

2023 NATURAL DISASTER YEARBOOK

天然災害紀實



2023
NATURAL DISASTER
YEARBOOK

天然災害
紀實



行政法人 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

主任序言

延續 2022 年由於長時間沒有颱風登陸或繞經本島的衝擊，水資源短缺的旱象問題一直持續到 2023 年上半年。因此，政府啟動了各項節水措施，直到 7 月杜蘇芮、8 月卡努及蘇拉…等連續幾個颱風，從外圍環流帶來豐沛的降雨挹注下，才解除了這個旱象的危機。

2023 年 8 月在太平洋生成的中度颱風海葵，結束了自 2019 年 8 月 24 日白鹿颱風登陸臺灣後 1,471 天，沒有颱風登陸的最長時間；在 8 月生成的卡努颱風雖然沒有登陸臺灣，但是其外圍環流引起的強降雨，卻在中部南投地區造成了嚴重的土砂災害。例如：塔羅灣溪的溪水暴漲，夾帶了上游崩塌地的大量土砂，隨著溪水的沖刷搬運，造成了廬山溫泉地區的河道，出現了嚴重淤積的現象，其山區多處道路也因為土石流的發生而出現中斷的災害事件。與過去 1994 年道格颱風、2004 年敏督利颱風、2008 年辛樂克颱風、2009 年莫拉克颱風、以及 2012 年 0610 豪雨事件等各種災情，如出一轍。

隨著暖化持續的升溫，2023 年的全球平均溫度再次打破自 1850 年有氣溫觀測以來的最高溫度，相較於百年均溫 (1901-2000 年) 高出 1.19 度之多。因為高溫的持續出現，引發了乾旱和野火等災害事件。例如：8 月 8 日在美國夏威夷茂宜島的野火事件，整個城鎮短時間一天之內遭受野火吞噬，造成至少百餘人的死亡。另外，2 月 6 日在土耳其與敘利亞邊境發生規模 7.8 的強烈地震事件，造成 5 萬多人的罹難。地震發生主要是因為阿拉伯板塊往東北擠壓，造成安納托利亞板塊 (Anatolian) 向西南側移動 3.5 公尺左右，由於地震發生在人口稠密的落後地區，又是震源 10 公里的淺層地震，因此傷亡相當嚴重。

在全球升溫極端天氣頻繁的情境下，天然災害的風險仍然無法避免。今年 2024 年，適逢 921 地震 25 周年、莫拉克颱風 15 周年，藉由回顧的活動中，持續的喚起大家在過去災害衝擊中的記憶，加強防災工作的精進，以及災防的韌性，希望未來面臨災害時，仍然能快速恢復正常的生活。●

陳宏宇

2024 年 3 月

CONTENTS



主任序言 003

PART I

全球災害概述

2023 年全球環境現象回顧 008

2023 年災害事件統計 009

PART II

臺灣災害篇

1 | 瑪娃颱風 018

2 | 杜蘇芮颱風 019

3 | 卡努颱風 020

4 | 蘇拉颱風 026

5 | 海葵颱風 027

6 | 小犬颱風 032

PART III

颱洪災害篇

1 | 利比亞風暴災害事件 038

2 | 剛果民主共和國與盧安達洪災 046

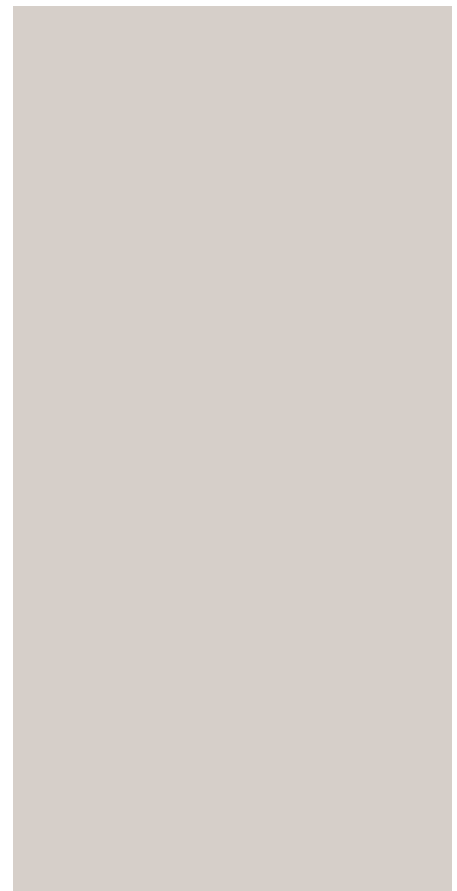
3 | 義大利洪災 054

4 | 中國京津冀洪災 062

5 | 紐西蘭嘉布瑞爾颶風 070

6 | 秘魯亞庫氣旋 076

7 | 美國加州洪災 082



PART IV

地震災害篇

- 1 | 土耳其地震 092
- 2 | 摩洛哥地震 100
- 3 | 阿富汗地震 108

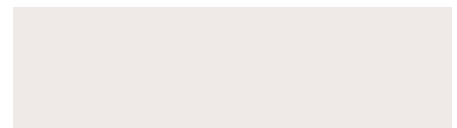
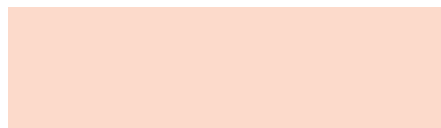
PART V

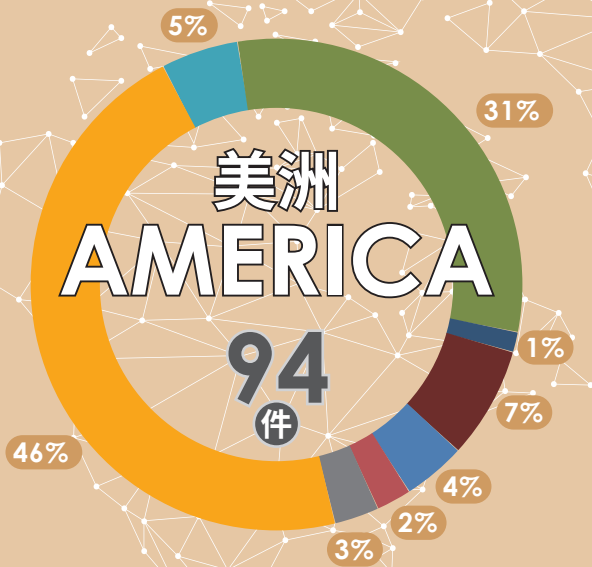
其他災害篇

- 1 | 夏威夷野火 116
- 2 | 冰島火山爆發危機 122

結語 132

參考網站 134





PART I
01 篇

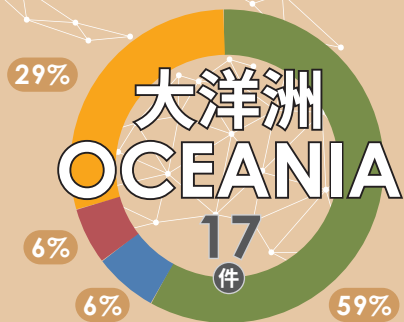
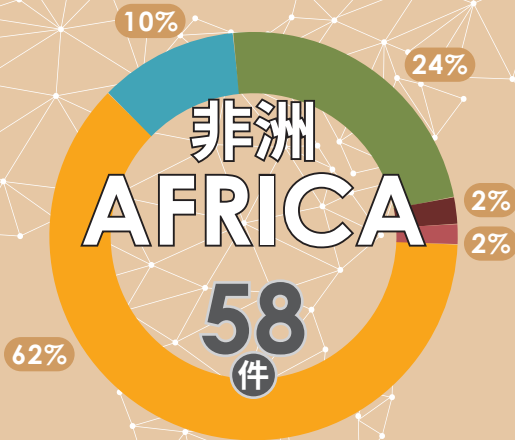
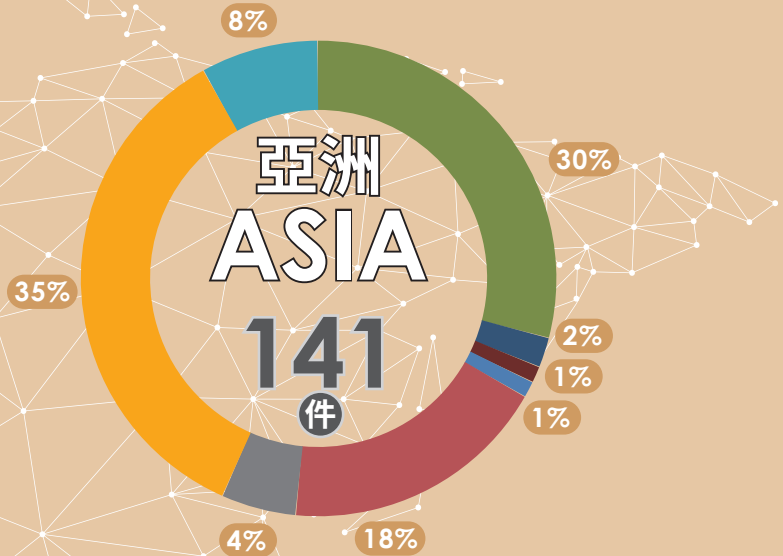
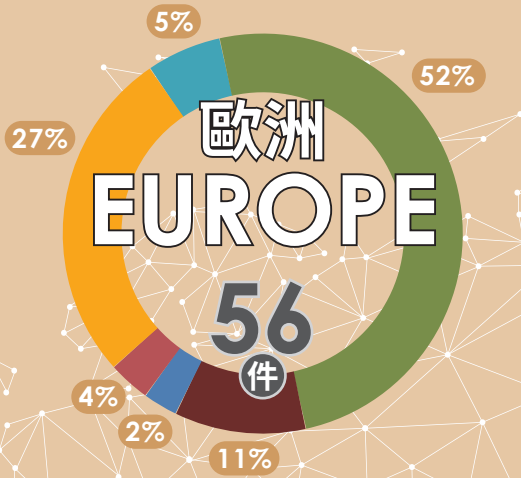
全球 災害 概述

Global Disaster Situation

| 本篇完整報導收錄災害防救電子報，第 225 期，2024 年 4 月出刊 |

2023 年重大天然災害事件分布

資料來源：EM-DAT、災防科技中心繪製



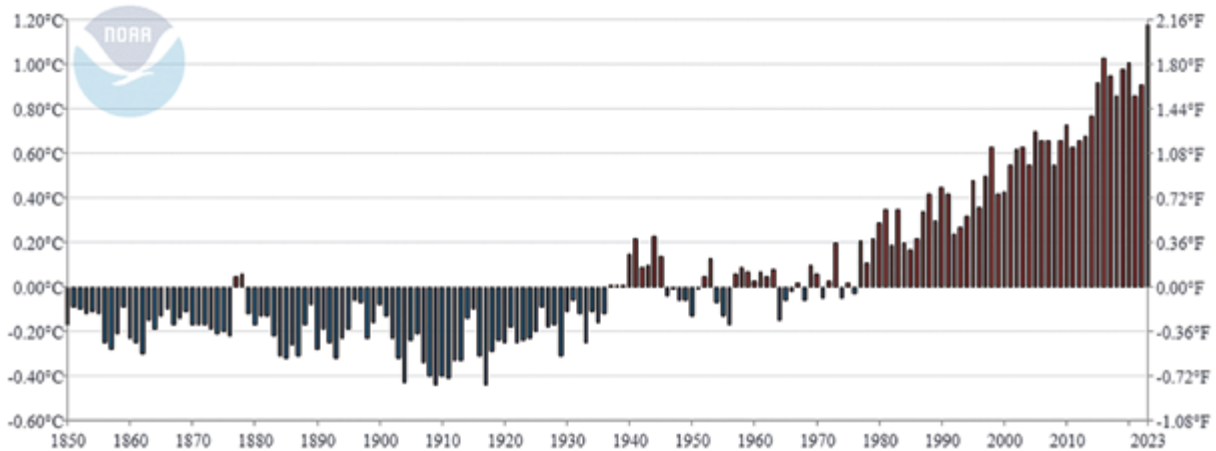
| 2023 年全球氣候現象回顧 |

2023 年全球平均溫度創新高

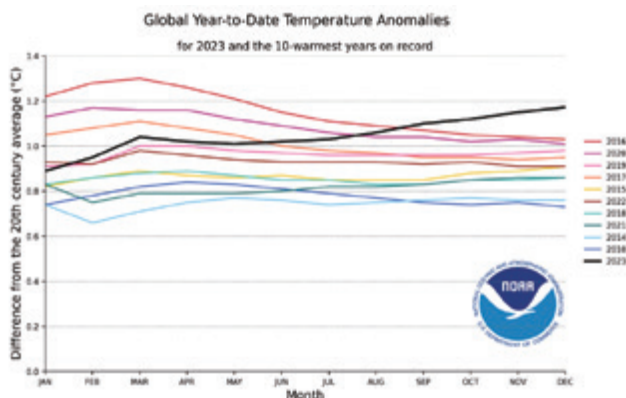
根據美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 報告顯示：2023 年全球陸地與海洋的平均溫度超越了自 1850 年以來的所有紀錄，達歷史新高。該年度的平均溫度比 20 世紀 (1901 年 -2000 年) 的平均溫度 13.9°C (57.0°F) 高出了 1.19°C (2.14°F)，並打破了 2016 年的高溫紀錄。不僅如此，在一年的溫度變化中，通常上半年的溫度高於下半

年，但是創下年均溫最高的 2023 年，月均溫在 4~5 月後即持續升高到年底，甚至 9 月至 12 月之月均溫中，是 1850 年以來的最熱月份。在空間上，2023 年異常高溫遍及全球各地，其中加拿大部分地區、美國南部、中美洲、南美洲、非洲、歐洲以及亞洲大部分地區的年度氣溫創歷史新高。

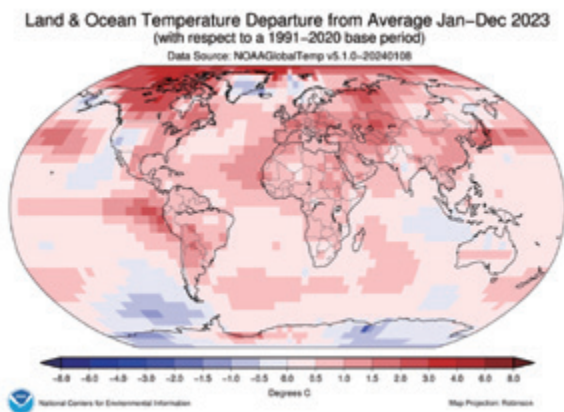
Global Land and Ocean
January-December Temperature Anomalies



1850 年至 2023 年全球溫度距平圖 (資料來源：NOAA)



2023 年與最熱 10 年之全球陸地與海洋之月均溫圖
(資料來源：NOAA)



2023 年陸地與海洋年均溫距平分布圖
(基期：1911-2020)(資料來源：NOAA)

| 2023 年災害事件統計 |

根據國際災害資料庫 (Emergency Events Database, EM-DAT) 統計¹：2023 年重大天然災害事件數²，總計 366 件，共造成 82,151 人死亡，約 7,939 萬人受到災害的影響，造成 1,598 億美元的經濟損失。

在 EM-DAT 的災害類型中，以洪水為最大宗 (40.7%)，若與颱風相關災害一同計算 (包括：洪水、崩塌與風暴)，占全部災害類型的 81%。2023 年災害事件中，地震災害造成死亡的人數最多，其次為風暴；災害影響的人數，以洪水事件影響最多人，其次為乾旱；風暴是 2023 年造成經濟損失最嚴重的災害類型，總計約 763 億美元。五大洲災害類型而言：亞洲受災次數最多，大洋洲最少；亞洲、美洲和非洲大多以遭受洪水災害為主；歐洲與大洋洲則多以風暴受災；以災害事件而言，森林大火集中在美洲與歐洲；地震災害主要發生在亞洲。

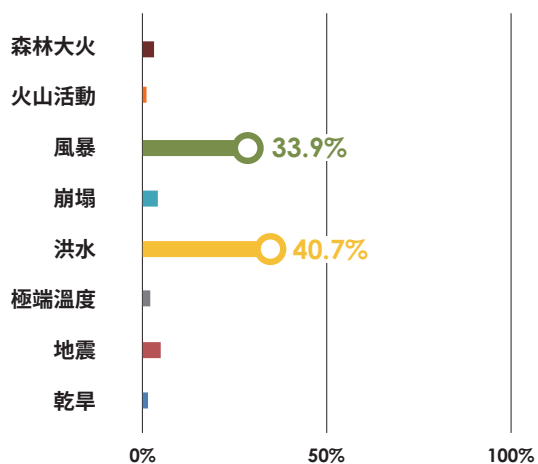
1. EM-DAT 取得資料時間為 2024 年 2 月 22 日。
2. EM-DAT 收錄重大災害事件標準包括：1. 死亡人數超過 10(含)人以上；2. 受影響人數 / 受傷人數超過 100(含)人以上；3. 國家宣布緊急狀態或呼籲國際援助；當上述災害事件標準缺漏時，會考量次要標準，包括重大災害或重大損失等字眼。

重大災害累積事件數、死亡人數、影響人數和損失統計

資料來源：EM-DAT、災防科技中心繪製

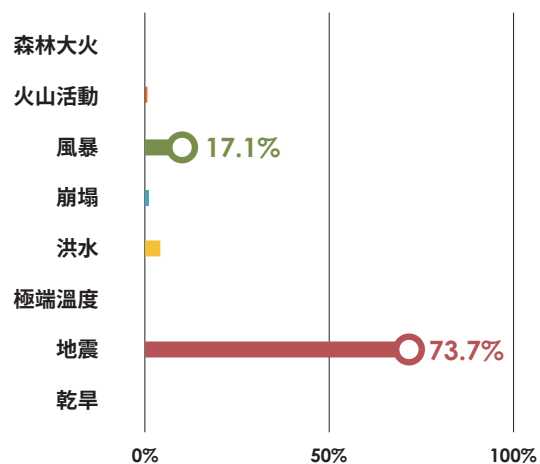
災害發生件數

366



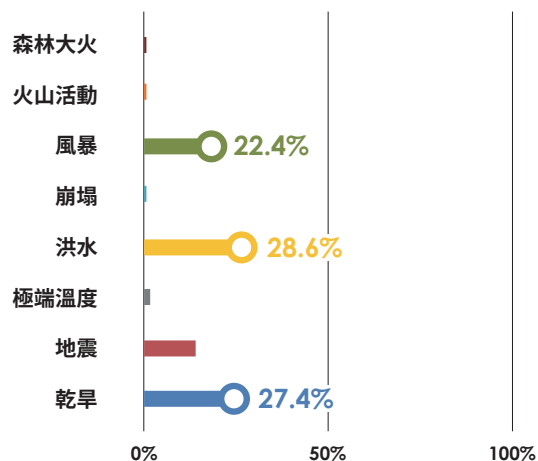
災害死亡人數

82,151



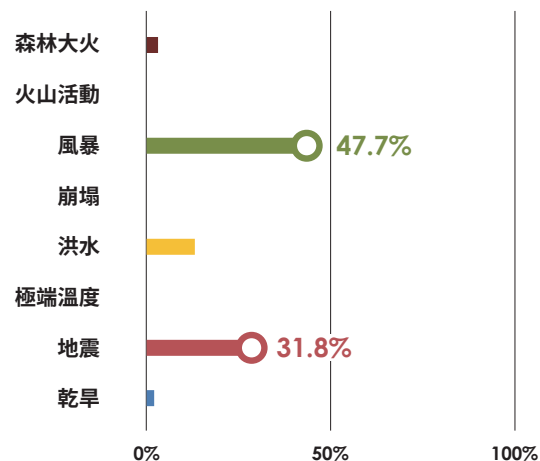
災害影響人數

7,939
萬人



災害經濟損失

1598.87
億美元



| TOP 10 災害死亡事件 |

在 2023 年十大災害死亡事件中，地震災害事件數較過去十年增加，其中，最嚴重的是土耳其的地震，該事件導致土耳其有 5.35 萬人喪生，其鄰近敘利亞亦有 4,500 人喪生（整場事件有 5.8 萬人不幸罹難）。排序第四為摩洛哥地震，造成 2,946 人死亡，第五為阿富汗地震，造成 2,000 人死亡。排序第二的是利比亞風暴災害，地中海的 Daniel 風暴在利比亞引發了創紀錄的強降雨，導致兩座水壩潰壩，造成下游城市德爾納約 1 萬 2 千餘人喪生。

2023 年十大災害死亡人數統計（資料來源：EM-DAT）

	日期	國家	致災類型	死亡人數
1	2/6	土耳其 (含敘利亞)	地震	58,037 *
2	9/10~9/11	利比亞	風暴 -Daniel	12,352
3	5/2~5/5	剛果民主 共和國	洪水	2,970
4	9/8	摩洛哥	地震	2,946
5	10/7	阿富汗	地震	2,000
6	3/11~3/13	馬拉威	風暴 -Freddy	679
7	8/12~8/15	印度	洪水	328
8	5月~6月	葉門	洪水	284
9	6/25~7/13	印度	洪水	208
10	6/25~8/7	巴基斯坦	洪水	196

★ 資料來源：土耳其 (53,537 人) 採用 World Bank；敘利亞 (4,500 人) 採用 EM-DAT

| TOP 10 災害經濟損失事件 |

2023 年災害經濟損失統計，以土耳其（含敘利亞）2 月遭受強震損失最為嚴重，總損失 431 億美元，這金額也是歷年全球地震災害事件中，**排序第四大**³。其次為利比亞 Daniel 風暴，造成 190 億美元損失。排名第三為墨西哥 Otis 風暴，造成 150 億美元損失。十大災害事件中，美國災害事件**共有四起**⁴，包括：排名第五、第八、第九的風暴事件，以及第十的美國夏威夷茂宜島的野火事件，也是美國有紀錄的野火事件中，死傷最嚴重的一次。

2023 年十大災害經濟損失統計（資料來源：EM-DAT）

	日期	國家	致災類型	經濟損失 (億美元)
1	2/6	土耳其 (含敘利亞)	地震	431 *
2	9/10~9/11	利比亞	風暴 -Daniel	190 ☆
3	10/25~10/26	墨西哥	風暴 -Otis	150
4	5/16~5/20	義大利	洪水	97.5
5	6/10~6/17	美國	風暴	84
6	2/13-2/15	紐西蘭	風暴 -Gabrielle	82 ◆
7	9/8	摩洛哥	地震	70
8	3/1~3/3	美國	風暴	60
9	3/30~4/3	美國	風暴（龍捲風）	55
10	8/9~8/10	美國 (夏威夷)	野火	55

★ 資料來源：土耳其 (342 億美元) 採用 World Bank；敘利亞 (89 億美元) 採用 EM-DAT

☆ 資料來源：OCHA

◆ 資料來源：New Zealand Defence Force

3. 歷年地震災害損失依序為 2011 年東日本大震災 (2,100 億美元)；1995 年日本阪神地震 (1,000 億美元)；2008 年中國汶川地震 (850 億美元)；2023 年土耳其地震（含敘利亞）(431 億美元)；2016 年日本熊本地震 (384 億美元)。
4. 2023 年重大災害，單一國家災害損失最多為美國，造成約 550.6 億美元損失，包含 22 場重大災害事件。

廬山溫泉會館

PART II

02 篇

位於南投縣仁愛鄉的廬山溫泉區，曾在 2008 年辛樂克颱風，因溪水暴漲，夾帶大量上游土砂傾洩而下，造成塔羅灣溪河道嚴重淤積，進而溢淹至河道兩側的溫泉會館；而 2023 年卡努颱風後又舊事重演，本圖為災防科技中心於 8 月 22 日前往廬山溫泉區拍攝當地的現況，可明顯看到溪床遭土砂淤積抬高，影響至鄰近溫泉會館（資料來源：災防科技中心）

臺灣

災

Disaster in Taiwan

害





位於南投縣仁愛鄉南豐村台 14 線上的聖本篤加油站，自 1999 年 921 大地震到 2023 年的卡努颱風，已七度遭土石流重創，號稱全臺最悲情的加油站；本圖為災防科技中心於 2023 年 8 月 22 日前往當地拍攝災後現況，目前加油站已恢復營運（資料來源：災防科技中心）



瑪娃颱風 MAWAR

杜蘇芮颱風 DOKSURI

卡努颱風 KHANUN

2023 臺灣颱風事件

Disasters in Taiwan

蘇拉颱風 SAOLA

海葵颱風 HAIKUI

小犬颱風 KOINU



5月

瑪娃颱風
MAWAR



7月

杜蘇芮颱風
DOKSURI



8月

卡努颱風
KHANUN

8月

蘇拉颱風
SAOLA



9月

海葵颱風
HAIKUI



10月

小犬颱風
KOINU

2023 各颱風路徑與時序圖

東海

杜蘇芮颱風

影響期間：7/24, 20:30 – 7/28, 17:30

農損金額：3 億 7,996 萬元

1 人死亡、2 人受傷，南部、東部及離島澎湖、金門受災



連江縣

彭佳嶼

卡努颱風

影響期間：8/1, 20:00 – 8/6, 00:00

農損金額：2 億 3,809 萬元

以南投縣仁愛鄉受災最為嚴重

宮古島

石垣島

瑪娃颱風

影響期間：5/29, 20:30 – 5/31, 17:30

全臺無造成傷亡損失

海葵颱風

影響期間：9/1, 21:00 – 9/5, 09:00

農損金額：14 億 1,563 萬元

143 人受傷，繼 4 年來第 1 個登陸臺灣

小犬颱風

影響期間：10/2, 23:00 – 10/6, 12:00

農損金額：5 億 7,595 萬元

1 人死亡、399 人受傷，重創蘭嶼

蘇拉颱風

影響期間：8/28, 23:30 – 8/31, 14:30

西南部沿海海潮溢淹

臺灣海峽

澎湖縣

巴士海峽

金門縣

整體概述

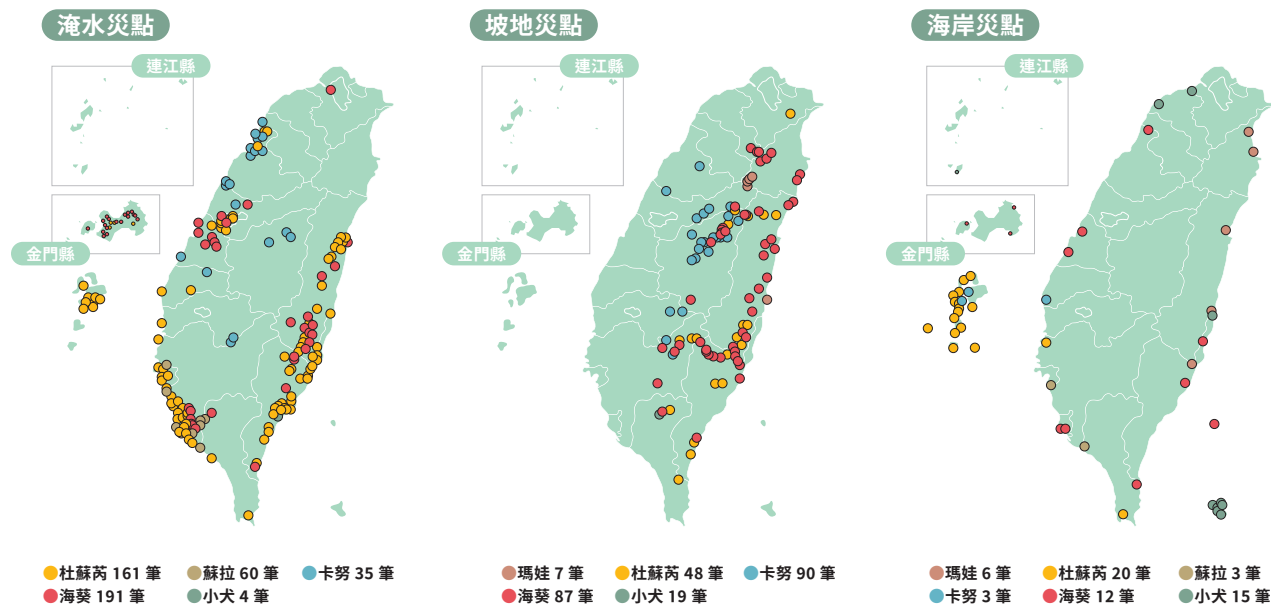
臺灣在 2023 年經歷了「瑪娃颱風」、「杜蘇芮颱風」、「卡努颱風」、「蘇拉颱風」、「海葵颱風」及「小犬颱風」等 6 場事件，共造成 251 處坡地災害、419 處淹水災害及 59 處海岸災害。

