

印度與巴基斯坦熱浪事件分析報導

林又青¹、張志新¹、黃柏誠²

¹ 國家災害防救科技中心坡地與洪旱組

² 國家災害防救科技中心氣象組

摘要

2015 年為自 1850 年有現代氣象記錄以來最熱的一年，今年 6 月熱浪造成印度 2,300 人死亡、巴基斯坦 1,233 人以上死亡，兩國死亡人數規模高居全球熱浪災害前 10 名。經本文分析探討指出主要災因包括：氣候變遷導致的全球暖化與季風降雨延緩，及政府應變不足等因素，在自然和人為因素交互作用下，今年的熱浪衝擊因此加成放大。最後本文針對熱浪應變提出，災前防災知識宣導、氣候預警機制與災中避暑減災措施等建議，提供參考。

一、前言

世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）在 11 月 25 發布《世界氣候狀況年度臨時聲明》聲明指出，在氣候變遷影響下 2015 年將是自 1850 年有現代氣象記錄以來最熱的一年^{[1][2]}，而且熱浪的發生越趨頻繁，6 月在印度與巴基斯坦就有上千人死於熱浪

災難，緊接著全歐包括：法國、英國、德國、瑞士等國發佈高溫警告。經統計印度與巴基斯坦的死亡人數高居全球熱浪災害前 10 名，因此本文將紀錄分析兩國的災情、規模與致災原因，期望以他國案例為鑑，從中學得熱浪防災應變經驗做好萬全準備。

二、 熱浪

熱浪通常是指一段時間內該地持續出現較平均溫度異常高溫狀況，除高溫之外也有會伴隨高濕度，熱浪所引起的高溫天氣會導致熱中暑、熱衰竭及熱痙攣等症狀，甚至可以導致人死亡，尤其是體力較弱的老年人。

(一) 定義

目前世界各國對熱浪尚無一致的定義，其中根據世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）公布的熱浪定義為：連續 5 日氣溫高於歷年最高溫度平均值 5°C 以上。^[3]另外，印度氣象局（India Meteorological Department, IMD）對熱浪之定義包括以下條件：^[4]

- (1) 平地測站最高溫達 40°C 之上、山區測站最高溫達 30°C 以上。
- (2) 該地平均最高溫度為 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，當溫度高於平均溫 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ 即符合熱浪定義，當高於 7°C 以上則為極端熱浪。
- (3) 該地平均最高溫 > 40 度，當溫度高於平均溫 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 度即符合

熱浪的定義，高於 6°C 以上屬於極端熱浪。

(4) 若平日溫度持續維持在 45°C 以上，亦視為熱浪。

(二) 熱指數

除了用溫度高低評估熱浪影響外，也可以參考美國國家海洋與大氣管理局 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 公布的熱指數 (Heat Wave Index)，熱指數也就是指體感溫度，是綜合了空氣溫度、濕度、風速與日照時數等因素影響後，人體實際上感受到的溫度。NOAA的熱指數是以溫度與相對濕度兩個因子，進行體感溫度的影響程度評估，熱浪指數評分矩陣結果如圖1所示，圖中當溫度為 100°F 、相對濕度55%時，則熱指數為 124°F ，即相對濕度高時，體表溫度會比實際溫度來的高。^[5] 並將圖1中熱指標警告、嚴重警告、危險以及極度危險四階段，所對應的數值以及對人體所產生的健康危害情形彙整於表1中提供參考。

