

## 2019 年 5 月劇烈天氣對美國中部地區衝擊的探討

郭文達、林嫩瑛、蘇元風、張志新

國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

### 摘要

2019 年 5 月 19 日至 30 日期間，美國中西部地區遭受劇烈天氣 (severe weather) 衝擊，包括：龍捲風(tornadoes)、強風(strong winds)、冰雹(hail)、暴雨(heavy rain)及洪水(floods)，導致堪薩斯州、奧克拉荷馬州、密蘇里州以及阿肯色州等部分地區災情慘重，至少造成 10 人死亡(統計至 5 月 29 日)。受到早春融雪及連續近兩週的強降雨影響，2019 年 5 月成為 125 年來第 2 多雨的月份，使得密西西比河 2 處水位測站之洪水位持續時間，打破自 1927 年大洪水以來最長一次的紀錄；此外，阿肯色河史密斯堡下游 5 處水位站的洪水位打破 90 年來的紀錄，及多處河段發生潰、溢堤，引發洪水氾濫，更進一步造成自 1992 年以來最低的玉米種植進度。

### 一、 氣象水文概述

2019 年 5 月美國中西部地區遭受劇烈天氣(severe weather)衝擊，

包括：龍捲風(tornadoes)、強風(strong winds)、冰雹(hail)、暴雨(heavy rain)及洪水(floods)，時間長達約兩周(5月19日至30日)。根據美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, 簡稱NOAA)於5月20日所公布的天氣圖(圖1)，美國中部地區上空受到西部一個低壓冷區和東南部一個非常強大的高壓區擠壓，溫暖潮濕的空氣進入美國中部，引發嚴重的雷暴(thunderstorms)和龍捲風，同時伴隨著強降雨引發洪水災情。

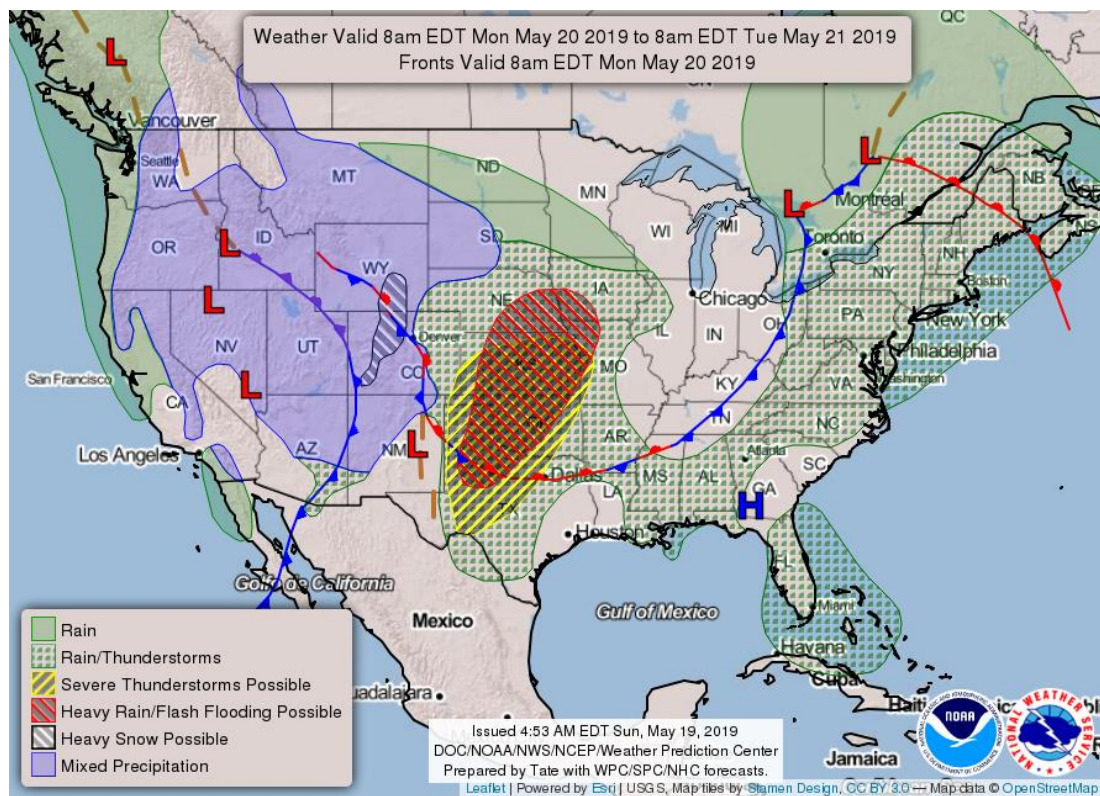
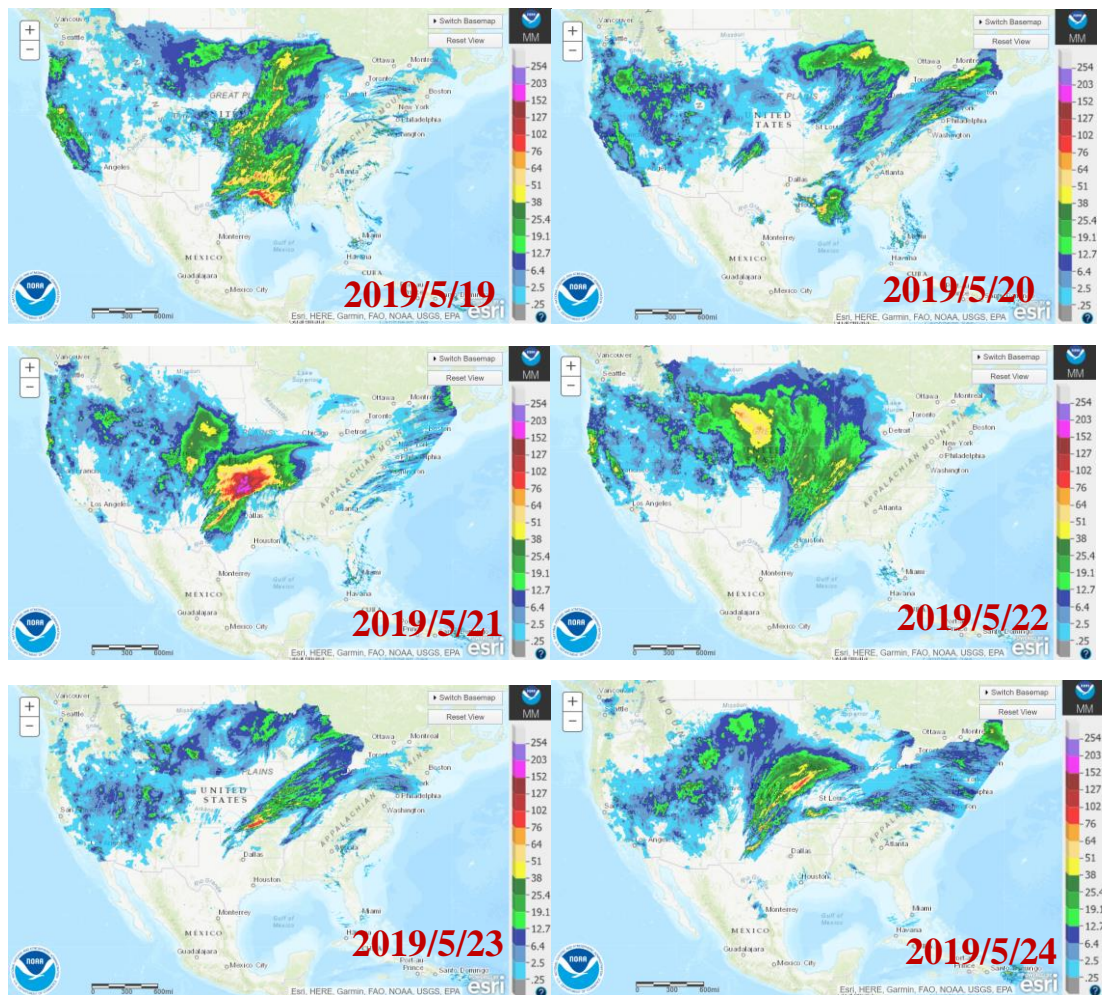


