

## 2024 年美國米爾頓(Hurricane Milton)颶風事件探討

蔡佳穎<sup>1</sup>、廖楷民<sup>2</sup>、林冠伶<sup>3</sup>、劉嘉騏<sup>3</sup>

何瑞益<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 體系與社會經濟組

<sup>3</sup> 國家災害防救科技中心 氣象組

---

---

### 摘要

米爾頓颶風 (Hurricane Milton) 是 2024 年 10 月形成於墨西哥灣的一個罕見強大的熱帶氣旋，颶風影響墨西哥尤卡坦半島及美國佛羅里達州大部分地區，颶風侵襲美國佛羅里達州境內時伴隨著龍捲風的形成，使該地區同時受到颶風與龍捲風侵襲，對當地造成嚴重災情，包括：強降雨引發洪災、龍捲風帶來的強風摧毀了房屋、農作物和重要基礎設施。根據美國官方截至 10 月 21 日統計，共計造成至少 35 人死亡，其中美國 32 人，墨西哥 3 人，疏散超過 200 萬人，估計經濟損失達 500 億美元，農業損失估計在 15 億至 25 億美元之間。

## 一、 事件背景

位於美國東南部的佛羅里達州，是美國第三大洲，面積為 170,304 平方公里(約為臺灣面積的 5 倍)，人口約 2,298 萬。此外，更是全美唯一同時與墨西哥灣和大西洋相鄰的州，因此當每年的 6 至 11 月期間大西洋的颶風季來臨時，常受到來自颶風侵襲的威脅。

2024 年已創紀錄的形成三場颶風襲擊了佛羅里達州，分別是：法蘭辛(Francine)、海倫(Helene)和本次的米爾頓(Milton)，且是首次有紀錄以來，在同一季節內有超過三場颶風先後侵襲該州，使當地尚未從前次的颶風侵襲事件中復原又再度受颶風威脅，後續本文將著重在米爾頓颶風侵襲事件探討。

2024 年 10 月米爾頓颶風是一場極具破壞性的大西洋颶風，這是大西洋颶風季的第 13 個命名風暴、第 9 個颶風、第 4 個主要颶風和第 2 個 5 級颶風，且創下多項紀錄包括：

1. 史上最快自 24 小時內從 1 級颶風升級為 5 級颶風；
2. 近 19 年來最高風速的颶風，達 285 公里/小時(五級颶風風速 $\geq$ 252 公里/小時)；
3. 颶風中心最低氣壓為 897 毫巴，為大西洋史上第五強颶風，以及墨西哥灣近 20 年來最強颶風(表 1)；
4. 史上單日發布次多龍捲風警報，共計 126 次。

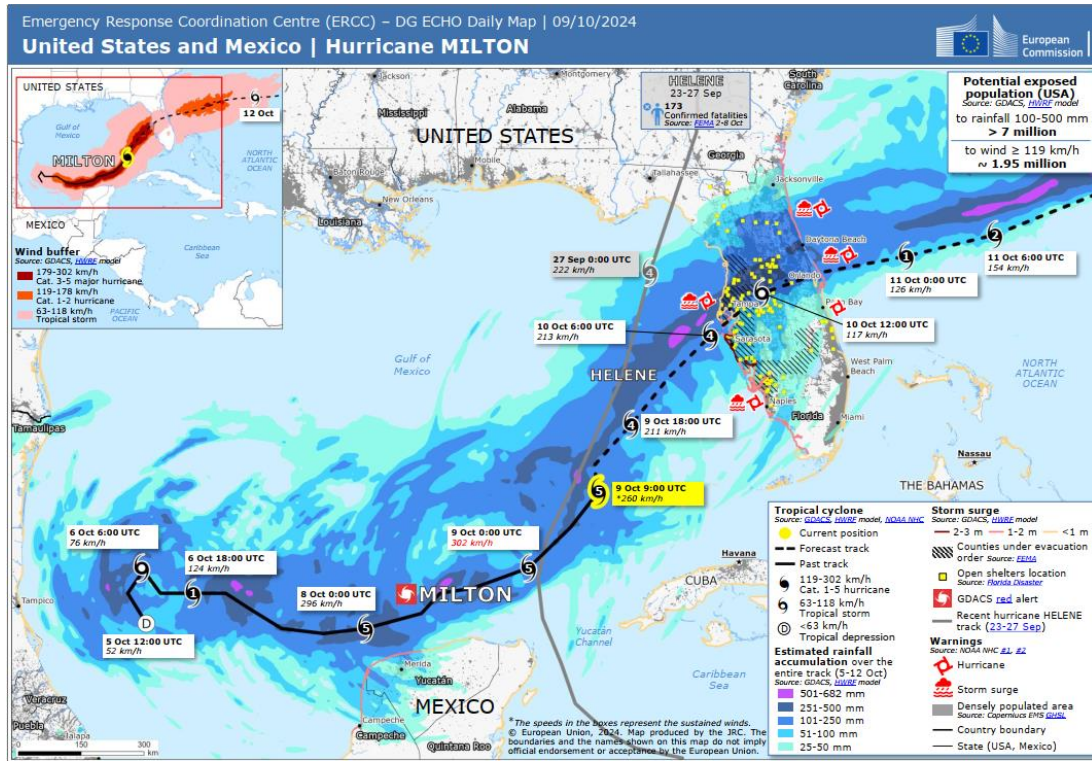


圖 1、米爾頓(Milton)颶風路徑圖(圖資來源：ERCC [1])

表 1、歷史最強烈之大西洋與墨西哥灣颶風排名  
(資料來源：大西洋颶風資料庫[2])

