

## 2025 年 4 月 12~13 日強降雨事件氣象分析

廖信豪、黃紹欽、劉嘉騏、李宗融、于宜強

國家災害防救科技中心 氣象組

---

---

### 摘要

2025 年 4 月 12 日至 13 日，受鋒面通過影響，臺灣西半部沿海地區發生短延時強降雨與強陣風事件，造成 24 處積淹水及零星路樹倒塌災情。本研究利用國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心)研發的即時觀測與分析技術，對此事件進行初步分析。這些技術包含對流胞追蹤、降水粒子識別、雷達三維風場合成，以及短延時淹水預警圖臺。分析結果顯示，整合先進的雷達技術能有效即時掌握強對流胞的演變和移動路徑、辨識中至大雨或冰雹等劇烈降水型態、解析造成沿海地區強風的強烈下沉氣流，並能提前標示高風險積淹水熱區，提供防災應變上具參考價值的資訊。

### 一、 事件歷程

2025 年 4 月 12 日晚間，受鋒面通過影響，臺灣西北部沿海地區發生強風豪雨事件，導致局部地區出現積淹水及路樹傾倒災情。當時

的大氣環境顯示，這道鋒面自 12 日清晨從中國浙江與福建一帶逐漸向南移動。由於鋒面的結構完整，中央氣象署於下午發布全臺 14 個縣市的大雨或豪雨特報，以及 18 個縣市的陸上強風特報。20 時，鋒面抵達臺灣北部外海，西北部沿海地區的雨勢轉趨明顯。

21 時，鋒面上的強對流帶接觸新北市淡水、八里與林口地區，以及桃園沿海一帶。根據三維雷達回波分析(圖 1)，此對流雲系統的垂直發展最高約為 6 至 7 公里，多數地區對流雲高度都低於 5 公里，雖未達極端劇烈程度，但仍為當地帶來強風與短延時強降雨。隨後，鋒面快速南移，強降雨區亦逐漸轉至中南部地區。13 日清晨起，鋒面通過臺灣，全臺降雨趨緩，整起事件正式結束。

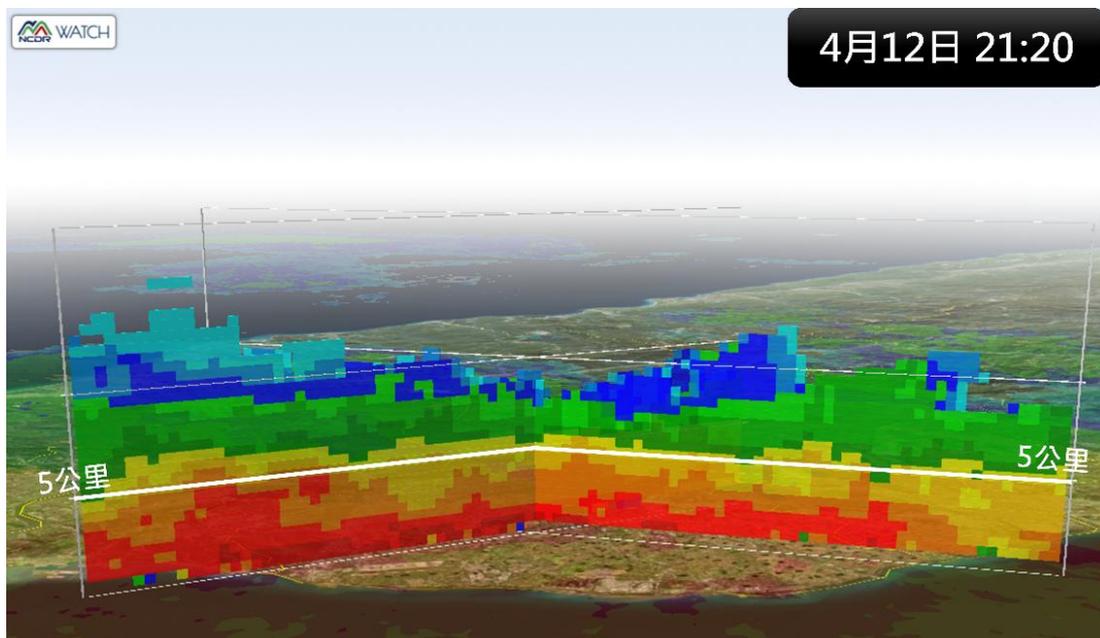


圖 1. 4 月 12 日 21:20 之三維雷達回波。(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

