

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

第一名

040501

翻落山頭的火燒風—台東焚風探究

學校名稱： 國立彰化女子高級中學

作者：	指導老師：
高二 顏嘉儀	唐國詩
高二 蔡品儀	
高二 詹依瑾	

關 鍵 詞：焚風、颱風、台東

翻落山頭的火燒風－台東焚風探究

摘要

利用中央氣象局之氣象資料，針對台東地區之颱風引發焚風案例進行分析，發現台東地區因颱風引發焚風之次數較其它地區多；焚風發生時，氣溫和相對濕度有較一致的變化，風向以西－西南風為主，但台東各地發生焚風時在時間順序和強度上有差異；1 類和 2 類之侵台颱風路徑最常引發台東焚風，台東發生焚風時，颱風中心位置之可能範圍約在北緯 23 度 40 分至 25 度 30 分間、東經 120 度 0 分至 121 度 50 分之間；地形因素可能是造成台東地區焚風次數較多、以及大武之焚風現象常較輕微的原因。

壹、研究動機

回想起去年(2005 年)七月海棠颱風侵襲台灣時，住在彰化沿海的我們，除了狂風暴雨外，還感受到一股不尋常的乾熱風來襲，行道樹迎風側甚至被熱風吹成了黃褐色，老一輩的人稱它為「火燒風」。不同於以往颱風引起的潮濕西南氣流，這次西部沿海罕見的火燒風立刻就引起我們的好奇。我們開始著手蒐集相關資料，發現原來火燒風就是氣象上所稱的「焚風」；而這類焚風現象在台灣也發生了不少次，尤其是台灣東部，常見報載台東地區因出現焚風而造成不少農業損失。為了更加了解焚風現象，於是我們三人選定了發生次數較多的台東地區焚風為主題，開始了更深入的焚風現象探究。

由高二地球科學下冊課本中得知，焚風的產生，來自於氣流過山時，在迎風面因空氣爬坡降溫而成雲致雨，使空氣中水氣減少，而較乾空氣在背風面下降增溫時的溫度變化率又大於迎風面潮濕的空氣，因而造成既乾且熱的風吹至背風面山腳；以台東地區的地理位置而言，某些路徑的颱風帶來偏西方向的風越山而過，就可能造成一定強度的焚風。

台東地區發生焚風次數是否較多及其可能原因，是本研究想探討的內容。但由參考資料中得知，台灣地區焚風之成因不僅單一由颱風引發，台灣周圍環流或鋒面系統所造成的西南氣流越山而過時，均可能使台東地區產生焚風；在陳悅芬焚風研究論文中，統計了 26 個台灣東部焚風個案(包括花蓮)中，以與鋒面系統(導致西南氣流)有關者所佔比例最高(65.5%)，因颱風引起者佔其餘 34.5%，可見台東地區焚風多，不僅為單一類型氣象因素所致。

為簡化研究範圍，本研究仍以颱風引發台東地區(含成功、台東及大武)焚風為主題，統計發生次數，分析氣象及地形資料以了解發生焚風時的特性及地形之可能影響。

在不同的焚風相關研究中，對於焚風並沒有一個統一的定義，本研究進行分析時所認定焚風之出現，定義為：「測站氣溫在一小時內上升 2.5 度以上，同時伴隨著相對濕度下降 15%以上(數個例外為數小時內逐漸改變氣溫及相對濕度值)，而實際氣溫值均在 30 度以上、相對濕度值均在 60%以下」。

貳、研究目的

- 一、統計、判斷台東區域因颱風引發焚風之次數是否較多。
- 二、探討台東區域發生焚風時涵蓋之時間及空間範圍、各氣象因子的變化情形，以及台東區域各測站之關聯性。
- 三、探討侵台颱風路徑、中心位置及颱風強度和台東區域焚風之關係。
- 四、探討地形對台東區域產生焚風之影響。

參、研究設備及器材

- 一、個人電腦。
- 二、使用軟體：Microsoft Excel。

肆、研究過程與方法

一、蒐集資料方式及資料來源：

(一) 蒐集台灣各地區曾因颱風引發焚風之資料，資料來源包括：

- 1、中央氣象局焚風網頁中 1963~1994 年間的颱風－焚風資料。
- 2、焚風相關論文中曾對台灣各地長期颱風－焚風案例進行研究者，此處選用氣象學報郭文鑠等之研究中 1959~1979 年颱風－焚風資料。
- 3、2000~2005 年間媒體(電子報)曾出現之焚風相關報導。

(二) 挑選颱風－焚風案例，蒐集氣象資料：

- 1、本研究挑選、進行分析之颱風－焚風案例如表一，包括下列兩組：
 - (1) 近年(2004~2005 年)由媒體報導已知颱風引發台東區域焚風之案例中，共挑選 6 例。
 - (2) 上述中央氣象局焚風網頁(1963~1994 年)中曾發生引發台東焚風之颱風案例共挑選 8 例。
- 2、本研究進行分析之氣象資料包括氣溫、濕度、風速、風向、瞬間最大風速等；氣象測站及測站資料如表二；各地氣象資料來源如下：
 - (1) 由中央氣象局網頁下載各氣象測站之氣象資料(有些焚風案例發生於本研究進行期間，則自中央氣象局即時下載近 30 日各測站資料)。
 - (2) 向中央氣象局申購其它氣象資料。
- (三) 由中央氣象局網頁之颱風資料庫查詢上述颱風之路徑、強度資料。
- (四) 由地圖查詢台東區域附近之地形資料。

表一、引發台東區域焚風之颱風、發生焚風日期及地點

發生焚風日期	颱風名稱(發生焚風地點)、(另列花蓮作比較)
第一組颱風(2004~2005 年)	
2005 年 10 月 2 日	龍王 LONGWANG(大武、台東)
2005 年 8 月 31~9 月 1 日	泰利 TALIM(大武、台東、成功、花蓮)
2005 年 8 月 4~5 日	瑪莎 MATSA(大武、台東)
2005 年 7 月 18 日	海棠 HAITANG(台東、成功)
2004 年 10 月 25 日	納坦 NOCKTEN(大武)
2004 年 8 月 24~8 月 25 日	艾利 AERE(大武、台東、成功)
第二組颱風(1960~1994 年，部分颱風缺氣象資料，只列入統計)	
1994 年 8 月 7~8 日	道格 DOUG(台東、成功、花蓮)
1989 年 9 月 12 日	莎拉 SARAH(台東、花蓮)
1986 年 8 月 22 日(成功資料不全)	韋恩 WAYNE 有(台東、成功)
1985 年 8 月 23 日	尼爾森 NELSON(台東)
1976 年 8 月 9 日(成功資料不全)	畢莉 BILLIE(台東、成功)
1971 年 9 月 22 日	貝絲 BESS(台東、成功)
1969 年 9 月 27 日	艾爾西 ELSIE(台東)
1965 年 8 月 19 日(缺氣象資料)	瑪麗 MARY(成功)
1963 年 9 月 11 日(成功資料不全)	葛樂禮 GLORIA(台東、成功)
1960 年 8 月 8 日(缺氣象資料)	崔絲 TRIX(大武)

表二、各氣象測站之位置及高度(另列高雄測站資料以作比較)

氣象測站	經度	緯度	海拔高度(m)
大武	東經 120 度 53 分 44 秒	北緯 22 度 21 分 27 秒	8
台東	東經 121 度 08 分 47 秒	北緯 22 度 45 分 14 秒	9
成功	東經 121 度 21 分 55 秒	北緯 23 度 05 分 57 秒	33
高雄	東經 120 度 18 分 28 秒	北緯 22 度 34 分 04 秒	2

二、資料分析方式：

(一) 由資料一之(一)統計台東區域(含成功、台東及大武)和其它地區歷年因颱風引發焚風之次數，並進行比較。

(二) 將一之(二)中台東區域之颱風—焚風案例資料進行下列分析：

找出各測站實際發生焚風之時段，挑選約最強焚風時刻前後各 6 小時之時段(共 13 小時)，做氣溫、相對濕度、風速之逐時變化圖(以 Excel 進行統計分析)，另風向及瞬間最大風速只讀取數值不作圖，分析這些資料以探討其特徵及規則性。

(三) 將分析之颱風—焚風案例和颱風路徑及颱風強度比較，探討各地焚風發生時與相對應時間的颱風中心位置及強度之關聯性。

(四) 繪出大武、台東及成功三個測站向西南方至台灣西側之地形剖面圖，以探討地形

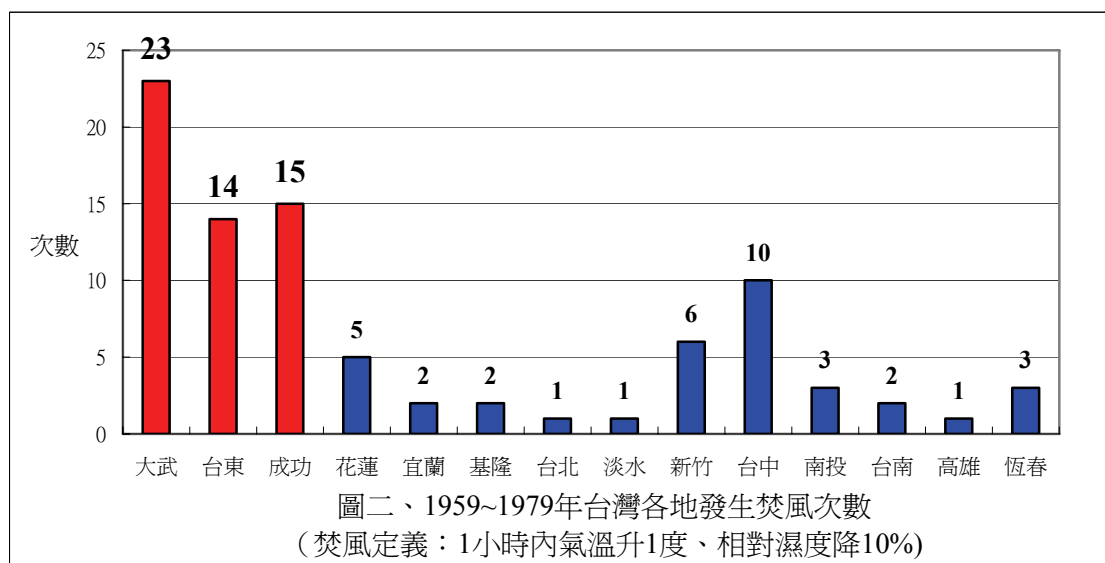
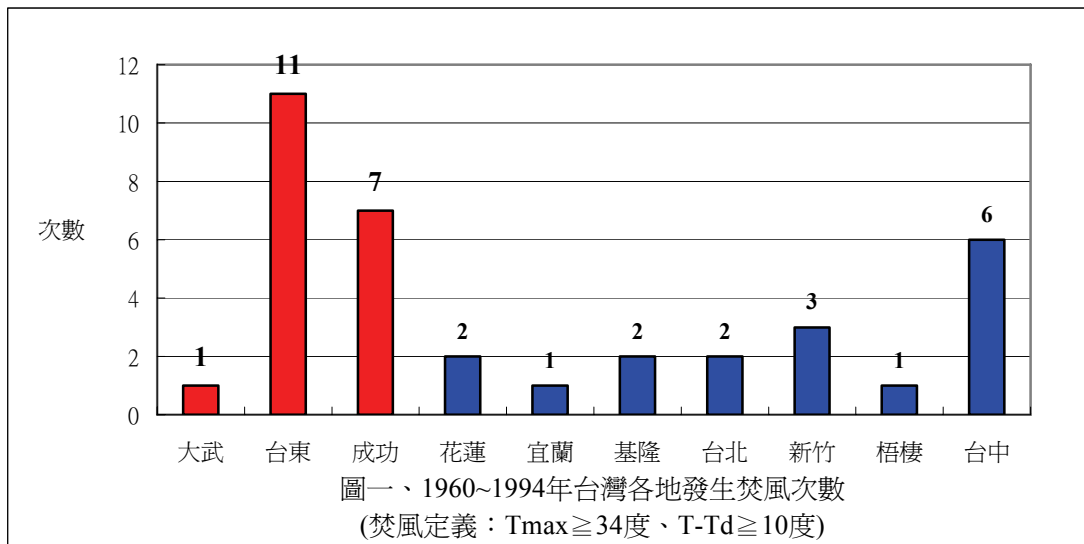
對台東區域產生焚風之影響；本研究除大武、台東及成功外，另繪花蓮及宜蘭西南剖面以進行比較。(本研究中，焚風發生時各測站之風向以西南風居多，故選擇西南方向之地形剖面)