圖 1 2019 年 5 月 20 日的美國天氣系統圖(資料來源：NOAA)

圖 2 顯示美國於 2019 年 5 月 19 日至 30 日期間之每日累積雨量分布圖，明顯看出這次劇烈天氣的影響時間，長達約兩週時間。圖 3

顯示美國地區於 2019 年整個 5 月份的累積雨量分布，可明顯看出雨量集中分布在堪薩斯州(Kansas)、奧克拉荷馬州(Oklahoma)、密蘇里州(Missouri)以及阿肯色州(Arkansas)，且最高累積降雨分布於堪薩斯州東南部與奧克拉荷馬州東北部，最大累積雨量超過 500 mm。因此，流經堪薩斯州與奧克拉荷馬州之阿肯色河，受上游持續強降雨影響，大量洪水湧入，造成阿肯色河水位高漲。





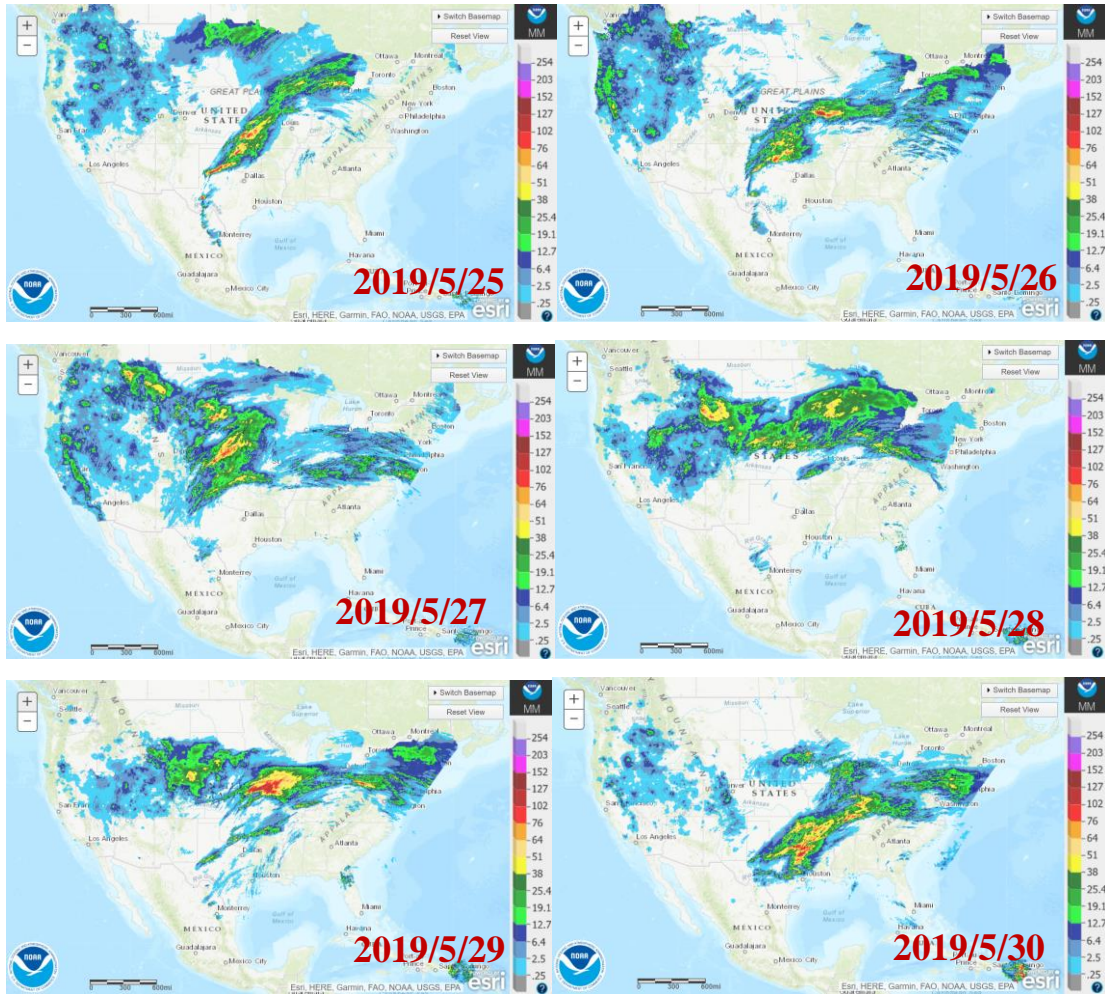


圖 2 美國於 2019 年 5 月 19 日至 30 日期間之每日累積雨量分布圖(資料來源：NOAA)

