

# 台灣東南沿岸長生命期對流線之個案研究

謝瑩薰 游政谷

中國文化大學大氣科學系

## 摘要

台灣東南沿岸海面上常見到對流線的發生，這是為人所熟知的中尺度現象。對流線通常發生於離岸邊 40 公里以內的近海，但偶爾也會發生於外海。近海對流線可能的生成機制已在之前的研究中被提出。當夜間發展的冷離岸流遇到大環境主要的向岸流，兩氣流所導致的低層輻合對於對流線的發展有很重要的貢獻。而發生於距岸邊 40 公里以外的對流線，經先前的個案研究分析得知外海對流線可能的生成機制，是因地形效應所形成的阻塞氣流與大環境主要向岸流所產生之輻合所形成。台灣東南沿岸的對流線多半發生在夜晚，然而，卻也有罕見長生命期的對流線被觀測到。因此，本研究針對 2003 年 3 月 1 日至 3 日所發生長達將近 40 小時之久的長生命期對流線個案進行研究分析，以期了解此長生命期對流線的發展機制。研究重點將針對海陸風變化，地形強迫作用以及大環境場進行分析。

研究分析顯示此對流線在白天仍維持生命，其原因和沿岸海陸風日夜變化可能並沒有直接相關。垂直風切與冷池可能提供對流減弱或維持的機制。而對流線在後期往外海的移動可能與大環境風場有關。

關鍵字：對流線、海陸風、地形效應

## 一、前言

台灣是一個多山且地形複雜的島嶼，有縱貫南北的中央山脈及東部緊臨海岸線的海岸山脈。由於四面環海及複雜地形影響下，地形效應常導致局部環流與降水的發生。尤其因台灣東部地形陡峭，在台灣東岸常可觀測到對流線的發生。近海對流線的生成原因已被解釋為冷離岸流遇到綜觀盛行向岸風之結果(Yu and Jou 2005)。雖然大部份的對流線大致上位於離岸近海處(約 10 公里至 30 公里)，但偶爾會發現離海岸較遠的外海對流線(Alpers et al. 2007; Yu and Lin 2008)。對於外海對流線的生成機制，沿岸離岸流與大環境向岸環流之間的輻合似乎很難解釋外海對流線之生成，此機制只能用來解釋近海對流線的形成，因夜晚期間，離岸流之前緣速度無法到達外海。因此，外海對流線是因地形效應所產生的阻塞氣流與大環境主要向岸流所產生之輻合所形成(Yu and Hsieh 2009)。

台灣東南沿岸的對流線多半發生在夜晚，然而，卻也有生命期跨越夜晚白天持續數十小時的罕見長生命期對流線被觀測到。因此，本研究將針對長生命期對流線個案進行研究分析，以期了解此長生命期對流線的發展機制。研究重點將針對海陸風變化，地形強迫作用以及大環境場進行分析。

## 二、資料與研究方法

本研究主要使用的觀測資料為花蓮及綠島都卜勒雷達。綠島雷達每 20 分鐘一筆體積掃描的雷達回波場，其觀測半徑 120 公里。花蓮雷達每 10 分鐘一筆體積掃描的雷達回波場，雷達觀測範圍涵蓋台灣東部及東北部海域。綠島(GI)位於台灣東南海面上，距海岸線約 40 公里，綠島都卜勒雷達之觀測範圍可涵蓋台灣東南部份海域。在本研究中，因個案水平範圍廣大，由花蓮外海往南延伸，長度最常可達 250 公里，而單一雷達無法觀察到對流線整體結構，因此利用綠島及花蓮合成回波來探究對流線的生成位置及強度變化。

為了解日夜海陸風對於對流線之影響，研究中使用了中央氣象局地面局屬觀測站，花蓮(HL)、成功(CK)、台東(TT)、大武(TW)、蘭嶼(LY)之逐時風向風速資料，以及民航局綠島測站風向風速資料。為了解影響台灣之綜觀環境狀態，我們使用了台灣東南外海之 NCEP/NCAR 網格點，U、V 風場、溫度場、重力位高度場與相對溼度場資料，以及日本與那國島(Y)的測站資料(圖一)。

## 三、個案概述

本研究選取 2003 年 3 月 1 日 1800 LST 形成於台灣東部海面上之對流線，發展於距離海岸線約 10 至 20 公里處。由 2003 年 3 月 1 日 1200UTC 地面天氣

