

臺灣環島海陸風指標建立及其特性分析

陳鑫浩¹ 林博雄²

¹ 國立臺灣師範大學地球科學系 ² 國立臺灣大學大氣科學系

摘要

海陸風是泛指海洋水體與陸地岩土的熱力性質上的不同所引發的局部環流現象，為了瞭解台灣島嶼在弱綜觀天氣條件下的局部環流特性，本研究設計了海陸風指標並利用中央氣象局與環保署濱海的環島自動測站資料進行這一指標分析。先就單一測站選取個案討論海陸風指數的適用性，再討論環島各濱海測站因不同的陸地平原深度、距海遠近以及地表粗糙長度等特徵，反應在海陸風指數上的表現與意義。最後討論不同季節的風場背景，檢視環島風場特徵以及海陸風發生的頻率和強度，並經由臺灣西南地形平坦的嘉南平原來探討海風可深及陸地的距離。

關鍵字：海陸風、局部環流

一、前言

Jansa(1946)以及 Lamb(1995)針對地中海島嶼風向風速的日夜變化首度提出海陸風之概念；Atkison (1981)再將海陸風分類統計以及進行數值模擬，他指出在弱綜觀環境下才能清晰辨識海陸風，而且在中緯度區域海陸風發展空間水平尺度約可達二十至五十公里。

臺灣位於西太平洋亞熱帶緯度，擁有南北狹長地形、陡峭的中央山脈並且四面環海，海陸風影響全臺各地，包括臺灣西部濱海工業區的汙染擴散、東北部與臺灣南端的觀光遊憩需求；此外，不同的海岸線形狀、濱海陸地的面積幅度與地表粗糙長度等特性，對於臺灣各地局部環流的影響，均需要加以了解和清楚定義海陸風現象。張(2013)曾以宜蘭市區氣象站資料設計海風指標，做為宜蘭濱海地區夏季海風的門檻值。本文將全面檢視臨海氣象站風場資料，嘗試定義更嚴謹的海陸風指標來探討臺灣環島的海陸風特徵。

二、方法介紹

首先我們需要客觀標定弱綜觀環境下的海陸風，並在此種弱綜觀天氣環境之下分析海陸風風向轉換現象，定義了海陸風指數(LSB index)。流程如下：

(1)依據湯(1999)使用的臺灣海岸線地形資料將選定的氣象站左右各 15 公里定義為海岸線角度。(2)依照上述角度重新將風場向量轉置為垂直與平行海岸線分量，垂直海岸線分量之中並定義向海洋(離岸風)風向為正，指向陸地(向岸風)為負。(3)Chen(1999)利用臺灣中央氣象局測站資料，指出夏季臺灣地區向岸風最強時間發生在 14:00LST，離岸風最強的時間發生在 6:00LST，因此我們將每日逐時的離岸風減去向岸風；(4)為了降低強綜觀背景環境的干擾，再減去每日的風速風向平均風速；比如東北季風籠罩台灣情境下，日平均風速偏大，如果無顯著綜觀天氣系統影響，日平均風速偏低。經由上述風場資料分析流程，LSB index 定義為：

$$\text{LSB index} = V_{05-07} - V_{13-15} - V_{DM} \quad (1)$$

V_{05-07} ：每日 05:00~07:00LST 離岸風速。

V_{13-15} ：每日 13:00~15:00LST 向岸風速。

V_{DM} ：24 小時風向風速向量平均之風速。

經由公式(1)我們檢定任何一處台灣臨海氣象站每天的 LSB index，並預期 LSB 絶對值偏大時反應當日有

弱綜觀環境下的海陸風天氣特徵。因應經驗我們預期冬季期間 LSB index 偏低並且變化較大，夏季期間 LSB index 偏大並且變化較小。由於雲可能促成太陽熱力作用時間提前或延遲，然而公式(1)並未考慮雲的影響， $V_{13\sim15}$ 或是 $V_{05\sim07}$ 可能不是當日風速極值，會造成 LSB index 稍有偏低。

