

## 2021 年美國克勞德特(Claudette)熱帶風暴災害分析

朱崇銳<sup>1</sup>、黃紹欽<sup>2</sup>、蔡佳穎<sup>1</sup>、張志新<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

<sup>2</sup> 國家災害防救科技中心 氣象組

---

---

### 摘要

克勞德特 (Claudette) 是 2021 年首場登陸美國的熱帶風暴，從墨西哥灣生成後，在路易斯安那州 (Louisiana) 登陸後，朝東北方移動，最後在北卡羅萊納州 (North Carolina) 離境。克勞德特在登陸後，行經美國東南各州，期間強度曾經減弱，後在北卡羅萊納州再度增強。受到風暴所帶來的強降雨，加上墨西哥灣沿岸的風暴潮，造成路易斯安那州、密西西比州、阿拉巴馬州及佛羅里達州沿海發生多處暴洪 (flash flood)；而阿拉巴馬州的中北部城鎮也因為強降雨而發生暴洪災情。此外，亦有隨著風暴生成的龍捲風發生在阿拉巴馬州及喬治亞州造成多處房屋毀損、樹木倒塌及 20 多人受傷。本次風暴重災區位於阿拉巴馬州，共有 14 人死亡，損失金額約 700 萬美元。

### 一、歷程概述

2021 年 6 月 17 日，墨西哥灣南側的坎佩切灣 (Bay of Campeche) 有一個低壓系統開始發展，雖然當時的氣象資料顯示該地區的垂直風切偏大，不利熱帶低壓的發展，但其強度仍緩慢增強。18 日，美國國家颶風中心 (National Hurricane Center, NHC) 發布潛在熱帶氣旋 (Potential Tropical Cyclone) 警報 [1]，同時此低壓系統仍持續向北移動，逐漸接近路易斯安那州。19 日，此低壓的近中心最大風速達到每小時 75 公里，達熱帶風暴標準<sup>1</sup>，是大西洋海域 2021 年第三個熱帶風暴-克勞德特 (Claudette)。命名後不久，克勞德特登陸路易斯安納州，成為 2021 年第一個登陸的熱帶風暴，以每小時 19 公里的速度轉往東北方向移動，路易斯安那州東南部、密西西比州 (Mississippi) 南部，以及阿拉巴馬州 (Alabama) 中南部地區及三州沿海地區隨即陸續發布洪水警報 [2]。隨後，克勞德特受地形影響而減弱為熱帶性低氣壓，但密西西比、阿拉巴馬及喬治亞 (Georgia) 等州仍有較大的雨勢出現。21 日，克勞德特移動至南卡羅萊納 (South Carolina) 及北卡羅萊納州交界時，強度再次增強並穩定朝東北方向移動。當日下午，克勞德特從北卡羅萊納州東北部地區出海，停留在美國陸地的時間約 57 小時，移動路徑如圖 1。

