

2023 年全球熱浪、乾旱與野火災害探討

林嫩瑛¹、郭庭瑀²、林勁緯³、楊茂辰⁴、林睿宸⁵
施虹如¹、何瑞益¹、張志新¹

¹ 國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

² 銘傳大學 都市規劃與防災學系

³ 中興大學 水土保持學系

⁴ 臺北教育大學 社會與區域發展學系

⁵ 臺灣師範大學 地球科學系

摘要

自工業革命後，地球溫度有逐漸增加的趨勢，2023 年的全球平均溫度，已達到有觀測以來的最高點。熱浪、乾旱與森林大火，不同程度的影響世界各國。例如，南半球的智利，在 6-8 月的冬季，觀測到破歷史記錄的高溫，達到 38.9°C，與北半球的夏季高溫相當；亞馬遜熱帶雨林，出現短期的乾旱與高溫，使河川水位下降到 120 年以來的最低紀錄，部分淡水海豚也因高溫而死亡；北半球的加拿大森林，在熱浪和乾旱的影響下，發生嚴重的火災。森林被焚毀的面積，創下歷史紀錄，是第二名的 2.5 倍；墨西哥的社會經濟活動，也因此出現水資源短缺問題，全國有近一半地區實施輪流供水管制；歐洲，遭受熱浪侵襲的頻率和持續時間，已有增加趨勢，在 2023 年夏季，南歐遭逢最久的近 60 天熱浪影響。

一、背景敘述

根據美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration)提供的資料顯示(圖 1),2023 年是工業革命以來最熱的一年,全球平均溫度比 1950-1900 年的平均溫度,上升將近 1.15°C。同時,2023 年的全球平均海表面溫度(圖 2),也是 1979 年以來最高的一年。

依據圖 3 顯示之地表溫度變異量的數據顯示,1962 年全球各地的氣溫變異量,是屬於變化較小的瘦高型-常態分佈。但是,隨著時間增加,全球平均溫度的變異量逐漸加大,常態分佈曲線轉變成矮胖型,同時,整體平均溫度逐漸增加,有上升趨勢。因此,近幾年,全球各地出現創紀錄的高溫事件,屢見不鮮。

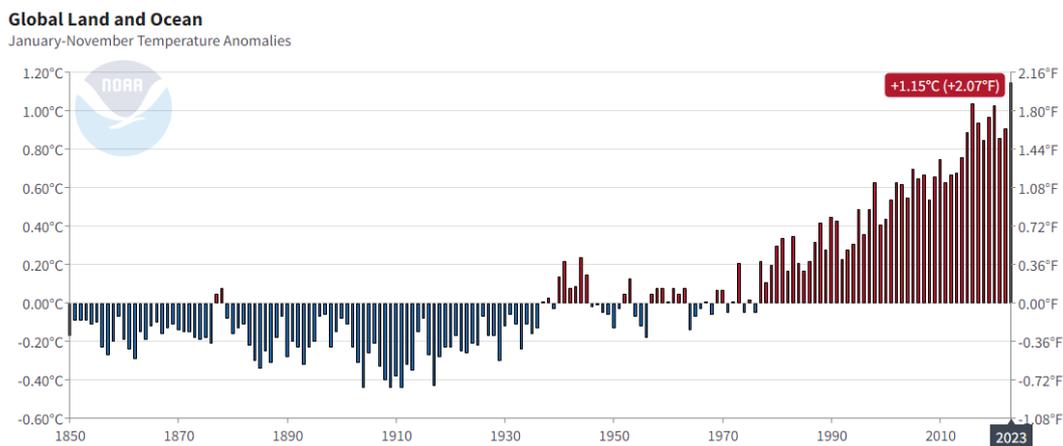


圖 1 自 1985 年起,全球 1-11 月均溫逐年變化情形。資料來源:[1]

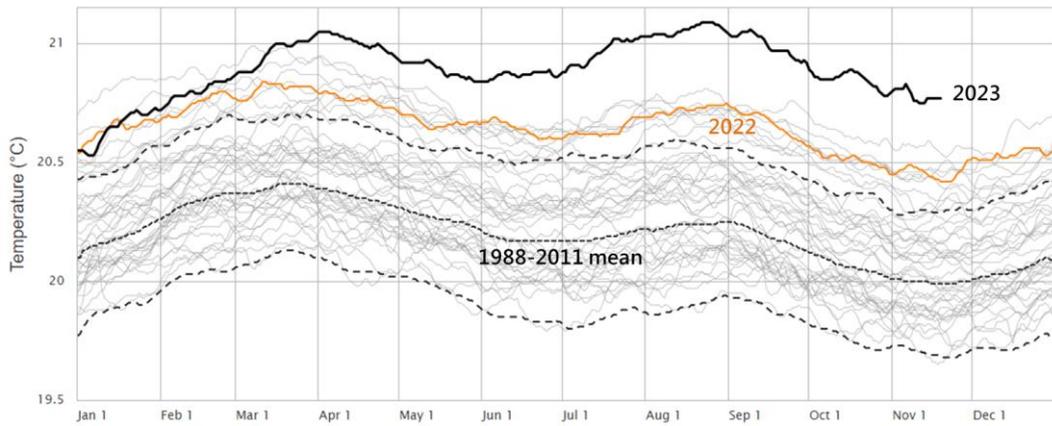


圖 2 不同年份之全球極圈外(60°S–60°N)的海表面溫度分布。資料來源：[2]

