

2016 年馬修颶風在加勒比海災情探討

施虹如¹、傅鑣漩¹、黃柏誠²、陳偉柏¹、張志新¹

¹ 國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

² 國家災害防救科技中心 氣象組

摘要

2016 年侵襲加勒比海各國以及美國東南沿岸的馬修颶風 (Hurricane Matthew) 係大西洋地區近 10 年第二個五級颶風，在顛峰時期中心最大風速可達每小時 260 公里，超過蒲福風級標準 17 級陣風；因行進路徑長、登陸次數多、影響時間久，因此夾帶的降雨及強風皆甚為可觀，所經之處不但測得局部地區破紀錄的雨量、水位及潮位外，更造成各國多處崩塌、洪水及風暴潮等災害的發生。馬修颶風共造成中、北美洲多達 8 個國家約 1,658 人死亡、2,940 萬人受影響、超過 125.8 億美元(相當於 4,030 億元台幣)的經濟損失，其中又以海地的死傷最為嚴重，而美國的經濟損失及受影響人口為最高。

一、 氣象概述

馬修颶風於 2016 年 9 月 28 日在加勒比海東方海面上生成，持續往西移動，29 日增強為一級颶風，並於短短 15 小時內增強至五級颶風，係大西洋地區繼 2007 年菲力克斯颶風(Hurricane Felix, 中心最大風速達每小時 280 公里)後，風力強度最強的五級颶風，其中心最大風速達每小時 260 公里，隨之維持 6 小時後便減弱為四級颶風；10 月 2 日轉往北方移動，穿過海地及古巴之間，強度持續增強；在 10 月 4 日以四級颶風的強度登陸海地西南部 Tiburon 半島，以及於 10 月 5 日以同樣的強度登陸古巴 Juaco 附近，為海地西南部地區、古巴東部地區及多明尼加共和國帶來強風豪雨；10 月 5 日馬修強度則略微減弱為三級颶風，並轉往西北前進美國東南部地區，在途中也經過了巴哈馬；10 月 6 日馬修強度再度增強為四級颶風並沿著美國南部海岸前進，沿途經過的佛羅里達、喬治亞、南卡羅萊納、北卡羅萊納等州都帶來強風大雨並引發暴潮，並於 10 月 8 日在北卡羅萊納州再次登陸，強度減弱為一級颶風。最後，10 月 9 日始遠離陸地且強度持續減弱為熱帶低氣壓，整體影響歷時長達 12 天。馬修颶風路徑如圖 1 所示，圖中黑圓圈內白色數字為颶風級數，綠色涵蓋範圍為風速達每小時 60 公里區域，黃色涵蓋範圍為風速達每小時 90 公里區域，紅色涵蓋範圍為風速達每小時 120 公里區域。

圖 2 為 9 月 29 日至 10 月 5 日的衛星估計累積雨量圖，可以看到馬修颶風沿途至少都有 254 毫米(10 英寸)的累積雨量，甚至最高達 635 毫米(25 英寸)左右，而通過海地與多明尼加共和國時累積雨量約有 381 毫米至 508 毫米(15 英寸至 20 英寸)左右。圖 3 為北卡羅萊納州曼徹斯特(Manchester)的 Lower Little River，由圖可見，河川水位在 12 小時內由約 3 公尺(10 英尺)提升至 9.8 公尺(32.2 英尺)，較 1945 年所帶來的最高洪水記錄 8.83 公尺(29.0 英尺)還高出約 1 公尺(3.2 英尺)多，突破該測站的歷史洪水紀錄。圖 4 為喬治亞州泰碧島(Tybee Island)的普拉斯基堡(Fort Pulaski)潮位測站，測得最大暴潮高(Storm Tide)為約 3.82 公尺(12.52 英尺)，也打破歷史約 3.72 公尺(12.2 英尺)的潮位紀錄。

