

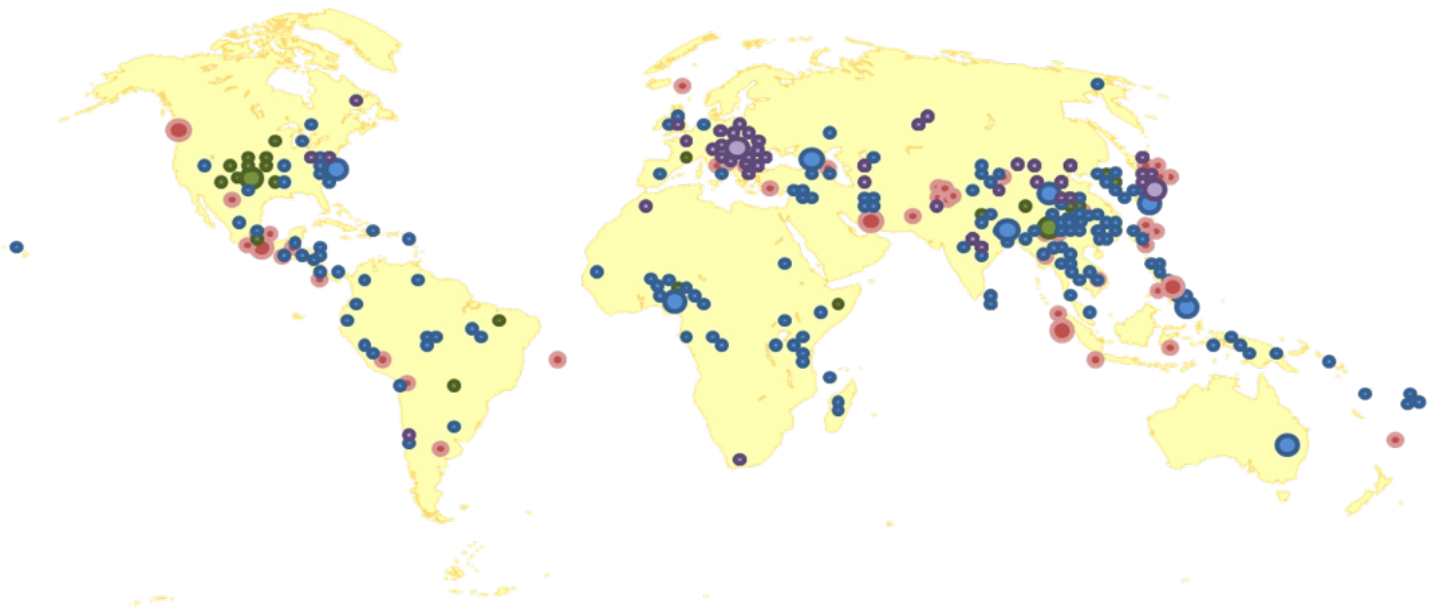
國家災害防救科技中心

2012年

天然災害紀實



2012年 天然災害紀實



序



從災害中學習一直是災害防救科研與實務推動過程中最重要的途徑之一，透過災害事件的探討分析，了解危害衝擊過程與原因，其所引起之人員傷亡、經濟損失、社會問題、環境弱化等問題及其結構關係，藉以擬定具減災策略的重建機制，或是未來的防減災對策等；亦即，期待經由一次又一次的災害學習，能夠建立更安全的家園。

全球化的現今，災害亦有相同趨勢的發展；全世界各地面臨了各式各樣的天然災害問題，一方面在危害類型上，包括有：颱風、洪水、暴雨、土石流、崩塌、雪災、寒害、乾旱、野火、龍捲風等；另一方面在受影響的暴露類型上，則含有高度開發的都會、貧窮落後的地區、大範圍的複合型災害、高齡化社會的形成等。再再都與台灣未來可能遭遇的災害課題有關。雖然台灣是高災害風險的國家，受災經驗多，但他山之石可以攻錯，他國的災害及其防救經驗，亦是我國學習成長的良師，而不必每一次都要從自己痛苦的受災經驗中進行學習。

為此，國家災害防救科技中心透過有目的與系統性的收集，網羅台灣以及他國發生的天然災害案例，分類探討災害之特性、應變過程、值得學習與省思的項目等。本(2012)年度探討國內外共23場災害事件，包括：台灣的颱風與暴雨事件、全球重要之洪災、乾旱、雪災寒害、地震等，集結編製成「2012年天然災害紀實」，以做為向災害學習的重要工具；期待能藉由已發生的災害，尤其是發生於他國的案例作為前車之鑑，擬定災害防救對策，避免重蹈覆轍，同時也可以藉此提醒全民居安思危，多一分準備、少一分的損失是十分重要與必要的。

主任

陳亮全

102.05

目錄 • Contents

序 1

第壹篇 2012災害分布與統計 4

2012災害分布與統計

2012國際十大災害統計

2012與過去10年災害類別比較

第貳篇 台灣颱風災害 10

042豪雨、0512豪雨、0520豪雨、0610豪雨

蘇拉颱風、天秤颱風

第參篇 國際颱風、颶風、洪水、坡地災害 30

澳洲洪災(2月~3月)

日本九州北部豪雨(7月)

俄羅斯西南部Krasnodar洪災(7月)

中國北京洪災(7月)

印度洪災(6月)

中、西非-奈及利亞洪災(10月)

Sandy颶風侵襲美東(10月)

菲律賓寶發颱風(12月)



第肆篇 國際乾旱災害 66

中國雲南乾旱

美國乾旱

第伍篇 國際寒害、雪災災害 76

歐洲雪災

日本雪災

第陸篇 國際地震災害 90

菲律賓中部地震(2月6日)

墨西哥南部地震(3月20日)

印尼蘇門答臘北部外海地震(4月11日)

伊朗西北部地震(8月11日)

加拿大哥倫比亞省外海地震(10月27日)

第壹篇 2012年國際災情分布

相對於近幾年災害問題，包括：2009年莫拉克颱風侵襲台灣造成人員嚴重傷亡與環境破壞；2010年因海地地震造成當年天然災害死亡人數創新高；2011年因東日本大震災引起海嘯，泰國曼谷重大工業區遭受大洪災，造成經濟損失創新高。2012年是相對平靜的一年，不過災害事件數量仍高達三百餘次。

2012年全球重大天然災害事件分布如下，幾乎每個月都有天然災害事件發生，包括：1~2月歐洲與日本雪災寒害，2~3月澳洲水災，3月墨西哥地震，5~10月美國乾旱、巴西乾旱、雲南乾旱，7月日本山洪暴發、7月中國北京暴雨成災、印度水災、中西非水災，8月伊朗地震、台灣受蘇拉颱風侵襲，10月英國水災及颶風SANDY重創美國紐約造成龐大經濟損失，12月菲律賓寶發颱風為當年度傷亡最嚴重的颶洪災害事件。

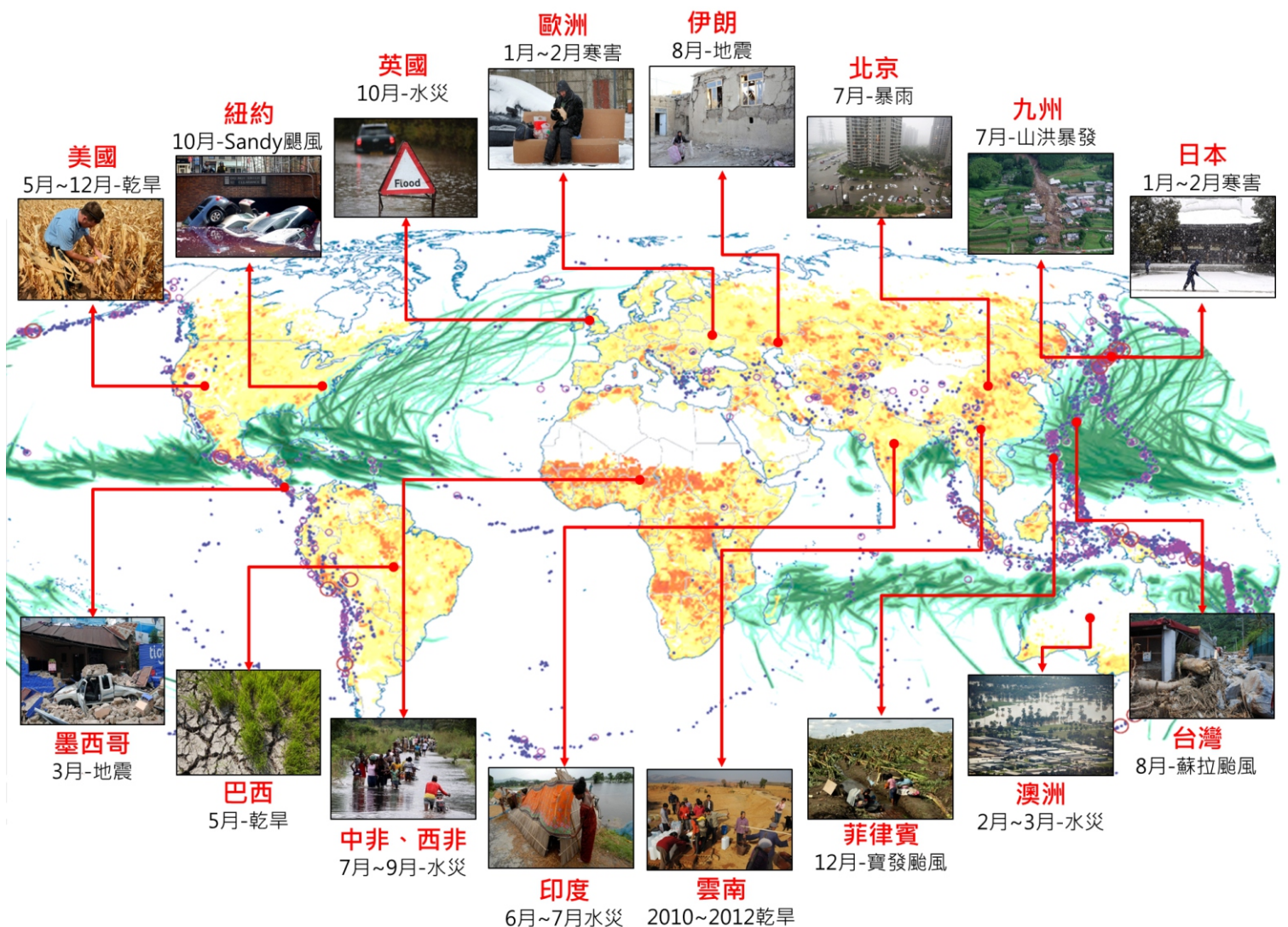


圖1-1 2012年國際災情分布

2012年本中心記錄全球天然災害事件，共計三百餘件。災害資訊來源有:EM-DAT, UNISDR, ADRC, OCHA及新聞媒體等。蒐整災害類型有:颱風、颶風、洪災、坡地災害、地震、雪災寒害、乾旱等。並以六大洲-四大災害類型分析，結果顯示：六大洲中以中亞洲發生天然災害次數最多(共201筆)；除了歐洲以雪災、雪崩為主要災害類型外，其餘五大洲皆以颶風災害為主。2012年全球的災害事件顯示，災害發生規模小，且沒有發生巨型災害，所以死亡及受影響人數都低於過去10年平均值。雖然如此，但就災害個案衝擊而言，例如:颶風Sandy的經濟損失、寶發颶風的人員傷亡等，國人仍不可忽視災害所帶來的傷亡與損失，並且從各國面對災害的經驗與作為中進行借鏡與學習。

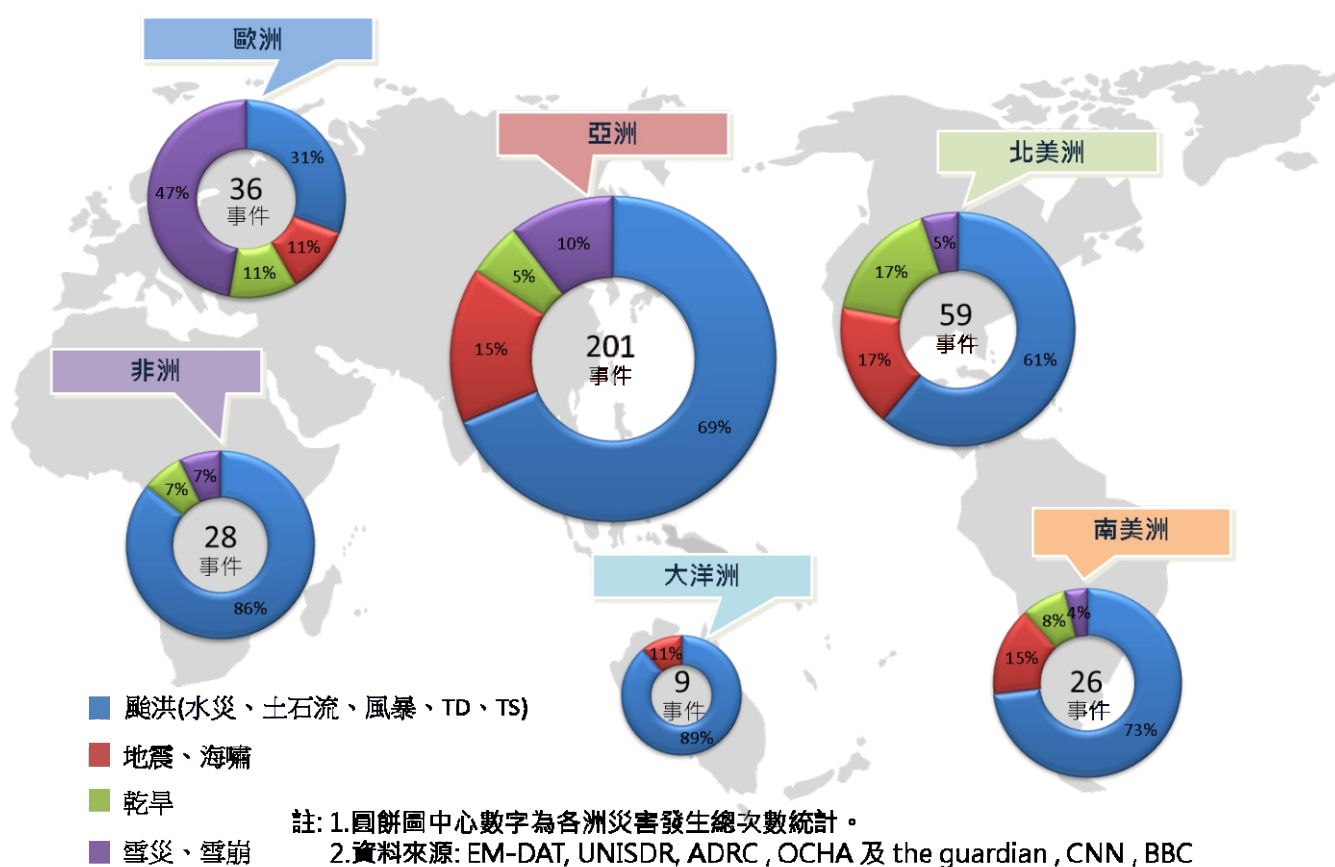


圖1-2 2012年六大洲-四大災害類型統計

2012年十大國際災害事件統計

根據國際災害事件資料庫(Emergency Events Database, EM-DAT)紀錄，2012年之十大天然災害死亡人數統計，以颶風災害為主，其次為地震災害。另外，落後地區仍存在傳染病造成大量人員死亡。本年度死亡最嚴重的天然災害事件為菲律賓南部民答那峨，12月遭受寶發(Bopha)颶風侵襲，造成死亡人數高達1067人，若在加上失蹤人口848人，超過2011年瓦西颶風民答那峨造成的死亡及失蹤人數。前十大事件中還有巴基斯坦、俄羅斯、北韓、奈及利亞、中國等地的洪水事件，伊朗地震事件等，大多為較落後的區域，造成死傷也相對嚴重。

表1-1 2012年10大死亡人數災害事件(資料來源:EM-DAT)

	時間	國家 城市或地區	災害類型	死亡人數
1	12月4日~12月	菲律賓 民答那峨	寶發颶風 洪災、坡地災害	1,067
2	1月~8月26日	剛果 Orientale, North Kivu	傳染病-霍亂	512
3	8月~10月29日	巴基斯坦 Dera Ghazi Khan, Rajanpur	洪災	480
4	11月8日	伊朗 Varzeghan, Ahar	地震	306
5	6月	秘魯 Arequipa	寒流	252
6	7月11日	俄國 Gelendzhik, Divnomorskoye	洪災	171
7	7月18日~7月29日	北韓 平壤	洪災	169
8	7月1日~10月31日	奈及利亞 Lagos, Adamawa, Nassarraw	洪災	148
9	4月7日	巴基斯坦 Zanzibar	雪崩	135
10	4月~5月	中國China 北部、南部	洪災	132

除前述十大死亡人數事件外，從EM-DAT統計的前十大受影響人數的災害事件中，每項災害事件受影響人數均超過三百萬人，其中又以中國大陸數場洪災事件受影響人數總和高達四千多萬餘人。以菲律賓民答那峨為例，造成最嚴重死亡的寶發颱風事件，還不是影響人數最多的事件，而是八月份在馬尼拉的洪災事件。受影響人口最多的事件，通常發生在人口最稠密的國家或是城市。除了洪災外，長期乾旱導致的受影響人數也相當驚人，前十大事件中的乾旱受影響人數高達一千五百萬餘人，主要發生的地方為伊索比亞、肯亞、馬里、蘇丹等非洲大陸地區。

表1-2 2012年10大受影響人數災害事件(資料來源:EM-DAT)

	時間	國家 城市或地區	災害類型	受影響人數
1	6月22日~7月2日	中國 內蒙古、浙江省	洪災	17,440,000
2	4月~5月	中國 北部、南部	洪災	13,119,000
3	8月8日	中國 安徽省、江西省	海葵颱風 洪災	6,000,007
4	8月~10月29日	巴基斯坦 Dera Ghazi Khan, Rajanpur	洪災	5,049,364
5	1月	衣索比亞 Somali, Oromia, Afar, Tig	乾旱	4,805,674
6	8月6日~8月8日	菲律賓 馬尼拉	洪災	4,451,725
7	8月	中國 遼寧省、河北省	洪災	3,790,000
8	2012年	肯亞 Wajir, Mandera, Moyale	乾旱	3,750,000
9	2012年	馬里 Kayes, Koulikoro, Mopti	乾旱	3,500,000
10	2012年	蘇丹 Abyei, South Kordofan	乾旱	3,200,000

依據EM-DAT的統計:十大經濟損失災害事件以美國紐約遭受颶風SANDY侵襲最為嚴重，其次是北京暴雨成災，其他還包括義大利、澳洲、巴基斯坦等地的災害。經濟損失通常與受災地區的經濟發展與都市發展成高度相關，其中又以紐約與北京最具代表，兩者都是政經中心，造成的災害與經濟金融影響更鉅大。另外，致災性的地震引起的建築物倒塌損毀，也會是造成龐大損失的災害類型，尤其是震央發生在人口密集的都會地區。貧窮國家的經濟損失小，但佔GDP 的比例可能偏高，也造成災害復原的困難，以巴基斯坦受水災影響為例，損失金額就佔了2%的GDP。

表1-3 2012年10大災害經濟損失事件(資料來源:EM-DAT)

	時間	國家 城市或地區	災害類型	經濟損失 (百萬美元)
1	10月28日	美國 紐約、紐澤西	Sandy颶風 洪災	20,000
2	7月21日~7月24日	中國 北京市	洪災	4,800
3	3月2日~3月4日	美國 Alabama, Tennessee	風暴	4,000
4	8月2日	中國 江蘇省、山東省	地震	3,280
5	8月~10月29日	巴基斯坦 Dera Ghazi Khan, Rajanpur	寒流	2,640
6	8月8日	中國 安徽省、江西省	海葵颱風 洪災、坡地災害	2,040
7	4月14日~4月15日	美國 Oklahoma, Kansas, Iowa	風暴	1,800
8	6月~8月	義大利	乾旱	1,230
9	1月22日~3月7日	澳洲 中部、北部	洪災	920
10	8月11日	伊朗 Varzeghan, Ahar	地震	600

2012與過去10年災害比較

根據UNISDR統計，2012年颱風災害仍是全球災害中主要的災害類型，將近70%因災害死亡人口是颱風災害(Flood, Storm)造成的，也因為2012年沒有發生巨型災害(Mega-disaster)，所以災害死亡或受影響人數都低於過去10年的平均值(2002~2011)。除沒有巨型災害外，主要是近年來全球災害頻繁，各國在面對災害衝擊時更為積極。使得死傷人數下降，但較落後的地區仍無法有效減少傷亡。

Human impact by disaster types

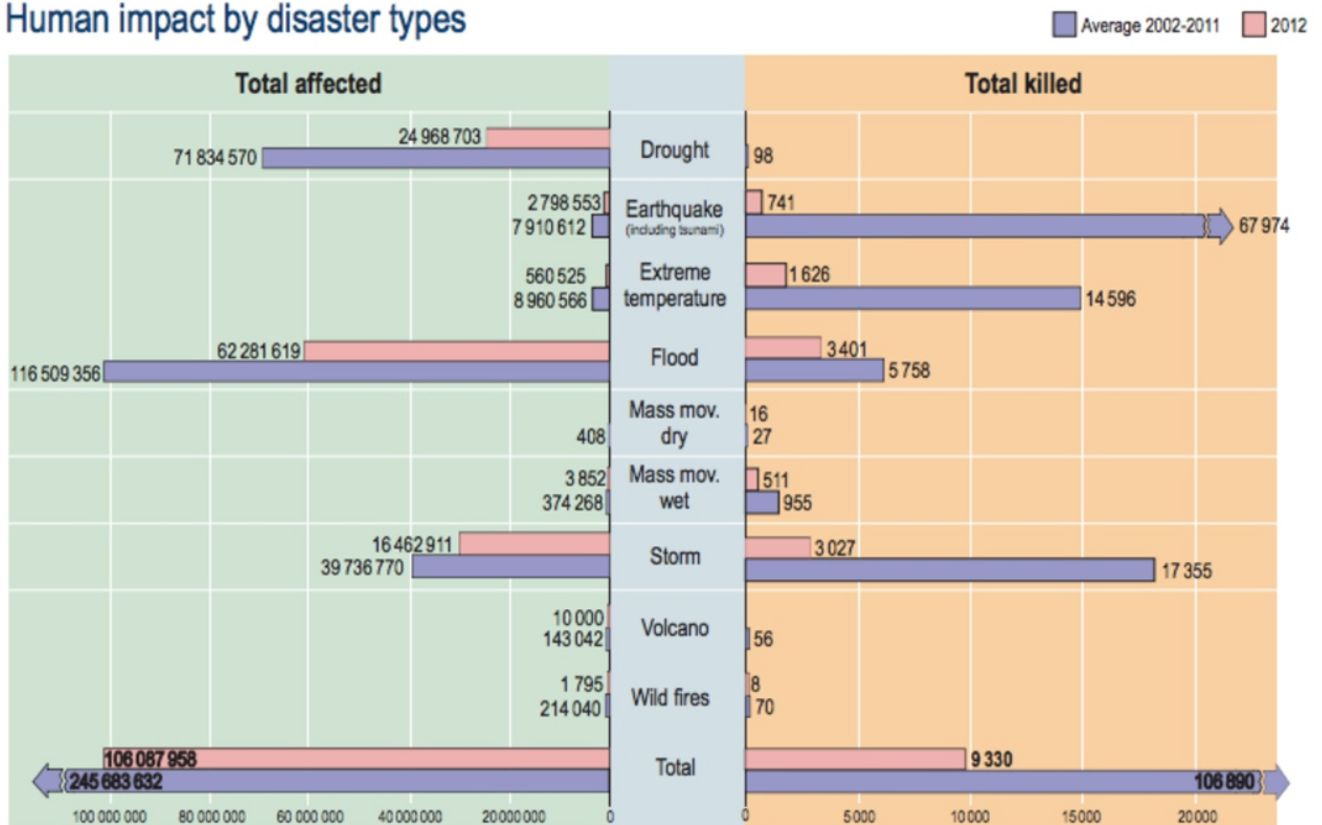


圖1-3 2012年與過去10年災害類別比較
資料來源:UNISDR

第貳篇 2012年臺灣颱風洪災害

臺灣從4月份起接連受鋒面影響直至6月份，造成全臺各處許多災情，6月以後接著泰利颱風、杜蘇芮颱風；7月蘇拉颱風；8月海葵颱風、啟德颱風、天秤颱風，及9月，杰拉華颱風等（下圖），其中以蘇拉颱風及天秤颱風對臺灣造成較嚴重的災害，造成多處土石坍方、土石流、及淹水等災情。





• 天氣概述

2012年1月~2月間，除了1月份南部及東南部部分地區降雨偏少，其餘時間及地區降雨正常或偏多。3月份多數地區降雨偏少(圖2-1)，惟過去幾個月2011年11月以來累積的雨量使得全臺尚無缺水之虞。4月份全臺降雨偏多(圖2-2左)，尤其中部山區降雨特別多，較氣候值多出200毫米以上(圖2-2右)，4月份局部地區對流雲系發展旺盛，常發生大雨和雷暴現象。

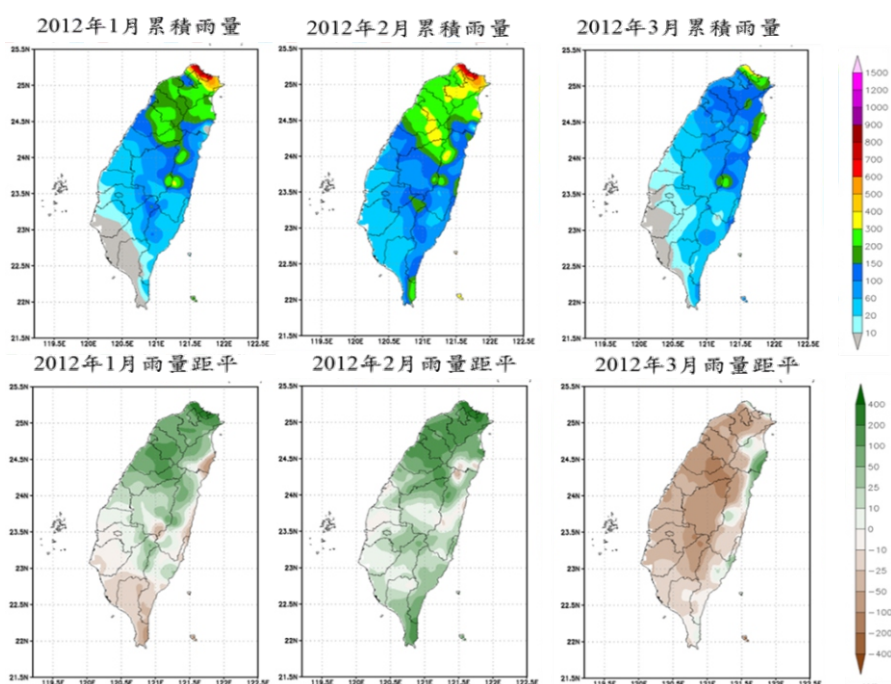


圖2-1
2012年1月~3月每月累積雨量(上)和
雨量距平(下)。

資料來源:中央氣象局、NCDR分析及繪圖

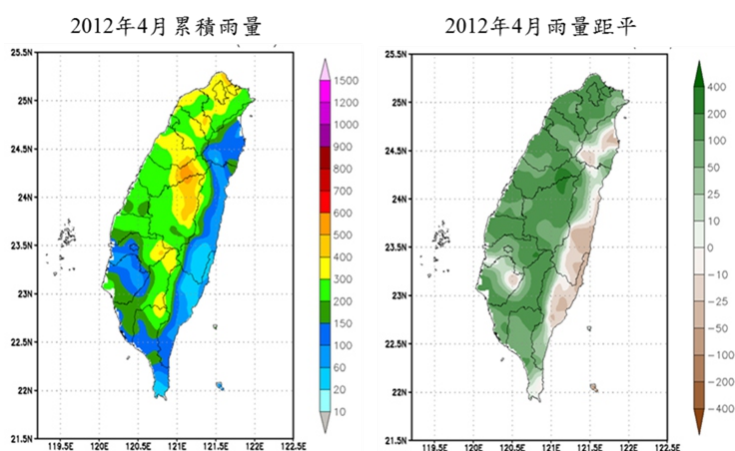


圖2-2
2012年4月累積雨量圖(左)及雨量距平
(右)。

資料來源:中央氣象局、NCDR分析及繪圖

夏季季風肇始於五月中旬，西南季風消消長長地影響臺灣附近海面。今年南來水氣旺盛，梅雨鋒面接近、通過臺灣或在附近徘徊時，容易引起豪雨發生。5月份全臺各地發生多次的豪雨事件，也造成輕重不一的災情（圖2-3）。

6月份全臺降雨偏多，6月9日起臺灣地區的西南季風又再次增強，且此次的強度遠遠超過先前5月影響的強度，大量水氣被西南季風輸送至臺灣附近海面，使臺灣地區受強烈西南氣流影響，連續6天都是不穩定的天氣，尤其是中南部地區降雨情況更是顯著。根據統計，6月份中部山區和南部山區累積雨量均超過1,500毫米，較氣候值超出400毫米以上(圖2-4)。

名詞解釋

雨量距平：當月雨量值與氣候值之差。

註：

氣候值：1989年到2011年歷史上當月的平均月累積雨量。

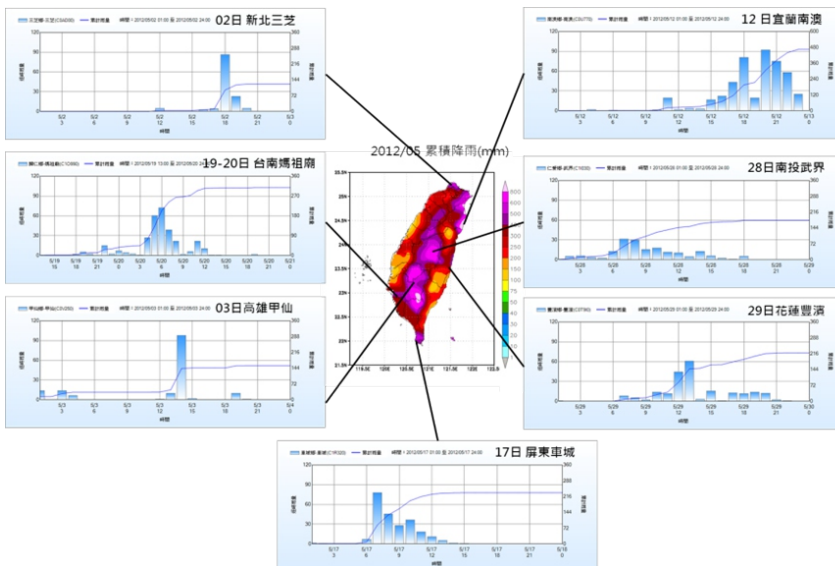


圖2-3 2012年5月份月累積雨量(毫米)分布(中)及各豪雨事件中主要降雨地點的逐時雨量變化。

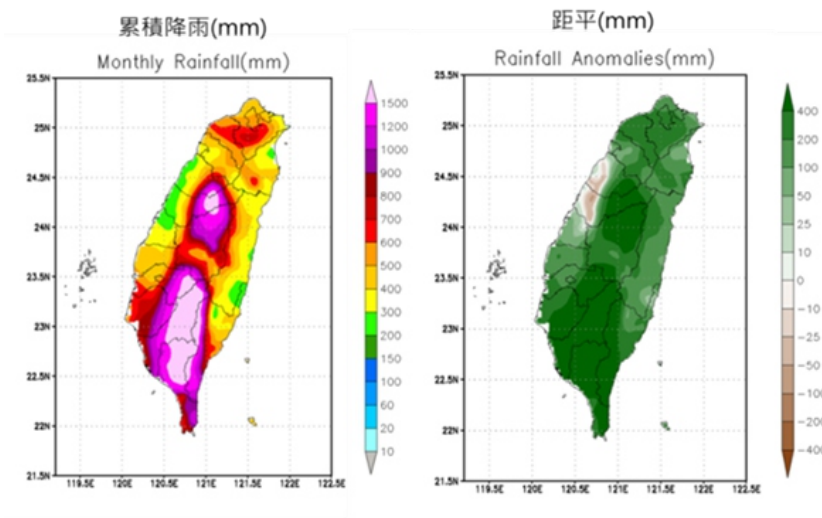


圖2-4 2012年6月累積雨量圖(左)及當月雨量和雨量距平(右)。資料來源:中央氣象局、NCDR分析及繪圖

7月份的降雨都集中在後半個月(主要是颱風降雨)，前半個月幾乎沒有什麼降雨，全臺除了東部地區降雨較多外，其餘地區7月份降雨都呈現偏少，7月底到8月初及8月底分別有兩個颱風侵臺，中間還有兩次僅有發布海上颱風警報的颱風(表2-1)。因此，8月份全臺降雨偏多(圖2-5)，除了高屏山區，兩次颱風對此區皆無較大影響。9月中旬臺灣地區進入秋季，東北季風及鋒面開始影響臺灣的天氣。今年9月、10月份東北風偏乾、冷，且無颱風侵襲臺灣，9、10月平均降雨均偏少。

表2-1
2012年有發警報颱風。
資料來源:中央氣象局

颱風事件	警報期間	警報類別
泰利	0619~0621	海上、陸上警報
杜蘇芮	0628~0629	海上警報
蘇拉	0730~0830	海上、陸上警報
海葵	0806~0807	海上警報
啟德	0814~0815	海上警報
天秤	0821~0825	海上、陸上警報
天秤	0826~0828	海上、路上警報
杰拉華	0927~0928	海上警報

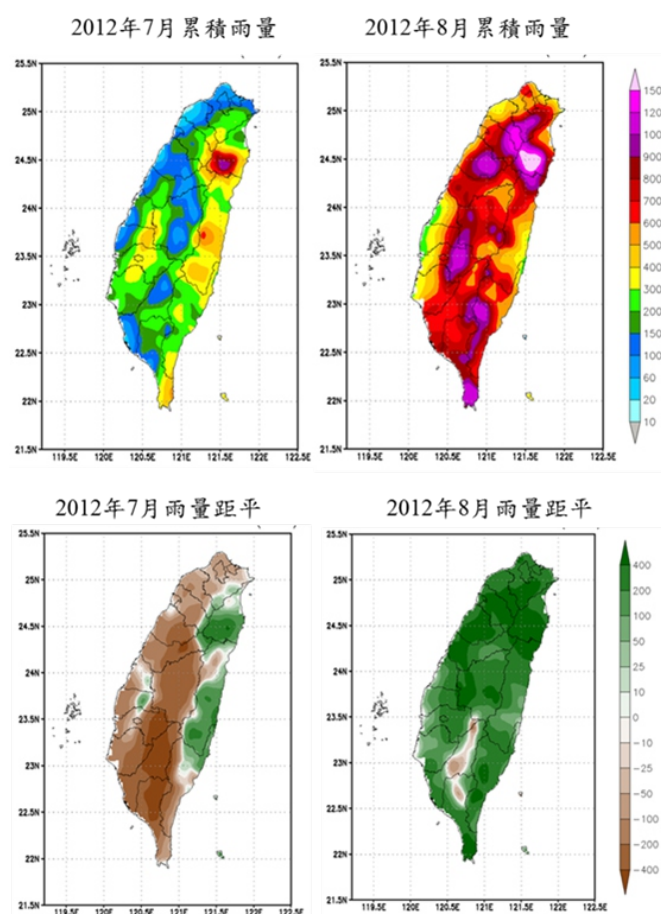


圖2-5
2012年7月、8月累積雨量圖(左)及當月雨量和雨量距平(右)。
資料來源:中央氣象局、NCDR分析及繪圖

11月上旬，臺灣上旬降雨仍然偏少，至本月中旬之後因鋒面通過才開始有明顯降雨，且集中在北、中部。11月的三波較顯著的降雨，台灣分別發生於17-18日、22-24日及26-30日，第一波(17-18日)降雨以，臺灣中部、南部山區及臺東地區較多，兩日累積雨量最多處為臺東縣延平鄉紅葉山(181.5毫米)；第二波(22-24日)降雨集中於北北桃竹苗地區，三日累積雨量最多處為新北市萬里區大坪(176毫米)；第三波降雨(26-30日)較大降雨區域在臺灣北部沿海及桃竹苗地區，五日累積雨量最多處為苗栗縣南庄鄉南礦(252.5毫米)(圖2-6)。12月全臺雨量呈現正常至偏多(圖2-7右)，分佈型態與12月臺灣冬季受東北季風主導降雨之氣候平均降雨(圖2-7中)相似，最大降雨集中在北海岸至東北部地區。於12月8日至14日間，受寶發颱風外圍環流和東北季風的雙重影響造成東北部、東部連續兩波豪(大)雨，六天期間蘇澳鎮蘇澳測站及南澳鄉東澳嶺測站均測得超過500毫米的累積雨量(註1)。

註1

蘇花公路蘇澳至東澳段路基嚴重崩塌(104.7K~119.6K)，公路總局自14日起封閉該路段，僅於2013年元旦連假期間暫時開放小型車單線雙向通行。假期之後(2013年1月2日12時起)繼續搶修，僅每日4小時開放小型車單線雙向管制通行，至2013年春節前才開放通行。