最強烈的大西洋颶風					最強烈的墨西哥灣颶風				
排名	颶風	颶風季	氣壓		排名	颶風	颶風季	氣壓	
			百帕	英吋 汞柱				百帕	英吋 汞柱
1	威爾瑪 (Wilma)	2005/10	882	26.05	1	麗塔 (Rita)	2005/09	895	26.43
2	吉爾伯特 (Gilbert)	1988/09	888	26.23	2	米爾頓 (Milton)	2024/10	897	26.50
3	勞動節 (Labor Day)	1935/09	892	26.34	3	卡米爾 (Camille)	1968/08	900	26.58
4	麗塔 (Rita)	2005/09	895	26.43	4	卡崔娜 (Katrina)	2005/08	902	26.64
5	米爾頓 (Milton)	2024/10	897	26.50	5	麥可 (Michael)	2018/10	919	27.14

## 二、 氣象分析

米爾頓颶風的起源與中美洲環流(Central American Gyre)(圖 2)有密切關聯。中美洲環流是一個季節性的大範圍低壓系統，該環流通常位於中美洲上空，涵蓋範圍包括西加勒比海、南墨西哥灣及遠東太平洋地區，這種大範圍的低壓環境有利於熱帶氣旋的生成。10月初時，該區域內原本零散的對流活動逐漸集中在坎佩切灣，持續性的雷雨胞活動逐漸形成了一個低壓中心。10月5日，經由美國國家颶風中心(NHC)判定，該區域內的雷雨胞系統已有足夠的組織性，因而給予熱帶氣旋編號。很快地，在當日下午12時25分經雷達觀測，其風速已達65公里/時，將其升格為熱帶風暴，並命名為米爾頓(Milton)。

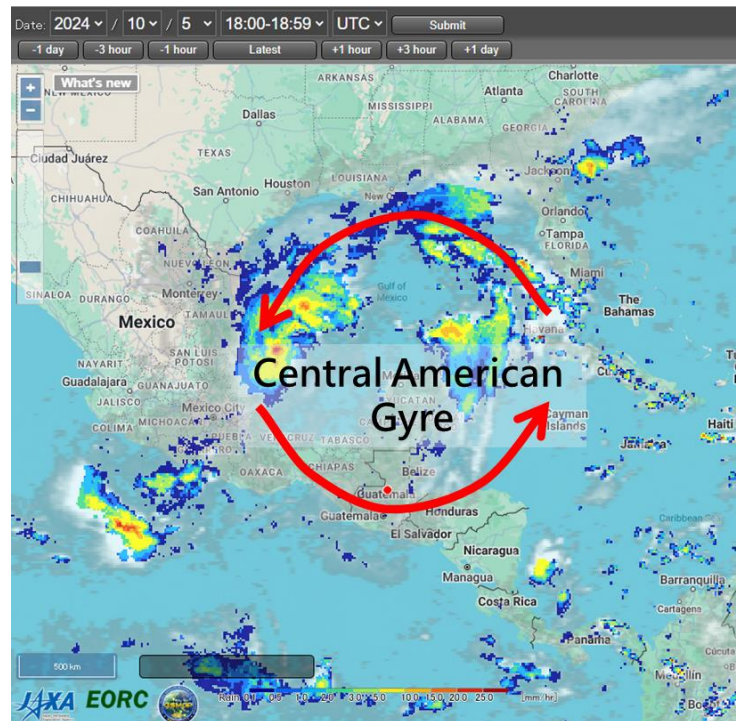


圖 2、中美洲環流示意圖與 10 月 5 日衛星雲圖(資料來源：日本宇宙航空研究開發機構(JAXA) [3]；製圖：災防科技中心)

米爾頓颶風受溫暖海水和低垂直風切的有利環境條件下快速增強，從 10 月 6 日的一級颶風快速增強至 10 月 7 日的五級颶風，最大風速從約 74 公里/小時迅速提升至約 285 公里/小時；中心最低氣壓下降至 897 百帕的巔峰強度，成為大西洋史上強度第五強颶風。根據 NASA 全球降水測量(Global Precipitation Measurement, GPM)衛星的觀測資料(圖 3)，米爾頓颶風的北部眼牆內出現多處高度超過 10 公里的對流胞，顯示了強烈的雷雨胞活動。這些強烈的對流過程釋放了大量的潛熱，進一步增強颶風的核心結構，是颶風快速增強的重要因素之一。