## 二、 風雨分析

在鋒面影響期間(4月12日12時至4月13日12時,共24小時,圖2),降雨主要集中於鋒面進入陸地後的12日晚上至13日清晨,全臺各地都有明顯雨勢,尤其是嘉義以北的沿海地區及中南部山區。沿海地區的降雨主要由鋒面上強對流胞所引發,屬於短延時強降雨型態。例如,嘉義縣義竹鄉一小時的最大降雨量為78毫米,臺南市與桃園市也觀測到超過60毫米的小時雨量。中南部山區受地形舉升作用影響,有持續性的降雨。整起事件的降雨直到13日早上才趨緩,最大總雨量出現在南投縣仁愛鄉合歡山站(118.5毫米),其次為桃園市中壢區中央大學站的109.5毫米及南投縣仁愛鄉楓樹林站的106.5毫米。

風力方面(圖3),隨著鋒面逐漸接近,全臺陣風明顯增強,所有縣市皆觀測到7級以上的強陣風。其中,平地最大陣風為新北市淡水區的每秒28.2公尺(10級風),新竹縣新豐鄉、花蓮縣秀林鄉、新北市貢寮區及彰化縣福興鄉也都測得10級陣風。鋒面通過後,全臺風速快速減弱,各測站的強風影響時間多介於2至3小時之間。

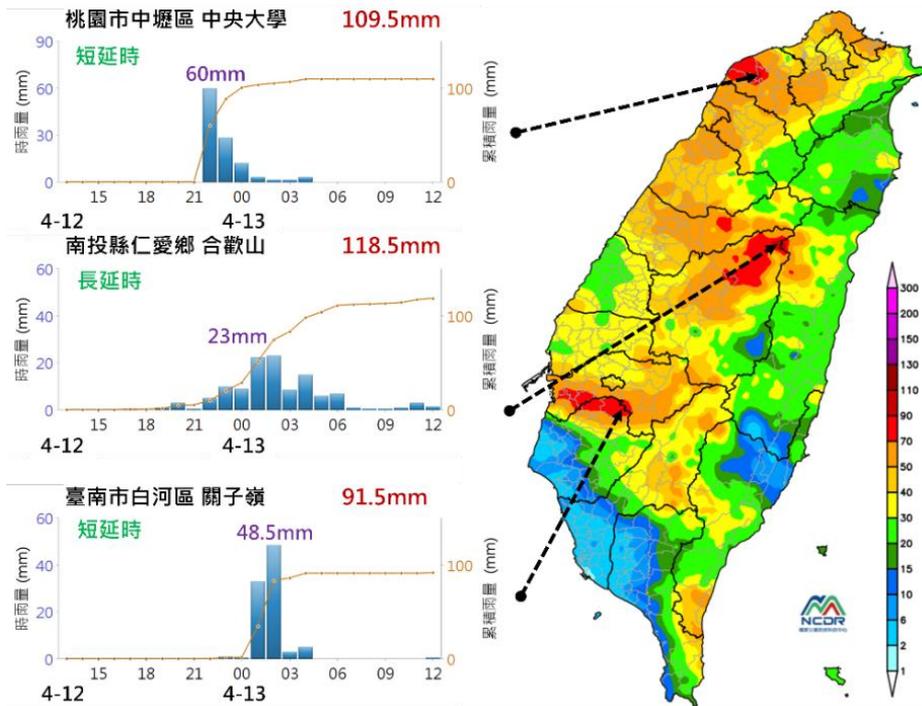


圖 2. 本次事件總雨量分布與桃園市中壢區、南投縣仁愛鄉及臺南市白河區的降雨時序。(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

