

2019 年多利安(Dorian)颶風對巴哈馬和美國的影響

施虹如、陳偉柏、傅鑣漩、蘇元風、張志新

國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

摘要

多利安(Dorian)颶風為 2019 年大西洋海域上所紀錄到最強烈的颶風之一，其以最大持續風速每小時 295 公里的強度在巴哈馬群島登陸，滯留將近 36 小時之久，隨後降為三級颶風，沿著美國東南部及加拿大東岸海域往北移動，所到之處造成當地嚴重的淹水災害、房屋破壞及人員傷亡。整場事件共造成巴哈馬及美國至少 71 人死亡、282 人失蹤，初估經濟損失達 82 億美元，其中又以巴哈馬所占的死傷及經濟損失最甚，為巴哈馬有紀錄以來損失最慘重的災害事件。

一、 災害概述

2019 年 8 月 23 日於巴巴多斯(Barbados)東南東距離 1,300 公里處生成一熱帶低氣壓，並沿著小安地列斯群島(Lesser Antilles)移動並持續增強，於 8 月 24 日提升為熱帶風暴且被命名為多利安(Dorian)颶

風。多利安颶風於 9 月 1 日當時的最大持續風速每小時 295 公里(超過五級颶風下限¹)登陸位於巴哈馬北部的阿巴科群島(Abaco Islands)，造成馬施港(Marsh Harbour)暴潮溢淹，多處出現道路中斷、屋頂破損、停電與停水災情；2 日凌晨 3 時多利安颶風最大持續風速降為每小時 285 公里(超過五級颶風下限¹)，並肆虐大巴哈馬島(Grand Bahama)，隨後移動速度減緩，行經巴哈馬群島歷經超過 36 小時，而滯留於大巴哈馬島將近 24 小時，直至 3 日上午，因海溫影響，多利安颶風最大持續風速雖然減弱至每小時 195 公里，但仍為三級颶風¹，並朝向美國東部沿海地區移動。由於歷時長，對於當地破壞加劇，夾帶強風與風暴潮(高達 7 公尺)，造成大規模淹水，水深達 2 公尺，房屋嚴重破壞，其中，佛里波特(Freeport)國際機場遭受淹水而暫停航班，也使得巴哈馬政府與國際援助無法第一時間進駐給予救援。^[1]

在穿越巴哈馬群島後，多利安颶風持續沿著美國東南部及加拿大東岸移動。自 8 月 28 日起，位於美國東部的佛羅里達州(Florida)、喬治亞州(Georgia)、南、北卡羅萊納州(South Carolina, North Carolina)便陸續發布州緊急狀態、颶風警戒以及沿海地區風暴潮警戒，直到 9

¹美國係採用薩菲爾-辛普森颶風風力等級(Saffir-Simpson Hurricane Wind scale, SSHWS)，以一分鐘平均風速當作持續風速來區分颶風等級，「一級颶風」最大持續風速介於每小時 119-153 公里，「二級颶風」最大持續風速介於每小時 154-177 公里，「三級颶風」最大持續風速介於每小時 178-208 公里，「四級颶風」最大持續風速介於每小時 209-251 公里，「五級颶風」最大持續風速為每小時 252 公里以上。

月 2 日統計，沿海地區遭強制撤離達 100 萬餘人。4 日，多利安颶風於距離佛羅里達州東邊 150 公里處以二級颶風的強度通過，大雨、強風與風暴潮影響佛羅里達州中部海岸及南卡羅來納州北部與中部地區，部分地區傳出停電。6 日，多利安颶風最大持續風速雖已減弱為每小時 150 公里(仍屬一級颶風¹)，大雨、強風和風暴潮影響北卡羅萊納州的沿海地區，7 日，強度減弱為溫帶氣旋，直至 10 日才消散。

截至 10 月 11 日統計，此次颶風共造成巴哈馬至少 61 人死亡、282 人失蹤，初估經濟損失至少 70 億美元，可列為巴哈馬有紀錄以來損失最慘重的災害；而在美國則造成 10 人死亡、25 萬戶停電、300 萬人遭撤離，初估經濟損失約 12 億美元。

