

2024 年凱米颱風氣象與衝擊分析

黃紹欽、李宗融、徐理寰、陳淡容、王安翔、黃柏誠、于宜強

國家災害防救科技中心 氣象組

摘要

2024 年 7 月 23 日至 26 日，臺灣在凱米颱風的侵襲下，發生致災性的強風豪雨事件。其中，強降雨集中在北部山區、宜蘭地區及中南部地區，強陣風則主要發生於東北部、宜蘭及中南部沿海及離島地區。總計本事件共造成 11 人死亡、1 人失蹤、904 人受傷、3,541 處積淹水、91 處坡地、10 起海難事件、87.4 萬戶停電、16.1 萬戶停水及新臺幣 36 億元以上的農林漁牧業損失。此外，由於颱風在花蓮外海打轉超過 10 小時後才登陸本島，導致全臺出現持續性的強降雨及強陣風。根據歷史颱風路徑統計，過去 67 年來僅有 10 個颱風在接近臺灣陸地時發生打轉現象，以第二類和第三類侵臺路徑、強度較強及暴風圈較大的颱風較易發生。這種颱風常為北部山區、宜蘭地區及中南部山區帶來非常劇烈的強降雨，並造成嚴重的災害衝擊。

一、 事件歷程概述

2024 年，西北太平洋的季風低壓環流自 7 月中旬開始活躍，由南海向東南延伸至加羅林群島附近。7 月 17 日，加羅林群島的雅浦島東北方有一個熱帶低壓開始發展。19 日 20 時，此熱帶低壓增強為熱帶性低氣壓，並於 20 日 14 時達輕度颱風標準，為西北太平洋 2024 年第 3 號颱風凱米(GAEMI)。

凱米颱風生成後，雖然沿著副熱帶高壓邊緣穩定朝西/西北西方向移動，但各國模式的路徑預報皆不斷隨時間向南修正。從 21 日預測颱風中心將由臺灣北部外海通過，僅七級風暴風圈掠過臺灣北部陸地，到了 22 日卻修改颱風預報，將以西北颱的路徑影響臺灣，颱風中心甚至可能登陸臺灣東北角。由於颱風預報將對臺灣的威脅大增，中央氣象署遂於 7 月 22 日 23 時 30 分發布海上颱風警報，並在 23 日 11 時 30 分發布陸上颱風警報。各國的官方路徑預報相當分歧，直到 23 日 20 時才一致預報颱風將由宜蘭登陸臺灣本島。

隨後，颱風持續朝西北方向行進，並於 24 日 11 時 30 分增強為強烈颱風。然而，同日 13 時，當颱風中心移動至臺灣東部外海時，颱風路徑開始受地形影響發生偏移，沿著花蓮的海岸線緩慢向南行進。20 至 22 時，颱風發生打轉現象，先朝東北再轉向西北移動，直撲臺

灣東北部陸地。最後，颱風於 25 日 0 時，從宜蘭縣南澳鄉登陸，是繼 2016 年的尼伯特颱風(NEPARTAK)後，第一個以強烈颱風強度登陸臺灣本島的颱風。

凱米登陸後減弱為中度颱風，並以西轉西北方向移動，從桃園市新屋區離開臺灣本島，颱風中心停留在臺灣陸地的時間約 4 小時 20 分。颱風出海後繼續西行，並於 25 日 19 時 50 分登陸中國福建省莆田市沿海。隨著颱風遠離，中央氣象署於 26 日 8 時 30 分解除海上及陸上颱風警報，總計海上及陸上颱風警報分別歷時 81 及 69 小時。在颱風警報發布期間，凱米颱風的近中心最大風速為每秒 53 公尺，七級風和十級風暴風圈為 250 和 90 公里。



圖 1.凱米颱風移動路徑圖(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

圖 2 為凱米颱風的降雨歷程，颱風外圍環流自 7 月 23 日上午起影響臺灣，東半部地區首當其衝，雨勢仍為間歇性。24 日和 25 日是颱風最接近臺灣的時間，除了颱風中心直接登陸本島外，七級風暴風圈更幾乎籠罩全臺。受颱風近中心雨帶及其外圍環流西南風交互作用影響，北部、東北部、宜蘭及西半部臺中以南地區，風雨加劇。