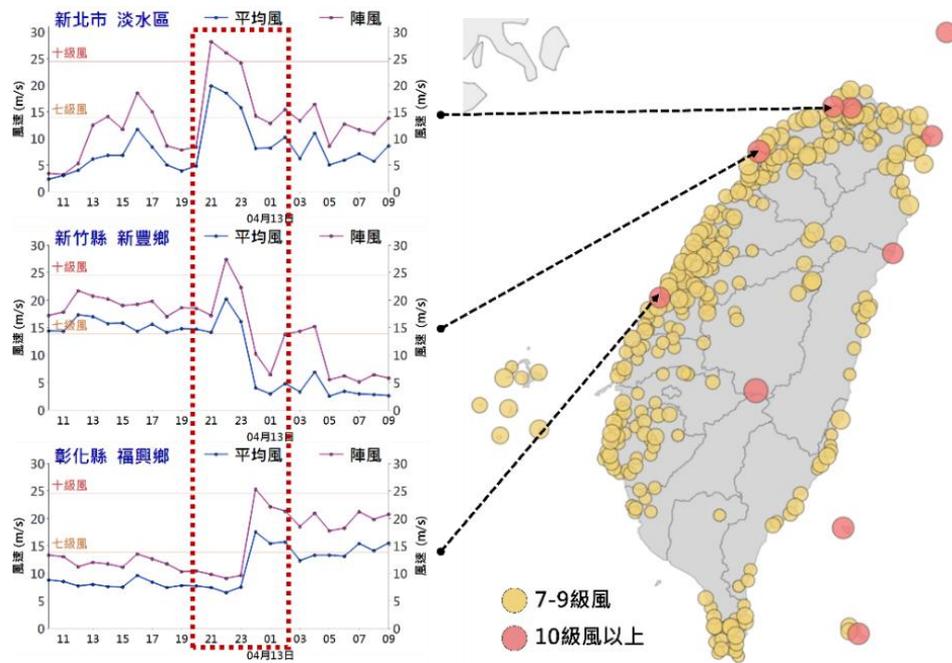


圖 3. 4 月 12 日 21:00 至 13 日 09:00，全臺最大陣風，以及新北市淡水區、新竹縣新豐鄉和彰化縣福興鄉的陣風時序。(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

在本起事件中，鋒面在登陸臺灣本島前的結構仍維持相當完整(圖 4a)。西北部沿海地區首當其衝，風力明顯增強，新北市淡水區(圖 4b)測得 8 級平均風，陣風更高達 10 級。根據多都卜勒雷達三維風場合成技術(Wind Synthesis System used to Doppler Measurement, WISSDOM)的風場分析顯示，臺灣西北部沿海地區於 20 時 40 分(圖 4c)已出現明顯的下沉氣流。隨後，此下沉氣流逐漸增強，影響範圍亦擴大，並於 21 時達到最強(圖 4d)。一般而言，當對流系統發展旺盛時，雲內常伴隨劇烈的垂直運動，下沉氣流會將高空冷空氣快速帶至地面，並在近地表往水平方向擴散，形成具破壞性的強風。此次事件中，WISSDOM 觀測到的下沉氣流與地面氣象站測得的強陣風，在時間和空間上呈現高度一致性，顯示此區域的強風現象主要由此下沉氣流所造成，屬於典型的對流性強風事件。