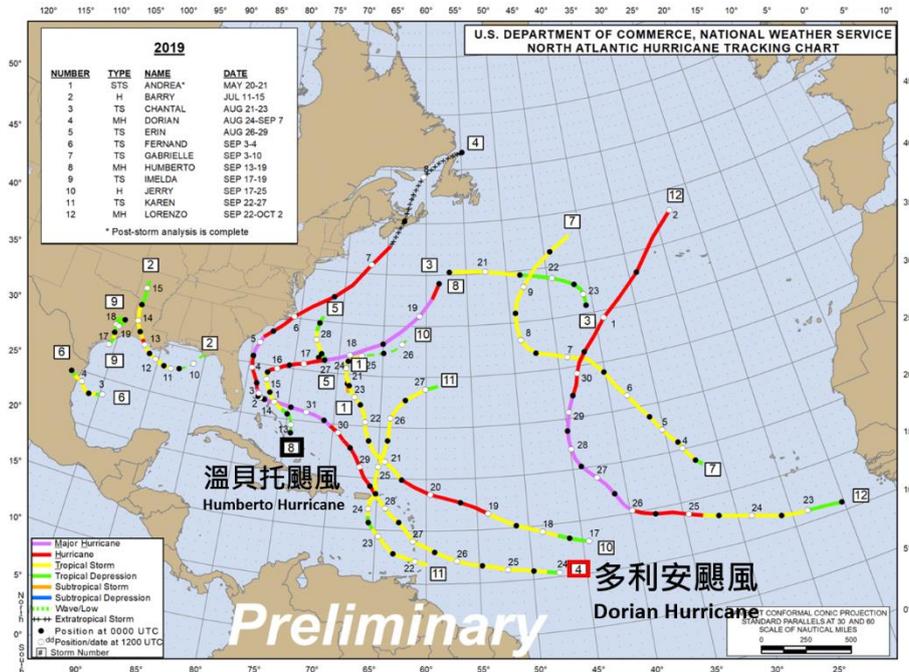


圖 1 多利安(Dorian)颶風與溫貝托(Humberto)颶風路徑(資料來源：

National Hurricane center and Central Pacific hurricane center)^[4]



圖 2 透過Aqua衛星所拍攝 2019 年 9 月 1 日多利安颶風於巴哈馬群島的MODIS自然色影像，此時多利安颶風已是五級颶風
(資料來源：NASA Earth Observatory)^[10]

二、 海氣象分析

1. 降雨量

圖 3 乃根據美國國家颶風中心推估，自 8 月 27 日至 9 月 9 日上午 6 時，多利安颶風的累積降雨量分布情形，可發現颶風所到之處，皆降下 250 毫米至 900 毫米的雨量。其中，北卡羅萊納州上方的紅色圓圈則表示 9 月 5 日颶風伴隨龍捲風發生的位置與數量。

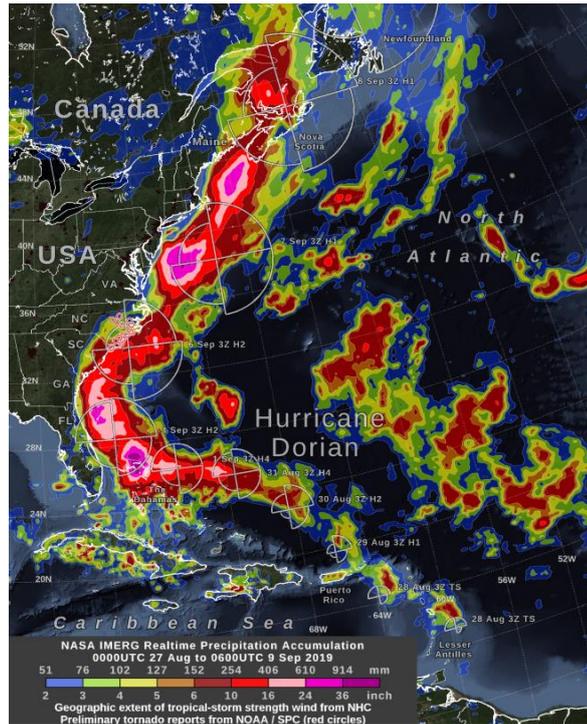


圖 3 多利安颶風於 8 月 27 日至 9 月 9 日上午 6 時所累積的降雨量分布情形，其中北卡羅萊納州上方的紅色圓圈則表示 9 月 5 日颶風伴隨龍捲風發生的位置與數量(資料來源：NASA Goddard)

