

2019 年 7 月 2 日桃園及大台北地區豪雨事件氣象分析

江宙君、徐理寰、李宗融、于宜強

國家災害防救科技中心氣象組

摘要

2019 年 7 月 2 日，桃園及大台北地區在午後發生劇烈強降雨事件，雨勢至 19 時暫時趨緩。而後，大台北地區在 22 時降雨再次增強，整場降雨直到 7 月 3 日午夜 2 時才完全停止。當日的對流強降雨發展時間相當長，有別於一般夏季午後對流系統。整場降雨事件時雨量以桃園龍潭 133.5 毫米最大；6 小時累積雨量最大為大溪永福站 211.5 毫米，超過氣象局豪雨標準。分析此豪雨事件，台灣處於一個大低壓帶的綜觀環境中，西南部沿海盛行強勁西南風，帶進豐沛水氣，加上當日北部地區大氣環境相當不穩定，有利於午後對流降雨系統的發展。北部地區在綜觀與局部有利環境的配合下，發展出大規模(時間長、降雨强度高)的強降雨系統，所造成的短時強降雨導致桃園市多處出現淹水災情，本文利用台灣觀測資料進行氣象特徵分析與紀錄。

一、前言

台灣地形與海陸分布複雜，受太陽輻射加熱差異之影響，容易發展海陸風、山谷風等局部環流，常在夏季午後至傍晚產生午後對流(陳等 2010)。台灣許多學者研究(陳與楊 1988；陳等 2001，陳等 2002)指出，沿著雪山山脈與中央山脈西部約 500 至 1000 公尺斜坡處，午後因受海風與盛行風的輻合而有很高的降雨機率，其中局部環流受地形舉升的機制，是強化對流降水強度的重要機制之一。而陳等(2001)研究則指出，在北部山區與斜坡形成的午後對流，可能會透過對流下衝流沿著山坡與海風輻合，而有往台北盆地及平地移動的趨勢。林等人(2012)研究說明了大台北地區在弱綜觀條件下，夏季午後海風受盆地地形抬升與輻合作用，易產生對流性的強降雨。

2019 年 7 月 2 日，大台北及桃園地區發生的短延時強降雨事件，降雨時間從午後延續至午夜，與上述研究所描述的降雨特徵不盡相同。本次事件的強降雨也造成台灣北部地區多處淹水(如圖 1)，本文將紀錄本次豪雨事件的天氣特徵，以便累積氣象防災的經驗與知識。

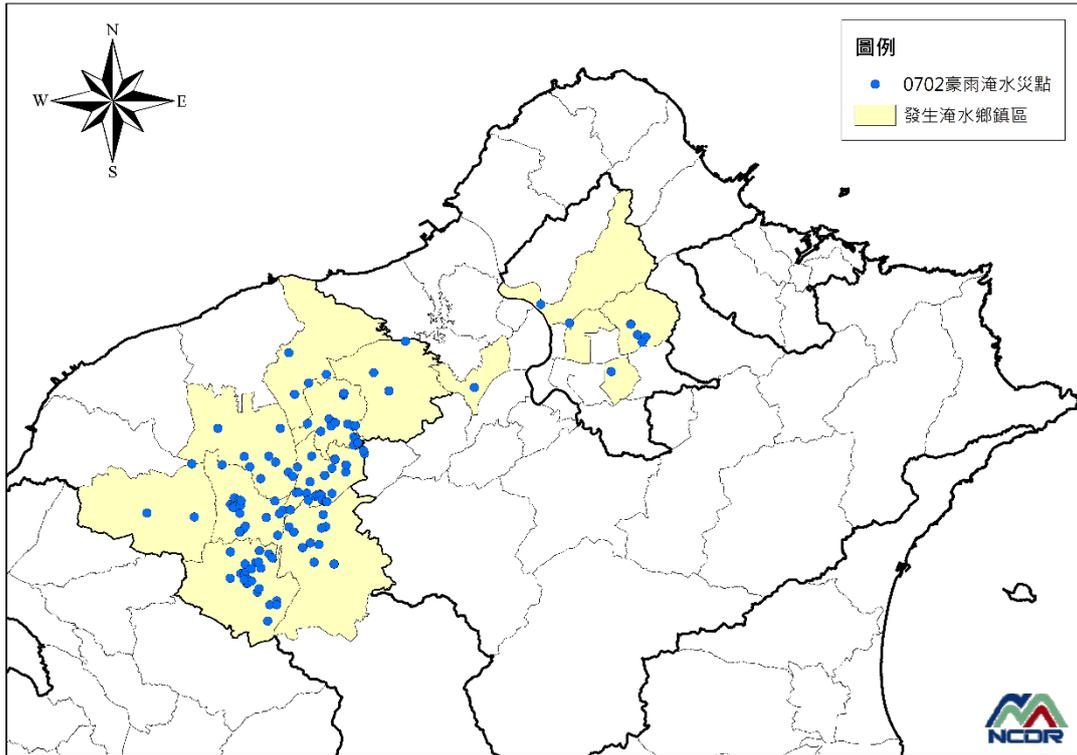


圖 1 2019 年 7 月 2 日豪雨事件所導致淹水災情分布。(資料為國家災害防救科技中心坡洪組彙整)

