

台北盆地午後雷陣雨發生及行進方向的案例分析

張晏寧¹

羅珮嘉¹

高珮瑄²

王寶勛³

黃瑞育⁴

臺北市民權國小學生 現為臺北市介壽國中、民生國中學生

臺北市民權國小教師退休

臺北市民權國小教師

午後雷陣雨是台灣夏季氣候的特色之一，對這種來得急去得快的天氣現象，讓我們充滿好奇，在經驗與觀察中察覺：下雨前總覺得逐漸悶熱潮濕，下雨後就有了涼意，下雨前數分鐘觀察到有較明顯的涼風。這次探究過程除了印證這些經驗與觀察，也進一步發現了以下現象：1.氣溫：下雨前溫度較高，總平均超過30°C；下雨中，溫度下降總平均超過3°C；停雨後一小時內，溫度持續微微下降。2.溼度：隨著下雨逐漸上升，雨停後約一小時之內仍較之前高。3.氣壓：下雨中氣壓皆大於下雨前，雨停後氣壓不穩定，有時高，有時低。4.風速：下雨前及下雨中通常都有刮風，下雨前與下雨中的風速比較起來大小不一，雨停後通常不是微風就是無風。5.風向：不論下雨前、中、後風向皆不定。6.紫外線：下雨前大多高於下雨中及雨停後。

我們還發現了它好像有生命似的，經歷了「醞釀成長、茁壯發威、煙消雲散」的歷程，雷陣雨會分區下，而且有先後的「時差」。在三次雷陣雨樣本中，其行進方向各有特色，大略可以看出從接近山區的地方開始下雨，從山邊先發生再延伸擴展到其他區域，就像大鵬鳥飛掠過大地，雖然俗諺說「西北雨落不過田埂」但卻也在台北盆地飛越了一段不短的路程，雷陣雨兩區會移動、延伸或擴展，但行進並無特定方向性，也許因為這次探究「樣本」不多，如果長期觀察蒐集更多的樣本分析，或許可以像「颱風路徑」一樣，歸納出一些類型。

如原先所猜測：「不同的雷陣雨個案應該會有不同的現象，可能會有相似的規律，也可能會有不同的差異」我們願意拋磚引玉，假以時日也許這樣「短期、小尺度」的系統，會因我們的探究結果而更為世人了解掌握，希望對生活應用、災害預防上有進一步的貢獻！

關鍵字：午後雷陣雨、雷雨胞

一、前言

「午後雷陣雨」是台灣夏季氣候的特色之一，對這種來得急去得快的天氣現象，和平常穩定天氣差異很大，學校的校園數位氣象站也會紀錄這樣特別的天氣現象，這時課本的學習已經不能滿足我們的好奇，於是我們開始尋找深入的資料，親身體驗和觀察與進行深入的探就。

二、文獻探討

從相關書籍與網頁資料，我們整理出這些重點：

「…台灣夏天常見雷陣雨…來的快，去的也快。明亮的豔陽天，忽然間烏雲移到頭頂，一陣昏暗，接著一陣涼風，然後就是大顆大顆的雨滴猛烈從天而降，還伴隨著閃電響雷，…隔著一條大街，仍然是在豔陽天底下，回頭看對街下著傾盆大雨，這就是西北雨的典型景象，正如農諺說的：西北雨落不過田畔。…下雨前的下降氣流會帶來高空溫度較低的涼風」。由於積雨雲的水平範圍只有數公里

或數十公里，所下的雨時間短暫，下雨地區也不大，才會有東邊下雨西邊晴的奇景。

以前在台北稱午後雷陣雨為西北雨，是和台北盆地的地形有關，淡水河口位於台北盆地的西北方，夏季的西南風和來自西北方淡水河口的海風，配合熱對流，容易在盆地的東南山坡形成對流雲，並發展成積雨雲而形成雷陣雨，從東南方移向西北方，所以才叫西北雨。實際上，並不完全是這樣，只是以前的人觀測能力並不十分精確和完整，雷陣雨有移向北方或移向東北方，就看當時的天氣型態而定（「高中地理電子教科書」/名詞解釋「西北雨」網頁）。

