

2014 年 5 月巴爾幹半島洪水災害事件報告

吳啟瑞¹、傅鏗漩¹、趙映婷²

1 國家災害防救科技中心坡地洪旱組

2 臺北醫學大學公共衛生系

摘要

巴爾幹半島於 2014 年 5 月中旬連日豪雨釀災，遭洪水氾濫侵襲，山洪並引發坡地災害，塞爾維亞和波赫兩國受災嚴重，另外還有多國發生災情，統計至 6 月底至少有 86 人喪生，超過 160 萬人受到影響，損失超過 35 億歐元，洪災造成的損失規模超出當地過去戰爭的破壞程度，災後國際社會迅速展開援助行動。

一、 巴爾幹半島洪災事件概述

歐洲東南部的巴爾幹半島 (Balkan)，於 2014 年 5 月 13 至 18 日受到低氣壓影響，連日降下豪雨，加上同時間又有山區融雪發生，引發該地區 120 年以來最嚴重的洪災。半島上的塞爾維亞 (Serbia)、波士尼亞與赫塞哥維納 (Bosnia and Herzegovina，簡稱波赫)、克羅埃西亞 (Croatia) 以及羅馬尼亞 (Romania) 等 4 國遭到洪水侵襲 (參見圖 1、圖 2)。災情統計以塞爾維亞和波赫兩國最為嚴重，1 日內降雨量最大達 130 毫米，超過當地平時 1 個月的雨量，造成山區

崩塌、地滑、房屋倒塌、道路損毀、河水暴漲，溢堤洪水淹沒沿岸城鎮，重災區域的淹水超過 1 星期後才逐漸退去。根據歐盟及聯合國截至 6 月底的統計，本次洪災總計至少有 86 人喪生，塞爾維亞和波赫兩國有超過 160 萬人受到影響，總損失金額超過 35 億歐元（超過新台幣 1,350 億元），受災區域預計要花費 3 到 5 年時間才能完全重建復原^[參考文獻 4、12]。



圖 1 巴爾幹半島洪災重災區域（資料來源：ReliefWeb）

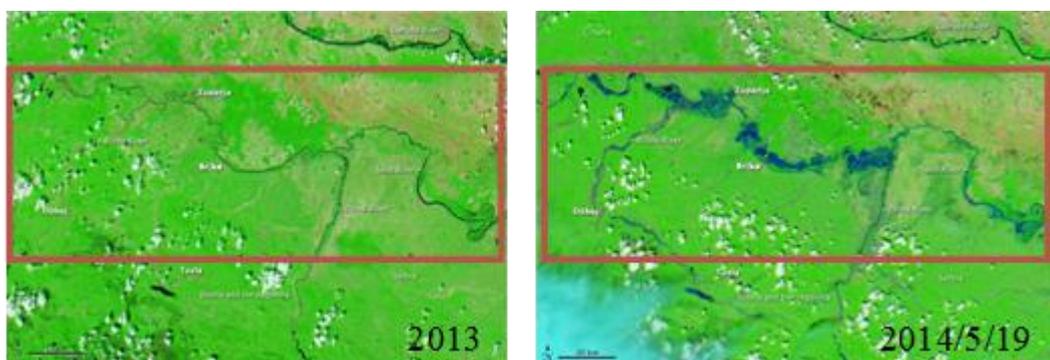


圖 2 重災區域災前災後衛星影像（資料來源：NASA）

二、 巴爾幹半島地理環境特性

巴爾幹半島面積約 55 萬平方公里，地處歐、亞、非三大陸塊間，是歐、亞聯繫的陸橋，南臨地中海成為重要航線，地理位置極為重要。半島西北部有第拿里阿爾卑斯山 (Dinaric Alps)，東北部有喀爾巴阡山 (Carpathian Mountains)，歐洲第二大河多瑙河 (Danube River) 從兩山脈間穿越流入半島。半島上的地形以山地為主，平原少且分布零散(參見圖 3)。在西北方有薩瓦河 (Sava River) 由西向東流，流域面積約 9.6 萬平方公里，長度約 940 公里，先後與波士尼亞河(Bosna River) 及德里納河 (Drina River) 匯流後，流入多瑙河(參見圖 4)。本次洪災事件受災最嚴重的塞爾維亞和波赫兩國，即位於薩瓦河下游區域。



