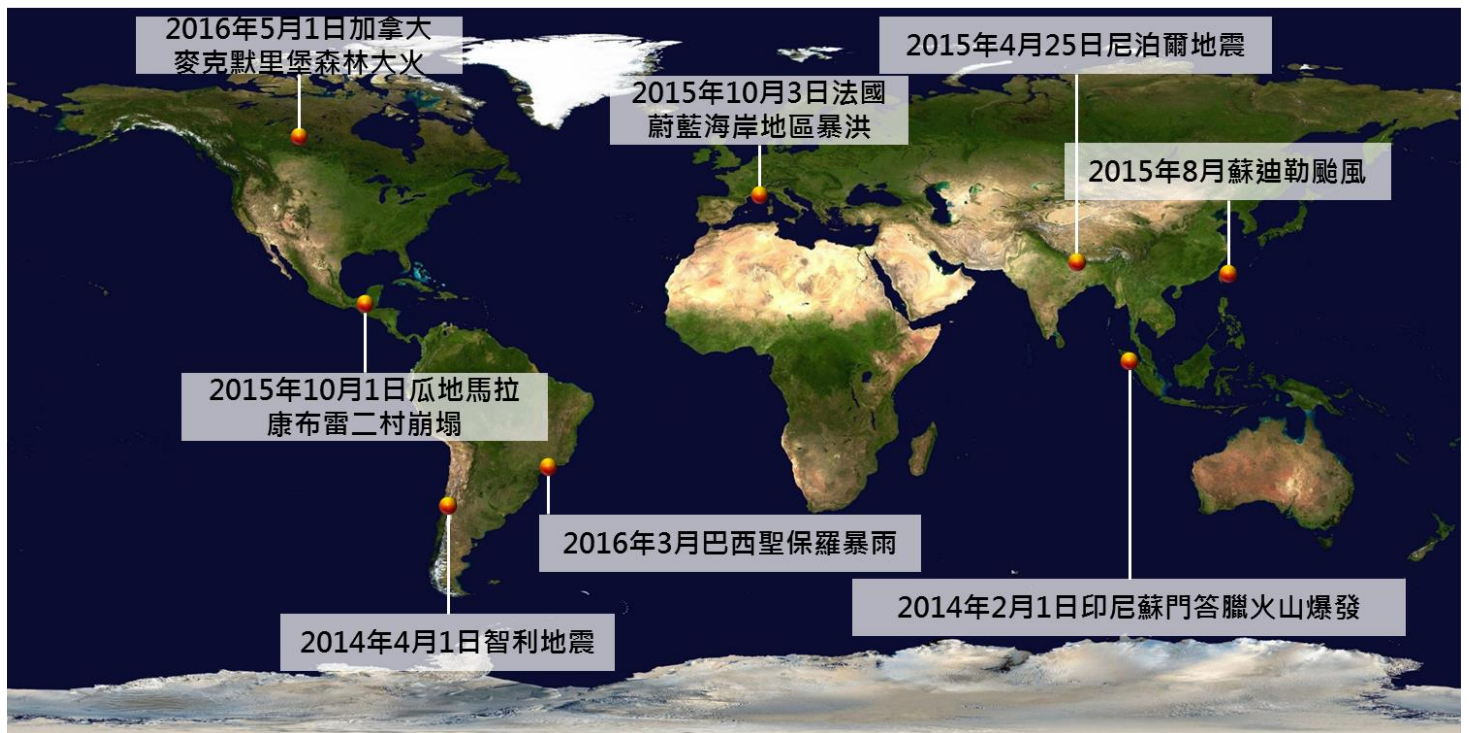


新北市政府 災害防救深耕第 2 期計畫

103 年-105 年國際重大災例



新北市政府



國立臺灣大學

中華民國 105 年 11 月 製

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	XIX
一、 2013 年 12 月巴西連日暴雨	21
二、 2013 年 12 月-2014 年 1 月英國暴風雨	28
三、 2014 年 2 月 1 日印尼蘇門答臘火山爆發事件	36
四、 2014 年 2 月 12 日大屯山地震事件	42
五、 2014 年 1 月至 2 月印尼暴雨事件	47
六、 2014 年 3 月紐西蘭暴雨事件	52
七、 2014 年 3 月 22 日美國華盛頓州坡地災害	59
八、 2014 年 4 月 1 日智利地震	66
九、 2014 年 5 月 5 日泰北清萊府地震	74
十、 2014 年 5 月 14 日美國加州火龍捲	82
十一、 2014 年 6 月 3~10 日中國大陸豪雨成災	89
十二、 2014 年 6 月 6 日阿富汗洪災事件	95
十三、 2014 年 6 月 26 日印度洪災事件	101
十四、 2014 年 7 月日本浣熊颱風事件	106
十五、 2014 年 7 月 31 日高雄氣爆事件	115
十六、 2010 年 9 月 9 日聖布魯諾管道爆炸	130
十七、 2014 年 8 月 3 日中國雲南魯甸地震事件	139
十八、 2014 年新店氣爆事件	147
十九、 2014 年 8 月 19~20 日日本廣島土石流	160
二十、 2014 年 9 月日本火山爆發事件	173
二十一、 2014 年 10 月台灣澎湖船難事件	184
二十二、 華府地鐵濃煙事件	190
二十三、 桃園新屋火災事件	198
二十四、 復興航空 GE235 飛航事故.....	204

二十五、 全美航空 1549 號班機事故	216
二十六、 巴西聖保羅州乾旱事件	223
二十七、 萬那杜潘姆颶風事件	233
二十八、 美國加州乾旱事件	240
二十九、 四川暴雨大風及冰雹事件	249
三十、 尼泊爾地震事件	254
三十一、 印度乾旱事件	271
三十二、 美國德州豪雨事件	279
三十三、 八仙樂園粉塵爆炸事件	286
三十四、 韓國中東呼吸症候群冠狀病毒感染症(MERS)疫災事件	302
三十五、 中國天津爆炸事件	311
三十六、 日本東京輕航機墜落民宅事件	322
三十七、 5月-9月登革熱疫情	327
三十八、 8月蘇迪勒颶風事件	336
三十九、 瓜地馬拉康布雷二村崩塌事件	351
四十、 法國蔚藍海岸地區暴洪事件	360
四十一、 阿富汗強震事件	367
四十二、 2016年1月印度強震事件	372
四十三、 英國大西洋風暴事件	380
四十四、 一月北半球寒流事件	388
四十五、 0206南臺灣強震事件	396
四十六、 2016年2月斐濟溫斯頓颶風事件	412
四十七、 2016年3月巴西聖保羅暴雨事件	419
四十八、 2016年3月石門區「德翔台北」貨輪擱淺事件	427
四十九、 2016年3月7日法國塞納河流域洪水演練	437
五十、 日本熊本地震事件	445
五十一、 加拿大麥克默里堡森林大火	456
五十二、 斯里蘭卡洪災與山崩事件	470

五十三、 0611 豪雨事件	477
五十四、 法國水災事件	484
五十五、 日本九州豪雨事件	497
五十六、 尼伯特颱風事件	511
五十七、 中國河北省洪災事件	523
五十八、 義大利地震事件	532
五十九、 莫蘭蒂颱風事件	541
六十、 馬修颶風(Hurricane Matthew)侵襲美洲事件	549
六十一、 印尼西爪哇省洪災及山體滑坡事件	566
六十二、 2016 年 10 月菲律賓海馬颱風事件	572
六十三、 2016 年 11 月 13 日紐西蘭地震事件	582
六十四、 印尼蘇門答臘地震事件	594
六十五、 泰國南部水災事件	601
資料來源：	607

圖目錄

圖 1	豪雨襲擊巴西情形.....	21
圖 2	聖埃斯皮裡托州位置圖.....	22
圖 3	米納斯吉拉斯州位置圖.....	23
圖 4	里約熱內盧位置圖.....	24
圖 5	巴西暴雨各地淹水災害情形.....	25
圖 6	政府緊急應變措施情形.....	25
圖 7	滯洪池規劃.....	27
圖 8	英國 2014 年 1 月降雨與歷年之比例.....	29
圖 9	英格蘭東南部等受災地區情形.....	30
圖 10	英國南威爾斯地區巨浪情形.....	31
圖 11	英國即時洪災警戒分部情況.....	33
圖 12	英國即時洪災警戒分部情況.....	33
圖 13	錫納朋火山位置圖.....	37
圖 14	錫納朋火山爆發.....	37
圖 15	印尼蘇門答臘省錫納朋火山當地居民倉皇逃生.....	38
圖 16	印尼蘇門答臘省錫納朋火山當地災情慘況.....	39
圖 17	錫納朋火山當地居民撤離家園.....	40
圖 18	錫納朋火山當地農作物因火山灰損失慘重.....	41
圖 19	災民戴上口罩及塑膠套為防止吸入更多火山灰及有毒氣體.....	41
圖 20	大屯山地震震央位置.....	42
圖 21	大屯山火山群災害潛勢範圍.....	43
圖 22	大屯山火山群活動現象.....	44
圖 23	大屯山火山灰災害潛勢評估.....	45
圖 24	雅加達淹水地區.....	47
圖 25	雅加達淹水慘況.....	48
圖 26	印尼首都雅加達暴雨當地災情慘況.....	49
圖 27	印尼總統視察災情.....	49
圖 28	印尼首都雅加達暴雨居民疏散避難場所.....	50
圖 29	印尼首都雅加達暴雨緊急救援行動.....	50
圖 30	基督城位置圖.....	52
圖 31	3 月 4 日紐西蘭衛星雲圖.....	53
圖 32	3 月 4 日雨量分布圖.....	53
圖 33	3/4 07:00~3/5 07:00 24 小時雷達估算降雨量.....	54
圖 34	紐西蘭暴雨災情慘況.....	55
圖 35	紐西蘭暴雨沿海水域泥沙淤積.....	55
圖 36	紐西蘭暴雨救援小組緊急搜救.....	56

圖 37	紐西蘭暴雨排水不及導致淹水	57
圖 38	紐西蘭暴雨道路泥沙淤積	57
圖 39	華盛頓州山崩地理位置圖	59
圖 40	華盛頓州山崩鳥瞰圖	60
圖 41	華盛頓州山崩發生過程圖	62
圖 42	華盛頓州山崩救災行動	63
圖 43	西雅圖支會慈濟志工 前往災區勘災	64
圖 44	進行物資搬運，幫助設立郵政中學阿靈頓疏散中心	64
圖 45	智利地震等震度圖	66
圖 46	智利地震最大地表加速度圖	66
圖 47	智利地震海嘯推進時間線	67
圖 48	智利地震受災情況	69
圖 49	智利地震避難撤離情況	71
圖 50	智利比尼亞德爾馬市之海嘯溢淹潛勢圖	72
圖 51	智利伊基克市之海嘯疏散避難地圖	72
圖 52	中央氣象局海嘯資訊	73
圖 53	泰國地震震央位置圖	75
圖 54	泰北清萊府地震等震度圖	76
圖 55	泰北清萊府地震最大地表加速度圖	76
圖 56	泰國北部地區 5 斷層位置圖	76
圖 57	泰北清萊府地震各地災害情形	78
圖 58	災區避難撤離情形	80
圖 59	美國南加州火龍捲發生點位置圖	82
圖 60	美國南加州火龍捲燒毀林地情形	83
圖 61	火龍捲原理說明	84
圖 62	美國南加州火龍捲受災地區情形	85
圖 63	美國南加州火龍捲救災行動情形	87
圖 64	中國大陸 6 月初豪雨近 10 日降水量分布圖	89
圖 65	中國大陸 6 月初豪雨嚴重受災省分位置圖	90
圖 66	中國大陸豪雨各地受災情形	91
圖 67	中國大陸豪雨救災行動	92
圖 68	廣西省豪雨救災行動	93
圖 69	阿富汗洪災災害發生位置圖	95
圖 70	阿富汗洪災岩體滑動現況圖	96
圖 71	阿富汗洪災造成岩體滑動與洪災較嚴重省分	97
圖 72	5 月 2 日巴達赫尚省岩體滑動	98
圖 73	阿富汗洪災各地受災情形	98
圖 74	阿富汗洪災救災行動	99

圖 75	阿薩姆邦位置圖	101
圖 76	印度洪災當地淹水慘況	102
圖 77	印度洪災當地政府出動橡皮艇及木筏救援	103
圖 78	2014 年季風走向	104
圖 79	印度紅十字會協助救援	105
圖 80	浣熊颱風動向	107
圖 81	浣熊颱風引發巨浪	108
圖 82	日本災情慘況	110
圖 83	浣熊颱風引發土石流	111
圖 84	浣熊颱風船隻進港避風	112
圖 85	日本氣象廳發布警告	113
圖 86	浣熊颱風廣大暴風圈	113
圖 87	高雄氣爆災點位置示意圖	116
圖 88	高雄氣爆位置及區域圖	116
圖 89	高雄氣爆事件災點位置圖	117
圖 90	高雄氣爆各地氣爆災害情形	119
圖 91	高雄氣爆事件現場 VR720 實景圖	120
圖 92	UAS 空中側拍高雄市前鎮區災點現場影像	120
圖 93	繪製高雄市前鎮區災點現場空拍影像圖	121
圖 94	高雄市政府與中央災害應變中心開設情形	122
圖 95	國軍協助高雄氣爆救災及復原工作情形	124
圖 96	高雄氣爆災後收容安置情形	125
圖 97	美國加州聖布魯諾位置圖	130
圖 98	美國加州聖布魯諾爆炸範圍圖	131
圖 99	美國加州聖布魯諾爆炸影響範圍圖	132
圖 100	美國加州主要天然氣管道範圍圖	133
圖 101	聖布魯諾爆炸受災地區情形	134
圖 102	聖布魯諾爆炸救災行動情形	136
圖 103	雲南省昭通市魯甸縣地震位置圖	139
圖 104	魯甸地震等震度圖	140
圖 105	魯甸地震最大地表加速度圖	140
圖 106	雲南省昭通市魯甸縣地震災區情形	141
圖 107	中國國務院總理前往災區勘察及指揮救災	142
圖 108	雲南魯甸地震各地救災人員前往災區救援情形	143
圖 109	雲南魯甸地震震後首批無人機高分辨率影像圖	144
圖 110	魯甸當地房屋抗震性能不佳	145
圖 111	魯甸地震致堰塞湖上方山體滑坡	145
圖 112	新店氣爆災點位置示意圖	148

圖 113	新店氣爆影響範圍圖	148
圖 114	新北市新店區永保安康社區大樓氣爆後災損情形	150
圖 115	新店氣爆救災工作情形	151
圖 116	新店氣爆災點位置示意圖	152
圖 117	新北市政府聯合服務中心開設情形	153
圖 118	新北市政府災後復原協調會會議情形	153
圖 119	新店氣爆檢方現場調查情形	154
圖 120	新店氣爆災後復原工作情形	155
圖 121	新北市災害通報及應變機制示意圖	157
圖 122	新北市消防局搶救瓦斯外洩處理流程圖	158
圖 123	新北市消防局搶救危害物質災害處理流程圖	158
圖 124	新北市道路挖掘業務管理系統	159
圖 125	新北市供氣系統管線分布圖	159
圖 126	廣島土石流受災地點位置圖	161
圖 127	廣島土石流與土石崩落位置圖	161
圖 128	廣島市安佐北區空拍圖	162
圖 129	廣島土石流各地受災情形	165
圖 130	日本政府應變時間軸	167
圖 131	廣島土石流黃色警戒持續發佈區域圖	168
圖 132	廣島土石流救災行動	169
圖 133	廣島土石流降雨量與土石流空間分布圖	170
圖 134	廣島縣土石流警戒區域圖	171
圖 135	日本火山噴發地點	173
圖 136	日本火山噴發之禦嶽山	174
圖 137	日本火山爆發前(左)與爆發後(右)衛星圖	174
圖 138	日本火山爆發火山灰掩蓋附近房屋	175
圖 139	日本境內航空因火山爆發更改航線圖	176
圖 140	日本國道 19 號道路受御嶽山噴發影響停止通行	176
圖 141	日本緊急展開搜救行動	178
圖 142	日本活火山分類表	179
圖 143	熔岩型火山爆發	180
圖 144	蒸氣+融岩型火山爆發	180
圖 145	蒸氣型火山爆發	180
圖 146	日本 47 個及時監控火山	181
圖 147	日本火山爆發因積雪導致搜索中止	181
圖 148	大屯火山灰影響示意圖	182
圖 149	火山災害緊急應變分級流程圖	183
圖 150	研五號澎湖船難位置圖	185

圖 151	澎湖船難救難人員緊急搶救	186
圖 152	澎湖船難緊急搜救行動	187
圖 153	澎湖船難右舷傾斜船艙進水	188
圖 154	台灣電子航行圖	189
圖 155	濃煙事件發生位置圖	191
圖 156	車廂內煙霧瀰漫	191
圖 157	民眾倉皇逃生	193
圖 158	車廂內煙霧瀰漫	193
圖 159	車廂內煙霧瀰漫	194
圖 160	車廂內煙霧瀰漫	195
圖 161	車廂內煙霧瀰漫	196
圖 162	車廂內煙霧瀰漫	196
圖 163	新屋保齡球館 20 日凌晨發生大火	198
圖 164	大火導致鐵皮屋坍塌	199
圖 165	消防人員極力搶救火勢	200
圖 166	爆燃產生導致鐵皮熔塌	202
圖 167	起火點位置圖	202
圖 168	復興航空 GE235 航班座艙語音紀錄器(CVR)資料初步摘要示意圖	205
圖 169	復興航空編號 B-22816 飛機照片	205
圖 170	復興航空 GE235 航班事故發生飛機越過環東大道高架橋情形	208
圖 171	環東大道路燈編號 217 位置受損情形	209
圖 172	復興航空 GE235 航班事故墜落於基隆河情形	209
圖 173	復興航空 GE235 航班事故飛航軌跡(FDR&雷達)紀錄示意圖	210
圖 174	中央及地方成立災害應變中心其前進指揮所情形	211
圖 175	全美航空 1549 號班機途徑示意圖	216
圖 176	全美航空 1549 號班機起飛到迫降的航線圖	218
圖 177	全美航空 1549 號班機事故情形	218
圖 178	州及聯邦單位、渡輪等車輛馳援救援情形	220
圖 179	客機 1 號引擎發現的飛鳥羽毛致災圖	220
圖 180	落實機組員訓練與客艙安全之教育訓練	222
圖 181	聖保羅市位置圖	224
圖 182	六處水庫 2 月蓄水量與服務人口數量圖	225
圖 183	坎塔雷拉水庫 2014 年平均蓄水量	225
圖 184	至 2015 年 1 月坎塔雷拉水庫蓄水量變化前後空照圖	225
圖 185	水庫與河川枯竭情況	226
圖 186	暫停供電行政區域	227
圖 187	玉米期貨的價格走勢	227
圖 188	乾旱導致農作物欠收情況	227

圖 189	政府應變作為	228
圖 190	巴西人口密度與水資源需求	230
圖 191	2012-2014 樹木砍伐面積(相當於 16%臺灣面積).....	230
圖 192	石門水庫缺水情況	231
圖 193	台灣缺水原因	231
圖 194	新北市限水情況	232
圖 195	萬那杜地理位置圖	234
圖 196	帕姆颱風路徑圖	234
圖 197	帕姆颱風侵襲萬那杜前後對照圖	235
圖 198	萬那杜受災情形	236
圖 199	各國與國際組織援助	238
圖 200	加州水庫見底	241
圖 201	鮑威爾湖河流乾枯	241
圖 202	美國加州近四年來旱災程度對照圖	242
圖 203	農田乾枯	244
圖 204	內華達山脈積雪減少影響供水及旅遊業發展	244
圖 205	加州州長宣布緊急抗災	245
圖 206	旱災宣導文宣	246
圖 207	降雨量不足	247
圖 208	破紀錄高溫導致積雪量不足	247
圖 209	台灣旱災程度分級表	248
圖 210	節約用水宣導文宣	248
圖 211	四川省武勝縣遭暴雨、強風及冰雹襲擊	249
圖 212	當地房屋及農作物遭受嚴重破壞	250
圖 213	電力、通訊搶修	251
圖 214	民眾收容所及救援物資	252
圖 215	2015 年 4 月 25 日尼泊爾地震位置示意圖	255
圖 216	尼泊爾地震位置圖	255
圖 217	2015 年 4 月 25 日尼泊爾地震震央位置圖	256
圖 218	尼泊爾主震震度分布範圍	256
圖 219	尼泊爾地震等震度圖	257
圖 220	尼泊爾地震最大地表加速度圖	257
圖 221	尼泊爾地震災害情形	259
圖 222	尼泊爾地震造成之山崩位置分布	263
圖 223	Langtang Village 山崩前後影像比較	264
圖 224	尼泊爾首都加德滿都谷地地形	267
圖 225	首都加德滿都仍有大量「房舍疊加(老措少)」結構型態之建物	268
圖 226	尼泊爾地震受損房屋多屬耐震能力不足之建築	268

圖 227	路面融化圖	271
圖 228	印度多數民眾呈現脫水狀態	272
圖 229	馬哈拉施特拉邦地理位置圖	273
圖 230	政府於公共水龍頭供水	274
圖 231	印度 54%面臨極高的用水壓力	275
圖 232	印度 54%的地下水井水位持續減少	276
圖 233	超過 10 億人生活在不安全的水質地區	276
圖 234	美國德州地理位置圖	280
圖 235	2015 年 6 月德州月降雨量	281
圖 236	德州水災受災情形	282
圖 237	政府強制疏散	283
圖 238	八仙樂園事故地點	287
圖 239	粉塵爆炸現場情形	288
圖 240	傷亡統計	292
圖 241	衛服部粉塵暴燃專區	297
圖 242	新北市政府衛生局塵暴專區	297
圖 243	臺北市政府衛生局塵暴專區	298
圖 244	民間資源網站	299
圖 245	鑑識人員現場採樣	300
圖 246	2012 年~2015 年全球中東呼吸症候群(MERS)疫情世界地圖.....	303
圖 247	韓國病例所在醫院與城市	304
圖 248	衛福部疾病管制署宣導單	304
圖 249	南韓 MERS 確定病例關係圖	305
圖 250	病例統計圖	306
圖 251	防疫情形	306
圖 252	政府發布對策情形	307
圖 253	南韓醫院情形	308
圖 254	機場監控情形	310
圖 255	天津港爆炸位置圖	311
圖 256	天津爆炸影響範圍前後對照圖	312
圖 257	天津爆炸災情	313
圖 258	天津濱海新區網站首頁	317
圖 259	天津市人民政府網站首頁	317
圖 260	基隆港區地理位置圖	319
圖 261	基隆港區代理化工主要業者分布圖	319
圖 262	台北港區地理位置圖	320
圖 263	輕航機原訂航線及墜毀位置	322
圖 264	輕航機墜毀照片	323

圖 265	日本國土交通省 運輸安全委員會調查報告	325
圖 266	傳播登革熱的病媒蚊	329
圖 267	南區登革熱含本土及境外移入病例地理分布	330
圖 268	登革熱傳播途徑	330
圖 269	全國登革熱含本土及境外移入病例地理分布(2015/01/01-09/17)	331
圖 270	成立登革熱中央流行疫情指揮中心	333
圖 271	易蓄積汗水之地區	334
圖 272	預防登革熱各式宣導文宣	335
圖 273	蘇迪勒颱風路徑圖	337
圖 274	蘇迪勒颱風衛星雲圖	337
圖 275	全台多處路樹倒塌	338
圖 276	新烏路災情前後對照圖	339
圖 277	南勢溪災情前後對照圖	339
圖 278	平廣溪災情前後對照圖	339
圖 279	臺北市災情照片	340
圖 280	臺北市大巨蛋災情照片	340
圖 281	新北市政府動用直升機深入烏來山區，空投物資載運病患.....	342
圖 282	烏來區災時應變資訊點位圖	343
圖 283	新北市長朱立倫視察烏來災情	343
圖 284	烏來區通訊中斷市府應變作為	344
圖 285	協助災後復原之工作	344
圖 286	中山北路 7 段清理情況(復舊單位：園藝隊北區分隊).....	345
圖 287	廣州街、博愛路口清理情況(復舊單位：園藝隊北區分隊).....	345
圖 288	屈尺站歷史水位線	346
圖 289	龜山橋站歷史水位線	346
圖 290	蘇迪勒颱風期間新店溪原水濁度圖	347
圖 291	瓜地馬拉康布雷二村崩塌位置	351
圖 292	崩塌情況	352
圖 293	NCDR 概估崩塌範圍	353
圖 294	災情現況	354
圖 295	小林村災情	354
圖 296	救難人員與當地民眾救災情況	356
圖 297	避難收容處所物資整理	356
圖 298	崩塌邊坡與建物相對位置	358
圖 299	歷年邊坡土石演變過程	358
圖 300	土石崩塌情況	359
圖 301	法國蔚藍海岸受災地區	360
圖 302	10 月 3 日法國暴雨閃電警戒區域	361

圖 303	法國蔚藍海岸地區淹水情況	361
圖 304	法國蔚藍海岸地區災情照片	363
圖 305	救災情形與民眾清理家園照片	364
圖 306	法國總統弗朗索瓦·奧朗德前往災區慰問	364
圖 307	球賽因大雨取消	365
圖 308	民眾在淹水的街道行走	365
圖 309	阿富汗地震示意圖	367
圖 310	阿富汗 12 名女學生被踩死	368
圖 311	巴基斯坦傷患醫院外接受治療	368
圖 312	巴基斯坦災情圖	368
圖 313	阿富汗大批居民欲出城導致交通壅塞	368
圖 314	巴基斯坦當局已動員軍隊投入救災	369
圖 315	全球板塊分布圖	370
圖 316	2016 年 1 月 4 日印度強震震央位置	372
圖 317	因帕爾多間民居倒塌	374
圖 318	建築物倒塌情形	374
圖 319	傷患在曼尼普爾邦的醫院接受治療	375
圖 320	傷者被送達醫院	375
圖 321	印度軍隊協助救援	377
圖 322	印度軍隊協助搬運瓦礫堆	377
圖 323	世界板塊分布圖	378
圖 324	法蘭克風暴衛星雲圖	380
圖 325	英國 27-28 日累積雨量圖	381
圖 326	法蘭克風暴強烈降雨所造成淹水的地區	381
圖 327	法蘭克風暴造成洪災與房屋毀損	382
圖 328	法蘭克風暴造成洪災與房屋毀損	383
圖 329	沃爾夫河石橋坍塌	383
圖 330	沃爾夫河石橋坍塌	384
圖 331	英國政府出動士兵救災	385
圖 332	英國首相卡麥隆前往重災區訪視	385
圖 333	英國 2015 年 11~12 月歷經之大西洋風暴	386
圖 334	氣象局持續發布低溫特報及大雨情形	388
圖 335	2016 年 1 月寒流台灣降雪分布圖	389
圖 336	新北市坪林山區情況	389
圖 337	韓國濟州島陸空交通停擺、欠航情形	391
圖 338	中國廣東高速公路積雪情形	392
圖 339	美國積雪情形	392
圖 340	國軍官兵今天到七股打撈魚屍	394

圖 341	北極寒風突破極鋒噴流，造成冷氣團南下	395
圖 342	0206 地震之等震度圖	396
圖 343	0206 地震 5 級以上震度及離震央距離	397
圖 344	臺南永康區維冠金龍大樓倒塌	399
圖 345	臺南地區因地震水管破裂，民眾需排隊取水。	399
圖 346	臺南新化京城銀行大樓嚴重傾斜 75 度角成危樓。	400
圖 347	0206 地震臺南市災害應變中心第 1 次指揮官工作會報	406
圖 348	共出動 32,381 人次協助救援	407
圖 349	危險建築物緊急評估累計通報 6573 件。	407
圖 350	盲斷層說法	409
圖 351	雙主震說法	410
圖 352	土壤液化示意圖	410
圖 353	斐濟地理位置圖	412
圖 354	溫斯頓颶風衛星雲圖	413
圖 355	溫斯頓颶風路徑圖	413
圖 356	溫斯頓颶風導致當地災情慘重	415
圖 357	當地建物遭受嚴重破壞	417
圖 358	聖保羅州地理位置圖	419
圖 359	聖保羅州五大水庫供應情形分布圖	420
圖 360	聖保羅州災害情形圖	421
圖 361	聖保羅州邁里波朗市山泥傾瀉，房屋被埋受災情形	422
圖 362	聖保羅州累積雨量預測圖	422
圖 363	救援人員在邁里波朗遭受沖毀的房子進行搜救工作	423
圖 364	巴西總統迪爾瑪·羅塞夫搭乘直升機勘災	424
圖 365	聖保羅大都市地區，3 月 13 日降水預報	425
圖 366	聖保羅氣候平均數據表	425
圖 367	「德翔臺北」貨輪在新北市石門海域擱淺	427
圖 368	「德翔臺北」貨輪流出之腐蝕性化學品等汙染物	428
圖 369	「德翔台北號」船內重油洩漏汙染石門海岸線	428
圖 370	「德翔台北號」貨輪斷成兩截	429
圖 371	環保署 3 月 10 日召開首次緊急會議	430
圖 372	3 月 11 日直升機墜落事件照片	430
圖 373	新北市環保局於現場進行海域水質採樣作業	430
圖 374	3 月 25 日船體斷裂行政院長召開緊急會議	430
圖 375	「德翔台北」貨輪擱淺專區資訊	433
圖 376	「德翔台北」貨輪航跡圖	434
圖 377	藍色公路渡輪	435
圖 378	臺北市演練情形	435

圖 379	藍色公路碼頭分布圖	436
圖 380	塞納河地理位置簡圖	438
圖 381	塞納河決堤後模擬圖	438
圖 382	IAU 製作模擬 3D 影片	440
圖 383	市內多處建築外牆還留有 1910 年水患水位標記	440
圖 384	IAU 水患模擬地點及相對位置	441
圖 385	本次水患演練模擬 15 個因水換來襲最脆弱之地區	442
圖 386	水患來襲最脆弱的地區：巴黎第 15 區、伊西萊穆利諾	442
圖 387	熊本地震前震、主震震央與震度	445
圖 388	房屋倒塌	447
圖 389	道路損壞	447
圖 390	傷患救出	448
圖 391	食物、水救助信息	448
圖 392	坡地崩塌分布	449
圖 393	阿蘇大橋崩塌前	449
圖 394	阿蘇大橋崩塌後	449
圖 395	阿蘇神社損毀	450
圖 396	熊本城損毀	450
圖 397	道路塌陷	450
圖 398	高速公路橋體掉落	450
圖 399	熊本縣、大分縣地震活動狀況	454
圖 400	震央活動次數	454
圖 401	加拿大亞伯達省	456
圖 402	起火位置	456
圖 403	初期災損分布	457
圖 404	Digital Globe 短波紅外線成像，災害前後植被分布	459
圖 405	大火延燒災情	461
圖 406	5 月 1 日	463
圖 407	5 月 2 日	463
圖 408	5 月 3 日	464
圖 409	野火風險圖例	464
圖 410	火災風險圖	465
圖 411	能量強度	465
圖 412	起火點分布	465
圖 413	大甲溪事業區第 38 林班地森林火災	466
圖 414	野火災情	467
圖 415	樹頭材殘火整理	468
圖 416	林火危險度預警系統	469

圖 417	斯里蘭卡首都科倫坡與阿拉納亞克位置圖	470
圖 418	斯里蘭卡市區洪災與山崩災情	472
圖 419	總理拉尼爾·維克勒馬辛哈前往勘災	473
圖 420	陸軍搜救土石掩埋之失蹤民眾	473
圖 421	疏散撤離民眾	473
圖 422	民眾安置於寺廟	473
圖 423	斯里蘭卡山崩救災與民眾疏散避難情況	473
圖 424	印度救援物資	474
圖 425	紅十字會物資運送	474
圖 426	熱帶氣旋羅納 (Roanu) 路徑	475
圖 427	台灣地區 6 月 11 日累積雨量圖	477
圖 428	屏東縣 6 月 11 日累積雨量圖	479
圖 429	屏東縣災情	479
圖 430	台南市災情	480
圖 431	搶救受困民眾與道路搶修	481
圖 432	強烈對流造成降雨條件	482
圖 433	法國水災受影響區域	484
圖 434	法蘭西島大區及中部-羅亞爾河谷大區	485
圖 435	法國塞納河流域	486
圖 436	2016 年 5 月 30 日 12 UTC 預報資料	487
圖 437	法國 5 日累積雨量圖(5 月 28 日至 6 月 1 日)	488
圖 438	塞納河水位歷線與逐日雨量圖	488
圖 439	淹水情形	489
圖 440	淹水情形	489
圖 441	法國 5 月 30 日警報情形	491
圖 442	法國 6 月 1 日警報情形	491
圖 443	2016 年 5 月 22 日至 6 月 6 日德、法累積雨量圖	492
圖 444	法國 2016 年 5 月累積雨量距平圖(1981 年至 2010 年平均值)	493
圖 445	2016 年 6 月 19 日天氣圖	497
圖 446	2016 年 4 月熊本強震震央示意圖	498
圖 447	2016 年 6 月 19 日至 6 月 30 日天氣圖	500
圖 448	豪雨事件期間總累積雨量分布圖	501
圖 449	豪雨事件期間各觀測站最大 1 小時雨量分布圖	502
圖 450	2016 年日本九州豪雨淹水情形	503
圖 451	2016 年日本九州豪雨災害對策本部成立情形	505
圖 452	2016 年日本九州豪雨避難勸告、指示發布情形	505
圖 453	熊本縣大雨警戒基準調整地區	506
圖 454	熊本縣土砂災害警戒基準調整地區	506

圖 455	豪雨事件期間降雨時序圖(6月19日至6月30日).....	508
圖 456	熊本縣土砂災害潛勢圖	509
圖 457	尼伯特颱風路徑圖	512
圖 458	蘇迪勒颱風路徑圖	512
圖 459	尼伯特颱風 7 至 8 日 24 小時累積雨量	513
圖 460	尼伯特颱風 7 至 12 日總累積雨量	513
圖 461	臺東民宅及路樹倒塌災情	516
圖 462	臺東果菜市場屋頂被掀及養護中心房屋損毀	516
圖 463	醫院嚴重損毀情形	517
圖 464	臺北市救災人員支援臺東救災	519
圖 465	新北市政府支援臺東救災	520
圖 466	招牌掉落災情	521
圖 467	7 月 20 日中國北方衛星雲圖	523
圖 468	7 月 19 至 20 日降水量	524
圖 469	洪水潰堤情形	525
圖 470	農損及道路淤泥情形	525
圖 471	救援情形	527
圖 472	邢台市新聞發佈會	527
圖 473	氣旋示意圖	528
圖 474	大賢橋位置圖	529
圖 475	大賢橋災情	529
圖 476	地震震度規模範圍圖	533
圖 477	地震震度規模時序圖	533
圖 478	阿馬特里切鎮強震前後街景對比	535
圖 479	阿馬特里切鎮救災情況	537
圖 480	莫蘭蒂颱風路徑圖	542
圖 481	莫蘭蒂颱風 9 月 15 日 24 小時累積雨量	543
圖 482	莫蘭蒂颱風 12 至 15 日實際風力觀測	543
圖 483	澎湖七美災情	546
圖 484	高雄鼓山區災情	546
圖 485	金門縣災情	546
圖 486	瑞芳與雙溪的 102 縣道發生大量落石坍方	547
圖 487	恆春大平路災情	547
圖 488	2016 馬修颶風路徑及強度變化	552
圖 489	2016 馬修颶風經過海地風力範圍圖	552
圖 490	海地西南方城市熱雷米(Jeremie)遭馬修颶風破壞之房舍統計	553
圖 491	海地西南方城市熱雷米(Jeremie)有 80%房舍遭馬修颶風破壞	554
圖 492	印尼地理位置圖	566

圖 493	牙律縣災情	567
圖 494	搜索隊伍使用重型機械清除倒塌物	568
圖 495	國軍及國警協助災區現場搜尋工作	568
圖 496	總統佐科威至塔魯馬納加拉 062 軍支區視察	568
圖 497	牙律縣地形圖	569
圖 498	西爪哇省洪水災情	569
圖 499	印尼西爪哇省 72 小時累積降雨量	570
圖 500	印尼西爪哇省降雨分布	570
圖 501	2016 海馬颱風路徑	574
圖 502	海馬颱風災情主要地區	575
圖 503	海馬颱風造成菲律賓災情	577
圖 504	海馬颱風災情地圖	578
圖 505	世界風險地圖	580
圖 506	2016 年紐西蘭凱庫拉地震震央	582
圖 507	主震、餘震與重大歷史地震分布圖	584
圖 508	斷層地表破裂與震度分布	584
圖 509	道路損壞	586
圖 510	鐵軌損壞	586
圖 511	坡地崩塌	586
圖 512	建物損毀	586
圖 513	建物損毀	586
圖 514	民眾於戶外臨時避難	586
圖 515	海嘯警報區域變化	587
圖 516	直升機運輸	588
圖 517	艦艇運輸	589
圖 518	紐西蘭大區域地體構造圖	590
圖 519	震央位於霍普斷層以南 30-45 公里處	591
圖 520	紐西蘭防災教育手冊	593
圖 521	震央位置圖	594
圖 522	震度圖	595
圖 523	建物受損嚴重區域位置圖	596
圖 524	地震災情	596
圖 525	臨時收容所與救災物資運送情形	597
圖 526	環太平洋地震帶(火環)的位置圖	598
圖 527	海嘯避難方向指示牌	599
圖 528	淹水範圍與情形	601
圖 529	淹水災情照片	602
圖 530	緊急撤離疏散旅客與救災人員划救生艇搜救	603

圖 531	世界風險地圖	604
圖 532	累積雨量圖(11/28~12/5).....	605

表目錄

表 1	英國自 2013 年 12~2014 年 1 月上旬接連遭受暴風雨襲擊表.....	28
表 2	火山灰災害狀況及防治對策.....	46
表 3	2014/4/1 智利地震摘要表	67
表 4	泰北清萊府地震災害事件概要表	74
表 5	阿富汗洪災連續性災害統計.....	97
表 6	日本地區雨量分級表.....	107
表 7	台灣地區雨量分級表.....	108
表 8	高雄氣爆水電及瓦斯管線等維生管線修復情形表	119
表 9	高雄氣爆事件高雄市政府處置時序表.....	122
表 10	高雄氣爆各縣市消防單位支援人車數統計表	123
表 11	高雄氣爆國軍派遣兵力統計表	124
表 12	高雄氣爆收容安置人數統計表	125
表 13	臺灣近 20 年來氣爆事件綜整表	127
表 14	全球近 20 年國際重大油氣爆炸事故綜整表	137
表 15	新店氣爆災害事件概要表	147
表 16	廣島市 19~20 日累積降雨量	162
表 17	廣島土石流傷亡統計表	164
表 18	廣島土石流建物損失統計表	164
表 19	廣島土石流避難收容人數統計表	168
表 20	廣島土石流投入救災單位統計表	169
表 21	日本火山爆發分級表	177
表 22	火山爆發類型	180
表 23	飛機檢修等級及方式說明表	206
表 24	2014 年 10 月-2015 年 2 月水庫蓄水量變化表.....	224
表 25	美國旱災程度分級表	242
表 26	尼泊爾世界遺產與本次地震受災情形綜整說明表	260
表 27	尼泊爾地震災後應變與短期復原措施	265
表 28	熱急症之症狀分類	277
表 29	德州水損傷彙整表	282
表 30	傷患就醫分布情形(台北).....	291
表 31	傷患就醫分布情形(台北以外).....	291
表 32	醫院收治統計情形	292
表 33	粉塵氣爆傷者基本資料調查表	295
表 34	各局處粉塵氣爆訪視紀錄表	295
表 35	天津爆炸傷亡統計表(截止 8 月 17 日上午 9 時統計數據).....	314
表 36	天津爆炸損失統計表(截止 8 月 17 日上午 9 時統計數據).....	314

表 37	各縣市登革熱病例數	331
表 38	阿富汗強震資訊表	367
表 39	2016 年 1 月 4 日印度強震	373
表 40	英國 2015 年 11 至 12 月歷經之大西洋風暴	386
表 41	0206 震災災後復原重建相關民眾濟助事項一覽表	402
表 42	土壤液化影響因素與因應對策	409
表 43	颱風與颶風分級對照表	414
表 44	臺灣藍色公路路線表	435
表 45	熊本地震震度 5 級以上列表	446
表 46	熊本地震人員傷亡與建築損毀統計	447
表 47	熊本地震其它災情統計	449
表 48	熊本地震各縣收容人數	451
表 49	熊本地震政府應變作為	451
表 50	熊本地震應變與復原對策	452
表 51	麥克默里堡森林大火政府應變作為	462
表 52	大甲溪事業區第 38 林班地森林火災應變作為	467
表 53	台南、高雄、屏東進 3 年 6 月降雨量	478
表 54	豪雨事件期間前 20 名最大 1 小時雨量紀錄	507
表 55	豪雨事件期間雨量紀錄更新情形	508
表 56	蒲氏風力級數	514
表 57	土石流警戒區發佈情形	518
表 58	應急響應分級	526
表 59	受害者國籍統計表(截至 8 月 27 日).....	535
表 60	莫蘭蒂颱風警戒範圍	542
表 61	莫蘭蒂颱風災情統計(105.9.15).....	545
表 62	馬修颶風小檔案	551
表 63	受災國家災情統計表(截至 10 月 12 日).....	555
表 64	美國受災州災情統計表(截至 10 月 12 日).....	555
表 65	海馬颱風	573
表 66	PAGASA 風暴信號級別	574
表 67	傷亡統計表	576
表 68	預先撤離與收容狀況統計表	576
表 69	房屋損壞與淹水區域統	577
表 70	泰國南部各地 24 小時降雨量	605

一、2013年12月巴西連日暴雨

(一) 事件描述

巴西位處南美洲，是位於南半球拉丁美洲最大的國家，人口數高達1億9千萬人，國家人口與面積皆是全球第五大，巴西全年平均溫度介於21.5~27.7°C間，平均降雨量為1,172.9毫米，因位於南半球，雨季集中在12月至隔年4月間，月平均累積降雨約在100~170毫米之間，全境大部份為熱帶氣候。2013年12月中旬巴西東南部連日遭暴雨襲擊，引發洪水及土石流，導致當地5萬餘居民緊急撤離，如圖1所示。



圖1 豪雨襲擊巴西情形

資料來源:正見新聞網¹

(二) 災情描述

1. 聖埃斯皮裡托州

此暴雨造成巴西當地部分地區通訊、飲水及電力中斷、橋樑倒塌，至少造成44人死亡，超過6萬人無家可歸，根據巴西氣象部門的數

據，東部受災最嚴重的聖埃斯皮裡托州(如圖 2 所示)，自 12 月 1 日至 12 月 23 日的總降雨量達到 696 毫米，為當地 90 年來最高值，其中 12 月 16 日至 12 月 22 日降雨量更高達到 458 毫米，佔本次事件總降雨量的 6 成 6。由於連續降雨，造成州府維多利亞在內的許多地區淹水，水深及胸，房屋被淹沒，2 萬公里長的道路被沖毀，因此只能依賴直升機或小船送達救援物資且造成當地 27 人死亡，61,379 人無家可歸(如圖 5 所示)。



圖2 聖埃斯皮裡托州位置圖

資料來源:google map²

2. 米納斯吉拉斯州

於 2013 年 10 月份開始就陸續有暴雨情形，但 12 月份突然加劇，因此造成當地多處路面積水崩坍，且有 17 人死亡，4,000 多人被迫

疏散(如圖 5 所示)，米納斯吉拉斯州位置如圖 3 所示(位於聖埃斯皮裡托州上方)。



圖3 米納斯吉拉斯州位置圖

資料來源:google map²

3. 里約熱內盧

里約熱內盧更是一小時降雨量到達 63mm，導致當地交通主要幹道淹水、鐵路與空中交通中斷，勞工階級居住的郊區也有多棟民宅倒塌，且大雨造成的混亂迫使市長要求居民留在家中，不要外出，里約熱內盧位置如圖 4 所示。



圖4 里約熱內盧位置圖

資料來源:google map²





圖5 巴西暴雨各地淹水災害情形

資料來源:大紀元³、赫芬頓郵報⁴、中新網

(三) 政府之應變作為

1. 巴西聯邦民防部門持續發布洪水、土石流警報，並於災時緊急疏散撤離居民。
2. 政府宣佈所有受災地區進入緊急狀態，並提供飲用水、寢具、基本食品、個人衛生清潔用品等物資發放給災民如圖 6 所示，總統羅賽芙也於 12 月 24 日親自巡視災區，並下令軍隊動員、全力救災(如圖 6 所示)。



圖6 政府緊急應變措施情形

資料來源:正見新聞網¹

(四) 致災原因研判

1. 巴西的地方建設薄弱，許多地區缺乏有效的排水設施。因此每當暴雨來臨，難以及時排水導致淹水。
2. 近年來巴西經濟發展快速，人口集中往大城市，使得鄰近山區的開發增加，不透水性增加，如遇雨季期間時，集流時間減短，洪峰增加，可能伴隨更重大之災害。
3. 巴西國家太空署的一份地質調查指出，巴西約有 300 處易淹水地區，缺乏雨量計與雷達等觀測設備，無法進行預警。

(五) 可借鏡之處

1. 巴西位於南半球，12 月亦屬雨季的一個月份，但這場大雨強度凸顯長久以來，外界對於濱海城市的憂慮：由於巴西當地開發缺乏規劃與公共監督不足，導致數十年來，山區與大海之間的洪泛區開發毫無章法。
2. 因此建議新北市政府未來在建築規劃上，可採取綠建築基地保水，配合都市更新獎勵滯洪池規劃，一來可先儲蓄早到洪水，以調節洪峰水流、減緩水患的發生、降低水患衝擊，二來在都市地區，由於開發過量，可蓄水的空地少，如能在公園綠地中設置水池，也可作為滯洪池，同時兼具景觀效用，一舉兩得(如圖 7 所示)。



圖7 滯洪池規劃

資料來源:高雄市政府工務局電子報⁵

二、2013年12月-2014年1月英國暴風雨

(一) 事件描述

英國包括英格蘭、威爾斯、蘇格蘭(分別位於大不列顛島東南部、西南部及西北部)、北愛爾蘭及倫敦等眾多小的近海島嶼，自2013年12月開始至2014年1月上旬，受到冬季暴風雨侵襲，連續降下大雨導致英格蘭中南部海岸地區及南部地區發生嚴重水災之情形，災情詳如表1與圖8所示，由圖8可知2014年1月1日至1月28日在英國英格蘭中南部海岸地區及南部地區雨量約為歷年平均值的2-2.25倍。

表1 英國自2013年12月底至2014年1月上旬接連遭受暴風雨襲擊表

時間	2013年聖誕前夕	2014年1月上旬
地點	倫敦、英格蘭東南、蘇格蘭西北和北愛爾蘭	威爾斯、英格蘭西南部和北愛爾蘭沿岸地區
成因	暴風雨	暴風雨
災情	6人死亡，海陸空交通大受影響，逾10萬戶停電	7人死亡，全國多處出現洪水和交通混亂

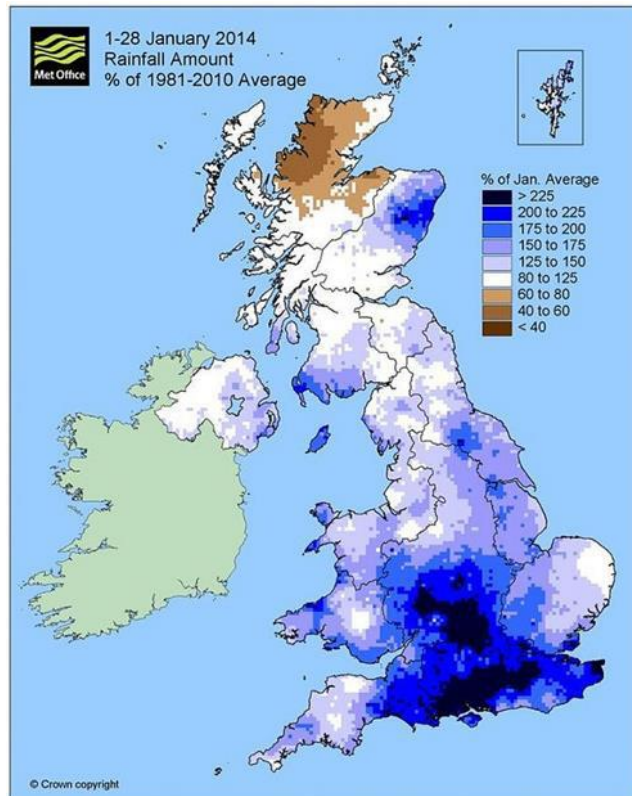


圖8 英國 2014 年 1 月降雨與歷年之比例

資料來源:英國氣象局⁶⁶

(二) 災情描述

1. 2013 年聖誕前夕

聖誕節(12/25)將至時刻，暴風驟雨席捲英國，造成英格蘭東南部、倫敦、蘇格蘭西北部及北愛爾蘭等地區持續受到暴風雨影響，造成多處淹水和停電情形。英格蘭南部地區受影響最大，隨著暴風雨逐漸北移，倫敦、北愛爾蘭、威爾士和蘇格蘭地區亦成為重災區。

英國環境署 (Environment Agency) 發布 276 個淹水警戒，162 個嚴重淹水警戒，其中英格蘭西南及東南部就佔了近 120 個；另薩里郡的摩爾河流域河堤潰堤，造成附近民宅及汽車遭受淹水之情形。英

國高速公路管理局 (Highways Agency) 也封閉數十條道路。另外在倫敦蓋特威克機場，北航站停電導致數千名乘客被困，造成許多航班延誤，超過 100 班航班被取消，影響了數千名旅客的聖誕假期行程。

此次災害造成 6 人死亡，以及許多火車、飛機及輪船班次停駛，陸海空交通大受影響，倫敦及英格蘭東部地區有超過 10 萬用戶因風暴停電(如圖 9 所示)。



圖9 英格蘭東南部等受災地區情形

資料來源:蘋果論壇國際在線⁷

2. 2014 年 1 月上旬

當地時間 2014 年 1 月 6 日英國格洛斯特郡(Gloucestershire)、多塞特郡 (Dorset) 和威爾斯發布最高等級的嚴重淹水警報，顯示惡水可能危及生命和財產。全國十多個地方發布洪水警報，強風及大浪襲擊英國西海岸地區；西威爾斯安默斯 (Amroth) 因為大浪和強風襲擊，道路被摧毀的支離破碎；南威爾斯地區遭遇時速 113 公里強風 (2013/11/08-09 海燕颱風襲菲時，最大風速達 315 公里/時)，由於適逢大潮，強風掀起 9 公尺兇猛巨浪，導致道路損壞破碎，許多地區

淹水，災情非常慘重，其中南威爾斯波斯考爾（Porthcawl）則因巨浪和浪花猛衝海濱步道，甚至高過海濱建築和燈塔。

此次暴雨造成 7 人死亡，1,700 餘戶遭洪水淹沒，發布 103 處淹水警報，相關災害情況如圖 10。民眾自行修建一座 6 英尺高(約 1.8 公尺)的泥土牆及花園來抵擋洪水侵襲，每年冬天洪水來襲時，房子都會變成一座孤島(圖 10 左上)。



圖10 英國南威爾斯地區巨浪情形

資料來源:ETtoday 東森新聞網⁸、新華網⁹

(三) 政府之應變作為

1. 洪災預警措施

- 鑑於過去耶誕和新年期間英國各地受暴雨侵襲後洪水成災、斷電、道路交通嚴重受阻的經驗，英國政府特別召開跨部會國安會議，因應即將來臨的暴風雨。
- 英國氣象局和環境局均發出嚴重洪水警報。英國環境局呼籲，公眾在這段期間盡量留在室內，隨時警戒；以及這期間前往英國旅行的旅客，也應留意班機起降和人身安全。
- 發布洪災警戒程度，分為洪水警示、洪水警報、嚴重洪水警報等 3 種程度，來通報即時洪水發生情況(如圖 11 與圖 12)。
- 英國的防洪體系主管機關為環境署，洪水危險區 (Flood Risk Area) 主要在英格蘭和威爾斯，約有 200 多萬戶 500 多萬人居住其中，環境署藉由執行洪災預警，防止源自於河川和海洋的洪災，來保障居民的生命財產安全。


		
淹水警報 2.5小時 - 2天	淹水預警 0.5小時 - 1天	嚴重淹水警告 正在發生
未來可能發生淹水 請做好防洪準備	即將發生淹水情形，請 立即疏散避難、設施搶 險或災害搶救等	發生嚴重的水災 並危害生命安全