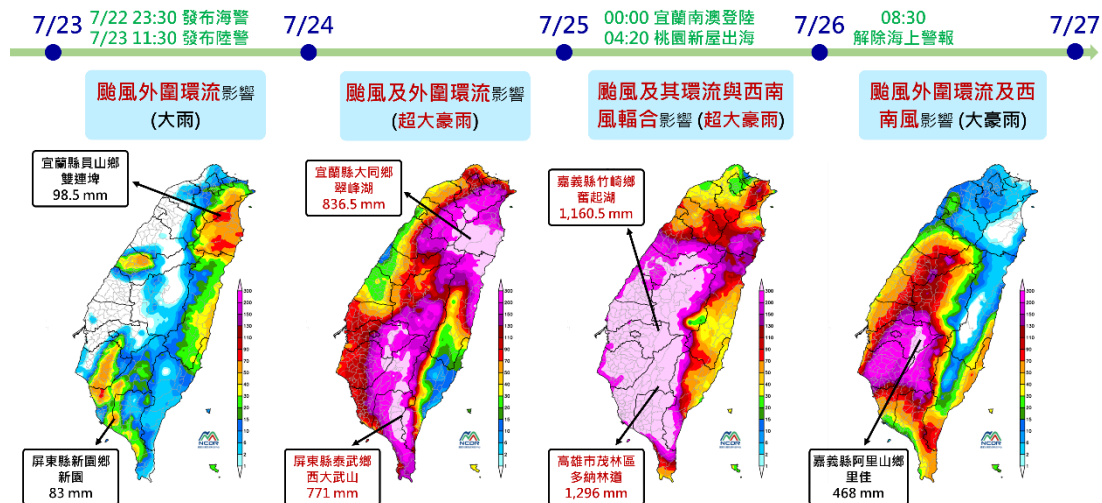


圖 2. 凱米颱風影響歷程及每日降雨分布(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

24 日的強降雨集中在宜花地區、北部山區及中南部山區，最大日雨量為宜蘭縣大同鄉翠峰湖的 836.5 毫米。當日，宜蘭縣、屏東縣、花蓮縣及臺中市皆出現超大豪雨等級的降雨，而高雄市、嘉義縣、臺南市及新北市也達大豪雨等級。25 日是降雨最劇烈的時間，強降雨區因颱風西移而轉至西半部地區。當日有超過 12 個縣市的降雨達超大

豪雨等級¹，最大日雨量為高雄市茂林區多納林道的 1,296 毫米，歷史颱風事件的最大單日累積雨量紀錄排名第 3(圖 3b)，也是近 15 年來最高紀錄。26 日，雖然颱風已登陸中國，但西半部臺中以南地區仍有較大雨勢，尤其山區在地形舉升效應的加強下，有持續性強降雨發生。整起事件的降雨直到 26 日深夜才告一段落。

凱米颱風影響期間(7 月 23 日 0 時至 26 日 24 時，共 96 小時，圖 4)，降雨主要集中在北部山區、宜蘭地區及中南部地區。北部山區和宜蘭地區的強降雨由颱風近中心雨帶直接通過所造成，主要發生在 24 日至 25 日清晨。由於颱風在花蓮外海打轉超過 10 小時，導致這些地區發生短延時(最大小時雨量為 96 毫米)和長延時(最大 24 小時延時累積雨量 870 毫米)的強降雨。中南部地區的降雨則發生在 24 日下午至 26 日晚上，同樣具備短延時(最大小時雨量為 120.5 毫米)和長延時(最大 24 小時延時累積雨量 1412.5 毫米)的降雨型態。此區域的降雨為颱風環流的西北風與西南風輻合及地形舉升效應所致，且山區降雨明顯較平地持久且劇烈。整起事件的最大總雨量發生在高雄市茂林區多納林道，96 小時的累積雨量為 1,933.5 毫米，在歷史單一颱風事件總雨量中排名第 5(圖 3a)。總雨量 1,000 毫米以上的縣市包含高雄市、

¹ 25 日達到超大豪雨等級的縣市包含臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣。

嘉義縣(1,845.5 毫米)、屏東縣(1,668.5 毫米)、臺南市(1,362.5 毫米)、南投縣(1,247.5 毫米)、宜蘭縣(1,086 毫米)及臺中市(1,000 毫米)。

颱風影響期間的風力分析顯示(圖 5a)，受颱風中心直接通過臺灣北部地區且暴風圈籠罩全臺影響，各地的最大陣風都發生在 24 日至 25 日。全臺最大陣風為臺灣東部的花蓮站和北部外海的彭佳嶼站，兩個測站都觀測到 14 級的強陣風，其次為臺東縣蘭嶼站和澎湖縣東吉島站的 13 級風。此外，臺灣北部、東北部、中南部沿海、宜花及離島地區也都有 10 級以上強陣風(圖 5b)。

(a) 單一事件總雨量

	年份	事件	影響天數	事件總累積雨量 (mm)
1	2009	莫拉克颱風	6	3,062.0
2	2021	盧碧颱風暨0806水災	10	2,391.0
3	2005	海棠颱風	5	2,346.5
4	1996	賀伯颱風	4	1,994.0
5	2024	凱米颱風	4	1,933.5