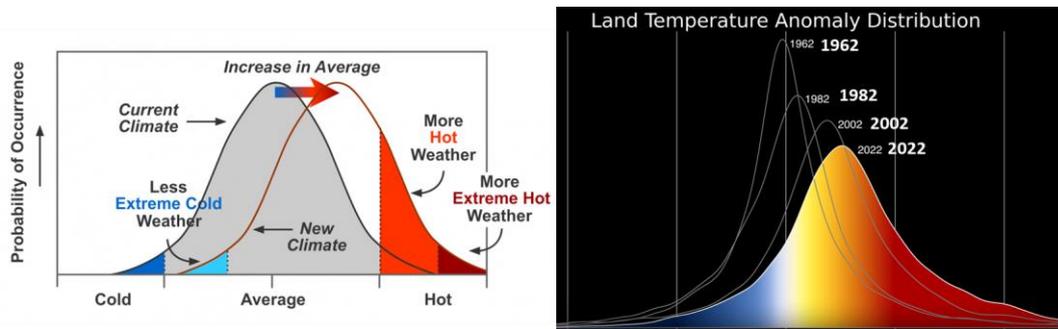


圖 3 不同年分之全球地表溫度相對於 1962-2022 年平均溫度之變異量分布機率圖。資料來源：[3, 4]

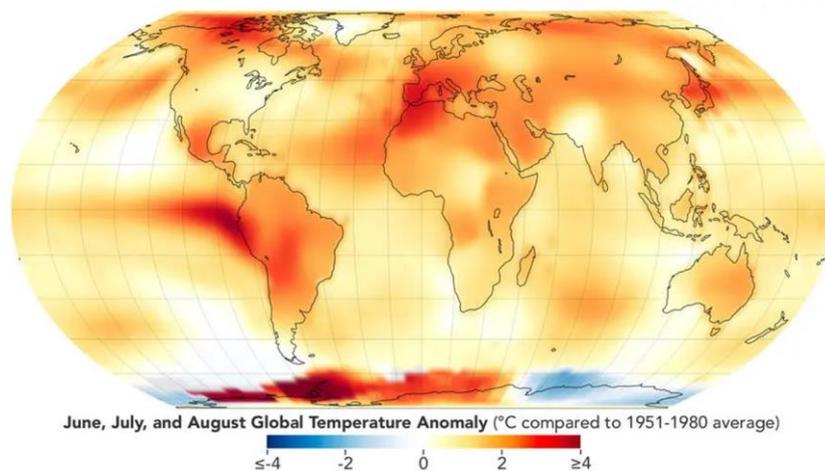


圖 4 2023 年 6-8 月全球溫度相對於 1951-1980 平均溫度之變異量分布圖。資料來源：[5]

二、 災害情況

根據美國國家航空暨太空總署 NASA 的戈達德太空研究所 GISS (Goddard Institute for Space Studies)提供的分析資料顯示[5]，2023 年 6-8 月是地球自工業革命以後，最熱的季節。相較於工業革命初期的全球溫度分布，2023 年遭受熱浪影響的區域，如圖 4 所示，包含智利、巴西、墨西哥、加拿大、夏威夷和歐洲等。

就南美洲的智利和巴西而言，2023 年，南美洲面臨了不可輕忽的高溫、乾旱和森林大火的威脅(圖 5-7)。首先，以智利為例。圖 5 顯示南美洲在南半球的冬季，遭受熱浪侵襲，8 月 1 日觀測到的最高溫度，達到 38.9°C，比冬季的氣候平均值 4°C-17°C 高出許多，與屬於夏季的北半球高溫相當。智利的國家氣象局資料顯示[12]，智利北部地區屬於沙漠型氣候，冬季出現高溫的情形仍有可能發生。但是，2023 年 8 月的高溫紀錄、持續時間和強度，甚為罕見，創下 117 年歷史紀錄。除了熱浪，圖 6 顯示智利在 2 月，發生嚴重的森林火災，燃燒的面積，高達 3,000 平方公里，在歷史紀錄上，排名第二。其次，以巴西的熱帶雨林為例。圖 7 顯示亞馬遜雨林，在 6-8 月的雨季，降雨量有偏少情形，導致亞馬遜河的支流，出現嚴重水位下降，達到 120 年以來的最低紀錄。同時，棲息在亞馬遜河內的淡水海豚，也因當地出現近 40°C 的高溫，有 150 隻淡水海豚發生熱衰竭而死亡。

