

2016 年 0602 北台灣短延時強降雨事件氣象分析

于宜強、吳宜昭、龔楚嫻

國家災害防救科技中心氣象組

摘要

2016 年 6 月 2 日梅雨鋒面伴隨中尺度的強降雨系統，導致北台灣地區降雨又暴又猛。該事件的強降雨使北台灣(尤其是桃園市)部分地區，因雨水宣洩不及而發生路面積水災情。此事件中，也發生桃園機場周邊道路及地下設施，因積淹水導致功能失效，嚴重影響旅客出入境作業。分析本事件的氣象條件，為一道梅雨鋒面通過，鋒面南下過程中激發出中尺度對流系統，引起台灣北部地區強降雨事件。此類降雨事件是梅雨季中常見的天氣型態，也是近年頗受關注的短延時強降雨事件中，一個典型的個案。

一、事件概述與衝擊

2016 年 6 月 2 日清晨，原徘徊在台灣北部海面的梅雨鋒面受大陸高壓南下影響，快速通過台灣北部海面及陸地。鋒面在移動的過程

中，於台灣北部海面發展出一個中尺度對流系統(mesoscale convective system，MCS)。鋒面上的中尺度對流系統隨著鋒面南移，於 2 日上午 08 時左右開始影響台灣北部沿海地區。雖然這個中尺度對流系統的生命期並不長，約在中午左右就開始消散。但在影響台灣北部期間，所造成的強降雨導致台灣北部零星的低窪地區有積淹水災情傳出。

彙整水利署淹水災情，共計 56 處淹水災點(如圖 1)，分布於新北市、桃園市、新竹縣，其中以桃園市最為嚴重。淹水鄉鎮區包括新北市的三芝、淡水、八里；桃園市蘆竹、桃園、八德、大園、觀音及新屋；新竹縣湖口等 10 個鄉鎮區。其中桃園國際機場周邊與聯外道路淹水最為嚴重，機場周邊與地下設施淹水導致國際機場部分功能喪失，影響旅客出入境作業。除了桃園機場附近有嚴重淹水外，觀音區的積淹水較深，其深度約達 0.4 公尺，多以道路積水為主。其他淹水地區的淹水深度也約為 0.10~0.35 公尺之間，多都是道路積水事件。

根據媒體的報導(如圖 2)，桃園國際機場聯外的地下道，因為短時間暴雨的排洪失當遭洪水淹沒，導致旅客無法進出；地下美食賣場、地下停車場與行李輸送設施等也因為淹水導致功能失效，嚴重影響機場疏運旅客的功能。另外，機場航廈遭雷擊，電力設施也喪失供電能力。災害衝擊造成旅客諸多不便，也影響我國之國際形象。

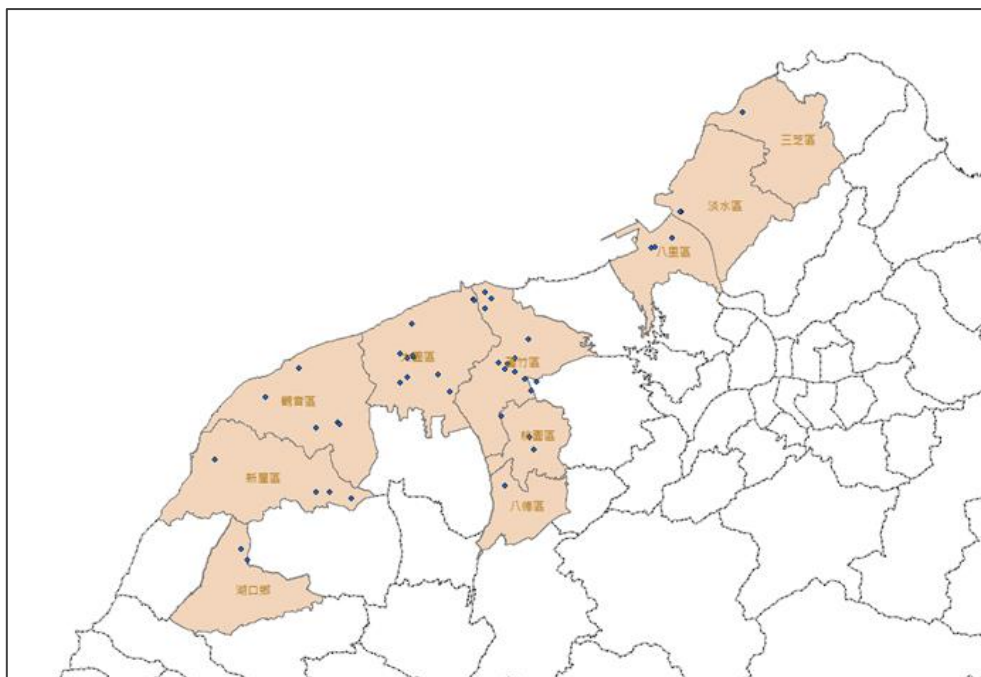


圖 1 6 月 2 日北台灣淹水鄉鎮與點位。
(積淹水資料來源：經濟部水利署)