三、指數特徵分析

本研究蒐集中央氣象局與環保署 22 處臨海氣象站(圖一)2008 年 5 月至 2010 年 4 月兩年逐時資料，計算分析各測站每一天 LSB index 以及這段期間的平均值與標準差，再定義該站 LSB index 大於一個標準差的日期為海陸風顯著日。圖二是兩年期間 LSB index 每日的時間序列折線圖，該圖顯示梧棲測站 LSB index 季節之間差異顯著，冬季(DJF)擁有較低的 LSB index 並且指數變動大，夏季(JJA)的 LSB index 較高，而且指數變動小；相對地，臺東測站 LSB index 季節差異不明顯，這指數在夏季與冬季變動大約一致，數值也差不多(如圖三)；花蓮測站 LSB index 時間序列(圖四)顯示該地冬季 LSB index 振幅大而夏季小，但是季節之間數值差異小；高雄測站 LSB index(圖五)季節變化較不明顯，但是夏季的指數變化幅度大，因此夏季也較冬季有更多的高值。各測站 LSB index 兩年的時間序列特徵並不一致，台灣海峽與雲嘉南平原海岸線測站(比如臺西、梧棲、七股...)相較符合公式(1)的預期結果。

2009 年 8 月單一月份台灣環島測站位置與 LSB index 大於一個標準差(海陸風顯著日)與大於平均值日數的統計呈現在圖一，可以看出各站的差異不小。這一年夏季八月的海陸風最顯著地點是臺西測站(16 日)，海陸風最不顯著的地點是南澳測站(1 日)。LSB index 大於平均值日最多日數的地點是臺西和梧棲(26 日)，日數最少的是高雄和墾丁測站(16、15 天)。從統計的觀點看來，海陸風大於平均值的日數應該是 16 天(50%)，海陸風大於一個標準差的日數應該是 5 天(17%)，從選取的台灣環島濱海測站看來，夏季確實海陸風盛行，但是在日數上卻有空間上的差異；夏季海陸風盛行的區域以臺灣西部沿海由桃園新屋往南到臺南七股，臺灣東部沿海則花蓮靜浦往南到台東大

武，與山脈走向平行並且局部海岸線曲率較小的海岸線，也是造成海陸風指數偏高的原因。

本研究再檢視 2009 年 8 月 18 日當天日本氣象同步衛星紅外雲圖與圖一測站的風向風速(圖六)，各站之間雖有離岸與向岸風場，但是部分測站向岸風與離岸風風向與本研究定義的海岸線角度有顯著交角，比如七股測站向岸風幾乎與海岸線平行；各測站之間的離岸風與向岸風極大值發生時間也有些差異，比如基隆測站離岸風在 5:00LST 就結束，12:00LST 向岸風數值也比 15:00LST 數值大，台西測站的離岸風極值則發生在 6:00~8:00LST。