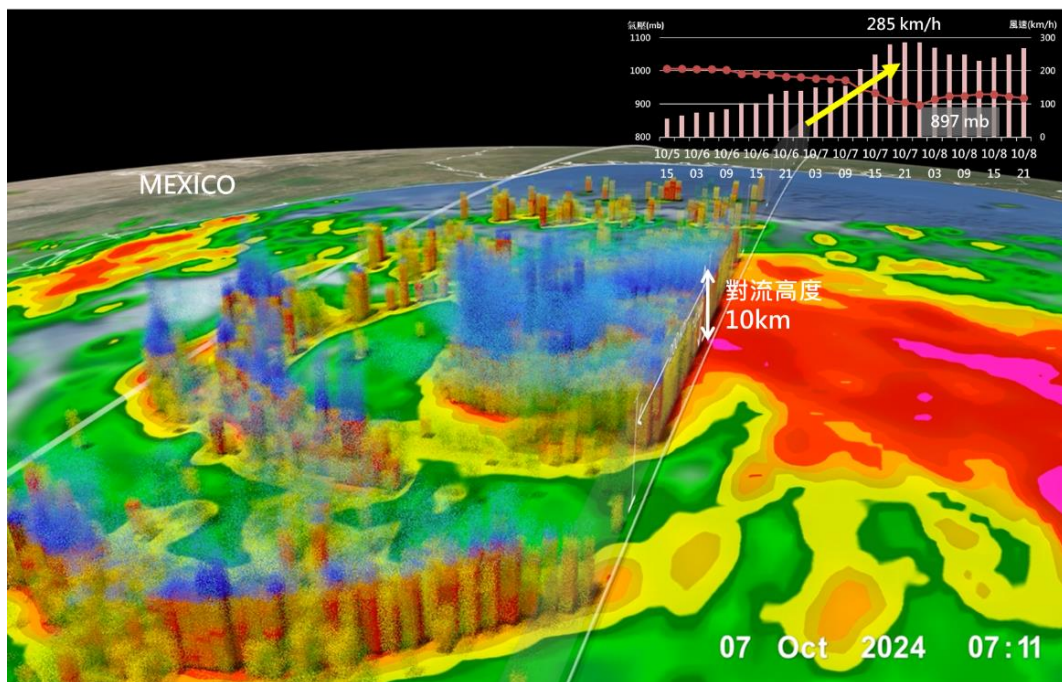


圖 3、米爾頓颶風於 10 月 7 日在墨西哥灣的地表降雨估計與 GPM 衛星所觀測到的對流特徵(資料來源：美國國家航空暨太空總署 (NASA)全球降水測量(GPM)計劃[4]；製圖：災防科技中心)

米爾頓颶風登陸美國佛羅里達州時，颱風眼牆的北半部結構更為扎實，最大觀測降雨與最大觀測風速均出現在登陸點以北地區(資料來源:佛羅里達氣候中心)。根據觀測雨量(圖 4)，本次事件於聖彼得堡阿爾伯特懷特迪機場(Albert Whitted Airport)測得最大累積降雨量，雨量達 18.87 英吋(約 479.3 毫米)。此外，佛羅里達州西側沿岸 Egmont Channel 浮標站記錄到本次颶風的最大瞬時風速，風速達 105 英里/小時(mph)(資料來源:美國國家氣象局天氣預報中心)。

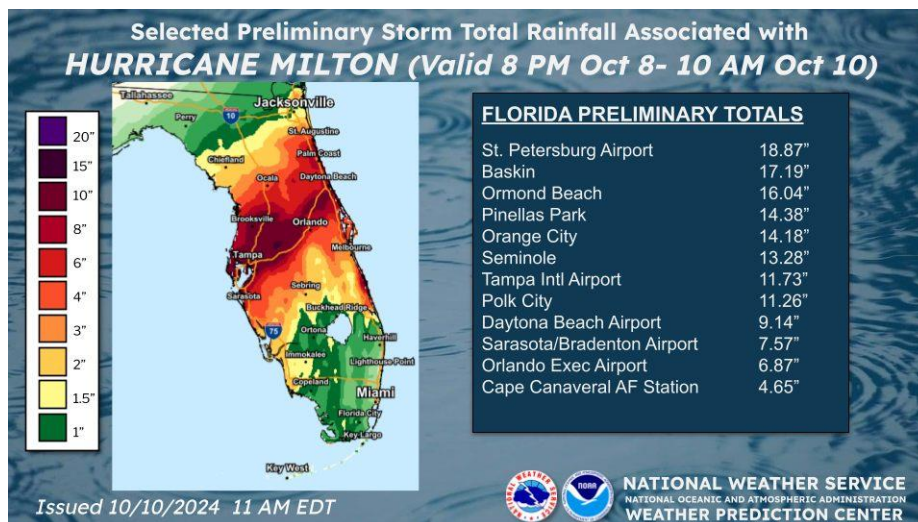


圖 4、米爾頓颶風觀測雨量與雨量排名(資料來源：美國國家氣象局天氣預報中心[5])

米爾頓颶風除了為佛羅里達州帶來強風和豪雨外，另一個重大影響是颶風登陸前一天(當地時間 10 月 9 日)引發的龍捲風事件。根據改良藤田級數(簡稱 EF 級數)進行龍捲風的預測風速與破壞力分級(表 2)，可分為 EF-0 至 EF-5 共 6 個等級(資料來源:美國國家氣象局)，且罕見的在佛羅里達州引起 EF-3 強度之龍捲風。

表 2、龍捲風改良藤田級數表(資料來源：NOAA[6])

級數	風速		發生機率
	英里/小時	公里/小時	
EF0	65-85	105-137	53.5%
EF1	86-110	138-178	31.6%
EF2	111-135	179-218	10.7%
EF3	136-165	219-266	3.4%
EF4	166-200	267-322	0.7%
EF5	>200	>322	<0.1%

### 三、 災害紀錄與分析

2024 年 10 月米爾頓颶風是一場極具破壞性的大西洋颶風，是墨西哥灣有史以來第二強烈的熱帶氣旋，僅次於 2005 年的颶風麗塔(Hurricane Rita)。於 10 月 9 日以三級颶風之姿登陸美國佛羅里達州西南海岸之西耶斯塔島(Siesta Key)，造成當地及鄰近周邊地區嚴重的災情，嚴重程度使美國總統宣布該州進入緊急狀態。

#### 1. 龍捲風的衝擊與影響：

米爾頓颶風登陸佛羅里達州沿岸時，伴隨著極端天氣條件，引發多起龍捲風形成，三級颶風風力與龍捲風相互作用，更加劇了對當地的破壞，佛羅里達州辦公室在 10 月 10 日對當地發布了 126 次龍捲風警報，為美國單日發布的龍捲風警報數量第二高的記錄，僅次於 2011 年影響阿拉巴馬州的 134 次龍捲風警報(圖 5)，為龍捲風發布警戒區域以及龍捲風侵襲 Weston 地區之 75 號州際公路之景象。龍捲風導致

多地受災嚴重，造成聖路易斯縣(St. Lucie County)的西班牙湖社區的多個活動房屋(Spanish Lakes Country Club Village)遭受破壞(圖 6)，造成至少 6 人死亡，超過 25 人需要救援。