(b) 單日最大累積雨量

	年份	事件	日期	日最大累積雨量 (mm)
1	1996	賀伯颱風	1996/08/01	1,748.5
2	2009	莫拉克颱風	2009/08/09	1,623.5
3	2024	凱米颱風	2024/07/25	1,296.0
4	1997	安珀颱風	1997/08/29	1,274.5
5	2005	海棠颱風	2005/07/19	1,254.5

圖 3.歷史颱風與豪雨事件雨量排名，(a)單一事件總雨量及(b)單日最大累積雨量。(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

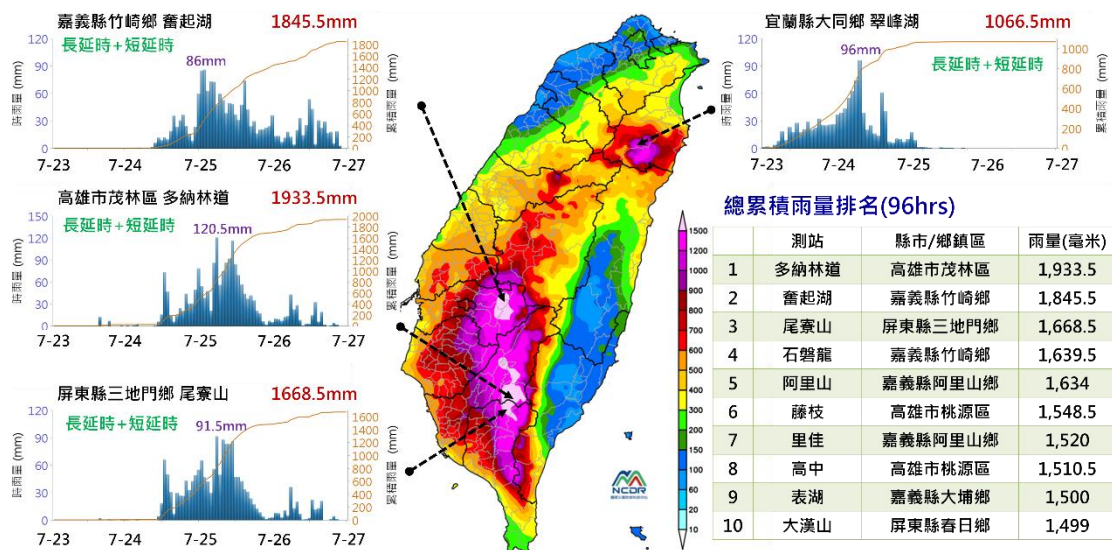


圖 4. 凱米颱風影響期間總雨量分布及排名(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

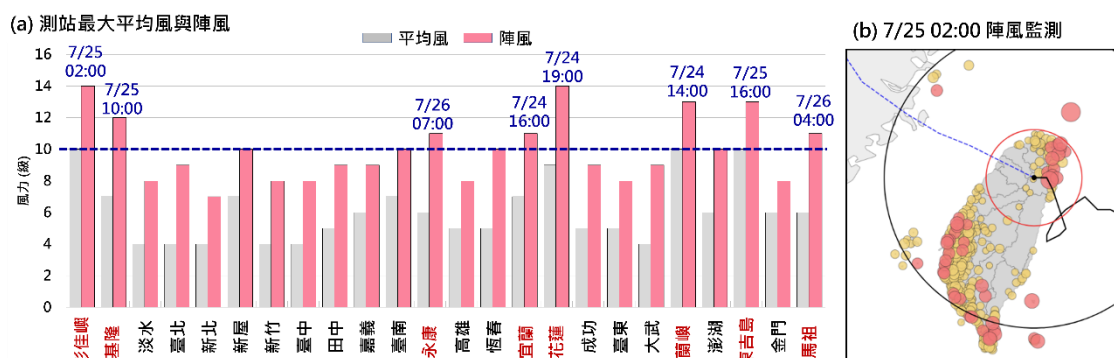


圖 5.凱米颱風影響期間，(a) 中央氣象署傳統氣象觀測站最大風速及 (b) 7 月 25 日 2 時之陣風觀測。(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

三、 災害衝擊分析

根據國家災害防救科技中心彙整的資料，凱米颱風共造成全臺 3,541 處積淹水與 91 處坡地災情(統計至 8 月 12 日)。在積淹水方面

(圖 6、圖 7a)，災點主要分布在西半部臺中以南的平地和沿海地區。其中，以高雄市的 1,489 處最多，占總災點的 42.1%，其後依序為臺南市、雲林縣及嘉義縣/市。彰化縣、臺中市及屏東縣等縣市也都有超過 100 處的積淹水災情回報紀錄。從颱風影響期間的降雨時序分析可知，7 月 25 日至 26 日，這些地區因颱風環流與西南風輻合而有長延時降雨，其中更曾出現小時雨量超過 70 毫米的短延時大雨。此外，當時適逢年度天文大潮，導致漲潮時的河川水位較平時高，而且沿海低窪地區也因海水倒灌而有局部積淹水情形。由此可見，同時具備短延時和長延時降雨特性的豐沛雨量和天文大潮，是造成嚴重積淹水災情的主要原因。