圖 2 媒體報導桃園國際機場淹水新聞圖片，(a)聯外地下道淹水；
(b)旅客行李輸送與大廳；(c)美食廣場；(d)地下停車場。
(圖片來源：(a)自由時報、(b)中時電子報、(c)大紀元時報、
(d)東森新聞)

二、 降雨特性分析

分析 6 月 2 日當日累積雨量(如圖 3)可發現，主要雨量分布於台灣的西北部地區，包括新北市、台北市、桃園市及新竹縣等地區。日累積降雨量以桃園市大園區埔心 172.5 毫米、蘆竹區蘆竹的 168.5 毫米與觀音區觀音的 162.5 毫米(如表 1)為最多。圖 3 右圖呈現此波鋒面的逐時雨量空間分布圖，降雨約從上午 08 時開始至 12 時減弱，雨勢由北海岸地區開始，沿著台灣西北部沿海地區向南移動，09 時至 10 時之間新北市八里、林口及桃園市蘆竹、大園雨勢轉強；10 時至 11 時桃園沿海各區雨勢最大；11 時至 12 時雨區再略為向南移動雨勢也開始減小；12 時以後雨勢明顯轉趨緩和。此波降雨事件中，時雨量最大值為桃園蘆竹的 83 毫米及埔心的 82.5 毫米(如圖 4)，各地降雨時間均不超過 5 個小時。三小時延時累積雨量最大地區(表 2)與日累積雨量最大地區相同，均為蘆竹(159 毫米最大)、埔心(150 毫米)及觀音(133.5 毫米)等地。比較桃園地區日累積雨量與 3 小時累積降雨，二者非常之相近，說明此事件主要降雨可以用 3 小時延時降雨為代表之。本次事件 3 小時降雨延時前五名為桃園市的蘆竹、埔心、觀音、新屋及新北市林口(如表 2)，其分布均位於台灣西北部沿海地區。