圖可見，對流線初始生成期間台灣附近處於弱綜觀環境，沒有受到鋒面及其他的天氣系統影響，因此對流線之形成與綜觀天氣系統應無相關。

花蓮與綠島都卜勒雷達合成回波場顯示對流線從初始發展開始直到消散共經歷約 39 小時 40 分鐘。對流線自 2003 年 3 月 1 日 1800 LST 在花蓮及台東之間海面上形成後，逐漸發展成形且強度增強，在 3 月 2 日 0640 LST (圖二) 強度發展至最強，強度最強的位置緊臨台東、成功、大武、三站，且對流線有延伸進陸地，使台東產生降水。之後的白天期間強度雖略為減弱，但仍維持著一定的強度，在 2 日的下午三點左右又稍微的增強。至 3 日 0000 LST 開始，原本呈現滯留於離岸 10~20 公里處的對流線開始有往外海移動的趨勢，而後強度逐漸減弱，至 3 日 1240 LST 消散。

#### 四、穩定度及風場分析

綜觀環境場顯示，個案發生期間台灣東南海面上為偏東的向岸環流，NCEP 網格資料探空圖顯示大環境屬於穩定的狀態 (圖三)。我們利用低層垂直海岸線之風場 U 分量及靜力穩定度計算 Froude number 來評估地形對風的影響。經計算得  $Fr=0.2\sim 0.5$ ，數值相當小，表示綜觀環境之東風受台灣地形阻礙，無法越山。同時，經過分析距離對流線一開始初始發展位置較近的花蓮地區，由花蓮探空圖可知此區域有較不穩定的情況。

台灣東南沿岸測站顯示海岸風除了成功站之外，其餘測站沒有明顯日夜變化。在我們較關心的白天期間，沿岸測站大部份風向沿著海岸線，而非向岸風。外海的觀測資料顯示，離對流線較近的綠島地面測站風向由一開始的偏東風，到對流線發展後期轉至偏南風，風向風速無呈現日夜變化，NCEP 與那國島的風向變化亦有類似的情形，與沿岸測站所觀測之風場變化不同。此結果顯示，個案發生期間台灣東南沿岸海陸風，與對流線之生成應無顯著相關。

NCEP 所屬大環境風場顯示，一開始在對流線東側之風向為東北風，當對流增強時，NCEP 風速也增強。之後風速減弱，對流線的強度也略為減弱。當風向開始轉向偏南風時，對流線開始往外海移動 (圖四)。

#### 五、結論

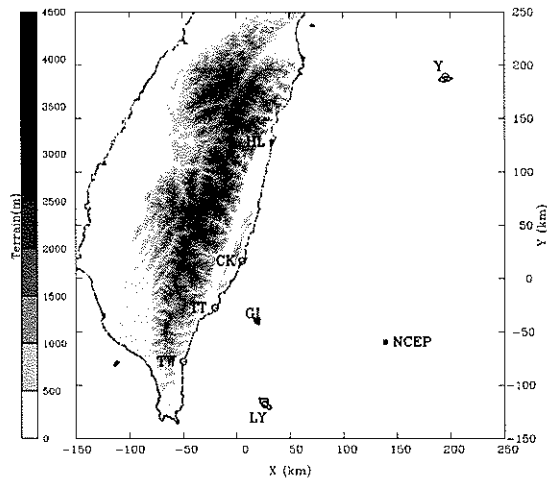
由個案的研究分析可得知，在弱綜觀環境作用下，因沿岸地區測站無明顯海陸風變化，在白天期間支持對流線生命的原因暫且可推論與海陸風無相關性。對流線發生期間，花蓮探空顯示有對流可用位能，而 NCEP 代表的外海環境較穩定，此可解釋對流線發展的區域多靠近沿岸地區。在沿岸無海陸風及大

環境強勁的向岸風條件下，可推論白天對流線能夠維持生命，與大環境的風場有關。大環境風場的變化也連帶的影響到對流線的移動及強度變化。

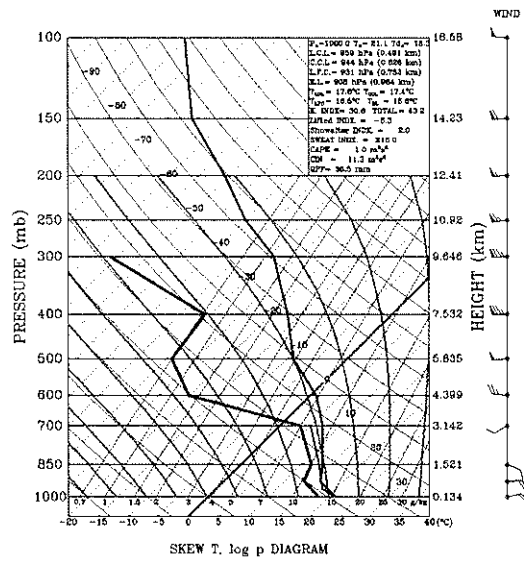
白天對流線生命的維持，可能是因地形效應和大環境主要向岸流之間的交互作用所導致。目前對於對流線白天維持生命的推論，跟大環境向岸流靠近地形而產生風向的變化可能相關。而向岸流移動至近海時的減速會導致在近海沿岸區域有輻合產生。另一個推論是，對流線內因為降雨而使溫度降低，在近地面所形成的冷池能夠使對流維持。未來將針對本個案雷達觀測資料作更詳盡的分析，以進一步釐清地形效應對於長生命期對流線的重要性。