---

<sup>1</sup> 熱帶風暴為美國國家颶風中心的分級標準，其強度約等同於西北太平洋地區的輕度颱風。

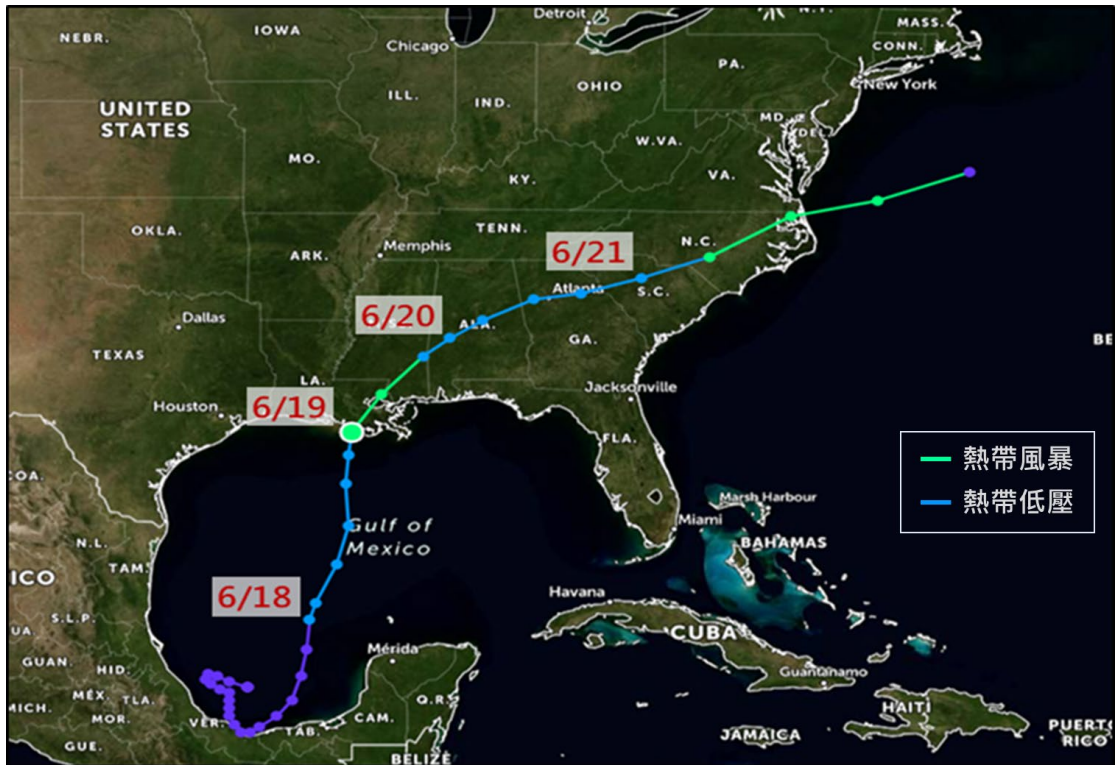


圖 1 克勞德特熱帶風暴影響歷程 (圖片來源：Zoom Earth；資料來源：美國國家颶風中心；圖片編修：國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心))。

## 二、海氣象分析

### (一) 雨量

根據美國國家氣象局 (National Weather Service, NWS) 的雨量資料 [3, 4]，如圖 2，克勞德特熱帶風暴所帶來的降雨對美國東南部地區影響最大的時間為 6 月 19 – 20 日。19 日 12 時前的降雨主要集中在路易斯安那州、密西西比州與阿拉巴馬州沿岸地區，多處地區單日雨量都在 100 mm (約 4 in) 以上，其中降雨量最大的區域位於路易斯安那州龐恰特雷恩湖 (Lake Pontchartrain) 附近，造成鄰近城鎮斯萊

德爾 (Slidell) 傳出淹水災情 [5]。隨著風暴朝東北方向移動，密西西比、阿拉巴馬、喬治亞及南卡羅萊納等州的內陸地區有較大的雨勢出現，雨勢最強區域在阿拉巴馬州中北部，其中位於強降雨區的塔斯卡盧薩 (Tuscaloosa) 亦傳出淹水災情 [6]。21 日後，雖然風暴在北卡羅萊納州增強，但降雨區較前二日分散，隨著風暴遠離，降雨逐漸趨緩。在熱帶風暴影響期間，6 月 18 日 12 時 – 6 月 20 日 12 時共 48 小時最大總累積雨量出現在密西西比州的斯通縣 (Stone)，達 239.5 mm [3]，而阿拉巴馬州多數測站的 24 小時累積雨量也都在 140 mm 以上。