2. 潮位

根據 NOAA 資料顯示，在多利安颶風侵襲期間，於大巴哈馬島 9 月 2 日 21 時 46 分(UTC)測得暴潮達 2.2 公尺；而在美國喬治亞州於 9 月 5 日 3 時 13 分(UTC)測得 1.2 公尺的暴潮，如圖 4 所示。表 1 為巴哈馬群島各區受到多利安颶風之強風、降雨及風暴潮所暴露的人口數量情形，其中，又以大巴哈馬島西部地區受影響人次為最多，其暴露在颶風等級為 1-2 級約 19,542 人，3-5 級約 22,727 人；暴露在累積降雨達 100 毫米至 500 毫米之間的有 42,269 人，當地測得最大暴潮

達 6.8 公尺。

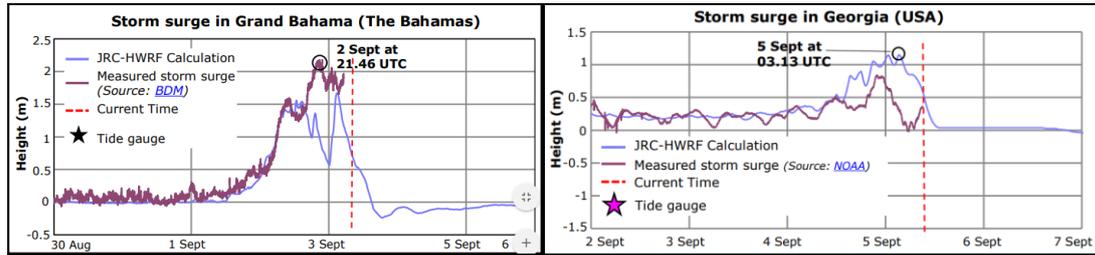


圖 4 左圖為大巴哈馬於 9 月 2 日所測得 2.2 公尺的暴潮，右圖為 9 月 5 日所測得 1.2 公尺的暴潮 (資料來源：ERCC/NOAA)

表 1 巴哈馬群島各區受到多利安颶風之強風、降雨及風暴潮所暴露的人口數(資料來源：ERCC/JRC, GDACS, NOAA-HWRF, NASA-GPM)

District	Wind <u>Hurricane Category</u>		Rainfall Accumulation (mm)		Max Storm Surge (m)
	1-2	3-5	100-500	> 500	
Berry Island			881		0.2
Central Abaco		15,319	10,400	4,919	1.9
City of Freeport		11,557	11,557		0.9
East Grand Bahama		547	247	299	6.8
Grand Cay		11		11	n.a.
Hope Town					1.7
Moore's Island		68		68	1.1
North Abaco		3,721		3,721	3.9
South Abaco	248	334	582		1.4
West Grand Bahama	19,542	22,727	42,269		6.8

三、 衝擊影響

多利安颶風為 2019 年大西洋上最強的颶風，也是繼 1935 年以來以最大持續風速達每小時 295 公里強度登陸的颶風，橫掃加勒比海國家，包括：小安地列斯群島、美屬維京群島、波多黎各及美國東南部

沿海，總共造成至少 71 人死亡，其中又以巴哈馬群島遭受衝擊最為嚴重，其次為美國東部沿海地區，以下將詳細說明。

1. 巴哈馬群島

巴哈馬為位於美國佛羅里達州東南面的大西洋島國，全國擁有 700 座島嶼，總人口數約 32 萬千餘人(2014 年統計)，其首都拿騷(Nassau)則位於該國人口最多、最密集的新普羅維登斯島(New Providence)，該島最高海拔僅五公尺，多處地區於 2017 年遭瑪麗亞(Maria)颶風重創後而持續復原中。在這樣一個災後重建中、海拔低平、人口稀疏的國家，又受到多利安颶風直接貫穿與長達 36 小時的滯留，其損害情形無疑是雪上加霜。多利安颶風於 9 月 1 日至 3 日陸續在阿巴科島的馬施港及大巴哈馬島登陸，所到之處無不受到強風及豪雨肆虐，造成巴哈馬群島大規模暴潮溢淹，及大量房屋遭受嚴重破壞，如圖 5 及圖 6 所示。圖 7 為巴哈馬阿巴科島的馬施港地區(Marsh Harbour)遭颶風受災前後比較。此次受影響最大的地區為阿巴科島及大巴哈馬島，其中，阿巴科島上有 90% 的房屋及基礎設施遭到毀壞，許多房屋仍未通電。而大多數居民已撤離至新普羅維登斯島，而首都拿騷的避難收容所已達最大容量，美國佛羅里達州也一度協助民眾轉移到當地做收容。

