

2023 年 4 月 20 日強降雨事件分析與檢討

黃紹欽、朱容練、王潔如、林冠伶、林欣弘、黃麗蓉

陳淡容、于宜強

國家災害防救科技中心 氣象組

摘要

2023 年 4 月 19 日至 21 日，臺灣中部以北地區因滯留鋒面影響而出現強降雨，並造成 70 處積淹水災情。在本事件中，全世界各國數值模式的雨量預報皆有過度預報的現象。這與模式無法掌握鋒面位置及中尺度低壓系統有關，導致模式中的西南風及水氣通量持續偏強，進而造成臺灣西南部地區雨量預報失準。強降雨事件發生後，本研究從國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心)的 180 組系集模式中，選擇最接近實際觀測的成員進行合成分析，結果顯示降雨和綜觀大氣環流預報已與實際觀測相近。因此，未來仍應持續收集相似個案，持續累積背景知識與發展多模式雨量預報整合技術，提升防災預警系統之雨量預報能力。

一、前言

2023 年 4 月 20 日，臺灣受鋒面通過的影響，中央氣象局針對全

臺 15 縣市發布了大雨或豪雨特報。其中又以中部地區的降雨最為顯著，短時強雨的降雨型態，造成苗栗縣通霄鎮、彰化縣鹿港鎮以及臺中市沙鹿區和大肚區等地，出現多處積淹水與山區逕流。所幸這波鋒面的移動速度較快，一天之後便即遠離，使淹水災情不至於擴大。除此之外，由於永青山、明德和鯉魚潭水庫集水區累積超過 200 毫米的雨量，使水庫蓄水量獲得了明顯的挹注，中部地區的乾旱情況獲得舒緩。

氣候統計上，臺灣春季降雨主要集中在苗栗以北，約佔該地區全年降雨的 25%~30%(林等，2013；黃等，2023)。然而，因為此波鋒面移動位置較為偏南的緣故，中部地區亦有顯著降雨。根據當時的氣象預報，預測鋒面系統將南下影響臺南及高雄等地，在豐沛水氣的配合下，臺灣南部地區預期會出現可觀的降雨量，估計有機會舒緩久旱不雨的南部水情。但在後續的實際雨量觀測結果顯示，臺灣南部的降雨居然不足 15 毫米，使南部期盼這場雨可以舒緩旱象的希望落空。

在本事件中，各國的數值模式預測臺灣南部地區皆有明顯降雨，而災防科技中心氣象組的多模式雨量預警實驗亦有相似的結果。有鑑於此，本文將針對鋒面通過期間，進行災防科技中心的多模式雨量預警實驗結果分析，瞭解造成此波鋒面降雨過度預報的可能原因，並探

討預警系統的改善與優化方式。

二、 事件歷程與降雨分析

2023 年 4 月 19 日(圖 1 與圖 2a)，受滯留鋒面逐漸南移的影響，臺灣北部地區的雨勢自下午起轉趨明顯，尤其是山區。桃園市復興鄉、新竹縣尖石鄉和苗栗縣泰安鄉等地，皆出現大雨等級的降雨。20 日，鋒面在臺中一帶滯留，導致苗栗縣、彰化縣與臺中市發生豪雨等級的降雨，使得彰化縣鹿港鎮和臺中市大安區都傳出積淹水災情。除此之外，由於滯留鋒面尾端形成低壓系統並逐漸增強。因此，位於低壓中心附近的東沙島出現日累積雨量 281.5 毫米的強降雨。此時，受低壓的影響，臺灣西南部外海風向轉為偏南風，高屏地區的降雨亦逐漸趨緩。20 日晚間(圖 2b)，臺灣南方的主要水氣集中在東沙島的低壓系統附近，且由於此低壓系統緩慢東移，水氣對臺灣本島沒有影響。因此，全臺的降雨隨著鋒面南移與東北風增強後而結束。

