

2020 年美國密西根州潰壩災害報告

蘇元風、林又青、張志新

國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

摘要

美國密西根州中部地區於 2020 年 5 月 18 至 19 日強烈降雨，造成伊登維爾（Edenville Dam）與桑福德（Sanford Dam）於 5 月 19 日接連發生大壩潰壩，致使下游約 1.1 萬居民強制撤離，洪水造成下游地區嚴重淹水，部分道路與橋樑遭沖毀，本報告蒐整有關氣象水文資料及綜整本次潰壩造成的災情。

一、 降雨分析

美國中北部地區自 2020 年 5 月 18 日至 5 月 19 日之間受到一風暴系統影響，於密西根州造成大面積的降雨，由美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）的日雨量圖（圖 1）可看出密西根州主要降雨集中於 5 月 18 日至 19 日兩天，密西根州北部多處於兩天內的降雨達 4 英吋（約為 100 毫米），在 Tittabawassee River 集水區的大範圍且高強度的降雨，匯集成為集水區內的 Edenville 與 Sanford 水壩難以承受的洪水，是本次兩個大壩

潰壩的主要原因。

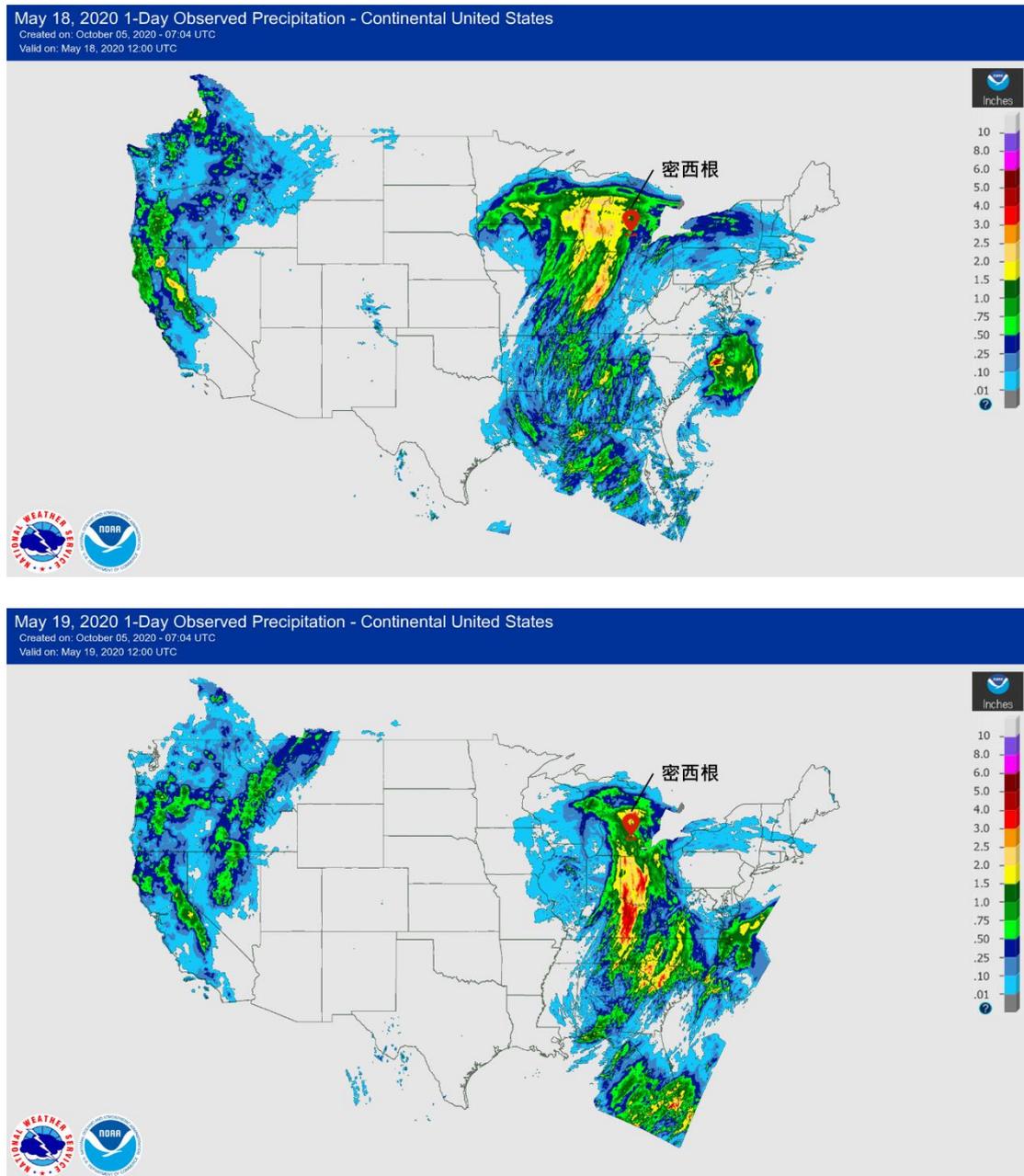


圖 1、美國本土於 2020 年 5 月 18 日(上圖)與 19 日(下圖)之日雨量分布圖(單位：英吋，圖資來源：美國國家海洋暨大氣總署)

由日本全球降水監測系統 (GSMaP) 的資料中可看出 5 月 18 日密西根州的累積降雨分布情形 (圖 2)，紅色三角形標示出 Edenville

與 Sanford 水壩的位置，藍色圓形為鄰近的三個雨量站，由圖可看出兩個水壩的集水區中有大範圍的日降雨量均超過 100 毫米，由三個雨量站 (Midland、West Branch、Gladwin) 的 5 月份降雨時序列 (圖 3)，在 5 月 14 日~15 日之間已開始有降雨的情形，累積 5 月 13 日至 5 月 19 日的一週期間降雨量，Midland 雨量站達 147.5 毫米、West Branch 雨量站達 149 毫米、Gladwin 雨量站達 128 毫米。

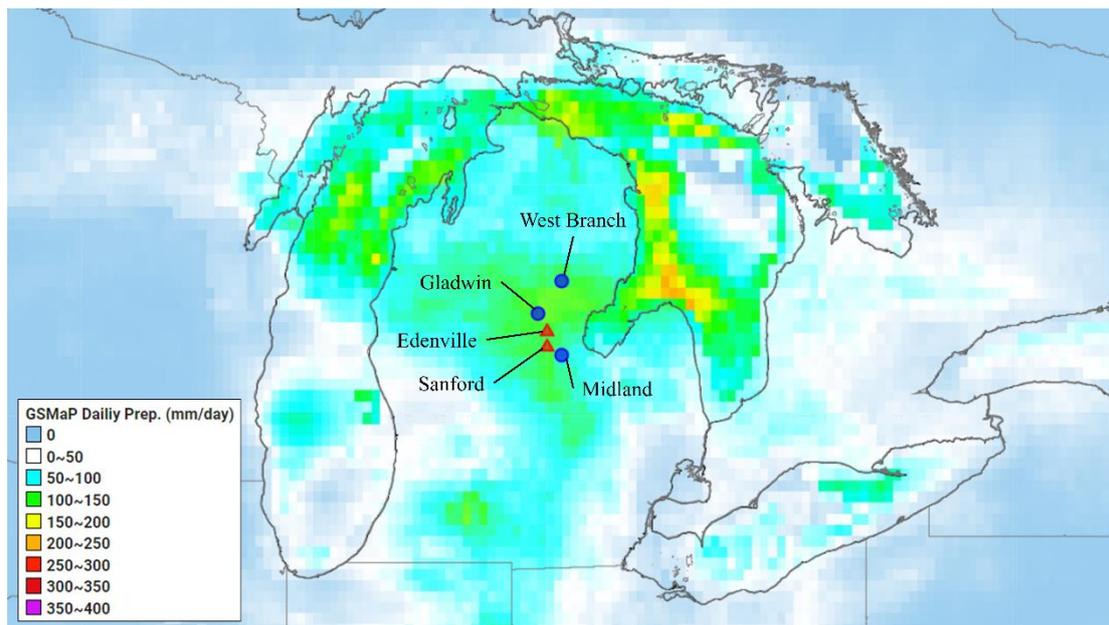


圖 2、日本全球降雨監測系統(GSMaP)於密西根州 5 月 18 日之日雨量分布，紅色三角形標示出 Edenville 與 Sanford 水壩的位置，藍色圓形為鄰近之雨量站

