

2015 年 12 月美國密西西比河洪泛事件

黃暄穎、張志新

國家災害防救科技中心坡地與洪旱組

摘要

2015 年聖誕節前後，美國中西部發生異常暴雨侵襲，造成密西西比河沿岸在冬天發生少見的洪水氾濫，至少 27 人死亡，「美國國家海洋暨大氣總署」(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)預估損失約 10 億美元。美國總統歐巴馬於 2015 年 12 月 29 日簽屬聯邦緊急救援，許多城市的堤防受到破壞，水淹民宅，但是民眾多已撤離洪泛區，並啟動溢洪道疏洪。密蘇里州聖路易斯的降雨和河川水位都打破歷史紀錄，暴雨一週過後才開始退水，淹水長達一個月。洪峰來時流速相當快，但退水時卻非常緩慢，導致屋內淤泥難以清理，亦導致主河道與支流出海口淤積使水位發生湧高現象。

一、前言

密西西比河(Mississippi River)位於北美大平原，為北美洲第一

大河，其水系佔據美國土地的三分之一，跨及美國 31 州與加拿大 2 省，農業和航運是主要經濟來源。年平均流速約每小時 1.93 公里¹，比走路速度還慢。河道蜿蜒曲折，兩岸多湖泊沼澤，主河道發源自明尼蘇達州(State of Minnesota)的艾塔斯卡湖 (Lake Itasca)，流經中央大平原，向南由路易斯安那州(Louisiana)的紐奧良(New Orleans)出海注入墨西哥灣(Gulf of Mexico)。自古以來人們居住在河畔，以便取得水源以及種植作物，但是必須同時面臨洪災問題。



¹ 密西西比河特性 網址：<https://www.nps.gov/miss/riverfacts.htm>

圖 1 密西西比河流域範圍(Wiki)

二、 災害概述

根據美國國家氣象局(National Weather Service, NWS)和美國陸軍工兵團(Headquarters U.S. Army Corps of Engineers, USACE)資料彙整，美國中部自 12 月下旬連續降雨一星期，導致密西西比河洪水肆虐，尤其 26 日至 28 日三天內連續暴雨累積達 233.2 毫米，造成嚴重的洪水災情，積水未退長達一個月，累積至 31 日密蘇里州(Missouri)和伊利諾州(Illinois)共造成 22 人死亡。12 月 29 日美國聯邦政府簽署聯邦緊急救援，允許援助州郡政府與「聯邦緊急事務管理署」(Federal Emergency Management Agency, FEMA)協助救災工作。密蘇里州(Missouri)的聖路易斯(St. Louis)到田納西州(Tennessee)的孟菲斯(Memphis)之間河道段為此次洪災較為嚴重的範圍(圖 2 綠色部分)。



圖 2 2015 年 12 月密西西比河洪泛影響範圍(USA TODAY)²

三、 氣象水文分析

美國中西部自 2015 年 12 月 21 日受到鋒面影響而連續降雨，圖 3 為美國 27 日天氣圖，可見中央大平原上的滯留鋒。而由圖 4 顯示，27 日影響最嚴重。