綜整 2023 年災情分析紀錄，年度較為嚴重的事件包含：7 月「杜蘇芮颱風」造成 1 人死亡、2 人受傷，農業損失高達 3

億 7,996 萬元，全臺 67,338 戶停電。8 月「卡努颱風」造成全臺農損達 2 億 3,809 萬元，34,126 戶停電，90 筆坡地災害，主要在南投縣仁愛鄉，尤其是塔羅灣溪溪水暴漲，發生土石流災害，重創廬山溫泉區。9 月「海葵颱風」造成全臺 143 人受傷，農業損失高達 14 億元以上，屏東縣釋迦、香蕉等農作物受損嚴重。南投縣仁愛鄉塔羅灣溪與支流馬

海溪再度山洪暴發，廬山溫泉吊橋以下土砂淤積嚴重，導致居民、遊客受困多日。10 月「小犬颱風」共造成 1 人死亡、399 人受傷，全臺 465,054 戶停電、6,015 戶停水。蘭嶼鄉災情最為嚴重，破紀錄的強風造成全島斷電以及斷訊，學校、民宿、民宅也遭強風、暴雨摧殘不堪，開元港船隻翻覆損毀，造成當地損失慘重。

各颱風事件造成災害點位分布圖

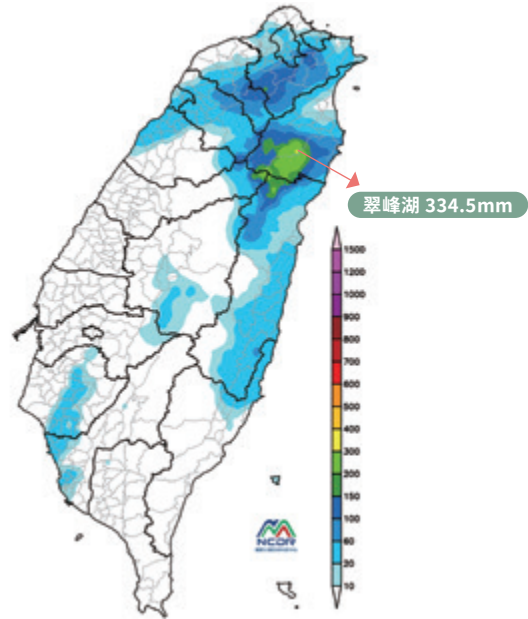


| 瑪娃颱風 |

第一個發布 海上颱風警報之颱風

中度颱風瑪娃是氣象署在 2023 年發布的第一個颱風（編號第 2 號，國際命名 MAWAR）。根據瑪娃颱風警報發布期間（5 月 29 日 20 時 30 分至 5 月 31 日 17 時 30 分）之累積雨量，整場累積雨量前三名分別發生在宜蘭縣大同鄉的翠峰湖 (C0U960)334.5 毫米、臺中市和平區的南湖圈谷 (C0F0E0)257 毫米及宜蘭縣大同鄉的太平山 (1)(01U560)227 毫米。

瑪娃颱風期間曾造成國內航線取消 28 班、海運停航 10 航線以及台 7 甲線部分道路遭落石阻斷，無人員傷亡。在海岸災害部分，主要為人員落海以及浪襲淘刷岸線與基礎設施為主。



瑪娃颱風警報期間累積雨量分布圖
(資料來源：氣象署；製圖：災防科技中心)

TOP
10

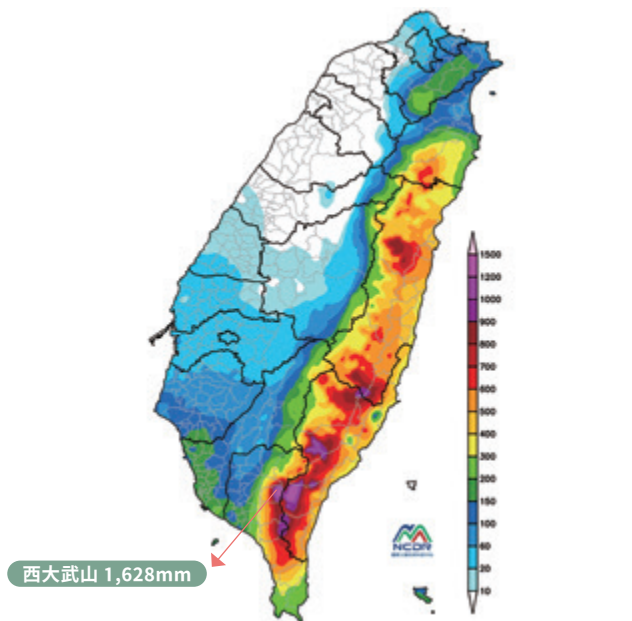
位置	測站名	雨量 (毫米)
宜蘭縣大同鄉	翠峰湖 (C0U960)	334.5
臺中市和平區	南湖圈谷 (C0F0E0)	257.0
宜蘭縣大同鄉	太平山 (1)(01U560)	227.0
臺中市和平區	審馬陣 A(C0F0D0)	212.5
宜蘭縣大同鄉	太平山 (C0U710)	207.0
宜蘭縣大同鄉	多加屯 (C0UA20)	198.5
新北市三峽區	熊空山 (01AG10)	198.0
臺中市和平區	桃山 (C0F9Y0)	177.0
臺北市南港區	茶場 (A1AD70)	172.5
宜蘭縣大同鄉	留茂安 (01U070)	170.0

杜蘇芮颱風

造成南部、東部
及離島澎湖、金門受災

中度颱風杜蘇芮(編號第5號,國際命名DOKSURI),根據杜蘇芮颱風警報發布期間(7月24日20時30分至7月28日17時30分)之累積雨量,整場降雨以宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣、屏東縣等地區降雨量累積較多,整場累積雨量破千的測站依序為:屏東縣泰武鄉西大武山測站(C1R610)1,628毫米、臺東縣太麻里鄉金針山測站(O1S680)1,087毫米、屏東縣春日鄉大漢山測站(C0R440)1,080.5毫米、臺東縣卑南鄉利嘉林道測站(C1SA50)1,045.5毫米。

杜蘇芮颱風期間,統計共有161筆淹水災點,影響13個縣市,災害點位最多的為:臺東縣、高雄市和花蓮縣。此外,外島澎湖縣與金門縣亦有淹水災害通報。彙整農村水保署、公路局、新聞媒體及現勘資料,杜蘇芮颱風造成48筆坡地災害。根據資料顯示蒐集20筆杜蘇芮颱風所造成的海岸災害,分別位於澎湖縣16筆、臺南市1筆、屏東縣1筆,又以澎湖地區受災

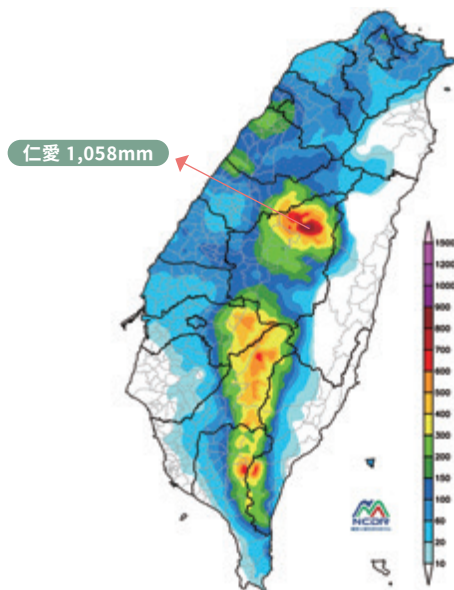


杜蘇芮颱風海上颱風警報期間累積雨量分布圖
(資料來源:氣象署;製圖:防災科技中心)

TOP
10

位置	測站名	雨量(毫米)
屏東縣泰武鄉	西大武山(C1R610)	1,628.0
臺東縣太麻里鄉	金針山(O1S680)	1,087.0
屏東縣春日鄉	大漢山(C0R440)	1,080.5
臺東縣卑南鄉	利嘉林道(C1SA50)	1,045.5
花蓮縣富里鄉	富里(C0T9N0)	986.5
花蓮縣富里鄉	明里(01T720)	905.0
花蓮縣秀林鄉	荖溪(C1Z140)	867.0
臺東縣延平鄉	上里(01S570)	849.0
花蓮縣卓溪鄉	清水林道(C0Z320)	840.5
花蓮縣富里鄉	六十石山(01T9J0)	833.0

最為嚴重。依據農業部杜蘇芮颱風農業災情報告，截至8月2日17時止，全臺的農業產物及民間設施估計損失高達3億7,996萬元。其中損失最嚴重的縣市依序為(1)嘉義縣損失1億275萬元、(2)高雄市損失9,665萬元、(3)屏東縣損失7,898萬元、(4)花蓮縣損失2,954萬元以及(5)澎湖縣損失2,583萬元。杜蘇芮颱風還造成嚴重的漁業損失，估計損失金額約1億2256萬元，以牡蠣及海鱺魚受損最嚴重。畜產損失為31萬元。另外，民間設施損失約1,894萬元，包含911萬元的漁業設施損毀、876萬元的農業設施破壞、畜禽設施損失82萬元，農田流失及埋沒則損失24萬元。



卡努颱風警報期間累積雨量分布圖
(資料來源：氣象署；製圖：災防科技中心)

卡努颱風

造成中南部災害，
尤以南投縣仁愛鄉最為嚴重

中度颱風卡努(編號第6號，國際命名KHANUN)，今年7月28日2時在關島西南方海面生成，8月1日向西北西轉西移動，朝臺灣北部海面接近，8月1日20時30分發布海上颱風警報。8月2日17時30分，暴風圈逐漸接近臺灣北部近海，對臺灣北部構成威脅，發布陸上颱風警報。8月3至4日颱風於臺北東北東方海面

TOP 10	位置	測站名	雨量(毫米)
	南投縣仁愛鄉	仁愛(C0I390)	1,058.0
	南投縣仁愛鄉	廬山(C0I010)	880.5
	南投縣仁愛鄉	南豐(88H890)	864.0
	屏東縣泰武鄉	西大武山(C1R610)	834.0
	南投縣仁愛鄉	萬大(C1I020)	806.5
	南投縣仁愛鄉	精英(81HA90)	763.5
	南投縣仁愛鄉	奧萬大(C1I320)	737.0
	南投縣仁愛鄉	惠蓀(2)(00H810)	683.0
	嘉義縣阿里山鄉	十字(C1M640)	675.5
	南投縣信義鄉	新高口(C1I440)	645.5

緩慢移動，暴風圈於8月3日17時左右短暫接觸臺灣東北角陸地。8月4日颱風向東北轉東北東移動，8月4日11時30分解除海上颱風警報。

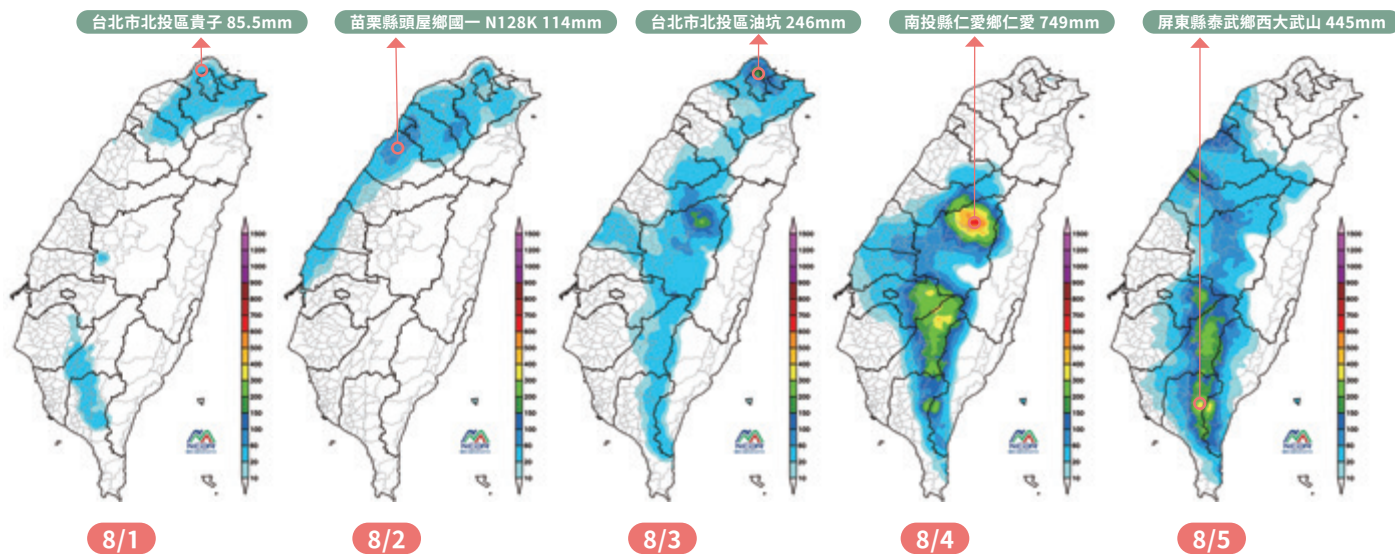
根據卡努颱風影響期間(8月1日20時至8月6日0時)的總累積及日累積雨量統計，最大累積雨量是南投縣仁愛鄉仁愛(C0I390)測站的1,058毫米。由日累積雨量可以發現，卡努颱風初期降雨發生在北部，後續強烈降雨發生在8月4日、8月5日，集中在南投、嘉義、高

雄及屏東山區，8月4日最大累積雨量是仁愛(C0I390)測站749毫米、8月5日最大累積雨量是西大武山(C1R610)測站445毫米。

且卡努颱風影響期間1小時、3小時、6小時、24小時的最大雨量都發生在仁愛鄉，依序是精英(81HA90)測站1小時141.5毫米、楓樹林(C1I330)測站3小時292.5毫米、楓樹林(C1I330)測站6小時486毫米、仁愛(C0I390)測站24小時885.5毫米。

8/1-8/6 之日累積雨量分布圖

(資料來源：氣象署；製圖：災防科技中心)



災害紀錄

| 淹水災害

卡努颱風期間(災點統計自8月1日20時至8月6日8時止)統計各部會署之淹水災情資訊,共有34處淹水災點,分布於新竹市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、南投縣、彰化縣、雲林縣與高雄市。積淹水災情主要發生在西半部沿海地區,主要是短延時強降雨和天文大潮引發海水倒灌。

| 坡地災害

彙整行政院農業部農村發展與水土保持署(後簡稱:農村水保署)、公路局、新聞媒體及現勘資料,卡努颱風造成90筆坡地災害,重點災害地區為南投縣仁愛鄉。

南投縣仁愛鄉之台14線及 廬山溫泉區之土石流災害

編號投縣 DF013 土石流潛勢溪流:該潛勢溪流位於台14線71K聖本篤加油站後方,於8月4日約17時發生土石流災害,加油站後方野溪遭土石流沖刷兩岸,土砂掩埋加油站及部分便利商店,並往台14線往兩側漫延堆積,潛勢溪流

既有橫向構造物未遭嚴重破壞,但溪床淤積嚴重。共造成道路掩埋長度約450公尺、遭土砂掩埋建物2棟、土砂流入建物約10棟。

編號投縣 DF011 土石流潛勢溪流:該潛勢溪流位於台14線72.1K下眉橋處,於8月4日16時,發生崩塌及土石流災情,大量土石堆積在部落道路、台14線及既有溪流及建物上。造成道路掩埋長度約150公尺、房屋遭土砂侵入約5棟。

廬山溫泉區:曾於2008年辛樂克颱風期間,引發塔羅灣溪溪水暴漲並夾帶上游崩塌地大量土砂,造成廬山溫泉吊橋以下河道嚴重淤積,土砂堆積高度達8公尺,不僅將原有約20公尺寬的河道填滿,更淤滿河岸兩側(約80公尺寬)的原有道路及建築物的一樓,並將溫泉橋淹沒,造成馬赫坡部落對外交通一度中斷。根據災後調查資料顯示,土砂來源除塔羅灣溪上游因崩塌土砂運移至廬山溫泉區外,馬海濮溪上游集水區亦因強降雨致嚴重崩塌,大量的土砂運移至廬山溫泉區停淤,合計約有600,000立方公尺土砂。且廬山溫泉後山的馬赫坡部落也受災嚴重,部落內多條農路受破壞。



投縣 DF011 災後情形
(資料來源：災防科技中心)



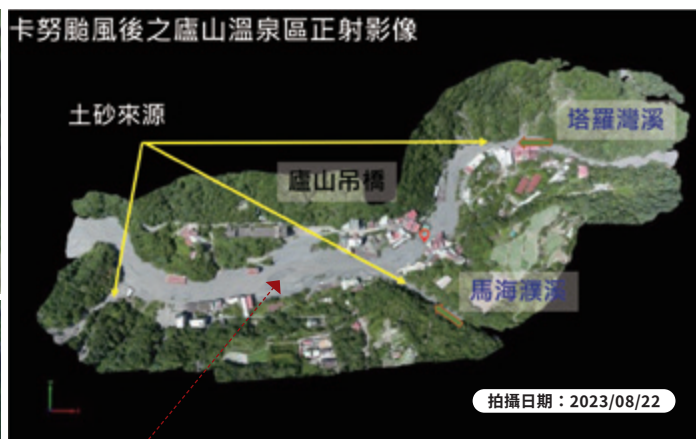
投縣 DF013 災後情形
(資料來源：災防科技中心)



土石流潛勢溪流編號 DF011 與 DF013 的相對位置圖 (資料來源：3D 災害潛勢地圖)



辛樂克颱風前後之塔羅灣溪衛星與航照影像



塔羅灣溪河堤與鄰近溫泉旅館已被土砂溢淹

廬山溫泉區不同期衛星及航照影像 (資料來源：災防科技中心)



防災科技中心過去在 2009 年 9 月 10 日 (2008 年辛樂克颱風後)，曾前往位於南投縣仁愛鄉的廬山溫泉區進行災後調查；十多年後，在卡努颱風後，2023 年 8 月 22 日，我們再次前往現地勘查紀錄，可明顯看到塔羅灣溪的溪床又再度淤高，鄰近兩側的溫泉會館部分樓層，皆已遭土砂掩埋 (資料來源：防災科技中心)



箔子寮漁港 8 月 5 日港區溢淹情形 (資料來源：箔子寮漁港安檢所提供)

| 海岸災害

根據資料顯示共有 3 筆卡努颱風所造成的海岸災害，分別位於澎湖縣 2 筆 (馬公市及白沙鄉)、雲林縣 1 筆 (四湖鄉箔子寮)，主因為颱風影響期間適逢**近地點大潮**¹，災點多為高潮位所引發的海水倒灌。

1. 近地點大潮：是指月球在公轉軌道上距離地球最近的時期，對於潮汐的引力會較大，兩種作用互相加乘，會產生一年之中相對較高的高潮位。

| 農業損失

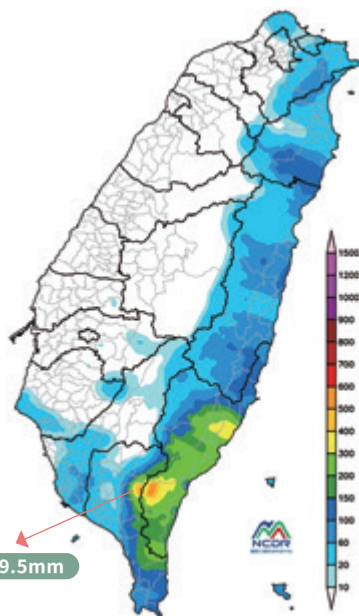
依據農業部卡努颱風農業災情報告，受颱風影響，截至 8 月 11 日 17 時止全臺的農業產物及民間設施估計損失高達 2 億 3,809 萬元。此次以南投縣損失 1 億 7,339 萬元、屏東縣損失 2,391 萬元、高雄市損失 1,705 萬元及苗栗縣損失 1,231 萬元，損失較為嚴重。

| 蘇拉颱風 |

適逢年度大潮， 西南部沿海發生海潮溢淹

強烈颱風蘇拉（編號第 09 號，國際命名 SAOLA），警報發布期間（8 月 28 日 23 時 30 分至 8 月 31 日 14 時 30 分），根據整場累積雨量發現，28 日至 29 日有零星降雨分布於山區及花東地區，30 日至 31 日降雨集中於東北角、宜花東及屏東地區，少部分落在彰化以南地區。整場降雨以東北角、宜花東以及高屏等地區降雨量累積較多，整場累積雨量前三名測站依序為：屏東縣泰武鄉西大武山測站（C1R610）619.5 毫米、臺東縣東河鄉七塊厝測站（C0S950）435 毫米、臺東縣東河鄉東河測站（C0S810）386 毫米。

根據資料顯示，共有 51 筆蘇拉颱風所造成的海岸災害，分別位於雲林縣 1 筆、臺南市 31 筆、高雄市 17 筆、屏東縣 1 筆、澎湖縣 1 筆。由於颱風影響期間適逢近地點大潮，多數港區因滿潮位較高，有海水倒灌現象，包括雲林縣箔子寮漁港、嘉義縣布袋、臺南市安平路、臺南市安南區城西街、高雄市旗津、屏東縣東港的東津里及福德里等地，皆有海水倒灌的情形。



西大武山 619.5mm

蘇拉颱風海上颱風警報期間累積雨量分布圖
(資料來源：氣象署；製圖：災防科技中心)

TOP
10

縣市 / 測站	8/31 測得 最大潮高 (公尺)	歷史最大 天文潮 (公尺)
雲林 / 麥寮	2.72	2.56
雲林 / 箔子寮	2.56	2.50
嘉義 / 塭港	2.00	1.54
嘉義 / 東石	2.13	1.77
臺南 / 將軍	1.75	1.39
高雄 / 永安	1.30	1.17
高雄 / 高雄	1.37	1.08
屏東 / 東港	1.71	1.27
屏東 / 小琉球	1.24	0.98
澎湖 / 吉貝	2.15	2.11

海葵颱風

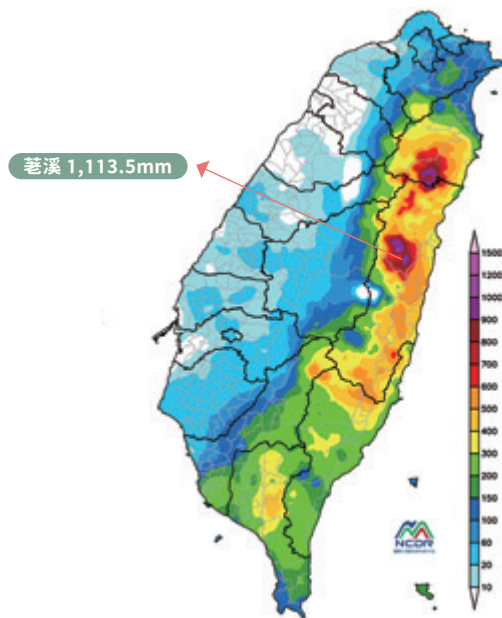
繼 2019 年白鹿颱風後，超過 4 年來第一個登陸本島陸地，亦是本年度最嚴重的農損事件，南投縣仁愛鄉亦傳出二次土砂災害

海葵颱風在臺東縣登陸，因此導致臺灣東半部地區出現強風豪雨。颱風影響期間（9 月 1 日 21 時至 9 月 5 日 9 時，共 84 小時），降雨主要發生在臺灣東半部地區及屏東縣山區。其中，位於登陸地點北側的花蓮縣，因颱風螺旋雨帶及外圍環流雨帶移入影響，持續有強降雨發生，花蓮縣秀林鄉的總累積雨量高達 1,113.5 毫米。累積降雨第二大的縣市為宜蘭縣，主要為颱風外圍雨帶不斷移入所造成的間歇性降雨，導致大同鄉出現 730 毫米的總雨量。

災害紀錄

淹水災害

海葵颱風期間（災點統計於 9 月 1 日 17 時 20 分至 9 月 6 日 19 時止）統計各部會署之淹水災情資訊，共有 188 淹水災點，分布於臺北、臺中、彰化、高雄、屏東、花蓮和臺東，連離島金門也有淹水災情傳出。



海葵颱風影響期間累積雨量分布
(資料來源：氣象署；製圖：災防科技中心)

TOP
10

位置	測站名	雨量 (毫米)
花蓮縣秀林鄉	荖溪 (C1Z140)	1113.5
花蓮縣秀林鄉	布洛灣 (C1T830)	940.5
花蓮縣萬榮鄉	太安 (C1T950)	938.5
花蓮縣秀林鄉	天祥 (C0T820)	899.0
花蓮縣萬榮鄉	西林 (01T560)	853.0
花蓮縣秀林鄉	和平林道 (C0Z220)	817.5
花蓮縣玉里鎮	赤柯山 (C0Z290)	801.0
花蓮縣秀林鄉	龍澗 (C1T980)	760.5
花蓮縣萬榮鄉	大觀 (C1T940)	731.0
宜蘭縣大同鄉	太平山 (1(01U560)	730.0

坡地災害

彙整農村水保署、公路局、新聞媒體及現勘資料，海葵颱風造成 87 筆坡地災害，主要集中在東部與中部區域。

南投仁愛鄉

南投縣仁愛鄉廬山溫泉 8 月因卡努颱風重創，導致塔羅灣溪與支流馬海濮溪山洪暴發，廬山溫泉吊橋以下土砂淤積嚴重，廬山溫泉區河岸兩旁多處旅館溢淹達兩層樓高，通往對岸馬赫坡部落的重要橋梁溫泉彩虹橋也遭洪水吞沒，加上其他農路多處中斷，導致居民、遊客受困，還須藉由特搜隊以繩索吊掛緊急救援。為能恢復馬赫坡聚落對外交通，南投縣政府投入復原重建工作。

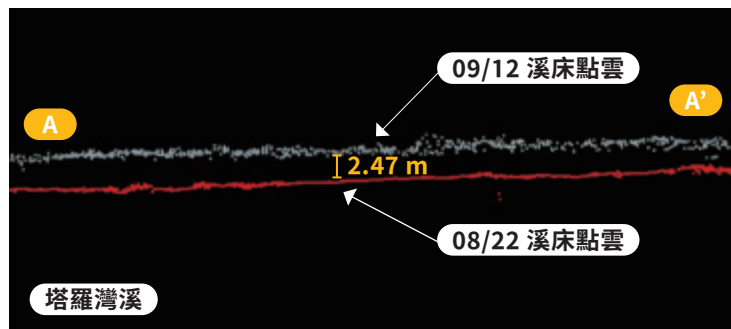
而海葵颱風雖然僅在廬山溫泉區帶來 202 毫米的累積雨量，但又造成塔羅灣溪溪水暴漲，水位直逼廬山吊橋橋面，在廬山溫泉區造成二次土砂溢淹的災害，根據經濟部水利署第四河川分署估計至少 10 萬立方公尺土石淤積。





廬山溫泉區已多次受到颱風豪雨事件重創，災防科技中心定期進行災害環境特性紀錄與追蹤；近三次現勘時間分別為 2021 年 1 月 21 日，以及 2023 年於卡努颱風災後 (8/22) 與海葵颱風災後 (9/12)，記錄塔羅灣溪河道土砂淤積情形 (資料來源：災防科技中心)

災防科技中心已分別於卡努颱風災後 (2023/08/22) 與海葵颱風災後 (2023/09/12)，進行正射影像拍攝及三維建模。根據兩期影像之點雲分析結果，廬山吊橋以下 (A-A' 縱斷面) 河床土砂淤積上升約 2.47 公尺。



