

# 即時焚風資料篩檢機制

鄭安孺<sup>1</sup> 顧欣怡<sup>2</sup> 陳怡彰<sup>1</sup> 李天浩<sup>3</sup>

多采科技有限公司<sup>1</sup>

交通部中央氣象局<sup>2</sup>

國立臺灣大學水工試驗所<sup>3</sup>

## 摘要

臺灣地區焚風多由颱風及強勁季風所引發，當颱風或低氣壓在臺灣北部通過時，強勁之西風遇中央山脈之阻擋，被迫上升再下降，常在臺東一帶發生焚風。根據 2005~2012 年臺東、及大武地區歷史焚風相關新聞報導，焚風多發生於 3~10 月，本研究統計焚風發生時溫度、相對濕度、雨量、及風場變化狀況，設定分段篩檢條件，發展臺東站及大武站自動化焚風研判機制。

研究結果，設定臺東站篩檢條件為：相對濕度驟降 10% 且相對溼度低於 60%、溫度上升率超過 1 度且溫度高於 30 度、時雨量小於 1mm/hr 及風向需介於 170~350 度之間；大武站篩檢條件為：相對濕度低於 63% 且相對溼度驟降 7%、溫度高於 30 度且溫度上升率超過 1.6 度、時雨量小於 0.5mm/hr 及風向需介於 130~230 之間；當以上條件都符合時，視其可能為焚風個案。

利用上述篩檢條件分析 2005~2013 年溫度資料，臺東站除可有效篩選出歷史新聞報導之焚風事件外，亦可篩檢出輔以相對溼度、雨量及風場資料研判確實為焚風個案，但未被報導出的時間點。大武站篩選出的焚風發生個案則遠高於歷史新聞報導之焚風事件，大武站焚風發生期間，相對濕度與溫度的變化是緩慢的，推測其原因應該是迎風面阻斷水氣的山脈為沒有臺東地區高的緣故，因此大武站焚風時期的氣象條件，相較於平常夏季高溫的氣象條件，並無特別明顯的辨識率。

## 一、前言

臺灣地區焚風多由颱風及強勁季風所引發(徐,1989)，而颱風侵襲時焚風發生現象最為頻繁，當颱風或低氣壓在臺灣北部通過時，強勁之西風遇中央山脈之阻擋，被迫上升再下降，常在臺東一帶發生焚風。焚風發生的原因係因與山脈走向垂直之氣流，受到高山阻擋，被迫抬升而冷卻(空氣每上升 100 公尺氣溫約下降攝氏 0.65°C)，空氣中的水氣因而在迎風面上空凝結成雲降雨，待氣流翻越過山嶺，在背風面下降時，已變成乾燥空氣，此時因空氣被壓縮而增溫(每下降 100 公尺氣溫就上升攝氏 1°C)，當其降至地面時，溫度比原地面的空氣溫度高許多，形成一股乾熱風。

郭與楊(1982)將焚風定義為「在白晝一小時內相對濕度遽降 10%，氣溫遽升 1°C 以上及夜晚濕度低，溫度高者，即為焚風現象」。另徐(1997) 指出焚風發生時會有溫度急遽升高、相對溼度快速下降、風向轉變、風速增強、停止降雨等特徵。而台灣颱風預報輔助系統定義「最高溫度超過 28 度、溫度與露點溫度差超過 4 度即歸類為焚風」，並依最高溫度及溫度與露點溫度差分類焚風等級。中央氣象局焚風發布條件為溫度超過 35°C 且相對濕度低於 50%。而颱風侵襲時例多有雨，溫度略在 25~28°C 間，當溫度驟生至 34°C 以上，可稱之為焚風。部分地區非颱風侵襲期間焚風發生時溫度可達 36°C 以上，相對濕度低於 50%。