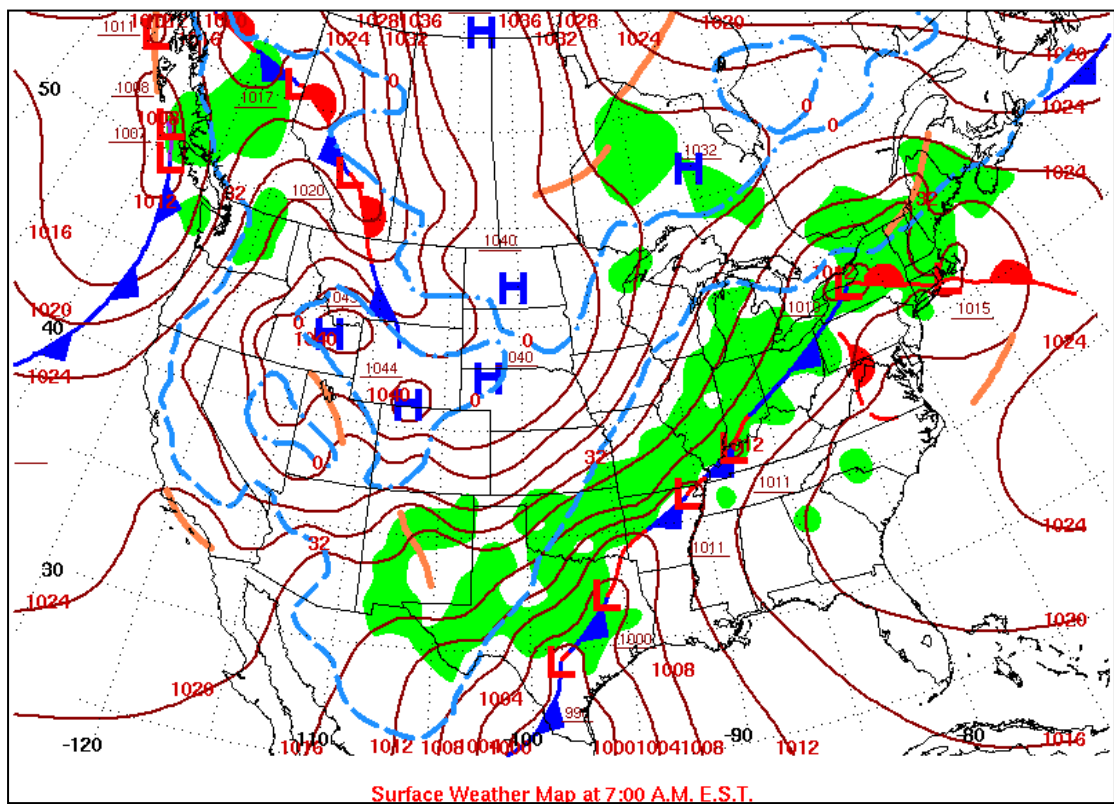


圖 3 12 月 27 日天氣圖(NWS)

