

2019年颱風引進西南風造成的極端降雨事件初步分析

黃紹欽 王安翔 黃柏誠
國家災害防救科技中心

摘要

本研究以2019年7月19日(0719豪雨)和8月10-17日(0812豪雨)兩場因颱風引進西南風造成的極端降雨事件為例，探討在不同西南風強度影響下的降雨機制、型態及空間分布。在0719豪雨事件中，西南風與山區強降雨之下衝流造成的東北風在臺灣海峽輻合，激發強對流並移入陸地，為高屏地區帶來劇烈降雨。0812豪雨事件的結果顯示，當西南風較強時，氣流可直接進入山區，受地形舉升影響，山區有持續性的強回波發展，導致山區有長延時極端降雨發生。而西南風較弱時，臺灣陸地的阻擋使接近陸地的西南風產生減速作用，並與陸風環流在西南部外海形成輻合區，因此對流系統會沿著海岸線發展並隨西南風移入陸地，在沿海或平地都會區造成短延時的極端降雨。

關鍵字：颱風、西南風、極端降雨

一、前言

每年5月開始，南海地區受到東亞夏季季風的影響，盛行西南或偏南方向的風，如果臺灣附近有鋒面(簡與楊, 2010)、颱風(簡與楊, 2009)或季風低壓等天氣系統存在，就容易將西南風引進臺灣，在中南部地區造成劇烈的極端降雨(各測站平均降雨量加上2個標準差)事件。在1993至2019年期間，西南風/西南氣流導致的極端降雨事件共51次，其中颱風與鋒面各佔20次，為影響西南風增強的主要天氣型態。

在颱風型的個案中，原本位於南海地區的西南強風軸會隨著颱風轉向北或東北方向遠離而北移，將高溫且潮濕的不穩定氣流引進臺灣(余, 1982)。因此颱風、華南低壓槽及太平洋副熱帶高壓間的交互作用，是影響西南風能否持續將南海地區的水氣傳送至臺灣附近的重要因素。若南海為低壓帶且在颱風遠離前就已富含水氣，颱風東側呈東北-西南走向且密集分布的等重力位高度線向西南延伸至南海地區、低對流層存在西南強風軸及颱風強度較強並在離臺後緩慢移動，就容易在臺灣西南方海面及南海北部海域產生旺盛的西南氣流(簡與楊, 2009; Chien et al., 2008)。2004年敏督利颱風(MINDULLE)、2008年卡致基颱風(KALMAEGI)及2013年康芮颱風(KONG-REY)，都是颱風引進西南風的典型案列，在臺灣中南部地區降下豪雨，造成嚴重災情。

黃等(2020)概略分析2019年7月19日和8月10日至17日，二此因為臺灣中南部地區受到颱風引進的西南風影響，分別發生極端降雨事件，颱風移動路徑如圖1所示。本文則針對臺灣中南部地區發生劇烈降雨的成因、降雨機制、型態和空間分布及衝擊進行介紹。

二、0719豪雨事件

參考黃等(2020)的分析，7月16日下午2時丹娜絲颱風(DANAS)在菲律賓東方海面上生成。生成後，受到呂宋島與強垂直風切的影響，颱風環流出現高低層分離的情形，低層颱風中心在副熱帶高壓的導引下，北轉往臺灣東方海面移動，

高層雲系與強對流區則在通過呂宋島後滯留，持續組織發展。中央氣象局於17日上午11時30分發布陸上颱風警報，是2019年第一個發布警報的颱風。隨後颱風以每小時17公里的速度穩定北移，通過臺灣東部海面。因颱風中心與陸地最近的距離超過200公里，臺灣本島僅受外圍環流影響，各地的風雨並不明顯。颱風警報發布期間，除臺東縣蘭嶼氣象站、嘉義及臺南地區出現超過100毫米的降雨外，其餘地區僅有零星降雨。

因颱風持續向北遠離，中央氣象局於18日下午5時30分解除海上颱風警報，臺灣的降雨逐漸趨緩。然而，呂宋島西側海面上的低壓系統自19日起，受到丹娜絲颱風的牽引而北移，導致臺灣附近的西南風增強。來自南海的暖濕水氣不斷被傳送至臺灣附近，提供有利對流發展的組織環境條件。19日中午，臺南、高雄及屏東地區開始有強對流系統發展，對流系統的強度在下午3至5時間達最強，高屏地區多個雨量站2小時累積雨量超過100毫米，以高雄市楠梓氣象站的162.5毫米最高。下午4時，高雄市沿海地區更發生時雨量超過90毫米的極端降雨(圖2a)，遠超過高雄市區每小時70.9毫米的雨水下水道排水標準，劇烈的短延時降雨讓沿海及都會區出現積淹水災情。