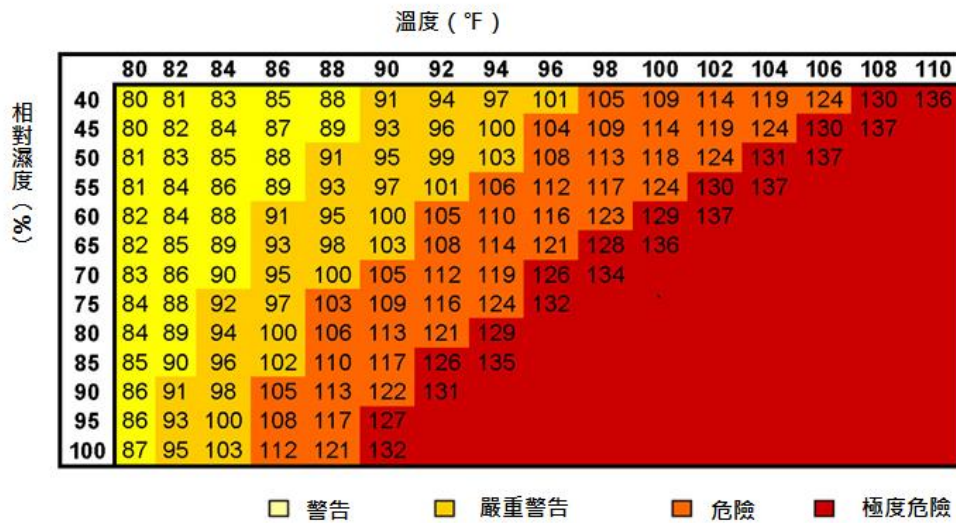


圖 1、熱指標分布圖 (資料來源：修改自 NOAA) [5]。

表 1、熱指標分級表 (資料來源：修改自 NOAA) [5]。

分類	熱指數 (°F/°C)	長時間曝曬或活動對人體之影響
警告	80/27 ~ 90/32	可能會導致疲勞。
嚴重警告	90/32 ~ 103/39	可能會導致中暑、熱痙攣或熱衰竭。
危險	103/39 ~ 124/51	極有可能會引起中暑、熱痙攣或熱衰竭。
極度危險	> 125/51	極有可能引起中暑與重度中暑。

三、 印度與巴基斯坦地理位置及氣候簡介

印度與巴基斯坦位處南亞彼此緊鄰，地理位置如圖 2 所示，南亞泛指喜馬拉雅山以南區域，總面積約 495 萬 km²，在南亞中印度所佔面積最大，約 320 萬 km²，印度全境氣候炎熱，大部分屬於熱帶季風氣候，氣候可分為涼季 (11-2 月)、旱季 (3-5 月) 與雨季 (6-10 月)

等三個季節。

巴基斯坦在印度西側，面積約 79.6 萬 km²，氣候屬於亞熱帶乾燥和半乾燥帶，整體氣候偏炎熱乾燥，每年平均降雨量不到 250mm，全境有 1/4 地區降雨量在 120mm 以下，最炎熱的月份是 6、7 月，中午氣溫可以超過 40℃，而且在信德省（Sindh）和俾路支省（Balochistan）中部分區域，中午氣溫甚至高達 50℃ 以上。^{[6][7][8]}



圖 2、印度與巴基斯坦位置圖（資料來源：修改自 Google Map）。

四、 熱浪災情簡介

（一）印度熱浪

今年 5~6 月期間，南亞地區異常高溫的熱浪肆虐印度，表 2 為印度首都新德里（New Delhi）之氣候數值表，首都夏季歷史平均高溫

度在 35°C 以上，而 2015 年卻出現近兩年來之最高溫 45.5°C，截至 6 月 2 日熱浪已導致印度北、中與東部各邦至少 2,200 人死亡，圖 3 為新德里薩夫達將 (Safdarjung) 醫院附近一條道路太熱融化，斑馬線變成令人難以想像的扭曲模糊樣。

表 2、新德里市氣候數值表 (資料來源：維基百科)^[9]。

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
平均高溫(°C)	21.1	24.2	30.0	36.2	39.6	39.3
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均高溫(°C)	35.1	33.3	33.9	32.9	28.3	23.0



圖 3、5 月 24 日新德里道路融化照片 (資料來源：CNN)^[10]。

2015 年熱浪災害最嚴重的地區為安德拉邦 (Andhra Pradesh) 與特倫甘納邦 (Telangana)，6 月測得 48°C 的高溫，歐洲聯盟委員會人

道主義援助辦事處（European Commission Humanitarian Aid Office, ECHO）於 6 月初所繪製熱浪影響情形如圖 4 所示，當時安德拉邦死亡已高達 1,020 人、特倫甘納邦死亡 340 人，死者以建築工人、老人、遊民居多。 [10][11][12]