本研究將統計歷史焚風個案，分析其溫度、相對

濕度、露點溫度、雨量、及風場等變化特性，設定焚風篩檢條件，發展臺東站及大武站自動化焚風研判機制。

## 二、焚風篩檢條件分析

### (一)臺東站 467660

蒐集 2005~2012 年臺東地區 21 場焚風相關新聞報導，發現焚風發生時間介於 3 月至 10 月。根據新聞報導所記載的日期，搜尋該日臺東站最大相對濕度下降率、發生時間、以及當時相對濕度、溫度、與溫度下降率，如表 1 所示。

根據表 1 發現，除了 2008 年 07 月 28 日 06 時鳳凰颱風與 2012 年 08 月 02 日 02 時蘇拉颱風外，焚風發生時相對溼度均會降至 60% 以下。進一步檢查鳳凰與蘇拉颱風在下一個時間點的相度溼度，發現相對溼度分別再由 67% 下降至 54%(圖 1(a))以及由 66% 下降至 42%(圖 1(b))，下降率亦都超過 10%，且相對濕度均下降至 60% 以下。

除 2012 年 05 月 02 日 05 時鋒面外，溫度均升至 30 度以上。進一步檢查 120502 鋒面在下一個時間點的相對濕度與溫度，發現相對濕度由 59% 下降至 48%，持續下降 11%；而溫度則由 27.6 度上升至 30.2 度(圖 1(c))。

綜合以上資訊，可以歸納出焚風發生前，相對濕度會驟降達 10% 以上，同時相對溼度下降至 60% 以下，溫度上升率超過 1 度，而溫度則上升至 30 度以上。

以表 1 所示之時間點，搜尋該時間點之後連續時間溫度高於 30 度的時段，人工去除明顯離群與錯誤資料，繪製相對溼度對溫度散佈圖，以及露點溫度、風向與風速分布柱狀圖，結果如圖 2 所示。由圖中可觀測得，臺東站的焚風溫度部會超過 38.5 度，資料點的風速均低於 10m/s，風向介於 170 至 350 度間，相對溼度均低於 70%，由是，研擬臺東站焚風啟動機制如下：

1. 時間為 3 月到 10 月間
2. 同時滿足以下三點：
  - (1) 相度濕度驟減率超過 10% 以上
  - (2) 相對溼度下降至 60% 以下
  - (3) 溫度上升率超過 1 度
3. 同時滿足以下三點：
  - (1) 溫度高於 30 度
  - (2) 時雨量小於 0.5 mm/hr
  - (3) 風向介於 170~350 度之間

檢覈的程序是必須要條件 2 成立後，再檢查條件 3，若三個條件依序成立，則將臺東站標示為焚風。

當以下任一條件成立，即認定臺東站焚風結束(1) 溫度低於 30 度、(2) 相度濕度高於 70%、(3) 時雨量大於 1mm/hr、(4) 風速大於 10m/s、(5) 風向小於 170 度。

#### (二)大武站 467540

467540 大武站與 467660 臺東站發生焚風的成因不盡相同，臺東站的焚風多是由於颱風所致；而大武站的焚風則多為鋒面系統前緣的西南風，翻越過中央山脈，在背風面產生沉降增溫作用，因此，大武站的焚風風向偏西南風

蒐集得西元 2005~2012 年大武地區 21 場焚風相關新聞報導，根據表中所列焚風發生日期，搜尋得該日中大武站最大相對溼度下降率、發生時間、以及當時相對濕度、溫度、與溫度下降率，結果如表 2。所有事件的相對溼度均下降至 63% 以下。但有四場焚風事件例外，其相對溼度與溫度變化較緩慢(圖 3)，推測是迎風面阻斷水氣的山脈為沒有臺東地區高的緣故。而當最大相對濕度下降發生後，其相對溼度仍持續下降。

以表 2 所示之時間點，搜尋該時間點之後連續時間溫度高於 30 度的時段，人工去除明顯離群資料，繪製相對溼度對溫度散佈圖，以及露點溫度、風向與風速分布柱狀圖，結果如圖 4 所示，由圖中可觀測得，大武站焚風溫度可能超過 38 度，資料點的相對溼度均低於 65%，風向多介於 130 至 230 度間，而風速則是低於 8m/s。就資料面所提供的資訊，擬定大武站焚風啟動機制如下：