二、 事件天氣概述

2019 年 7 月開始正值梅雨季結束季節轉換的時候，原本在菲律賓東方的熱帶性低氣壓(原聖帕颱風)，進入巴士海峽東方海面後快速減弱為一般的低壓系統，並開始沿著台灣東部海面北移至東海。7 月 2 日上述低壓位於台灣北側馬祖海域，但由於此低壓系統過去所行經的地區是一個不利於颱風發展的強風切海域。因此，從圖 2 日本衛星雲圖的分析中，可以發現低壓僅能維持淺層的低壓環流，並沒有大範圍的雲系發展。前述低壓在向北移動的過程中，主要雲系併入原位於

南海的低壓系統內，南海低壓也因此快速發展成熱帶性低壓，並於 2 日晚間 20 時增強為輕度颱風(命名為木恩，編號 201904)。台灣位處於此大低壓系統中，大低壓的環流已提供了台灣地區偏西南風的環境，再加上南北二側均有低壓的存在，有如裝上二個抽水馬達，更加強影響台灣的西南風與水氣傳送的效果，造成台灣西南部間歇性的雨勢不斷，高屏地區已發生連續數日大雨以上的降雨。

北台灣地區在西南風環境下獲得大量的水氣，尤其是西部沿海地區風速相當強，雲嘉南的風速都可達到 5 級。12 時起桃園市新屋測站也開始測得 5 級以上的西南西風(海風)，淡水與基隆則為西北風與東北風，分別都自海上向淡水河與基隆河谷吹送的風。根據林等人(2012)對大台北地區午後對流特徵研究中，當淡水與基隆測站同時發生海風，並沿河谷吹進台北盆地時，受到台北盆地日照加熱以及地形的抬升與阻擋，容易在大台北盆地發展午後對流系統。7 月 2 日大台北地區適合午後對流發展的條件相當明顯，台北測站(46692)探空的對流可用位能(CAPE)高達 1334 焦耳，相當不穩定，此環境非常有利於對流系統發展。

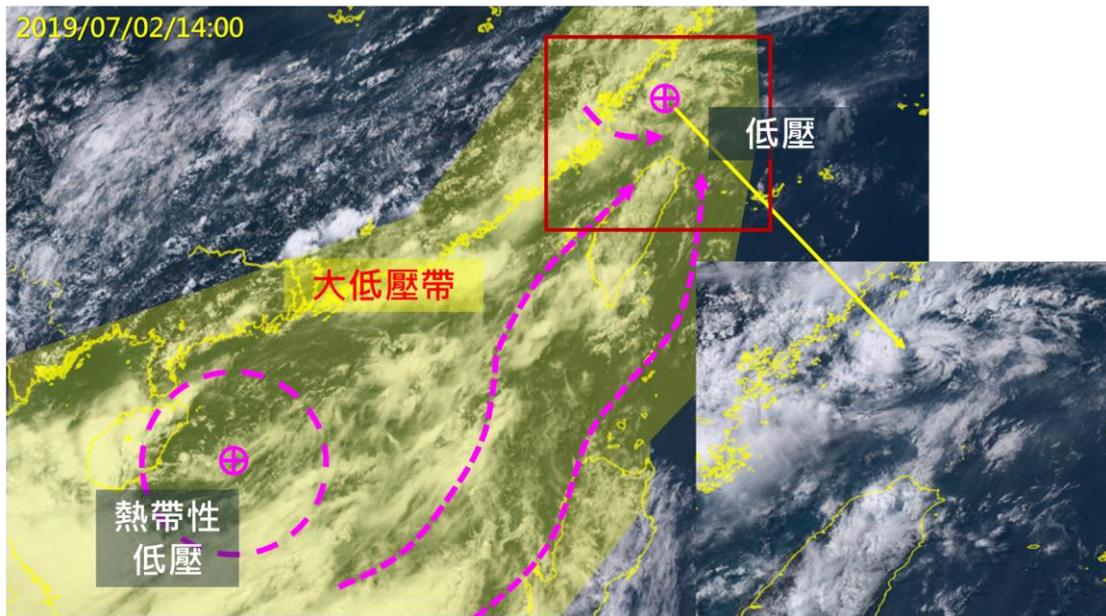


圖 2 2019 年 7 月 2 日 14 時衛星雲圖分析，台灣正處於大低壓帶之中。台灣北側馬祖海域有一個淺層低壓系統，海南島附近亦有熱帶低壓正在發展。(資料來源:向日葵 8 號衛星)

7 月 2 日大台北地區於午後 14 時開始降雨，下午 15 時雨勢開始蔓延至桃園地區，晚間大台北地區降雨系統再次發展，整場降雨直至 7 月 3 日午夜 2 時才停止，歷時 12 小時。根據 2 日 14 時至 3 日 2 時 12 小時累積降雨圖(圖 3)顯示，當日有二個主要降雨區，分別為西南風所造成的南高屏降雨區及午後對流所導致的北北基桃降雨區。北部累積最大雨量分別為桃園市大溪永福 211.5 毫米；龍潭 186 毫米；新北市鶯歌 176 毫米。從每 2 小時的累積降雨圖(圖 3)可以發現，主要降雨可以分為二個階段，午後 14 時至晚間 19 時為第一階段，主要降雨區為北北基桃，其中桃園在傍晚前都維持相當明顯的雨勢，此一階

段雨勢在晚間 19 時就趨緩減弱。第二階段降雨則發生在 22 時以後，主要發生在大台北及基隆地區。

第一階段午後對流系統所造成之降雨，最大時雨量發生在龍潭地區(133.5 毫米，16:50 測得)，時雨量排序前五名(時雨量超過 90 毫米)都發生在 16 時至 17 時之間，均分布在桃園大溪與龍潭附近。3 小時及 6 小時最大累積雨量都是發生在大溪永福站，分別為 186 毫米及 211 毫米，超過豪雨標準。第二階段大台北地區的對流降雨，最大時雨量發生在萬里區大坪雨量站(63.5 毫米，午夜零時測得)，時雨量達 60 毫米地區還包含基隆七堵區、台北市文山區及南港區、新北市汐止區。3 小時最大累積雨量僅萬里大坪站的 106.5 毫米，超過 100 毫米/3 小時豪雨標準。

圖 4 為桃園大溪永福站及台北站的時雨量歷線圖，桃園地區的降雨從 14 時開始至 17 時後趨緩，時雨量最大是發生在 16 時。台北地區的降雨有二個極值，分別為 14-18 時與 22 時至 3 日 02 時，其中最大雨量亦發生於 16 時(第一波降雨)。第一波降雨的範圍比較廣，涵蓋了大台北地區與桃園地區，二地區的降雨幾乎發生於同時，但發生於桃園地區的對流降雨系統要比台北地區的強。第二波發生於晚間(近午夜)，降雨系統影響範圍侷限於大台北地區，桃園地區未受其影

響，且降雨的強度明顯比起第一波降雨弱。本事件非常相似於大台北地區在不穩定的大氣環境下，所激發的午後強對流降雨系統。一般而言，一場強對流發生後可以釋放大氣的不穩定度，需要隔日日出加熱後才容易產生下一次對流系統的發展。但是本次事件台北地區可以在上一波強降雨減弱消散後不到二個小時，又再次激發新的強對流發展，實屬不多見。

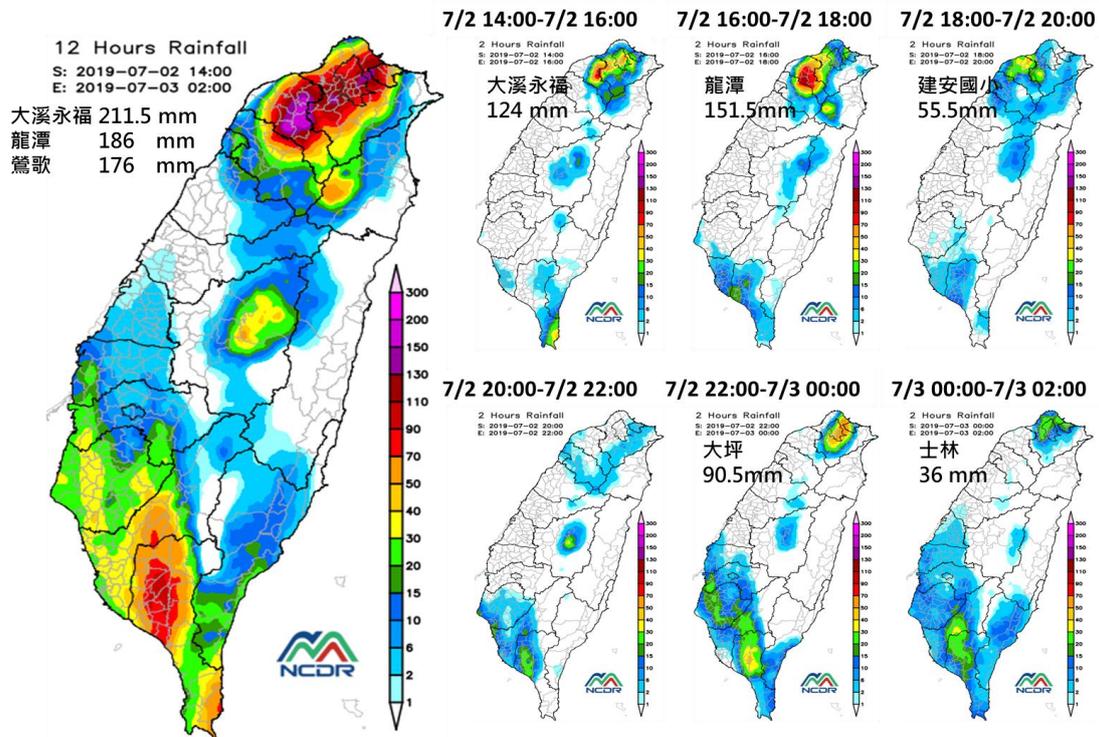


圖 3 2019 年 7 月 2 日 14 時至 7 月 3 日 2 時之累積降雨圖與 2 小時累積降雨圖。

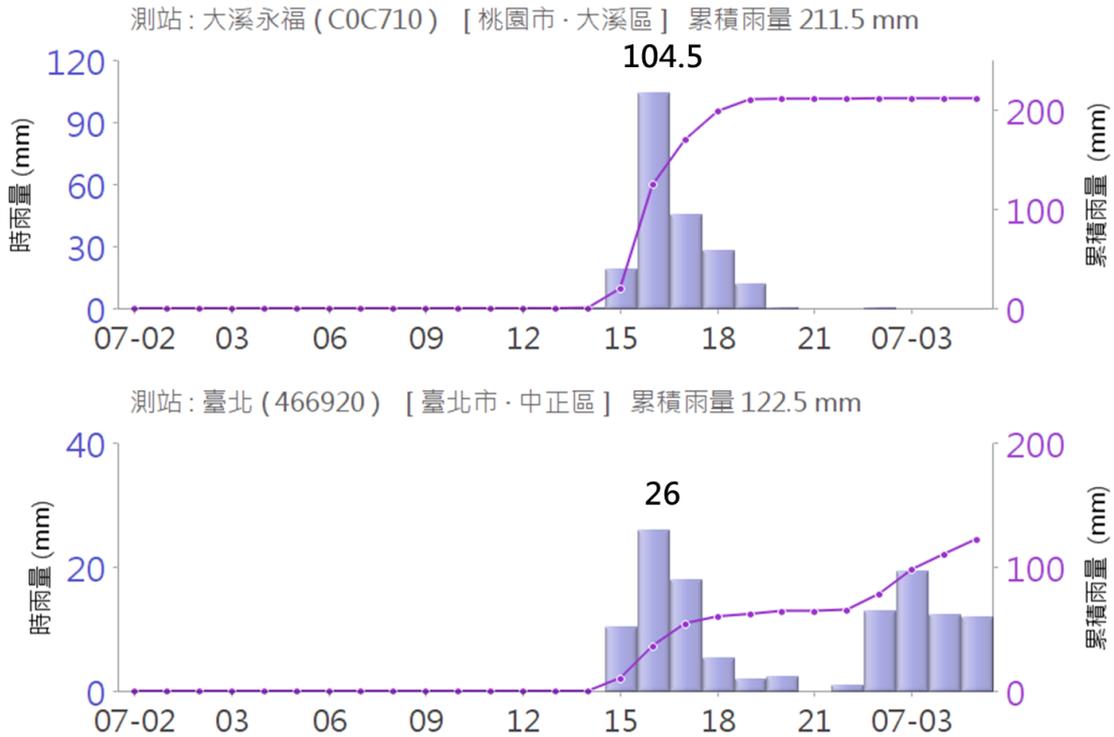


圖 4 2019 年 07 月 02 日至 03 日凌晨 2 時，桃園市大溪永福測站與台北測站時雨量歷線圖。

三、 中尺度氣象特徵分析

本次豪雨事件，台灣地區是處於一個低壓帶的綜觀天氣條件下，盛行的西南風帶來豐沛的水氣，也增加台灣地區的不穩定度。尤其是大台北地區，夏季在偏南風的弱綜觀環境下，因受盆地效應影響，會使得海風沿淡水及基隆河谷進入盆地產生合流與抬升作用，容易在大台北地區發生較強的午後對流降雨(林等，2012)。分析 7 月 2 日午後 14 時台灣北部雷達回波、閃電及地面風場資料(如圖 5)，新竹以南陸地盛行微弱西南風，桃園新屋區西南風較強風速 15 節，桃園地區受

林口台地阻擋風向轉為西北風；大台北地區淡水河谷為西北風，基隆河谷為東北風，海風在台北盆地南側形成輻合，並激發出雷暴對流系統，在新北市板橋至新店一帶出現閃電與雷達強回波訊號。與上述大台北雷暴雨的天氣型態相當雷同。

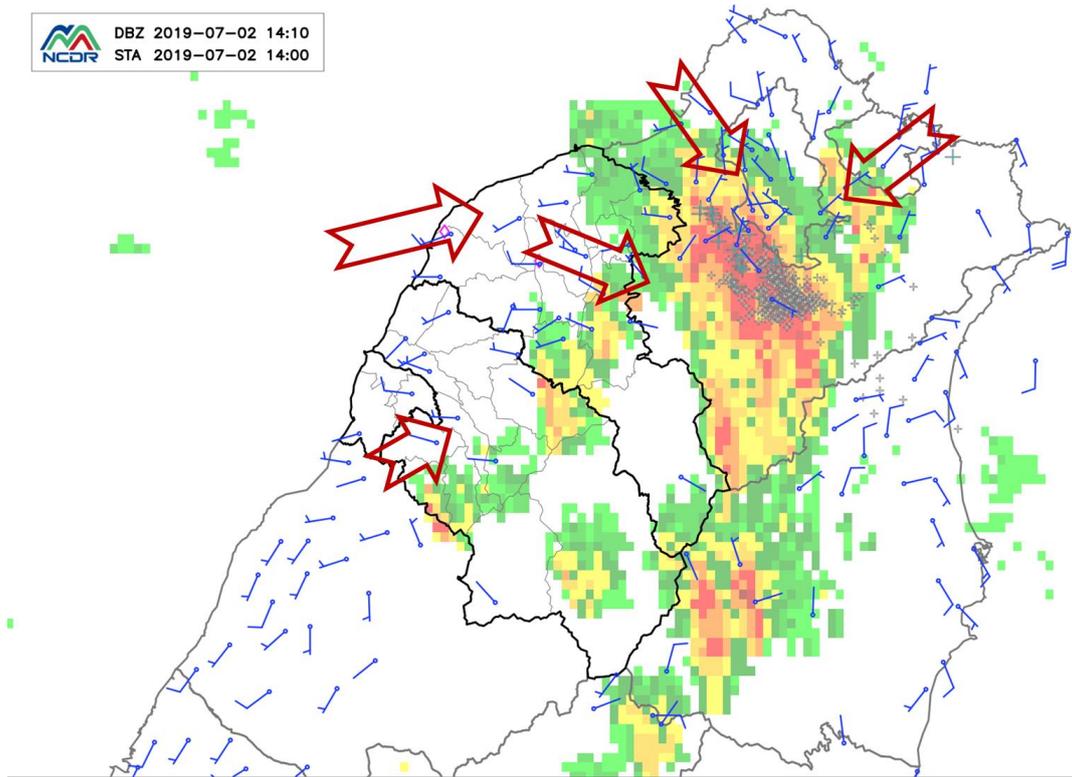


圖 5 2019 年 7 月 2 日 14 時大台北地區對流降雨發展期，雷達回波、閃電及地面風場圖。紅色箭頭代表地面風場示意。

新北市地區的雷雨胞從午後開始發展至 14-15 時達成熟期，16 時以後開始消散。但在 16 時分別於原雷雨胞的南北二側激發出新的對流系統(如圖 6b)，位於桃園地區的雷雨胞明顯比台北市上空的範圍

大且強度強。台北地區的雷雨胞僅維持了 1 個小時後就開始消散，在桃園地區所發展的強雷雨胞則在原地維持 2 個小時以上，直到 18 時才開始向外海移動減弱。本次位於桃園地區的雷雨胞發展相當地劇烈，範圍擴及整個桃園市平地部分，圖 7 利用雷達三維資料進行剖面分析，雷雨胞範圍從沿海(大園區)向山區發展至復興區，北側自新北交界至南側新竹交界，對流雲發展的高度超過 12 公里，範圍內的閃電維持 2 小時以上。一般雷雨胞發展期、成熟期至消散期的生命史多為幾十分鐘，強雷雨胞的發展是可以激發下一個雷雨胞的發生，但多半會離開原來的位址，而本次桃園的雷雨胞在固定地區長時間發展的現象，實屬少見。本次午後降雨最大時雨量均發生在桃園地區，包括龍潭於 16:50 測得 133.5 毫米；大溪於 16:00 測得 104.5 毫米。另外，新北市鶯歌於 16:10 測得 89 毫米；台北市內湖於 16:00 測得 83 毫米。均超過當地的雨水下水道設計標準，尤其是桃園地區淹水災情頻傳。雷雨胞於晚間 18 時，開始消散並逐漸向西移動出海，降雨開始趨緩。

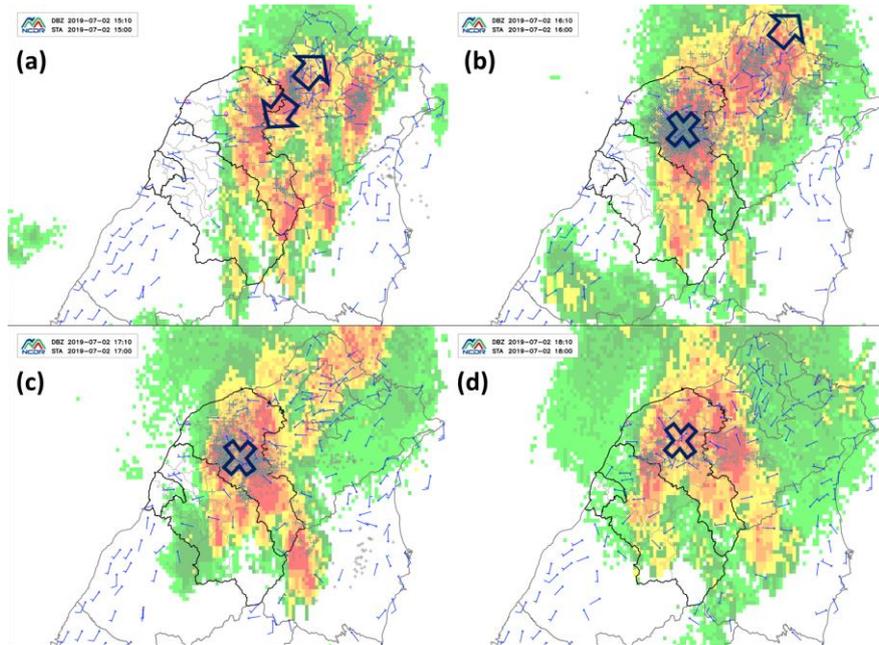


圖 6 2019 年 7 月 2 日 15-18 時第一階段對流系統發展期，雷達回波、閃電及地面風場圖。資料時間為(a) 15:10 ；(b) 16:10 ；(c) 17:10 ；(d) 18:10 。

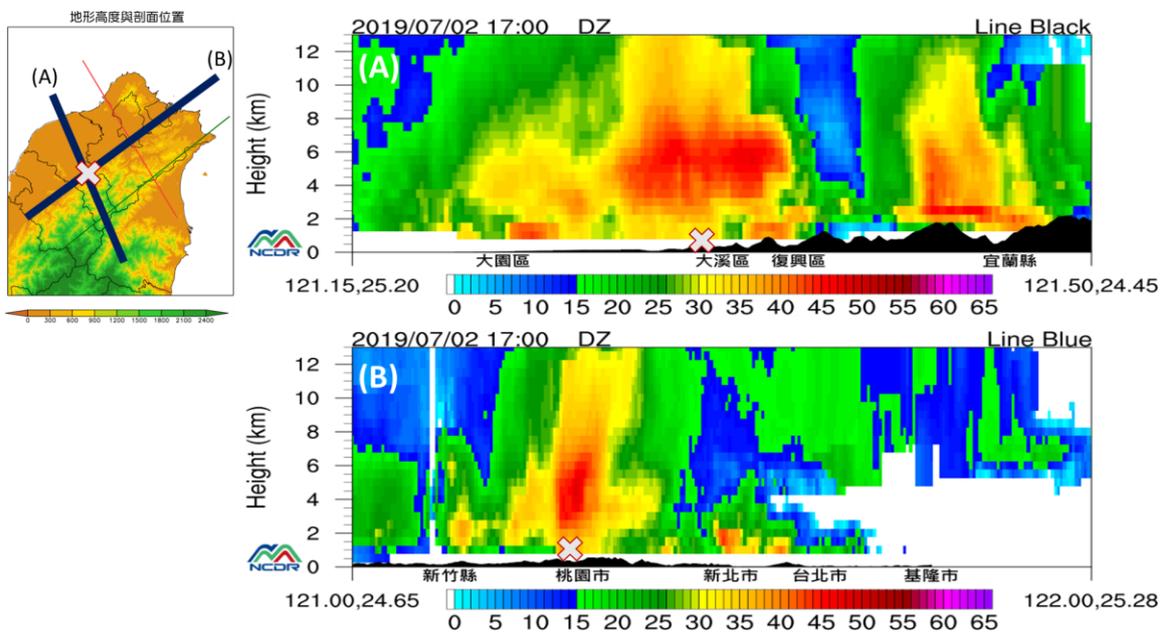


圖 7 2019 年 7 月 2 日 17 時 3D 雷達資料垂直剖面，(a) 桃園地區剖面圖；(b)北部地區東北-西南向剖面圖。

7月2日午後雷雨約莫於晚間19時雨勢間歇，22時在新北市上午發生午後對流的區域，在板橋、中和、永和至新店地區又再次發展一個新的對流胞，也伴隨相當多的閃電觀測訊號(如圖8a)。此時，中低層風向均為西南風，因此雷雨胞發展出來後即向東北方向移動，晚間23:40雷雨胞移至台北市東部南港與新北市汐止地區。午夜00:10主要強雷雨系統自基隆附近移往海面上，大台北地區僅存殘餘強回波訊號並逐漸消散，至午夜2時降雨開始趨緩(如圖8)。本次晚間的雷雨胞發展，與典型雷雨胞發展的生命期相似，22時雷雨胞被激發後逐漸進入成熟期，在盛行風導引下雷雨系統向東北方傳遞，並向東北方的基隆方向擴散，主要的強對流胞在移動的過程中不斷發展為新的對流胞，並伴隨著高頻率的閃電訊號。分析雷達回波剖面(如圖9)，整個台北盆地都是強回波的範圍，在23:20主要雷雨胞的位置在台北東側，對流胞發展的高度也有12公里。晚間在新北市再次發展的雷雨系統與下午的對流系統位置相近，同一個地區一日發生二次強的對流系統。第二階段對流系統最強的時雨量發生在午夜00:00的新北市萬里地區，測得雨量為63.5毫米，其他較強的時雨量(超過60毫米)則發生在七堵、文山、南港與汐止等地區。

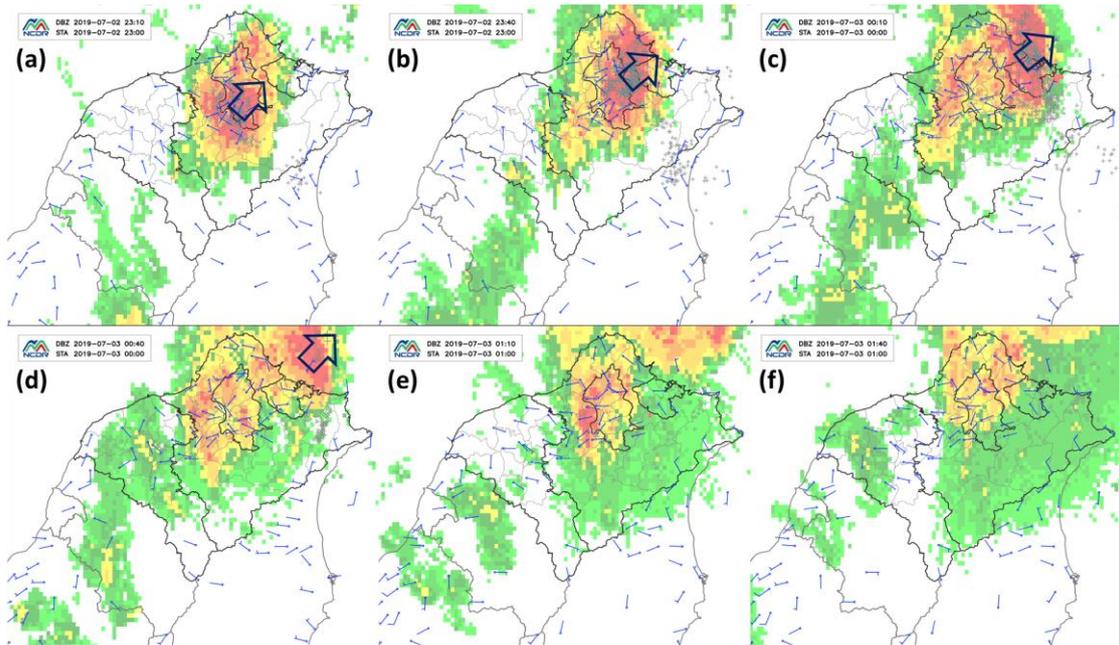


圖 8 2019 年 7 月 2 日 23-3 日 2 時大台北地區第二階段對流系統發展歷程圖，資料時間為(a) 2 日 23:10 ；(b) 2 日 23:40 ；(c) 3 日 00:10 ；(d) 3 日 00:40 ；(e) 3 日 01:10 ；(f) 3 日 01:40 。

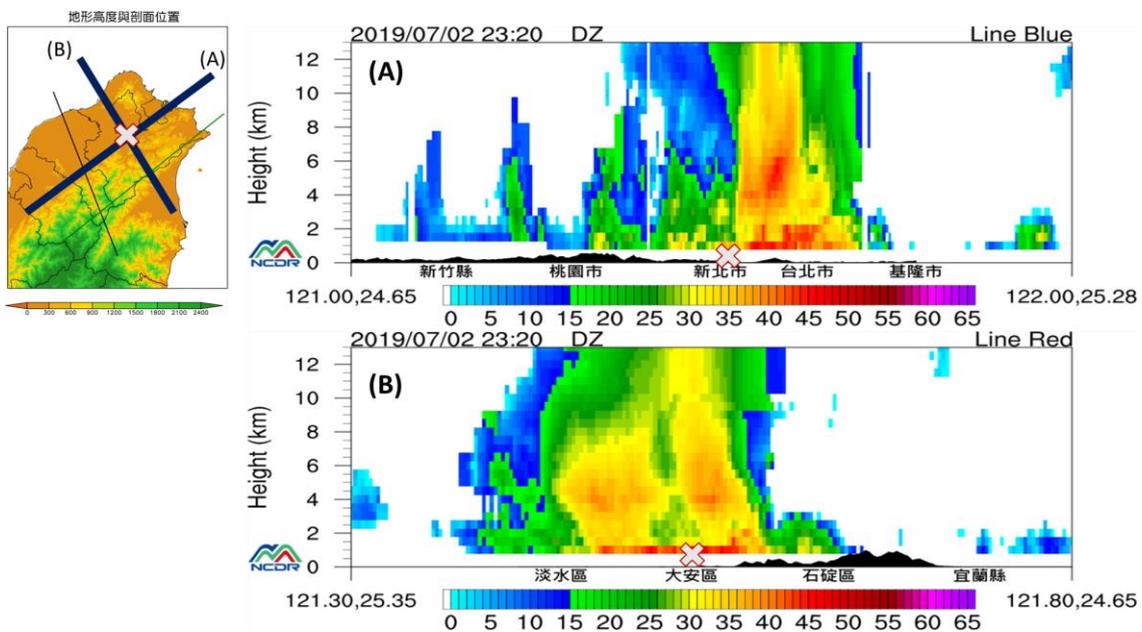


圖 9 2019 年 7 月 2 日 23 時 20 分 3D 雷達資料垂直剖面，(a) 大台北地區東北-西南向剖面圖；(b) 北部地區西北-東南向剖面圖。

四、 結論

2019 年 7 月 2 日台灣處在低壓帶中，周圍水氣相當充沛。午後 12 時以後就開始在桃園新竹山區發生零星的對流胞，並往北部方向移動。北台灣地區除了受大尺度不穩定的環境條件影響下，大台北地區也出現有利於午後雷暴雨的條件。大台北地區強雷雨胞系統快速發展，自 14 時開始降雨，雷雨胞的下衝氣流在桃園地區與台北市激發出新的對流系統，分別位於原雷雨胞的南北二側。由於大環境吹著西南風，北側雷雨胞順勢向北移動出海，南側雷雨胞被阻擋在桃園地區，持續發展了近 3 個小時以上(如圖 10)。從中央大學剖風儀觀測的垂直風場(圖 11)可以發現，桃園沿海地區自中午開始盛行海風(西風至西南風)，直至 17 時風向才開始轉向吹陸風(東風至東南風)，當風向轉變後桃園持續於原地發展的雷雨胞系統才開始向海上移動並減弱，晚間 21 時大台北地區新的雷雨胞系統再次發展後風向轉為西南風。

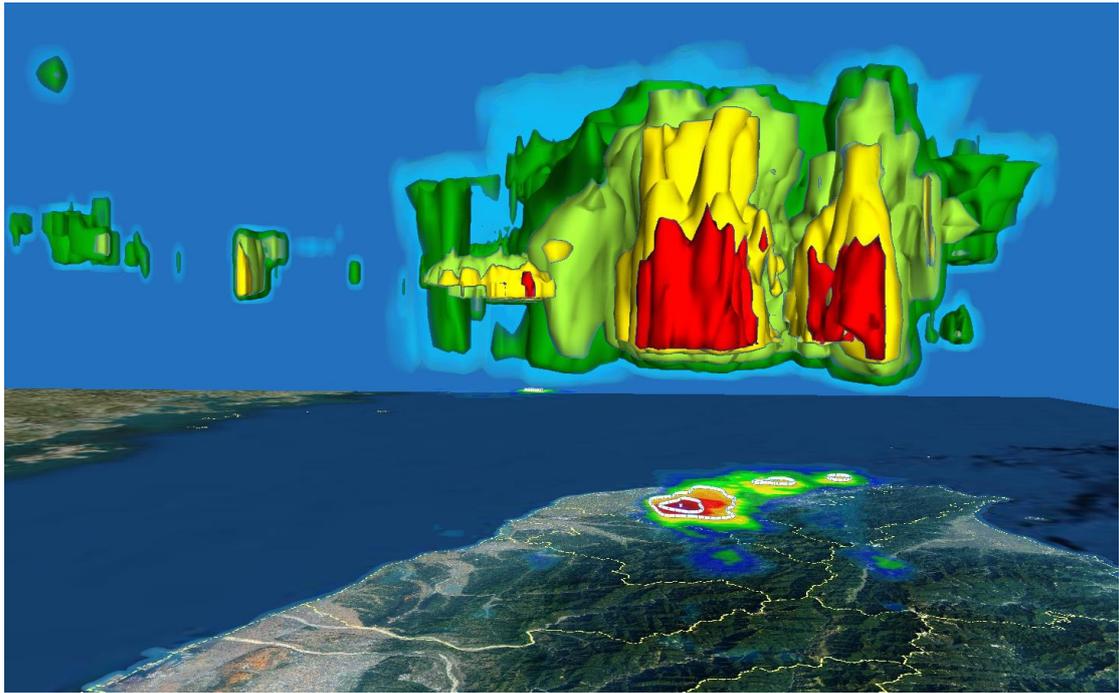


圖 10 2019 年 7 月 2 日 16 時桃園地區強雷雨三維立體展示圖。

夏季北部地區在弱綜觀的條件下經常會因地表加熱與局部環流激發午後對流。在過去的研究中雷雨胞的發展是屬於中小尺度的天氣系統，單一個雷雨胞影響時間與範圍都不大。但本次除了午後發生強對流系統外，晚間連續再次發生強對流系統實屬不多見。北台灣大環境不穩定天氣條件與大台北區域對流條件相互配合下，所產生的強降雨事件，是未來防範短延時強降雨事件須留意的天氣類型。

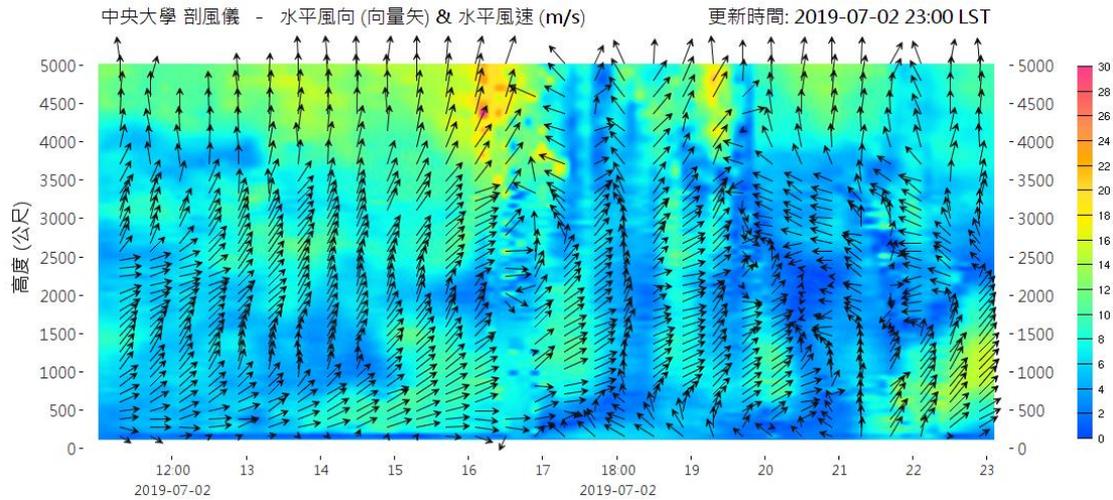


圖 11 中央大學剖風儀觀測 2019 年 7 月 2 日 12 時至 23 時垂直風場分布。

參考文獻

- 林品芳、張保亮、周仲島，2012：弱綜觀環境下台灣午後對流特徵及其客觀預報。《大氣科學》，**40**，77—108。
- 陳泰然、周鴻、廖珮娟及楊進賢，2010：暖季台灣中北部午後對流活躍度與發展速率探討。《大氣科學》，**38**，135—164。
- 陳泰然與楊進賢，1988：台灣梅雨期豪雨之時空分布特徵。《大氣科學》，**16**，151—162。
- 陳泰然、王重傑及楊進賢，2002：台灣梅雨季對流降水之時空分布特徵。《大氣科學》，**30**，83—97。
- 陳泰然、周鴻祺、張子琦及劉志信，2001：梅雨季台灣北部地區鋒面型與非鋒面型午後對流研究。《大氣科學》，**29**，37—52。