圖11 英國即時洪災警戒分部情況

資料來源:英國氣象局 (Met Office)⁶ 及資料整理



圖12 英國即時洪災警戒分部情況

資料來源:英國環境署¹⁰

2. 洪災管理措施

- 建立 24 小時洪水熱線系統 (Flood line)，以更新最新洪水災

情，及指導洪水危險區的居民防洪應變。

- 洪水潛勢地圖（Flood Map）製作及洪災保險制度之施行，以減少政府在防洪工程或災損補助的財政負擔。英國政府針對全國各地區進行洪水潛勢地圖之製作，並將此資訊公佈於政府網站供民眾查詢，且透過法令規定於洪水危險區內之住宅皆須強制進行保險。

(四) 致災原因研判

1. 英國氣象部門表示此次災害極端天氣是由低氣壓引起本次英國暴與災害主要致災原因是冬季暴風雨持續侵襲，破紀錄的降雨量而導致洪水氾濫。
2. 英國遭遇近 20 年來最強的暴風雨，加上低氣壓引起的暴潮，使得英國飽受水患之苦。

(五) 可借鏡之處

在氣候變遷之下，極端降雨事件導致重大災害發生日益頻繁，本次英國暴風雨事件可做為我國重要學習經驗：

1. 臺灣地區降雨從山上流到平地平均不超過 12 小時，相對於英國屬大陸型河川，洪水傳播時間可長達 1-2 天，對此臺灣應加強洪水警報發布機制。

2. 宣導防水擋板之重要性，防水擋板雖不能完全阻擋洪水，但有一定的保護。
3. 新北市應建立暴潮警戒系統，以利漁民、大陸漁工與沿岸居民疏散撤離。
4. 若研判有大規模淹水之虞時，弱勢族群應提前撤離，若淹水已深，不應涉水進行避難，一般民眾以垂直避難為宜，以免水深位高漲或流速過快造成危險。

三、2014年2月1日印尼蘇門答臘火山爆發事件

(一) 事件描述

錫納朋火山(如圖 13 所示)是一座很長的安山岩及英安岩複式火山，共有 4 個火山口，但當中只有 1 個是活躍的，根據統計，錫納朋火山至 1600 年爆發過後已休眠長達 400 年，直至 2010 年 8 月 29 日，錫納朋火山經過幾日鳴叫後，再次發生了輕微的爆發，火山灰噴發高達 1,500 公尺，熔岩於火山口溢出，印度尼西亞火山及氣象部門稱，這可能會影響國際航班的運營。印尼政府當下緊急疏散了錫納朋火山附近地區約 18,000 名居民，並發出最高的警告級別，印尼政府亦備妥食物及口罩等必須物資，以供最接近錫納朋火山的城鎮卡班賈赫 (Kabanjahe) 及不拉士打宜 (Berastagi) 之居民使用。2014 年 2 月 1 日錫納朋火山再度噴發，濃煙直沖天際(如圖 14 所示)，巨大的火山灰雲高達 2000 公尺，此次爆發則是錫納朋火山自從 2010 年甦醒以來最嚴重的一次。



圖13 錫納朋火山位置圖

資料來源:google map¹¹



圖14 錫納朋火山爆發

資料來源:MSN 新聞¹²

(二) 災情描述

由於印尼蘇門答臘省錫納朋火山 (Sinabung) 自 2014 年 1 月 5 日以來，監測到火山震動突然加劇，火山噴出的煙塵也由白色變為褐色，因此提升火山警戒級別，由「正常」級別提升至「警戒」(2 級)。並且呼籲遊客和登山者遠離火山周圍方圓 2 公里範圍內，但由於火山爆發噴出之熔岩流動速度極快，因此 2014 年 2 月 1 日大爆發導致部份居民逃生不及(如圖 15 所示)，造成 16 人死亡，其中包含 4 名至當地旅遊之師生及 1 名記者，2 萬多人被迫撤離家園，當地村莊也慘遭火山灰覆蓋，導致許多人因此被灼傷，農田家園遭受嚴重毀壞，生產停頓(如圖 16 所示)。



圖15 印尼蘇門答臘省錫納朋火山當地居民倉皇逃生

資料來源：中新網¹³



圖16 印尼蘇門答臘省錫納朋火山當地災情慘況

資料來源:國際線上¹⁴

(三) 政府之應變作為

印尼政府自去年9月開始噴發以來，已通知火山周圍方圓5公里以內約3萬多位居民疏散撤離，並安排32處避難中心、口罩及食物等民生物資，並於災後派出約100名軍、警加入搜救，並配備電鋸、氧氣設備深入災區，在30公分厚的火山灰下找尋生還者。

(四) 致災原因研判

錫納朋火山休眠了四百年之後，在2010年忽然爆發，重新回到印尼全國130多座活火山之列，但從2013年9月至今，火山的間歇性噴發已持續了數月，當地居民基本已全部撤離如圖17所示。然而，

監測部門預測失準，傳達錯誤的安全通知，使部分居民重返家園，隔天即遇到嚴重火山爆發，因而導致此次災情的發生。



圖17 錫納朋火山當地居民撤離家園

資料來源: 中新網¹³

(五) 可借鏡之處

印尼許多火山皆坐落在太平洋和印度洋一帶的太平洋火山帶，而蘇門答臘島剛好就位於地震帶之上。火山灰對人類眼睛有害，細小的灰燼會摩擦甚至侵蝕眼睛，也可能含有二氧化矽導致肺部疾病，又會引發哮喘病和肺部問題等如圖 18、圖 19 所示，且火山除了高溫的熔岩和火山灰外，也會釋放出有毒氣體，這些氣體大多含有水分、二氧化碳和二氧化硫。雖然這些有毒氣體容易被風飄散，但是二氧化碳和硫化氫則可能殘留在低窪地區，長時間接觸這類毒氣會導致眼睛、鼻和喉嚨敏感，嚴重的話更會導致暈眩及呼吸困難，而台灣目前有大屯山及龜山島兩座活火山，分布於宜蘭縣頭城鎮及台北盆地，過去皆曾有噴發過之歷史。因此藉由錫納朋火山可知道當火山噴發前，通常會在一兩個月前發生地震，並於前兩周噴出一點點岩漿，此時政府應緊

急疏散安置當地民眾，並發放防毒面具，並準備救援物資及醫療用品
至避難收容場所供當地居民使用。



圖18 錫納朋火山當地農作物因火山灰損失慘重

資料來源:MSN 新聞¹⁵



圖19 災民戴上口罩及塑膠套為防止吸入更多火山灰及有毒氣體

資料來源: MSN 新聞¹⁵

四、2014年2月12日大屯山地震事件

(一) 事件描述

2014年2月12日，凌晨0時31分，氣象局地震測報中心指出，台北市士林區凌晨發生的芮氏規模4.0地震如圖20所示，震源深度為6.3公里，震央位於台北市士林區北緯25.14度，東經121.58度，陽明山最大震度4級，新北市五股、桃園縣桃園市3級，台北市、基隆市2級。地震初判與大台北活動斷層山腳斷層無關，也不是大屯火山爆發的跡象，而屬岩漿冷卻過程中出現的「應力調整」，這是指在岩漿冷卻過程中，因熱脹冷縮原理，岩漿體積縮小產生空隙，上方岩石往下掉，造成塌陷，才發生地震。

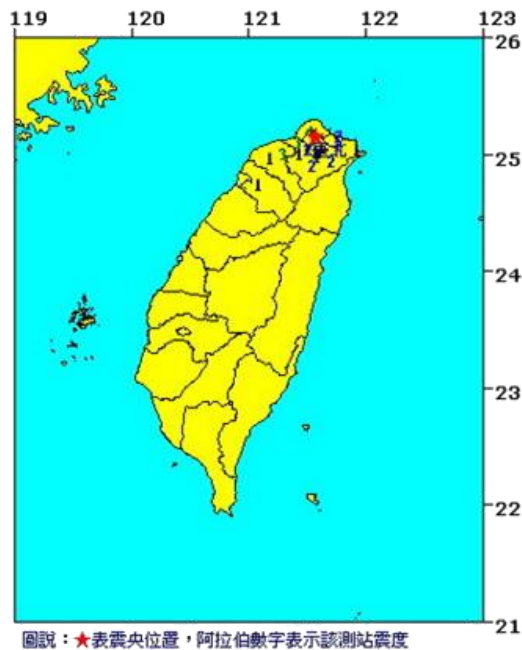


圖20 大屯山地震震央位置

資料來源：交通部中央氣象局¹⁶

(二) 災情描述

此次大屯山地震並無災情傳出，但因為震央靠近大屯山火山區及斷層帶，萬一台北地區發生重大震災或火山爆發，也許將引發雙北市民收容安置等問題，且根據圖 21 所示，如大屯山火山爆發後，將會伴隨熔岩流、火山碎屑流、火山泥流、火山灰、火山氣體等，造成當地農作物、交通等災害發生。

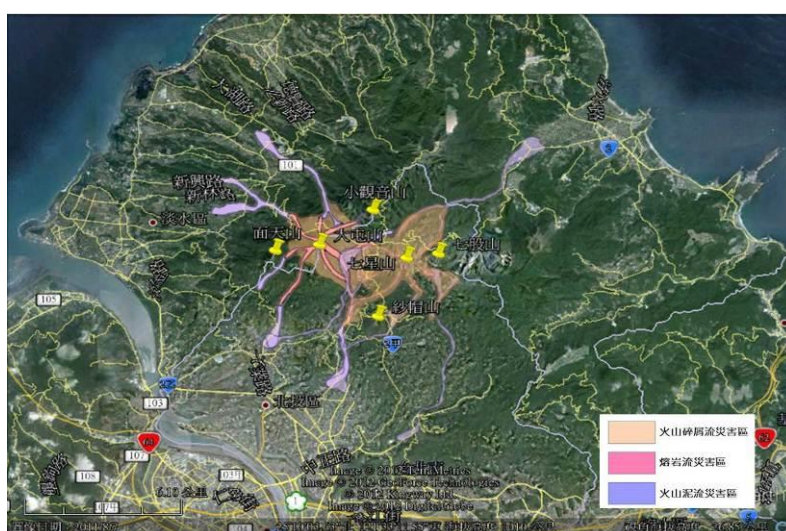


圖21 大屯山火山群災害潛勢範圍

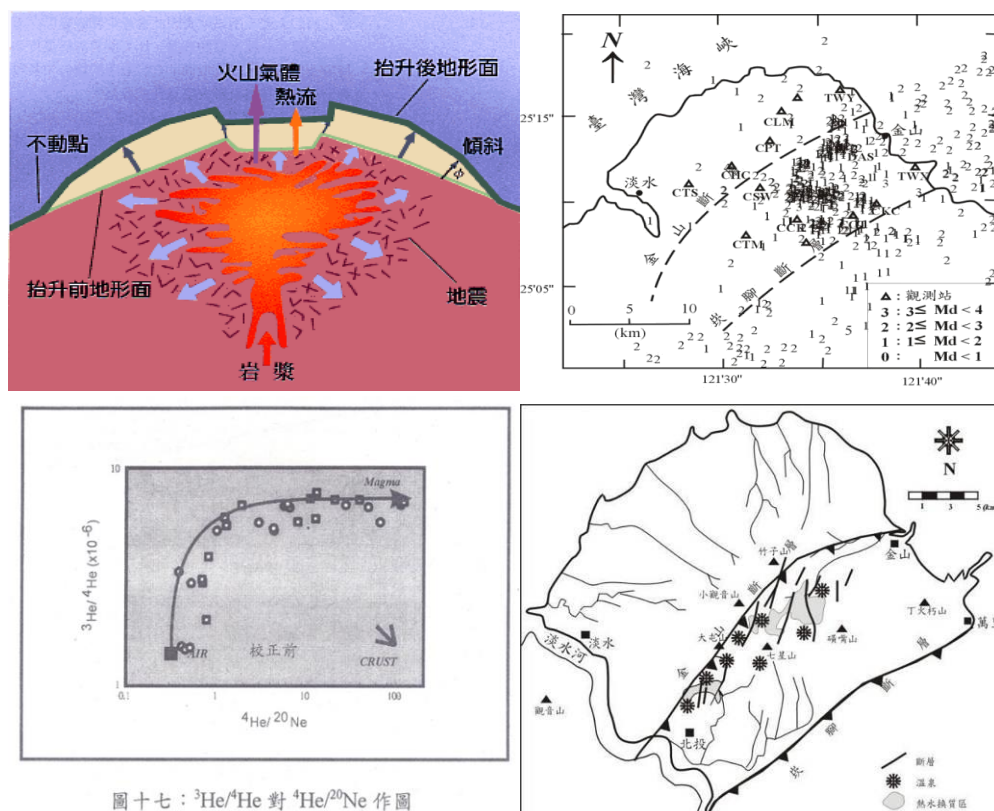
資料來源:台大氣候與災害研究中心繪製¹⁷

(三) 政府之應變作為

臺北市政府消防局於地震發生後，利用地震速報系統掌握震央位置，於第一時間由災害應變中心通知各單位加強整備及回報查蒐報災況並橫向聯繫 119、1999 及 110 了解民眾報案情形，且中央氣象局與大屯火山觀測站也持續監測火山活動情形，以防地震再次發生。

(四) 致災原因研判

地震測報中心以這次地震的震央為中心，半徑 5 公里為範圍搜尋，自 1980 年來，範圍內共有 19 個規模 3 以上地震，平均 1 至 2 年即有 1 起規模 3 以上的地震，最大的一起是在 1988 年，地震規模達 5.3，導致當時陽明山花鐘還發生倒塌。此次地震震央位於大屯火山區，大屯火山由微震、溫度、火山氣體等現象判斷，被認為是活火山(如圖 22 所示)。根據地震測報中心監測，最近大屯火山區每天小地震約 3 至 5 個，一般要到每天 1、200 個小地震，且由深層變淺層，才達火山活動活躍的標準。



圖十七： $^3\text{He}/^4\text{He}$ 對 $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 作圖

圖 22 大屯山火山群活動現象

資料來源：地球科學文教基金會地球科學園地第八期¹⁸

(五) 可借鏡之處

由於火山爆發會導致大量火山灰散佈如圖 23 所示，因而造成農作物受損、交通道路中斷，也會危害到呼吸道病患、老人、幼童等低抵抗力之民眾如表 2 所示，因此地方政府應有以下作為：

1. 火山噴發之氣體與火山灰對人體有害，應警告民眾採取掩蔽措施。
2. 若情況緊急時應發佈警報，預先將周圍居民進行疏散撤離，並視情況予以收容安置。
3. 平時應研擬相關因應措施並整備，如疏散及收容安置計畫等，並辦理演習。
4. 對於火山爆發可能造成之損害，如農業、維生管線設施等研擬因應對策。



圖23 大屯山火山灰災害潛勢評估

資料來源:台大氣候與災害研究中心繪製¹⁷

表2 火山灰災害狀況及防治對策

火山灰厚度	災害狀況	防治對策
數 mm	農作物損害	農作物防治對策 發布火山灰警報，提醒民眾防範
2cm	呼吸道病患、老人、幼童等抵抗力低之民眾	居家避難 外出時須注意防護
數 cm 以上	交通道路受阻、中斷	道路火山灰清除 必要時進行人員疏散

資料來源:台大氣候與災害研究中心繪製¹⁷

五、2014年1月至2月印尼暴雨事件

(一) 事件描述

由於每年11月至次年4月是印尼的雨季，也是洪水和土石流等災害的高鋒期，尤其在蘇拉威西島，當地居民多居住於多山的地區，且靠近土壤肥沃的平原及河流，因此季節性的降雨和河口漲潮使印尼爆發洪水災害。2014年1月至2月印尼連續遭到暴雨襲擊，導致井皮楠（Cipinang）、賓塔洛（Bintaro）、聖卡倫（Cengkareng）和喀拉巴加丁（Kelapa Gading）等地區淹水嚴重(如圖24、圖25所示)。

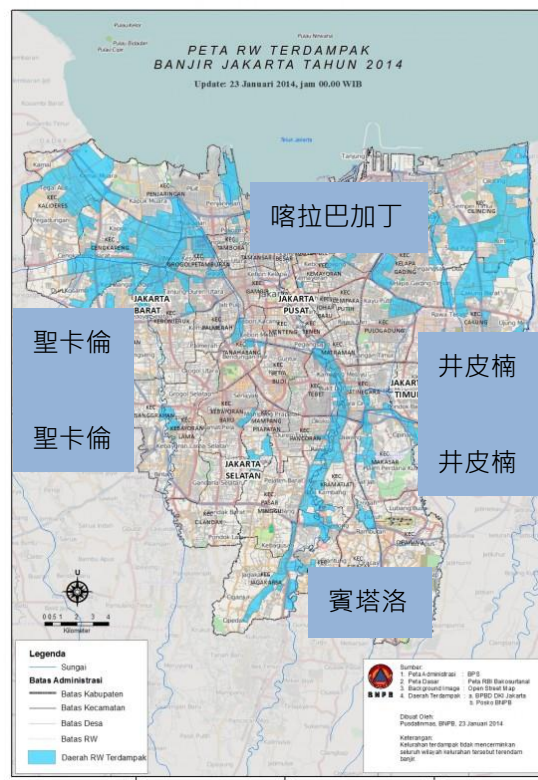


圖24 雅加達淹水地區

資料來源：印尼國家災害管理局¹⁹



圖25 雅加達淹水慘況

資料來源:美聯社²⁰

(二) 災情描述

1月~2月印尼首都雅加達多次遭暴雨襲擊，混濁的積水佈滿雅加達低窪地區，民房、道路、汽車多受到嚴重侵襲。持續的暴雨及積水導致雅加達交通癱瘓，其主要幹道之一的譚布林街積水深達1公尺，許多地區水深約1.2公尺，使道路上的車輛必須涉水前行(如圖26所示)，就連總統府都出現積水，總統尤多約諾也忙著在災區視察(如圖27所示)，此次災害總計造成一百多人死亡，4萬多人流離失所，經濟損失更高達數十萬億美元，其中1月16日蘇拉威西島首府美娜多(Manado)許多地方水深達1公尺，沖毀數十座房屋及汽車，而在北蘇拉威西省造成9人死亡、超過1,000棟房子淹水，2月22日暴雨也

引發當地山体滑坡，導致數間房屋被埋，11 人遇難，另有 2 人失蹤。



圖26 印尼首都雅加達暴雨當地災情慘況

資料來源: 中新網²¹



圖27 印尼總統視察災情

資料來源: 中新網²¹

(三) 政府之應變作為

印尼國家電力公司已於首都雅加達省政府發布水災警告時，以安全為由，切斷 130 座變電站的電力供給，而印尼總統蘇西洛於災時立即下令國家總警長蘇塔曼加強受災地區的治安保障，並下令國軍總司令穆爾多科部署人員和軍用卡車，協助疏散災民撤離到 20 個臨時避難所(如圖 28 所示)，且召開緊急會議，商討應變措施，並於災後緊急出動當地搜救人員和軍警展開清理及救援行動(如圖 29 所示)。



圖28 印尼首都雅加達暴雨居民疏散避難場所



圖29 印尼首都雅加達暴雨緊急救援行動

資料來源：大公網²²

(四) 致災原因研判

雅加達有相當大的地區處於海平面以下。每年雨季，印尼各個地區一般都會發生大大小小的水災，雅加達也不例外，城市規劃停滯、和缺乏科學管理是造成雅加達雨季水災頻發的原因，且印尼國家建設規劃部農業水利局表示，雅加達必須改進排水系統，因為造成洪災的

直接原因是城市排水系統不通暢，甚至一些地方的排水系統已經發生堵塞，而造成排水不及。

(五) 可借鏡之處

由於近年來世界各地氣候劇烈變化且土地過度開發，導致各地區皆發生嚴重的災情損失，因此藉由這次事件，可借鏡之處為：

1. 應增加各地區之水土保持，擴建大植被公園，植樹造林，增強吸收雨水的能力。
2. 由於雅加達人口不斷增加，房屋數量激增，導致排水系統入不敷出，而台灣也常因排水系統不良，雨水無法排出導致災害發生，所以應加強各地區之排水系統，並且定期清理及加強排水系統之維護以提高排水能力，進而加強暴雨來臨時的防範措施。

六、2014年3月紐西蘭暴雨事件

(一) 事件描述

基督城位於紐西蘭南島中部的東岸，是坎特伯雷省最大的城市，如圖 30 所示。處於半島岸以及坎特伯雷平原中間，東有太平洋以及雅芳河和希斯寇特河的河口，南有海港山的火山岩坡，北有懷馬卡里裡河。城區平坦，且高度僅在海平面上數公尺。



圖30 基督城位置圖

資料來源: Google Map²³

2014年3月4日到3月6日，一場罕見暴雨襲擊紐西蘭南島最大城市基督城，最大陣風為120km/h，降雨量高達151.6mm，過去這裡三月平均45mm，所以雨量幾乎是平常的三倍，為40年來最嚴重的一次水災，如圖31、圖32、圖33所示。

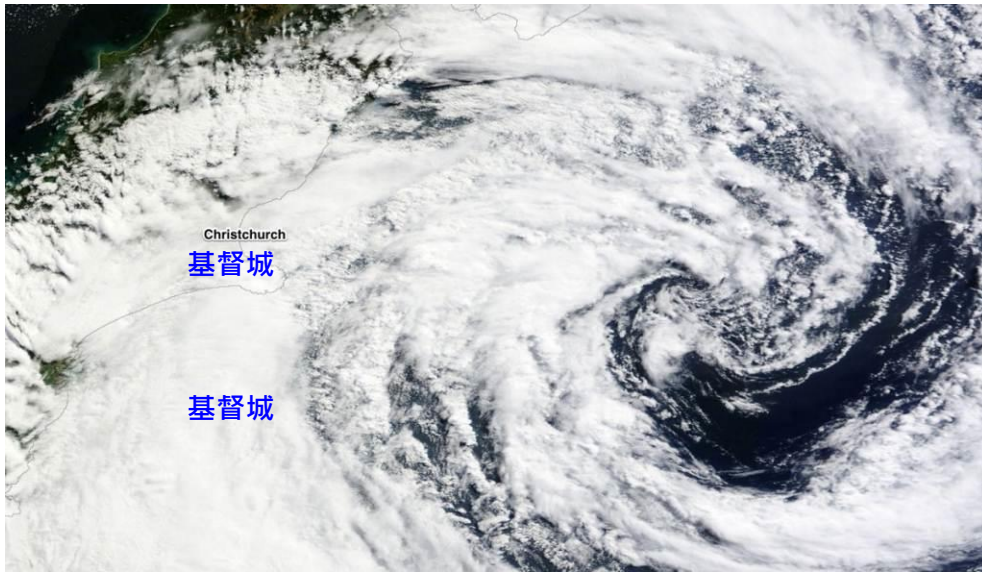


圖31 3月4日紐西蘭衛星雲圖

資料來源:NASA²⁴

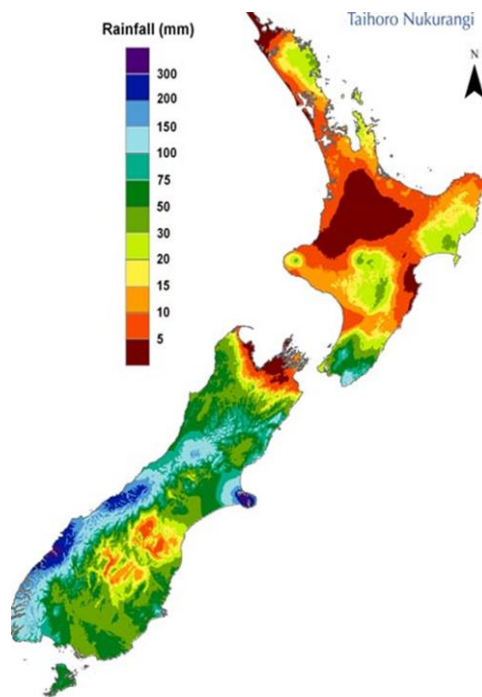


圖32 3月4日雨量分布圖

資料來源: Christopher C. Burt²⁵

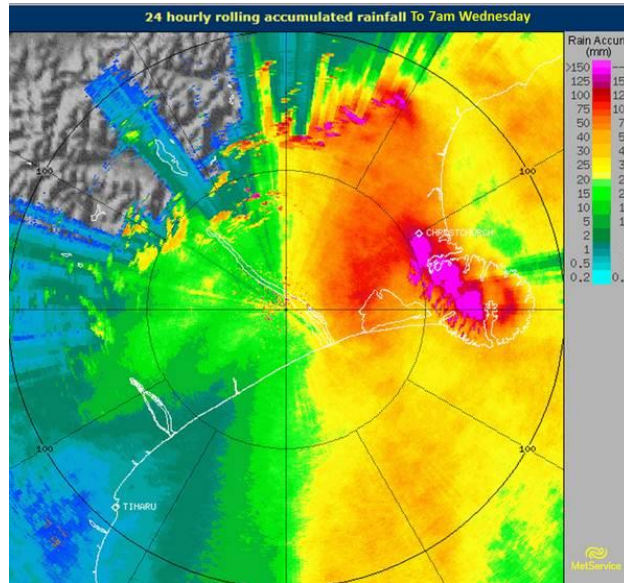


圖33 3/4 07:00~3/5 07:00 24 小時雷達估算降雨量

資料來源: Metservice²⁶

(二) 災情描述

此次暴雨造成 100 多處房屋、公路被淹沒，約 4,600 戶住家慘遭斷電，學校及公司也因為大雨停止上班上課，這是基督城四十年來，最悽慘的水災，樹木被連根拔起，電線桿被破壞，其中基督城利特爾頓(Lyttelton)地區之港口也因大雨而發生坍方，如圖 34 所示。暴雨導致機場航班大亂、庫克海峽渡輪停止開放，且夾帶大量泥沙使懷馬卡里裡河、雅芳河和希斯寇特河深藍色的沿海水域出現棕褐色。





圖34 紐西蘭暴雨災情慘況

資料來源:one news²⁷



圖35 紐西蘭暴雨沿海水域泥沙淤積

資料來源: NASA²⁴

(三) 政府之應變作為

災時地方政府於第一時間立即設立避難收容中心緊急疏散當地居民，並出動救援小組前往支援，針對多處積水嚴重之路段立即下令道路封閉，提供沙袋、橡皮艇及消防車協助救援，且針對因暴雨導致倒塌之房屋啟動緊急房屋維修計畫如圖 36 所示。

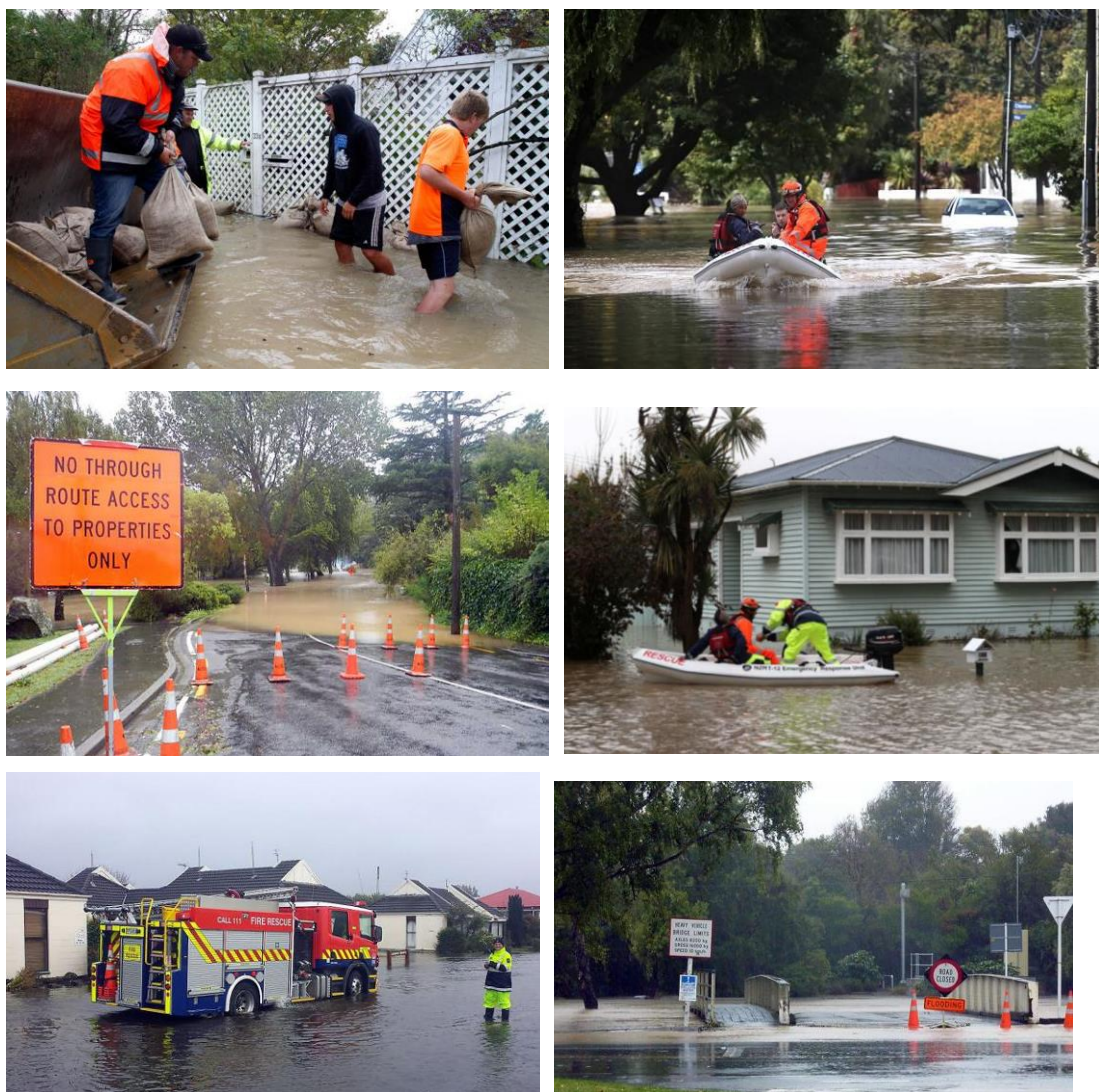


圖36 紐西蘭暴雨救援小組緊急搜救

資料來源：THE PRESS²⁸

(四) 致災原因研判

本次致災原因主要為連日豪大雨已超過當地可負荷之上限，因此下水道系統排水不及導致淹水，如圖 37 所示，還淹進路旁之店家，且豪大雨夾帶之大量泥沙也導致路面淤積，排水不易，如圖 38 所示。



圖37 紐西蘭暴雨排水不及導致淹水

資料來源：TV NZ NEWS²⁹



圖38 紐西蘭暴雨道路泥沙淤積

資料來源：TV NZ NEWS²⁹

(五) 可借鏡之處

1. 加強泥沙淤積清除工程:由於豪大雨或颱風侵襲常夾帶大量泥沙、樹(葉)等雜物,使豪雨過後易有阻塞物導致淹水,應此建議各區清潔隊平日應定時清除溝渠,使雨水宣洩順暢並於災後立即加強派員清理,迅速完成災後復原重建。
2. 提高排水系統之設計與規劃:位於紐西蘭北島的城市奧克蘭,擁有當地最大的城市人工濕地,結合親水景觀及雨水處理系統,由排水系統、擋流壩、堤岸和沉澱阱將下水道裏的污染物去除出去。因此建議未來新北市也可建置兼顧防洪、生態、親水景觀及資源永續利用之人工溼地,得以改善淹水潛勢地區。
3. 加強防洪相關知識:加強居民對於防救災相關教育知識及訓練,並且提供防救災手冊以提醒民眾防救災之重要性,且針對轄區內之保全戶應定期舉行防洪相關之演練及宣導,以提高民眾對於防救災意識及行動。
4. 於平日做好疏散避難規劃:建議新北市政府應於平日針對災害潛勢範圍內之保全戶宣導疏散避難之路線,以利災時能於第一時間內疏散至收容場所減少災情的發生。

七、2014年3月22日美國華盛頓州坡地災害

(一) 事件描述

美國華盛頓州史諾霍米須郡 (Snohomish County) 位於西雅圖東北部約九十公里處的小鎮歐索(Oso)，3月22日上午10點37分發生大規模山崩*(如圖39、圖40所示)，由於當地連日豪雨，導致山坡地土石鬆軟，含水量飽和，造成1300多公尺寬的山頭瞬間崩垮，土石由山坡滑落，淹沒了面積259公頃的土地。而大量土石掩埋河道，造成河道淤塞形成堰塞湖。這是美國有史以來最嚴重的一次山崩。

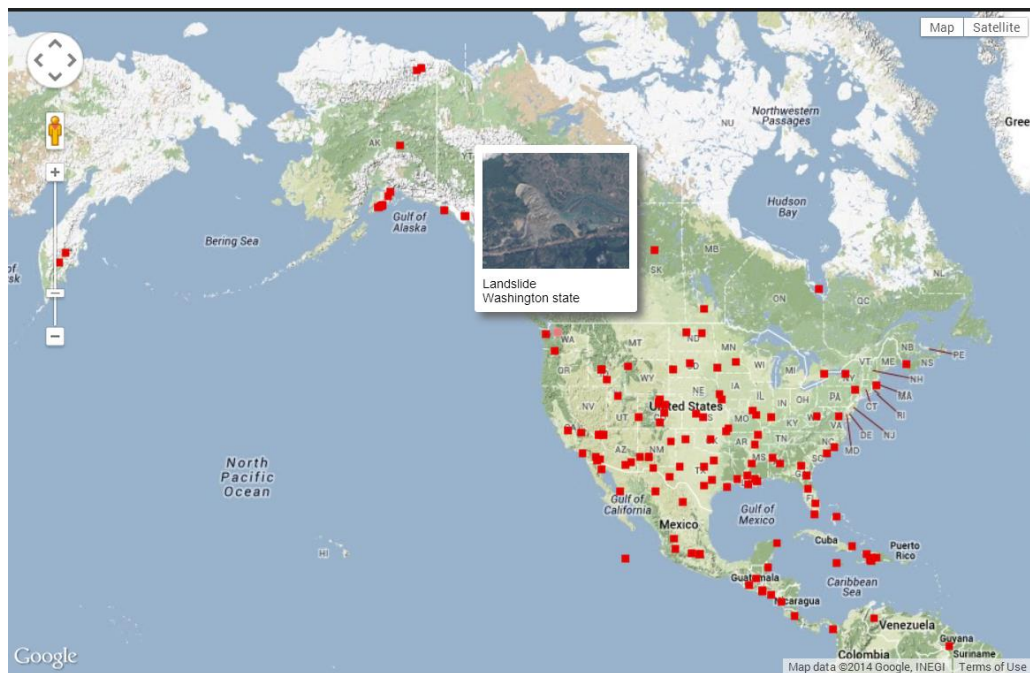


圖39 華盛頓州山崩地理位置圖

圖片來源：NASA Global Climate Change³⁰

*山崩定義：山坡地的地層，經過風化侵蝕、繃解、人為破壞作用形成的岩塊、岩屑、土壤，甚至出露的岩層，受到重力作用，若下滑力超過摩擦阻力，向下快速崩落的現象，稱為山崩。(資料來源：台灣大百科全書)



圖40 華盛頓州山崩鳥瞰圖

資料來源：WA State Patro³¹

(二) 災情描述

當地連日豪雨，雨水滲透至土壤，使土壤含水量飽和，導致山坡地土石鬆軟，進而發生山崩(如圖 41 所示)，山崩覆蓋面積有 259 公頃，有些地方土石覆蓋厚度最深達 12 公尺，小鎮幾乎全部摧毀，房子甚至被土石沖離地基 45 公尺；國道 530 號以及斯蒂拉瓜密什河(Stillaguamish River)被土石掩埋。

至 2014 年 4 月 21 日為止，造成 41 人死亡，2 人以上失蹤，多人受傷，49 間民宅損毀，多部汽車嚴重變形。

地質學家米勒(Daniel Miller)1999 年曾警告該處將發生大規模地質災害；2004 年政府提出居民購買 Steelhead 地區可能有滑坡的

可能性，但這議題在新建邊坡工程後遭到拒絕。2006 年曾經發生土石崩坍，造成斯蒂拉瓜密什河（Stillaguamish River）北部支流被阻斷。在 2010 年由郡委託的研究中，曾警告 Steelhead 小鎮旁山坡是在郡城最危險之一，但這份報告遭到質疑，認為風險並不存在。

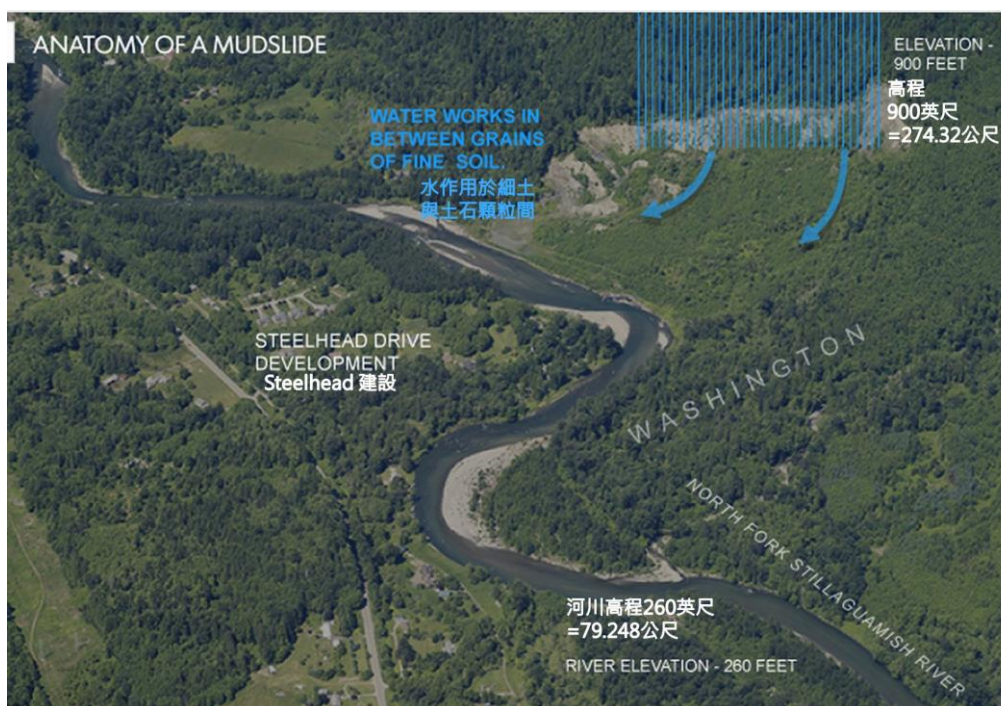




圖41 華盛頓州山崩發生過程圖

圖片來源：USA TODAY³²

(三) 政府之應變作為

當局出動 200 名搜救人員，動用搜索犬、聲納儀器、氣墊船以及

直升機協助搜索，連日的雨水以大面積的土石增加搜索難度。事發在3月22日朝早10點37分左右，當局事前並無發出任何山泥傾瀉警告。搜救人員23日清晨展開搜尋，傍晚因為天黑而停工，24日清晨恢復搜尋(如圖42所示)。

由於當地地質狀態並不穩定，預期可能再度發生洪水，山崩再度爆發機率高，美國總統歐巴馬已宣佈華盛頓州進入緊急狀態，並要求聯邦賑災機構協調救災行動。



圖42 華盛頓州山崩救災行動

資料來源：U.S. Army National Guard³³、BBC³⁴、UPI/Ted Warren/Pool³⁵

另一方面，諾霍米須郡舉辦社區泥石流救災工作。西雅圖支會慈濟志工前往災區勘災，並拜會紅十字會人員瞭解災情(如圖43所示)；許多志工進入災區搬運物資進入疏散中心(如圖44所示)，希望能援

助受災民眾。美國紅十字會(ARC)動員應變急救車和訓練有素的救災人員,總共有 400 多訓練有素的志工進入災區。ARC 已派發超過 23,600 份正餐和零食(與美南浸信會賑災合作);1,000 份救援物資;以及超過 6,800 種心理輔導管道。此外,ARC 收容所提供 140 所收容家庭,而非營利組織提供交通服務。



圖43 西雅圖支會慈濟志工 前往災區
勘災

資料來源：華聲報³⁶



圖44 進行物資搬運,幫助設立郵政中學
阿靈頓疏散中心

資料來源：Mark Harrison/The Seattle
Times/AP³⁷

(四) 致災原因研判

1. 連日豪雨、含水量飽和，導致山坡地土石滑落
2. 長期忽略災害發生的可能性

有政府委託學者的研究報告指出，當地因地質形態極有可能引發大規模土石災情，質疑政府允許民眾在危險區域蓋房子居住，連下多日豪雨，亦未有防災預警。

3. 政府允許建設公司在潛勢地區建造住宅

斯諾霍米甚郡議會在 2014 年 3 月 26 日早上決定提出為期 6 個月

禁止山坡地建設區域禁令。提出必須評估山坡地的風險、並確定土地是否被徵收的可能或是限制了解風險的屋主。其法令可能影響到 25~100 個居住單位的發展。

(五) 可借鏡之處

1. 收容家庭的設置

由其他區域非受災的家庭，提供協助，此方法可作為收容中心不足時的備援措施。

2. 在災害潛勢的區域劃定禁限建規定，並提供區內民眾疏散撤離認知。

八、2014年4月1日智利地震

(一) 事件描述

智利當地時間4月1日(星期二)晚上8時46分(格林威治標準時間23時46分)發生規模8.2強震(智利官方公布規模8.3,美國官方公布規模8.2),震央位於智利西北港口城市伊基克西北95公里(19.8°S, 70.8°W)海面下,震源深度僅有20.1公里的極淺地震(如圖45、圖46所示)。本次地震主要由納斯卡板塊和南美板塊錯動影響所致,納斯卡板塊以65毫米/年的速度向東俯衝南美板塊造成大型逆衝斷層錯動。強震引發智利北部2.11公尺海嘯,日本氣象廳偵測日本沿海地區最大波高約0.6公尺(如圖47所示)。地震摘要表如表3所示。

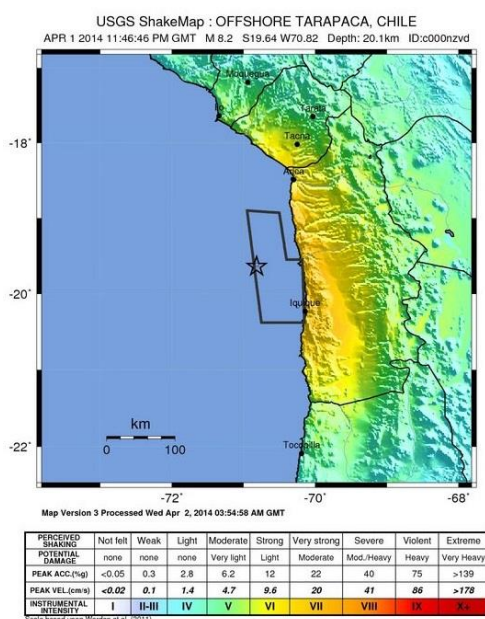


圖45 智利地震等震度圖

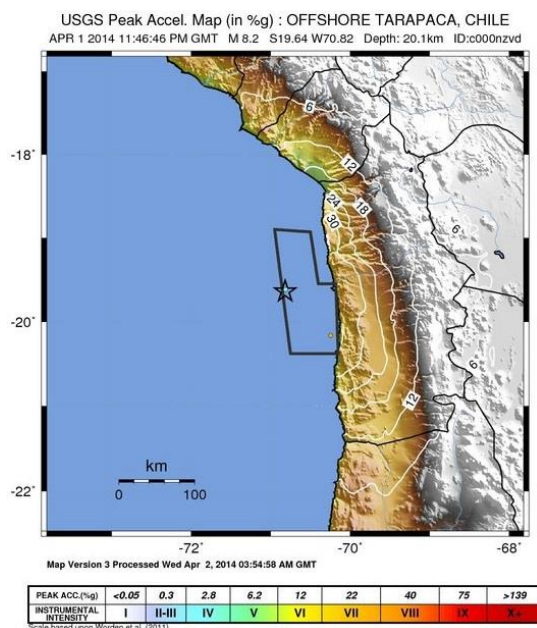


圖46 智利地震最大地表加速度圖

資料來源：美國地質勘探局(USGA)³⁸

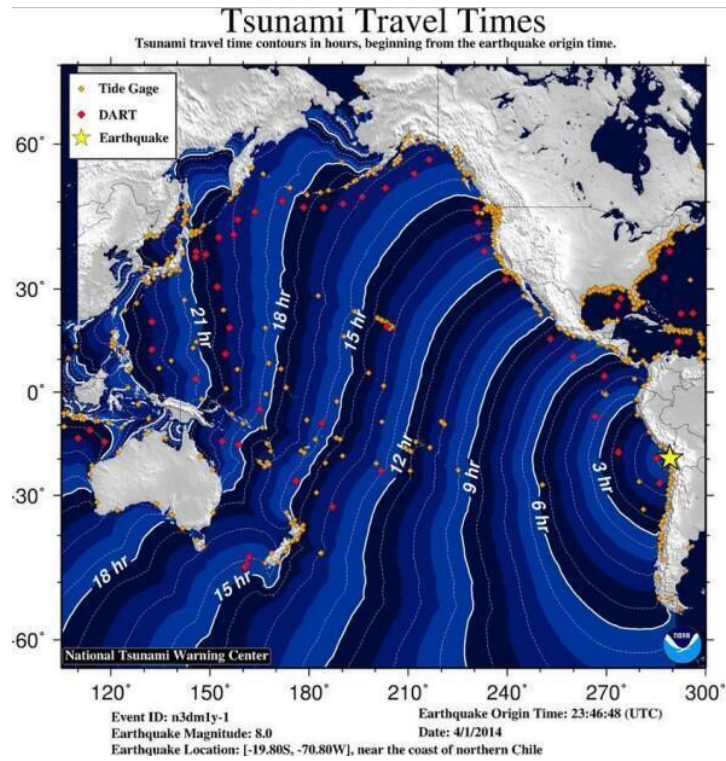


圖47 智利地震海嘯推進時間線

資料來源：新華網³⁹

表3 2014/4/1 智利地震摘要表

地震發生時間 (智利時間)	2014年4月1日20時46分 格林尼治標準時間4月1日23時46分
震央	智利西北港口城市伊基克西北95公里 (19.8°S, 70.8°W)
深度	20.1公里
芮氏規模	智利官方公布規模8.3 美國官方公布規模8.2
海嘯發生時間	格林尼治標準時間4月1日23時51分 波高：1.7公尺
最大波高	格林尼治標準時間4月2日00時05分 波高：2.11公尺
最大波高地點	城市伊基克
人員傷亡	6人死亡；3人重傷

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心整理⁴⁰

(二) 災情描述

海嘯或對震源附近沿海地區產生嚴重破壞，較遠沿海也會受影響。其中海嘯最大波高發生在伊基克（Iquique）2.11 公尺。太平洋小島測得最大波高為夏威夷州的希落(Hilo) 0.58 公尺。智利強震引發的山崩阻斷部分道路，也造成高速公路以及房屋倒塌情形。

其他災情包含機場與市區電力、電信中斷，零星火災、搶劫，城市伊基克（Iquique）一座女子監獄因地震毀損，300 名犯人逃出至少有 16 名女囚犯被抓回。智利政府已派出軍隊前往救災及維持秩序。相關災情圖片見圖 48。

當地時間 4 月 2 日，智利宣布撤銷海嘯警報，並宣布地震造成的死亡人數上升到 6 人 3 重傷，其死因包括心臟病發或被倒塌下的牆壓死。



海邊餐廳在地震後發生火災



智利人在沿海撤離到地勢較高的地方



海港附近竄出火災情況



協助救難的民眾正在檢查路旁的汽車



伊基克海港船隻受海嘯影響



公路受損

圖48 智利地震受災情況

資料來源：國際在線新聞⁴¹、ISLAND CRISIS⁴²、地球圖輯隊⁴³、新華網⁴⁴、Voice of America⁴⁵

(三) 政府之應變作為

1. 海嘯預警與疏散

2010年大地震後，智利的應急準備局並未向公眾公布海嘯警報。當時喪生的500多人大部分死於地震引起的海嘯。智利全國汲取救災工作的經驗，並做出了許多改進工作。政府在沿海城市設置許多指標，指明海嘯逃離路徑。政府機構之間建立起了智慧型手機發佈警告的快速通知平台。4月1日晚間，地震發生僅幾分鐘後，沿岸城市伊基克便立即響起海嘯警報。不久，政府下達了沿岸城市的大規模撤離命令，應變準備官員每半小時向公眾發佈災害評估資訊。

智利下令疏散沿海居民約 90 萬名居民，以避免發生海嘯造成重大傷亡。多人駕駛汽車駛離沿岸，導致多條馬路出現車龍，伊基克前往阿爾托—奧斯皮西奧的高速公路已完全堵塞，道路上有軍官和士兵協調疏通工作。智利政府開設 18 個收容場所，有些民眾前往收容場所安置，有些民眾則在居家附近空地夜宿。相關過程圖片見圖 49。

2. 意外事件

城市伊基克（Iquique）一座女子監獄因地震毀損，300 名犯人逃出至少有 16 名女囚犯被抓回。智利政府已派遣約 100 名特種部隊成員前往事發地控制局面，在當地警方的配合下已找到 26 名越獄女囚。



令沿海民眾疏散



安托法加斯塔市，當局協助老人院與庇護中心的住客撤離



沿海城鎮伊基克，居民走到住宅樓的高層防範海嘯來襲



智利政府派駐軍隊到商家維安



高處避難情況



高處避難情況

圖49 智利地震避難撤離情況

資料來源：地球圖輯隊⁴⁶、Voice of America⁴⁷、BBC⁴⁸

(四) 致災原因研判

1. 大規模淺層地震後引發海嘯(規模大於 7.0)。
2. 震後土石鬆動導致崩塌。
3. 地震造成建物部分損毀以致囚犯越獄。
4. 震後火災。

(五) 可借鏡之處

1. 明確的海嘯避難標示：智利政府製作了主要沿海城市的海嘯溢淹潛勢圖及海嘯疏散避難地圖，於避難路線上設置許多海嘯疏散避難指標，並透過教育宣導讓民眾熟悉避難路線(如圖 50 與圖 51)。新北市政府正在修正海嘯疏散避難地圖，將於 103 年完成，另海嘯疏散避難看板已完成建置。

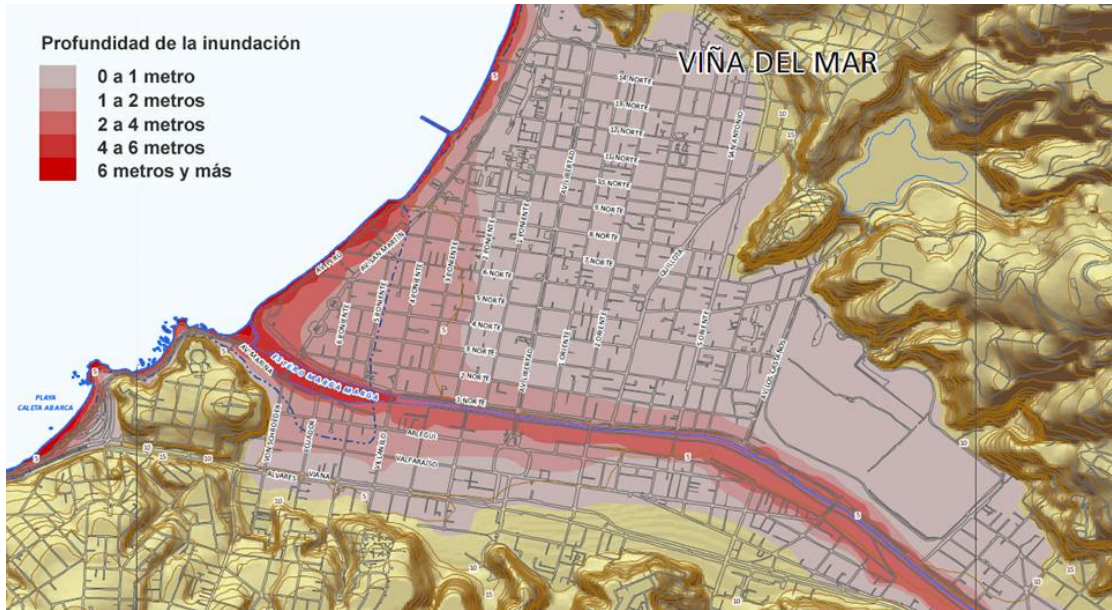


圖50 智利比尼亞德爾馬市之海嘯溢淹潛勢圖

資料來源：伊基克市政府/NCDR⁴⁹



圖51 智利伊基克市之海嘯疏散避難地圖

資料來源：伊基克市政府/NCDR⁵⁰

2. 目前新北市警報系統均已設置完成，可在中央氣象局查詢到海嘯相關資訊(如圖 52 所示)。智利海嘯預警中以手機作為與民眾訊息傳遞的方法，值得新北市參考，可利用 line 或群播的方式執行。