伍、研究結果

一、台東區域(含成功、台東及大武)因颱風引發焚風之次數：

本研究共對三組颱風誘發焚風資料進行統計，其來源和對焚風之定義各不相同，統計結果如下：

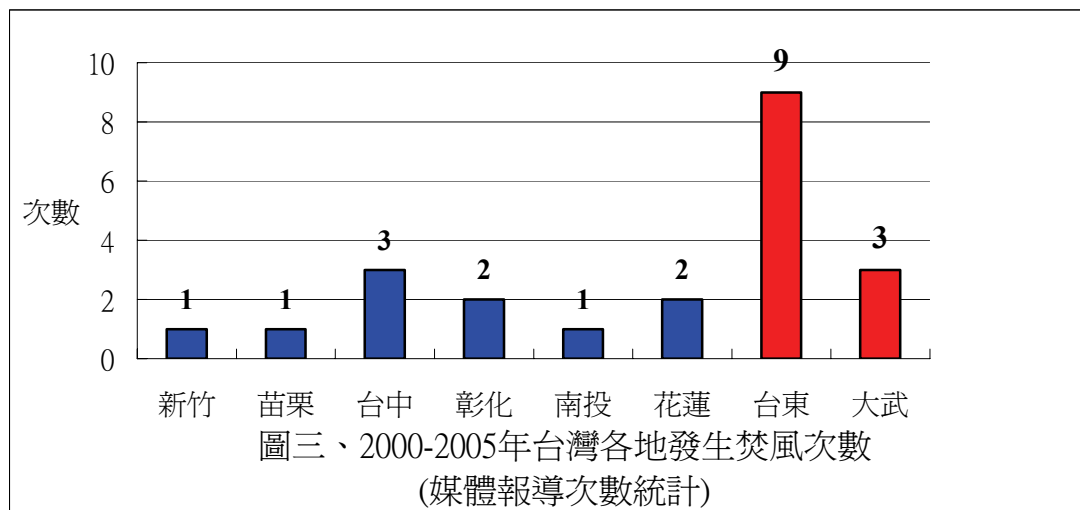
(一) 1960~1994 年共 35 年間，各地颱風－焚風次數：來源為中央氣象局焚風網頁，焚風定義為：「最高溫(T_{max}) ≥ 34 度，且氣溫和露點溫度之差值($T-T_d$) ≥ 10 度(此時之相對濕度約小於 54%)」；各地發生次數統計如圖一，其中台東發生 11 次，次數最多；成功 7 次次之；大武 1 次，其它地點較多者為台中 6 次、新竹 3 次。



(二) 1959~1979 年共 21 年間，各地颱風－焚風次數：來源為郭文鑠等之研究報告，此研究之焚風定義較寬鬆，作者主觀定義為「一小時內相對濕度遽降 10%、氣溫遽升 1 度以上

者，均稱為焚風現象」；各地發生次數統計如圖二，其中大武 23 次、成功 15 次、台東 14 次，分居前三；另次數較多者包括台中 10 次、新竹 6 次、花蓮 5 次。

(三) 2000~2005 年共 6 年間，各地颱風—焚風次數：來源為自電子報中曾出現之焚風報導次數進行統計；各地發生次數統計如圖三，其中台東發生 9 次，次數最多；大武 3 次，與台中同為第二多之測站；成功則無報導。



二、台東區域發生焚風時各測站涵蓋之時間及各氣象因子的變化情形：

(一) 第一組資料—2004~2005 年 6 個颱風個案：

1、2005 年 10 月 2 日龍王颱風：大武及台東發生焚風，見圖四及圖五—大武焚風持續約 7 小時，最高溫 31.1 度，最低相對濕度達 55%，主要風向為南風；台東焚風持續約 5 小時，最高溫 32.8 度，最低相對濕度達 48%，主要風向為西南風。

2、2005 年 8 月 31~9 月 1 日—泰利颱風：大武、台東及成功發生焚風，見圖六、圖七及圖八—大武焚風持續約 6 小時，最高溫 32.6 度，最低相對濕度達 56%，主要風向為南風；台東焚風持續約 5 小時，最高溫 35.7 度，最低相對濕度達 41%，主要風向為西南風；成功焚風持續約 3 小時，最高溫 36.4 度，最低相對濕度達 43%，主要風向為西南風。

3、2005 年 8 月 4~5 日—瑪莎颱風：大武及台東發生焚風，見圖九及圖十一—大武焚風持續約 16 小時，最高溫 34.1 度，最低相對濕度達 40%，主要風向為西南—南風；台東焚風持續約 10 小時，最高溫 35.9 度，最低相對濕度達 31%，主要風向為西北—西南風。

4、2005 年 7 月 18 日—海棠颱風：台東及成功發生焚風，見圖十一及圖十二—台東焚風持續約 5 小時，最高溫 36.9 度，最低相對濕度達 35%，主要風向為西南風；成功焚風持續約 3 小時，最高溫 37.6 度，最低相對濕度達 39%，主要風向為西風。

5、2004 年 10 月 25 日—納坦颱風：大武發生焚風，見圖十三—大武焚風持續約 4 小時，最高溫 30.3 度，最低相對濕度達 45%，主要風向為南風。

6、2004 年 8 月 24~25 日—艾利颱風：大武、台東及成功發生焚風，見圖十四、圖十五及圖十六—大武焚風持續約 17 小時，最高溫 34.9 度，最低相對濕度達 48%，主要風向為南風；台東焚風持續約 10 小時，最高溫 36.7 度，最低相對濕度達 34%，主要風向為西風；成功焚風持續約 2 小時，最高溫 35.1 度，最低相對濕度達 41%，主要風向為西南風。

(二) 第二組資料－1963~1994 年 8 個颱風個案：

1、1994 年 8 月 7~8 日－道格颱風：台東及成功發生焚風，見圖十七及圖十八－台東焚風持續約 6 小時，最高溫 35.1 度，最低相對濕度達 39%，主要風向為西南風；成功焚風持續約 4 小時，最高溫 38.0 度，最低相對濕度達 31%，主要風向為西南風。

2、1989 年 9 月 12 日－莎拉颱風：台東發生焚風，見圖十九－台東焚風持續約 2 小時，最高溫 34.8 度，最低相對濕度達 46%，主要風向為西南風。

3、1986 年 8 月 22 日－韋恩颱風：台東及成功(缺資料)發生焚風，見圖二十一－台東焚風持續約 8 小時，最高溫 34.6 度，最低相對濕度達 31%，主要風向為西－西南風。

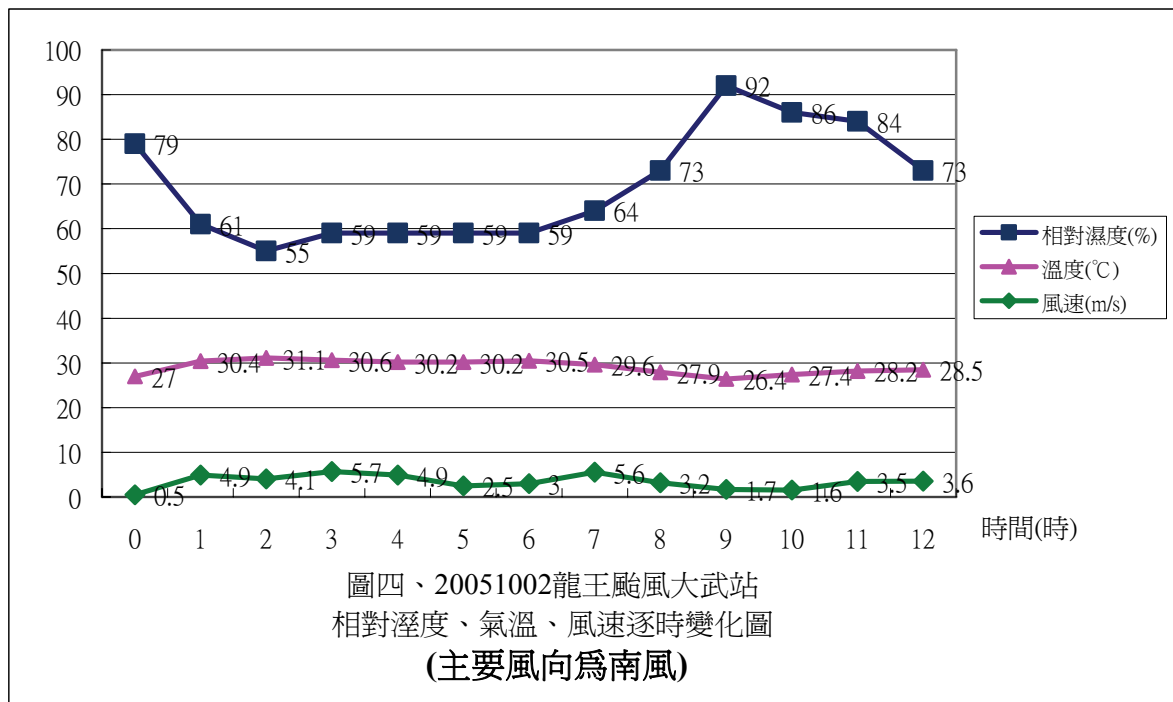
4、1985 年 8 月 23 日－尼爾森颱風：台東發生焚風，見圖二十一－台東焚風持續約 4 小時，最高溫 34.4 度，最低相對濕度達 45%，主要風向為南－東南風。

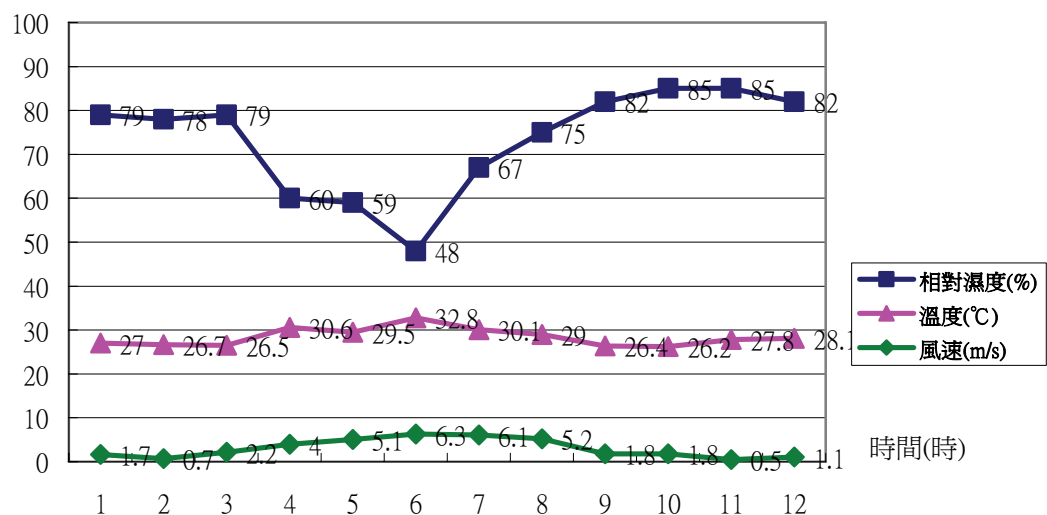
5、1976 年 8 月 9~10 日－畢莉颱風：台東及成功(氣象資料不全，仍繪圖分析)發生焚風，見圖二十二及圖二十三－台東焚風持續約 7 小時，最高溫 35.0 度，最低相對濕度達 43%，主要風向為西風；成功焚風持續約 4 小時，最高溫 35.0 度，最低相對濕度達 35%，主要風向為西南風。

6、1971 年 9 月 22~23 日－貝絲颱風：台東及成功發生焚風，見圖二十四及圖二十五－台東焚風持續約 6 小時，最高溫 35.4 度，最低相對濕度達 39%，主要風向為西－西南風；成功焚風持續約 4 小時，最高溫 36.2 度，最低相對濕度達 37%，主要風向為西南風。

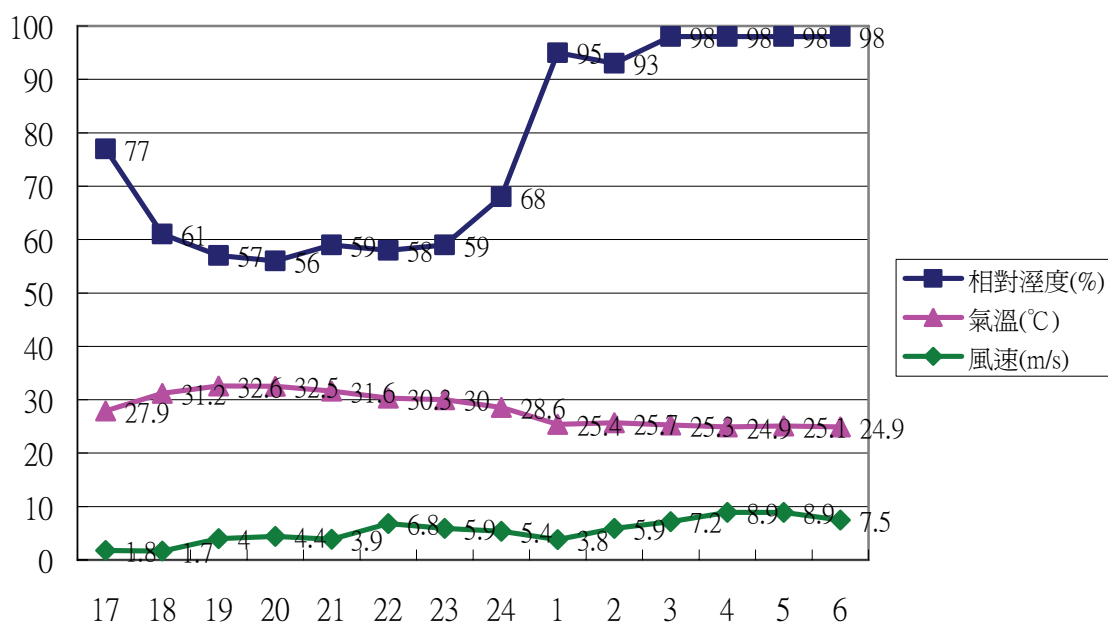
7、1969 年 9 月 26~27 日－艾爾西颱風：台東發生焚風，見圖二十六－台東焚風持續約 4 小時，最高溫 33.8 度，最低相對濕度達 43%，主要風向為西南風。