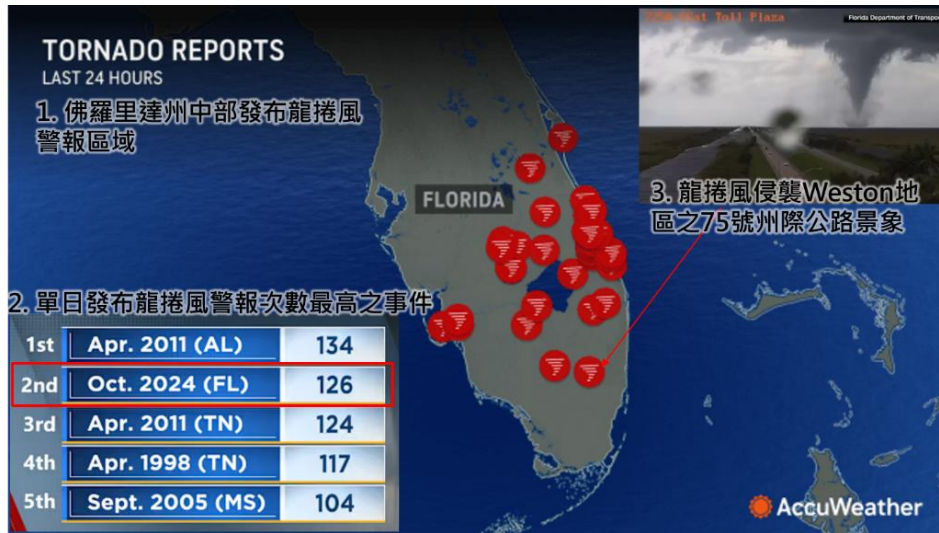


圖 5、佛羅里達州共發布 126 次龍捲風警報與區域(資料來源：AccuWeather[7])



圖 6、聖露西縣(St. Lucie County)的西班牙湖社區住宅被龍捲風侵襲破壞(資料來源：Florida Climate Center [8])



## 2. 洪水災情

米爾頓颶風帶來的強降雨造成佛羅里達州洪水災害，根據 AccuWeather 提供之佛羅里達州中北部洪災分布範圍，包括 Gainesville(蓋恩斯維爾)、Daytona Beach(代托納海灘)、Orlando(奧蘭多)、Spring Hill(春山)、Tampa(坦帕)、Sarasota(薩拉索塔)等城市及其周邊地區，以及 I-75、I-95 和 I-4 等高速公路受洪水影響，導致當地洪水大量逕流、道路與橋梁封閉，造成當地道路、農田、房屋被洪水淹沒等影響；此外，米爾頓颶風的強降雨亦造成當地河川水位暴漲與氾濫成災(圖 7)，相關水位記錄分述如下：

### (1). 佛羅里達中東部：

10 月 10 日，位於阿茲托爾市(Astor)的聖約翰河(St. Johns River)水位達到了歷史最高 4.81 英呎(約 1.5 公尺)，高於嚴重洪水警戒值的 4 英呎(約 1.2 公尺)，超過 2022 年伊恩颶風的水位 4.7 英呎(約 1.4 公尺)；弗拉格勒縣(Flagler County)的霍溪(Haw Creek)水位也創下了 9.23 英呎(約 2.8 公尺)的新記錄，高於嚴重洪水警戒值 6 英呎(約 1.8 公尺)，超過了先前在伊恩颶風後創下的 8.67 英呎(約 2.6 公尺)的記錄。

### (2). 佛羅里達中西部：

10 月 12 日，希爾斯伯勒河(Hillsborough River)沿線的莫里斯橋

(Morris Bridge)記錄到的水位達到 38.16 英呎(約 11.6 公尺)，高於嚴重洪水警戒值 36 英呎(約 10.9 公尺)，並超過了 2017 年 9 月 14 日颶風艾瑪(Hurricane Irma)後創下的 34.66 英呎(約 10.6 公尺)的水位紀錄；10 月 10 日，在佛羅里達州西部的希爾斯伯勒河州立公園(Hillsborough River State Park)附近，澤菲爾希爾(Zephyrhills)地區觀測到的新紀錄水位為 17.14 英呎(約 5.2 公尺)，高於嚴重洪水警戒值 14 英呎(約 4.3 公尺)，這樣的洪水規模是自 1960 年後的新高紀錄。

10 月 19 日，威特拉庫奇河(Withlacoochee River)水位達到接近歷史紀錄的 19.68 英呎(約 5.9 公尺)，高於嚴重洪水警戒值 11 英呎(約 3.4 公尺)，是有紀錄以來的第三高水位，僅次於最高洪水水位為 1934 年創下的 20.38 英呎(約 6.2 公尺)，第二高洪水水位則是 1933 年創下的 20.06 英呎(約 6.1 公尺)。此外，位於東南部 Naples 市鄰近之邁爾斯堡(Fort Myers)之編號 8726520 水位站顯示 10 月 9 日晚間至 10 日凌晨期間記錄到高達 5.78 英呎(約 1.8 公尺)之風暴潮，比 9 月 26 日的海倫颶風高出近 1 英呎(約 0.3 公尺)。米爾頓颶風造成佛羅里達州馬納索塔島(Manasota)洪災及強勁風速影響，造成當地房屋道路被沙子覆蓋(圖 8)。