坡地災點主要集中在中南部山區(圖 6、圖 7b)，其中有超過 56% 的災點位於南投縣(51 處)，其後依序為嘉義縣/市的 14 處、高雄市的 13 處及雲林縣的 5 處。雨量分析顯示，由於沿海和平地生成與增強的強對流系統，在移入山區後，經地形舉升效應的加強，導致山區的雨量更快速的累積，進而引發坡地崩塌災情。

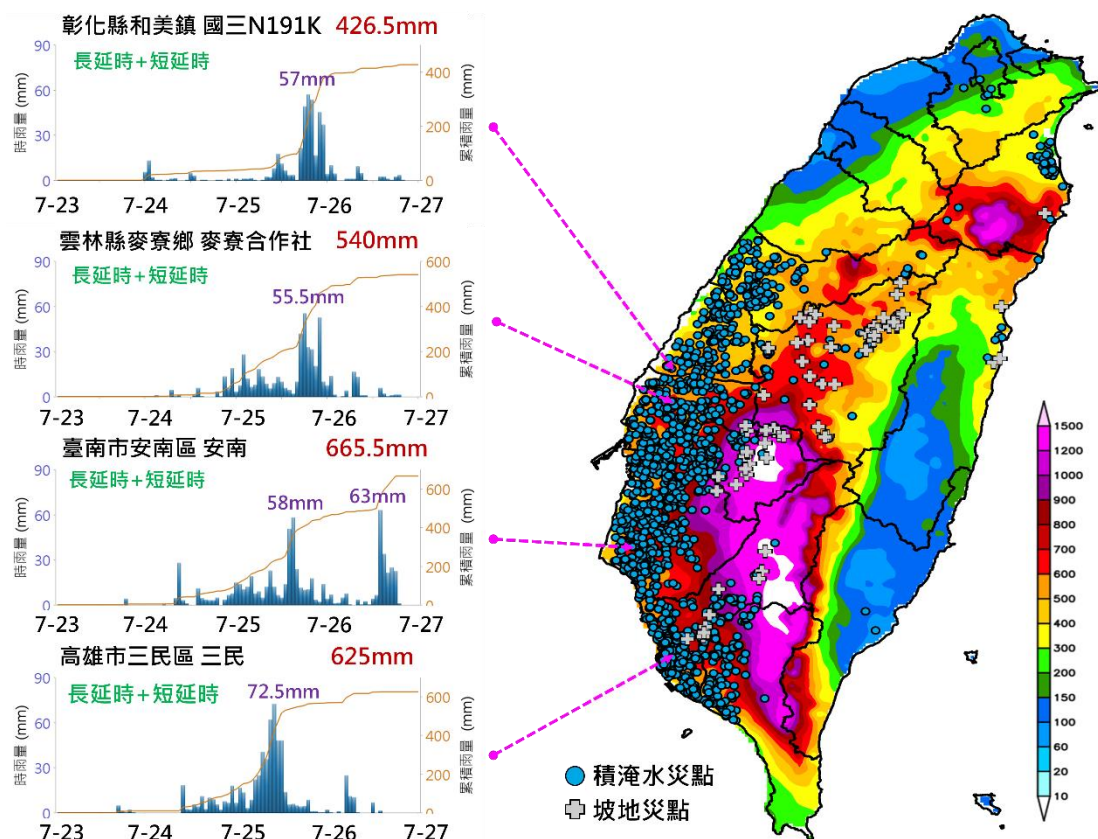


圖 6.凱米颱風影響期間的總雨量、降雨時間序列及積淹水災點。(雨量資料：中央氣象署；積淹水災點資料：國家災害防救科技中心坡地與洪旱組彙整；繪製：國家災害防救科技中心)

(a) 縣市積淹水災點排名

排名	縣市	災點數
1	高雄市	1,489
2	臺南市	653
3	雲林縣	349
4	嘉義縣/市	356
5	彰化縣	248
6	臺中市	176
7	屏東縣	171
8	南投縣	42

(b) 縣市坡地災點排名

排名	縣市	災點數
1	南投縣	51
2	嘉義縣/市	14
3	高雄市	13
4	雲林縣	5
5	宜蘭縣	3
6	花蓮縣	3
7	臺中市	1
8	臺南市	1

圖 7. 凱米颱風影響期間，全臺各縣市(a)積淹水及(b)坡地災點排名(資料來源：國家災害防救科技中心坡地與洪旱組彙整)