雷雨是空氣在極端不穩定狀況下，所產生的劇烈天氣現象，它常挾帶強風、暴雨、閃電、雷擊，甚至伴隨有冰雹或龍捲風出現。雷雨大體可分為兩類，一為鋒面雷雨，另一為氣團雷雨。台灣發生雷雨的次數，每年自3月起開始增加，到7、8月達最盛時期；其中3~6月間的雷雨多屬鋒面雷雨，7~9月間者多為氣團雷雨。

鋒面雷雨主要是動力因素所造成，即暖溼空氣被鋒面抬升，引起強烈對流而產生。雷雨常出現在鋒面附近，在鋒面前出現者亦時有所見，其發生時間並無一定，可出現在白天，亦可出現在夜晚。台灣在梅雨季節裏，當梅雨鋒面很活躍時，常出現大雷雨，且持續時間往往可達數小時，因此有時豪雨成災。

氣團雷雨又稱熱雷雨，常發生在夏季午後 2、3 點鐘的時候，主要是因為熱力作用產生的。台灣的夏天是在熱帶海洋性氣團控制之下，白天由於日射使局部地區空氣發生對流性不穩定現象，因而常發生雷雨，惟此種雷雨多屬局部性，造成災害的嚴重程度往往不如鋒面雷雨。

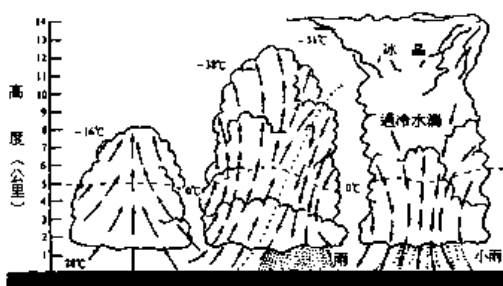


圖 1.氣團雷雨發展過程示意圖（左）發展階段（中）成熟階段（右）消散階段

(二)雷雨的誕生

隨雨而來或先雨而至的下降氣流，會造成涼爽的陣風，所謂「山雨欲來風滿樓」即意味著一場大雨快要來臨。如圖 1 所示，當雷雨胞發展到成熟期，即有又冷且又強的陣風（下降氣流）出現。降雨時造成的下降氣流使熱空氣和冷空氣的溫度趨於均等。而使地面涼下來，熱空氣便不再上升，所以在夏季短暫的雷雨過後，天氣常很快轉晴。（中央氣象局網頁<http://www.cwb.gov.tw/>）

歸納以上資料，得知雷雨有以下特點：**降雨強度大、降雨時間短、降雨區域小且可能有移動的現象、時常伴隨雷電、降雨前常伴隨短暫涼風。**

三、探究主題

經過同組同學進行文獻探討並和指導老師討論後，受限於研究時間，我們將這次探究聚焦，將研究重點鎖定在「氣團雷雨」也就是夏季午後雷陣雨，至於「鋒面雷雨」就留待以後再研究了。

起先探究的問題想在以下三個主題發展：

(一) 了解台北盆地午後雷陣雨容易發生的月份和時間。

(二) 了解台北盆地午後雷陣雨在哪個地區先發生及行進方向。

(三) 觀察台北盆地午後雷陣雨前、中、後的氣象數據變化。

後來因為對於雷雨胞移動方向的好奇和下列原因，驅使我們將問題鎖定在上述第二個問題上：

(一) 了解台北盆地午後雷陣雨會不會分區下。

(二) 了解如果會分區，行進方向為何。

(三) 了解行進方向是否有規律性。

在探究活動進行開始時，我們就發現為了瞭解上述主題，勢必要從個別測站資料進行分析，才能得到結果，如此一來只要我們從這些測站的資料進行分析，也可以看出雷陣雨發生過程前後氣象因子的變化，所以便增加了一項探究重點：雷陣雨發生前、中、後的天氣變化。