四、討論與結論

從兩年逐日資料、2009 年 8 月或是與 2009 年 8 月 18 日單日逐時資料看來，部分濱海測站的海陸風指數不甚符合我們所預期的特徵，原因可能有二：

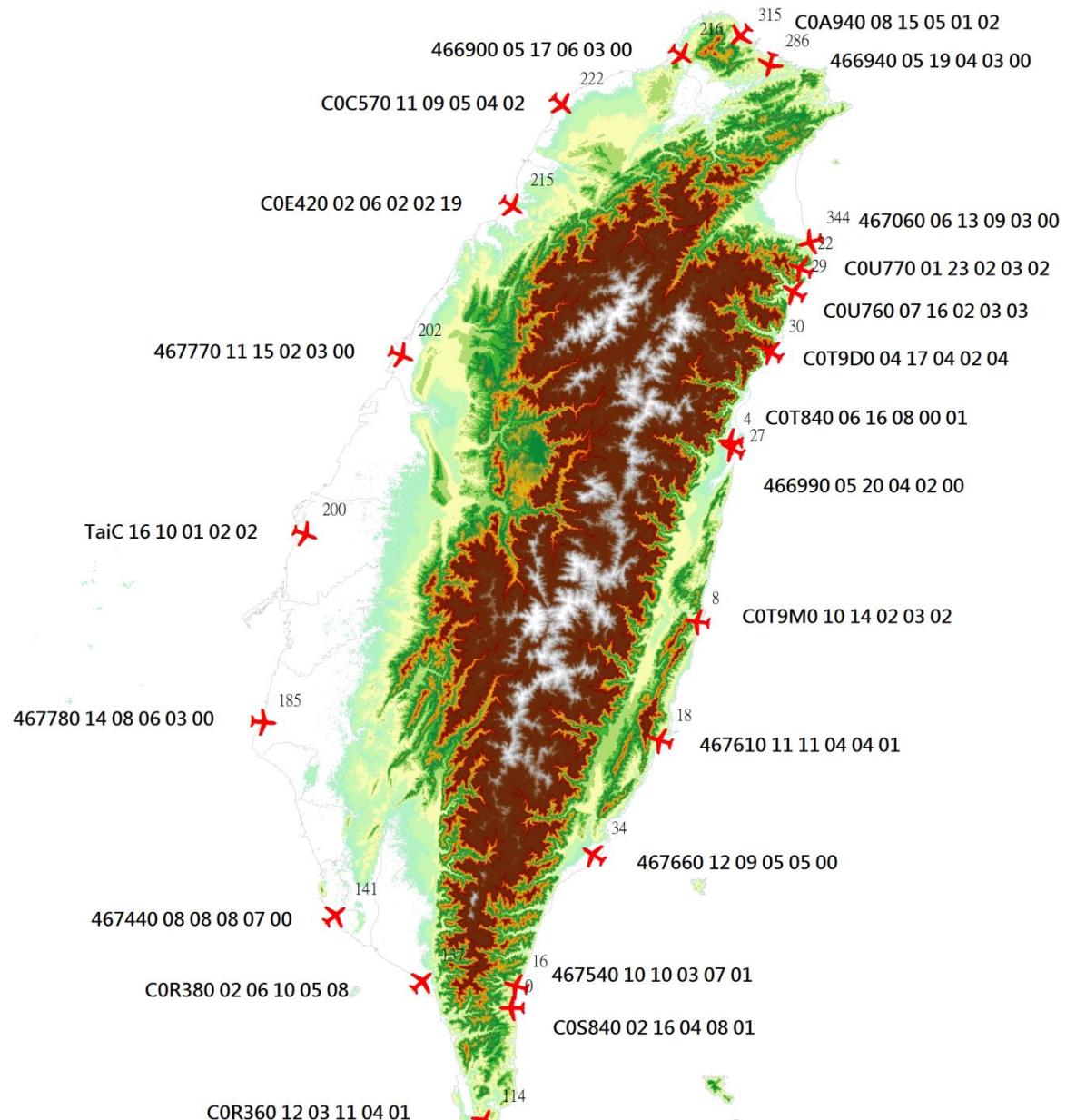
1. 海岸線角度在複雜地形上並不能單純只靠附近的海岸線(本研究設定為測站鄰近 15 公里長度)來定義，或許需改以其他空間幾何形狀參數來定義，由於瀕臨海洋的陸地形狀與面積才是造成海陸風的主因，因此以熱力條件差異程度的物理參數，才能精確決定海陸風離岸與向岸角度。
2. 向岸風與離岸風極值發生時間，就 2009 年 8 月 18 日單日來看，會有正負一個小時的差別(見公式(1))；本研究參考過去研究文獻所提供的台灣環島積分極值，或許在 LSB index 定義上仍顯粗糙，應再各自整理各測站向岸風與離岸風極值發生時間，才能降低海陸風事件發生但是海陸風指數卻不高發生的機率。

參考資料

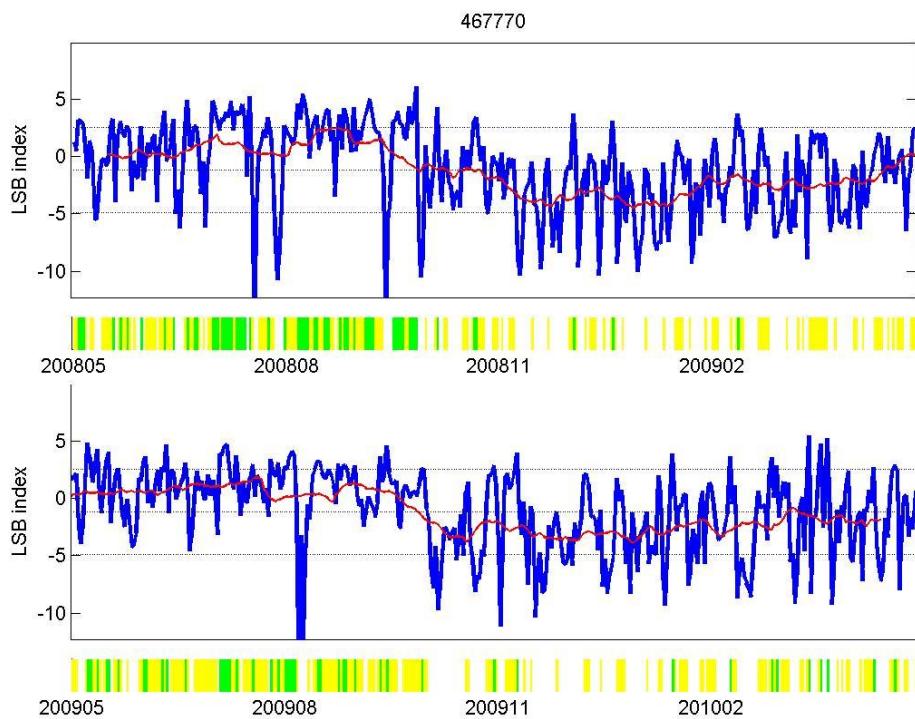
- 張資鳳，2013: 宜蘭地區海風指標探討，國立成功大學海洋科技與事務研究所碩士論文，pp147。
- 湯舜然，1999: 臺灣地區海陸風之基本特性，國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文，pp106。
- Atkinson, B.W., 1981. Meso-scale Atmospheric Circulations. Academic Press: London; 495 pp.
- Chen, T.C., M.C. Yen, J.C. Hsieh and Raymond W. A., 1999: Diurnal and Seasonal Variations of the