在鋒面影響臺灣期間(4 月 19 日 0 時至 4 月 21 日 24 時，共 72 小時，圖 3)，降雨主要集中在臺灣西半部嘉義縣以北地區，尤其是新竹縣、苗栗縣、臺中市及彰化縣北部的沿海地區。根據統計，總累積雨量前 10 名皆發生在苗栗縣，最大總雨量為三義鄉三義站的 360 毫米，其後依序為泰安鄉八卦站的 321 毫米，以及苗栗市苗栗站的 307.5 毫

米。受到鋒面在這段期間近似滯留的影響，桃園市、新竹縣、苗栗縣及臺中市的降雨多為長延時的降雨型態。其後，隨著鋒面的快速南移，彰化縣以南地區則轉為短延時降雨型態為主，使得彰化縣福興鄉和雲林縣元長鄉皆出現時雨量超過 84 毫米的短延時極端降雨。

本事件於 4 月 20 日達極端降雨標準(吳等，2017；黃等，2019；黃等，2021)。其中，短延時的 1、2 及 3 小時最大延時累積雨量分別為雲林縣元長鄉元長站的 97.5 毫米、彰化縣福興鄉福寶站的 119.5 毫米及苗栗縣三義鄉三義站的 150.5 毫米。6 小時及 12 小時最大累積雨量則都發生在苗栗縣三義鄉三義站，分別為 226.5 及 273 毫米。在強降雨的影響下，全臺共出現 70 處積淹水災點，主要分布在臺中市(36 處)、彰化縣(17 處)及雲林縣(12 處)，而苗栗縣、嘉義市及高雄市亦有零星積淹水的情形發生。

本事件的主要降雨位於嘉義以北地區。其中，最劇烈的降雨出現在苗栗縣、臺中市及彰化縣沿海，且呈東北-西南走向。在不同天氣類型的歷史降雨分布(圖 4)中，西南風引起的強降雨(圖 4a)主要分布於西南部地區及中部山區，而 4 月鋒面所造成的降雨(圖 4b)則集中在中部以北地區。從分析結果可知，本事件是以鋒面類型的降雨型態為主。

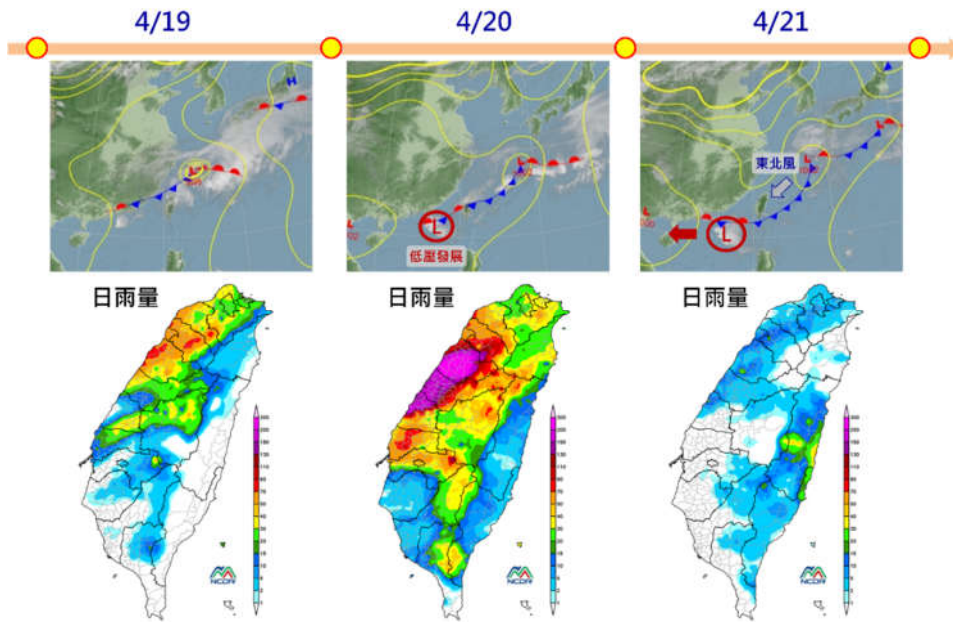


圖 1 2023 年 4 月 20 日強降雨事件歷程(地面天氣圖及雨量資料來源：中央氣象局，日雨量圖繪製：災防科技中心)