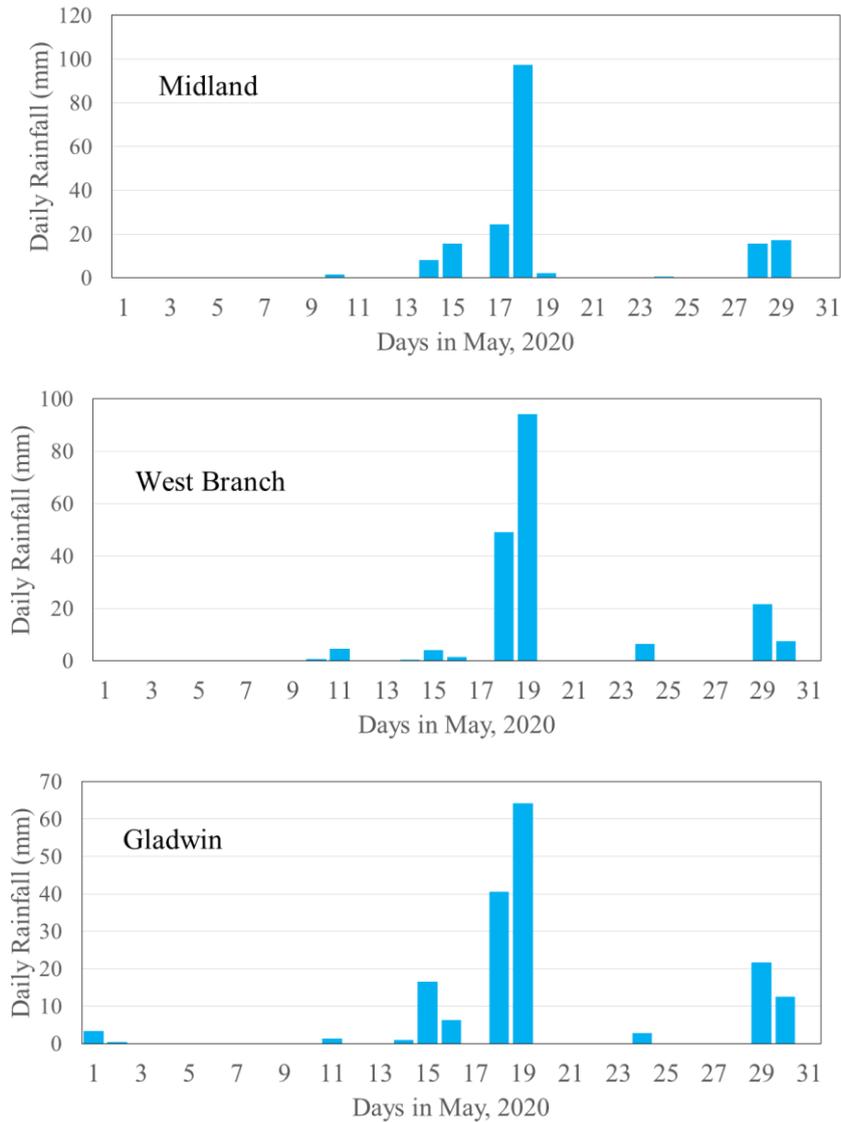


圖 3、Midland(上)、West Branch(中)、Gladwin(下)等三個雨量站於 2020 年 5 月份之日雨量長條圖

二、 災害紀錄與分析

密西根州的春季降雨是歷年常見的現象，但是今年的春季降雨卻演變成為一場 500 年一遇的洪水災害，密西根州的 Midland County Central Dispatch 於 5 月 19 日上午 12 點 22 分對 Edenville 鎮的居民發

出警告，警告中說明 Edenville 水壩已達到可能潰壩的程度，要求民眾立即撤離至避難處所，Edenville 水壩稍後於下午 6 點潰壩，大量洪水溢出水壩往下游地區宣洩，隨後也造成下游 10 公里處的 Sanford 水壩潰壩，造成整個下游地區嚴重的淹水，特別是 Midland 鎮、Saginaw 鎮以及 Bay City 等下游主要城市。圖 4 為 MODIS 衛星分別於 5 月 13 日以及 5 月 20 日拍攝之影像，可以發現 Edenville 水庫以及 Sanford 水庫的蓄水已經消失，下游的 Midland 鎮、Saginaw 鎮以及 Bay City 等城市則是出現大範圍的淹水。