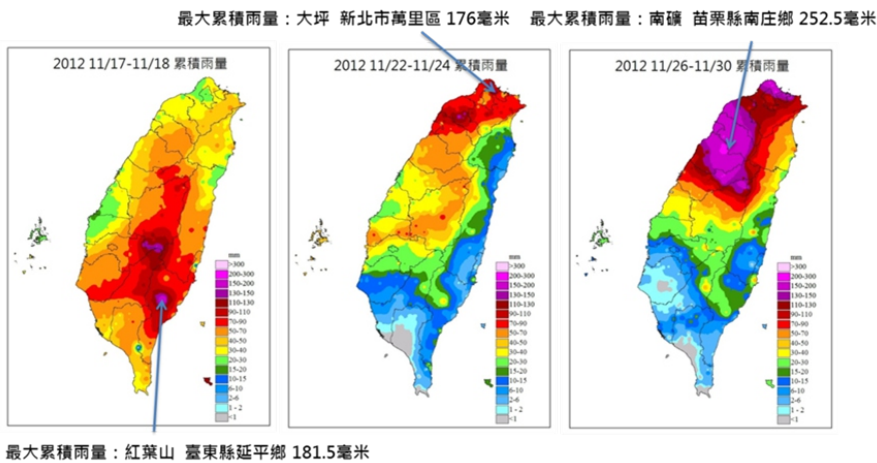


圖2-6

2012年11月三波明顯降雨事件的累積雨量空間分布圖。

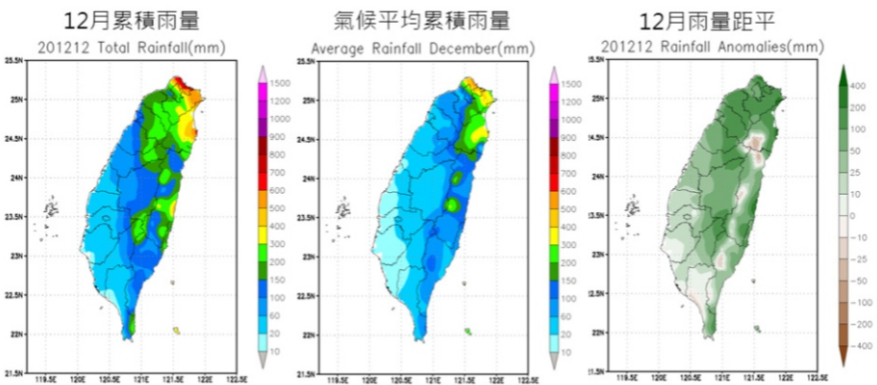


圖2-7

2012年12月累積雨量(左)、12月累積雨量的氣候平均值(中)及2012年12月累積雨量距平。

資料來源:中央氣象局、NCDR分析及繪圖

• 豪雨災害

從4月起臺灣降雨增加，4月21日晚間11時至22日凌晨3時期間，鋒面通過臺灣時對流旺盛，造成北部地區時雨量高達50毫米以上(如新莊53毫米)的豪雨，大臺北地區在短短三、四個小時內下了近100毫米的雨量，在新北市(新莊、蘆洲、板橋、汐止、三重、五股)臺北市(士林、北投)及基隆市(仁愛區)低窪地區發生積淹水事件。5月進入梅雨季後，根據統計五月份雨量最多的地區為東北部的宜蘭縣、中部山區(臺中、南投山區)、南部山區(嘉義、高雄、屏東山區)及恆春半島，月累積雨量都至少達600毫米以上，探究逐日降雨時序，宜蘭縣本月份累積降雨量主要以幾波梅雨通過影響臺灣時引起的豪雨事件(2-3日、12-13日、19-20日、28-29日)為主，5月2日~5月3日分別發生於新北三芝、高雄甲仙與臺南白河，並造成嘉義縣1人死亡；12日的宜蘭蘇澳豪雨造成蘇花公路路基嚴重流失，經過8日才搶通；17及20日豪雨分別發生於屏東車城及臺南市，後者並造成臺南市2人溺斃及全市多處嚴重積淹水；28及29日分別發生於南投仁愛及花蓮豐濱，造成1人受傷及多處道路邊坡坍塌、阻斷。

1. 0421豪雨

4月21日23時臺灣北部地區突然降下暴雨，短短三、四個小時降了超過100毫米。臺北市、新北市與基隆市等縣市共有二十多處街道淹水，百戶以上的住家湧入大水。其中新莊區累積雨量110.5毫米，不但民宅遭殃，大水也流進新莊中港消防分隊及五股五工分隊地下室，水深一度達三十公分。基隆市地區三小時雨量累計達79.5毫米適逢漲潮，造成基隆愛一路、忠一路上店家淹水，有二店家地下室完全被水淹滿商品全部泡湯，總計有四、五十戶受災，連路口人行地下道也被大水淹沒。

2. 0512豪雨

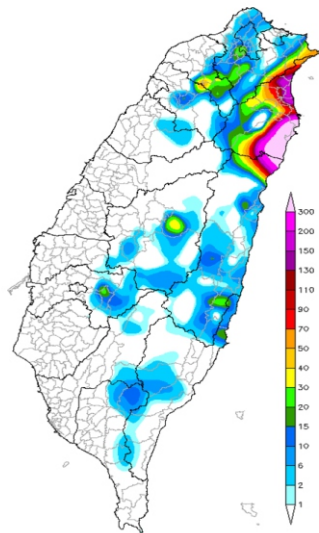
5月12日當日太平洋高壓位於日本東方的太平洋上，低壓鋒面系統剛通過日本地區，均對臺灣地區無影響，臺灣地區屬於弱綜觀天氣所影響下，一般在夏季這種天氣類型影響下，是容易因熱力作用引發午後對流雷陣雨。分析當日累積降雨(如圖2-8、表2-2)，主要降雨分布在臺灣北部、東北部、東部及南投地區，較大雨勢則發生在宜蘭地區。分析整場降雨強度，宜蘭地區主要的降雨發生在下午12時起至24時。

當日最大累積雨量發生在宜蘭南澳鄉烏石鼻，累積雨量為544.5毫米。累積雨量超過超大豪雨等級共有五個測站，分布於宜蘭南澳與東澳二鄉。宜蘭礁溪鄉、蘇澳鎮及花蓮秀林鄉雨量超過大豪雨等級。

這場豪雨事件導致宜蘭地區多處淹水，山區道路坍方阻斷。此次事件並非梅雨鋒面所引發，而為午後強對流系統發生在宜蘭蘇澳附近的沿海地區，導致宜蘭地區雨勢相當大，蘇澳鎮烏石鼻雨量站當日測得累積雨量達544.5毫米。接著6月份的降雨也在全臺造成了許多災情，其中0610豪雨事件最為嚴重。

圖2-8
5/12宜蘭豪雨事件日累積雨量圖。

2012-05-12 00:00 - 2012-05-13 00:00 LST (24 hours)



排行	雨量(毫米)	測量名稱	測站代碼	所在鄉鎮
1	544.5	烏石鼻	C1U83	宜蘭縣蘇澳鎮
2	522.5	觀音海岸	C1U85	宜蘭縣南澳鄉
3	517.0	南澳	C0U77	宜蘭縣南澳鄉
4	463.5	東澳嶺	C1U84	宜蘭縣南澳鄉
5	460.0	東澳	C0U76	宜蘭縣南澳鄉 (東澳國小)
6	303.0	和中	C0T9D	花蓮縣秀林鄉 (和平國小和中分校)
7	236.0	蘇澳	46706	宜蘭縣蘇澳鎮 (氣象站)
8	205.5	宜蘭	46708	宜蘭縣宜蘭市 (氣象站)
9	169.0	礁溪	C0U610	宜蘭縣礁溪鎮 (礁溪國中)

表2-2
0512豪雨事件全臺降雨排名。

3. 0520豪雨

5月20日梅雨鋒面滯留臺灣降雨地區主要分佈在臺南市平原地區，其次分佈在嘉義、臺南、高雄山區（圖2-9）（表2-3），約自凌晨4時起，在臺南地區降下豪大雨，一小時降下的雨量最高達72毫米，截至5月20日晚間十時，氣象局雨量站媽祖廟站（圖2-10）測得累積雨量達276毫米，造成臺南市安南區及仁德區等地區積(淹)水及高雄市部分橋梁封閉道路中斷災情。

災情包括臺南市永康、仁德市區街道、民宅水淹及腰，太乙工業區也整個泡在水裡，位於永康的崑山科技大學也淹水；此外，高雄市田寮區高速公路交流道淹水、崇德橋因二仁溪水位暴漲達警戒水位已封橋、阿蓮區老公掘圳擋土牆施工造成附近農田淹水、內門177縣道排水溝因阻塞造成道路積水、及美濃中正湖接近滿水位等。

表2-3
5/19~5/20總累積雨量排名前10名。

排行	總雨量(毫米)	測量名稱	測站代碼	所在鄉鎮
1	312.0	媽祖廟	C10990	台南市歸仁區
2	288.0	沙崙	C1N000	台南市歸仁區
3	279.5	崎頂	C10960	台南市龍崎區
4	262.5	永康	467420	台南市永康區
5	259.5	臺南	467410	台南市中西區
6	236.5	虎頭埤	C10970	台南市新化區
7	234.5	馬頭山	C0M410	嘉義縣大埔鄉
8	233.5	古亭坑	C0V370	高雄市田寮區
9	230.5	旗山	C1V330	高雄市旗山區
10	213.0	關山	C10880	台南市南化區

2012-05-19 00:00 - 2012-05-21 00:00 LST (48 hours)

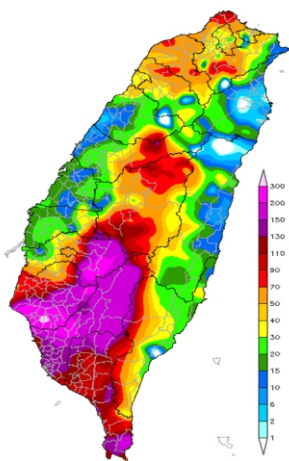
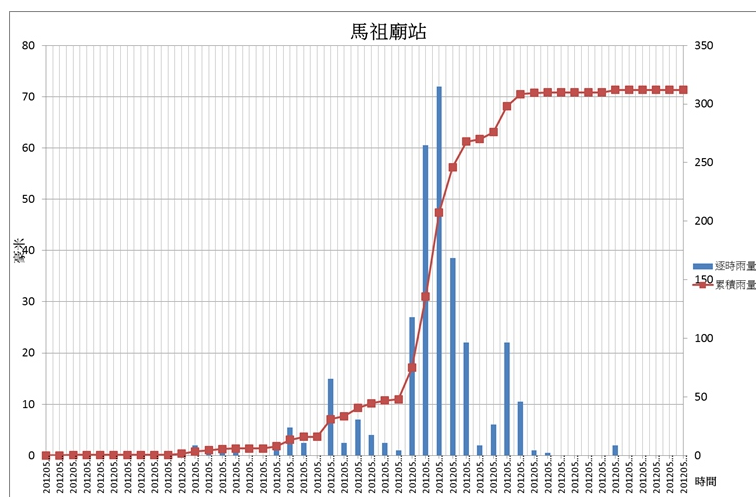


圖2-9
5/19 00:00~5/21 00:00累積雨量圖(毫米)。

(右)圖2-10
媽祖廟站雨量值(5/19~5/20)。



4. 0610豪雨

受西南氣流及鋒面影響，從6/10起臺灣各地出現豪大雨，分析六天的降雨的主因為西南氣流增強，在這六天當中各地發生的強降雨的類型與型態亦有所不同。6月9日起至11日上午，臺灣地區的降雨分布以中南部山區為主，主要因為西南季風增強，水氣受中南部地形抬升所導致。11日晚間起至14日，出現的降雨回波是屬於全臺性，是因鋒面位於臺灣上空南北徘徊所導致，強降雨的發生的位置與鋒面的移動有較密切的關係。將降雨的分布與天氣類型進行整理（圖2-11），9日-11日降雨分布於中南部山區，其中降雨極值出現在雪山山脈南麓與阿里山以南山區，期間隨著西南季風的逐漸增強，中部山區的降雨也有隨之有增強的趨勢。11日晚間起鋒面快速向南移動，鋒面通過臺灣陸地的過程之中，臺灣北部的降雨量轉趨明顯；中南部地區則受鋒面通過與西南氣流持續影響雨勢持續。13日鋒面移至巴士海峽，臺灣地區轉為偏北風，西南季風明顯減弱，臺灣地區降雨亦略微減弱，雨勢較大地區為臺南、高雄與屏東地區。14日高壓出海鋒面再次北抬，伴隨鋒面有一中尺度渦旋流系統也隨之北移，雨勢由南向北移動影響臺灣西南部陸地。

名詞解釋

中尺度渦旋流系統：數十公里至數百公里較小型的低氣壓系統（颱風之低壓系統約數百公里）。

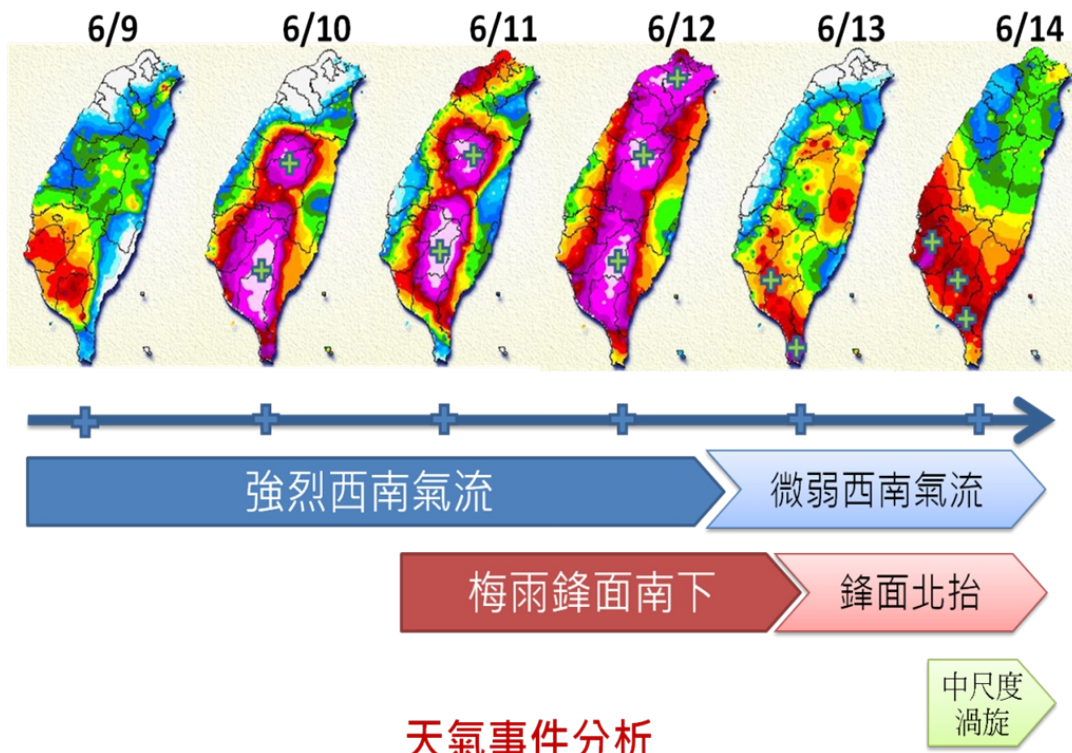


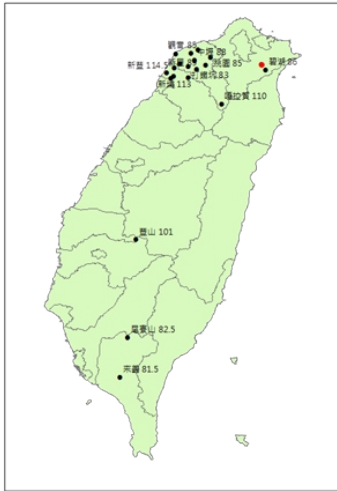
圖2-11

0610豪雨事件臺灣地區降雨分布與天氣類型。

在整場豪雨事件中，臺灣地區各地不同延時降雨強度分布（如圖2-12），呈現南北不同降雨特性。1小時雨量強度前20名的雨量站中，有17個出現新北市、桃園縣及新竹縣地區，最強的時雨量出現在坪林站157.5毫米。6小時累積降雨強度前20名中，有16個出現在新北市與桃園地區，最大6小時累積降雨量為中壢的348.5毫米。24小時累積降雨強度前20名中，僅1個出現在北部，有4個出現在雪山南麓，其他均出現在合歡山、阿里山以南地區，總累積雨量最大出現在屏東上德文雨量站達1,649毫米，

時雨量排序前20名

L1A83	坪林	157.5
COC50	楊梅	122.5
COD59	新豐	114.5
COC65	平鎮	113.5
C1D38	新埔	113
21C09	嘎拉賀	110
C1C51	水尾	105
swc12	豐山	101
46757	新竹	99.5
COD37	湖口	98.5
COC57	新屋	89
COC52	中壢	88
COC49	八德	87.5
L1A80	碧湖	86
COC59	觀音	85
COC48	桃園	85
COD48	打鐵坑	83
COR10	尾寮山	82.5
C1R24	來義	81.5
COC54	埔心	81



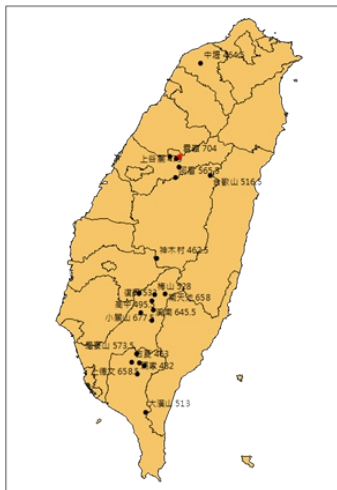
6小時雨量排序前20名

COC52	中壢	348.5
COC50	楊梅	345.5
C1C51	水尾	327
COC48	桃園	308.5
COC49	八德	305
COC65	平鎮	301
COC59	觀音	296
COC57	新屋	291
COC54	埔心	277.5
COC64	龜山	274
C0AD5	鶯歌	262
C1F94	雪嶺	259.5
COD59	新豐	257
C1V34	大津	256.5
C0AC6	三峽	255
C1V19	南天池	253.5
COA71	林口	243
C1F89	稍來	241
COA52	山佳	238
C0AD4	土城	236



24小時雨量排序前20名

C1F94	雪嶺	704
C1F89	稍來	698.5
C1V22	小關山	677.5
C1R12	上德文	658.5
C1V19	南天池	658
C1V27	溪南	645.5
COR10	尾寮山	573.5
C1H9B	阿眉	565.5
C1V21	復興	533
C1V20	梅山	528
C0H9C	合歡山	516.5
C1R44	大漢山	513
C1V23	高中	495.5
C1R13	阿禮	491.5
C1R14	瑪家	482
C1F87	上谷關	479
C1F9H	烏石坑	471.5
COC52	中壢	464.5
C1V16	民生	464.5
C1R11	古夏	463



總雨量排序前20名

C1R12	上德文	1649
C1V27	溪南	1592
COR10	尾寮山	1537.5
C1V22	小關山	1532
C1V19	南天池	1406.5
C1H9B	阿眉	1362
C1F89	稍來	1360
C1F94	雪嶺	1313.5
C1R14	瑪家	1291
C1R44	大漢山	1281.5
C1V30	御油山	1280
C1V24	新發	1252
C1V23	高中	1218
C1V20	梅山	1196.5
C1V16	民生	1180.5
C1V34	大津	1170.5
C1V21	復興	1162
C1F87	上谷關	1156.5
C0H9C	合歡山	1156

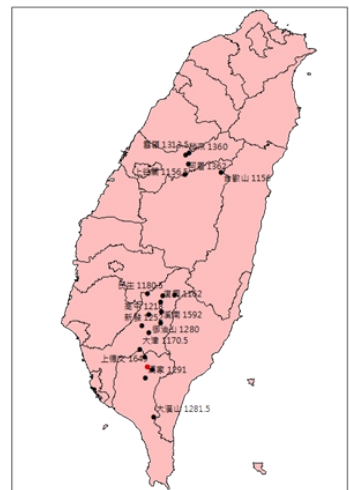


圖2-12
0610豪雨事件臺灣地區1小時、6小時、
24小時及整場降雨測站前20名排序與空
間分布圖。

此豪雨所造成淹水及坡地災害災情分布如圖2-13，在淹水災害分布以桃園縣、新竹縣、高雄市、屏東縣部分地區有較明顯淹水情況，淹水時間最長地區為屏東縣林邊鄉台17道路旁。坡地災害以南投縣仁愛鄉合作村平靜部落一處工寮遭土石掩埋2死1傷，及臺中市和平區林務局舊加陽工作站辦公室遭土石掩埋2人死亡，最為慘重，其餘有台7、台8、台14、台14甲、台18、台21、台24、台27等道路邊坡崩塌、地基流失等，根據消防署災害處置報統計道路災情截至16日16:00為止共發生83處災害，國道1處、省道60處、代養縣道10處及鄉道12處，累計撤離人數最多8,659人、開設收容所最多77處，累計收容人數最多共2,989人（圖2-14），7人死亡1人失蹤14人受傷。



圖2-13
0610淹水、坡地災情分布。
藍色為積淹水，橘色為坡地災害

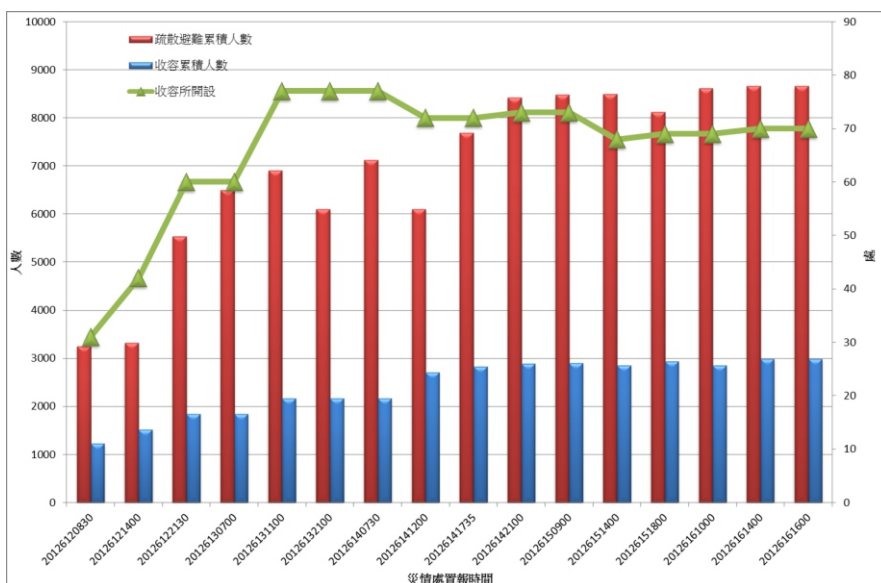


圖2-14
0610豪雨事件累計疏散撤離、收容人次統計圖。

• 颱風事件

今年（2012），西北太平洋生成颱風26個，侵臺颱風3個，不過颱風集中於6月(6/19-6/21泰利颱風)和7月底至8月(7/30-8/3蘇拉颱風及8/31-8/28天秤颱風)侵臺，其中造成災害的為蘇拉颱風及天秤颱風。

1. 蘇拉颱風

2012年7月28日8時蘇拉颱風於菲律賓東方海面生成，初期往北至北北西移動。7月30日以後，颱風中心通過巴士海峽後，東部地區的雨勢逐漸轉趨明顯，最大的降雨量累積在宜蘭地區，在8月2日凌晨颱風中心接近宜蘭近海並呈現打轉，轉向偏西移動，凌晨3時20分在臺灣花蓮縣秀林鄉地區登陸，隨後呈打轉現象，並在早上6時15分於花蓮縣花蓮市南方附近出海，繼續向北北西移動，下午2時15分風暴中心再次移入臺灣，於臺灣新北市貢寮區登陸，蘇拉掠過臺灣後再次移至海上，大致向西北移動最後在3日6時左右由馬祖北方進入福建，使得整場累積降雨量分布以東部宜蘭、花蓮為主；西部則以中部、北部為主，西半部則又以雪山山脈西側的雨勢最大。總累積雨量的極值以宜蘭與花蓮北部地區最大（圖2-15）。

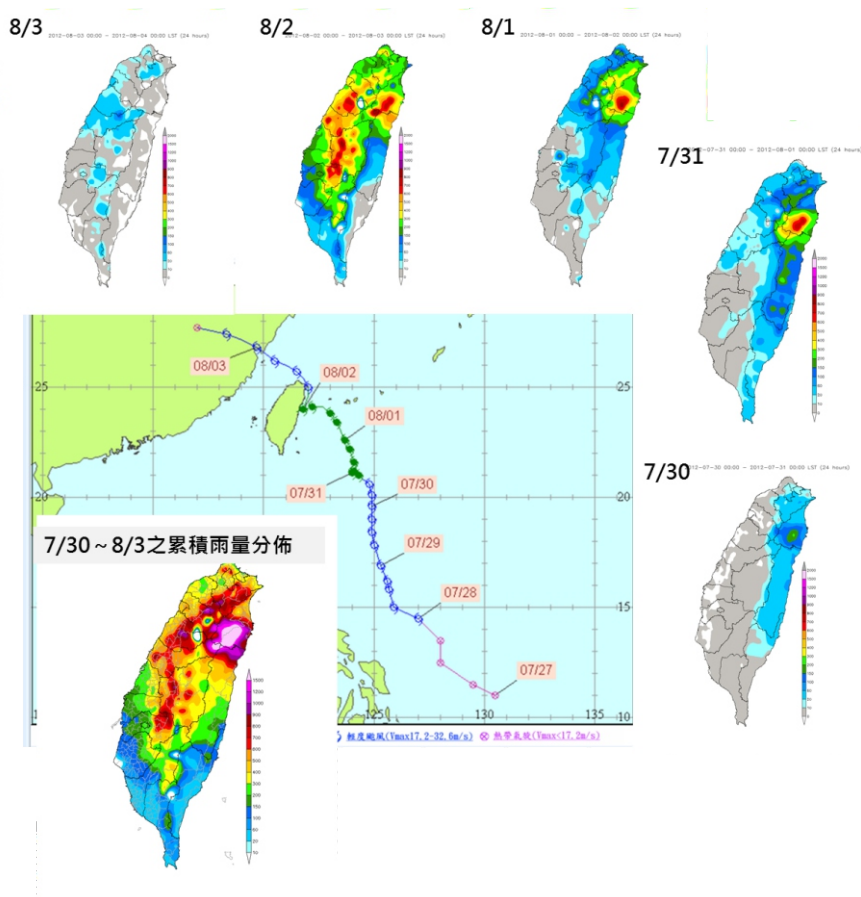


圖2-15
蘇拉颱風7/30~8/3颱風位置所對應之雨量分布圖與上述期間總累積雨量分布圖。

蘇拉颱風造成蘇花公路坍方中斷十天，北迴線鐵路南澳－崇德間路段中斷，截至8月3日止，全臺共計5人死亡、16人受傷、2人失蹤；交通方面，計有101處道路阻斷主要受損省道為台7、台7甲、台8、台9；農業總損失計2億1,854萬元；累計開設收容所最高共149處，累計收容人數共4616人（圖2-16）。

淹水災情主要分布在宜蘭縣、新北市、桃園縣、新竹縣市、臺中市、南投縣、彰化縣及雲林縣部分地區；坡地災情主要分布在宜蘭縣、花蓮縣、臺中市、苗栗縣、南投縣、新北市山區小區域土石滑落，道路台7、台9、台8、台14、台18、台20、台21線部分路段有邊坡崩塌及地基流失等災害，其中以花蓮縣秀林鄉和中社區和中野溪土石流沖進民宅、和仁土石流阻斷台9線、崇德邊坡遭大雨沖刷崩落阻斷台9線（圖2-17~圖2-19），並且大量土石流進崇德火車站使得鐵路癱瘓。

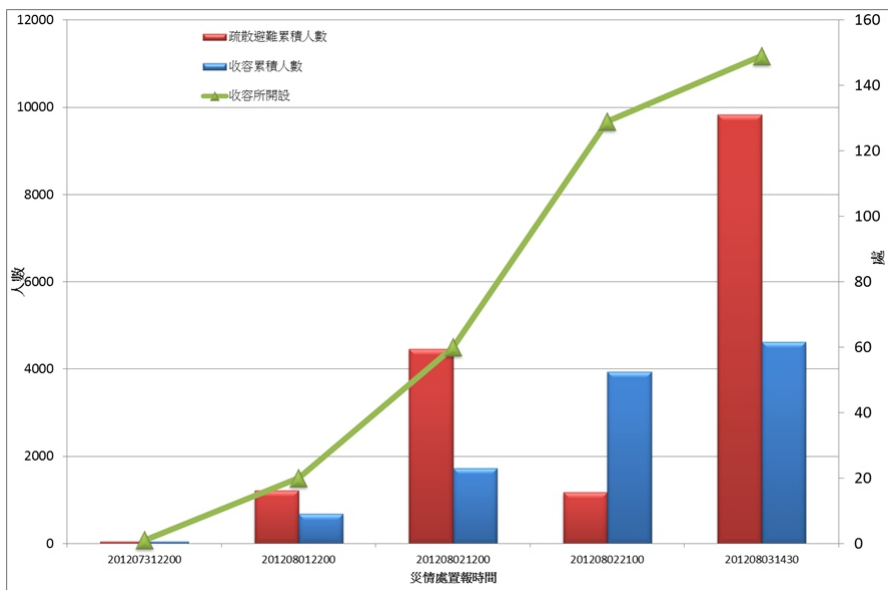


圖2-16 蘇拉颱風累計疏散撤離、收容人次統計圖。



圖2-17 蘇拉颱風淹水、坡地災情分布。藍色為積淹水，橘色為坡地災害



圖2-18
蘇拉颱風，花蓮縣和中聚落(秀林鄉)土石流災害。
資料來源:水保局



圖2-19
花蓮縣秀林鄉和中聚落踏勘與災害調查。



照片2-1
花蓮縣秀林鄉和仁部落土石流源頭。
照片來源:NCDR

2. 天秤颱風

天秤颱風是一個路徑特殊的颱風，前後兩次侵襲臺灣，第一次形成後向北行進，至鵝鑾鼻東方海面後，向北北西轉西方向移動，至臺東東方近海，又轉西南西撲向恆春半島，第一次颱風侵臺期間與相對應颱風中心與降雨分布，22日颱風緩慢的接近臺灣東南部海域時，臺灣地區僅北部出現明顯降雨，雨勢較弱；23日颱風中心進入臺東外海時，當天颱風暴風圈開始影響臺灣東南部與南部的陸地，此時花東地區雨勢才逐漸增強。24日颱風中心開始接近臺東陸地，並於凌晨5時於屏東牡丹鄉附近登陸，此時花東及恆春半島的暴雨才開始出現，穿越恆春半島繼續往西南西方向離去。第一次警報期間（21日14時~25時14時），總累積降雨量（圖2-20）分布集中於花蓮、臺東及恆春半島一帶，其他地區雨勢並不明顯。

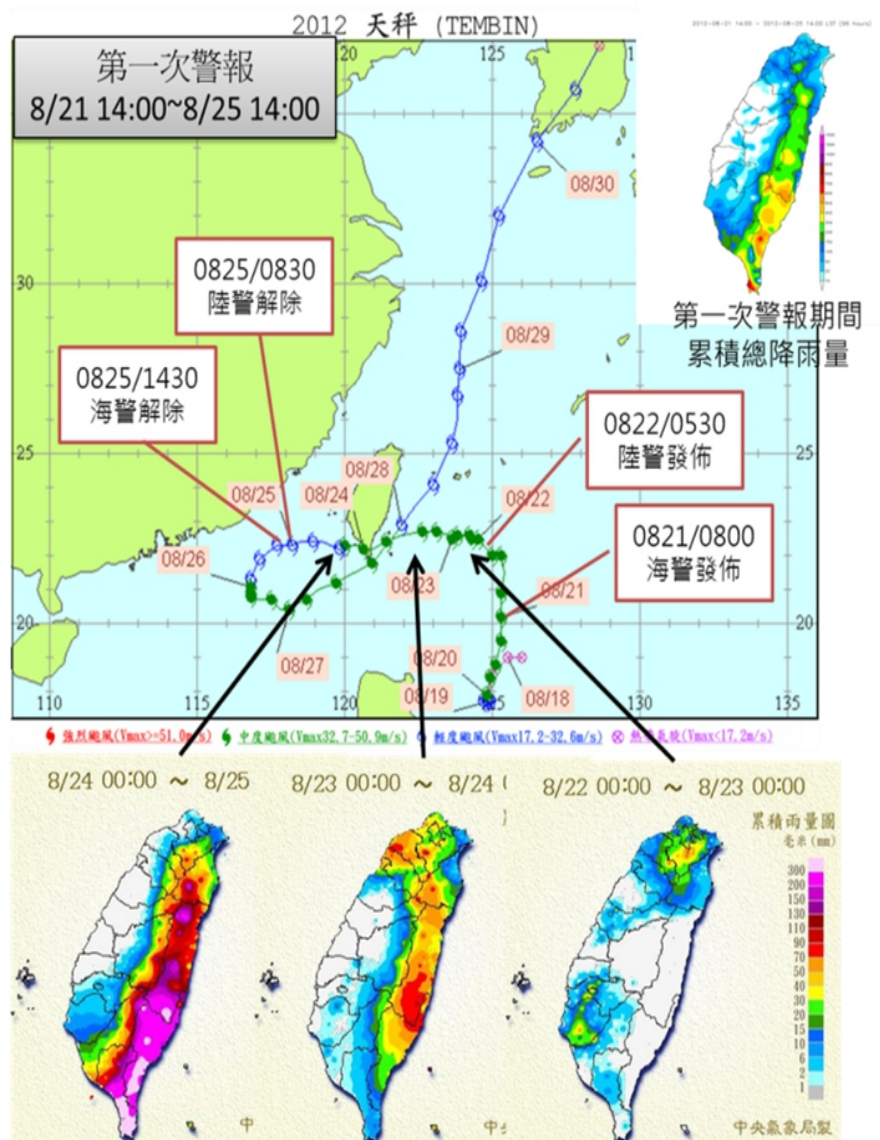


圖2-20
天秤颱風第一次颱風警報期間（8/21
14:00~8/25 14:00），颱風路徑相對於
降雨分布圖。

25日中央氣象局解除警報後向西南西轉向偏南方向移動，26日晚間至27日清晨再次轉彎，向東轉東北東方向移動，對臺灣及附近海面再次造成威脅。28日清晨5時其中心通過蘭嶼與綠島中間，並向北北東方移動，晚間其中心在宜蘭東北東方海面持續向北北東移動，臺灣陸續脫離其暴風圈（圖2-21）。這期間，颱風路徑兩度經過臺灣東南部海域，24日颱風中心最接近綠島，因移動速度緩慢，根據氣象局所測得颱風近中心最大風速達45公尺/秒（14級），瞬間之最大陣風53公尺/秒（16級），使得風災災情加劇，造成綠島停電，全島三分之一民居受損；28日，颱風中心回頭經過蘭嶼，當時氣象局所測得蘭嶼最大瞬間風速68.1公尺/秒（17級以上）（28日凌晨3：51），使蘭嶼島上受災慘重，農會超市全毀，海浪夾帶礁石打上海岸，加上土石崩塌，環島公路多處中斷；椰油村開元港因許多漁船沉沒而停擺，蘭嶼機場也因跑道地基掏空而關閉。水電中斷，物資無法運補，島上唯一加油站亦受損，影響居民日常生活。