圖 3 巴爾幹半島地形山多平原少 (資料來源：Wikipedia)



圖 4 薩瓦河流域位於巴爾幹半島西北方

(資料來源：Wikipedia)

塞爾維亞面積 77,474 平方公里，屬溫帶大陸性氣候，冬冷夏熱，年雨量約 750 毫米，全國人口 731 萬人，首都貝爾格勒 (Belgrade) 為最大城市，位於多瑙河與薩瓦河匯流處。波赫面積 51,197 平方公里，境內 90% 為山地，德里納河在東方與塞爾維亞的邊境上，薩瓦河在北方與克羅埃西亞的邊境上，全國人口 387 萬人，首都塞拉耶佛 (Sarajevo) 為最大城市，靠近波士尼亞河的源頭。

三、 事件氣象分析

5 月 13 至 18 日有一低壓氣旋籠罩在歐洲東南部到中部地區上空，導致連日降下豪雨，特別是在巴爾幹半島。圖 5 為美國國家航空暨太空總署 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) 當時的衛星影像，可見到低壓氣旋的影響範圍。

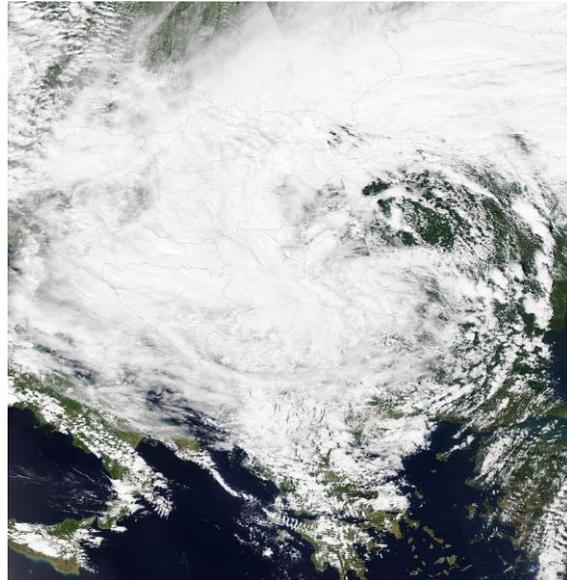


圖 5 2014/5/15 歐洲上空衛星影像 (資料來源：NASA)

低氣壓滯留於巴爾幹半島上空多日，是因為兩旁的高壓增強導致擠壓了東南歐和中歐的低壓，於是讓此一低氣壓系統宛如一種內陸氣旋，並在短時間內降下豪雨。這種現象被稱為 cutoff low(參見圖 6)，好比於脫離且被阻隔於主流的支流，當低壓支流被高壓從西風主流帶切除時，就會形成一個封閉的循環，這個封閉的循環持續多日，是造成本次事件中連續性降雨的主要原因。



圖 6 cutoff low 現象示意 (資料來源：CNN)

根據 5 月 13 至 19 日歐洲逐日雨量觀測圖(參見圖 7)顯示，受到

低氣壓影響，歐洲的最大降雨主要集中在巴爾幹半島上的塞爾維亞和波赫兩國境內（如圖 7 紅框區域）。圖 8 為美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）當時的資料，顯示 5 月 11 日至 17 日在巴爾幹半島地區的 7 日累積雨量約 100~200 毫米。