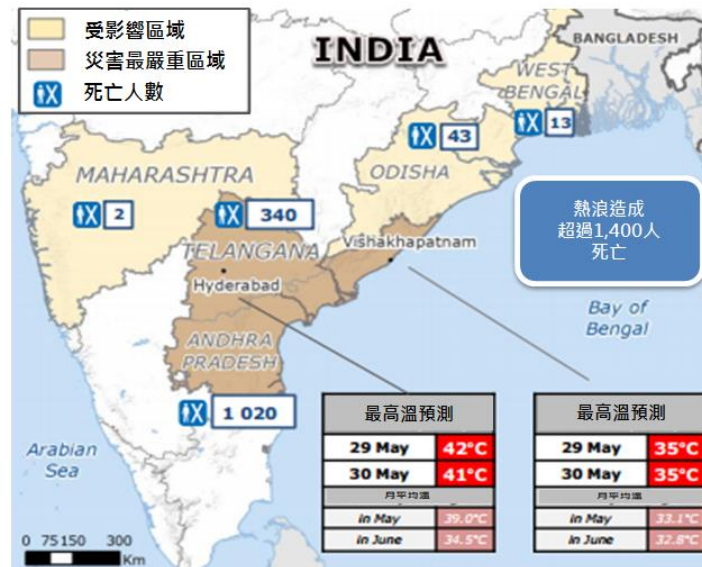


圖 4、印度熱浪影響圖（資料來源：修改自 ECHO） [11]。

因應經常發生之熱浪災害，印度古吉拉特邦（Gujarat）亞美達巴德市（Ahmedabad）已建立有詳細之防熱浪災害行動計畫（Ahmedabad heat action plan 2015），內容主要分為以下 4 個步驟。 [13][14]

- (1) 加強對可能受災族群之防災宣導，透過海報、網路、社群網站或通訊軟體等多元方式傳遞防災避暑知識。
- (2) 建置熱浪預警與應變系統，災前提供溫度預警，規劃水、電、運輸、學校單位與非政府組織 NGO 在災時啟動救援的運作機

制。

(3) 訓練醫療專業人員對熱浪傷者的處理能力。

(4) 進行熱浪高風險區潛勢分析，繪製風險區地圖，災時提供容易取得的飲用水並建立臨時的避暑空間。

(二) 巴基斯坦熱浪

同一時間，熱浪一樣影響鄰近之巴基斯坦，6月20日起熱浪嚴重侵襲巴基斯坦信德省(Sindh)省會-喀拉蚩市(Karachi)，喀拉蚩市是巴基斯坦最大城市，人口約有2,000萬人。巴基斯坦6月20日全國最高溫度分布情形如圖5所示，信德地區高溫在42~45°C間，根據官方紀錄喀拉蚩之溫度在23日曾攀升到45°C，短短數日就出現超過65,000起中暑病例，截至6月23日有1,233人死亡，醫護人員指出受害者大多是老人與低收入戶。

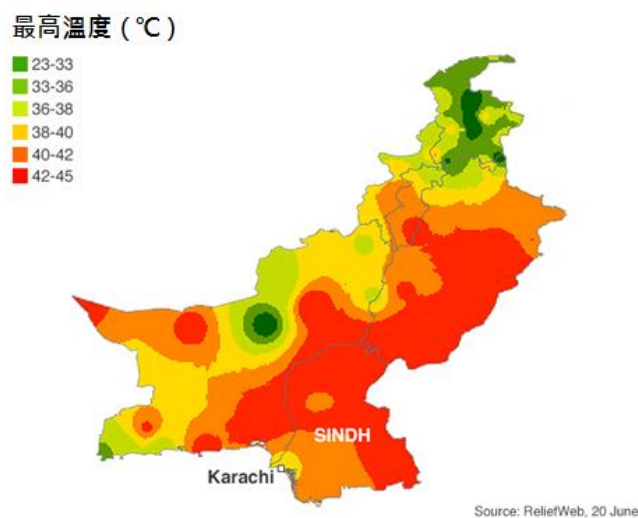


圖5、巴基斯坦6/20最高溫度分布圖(資料來源：修改自BBC)^[15]。

6 月 23 日信德省政府宣布進入緊急狀態，全省公家機構、學校和大學全面關閉，要求軍隊與民兵組織協助傷者，設置中暑防治中心，醫院召回所有休假醫生，同時增加庫存藥物、吊針及脫水補充液進行應對，巴基斯坦最大慈善機構 Edhi 組織表示，6 月 20~23 日間該組織在喀拉蚩的兩個殯儀館已經飽和，收到了 400 多具屍體，圖 6 為醫療人員正為中暑病患進行治療。^{[15][16][17][18]}