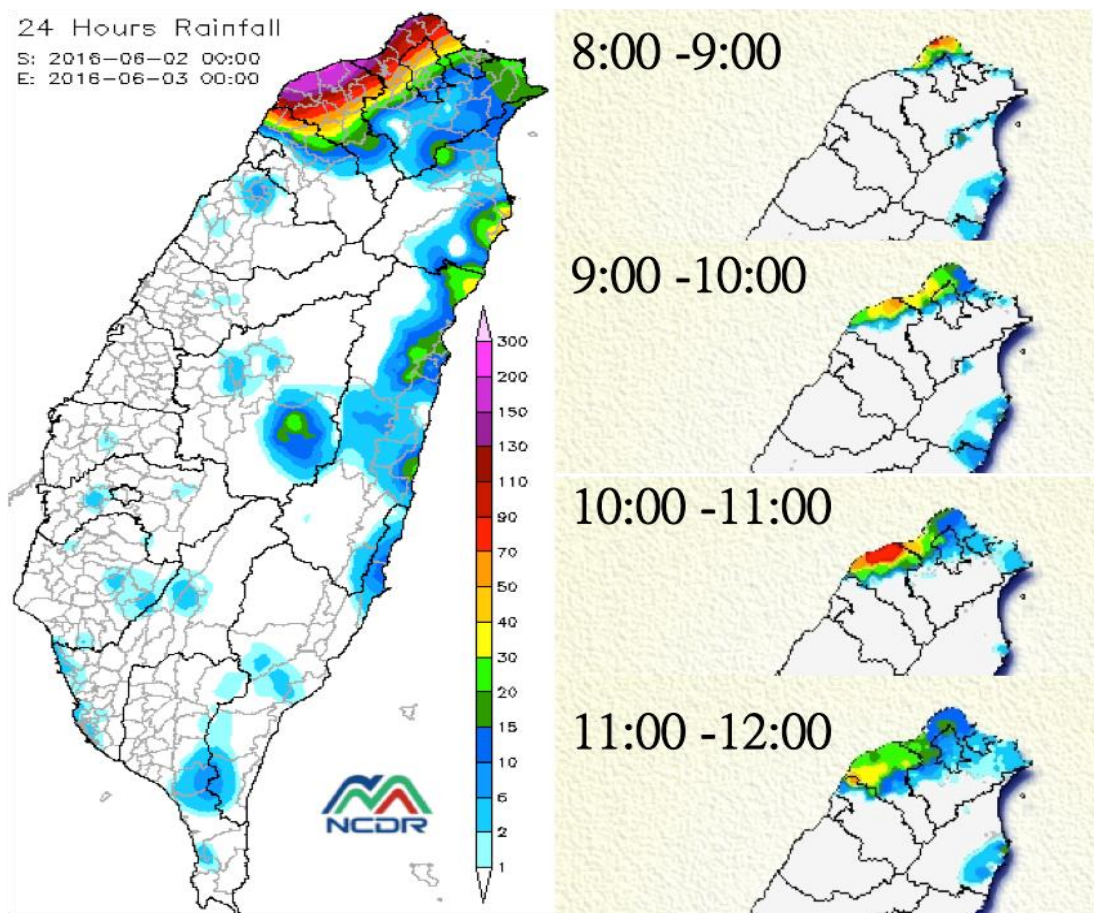


圖 3. 左圖為 6 月 2 日全台 24 小時累積降雨空間分布圖，右圖為上午 08 時至 12 時北台灣逐時降雨空間分布圖。

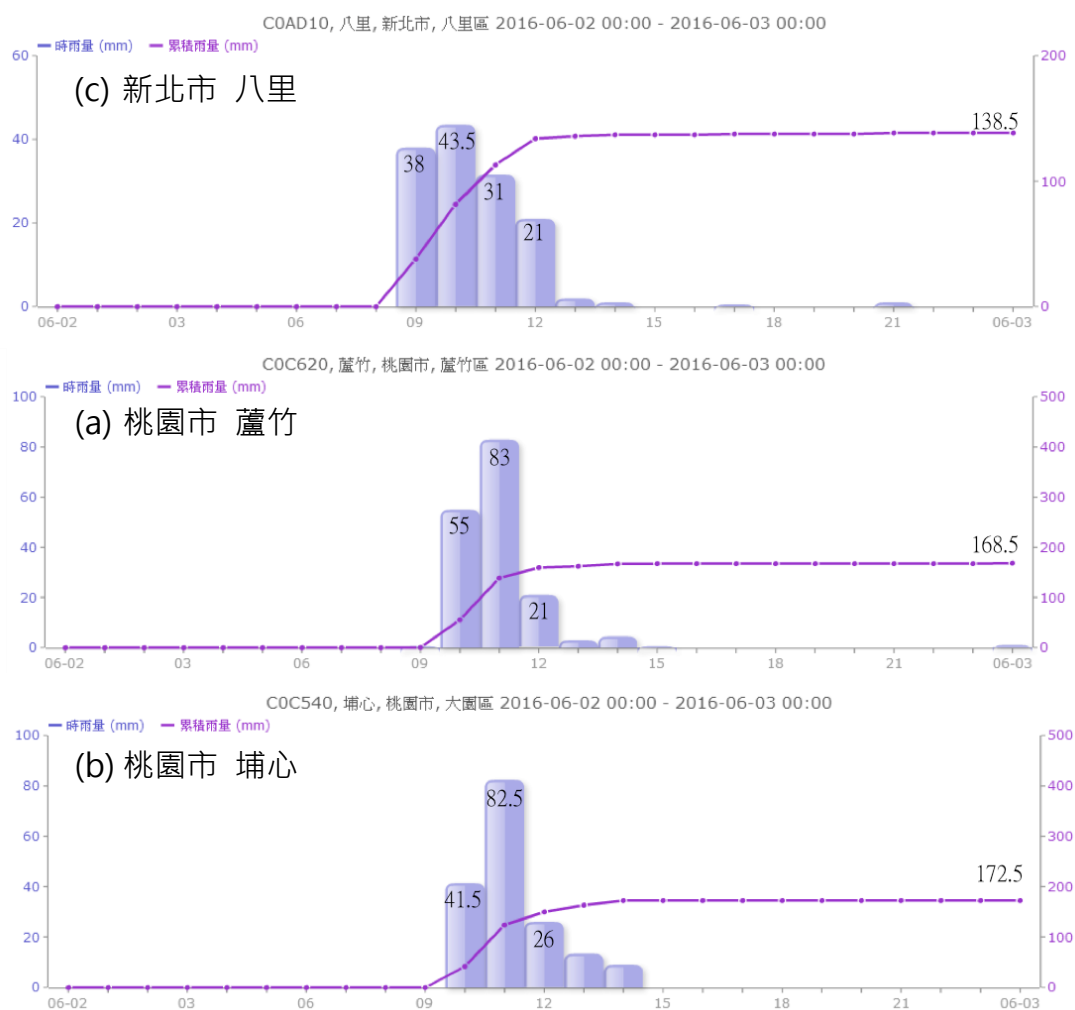


圖 4. 6 月 2 日 (a)新北市八里、(b)桃園市蘆竹及(c)桃園市埔心等雨量站之逐時降雨歷線圖（雨量資料使用即時自動觀測資料）。

表 1. 6 月 2 日 24 小時累積雨量排名
(雨量資料使用即時自動觀測資料)

排名	測站編號	站名	縣市	雨量值(毫米)
1	C0C540	埔心	桃園	172.5
2	C0C620	蘆竹	桃園	168.5
3	C0C590	觀音	桃園	162.5
4	467050	新屋	桃園	149.0
5	C0AD10	八里	新北	138.5
6	C0AD00	三芝	新北	134.0
7	C0A710	林口	新北	122.0
8	C1AC50	關渡	台北	119.5
9	C0A920	富貴角	新北	118.0
10	C1C510	水尾	桃園	117.5

資料時間：6/2 00:00~24:00

表 2. 6 月 2 日三小時延時雨量排名
(雨量資料使用即時自動觀測資料)