交通部中央氣象局
Central Weather Bureau

生活氣象 | 預報 | 觀測 | 防災氣象 | 氣候 | 地震 | 天文 | 常識 | 關於氣象局 | 便民 | 影音

Cloud & Rain

防災氣象

- 天氣警特報
- 地震報告
- 降雨監測系統
- 颱風消息
- 歷史颱風
- 颱風資料庫
- 颱風暴潮
- 海嘯資訊
 - 最新海嘯
 - 海嘯資訊彙整
 - 太平洋海嘯
- 防災專區
- 警特報顏色燈號

首頁 > 防災氣象 > 海嘯資訊 > 太平洋海嘯

地震時間(台灣時間)	經度	緯度	深度(公里)	規模	海嘯源位置(點選可顯示位置圖)
2014/04/19-21:28	155.0E	6.7S	10	7.8	大洋洲 所羅門群島
2014/04/13-20:36	162.1E	11.5S	20	7.7	大洋洲 所羅門群島
2014/04/13-04:15	162.3E	11.3S	10	8.3	大洋洲 所羅門群島
2014/04/03-10:43	70.1W	20.4S	20	7.8	智利北部近岸
2014/04/02-07:47	70.8W	19.8S	10	8.0	智利北部近岸
2013/02/06-09:12	165.1E	10.9S	33	8.0	大洋洲 聖塔克魯斯群島
2012/09/05-22:42	85.5W	9.9N	46	7.9	哥斯大黎加外海
2012/08/31-20:48	127.1E	10.9N	33	7.9	菲律賓群島
2012/08/27-12:37	88.5W	12.7N	54	7.3	中美洲外海
2011/07/07-03:03	175.7W	29.4S	48	7.8	南太平洋 克馬德克群島

資料來源：美國太平洋海嘯警報中心主動發布之全球海嘯資訊，透過EMAIL方式通報。由於海嘯事件之傳遞可能經歷較長時間，太平洋海嘯警報中心會視實際情況更新內容，發布多起警戒(Watch)或警報(Warning)。本網頁僅摘錄針對太平洋海域與周圍國家、地區發布之海嘯警戒或警報的第一報內容。欲查詢詳細海嘯資訊請至[HTTP://PTWC.WEATHER.GOV/](http://PTWC.WEATHER.GOV/)

圖52 中央氣象局海嘯資訊

資料來源：中央氣象局⁵¹

3. 此外，海嘯疏散避難地圖的推廣與海嘯防災教育的落實與針對災害脆弱人口的疏散規劃是未來努力的方向。

九、2014年5月5日泰北清萊府地震

表4 泰北清萊府地震災害事件概要表

泰北清萊府地震摘要	
地震發生時間 (泰國時間)	2014年5月5日18時08分43秒 格林尼治標準時間5月5日11時08分43秒
震央	泰國清萊府攀縣距離美勞南方9公里 (19.703°N, 99.683°E)
深度	7.4公里
芮氏規模	泰國官方公布規模6.3 美國官方公布規模6.0
人員傷亡	1人死亡；25人受傷

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心⁵²

(一) 事件描述

2014年5月5日下午6時08分(格林尼治標準時間11時08分)泰國北部近緬甸地區發生芮氏規模6.0地震(泰國官方公布規模6.3，美國官方公布規模6.0)，震央位於清萊府攀縣，距離美勞(Mae Lao)以南9公里，以及清萊(Chiang Rai)西南方27公里處(19.703°N, 99.683°E)，震源深度為7.4公里，屬於淺層地震(如圖53、圖54及圖55所示)。造成地震是帕天斷層(Phayao fault line)，這是在2012年才發現的新斷層，不過地底能量累積已久，才會釋放出让泰國政府稱為「百年強震」的巨大能量(如圖56所示)。攀縣曾於1994年發生過5.3級地震。

在泰國北部許多府份都感覺到地震的震動，如清萊、清邁及南邦

等府，然而其首都曼谷與緬甸的城市仰光亦都能感受到震動搖晃，此次地震造成 1 人死亡，25 人受傷，這也是泰國北部的內陸近年來最強的一次地震。



圖53 泰國地震震央位置圖

資料來源：美國地質調查局(USGS)⁵³

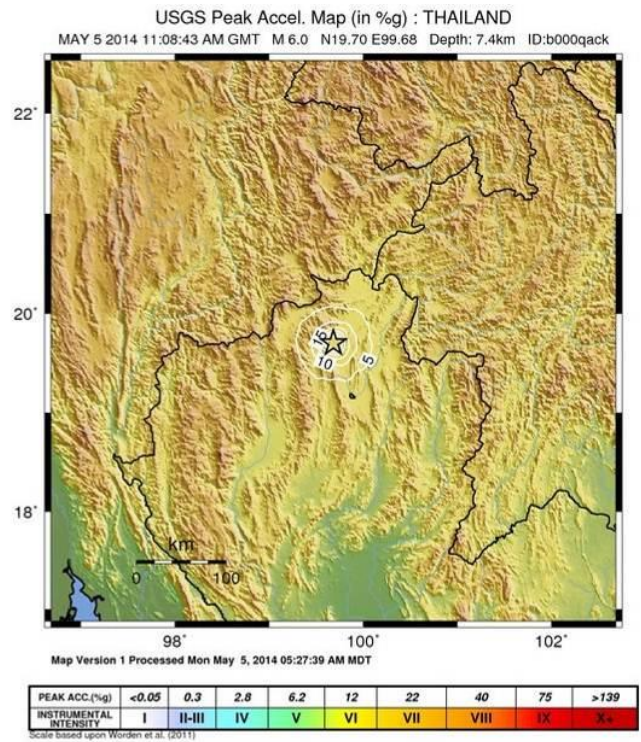
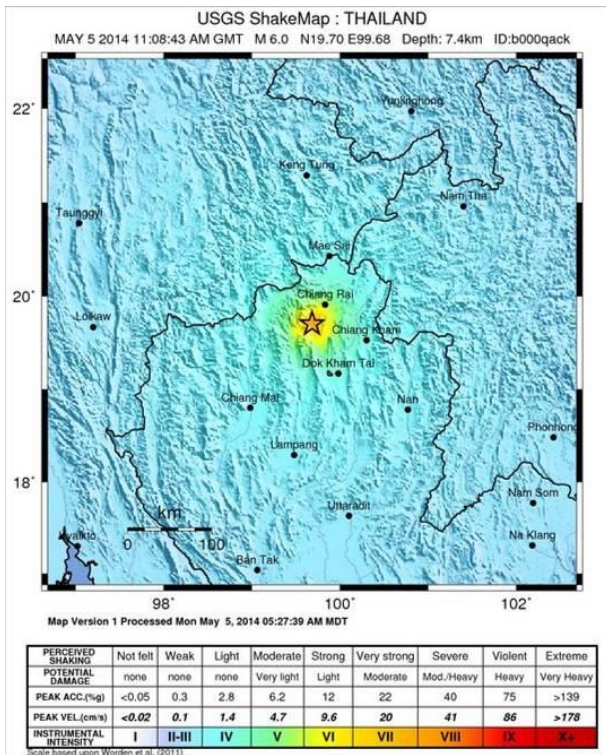


圖54 泰北清萊府地震等震度圖

圖55 泰北清萊府地震最大地表加速度圖

資料來源:美國地質調查局(USGS) ⁵³52

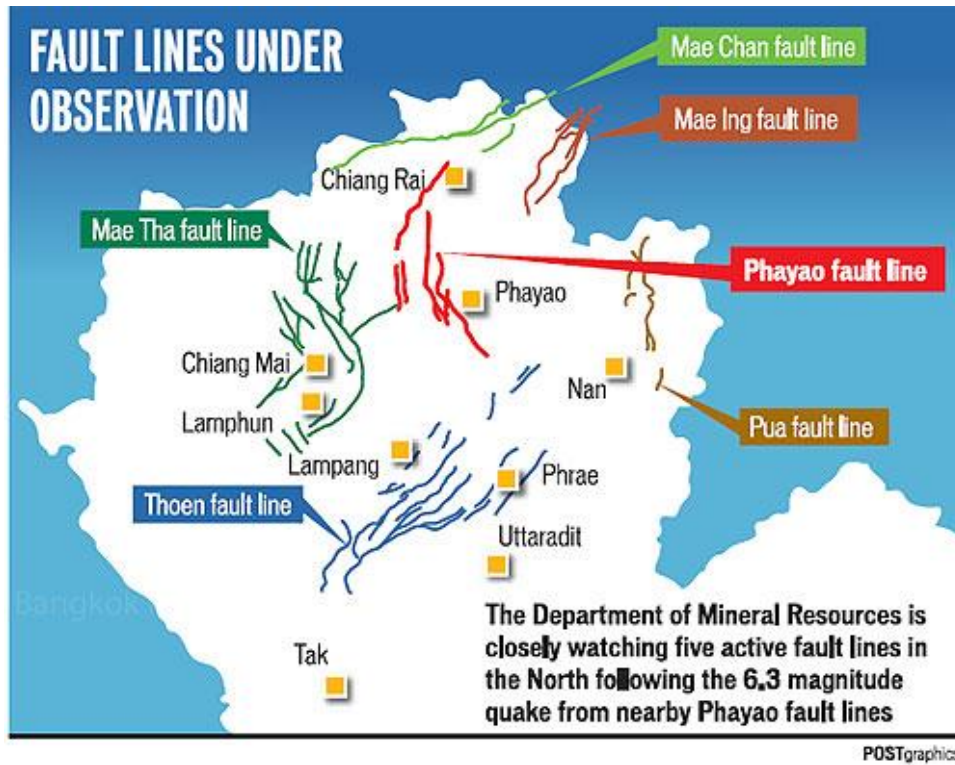


圖56 泰國北部地區 5 斷層位置圖

資料來源:曼谷郵報 (Bangkok Post) ⁵⁴

(二) 災情描述

此次地震受影響範圍係清萊府攀縣在 24 公里半徑所涵蓋範圍的建築物、道路、能源及通信等系統。造成清萊有 7 個地區受影響，有 610 個村莊裡近 8,500 棟房子受損，46 棟房子全毀。計有 99 間佛教寺廟、7 間基督教堂、47 所學校、5 處政府機關、7 家醫院(5 家輕微損害、2 家遭受嚴重損壞)、4 座橋梁以及 5 條道路已受到此次地震所影響。泰國當局均憂心由於當地不斷的餘震，雖然不太強烈，會加劇本已受損的建築結構，造成損壞的建築物倒塌。

由於震央所在係人煙稀少的偏遠山區，位處泰國與緬甸、寮國交

界的清萊府，為外國遊客經常光顧的旅遊勝地，因此吸引不少遊客從清萊前往觀光旅遊。清萊當地的震感明顯，清萊機場客運大樓部份天花板及指示牌倒塌，機場需要緊急疏散旅客，機場跑道未受損，故不影響飛機的起降。

然而當地地區如清萊的美穗縣 (Mai Suai)、美勞縣 (Mae Lao) 都有部分建築物損壞，如酒店、廟宇、醫院及民宅等房屋出現損毀或裂痕等不同程度損毀，超市貨架商品散落一地等情形，以及部分道路、橋樑地面裂開出現很大的裂縫。另外，在當地寺廟也未能倖免受到損毀，清萊府有一座巨大佛像在地震中受損，佛陀的頭部被震裂掉落地面情形(如圖 57 所示)。

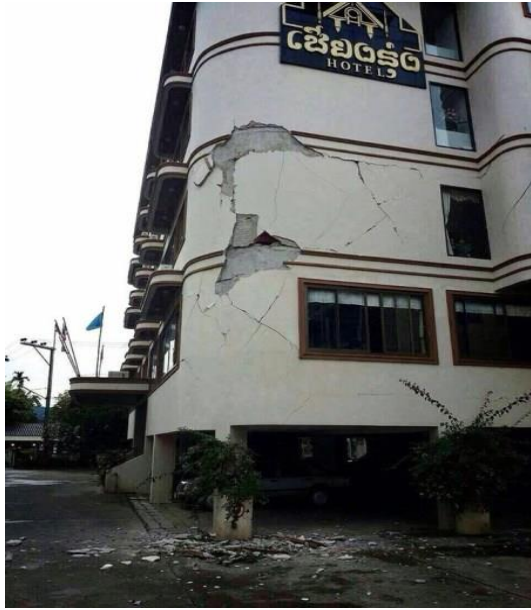
泰防災減災署表示此次地震 1 名八十三歲老婦，在住所被跌落下的磚塊砸傷倒地，其後傷重死亡。另大部分傷者多是遭受屋內天花板及其他東西摔落而受到傷害，計有 25 人受傷。



全白色的靈光寺是地區最熱門的旅遊景點之一，在地震中損壞



當地路面出現大裂縫



地震造成當地酒店建築損壞情況



佛像破碎佛陀的頭部遭受地震震落下



購物商場商品受地震影響從貨架上掉落情形



公路受地震影響受損情形



寺廟外屋頂倒塌



建築物損毀倒塌

圖57 泰北清萊府地震各地災害情形

資料來源：曼谷郵報 (Bangkok Post)⁵⁴、泰國國家災害預警中心(NDWC)⁵⁵、中央社⁵⁶、星洲網⁵⁷、聯合新聞網⁵⁸、中國評論新聞⁵⁹、巴士的報⁶⁰

(三) 政府之應變作為

泰國政府內閣於地震發生後隔日(5月6日)召開緊急會議，任命副總理波巴索為地震救助委員會主席。內政部、國防部、財政部、交通部、資源與環境部、衛生部、農業部、國家預算局負責任副主席，全力展開地震後的救災工作。

泰防災減災署表示，此次地震影響到清萊、清邁、南奔、帕堯及南邦等 5 個府 10 個縣，泰軍方與警方奉命前往清萊府攀縣協助地方政府救災。泰陸軍副發言人溫泰表示，第 3 集團軍派出士兵在清萊，清邁，南邦，帕堯等府和其他機構合作，檢查此次地震的損壞情況，並為有需要的受災民眾提供援助。至少有 18 家企業機構投入賑災部協助災民。

震後泰國礦產資源廳 (Mineral Resources Department) 密切監測在當地附近的 5 條斷層帶。而該廳亦針對在清萊西部易發生滑坡地區，監測山體滑坡以及地震整體網絡，避免在雨季來臨時導致山體滑坡等情形發生，並訂定在每日降雨達 150 毫米(mm)居民必須進行撤離，冀望能在災害發生時能減少傷亡情形。

泰國北部地區當地醫院精神健康支援隊被召喚來幫助地震災民應對創傷後壓力心理障礙症 (PTSD)。並已確定此次的地震共治療創傷後壓力心理障礙症 200 人左右(如圖 58 所示)。



令當地民眾進行緊急避難

泰國當局協助醫院的病患撤離

圖58 災區避難撤離情形

資料來源:曼谷郵報 (Bangkok Post) ⁵⁴

(四) 致災原因研判

1. 帕天斷層累積能量釋放

由於泰國不座落在大陸棚的主要斷層帶上，所以很少遇到強大的地震。由於此次地震是帕天斷層(Phayao fault line)，這是約23公里的新斷層所引起，然而對於這種大地震來說，要再次發生於同一斷層帶，係需要更多的時間來積累其它的震動能量。

2. 建築物、道路多數設施造成損壞

本次地震造成重大損失之原因是當地房屋多由泥土和磚塊所建成，穩定性差，抗震能力弱。

3. 長期忽略災害發生的可能性

當地因地理環境位置因素，不常發生大規模地震，當地房屋耐震能力及耐震係數不足以抵抗強震，加上民眾對於地震知識不足，又地震發生後餘震次數不斷，造成建築物嚴重受損，亦未有防災

預警。

(五) 可借鏡之處

1. 為防範強震造成房屋損壞，應強化房屋的構造和抗震能力。
2. 考量偏遠地區可能因震後造成道路、橋樑中斷，救災物資、機具無法及時送達災區，對於部分資源較缺乏之偏遠地區，平時應做好擬訂物資儲備機制，並與民間簽訂民生物資及機具相關開口合約，俾提供災時必要用品及機具供應。
3. 防災教育的落實，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少傷亡與經濟災損。
4. 確保震後通訊系統暢通，平時應做好通訊系統之整備及測試，維持良好運作；當地震災害發生後，如何建立正確的災害回報系統，以利民間的救援團體或是警消單位，做為災情回報、求援之工具，以求在最短的時間內搶救生命財產安全。

十、2014年5月14日美國加州火龍捲

(一) 事件描述

2014年5月14日美國南加州聖地牙哥郡(San Diego)，因正值炎熱乾燥出現攝氏37度以上高溫，已是加州史上最乾燥的3年，再加上聖塔安娜(Santa Ana)焚風關係，其高溫氣候突發生森林野火災害，兇猛火勢遇上強勁龍捲風，因森林大火產生巨大濃煙直通天際，大氣渦旋加上炙熱空氣助長火舌以漏斗狀向上竄升，形成壯觀的「火龍捲」。此次災害造成1人死亡、30棟房屋被燒毀及超過4000多公頃的林地燒毀(如圖59、圖60所示)。

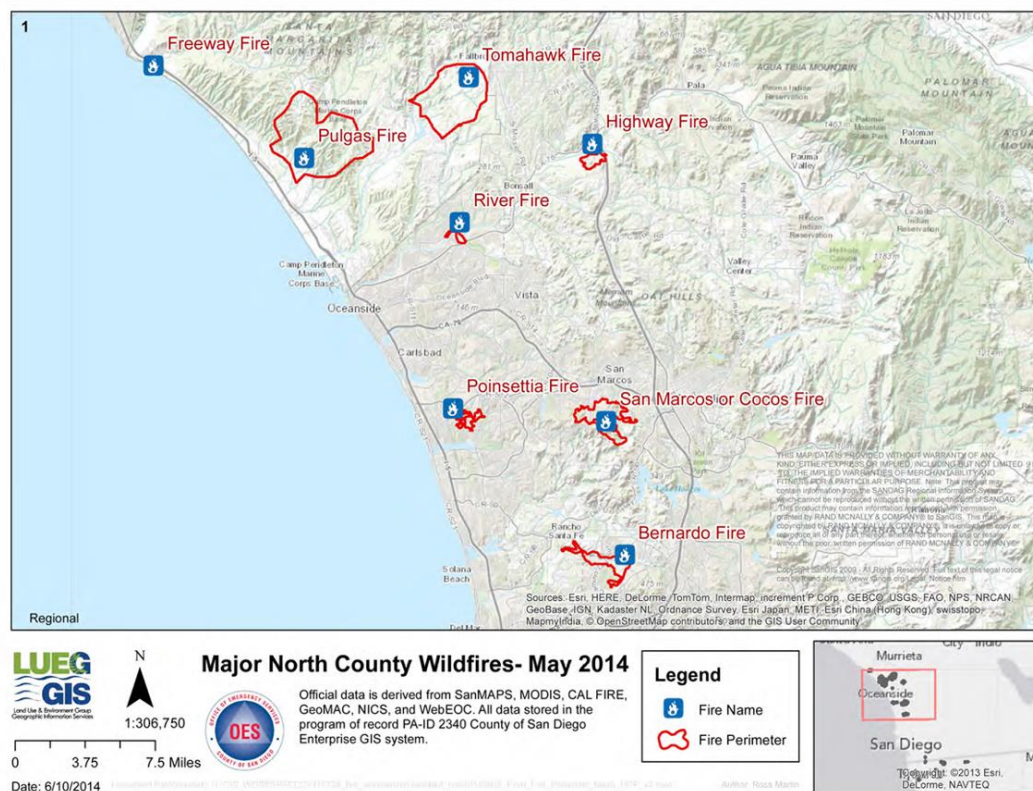


圖59 美國南加州火龍捲發生點位置圖

資料來源:聖地牙哥郡緊急事務廳(OES)⁶¹



圖60 美國南加州火龍捲燒毀林地情形

資料來源：世界新聞網⁶²、華視新聞網⁶³

火龍捲原理(如圖 61 所示)：

- 火龍捲實際上是地表的水平風帶動形成水平旋轉，而當熱氣流向上升時，水平旋轉變為垂直旋轉而形成火龍捲。
- 由火和旋轉的空氣，不斷從外吸收新鮮的氧氣到其核心，核心溫度可高達攝氏上千度。
- 火龍捲一般移動相當緩慢，行走路徑上遇到的物體將迅速被點燃，以每小時將近 160 公里之風速，可把燃燒中的碎片投擲到其周圍環境，且火龍捲一般可以持續個多小時，且往往不能直接撲滅。

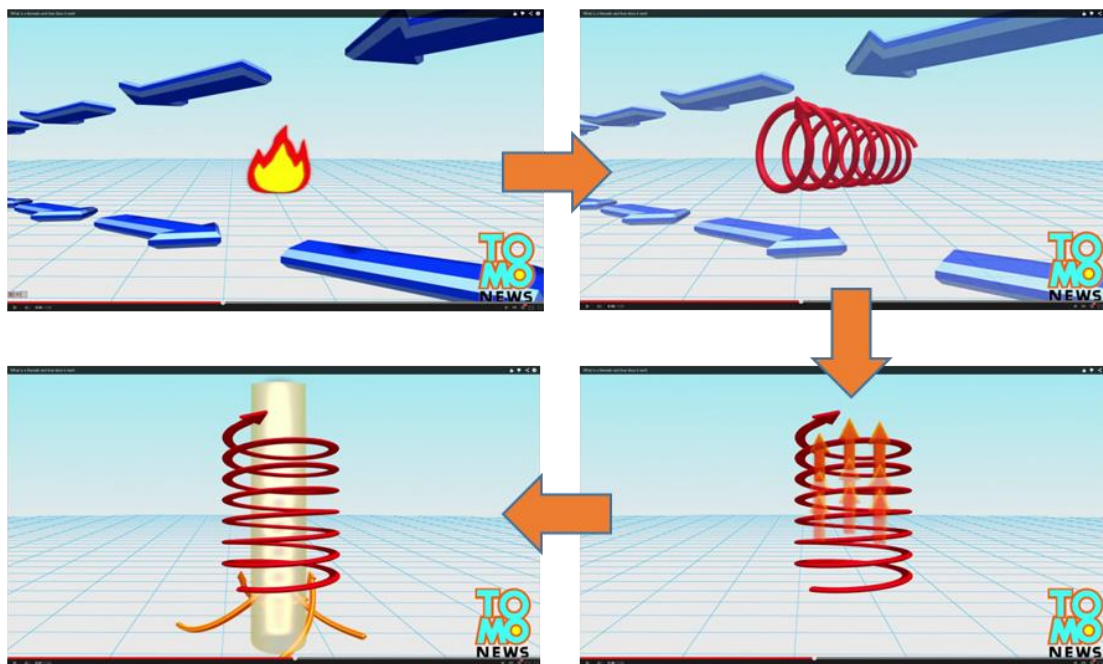


圖61 火龍捲原理說明

資料來源:TOMONews⁶⁴

(二) 災情描述

美國加州南部森林野火肆虐，共計至少有 8 個主要(命名)高度燃燒的大火地區及 1 個未命名的小火地區。除位於艾斯康地多(Escondido)外，都在 15 號州際高速公路以西。其中受災最嚴重的是濱海觀光勝地卡爾斯巴德(Carlsbad)，而被燒毀的民房也大都位於這座小城。此次災害造成超過 8000 多公頃的土地受到大火影響，包括進入聖地牙哥的公路，亦燒毀了至少 47 棟房屋、18 所公寓及 3 家公司，以及其中撤離範圍包括樂高樂園(Legoland)以及 1 座核電廠，幸好這座核電廠 2 年前已經停止運作，當地政府表示不會引發安全疑慮。另聖地牙哥天然氣與電力公司(San Diego Gas and Electric)通報表示卡爾斯巴德市區和附近估計有 2000 名居民無電可用。

初步估計本次火龍捲災害造成超過 2000 萬美元損失，相當於新台幣 6 億元(如圖 62 所示)。



圖62 美國南加州火龍捲受災地區情形

資料來源:世界新聞網⁶²、美國中文網⁶⁵、時代雜誌⁶⁶、每日郵報⁶⁷

(三) 政府之應變作為

- 加州政府立即宣布進入緊急狀態，並在災區設立中央指揮中心，動員州府資源與人力全力進行救災。
- 緊急疏散 2 萬 3,000 戶居民，動員撤離的高音喇叭廣播聲響徹大街小巷，分別在學校及社區中心設立緊急避難所，以及搭建臨時避難所安置災民。
- 設置大量救火單位並出動 2,600 名警消救援，並向國民自衛隊請求消防直昇機與消防飛機支援加入滅火行動，礙於風勢及火勢過大，一度無法控制火勢(如圖 63 所示)。





圖63 美國南加州火龍捲救災行動情形

資料來源:世界新聞網⁶²、美國中文網⁶⁵、時代雜誌(Time.com)⁶⁶

(四) 致災原因研判

1. 乾燥氣候導致

由於聖地牙哥屬地中海型氣候（某些地方在都市區屬半乾旱氣候），四季分明，全年天氣溫暖，大體上終年乾燥少雨，降雨集中在冬季，全年降雨才達 274 公釐。然而，南加州往年出現在六、七月的林火季節，今年因為破紀錄高溫以及乾旱提早報到，又受到聖塔安娜焚風影響所致，正巧遇強烈龍捲風而形成火龍捲事件。

2. 人為縱火因素

加州政府發現一名 57 歲 Alberto Serrato 有縱火之嫌疑，並逮捕持續進行調查此次大火發生之原因。

(五) 可借鏡之處

1. 氣候變遷異常，大自然災害無可避免，平時應多注意周遭環境，戶戶家中應配置緊急逃生包，以因應火龍捲所產生之突發事件。

2. 當地政府應針對易受災區居民進行教育訓練，提升滅火觀念與知識，降低災害所造成之威脅。

十一、2014年6月3~10日中國大陸豪雨成災

(一) 事件描述

中國大陸從端午後受到鋒面滯留影響，出現連續降雨天氣，並具有暴雨多、強度大、致災重的特性。連日豪雨導致道路嚴重積水、中斷；多處山洪爆發；地基掏空等災情。其中福建省、廣東省、廣西省、重慶市、四川省、貴州省6省區市受災情況較為嚴重。

6個省區市中以廣西災情慘重，廣西欽州12小時降雨量達302.7mm，已接近平均6月月降雨量(廣西省平均6月月降雨量362.3mm)。

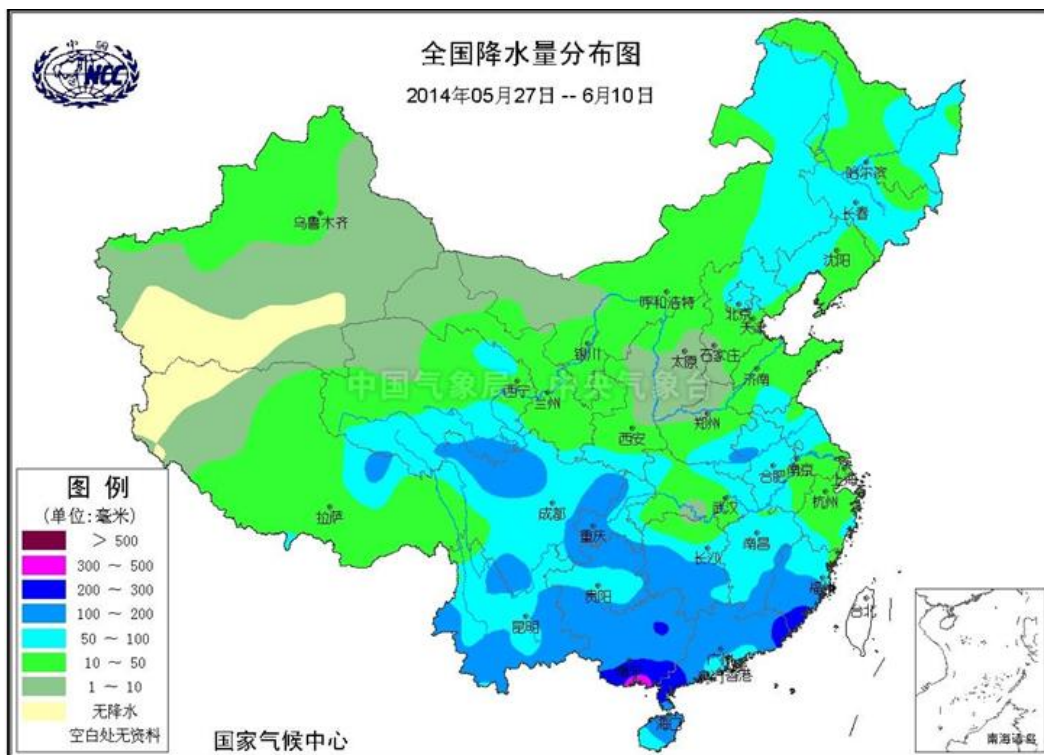


圖64 中國大陸6月初豪雨近10日降水量分布圖

圖片來源：中國中央氣象台⁶⁸



圖65 中國大陸6月初豪雨嚴重受災省分位置圖

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心後製⁶⁹

(二) 災情描述

大陸國家減災委員會辦公室統計，豪雨已在福建、廣東、廣西、重慶、四川、貴州6省區市釀災，從6月3日到6日下午2時止，受災人數已達340萬人，其中23.9萬人被緊急遷移安置，11.6萬人需要緊急生活救助，總27人因災死亡，2人失蹤。

豪雨造成900餘棟房屋倒塌，5.5萬棟受到不同程度損壞，農作物受災面積達14萬公頃，其中絕收1.94萬公頃，直接經濟損失36.5億人民幣(新台幣175.2億元)。

各地縣城道路嚴重積水以及毀損，積水最深達1.8公尺，且有14個村道路中斷、學校停課，數萬人已連續多日停水停電。貴州石阡縣建築物遭洪水沖刷位移80公尺，或是被沖至河川當中。重慶市

鐵路兩河口發生山坡岩體滑動，造成鐵路停駛。



圖66 中國大陸豪雨各地受災情形

資料來源：民視新聞⁷⁰、法新社⁷¹、中國新聞網⁷²、中國天氣⁷³

(三) 政府之應變作為

1. 封橋封路：重慶江津區以網路通訊、廣播等方式發布警戒，並通知民眾勿前往已淹水路段。
2. 人員救助：各地救難人員利用救生衣、逃生繩、橡皮艇、衝鋒舟等救援工具營救受困村民並轉移至安全區域。
3. 公路復通：中國各地方政府成立洪災綜合治理工作領導小組，進行排水、交通疏通等問題。



圖67 中國大陸豪雨救災行動

資料來源：中新網⁷⁴、新華網⁷⁵、法新網⁷⁶

(四) 致災原因研判

1. 公共排水不良：城市快速發展，地下管線建設不及人口擴張的需求。且下水道堵塞無人清理及占用河道違法建築，亦是導致淹水

的原因。中國發布了《關於加強城市地下管線建設管理的指導意見》，提出對今後5至10年內各地城市的地下管網改造、規劃、建設，提出了具體目標和要求。用5年時間，完成城市地下老舊管網改造；10年左右時間，建立較為完善的城市地下管線體系。

2. 山坡地居民提早發布撤離作業：避免部分脆弱度高的山體，發生坡地災害。
3. 規劃汽機車災時高地安置：一來減少災損，二來避免拋錨在路上的車輛在救災時形成阻礙。



廣西省救難人員前往山區救援

廣西省車輛因地基鬆軟而下陷

圖68 廣西省豪雨救災行動

資料來源：央廣網⁷⁷

(五) 可借鏡之處

1. 目前科技上對午後暴雨的掌握仍有侷限，故需做好相關因應措施（如預置抽水機）及疏散撤離。
2. 河川、雨水下水道之整治與清淤必須確實與落實，並呼籲民眾協助檢測居家附近下水道、側溝，必要時請鄉鎮市公所建設課或工

務課協助，以有效防範市區淹水問題。此外，對於易淹水地區重新計算與規劃排水容量或考量蓄水池規劃及抽水機配置。

3. 針對水災危險潛勢地區、低窪地區或其他可能致災地點通報相關訊息及預作疏散撤離準備，並優先掌握需援助之弱勢族群或居住地下室者動態等，必要時應優先協助疏散撤離。
4. 台灣南部多處有地層下陷等問題，需考慮因遇大潮而關閉水門導致內水無法排出引發海水倒灌問題。

十二、 2014 年 6 月 6 日阿富汗洪災事件

(一) 事件描述

阿富汗雖位於亞熱帶，但因遠離海洋，海拔又高，屬大陸性氣候，乾燥少雨，冬季嚴寒，夏季酷熱。全國年平均降雨量只有 240 毫米。阿富汗北部地區以山地為主，北部巴格蘭省 6 月 6 日夜間因大量降雨引發洪災。暴雨引發岩體滑動淹沒 4 個村莊。豪雨導致洪水和岩體滑動，該區房屋特性難以成為避難場所。且重災區距離當地首府只有 140 多公里，但是山路崎嶇，開車需 8、9 個小時才能抵達，因此救災行動嚴重受阻只進行物資空投。



圖69 阿富汗洪災災害發生位置圖

圖片來源：google map⁷⁸



圖70 阿富汗洪災岩體滑動現況圖

資料來源：BBC⁷⁹

(二) 災情描述

阿富汗從今年 4 月開始不斷遭受洪災與岩體滑動等災害，2014 年 4 月 24~30 日，朱茲詹省、法里亞布省、薩爾普勒省等 10 個省份，受災人數超過 67,000 人，150 人死亡，3,500 棟房屋損毀。5 月 2 日巴達赫尚省，至少 300 人死亡，約 300 棟房屋損毀。

阿富汗自然災害管理委員會(ANDMA)說明 6 月 6 日災情，目前至少 400 人死亡，約 2000 人失蹤，數千人受災。洪災導致岩體滑動淹沒 4 個村莊，850 棟房屋完全被摧毀，1 千多棟民房毀損。受災地區的公路已被洪水沖斷。

多處農田損毀，數千隻牲畜死亡。混濁的洪水導致無飲用水可用。受災民眾缺乏水、食物與住所。

表5 阿富汗洪災連續性災害統計

2014年暴雨造成阿富汗岩體滑動與洪災			
時間	4月24~30日	5月2日	6月6日
地點	朱茲詹省、法里亞布省、薩爾普勒省等10個省份	巴達赫尚省	巴格蘭省
影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 受災人數超過67,000人 ● 150人死亡 ● 3,500棟房屋損毀 	<ul style="list-style-type: none"> ● 至少300人死亡 ● 約300棟房屋損毀 	<ul style="list-style-type: none"> ● 數千人受災 ● 至少400人死亡 ● 約2000人失蹤850棟房屋完全被損毀

資料來源：reliefweb⁸⁰

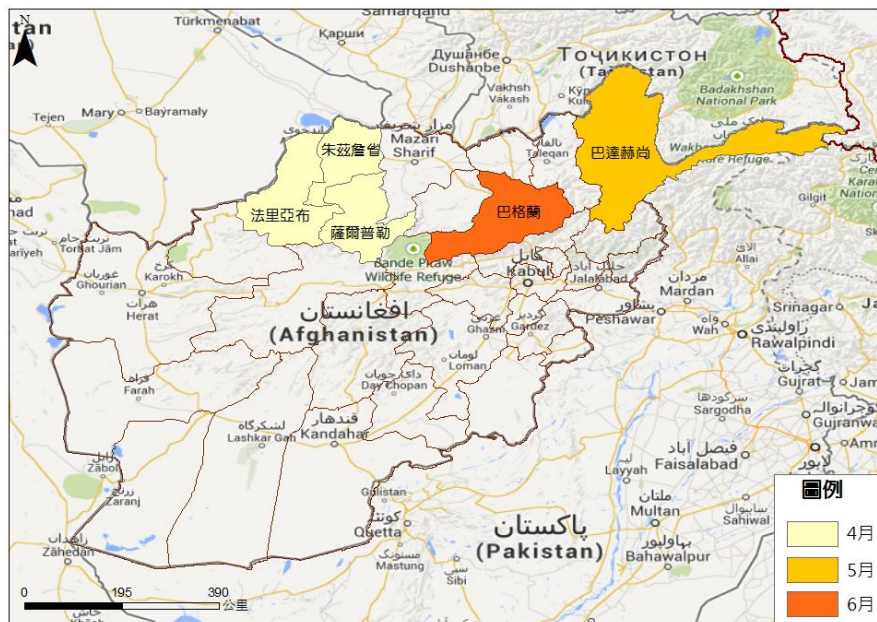


圖71 阿富汗洪災造成岩體滑動與洪災較嚴重省分

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心後製⁸¹



圖72 5月2日巴達赫尚省岩體滑動

資料來源：Wakil Kohsar/AFP/Getty Images⁸²



圖73 阿富汗洪災各地受災情形

圖片來源：BBC⁷⁹、國際移民組織⁸³、法新社⁸⁴、PRESSTV⁸⁵、Sherzai⁸⁶、independent.mk⁸⁷

(三) 政府之應變作為

1. 阿富汗總統，已指派成立了一個特別政府委員會，以增加對災區的救援力量。
2. 阿富汗自然災害管理委員會(ANDMA)、國際移民組織將儲備物資送往災區。
3. 警方與居民協力尋找失蹤者。



圖74 阿富汗洪災救災行動

資料來源：AFP/大紀元⁸⁸

(四) 致災原因研判

1. 阿富汗地理特性無法調適，氣候變遷下的氣候。
2. 建物強度與設施不足以減緩災害。
3. 政府無提供適當的教育支持人民對災難的認識與調適。
4. 受災地區與救援人員、設施距離過遠，難以立即提供支援。

(五) 可借鏡之處

1. 增加民眾居安思危意識，平時即做好防災之準備，藉由防災教育更加落實到每位民眾。

2. 規劃每個區域救援人員、設施、物資服務範圍與需求標準，爭取疏散撤離及搶救災之黃金時間。
3. 阿富汗地質多砂岩、砂質，且地震頻繁，地震導致土壤及岩石因震動而使其組織破碎、分離，或形成地裂、地陷或產生斷層等現象。加上降水，使土壤含水量飽和，增加土石重量，減少土粒間的摩擦力，在強大的逕流沖蝕力及重力作用下，使土石失去平衡，導致崩塌或岩體滑動。

十三、2014年6月26日印度洪災事件

(一) 事件描述

印度洋季風對印度的影響一般從每年6月初持續到9月末，帶來的雨水佔印度全年雨量80%以上，2014年6月26日晚間，印度遭到季風暴雨侵襲，水淹及膝，使阿薩姆邦各地傳出災情，雖然雨勢到27日已有緩和跡象，但仍下著大雨。



圖75 阿薩姆邦位置圖

資料來源:google map⁸⁹

(二) 災情描述

此季風所夾帶之豪雨造成當地11人死亡，受災最嚴重之地區為

阿薩姆省首府古瓦哈提(Gauhati)的居民，其中包括一家三口被掩埋在因豪雨沖毀之房屋中、一人死於豪雨夾帶之土石流中和其他五人被電死，並有許多人因暴雨和土石流沖毀房屋而無家可歸，且當地農作物也因豪雨來襲損失慘重，如圖 76 所示。



圖76 印度洪災當地淹水慘況

資料來源：fox news⁹⁰

(三) 政府之應變作為

印度政府於災時立即派出人力救援，並且出動橡皮艇及木筏至受

災地區緊急搶救當地災民如圖 77 所示，且由於山上土石受豪雨沖刷引發土石流，也立即下令山區周圍之學校立即關閉及發放緊急救援物資至收容場所供災民使用。



圖77 印度洪災當地政府出動橡皮艇及木筏救援

資料來源：WASBIR HUSSAIN⁹¹

(四) 致災原因研判

當夏季西南季風出現時，每年6月到9月將為當地帶來充沛的雨量，因此季風對於印度農業至關重要，一年收成好壞很大程度上取決於此。而印度全國有60%人口靠農業及相關產業為生。季風帶來的雨量適宜，會帶動印度經濟迅速增長，雨量過大則成為洪災。

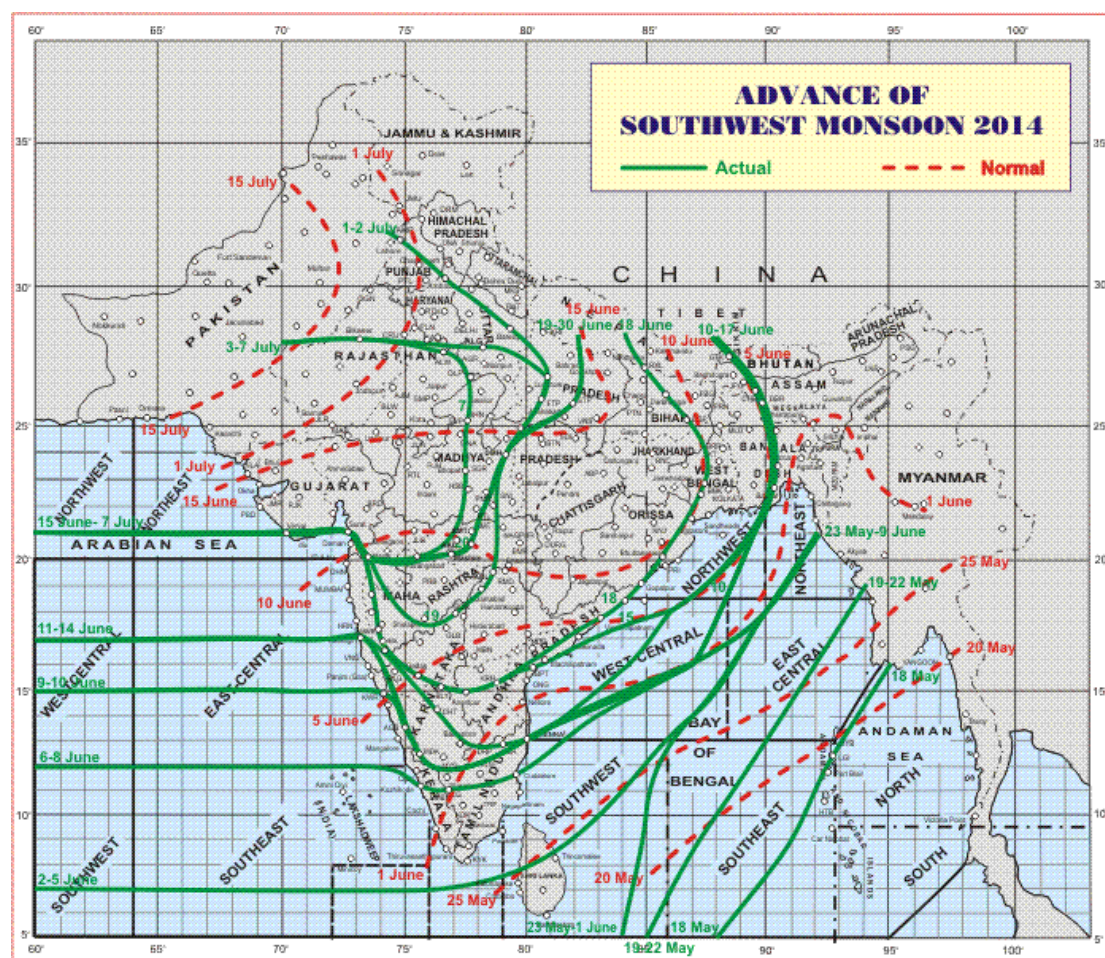


圖78 2014年季風走向

資料來源:印度氣象部⁹²

(五) 可借鏡之處

由於印度每年於季風期間皆會發生嚴重的洪災，地方政府雖已於災時緊急調度救災物資至災區但仍不足，引發居民憤怒，由此可借鏡

之處為：

1. 地方政府應考量災害種類、災害規模、人口分布、地形狀況，事先劃設避難路線及適當地點作為災民緊急避難場所，宣導民眾周知，並定期動員居民進行防災演練，對災害避難弱勢族群應優先協助。
2. 地方政府應定期檢查避難處所之設施及儲備物資，並且隨時補充更新，並訂定有關避難場所使用管理須知，宣導民眾周知，以降低災時民生物資不足之情況，且如發生重大災害導致物資供應不足時，應尋求當地或國際救援組織協助支援，如圖 79 所示。



圖79 印度紅十字會協助救援

資料來源：WASBIR HUSSAIN⁹¹

十四、2014 年 7 月日本浣熊颱風事件

(一) 事件描述

關島海面熱帶性低氣壓增強，於 2014 年 7 月 4 日形成輕度颱風「浣熊」，7 月 5 日成為中度颱風，7 月 7 日增強為強烈颱風，其颱風路徑經由台灣東部海面北上至日本，因受強烈颱風外圍環流影響，7 月 8 日清晨，嘉義颳起 6 級陣風，最高風速每秒達 12.1 公尺，且天氣非常不穩定，同日上午掃過日本宮古諸島，瞬間風速高達每秒 75 公尺，為沖繩地區帶來極大威脅，並於傍晚時分接近沖繩本島，帶來強風和暴雨，風速每小時達 252 公里，並引發巨浪產生，8 日繼續北上，清晨最接近日本宮古島，中心最大陣風，高達時速二百七十公里，是幾十年以來，吹襲日本的最強颱風。10 日在日本鹿兒島縣登陸，橫穿九州地區，其中熊本和長崎等大都市，一小時的降雨量，更逼近一百毫米，達到暴雨等級(如表 6、表 7 所示)，下午 6 點半左右在和歌山縣南部再次登陸。11 日，颱風由東海地區往關東、東北的太平洋一側移動，到下午轉為溫帶低氣壓，如圖 80 所示。

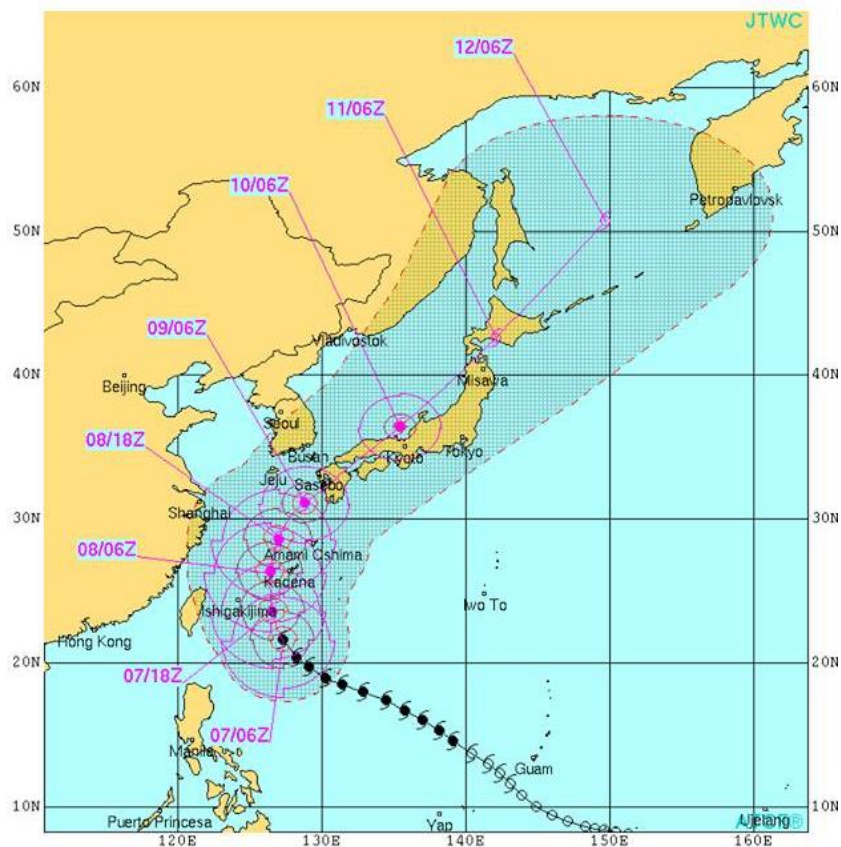


圖80 浣熊颱風動向

資料來源:JTWC⁹³

表6 日本地區雨量分級表

種類	1 小時降雨量(mm)
強降雨(暴雨)	20 毫米以上
大雨(如打翻水桶)	30 毫米以上
強大雨(像瀑布一樣的大雨)	50 毫米以上
暴雨 (會造成很大的壓迫感)	80 毫米以上

資料來源:yahoo japan 防災速報

表7 台灣地區雨量分級表

種類	24 小時降雨量(mm)
大雨	50 以上 (且其中至少有 1 小時雨量達 15 毫米以上之降雨。)
豪雨	130 以上
大豪雨	200 以上
超大豪雨	350 以上

資料來源:中央氣象局

(二) 災情描述

超強颱風浣熊帶來狂風暴雨和巨浪，已造成日本全國 7 人死亡，逾 60 人受傷，其中受災最嚴重的沖繩地區共 3 人死亡，19 人受傷，多數為被掉落物砸傷，1 名 62 歲男子在鄰近本州的海域遭大浪沖下船，1 名 81 歲男性漁民也在西南部熊本縣遇難，1 名男子則因船隻被巨浪吞沒而死，如圖 81 所示。



圖81 浣熊颱風引發巨浪

資料來源:東方 IC⁹⁴

浣熊颱風帶給沖繩的半天雨量，是平常 7 月的兩倍，河川氾濫成災，附近地區全都淹在泥水裡，水位已經到達一般民宅的屋頂，住宅區道路被淹成小河，居民出門只能涉水，還傳出發生小型山崩，一名駕駛被土石衝擊的意外，沖繩縣那霸市夾雜著間歇性的暴風，交通號誌故障，樹斷、招牌四處飛，1 間餐廳受損嚴重，毀壞的建築阻斷 1 整條街，沖繩縣政府估計，因農作物受損等造成的經濟損失高達 10.8 億日圓（約台幣 3 億元），如圖 82 所示。

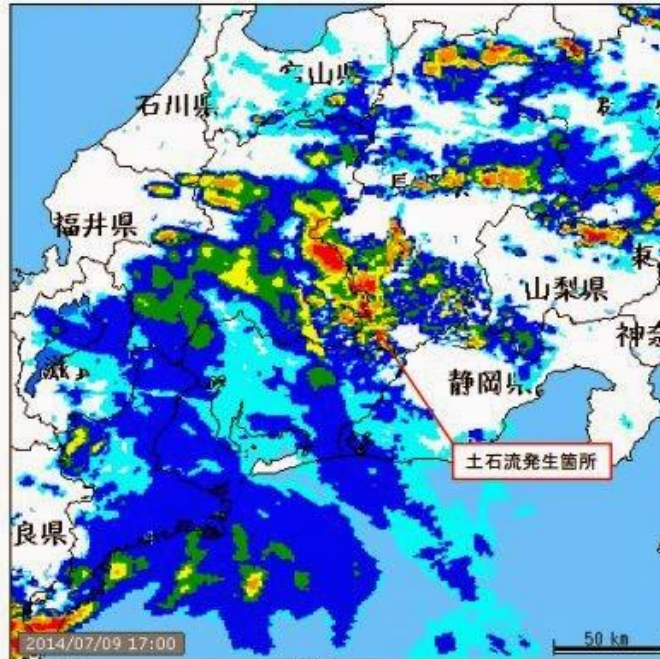
日本東南邊忙著防颱風時，西邊的新潟則受到鋒面影響，也降下紀錄性大雨，海上保安廳和當地警方表示，長野縣南木曾町 9 日傍晚因豪雨造成土石流，6 棟民宅被土石流沖毀，如圖 83 所示，新潟三小時雨量多達 110 毫米，路面變成河川水流湍急，九州及四國各地都陷入狂風暴雨，高知縣有屋瓦被吹翻，農用溫室慘遭吹垮，九州新幹線跟東北新幹線都一度停駛，共有 205 航班停飛，如圖 81 所示。



圖82 日本災情慘況

資料來源: 中新網⁹⁵

(2) 気象状況



観測所名：三留野(木曾郡南木曾町読書地先)



図83 浣熊颱風引發土石流

資料來源：土石流防災記事⁹⁶

(三) 政府之應變作為

日本氣象單位對首當其衝的沖繩已提早發布了緊急降雨及巨浪警告，並敦促 54 萬人撤離至安全地區，沖繩的海陸空交通嚴重受阻，那霸機場暫時關閉，所有航班取消，鐵路和巴士停駛，市內所有學校停課，煉油廠、核電廠、渡輪關閉，如圖 84 所示。在沖繩本島的嘉手那美軍基地也已經將駐紮的 60 幾架戰機撤離到太平洋上的其他基地。