最終探究主題變成了這兩項重點：

一、了解台北盆地午後雷陣雨在哪個地區先發生及行進方向，希望能看出「雷陣雨的行進方向和下雨時間差」。

二、雷陣雨發生前、中、後的天氣因素的變化。

四、探究過程

(一) 收集的資料範圍與步驟

1. 依據氣象局監測報告看出最容易發生雷陣雨的月份為 5~9 月，並找出下一場短暫雷陣雨發生的日期。
2. 查看所有學校的雨量資料，並排除風向不準確的學校，再在每一個行政區，選取資料完整的一個校園氣象站。如果在一個行政區中沒有資料完整的校園氣象站，就用該區資料較完整的校園氣象站來替補。
3. 選用間隔每五分鐘一筆的校園氣象站中資料，因為資料最密集，而且應該較容易看出細微的變化，將更有助於了解雷陣雨發生前、中、後的天氣變化。

(二) 收集的資料項目與步驟

1. 下載校園氣象站所有資料：氣溫、最高溫、最低溫、酷熱指數、最高酷熱指數、溼度、最高溼度、最低溼度、氣壓、最高氣壓、最低氣壓、風速、最大風速、風向、降雨速率、降雨量、紫外線、最高紫外線、輻射、最高輻射、十分鐘風速。
2. 再查看哪些因素在午後雷陣雨發生前、中、後的數據資料有較明顯的變化。

(三) 資料的運用步驟

- 1.利用Excel圖表精靈把下載資料做成長條圖（雨量）與折線圖（影響因素）的關係圖表，分別為降雨量－氣溫、降雨量－溼度、降雨量－氣壓、降雨量－風速、降雨量－風向、降雨量－紫外線等關係圖。
- 2.依雨量的變化找出下雨時間，並統計出各校下雨時間表。
- 3.統計各校影響下雨因素統計表。
- 4.分析各校下雨時間差做成午後雷陣雨行進方向標示圖。

（四）資料品質的控管

依據台北市校園數位氣象網推動小組的訪視報告，排除風向不具參考價值的校園氣象站後，我們發現所剩的校園氣象站資料大多不齊全，因此不足我們每一個行政區都各取一個校園氣象站，又與教練討論在夏季吹的是西南季風，但在台北盆地因受地形影響，各區域的風向可能不同，所以我們決定以資料完整的校園氣象站為優先考量，並以2007年度資料為依據，儘可能於各區找出一個可用的氣象站。

（五）資料數量與內容

- 1.依台北市十二個行政區分別選出資料較完整的校園氣象站，我們挑選如下：我們原先選了洲美國小（北投區）、雨聲國小（士林區）、延平國小（大同區）、永安國小（中山區）、健康國小（松山區）、南湖國小（內湖區）、龍山國小（萬華區）、忠孝國小（中正區）、金華國小（大安區）、光復國小（信義區）、舊莊國小（南港區）、景美國小（文山區）等十二所學校。後來發現所挑選的日子裡有健康國小（松山區）、舊莊國小（南港區）、景美國小（文山區）等三所學校資料中有中斷或不可

使用的資料，故將三所學校改為民權國小（松山區）、胡適國小（南港區）、木柵國小（文山區）。

- 2.依據「中央氣象局氣候監測報告」紀錄有午後雷陣雨日期，且依據當日氣溫變化和下雨時間挑選的日子如下：首先以單日降雨量大於30mm的六天：2007/6/27、2007/7/5、2007/7/9、2007/8/4、2007/8/14、2007/8/22，經收集好資料初步分析，我們發現降雨凌亂、時間又長，難以分析其降雨因素變化情形及下雨行進方向，所以挑選具有降雨時間「較短、集中、不分散」等特色的雷陣雨－我們稱之為「單峰形式」的日子，而改以7/5、7/9、8/22三天為主來進行分析。
- 3.首先依上述日期將選取的校園氣象站整天的資料下載，經與教練討論及我們網路收集到的資料顯示，雷陣雨應該都在下午降雨的才是典型的西北雨，故我們改從時間12:00至20:00中下載間隔每5分鐘一筆的校園氣象站資料，作為我們分析的資料。
- 4.原先依上述日期將選取的校園氣象站的所有資料下載，經與教練討論及我們根據搜尋網路有關雷陣雨的資料，我們最後選出影響雷陣雨較有關的因素及我們想探討的下列七項資料來分析雷陣雨，包括：「降雨量、氣溫、溼度、氣壓、風速、風向以及紫外線」。