8、1963 年 9 月 11 日－葛樂禮颱風：台東及成功(缺資料)發生焚風，見圖二十七－台東焚風持續約 10 小時，最高溫 34.5 度，最低相對濕度達 41%，主要風向為西－西南風。

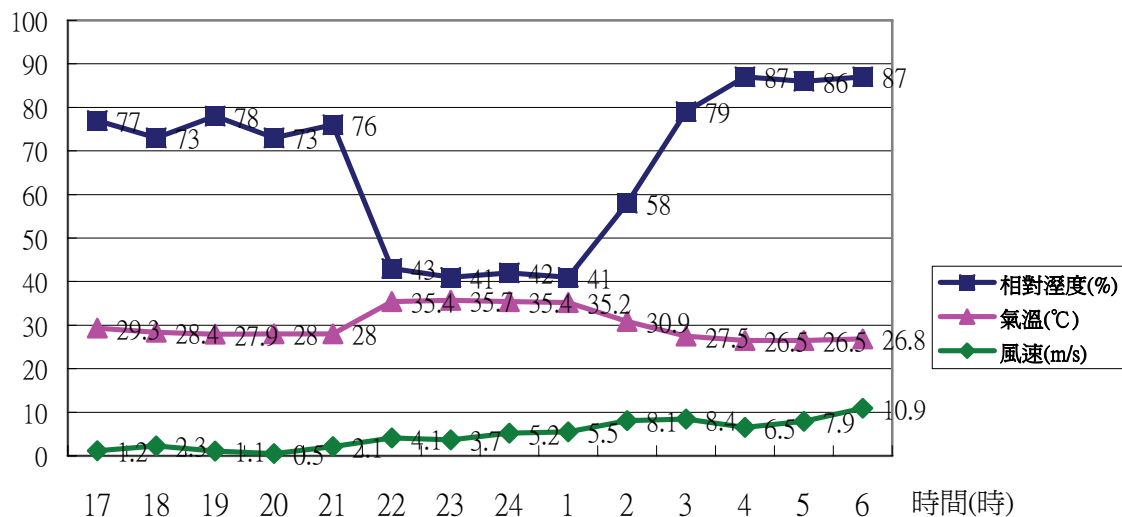




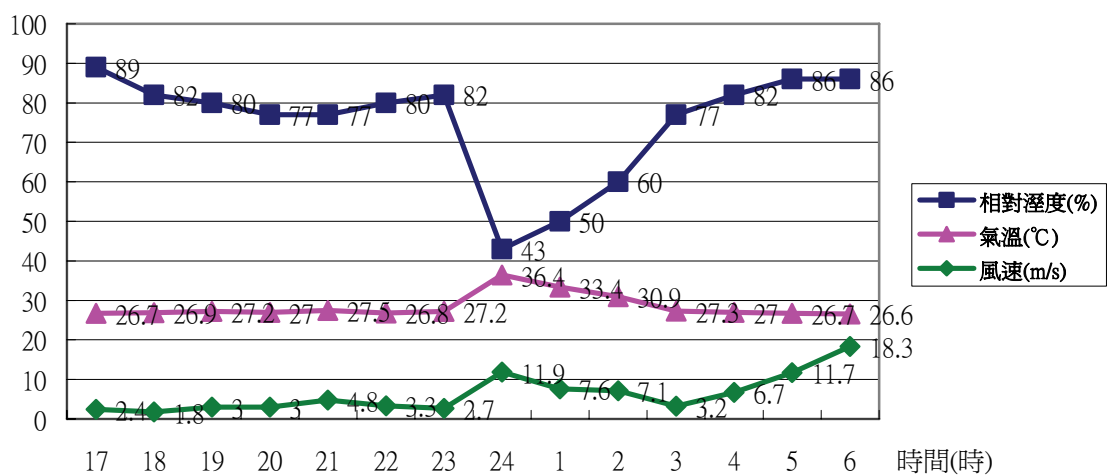
圖五、20051002龍王颱風台東站
相對濕度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



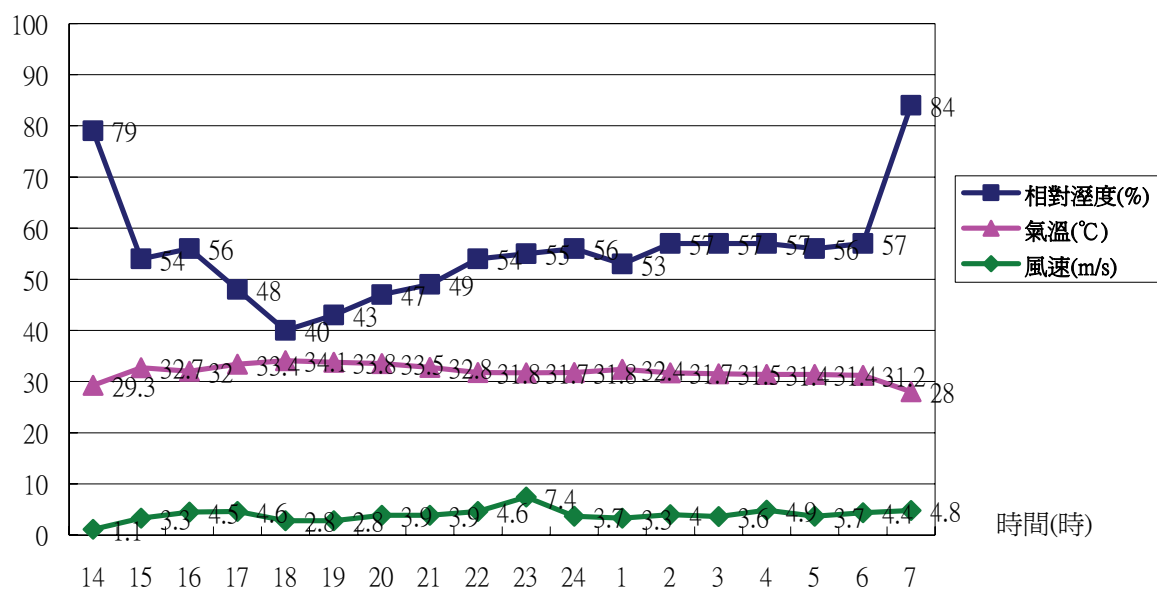
圖六、20050831泰利颱風大武站
相對濕度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲南風)



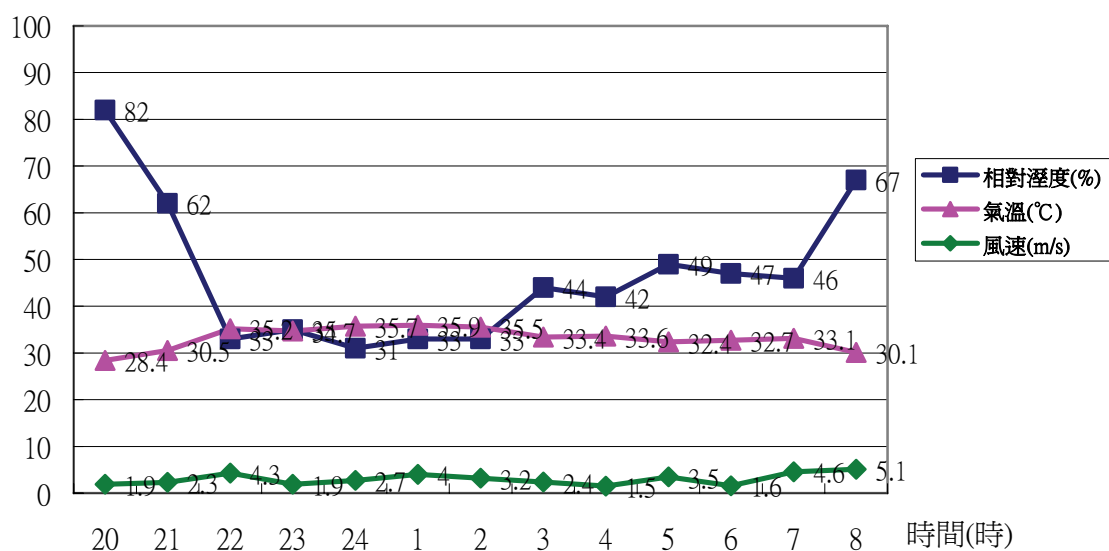
圖七、20050831泰利颱風台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



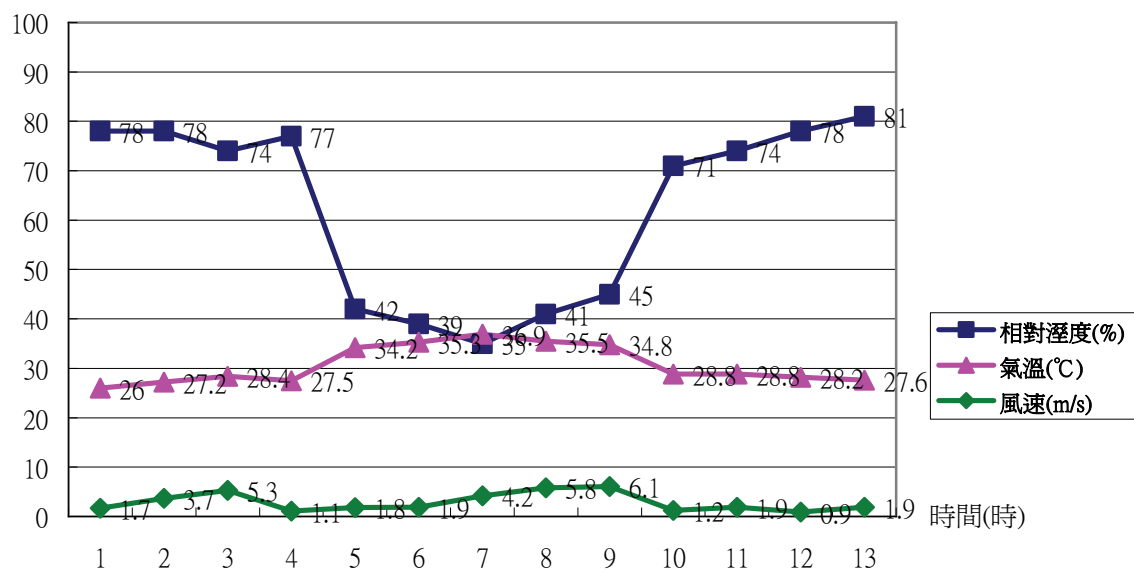
圖八、20050831泰利颱風成功站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



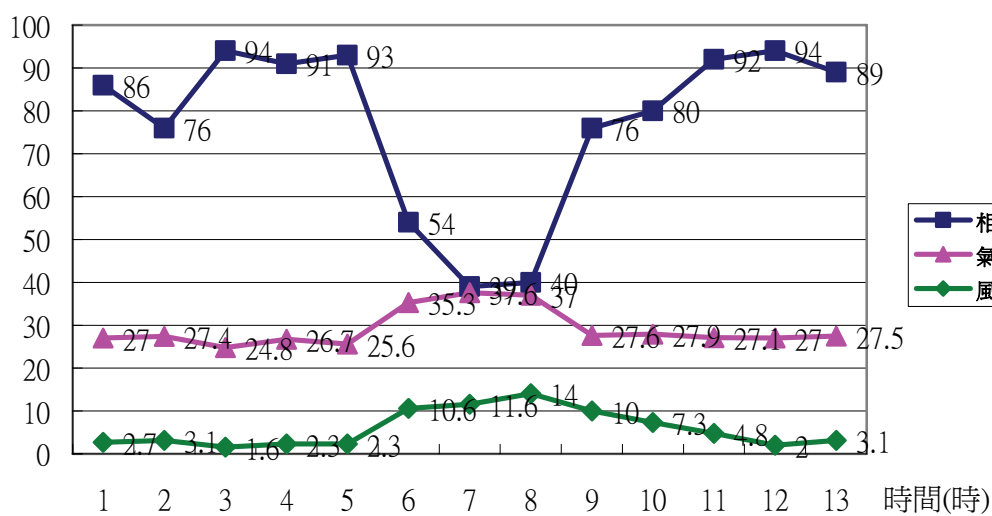
圖九、20050804-0805瑪莎颱風大武站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南-南風)