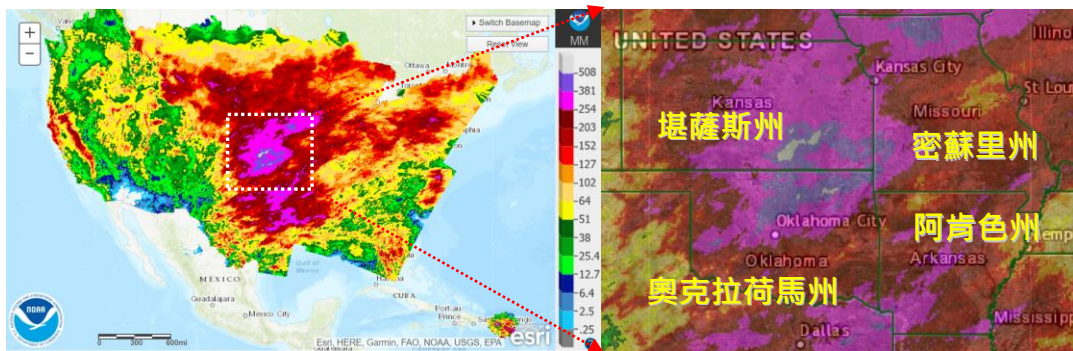


圖 3 美國於 2019 年整個 5 月份之累積雨量分布圖(資料來源：NOAA)

## 二、 洪水災情探討

### 1. 背景說明

經由圖 3 雨量分布與圖 4 密西西比河流域範圍之對照，顯見這次劇烈天氣伴隨的強降雨分布範圍，大致涵蓋整個密西西比河 (Mississippi River) 流域。根據 NOAA 提出的報告資料指出，這次劇烈天氣事件之洪水影響最嚴重的區域為奧克拉荷馬州、密蘇里州及阿肯色州的部分地區。



圖 4 美國密西西比河流域範圍(資料來源：Wiki)

根據 NOAA 統計至 5 月 31 日，美國中西部和部分南部地區，合計 370 個水位測站處於輕度洪水階段(minor flooding)以上，包含 82



個水位測站處於嚴重淹水(major flooding)(圖 5)，其中絕大多數位於密蘇里河(Missouri River)、密西西比河、阿肯色河(Arkansas River)，以及它們的支流上。此外，密西西比河與阿肯色河，在這次劇烈天氣衝擊下，打破了過去 90 年來的洪水歷史紀錄。

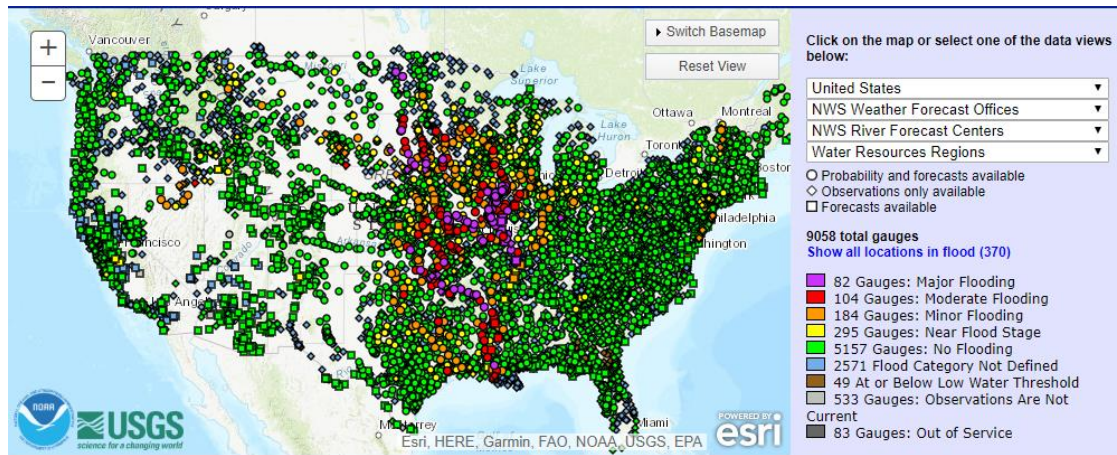


圖 5 統計至 5 月 31 日之密西西比河流域水位測站警戒(資料來源：NOAA)

## 2. 密西西比河洪水持續時間打破自 1927 年大洪水以來最長的紀錄

密西西比河共有 2 處水位測站，其洪水持續時間打破 90 年來的歷史紀錄。第一處係在路易斯安那州(Louisiana)的巴頓魯治(Baton Rouge)(地理位置可見圖 4)，圖 6 顯示該水位站之觀測水位歷線，明顯看出在 1 月 5 日時，水位已超過洪水警戒值，此後洪水雖然有 2 次退水，但是令人震驚的是，水位一直超過洪水警戒值。根據美國地質調查局(United States Geological Survey，簡稱 USGS)統計至 5 月 31 日，水位已持續保持超過洪水警戒值共 147 天，這一紀錄已超過了

1927 年的 135 天記錄(圖 7)。

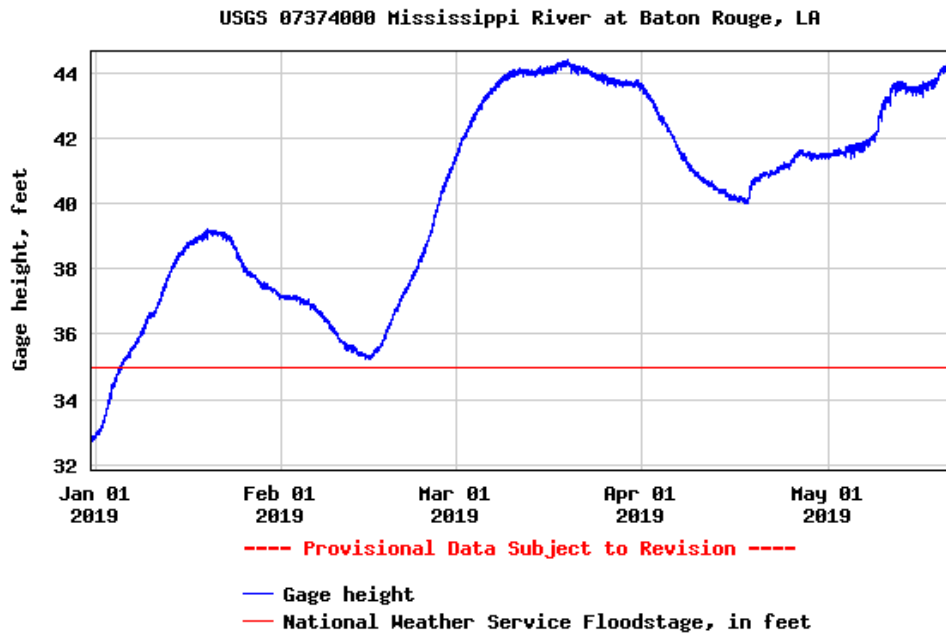


圖 6 密西西比河巴頓魯治水位站之水位歷線(資料來源：USGS)