Rainfall and Meteorological Telemetry System in Taiwan. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 80 No. 11, 2299-2312
Jansa, J.M. and E. Jaume, 1946: The sea-breeze regime in

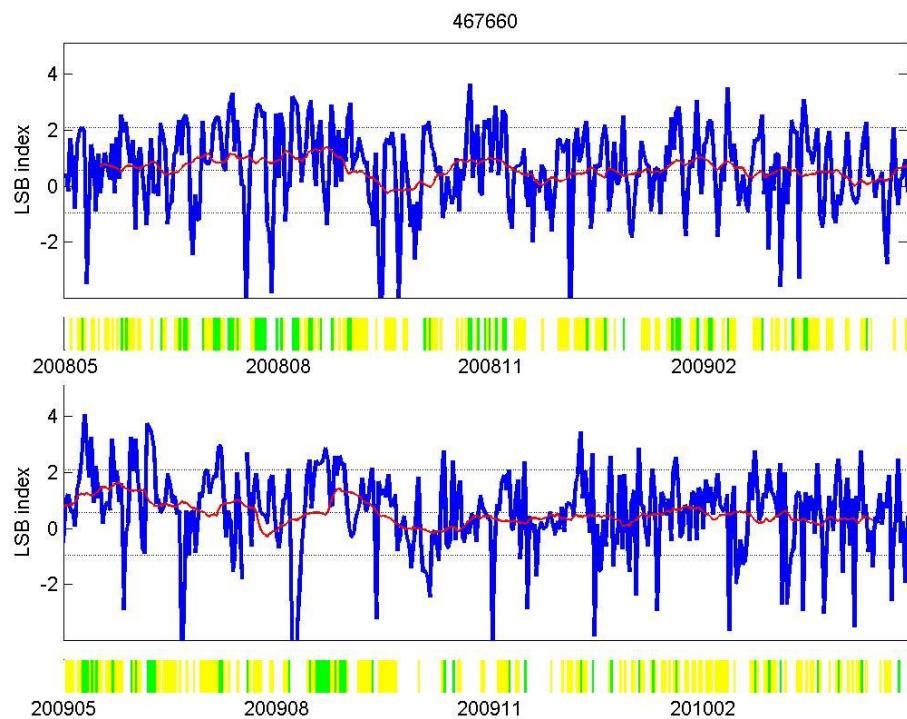
the Majorca island. *Revista de Geofisica*, 19, 304 - 328 (in Spanish).
Lamb, H.H., 1955: Malta's sea breezes. *Weather* 10, 256 - 264.