五、探究結果

（一）午後雷陣雨日分析

表1.為94-96年中央氣象局氣候監測報告紀錄有午後雷陣雨日期一覽表，從中選取我們要的午後雷陣雨樣本日。

表 1. 94~96 年中央氣象局氣候監測報告紀錄有午後雷陣雨日期一覽表

| 年月 日 | 94 06 | 94 07 | 94 08 | 94 09 | 95 06 | 95 07 | 95 08 | 95 09 | 96 06 | 96 07 | 96 08 | 96 09 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | | V | | # | | | | | V | V | V | V |
| 2 | | V | # | | | | | | V | V | V | V |
| 3 | V | V | # | | | | | | | V | V | V |
| 4 | | V | # | | | | | | | V | V | |
| 5 | | V | # | | | | | | | V | V | |
| 6 | | V | | | | | | | V | V | # | |
| 7 | | V | | | | # | # | | | V | # | |
| 8 | | V | | | | # | # | | V | | # | |
| 9 | | V | V | # | | # | # | | | V | # | |
| 10 | | V | V | # | | | # | | | | | |
| 11 | | V | # | # | | V | | | | | | |
| 12 | | V | # | | | # | | | | V | | |
| 13 | | V | # | | | # | | | | V | | |
| 14 | | V | | | | # | | # | | V | V | |
| 15 | | V | | | | # | | # | | | | |
| 16 | | # | | | | | | # | | | # | |
| 17 | | # | | | | V | | | | | # | # |
| 18 | | # | | | | V | V | | | | # | # |
| 19 | | # | | | | | V | | | | # | # |
| 20 | | # | | | | | V | | | | | |
| 21 | | | | # | | | V | | | | | |
| 22 | | | | # | | | V | | | | V | |
| 23 | | | | # | | # | V | | | | | |
| 24 | | | | | | # | V | | | | | |
| 25 | | | | | | # | | | | | | |
| 26 | | | | | | # | V | | | | V | |
| 27 | | | V | | | | V | | V | | V | |
| 28 | | | V | | | | | | | | V | |
| 29 | | | V | | | | | | | | | |
| 30 | | V | # | # | | | | | | | V | |
| 31 | | V | # | | | | | | | | | |

圖例：

V：第一次選取雨量大於 30mm V：第二次選取短暫一場雨 #：颱風 V：中央氣象局氣候監測報告標示當天有雷陣雨

(二) 雨量與各天氣因子

依照 12 個測站 3 天樣本資料，每站 6 項氣象因子，就可製出各校測站資料整合表 (36 張)，在此僅就 20070705 光復國小氣象站資料整合表產生的六項氣象因子表示如下圖 2~7。