Flood Duration Rankings for Baton Rouge, LA

Rank	Duration (days)	Year
1	147	2019*
2	135	1927
3	115	1983
4	99	1973
5	79	2011
6	74	1979
7	67	2018
8	49	1935
9	48	1937
10	47	2008
11	45	1993
12	44	1997
13	41	1994
14	40	1939
15	38	1949
16	37	1991
17	36	2017
18	35	2015
18	35	1944
20	32	1975
21	31	1974

圖 7 密西西比河巴頓魯治水位站之歷史洪水持續時間統計(資料來源：NOAA, USGS)

另一打破紀錄的測站位於密西西比州之維克斯堡(Vicksburg)(地理位置可見圖 4)。圖 8 顯示其水位歷線，依據 USGS 資料指出，自 2

月 17 日開始，水位已超過洪水警戒值，這是自 1927 年以來在維克斯堡最長的洪水持續時間。

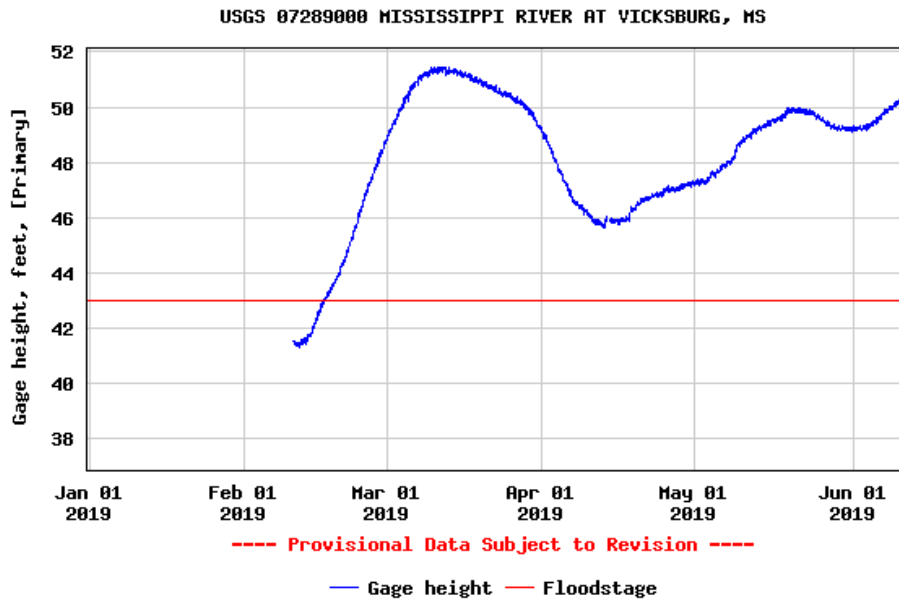


圖 8 密西西比河維克斯堡水位站之水位歷線(資料來源：USGS)

密西西比河在這次劇烈天氣衝擊下，造成沿岸多處發生洪水氾濫，以位於密西西比河左岸的美國伊利諾伊州(Illinois)之奧爾頓(Alton)為例，圖 9 顯示其 5 月 30 日至 6 月 1 日期間之淹水災情，包括抽水機救災情況、道路受洪水影響而關閉、奧爾頓家園淹水、以及 67 號高速公路被洪水淹沒。事實上，位於密蘇里州與伊利諾伊州之密西西比河，截至 6 月 6 日為止(圖 10)，仍處於洪水階段，代表這次劇烈天氣 5 月 30 日結束後，洪水時間仍然持續到 6 月初。





圖 9 美國伊利諾伊州奧爾頓之淹水災情(資料來源:Chicago Tribune)

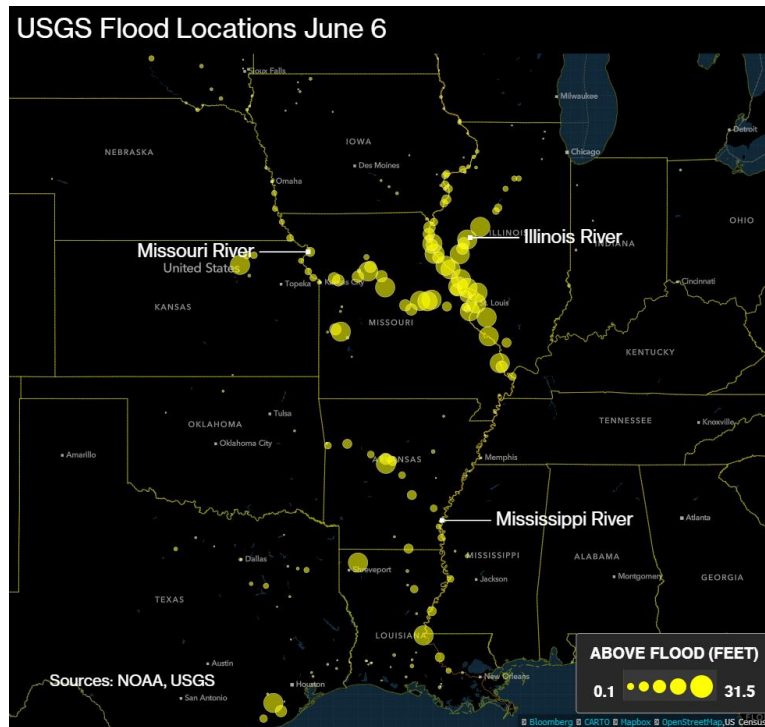


圖 10 密西西比河流域水位測站於 6 月 6 日的洪水訊息(資料來源: Bloomberg)