根據農業部的統計，凱米颱風共造成新臺幣 36 億 301 萬元的農林漁牧業損失(圖 8a，統計至 8 月 8 日 17 時止)，是近 15 年來排名第 2 高的颱風農業災情事件²(僅次於 2009 年莫拉克颱風的 194 億 5,600 萬元)。其中，臺南市(7 億 2,536 萬元)和雲林縣(7 億 621 萬元)受災最嚴重，兩個縣市就占總損失金額的 40%。其後為嘉義縣(4 億 6,619 萬元)、屏東縣(4 億 3,488 萬元)，高雄市(3 億 4,990 萬元)和臺中市(3 億 4,714 萬元)。在農產方面，損失金額為新臺幣 24 億 3,244 萬元，前五大受損作物為香蕉、梨、番石榴、柳橙及竹筍。畜產損失 3 億 1,703 萬元，主要受損畜禽為雞、豬及鴨；漁產損失 5 億 8,652 萬元，主要受損漁產為牡蠣、虱目魚及文蛤；林產損失金額則為 3,647 萬元(竹林受損)。民間設施損失計 2 億 3,056 萬元，包含農田流失及埋沒(1 億 3,592 萬元)、水平棚架網室及塑膠布溫網室受損(6,793 萬元)、畜禽舍及堆肥舍倒塌(732 萬元)，以及養殖塹堤及設備損失(1,939 萬元)。

凱米颱風的強風豪雨也造成電力中斷災情(圖 8b)，根據台灣電力公司的統計，全臺電力曾中斷的戶數為 87 萬 4,169 戶。以高雄市的 14 萬 4,745 戶居首，其後依序為臺南市(9 萬 1,617 戶)、雲林縣(8 萬 3,718 戶)、新北市(6 萬 9,595 戶)及苗栗縣(6 萬 113 戶)。其他超過 3

² 自 2009 年至今，在颱風造成的農業災損中，除莫拉克和凱米外，第 3 至 5 名分別為 2015 年蘇迪勒颱風(35.84 億元)、2010 年凡那比颱風(33.98 億元)及 2016 年梅姬颱風(33.59 億元)。

萬戶的縣市包含南投縣、新竹縣、臺中市、屏東縣、嘉義縣、彰化縣、宜蘭縣及花蓮縣。

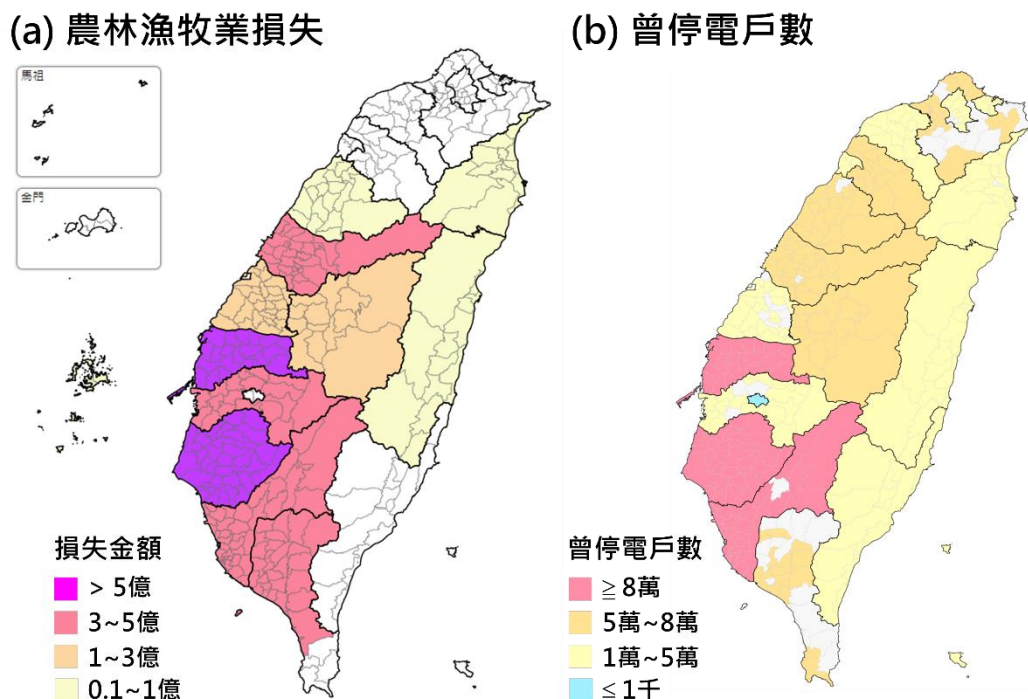


圖 8.凱米颱風影響期間(a)農林漁牧業損失與(b)曾停電戶數(農損資料：農業部；停電資料：台灣電力公司；繪製：國家災害防救科技中心)

