

2019 年宜蘭超大豪雨事件初步分析

王安翔 黃紹欽 黃柏誠
國家災害防救科技中心

摘要

在 2019 年 4 月 27 日與 10 月 31 日宜蘭縣發生超大豪雨等級之劇烈降雨事件，本研究分析此兩事件以了解宜蘭縣發生劇烈降雨的環境條件。在 10 月 31 日之事件分析顯示，當宜蘭外海之東北風較強時，對流系統於宜蘭縣南側山區迎風面受地形舉升，激發對流造成降雨，最大降雨出現在山區。而 4 月 27 日降雨事件中，宜蘭外海為較弱的東北風，東北風進入蘭陽平原後，受地形與局部環流影響，風向漸轉為偏西風由蘇澳地區出海。由蘇澳地區出海的偏西風與海面盛行的東北風在蘇澳外海形成一輻合帶，對流系統在此輻合帶發展再隨環境偏東風移入陸地造成降雨，因此降雨最大值位於沿海地區。而此兩個案在低層大氣有豐富的水氣，且高層存在輻散區，這些有利於對流激發與發展的高低層條件交互作用下，使得宜蘭縣可以發生劇烈降雨。

關鍵字：超大豪雨、東北風

一、前言

宜蘭縣位於台灣的東北角，在地形分布上，北側與西側有呈東北-西南走向的雪山山脈，南側有呈東西走向的中央山脈，平地地區為呈三角型的蘭陽平原。當秋冬季盛行的東北季風進入蘭陽平原後，受地形影響會形成兩種流場，一種沿地形繞流，另一種直接進入山區舉升(陳，2000；張，2004)，這樣的流場易於宜蘭東南側與南側山區造成降雨(2002，葉)。而劇烈降雨發生時，綜觀尺度環境呈現低層輻合，高層輻散的配置，有利於豪雨發生與對流維持(曾，2011)。

在 2019 年，宜蘭縣蘇澳站於 4 月 27 日(簡稱 0427 事件)觀測到日累積雨量高達 531.0 毫米，而西帽山站在 10 月 31 日(簡稱 1031 事件)也觀測到高達 513.5 毫米的日累積雨量；此 2 事件皆已達氣象局定義的超大豪雨等級。黃等(2020)僅針對本事件進行概略分析，本文對資料、分析方法，及事件進行較詳細介紹。

二、資料來源與分析方法

本研究使用資料，包括：(1)中央氣象局地面天氣圖；(2)1993-2019 年逐時地面測站資料，包含：雨量、風速及風向；(3)QPESUMS 系統 10 分鐘雷達回波觀測網格資料，空間解析度為 $0.0125^{\circ} \times 0.0125^{\circ}$ (約 $1.3\text{km} \times 1.3\text{km}$)，涵蓋範圍東經 115° - 126.5° ，北緯 18° - 29° 。(4)美國國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)全球模式(Finite Volume Cubed-Sphere Dynamical Core, FV3)每 6 小時全球網格資料(包含：水平風速、濕度及重力位高度)，水平網格解析度為 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ ，垂直方向 34 層。(5)日本向日葵 8 號衛星雲圖。

先由 1993-2019 年地面雨量觀測資料計算每天的日累積雨量，再將日累積雨量高於 200 毫米之日期定義為劇烈降雨事件，並參考王等(2018)天氣類型定義進行劇烈降雨事件分類，而部分天氣類型定義依據研究需求略做修改，以了解宜蘭縣造成劇烈降雨之天氣類型。

三、分析結果

3.1 劇烈降雨之天氣類型分析

根據黃等(2020)分析結果，1993-2019 年宜蘭縣發生豪雨(日累積雨量高於 200 毫米)的天氣類型百分比顯示，東北季風引發劇烈降雨的比例最大，高達 47%；其次為熱帶氣旋，佔 21%，而弱綜觀環境/非鋒面也佔 7%(圖 1)。0427 事件在天氣類型分類中，歸類於弱綜觀環境/非鋒面之天氣類型(圖 2a)，1031 事件則屬於東北季風類(圖 2b)。進一步分析弱綜觀環境/非鋒面與東北季風造成劇烈降雨之發生月份(圖 3)，發現東北季風影響下之劇烈降雨事件好發於秋冬季，以 10 月份最多；而弱綜觀環境/非鋒面引發劇烈降雨事件易發生於春季與秋季，但事件數量較少。另外，0427 事件為過去 27 年來在宜蘭縣 4 月份日累積降雨排名第一名，1031 事件為 10 月份日累積降雨排名第三。

