

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 地球與行星科學科

051902

是在「秋」什麼！—探討秋老虎特性及與其他天氣狀況之關係

學校名稱：臺中市立臺中女子高級中等學校

| | |
|-------------------------|--------------|
| 作者： 高二 施秉妤 高二 蔡昱萱 | 指導老師： 游明珠 |
|-------------------------|--------------|

關鍵詞：秋老虎定義、秋老虎成因、秋老虎發生時的
氣壓與雨量

摘要

本研究探討秋老虎發生與各天氣現象的關係和臺灣秋老虎形成原因。我們首先參考各國對秋老虎現象的描述和民間資料，自行規定出秋老虎的定量定義，並且歸納出臺灣北中南東四地區在 2013 年至 2021 年之間所有曾發生秋老虎的時段，並分析秋老虎前後降雨量、溫度、氣壓等因子與秋老虎各項性質的關係，及觀察秋老虎發生初期之地面天氣圖以歸納出秋老虎發生之原因。

研究結果顯示：2014、2017 年為秋老虎發生總天數之高峰年。在秋老虎發生前通常會短暫下雨，而秋老虎發生期間則維持乾燥。秋老虎發生期間相較於整體秋天趨勢通常為高溫高壓之狀態。最後，秋老虎發生原因主要為高壓、低壓、颱風所造成，而此三種天氣因子也可能同時存在相互干擾。

壹、 研究動機

每到秋天，我們都時常聽到電視新聞播報臺灣又發生秋老虎事件，明明夏天已近尾聲，天氣應該轉涼爽的秋意，但氣溫卻大幅飆高，人們穿著短袖、冷氣也開個不停，這時候長輩們都說：「秋老虎發威了。」但如此常見的臺灣氣候景象，究竟是由甚麼原因造成的？在我們進一步搜尋資料後，卻發現「秋老虎」這個大家都普遍會提的天氣現象，其實連嚴謹的定義都沒有。在臺灣地區，其他天氣現象如颱風、梅雨、寒流、東北季風增強等常見天氣象都有其嚴謹的定義，但「秋老虎」這個名詞，不僅在地球科學課程中不曾學習到其相關知識，甚至在上網查後都無法找到中央氣象局對秋老虎的官方定義，而民間說法亦千百種，沒有一個歸結。我們查了歷年中小學科展也沒有和秋老虎相關的研究。因此，我們決定以秋老虎當我們研究的對象，企圖揭開此天氣現象的神秘面紗。

貳、 文獻回顧

一、東亞地區對秋老虎的說法

網路資料對於秋老虎的定義有許多不同解釋。部分資料認為秋老虎是立秋（約 8 月 8 日）以後持續 7-15 天回熱的天氣，主要發生在八、九月；而中國湖北省氣象局指出秋老虎是處暑（約為 8 月 23 日）後連續 5 天最高溫在攝氏 35 度以上的天氣；也有新聞報導認為處暑（約為 8 月 23 日）後暑氣褪去天氣轉涼，此時的局部高溫炎熱稱為秋老虎。

二、美國對 Second summer / Indian summer 的定義

我們查到秋老虎的英文名稱是 Second summer 和 Indian summer，雖然美國氣象局也沒有 Second summer 的官方定義，但美國網站“OLD FARMER’S ALMANAC”中對秋老虎有較為定量的分析可供參考，其中指出民眾普遍認同的秋老虎定義有三：

- （一） 氣溫須高於華氏 70 度（約為攝氏 21.11 度）。
- （二） 發生時間長度須持續超過 7 天（含）以上。
- （三） 須發生於秋分（約為 9 月 23 日）和 First frost（第一次結霜，秋天第一次氣溫降至攝氏-1.7 至 0 度）後。

三、英國對於 Indian summer 的定義

英國網站 Met Office 中相較於美國和東亞對於秋老虎有較為深入的觀察和描述，包括風、雨量、空氣品質等。其中就雨量的觀察而言，在 Indian summer 發生前會降雨，在 Indian summer 發生時則保持乾燥；另外在地表無風時，因高溫不易散去而容易導致 Indian summer，也進而影響空氣品質。

綜合以上對秋老虎的描述，本研究以東亞地區的定義為主，歐美地區的定義為輔，重新定義秋老虎，也決定以雨量和氣壓和秋老虎發生時最有感的氣溫的相關性去探討秋老虎發生時的天氣型態、觀察其發生的週期性有無，並統計臺灣近年來的秋老虎發生次數，且企圖推論秋老虎形成的原因。

參、 研究目的

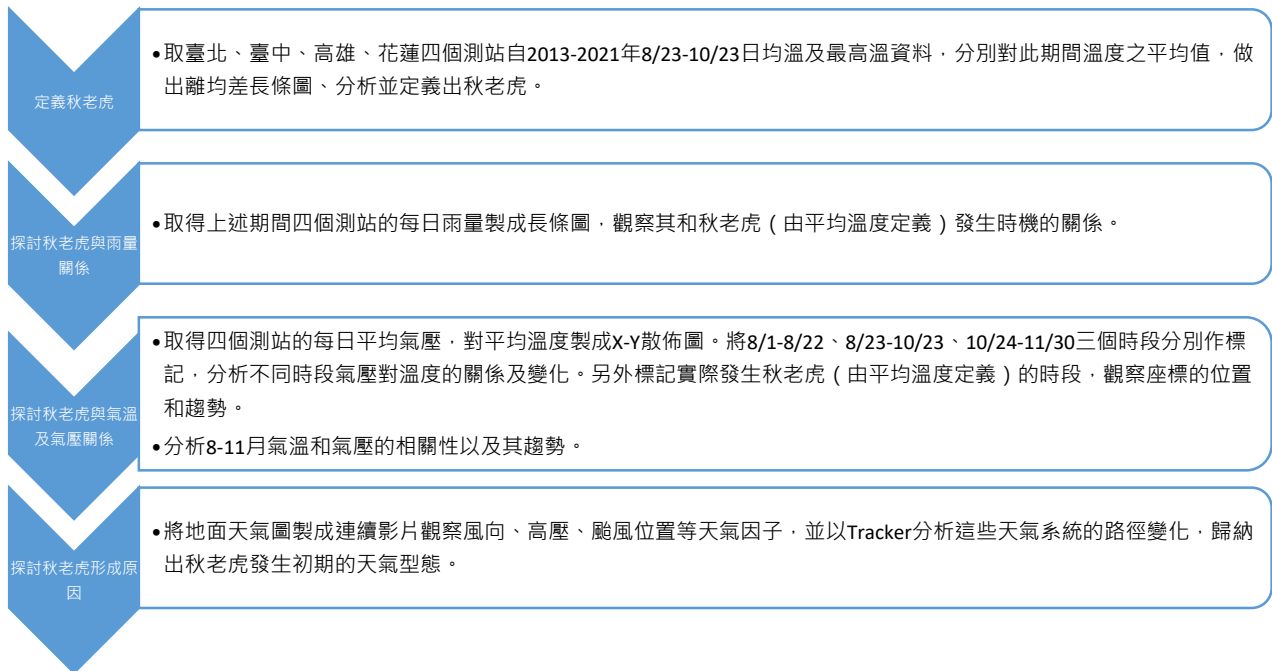
- 一、依據民間與氣象科學上對秋老虎定義，以較科學方法統整出秋老虎的定量定義。
- 二、依定義統計西元 2013 年至 2021 年間，臺灣各區——臺北、臺中、高雄和花蓮的秋老虎次數與探討其週期性。
- 三、探討秋老虎前後降雨情形與秋老虎發生次數及時長的關係。
- 四、探討 8-11 月氣溫與氣壓變化、相關性之規律，以及秋老虎發生時二者是否呈現特殊的趨勢。
- 五、分析秋老虎發生初期天氣系統的變化以探討其形成的機制。

肆、 研究設備及器材

- 一、硬體：電腦。
- 二、軟體：Microsoft Excel、Microsoft PowerPoint、Microsoft Word、Corel VideoStudio 會聲會影、Tracker。
- 三、原始數據來源：大氣水文研究資料庫。

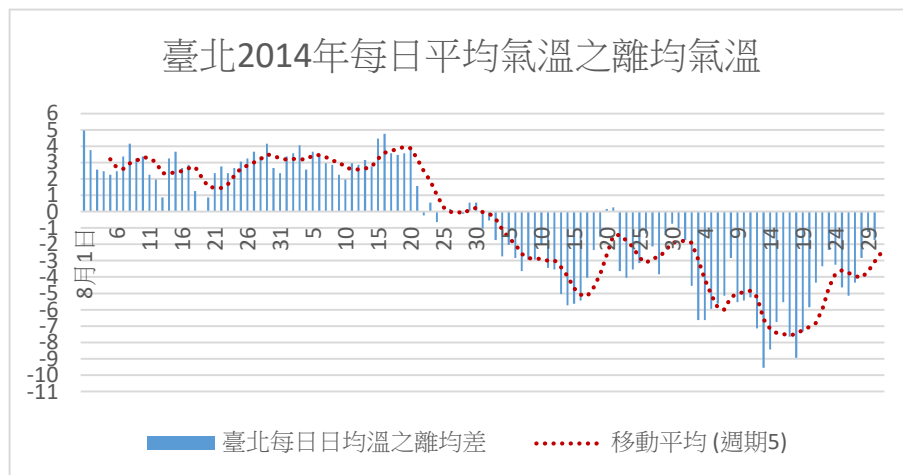
伍、 研究過程或方法

表（一）、 研究流程

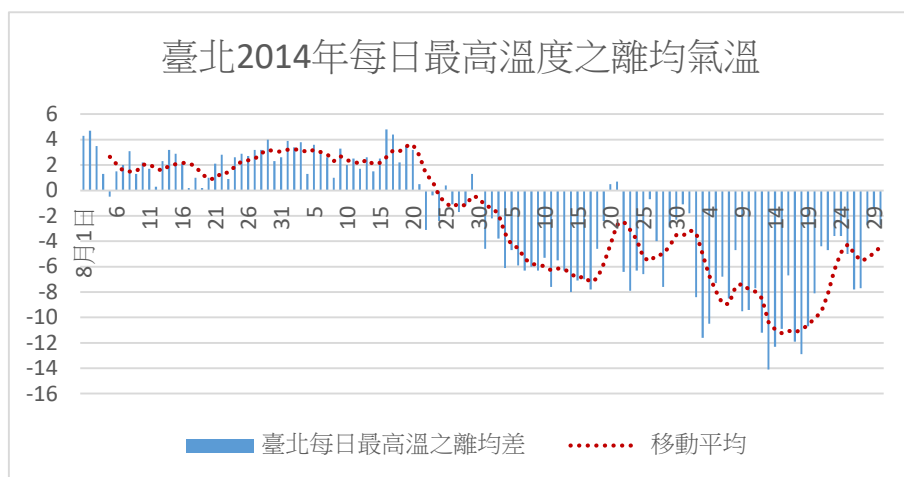


一、定義秋老虎：

就我們查閱到的資料而言，臺灣地區的秋老虎其實沒有明確的官方定義，因此我們試圖自行定義秋老虎。我們利用臺灣大氣水文資料庫取得 2013~2021 年 8~11 月臺北、臺中、高雄、花蓮四個測站的每日平均氣溫以及最高氣溫資料，經 Microsoft Excel 整理並製成柱狀圖以便觀察。參考臺灣民間及他國資料，將秋老虎定義為處暑（8/23）至霜降（10/23）期間內出現的一段異常高溫的現象，我們分別以各測站 2013~2021 中 8/23~10/23 每日平均氣溫的平均值做為基準，繪製每日平均氣溫離均差及每日最高氣溫離均差的柱狀圖，並作滑動平均。下圖（一）為作圖方式範例。



(a) 臺北 2014 年每日平均氣溫離均差柱狀圖



(b) 臺北 2014 年每日最高氣溫離均差柱狀圖
圖(一)、氣溫離均差與滑動平均的作圖方式範例

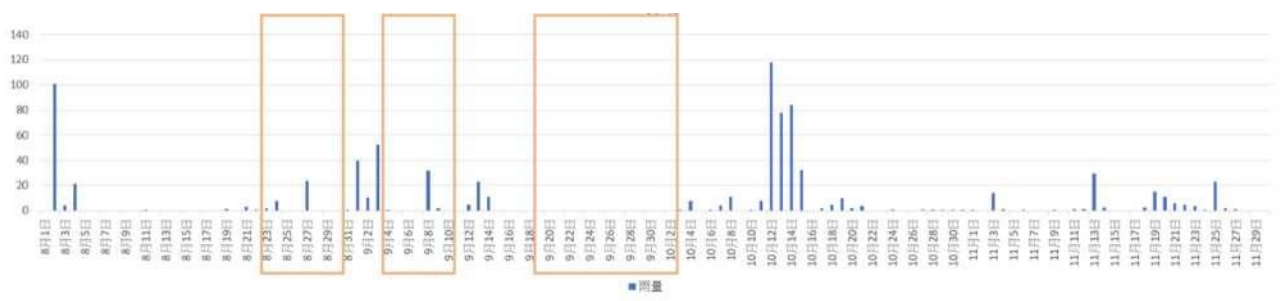
我們觀察圖(一)的趨勢，結合網路上一些說法，最後自行定義出三種符合發生秋老虎的條件：

- (一) 離均溫超過 1 度以上，持續七天以上。
- (二) 七天內，有 1-2 天，未高於 1 度，但高於 0.8 度。
- (三) 七天的離均溫均溫高於 1.2 度（有一些天數未達高於 1 度，但平均高於 1.2 度也相當高，可讓特別熱的天被凸顯出來）。

由於我們認為大眾普遍認知的秋老虎應是維持一段時間的高溫現象，而非一天中突然出現的短暫高溫，故在後續探討雨量、氣壓與秋老虎的關係及秋老虎成因時皆採用以每日日均溫所定義出的秋老虎。

二、探討降水與否與秋老虎發生與否的關係

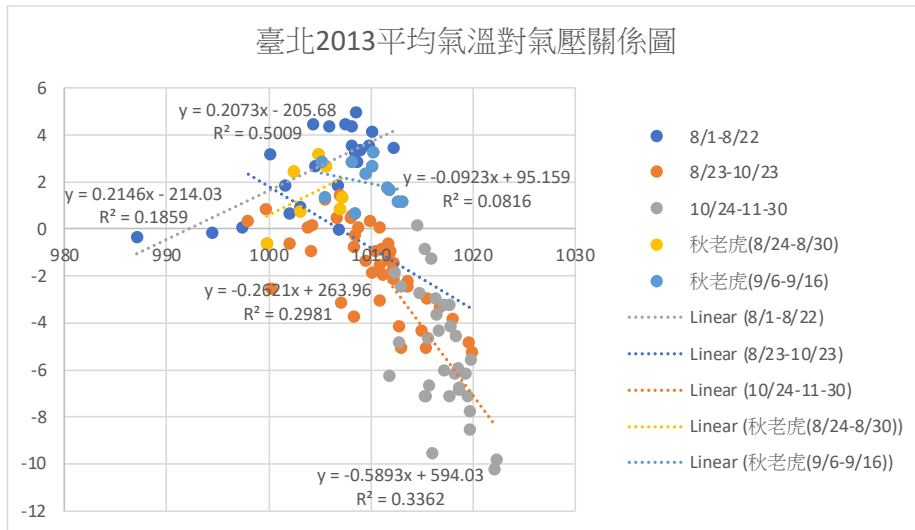
我們從大氣水文資料庫取得臺北、臺中、高雄、花蓮地區中的四個測站自西元 2013-2021 各年 8-11 月的每日雨量，整理後製成長條圖，如下圖(二)。並且比對秋老虎（由平均氣溫定義）發生時期，再匡選出秋老虎期間的雨量資料，觀察在秋老虎發生前後，雨量是否出現特定的規律變化，如下圖(二)。



圖(二)、2017年臺北測站的雨量長條圖，橘框處為秋老虎發生期間。

三、探討氣壓、氣溫與秋老虎關係

我們從大氣水文資料庫取得四個測站 2013~2021 各年 8 月至 11 月的氣壓資料，並對該期間每日平均溫度離均差做 X-Y 散布圖。我們將數據分為三個區段：8/1-8/23、8/23-10/23、10/23-11/30（即我們定義的秋老虎可能發生期間及其前後），並且個別標示其趨勢線以及相關係數。我們也另外標記了實際發生秋老虎時的資料，以觀察秋老虎發生時的氣溫、氣壓等數值是否出現特殊規律，如圖（三）。

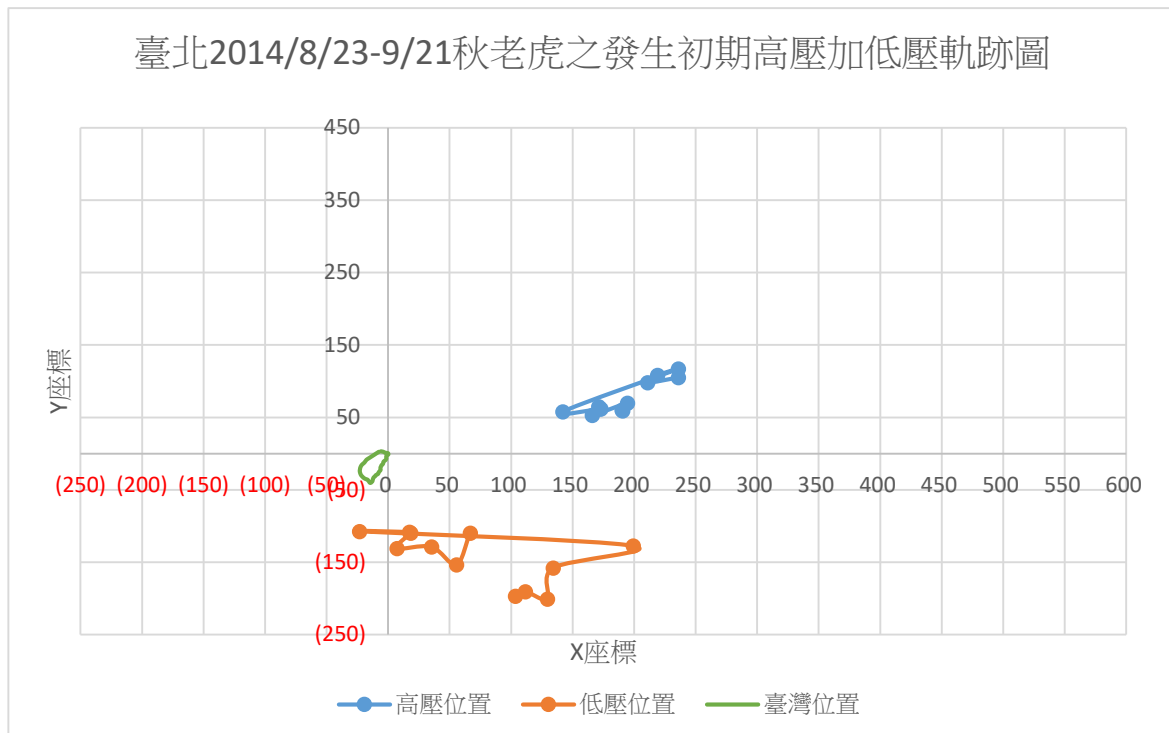


圖（三）、臺北 2013 年平均氣溫對氣壓關係圖

四、研究秋老虎可能發生原因

我們以臺北為研究地點探討秋老虎成因。從大氣水文資料庫載下臺灣西元 2013-2021 年 8-11 月每日 00 時、06 時、12 時、18 時的「SSL - 東亞衛星地面圖+風場」地面天氣圖，比對先前由每日平均溫度定義出的秋老虎發生日期，取出每年臺北地區秋老虎發生前七日起至發生後七日的地面天氣圖，並以視訊編輯軟體將其製成一段連續的影片，且利用 Tracker 軟體分析西太平洋高壓、低氣壓、颱風等天氣因子的移動軌跡，如下圖（四），並且比對同時間臺北地區風向和氣溫之變化。