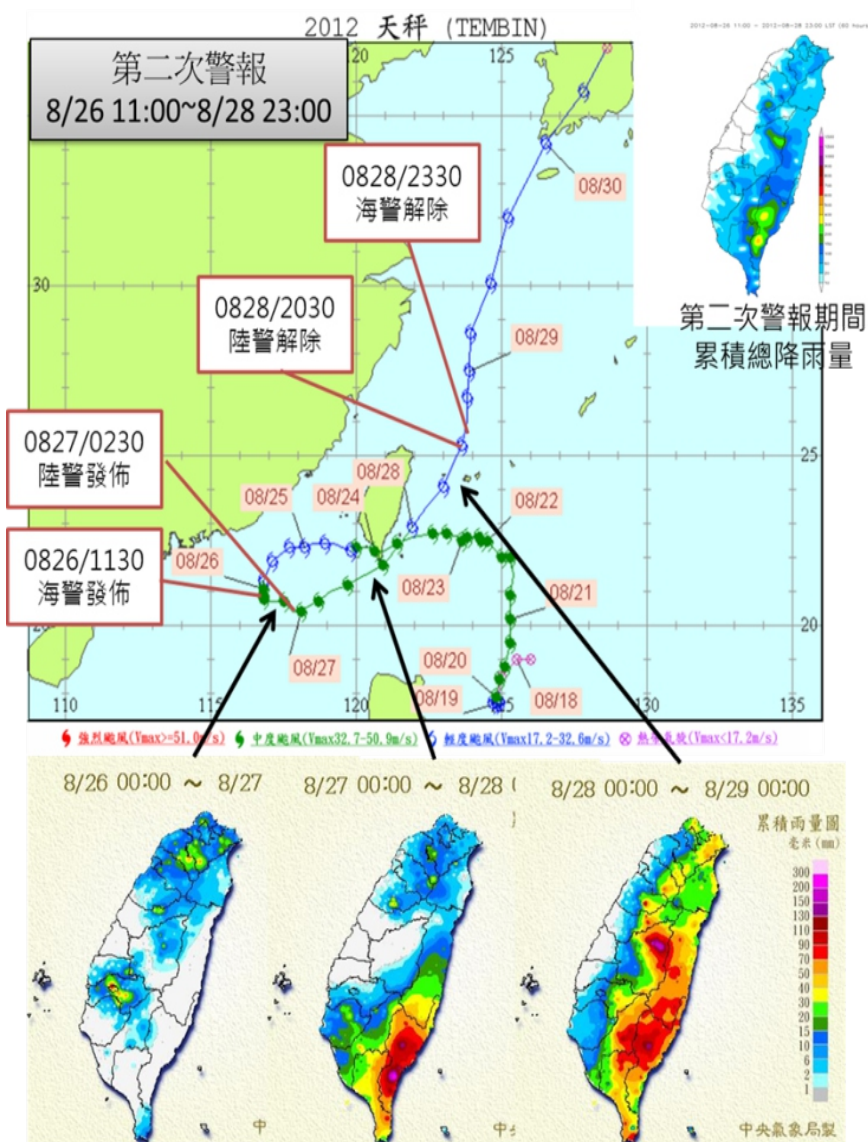
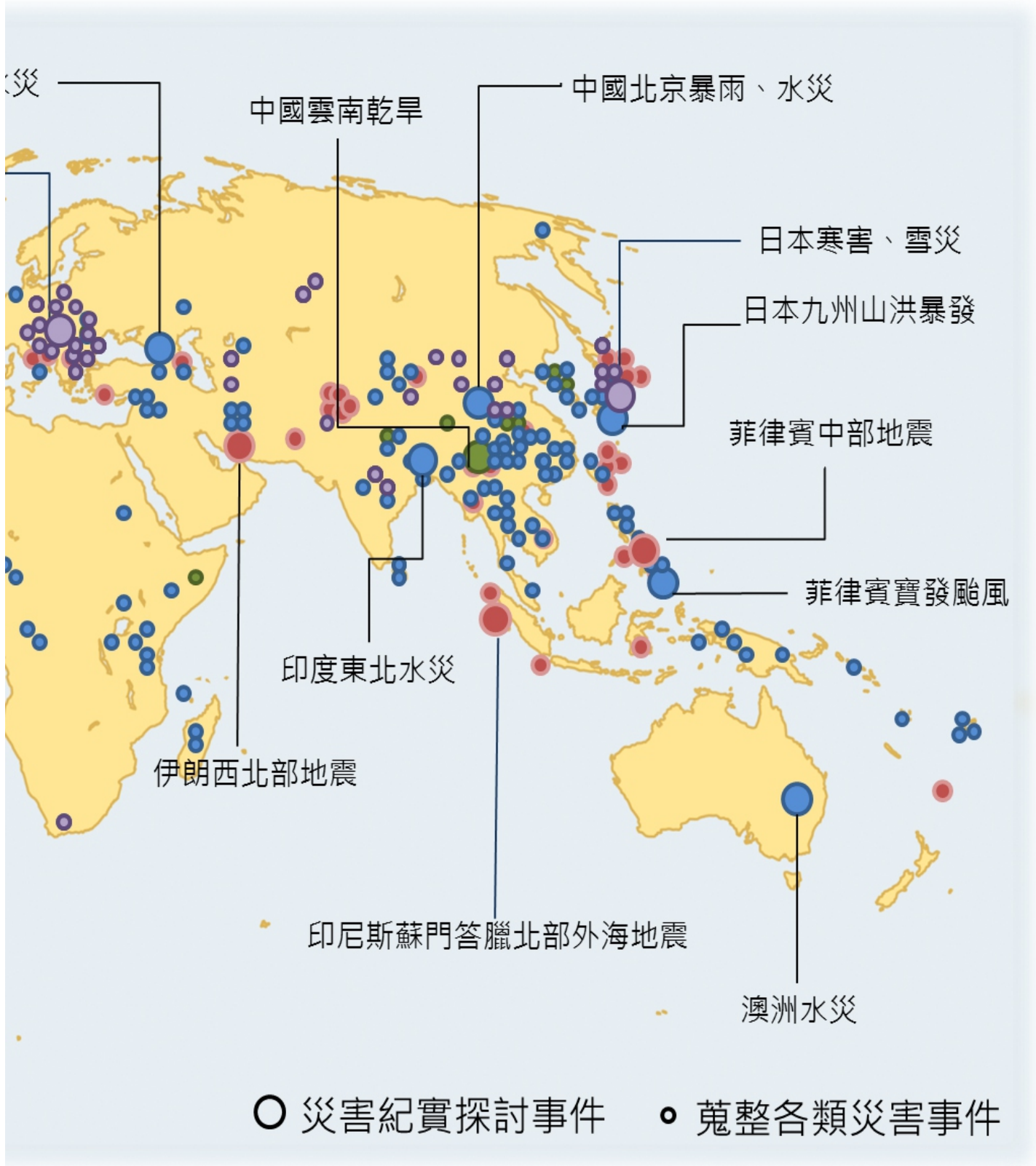


圖2-21 天秤颱風第二次颱風警報期間（8/26 11:00~8/28 23:00），颱風路徑相對於降雨分布圖。

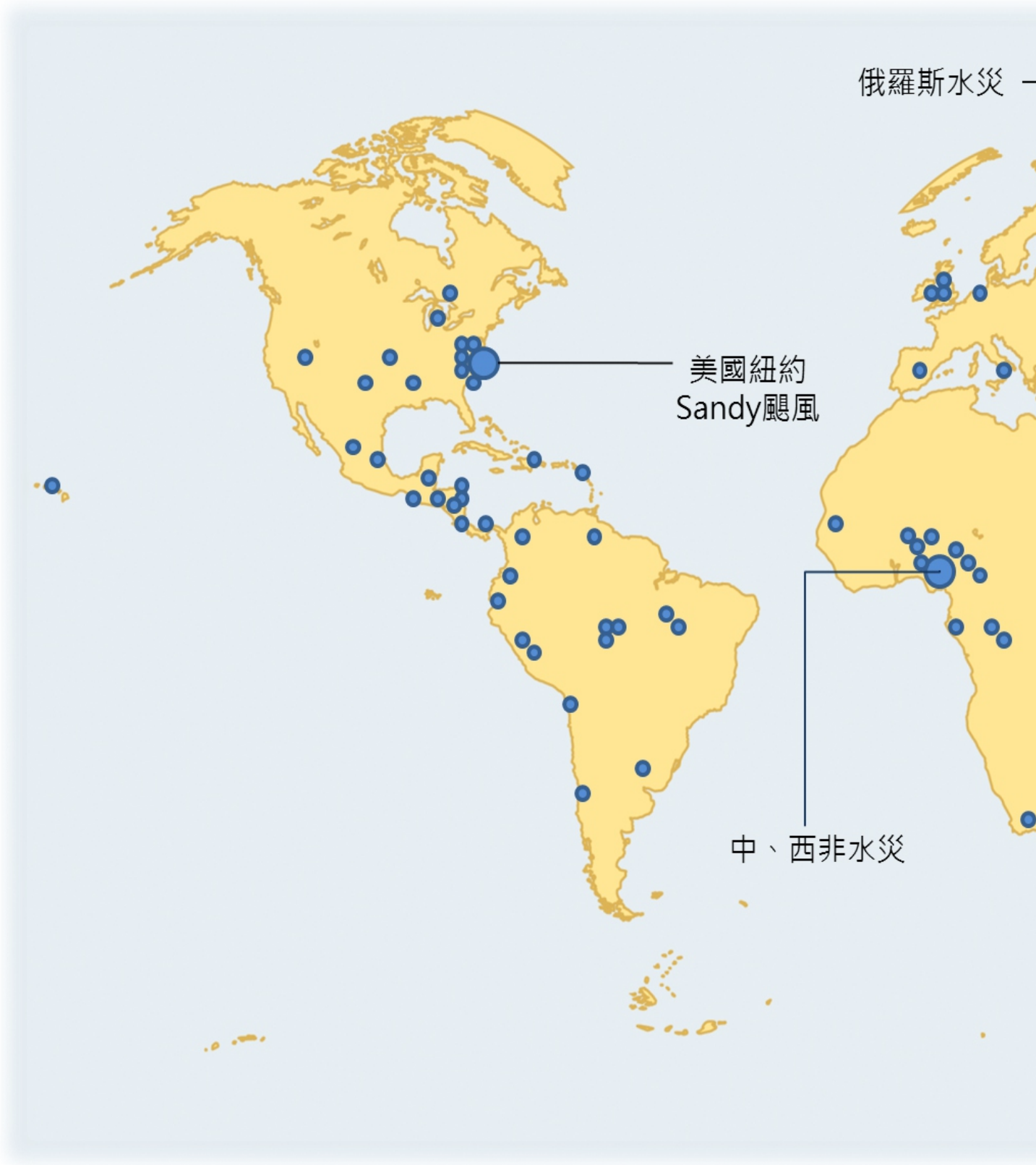
2012年天然災害年鑑收錄災害事件

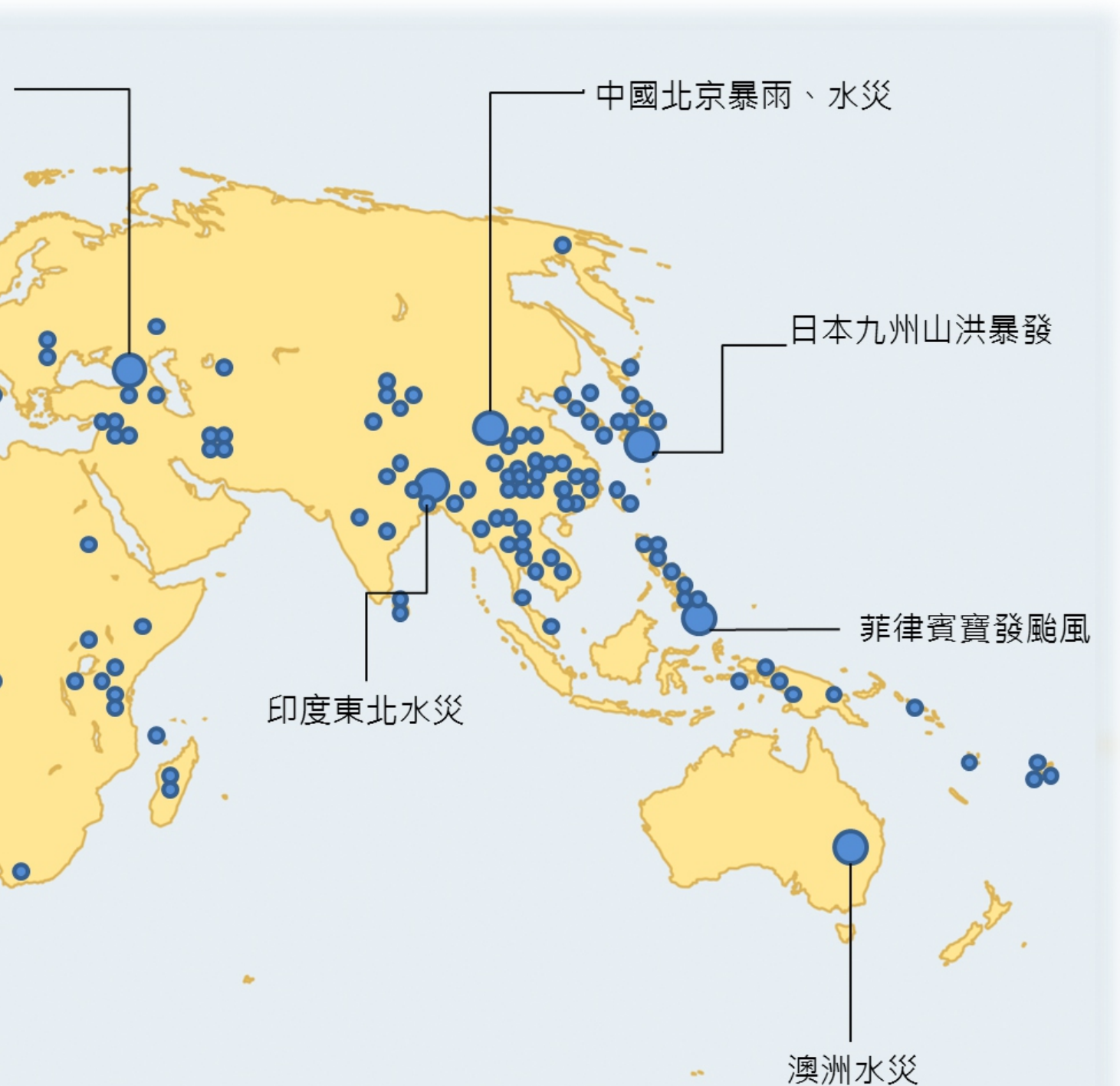




第參篇 2012年國際颱風、颶風、洪水、坡地災害

2012年國際水文事件包含:颱風、颶風、洪水、土石流等，下圖為颱風、颶風、淹水、土石流等災害分布圖。本章節特別針對，澳洲水災、日本九州山洪爆發、美國Sandy颶風、菲律賓寶發颱風、俄羅斯及北京短延時強降雨造成的洪水災害等進行分析，各地區所造成的衝擊型態皆不盡相同，每一次的災害案例都是很好的學習機會。

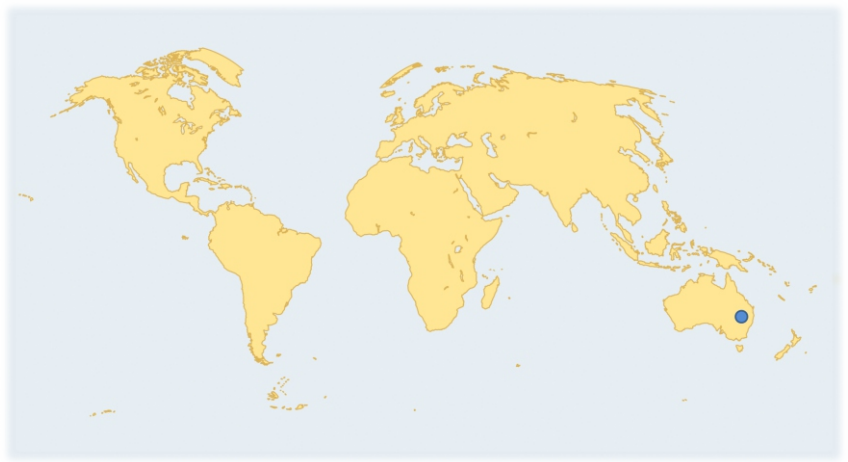




圖中藍色圓點為2012年發生颱風、颶風、淹水、土石流地區。



圖3-1
2012澳洲水災發生地區：新南威爾斯州和維多利亞州。



• 地理環境

澳大利亞（俗稱澳洲）地處南半球，北至南緯10度41分，南至南緯43度39分，東至東經153度39分，西至東經113度9分。東西相距3,782公里，南北相距3,134公里，海岸線長達3萬6,735公里，總面積769萬2,030平方公里，約為台灣之214倍。

澳洲因位於南半球，四季時序適與北半球相反（春季9至11月，夏季12至2月，秋季3至5月，冬季6至8月），氣候溫和。全澳可分為兩個氣候區，北方屬熱帶，如位在北方的城市達爾文年均溫約為攝氏25-33度；南方各大城屬溫帶，如雪梨年均溫約為攝氏13-21度(表3-1)、墨爾本年均溫約攝氏10-20度。降雨量方面，沿海地區因受海風之賜，雨量豐沛；內陸則受地型及氣候影響，雨量甚少，多屬不毛之地。澳洲之降雨線類似同心圓，愈往外圍雨量愈多，愈往內地雨量愈少，大約自海岸線起延伸至內陸500公里之範圍內，屬於適合發展農業之地帶。

表3-1
Sydney-Observatory Hill (1971-2000)氣候平均數據。
溫度:度；降水量:毫米
資料來源：Bureau of Meteorology, Climate statistics (2009)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
平均高溫	26.2	26.4	25.3	23.1	20.5	17.7	17.2	18.5	20.7	22.4	23.6	25.6	22.3
平均低溫	19.3	19.6	18.1	15.2	12.5	9.6	8.6	9.5	11.7	14.2	16.0	18.3	14.4
降水量	136.3	130.9	151.2	127.7	110.0	126.8	69.6	92.0	68.8	88.1	101.7	73.4	1276.5

• 災害概述

本次澳洲水災事件發生於2012年2月至3月，災情主要分布在東南部之新南威爾斯州(New South Wales)和維多利亞州(Victoria)的墨累-達令流域(Murray-Darling Basin)的南部地區(圖3-1)，該流域為澳洲最大流域。

該流域過去之氣候較為乾燥，年平均降雨量約為300毫米，降雨稀少且地勢低平，河川流路悠長且流速緩慢，流域長3,370公里，面積約106萬平方公里，人口密度約每平方公里9人，屬於地廣人稀之農業區，除了都市地區外，大部份的河川沿岸並無興建防洪保護措施。

2月底連日大雨導致新南威爾斯州與維多利亞州陸續有洪水災害事件發生，農田淹沒，橋梁和道路交通中斷，總淹水面積達67萬平方公里。至3月5日為止，有2人死亡，共疏散超過4,600人，另有2,500人受困。在降雨停止後，各地淹水緩慢消退。

• 降雨水文分析

2012年2月起(圖3-2)，澳洲東南部地區降下持續性大雨，29日於維多利亞州北部降下破歷史紀錄之單日累積降雨量，3月1日起新南威爾斯州東南部接連降下單日60毫米以上的雨量，3月4日單日降雨量接近100毫米，維多利亞州東部的斯諾伊河(Snowy River)洪峰水位於3月5日破歷史紀錄。

本次降雨屬於範圍廣且持續時間長之強降雨，所測得之最高降雨紀錄發生在維多利亞州東部之布法羅山(Mount Buffalo)測站，7日累積雨量達525.0毫米，遠超過該地區降雨年平均值；此外，新南威爾斯州南部之艾芬豪郵局(Ivanhoe Post Office)測站，所測得之7日累積雨量達294.1毫米，相當於該地區降雨月平均值(28毫米)的10倍，並與年平均值(306毫米)幾乎相等。除了累積雨量頻破紀錄外，許多地區之單日降雨量亦破往年紀錄，例如：維多利亞州北部之唐加馬哈(Tungamah)測站，於2月29日所測得之日降雨量達124.4毫米，破了1955年3月25日所測得98.6毫米之舊紀錄。

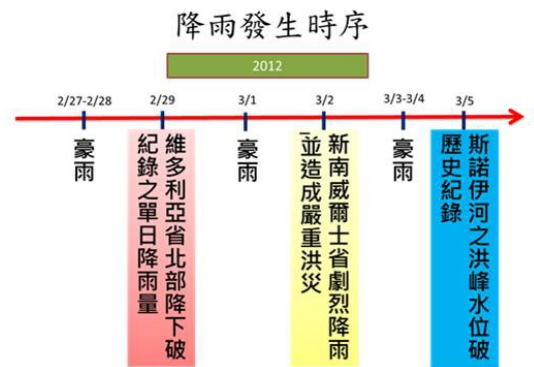


圖3-2

2012年2~3月澳洲降雨發生時序。



照片3-1 直昇機鳥瞰Wagga地區遭受洪水肆虐。照片來源:歐新社

從2月27日至3月4日，澳洲東南部新南威爾斯州與維多利亞州的7日總累積雨量如圖3-3所示。針對劇烈降雨中心—新南威爾斯州東南部的沃加沃加(Wagga Wagga)測站，分析其降雨時間與雨量分布如圖3-4所示。3月1日起單日累積降雨量破60毫米，3月4日單日降雨量更是接近100毫米，連續降雨之下，造成淹水災害發生。

另外，根據澳洲氣象局之分析結果，3月1日至5日劇烈降雨的累積雨量，較過去3月平均總雨量超出400%以上，如圖3-4所示。

澳洲如受到反聖嬰現象(太平洋中東部海水異常變冷)影響，東南部地區位於反聖嬰現象的濕區，周圍水氣充沛，此時若有低壓或鋒面系統通過，即容易激發劇烈降雨的生成。

2012年2月屬於反聖嬰年期間，2月27日至3月4日有一廣泛且移動緩慢的低壓帶移入澳洲，此低壓帶所造成的降雨涵蓋範圍一直延伸到澳洲東南部；同時東部近海上滯留一高壓，不斷地從東北部的熱帶洋面上傳送水氣至澳洲東南部新南威爾斯州和維多利亞州，導致該地區在2月27日到3月4日發生廣泛且持續性的降雨。

• 近二年澳洲水災事件比較分析

從澳洲近兩年的水災紀錄發現，澳洲東部地區於反聖嬰年夏季時易發生劇烈降雨造成水災，以下進行綜合比較(表3-2)。

2010年12月~2011年2月澳洲東部水災事件之最大累積降雨，發生在昆士蘭州，2012年2~3月澳洲東南部水災事件之最大累積降雨，則是發生在維多利亞州。兩場水災事件之最大7日累積降雨都超過300毫米，但2011水災事件之最大累積降雨以平地及海岸地區為主，而2012水災事件之最大累積降雨則發生於山區。

圖3-3
2/27~3/4澳洲東南部累積雨量分布。
資料來源:Bureau of Meteorology

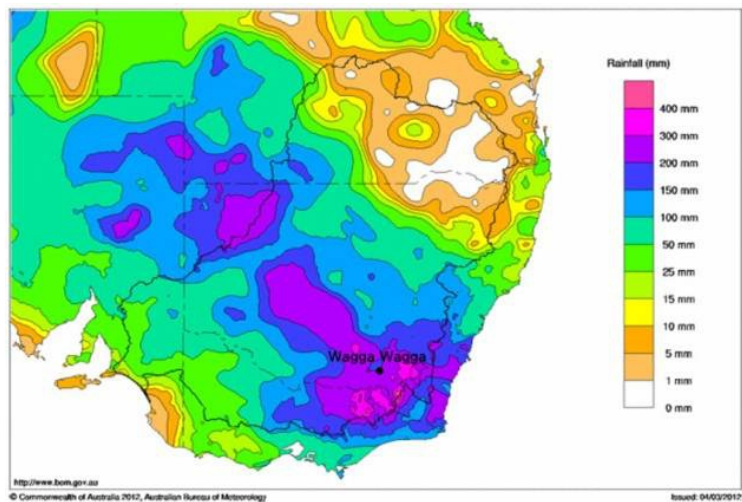
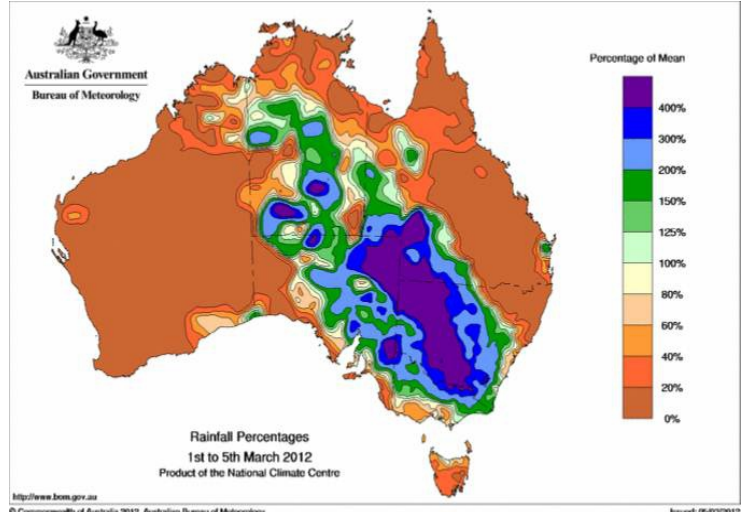


圖3-4
3/1~3/5累積雨量相較於過去3月平均總雨量之百分比
資料來源:Bureau of Meteorology



兩場事件中，均降下超過當地月平均總雨量數倍以上之降雨量，然而其降雨特徵卻略有不同。2012水災事件劇烈降雨的主因是低壓帶降雨與反聖嬰年環流的影響；而造成2011水災事件之原因相對較2012水災事件複雜，主要是受到熱帶氣旋塔莎、低壓帶降雨以及反聖嬰年之大氣環流等多重天氣尺度的系統影響所致。另外，2011年的水災事件，足足影響2~3個月之久，且受衝擊地區為海岸人口集中的都會區；2012年的水災事件影響時間短，及發生在人煙稀少的內陸地區，是造成兩者災情差異的主因。

澳洲幅員廣大，大部份內陸地區坡度平緩、流速緩慢。河川沿岸除了沿海都會地區有堤防護岸與市區排水外，其餘地區大部份並無興建防洪保護措施，當水災發生時洪水由河川向兩岸漫淹，並隨時間過去自然緩慢消退，防洪策略在環境特性下主要是依靠洪水預警疏散及洪災保險制度。但是沿海都會地區如果發生破堤淹水，則會形成都市型洪災造成嚴重災情，這是2011水災事件損失傷亡遠大於2012水災事件的原因之一。

2011水災事件致災原因除了氣象條件的異常降雨外，昆士蘭州威芬豪水庫(Wivenhoe)的管理操作模式也是致災原因之一。根據澳洲政府2011年8月公布的災害調查報告顯示，因為澳洲過去長期乾旱，水庫操作以儲水為主要目標，在面臨極端天氣時未能及時調適以發揮防洪功能，不當的洩洪時機加重了2011水災事件之淹水損失及人命傷亡。澳洲政府在2011水災事件後從中學習經驗，全面修正水庫之管理操作模式及洩洪作業程序。2012年澳洲雖然又遭逢極端天氣下之強降雨發生水災，水庫操作正常並無洩洪不當情形，這也是2012水災事件損失傷亡遠小於2011水災事件的原因之一。

此外，在2011水災事件後，澳洲民眾更積極參加社區防災工作，例如FABAH(Flood Affected Business and Householders)的成立，除了參與前述2011水災調查外，並正持續運作，協助地方政府檢視社區的防災需求。類似的民間防災自救團體，在澳洲2012水災事件中的災前整備及災中應變時，都發揮了很大的作用。

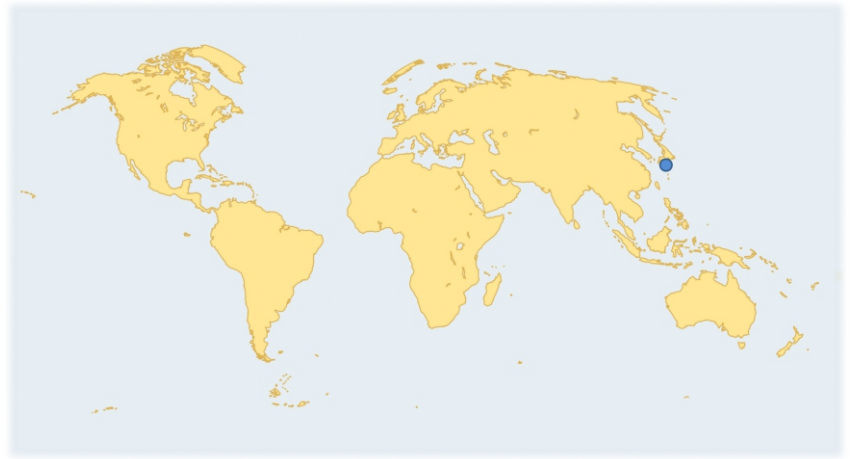
由澳洲這兩年發生的水災經驗可得知，極端天氣下可能發生之高強度降雨，無論是短延時或長延時，都對於民眾安全造成相當大的威脅，特別是人口集中的都市地區。從澳洲水災事件中，極端天氣事件衝擊，除考量緊急應變之需求外，更須以進行長期減災規劃，以符合國家永續發展的目標。

水災事件	2010.12~2011.02	2012.02~2012.03
發生地點	昆士蘭州、維多利亞州	新南威爾斯州、維多利亞州
降雨特徵	<ol style="list-style-type: none"> 短延時強降雨、持續性降雨 最大降雨發生在昆士蘭州 最大7日累積雨量超過300毫米 最大累積降雨發生於平地 	<ol style="list-style-type: none"> 廣泛且持續性降雨 最大降雨發生在維多利亞州 最大7日累積雨量超過300毫米 最大累積降雨發生於山區
氣象成因	<ul style="list-style-type: none"> 熱帶氣旋塔莎侵襲 低壓帶降雨 反聖嬰現象 	<ul style="list-style-type: none"> 低壓帶降雨 反聖嬰現象
影響範圍	淹水面積約120萬平方公里，相當於德國法國面積總和	淹水面積約67萬平方公里，相當於法國面積
死亡人數	35人	2人

表3-2

澳洲近年兩場水災事件之綜合比較。

註：本篇完整報導收錄於NCDR災害防救電子報第084期，2012年7月出刊。



• 地理環境

九州島河流短促，多山而少平地，山丘地就佔了全島的85%，在大分縣境內的久住山1,788公尺為全島的最高點；在九州島中部的熊本縣境內，為全世界最大的火山口阿蘇火山所在地。九州島北部有筑紫平原（筑後川流域），中部有熊本平原，東部有宮崎平原。

九州島的緯度約處於北緯30°至35°之間使得全島四季分明，夏季受太平洋高氣壓影響，高溫多濕，冬季受西伯利亞大陸氣團影響，中北部嚴寒，春秋則受二者交互影響，天氣變化大，大體上仍為溫暖。九州島因緯度較低，且受北上黑潮暖流影響，氣候溫暖，北部屬日本海海洋氣候，冬季多雲，東部屬瀨戶內海海洋氣候，晴天多，南部屬太平洋海洋氣候，冬季溫暖，夏季多雨，較易受到颱風及梅雨影響。間容易受到西北太平洋的熱帶氣旋侵襲。

• 災害概述

於六月底梅雨鋒面北移並滯留於長江口與日本西南端，梅雨鋒面滯留期間首先在七月初於九州北部的福岡縣和大分縣降下大雨，共造成二到三萬人撤離（日本消防廳，2012）；此後，因梅雨鋒面移動，除了在九州北部及中部地區降下大雨造成災情之外，也在本州的德島縣、新瀉縣等地降下大雨致災。

7月12至14日，降雨區域集中在九州北部及中部之災情狀況，包括：熊本縣、福岡縣以及大分縣等縣。其中九州中部的阿蘇地區在時雨量、三小時雨量以及24小時雨量累積值等都超過歷史紀錄，其他地區也有多處雨量站測得雨量紀錄超越歷史紀錄(圖3-5)。

災害主要為洪水和坡地災害，截至7月20日為止，共有29人死亡、4人失蹤、以及7人輕重傷等；建物以及公路部分，這次豪雨總共造成156棟建物全毀、超過一萬棟建物被遭受洪水衝擊；災情最嚴重時，除了多處鐵公路中斷之外，福岡、大分縣等地區造成孤島聚落，共影響約三百多位居民。

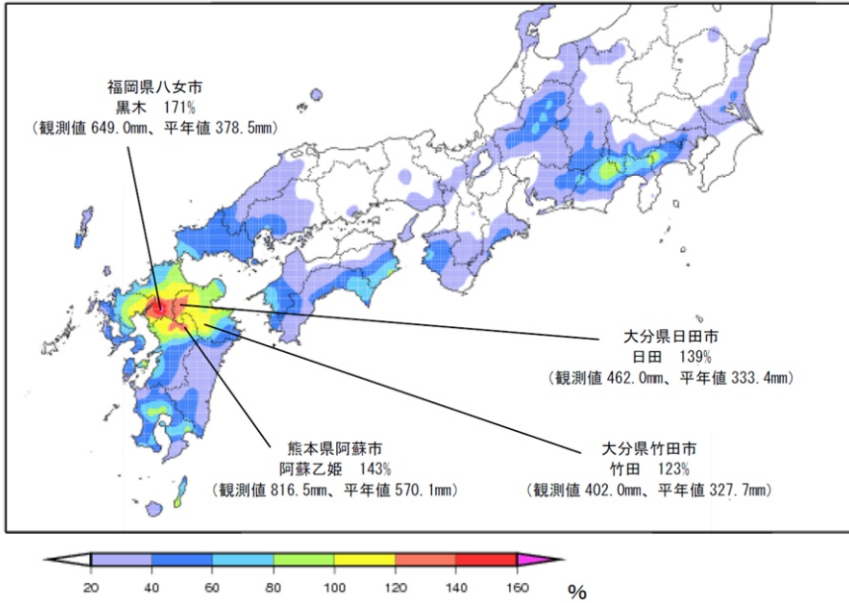


圖3-5

此次豪雨累積總雨量(7/11~7/14)與七月份平均雨量比較圖。

資料來源:日本氣象廳

根據國土交通省災害7月20日報告，此次豪雨事件總共造成坡地災害共162件以及多處洪水災害。坡地災害包括土石流93件、地滑1件、急陡坡崩塌68件，主要集中在熊野縣阿蘇地方以及福岡縣八女市，其中阿蘇地方的土石流災害造成24人死亡或失蹤；洪水災害主要為內水災害、破堤或護岸損壞，災害發生在白川、菊池川、矢部川、筑後川等河川(圖3-6)。

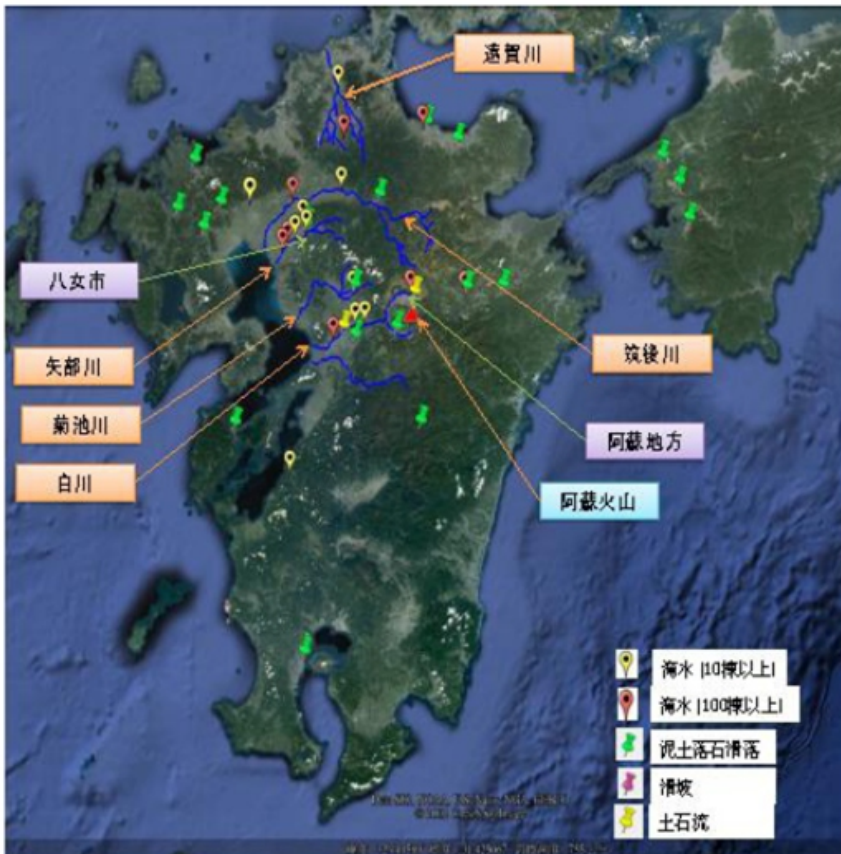


圖3-6

此次豪雨災害坡地和洪水災害分佈位置。

資料來源:本中心針對日本國土交通省資料繪製於Google Earth底圖

此次降雨事件的特徵是短時間內降雨強度大，降雨最強時集中在7月12日清晨3至6時(時雨量均接近100mm)(圖3-7)。強降雨除了引發河川宣洩不及、造成多處淹水及坡地災害之外，另外凸顯都市洪水防災以及行動不便或高齡者的疏散避難問題。強降雨發生當日清晨6時已有坡地災害的發生，但從熊本縣政府的災害資訊歷程來看，是在12日當日才發布避難指示(效力類同強制疏散)，因此研判人員死傷是因疏散避難不及所造成。並且，由於阿蘇地區位處山區較為偏僻，人口結構多集中在高齡層，在疏散避難時原本就需提早疏散避難，此點從死亡者年齡層偏大也可看出端倪。另外，在白川、合志川流域也洪水發生過於快速而導致避難不及，因此後續市政府已通過提案，將在該流域尚未進行防洪工程處加設避難警報系統，加強洪水警戒。