圖 6、喀拉蚩市內醫院中暑病患人滿為患（資料來源：法新社）^[17]。

五、 全球熱浪事件統計

本文彙整熱浪相關報導以及聯合國緊急災難資料庫（EM-DAT）的數據，以死亡人數多寡排序，世界前 10 大熱浪災難事件整理於表 3，最嚴重的案例是 2003 年，主要發生在西歐以及南歐的熱浪，全歐估計有 7 萬人死亡，而 2015 年的印度事件排名熱浪史上第五嚴重，

巴基斯坦事件則排名第八。^{[19][20]}

表 3、前 10 大熱浪死亡人數事件列表。(資料來源：本文整理) ^{[19][20]}

排序	年份-地點	死亡人數	排序	年份-地點	死亡人數
01	2003-歐洲	71,310	06	1936-美國和加拿大	1,693
02	2010-俄羅斯	55,736	07	1980-美國	1,260
03	2006-歐洲	3,418	08	2015-巴基斯坦	1,233 以上
04	1998-印度	2,541	09	2003-印度	1,210
05	2015-印度	2,300 以上	10	2002-印度	1,030

六、 災因探討

(一) 全球暖化

美國國家海洋與大氣管理局 (National Oceanic and Atmospheric Administratio, NOAA) 科學家認為，造成 2015 年破高溫紀錄的直接原因是強烈的聖嬰 (El Niño) 氣候現象，且今年聖嬰現象對氣溫上升影響的幅度，遠超過對其他年份之影響，推測人為排放的溫室氣體與今年高溫紀錄息息相關。紐約時報 (New York Times) 整理 NOAA 之資料，將 1998、2005、2010、2013、2014 與 2015 年等 6 年之溫度，分別與 20 世紀溫度平均值做比較，比較結果如圖 7，2015 年之溫度為 6 年之首，各月份溫度高於平均值約 1.5°F (約 0.8°C)，其結果亦顯示 2015 年為炎熱的年份。^[21]

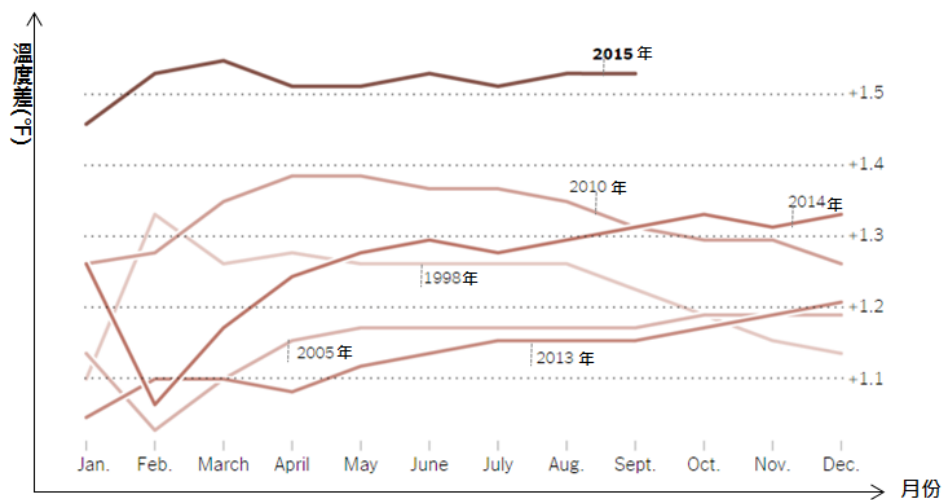


圖 7、最熱年份與 20 世紀平均溫度比較圖（資料來源：修改自紐約時報）^[21]。

（二）印度-氣候變遷影響

印度幾乎年年發生熱浪，但在 5、6 月有季風雨可舒緩熱浪所帶來的衝擊，然而科學家指出今年出現反常的西北風，從巴基斯坦挾帶熱空氣進入印度，不僅導致氣溫升高，更延緩了季風的行進速度，使得降雨季節延後。圖 8 為季風行進日程，藍色線條為 2015 年季風的行進時間，紅色虛線是往年平均進度，兩相比較，2015 年比過去平均較為延遲，無法即時降雨降溫舒緩熱浪。聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）指出隨著全球氣候變遷，熱浪侵襲的時間與頻率會逐漸提升，印度現在溫度比正常均溫 40°C 要高出 5 到 6°C，若氣溫比正常值超過 7°C，熱浪將會造成更龐大之衝擊。^{[22][23]}