軌跡圖之原點統一為臺灣東北部之三貂角。圖中之 X、Y 坐標軸單位不代表經緯度，僅為與台灣相對位置之參考。



圖（四）、臺北 2014/8/23-9/21 之秋老虎發生初期之高氣壓中心及低氣壓中心移動軌跡圖

陸、 研究結果

一、秋老虎數量統計：

我們以自設之秋老虎定義，分別統計由每日最高氣溫及由每日日均溫觀察所得之不同地區、不同年份之秋老虎總天數，結果如下表（二）：

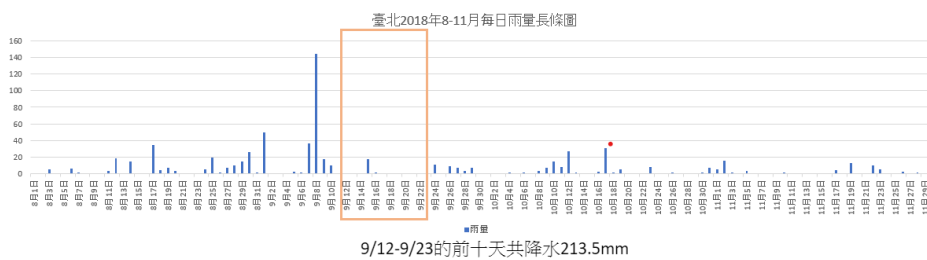
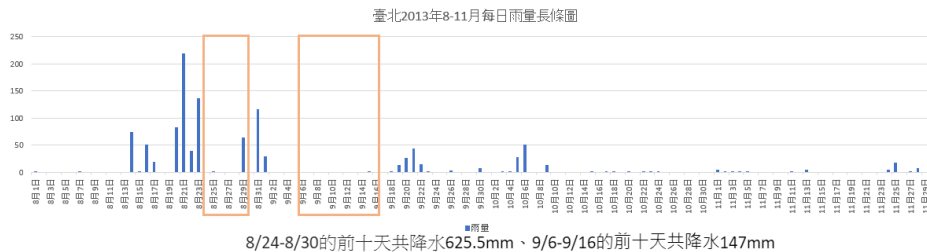
表（二）、以最高溫度與平均溫度定義秋老虎所得之各測站各年秋老虎總天數比較

| 年份 | 定義方式 | 地區 | | | |
|------|---------|----|----|----|----|
| | | 臺北 | 臺中 | 高雄 | 花蓮 |
| 2013 | 由平均溫度定義 | 18 | 7 | 0 | 0 |
| | 由最高溫度定義 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 2014 | 由平均溫度定義 | 30 | 28 | 26 | 28 |
| | 由最高溫度定義 | 30 | 27 | 13 | 21 |
| 2015 | 由平均溫度定義 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| | 由最高溫度定義 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 由平均溫度定義 | 30 | 14 | 7 | 13 |
| | 由最高溫度定義 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 2017 | 由平均溫度定義 | 32 | 44 | 39 | 37 |
| | 由最高溫度定義 | 33 | 35 | 25 | 0 |
| 2018 | 由平均溫度定義 | 12 | 15 | 0 | 15 |

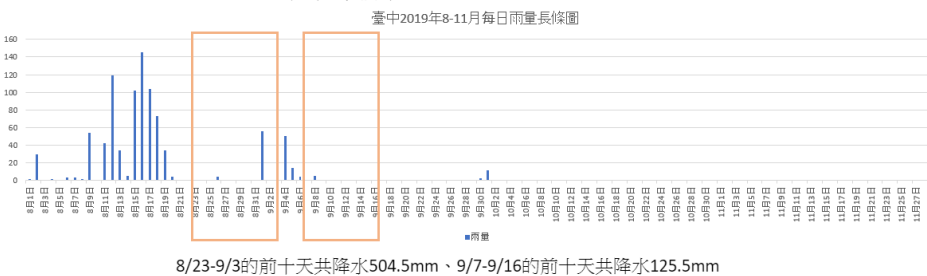
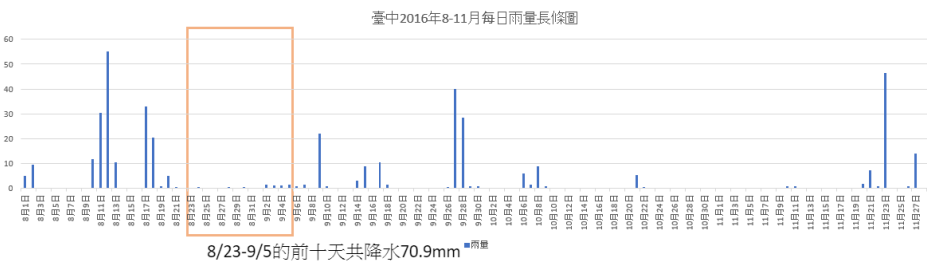
| | | | | | |
|------|---------|----|----|----|----|
| | 由最高溫度定義 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 2019 | 由平均溫度定義 | 21 | 22 | 0 | 26 |
| | 由最高溫度定義 | 19 | 20 | 0 | 0 |
| 2020 | 由平均溫度定義 | 23 | 10 | 17 | 23 |
| | 由最高溫度定義 | 28 | 26 | 10 | 12 |
| 2021 | 由平均溫度定義 | 48 | 42 | 0 | 19 |
| | 由最高溫度定義 | 30 | 28 | 0 | 0 |

二、降水與否對秋老虎發生與否關係

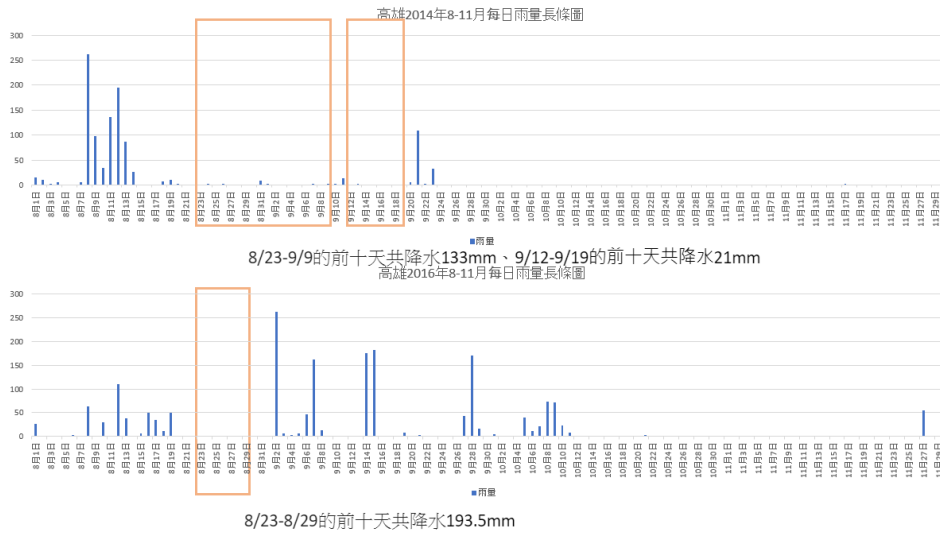
經由比對秋老虎（由平均溫度定義）發生時機和臺灣地區北中南東（臺北、臺中、高雄、花蓮）四個測站，自 2013 至 2021 年期間，每年 8-11 月的雨量長條圖後，我們發現在秋老虎發生之前往往會發生短暫的降雨；而在秋老虎發生期間則會維持乾燥，如下圖（五）所示，橘色框線中的範圍是秋老虎發生時期，每張圖下有秋老虎發生前十天的總雨量統計。



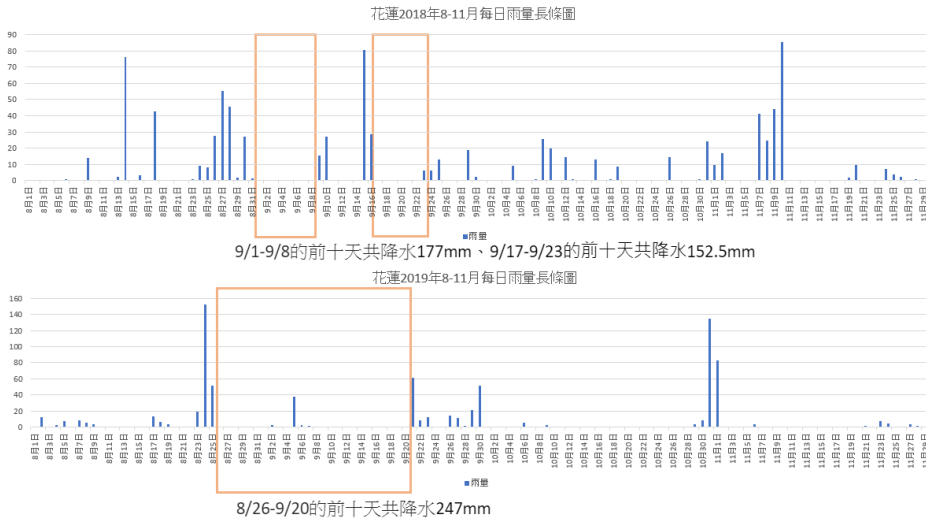
(a) 臺北 8-11 月每日雨量長條圖，以 2013、2018 年為例



(b) 臺中 8-11 月每日雨量長條圖，以 2016、2019 年為例



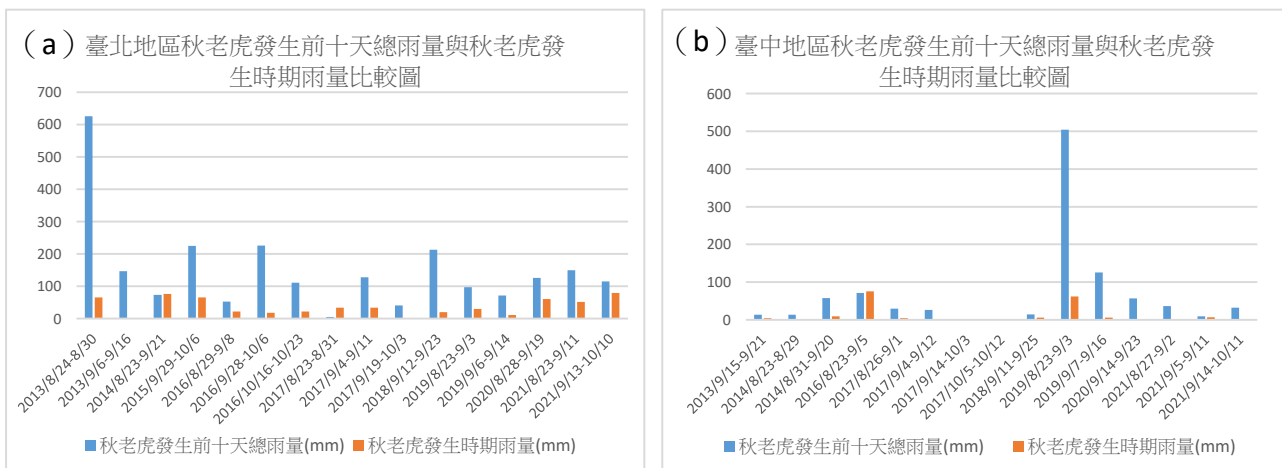
(c) 高雄 8-11 月每日雨量長條圖，以 2014，2016 為例

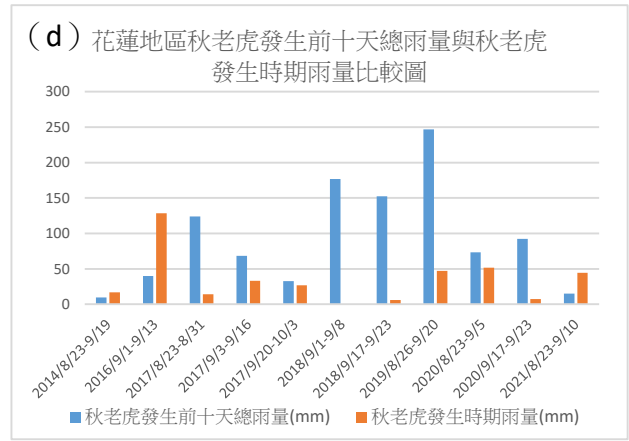
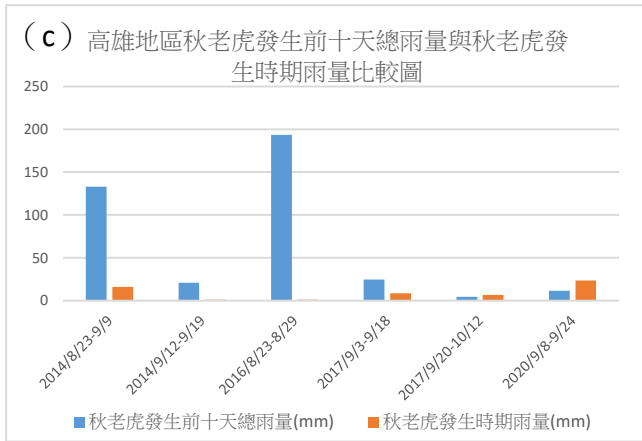


(d) 花蓮 8-11 月每日雨量長條圖，以 2018、2019 為例

圖（五）、臺北、臺中、高雄、花蓮地區 8-11 月雨量長條圖

在發現上述規律後，我們將各測站秋老虎發生前十天總雨量以及秋老虎發生期間總雨量整理如下圖（六）。





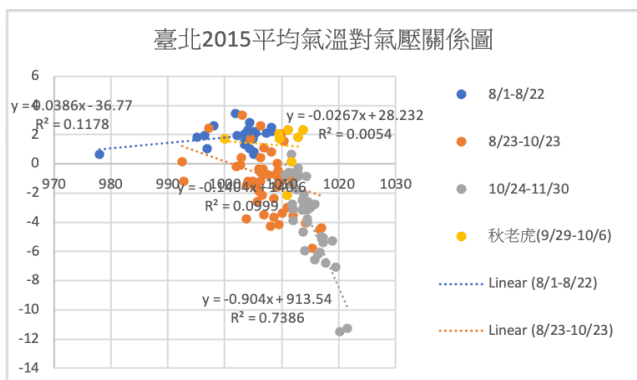
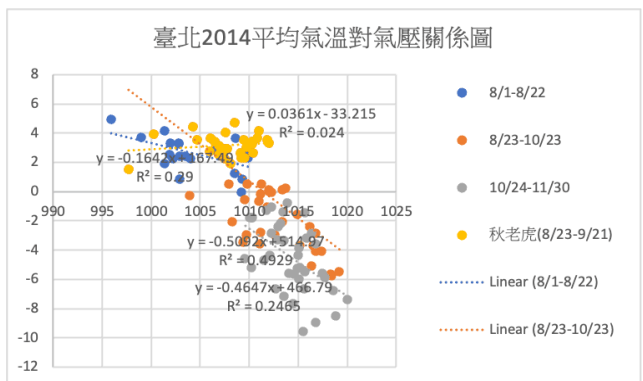
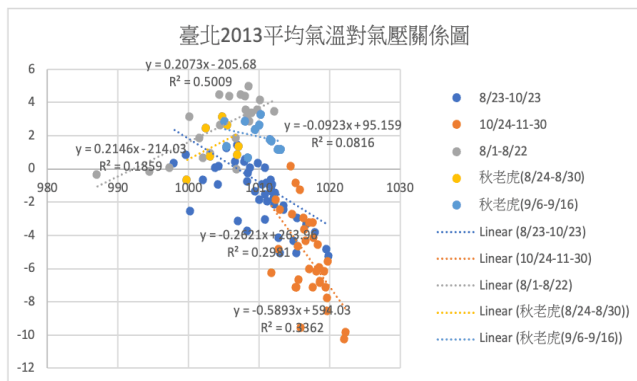
圖（六）、臺北、臺中、高雄、花蓮地區秋老虎發生前十天總雨量與其發生時期雨量比較圖

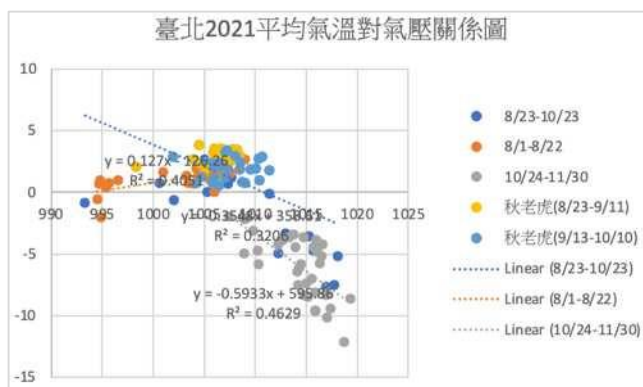
觀察上圖可發現秋老虎發生前十天的降水量比同次秋老虎發生期間的降水量明顯要多，我們統計出的 48 次秋老虎中，有約 60%的秋老虎在其發生前十天總降水量達 50 (mm)，而在秋老虎期間降雨量達 50 (mm) 的僅有約 30%。另外，在此四地區內發生的共 48 次秋老虎中，只有 8 次的秋老虎發生前十天的降水量比同次秋老虎發生期間的降水量少。

三、秋老虎發生前後氣溫與氣壓變化的關係

我們將 8/1 至 11/30 的每日平均氣壓值對氣溫離均溫差作圖，並分成秋老虎好發前 (8/1-8/22)、秋老虎好發時 (8/23-10/23)、秋老虎好發後 (10/23-11/30)，依照選取測站依序繪圖如下：

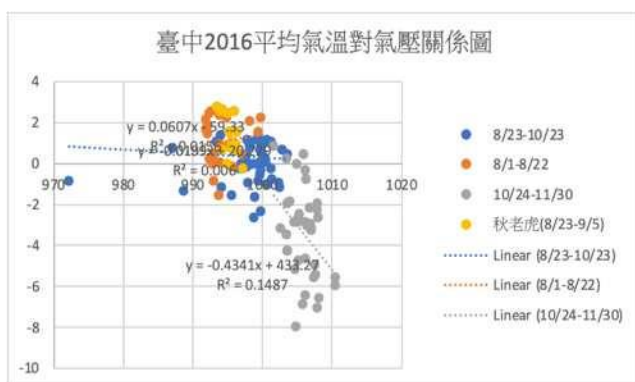
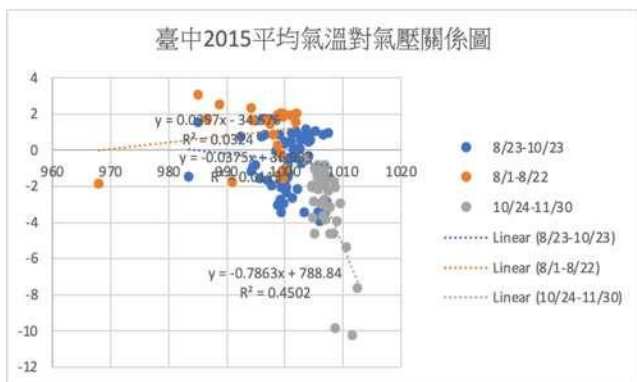
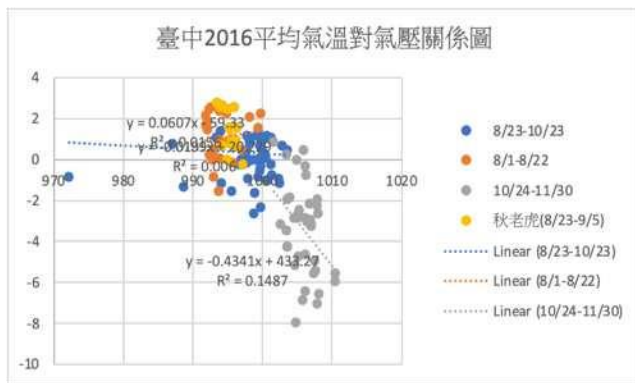
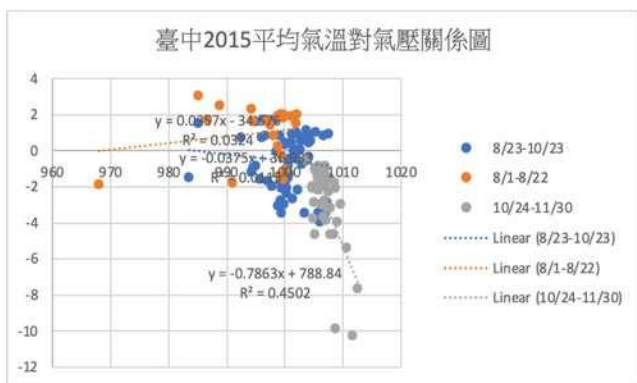
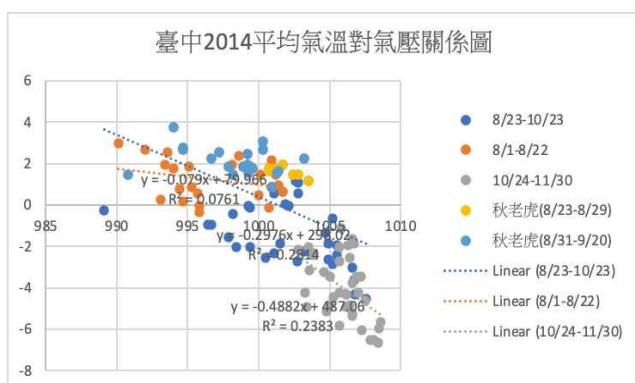
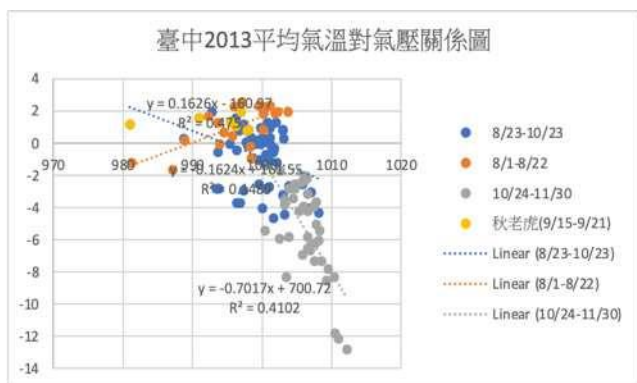
(一) 臺北地區