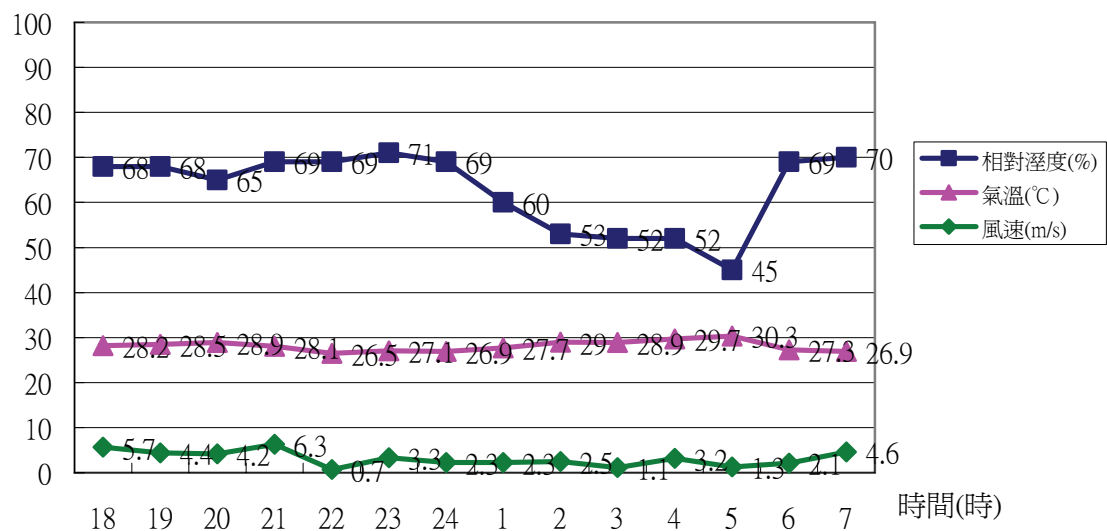
圖十、20050804-0805瑪莎颱風台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西北-西南風)



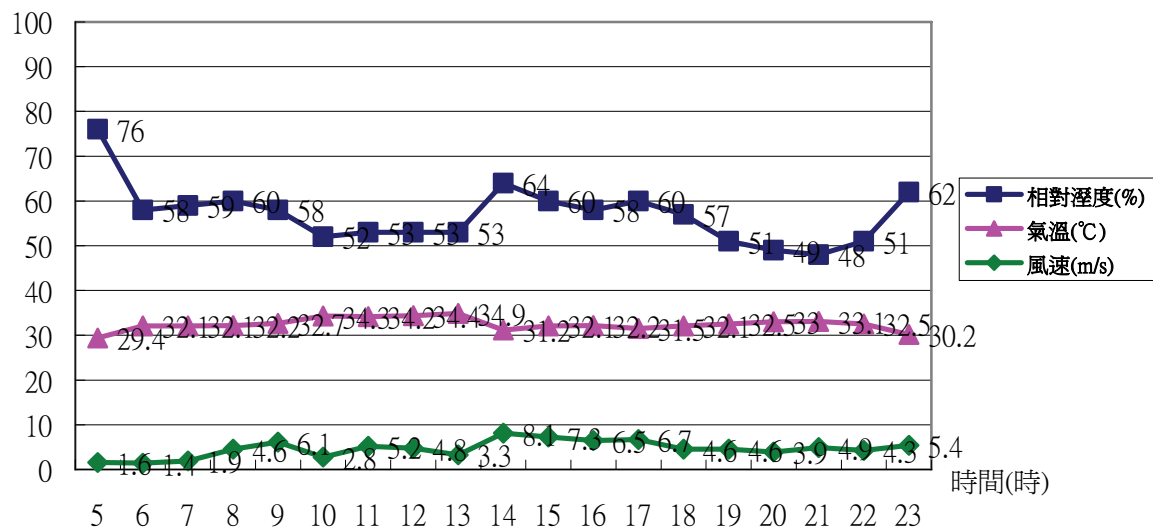
圖十一、20050718海棠颱風台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



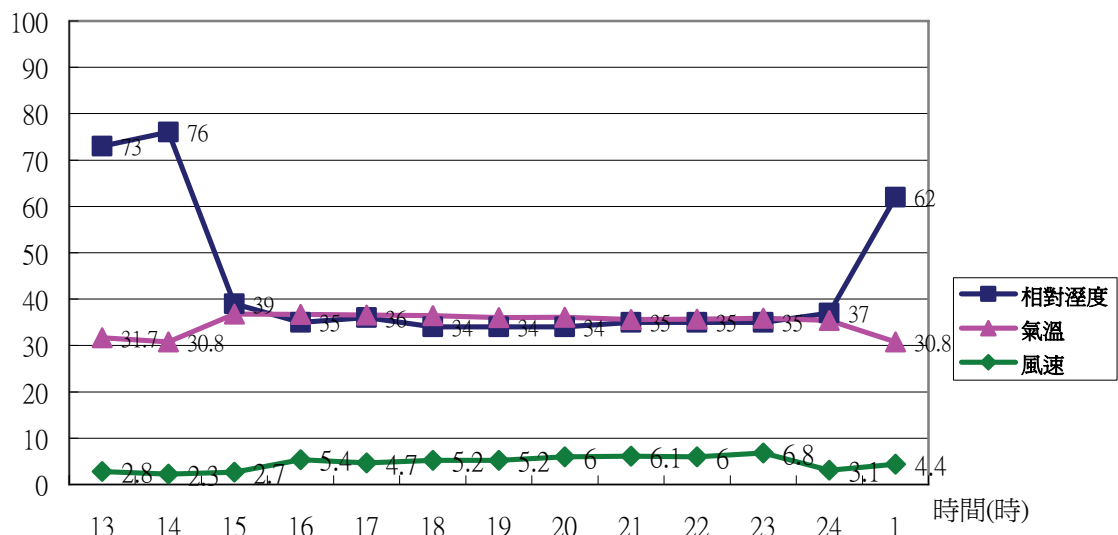
圖十二、20050718海棠颱風成功站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西風)



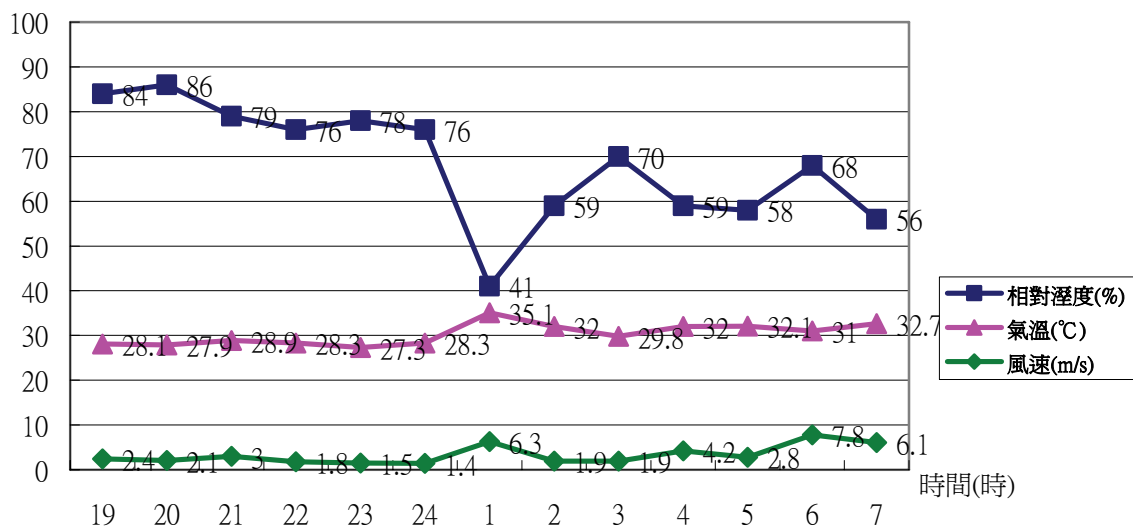
圖十三、20041024~1025納坦颱風大武站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲南風)



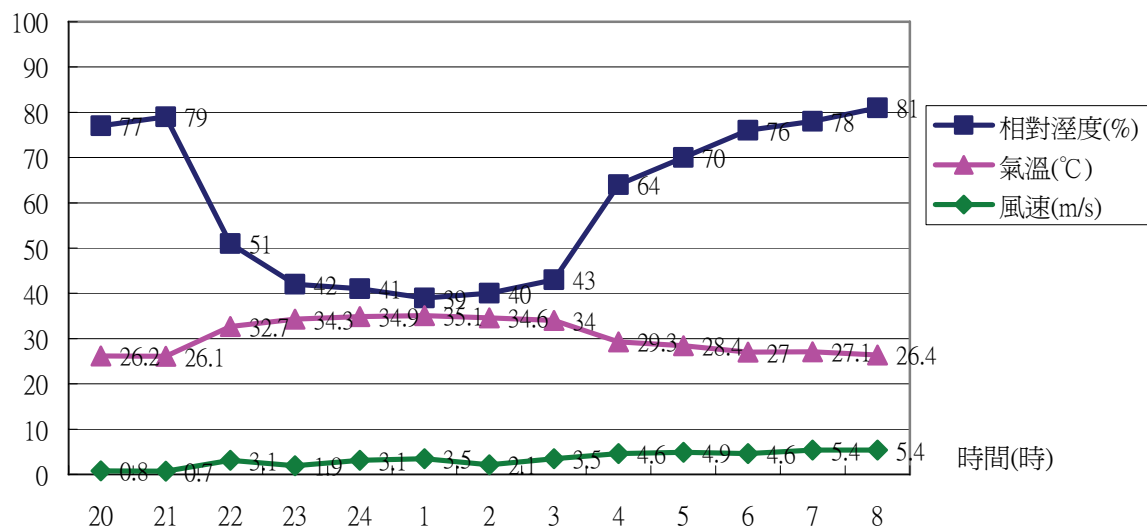
圖十四、20040824艾利颱風大武站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲南風)



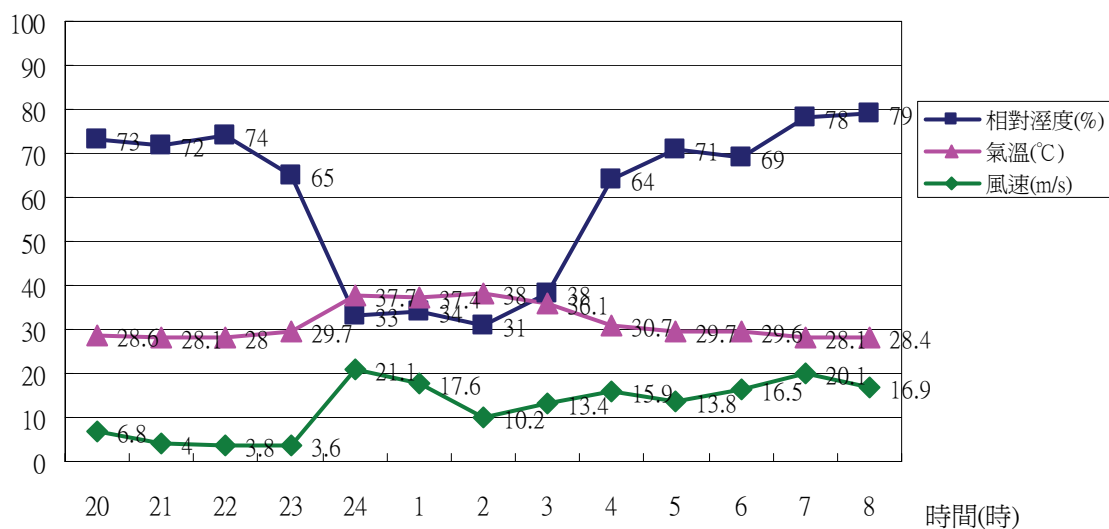
圖十五、20040824艾利颱風台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西風)



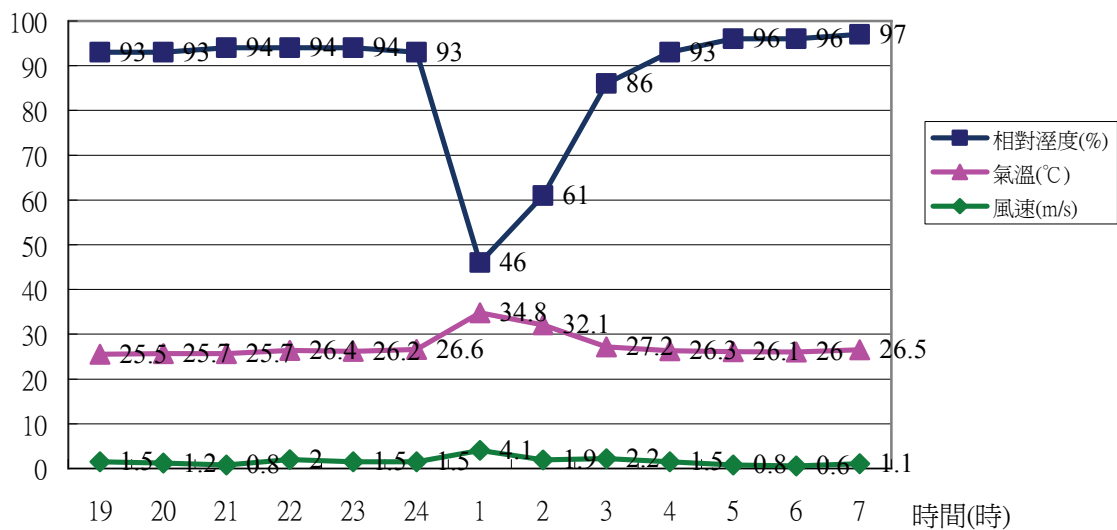
圖十六、20040824艾利颱風成功站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