整起降雨事件直到晚上8時才趨緩，當日的降雨多集中在高雄及屏東沿海地區(圖2b)，日累積雨量最大值分別位於高雄市小港區鳳森(270.5毫米)及屏東縣新園鄉新園氣象站(262毫米)，皆達豪雨等級。較大的雨勢則發生在中午12時至晚上9時間，高雄市大寮區大寮及小港區鳳森氣象站的累積雨量分別為204及201毫米，但在下午3至6時的短短3小時內，就降下了超過160毫米的雨量，為短延時的極端降雨型態。

本起事件的降雨中心位於臺灣西南部沿海地區，尤其是高雄市與屏東縣，持續時間不到12小時。在美國國家環境預測中心的全球模式資料中，丹娜絲颱風引進的西南風平均風速約為每秒10公尺，850百帕也沒有西南強風軸，是一個強度偏弱的西南風事件。不過臺灣西南部外海仍有強對流不斷發展並移入陸地，對流系統的成因與增強過程可以初生期(10至

13時)、發展期(13至15時)、成熟期(15至17時)及消散期(17至20時)四個階段來說明(圖3)。

初生期時,丹娜絲颱風外圍環流的西北風,與南海海面的西南風在臺灣海峽南側輻合,對流系統被激發並往陸地移動,高雄及屏東山區有劇烈的降雨發生,同時伴隨強下衝氣流。發展期時,高屏地區的平地受下衝氣流影響,轉為東北風,此東北風再與環流的西南風在外海輻合,形成排列整齊的線狀對流,同時出現閃電躍升(Scultz et al., 2009; Williams et al., 1999)的現象。線狀對流的雷雨胞在移入陸地的過程中持續增強,高閃電密度的強回波自下午3時起進入高雄及屏東沿海地區,產生劇烈的短延時降雨,為成熟期。隨後,山區的強對流系統逐漸消散,東北風亦減弱,沿海及平地一帶的雷雨胞也因輻合作用減少而逐漸消散,降雨趨緩。

2019年7月19日,受到丹娜絲颱風引進的西南風影響,臺灣西南部地區有劇烈的強降雨事件發生。當西南風與山區強降雨之下衝流所造成的東北風在臺灣海峽上輻合,對流系統會在沿海地區被激發並在移入陸地的過程中逐漸增強,為高屏地區帶來短延時強降雨。根據各部會調查資料,全臺共306處積淹水災點,集中於臺南市、高雄市及屏東縣地區,適逢民眾下班時間,造成諸多不便,但積淹水情形在很短時間就消退了。

三、0812豪雨事件

2019年8月4日下午2點,利奇馬颱風(LEKIMA)於呂宋島東方海面生成,因位於季風低壓環流內,導引氣流不明顯,只能緩慢朝西北移動。但6日起,利奇馬颱風進入高海溫區且環境垂直風切減弱,其強度快速增強並開始加速往北北西方向朝臺灣東北部海面移動。中央氣象局分別在7日下午5時30分與8日上午8時發布海上與陸上颱風警報。利奇馬颱風在8月8至9日最接近臺灣,颱風中心僅從臺灣東北部海面通過,臺中以北受外圍環流雨帶影響而有較大的雨勢(黃等, 2020)。隨著颱風北移並登陸中國浙江省,中央氣象局於9日下午8時30分解除陸上颱風警報。

雖然全臺的降雨在颱風遠離後趨緩,但10日起,利奇馬颱風引進的西南風開始在中南部地區造成大量降雨,直到17日,西南風減弱,雨勢才逐漸減緩,持續時間長達8天。其中10、11及13日達豪雨(日累積雨量超過200毫米)等級,15與16日更達大豪雨(日累積雨量超過350毫米)等級(圖4)。