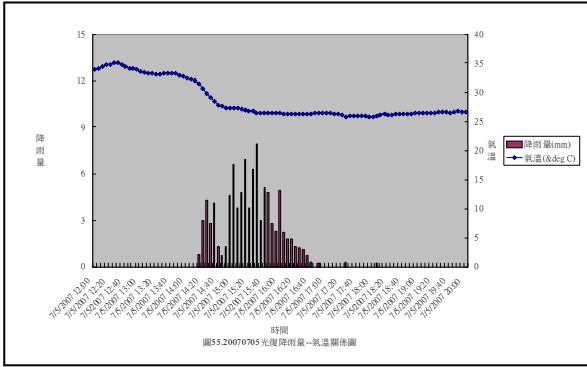


圖 2 雨量-氣溫關係圖

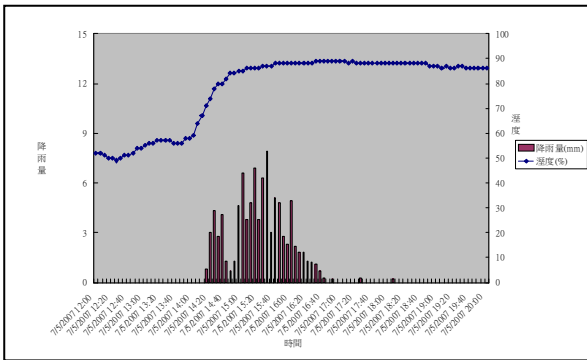


圖 3 雨量-濕度關係圖

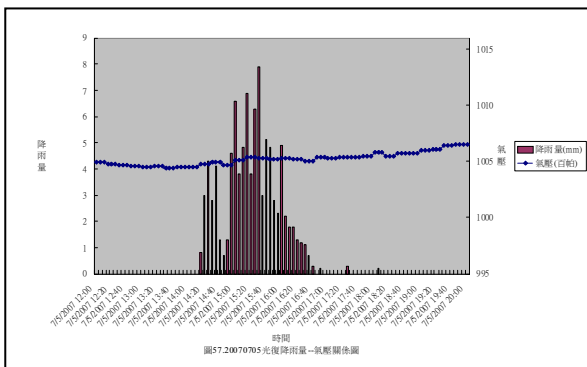


圖 4 雨量-氣壓關係圖

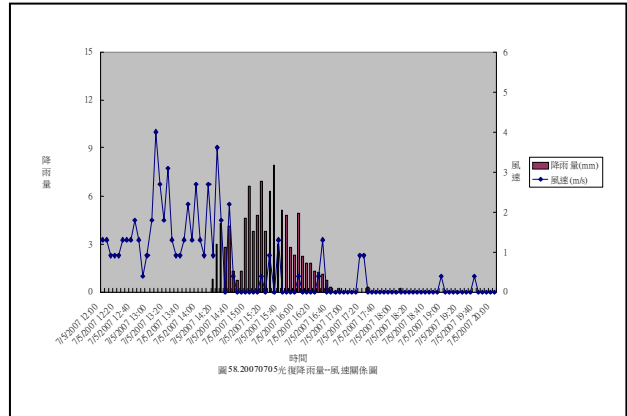


圖 5 雨量-風速關係圖

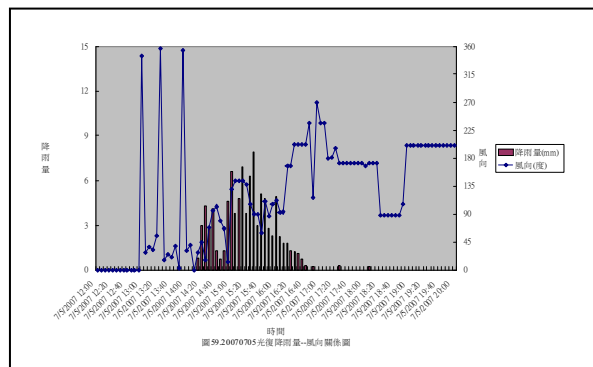


圖 6 雨量-風向關係圖

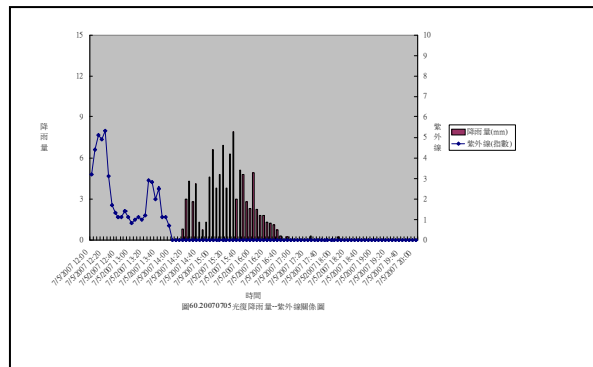


圖 7 雨量-紫外線指數關係圖

(三) 各校下雨影響因素、時間數據統計分析

依照 12 個測站一天樣本資料，每站 6 項氣象因子，整理得下表共六表，以下僅列出 20070705 樣本。

表 2.2007 年 7 月 5 日各校下雨影響因素、時間數據統計表 (原表編號 38)

