

2013 中歐洪災事件與洪水風險管理探討

王俞婷¹、張志新¹、黃柏誠²

1 國家災害防救科技中心坡地組

2 國家災害防救科技中心氣象組

摘要

由於中歐地區降雨主要發生在夏季，冬季又有大量降雪，山區積雪達 3-6 個月，在大雨或冰雪融化之後常出現洪水。此次，中歐洪災主要是因為易北河與多瑙河的氾濫溢淹，影響範圍包括：德國薩克森-安哈爾特州（馬格德堡）及薩克森自由州（德勒斯登）、巴伐利亞（帕紹）及捷克布拉格等地，探究主要原因為中歐地區 5~6 月份降雨超過歷史記錄的降雨及土壤高含水狀態所導致。而為了有效防洪，歐洲地區透過歐盟針對水資源利用、洪水風險管理、流域綜合治理等進行一系列的規劃與實行，並教育民眾避開風險高的地區以減少人命的傷亡。此外，中歐淹水事件對於我國的洪災特性截然不同，歐洲地區日降雨量 60mm 便已高過距平許多，四日累積降雨 400mm 便足以讓歐洲大規模洪災氾濫，相對於台灣，山高河川陡急，降雨很快流到海裡，造成淹水事件大多是內水排水不良造成的。所以歐洲處理洪水的方法未必適合移植到台灣來，反倒是隨著氣候極端事件增多，如何在巨災下，快速了解災情，掌握災情並進行搶救，需要衛星科技來快速評估風險及傳達災區的現況，值得台灣應用於災害管理中。

一、中歐水災事件災情概述

5 月底到 6 月初，中歐地區連日暴雨，使得易北河及多瑙河流域內主流及支流河水暴漲，造成沿岸部分城市大淹水，影響區域包含易北河流域內，德國（梅克倫堡-前波美拉尼亞(Mecklenburg-Vorpommern)、下薩克森州(Niedersachsen)、

薩克森-安哈爾特州(Sachsen-Anhalt)、勃蘭登堡(Brandenburg)、圖林根(Freistaat Thüringen)、薩克森自由州(Freistaat Sachsen)及其支流伏爾塔瓦河流域內的捷克(梅爾尼克 Melnik)等;多瑙河流域內,包含德國(巴伐利亞 Freistaat Bayern)、奧地利、匈牙利、斯洛伐克、克羅埃西亞等國家,總計造成 25 人死亡、數萬人被撤離(圖 1),主要災情分佈在德國及捷克。



圖 1 中歐洪水區域(橘色是河流,橫貫中間的多瑙河、流往北海的是易北河;淺橘色區域是受到影響的區域),圖片來源:wikipedia

在這場洪水災害中,以德國受創最為嚴重,其 16 個州中有 10 個州宣布為災區,災區民宅淹沒導致停水、停電、電器設備損壞、農田淹沒、汽車泡水、鐵路阻斷、工業區淹水等,預估經濟損失為 160 億美元,保險損失 39 億美元,農地總淹水面積約 700km²。德國北部為易北河¹流經之區域,以薩克森-安哈爾特州

¹易北河(德語:Elbe)發源於捷克和波蘭交接的蘇台德(Sudetenland)山脈,向南進入捷克,再流成一個弧形轉向西北流入德國,經漢堡流入北海,總長度 1165km、流域面積 14.5 萬 km²、平均流量 700m³/s,是中歐地區的主要航運河道。易北河從河源到德國的德勒斯登為上游,在山地中河流湍急,由許多小支流匯合而成,在接近德捷邊境時河寬達 140 米,然後穿越一個狹窄的峽谷進入德國的平原地區。河寬達 430 米,到了漢堡以下為下游,河流寬達 14.5 公里,海輪可以經過寬闊的河道航行 109 公里直接到達漢堡,通過中德運河向西到達魯爾工業區,向東到達柏

淹 (Sachsen-Anhalt) 水最為嚴重，境內馬格德堡 (Magdeburg) 平時易北河水位高度約 2m，洪水氾濫時上升至 9.6m，加上馬格德堡 (Magdeburg) 東北 40km 處菲斯貝克 (Wust-Fischbeck) 小鎮堤壩破裂 (圖 2)，使得全州總計約 4 萬多人撤離；薩克森-安哈特州 (Sachsen-Anhalt) 是德國化工業重地，為降低洪水影響，廠區周圍堆疊沙包，工廠關閉人員撤離，以減少損失及化學品流出污染環境；此外，擁有歷史古城之稱的德勒斯登，繼 2002 年洪水之後再次受到洪水波及，河川水位達 400 年最高水位 (圖 3)。其次，因易北河所屬支流伏爾塔瓦河 (Vltava) 洪水暴漲，使得捷克首都布拉格也受洪災侵襲，導致農田淹沒 4.3km²、布拉格動物園 1000 隻動物疏散損失達 800 萬美元 (圖 4)。



圖 2 菲斯貝克 (Wust-Fischbeck) 小鎮堤壩破裂 (圖片來源：美聯社)



圖 3 易北河沿岸工業區淹水照 (圖片來源：美聯社)