根據巴哈馬國家緊急事務管理局(The National Emergency Management Agency, 簡稱 NEMA), 災後的每日/周會發布一則目前災害現況與復原情形, 圖 8 即為截至 10 月 11 日官方統計的死亡人數及收容情形。^[6] 截至 10 月 11 日統計, 巴哈馬群島的死亡人數達 61 人、至少 282 人失蹤, 其中包括阿巴科 52 人及大巴哈馬 9 人, 初估經濟損失約 70 億美元。另外, 在收容情形, 新普羅維登斯島(New Providence)開設 6 處避難所, 收容人次約 895 人, 其餘大巴哈馬島及阿巴科島則因當地房屋受損嚴重而停止開設。

災後, 國際上也提供許多援助, 根據 NEMA 截至 10 月 21 日統計, 透過企業、私人名義、外國政府、地方政府、NGO 團體及非營利組織等, 一共募集約 740 萬美元, 用於救災與重建復原工作, 如圖 9 所示。

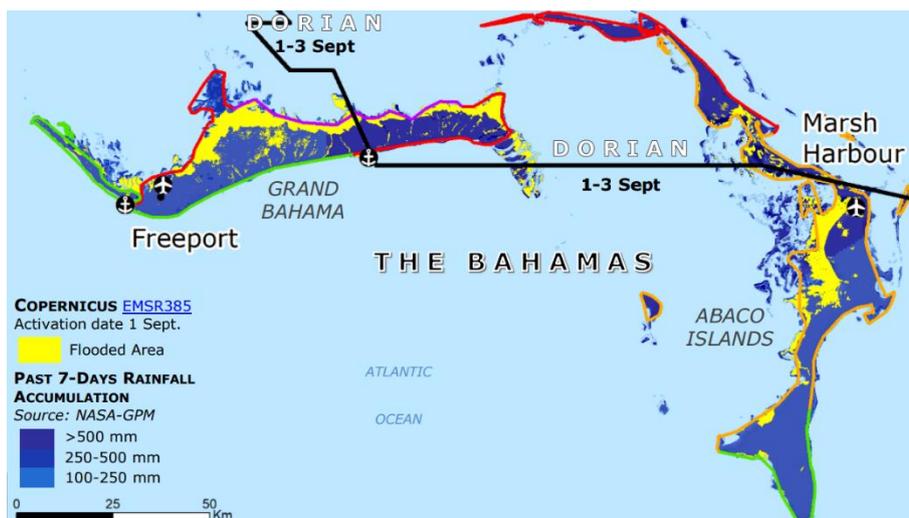


圖 5 多利安颶風行經路徑以及由衛星影像判釋出 9 月 1 日多利安颶

風造成的淹水範圍，黃色色塊代表溢淹區塊，藍色色階為過去 7 日的累積降雨分布(資料來源：ERCC/COPERNICUS)

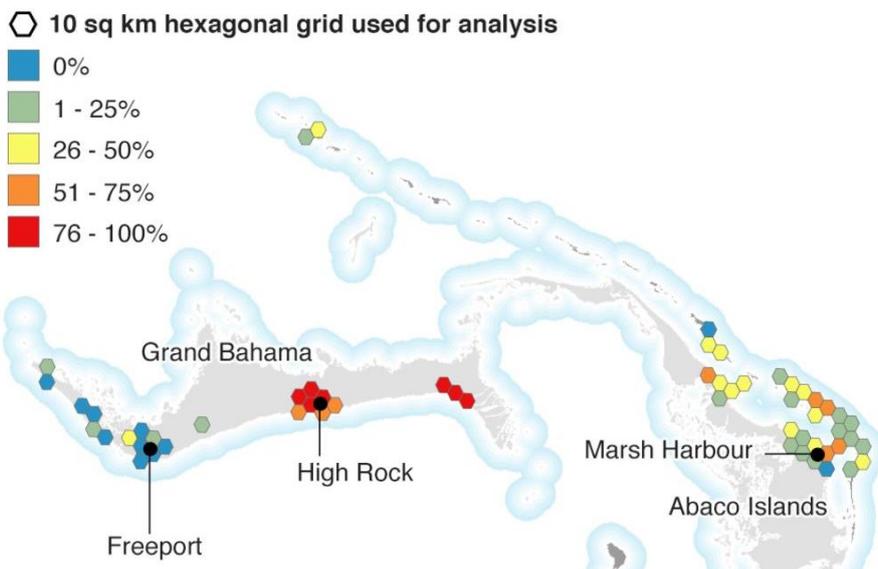


圖 6 根據 9 月 7 日衛星影像判釋巴哈馬房屋受損情形，顏色表示房屋受損的程度，其中紅色最為嚴重，代表房屋受損率達 76% 至 100% (資料來源：Map Action/BBC)^[8]