| 學校 | | 北投 | 士林 | 大同 | 中山 | 松山 | 內湖 | 萬華 | 中正 | 大安 | 信義 | 南港 | 文山 |
|------------------|-----|---|--------|--------|--------|--------|----|--------|----|--------|--------|----|-------------|
| 因素 | | 洲美 | 雨聲 | 延平 | 永安 | 民權 | 南湖 | 龍山 | 忠孝 | 金華 | 光復 | 胡適 | 木柵 |
| 下雨前 一小時 平均 | 氣溫 | 28.65 | 31.57 | 33.18 | 33.72 | 32.22 | | 28.35 | | 31.45 | 32.92 | | 32.03 |
| | 溼度 | 78.77 | 65.08 | 59.85 | 57.69 | 62.62 | | 77 | | 67.46 | 58.31 | | 62.92 |
| | 氣壓 | 1004.8 | 1004.1 | 1005 | 1005 | 1010.6 | | 1004.7 | | 1009.6 | 1004.5 | | 1003.5 |
| | 風速 | 0.65 | 0.98 | NA | 0.06 | 0.062 | | 0.82 | | 0.2 | 1.78 | | NA |
| | 風向 | 亂 | 亂 | NA | 亂 | NW | | N | | NE | N | | 亂 |
| | 紫外線 | 0.15 | 0.86 | 2.15 | 1.72 | 0.32 | | 0.05 | | 0.05 | 1.26 | | 0 |
| 下雨中 平均 | 氣溫 | 28.05 | 30.01 | 31.2 | 28.76 | 27.48 | | 27.1 | | 27.13 | 27.15 | | 27.34 |
| | 溼度 | 81 | 76.75 | 74 | 82.05 | 84.69 | | 83.61 | | 85.55 | 85.41 | | 86.63 |
| | 氣壓 | 1005.2 | 1004.1 | 1004.7 | 1005.1 | 1011.1 | | 1005.2 | | 1010.2 | 1005.1 | | 1004.2 |
| | 風速 | 0.85 | 0.1 | NA | 0.24 | 0.147 | | 0.072 | | 0.16 | 0.43 | | NA |
| | 風向 | 亂 | 亂 | NA | 亂 | 亂 | | S | | 亂 | 亂 | | S |
| | 紫外線 | 0 | 0 | 1.25 | 0.33 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 |
| 停雨後 一小時 平均 | 氣溫 | 27.18 | 28.57 | 28.75 | 26.99 | 26.62 | | 26.38 | | 26.14 | 26.08 | | 26.14 |
| | 溼度 | 85.54 | 80.38 | 81.62 | 87.85 | 87.85 | | 84.92 | | 88 | 88.31 | | 89.96 |
| | 氣壓 | 1005.5 | 1004.2 | 1004.9 | 1005.4 | 1011.4 | | 1005.5 | | 1010.5 | 1005.4 | | 1004.4 |
| | 風速 | 0.3 | 0.23 | NA | 0.1 | 0 | | 0.03 | | 0.03 | 0.14 | | 0 |
| | 風向 | E | 亂 | NA | N | NE | | N | | E 轉 S | 亂轉 S | | ws 轉 NNE |
| | 紫外線 | 0 | 0 | 1.12 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 |
| 下雨時間 | 起 | 1645 | 1400 | 1345 | 1350 | 1410 | | 1550 | | 1440 | 1415 | | 1425 |
| | 迄 | 1650 | 1435 | 1410 | 1525 | 1645 | | 1715 | | 1720 | 1650 | | 1650 |
| 開始下雨時差 | | 175 | 10 | NA | 0 | 20 | NA | 120 | NA | 50 | 25 | NA | 35 |
| 註 | | 1、南湖、忠孝、胡適當日未下雨，不列入統計。 2、數字取到小數點 2~3 位以下四捨五入。 3、NA：該項資料不予使用 | | | | | | | | | | | |

(四) 雷雨移動分析

由表 2 顯示，7/5、7/9、8/22 三天樣本的下雨時間及時差，我們繪出圖 8~13 (原圖 217 至 222) 黃色長線代表等降雨時間線，紅色箭頭就約略是雷雨胞行進的方向，由這些圖我們觀察到下雨的行進方向。7/5 大概於台北盆地偏北方的地區開始下雨，然後往西北方的淡水河口行進，7/9 由南方開始下雨最後往西北方的淡水河口前進，8/22 大致由南方開始下雨最後往東北的基隆河谷前進。