### 3. 阿肯色河洪水位高度打破 90 年來歷史紀錄

阿肯色河(Arkansas River)係美國密西西比河之支流，河流面積為 417,000 平方公里，河長為 2,350 公里，大致向東南偏東流，流經地區包括：科羅拉多州(Colorado)、堪薩斯州、奧克拉荷馬州、阿肯色州。沿河主要城市有：奧克拉荷馬州的塔爾薩(Tulsa)、阿肯色州的史密斯堡(Fort Smith)及小岩城(Little Rock)等。而這次較為嚴重的洪水災情發生於流經奧克拉荷馬州與阿肯色州之阿肯色河沿岸地區，圖 11 顯示為阿肯色河沿岸之道路、農田以及房屋，被洪水侵襲的受災情況。圖 12 則顯示為美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration，簡稱 NASA)，針對史密斯堡洪水氾濫之衛星影像。不僅阿肯色河發生洪水氾濫，流經奧克拉荷馬州東部克萊爾莫爾(Claremore)的支流 Caney 河及 Verdigris 河，亦發生洪水氾濫，如圖 13，河流沿岸之鄰近大片土地都被洪水淹沒。



圖 11 阿肯色河沿岸地區之洪水災情(資料來源：USA TODAY)



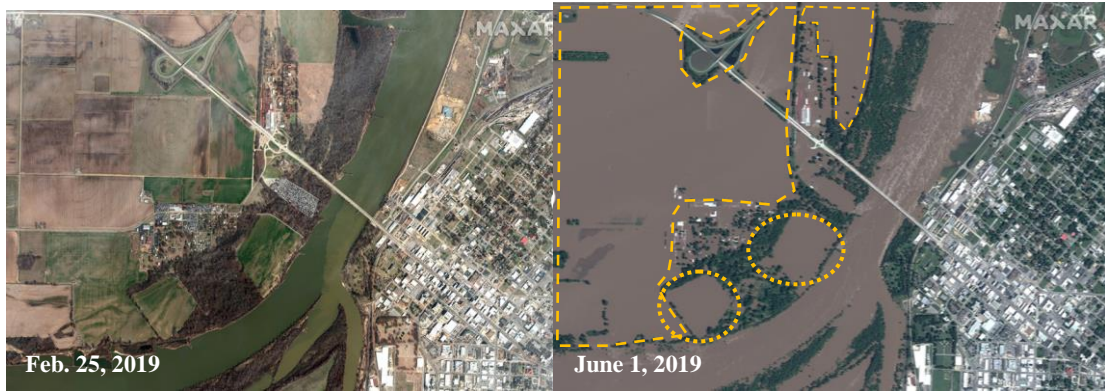


圖 12 阿肯色河史密斯堡洪水災害之衛星影像(資料來源：USA TODAY)

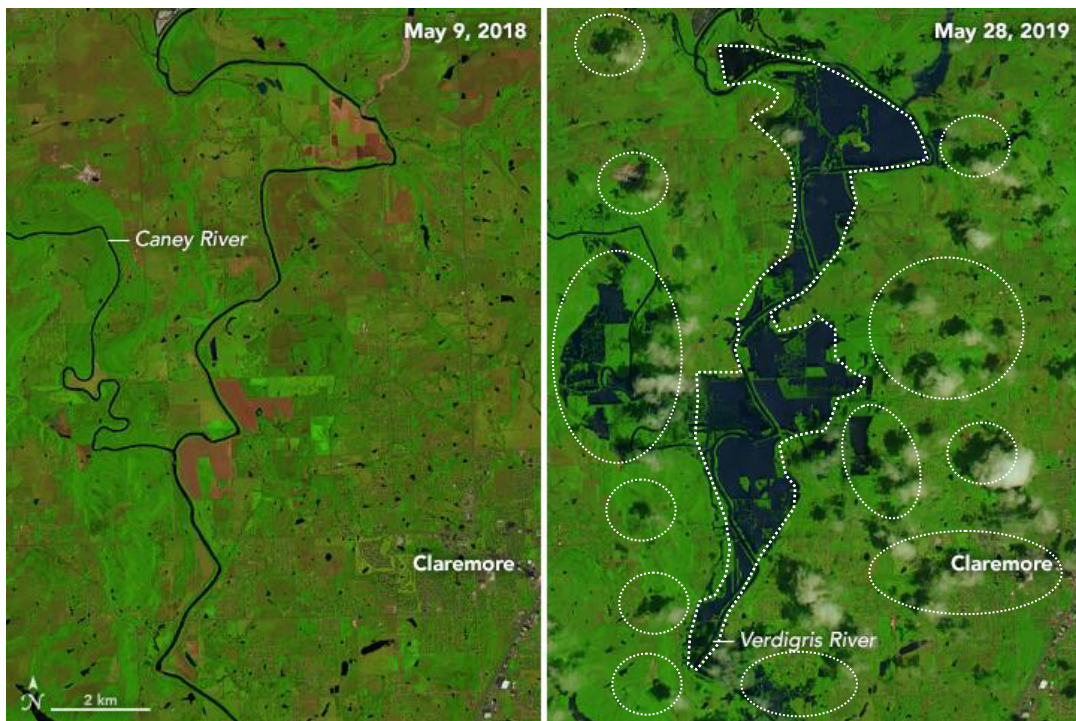


圖 13 Caney 河及 Verdigris 河之洪水氾濫衛星影像(資料來源：USA TODAY, NASA)

上述之洪水氾濫，主要原因係受到近兩週的連續強降雨影響，導致水位持續高漲，造成沿岸多處發生溢淹。根據 NOAA 截至 6 月 6 日，阿肯色河史密斯堡下游之 8 處水位站中，共有 5 處水位站之水位已超過歷史水位紀錄(圖 14)。以位於阿肯色州史密斯堡附近之 Van



Buren 水位站實測資料為例，自 5 月 22 日以來，水位已經超過中度洪水警戒(moderate flooding)，接著隨著降雨的持續，水位持續上漲，5 月 28 日的河川水位達到 40.26 英尺(約 12.27 公尺)，大幅超過 1945 年的歷史記錄(38.10 英尺)。



水位站	2019 年 5 月至 6 月期間之最高水位	過去歷史最高水位紀錄	是否超過歷史紀錄
Van Buren	40.26 英尺(05/28/2019)	38.10 英尺(04/16/1945)	是
Ozark L/D Tailwater	374.99 英尺(05/30/2019)	375.50 英尺(05/13/1943)	歷史第二高
Dardanelle	45.91 英尺(05/30/2019)	44.10 英尺(05/25/1943)	是
Morrilton	43.03 英尺(06/04/2019)	42.00 英尺(04/19/1927)	是
Toad Suck L&D	285.40 英尺(06/04/2019)	282.90 英尺(05/07/1990)	是
Little Rock	29.71 英尺(06/05/2019)	34.60 英尺(06/01/1833)	歷史第七高
Pine Bluff	50.83 英尺(06/06/2019)	52.10 英尺(05/28/1943)	歷史第二高
Pendleton	37.63 英尺(06/06/2019)	34.11 英尺(04/27/1973)	是