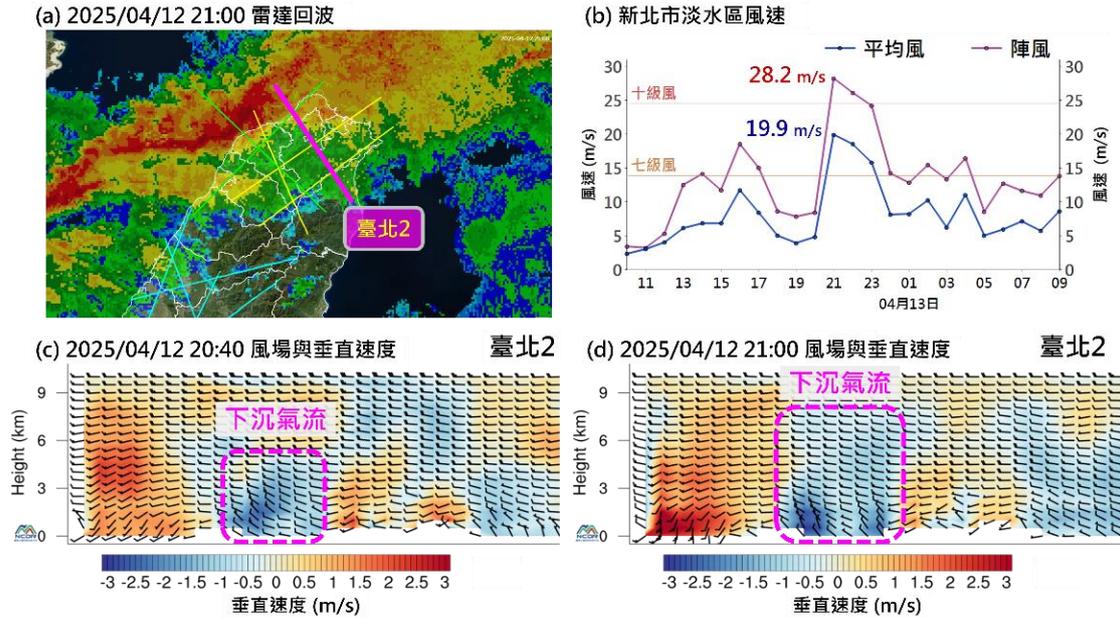


圖 4. (a) 4 月 12 日 21:00 雷達回波、(b) 新北市淡水區風場時序、(c) 4 月 12 日 20:40 風場與垂直速度，以及 (d) 4 月 12 日 21:00 風場與垂直速度。(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

### 三、 對流胞追蹤與降水粒子識別分析

為探討鋒面上強對流胞的發展與移動特性，本研究使用對流胞追蹤技術(Storm Motion Analysis by Radar Tracking, SMART)進行分析。SMART 技術主要利用氣象雷達資料，針對強對流胞進行自動化的判釋、追蹤與預警(Dixon and Wiener, 1993; Chung et al., 2024)。其目的在於掌握對流胞的生命週期過程，包括生成、移動、合併、分裂與消散等階段，進而評估短時強降雨與冰雹等劇烈天氣系統的發展與影響範圍。災防科技中心已初步建置 SMART 自動化追蹤模組，可即時追蹤雷達回波超過 40 dBZ 且強度排名前五的對流胞，並預警每個對流

胞於未來 2 小時內的發展情形與移動方向。

根據 SMART 的追蹤結果，4 月 12 日 21 至 22 時(圖 5a-b)，鋒面上的強對流主要由臺灣西北部外海的一個大範圍的對流胞，以及東北部外海四個範圍較小的對流胞組成。其中，大型對流胞有朝東南方向移動的趨勢，而四個小型對流胞則近似滯留或略往東移。隨後，鋒面持續南移並進入臺灣本島，其移動路徑與 SMART 的預警結果一致。到了 12 日 23 時至 13 日 00 時(圖 5c-d)，SMART 追蹤顯示，先前的大型對流胞已進入苗栗和臺中地區，西南部外海亦偵測到對流胞逐漸增強並有向臺灣陸地移動的趨勢。此一變化與雷達的實際觀測結果相符，再次顯示 SMART 追蹤技術在對流胞移動與演變過程的即時掌握上，具有相當不錯的表現與應用潛力。