1. 時間為 3 月到 10 月間
2. 同時滿足以下三點：
  - (1) 相度濕度驟減率超過 7% 以上
  - (2) 相對溼度下降至 63% 以下
  - (3) 溫度上升率超過 1.6 度
3. 同時滿足以下三點：
  - (1) 溫度高於 30 度
  - (2) 時雨量小於 0.5mm/hr
  - (3) 風向介於 130~230 度之間

檢覈的程序是必須要條件 2 成立後，再檢查條件 3，若三個條件依序成立，則將大武站標示為焚風。

大武站焚風關閉機制(符合以下任一條件):(1)溫度低於 30 度、(2) 相度濕度高於 65%、(3) 時雨量大於 1mm/hr、(4) 風速大於 8m/s、(5) 風向小於 130 度或風向大於 230 度。

## 三、結果與討論

### (一)臺東站 467660

根據臺東站焚風篩檢條件邏輯，由程式篩選 2005 至 2012 年符合條件的事件，總共篩選得到 39 個時段共 163 個小時，其中包括表 2 所示 21 場事件。其他篩選出來的 18 個時段中，有幾個案例是單一時間點恰符合焚風啟動條件，其通常在下一個時間點就會被關閉。但也有些案例經研判應是確實為焚風，卻未被新聞報導出來的，例如 2006 年 04 月 13 日 15~18 時。以圖 5 及圖 6 來說明，其中，圖 5 上圖為 2009 年 04 月 12 日 13 時至 14 日 12 時 467660 臺東站相對溼度時間序列，而圖下圖為 47660 臺東站、與鄰近之 467380 豐年機場站、以及 COS810 東河站溫度時間序列比較，臺東站與豐年機場站相距約為 5.3 公里，與東河站的距離則約為 26.7 公里；圖 6 則為 04 月 12 日 15 前 24 小時全臺累積降雨分布圖。由圖 5 中可觀察得知，臺東站在 13 日 14 時起連續 3 個小時相對溼度下降率均達到 10% 以上，同時 13 日 15~18 時臺東站與豐年機場站的溫度均達到 31 度以上，並且根據圖 6 所示之前 24 小時西部有高累積降雨的狀況，可推論當時臺東地區可能有焚風發生。

以同樣方始篩選 2013 年焚風個案，亦可篩選出符合條件且有新聞報導的個案。圖 7 為蘇力颱風期間 7 月 12 日至 13 日溫度、露點溫度及相對溼度時序圖，灰色圓形為相對溼度、藍色十字為溫度、黑色菱形為露點溫度，圖中紅色區塊為程式篩選出的焚風發生時間。7 月 13 日 0 時溫度上升 6 度，達 35.2 度，且相對濕度驟降 39%，符合焚風發生條件，而高溫持續至 7 時後焚風結束。圖 8 為 2013 年 3 月 18 日至 19 日臺東站溫度、露點溫度及相對溼度時序圖，灰色圓形為相對溼度、藍色十字為溫度、黑色菱形為露點溫度。圖

中可知，18 日 13 時溫度上升 4.8 度，達 35.7 度，且相對濕度驟降 23%，為單一時間點恰符合焚風啟動條件，並於下一個時間點焚風關閉的事件。

由上述分析可知，本研究所制定之臺東站焚風篩選機制可大致辨識出臺東站焚風事件。

## (二)大武站 467540

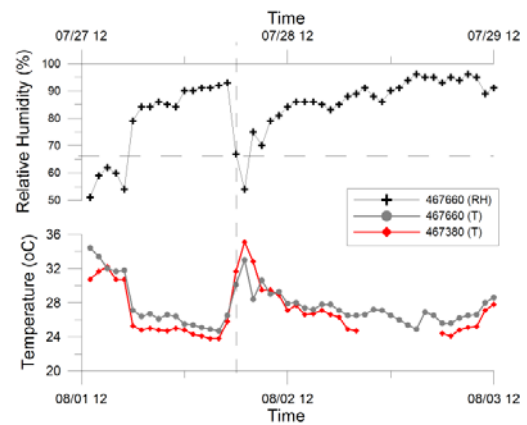
根據上述邏輯篩選 2005 至 2012 年符合條件的事件，將會篩選得 154 個時段共 917 筆資料，這數目遠高於表 3 新聞時段。大武站焚風時期的氣象條件，相較於平常夏季高溫的氣象條件，並無特別明顯的辨識率的結論。