• 超越歷史紀錄的累積降雨

九州地區是坡地災害的高潛勢區域，災害集中在每年的六月到十月，主因為梅雨鋒面以及颱風造成大雨，進而引發嚴重的坡地災害。尤其本次梅雨鋒面形成，隨著低氣壓的通過在鋒面南側聚集大量溫暖潮濕空氣，在九州地區形成一如同舌頭般細長的鋒面形狀；並且該鋒面處因氣流對流強烈，不斷提供水分和能量，再加上地形、風向等因素，因而易形成強降雨。該強降雨強度最高時每小時超過100毫米，集中在阿蘇地區，僅三小時內便累積了幾近300毫米的雨量；除了該區之外，熊本及福岡縣其他地區的累積降雨也多超過該地區平均七月降雨量，這樣的降雨條件易誘發坡地災害以及洪水的發生。

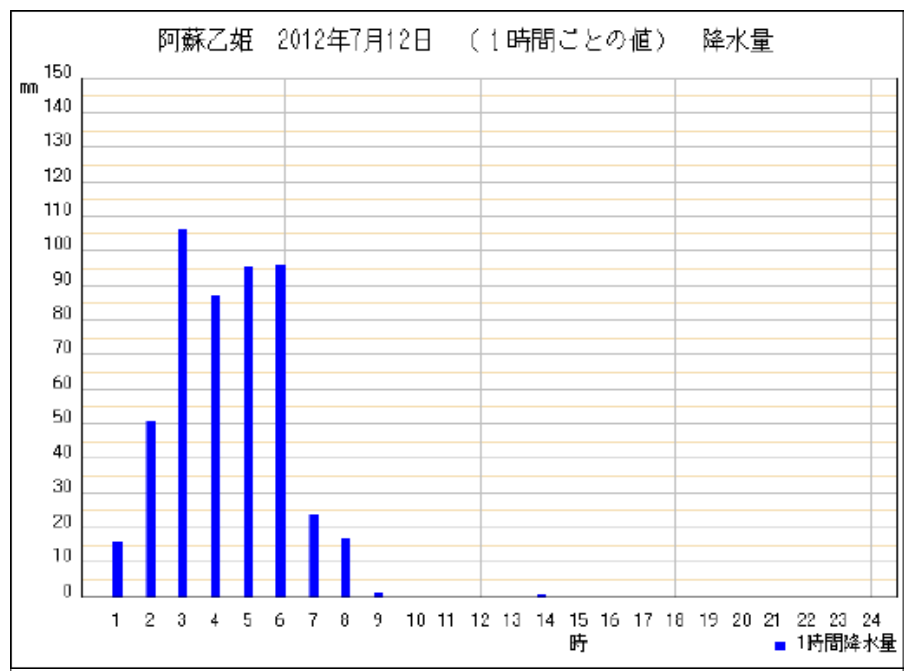


圖3-7
阿蘇乙姫測站於7月12日時雨量統計圖。
資料來源:日本氣象廳

• 災害特性與借鏡

1. 豪雨災害的緊急應變

雖然此次九州梅雨鋒面引發之洪水及坡地災害，造成阿蘇地區多處坡地災害及傷亡事件。對於此次豪雨災害的應變及災後啟動機制，仍有台日雙方值得相互學習之處。首先是豪雨的應變啟動機制，台灣目前經濟部水利署依據氣象局的豪、大雨特報及實際狀況，研判開設應變中心或提升至中央災害應變中心等。雖然日本的制度和國情狀況和台灣多有不同，但其各層級政府之應變開設及期間作為、以及災後各項支援等，許多都可成為台灣面對相似事件時的很好借鏡；而台灣在颱風豪雨應變的寶貴經驗、相關部會開發之智慧型手機應用程式，如行動水情APP及土石流防災資訊APP、和即時簡訊發送等軟體設備的支援，在實際操作方面更能有效達到災害預警的效果。尤其近年來短延時強降雨發生頻率趨於頻繁，在災害應變、復原、整備的措施上，必須要有完整的考量及對策以因應各種可能的災害情境。

另外在應變過程中，雖然台灣在部會橫向資訊整合上已有很好的成效，即透過即時降雨量以及風雨預報單，進行坡地及洪水高潛勢區域的判斷。然而，在豪雨災害發生時，由於缺乏對於未來可能降雨量之推估；且豪雨期間之降雨量對於山坡地之坡地災害和都市排水系統可能引發之洪水的分析評估，仍需要具體的模式作為參考指標。因此對於豪雨境況的高潛勢區域的研判，除了增加對於雨量觀測和預測的精確度之外，也須將焦點放在豪雨造成都市內水及山坡地坡地災害發生之研判等議題。



照片3-2 連日大雨土石流沖毀道路與農舍。照片來源:歐新社

2. 災時及災害緊急調查機制之建立

日本政府在災害緊急調查的啓動機制較為完備且經驗豐富。國土交通省依據需要於所轄下之各地地方整備局中設有緊急災害對策派遣隊 (Technical Emergency Control Force, TEC-Force)。在本次災害事件當中，TEC-Force也應縣政府請求出動進行任務支援，包括災害調查以及復原方針之技術支援。災害調查部分，包括：大分縣進行河川與道路的受災調查、白川和菊池川破堤調查、阿蘇地區坡地災害調查等。即使在災害發生緊急時刻，能夠迅速收集資料並且監控可能造成二次災害地點之外，對於相關資訊的發佈也相當迅速和完備，例如：在災後數日內，便可在網站上取得災害當地的空中影像、災害位置和規模資訊、災後處理情況、以及預防二次災害發生採取的對策等。對於目前經常發生較大災害規模的台灣而言，完整且齊備的緊急調查機制和設備、迅速的災害資訊發布是相當必要的。透過緊急調查機制，即時掌握災害狀況；災害資訊的發布及更新，有助於進行全盤防災對策考量及應變。



照片3-3 洪水淹沒福岡地區土地。照片來源:歐新社



• 地理環境

俄羅斯由8個聯邦區所組成。本次受災的克拉斯諾達地區位於俄羅斯西南部大高加索山(Caucasus Mountains)，其西南部鄰黑海(Black Sea)，西北部鄰亞速海(Azov Sea)和刻赤海峽(Kerch Strait)，北部是格連吉克灣(Gelendzhik Bay)、捷姆留克灣和阿波拉烏半島。克拉斯諾達建於1793年，到莫斯科的距離為1539公里。全區面積約76,000平方公里(佔全國0.44%)，人口約711,000人(佔全國4%)，人口密度每平方公里約9.35人。克拉斯諾達境內的主要河流有庫班河(Kuban River)，境內的主要水庫有迪什克斯克水庫、山波蘇哥斯克水庫和克拉斯諾達爾水庫。克拉斯諾達7月平均降雨9日，月平均日照時數303.8小時，7月平均降雨量為54毫米，7月平均溫度為24.0°C。

• 災害概述

2012年6月開始，克拉斯諾達(Krasnodar)地區經歷連續一個月的降雨，並於7月6日晚間至7月7日雨勢加劇，在24小時內下了280毫米，約為7月平均降雨量(54毫米)的5倍。圖3-9為克拉斯諾達地區2012年7月6日衛星雲圖。

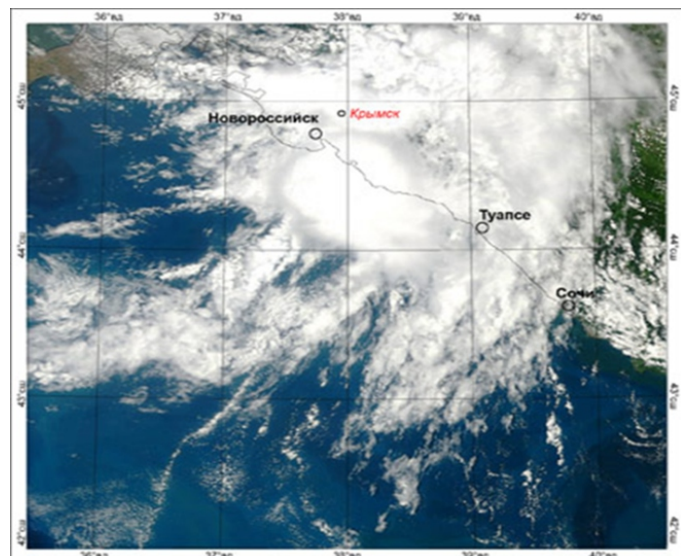


圖3-9
克拉斯諾達地區7/6衛星雲圖
資料來源：
<http://www.meteoinfo.ru/>

克拉斯諾達洪災所造成的傷亡、撤離收容、房屋淹沒、經濟損失，官方統計如下：死亡171人、受傷22,000人、撤離2,854人收容、1,000人房屋全毀、650棟房屋淹沒、5,185棟經濟損失超過10億盧比(約9.1億台幣)由於洪災來的突然，俄羅斯官方已緊急宣佈經濟援助計劃，包括每個受災家庭獲發1萬盧布(約台幣9,100元)緊急救助金、對有人喪生的家庭撥100萬盧布(約台幣91萬元)撫恤金等。俄羅斯官方對於此次災害經濟總損失預估超過10億盧比(約台幣9.1億台幣)。

• 災害特性探討

1. 提升民眾防災意識

克拉斯諾達遭逢極端降雨事件，在1日內降下5倍的月平均降雨量，同時河水暴漲氾濫發生在凌晨居民熟睡之際，以上都是造成災情慘重的原因，當地居民防災意識偏低疏於防備。提升民眾防災意識，可避免災害發生時來不及準備造成重大衝擊。

2. 重視易致災之地文水文因素

此次受災的三個城鎮中，克雷姆斯克位處山谷之中，山區降雨逕流匯集至河道後，通過該城鎮並發生洪水氾濫，因退水不易而造成嚴重人命傷亡。新羅西斯克和格連吉克位於黑海畔，洪水氾濫後可迅速排入海中，傷亡人數就較輕微。

有新聞報導懷疑，當地政府可能為了避免水庫設施受損，進行洩洪而加重災情，但根據災後直升機空拍結果顯示，水庫並沒有異常洩洪現象。水庫洩洪時機不當時，確實有可能加重淹水損失及人命傷亡，健全水庫之管理操作模式及洩洪作業程序，將是未來減災的重要工作項目。

3. 發揮洪水預警系統應有功能

根據俄羅斯官員表示，洪災發生之前地方政府確實有發布警告，但預警系統與居民溝通上的缺失，使得並非所有居民皆能及時獲得通知。地方政府反應過慢，沒有採取多管道的通知、也沒有採取強制疏散避難行動，僅於電視上以跑馬燈顯示警告訊息，然而當時部分地區電力已經中斷，許多居民沒有看到電視訊息。



照片3-4 克雷姆斯克2012年7月洪災前後照片。



• 地理環境

北京市之地形，西有太行山脈的西山，北有燕山山脈的軍都山，全市地處東南平原區，地勢平緩由西北向東南傾斜。全市面積約16,411平方公里，人口約1,961萬人。0721暴雨中受災最嚴重之房山區位處西南隅，面積約1,994平方公里(佔全市12.15%)，人口約95萬人(佔全市4.84%)。北京市有5大水系，由西向東排列包括：大清河、永定河、北運河、潮白河、薊運河，皆屬於海河流域，5大水系河道現況防洪能力為10~20年頻率。中心城區下水道設計標準一般為1~3年頻率(36~45毫米/小時)，部分重點地區(如奧運場區、天安門廣場等)為5年頻率(56毫米/小時)。北京市氣候屬於暖溫帶半濕潤大陸性季風氣候，季風性特徵明顯，四季分明。年降水量571.8毫米，全年60%的降水集中在夏季的7、8月份，7月平均降雨量185.2毫米，8月平均降雨量159.7毫米，而其他季節則較為乾燥。

• 災害概述

自7月21日上午10時至22日凌晨06時為止，北京市全市平均降雨量170毫米，其中城區平均降雨量215毫米，西南部213毫米，東北部170.7毫米，東南部189.1毫米。全市最大累積降雨量出現在房山區河北鎮，達460毫米，破1951年以來之歷史記錄(朝陽區418.4毫米)；中心城區最大累積降雨量出現在石景山區模式口，達328.0毫米。

0721暴雨降雨強度普遍出現40~80 毫米/小時，全市最強時雨量出現在平谷區掛甲峪，21日20~21時達100.3毫米/小時。強降雨一直持續近16小時，歷時之長也是罕見。全市90%以上的區域，累積降雨量100毫米~250毫米以上，受災面積約16,000平方公里。降雨急、歷時長、範圍廣為北京市0721暴雨之三大特性。

0721暴雨導致北京市淹水，各主要道路、橋樑、基礎建設都遭受衝擊，民房倒塌，汽車泡水滅頂，造成生命財產損失。根據北京市防汛抗旱指揮部通報：全市因災造成直接經濟損失超過116億人民幣(547億新台幣)。房山區受災人口約80萬人，經濟損失超過50億人民幣(235億新台幣)，為最嚴重受災區(圖3-10)。

照片3-5

北京市大雨過後，淹水情況圍繞一幢住宅大樓，周邊汽車接泡在水中。(照片底圖)

照片來源:歐新社

• 災害特性與省思

1. 下水道建設管理在都市地區防洪之重要性

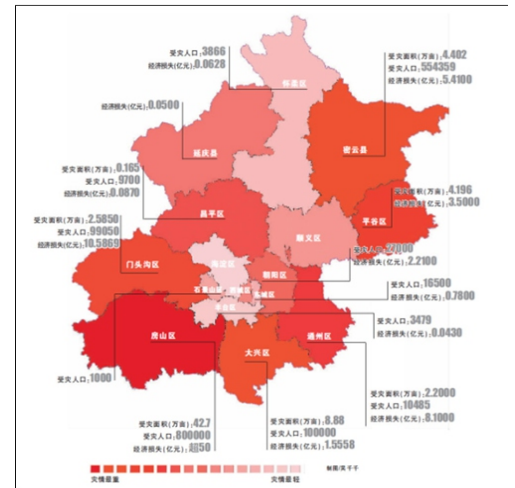
北京市0721暴雨致災原因，除了破歷史記錄之長延時強降雨，還有雨水下水道排洪能力不足，北京市防汛抗旱指揮部表示，由於受到歷史因素限制，目前北京市下水道系統的設計標準是1~3年頻率，而7月21日當天降雨量則達到排水負荷的5倍。此外如平時疏於管理不加清淤，暴雨時阻塞降低排洪能力，更加重了淹水災情。0721暴雨顯示出都市防洪基礎設施需要加強建設和管理。

2. 暴雨預警信號在都市地區防洪之重要性

預警信號應該考慮根據當地實際情況，適當調整不同級別的發布條件，同時應該至少在預警說明文字中強調可能超過地域平均值的區域，例如：易致災區域、低窪地區、排水不良地區，如這次受災嚴重的北京市房山區，已達到甚至超過紅色暴雨預警信號的條件。另外，對於預警信號發佈後短時間內如何讓民眾瞭解，以及該預警信號無法反應出某些地區發生極端降雨的可能性，某種程度即反映出都市面對極端氣候暴雨時，預警與掌握能力不足，皆應讓民眾具備暴雨與警戒訊號之風險認知。

3. 都市化人口集中，都市災害脆弱性增加

隨著社會變遷與人口集中大型都市，都市所聚集外來人口，其人口、勞工集居區域多屬都市外圍區域或災害潛勢較高之都市窳陋地區，由於其屬外來人口，對於該地區環境特性並不熟悉，且與該地區行政網絡並無密切連結，該類地區或族群是災害管理部門易於疏漏之一環。故都市地區之災害因應對策，可優先考量該類區域之災害風險，針對該區域之環境與人口社經特性，擬定相應之減災與處置對策，例如：針對環境危險評估與可能衝擊預先評估，並針對易受災族群，事先擬定因應計畫；災時優先撤離安置計畫，收容地點之預先規劃，以及針對該地區弱勢族群與特殊需求族群之災時協助輔導計畫，以重點性降低都市之災害風險。





• 地理環境

印度位於南亞次大陸，介於印度洋、阿拉伯海、孟加拉灣間，北與不丹、尼泊爾接壤，另以喜馬拉雅山與中國為鄰，東與孟加拉及緬甸為鄰，西邊與巴基斯坦為鄰。印度國土面積328萬7,263平方公里，約台灣的91倍，位居全球第7，人口超過12億，僅次於中國，是全球人口第二高國家。印度地形大致可區分為北邊的喜馬拉雅高山區、中部恒河平原區、西部沙漠區、南部德干高原半島等4大區域。恒河(Ganges)源於西北高山區瑪納斯湖，全長2,510公里，流經印度4分之1的國土及全國人口最稠密的地區，是印人眼中的聖河。雨季雨水常溢流造成水災，但也挾帶肥沃的沖積土至下游，形成了全球最肥沃且人口最稠密的恒河平原。其他主要河川尚有源自喜馬拉雅山脈之雅魯藏布江，又名為布拉瑪普特拉河(Brahmaputra)及印度河(Indus)。印度季節大致分為旱季(3-5月)、雨季(6-10月)及冬季(11-隔年2月)三種。除西北喜馬拉雅山區終年低溫外，多數地區屬熱帶季風型氣候，溫度介於攝氏10 - 40度間。北部及中部地區夏季(3-10月)氣溫最高可超過40度左右，秋冬季(11-2月)最低溫可達0度以下。南部海岸地區約30度。

• 災害概述

印度東北部阿薩姆省，自6月26日開始，持續暴雨成災，依據聯合國報告，雅魯藏布江(Brahmaputra River)在7/1已經降低水位，但沿岸仍有大範圍持續在淹水範圍中。適逢雨季，淹沒了兩千多個村莊造成95人死亡，罹難者都是被湍急的河水沖走，還有一些人是因為山洪引發的土石崩塌掩埋而喪生，另外近200萬被迫離開家園，入住政府的臨時帳篷。當地官員表示，這是自1998年以來，當地最嚴重的洪水災害。7/5印度總理辛哈與執政黨主席宋妮亞·甘地一起飛往災區視察，辛哈已宣布，撥款50億盧比(約合新台幣27億多元)緊急救災。

印度東北部阿薩姆地區原為降雨集中地區，這段時間處在印度季風(6月到9月)的雨季期間(圖3-11)，年降雨日數達一百多天，平均降雨達1500mm~2500mm之間，局部地區超過2500mm，過去即常有淹水紀錄(2005~2011)，本次降雨與過去氣候平均值比較沒有特別差異，而造成這次災害的降雨在6/26前後，監測降雨期間6/21~6/27降雨量為145.5mm，而6/28~7/4期間雨量迅速下降至38mm，而距平由57%降至-62%(表3-3)，降雨量迅速下降；6/1~7/4東部及北部地區降雨量為359.4mm(表3-4)，距平減少13%，雖然降雨量不大，但上游幅員廣闊，降雨匯流至雅魯藏布江仍造成下游氾濫(由衛星影像圖可以比對6/18(圖3-12)與7/2(圖3-13)雅魯藏布江氾濫情況)。

每年6至9月的夏季季風為印度全國多數地區帶來豪雨，也皆造成水災發生。雖季風降雨是印度農業收成良窳的關鍵，農業用水中60%皆仰賴季風降雨，也影響全國60%農業人口的生計，而此次季風降雨主要在阿薩姆省地區，但其餘印度地區並無明顯降雨。

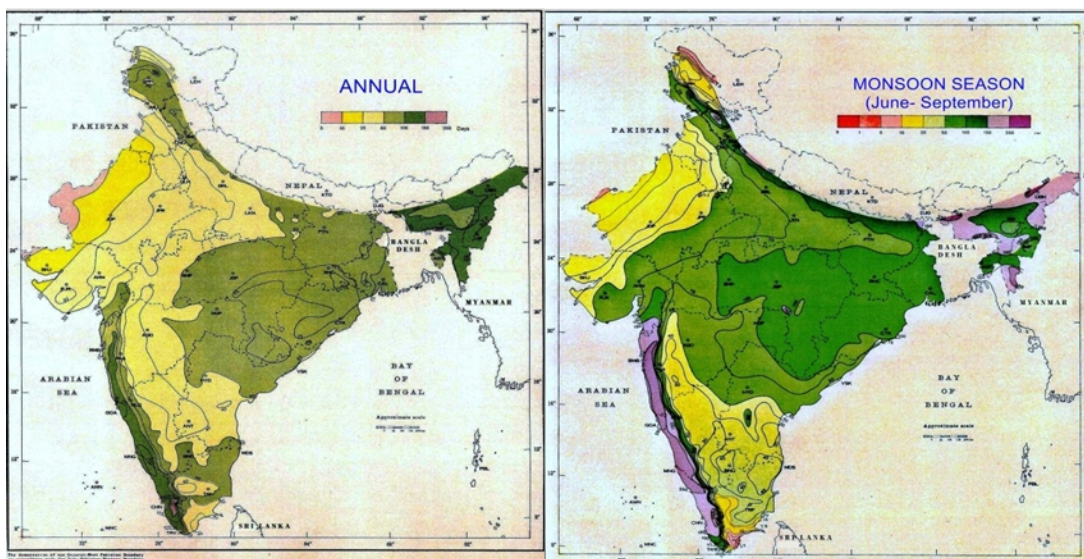


圖3-11 (左)年降雨日數；(右)季風季節(6月~9月)降雨量。

表3-3

印度各地區災害前後實際降雨與距平

(%)。

地區	實際雨量(毫米)			背離長期平均(%)		
	6/21-6/27	6/28-7/4	6/1-7/4	6/21-6/27	6/28-7/4	6/1-7/4
全國	40.5	29.5	137.8	-18	-49	-30
西北	8.3	5.7	26.3	63	83	-71
中部	30.0	43.4	135.7	-48	-33	-33
南部半島	23.9	35.1	136.0	-42	-26	-27
東部北部	145.5	38.8	359.4	57	-62	-13



圖3-12

印度6/18衛星影像圖

照片來源:National Aeronautics and Space Administration



照片3-7 洪災發生後，居民移置安全地區避難。照片來源:歐新社

• 災害衝擊

印度東北部地區多處因持續降雨，造成堤防潰堤洪水氾濫，河道周邊數以千計的房屋遭掩沒，而房屋大多是竹子或是稻草蓋的簡陋房子，這樣的房屋無結構並無就地高處避難的機會，勢必尋求地勢較高之避難場所。除了造成村落淹沒外，因為設施簡陋易損壞，包含道路、橋梁阻斷及電力、供水管線損毀，原本環境情況不佳又更加惡化。

此次洪水氾濫淹沒地區大多屬於第一級產業用地，主要種植茶、棉花、小麥、甘蔗及稻米等，而這些原物料佔據全球第二生產量。雖然農業生產只佔印度經濟成15%，但第一級產業卻是1.2億印度人仰賴的生計產業，故此次洪水氾濫不僅造成原物料欠收，使得降低農民收入；而政府限制出口，全球原物料物價部分上漲。

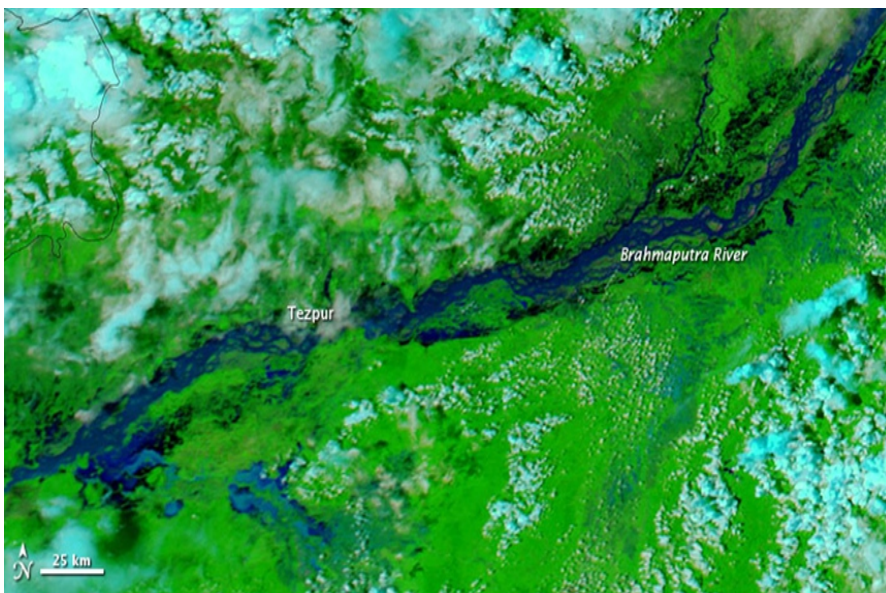


圖3-13

印度7/2衛星影像圖

照片來源:National Aeronautics and Space Administration



片3-8 一位婦女在臨時避難所外晾乾衣物。照片來源:歐新社

中、西非-奈及利亞洪災事件



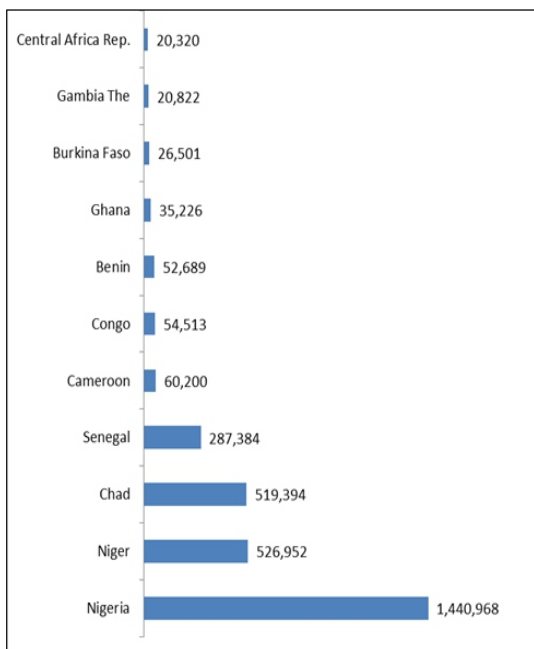
• 地理環境

西非通常是指非洲大陸南北分界線和向西凸起部分的大片地區，氣候和植被有明顯的緯度地帶性；北部為撒哈拉沙漠屬熱帶沙漠氣候，中部熱帶草原氣候，南部熱帶雨林氣候。內地與西部乾熱，沿海多雨，全境地勢平坦。由於西非國家多屬於貧窮國家，故基礎建設大多不足。

• 災害概述

自2005年以來在西非的水災，受災人口不斷增加(圖3-14)。而今年2012年暴雨造成西部和中部非洲廣泛的洪水，其影響超過300萬人(截至10月15為止)，特別是在奈及利亞(Nigeria)、尼日(Niger)、查得(Chad)和塞內加爾(Senegal)(圖3-15)，而這些受影響的地區大多為貧窮糧食缺乏國家。

中西非洪災中最嚴重國家-奈及利亞(Nigeria)全國37個省已有35個省受到洪災影響，淹水面積(圖3-16)超過14,500平方公里(相當1/2台灣大小)，佔奈及利亞總面積1.6%，7.7百萬人受影響、將近60萬房屋受損，363人死亡，5,800人受傷。



(上)圖3-15

中、西非各國家受災人數。

資料來源：

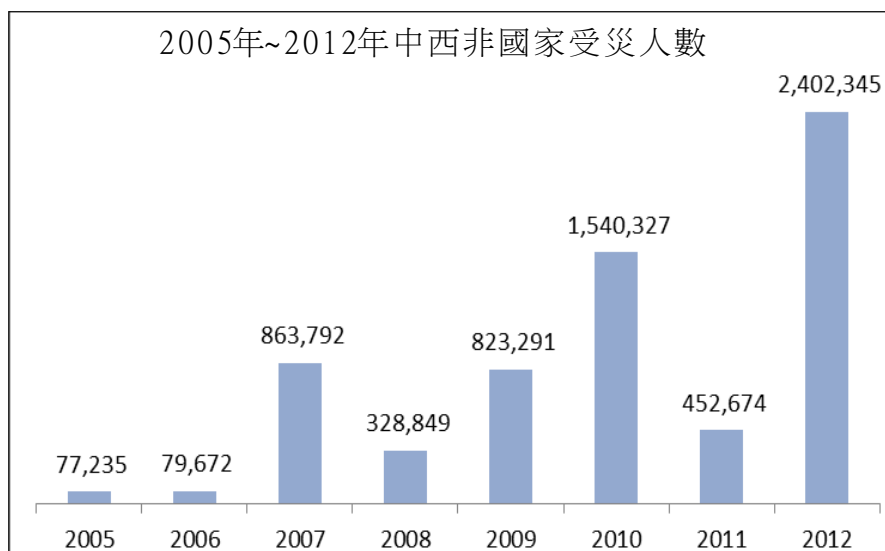
聯合國人道主義事務協調辦公室(OCHA)

(右)圖3-14

2005~2012年中、西非受災人數

資料來源：

聯合國人道主義事務協調辦公室(OCHA)



由NOAA所提供的非洲氣象報告中顯示，奈及利亞鄰近的尼日(Niger)中的尼亞美(Niamey)測站，針對5月至8月分析顯示(圖3-17)，七月降雨量低於平均值，八月以來降雨量高於平均值，而季節性降雨仍然持續在中西非發生。另外，報告中也指出異常的離岸流，提高中、西非降雨量，所以2012年中、西非季節性降雨異常多，使得已發生淹水地區更是雪上加霜。

奈及利亞國家緊急管理機構(NEMA)說明，7/22貝努埃河(Benue River)上游喀麥隆的Lagdo水庫因超過滿水位強制洩洪，而奈及利亞位屬貝努埃河下游，其沿岸地區飽受洪水淹沒。另外，尼日河(Niger River)上Jebba水壩和Shiror水壩也處於高度警戒中，可能衝擊下游地區。貝努埃河與尼日河匯流後，更造成下游三角洲(Delta State)洪水量增加。

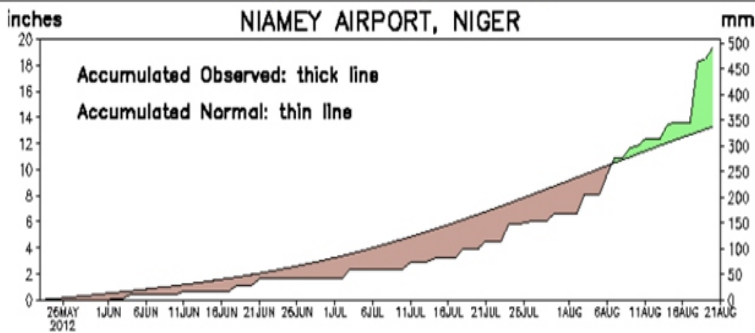
奈及利亞洪災除了造成人員傷亡之外，更多無家可歸的人，同時洪災之後的衛生環境更加險峻。因此聯合國人道主義事務協調辦公室(OCHA)等國際組織大量投入人力、物資救援及家園重建。



(上)圖3-16
奈及利亞淹水情況。

資料來源：
聯合國人道主義事務協調辦公室(OCHA)

Global Telecommunication System Gauge Rainfall (mm)
Valid: May 23rd – August 20th, 2012



(左)圖3-17
5/23~8/20尼日-尼亞美雨量測站分析
資料來源：NOAA



照片3-9 當地民眾帶著家當，涉水離開家園。照片來源:歐新社



• 地理環境

紐約州陸地面積為47,223平方英哩，河流、湖泊面積為7,247平方英哩，總面積為54,556平方英哩，係美國東北地區最大一州，屬於美國大西洋中部人口局管轄（Middle Atlantic Census Bureau），總面積排行全美第27位，南邊與賓州及紐澤西州接壤，東邊與康乃迪克州、羅德島、麻州以及佛蒙州緊鄰，北邊則與加拿大的安大略省以及魁北克省相連，東南方的盡頭為大西洋。紐約州四季分明，冬季氣溫約在華氏40~55度，夏季氣溫約在華氏70~85度，除沿海岸地區外，年平均降雪量為40英吋。

紐約是美國最大城市及第一大港，同時大紐約也是世界第四大都會區，僅次於東京、首爾、墨西哥城。位於美國大西洋海岸的東北部。該市有曼哈頓區、皇后區、布魯克林區、布朗克斯區、史泰登島區五個區。在人口方面，紐約也是全美國人口最密集的重要城市。哈德遜河流經哈德遜河谷，進入紐約灣，為紐約市和紐澤西州的分界線。一樣位在紐約市的東河流經長島海灣，將布朗克斯和曼哈頓與長島隔開。哈萊姆河（英語：Harlem River）位於東河與哈德遜河之間，分隔曼哈頓和布朗克斯兩行政區。

紐約市土地面積約 304.8 平方英里，整體面積約 468.9 平方英里，其中 164.1 平方英里為水域，304.8 平方英里為陸地。城內最高海拔位在史泰登島的托德山（Todt Hill），約 409.8 英尺，是緬因州以南的東部沿岸的最高地。

• 災害概述

颶風Sandy在10/22於加勒比海生成到結束共十天，行經古巴、海地，侵襲美國，最後在加拿大結束。沿途皆造成不少災情，最嚴重是在美國東岸，沿海各州死亡人數已經達110人以上，其中以紐約州最為嚴重(48人)，其次為紐澤西州(24人)、賓州(Pennsylvania)(14人)(統計至11月3日)。分析其原因最主要為颶風造成暴潮侵襲沿海城市，暴潮溢淹導致低窪地區淹水，尤其以地下鐵、隧道等最為嚴重。另外，由於變電所爆炸導致大規模停電，影響衝擊包括：華爾街股市交易休市暫停、各式由電腦控制的系統無法正常運作、通訊及網路系統中斷，導致醫院因為停電、淹水等必須撤離，各式經濟損失概估500億美元以上。

• 海氣象因素分析

(1) 颶風發展與降雨分析

10/22熱帶低壓於加勒比海生成，並於當日晚間增強為熱帶風暴，持續往北移動(圖3-18)。行經中南美洲，已造成嚴重傷亡，死亡與失蹤人數達80餘人(主要為海地與古巴)。之後10/29以C1級颶風登陸美國東岸大西洋城，最大風速為150km/h，暴風半徑約790km。10/30當日適逢大潮，加上颶風外圍環流強勁向岸風持續吹拂引發長浪影響，於紐約沿岸暴潮高達4.2公尺，造成暴潮溢淹海水倒灌，重創沿海城市(紐約、紐澤西沿海)。最後10/31減弱為熱帶氣旋，續往加拿大地區前進，亦在當地造成2人死亡。

主要強降雨區位於颶風登陸點南側，包括：紐澤西南部、德拉瓦、馬里蘭及維吉尼亞等地。至於紐約市與紐澤西北部嚴重淹水區為降雨相對較少的區域。累積降雨分布如下圖3-19及3-20所示，累積七日降雨量，在馬里蘭州最高達318毫米，紐約地區(主要降雨10/29-10/31)累積降雨量在100毫米以下。



圖3-18

颶風Sandy 路徑圖，圖中空心的颶風標誌表示颶風等級為熱帶風暴，颶風標誌1號者為颶風等級C1級，標誌2號者為颶風等級C2級。

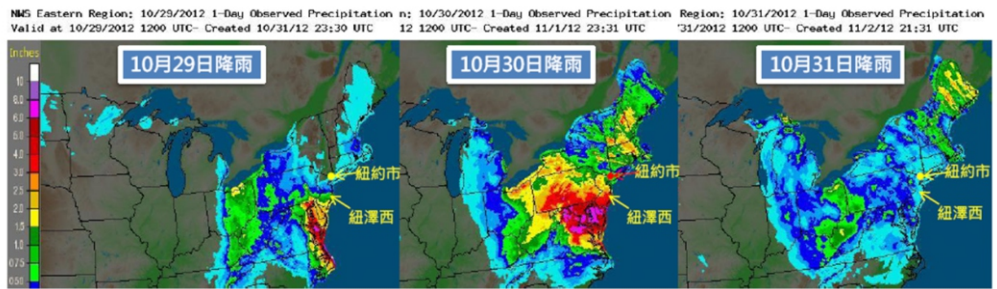


圖3-19 10/29、30、31美東地區三日降雨圖。較強雨勢集中於颶風登陸點以南地區，紐約市與紐澤西州嚴重淹水區在強降雨區的北側。

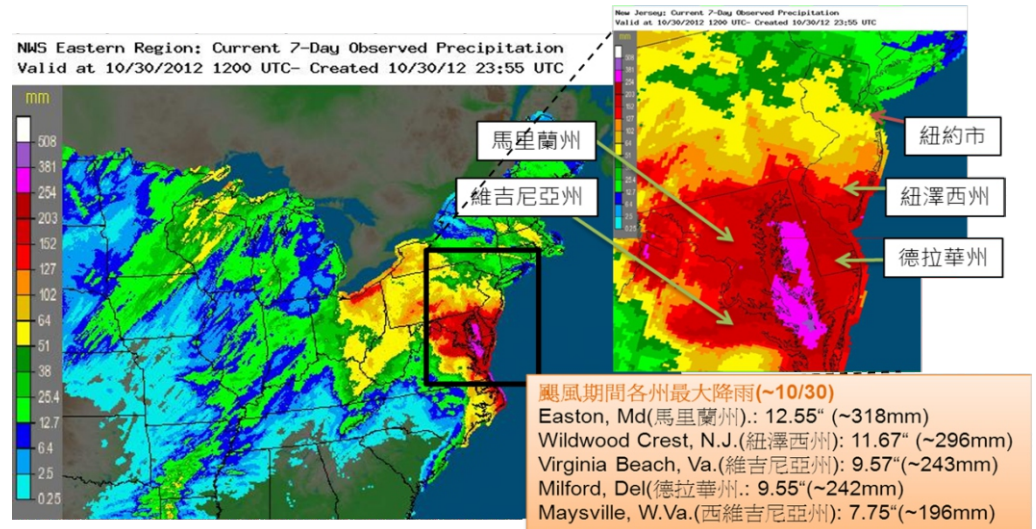


圖3-20 10/30美東地區七日累積降雨圖。主要降雨區位於美國東岸。右圖:主要降雨區域局部放大，較強雨勢集中於颶風登陸點以南地區，紐約市與紐澤西州嚴重淹水區在強降雨區的北側。