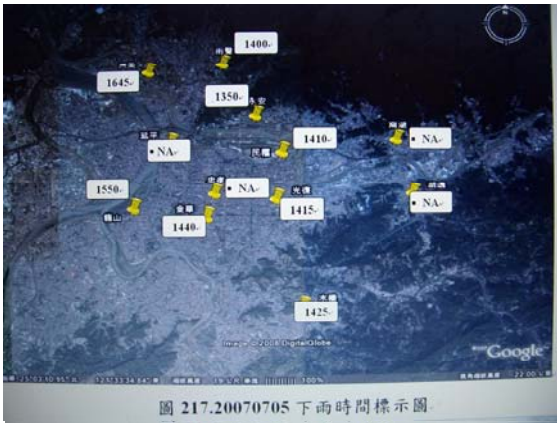


圖 8.20070705 下雨時間標示圖

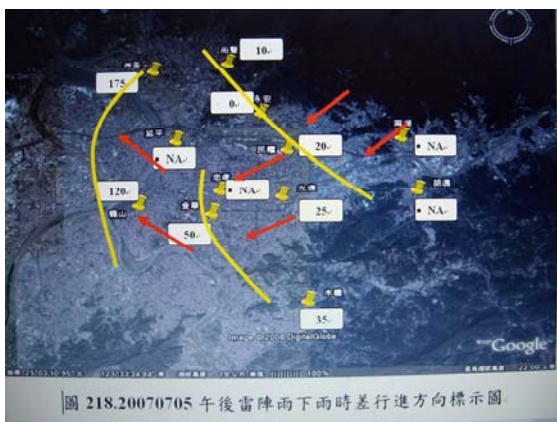


圖 9.20070705 下雨時差行進方向標示圖



圖 10.20070709 下雨時間標示圖

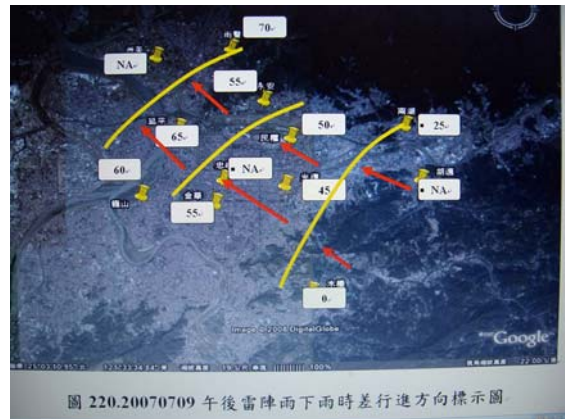


圖 11.20070709 下雨時差行進方向標示圖

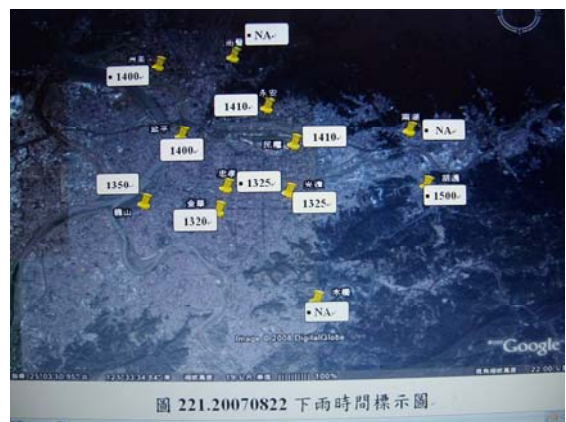


圖 12.20070822 下雨時間標示圖

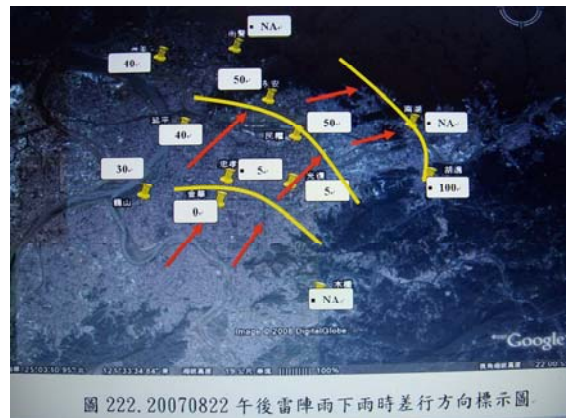


圖 13.20070822 下雨時差行進方向標示圖

六、討論與結論

(一)、從這個探究過程，發現了夏季午後雷陣雨就好像有生命似的，經歷了「醞釀成長、茁壯發威、煙消雲散」的歷程，我們試圖在中多的數據中探索歸納出「影響下雨因素前、中、後的氣象數據」變化如下：

- 1.氣溫：下雨前溫度較高，總平均超過 30°C；下雨中，溫度下降總平均超過 3°C；停雨後一小時內，溫度持續微微下降。
- 2.溼度：隨著下雨逐漸上升，停雨後約一小時之內仍較之前高。
- 3.氣壓：下雨中氣壓皆大於下雨前，停雨後氣壓不穩定，有時高，有時低。
- 4.風速：下雨前及下雨中通常都有刮風，而且下雨前的風比下雨中的風大小不一，停雨後通常不是微風就是無風。
- 5.風向：不論下雨前、中、後風向皆不定（可能因測站設置條件影響、僅供參考）。
- 6.紫外線：下雨前大多高於下雨中及停雨後。

(二)我們也從下雨時間的先後「時差」，看到雷雨有移動的現象，這是否就是常在氣象報告中聽到的「雷雨胞」在移動？看來似乎有從山邊先發生，再沿著某個方向延伸或移動的趨勢，當然也會轉彎，就像大鵬鳥飛掠過大地，這和我們原先猜測的變化大致相同，雖然俗諺說「西北雨落不過田埂」但卻也在台北盆地飛越了一段不短的路程。