## 四、結論

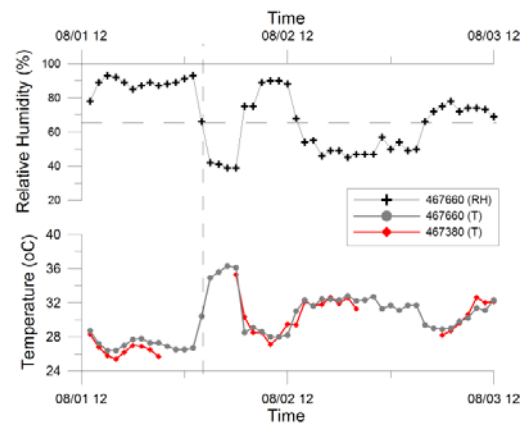
利用上述訂立的焚風篩檢條件分析 2005~2013 年溫度資料，臺東站可有效篩選出歷史新聞報導之焚風事件外，亦可篩檢出輔以相對溼度、雨量及風場資料研判確實為焚風個案，但未被報導出的時間點。大武站篩選出的焚風發生個案則遠高於歷史新聞報導之焚風事件，大武站焚風發生期間，相對濕度與溫度的變化是緩慢的，推測其原因應該是迎風面阻斷水氣的山脈為沒有臺東地區高的緣故，因此大武站焚風時期的氣象條件，相較於平常夏季高溫的氣象條件，並無特別明顯的辨識率。

## 五、參考文獻

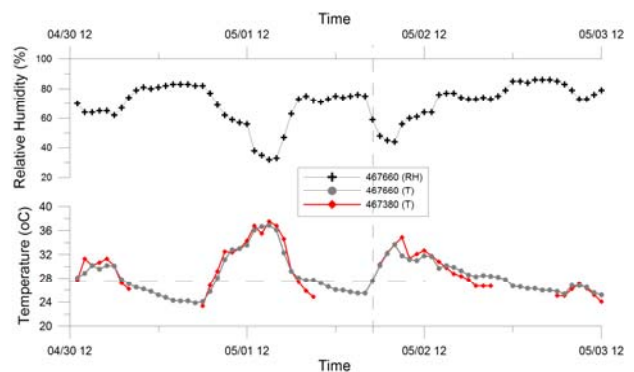
- 交通部中央氣象局, "高解析度網格點地面真實氣象場" 期末報告書, 2012。
- 徐森雄, 1989: "農業氣象災害", 臺灣地區農業氣象資源應用研討會專輯, 中央氣象局 p.323-327。
- 徐森雄, 1997: "焚風", 果樹天然災害預防及復育手冊 p.49-51。
- 郭文鑠、楊之遠, 1982: "颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響", 中央氣象局氣象學報 28 (34): 1-12。