照片3-10 經Sandy颶風襲擊，沿海基礎建設受損。照片來源:歐新社

(2) 海象暴潮分析

颶風Sandy於紐澤西州大西洋城附近登陸，颶風半徑達790公里，範圍非常大，風吹使得紐澤西州以北地區在颶風接近期間，屬於颶風環流之向岸風，為颶風引起長浪之影響區域，而且颶風Sandy登陸美東期間適逢當地大潮期間，颶風中心通過地區氣壓下降並抬昇當地海平面高程，引發暴潮溢淹。根據紐約下城區，砲台公園潮位站潮位資料顯示(圖3-21)，颶風登陸期間最高潮位發生在10/30 00GMT。颶風所造成的潮位差(綠色線)高達2.5公尺。滿潮加暴潮造成實際觀測潮位達到約4.2公尺高(紅色線)，創歷史新高。(歷年最高為1960年3.99公尺)。

紐澤西州以北沿岸地區(包括紐約市)，受暴潮、大潮及長浪多重因素之影響，暴潮溢淹引發海水倒灌大範圍且嚴重之災情，從災後航拍影像可見愈靠近海岸地區受災愈嚴重，儼然類似海嘯侵襲。

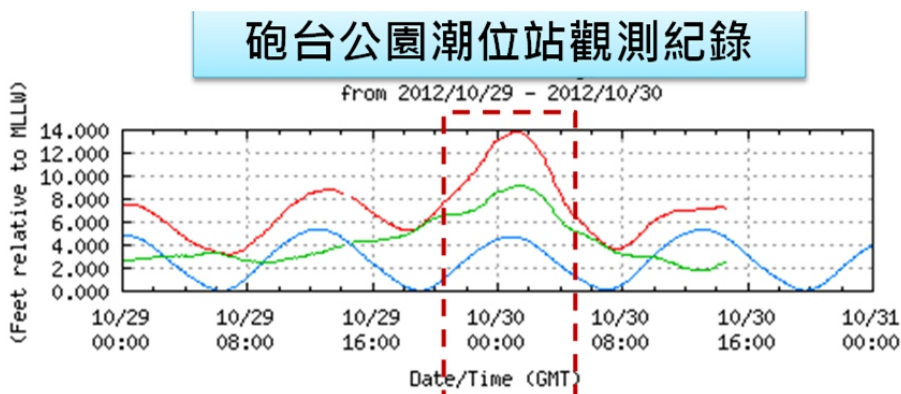


圖3-21

10/29~10/30 紐約市曼哈頓地區砲台公園潮位站觀測資料，藍色線為天文潮，綠色線為暴潮位差，紅色為實際觀測潮位。(單位為英尺)

• 暴潮災害衝擊

本次颶風Sandy侵襲美東，紐約地區3日累積降雨在50毫米以下，降雨並非災害主要原因，主要危害來自颶風(暴風半徑達790 Km)引起的暴潮與長浪侵襲海岸地區，因為暴潮使海水位抬升，在加上長浪影響，使得海水溢淹沿海重要城市，從災後照片、影像看來，儼然是海嘯侵襲的畫面，惟暴潮往內陸推升的能量低於海嘯，所以災情主要在海岸地區。由於紐約市災情主要來自暴潮，暴潮在峽灣地形加乘下，災害更嚴重，根據FEMA公開的調查結果，除紐約外，Perth Amboy, South Amboy, Morgan 等城市災情不亞於紐約市，如圖3-22 所示。另外，大陸外面的島弧是抵禦暴潮等最佳天然屏障，紐澤西州陸地受到島弧的天然屏障，暴潮災損小，但是位在島弧上的大西洋城即受到暴潮重創，圖3-23所示。

紐約地區並不是本次颶風降雨集中地區，也非上游降雨流至下游的影響，造成紐約市區漫淹最主要原因是暴潮，暴潮由哈德遜河東岸溢淹後進入曼哈頓區，造成紐約市區大淹水，當地媒體報導最大淹水深達4公尺，原本24小時營運的紐約地鐵系統停擺，市區大範圍停電停話，位於曼哈頓區之國際金融中心華爾街以及聯合國總部都受到影響。同時，FEMA宣告紐約、紐澤西、康乃狄克州部分地區為災區，如圖3-24所示。



圖3-22

峽灣地形使紐約市遭受暴潮衝擊下災害更為嚴重(圖中圓點為FEMA災後調查建物位置及災情，藍色：只有淹水、紫色：淹水及結構受損、紅色：只有結構受損)。



圖3-23 紐澤西州災損集中在陸地外圍島弧。

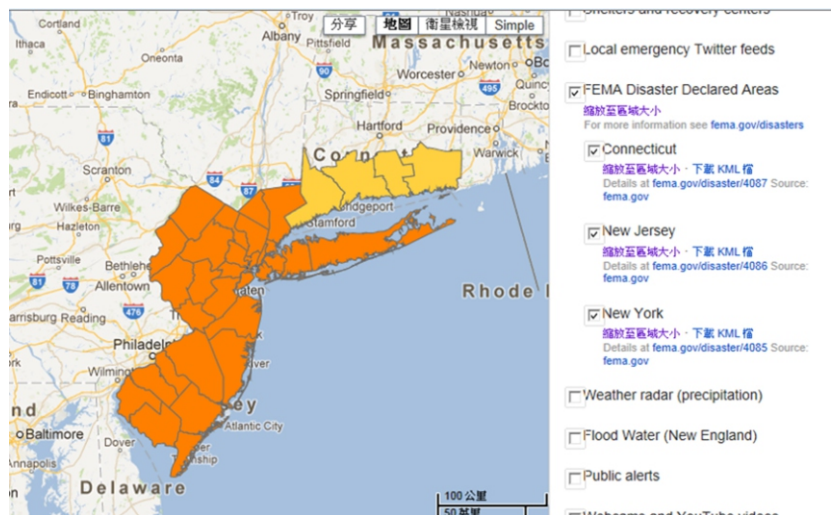


圖3-24 FEMA宣告的災區範圍。

• 颶風造成其他損失與衝擊

(1) 維生設施損壞情形

① 電力系統受損

強勁風勢、倒塌路樹及道路損毀，造成架空電力線路斷裂或損壞，10月29日晚間起，停電範圍影響人口約848萬人(Reuters, 2012)；淹水及海水鹽度，造成地下電力設備元件及線路停止運作或損壞(Con Ed, 2012)，預計11月10~11日能恢復主要停電區域的電力。停電狀況波及其他重要設施，如：供水加壓站、污水加壓站、消防局、警察局、醫院、加油站、大眾運輸系統、災後復原工作延宕等。

② 天然氣中斷

紐澤西州由於淹水及強風造成房屋傾倒、路面破損，導致瓦斯管線斷裂(CNN, 2012.10.31)，紐澤西天然氣公司(New Jersey Natural Gas)接獲1,300個天然氣洩漏案件(CNN, 2012)，發生零星因為天然氣洩漏導致火災爆炸事件(The raw story, 2012)

③ 通訊系統斷訊

10月30日起，美東各州的資通訊受到影響，主因是洪水淹沒資訊中央辦事處、沖壞曼哈頓下城(Lower Manhattan)的電信設備，以及位在皇后區及長島(Queens and Long Island)的網點(Sites)，加上停電導致美東電信網絡失效，包含手機、電視、家用電話及網際網路等。



照片3-11 Sandy颶風淹水，車輛在水中載浮載沉。照片來源:歐新社

(2) 交通設施衝擊

①地鐵系統

10/29(一)傍晚開始降下大雨，造成紐約市地鐵系統開始淹水。隧道、調度場與鐵道大淹水，並有八個車站淹水。東河(East River)底下由曼哈頓通往皇后區與布魯克林的所有7條地鐵隧道都進水。連接新澤西州和紐約市的通勤鐵路服務(PATH)，因哈德遜河(Hudson River)下方的隧道灌滿水而無法運行。

②道路交通

10/29(一)傍晚開始降下大雨，造成路面、隧道開始淹水，並以紐約市曼哈頓區、皇后區、布魯克林區災情最為嚴重。連接曼哈頓和長島(皇后區)、布魯克林的隧道被洪水灌入，地面交通幾近癱瘓。並對所有橋樑實施預警性封閉。

③航空運輸

10/29~10/30紐約大都會地區主要機場均關閉，包括甘迺迪(JFK)、紐瓦克(Newark)、拉瓜迪亞(LaGuardia)國際機場。華盛頓、巴爾的摩、費城和波士頓等地的機場有限度開放，多數班次延遲或取消。紐約三大機場關閉，影響每天約30萬旅客量，全美至少有18,000個航班取消，造成美國和全球有數十萬旅客滯留。

(3) 核電廠緊急應變

強風、洪水、斷電及水道佈滿垃圾，影響核電廠運作，3座反應爐停止運作，包含紐約州北部的九哩點(Nine Mile Point)的核電廠1號反應爐(Unit 1)晚間9點因輸電問題停擺、紐約市北部的印第安角(Indian Point)3號反應爐(Unit 3)，在晚間10點40分左右，安全系統偵測到電網干擾(electrical grid disturbances)而自動關機，以及紐澤西州的賽能廠(Salem)1號反應爐(Unit 1)因河流水位高及水道佈滿垃圾，於10月30日凌晨1點10分手動關閉。



照片3-12

警戒車涉水通過淹水地區。

照片來源:歐新社



第009期 2012年11月出版



• 地理環境

菲律賓由七千多個島嶼組成，由北而南分為呂宋（Luzon）、維薩亞斯（Visayas）和民答那峨（Mindanao）三大島群（圖2-25）。全國共劃設17 個大區（Region）之行政區劃，下轄76 個省（Province）。民答那峨位於菲律賓最南端，面積94,630 平方公里（約台灣之2.6 倍）。民答那峨島主要以山地與高原地形為主，島內有菲律賓最高火山（海拔約2,954公尺），其餘為平原、盆地及沼澤地。因地勢高聳及人民生活習慣，所以當地土地利用型態主要以森林、混和林及農業為主。

菲律賓群島地處熱帶，全年氣候炎熱、雨量充沛，每年僅有乾濕二季之分，自12月至翌年5月中旬為乾季，6月至11月為雨季，年雨量2,000mm~2,500mm，雨季雨水甚多。南部民答那峨一帶，因為鄰近赤道，雨量比較均勻。菲律賓位於颱風路徑上，5月至12月為颱風季節，北部呂宋首當其衝，每每造成嚴重災害，南部民答那峨則颱風鮮少經過。



圖3-25 菲律賓地文環境（土地利用、高程）

• 災害概述

侵襲菲律賓的寶發颱風(BOPHA)是2012年傷亡最嚴重的颱風災害事件，在當地又名為巴勃羅(PABLO)。寶發颱風於2012年11月27日於太平洋靠近赤道處形成，持續往西行進。12月3日颱風強度升格為五級(相當於台灣的強烈颱風)時速高達220公里之強風。12月4日登陸菲律賓造成災情，淹水深及腰，大範圍停電，有8,283個家庭及41,608人受到影響；12月7日菲律賓總統正式宣布全國進入災難狀態，並且接受國際援助；國家災害風險降低與管理委員會(National Disaster Risk Reduction and Management Council, NDRRMC)統計報告表示，民答那峨東南地區於12月4日時，發生大規模山坡地崩塌造成647人死亡。菲律賓災情截至2013年1月3日為止，死亡人數為1,067人，另有848人失蹤，總損失約100億美元。

• 災害氣象分析

12月3日寶發颱風靠近菲律賓民答那峨島時，已增強為CAT-5等級(相當於中央氣象局標準的強烈颱風上限)的颱風，並以此強度登陸民答那峨島，衛星雲圖上顯示此時颱風眼非常明顯且眼牆完整紮實。在寶發颱風登陸民答那峨島之後，因受到山區地形破壞，快速減弱成CAT-3等級，其颱風眼牆結構受到破壞後，颱風眼也變的不明顯，並且持續朝西北方移動(圖3-26)。

由颱風期間的衛星估計降雨可看出，寶發颱風11月28日至12月5日最大累積降雨約240mm，最大累積雨量是發生在民答那峨島的外海。而受創最深的東民答那峨島地區，颱風期間累積雨量約100-200 mm。由於颱風移動的速度較快，且登陸後強度快速減弱，因此進入陸地後的累積雨量不高。

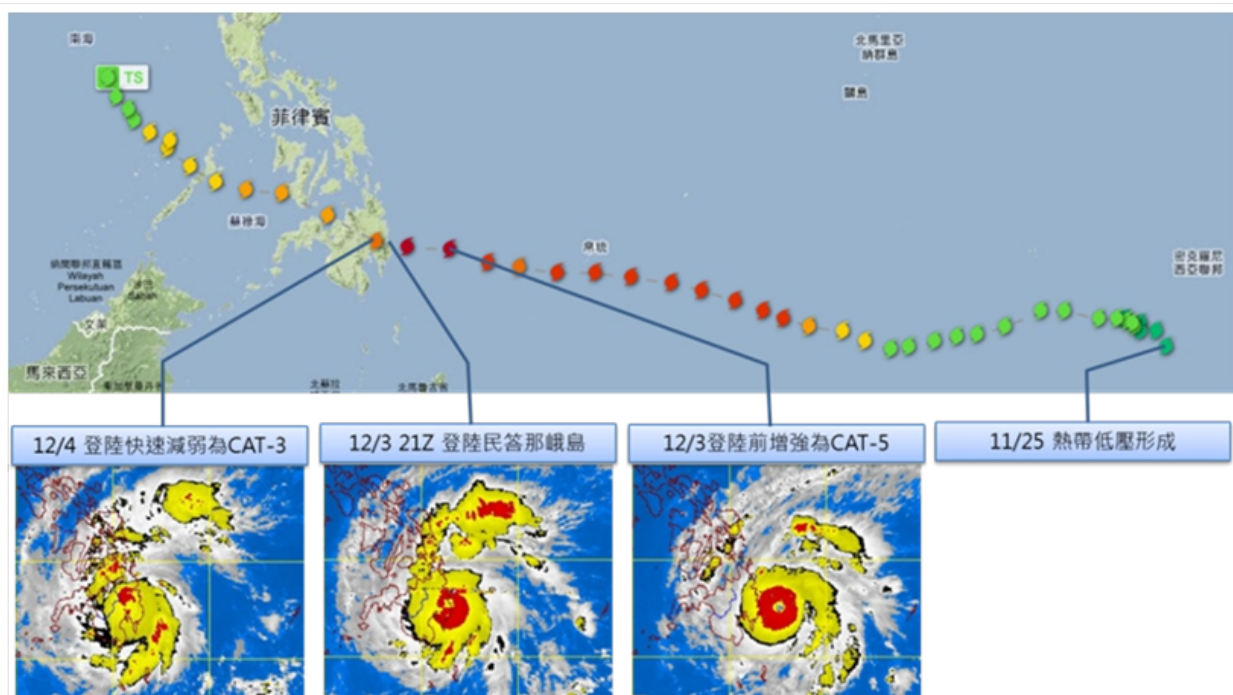


圖3-26 寶發颱風發展歷程與颱風路徑。資料來

• 災害衝擊探討分析

寶發颱風在菲律賓摧毀34個省318個城市，受災區以民答那峨第13區卡拉加 Caraga Region南阿古桑省 (Agusan Del Sur)和第11區達沃Davao Region東南方康波斯特拉谷省(Compostela Valley)及東達沃省(Davao Oriental)最為嚴重(圖3-27)。

民答那峨島東達沃省為強烈颱風寶發雨帶的直接衝擊區域，沿海易造成暴潮，再加上東達沃省西側的高山阻擋下，使得該區域風強雨劇，為陸地上累積雨量最大的區域，造成當地房屋摧毀無法安置災。雖然颱風登陸後受到地形破壞減弱，但在颱風通過康波斯特拉谷省時，在山脈西側造成較大的降雨，並導致山洪爆發及坡地災害的發生。

民答那峨第13區當地民眾以農業及砍伐林木為主，第11區當地民眾則以採礦及砍伐林木為主，而發生大規模崩塌也就在採礦地區。此二區皆屬於第一級產業維生，也是菲律賓收入低的貧窮地區。當地除了採礦及伐木外，另一維生產業為香蕉出口，由於菲律賓為全球第三名香蕉出產國，此次重創約15,000公頃。

此外，下游沿海地區居住多以低矮木造房，經不起強烈颱風吹襲、河流上游至下游的洪水以及沿海暴潮影響，所以下游沿海地區幾乎無完整房屋，經官方報告得知，受颱風毀損的房屋高達233,163棟，確定災害發生當下，無避難的可能性。

寶發颱風造成菲律賓失蹤人數高達848人，經NDRRMC寶發颱風報告可得知60%失蹤人數為內陸地區遭受掩埋，其餘40%失蹤人口為船上作業人員，颱風來襲，雖有提前召回漁船入港避難，但仍有漁船來不急回港躲避，造成船難事件發生，因此失蹤人數增加。

• 菲律賓近二年災害事件比較

2011年與2012年菲律賓接連發生當年度全世界傷亡最慘重颱風災害，從圖4可以得知，雖颱風路徑相似(圖3-28)，但二次颱風強度及致災主因有所不同。這個季節颱風少，通過民答那峨地區更少，2011瓦西颱風事件時，雖然颱風強度較弱(輕度颱風)，但路徑比較偏北通過人口較稠密的地區，主要降雨及災害時間發生在深夜，民眾防災意識及深夜警覺不足造成避難不及嚴重傷亡，且在重災區停留時間較久，而河川短、水流急，匯集山區的雨水至下游，造成沿河兩岸地區及海岸地區皆受到洪水的嚴重衝擊。2012寶發颱風事件，登陸地點偏南位於地勢高聳的山脈區，雖然降雨較小但颱風強度強烈，又在貧窮地區，房屋受損嚴重，民眾死傷嚴重；又侵襲山區當地主要採礦及伐木之土地利用類型，雖該區人口密集度較低，但仍然造成第11區發生嚴重山體滑坡災害，生命財產損失嚴重(表3-4)。

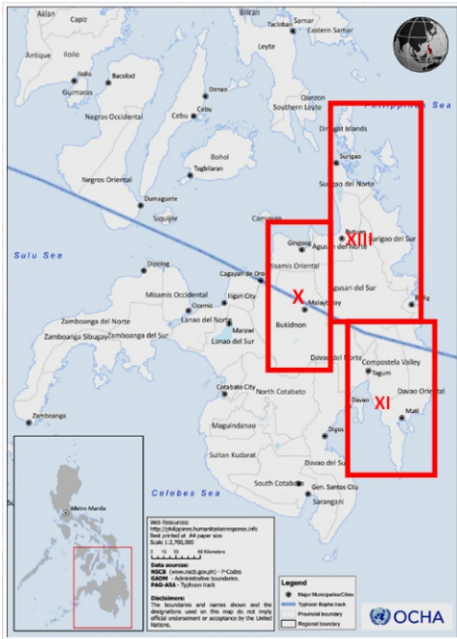


圖3-27
菲律賓寶發颱風災區地理位置
資料來源:OCHA

連續二年颱風都在12月份侵襲民答那峨，2011年重創Cagayan及Iligan二城市；2012年重創Compostela Valley及Davao Oriental，這二次主要災區相隔200公里以上，2012年Cagayan及Iligan就因為前一年受災嚴重，政府及民眾都有提高警覺，因此2012年寶發颱風的侵襲，災情相對較小，反觀Compostela Valley及Davao Oriental在2011年受災較不嚴重，相對防災作為少，又遭逢強烈颱風襲擊，傷亡嚴重。防災意識不足可以從死亡、失蹤人數中得知-有數百人是因為在強烈颱風警報時仍出海作業的漁民。

事件	2011瓦西颱風	2012寶發颱風
時間	2011.12~2012.02	2012.12~1213.02
颱風強度	輕度颱風	強烈颱風
影響區域	X、XIII	X、XI、XIII
死亡人數/失蹤人數	1268/181	1067/848
災害類型	沿河兩岸地區及海岸地區皆受到洪水的衝擊	風災、洪水和山體滑坡

表3-4

菲律賓瓦西颱風、寶發颱風比較。
NCDR彙整

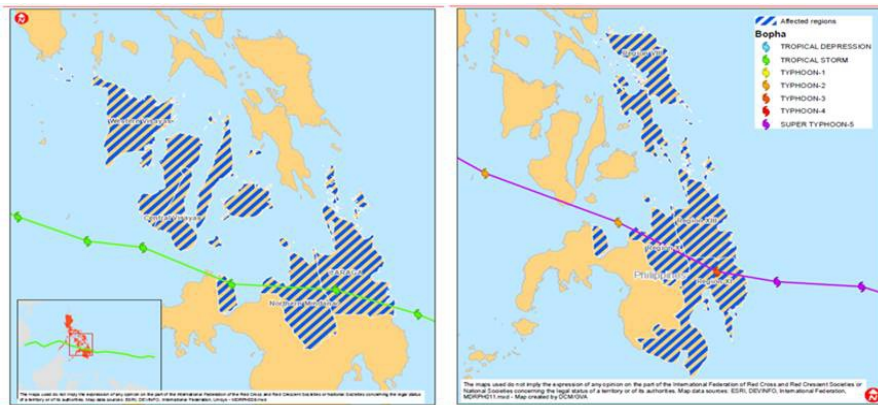


圖3-28

菲律賓瓦西颱風（左）、寶發颱風（右）路徑影響區域。
資料來源: IFRC



照片3-13

寶發颱風強風吹襲，賴以為生的香蕉樹皆被吹倒。

照片來源:歐新社

• 災害特性與省思

菲律賓當地地方減災與災害管理委員會 (Local Disaster Risk Reduction and Management Council, LDRRMCs) 表示，雖2011年度已有瓦西颱風因應作為經驗，但部分地區仍對寶發颱風災害情況鮮少處理經驗。此次NDRRMC迅速針對可能受影地區進行疏散，但依然發生嚴重災情，故菲律賓總統宣布全國緊急狀態，並接受外界援助。而受災地區因房屋摧毀、維持生計產業喪失，故中央單位緊急啟動社會保障制度，包含:1.預支薪資貸款2.提供3個月救助養老金3.低利率房屋修護貸款，讓當地民眾恢復基本生活情況。另外，菲律賓政府配合聯合國人道事務協調廳 (OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, OCHA)，針對寶發颱風重災區提出BAP (Typhoon BOPHA/PABLO Response an Action Plan for Recovery) 行動計劃，主要以居住、生計、安全和衛生著手進行評估，並提出以下因應工作:

- (1) 直接援助弱勢族群與立即評估的受災人民之需求；
- (2) 因風災損壞或摧毀之房屋，提出過渡性和永久性住房解決方案；
- (3) 重建初期針對當地農業發展為主；
- (4) 政府和社區的合作，因應突發事件；
- (5) 劃定弱勢族群區域並提供需求協助。

人道組織後續參與當地重建、與受災民眾溝通和宣傳復原重建計畫，為了避免惡劣環境不能有效得到協助與改善，積極於在2013年年中完成跨部會協調，得以讓復原計畫順利進行。

寶發颱風是菲律賓近20年傷亡最大的颱風事件，最主要的原因是強烈颱風的衝擊，根據台灣中央氣象局資料表示:近中心最大風速51m/s (183km/hr)，最大陣風63m/s (226km/hr)，損毀房屋高達23萬棟，使得死亡人數1,000餘人。本中心彙整2012年全球因颱風 (颶風) 造成人命傷亡之前五大颱風事件，分別第一菲律賓-寶發 (Bopha)、其次美國-珊蒂 (Sandy)、馬達加斯加-伊琳娜 (Irina)、海地-珊蒂 (Sandy)、排名五為南韓-布拉萬 (Bolaven)，寶發造成人命傷亡遠超過第二至五名 (圖3-29)。



照片3-14
菲律賓當地房屋經不起寶發颱風強風吹襲毀損。

照片來源:歐新社

以西北太平洋地區2012全年度受天然災害造成死亡人數統計，寶發颱風單一事件造成菲律賓地區死亡人數多過於其他國家全年天然災害的死亡人數（圖3-30）。因此世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）將寶發從颱風命名中除名。

菲律賓因颱風因素接連發生許多嚴重災害，不論是輕度颱風或強烈颱風，都成為當年度世界最致命颱風災害，因此從瓦西颱風至寶發颱風災害下進行綜合探討：

從菲律賓寶發颱風侵襲的Compostela Valley因採礦作業影響及上游森林伐木，造成大範圍坡地崩塌，凸顯環境脆弱問題，尤其貧窮落後地區，不容易兼顧開發與保育，不容易思考環境永續發展，僅是眼前之利、能溫飽，是目前當地最卑微的祈求。但是環境一旦遭受破壞，後續帶來的衝擊與環境回覆的代價，可能超過現在經濟獲利。反觀台灣仍存在過度開發的情況，未來恐需付出更多的代價，建議環境使用在土地利用容許承載範圍有效限制利用下，以避免不當土地利用，弱化環境，造成災害發生。

此次災害撤離及災中、後收容問題成為另一項探討問題，官方所認可的收容量遠不足實際撤離及受災人數，此外收容民眾需求（飲食、生活相關設備），應於事先擬定計畫和充分準備，台灣可針對相關大規模避難收容計畫內容及運作機制進行研擬，以因應未來可能引發之大規模災害收容。

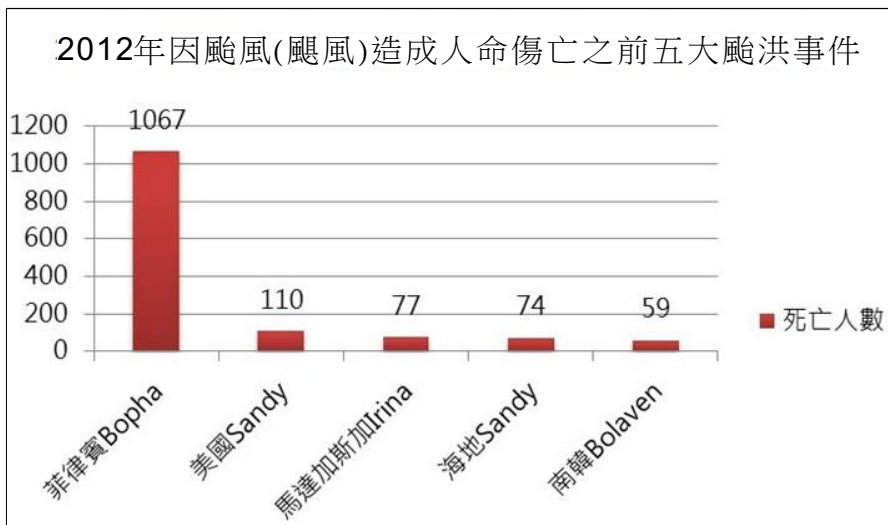


圖3-29 2012年因颱風（颶風）死亡人數-事件排序。

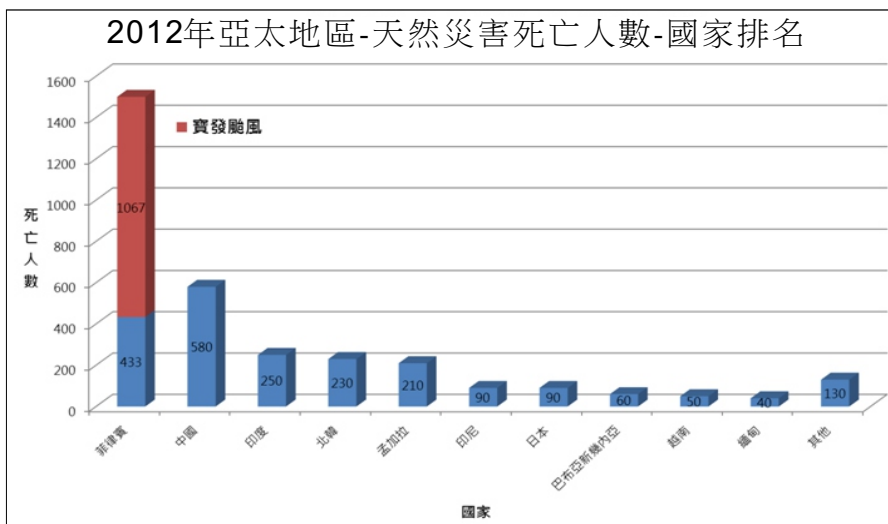
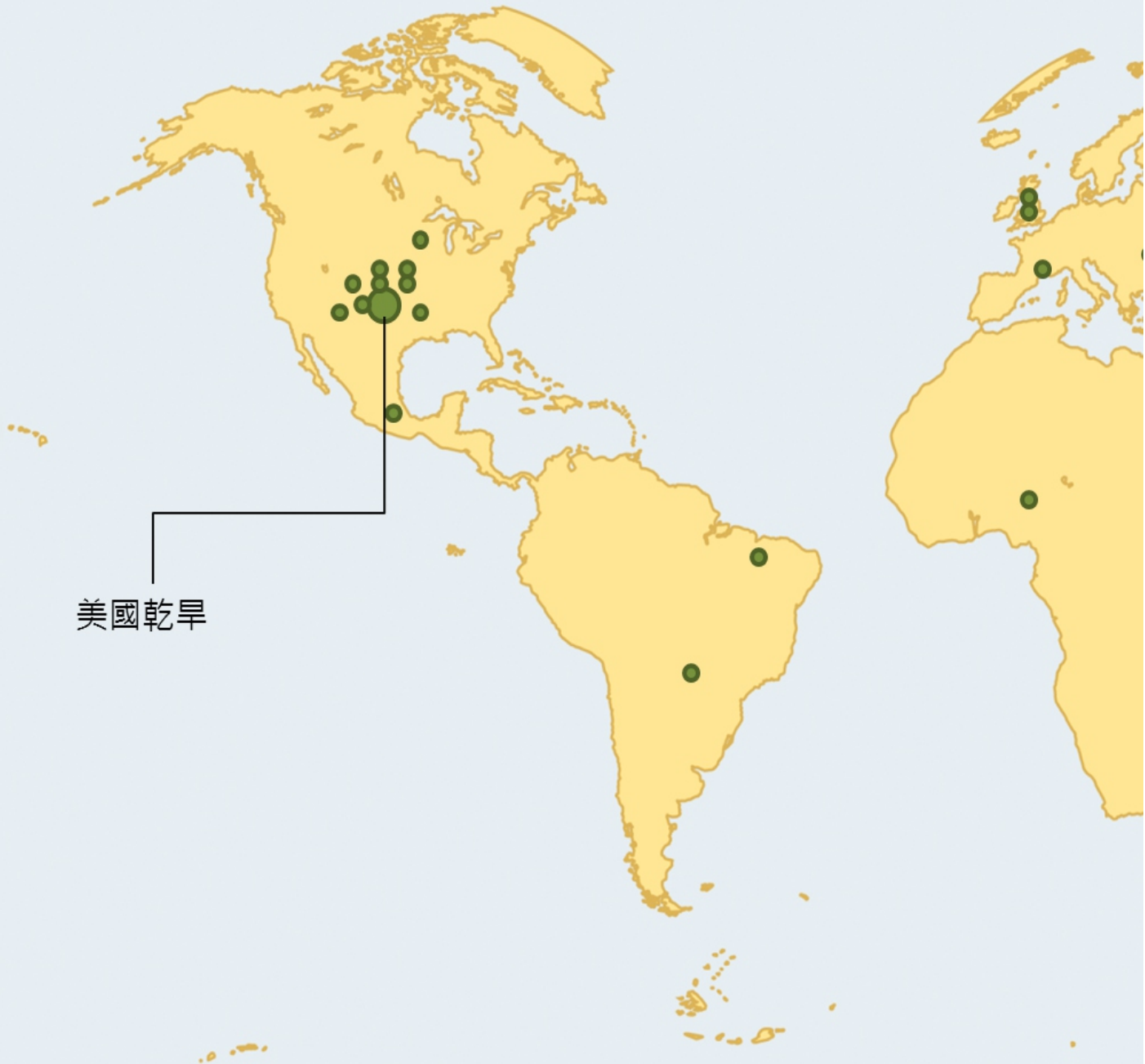


圖3-30 2012亞太地區天然災害死亡人數-國家排序域。

註：本篇完整報導收錄於NCDR災害防救電子報第092期，2013年3月出刊。

第肆篇 2012年國際乾旱災害

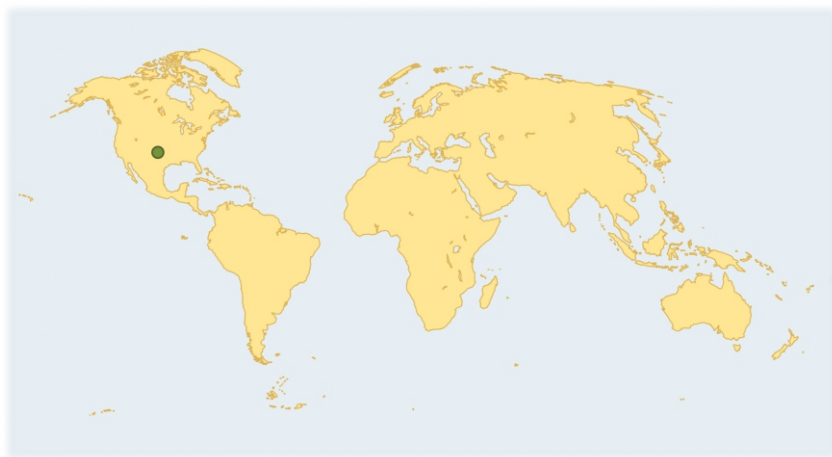
旱災不同於其他天然災害的地方，主要在於它發生的速度非常緩慢，緩慢到不容易察覺是否已經發生或結束。此外，旱災發生的範圍通常非常廣闊，不僅僅侷限在某個國家或某個地區，而可能是跨國際。乾旱是雨量少於常態的現象，所引起的河川流量變少、湖泊及地下水位降低、土壤含水量減少等都是乾旱的現象。故此次針對2012年乾旱事件探討，其包含：2012年5月~10月的美國旱災，以及持續三年的中國雲南乾旱，以這兩個國家乾旱事件處置方式與衝擊層面探討，作為我國之借鏡。



中國雲南乾旱



圖中綠色圓點為2012年發生乾旱地區。



• 地理環境

雲南地處中國大陸西南，位於北緯 $21^{\circ}8'$ ~ 29° 和東經 97° ~ 106° 之間，全境東西最大橫距864.9公里，南北最大縱距900公里，總面積39.4萬平方公里，佔中國大陸國土面積的4.1%，居第8位。雲南年溫差小，日溫差大，地處低緯高原地區，空氣乾燥稀薄，各地所吸收的太陽光熱除隨太陽高度角的變化而增減外，也受雲雨的影響。雲南夏季平均溫度約在 $19\sim 22^{\circ}\text{C}$ 左右；冬季最冷月平均溫約 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，年溫差一般為 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。雲南降水充沛，乾溼分明，分布不均，大部分地區年平均降雨量約1,258毫米，但因冬夏兩季受不同大氣環流的控制和影響，降水量在季節及地域上的分配並不平均。降雨量多的月份為6~8月，約佔全年降雨的60%，11月至次年4月的冬春季節降雨量約只佔全年的10~20%。水資源總量2,222億立方公尺，排中國大陸第三位，人均水資源占有量近5,000立方公尺。因地形高程起伏，河流落差大，蘊藏有龐大的水力資源。雲南參與中國大陸西電東送工程的大部分電能都來自水力發電。因雨量充沛，河流眾多，雲南地區年逕流量甚至為黃河的三倍，其所擁有豐沛水資源可見一般；不過由於降雨時間及空間分布上的不均，汛期與旱季的河流水流量落差極大，尤其是雨季開始前的2~4月是雲南河流水流量最少的時候，故春旱及初夏乾旱是雲南最頻發的自然災害之一。

• 災害概述

2012年中國西南部發生乾旱的地區計有：雲南省（1~5月）、重慶市（3月）、貴州省（5月）、廣西自治區（5月），其中以雲南省旱災情況最為嚴重。

中國氣象乾旱等級共分為五級，依序是無旱、輕旱、中旱、重旱及特旱五類。重旱是土壤出現水分持續嚴重不足，對農作物和生態環境造成影響，對工業生產及人畜飲水產生一定影響；特旱則是土壤長時間水分嚴重不足，對農作物、生態環境、工業生產及人畜飲水產生嚴重影響。2012年初雲南省有112個氣象監測站台出現氣象乾旱，其中重旱60個、特旱9個(圖4-1)。

據估計中國西南部旱災造成876.6萬人受災、158萬頭牲畜飲水困難，直接經濟損失超過41.2億人民幣；斷流河川總計有273條，包括亞洲第一大瀑布的黃果樹瀑布也發生斷流；413座小型水庫乾涸、庫塘蓄水總量僅為43億立方公尺；林地受災面積達200多萬畝。