3.2 事件分析

4 月 26-28 日之日累積雨量分布顯示(圖 4a-c)，4 月 27 日宜蘭縣日累積降雨為此 3 天中最為劇烈的一天，最大日累積降雨發生於蘇澳，累積雨量高達 531.0 毫米。圖 4d-f 為 10 月 30 日至 11 月 1 日之日累積降雨分布，宜蘭縣南側山區連續 3 天都有降雨發生，在 10 月 31 日西帽山站的日累積雨量高達 513.5 毫米。

在 0427 事件中，龜山島站在 4 月 26-27 日觀測到的風向主要為東北風(圖 5a)，至 28 日風向轉為偏南風。而蘇澳站在 26 日風向為偏北風與東北風(圖 5b)，在 27 日降雨發生時(圖 5c)，蘇澳的風向轉為偏西風，降雨在 28 日停止，蘇澳的風向轉為海陸風變化形態。

而蘭陽平原上的風向在降雨發生前為偏東風(圖 5d)，此時強對流發生於宜蘭外海。在 4 月 27 日，降雨發生時(圖 5e)，蘭陽平原北側為東北風，平原上之風向為北風，在平原南側則轉為西北風，由蘇澳出海。由蘇澳地區出海的偏西風與海面盛行的東北風在蘇澳外海形成一輻合帶，對流系統在此輻合帶發展再隨環境偏東風移入陸地造成降雨。至 4 月 28 日，蘭陽平原上的風向轉為偏西風(圖 5f)，原先在蘇澳地區的對流消失，且降雨停止，強對流系統移至海面上發展。

在 1031 事件中，西帽山降雨時序(圖 6b)顯示，宜蘭縣山區在 10 月 30 日至 11 月 2 日 0 時持續有降雨發生。在 10 月 31 日中午過後，降雨強度增加，此時在龜山島觀測到的東北風風速也增強(圖 6a)。在強降雨發生前(圖 6c)，蘭陽平原上的風為從山谷吹向沿海的偏西南風。當強降雨發生時(圖 6d)，蘭陽平原上之風向轉為東北風，且強對流系統在平原南側山區發展。在 11 月 1 日(圖 6e)，蘭陽平原西側風向為偏西風，東側為東北風，原先在平原南側山區發展的對流也逐漸消散，同時降雨趨緩。

此兩個案的高層與中層大氣環境分析顯示，在 0427 事件發生前，台灣北部 300hPa 高層就有輻散區存在(圖 7a)，此高層輻散區直到降雨發生後才消失。而在降雨發生時，台灣東北部的中層大氣存在一濕區(圖 7b)。而在 1031 事件中，10 月 31 日 08 時至 11 月 1 日 8 時期間，有一高層噴流系統位於北緯 30°(圖 8a)，呈北北東-西南西走向，台灣北部位於此噴流入區右側高層輻散區；隨後此噴流系統逐漸東移，高層輻散區也逐漸消失。而在中層 700hPa 高度，一濕區位於台灣中部以北地區(圖 8b)。

由前述可以發現，在劇烈降雨發生前，高層輻散區已存在，因此當低層風場改變產生輻合後，容易激發對流發展，劇烈降雨便開始發生。當低層風向轉變，輻合消失，劇烈降雨也隨之趨緩，同時高層輻散區也消失。

四、結論與展望

在 2019 年，宜蘭縣分別於 4 月 27 日與 10 月 31 日發生 2 次超大豪雨事件，其中 4 月 27 日的降雨事件為 1993-2019 年間宜蘭縣 4 月份日累積雨量排名第一的劇烈降雨事件，10 月 31 日則為 10 月份排名第三。

