

中央氣象局107年天氣分析與預報研討會 梅雨季時期南海海洋邊界層噴流與一台灣劇 烈降雨個案的關係

涂綢琪¹ 陳宇能² 林沛練¹ 林博雄³

¹Department of Atmospheric Sciences, National Central University 中央大學大氣科學系

²Department of Atmospheric Sciences, University of Hawaii at Manoa 夏威夷大學大氣科學系

³Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University 台灣大學大氣科學系

摘要

我們已用 5 年(2008-2012 年) NCEP Climate Forecast System Reanalysis (CFSR)資料來分析台灣梅雨季(5-6 月)的南海海洋邊界層噴流(marine boundary layer jet, MBLJ)的特性，這篇研究中的海洋邊界層噴流與伴隨著梅雨季次綜觀鋒面系統(subsynoptic frontal system)的低層噴流(subsynoptic low-level jet, SLLJ)不同，早期文獻中的 LLJ 在 700-850hPa 層有風速極值，而南海海洋邊界層噴流主要發生在梅雨季後期(6 月 1 日之後)，而 MBLJ 則是在 925hPa 層有風速極值。

2017 年 6 月 1 日~3 日適逢 South China Sea Two-Island Monsoon Experiment (SCSTIMX)實驗期間，從 NCEP CFSR 再分析資料與東沙探空資料觀測到此時期有南海海洋邊界層噴流，此事件也造成台灣西南部及北部劇烈降雨，暖溼海洋邊界層噴流受地形舉升，造成台灣西南部劇烈降雨，而暖濕邊界層噴流也將水汽傳送到鋒面帶，此鋒面經過北台灣與中台灣造成這些區域的劇烈降雨，而南海海洋邊界層噴流(MBLJ)伴隨的水汽通量比伴隨著梅雨季次綜觀鋒面系統的 700-850hPa 的低層噴流(SLLJ)所伴隨的水汽傳送要高。

關鍵字:海洋邊界層噴流、劇烈降雨

一、前言

南海的海洋邊界層噴流(marine boundary layer jets, MBLJs)為風速極值出現在 1km 以下的低層噴流(low-level jets, LLJs)，Xu et al. (2012) 和 Tu et al. (2014,2017) 發現此種暖濕的低層噴流受台灣西南部先前降雨造成的冷池舉升與阻滯影響，造成對流多在台灣西南部上游形成與增強，移進台灣西南部後漸漸減弱，形成一降雨極值在岸邊的沿岸劇烈降水個案(2008 西南氣流實驗/TiMREX IOP8 (15-16

June))。南海的邊界層噴流與早期的研究中在梅雨季時，東亞的低層噴流不同，早期東亞的低層噴流定義為沿著梅雨鋒南側發生在 700-850hPa 層的窄高風速區(Chen and Yu 1988; Chen et al. 1994; Chen and Chen 1995)，這類低層噴流與梅雨鋒和綜觀天氣系統有很密切的關係，Du et al. (2014)將其歸納在風速極值出現在 1-4km 的綜觀系統低層噴流(synoptic-system-related low-level jets, SLLJs)。

二、研究方法

我們使用氣象局的東沙探空資料驗證了 Global Model 再分析資料(如 CFSR 和 ERA-Interim 資料),在邊界層噴流日,除了東沙島探空的邊界層噴流極值(~950hPa)出現的較 CFSR 分析場(~925hPa)低, CFSR 的風場垂直 profile 與東沙島探空相近。CFSR 與 ERA-Interim 資料都低估了低層水汽,而且位溫的垂直梯度比探空的小,可能是 Global Model 高估了在混合層的垂直紊流混合(圖 1)。我們驗證過 CFSR 有較佳的邊界層噴流表現,所以我們進一步使用 CFSR 再分析資料與東沙探空資料分析 2017 年 6 月 1 日~3 日與 6 月 17 日 South China Sea Two-Island Monsoon Experiment (SCSTIMX) 實驗期間的個案分析。

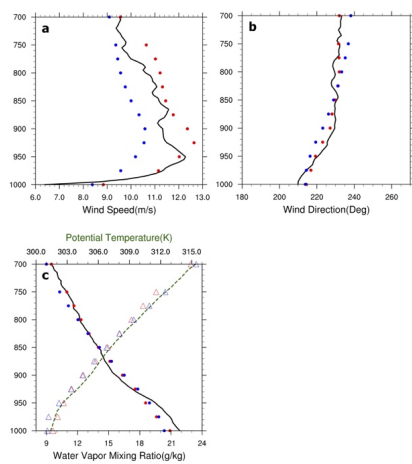


圖 1. (a) 2010-2012 年 6 月邊界層噴流日之東沙島探空合成風速(黑線),紅點與藍點分別表示 CFSR 與 ERA-Interim 再分析資料近東沙島的合成風速。(b)同(a)但為合成風向。(c) 合成水汽混合比和位溫,紅色與藍色的點(三角形)分別代表 CFSR 與 ERA-Interim 再分析資料的水汽混合比(位溫)。