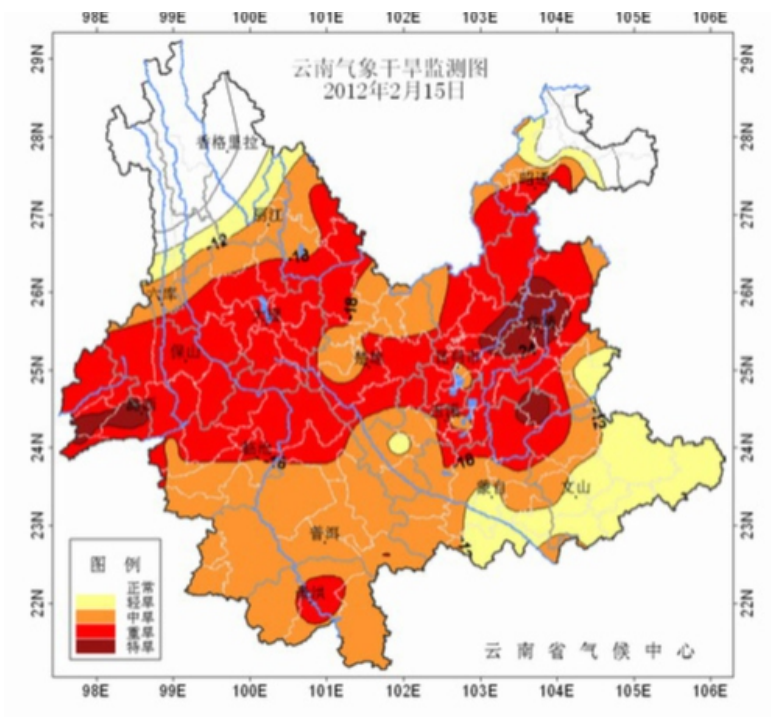


圖4-1
中國雲南氣象乾旱監測2012/2/15乾旱
情況。
資料來源：雲南省氣象局，2012

• 災因探討

1. 季節性乾旱

冬春季節是雲南省的季節性乾旱期，雲南省具有明顯的季風氣候特徵，每年冬春季正處於乾季（11月~隔年4月），自然降雨稀少，蒸發散量大，極易發生氣象乾旱。高溫少雨的天氣型態，海溫的偏暖導致海陸的溫度對比降低，減弱了印度洋往北輸送水汽至中國西南部之強度。

2. 大氣環流異常

依據氣象資料顯示，儘管影響歐亞中高緯度地區的冷空氣偏強，但由於冷空氣位置比較偏北偏東，東亞中低緯度地區主要為比較平直的西風氣流控制，加上南支波動處於偏弱狀態，不力於暖濕氣流輸送，造成雲南省處於乾暖西風氣流的控制之下，天氣持續晴朗少雨，溫度偏高，乾暖西風氣流阻擋了南北水汽交換的通道，致使旱象遲遲無法解除。

3. 降雨持續偏少

自2009年開始，雲南省的平均降雨量皆偏少，累積效應導致土壤底墒（農作物種植以前土壤中已有的濕度）很差。2009年和2011年雲南省平均的年降雨量分別為1961年以來的最少值（約1,124毫米）和次少值（約1,176毫米）。據統計，2011年12月~2012年1月雲南省平均降雨量為31毫米，較常年同期偏少16%，自然降雨無法滿足生活與生產的需求，旱災發展迅速。上述因素交錯影響，導致百年大旱發生。

4. 乾旱環境層面：雨林功能被破壞，生態環境惡化

西雙版納為中國大陸重要森林體系—雲南橫斷山區原始森林的組成部分，對當地氣候扮演重要的調節作用；但近年由於橡膠種植業的興起，加速使西雙版納熱帶雨林被需要大量吸水的橡膠林取代，當地雨林涵養水源、防風固砂、淨化空氣、調節氣候的功能被破壞，生態平衡也就跟著被破壞了。

5. 乾旱管理層面：水資源利用率低，國土保育未強化

連續多年的旱災，清晰地曝露出當地水利設施的不足。根據雲南省水利廳所公布的2010年雲南省水資源報指出，總計有8座大型水庫、191座中型水庫和若干小型的水庫與壩塘設施，蓄水總量64億立方公尺，其中大型水庫佔蓄水總量19%、中型水庫佔45%、小型水庫和壩塘佔36%。雖然自2001年開始大興土木建立水利設施，共增建2座大型水庫及50座中型水庫，新增蓄水庫容量8.75億立方公尺；但因經濟開發過度集中，導致水資源涵養不足、水生態環境脆弱、水

依據雲南省民政廳所公佈的災損情形，受災情況以昭通、曲靖、昆明、楚雄等91縣市區最為嚴重，數百萬人飲水困難，農作物大量受損，影響層面如表4-1所示：

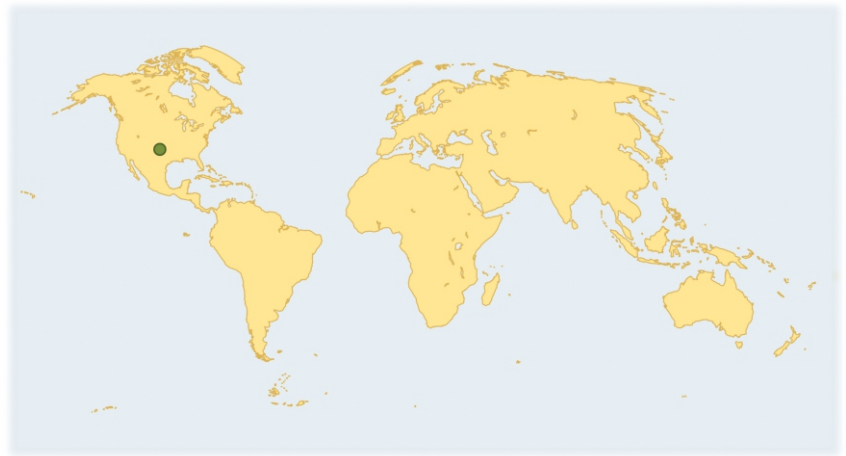
影響層面	影響程度概述
能源	雲南是中國大陸水力資源蘊涵量最豐沛的地區之一，但嚴重旱情導致水電供應大幅下滑，抗旱甚至將增加當地用電需求，進而增加對周邊電網的用電壓力。
觀光	雲南觀光資源豐富，是中國大陸重要的旅遊地區，每年的觀光收益十分可觀；受旱災影響，遊客人數銳減，旅遊行業受到之衝擊難以估計。
橡膠	雲南是中國大陸第2大天然橡膠生產區，旱災導致橡膠減產。
蔗糖	雲南是產糖大省，旱災對雲南甘蔗生長造成嚴重影響，導致糖價持續攀升。
普洱茶	旱災加上雲南當局對普洱茶產量逐年下調的政策，普洱茶行情上漲。
藥材(三七)	雲南為藥材三七重要產地，受災面積達53,906畝，約佔總面積83%。
大米	非中國大陸糧食主產地，占全國產量約16%，對糧價影響並不明顯。但西南旱區糧食不夠食用，要從大陸其他地方調，成為中國大陸大米漲價的誘因。
經濟民生	日常生活各方面深受影響，大批當地居民蜂擁至廣東等沿海省市謀生，形成自然災害下的人口移動潮。

表4-1
雲南乾旱衝擊。
NCDR彙整



照片4-1 雲南地區民眾儲水情況。照片來源:歐新社

註:本篇完整報導收錄於NCDR災害防救電子報第085期，2012年8月出刊。



• 地理環境

美國位於北美洲的中部，西臨太平洋、東濱大西洋，總面積共約982萬6,630平方公里，是世界上面積第3大國。美國氣候因地區而有不同：大部分地區屬溫和氣候；夏威夷州及佛羅里達州屬熱帶性氣候；阿拉斯加州屬北極圈氣候；密西西比河以西之大平原區屬半乾旱性氣候；西南部大盆地地區屬乾旱性氣候。美國行政區劃有50個州、1個聯邦直轄特區和一些海外屬地，總人口約為3億1,385萬人，是世界上人口第3大國。

• 災害概述

2012年美國乾旱最嚴重時期發生在7~9月期間(圖4-2)，主要影響地區在中西部。進入冬季後乾旱區域有明顯減小，但是災情嚴重區域卻是增加的情況。至2012年8月，美國農業部依法宣告的旱災災區，已覆蓋62%國土面積，分布在36州中的1,692個郡。

2012年美國發生乾旱的地區，自東向西排列計有：

- 喬治亞州、印第安那州、伊利諾州、
- 阿肯色州、密蘇里州、愛荷華州、
- 奧克拉荷馬州、堪薩斯州、內布拉斯加州、南達科他州、
- 科羅拉多州、懷俄明州、亞利桑那州

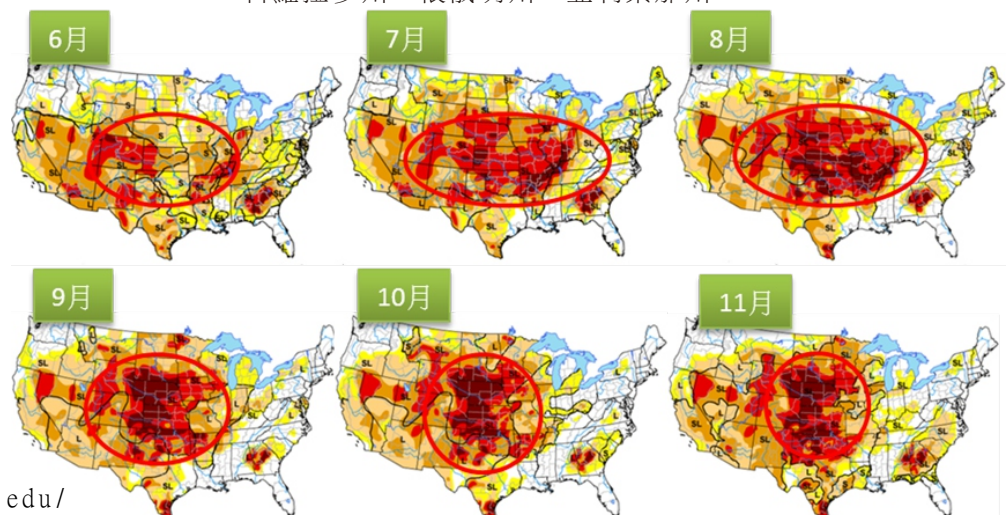


圖4-2

資料來源：美國乾旱監測網

<http://droughtmonitor.unl.edu/>

美國2012年6~11月的天氣狀況發展歷程(圖4-3)，如下：

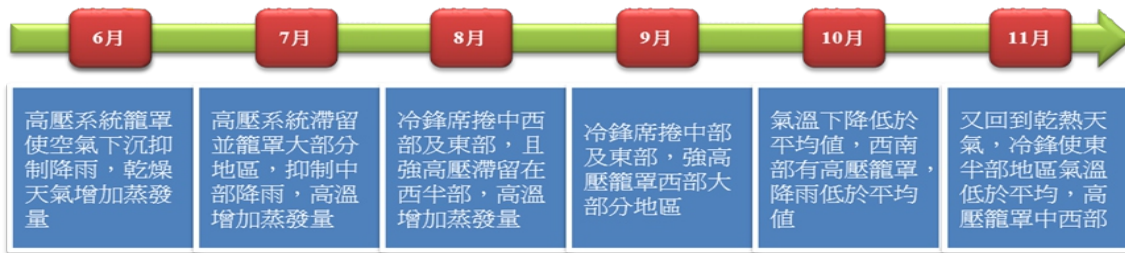


圖4-3 美國2012年6~11月天氣狀況發展歷程。

2012年6~11月的降雨百分比，普遍都是偏少的情況，除了西岸和東岸受到颶風影響有較多降雨外，其他地區平均介於25%~75%之間。和氣候平均值相較，乾旱最嚴重是在中西部，西部和氣候平均值差距較小(圖4-4)。

從氣壓系統來看，2012年6~11月中西部持續受到高壓籠罩(圖4-5)，使得降雨減少日照增加，氣溫上升且蒸發量增加，是造成乾旱的主因。

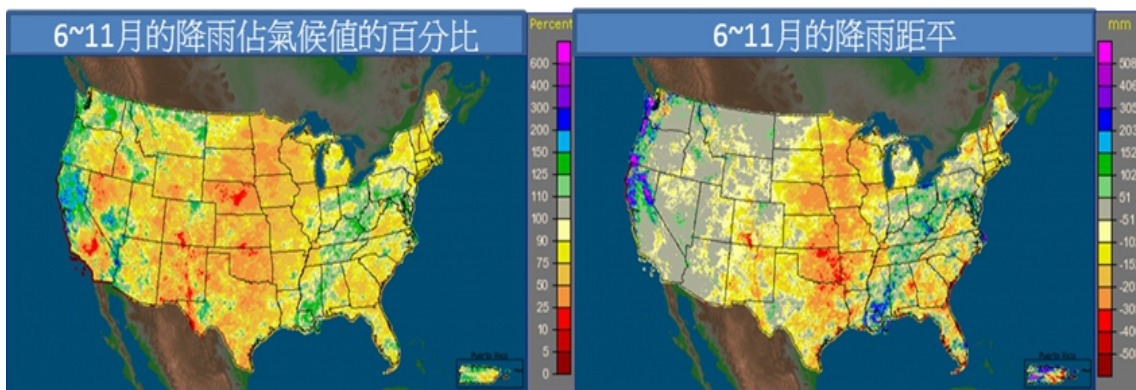


圖4-4 美國2012年6~11月降雨百分比(左)、降雨距平(右)。

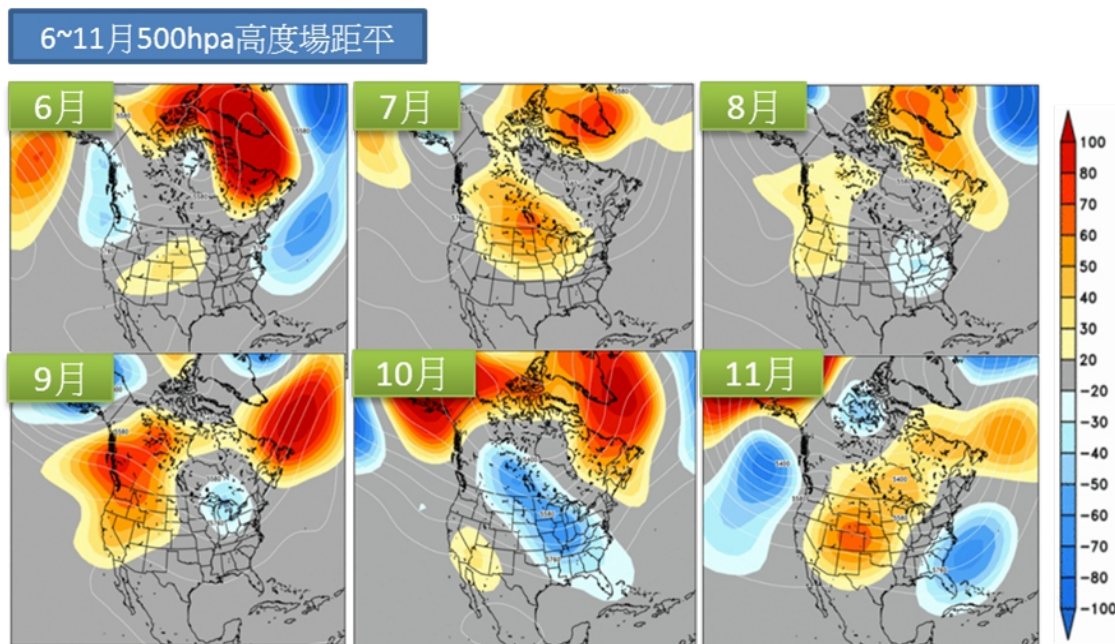


圖4-5 美國2012年6~11月500hpa高度場距平。

• 乾旱衝擊

根據美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）的統計資料，美國2012年平均溫度為華氏55.3度（攝氏12.9度），是從1895年有紀錄以來最高溫的一年，比20世紀平均溫度高了華氏3.2度（攝氏1.8度），比過去最炎熱紀錄1998年還高了華氏1度（攝氏0.6度）。

2012年美國中西部旱災持續對各州造成災難性影響後果，損失已超過350億美元，預期將降低國內生產總值GDP約0.5至1個百分點，相當於750億至1,500億美元的經濟損失，超越1988年美國旱災，成為在美國歷史上損失最慘重的旱災事件。

農作物（如玉米、小麥、黃豆…等）受到嚴重乾旱影響最為直接，產量下降價格上升。對畜牧產業來說，增加的飼料成本反映在價格供給鏈上，包括肉類、乳製品、加工食品…等價格預計也將大幅上升。另一方面，農民受到嚴重乾旱的影響，被迫賣掉自己的設備和機械，以因應大幅減少的收入，農機設備價格預期將下滑。此外，密西西比河流經美國中西部，水位因嚴重乾旱而大幅下降，影響沿岸的航運、貿易和商業。

美國為全球最大玉米出口國，因此美國玉米欠收時，全球糧食價格也受影響有大幅變動。此外，美國玉米產量有40%是使用於提煉乙醇做為燃料，能源價格也受到影響。災區農牧災民有資格獲得聯邦援助，包括低息緊急貸款(利率從3.75%降至2.25%)。此外，開放自然保育保留地，提供災區農牧災民耕種玉米、收割乾草和放牧(需付費彌補生態破壞)。美國總統並宣佈動用緊急援助基金，採購價值1.7億美元的農產品，包括豬肉1億美元、羊肉5,000萬美元、及雞肉和魚肉各1,000萬美元，幫助農牧災民抵禦旱災衝擊，穩定農牧產品市場。

乾旱小常識

美國乾旱等級共分為五級，依序是D0（異常乾燥）、D1（中度乾旱）、D2（劇烈乾旱）、D3（極端乾旱）及D4（罕見乾旱）等不同程度。資料來源：美國乾旱監測網。

類別	描述	可能影響
D0	異常乾燥 Abnormally Dry	進入乾旱時期： 短期乾燥使得作物/牧草生長減緩 結束乾旱時期： 仍有缺水情況使得作物/牧草沒有完全恢復生長
D1	中度乾旱 Moderate Drought	對作物/牧草造成傷害 河流/水庫/水井的水位降低 即將發生缺水情況 要求自發性的限水利用
D2	劇烈乾旱 Severe Drought	可能發生作物/牧草損失 發生缺水情況 強制執行限水利用
D3	極端乾旱 Extreme Drought	發生作物/牧草損失 發生普遍性的缺水情況 強制執行普遍性的限水利用
D4	罕見乾旱 Exceptional Drought	發生普遍性的作物/牧草損失 水庫/河流/水井發生缺水情況緊急



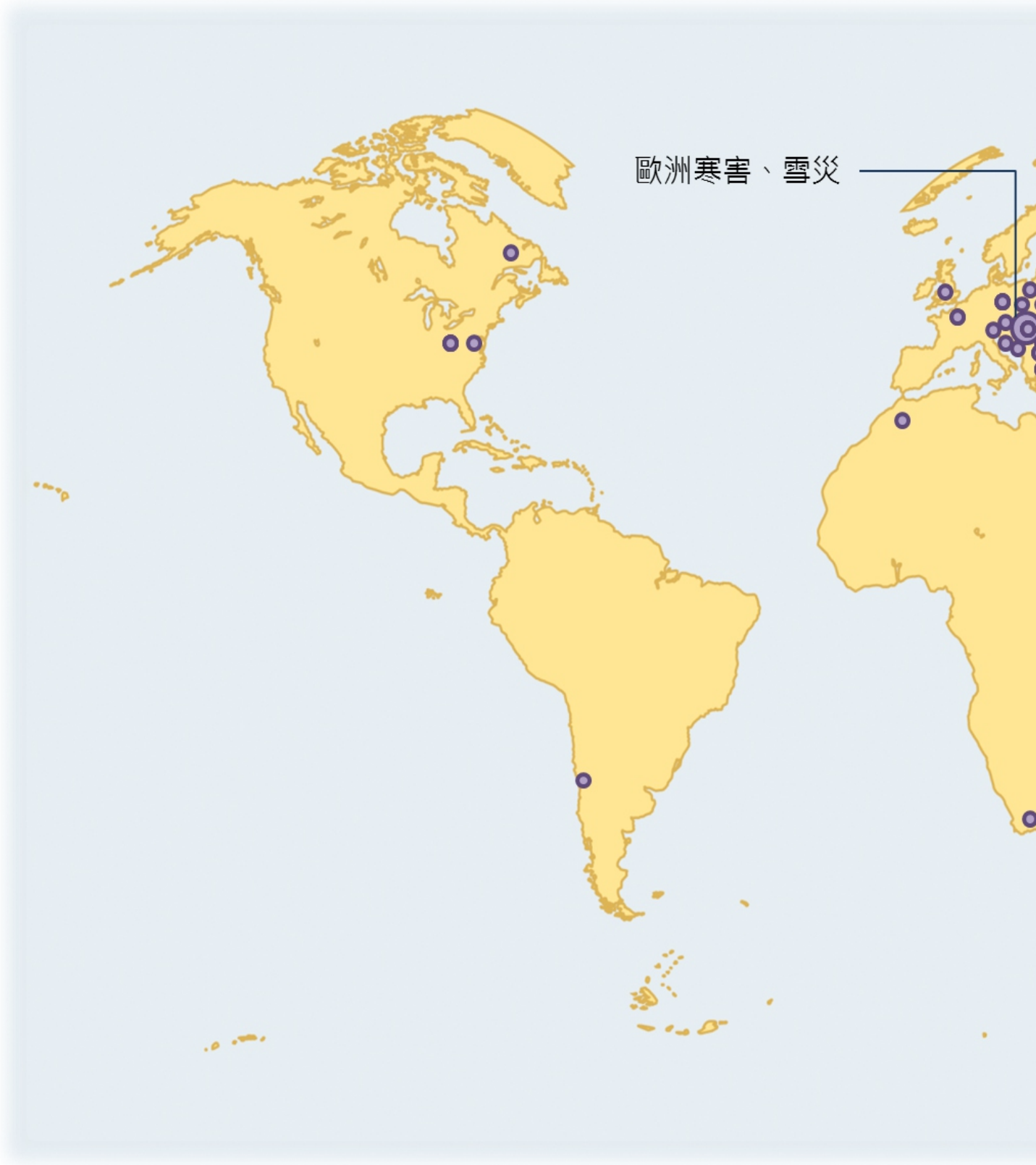
照片4-2 美國玉米田乾黃，衝擊糧食與能源市場。照片來源：歐新社



照片4-3 美國地區河床乾涸。照片來源：歐新社

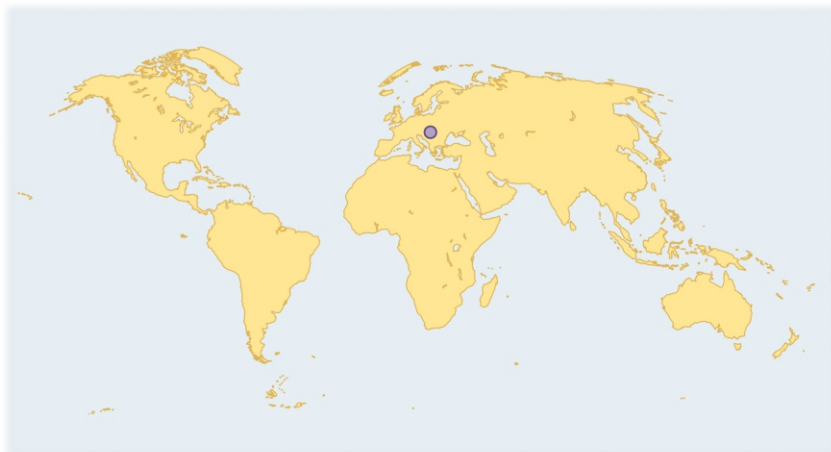
第五篇 2012年國際寒害災害

2012年1~2月歐亞大陸及日本地區出現不少次低溫紀錄，其中又以1月底至2月初的影響區域和災害最大，歐洲地區因此出現25年來異常的低溫，日本則同時期出現罕見的大雪，引發社會衝擊與人員傷亡。本章將探討寒害對社會系統可能的衝擊，並以本次受災嚴重的烏克蘭、俄羅斯等東歐國家及日本為借鏡，學習可貴之經驗。





圖中紫色圓點為2012年發生寒害、雪災地區。



• 地理環境

東歐地形大致可以喀爾巴阡山為分界，分成南北兩部分，北部的波蘭和波羅的海三小國平原廣闊，為歐洲大平原的東段，地勢由南向北傾斜。東歐北區受位置影響，氣候最主要的特徵為過渡性，介於西歐和國協之間的北部各國，屬於溫帶海洋性氣候和溫帶大陸性氣候間的過渡性氣候，冬天酷寒，地面積雪自西部的數週，向東逐漸增加到俄羅斯邊境的兩個半月。東歐南部地形較為複雜，山地平原交錯，只有在匈牙利東部和羅馬尼亞南部，才可見到面積較大的平原。高大的山地散布對交通構成嚴重的阻礙，然而山地間有多處河流通谷和隘口，可作為出入的門戶，其中最重要的河川是多瑙河，他不僅是重要的水運要道，更因其帶來的肥沃沖積土，而成為重要的農業及商業地帶。

俄羅斯(The Russian Federation, The Russia)其位於歐洲東部和亞洲北部，東瀕太平洋，西接波羅的海芬蘭灣，幅員遼闊橫跨歐亞大陸，是世界上領土面積最大的國家。由於國土跨寒帶、亞寒帶和溫帶三個氣候帶，但大部分地區皆屬溫帶大陸性氣候，因此溫差普遍較大，1月平均溫度為 -1°C ~ -37°C ，7月平均溫度為 11°C ~ 27°C ；年降水量平均為150~1000毫米。

烏克蘭(UKRAINE)位處俄羅斯、西歐、南歐交界帶，地形上除了南部克里米亞半島屬於山區外，其他大部分地區屬於東歐平原，境內最高峰為西部喀爾巴阡山脈戈維爾拉山(Hoverla)，海拔2061公尺，境內最長的河流為第聶伯河。氣候上全境除了南部的克里米亞半島沿海地區是地中海型氣候外，其他大多為大陸型氣候，冬季時西北部平均溫度為 -7°C ~ 8°C ，南部克里米亞半島地區則為 2°C ~ 4°C 度；夏季西北部的平均溫度為 18°C ~ 19°C ，西南部則為 23°C ~ 24°C 。降雨量則是烏克蘭西部及北部降雨最多，東部及東南部則降雨較少，呈現降雨空間分布不均的現象。

• 災害概述

歐洲地區受影響的範圍廣及俄羅斯、東歐及南歐，影響國家包括：俄羅斯、烏克蘭、波蘭、羅馬尼亞、保加利亞、拉脫維亞、塞爾維亞、克羅埃西亞、斯洛維尼亞、義大利等等。觀測紀錄顯示歐洲最低溫度出現在中部俄羅斯、瑞典及芬蘭北部，約-40°C，其次波羅的海周邊國家如波蘭、烏克蘭、白俄羅斯之低溫亦下探至-30°C左右，是受寒害影響最劇的國家(圖5-1)。比較2011年和2012年同時期歐亞大陸冰雪覆蓋範圍，可見2012年歐洲大雪覆蓋範圍較廣(圖5-2)。

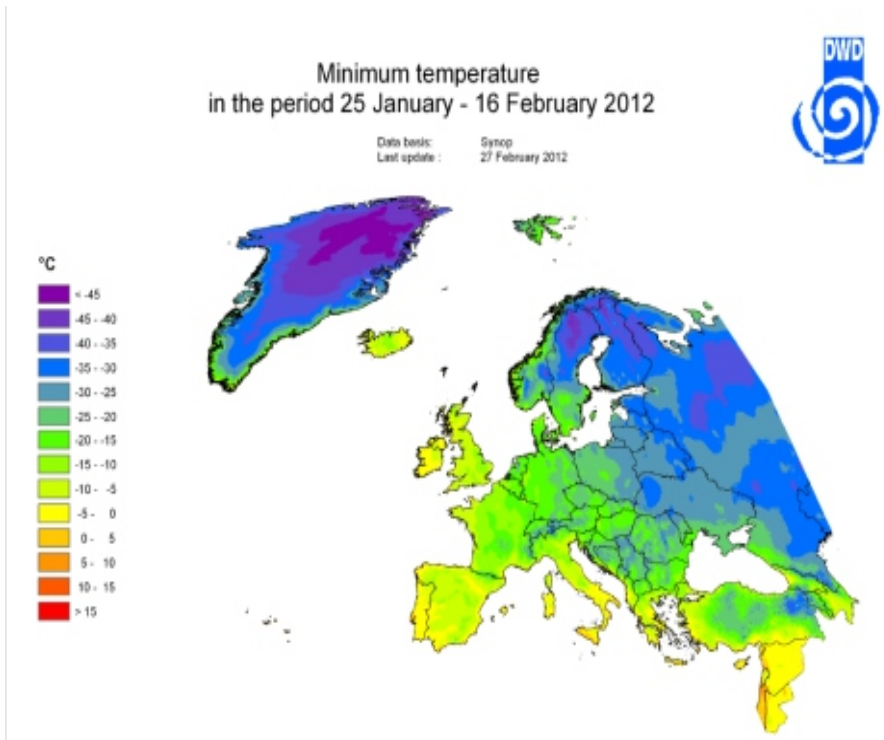


圖5-1 2012年1/25至2/16最低溫度分布圖，最低溫度出現在中部俄羅斯、瑞典及芬蘭北部，約-40°C，其次波羅的海沿海國家如波蘭、烏克蘭、白俄羅斯之低溫亦下探至-30°C左右。資料來源：美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)

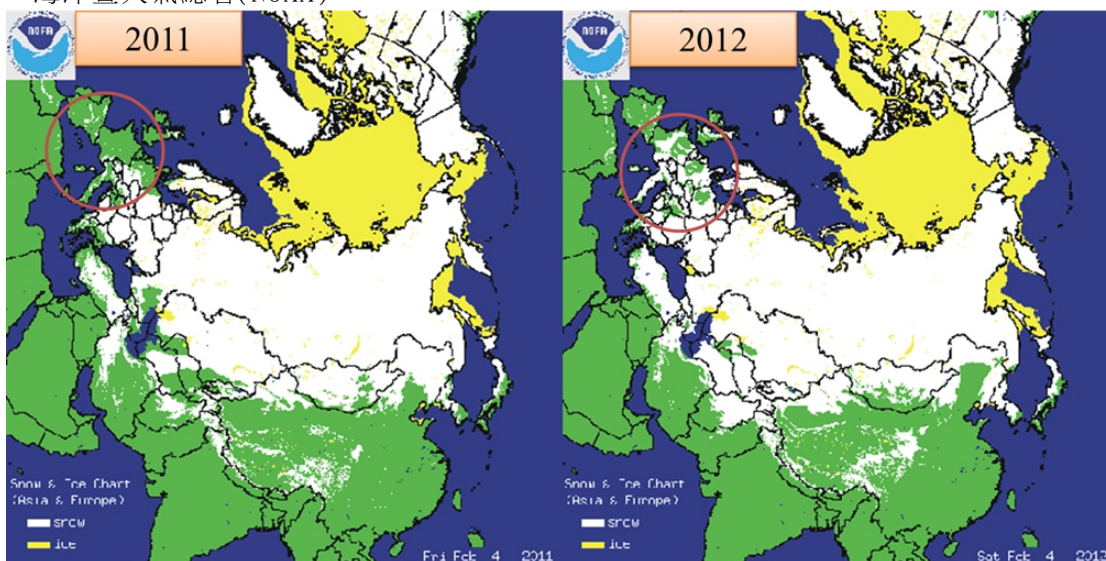


圖5-2 比較2011年和2012年同時期歐亞大陸冰雪覆蓋範圍，可見2012年歐洲大雪覆蓋範圍較廣。資料來源：世界氣象組織(WMO)

觀察歐洲地區1月28日~2月2日之地面天氣圖(圖5-3)，此期間冷高壓籠罩高緯度地區並呈現近似滯留的情形，高壓東側的氣流，持續將極區冷空氣往南傳送；另一方面，地中海附近則是存在一個低壓系統，挾帶著地中海的暖濕水氣，往北傳送，此冷、暖二股氣流於歐洲大陸交會，暖濕空氣遇冷凝結，造成各地的低溫與降雪。

據美國國家海洋與大氣管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 與世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)之分析，本次強烈冷氣團的成因與北極振盪現象有關。由圖5-4顯示，自2012年1月下旬起至2月上旬，北極振盪指數(Arctic Oscillation Index, AO Index)由正值轉為負值，於1月底前達最低值(-3)，意謂著北半球極區的冷空氣向較低緯度的地區擴散。2月中旬時，AO指數逐漸由負值轉為正值，而此時歐洲各地的氣溫也開始逐漸回暖，氣溫於是漸漸恢復正常。

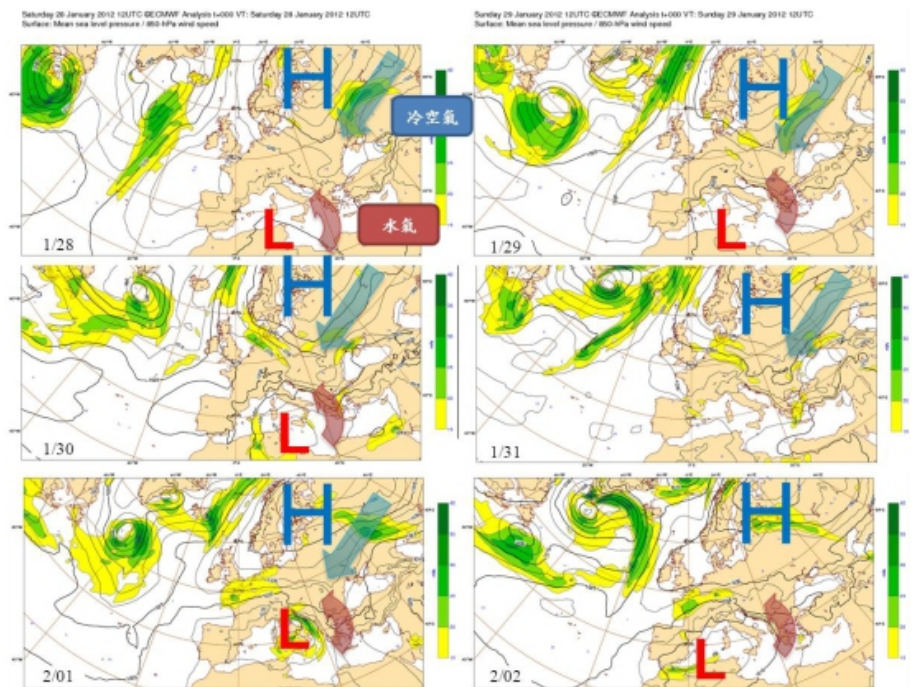


圖5-3 歐洲地區1/28~2/2之地面天氣圖。

資料來源：歐洲中尺度預報中心(ECMWF) 註：天氣圖中“H”代表冷高壓所在位置；“L”代表低壓系統的位置，藍色箭頭標示冷乾空氣流動方向；紅色箭頭則是暖濕空氣的流動方向。

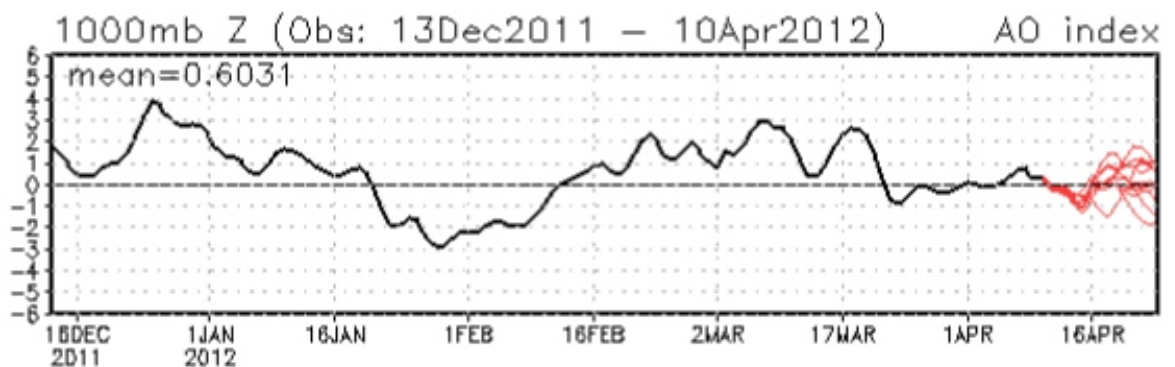


圖5-4 AO Index變化趨勢圖。資料來源：美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)

氣象小常識

何謂北極振盪?