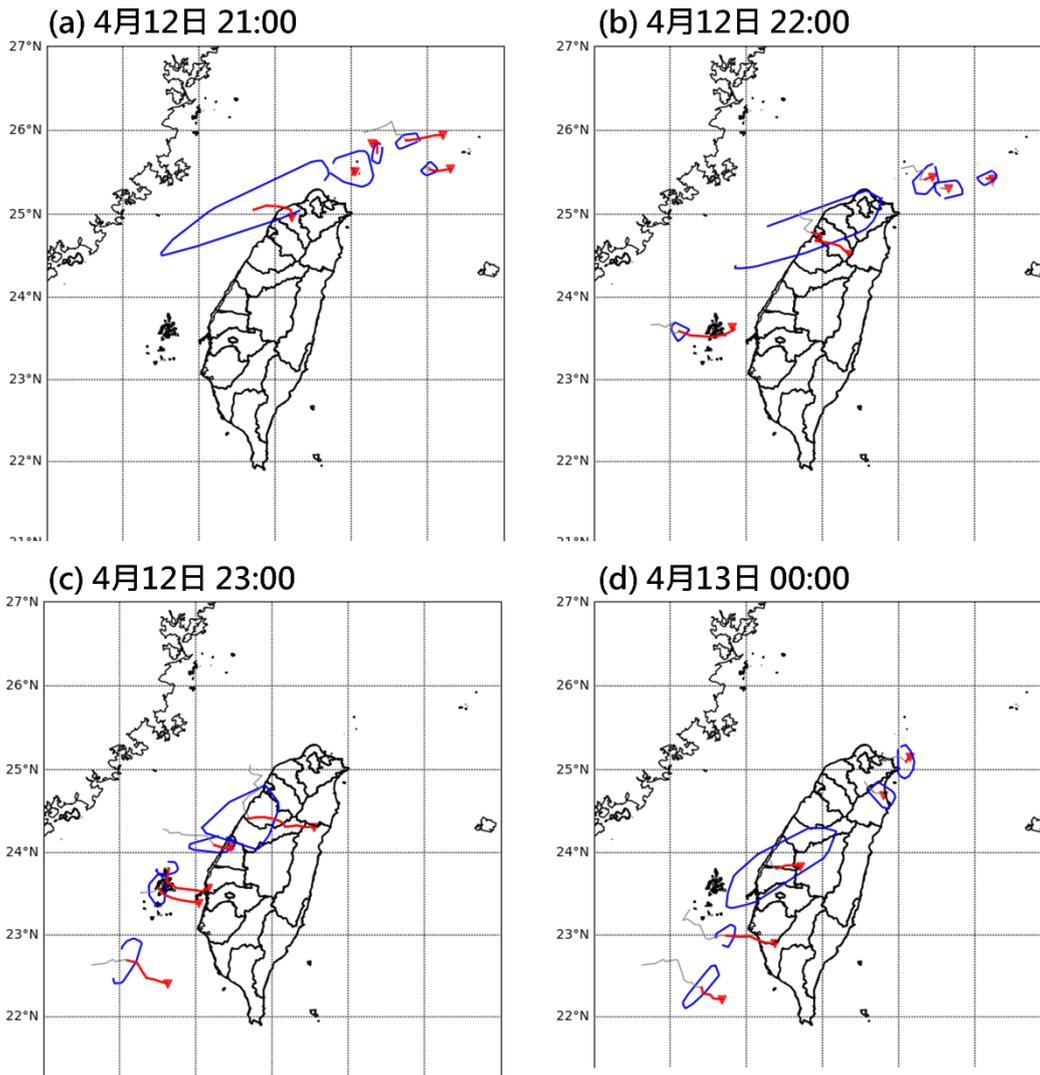


圖 5. (a) 4 月 12 日 21:00、(b) 4 月 12 日 22:00、(c) 4 月 12 日 23:00 及 (d) 4 月 13 日 00:00 之強對流胞追蹤。藍色實線圍成區域為當時強度前五大的對流胞，灰色及紅色實線分別代表對流胞的過去及未來 2 小時的移動路徑。(繪製：國家災害防救科技中心)

降水粒子識別(Particle Identification, PID)，是藉由雙偏極化氣象雷達所收集的資料，來判釋降水粒子的種類，例如雨滴、雪、冰雹、凍雨及混合型態等(Vivekanandan et. al., 1999; Park et al., 2009; Besic et al., 2015; Feng et al., 2018)。為強化劇烈天氣的即時監測能力，此技術

可進行七類粒子的判釋結果，涵蓋雜訊類回波與強對流降水粒子，包含：地面雜波、晴空回波、二次回波、小雨、中雨、大雨及冰雹(廖等，2025)。

根據 PID 的判釋結果，在 4 月 12 日 21 時(圖 6a)，鋒面已位於臺灣北部外海，鋒面上主要判釋為中雨至大雨等級，桃園外海一帶甚至出現冰雹訊號。然而，由於該區域位於外海，缺乏冰雹的實際目擊回報，無法直接驗證此判釋結果的準確性。儘管如此，仍顯示鋒面上的對流發展劇烈，並伴隨強降雨現象。隨著鋒面移入臺灣陸地(圖 6b-d)，受地形摩擦效應影響，對流胞快速減弱，冰雹訊號亦隨之消失。不過，鋒面上仍維持中雨至大雨等級的降雨，這與地面雨量站的實際觀測結果相符。整體而言，PID 判釋技術在本事件中成功辨識出強降雨區域及降水粒子種類。未來，若能結合 SMART 對流追蹤技術，將有助於更全面掌握強對流系統的演變過程與降水型態，提升短時強降雨事件之即時監測與災害風險評估能力。