四、 歷史相似路徑颱風之降雨和風力特性

7月24日中午過後，凱米颱風的移動速度從每小時12公里減緩至每小時2~6公里，並出現打轉現象(圖9a)，整段過程約歷時11小時。打轉期間(24日13時至25日0時)的雨量分析(圖9b)顯示，臺灣共有兩個強降雨中心。其一為臺灣北部山區、宜蘭及花蓮北部地區，主要受颱風近中心的強對流雨帶持續影響，最大總雨量為宜蘭縣大同

鄉太平山站的 591 毫米。其二為中南部山區，在颱風外圍環流與西南風輻合及地形舉升效應的雙重影響下，屏東縣泰武鄉西大武山站的總雨量更達 691.5 毫米。

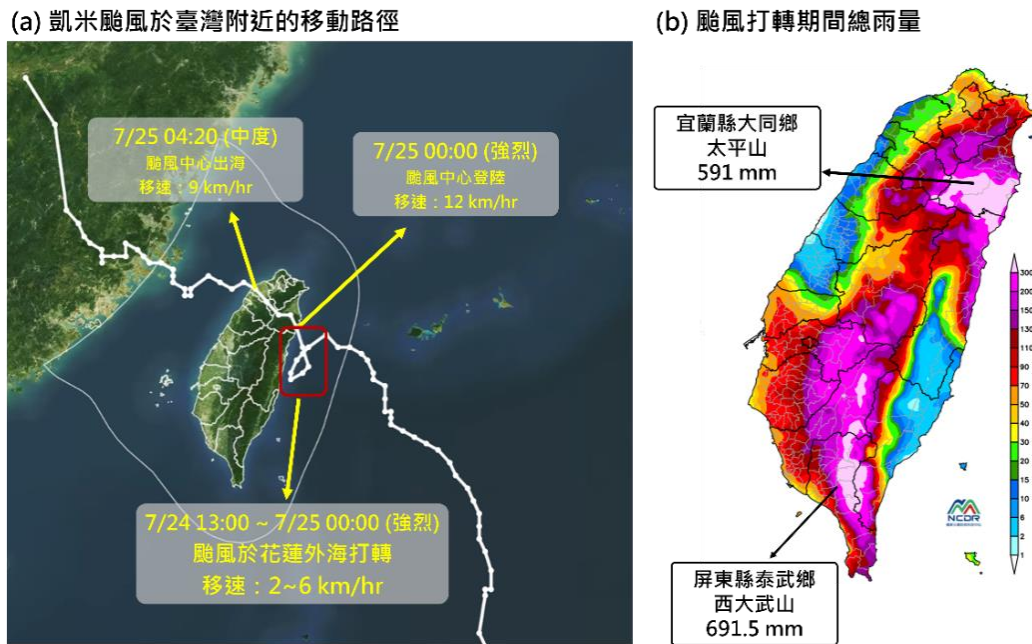


圖 9.凱米颱風(a)接近臺灣時的移動路徑，(b)颱風打轉期間(7/24 13:00~7/25 00:00)的總雨量分布(資料來源：中央氣象署；繪製：國家災害防救科技中心)

過去研究顯示，當颱風接近地形時，其路徑常出現突然偏轉的現象。以臺灣為例，西行颱風在登陸花蓮前，有時會突然向南偏轉並打轉。使颱風路徑發生偏轉的其中一個原因是地形引起的通道效應(terrain-induced channeling effect)，即颱風和地形間的低層風速有明顯增強情形，導致局部導引氣流改變(Jian and Wu, 2008; Huang et al.,

2011; Wu et al., 2015)。另外，近年許多新的研究也發現，颱風環流過山在花蓮和臺東一帶產生背風低壓，或是颱風外圍環流繞過南部山區，都會使颱風周圍局部水平環流或對流結構改變，導致颱風的路徑發生偏轉(Tang and Chan, 213; Hsu et al., 2018; Hsu et al., 2021; Huang et al., 2022; Luo et al., 2023)。

根據歷史颱風路徑統計(表 1)，自 1958 年迄今，共有 12 個颱風在靠近臺灣東部外海時，曾發生路徑突然南偏的現象。在這些颱風中，近臺的七級風暴風半徑皆大於 200 公里，甚至有 7 個在 250 公里以上。在近臺強度方面，以強烈颱風最常見(9 個，占 75%)，輕度颱風僅 1992 年的寶莉颱風(POLLY)。路徑偏移特徵分析則顯示，打轉後北移型的颱風占多數(10 個)，主要由第二類和第三類侵臺路徑分類的颱風所造成。相比之下，南偏後西移型僅發生 2 次，而且多為第四類侵臺路徑³颱風。由此可見，強度較強且七級風暴風圈較大的颱風在接近臺灣時，較容易發生路徑突然南偏的現象。當颱風中心的位置在宜蘭和花蓮北部外海時，較常發生打轉現象；若颱風中心的位置較偏南，則颱風易在略微南偏後持續西行，直接通過臺灣南部陸地。