三、結果

在 2017 年 South China Sea Two Island Monsoon Experiment (SCSTIMX) 實驗時期的

梅雨季期間,從 NCEP CFSR 再分析資料與東沙島探空觀測中看到南海邊界層噴流造成台灣西南部劇烈降雨的個案(6 月 1~3 日)(圖 2-3),因為邊界層內的水氣較 850~700 hPa 層的水汽要多,所以南海海洋邊界層噴流(marine boundary layer jet, MBLJ)的水汽傳送與水汽通量亦比 700-850hPa 的綜觀系統低層噴流(synoptic-related low-level jet, SLLJ)的水汽傳送與水汽通量更多,6 月 2 日的水汽通量極值出現在 950hPa(圖 2d 與 3c),到了 6 月 3 日,水汽通量極值更低於 950hPa,我們未來將用高解析度的 WRF 模擬來探討邊界層內的水汽通量與台灣地形的交互作用以致降雨產生的機制。暖溼海洋邊界層噴流受地形舉升,造成 6 月 1~3 日台灣西南部劇烈降雨,而暖濕邊界層噴流也將水汽傳送到鋒面帶,此鋒面經過北台灣與中台灣造成這些區域的劇烈降雨。而比較 6 月 1~3 日與 6 月 17 日兩個個案,邊界層噴流強度與邊界層內水汽通量強度對於劇烈降雨量的相對大小是很有關係的(圖 2-4),6 月 1~3 日的個案降雨量較 6 月 17 日個案大,而 6 月 1~3 日的邊界層強度與邊界層內水汽通量強度也較大。

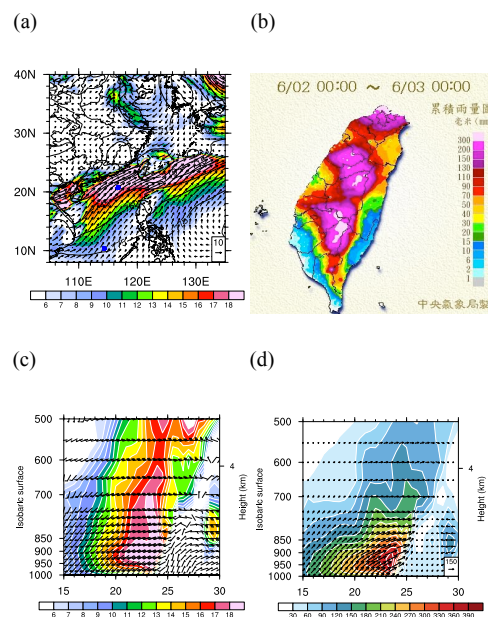


圖 2. (a) 0000 UTC 2 June 2017 CFSR 925hPa 風(V, m s⁻¹)和重力位高度(gpm). (b) 2 June 2017 LST 日累積雨量

(mm). (c) 0000 UTC 2 June 2017 CFSR 沿著 118°E 垂直剖面的風($V, m s^{-1}$) 與風標 (full barb represents $5 m s^{-1}$) 。(d) 同 (c) 但為水平水汽通量。(a)中的藍點表示東沙與太平島的位置。

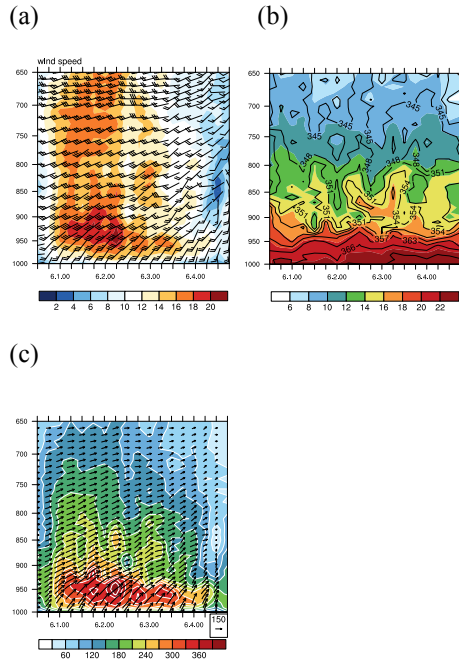


圖 3. (a) 東沙島探空 1200UTC 31 May- 1800 UTC 4 June 2017 時間序列的風($m s^{-1}$) (full barb represents $5 m s^{-1}$). (b) 同(a) 但為水汽混合比($g kg^{-1}$, shaded) 與相當位溫(K, contoured). (c) 同(a) 但為水平水汽通量($q\vec{V}$) ($g kg^{-1} m s^{-1}$) [資料來源: CWB and SCSTIMX (South China Sea Two-Island Monsoon Experiment) 實驗辦公室].