(a) 2008 年鳳凰颱風

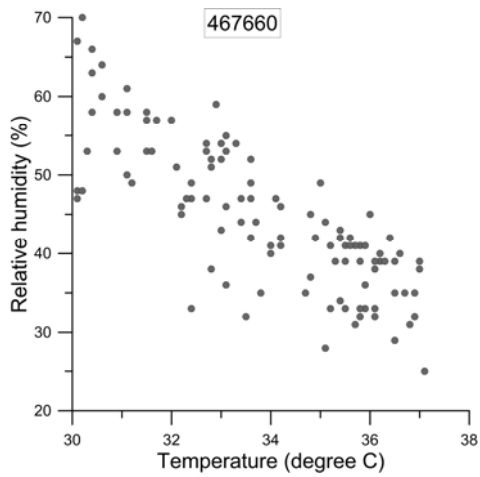


(b) 2012 年蘇拉颱風

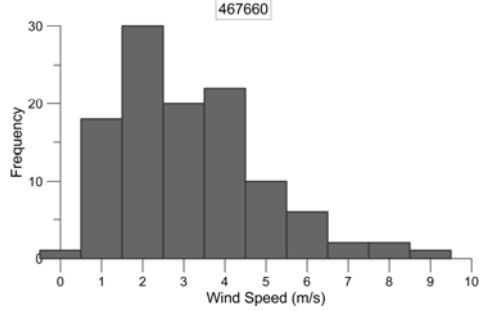
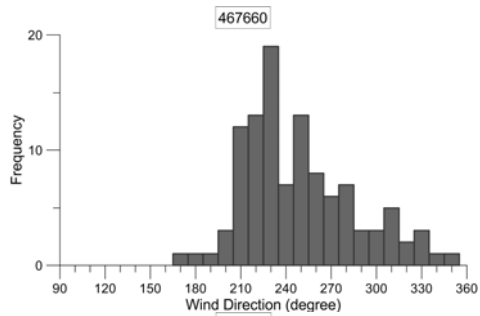


(c) 2012 年 5 月鋒面

圖 1 (a)2008 年 7 月 27 至 29 日、(b)2012 年 8 月 1 至 3 日、及(c)2012 年 4 月 30 日至 5 月 3 日 467660 臺東站及參考站 467380 豐年機場站溫度與臺東站相對濕度時序圖

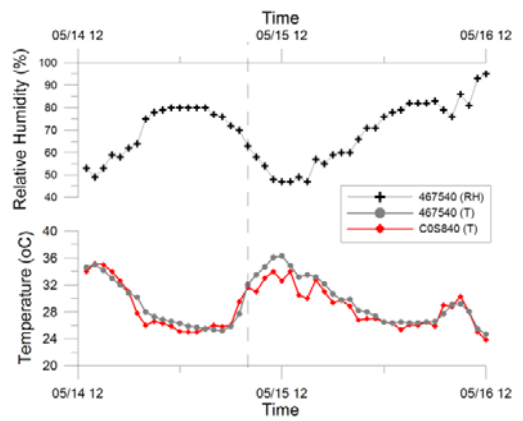


(a) 溫度對相對溼度散布圖

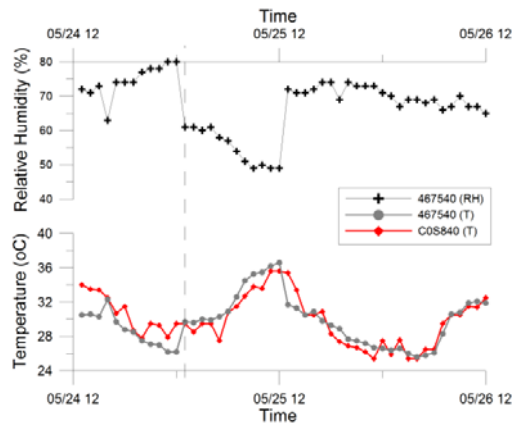


(b) 風向(上)及風速(下)分布圖

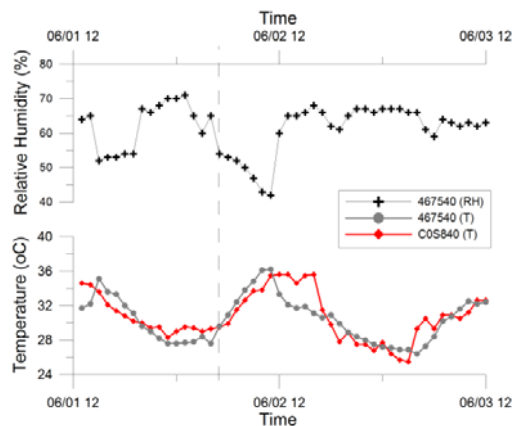
圖 2 2005~2012 年 467660 臺東站新聞報導之焚風期間  
(a)溫度對相對溼度散布圖；(b)風向及風速分布圖