圖 14 阿肯色河史密斯堡下游 8 處水位站之實測紀錄綜整(資料來源：Wikimedia Commons, NOAA, USGS)

此外，圖 15 代表 Dardanelle 水位站之實測水位歷線，自 5 月 25 日水位就超過綠色線之洪水警戒值，然後持續上漲到 5 月 30 日時，水位達到 45.91 英尺，超過 1943 年的歷史紀錄(44.10 英尺)。下游的其它水位站(Morrilton、Toad Suck L&D、Pendleton)，亦創造了歷史第一高的全新紀錄；Ozark L/D Tailwater 與 Pine Bluff 測站雖未達到新紀錄，但已接近最高水位紀錄，排居歷史第二高紀錄。

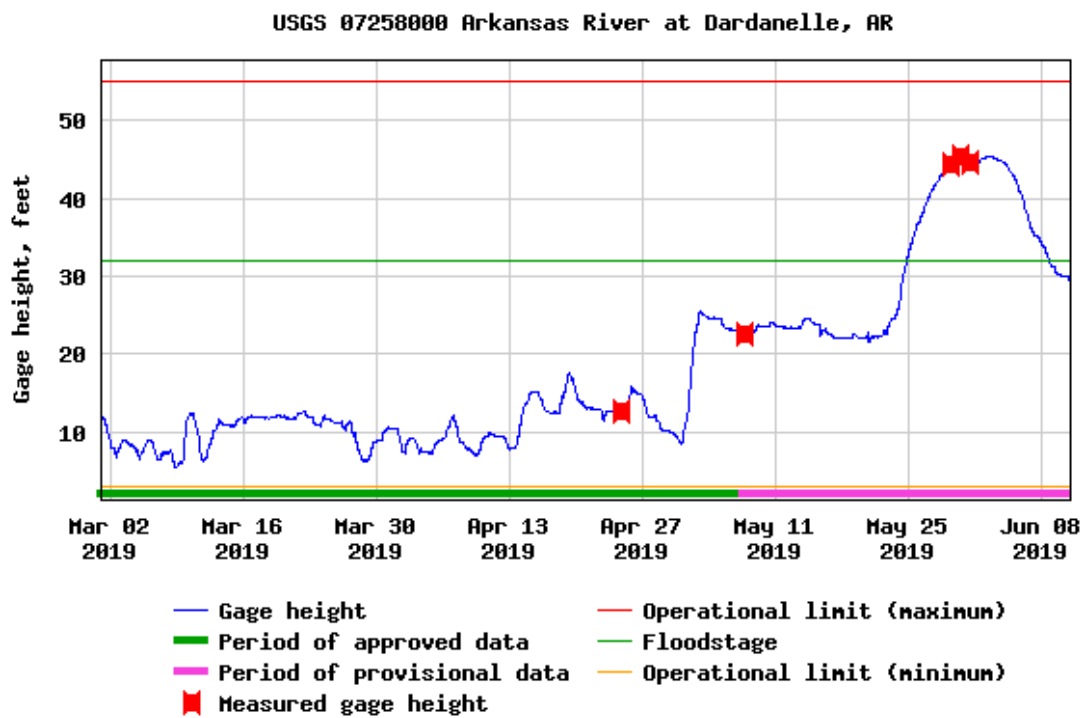


圖 15 阿肯色河 Dardanelle 水位站之實測水位歷線(資料來源:USGS)

除了溢淹災害之外，5 月 31 日，阿肯色河的 Dardanelle 附近堤防被洪水沖刷，破堤約 40 英尺(約 12 公尺)寬的缺

口，造成 Dardanelle 和 Holla Bend 周圍農村地區嚴重淹水(圖 16)。



圖 16 阿肯色河 Dardanelle 破堤淹水(資料來源：AP NEWS)

流經奧克拉荷馬州與阿肯色州之阿肯色河沿岸地區土地肥沃，盛產多種農作物，係當地重要的經濟來源之一。受這次 2019 年 5 月洪水衝擊下，導致農民延遲春季玉米種植進度。美國農業部(United States Department of Agriculture，簡稱 USDA)截至 5 月 26 日，指出玉米播種進度僅有 58%，遠遠落後 5 年平均值的 90%；黃豆播種進度 29%，遠低於 2018 年同期的 74%。

### 三、 龍捲風災情探討

根據 NOAA 資料顯示(圖 17)，2019 年 5 月遭受龍捲風衝擊影響劇烈的地區包括：俄亥俄州(Ohio)的德頓市(Dayton)、密蘇里州的傑佛遜市(Jefferson)、堪薩斯州的道格拉斯(Douglas)及萊文沃思(Leavenworth)、以及奧克拉荷馬州



之埃爾里諾(El Reno)，災情如圖 18。

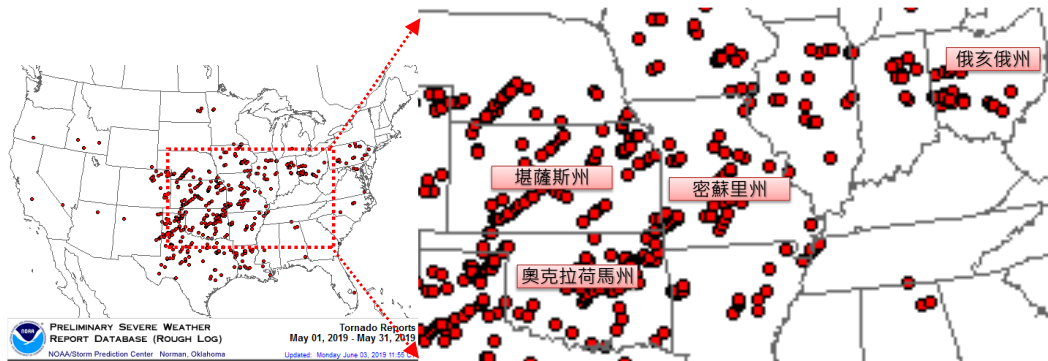


圖 17 2019 年 5 月美國遭受龍捲風衝擊災點分布(資料來源:NOAA)