九州當地政府於 8 日對苓北鎮約 1,200 名居民，發出了避難勸告，日本氣象廳也對九州地區發出土石流災害警告，並提醒當地政府和居民盡快採取應對措施，如圖 85 所示。



圖84 浣熊颱風船隻進港避風

資料來源:udn tv⁹⁷

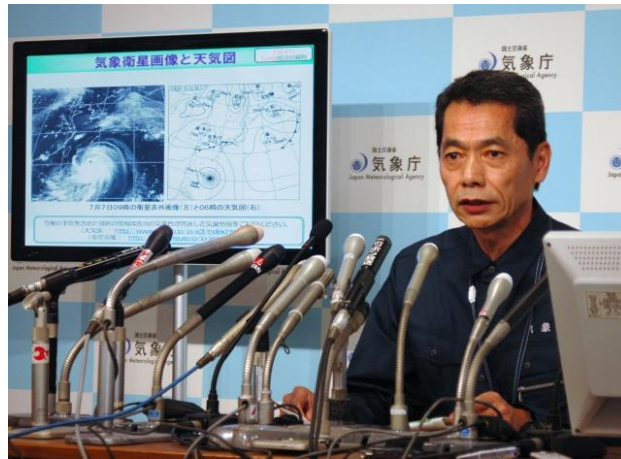


圖85 日本氣象廳發布警告

資料來源:大紀元⁹⁸

(四) 致災原因研判

由於浣熊颱風不僅暴風圈廣大，颱風眼也清晰可見，日本地區形容「浣熊」的強度是「數十年一遇」，並颳起有如海嘯的十四米高巨浪，威力更相當於美洲的五級颶風，雖然沖繩居民都對颱風習以為常，但「浣熊」今次是從西面吹襲沖繩，其威力比過往的颱風更厲害，如圖 86 所示。



圖86 浣熊颱風廣大暴風圈

資料來源:中國電子報⁹⁹

(五) 可借鏡之處

1. 雖然日本政府於長野縣南木曾町有架設土石流偵測系統，但當意外發生時，偵測系統並無啟動警報作用，直到事發後 10 分鐘之後才發布避難警報，由此可借鏡之處為，新北市政府應於平時定期檢測各項災情查通報系統，以利災時能確實掌握災情，發揮救災效能，以減少生命財產之損失。
2. 台灣位於颱風路徑的要衝，平均每年有三至四次颱風侵襲台灣附近地區，因其具有極大的動能，是一種極其嚴重的災害性天氣現象，所帶來的強風豪雨及引進的旺盛西南氣流，常導致慘重損失，因此新北市政府平時就應針對災害潛勢地區之保全戶做好疏散避難之宣導教育，以利發布颱風警報時，居民能事先逃離至疏散避難場所，減少災情的發生。
3. 浣熊颱風此次行徑的九州及四國剛好經過日本 3 座核電廠，但由於這幾座核電廠已於 2011 年 3 月地震海嘯引發核子事故後，目前都停機中，因此並無引發災害，但由此可借鏡，災害發生時，常伴隨著核電廠、發電廠等場所遭受破壞引發災害，而新北市境內擁有 3 座核電廠，因此新北市政府應於平時做好災時整備及應變措施，如災害發風時能立即處理使傷亡減至最低。

十五、2014年7月31日高雄氣爆事件

(一) 事件描述

民國 103 年 7 月 31 日 20 時 46 分高雄市政府消防局獲報前鎮區凱旋三路與二聖路交岔口大範圍疑似瓦斯外洩，7 月 31 日 23 時 59 分起至 8 月 1 日凌晨間，高雄市前鎮區與苓雅區三多路、英祥街口等多處發生丙烯外洩、接連爆炸起火事件，路面、住宅嚴重炸碎。調查結果爆炸原因是當地輸送「丙烯」的管線洩漏所致，影響範圍約 2 至 3 平方公里（凱旋三路、二聖路、瑞隆路、三多一路、崗山南路一帶），多條重要道路嚴重損壞。截止目前已造成 30 人死亡，310 人受傷（其中出院 189 人、一般病房 76 人、加護病房 45 人），是近年傷亡最慘重的氣爆事件（如圖 87、圖 88 及圖 89 所示）。

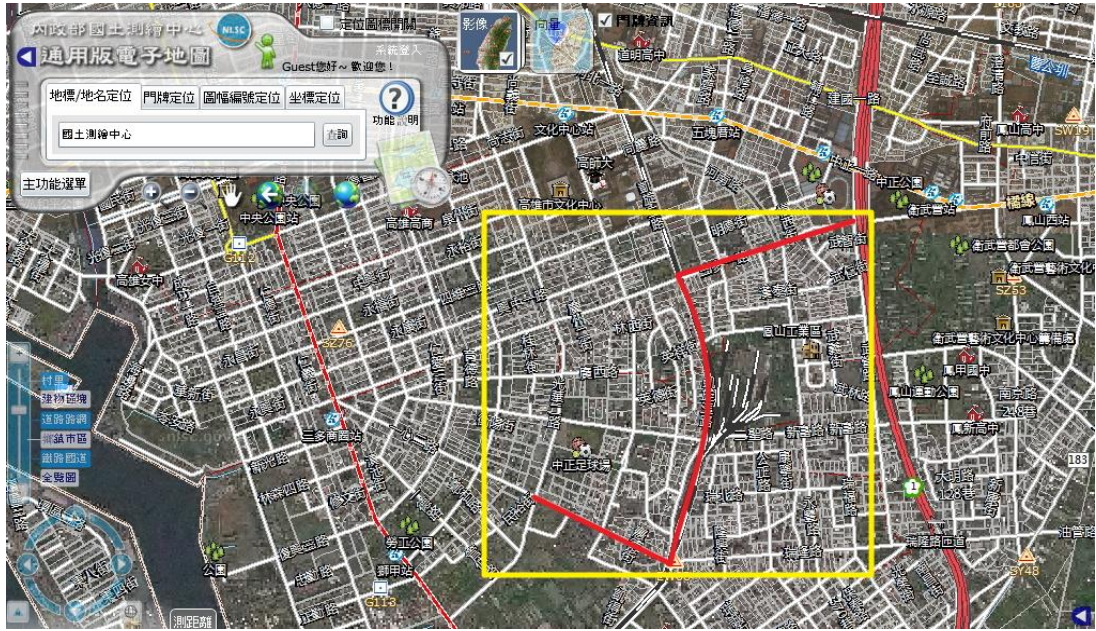


圖87 高雄氣爆災點位置示意圖

資料來源：內政部國土測繪中心¹⁰⁰



圖88 高雄氣爆位置及區域圖

資料來源：維基百科¹⁰¹

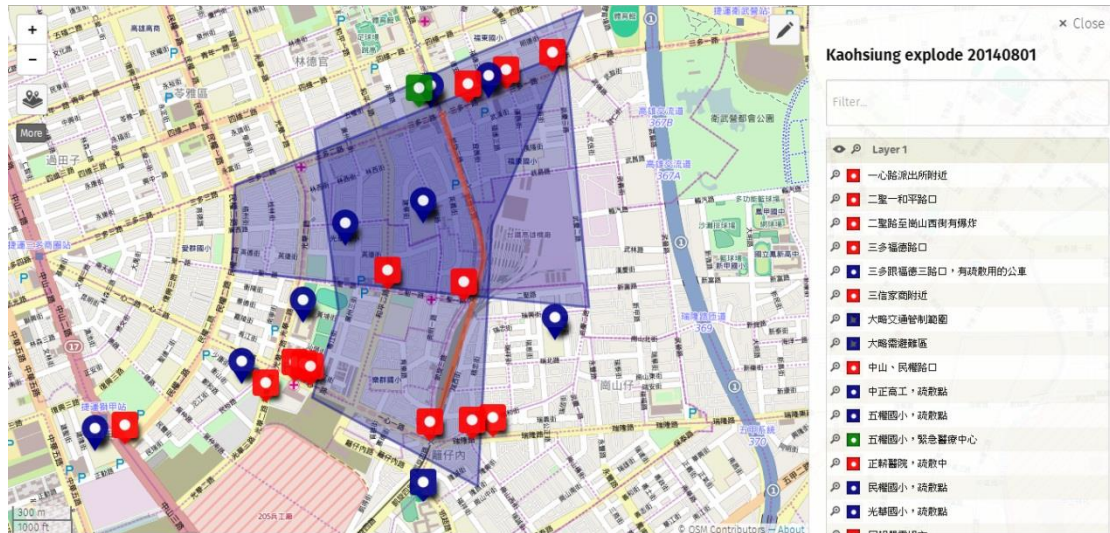


圖89 高雄氣爆事件災點位置圖

資料來源：umap¹⁰²

(二) 災情描述

本次氣爆範圍主要涵蓋高雄市前鎮區及苓雅區，本次事故造成路面、人行道、路燈、雨污水及民生管線等嚴重損壞，損壞面積達 72,300 平方公尺，長度達 4 公里多（如圖 90 所示），截至 8 月 6 日共計影響 3 萬 2,968 戶、8 萬 3,819 人、98 所學校停課，計 30 人死亡（含警義消 6 人）、310 人受傷（189 人出院）；經搶修計 2 萬 9,153 戶恢復供電、1 萬 9,040 戶恢復供氣、2,570 戶恢復通話、67 座基地台恢復運作、1 萬 2,940 戶恢復供水；目前總計尚有 636 戶停電、4,602 戶停氣、110 戶停話、2 座基地台待檢修、560 戶停水、1 處中油加盟站停業（如表 8 所示）。





圖90 高雄氣爆各地氣爆災害情形

資料來源：自由時報¹⁰³、NOWnews¹⁰⁴、udn 聯合新聞網¹⁰⁵、三立新聞網¹⁰⁶、新唐人¹⁰⁷

表8 高雄氣爆水電及瓦斯管線等維生管線修復情形表

類別	停用數(戶)	已修復數(戶)	待修復數(戶)
水	13,500	12,940	560
電	29,789	29,153	636
天然氣	23,642	19,040	4,602
市話	2,680	2,570	110
基地台	69	67	2
加油站	1	0	1

高雄一家 Google BusinessPhoto 民間技術合作單位，攝影師以 720 度環景攝影方式拍成「高雄氣爆事件現場 VR720 實景」圖，記錄災區樣貌，搭配 GPS 定位設備，將拍攝點以 GoogleMap 地圖方式呈現，包括三多路、凱旋路、二聖路、一心路等路段，一共有 28 張組圖，真實紀錄現場，能讓關心事件的民眾，能夠透過網路關心，以免再度來到現場，恐影響救災（如圖 91 所示）。另網路社群也成立高雄氣爆資訊網分享及蒐集最新災情，合作繪製救災地圖，讓民眾能迅速了解供住宿盥洗地點、氣爆區域災情等相關救災資訊，也成立了志工募集平臺，開放願意幫忙的民眾登記，也開放有需求者申請。



圖91 高雄氣爆事件現場 VR720 實景圖

資料來源: super720.com¹⁰⁸

內政部國土測繪中心與國家災害防救科技中心空間情報任務小組亦依據 103 年 8 月 1 日上午國家災害防救科技中心提出氣爆災點 (高雄市前鎮區)UAS 航拍需求,於當日下午完成上開災點拍攝工作,將氣爆災點 UAS 拼接影像,其空拍成果資訊如圖 92、圖 93 所示。



圖92 UAS 空中側拍高雄市前鎮區災點現場影像

資料來源: 內政部國土測繪中心¹⁰⁰



圖93 繪製高雄市前鎮區災點現場空拍影像圖

資料來源：國家科技災害防救科技中心¹⁰⁹

(三) 政府之應變作為

高雄市立即於8月1日0時40分成立災害應變中心，以救災、安置、控制災情為優先任務，高雄市政府緊急應變中心一級開設由陳菊市長擔任指揮官，並於五權國小開設前進指揮所，由消防局陳局長虹龍指揮，緊急醫療中心為二聖醫院；中央災害應變中心於1時開設，內政部陳部長威仁即刻進駐，經濟部張部長家祝於1時45分進駐，

主導中央災害應變中心運作，行政院江院長並於 2 時 15 分進駐中央災害應變中心（如圖 94 所示），市政府公布處置時序如表 9 所示。



圖94 高雄市政府與中央災害應變中心開設情形

資料來源：大紀元電子日報¹¹⁰、民報¹¹¹

表9 高雄氣爆事件高雄市政府處置時序表

時間	處置過程
7月31日20:46	前鎮區凱旋三路和二聖一路口，水溝冒白煙、疑似瓦斯味(噴發點不明)。
7月31日21:16	前鎮區瑞隆路412號，1女自行就醫，出動12車30人前往搶救。
7月31日21:30	前鎮區崗山西街與崗山中街，出動1車3人前往搶救。
7月31日21:40	前鎮區廣東三街和汕頭街口，出動1車5人前往搶救。
7月31日21:55	消防局主任秘書到達現場。
7月31日21:56	苓雅區三多一路267號附近，出動1車2人前往搶救。
7月31日22:07	前鎮區一心一路162號，出動1車2人前往搶救。
7月31日22:15	前鎮區民瑞路和中山三路口，出動1車2人前往搶救。
7月31日22:22	前鎮區崗山西街301巷9號，水溝蓋氣爆。出動7車21人前往搶救。
7月31日22:33	環保署南區應變隊到達。
8月1日00:00	大隊長王崇旭回報二聖路一帶全面氣爆燃燒。
8月1日00:03	通知高雄市緊急醫療資訊整合中心EMOC啟動大量傷病患機制。通知警廣電臺0800000123語音留話告知二聖、凱旋及光華路禁止進入。
8月1日01:10	通知高雄煉油廠關閉相關管線。
8月1日01:24	通知軍方支援。
8月1日01:36	電話通知中油及天然氣管線全面關閉。

災害現場由高雄市政府於 8 月 6 日派遣 358 人次、137 車次持續進行現場搜救，事件發生至今總計調度消防署特搜隊、高雄港消、臺南市政府、桃園縣政府、屏東縣政府、臺東縣政府、嘉義市政府、嘉義縣政府、臺北市府、新北市政府、雲林縣政府、彰化縣政府及新竹縣政府等單位累計消防人員 764 人次、240 車次、45 台生命探測器及 21 隻搜救犬積極搶救，各消防單位支援詳如表 10 所示。

表10 高雄氣爆各縣市消防單位支援人車數統計表

縣市別	人員數 (累計人次)	車輛數 (累計車次)	探測器			搜救犬數
			影像	雷達	其他	
消防署特搜隊	80	28	3	1	7	7
高雄港消	15	6	-	-	-	-
臺南市	88	27	2	1	5	3
桃園縣	44	13	1	-	-	2
屏東縣	42	20	1	-	-	2
臺東縣	92	25	2	-	-	-
嘉義市	105	30	2	2	1	-
嘉義縣	21	9	1	1	-	-
臺北市	36	12	2	1	3	4
新北市	124	33	1	1	1	3
雲林縣	28	12	2	-	1	-
彰化縣	69	21	2	-	1	-
新竹縣	20	4	-	-	-	-
總計	764	240	19	7	19	21
			45			

國防部截止於 8 月 6 日累計指派兵力 7,988 人、3,805 車(機)具(含工兵機具 74 部、搜救及防護器材 3,039 件、救護車 124 輛、運輸車 532 輛、偵消檢車 36 輛)前往支援(如表 11 所示)。目前國防部仍持續依照高雄市政府需求，支援必要的人力、機具協助當地災

後復原工作，救災應變部隊現場由第四作戰區副指揮官陳少將指揮，統計第四作戰區投入部隊計有陸指部、憲兵 204 指揮部、三九化兵群、五四工兵群、四支部、564 旅及資電部等 7 個單位，執行氣體偵測、現場清理及災區管制等協助災後復原相關作業（如圖 95 所示）。

表11 高雄氣爆國軍派遣兵力統計表

日期	兵力	救護車	中戰	悍馬	偵消 檢車	工兵 機具	搜救 器材	防護 器材
0801	1,641	31	73	17	8	7	268	400
0802	2,041	31	74	16	8	7	297	400
0803	1,818	23	81	23	5	13	295	400
0804	975	14	73	25	6	17	213	240
0805	825	13	69	23	6	17	211	111
0806	688	12	25	33	3	13	74	130
累計	7,988	124	395	137	36	74	1,358	1,681



圖95 國軍協助高雄氣爆救災及復原工作情形

資料來源：NOWnews¹⁰⁴、中時電子報¹¹²

本次氣爆所收容安置人數統計，截至 8 月 6 日止累計開設收容處所 9 處，累計收容人數 1,155 人（如表 12 所示），社會局社工人員及衛生局心理衛生中心人員第一時間即提供收容期間及居民返家後之心理輔導，高雄市政府接受捐贈水、乾糧、睡袋（墊）、盥洗包等物資均已充足，無須中央協調其他縣市提供物資，另外高雄市政府除出

動社工訪視慰問，並連結志工團體進行關懷服務。對於災後心理重建部分截止 8 月 6 日，啟動災難心理衛生機制，提供民眾 24 小時免費安心專線心理諮詢服務，共計 53 位，衛生局（含精神醫療網核心醫院凱旋醫院）提供災民心理關懷服務量及人力（如圖 96 所示）。

表12 高雄氣爆收容安置人數統計表

時間	處所(處)	收容人數(人)	備註
8月1日9:00	9	740	-
8月2日9:00	1	327	入住旅館39人
8月3日9:00	1	252	入住旅館78人
8月4日18:00	3	214	入住旅館22人
8月5日19:00	4	204	入住旅館32人
8月6日8:30	4	194	入住旅館26人
8月6日12:00	4	179	入住旅館26人
8月6日18:00	4	171	入住旅館25人
累計收容人數	9	1,155	-



圖96 高雄氣爆災後收容安置情形

資料來源：大紀元新聞網¹¹³、中國觀察¹¹⁴、風傳媒¹¹⁵

(四) 致災原因研判

1. 疑似丙烯（石化原料）流到路旁的側溝，再到箱涵，順沿著雨水下水道一直流竄，碰到火花時而起火爆炸。
2. 長期忽略災害發生的可能性，我國毒化災應變機制設計及緊急應變能量明顯不足，以及毒化災主管機關、各目的事業主管機關及各縣市政府對於當地公共設施管線詳細分布資訊掌握不易，加上石化產業廠商對於專業判斷及應變能力不足，造成此次受災嚴重之情形。

(五) 可借鏡之處

1. 全面盤查轄內所有地下管線配置情形。

新北市政府應針對轄內公用氣體及油料管線、液化石油氣分裝場、毒性化學物質儲槽及槽車等地區，進行察查全面了解地下管線配置情形，並針對現階段所申請道路地下管線開挖地點，加強監督施工安全，並檢討及落實地下管線平時管理及異常作業之通報及應變處理機制，以及災時通報與搶救作業機制。

2. 落實毒化災事故標準作業流程(SOP)之執行。

各地方政府應定期編修相關災害防救計畫及作業標準程序，並確實執行所訂定公用氣體與油料管線及輸電線路災害防救標準作

業程序 (SOP)，以將災害風險降到最低。

3. 擴大危險區域劃分，避免人車往來。

由於此次大氣爆前已有「衝開水溝蓋及人孔蓋的小氣爆」之情形，地區已有多處冒白煙，應可適度推估氣體可能已經擴散範圍，處於警戒狀態。因此當偵測有大量氣體洩漏時，在尚未確認是何種氣體之緊急情況下，必須根據現場狀況先進行擴大緊急封鎖範圍，劃設警戒區，禁止人員及車輛通行，以減少引燃氣爆的可能性及降低人員傷亡及損失之情形。

4. 建立災前避難引導機制。

對於可掌握具前兆之災害，應建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃實施災前之警戒避難引導機制。

表13 臺灣近20年來氣爆事件綜整表

發生事件	事件概述
1995年2月2日 板橋瓦斯氣爆	中正路、金華街附近因中油輸送天然氣的幹管破損，造成瓦斯外洩，延燒將近五個小時。總共12人受傷，119戶房屋被燒毀，570人無家可歸，87輛汽、機車受損。
1997年9月13日 高雄鎮興橋氣爆	中油在高雄市前鎮區鎮興橋一帶進行管線切割汰換工程，不慎發生嚴重氣爆，本次事故共造成11人死亡，17人輕重傷，多名消防員嚴重灼傷，2人殉職，23戶民宅受損。中油遭受災戶求償，賠償4.14億元。
2003年1月22日 中油桃園廠氣爆	中油桃園煉油廠第二重油脫硫工廠因為氫氣洩漏爆炸引發火災，火勢在半個小時內撲滅，所幸無人傷亡。
2003年8月19日 中油高雄大林廠儲油	中油高雄大林煉油廠一座檢修中的儲油槽發生氣爆火警，廠方消防隊與高雄市消防局出動十多輛消防車和化學泡沫車趕往灌救，火勢於30多分鐘後控制，

槽氣爆	未造成人員傷亡。
2003年10月8日 高雄大社國喬石化氫氣外洩	大社工業區內的國喬石化發生氫氣外洩，爆炸起火威力強大，造成廠區的屋頂和鄰近辦公室玻璃四處飛散，氫氣廠內堆放大批鋼瓶，情況一度危急，其中一名大夜班的工人當時正在進行裝填作業，因躲避不及仍遭波及，腳踝受傷。
2003年11月9日 南港挖斷瓦斯管線外洩	臺北市南港區中南平交道旁，因臺鐵工程人員進行地下化排溝工程時怪手挖斷瓦斯管線，消防單位獲報後立即圍出50公尺封鎖線，以水柱不斷往管線破裂處噴水，警方緊急疏散附近民眾，未引發氣爆。
2003年11月30日 高雄大林油廠氣爆3傷	中油高雄大林煉油廠第一重油脫硫工場發生氣爆意外，造成2名日籍技師與1名台籍承包歲修工程人員，共3人遭受高溫熱氣灼傷，分別受到10-30%不等的灼傷，所幸送醫治療後並無生命危險。
2004年5月8日 中美和石洩醋酸爆炸	臺中港西碼頭的中美和石化公司台中廠，因尾氣回收管洩氣而引發火警，尾氣回收氣體管道內的法蘭墊圈處洩漏出醋酸，傳出一聲轟然巨響，被波及的物體最遠飛了三十公尺的距離，且工廠就在台中港的化學專用碼頭區域，現場氣氛緊張，所幸無人受傷。
2005年7月1日 中油林園廠氣爆	高雄中油林園三輕廠高壓蒸氣管線發生氣爆，無人傷亡，但現場冒出熊熊火焰，且濃煙遮天，巨大爆炸聲驚動居民。
2006年1月18日 臺南東雲紡織化學反應爐氣爆	東雲紡織的聚酯粒廠廠房因化學反應爐發生嚴重氣爆，進而引起大火，由於現場火勢延燒迅速，造成東雲員工與包商漢匠企業社員工6死5傷。
2006年3月6日 台塑六輕維修釀氣爆	台塑麥寮六輕廠內的煉製二廠八座加氫脫流反應器，進行「觸媒轉換器」更換作業時，疑似操作不慎，發生氣爆，造成包廠商東靖公司維修工人1死、5輕重傷。
2007年5月31日 台塑六輕廠氣爆四工人傷	台塑六輕工業區進行芳香烴裂解廠壓縮機試車時，疑因氣體外洩導致氣爆引發火警，造成4名工人輕重傷。
2007年7月29日 中油高雄五輕火災	中油高雄楠梓煉油廠第六蒸餾工場原料輸送管線破裂外洩火災。
2007年10月26日 中油高雄五輕火災	台灣中油公司高雄煉油廠第六蒸餾工場抽輕油不慎外洩，引發大火，火警發生後，廠方隨即切斷石化原料管線，未造成人員受傷，高雄市消防局出動大批消防人車趕往現場灑水降溫工作，直到讓管線內殘留石化原料及油氣燃燒完畢為止。
2008年1月5日 中油高雄五輕爆炸	中油高雄煉油廠因高壓分離槽管線爆裂，發生氣爆火警，造成2名員工受傷，附近民宅玻璃被震破。
2009年12月1日 大發工業區毒氣外洩	高雄大發工業區在一個月當中，連續發生四起重大毒氣外洩事件，造成附近潮寮國中小84名師生出現噁心、頭暈，集體中毒送醫。
2010年7月25日 台塑六輕爆炸起火	雲林台塑六輕因重油煉二油廠的管線洩漏引起爆炸、起火，紅色的火舌竄到二十幾公尺高，將夜空染紅，大火從一直燒到隔天白天才暫時控制，不過還是持續悶燒，不斷冒出濃煙。

2011年5月12日 台塑六輕公共管線破裂失火	台塑麥寮六輕異辛醇廠公用管線破裂失火，液化油氣外洩造成火災，大火燃燒近10小時，並導致丙烯廠廢氣燃燒塔排煙超標，兩廠依違反《空污法》各罰100萬元並勒令停工。
2011年7月30日 台塑六輕公共管線破裂失火	台塑雲林六輕煉油三廠丙烯槽爆炸起火，因為槽內的丙烯儲放將近有上百公噸，火勢一發不可收拾，一度只能用圍堵的方式來滅火，避免火勢波及到其他管線或廠區，至少有三個起火點，火勢到接近凌晨三點才獲得控制。
2012年3月12日 苗栗長春化工廠氣爆	苗栗長春化工廠發生鍋爐氣爆，因施工不慎引發高溫造成鍋爐壓力過大，造成9名現場施工工人遭到灼傷、緊急送醫急救無生命危險。
2012年4月6日 中油高雄五輕丁二烯外洩引發火災	中油高雄煉油廠（後勁五輕廠）發生管線爆炸意外，丁二烯工廠的聚合物外洩進而引發大火，延燒5個多小時，爆裂聲跟火舌讓附近的居民整夜難眠。因丁二烯是毒性化學物質，高雄市環保局先依空污法向中油開出100萬元最高額的罰單，另外因為臭味濃度超標，再加罰100萬。
2012年8月10日 中油高雄大林煉油廠氫氣外洩起火	中油高雄大林煉油廠的第一重油脫硫工場進行維修時疑氫氣洩漏起火，外包工人在拆解空氣壓縮機管線的螺絲時，疑氫氣洩漏導致循環轉換機失火，外包3名工人閃避不及，遭烈焰灼傷送醫。
2012年9月11日 絃洋化學發生氣爆	絃洋化學公司高雄儲運所發生氣爆，除炸飛儲油槽鐵蓋，也造成4名工人灼傷。氣爆也造成附近十多間民宅和工廠鋁門窗玻璃被震碎、鐵門扭曲變形。
2014年1月10日 新日化工廠化學槽氣爆	民雄工業區的耐斯集團上游原料供應廠台灣新日化工廠，工人在直徑5公尺、裝有25噸洗衣粉原料的FRP塑膠槽維修管路時，因焊接施工不當造成化學儲槽氣爆，因氣爆威力猛烈，在槽頂的工人和槽蓋一同被炸飛墜地，另在化學槽下方的1名工人，則被噴出的滾燙化學物灼傷，此次事件造成1死1重傷意外。
2014年7月3日 高雄達成聚化氣爆	高雄大發工業區的達成聚化發生氣體爆炸意外，大量苯乙烯外洩，消防隊員趕緊拉水線降溫避免再度爆炸，半小時後控制現場，但空氣中瀰漫刺鼻異味，造成鄰近公司1名主管和路過男子嗆傷，緊急送醫所幸沒有大礙。

十六、2010年9月9日聖布魯諾管道爆炸

(一) 事件描述

美國加州舊金山國際機場附近的聖布魯諾市(San Bruno)在2010年9月9日當地時間下午6時11分，發生重大天然氣管線氣爆引發大火の意外，爆炸發生當時冒出的火球直衝到305公尺高，在強風助長下火勢迅速蔓延到附近住宅區，這場爆炸火災蔓延範圍4公頃，造成8死30傷(如圖97、圖98所示)。

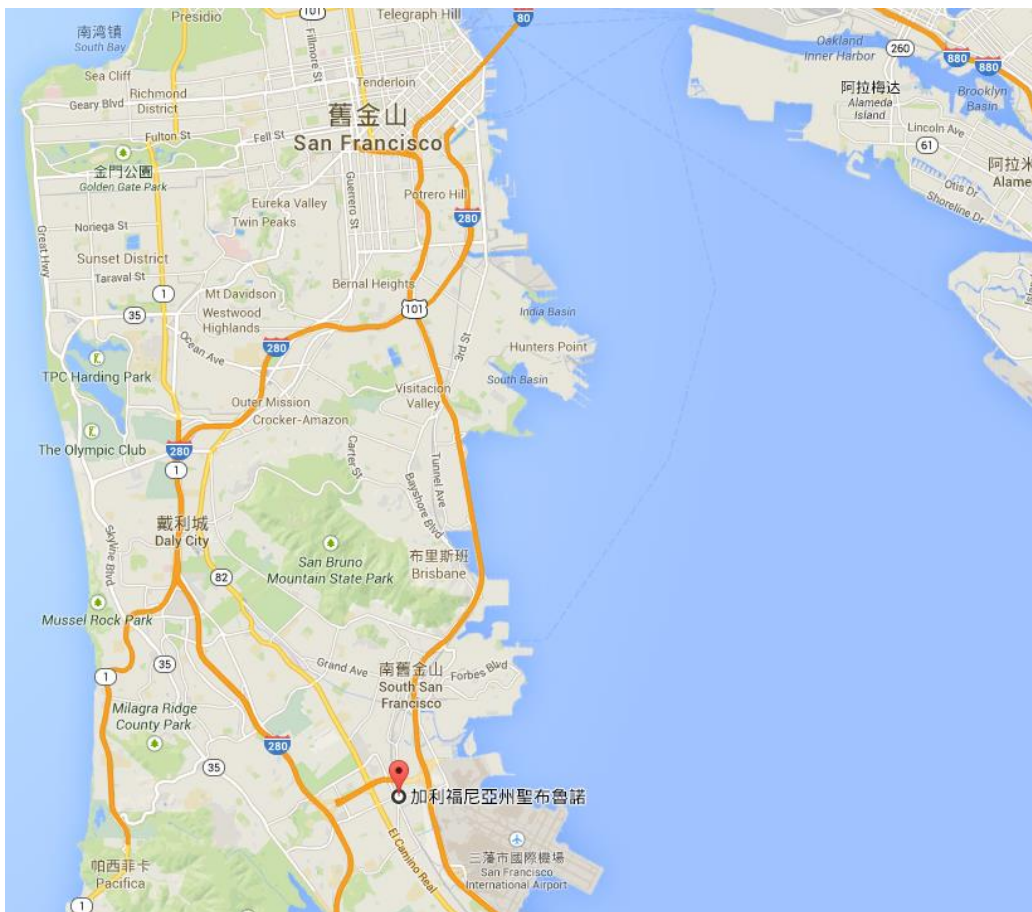


圖97 美國加州聖布魯諾位置圖

資料來源: google map¹¹⁶



圖98 美國加州聖布魯諾爆炸範圍圖

資料來源：赫芬頓郵報¹¹⁷

(二) 災情描述

本次天然氣管線爆炸地點位於美國加州舊金山郊區的聖布魯諾市，9日下午6時一家太平洋煤電公司（PG&E）所屬的一條30英寸寬的天然氣輸送管道破裂發生爆炸火災，由於現場高溫過高，使得當地消防人員無法接近進行救災工作，因而向加州消防部門請求救災支援，以飛機噴灑滅火物質方式試圖空中滅火，然而直至當地晚間8時左右，工程人員始能將天然氣管道的閘門關閉，此場爆炸大火由各個城市消防人員支援協助通宵救災，直至10日午後，才將火勢完全控制住。其中住宅區受災最嚴重的是Claremont街1600至1700路段、Glenview街900號路段、Earl大道1700號路段、Fairmont街1100

號路段，以及 Concord 路 2700 號路段，總計約造成 53 棟民宅嚴重毀損、120 棟民宅部分受損，同時疏散撤離 200 名民眾(如圖 99 所示)。



圖99 美國加州聖布魯諾爆炸影響範圍圖

資料來源: Los Angeles Times 洛杉磯時報¹¹⁸

太平洋煤電公司 (PG&E) 是美國其中一個最大的天然氣和電力供應商，總部設於三藩市，為北加州和中加州方圓 7 萬平方哩的 1,500 萬居民服務，其地下天然氣管道長達 6,700 多哩。太平洋煤電公司在爆炸案發生兩周後，公布了服務範圍內 100 個最危險天然氣管道位置，並表示此次爆炸的天然氣管道不屬於名單內 (如圖 100 所示)。

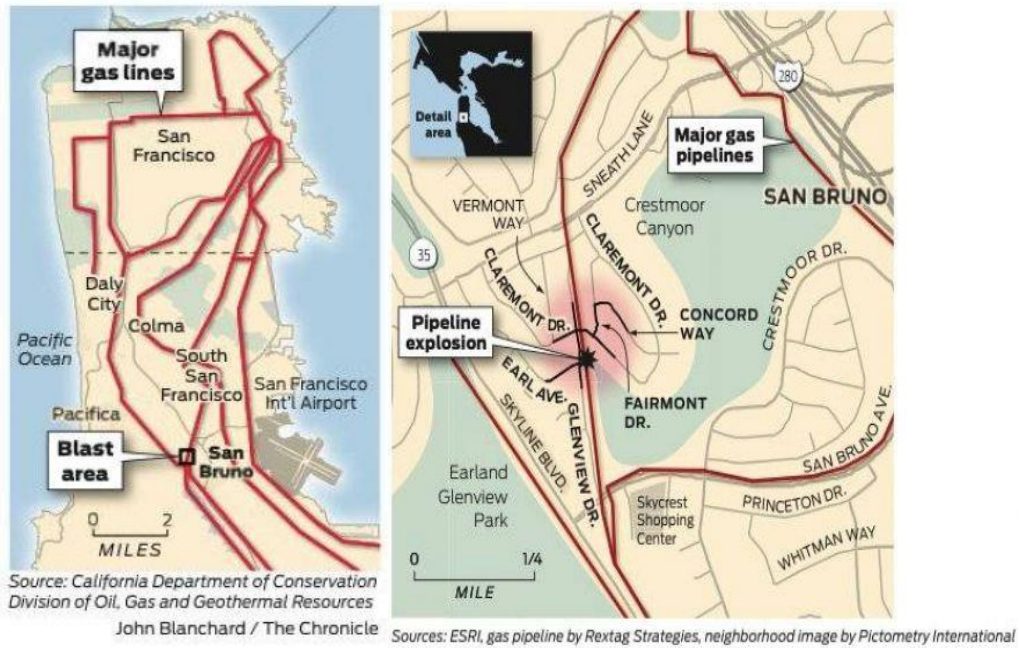


圖100 美國加州主要天然氣管道範圍圖

資料來源：舊金山紀事報¹¹⁹

然而，美國國家運輸安全委員會在大爆炸事發一年後公布的調查顯示，太平洋煤電公司修建的天然氣管道焊接不達標準且管道老化、安全檢查程序也不充分，種種原因導致此次爆炸事件之發生(如圖 101 所示)。在 2013 年 5 月 6 日，加州公共事業委員會安全和執法部門提出 22.5 億的天價罰款單，希望太平洋煤電公司吸取教訓。





圖101 聖布魯諾爆炸受災地區情形

資料來源：洛杉磯時報¹²⁰、赫芬頓郵報¹¹⁷、僑報網¹²¹、大紀元¹²²

(三) 政府之應變作為

1. 封鎖受災區，加州代理州長馬爾多納德(Abel Maldonado)立即至受災地區視察，並宣布災區進入緊急狀態，警方並也設置封鎖受災區，不允許公眾進出，動員州府之資源與人力全力進行救災。

2. 聖布魯諾市消防局局長海格(Dennis Haag)表示，聯邦、州和多個城市的消防部門均已出動動員，在受災地區的封鎖線內，只允許警察局、消防局、公用事業局以及太平洋煤電公司維修人員之進出，出動了 60 輛車救火，包括 21 輛當地消防局的救火車、18 輛加州救火車、20 輛加州緊急處理局的車輛，以及 4 架空中滅火機。並已動用人員和動物同時進行搜救工作。
3. 政府設立了緊急聯繫電話以供民衆查詢，並將民眾緊急疏散到 Tanforan 和 Bayhill 購物中心安置災民(如圖 102 所示)。





圖102 聖布魯諾爆炸救災行動情形

資料來源:洛杉磯時報¹²⁰、赫芬頓郵報¹¹⁷、舊金山紀事報¹¹⁹、聖荷西水星報¹²³

(四) 致災原因研判

1. 管道長年缺乏維護及檢查工作，政府監管不足。

事發一個月後，美國國家運輸安全委員會表示多項調查均發現，太平洋煤電公司(PG&E)在管道維護和檢查方面皆有許多問題，缺乏維護管線老化，導致此次天然氣輸送管道破裂爆炸而引發大火，且加州及聯邦政府監管不力也難辭其咎。

2. 地下基礎設施超過使用年限，未適時進行更換。
3. 民眾對於埋在社區下的輸氣管道缺乏認知，也間接導致了安全事故發生。

(五) 可借鏡之處

1. 由於此次事件係為管線老舊缺乏維護工作，因此對於管線維護作業上應加強設置相關管道監控監測設備中心，以提供管道即時訊息，並設有專責人員進行系統監測及維護工作。
2. 當地科技公司思科系統公司（Cisco Systems）和 Google 公司分別派出緊急應變小組以提供緊急通信及地理測繪信息，作為災民及附近周遭民眾相關資訊及需求。

表14 全球近 20 年國際重大油氣爆炸事故綜整表

發生日期	事件地點及概述
1995 年 4 月 28 日	南韓大邱市瓦斯氣爆事件，起因地鐵 1 號線施工現場工程人員開挖時誤觸瓦斯管線，瓦斯外洩隨即引發大規模氣爆，造成 101 人死亡（包含 42 名學生）、202 人受傷，波及周邊將近 350 棟建築，其中包括了一所嶺南中學。
1998 年 10 月 18 日	奈及利亞尼日河三角洲地帶油管爆炸，疑似管線缺乏保養而被一根香菸不慎引爆，導致超過 700 名村民死亡。奈國類似悲劇屢見不鮮，而這場爆炸是死傷最慘重的一次。
2004 年 3 月 16 日	俄羅斯北部阿漢格斯克一棟公寓因煤氣大量洩漏而引發爆炸，導致 58 人死亡。公寓內共有 30 多家住戶，居住人數為 60 多人，鄰近兩棟房屋也嚴重受損，所有住戶被疏散。
2004 年 5 月 11 日	英國蘇格蘭格拉斯哥一座 4 層樓高的塑膠工廠因煤氣管道破裂外洩發生大爆炸，造成 9 人死亡 37 人受傷送醫，其中 15 人重傷。
2004 年 7 月 30 日	比利時首都布魯塞爾西南方 50 公里處的阿特（Ath）附近天然氣管線煤氣外露引發爆炸，導致 23 人（包含 5 名消防員及 1 名警員）和 120 人受傷。
2010 年 6 月 29 日	義大利維亞勒久有兩節裝滿可燃氣的列車車廂在脫軌後爆炸，鐵路旁邊 10 多戶住宅被爆炸殃及，2 戶住宅被完全燒燬，其中一棟樓房有 18 人死亡，此次災害總計造成 33 人死亡 50 人受傷，該區被列為緊急區域，疏散了約 1 千名居民。

2010年9月9日	美國加州聖布魯諾天然氣外洩爆炸事件，造成8死30傷，燒毀53棟民宅，另有120棟民宅受損，疏散民眾200人。災害發生原因是一輛挖土機施工不慎，導致太平洋瓦斯電力公司(PG&E)的瓦斯管線破裂而引起。
2011年2月10日	美國賓州艾倫鎮發生奪命燃氣管爆炸，造成5人死亡，47幢民房受損，其中8幢全毀。涉事燃氣管道已使用83年。
2012年11月10日	美國印第安納州印第安納波利斯南部一處住宅區發生巨大爆炸，造成2人死亡20餘人受傷，波及周邊31棟民宅，3里外的民宅都能感覺到震動，超過2百人撤離當地。損失估計440萬美元，爆炸原因為天然氣氣爆。
2012年11月23日	美國麻薩諸塞州春田市(Springfield)市中心發生用戶天然瓦斯爆炸，摧毀兩棟建築，總計42棟建築受損，造成21人受傷，包括12名在現場處理瓦斯外洩的消防員，所幸無人死亡。
2013年8月16日	阿根廷羅薩利奧一棟10層樓公寓大廈因天然氣外洩爆炸，造成22死60餘傷。爆炸發生不久前，有住戶已經聞到瓦斯外漏，並且報警，當地天然氣公司緊急關閉瓦斯供應，沒想到還是發生氣爆悲劇。
2013年11月22日	大陸山東省青島輸油管道爆炸，管道公司和工程人員在清理油污過程中發生爆炸，造成62人死亡、136人受傷。中國石油化工股份有限公司(中石化)表示，對爆炸事故造成的直接經濟損失人民幣7.5億元(新台幣約37億元)承擔相應賠償責任。
2014年3月12日	美國紐約哈林區公寓氣爆，炸毀兩棟公寓，造成8人死亡，超過70人受傷。這起意外與紐約市老舊的輸送管線有關，紐約的瓦斯及自來水輸送管線有些是建於1800年代，距今至少已127年。

十七、2014年8月3日中國雲南魯甸地震事件

(一) 事件描述

2014年8月3日下午4點30分10秒於中國雲南省昭通市魯甸縣境內(北緯27.1度,東經103.3度)發生芮氏規模6.5強烈地震,震源深度距離地表12公里屬淺層地震,震央位在昭通市魯甸縣龍頭山鎮,距離昭通市區約49公里,此外昆明、重慶、成都、西安等地區亦都能明顯感受到震度,地震後4小時,餘震共發生165次(如圖103、圖104及圖105所示),中國地震專家表示此次魯甸強震是雲南18年來最強烈的地震,其國家救災應急響應等級為I級。

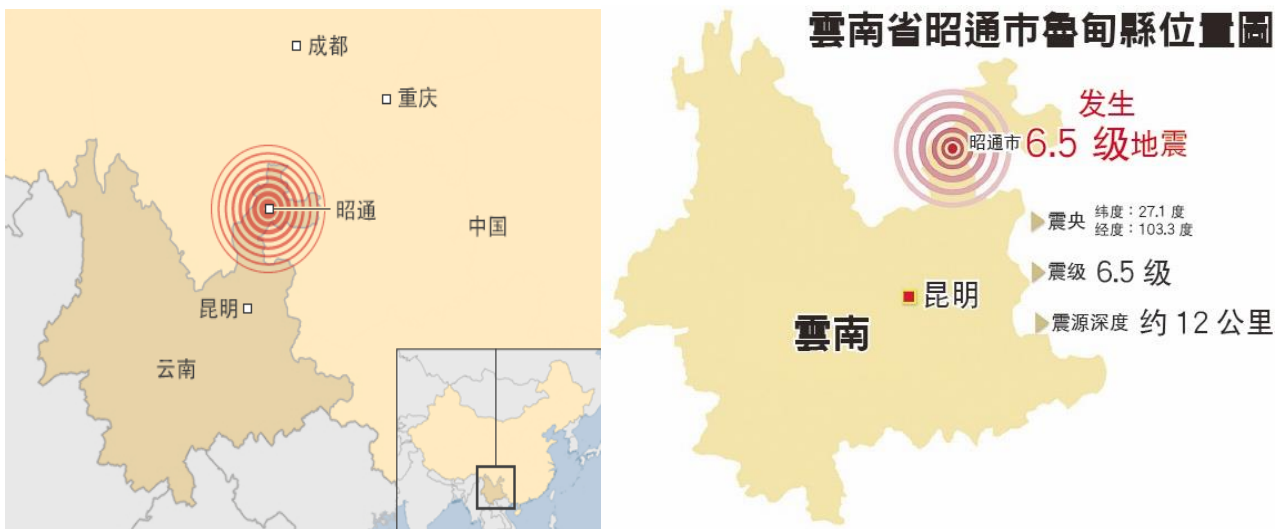


圖103 雲南省昭通市魯甸縣地震位置圖

資料來源: BBC 中文網¹²⁴

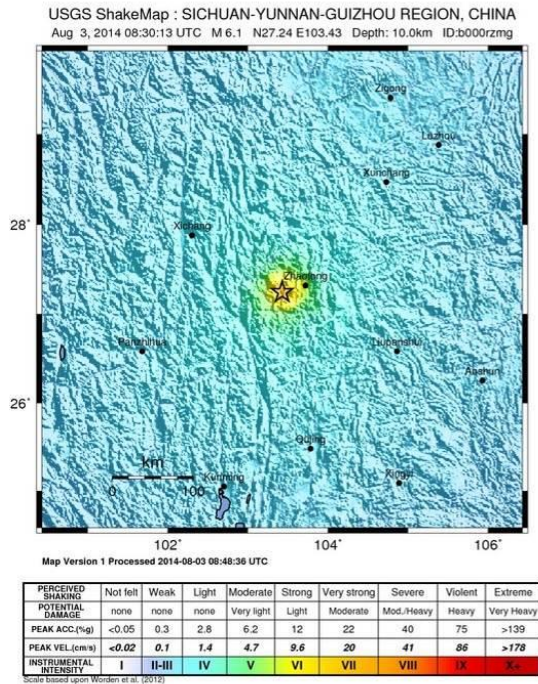


圖104 魯甸地震等震度圖

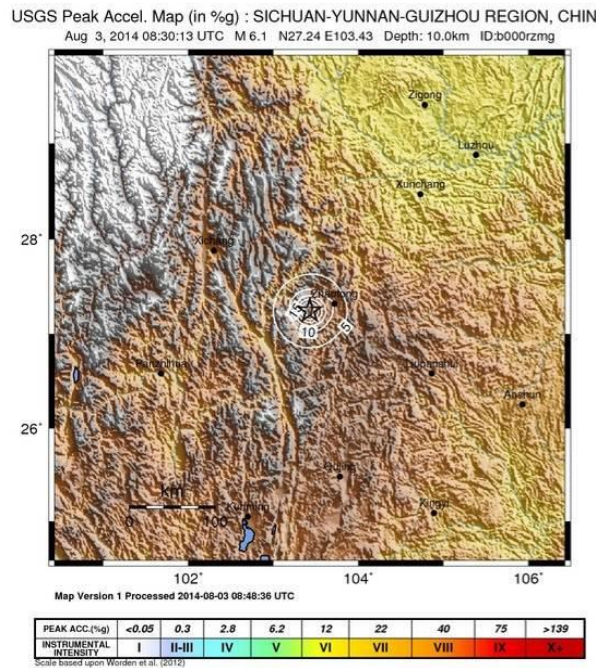


圖105 魯甸地震最大地表加速度圖

資料來源：美國地質調查局(USGS)¹²⁵

(二) 災情描述

此次地震屬於淺層地震，且因為震央人口密度大，導致受災及死傷情況嚴重，龍頭山鎮龍泉村受災最嚴重，村莊的房屋全部倒塌，整個村基本上全毀。從沙壩村到龍頭山集鎮 7.5 公里的距離，交通全面癱瘓，到處都是廢墟。地震已造成昭通市魯甸縣、巧家縣、昭陽區、永善縣和曲靖市會澤縣 108.84 萬人受災，617 人死亡，112 人失蹤，3,143 人受傷，22.97 萬人緊急避難安置，2.58 萬戶共 8.09 萬間房屋倒塌，4.06 萬戶共 12.91 萬間房屋嚴重損壞，15.12 萬戶共 46.61 萬間房屋一般損壞。

魯甸地震引發正在建設的紅石岩水電站上游河段一處山體滑坡，

導致牛欄江堵塞形成堰塞湖，當地有 800 名村民生命財產安全受到威脅，該河段水位以每小時 1.1 公尺速度持續上漲，會澤縣已有 54 間房屋因水淹沒倒塌、11 戶房屋進水情形，危險區群眾已全數撤離，魯甸縣相關水利專家已至堰塞湖區域開展技術處置（如圖 106 所示）。



圖106 雲南省昭通市魯甸縣地震災區情形

資料來源：星洲日報¹²⁶、新華網雲南頻道¹²⁷、CRI 國際在線¹²⁸

(三) 政府之應變作為

國家主席習近平第一時間作出重要指示，要求當前把救人放在第一位，努力減少人員傷亡，妥善做好群眾安置工作，相關單位應徹底了解災情，組織民眾避險，全力投入抗震救災，並加強餘震監測預報，密切防範二次災害發生，並指示國家減災委秘書長、民政部副部長姜力率有關部門組成的國務院工作組趕赴地震災區代表黨中央、國務院慰問災區群眾，指導救災工作。

另國務院總理李克強、副總理汪洋災後亦徒步 5 公里前往受災最嚴重之震央龍頭山鎮龍泉村勘察災情，慰問受災民眾及搶救人員。國務院總理並指示要求有關部門應盡力搶救被掩埋和受傷人員，提出必須確保受災民眾“四有”：有飯吃、有衣穿、有乾淨水喝、有臨時安全住所，並保障救災物資、人員運輸和通訊暢通，維護災區社會秩序（如圖 107 所示）。



圖 107 中國國務院總理前往災區勘察及指揮救災

資料來源：CRI 國際在線¹²⁸

根據雲南魯甸地震災情發展和《國家自然災害救助應急預案》，按照國務院領導指示，國家減災委已於8月4日11時決定將國家救災應急響應等級提升至I級，持續針對魯甸地震災區做好救災工作。

雲南省公安局已調動1.1萬名警力參與救援及交通疏導工作，又對通往災區的道路實施交通管制，確保救災道路暢通，並派出解放軍和武警部隊7千餘兵力在魯甸災區抗震救災，中國國防部亦公佈武警黃金部隊抽調6名地質專家組成先遣救援隊，攜帶四旋翼無人機趕往雲南受災現場（如圖108所示）。



圖108 雲南魯甸地震各地救災人員前往災區救援情形

資料來源：新華網雲南頻道¹²⁷、CRI 國際在線¹²⁸、中新網¹²⁹

國家測繪地理信息局立即啟動緊急調派4個無人機組前往災區進行製作雲南魯甸地震震後受災地區影像圖及三維動態高解析度影

像圖（如圖 109 所示），圖上可清晰判讀出房屋損毀、道路受阻、山體塌方、水位上漲及堰塞湖等情況。國家測繪地理信息局並已將首批影像數據提供給中央辦公廳、國務院辦公廳、國務院應急辦、水利部、中國地震局等部門及單位，以作為抗震救災指揮決策、搶險救災、災情評估及災害分析等救災之需求。

云南鲁甸6.5级地震震后牛栏江（鸡冠山段）影像图



云南鲁甸牛栏江（红石岩段）震前震后对比图

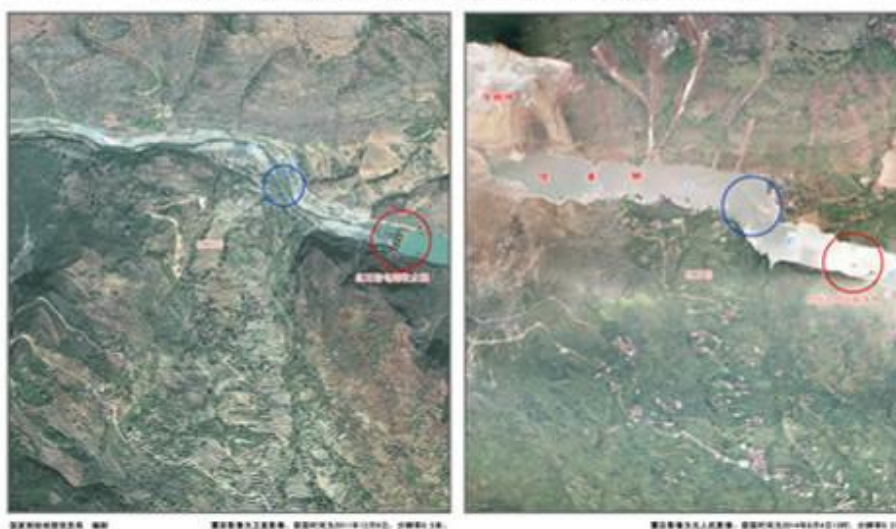


圖109 雲南魯甸地震震後首批無人機高分辨率影像圖

資料來源：中國國家測繪地理信息局¹³⁰

(四) 致災原因研判

1. 此次地震震級大且為淺源地震，震源深度僅有 12 公里，震央魯甸縣位於雲南省東北部人口密度每平方公里 265 人，為全省平均值的 2 倍人口密度極高，又當地經濟水平不高，屬國家級貧困縣，縣內農村房屋以磚混合土木結構為主，普遍未經抗震設防，部分房屋以土牆承重且老舊，抗震性能差，係導致此次魯甸地震造成大量人員傷亡及災害損失嚴重之主要原因（如圖 110 所示）。
2. 位於地震帶上，本次地震震央位於魯甸縣龍頭山鎮，處於昭通魯甸斷裂帶，震區 200 公里範圍內歷史上規模 5 以上地震紀錄有 44 次，在 2013 年震區 100 公里範圍內發生有 3 次規模 5 以上地震。
3. 災區地形崎嶇、構造複雜且地層破碎，又正值雨季，導致山坡落石、滑坡及土石流，而形成堰塞湖等情形，導致二次災害之發生（如圖 111 所示）。



