

颱風遠距離降雨之個案分析：哈隆颱風(2014)

劉宇其^{1,2} 李清勝^{1,3}

國立臺灣大學大氣科學系¹

中央氣象局預報中心²

台灣颱風洪水研究中心³

摘要

颱風為臺灣重要的雨量來源之一，而大部分颱風所引發的降雨都出現在颱風正在影響臺灣或是緊鄰臺灣通過的時候。不過在特定的綜觀條件下，Schumacher et al. (2011)及 Wang et al. (2009)指出颱風的出現可能會讓低緯度的水氣往高緯度輸送並增強局地的水氣通量輻合，進而在原本已經有利對流發展的環境下，產生更大的降雨。2014年八月7至13日臺灣西南部受西南氣流影響產生強降雨，一週內高雄仁武累積雨量逾1000毫米，當時哈隆(2014)颱風正逐漸於琉球海域北上，850hPa以下西南風強風區由其環流向南海延伸並隨颱風緩慢北抬，臺灣西南部海域對流活躍的位置亦隨時間往臺灣接近。本研究將由進一步分析釐清距臺較遠的颱風在這場強降雨下所扮演的角色。

經由夏季相似路徑的颱風比較，有造成西南部強降雨的颱風在通過琉球海域時，在南海北部850hPa空層以下伴隨較強的西南風，而未造成強降雨的個案西南風較弱或者盛行其他風向。另外，在造成強降雨的個案中，西南部近海也出現較大的水氣通量水平方向的輻合，顯示有較大量的水氣匯集在南部上空提供降雨的水氣來源。未來將透過WRF模式進行有無颱風的敏感度實驗，以釐清颱風在增加水氣通量輻合上扮演什麼角色及量化颱風在降雨事件上的貢獻度。

關鍵字：颱風、遠距離降雨、西南氣流

一、前言

颱風帶來的雨水是臺灣重要的水資源來源之一，然而其所夾帶的強降雨是造成颱風災害中最主要的原因。而颱風大部分引發的強降雨多發生在中心登陸臺灣或由附近海域通過前後。李(2004)等人指出颱風接近臺灣時，容易因逆時針環流和臺灣的地形使颱風的降雨產生「地形鎖定」效應，使得中心位置接近的颱風個案造成降雨的區域大致雷同，因此利用過去颱風個案的中心位置與降雨的關係發展出「颱風氣候法」推估襲臺颱風將導致的降雨量。

然而颱風也可能間接造成距中心數百公里外地區的強降雨，Schumacher et

al. (2011)及 Wang et al. (2009)分別針對美、日強降雨進行個案分析，指出颱風或與副熱帶高壓配合，將產生較強的南風將熱帶的水氣向北輸送，提供中緯度強降雨發生的水氣來源，這種強降雨離颱風本身相當遠，因此 Schumacher et al. (2011)又稱此種降雨為 PRE(Predecessor Rainfall Event)。而在秋季時颱風帶來的暖濕空氣在臺灣附近和東北季風交會，將產生「共伴效應」於東北部產生強降雨，羅(2002)及林(2014)分析了琳恩颱風、奈格颱風因共伴效應導致據颱風中心數百公里的東北部強降雨個案，發現颱風帶來的暖濕空氣北上時與北方乾冷空氣交會產生傾斜的上升運動引發強降雨，而林(2014)進一步在敏感度實驗將颱風環流去除，

北上的暖濕空氣減少進而使降雨不明顯、且區域偏移，顯示颱風雨季風的交互作用在這種遠地降水扮演重要的角色。

至於夏天，西南季風和颱風也會產生交互作用，艾(2013)指出與西南季風共伴的颱風常伴隨較強的西南風，且有較大的西南來的水氣通量。而柳(2006)針對敏督利(2004)颱風離臺時與西南氣流在中南部導致強降雨的天氣系統進行水氣收支分析，發現水平方向水氣通量輻合量遠大於局地的蒸發量，顯示西南氣流生的水氣輸送角色相當重要。除了襲臺颱風外，廖(2013)年對於侵襲日本時馬鞍(2011)颱風引入西南氣流導致的降雨事件中對於颱風的角色進行探討，得到颱風的存在會使得臺灣上空的盛行西南西風，水氣較易輸送進入陸地產生地形舉升的降雨，相反的沒有颱風環流時風向偏南，雨區則落在沿海，但仍有豪雨等級降雨出現。

