

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 地球科學科

最佳團隊合作獎

040507

寒潮溫度溼度之研究－從探空資料分析

學校名稱：國立嘉義女子高級中學

作者： 高二 吳宛霓 高二 官芸菡 高二 林秀美	指導老師： 劉乃菁 劉宏二
---	-----------------------------

關鍵詞：冷鋒、相關係數、槽脊

作品名稱:寒潮溫度濕度之研究－從探空資料分析

摘要

我們利用研究台北探空資料、台北地面資料、嘉義地面資料以及校內自行觀測資料，分析並比較個別或相互間的影響及關連。主要分析內容為寒潮通過地面氣溫下降期間，地面溫度和相對濕度的相關性、850 百帕露點對地面相對濕度的影響，同時探討地理位置是否影響降溫時間以及地面爆發寒潮期間，高空槽脊氣流和地面溫度的相關。藉由簡單的統計及沿著時間序列前後逐時平移求相關係數的方法，我們得到五點結論。

壹、研究動機

「春天後母面」、「秋老虎」、「未吃五月粽，破裘不可放」……地科課本上的生動而有趣的俗諺促使我們更留心觀察天候對日常生活的影響，並激發了我們對於預測天候的好奇心。然而，天氣的變化莫測使得準確預測天氣殊為不易，複雜的因素交互影響使結果常常不如預期。

因此，我們分析大氣探空資料和地面觀測資料，研究彼此的關係並找出寒潮溫度溼度變化的特性，期待能由高空的氣象因素預測地面的變化，或是由地面的反應去探討高空的情況。

貳、研究目的

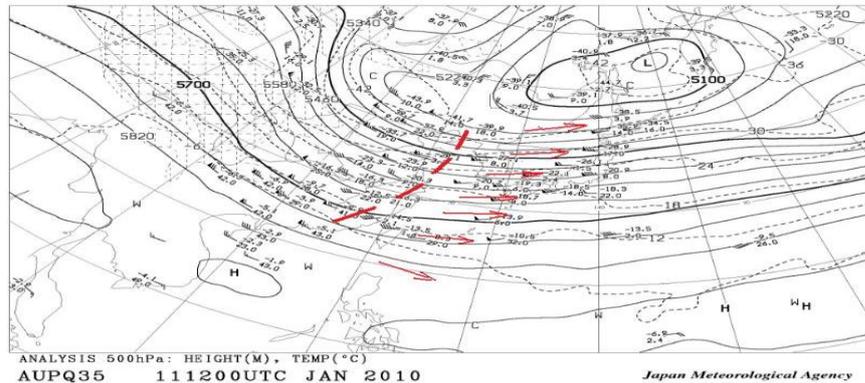
- 一、探討寒潮通過地面氣溫下降期間，地面溫度和相對濕度的相關性，其中地面溼度資料來自氣象局之嘉義、台北測站及在校內自行觀測的資料。
- 二、比較各月高空 850 百帕露點與逐時平移之地面相對濕度的相關係數，找出初冬、隆冬、冬季末期時，高空水氣對不同測站相對溼度造成的影響。
- 三、比較寒潮期間嘉義和台北的降溫趨勢，探討地理位置是否影響降溫時間。
- 四、分析 2012 年 12 月、2013 年 1 月、2013 年 2 月、2013 年 12 月、2014 年 1 月的探空及地面資料，比較初冬、隆冬及冬季末期 200、500、850 百帕槽氣流和地面溫度的相關。

參、研究設備及器材

- 一、從台北 466920 測站獲得探空和地面氣象資料，並從嘉義 467480 測站獲得地面氣象資料(分別為 2012 年 12 月、2013 年 1、2、12 月、2014 年 1 月的氣象資料)
- 二、電腦及網際網路
- 三、統計分析軟體 Microsoft Office Excel (統計並整理天氣資料)
- 四、利用校內設置的百葉箱內的氣壓計、溫度計和濕度計取得地面的氣壓及溫度、相對濕度資料，每天中午觀測，一天有一筆資料

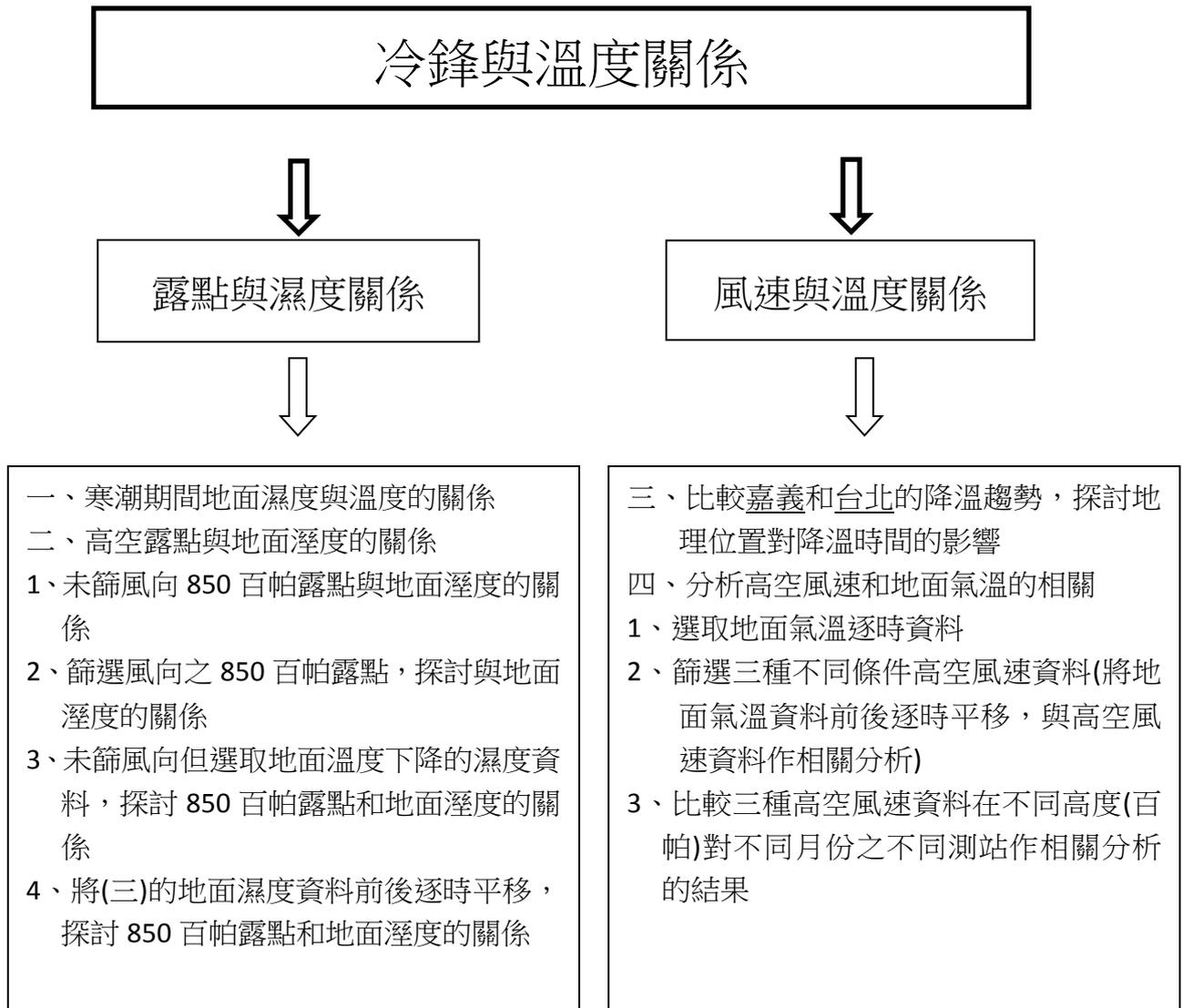
肆、研究原理

一、槽線原理：高空槽線密集處風速較大，迫使高空冷空氣下沉，造成地面溫度下降。



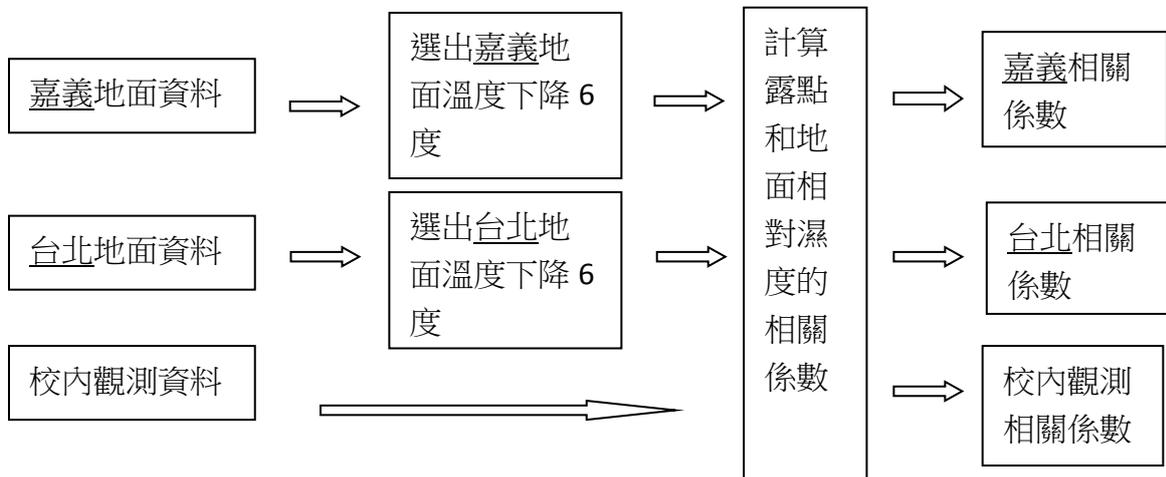
- 二、輻射冷卻效應：校內測站有建築物遮蔽，和空曠的嘉義測站條件不同，會影響觀測結果。
- 三、冷鋒過境會帶來水氣，850 百帕露點為水氣含量的指標，當地面溫度下降時造成相對濕度提高。
- 四、由於測站位置不同，強烈冷氣團南下不同測站溫度變化趨勢不同，針對隆冬的一月作溫度變化趨勢分析。
- 五、由探空氣球所測得的高空資料每日有兩筆，分別為國際標準時間的 0 點、12 點(相當於台灣時間的 8 點、20 點)。風向接近西風、西北風、北風，較有往南(嘉義測站)吹之可能，所以此範圍內風向之風速增強時，嘉義地面的溫度會降低。實驗中針對台北 100、200、300、400、500、850 百帕的高空資料對台北、嘉義地面資料作研究，高空西北風風速增強，輸送冷空氣由高層往低層沉降，導致地面降溫會有延遲時間，為了看出延遲時間的變化，研究方法為將地面測站氣溫資料對高空風速前後各逐時平移數小時作相關係數分析，例如往右平移一小時(+1)即地面 9 時對應高空 8 時；往左平移一小時(-1)即地面 7 時對應高空 8 時。為了確認高空風向對地面氣溫的影響，高空資料分為三種：原始資料(沒有篩選風向為變因)、260 度~360 度風向資料、高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向資料。
- 六、考慮在 200 百帕時長波長的槽脊平移數小時可能看不出變化，故在 2012 年 12 月、2013 年 1 月、2013 年 2 月的 200 百帕增加長時間平移的分析。並比較初冬、隆冬和冬末高空風速和地面的相關。作法為選取 200 百帕 260 度~360 度風向的風速資料，與逐時平移的地面氣溫作相關係數，並於前後各平移 72 小時分析相關係數。
- 七、因 850 百帕的槽脊較弱，用原始資料分析造成相關性不佳，故 850 百帕的相關研究只採用 260 度~360 度風向資料作分析。
- 八、因氣候有年際的微變化，故比較不同年份的月均溫才能分析研究結果，故增加不同年份月均溫的統計。