北極振盪是指北半球地區，北極的氣壓與中緯度的氣壓呈現相反變化的空間分布現象，此相反變化的強弱，一般是以北極振盪指數(Arctic Oscillation Index；簡稱AO Index)來表示，有所謂的正、負相位之分，其所影響之天氣現象亦有所不同。如下圖所示，當北極振盪為正相位時，北極地表氣壓較氣候值低，高空的西風較氣候值強。高緯西風偏強將北極酷寒空氣保留於極區，不易南下，此時美國、北歐較正常時偏暖。反之，當北極振盪呈現負相位時，北極地表氣壓較氣候值高，高空的西風較氣候值弱。高層西風偏弱讓北極酷寒空氣得以南下至較低緯度，造成美國、歐亞大陸偏冷。北極振盪現象帶來的歷史寒害：如2009/2010年歐洲地區低溫事件，該次事件的大雪，造成歐陸交通嚴重衝擊。



世界氣象組織(WMO)的資料顯示，此次人員傷亡原因多為低溫和火災意外所造成，其中低溫導致的死亡數及社會衝擊甚為嚴重。歐洲各地均有人因酷寒而凍死，死亡人數主要分布在俄羅斯(205人)、烏克蘭(112人)及波蘭(107人)，約占歐洲死亡人數約7成(死亡人數截至2012/2/15止)，其餘立陶宛、羅馬尼亞、保加利亞、愛沙尼亞、拉脫維亞、塞爾維亞、克羅埃西亞、蒙特內哥羅、斯洛維尼亞等國家亦有不少人因凍傷死亡。分析死者身分發現人數最多的是無家可歸的遊民，其次占比不少的死亡族群還包括體弱的老人和慢性病患。

除了天氣因素使得民眾身體因嚴寒形成凍瘡、意外骨折，或因交通事故死亡或受傷就醫外，居家安全的人為疏失亦是造成多數傷亡的原因。其中因不當使用爐火取暖而傳出一氧化碳中毒、火災的消息最多，以白俄羅斯(Belarus)地區為例，從1月起到2月12日，至少超過180人在居家火災之中喪生；波蘭(Poland)在2月11日到2月12日一個晚上傳出360起民宅火警，期間共有107人因火災死亡，550人受到不同程度灼傷，24人因為一氧化碳中毒而死亡。

連日的暴風雪造成多國海陸空交通癱瘓，部分機場因此而關閉，許多鐵路或道路也因積雪無法行駛，甚至有民眾受困車內的情況，另外多瑙河大部分河段都出現結凍情況，造成保加利亞、羅馬尼亞等國航行受阻，不少船隻因此受困。整體而言，歐洲寒害造成交通中斷的情況嚴重，部分偏遠山區聚落形成為孤島，而與外界隔離，其中塞爾維亞與波士尼亞邊界聚落約有1.1萬人，6500戶因交通中斷而成孤島，需要緊急救難隊救援及運送補給品。整體而言交通中斷已使部分地區的物資無法正常運送、糧食短缺、汽油存量不足、醫療救援困難等問題，有待直升機支援解決。

由於低溫造成用電量大增、油管損壞，造成暖氣設備供應不足，故許多學校被迫停課數日。在塞爾維亞，當地政府則是停班停課一周以節省電源之供給。法國東南部以及巴爾幹半島等地也有許多家庭受到分區限電，或天然氣供應不足的情形，發生無電無瓦斯可用，因此對當地生活作息影響甚鉅。



照片5-1
大雪紛飛中無家可歸的人正在街頭覓食。

照片來源：歐新社

• 災害特性與省思

歐洲大規模寒害事件使得波蘭、保加利亞、塞爾維亞、波士尼亞等國家宣布進入緊急狀況，酷寒的天氣不僅是歐洲近年來少見，造成的災情更是層出不窮，對此特別針對幾個重要議題進行探討：

1. 歐洲低溫事件比較

圖5-5為WMO初步估計歐洲地區1893年~2012年低溫事件統計圖。橫坐標為低溫持續時間，縱座標為低溫事件之強度。圖中紅色標為示此次事件；綠色標示發生於21世紀之事件；21世紀以前事件皆以藍色標示，圓圈的大小，表示影響歐洲之範圍，圓圈越大，代表影響範圍越大。比較20世紀與21世紀低溫事件的表現發現，歐洲地區於20世紀，大約每十年就會出現至少一次低溫事件，影響範圍普遍較21世紀之低溫事件大，強度亦較強。21世紀的12年中，歐洲約發生五次的低溫事件，發生頻率似乎有偏高的情形，而2012年之低溫事件，則是目前21世紀強度最強的一次，其次為2010年的低溫事件，雖然持續時間與2012年差不多，但所造成之衝擊相對較小。

2. 失業率提高可能增加民眾傷亡風險

由於歐債危機爆發以來，整體歐洲經濟呈現疲弱衰退現象，各國普遍都出現高失業率的問題，其中又以東歐及南歐較為嚴重。在整體國家經濟狀況不佳、國家預算緊縮，人民的經濟、生活條件變差的狀況下，東歐及南歐多數國家已增加不少無家可歸的流浪者或貧困家庭。然而在這樣的社經背景竟遇上極端低溫，無疑對這些東歐國家是雙重打擊，從本次寒害新聞也發現不少人或家庭，因經濟環境不佳，無法充分準備抗寒物資以應付惡劣的氣溫，若再加上國家社會福利制度不良與經費不足的因素，無法提供社會弱勢完善的照護，民眾的處境更是雪上加霜，這也是為何烏克蘭等國傷亡人數如此多的重要原因。本次事件突顯出經濟弱勢的民眾對抗極端氣候環境的劣勢，因此各國社會福利單位平時應加強這些民眾的收容照顧及抗寒協助外，也要考量因經濟景氣不佳，預算不足情況下，如何妥善資源分配物資並研擬更適合的因應對策，進一步結合民間慈善單位能量，以減少民眾傷亡。

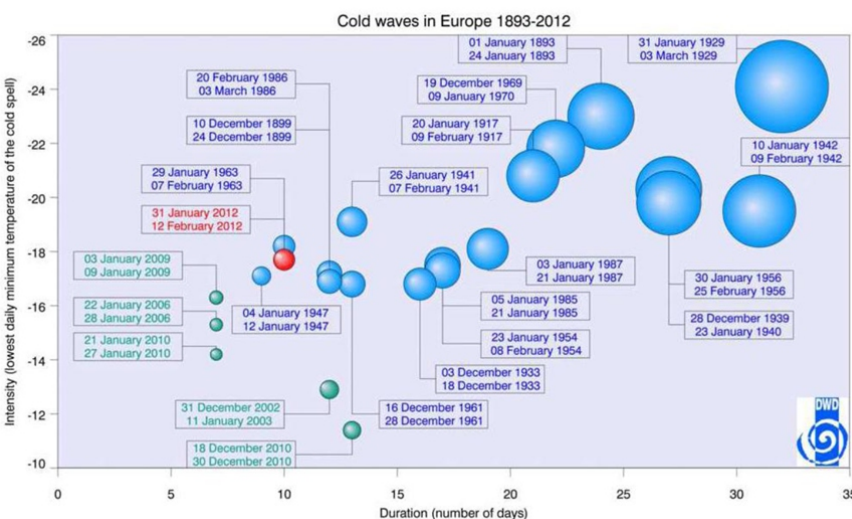


圖5-5

歐洲1893~2012年低溫事件統計圖。
資料來源：世界氣象組織(WMO)

3.交通中斷之影響

整體而言，此次寒害的大量積雪和陸面、河面結冰，造成歐洲陸海空交通全面癱瘓、交通事故頻傳，影響層面擴及：災害搶救及醫療救援、觀光旅遊、貨物運輸、物資補給等。其中又以偏遠地區因交通中斷形成孤島的影響最為嚴重，不僅物資或糧食無法正常運入，也因汽油存量不足，維生系統損壞無法修復，民眾無法維持暖氣或電力的供應，進一步醫療及救援困難等問題造成死傷人數攀升。此外，部分農業生產地區的生鮮產品也容易因保存期限而滯銷造成間接損失。對於寒害造成的交通中斷問題而衍伸的民生問題，往往是各國不容小覷的應變危機，觀察各國的因應作為除了以高成本的直升機空投物資和投入大量兵力救援外，加強偏遠地區寒害的備災與避災工作，並提升氣象預警能力與宣導，是各國不能疏忽的根本防災作為。

4.維生系統的供應

歐洲在寒冬需要耗費大量能源，以維持正常生活與工作，然而本次受災嚴重的東歐各國能源主要來自俄羅斯的天然氣供應，或仰賴鄰國電力的供給，因此若是維生管線受損，容易造成本身國內大規模停電或暖氣供應不足等問題。也因為能源大多需要靠外國輸入，所以大部分東歐國家的天然氣及電力費用都所費不貲，一旦寒害影響時間越長、氣溫越低，就會導致許多家庭無力支付因此增加的瓦斯及用電費用。所以若國家本身能源不足、需仰賴他國資源的情況下，相對而言更應該加強因應能源不足的減災工作。

5.醫療資源不足

部分經濟狀況不佳國家除了原本醫療資源較少，和醫療專業性較低外，又加上近年歐債問題，以致政府財務緊縮，許多公共部門的預算開銷甚至人力都被削減，導致公立醫院不是被迫關閉，就是縮減醫療服務，因此寒害期間許多病患無法獲得充分的醫療，使得傷亡人數節節攀升。

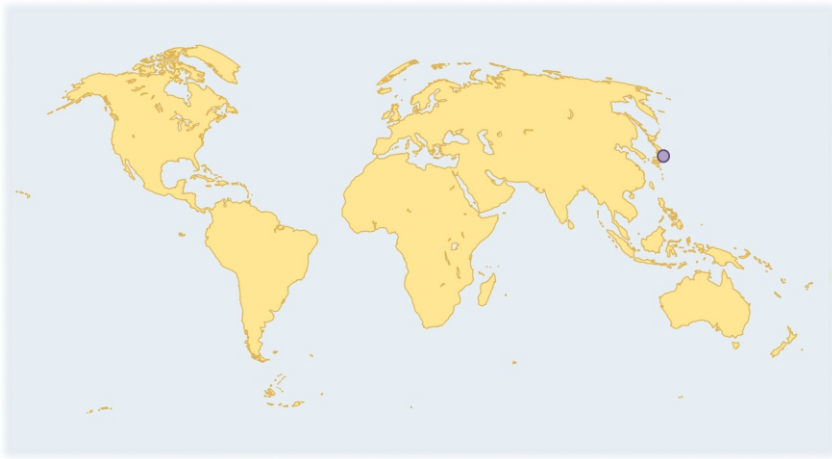
照片5-2

大量積雪造成交通事故發生，一輛汽車陷入雪堆中。

照片來源：歐新社



註：本篇完整報導收錄於NCDR災害防救電子報第082期，2012年5月出刊。



• 地理環境

日本為一個狹長型的島嶼，緯度橫跨範圍大，南北氣溫差異十分顯著，再加上日本深受親潮、黑潮等洋流的影響，因此北部為亞寒帶海洋型氣候、中部為溫帶海洋型氣候、南部則為副熱帶海洋型氣候，整體上四季的溫差變化較大且分明。冬季(12月~2月)受到西伯利亞高氣壓和對馬暖流的影響，靠近日本海的地方會降下瑞雪形成白色世界，東京市平均溫度約0~5℃，靠近太平洋的地方則是乾燥且晴空萬里，形成對比的景象。

回顧近期日本雪災紀錄，從2005~2006年的冬季、2007年、2008年及2009年都有雪災發生，其中又以2005~2006年的災情最為嚴重，共計152人因為除雪發生跌落事故、屋頂積雪落下及房屋倒塌而死亡，是二戰後最嚴重的雪害事件。

• 災害概述

自2011年11月至2012年3月，日本陸續發生多起低溫與大雪現象，其中又以1月28日至2月2日期間的雪災最為嚴重，此次日本的雪災事件與同時間的歐洲雪災，皆是受相同的強烈大陸冷氣團而影響。由圖5-6可看出在1月28日至2月2日期間，東亞地區持續有大陸強烈冷高壓盤踞，且海面上存在一低壓系統，在這樣的配置下，導致高低壓交界處產生持續的強烈偏北風，進而將極區冷空氣向南傳送。日本發生大雪時(約1月31日)，此高低壓交界處之風向轉為以西北風為主，強烈的西北風自亞洲大陸往日本傳送，經過洋面時，因冷空氣與海面溫差的關係，空氣中水氣凝結成雪，並於迎風面處降下大量的雪。整體而言，日本雪災主要影響區域為北海道、本州島西部甲信越、北陸地方及東北地方一帶(圖5-7)，這些地區皆因緯度位置較高，且位於日本海迎風面，所以災情最為嚴重。

根據日本內閣府統計，2011年11月至2012年3月的冬季，寒害共造成日本132人死亡，1980人受傷，房屋全毀與半毀數量約21棟，近500棟房屋部分破損，約有60戶則因融雪導致淹水。此外，大雪也造成高速公路、國道、鐵路中斷、多所學校、公共設施被迫停止開放與損失，偏遠聚落如長野縣野澤溫泉村亦出現停電、通訊中斷、瓦斯等維生管線損壞，嚴重影響民眾生活。

表5-1

日本地區雪災死亡統計表。

註：統計時間為2011年11月~2012年3月31日，其中除雪作業死亡人數占全體死亡數的72%。

資料來源：轉引自平成24年災害白書（內閣府，2012），頁104。

死亡原因	未滿65歲	65歲以上
雪崩死亡	3	1
在除雪作業中因除雪、落雪死亡	31	64
一般因落雪造成死亡	11	17
被困在倒塌房屋壓傷而死亡	0	1
其他	2	2
合計	47	85

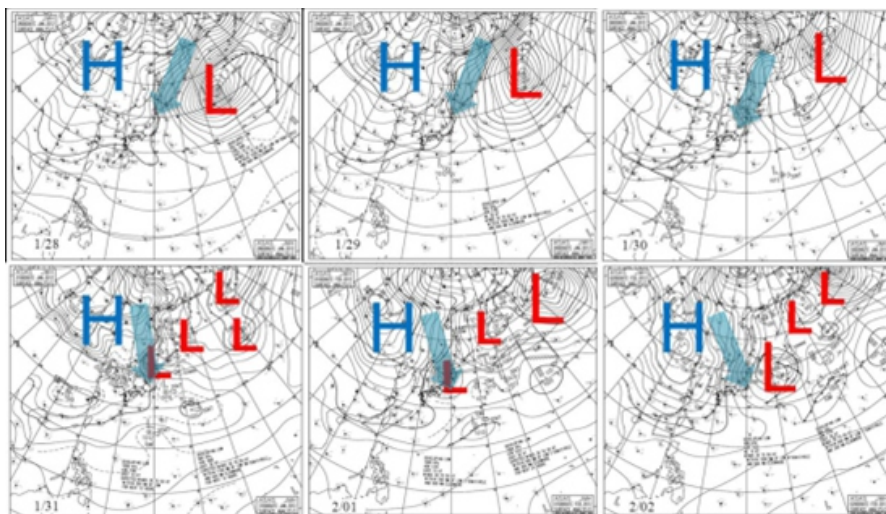
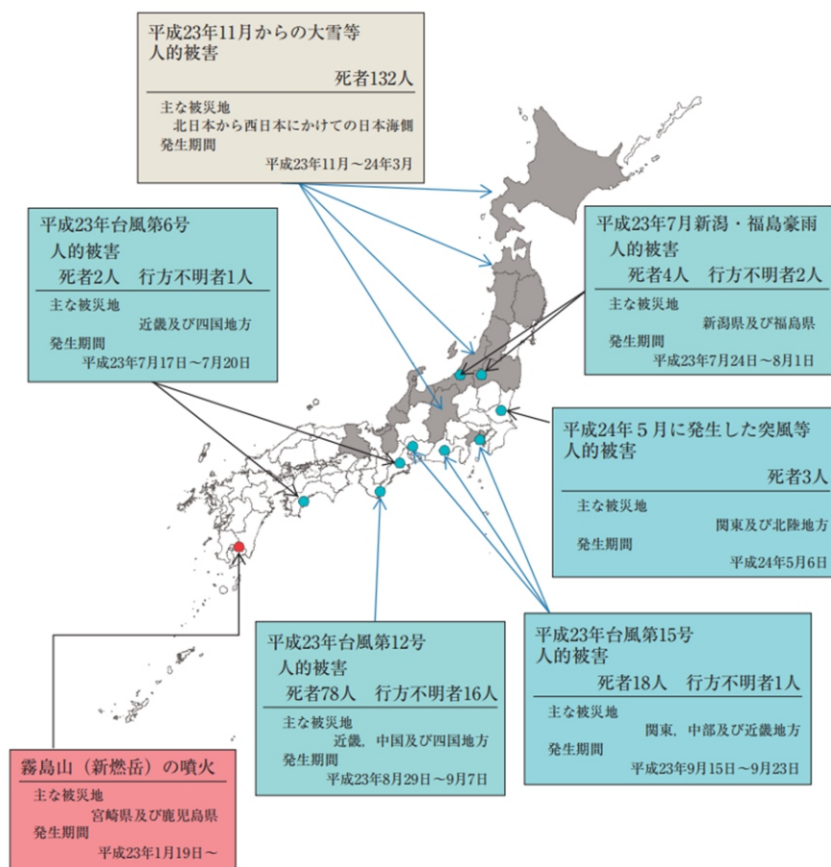


圖5-6

1/28~2/2之東亞地區地面天氣圖，圖中”H”代表冷高壓所在位置；”L”代表低壓系統的位置，藍色箭頭標示冷乾空氣流動方向。

資料來源：日本氣象廳



出典：内閣府資料

圖5-7 平成23年~24年(2011~2012年)日本雪災受災區。

資料來源：平成24年災害白書本文(內閣府，2012) 頁117

受災嚴重的縣市有長野縣、新潟縣及青森縣，該三縣市皆達日本「災害救助法」之補助標準。以降雪深度來說，各道府縣冬日積雪前十名狀況如圖5-8所示，青森縣430公分為最高，其次是山行縣350公分。由於大量的積雪往往是造成雪崩，或是引發其他災情導致民眾傷亡的重要因素，根據內閣府的雪災傷亡統計(表5-1)顯示，雪災造成的死亡原因中，約有95人是因為除雪作業意外而死亡，有28人是因突然的落雪而死亡，如秋田縣仙北市的溫泉旅館(玉川溫泉)就是因大量積雪突然崩塌，雪崩範圍達40公尺，連岩盤浴用的3個大帳篷也被壓壞，導致3名泡澡的旅客被約1.5公尺厚重的積雪掩埋死亡，根據玉川溫泉附近觀測點的紀錄，當時積雪厚度達115公分，顯見因積雪崩落造成的潛在死亡風險是非常很高的。此外，從死亡統計的年齡分布來看，本次寒害死者多以65歲以上老人居多，約有85人，佔死亡人數64%，突顯超高齡化現象對於日本寒害防災的重要。

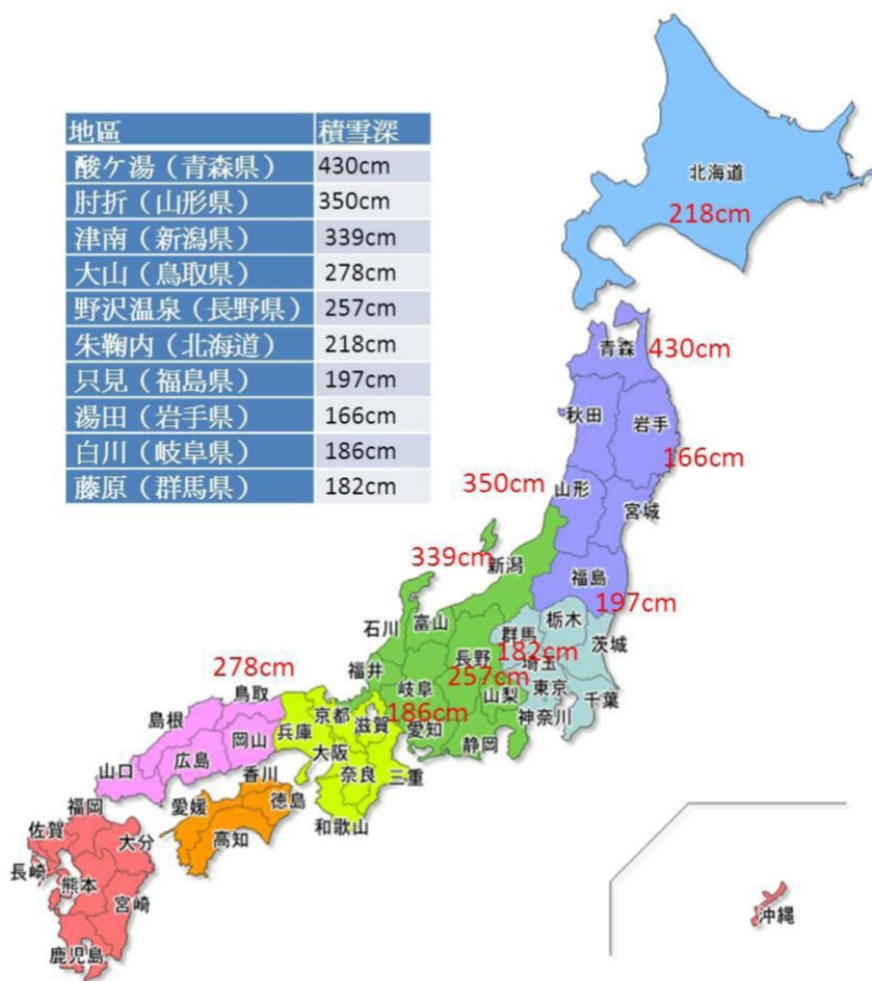


圖5-8 日本各縣積雪深度圖 (至 2012年 2月 7日止)。

資料來源：日本氣象廳

• 災害特性與省思

1. 超高齡化與人口外流地區的雪災因應

大雪易掩蓋房屋造成居民無法出入住宅，甚至壓毀房屋傷及民眾性命，因此除雪成為雪災時家家戶戶都非常重視的工作，然而除雪費時費力，需要仰賴大量人力，因此老弱婦孺通常較無法勝任，若稍有不慎便會發生意外。由於本次災害發生區多位於人口超高齡化及人口外流的市町村，為避免更多老年人進行除雪時發生意外，市町村等地方政府除了呼籲避免單獨進行除雪作業，並進而規劃相關措施以協助獨居老人或行動不便者，例如雇用專職除雪人員、召集義工除雪、或發給除雪補助券等。

2. 震災區域居民照護

日本發生豪大雪區域的各縣正好是東日本大震災災區域，或是其鄰近區域，故仍有許多居民住在組合屋中，尤其是福島縣部分居民因核災原因而進行長期避難。為避免居民產生身心疾病，市町村政府單位採取定期拜訪、提供幫助除雪等服務。但是獲得此類服務之居民僅限市町村政府能夠掌握之居民，無法擴及全部，其他人則大多需仰賴自有的社會網絡和社區力量的幫助。

3. 置雪空間不足

由於除雪所鏟出的雪不可隨意倒置海中或任意丟棄，因此地方政府都會妥善地設置各村置雪場，供民眾堆置積雪。然而今年日本雪量為往年多出數倍，因此市町村現有之置雪場都出現滿溢狀況，以至於出現無適當地點放置滿載的積雪。



照片5-3 日本大雪民眾正除去地面積雪。照片來源：歐新社

4. 暴雪地帶劃設

「保護民眾生命安全為第一優先」是日本政府雪災因應對策中最重要目標，因此為了加強備災工作，日本政府很早之前便設立「暴雪地帶對策特別措施法」，除了藉由劃設「暴雪地帶」之範圍，提醒當地居民災害潛勢區域外，也需特別強化該地區危險情況的通知，和緊急避難機制的落實，研擬全國性因應寒害的防災對策包含：交通維持、通信正常、農林業災害防治、生活環境設施及國土保全設施等方面。除此之外，本次雪災發生當下，各縣町市府除了依平時防災計畫進行搶救外，內閣府亦於2/2緊急召開「內閣幕僚會議」商討災中如何緊急救助，後續會議亦陸續討論除雪方式與費用支出等財政問題，以協助民眾盡速復原。

由於近年來，日本政府發現雪災受傷死亡人數以65歲以上高齡者比例偏高，傷亡原因又以清除屋頂積雪等除雪作業不慎最多，因此日本政府積極製作除雪事故防止對策手冊(圖5-9)，並透過市町村政府單位和防災等民間團體、機構進行宣導，進一步提倡並獎勵社區成立除雪隊，以協助高齡者除雪，以降低傷亡風險。

5. 雪崩防災地圖繪製

在日本東北、北陸地區由於往年均降下大雪，雪崩的發生機率較高，故部分市町村已規劃雪崩防災地圖，以提醒民眾雪崩潛勢地區，一旦雪量增加甚至超過規劃的風險標準時，就需離開危險區至收容所，避免發生嚴重的雪崩災害發生。



圖5-9 除雪事故防止對策手冊。
資料來源：除雪事故防止對策(內閣府, 2009)

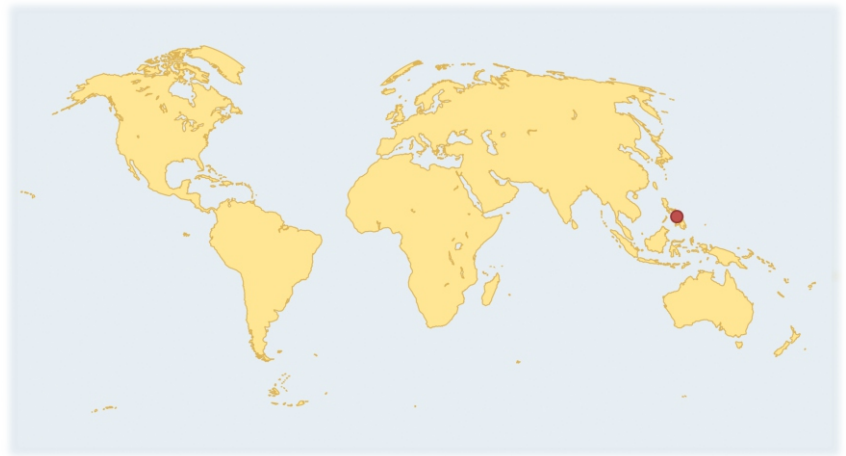
第陸篇 2012年國際地震災害

2012年世界各地發生多起規模較大之地震，值得探討的包括菲律賓中部地震、墨西哥南部地震、印尼蘇門答臘北部外海地震、伊朗西北部地震及加拿大英屬哥倫比亞省外海地震。有些地震已造成人員傷亡，有些地震雖未造成重大傷亡，但仍凸顯許多值得注意的課題。本章首先簡要說明這些地震所處國家之地理環境、災害發生情況，初步分析其災害原因與特性，並從他國災害經驗中提出值得借鏡及學習之事項，做為我國地震災害防救工作規劃推動之參考。





圖中紅色圓點為2012年發生地震地區。



• 地理環境

菲律賓與臺灣類似，均位於環太平洋地震帶，菲律賓群島位於菲律賓海板塊與桑達板塊聚合的大尺度地質構造區，板塊運動約每年10公分，屬於高度活動的板塊碰撞區，時常有災害性地震發生。菲律賓由7,107個島嶼組成，面積約30萬平方公里，海岸線總長36,289公里，居世界第五位，菲律賓各島多丘陵，僅呂宋島中部有較大平原。全國有200多座火山，其中活火山21座。棉蘭老島的阿波火山是菲律賓的最高峰，海拔2,954公尺；呂宋島的馬榮火山是菲律賓最大的活火山，貝湖是全國最大湖泊。地震頻繁。菲律賓海岸線長18,533公里，多天然良港，森林佔地40%以上，礦藏有金、銀、鉻、銅、錳、鐵等。

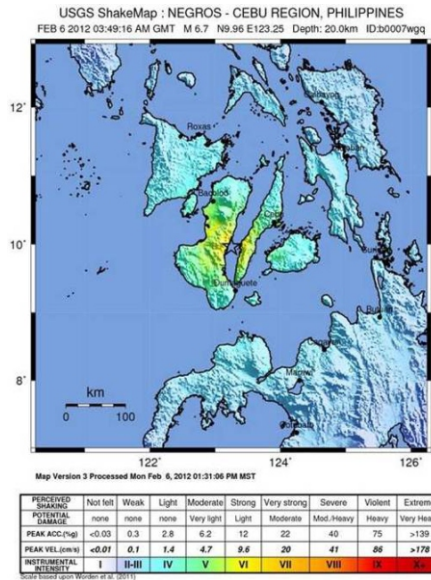
• 災害概述

根據美國地質調查所(United States Geological Survey，簡稱USGS)測得資料顯示，菲律賓當地時間2月6日11:49:16發生規模Mw6.7的地震，震央(圖6-1)位於菲律賓中部的內格羅斯(Negros)島和宿霧(Cebu)島中間，即北緯9.964度、東經123.246度，震源深度約20公里，最大震度達修正莫卡利震度(Modified Mercalli Scale，簡稱MMI)6級(相當於我國震度5級，即最大地表加速度80gal至250gal)，震度分佈圖如圖6-2。

本次地震振動持續了約30秒鐘，當局一度發出3級海嘯警報，要求海岸線周遭20公尺的居民撤離，但2小時後隨即撤銷了海嘯警報。本次地震造成之災情概述如下：

1. 人員及建物損失

宿霧市部分建築物因為劇烈搖晃而致窗戶碎裂，部分樓房牆壁則出現裂縫甚至倒塌。據菲律賓國家減災與災害管理委員會(National Disaster Risk Reduction and Management Council，簡稱NDRRMC)公佈的官方統計數字(截至當地時間2月20日止)，此次地震已造成51人死亡，112人受傷，62人失蹤，建物全倒6,352棟、半倒9,435棟。由災害照片看當地受損房屋，多為耐震能力較為不足之建築。



(左)圖6-1
 菲律賓中部地震震央位置。
 (右)圖6-2
 震度分佈圖 (USGS)。

2. 大地災害

大地災害集中在東內格羅斯省北部山區，吉胡爾岸市 (Guihuingan City) 由於崩塌 (圖6-3)，造成許多房屋遭掩埋，導致數十人傷亡。另外山體滑坡造成山區道路受損，當局調派軍隊協助救災，救難人員及部隊都必須徒步翻山越嶺，進入偏遠山區。部份山區災區由於重型機械未能及時運到，居民只能用雙手及鏟子搜尋倖存者。

3. 交通建設災害

菲律賓中部地震造成10座橋梁遭受不同程度破壞，其中4座無法通行。由於道路和橋梁在地震或崩塌中受損，一些用於援助的食品和藥品儲存在省首府杜馬格特市，這些物資難以立刻送抵災區。偏遠山區災民極需收容安置及醫療提供，許多災民只能在空地上進行避難，護理人員只得將傷者暫時安置在戶外。

4. 電力中斷

地震使得部份地區的電力中斷，如卡蘭班鎮也因電線桿倒塌，造成大片地區停電。部分地區基於安全考量，宿霧市和巴科洛德市的市政府宣布全市下午停止辦公上課。地震後學校停課、商場、購物中心等也紛紛關閉，需注意民生物質供應。另外有報導指有人在災後曾趁亂搶劫，軍方已派出人手與當地警方合作維持秩序。



照片6-1
 婦人指著因地震受損的房屋。
 照片來源:歐新社

• 災害特性省思

1. 掌握地震引致山崩潛勢

本次地震之最大震度約為我國震度分級之5級(即最大地表加速度80gal至250gal)，導致內格羅斯省北部山區多處崩塌，為本次地震人員傷亡及失蹤之主要原因。根據菲律賓地震火山研究所出版之地震引致山崩潛感圖，崩塌多位於山崩潛感圖之高潛勢區，如圖6-4之紅色區域。台灣山地面積佔全部面積三分之二以上，建議我國應加強地震引致山崩潛勢之調查與研究，掌握地震引致山崩之高潛勢區，做好地震防災管理工作。

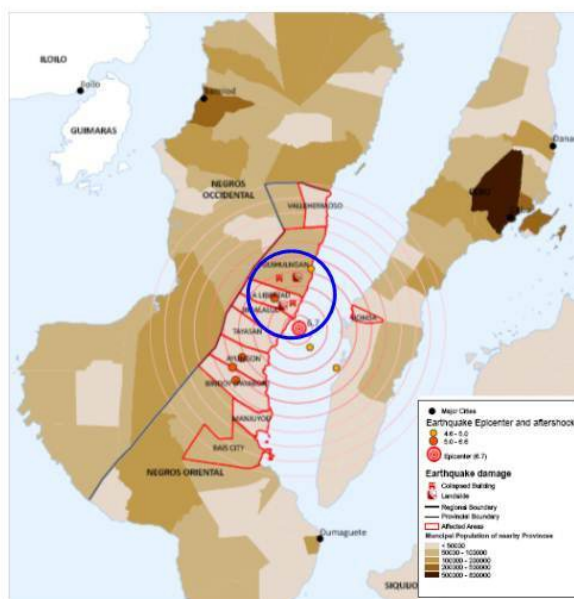


圖6-3
崩塌多處集中在東內格羅斯省北部山區。

資料來源:聯合國人道事務協調廳



照片6-2 地震造成當地道路龜裂毀損，橋樑中斷。照片來源:歐新社

2. 災區降雨及災後氣象預報資訊之分析與應用

從震前累積過去一星期(2012/2/1至2/7)，強震區過去一星期的降雨量並不是很多(最大累積雨量約為300 mm)。強烈地震可能已造成山區土石鬆動，後續如果發生豪雨將可能引致土石流，恐導致人員傷亡；所以災區應注意災後之氣象預報，並及時提供災民與救難人員做為參考，以避免人員傷亡。此外，地震前降雨是否容易造成山體滑坡，以往調查工作較少，今後可進行相關研究，以了解降雨影響山體滑坡的程度。

3. 災區遙測影像資料之應用

強震區域如果發生在山地地區，地震將直接引致山體滑坡，間接造成山區道路受損，許多偏遠山區聚落將失聯，山區災民極需收容安置。建議應用航空、衛星等遙測影像資料研判災區範圍，做為搶修公路及橋梁之參考，以加速偏遠山區救援，避免孤島效應擴大。

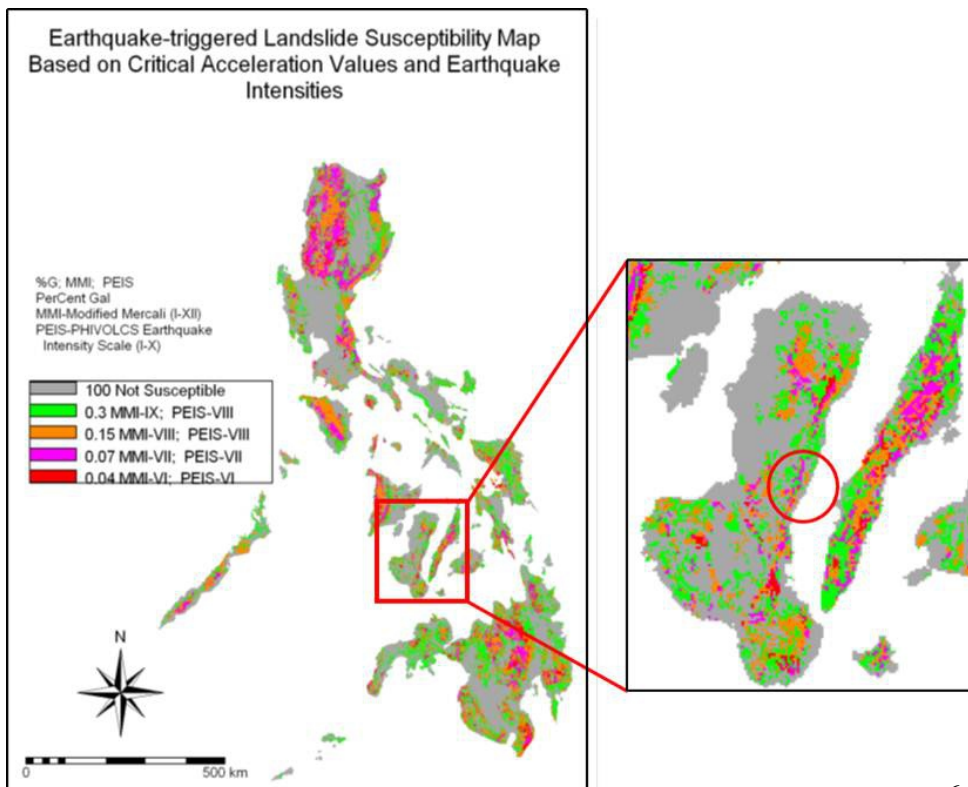
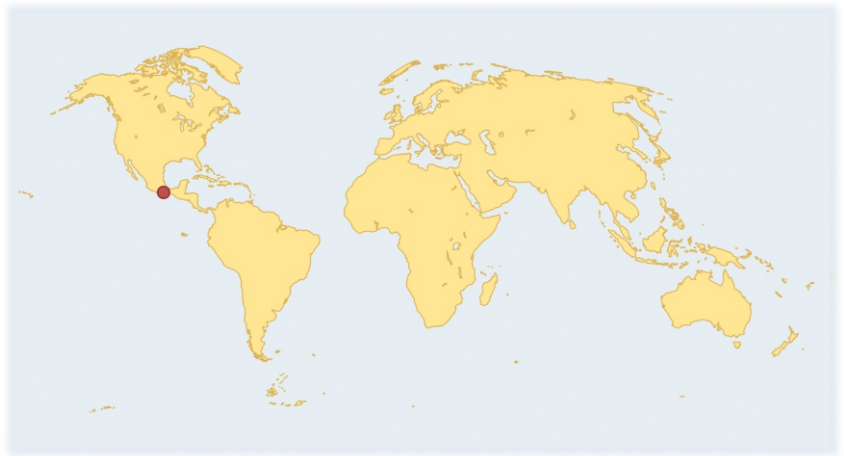