2014年臺灣西南部沿海受西南氣流影響出現明顯降雨，降雨量最大的區域位於西南部沿海。此時臺灣位於大低壓帶中，然而哈隆(2014)颱風正從琉球海域北上，西南強風區隨著颱風移動而北抬，對流爆發的區域亦逐漸由南海移進臺灣。類似路徑的颱風由於距離臺灣遙遠，並不會有颱風警報的發佈，但颱風和西南季風交互作用下仍可能在臺灣產生較強的降雨並導致災害，因此本篇研究將針對這個颱風在強降雨中扮演的角色進行探討。研究的第二部份將先呈列使用資料，第三部份將描述個案發展的過程，隨後將會針對類似路徑的颱風個案做比較，找出哈隆颱風北上時環境的特點，因此第四部分將會列出篩選的標準，而第五部分則呈現初步比較的結果，第六部份則為結論。

二、使用資料

本研究所使用之大氣場的分析資料均為 NCEP FNL 分析資料，解析度為 $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ 。地面觀測資料來源為中央氣象局各測站，包括人工站及自動站；同時為了瞭解海面上降雨情形，研究裡也使用 TRMM 3B42 資料庫中逐三小時的平均時雨量資料；另外，颱風相關的資料則是以 JTWC Best Track Data 為依據。

三、個案概述

此個案西南部沿海主要的降雨時間由 8/7 開始持續到 8/13，最大降雨量出現在高雄仁武超過 1000 毫米(圖一)，其中在 8/8 之後西南部沿海每天皆有測站達到豪雨標準(200mm/24hr)。利用 TRMM 反演同時間整個洋面上的降水(圖二)，可見南海北部至臺灣海峽南部有一強降水區，其邊緣碰觸到臺灣西南部陸地，臺灣西南部沿海的降雨應為此強降雨區的一部分。

925hPa 的風場則顯示在 8/8 00Z(圖三)時西南風的強風軸由南海北部向東北延伸至颱風環流南側，其邊緣碰觸臺灣南部，比較同時間的衛星雲圖可見強對流的位置和強風軸位置大致吻合。而 8/8 起至 8/13 期間西南風強風軸大致位於臺灣附近，使得持續一週的時間綜觀環境類似，西南部沿海的降雨可能因此持續。而從 8/5 至 8/8 期間的風場(圖四)，可見強風軸這三天隨著颱風北上從南海逐漸北抬至巴士海峽，衛星雲圖(圖五)亦顯示強對流活躍的區域漸往臺灣靠近，顯示隨著颱風北上，臺灣的環境逐漸轉為適合強對流發展。然而由琉球海域

北上的颱風並不罕見，哈隆颱風的北上為何會伴隨臺灣附近不穩定的環境，接下來將進行類似路徑個案的比對，以找出這類路徑並在中南部伴隨強降雨的颱風環境上有何其他特徵。

四、相似路徑個案篩選條件

研究中將 Best Track Data 6 小時的定位內插為逐小時的定位用以與時雨量相對應。根據哈隆颱風的路徑及其造成強降雨時的中心位置，劃定一從琉球海域延伸至日本南部的區域(圖六)，選出在 2000-2014 年間的 6 月至 8 月，通過此區域且臺灣附近同時無任何明顯其他天氣系統影響的北行颱風，總共 6 個個案，分別為哈隆(2014)、馬鞍(2011)、帕布(2001)、艾陶(2003)、電母(2004)及烏沙及(2007)將成為綜觀天氣分析的比較對象。

同時由氣象局人工站及自動站的逐時雨量資料加總得 24 小時的累積雨量與豪雨特報標準(200mm/24hr)相比，若南部同時有兩個測站符合標準，則代表有強降雨事件發生。按照此標準又將六個案分為兩類，造成強降雨的個案為哈隆(2014)及馬鞍(2011)；另外四個帕布(2001)、艾陶(2003)、電母(2004)及烏沙吉(2007)則未在中南部造成強降雨。(圖七)

五、相似路徑個案比較結果

於南部造成強降雨的馬鞍颱風及哈隆颱風，儘管強降雨發生的位置不同但其在通過琉球海域時，在南海(SCS)底層伴隨著較強烈的西南風；而其他個案北上時南海的西南風強度較弱或者是盛行其他風向。(圖八)