圖110 魯甸當地房屋抗震性能不佳



圖111 魯甸地震致堰塞湖上方山體滑坡

資料來源：CRI 國際在線¹³¹

(五) 可借鏡之處

1. 中國雲南昭通地震局和成都高新減災研究所聯合建設的地震預警系統成功預警，為昭通市區和昆明分別提供 10 秒、57 秒預警。預警按照預估烈度大於 3.0 度的原則，觸發了分布在雲南昆明、昭通、麗江、四川宜賓、涼山、樂山等地的 26 所學校的警報。地震預警是指地震在震中發生時，破壞性地震波在到達預警目標前，利用電波比地震波快的原理，在災難到來前幾秒到幾十秒給出警報的技術。
2. 此次地震當各方全力開展救援工作的同時，由於災區道路受阻，加上持續性的暴雨，導致救援車輛和物資無法進入之情形。在此，考量部分資源較缺乏之偏遠地區可能因震後道路橋樑中斷，使得救災物資、機具無法及時送達災區，建議平時應做好擬訂物資儲備機制，與民間簽訂民生物資及機具相關開口合約，俾利受災時能即時提供民生必需用品，及大型搶修搶險機具之支援。
3. 落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

十八、2014 年新店氣爆事件

表15 新店氣爆災害事件概要表

新店氣爆災害事件	
氣爆發生時間	2014 年 8 月 15 日 11 時 46 分
氣爆發生地點	新北市新店區安康路二段 159 巷 1 號 3 樓之 2 「永保安康社區大樓」A 棟
人員傷亡	3 人死亡；14 人受傷 (分別送往新北市慈濟、耕莘、雙和，及臺北市萬芳、馬偕等鄰近醫院)

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心¹³²

(一) 事件描述

2014 年 8 月 15 日 11 時 46 分，新北市新店區安康路「永保安康社區大樓」2 段 159 巷 1 號 3 樓之 2 (A 棟) 民宅發生氣爆事件，氣爆發生後周邊碎片散落數 10 公尺遠，市府消防局立即派遣安康消防分隊等單位，大量人力前往搶救並疏散住戶約 60 名，經歷約 1 小時灌救，火勢於 13 時 19 分熄滅、14 時 38 分殘火處理完畢。在發生氣爆前一日 2014 年 8 月 14 日 15 時住戶曾向瓦斯公司反映聞到疑似瓦斯味，瓦斯公司僅簡單處理，並表示是沼氣問題。本次氣爆事件截止 9 月 15 日共造成 3 死 14 傷 (如圖 112、圖 113 所示)。



圖112 新店氣爆災點位置示意圖

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心¹³²

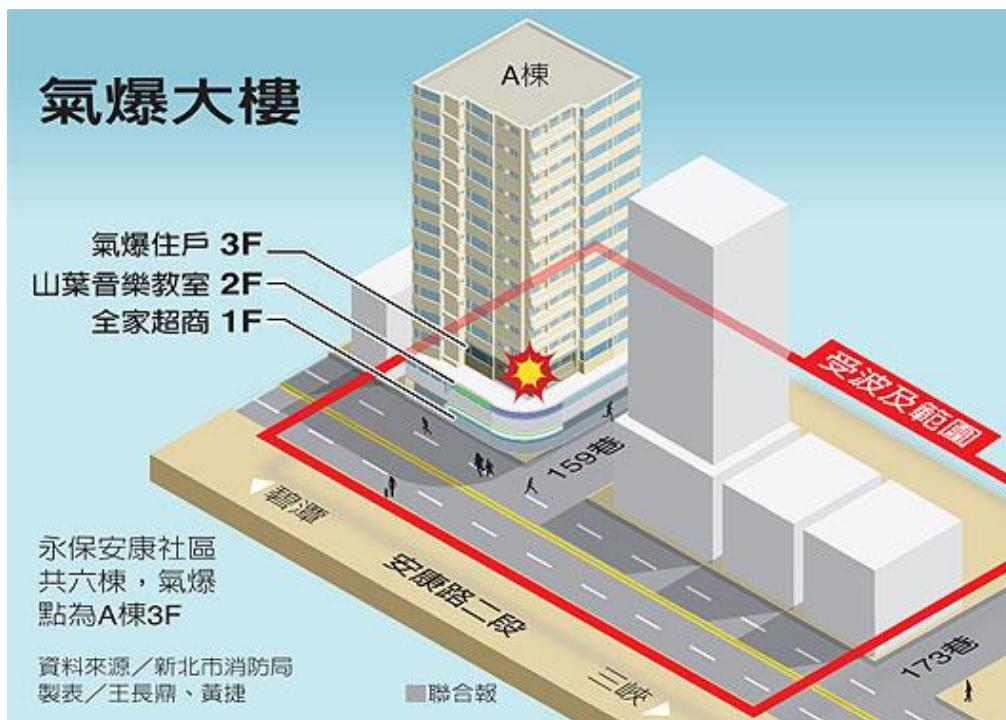
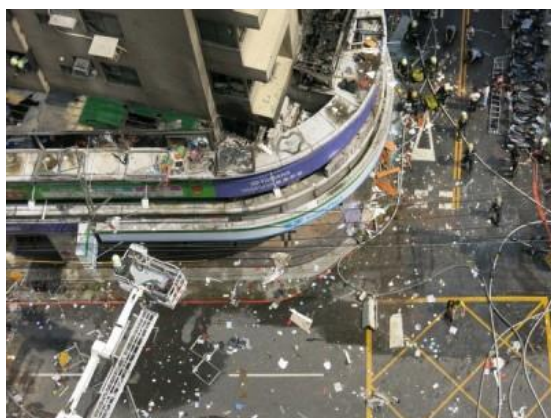


圖113 新店氣爆影響範圍圖

資料來源：華夏經緯網¹³³

(二) 災情描述

本次災害事件主要為永保安康社區大樓 A 棟 2 段 159 巷 1 號 3 樓之 2 民宅發生氣爆，8 月 17 日經由市府消防局、工務局、經發局、新店區公所、欣欣瓦斯公司及台電公司等單位，共分 7 組進行社區 A 棟 69 戶災損勘查，除起爆戶外，其餘 68 戶皆在當日完成勘查工作，經統計有 6 戶無災損，62 戶需向欣欣瓦斯公司協議和解事宜。另周遭居民玻璃受損情形，如高鮮屋社區、品質寶鎮社區等住戶破損玻璃之清除及修繕共 76 戶，截至 9 月 11 日已完成賠償支付金額有 65 戶，餘 11 戶已簽署和解書，俟收據確認後支付賠償金（如圖 114 所示）。



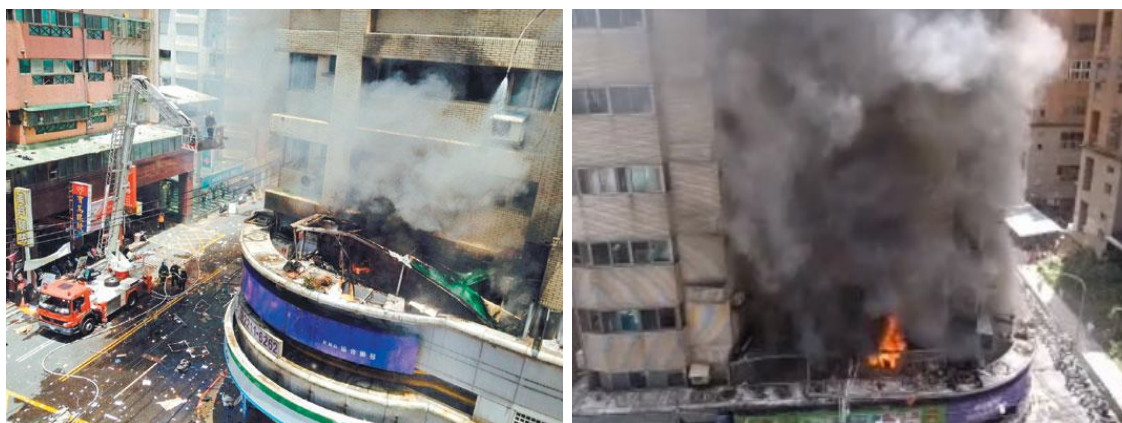


圖114 新北市新店區永保安康社區大樓氣爆後災損情形

資料來源：華夏經緯網¹³³、新店永保安康社區氣爆事件現場聯合服務中心工作報告書¹³⁴、自由時報¹³⁵、新唐人網¹³⁶

自 8 月 15 日氣爆事件發生日起至 25 日聯合服務中心撤除期間，有關支出慰問金與救助金發放金額計新臺幣 409 萬 8700 元，環境清理及消毒除臭、公共設施修繕復原等相關工作部分，累計支出金額約計 515 萬 2000 元，總計金額為 925 萬 700 元。

(三) 政府之應變作為

氣爆事件發生市府獲報後立即出動各式消防車及救護車輛共 43 輛、消防及義消人員共 133 名前往災害現場搶救，11 時 55 分轄區安康分隊抵達現場，立即佈署水線搶救，同時疏散民眾約 60 名，經歷約 1 小時灌救，火勢於 13 時 19 分熄滅、14 時 38 分殘火處理完畢(如圖 115 所示)。衛生局亦第一時間調派 1 名醫師、2 名護理人員及通知民間救護車 13 輛至現場協助救災，受傷民眾也分別由救護車送往新北市耕莘、雙和、慈濟，及臺北市萬芳、馬偕等鄰近醫院。氣爆當天副市長侯友宜接獲通報後立即前往災害現場關心災情，在社會局陪

同下，前往醫院慰問因氣爆受傷的住戶，並發放慰問金；政府相關處
置過程如圖 116 所示。



圖115 新店氣爆救災工作情形

資料來源：蘋果日報¹³⁷、中央通訊社¹³⁸、中時電子報¹³⁹、自由時報¹³⁵



圖116 新店氣爆災點位置示意圖

資料來源：臺大氣候天氣災害研究中心整理¹³²

本次氣爆事件自 8 月 16 日上午 9 時，市府於現場成立聯合服務中心（至 25 日 18 時撤除期間，共召開 1 次專案會議及 12 次災後復原協調會），協助受災戶進行家園清理及復原工作，並於上午 10 時 30 分由市長主持氣爆事件後續處置作為專案會議，要求市府消防、警察、工務、環保、經發、社會、水利、法制等相關局處及新店區公所全力動員，儘速確認事故原因，協助居民清理家園、恢復正常供水、電、氣，以及支應醫療、安置及修復費用，俟未來釐清事故責任後，再由市府代位求償，（如圖 117、圖 118 所示）。



圖117 新北市政府聯合服務中心開設情形

資料來源：新店永保安康社區氣爆事件現場聯合服務中心工作報告書¹³⁴



圖118 新北市政府災後復原協調會會議情形

資料來源：新店永保安康社區氣爆事件現場聯合服務中心工作報告書¹³⁴

16日10時檢察官抵達災害現場勘察，20時檢察官勘驗完畢後隨即解除封鎖（如圖119所示），市府相關工作人員立即進行環境清理及復原工作，前述工作包括：社區A棟大樓外(內)牆、管道間、天花

板、地板、牆面油漆、消防設備等公共設施之復原，A棟電梯修復及汰換各1座，修復23戶住戶家門，A棟外牆清洗與破損磁磚拆除重貼，垃圾清運及消毒除臭作業，恢復全社區供水、電、天然氣，鄰近住戶玻璃受損修繕，慰問金及救助金發放，以及追蹤並協助A棟69受災戶與欣欣瓦斯公司達成賠償和解等工作；復原工作直到8月25日大致完成社區恢復供水、電、天然氣及A棟大樓公共空間設施及外牆修復後，現場聯合服務中心撤除，未成完事項後續則由新北市災害防救辦公室持續追蹤管制，災後復原工作情形，如圖120所示。



圖119 新店氣爆檢方現場調查情形

資料來源：臺灣導報¹⁴⁰、NOWnews 今日新聞網¹⁴¹





圖120 新店氣爆災後復原工作情形

資料來源：新店永保安康社區氣爆事件現場聯合服務中心工作報告書¹³⁴

本次氣爆所收容安置人數統計，在 A 棟 69 戶中，其中 15 戶由新店區區公所安置於旅館內、2 戶另有自宅，其餘採依親方式辦理。衛生局派遣心理諮詢師進駐社區提供住戶精神撫慰，法制局派遣消保官協助住戶與欣欣瓦斯公司進行財損和解補償協商。

(四) 致災原因研判

1. 天然氣事業單位在管線維護和檢查方面存在許多問題，可能造成缺乏維護管線老化，導致此次氣爆原因之一，市府相關單位在監管方面應積極進行作業。
2. 長期忽略災害發生的可能性，民眾對於居家附近的管線缺乏認知，也間接導致了災害事故之發生。

(五) 可借鏡之處

1. 天然氣事業單位應提升檢查管線之頻率。

天然氣事業單位倘若未來在檢查瓦斯管線時，如因違建物或住戶阻撓致無法檢查時，應先與該住戶妥善溝通，溝通無效時，則聯繫該社區管委會、里長或警察單位偕同到場進行協調，倘仍窒礙難行者，則向市府工務局舉報並進行排拆工作。

2. 儘速啟動受災戶慰問及安置工作。

地方政府應於各種災害發生時，儘速啟動社工人員至醫院、住戶或其投宿場所進行慰問工作，另災民安置方式（設於旅館或活動中心）應與各區公所妥適協調，達成共識，俾利災時能迅速提供受災戶一安全之臨時收容處所。

3. 成立現場前進指揮所、協調所或聯合服務中心時，組織分工及工作內容制度化。

由於現場布置所需相關軟硬體設備，應事先完成規劃與採購，以利該所（或中心）成立當下能立即順利運作。

補充說明

高雄市於 7 月 31 日晚間發生嚴重氣爆事件，為因應及防止類似災害發生，新北市災害防救辦公室分別於 8 月 1 日 9 時、8 月 2 日 15 時及 8 月 4 日 9 時邀集相關單位針對危險物質場所及管線進行安全檢查，並強化災時通報與應變機制，同時要求各權管局處自 8 月 1 日起辦理各場所安全檢查措施。目前新北市相關災害通報及應變機制，如圖 121 所示；另有關新北市政府消防局搶救瓦斯外洩及危害物質災害處理流程，分別如圖 122、圖 123 所示。

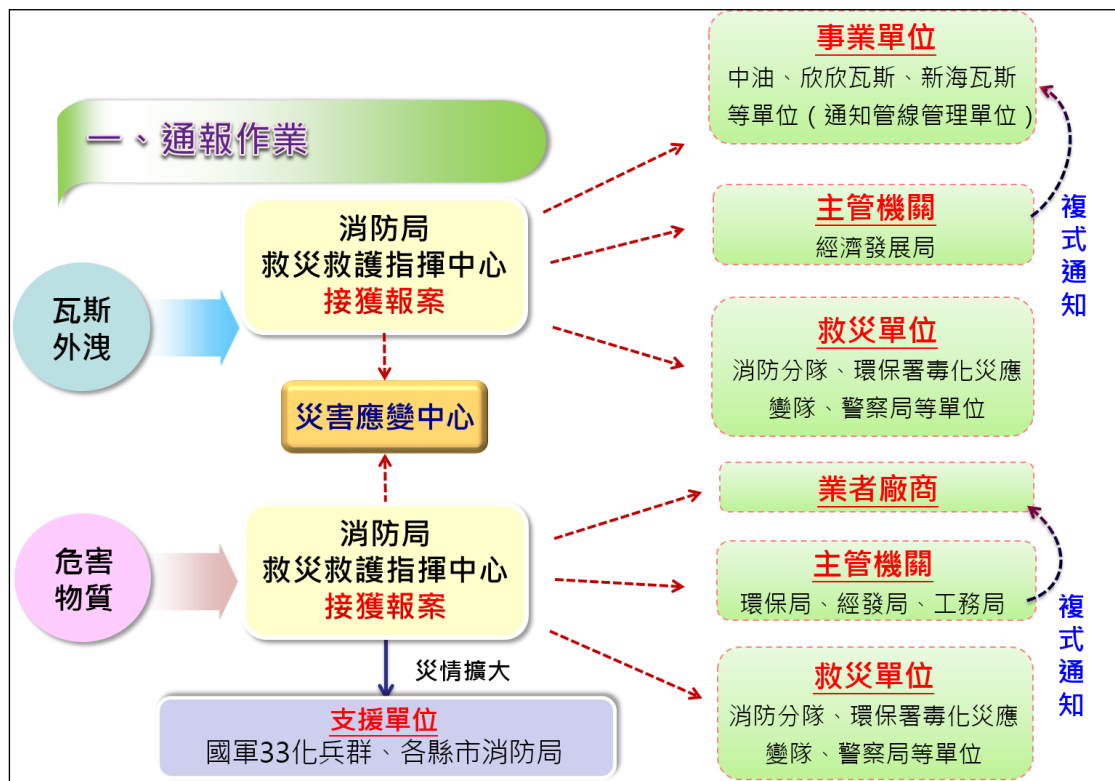


圖121 新北市災害通報及應變機制示意圖

資料來源：新北市強化危害物質場所安全檢查及災時通報應變機制簡報¹⁴²

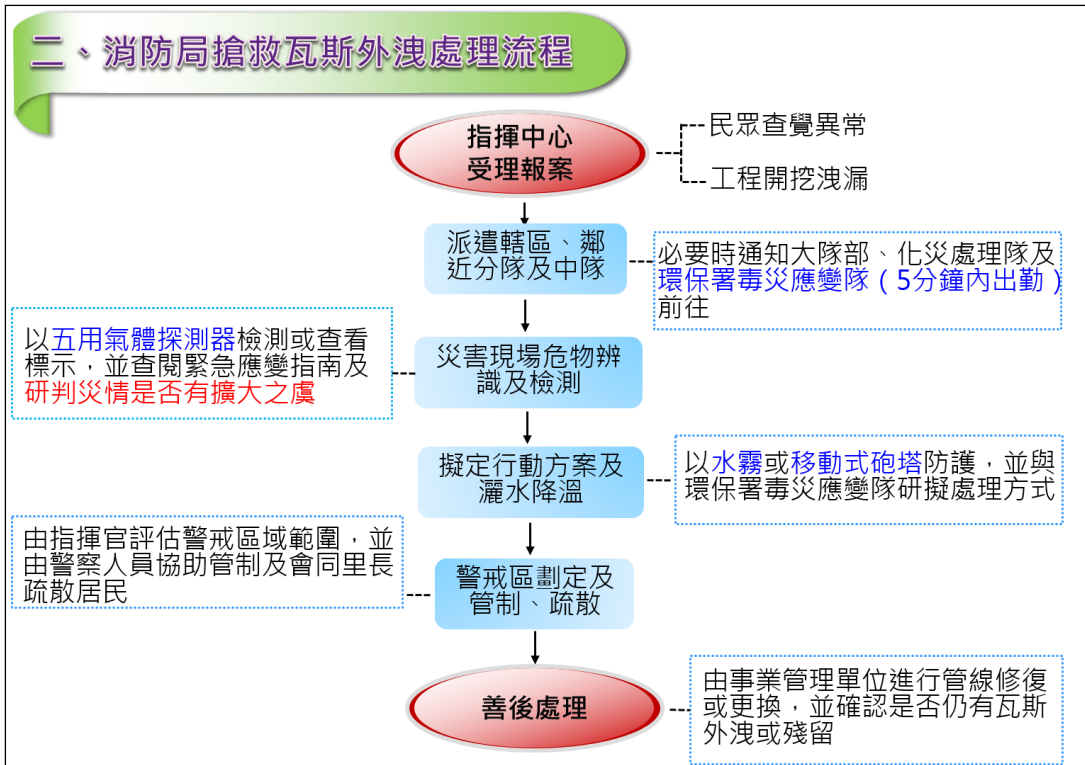


圖122 新北市消防局搶救瓦斯外洩處理流程圖

資料來源：新北市強化危害物質場所安全檢查及災時通報應變機制簡報¹⁴²

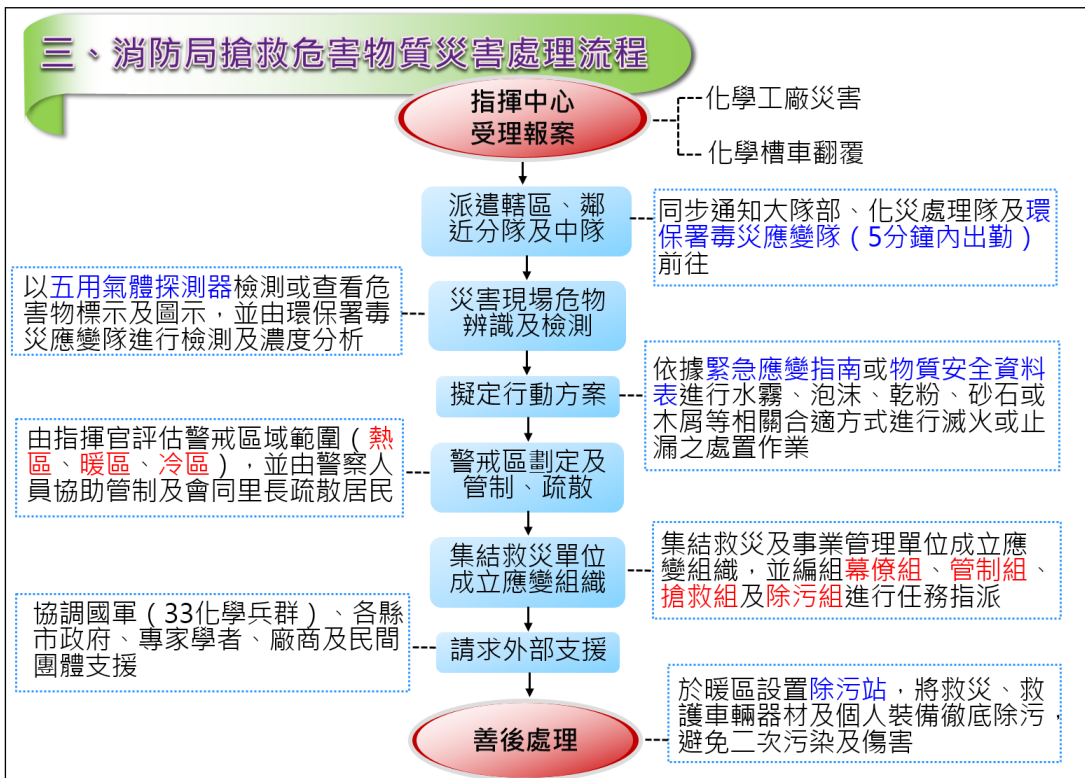


圖123 新北市消防局搶救危害物質災害處理流程圖

資料來源：新北市強化危害物質場所安全檢查及災時通報應變機制簡報¹⁴²

目前新北市建置道路挖掘業務管理系統，將各類設施及管線進行彙整，並建全管線線路資訊系統，避免誤挖，如圖 124 及圖 125 所示。



圖124 新北市道路挖掘業務管理系統

資料來源：新北市道路挖掘業務管理系統¹⁴³



圖125 新北市供氣系統管線分布圖

資料來源：新北市道路挖掘業務管理系統¹⁴³

十九、2014年8月19~20日日本廣島土石流

(一) 事件描述

8月19日鋒面系統自黃海逐漸東移，20日凌晨強烈對流系統通過日本西部地區，導致凌晨3點20分在廣島市局部短時間強降雨，造成安佐北區可部、安佐南區八木、山本、綠井(如圖126、圖127、圖128所示)等住宅區後山多處坡地發生土石流、土石崩塌以及根谷川地區發生山洪暴發，其中以廣島市安佐南區災情最為嚴重。

廣島市安佐北區最大時雨量達121mm(如表16所示)，已超過月平均降雨量(8月平均降雨量110.8mm)，而20日日雨量達284mm，自1976年以來最大日降雨量。

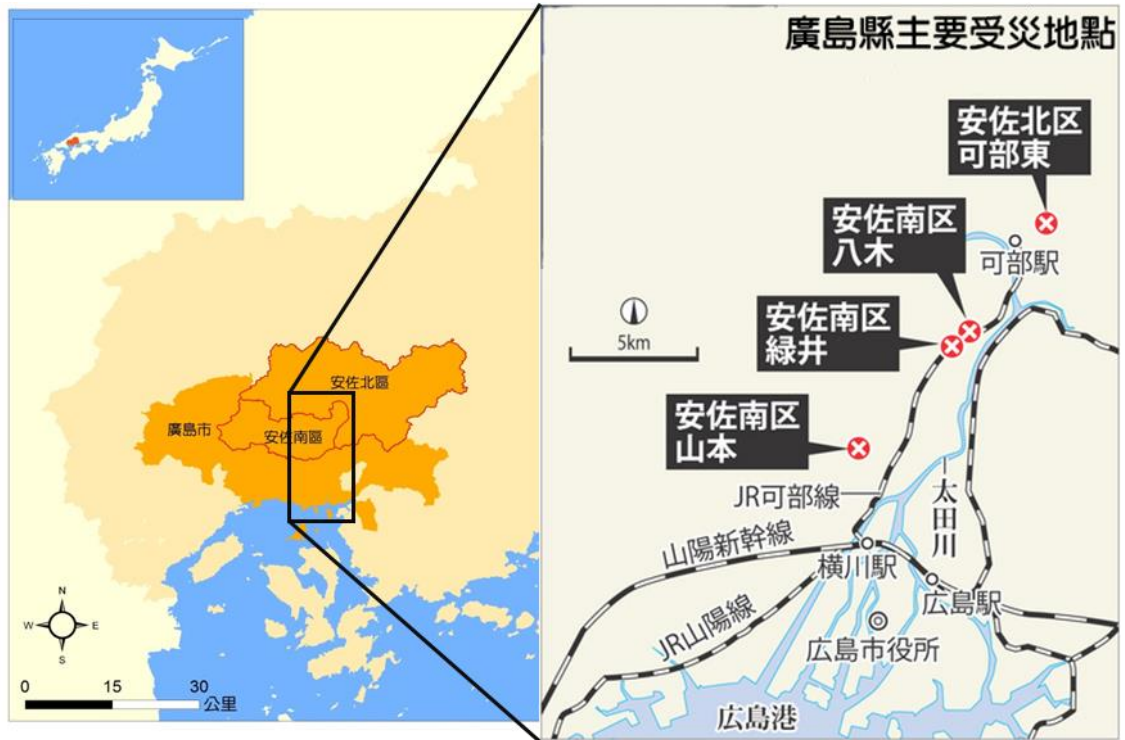


圖126 廣島土石流受災地點位置圖

圖片來源：日本國土地理院¹⁴⁴



圖127 廣島土石流與土石崩落位置圖

圖片來源：朝日新聞¹⁴⁵



圖128 廣島市安佐北區空拍圖

資料來源：每日新聞¹⁴⁶

表16 廣島市 19~20 日累積降雨量

觀測地點所在地 (觀測地點地名)	累積降雨量 8 月 19 日 9:00~8 月 20 日 10:00	1 小時最 大降雨量	最大降雨量觀測 時刻
廣島市安佐北區 (上原)	287mm	115mm	8 月 20 日 4 時 00 分
廣島市安佐北區 (三八東)	284mm	121mm	
廣島市安佐北區 (安佐北區區公所)	264mm	102mm	
廣島市安佐北區 (三八)	256.5mm	101mm	
廣島市安佐北區 (大林(國))	237mm	96mm	
廣島市安佐南區 (高瀨(國))	215mm	87mm	

觀測地點所在地 (觀測地點地名)	累積降雨量 8 月 19 日 9:00~8 月 20 日 10:00	1 小時最 大降雨量	最大降雨量觀測 時刻
安芸高田市 (美土里)	89mm	47.5mm	8 月 20 日 2 時 18 分
廣島市中區 (廣島)	78.5mm	46mm	8 月 19 日 22 時 14 分

資料來源：廣島市災害對策本部第 3 報¹⁴⁷¹⁴⁷

(二) 災情描述

根據廣島市災害對策本部第 68 報統計受災情況(如表 17 所示)安佐南區與安佐北區總死亡人數 74 人、重傷 8 人、輕傷 36 人，總計 118 人；建物損失統計(如表 18 所示)共有 133 棟建物完全損毀、122 棟嚴重損毀、175 棟部分損毀、4,129 棟受到淹水影響；公共設施的部分 14 處攔砂壩受損以及 1 所學校邊坡損壞；生活機能方面，土石流造成 800 戶停電、1066 戶停水。

交通運輸部分：20~21 日國道 54 號佐安南區八木到佐安北區大林區間以及國道 261 號佐安北區禁止通行；公車巴士路線變更，鐵路可部線、綠井車站至可部車站暫停運作，並以公車巴士作為替代交通工具。

表17 廣島土石流傷亡統計表

市町名	死亡	重傷	輕傷	計
廣島市安佐南區山本	2	0	0	2
廣島市安佐南區綠井	14	4	7	25
廣島市安佐南區八木	52	1	19	72
廣島市安佐北區三八	1	0	1	2
廣島市安佐北區可部	5	2	9	16
廣島市安佐北區大林	0	1	0	1
計	74	8	36	118

資料來源：廣島市災害對策本部第 68 報¹⁴⁸

表18 廣島土石流建物損失統計表

市町名	完全損毀	嚴重損毀	部分損毀	建物淹水	計
廣島市安佐南區	100	84	92	3,003	3,279
廣島市安佐北區	32	38	72	1,088	1,230
廣島市西區	1	0	7	20	28
廣島市中區	0	0	1	0	1
廣島市安芸區	0	0	1	0	1
廣島市佐伯區	0	0	1	0	1
安芸高田市	0	0	0	15	15
三次市			1	0	1
福山市	0	0	0	3	3
計	133	122	175	4,129	4,559

資料來源：廣島市災害對策本部第 68 報¹⁴⁸





圖129 廣島土石流各地受災情形

資料來源：廣島新聞¹⁴⁹、CNN¹⁵⁰、每日新聞¹⁵¹、亞洲航測股份有限公司¹⁵²、朝日新聞¹⁵³

(三) 政府之應變作為

災害當天 3 點 20 分發生後(如圖 130 所示)，災後 1 小時，分別針對安佐北區與安佐南區發佈「避難勸告」(相當於臺灣發佈土石流預警之黃色警戒)，首相官邸隨即設置危機管理中心聯絡訊息。災後 4 小時，對安佐南區發佈「避難指示」(相對於臺灣發佈土石流預警之紅色警戒)，8 月 21 日上午，廣島縣的災害對策本部處置報，並於 21 日晚間，災害處置報告統計災民收容安置情況。

8 月 20 日災害發生當天，NHK 即播報收容安置地點之資訊，而且當天也已針對部分地區進行避難指示。廣島縣內所有收容安置場所，皆設在安佐北區與南區，根據廣島市災害對策本部第 15 報統計收容安置(如表 20 所示)發佈避難勸告(黃色警戒)撤離人數 164,111 人、避難指示(紅色警戒)撤離 4,426 人、自主避難 47 人、開設 15 所收容場所；安置 2,072 人。於 22 日後黃色警戒撤離人數與收容安置人數遞減，其原因可能是民眾已返家或依親。9 月 2 日警戒解除後，9 月 9 日因大雨再次發佈黃色警戒，並公布黃色警戒持續撤離區域圖(如圖 131 所示)。

土石流發生於多處區域，災情過大，許多單位皆投入救災，表 6 統計最多投入人數，警消與自衛隊投入約 3,214 人、醫療單位 76 人、公共衛生單位 91 人、兒童支援組 5 人、民間團體共 8 組團體，人員

40 人，搜救犬 32 隻。

為了避免二次災害的發生，土石流專家實施現地調查 9 月 2 日完成調查共 324 個危險區域並進行危險度評價。

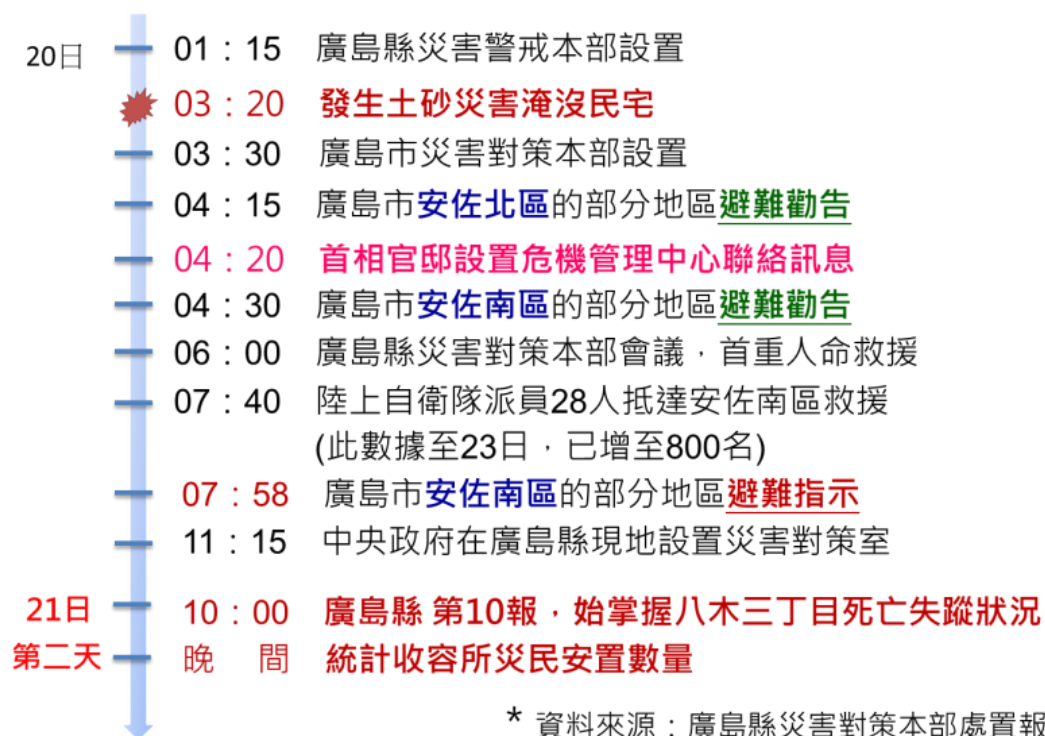


圖130 日本政府應變時間軸

資料來源：國家災害防救中心¹⁵⁴

表19 廣島土石流避難收容人數統計表

最多疏散撤離與收容人數統計(8月22日第15報)	
避難勸告(相當於臺灣發佈土石流預警之 黃色警戒)	164,111人
避難指示(相對於臺灣發佈土石流預警之 紅色警戒)	4,426人
自主避難	47人
收容安置	15所收容場所開設
安置人數	2,072人

資料來源：廣島市災害對策本部第15報¹⁵⁵

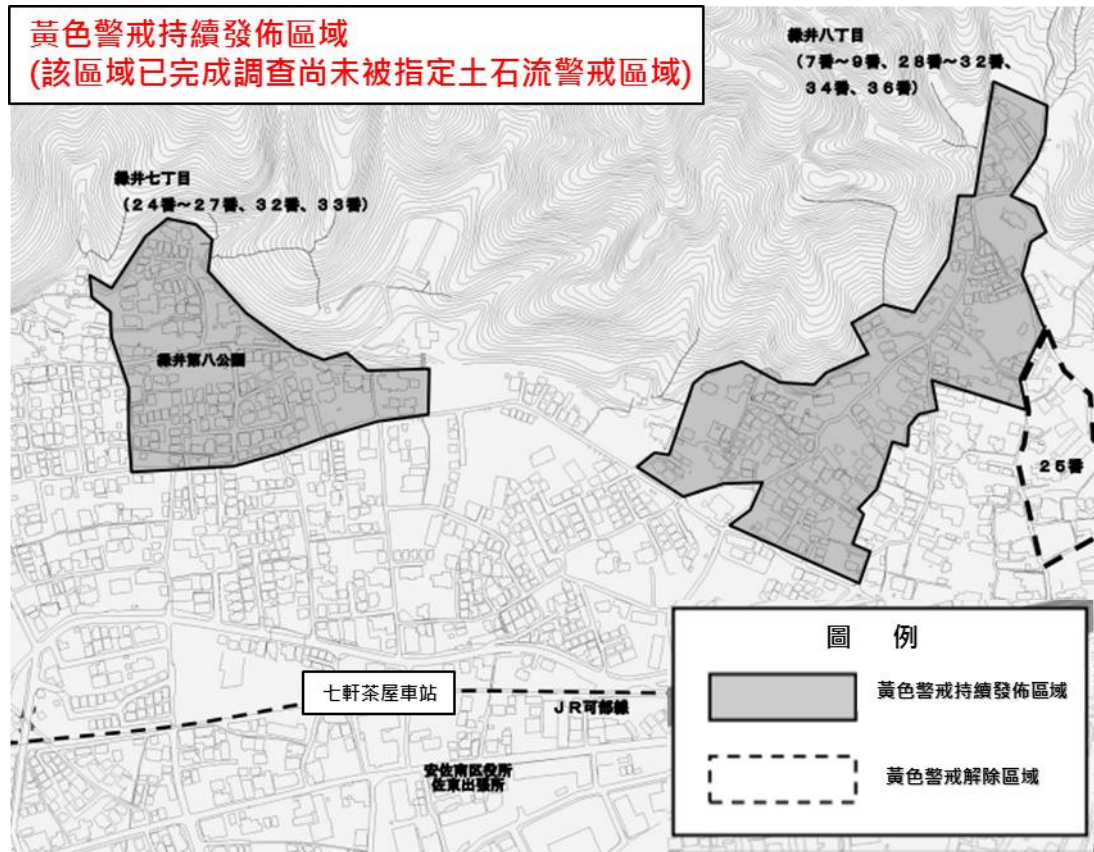


圖131 廣島土石流黃色警戒持續發佈區域圖

資料來源：廣島市役所¹⁵⁶

表20 廣島土石流投入救災單位統計表

救災單位	最多投入人數統計(廣島市災害對策本部第 68 報)
警消、自衛隊等單位	
自衛隊	1,400 人
警察單位	約 1,700 人
縣內消防隊	114 人，車輛 26 台
其他消防隊	202 人，車輛 58 台，直升機 4 架
醫療單位	
災害派遣醫療組	13 組 67 人、救護班 9 人
公共衛生單位(分配各個避難所)	
保健師	29 人
護士	4 人
藥劑師	6 人
牙科醫師	7 人
復健組	12 組 34 人
精神醫療組	3 組 11 人
其他單位	
兒童支援組	5 人
民間團體與搜救犬	8 組團體，人員 40 人，搜救犬 32 隻

資料來源：廣島市災害對策本部第 68 報¹⁴⁸



圖 132 廣島土石流救災行動

資料來源：朝日新聞¹⁵⁷、朝日新聞¹⁵⁸

(四) 致災原因研判

1. 夜間局部強降雨

19日夜間8點到11點平均石雨量約20mm，20日凌晨12點至1點降雨暫時停歇，2點開始降雨，3點到4點時雨量平均達80mm，累積降雨量超過250mm。雨量主要分布在安佐北區(C大林雨量站)與安佐南區(D上原雨量站)，加上廣島縣是最多土石流災害災點的區域，48%的土壤為高嶺土，含有水分時易流失、崩裂降低強度及承載力，詳細之降雨量與土石流空間分布圖詳圖133所示。

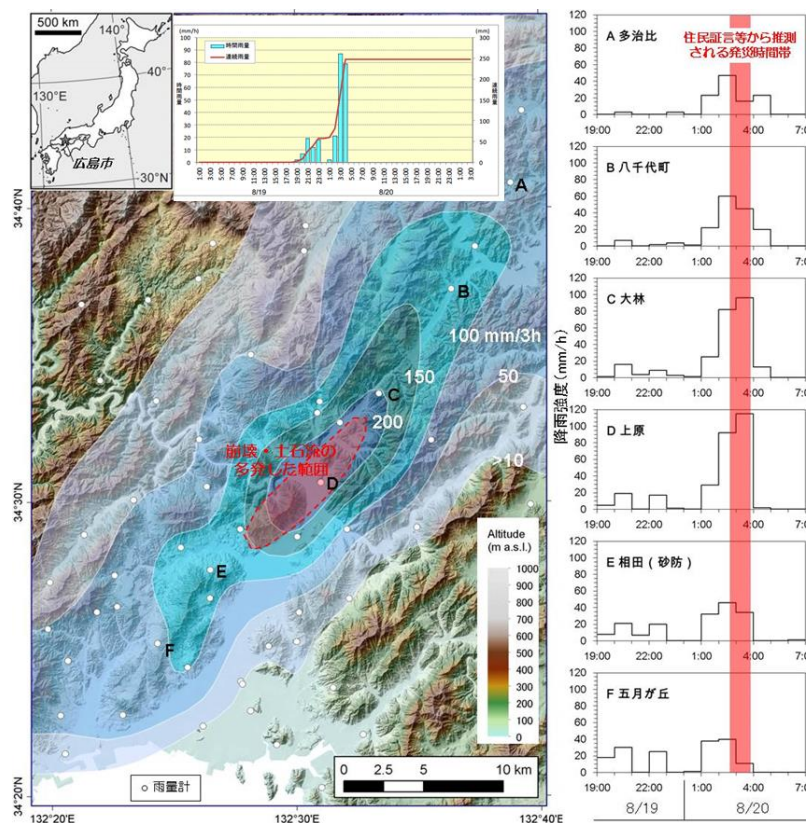


圖133 廣島土石流降雨量與土石流空間分布圖

資料來源：松四雄騎(2014)¹⁵⁹、國土交通省¹⁶⁰

2. 已完成土石流調查，尚未劃定土石流警戒區

廣島縣公布土石流警戒區域圖可顯示安佐北區已劃定土石流警戒區(如圖 134 右上), 安佐南區僅調查完成為土石流警戒區尚未正式劃定, 而這次災害中的傷亡及損失主要在安佐南區非正式劃定土石流警戒區內, 而尚未劃定原因為劃定後可能影響房價、地價等諸多因素。

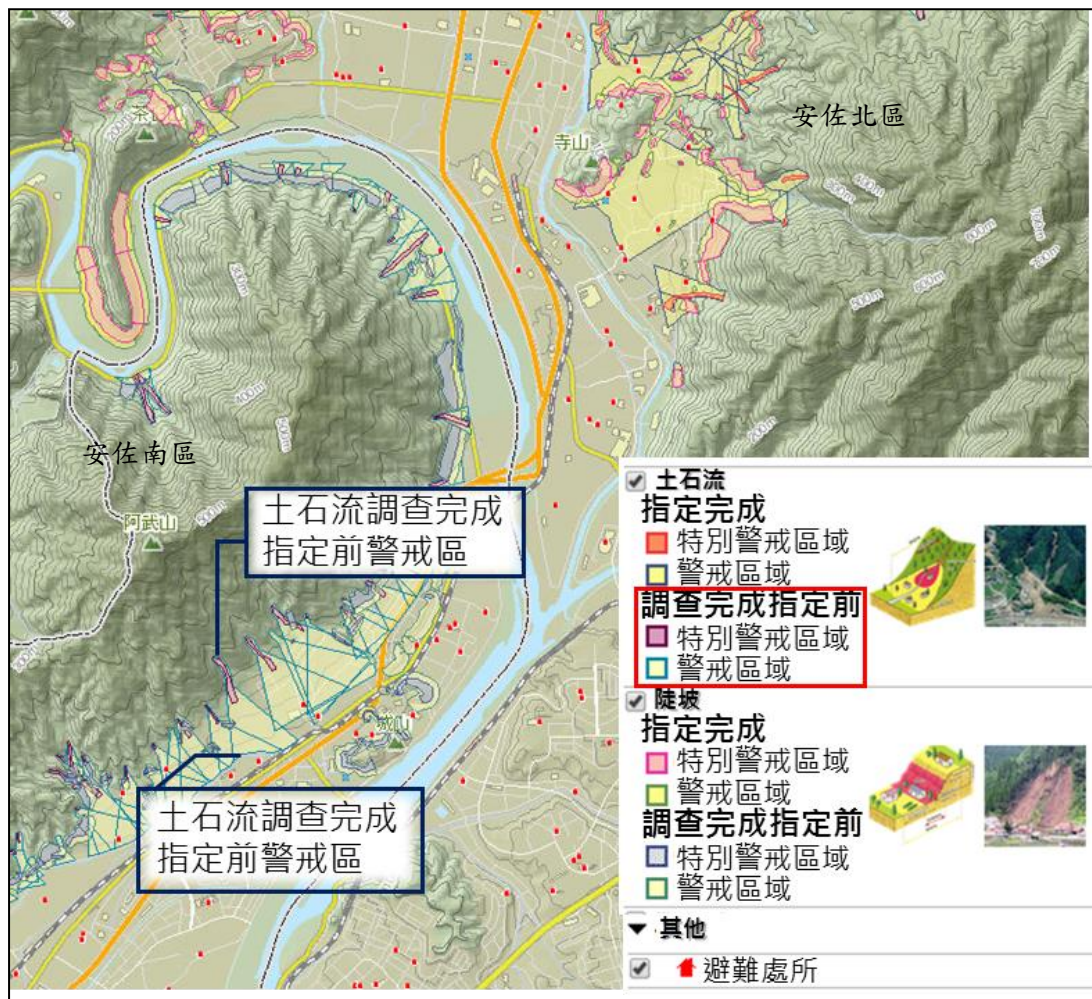


圖134 廣島縣土石流警戒區域圖

資料來源：廣島縣砂防課¹⁶¹

3. 發佈黃色警戒時間晚於災害發生

凌晨 3 點 20 分發生土石流災害後, 4 點 15 分發佈黃色警戒(如圖 130 所示)顯示發佈時間有延遲, 期間若發生二次災害, 可能影響

更多民眾。夜間撤離的確諸多困難，經過此災害後廣島縣政府提出警戒發佈時機檢討以及考慮氣象預測與應對應變方法。

(五) 可借鏡之處

廣島縣山坡地面積達 70%，土石流災害危險地為全日本最多，總計 3.2 萬處。受災地點位於土石流危險溪流，以及急傾斜地的影響範圍內，是典型的高災害潛勢地區。又災害發生於凌晨時間，降雨型態屬於短延時、強降雨，對於預報與預防性疏散避難作業相當困難。

1. 未來對於高災害潛勢地區必須加以檢討並劃定警戒區域外，土地開發管理應該檢討現行的管理法規，研擬土地利用管理對策，更需要針對短延時、強降雨的降雨型態提出相關之預防機制。
2. 預防性疏散避難作業的決策是將災害保全戶從「災中」撤離提前至「災前」階段，減少人命損失、避免孤島效應，也可減少政府需投入巨大成本動員直昇機空中撤離民眾的困境。因此高災害危險潛勢地區需研擬預防性疏散避難機制，以減少生命財產損失。

二十、2014年9月日本火山爆發事件

(一) 事件描述

2014年9月27日11時52分，位於日本長野縣與岐阜縣交界的御嶽山發生火山爆發事件，御嶽山位於長野和岐阜兩縣交界處，海拔3,067公尺，是日本第二高火山，僅次於富士山。御嶽山於27號無預警噴發(如圖135~圖137)，火山噴出高達3公里的大量火山灰跟岩石，且由於當時正好是秋天賞楓季節，山上有好幾百名登山客，因而導致多名登山客慘遭活埋。此次火山爆發也是日本自1991年長崎縣雲仙普賢嶽噴發造成43人喪生以來，傷亡最慘重的火山噴發意外。



圖135 日本火山噴發地點

資料來源：NHK¹⁶²



圖136 日本火山噴發之禦嶽山

資料來源：朝日新聞社¹⁶³

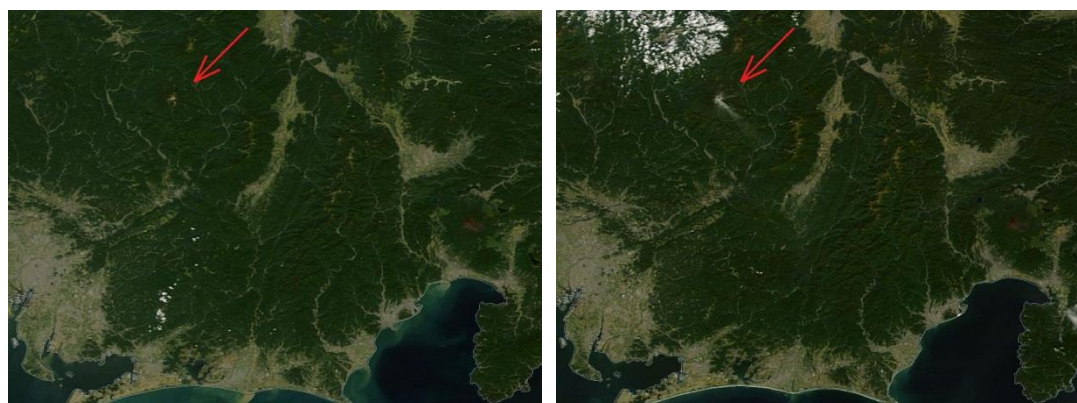


圖137 日本火山爆發前(左)與爆發後(右)衛星圖

資料來源：NASA¹⁶⁴

(二) 災情描述

本次火山爆發共計造成 57 人死亡、59 人輕重傷，及 6 人下落不明，火山濃煙往南延至 3 公里外，能見度近乎零，累積之火山灰厚達五十公分，共導致長野縣兩條道路無法通行，附近之房屋皆被火山灰掩埋(如圖 138 所示)。

因為實施入山限制，長野縣的兩條道路遭到封鎖，玉瀧村村道 41 號線在八海山的路段被禁止通行，御嶽山火山口 4 公里範圍內因有噴發危險，因此當地路段也被完全封鎖。

9 月 27 日火山噴發後，在東京羽田機場，離境和入境航班出現了超過 1 小時的延誤。為避免噴發影響，日本國內的航空公司立即決定更改航路，各航空公司臨時更改航線(如圖 139 所示)，以避免遭遇御嶽山東側噴發出的火山灰造成飛機的發動機故障。羽田機場至北陸，中部國際機場至北海道和東北地方，原本預定降落成田機場的國際航班臨時備降關西國際機場。另外，成田機場也有 4 班航班因火山爆發而取消。此外，御嶽山東側的御岳滑雪道也於 9 月 27 日 12 時 55 分起停止運行並在入山限令解除之前不會開放。



圖138 日本火山爆發火山灰覆蓋附近房屋

資料來源:美聯社¹⁶⁵



圖139 日本境内航空因火山爆發更改航線圖

資料來源：日本維基百科¹⁶⁶



圖140 日本國道 19 號道路受御嶽山噴發影響停止通行

資料來源：日本維基百科¹⁶⁶

(三) 政府之應變作為

日本氣象廳於火山噴發後立即將火山警戒級別從 1 級提升至 3 級，如表 22。並於 27 日 14 點 10 分成立長野縣災害對策本部，日本首相安倍晉三與相關局處召開工作會議，並出動警察、消防及自衛隊

約 550 人、70 台車輛及 7 架飛機立即展搜索行動。

當地時間 28 日早上 6 點開始，用直升機空拍確認山頂周邊狀況，發現仍有數個火山口冒出濃濃白煙，日本氣象廳預測火山口 4 公里範圍內，仍有落石之危險，因此提醒民眾應繼續加強警戒。