² USA TODAY 新聞網址：<http://www.usatoday.com/search/mississippi%20flood/>

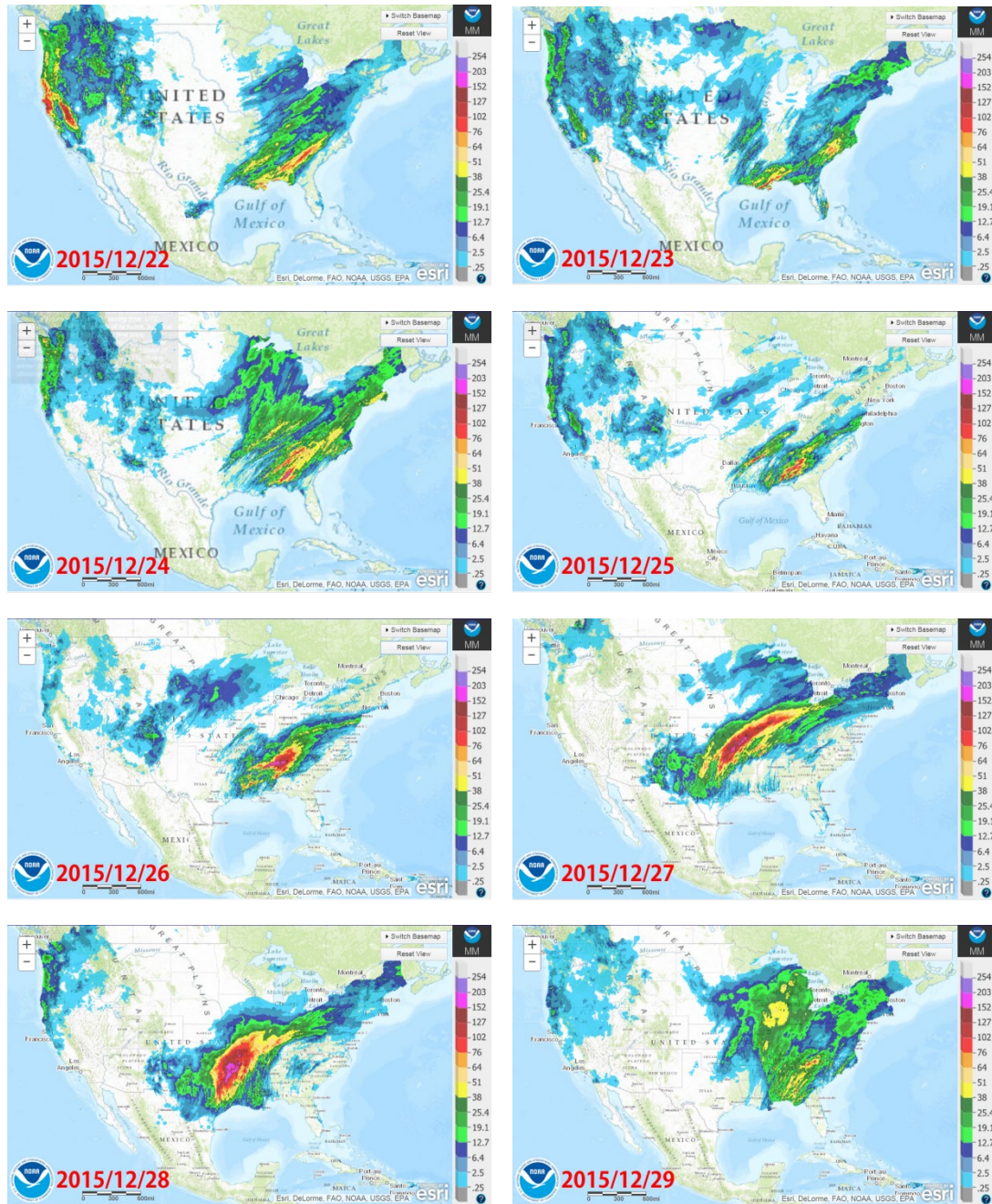


圖 4 美國 12 月 22 日至 29 日每日累積雨量分布圖(NOAA)

根據美國國家海洋暨大氣總署 NOAA 報告，本次洪水事件在聖
路易斯(St. Louis)的雨量值打破多項歷史紀錄，包括 2015 年最大年

降雨量 1555.5 毫米(歷史年降雨量發生於 2008 年 1472.2 毫米)；同年 12 月累積降雨量 298.5 毫米(歷史最大 12 月降雨量發生於 1982 年 198.6 毫米)；12 月 26 日為 2015 年 12 月最高日累積雨量 123.7 毫米，亦為聖路易斯史上第三高雨量³。

聖路易斯年降雨量平均約 870 毫米，冬季降雨約 150 毫米，春天通常最多不會超過 270 毫米的降雨量。根據美國「國家環境預報中心」(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)資料，2015 年 12 月 26 日至 28 日三天內累積雨量達 230.9 毫米，降雨量明顯異常(圖 5 紅線圈選 12/26~28 日累計降雨量)。圖 6 為密西西比河在開普拉吉多(Cape Girardeau)測站歷年造成洪災事件的洪水位比較，由左往右第一條為洪水警戒水位 32 英尺(約 9.8 公尺)，比較過後發現本次的洪水位高於以往發生的洪水事件。