在西南風影響期間(10日0時至17日24時,共192小時),中南部的平地及山區皆有明顯的降雨,嘉義縣、高雄市及屏東縣的最大總雨量均超過1,000毫米,分別為1,094、1,177及1,054毫米。根據中央氣象局的氣候統計資料,這三個縣市8天的累積雨量,都已超過該縣市氣候平均年總降雨量(1,774.3、1,884.9及2,022.4毫米)的一半以上。

在降雨型態上,山區及平地測站稍有不同(圖5)。山區,高雄市桃源區御油山雨量站的最大時雨量僅48.5毫米,但持續超過24小時的降雨,讓總累積雨量高達1177.5毫米,為長延時的降雨。相反的,平地的最大總雨量發生在臺南市歸仁區媽廟氣象站(467.5毫米),僅為山區測站的四成,不過1及3

小時最大延時累積雨量高達92.5及199毫米,屬於短延時的降雨型態。

參考黃等(2020)研究,將整起事件根據臺灣鄰近區域的西南風強弱,可分為初期、減弱期及重新增強期三個階段(圖6)。初期(10至11日)時,臺灣鄰近海域的平均風速超過每秒8公尺,南海地區的近海面平均西南風速更達每秒12公尺以上,850百帕高空的低層噴流軸通過巴士海峽,屬於較強的西南風事件。強的西南風會將南海地區的水氣傳至臺灣鄰近區域,一路進到中南部山區,藉由地形抬升,低層潮濕的空氣易凝結成雲致雨,使山區出現持續且劇烈的降雨,最大日累積雨量達300毫米以上,高雄市桃源區小關山站更測得48小時累積雨量523.5毫米,平地僅有零星降雨。

減弱期(12至14日)時,利奇馬颱風已進入山東半島,但日本東南方海面上的科羅莎颱風(KROSA)逐漸靠近臺灣北部海面。此時的臺灣附近為一個大低壓帶,綜觀環境仍盛行西南風,但平均西南風速已減弱至每秒8公尺。Wang et al. 曾在2005年提出,當西南風速偏弱時,臺灣地形的阻擋會讓靠近陸地的西南風減速,導致外海出現速度輻合區,雷雨胞易沿著海岸線發展成弧狀對流帶,並隨盛行西南風移入陸地,在沿岸與平地造成劇烈的強降雨。本階段的降雨分布與過去研究相似,但局部陸風環流與原本的西南風匯合更加強對流胞的發展。弧狀強對流帶從臺南、高雄,一直延伸至屏東,降雨熱區亦逐漸移往沿岸與平地區域,72小時最大累積雨量出現在臺南市歸仁區媽廟氣象站(358毫米)。

重新增強期(15至17日)時,利奇馬與柯羅莎颱風持續北上,在柯羅莎颱風外圍環流的牽引下,南海地區的西南風再度增強,達每秒12公尺以上,低層噴流帶來的豐沛水氣讓各地轉為不穩定的天氣型態,臺中以南的降雨轉趨明顯。此階段的降雨分布與初期相似,偏強的西南風受到中央山脈的舉升,山區有持續性的強回波,高雄及屏東單日最大累積雨量均超過350毫米,達大豪雨等級。72小時最大累積雨量位於高雄市桃源區御油山雨量站,達715毫米,遠高於平地地區的降雨。

參考黃等(2020)研究,0812豪雨主要由利奇馬及柯羅莎颱風引進的西南風所造成,在中南部地區造成劇烈的強降雨。當最大降雨發生在山區時,臺灣西南部海域的西南風較強,氣流可進入山區並在地形舉升的影響下,有持續性的強回波出現,導致長延時極端降雨事件。另一方面,當最大降雨位於沿岸或平地都會區時,西南風強度較弱,臺灣陸地的阻擋使西南風產生減速作用,並與陸風環流在西南部外海形成輻合區,對流胞沿著海岸線發展並隨原本的西南風移入陸地,造成短延時的極端降雨。根據各部會的統計資料,整起事件共有218筆積淹水災點(雲林、臺南、高雄及屏東)及23處坡地災害(臺中、南投及高雄),全臺農業產物及民間設施損失為1億7,493萬元。

四、討論與結論

本文以2019年兩個颱風引進西南風造成的極端降雨事件為例(0719豪雨與0812豪雨),探討劇烈降雨事件發生的可

能原因、降雨型態及空間分布。在兩起豪雨事件中，颱風經過臺灣附近後均持續以偏北東北方向移動，原本位於南海海域的大低壓帶受到颱風牽引而北移，導致臺灣西南部外海的西南風增強。