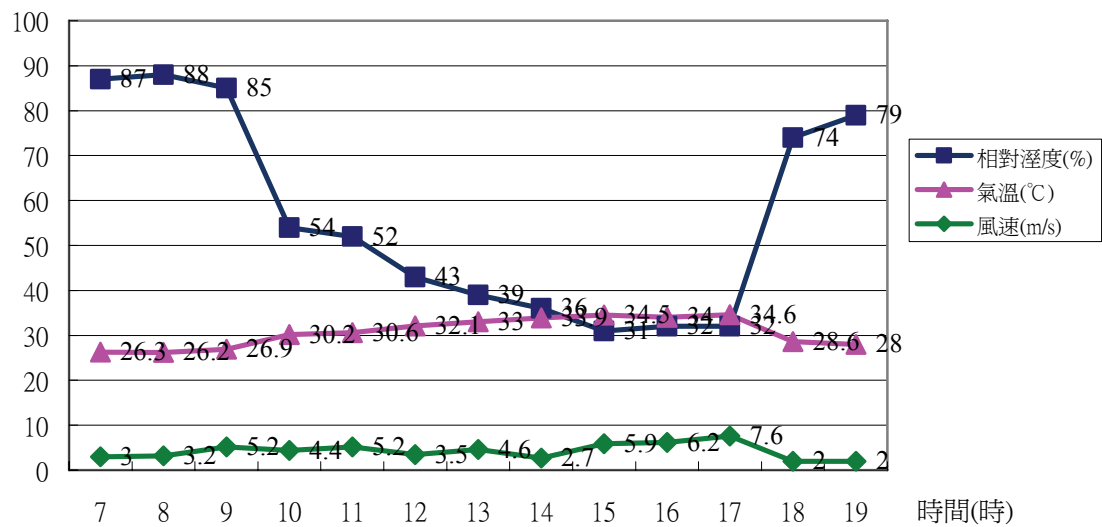
圖十七、19940807~0808道格颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



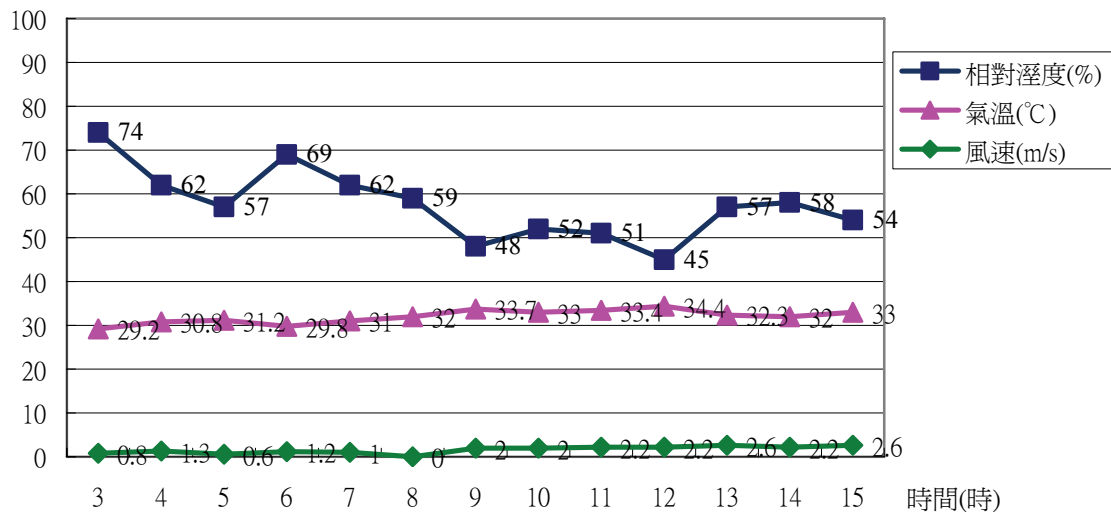
圖十八、19940807~0808道格颱風成功站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



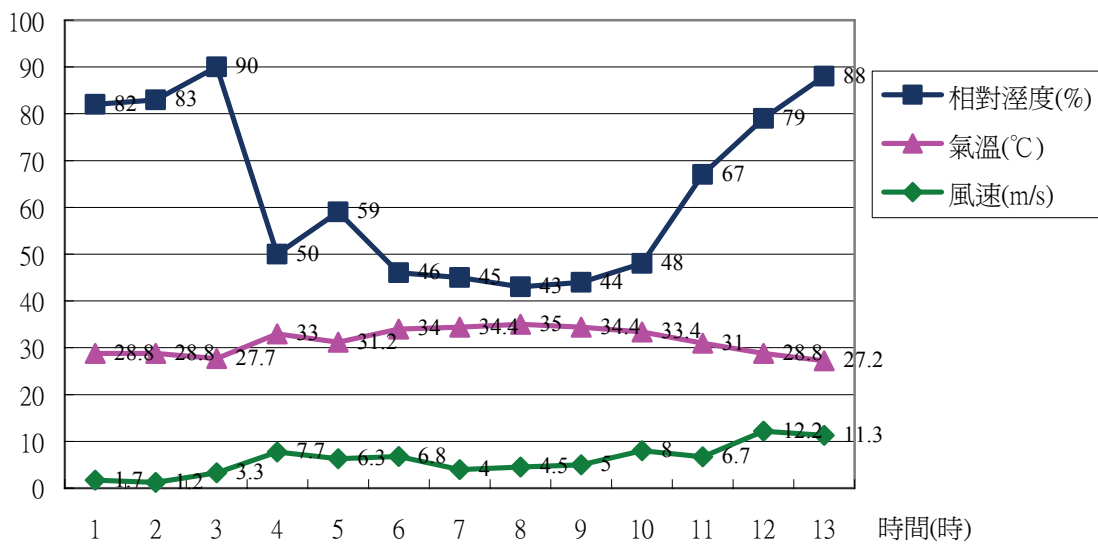
圖十九、19890911~0912莎拉颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



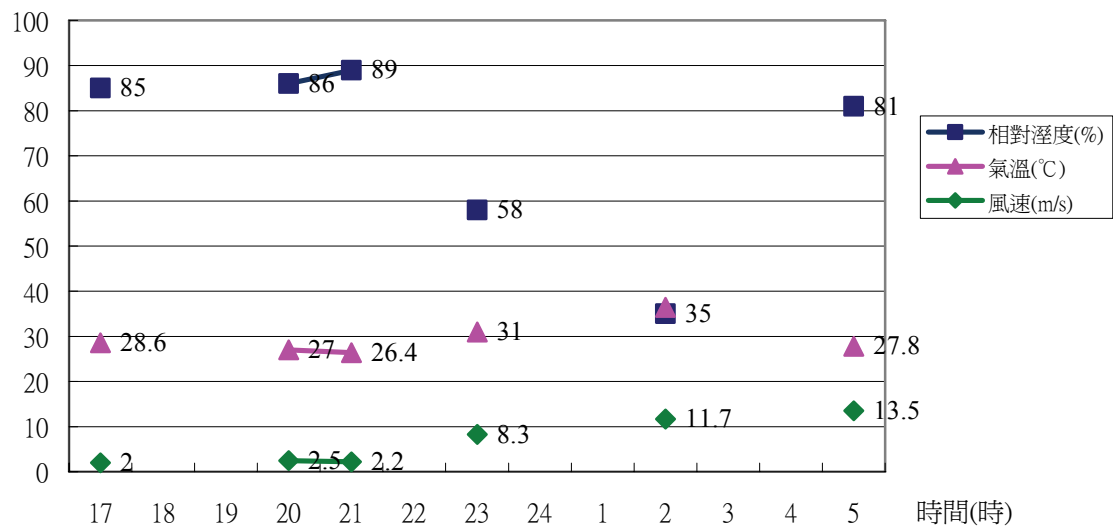
圖二十、19860822韋恩颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西-西南風)



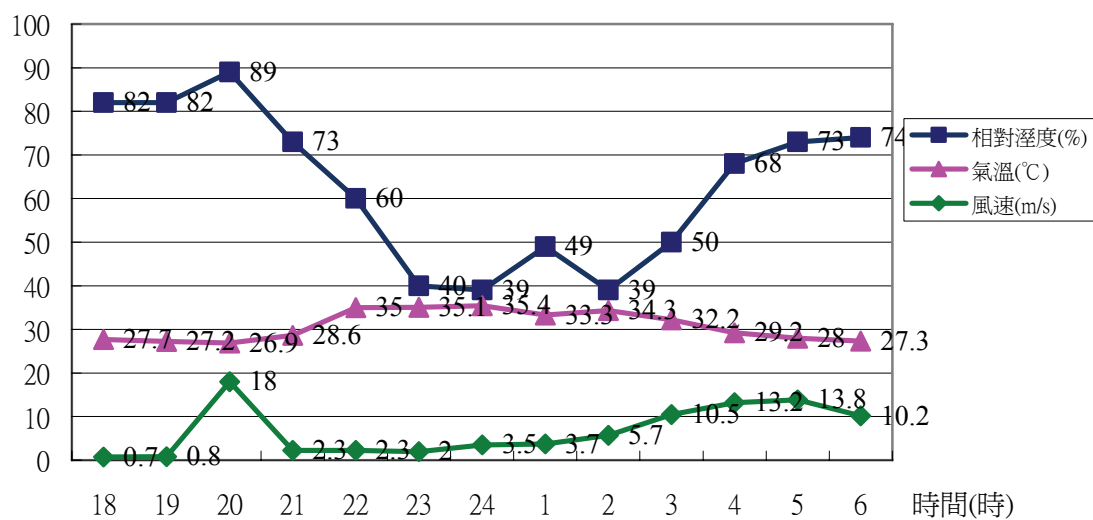
圖二十一、19850823尼爾森颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲南-東南風)



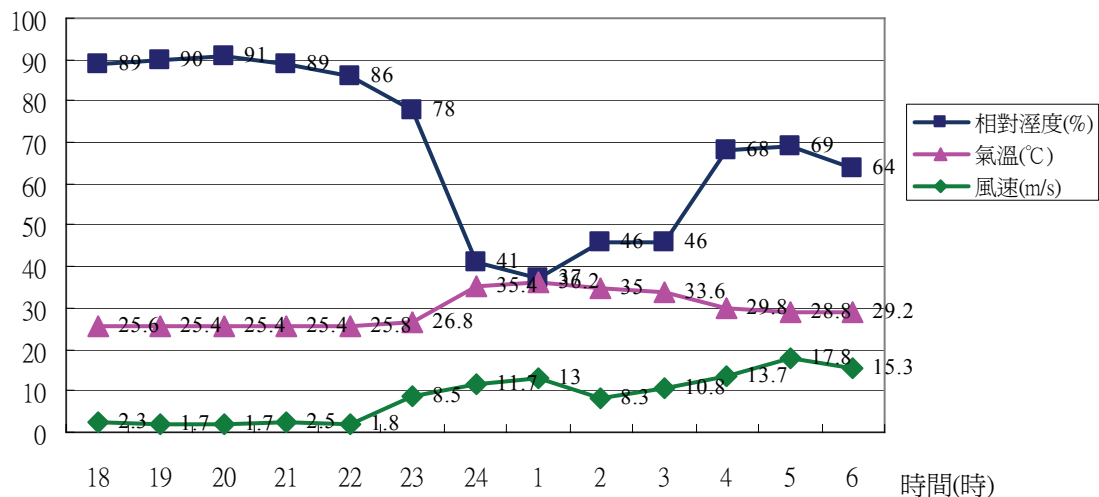
圖二十二、19760809~0810畢莉颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西風)



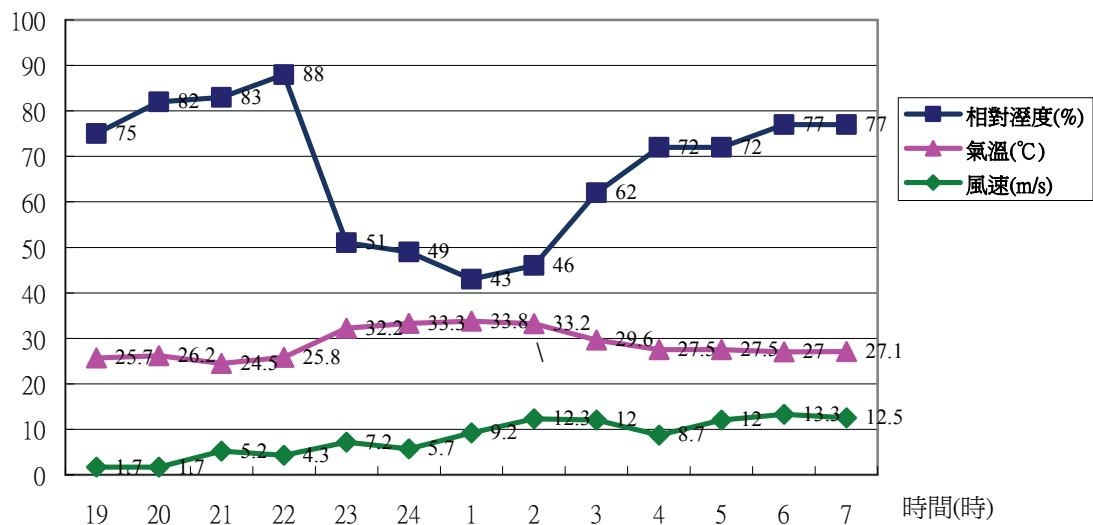
圖二十三、19760809~0810畢莉颱風-成功站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