分析打轉後北移型颱風的總雨量分布(圖 10)發現，除了 2012 年

³ 第二類、第三類及第四類侵臺路徑分別為颱風中心通過臺灣北部、中部及南部陸地(黃等，2024)

蘇拉颱風(SAOLA)外，其餘颱風皆有兩個主要的強降雨區，分別位於宜蘭地區及中南部山區。由於蘇拉颱風的七級風暴風圈僅 220 公里，加上颱風打轉後僅掠過臺灣東北角，就轉朝西北方向通過臺灣北部海面，因此，強降雨僅集中在臺中以北、南投縣及嘉義山區。此外，1989 年莎拉颱風(SARAH)、2005 年海棠颱風(HAITANG)及 2024 年凱米颱風的總雨量分布顯示，中南部的沿海和平地亦有強降雨發生，這與颱風強度較強、暴風圈較大及颱風環流與西南風發生交互作用有關。

表 1.1958~2024 年，颱風中心登陸前路徑向南偏移的事件列表

年	颱風名稱	影響時間	近臺強度	近臺最大風速 (m/s)	近臺7級風半徑 (km)	侵臺路徑 分類	路徑偏移特徵
2024	凱米 (GAEMI)	7/23~7/26	強烈	53 m/s	250 km	2	打轉後北移
2016	厄伯特 (NEPARTEK)	7/6~7/9	強烈	58 m/s	200 km	4	南偏後西移
2012	蘇拉 (SAOLA)	7/30~8/3	中度	38 m/s	220 km	2	打轉後北移
2010	凡那比 (FANAPI)	9/17~9/20	中度	45 m/s	200 km	4	南偏後西移
2008	辛樂克 (SINLAKU)	9/11~9/16	強烈	51 m/s	250 km	2	打轉後北移
2007	柯羅莎 (KROSA)	10/4~10/7	強烈	51 m/s	300 km	2	打轉後北移
2005	泰利 (TALIM)	8/30~9/1	強烈	53 m/s	250 km	3	打轉後北移
2005	海棠 (HAITANG)	7/16~7/20	強烈	55 m/s	280 km	3	打轉後北移
1992	寶莉 (POLLY)	8/27~8/31	輕度	23 m/s	200 km	3	打轉後北移
1989	莎拉 (SARAH)	9/8~9/13	強烈	51 m/s	300 km	3	打轉後北移
1965	瑪麗 (MARY)	8/17~8/19	強烈	75 m/s	---	2	打轉後北移
1960	雪莉 (SHIRLEY)	7/30~8/2	強烈	55 m/s	250 km	2	打轉後北移

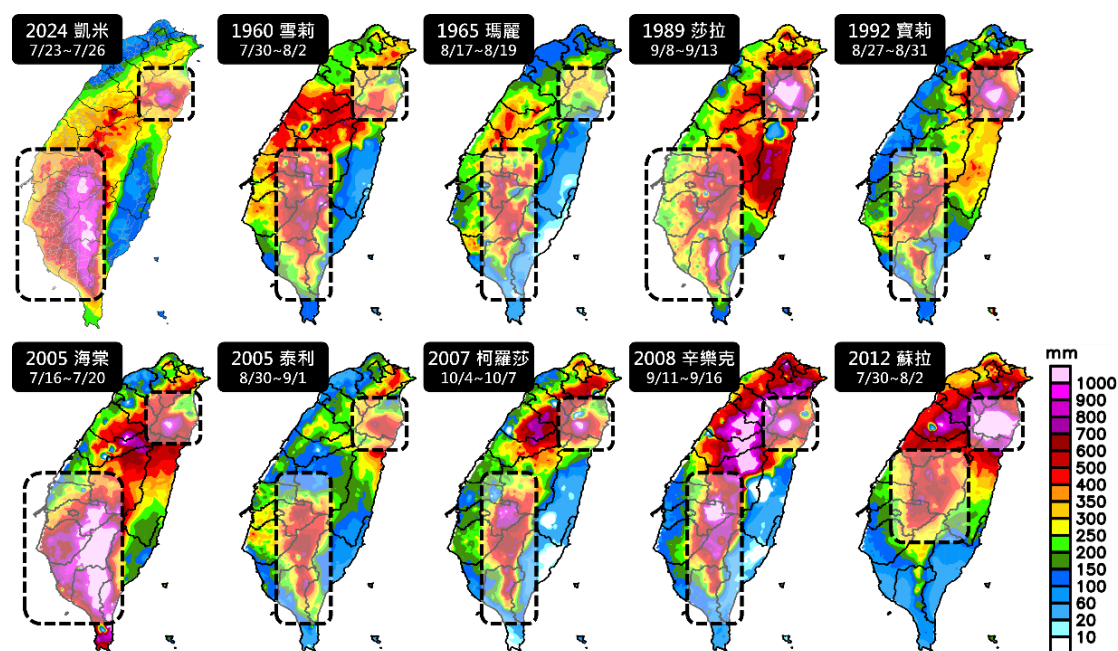


圖 10.在臺灣東部外海打轉颱風的總雨量分布(資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台網格雨量；繪製：國家災害防救科技中心)