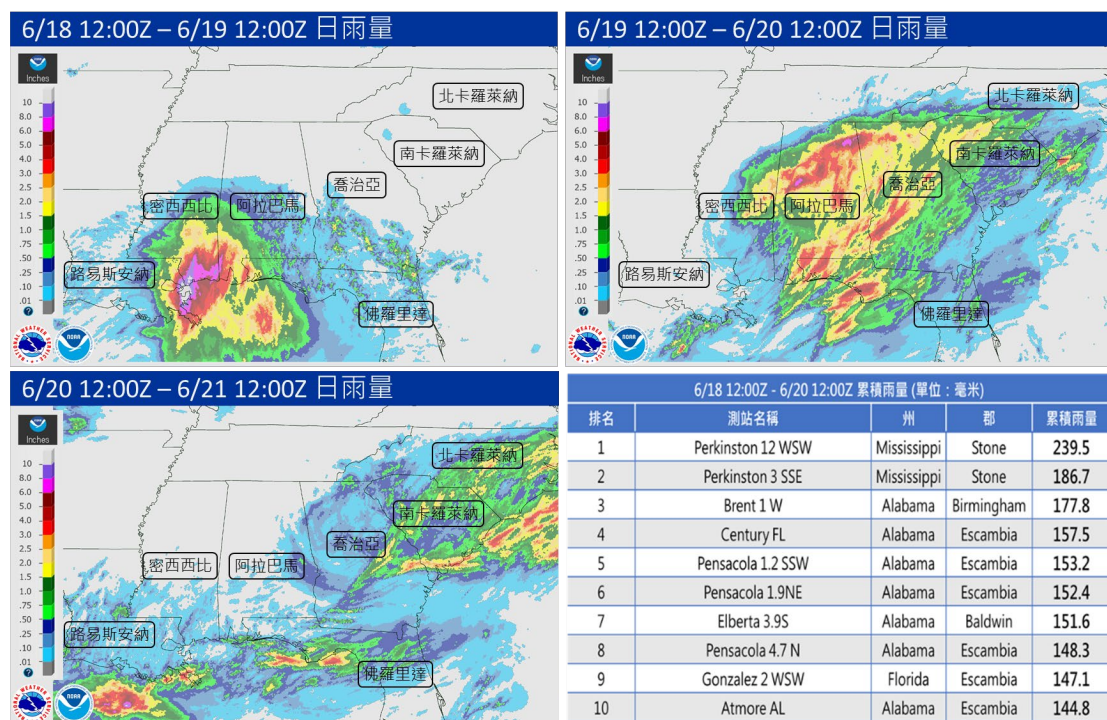


圖 2 克勞德特熱帶風暴期間累積降雨記錄 (資料來源：NWS [2, 3]；編修：災防科技中心)。

藉由嚴重淹水的區域來看，不僅是單日累積雨量較大，降雨集中在夜間幾小時內，應是淹水主因。圖 3 為二處強降雨區鄰近雨量站的累積雨量歷線圖 [7]，其中左圖是位於斯萊德爾北方珍珠河 (Pearl River) 雨量站資料，可看出當地時間 6 月 18 日 15 時至隔日 2 時夜間出現密集降雨，其中 21 時至隔日 1 時雨勢最強，4 小時雨量超過 101 mm (4 in)；右圖是位於塔斯卡盧薩東方的塔斯卡盧薩湖 (Lake Tuscaloosa) 雨量資料，其中的降雨集中在當地時間 6 月 19 日 7 時至隔日 1 時，雨勢最強時段在晚間 18 時至 21 時，3 小時降雨量超過 127 mm (5.5 in)。短延時強降雨成了本次風災中淹水主因。

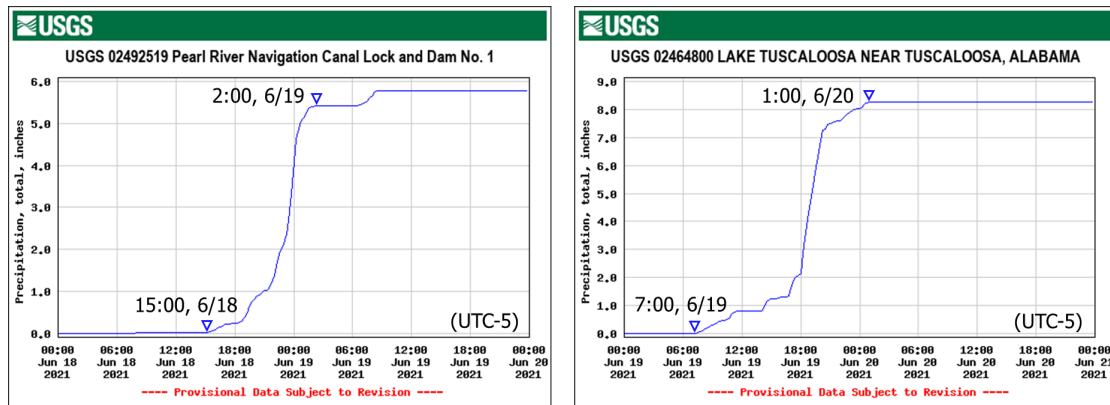


圖 3 (左) 斯萊德爾 (Slidell) 及 (右) 塔斯卡盧薩 (Tuscaloosa) 鄰近雨量站累積降雨歷線 [7]。

## (二) 潮位

根據克勞德特熱帶風暴的預報路徑及發展過程來看，風暴的災害歷程大致上可分為前、後二段。圖 4 為美國國家颶風中心在 6 月 18 日 19 時及 6 月 20 日 4 時先後發布的預測路徑 [8]。在颱風登陸前針