圖 4、MODIS 衛星於 5 月 13 日(左圖)與 5 月 20 日(右圖)所拍攝的影像，可清楚看到 Edenville 與 Sanford 水壩的蓄水已經消失，Midland 鎮、Saginaw 鎮以及 Bay City 等城市則是出現大範圍的淹水

由 Landsat 8 衛星可更仔細的看出 Midland 鎮、Saginaw 鎮以及 Bay City 等城市的淹水情形，圖 5~圖 7 分別為 Midland 鎮、Saginaw

鎮與 Bay City 等城市於 2020 年 4 月 2 日以及 5 月 20 日當天拍攝的 Landsat 8 影像，可清楚看出藍色的淹水範圍。

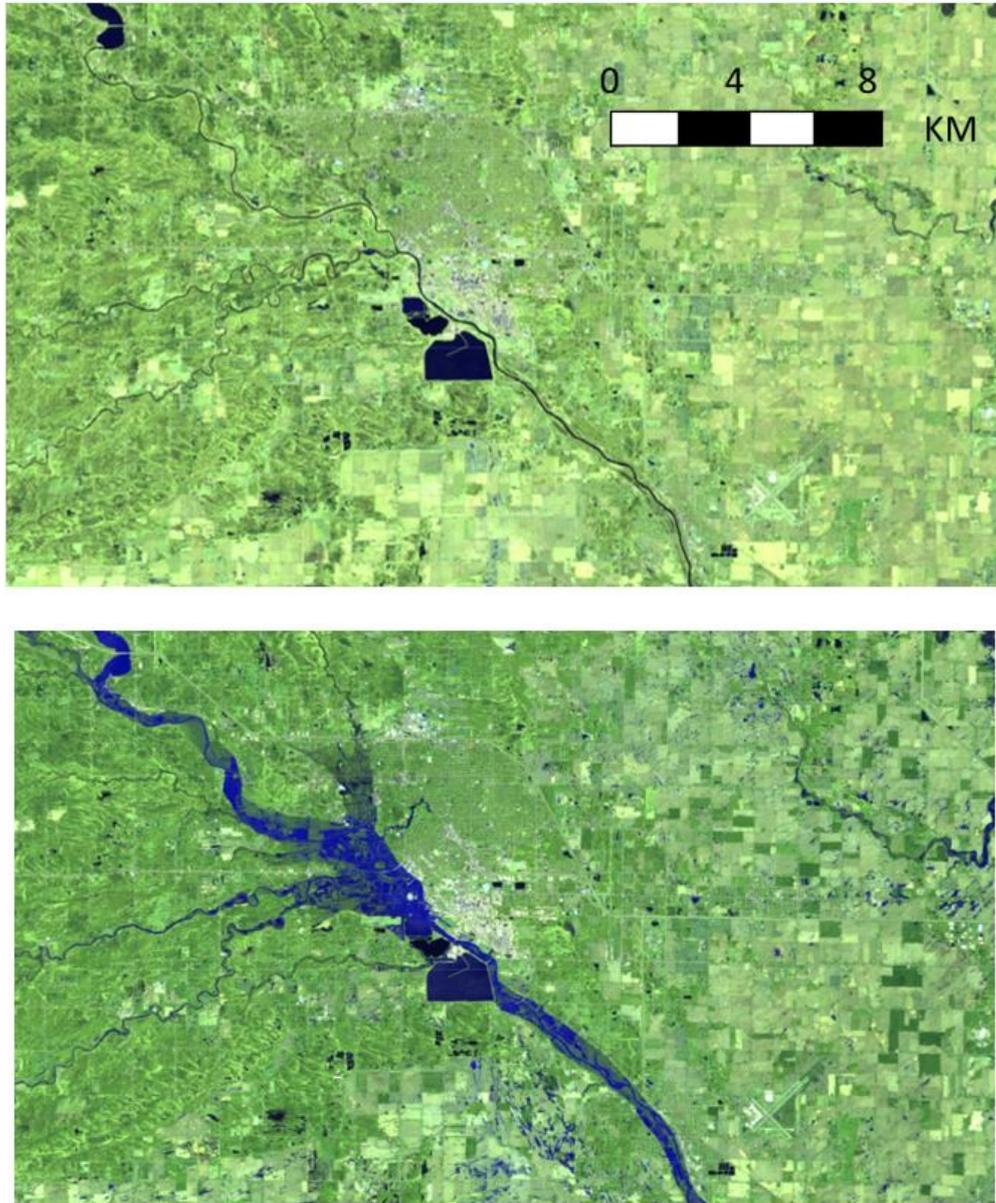


圖 5、Midland 鎮於 2020 年 4 月 2 日(上圖)與 5 月 20 日(下圖)之 Landsat

8 衛星影像

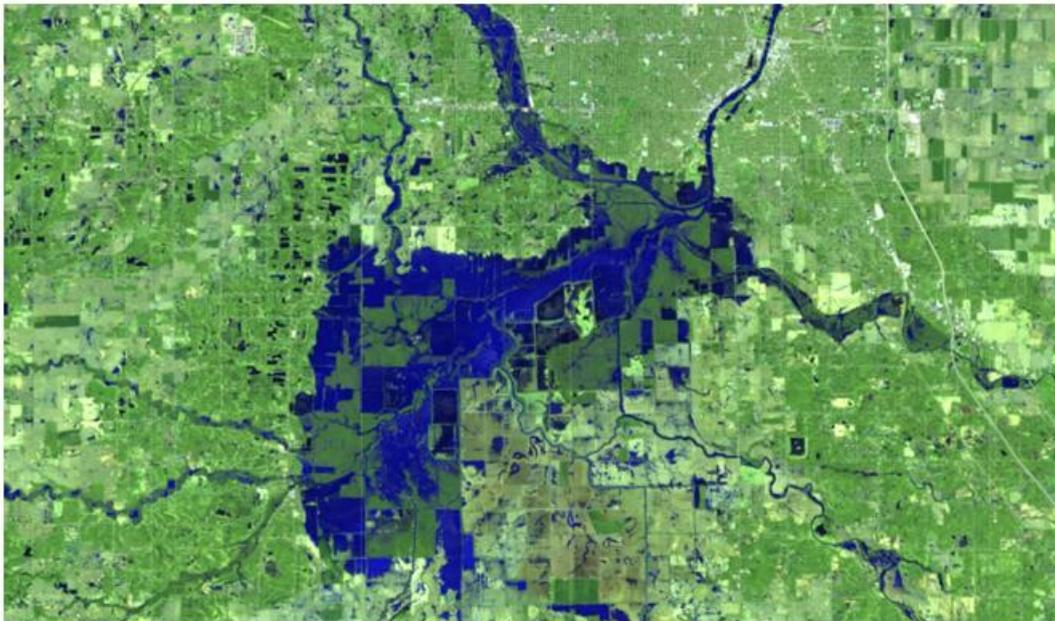
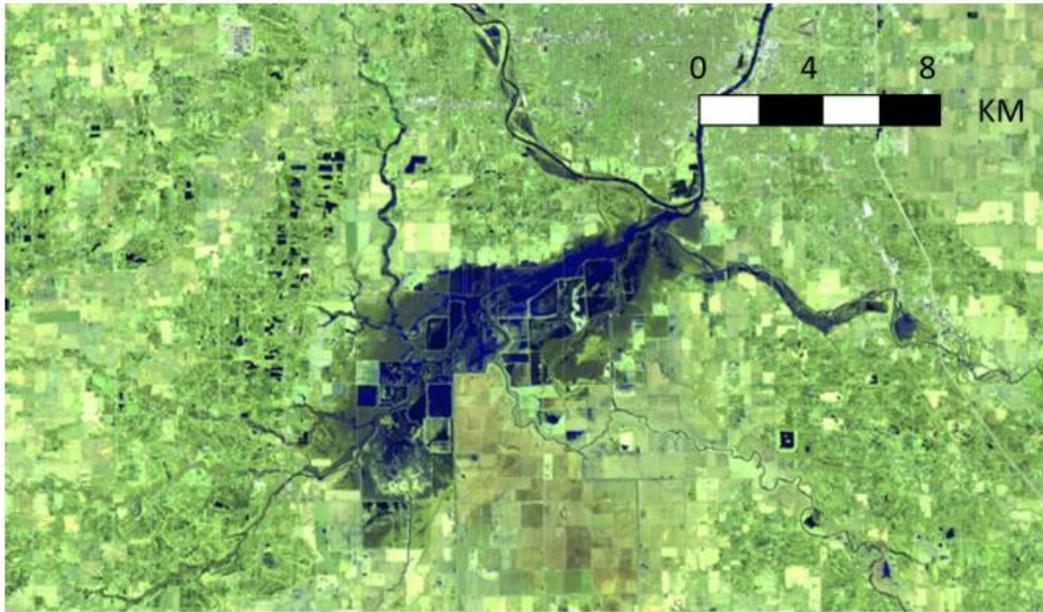