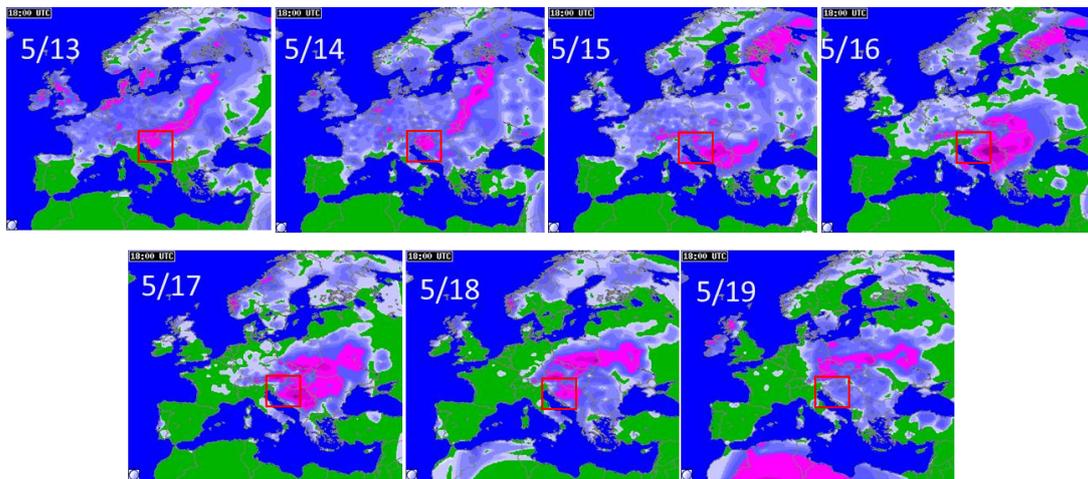


圖 7 歐洲逐日雨量觀測圖（資料來源：Weather online）

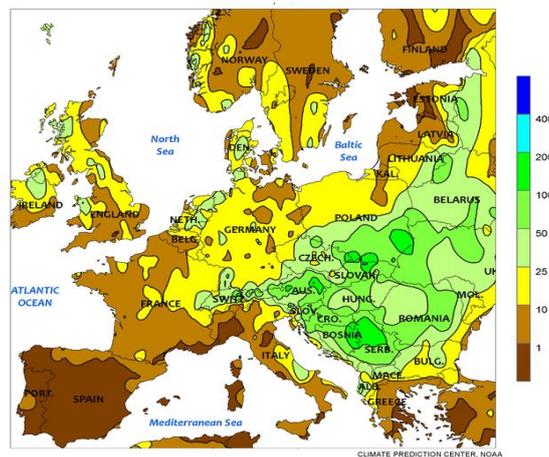


圖 8 2014/5/11~17 歐洲累積雨量圖（資料來源：NOAA）

四、 事件災因分析

1. 破紀錄降雨釀災

塞爾維亞和波赫兩國邊境上的 Loznica 地區（參見圖 9），在 5 月 13 日單日降下 130 毫米，遠超過該地區五月降雨平均值 100 毫米，塞爾維亞首都貝爾格勒在 13 日單日降下 110 毫米，也遠超過該地區五月降雨平均值 75 毫米，破紀錄超大降雨，導致洪水泛濫衝擊薩瓦河流域。

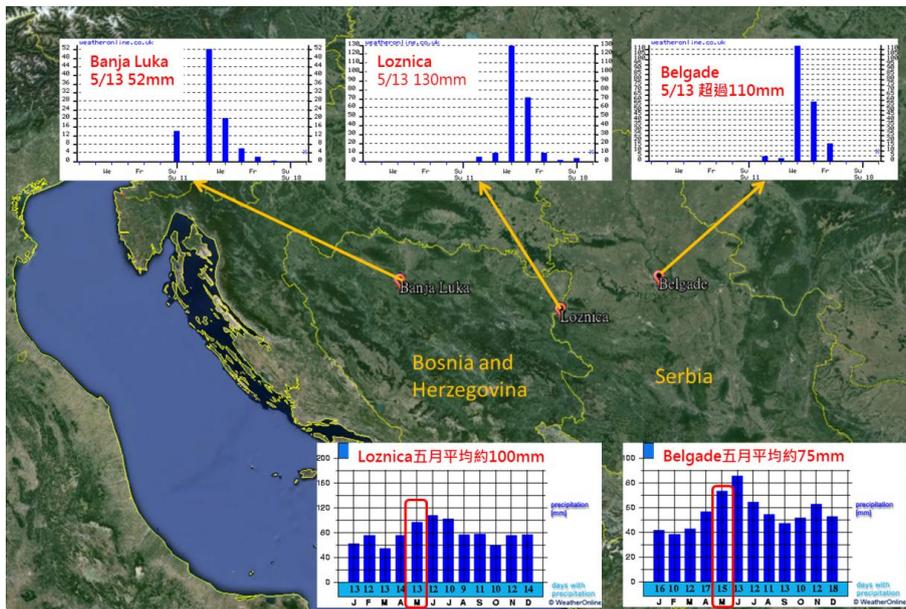


圖 9 塞爾維亞和波赫兩國 2014/5/5~19 逐日雨量及五月降雨平均值
(資料來源：Weather online)