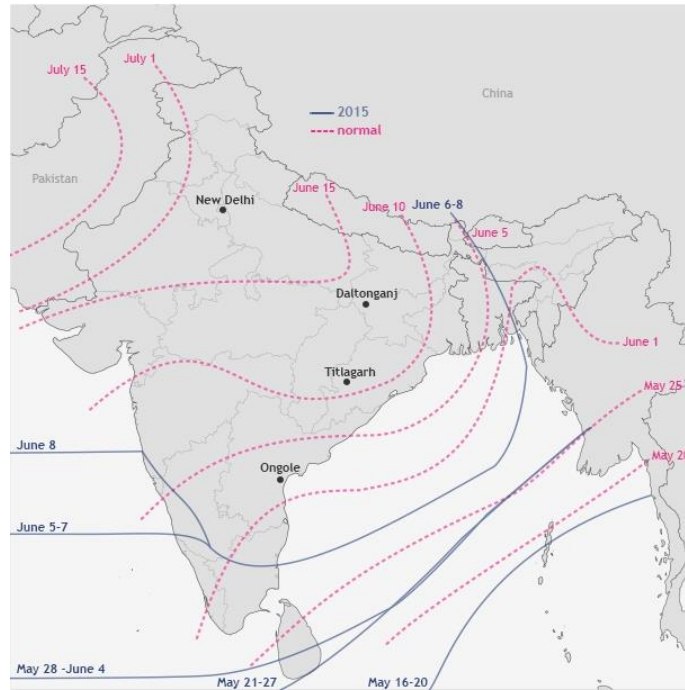


圖 8、2015 季風行進路線圖。(資料來源：India Meteorological Department) [22]。

(三) 巴基斯坦-供電及供水問題

夏季炎熱氣溫在巴基斯坦喀拉蚩市並非不尋常，喀拉蚩市歷史氣候平均數據如表 4 所示，6 月平均高溫在 33°C，喀拉蚩市之歷史最高溫為 47°C，出現於 1979 年。然而這次災情為何會如此嚴重？據報導指出巴基斯坦政府所制訂的電價遠低於發電成本，部分電力公司因虧損連連而停止發電，因此巴基斯坦政府當局，每天在城市至少斷電 8 小時，對鄉間則有更嚴格的限電措施，所以部分偏遠地區在夏季高溫時，一天可能只有供電 3 小時，電力供應嚴重不足，這次熱浪期間供水系統因斷電而失效，導致民眾無水可用，長時間的斷電、供水不足

使得本次災情變得更加糟糕。^{[24][25]}

表 4、喀拉蚩市氣候數值表（資料來源：維基百科）^[24]。

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
極端高溫(°C)	32.8	36.1	41.5	44.4	47.8	47.0
平均高溫(°C)	25.6	26.4	28.8	30.6	32.3	33.3
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
極端高溫(°C)	42.2	41.7	42.8	43.3	38.5	34.5
平均高溫(°C)	32.2	30.8	30.7	31.6	30.5	27.3

（四）巴基斯坦-齋戒月禁食規定

巴基斯坦主要宗教信仰為伊斯蘭教，而 6 月這波熱浪來襲時，正值伊斯蘭教齋戒月，按規定穆斯林每天從晨禮日出到日落期間禁止飲食，在熱浪之下仍有不少穆斯林堅持在日間不飲水，不少人反而因此脫水而死，直到死亡災情擴大，才有伊斯蘭伊瑪目（Imam，意思是領袖、帶領祈禱的人）提醒身體不適的老人家不用參加齋戒活動^{[26][27][28][29]}

（五）巴基斯坦-政府應變不足

民眾多半認為信德省政府對這次災情反應遲鈍且冷漠，對於可能面對的熱浪災害，省政府災前疏於提出警告，初期也沒有應急提供水源，總理夏立夫（Nawaz Sharif）直到 23 日才開始積極有制度地進行

救援活動，命令國家災難管理局（National Disaster Management Authority, NDMA）採取緊急措施，陸軍部署設立防中暑中心，在喀拉蚩的災民們直到受災的第4天（即6月24日）才逐漸對政府的救援作為有感。^[29]