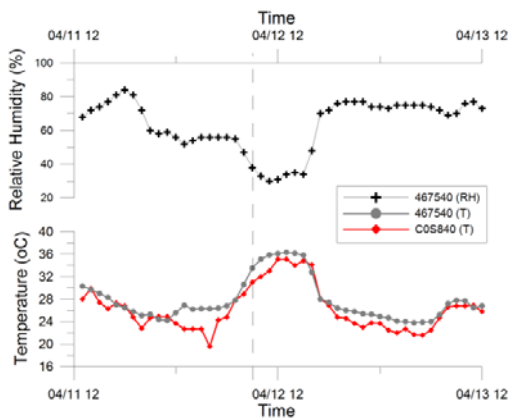
(b) 2012/05/15 鋒面



(c) 2007/05/25 鋒面



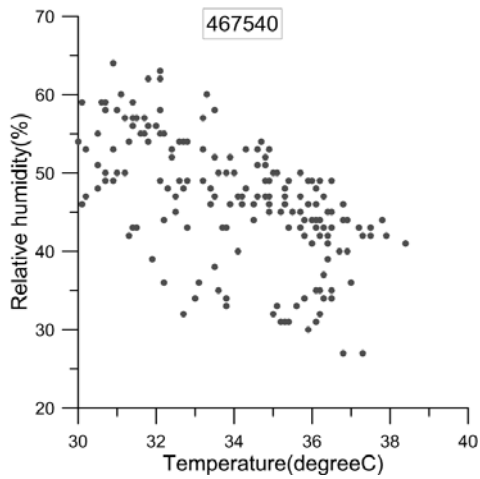
(d) 2007/06/02 鋒面



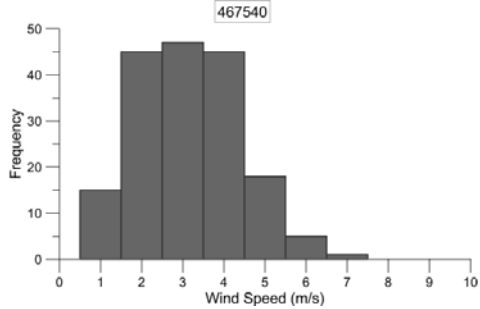
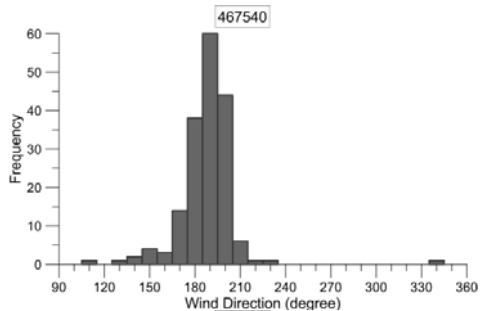
(a) 2010/04/12 鋒面

圖 3 (b) 2012 年 05 月 14 日 13 時至 16 日 12 時 (c) 2007 年 05 月 24 日 13 時至 25 日 12 時；(d) 2007 年 06 月 02 日 13 時至 03 日 12 時，大武站相對溼度、以及大武站溫度與 COS840 南田站溫度時間序列