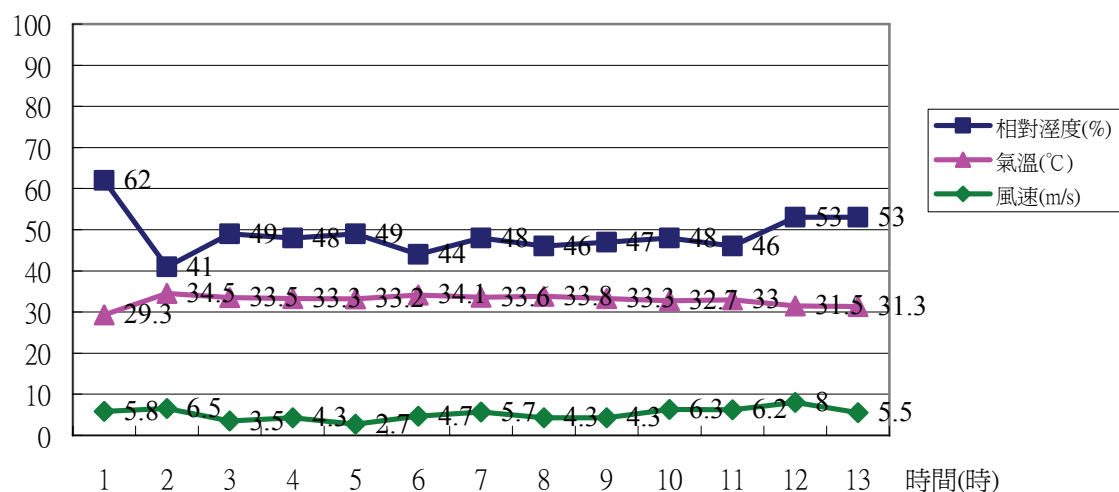
圖二十四、19710922~0923貝絲颱風台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西-西南風)



圖二十五、19710922~0923貝絲颱風成功站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



圖二十六、19690927艾爾西颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西南風)



圖二十七、19630910~0911葛樂禮颱風-台東站
相對溼度、氣溫、風速逐時變化圖
(主要風向爲西-西南風)

表三、台東區域焚風發生之颱風路徑及強度

颱風	颱風路徑分類	發生焚風時颱風強度
第一組颱風(2004~2005 年)		
2005 年 10 月 2 日龍王	2 類	強烈轉中度
2005 年 8 月 31~9 月 1 日泰利	2 類	強烈轉中度
2005 年 8 月 4~5 日瑪莎	1 類	中度
2005 年 7 月 18 日海棠	1 類	強烈
2004 年 10 月 25 日納坦	1 類	中度
2004 年 8 月 24~8 月 25 日艾利	1 類	中度
第二組颱風(1963~1994 年)		
1994 年 8 月 6~8 日道格	4 類	中度
1989 年 9 月 12 日莎拉	4 類	中度
1986 年 8 月 22 日韋恩	7 類	中度轉輕度
1985 年 8 月 23 日尼爾森	1 類	中度
1976 年 8 月 9 日畢莉	1 類	中度轉輕度
1971 年 9 月 22 日貝絲	1 類	中度
1969 年 9 月 27 日艾爾西	2 類	中度
1963 年 9 月 11 日葛樂禮	1 類	中度

三、台東區域颱風－焚風之颱風路徑、中心位置及颱風強度：

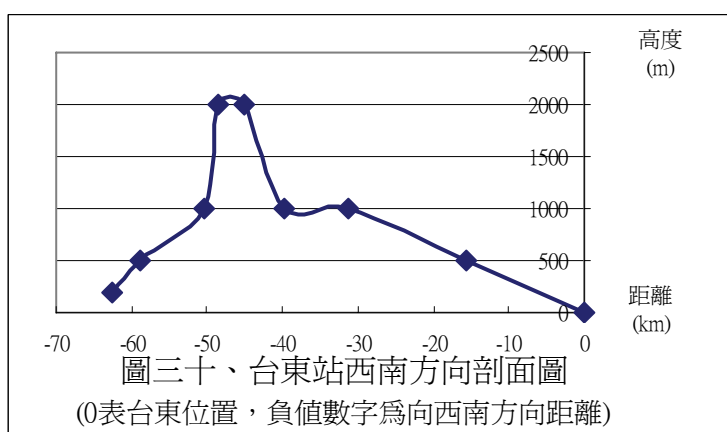
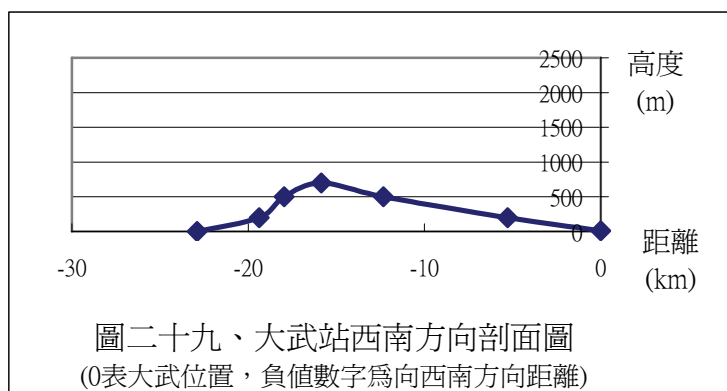
依中央氣象局對侵台颱風路徑分類如圖二十八，本研究中兩組颱風路徑分類及強度列於表三，發生焚風時各颱風中心位置則於討論中另繪圖說明。由表中可看出，本研究共 14 個颱風中以 1 類路徑最多，共 8 個；2 類路徑次之，共 3 個；另 4 類 2 個、7 類 1 個。焚風發生時颱風強度以中度最多，強烈及強烈轉中度、中度轉輕度各有數例。

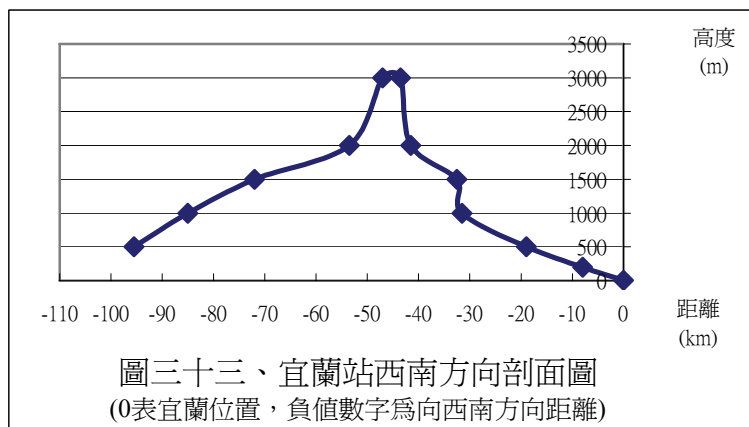
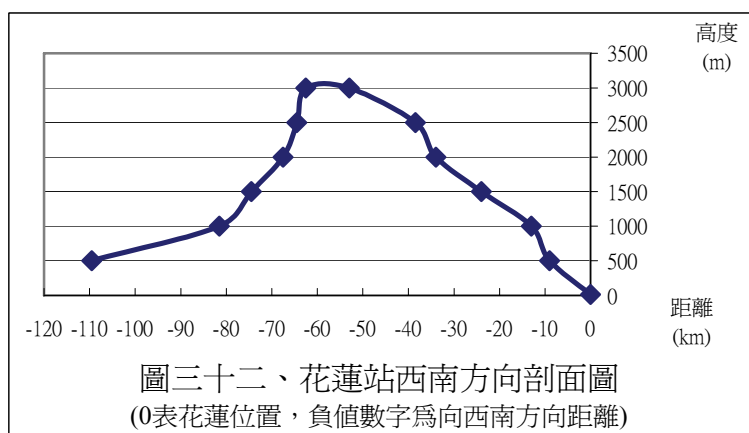
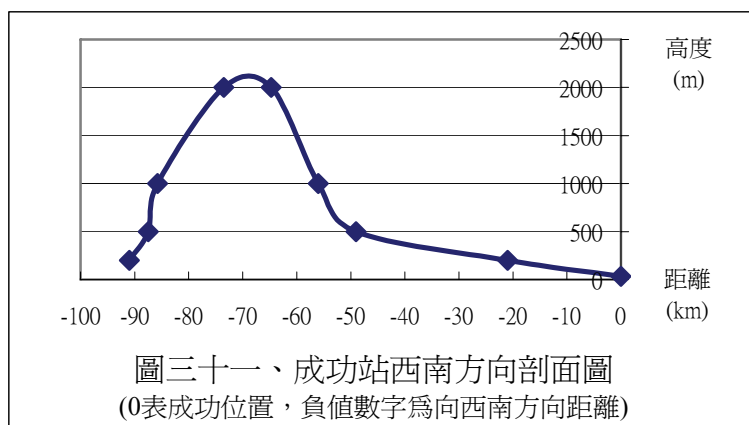


四、台東及相關區域之地形：

大武、台東及成功三個測站及花蓮、宜蘭兩測站，向西南方向至台灣西部所畫地形剖面圖分別如圖二十九～圖三十三，其中大武西南剖面之地形最平坦且山寬度最小，山高最高不到 1000 公尺；台東和成功之山高和寬度次之，最高山高達 2000~2500 公尺間，山高和山寬均不及花蓮及宜蘭剖面。

圖二十八、侵台颱風路徑分類





陸、討論

一、台東區域因颱風引發焚風之次數是否較多？

由圖一～圖三三組不同年份的統計資料可看出：台東區域之焚風次數大致較台灣各地多(台灣其它地區則以新竹、台中焚風次數較多，花蓮次之)，但三測站次數有些差異，分別敘述如下：

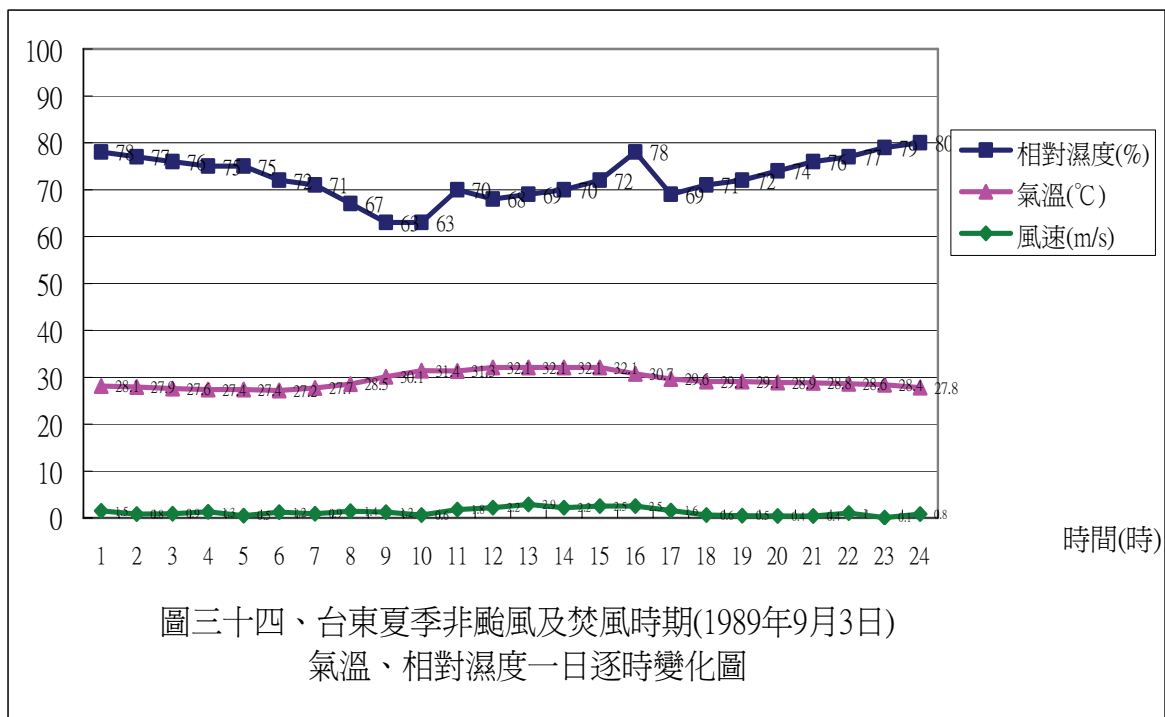
(一) 台東因颱風引發焚風之次數較多，且明顯大於台灣其它地點。

(二) 大武在三組統計中差異甚大：2000~2005 年(媒體報導)之次數尚多(全台居次)，1959~1979 年(焚風定義較寬鬆)的發生次數居全台之冠，但 1960~1994 年(焚風定義較嚴格)僅有 1 次，這可能是各次分析對於焚風之定義不同所致，由後面的討論可以推測，大武地區較可能發生輕微的焚風現象，而這類氣溫、相對濕度的輕微變化，便不符合中央氣象局研究中的嚴格定義，其統計次數自然較少。