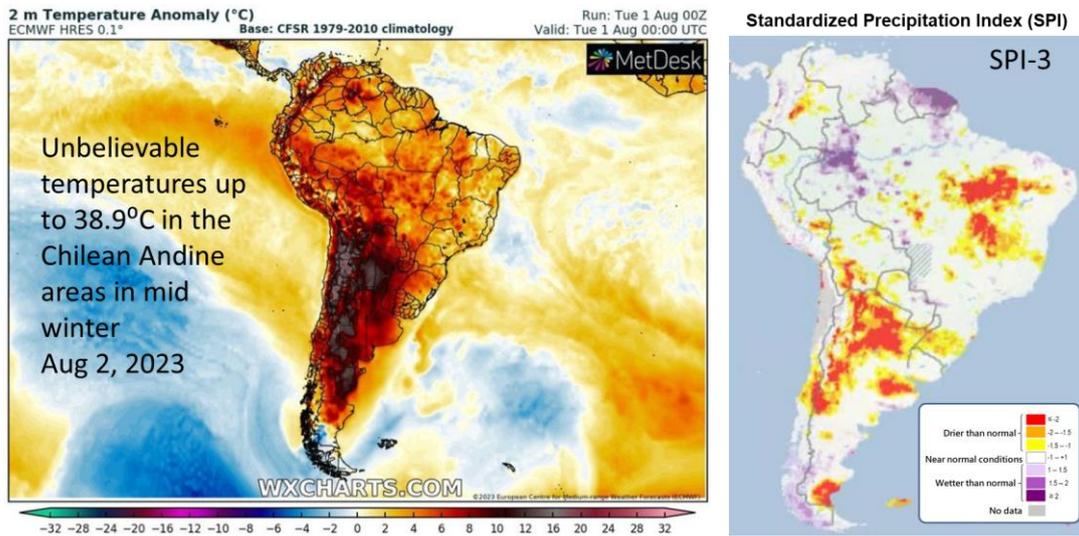


圖 5 南美洲的冬季(8 月)遭受熱浪侵襲，增溫最多的區域主要位在智利和阿根廷。2023 年 3 月平均溫度相較於 1989-2021 年平均溫度變異量分布。資料來源：[6-7]

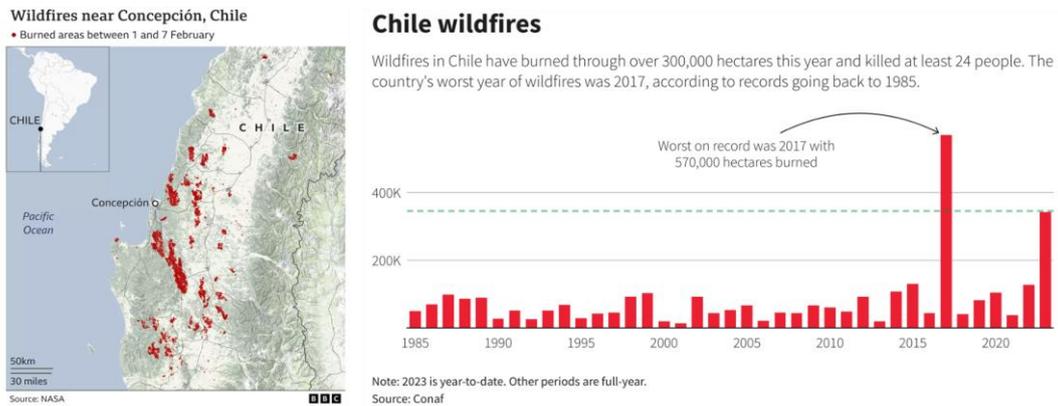


圖 6 智利森林火災在 2023 年 2 月 1-7 日期間發生位置的分布情形(左)和歷年森林大火燃燒面積之比較(右)。資料來源：[8-9]