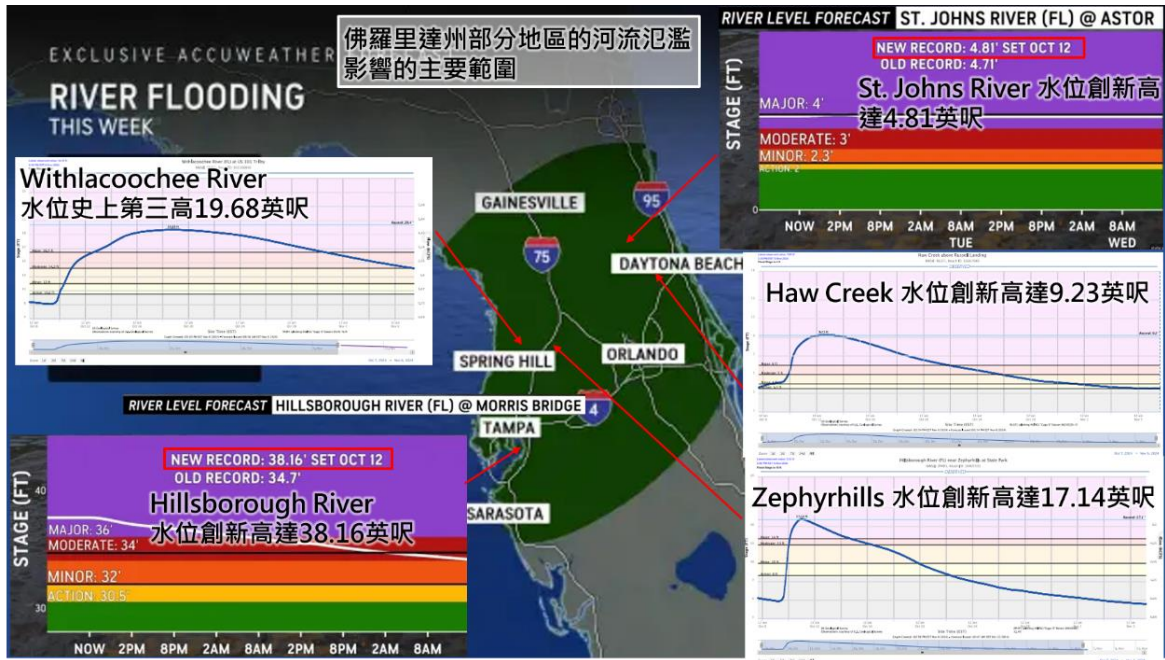


圖 7、米爾頓颶風造成佛羅里達州河流氾濫影響範圍  
 (資料來源：Florida Climate Center、AccuWeather. [8] [9])



圖 8、米爾頓颶風引起佛羅里達州馬納索塔島(Manasota)受洪災情形  
 (資料來源：REUTERS/達志影像授權[10])

受米爾頓颶風夾帶豪雨的影響，造成佛羅里達州中部發生洪水災情，透過歐洲太空總署(ESA)利用衛星影像分析位於該州東岸的佛州卡納維爾角(Cape Canaveral)市與可可海灘(Cocoa Beach)的淹水範圍，從評估報告顯示自 10 月 14 日仍有約 10,200 公頃之淹水面積(圖 9 左紅色區域)，至 15 日已消退至約 41 公頃淹水面積(圖 9 右紅色區域)，顯示該區域之淹水範圍已逐漸從高峰到逐步消退的過程。

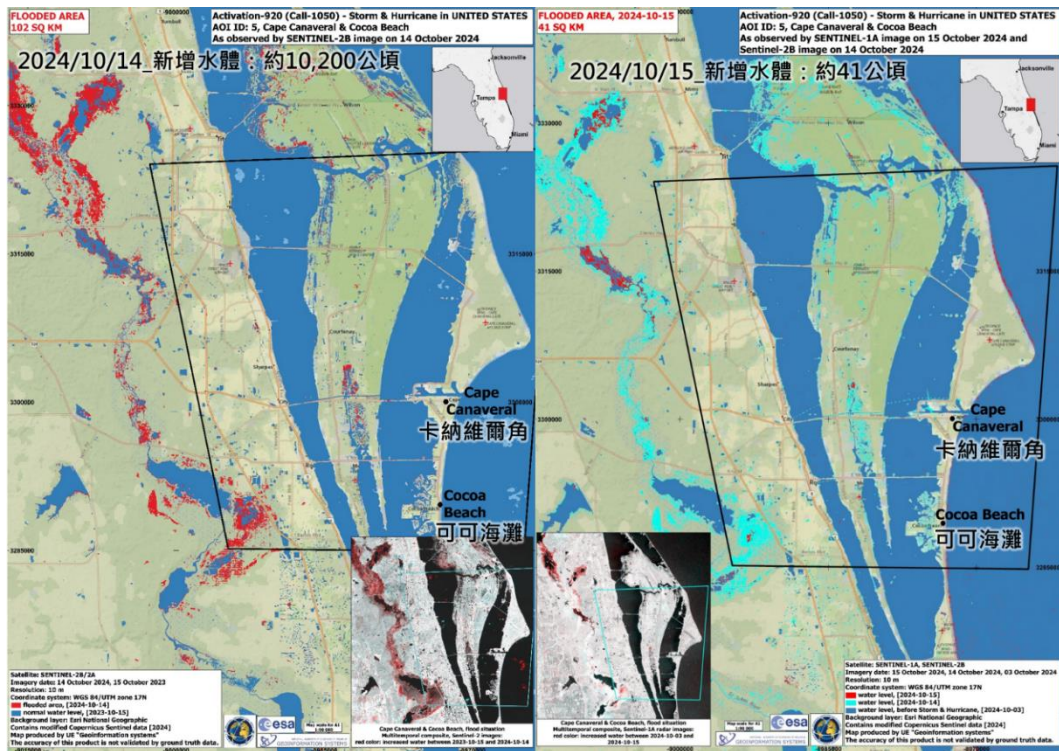


圖 9、美國佛羅里達州的卡納維爾角和可可海灘地區淹水範圍分析  
(資料來源：ESA[11])