圖 6、Saginaw 鎮於 2020 年 4 月 2 日(上圖)與 5 月 20 日(下圖)之 Landsat

8 衛星影像

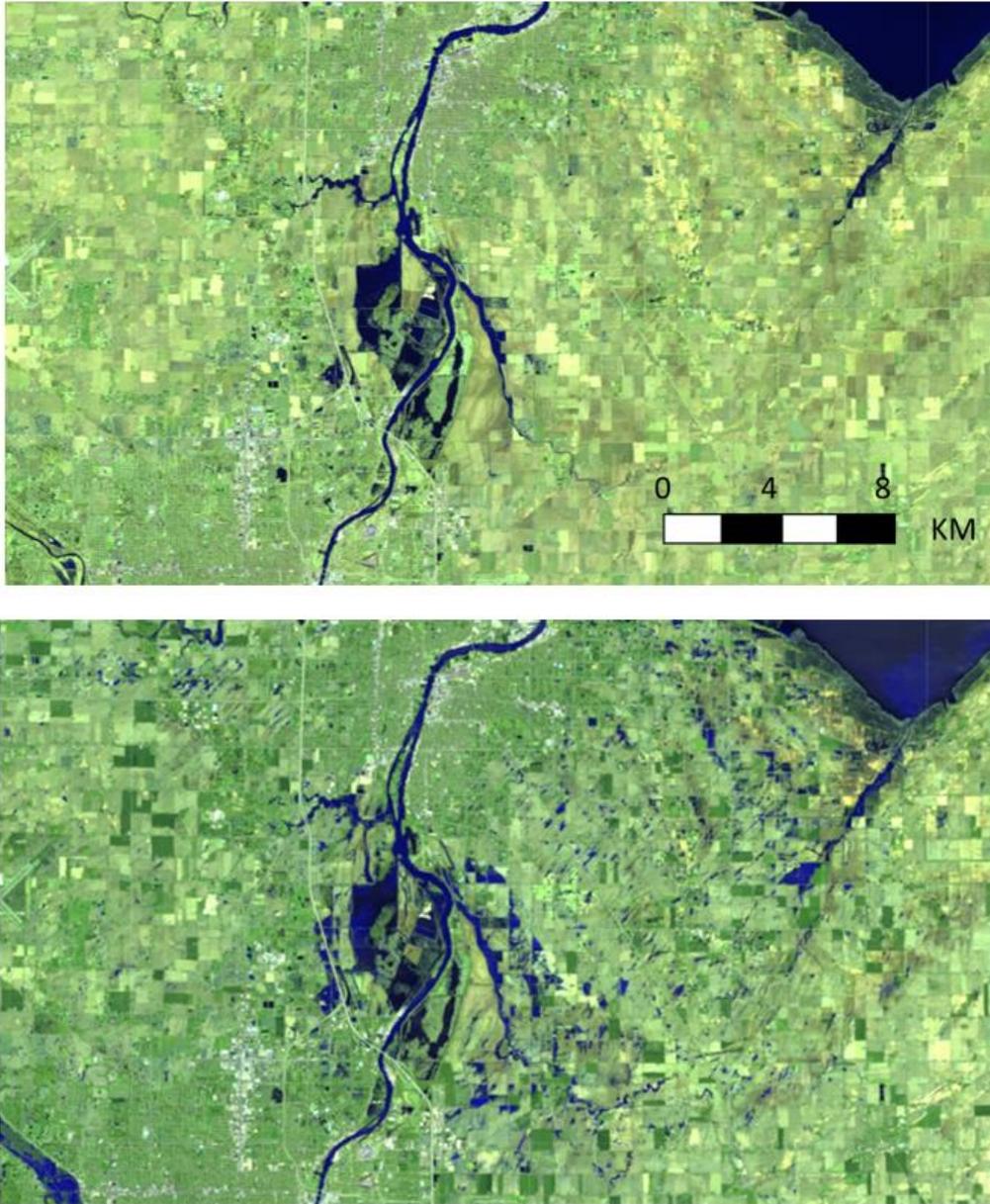


圖 7·Bay City 於 2020 年 4 月 2 日(上圖)與 5 月 20 日(下圖)之 Landsat
8 衛星影像

潰壩所宣洩的洪水造成 Tittabawassee 河的水位暴漲，並於 5 月 20 日上午 11 點 30 分達到歷史新高的 35.05 英尺，水位直到 5 月 27 日才退回至平常的水位（圖 8）。高漲的洪水造成多處橋樑遭沖毀，

例如：位於 Edenville 水壩西北方 500 尺遠的 M-30 橋（圖 9）。密西根州環境、湖泊與能源部於 5 月 26 日對 Edenville 與 Sanford 水壩潰壩的位置進行空拍，水壩破壞的情形如圖 10 與圖 11 所示。

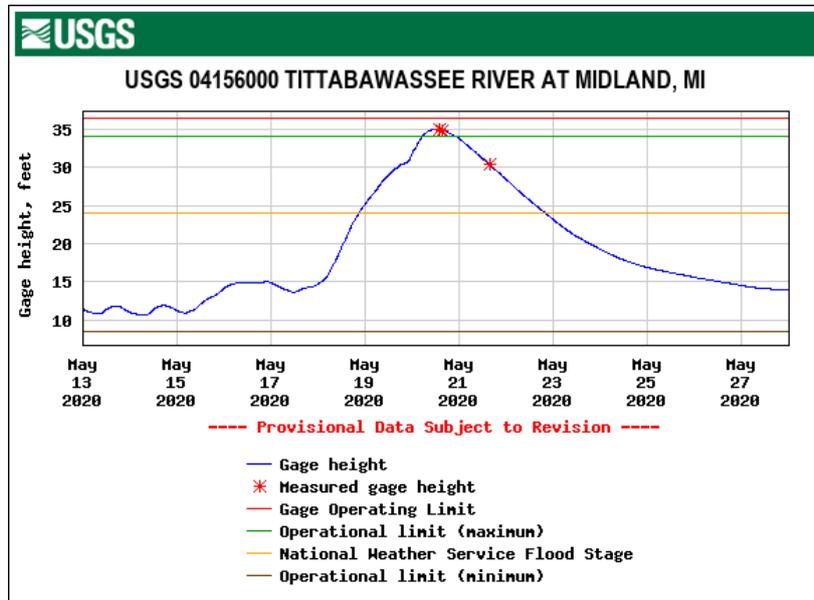


圖 8、位於 Midland 鎮內的 Tittabawassee River 水位站自 5 月 13 日至 5 月 27 日的水位變化(資料來源：美國地質調查局)



圖 9、M-30 橋梁遭沖毀(照片來源：Floodlist)