綜合比較兩國的災因，印度雖然已於事前宣導提醒高熱浪風險區內居民準備急救包及蓄水，災時並提供資源，但是仍然受到異常西北熱風升高溫度，年度季風雨延遲無法有效降溫...等自然因素影響。

巴基斯坦災因則主要是人為因素，政府當局則缺乏熱浪防災概念，未善盡職責進行災前氣象預警措施與物資準備，加上救災速度延遲，因此加劇災情。

七、 結論與建議

有鑑於氣候變遷讓熱浪變得頻繁、強度漸增，因此聯合國世界衛生組織（World Health Organization, WHO）和世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO），共同發布一系列新熱浪警示指導原則「熱浪與健康：警示系統發展準則（Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development）」，以因應熱浪造成的健康危機，熱浪警示準則的內容，包括有系統性的建置早期熱浪警示系統、提醒決策者熱浪災害風險存在、專業醫療人員以及一般大眾應有的準備，以減少極端炎熱氣候對健康的影響^[30]。

在全球氣溫暖化影響下，臺灣也可能出現前所未見的熱浪，應以印度及巴基斯坦熱浪事件為鑑，建議進行以下防災措施，包括：熱浪來襲前提出預警，讓群眾預先準備。災時開放有冷氣的公共空間供民眾避暑。衛生單位可追蹤獨居老人與弱勢慢性病患在熱浪期間之生活狀況。勞檢局則可檢查雇主是有依據工作環境溫度，提供勞工適當的輪班或休息制，並提供充足的飲水與遮蔭設備。

參考文獻

- [1] <https://theinitium.com/article/20151128-dailynews-hottest-year-in-history/>
- [2] <https://www.wmo.int/media/content/wmo-2015-likely-be-warmest-record-2011-2015-warmest-five-year-period>
- [3] <https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Feature/C/0/1/10/44/720.htm>
- [4] <http://ndma.gov.in/en/media-public-awareness/disaster/natural-disaster/heat-wave.html>
- [5] <http://www.srh.noaa.gov/ama/?n=heatindex>
- [6] wiki 南亞- <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%97%E4%BA%9A>
- [7] wiki-印度-<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%B0%E5%BA%A6>
- [8] wiki-巴基斯坦
-<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%B4%E5%9F%BA%E6%96%AF%E5%9D%A6#.E6.B0.94.E5.80.99>
- [9] <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B0%E5%BE%B7%E9%87%8C>
- [10] <http://edition.cnn.com/2015/06/01/asia/india-heat-wave-deaths/>
- [11] <http://reliefweb.int/map/india/world-events-echo-daily-map-2852015>
- [12] <http://technews.tw/2015/05/28/1300-died-in-india-heat-wave/>
- [13] <http://www.nrdc.org/international/india/extreme-heat-preparedness/files/ahmedabad-heat-action-plan.pdf>
- [14] <http://scroll.in/article/729939/as-heatwave-kills-more-than-500-across-india-ahmedabad-model-shows-how-lives-could-be-saved>
- [15] <http://www.bbc.com/news/world-asia-33236067>

- [16] <http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150624/634489/>
- [17] <http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1363401>
- [18] <http://www.cna.com.tw/news/aopl/201506240187-1.aspx>
- [19]
- <http://uk.weather.com/story/news/deadly-heatwave-ends-monsoon-rains-arrive-20150609>
- [21]
- http://www.nytimes.com/2015/10/22/science/2015-likely-to-be-hottest-year-ever-recorded.html?_r=2
- [22]
- <https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/india-heat-wave-kills-thousands>
- [23] https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Indian_heat_wave#cite_note-CNN700-14
- [24]
- https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%A1%E6%8B%89%E5%A5%87#cite_note-pakmet-14
- [25] <http://health.people.com.cn/n/2015/0624/c14739-27198554.html>
- [26] <http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1358939>
- [27]
- <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%B4%E5%9F%BA%E6%96%AF%E5%9D%A6>
- [28] <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BD%8B%E6%88%92%E6%9C%88>
- [29] <http://world.yam.com/post.php?id=4200>
- [30] <http://e-info.org.tw/node/108671>
- [20] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_natural_disasters_by_death_toll