圖7為兩起事件的氣象因子比較表，在不同強度的西南風影響下，降雨型態及分布差異也不同。0719豪雨與0812豪雨減弱期為較弱的西南風事件，降雨集中於沿岸與平地地區，且為短延時的降雨型態。0812豪雨事件的初期與重新增強期，有較強的西南風，雖然平地及山區都有明顯的雨勢，但最大累積降雨量仍位於山區，為長延時的降雨型態。

另一方面，強對流系統的成因亦有明顯的不同，在0719豪雨事件中，綜觀環境的西南風與山區強降雨之下衝流造成的東北風在臺灣海峽南側輻合，導致雷雨胞在外海被激發，再隨西南風移往陸地。在0812豪雨事件中，當西南風較強時，氣流可直接進入山區，迎風面受地形舉升水氣凝結影響，有持續性的強回波存在。而西南風較弱時，臺灣陸地的阻擋使接近陸地的西南風產生減速作用，並與陸風環流在西南部外海形成輻合區，導致對流胞沿著海岸線形成並增強。

五、參考文獻

- 余家忠，1982：通過台灣北方海上颱風與台灣中南部豪雨之研究，*大氣科學*，**9**，95-112
- 黃紹欽、黃柏誠、王安翔、吳宜昭與于宜強，2020：2019臺灣極端氣候與天氣事件回顧與分析。*國家災害防救科技中心*，**109-X03**，84pp

- 陳御群、王安翔、黃紹欽與于宜強，2020：2019年0812西南風豪雨事件之降雨分析。*國家災害防救科技中心災害防救電子報*，**174**，1-12
- 廖信豪、黃紹欽、李宗融與于宜強，2019：丹娜絲颱風期間高雄0719豪雨事件研析。*國家災害防救科技中心災害防救電子報*，**171**，1-13
- 簡芳菁與楊筑方，2009：北行颱風伴隨西南氣流之研究。*大氣科學*，**37**，27-48
- 簡芳菁與洪玉秀，2010：梅雨季西南氣流氣候平均與個案之數值研究。*大氣科學*，**38**，237-268
- Chien, F. -C., Y. -C. Liu, C. -S. Lee, 2008: Heavy rainfall and southwesterly flow after the leaving of Typhoon Mindulle (2004) from Taiwan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **86(1)**, 17-41.
- Sultz, C. J., W. A. Petersen, and L. D. Carey, 2009: Preliminary development and evaluation of lightning jump algorithms for the real-time detection of severe weather. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **48**, 254302563.
- Wang, C., -C., G. T.-J. Chen, T.-C. Chen, and K. Tsuboki, 2005: A numerical study on the effects of Taiwan topography on a convective line during the Mei-yu season. *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 3217-3242.
- Williams, E.R., B. Boldi, A. Matlin, M. Weber, S. Hodanish, D. Sharp, S. Goodman, R. Raghavan, and D. Buechler, 1999: The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms. *Atmos. Res.*, **51**, 245-265.