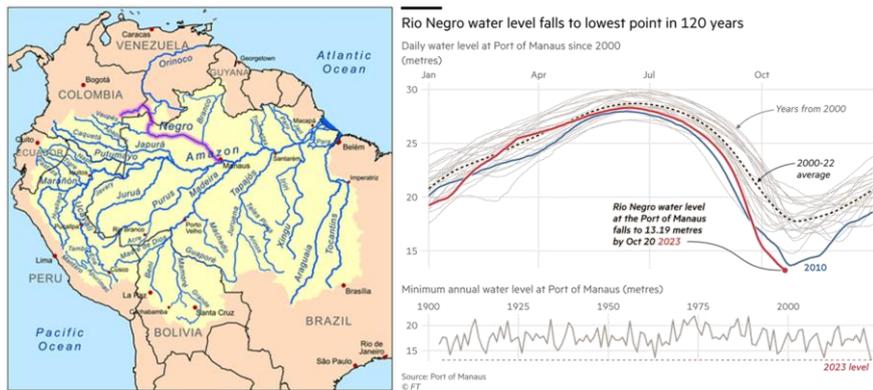


圖 7 亞馬遜河支流 Rio Negro 在 1903-2023 年期間的水位變化情形。資料來源：[10-11]

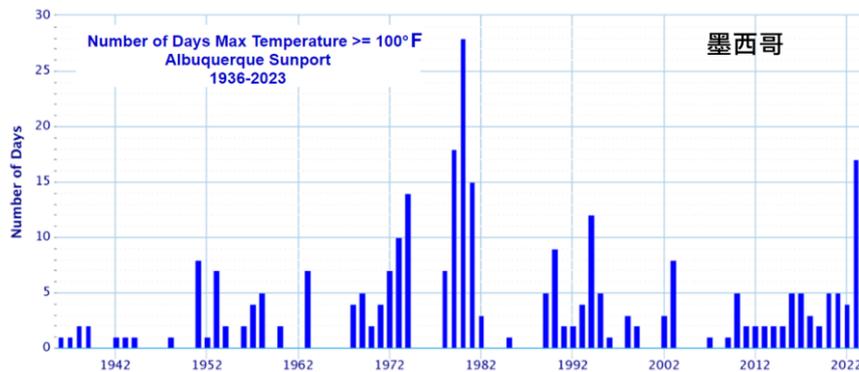


圖 8 1936-2023 年墨西哥夏季高溫超過 38°C 累積日數的逐年變化圖。資料來源：[13]

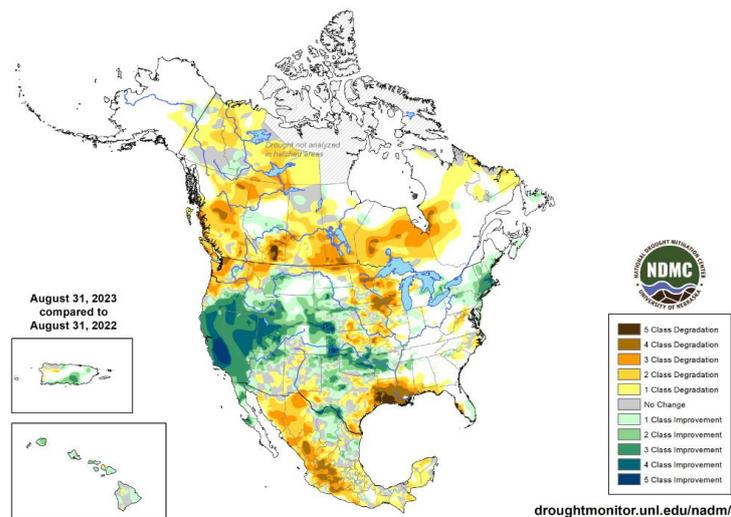


圖 9 北美洲 2023 年 8 月相對於 2022 年 8 月之不同乾旱層級的分布圖。資料來源：[14]

就北美洲的墨西哥和加拿大而言，熱浪、乾旱和森林火災的威脅，也是全球較顯著的區域。

首先，以墨西哥為例。圖 8 說明 2023 年熱浪持續影響墨西哥的時間，在當地歷史紀錄上，排名第二，共 17 日。第一名，發生在 1980 年，共 28 日。除此之外，2023 年墨西哥的降雨偏少，北美洲的乾旱監測系統 NADM (North American Drought Monitor) 顯示墨西哥的乾旱指數偏高(圖 9)，供應墨西哥城約 1,000 萬人口的格雷羅供水系統 (Cutzamala System)，出現供水短缺情形，已對環境生態、社會經濟、農業生產力等，產生衝擊[15]。然而，2023 年，並非墨西哥乾旱最嚴重的一年，圖 10 顯示乾旱最嚴重的一次，發生在 2011-2012 年。乾旱的衝擊，使墨西哥糧食產量下降近 40%。

其次，以加拿大為例。加拿大的夏季(5-8 月)，發生了嚴重的森林火災，燃燒的面積，約 18 萬平方公里(圖 11)，創下當地歷史紀錄，比第二名，高出 2.5 倍。另一方面，森林大火產生的 CO₂ 排放量，也是有紀錄以來最高的一年，比 2003-2022 年的平均值，高出 3 倍。圖 12 顯示加拿大森林大火產生的煙霧，使許多美國當地的空氣品質監測站，創下最嚴重的空污紀錄。