圖 7 巴哈馬阿巴科島的馬施港地區(Marsh Harbour)遭颶風受災前後比較圖(資料來源：Pacific Disaster Center)^[12]

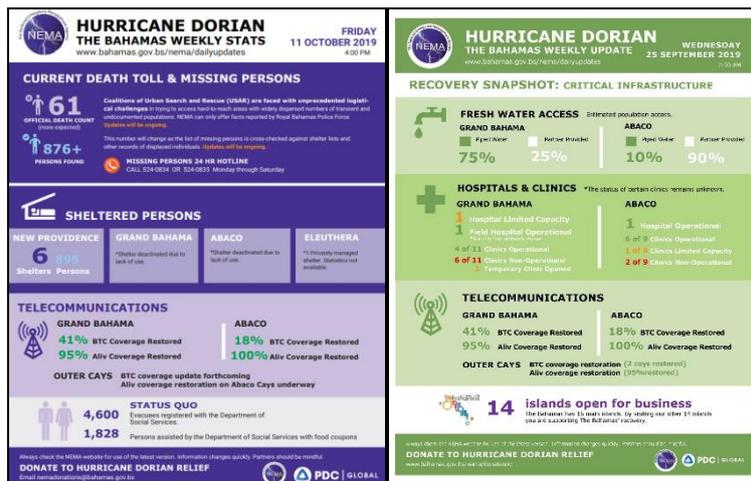


圖 8 NEMA 所發布巴哈馬每日/周災情復原與現況統計報導
(資料來源：NEMA)^[6]



圖 9 截至 10 月 21 日統計國際上針對多利安颶風給於巴哈馬的災後援助(資料來源：NEMA)

2. 美國東部沿海

根據美國國家颶風中心自 8 月 28 日至 9 月 2 日每日所發布的多利安颶風路徑預報 (圖 10) 顯示，原先 8 月 28 日所預測的多利安颶風將會直撲波多黎各及佛羅里達州，有鑑於波多黎各於 2017 年遭受

瑪麗亞(Maria)颶風重創尚未復原，美國當局便針對波多黎各發布颶風警戒，波多黎各也宣布緊急狀態並部屬了大量發電機、灑水車、庇護所及電力維護工人等災前準備；而佛羅里達州、喬治亞州、南卡羅萊納州及北卡羅萊納州等沿海地區也相繼宣布州緊急狀態，提醒民眾盡早撤離。8月29日，多利安颶風預報路徑向東北偏修正，最後自波多黎各東北方一處小島庫萊布拉島(Culebra)擦過，造成當地2萬3千餘戶停電、1人死亡。而後，8月31日至9月2日，多利安颶風的路徑預報仍持續向東偏修正，最後並未登陸佛羅里達州，而改為沿著美國東部海岸往北移動，然而，有巴哈馬群島的前車之鑑，美國當局不敢掉以輕心，沿海四個州，包括：佛羅里達州、喬治亞州、南卡羅萊納州及北卡羅萊納州，除了持續發布州緊急狀態、颶風警戒與風暴潮警戒，關閉國際機場航線，並強制撤離沿海居民達約100萬人次。9月3日，多利安颶風減弱為三級颶風，仍帶給美國東南沿海地區強風、豪雨、龍捲風及風暴潮等影響，使得多處淹水、房屋損毀及停電災情陸續傳出。截至10月9日統計，颶風造成美國10人死亡，初估經濟損失12億美元。