對路易斯安那、密西西比、阿拉巴馬及佛羅里達等四州沿海發布警戒，之後在風暴出海前則對北卡羅萊納州沿海發布警戒，克勞德特在登陸時強度達到最強，位於墨西哥灣北部的密西西比州珀蒂布瓦島 (Petit Bois Island) 測得每小時 63 公里的平均風，瞬間陣風則為每小時 74 公里。強勁風勢在墨西哥灣北岸帶來顯著的風暴潮。圖 5 分別列出克勞德特在登陸時與最後出海時附近的潮位高度 [9]，其中登陸時在密西西比州貝聖路易斯 (Bay St. Louis) 觀測的潮位高度達 1.35 m (4.43 ft)，已經超過中度淹水警戒潮位 (Moderate Flooding)，加上當時正經歷的強降雨，使得雨水不易排除，當地的淹水情形更為嚴重。然而，颱風在北卡羅萊納州出海前雖有增強，但鄰近潮位站觀測資料顯示，雖然風暴潮高於正常潮位預測值，但未達淹水警戒，再加上降雨趨緩，北卡羅萊納州沿岸地區並未傳出淹水災情。

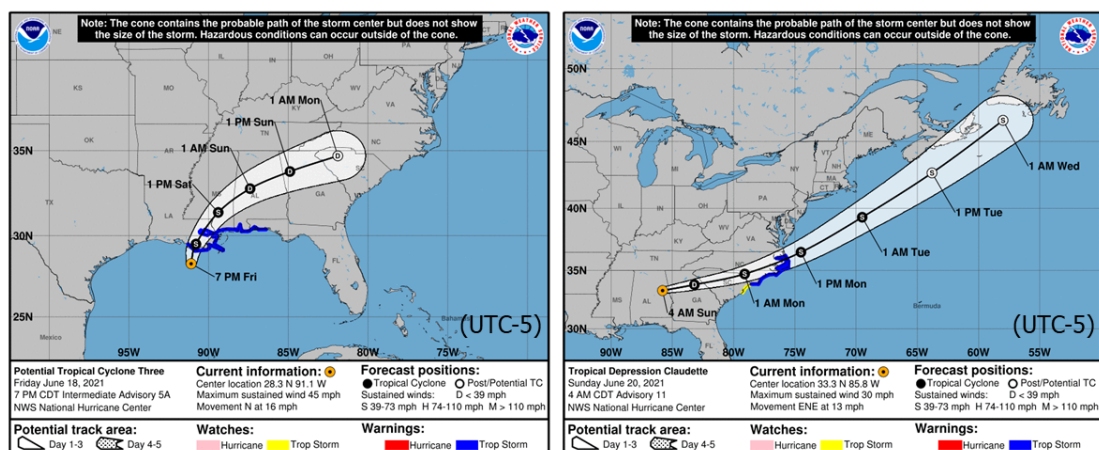


圖 4 美國國家颶風中心於 6 月 18 日 19 時及 6 月 20 日 4 時針對克勞德特熱帶風暴的預測路徑。(資料來源：美國國家颶風中心) [8]。

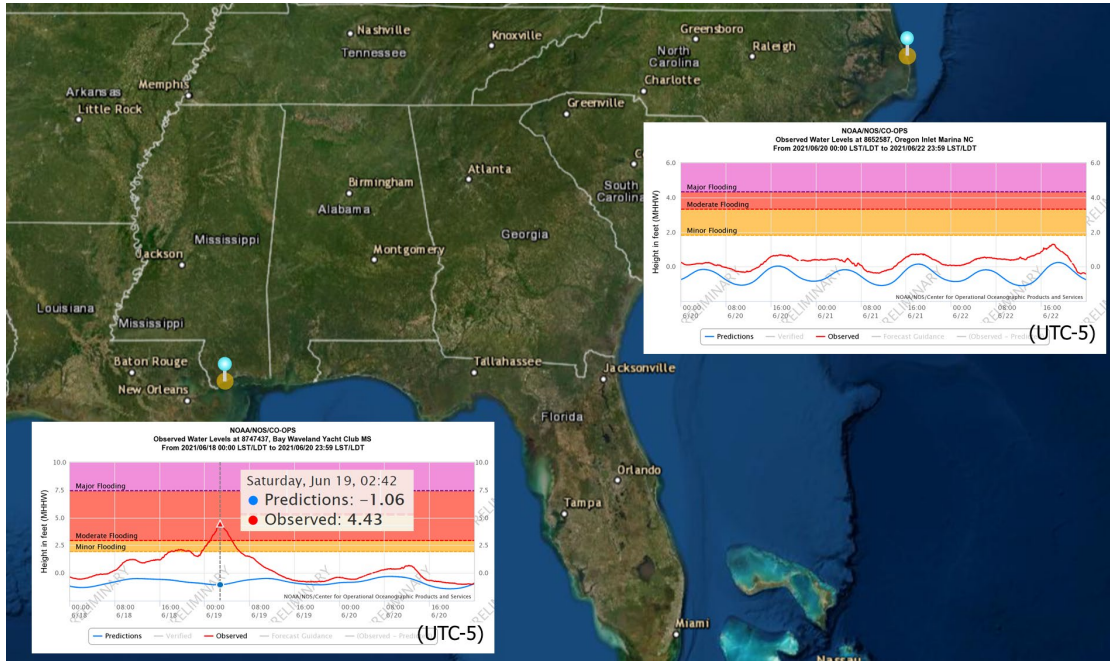


圖 5 密西西比州貝聖路易斯站水位高度觀測 (資料來源：NOAA；編修：災防科技中心) [9]。

### (三) 龍捲風

熱帶氣旋的螺旋雨帶中有時會伴隨生成龍捲風 [10]，此現象在克勞德特登陸後頻繁出現。美國國家氣象局風暴預報中心 (Storm Prediction Center) 在風暴移動路徑上先後發布 17 起龍捲風報告 [11]，分布在密西西比、阿拉巴馬、佛羅里達及喬治亞等四州，生成位置如圖 6 所示，詳細資料可參閱表 1。其中以阿拉巴馬州艾斯康比亞郡 (Escambia) 的龍捲風最強，改良藤田級數<sup>2</sup>達 EF-2 等級，另外同州的卡溫頓郡 (Covington) 與密西西比州傑克遜郡 (Jackson) 的龍捲風強度也達 EF-0。

<sup>2</sup> 改良藤田級數是以龍捲風的破壞程度來估算瞬間陣風，並將龍捲風強度由最弱的 EF-0 (65 – 85 mph) 至最強的 EF-5 (>200 mph)，共分為六級。