圖 10、Edenville 水壩破壞前影像(上圖；影像來源：Google Map)與破壞情形（下圖；照片來源：密西根州環境、湖泊與能源部報告書）



圖 11、Sanford 水壩破壞前影像(上圖；影像來源：Google Map)與破壞的情形(下圖；照片來源：密西根州環境、湖泊與能源部報告書)

三、結論

Edenville 水壩自 1925 年建成至今已近百年，歷經無數次洪水侵襲，而本次潰壩的主要原因，係集水區內大範圍的強烈降雨所致，Edenville 水壩內的洪水宣洩而下，使 Sanford 湖的水位瞬間上升，很快地也沖毀了 Sanford 水壩，使下游的 Midland、Saginaw、Bay City 等主要城市發生嚴重的淹水災情。所幸由於政府部門及時發出水壩潰壩警告，提醒下游居民疏散，因此並未造成人員傷亡，密西根州政府相關部門也立即展開水壩修復、道路橋樑修復等工作。本次潰壩事件再次喚醒美國民眾對於水壩安全的關注，事實上密西根州政府對於全州內的重要水壩定期進行檢查，並將檢查結果公布於網路上（如圖 12），其中 Edenville 水壩於 2018 年的評估結果，水壩目前狀態為差（poor），由此可見，當面對快速變化的氣候環境，當水利設施面臨需要緊急維護時，應當果斷進行維護或升級，因為災害往往來得比想像中快。