未造成強降雨的其中兩個個案臺灣

附近的盛行風不是西南風，是因南海有另一低壓發展，來自印度洋的西南季風由更低緯度進入太平洋，南部並非東風的迎風面，因此不易有強降雨發生。而比較另外兩個盛行西南風未造成強降雨及有造成強降雨的兩個個案中，雖然臺灣都位處於大低壓帶，但南部出現明顯降雨的個案來自印度洋的西南風強風軸流入颱風南側環流的路徑較為接近臺灣；而較弱降雨的個案強風軸離臺灣較遠或者是西南風強度較弱。此時若計算四個盛行西南風個案在琉球海域北上同時臺灣中南部外海的水氣通量輻合，可見有強降雨發生的水氣輻合量大，西南風帶來的水氣來源充沛。(圖九)

經由以上分析可知，颱風在琉球海域北上的同時，仍要其他天氣系統的配合使得來自印度洋的西南季風可以經臺灣流入颱風南側，並讓颱風逐漸導引強風軸北抬，增加臺灣中南部的水氣通量輻合，成為供應強降雨發生的水氣來源。

六、結論

過去研究指出颱風除了本身環流影響下會造成強降雨外，還有可能透過與其他天氣系統的配合而增強局部地區的水氣通量輻合，而提供具中心數百公里外強降雨的水氣來源。在臺灣，相似的情形也發生在颱風與西南季風共伴的同時，因季風帶來的暖濕空氣使得水氣輻合量增加，提高強降雨發生的機率。哈隆颱風於 2014 年八月北上的同時，其所伴隨的西南風強風軸也逐漸由南海往臺灣南部接近，使得西南部沿海的環境逐漸轉為適合對流發展。

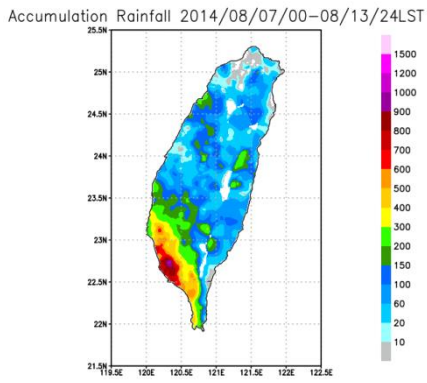
根據過去類似路徑的個案比較，有造成強降雨的哈隆颱風及馬鞍颱風

北上的同時都伴隨了比較強的西南風，亦導致了在西南部沿海的水平水氣通量輻合較其他未在中南部造成強降雨的颱風還大，顯示這兩個颱風伴隨了較充沛的水氣來源，造成強降雨的機率高。

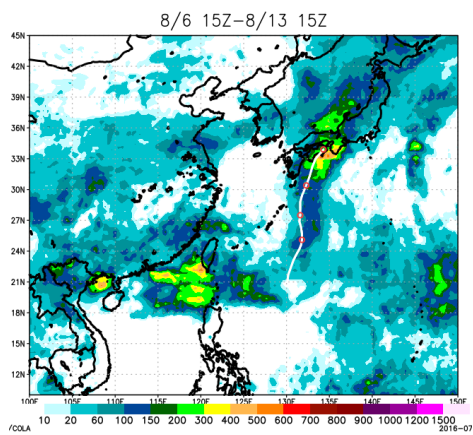
而目前的分析資料僅能定性上推測颱風對於西南部沿海的降雨扮演助益的角色，但定量上颱風在這場降雨中角色的重要性，則還需要模擬進行敏感度實驗才能更進一步說明，因此未來將利用 WRF 針對此個案進行模擬，並預計在各個敏感度實驗中植入不同強度的颱風比較西南部沿海降雨的變化，以更深入探討颱風所扮演的角色及背後造成差異的物理機制。