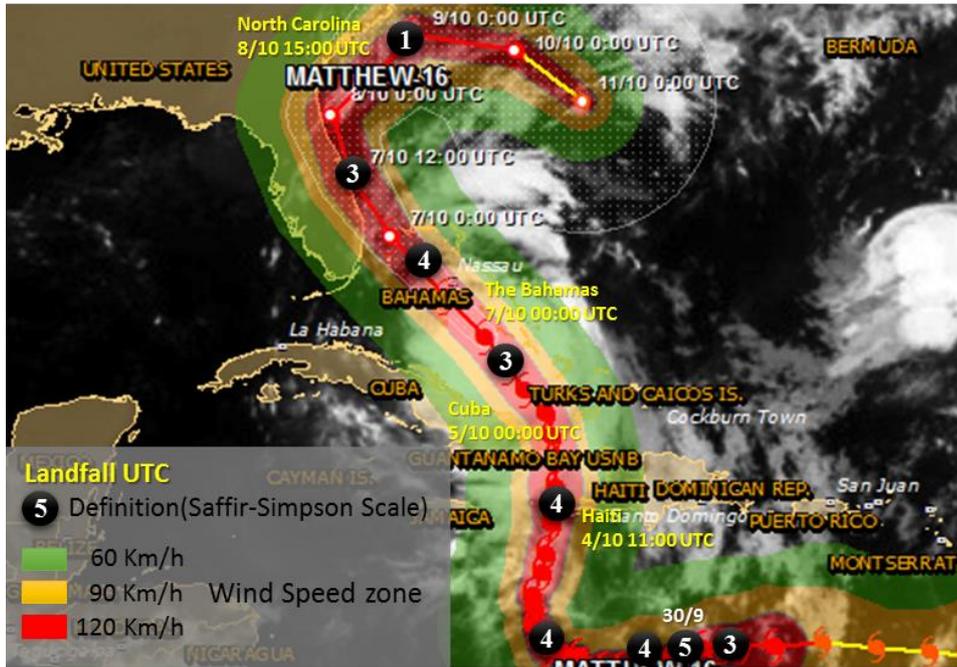


圖 1 馬修颶風路徑、時間、登陸位置及風速影響範圍，圖中黑圓圈內白色數字為颶風級數(資料來源:JRC)

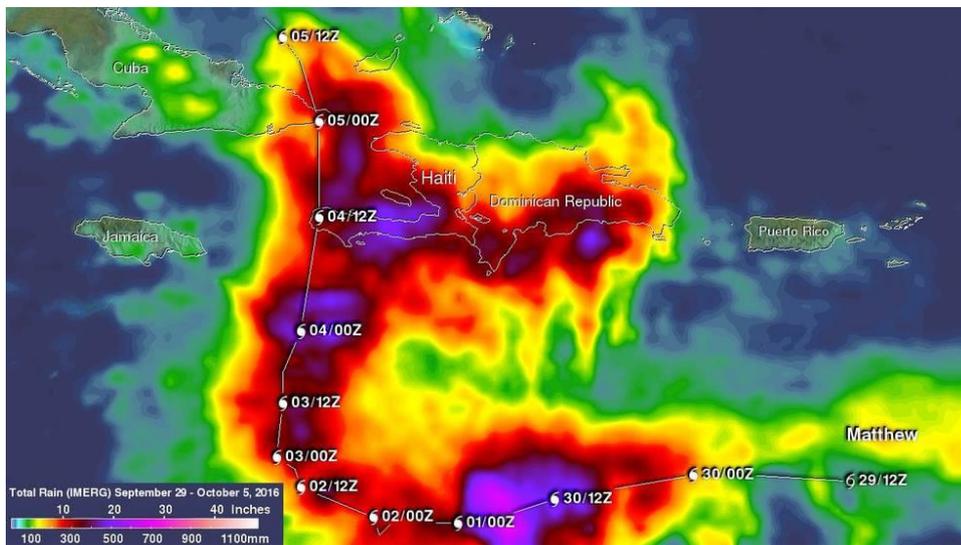


圖 2 馬修颶風期間(9/29-10/5)累積降雨圖(資料來源:NASA)