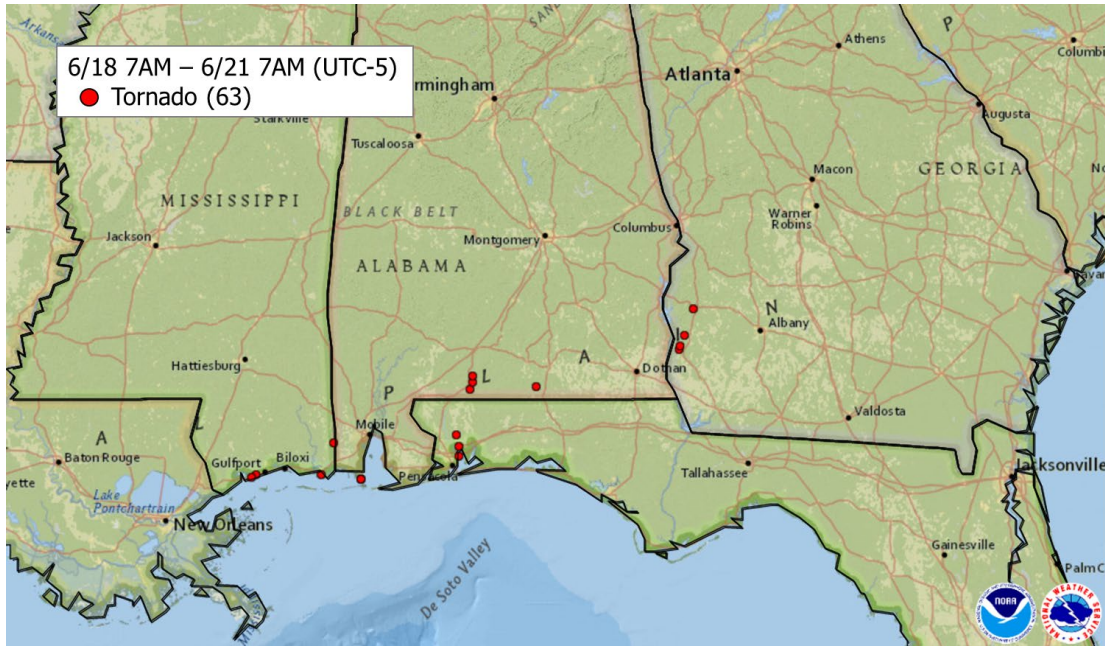


圖 6 克勞德特熱帶風暴伴隨生成龍捲風區域 (資料來源：NWS；編修：災防科技中心)[11]。

表 1 克勞德特熱帶風暴伴隨生成之龍捲風報告 [11]。

時間(UTC-5)	州	郡	緯度(°N)	經度(°W)	受傷	強度分級
2021/6/19 00:37	MS	HARRISON	30.33	89.23	0	
2021/6/19 02:31	MS	HARRISON	30.35	89.18	0	
2021/6/19 03:15	AL	MOBILE	30.31	88.14	1	
2021/6/19 03:16	AL	MOBILE	30.31	88.14	1	
2021/6/19 05:08	MS	JACKSON	30.35	88.53	0	EF-0
2021/6/19 05:35	MS	JACKSON	30.62	88.41	0	
2021/6/19 06:48	FL	SANTA ROSA	30.59	87.16	0	
2021/6/19 06:50	FL	GMZ634	30.51	87.16	0	
2021/6/19 06:52	FL	SANTA ROSA	30.69	87.19	0	
2021/6/19 07:35	AL	ESCAMBIA	31.09	87.06	20	EF-2
2021/6/19 07:40	AL	ESCAMBIA	31.15	87.04	0	
2021/6/19 07:43	AL	ESCAMBIA	31.2	87.04	0	