圖 3 (a) 2010 年 04 月 11 日 13 時至 13 日 12 時大武站相對溼度、以及大武站溫度與 COS840 南田站溫度時間序列



(a) 溫度對相對溼度散布圖



(b) 風向(上)及風速(下)分布圖

圖 4 2005~2012 年 467540 大武站新聞報導之焚風期間  
(a)溫度對相對溼度散布圖；(b)風向及風速分布圖

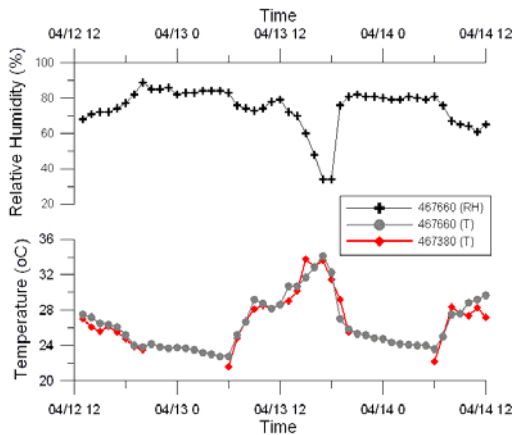


圖 5 2009 年 04 月 12 日 13 時至 14 日 12 時 467660 臺東站相對溼度時間序列(上)、467660 臺東站與 467380 豐年機場站溫度時間序列(下)