縱斷面溪床抬升約 2.47 公尺



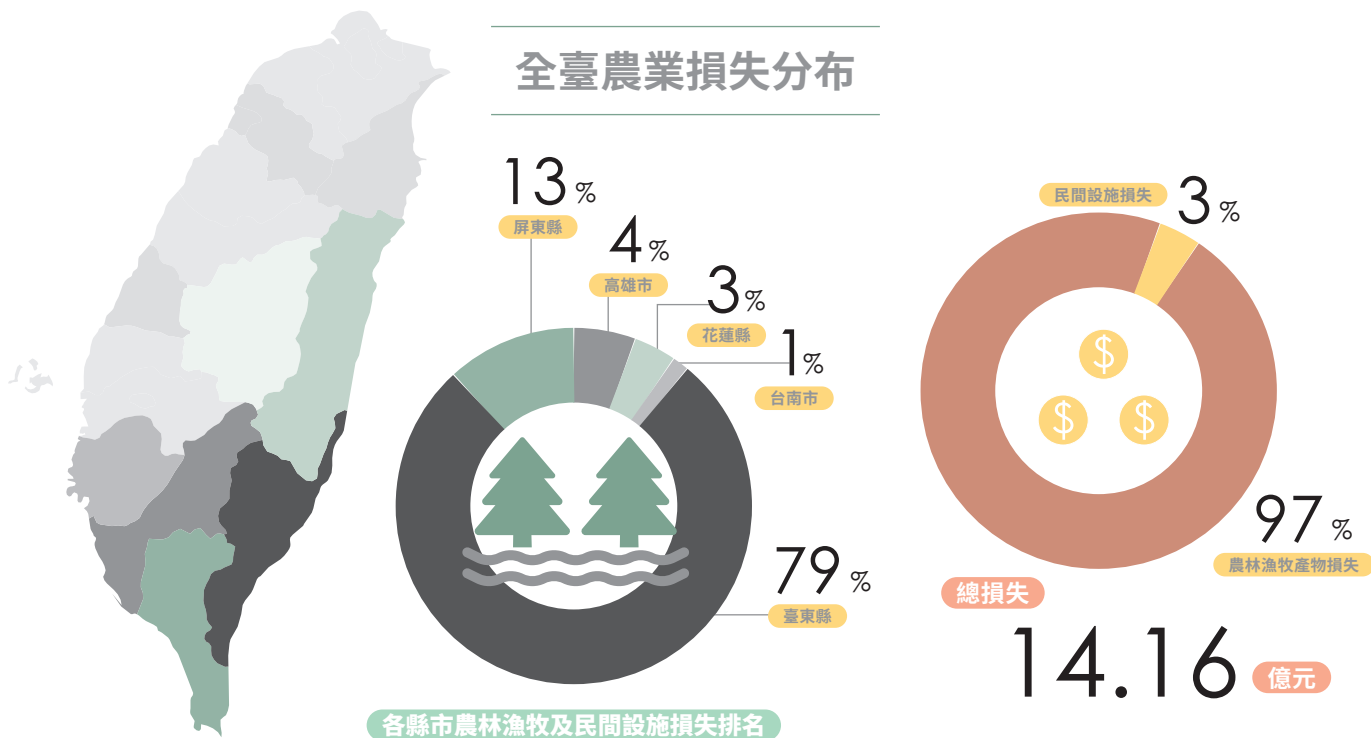
海葵颱風災後之塔羅灣溪河床淤積分析

| 海岸災害

根據應變管理資訊雲端服務 (EMIC) 及新聞媒體報導，共蒐集 13 筆海葵颱風所造成的海岸災害，分別位於新竹縣 1 筆、彰化縣 2 筆、雲林縣 1 筆、高雄市 2 筆、屏東縣 1 筆、臺東縣 4 筆、金門縣 2 筆。因颱風影響期間仍適逢近地點大潮，因此多處低窪及港區有海水倒灌現象，例如：雲林箔子寮漁港、彰化塭仔港等地。

| 農業災情

依據農業部海葵颱風農業災情報告，受颱風影響，截至 9 月 12 日 17 時止全臺的農業產物及民間設施估計損失高達 14 億 1,563 萬元，為本年度最嚴重的農損事件。又以臺東縣損失高達 11 億 920 萬元，最為嚴重。其次屏東縣損失 1 億 8,457 萬元、高雄市損失 5,439 萬元及花蓮縣損失 4,748 萬元。

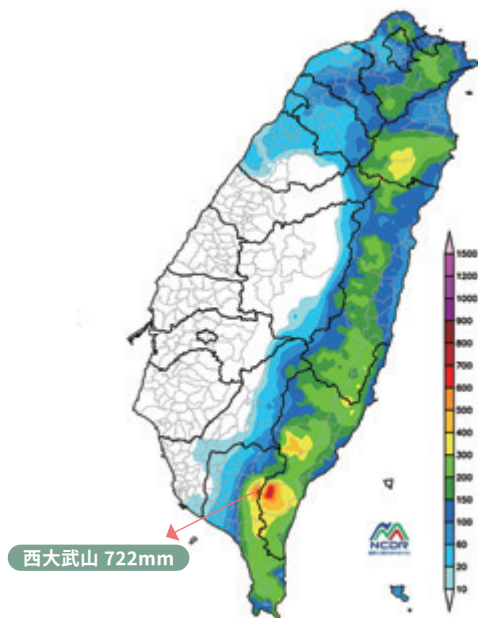


小犬颱風

強風造成臺東縣蘭嶼鄉嚴重災損

中度颱風小犬(編號14,國際命名KOINU),警報發布期間(10月2日23時至10月6日12時)的累積及每日累積雨量,整場最大累積雨量是屏東縣泰武鄉西大武山(C1R610)測站的722毫米,其次為臺東縣金峰測站498.5毫米、臺北市擎天測站462毫米、屏東縣墾雷測站454.5毫米。由日累積雨量可知小犬颱風10月3日在北部及東北部有較明顯降雨。10月4日受颱風影響,除北部及東北部降雨持續外,花東及恆春半島的風雨從開始將逐漸增大。10月5日花東與恆春半島雨量則快速累積當,當日最大累積雨量是屏東縣泰武鄉西大武山(C1R610)測站611.5毫米。10月6日颱風遠離,受外圍環流影響,臺灣東部、東南部及南部地區有短暫陣雨,東南部地區及恆春半島有局部短延時強降雨發生。

其中,在小犬颱風影響期間,臺東縣蘭嶼測站的風速計,因受到不斷突破新高的強陣風影響,最後於10月4日21時損毀而暫停作業,最終記錄到最大平均風速47.6公尺/秒(相當於15級風)與最大陣風95.2公尺/秒(超過17級風)。



小犬颱風警報期間降雨分布圖
(資料來源:氣象署;製圖:災防科技中心)

TOP 10	位置	測站名	雨量(毫米)
	屏東縣泰武鄉	西大武山(C1R610)	722.0
	臺東縣金峰鄉	金峰(C1S820)	498.5
	臺北市士林區	擎天(A1AD10)	462.0
	屏東縣恆春鎮	墾雷(C0R620)	454.5
	臺東縣卑南鄉	利嘉林道(C1SA50)	454.0
	臺東縣金峰鄉	歷坵(C0SA00)	450.5
	屏東縣春日鄉	大漢山(C0R440)	416.5
	宜蘭縣大同鄉	太平山(1(01U560)	403.0
	臺東縣太麻里鄉	金崙山(C0SA20)	384.0
	花蓮縣玉里鎮	赤柯山(C0Z290)	365.5

災情紀錄

根據資料顯示共有 15 筆小犬颱風所造成的海岸災害，分別位於新北市 1 筆、桃園市 1 筆、花蓮縣 1 筆、臺東縣 10 筆、連江縣 1 筆、金門縣 1 筆。其中又以臺東縣的蘭嶼鄉災情最為嚴重，破紀錄的強風不只吹壞當地氣象站的風速計，也摧毀島上大量電桿，造成全島斷電以及斷訊，學校、民宿、民宅也遭強風、暴雨摧殘不堪，開元港船隻翻覆損毀，造成當地損失慘重。

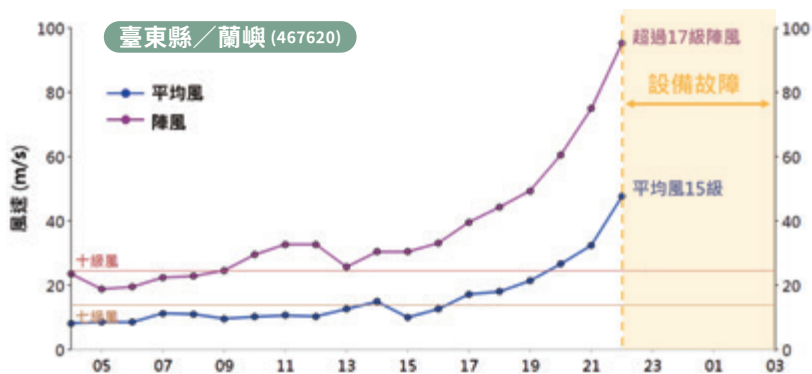
依據農業部小犬颱風農業災情報告，截至 10 月 12 日 17 時止，全臺的農業產物及民間設施估計損失達 5 億 7,595 萬元。以雲林縣損失 2 億 6,040 萬元、彰化縣損失 2 億 60 萬元、嘉義縣損失 2,860 萬元以及屏東縣損失 1,552 萬元較為嚴重。

小犬颱風造成民間設施損失共 3,222 萬元，其中漁業設施損失高達 2,114 萬元，主因是臺

東縣的漁船損失，包含蘭嶼開元港約有七成的漁船遭小犬颱風的強風巨浪摧毀。

臺東縣蘭嶼鄉災情說明

小犬颱風於 10 月 4 日開始影響蘭嶼，4 日至 5 日是影響最劇烈的時刻，蘭嶼測站 (467620) 於 10 月 4 日至 6 日之累積雨量為 192.5 毫米，等同於三天內降下 10 月氣候月平均 (299 毫米) 的 65%，此波降雨主要集中在 4 日晚上到 5 日清晨，最大時雨量是發生在 4 日 20 時 37 毫米，直至 5 日凌晨 3 時仍下著間歇性雨勢。而在風速方面，從 10 月 4 日 4 時起便超過十級風，並節節攀高，直到 4 日 21 時，蘭嶼氣象站的風速計宣布故障，最終記錄停留在 95.2 公尺 / 秒 (超過 17 級陣風)，為臺灣氣象史上測得最大陣風紀錄，也是世界氣象觀測史上排名第




蘭嶼測站 10 月 4 日 4 時至 5 日 3 時的風速歷線圖
(資料來源：氣象署；製圖：災防科技中心)

三。可想見小犬颱風侵襲期間，蘭嶼當地風狂雨驟，電線桿大量傾倒、房舍鐵皮屋頂及水塔無不倖免，遭強風摧毀，造成全島停電又停水、網路通訊設施受損，無法第一時間對外聯繫。而風災過後的蘭嶼，便開始進入東北季風的季節，不管是船班或航班常受到天氣因素影響而停駛，使得物資補給更加困難；除此之外，當地還面臨缺工、缺材料的問題，使得重建復原的速度遠比想像中更加艱難與漫長，需仰賴政府與 NGO 團體的協助，例如基督教芥菜種會，協助當地受災個案就地重建。●

► 小犬颱風過境後，蘭嶼許多建築物遭嚴重損毀，影響當地居民生計（資料來源：基督教芥菜種會）







PART III

03 篇

日本從6月底至7月初，受到線狀對流天氣系統影響，引發九州和中國地區出現破紀錄降雨，造成多處洪水及坡地災情。
圖片為7月10日拍攝福岡縣久留米市受到洪水溢淹情形，多處房屋及稻田慘遭洪水淹沒（資料來源：AP/達志影像授權提供）



洪水

災

Flood Disasters

害



2023 年 9 月 12 日，風暴丹尼爾 (DANIEL) 於利比亞造成致命性洪水，摧毀兩座大壩，並席捲多處沿海城市，其中又以德納市受災最為嚴重 (資料來源：AP/ 達志影像授權提供)



利比亞風暴 災害事件

12,352^人 死亡人數

160^{萬人} 影響人數

Flood Disasters

190^{億美元} 經濟損失

10,872^棟 建物損壞

事件概述

風暴丹尼爾 (DANIEL) 在利比亞東北部地區引發致災性洪水，造成 12,352 人死亡

2023 年 9 月 10 日至 11 日，受到風暴丹尼爾 (DANIEL) 的影響，利比亞東北部地區降下破紀錄的強降雨，導致多個城市出現了洪水和坡地災害。特別是在德納市 (Derna)，由於 2 座水壩潰壩，使得受災人數最為嚴重，根據國際災害資料庫 (EM-DAT) 截至 2024 年 1 月 8 日的統計，在利比亞東部地區共造成 12,352 人死亡，受影響人數達 160 萬人，估計基礎設施損失總計 190 億美元。

氣象分析

貝達市短短一天時間降下將近兩年的雨量

利比亞東北部的洪水災害事件導因於 9 月初時，愛奧尼亞海域 (Ionian Sea) 有一個低壓系統形成，並在南移過程中逐漸增強。

5 日，此低壓於希臘西南方海面時達到風暴標準，希臘國家氣象局將其命名為丹尼爾 (DANIEL)。隨後，風暴丹尼爾在原地打轉近乎滯留，並在地中海的充沛水氣供應下快速增強。直到 9 日，風暴才轉往東南東方向移動，逐漸靠近利比亞東北部地區。10 日凌晨，風暴丹尼爾從利比亞的班加西 (Benghazi) 和邁爾季 (Al Marj) 交界處附近的圖克拉 (Tocra) 登陸，在當地造成致災性強降雨。在這之後，風暴持續東移，並因地形摩擦影響而減弱，於 12 日消散。在風暴丹尼爾移動路徑範圍內的班加西、邁爾季、德納等城鎮均降下致災性強降雨，產生嚴重傷亡災情。

從實際雨量監測可發現，最劇烈的降雨發生在綠山省的貝達市 (Bayda)，測得的 24 小時累積雨量高達 414.1 毫米，短短一天就降下當地將近兩年的雨量。而邁爾季市觀測到的 72 小時 (9 月 9 日至 11 日) 總雨量亦高達 211 毫米，更相當於當地的年平均總雨量。除此之外，還有多個城市遭受到打破歷史紀錄的極端降雨影響，如德納市和班加西市等，這些地區的 24 小時累積雨量也都是氣候平均的 10~20 倍。



風暴丹尼爾 (DANIEL) 移動路徑圖 (資料來源：利比亞氣象局·災防科技中心繪製)

災害衝擊

德納市水壩潰壩引發致災性洪水

在這次災害中，德納市受災人數最為嚴重，在風暴引發的劇烈降雨下，導致**德納乾谷 (Wadi Derna)**¹ 上兩座水壩潰壩，而因內戰疏於管理水壩也是潰壩的原因之一。巨大的洪水湧向下游，摧毀了城鎮建築，並將居民沖入海中，造成德納市約四分之一的城區遭受巨大破壞。

這兩座水壩於 1970 年代建造，上壩為阿爾比拉得大壩 (Al-Bilad)，蓄水量為 150 萬立方公尺，距離德納市約 13 公里；下壩為阿布曼蘇爾大壩 (Abu Mansour)，蓄水量為 2250 萬立方公尺，距離德納市僅 1 公里。聯合國衛星中心 (United Nations Satellite Centre, UNOSAT) 的初步分析顯示，水壩潰壩對德納市造成嚴重的災情，衝擊範圍約 500 公頃，並沖毀了 5 座橋梁，以及德納港口受災。衛星影像顯示水壩潰壩後，洪水摧毀了下游

1. Wadi 為常見於北非和西亞沙漠地區、只在雨季有水
的乾谷或乾河床。



德納乾谷的水壩潰壩位置與分析圖（資料來源：聯合國衛星中心）

大部分建築物。除了德納市潰壩事件外，同時造成其他鄰近地區產生嚴重災情，其中包括貝達、蘇薩 (Susa) 和邁爾季等城鎮，約有 170 人因此不幸喪生。

根據國際災害資料庫 (EM-DAT) 截至 2024 年 1 月 8 日的統計，在利比亞北區共造成 12,352 人死亡，受影響人數達 160 萬人。此外，洪水造成 10,872 棟建物損壞 (1,038 棟全毀，9,834 受損嚴重)，117 所學校建築因損壞無法使用 (其中 44 所學校嚴重損壞)，169 座電力設施損壞，2 座水壩潰壩，11 座橋梁毀損。根據衛星影像，估計受損道路達 100 多公里。而在當地 80% 的供水系統損壞，85% 的醫療機構暫停營運，估計基礎設施損失總計 190 億美元。此外，由於供水系統嚴重受損，難以提供乾淨水源，進一步增加疫病的風險，約有 1 萬人腹瀉。

政府作為

利比亞東、西部政府與各國 全力展開災後救援

利比亞東北部發生嚴重的洪水災害，東部國民軍政府迅速展開救援行動。為因應災情，東部議會眾議院於 9 月 14 日通過決議，撥款

100 億利比亞第納爾² (約 20 億美元) 的緊急預算，同時宣布進入緊急狀態並向國際尋求協助。不僅如此，西部團結政府也積極參與，撥款約 4.12 億美元用於德納及其他受災城鎮的重建。

國際援助方面，利比亞紅新月會 (Libyan Red Crescent, LRC)、無國界醫生和來自 12 個國家的國際搜救隊與當地救災人員攜手參與搜尋和救援工作，特別關注於德納等受災最嚴重的區域，積極尋找倖存者。此外，鄰近地中海的國家，如馬爾他，也派遣人員協助應對災難。

受災居民面臨諸多困境，包括道路損壞、建築損毀、食物及飲用水短缺等，因而急需援助。在災難初期，LRC 三天內便接到上萬通的求救電話，紅十字會與紅新月會國際聯合會 (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies)，立即透過航空運輸迅速將緊急物資送往當地，包括食物、飲用水和寢具等。

由於災區的道路系統嚴重損毀，供水系統受損，腸胃道疾病爆發成為一大威脅。聯合國兒童基金會與 LRC 攜手提供急需的醫療支援，包括緊急醫療包、衛生用品包等。世界衛生組

2. 第納爾：利比亞流通貨幣。

織 (WHO) 則建立六個野戰醫院，提供 17 噸的醫療物資，同時國際移民組織 (IOM) 派遣五個可移動式醫療團隊前赴德納等災區。

對於無家可歸者，當地已設立 19 所學校作為收容場所，同時部分受災家庭被安置到西北部城市。面對緊接而來的冬季，提供足夠應對寒冷天氣的臨時安置住宅成為當前的優先工作。

除了國內行動，東部國民軍政府於 11 月 1 日和 2 日在德納和班加西分別召開國際會議，邀請全球 26 個國家參與，討論災後重建的環境、發展和未來規劃等重要議題。截至 11 月 28 日，聯合國已籌集到 3,820 萬美元，用於當地醫療、公共衛生、難民安置保護以及食物供應。●

▶ 2023 年 9 月 18 日，受災民眾避難於利比亞德納市的醫學技術學院 (College of Medical Technology) 教室
(資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供)







2023年5月9日剛果民主共和國南基伍省 Bushushu 遭受洪水和土石流侵襲 (資料來源: EPA/ 達志影像授權)



剛果民主共和國與 盧安達洪災

Flood Disasters

2,970 | 剛 | +131 | 盧 |

3,101 人 死亡人數

50,000 | 剛 | +51,982 | 盧 |

101,982 人 影響人數

6.9 億美元 經濟損失

3,000 | 剛 | +8,463 | 盧 |

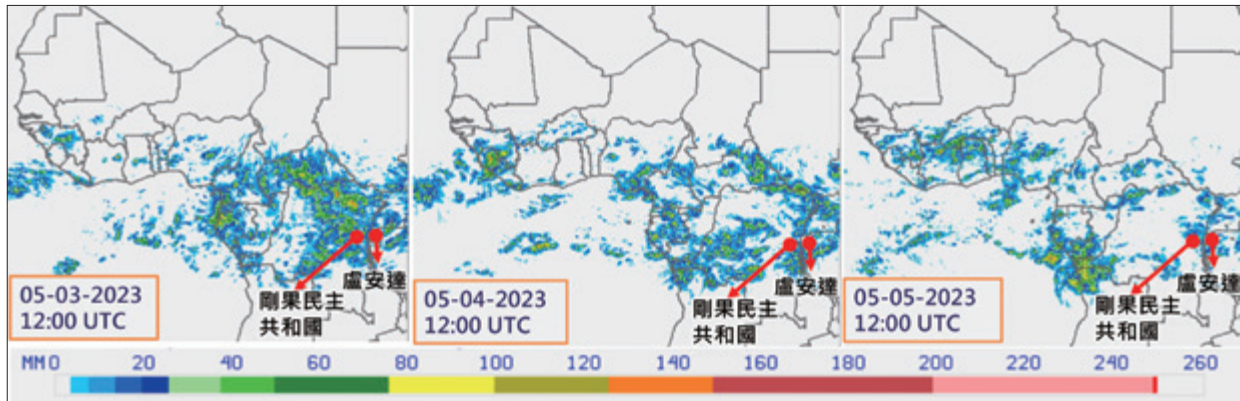
11,463 棟 建物損壞

氣象分析

過去十天內降下相當於
整個月 1.4 倍以上的雨量

根據美國國家海洋暨大氣總署 (Nation Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 5 月 3 日至 5 日之每日降雨資料顯示，雨帶集中於剛果民主共和國 (Democratic Republic of the Congo) 與盧安達 (Rwanda) 交界，並在短時間內降下豪雨，造成剛果民主共和國與盧安達發生多起洪災與崩塌。其中災情較嚴重之剛果民主

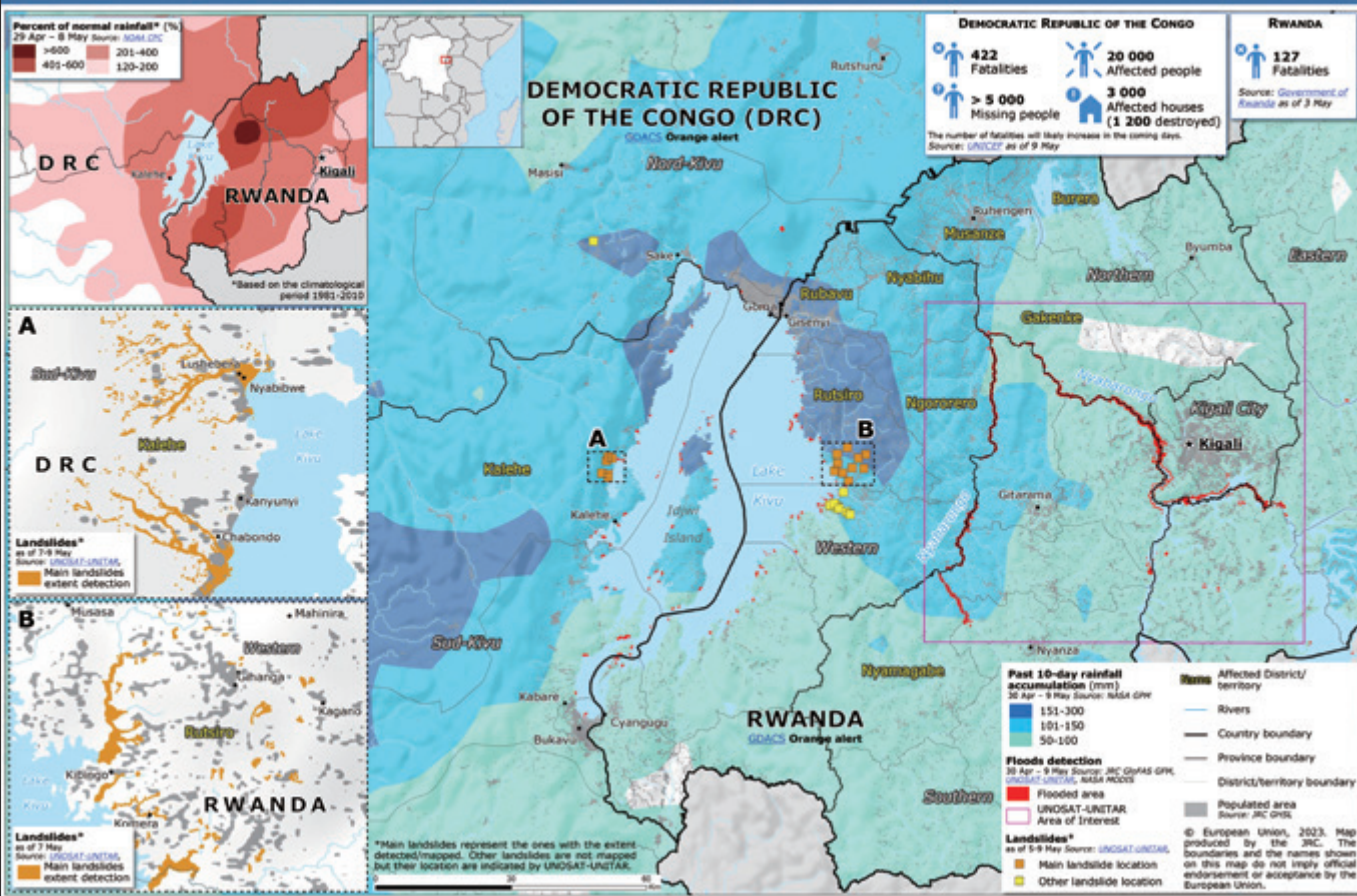
共和國的南伍基省以及盧安達北部與西部省，根據美國國家航空暨太空中心之全球降水測量 (NASA Global Precipitation Measurement, NASA GPM) 結果，從 4 月 30 日至 5 月 9 日之雨量分布顯示，累積雨量超過 150 毫米以上，相當於該國 5 月氣候月平均降雨量¹ 的 1.2 至 1.4 倍。



剛果民主共和國及盧安達 5 月 3 日至 5 日之 24 小時降雨資料 (資料來源：NOAA)

1. 根據 World bank 數據統計剛果民主共和國與盧安達過去 30 年 (1991 年至 2020 年) 的 5 月降雨平均量，盧安達為 117.76 毫米，剛果民主共和國為 107 毫米。

Democratic Republic of the Congo, Rwanda | Floods and landslides



剛果民主共和國與盧安達截至 5 月 10 日之災情統計分布圖 (資料來源: ERCC)

DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO

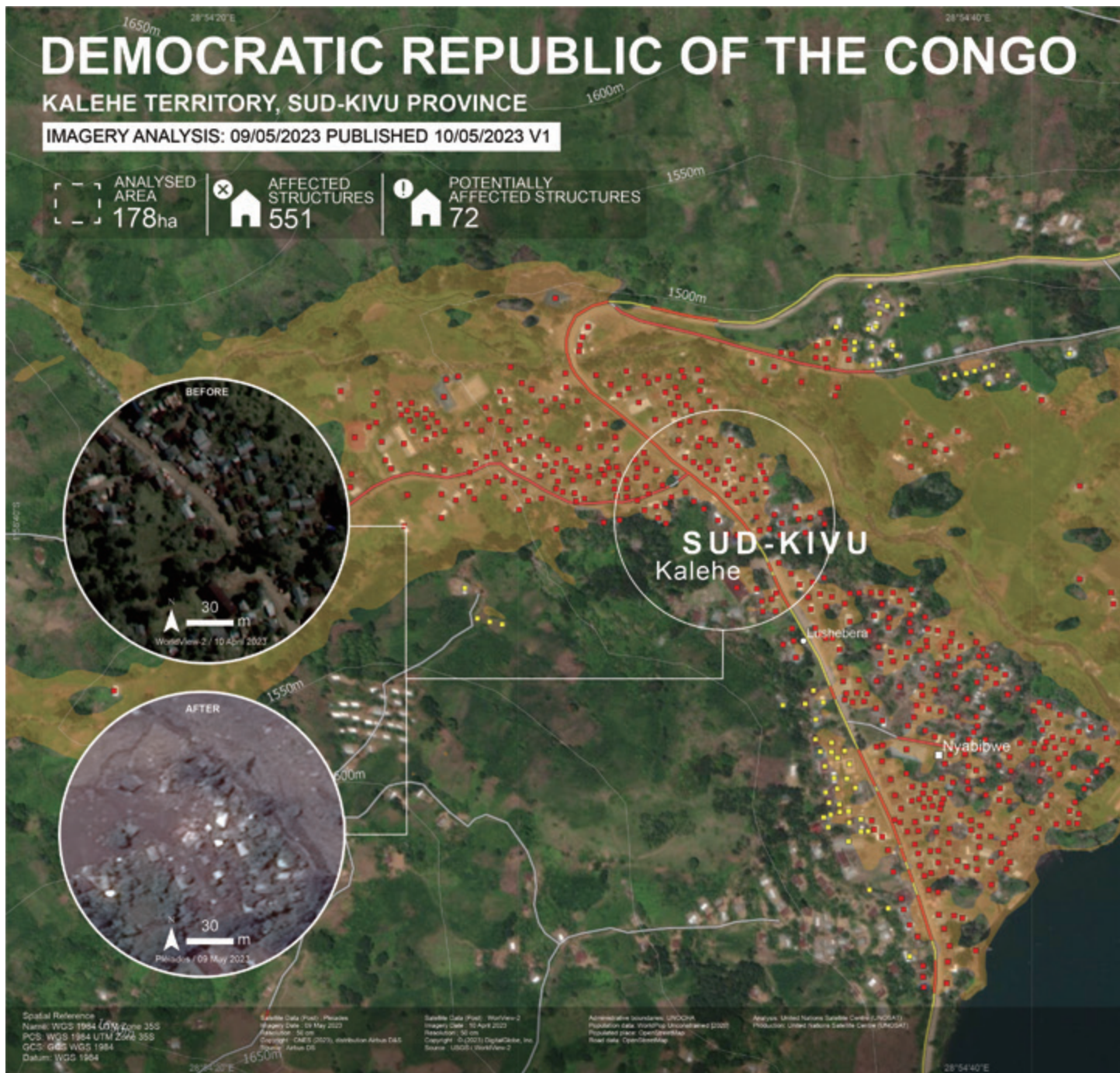
KALEHE TERRITORY, SUD-KIVU PROVINCE

IMAGERY ANALYSIS: 09/05/2023 PUBLISHED 10/05/2023 V1

ANALYSED AREA
178ha

AFFECTED STRUCTURES
551

POTENTIALLY AFFECTED STRUCTURES
72



剛果民主共和國 5 月 9 日之 Pléiades 衛星影像判釋土石流災情，圖中咖啡色區塊為土石流影響範圍，紅點為受到破壞的建築物（資料來源：UNOSAT）

| 剛果民主共和國災情 |

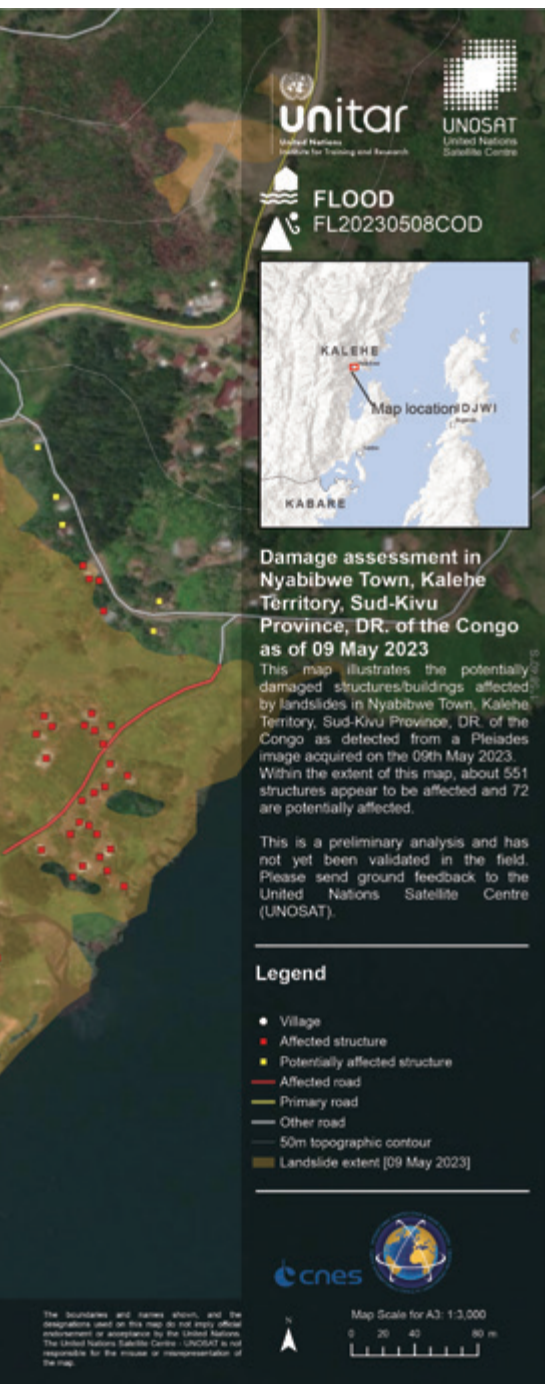
EM-DAT 重大天然災害事件 死傷統計排名第三

本次洪災主要影響剛果民主共和國東南部南伍基省 (South-Kivu Province) 的卡萊赫地區 (Kalehe Territory)，其中 Luzira, Bushushu, Chabondo 和 Nyamukubi 等村莊因連日降雨，Cishova 和 Kanyunyi 河氾濫成災，引起鄰近之卡杜圖鄉 (Kadutu commune of Bukavu) 發生土石流。根據聯合國兒童基金會 (The United Nations Children's Fund, UNICEF) 截至 5 月 9 日報告指出，已造成 422 人罹難，超過 5,000 人失蹤，共影響約 2 萬人 (含約 1 萬名兒童)、約 3,000 棟建築物受到影響，其中約 1,200 棟房屋損毀 (含 3 所小學及 1 所中學)，另 Nyamukubi 當地約 70% 的農田灌溉之基礎設施遭破壞。而根據 EM-DAT 截至 10 月 30 日統計，最終死亡人數增加為 2,970 人，影響人數為 5 萬人，經濟損失約 1,000 萬美元。

根據聯合國衛星中心 (UNOSAT) 提供 5 月 9 日之 Pléiades 衛星影像判釋 Nyamukubi 村之崩塌影響區域，影像分析結果顯示，約有 551 棟建築物受到破壞，約有 72 棟建築物有潛在受到影響的可能。

剛果民主共和國總統宣布 5 月 8 日為全國哀悼日

本次洪災事件造成當地嚴重的災情，剛果民主共和國總統宣布 5 月 8 日為全國哀悼日。聯合國人道協調廳 (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, UN OCHA) 表示，因受影響的社區急需援助，當務之急包括確保提供受影響和受傷的人，緊急醫療服務及食品援助、為失去家園和住在公共場所的人提供住所，以及評估災民的中長期需求，此外，該組織也為當地籌集資金，捐款將分發給處於災區進行搶救復原工作的其他合作單位。



RWANDA

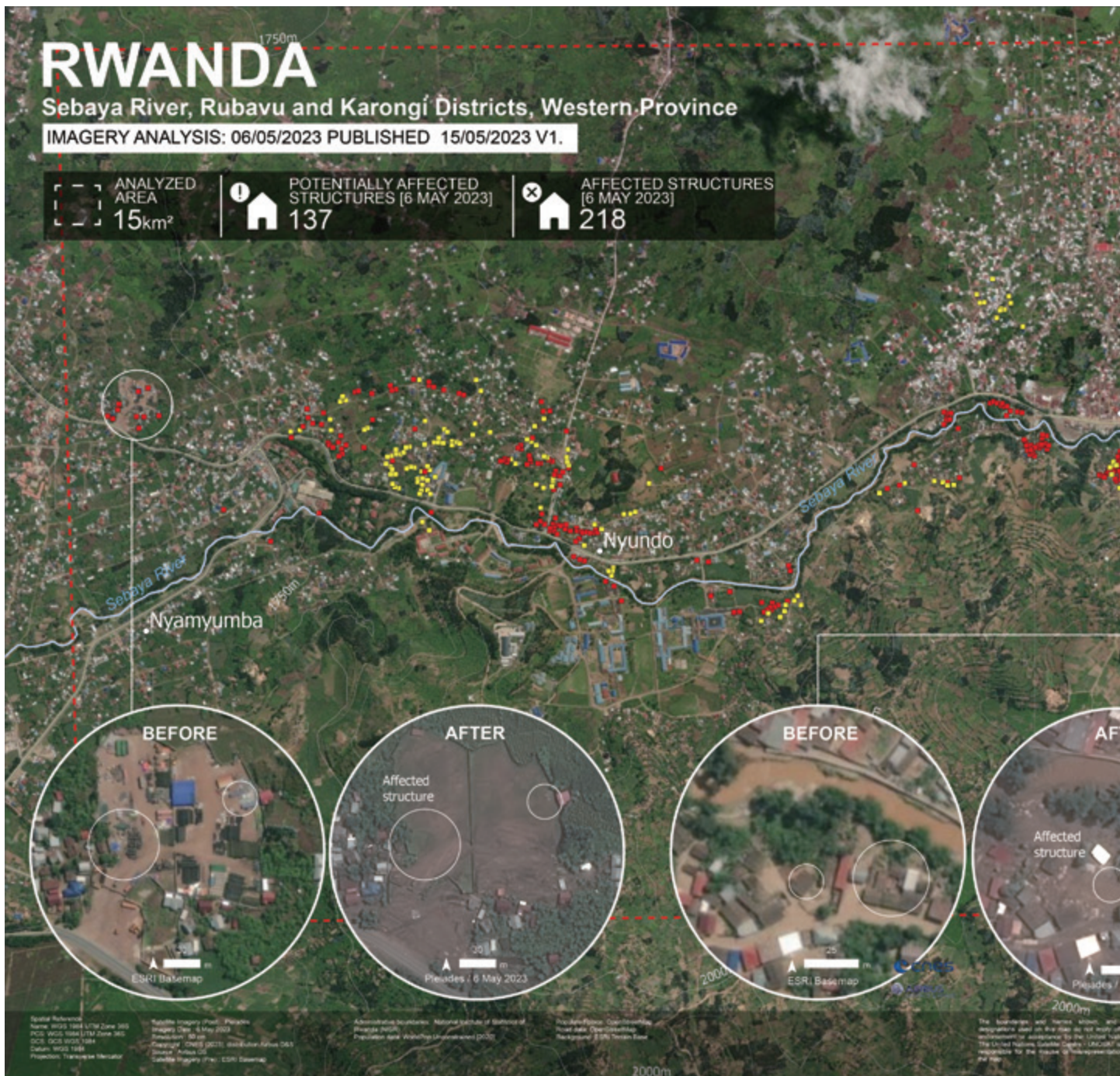
Sebaya River, Rubavu and Karongi Districts, Western Province

IMAGERY ANALYSIS: 06/05/2023 PUBLISHED 15/05/2023 V1.

ANALYZED AREA
15km²

POTENTIALLY AFFECTED STRUCTURES [6 MAY 2023]
137

AFFECTED STRUCTURES [6 MAY 2023]
218



盧安達 5 月 6 日之 Pléiades 影像詮釋洪災範圍，圖中顯示西部省之 Sebaya 河受洪災影響區域，紅點為受影響之建築物位置
(資料來源：UNOSAT)



另外，世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 也提供醫療用品和設備；聯合國兒童基金會 (UNICEF) 提供乾淨的水和衛生用品包；世界糧食計劃署 (World Food Programme, WFP) 已分發食品至災區；此外，人道主義組織無國界醫生組織 (Doctors Without Borders, DWB) 已緊急派出救援隊伍前往現場，為受到洪水和坡地災害而受傷的人們提供醫療援助。

| 盧安達災情 |

多數房屋慘遭河水溢淹而破壞

連日強降雨發生於盧安達的北部及西部省，其中 Rubavu, Ngororero, Nyabihu, Rutsiro, Karongi, Gakenke, Burera, Musanze 和 Nyamagabe 等村莊均傳出嚴重災情。根據 EM-DAT 截至 10 月 5 日統計，已造成 131 人死亡，51,982 人受影響。此外，根據聯合國衛星中心 (United Nations Satellite Center, UNOSAT) 提供 5 月 6 日之 Pléiades 衛星影像，可了解盧安達受洪災衝擊的範圍，影像判釋成果顯示，西部省的 Rubavu 和 Karongi 村的 Sebaya 河沿岸因洪災氾濫而影響，約 218 棟建築受到影響。

聯合國環境規劃署建議 未來需加強早期預警系統

盧安達福音信義會 (Lutheran Church of Rwanda, LCR) 與當地宗教組織，和政府當局以及人道主義組織正一起進行災難救濟工作，為流離失所的人們提供食物、水、藥品及住所，並協助安葬罹難者。此外，聯合國環境規劃署 (The United Nations Environment Programme, UNEP) 強調需要加強早期預警系統，以確保更多處於危險中的人能夠在災害發生前預先得到預警，並引導他們疏散到更安全的地區。●



2023 年 5 月 19 日義大利盧戈 (Lugo) 住宅區遭洪水大範圍淹沒情形 (資料來源：EPA/ 達志影像授權提供)



義大利洪災

Flood Disasters

17^人 死亡人數

5^{萬人} 影響人數

97.5^{億美元} 經濟損失

23^條 河川潰堤

事件概述

義大利艾米利亞-羅馬涅有紀錄以來最嚴重之洪災

2023 年 5 月，位在義大利東北部的艾米利亞-羅馬涅 (Emilia-Romagna) 大區發生兩起強降雨事件，分別為 5 月 2 日至 3 日及 5 月 15 日至 17 日，其中又以第二起事件的衝擊影響較大，在 36 個小時內即降下 300 毫米的雨量，相當於當地年平均降雨量的一半，造成當地嚴重的洪水和坡地災害。

根據國際災害資料庫 (EM-DAT) 截至 10 月 23 日統計，兩次事件共造成了 17 人死亡、5 萬人受影響，經濟損失金額高達 97.5 億美元，尤其以當地農業、文化遺產的損失為最大。也是艾米利亞-羅馬涅有歷史紀錄以來最嚴重的一場洪水事件。

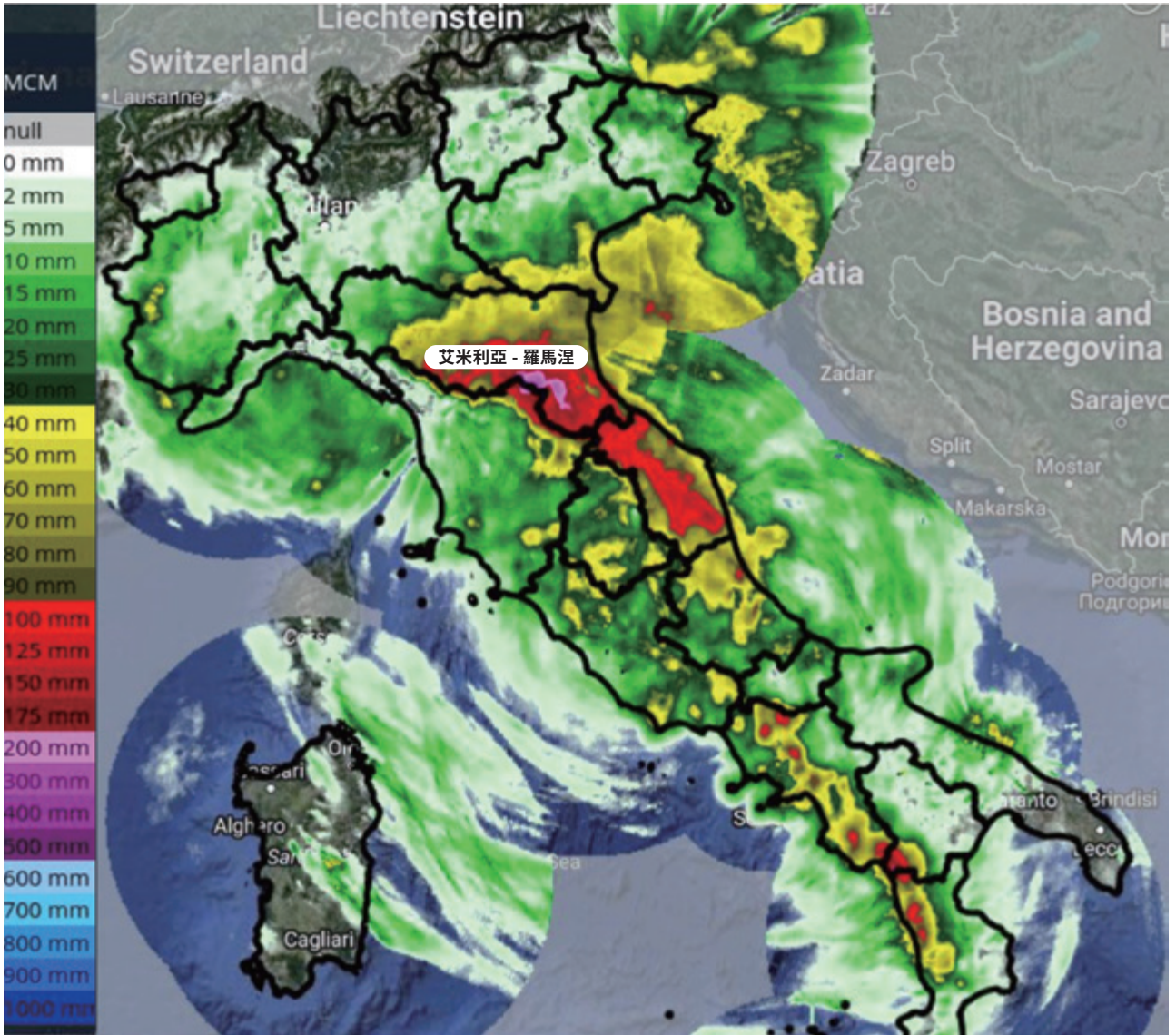
氣象分析

義大利半島自 1951 年以來最多雨的 5 月

2023 年 5 月 15 日至 17 日，義大利半島受

風暴密涅瓦 (MINERVA) 滯留影響，出現大範圍的破紀錄降雨。根據當地歷史氣候統計上，雖然義大利在春季常有低壓通過，其所夾帶的降雨通常偏小且很快結束。然而，風暴密涅瓦不僅強度偏強，其往北移行的路徑亦為少見。這樣的大氣環境下，造成地中海的大量暖濕水氣因此而被源源不絕地輸送至義大利半島。同時，由於風暴在義大利中部滯留超過 24 小時的緣故，造成了當地的持續性強降雨，而亞平寧山區 (Apennines Mountain chain) 則在地形舉升效應的加強下，致使雨勢更為劇烈。

在本起事件中，降雨主要集中在義大利東北部的艾米利亞-羅馬涅大區，強降雨範圍自東向西延伸超過 800 公里。根據統計，艾米利亞-羅馬涅大區氣候長期的年平均總雨量為 586.5 毫米，且主要集中在 9 月至 11 月間，5 月的平均總雨量僅 51.4 毫米。然而，從這起事件的降雨累積量顯示，波隆納廣域市 (Bologna)、弗利-切塞納省 (Forli-Cesena)、拉溫納省 (Ravenna)、里米尼省 (Rimini)、菲拉拉省 (Ferrara) 等地，其累積總雨量皆已超過 150 毫米，高出氣候平均值達三倍之多。根據義大利水文地質災害研究所 (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, IRPI) 的統計，義大利半島受此次降雨事件的影響，5 月平均總雨量已打破歷史紀錄，成為自 1951 年以來最多雨的 5 月。



5月16日2時至5月18日13時之總雨量 (資料來源：國際環境監控中心)

| 災情紀錄與分析 |

高達 97.5 億美元的經濟損失， 又以農業及文化遺產最為慘重

艾米利亞-羅馬涅大區過去多仰賴阿爾卑斯山、多洛米蒂山 (Dolomites) 及亞平寧山脈的融雪，在春、夏季提供穩定的水源，以滋潤下游的湖泊，灌溉富裕的農田；但自從 2021 年起，因冬季降雪量不足，無法提供主要河川與支流水源，已經歷長達 2 年之久的乾旱，使得當地土壤變得非常乾燥，硬化結塊，使得吸水力下降。當今年 5 月接連發生了兩次致災型降雨，雨水來不及入滲至土壤，便形成大量逕流，導致大量河川潰堤與崩塌發生。

第一波降雨發生在 2023 年 5 月 2 日至 3 日，短時間強降雨導致河川水位快速上升，造成 Sillaro 河堤壩破裂、Lamone 河岸氾濫，致使馬薩倫巴達 (Massa Lombarda) 和康塞利切市 (Conselice) 部分地區遭洪水淹沒，義大利民防部隨即發布了水文地質紅色警戒 (Allerta rossa)，並協助數個家庭進行疏散，該次事件造成 2 人死亡；在經歷第一波降雨後，大多土壤已呈現飽和或濕潤狀態，第二波降雨則發生在 5 月 15 日至 17 日，5 月 14 日歐盟的洪水預報系統 (EFAS) 便向艾米利亞-羅馬涅大區的波河支流、



▶ 2023 年 5 月 19 日，暴雨襲擊了義大利艾米利亞 - 羅馬涅大區，盧戈 (Lugo) 街道被洪水淹沒
(資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供)



裡諾河、拉莫內河、蒙托內河、龍科河及薩維奧河發布洪水預警；5月16日，艾米利亞-羅馬涅大區有多處測得400-600毫米的累積降雨量，相當於該地區半年的年平均降雨量，並引發河岸潰堤氾濫，大量房屋、農場及道路慘遭洪水及崩塌摧毀。義大利民防部也於5月19日，向艾米利亞-羅馬涅大區發布水文地質紅色警戒狀態。

針對第二次發生在5月15日至17日的豪雨，歐洲聯盟委員會 (European Commission) 的緊急應變協調中心 (Emergency Response Coordination Centre, ERCC) 截至6月1日統計該次事件所造成的災情，計有23條河川潰堤、888處坡地災害、57個城鎮遭洪水淹沒，並造成15人死亡，其中大多數為老年人，因行動不便或不願疏散有關、約五萬人流離失所，被安置於臨時收容所，超過5萬用戶停電以及近10萬用戶的通訊中斷，544條道路系統封閉，初估經濟損失高達97.5億美元，又以農業及文化遺產損失最為慘重。

政府作為

義大利民防部請求歐盟協助

5月16日，義大利民防部向歐盟的哥白尼緊急管理服務中心 (The Copernicus Emergency Management Service, CEMS) 提出衛星影像的快速測繪申請，以瞭解洪水區域和崩塌範圍。並且，利用無人機對崩塌地區進行地形三維建模，提供更為細緻的地形與災害衝擊資訊。同日，義大利內閣政府隨即成立了協調工作小組，負責此次洪水災害處置，協調內閣、大區及其下各省的支援工作。艾米利亞-羅馬涅大區民防署也立即成立應變操作中心。又因持續降雨與多處內水無法排出，如來往法恩扎和弗利之間的A14號高速公路遭洪水淹沒，阻塞交通要道，影響救援作業；因此，義大利民防部請求歐盟協助大型抽水機等援助，於是奧地利、比利時、保加利亞、德國、法國、波蘭和羅馬尼亞等國紛紛派出消防人員與機具，前往受災最嚴重的艾米利亞-羅馬涅大區協助抽水。

5月17日，拉溫納省多數地區仍浸泡在水中，遭遇連續36小時的重大淹水災情，波隆那廣域市和摩德納省、拉溫納省和佛利-切塞納省也於17日成立救援協調中心 (CCS-Centers for

Relief Coordination)，肆虐的洪水造成重大淹水災情，艾米利亞-羅馬涅大區的應變協調中心為援助淹水地區民眾脫困，派遣 20 架直升機。此外，共有 4,000 多個救援單位，投入救災工作，包括：消防局、海岸警衛隊、警察、紅十字會、民防以及各地區的志願組織和設備檢修人員，協助救援、撤離以及尋找失蹤人員，疏散的民眾中，約有近 5,000 多位被安置於臨時開設的緊急避難所，主要利用體育場、電影院、博物館和旅館等設施緊急開設臨時收容場所。

根據 CEMS 評估報告截至 5 月 20 日的結果顯示，共 12,241 公頃的土地遭受洪水淹沒、12,759 棟建築物受損、至少 39,270 人受影響。

義大利艾米利亞 - 羅馬涅大區各市（鎮）淹水面積（截至 5 月 20 日）

大區	省	市（鎮）	淹水面積（公頃）	崩塌面積（公頃）	受影響建物（棟）	受影響人數
艾米利亞 - 羅馬涅 Emilia Romagna	Ravenna	Lugo	8,685.5	---	3,990	~10,000
		Ravenna	2,846.7	---	3,232	~7,000
		Castel Bolognese	68.3	0.6	1,005	~7,200
		Faenza	104.5	---	547	~3,900
	Bologna	Budrio	302.3	---	34	~150
	Forli-Cesena	Forli	218.7	---	3,941	~11,000
		Cesena	15	---	6	~20
	Rimini	Montalbano	--	0.5	4	--
Total			12,241	1.1	12,759	~39,270

短期災區復原緊急措施

5 月 23 日，內閣政府公告對艾米利亞-羅馬涅等地區的災害救助與災區復原計畫，通過約 20 億歐元的災區經濟補助，並簡化相關行政程序，在災害重建期鬆綁部分限制，以加速重建腳步，並針對前述重大災區民眾和企業的重建需求，協助災區民眾和企業可暫緩貸款的繳納、延期支付和豁免各項費用，以及短期內儘快恢復教育、衛生與經濟活動，協助災區災後緊急復舊與產業復原，救助災區民眾生活與經濟復原所需的經費。●



2023 年 8 月 1 日，位於北京郊區妙峰山地區的一座傳統牌樓被洪水淹沒（資料來源：AP/ 達志影像授權提供）



中國 京津冀 洪災

Flood Disasters

62^人 死亡人數

500^{萬人} 影響人數

135^{億美元} 經濟損失

180^{萬人} 緊急撤離

| 事件概述 |

海河流域歷史上第二大的洪水事件

受到杜蘇芮颱風 (Doksuri) 外圍環流的影響，中國**京津冀地區**¹ 於 7 月 29 日開始，持續遭受暴雨襲擊，北京地區 48 小時累積降雨量近 1,000 毫米，河北房山、門頭溝、涿州、邢台 3 天降雨量相當於近一至二年總雨量 (約 600 毫米)，3 天內發出 7 次紅色預警。由於洪水氾濫廣大，且發生於**海河流域**² 中，中國水利部稱「**海河 23·7**」³ **流域性特大洪水**⁴。截至 8 月 18 日，京津冀地區超過 500 萬人受災，超過 180 萬人緊急撤離，並造成 62 人死亡、34 人失蹤，其中北京近 129 萬人受災。海河 23·7 洪水事件，已被記錄為海河流域歷史上第二大的洪水事件。

1. 京津冀地區：分別為北京市、天津市以及河北省的簡稱。

2. 海河流域：係指灤河、北三河、永定河、大清河、子牙河、漳河、衛河等七個支流，此次洪災主要受影響支流為北三河、永定河、大清河和子牙河。

3. 海河 23·7：係指海河流域，2023 年 7 月發生。

4. 流域性特大洪水：係指一個流域內有 3 個河系同期發生較大洪水，其中 2 個河系發生特大洪水的情況。

| 氣象分析 |

極端罕見的強降雨 所引致流域性特大洪水

杜蘇芮颱風在 7 月 28 日，由福建省沿海登陸，登陸後北上過程減弱為熱帶低壓系統，7 月 30 日開始，其殘餘環流在中國京津冀地區帶來強降雨與強風之衝擊。後續此熱帶低壓殘餘環流由華北地區轉往東北，亦造成黑龍江與吉林兩省受到強降雨衝擊。