伍、研究過程與方法：總流程圖



一、寒潮期間地面濕度與溫度的關係

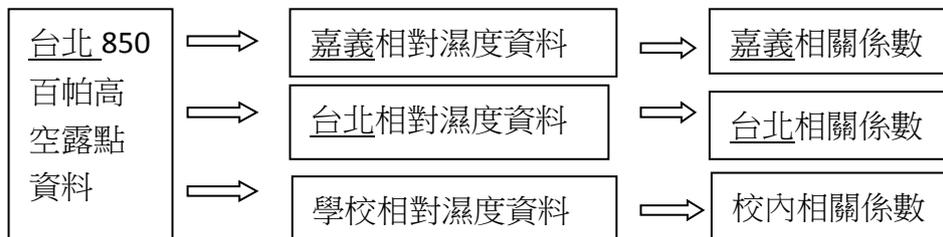
- (一)、選出嘉義、台北地面氣溫在一天內下降大於或等於 6 度的資料
- (二)、選出校內中午自行觀測的資料中和(一)日期相同者，一天一筆資料
- (三)、計算嘉義、台北、校內觀測資料中露點和地面相對濕度的相關係數



二、高空露點與地面溼度的關係

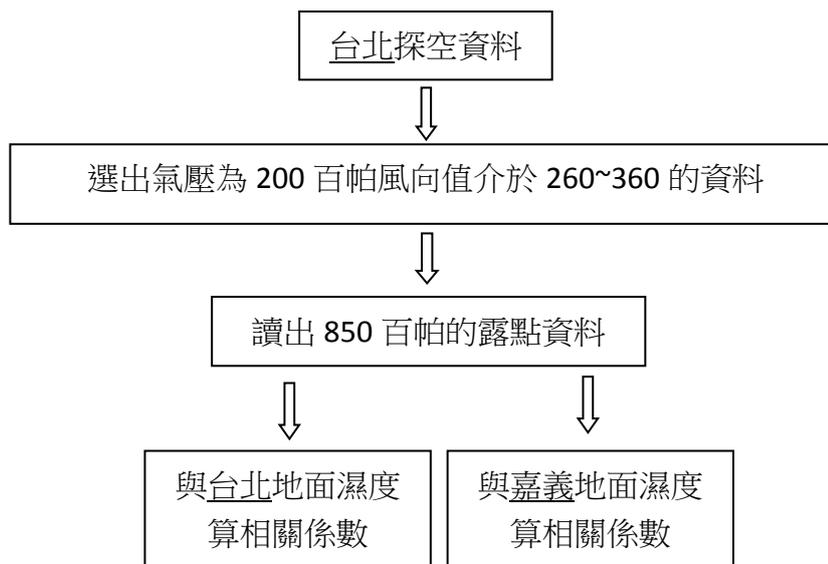
(一)、未篩風向 850 百帕露點與地面溼度的關係

- 1、計算台北 850 百帕露點資料對嘉義地面相對濕度的相關係數
- 2、計算台北 850 百帕露點資料對台北地面相對濕度的相關係數
- 3、計算台北 850 百帕露點資料對校內測站相對濕度的相關係數
- 4、比較上述 1.及 2.及 3.的數值資料



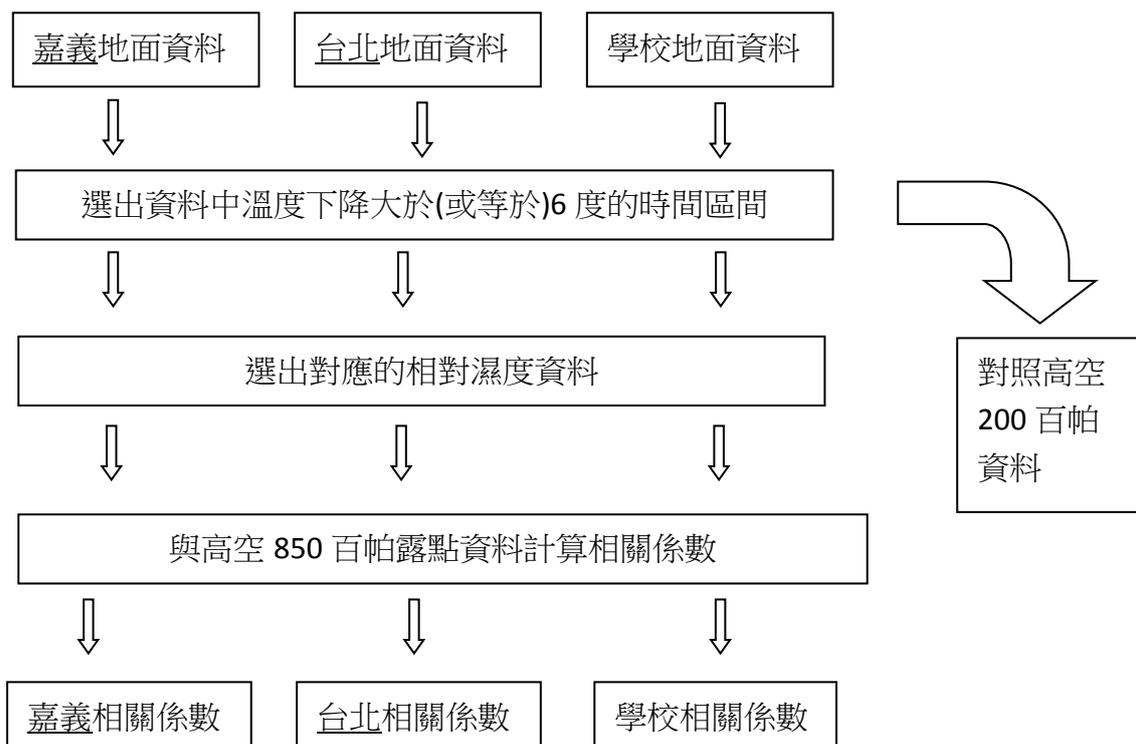
(二)、篩選風向為北風之 850 百帕露點，分析與地面溼度的關係

- 1、從各月台北高空資料中選出氣壓為 200 百帕風向值介於 260~360 的資料。
- 2、從上述 1 中再讀出 850 百帕的露點資料。
- 3、計算上述 2 中的資料與嘉義、台北各月地面相對濕度的相關係數。



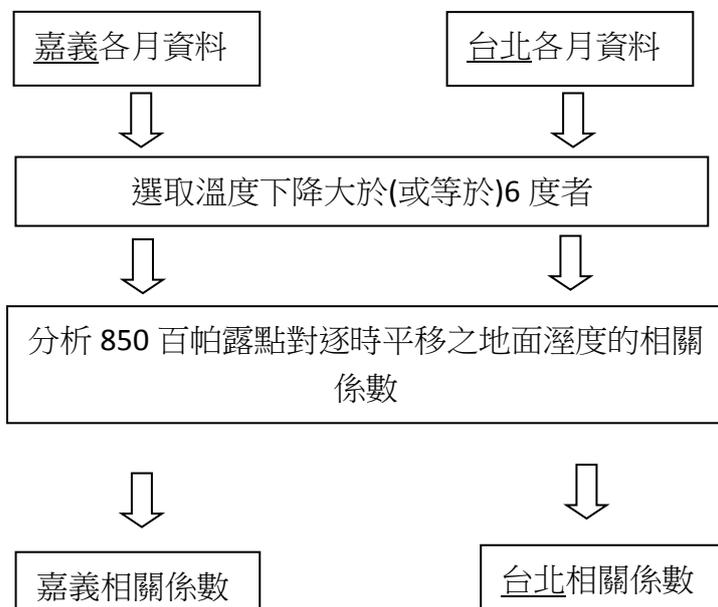
(三)、未篩風向但選取地面溫度下降的溼度資料，探討 850 百帕露點和地面溼度的關係

- 1、選出台北高空資料中 200 百帕的資料
- 2、選出台北 850 百帕高空資料中的露點資料
- 3、選取地面資料中溫度在短時間內下降大於(或等於)6 度者(其中學校溫度資料採用嘉義地面溫度為篩選基準)
- 4、選出上述 3 中的對應相對濕度資料
- 5、選出上述 2 中與 3 同時段的資料
- 6、計算上述 4 對 5 的相關係數
- 7、比較嘉義、台北及學校的相關係數
- 8、由 3.的資料再檢查 200 百帕是否吹西北風



(四)、將(三)的地面濕度資料前後逐時平移，探討 850 百帕露點和地面溼度的關係

- 1、選取上述溫度明顯下降(大於等於 6 度)的資料
- 2、計算上述 1.中 850 百帕露點對逐時平移之地面濕度的相關係數
- 3、比較嘉義和台北的相關係數



三、比較嘉義和台北測站降溫趨勢：

- (一)、取嘉義和台北測站 2013 年 1 月每日 8 時的地面氣溫資料
- (二)、取嘉義和台北測站 2014 年 1 月每日 8 時的地面氣溫資料
- (三)、將(一)、(二)畫成折線圖