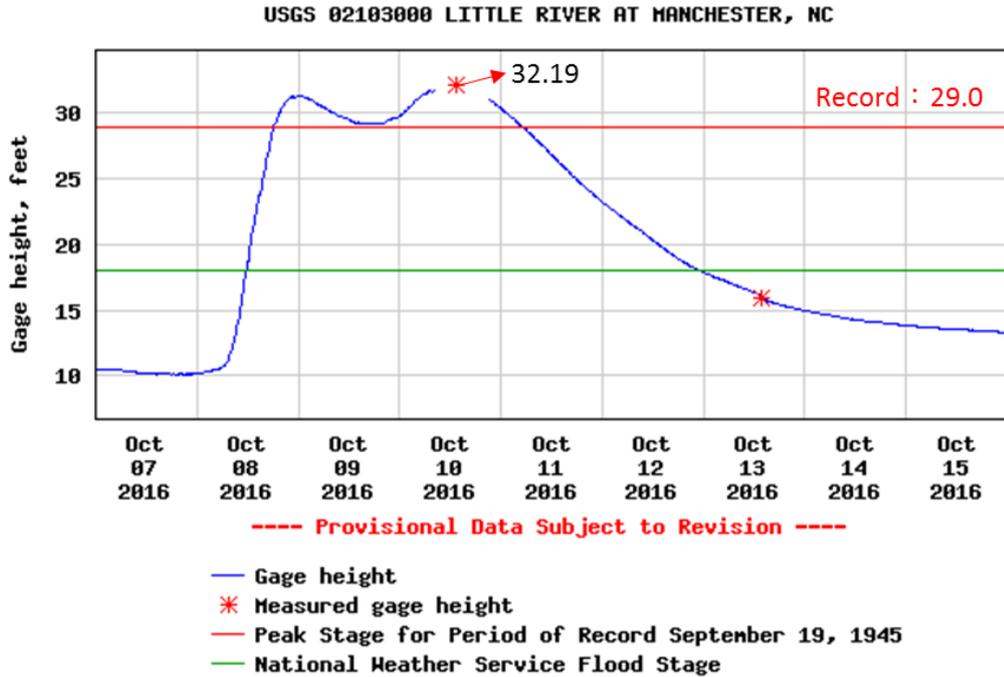


圖 3 北卡羅萊卡州Lower Little River水位測站(資料來源:USGS)

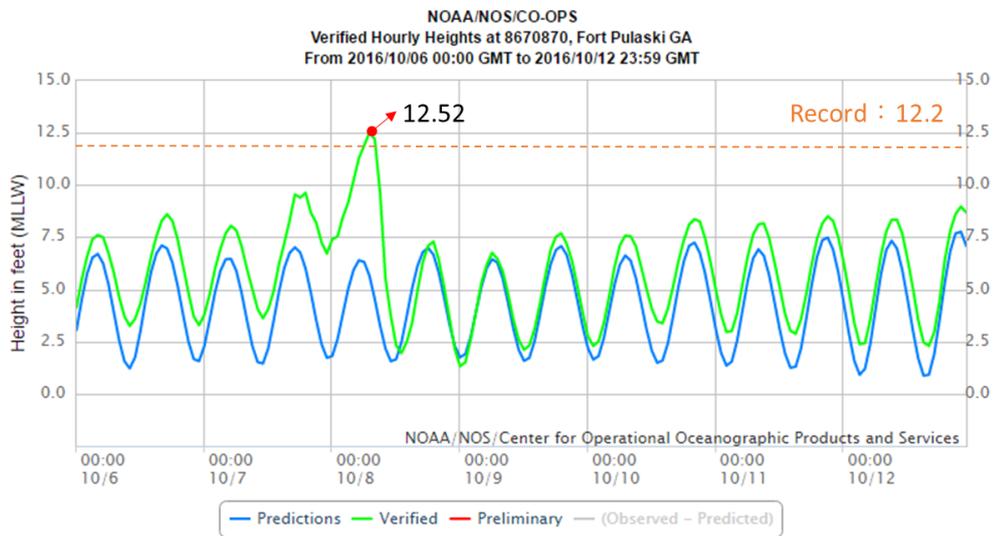


圖 4 喬治亞州Fort Pulaski潮位測站(資料來源:NOAA)

二、 海地災情探討

海地是馬修颶風事件中受到衝擊最為嚴重的國家，以下將針對海地背景及災情進行深入討論：

1. 海地背景說明

海地為我國邦交國之一，其位於加勒比海第二大島伊斯帕尼奧拉島西半部，東與多明尼加共和國(Dominican Republic)接壤，首都為太子港(Port-au-Prince)，國土面積約 27,750 平方公里，總人口約 1,100 萬人^[19]，全世界人口密度排行第 22 名(389 人/平方公里^[21])，人類發展指數(HDI)第 163 名(0.483^[21])，2015 年國內生產總值(GDP)第 138 名(8,765 百萬美元^[20])，每天有超過 600 萬海地人日收入不到 2.42 美元(相當於 77 元台幣)，係美洲最貧窮的國家。海地的人口大多集中於沿海地區，建築以簡陋的泥牆及金屬板或棕櫚葉鋪作屋頂的形式構成為主，普遍接受教育機會低，全國識字率僅 60.7%，在資訊傳遞上仍倚靠口頭為主。

而位於地震活躍且好發颶風區的海地，除了因長年累月嚴重的森林砍伐，使得植被覆蓋低、土壤沖蝕高，再加上過去歷經多場重大災害，如 2010 年 1 月地震規模 7.0 的強震，造成近 20 萬人死亡，並於同年 10 月爆發霍亂，截至 2016 年已造成 80 萬人感染、近萬人死亡；2012 年又遭珊迪(Sandy)颶風重創首都太子港，造成近百人死亡；而