參考黃等(2020)研究結果，重新整理此二起事件之氣象因子比較，在 0427 事件中，龜山島觀測到的平均東北風風速小於 5m/s，屬於較弱的東北風型態。當東北風進入蘭陽平原後沿地形轉為偏西風，對流系統於蘇澳外海發展，較強的降雨位於沿海地區。而 1031 事件在龜山島的平均東北風風速大於 5m/s，當東北風增強時，蘭陽平原盛行東北

風，強對流系統在山區持續發展，同時該區域降雨也增大。另外，兩事件的高層都存有輻散區；呈現低層輻合，高層輻散的有利於對流系統發展，使得降雨增強與持續。

本研究分析結果重點說明如下：

1. 弱綜觀環境下，東北風進入宜蘭地區後，受地形與局部環流影響使得東北風進入蘭陽平原後，風向漸轉為偏西風由蘇澳地區出海。由蘇澳地區出海的偏西風與海面盛行的東北風在蘇澳外海形成一輻合帶激發對流，這些對流系統再隨環境偏東風移入陸地造成降雨，如圖 9a 所示。
2. 當海面的東北風增強時，東北風可深入至蘭陽平原南側山區，此時對流系統將於宜蘭縣南側山區迎風面受地形舉升，激發對流造成降雨，如圖 9b 所示。
3. 此兩個事件在中低對流層有濕區存在，高層則有輻散區。當豐富水氣配合低層輻合，有利於對流發展與維持，造成豪雨發生。

由前述分析顯示，低層盛行東北風時，蘭陽平原之風向與強降雨發生位置有關。由於目前僅分析

2 場事件，對於宜蘭縣發生類似劇烈降雨事件所需之預警資訊仍嫌不足，未來將進行更多類似事件的分析研究工作，希冀找出防災預警參考因子，以提升防減災效能。

參考文獻

1. 王安翔、吳宜昭、于宜強、黃柏誠、朱容練、陳淡容、林冠伶，2018：臺灣都會區短延時強降雨事件之特性分析報告。國家災害防救科技中心技術報告，NCDR 106-T05。
2. 陳盈曄，2000：宜蘭地區秋冬季降雨特性之研究。國立中央大學，碩士論文，117 頁。
3. 黃紹欽、黃柏誠、王安翔、吳宜昭及于宜強，2020：2019 年台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專書，84 頁。
4. 葉嘉靜，2002：宜蘭地區秋冬季豪大雨特性之研究。國立中央大學，碩士論文，124 頁。
5. 張耀升，2004：宜蘭地區豪雨個案之研究。國立中央大學，碩士論文。
6. 曾慧婷，2011：地形效應對台灣東北部秋季豪雨的影響:2009 年 10 月 11 日個案之研究。國立中央大學，碩士論文，100 頁。

表 1 0427 與 1031 事件之氣象因子比較表

項目\事件	0427	1031
最大日累積雨量	531.0	513.5
低層風場-龜山島	弱東北風	強東北風
蘭陽平原風向	東北風轉偏西風	東北風
對流系統位置	海面	山區
最大降雨區	沿海	山區
高層大氣環境	輻散區	

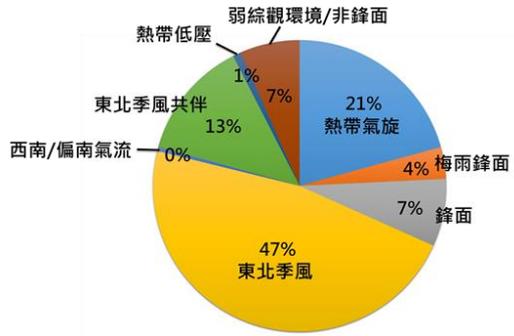


圖 1 1993-2019 年宜蘭地區發生豪雨(200 毫米以上)之天氣類型百分比分析。(摘錄自黃等(2020))