排名	測站編號	站名	縣市	雨量值(毫米)
1	C0C620	蘆竹	桃園	159.0
2	C0C540	埔心	桃園	150.0
3	C0C590	觀音	桃園	133.5
4	467050	新屋	桃園	123.0
5	C0A710	林口	新北	107.5

三、大氣環流分析

根據中央氣象局 6 月 2 日的地面分析圖(圖 5)，梅雨滯留鋒面從日本南方海面向西延伸經台灣北方海面至中國大陸華南一帶。當日上午 08 時原位於台灣北部海面的滯留鋒面略為向南接觸北部陸地。當時的色調強化衛星雲圖(圖 5)顯示，鋒面南下期間，在台灣北部的鋒面上有一個中尺度對流系統發展(MCS)起來，並隨著鋒面南下影響北部陸地。梅雨滯留鋒面 6 月 1 日 08 時原位於長江流域(如圖 6(a))，鋒面北側的高壓正逐漸出海，推動鋒面緩慢南移。6 月 2 日凌晨 2 時梅雨鋒面已抵達台灣北部沿海地區(圖 6(d))，上午 8 時台灣北部沿海的對流雲系開始發展，至 14 時中尺度對流雲系隨著鋒面南下遠離後逐漸消散。

圖 7 為 6 月 2 日紅外線色調強化雲圖，當日凌晨 02 時鋒面雲系已經開始接觸到台灣沿海地區，但此時鋒面上的對流發展並不明顯。清晨 05 時鋒面北側(即是在基隆外海)，一個中尺度對流系統正在發展(圖 7b)。對流系統發展後，在鋒面上呈現反時針旋轉，因此對流系統的前緣從台灣北部附近登陸後再轉至西北部沿岸向南移動。該對流系統在 14 時已出現明顯消散現象(圖 7e)，至 17 時左右降雨系統已消失不復見(圖 7f)。

比較衛星雲圖(圖 7c、d)與雷達回波圖(圖 8)可以發現，在衛星雲

圖中呈現橢圓形的中尺度對流系統，其較強的強對流區主要在橢圓形結構的西南側，因此雷達觀測顯示強對流區僅為一帶狀的強對流組織(如圖 8a)。從逐時的雷達回波圖可以清楚了解前緣強對流於 08 時開始接觸地面，隨後主要強對流組織沿著西北部沿海向南移動，直到 12 時對流強度開始明顯減弱。圖中可以清楚了解強回波通過八里、林口、蘆竹、大園等地區，即是此次發生強降雨的區域。

由於北部五分山氣象雷達站於蘇迪勒颱風(2015)時遭強風吹毀，目前僅能利用桃園中央大學 C 波段偏極化雷達取代作業，不易解析台灣北部之對流結構。因此，進一步利用台電與氣象局建置的閃電落雷觀測系統進行雲的閃電分析(圖 9 中橘色點處)，發現雲中閃電的分布也呈現帶狀形，在逐時監測中閃電的位置與雷達監測強回波的位置相近，集中於台灣西北部沿海地區，以 6 月 2 日上午 08 時至 11 時發生的次數最為頻繁，此與強降雨發生位置非常相近。

此次事件中，最關鍵的天氣系統就是鋒面上的中尺度對流系統。在台灣地區許多極端降雨的天氣系統中，都可以看見它的身影。分析該對流系統的生命期與空間大小，完全符合中尺度對流系統的定義。透過衛星雲圖的觀測，這個中尺度對流系統看似左右對稱的中尺度系統。但藉由雷達觀測則可以發現僅在系統移動的前緣有明顯的線狀對

流組織，藉由外觀分析應屬於飆線(Squall line)天氣系統。產生此天氣現象的主要原因，是在鋒面前緣都屬於暖濕的南至西南風所主導，鋒面受高壓推動，此中尺度的對流系統在南北風交會處被激發出來。另外，當中尺度系統開始發展後，更增強了中尺度系統前緣的對流作用。因此產生了這般強烈的線狀對流組織，即是飆線。另外，由於大環境由西南風所主導，因此對流發展起來之後，南風將對流系統的高層雲系吹向北側。導致我們利用衛星觀測時，呈現看似對稱的圓形系統，透過雷達觀測才能看到前緣強對流的位置。此現象與過去中尺度天氣系統研究中，Loehrer and Johnson (1995)及 Houze 等人(1989)所提出的中尺度對流系統的結構及中尺度對流系統內部伴隨飆線的概念模式相類似。