在多瑙河²流域的部分，多瑙河流經德國南部巴伐利亞州 (Freistaat Bayern)，

林。700 噸的貨輪可以上溯到捷克，較小的船可以經由其支流到達布拉格。

²多瑙河是歐洲第 2 大河，次於俄羅斯的窩瓦河，也是歐洲極為重要的一條國際河道，全長 2857 km、流域面積 81.7 萬 km²、平均流量為 6500 m³/s。發源於德國黑森林地區，流經德國、奧地利、斯洛伐克、匈牙利、克羅埃西亞、塞爾維亞、羅馬尼亞、保加利亞、摩爾多瓦和烏克蘭等 10 個

使得帕紹（Passau）地區洪水位超過 500 年的洪水記錄，因洪水淹沒鐵路、高速公路導致交通阻斷，使得慕尼黑通往奧地利的高速公路封閉數週（圖 5）。而奧地利中部、西部也因連日大雨，洪水暴漲、山崩，迫使數以百計民眾撤離家園。



圖 4 布拉格動物園淹沒及動物疏散（圖片來源：（左）美聯社，（右）BBC）



圖 5 （左）高速公路淹水，（右）帕紹（Passau）地區淹水高度（資料來源：AIR WORLDWIDE）

二、 氣象降雨概述

中歐地區主要受低壓及鋒面影響，根據歐洲雨量觀測圖顯示，5/31-6/3 降雨主要集中在中歐地區（德國、奧地利）（圖 6），在德國四日累積雨量有近 400 豪

中歐及東歐國家，是世界上流經國家最多的河流，最後從多瑙河三角洲注入黑海。多瑙河流域範圍還包括波蘭、瑞士、義大利、捷克、斯洛維尼亞、波士尼亞與赫塞哥維納、蒙特內哥羅、馬其頓共和國、阿爾巴尼亞等 9 個國家，有大小 300 多條支流。

米，在奧地利地區的降雨也達 200 豪米，根據德國巴伐利亞阿紹站雨量站觀測(圖 7)，連續 4 天日雨量超過大雨等級³，其中 6/1 降雨量 170 豪米，更超過豪雨等級。

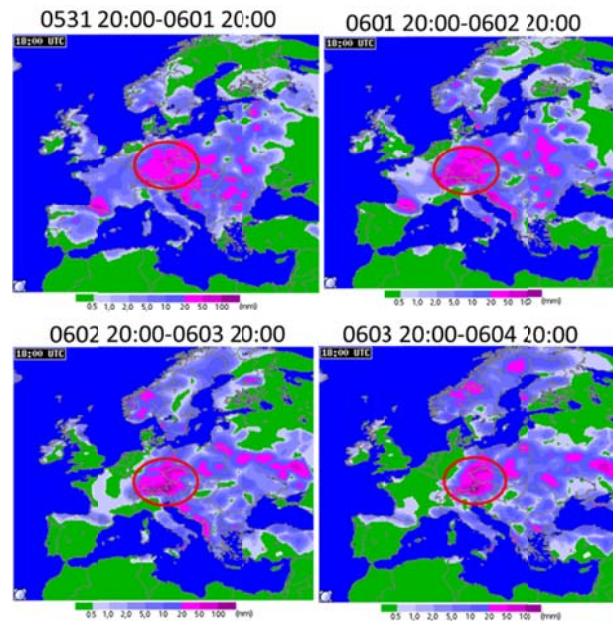


圖 6 中歐 5/31-6/3 24 小時累積雨量圖 (圖片來源：Weather online Europe)

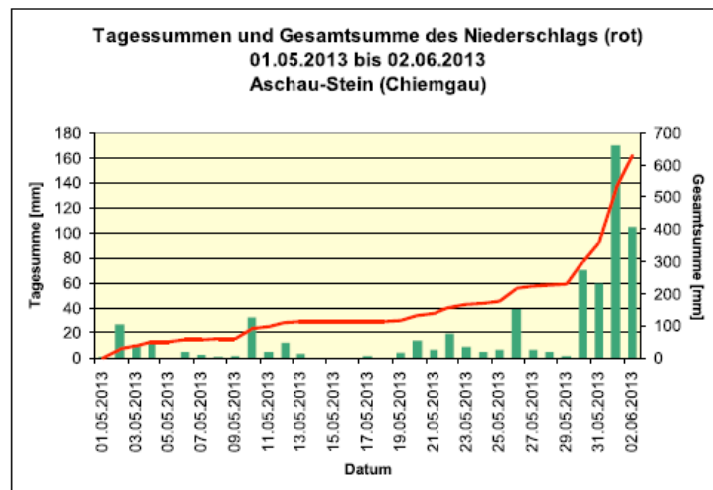


圖 7 德國巴伐利亞阿紹站 2013 年 5 月～2013 年 6 月初日降雨量與累積雨量(資料來源：Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology，EDIM)

³ 大雨等級：指 24 小時累積雨量達 50 毫米以上，且其中至少有 1 小時雨量達 15 毫米以上之降雨現象。豪雨等級：指 24 小時累積雨量達 130 毫米以上之降雨現象。

三、 洪災原因說明與探討

(一) 造成中歐淹水主要原因有兩項：

1、降雨量超過歷史紀錄

在世界氣象組織記錄中，中歐較嚴重的洪水災害發生在 1997 年 7 月和 2002 年 8 月多瑙河和易北河洪水，之後的幾次並無大重大災情，其中以 2002 年水災造成較嚴重的傷亡。