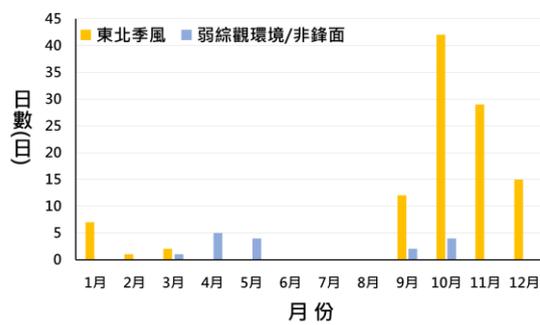
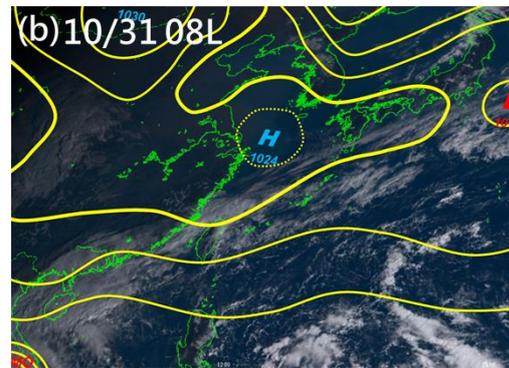
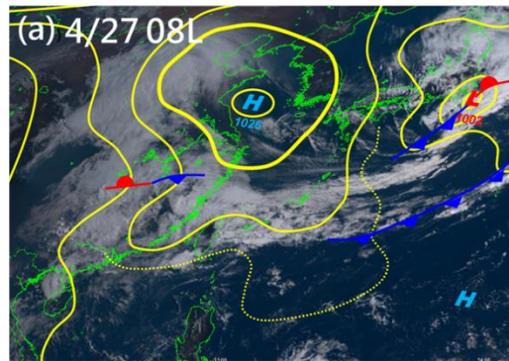


圖 3 1993-2019 年宜蘭地區東北季風與弱綜觀環境/非鋒面影響下之劇烈降雨事件(200 毫米以上)發生月份與事件數統計。(摘錄自黃等(2020))

圖 2 地面天氣圖，(a)4 月 27 日 8 時，(b)10 月 31 日 8 時。(摘錄自黃等(2020))