³ 聖路易斯歷史雨量比較 http://www.weather.gov/lx/12_26_2015

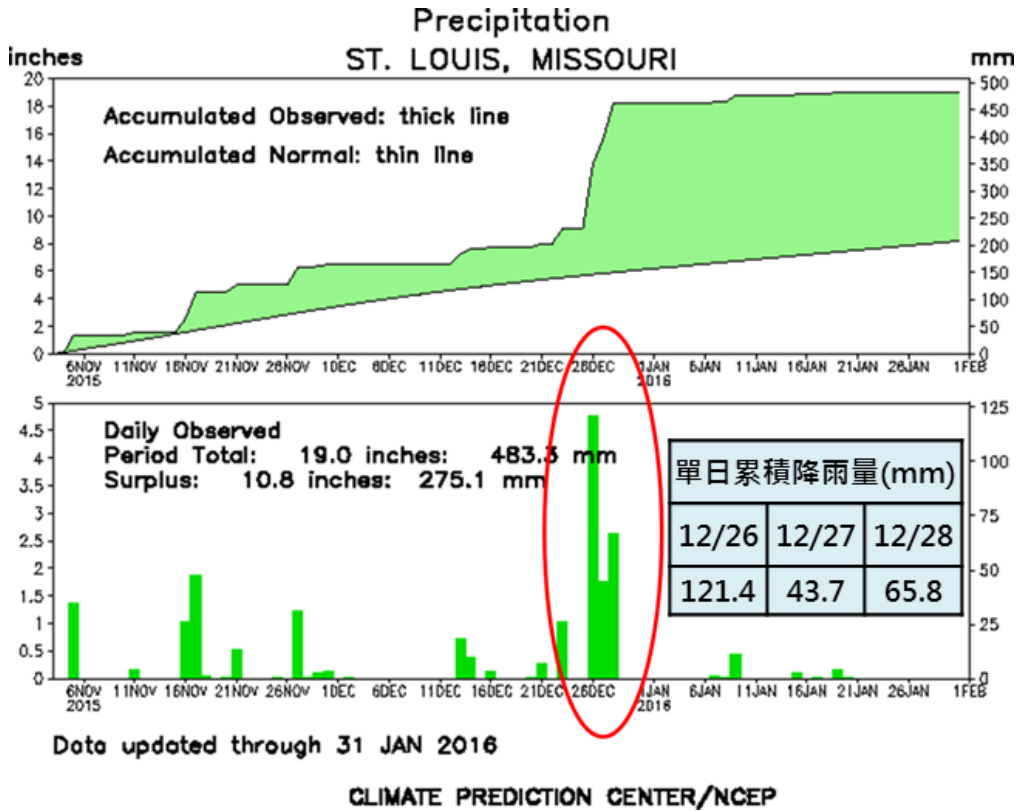


圖 5 2015 年 12 月聖路易斯累積降雨量和單日降雨量(NCEP)

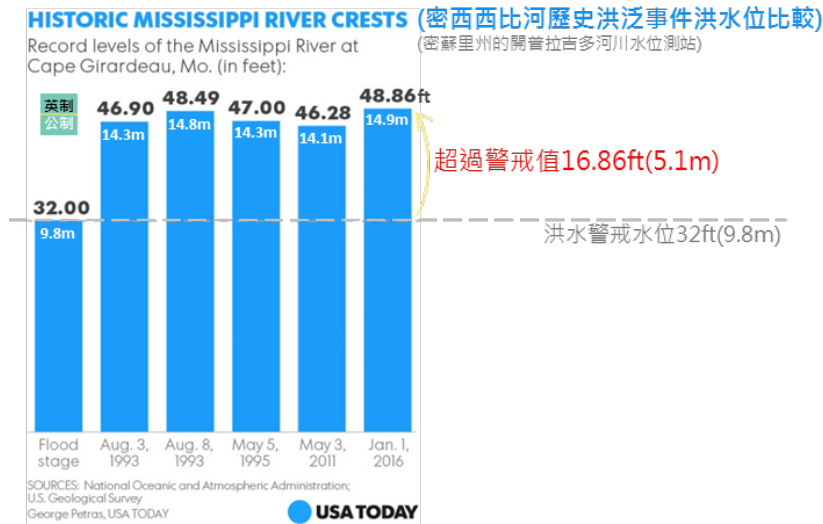


圖 6 密西西比河歷年洪泛事件水位比較(USA TODAY)⁴

⁴ 圖 6 來源 <http://www.usatoday.com/story/weather/2016/01/08/mississippi-river-flood-cost/78366942/>

至於流量部分，聖路易斯河道段紀錄水位歷線(圖 7)，可明顯看出受 26 日降雨影響後，河道水位快速攀升，於 1 月 1 日洪水位達到最高值約 13.0 公尺，而洪水警戒值為 9.8 公尺，超過洪水警戒值約 3.2 公尺。孟菲斯洪水位最高發生於 1 月 8 日，測得 12.1 公尺，而洪水警戒值為 10.4 公尺，超過洪水警戒值約 1.7 公尺(圖 8)。