表21 日本火山爆發分級表

分級表	火山活動的狀況	居民等的行動及登山者/入山者應變作為	可能發生狀況
5 級	居住地區發生重大災害及噴發，或有緊急的狀態	必須從危險的地區離開避難	火山爆發或熔岩流或火山碎屑流(積雪時期是雪型火山泥流)到達居住地區、或是緊急噴發。
4 級	預期居住地區有重大災害及火山爆發發生的可能(可能性高)	必須警戒居民做好避難的準備	噴發機率高、多起有感地震、地殼變動等，大型噴石、火山碎屑流、熔岩流到達居住地區的可能性高。
3 級	對居住地區的附近有重大影響(若進入這個範圍會有生命危險)、火山爆發或預計發生爆發	住民照常生活。視狀況應對，救援者的避難準備等。入山限制、危險區域進入限制等	預計會有大型噴石飛散超過 1 公里，造成重大影響，範圍如超過 4 公里，預計會有噴發的可能。 大型噴石飛散超過 1 公里，但是預計不會影響範圍超過 4 公里，也預計不會發生噴發。
2 級	影響到火口周邊(若進入這個範圍會有生命危險)火山爆發，或預計火山爆發	住民照常生活，火口周邊管制進入	地震活動高或地殼變動等，預估會有小規模噴發發生。 發生小規模噴發，從火口約 1 公里範圍以內有大型噴石飛散。
1 級	火山活動穩定。視火山活動狀態而定，看的到火口內火山灰噴出(若進入這個範圍會危及生命)	依狀況而進行火山口的進入限制	火山活動穩定，山頂火口及周邊影響程度視狀況而定。

資料來源: matome.naver.jp/¹⁶⁷



圖141 日本緊急展開搜救行動

資料來源：自由時報¹⁶⁸

(四) 致災原因研判

日本的活火山，根據其活動情況與噴發的可能性及大小，分為A、B與C三級，分級管理如下(如圖 142 所示)：

A 級：由政府設立專門研究機構嚴密監測

B 級：情況分別採取不同措施進行管理

C 級：不設專門觀測站，只是定時前往觀測。

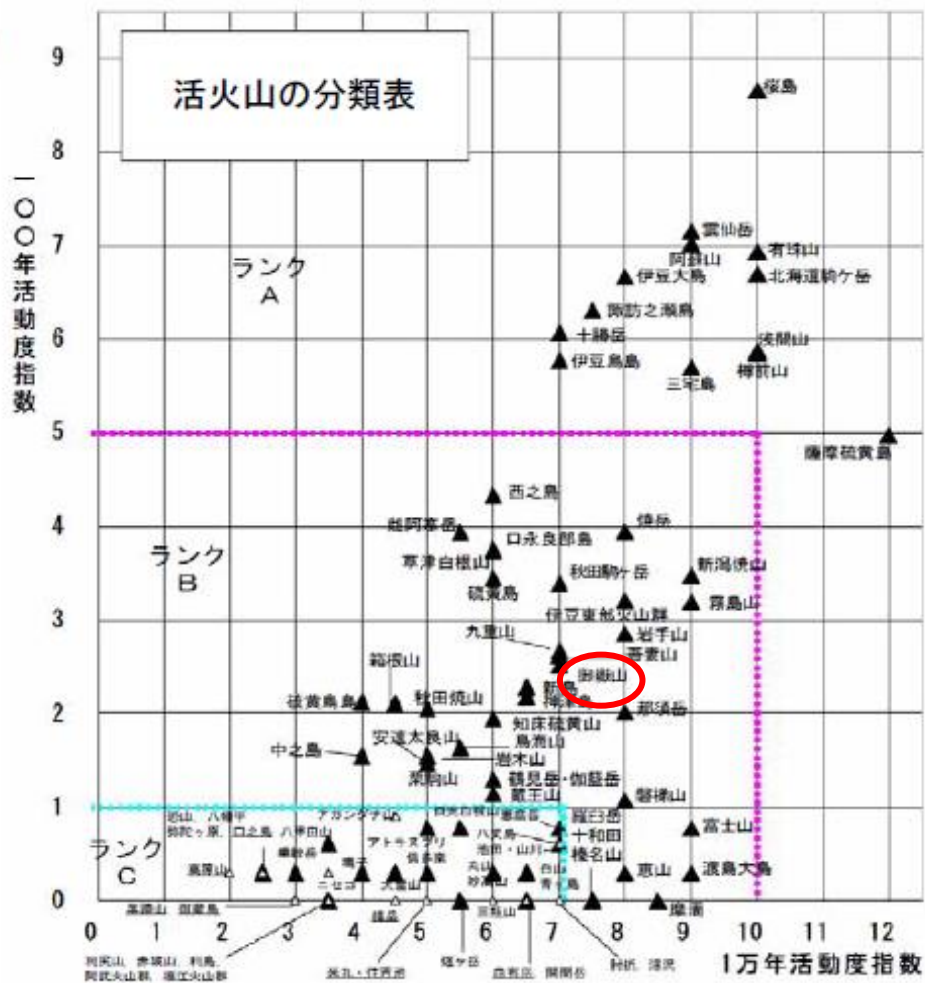


圖142 日本活火山分類表

資料來源: matome.naver.jp/¹⁶⁷

此次發生火山爆發之御嶽山屬於B級火山，雖是日本即時監控的活火山之一(如圖 146)，時隔七年突然噴發，卻沒有事先發出警告，其原因為這次是屬於「蒸汽型火山爆發」(參見表 23 與圖 143~圖 145)，而非岩漿噴發，難以預測，導致日本氣象廳措手不及，來不及發布警報，釀成慘重災情。

由於此次火山爆發之後，日本當地於搜索期間又遇到兩次颱風襲擊以及氣溫下降導致禦嶽山降雪(如圖 147 所示)，因而導致搜救行動一度中止，影響其救援進度。

表22 火山爆發類型

熔岩型	氣體降壓後釋出，造成岩漿噴發。(我國大屯火山屬之)
蒸氣型	蒸氣夾帶顆粒而噴發，稱為蒸氣噴發。
蒸氣+熔岩型	岩漿與水接觸後冷卻產生熱收縮，引發蒸氣岩漿噴發。

資料來源：日本維基百科¹⁶⁹



圖143 熔岩型火山爆發



圖144 蒸氣+融岩型火山爆發

資料來源：日本維基百科¹⁶⁹



圖145 蒸氣型火山爆發

資料來源：日本維基百科¹⁶⁹



圖146 日本 47 個及時監控火山

資料來源:NHK¹⁶²



圖147 日本火山爆發因積雪導致搜索中止

資料來源:NHK¹⁶²

(五) 可借鏡之處

台灣大屯火山群最近一次的爆發約在 5,000 年前，符合活火山的認定標準，但直到近年來才被確定為活火山，且透過火山氣體的研究調查發現，大屯火山深處仍有岩漿庫存在，倘若爆發大規模噴發，台

北恐怕會成為龐貝城的翻版。參考日本富士山如爆發後火山灰影響，大屯火山爆發後火山灰影響示意圖如圖 148 所示，新北市淡水區、萬里區、三芝區、金山區、石門區、八里區、五股區、蘆洲區皆會受影響，可能導致當地交通中斷受阻、農作物之損害及引起呼吸道之疾病，目前台北市已依據大屯火山擬定火山災害緊急應變分級流程圖(如圖 149 所示)。

臺北市火山災害階段共分為無警告、1 級、2 級、3 級、4 級、5 級共六級；火山應變處置階段共分為 I、II、III、IV、V 五個階段，並對應臺北市災害應變中心開設等級包含一級開設、二級開設、三級開設。建議新北市未來也可針對火山擬定相關緊急應變計畫，以提昇防救災人員與市民之災變應變能力，減輕災害損失，並確保人民、生命、財產之安全及城市永續之發展。

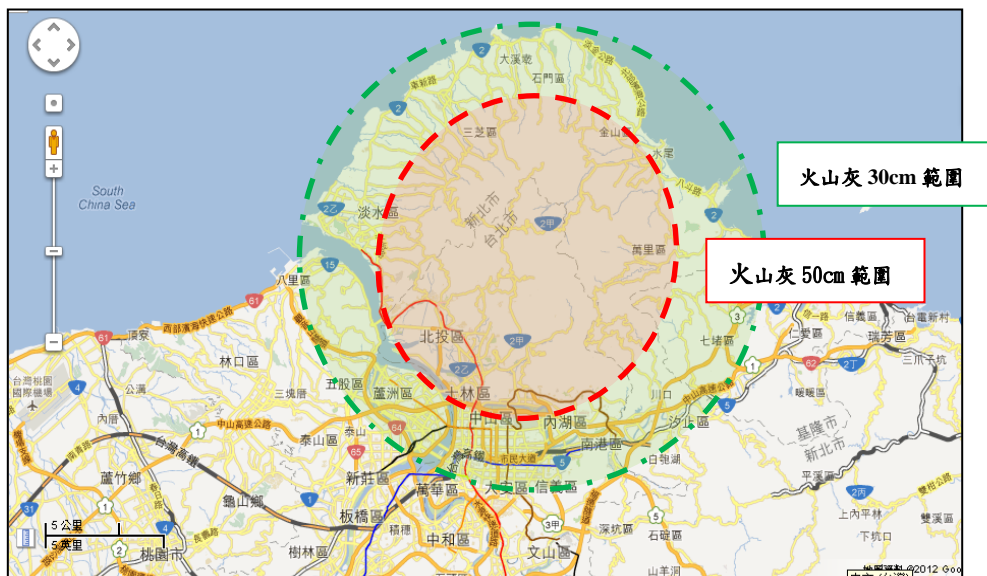


圖148 大屯火山灰影響示意圖

資料來源:火山應變計畫¹⁷⁰

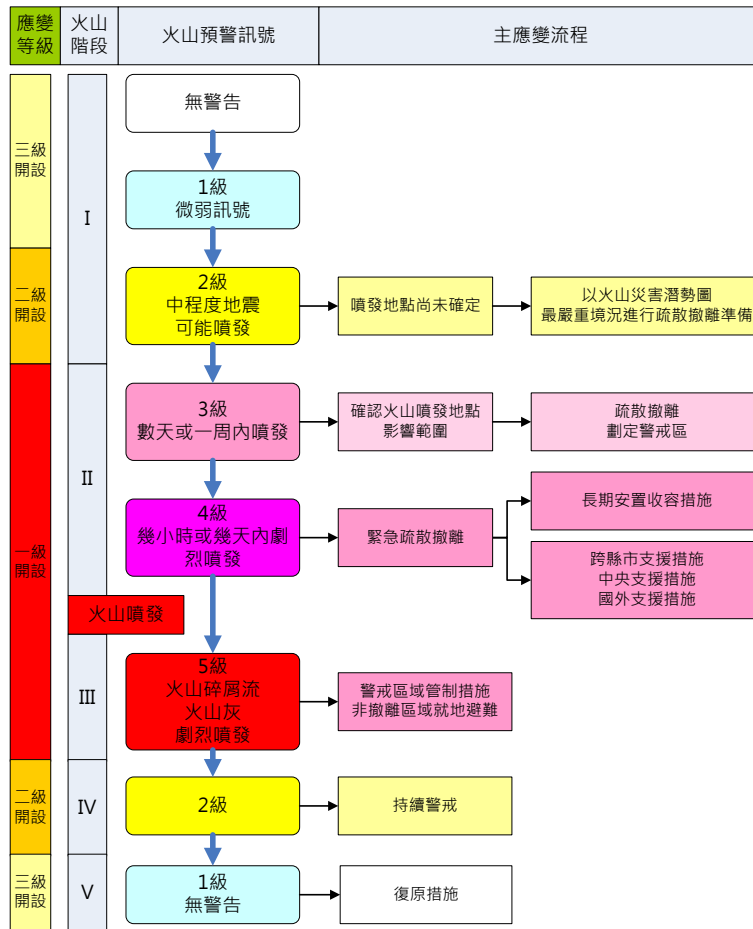


圖149 火山災害緊急應變分級流程圖

資料來源:火山應變計畫¹⁷⁰

目前陽明山國家公園管理處建置了「火山爆發預警系統」，進行相關監測。為加強可能受影響的居民及遊客能增加火山爆發之認知及應變能力，建議新北市應製作火山防災教育宣傳摺頁，讓民眾了解及認識火山，且針對市府防災人員與民眾進行教育宣導與訓練，以降低災害所造成的傷亡與損失。

二十一、2014 年 10 月台灣澎湖船難事件

(一) 事件描述

隸屬國家海洋研究院台灣海洋科技研究中心的海研 5 號研究船船長 72.6 公尺、寬 15.4 公尺，總重 2,700 噸，續航力長達 50 天，約可連續航行 13,000 多海哩，船型設計具備較佳的抗浪性，可於東北季風期間持續執行調查任務，補足歷年來欠缺之冬季水文資料。此次是受行政院環保署委託執行海域大氣粒狀污染物監測及傳輸模擬先導計畫，由中研院、海洋大學、陽明大學、雲林科技大學、成功大學、台灣檢驗科技、國研院鮑洪中心所組成之探測團隊共 21 人，另外還有海洋中心 6 人，再加上船員 18 人，共有 45 人。海研五號 9 日從台南安平港開往金門，途中因風大折返，10 日下午五點多行經澎湖湖西鄉龍門外海時(如圖 150 所示)，由於觸礁造成右舷傾斜船艙進水，導致船上 45 人受困。



圖150 研五號澎湖船難位置圖

資料來源:自由時報¹⁷¹

(二) 災情描述

海巡和海軍先陸續救起 38 人，其中 9 名傷患送往澎湖三軍總醫院，2 人到院前無生命跡象，急救不治死亡，其餘 25 位傷者多為挫傷和失溫。11 日零時 30 分，海巡在船難海域附近發現一艘逃生艇，艇上有 7 名生還者，45 人皆已全部獲救。



圖151 澎湖船難救難人員緊急搶救

資料來源:中時電子報¹⁷²

(三) 政府之應變作為

國防部 10 日下午 5 時 45 分接獲通報後，立即下令救護隊出動直升機 2 架、海軍成功艦 1 艘執行救援任務，不過由於海象不佳，造成人員一度無法吊掛，晚間 7 時 14 分國防部再度接獲回報，得知科研船船隻已傾斜，船上人員集中待援。國防部參謀總長高廣圻上將即進駐衡山指揮所，海、空軍司令亦分別進駐戰情中心，全面啟動救援機制，國防部並另外派出 2 架 S-70C 直升機、2 架 EC-225 直升機、2 架 C-130 運輸機(投放照明彈)，但因海象太差，霧氣太重，照明彈無法發揮效用，直升機也無法靠近。海軍則是派出 4 艘船艦馳援，包括成功級飛彈巡防艦(FFG1105)繼光軍艦、成功級飛彈巡防艦(FFG1107)子儀軍艦、大字型救難艦(ATF553)大漢軍艦、錦江級飛彈巡邏艦(PGG614)鄱江軍艦，全力投入救援任務。



圖152 澎湖船難緊急搜救行動

資料來源:自由時報¹⁷³

(四) 致災原因研判

依照海事人員從航跡圖研判，進入出事的澎湖水道中以每小時11到12浬速度航行，下午4時44分經過北淺石，8分鐘後整艘「海研五號」以高速在龍門外海撞上「外淺石」暗礁區，速度驟降到7浬，最後以剩不到1浬的速度漂流。因此，致災原因很有可能因顧著閃大浪，沒考慮到暗礁問題。其二原因為海研五號有水密隔艙設計，若依規定封艙成功，船艙就不會進水，也不會沉船(如圖153所示)，即便因壓力過大沉船，也不會三小時就沉，因此船員有無落實標準作業流

程封艙也可能造成災害發生。其三，依據中央氣象局表示，此次出事海域預報是平均風速七到八級，最大陣風十級，浪高四到五米，如船隻航行可能造成意外之發生。



圖153 澎湖船難右舷傾斜船艙進水

資料來源：Nownews¹⁷⁴

(五) 可借鏡之處

由於我國標準的電子海圖在民國九十八年完成後並未發布(如圖154 所示)，但海研五號本身配備的「電子海圖顯示與資訊系統」(ECDIS)，可透過自動航路檢核與航路監視，來降低人員疏失造成觸礁擱淺的機會。但依據海研五號的船長事後表示，無論從「電子」海

圖或是紙海圖都看不到礁石，因此為了避免近海船難事件再次上演，台灣應儘快統一電子航行圖，落實安全管理與人員訓練，檢討航路標誌航道規劃，提供岸上系統偵測並預警，以避免憾事發生。

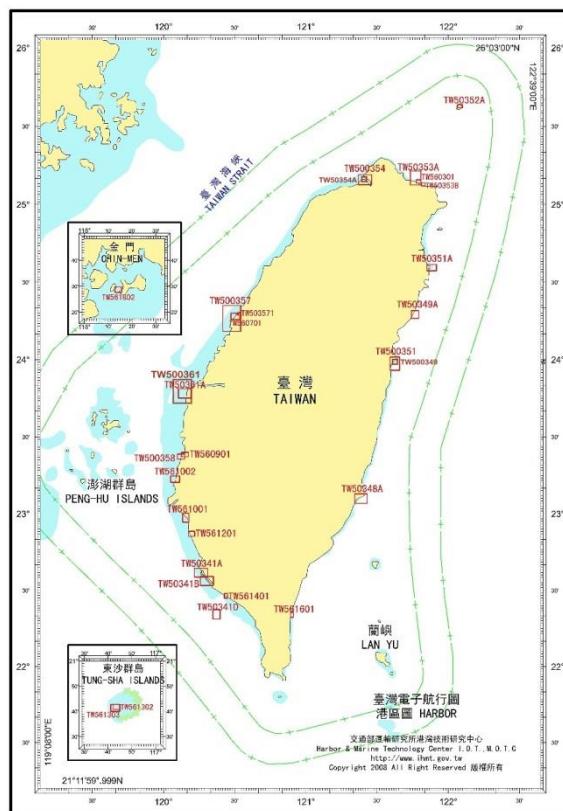


圖154 台灣電子航行圖

資料來源:交通部運輸研究所港灣技術研究中心¹⁷⁵

二十二、華府地鐵濃煙事件

(一) 事件描述

2015年1月12日15時，華府地鐵朗方廣場車站南方的隧道內，突然冒出濃煙，當時正值下班尖峰時段，黃線的地鐵無預警停在軌道上，隧道內一片漆黑，接著看到濃煙迅速的從車廂緊閉的門竄出。隨即地鐵操作人員透過擴音器請大家保持冷靜，為避免更多煙進入車廂內，嚴禁乘客開門。操作人員並計畫要退回朗方廣場站，但經過多次嘗試仍未成功。

事件發生初期，車箱內的乘客大都相當冷靜，直至冒煙愈來愈濃，有些人開始恐慌，趴在地上把毛帽拉下來透過它呼吸，有人則是透過夾克呼吸，有人開始祈禱且有些人因遭濃煙嗆到咳嗽不止，也有人呼吸困難而倒地。約30分鐘後，地鐵員工趕到，要大家蹲低以減少被煙嗆到。沒多久，消防人員到達現場，開始疏散車廂內的乘客，大家穿過地鐵隧道走向朗方廣場車站，並且已有救護車和消防車待命，給予驚魂未定的乘客使用氧氣罩呼吸。

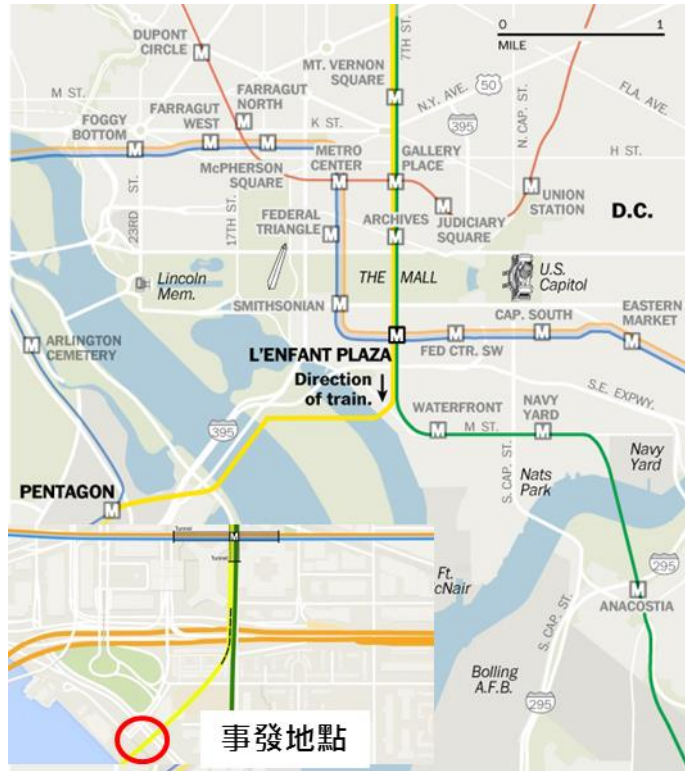


圖155 濃煙事件發生位置圖

資料來源: THE WASHINGTON POST¹³²⁷⁶



圖156 車廂內煙霧瀰漫

資料來源: THE WASHINGTON POST¹³²⁷⁶

(二) 災情描述

警消人員於接獲報案後約 13 分鐘抵達現場時，才知道有列車受困於隧道中，但消防員的無線電通訊系統在站內卻無法使用，因而造成救護措施延遲。且進入隧道後，消防員搶救第一個受困車廂時，卻發現車廂外無緊急拉桿可打開車門，但指導民眾從車廂內開啟又無效，最後以特殊鑰匙打開車門，才得以疏散乘客，並將傷者送醫，其中造成 1 名 61 歲女性乘客死亡，84 人在醫院就診，兩人狀況危急，已送往喬治華盛頓醫院治療。

朗方廣場站 (L'Enfant Plaza Station) 位於美國華盛頓特區西南象限，是維吉尼亞鐵路快線的鐵路車站及華盛頓地鐵的核心地鐵車站，是華盛頓最早啟用的地鐵站之一，也是華府地鐵系統中 6 條路線的重要轉乘站之一，有綠線、黃線、藍線及橘線、銀線等 5 線交會，是地鐵各站中交會路線最多的一站，因此華府地鐵局封閉該站，導致各線營運皆嚴重誤點。



圖157 民眾倉皇逃生

資料來源：蘋果日報¹⁷⁷



圖158 車廂內煙霧瀰漫

資料來源：蘋果日報¹⁷⁷

(三) 政府之應變作為

華府大都會地鐵是美國境內僅次於紐約地鐵，第二繁忙的大眾運輸系統，且事發當時正值下班尖峰時間，地鐵站內乘客多，因此濃煙竄起時，地鐵站立刻疏散現場 200 多人及關閉地鐵站，同時通報警消人員抵達現場疏散乘客，並進行搶救及將傷者送醫。

由於尖峰時間乘客眾多，為紓解人潮，地鐵站提供免費的穿梭巴士，作為朗方廣場和五角大樓站之間的交通往來。

事發當時，地鐵站已將朗方廣場站關閉，地鐵工作人員打開風扇，及關閉第三條線，直至 17 點多時，才使濃煙散去。華盛頓地鐵管理局 (WMATA) 於 12 日 20 時，恢復橘線、藍線及銀線通車，而 13 日黃線及綠線恢復正常運輸。

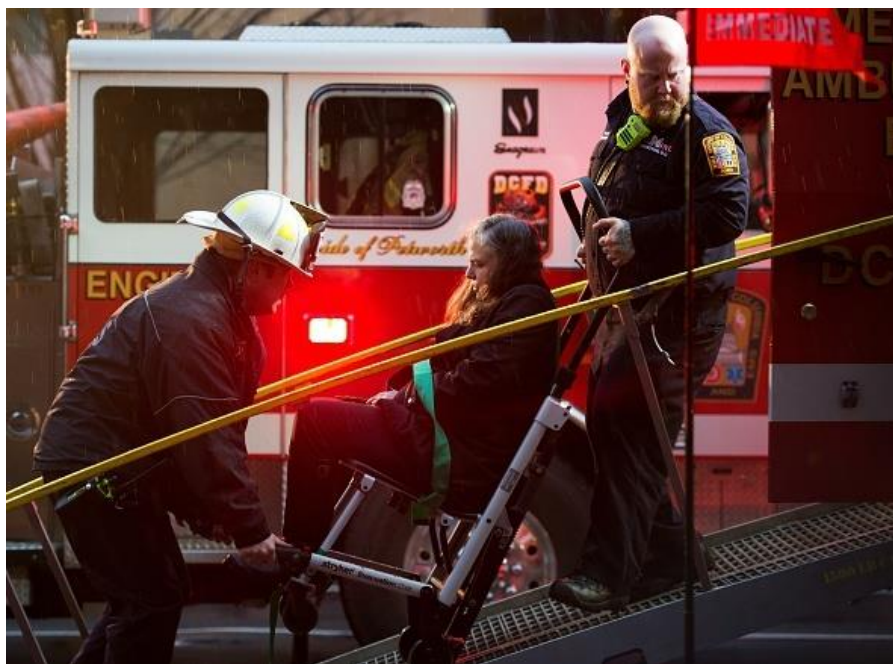


圖 159 車廂內煙霧瀰漫

資料來源: NTDTV¹⁷⁸



圖160 車廂內煙霧瀰漫

資料來源: NTDTV¹⁷⁸

(四) 致災原因研判

經初步調查，美國首都華盛頓地鐵隧道濃煙，是因隧道內距離列車 110 英尺處發生了一起“電路火花事故”，起火原因為地鐵提供電力的線路發生短路所引起。

儘管管理當局已於事發之前花費數億美元升級列車及安全系統，但重要的基礎設施仍並未處理妥當。在事故發生後，朗方廣場地鐵站附近的隧道消防隊員因信號增強設備不能正常工作，無法通過無線電與外界的指揮官進行溝通，因而造成救護措施延遲。事故發生的另一個關鍵，則是地鐵隧道通風設備的運行狀態並未正常運行，因而導致濃煙揮散不去。



圖161 車廂內煙霧瀰漫

資料來源: WTOP¹⁷⁸



圖162 車廂內煙霧瀰漫

資料來源: WTOP¹⁷⁸

(五) 可借鏡之處

為降低交通運輸系統因故障導致災害發生，建議新北市政府平時應針對各大運輸系統做相關基礎設施定期檢查及保養，如緊急通話系統、安全系統等，且遇大規模交通事故時，常因民眾恐慌，延緩搜救進度，造成更嚴重之傷亡，因此建議應於平時宣導民眾正確之疏散避難觀念及自我防護，如防止濃煙嗆傷需摀住口鼻等，且辦理相關演練，以利意外發生時，能加速搜救行動，減低傷亡。

二十三、桃園新屋火災事件

(一) 事件描述

桃園市政府消防局 119 救災救護指揮中心於 2015 年 1 月 20 日凌晨 2 時 2 分接獲民眾報案於新屋區中興北路的「新屋保齡球館」發生大火，消防局接獲報案後，隨即派人搶救，火勢已於 2 時 30 分控制，並確認起火地點位於二樓的變電箱，其消防隊員預計至起火點將殘餘火勢撲滅，卻於 2 時 52 分時突然發生爆燃，使鐵皮鋼架承受不住燒塌，因而造成此次意外發生。



圖163 新屋保齡球館 20 日凌晨發生大火

資料來源:消防局提供¹⁷⁹

(二) 災情描述

此次保齡球館火災事件，由於起火當時保齡球館並沒有營業，唯有保齡球館兩名負責人劉氏兄弟在火場中，消防員到場後立即救出兩名，當第二批搜救人員進入搜尋有無民眾受困以及尋找起火點時，分隊長發現火場有爆燃的可能性，便通知迅速撤離，但鐵皮鋼架在 2 時 52 分時突然發生燒塌，因而造成 6 名消防人員受困於火場中，不幸殉職，此次意外也是桃園轄區內在近 30 年來，最嚴重一次消防人員值勤罹難的意外。



圖164 大火導致鐵皮屋坍塌

資料來源:聯合新聞網¹⁸⁰

(三) 政府之應變作為

消防局接獲報案時，立即派遣新屋、永安、富岡等 24 單位、各式車輛 34 部及消防人員 84 人、義消 15 人趕往搶救。

桃園市消防局長胡英達於獲知第一時間立即率副局長鄭宗敏及專門委員龍榮森趕往火場，成立前進指揮所指揮救災，並向市長鄭文燦報告火場狀況及傷亡情形。鄭文燦隨後也立即趕往火場，並在臉書上 PO 文說明最新狀況。



圖165 消防人員極力搶救火勢

資料來源:東森新聞¹⁸¹

(四) 致災原因研判

新屋保齡球館自 1994 年開始營運，此建物為一棟三層樓的鐵皮鋼架建築，1 樓是游泳池，2 樓為保齡球館，雖歷年消防安全設備都合格，並且也有營業執照，但調查後發現此建物為違章建築。初步判別此次起火地點為該棟建築 2 樓新屋保齡球館，消防隊員進入搶救時，

2樓變電箱起火產生爆燃，接著因高溫造成鐵皮熔塌，導致消防人員來不及撤離，造成意外之發生。

火災最常遇到之現象為爆燃及閃燃，此次火災意外事件主要原因為爆燃現象，其爆燃發生原因為火災如果是在一個門窗緊閉空間，一開始室內氧氣是夠的，火勢會正常發展，也會產生可燃性氣體。等到火災將室內氧氣消耗後，再加上現場通風不良，此時室內會充滿大量可燃性氣體（可能是白煙，也可能是黑煙），火焰會開始變小，但火變小不代表危機變少，因為這些可燃性氣體，本來就已經蓄勢待發，蠢蠢欲動，只是欠缺導火線，此時如果有人開窗或開門，提供這些可燃性氣體新鮮空氣，就會讓這些煙產生瞬間劇烈的燃燒現象，因而出現火球從開口部瞬間衝出的畫面。

閃燃為一般火災發生之後，煙往上跑，跑到天花板上不去之後，出現水平擴散的現象，然後煙層越積越低，在煙層蓄積的同時，煙裡面的高溫也一直持續在加熱起火房間內可燃性物質的表面，等到這些可燃物累積達到燃點之熱量時，就會同時起火，這也是閃燃發生之時刻。



圖166 爆燃產生導致鐵皮熔塌

資料來源: [中時電子報](#)¹⁸²



圖167 起火點位置圖

資料來源: [壹週刊](#)¹⁸³

(五) 可借鏡之處

根據營建署統計，至 102 年底止，全台違建高達 58 萬 8 千餘件，且近年來台灣各地接連發生火警，造成人員傷亡，尤其頂樓加蓋違建未經合法申請執照和擅自變更改用途使用者，在電器使用、逃生設施及結構安全等方面都十分堪慮，一旦發生火災意外，不僅影響建物本身，更會波及鄰近建物，不過各地方政府常因違建拆除預算編列過少，以

致於違章建築拆除進度緩慢，所以建議新北市政府未來能將維護公共安全視為重要施政項目之一，澈底清查違建，對出租民眾使用、大型及影響公共安全者儘速優先拆除，以避免憾事再度發生，建立民眾安全的生活環境。

台灣鐵皮屋建物多為鋼結構建築物，如溫度高於 600 度時就會導致建材變形，且其耐火性差，為避免鐵皮屋發生火災時造成塌陷，建議市府應宣導使用耐高溫鋼材，加強鋼結構材料的防火時效，降低危險。

建議新北市政府應持著「防患未然」的態度落實消防安全檢測並定期舉行相關演練，無論是公共場所或租賃大眾使用的空間、出入地點等，以強化民眾疏散避難之觀念及消防人員的救災訓練與技巧、危險管理的判斷、專業救災的掌握等。

二十四、復興航空 GE235 飛航事故

(一) 事件描述

2015 年 2 月 4 日上午 10 時 55 分，復興航空公司一架班機編號 GE235 航班(ATR72-600 型機；國籍編號 B22816)，該班機原定由臺北松山機場起飛執行載客任務，目的地金門尚義機場，起飛後不久擦撞環東高架橋護欄隨後飛機翻轉墜入基隆河（如圖 168 所示）。

本次飛航事故復興航空 GE235 航班於 104 年 2 月 4 日上午 10 時 51 分由臺北松山機場起飛前往金門尚義機場。根據當日 10 時 30 分氣象資料，松山機場目視天氣東風 8-10 哩，能見度良好，可達 10 公里以上，雲幕 2,800 呎。該班飛機係為 ATR72-600 型飛機是法國製造，發動機由加拿大製造，製造日期為 103 年 4 月 14 日，機齡約 9 個月，最近一次 A 級檢查於 104 年 1 月 26 日實施（如圖 169 所示），其飛機檢修等級及方式說明詳如圖 169 所示。

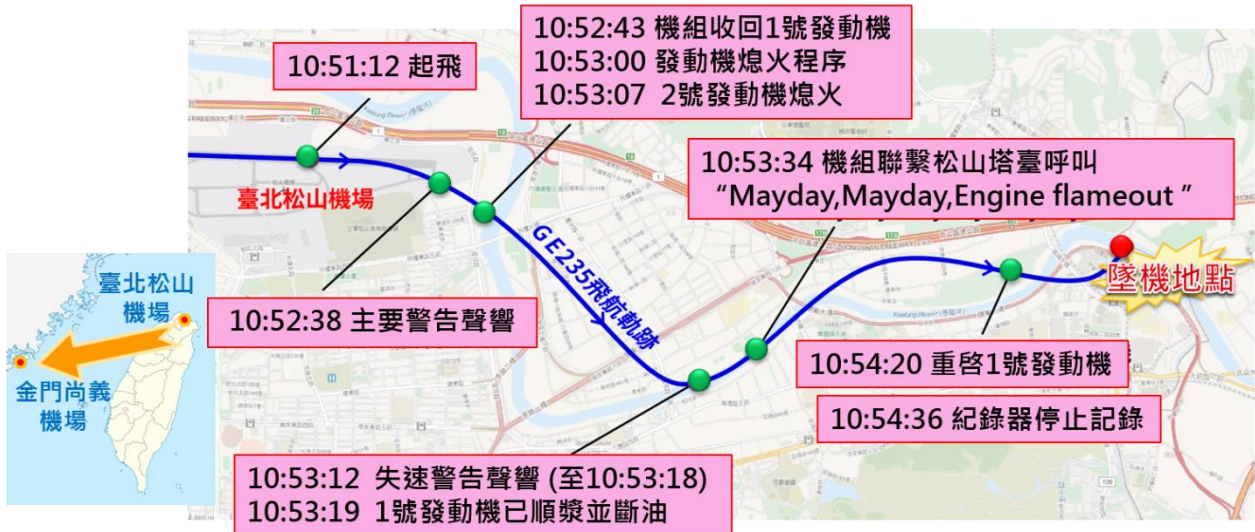


圖168 復興航空 GE235 航班座艙語音紀錄器(CVR)資料初步摘要示意圖

資料來源： Google map¹⁸⁴、 維基百科¹⁸⁵



圖169 復興航空編號 B-22816 飛機照片

資料來源： Etoday 東森新聞雲¹⁸⁶

飛機維修檢查係指所有商用及民用航空器進行的周期性檢修。這一過程通常由當地的民用航空局(比如美國聯邦航空局、歐洲航空安全局等)監督。這種維修檢查能使飛機處於良好狀態並具有安全的飛行性能在美國，FAA 會監督航空公司進行「持續適航性維修檢測」(CAMP)，並規定了一套專門的標準(OpSpecs)這樣的檢查分為四種。

其中 A 級和 B 級較為簡易，而 C 級和 D 級則屬於全面、重大的安全檢測。

表23 飛機檢修等級及方式說明表

檢修等級	檢修方式
A 級	平均每 500 - 800 飛行小時就要進行一次，通常需要 20 人工小時。飛行器通常在機場過夜完成此項檢查。檢查內容取決于飛機類型、起飛降落周期數和上次檢查後的飛行小時數。
B 級	平均每 4-6 個月進行一次。每次檢測需要花費 150 個人工小時，通常在機棚中 1-3 天完成。B 級檢修有時會化為多個 A 級檢修
C 級	平均每 15-21 個月進行一次，或者特定數目的飛行小時後執行。其具體時間由飛機製造商決定。C 級檢修比前兩種檢測要複雜完整的得多，飛機的幾乎所有部位都要檢修。根據規定，檢修期間飛機將暫停使用，並在完成前不得離開檢修區域。C 級檢修也要占用大量的空間，並且至少需要 1-2 個星期完成，總工作量達到 6000 人工小時。這種檢測步驟繁多，因飛機不同而不同。
D 級	最為完整全面的飛機維修檢查手段，又稱為「重大維修檢測」(HMT)。飛機平均 5-6 年進行一次重大檢測。這種檢查將會將整架飛機拆解並分解維修。並且如果有要求的話，飛機塗裝將被完全清理，以檢測機身的金屬表面，因此飛機若需更換塗裝時通常利用 D 級維修時一併實施。這樣的檢修需要花費 40000 個人工小時，通常需要兩個月的時間。同時，D 級檢修也需要特定的維修基地來進行。由於這種檢修的複雜程度，它也是一種最昂貴的檢修方式，通常每一次要花費數百萬美元。

(二) 災情描述

本次飛航事故機上人員計有 58 名，機組員 5 名，乘客 53 名(國籍旅客 22 名及陸籍旅客 31 名)；造成死亡 43 人、受傷 17 人(含地面 2 人)。依目擊者證詞、民眾行車紀錄器畫面及 2 月 6 日飛航安全調查委員會公布之調查進度報告，復航班機起飛後即偏離原航道往東飛行，3 分多鐘後飛經臺北市南港區，左機翼先擦撞南港展覽館附近環東大

道高架道路上一輛正在行駛的計程車，又擦撞環東大道的護欄，由東往西(南湖大橋上游 600 公尺)約 2 公尺不銹鋼護欄斷裂，水泥護欄表面刮損，路燈 1 隻受損，隨即墜毀於基隆河河面（如圖 170、圖 171 及圖 172 所示）。

另根據飛航安全調查委員會(ASC)復興航空 GE235 飛航事故調查進度報告，飛航軌跡(FDR&雷達)紀錄，飛機於起飛後約 37 秒發生主警告(高度約 1,200 呎)，並 5 度出現失速警告，分別於 10:53:10 (18 秒)、10:53:56 (4 秒)、10:54:06 (4 秒)、10:54:13 (8 秒)及 10:54:24 (10 秒)，詳如圖 173 所示。



圖170 復興航空 GE235 航班事故發生飛機越過環東大道高架橋情形
資料來源：臺北市政府工務局「搶救復興航空墜落基隆河飛機殘骸及墜毀擦撞環東高架橋護欄緊急處理」總結報告¹⁸⁷



圖171 環東大道路燈編號 217 位置受損情形

資料來源： 臺北市政府工務局「搶救復興航空墜落基隆河飛機殘骸及墜毀擦撞環東高架橋護欄緊急處理」總結報告¹⁸⁷



圖172 復興航空 GE235 航班事故墜落於基隆河情形

資料來源： 飛航安全調查委員會(ASC)，復興航空 GE235 事件報告¹⁸⁸



圖173 復興航空 GE235 航班事故飛航軌跡(FDR&雷達)紀錄示意圖

資料來源：飛航安全調查委員會(ASC)，復興航空 GE235 飛航事故調查進度報告¹⁸⁹

(三) 政府之應變作為

臺北市消防局 4 日上午 10 時 55 分獲報後立即前往救援，新北市消防局、基隆市消防局亦派出大量人車前往協助支援救災。空難事件發生後，新北市政府消防局 119 救災救護指揮中心亦於當日 10 時 55 分接獲報案，立即進行各項緊急應變措施，包含災害現場搶救、災害應變中心運作、前進指揮所、罹難者處置（設籍本市戶籍者）、家屬慰助及相關局處各項後勤作業。臺北市及新北市於現場成立前進指揮所，並成立空難災害應變中心。國防部接獲通報後，即啟動及應處作業。

新北市政府於 104 年 2 月 4 日上午 11 時 30 分成立空難災害應變

中心一級開設，進駐單位包括交通局、消防局、警察局、衛生局、新聞局、民政局、社會局派員 24 小時進駐運作，每日派員進駐前進指揮所。自 104 年 2 月 4 日開設運作，至 2 月 12 日 19 時恢復常態開設，共計開設 9 天。各編組任務：上開進駐單位偕同市府消防局統合所有救災能量支援救災，並適時發布新聞稿及更新處置報告。交通部 4 日上午 11:15 成立中央災害應變中心，由陳部長建宇擔任指揮官同時指派民用航空局李副局長萬里進駐臺北市府應變中心前進指揮所召集相關部會調度搶救支援事宜，詳如圖 174 所示。



圖174 中央及地方成立災害應變中心其前進指揮所情形

資料來源：政府因應復航墜機相關處置作為大事紀¹⁹⁰、自由時報¹⁹¹

行政院張副院長當日上午 12 時 15 分至災害應變中心指揮調度，毛院長於下午 13 時 20 分坐鎮民航局空難中央災害應變中心指揮，引導跨部會合作，並主持下午 2 時工作會議，責成各部會通力合作支援救災任務(如(1)所示)。並於 4 日下午 16 時 05 分尋獲飛航資料紀錄器(FDR)與座艙語音記錄器(CVR)，並送至飛安會(詳如 0 所示)。



復興航空 GE235 航班事故飛航資料紀錄器(FDR)與座艙語音記錄器(CVR)

資料來源：政府因應復航墜機相關處置作為大事紀¹⁹⁰、NOW news 今日新聞¹⁹²

(1) 毛院長指示各部會合作支援救災情形表

項次	救災任務
1	請交通部要求復興航空做好家屬聯繫工作，並設置家屬關懷中心。
2	請陸委會與海基會協助有關大陸籍旅客的家屬聯繫，國內乘客家屬請內政部提供協助。
3	請衛福部與地方政府社政單位密切合作，提供家屬必要的協助。

資料來源：政府因應復航墜機相關處置作為大事紀¹⁹⁰

4 日連夜持續搜救，軍方完成架設 M3 浮門橋，並調用 400 及 700 噸吊車吊掛航機，吊掛航機機身作業，搜救行動 4 日起至 12 日下午 17 時 25 分完成搜救工作。搜救動員情形如(2)及 0 所示。

(2) 本次飛航事故搜救動員情形表

搜救動員	動員情形
動員單位	國防部、海巡署、空勤總隊、特搜隊、航空警察局及地方政府(臺北市、新北市、桃園市、基隆市、新竹縣市、臺中市、雲林縣、南投縣、高雄市、宜蘭縣、苗栗縣及金門縣等 12 縣市)
投入人員	超過 8,500 人次 (潛水人員超過 1,000 人次)
各式車輛	達 1,800 車次
各式船艇	近 600 船次
直升機	45 架次
民間組織	主動提供熱食、暖爐等各式後勤支援

資料來源：政府因應復航墜機相關處置作為大事紀¹⁹⁰、交通部民用航空局，復興航空 235 航班事故及善後聯合服務中心說明¹⁹³



復興航空 GE235 航班事故搜救動員情形

資料來源：交通部民用航空局，復興航空 235 航班事故及善後聯合服務中心說明¹⁹³

交通部 6 日上午 8 時 30 分成立「復興 GE235 班機空難善後聯合服務中心」，協助家屬辦理後續善後事宜，臺北、金門航空站設單一窗口。並組成關懷服務團隊訪視傷者及旅客家屬，主動提供相關協助與服務。飛航安全調查委員會進行「飛航事故調查報告」，調查成員包括飛安會、交通部民航局、復興航空、法國失事調查局(BEA)、航空器製造公司(ATR)、加拿大運輸安全委員會(TSB)、發動機製造公司

等。

(四) 致災原因研判

4. 為預防復興航空 ATR 機隊同型機及相關駕駛員再發生類似情形，交通部民航局已於第一時間針對同型機(包括復興 10 架及立榮 12 架)實施特檢。
5. 復興航空 ATR 型機駕駛員之適職性可能尚不足夠，如對於緊急情況之警覺、判斷及應變處置能力。
6. 詳細事故原因有待復興航空 GE235 飛航事故調查報告完成。

(五) 可借鏡之處

5. 建立中央與地方之模組化聯合應變機制

建立災害現場聯合應變中心的機制，推動聯合模組化應變的規劃，建立災害情境及資源連結清單，在應變時中央與地方同步進駐單一指揮中心，分別負責不同功能，未來在因應災害現場分工調度時，以能夠發揮最大的效益。

6. 掌握民間救災資源能量

本次救援調動大型吊車機械救災，對於民間救災資源之調查應掌握且落實，俾災時能夠即時救援。

7. 區域聯防之重要性

強化各級政府間(垂直)及社會、企業體與政府間(橫向)之合作，以「近水救火」爭取災害搶救之時效性與弭補物資不足等情況，俾能有效降低災損。

8. 市府全力投入

市府派遣各式救災機具及人員全力投入救災工作，並於現場成立前進指揮所，並指派消防局副局長每日進駐前進指揮所指揮、調度、協調、整合，並參與搜救計畫之規劃與討論，得以克服各種困難。

二十五、全美航空 1549 號班機事故

(一) 事件描述

2009 年 1 月 15 日(當地時間下午 3 時 26 分起飛),全美航空 1549 號班機 (US Airways Flight 1549), 在起飛爬升過程遭加拿大黑雁撞擊, 導致兩具引擎同時失去作用, 考量當時飛機高度及下降速率, 機長冒險緊急迫降紐約市哈德遜河, 機上 155 名人員全部生還, 被稱為「哈德遜河奇蹟」。



圖175 全美航空 1549 號班機途徑示意圖

資料來源：USA TODAY¹⁹⁴⁴

(二) 災情描述

全美航空 1549 號班機 (US Airways Flight 1549) 是一班美國全美航空公司執飛, 由紐約市拉瓜迪亞機場經停北卡羅萊納州夏洛特道格拉斯國際機場, 至華盛頓州西塔科西雅圖—塔科馬國際機場的每日定期國內商業客運航班。在 2009 年 1 月 15 日, 由機長沙林博格

(Chesley Sullenberger III) 負責執飛，全美航空 1549 號班機起飛後約 1 分 37 秒左右，遭遇「雙重鳥擊」，機長向機場塔台報告，指飛機上兩具引擎都遭受鳥擊而失去動力致兩引擎皆故障，通知塔台要求轉降新澤西州機場，機場方面隨即指示 1549 號班機立即折返，但沙林博格機長發現不能掉頭折返機場，於是準備安排客機飛往新澤西的泰特伯勒機場作緊急降落；但其後機長又發現當時飛機的高度及下降速率，無法讓客機安全降落於泰特伯勒機場。

因飛機已失去動力，無論折返或改降恐皆不及，於是，機長決定避開人煙稠密地區，臨機應變冒險讓客機緊急降落在貫穿紐約市的哈德遜河上(此時距起飛時間僅約 5 分鐘)，詳如圖 176 所示。拉瓜迪亞塔台在機長告知即將降落哈德遜河 23 秒後失去與班機聯繫。

飛機飛進哈德遜河河道上空，並以滑翔方式緩緩下降，飛機機尾首先觸水，其後以機腹接觸水面滑行，飛機左側的一號引擎於水面滑行期間脫落沉入河底；最後，飛機於曼克頓附近停止滑行，機身大致保持完整(如圖 177 所示)。

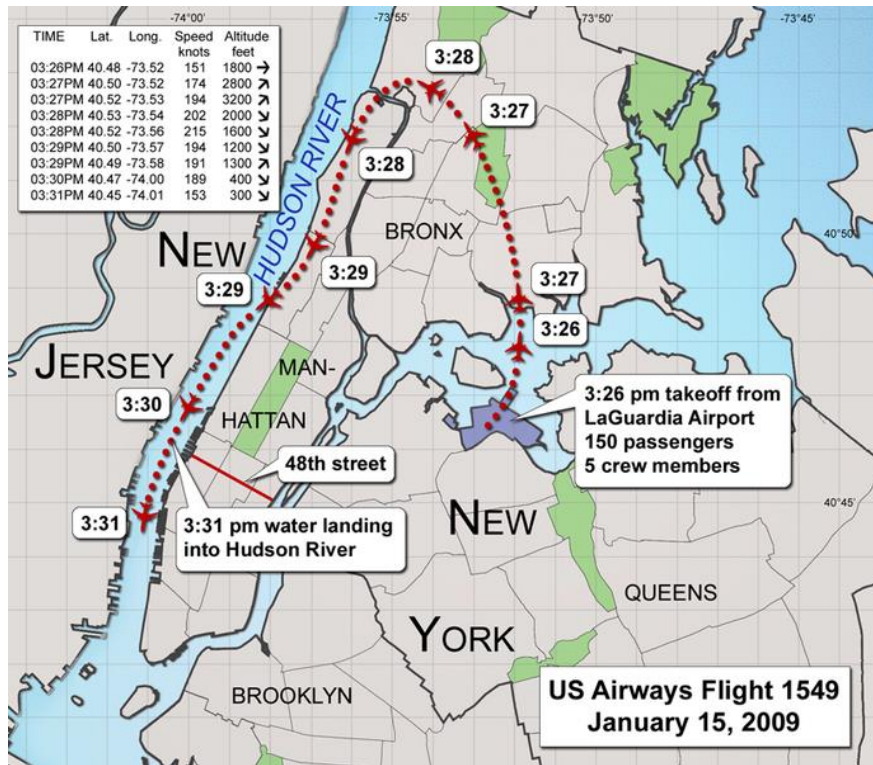


圖 176 全美航空 1549 號班機起飛到迫降的航線圖

資料來源：USA TODAY¹⁹⁴、空中浩劫第十季第五集「Hudson River Runway」¹⁹⁵

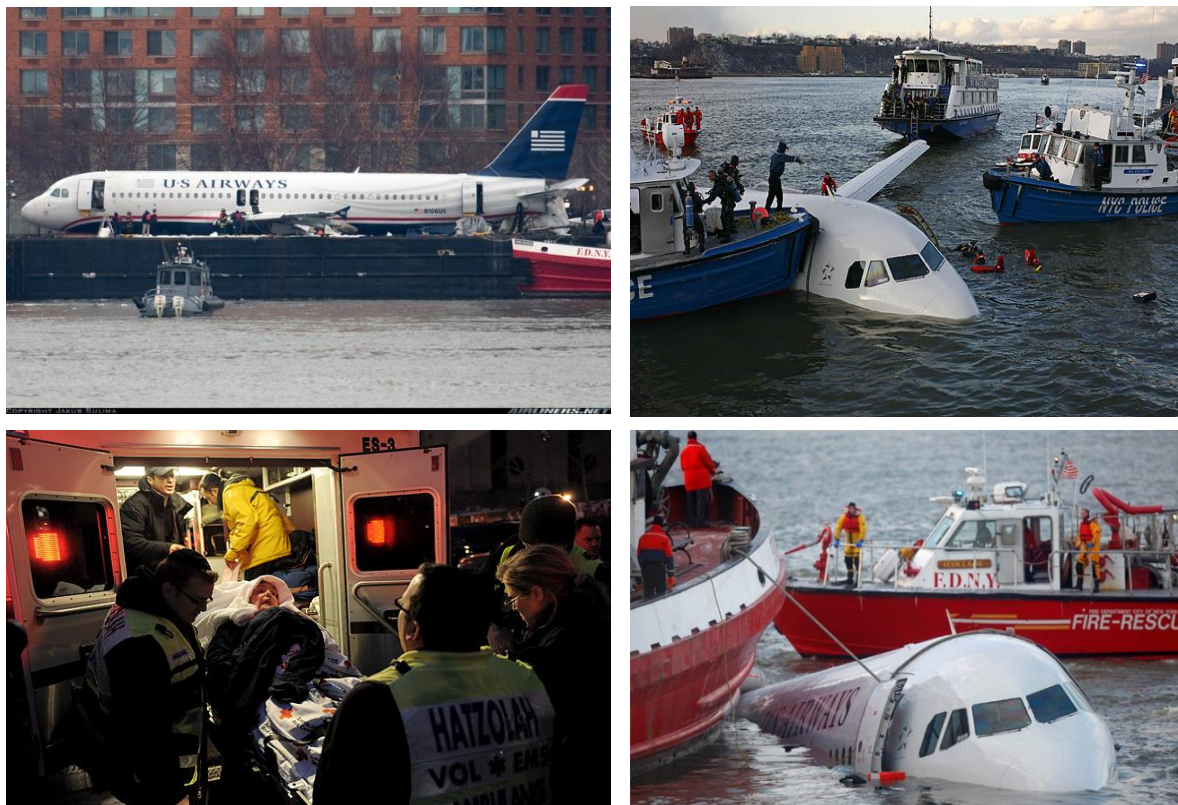


圖 177 全美航空 1549 號班機事故情形

資料來源：Time¹⁹⁶、USA TODAY¹⁹⁴⁴

(三) 政府之應變作為

當機身完全停止後，成功迫降哈德遜河後，機身開始慢慢下沉，於是緊急疏散程序立即展開，當時機上的乘客都保持秩序，機長沙林博格負責指揮疏散，讓婦孺先離開機艙，並於機艙來回巡視機艙是否仍有乘客，確定所有乘客皆疏散後，最後一人才離開客機。機上所有人都停留在機翼上及緊急充氣逃生滑梯上等待救援。