2021/6/19 12:33	GA	EARLY	31.43	84.98	0	
2021/6/19 12:35	GA	EARLY	31.46	84.97	0	
2021/6/19 12:56	GA	CLAY	31.55	84.93	0	
2021/6/19 13:12	AL	COVINGTON	31.11	86.4	0	EF-0
2021/6/19 13:40	GA	RANDOLPH	31.77	84.84	0	

EF-2: 111 – 135 mph



阿拉巴馬州艾斯康比亞郡的龍捲風於江景市 (Riverview) 接觸地面，並在朝北方向移動的過程中不斷增強。其強度在進入東布魯頓 (East Brewton) 後達最強，最大風速約為每小時 205 公里 (127 mph)，造成多起樹木及房屋倒塌災情。隨後，龍捲風持續向北前進，經過卡斯爾伯里 (Castleberry) 後消散，總移動距離約 35.5 公里 (22.07 miles)，共造成至少 20 人受傷。此次龍捲風事件速報可參閱圖 7。

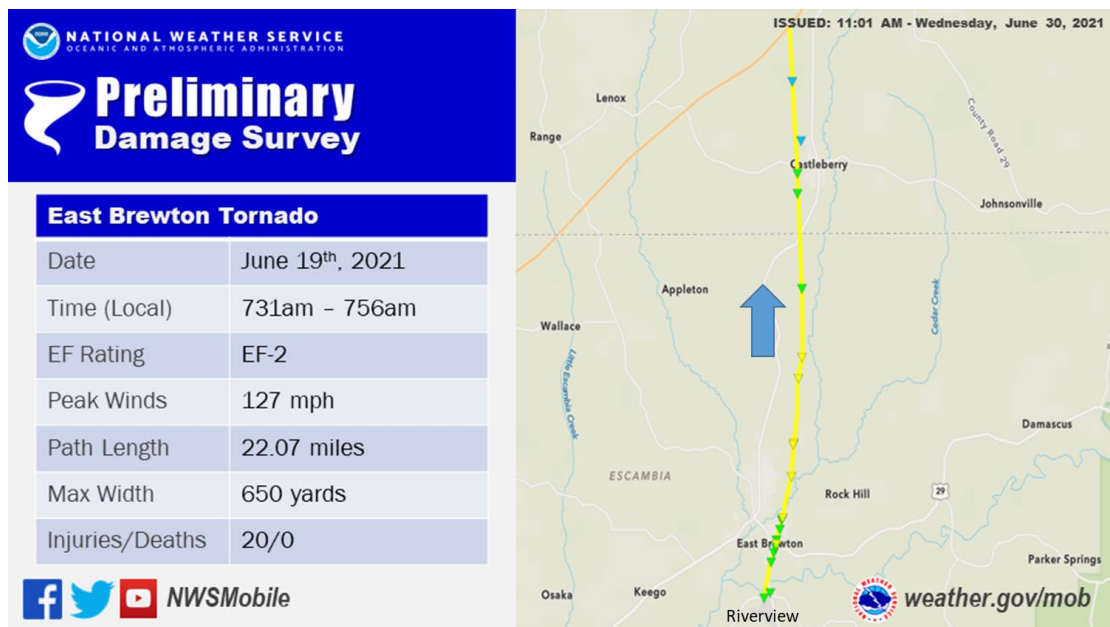


圖 7 東布魯頓龍捲風災害速報。(資料來源：NWS；編修：災防科技中心) [12]。

### 三、災害衝擊

由於克勞德特熱帶風暴在前半段的降雨強度及沿岸暴潮高度均大於後半段，所帶來的主要災害型態為強降雨所帶來的暴洪 (flash flood)。美國國家氣象局風暴預報中心統計本次風暴所造成的淹水災