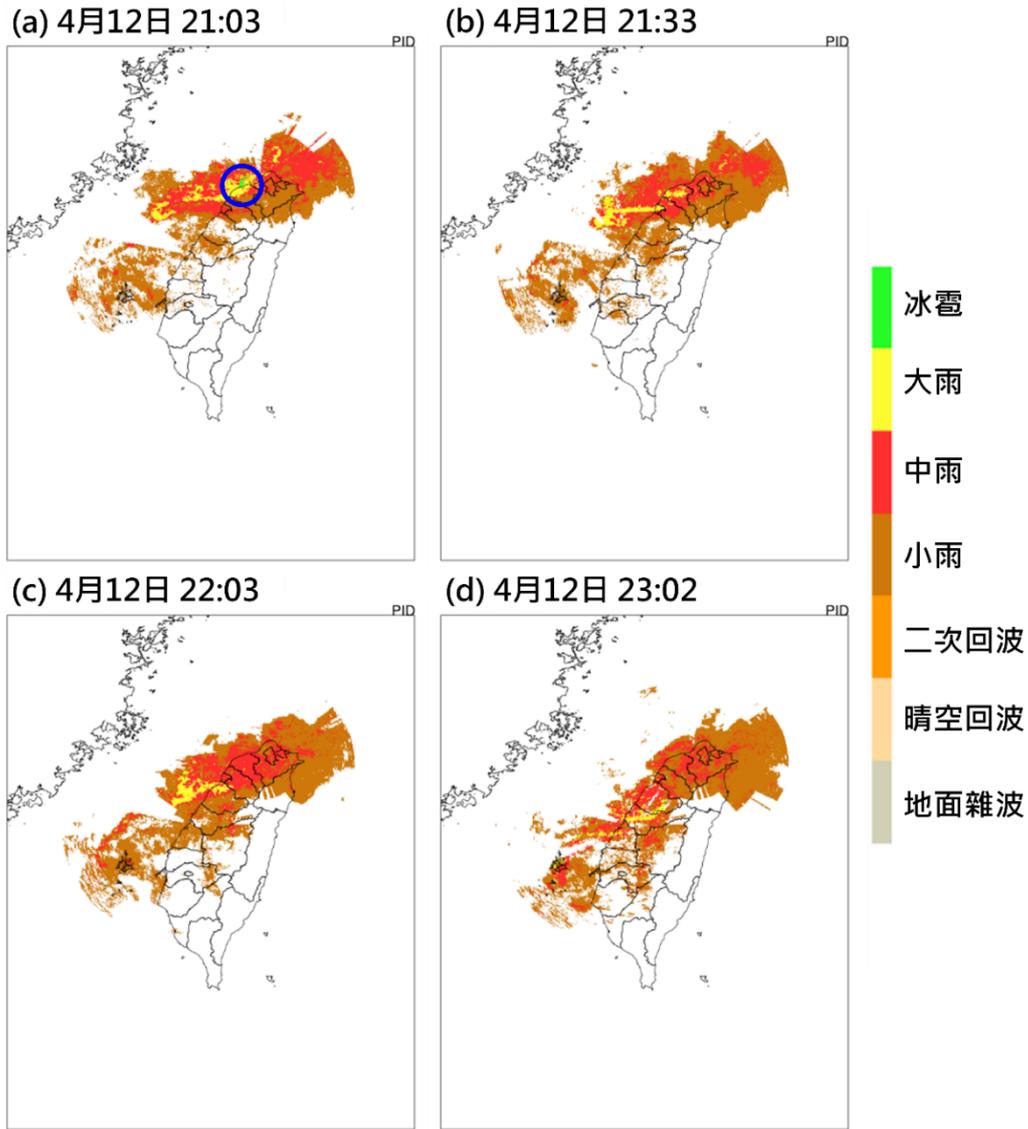


圖 6. (a) 4 月 12 日 21:03、(b) 4 月 12 日 21:33、(c) 4 月 12 日 22:03 及 (d) 4 月 12 日 23:02 之降水粒子識別。(繪製：國家災害防救科技中心)

#### 四、 災害衝擊分析與短延時淹水預警即時展示圖臺

根據應變管理資訊系統 (Emergency Management Information System, EMIC) 彙整的資料 (圖 7a)，本起事件共造成 24 處積淹水災點，主要分布在臺灣西半部沿海地區。其中，以臺中市的 9 處最多，其後為桃園市、嘉義縣、臺南市及新竹市。從積淹水災點的時序分布 (圖 7b)

來看，桃園市的災情主要集中在 21 時至 22 時，其後依序為臺中市(23 時至 0 時)、嘉義縣(0 時至 1 時)及臺南市(1 時至 2 時)。由此可見，災點分布有隨時間向南移動的趨勢，顯然與鋒面位置密切相關。因此，鋒面上強對流胞所引發的短時強降雨，是造成積淹水的主要原因。