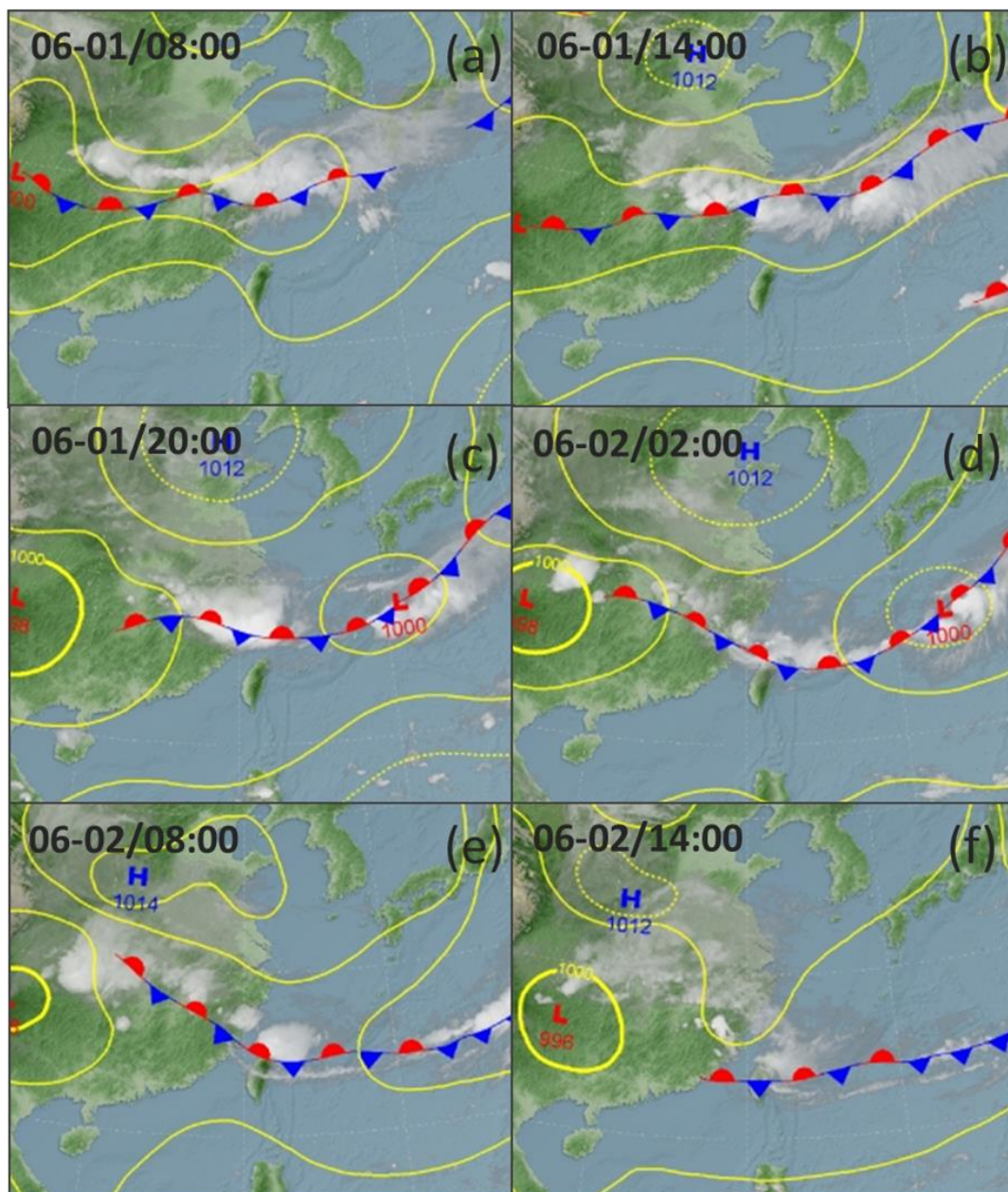


圖 6. 中央氣象局地面分析圖，(a) 6 月 1 日 08 時；(b) 6 月 1 日 14 時；
(c) 6 月 1 日 20 時；(d) 6 月 2 日 02 時；(e) 6 月 2 日 08 時；
(f) 6 月 2 日 14 時。