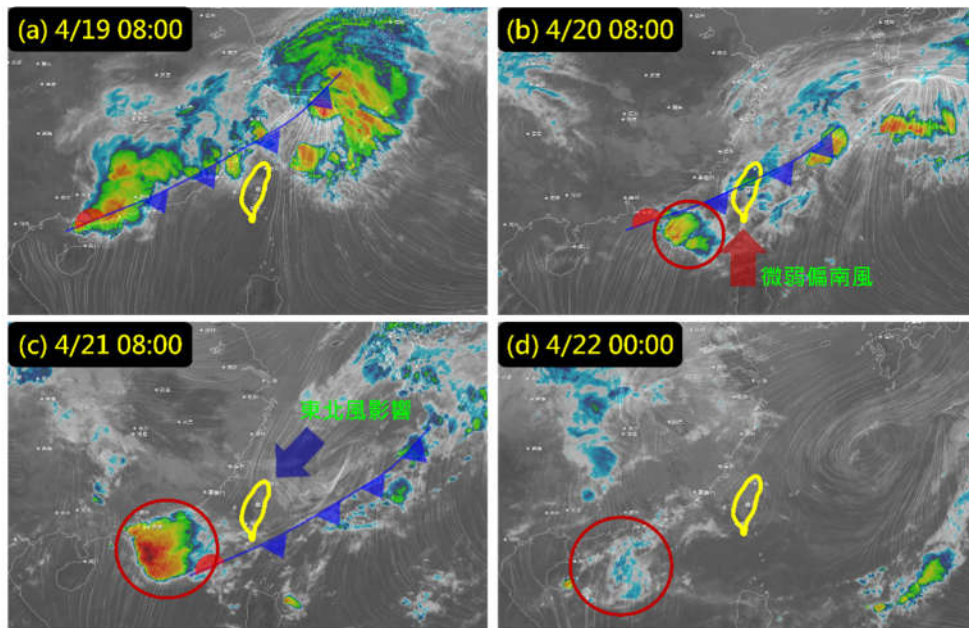


圖 2 (a) 4 月 19 日 8 時、(b)4 月 20 日 8 時、(c) 4 月 21 日 8 時及(d) 4 月 22 日 0 時之紅外線衛星雲圖(資料來源：中央氣象局，繪製：災防科技中心)

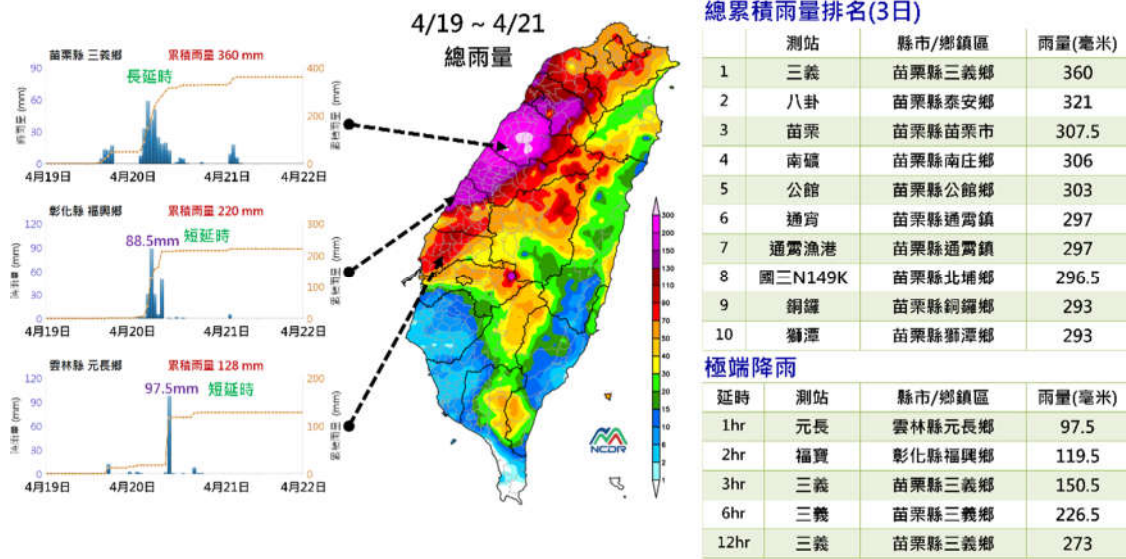


圖 3 2023 年 4 月 19~21 日總雨量與苗栗三義、彰化福寶及雲林元長降雨時序(資料來源：中央氣象局，繪製：災防科技中心)