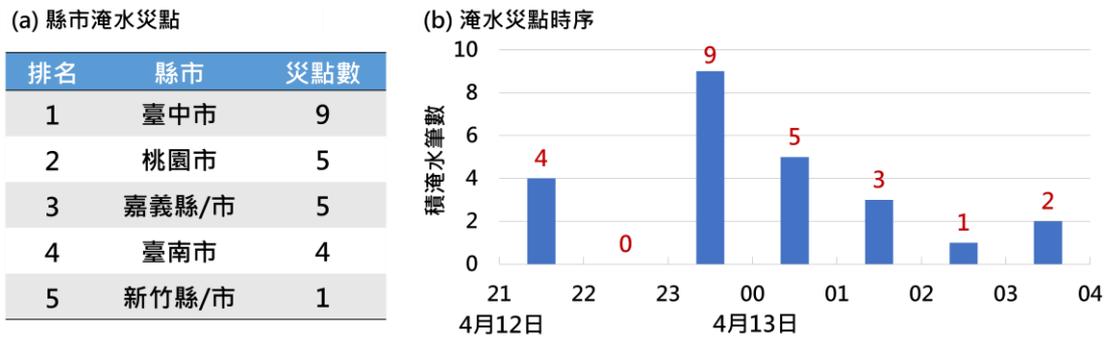


圖 7. 鋒面影響期間，不同(a)縣市與(b)時間之積淹水災點統計。(資料來源：應變管理資訊系統；繪製：國家災害防救科技中心)

為因應短延時強降雨導致的都會區積淹水問題，災防科技中心整合經濟部水利署訂定的淹水警戒值、降雨量及淹水感測器資料，研發短延時淹水預警即時展示圖臺。此圖臺針對 1 小時與 3 小時延時累積雨量進行即時監控，當鄉鎮區的最大延時累積雨量超過警戒門檻時，就以燈號預警方式，於三維視覺化圖臺上進行展示。其中，黃色燈號為雨量達二級警戒門檻，表示在未來三小時內可能開始發生積淹水。紅色燈號為雨量達一級警戒門檻，代表當地可能已經出現積淹水。

在本事件中，短延時淹水預警即時展示圖臺(圖 8)於 12 日 21 時對桃園市的桃園區、八德區、中壢區及平鎮區發出黃色警戒燈號。隨

後，預警區域逐漸擴大至鄰近鄉鎮區，甚至是新竹市。同時，桃園市的蘆竹區、桃園區、中壢區與平鎮區的淹水感測器亦偵測到積淹水訊號，而新竹市亦出現積淹水情形。初步測試結果顯示，此圖臺能有效呈現鋒面強對流系統通過期間的積淹水熱區，且預警區域與淹水感測器的實際觀測結果大致相符，顯示具備提前掌握積淹水潛勢區的能力。