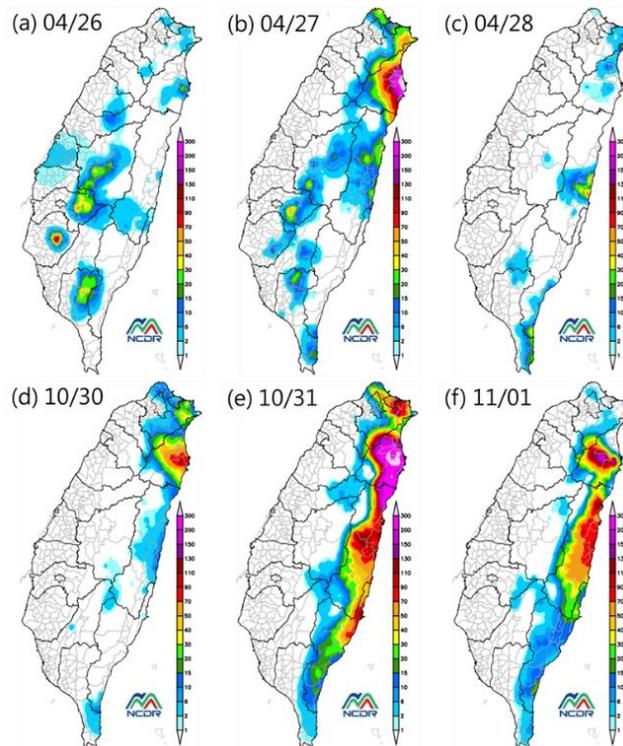


圖 4 日累積雨量分布，(a)-(c)為 4 月 26-28 日，(d)-(f)為 10 月 30 日至 11 月 1 日。累積雨量值如色標尺所示，單位毫米。

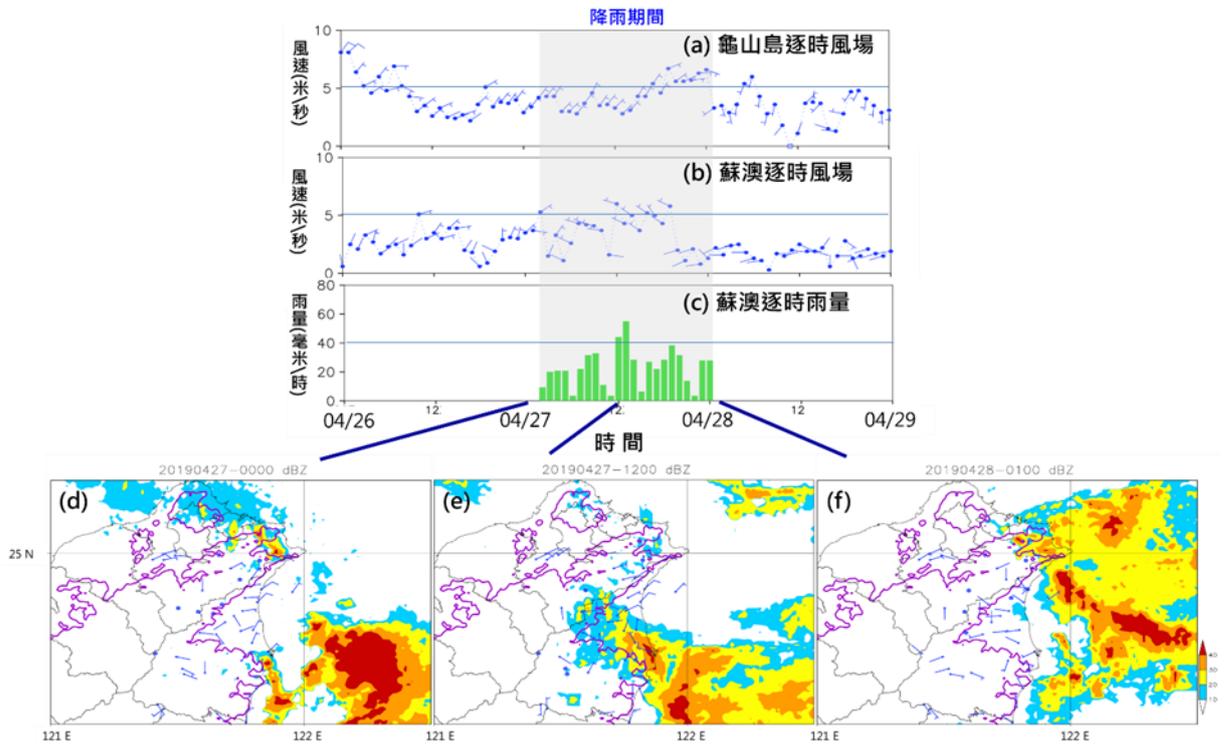


圖 5 4 月 26-29 日之測站觀測與雷達觀測，(a)龜山島逐時風場，(b)蘇澳逐時風場，(c)蘇澳時雨量；(d)-(f)分別為 4 月 27 日 00 時、4 月 27 日 12 時，及 4 月 28 日 01 時之雷達觀測與地面風場。圖中色階表雷達回波值，單位 dBZ；風向如風標所示，風速介於 2.5-7.5m/s 為短桿，高於 7.5 m/s 為長桿。(圖 5a-c 摘錄自黃等(2020))