五、 結論

凱米颱風在 2024 年 7 月 23 日至 26 日影響臺灣，是當年第一個發布颱風警報與颱風中心登陸本島的颱風。由於颱風在花蓮外海打轉約 11 小時，延長了強風豪雨的影響時間，導致全臺都發生相當嚴重的災情。其中，積淹水災點共 3,541 處，主要分布在西半部臺中以南的平地 and 沿海地區，為颱風環流與西南風輻合引發的超大豪雨，以及年度天文大潮同時發生所致。坡地災點共 91 處，集中在中南部山區，與颱風環流、西南風增強及地形舉升效應所造成的長延時強降雨有關。在農業損失方面，全臺農林漁牧業損失超過新臺幣 36 億元，是近 15

年來排名第 2 高的颱風農業災情事件，以臺南市和雲林縣受災最嚴重，主要受損作物則為香蕉、梨和番石榴。凱米颱風也造成嚴重的電力中斷災情，全臺電力曾中斷的戶數超過 87 萬戶，主要集中在高雄市、臺南市和雲林縣。

在歷史相似路徑颱風的分析中，自 1958 年至今，共有 12 個颱風在登陸臺灣前曾發生路徑南偏的現象。其中，有 10 個颱風為打轉後北移型，皆屬於第二類和第三類侵臺路徑，以強度較強且暴風圈較大的颱風更容易發生。總雨量分布顯示，打轉後北移型颱風的降雨主要發生在宜蘭地區及中南部山區。但是，若颱風環流與綜觀環境的西南風增強同時發生，那麼，中南部平地也會有較劇烈的降雨。本文僅初步分析打轉型颱風的基本特性及總雨量分布，未來若能針對打轉現象進一步分析，例如打轉持續時間、打轉期間的降雨分布與特性、造成打轉的原因，以及是否與其他綜觀天氣系統發生交互作用等。將能更細緻的掌握強降雨可能持續時間及高致災風險區發生位置，作為擬定防救災策略的參考依據。

致謝

本研究衷心感謝中央氣象署提供觀測雨量和路徑資料、農業部提供農損資料、台灣電力公司提供電力中斷資料，以及臺灣氣候變遷推

估資訊與調適知識平台(TCCIP)提供臺灣歷史網格雨量資料。

參考文獻

1. 黃紹欽、黃柏誠、王安翔、李宗融與于宜強，2024：2023 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專書，NCDR 112-X06，107pp。
2. 農業部，2024：113 年凱米颱風農業災情報告。
3. 台灣電力公司，天然災害停復電查詢-113 凱米颱風。
<https://service.taipower.com.tw/psvs1/>
4. Hsu, L.-H., S.-H. Su, R. G. Forvell, and H.-C. Kuo, 2018: On Typhoon track deflections near the east coast of Taiwan. *Mon. Weather Rev.*, **146**, 1495–1510.
5. Hsu, L.-H., S.-H. Su, and H.-C. Kuo, 2021: A numerical study of the sensitivity of Typhoon track and convection structure to cloud microphysics, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **126**, e2020JD034390.
6. Huang, C.-Y., S.-H. Sha, and H.-C. Kuo, 2022: A modeling study of Typhoon Lekima (2019) with the topographic influence of Taiwan. *Mon. Weather Rev.*, **150**, 1993–2011.
7. Huang, Y.-H., C.-C. Wu, and Y. Wang, 2011: The Influence of Island Topography on Typhoon Track Deflection. *Mon. Weather Rev.*, **139**, 1708–1727.
8. Jian, G.-J., and C.-C. Wu, 2008: A Numerical Study of the Track Deflection of Supertyphoon Haitang (2005) Prior to Its Landfall in Taiwan. *Mon. Weather Rev.*, **136**, 598–615.
9. Luo, C., S. Shang, Y. Xie, Z. He, G. Wei, F. Zhang, L. Wang, X. Li, 2023: Effects of terrain near Taiwan island on typhoons with different

tracks and typhoon waves. *Water*, **15**, 3661.

10. Tang, C. K., and J. C. L. Chan, 2013: Idealized simulations of the effect of Taiwan and Philippines topographies on tropical cyclone tracks. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **140**, 1578–1589.
11. Wu, C.-C., T.-H. Li, and Y.-H. Huang, 2015: Influence of Mesoscale Topography on Tropical Cyclone Tracks: Further Examination of the Channeling Effect. *J. Atmos. Sci.*, **72**, 3032–3050.