(三) 成功在前兩組論文研究統計中次數很多(7 次和 15 次同為第二多者)，但 2000~2005 年間卻未見媒體報導，然而在本研究中在已知颱風－焚風案例中，仍針對成功站進行分析(即使媒體未報導)，結果顯示成功仍發生多次焚風現象。在此推測媒體報導較可能出現不完整情形，較偏遠地區之現象更易缺少(故這組統計之發生焚風地點最少)。

二、台東區域發生焚風時涵蓋之時間及空間範圍、各氣象因子的變化情形，以及台東區域各測站之關聯性：

本研究進行分析項目中的氣溫和相對濕度兩者，在一天中均有變化，故先挑選某一無特殊天氣系統影響之夏日作其氣溫、相對濕度及風速日變化圖如圖三十四(日期為 1989 年 9 月 3 日，莎拉颱風侵台前一星期前)，由圖可看出，台灣夏日氣溫每小時變化最多 1.6 度，相對濕度每小時變化均小於 10%，風速均不大($<3\text{m/s}$)、亦無明顯變化；故本研究中焚風時期上述三項氣象因子之變化均較平日之日變化來得明顯。



圖三十四、台東夏季非颱風及焚風時期(1989年9月3日)
氣溫、相對濕度一日逐時變化圖

表四和表五分別將前述兩組颱風－焚風研究結果之資料匯整，各項結果討論如下：

(一) 台東區域發生焚風時涵蓋之時間及空間範圍：

1、焚風發生之時間長短及發生時間：每次發生時間，以 3 小時~6 小時之情況較多，但有時差異甚大，最短者為 2 小時，但也有長達 17 小時者(2004 年艾利颱風－大武站)；白天和

夜間均可能出現焚風，但以夜間較多，可能是夏日颱風季節中，白天氣溫較高，夜晚稍低溫時遇焚風較會產氣溫、相對濕度明顯變化的現象。

2、焚風發生時涵蓋的空間範圍：颱風引發焚風時，大武、台東及成功三測站中有時僅一測站發生較明顯焚風，二至三測站均發生者也常見，可涵蓋超過 100 公里的範圍，甚至台東、成功和較北的花蓮同時發生者亦有，焚風發生之空間範圍較無一定規律。

表四、第一組颱風(2004~2005 年)誘發各地焚風之時間及各項氣象因子變化

發生 焚風 測站	焚風發生 時段	焚風 發生 時間 長度	焚風期 間最高 平均氣 溫	焚風前 後氣溫 最大差 值	焚風 期間 最低 相對 濕度	焚風 前後 濕度 最大 差值	焚風期 間主要 風向	焚風期 間最大 平均風 速	焚風期 間最大 陣風
2005 年 10 月 2 日－龍王颱風									
颱風路徑 2 類，發生焚風時為強烈轉中度颱風，颱風中心在雲林附近									
大武	1~7 時	7hr	31.1℃	4.1℃	55%	24%	南	5.7m/s	
台東	4~8 時	5hr	32.8℃	6.3℃	48%	31%	西南	6.3m/s	
2005 年 8 月 31~9 月 1 日－泰利颱風(註：大武站焚風可能為颱風引進偏南氣流而引起)									
颱風路徑 2 類，發生焚風時為強烈轉中度颱風，颱風中心在花蓮至台中之間									
大武	18~23 時	6hr	32.6℃	4.7℃	56%	21%	南	6.8m/s	25.5 m/s
台東	22~隔日 2 時	5hr	35.7℃	7.7℃	41%	35%	西南	5.5m/s	22.6m/s
成功	24~隔日 2 時	3hr	36.4℃	9.2℃	43%	39%	西南	11.9m/s	25.9m/s
2005 年 8 月 4~5 日－瑪莎颱風									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在基隆東北方外海附近									
大武	15~隔日 6 時	16hr	34.1℃	4.8℃	40%	39%	西南-南	7.4m/s	16.8m/s
台東	22~隔日 7 時	10hr	35.9℃	7.5℃	31%	51%	西北-西南	4.3m/s	17.7m/s
2005 年 7 月 18 日－海棠颱風									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為強烈颱風，颱風中心在花蓮至宜蘭海岸線間									
台東	5~9 時	5hr	36.9℃	9.4℃	35%	42%	西南	6.1m/s	16.6m/s
成功	6~8 時	3hr	37.6℃	12.0℃	39%	54%	西	14.0m/s	30.1m/s
2004 年 10 月 25 日－納坦颱風(註：大武站焚風可能為颱風引進偏南氣流而引起)									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在宜蘭東方外海									
大武	2~5 時	4hr	30.3℃	3.4℃	45%	24%	南	3.2m/s	11.2m/s
2004 年 8 月 24~25 日－艾利颱風(註：大武站焚風可能為颱風引進偏南氣流而引起)									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在基隆東方約 400 公里~台北海岸									
大武	6~22 時	17hr	34.9℃	5.4℃	48%	28%	南	8.1m/s	18.5m/s
台東	15~24 時	10hr	36.7℃	5.9℃	34%	42%	西	6.8m/s	18.9m/s
成功	隔日 1~2 時	2hr	35.1℃	6.8℃	41%	35%	西南	6.3m/s	18.5m/s

表五、第二組颱風(1963~1994 年)誘發各地焚風之時間及各項氣象因子變化

發生 焚風 測站	焚風發生 時段	焚風 發生 時間 長度	焚風期 間最高 平均氣 溫	焚風前 後氣溫 最大差 值	焚風 期間 最低 相對 濕度	焚風 前後 濕度 最大 差值	焚風期 間主要 風向	焚風期 間最大 平均風 速	焚風期 間最大 陣風
1994 年 8 月 7~8 日—道格颱風(約同時段花蓮亦發生焚風)									
颱風路徑 4 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在基隆北方外海附近									
台東	22~隔日 3 時	6hr	35.1℃	9.0℃	39%	40%	西南	3.5m/s	
成功	24~隔日 3 時	4hr	38.0℃	8.3℃	31%	34%	西南	21.1m/s	
1989 年 9 月 12 日—莎拉颱風									
颱風路徑 4 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在花蓮海岸附近									
台東	1~2 時	2hr	34.8℃	8.2℃	46%	47%	西南	4.1m/s	
1986 年 8 月 22 日—韋恩颱風(註：成功站亦發生焚風，但測站氣象資料不全)									
颱風路徑 7 類，發生焚風時為中度轉輕度颱風，颱風中心由宜蘭至東側海域附近									
台東	10~17 時	8hr	34.6℃	7.7℃	31%	54%	西-西南	7.6m/s	
1985 年 8 月 23 日—尼爾森颱風(註：台東站焚風可能為颱風引進偏南氣流而引起)									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在台北西側外海約 200 公里處									
台東	9~12 時	4hr	34.4℃	2.4℃	45%	14%	南-東南	2.2m/s	
1976 年 8 月 9~10 日—畢莉颱風(註：成功站缺部分資料)									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度轉輕度颱風，颱風中心在台北西側約 100 公里處									
台東	20~隔日 2 時	7hr	35.0℃	7.3℃	43%	47%	西	8.0m/s	
成功	23~隔日 2 時	4hr	35.0℃	8.6℃	35%	54%	西南	11.7m/s	
1971 年 9 月 22~23 日—貝絲颱風									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在台北西側約 100 公里處									
台東	22~隔日 3 時	6hr	35.4℃	6.8℃	39%	34%	西-西南	10.5m/s	
成功	24~隔日 3 時	4hr	36.2℃	9.4℃	37%	41%	西南	13.0m/s	
1969 年 9 月 26~27 日—艾爾西颱風									
颱風路徑 2 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在苗栗海岸附近									
台東	23~隔日 2 時	4hr	33.8℃	8.0℃	43%	45%	西南	12.3m/s	
1963 年 9 月 11 日—葛樂禮颱風(註：成功站亦發生焚風，但測站氣象資料不全)									
颱風路徑 1 類，發生焚風時為中度颱風，颱風中心在台北海岸附近									
台東	2~11 時	10hr	34.5℃	5.2℃	41%	21%	西-西南	6.5m/s	

(二) 焚風發生時各氣象因子之變化特徵：

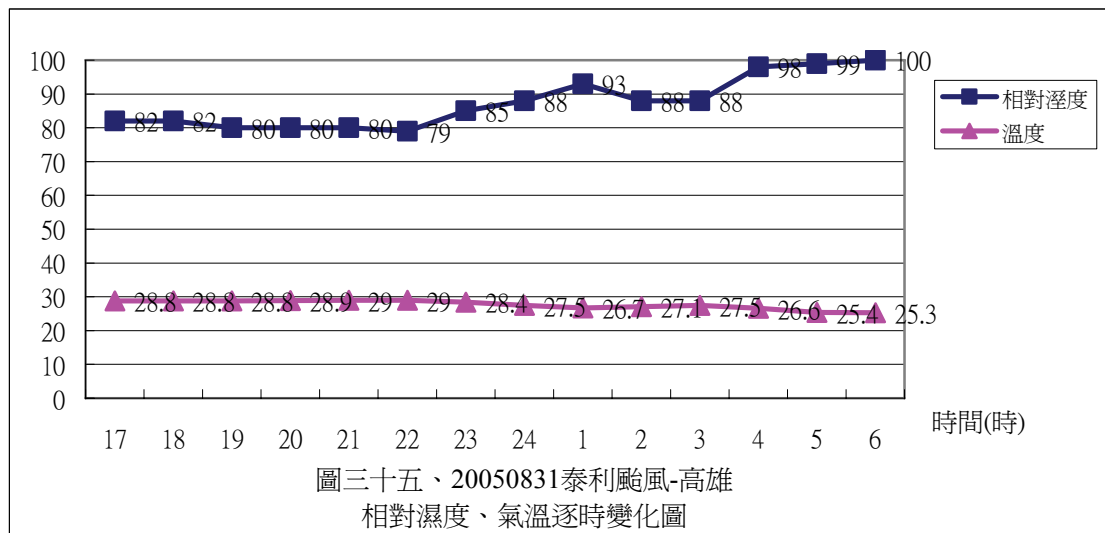
1、氣溫及相對濕度變化：

(1)各測站氣溫在焚風前後變化多數相當明顯，最大變化達 12.0 度(2005 年海棠－成功)，僅數個大武和台東的案例變化較小(即少數未符合本研究焚風定義之案例)；本研究中焚風發生時，最高平均氣溫達 38.0 度(1994 年道格－成功)。

(2)多數測站之相對濕度在焚風前後變化均很明顯，最大變化差值達 54%，最低相對濕度達 31%。

(3)氣溫和相對濕度變化的關聯性：兩者在焚風發生時間的變化相當一致，即測站氣溫明顯上升時，同時也伴隨著相對濕度急遽下降；通常氣溫值上升較多時，相對濕度值下降亦較多，如 2005 年海棠－成功案例，氣溫和相對濕度最大差值分別為 12.0 度、54%；1976 年畢莉－成功案例，氣溫和相對濕度最大差值分別為 8.6 度、54%；而兩者差值均小的如 2004 年納坦－大武案例，差值分別為 3.4 度、24%。

(4)和約同緯度、未發生焚風測站比較：以圖七 2005 年泰利－台東案例和圖三十五未出現焚風之高雄站(已發生降水)比較，兩地在夜間(23 時~1 時)之氣溫和相對濕度均有明顯差異－台東氣溫高了 6 度以上，相對濕度則低了 40%以上。



2、風速和風向的變化：

(1)風速變化：焚風發生前各測站之風速大致如前述圖三十四中所示，風速均不大，而焚風發生時較多案例中風速有明顯增加，但也有些案例變化不大(如 2004 年納坦－大武)，而焚風結束後(指氣溫和相對濕度回復平常值)，有時風速持續增加，這可能是颱風中心逐漸接近所致。各案例最大風速值差異頗大，焚風期間最大平均風速可達 21.1m/s(1994 年道格－成功)，而部分有最大陣風資料者，最大陣風更可達 30.1m/s(2005 年海棠－成功)。

(2)風向變化：各案例中，焚風發生時之主要風向由西風至西南風最多，但也有部分西北風、南風甚至東南風之案例，而焚風發生前後之風向不一定有明顯轉變，風向主要與測站－颱風中心相對位置有關。

(三) 台東區域各測站發生焚風時之異同比較及關聯性：

1、焚風強度的比較：大武、台東及成功三個測站發生焚風時，大武之焚風現象呈現較

輕微的情形，如 2005 年泰利及 2004 年艾利案例，大武測站之氣溫、相對濕度變化明顯小於其它兩測站，這應與地形有關；另大武在焚風時較常出現偏南風向，這也可能是造成大武焚風較輕微之因素，將一併在後面討論。台東和成功發生焚風之現象較無明顯差別，但氣溫、相對濕度變化較大的極端值，較常出現於成功之案例。

2、焚風發生之順序：由表四及表五中可看出，台東區域三個測站出現焚風現象時，都是在最南側的大武先發生，之後為台東，最後為最北側的成功，這原因為颱風中心接近時，越北的地點，時間上需越晚才能出現越山而過的偏西或西南風向，故有此先後順序。