後連續 3 年又因聖嬰現象影響，導致海地有 80% 的地區遭受乾旱威脅。在這樣一個低人類發展指標、高天然及人為災害風險、在經歷 2010 年地震重建、霍亂及乾旱肆虐的國家，當遇到馬修這樣強烈颶風再度撲襲而來，無疑是再次地雪上加霜，加劇傳染病蔓延及重建之路的困難，也是此次颶風在海地造成如此重大死傷與損失的潛在原因。

2. 海地災害概述

馬修颶風在 10 月 4 日以四級颶風的強度登陸海地西南部 Tiburon 半島，不但摧毀了當地大量建築物，大多數人更受到海水暴漲、遭斷裂樹枝擊中而死亡，強風及豪雨也造成多處洪水及崩塌發生，影響道路通行，使得人民疏散及救援更加困難；並且，也因大水氾濫，洪水與汗水混雜，人民無法取得乾淨的用水，加劇了霍亂等傳染病爆發的風險。南部主要城市熱赫米(Jérémie)更高達 80% 的建築遭到風雨摧毀，近乎滅城；而作為太子港首都和國家的受災南部地區之間重要聯結的拉迪格大橋(La Digue bridge)，更於 10 月 4 日在風暴中倒塌，使得西南部半島一度形成孤島局面，面臨疏散及救援困難，資訊與物資傳遞大受阻礙。

根據海地政府官方初步評估報告，截至 10 月 13 日統計，海地經

證實的死亡人數為 546 人，未經證實死亡人數則高達 1600 人以上^[4]；而截至 11 月 11 日統計，約 212 萬人受到影響，又以 Sud, Grand' Anse 省份受影響最大，占海地人口的 12%^[2]，其中，有約 17 萬人被安置於臨時避難所、約 175 萬人仍流離失所；約 150 萬人需要人道救援，其中以 Grand' Anse 省份最多，有超過 80% 的人口需要人道救援^[5]。根據 UNOCHA 報告，海地經濟損失初步估計達 18.9 億美元(相當於 610 億元台幣)。而馬修颶風對於海地的破壞，可歸因於：颶風行進路徑近及風力強度大、海地當地建築物脆弱及多暴露於洪水及崩塌高風險區位^[1]。圖 5 為海地有 120 萬人以上的人口暴露在每小時 90 公里以上的極端風速影響範圍內，圖 6 為海地有 200 萬人以上的人口受到極端降雨影響，而圖 7 為海地有約 78 萬人口暴露於中高洪水風險影響範圍中^[1]。圖 8 為風災期間拉迪格大橋倒塌後，民眾冒險穿越洪水暴漲的河川，以及災後南部城市熱赫米街道滿目瘡痍；圖 9 為災後衍生乾淨水源缺乏問題，以及物資拮据而引起民眾爭搶的狀況。

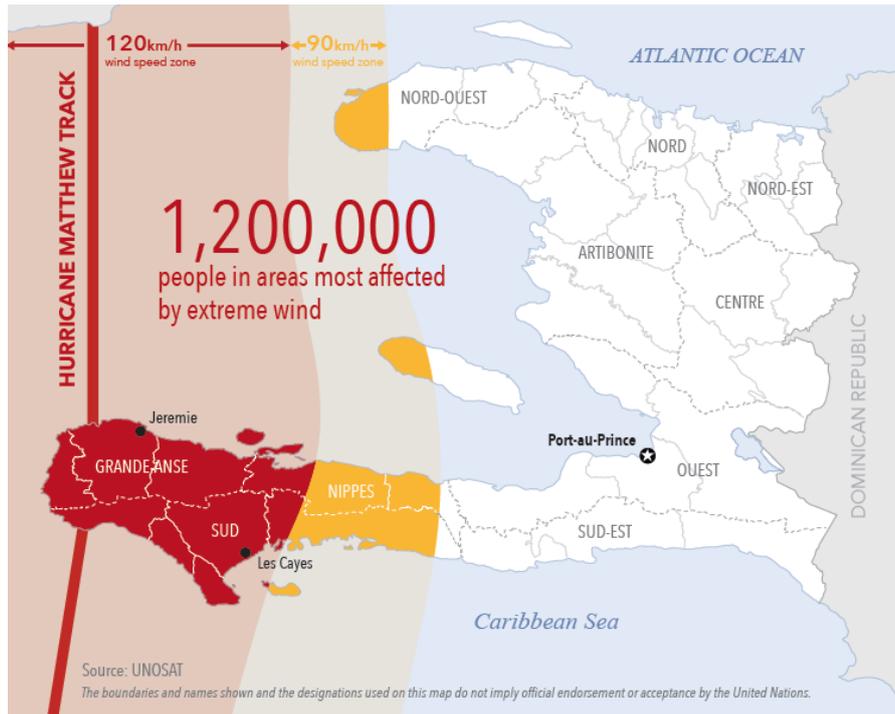


圖 5 海地受極端風速影響範圍及人口(資料來源:UNOCHA)