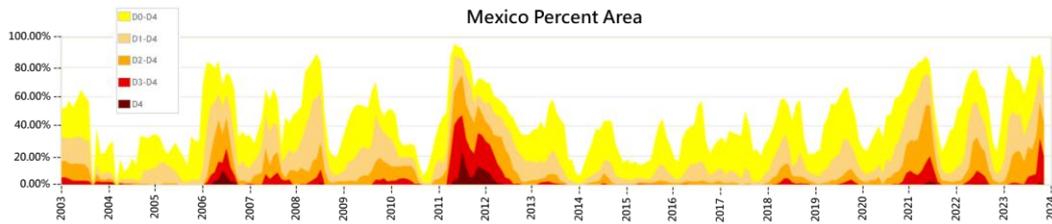


圖 10 2003-2023 年墨西哥不同乾旱程度區域占總面積百分比的逐年變化圖。資料來源：[16]

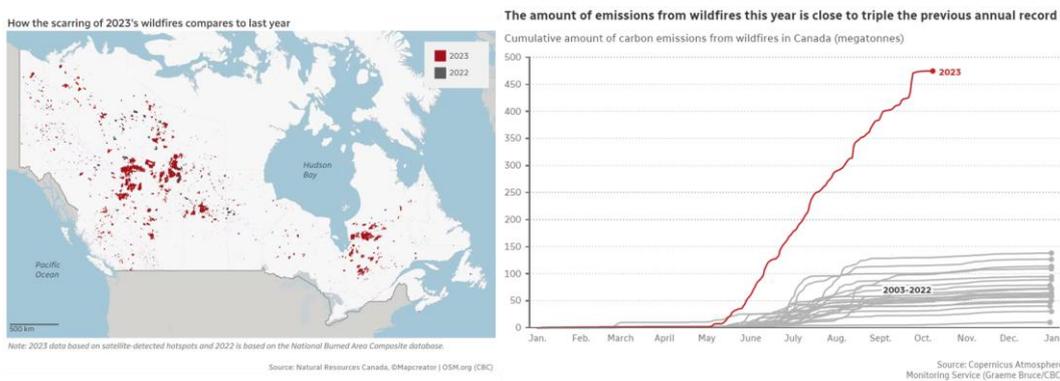


圖 11 加拿大在 2022 和 2023 年發生森林大火之區域(左)，以及 2003-2023 年森林大火產生的碳排放量之比較(右)。資料來源：[17]



圖 12 美國空氣品質因 2023 年 5-8 月加拿大火災影響，創下歷史紀錄的觀測站分布位置。資料來源：[18]

就大洋洲的夏威夷群島而言，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，發生嚴重的火災，造成 97 人死亡，是夏威夷歷史上最嚴重的天然災害。太平洋災害中心和聯邦緊急事務管理署估計，超過 2,200 座建築物被毀，絕大多數是住宅(圖 13)，火災造成的經濟損失估計約為 60 億美元。



圖 13 2023 年 8 月夏威夷全島的乾旱監測情形(左)和野火燃燒範圍與災後情況。資料來源：[19]

就歐洲而言，熱浪的問題，已惡化許久。歐洲中期天氣預報中心 ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)的分析資料顯示，自 1950 年起，歐洲出現熱浪的次數與持續時間，有增加的趨勢[20]。2023 年夏季，熱浪影響南歐(25°W-40°E, 34°-45°N)的時間，是有紀錄以來最久的一次(圖 14)。

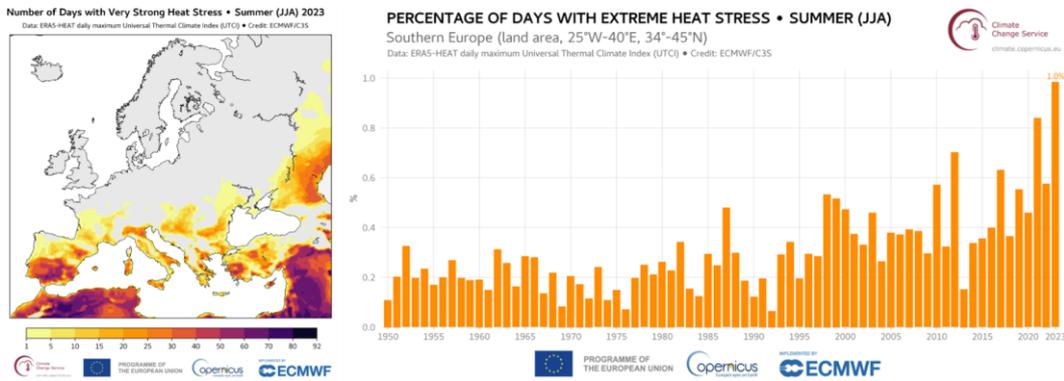


圖 14 南歐 2023 年夏季遭受高溫衝擊天數總和的空間分布圖(左)和高溫日數與夏季總日數百分比的逐年變化圖(右)。資料來源：[20]