中尺度對流系統

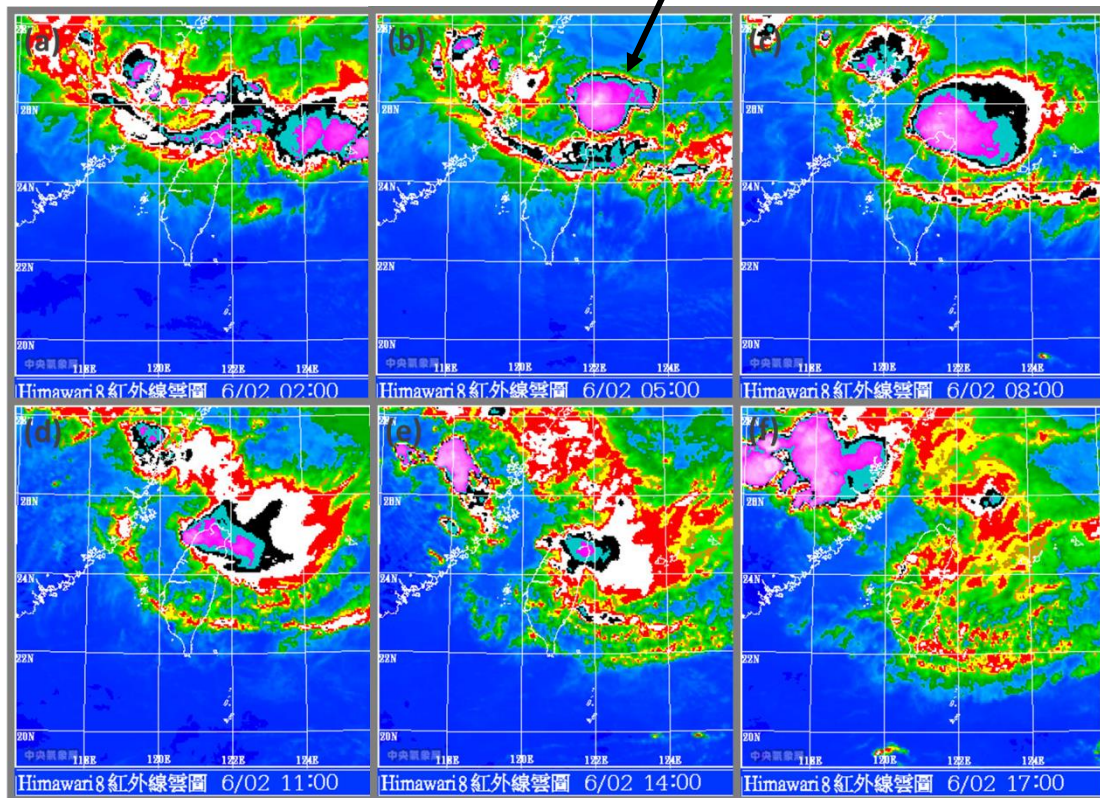


圖 7.日本向日葵 8 號 6 月 2 日衛星紅外光色調強化雲圖，(a) 02 時；
(b) 05 時；(c) 08 時；(d) 11 時；(e) 14 時；(f) 17 時。