根據中國京津冀劇烈降雨成因示意圖，可以了解造成京津冀地區劇烈降雨的成因：

| 水氣條件充沛

由於杜蘇芮颱風向北移動，挾帶大量水氣，搭配低壓東側的副熱帶高壓形成強風區，有利於南方水氣傳送。同時，副熱帶高壓西南側之東南風與卡努颱風形成遠距離輸送水氣，這兩股水氣同時匯集於華北地區。

| 高壓系統阻擋

副熱帶高壓和大陸高壓脊分別位於華北地區的東側和北側，此兩大高壓系統合併形成高

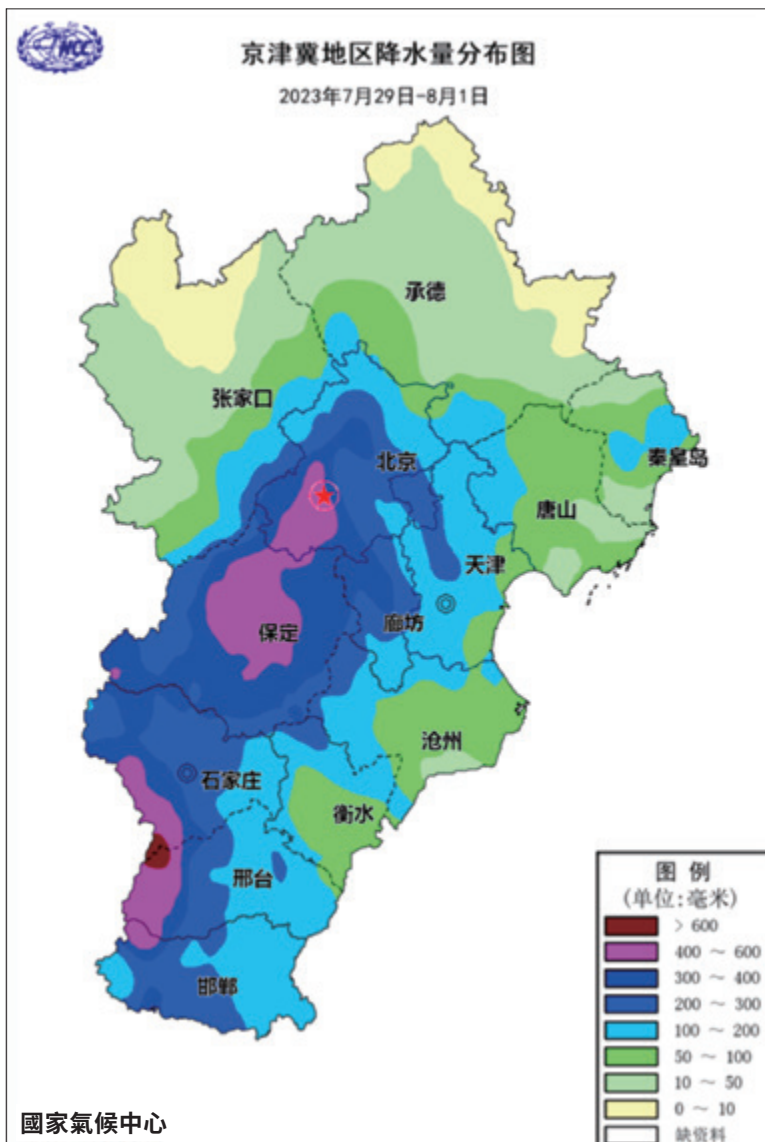


2023 年中國京津冀洪災成因示意圖 (資料來源：中國氣象局)

| 山脈的抬升作用

壓「大壩」阻擋降雨系統移行，導致京津冀等地區發生長時間強降雨的情況。

位於京津冀地區西側的太行山提供地形舉升的作用，有利於水氣凝結成雨，增強降雨強度。



根據中國國家氣候中心資料顯示，從 2023 年 7 月 29 日至 8 月 1 日在京津冀地區之累積降雨高達 100 ~ 600 毫米，最大累積雨量發生於河北邢台臨城縣，高達 1,003 毫米。而此次事件在京津冀地區的平均累積降雨為 175 毫米，已超過該地區平均年降雨量的三分之一。

再者，由過去的降雨紀錄顯示，華北地區在汛期之降雨影響時間一般不超過 2 天，例如 2012 年北京 721 豪雨持續影響時間為 20 小時，2016 年 720 豪雨事件則為 55 小時，然而這一次的降雨持續影響超過 3 天 (2023 年 7 月 29 日至 8 月 1 日)，顯然為極端罕見事件。

◀ 2023 年 7 月 29 日至 8 月 1 日之累積降雨分布
(資料來源：中國國家氣候中心)

| 水文分析與政府作為 |

歷時長達 33 天的海河流域防汛應變

2023 年 7 月 28 日至 8 月 1 日期間，低壓系統由海河流域的南部漳河、衛河水系開始，行經河北邯鄲（子牙河集水區）、保定（大清河集水區）至北京（永定河與北三河集水區），最後至河北秦皇島移出流域。災害期間共 35 條河流有超過水位紀錄，其中 21 條河流**超過警戒水位**⁵，6 條河流**超過安全保障水位**⁶，另有 8 條河流超過有紀錄以來最大洪水。其中 7 月 30 日子牙河、7 月 31 日大清河和永定河相繼發布編號洪水，直至 8 月 31 日 12 時中國水利部才終止海河流域防汛應變與洪水應變，歷時 33 天之久。

有效利用水庫及蓄滯洪區調節洪水水位，減輕洪水帶來的衝擊

根據海河水利委員會資料顯示（截至 8 月 10 日止）：海河流域內 33 座大型水庫共蓄水 102 億立方公尺，相比過去同期增加了 65%。其中北京市鄰近水庫 7 月 31 日起開始調節少量放水操作，上游入流量也從 31 日開始增加，至 8 月 2 日達到平均最大入庫量約每秒 1,900 立方公

尺。其中北京密切相關的密雲水庫與懷柔水庫二者大型水庫（屬北三河集水區），整場事件中總蓄水 34.8 億立方公尺，為了調節洪峰流量，在密雲水庫與懷柔水庫聯合調度攔蓄 1.47 億立方公尺，有效地削減洪峰流量，其最大削減率達 99.2%。而淹水嚴重的大清河流域，大清河南支安格庄水庫被啟動（屬大清河集水區），最大攔蓄 1.02 億立方公尺，洪峰削減率達 54.9%，有效減輕洪水所帶來的衝擊。

為了減少洪水的衝擊，各個大流域皆有劃定蓄滯洪區。根據海河水利委員會統計：此次洪災啟用八處蓄滯洪區，最大蓄洪達 25.3 億立方公尺，分別為寧晉泊、大陸澤、小清河分洪區、蘭溝窪、獻縣泛區、東澱、永定河泛區和共渠西蓄，最早啟動蓄洪為寧晉泊與大陸澤，於 7 月 30 日 20 時啟動，主要調節子牙河洪水；爾後為小清河和蘭溝窪，分別於 7 月 31 日 12 時和 23 時啟動蓄洪，用以蓄存大清河流域的洪

-
5. 超過警戒水位（中國簡稱超警）：水位到達或超過警戒水位，該河段若區域開始進入防汛戒備狀態，相關單位落實防守崗位、搶險備料和加強巡查。
 6. 超過安全保障水位（中國簡稱超保）：主要依據工程條件和附屬設施能確保安全擋水的洪水位上限，保證水位主要採用歷年汛期最高水位作為依據設定。
-

水；而東澗於 8 月 1 日 2 時啟動以及永定河泛區於 8 月 2 日 6 時啟動蓄洪功能，藉此調節洪水位，以減緩下游天津市之淹水災害。根據中國的「蓄滯洪區運用補償暫行辦法」，如果蓄滯洪區內的民眾受到洪災淹沒，將可以獲得災害補償。

洪水防禦緊急應變 一度提升至二級開設

中國水利部在 7 月 28 日啟動了洪水防禦 III 級緊急應變。隨著情況的發展，7 月 30 日京津冀地區的**洪水防禦應變級別**⁷被提升至 II 級。中國水利部統計京津冀地區水利相關部門，發布洪水預警超過 90 次，相關省、市的水利部門公告提供防汛責任人與社會大眾發布洪水災害預警達 3.41 億則訊息。為了更即時取得水文監測資料，水利部將原本六小時一次的監測頻率縮短至每小時一次。

7. 中國國務院制定的《國家突發公共事件總體應急預案》所採取的全國性應變預案體系，現行的應變機制將突發事件按照嚴重程度由低到高分為 IV 級（一般）、III 級（較大）、II 級（重大）、I 級（特別重大）等 4 個級別。並由此發布藍色、黃色、橙色、紅色預警，及啟動相應的四級、三級、二級、一級緊急應變。

| 災情統計 |

河北省

根據河北省於 8 月 11 日召開防汛救災暨災後重建新聞發布會通報，此次洪災共影響河北省轄內 110 個縣（市、區），境內因災害死亡 29 人，16 人失蹤，共造成 388.86 萬人受災，撤離 175.74 萬人，其中蓄洪區共計 97.84 萬人撤離。受損中、小學校、幼兒園 1,150 所，受損醫療機構 1,871 家，13.15 萬公頃農作物絕收，經濟損失高達 135 億美元。其中又以涿州災情最為嚴重。根據河北省應變管理廳表示：涿州因洪災共 15 萬人受災，146 村落淹沒，淹沒範圍約 225.38 平方公里（相當於 4/5 台北市面積大小），水淹深度最高至 12 公尺。

北京市

截至 8 月 8 日統計，海河 23·7 編號洪水事件造成北京市 33 人死亡，18 人失蹤。北京市防汛指揮部於 7 月 30 日分別針對暴雨和防汛發布紅色預警，並呼籲北京市民非必要不要外出，31 日又增加地質災害紅色預警。災情方面，北京中心城區內，部分低窪地區出現局部積水情況；北京郊區的門頭溝（屬永定集水區）與房山



2023年8月2日，因強降雨導致中國河北省涿州工業開發區被洪水淹沒，道路上穿梭著救援人員和船隻協助疏散受困民眾（資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供）

區（屬大清河集水區），位處山區，遭受了大雨的襲擊，引發了山洪暴發和土砂災害。

天津市

根據天津市人民政府公告：海河 23·7 洪水事件期間（7 月 27 日至 8 月 14 日），天津市承接上游洪水量達 29.2 億立方公尺，14 日後還

有 12.3 億立方公尺通過天津，洪水直至 9 月底才完全退去。8 月 1 日凌晨 2 點起啟用東澱蓄洪區，天津開啟抗洪歷程。雖然天津在此次洪水無人員傷亡，仍有八萬餘民眾撤離安置。8 月 17 日天津市計有 4 個區 62 村落停水，主要原因是上游洪水造成水質狀況不佳，無法提供淨水，形成缺水情況。●



空拍紐西蘭北島霍克斯灣地區 (Hawke's Bay)，許多道路及建物遭洪水淹沒 (資料來源：NZDF)



紐西蘭 嘉布瑞爾颶風

Flood

Disasters

11 人 死亡人數

166 萬人 影響人數

82 億美元 經濟損失

509 架 航班取消

| 事件概述 |

紐西蘭北島遭受 50 年來最強颶風

嘉布瑞爾 (Gabrielle) 颶風席捲紐西蘭北島地區，帶來強風、豪雨和風暴潮，引發了大規模的洪水災害，導致道路交通中斷、橋梁損壞、基礎設施嚴重受損。主要影響地區包括：霍克斯灣、北地和奧克蘭等。超過 20 萬人受到停電困擾。根據國際災害資料庫 (EM-DAT) 統計，截至 2 月 24 日統計，已造成 11 人死亡，約三分之一的人口受影響，初估經濟損失高達 82 億美元。

| 氣象分析 |

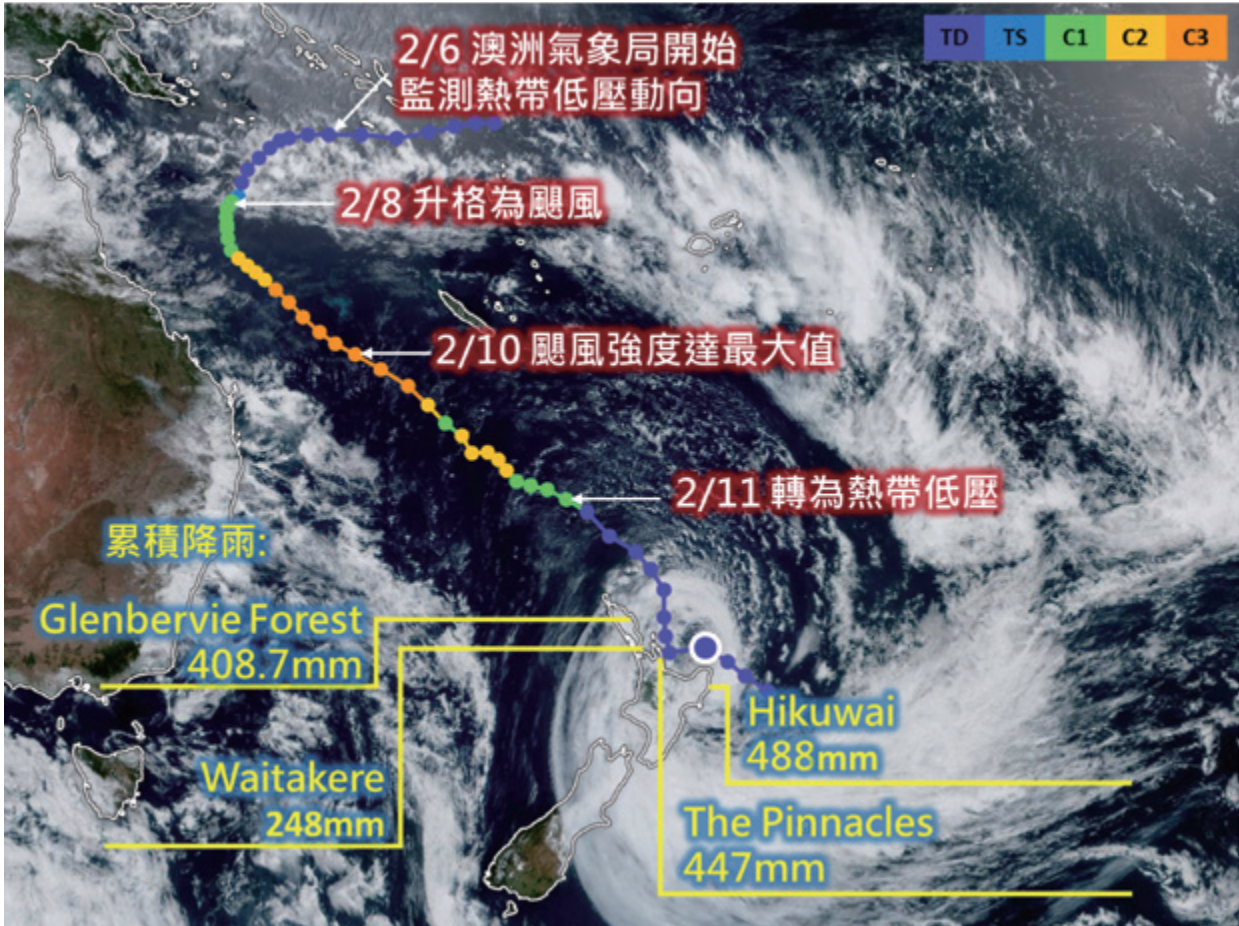
嘉布瑞爾颶風帶來強風豪雨，造成各地洪水氾濫、飛機航班大亂

2023 年 2 月 6 日，澳洲氣象局 (Australian Bureau of Meteorology) 在澳洲及索羅門 (Solomon Islands) 群島間觀測到一熱帶低壓 (Tropical Low 14U)。2 月 8 日，美國聯合颱風警報中心 (Joint Typhoon Warning Center, JTWC) 將此熱帶低壓定義為熱帶氣旋，隨即澳洲氣象局發布此熱帶氣旋強度已發展達到 Category 1，並命名為嘉布

瑞爾 (Gabrielle)。2 月 9 日，嘉布瑞爾颶風發展為強烈颶風 (Category 3)，並持續向東南移動至南太平洋海域。此時，因環境垂直風切增強，2 月 10 日強度開始減弱為二級颶風 (Category 2)。2 月 11 日，嘉布瑞爾颶風通過諾福克島 (Norfolk Island)，並減弱為熱帶低壓。

嘉布瑞爾颶風於 2 月 13 日開始影響紐西蘭北島，並帶來劇烈降雨，位於北島西北部的旺阿雷 (Whangārei) 測站，於 2 月 12 日 9 時至 2 月 13 日 9 時記錄到 24 小時累積雨量達到 183.8 毫米；奧克蘭 (Auckland) 周邊區域多處發生強降雨，如懷塔克雷 (Waitakere) 測站之 24 小時累積雨量達到 248 毫米、內皮爾機場 (Napier Airport) 測站在 2 月 13 日 9 時至 2 月 14 日 9 時達到 175.8 毫米等，是自 1950 年記錄以來，2 月份所觀測到的排名第 2 之日雨量。而在 12 至 15 日影響期間，西庫懷 (Hikurangi) 測站總累積雨量達到了 488 毫米、尖峰石陣 (The Pinnacles) 測站累積雨量達到 447 毫米，而葛連伯威森林 (Glenbervie Forest) 測站達到 408.7 毫米，造成紐西蘭北島傳出嚴重的淹水災情。

在風力的部分，2 月 12 日雷恩加角 (Cape Reinga) 測站記錄到陣風風速達到 141 km/hr；2 月 13 日位於奧克蘭北部的旺阿帕勞阿 (Whangaparāoa) 測站記錄到陣風風速達到 132



嘉布瑞爾颶風路徑、強度與觀測累積雨量，強度以薩菲爾-辛普森颶風風力分級，TD為熱帶低壓，TS為熱帶氣旋，C1為第一級，C2為第二級，C3為第三級，累積雨量時間為2023年2月12至15日（資料來源：Zoom Earth，災防科技中心繪製）

km/hr，奧克蘭海灣大橋 (Auckland Harbour Bridge) 測得陣風風速達到 115 km/hr；2月14日位在北島西海岸的新普利茅斯機場 (New Plymouth Airport) 則記錄到陣風風速高達 128

km/hr，為過去50年來，排名第四的強陣風。導致509架飛機航班取消，影響約1萬名國際旅客行程。

| 災害衝擊 |

嘉布瑞爾颶風肆虐， 紐西蘭全國進入緊急狀態

紐西蘭總理克里斯·希普金斯 (Chris Hipkins) 宣稱嘉布瑞爾颶風是過去一個世紀以來，襲擊該國的最大天氣事件，並於宣布 2 月 14 日進入國家緊急狀態，為紐西蘭史上第 3 次宣布進入國家緊急狀態，前兩次則為 2011 年的基督城地震事件，以及 2020 年的新冠肺炎。截至 2 月 24 日止，統計資料顯示該國 500 萬人口中至少有三分之一受到影響，並造成 11 人死亡，初估經濟損失達 82 億美元。

受到嘉布瑞爾颶風衝擊的影響，強風、豪雨及風暴潮肆虐紐西蘭，主要災情集中在霍克斯灣 (Hawke's Bay)、北地 (Northland)、奧克蘭 (Auckland) 等 7 個區域，強風導致超過 20 萬人受停電影響，風暴潮使紐西蘭北島北部沿海發生洪災，而豐沛的降雨造成多條河川潰堤、淹水與崩塌等。霍克斯灣地區記錄到多達 366 個災害通報，如埃斯克河 (Esk River) 與懷羅阿河 (Wairoa River) 等多條河流發生潰堤，造成嚴重淹水，致使多處地區停電、停水、以及多處橋樑與道路破損，導致約有 8,000 個居民受困於災區。根據埃斯克河之流量測站資料顯示，其觀

測流量高達 1787.4 m³/s，已遠超過 100 年重現期之洪水頻率，造成流量站的損毀，並於 2 月 13 日夜間發生潰堤，致使多數房屋遭受洪水淹沒，以及沖毀了當地鐵路與高速公路。

北地地區受到大浪襲擊沿海，旺阿雷外海記錄到高達 10 公尺的浪高，使得旺阿雷地區 16 艘船擱淺，6 艘船沉沒。奧克蘭有 2 名消防員在救援任務中遇到崩塌而喪生。豐盛灣 (Bay of Plenty) 地區，則是受到風暴潮影響沿海地區；吉斯伯恩 (Gisborne)、懷卡托 (Waikato) 地區多處亦是受大雨及崩塌影響，道路交通中斷，電力與通信網路中斷。

| 政府作為 |

紐西蘭單位協力應對災情

紐西蘭國家應變管理中心 (National Emergency Management Agency, NEMA) 在 2 月 11 日上午發布公告，要求居民在嘉布瑞爾颶風來臨前做好準備，包含關注天氣預報、準備防災包、清除排水溝碎屑與落葉、捆紮好屋外物品、訪視關心鄰居或需要幫助的人，並提前做好可能停電的準備。紐西蘭消防及緊急應變署 (Fire and Emergency New Zealand, FENZ) 從 2 月 13



紐西蘭軍方透過空拍紀錄，評估從納皮爾 (Napier) 到懷羅阿 (Wairoa) 的洪水影響範圍 (資料來源：NZDF)

日開始收到許多求助電話，消防及緊急應變署與都會搜救署 (Urban Search and Rescue, USAR) 合作展開救援任務。並於 2 月 14 日凌晨，消防及緊急應變署發布 Motutara 及 Oaia 地區有崩塌風險，建議居民疏散；同日，紐西蘭國家應變管理中心發布國家緊急狀態公告，其區域包括霍克斯灣、北地、奧克蘭、懷卡托、吉斯伯恩、豐盛灣及塔拉魯阿地區，藉此快速調動全國資源投入救災工作，提醒當地居民相關注意事項，

提供緊急避難所地點和援助金申請資訊。

紐西蘭軍方 (New Zealand Defence Force, NZDF) 亦投入救災協助，並於 2 月 21 日利用軍艦載運物資至受創嚴重的內皮爾地區；警方亦協尋災區失聯人員，加強巡邏提供協助。而奧克蘭地區提供臨時住宿服務 (Temporary Accommodation Service, TAS)，緊急進行房屋維修或重建期間之災民住宿。●



2023年3月11日，秘魯蘭巴耶克區(Lambayeque)遭洪水淹沒情形(資料來源：AP/達志影像授權)



秘魯 亞庫氣旋

Flood Disasters

10^人 死亡人數

4.5^{萬人} 影響人數

7.05^{億美元} 經濟損失

6,456^棟 建物損壞

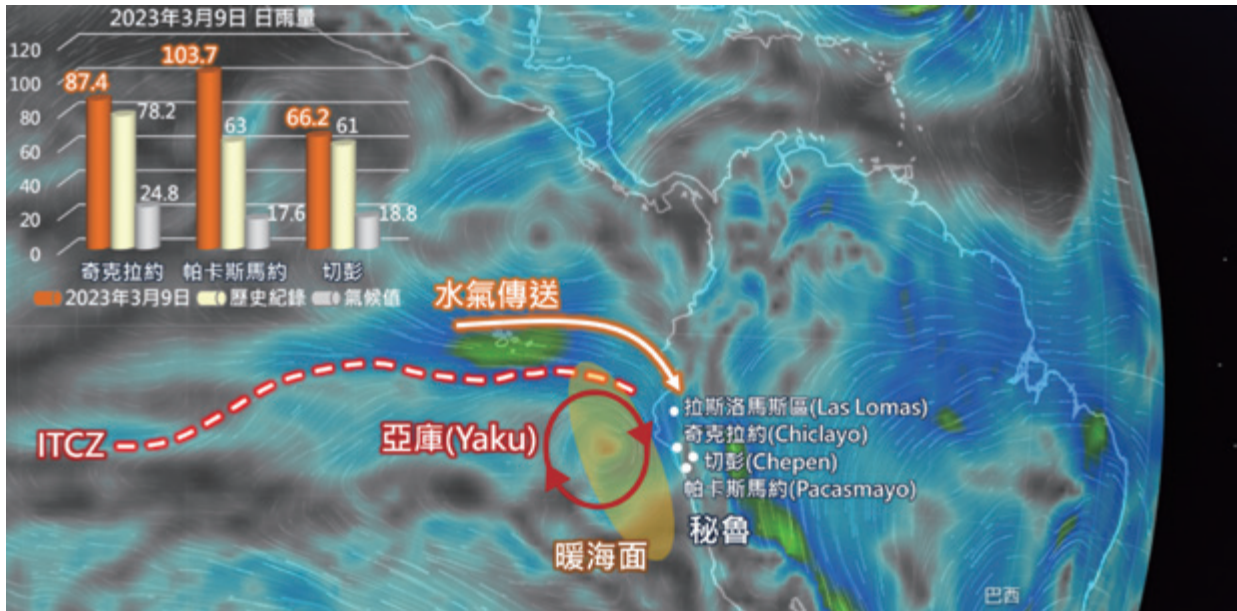
| 氣象分析 |

秘魯多處地區的日雨量超過月平均雨量，打破歷史紀錄，導致多處地方河流氾濫，都市地區遭洪水淹沒

秘魯位於南美洲赤道地區，西側臨太平洋，屬於高溫、高濕氣候，每月平均雨量為 150 毫米。雨季長達 7 個月，時間為每年 11 月至隔年 5 月，其中 3 月平均雨量逾 200 毫米。

2023 年 3 月 4 日，氣旋亞庫 (Yaku) 在秘魯

西方的南太平洋海面生成，於 3 月 14 日消散。氣旋亞庫自生成到消散的這段期間，一直都在秘魯西方 500 至 600 公里的海面上移動、打轉，並未登陸秘魯，但卻間接影響了當地天氣。其順時針方向旋轉的渦漩，持續由洋面輸送大量水氣至秘魯北部海岸，導致當地劇烈降雨的發



2023 年 3 月 9 日氣旋亞庫與大氣環境示意圖，及觀測的日雨量與歷史紀錄比較 (資料來源：秘魯國家氣象水文局 (SENAMHI)；災防科技中心彙整)

| 各地災害衝擊與影響 |

秘魯中北部沿海地區受災嚴重

生。此外，這樣的降雨區域更逐漸往南部及內陸地區擴散。根據雨量觀測資料顯示，在拉斯洛馬斯區 (Las Lomas)，3月7日至8日的日雨量高達 159.5 毫米，為該區歷史上第四高的日雨量。3月9日至10日在帕卡斯馬約 (Pacasmayo)、奇克拉約 (Chiclayo) 及切彭 (Chepén) 等地區の日雨量，更打破歷史紀錄，其日雨量已接近秘魯月平均雨量，導致多處地方河流氾濫，都市地區被洪水淹沒。

氣旋亞庫是自 1997 年以來首見影響秘魯天氣的氣旋式低壓系統，其生成與南太平洋溫暖的海面及間熱帶輻合區 (Intertropical Convergence Zone, ITCZ) 有關。受陽光直射赤道的影響，赤道地區終年受熱，海水蒸發產生大量水氣，逸散到高空後往高緯度地區傳送，導致近地面氣壓降低，於赤道地區形成一帶狀的低壓帶，即為 ITCZ。ITCZ 的上升運動旺盛且水氣充足，容易有對流發生。在 2023 年南半球夏季，ITCZ 移至南太平洋的海面上，使得該海域形成低壓系統的機率增加，加上海水溫度偏暖 (高於 26°C)，因而導致氣旋亞庫的生成。

秘魯全國民防組織 (National Institute of Civil Defense, INDECI) 於 3 月 10 日表示，氣旋亞庫對秘魯北部地區造成嚴重破壞。根據歐盟緊急應變協調中心 (Emergency Response Coordination Centre, ERCC)，3 月 13 日彙整之資料顯示，亞庫氣旋至少已導致 10 人死亡、1 人失蹤，影響約 45,000 人，約 6,456 棟建物損壞。

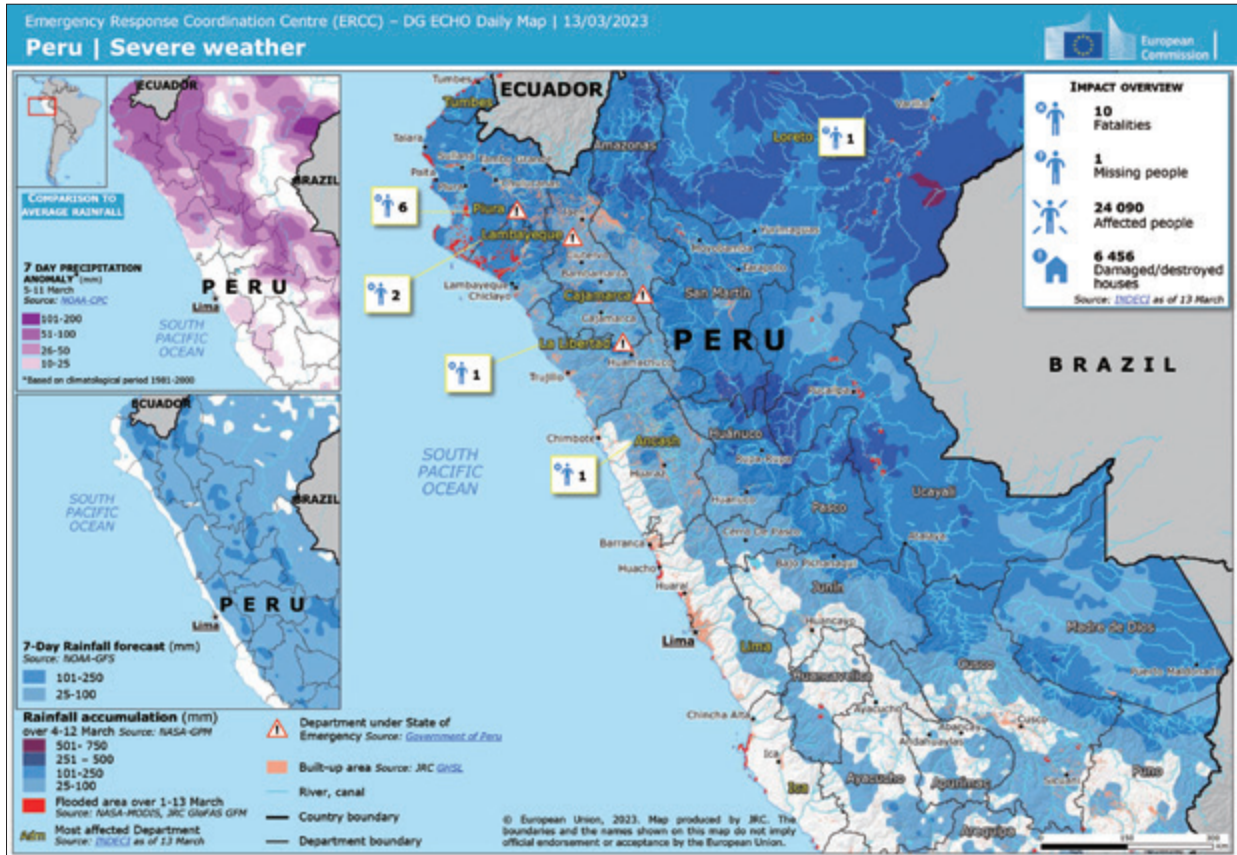
INDECI 並指出秘魯自 2022 年 9 月雨季開始以來，已經有 59 人死亡，包含 2 月發生在秘魯中南部的造成 18 人死亡的土石流災害。以下紀錄在 3 月受災較嚴重區域的人員傷亡與財產損失情形：

| 皮烏拉區 (Piura)