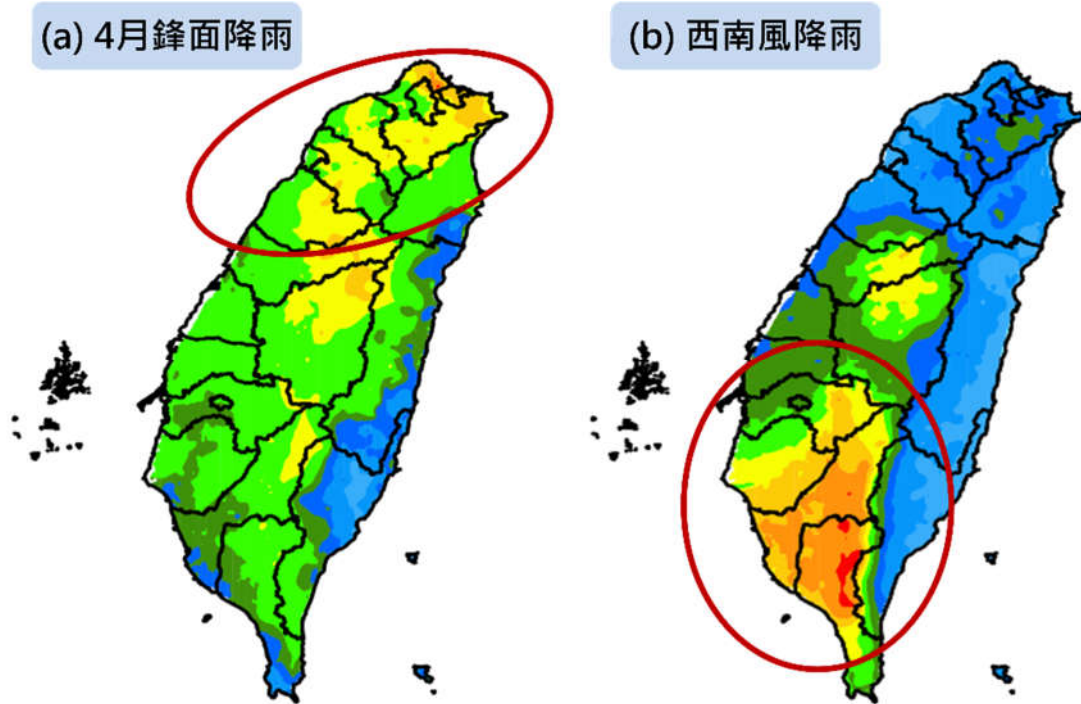


圖 4 氣候上的(a) 4 月鋒面與(b)西南風降雨空間分布(資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台，繪製：災防科技中心)

三、 模式雨量預測分析與檢討

根據災防科技中心的多模式預警實驗最佳化雨量預報(圖 5),4 月 17 日早上 8 時初始資料的預測顯示,臺灣西南部地區在 60 小時以後(即 4 月 20 日)將會出現強降雨。此預測強降雨的訊號隨著預報初始時間更新而持續增強。到了 4 月 19 日早上 8 時的預報,整個中南部地區的降雨在 20 日甚至會達豪雨標準,山區更有機會出現大豪雨等級的雨勢。

在不同國家的數值模式預報中,均出現大範圍的強降雨預報。圖 6b 為 18 日晚上 8 時的預報結果,與實際的觀測雨量(圖 6a)相比,各國模式在西南部地區均有過度預報的情況。而中部以北的鋒面降雨訊號,則是以美國、歐洲模式及災防科技中心的降尺度模式表現較好。