本次的洪水，從德國以及奧地利 5 月降雨距平百分比來看（圖 8），德國及奧地利地區在五月份的降雨量已超過過去降雨量三倍以上。此外，根據德國氣象局（DWD）1980-2010 年統計（圖 9），德國南部平均每月降雨量約為 80 豪米左右，其中雨季 5-9 月雨量較大，約 110-160 豪米之間，而此次降雨，在四天之內降下 400 豪米，已超過 5 月平均雨量之兩倍，導致河水暴漲，氾濫成災。

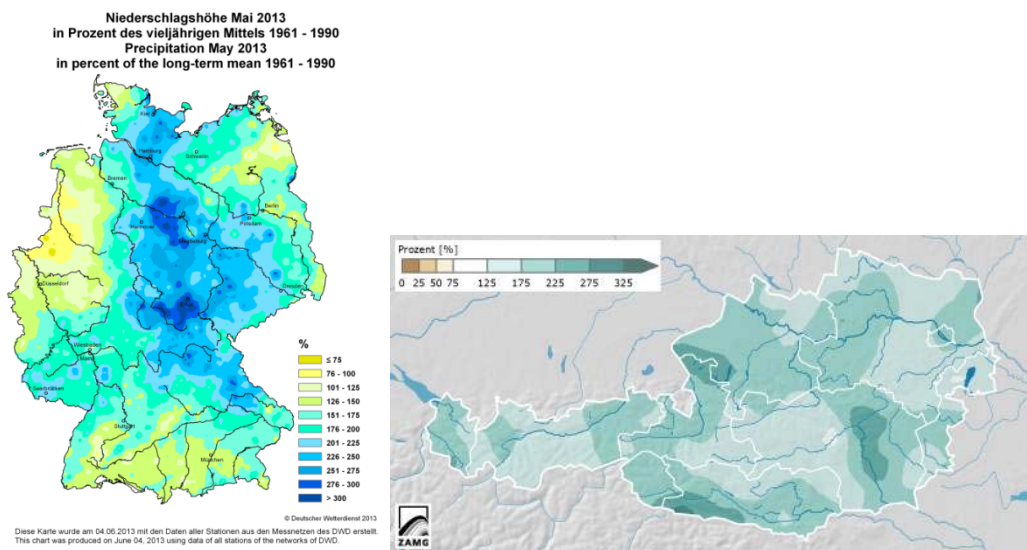


圖 8 左為德國 5 月降雨距平百分比，圖片來源：DWD。右為奧地利 5 月降雨距平百分比，圖片來源：ZAMG

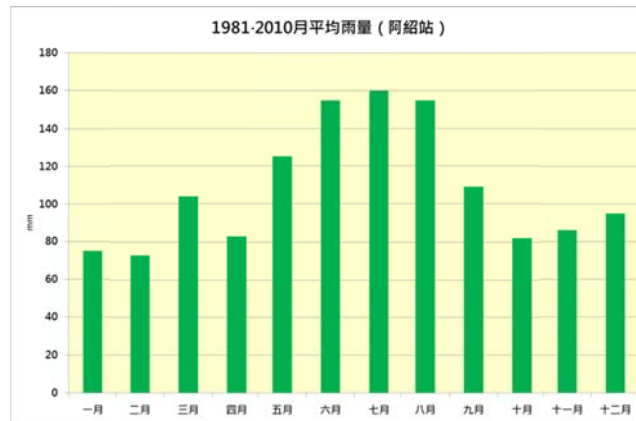


圖 9 德國巴伐利亞阿紹站 1981~2010 月平均雨量 (資料來源：DWD)

2、土壤水分飽和

根據歐洲太空總署 (European Space Agency, ESA) 在 2009 年發展，針對土壤濕度和海洋鹽度 (Soil Moisture and Ocean Salinity) 的監測衛星，從 760 公里的高空利用地面上微波輻射計監測土壤水分，所得之數據顯示，中歐地區在 5 月底已有高達 500 l/m^3 的水儲存於土壤中，源自於 5 月份過量降水已造成德國、奧地利、捷克等國家土壤水分已達到高含水狀態 (圖 10)，加上德國南方的阿爾卑斯山山脈正值冰雪融化時期，原河川水位已達過去正常水位之高度，故 5/31-6/3 期間降下的大雨，使土壤無法協助吸收水份，全部轉成逕流而促使河川流量暴增，造成洪水。

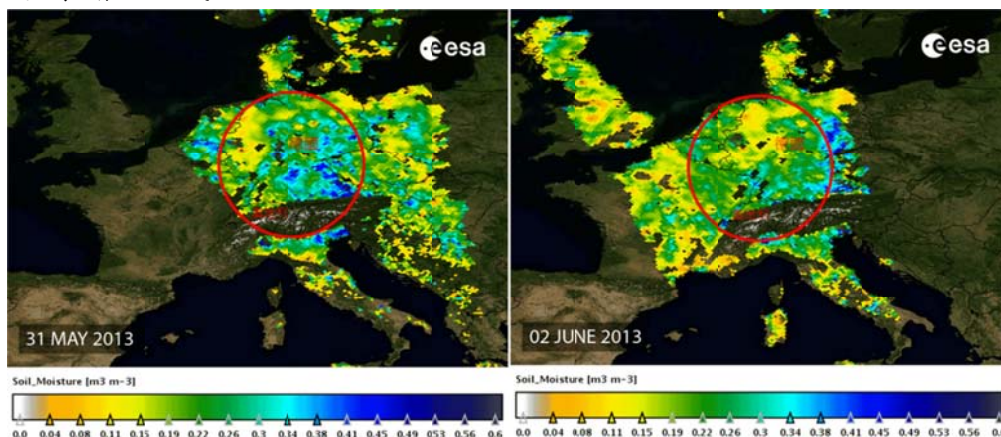


圖 10 5/31 及 6/2 土壤水分監測 (藍色：-、黃色：含水、綠色：高含水，資料來源：ESA)