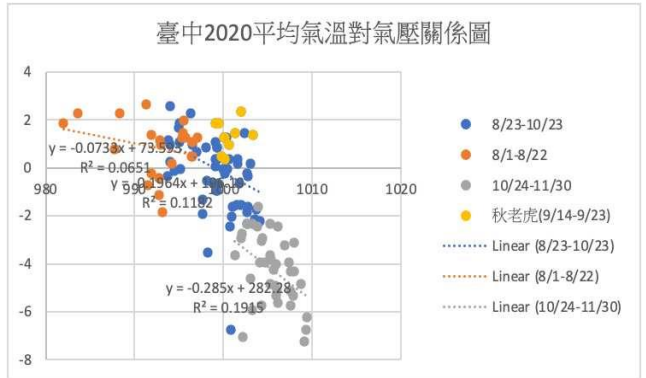
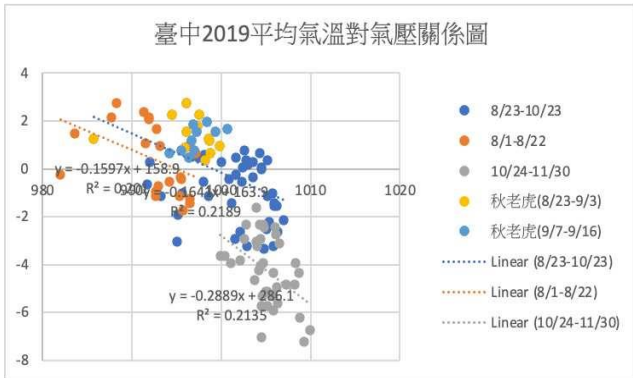
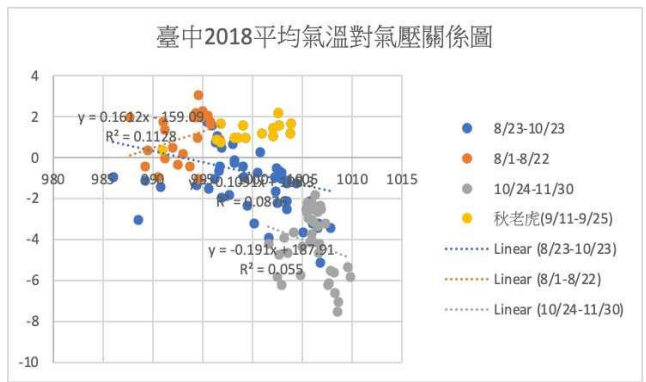




圖（七）、臺北地區 2013-2021 年平均氣溫對氣壓散布圖

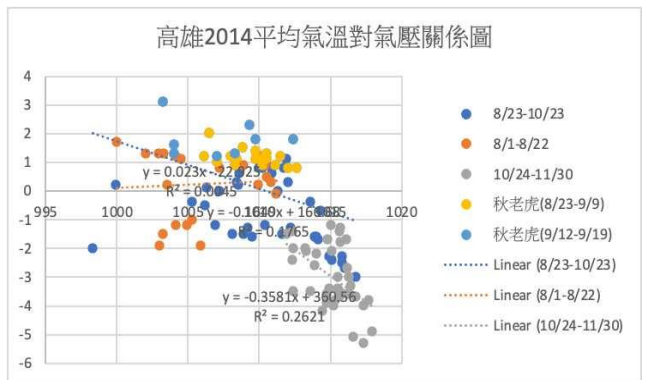
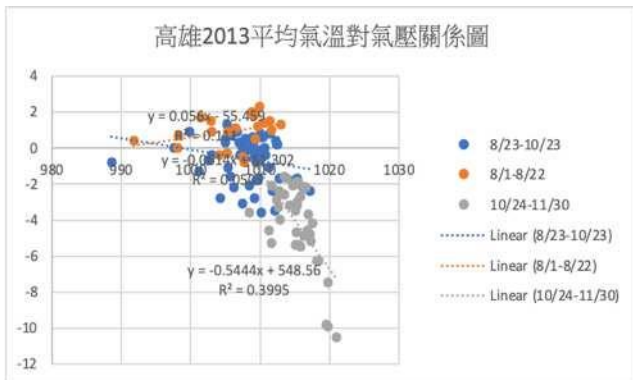
(二) 臺中地區

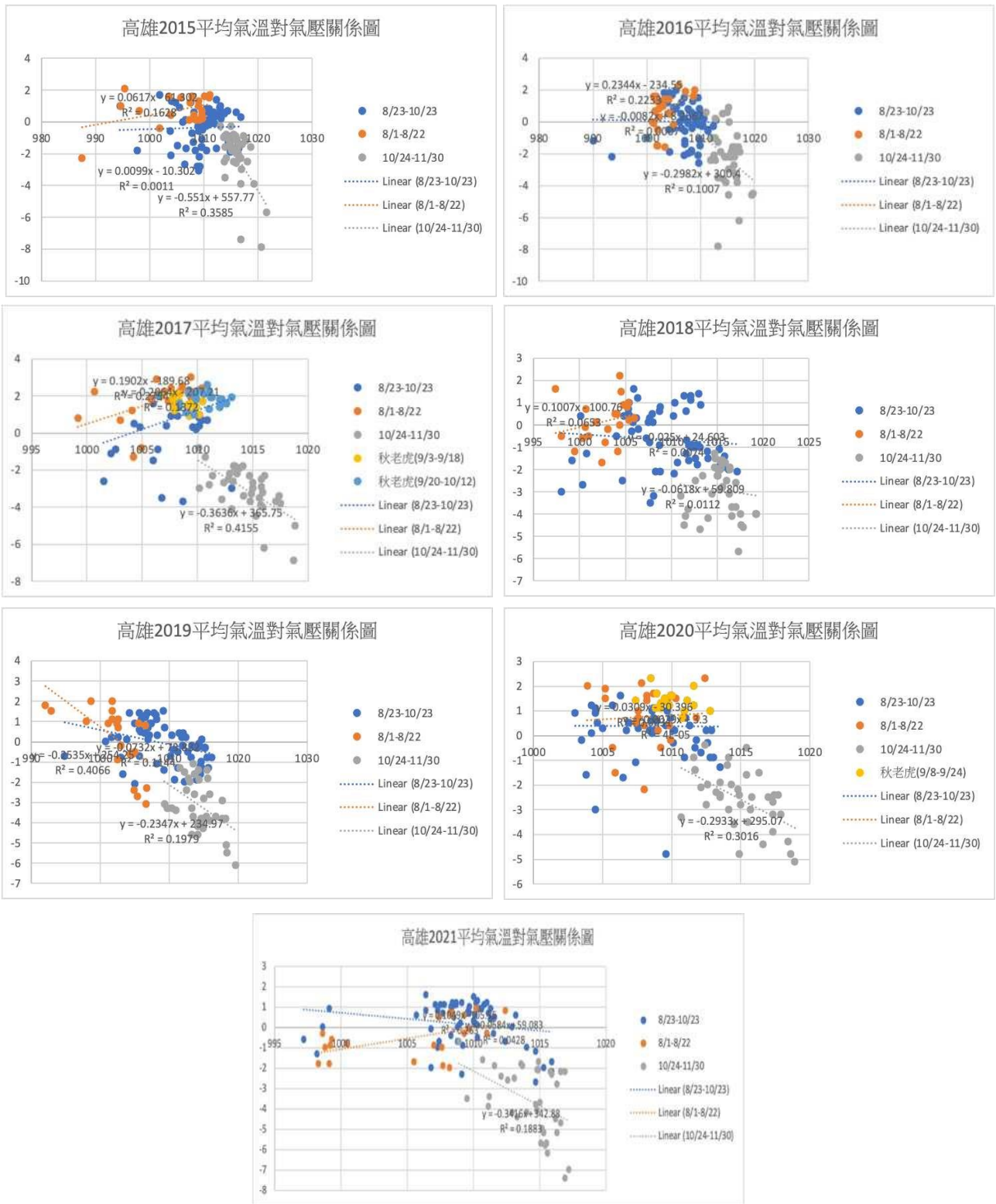




圖（八）、臺中地區 2013-2021 年平均氣溫對氣壓散布圖

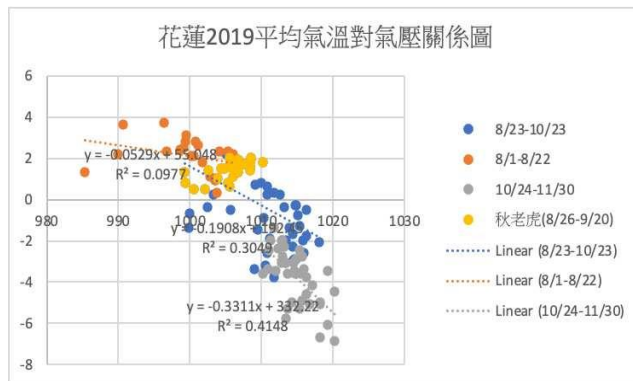
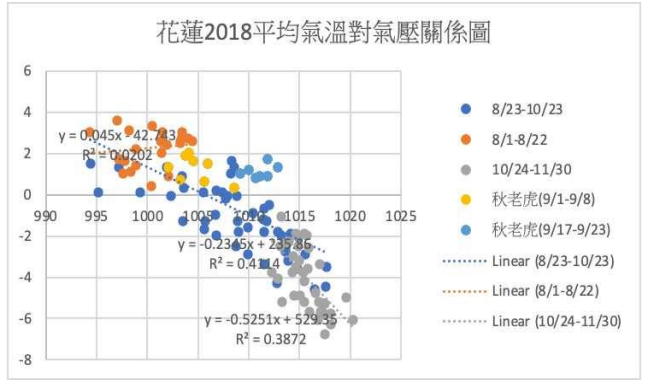
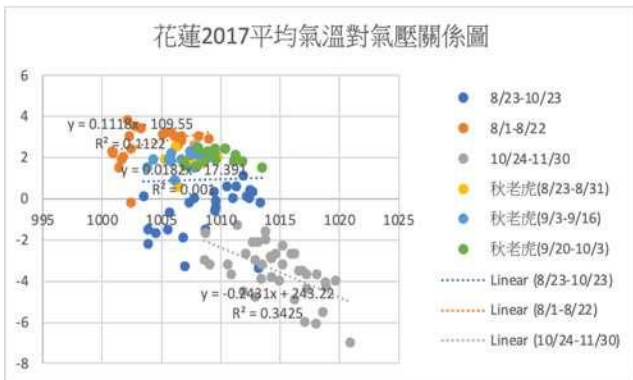
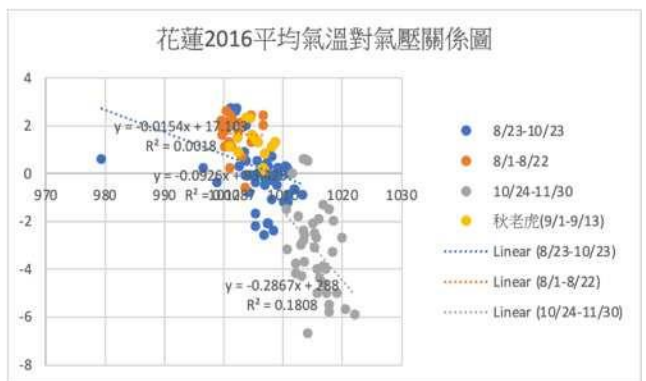
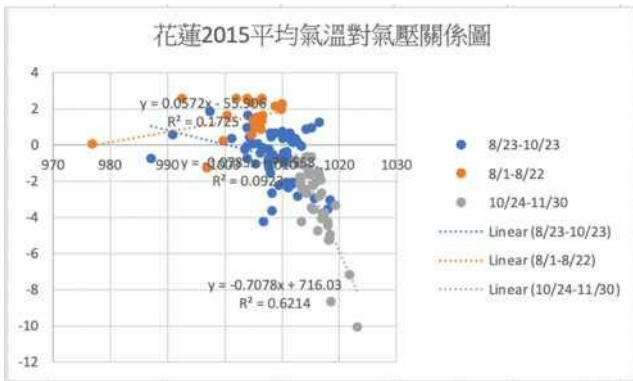
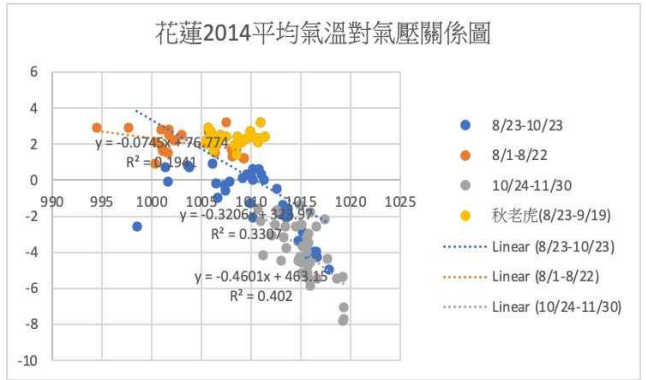
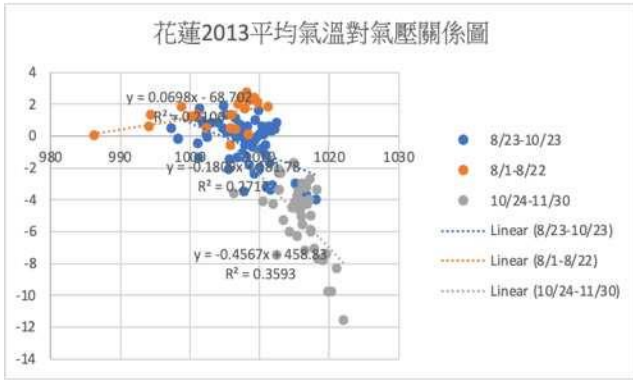
(三) 高雄地區