#### 參考文獻

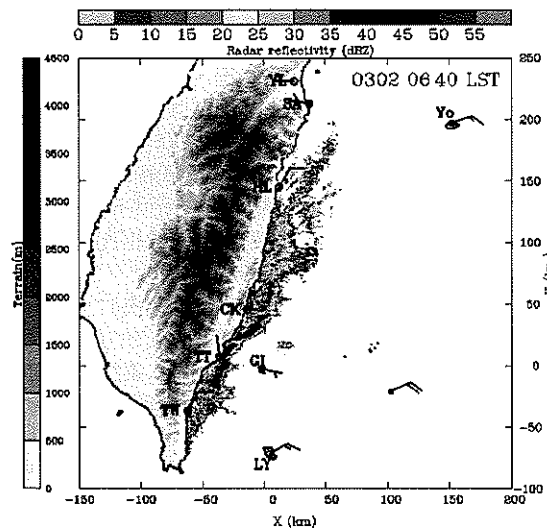
- Alpers, W., J.- P. Chen, I.- I. Lin, and C.- C. Lien, 2007: Atmosphere Fronts along the East Coast of Taiwan Studied by ERS Synthetic Aperture Radar Images. *J. Atmos. Sci.*, **64**, 922-937.
- Yu, C.- K., and B. J.- D. Jou, 2005: Radar observations of diurnally forced, offshore convective lines along the southeastern coast of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 1613-1636.
- Yu, C.- K., and C.- Y. Lin, 2008: Statistical location and timing of the convective Lines off the mountainous coast of southeastern Taiwan from long-term radar observations. *Mon. Wea. Rev.*, **136**, 5077-5094.
- Yu, C.- K., and Y.- H. Hsieh, 2009: Formation of the convective Lines off the mountainous coast of southeastern Taiwan: A case study of 3 January 2004. *Mon. Wea. Rev.*, in press.



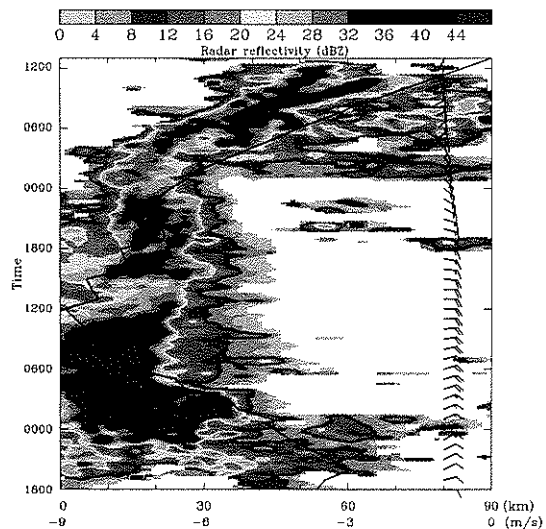
圖一、台灣地形。地形高度以灰階表示，間距 500 公尺。HL 及 GI 表示花蓮及綠島都卜勒雷達位置，CK、TT、TW、LY 分別表示成功、台東、大武、蘭嶼地面觀測站位置。NCEP 為 NCEP/NCAR 再分析網格資料。Y 為日本與那國島測站。



圖三、2003 年 3 月 1 日 12 UTC 之 NCEP 斜溫圖。



圖二、2003 年 3 月 1 日 0640 LST 花蓮綠島合成 PPI 雷達回波圖。色階為雷達回波（單位為 dBZ）。風標表示各測站風向風速(half bar =  $2.5 \text{ m s}^{-1}$ , full bar =  $5 \text{ m s}^{-1}$ )。



圖四、雷達回波強度及位置與 NCEP 風向風速時間序列變化。縱軸時間由 2003 年 3 月 1 日 1800 LST 開始，以 6 小時為一間隔往上增加。橫軸上行為距海岸線之距離(km)，下行為 NCEP 風場 U 分量(m/s)。色階為雷達回波（單位為 dBZ）。黑色實線為 NCEP 風速，右側風標為 NCEP 風向風速(half bar =  $2.5 \text{ m s}^{-1}$ , full bar =  $5 \text{ m s}^{-1}$ )。