到了 19 日晚上 8 時的預測(圖 6c),各國的降雨預報有了大幅的修正。預測鋒面降雨訊號明顯減弱,因為預報偏強西南風引起的西南部強降雨訊號,則有增強的趨勢。美國、歐洲、MPAS 降尺度模式,以及災防科技中心多模式預警實驗的雨量預報結果皆顯示,臺灣西南部地區將出現大範圍超過豪雨等級的強降雨。分析各國預報資料發現,雖然各國的預報結果相當一致,但卻明顯與實際雨量觀測(圖 6a)不符,模式在臺灣西南部地區似乎有過度預報的情況出現。

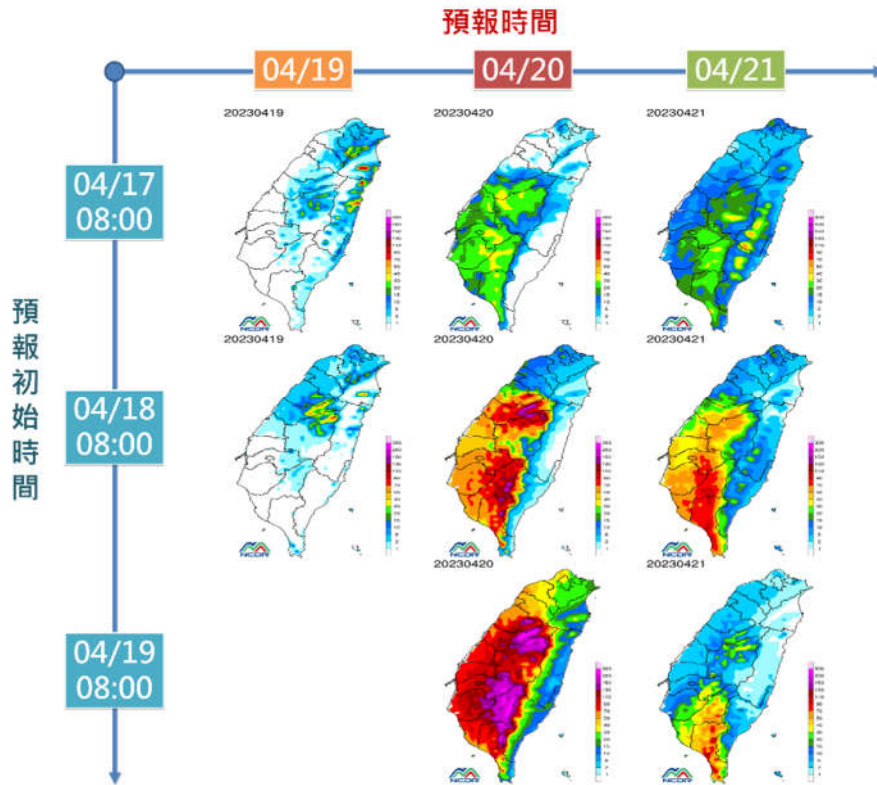


圖 5 災防科技中心多模式預警實驗於不同初始時間之降雨預報(繪製：災防科技中心)