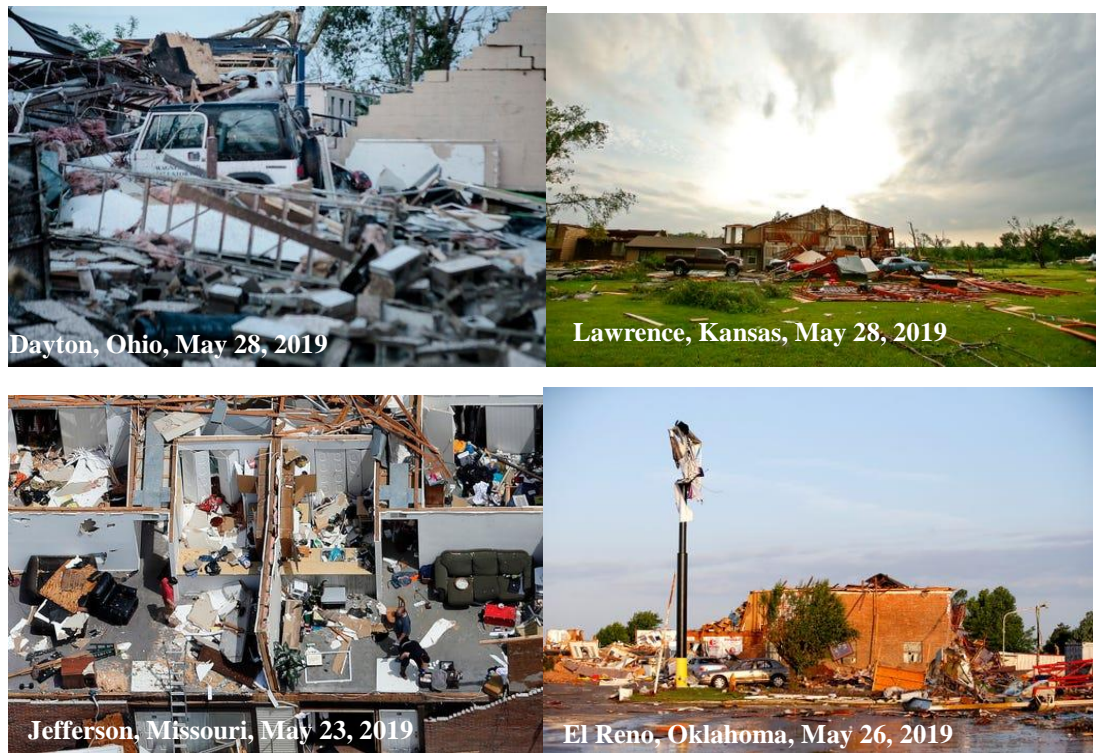


圖 18 2019 年 5 月劇烈天氣龍捲風對美國中西部造成的災情(資料來源: USA TODAY)

一般而言，5 月份是美國地區發生龍捲風甚為頻繁的月份，但這次受到長達兩週的劇烈天氣影響，根據 NOAA 的 5 月 27 日資料顯示

(圖 19)，歷年中 5 月最高紀錄係發生在 2003 年的 542 次，而 2019 年 5 月的龍捲風次數高達 470 次，係近 10 年來同月的最高次數，約 20 年平均值的 1.5 倍。

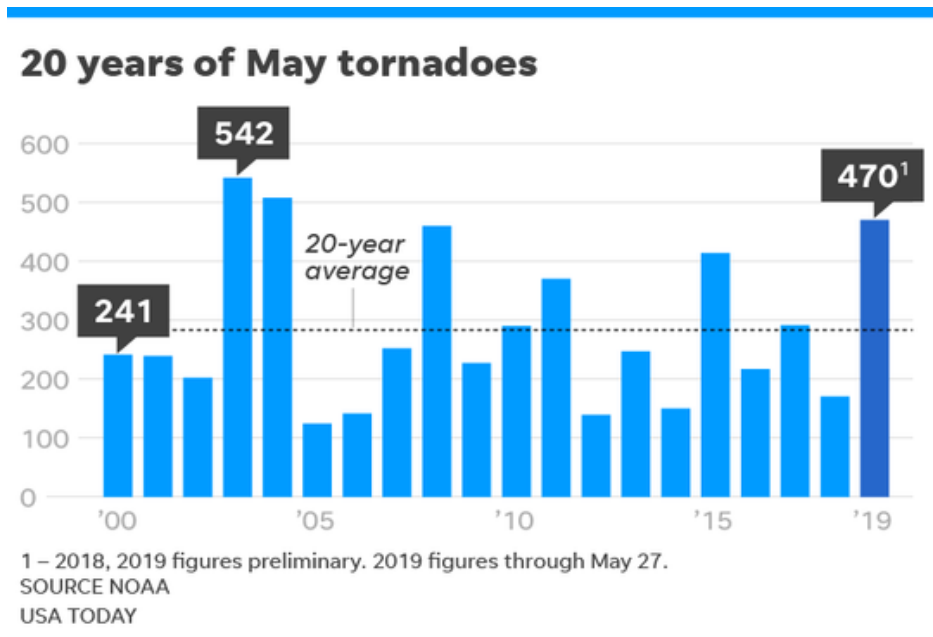


圖 19 過去 20 年侵襲美國之 5 月龍捲風次數統計(資料來源：USA TODAY)

根據美國國家氣象局(National Weather Service，簡稱 NWS)資料顯示，在這次龍捲風災害事件中，分別於堪薩斯州與俄亥俄州均發生規模 EF-4 的龍捲風。圖 20 為侵襲堪薩斯州道格拉斯之 5 月 28 日龍捲風路線圖，龍捲風在堪薩斯州道格拉斯西南部發展，朝向東部和東北部方向前進，同時風力隨路線前行而加強；在道格拉斯東北部時之威力達到 EF-3，然後在萊文沃思南部時產生了 EF-4 傷害，龍捲風吹斷路樹與電線，及吹毀許多房屋，導致街上滿是龍捲風災後的殘骸，

鄰近城鎮約 18 人受傷，而堪薩斯市國際機場而因此一度短暫關閉。此外在 5 月 27 日，俄亥俄州德頓市受到 EF-4 龍捲風的侵襲，風速估計為 170 mph(英里/小時)，約 273.6 kph(公里/小時)，圖 21 為當地受龍捲風侵襲前後之衛星影像對照，如圖中所圈選的地方，可看出龍捲風造成多處房屋遭受破壞，屋頂甚至被拆除，樹木亦遭受摧毀。