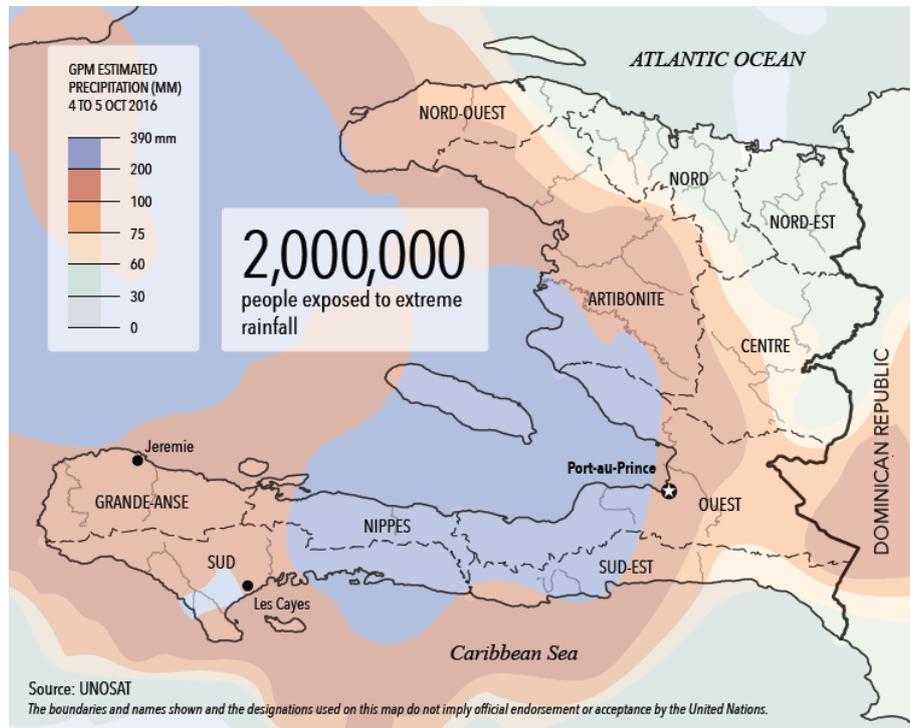


圖 6 海地於 10 月 4-5 日受極端降雨影響範圍及人口
(資料來源:UNOCHA)

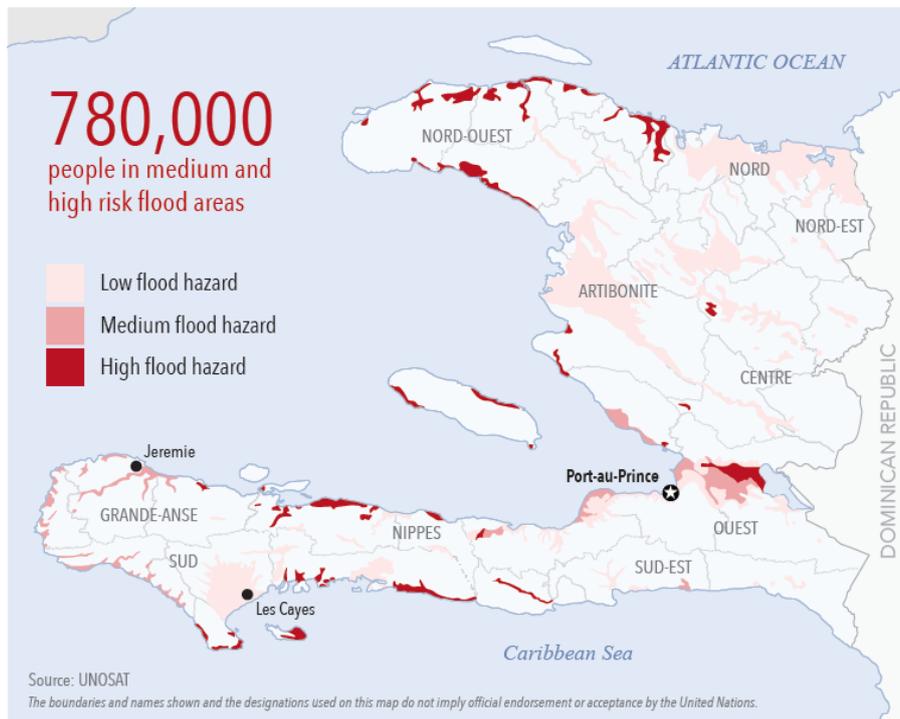


圖 7 馬修颶風在海地造成的淹水風險分布(資料來源:UNOCHA)