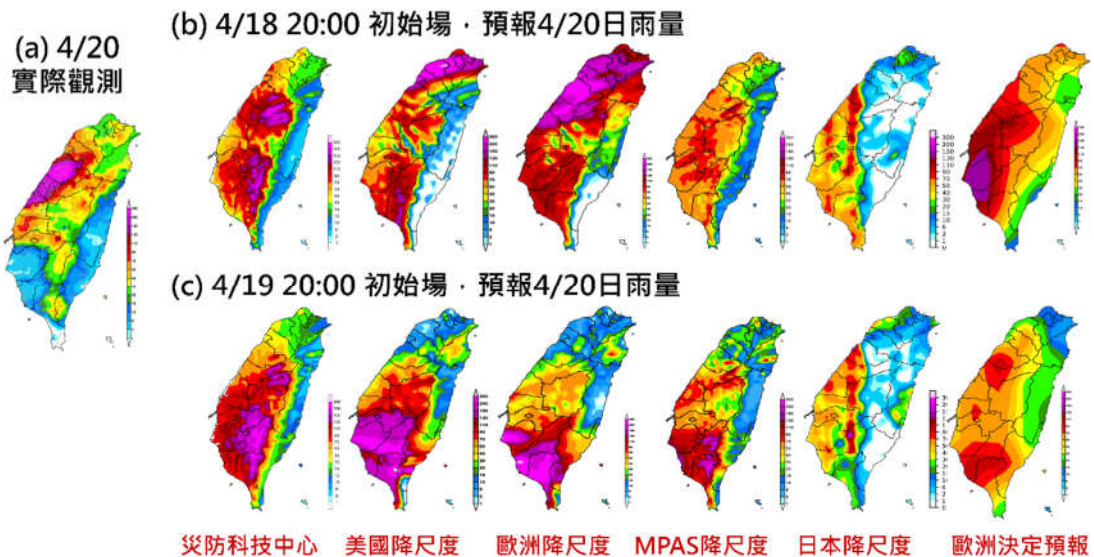


圖 6 (a)4月20日實際觀測雨量，以及不同全球模式於(b)4月18日20:00與(c)4月19日20:00初始時間，預報4月20日之日累積雨量(繪製：災防科技中心)

進一步分析綜觀尺度的大氣環境(圖 7)可發現，在 4 月 18 日晚上 8 時的 36 小時預報中，歐洲和美國模式(圖 7a 與 7b)在臺灣北部有鋒面存在，而 MPAS 模式(圖 7c)則沒有掌握到這道鋒面系統。此外，上述三個模式也顯示 20 日時，中南半島至臺灣西南部外海皆呈現明顯的西南風，並伴隨較強的水氣通量，將自南海的暖濕水氣傳輸至臺灣附近，使西南部地區出現強降雨預報訊號。

到了 20 日早上 8 時的預報，由於各國模式分析場皆顯示鋒面系統已消失，且受到南海附近的西南風持續偏強影響，臺灣的降雨預報仍以西南風型態的降雨分布為主，造成西南部地區的雨量持續高估。

反觀實際觀測(圖 2b)，則是有一道滯留鋒面位於臺灣中部地區上空，鋒面延伸至東沙島附近並有低壓系統形成，這樣的天氣系統配置，使臺灣以偏南風為主。由此可見，在本起事件中，各國的數值模式預報皆無法很好的掌握觀測中鋒面及中尺度低壓系統生成的訊號，致使臺灣西南部地區的雨量預報因西南風及水氣通量偏強，而出現過度預報的情況。

為瞭解災防科技中心的多模式預警實驗最佳化雨量預報對本事件的預報能力，本研究選取不同初始時間(4 月 17 日 20:00 至 4 月 19 日 20:00，共 9 個)，以及 20 組不同模式初始場之預報結果。從 180 個

系集成員中，挑選出 7 個降雨預報最接近實際觀測的成員(圖 8a)，重新進行雨量 and 綜觀大氣環流的合成。初步分析結果顯示，系集平均(圖 8b)和機率擬合平均(圖 8c)的雨量預報結果皆與實際觀測(圖 8d)相似。此外，雖然環流合成分析仍未見低壓系統形成，但臺灣北部外海有鋒面存在，且西南部外海亦已出現偏南風的訊號。由此可見，在多模式系集模式預報系統中，仍有部分成員可掌握本事件的降雨分布。因此，未來可透過收集相似個案、資料分析與背景知識累積，持續發展多模式雨量預報整合技術，嘗試找出最佳雨量預報的成員，進而提升雨量預報成效。