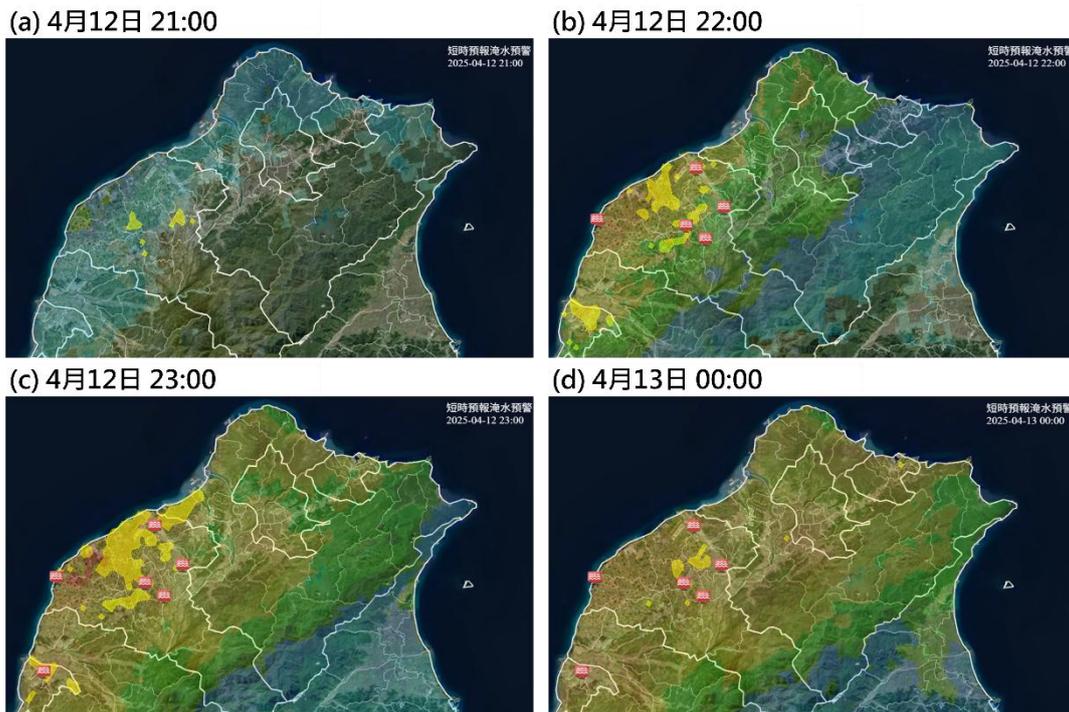


圖 8. (a) 4 月 12 日 21:00、(b) 4 月 12 日 22:00、(c) 4 月 12 日 23:00 及 (d) 4 月 13 日 00:00 之短延時淹水預警展示。黃色區域代表雨量達二級警戒門檻，紅色圖示則表示淹水感測器已偵測到積淹水訊號。(繪製：國家災害防救科技中心)

## 五、 結論

2025 年 4 月 12 日至 13 日，臺灣受鋒面快速通過影響，西半部沿海與中南部山區出現劇烈降雨與強風，造成 24 處積淹水災情與零

星路樹傾倒事件。鋒面影響期間，全臺皆有較大雨勢，尤其是嘉義以北的沿海地區及中南部山區，並以短延時強降雨型態為主。此外，鋒面上旺盛對流所伴隨的下沉氣流，亦使西北部沿海地區觀測到 10 級的強陣風。

本起事件的主要特徵為短延時強降雨與強陣風，尤以新北淡水、桃園及新竹沿海地區最為明顯。本研究透過 SMART 對流胞自動追蹤技術分析，清楚掌握強對流胞自北部外海生成、進入臺灣本島並逐漸向南移動之過程。PID 降水粒子識別技術進一步驗證，鋒面上主要為中、大雨與冰雹等劇烈降水型態。WISSDOM 風場分析顯示，鋒面接近臺灣西北部沿海地區時，強烈的下沉氣流是造成當地觀測到 10 級強陣風的主因。最後，短延時淹水預警即時展示系統成功提前掌握積淹水高風險區域，突顯此系統在鋒面短時強降雨事件預警的應用潛力。

近年來，災防科技中心研發的 SMART、PID、WISSDOM 與短延時淹水預警系統技術，在本事件中均展現出良好的即時監測與預警能力。這些先進雷達技術的整合應用，不僅強化對極端天氣事件的監測能力，也為災害風險預警提供有力的支援。未來，災防科技中心將持續整合與優化上述技術，以提升強對流事件的即時監測準確性，滿足

災害提前預警的需求。

## 致謝

本研究感謝交通部中央氣象署提供氣象雷達、雨量與風速觀測資料。

## 參考文獻

1. 廖信豪、李宗融、黃紹欽與于宜強，2025：雙偏極化雷達降水粒子識別技術研發與冰雹事件分析。國家災害防救科技中心災害防救電子報，228。
2. Besic, N., Zrnica, D. S., & Ryzhkov, A. V., 2015: Hydrometeor classification from polarimetric radar measurements: a clustering approach. *Atmospheric Measurement Techniques*, 8, 149–170.
3. Chung, K.-S., Lee, T.-J., Ke, C.-Y., Tsou, Y.-H., Chen, S.-G., Lin, P.-Y., Huang, T.-S., 2024: Statistical characteristics of convective cells and centroid-based probability nowcasts by tracking error. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4736353>
4. Dixon, M., and Wiener, G., 1993: TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting—A radar-based methodology. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 10(6), 785–797.
5. Feng, L., Xiao, H., & Sun, Y., 2018: A study on hydrometeor classification and application based on X-band dual-polarization radar measurements. *Climatic and Environmental Research*, 23(3), 366–386.
6. Park, H., Ryzhkov, A., Zrnica, D., & Kim, K., 2009: The hydrometeor classification algorithm for the polarimetric WSR-88D: Description and application to an MCS. *Weather and Forecasting*, 24(3), 730–748.
7. Vivekanandan, J., Bringi, V. N., Ellis, S. M., Oye, R., Rajopadhyaya, D. K., & Zrnica, D. S., 1999: Cloud microphysics retrieval using S-band dual-polarization radar measurements. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(3), 381–388.