(二) 2002 年與 2013 年中歐洪水探討

由於中歐地區降雨主要發生在夏季，冬季又有大量降雪，山區積雪達 3-6 個月，在大雨或冰雪融化之後常出現洪水，最近一次則是 2002 年 8 月中旬所發

生的洪水事件，計造成奧地利、捷克及德國洪水氾濫，影響時間達三週，超過 110 人死亡，當時洪水已超過 500 年頻率，以德國而言，經濟損失超過 198 億美元（150 億歐元），洪水淹沒面積約 600km²（1/60 臺灣）。將 2002 年洪水事件與本次事件相比，以整個易北河流域平均降雨分佈來看，2002 年洪水的降雨型態是屬於短時間強降雨的方式，從 7 月份即有一波一波的 10-20 豪米的降雨，以 10 日累積降雨量來看，於 8/10-8/13 達到最高峰也因此導致易北河流域洪水暴漲氾濫（圖 11 左）；而 2013 年洪水則是從 5 月份起一直持續降雨至 6/3 日，從 10 日累積雨量與來看，從 5 月份即無間斷過的降雨，使得河川水位陸續增高（圖 11 右）氾濫成災。此外，再從土壤水分監測來看，利用過去近 20 年的距平⁴來看，2002 年洪水發生前，土壤水分含量是過去 20 年平均的-75%，而 2013 年 5 月份的土壤水份含量則是將近 100%，因此，在兩場洪水事件的災因探討裡，2013 年的洪水事件，土壤水分飽和亦造成洪水的原因之一。

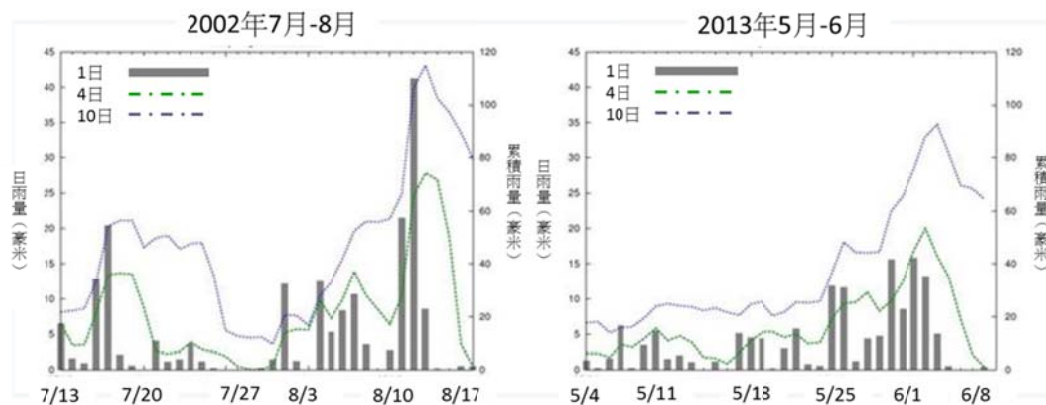


圖 11 易北河流域平均降雨型態分佈（左）2002 年 7-8 月（右）2013 年 5-6 月
（資料來源：Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut，KNMI）

4 土壤水分含量距平：該月份與過去 1981-2010 年平均土壤含水量之相差率。

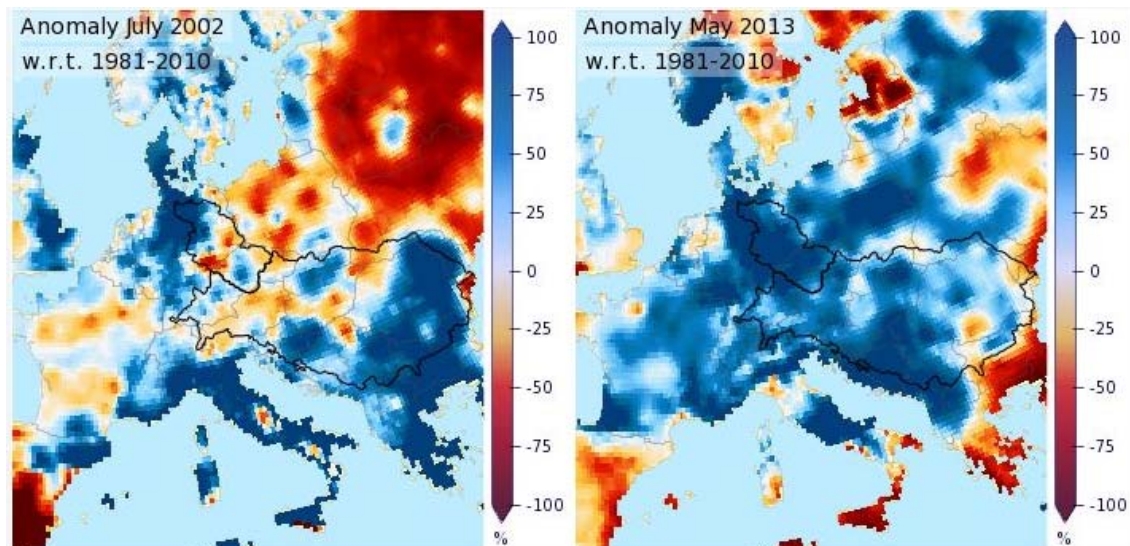


圖 12 中歐地區土壤水分含量距平（左）2002 年 7 月（右）2013 年 5 月（資料來源：Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut，KNMI）