2. 破紀錄水位氾濫成災

豪雨加上山區融雪，造成河水暴漲，洪峰持續沿流經塞爾維亞和波赫兩國的薩瓦河推進，5 月 19 日薩瓦河的水位，在塞爾維亞境內的 Sremska Mitrovica 及 Sabac(參見圖 1)達到 6.3 公尺，破該地區歷史記錄，因水位過高與堤防損壞，使得洪水氾濫淹沒沿岸城鎮，包括塞爾維亞首都貝爾格勒，受災最嚴重的城鎮 Obrenovac(參見圖 1)

位於首都貝爾格勒上游 30 公里處，全城鎮面積 411 平方公里(台北市的 1.5 倍)有 90%被洪水淹沒。同時由於山區豪雨及融雪仍持續發生，另一波洪峰在 5 月 20 日後抵達薩瓦河下游，21 日通過塞爾維亞首都貝爾格勒流入多瑙河，造成災情持續擴大(參見圖 10)。



圖 10 塞爾維亞首都貝爾格勒淹水 (資料來源：英國 BBC News)

3. 降雨加上山洪引發坡地災害

巴爾幹半島山多平原少，降雨加上山洪在巴爾幹半島地區引發超過 2,000 處坡地災害，損害許多城鎮和村莊，其中以波赫 (境內 90% 為山地) 的坡地災害災情最嚴重，發生近 300 處土石流及山體滑坡，土石流切斷城鎮村莊的聯外道路，山體滑坡摧毀房屋及基礎設施，也因此造成嚴重傷亡與損失(參見圖 11)。



圖 11 波赫發生嚴重土石流及山體滑坡災情 (資料來源：英國衛報)

五、 災害衝擊探討

1. 災情嚴重且擴及鄰近多國

塞爾維亞有超過 60 萬人(全國 731 萬人的 8.21%)受到洪災影響，包括首都貝爾格勒也遭洪水侵襲(參見圖 12)，塞爾維亞政府 5 月 15 日宣布全國進入緊急狀態，並尋求歐盟協助救援工作。此外因其境內最大的燃煤發電廠受到洪水威脅，停止運轉發電造成廣大區域的民生衝擊。根據至 6 月底的統計資料，死亡 57 人，損失 15.25 億歐元。



圖 12 塞爾維亞首都貝爾格勒災前災後航照影像 (資料來源：法新社)

波赫有超過 100 萬人(全國 387 萬人的 25.84%)受到洪災及坡地災害影響，超過 10 萬棟民宅建築損毀無法使用，波赫政府 5 月 15 日宣布全國進入緊急狀態，並表示波赫在本次事件中所受到的破壞不亞於 1992~1995 年的波士尼亞戰爭，因此向聯合國請求協助重建復原。根據至 6 月底的統計資料，死亡 24 人，損失 20.37 億歐元。

本次事件災情分布遍及巴爾幹半島及其鄰近多國，半島上的塞爾維亞、波赫、克羅埃西亞及羅馬尼亞 4 國遭到洪水侵襲，半島周圍的

義大利 (Italy)、奧地利 (Austria)、匈牙利 (Hungary)、斯洛伐克 (Slovakia)、波蘭 (Poland) 及保加利亞 (Bulgaria) 等 6 國受到豪雨影響，有數以萬計家戶斷電。