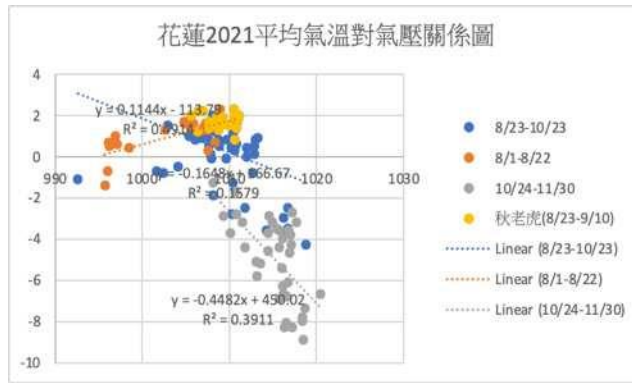




圖（九）、高雄地區 2013-2021 年平均氣溫對氣壓散布圖

(四) 花蓮地區



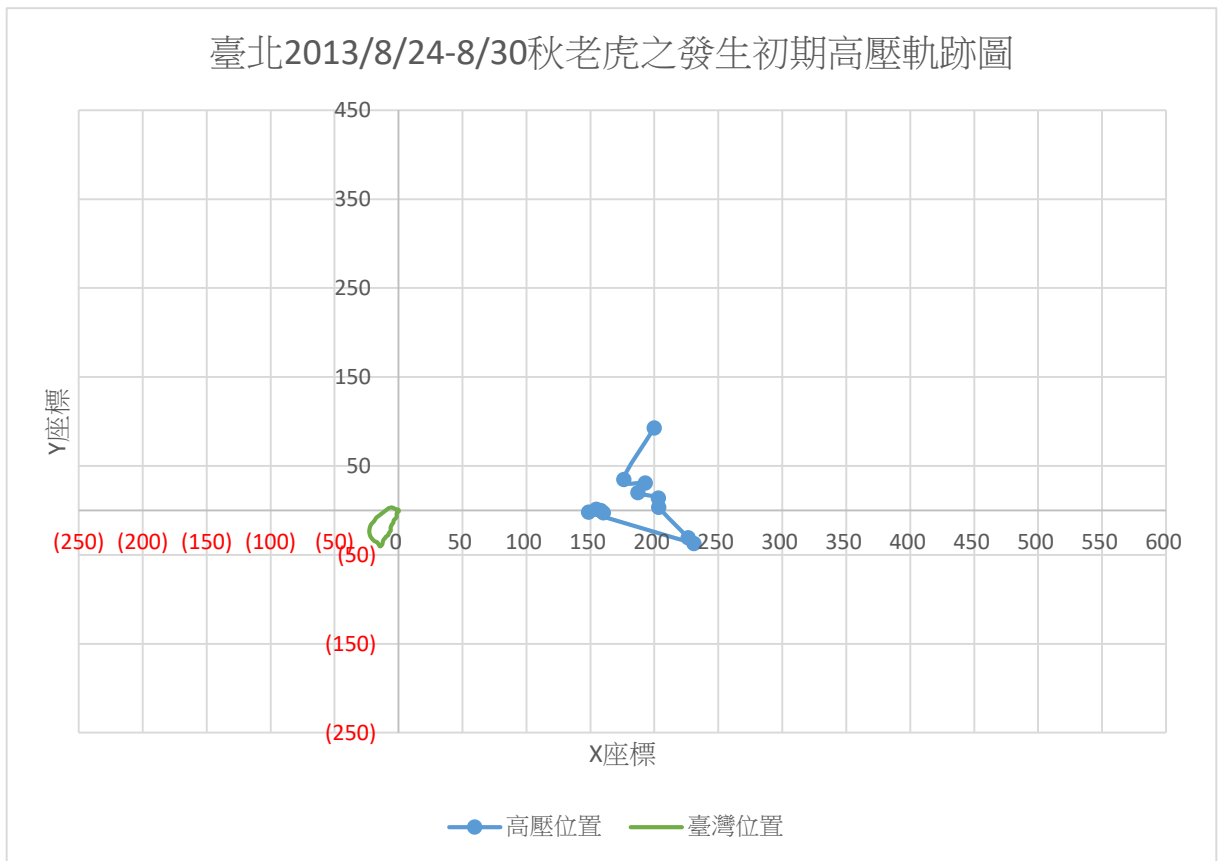


圖（十）、花蓮地區 2013-2021 年平均氣溫對氣壓散布圖

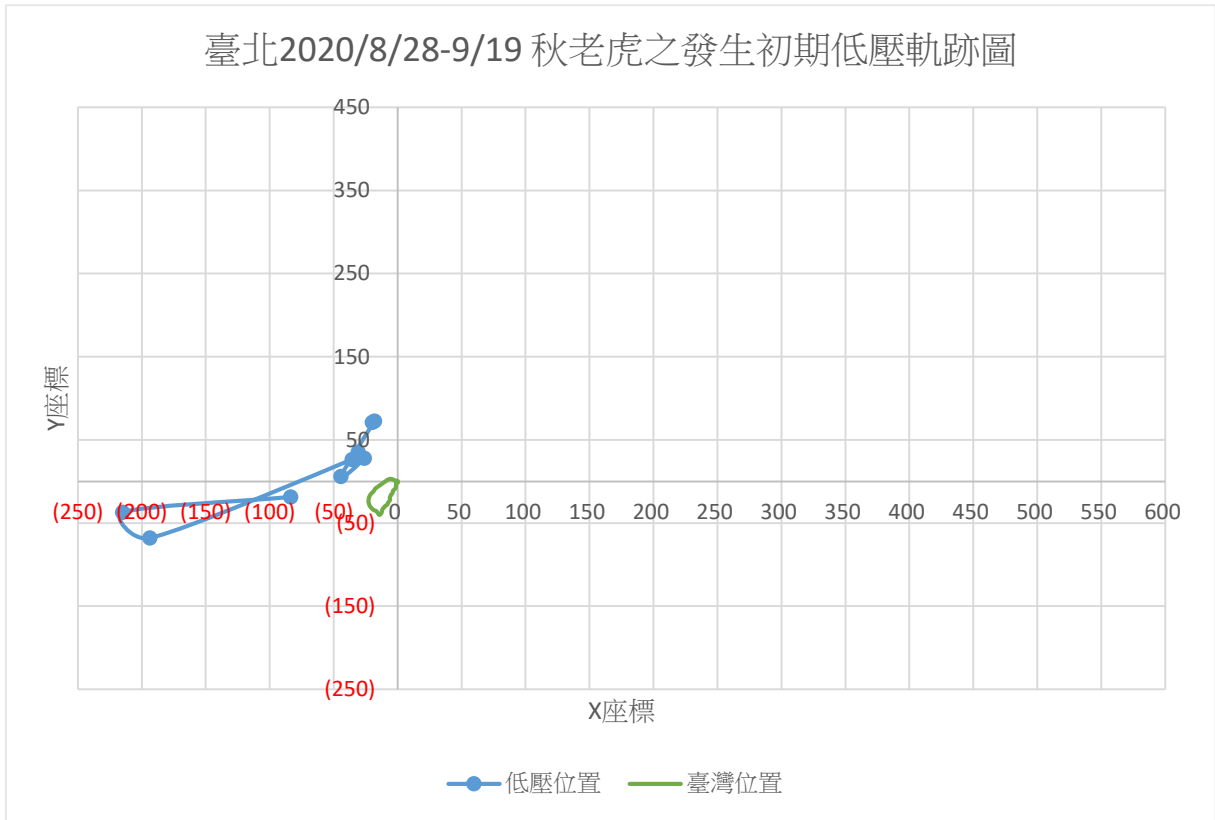
三、以天氣圖分析秋老虎前後的天氣系統的變化

我們利用 Tracker 分析出高壓系統、低壓系統（包括颱風）的路徑，其軌跡圖如下例：

註（一）、軌跡圖之原點統一為臺灣東北部之三貂角，約在東經 119 度 59 分 54 秒，北緯 25 度 30 分 37 秒附近。圖中 X、Y 坐標軸單位不代表經緯度，僅為與台灣相對位置之參考。



圖（十一）、臺北 2013/8/24-8/30 秋老虎之發生初期高壓軌跡圖



(十二)、臺北 2020/8/28-9/19 秋老虎之發生初期低壓軌跡圖

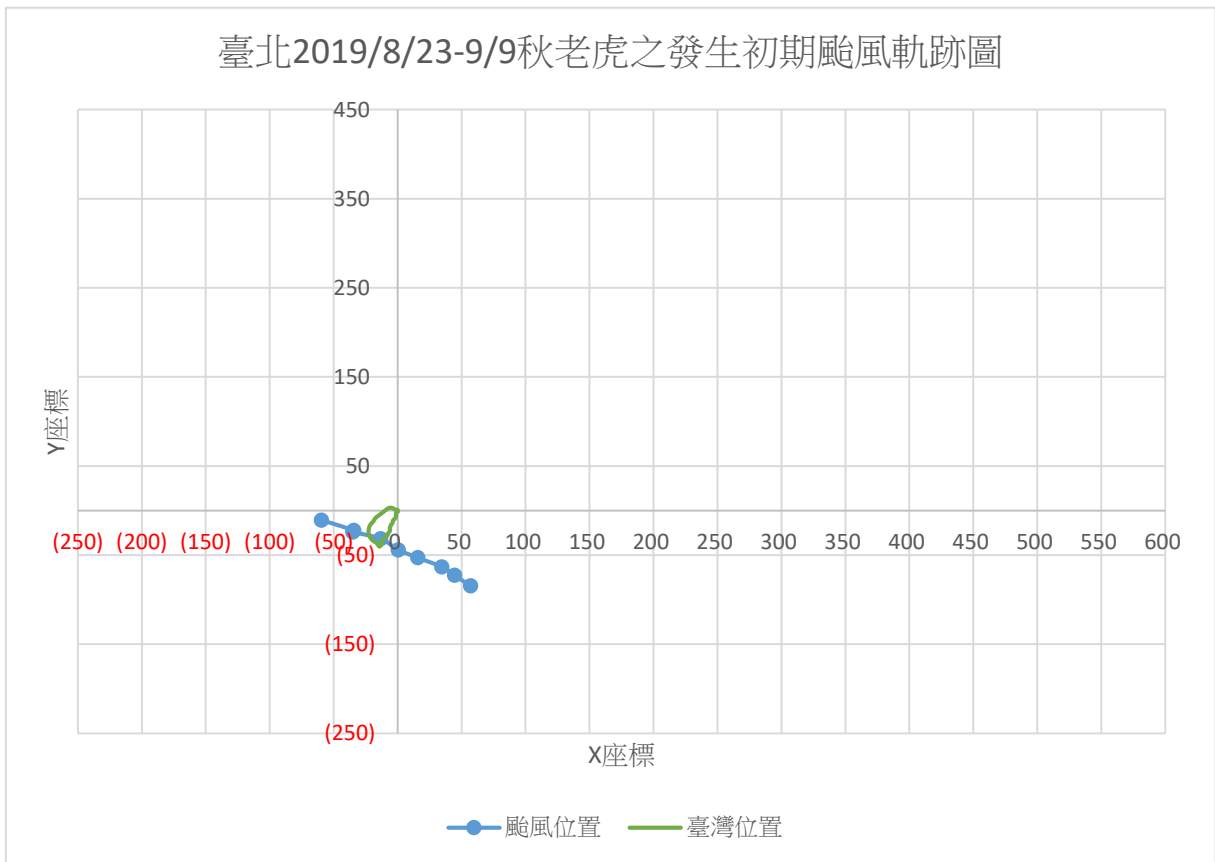
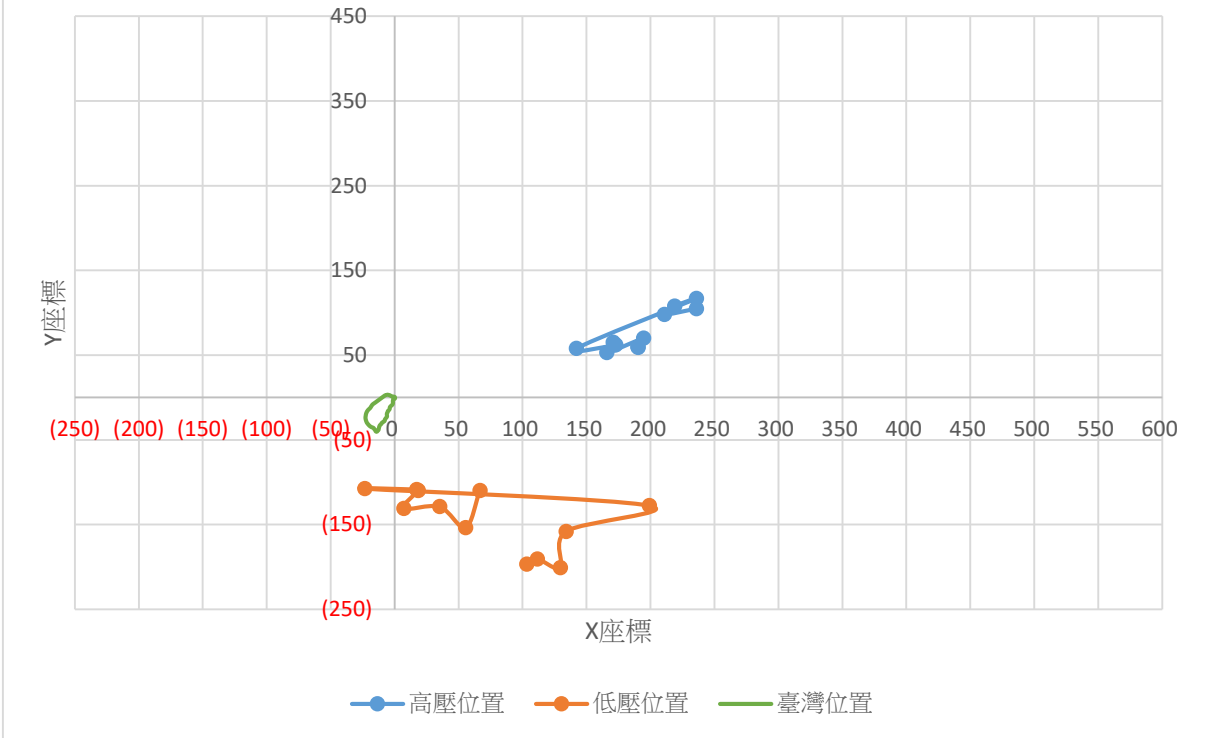


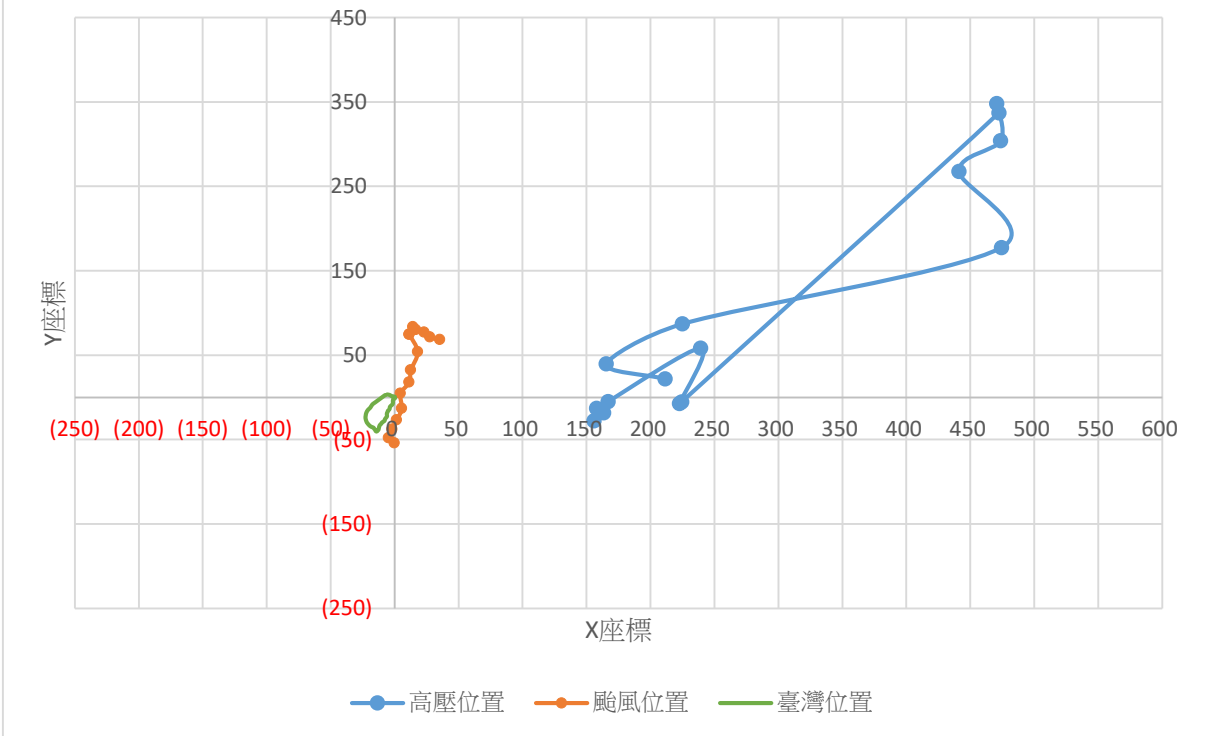
圖 (十三)、臺北 2019/8/23-9/9 秋老虎之發生初期颱風軌跡圖

臺北2014/8/23-9/21秋老虎之發生初期高壓加低壓軌跡圖

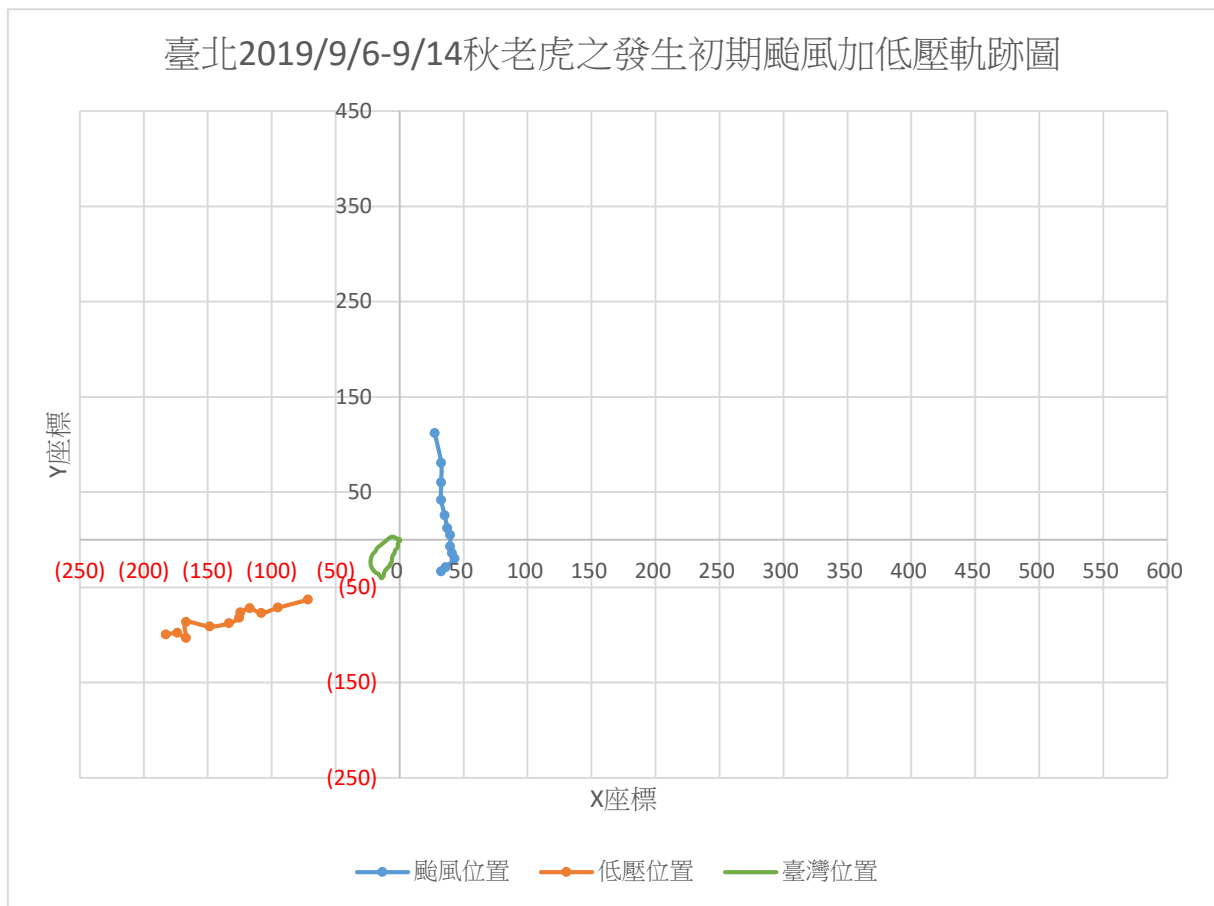


圖（十四）、臺北 2014/8/23-9/21 秋老虎之發生初期高壓及低壓軌跡圖

臺北2021/9/13-10/10秋老虎之發生初期高壓加颱風軌跡圖



圖（十五）、臺北 2021/9/13-10/10 秋老虎之發生初期高壓及颱風軌跡圖



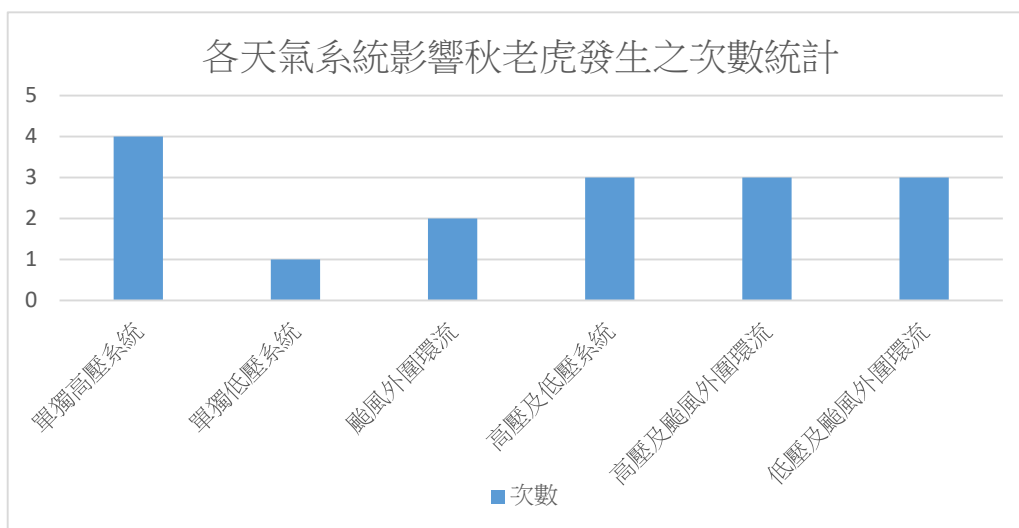
圖（十六）、臺北 2019/9/6-9/14 秋老虎之發生初期颱風及低壓軌跡圖

比較分析各軌跡圖、秋老虎初期地面天氣圖、秋老虎初期氣溫變化情形之後，我們發現有以下六種天氣現象的變化和秋老虎的發生最為相關：

- （一）高壓系統攜帶偏南風吹向臺北，以圖（十一）為例。
- （二）低壓系統攜帶偏南風吹向臺北，以圖（十二）為例。
- （三）颱風外圍環流吹拂，以圖（十三）為例。
- （四）高壓系統和低壓系統同時攜帶偏南風進入臺北，以圖（十四）為例。
- （五）高氣系統和颱風外圍環流同時攜帶偏南風進入臺北，以圖（十五）為例。
- （六）低壓系統和颱風外圍環流同時攜帶偏南風進入臺北，以圖（十六）為例。