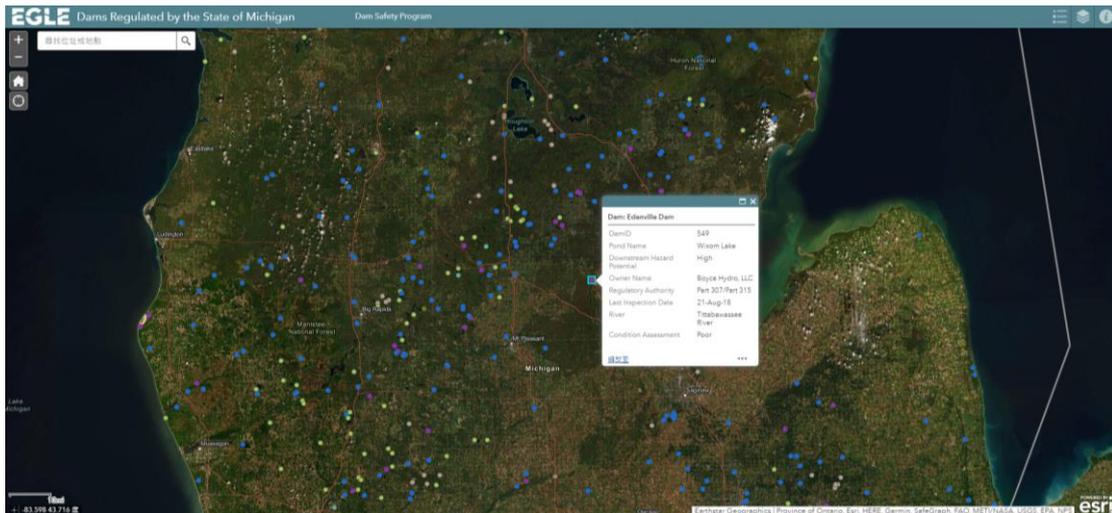


圖 12、密西根州內重要水壩檢查結果(資料來源：

<https://egle.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html>)

參考文獻

1. The Michigan Department of Environment, Great Lakes, and Energy. (2020, June). Dams Regulated by the State of Michigan. Retrieved from <https://egle.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=f8c0637f34864bcbabb9c794fd8e452b>
2. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020, May 18). Advanced Hydrologic Prediction Service. Retrieved from <https://water.weather.gov/precip/download.php>
3. Floodlist. (2020, May 22). USA – President Approves Emergency Declaration for Floods in Midland, Michigan. Retrieved from <http://floodlist.com/america/usa/floods-midland-michigan-may-2020>
4. NASA Worldview.(2020,May). Retrieved from <https://worldview.earthdata.nasa.gov>
5. The Michigan Department of Environment, Great Lakes, and Energy. (2020, June). Retrieved from <https://www.michigan.gov/egle/>
6. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020, May). Daily Observation Data Map. Retrieved from <https://gis.ncdc.noaa.gov/maps/ncei/cdo/daily>
7. Moderate Resolution Imagen Spectroradiometer.(2020, May). Retrieved from https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/individual.php?db_date=2020-05-22
8. Caitlyn French. (2020, May 24). How a spring rainstorm became a

500-year flood event in mid-Michigan. Michigan local news. Retrieved from

<https://www.mlive.com/news/saginaw-bay-city/2020/05/how-a-spring-rainstorm-became-a-500-year-flood-event-in-mid-michigan.html>

9. Bob Johnson. (2020, May 20). Flooding in Michigan: Everything we know about Midland County dam break. Michigan local news. Retrieved from

<https://www.mlive.com/news/saginaw-bay-city/2020/05/flooding-in-michigan-everything-we-know-about-midland-county-dam-break.html>

10. The United States Geological Survey. (2020, May). National Water Information System. Retrieved from

https://nwis.waterdata.usgs.gov/nwis/inventory/?site_no=04156000&agency_cd=USGS