2. 社會經濟各部門損失龐大

根據歐盟在災後援助塞爾維亞的報告^[參考文獻 4]顯示，塞爾維亞社會經濟各部門中，損失最大的是：能源產業 4.88 億歐元（新台幣 188 億元），其後依次是：房屋建築 2.31 億歐元（新台幣 89 億元）、農業 2.28 億歐元（新台幣 88 億元）、商業 2.25 億歐元（新台幣 86 億元）及交通運輸 1.67 億歐元（新台幣 64 億元）。

表 1 本次洪災塞爾維亞各部門損失（單位：百萬歐元）

		Disaster Effects, million EUR		
		Damage	Losses	Total*
Social		234.6	7.1	241.7
	Housing	227.3	3.7	230.9
	Education	3.4	0.1	3.5
	Health	3.0	2.7	5.7
	Culture	1.0	0.6	1.6
Productive		516.1	547.6	1,063.6
	Agriculture	107.9	120.1	228.0
	Manufacturing	56.1	64.9	121.0
	Trade	169.6	55.2	224.8
	Tourism	0.6	1.6	2.2
	Mining and energy	181.9	305.8	487.7
Infrastructure		117.3	74.8	192.1
	Transport	96.0	70.4	166.5
	Communications	8.9	1.1	10.0
	Water and sanitation	12.4	3.2	15.7
Cross cutting		17.2	10.6	27.9
	Environment	10.6	10.1	20.6
	Governance	6.7	0.6	7.2
Total		885.2	640.1	1,525.3

根據聯合國在災後援助波赫的報告^[參考文獻 12]顯示，波赫除了生計工作損失(新台幣 305 億元)之外，在社會經濟各部門損失排序依次是：房屋建築(新台幣 174 億元)、交通運輸(新台幣 134 億元)、農業(新台幣 72 億元)及能源產業(新台幣 39 億元)。

表 2 本次洪災波赫各部門損失(單位：波赫貨幣 BAM)

	Damages	Losses	Total
Agriculture	204,090,000	162,070,000	366,160,000
Education	15,720,000	1,300,000	17,020,000
Energy	97,140,000	102,280,000	199,420,000
Floods protection	96,300,000	-	96,300,000
Health	11,330,000	92,180,000	103,510,000
Housing and household items	830,800,000	55,600,000	886,400,000
Livelihoods and Employment	677,800,000	873,260,000	1,551,060,000
Public Services and Facilities	35,920,000	17,700,000	53,620,000
Transport and Communications	511,960,000	168,080,000	680,040,000
Water and Sanitation	10,640,000	4,050,000	14,690,000
Gender	-	16,550,000	16,550,000
Total	2,491,700,000	1,493,060,000	3,984,770,000

(說明：1BAM 等於 0.51129 歐元)

3. 過去戰爭遺留的地雷因洪災移位

1992 到 1995 年波士尼亞戰爭中，埋下大量的地雷，戰後有進行未爆炸裝置的標示。在本次洪災中破壞性的洪水和大量的山體滑坡，造成遺留下來的地雷被沖刷露出地面，並移動位置至原先標記區域外。根據新聞媒體報導，在重新標記地雷區域之前，已經發生有移位地雷爆炸，所幸無人傷亡，類似的情形恐將殃及無辜民眾，並已造成大眾恐慌，是本次洪災所衍生的嚴重問題(參見圖 13)。



圖 13 洪災後重新標記地雷區域

(資料來源：瑞士新聞媒體 Tagesanzeiger.ch)

六、 災後重建復原情況

本次洪災中塞爾維亞和波赫兩國受災最為嚴重，兩國的人均 GDP 分別約 6 千和 5 千美元，經濟上較為貧窮，故兩國政府災後皆向國際社會尋求援助，重建復原預計要花費 3 到 5 年時間才能完成。另外本次事件重災區域的淹水超過 1 星期後才逐漸退去，災後復原首要面對的問題就是公共衛生、抽水清淤與環境消毒。

1. 國際社會的援助行動

塞爾維亞具有歐盟候選國資格，可申請歐盟團結基金（European Union Solidarity Fund）最高 1 年 10 億歐元援助，洪災後歐盟的援救人員與物資於第一時間前進至災區搶救，同時世界其他各國陸續提供物資及金援。