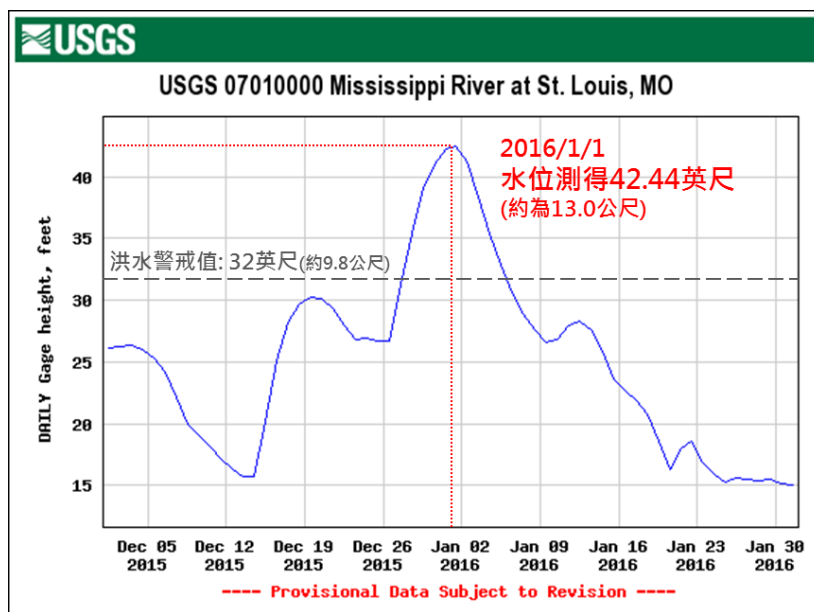


圖 7 密西西比河於聖路易斯測站之水位歷線⁵

⁵ USGS 密西西比河於密蘇里州聖路易斯水位計測站之水位歷線
http://waterdata.usgs.gov/nwis/dv?referred_module=sw&site_no=07010000

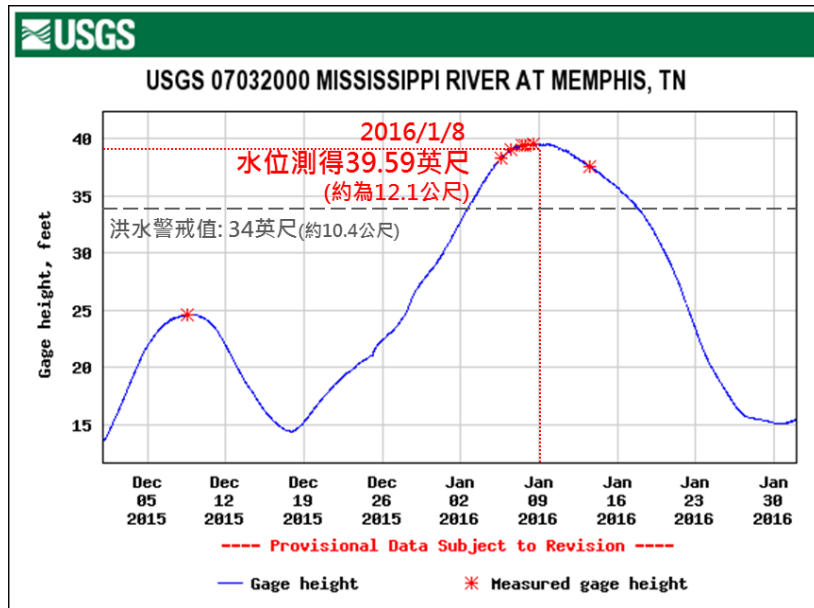


圖 8 密西西比河於孟菲斯測站之水位歷線⁶

四、 災情

密西西比河流域幾乎每年都會發生洪災事件，但於冬天發生洪災實在不常見，本次事件除受洪水氾濫外亦受低溫影響，使得當地災情雪上加霜。根據美國「太空總署」(National Aeronautics and Space Administration, NASA)報告指出，最嚴重的淹水範圍約從聖路易至孟菲斯段外，尚有許多小城鎮及大片農地，例如：密蘇里州南邊的開羅(Cairo)、開普拉吉多(Cape Girardeau)等小城市亦有災情傳出。

⁶ USGS 密西西比河於田納西州孟菲斯之水位計測站
http://waterdata.usgs.gov/nwis/inventory?agency_code=USGS&site_no=07032000



圖 9 密西西比河沿岸發布警戒的城市(The Weather Channel)

根據美國陸軍工兵團(USACE)統計至 2015 年 12 月 30 日，聖路易附近地區共有 9 座防洪壩被洪水減頂，至少有 19 所大壩處於高危險狀態。根據密蘇里州政府統計，密蘇里州至少有 7,100 棟建築受洪災影響。位於密西西比河、伊利諾河、密蘇里河三河交會處的開羅，於 1 月 5 日水位達 18 公尺為歷史第三高。為了減少災害影響，部分地區在汛期期間開啟溢洪道疏洪(如圖 10)。