註（二）、研究過程中我們將颱風和其他低壓天氣系統分開探討。

統計臺北地區各種天氣系統分別造成秋老虎發生之次數如下圖（十七），我們發現其中以高壓系統所造成的秋老虎次數最多。

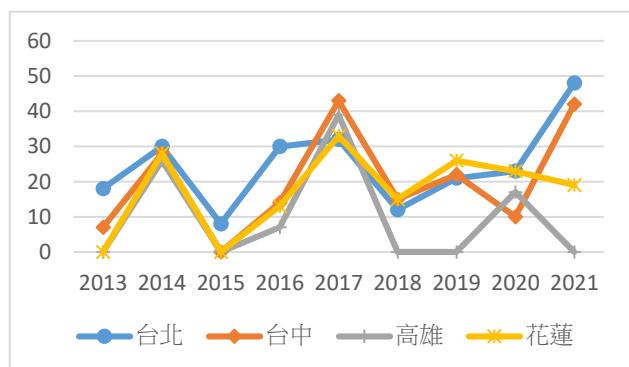


圖（十七）、臺北地區各天氣現象所造成之秋老虎發生次數

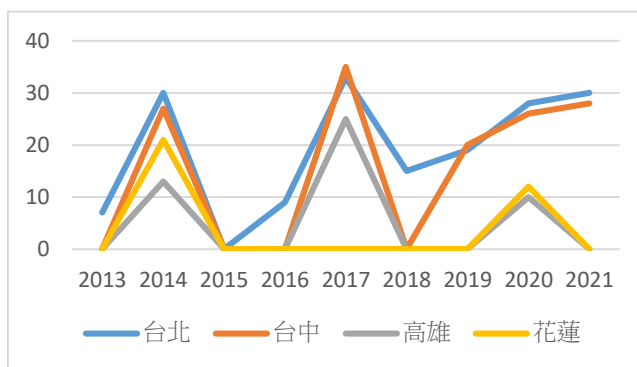
柒、 討論

一、各地不同年份秋老虎總天數與秋老虎發生周期性的探討

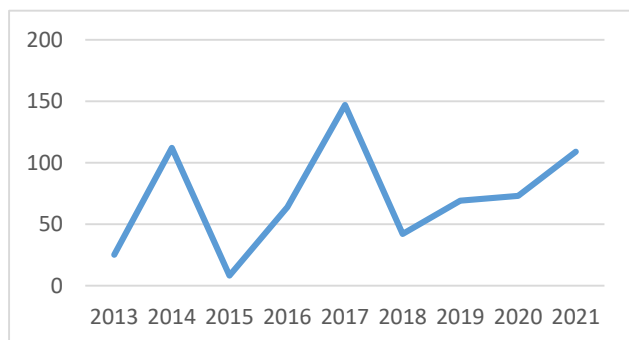
將結果的表（二）繪圖，統計臺北、臺中、高雄、花蓮 2013-2021 年秋老虎的秋老虎發生天數，如下圖（十八）和圖（十九）。



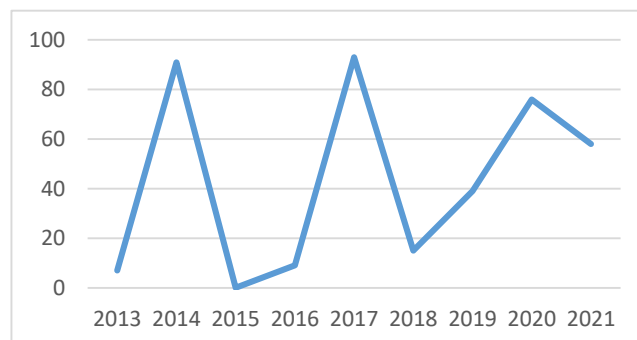
圖（十八）、由平均溫度所統計出各地各年秋老虎總天數圖



圖（十九）、由最高溫度所統計出各地各年秋老虎總天數圖



圖（二十）、由平均溫度所統計出臺灣各年秋老虎總天數圖



圖（二十一）、由最高溫度所統計出臺灣各年秋老虎總天數圖

由圖（十八）中可以看出，在 2018 年以前，各縣市發生秋老虎的總天數大致落在相似的趨勢上，在 2018 年後各地區發生秋老虎的總天數則出現較大的差異，其中臺北、臺中、花蓮地區在 2019 年皆有上升趨勢，臺中、花蓮地區在 2020 年皆有下降趨勢，而臺北、臺中地區在 2021 年的發生總天數數量皆急遽上升。另外，2017 年為四大地區秋老虎發生天數總和最高的年份。

依據圖（十九）我們觀察到 2014 及 2017 年由最高溫度統計出的秋老虎發生總天數有明顯高峰，其中 2017 年是臺北、臺中、高雄三地區秋老虎發生天數最多的年份，只有花蓮地區在 2017 年沒有發生秋老虎。而臺北和臺中區從 2018 年開始便呈現往上的趨勢，相反地，高雄和花蓮地區在 2020 年短暫的增加後又在 2021 年減少。另外，各地區秋老虎發生天數的趨勢的相似度較圖（十八）高。

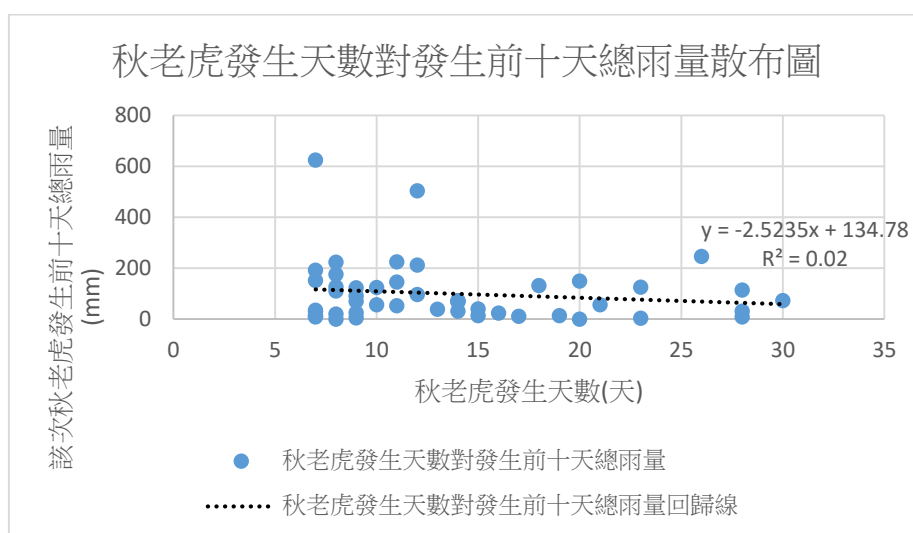
由圖（二十）和圖（二十一）我們發現不論以最高溫或日均溫的定義，在 2014 及 2017 年都有秋老虎天數大增的現象，臺北、臺中、高雄地區在平均溫度和最高溫度定義下的秋老虎數量趨勢大致相似，唯有花蓮地區在 2015 至 2019 年期間，由最高溫度定義的秋老虎比由平均溫度定義之秋老虎天數少許多。

另外根據圖（二十）、圖（二十一）我們觀察到由 2013 至 2021 年約十年期間，各地秋老虎總天數呈現週期性的變化，可大致評估為每三年出現一次高峰，但 2020 年之高峰並無凸顯出來，因此秋老虎之週期性以 2013-2018 年較為明顯。又由最高溫統計出之秋老虎之週期性較由日均溫定義出之秋老虎來的明顯。

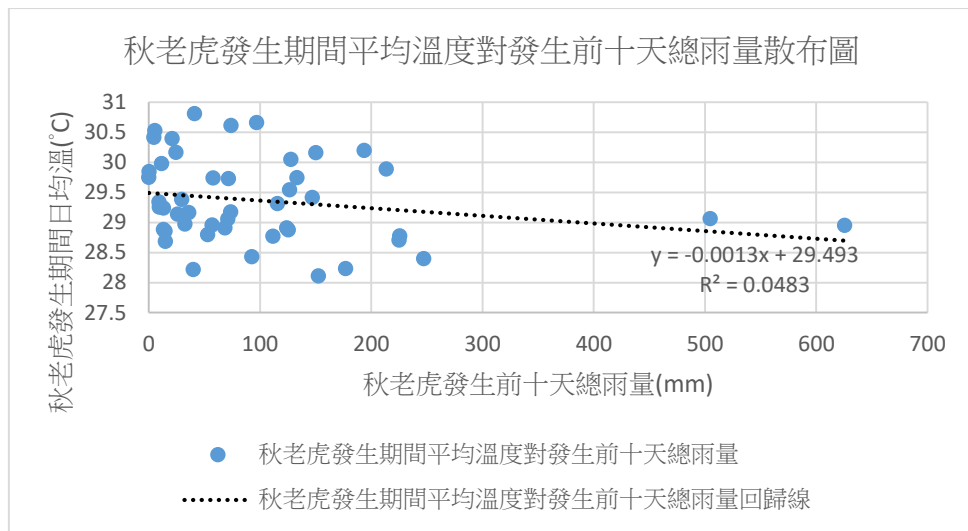
二、降雨量多寡對秋老虎（由平均溫度定義）發生的影響

由結果中的第二大點可以得知，秋老虎前的降水與否和秋老虎發生與否之間擁有較高相關性，因此我們想進一步探討雨量多寡是否會影響秋老虎發生的哪項特徵以及其正、負相關。我們主要從兩個面向探討雨量和秋老虎的關係：

- （一）秋老虎前降水的多寡對秋老虎發生天數的影響，如下圖（二十二）。
- （二）秋老虎前降水的多寡對秋老虎發生時期平均溫度的影響，如下圖（二十三）。



圖（二十二）、秋老虎發生天數對發生前十天總雨量散布圖



圖（二十三）、秋老虎發生期間平均溫度對發生前十天總雨量散布圖

圖（二十二）中顯示秋老虎發生天數對其發生前十天總雨量的相關係數平方 $r^2 = 0.02$ ，可看出其相關性較低，並無明顯規律可循；圖（二十三）中秋老虎發生期間平均溫度對其發生前十天總雨量的相關係數平方 $r^2 = 0.0483$ ，相關性亦不大。由此二圖我們觀察到秋老虎發生前十天總雨量多寡對秋老虎發生總天數和秋老虎發生期間平均溫度都無造成顯著的影響。

三、比較立秋下雨對該年分秋老虎發生情形

民間有一說法：「如果立秋那天不下雨，之後的 24 天的天氣都會很熱，秋老虎就會發生。」為分辨此說法的真假，我們探討立秋（8/8）當天雨量和當年秋老虎發生天數，討論是否存在「若是立秋不下雨則秋老虎較容易發生」此一現象。我們將立秋當天雨量與秋老虎發生天數資料整理成下表：

表（三）、立秋雨量和秋老虎發生天數關係

| 地區 | 年份 | 立秋雨量 (mm) | 秋老虎發生天數 (天) |
|------|------|-----------|-------------|
| 臺北 | 2013 | 0 | 18 |
| | 2014 | 0 | 30 |
| | 2015 | 306.7 | 8 |
| | 2016 | 0 | 30 |
| | 2017 | 0 | 32 |
| | 2018 | 0 | 12 |
| | 2019 | 27.5 | 21 |
| | 2020 | 0 | 23 |
| | 2021 | 2 | 48 |
| | 臺中 | 2013 | 0 |
| 2014 | | 49.5 | 28 |
| 2015 | | 52.6 | 0 |
| 2016 | | 0 | 14 |

| | | | |
|----|------|-------|----|
| | 2017 | 1 | 44 |
| | 2018 | 0 | 15 |
| | 2019 | 1.5 | 22 |
| | 2020 | 0 | 10 |
| | 2021 | 17.5 | 42 |
| 高雄 | 2013 | 0 | 0 |
| | 2014 | 261.5 | 26 |
| | 2015 | 162.5 | 0 |
| | 2016 | 63 | 7 |
| | 2017 | 1.5 | 39 |
| | 2018 | 33 | 0 |
| | 2019 | 0 | 0 |
| | 2020 | 0 | 17 |
| | 2021 | 77.5 | 0 |
| 花蓮 | 2013 | 0 | 0 |
| | 2014 | 0 | 28 |
| | 2015 | 157 | 0 |
| | 2016 | 1.5 | 13 |
| | 2017 | 0 | 37 |
| | 2018 | 0 | 15 |
| | 2019 | 6 | 26 |
| | 2020 | 0 | 23 |
| | 2021 | 0 | 19 |

註（三）、圖中淺色色塊標示立秋當日無降雨的年份，深色色塊標示處則表該年立秋降雨 > 50 (mm)。

由上表（三）我們觀察到，若立秋當天沒下雨，該年有約 89%的機率會發生秋老虎；立秋當天下雨時，該年約有 70%機率發生秋老虎；而若立秋當天雨量超過 50mm，該年僅有 42%的機率發生秋老虎。我們推論出雖然立秋當天雨量和秋老虎發生天數沒有明確的線性關係，但仍可觀察出立秋當天完全不下雨時有很高的機會出現秋老虎，而立秋當天雨量特別多時該年發生秋老虎機會明顯降低，因此我們認為「由立秋降雨情形判斷秋老虎發生與否」的說法確實有一定的真實性。

四、分析四測站各年 8~11 月氣壓與氣溫相關性及其與秋老虎發生總天數之規律

以各地區 2021 年的 X-Y 散布圖（圖（二十四）至圖（二十七））為例，大致可看出氣壓和氣溫座標呈圖（二十八）趨勢。

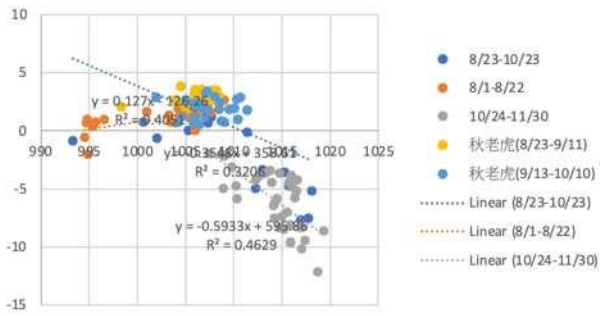


圖 (二十四)、臺北 2021 年氣溫離均差對氣壓散布圖

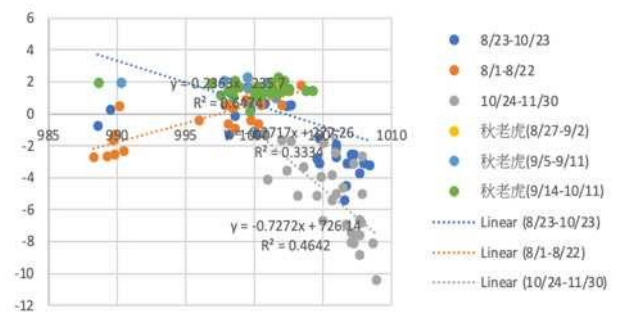


圖 (二十五)、臺中 2021 年氣溫離均差對氣壓散布圖

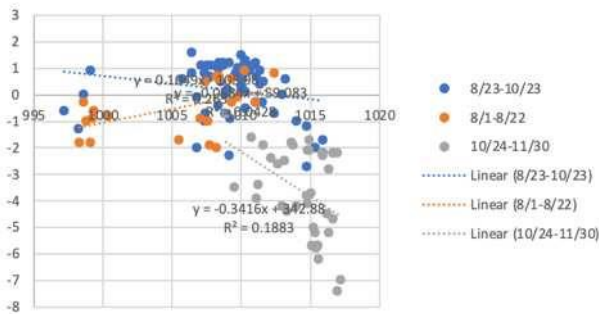


圖 (二十六)、高雄 2021 年氣溫離均差對氣壓散布圖

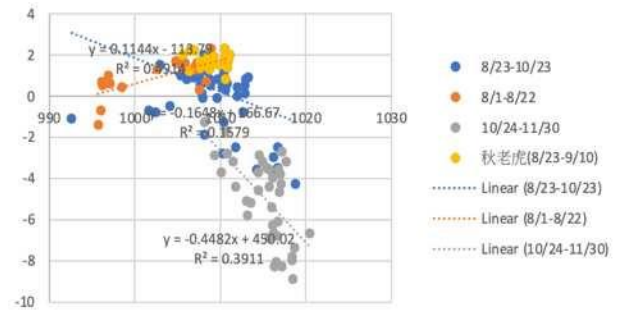


圖 (二十七)、花蓮 2021 年氣溫離均差對氣壓散布圖

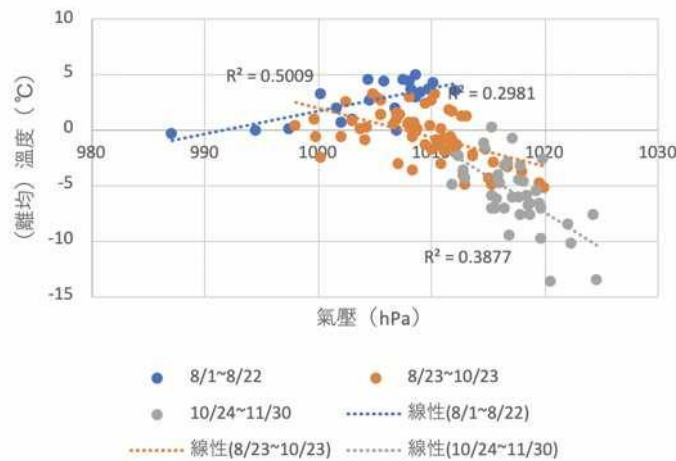
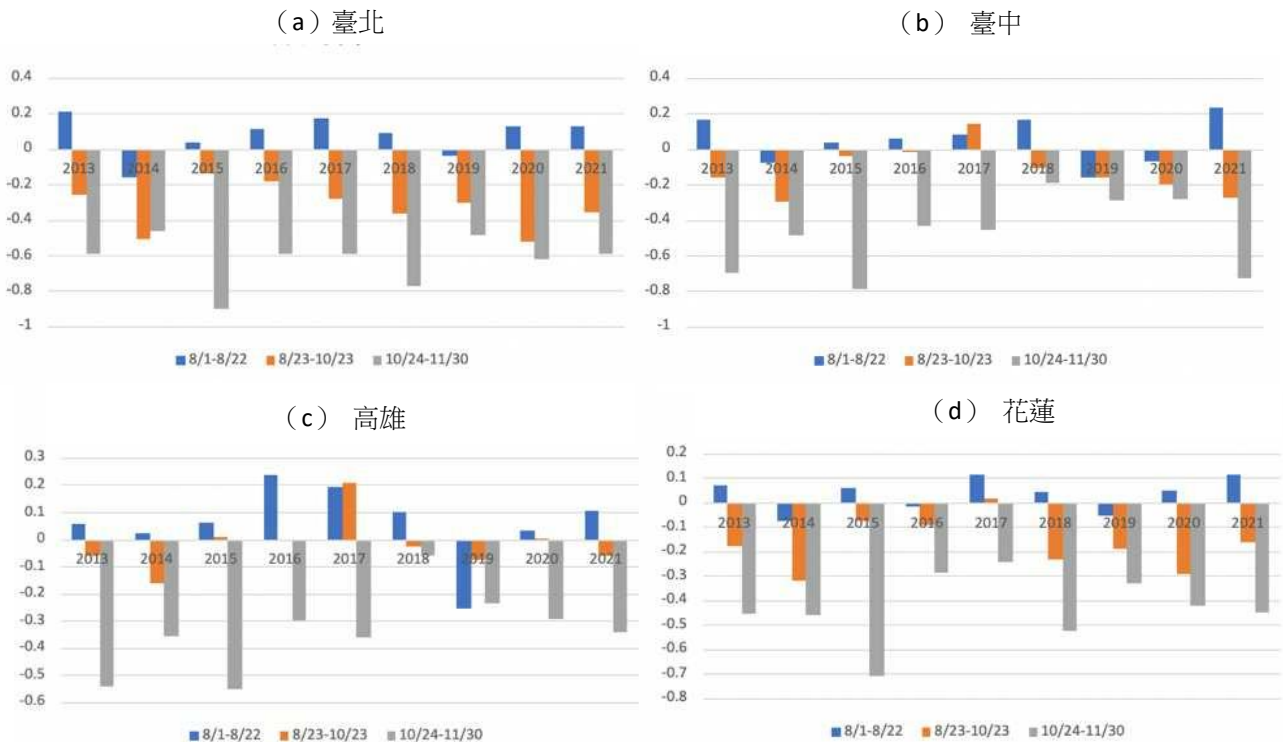


圖 (二十八)、臺北 2013 年氣溫離均差對氣壓散布圖

理論上，氣溫較高時，空氣體積膨脹密度較小，因此氣壓較低，故氣溫和氣壓關係應呈負相關。由圖中 8/23~10/23（即秋老虎可能發生期間）及 10/24~11/30 兩時段可見此現象較為明顯，其中又以 10/24~11/30 時段相關性較強。然而 8/1~8/22 時資料的趨勢線較為平緩，甚至可能呈現如上圖的正相關，資料分布也較為分散，期間氣溫和氣壓相關性較小。

我們好奇不同時段氣溫對氣壓的正負相關是否存在著某種特殊規律，因此我們將各年份三個時段的趨勢線斜率（能夠表現兩數值呈正相關或者負相關）分別取出並製成圖表觀察：



圖（二十九）、（a）臺北 2013~2021 年氣溫對氣壓 X-Y 散佈圖 8/1~8/22、8/23~10/23、10/24~11/30 三時段分別趨勢線斜率；（b）臺中 2013~2021 年氣溫對氣壓 X-Y 散佈圖 8/1~8/22、8/23~10/23、10/24~11/30 三時段分別趨勢線斜率；（c）高雄 2013~2021 年氣溫對氣壓 X-Y 散佈圖 8/1~8/22、8/23~10/23、10/24~11/30 三時段分別趨勢線斜率；（d）花蓮 2013~2021 年氣溫對氣壓 X-Y 散佈圖 8/1~8/22、8/23~10/23、10/24~11/30 三時段分別趨勢線斜率。

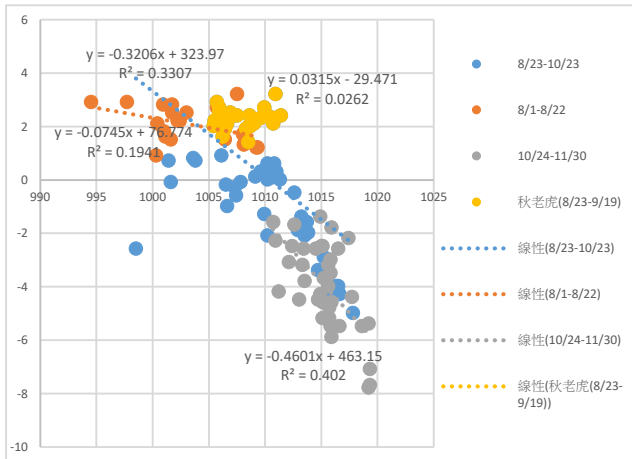
由上圖可發現下列三點：

- （一）關於 8/1~8/22 時段，氣溫和氣壓呈負相關的年份有：臺北 2014、2019 年、臺中 2014、2015、2019 年、高雄 2019 年、以及花蓮 2014、2016、2019 年。
- （二）關於 8/23~10/23 時段，除了 2017 年的臺中、高雄、花蓮以及 2015、2020 年的高雄氣溫和氣壓呈正相關，其餘地區各年的氣溫和氣壓皆呈負相關。
- （三）關於 10/24~11/30 時段，各地區各年份氣溫和氣壓均呈負相關，歸納出斜率較 8/23~10/32 大。

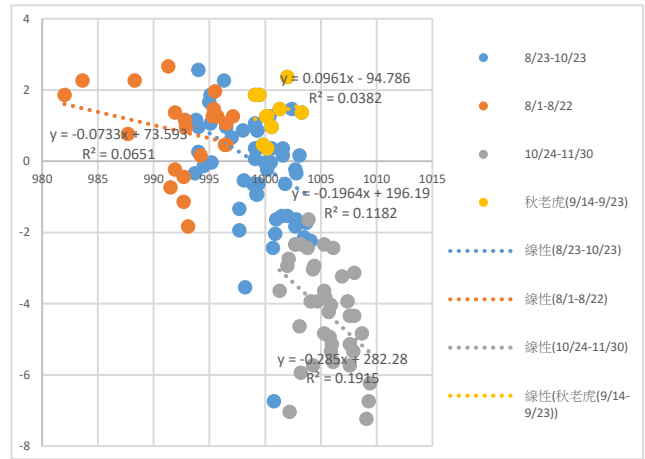
對照先前統計的各年秋老虎總天數，我們發現第一點中重複出現的 2014 及 2019 年都是秋老虎好發年。我們推測該二年因為提早出現類似秋天的天氣型態，導致較能凸顯溫度偏高的天數，歸納出的秋老虎總天數也因此較多。

另外，第二點當中 2017 年各地氣溫和氣壓大多呈正相關的狀況也能夠呼應 2017 年秋老虎較多，也就是天氣狀況為高溫且高壓的天數多的情形。

五、分析秋老虎發生時氣溫與氣壓之特性



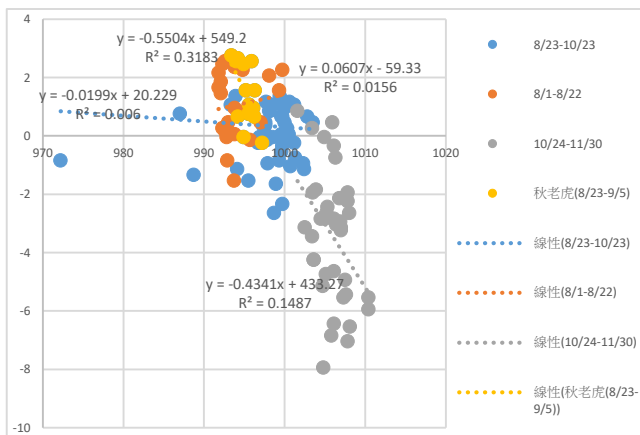
圖（三十）、花蓮 2014 年氣溫離均差對氣壓散布圖



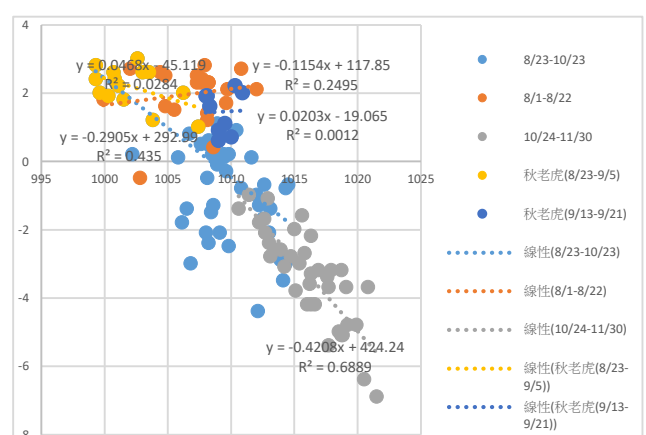
圖（三十一）、臺中 2020 年氣溫離均差對氣壓散布圖

如圖（三十）、圖（三十一），我們發現秋老虎發生時氣溫與氣壓大多呈明顯的高估，意即秋老虎發生時該期間除了溫度較高之外，其氣壓也大多會相對於同溫度的其他時間還要來得高。

然而我們發現也有一些例外，如圖（三十二）以及圖（三十三）的黃色標示處：



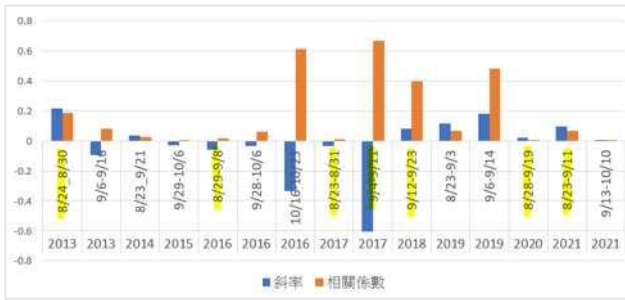
圖（三十二）、臺中 2016 年氣溫離均差對氣壓散布圖



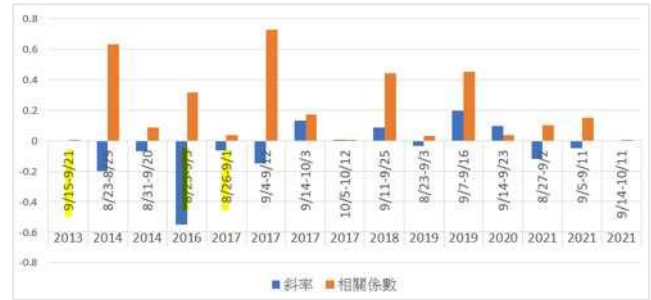
圖（三十三）、花蓮 2020 年氣溫離均差對氣壓散布圖

由以上二圖可見臺中、花蓮分別在 2016 年和 2020 年各有一次的秋老虎氣壓反而相對來得低。經過整理，我們發現大多是 8 月底至 9 月初發生的秋老虎才會發生這種秋老虎期間氣壓仍然偏低的現象。

欲更加瞭解上述這種偏低壓之秋老虎的其他特性，我們由上面散布圖中的方程式得到各秋老虎發生期間氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方，統整下圖（三十四），並以黃色螢光標示出具有此低壓特徵之秋老虎，試圖尋找氣壓偏低秋老虎和較普遍氣壓偏高的秋老虎在這兩項數值中是否有所差別。



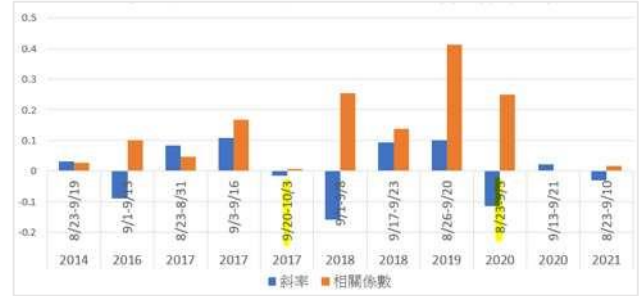
(a) 臺北秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖



(b) 臺中秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖



(c) 高雄秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖



(d) 花蓮秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖

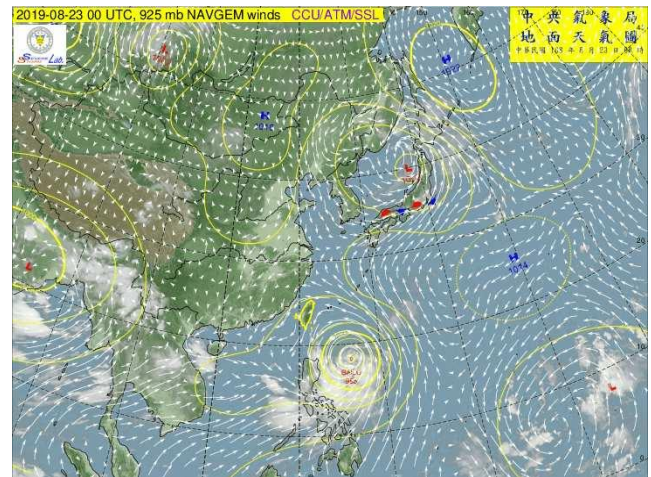
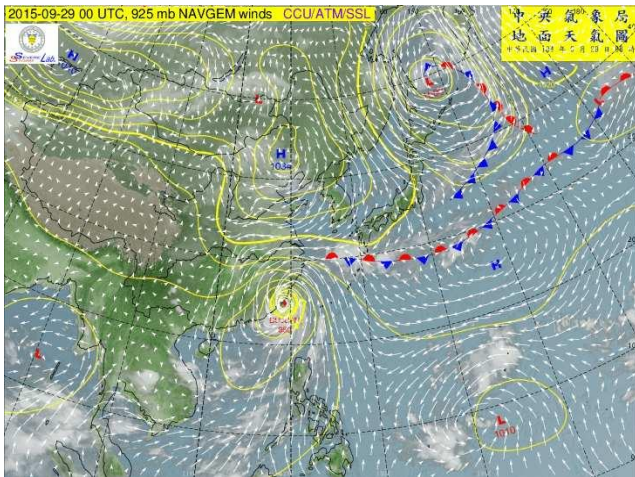
圖（三十四）、（a）臺北秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖；

（b）臺中秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖；（c）高雄秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖；（d）花蓮秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方長條圖。

觀察上四圖可看出具有偏低壓特徵之秋老虎其發生期間氣壓對氣溫並無特定正負相關，其相關係數平方也無出現明顯高低。另外，我們也從圖中發現無論是偏低壓之秋老虎或是普遍之偏高壓秋老虎，在其發生期間氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方這兩項數值上都沒有統一的正或負，亦無出現在相似的數值區間，且高低變化大。

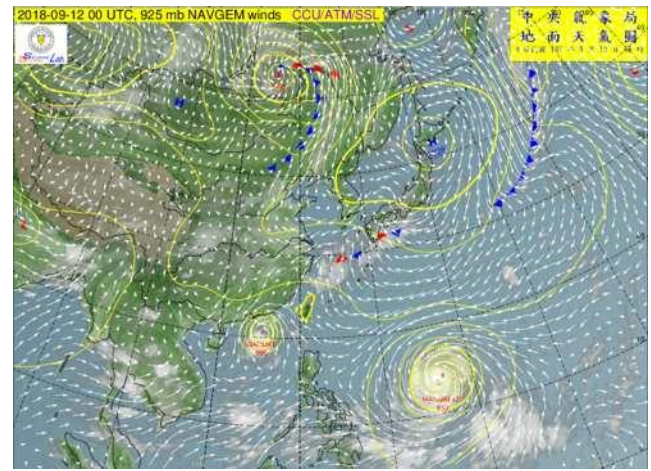
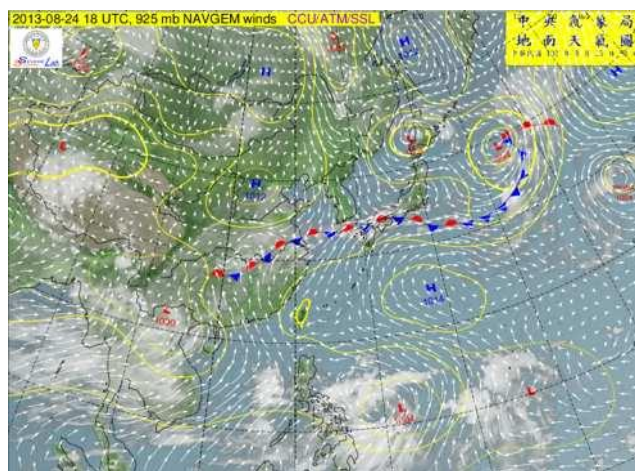
六、不同天氣系統影響秋老虎好發性之探討

我們曾在中國天氣網上看到關於秋老虎成因的描述，該資料表示「秋老虎形成的原因是由控制我國的西太平洋副熱帶高壓秋季逐步南移所造成。」但經過觀察後，我們發現太平洋高壓只是造成秋老虎的部分原因，其軌跡也不一定是單純的南移。在統整及分析高壓、低壓及颱風之軌跡圖後，我們進一步觀察地面天氣圖，發現臺北的秋老虎大多為颱風外圍環流吹拂、或者太平洋高壓或地氣壓中心位在特定位置牽引較溫暖的風吹入臺北所造成。下圖（三十五）至圖（四十）中將為上述三種成因分別舉例並且詳細說明。



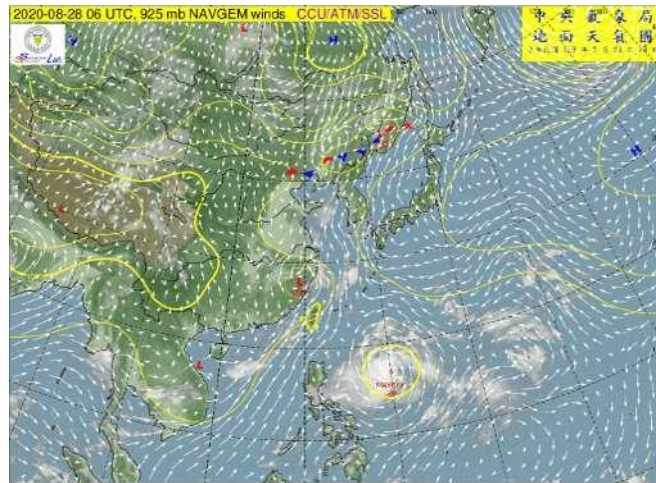
(a) 臺北 2015/9/29-10/6 秋老虎初期地面天氣圖 (b) 臺北 2019/8/23-9/9 秋老虎初期地面天氣圖
圖 (三十五)、颱風外圍環流吹拂造成秋老虎之地面天氣圖

觀察上圖 (a) 之颱風位於臺灣西北邊之中國沿海地區，並自南海及菲律賓地區牽引氣流，為台北地區帶來較溫暖的南風，也因颱風本身暖心結構之外圍環流造成臺北地區之高溫。下圖 (三十八-a)、圖 (四十-a) 亦為颱風位於臺灣西方造成之秋老虎之舉例，可以歸納出位於臺灣西方之颱風較容易因自身環流及其牽引之南方溫暖氣流而造成秋老虎之形成；圖 (b) 中颱風位於臺灣東南方和菲律賓東北方，雖然其離臺灣本島上有一段距離，但可以觀察到颱風的外圍環流造成臺北地區之東南東風，並可能同時攜帶太平洋暖氣進入臺北地區。



(a) 臺北 2013/8/24-8/30 秋老虎初期地面天氣圖 (b) 臺北 2018/9/12-9/23 秋老虎初期地面天氣圖
圖 (三十六)、太平洋高壓攜帶暖風造成秋老虎之地面天氣圖

上圖 (a) 中的高壓位於臺灣東方，並以順時鐘方向環流為臺北地區帶來南南西風，雖然在菲律賓東方也有一低氣壓，但可以看到臺北地區之風向與低氣壓環流方向抵觸，且高壓位置距離臺灣更接近，故判斷此秋老虎應為太平洋高壓所引起；圖 (b) 中同時存在颱風和高壓兩種天氣因子，但因在臺灣西南方之颱風範圍過小不足以對臺北地區造成影響，而臺灣東南方之颱風距臺灣本島尚有距離且氣旋方向不符合臺北地區之風向，故判斷本次秋老虎是由中心位於日本北海道之高壓將南南東風引入臺北地區所造成。



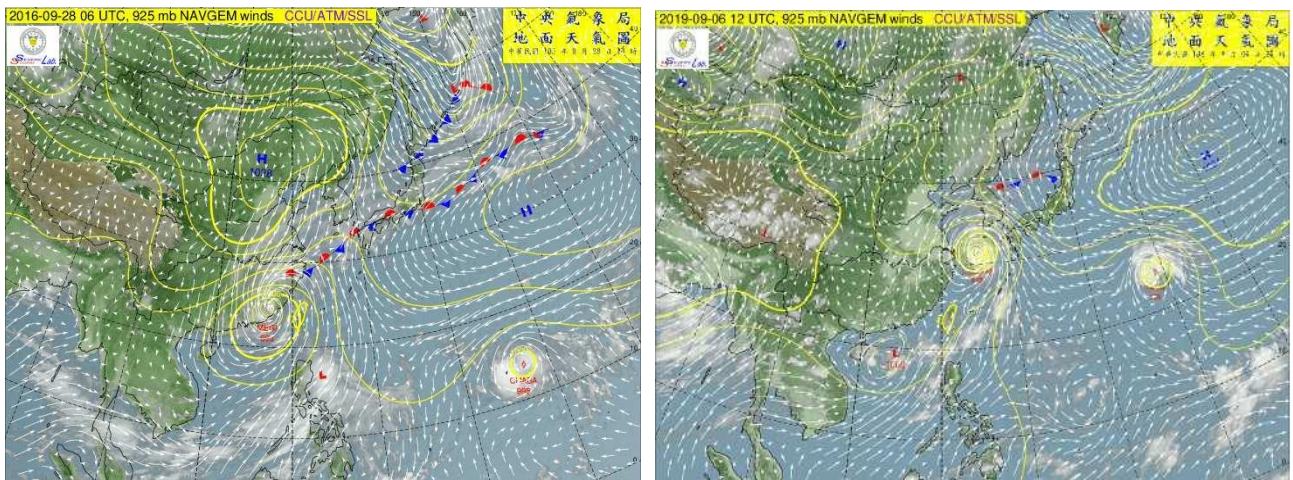
(a) 臺北 2020/8/28-9/19 秋老虎初期地面天氣圖

圖（三十七）、低壓攜帶暖風造成秋老虎之地面天氣圖

上圖中臺灣北北西和西南方各有一個低氣壓中心，其中可見北北西處的低氣壓中心牽引著溫暖的南風一路由南海北上通過台灣，對臺灣影響較為顯著。圖中可以看到菲律賓以北其實也有一個颱風，但考慮颱風距離較遠，外圍環流應不會對臺灣造成太大影響，我們仍將此次秋老虎歸類為「僅因低壓攜帶暖風所造成」之秋老虎。

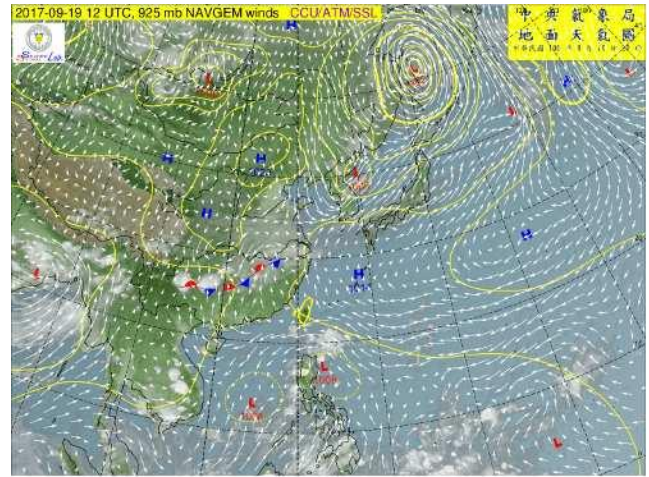
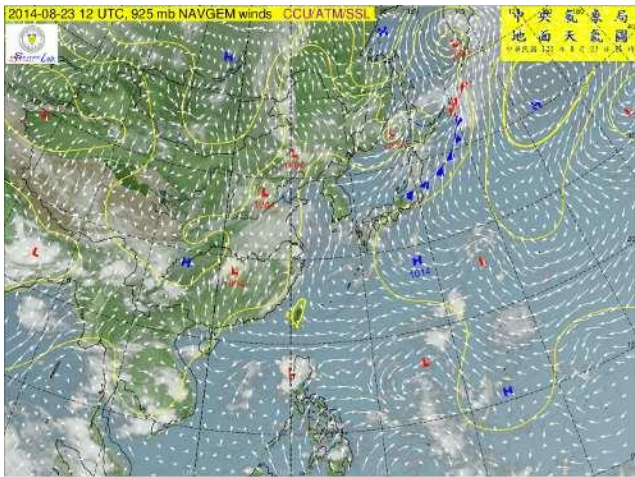
除了位於臺灣北北西處，低氣壓中心位在菲律賓以東（如下圖（三十八-a）、圖（三十九-b））以及南海處（如下圖（三十八-b））亦有可能引入南風造成秋老虎。

以下三圖為同時由上述三種因素中二種以上因素所導致之秋老虎發生初期地面天氣圖之範例：

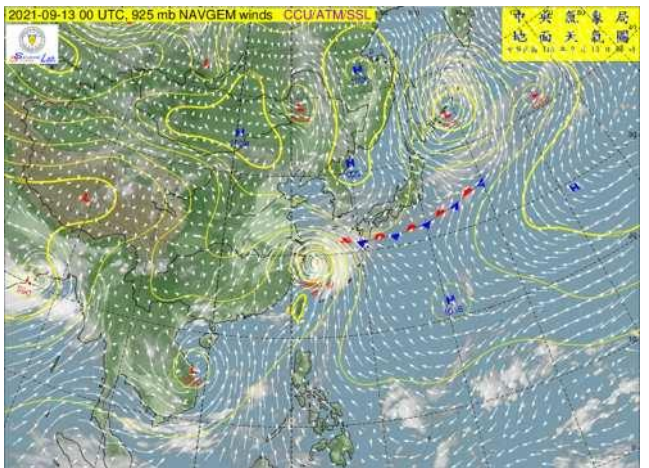
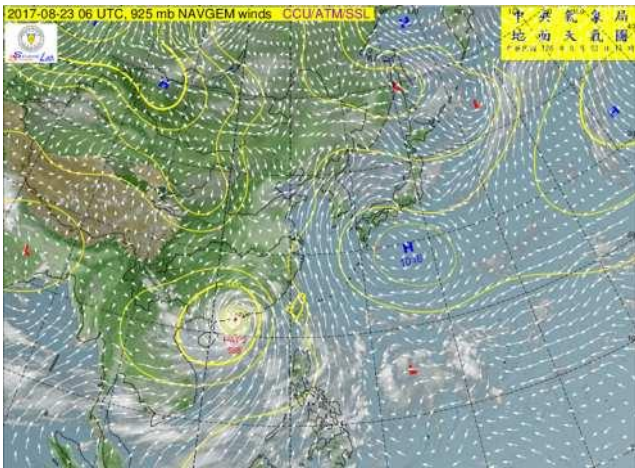


(a) 臺北 2016/9/28-10/6 秋老虎初期地面天氣圖 (b) 臺北 2019/9/6-9/14 秋老虎初期地面天氣圖

圖（三十八）、颱風外圍環流吹拂及低氣壓攜帶暖風造成秋老虎之地面天氣圖



(a) 臺北 2014/8/23-9/21 秋老虎初期地面天氣圖 (b) 臺北 2017/9/19-10/3 秋老虎初期地面天氣圖
圖 (三十九)、太平洋高壓及低壓攜帶暖風造成秋老虎之地面天氣圖



(a) 臺北 2017/8/23-8/31 秋老虎初期地面天氣圖 (b) 臺北 2021/9/13-10/10 秋老虎初期地面天氣圖
圖 (四十)、颱風外圍環流吹拂及太平洋高壓攜帶暖風造成秋老虎之地面天氣圖

由以上秋老虎發生初期之地面天氣圖可觀察到造成秋老虎之多樣性天氣系統。其中我們歸納出秋老虎發生的根本原因是由於暖風的吹拂，無論該暖風是由高氣壓、低氣壓或是颱風所攜帶而至。其中主要暖風來源是南風帶來南海及其附近地區之溫暖氣流，亦有少部分是東風帶來的太平洋地區溫暖潮濕空氣。

捌、結論

- 一、2014 年及 2017 年為各地區秋老虎發生總天數最多之年份，而 2015 年和 2018 年則為各地秋老虎最少的年份。由最高溫度判斷之各地秋老虎總天數趨勢較相似，而由平均溫度判斷之秋老虎總天數自 2018 年以後各地區差異較大。
- 二、秋老虎發生之前往往會發生短暫的降雨，而秋老虎發生期間則會維持乾燥。然而秋老虎發生前十天總雨量多寡對秋老虎發生總天數和秋老虎發生期間平均溫度皆無顯著的影響。

- 三、若立秋當天完全不下雨則秋老虎出現機率較高，而立秋當天雨量特別多時，該年發生秋老虎機率明顯降低，然而立秋當天雨量和秋老虎發生天數沒有明確的線性關係。
- 四、8/1~8/22 氣溫和氣壓相關性較不明顯，其中呈負相關的 2014 年及 2019 年由於天氣型態類似秋天，該年份秋老虎總天數較多。而 8/23~10/23、10/24~11/30 氣溫和氣壓則大致呈負相關，其中以 10/24~11/30 相關性較大。由 8 月至 12 月氣壓有逐漸增強趨勢。
- 五、秋老虎發生時通常為相對高溫高壓狀態，呈相對高溫低壓狀態的秋老虎大多為較早發生的秋老虎（約 8 月底至 9 月初發生）。在秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方此二項數值方面，相對高溫低壓之秋老虎相較於相對高溫高壓之秋老虎並無明顯區別；而無論是相對高溫高壓之秋老虎或是相對高溫低壓之秋老虎其氣溫對氣壓皆不一定呈正或負相關。
- 六、造成臺北地區秋老虎的原因有颱風外圍環流吹拂、太平洋高壓東移攜帶偏南風吹入、以及低氣壓中心攜帶偏南風吹入，而上述三種情況也可能同時發生並造成秋老虎，其中以太平洋高壓攜帶偏南風居多。

玖、參考資料及其他

- 一、大氣水文研究資料庫：
[HTTPS://DBAR.PCCU.EDU.TW](https://dbar.pccu.edu.tw)
- 二、中央氣象局：
<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/#gsc.tab=o&gsc.sort=>
- 三、中央氣象局報導：
<https://www.facebook.com/CWB.TW/photos/a.2387400227946528/3641905942495944/?type=3>
- 四、英國氣象局：
<https://www.metoffice.gov.uk/>
- 五、Farmer's Almanac:
<https://www.farmersalmanac.com/what-is-indian-summer-10007>
- 六、美國國家氣象局：
<https://www.weather.gov/search>
- 七、民間秋老虎相關資料、報導：
 - (一) 自由時報：
<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/3292717>
 - (二) 太報：
<https://www.taisounds.com/Opinion/KOL/All/uid5111254912>
 - (三) 中時新聞網：
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171107002557-260405?chdtv>
 - (四) 中文百科知識：
<https://www.jendow.com.tw/wiki/秋老虎>

【評語】 051902

研究問題有趣，也與生活息息相關，值得鼓勵。圖表可以做一些統整以更能顯示各種因子之影響。圖表之橫軸與縱軸應要有清楚之變數標示與說明。各個圖表分析結果之背後物理原因可以加強說明或探討。進一步利用各項收集資料分析太平洋高壓強度、範圍等參數，了解台灣地區所導致高溫發生極端氣候的特徵，將使議題更具實用性。

作品海報



是在「秋」什麼！

--探討秋老虎特性及與其他天氣狀況之關係

壹、研究動機

每到秋天，我們都時常會聽到電視新聞播報臺灣又發生秋老虎事件，但如此常見的臺灣氣候景象，究竟是由甚麼原因造成的？在我們進一步搜尋資料後，卻發現「秋老虎」這個大家耳熟能詳的天氣現象，其實連嚴謹的定義都沒有。在臺灣地區，其他天氣現象如颱風、梅雨、寒流、東北季風增強等常見天氣象都有其嚴謹的定義，但「秋老虎」這個名詞，不僅在地球科學課程中不曾學習到其相關知識，甚至在上網查後都無法找到中央氣象局對秋老虎的官方定義，而民間說法亦千百種，沒有一個歸結。我們查了歷年中小學科展中也沒有和秋老虎相關的研究。因此，我們決定以秋老虎當我們研究的對象，企圖揭開此天氣現象的神秘面紗。

貳、研究目的

- 一、依據民間與氣象科學上對秋老虎定義，以較科學的方法統整出秋老虎的定量定義。
- 二、依定義統計西元2013年至2021年間，臺灣各區臺北、臺中、高雄和花蓮的秋老虎次數與週期性。
- 三、探討秋老虎前後降雨情形與秋老虎發生時機的關係。
- 四、探討8-11月氣溫與氣壓變化、相關性之規律，以及秋老虎發生時二者是否呈現特殊的趨勢。
- 五、分析秋老虎發生初期天氣系統的變化以探討其形成的機制。

參、研究設備與器材

- 一、個人電腦（使用軟體：Microsoft Excel、PowerPoint、Word、Corel VideoStudio、Tracker）

肆、研究過程與方法

- 一、資料來源:大氣水文研究資料庫。

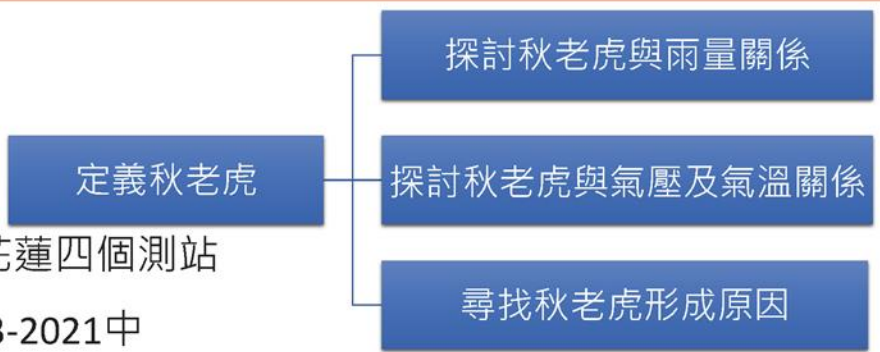
二、研究過程

(一) 定義秋老虎

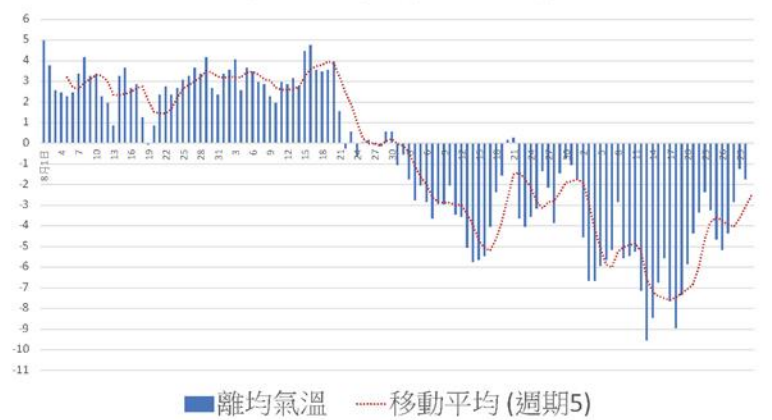
整理從2013-2021年8-11月臺北、臺中、高雄、花蓮四個測站取得的每日平均氣溫。將此四地區分別以各測站2013-2021中8/23-10/23每日平均氣溫的平均值做為基準，由Excel繪製氣溫離均差的柱狀圖，並繪出滑動平均以便觀察，如圖（一）。

經觀察柱狀圖趨勢以及參考民間說法，自行定義出三種符合發生秋老虎的條件：

- 1. 當年離均溫差超過1度以上，持續七天以上。
- 2. 七天內，有1-2天，離均溫差未高於1度，但高於0.8度。
- 3. 七天的離均溫差平均值高於1.2。



臺北2014年8-11月每日平均氣溫之離均溫差



圖（一）、臺北2014年8-11月每日平均氣溫之離均溫差

(二) 探討秋老虎與雨量關係

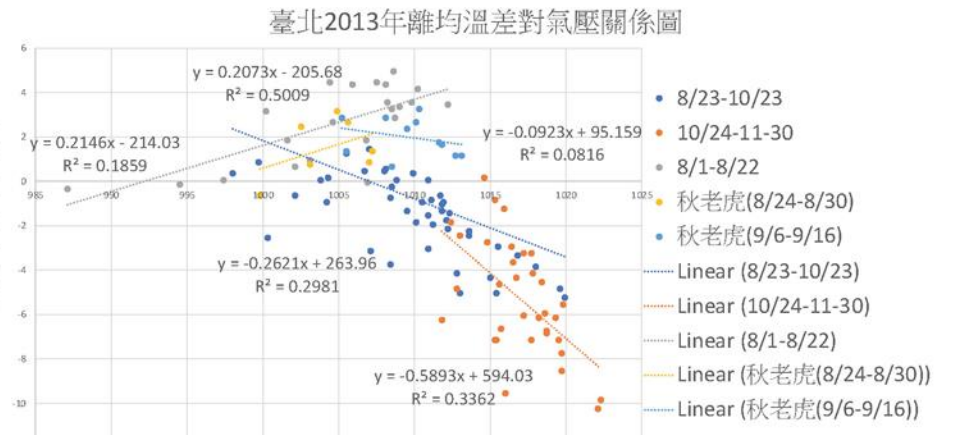
我們取得四個測站自2013-2021各年8-11月的每日雨量，並製成長條圖，接著比對先前定義出秋老虎發生時間並以橘框框出，如下圖（二）。另外製作降雨量對時間的長條圖以及x-y散布圖觀察在秋老虎發生前後雨量是否出現特定的規律變化。



圖（二）、臺中2019年8-11月每日雨量長條圖

(三) 探討秋老虎與氣壓及氣溫關係

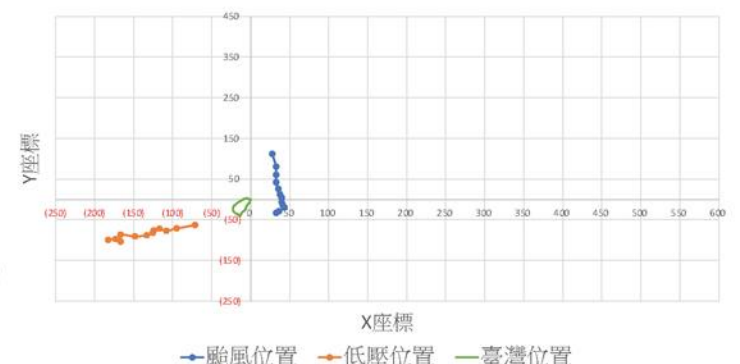
取得臺北、臺中、高雄、花蓮四個測站2013-2021各年8-11月的氣壓資料，並對該期間每日平均溫度離均差做x-y散布圖。將數據分為三個區段：8/1-8/23、8/23-10/23、10/23-11/30（即秋老虎可能發生期間及其前後），分別擬合趨勢線以及相關係數。接著標記實際發生秋老虎時的資料，以觀察秋老虎發生時的氣溫、氣壓等數值是否出現特殊規律，以上圖（三）為例。



圖（三）、臺北2013年離均溫差對氣壓關係圖

(四) 探討秋老虎形成原因

我們將研究範圍限在臺北地區，蒐集臺灣2013-2021年8-11月每日00時、06時、12時、18時的地面天氣圖，取出秋老虎發生前七日起至發生後七出的秋老虎日的地面天氣圖，並將其製成一段連續的影片以觀察各天氣因子的變化。另外，利用Tracker軟體分析每支影片中高壓、低壓或者颱風的移動軌跡，取得座標後再製成帶有平滑線之X-Y散布圖。我們將上述兩者比對同時間臺北地區風向和氣溫之變化，歸納何種天氣因子和秋老虎形成可能有關，以下圖（四）為例。

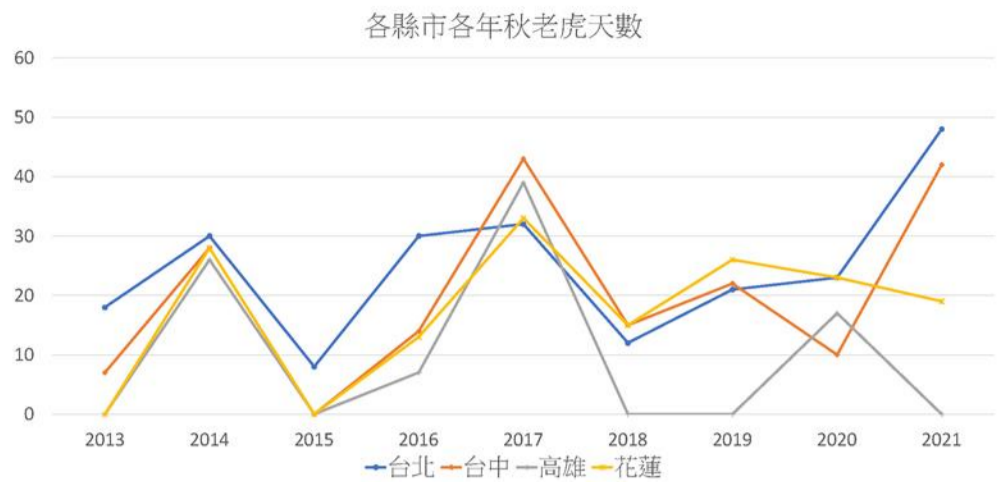


圖（四）、臺北2019/9/6-9/14秋老虎之發生初期颱風加低壓軌跡圖 圖中原點為臺灣東部之三貂角，約在東經119度59分54秒，北緯25度30分37秒附近。圖中之X、Y坐標軸單位不代表實際情況的數值，僅為與臺灣相對位置之參考。