(三)在雷陣雨來之前，會有一陣有如警訊般涼涼的大風，提醒大家快要下雨了，這和我們的經驗相符合。下雨中，溼度明顯會上升，感覺有一點涼意。下雨後，一個鐘頭內，溼度還是會持續上升，不過炎夏酷暑後來上一陣「熱」極必「涼」的午後雷陣雨，就像來一杯消解渴的飲料，不易快哉！

總結以上這些發現，這些發現足夠回答我們的探究問題。除了這次探究的成就感外，也引起我們更多與好奇心，以後還有好多好玩的天氣現象等著一一發覺與探索！如果長期觀察蒐集更多的樣本分析，或許可以像「颱風路徑」一樣，歸納出一些類型來也說不定！

果真如原先所猜測：「不同的雷陣兩個案應該會有不同的現象，可能會有相似的規律，也可能會有不同的差異...」我們不敢以此為滿足，但卻因這次的探究，得到好多原先未想到的收穫。我們願意拋磚引玉，假以時日也許這樣「短期、小尺

度」的系統，會因我們的探究結果而更為世人了解掌握，希望對生活應用、災害預防上有進一步的貢獻！

七、探究限制

受限於時間與樣本數限制這次探究過程僅就 2005~2007 年間「中央氣象局氣候監測報告」紀錄有午後雷陣雨日期進行研讀，依據當日氣溫變化和下雨時間挑選六天：2007/6/27、2007/7/5、2007/7/9、2007/8/4、2007/8/14、2007/8/22，且設定以單日降雨量大於 30mm 的樣本，並挑選具有降雨時間「較短、集中、不分散」等特色的雷陣雨—我們稱之為「單峰形式」的日子，而改以 7/5、7/9、8/22 三天為主來進行分析。這樣可能會忽略其他另有特色的降雨模式。

八、參考資料

1. 中央氣象局 <http://www.cwb.gov/>
2. 臺北市校園數位氣象網 <http://weather.tp.edu.tw>
3. 台北市校園數位氣象網推動小組的訪視報告