圖 8 馬修颶風在海地造成的災情照片，左為因拉迪格大橋倒塌，居民冒險過河(資料來源:UNOCHA)，右為熱赫米市區災情(資料來源:CNN)



圖 9 馬修颶風在海地造成的災情照片，左為風災後缺乏乾淨水源(資料來源:UNOCHA)，右為居民爭搶物資(資料來源:路透社)

3. 海地政府作為及各國人道救援組織

海地政府於 10 月 3 日發出紅色警報，正式要求聯合國援助。聯合國及世界各國共捐贈 1.2 億美元(相當於 37.9 億元台幣)的急難救助金，來協助海地的救難行動，以因應後續需求。圖 10 為人道救援組織的主要 10 項需求目標^[1]，包括了：(1)糧食安全、營養和緊急農業、(2)水資源分配、(3)緊急避難場所和必要的非食品項目、(4)健康、(5)保護、(6)後勤物流和緊急通信、(7)早期重建與生計、(8)教育、(9)協調和支助服務、(10)位置追蹤服務等，其中又以糧食安全所需急難救助金最多，其次為水資源分配和避難場所安置。而海地政府及人道救援組織又將執行重點分為以下四點：(1)提供即時的緊急援助給受影響的居民。根據加勒比海災害緊急管理局(CDEMA)於 10 月 31 日統計，有 140 萬人面臨糧食不安全，其中 80.6 萬人需要緊急糧食援助，並已提供了全國各地受影響地區約 788.54 公噸的援助^[18]；(2)協

助恢復受影響地區的生計及基礎設施服務。截至 11 月 16 日，水資源單位已經在 Grand' Anse, Nippes 和 Sud 等受影響地區建立近 30 個移動式水資料處理設備，為至少 10 萬人提供乾淨的飲用水源。另外，協助道路搶通以利救援物資送入受影響區域。而學校方面，初步評估顯示有 774 所校舍遭到損毀，教育部考慮與工程學校合作，對受損建築物進行技術評估；(3)減少洪水影響區域的霍亂和其他由水傳染疾病的風險。根據 UNOCHA 資料指出，目前 Grand'Anse 及 Sud 已有 90%的目標人口在 11 月 8 日至 18 日之間完成了霍亂疫苗接種；除此之外，熱赫米(Jérémie)也建起大型公墓，暫時舒緩傳染病爆發的風險；(4)確保婦女平等參與決策。