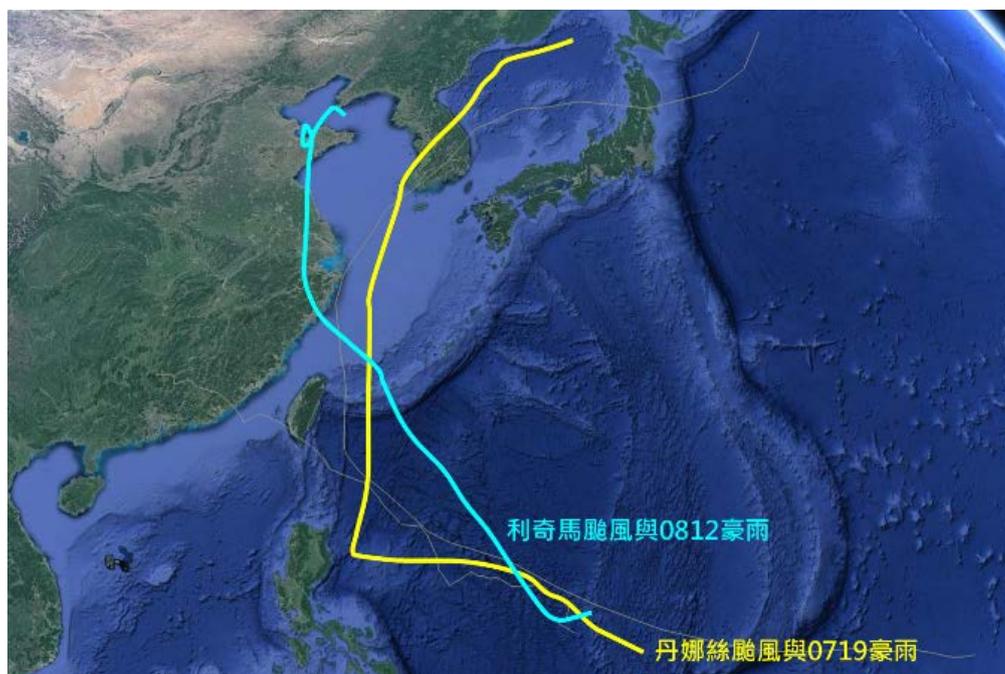


圖1 2019年颱風引進西南風造成極端降雨之颱風路徑

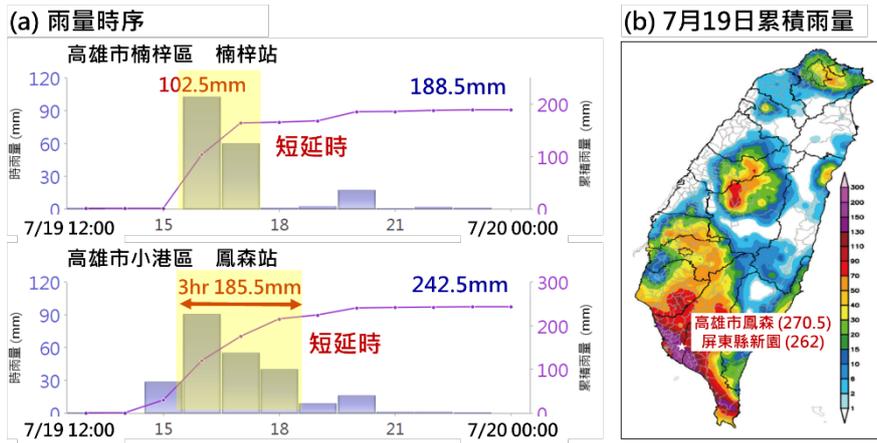


圖2 2019年7月19日(a)高雄市楠梓與鳳森氣象站降雨時序與(b)日累積雨量圖(參考黃等，2020重繪)

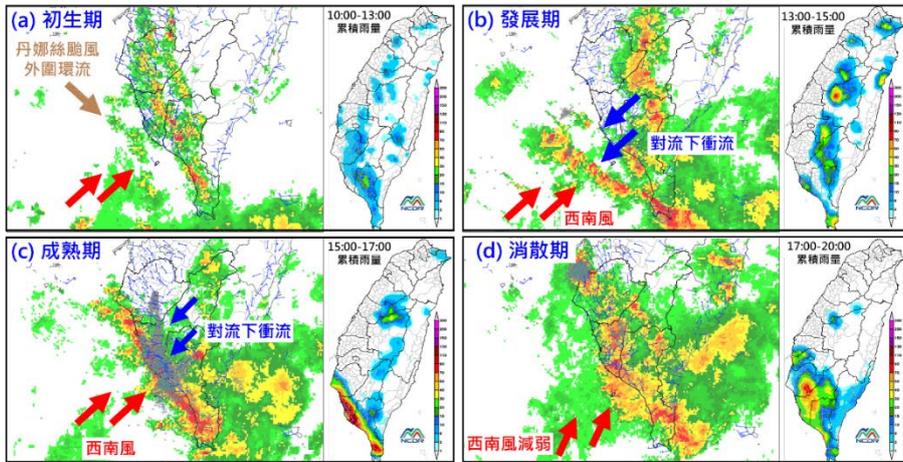


圖3 0719豪雨事件之對流系統演進歷程與個階段累積降雨分布(摘錄自黃等，2020)