伍、研究結果與討論

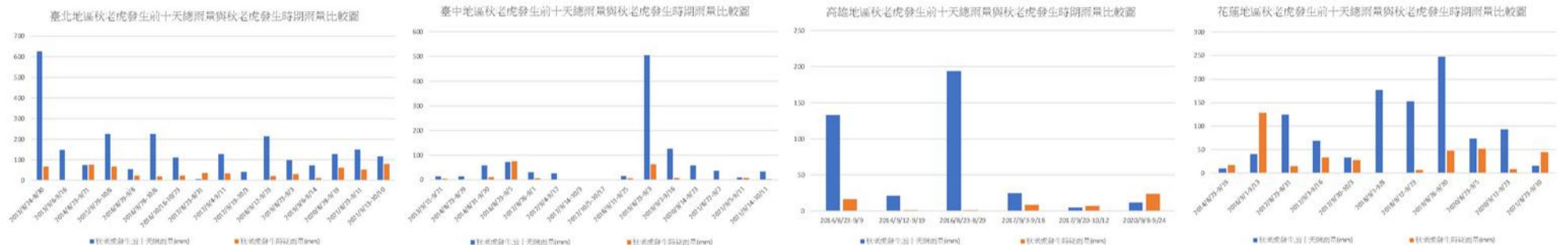
一、各地不同年份秋老虎總天數與秋老虎發生周期性的探討

圖(五)為2013-2021年間四地區秋老虎發生總天數折線圖，由此可以觀察到自2013至2021年約十年期間，各地秋老虎總天數呈現週期性的變化，可大致評估為每三年出現一次高峰，但以2014及2017年較為一致。各地區在2018年後呈現較為不同的趨勢，花蓮及高雄分別在2019及2020年迎來第三次高峰，隨後在2021年下降。但臺北及臺中在2019-2021期間整體依舊是升高的趨勢，其高峰出現延遲，表示其週期拉長，可能受到其他天氣系統影響所致。



圖(五)、各縣市各年秋老虎天數

二、降水與否對秋老虎發生與否之關係的探討



圖(六)、臺北、臺中、高雄、花蓮地區秋老虎發生前十天總雨量與秋老虎發生時期雨量比較圖

比對秋老虎發生時機以及四個測站所測得2013至2021年期間每年8-11月的降雨情形後，我們發現在秋老虎發生之前往往會發生短暫的降雨；而在秋老虎發生期間則會維持乾燥。在發現上述規律後，我們將各測站秋老虎發生前十天總雨量以及秋老虎發生期間總雨量整理如上圖(六)。

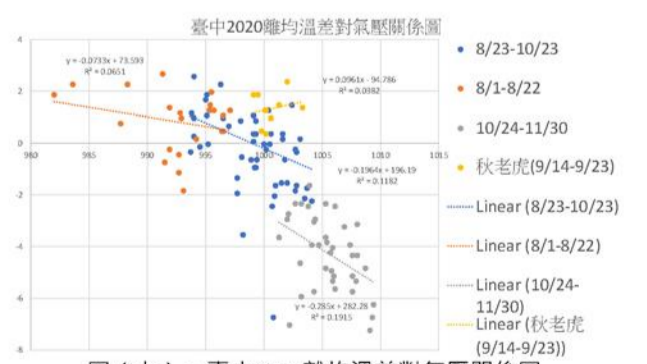
觀察上圖可發現秋老虎發生前十天的降水量比秋老虎發生期間的降水量明顯要多，我們統計出的48次秋老虎中，有約60%的秋老虎在其發生前十天總降水量達50(mm)，而在秋老虎期間降雨量達50(mm)的僅有約30%。另外，在此四地區內發生的共48次秋老虎中，只有8次的秋老虎發生前十天的降水量比同次秋老虎發生期間的降水量少。

三、分析四測站各年8-11月氣壓與氣溫相關性及其與秋老虎發生總天數之規律

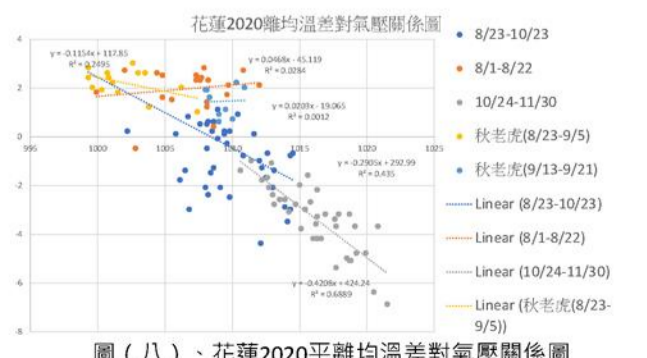
圖(七)、圖(八)為臺中以及花蓮2020年8-11月氣溫離均差對氣壓關係圖，其中8/1-8/22、8/23-10/23、10/24-11/30以及秋老虎時段以不同顏色標示。我們觀察到氣溫和氣壓關係大致上呈負相關，以8/23-10/23(即秋老虎可能發生期間)及10/24-11/30兩時段較為明顯，其中以10/24-11/30時段相關性較強。而8/1-8/22期間氣溫和氣壓相關性較小且不一致，甚至可能呈現如圖(八)的正相關。

欲知不同時段氣溫對氣壓的正負相關是否存在著某種特殊規律，分別取出各年份8/1-8/22、8/23-10/23、10/24-11/30三個時段的趨勢線斜率(能夠表現兩數值呈正相關或者負相關)，並製成圖表觀察，即圖(九)。我們發現在8/23-10/23時段中，除了臺中、高雄、花蓮地區在2017年以及高雄地區在2015、2020年間氣溫和氣壓呈正相關，其餘地區各年的氣溫和氣壓皆呈負相關。在10/24-11/30時段中，各地區各年份氣溫和氣壓均呈負相關。在8/1-8/22時段中，氣溫和氣壓呈負相關的年份有：臺北2014、2019年、臺中2014、2015、2019年、高雄2019年、以及花蓮2014、2016、2019年。對照先前統計的各年秋老虎總天數，觀察到其中重複出現的2014及2019年都是秋老虎好發年。因而推測該二年因為提早出現類似秋天的天氣型態(氣溫和氣壓呈負相關)，導致較能凸顯溫度偏高的天數，歸納出的秋老虎總天數也因此較多。而2017年各地氣溫和氣壓大多呈正相關的狀況也能夠呼應2017年秋老虎較多，也就是天氣狀況為高溫且高壓的天數多的情形。

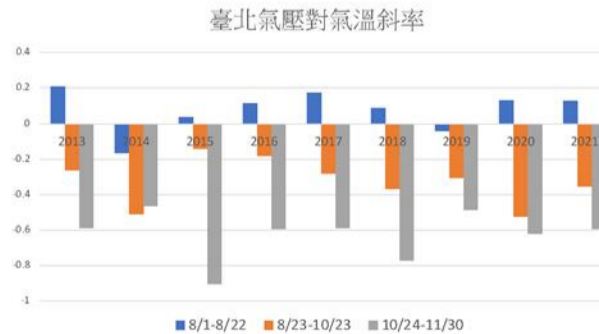
以台中2020年為例，我們發現秋老虎發生時氣壓大多明顯高估，意即秋老虎發生期間氣壓相對於同溫度的其他時間還要來得高，如圖(七)中代表秋老虎期間的黃點分佈於圖形右上位置。但也有一些秋老虎期間氣壓反而較低的例外，如圖(八)。經整理，我們發現這種秋老虎大多於8月底至9月初發生。



圖(七)、臺中2020離均溫差對氣壓關係圖



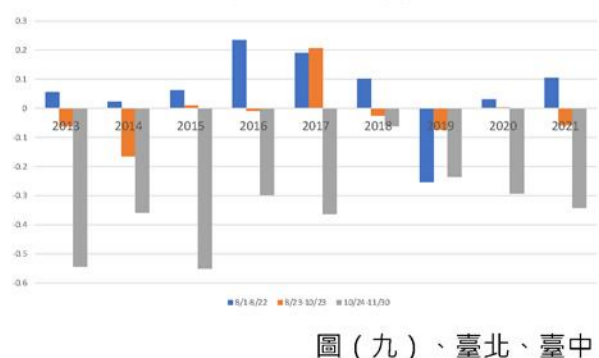
圖(八)、花蓮2020平離均溫差對氣壓關係圖



圖(九)、臺北、臺中、高雄、花蓮氣壓對氣溫斜率



圖(九)、臺北、臺中、高雄、花蓮氣壓對氣溫斜率



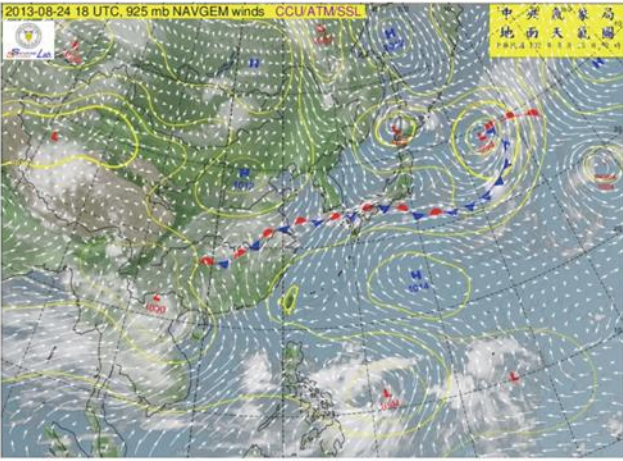
圖(九)、臺北、臺中、高雄、花蓮氣壓對氣溫斜率



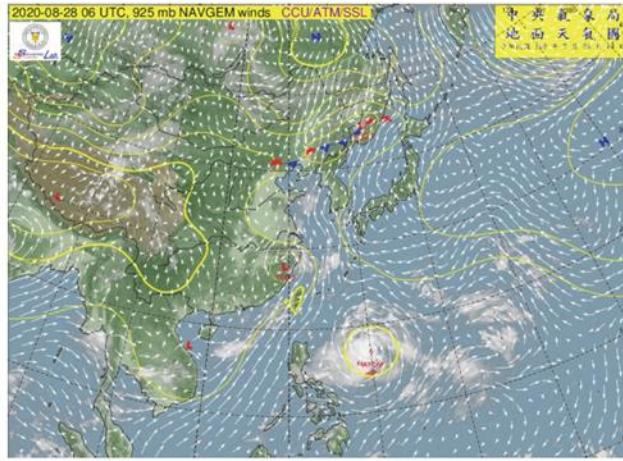
四、不同天氣系統影響秋老虎好發性之探討

分析Tracker軌跡圖、秋老虎初期地面天氣圖及秋老虎初期氣溫變化情形後，我們發現有以下六種天氣型態現象和秋老虎的發生最為相關：

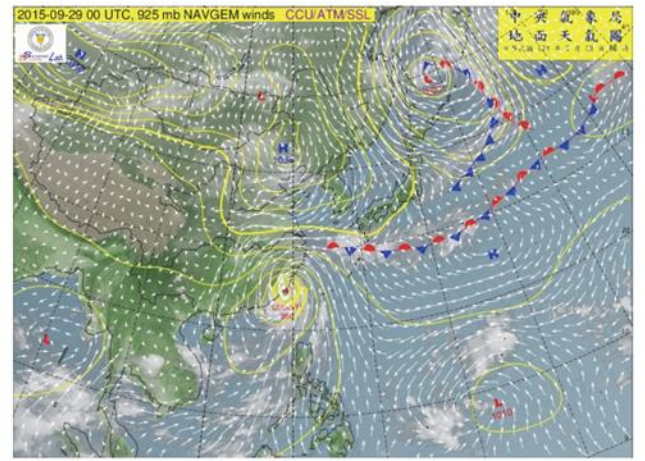
1. 高壓系統攜帶南風吹向臺北，以圖（十）為例。
2. 低壓系統攜帶南風吹向臺北，以圖（十一）為例。
3. 颱風外圍環流吹拂，以圖（十二）為例。
4. 高壓系統和低壓系統同時攜帶南風進入臺北，以圖（十三）為例。
5. 高壓系統和颱風外圍環流同時攜帶南風進入臺北，如圖（十四）。
6. 低壓系統和颱風外圍環流同時攜帶南風進入臺北，如圖（十五）。



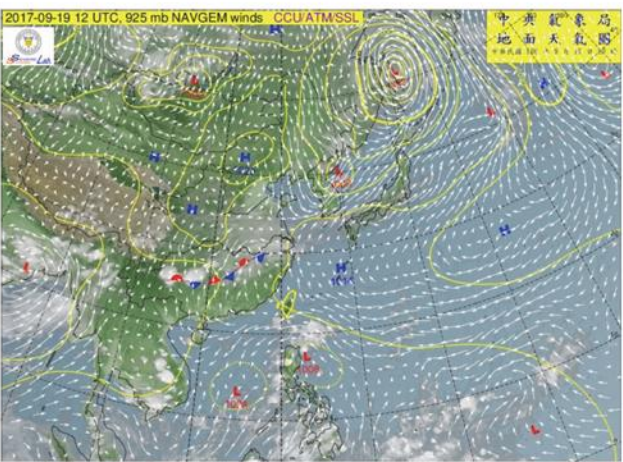
圖（十）、臺北2013/8/24-8/30秋老虎初期地面天氣圖



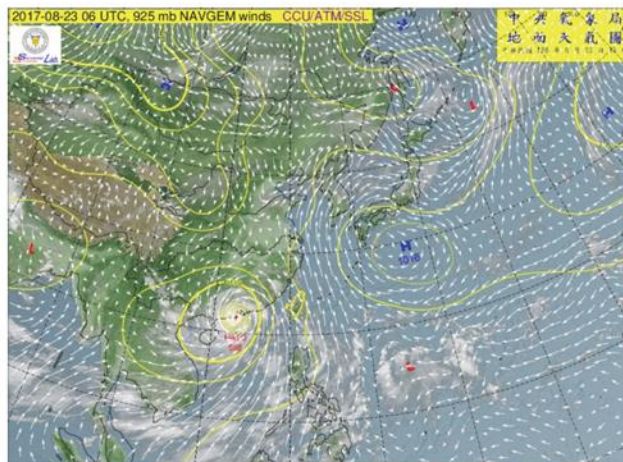
圖（十一）、臺北2020/8/28-9/19秋老虎初期地面天氣圖



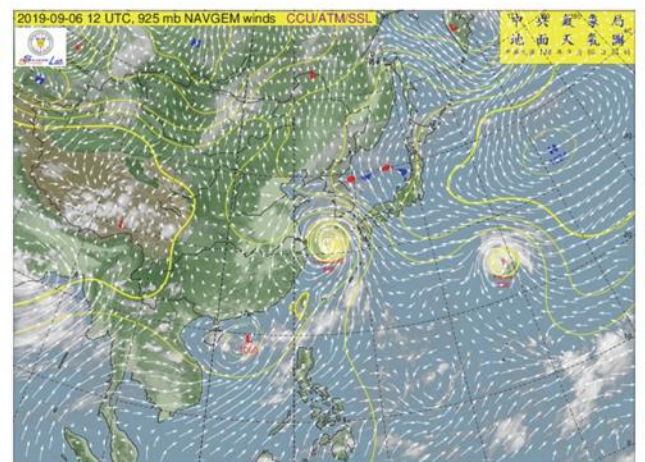
圖（十二）、臺北2015/9/29-10/6秋老虎初期地面天氣圖



圖（十三）、臺北2017/9/19-10/3秋老虎初期地面天氣圖



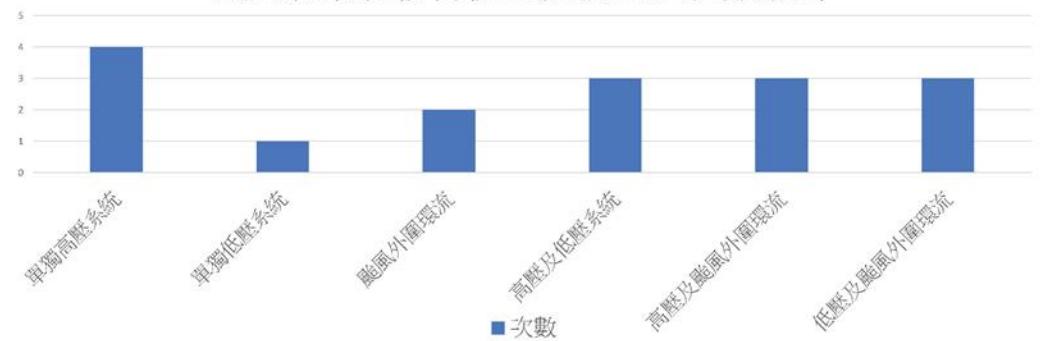
圖（十四）、臺北2017/8/23-8/31秋老虎初期地面天氣圖



圖（十五）、臺北2019/9/6-9/14秋老虎初期地面天氣圖

分別統計由不同天氣型態所造成之秋老虎發生之次數如下圖（十六），我們發現其中以高壓系統所造成的秋老虎次數最多，其次為由高壓系統和低壓系統同時造成、高壓系統和颱風環流同時造成、低壓系統和颱風環流同時造成之秋老虎。

各天氣系統影響秋老虎發生之次數統計



圖（十六）、各天氣系統影響秋老虎發生之次數統計

由以上秋老虎發生初期之地面天氣圖，我們歸納得知秋老虎發生的根本原因是由於較暖的南風吹拂，無論該南風是由高氣壓、低氣壓或是颱風所攜帶而至。其中主要南風來源是南海及其附近地區之溫暖氣流，亦有少部分是東風帶來的太平洋地區溫暖潮濕空氣。

陸、結論

- 一、各地秋老虎在2013-2021年間總天數呈現週期性的變化，可大致評估為每三年出現一次高峰，但以2014及2017年較為一致，2018年後各地呈現較為不同的趨勢，原該出現在2020年的高峰也不明顯。
- 二、秋老虎發生之前往往會發生短暫的降雨，而秋老虎發生期間則會維持乾燥。然而秋老虎發生前十天總雨量多寡對秋老虎發生總天數和秋老虎發生期間平均溫度皆無顯著的影響。
- 三、8/1-8/22氣溫和氣壓相關性較不明顯，其中呈負相關的2014年及2019年由於天氣型態類似秋天，該年份秋老虎總天數較多。而8/23-10/23、10/24-11/30氣溫和氣壓則大致呈負相關，其中以10/24-11/30相關性較大。由8月至12月氣壓有逐漸增強趨勢。
- 四、秋老虎發生時通常為相對高溫高壓狀態，呈相對高溫低壓狀態的秋老虎大多為較早發生的秋老虎（約8月底至9月初發生）。在秋老虎發生時段氣壓對氣溫之斜率及相關係數平方此二項數值方面，相對高溫低壓之秋老虎相較於相對高溫高壓之秋老虎並無明顯區別；而無論是相對高溫高壓之秋老虎或是相對高溫低壓之秋老虎其氣溫對氣壓皆不一定呈正或負相關。
- 五、造成臺北地區秋老虎的原因有颱風外圍環流吹拂、太平洋高壓東移攜帶南風吹入、以及低氣壓中心攜帶南風吹入，而上述三種情況也可能同時發生並造成秋老虎，其中以太平洋高壓攜帶南風居多。

柒、參考資料

- 一、大氣水文研究資料庫：[HTTPS://DBAR.PCCU.EDU.TW](https://dbar.pccu.edu.tw)
- 二、中央氣象局：<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/#gsc.tab=0&gsc.sort=>
- 三、中央氣象局報導：<https://www.facebook.com/CWB.TW/photos/a.2387400227946528/3641905942495944/?type=3>
- 四、英國氣象局：<https://www.metoffice.gov.uk/>
- 五、Farmer's Almanac：<https://www.farmersalmanac.com/what-is-indian-summer-10007>
- 六、美國國家氣象局：<https://www.weather.gov/search>