四、 洪災管理與科技使用之經驗學習

在洪災管理方面，由於歐洲國家的防洪管理體制與其社會制度相呼應，以「區域」為單元的自主管理，國家僅訂定相關法規與協調地方之間的工作，不承擔具體的防洪責任。防洪管理工作由三個層面決定並完成，分別為州（省）政府、市政府和區域的管理協會，其中最主要的是區域的管理協會，另外，抗災、救災均由居民所在的地方政府負責，當災害規模大到超出地方政府所能處理的範圍時，此時才由各州的委員會或流域委員會進行協調。

加上歐洲多是跨國的河川，為了有效管理歐洲各跨國河流之問題，透過歐洲聯盟（簡稱歐盟 EU）規劃了一系列有關水方面的計畫，包含水環境、水資源管理、流域管理等，並針對容易發生洪水的流域進行整套的防洪計畫及洪水風險管理等計畫，並不斷研發新的衛星科技，以強化相關的研究。

（一）防洪規劃

1960 年代以前，歐洲各國注重工程與技術防洪，1980 年代以後，開始注重防洪與環保互相結合，現有的防洪體系則兼具了自然防洪與技術防洪：

1、自然防洪

隨著社會經濟的發展，以及物質生活水平的提高，對水資源環境有了更高的

要求，在治水觀念上除了修建防洪工程來達到防災減災目的以外，漸漸的轉變為以保護水資源環境為重點的多目標綜合治理，認為修建防洪工程應從生態保護和環境治理全面考慮，把工程措施與水資源環境、社會環境結合起來。以德國而言，特別重視對環境的影響，將河流的整治和居住環境的保護，納入整體規劃系統，他們認為洪水是自然現象，不可能不發生，也不可能人為完全控制住；對自然進行太多的擾動，人為改變洪水的自然條件，會加重洪水災害。德國巴伐利亞州將原來規則的堤防斷面改為不規則的斷面，將原來直線河道改為彎曲的河道，讓河流保持自然狀態，使其有自然擺動的範圍，給洪水保留足夠的通道。所採取防洪措施，是以保護人的生命為主，其次是企業工廠，其他設施，該淹的讓它淹，不要為保護某塊土地花太多的人力和物力。如德國科隆市防洪標準為 100 年頻率，但在發生 10 年、50 年或 100 年頻率洪水時，允許一些地區受淹，也就是預留一些治洪的範圍。

2、技術防洪

自 2002 年洪水後，許多地區投入大量經費進行技術防洪的規劃與建造，包含混凝土牆、船壁、堤防等，如德國薩克森州正在規劃中。此外，如捷克及奧地利等多採用移動式防水板（圖 13），當預估洪峰來臨前可將防水板架設於岸邊，以防止河水溢淹，兼具防洪及平時環境美化之設計。

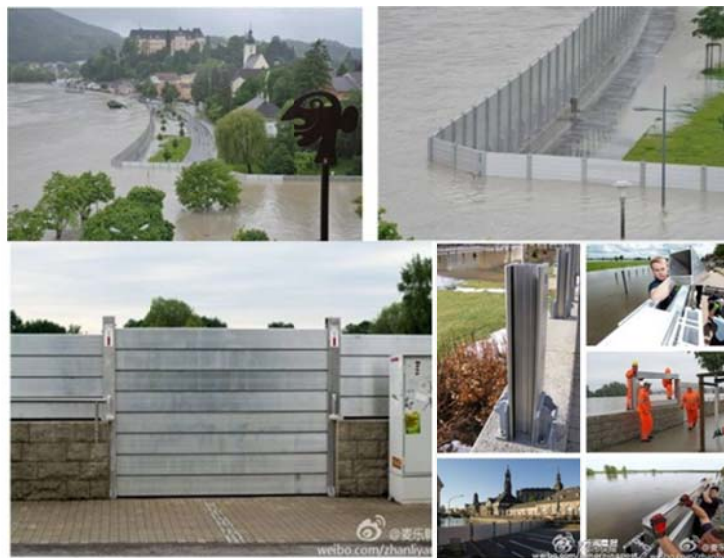


圖 13 奧地利防水板有效阻擋洪災（資料來源：網路新聞晨報）

（二）洪水風險管理

1、洪水預警

1998 年和 2002 年間在歐洲的洪水造成約 700 人傷亡，約 50 萬的人受到影響，經濟損失至少 25 億歐元，且歐洲的河流均跨越幾個國家，因此，洪水預警是一個跨國的問題。為此，透過歐盟在 2003 年推出「歐洲洪水感知系統（European Flood Awareness System (EFAS)」的計畫，其目的（1）協助會員國在洪水前預防和到達時的即時性警告、（2）提供會員國正在發生的洪水訊息，提高國際援助和大型跨國洪水事件的危機管理（圖 14）。更於 2011 年結合哥白尼系統⁵