點如圖 8 所示，比對圖 2 就可清楚看出淹水點位與強降雨區完全吻合。6 月 18 日 7 時至 6 月 19 日 7 時淹水地區集中在沿海地區，圖 9 (左) 是路易斯安那州斯萊德爾在風暴來襲當晚，淹水已接近一般房車的高度。隨著風暴朝東北移動，6 月 19 日 7 時至 6 月 20 日 7 時在本次重災區阿拉巴馬州造成多個城市淹水，強降雨帶從該州中西部延伸至東北部，使得中西部城市塔斯卡盧薩、最大城市伯明罕 (Birmingham) 及東北部的佩恩堡 (Fort Payne)，沿線多處淹水，州長隨即宣布全州共 8 個郡進入緊急狀態 [14]。而在塔斯卡盧薩近郊因洪水造成自來水幹管與多處下水道毀損 [15]，如圖 10，使得將近 10 萬人面臨限水窘境。此外，本次風災一共造成 14 人罹難，其中有 10 人在一場 17 輛車追撞的重大車禍事件中喪生，車禍發生在南部巴特勒郡 (Butler)，肇事主因為大雨中行車視線不佳導致連環車禍；另有 2 人因大樹被強風吹倒而壓垮民宅致死；另外 2 人則是遭洪水滅頂。此外，東布魯頓發生的龍捲風摧毀沿線 70 棟建築物，導致 20 人受傷，多數被房屋殘骸擊中，其中 1 人在家中被龍捲風直接拋出導致重傷。災後阿拉巴馬州災害管理局 (Alabama Emergency Management Agency) 針對災害損失提出說明，因本次風災損失超過 700 萬美元，但未超過 750 萬美元的聯邦救助門檻，目前災後復原仰賴州郡政府編列預算及群眾募款因應 [16]。

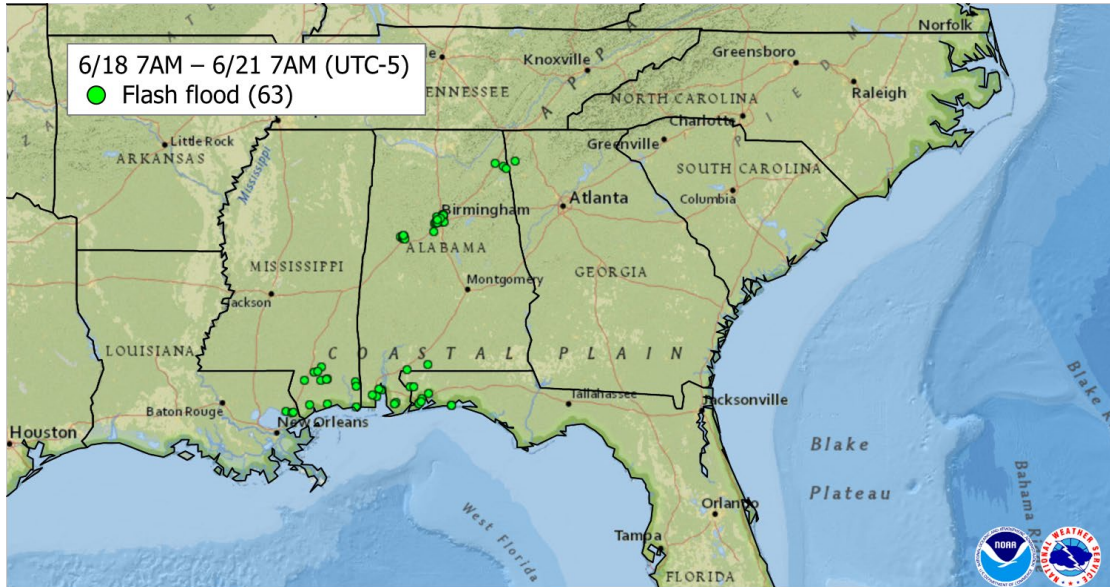


圖 8 克勞德特熱帶風暴在美國東南部造成淹水災點分布。(資料來源：NWS；編修：災防科技中心) [11]。



圖 9 強降雨區造成淹水災情。(左) 路易斯安那州斯萊德爾；(右) 阿拉巴馬州塔斯卡盧薩。(資料來源：Floodlist [6]、AAVFD Auxiliary at Facebook [13])