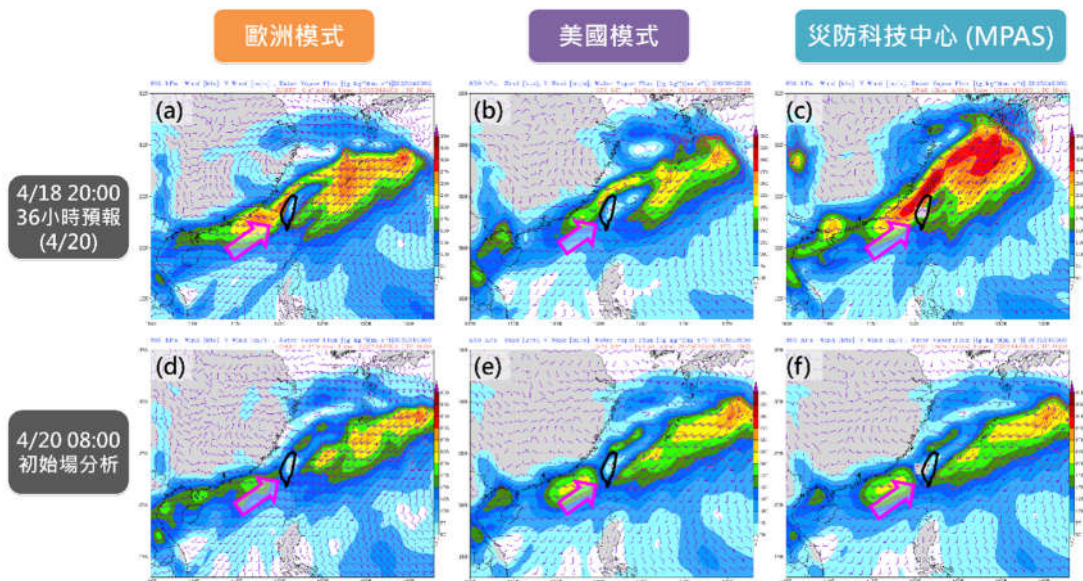


圖 7 不同全球模式於不同初始時間之 850 百帕風場和水氣場。(a)、(b)及(c)為 4 月 18 日 20:00 的 36 小時預報；(d)、(e)及(f)為 4 月 20 日 08:00 的初始場分析。(a)和(c)為歐洲中期天氣預報中心、(b)和(d)為美國國家環境預報中心、(e)和(f)為災防科技中心 MPAS 模式。(繪製：災防科技中心)

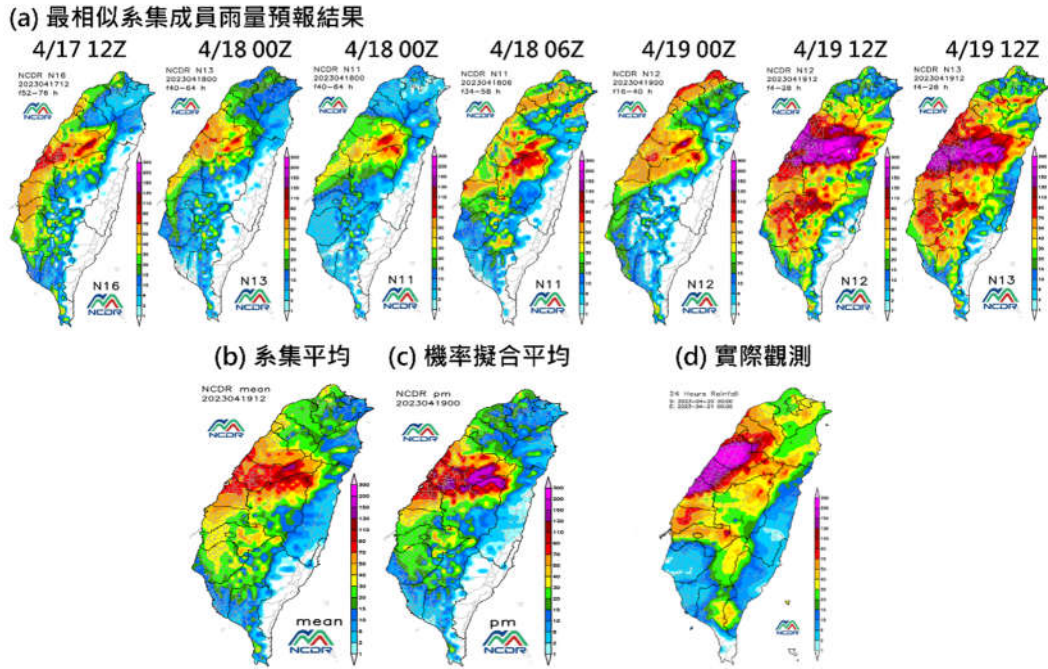


圖 8 4 月 20 日雨量預報結果，(a) 最相似系集成員、(b)和(c)分別為最相似成員之系集平均及機率擬合平均、(d) 實際日雨量觀測 (資料來源與繪圖：災防科技中心)

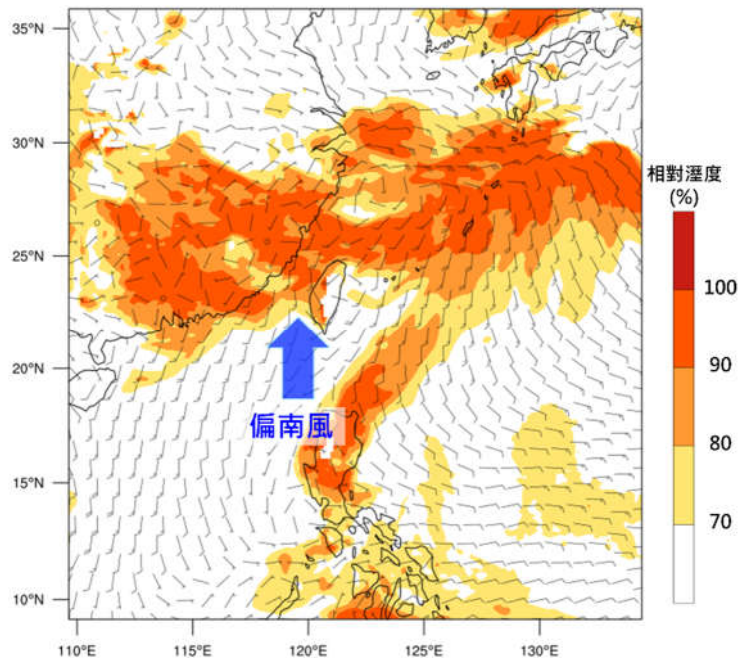


圖 9 4 月 20 日 08:00，最相似系集成員之風場和水氣場合成 (資料來源與繪圖：災防科技中心)

四、 結論與討論

2023 年 4 月 19 日至 21 日，臺灣受滯留鋒面通過影響，西半部嘉義以北地區都有較大雨勢。強降雨主要發生在 20 日，新竹縣、苗栗縣、臺中市及彰化縣北部的沿海地區都出現豪雨等級降雨，並造成多處積淹水災情。在本事件中，由於全世界各國的模式無法有效掌握鋒面位置與中尺度系統的發展，導致預報結果皆顯示臺灣的降雨主要是由西南風偏強所引起，造成西南部地區的降雨出現過度預報的情況。

本研究從災防科技中心的多模式系集模式預警系統中，挑選降雨預報結果最接近實際觀測的成員，重新進行雨量合成實驗，獲得與實際觀測相近的降雨預報結果，顯示此預警系統中仍有部分成員可有效掌握降雨分布。因此，未來應持續發展多模式雨量預報整合技術，透過不同的篩選方法來找出最佳的雨量預報成員。例如，利用人工智慧 (AI) 之演算模組，依照選定季節之多模式最佳化模組來挑選最佳成員，重新進行雨量合成，期能獲得更接近實際觀測的降雨預報。此外，亦可藉由強化遙測同化技術來改善局部地區之模式初始場，提升短時間模擬和預警技術能力。

五、 參考文獻

1. 林士堯、朱容練、吳宜昭、陳韻如、劉俊志，2013：臺灣春季乾旱與鋒面之關聯性分析，102 年天氣分析與預報研討會論文彙編，A3-8。
2. 吳宜昭、龔楚嫻、王安翔、于宜強、李宗融與黃柏誠，2017：臺灣極端降雨事件分析方法改進與研究。國家災害防救科技中心技術報告，106-X01。
3. 黃紹欽、朱容練、陳淡容、于宜強、吳宜昭與吳佳純，2019：2018 臺灣極端天氣事件回顧與分析。國家災害防救科技中心技術報告，107-X05，86pp。
4. 黃紹欽、黃柏誠、李宗融、吳宜昭、王安翔與于宜強，2021：2020 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技術報告，109-X03，88pp。
5. 黃紹欽、李宗融、黃柏誠、吳宜昭、王安翔與于宜強，2023：2022 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技術報告。