（Copernicus Emergency management service, EFAS）將即時訊息及災情透過網站系統傳遞出去以讓各國瞭解整體洪水發生現況。

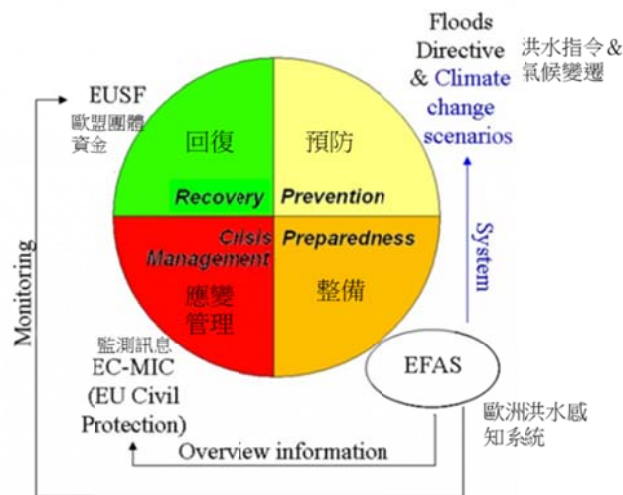


圖 14 歐洲洪水處理流程（資料來源：EU）

2、風險管理

歐盟於 2007 年 10 月 23 日在歐洲議會中通過洪水風險管理與評估的指引⁶2007/60/EC，其主要目的在於建立一個共同的框架以評估歐盟各地區洪水對於人類健康、環境、物產和經濟活動的風險，並降低洪水危害，藉由繪製洪災風險地圖的方式，減少未來洪水所造成的損失。相關的防災措施包括初步風險評估、洪災風險地圖的繪製及訂定洪水風險管理計畫。

⁵哥白尼系統是歐洲用於監測地球的一個系統，收集來自多個數據源：地球觀測衛星和地面站，空中和海上傳感器，如原位傳感器。它處理這些數據，並為用戶提供了可靠和最新的信息通過一組相關的環境和安全問題的服務，領域包含：陸地，海洋，大氣，氣候變化，應變管理和安全。

⁶ Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks，歐盟洪災風險管理與評估簡介與全文翻譯，國家災害防救科技中心電子報第 37 期 2008/8/14

(1) 初步風險評估

每個會員國必須在 2011 年 12 月 22 日前為每條河流域或部分位於其領土做一次初步的風險評估。包括確定領土內邊界位置、蒐集洪水發生的發生資料，評估未來可能發生的機率和影響。根據評估結果，各會員國必須將流域的風險大小進行分類，這評估及分類結果必須在 2018 年 12 月 22 前公布，並每六年檢討一次。

(2) 風險地圖製作

歐盟的會員國必須將位於洪水潛勢區的人口、重要設施、環境等項目確實的繪製於風險地區中，並以高、中、低三種分類來表示洪水可能發生之機率，地圖必須於 2013 年 12 月 22 日以前公佈，並 6 年檢視一次。

(3) 洪災管理計畫

歐盟會員國針對境內每條流域必須訂定洪災管理計畫，並設立適當的保護標準，以確保可以達到管理效果，若流域的範圍含跨多國時，請相關會員國提出一份簡單操作性計畫，便於和他國合作，此計畫需於 2015 年 12 月 22 日前完成公佈，並 6 年檢視一次。

(三) 衛星科技應用

歐洲太空總署 (European Space Agency, ESA) 結合歐洲各國航太中心，如德國航太中心 (German Aerospace Center, DLR)，將接收到的衛星影像及資料，經過處理後應用在不同的科學領域，如水資源環境監測、影像判釋、及保險估計。

1、水資源環境監測

水是人類的起源，歐洲科學家們認為地球的水循環是影響天氣和氣候的關鍵，因此，不斷積極透過各種方法來監測整個水循環的變化，從 1980 年陸續透過不同衛星進行各種氣候、地球水環境監測 (圖 15)，並根據不同衛星所接收的數據合併計算 1978-2010 年土壤濕度做為其氣候變量⁷ (Essential Climate Variables, ECV) 之參考 (圖 16) 以強化氣候變遷研究內影響氣候條件之相關研究技術的

⁷ 氣候變量 (Essential Climate Variables, ECV)，用來做為氣候變遷之各項影響氣候條件之變量。

精進，同時，他們認為水分在土壤和海洋表層海水中的鹽度變化是關聯著海洋、大氣及陸地之間的水循環結果。因此，2009 年更針對土壤含水及海洋鹽度監測，發射 Soil Moisture and Ocean Salinity, SMOS 衛星，其主要在地表 1-2m 深度進行含水量監測，並積極將其應用在相關防洪技術，故在此次洪水事件前即發現中歐地區的土壤水分已達飽和。