圖6-4

菲律賓地震引致山崩潛感圖。

資料來源:菲律賓地震火山研究所



• 地理環境

墨西哥西臨太平洋，東傍墨西哥灣與加勒比海，通向大西洋，位於北緯14~33度及西經86~119度間。沿海地區是海岸平原，而中部則是高原而且多山，包括許多火山。西部包括狹長的下加利福尼亞半島，把太平洋與加利福尼亞灣分隔開，地勢平坦的尤卡坦半島。墨西哥東南部位於環太平洋地震帶，地震發生頻繁，火山活動也頗為活躍，墨西哥最高點奧里薩巴火山，海拔5,700公尺，馬德雷山脈則是墨西哥的主要山脈。

• 災害概述

本次地震發生位置鄰近科科斯(Cocos)板塊與北美板塊的邊界上，震源機制為逆衝斷層，顯示與該地區板塊隱沒區一致，距離中美洲海溝約100km，該處隱沒作用為科科斯板塊以每年約6公分的速率向東北移動，屬於高度活動的板塊碰撞區，時常有災害性地震發生。墨西哥南部地區於當地時間3月20日12:02:48發生規模Mw7.4的地震，根據美國地質調查所資料顯示，震央(圖6-5)位於墨西哥南部格雷羅(Guerrero)州與瓦哈卡(Oaxaca)州交界處，即北緯16.662度、西經98.188度，震源深度約20公里，最大地表加速度達280gal左右，最大震度為修正莫卡利震度7級(相當於我國震度6級，即最大地表加速度250gal至400gal)，震度分佈圖如圖6-6。

據相關媒體報導，本次地震造成至少11人受傷，尚未造成人員死亡，約1600棟房屋受損及60棟房屋倒塌。而距震央約320公里外之墨西哥城亦傳出零星災情，主要為建築物之屋瓦掉落等，並有一座天橋倒塌之災情傳出。瓦哈卡州當地部分醫院局部受損，病患被疏散至停車場安置。

3.地震警報系統落實運作

有鑑於1985年墨西哥大地震造成之嚴重傷亡，因此在Guerrero省沿岸地區及Oaxaca省境內皆建置了地震警報系統(Seismic Alert System)，地震站分佈如圖6-7。根據地震警報系統量得本次地震振動程度為強烈或中等，Oaxaca省及Guerrero省分別發布公眾警報(Public Alert)及預防性警報(Preventive Alert)，地震警報分級及通知對象如表6-1，民眾可透過網際網路、廣播、電視等管道及地震警報器接收警報訊息。墨西哥地震警報系統已落實運作，其操作經驗值得我國學習參考。

表6-1
墨西哥地震警報分級及通知對象。

振動程度	警報類型	通知對象
強烈	公眾警報 (Public Alert)	地下鐵、學校、廣播電台、電視、家戶、醫院、一般大眾
中等	預防性警報 (Preventive Alert)	除了廣播、電視、地下鐵以外之所有使用者
其他	無警報	無

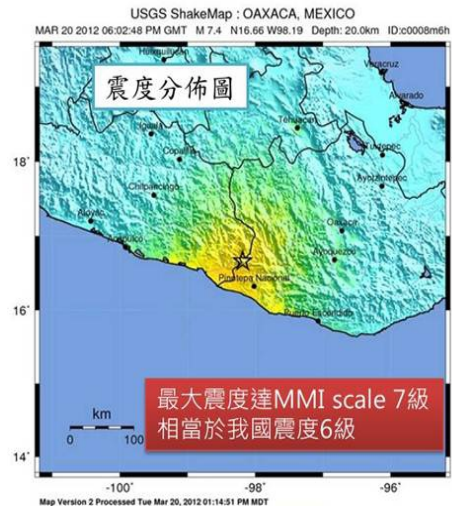
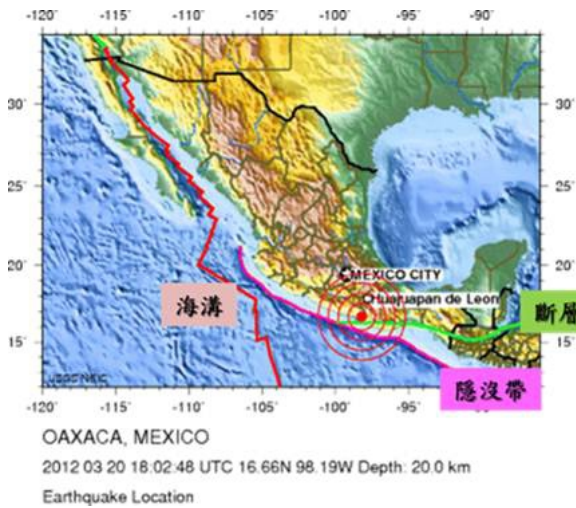


圖6-7 墨西哥地震警報系統建置區域。



照片6-4
地震後，當地居民望著殘破不堪的家園。

照片來源:歐新社



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%)	<0.03	0.3	2.6	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.01	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	66	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

• 災害特性省思

1. 耐震補強使建築物耐震性提昇

自1985年墨西哥大地震之後，政府當局提高了房屋建設的標準，使建築物不至於在地震發生時就完全坍塌。三層樓以上的房屋必須取得營建部門的防震考核與批准；在軟土質土層上興建新建築物與鄰房間必須保留一定空隙，以避免地震發生時房屋互相碰撞而倒塌。政府並對老舊建築進行結構性補強，良好的房屋耐震性，提供人們有足夠的逃離時間。

2. 地震演練及防震教育落實

地震應變機制完善，定期防震演練：墨西哥政府強制公共部門、辦公大樓以及商場、學校、醫院等地，要定期進行防震演練，應變疏散機制必須落實到每一單位。並且，從幼稚園起就開始對孩子們進行防震、避險教育，遇到地震時不驚慌，能高效、有序地疏散到安全區域。

(左)圖6-5

墨西哥南部地震震央位置。

(右)圖6-6

墨西哥南部地震震度分佈。

資料來源: USGS



照片6-3

房屋龜裂，架上物品亦摔落地面。

照片來源:歐新社

印尼蘇門答臘北部外海地震



• 地理環境

蘇門答臘島呈西北—東南走向，在中間與赤道相交叉，由兩個地區組成：西部巴里散山脈(Barisan Mountains)和東部的沼澤地。蘇門答臘島東南與爪哇島隔著巽他海峽相望，北方隔著麻六甲海峽與馬來半島遙遙相對，東方隔著卡里馬達海峽(Karimata)毗鄰婆羅洲，西方瀕臨印度洋。巴里散山脈為青藏高原新生代山脈的連續，縱貫蘇門答臘島，該地區具有煤、黃金礦床。火山所噴發的礦物質使得土壤肥沃，山脈景象優美而迷人，如多巴湖(Lake Toba)周圍區域。

蘇門答臘島位於亞歐板塊的西緣，該島以北地區位於印度板塊邊緣，是歐亞地震帶的一部份。2004年12月26日印度洋大地震引發高達10公尺的海嘯席捲蘇門答臘西部的沿海地區，造成嚴重破壞，在印尼就有超過八萬人死亡，災情主要集中在亞齊省和北蘇門答臘省。

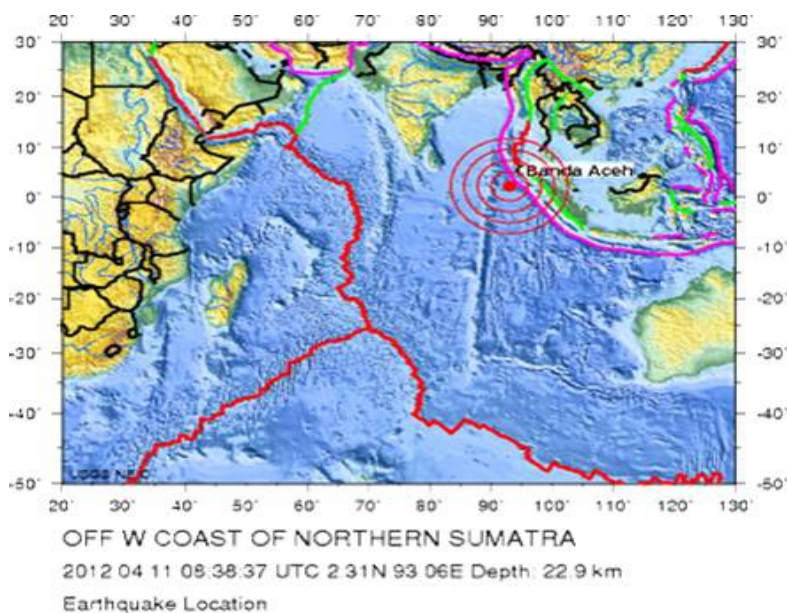


圖6-8

印尼蘇門答臘地震震央位置。

資料來源:USGS

• 災害概述

地震位置發生於印澳板塊與桑達板塊邊界的西南側約100km處，此區域印澳板塊以每年5公分左右向東北移動與桑達板塊碰撞。根據美國地質調查所資料，地震發生於當地時間4月11日下午2:38:37，地震規模Mw8.6，為走向滑移錯動造成；震央位於印尼蘇門答臘島北部外海地區(圖6-8)，即北緯 2.311度、東經93.063度、震源深度22.9公里。最大震度為修正莫卡利震度6級(相當於我國震度5級，即最大地表加速度80gal至250gal)，震度分佈圖如圖6-9。

地震發生後，美國太平洋海嘯警報中心(Pacific Tsunami Warning Center)發出海嘯注意報(Tsunami Watch Bulletin)給印度洋沿岸國家，印尼氣象氣候與地球物理局透過電視及手機簡訊對蘇門達臘及亞齊兩省民眾發布海嘯警報。距離震央最近的印尼亞齊省，電力中斷，對外通訊中斷，所幸並未造成重大傷亡；亞齊省錫默沿海地區的Simeulue島，民眾騎乘機車及汽車倉皇避難，造成交通癱瘓。鄰近國家馬來西亞氣象局發出地震警報，呼籲玻璃市州、吉打州、霹靂州、檳城州及蘭卡威沿海地區居民遠離海邊，並盡量前往地勢較高的地方；泰國國家災難預警中心下令疏散安達曼海岸的居民和遊客；馬爾地夫因可能到來的海浪疏散的旅遊景區之旅客。最後海浪威力有限且高度不及1公尺，海嘯警報在數小時後宣告解除；但於警報解除前，街上一片混亂，民眾緊抓著家人在擠滿汽機車的馬路上狂奔。

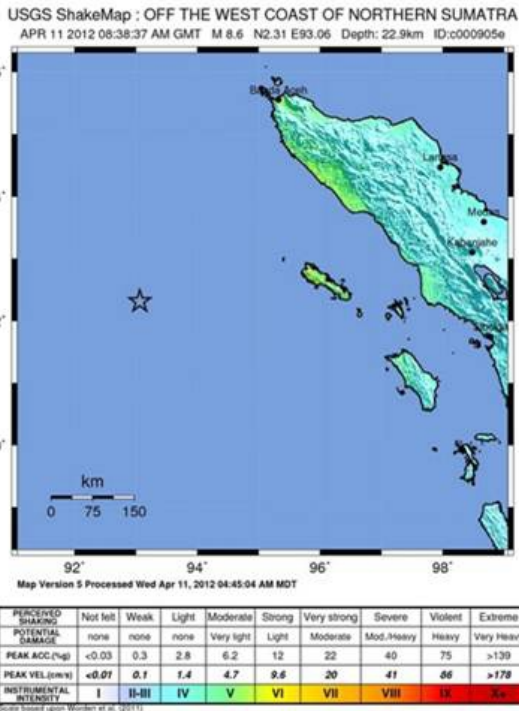


圖6-9
震度分布圖。
資料來源:USGS



照片6-5
地震發生後一位監獄管理人員在的監獄外牆評估圍牆倒塌毀損情況。
照片來源:歐新社

• 災害特性探討

• 海嘯避難疏散規劃作業及配套措施

本次地震規模達到8.6，地震後美國太平洋海嘯警報中心、印尼及其他鄰近國家皆發布海嘯警報，並請民眾撤離沿海地區；所幸海嘯實際到達波高小於1公尺，並未造成重大傷亡。推究其原因，主要是本次地震是左右滑移斷層錯動，其震源機制解如圖6-10(左)，並不會引發巨大海嘯。然而2004年12月26日在此地附近發生規模9.1的地震，則為逆衝斷層錯動造成，其震源機制解如圖6-10(右)，則引發巨大海嘯，造成印度洋沿岸國家超過28萬人死亡；當時印度洋沿岸國家的民眾，普遍不了解海嘯災害特性及可能造成之衝擊，當地政府亦尚未建置完善的海嘯警報系統，及時撤離沿海地區民眾，導致如此重大傷亡。因此，因應海嘯災害之威脅，除了應建置海嘯監測及警報系統外，平時更應詳予規劃海嘯避難疏散作業及配套措施，並透過教育宣導及防災演練，使民眾熟悉應採取之應變作為，以減少海嘯可能造成之傷亡。

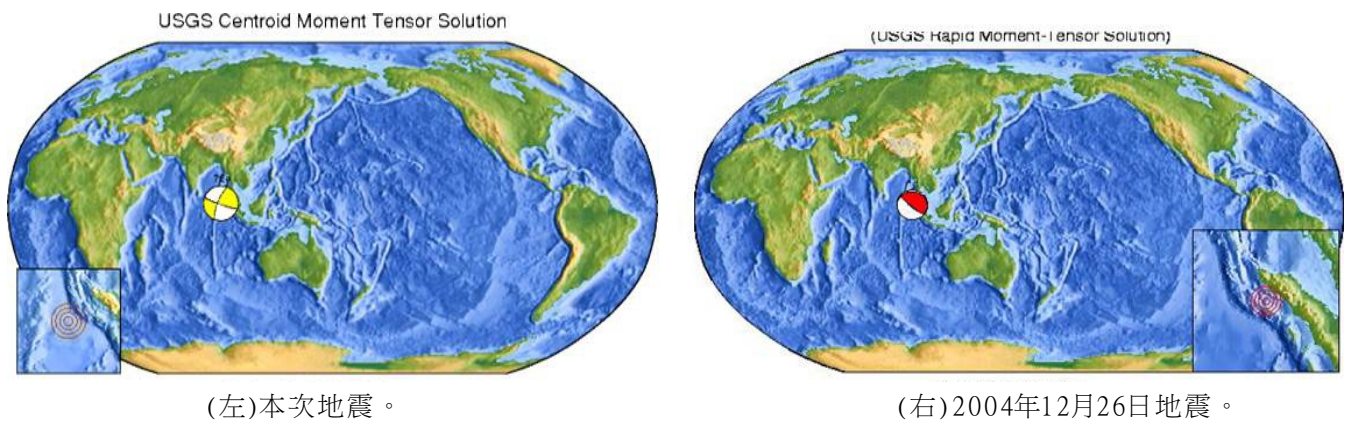


圖6-10 本次地震及2004年地震之震央位置及震源機制解。資料來源:USGS



照片6-6
公務機關的保全人員離開以損毀的辦公大樓。
照片來源:歐新社



• 地理環境

伊朗位於亞洲西南方之中東地區，屬西亞，西北與亞塞拜然和亞美尼亞為鄰，東北部與土庫曼接壤，東鄰阿富汗和巴基斯坦，西接伊拉克和土耳其，中北部緊靠裡海、南靠波斯灣和阿拉伯海阿曼灣。面積164萬8千平方公里，居世界第十六位。地貌大多是由高原、盆地或山脈所構成，只有在海邊的一小部分是平原。境內最大的高原為伊朗高原。人口較多的西部是多山地形，由高加索山脈、札格羅斯山脈和亞柏芝山脈等構成。整體而言，伊朗大多數地區屬乾燥或半乾燥氣候，降雨集中在十月至四月間，平均年降雨量在250公釐以下。伊朗位於歐亞大陸板塊內，阿拉伯板塊以每年約2.6公分的速率向北移動，與歐亞大陸板塊擠壓碰撞產生地震。

• 災害概述

根據美國地質調查所資料顯示，當地時間8月11日16:53發生規模Mw6.4的地震，11分鐘之後於同一地區又發生一次規模Mw6.3的地震；地震發生位置距離歐亞大陸板塊和阿拉伯板塊(Arabia plate)邊界約300公里，兩次地震之震源機制皆為走向滑移斷層錯動。第一次地震的震央位於伊朗西北部的東阿塞拜疆省(East Azerbaijan province)阿哈爾市(Ahar city)西南方23公里處(如圖6-11上)，即北緯38.32度、東經46.89度，震源深度約9.9公里；第二次地震的震央位於阿哈爾市西南方32公里處，即北緯38.32度、東經46.76度，震源深度約9.6公里，兩次地震最大震度同樣為修正莫卡利震度7級(相當於我國震度5級)，震度分布圖如圖6-11(下)。

伊朗西北部東阿塞拜疆省地震已造成近大約110座村莊因地震受損，306人死亡、3,037人受傷，16,000人撤離避難。據新聞所述，在距瓦爾扎甘市大約30公里的巴傑巴伊村，男村民用各種工具在廢墟中尋找著親人，死者多為女人和孩子，原因是地震發生在傍晚，不少男村民仍在農地工作，女村民和孩子留在家中準備晚餐。

東阿塞拜疆省省會大不裏士振動強烈，災區電力及通訊中斷，交通嚴重雍塞，所幸市區建築比較堅固，受損程度不嚴重。受損較嚴重的主要是偏遠村莊的磚造或土造建物，以及歷史紀念塔；至少有6個村莊被移為平地，有超過60個村莊遭受50%至80%的破壞。震區大量傷者被送往附近受損較輕城鎮的醫院。伊朗邁赫爾通訊社報導，瓦爾扎甘一家醫院只有兩名醫師，接收大約500名傷者，醫療物資和食品短缺。

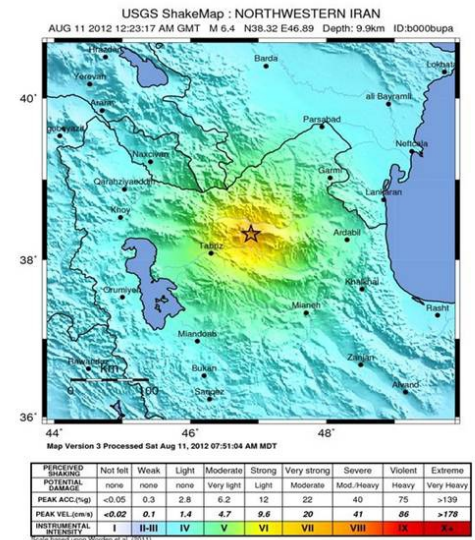
• 災害特性探討

1. 建築耐震性能不佳是人員傷亡之主因

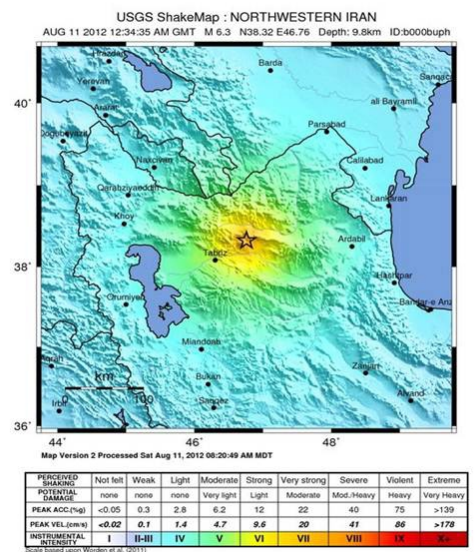
本次主要兩次地震規模為6.4及6.3，最大地表加速度約為0.2g，因震央附近村莊之建築物型態以磚造或土造為主，當遭受到如此地震力作用時，磚造或土造房屋將產生嚴重破壞，也就是這次傷亡的主要因素。東阿塞拜疆省省會大不裏士市則因市區建築大多為鋼筋混凝土建造，受損程度不嚴重。顯見建築物耐震性能是否足夠，仍是地震造成人員傷亡之主要原因。

2. 大規模地震救災資源及調度運用

本次地震發生於8月12日傍晚，伊朗政府雖然派遣救災隊及運送救災物資至災害現場，但所投入之人力與物力仍不符合災害現場所需，大部分民眾皆自行以各種工具徒手救援，地區醫院無法處理龐大傷患，大部分傷患由家人照護，災區醫療資源嚴重不足。甚至伊朗政府於8月13日晚間宣布搜救行動告一段落，但是仍有媒體報導，部分偏遠地區可能沒有救難隊到達災害現場。此事件顯示，在地震後造成電力和通訊中斷的情況下，如何運用合適的管道取得災害現場資訊，派遣合適的救災人力及資源且快速到達災害現場，並妥善規劃救災資源及調度運用，是大規模地震後應變救災之首要任務。



(上)第一次地震之震度分布。



(下)第二次地震之震度分布。

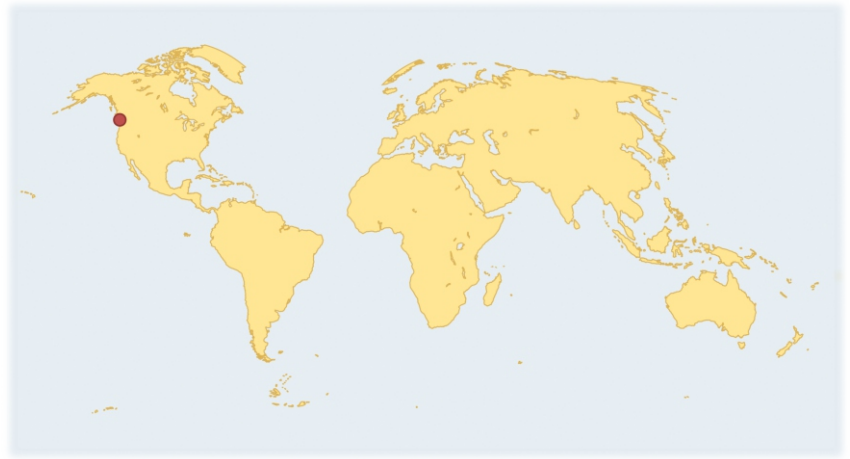
圖6-11 8/11兩次地震之震度分布
資料來源:USGS



照片6-7

受災民眾帶著幾件行李，迅速離開危樓。

照片來源:歐新社



• 災害概述

加拿大英屬哥倫比亞省西鄰太平洋，西北與美國阿拉斯加接壤，北邊則是育空地區和西北地區，東邊為亞伯達省，南面為美國華盛頓州、愛達荷州和蒙大拿州。現在英屬哥倫比亞省南面的美加邊界，是根據1846年奧勒岡條約劃訂的。英屬哥倫比亞省的土地面積約944,735平方公里，大約是法國、德國和荷蘭的總和。英屬哥倫比亞省的蜿蜒曲折的海岸線長約27,000公里，海島眾多(約6,000個)，大部分為無人島，最大島是溫哥華島，各島由英屬哥倫比亞渡輪連接。英屬哥倫比亞省超過一半的面積是山地。

• 災害概述

本次地震之震源鄰近太平洋板塊與北美洲板塊邊界處，太平洋板塊相對於北美洲板塊約以每年5公分的速度向北北西移動。根據美國地質調查所資料，本次地震發生於當地時間10月27日20:04，地震規模為Mw7.7，為斜向逆衝斷層造成；震央位於加拿大西岸沙洛特女王島(Queen Charlotte Islands)外海，即北緯52.769度、西經131.927度，震源深度17.5公里。最大震度為修正莫卡利震度7級(相當於我國震度6級，即最大地表加速度250gal至400gal)，震度分佈圖如圖6-12。

地震發生後3分鐘，美國西部及阿拉斯加海嘯警報中心(West Coast/Alaska Tsunami Warning Center, WC/ATWC)首先對加拿大及美國西部沿海地區發布海嘯警報(Tsunami Warning)，加拿大英屬哥倫比亞省疏散了1000多名住在沿海低窪地區的民眾。太平洋海嘯警報中心(Pacific Tsunami Warning Center, PTWC)起初認為不會引發破壞性海嘯威脅環太平洋地區及夏威夷；但隨後根據USGS地震資料上修地震規模，且某些地方觀測到海平面的變化，因此於震後2小時5分對夏威夷發布海嘯警報。PTWC於震後7小時57分將海嘯警報降為海嘯勸告(Tsunami Advisory)，3小時後將海嘯勸告解除，整個歷程將近11小時。本中心整理WC/ATWC及PTWC之海嘯警報發布歷程如表6-2，美國海嘯警報等級。

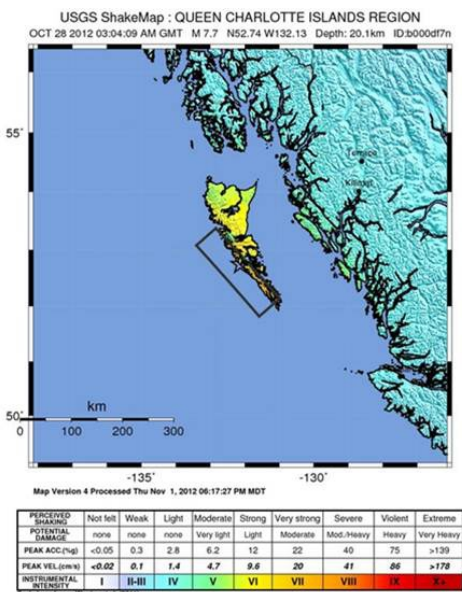


圖6-12
震度分布圖。

資料來源:USGS

夏威夷海嘯警報發布之後，街頭到處可聽到警報廣播聲音。夏威夷州長宣佈夏威夷進入緊急狀態並發布疏散令，要求所有住在海嘯溢淹潛勢地區的居民都帶著生活用品去避難。檀香山縣共開設了26個海嘯避難中心，大部分為社區公園；考艾島亦開設了10個海嘯避難中心，多以學校為主。歐胡島(Oahu Island)當地海軍基地撤離了1700人，各島嶼總共超過10萬名居民和遊客立即從海岸沿線撤離至地勢較高的地點，導致交通嚴重阻塞，民眾湧入賣場採購食物及民生必需品，警方並中斷檀香山一場萬聖節街頭派對。

• 災害特性省思

• 多重管道傳遞海嘯警報

本次地震規模達7.7，美國西岸及阿拉斯加海嘯警報中心、太平洋海嘯警報中心皆發布海嘯警報，加拿大英屬哥倫比亞省及美國夏威夷州政府皆啟動疏散避難措施。所幸海嘯實際到達波高低於預期，並未造成傷亡及損失。

加拿大英屬哥倫比亞省及美國夏威夷州政府皆已建立海嘯警報傳遞系統，尤其夏威夷運用多重管道傳遞海嘯警報，並已建立網站可供民眾查詢海嘯需避難區域，其經驗及成果值得我國學習參考。

夏威夷海嘯緊急應變計畫已考量遠域海嘯及近域海嘯，當接獲海嘯警報或海嘯注意報(Tsunami Watch)時，明定海岸主管機關、港口租戶、船東分別應採取之應變作為，以及船隻在海嘯中、海嘯後之注意事項，可供我國研擬海嘯防災計畫之參考。

地震發生：UTC Oct 28, 2012 03:04 (夏威夷時間：Oct 27, 2012 16:04)

	Time (UTC)	Warning area	Warning message
3 min	Oct 28, 2012 03:07	Alaska/British Columbia/Canada/US West Coast	Public Tsunami Warning #1 (Mw7.1) (A tsunami warning is now in effect which includes the Coastal areas of British Columbia and Alaska from the north tip of Vancouver island, British Columbia.)
17 min	Oct 28, 2012 03:21	Hawaii	Tsunami Information Statement #1 (A destructive pacific-wide tsunami is not expected and there is no tsunami threat to Hawaii.)
30 min	Oct 28, 2012 03:34	Alaska/British Columbia/Canada/US West Coast	Public Tsunami Warning #2 The magnitude is updated to 7.7. The warning zone remains the same.
1 hr and 58 min	Oct 28, 2012 05:02	Alaska/British Columbia/Canada/US West Coast	Public Tsunami Warning #5 (The warning zones remain the same in this message. An advisory has been issued for the rest of British Columbia-south of the north tip of Vancouver island.)
2 hr and 5 min	Oct 28, 2012 05:09	Hawaii	Tsunami message #3 - Tsunami Warning (A tsunami warning is issued for the state of Hawaii. This upgrade is due to the sea level readings received and the resulting change in the Hawaii tsunami forecast.)
7 hr and 57 min	Oct 28, 2012 11:01	Hawaii	Tsunami message #10 - Tsunami Advisory The tsunami warning is now cancelled for the state of Hawaii. A tsunami advisory is issued for the state of Hawaii.
8 hr and 40 min	Oct 28, 2012 11:44	Alaska/British Columbia/Canada/US West Coast	Public Tsunami Advisory Canceled
10 hr and 54 min	Oct 28, 2012 13:58	Hawaii	Final Tsunami Advisory

震後時間 ↓

表6-2

加拿大外海地震海嘯警報發布歷程。

註：本篇完整報導收錄於NCDR災害防救電子報第089期，2012年12月出刊。

國家災害防救科技中心彙整2012年全世界與台灣相關的天然災害類型，編輯成天然災害年鑑，內容包括：台灣災害、國際颱風災害、寒害、乾旱、地震等。2012年全球災害分布，與過去趨勢相似，主要還是集中在亞洲地區，占全球天然災害事件一半以上，除歐洲寒害事件比例較高外，其餘各洲仍以颱風災害事件為主。根據EM-DAT統計資料，天然災害死亡人數以颱風災害為主，其次為地震災害，本年度死亡最嚴重的事件為菲律賓民答那峨，於12月遭受寶發(Bopha)颱風侵襲事件，造成死亡及失蹤人數高達一千九百餘人，雖然這數字仍高於2011年同樣在菲律賓民答那峨侵襲的瓦西(Washi)颱風。整體分析2012年全球災害，因為沒有發生巨型災害，依據UNISDR統計，災害死亡或受影響人數都低於過去10年(2002~2011)的平均值。

依據EM-DAT的統計，2012年前十大經濟損失災害事件，以美國紐約遭受颶風Sandy侵襲最為嚴重，其次是中國北京暴雨成災，經濟損失通常與受災地區的經濟發展與都市發展成高度相關，其中又以紐約與北京最具代表，兩者都是政經中心，造成的災害與經濟金融影響更巨大。聯合國在GAR2013 (Global Assessment Report on disaster Risk Rediction)報告中，對全球經濟組織指出：災害造成的經濟損失已經失控，且將持續發生，除非災害風險管理成為經濟投資的核心策略。

雖然2012年的災害比起最近幾年的災害，包括：2011年澳洲水災、東日本大震災、曼谷洪災；2010年海地地震；2009年莫拉克颱風。相對是比較平靜的一年，不過災害的衝擊並沒有停歇。在這段期間，更應該謹慎思考，面臨災害的準備工作是否停滯？本中心針對2012年面臨的災害與各國處置方式，歸納以下值得我們思考與後續推動防災的策略。

建立快速災情調查機制與資訊公開

目前國際重要災情，除當地政府提供資訊之外，還可以透過Google Crisis Response (<http://www.google.org/crisisresponse/>)網站發布災害資訊，最近幾場重要國際事件，包括：2012年菲律賓寶發(Bopha)颱風、2012年美國SANDY颶風、2011年泰國曼谷洪災等都可以透過Google Crisis Response災情資訊網站取得最新災區影像、避難收容資訊、災情分布等。目前國內仍缺少災情資訊整合平台，聯合勘災整合機制，有效率進行災情勘查與公布，達到災情公開透明，以減少災情不足引發猜測與不安。

建立海岸防災計畫，健全防災體系

東日本大震災，海嘯侵襲海岸地區，使全臺開始思考海嘯侵襲的防救計畫，但在Sandy颶風引發暴潮侵襲紐約及紐澤西海岸後，建議應將海嘯防救計畫的重點調整，涵蓋海岸遭受暴潮溢淹等災害類型，並納入離島、海域可能發生災害類型，研議完整海岸、海域災害管理體系與制度，以健全坡地災害、低窪地區洪水災害到海岸地區的海岸災害防救體系。

持續改善都會地區關鍵設施防洪能力

近年連續發生泰國曼谷洪災、韓國首爾洪災、北京淹水、紐約暴潮等都會型洪災，更早臺北也因為納莉颱風，淹水災情嚴重。探究其原因，都市建設快速發展，新舊設施並存，因應極端氣候條件，老舊設施防洪能力的改善非一蹴可幾。因此，都會區的防災因應對策，除加強災害預警、疏散撤離計畫外，針對關鍵設施(捷運、地下隧道、電力設施、通訊設備…等)，必須重點加強防護計畫，持續改善防洪能力與調適作為。

加強災害潛勢區位調查與研究

近年來發生災害的地點，例如：花蓮縣秀林鄉和中聚落土石流、高地淹水、甚至小林村的掩埋事件，我們對於這些地區的災害潛勢了解有限，或是尚未納入災害管理範圍，落實監測、預警、疏散機制。因此，應加強進行災害潛勢調查與研究，例如：高地淹水潛勢分析、大規模崩塌災害潛勢區位調查等，以利災前有效進行防災、減災規劃；災害應變階段，可有效監控災情分布，加速災害處理速度。

建立枯旱預警指標與水資源調配機制

美國與大陸的乾旱事件，皆為近年來相當嚴重的災情，不僅對民生用水受到限制，農業用水端缺，農作物欠收，甚至造成產業停頓或減產，因此付出龐大經濟損失的代價。因應氣候變遷可能造成豐水期雨量更多、枯水期雨更少的情境。故研發建立枯旱預警指標，及水資源調配機制，及早因應水資源不足之調配，遠離缺水之苦，並防止乾旱情況惡化。

擬定大規模地震(或極端災害事件)之因應對策

由東日本大震災之經驗，大規模地震造成複合型災害，引發重大傷亡及長遠的社會經濟衝擊，遠遠超越災害防救的情境範圍。我國都會區已高度發展，災害脆弱性增加，面臨大規模地震或是極端災害事件風險升高，現階段應積極整合地震相關領域之科技研發成果，推動都會區大規模災害事件防治計畫，以減少大規模災害造成之衝擊。

擬定大規模疏散撤離計畫

美國Sandy颶風撤離人數達30萬人以上，菲律賓寶發颱風撤離人數高達百萬人。災害所引發大規模疏散撤離行動，以及避難處災民需求，應於事前擬定好計畫，充分進行準備，才能因應高達數十萬人的撤離計畫。目前國內實務因應災害撤離人數未達類似規模。為此，因應大規模災害事件，我國須配合災害情境，研議大規模疏散撤離計畫，以處理未來可面臨發之大規模災害。

面對高齡化&災害弱勢的防救災問題

日本寒害，日本政府發現雪災受傷死亡人數中，65歲以上高齡者比例偏高，傷亡原因又以清除屋頂積雪等除雪作業不慎最多，因此日本政府積極製作除雪事故防治對策手冊，提倡社區成立除雪隊，以協助高齡者除雪，以降低傷亡風險。面臨高齡化社會的臺灣，強化社區防災能量，並對獨居老人等定期關懷與協助，可降低高齡化社會防救災問題。

歐債爆發後整體歐洲經濟呈現衰退現象，許多國家面臨高失業率的問題，人民經濟狀況變差，其中又以東歐及南歐的失業率較高。由於東歐為2012年雪災最嚴重的區域，死亡人口中遊民或無家可歸的流浪者人數最多。突顯經濟弱勢的民眾對抗極端氣候環境的劣勢，各國社會福利單位應加強這些民眾的收容照顧及關注。



發行人：陳亮全
總編輯：陳宏宇
顧問：陳樹群、葉克家
編輯委員：林李耀、李維森
主編：張志新
執行編輯：傅鏗漩、王俞婷、吳秉儒、吳啟瑞
：陳怡臻、黃俊宏
視覺設計：詹喬晴、傅鏗漩
審閱：于宜強、李中生、李香潔、柯孝勳
張子瑩、張志新、張駿暉、莊明仁
陳永明、傅金城、謝龍生、蘇文瑞
蘇昭郎
作者群：于宜強、王俞婷、朱吟晨、朱容練
江申、吳子修、吳佳容、吳宜昭
吳秉儒、吳亭燁、吳啟瑞、李文正
李沁妍、李宗融、李欣輯、李洋寧
林又青、林士堯、林欣弘、柯孝勳
柯明淳、張志新、張振璋、張智昇
張歆儀、張駿暉、陳永明、陳怡臻
陳秋雲、傅金城、傅鏗漩、黃明偉
黃成甲、黃柏誠、葉森海、劉淑燕
鄧敏政（依姓氏筆畫排序）
出版者：國家災害防救科技中心
地址：新北市新店區北新路三段200號9樓
電話：02-8195-8600
Website：<http://www.ncdr.nat.gov.tw>

國家災害防救科技中心 **2012年**
天然災害紀實