圖 10 Bonnet Carre 溢洪道⁷

聖路易斯發生洪災時，大部分居民已撤離，其他居民在 2 樓以上避難，民眾描述河水位上升很快，溢堤漫延至屋內後開始淹水，有些地方淹水深度甚至淹過高速公路低窪區，使道路癱瘓(如圖 11)。



圖 11 密蘇里州 44 號州際公路淹水前後比較(美聯社)

⁷ NASA Earth Observatory 溢洪道 <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=85519>

事發前，密蘇里州的開普拉吉多(Cape Girardeau)官方預估洪水位將達 15 公尺，成為前所未有的洪災，因而撤離上游 Allenville 約 100 人。1 月 1 日過 4 天後聖路易斯淹水才退去 12 公分，洪水退得非常緩慢，民眾形容就像是游泳池。



(a) 洪災後唯一的交通工具⁸



(b) 伊利諾州南邊河堤潰堤



(c) 聖路易斯城災民堆疊沙包阻



(d) 聖路易斯淹水未退

止河水再度氾濫(12/3 美聯社)⁹

(1/4 美聯社)

圖 12 各地災情

⁸ Sbyir 新聞網站 <https://sbyireview.com/2016/02/17/2015-named-hottest-year-on-record/>

⁹ 圖 12(c)(d)來源

http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2015/12/151230_us_storms_missouri

根據 NASA 報導，1 月 5 日洪峰到達田納西州北端蒂普頓維 (Tiptonville)、8 日至田納西州南端孟菲斯、10 日到阿肯色州的海倫娜(Helena)，但 22 日阿肯色州淹水仍有 1 公尺深。圖 13 為聖路易斯至孟菲斯段河道氾濫情形；圖 14 為下游密西西比州納奇茲(Natchez)至紐奧良河道氾濫情形，藍色部分為河道水體範圍，綠色為植被，棕色為裸露地。圖 15 位於阿肯色州的阿肯色河和密西西比河的交會處，可明顯辨識灰白色為河道水體範圍，亦可見河道排砂量極大。