報告指出洪災始於 3 月 9 日，截至 3 月 10 日已導致 6 人死亡，200 多人流離失所，共有 1,600 人受影響。

| 蘭巴耶克區 (Lambayeque)

蘭巴耶克區為本次之重災區，自 3 月初以



2003年3月13日秘魯災情彙整圖，紅色區塊為3月1日至13日之淹水區域，集中分布在皮烏拉區 (Piura) 與蘭巴耶克區 (Lambayeque) 的沿海地區 (資料來源：ERCC)

| 洛雷托區 (Loreto)

來，洪水幾乎影響了大部分地區。截至3月11日區內有5,600人受影響，約1,961人流離失所。共1,317棟建物損壞。

3月8日至3月10日間，馬拉尼翁河 (Marañón River) 在洛雷托區的聖羅倫索鎮 (San

Lorenzo) 發生潰堤，造成一人失蹤。另外，Shanusi 河發生洪水溢淹，亦造成約 20 棟建物損壞。

安卡什區 (Ancash)

3 月 10 日至 12 日，塞欽河 (Sechín River) 發生多處潰堤，造成卡斯馬省 (Casma) 約有 600 人受到影響、150 棟建物損壞。期間大雨也導致瓦拉斯省 (Huaraz) 有 5 棟房屋、灌溉渠道和農作物受損。瓦伊拉斯省 (Huaylas) 也有 20 棟建物損壞，約 50 多人受影響。

拉利伯塔德區 (La Libertad)

3 月 9 日下午的強降雨導致切彭省 (Chepén) 部分地區發生洪災，共有 143 人受影響，34 棟房屋與城市道路受損。

利馬區 (Lima)

3 月 11 日瓦烏拉省 (Huaura) 發生洪水，導致 15 人流離失所，6 棟房屋被毀，以及約 6 公頃的農作物受損。

伊卡區 (Ica)

3 月 11 日的在伊卡省 (Ica) 發生在大雨，約造成 120 棟建物損壞。

政府作為

秘魯總統宣布進入緊急狀態

秘魯總統迪娜·博魯阿爾特 (Dina Boluarte) 在 3 月 12 日視察北部地區，秘魯當局已宣布安卡什區 (Ancash)、卡哈馬卡區 (Cajamarca)、拉利伯塔德區 (La Libertad)、蘭巴耶克區 (Lambayeque)、利馬區 (Lima)、皮烏拉區 (Piura)、阿雷基帕區 (Arequipa) 及通貝斯區 (Tumbes) 等區進入緊急狀態，中央與地方政府正努力為受災嚴重地區提供援助，政府暫停了全國 30% 以上的學校活動。而流動人口並未納入緊急救助範圍，如：在秘魯境內的委內瑞拉 (Venezuelan) 移民和難民，他們通常住在沒有防雨設施的地方，像是車庫或無遮蔽的院子中，其受災風險相對較高，急需食物、水及避難所。秘魯國防部長豪爾赫查韋斯 (Jorge Chavez) 則表示，已經部署了 5,000 名軍隊人力，以支持各地區的緊急行動。●



2023 年 1 月 5 日，位於加州卡皮托拉碼頭 (Capitola) 遭洪水破壞 (資料來源：AP/ 達志影像授權)



美國加州 洪災

Flood Disasters

22^人 死亡人數

70^{億美元} 經濟損失

3.3^{萬戶} 停電戶數

429^所 學校關閉

| 事件概述 |

加州三周內受到六個風暴系統衝擊，各地災情造成 22 人死亡及 70 億美元經濟損失

2022 年 12 月底至 2023 年 1 月中旬，美國加州 (California) 地區受到 6 個風暴系統衝擊，大部分地區引發強降雨、強風以及降雪等劇烈天氣，造成洪水、土石流、積雪、交通阻斷、電力中斷等災情，導致 22 人死亡，以及約 70 億美元經濟損失。根據美國國家氣象局資料顯示，加州奧克蘭 (Oakland) 打破 1982 年之歷史降雨紀錄，在連續近 3 周累積暴雨之衝擊下，河川水位迅速上漲，導致許多地區大範圍的洪水災害與基礎設施破壞。由於災害嚴重程度超出州和地方政府之綜合應變能力，因此美國總統拜登 (Joe Biden) 於 2023 年 1 月 14 日，宣告「重大災害」，約 28 個聯邦機構與美國紅十字會等非政府組織，進行個別與公共災難援助、農場貸款以及作物損失援助等災後復原行動。

| 氣象分析 |

大氣長河造成加州劇烈天氣，豐沛降雨使得河川水位暴漲，引發各地洪水氾濫

自 2022 年 12 月底開始到 2023 年 1 月中旬，一連 3 周，約有 6 個風暴系統為加州帶來不同類型的劇烈天氣，依其系統結構與尺度的差異，可分為狹窄的冷鋒雨帶、**炸彈氣旋 (Bomb Cyclone)**¹ 以及大氣長河 (Atmospheric River)。大氣長河是存在於大氣中的一條狹長水氣帶，易生成於美洲西岸外海，於海上綿延數千公里，將豐沛水氣傳送至美洲西岸，一般出現在美國西岸華盛頓州與奧勒岡州上空。2022 年底至 2023 年初的這波大氣長河，其水氣傳送位置較為偏南，是導致此次北加州劇烈天氣頻傳的主因之一。

根據美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 的資料顯示，2022 年 12 月底至 2023 年 1 月 10 日之日雨量分布，明顯看出劇烈天氣在美

1. 炸彈氣旋 (Bomb Cyclone) 是指溫帶氣旋的中心氣壓，在 24 小時內迅速驟降 24 百帕以上，使得風暴威力迅速增強。

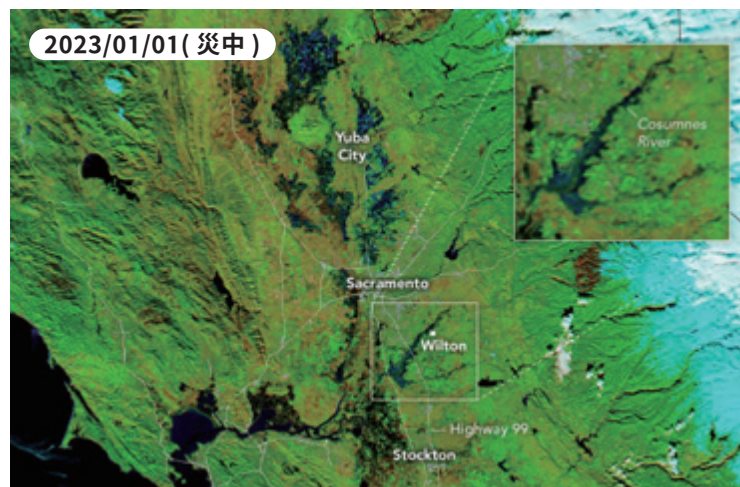
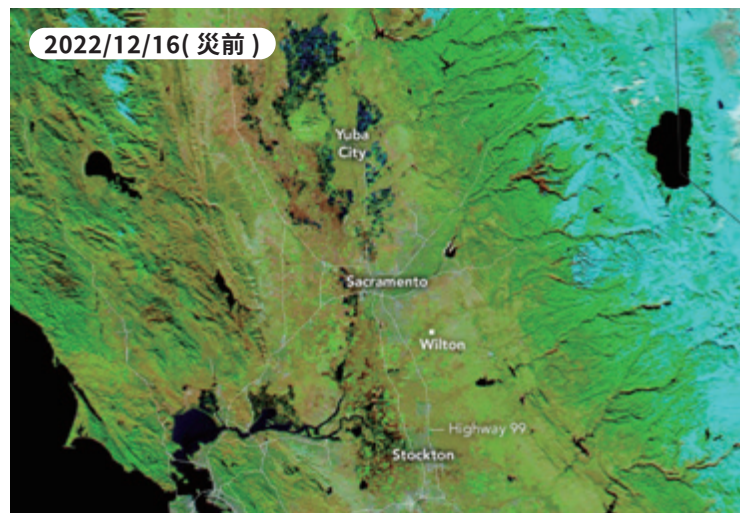
國加州地區帶來豐沛降雨量；其中，文圖拉縣 (Ventura County) 的 Nordhoff Ridge 測站與聖塔芭芭拉 (Santa Barbara) 的 San Marcos Pass 測站之 48 小時累積降雨量 (2023 年 1 月 9 日至 1 月 10 日)，分別為 415.04 毫米與 407.67 毫米。

而豐沛豪雨造成美國加州地區河川水位快速上漲，導致多處水位測站之水位超過警戒，引發洪水大範圍氾濫，包括科森尼斯河 (Cosumnes River)、莫凱勒米河 (Mokelumne River) 以及薩利納斯河 (Salinas River) 等；其中，聖洛倫索河 (San Lorenzo River) 上游的聖克魯斯 (Santa Cruz) 之洪水深度於短短 8 小時內上漲 4.84 公尺，是聖洛倫索河自有紀錄 (1939 年) 以來的最高水深。


| 災害衝擊與災損統計 |

加州各地遭受洪水、土石流、風暴潮、停電及路樹倒塌等災害衝擊

自 2022 年 12 月 31 日以來，劇烈天氣持續衝擊美國加州大部分地區，嚴重受災地區包括有聖貝尼托 (San Benito)、文圖拉、聖克魯斯、蒙特雷 (Monterey)、聖巴巴拉、洪堡 (Humboldt) 以及聖克拉拉 (Santa Clara) 等。2022 年 12 月 31



美國加州威爾頓地區之衛星影像，上圖為洪水氾濫前 (2022 年 12 月 16 日)、下圖為氾濫時期 (2023 年 1 月 1 日) 之衛星影像，其中深藍色代表水體、綠色為植被、以及棕色代表地表。由比較結果可知，原有河道、湖泊等區域 (深藍色)，因淹水影響有明顯的擴大範圍 (資料來源：NASA)



日開始的豪雨襲擊加州中部與北部的部分地區，導致舊金山灣區 (San Francisco Bay Area) 與沙加緬度 (Sacramento) 附近地區受洪水淹沒。此外，豪雨造成威爾頓 (Wilton) 附近之科森尼斯河沿岸堤防發生潰堤，導致多條道路被淹沒，包括 99 號高速公路。2022 年 12 月 31 日之後的接連不斷風暴，造成加州許多地區之樹木倒塌，進而損壞電力線，導致大範圍停電；部分加州沿海地區亦遭受風暴潮侵襲，導致基礎設施受損，像是卡皮托拉碼頭 (Capitola Wharf) 受破壞；部分低窪地區則因河岸溢淹而遭受嚴重洪災。

根據歐盟緊急應變協調中心 (Emergency Response Coordination Centre of the European Commission, ERCC) 截至 2023 年 1 月 10 日資料顯示，災害導致 22 人死亡、717 人被緊急疏散、429 所學校關閉，47 條道路關閉，以及 33,000 用戶電力中斷。此外，根據全球巨災風險模型 (global catastrophe models and risks) 資料顯示，此次洪水災害造成的經濟損失約 70 億美元。

| 災因探討 |

創歷史新高的降雨量

根據美國國家氣象局 (National Weather Service, NWS) 資料指出，奧克蘭於 2022 年 12 月 31 日之觀測降雨量為 120.65 毫米，打破該地區於 1982 年之歷史降雨紀錄；舊金山市中心觀測站則紀錄到 138.68 毫米降雨量，經歷了該地有紀錄以來 (約 170 多年) 第二多雨的一天。此外，一些地區經歷了有紀錄以來最多雨的 23 天 (2022 年 12 月 26 日至 2023 年 1 月 17 日)，例如舊金山灣機場與奧克蘭國際機場，觀測到創新紀錄之 3 周累積降雨量，分別為 388.4 與 148.6 毫米。而加州大部分地區在受災 16 天期間 (2022 年 12 月 26 日至 2023 年 1 月 11 日) 的累積降雨，超過年降雨量 (1991 至 2020 年平均值) 的一半以上。因此，加州受到創歷史紀錄的降雨量衝擊，使得排水系統無法順利宣洩，故造成舊金山與其他城市中心的許多低窪地區被洪水淹沒。

飽和地表含水量致使洪災高風險

根據 NOAA 資料顯示，災前加州大部分區域之地表土壤含水量多為乾燥狀態，經由災後 2023 年 1 月 9 日之地表土壤含水量分布得知，

由於受強降雨持續入滲至土壤中，地表土壤含水量漸漸趨近飽和，加上降雨持續進行中，來不及入滲或是因土壤飽和無法容納過多水分時，則會在地面順著地形向下流動，形成大量地表逕流，致使加州處於洪災的高風險狀態。因此，加州除了受到大量降雨衝擊，地面飽和加上連續強風效應，造成先前因乾旱而受壓的樹木被連根拔起，倒塌的樹木導致對鄰近的電網、汽車以及財產造成損害。

乾旱中的洪水

加州於洪災之前，正處於嚴重乾旱緊急狀態。根據美國國家乾旱應變中心 (US National Drought Mitigation Center, NDMC) 之資料指出，於 2022 年 12 月 27 日的乾旱資訊顯示，加州的 41% 地區屬於極端 (extreme) 與異常 (exceptional) 乾旱。洪災過後之 2023 年 1 月 17 日資料顯示，加州的 90% 以上地區，則降低為中度 (moderate) 與嚴重 (severe) 乾旱，代表乾旱情況已有改善。然而，災前加州的三年極端乾旱導致土壤硬化結塊 (soil compaction)，不易使雨水入滲至土壤，造成降雨滲透減少，逕流增加，導致洪水風險增加。但儘管降雨帶來加州嚴重的淹水災情，但其降雨量亦帶來水庫水位上升，對供水狀況有一定程度的改善。

政府作為

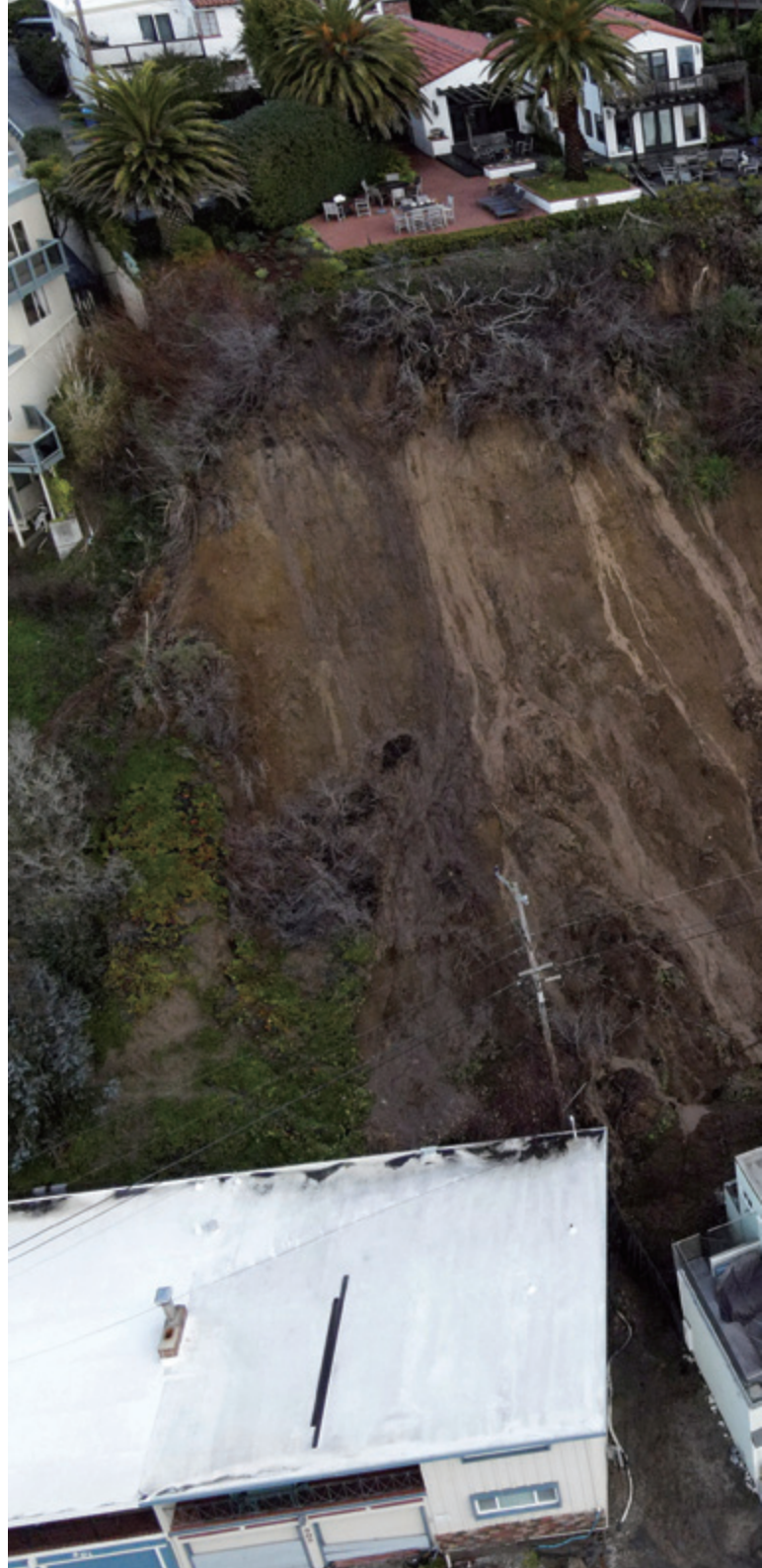
美國總統拜登在 2023 年 1 月 14 日宣布進入「重大災害宣言」，請聯邦政府提供援助

美國加州自 2022 年 12 月底至 2023 年 1 月 21 日為止，約有 2,500 萬人位於洪水暴發的警戒範圍，由於災情嚴重，美國總統拜登 (Joe Biden) 在 2023 年 1 月 14 日宣布加州進入緊急狀態的「重大災害宣言」，請聯邦政府提供援助工作，授權國土安全部聯邦緊急事務管理署 (Federal Emergency Management Agency, FEMA) 協調所有救災工作，並根據 1988 年實施的「斯塔福德法案」(Stafford Act)² 授權的緊急措施，為需要的人提供適當援助，以挽救生命並保護財產和公共健康與安全。

救災工作方面，加州政府為受災人民提供稅收減免。美國政府許多單位也加入災

2. 「斯塔福德法案」全名為「斯塔福德災難與緊急援助法」(Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act)，屬於美國聯邦法律，在面臨重大災難時，由聯邦的層級有系統地向州政府與地方政府提供災難的援助，包含動用聯邦基金。由 FEMA 主導，可動用 28 個聯邦機構與美國紅十字會等非政府組織，用以協助救災工作。

害復原工作，包括：美國農業部農場服務局 (U.S. Department of Agriculture Farm Service Agency)，提出加州農場受災區之緊急保護計劃申請、受洪水影響的加州農民與畜牧生產者提供救災援助、牲畜援助、農場貸款以及作物損失援助等；美國食品與藥物管理局 (U.S. Food and Drug Administration) 則針對受洪水與停電影響的食品及動物糧食作物安全，提出援助計畫申請；美國小型企業管理局 (U.S. Small Business Administration) 進行嚴重災難貸款援助。●



▶ 2023年1月16日。位於加州阿普托斯 (Aptos) 的房屋遭土石掩埋 (資料來源：REUTERS/ 達志影像授權)



An aerial photograph showing a village in Morocco that has been almost completely destroyed by a strong earthquake. The buildings are reduced to rubble, and the landscape is covered in debris. A tall, narrow, reddish-brown tower stands out among the ruins. The background shows a lush green forest on a hillside.

PART IV

04 篇

地震

災

Earthquake Disasters

害





2023年2月10日，在土耳其東南部安塔基亞（Antakya），救援隊正用起重機清除被毀建築物的殘骸，尋找倖存者
（資料來源：AP/達志影像授權提供）



當地時間 | 2023/2/6 | 4:17

M7.8

地震規模

當地時間 | 2023/2/6 | 13:24

M7.5

土耳其地震

| 含敘利亞災情 |

Earthquake Disasters

53,537 | 土 | +4,500 | 敘 |

58,037 人 死亡人數

960 萬人 影響人數

342 億美元 | 土 | +89 億美元 | 敘 |

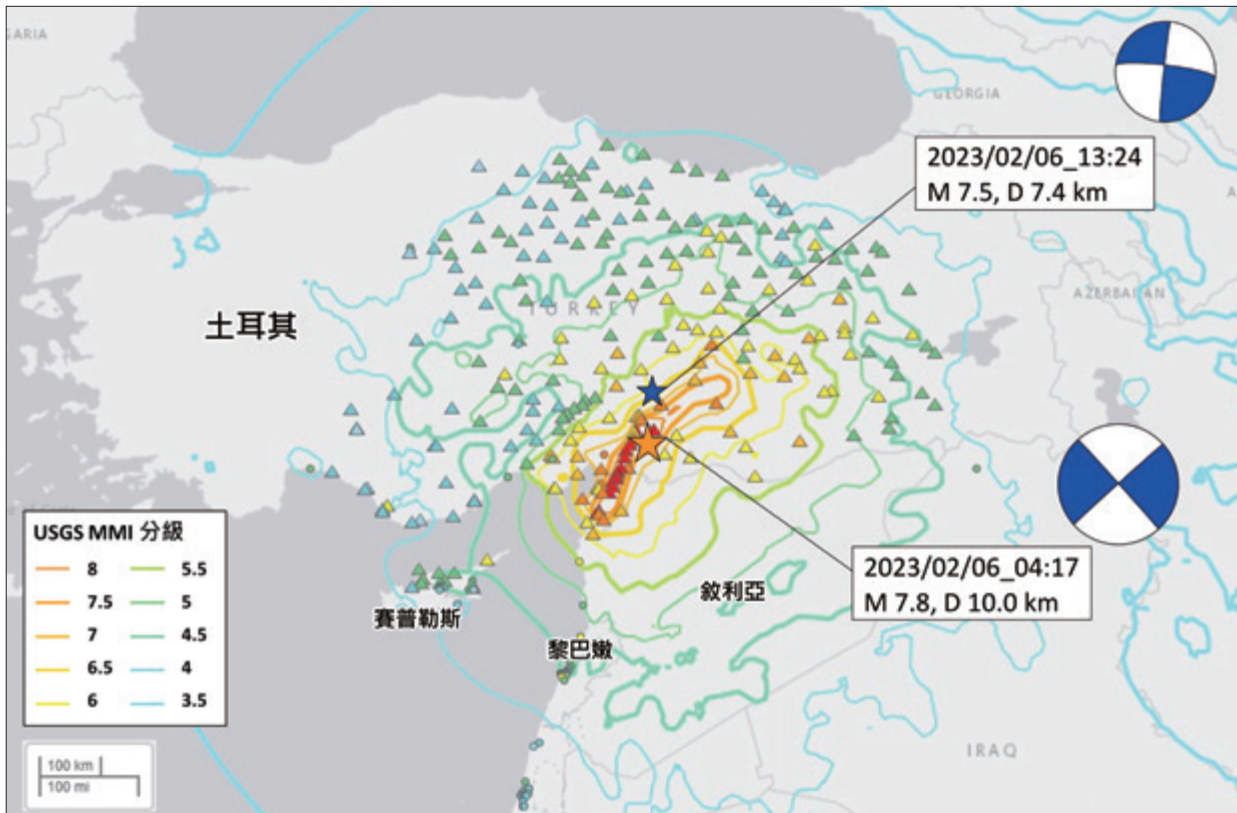
431 億美元 經濟損失

地震概述

2023年2月6日，前後間隔9小時，發生規模7.8及7.5地震

土耳其於當地時間2023年2月6日4時17分（土耳其時區為UTC+03:00；臺灣時間2月6日9時17分），在土耳其東南部卡赫拉曼馬拉什省（Kahramanmaraş）的帕扎爾哲克（Pazarcik）

發生地震規模7.8、震源深度10.0公里的淺層地震，並於9小時後（當地時間2023年2月6日13時24分）在主震震央東北方的埃爾比斯坦（Elbistan）發生另一起規模7.5、深度7.4公里的強力餘震，整個地震序列稱為土耳其卡赫拉曼馬拉什地震序列。截至2023年8月底，共發生至少30,000起餘震事件，規模大於5.0者達42起。根據當地地震站紀錄，主震造成之強地動，最大地表加速度達1.62 g，最大地表速度達215



cm/s，地表震度達 MMI 9，撼動整個土耳其—敘利亞交界。根據美國地質調查所 (USGS) 公告之震源機制解，兩起地震皆為平移斷層引致的地震事件。

本次規模 7.8 地震為 1900 年以來東安納托利亞斷層帶發生的最大規模地震事件

土耳其橫跨亞洲與歐洲，位於歐亞板塊、安納托利亞板塊、阿拉伯板塊與非洲板塊的交

界處。本次地震發生於土耳其東南方，震央位置靠近與敘利亞的接壤處，根據主餘震序列成東北—西南走向分布、同時由震源機制解指示之平移斷層活動型態，本次地震為阿拉伯板塊與安納托利亞板塊交界的左移斷層帶—東安納托利亞斷層帶 (East Anatolian Fault Zone, EAFZ) 活動所致。根據美國地質調查所統計之地震活動資料，本次規模 7.8 地震為西元 1900 年以來東安納托利亞斷層帶發生的最大規模地震事件，其餘規模 7.0 以上地震主要發生於土耳其北緣的北安納托利亞斷層帶 (North Anatolian Fault Zone, NAFZ)。



土耳其鄰近區域地體構造 (資料來源：災防科技中心)



土耳其鄰近區域 1900 年以來規模 7.0 以上地震分布 (資料來源：美國地質調查所)

| 地震災情與後續影響 |

本次地震造成兩國至少 58,037 人死亡、431 億美元的經濟損失

規模 7.8、7.5 的兩起強烈淺層地震，以及後續一連串的餘震事件對土耳其東南部及敘利亞北部造成巨大衝擊。聯合國人道事務協調廳 (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs) 及土耳其內政部災害與應變管理署 (Disaster and Emergency Management Presidency, AFAD) 的調查報告顯示本次地震在土耳其、敘利亞兩國影響人數達 960 萬人，並造成兩國至少 58,037 人死亡、109,000 受傷、431 億美元災害損失、220 萬人需接受安置、310 萬人居住於暫時收容所 (OCHA, Situation Report 11)。土耳其統計局 (Turkish Statistical Institute) 報告顯示土耳其西南部 11 個受地震衝擊最嚴重的都市，約有 40% 的建物不符合 2000 年訂定之新耐震標準，建物耐震不足加上強震襲擊導致約有共 164,000 棟建物傾倒或嚴重損毀，超過 61,700 棟建物待拆除，預估復原建物需花費 1,090 億美元。