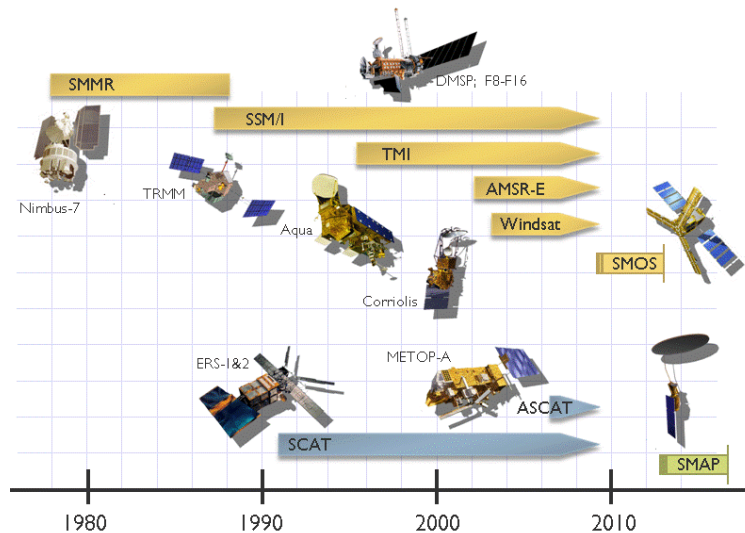


圖 15 各項氣候觀測衛星發展歷程

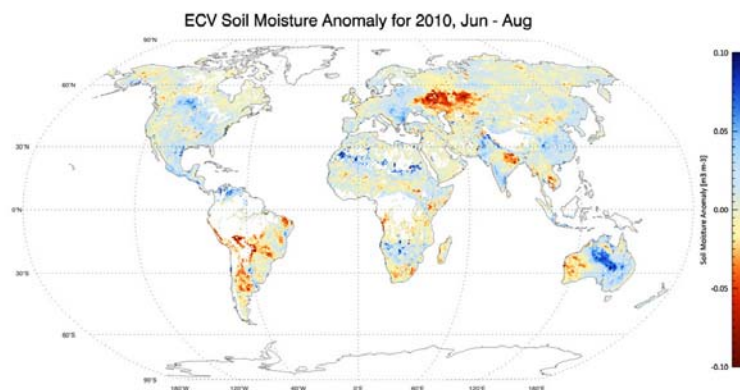


圖 16 32 年土壤水分監測結果（紅色為土壤水分少，藍色為土壤水分多）

2、災後即時淹水影像判釋

德國航太中心 (DLR) 所發射之 TerraSAR-X 衛星主要用來接收圖像及雷達回波，透過多模和高分辨率的 X-波段的數據，可用於廣泛的科學應用領域，包含水文、地質、氣候學、海洋學、環境與災害監測和立體幾何製圖，此衛星可於夜間和陰天條件下運用，因此，本事件災害期間 DLR 所接收的影像透過德國聯邦內政部所屬單位 ZKI-DE (ZKI service for Federal Agencies) 進行影像判釋及快

速製圖流程並放置於聯合國國際空間與重大災害憲章(International Charter Space and Major Disasters)網頁中，提供相關單位做為的災情掌握、災害救援規劃使用。

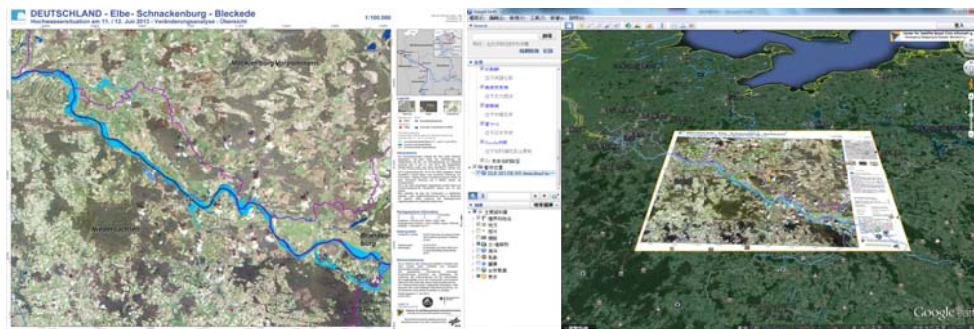


圖 17 (左) 易北河_德國施納肯堡段淹水圖 (右) 直接套疊於 google earth (圖片來源：DLR)

3、巨災估計

歐洲許多國家推動洪災保險制度已極具歷史，隨著逐年洪災侵襲，以及洪災風險的推廣，不管是民眾或國家也更能接受洪水保險的概念，因此，許多單位也積極利用相關科技技術來研擬更周全的計畫，例如：PERILS 公司利用 ESA 所提供之影像，結合其他民間公司或研究團體 (SERTIT)，利用快速高分辨率洪水足跡衛星對地面觀測數據以快速評估大洪水的影響，並提供保險業及國家和地方政府做巨災風險估計，之後透過巨災估計模式進行災損評估 (德國保險公司 Airworldwide, <http://www.air-worldwide.com/Models/About-Catastrophe-Modeling/>) (圖 18)，除能災時即時算出相關損失外，亦能推估災後復原所需之費用，並且做為未來減災之規劃及洪水風險之推算，強化整個洪災保險制度的完備。