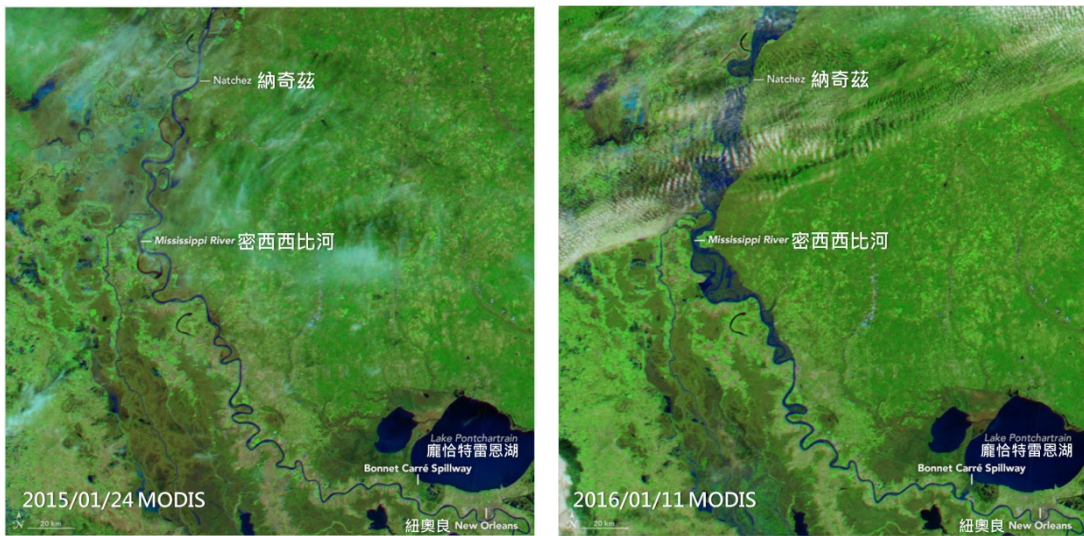
(a)(b)圖對照以比較洪水氾濫區。



圖 13 聖路易斯到孟菲斯之河段(NASA)¹⁰

¹⁰ NASA MODIS 衛星影像

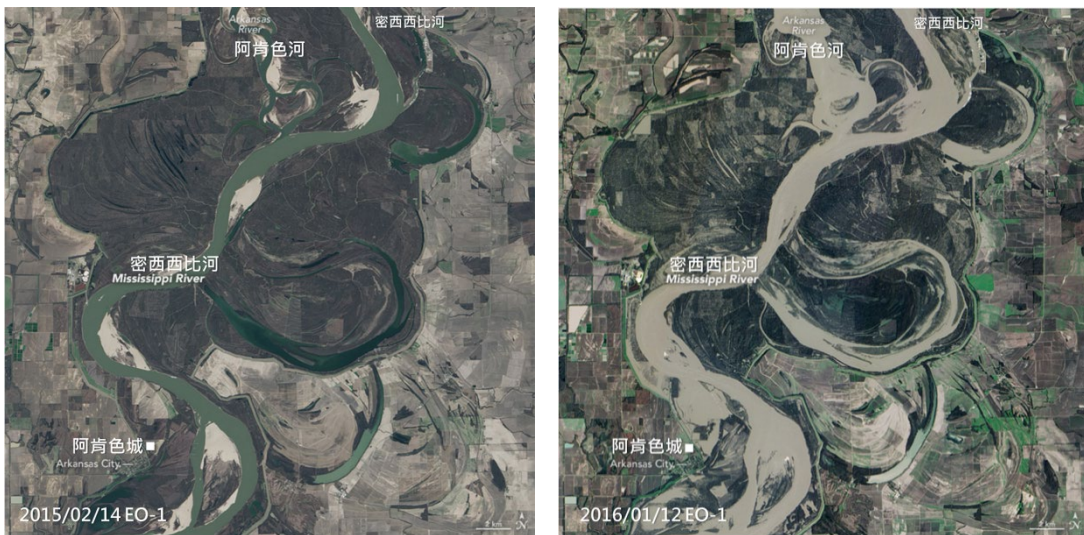
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=87265>



(a)

(b)

圖 14 密西西比河下游至紐奧良段洪災前後(NASA)¹¹



(a)

(b)

圖 15 阿肯色州洪災前後比較(NASA Landset 影像)¹²

根據美國國家氣象局(NWS)密西西比河下游預報中心預測，紐

¹¹ NASA MODIS 衛星影像 <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=87305>

¹² NASA Landset 衛星影像 <http://landsat.visibleearth.nasa.gov/view.php?id=87342>

奧良 1 月 8 日水位達 4.1 公尺，12 日達 5.2 公尺，並預估將達到 6.1 公尺後溢堤。因此陸軍工兵團於 12 日下午開啟 Bonnet Carre 溢洪道使紐奧良河道水位最高不超過 5.2 公尺。另外根據路易斯安那州大學的 Richard Kesel 教授指出，莫甘札溢洪道(the Morganza Spillway) 於洪泛時期未開啟，可能是導致淹水的原因之一。

美國 NASA 的 MODIS 衛星於 12 月 20 日拍攝到密西西比河下游與支流阿查法拉亞河(Atchafalaya river)夾帶大量泥沙進入墨西哥灣，泥沙亦從 Bonnet Carre 溢洪道進入龐恰特雷恩湖(Lake Pontchartrain)，河道淤積也造成水位湧高。