The Enhanced Fujita (EF) Scale classifies tornadoes into the following categories:

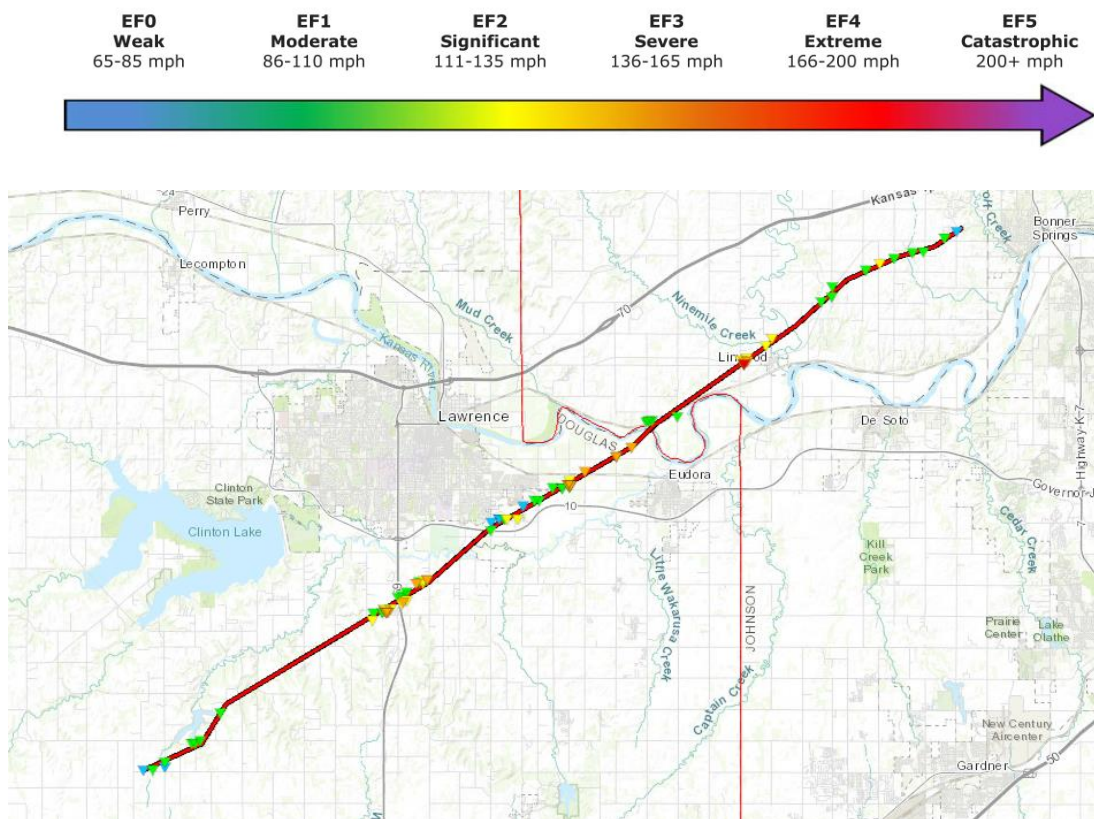


圖 20 規模 EF-4 龍捲風侵襲美國堪薩斯州道格拉斯西之破壞路徑 (資料來源：NWS)





圖 21 俄亥俄州德頓市遭受規模 EF-4 龍捲風侵襲前後之衛星影像  
(資料來源：USA TODAY)

#### 四、 結論

2019 年 5 月中旬至月底，受到西部低壓冷區和東南部高壓區之擠壓，促使大量溫暖潮濕的空氣進入美國中部，引發了這次具破壞性的惡劣天氣，且持續近兩周時間，導致在俄亥俄州、密蘇里州、堪薩斯州、阿肯色州以及奧克拉荷馬州等地區，受到龍捲風肆虐以及洪水氾濫成災。根據歐盟緊急應變協調中心 (Emergency Response Coordination Centre，簡稱 ERCC) 截至 2019 年 5 月 29 日之綜整資料顯示，這波劇烈天氣已造成美國中西部合計 10 人死亡。

根據 NOAA 的國家環境資訊中心 (National Centers for Environmental Information，簡稱 NCEI) 資料指出，美國 2019 年 5 月的總降雨量為 4.41 英吋(約 112 mm)，比平均值高 1.5 英吋(約 38.1 mm)，成為 125 年來第 2 多雨月份(最潮濕的月份是 1895 年 1 月)。此

外，NCEI 於 5 月 9 日之資料顯示，明尼蘇達州(Minnesota)的德盧斯(Duluth)積雪 10.6 英寸(約 26.9 cm)，打破了 5 月份該市的紀錄。因此，隨著積雪融化，加上連續兩週多雨天氣，導致這次中西部遭受災難性的洪水氾濫。密西西比河巴頓魯治河段自 2019 年 1 月以來，該河段水位一直處於超過洪水警戒值狀態，截至 5 月 31 日為止，共 147 天，其洪水持續時間創造了自 1927 年以來最長的紀錄。此外，阿肯色河史密斯堡下游 5 處水位站的洪水位已打破 90 年來的紀錄，洪水氾濫造成許多房屋、基礎設施以及農作物損失，特別是導致農民推遲春季玉米種植進度，根據 USDA 截至 6 月 2 日資料顯示，係自 1992 年以來最低的進度。在這次劇烈天氣衝擊下，除了洪水災情外，亦分別於堪薩斯州與俄亥俄州發生規模 EF-4 之龍捲風災害，並且根據 NOAA 至 5 月 27 日的資料，2019 年 5 月龍捲風 470 次，係近 10 年來同月的最高次數。

## 參考文獻

美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)

<https://www.noaa.gov>

Wiki

<https://en.wikipedia.org/wiki/Wiki>

歐盟緊急應變協調中心(ERCC)

<https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/Maps/Daily-maps>

美國地質調查局(USGS)

<https://www.usgs.gov>

美國國家氣象局(NWS)

<https://www.weather.gov>

芝加哥論壇報

<https://www.chicagotribune.com>

Bloomberg

<https://www.bloomberg.com>

美國國家航空暨太空總署(NASA)

<https://earthobservatory.nasa.gov>

USA TODAY

<https://www.usatoday.com>

Wikimedia Commons

<https://commons.wikimedia.org>

AP NEWS

<https://www.apnews.com>

美國農業部(USDA)

<https://www.usda.gov>

國家環境資訊中心(NCEI)

<https://www.ncdc.noaa.gov>