三、 災害衝擊

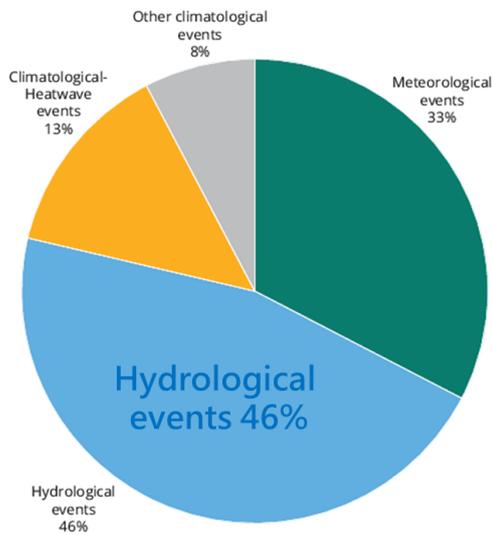
洪水與熱浪相關的天然災害，對人類與社會經濟造成的衝擊層面不同。就經濟損失而言，國際保險顧問有限公司 AON 的分析顯示(圖 15)，2023 年前三季，各式天然災害對全球經濟造成的損失比例，以地震災害造成的經濟損失為最多；其次，是洪水相關的事件；熱浪、乾旱與森林大火造成的經濟損失，相對較低。就死亡人數而言，根據歐盟對 1980-2021 年的統計數據顯示(圖 16)，天然災害造成的死亡人數，熱浪的威脅最高，洪水災害造成的死亡威脅相對較低。就天然災害對全球各年份的衝擊而言，圖 17-18 顯示 2023 年天然災害造成的經濟損失相對較低，但是，森林火災造成的死亡人數，是 1990 年以來，最高的一年。

天然災害除了會對人類活動產生衝擊之外，對地球環境也產生威脅。例如，乾旱的問題，使中東、印度、北非、墨西哥和智利等地區，成為水資源較為匱乏的區域(圖 19)。圖 20 顯示 2023 年 1-6 月全球實施限水措施的事件數，已與 2021 年總事件數(排名第四)相當，是水資源匱乏風險較高的一年。另一方面，森林大火的問題，使空氣中的溫室氣體增加，加重了全球增溫的風險。2023 年在生態科學(BioScience)期刊上的文章指出[27]，當全球溫度，超越現有生態系統維持既有平衡的臨界點，人類將進入陌生的地球環境，生存的韌性，也將遭受考驗。



圖 15 2023 年前三季全球自然災害經濟損失分布圖。資料來源:[21]

Economic losses: 560 billion EUR



Fatallites: 560 billion EUR

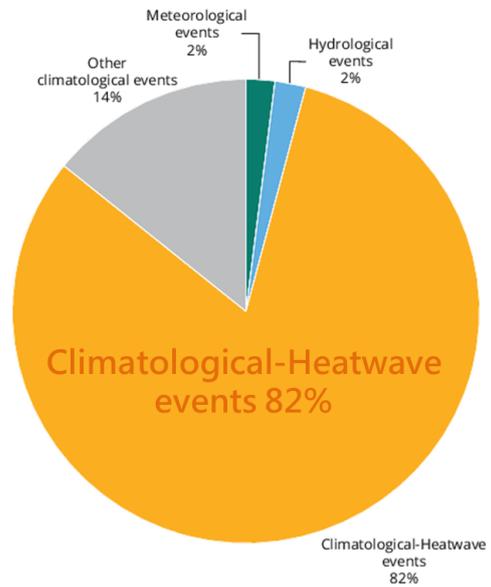


圖 16 歐盟在 1980-2021 年期間因各式天然災害類型所導致的經濟損失(左)和死亡人數(右)的比例分布情形。資料來源：[22]