建物耐震程度不足是
本次地震大規模致災的主因之一

本次土耳其地震造成重大傷亡的原因可總結如下：首先，災區建物大多於建物耐震設計規範實施 (2004 年) 之前興建，耐震性能不足，並且部分學者質疑建物多屬加強磚造 (brick masonry)、基礎設計不足為大規模致災的主因；其次，地震發生於凌晨時段，許多人員於睡夢中錯過逃生時機；最後，地震發生時期為冬季，寒冷的氣候加上降雪，導致救援難度上升，同時地震對維生管線的衝擊導致供電、天然氣供給停止，增加了災民在震後的生活困難。

臺灣也在第一時間出動特種搜救隊
協助國際人道救援

土耳其強震發生後，聯合國組織至少有 108 個國際城市搜救小組進到土耳其地震災區，土耳其政府結合各部門及國際救援隊，共派出超過 9 萬名救難人員、5,500 輛各式機具車輛、10

艘船隻、社會心理支持小組、生活物資包括：餐車、野戰廚房、烤箱、食物、飲用水、毛毯、帳篷、床具、廚具、暖爐、活動廁所等至災區。此外，災害通信小組確保機構間協調和訊息暢通，開通地震應變專線；設立新聞中心，對國內外發布新聞稿。臺灣也在土耳其發生地震後，第一時間出動搜救隊、搜救犬及所需裝備，前往土耳其執行國際人道救援任務。●



► 2023年2月10日，在土耳其東南部安塔基亞（Antakya），救援隊正尋找倖存者（資料來源：AP/達志影像授權提供）





2023年9月12日，摩洛哥，伊米·恩塔拉(Imi N'Tala)村被一場致命地震摧毀，人們站在廢墟上（資料來源：REUTERS/達志影像授權提供）



摩洛哥地震

Earthquake Disasters

M6.8 地震規模

2,946^人 死亡人數

5,674^人 受傷人數

500^{萬人} 影響人數

5^{萬棟} 建物損壞

地震概述

2023 年 9 月 8 日，發生地震規模 6.8，深度 18 Km 的淺層地震

摩洛哥於當地時間 2023 年 9 月 8 日 23 時 11 分 (摩洛哥時區為 UTC+01:00；臺灣時間 9 月 9 日 6 時 11 分)，在馬拉喀什 (Marrakech) 西南方 75 公里處發生地震規模 6.8、震源深度

18.0 km 的淺層地震，美國地質調查所 (USGS) 資料顯示震央附近最大地表加速度超過 0.5 g、最大地表速度超過 20 cm/sec，地表震度為 MMI 8。根據美國地質調查所 (USGS) 公布之震源

機制解，本次地震主要由帶有走向滑移的逆斷層引致，主震後記錄到上百起餘震，最大規模達到 5.9。

此次地震發生位置距離上一次地震已有 63 年之久

摩洛哥位在歐亞板塊及非洲板塊隱沒交界，該地區板塊移動緩慢，非洲板塊每年僅以 5mm 以下的速度向北方與歐亞板塊碰撞。歷史地震多半發生於摩洛哥北部的坦幾亞周邊，此次震央附近的歷史地震數量極少，較近期的地震為 1960 年於阿加迪爾發生之規模 5.8 地震，造成 12,000 至 15,000 人死亡。



本次地震震央位置及地表震度分布 (資料來源：美國地質調查所)



本次地震震央鄰近地區之板塊構造 (資料來源：災防科技中心)

| 地震災情與後續影響 |

地震發生於深夜，且建物耐震強度不足，造成大量建物毀損、人員傷亡

本次地震發生於當地時間晚上 23 時 11 分，民眾多已在屋內沉睡，根據國際災害資料庫 (EM-DAT) 截至 9 月 15 日統計，已造成 2,946 人死亡，5,674 人受傷，受影響人數接近 500 萬人，至少 5 萬棟房屋全倒或半倒，有 530 所學校及 55 所寄宿學校受損，影響約 10 萬名兒童。

地震震央位於高阿特拉斯山脈地區，當地由於交通不便，建材運輸不易，同時為考量建造成本及因應炎熱氣候，建物多採傳統的泥造、磚造或石造，耐震強度不足，建物毀損後形成破碎的瓦礫掩埋受災民眾，存活率相較鋼筋混凝土建築可能更低。






2023年9月8日，摩洛哥阿米茲米茲 (Amizmiz) 發生致命地震後，各國緊急救援人員前來支援搜救行動
(資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供)



影像為摩洛哥埃爾漢奈 (Elhannain) 在經歷致命地震後，9月16日可見在被摧毀房舍旁，有政府提供給當地居民收容安置所臨時搭建的帳篷（資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供）



山崩阻斷道路，基礎設施恢復困難，嚴重影響救援

地震後多處山崩，高速公路系統及通往災區的地區道路阻斷，阻礙救援作業及供電等基礎設施修復，偏遠村落形成孤島，電力、供水及通訊中斷，且缺乏食物及收容場所，災民須暫居於戶外。且偏遠地區多為泥土道路，地震發生後近一周，孤島聚落仍仰賴驢子運輸物資。摩洛哥皇家武裝部隊與皇家憲兵、國家安全及民防部門合作救援作業，並利用直升機往返道路受損嚴重的地區進行救援，通往震央附近的伊格爾鎮道路約一周後搶通。

當地位於撒哈拉沙漠邊緣，每年降雨主要分布於十月至五月，六至九月降雨量極少，受氣候影響產生二次災害的可能性極低。但因處於高海拔地區，即使是夏季日夜溫差仍然不小，災民暫居於帳篷中，難以抵禦夜間低溫，且阿特拉斯山脈冬季將於十一月到來，夜間氣溫可能達攝氏零度以下，並經常下雪，須進行大規模的重建與安置作業。●



阿富汗西部赫拉特省 Zenda Jan 地區發生地震，10 月 8 日當地居民協助尋找倖存者（資料來源：AP/ 達志影像授權提供）



阿富汗地震

Earthquake Disasters

| 4起 |
M6.3 地震規模

2,000^人 死亡人數

2,100^人 受傷人數

24.9^{萬人} 影響人數

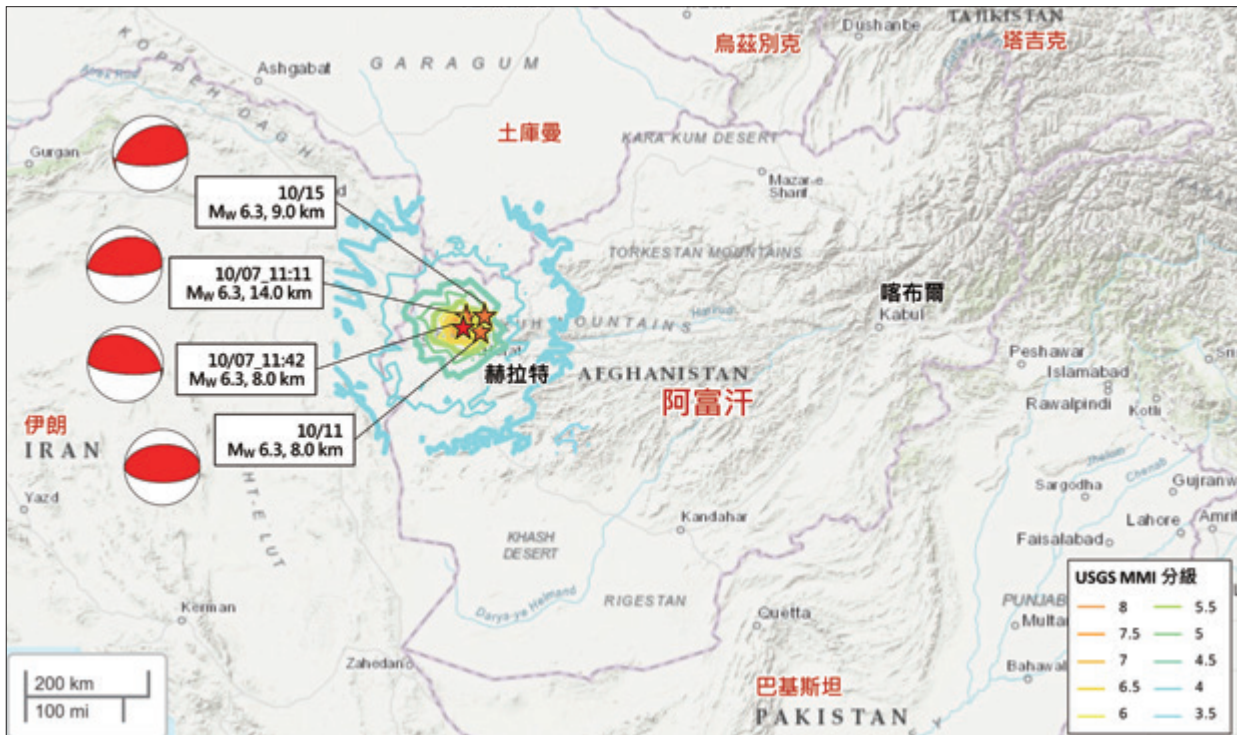
23^{萬棟} 建物損壞

地震概述

2023年10月7日至10月15日 遭受四波規模 6.3 的強震襲擊

阿富汗西部的赫拉特省 (Herat Province)，於 2023 年 10 月 7 日至 10 月 15 日遭受了四波強震的襲擊，四起地震皆為地震規模 6.3 的淺層強震，發震時間與深度分別為當地時間 2023 年 10

月 7 日 11 時 11 分 (阿富汗時區為 GMT+4:30；臺灣時間 10 月 7 日 14 時 11 分；震源深度 14.0 公里)、10 月 7 日 11 時 42 分 (深度 8.0 公里)、10 月 11 日 5 時 11 分 (深度 8.0 公里) 及 10 月 15 日 8 時 6 分 (深度 9.0 公里)。美國地質調查所 (USGS) 資料顯示震央附近最大地表加速度超過 0.2 g、最大地表速度超過 20 cm/sec，地表震度達 MMI 8。根據震源機制解，這四起地震皆由東—西走向的逆斷層所引起。



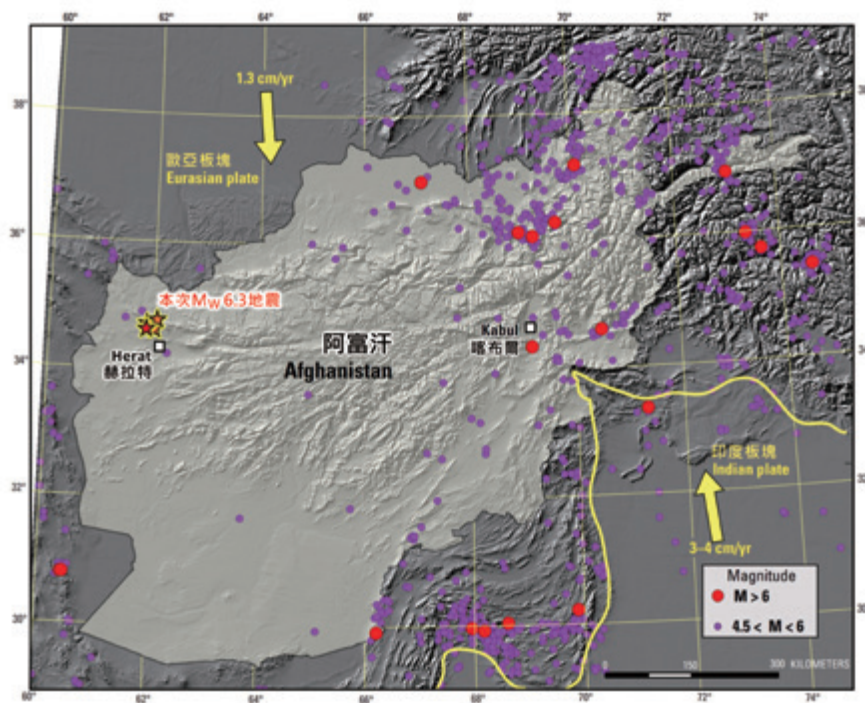
阿富汗地震震央位置與地表震度分布 (資料來源：美國地質調查所)

本次地震落在哈里河 (Hari Rud) 斷層帶， 此斷層帶雖年滑移速率相對緩慢，但仍存在地震風險

阿富汗位於歐亞板塊與印度板塊的交界處，受印度板塊向西北方向與歐亞板塊碰撞隱沒造山的影響，兩板塊的交界處生成了一連串高聳的山脈，包含喜馬拉雅山脈、興都庫什山脈與帕米爾山脈 (Himalayan, Hindu Kush, and Pamir Mountains)。其中阿富汗全境除了北部與南部有部分的平原區，其餘區域基本上由高聳的興都庫什山脈構成。伴隨著造山作用抬起山脈與高原，阿富汗境內存在數量眾多的斷層系統與地震，從阿富汗與鄰近地區規模大於 4.5 以上的地震事件分布可見，以東北部的地震事件數量最多，本次地震發生的阿富汗西部赫拉特省在過去也同樣存在規模 6 以下的地震事件。阿富汗主要的斷層

系統，其中以鄰近首都喀布爾 (Kabul)，呈東北—西南走向的查曼 (Chaman) 左移斷層帶斷層滑移速率最高，年滑移速率達 10 mm 以上；本次地震落在東—西走向的哈里河 (Hari Rud) 斷層帶，此斷層帶在中生代時

期為向北傾的板塊縫合帶，於第三紀 (Tertiary Period) 轉為右移的滑移形式，雖然年滑移速率相對緩慢 (約為 2-3 mm/yr)，但仍有零星的地震紀錄，本次四起地震規模 6.3 的強震顯示此斷層帶仍存在地震風險。



阿富汗周遭地體構造與本次地震震央位置 (資料來源：Ruleman et al., 2007)

| 地震災情與後續影響 |

一系列強震造成 2,000 人死亡、23 萬棟房屋毀損、25 萬人受影響

根據世界衛生組織 (WHO) 的統計，一系列規模 6.3 地震造成約 249,000 人需要即刻的醫療資源，其中約有 60% 為兒童；強地動引致的房屋倒塌造成 2,000 人死亡、2,100 受傷；建物有約 10,002 戶全毀、220,430 戶嚴重毀損，40 個醫療機構受損。大量的房屋毀損造成超過 47,000 個家庭必須接受安置，雖然居民隨著地震逐漸減緩而返回原始住所，但毀損的房屋無法居住，只好居住於臨時搭建的帳篷。隨著寒冬的到來、食物與水資源的不足，加上疾病的傳播，都令當地居民迫切的需要醫療與物資上的援助。

造成大量建物毀損與人員傷亡的主因為阿富汗地區建物普遍較為簡陋、缺乏良好的地基與建造方式。當地建築通常以燒製而成的磚 (burnt bricks) 或日曬磚 (sun-dried brick) 建造，並以木頭或鐵條當作屋頂，外牆再塗上砂漿 (Cement mortar)。這樣相對脆弱、低耐震的建築形式造成抗震力不足，雖然已有部分建物在進行耐震補強工作，但仍有許多地區因為貧窮而無法施行，仍然存在高地震風險。●





2023 年 10 月 8 日，一名男子在阿富汗西部赫拉特省 Zenda Jan 地區進行災後清理工作（資料來源：AP/ 達志影像授權提供）



PART V

05

篇

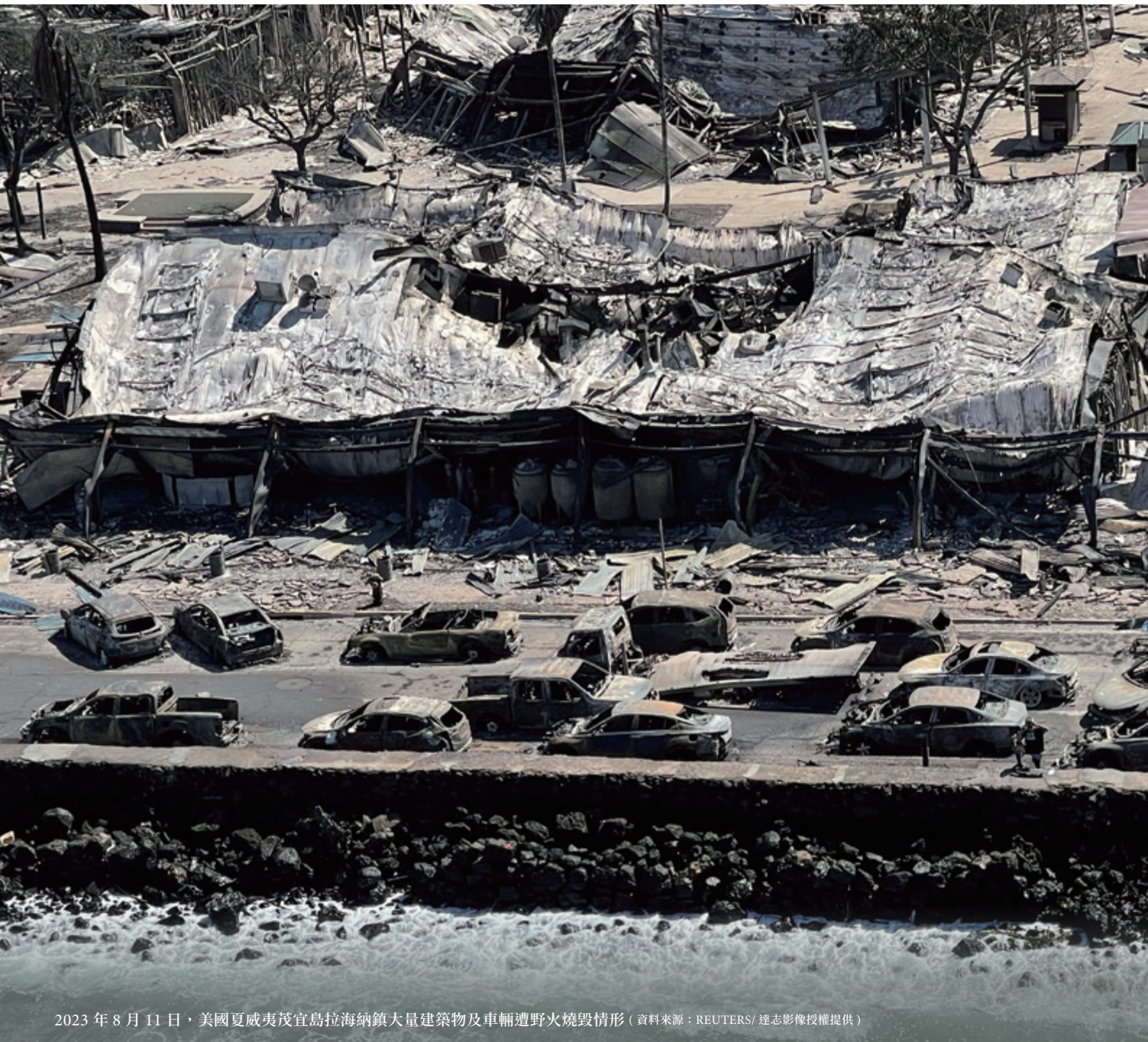
其他

災

Other Disasters

害





2023 年 8 月 11 日，美國夏威夷茂宜島拉海納鎮大量建築物及車輛遭野火燒毀情形（資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供）



夏威夷野火

Wildfire Disaster

128^人 死亡人數

7,695^人 影響人數

55^{億美元} 經濟損失

2,200^棟 建物損壞

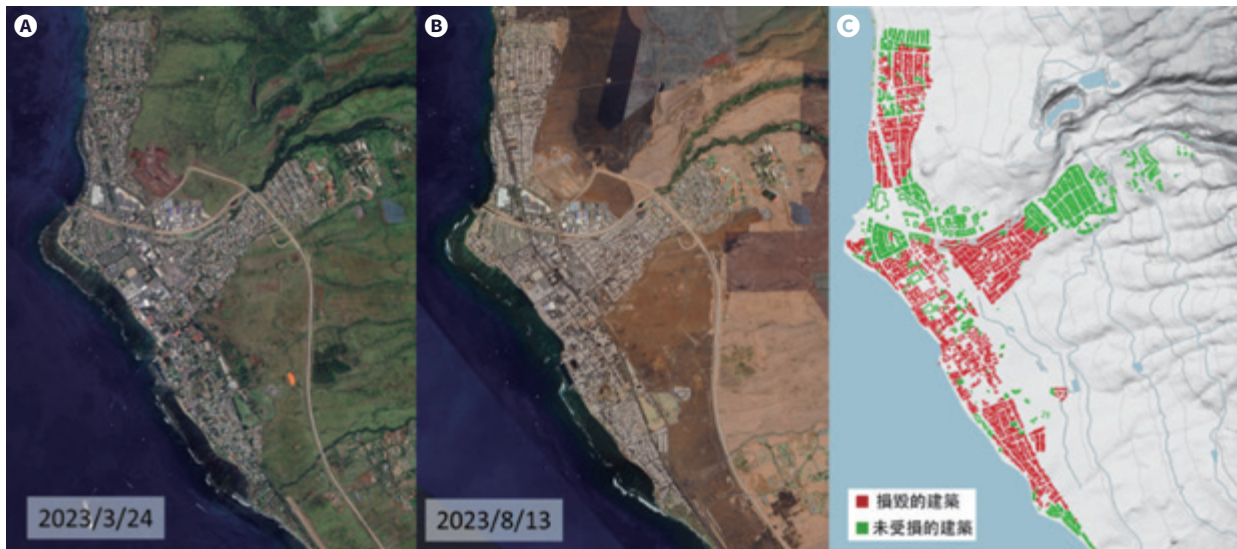
事件概述

夏威夷有紀錄來最嚴重的災害事件，也是美國史上第二嚴重的野火傷亡事件，僅次於 1918 年克洛凱野火事件

夏威夷茂宜島 (Maui Island) 西邊的拉海納鎮 (Lahaina) 於當地時間 2023 年 8 月 8 日上午 6 時 37 分，發生第一起野火事件，當地政府快速進行疏散，並在當日上午 10 時宣布「雖有部分電力設施受到影響，但野火已受到控制」；然而在當地時間下午 3 時 30 分，野火在拉海納鎮

東北方再度發生，強烈的風勢帶動野火順著山坡往下並向西南方移動，野火於當地時間下午 4 時 46 分抵達拉海納鎮市區，下午 5 時 45 分火勢已穿過市區並蔓延至海岸線，造成整個拉海納鎮陷入火海，城鎮多數建築物遭野火焚毀。

根據太平洋災害中心 (Pacific Disaster Center, PDC) 和聯邦緊急事務管理署 (FEMA) 估計，超過 2,200 座建築物被毀，許多來不及逃生的民眾命喪火海或是直接跳入海中求生。根據 EM-DAT 截至 2024 年 2 月 22 日統計，本次事件共 128 人死亡、7,695 人受影響，經濟損失至少 55



(A) 及 (B) 為野火事件發生前後拉海納鎮衛星圖，(C) 為建物受創分布圖 (資料來源：google earth, FEMA)

億美元，為夏威夷最嚴重災害事件，打破 1960 年由智利地震引發之夏威夷海嘯災害事件，計有 61 人死亡；亦為美國有紀錄以來第二嚴重的野火傷亡事件，僅次 1918 年克洛凱野火事件，造成 453 人死亡。

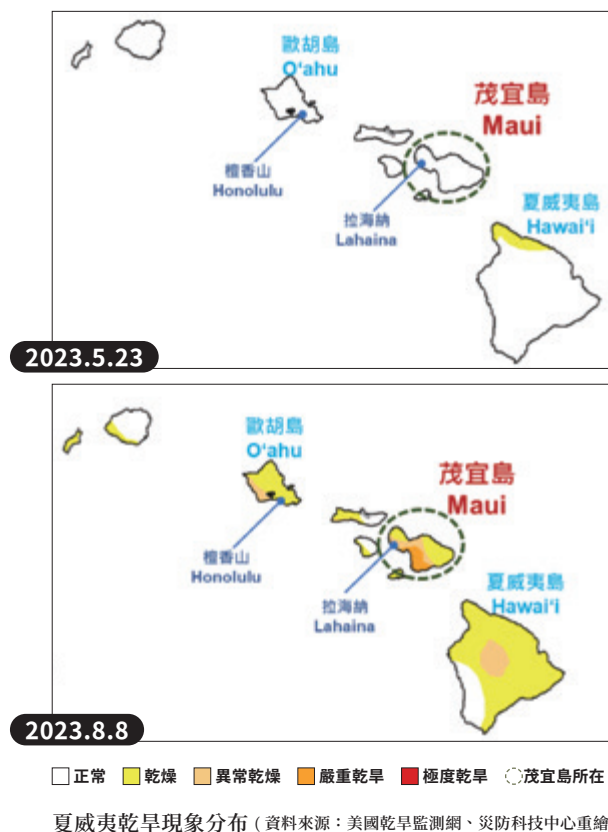
災因探討

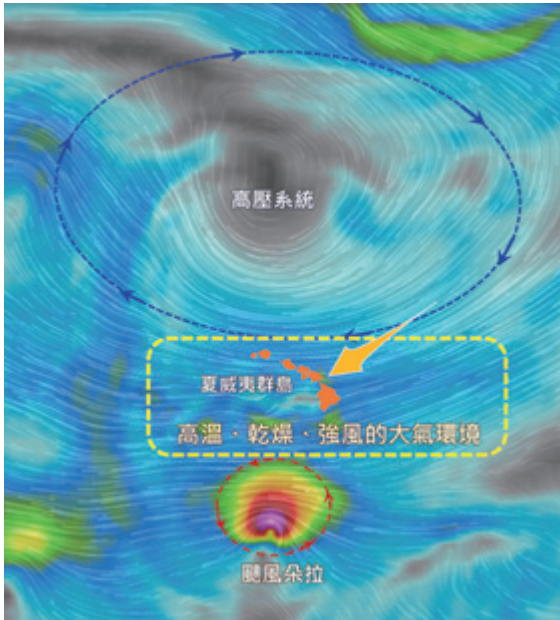
突發性乾旱 (Flash drought)

根據美國乾旱監測網顯示，夏威夷自 5 月下旬起至 8 月初，在高溫以及降水量異常降低的狀況下，因土壤與植被水分快速蒸發，而迅速進入乾旱狀態，其中又以茂宜島的情況最為嚴峻。茂宜島在不到三個月的期間，從原本的正常快速轉變為嚴重乾旱，這樣的乾旱型態稱為突發性乾旱。

助長火勢的大氣環境

八月上旬，高壓系統盤踞在夏威夷群島以北的地方，受到高壓系統的氣流下沉使夏威夷呈現溫暖、乾燥且晴朗的穩定天氣型態。同一時期，西行的低壓系統颶風朵拉 (Hurricane Dora) 自夏威夷南方通過。如此大氣環境的空間





野火發生期間的氣候示意圖，底圖擷取時間為 8 月 9 日上午 8 時 (資料來源：windy，災防科技中心後製)

配置，造成南北地氣壓梯度增加，使得位於中間的夏威夷風速異常增強。這樣的高溫、乾燥以及強風的大氣環境，大大助長了夏威夷野火的快速發展與蔓延。

乾燥之外來種植物

野牛草 (Buffel grass)、天竺草 (Guinea grass)、糖蜜草 (Molasses grass) 等植物，由畜牧業與農

業引入做為農牧業之飼料，這些植物在各種地貌皆容易生長與繁殖，加上過去茂宜島過去擁有大片鳳梨與甘蔗田，隨著這些田園沒落，這些荒田便被這些強勢的外來種植物覆蓋，天竺草為例，雨季期間一天可以長高 15 公分，於乾旱期間乾枯便留下大片的易燃乾燥植生，成為野火快速蔓延的原因之一。

警報系統未啟動

夏威夷州具備全球最大的戶外警報系統，光茂宜島就擁有 80 個戶外警報擴音器，當警報擴音器響起，表示可能發生海嘯或其他自然災害，該系統每月會進行一次測試，但當野火發生時，警報系統卻沒有發出任何聲響，當地居民也僅收到強風以及火災的手機警示簡訊，而非緊急撤離警報，讓人低估當下災難的嚴重性，並耽誤疏散撤離時機。

雖然戶外警報可示警海嘯以外的災害，而警報系統未啟動的原因，當地管理單位認為，民眾平時所習慣的避難訓練為聽到警報聲須往高處移動以躲避海嘯，可能在聽到警報聲後往山腰移動而陷入野火之中。

另外，經檢視夏威夷緊急管理計劃，可得知野火災害於計畫中對於人民生命危害風險評

估為低 (Low)，可見當地政府輕忽野火災害對民眾的危險性。

| 政府作為 |

美國總統拜登於 8 月 10 日發布聯邦災害聲明，由聯邦緊急事務管理署 (FEMA) 向夏威夷州提供聯邦救災援助

野火災害發生當日，代理州長 Sylvia Luke 即發布緊急宣言，授權採取多項行動，包括：啟動國民警衛隊進行救災、授權夏威夷應變管理機構主任和應變管理主管執行適當的措施，並決定動用夏威夷州的一般稅收基金，以確保應變救援和恢復工作能夠順利展開。