四、高空風速與地面溫度關係

(一)、2012 年 12 月的資料分析：

1、原始資料(沒篩風向)的相關係數分析

- (1)、由探空資料讀出 100、200、300、400、500 百帕風速資料
- (2)、讀出與(1)對應時間的地面氣溫
- (3)、將地面氣溫資料逐時平移，分別計算上述(1)和(2)的相關係數

2、篩風向的相關係數分析(含所有 260 度~360 度風向事件)

- (1)、讀出 100、200、300、400、500 百帕高空風速資料
- (2)、選出上述(1)風向值介於 260~360 者
- (3)、讀出與上述(2)對應時間的地面氣溫
- (4)、將地面氣溫資料逐時平移，分別計算上述(2)和(3)的相關係數

3、篩風向的相關係數分析(只含高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向事件)

- (1)、選出高空連續兩天或兩天以上風向 260 度~360 度資料
- (2)、讀出與上述(1)對應時間的地面氣溫
- (3)、將地面氣溫資料逐時平移，分別計算上述 1 與 2 的相關係數

4、相關係數比較：比較上述 1~3 不同條件的資料分析後的相關係數

(二)、2013 年 1 月的資料分析：重覆方法(一)之 1~4 步驟

(三)、2013 年 2 月的資料分析：重覆方法(一)之 1~4 步驟

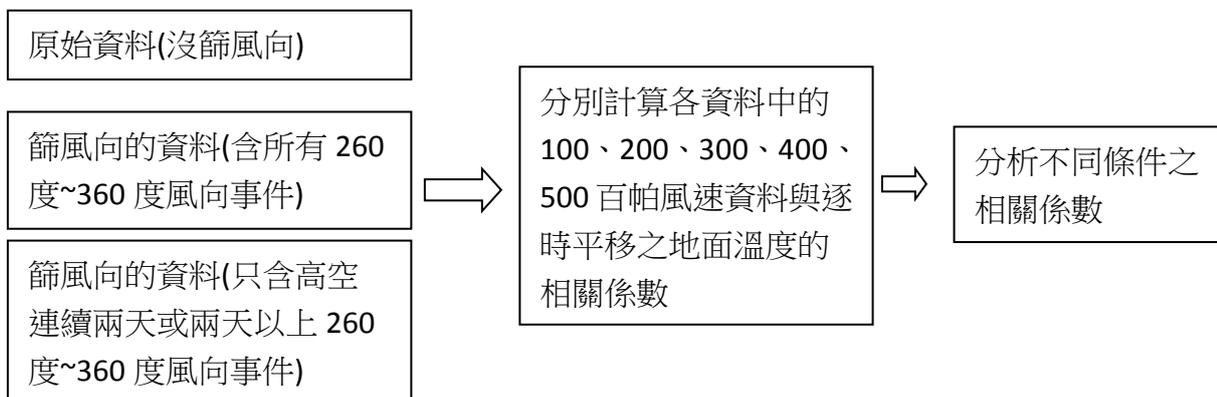
(四)、分別選取 2012 年 12 月、2013 年 1 月、2013 年 2 月 200 百帕 260 度~360 度風向的風速資料，和逐時平移的地面氣溫作相關，將地面氣溫資料前後平移 72 小時分析相關係數

(五)、2013 年 12 月的資料分析：重覆方法(一)之 1~4 步驟

(六)、計算 2012 年 12 月、2013 年 1 月、2013 年 2 月、2013 年 12 月、2014 年 1 月台北、嘉義兩測站的月均溫

(七)、2014 年 1 月的資料分析：重覆方法(一)之 1~4 步驟

(八)、選取 850 百帕 260 度~360 度風向的風速資料，和逐時平移的地面氣溫資料作相關分析



陸、研究結果與討論

一、溫度與溼度關係的研究結果：

地面濕度與溫度	201212	201301	201302	201312	201401
台北	-0.878203	-0.693222	-0.854176	-0.899318	-0.821522
嘉義	-0.937296	-0.918521	-0.934838	-0.943387	-0.888088
學校				-0.696868	-0.450594

結果顯示：

- 1、全部 12 筆資料中有多達 9 筆(相當於 75%)呈現高度相關,另外的 3 筆則是中度相關,顯示地面溫度與濕度的相關性高。露點為水氣含量的指標,露點高則水氣多,當冷鋒通過爆發地面寒潮,水氣多且溫度下降時相對溼度必增加,故相對溼度可作為寒潮之重要指標。
- 2、統計表格中資料,台北平均相關係數為-0.82,嘉義為-0.91,校內測站則是-0.57。嘉義測站最空曠,輻射冷卻效應明顯,故氣溫與溼度呈現最大負相關;校內測站有建築物屏障,相關性較低。

二、高空露點與地面溼度的關係：

(一)、未篩風向 850 百帕露點與地面溼度的關係

整個月	201212	201301	201302	201312	201401
台北	0.4012	0.5525	0.0064	0.5104	0.3525
嘉義	0.3520	0.0470	0.0586	-0.0198	-0.0268
學校				0.4799	0.4528

結果顯示：嘉義資料的相關係數中有 3 筆呈現低度相關,其餘相關係數值為負;台北資料的相關係數有 2 筆呈現低度相關,3 筆成現中度相關;學校資料的相關係數皆為中度相關。綜合全部資料,12 筆中有 5 筆(相當於 41.67%)為中度相關,5 筆低度相關,2 筆為負值。相關性極差顯示 850 百帕的水氣並沒向地面輸送,故以下的研究篩選出風向作進一步的分析。

(二)、篩選風向為北風之 850 百帕露點,分析與地面溼度的關係：

風向篩選	201212	201301	201302	201312	201401
台北	0.3742	0.5232	-0.0561	0.4861	0.4314
嘉義	0.3813	0.0245	-0.0656	0.3696	-0.0126

結果顯示：嘉義資料的相關係數中有 1 筆呈現低度相關,2 筆成現中度相關,其餘相關係數值為負;台北資料的相關係數有 4 筆呈現中度相關,1 筆為負值。綜合全部資料,10 筆中有 6 筆為中度相關(相當於 60%),1 筆低度相關,3 筆為負值。高空風向若為西風或西北風,高空冷空氣將 850 百帕水氣輸送至嘉義地面應使地面相對溼度增加,但此一研究結果顯示,經過篩選 200 百帕風向的的步驟並沒有明顯提高高空露點與地面溼度的相關性。因此我們推測：雖然高空吹北風,但因無法得知風的強弱,且冷空

氣下降的過程亦會受其他眾多因素的影響，因此看不出對地面溼度的影響。所以，我們修改實驗方法，以溫度明顯下降作為篩選資料的標準，繼續以下的研究。

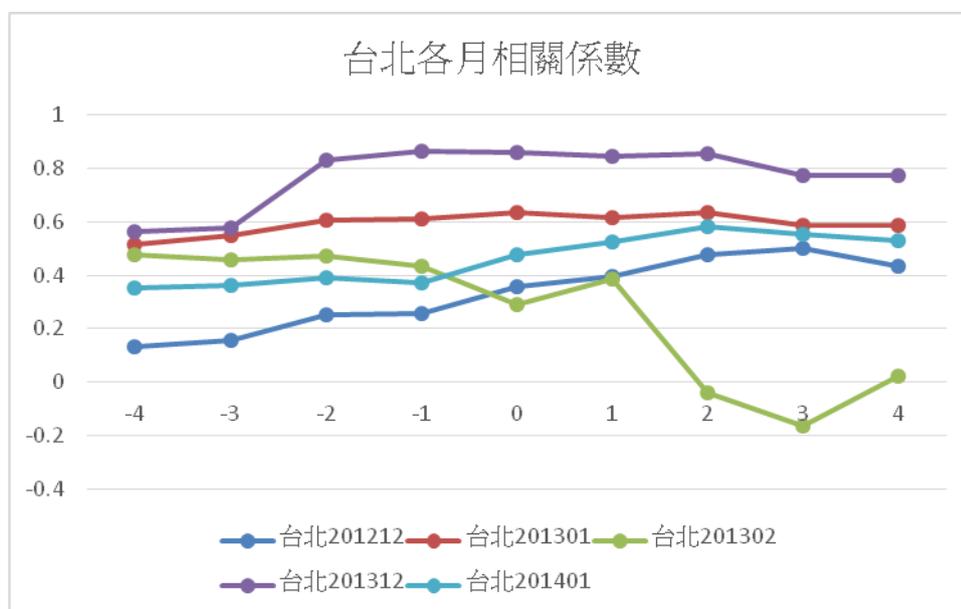
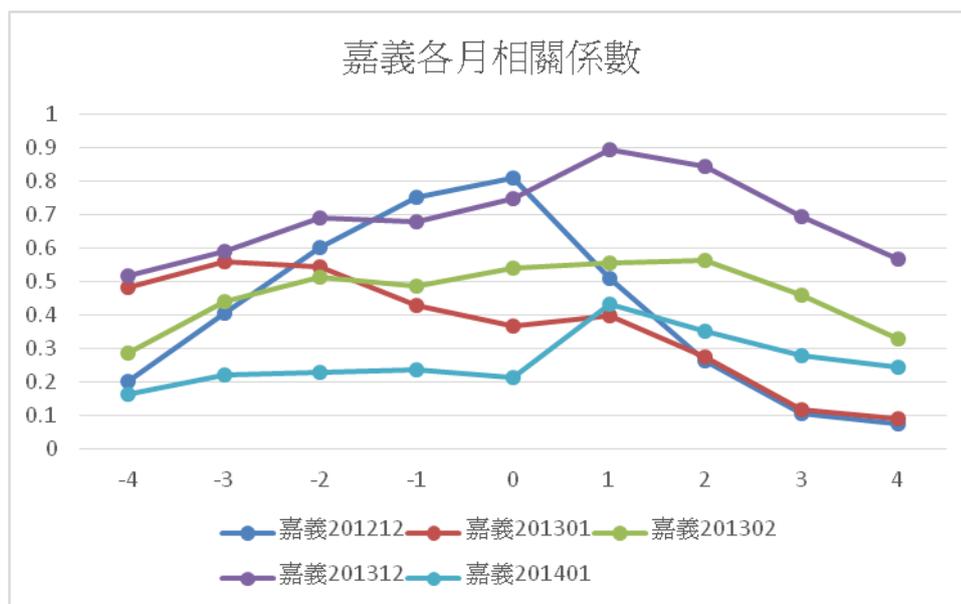
(三)、未篩風向但選取地面溫度下降的溼度資料，探討 850 百帕露點和地面溼度的關係：

篩選地面溫度下降	201212	201301	201302	201312	201401
台北	0.3571	0.6342	0.2885	0.8612	0.4759
嘉義	0.8092	0.3664	0.5383	0.7159	0.2144
學校				0.4617	0.4003

- 1、結果顯示：嘉義資料的相關係數中有 2 筆呈現高度相關，2 筆呈現中度相關，1 筆呈現低度相關；台北資料的相關係數有 1 筆呈現高度相關，3 筆呈現中度相關，1 筆呈現低度相關；學校資料的相關係數皆為中度相關。綜合全部資料，12 筆中有 3 筆(相當於 25%)為高度相關，7 筆(相當於 58.33%)中度相關，2 筆(相當於 16.67%)低度相關，相關性比(二)提高許多。
- 2、觀察篩選出來地面溫度下降時段所對應的 200 百帕風向資料，發現嘉義有 54.31%、台北有 53.47%的風速向資料值介於 260 到 360 之間，表示寒潮期間若地面溼度增加，高層大氣多半吹北風。
- 3、綜合(二)、(三)的結果，篩選高空吹北風分析露點和濕度的相關性，比不上從地面氣溫明顯下降的資料分析的結果。大氣為複雜的流體，高空氣象因素對地面的變化不是單方向的因果關係。這項研究無法看出由高層變化逐層往下傳遞影響地面變化的機制，但可以看出，由地面有反應的事件再探討高層氣象因素是比較正確的作法。

(四)、將(三)的地面濕度資料前後逐時平移，探討 850 百帕露點和地面溼度的關係：

相對溼度平移-850 露點	201212	201301	201302	201312	201401
台北	0.5009	0.6342	0.4762	0.8622	0.5802
相關最大時平移小時數	3	2	-4	-1	2
嘉義	0.8092	0.5585	0.5629	0.8949	0.4322
相關最大時平移小時數	0	-3	2	1	1

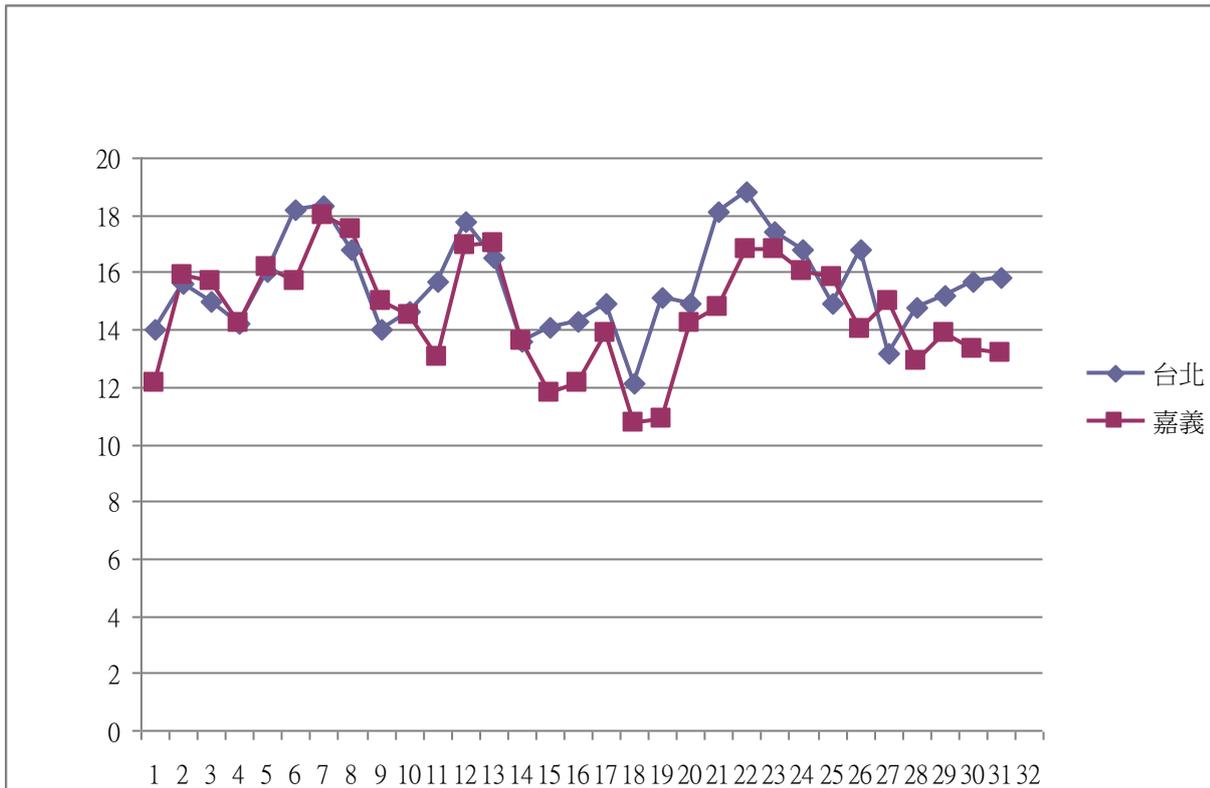


結果顯示：

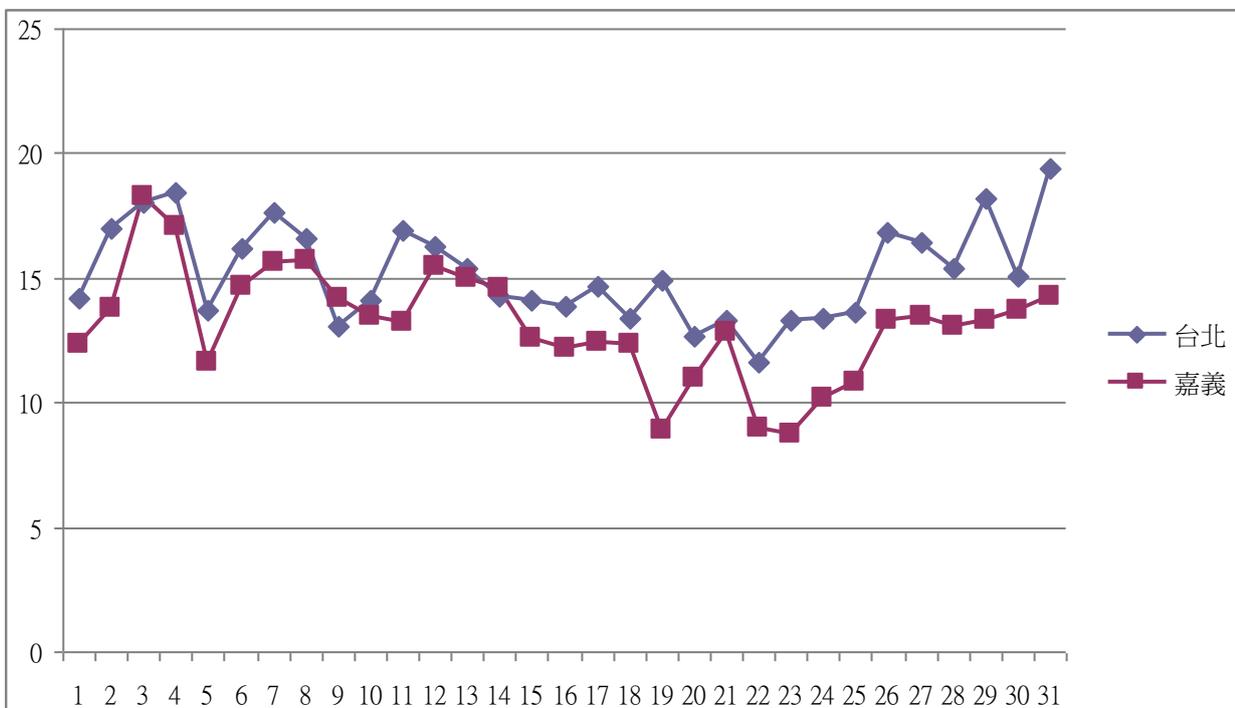
- 1、相關係數為中度到高度相關，嘉義資料以平移 1 小時相關係數最大的情況最多，而台北則是平移 2 小時較多，表示 850 百帕水氣量增加，1~2 小時以後地面相對溼度也增加。
- 2、由以上各月嘉義及台北的相關係數折線圖，我們發現嘉義的相關係數值較大，且濕度平移的時間不同，呈現的相關性有顯著的差異。相較於嘉義，台北平移不同時間的相關性較接近。因此，我們推論，由於台北位處盆地，地形因素使水氣不易散失，使得相對濕度不隨鋒面移動而有明顯變化；嘉義冬季通常乾燥，850 百帕水氣量若增加，配合高空風的輸送地面溼度會有明顯的變化。

三、台北和嘉義測站降溫趨勢的比較

(一)、2013 年 1 月每日 8 時之地面氣溫



(二)、2014 年 1 月每日 8 時之地面氣溫：



一月份為隆冬，當冷氣團南下，台北會比嘉義稍早受影響，由(一)、(二)圖中呈現的結果，嘉義的降溫較台北延遲，故高空槽脊系統由北往南影響台灣，台北地面的反應應較嘉義明顯，故以下槽脊的研究以台北為探測重點。

四、高空風速與地面溫度關係

(一)、2012 年 12 月：

1、原始資料(沒篩風向)的相關係數

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.4375	-0.4370	-0.4385	-0.4397	-0.4571	-0.4643	-0.4489	-0.4397	-0.4661
500 百帕	-0.4417	-0.4582	-0.4526	-0.4526	-0.4537	-0.4490	-0.4545	-0.4395	-0.4065
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.1259	-0.1711	-0.2352	-0.2644	-0.2345	-0.1488	-0.0799	-0.0671	-0.0344
500 百帕	-0.2894	-0.3286	-0.3816	-0.4112	-0.5089	-0.5727	-0.5321	-0.4875	-0.4319

2、篩風向的相關係數(含所有 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.5828	-0.5844	-0.5851	-0.5878	-0.6236	-0.6504	-0.6579	-0.645	-0.6433
500 百帕	-0.4551	-0.4664	-0.4624	-0.4563	-0.4477	-0.4138	-0.4153	-0.401	-0.3559
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.0418	-0.0878	-0.1665	-0.2055	-0.2199	-0.1758	-0.1203	-0.11	-0.08
500 百帕	0.10294	0.07373	0.0716	0.06272	0.0627	0.0396	0.00088	0.0019	-0.0477

3、篩風向的相關係數(只含高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.5184	-0.5239	-0.5105	-0.527	-0.598	-0.647	-0.6345	-0.5977	-0.573
	-0.7045	-0.7277	-0.7469	-0.7557	-0.797	-0.8473	-0.8747	-0.8944	-0.91
500 百帕	-0.1609	-0.2265	-0.2039	-0.1332	-0.325	-0.3381	-0.3666	-0.3997	-0.43

嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.1547	-0.10844	-0.1885	-0.24637	-0.2941	-0.00951	0.13758	0.08664	0.1309
	0.03679	0.0025	-0.0397	-0.0507	-0.05814	-0.04476	-0.07955	-0.115	-0.0928
500 百帕	0.12666	0.17606	0.14773	0.195267	0.27121	0.06383	-0.0217	-0.169	-0.0935
	0.05931	0.02981	0.01075	0.002627	-0.0337	-0.06093	-0.05759	-0.091	-0.0888

由以上 1~3 表格呈現的結果可知，200 百帕及 500 百帕的風速和地面氣溫逐時平移的相關係數，嘉義和台北測站並無明顯的變化。12 月高空槽開始發展但強度不大且移動緩慢，對地面降溫的影響在平移 4 小時內無明顯變化；但表格 2、3 中台北 200 百帕呈現較大中度負相關(紅色數字)，表格 1 呈現較小中度負相關(紅色數字)，台北 500 百帕的相關係數則無差別且為較小之負相關，而嘉義在 200 或 500 百帕的結果皆無太大差別，有些結果甚至出現正相關。由於表格 2、3 是篩選過風向的資料分析後的結果，可知在 200 百帕高度吹西北風對台北地區地面降溫有影響，又因 12 月屬於初冬，500 百帕槽脊尚未形成造成相關性不佳。嘉義地區位置較南，尚未受 12 月弱槽的影響。

(二)、2013 年 1 月：

1、原始資料(沒篩風向)的相關係數：

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.2608	-0.2331	-0.2174	-0.2165	-0.2600	-0.2772	-0.2761	-0.2335	-0.1944
500 百帕	-0.1816	-0.1793	-0.1723	-0.1622	-0.2453	-0.3027	-0.3324	-0.2815	-0.2173
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.1663	-0.1830	-0.1776	-0.1604	-0.1812	-0.2356	-0.1584	-0.1015	-0.0661
500 百帕	-0.1925	-0.1587	-0.1099	-0.0536	-0.0712	-0.1458	-0.1154	-0.1037	-0.0775

2、.篩風向的相關係數(含所有 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.3675	-0.3095	-0.2834	-0.2811	-0.318	-0.3318	-0.329	-0.298	-0.2993
500 百帕	-0.1859	-0.1655	-0.1508	-0.136	-0.2383	-0.3128	-0.3524	-0.307	-0.2474
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.2197	-0.2402	-0.2296	-0.1874	-0.214	-0.2967	-0.1984	-0.153	-0.1094
500 百帕	-0.2295	-0.1769	-0.1165	-0.0323	-0.1474	-0.0498	0.08795	0.1105	0.1005

3、篩風向的相關係數(只含高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向事件)：

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.4915	-0.4628	-0.3639	-0.3806	-0.595	-0.795	-0.4731	-0.3002	-0.229
	-0.5861	-0.5686	-0.5858	-0.5965	-0.62	-0.5602	-0.4988	-0.4209	-0.439
500 百帕	-0.2588	-0.2879	-0.2784	-0.2922	-0.356	-0.414	-0.3566	-0.2515	-0.197

嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.30404	-0.36334	-0.4456	-0.44618	-0.57716	-0.73466	-0.795	-0.61	-0.4722
	-0.15099	-0.21799	-0.2421	-0.26359	-0.34256	-0.419	-0.36361	-0.2566	-0.2253
500 百帕	0.115389	0.17151	0.29642	0.423542	0.46053	-0.01764	-0.25949	-0.268	-0.1769

由1~2表格呈現的結果可以看出，200百帕及500百帕的風速和地面氣溫逐時平移的相關係數，嘉義和台北測站並無明顯的變化且呈現低度負相關。1月為隆冬，高空槽脊形成且波長很長，故對地面降溫的影響在平移4小時內無明顯變化；表格3在台北和嘉義測站200百帕分析的結果可以看出在地面對應時間(平移時間為0小時)或地面較高空延遲一小時(平移時間為1小時)有突增的負相關(藍色數字部分)。表格3的輸入資料為高空連續兩天或兩天以上吹西北風的風向事件，雖然平移4小時無法看出長波長槽脊的特性，但此一突增的強訊號可能因為高空持續長時間吹北風，將冷空氣往南輸送而使地面在數小時內的溫度下降較多。表格3在台北測站500百帕地面延遲一小時的相關係數也出現相對強訊號(藍色數字)，嘉義測站則無。

(三)、2013 年 2 月：

1、原始資料(沒篩風向)的相關係數

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.2371	0.2692	0.2927	0.2745	0.1952	0.1627	0.1184	0.0577	0.0499
500 百帕	-0.4773	-0.4729	-0.5124	-0.5565	-0.6311	-0.6284	-0.6357	-0.5994	-0.5198
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.1582	0.1810	0.2413	0.3210	0.3651	0.3732	0.3492	0.2730	0.2162
500 百帕	-0.2826	-0.2842	-0.3135	-0.3971	-0.4830	-0.4867	-0.4041	-0.3339	-0.2711

2、篩風向的相關係數(含所有 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.09805	0.11235	0.1436	0.17567	0.09693	0.1048	0.0956	0.0213	0.0403
500 百帕	-0.6011	-0.6248	-0.6448	-0.6866	-0.742	-0.73	-0.7088	-0.625	-0.5569
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.04916	0.04277	0.1026	0.1879	0.1911	0.1715	0.1548	0.1550	0.1244
500 百帕	-0.4152	-0.4197	-0.4419	-0.5608	-0.6688	-0.6196	-0.5206	-0.3689	-0.2522

3、篩風向的相關係數(只含高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向事件)：

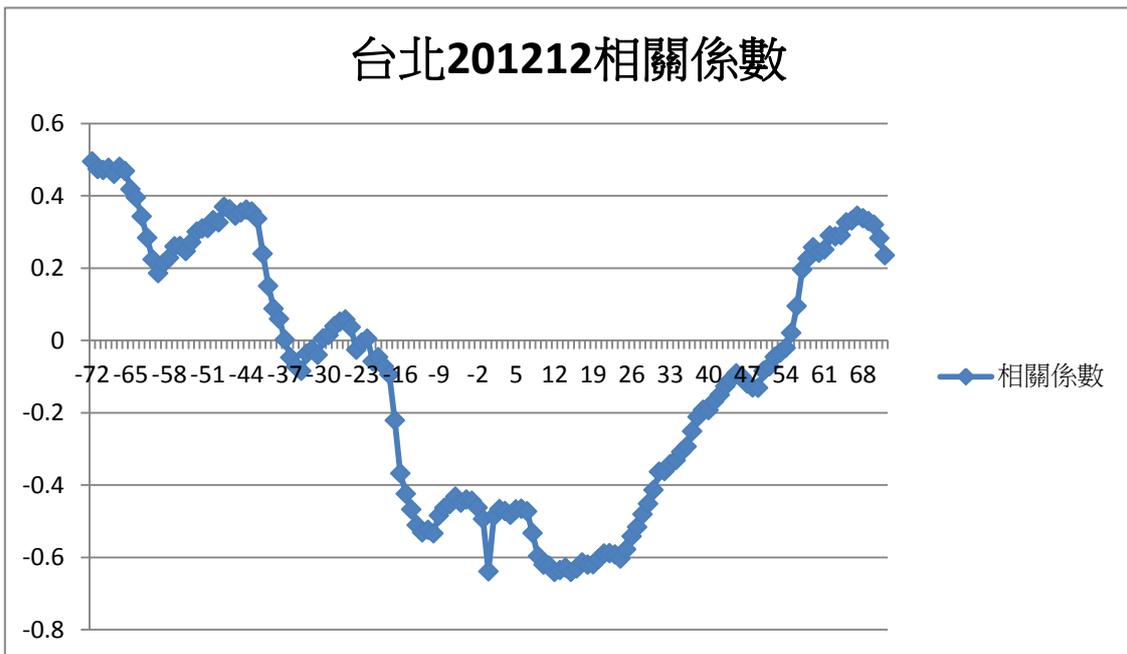
台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
100 百帕	-0.5769	-0.6215	-0.6278	-0.6178	-0.64	-0.5842	-0.5348	-0.3769	-0.16
	-0.0218	-0.2174	-0.3556	-0.4177	-0.422	-0.501	-0.4696	-0.4389	-0.424
500 百帕	-0.5397	-0.6682	-0.7513	-0.8121	-0.93	-0.8902	-0.7966	-0.732	-0.63
	-0.4781	-0.4747	-0.5077	-0.5518	-0.662	-0.6887	-0.803	-0.7363	-0.679

嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.745205	0.759671	0.766598	0.787266	0.731773	0.229826	-0.2225	-0.27988	-0.24201
500 百帕	-0.50614	-0.47226	-0.5391	-0.62775	-0.6997	-0.6024	-0.38535	-0.232	-0.13003
	-0.20756	-0.17725	-0.20542	-0.50495	-0.8906	-0.8174	-0.7123	-0.59462	-0.53245

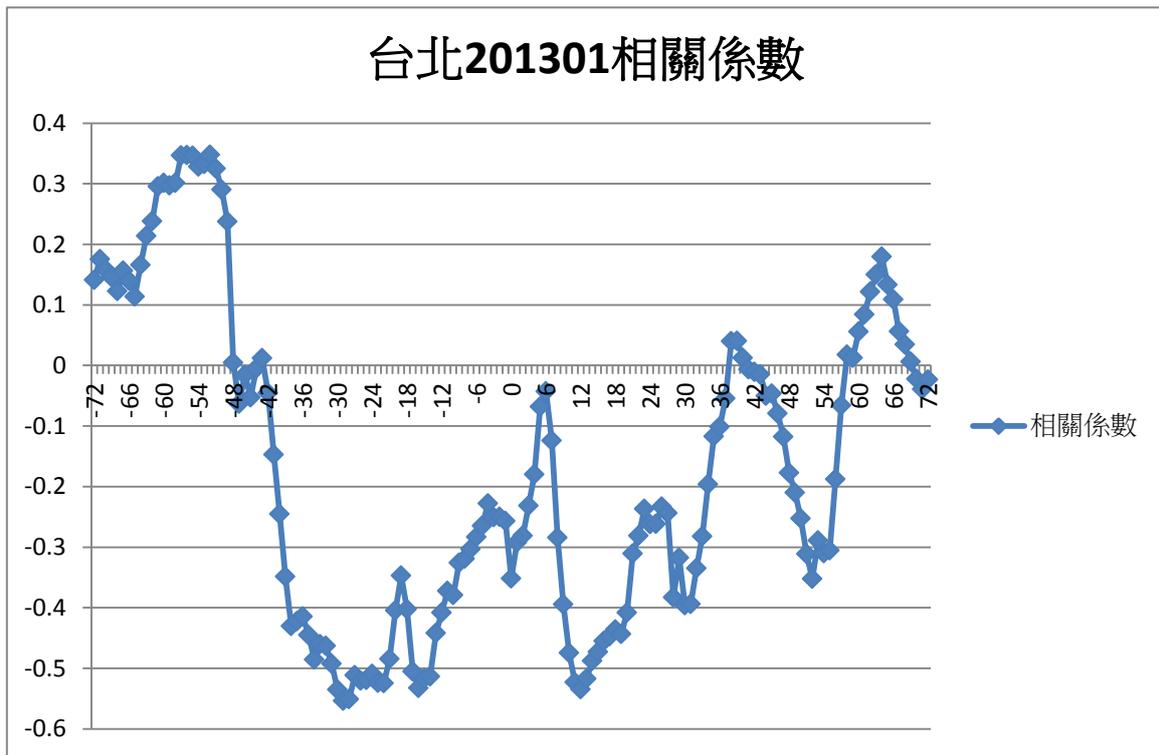
由 1~3 表格呈現的結果可以看出，200 百帕的風速和地面氣溫逐時平移的相關係數，嘉義和台北測站並無明顯的變化，500 百帕的相關係數卻有較明顯的變化，2 月份地面冷氣團減弱，中層大氣(500 百帕)的槽脊波長較短故平移數小時可以看到相關係數的變化。表格 2、3 中已出現高度負相關(紅字或藍字)，和結果(二)同樣可以在表格 3 中看到相對強訊號，台北和嘉義測站都出現約-0.9 的高度負相關(藍字)，可見高空持續長時間吹北風的確對地面降溫有影響。

(四)、綜合(一)~(三)的結果，200 百帕的資料除了少數強訊號，其餘相關係數在平移數小時內均無明顯變化，可見這個高度的槽脊系統可能有更長時間尺度的變化，故將上述資料(2012 年 12 月、2013 年 1 月、2013 年 2 月)的地面氣溫前後逐時平移 72 小時作相關係數分析，下方座標為 0 者為地面和高空對應的時間(無平移)，前後各平移 72 小時共 145 筆資料，以下 1~3 圖為分析的結果：

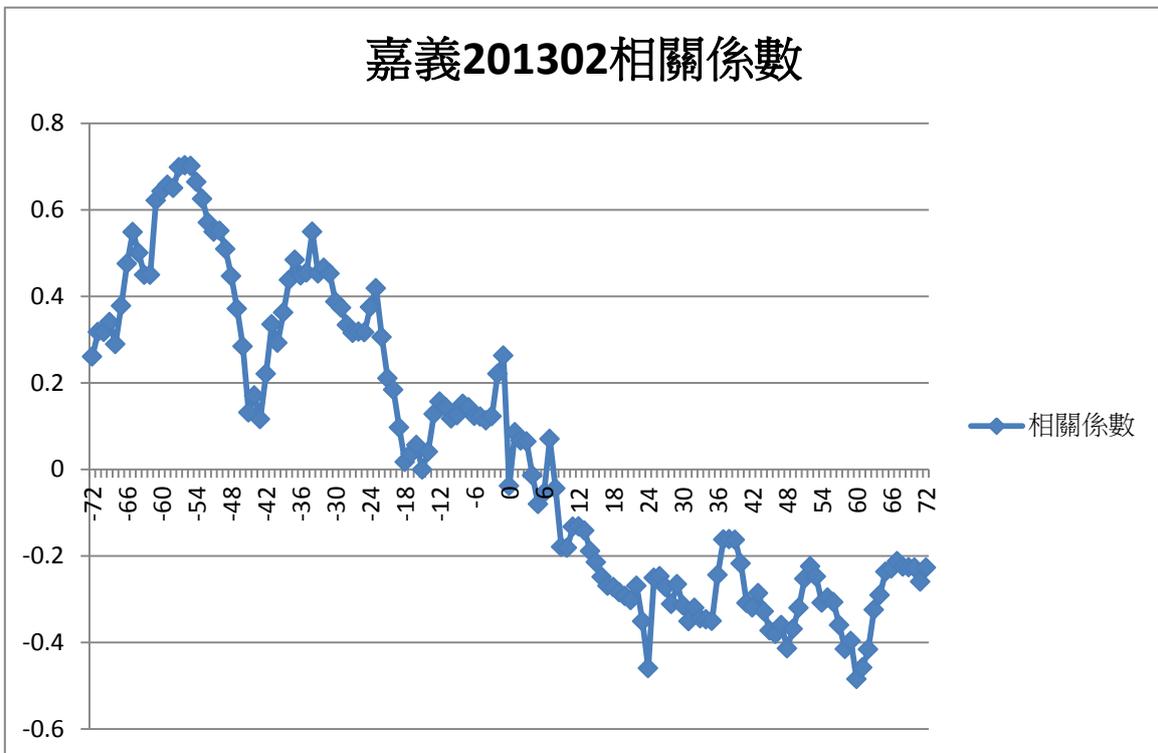
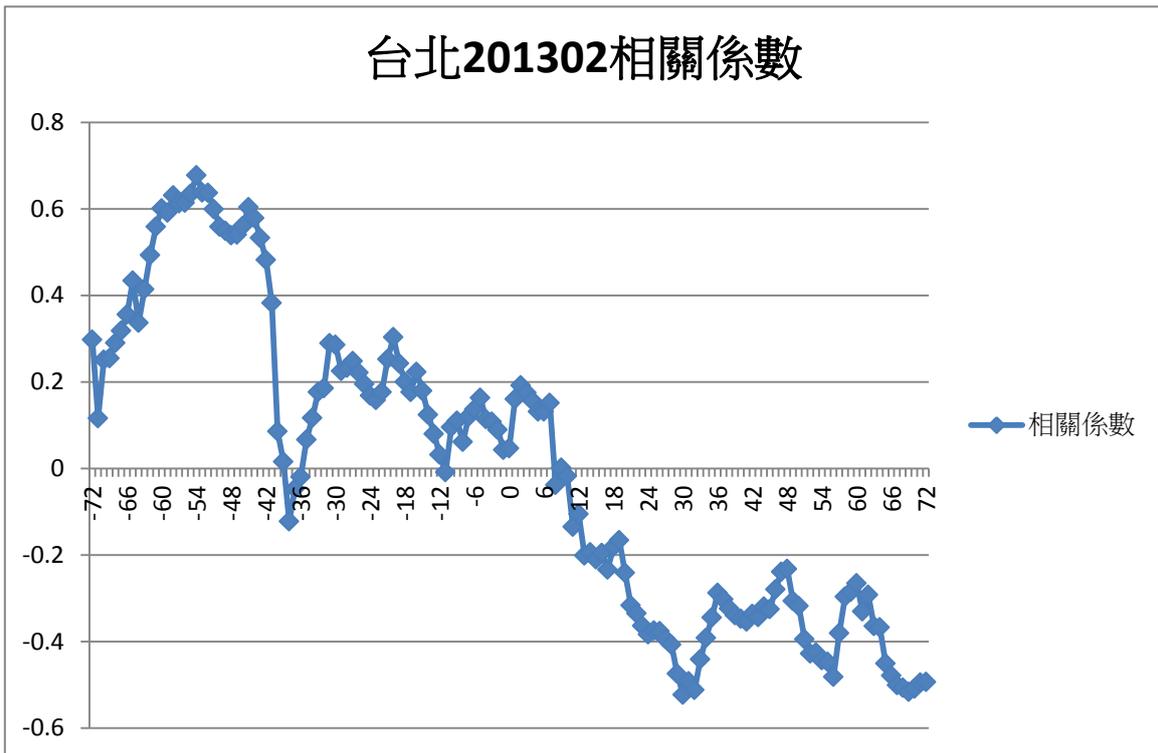
1、2012 年 12 月：由下圖可以看出地面資料前後各平移約 20 小時內有中度負相關，其餘為低度負相關或是不合理的正相關。



2、2013年1月：由下圖可以看出，地面資料往左或往右平移，相關係數有週期性的變化。



3、2013 年 2 月：由下圖可以看出，地面資料往右平移，相關係數有週期性的變化。



4、綜合以上 1~3 的結果，前後各平移 72 小時較能看出相關係數的變化，而中度負相關在某段平移時間內出現，或週期性的出現，表示 200 百帕槽脊的天氣系統的確在某段時間影響地面的氣溫。

(五)、2013 年 12 月：

1、原始資料(沒篩風向)的相關係數

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.0065	0.0075	-0.0197	-0.0274	0.0197	0.0924	0.1343	0.1558	0.1195
500 百帕	-0.5536	-0.5538	-0.5377	-0.5627	-0.6287	-0.6967	-0.6944	-0.6516	-0.6184
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.1296	-0.1612	-0.1677	-0.1764	-0.1062	-0.0223	0.0051	0.0164	0.0267
500 百帕	-0.2298	-0.2216	-0.2234	-0.2378	-0.4254	-0.4975	-0.4585	-0.3969	-0.3748

2、.篩風向的相關係數(含所有 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	0.25182	0.2548	0.2294	0.2273	0.31825	0.4337	0.46991	0.4742	0.4293
500 百帕	-0.5163	-0.5211	-0.4965	-0.522	-0.614	-0.7229	-0.7267	-0.668	-0.6195
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.0129	-0.0263	-0.0169	-0.0159	0.15858	0.2735	0.27014	0.2512	0.2329
500 百帕	-0.1501	-0.1457	-0.1397	-0.1429	-0.3572	-0.4331	-0.3874	-0.289	-0.2603

3、篩風向的相關係數(只含高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
100 百帕	0.32308	0.33611	0.3129	0.3191	0.0853	-0.2492	-0.3462	-0.362	-0.268
	0.74145	0.77322	0.7582	0.6032	0.5729	0.08234	-0.3653	-0.744	-0.634
	-0.0639	-0.1296	-0.1794	-0.2316	-0.258	-0.301	-0.2667	-0.204	-0.171
500 百帕	0.22844	0.19899	0.2654	0.1155	-0.15	-0.673	-0.6079	-0.1313	-0.083
	0.07594	0.14599	0.1637	0.0009	-0.119	-0.3989	-0.426	-0.4012	-0.328

嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
100 百帕	0.378017	0.340429	0.33763	0.237983	0.49216	0.01245	-0.26683	-0.297	-0.2461
	0.341298	0.331349	0.27708	0.2369	0.10757	-0.12416	-0.32989	-0.339	-0.3313
500 百帕	0.258339	0.261362	0.3335	0.389561	0.4519	0.13676	-0.185	-0.1805	-0.2145
	-0.81365	-0.84736	-0.8395	-0.84017	-0.93532	-0.955	-0.79083	-0.5749	-0.3293
	0.003821	-0.00847	0.00926	-0.07883	-0.1198	-0.02497	0.20505	0.31779	0.33

由以上 1~3 表格呈現的結果可知，100 百帕、200 百帕的風速和地面氣溫逐時平移的相關係數，嘉義和台北測站並無明顯的變化，但是 500 百帕分析後的相關係數，兩測站在某些時間皆出現中度及高度負相關(紅字或藍字部分)，台北 500 百帕的相關係數也出現強訊號(藍字部分)，表示 500 百帕的槽脊系統對地面的降溫有影響，這和 2012 年 12 月 500 百帕分析的結果(一)不同。

(六)、2014 年 1 月：

1、原始資料(沒篩風向)的相關係數

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.4787	-0.4679	-0.4704	-0.4855	-0.5520	-0.5604	-0.5009	-0.4268	-0.3772
500 百帕	0.0146	0.0381	0.0551	0.0664	0.0529	0.0316	0.0611	0.0189	0.0205
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.3151	-0.3314	-0.3448	-0.3405	-0.4651	-0.5452	-0.3978	-0.2658	-0.2403
500 百帕	0.0718	0.0490	0.0656	0.1089	0.2352	0.3078	0.2328	0.2077	0.1984

2、.篩風向的相關係數(含所有 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.439	-0.4172	-0.4414	-0.4721	-0.561	-0.6457	-0.5342	-0.349	-0.3178
500 百帕	0.08019	0.11087	0.1294	0.15219	0.14091	0.1009	0.08348	0.0215	0.0178
嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.3033	-0.2914	-0.3396	-0.3576	-0.4987	-0.613	-0.4885	-0.368	-0.3476
500 百帕	0.12968	0.10484	0.1214	0.16442	0.29066	0.3053	0.17444	0.1309	0.1283

3、篩風向的相關係數(只含高空連續兩天或兩天以上 260 度~360 度風向事件)

台北	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.1923	-0.0578	0.0813	0.0279	-0.004	-0.492	-0.2226	-0.1102	-0.29
	-0.459	-0.4348	-0.479	-0.5111	-0.705	-0.854	-0.6442	-0.3691	-0.303
500 百帕	-0.0854	-0.0722	-0.1615	-0.2076	-0.24	-0.517	-0.4594	-0.5054	-0.394
	-0.4147	-0.5121	-0.5455	-0.5657	-0.6	-0.5714	-0.5126	-0.5212	-0.492

嘉義	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
200 百帕	-0.1648	-0.2056	-0.217	-0.24399	-0.40519	-0.684	-0.42294	-0.2673	-0.2579
400 百帕	-0.4143	-0.33241	-0.4076	-0.39215	-0.41777	-0.514	-0.17663	0.06573	0.17715
	0.26821	0.24291	0.18285	0.181055	0.27574	0.21209	-0.06447	-0.1087	-0.109
	-0.2107	-0.26801	-0.2732	-0.2974	-0.38058	-0.566	-0.39905	-0.2585	-0.1771

(七)、月均溫的影響

由以上結果(五)可知，同樣是 12 月，500 百帕槽脊對地面影響不同，可能原因為氣候年際的微小變遷使得 500 百帕槽脊強度不同。統計的月均溫如下表：表中結果可以看出，2013 年 12 月的月均溫小於 2012 年 12 月的月均溫，差值大於 1 度，2013 年 12 月較 2012 年 12 月冷，所以 500 百帕分析結果不同。

觀察（六）表格 1~2 呈現的結果很類似，兩種資料皆在 200 百帕台北呈現中度負相關而在嘉義呈現低到中度負相關，由下表可以看出 2014 年 1 月月均溫較 2013 年 1 月低，整個月高空幾乎吹西北風，所以有無篩選風向分析的結果相似。高空強勁且

持續的吹北風，將冷空氣往南輸送而使地面在數小時內的溫度下降較多，也在中、高層高度造成強訊號(藍色數字)，表格 3 台北和嘉義測站皆出現相對強訊號，嘉義測站的 400 百帕也出現強訊號，此結果和 2013 年 1 月(結果(二))不同。

(°c)	201212	201301	201302	201312	201401
台北	17.41	16.16	18.20	16.11	15.96
嘉義	17.19	15.35	18.05	15.61	14.47

(八)、850 百帕 260 度~360 度風向的風速資料，和逐時平移的地面氣溫資料作相關分析結果：

台北	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	(+1)	(+2)	(+3)	(+4)
201212	0.426948	0.359979	0.42206	0.328553	0.099945	-0.07945	-0.00197	-0.03876	-0.13541
201301	0.061459	0.083243	0.089946	0.087639	-0.09701	-0.37502	-0.49681	-0.51892	-0.54929
201302	0.72948	0.781087	0.79016	0.714478	0.556176	0.320681	0.250505	0.100506	-0.04585
201312	0.46403	0.597721	0.690101	0.684359	0.662823	0.524317	0.210403	-0.08515	0.115436
201401	-0.51642	-0.4204	-0.37522	-0.41718	-0.45274	-0.5376	-0.04918	0.316191	0.219945

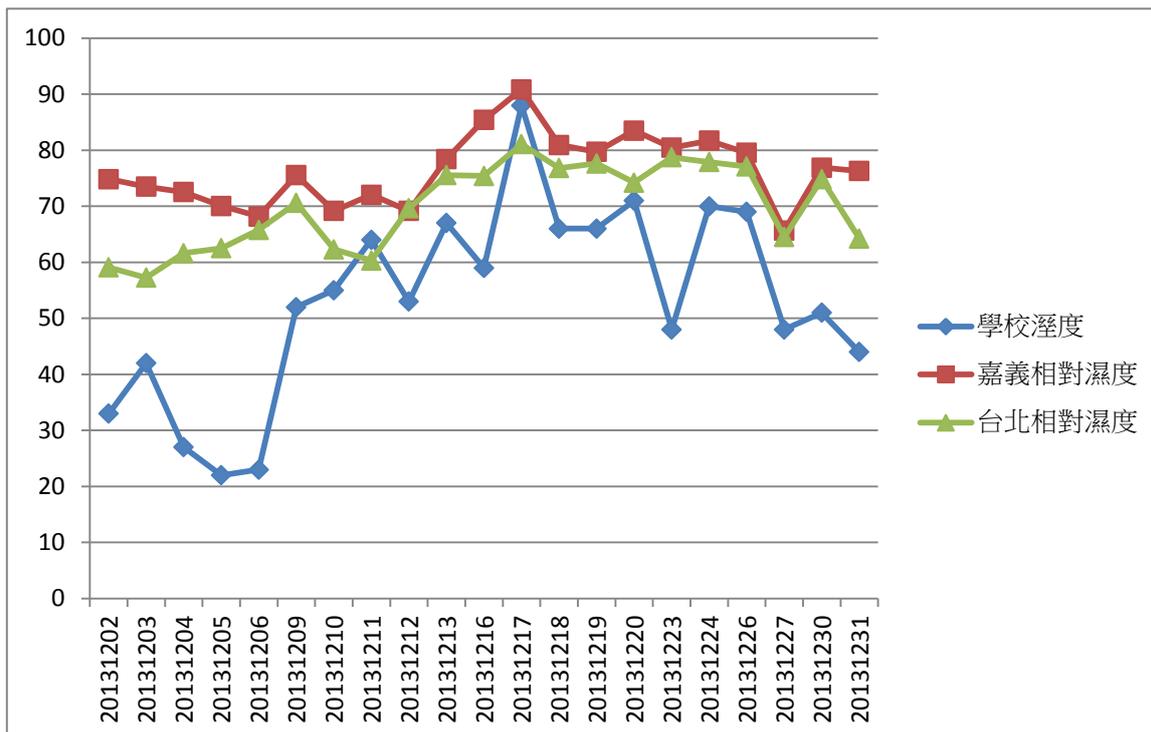
嘉義	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	(+1)	(+2)	(+3)	(+4)
201212	-0.26051	-0.23293	-0.22196	-0.21086	-0.27793	-0.18974	-0.08791	-0.04793	-0.09453
201301	-0.1084	-0.05827	0.021121	0.112455	0.072523	-0.04288	0.003341	-0.04766	-0.31739
201302	0.353905	0.367645	0.554651	0.674198	0.526336	0.295401	0.476414	0.125908	0.032426
201312	0.380967	0.459949	0.544343	0.696732	0.787842	0.561875	0.349289	0.294352	0.311967
201401	-0.45579	-0.40788	-0.45062	-0.40258	-0.48958	-0.30706	0.220278	0.246019	0.256503

由上表格中的結果可以看出，只有在一月份 850 百帕槽脊對地面降溫有影響，而且時間延遲很小(紅字部分)。850 百帕為弱槽脊，隆冬才可見到它的影響，此高度已近大氣邊界層，高度不高，故時間延遲很小。