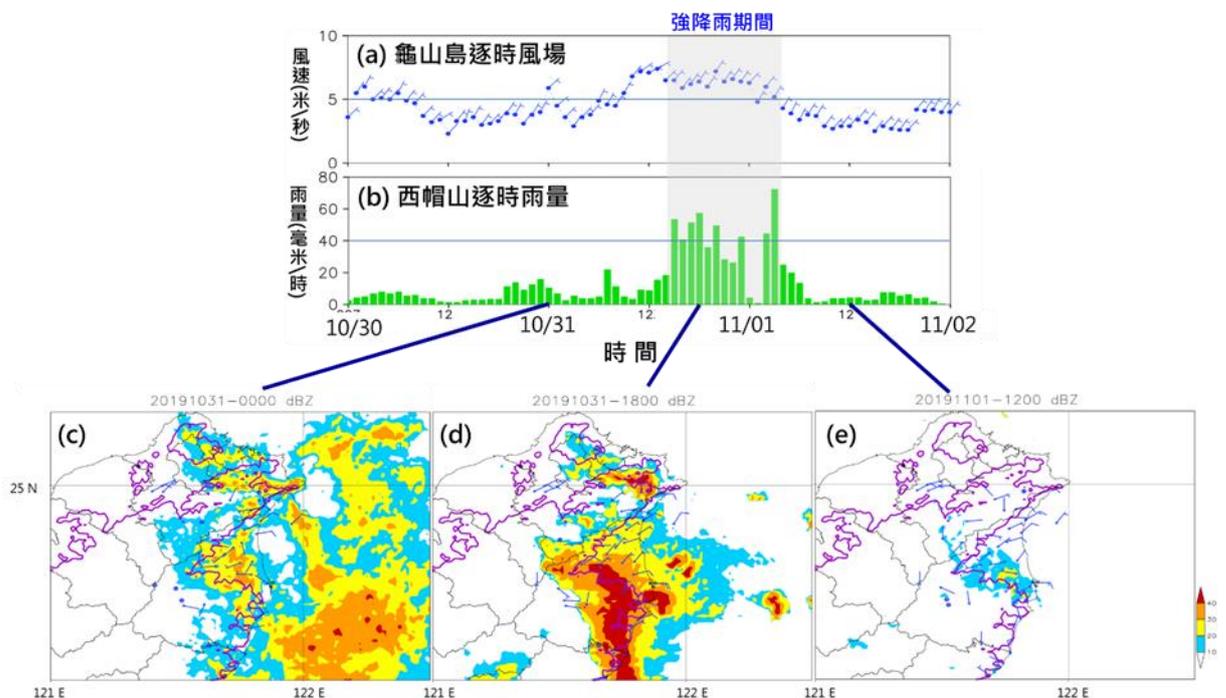


圖 6 10 月 30 至 11 月 2 日之測站觀測與雷達觀測，(a)龜山島逐時風場，(b)西帽山時雨量；(c)-(e)分別為 10 月 31 日 00 時、10 月 31 日 18 時，及 11 月 1 日 12 時之雷達觀測與地面風場。圖中色階表雷達回波值，單位 dBZ；風向如風標所示，風速介於 2.5-7.5m/s 為短桿，高於 7.5 m/s 為長桿。(圖 6a 與 b 摘錄自黃等(2020))

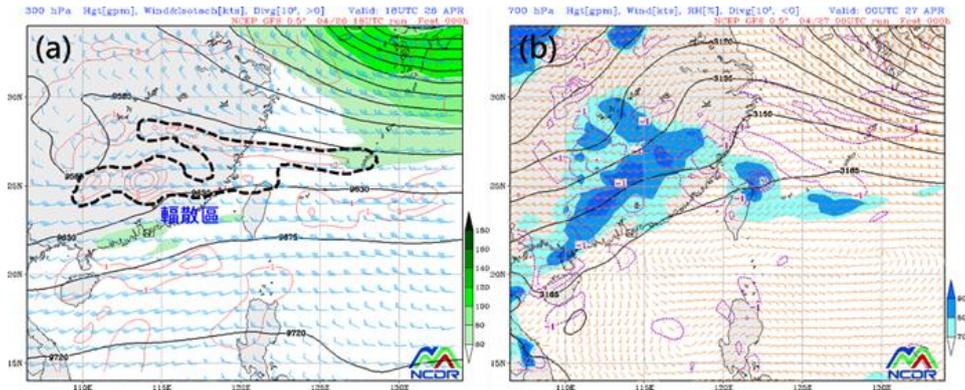


圖 7 高空天氣圖，(a)4月27日02時300 hPa 天氣圖，(b)4月27日08時700 hPa 天氣圖。

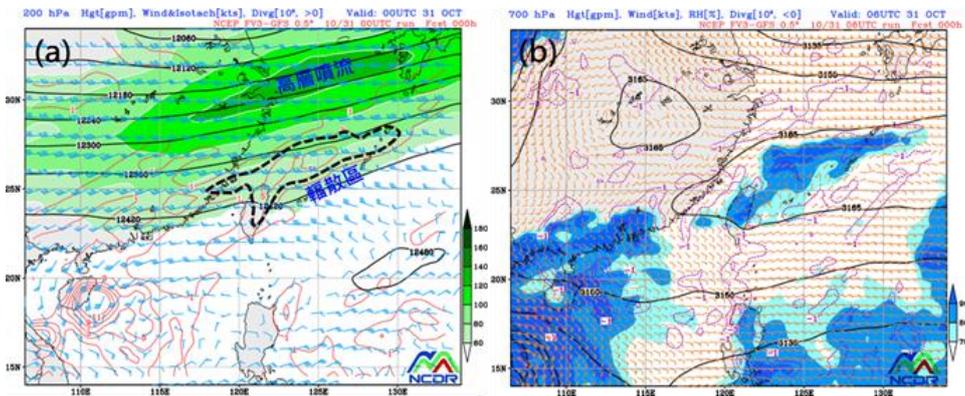


圖 8 高空天氣圖，(a)10月31日08時200 hPa 天氣圖，(b)10月31日08時700 hPa 天氣圖。

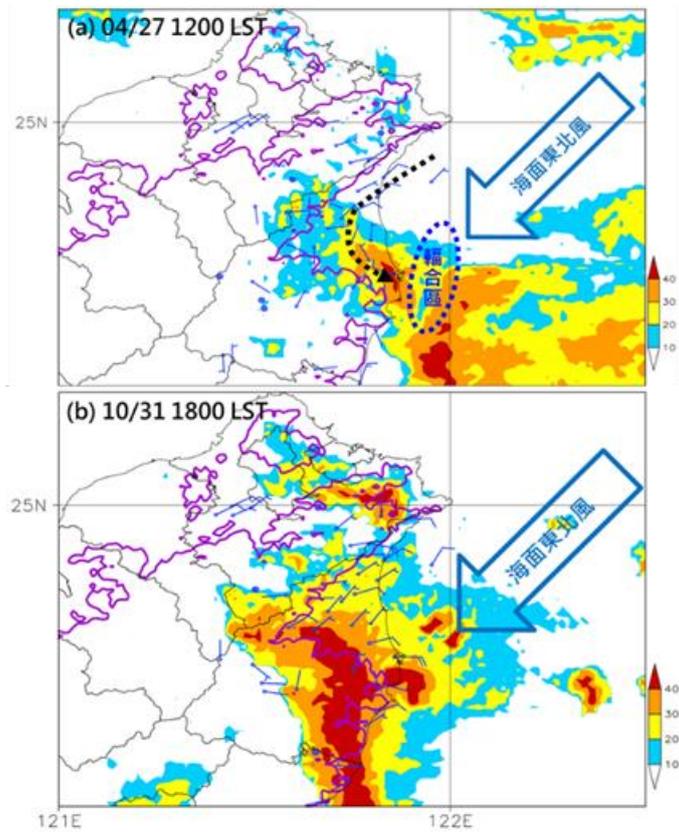


圖 9 低層風場與對流位置示意圖，(a)0427 事件，(b)1031 事件。圖中色階表雷達回波值，單位 dBZ；風向如風標所示，風速介於 2.5-7.5m/s 為短桿，高於 7.5 m/s 為長桿。

Analysis of the extremely torrential rainfall events in Yilan in 2019

An-Hsiang Wang, Shao-Chin Huang, Bo-Cheng Huang

National Science and Technology Center for Disaster Reduction

Abstract

In 2019, there are two extremely torrential events in Yilan on April 27 and October 31. This study analyzes these two events to understand the environmental conditions of severe rainfall in Yilan. The results of event on October 31 show that when the stronger northeast wind appeared on the offshore of Yilan, the convection system is lifted by terrain on the windward side of the mountainous area on the south of Yilan. These convective systems caused the extremely torrential rainfall in the mountainous area. On April 27, the northeast wind near Yilan was weak, the northeast wind passed through the Lanyang Plain and was affected by the topography and local circulation. The wind direction gradually turned to a westerly wind from the Suao area to sea. Simultaneously westerly winds and the prevailing northeasterly wind over the sea form a convergent zone off Suao. The convective systems develop on the convergent zone. These convective systems then move into the land with the easterly wind and cause the heavy rainfall along the coastal area. The environmental conditions in these two cases found that there are abundant moisture in the low-level atmosphere and the divergence zone in the high-level atmosphere. The interaction of high- and low-levels conditions triggered the convective systems and caused the extremely torrential rainfall in Yilan.

Key word: extremely torrential rainfall, northeast wind