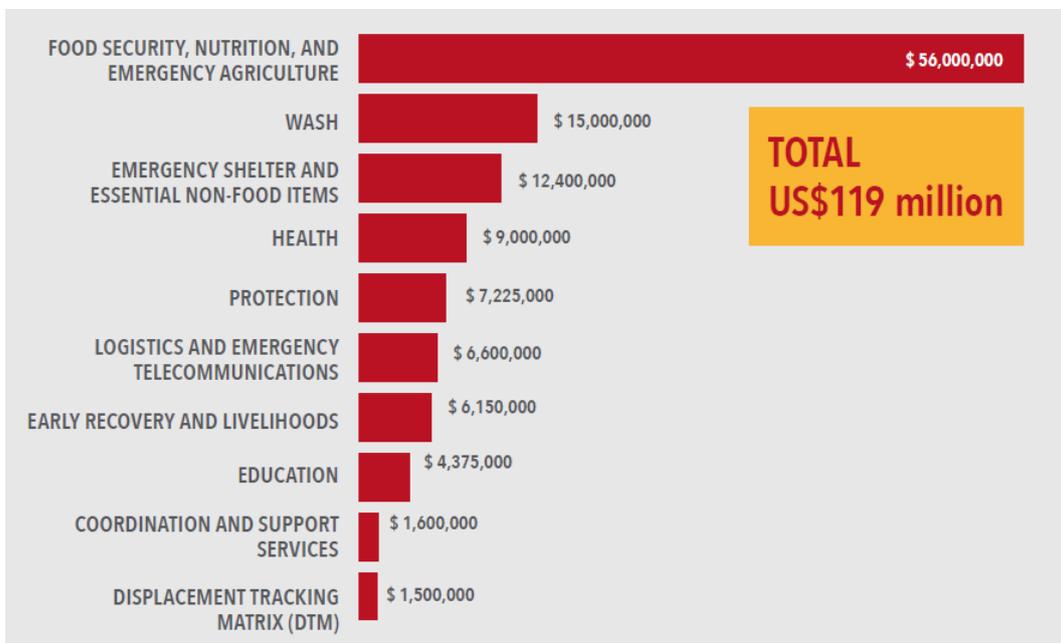


圖 10 每項需求目標所分配到的援助金額 (資料來源:UNOCHA)

三、 整體事件衝擊影響

馬修颶風除了在海地造成災情外，沿途行進嚴重衝擊到中、北美洲地區多個國家，主要受影響的國家包括：多明尼加共和國(Dominican Republic)、海地(Haiti)、委內瑞拉(Venezuela)、哥倫比亞(Colombia)、古巴(Cuba)、牙買加(Jamaica)、巴哈馬(The Bahamas)、美國(United States)、加拿大(Canada)及等 8 個國家。美國總統歐巴馬在颶風登陸前便宣布進入緊急狀態，美國東南沿岸包括：佛羅里達、喬治亞、南、北卡羅萊納四州約 300 萬人接到緊急撤離的指令，移往內陸地區，核電廠關閉，全美航空大亂，約有 3,000 班由佛羅里達和亞特蘭大起飛的班機取消^[13]，總計有逾 1,200 萬美國居民受到颶風的影響^[12]，強風、暴雨及風暴潮更造成北卡羅來納州、南卡羅來納州及喬治亞州地區多處積淹水^[14]。古巴則於颶風登陸前已緊急疏散 130 萬居民，所幸無傳出重大傷亡，而其他貧困國家如海地及其鄰國多明尼加共和國卻沒如此幸運，強風加上豪雨，災區景象猶如斷垣殘壁^[12]。此次颶風事件總計造成 8 個國家約 1,658 人死亡、2,940 萬人受影響、超過 125.8 億美元(相當於 4,030 億元台幣)的經濟損失，其中又以海地的死傷最為嚴重，而美國的經濟損失及受影響人口為最高，各國死亡人數與經濟損失如表 1 所示；圖 11 則為馬修颶風在各國所造成之災害照片。

表 1 綜整馬修颶風對各國衝擊影響

國家	死亡人數	受影響人數 (million)	經濟損失 (billion USD)
多明尼加共和國	4	--	--
海地	546-1600+	2.00	1.89
古巴	4	1.00	2.58
牙買加	0	--	--
巴哈馬	0	0.40	0.60 +
美國	49	26.00	7.50
加拿大	0	--	0.0076 +
哥倫比亞	1	--	--
總計	604-1658+	29.40	12.58 +

數據來源：Wiki^[15]、CEDIM^[4]