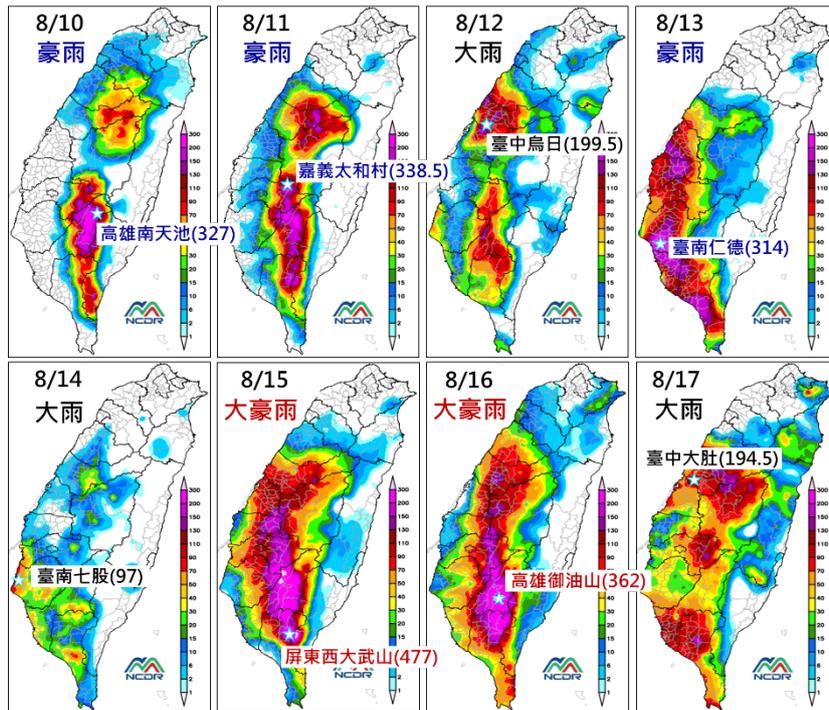


圖4 2019年8月10至17日逐日累積雨量圖

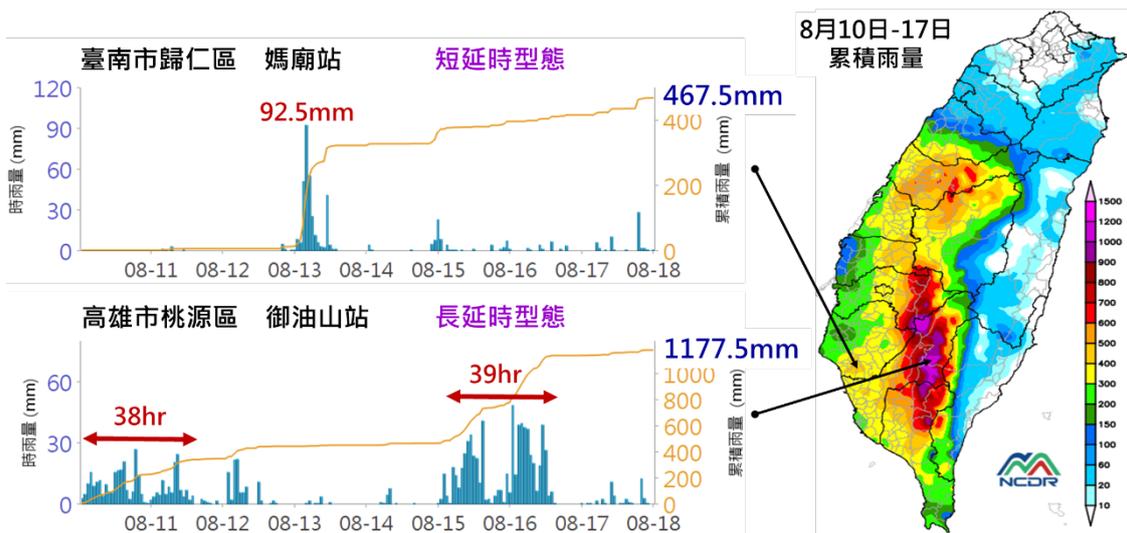


圖5 2019年0812豪雨事件總累積雨量與臺南媽廟和高雄御油山降雨時間序列(摘錄自黃等，2020)