Number of deaths due to wildfires worldwide from 1990 to 2023

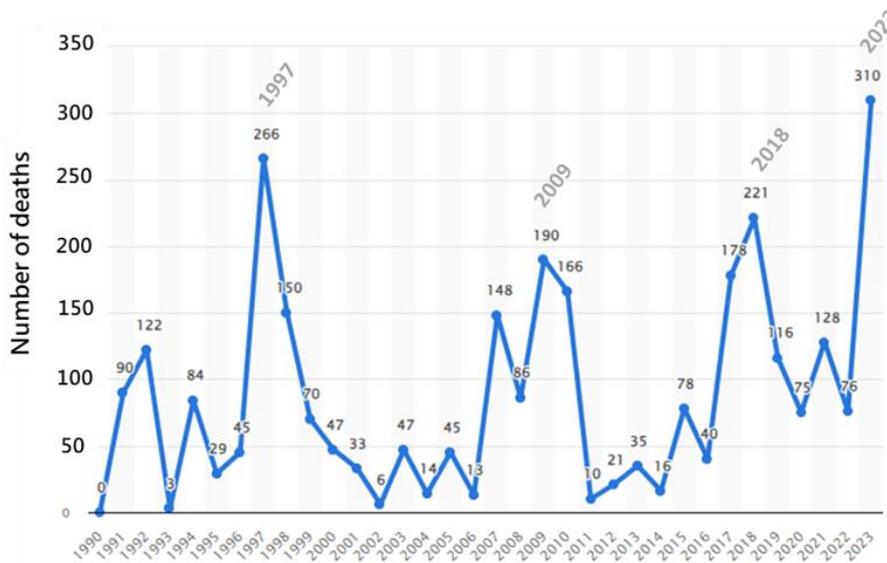


圖 17 1990-2023 年全球森林火災致死事件數分布圖。資料來源：[23]

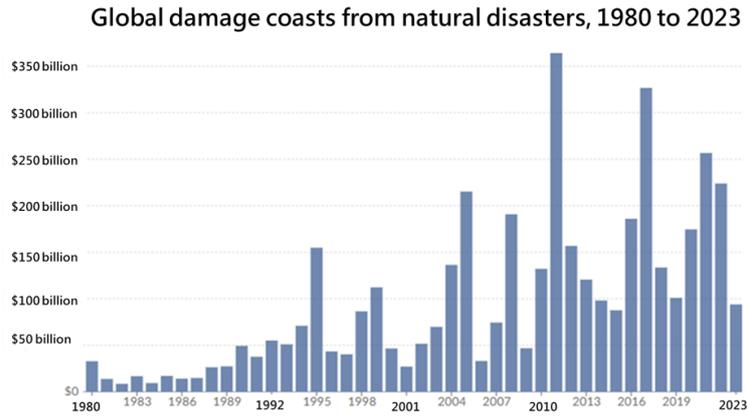


圖 18 1990-2023 年全球森林火災經濟損失總額分布圖。資料來源：[24]

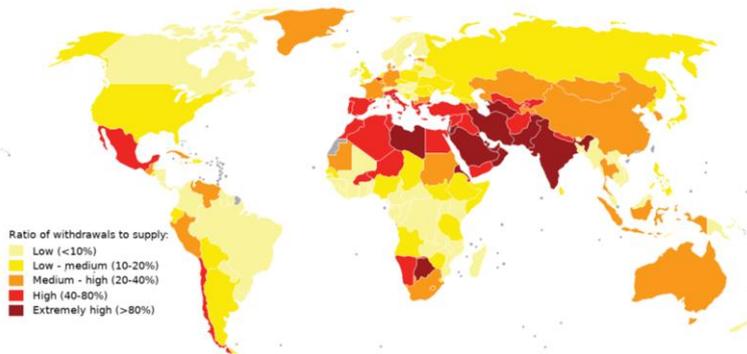


圖 19 2030 年以前全球水資源匱乏程度分布圖。資料來源：[25]

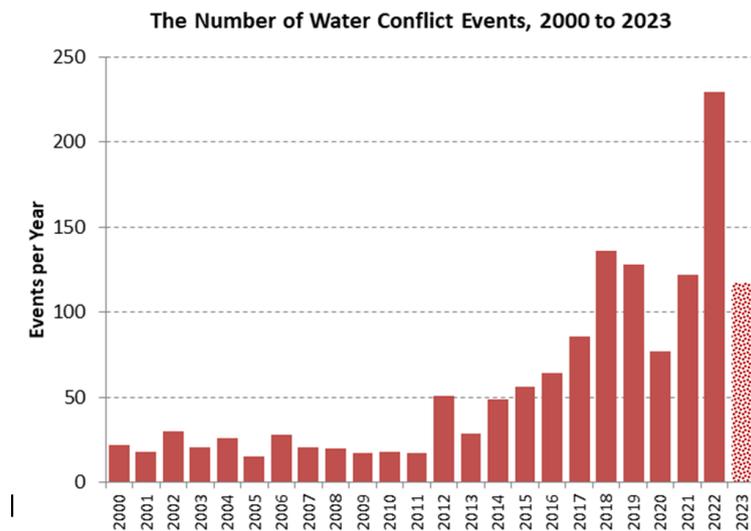


圖 20 全球在 2000-2023 年期間實施限水措施的事件數。2023 年的數據為 1-6 月的統計結果。資料來源：[26]

四、 結論

全球平均溫度的數據顯示，2023 年是地球自工業革命後，最熱的一年。世界各地與熱相關的天然災害，包括熱浪、乾旱與森林大火。

首先，全球熱浪發生的強度和持續時間，有增強的趨勢。歐洲眾多觀測與分析數據顯示，熱浪造成的人員傷亡或 GDP 指數下降情形，皆呈現正相關，已對歐洲社會產生顯著衝擊。