七、參考文獻

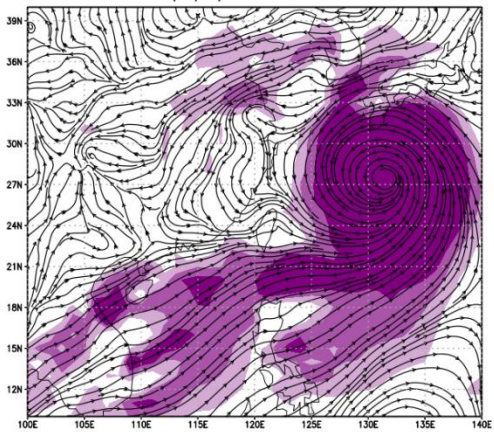
- Chien, F.-C., Y.-C. Liu, and C.-S. Lee, 2008: Heavy rainfall and southwesterly flow after the leaving of Typhoon Mindulle (2004) from Taiwan. *J. Meteor. Soc. Japan*, 86, 17-41.
- Lee, C. S., Huang, L. R., Shen, H. S., and Wang, S. T., 2004: A Climatology Model for Forecasting Typhoon Rainfall in Taiwan.
- Russ S. Schumacher, Thomas J. Galarneau Jr., and Lance F. Bosart, 2011: Distant Effects of a Recurving Tropical Cyclone on Rainfall in a Midlatitude Convective System: A High-Impact Predecessor Rain Event*. *Mon. Wea. Rev.*, **139**, 650–667.
- Yongqing Wang, Yuqing Wang, and Hironori Fudeyasu, 2009: The Role of Typhoon Songda (2004) in Producing Distantly Located Heavy Rainfall in Japan*. *Mon. Wea. Rev.*, **137**, 3699–3716.
- 艾寧靜，2013：颱風與季風共伴之環境場研究。中國文化大學大氣科學系，碩士論文，147pp。
- 林士然，2014：奈格颱風引起遠距降雨之個案研究。國立師範大學地球科學系，碩士論文，147pp。
- 廖思瑩，2013：颱風對臺灣地區遠距降雨之影響－梅姬與馬鞍颱風個案分析。國立師範大學地球科學系，碩士論文，173pp。
- 羅英哲，2002：颱風環流與東北季風共伴導致臺灣北部豪雨之分析。臺灣大學大氣科學系，碩士論文，98pp。



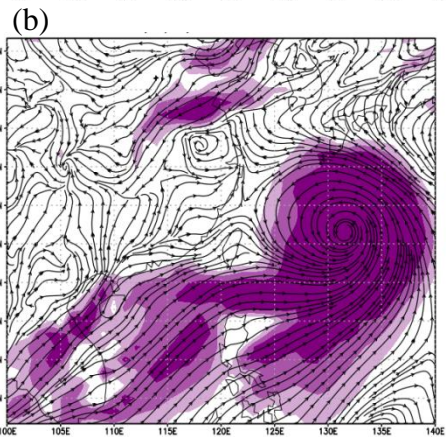
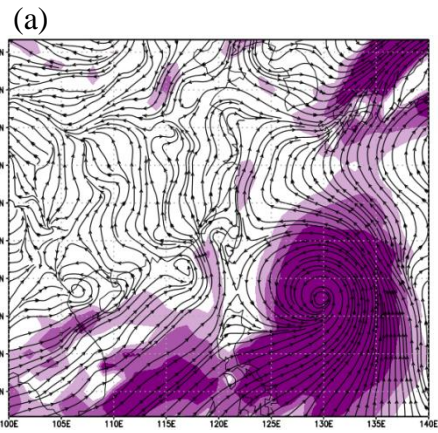
圖一、2014/08/07-08/13 累積雨量圖。



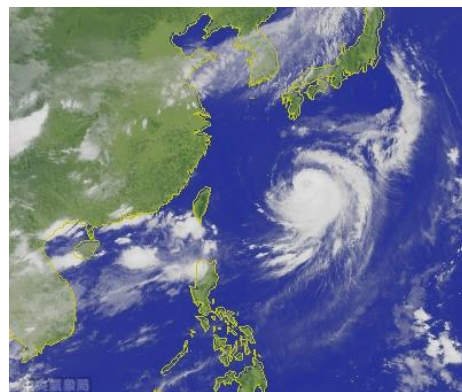
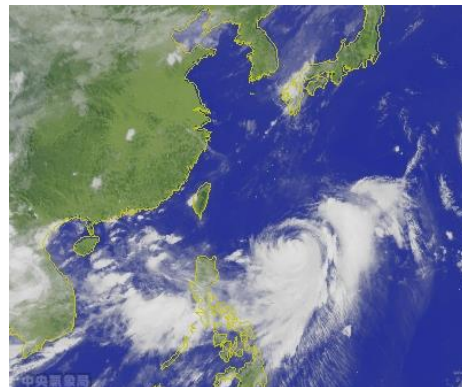
圖二、8/6 15Z-8/13 15Z TRMM 反演累積雨量場，白線為 8/6-8/10 哈隆颱風路徑，紅點為 00Z 時之中心位置。