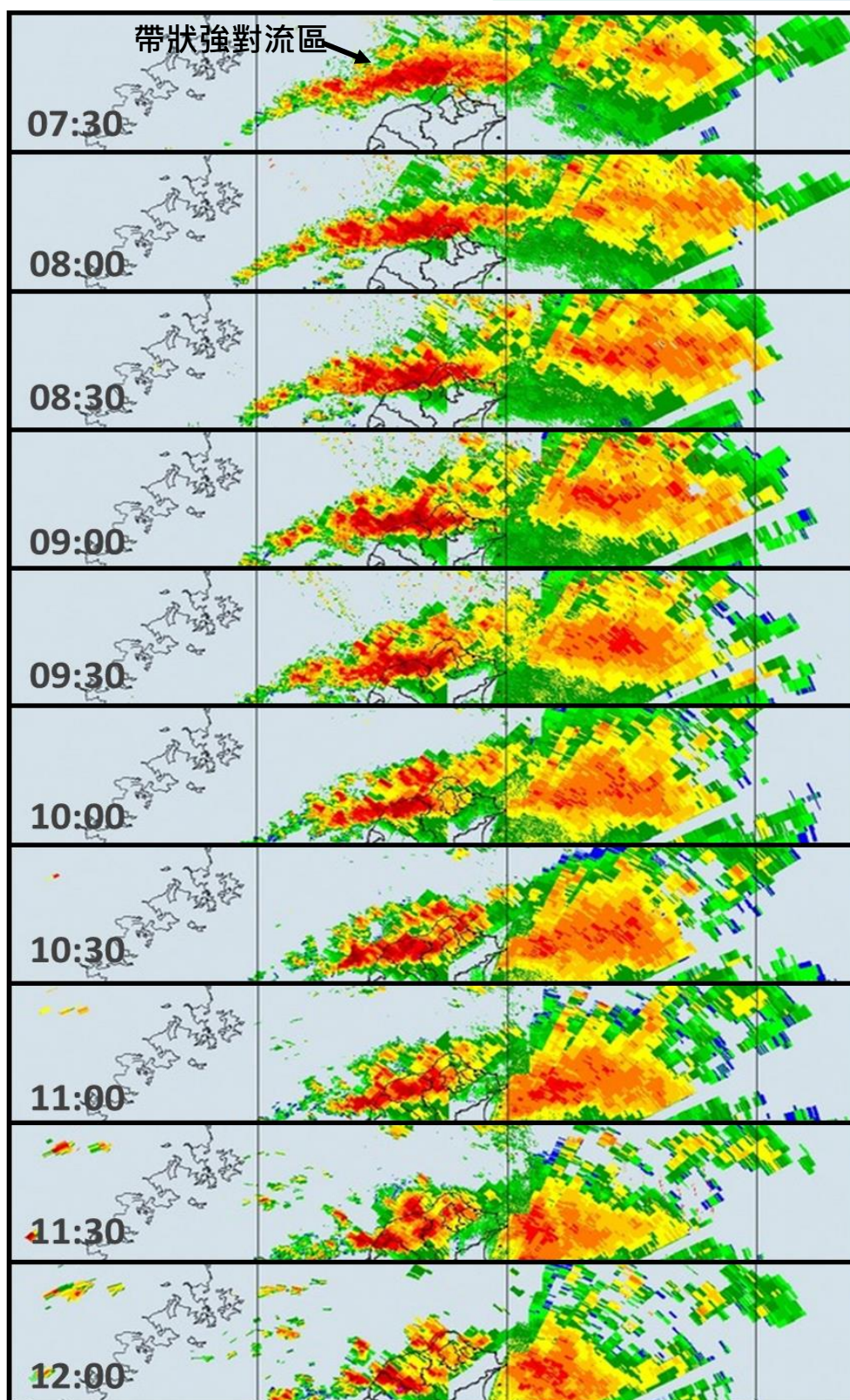


圖 8. 中央氣象局雷達回波圖，資料時間為 6 月 2 日 07:30~12:00。

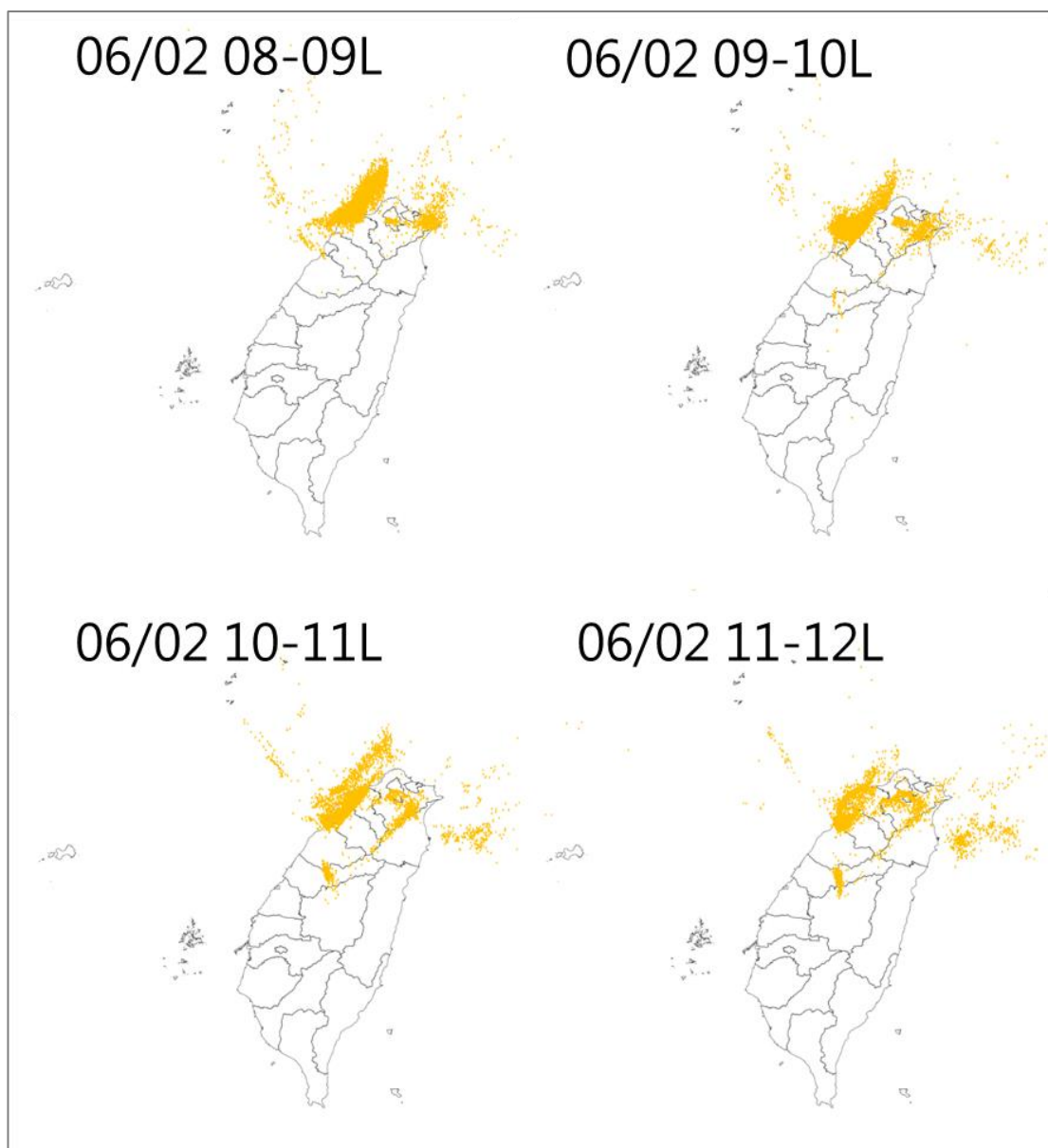


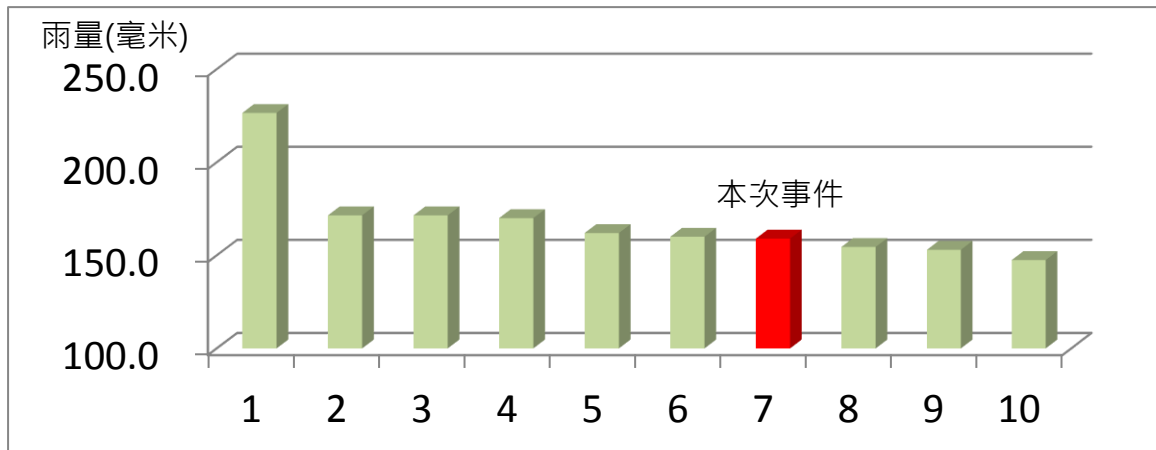
圖 9. 台灣電力公司落雷閃電監測系統，資料時間為 6 月 2 日 08:00~12:00。

四、 結論

本次 6 月 2 日豪雨成災事件，為梅雨鋒面內部激發的中尺度對流系統所造成。也因為是中尺度系統所導致，因此降雨延時並不長，以 2~3 小時強降雨為主。時雨量最高為 83 毫米，3 小時延時最大雨量為 159 毫米，是一個典型的短延時強降雨事件。但跟過去歷史資料進行比對，本次事件為桃園地區 3 小時延時降雨的第七名(龔等人, 2015)。桃園地區短延時強降雨前十名的事件中，以颱風事件(含熱帶低壓)最多共有六次，梅雨事件有三次，午後對流有一次。最強的 3 小時強降雨事件是 2012 年梅雨季的 0612 豪雨事件，當時發生最大 3 小時延時雨量為楊梅站，累積雨量達 226.5 毫米，該事件在桃園地區造成 2 人溺斃，桃園、中壢、八德、平鎮等多處地區皆發生淹水災情。

本次降雨規模雖小於 2012 年的 0612 豪雨事件，但最高時雨量高達 82 毫米，此類降雨屬於短延時強降雨。近年，在氣候變遷的衝擊下，短延時強降雨似乎有明顯增加的趨勢，而現行觀測與預報技術對此類降雨掌握能力仍顯不足。如何面對此類型降雨強化監測與預警能力，是未來防洪工作的一大挑戰。

桃園地區三小時累積降雨極端事件排名



排名	時間	站名	雨量值	天氣事件
1	2012/6/12	楊梅	226.5	梅雨鋒面
2	1996/9/28	新屋	171.5	薩恩颱風
3	2012/8/2	復興	171.5	蘇拉颱風
4	2001/9/18	新屋	170.0	納莉颱風
5	2004/9/11	桃園	162.0	熱帶性低壓
6	2007/6/28	楊梅	160.0	午後對流
7	2016/6/2	蘆竹	159.0	梅雨鋒面
8	2005/7/17	復興	154.5	海棠颱風
9	1996/10/14	新屋	153.0	艾伯颱風