四、結論

台灣梅雨季的南海海洋邊界層噴流 (marine boundary layer jet, MBLJ) 的特性與伴隨著梅雨季次綜觀鋒面系統 (subsynoptic frontal system) 的低層噴流 (low-level jet, LLJ) 不同，早期文獻中的 LLJ 在 700-850hPa 層有風速極值 (Chen and Yu 1988; Chen et al. 1994; Chen and Chen 1995)，2017 年 6 月 1 日~3 日適逢 South China Sea Two-Island Monsoon Experiment (SCSTIMX) 實驗期間，從 NCEP

CFSR 再分析資料與東沙探空資料觀測到此時期有南海海洋邊界層噴流，此事件也造成台灣西南部及北部劇烈降雨，暖溼海洋邊界層噴流受地形舉升，造成台灣西南部劇烈降雨，而暖濕邊界層噴流也將水汽傳送到鋒面帶，此鋒面經過北台灣與中台灣造成這些區域的劇烈降雨，而南海海洋邊界層噴流 (MBLJ) 伴隨的水汽通量比伴隨著梅雨季次綜觀鋒面系統的 700-850hPa 的低層噴流 (SLLJ) 所伴隨的水汽傳送要高，由初步的個案分析，6 月 1~3 日的個案降雨量較 6 月 17 日個案大，而 6 月 1~3 日的邊界層強度與邊界層內水汽通量強度也較大，所以邊界層噴流強度與邊界層內水汽通量強度對於台灣劇烈降雨量的相對大小是很有關係的，這也可以作為梅雨季劇烈降水預報的一項判斷因子。

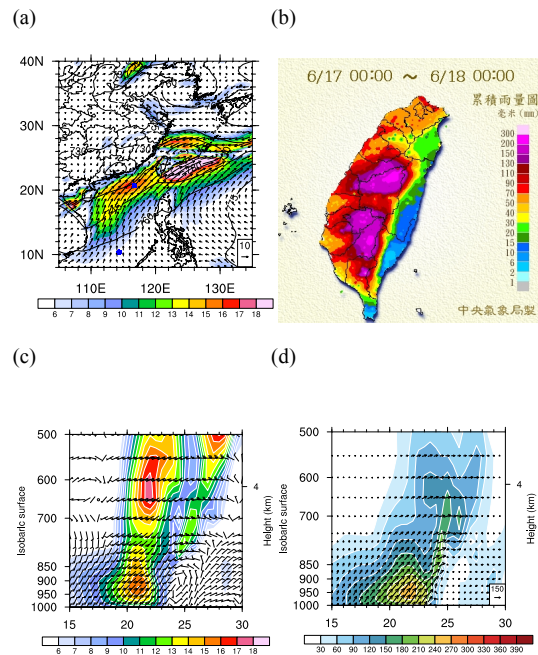


圖 4. (a) 0000 UTC 17 June 2017 CFSR 925hPa 風 ($V, m s^{-1}$) 與重力位高度 (gpm). (b) 17 June 2017 LST 日累積雨量 (mm). (c) 0000 UTC 17 June 2017 CFSR 沿著 118°E 垂直剖面的風($V, m s^{-1}$) 與風標 (full barb represents $5 m s^{-1}$) 。(d)

同 (c) 但為水平水汽通量。(a)中的藍點表示東沙與太平島的位置。

參考文獻

- Chen, T.-J. G., and C.-C. Yu, 1988: “Study of Low-Level Jet and Extremely Heavy Rainfall over Northern Taiwan in the Mei-Yu Season”, *Mon. Wea. Rev.*, 116, 884–891.
- Chen, X. A., and Y.-L. Chen, 1995: “Development of low-level jets during TAMEX”, *Mon. Wea. Rev.*, 123, 1695-1719.
- Chen, Y.-L., X. A. Chen, and Y.-X. Zhang, 1994: “A diagnostic study of the low-level jet during TAMEX IOP 5”, *Mon. Wea. Rev.*, 122, 2257-2284.
- Du, Y., Q. Zhang, Y.-L. Chen, Y. Zhao, and X. Wang, 2014: “Numerical simulations of spatial distributions and diurnal variations of low-level jets in China during early summer”, *J. Climate.*, 27, 5747-5767.
- Tu, C.-C., Y.-L. Chen, C.-S. Chen, P.-L. Lin and P.-H. Lin, 2014: “A comparison of two heavy rainfall events during the Terrain-influenced Monsoon Rainfall Experiment (TiMREX) 2008”, *Mon. Wea. Rev.*, 142, 2436-2463.
- , ——, S.-Y. Chen, Y.-H. Kuo, and P.-L. Lin, 2017: “Impacts of Including Rain Evaporative Cooling in the Initial Conditions on the Prediction of a Coastal Heavy Rainfall Event during TiMREX”, *Mon. Wea. Rev.*, 145, 253-277.
- Xu, W., E. J. Zipser, Y.-L. Chen, C. Liu, Y.-C. Liou, W.-C. Lee, and B. J.-D. Jou, 2012: “An orography-associated extreme rainfall event during TiMREX: initiation, storm evolution, and maintenance”, *Mon. Wea. Rev.*, 140, 2555–2574.