波赫經由聯合國開發計畫署（UNDP）的協助，6 月向世界銀行集團（World Bank Group）取得 1 億美元的援助，用於災後緊急復原，

同時國際發展協會（International Development Association）提供資源協助波赫進行社會經濟各部門的復原，特別是在農業方面。

非政府組織的援助方面，包括國際醫療團、紅十字會、德國慈濟志工等，進行對塞爾維亞和波赫兩國的援助行動，提供食物、醫療、衛生、通訊等各項協助，以及災後復原時迫切需要的乾淨飲用水與預防性疫苗(參見圖 14)。



圖 14 洪災後的國際援助物資（資料來源：ReliefWeb）

2. 洪災後的公共衛生問題

因基礎設施被破壞，民生用水受到洪水汙染，災後短時間內超過 100 萬人沒有乾淨的飲用水源，仰賴援助所提供的瓶裝水。居民與牲畜災中遭受洪水長時間浸淹，於災後注射援助所提供的疫苗，預防破傷風或其他疾病。洪災後垃圾隨著洪水四散分布，可能造成病媒蚊孳生破壞環境衛生，災民與援救人員合作清除垃圾並進行環境消毒，避免引發傳染病(參見圖 15)。



圖 15 洪災後的抽水清淤與環境消毒（資料來源：ReliefWeb）

七、 現象觀察與經驗學習

巴爾幹半島因歷史與地緣關係，過去至今一直存在有宗教衝突與領土爭端，也曾引發多次戰爭。但本次洪災造成的損失規模超出過去戰爭的破壞程度，自然的反撲力量不容小覷，人類社會必須集中資源用於災害防救而非戰爭內鬥。在本次洪災中可以觀察到，天災讓原本不睦的各國與各族群齊心共患難，拋下過往成見採取人道行動，例如克羅埃西亞消防隊從原先被控管的公路前進到他國災區救援，例如塞爾維亞消防隊進入原先被國家抵制的難民營援救他國災民，諸如此類跨越族群的合作現象是否能持續下去，是否能帶給巴爾幹半島改變的契機，值得持續觀察與期待。

本次洪災的經驗學習有兩點：第一點是破紀錄的降雨導致水位過高堤防損壞洪水氾濫，現有防洪系統在設計當時無法完全考慮到極端降雨所引發的洪災狀況，應全面檢討評估防洪系統及公共設施的脆弱度，提出改善調適對策以因應可能遭遇極端降雨的災害衝擊。第二點是降雨與洪水在山區引發坡地災害造成傷亡損失，近年極端天氣下的

高強度降雨，引發的土石流及山體滑坡發生迅速，應變疏散撤離時間極為有限，應建立雨量水位早期預警系統，以減少生命財產的損失。

參考文獻

BBC News - World

<http://www.bbc.com/news/world/>

CNN.com - Weather

<http://weather.edition.cnn.com/>

Emergency in Balkans

<http://site.aegee.org/floods-emergency/>

European Commission - European Commission - Serbia Floods 2014

http://ec.europa.eu/enlargement/pdf/press_corner/floods/20140715-serbia-ma-report.pdf

NASA - Earth Observatory

<http://earthobservatory.nasa.gov/>

NASA - Worldview

<https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview/>

NOAA

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

ReliefWeb - Balkans Floods

<http://reliefweb.int/disaster/ff-2014-000059-srb>

Tagesanzeiger.ch

<http://www.tagesanzeiger.ch/ausland/europa/Freigespuelte-Mine-in-Bosnien-explodiert/story/24787048>

The Guardian - World

<http://www.theguardian.com/world>

The World Bank - International Development Association

<http://www.worldbank.org/ida/>

UN - Bosnia and Herzegovina Recovery Needs Assessment

http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/delegacijaEU_2

014070913592248eng.pdf

UN - Floods in BiH

<http://www.un.ba/stranica/floods-in-bih>

UNDP in Bosnia and Herzegovina

<http://www.ba.undp.org/>

Weather Online UK

<http://www.weatheronline.co.uk/>

Wikipedia - 2014 Southeast Europe Floods

http://en.wikipedia.org/wiki/2014_Southeast_Europe_floods