當地警方與消防隊立即出動，約 35 名乘客落水，消防蛙人於事發後 5-7 分鐘首先乘直昇機跳入只有攝氏 4 度河水中拯救生還者；以及紐約市附近渡輪、海岸巡防隊及紐約市警局立刻出動大批人力馳援，參與救援行動；船上的人將救生衣拋下河中及將生還者救上渡輪，並將沒有受傷的乘客載至河畔的餐廳安頓；受傷的乘客立即被安排到附近醫院救治，詳如圖 178 所示。





圖178 州及聯邦單位、渡輪等車輛馳援救援情形

資料來源: USA TODAY¹⁹⁴⁴、CNN¹⁹⁷

(四) 致災原因研判

事件初報確定，飛機失去動力原因，係因飛機於爬升期間遇上一群加拿大黑雁，引擎可能吸入數隻這類候鳥，並使飛機因承受不了這龐大的撞擊力而停止運作，於客機 1 號引擎發現的飛鳥羽毛詳如圖 179 所示。

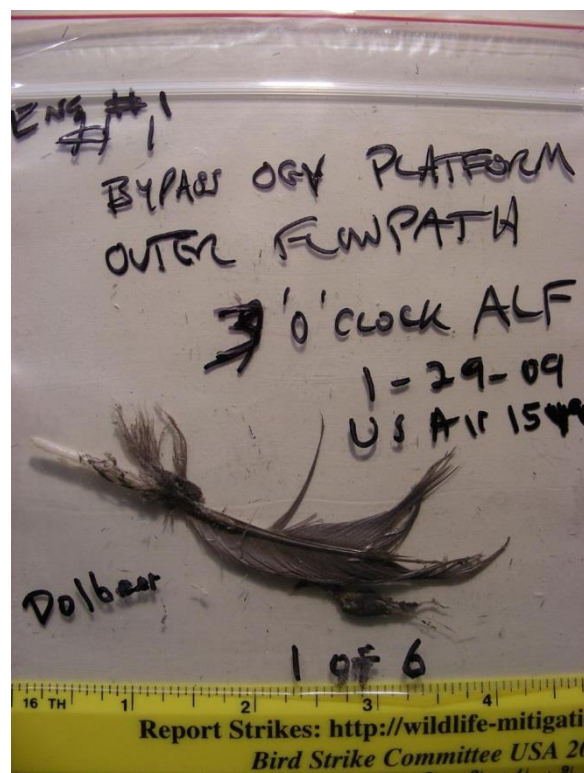


圖179 客機 1 號引擎發現的飛鳥羽毛致災圖

資料來源： USA TODAY¹⁹⁴

(五) 可借鏡之處

1. 掌握調查政府及民間救災資源。

此次事故因海岸巡防隊、紐約市警局及附近渡輪紛紛趕往救援，救援人力及船隻充足，使得救援行動迅速。故應掌握政府及民間救災資源，包括救災人力機具、裝備、物資或民間志工團體等，俾能於災害應變時之協調與調度。

2. 落實機組員訓練與客艙安全之教育訓練。

鑒於此次事故發生在機長沙林博格下達逃生指示後，機組員分工引導乘客離開機艙，恪守職責。航空公司應對機組員做相關飛航安全措施及教育訓練確實實施，並對乘客告知相關規則或要領。

詳如圖 180 所示。



圖180 落實機組員訓練與客艙安全之教育訓練

資料來源：CNN¹⁹⁵

二十六、巴西聖保羅州乾旱事件

(一) 事件描述

巴西在今年 1、2 月時遭遇了 80 年來最嚴重的乾旱，自 2014 年 10 月雨季降水量明顯低於標準值。平均梅雨季(10 月-2 月)雨量為 21.48 毫米，至 2015 年 2 月僅有 6.27 毫米雨量。降雨量不足使得聖保羅都會區(如圖 181 所示)附近 6 處水庫蓄水量不足(坎塔雷拉水庫 5%、奧拓鐵特水庫 11%、瓜拉皮蘭加水庫 47.9%、奧拓科蒂亞水庫 28%、里奧克拉魯水庫 75%、里奧格蘭德水庫 28.8%)難以供應 1620 萬人口(如圖 182 所示)。水源不足的情況下，電力、農業、經濟造成劇烈的影響。

其中坎塔雷拉水庫為聖保羅最大的水庫之一，2014 年平均降水量(低於 25 毫米)均低於 1930-2014 年平均降水量(約 50 毫米)，如圖 183~圖 185 所示。

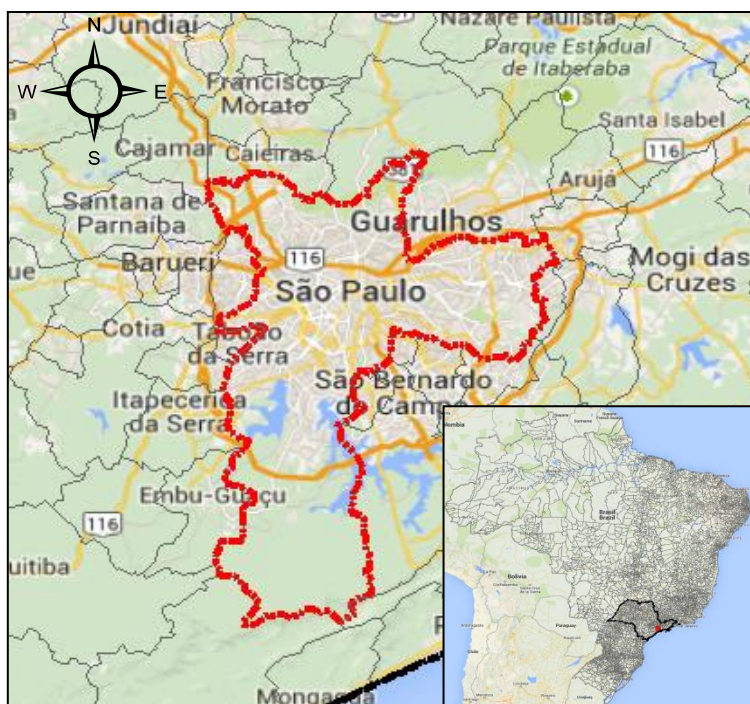


圖181 聖保羅市位置圖

資料來源：google map¹⁹⁸

表24 2014年10月-2015年2月水庫蓄水量變化表

蓄水量百分比	10月	11月	12月	1月	2月
坎塔雷拉(cantareira)	6.7%	12.2%	8.7%	7.2%	5.0%
奧拓鐵特(alto tieté)	12.4%	8.9%	5.6%	12.1%	11.0%
瓜拉皮蘭加(guarapiranga)	51.8%	39.2%	33.4%	40.6%	47.9%
奧拓科蒂亞(alto cotia)	35.4%	30.2%	29.9%	31.4%	28.0%
里奧克拉魯(rio grande)	76.7%	68.8%	63.5%	71.9%	75.0%
里奧格蘭德(rio claro)	60.9%	43.0%	31.6%	32.5%	28.8%

資料來源：Sabesp¹⁹⁹

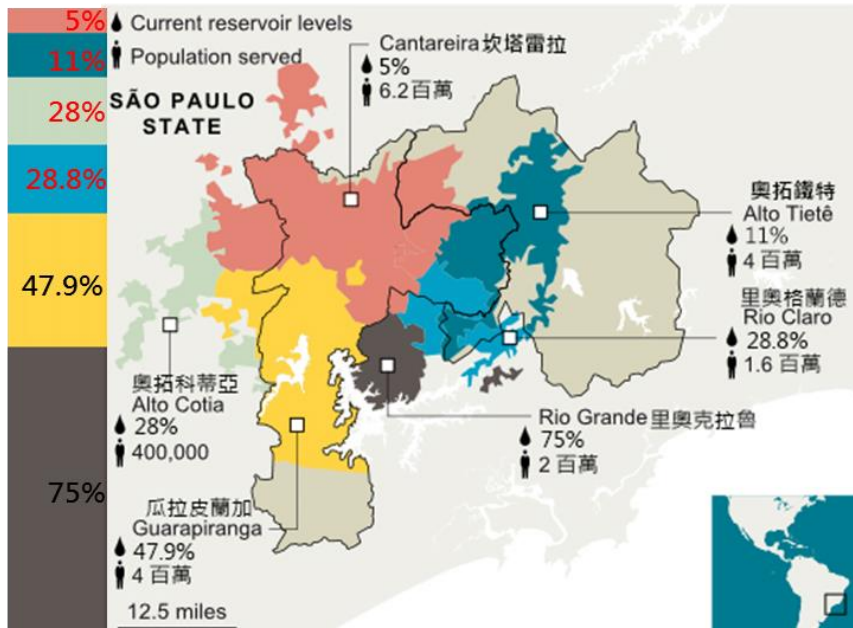


圖182 六處水庫 2 月蓄水量與服務人口數量圖

資料來源：整理自 The celestial convergence²⁰⁰

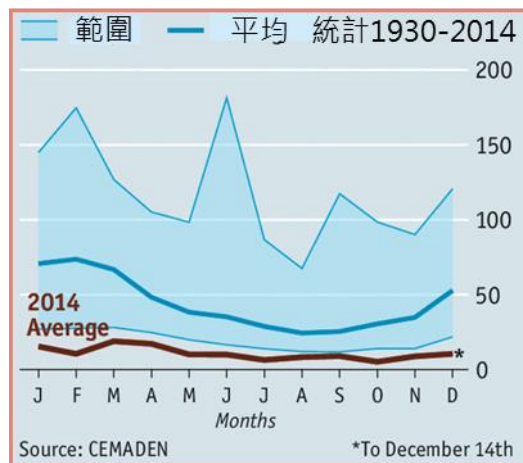


圖183 坎塔雷拉水庫 2014 年平均蓄水量

資料來源：The Economic²⁰¹



圖184 至 2015 年 1 月坎塔雷拉水庫蓄水量變化前後空照圖

資料來源：The weather channel²⁰²

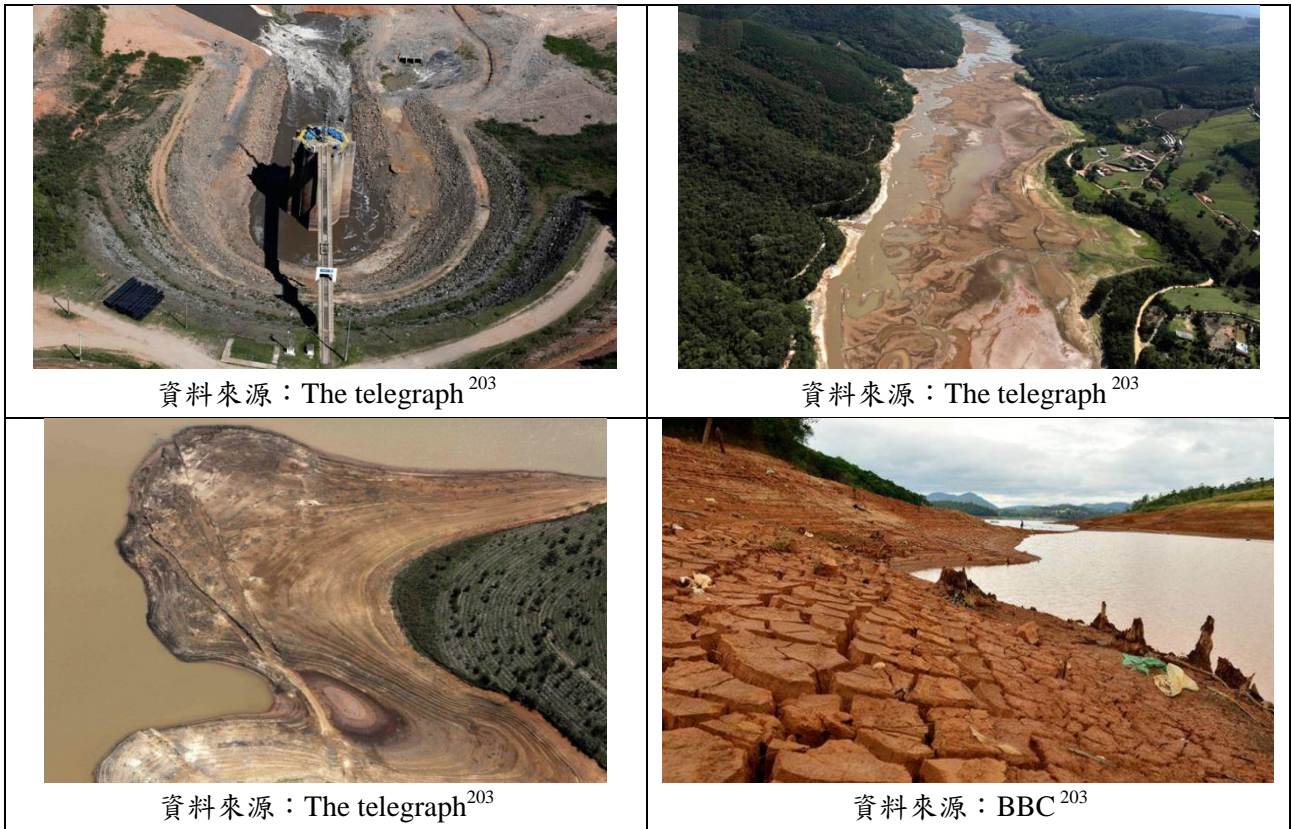


圖185 水庫與河川枯竭情況

(二) 災情描述

巴西東南部地區(包含聖保羅)負責全國 70% 產電量，水力發電廠的蓄水量僅有 19%，低於預期的 40%。供電不足造成聖保羅市地下鐵乘客因斷電後列車停駛的緣故被迫下車，沿著隧道走上車站月台；電車和交通號誌停擺，造成交通混亂。水資源短缺已直接與間接影響聖保羅州 4580 萬人口。而巴西東南部地區水力發電停滯使 10 個州暫停供電(如圖 186 所示)，安格拉 1 號 (Angra 1) 核能發電廠也因電壓不足自動關閉，暫時停止運作。

巴西在國際上大量出口咖啡、糖、玉米、黃豆等農產品，乾旱造成產量下降，商品期貨價格上升，如圖 187、圖 188 所示 10 月至 1

月玉米價格由一磅 340 美分上漲至 420 美分。巴西氣候變化研究所預測，乾旱的影響對農產品市場帶來衝擊於 2020 年農業生產將因乾旱損失約 27 億美元，2050 年全國 10% 的農作物種植區將因氣候影響而消失。

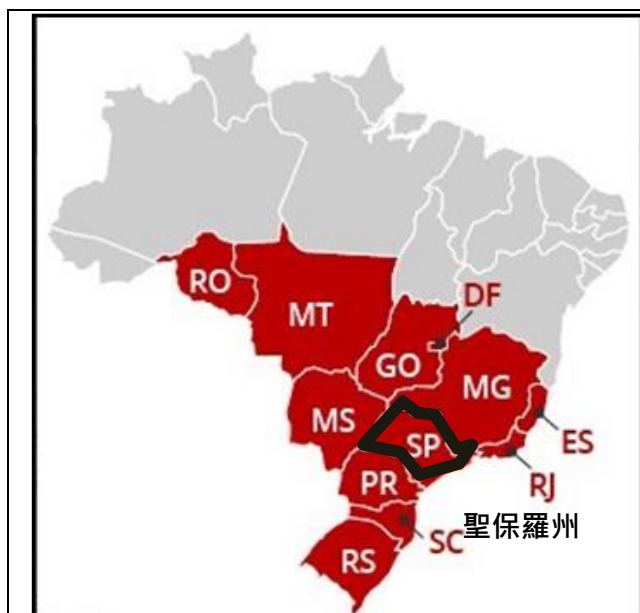


圖186 暫停供電行政區域

資料來源：Surgiu²⁰⁵



圖187 玉米期貨的價格走勢

資料來源：Nasdaq²⁰⁶



圖188 乾旱導致農作物欠收情況

資料來源：fashionnetasia²⁰⁷

資料來源：金融界²⁰⁸

(三) 政府之應變作為

1. 限水措施

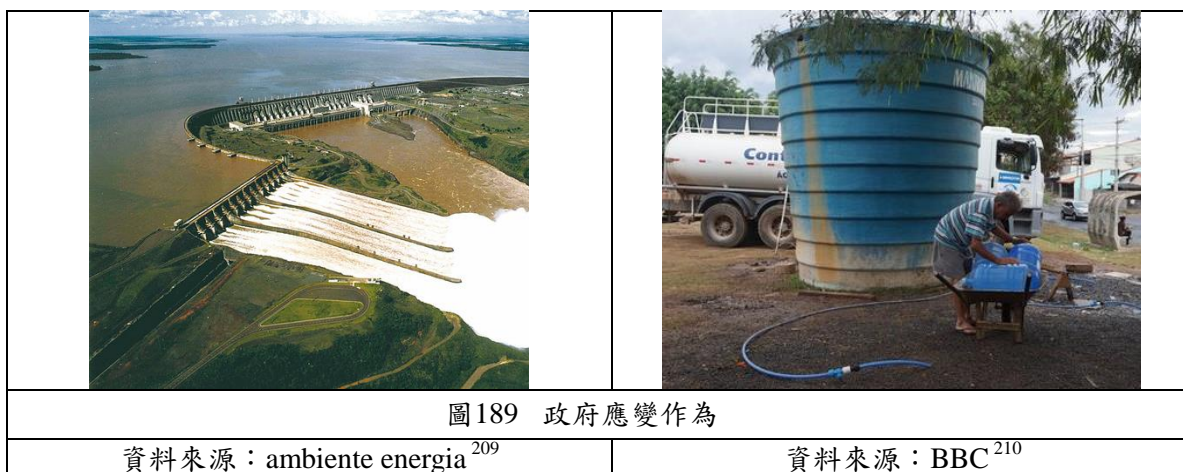
政府夜間實施輸水管線降壓，且修復漏水與舊有管線。在生活用水部分，政府提供 17% 生活用水資源回收再利用(如圖 189 所示)，以減緩水情。

2. 限電措施

由於巴西主要依靠水力發電(如圖 189 所示)，在水庫缺水的情況下，無法產生電力，因此，國家電力系統管理局下令將全國供電減少 3000 千瓦，相當於全國產電量的 8%，此外提高電價，最高提高幅度達 83%。

3. 公共設施關閉與取消節慶活動

部分學校與醫療中心因水庫限水而暫時關閉，地區節慶活動因無法提供遊客用水及清潔街道用水而取消，根據統計，節慶活動清潔街道用水需使用 4 噸的水。



(四) 致災原因研判

1. 氣候變遷與水資源和人口分佈極不平均

巴西除降雨量逐年減少外，全國約 80% 人口集中於東部沿海大城市(如圖 190 所示)，都市人口面臨極高水資源需求，但巴西西邊亞馬遜河流域僅有 4% 的人口需求，卻擁有高達 50% 的水資源，顯示出水資源與人口的分配不均。

2. 森林砍伐影響水循環

巴西佔亞馬遜森林 60% 面積，但大量的非法砍伐導致森林快速的消失(如圖 191 所示)，巴西政府在 2006 年承認大約有 63% 來自巴西亞馬遜地區的木材是非法取得，兇殺、暴力、壓榨勞工、非法取得公共土地的現象隨處可見。而林木被砍伐後，雨水將土壤沖刷而下，未受到植被保護的土壤會導致河流污染，並改變河流的水流量，且會減少地下水量含量及植物的蒸散量，進而改變氣候影響降雨量及氣候。

3. 輸水管線年久失修浪費 40% 水滲入土壤

巴西 SABESP 是聖保羅州最大水資源管理公司，該公司透過加收水費與衛生費產生大量利潤加以彌補過去幾年旱災的損失，但最大根本由於管線年久失修導致 40% 水資源滲入土壤，浪費許多水資源。因此陷入旱災重複發生，水資源需求持續增加，而水

費價格飆高彌補旱災損失的惡性循環。

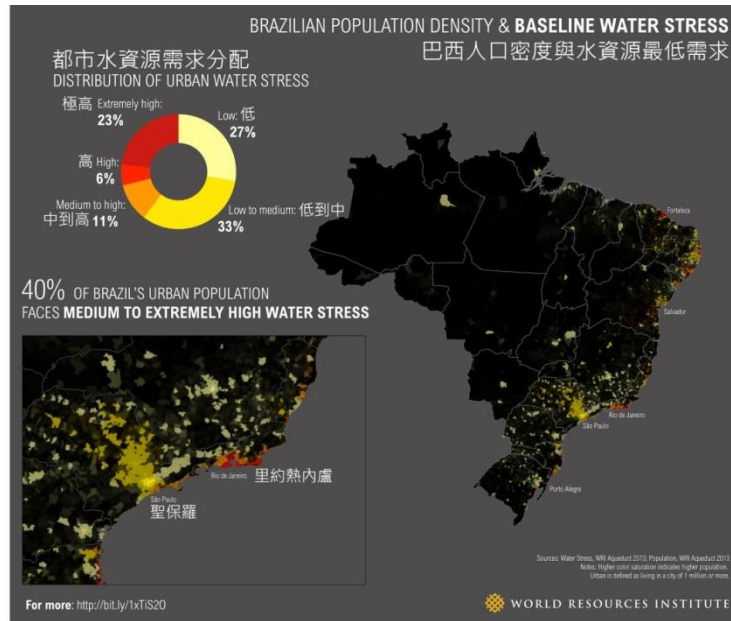


圖190 巴西人口密度與水資源需求

資料來源：world resources institute²¹¹

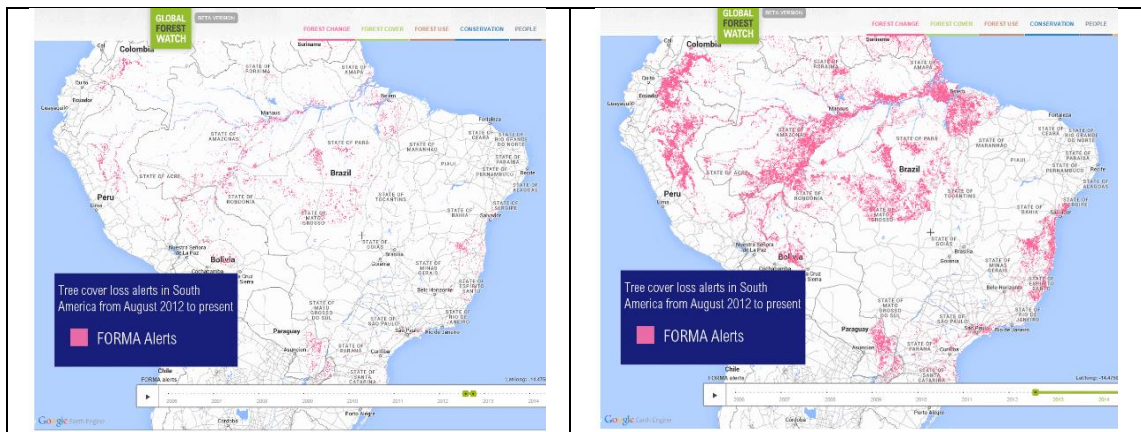


圖191 2012-2014 樹木砍伐面積(相當於16%臺灣面積)

資料來源：world resources institute²¹¹

(五) 可借鏡之處

1. 臺灣地區供水情勢(枯旱預警)通報

為確實掌握新北市地區水資源供需情況，需擬定乾旱預警與應變決策必要之資訊，；以提高市民節水意識，加強工業用水循

環再利用，減輕水庫供水負擔。

2. 建立緊急運水網路

新北市政府與自來水事業應辦理旱災應變之緊急運水，平時應規劃運送設施(道路、港灣、機場等)、臨時供水站(車站、市場、學校等)及載水站與有關替代方案，應協同有關機關建立緊急運水網路。



圖192 石門水庫缺水情況

資料來源：中央通訊社^{212、213}

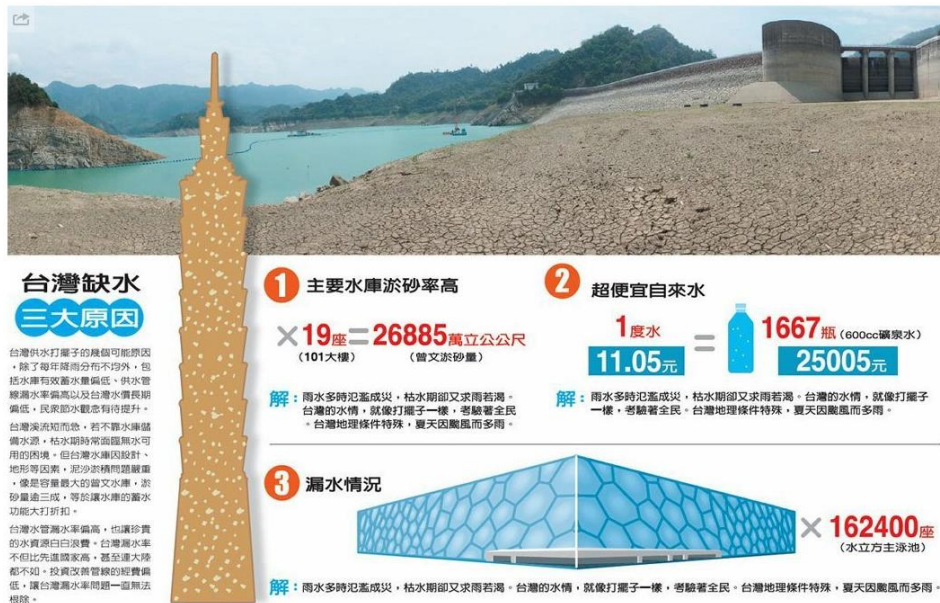


圖193 台灣缺水原因

資料來源：聯合新聞網²¹⁴

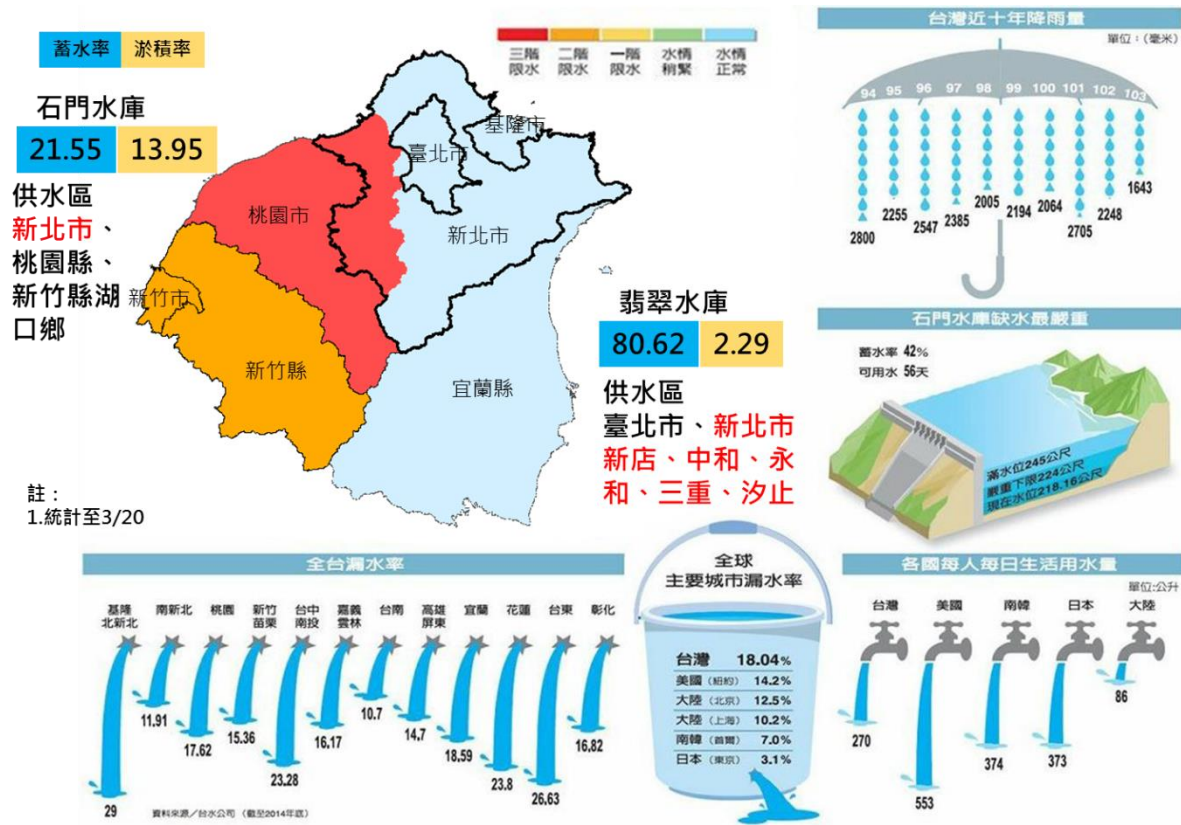


圖194 新北市限水情況

資料來源：聯合新聞網²¹⁴

二十七、萬那杜潘姆颱風事件

(一) 事件描述

2015年3月6日06:00UTC，斐濟氣象局將位於納迪西北約1140公里的低壓區升格為熱帶擾動，並給予編號11F。3月8日將其升格為熱帶低氣壓。3月9日升格為一級熱帶氣旋(南太平洋將颱風稱呼為氣旋)，並命名為Pam(帕姆)。3月10日00:00UTC升格為二級熱帶氣旋。同日12:00UTC，升格為三級強烈熱帶氣旋。3月11日升格為四級強烈熱帶氣旋。3月12日升格為五級強烈熱帶氣旋。3月13日斐濟氣象局評定帕姆的10分鐘中心風力為250km/h，中心最低氣壓為899hPa。3月14日18:00UTC，帕姆離開斐濟氣象局監控區域，進入紐西蘭氣象局監控區域。

3月13-14日帕姆颱風侵襲南太平洋島國萬那杜，帕姆挾帶時速250公里的狂風，掀掉屋頂、拔起路樹，引起八公尺高巨浪，惡水淹沒良田，沖毀供電與通訊系統。



圖195 萬那杜地理位置圖

資料來源：google map²¹⁵

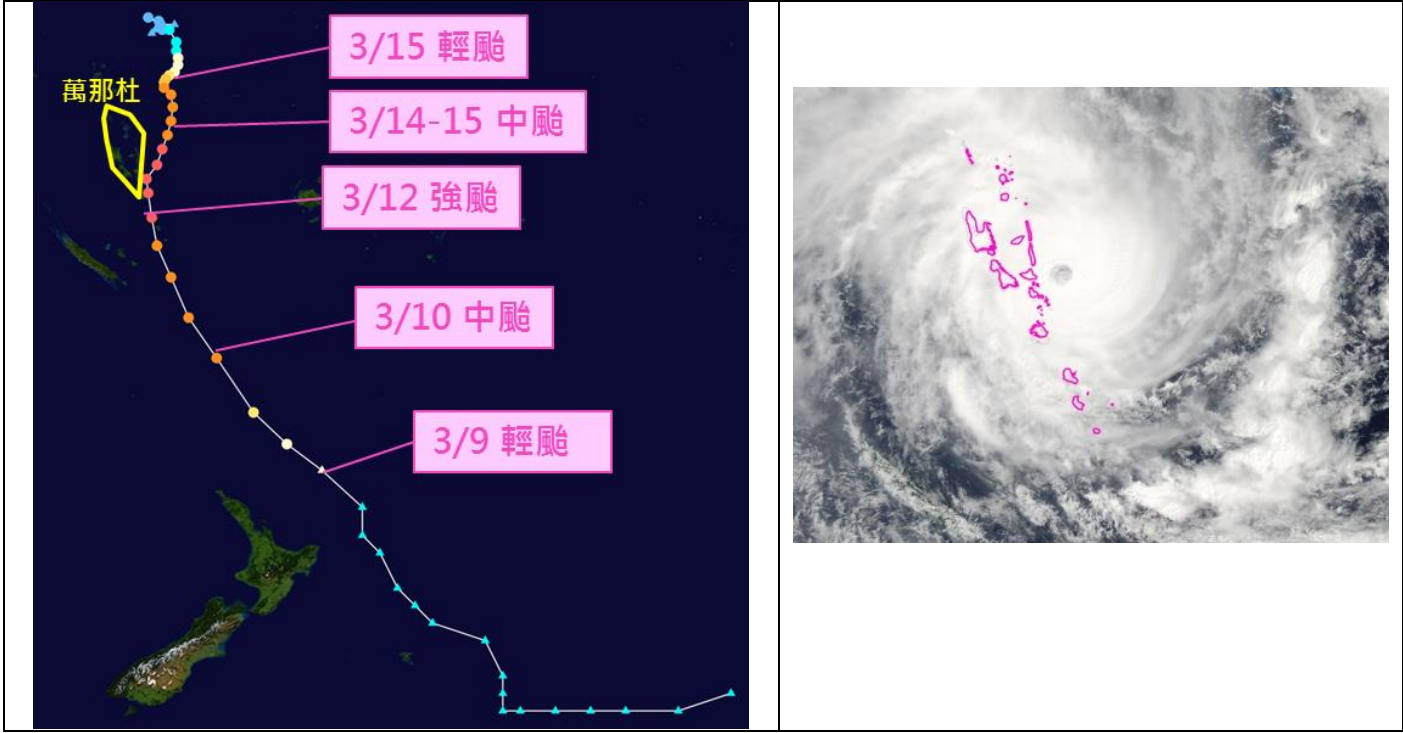


圖196 帕姆颱風路徑圖

資料來源：維基百科²¹⁶

(二) 災情描述

帕姆橫掃萬那杜後，對當地造成毀滅性破壞。萬那杜由 83 個小島組成，救難人員至今依然無法進入當地受災地區，傷亡與損失仍待確認(以下統計至 3/20)。首都維拉港九成房屋被吹毀；數條村落被滅村；農作物損毀，預估剩 7 天糧食；海港高達 100 船隻被摧毀或沉沒。根據統計至少 24 人死亡；約 20 人受傷；約 3,300 人等待救助；19,000 戶需要緊急糧食與水援助。當地通訊電力除首都外一概中斷，首都機場關閉。當局隨後宣布國家進入緊急狀態。世界展望會表示，有 76 個於島上工作的職員失去聯絡，生死未卜。



圖 197 帕姆颱風侵襲萬那杜前後對照圖

資料來源：ABC NEWS²¹⁷



圖198 萬那杜受災情形

(三) 政府之應變作為

首都維拉港市已經設立 37 個避難中心，協助災民伙食照護。此外，萬那杜受到鄰近各國與國際組織的援助，以加速救災速度。澳洲評估災後可能有傷亡、就醫等情況，因此，派出國軍與救難團隊以及醫療小組 5 人、應變小組 10 人、災後評估小組 3 人等前往救災，並提供 60 張床位，24 個小時診所。紐西蘭準備重型工程設備，以幫助修復道路和重點基礎設施。

萬那杜現有至少 17 萬人口受災，而且農業部門遭受重創，因為該國 80% 的人口務農，其中香蕉、椰子和蔬菜等經濟作物生產、小牲

畜養殖以及漁業受影響最大，直接對災民未來生計構成嚴峻挑戰。為此，糧食署在提供援糧救助的同時，也將與政府合作幫助受災農戶重建生計。

世界衛生組織表示，該機構正在與萬那杜衛生部合作，全面評估帕姆颱風對該國醫療衛生系統所造成的破壞，同時針對腹瀉病、登革熱、流感和麻疹疫情進行實時動態監測，全面開展兒童免疫接種行動，併為糖尿病、高血壓等慢性病患者提供藥品供應(資料來源：華僑網¹⁹⁸)。

紅十字會與聯合國人道機構全力支援政府開展賑災救援行動，幫助災區復原重建，讓受災民眾儘快恢復正常生活。



資料來源：地球圖輯隊²¹⁸



資料來源：世界之聲²²¹



資料來源：ABC NEWS²²²



資料來源：ABC NEWS²²²



資料來源：ABC NEWS²²²

資料來源：ABC NEWS²²²

圖199 各國與國際組織援助

(四) 致災原因研判

1. 帕姆颱風挾帶暴風與暴雨且規模遠大於歷年來的颱風，且萬那杜房屋多為茅草、木材等當地材料，難以承受高強度衝擊。
2. 萬那杜由 83 座小島組成，在通訊與交通中斷的情況下，災情通報與救援都難以執行且多艘船隻因颱風受損，因此來往各島救援人力與能力有限。



資料來源：ABC NEWS²²²

資料來源：ABC NEWS²²²

資料來源：ABC NEWS²²²

資料來源：ABC NEWS²²²

(五) 可借鏡之處

1. 評估避難場所收容能量

避難場所是作為災民安置空間，必須考慮本身的安全性(自然因素、人為因素)、妥適性(收容面積、收容人數及適合開設之災害類別等)、管理層面等，以利災害發生後使用之需求。

2. 孤島地區對策

目前臺灣降雨型態趨於短時間強降雨，災害日趨嚴重，若道路、橋梁中斷、土石流、淹水及風災災害發生後，造成對外交通及聯繫中斷，而形成孤島地區。因此需掌握保全住戶資料、落實撤離計畫與演練、規劃收容場所與物資安置災民以及確保通訊聯繫暢通。

二十八、美國加州乾旱事件

(一) 事件描述

氣候變遷使全球許多國家出現近幾十年來最嚴重的旱災，其中美國加州持續旱災自 2011 年開始至今已步入第四年，嚴重程度已打破加州多地和整個西部的歷史記錄，可能正面臨 1200 年以來最嚴重的乾旱。目前加州超過 98% 地區都處於乾旱狀態，根據 NASA 科學家於洛杉磯時報撰稿指出，「如今加州水儲存量只能供水約 1 年時間，策略性的備用水、地下水都正在迅速消失。」，因加州人口為全美各州之冠，達 3,880 萬人，遠比人口第二多的德州高出 1,100 萬人，若再不下雨，意味著旱象將愈來愈嚴重，加州人民處境更加艱難。

美國乾旱監控中心繪製乾旱地圖分五級，最嚴重的是「罕見乾旱 D4」，之後依次是極端乾旱、嚴重乾旱等，目前加州地區已進入罕見災害時期，一旦陷入罕見乾旱，當地水庫、河流和井水會不斷減少(如圖 200 所示)，農作物會跟著受影響，依據美國地球物理聯合會發布研究報告，表示加州當地的湖泊、水庫水位都創下歷史新低。如作為水庫的鮑威爾湖(Lake Powell)現在只有原來蓄水量的 45%(如圖 201 所示)以及過去提供近乎全加州三分之一用水量的積雪，今年也達到歷史新低記錄。



圖200 加州水庫見底

資料來源:大紀元²²³



圖201 鮑威爾湖河流乾枯

資料來源:NASA²²⁴

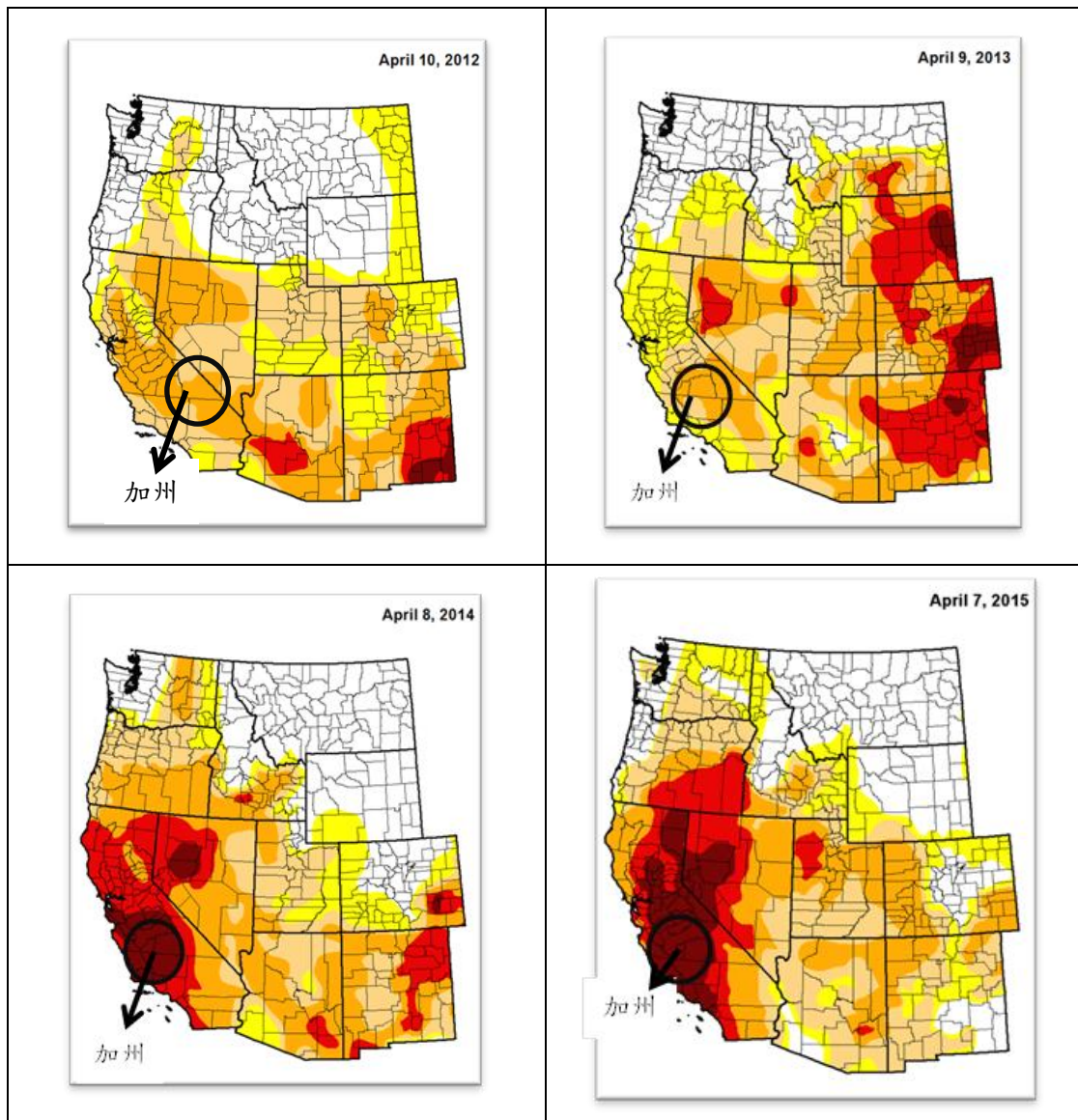


圖202 美國加州近四年來旱災程度對照圖

資料來源: United States Drought Monitor²²⁵

表25 美國旱災程度分級表

旱災程度分級表	
	反常乾燥(D0 Drought - Minor)
	中度乾旱(D1 Drought - Moderate)
	嚴重乾旱(D2 Drought - Severe)
	極端乾旱(D3 Drought - Extreme)
	罕見乾旱(D4 Drought - Exceptional)

資料來源: United States Drought Monitor²²⁵

(二) 災情描述

加州是美國農作物及肉類的重要產區，堪稱「世界糧倉」，但由於近年來嚴重乾旱，雨水供應不足，且加州中部和南部本來是沙漠地區，政府興建不少水道，將南加州和北加州的水送到中部，但目前這些水道不再為中部農場和牧場供水，使當地牧場沒有青草、農作物產量差，農民需自行購買乾草或淡水維持，但費用極為昂貴，因此很多牧場主人賤賣牛隻、農民休耕，雖牛肉價格維持在低位，但未來牛肉供應緊張，價格上升，將導致全球肉類、穀物類價格勢必上漲。

加州旅遊業亦受旱災打擊，由於降雪量下跌，著名度假勝地塔霍湖至今已有 7 間滑雪度假村將提前關閉，不少旅遊業者亦改為推廣娛樂、美食及與滑雪無關的休閒，希望留住旅客。加州境內三分之一食用水源自於內華達山的融雪，但今年積雪量卻僅為往年平均值的 5%，加上 1 月降雨量也創歷年新低，嚴重影響未來幾個月供水，氣象學家估計，內華達山脈降雪量將長期處於低迷，也迫使當地旅遊業轉型，改為開闢單車徑和攀山徑等設施。曾作為冬季奧運會賽場的斯闊谷滑雪度假勝地，過去幾年仍有投資數千萬美元升級滑雪設施，包括斥資多達 500 萬美元(約 3,876 萬港元)添購製雪機，但依然難以對抗大自然，之前便因為雪量不足而取消國際滑雪比賽，改為舉辦啤酒音樂節。



圖203 農田乾枯

資料來源:中時電子報²²⁶



圖204 內華達山脈積雪減少影響供水及旅遊業發展

資料來源:文匯報²²⁷

(三) 政府之應變作為

加州政府宣布實施歷史上首次全面限水措施(如圖 205、圖 206 所示),將針對州內居民、商家與農場等減少供水 25%,相當於削減 150 萬英畝英尺的水量,這項限水措施還包括嚴格管控校園、高爾夫球場、水泥廠及其它大型用水戶,住家及州內 464 萬平方公尺的草坪都須替換為耐旱植栽;政府將補貼消費者購買省水機型,替換舊型

家電；禁止使用自動灑水系統等。除了限水措施外，還簽署了緊急法案，通過一項 10 億金額的抗旱及水利基礎設施預算。

水價高漲令不少農民去年乾脆休耕，加州食物及農業部長預測這情況今年將加劇，因而建議農民可改種較耐旱之作物，且因農業已嚴重受乾旱影響，並未設立特定耗水指標。

美國加州各地區也針對旱災採取相關應對措施，如長灘市允許居民只可於週一和週四給綠地澆水，餐廳只有在顧客要求時才可供水以及當地居民如用肥皂擦洗車時，不允許開著水龍頭保持流水，且不能使用水管沖洗路面；洛杉磯市要求居民一週只可在戶外澆水 3 天，且奇數和偶數住宅須輪流澆水。

Gov. Jerry Brown Declares Drought Emergency

Drought Emergency declared for the state of CA, in the wake of a dry winter and bleak forecast for the upcoming weeks

What does this mean for California?