### 3. 電力損失

米爾頓颶風及其引發的龍捲風造成佛羅里達州大範圍的電力中斷，該州住戶面臨停電危機，根據美國停電資訊平台(PowerOutage.us)

提供颶風期間該州停電報告指出，10月10日中午12時停電戶數最高達約344萬戶數，首當其衝的西岸有許多地區50%以上停電，因此電力公司派出約5萬維修人員加入搶修行列，隨著颶風遠離且電力逐漸修復，15日中午12時停電戶數已降至約19萬戶(圖10)。

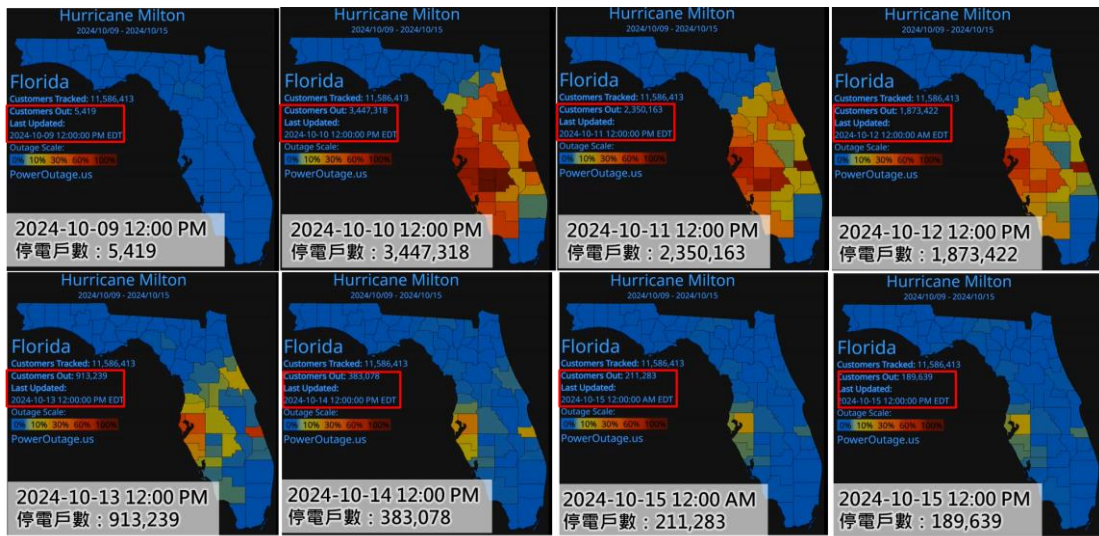


圖10、佛羅里達州10月10日至15日電力中斷情形(資料來源：Poweroutage.us.[12])

#### 4. 建築物及基礎設施損壞

颶風夾帶的強勁風速造成佛羅里達州多處房屋及建築物受損，並造成位於聖彼得堡的美國職棒大聯盟坦帕灣光芒隊(Tampa Bay Rays)之純品康納球場(Tropicana Field)屋頂遭受強風襲擊摧毀(圖11)。

此外，根據法國國家太空研究中心(Centre National d'Études Spatiales, CNES)提供10月12日及14日兩天之高解析度Pleiades衛星影像分析該州西岸聖露西縣(St. Lucie County)受颶風影響後的災害

影響地圖(圖 12)，當地鄰近之萊克伍德公園(lakewood park)有多處建築物受損。



圖 11、美國職棒大聯盟之純品康納球場屋頂遭受強風襲擊摧毀(資料來源：REUTERS/達志影像授權[10])

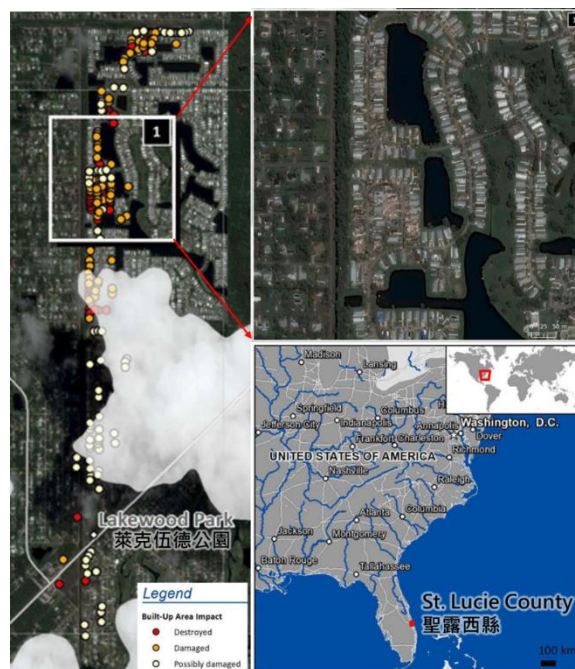


圖 12、聖露西縣(St. Lucie County)建築物受損之衛星影像圖(資料來源：ESA[11])

由美國國家海洋和大氣管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)取得 10 月 11 日至 14 日之高解析度 GeoEye 衛星影像分析佛羅里達州中部東岸颶風登陸地點及其鄰近週邊，共區分 16 類建築物受損類型(圖 13)，包括：(1)Anna Maria Island 地區之受損結構主要集中在北部、中部和南部；(2)Bay Island 和 Siesta Key 地區之總受損建築物數量為 816 棟；(3) Southwest Sarasota County 地區之總受損建築物數量為 696 棟；(4) Manasota Key 地區有 358 棟建築物受損；Parts of South Venice、Manasota、Englewood 等地區有高達 1051 棟建築物受損。