美國總統拜登於 8 月 10 日發布聯邦災害聲明，由聯邦緊急事務管理署 (FEMA) 向夏威夷州提供聯邦救災援助，援助內容包括：提供臨時住房、房屋修復補助和低利率貸款，以協助個人和企業主快速恢復正常，聯邦資金亦可用於清理廢墟、應變保護措施和減災措施。

從 8 月 8 日災害發生後至 8 月 10 日，大約有 4 萬人離開茂宜島，美國航空、西南航空、夏威夷航空和阿拉斯加航空增加前往卡互陸伊

機場的航班，以協助疏散受影響民眾，航空公司除更換載客量更大的飛機外，同時也免除票價取消罰款與差額費用，並提供便宜的臨時島內航班。

野火發生後至 8 月 9 日，超過 2,100 位災民收容在茂宜島上的避難所，收容所包括：檀香山的夏威夷會議中心、卡胡盧伊耶穌基督後期聖徒教會的籃球館等；在美國紅十字會的協調下，茂宜島周圍開放 24 個飯店收容所，為受野火影響地區的人提供臨時住宿。截至 9 月 4 日，這些避難所共容納 5,852 人，為家庭和個人提供舒適且安全的收容空間，同時紅十字會也開始規劃永久的居住解決方案。居住於飯店的受災民眾能夠接受到紅十字會提供的各項服務，包括膳食、心理健康支援、保健服務、家庭團聚協助、精神護理、經濟援助以及個案服務工作。紅十字會的個案工作者也會與受災居民進行一對一的接觸，協助他們制定恢復計劃、處理複雜的文書工作，並尋求其他機構的幫助。夏威夷州政府與 FEMA 也決定符合條件的人可在未來六個月到一年內獲得住宿補貼。●



2023 年 12 月 19 日，無人機拍攝格林達維克 (Grindavík) 北部火山爆發後熔漿蔓延情形 (資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供)



冰島火山 爆發危機

Volcanic Eruptions

1 人 死亡人數

2.4 萬人 影響人數

0.75 億美元 經濟損失

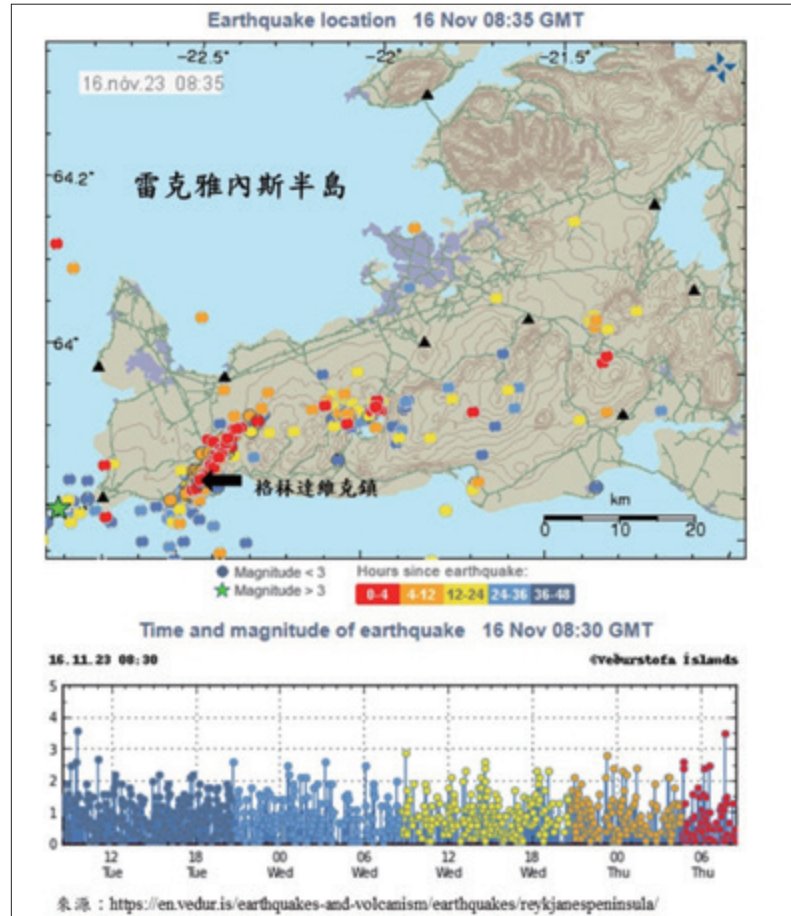
120 棟 建物損壞

事件歷程說明

2023 年 10 月下旬起 地震頻繁及岩脈侵入

冰島目前擁有 33 個活火山系統，其中雷克雅內斯火山系統 (Reykjanes volcanic system) 在 2021 年之前，休眠 800 年，直到 2021 年之後有 3 次火山爆發事件 (分別為 2021 年 3 月、2022 年 8 月以及 2023 年 7 月)，但均未發生在人口密集地區。

自 2023 年 10 月下旬以來，冰島西南部雷克雅內斯半島 (Reykjanes peninsula) 地震活動增加，正面臨火山爆發的風險。根據冰島氣象局於 2023 年 11 月 16 日資料顯示，大多數地震發生在雷克雅內斯半島格林達維克鎮 (Grindavik) 以北地區。此外，冰島氣象局資料顯示岩漿已進入地殼約 15 公里長的裂縫中，由於尚未到達地表，在地下向外滲出，擠在地殼岩石之間，造成岩脈侵入 (dike intrusion)，



冰島雷克雅內斯半島於 2023 年 11 月 16 日之地震活動資訊 (資料來源：冰島氣象局)

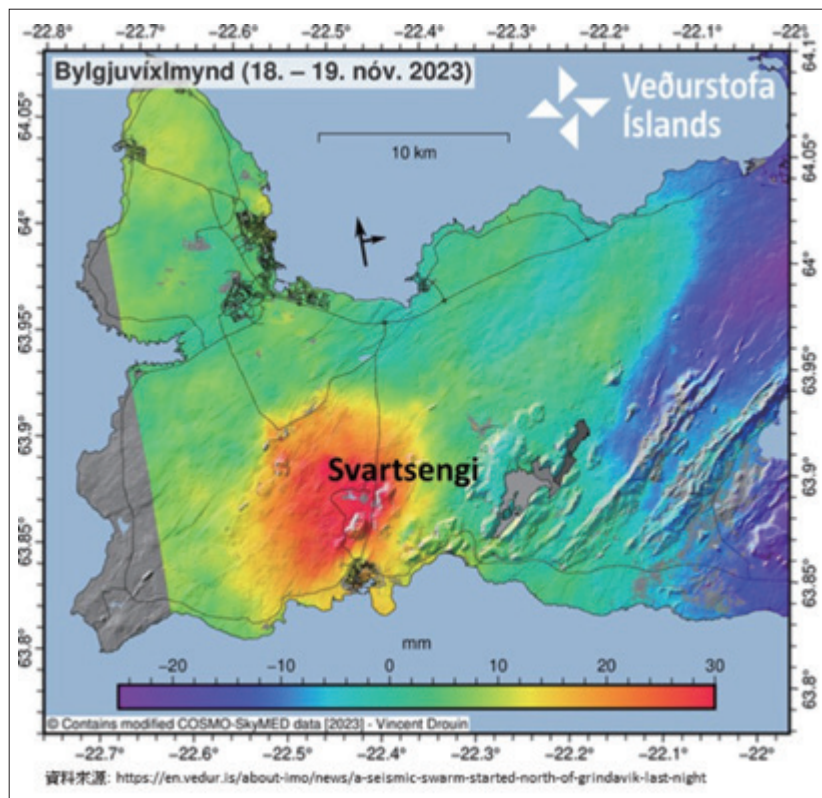
從東北向西南延伸，並終止於海洋。受地震影響，格林達維克地區產生地塹狀構造 (graben formation)，岩脈侵入造成的

地殼沉降 (subsidence) 仍然活躍，導致市區道路出現地面裂縫或大坑洞，且冒出煙霧。

如果發生火山噴發，裂縫很可能會開裂，岩漿會滲出，到達地表時會變成熔岩。火山爆發後之熔岩可能在短短幾分鐘流向知名景點藍湖 (Blue Lagoon) 與其鄰近斯瓦岑吉地區 (Svartsengi) 之地熱發電廠，因此 2023 年 11 月 10 日冰島已宣布進入緊急狀態，藍湖關閉，且不允許進入格林達維克，當地觀光事業遭受嚴重衝擊。2023 年 11 月 14 日，格林達維克鎮至少 3,700 人預防性疏散，格林達維克附近的所有道路均已關閉，為可能發生的火山爆發做好準備。

持續監測地表面狀況

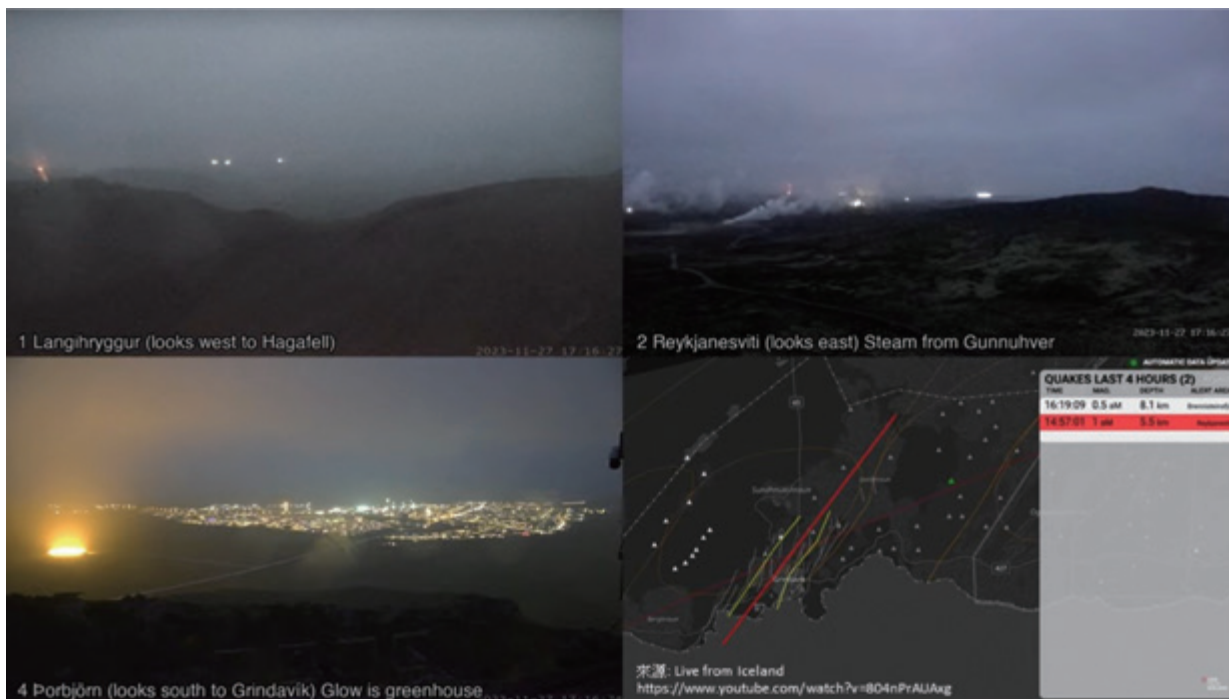
為持續監測格林達維克與斯瓦岑吉地區的地震活動與地表變形狀況，冰島氣象局透過高解析度航空觀測、衛星雷達影像以及地面 GPS 衛星定位觀測等，密切測量



冰島格林達維克地區之 COSMO-SkyMed 雷達影像干涉圖 (資料來源：冰島氣象局)

與關注岩漿在地下移動時地面的變化。從 2023 年 11 月 18 日至 19 日的 COSMO-SkyMed 雷達影像干涉圖資料顯示，受岩漿侵入影響，斯瓦岑吉地區附近有明顯的地面隆起 (crustal

uplift) 現象。根據冰島氣象局資料顯示，岩漿深度已上升達到地表下約 800 公尺處，地表處於不穩定性狀態，包括地面裂縫、地面隆起以及岩漿上升，火山爆發的可能性仍然存在。



冰島雷克雅內斯半島之即時火山資訊 (資料來源: Live from Iceland)

此外，為能夠有效監測火山狀況，Live from Iceland 網站平台，整合冰島氣象局的火山與地震相關資訊，並透過網路攝影機，可全面掌握火山的最新狀況，有助於火山災害預警的即時監控。

2023 年 12 月 18 日發生 繼 2021 年後第 4 次火山噴發事件

根據冰島氣象局資訊顯示，2023 年 12 月 18 日晚上 22 點 17 分，雷克雅內斯半島火山開

始噴發，火山爆發位於格林達維克鎮東北方約四公里處，係 2021 年之後該半島之第 4 次火山爆發事件。為了解火山爆發之確切位置與規模，海岸警衛隊迅速起飛抵達現場觀測。自 12 月 18 日火山噴發開始以來，岩漿通道已測量到約數百次地震，且斯瓦岑吉地區 (Svartsengi) 產生明顯地面隆起；但熔岩主要向東及向北流動，因此對格林達維克鎮、知名景點藍湖以及附近基礎設施造成的衝擊風險較低。



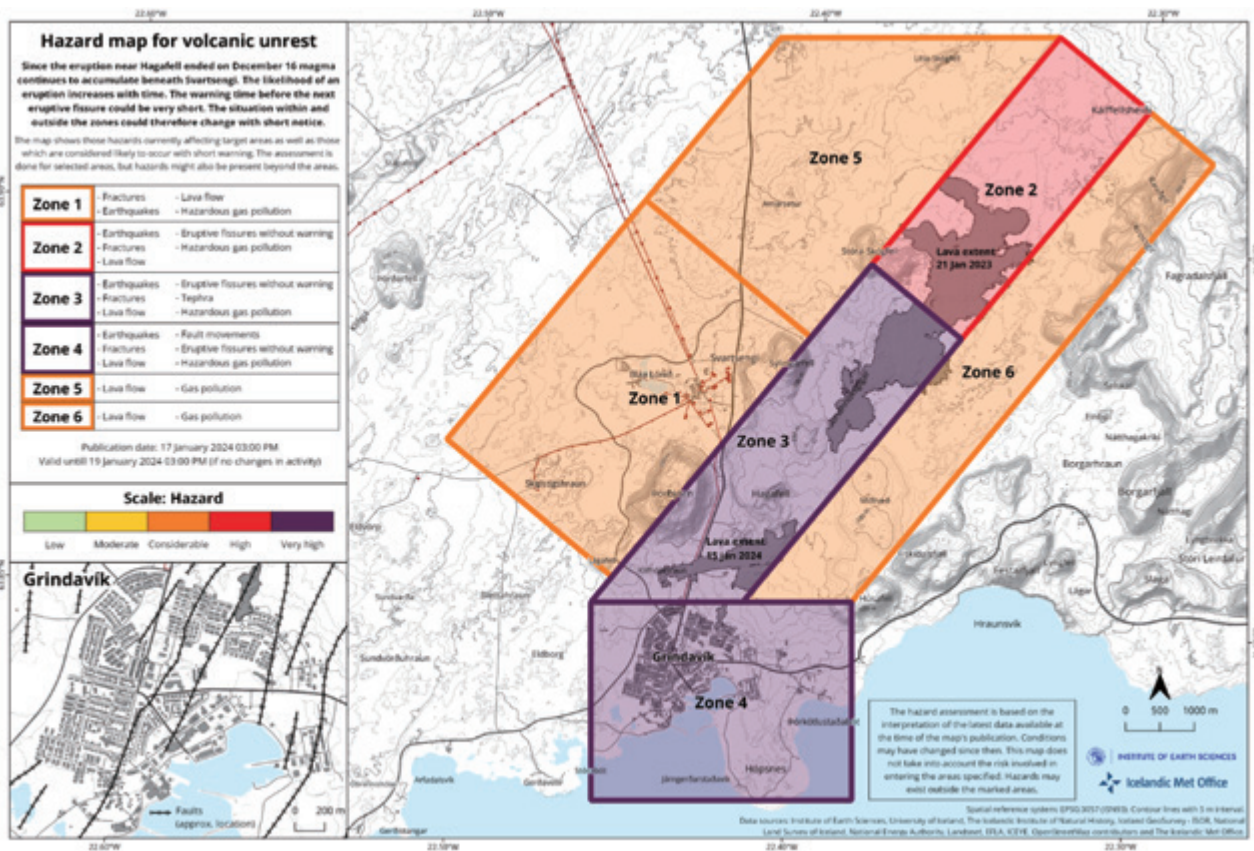
冰島雷克雅內斯半島於 2023 年 12 月 18 日火山噴發情況 (資料來源：冰島氣象局)

2024 年 1 月 14 日 又出現新的火山噴發裂縫

隨著地震活動與地表不穩定情況之持續，2024 年 1 月 14 日約上午 8 時，出現新的火山噴發裂縫，裂縫最南端位置距離格林達維克鎮約 900 公尺，係 2021 年之後該半島之第 5 次火山爆發事件。

根據冰島自然歷史研究所 (Icelandic Institute of Natural History) 與冰島大學地球科學研究所

(University of Iceland's Institute of Earth Sciences) 所繪製之熔岩範圍測量圖，圖中紅線代表噴發裂縫，深紫色與淺紫色範圍分別代表截至 1 月 14 日下午 1:50 與下午 4:15 之熔岩範圍，而橙色虛線為屏障，其目的是為了阻擋熔岩衝擊格林達維克鎮所提前建造的人工設施；發現有些來自裂縫的熔岩流向格林達維克鎮，部分熔岩被屏障轉向至西方，而靠近格林達維克鎮裂縫之熔岩則造成幾棟建物損壞。2024 年 1 月 17 日，冰島氣象局針對近兩次火山噴發 (2023 年 12 月 18 日與 2024 年 1 月 14 日) 提出了危險評估地圖，



冰島火山噴發之危險評估圖（資料來源：冰島氣象局）

相隔不到一個月，2024年2月8日再次發生火山噴發

圖中區分為6區範圍及5種危害等級，深紫色代表為最危險區域，涵蓋了格林達維克鎮與其東方地區哈加費爾 (Hagafell)；此外，知名景點藍湖及斯瓦岑吉地區則處於橘色的火山氣體汙染風險區 (gas pollution)。

2024年2月8日再次發生火山噴發，當地再次進入緊急狀態。自裂縫流出的岩漿雖破壞了熱水管，擾亂當地熱水供應，影響超過2萬人，但冰島氣象局表示火山強度正在減弱中。

政府作為

設置屏障有助於將熔岩重新引導到破壞性較小的路線

根據冰島氣象局於 2024 年 1 月 25 日資訊顯示，儘管格林達維克鎮之整體危險評估等級已降低，但斯瓦岑吉地區地表下岩漿仍持續堆積，且格林達維克鎮地表面不穩定現象之危險仍非常高，因此未來新的火山噴發裂縫仍有可能發生，且可能會在沒有任何預警情況下出現。

自從 2024 年 1 月 14 日火山噴發後，格林達維克附近的一部分土質屏障被熔岩衝破，但很大程度上是阻擋轉移熔岩之後被衝毀，顯示屏障仍可有助於將熔岩重新引導到破壞性較小的路線。所以，主動防禦是有效的減災作為，冰島氣象局除了持續進行相關監測之外，亦持續於藍湖、格林達維克鎮以及斯瓦岑吉地區發電廠等地區，設置屏障，並藉由裂縫噴發地點與其熔岩可能流動方向之模擬評估或風險地圖，提前於高風險區域設置屏障，一旦當火山開始爆發，則盡快緊急採取相關行動，例如當城鎮受熔岩流衝擊時，可透過挖土機與推土機，加強保護屏障之防禦結構。●

冰島雷克雅內斯半島火山噴發時序圖

2023

10月

地震活動頻繁增加

11/10

冰島宣布進入緊急狀態

11/14

格林達維克鎮進行預防性疏散，附近道路均已關閉

11/18

透過 COSMO-Skymed 雷達影像發現，受到岩漿侵入影響，斯瓦岑吉地區 (Svartsenai) 附近有明顯地面隆起現象

12/18

晚間 22 時 17 分，雷克雅內斯半島火山開始噴發

2024

1/14

上午 8 時，出現新的火山噴發裂縫

1/17

冰島氣象局針對 2 次火山噴發提出危險評估地圖

2/8

再次發生火山噴發，冰島氣象局表示火山強度已逐漸減弱



2023年12月21日，冰島格林達維克鎮 (Grindavík) 因地殼下岩漿移動出現數百次地震，導致當地道路開裂情形 (資料來源：REUTERS/ 達志影像授權提供)



結語

2023 年是全球有紀錄以來最熱的一年，但是溫暖的冬天降低農作物損失，提升了冬麥作物存活率，雖然俄烏戰爭造成糧食價格於 2022 年創下歷史新高，且俄烏戰爭仍在 2023 年持續延燒，但隨著巴西、俄羅斯和美國豐收，造成 2023 年糧價年減 13%。而高溫現象導致全球多處發生野火和乾旱等災害，如 2023 年 8 月期間，夏威夷群島中的茂宜島，因乾旱和強勁的風勢，發生嚴重的野火災害延燒至民房並造成 128 人死亡，是夏威夷歷史上傷亡最嚴重的天然災害。

而在地震災害事件中，相繼發生了土耳其地震（死亡 58,037 人）、摩洛哥地震（死亡 2,946 人）、阿富汗地震（死亡 2,000 人）等。根據

EM-DAT(Emergency Events Database) 的統計，2023 年全球共發生了 366 起重大天然災害，災害損失高達 1,598 億美元，更奪走了 8.2 萬人的生命。雖然災害事件災害次數並未明顯增加，經濟損失也因重大災害事件不是發生在已開發的國際大城市，因此經濟損失統計結果也相對不高，但死亡人數卻創下近 13 年的新高(2011-2023 年)，其中土耳其地震為繼海地地震(2010 年)死亡 220,000 餘人最嚴重的事件。

在颱風災害事件中，以利比亞風暴災害最為嚴重，受到風暴丹尼爾(Daniel)的影響，造成位於德納市上游的 2 座水壩潰壩及坡地災害等，共造成 12,000 餘人死亡，受影響人數高達 160 萬人，估計基礎設施損失總計 190 億美元。

其他如剛果民主共和國與盧安達洪災、義大利艾米利亞 - 羅馬涅洪災、中國京津冀洪災、紐西蘭嘉布瑞爾颶風、秘魯亞庫氣旋、美國加州洪災等都造成人員傷亡與災損。

回到臺灣，歷經了瑪娃、杜蘇芮、卡努、蘇拉、海葵及小犬等 6 場颱風事件，其中 7 月杜蘇芮颱風造成 1 人死亡、2 人受傷，農業損失高達 3 億 7,996 萬元，全臺 6 萬 7 千餘戶停電。8 月卡努颱風則造成南投縣仁愛鄉廬山地區嚴重受創。9 月海葵颱風造成全臺 143 人受傷，農業損失高達 14 億元以上，並再度造成南投縣仁愛鄉塔羅灣溪與支流馬海濮溪山洪暴發，廬山溫泉吊橋以下土砂淤積嚴重。10 月小犬颱風共造成 1 人死亡、399 人受傷，全臺 46 萬 5 千餘戶停電、6 千餘戶停水。其中，蘭嶼鄉災情最為嚴重，破紀錄的強風造成全島斷電以及斷訊，學校、民宿、民宅也遭強風、暴雨摧殘不堪，開元港船隻翻覆損毀，造成當地損失慘重，卻因位處於離島，在缺工缺料的衝擊下，復原重建工作困難。這些災害事件的紀錄不僅能進行災害記憶的典藏，也能提高防災意識，讓我們能及早準備應對天然災害的挑戰。●



2023 年 7 月 3 日，位於日本西南部的熊本縣山都町的一座橋梁因大雨中斷（資料來源：EPA/ 達志影像授權提供）

參考網站

全球災害概述

- 國際災害資料庫 (EM-DAT) <https://www.emdat.be/>
- 美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA) <https://www.noaa.gov/>

臺灣災害篇

- 交通部中央氣象署 <https://www.cwa.gov.tw/V8/C/>
- 基督教芥菜種會 <https://www.mustard.org.tw/>
- 農業部農村發展及水土保持署 <https://www.ardswc.gov.tw/Home/>

颱洪災害篇

- 中國水利部 <http://mwr.gov.cn/>
- 中國氣象局 <https://www.cma.gov.cn/>
- 中國國家氣候中心 <http://www.ncc-cma.net/>
- 加州食品和農業部 (CDFA) <https://www.cdfa.ca.gov/>
- 美國國家氣象局 (NWS) <https://www.weather.gov/>

- 美國國家乾旱應變中心 (NDMC) <https://droughtmonitor.unl.edu/>
- 美國聯邦緊急事務管理署 (FEMA) <https://www.fema.gov/>
- 消防及緊急應變署與都會搜救署 (Urban Search and Rescue, USAR) <https://www.fireandemergency.nz/>
- 紐西蘭軍方 (NZDF) <https://www.nzdf.mil.nz/>
- 紐西蘭消防及緊急應變署 (FENZ) <https://www.fireandemergency.nz/>
- 紐西蘭國家應變管理中心 (NEMA) <https://www.civildefence.govt.nz/>
- 義大利水文地質災害研究所 (IRPI) <https://www.cnr.it/>
- 義大利民防部 (Civil Protection Department) <https://www.protezionecivile.gov.it/en/>
- 義大利氣象局 <https://www.meteoam.it/it/home>
- 義大利國家消防救援局 <https://www.vigilfuoco.tv/>
- 義大利環境保護研究所 (ISPRA) <https://www.isprambiente.gov.it/>
- 歐盟緊急應變協調中心 (ERCC) <https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/>
- 聯合國衛星中心 <https://unosat.org/>

地震災害篇

- 土耳其內政部災害與應變管理署 (AFAD) <https://en.afad.gov.tr/>
- 世界衛生組織 (WHO) <https://www.who.int/>
- 阿富汗國家災害管理局 (ANDMA) <https://www.andma.gov.af/en>
- 美國地質調查所 (USGS) <https://earthquake.usgs.gov/>

其他災害篇

- 太平洋災害中心 (PDC) <https://www.pdc.org/>
- 冰島氣象局 <https://en.vedur.is/>
- 美國航空航天局地球觀測站 <https://earthobservatory.nasa.gov/>

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

天然災害紀實, 2023 = 2023 Natural disaster yearbook/ 張志新, 于宜強, 王安翔, 王俞婷, 朱容練, 朱崇銳, 江申, 何瑞益, 吳秉儒, 呂喬茵, 李香潔, 李士強, 李宗融, 李威霖, 林又青, 林嫩瑛, 林聖琪, 林睿宸, 林勁緯, 施虹如, 柯孝勳, 柯明淳, 張歆儀, 梁庭語, 許秋玲, 郭文達, 郭庭瑀, 陳珮琦, 陳偉柏, 傅鏗漩, 黃明偉, 黃紹欽, 楊清淵, 楊茂辰, 塗冠婷, 廖楷民, 劉哲欣, 蔡佳穎, 魏曉萍作.

-- 新北市: 國家災害防救科技中心, 2024.03
面; 公分

ISBN 978-986-5436-50-6 (平裝)

1.CST: 自然災害

367.28

113004344

發行人

陳宏宇

編輯委員

林李耀、張國浩、李維森、吳瑞賢、林銘郎

主編

張志新、何瑞益

執行編輯

施虹如

作者群

張志新、于宜強、王安翔、王俞婷、朱容練、朱崇銳、江申、何瑞益、吳秉儒、呂喬茵、李香潔、李士強、李宗融、李威霖、林又青、林嫩瑛、林聖琪、林睿宸、林勁緯、施虹如、柯孝勳、柯明淳、張歆儀、梁庭語、許秋玲、郭文達、郭庭瑀、陳珮琦、陳偉柏、傅鏗漩、黃明偉、黃紹欽、楊清淵、楊茂辰、塗冠婷、廖楷民、劉哲欣、蔡佳穎、魏曉萍

美術設計

李偉涵

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

02-81958600

網站

國家災害防救科技中心

防減災線上博物館

全球災害事件簿

發行日期

2024 年 3 月



國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction