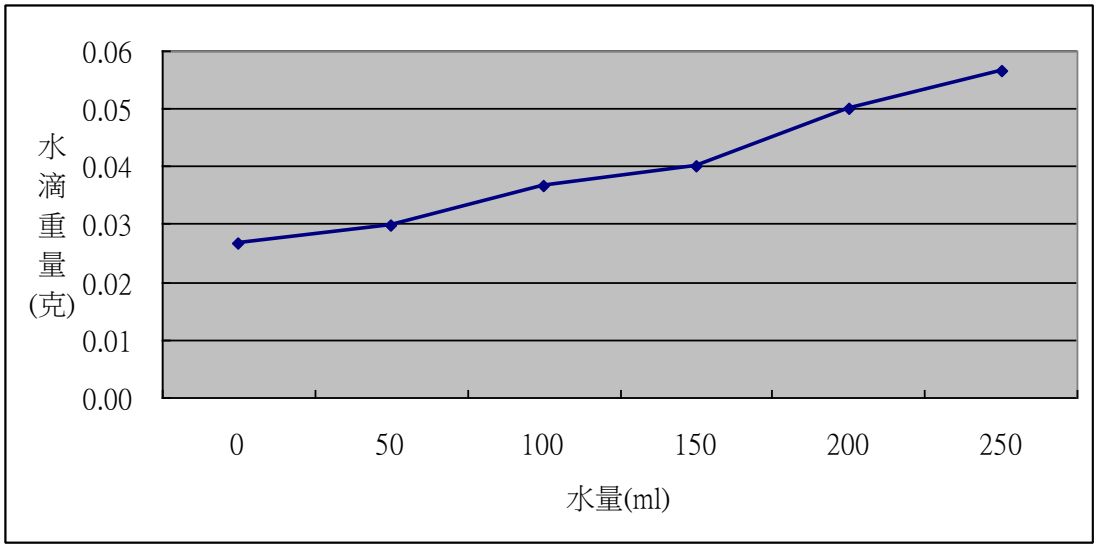

圖 6-3：實驗室裡製造人造雨的不同水量比較

發現：量筒中的水量越多，收集到的人造雨較重。

討論：因為量筒中水的體積較多時，相對的量筒中的空氣體積少，加上熱水的熱量影響、讓量筒中形成較高溫的環境，加上充足的水蒸氣，空氣中的相對溼度較高，越容易凝結成水滴，因此實驗時收集到的水滴重量較重。

（四）探究實驗室裡製造人造雨的較佳水溫。

方法：1.將塑膠隔板擦乾秤重(W1)。

2.準備 250ml、45℃水倒在 250ml 量筒中。

3.以塑膠板蓋住量筒上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑冰凍 3 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴(人造雨)的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，但將水溫依次改為 35、55、65、75、85℃。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳水溫。

結果：如圖 6-4。

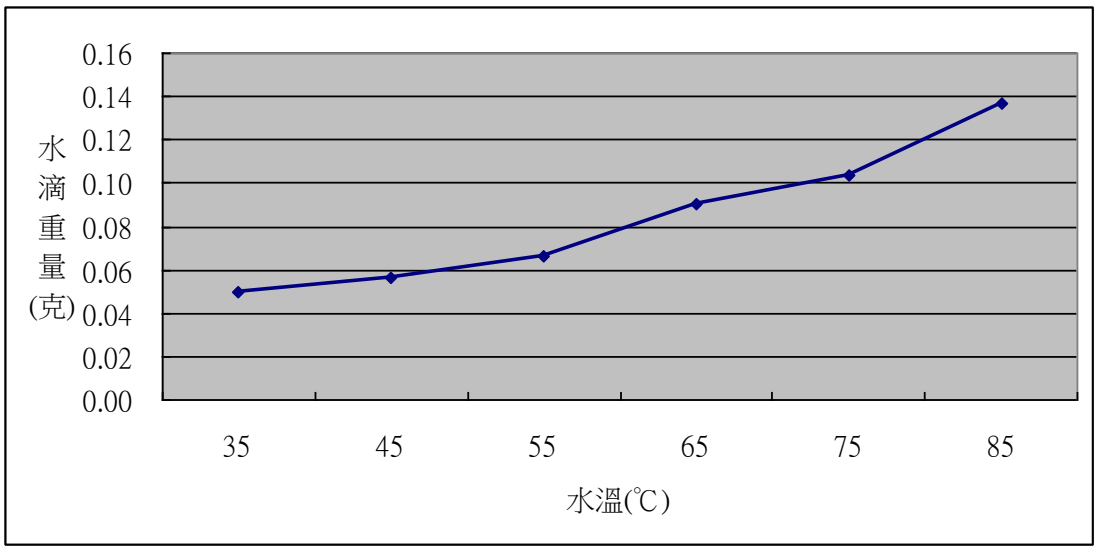

圖 6-4：實驗室裡製造人造雨的不同水溫比較

發現：溫度越高，所收集到的人造雨重量越重。

討論：溫度越高，水越容易蒸發成為水蒸氣，所以能夠冷卻的人造雨也相對較多，而在實驗室的操作中，當水溫超過 65℃，水就會感覺到燙手而不好操作，另外我們也發現，溫度太高時，溫度下降的速度非常快，常常調好 75 或 85℃，實驗開始時都下降許多，因此實驗時動作要很快。最後在目視水溫 65℃已有很好的結果及考慮安全條件下，我們選擇 65℃為較佳實驗室製造人造雨的溫度。

（五）探究實驗室裡製造人造雨的較佳冷卻物。

方法：1.將塑膠隔板擦乾秤重(W1)。

2.準備 250ml、65℃水倒在 250ml 量筒中。

3.以塑膠板蓋住量筒上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑(-12℃)冰凍 3 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴 (人造雨) 的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，但將冷卻物依次改為空白實驗 (沒有冷卻物)、冰塊 (0.3℃)、常溫的水(22℃)、冷凍舒跑(-12 ℃)。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳冷卻物。

結果：如圖 6-5。

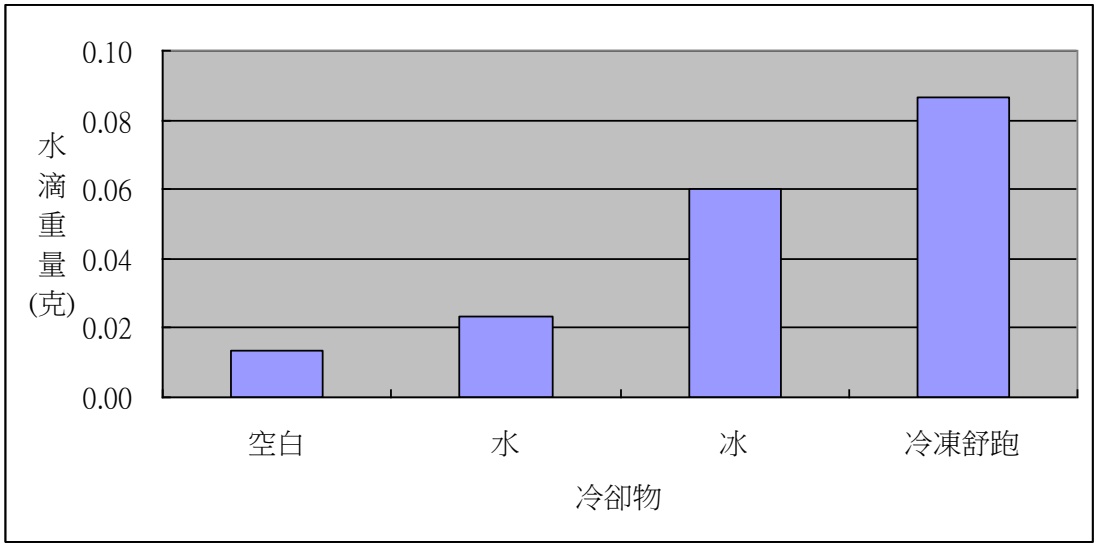

圖 6-5：實驗室裡製造人造雨的不同冷卻物比較

發現：冷凍舒跑收集到的人造雨重量最多。

討論：冷卻物以冷凍舒跑的溫度最低，也就是溫度越低效果越好，可以在短時間內凝結出較多的水滴。而且冷凍舒跑可重複使用，具有環保及隨手可得的便利性，所以是實驗室裡一種不錯的冷卻物。

（六）探究實驗室裡製造人造雨的較佳凝結核。

方法：1.將塑膠隔板擦乾後，再噴膠並均勻灑上粗鹽後秤重(W1)。

2.準備 250ml、65℃水倒在 250ml 量筒中。

3.以塑膠板蓋住上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑冰凍 3 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴(人造雨)的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，依次做空白隔板、空白隔板噴膠、細鹽、小蘇打、煙灰、氧化鈣、氫氧化鈣。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳凝結核。

結果：如圖 6-6。

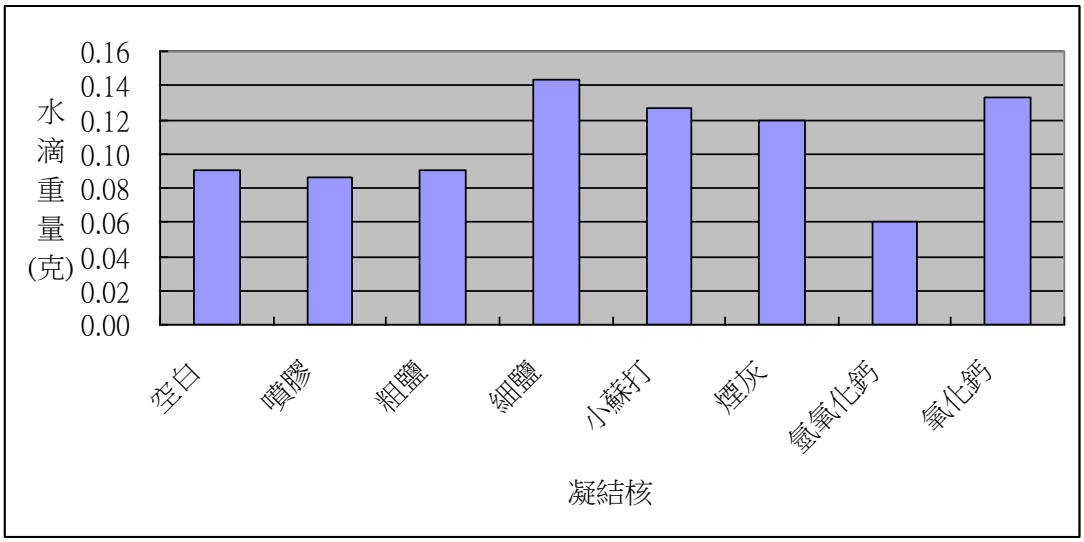

圖 6-6：實驗室裡製造人造雨的不同凝結核比較

發現：凝結核為細鹽時，人造雨收集的重量越多，且細鹽的效果比粗鹽來的好。

討論：1.因為要將凝結核附著在隔板上，需要噴上噴膠，但是將隔板上噴上膠後，是否會影響實驗？因此我們做了空白的實驗(隔板噴膠)，發現有沒有噴膠並不會太大影響實驗收集人造雨的重量。

2.要當成凝結核的粉末狀的效果比起顆粒狀效果好。顆粒太大時(粗鹽)，可以看到跟空白實驗差不多，並沒有明顯的變化。

（七）探究實驗室裡製造人造雨的較佳基底。

方法：1.將塑膠隔板擦乾後秤重(W1)。

2.準備 250ml、65℃水倒在 250ml 量筒中。

3.以塑膠板蓋住量筒上方，時間一分鐘。

4.以冷凍舒跑冰凍 3 分鐘，拿開舒跑，將附有水滴的塑膠板秤重(W2)。

5.將 W2-W1 則為附著水滴(人造雨)的重量。

6.重複上述 1-5 個步驟，但將基底依次改為玻璃片、錫箔紙、鐵片、鋁片、鋁合金(由廢棄的光碟機拆下的外殼)。

7.比較並找出實驗室裡製造人造雨的較佳基底。

結果：如圖 6-7。

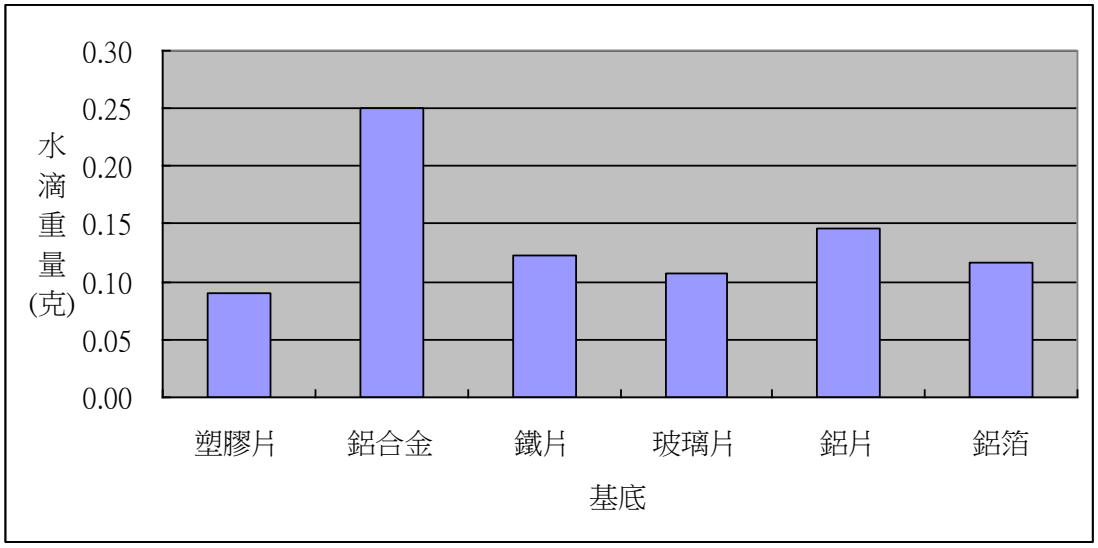

圖 6-7：實驗室裡製造人造雨的不同基底比較

發現：基底為鋁合金實驗，收集到的人造雨重量較重。

討論：一般金屬的導熱較快，實驗中可以由數據中看到金屬收集的人造雨重量較重，而其中又以光碟機拆下的外殼最好，可能是因為電腦需要容易散熱材料的關係，所以實驗效果最好。而且當我們也嘗試在鋁合金的一側噴上噴膠，灑上細鹽，竟發現效果和沒有灑鹽的效果相近，如此既環保又省去噴膠灑鹽的不便，可謂一舉兩得。

小結：綜合上述的研究，我們根據實驗取材的方便性及有效性，列出了在實驗室製造人造雨較佳條件的三種方法，提供同學做實驗及老師教學時的參考：

方法一：將 250ml、65℃水倒入 250ml 量筒中，以塑膠隔板蓋住量筒上方一分鐘，再以冷凍舒跑在塑膠板上冷卻 3 分鐘後，拿開舒跑，即可發現隔板上有水滴附著。（此方法較方便）

方法二：先將塑膠隔板擦乾後噴膠，之後在噴膠的那一面，均勻灑上細鹽(將精鹽以研缽磨成細粉)。準備 250ml、65℃水倒在 250ml 量筒中，以上述塑膠板蓋住量筒上方一分鐘後，再以冷凍舒跑在塑膠板上冷卻 3 分鐘，拿開舒跑，即可發現隔板上有水滴附著。

方法三：將 250ml 65℃水倒入 250ml 量筒中，以鋁合金(由廢棄的光碟機拆下的外殼)蓋住量筒上方一分鐘，然後再以冷凍舒跑冰卻 3 分鐘，拿開舒跑，即可發現鋁合金上附有大量水滴。（此方法效果較好）

伍、結論

一、一年中以夏季最容易下雨；一天中則以下午時段下雨出現次數最多。

二、持續三個小時以內的雨，以下午時段出現機會最大，且多出現在夏季午後。而不同時段下雨時的平均時雨量，也以下午時段較大。因此，可以說多數下午的雨來得急也來得快。

三、下午下雨時，氣溫和其他天氣因素的關係：

（一）氣溫的分布從 8℃到 33℃都有可能。

（二）相對溼度近半數以上多已達 80%以上；當氣溫較高時，空氣中存在的相對溼度也有下滑的趨勢。

（三）風速超過 4m/ s 者，氣溫大多集中在 25℃到 30℃之間；氣溫和風速兩者並沒有太大的關係。

（四）當氣溫越高時，顯示的氣壓數值有越低的趨勢。

（五）露點溫度隨著氣溫升高而有升高的趨勢。

四、下午即將下雨時的趨勢為氣溫、風速、氣壓會下降；相對溼度、露點會上升。

五、以下午時段而言，當相對溼度比三個小時前高 8%以上時，下雨的機會會比平常多兩倍。

六、實驗室製造人造雨較佳條件的三種方法：

（一）將 250ml、65℃水倒入 250ml 量筒中，以塑膠隔板蓋住量筒上方一分鐘，再以凍舒跑在塑膠板上冷卻 3 分鐘後，拿開舒跑，即可發現隔板上有水滴附著。

（二）先將塑膠隔板擦乾後噴膠，之後在噴膠的那一面，均勻灑上細鹽（ 將精鹽以研缽磨成細粉)。準備 250ml、65℃水倒在 250ml 量筒中，以上述塑膠板蓋住量筒上方一分鐘後，再以冷凍舒跑在塑膠板上冷卻 3 分鐘，拿開舒跑，即可發現隔板上有水滴附著。

（三）將 250ml 65℃水倒入 250ml 量筒中，以鋁合金（ 由廢棄的光碟機拆下的外殼)蓋住量筒上方一分鐘，然後再以冷凍舒跑冰卻 3 分鐘，拿開舒跑，即可發現鋁合金上附有大量水滴。

陸、參考資料

王光華等譯（民 90）：氣象的奧秘。台北縣汐止市：協和國際多媒體。

林志冠（民 90）：氣象為什麼總是播不準。台北市：麥田出版社。

范賢娟、黃靜雅譯（民 101）：觀念地球科學 IV。台北市：天下遠見出版有限出版社。

黃靜雅、蔡菁芳譯（民 101）：觀念地球科學 III。台北市：天下遠見出版有限出版社。

中央氣象局全球資訊網。http://www.cwb.gov.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

致謝

大氣研究資料庫（DBAR）

中央氣象局（台中氣象站）

【評語】080503

動機強烈！若能更深入討論午後降雨成因、特性、地理位置影響等會更佳。團體成員參與度高。