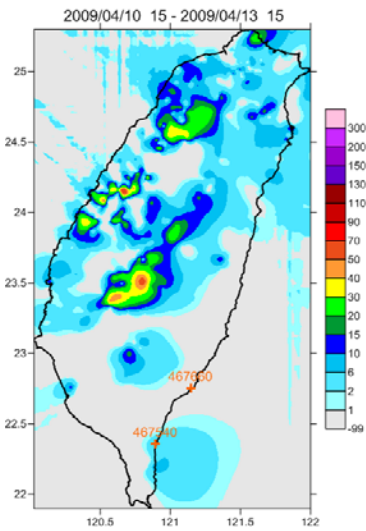


圖 6 2009 年 04 月 10 日 15 時至 13 日 15 時全臺累積降雨分布圖

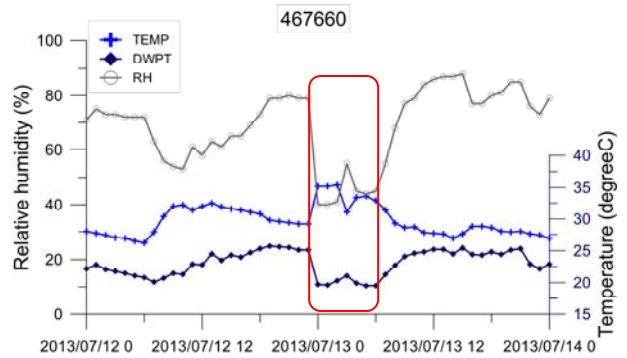


圖 7 臺東站 2013 年 7 月 12 日至 13 日溫度、露點溫度、相對濕度時序圖

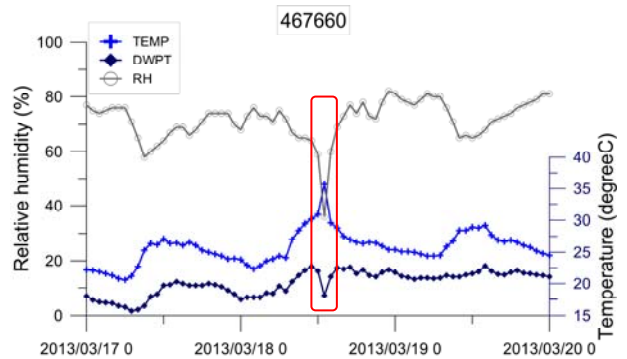


圖 8 臺東站 2013 年 3 月 17 日至 19 日溫度、露點溫度、相對濕度時序圖

表 1 2005~2012 年臺東站焚風新聞報導日期時最大相對濕度下降率發生時間及其背景氣象資料列表

新聞報導日期	成因	max $\Delta$ RH(%/時)	時間	RH(%)	$\Delta$ T(°C/時)	T(°C)
2005/05/05	鋒面	16	2005/05/05 14:00	47	1.2	32.7
2005/06/19	鋒面	12	2005/06/19 07:00	58	2.0	30.4
2005/06/20	鋒面	10	2005/06/20 16:00	39	1.7	37.0
2005/07/18	海棠颱風	35	2005/07/18 05:00	42	6.7	34.2
2005/08/04	馬莎颱風	29	2005/08/04 22:00	33	4.7	35.2
2005/08/31	泰利颱風	33	2005/08/31 22:00	43	7.4	35.4
2005/10/02	龍王颱風	19	2005/10/02 04:00	60	4.1	30.6
2006/06/05	鋒面	15	2006/06/05 16:00	39	2.2	35.8
2007/03/27	鋒面	22	2007/03/27 10:00	37	4.9	34.8
2007/04/24	鋒面	24	2007/04/24 17:00	35	3.1	33.8
2007/09/18	韋帕颱風	22	2007/09/18 12:00	59	3.8	32.9
2007/10/06	柯羅莎颱風	35	2007/10/06 11:00	41	7.9	35.9
2008/04/09	鋒面	31	2008/04/09 13:00	32	5.1	35.8
2008/07/28	鳳凰颱風	26	2008/07/28 06:00	67	3.6	30.1
2008/09/13	辛樂克颱風	35	2008/09/13 13:00	49	5.9	35.0
2008/09/28	薔密颱風	16	2008/09/28 16:00	57	2.2	32.0
2010/09/19	凡那比颱風	29	2010/09/19 07:00	53	6.3	32.7
2012/04/13	鋒面	28	2012/04/13 15:00	34	3.6	35.4
2012/05/01	鋒面	18	2012/05/01 13:00	38	2.5	36.1
2012/05/02	鋒面	16	2012/05/02 05:00	59	2.1	27.6
2012/08/02	蘇拉颱風	27	2012/08/02 02:00	66	3.7	30.4

※RH 相對濕度、T 溫度、max $\Delta$ RH 最大相對濕度下降率、 $\Delta$ T 溫度變化

表 2 2005~2012 年大武站焚風新聞報導日期時最大相對濕度下降率發生時間及其背景氣象資料列表

新聞報導日期	成因	max $\Delta$ RH(%/時)	時間	RH(%)	$\Delta$ T(°C/時)	T(°C)
2005/05/05	鋒面	10	2005/05/05 11:00	42	1.9	35.8
2007/04/24	鋒面	15	2007/04/24 13:00	47	4.8	35.3
2007/05/16	鋒面	12	2007/05/16 10:00	50	3.2	35.7
2007/05/25	鋒面	19	2007/05/25 01:00	61	3.5	29.7
2007/06/02	鋒面	11	2007/06/02 05:00	54	2.0	29.6
2007/06/24	鋒面	10	2007/06/24 07:00	59	2.5	31.4
2008/04/09	鋒面	31	2008/04/09 09:00	35	4.8	33.6
2009/06/30	鋒面	14	2009/06/30 13:00	46	3.6	36.8
2010/03/01	鋒面	26	2010/03/01 12:00	44	3.4	32.2
2010/04/12	鋒面	9	2010/04/12 09:00	38	2.9	33.5
2010/06/18	鋒面	13	2010/06/18 10:00	45	2.2	34.9
2010/06/20	鋒面	10	2010/06/20 08:00	62	3.8	32.1
2010/07/08	鋒面	12	2010/07/08 12:00	43	3.9	37.5
2010/07/11	鋒面	16	2010/07/11 09:00	49	3.5	34.9
2010/09/19	凡那比颱風	25	2010/09/19 01:00	58	3.8	31.7
2011/06/04	鋒面	14	2011/06/04 14:00	36	2.7	37.0
2011/06/05	鋒面	12	2011/06/05 12:00	41	1.8	36.4
2011/06/07	鋒面	21	2011/06/07 10:00	43	4.5	35.7
2011/06/25	米雷颱風	32	2011/06/25 03:00	55	4.5	31.3
2012/04/13	鋒面	15	2012/04/13 11:00	34	2.3	35.8
2012/05/15	鋒面	7	2012/05/15 08:00	63	4.4	32.1

※RH 相對濕度、T 溫度、max $\Delta$ RH 最大相對濕度下降率、 $\Delta$ T 溫度變化