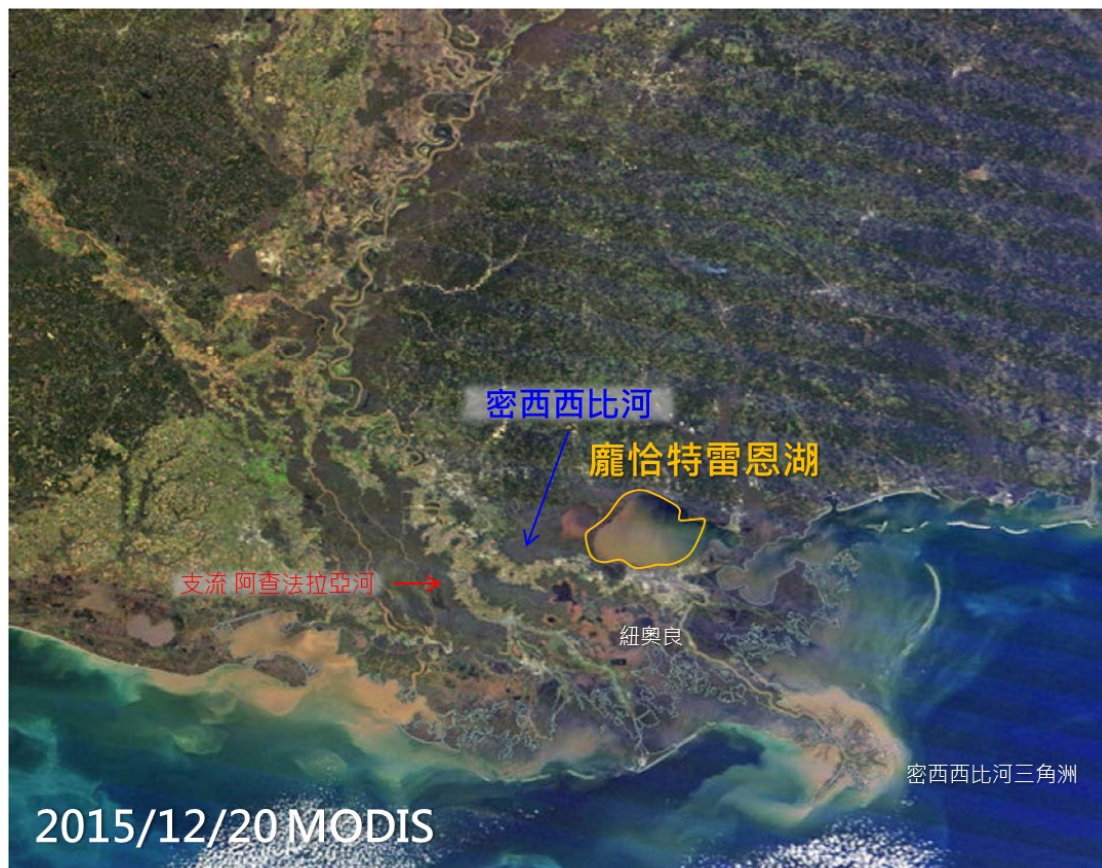


圖 16 12/20 拍攝密西西比河三角洲(MODIS 衛星, NASA)¹³

五、 結論

密西西比河於 2015 年聖誕節前後，發生冬季罕見暴雨襲擊美國中西部，造成至少 27 人死亡，NOAA 估計本次洪災損失超過十億美元。密西西比河沿岸的聖路易斯城、孟菲斯等大城市，以及數個小城鎮發生洪水氾濫的情形。大雨持續約一周，淹水未退長達一個月

¹³ NASA MODIS 衛星影像 http://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/individual.php?db_date=2016-01-01

以上，三河帶附近的開羅測得歷年來最高河道水位，水位甚至多出警戒值 5.1 公尺。因洪水氾濫導致許多房屋家俱毀壞，而實際家戶經濟損失難以估計。多處河堤發生溢堤和潰堤情況，河水輸砂總量大，加上退水時河道流速緩慢，部分河水沿著溢洪道排出河道外，主河道及支流出海口因流速緩慢而發生淤積，有水位湧高之情形。

事實上，美國密西西比河每年都會發生洪氾事件，其降雨量、降雨延時、洪峰流量、地形等型態皆與臺灣不同，而臺灣自然條件更為特殊，數小時內雨水自山林即抵達海洋，反觀美國因土地面積大，需數日才會退水。而臺灣同樣也有防洪設施，也會有山洪爆發的案例。其中我們可以向美國借鏡的是，應用衛星科技輔助災情研判，即使美國經常氾濫，防洪工程設施、即時撤離行動及保險制度等發揮其功效，面對災害發生時，有足夠的應變能力與資金救助。

六、 參考文獻

1. AP(<http://www.ap.org/>)
2. FEMA(<http://www.fema.gov/>)
3. NASA(<https://www.nasa.gov/>)
4. NCEP(<http://www.ncep.noaa.gov/>)
5. New York Times(<http://international.nytimes.com/>)
6. NOAA(<http://www.noaa.gov/>)
7. NWS(<http://www.weather.gov/>)
8. Reuters(<http://www.reuters.com/>)
9. Sid Hastings(<http://www.sidhastings.com/>)

10. The weather channel(<https://weather.com/>)
11. US news(<http://www.usnews.com/>)
12. USACE(<http://www.usace.army.mil/>)
13. USGS (<http://www.usgs.gov/>)