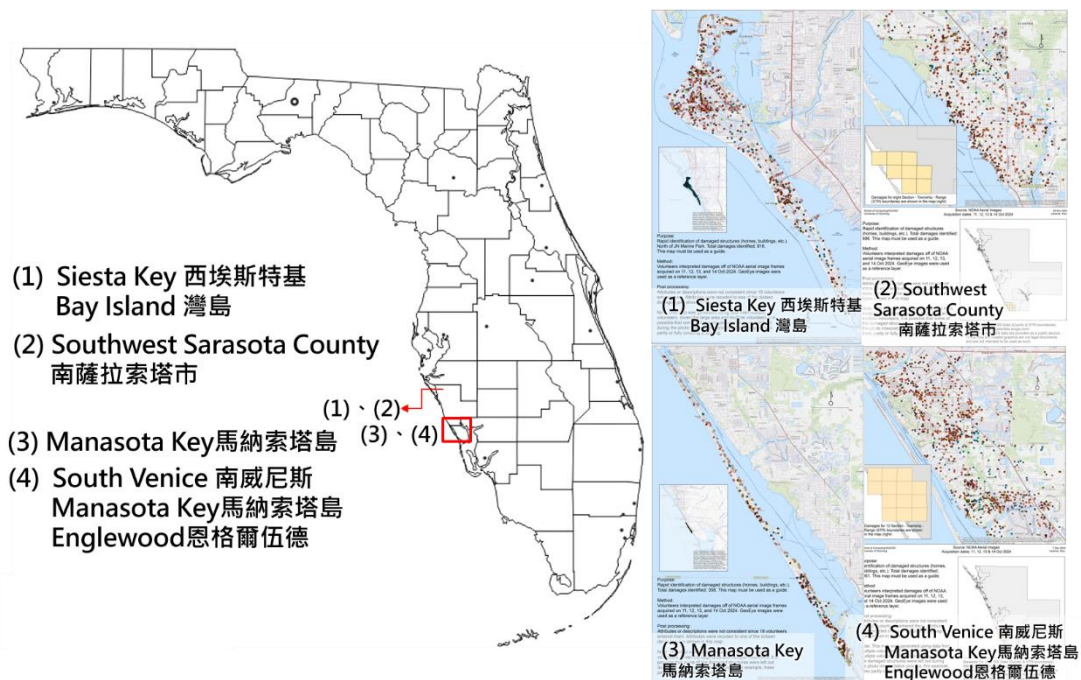


圖 13、米爾頓颶風造成佛羅里達州中部東岸多處建築物受損  
(資料來源：ESA[11])

#### 四、 災害復原狀態

##### (一)美國政府因應作為

美國政府在米爾頓颶風登陸前便開始部署資源和人員，確保能迅速啟動救援行動。拜登總統於 10 月 7 日批准佛羅里達州長的緊急聲明請求，這使得聯邦緊急事務管理署(FEMA)能夠提供必要的聯邦支援，包括撤離、收容和搜索救援等救援工作[13]。在颶風襲擊期間，FEMA 與其他聯邦機構如美國陸軍工程兵團(USACE)密切合作，確保資源有效分配。此外，FEMA 還預先部署 1,400 名搜救人員，以及 1,300 名海岸警衛隊成員，以便在颶風來臨時立即展開救援行動。在颶風來臨後，聯邦航空管理局(FAA)授權佛羅里達州電力公司使用大型無人機快速評估電網損壞，讓地面工作人員能更快地恢復電力[14]。

在州政府方面，隨著米爾頓颶風逼近佛羅里達州，州長於 10 月 5 日宣布進入緊急狀態，動員州資源並與聯邦機構合作，為即將到來的風暴做準備。此外，州政府在全州設置了沙包站點，幫助居民保護他們的財產。國民警衛隊亦動員約 5,000 名服務人員，配備直升機、高輪戰術車輛和船隻，準備提供搜索和救援、人道援助、道路清理等工作[15]。



為支援受災居民，州政府在受影響的縣設立了近 20 個物資分發點(PODs)和超過 60 個烹飪和供餐站點。燃料供應成為重點，州政府除儲備超過 57.89 萬加侖柴油和近 23 萬加侖應變燃料，並部署更多燃料來協助救援行動。此外，政府在各個地點設立公共燃料供應站，以緩解燃料短缺。

## (二)聯邦政府的災後經濟援助措施

FEMA 在米爾頓颶風災後迅速啟動多項經濟援助計劃：包括個人援助(Individual Assistance)，為受災者提供住房修繕、個人財產更換等直接經濟援助，截至 2024 年 10 月 29 日，FEMA 已批准超過 6.2 億美元的援助款項，用於支持受米爾頓颶風影響的個人和社區；而在公共援助(Public Assistance)的部分，FEMA 批准超過 6.04 億美元的公共援助，用於清理廢棄物、緊急保護措施以及修復公共基礎設施；初步現金援助則是受災者在申請 FEMA 援助後，若獲批准，將首先獲得 770 美元的現金，用於滿足緊急需求，且隨後可能獲得臨時住房、基本房屋修繕或其他災害相關費用的進一步援助[16]。另外，截至 2024 年 10 月 16 日，聯邦政府已批准近 20 億美元的援助款項，用於支持受颶風海倫和米爾頓影響的六個州。

### (三) 醫療資源的運用

在颶風來臨前，美國衛生與公共服務部(HHS)下屬的戰略準備與應變管理局(ASPR)預先部署了超過 125 名醫療、公共衛生和災害應變人員，以及相關醫療設備和物資，以支援佛羅里達州的社區[17]。這些人員包括事件管理小組專家和區域應變協調員，他們與聯邦緊急事務管理署(FEMA)、州級衛生機構和應變官員合作，協助提供公共衛生和醫療需求。