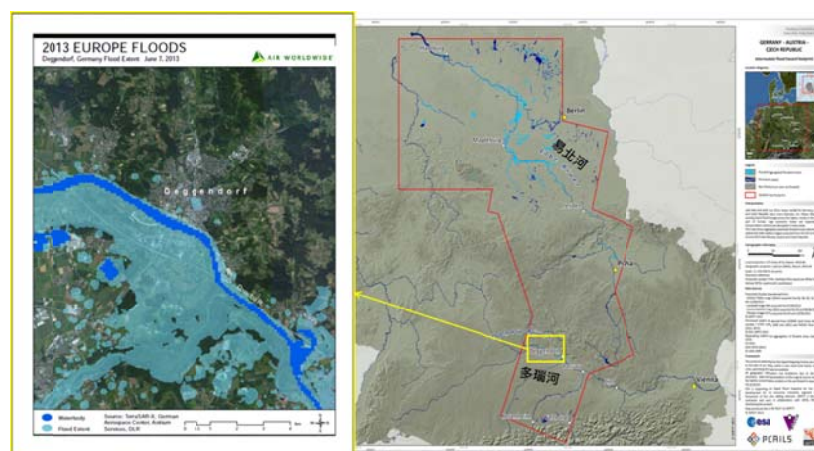


圖 18 (左) Airworldwide 用來評估災損淹水範圍圖 (右) SERTIT 所產製快速淹水評估範圍

(四) 社交網站與救災工作

歐洲在救災防洪除了有聯邦軍隊外，各省亦有不同團體支援，包括義消 (Freiwillige Feuerwehr, FFW)、技術救援隊 (Technische Hilftswerk, THW)、德國紅十字會 (Rotes Kreuz)，另外，還有自主救援協助裝填沙包、清理淤泥等，隨著網路的發達，社交網站成為傳遞訊息之重要角色，災區常面臨到斷電及通話中斷，透過社交網站 (Facebook, Twitter) 能即時將災區現況傳遞出來，並透過網路組成群組協助災區進行溝通協調界面及救災訊息之傳遞。

五、 結論

此次中歐洪災主要是因為易北河與多瑙河的氾濫溢淹，影響範圍包括：德國薩克森-安哈爾特州 (馬格德堡) 及薩克森自由州 (德勒斯登)、巴伐利亞 (帕紹) 及捷克布拉格等地，探究主要因為中歐地區 5~6 月份降雨超過歷史記錄的降雨及土壤高含水狀態所導致。

過去該地區也發生多次洪災，最近一次較大規模的洪災為 2002 年，比較洪災規模，本年的淹水範圍大於 2002 年，但因為有 2002 年的受災經驗，中歐各國針對容易發生洪水之洪泛區規劃一系列防洪措施及建設，以便因應未來極端天氣所造成的重大災害，因此本次災害經濟損失相對較小。

歐洲地區透過歐盟針對水資源有流域綜合治理之研究，對於洪水風險管理方面，則結合環境規劃其相關防洪設施，訂定風險指引使各國依據指引劃定洪水風險分區，再根據每個不同程度的風險規劃該地區之相關措施，使得洪水來臨時能有效減少損失。並教育民眾避開風險高的地區以減少人命的傷亡。隨著氣候極端事件增多，如何在巨災下，快速了解災情，掌握災情並進行搶救，需要結合衛星科技來快速評估風險及傳達災區的現況。例如：利用衛星估計大範圍土壤含水量，以了解土壤涵養水分的能量，除可以估計乾旱情況也可以估計降雨涵容情況；另外，利用衛星影像快速評估大範圍淹水面積的變化也可作為災情紀錄與救災因應作為的依據。

本文探討中歐淹水事件，對於我國的洪災特性截然不同，歐洲地區日降雨量 60mm 便已高過距平許多，四日累積降雨 400mm 便足以讓歐洲大規模洪災氾濫，

相對於台灣，山高河川陡急，降雨很快流到海裡，造成淹水事件大多是內水排水不良造成的。所以歐洲處理洪水的方法未必適合移植到台灣來，但是對於衛星科技對於災情評估、或風險估計的應用，值得台灣應用於災害管理中。

參考文獻：

1. 2013 European floods, Wikipedia.
http://en.wikipedia.org/wiki/2013_European_floods
2. Severe flooding inundates parts of Central Europe, the Washington Post.
<http://www.washingtonpost.com/blogs/capital-weather-gang/wp/2013/06/04/severe-flooding-inundates-parts-of-central-europe-photos/>
3. Wetter beruhigt sich allmählich, ZAMG(奧地利氣象與地球動力研究所)
<http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/wetter-beruhigt-sich-allmaehlich>
4. Update Starkregen und Rückblick Mai, ZAMG.
<http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/update-starkregen-und-rueckblick-mai>
5. Commission's European Community Humanitarian Office(ECHO).
http://ec.europa.eu/echo/index_en.htm
6. Kristalina Georgieva, EU Commissioner for Humanitarian Aid and Civil Protection: Floods in Central Europe.
http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/georgieva/hot_topics/floods_central_europe_en.htm
7. Deutscher Wetterdienst. (德國氣象局)
<http://www.dwd.de/>
8. 洪水監測系統
<http://www.efas.eu/>
9. 淹水地圖
<http://ercportal.jrc.ec.europa.eu/Maps/DailyMapArchive.aspx>
10. 空間與災情
<http://www.disasterscharter.org/web/charter/activations>
11. <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/hochwasser-esa-satellit-smos-misst-rekord-bodenfeuchte-a-904387.html>
12. 德國防洪
<http://www.ufz.de/index.php?de=31772>
13. <http://www.eea.europa.eu/highlights/flood-risk-in-europe-2013>
14. <http://www.esa-soilmoisture-cci.org/node/1>
15. http://www.knmi.nl/cms/content/114016/central_european_flooding_2013
16. http://cib.knmi.nl/mediawiki/index.php/Central_European_flooding_2013
17. http://www.bafg.de/DE/Service/presse/2013_06_26_pm_bericht.pdf;jsessionid=E8580072DB1F50DF3507C8C0D6FD0081.live1041?_blob=publicationFile
18. <http://euvoice.eu/2013/07/after-the-flood-life-in-germanys-disaster-zone-2/>