備註：以海地的死亡人數為例，經過海地政府已證實死亡人數為 546 人，加上未經證實死亡人數則高達 1600 人以上，以「+」表示。

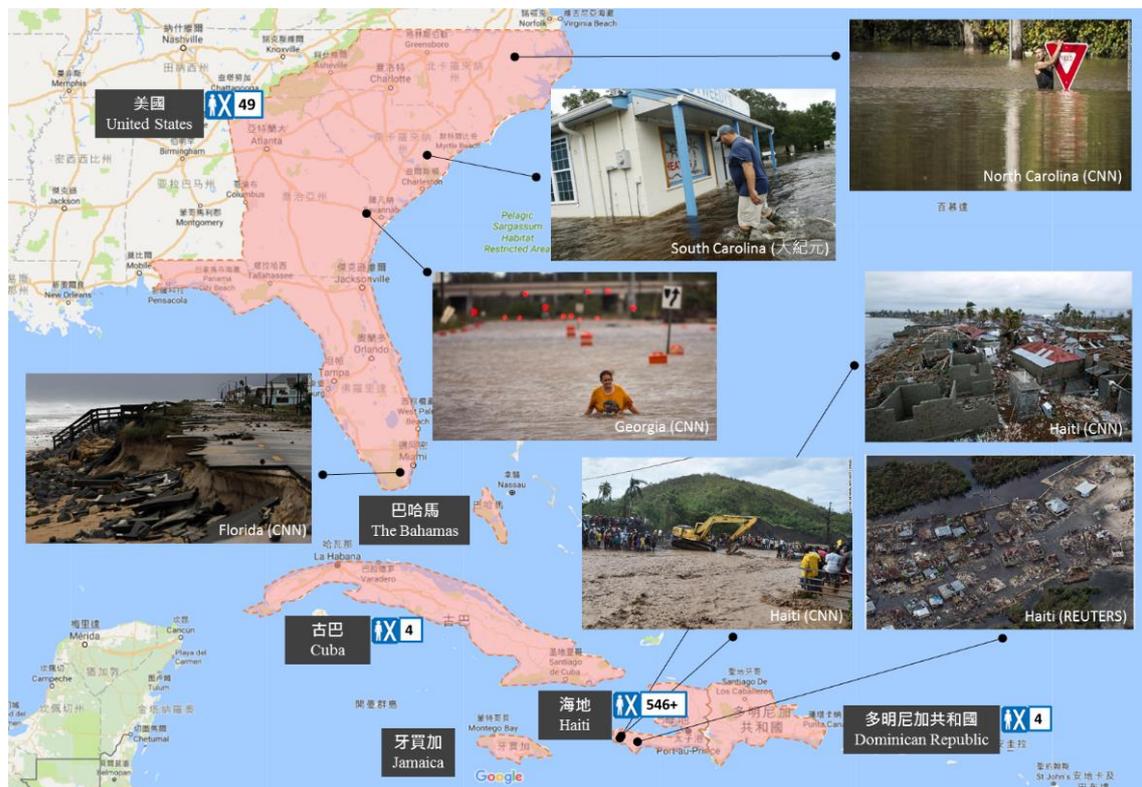


圖 11 馬修颶風影響地區及災害照片(資料來源:災防科技中心整理)

四、 結論

歷時 12 天的超強颶風馬修，挾帶極端強風豪雨，一路由南而北登陸了海地、古巴、巴哈馬及美國北卡羅萊納州等地，不但打破沿途局部地區的雨量、水位及潮位測站的歷史紀錄，更造成了各國多處崩塌、洪水及風暴潮災害的發生。總計造成中、北美洲多達 8 個國家約 1658 人死亡、2,940 萬人受影響、超過 125.8 億美元的經濟損失，其中又以海地最為嚴重。海地政府也於災後提出聯合國人道救援組織的要求，世界各國共捐贈 1.2 億美元(相當於 37.9 億元台幣)的急難救助金，來協助海地的救難行動。

而馬修颶風對於海地的破壞，除了可歸因於本身落後現象，包括低人類發展指標、建築物脆弱及其暴露於洪水及崩塌高風險區位、並仍在經歷 2010 年地震重建、霍亂及乾旱肆虐等不安全條件下，加上馬修颶風行進路徑近、風力強度大，都是造成此次死傷及損失嚴重的致命原因。

參考文獻

- [1]UNOCHA (<http://www.unocha.org/>)
- [2]Acaps (<https://www.acaps.org/>)
- [3]UNOSAT-UNITAR (<https://unitar.org/unosat/>)
- [4]CEDIM (<https://www.cedim.de/english/13.php>)
- [5]USAID (<https://www.usaid.gov/>)
- [6]CNN
(<http://edition.cnn.com/2016/10/10/us/weather-matthew/index.html>)
- [7]地球圖輯隊(<https://dq.yam.com/post.php?id=3167>)
(<https://dq.yam.com/post.php?id=6692>)
- [8]環境資訊中心(<http://e-info.org.tw/>)
- [9]大紀元(<http://www.epochtimes.com/b5/16/10/7/n8375127.htm>)
- [10]聯合新聞網(<http://udn.com/news/story/6809/2010779>)
- [11]風傳媒報導(<http://www.storm.mg/article/174773>)
- [12]自由時報(<http://news.ltn.com.tw/news/world/paper/1039317>)
- [13]EToday
(<http://www.ettoday.net/news/20161007/788903.htm#ixzz4MMve0MR1>)
- [14]Floodlist
(<http://floodlist.com/america/usa/usa-hurricane-matthew-leaves-11-dead-flooding-4-states>)
- [15]Wiki (https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Matthew)
- [16]中時電子報(<http://photo.chinatimes.com/20151026004395-260809>)
- [17]中時報導
(<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20161007002480-260408>)
- [18]CDEMA (<http://www.cdema.org/>)
- [19]中華民國外交部(<http://www.mofa.gov.tw/default.html>)
- [20]The World Bank(<http://data.worldbank.org/>)