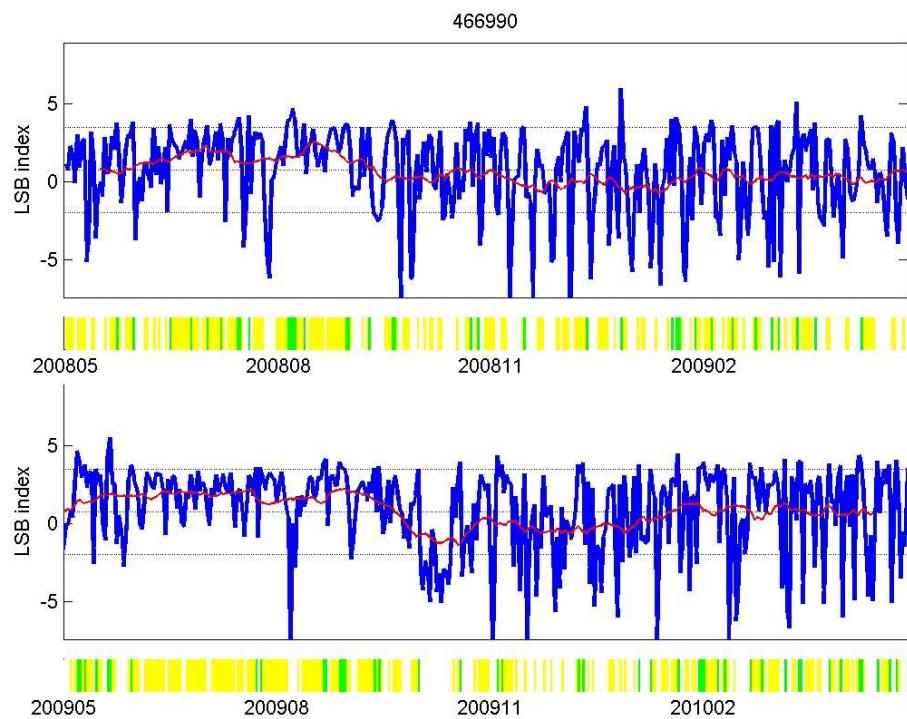
圖一 中央氣象局與環保署22處臨海氣象測站位置(以飛機表示)，並標出測站代碼與2009年8月一整個月LSB index大於正一個標準差、介於平均與正一個標準差之間、介於平均與負一個標準差之間、小於負一個標準差、無資料的日數。



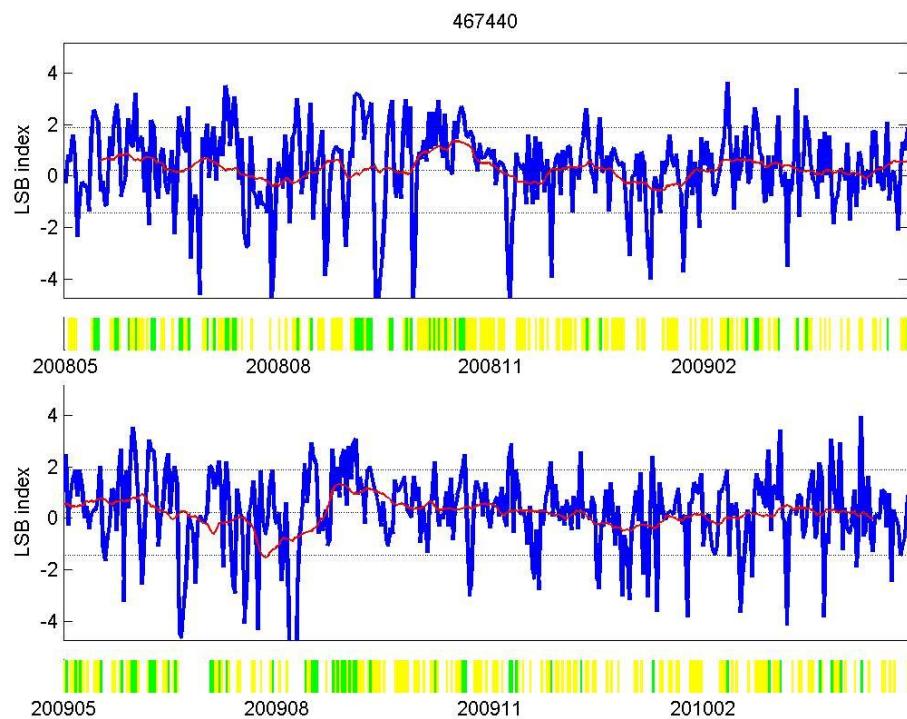
圖二 梧棲測站兩年的LSB index，藍色線為該日期的數值，紅色線為30日滑動平均，三條黑色虛線由上而下分別為正一個標準差、平均線與負一個標準差，下方的帶狀線白色、黃色與綠色分別代表該期間海陸風指數小於平均、高於平均但小於一個標準差與高於一個標準差。