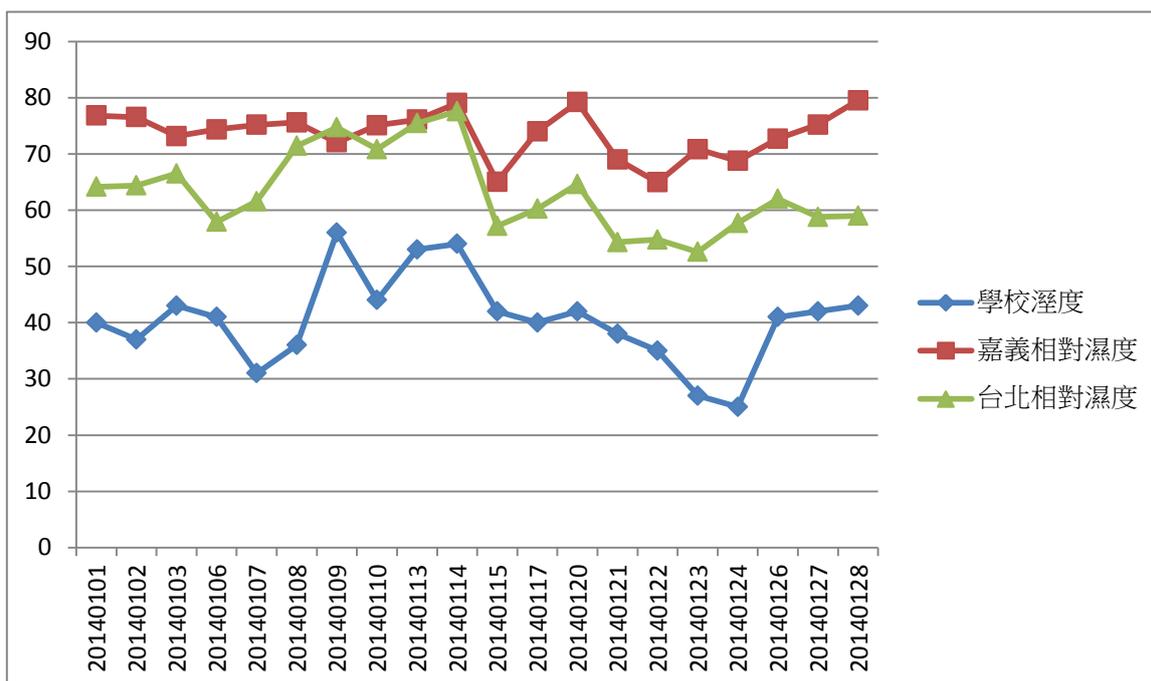
五、地面測站與學校資料濕度與溫度比較

(一)、在二、(五)中，台北及嘉義測站地面相對濕度分別對學校溼度做相關係數，其相關係數在 2013 年 12 月、2014 年 1 月各呈現中度相關到高度相關，且作圖後趨勢接近。因此，可由學校觀測的溼度推測並代表地面測站的相對溼度。

(%)

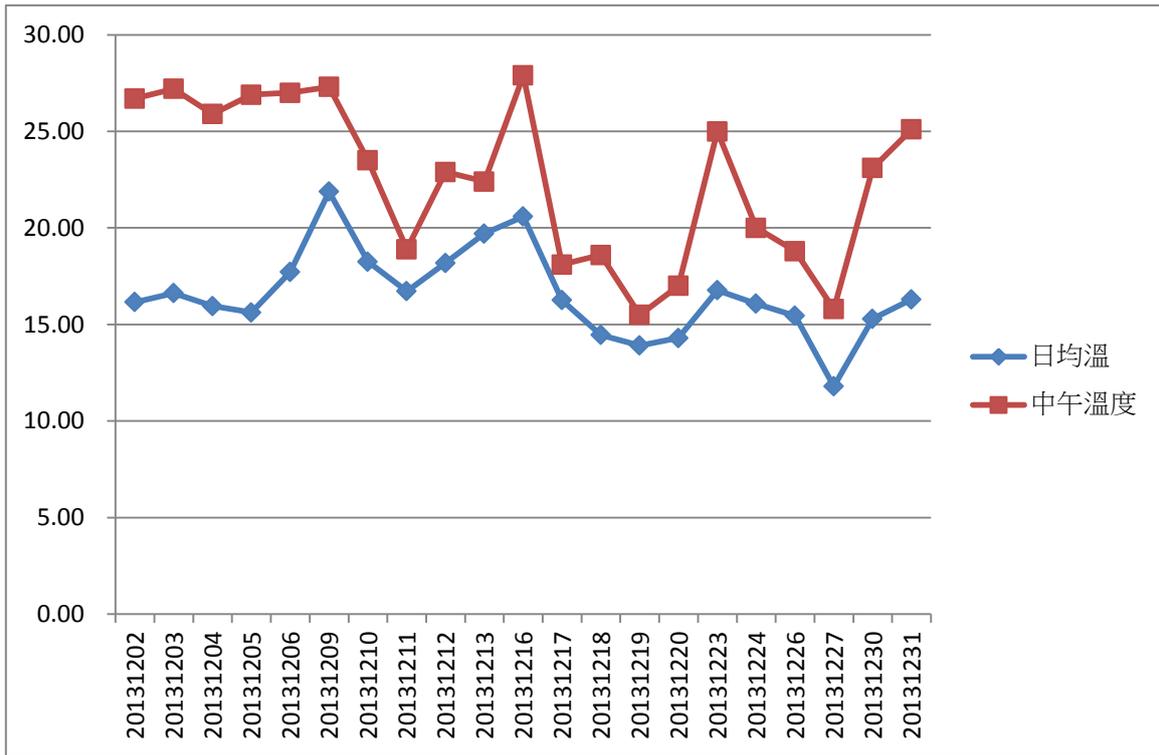


(%)

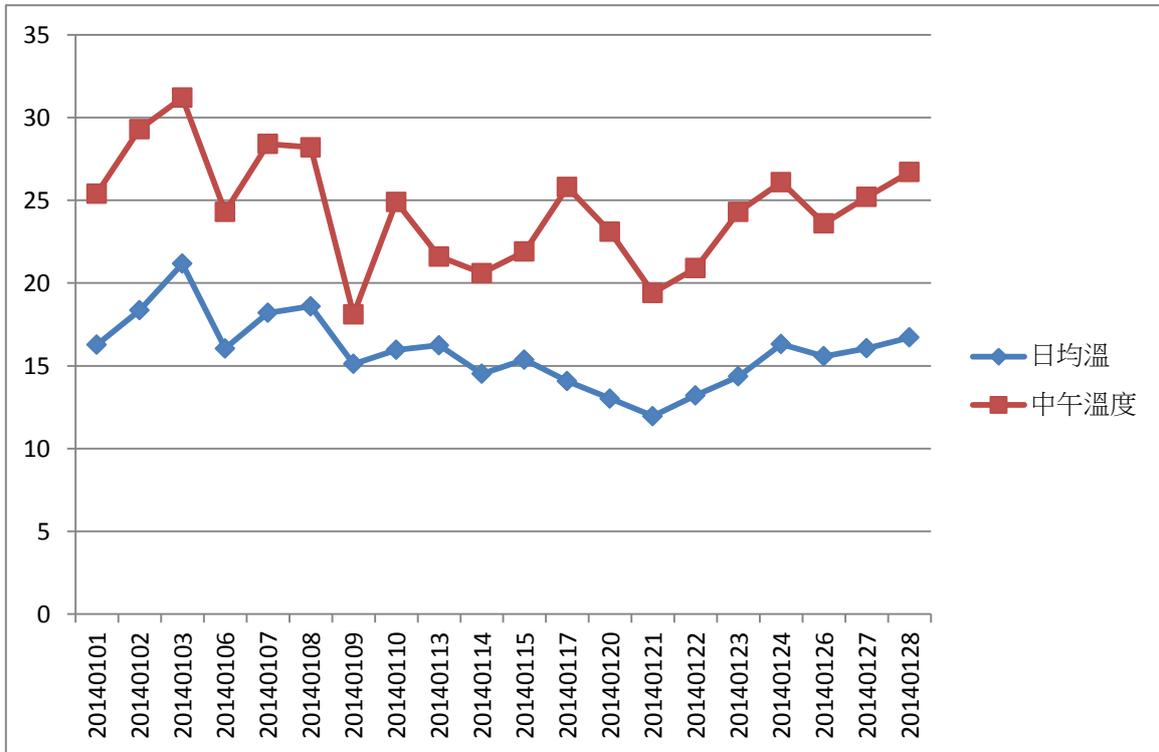


(二)、在四、(九)中，嘉義地面測站的日均溫對學校溫度的相關係數在 2013 年 12 月、2014 年 1 月時分別是 0.6427 與 0.806001，且日均溫與學校中午溫度作圖後曲線趨勢接近。因此，可用學校觀測的溫度資料代表、推測地面的溫度。

(°C)



(°C)



柒、結論

- 一、寒潮爆發期間地面溫度與濕度的相關性高。故相對溼度可作為寒潮爆發期間的一項重要指標。
- 二、由地面有反應的事件再探討高層氣象因素是比較正確的作法，根據此一作法可以看出 850 百帕的露點和地面相對溼度成中度或高度正相關，850 百帕水氣量若增加，嘉義溼度的變化較台北明顯。
- 三、冷氣團南下，台北會比嘉義稍早受影響，故高空槽脊系統對地面的影響，台北較為顯著。
- 四、寒潮期間，200 百帕高空連續且長時間吹北風對地面氣溫有影響，高空風速和地面溫度呈現中度到高度負相關：200 百帕天氣系統變化的時間尺度最長，數十小時才能看到變化；500 百帕天氣系統變化的時間尺度較短，在二月份數小時內可以看到變化；850 百帕的槽脊最弱，在一月份才可看到變化，變化時間尺度為 1~2 小時。
- 五、根據學校測站對地面測站的相對濕度及溫度比較，發現可利用學校資料中的溫度及濕度作為地面測站相對濕度及整日均溫資料的指標。

捌、參考資料及其他

- 一、David M. Schultz。(2005)*A Review of Cold Fronts with Prefrontal Troughs and Wind Shifts*
- 二、張泉湧譯，(1995)普通氣象學，國立編譯館。
- 三、戚啟勳，(1980)大氣科學，大中國圖書公司。

【評語】 040507

利用探空資料以及地面溫度與相對溼度資料，討論影響台北嘉義兩地溫度下降以及溼度變化之相關因子，統計結果繁多，雖有一些因子相關性佳，但月份變異大，不同地點的相關性也差異大，物理過程及因果關係不易釐清。背景知識以及相關文獻之探討可以再加強。