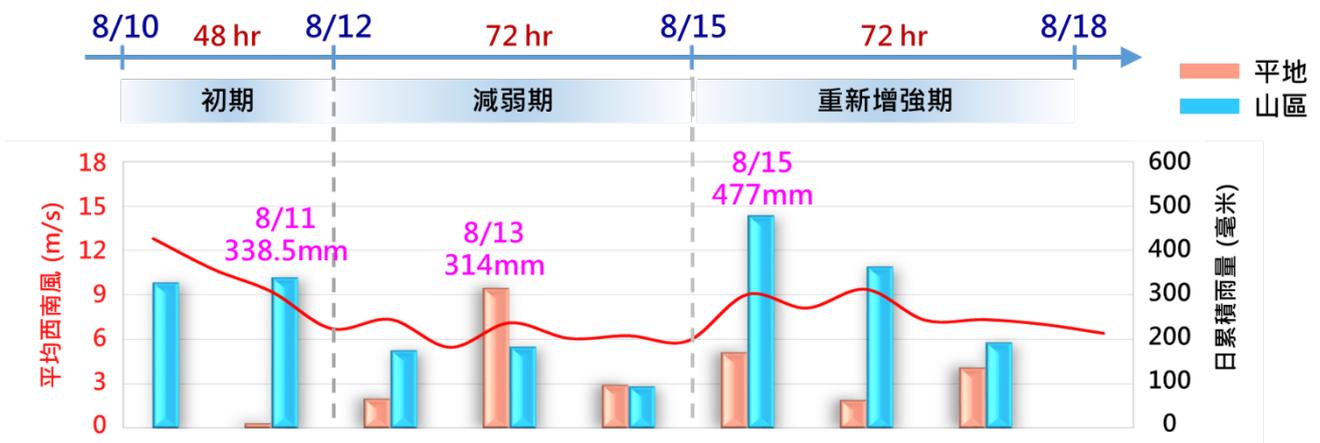


圖6 0812豪雨事件不同階段之平均西南風速、平地和山區(橘和藍色方柱)最大日累積雨量(參考黃等，2020重繪)

	0719豪雨	0812豪雨		
		初期	減弱期	重新增強期
颱風走向	北	西北轉北	西北轉北	西北轉北
西南風(南海地區)	8-10 公尺/秒	12-15 公尺/秒	8-10 公尺/秒	12-15 公尺/秒
低層噴流軸(850百帕)	無	有(通過巴士海峽)	無	有(指向臺灣地區)
1小時最大延時雨量	102.5 毫米	49 毫米	92.5 毫米	48.5 毫米
24小時最大延時雨量	270.5 毫米	435.5 毫米	338.5 毫米	496.5 毫米
最大總累積雨量	270.5 毫米(24小時)	523.5 毫米(48小時)	358 毫米(72小時)	715 毫米(72小時)
最大總雨量發生位置	高雄鳳森(平地)	高雄小關山(山區)	臺南媽廟(平地)	高雄御油山(山區)
強對流成因	東北風與西南風輻合	迎風面地形舉升	西南風減速並與陸風環流輻合	迎風面地形舉升
降雨型態	短延時	長延時	短延時	長延時

圖7 0719與0812豪雨事件比較(參考黃等，2020重製)

Preliminary Analysis of Extreme Rainfall Events Caused by the Southwesterly flow Associated with Typhoon in 2019

Shao-Chin Huang, An-Hsiang Wang, Bo-Cheng Huang
National Science and Technology Center for Disaster Reduction

Abstract

In order to understand the rainfall regime and spatial distribution of southwesterly flow associated with typhoon, this study selects two extreme rainfall events which occurred on 19 July (case 0719) and 10-17 August (case 0812) 2019. In case 0719, the results show that the northeast wind generated by the downdraft of the mountainous convective system and southwesterly flow form a convergence zone in the Taiwan Strait. The convective systems are triggered in the convergence zone and move into the southwest Taiwan to cause the extreme rainfall. The results of case 0812 show that the stronger southwesterly flow could enter into mountainous area, and the convective cells triggered by terrain effect cause long-duration extreme rainfall. When the southwesterly flow was weak, the flow slows down by the land of Taiwan and forms a convergence zone with local land-breeze circulation in the offshore area of southwestern Taiwan. The convective systems develop along the coastline and move into the southwestern Taiwan with the southwesterly flow. It causes the short-duration extreme rainfall on coastal area or metropolitan region.

Key words: typhoon, southwesterly flow, extreme rainfall