其次，部分地區出現短期和長期乾旱現象的頻率，有增加的趨勢。長期的乾旱現象，以墨西哥為例，水資源匱乏問題，已對該國經濟產生嚴重衝擊，最嚴重的一年發生在 2011-2012 年，糧食產量下降近四成。短期的乾旱現象，以亞馬遜雨林為例。由於，2023 年出現降雨偏低情形，導致亞馬遜河支流的水位，創下 120 年來最低紀錄。

最後，森林火災的威脅，正在擴大。2023 年，加拿大發生嚴重的森林大火事件。森林被燃燒的區域，創下歷史紀錄，是第二名的 2.5 倍，使當地從世界的碳匯區，變成顯著的碳排區。

參考文獻

1. National Centers for Environmental Information, 2023. Year-to-date Temperature: January–November 2023, <https://reurl.cc/Xq4mq3>
2. Climate Reanalyzer, Daily Sea Surface Temperature, https://climatereanalyzer.org/clim/sst_daily/

3. NASA's Scientific Visualization Studio, 2023. Shifting Distribution of Land Temperature Anomalies, 1962-2022. <https://reurl.cc/WvjgDk>
4. Climate Signals, 2021. Climate Signal #1: Unseasonal, record-breaking heat. <https://reurl.cc/9RMqRj>
5. NASA, 2023. NASA Announces Summer 2023 Hottest on Record. <https://reurl.cc/Wvjg0D>
6. Extreme Temperatures Around the World, 2023. Twitter, <https://reurl.cc/Ny3gke>
7. JRC Technical Report, 2023. Drought in South America April 2023. <https://reurl.cc/9RMqdO>
8. BBC News, 2023. Chile forest fires: Heatwave puts new regions at risk. <https://reurl.cc/Ny3o6k>
9. Reuters, 2023. Chile battles deadliest wildfires on record as heatwave grips. <https://reurl.cc/jvxex8p>
10. Kmusser, 2008. map of the Amazon River drainage basin with the Rio Negro highlighted. <https://reurl.cc/GK7Y5d>
11. Financial Times, Nov. 6 2023. Amazon drought sparks fears of climate tipping points. <https://reurl.cc/WvjjoOZ>
12. AA News Broadcasting System, Aug. 2 2023. Chile, Argentina facing scorching heat wave in middle of winter. <https://wooo.tw/g6k2Xq5>
13. National Weather Service, Aug. 13 2023. 100° Facts for Albuquerque and New Mexico. <https://reurl.cc/DoapME>
14. NADM, Change Maps. <https://reurl.cc/q0yqWp>
15. VOA News, Nov. 11 2023. Mexico City Imposes Water Restrictions as Drought Dries Up Reservoirs. <https://reurl.cc/Ny38ae>
16. NADM, Time Series. <https://reurl.cc/r6pbgO>
17. CBC News, Oct. 19, 2023. Five charts to help understand Canada's record-breaking wildfire season. <https://wooo.tw/cv86Uh9>
18. The Washington Post, June 8, 2023. Find out just how bad wildfire

- smoke has been in your area. <https://wooo.tw/eAjz71u>
19. The New York Times, Aug. 12, 2023. Mapping the Damage from the Maui Wildfires. <https://wooo.tw/ymzKBYA>
 20. The Copernicus Climate Change Service, Oct. 3, 2023. European summer 2023: a season of contrasting extremes. <https://wooo.tw/Nn9wRFE>
 21. AON, Oct., 2023. Q3 Global Catastrophe Recap. <https://wooo.tw/Q0n6kEu>
 22. European Environment Agency, Apr 18, 2023. Total and insured economic losses and fatalities caused by weather- and climate-related extreme events in the EU Member States 1980-2021. <https://wooo.tw/V2Ua1mM>
 23. Salas, E. B., Nov. 6, 2023. Global number of deaths caused by wildfires 1990-2023. <https://wooo.tw/eXEGUw6>
 24. Our World in Data, Global damage costs from natural disasters, 1980 to 2023. <https://wooo.tw/WzyyRhn>
 25. Fowler, O. March 20, 2023. Critical Water Shortage: World to Face a 40% Deficit by 2030, New Report Warns. <https://wooo.tw/g51PJXt>
 26. Pacific Institute, Nov. 15, 2023. Violence over Water Increases Globally According to New Data from Pacific Institute Water Conflict Chronology. <https://wooo.tw/cqU33aG>
 27. Ripple, W. J., Wolf, C., Gregg, J.W. et al., 2023. The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory. BioScience, biad080. <https://doi.org/10.1093/biosci/biad080>