10	1997/6/22	復興	147.5	梅雨鋒面

圖 10. 桃園市歷史三小時累積降雨事件排名。

參考文獻

Houze, R. A., S.A. Rutledge, M.I. Biggerstaff, and B.F. Smull, 1989: Interpretation of Doppler weather radar displays of midlatitude mesoscale convective systems. Bull. Amer. Meteor. Soc., 70, 608-619.

Loehrer, S. M., and R.H. Johnson, 1995: Surface pressure and precipitation life cycle characteristics of PRE-STORM mesoscale convective systems. Mon. Wea. Rev., 123, 600-621.

龔楚嫻、顏葆琳、李宗融、吳宜昭、于宜強，2015：台灣極端降雨事件：1992-2013 年重要事件彙整，國家災害防救科技中心，新北市。

圖 2 圖片來源：

(a)自由時報，2016 年 6 月 2 日。桃機地下道淹水 進出國道 2 號雙向中斷。取自 <http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1716411>。

(b)中時電子報，2016 年 6 月 2 日。桃機淹水 網友諷： 正常發揮 出國過「海」關。取自 <http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160602004771-260405>。

(c)大紀元時報，2016 年 6 月 4 日。因應大雨 鄭文燦：桃機桃市做好準備。取自 <http://www.epochtimes.com.tw/n169415/因應大雨-鄭文燦-桃機桃市做好準備.html>。

(d)東森新聞，行李水上漂！1 小時狂瀉 88 毫米雨 桃機停車場竟變大河。取自 <http://www.ettoday.net/news/20160602/709818.htm>。