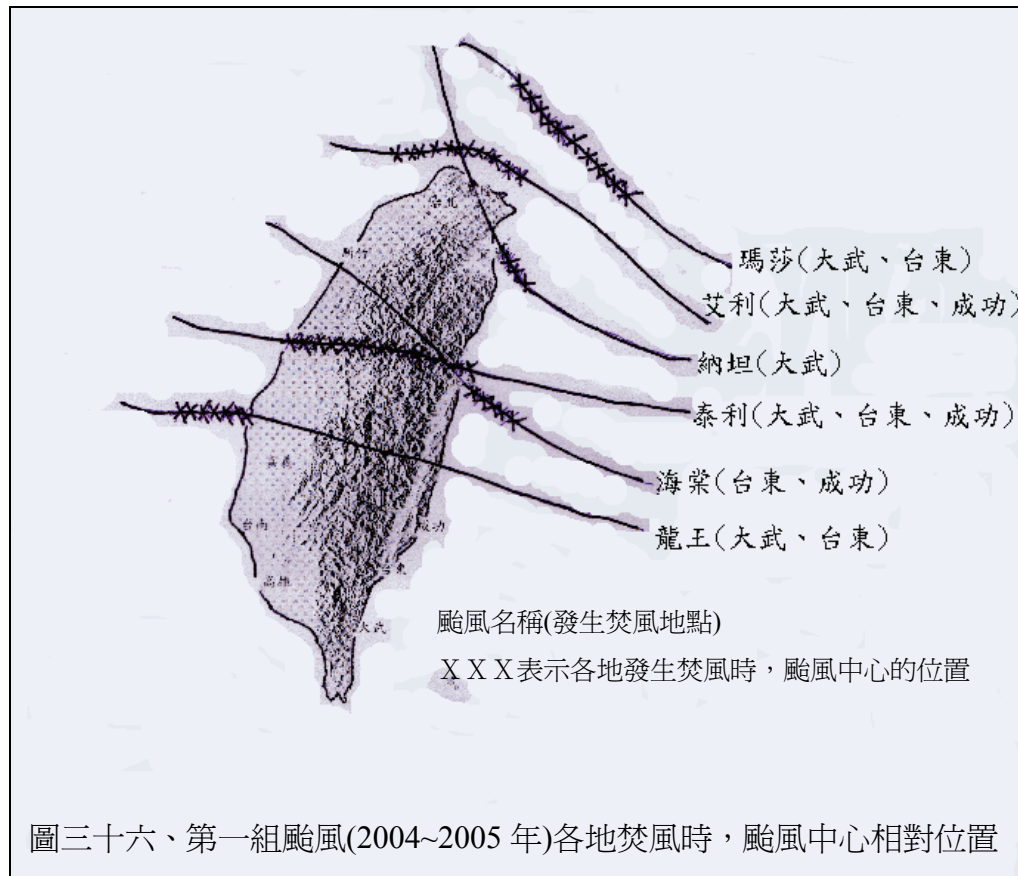
三、颱風路徑、中心位置及颱風強度對台東區域焚風之影響：

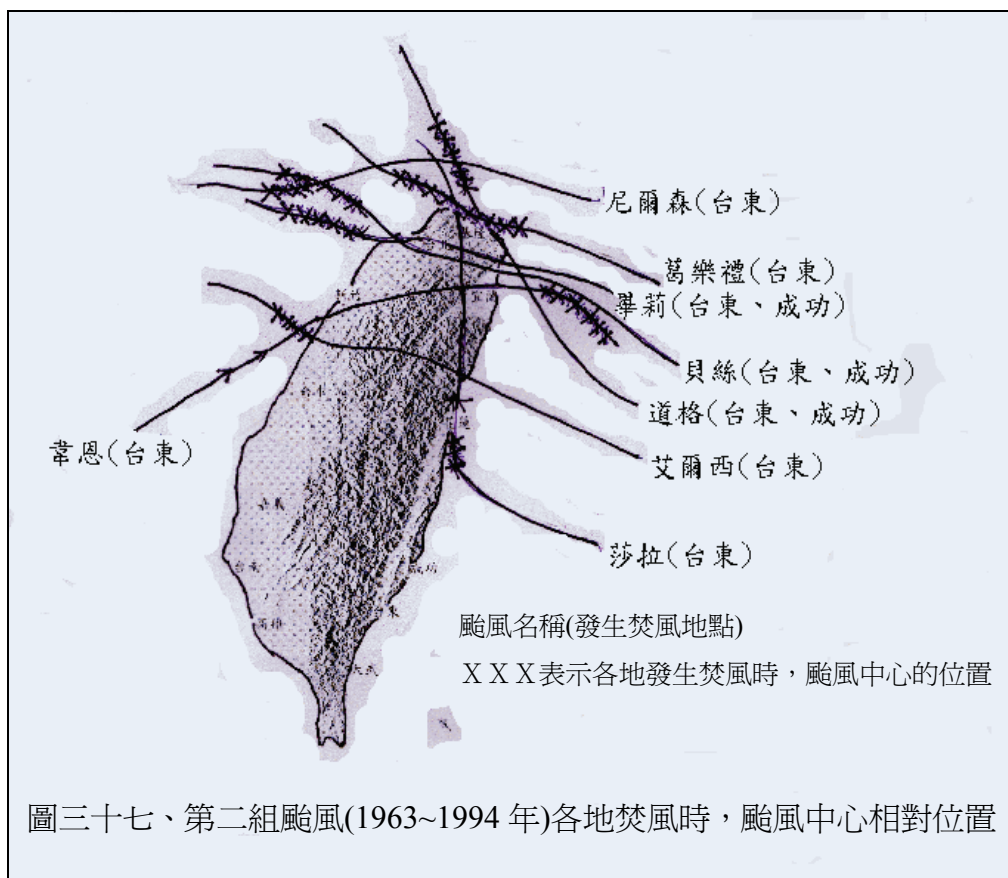
颱風－焚風案例之路徑和強度資料亦整理於表四及表五，另將各颱風路徑及各地焚風發生時，相對應的颱風中心位置分兩組繪於圖三十六及圖三十七，其影響討論如下：

(一) 路徑和中心位置之影響：

前面研究結果的統計中，引發台東焚風之颱風路徑以 1 類最多、2 類次之，4 類及特殊路徑第 7 類均可能，因為在這些路徑下，颱風中心會通過(或有機會通過)後面討論的範圍。

圖三十八繪出台東出現焚風時，颱風中心可能出現位置之範圍，可看出颱風中心在台東等三測站以北相當距離(約 100~300 公里間)一北緯 23 度 40 分至 25 度 30 分間、東經 120 度 0 分至 121 度 50 分間的範圍內，只要產生西至西南方向為主的氣流越山而過至各測站，均可能引發焚風；這些焚風時一颱風中心可能區域甚廣，超過半個台灣的範圍，在 2005 年瑪莎案例中，颱風中心遠在基隆以北外海，卻引發較南側的大武之焚風現象。





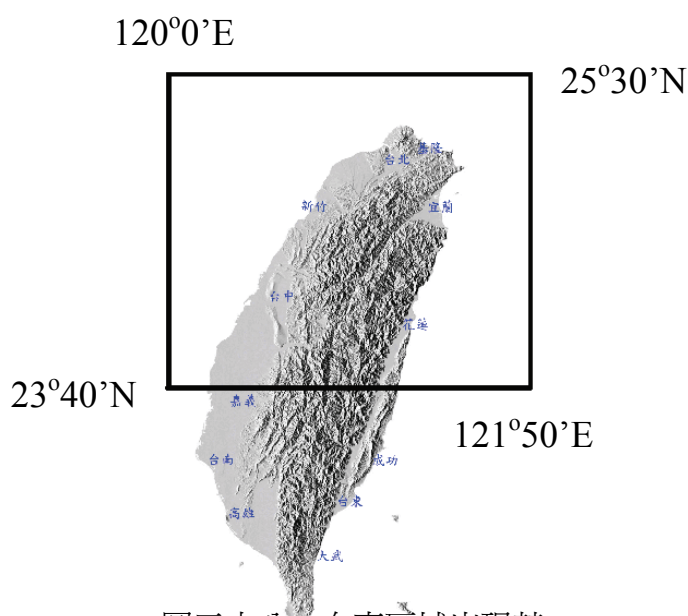
(二) 颱風強度之影響：

本研究中引發台東焚風之案例以中度颱風最多(強烈颱風個數本來就較少)，而颱風中心至上述範圍時，通常已因接觸陸地而減弱；至於輕度颱風是否較不會引發台東區域焚風，或許需針對更多颱風－焚風案例進行分析，本研究過程所挑選之案例，有可能為發生較明顯焚風之例。

四、地形的影響：

由圖二十九～圖三十三中，大武、台東及成功三個測站及花蓮、宜蘭兩測站，向西南方向之剖面圖，將這些測站由北至南按其剖面所經之山區寬度及高度資料整理如表六：

由表中可看出颱風引起之氣流越山而過時其條件在各測站不盡相同，以大武剖面山區之寬度及高度均最小，台東和成功剖面次之，花蓮及宜蘭剖面之寬度及高度均較大；地形對各地點焚風之可能影響如下：



表六、各測站往西南方向至台灣西側地形剖面比較

測站(高度)	> 500 公尺的山區寬度	> 1000 公尺的山區寬度	最高山高
宜蘭	約 75 公里	約 55 公里	3000~3500m 之間
花蓮	約 100 公里	約 60 公里	3000~3500m 之間
成功	約 40 公里	約 15 公里	2000~2500m 之間
台東	約 40 公里	約 10 公里	2000~2500m 之間
大武	約 5 公里	0 公里	500~1000m 之間

(一) 受地形影響，大武之焚風現象常較輕微：

前面在風速及風向的討論中，曾提及大武之焚風現象常較輕微、且主要風向常為南風(甚或東南風)，可能是由於大武西南方向的地形較平坦(山較低、寬度也較小)，風越山而過的降溫、增溫效果不大，甚或只是因為颱風的環流帶來偏南方較溫暖的空氣(故有時為東南風)，使得該測站氣溫略增、相對濕度略降，而非越山而過、下坡增溫所造成的焚風，由表四和表五中可看出，本研究中屬於這類案例的包括 2005 年龍王、泰利、2004 年納坦以及艾利，以上引發大武焚風的颱風案例；而 1985 年尼爾森颱風引發台東焚風之案例亦為此類。

(二) 受地形影響，台東和成功之焚風次數較其它地區多：

台東和成功向西南方向之剖面中，山的寬度和高度明顯小於花蓮及宜蘭，在研究台灣東部地區焚風之文獻曾提及：宜蘭地區因地形因素，西南氣流大多繞山而行而非越山而過，下坡增溫的效果便不明顯。這種地形差異影響氣流過山之狀況，可能是台東地區焚風次數較多之因素，但實際氣流過山情形較複雜，不在本研究討論範圍；統計資料中，台東焚風次數明顯大於花蓮和宜蘭。

柒、結論

由前述討論，本研究結論如下：

一、台東區域(含大武、台東及成功)因颱風引發焚風次數較台灣其它地區多。

二、颱風引發台東區域焚風時，時間及空間範圍及氣象因子變化情形：

(一) 焚風發生之時空涵蓋範圍：發生時間以 3~6 小時居多，但差異大；焚風發生範圍差異大，1~3 個地點均可能，可涵蓋超過 100 公里的範圍；若多個地點發生焚風，以大武、台東、成功之先後順序依序發生。

(二) 發生焚風時氣溫、相對濕度及風向風速變化：各地發生焚風時氣溫及相對濕度常有明顯變化，且兩者變化時間具一致性。焚風發生時風速常增加，但變化差異較大，風向則無明顯變化；焚風期間風向以西風至西南風最多，大武則較常出現南風，且其氣溫、相對濕度變化常較輕微。

三、颱風路徑、中心位置及強度與台東焚風之關聯性：

引發台東焚風之颱風路徑以 1 類最多、2 類次之；颱風中心位置在北緯 23 度 40 分至 25

度 30 分間、東經 120 度 0 分至 121 度 50 分間的範圍內均可能引發台東區域焚風；焚風發生時颱風的強度以中度較多。

四、地形對台東區域的影響：

大武西南地形山勢最低平，氣流越山而過產生之增溫效果較微弱，更多案例顯示此處產生焚風之原因，常非氣流過山所致，而是颱風偏南氣流所造成，故焚風程度常較輕微；和花蓮及宜蘭相較，台東及成功之西南剖面地形山勢高度較低且寬度較窄，使氣流過山時焚風現象較明顯，可能是造成焚風次數較台灣其它地點多之因素。

捌、參考資料

毛松霖(民 94)。高中物質科學，地球科學篇下冊，康熙圖書。

陳悅芬(民 85)。台灣東部地區焚風的研究，國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。

郭文鑠、楊之遠(民 71)。颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響，氣象學報第 28 卷第 3、4 期。

戶外生活圖書公司地圖製作部(民 84)。台灣全圖百科大事典，戶外生活圖書公司。

中央氣象局資訊服務網站。取自 <http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm>

台灣地區颱風預報輔助系統。中央氣象局網頁中，取自：

http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/typhoon_eye/forcastuse_hotwind.htm

中時電子報。取自 <http://news.chinatimes.com/>

蘋果日報電子報。取自 <http://www.appledaily.com.tw/News/index.cfm>

聯合知識庫。取自 <http://udndata.com/>

評語

高中組地球科學科

040501 翻落山頭的火燒風-台東焚風探究

資料完整詳細，並能根據研究發展之進程，進行系統化探討，結果值得參考。