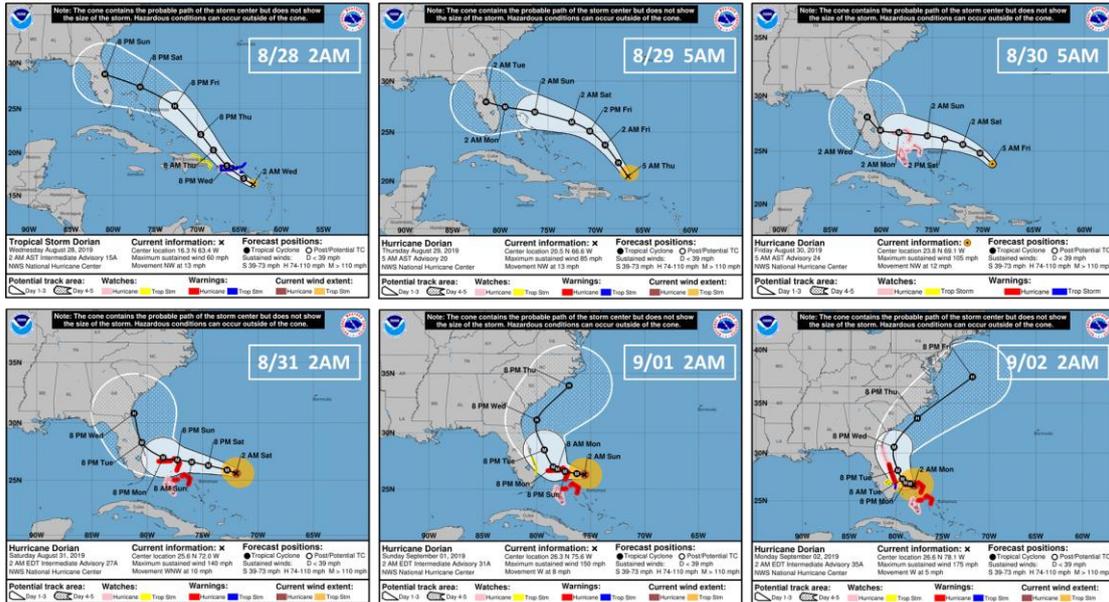


圖 10 美國國家颶風中心自 8 月 28 日至 9 月 2 日每日所發布的多利安 (Dorian) 颶風路徑預報(資料來源：美國國家颶風中心)^[4]



圖 11 左圖為 9 月 6 日於北卡羅萊納州薩爾沃(Salvo)一處道路淹水情形(資料來源：法新社)^[13]，右圖為北卡羅萊納州的翡翠島(Emerald Isle)於 9 月 5 日遭龍捲風破壞後情形(資料來源：美聯社)^[13]

四、 結論

綜整此次多利安颶風會造成巴哈馬及美國東南部沿海地區災情嚴重的原因，除了受到高海溫環境的加持，使得颶風結構日益壯大外，再加上行經速度緩慢，歷時長達 36 小時之久，先是貫穿海拔低平的巴哈馬群島，夾帶強風與風暴潮，造成當地嚴重的人員傷亡，大

範圍停電、淹水、房屋破壞、道路中斷及國際機場關閉，導致當地政府及救援團體無法第一時間進行搶救；再加上，多利安颶風沿著美國東南部海岸往北移動，沿海地區雖已強制撤離約 300 萬人次，但仍受到強風、豪雨、風暴潮及龍捲風的影響，使得多處淹水、房屋損毀及停電災情傳出以至於整體災害造成至少 71 人死亡、82 億美元的經濟損失。

參考文獻

1. reliefweb <https://reliefweb.int/disaster/tc-2019-000095-dom>
2. Hurricane Dorian (2019) - Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Dorian
https://en.wikipedia.org/wiki/Effects_of_Hurricane_Dorian_in_The_Bahamas
3. OCHA(United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs)-BAHAMAS: Hurricane Dorian Situation Report No. 04 (As of 15 September 2019)
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/20190915-BS-OCHA-Situation-Report-4.pdf>
4. National hurricane center and Central Pacific hurricane center
https://www.nhc.noaa.gov/tafb_latest/tws_atl_latest.gif
5. Hurricane Humberto (2019) – Wikipedia
[https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Humberto_\(2019\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Humberto_(2019))
6. The National Emergency Management Agency(NEMA)
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/HurricaneDorianDailyBrief10-11-2019.pdf>
7. <https://reliefweb.int/report/bahamas/after-ambulances-bahamas-were-swamped-dorian-new-fleet-arrives>
8. BBC News <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-49553770>
9. Bahamas Information Services

<https://www.facebook.com/Bahamas-Information-Services-446756285357857/>

10.NASA Earth Observatory

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/145555/hurricane-dorian-pounds-the-bahamas>

11.Emergency Response Coordination Centre (ERCC)

https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM_20190905_TC_DORIAN.pdf

12.Pacific Disaster Center (PDC) <https://www.pdc.org/>

13.CNN-Dorian Hurricane photos

<https://edition.cnn.com/2019/08/28/weather/gallery/hurricane-dorian/index.html>