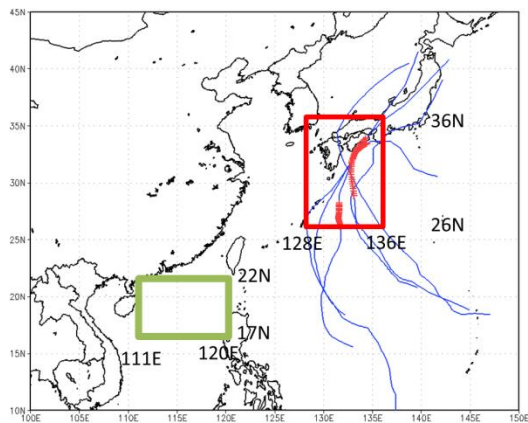
圖三、8/8 00Z 925hPa 流線場，陰影區為風速，單位 m/s。



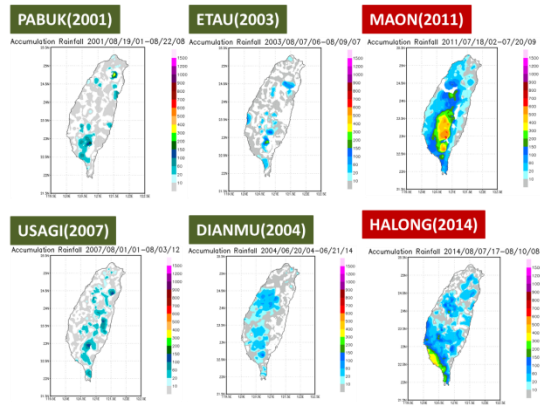
圖四、同圖三，分別為 a:8/5 00Z；b: 8/7 00Z。



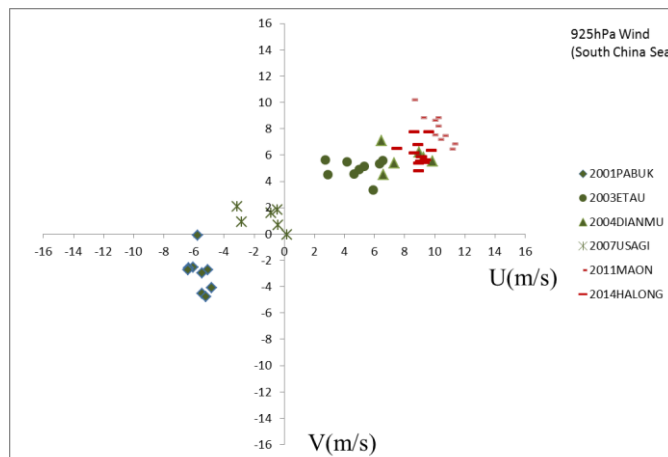
圖五：東亞紅外線衛星雲圖(摘自中央氣象局)，a:8/5 00Z；b:8/700Z。



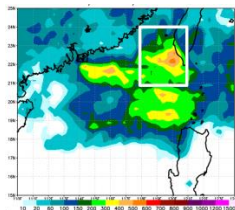
圖六、藍線：篩選之六個案路徑；紅十字：強降雨發生時颱風中心位置；紅框：本研究定義的琉球海域；綠空：南海。



圖七：所挑選之個案通過琉球海域時於臺灣造成之累積雨量，紅色表示強降雨個案，綠色表示未造成強降雨個案。



圖八、所有個案通過琉球海域時各分析資料時間於南海的平均風。橫軸：U、縱軸：V、紅色為造成強降雨之個案；綠色則反之。



圖九、(a)8/6 15Z-8/13 15Z TRMM 反演累積雨量，白框為計算水氣通量輻散量的區域。(b)1000-850hPa 間各時間平均水氣通量輻散量；縱軸：輻散量；橫軸為時間：以颱風進入琉球海域的第一筆時間為第 0 小時。