### (四)短期復原措施

在颶風過後，FEMA 迅速行動，提供直接援助給受災居民，截至 2024 年 10 月 29 日，已批准超過 12 億美元的直接援助，用於住房修繕、個人財產更換以及其他基本復原需求。此外，超過 11 億美元被撥款用於清除颶風破壞的廢棄物和緊急保護措施，以確保公共健康和 safety，此外，FEMA 提供臨時住所援助，包括過渡性庇護計畫，讓受災者可暫時居住在旅館或汽車旅館，直到找到更長期的住房解決方案，截至 10 月 29 日，已有超過 23,000 個家庭入住 FEMA 提供的旅館。

### (五)長期重建計畫

在長期重建方面，聯邦政府與州和地方政府合作，制定全面的重

建策略，美國政府批准近 1000 億美元的緊急災難援助，以應對米爾頓颶風的影響。其中，400 億美元將用於增強 FEMA 的災難救濟基金，支持基礎設施修復和其他長期重建工作。住房和城市發展部(HUD)將獲得 120 億美元，用於社區復原，特別是低收入和特定需求者的住房需求。小企業管理局(SBA)也將獲得 20 億美元，用於提供低息貸款，協助房主、小型企業和非營利組織的復原。

#### (六)國際組織的協助

多個國際組織迅速響應，提供人道主義援助，包括國際醫療團隊(International Medical Corps)：作為佛羅里達州預先審核的緊急應變組織，該組織在颶風來臨前已部署團隊，協助當地醫療機構，提供醫療服務和民生用品，並持續支援受影響的社區；世界展望會(World Vision)：在颶風來臨前預先部署緊急物資，包括尿布、衛生用品等。

## 五、 結論

肇因於海洋表面溫度的升高與大氣環流的變化，使 2024 年大西洋颶風季比往年更為活躍，期間所形成的颶風數量亦明顯高於正常水平[18]，使得位於海灣地帶的美國佛羅里達州易受到大西洋颶風的侵襲。米爾頓颶風是 2024 年連續侵襲該州第二場的颶風(第一場為 9 月

26 日海倫颶風)，接連兩場颶風的侵襲，對當地造成一系列嚴重破壞、人員傷亡以及巨大經濟損失。

相較於臺灣屬於海島型國家，易受到颱風侵襲，而佛羅里達州易受到颶風衝擊，但兩者災害類型稍有不同，臺灣常因強降雨導致形成坡地災害與都市淹水之兩大災害型態；而佛羅里達州除颶風之外，仍有龍捲風的威脅、暴潮衝擊沿海地帶等造成生命財產損失，面對天然災害的侵襲，當地政府也規劃了一系列的防災體系共同分擔經濟災損，包含聯邦政府、州政府、保險產業以及企業或慈善團體共同承擔。

近年來因氣候變遷，大氣和海洋條件之有利環境之下，颶風形成數量與規模逐漸增強，相關政府部門應提早預警與防災整備政策之完整規劃，以降低災害風險及財產損失。

## 參考文獻

1. Emergency Response Coordination Centre. (2024, October 9). United States and Mexico | Hurricane MILTON ECHO Daily Map of 09 October 2024. Retrieved from : <https://reurl.cc/O5j52R>
2. United States National Hurricane Center. (2024, December 9). Retrieved from : <https://reurl.cc/eGLE5L>
3. Jaxa Global Rainfall Watch. (2024, October 9). Retrieved from : <https://reurl.cc/eGL9YW>
4. Global Precipitation Measurement. (2024, October 10). Powerful Hurricane Milton Forms in the Gulf of Mexico, Sweeps into Florida. Retrieved from : <https://reurl.cc/46japR>
5. 美國國家氣象局天氣預報中心 : <https://reurl.cc/Eg4nVm>

6. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024, October 9). The Enhanced Fujita Scale (EF Scale). Retrieved from : <https://reurl.cc/INgRrl>
7. AccuWeather. (2024, October 12). Hurricane Milton by the numbers. Retrieved from : <https://reurl.cc/xpLEE4>
8. Florida Climate Center. (2024, October 31). Post-Storm Summary Report on Hurricane Milton. Retrieved from : <https://reurl.cc/aZL97D>
9. AccuWeather. (2024, October 16). Florida river flooding continues following Hurricane Milton's deluge. Retrieved from : <https://reurl.cc/26z0j4>
10. REUTERS/達志影像授權 Retrieved from : <https://www.reuters.com/>
11. 歐洲太空總署(ESA). (2024, October 9). Hurricane Milton in the United States. Retrieved from : <https://reurl.cc/367oa9>
12. Poweroutage.us. (2024, October 30). Hurricane Milton in Florida. Retrieved from : <https://poweroutage.us/>
13. White House. (2024, October 10). FACT SHEET: Biden-Harris Administration Supports Life-Saving and Life-Sustaining Response Efforts Following Hurricane Milton. Retrieved from <https://reurl.cc/r36AGk>
14. AP News. (2024). This is FEMA's role in preparing for Hurricane Milton. Retrieved from <https://reurl.cc/Q5Zgdo>
15. Sudhir, L. (2024, October 9). Where to find sandbags in Central Florida ahead of Milton. Retrieved from : <https://reurl.cc/M6ygxX>
16. FEMA. (2024, October 29). FEMA Continues Recovery Efforts Following Hurricanes Helene and Milton, over \$1.2 Billion in Direct Assistance to Survivors. Retrieved from : <https://reurl.cc/96RqeO>
17. Santana, R. (2024, October 17). Federal money to help states hit by hurricanes Helene and Milton nears \$2 billion. Retrieved from : <https://reurl.cc/A60aEK>
18. Du Monde. (2024, October 28). Deux graphiques qui témoignent d'une saison cyclonique 2024 peu habituelle dans l'Atlantique Nord. Retrieved from : <https://reurl.cc/ZZ9Z2M>