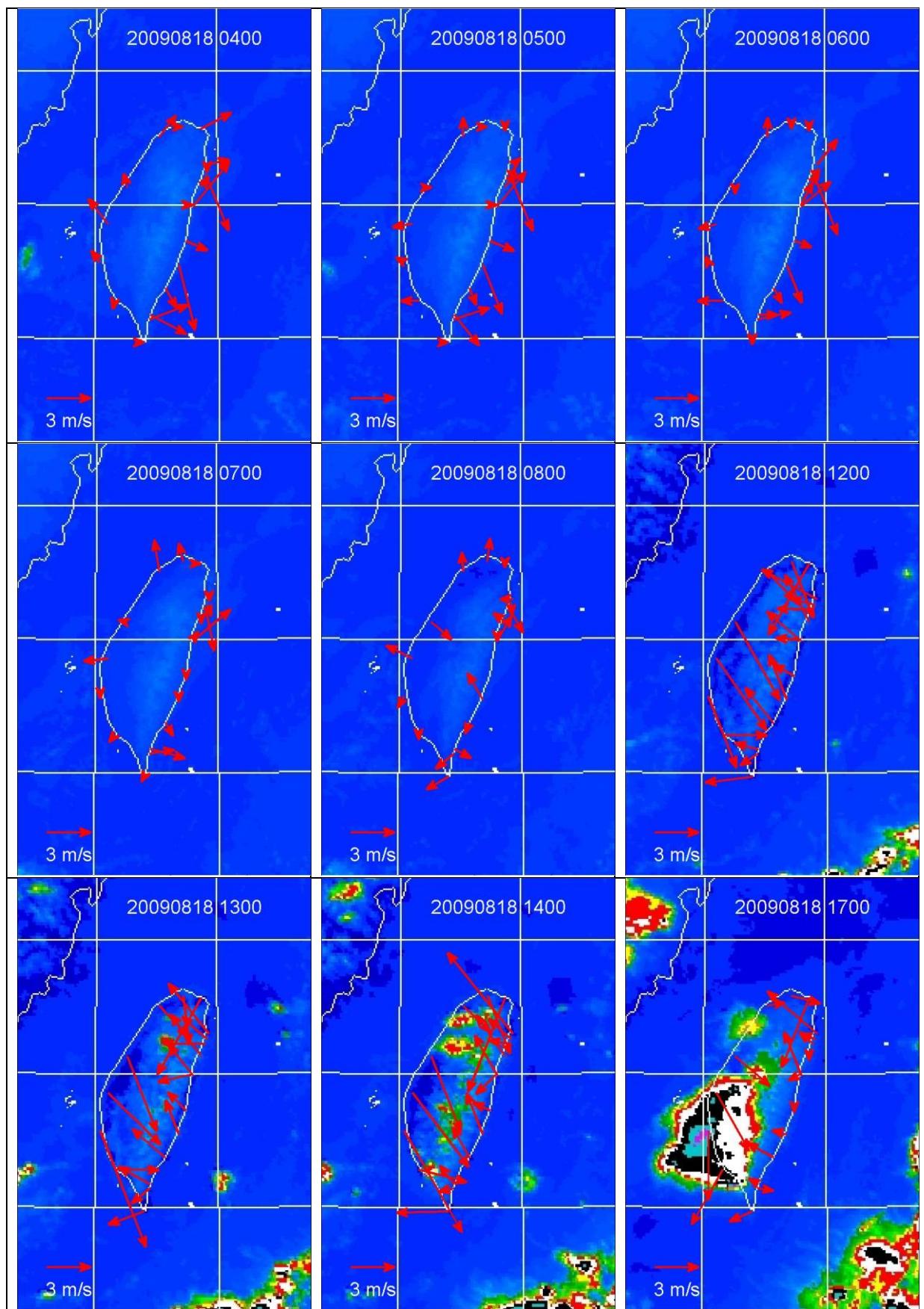
圖三 臺東測站兩年的LSB index，藍色線為該日期的數值，紅色線為30日滑動平均，三條黑色虛線由上而下分別為正一個標準差、平均線與負一個標準差，下方的帶狀線白色、黃色與綠色分別代表該期間海陸風指數小於平均、高於平均但小於一個標準差與高於一個標準差。



圖四 花蓮測站兩年的LSB index，藍色線為該日期的數值，紅色線為30日滑動平均，三條黑色虛線由上而下分別為正一個標準差、平均線與負一個標準差，下方的帶狀線白色、黃色與綠色分別代表該期間海陸風指數小於平均、高於平均但小於一個標準差與高於一個標準差。



圖五 成功測站兩年的LSB index，藍色線為該日期的數值，紅色線為30日滑動平均，三條黑色虛線由上而下分別為正一個標準差、平均線與負一個標準差，下方的帶狀線白色、黃色與綠色分別代表該期間海陸風指數小於平均、高於平均但小於一個標準差與高於一個標準差。



圖六 2009年8月18日的紅外雲圖與22測站風場疊圖