圖 10 阿拉巴馬州塔斯卡盧薩地區自來水主幹管遭洪水沖毀，風災過後隨即進行修復工程。(資料來源：Tuscaloosa News) [15]。



圖 11：東布魯頓龍捲風經過後房屋及樹木殘骸。(資料來源：NWS) [12]。

#### 四、結論

克勞德特為 2021 年首個登陸美國的熱帶風暴，並在美國東南各州帶來災情。此風暴在路易斯安那州登陸，後朝東北方移動，最後在北卡羅萊納州離境，其特別之處在於移動路徑中經歷強度減弱後又再度增強的過程。本次風暴隨著移動路徑上的強降雨帶，造成多處暴

洪，集中在路易斯安那州、密西西比州、阿拉巴馬州及佛羅里達州沿海，以及阿拉巴馬州的中北部，致災主因為短延時強降雨，其中重災區為阿拉巴馬州，共有 14 人死亡，損失金額約 700 萬美元。此外，伴隨風暴而生的龍捲風出現在阿拉巴馬州及喬治亞州，造成多處房屋毀損與 20 多人受傷。

### 參考文獻

1. NOAA NWS National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center, Tropical Storm CLAUDETTE Advisory Archive, from <https://www.nhc.noaa.gov/archive/2021/CLAUDETTE.shtml>.
2. Alabama, Claudette a tropical depression but still causing heavy rain and tornado threat in Alabama, from <https://www.al.com/hurricane/2021/06/tropical-storm-claudette-moves-inland-spreads-heavy-rain-and-tornado-threat-into-alabama.html>.
3. NOAA National Weather Service (NWS), Advanced Hydrologic Prediction Service, from <https://water.weather.gov/precip/>.
4. NOAA National Weather Service (NWS), Tropical Storm Claudette - June 2021, from <https://www.weather.gov/mob/claudette>.
5. Time, Tropical Storm Claudette Brings Rain and Floods to Gulf Coast, from <https://time.com/6074365/tropical-storm-claudette/>.
6. Floodlist, USA – Tropical Storm Claudette Triggers Floods in Mississippi, Louisiana and Alabama, from <https://floodlist.com/america/usa/tropical-storm-claudette-floods-mississippi-louisiana-alabama-june-2021>.
7. United States Geological Survey (USGS), National Water Dashboard, from <https://dashboard.waterdata.usgs.gov/app/nwd/?aoi=default>.
8. NOAA NWS National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center, CLAUDETTE Graphics Archive, from [https://www.nhc.noaa.gov/archive/2021/CLAUDETTE\\_graphics.php](https://www.nhc.noaa.gov/archive/2021/CLAUDETTE_graphics.php).

9. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Coastal Inundation Dashboard, from <https://tidesandcurrents.noaa.gov/inundationdb/>.
10. NOAA National Weather Service (NWS), Tropical Cyclone Structure, from [https://www.weather.gov/jetstream/tc\\_structure](https://www.weather.gov/jetstream/tc_structure).
11. NOAA NWS Storm Prediction Center, Interactive Local Storm Reports, from <https://www.spc.noaa.gov/exper/reports/>.
12. NOAA National Weather Service (NWS), Tropical Storm Claudette - Tornado & Straight-Line Wind Summaries, from [https://www.weather.gov/mob/Claudette\\_Tornado](https://www.weather.gov/mob/Claudette_Tornado)
13. AAVFD Auxiliary at Facebook, from [https://www.facebook.com/permalink.php?story\\_fbid=3033214856949128&id=1621088744828420](https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=3033214856949128&id=1621088744828420)
14. Jack Helean, June 21st 2021, Alabama under State of Emergency after Claudette, News Channel 9, from <https://newschannel9.com/news/local/alabama-under-state-of-emergency-after-claudette>.
15. Tuscaloosa News, Repairing storm Claudette's destruction could cost \$4 million, Tuscaloosa officials say, from <https://www.tuscaloosanews.com/story/news/2021/06/23/tropical-depression-claudette-tuscaloosa-flood-damage-costs/5318845001/>
16. Patch Media, Tuscaloosa Local News, Officials Estimate Nearly \$3M In Flood Damage In Northport, from <https://patch.com/alabama/tuscaloosa/officials-estimate-nearly-3m-flood-damage-northport>.