- Voluntary cutbacks of 20%
- Allows water to be diverted away from fisheries and sent to farmland
- Mandates state buildings to implement water conservation measures
- US Dept of Agriculture also declared natural disaster for many CA counties

Visit our web site:
www.cnrfc.noaa.gov
Like us on Facebook:
[Facebook.com/CNRFEC](https://www.facebook.com/CNRFEC)
Follow us on Twitter:
[Twitter.com/NWSCNRFC](https://twitter.com/NWSCNRFC)

Issued Friday January 17th, 2014 10 AM PST

California Nevada River Forecast Center

圖205 加州州長宣布緊急抗災

資料來源: California Nevada River Forecast Center²²⁸



圖206 旱災宣導文宣

資料來源:²²⁸

(四) 致災原因研判

加州雨季為每年 10 月至 3 月，但自去年 10 月 1 日以來，洛杉磯市中心降雨紀錄為 7.4 英寸，與歷年來平均降雨量為 12.8 英寸相差甚遠，通常一年中降水最充足的 1 月，今年北加州和加州中部幾乎沒有降雨，舊金山更是滴水未降，打破去年創下的一月降水量僅為 0.06 英寸的紀錄，而且受全球暖化之影響，使加州主要天然水源之一的內華達山脈積雪創 1950 年有紀錄以來新低，積雪量僅為往年平均值的 5%(如圖 208 所示)。



圖207 降雨量不足

資料來源:科技新報²²⁹



圖208 破紀錄高溫導致積雪量不足

資料來源:文匯報²²⁷

(五) 可借鏡之處

台灣各地由於秋冬以來降雨不佳，造成 67 年以來最嚴重旱災，已到達限水第三階段(如圖 209 所示)，其中新北市主要供應用水之石門水庫蓄水率於 2015 年 3 月 18 日只剩 22.8%，創建庫以來歷史同期最低，之後水位持續下降，2015 年 3 月 23 日上午 10 點剩 20.00%，

因此目前新北市政府針對旱災因應實施供5停2的限水措施，但根據中央氣象局預測，未來一段時間枯旱仍會延續，因此建議新北市政府可針對室外浪費用水的行為進行罰款，這些浪費行為包括放開水龍頭任由水在人行道上流淌等，並且平日宣導民眾節約用水(如圖 210 所示)，針對營利場所，如餐廳、旅館等用水大戶，建議安裝省水裝置以減少水資源之浪費。

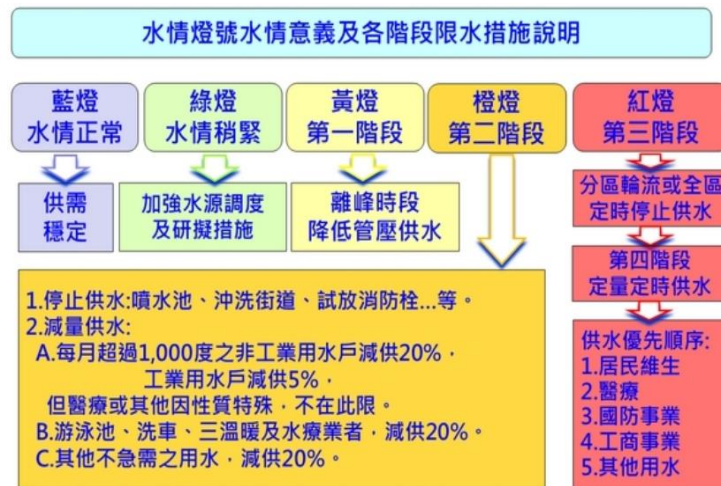


圖209 台灣旱災程度分級表

資料來源:經濟部水利署防災資訊服務網²³⁰



圖210 節約用水宣導文宣

資料來源:節水資訊網²³¹

二十九、四川暴雨大風及冰雹事件

(一) 事件描述

2015年4月4日晚上22時至5日上午7時，四川廣安市武勝縣三溪、飛龍等鄉鎮境內，遭遇暴雨、大風、冰雹災害，最大風速達到每秒38.5米，風力達13級。事發當天早上晴朗高溫，並無任何異常，至晚上12時左右突然開始刮風並伴隨著冰雹與大雨降臨，公路兩邊大量的蔬菜溫室棚被大風吹倒，樹木也被大風吹得連根拔起(如圖211所示)，有的攔腰折斷，有的齊根折斷；長在地裡的幼苗也被大雨沖洗後，奄奄一息，房屋也只剩一堆破碎的瓦礫，全鎮所有通訊及電力中斷。



圖211 四川省武勝縣遭暴雨、強風及冰雹襲擊

資料來源:正見新聞網²³²

(二) 災情描述

此次災害造成 8 人因房屋倒塌死亡、37 人受傷被送往縣人民醫院和中醫院救治，受災住戶共 6,512 戶，14,500 間房屋遭到破壞，受損農作物 4.5 萬畝，電力、道路、通訊等不同程度受損(如圖 212 所示)。其中受災最為嚴重之地區為眉山、廣安 2 市 4 個縣(區)，共 29.7 萬人受災，農作物受災面積為 11.9 千公頃，直接經濟損失達 2.1 億元人民幣。



圖212 當地房屋及農作物遭受嚴重破壞

資料來源:中新網²³³

(三) 政府之應變作為

災情發生後，廣安武勝縣政府高度重視，立即展開救援行動，縣政府相關領導親自帶隊前往事發地點，沿途交通因太多樹木倒塌造成行進艱難，救援隊動用警力一路排危搶險，抵達後立即挨家挨戶查看災情並搶險救援，在受災較為嚴重的地區搭建帳篷，提供避難收容場所給予居民安置，醫療衛生、電力通訊以及財產保險等部門，也積極介入搶險救災及相關工作(如圖 213 所示)。其中受災較為嚴重之地區為三溪鎮及飛龍鎮。三溪鎮設置了兩個較大的臨時安置點，一個在三溪鎮觀音橋小學，共安置了 200 多人，有 17 個帳篷，每個帳篷可供 12 個人居住，另一個安置點在練山壩新村，共安置 100 多人。飛龍鎮於大石橋村共設置有 4 個安置點，共安置 200 多人(如圖 214 所示)。



圖213 電力、通訊搶修

資料來源:四川新聞²³⁴



圖214 民眾收容所及救援物資

資料來源: 四川新聞網²³⁴

(四) 致災原因研判

自3月下旬以來，受偏北氣流影響，廣安天氣持續晴熱少雨，4月1日廣安市大部地方最高氣溫超過 34°C ，其中武勝最高氣溫達 34.3°C ，氣溫異常偏高，因此受高溫的持續影響，氣層處於極不穩定狀態，具備出現大風、冰雹等強對流發生的基本條件。

北方冷空氣於4日晚上9時自北向南開始影響廣安，為不穩定能量釋放提供了有利的觸發條件，在廣安形成冷暖空氣對峙區，並受西南暖流的阻擋，致使廣安市產生大範圍、高強度的強對流天氣，因而出現雷雨大風等。

4月4日21時左右，在武勝以西由於起伏地形、局部地區熱力分佈不均作用下，因而導致風向突變，風力猛增，伴有強雷暴雨、冰雹等災害性天氣。

(五) 可借鏡之處

大台北地區過去曾發生過 3 次類似的天氣現象，分別在 1979 年 3 月 16 日(春季鋒面前緣不穩定對流發展)、1998 年 7 月 2 日(夏季午後熱對流發展)及 2013 年 6 月 4 日(梅雨鋒面伴隨熱對流發展)。冰雹在台灣並非罕見天氣現象，通常發生在春夏兩季，因鋒面及熱對流發展造成劇烈的天氣現象，尤其山區對流發展旺盛，出現冰雹的機會相對較大。

氣象局指出因冰雹發生同時也會出現「下衝流」現象，此現象通常發生在劇烈對流降雨時，落下的水滴開始蒸發、吸收空氣中的熱量，使得空氣變冷，冷空氣變重以後就會下沉，到地面後四散開來引起強陣風，通常下衝流可以瞬間出現 8 級以上的強陣風，威力甚至不亞於龍捲風，因此建議新北市政府平時就應採取措施防範雷電、大風、冰雹等災害的不利影響，同時注意防範短時強降雨和持續降雨可能引發的土石流災害。

三十、尼泊爾地震事件

(一) 事件描述

2015 年 4 月 25 日 (星期六) 6 時 11 分 26 秒(UTC)，尼泊爾標準時間 11 時 56 分 25 秒 (UTC+5:45) 發生規模(Mw)7.8 之地震事件，震央位於尼泊爾首都加德滿都 (Kathmandu) 的西北部大約 80 公里處 (28.147°N 84.708°E)，地震深度為 15 公里，地震位於歐亞與印度板塊交界處，是兩個大陸互相碰撞所引起的逆衝型淺層地震 (如圖 215~圖 217 所示)。美國地質調查局 (U.S. Geological Survey, USGS) 測得最大震度為 VIII 級，地表加速度最大為 589gals(相當我國最大震度 7 級，地動加速度 400gals 以上)，後續餘震不斷 (如圖 218~圖 220 所示)。此次地震是尼泊爾繼 1934 年地震襲擊後的最強烈地震，已超過 8,000 多人在此次地震中喪生，受波及範圍包括尼泊爾、巴基斯坦、孟加拉國、不丹、印度北部和中國西藏部分區域。

另根據美國地質調查局的監測資料，在主震發生後周遭共發生 70 起以上、規模達 4.5 以上之餘震，且於 5 月 12 日發生規模高達 7.3 的餘震，深度約 10 公里，震央位於加德滿都東方、珠穆朗瑪峰山腳下的拉多夫地區。

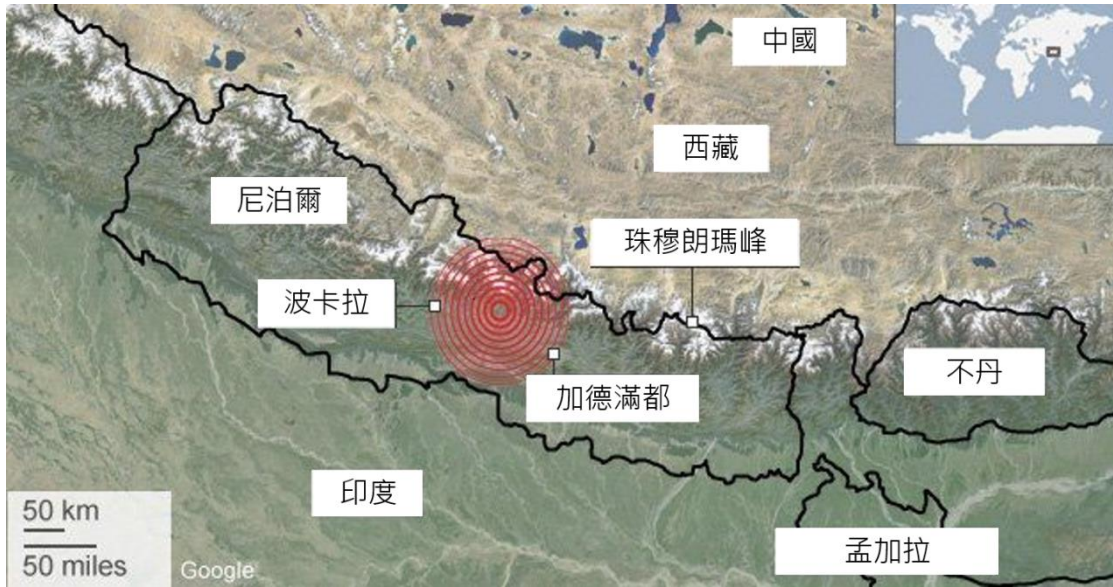


圖215 2015年4月25日尼泊爾地震位置示意圖

資料來源：BBC 中文網²³⁵

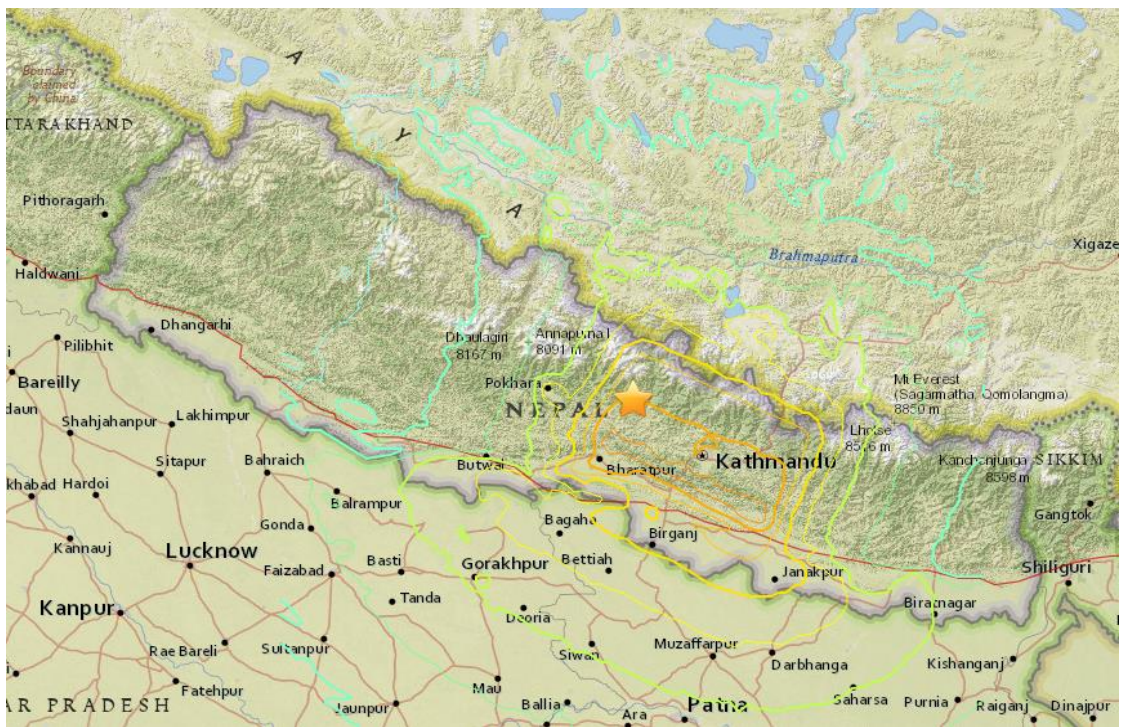


圖216 尼泊爾地震位置圖

資料來源：美國地質調查局(USGS)²³⁶

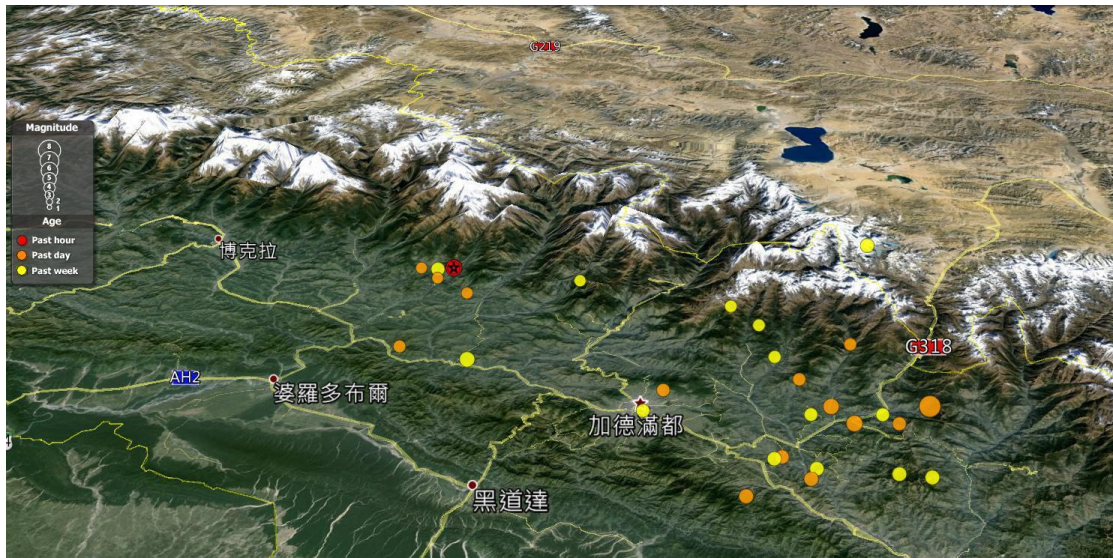


圖217 2015年4月25日尼泊爾地震震央位置圖

資料來源：國家災害防救科技中心災害防救電子報第118期 62²³⁷

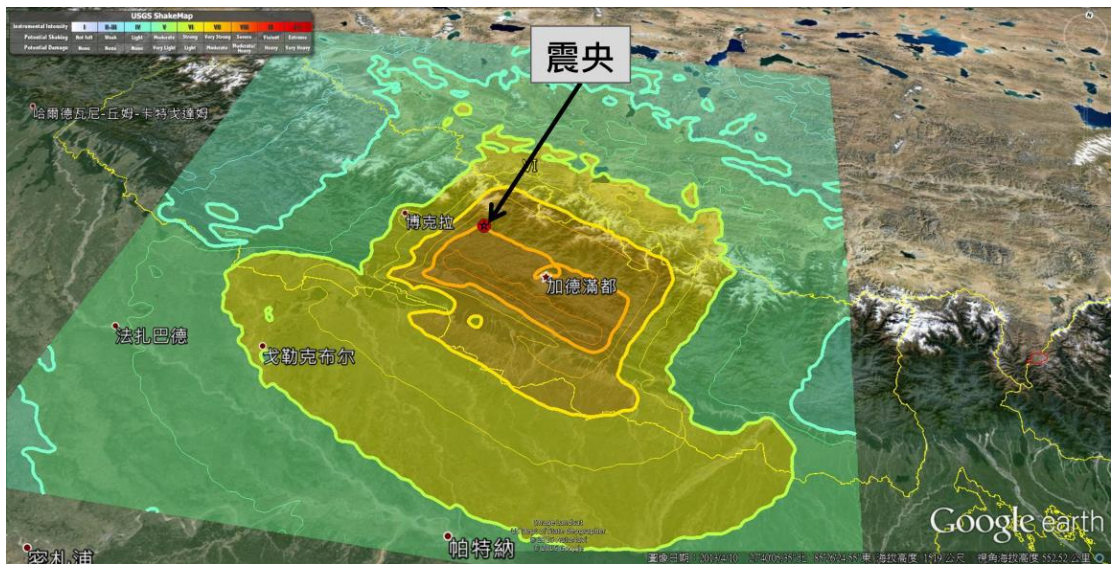


圖218 尼泊爾主震震度分布範圍

資料來源：國家災害防救科技中心²³⁸

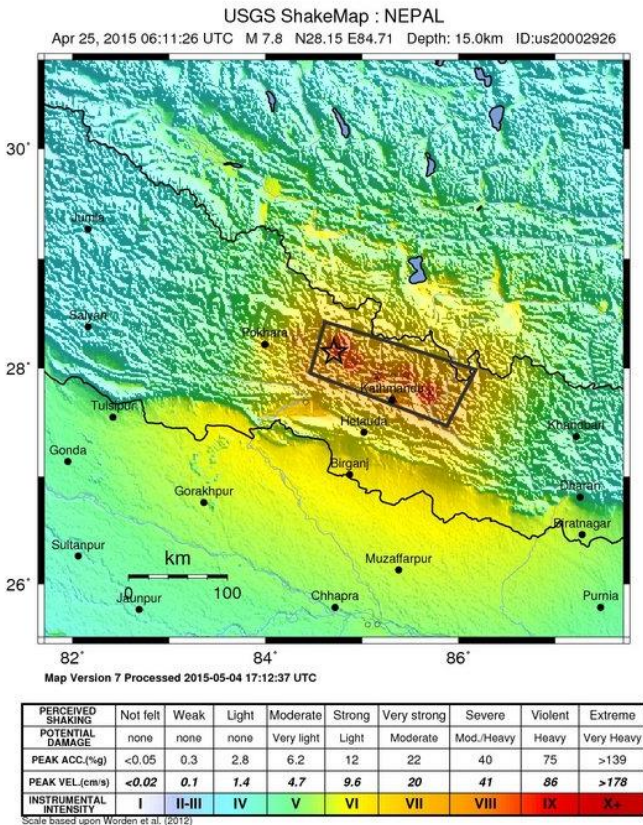


圖219 尼泊爾地震等震度圖

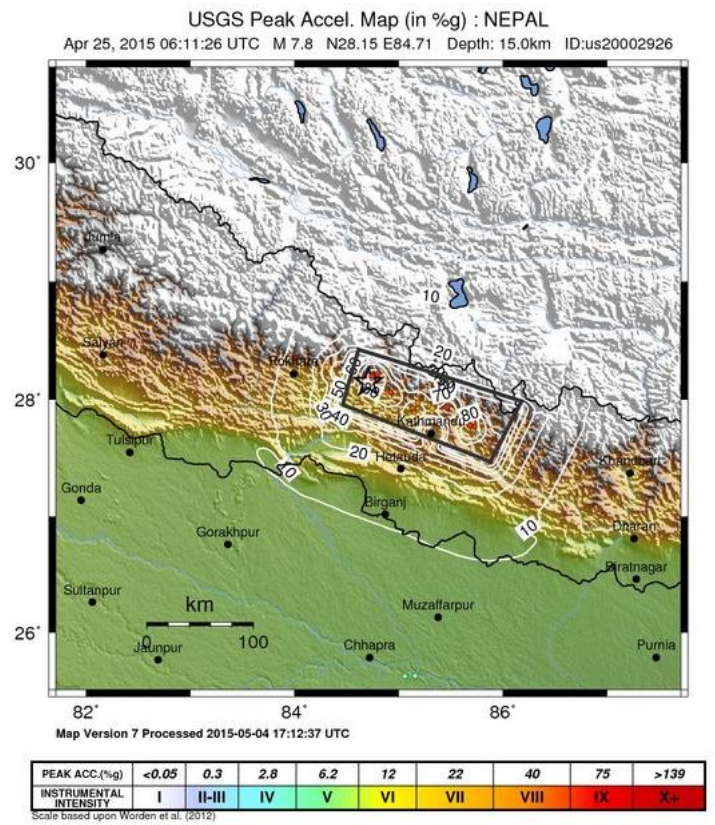


圖220 尼泊爾地震最大地表加速度圖

資料來源: 美國地質調查局(USGS)²³⁹

(二) 災情描述

此次尼泊爾地震主要原因係印度板塊與歐亞板塊相互碰撞，造成隱沒帶（即主要逆斷層前緣帶）附近的逆斷層活動造成。印度板塊以每年約 2 公分的速率往北-東北方向朝歐亞板塊聚合，板塊應力也導致喜馬拉雅山每年以約 1.8 公分的速度增高。而尼泊爾即位於此兩板塊交界處附近，因此在歷史上有多次規模 6.5 以上的強震發生。

1. 建物與人員傷亡

此次地震據尼泊爾國家緊急行動中心統計，建物毀損已超過 20

萬棟建築物，罹難人數已超過 8,000 人，受傷人數已超過 17,800 人。

其震央鄰近區域之人口並不特別密集，但距震央約 80 公里的首都加德滿都，卻傳出大量人員傷亡災情，除了山崩掩埋山地聚落導致人員傷亡外，加德滿都大量建築破壞為造成大量人員傷亡之主因。在尼泊爾政府公布實施緊急狀態的 29 個重災區中，多個重災區位於加德滿都谷地，加德滿都也因地震而向南方移動了 3 米。

然而，中國西藏自治區日喀則市下轄全部 18 個縣區亦受到此次地震波及，其中吉隆縣、聶拉木縣、定日縣為重災區，吉隆縣吉隆鎮、聶拉木縣樟木鎮、定日縣絨轄鄉災情最為嚴重，吉隆縣、聶拉木縣、定日縣的民眾房屋倒塌 80%，西藏因地震死亡人數達到 25 人，受傷人數達到 383 人；印度北部到偏東北部和西北部地區亦都受到此次地震波及，其中比哈爾邦、北方邦、西孟加拉邦是印度受災最嚴重的地區，許多房屋倒塌，共有 78 人死亡、560 人受傷；孟加拉國同樣受到地震波及，許多建築物傾斜，共有 4 人死亡、200 人受傷。





圖221 尼泊爾地震災害情形







資料來源：udn 聯合新聞網²⁴⁰、美聯社 AP Photo²⁴¹、BBC 中文網²⁴²

2. 文化資產災害

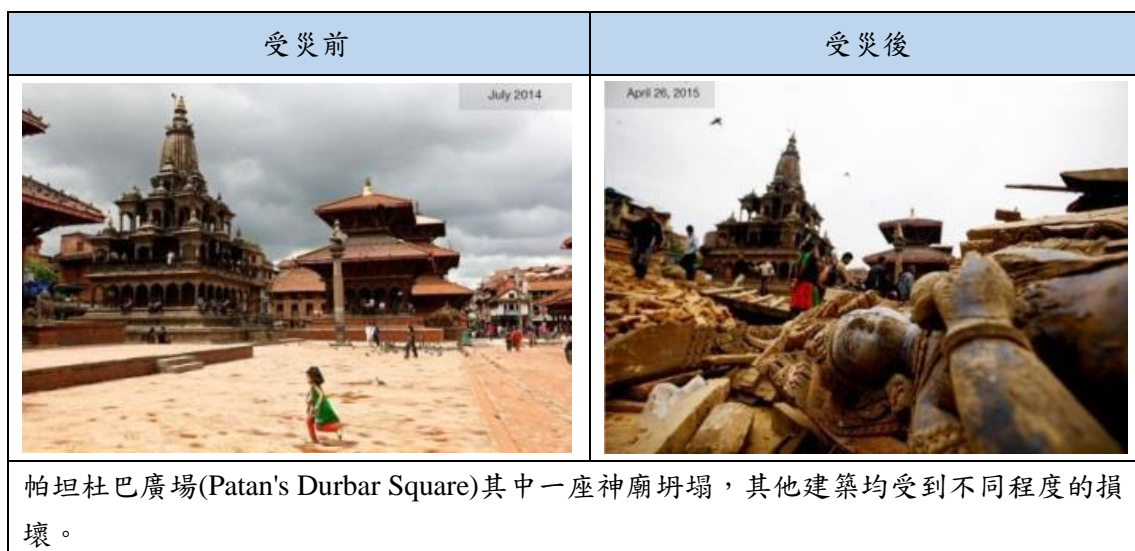
根據聯合國教科文組織（UNESCO）調查評估，列為世界文化遺產之一的加德滿都谷地在此次地震中受到嚴重損壞，尼泊爾 7 組世界遺產景點中有 4 組受到破壞性影響，尤其帕坦王宮廣場(Durbar Squares of Patan)、哈努曼多卡(加德滿都)(Hanuman Dhoka, Kathmandu)和巴克塔普爾(Bhaktapur)等幾乎完全被摧毀。此外，列為世界自然遺產的薩加瑪塔國家公園(Sagarmatha National Park)，包括聖母峰(Mount

Everest)在內也都受到地震強烈影響。UNESCO 認為這些受災的世界遺產及文化資產應該可以被修復及重建，但重建計畫將需要持續數十年時間，並需要耗費大量資金。(詳如表 26 所示)

表26 尼泊爾世界遺產與本次地震受災情形綜整說明表

受災前	受災後
	
<p>加德滿都杜巴廣場(Kathmandu Durbar Square)達拉哈拉塔(Dharahara Tower)又稱比姆森塔(Bhimsen Tower)，塔高約60公尺(約九層樓高)，但在震後只剩下10公尺高。</p>	
	
<p>加德滿都杜巴廣場，巴斯塔普塔(Basantapur Tower)塔高原本九層樓，但塔頂因地震倒塌毀損。</p>	
	
<p>巴克塔布杜巴廣場(Bhaktapur Durbar Square)特莎拉·杜卡神廟(Vatsala Durga Temple)著</p>	

受災前	受災後
<p>名的砂岩牆和黃金塔頂全遭震毀成為廢墟。</p>	
	
<p>加德滿都杜巴廣場，Trailokya Mohan Narayan Temple樓高三層均遭地震震毀成為瓦礫碎石一片。</p>	
	
<p>加德滿都城區，斯瓦揚布納特寺又稱猴廟(Svayambhunaath Stupa)，其主體建築輕微損壞，但周圍寺廟建築幾乎完全損毀。</p>	
	
<p>加德滿都城區，博拿佛塔(Boudhanath Temple)主體建築頂部震裂，副塔坍塌。</p>	



資料來源: 國家災害防救科技中心災害防救電子報第 118 期²³⁷

3. 坡地崩塌及雪崩災害

此次尼泊爾地震造成震央附近的山區多處發生崩塌，總崩塌數量超過 3,000 處，截至 5 月 15 日所獲得的山崩位置分布，如圖 222 所示，其中以位於加德滿都北側的 Langtang Village 最為嚴重，整個村莊部分被來自北側的雪崩掩埋，以及來自西北側的土石崩塌整個覆蓋，死亡人數可能達到 200 人，研究人員指出 Langtang River 被大量崩塌物質完全覆蓋，但仍沒有證據顯示有堰塞湖形成，代表水流可能以某種方式滲透或是流過這些崩塌的土石、雪和冰(Mountain Hydrology) (如圖 223 所示)。

地震造成珠穆朗瑪峰發生雪崩，在珠峰地區之登山客，至少 22 人死亡、61 人受傷；其他山區的山崩，由相關資料僅顯示造成部分山區(Sikkim, Kurintar, North of Rasuwa District 等)交通阻斷，聯繫道路受損，造成居民撤離與救難人員進入山區村落搜救困難，部分山崩

的大量土石也阻斷了河道，可能形成堰塞湖，須注意可能造成二次傷害。除了崩塌所造成的災情，山區偏遠村落的房舍也多為強震所震垮，但受到道路損毀影響，目前僅能以空拍方式記錄，救難人員尚無法進入救災，死亡人數可能會再不斷上升，重點災區搶救及緊急救援困難度。

由於維生設施中斷，災區水、電、通訊中斷，位於西藏地區有 66 座通訊基地受損，因水電供應中斷影響醫療與手術進行，及醫療用品缺乏補給困難，形成緊急醫療困難。然建物毀損，大量災民需要安置，其維生設施尚未完全恢復，山區氣溫入夜後驟降，道路中斷物資不易抵達。

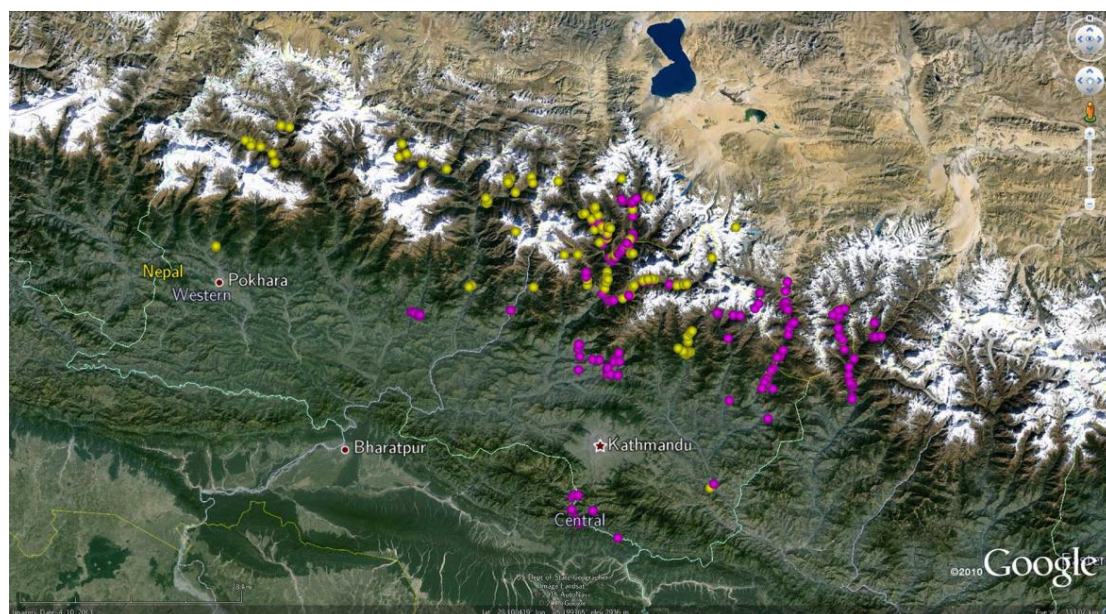


圖222 尼泊爾地震造成之山崩位置分布

資料來源：國家災害防救科技中心災害防救電子報第 118 期²³⁷

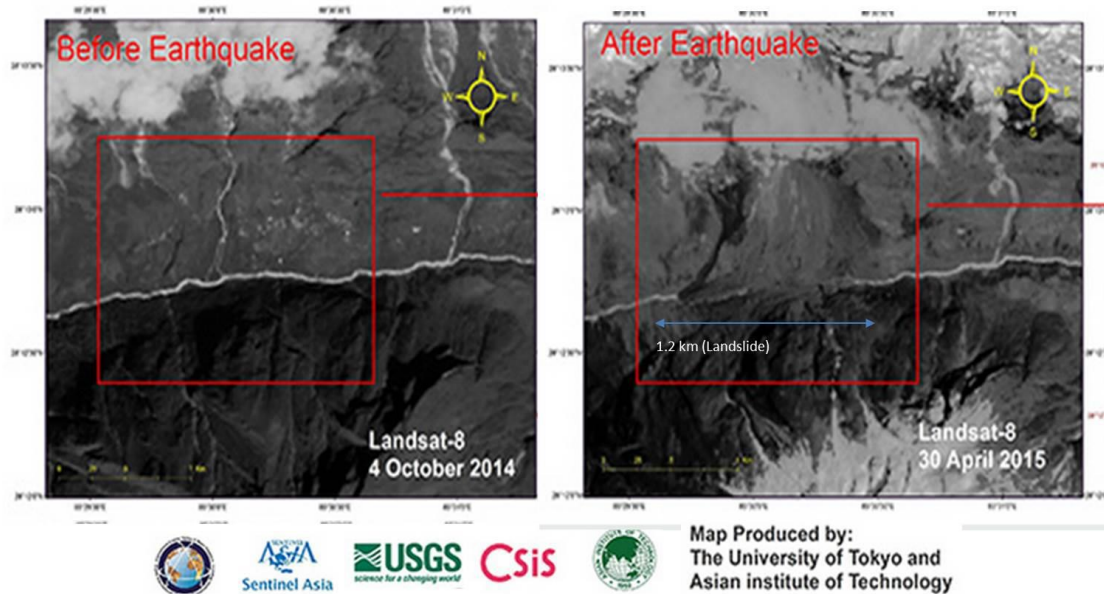


圖223 Langtang Village 山崩前後影像比較

資料來源：國家災害防救科技中心災害防救電子報第 118 期²³⁷

(三) 政府之應變作為

4 月 26 日至 4 月 27 日，尼泊爾軍方全部直升機及尼泊爾全國的私人直升機大部分已被動員參與救援，總共有二、三十架，但難以滿足救援需求，26 日印度空軍第一批五架米-17 直升機抵達加德滿都進到抗震救災行動中，27 日印度國家災難響應力量開啟無人機搜救定位的功能為尼泊爾地震災區服務，已有 33 個國家，超過 45 個世界各地的組織與企業提供醫療、人力、物資、資金。尼泊爾在這次地震中出動了 90,000 名的軍人進行救災行動，這些軍人占了尼泊爾軍隊人數的百分之九十，尼泊爾政府並已撥款 5 千萬盧比用於賑災。

尼泊爾地震後進入緊急狀態，各國紛紛前往援助，鄰近之印度與中國在地震發生後隔日抵達加德滿都（Kathmandu）進行救援，而聯

合國也緊急撥款 1,500 萬美元(約台幣 4.6 億元)投入救災，並統籌國際救援工作。我國政府亦由外交部積極協調國內非政府組織(NGO)及醫療、慈善團體進行物資募集並前往尼國協助。本次地震災後應變與短期復原措施綜整如表 27 所示。

表27 尼泊爾地震災後應變與短期復原措施

項目	現況描述	困境
人命搶救	<ul style="list-style-type: none"> ● 尼國投入軍隊救災。 ● 共 53 國搜救隊投入人命救援。 ● 尼國政府 5/4 發佈搜救隊解編通知。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 如何有效整合尼國軍隊與國際救援組織的救災能量。
救援中心	<ul style="list-style-type: none"> ● 成立人道救援中心，協調各項的救援工作。 	
物資救濟	<ul style="list-style-type: none"> ● 成立「資源集散中心」，負責救災資源的管理與配送。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運輸工具不足、道路中斷，物資配送難度高；偏遠地區物資缺乏的情況更為嚴重。 ● 物資缺乏而引起的災民抱怨。
臨時收容所	<ul style="list-style-type: none"> ● 成立臨時收容所。 ● 加強臨時收容所治安。 ● 宣導家暴防治。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 糧食、飲用水等民生資源不足。 ● 部分臨時收容所仍為開放式空間。 ● 收容所仍發生治安問題；災區社工機構不足。
其他項目	<ul style="list-style-type: none"> ● 通訊：提供網路與通訊設備，增加災區的資訊傳遞。 ● 醫療：政府提供醫療服務防止災區疾病傳染。 ● 公共衛生：提供乾淨的水資源。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 醫療：因醫療機構毀損，重傷病患無法被妥善照顧；尼國缺乏心理專業人員。 ● 公共衛生：偏遠地區尚缺乏乾淨的水資源。

資料來源：國家災害防救科技中心災害防救電子報第 118 期²³⁷





尼泊爾地震救災情形

資料來源：BBC 中文網²⁴²、地球圖輯隊²⁴³、Theguardian²⁴⁴

(四) 致災原因研判

1. 首都加德滿都鄰近最大錯動量之地表，且屬於谷地地形其沖積層地質可能導致場址放大效應，其震度較近震央處為大所致。

本次地震於加德滿都當地測站測得之最大地表加速度 (PGA) 值為 600gal，其 PGA 值高於其他鄰近震央區域，而強地動造成加德滿都重大傷亡。國內有學者初步研判加德滿都雖距離震源較遠但其震度反比近震央處大之原因，在於加德滿都鄰近最大錯動量所在處之地表，且因斷層開裂方向效應所致。此外，依據尼泊爾相關研究指出，因加

德滿都屬於谷地地形，且其中有兩條主要河川流經谷地，故谷地平坦區域屬沖積層地質（如圖 224 所示），可能產生場址放大效應，致使當地震度反比近震央處為大。

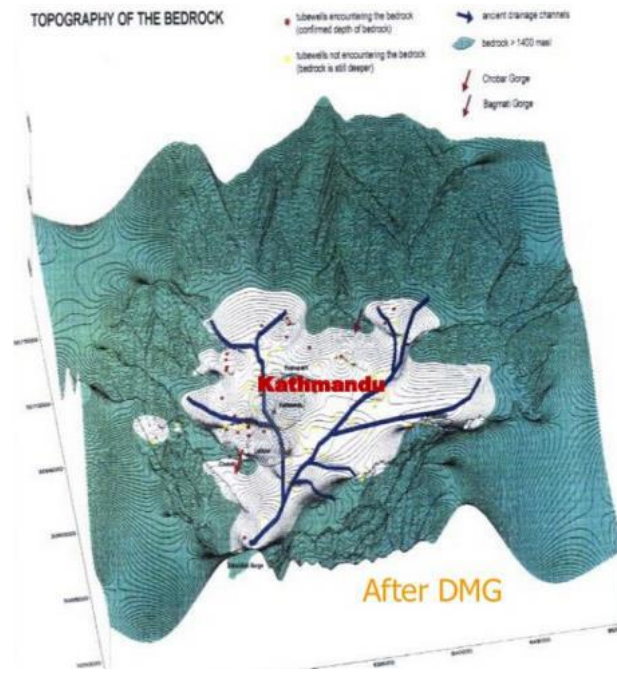


圖224 尼泊爾首都加德滿都谷地地形

資料來源：國家災害防救科技中心災害防救電子報第 118 期²³⁷

2. 建築物耐震能力不足，又增建樓層情形普遍，大幅削弱建物耐震能力，受損房屋多屬耐震能力不足之建築

尼泊爾在 1995 年以前並沒有建築耐震規範等相關規定，住宅和其他建築在建造時沒有任何防震要求。在 1995 年後，尼泊爾開始實施建築規範（Nepal National Building Code），但不涉及既有建築，致使加德滿都有近 7 成之建物仍為「磚造」或「加強磚造」結構。此外，當地人為了增加居住空間或作為觀光旅客住宿之用，增建樓層之情況普遍，常見作法是在一到三層樓之磚造房屋上，用混凝土加蓋「加強

磚造」之新房，此類「房舍疊加（老搯少）」建築型態更大幅削弱耐震能力（如圖 225 所示）。且由相關災害照片顯示，當地受損房屋確以耐震能力不足之建築為主（如圖 226 所示）。



圖225 首都加德滿都仍有大量「房舍疊加（老搯少）」結構型態之建物

資料來源：國家災害防救科技中心災害防救電子報第 118 期²³⁷



圖226 尼泊爾地震受損房屋多屬耐震能力不足之建築

資料來源：Earthquake Report.com²⁴⁵

(五) 可借鏡之處

1. 擬定物資儲備機制及簽訂民生物資與機具開口合約

本次尼泊爾地震由於受災區域廣大，災區地形多山、複雜且因受地形複雜、道路交通受災嚴重等影響，相關救援與災情掌握方面面臨困難，考量部分資源較缺乏之偏遠地區可能因災後道路橋樑中斷，交通道路受阻，使得救災物資、機具無法及時送達災區。建議平時應做好擬訂物資儲備機制，與民間簽訂民生物資及機具相關開口合約，俾利受災時能即時提供民生必需用品，及大型搶修搶險機具之支援。

2. 老舊建物更新或進行建物耐震補強

尼泊爾地震傷亡超過 8,000 人，檢視主要災因來自於大量建物嚴重毀損所引致，其中又以之「磚造」、「加強磚造」與「房舍疊加（老搯少）」之結構形式為主要受災。顯見不具耐震能力或低耐震能力之結構物在地震衝擊下，仍為主要面臨災害風險之弱點。我國目前在民國 62 年以前（耐震規範頒佈以前）建造之老舊建物數量仍佔有相當比例，應儘速進行老舊建物之更新或補強，應能大幅降低地震災害之衝擊。

3. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾
防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

三十一、印度乾旱事件

(一) 事件描述

印度在 2014 年 12 月-2015 年 6 月面臨了嚴重的乾旱，這次的熱浪在 6 月初導致 2,500 人死亡。印度地球科學部長 Harsh Vardhan 認為氣候變遷是這次熱浪的肇因。印度多地持續高溫，已造成上千多人死亡、路面融化、逾 7,000 個農村為旱災區。水源不足的情況下，電力、農業、經濟造成劇烈的影響。



圖227 路面融化圖

資料來源：Daily Mail 每日郵報(05/27)²⁴⁶

(二) 災情描述

長期高溫酷暑及印度本身多年來的缺電問題，造成印度各地停水狀況頻仍；停電在印度十分易見，無論在政府辦公大樓抑或是飯店中，

隨時皆可能停電。更嚴重的是，停電也會造成城市水處理廠的運作困難，進而影響到供水；多數印度民眾嚴重脫水，醫院呈現戒備狀態(如圖 228 所示)。

印度西部馬哈拉施特拉邦 (Maharashtra) 維達巴地區 (如圖 229 所示)，經常飽受乾旱肆虐，也缺少灌溉系統，當地民眾又多以農業為生，一旦降雨不足，便會農作物歉收，許多農民因此走上絕路，當地甚至有「自殺國」之稱。多數民眾嚴重脫水，醫院呈現戒備狀態。



圖228 印度多數民眾呈現脫水狀態

資料來源：Daily Mail 每日郵報(05/27)²⁴⁷

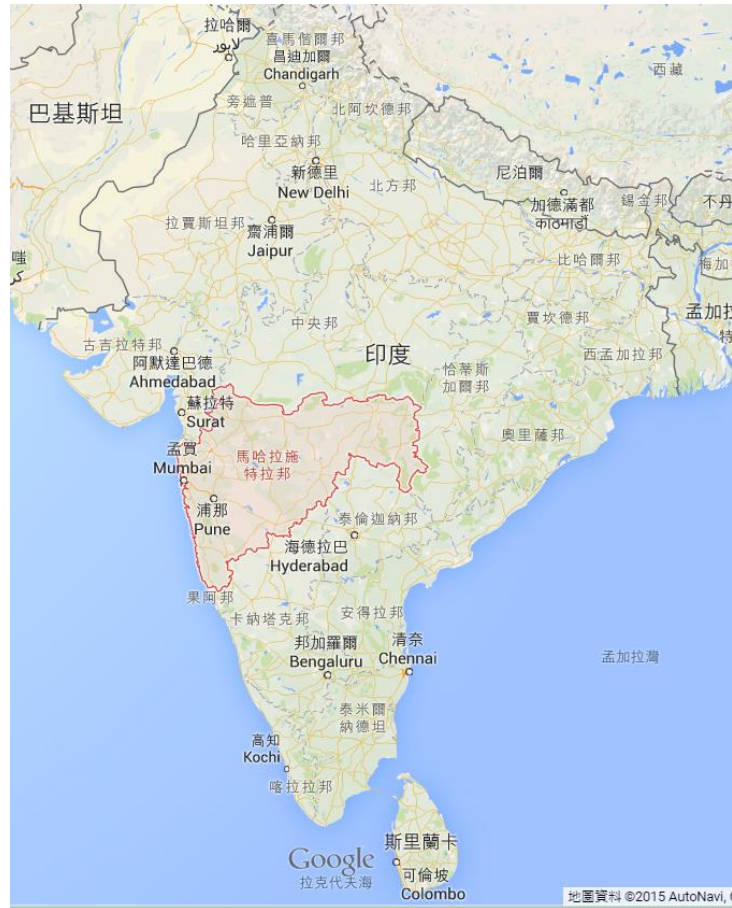


圖229 馬哈拉施特拉邦地理位置圖

資料來源：google map²⁴⁸

(三) 政府之應變作為

1. 限電措施

由於首都新德里為主要商業重鎮且印度本身多年來的缺電問題，因此，政府下令鄰近衛星城市「古爾岡地區」限電，該區居民每天需面臨長達 10 小時的停電，以應付首都新德里之供電需求。

2. 宣導措施

政府宣導盡量待在室內，並適時補充水分，以免因脫水昏厥，

但因停電供水受到影響，民眾只能至公共水龍頭接水使用(如圖 230 所示)。



圖230 政府於公共水龍頭供水

資料來源：Daily Mail 每日郵報(05/27)²⁴⁹

(四) 致災原因研判

1. 印度 54% 面臨極高的用水壓力

印度除降雨量逐年減少外，印度西北區域對於地表水的供應十分不足，如圖 231 所示：紅色、暗紅色區域是極度缺水的地區(抽水/可供應之水量 $>80\%$)，54%的印度面臨極高的用水壓力，約有 600 萬人。

2. 印度 54% 地下水井水位持續減少中

印度各地的地下水位正下不斷下降中，印度農夫在乾旱地區，或不規則降雨的地區，嚴重依賴地下水進行灌溉。緣此，印度政府補貼農民電動抽水機以供其自行抽水灌溉使用，但卻沒有

限制地下水之抽取量，造成印度 54% 的地下水井水位持續減少(如圖 232 所示)。

3. 10 億人生活在不安全的水質地區

圖 233 所示之黃色和紅色區域表示該區域水中包含氯、氟、鐵、砷、硝酸鹽等特定汙染物質過量，不適合人飲用。生活於不安全飲用水區域人口約有 10 億人。

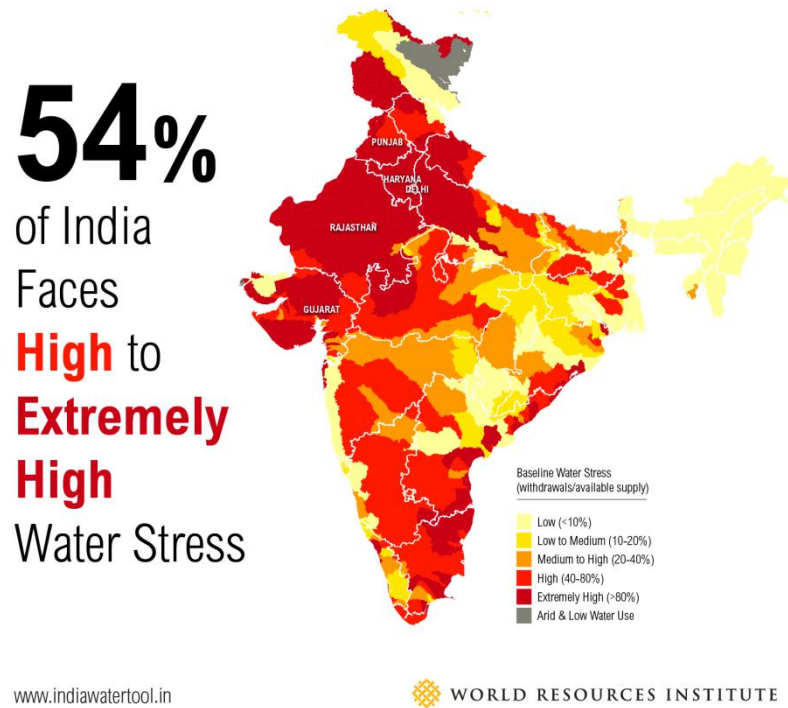
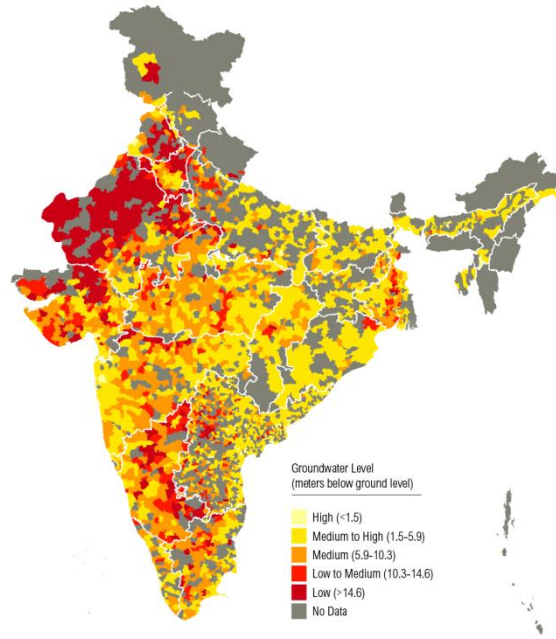


圖231 印度 54%面臨極高的用水壓力

資料來源：World Resources Institute²⁵⁰

54%
of India's
Ground-
water
Wells Are
Decreasing



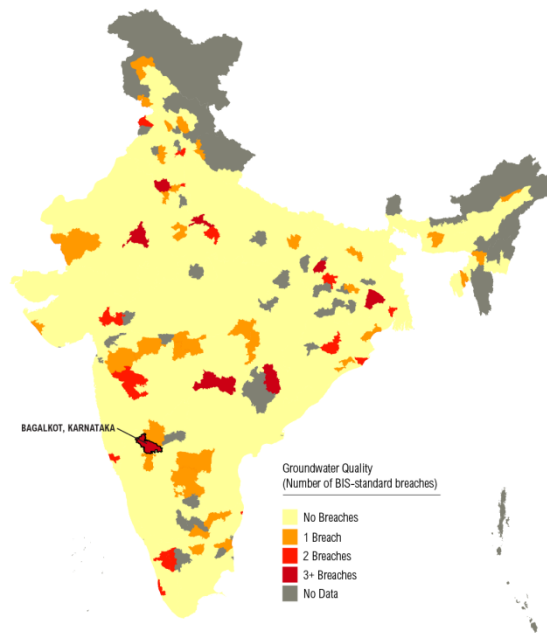
www.indiawatertool.in

WORLD RESOURCES INSTITUTE

圖232 印度 54%的地下水井水位持續減少

資料來源：World Resources Institute²⁵¹

More than
100
MILLION
People Live
in Areas of
Poor Water
Quality



www.indiawatertool.in

WORLD RESOURCES INSTITUTE

圖233 超過 10 億人生活在不安全的水質地帶

資料來源：World Resources Institute²⁵²

(五) 小結

中暑 (Hyperthermia)

中暑是一種受室外的空氣的高溫多濕或陽光過久直接照射動物體、人體等造成體溫異常升高不降所引起的症狀的通稱。中暑為熱急症的其中一種，各種熱急症之症狀分為以下四類：

表28 熱急症之症狀分類

	熱痙攣	熱衰竭	傳統型中暑	運動型中暑
定義	較早出現較輕微的症狀，因暴露在熱的環境中，水分與鹽份流失，造成的肌肉痙攣	在熱環境中，體內水分與鹽分流失過多，身體的循環系統無法維持正常的功能時，呈現休克的狀態	因為長時間陽光曝曬，或處在高溫的環境中，體溫調節機轉失去作用，可能會危及生命	
皮膚	溼熱，潮紅，流汗多，抽筋	濕冷，蒼白	乾熱，膚色斑駁、流汗不多	溼熱，潮紅，流汗多
中樞神經	清醒	精疲力竭，虛弱無力，頭暈，頭痛，躁動	暈厥，昏迷，癲癇發作，失序，暴躁	暈厥，昏迷，癲癇發作，失序，暴躁
中心體溫		低於 40.6 C (正常到三十八度三之間)	超過 40.6 C	超過 40.6 C

資料來源：內政部消防署網站²⁵³

1. 預防方法：

- (1) 避免於豔陽下長期從事戶外活動，或滯留於密不通風的空間內太久。
- (2) 定期補充水分，必要時補充含電解質之運動飲料。

(3) 若感不適，應立即至陰涼處休息。

(4) 避免將老人或小孩單獨留置無空調之家中或車上。

2. 處置方法：

(1) 將病患移至陰涼處，採平躺姿勢休息。

(2) 解開緊束的衣物，讓病患休息。

(3) 給病患喝水或含電解質之運動飲料（如有嘔吐情形則避免給予）。

(4) 對於意識不清之患者，應儘早打 119 求救，並維持其呼吸道通暢。

三十二、美國德州豪雨事件

(一) 事件描述

據美聯社報導，2015 年 3 月 13-14 日之帕姆颱風侵襲，德州有 350 間以上房屋被毀、3 人失蹤。帕姆挾帶時速 250 公里的狂風，掀掉屋頂、拔起路樹，引起八公尺高巨浪，惡水淹沒良田，沖毀供電與通訊系統；德州尚未從此次事件中恢復。

2015 年 5 月 25-26 日連續降雨、2015 年 6 月 2 日的「愛麗森」颶風及 2015 年 6 月 16 日的「比爾」熱帶風暴，造成美國中南部地區豪雨成災，河流潰堤，洪災威脅，根據美聯社報導，受災嚴重的地區以德州(如圖 234 所示)最嚴重。休士頓在 5/25 的雨量約為 280 毫米。此事件造成美國德州和奧克拉荷馬州死亡人數增至 21 人；鄰國墨西哥邊境 14 人喪生達拉斯水壩一度逼近決堤，迫使數千居民撤離。



圖234 美國德州地理位置圖

資料來源：google map²⁵⁴

(二) 災情描述

美國南部沿海地區連降暴雨，導致洪災。德州和路易斯安那州造成估計達到 10 億美元的經濟損失，在德州和路易斯安那州，上千的人已經逃離家園(統計至 2015.06.12)。

救援人員使用橡皮艇和直升飛機，將被困在屋頂或車頂上的居民轉移出去。另外，休斯頓還有九家醫院也因為洪水切斷電力供應，宣佈進入緊急狀態；通往休斯頓的所有主要道路也都在不同程度上被淹沒，部分汽車連同司機亦被洪水吞沒。

在路易斯安那，鱷魚受雷電驚嚇，隨著洪水進入居民區。有兩座教堂於該周內共抓獲 40 條鱷魚。2015 年 5 月底德州部分地區已經受

到破紀錄的強降雨和洪災襲擊，爾後，連續的強降雨、颶風及熱帶風暴再次引發新一輪水患災情。

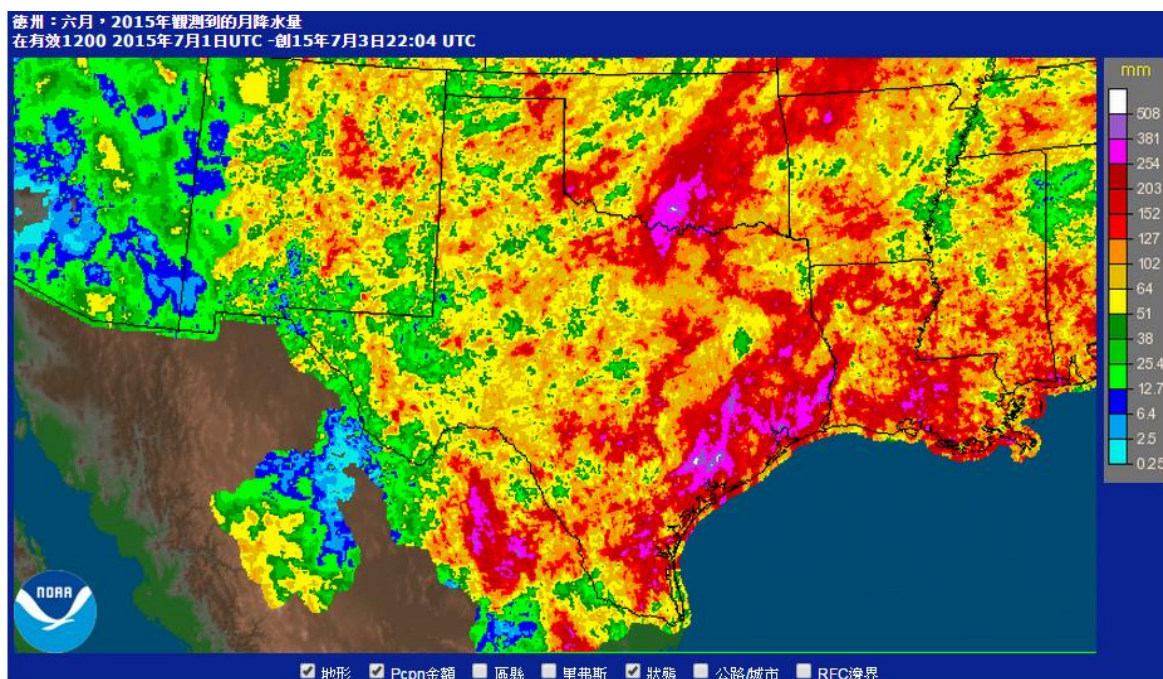


圖235 2015年6月德州月降雨量

資料來源：美國國家海洋和大氣管理局 國家氣象局 ²⁵⁵

表29 德州水損傷彙整表

人員傷亡	經濟損失
至少 35 人死亡	4,000 戶房屋可能遭受「顯著性毀壞」
約 300 人受傷	1,000 多輛汽車被淹沒
救助電話	
約 1,000 通救助電話	
其他	
<ul style="list-style-type: none"> ● 通訊電力中斷 ● 機場取消航班 ● 水資源混濁，陷入缺水情況 	<ul style="list-style-type: none"> ● 德州達拉斯水壩一度逼近決堤，迫使數千居民撤離。 ● 休斯頓 16 條高速公路被淹 ● 公立學校關閉或延遲上課

資料來源：本團隊彙整(統計至 2015/06/12 止)

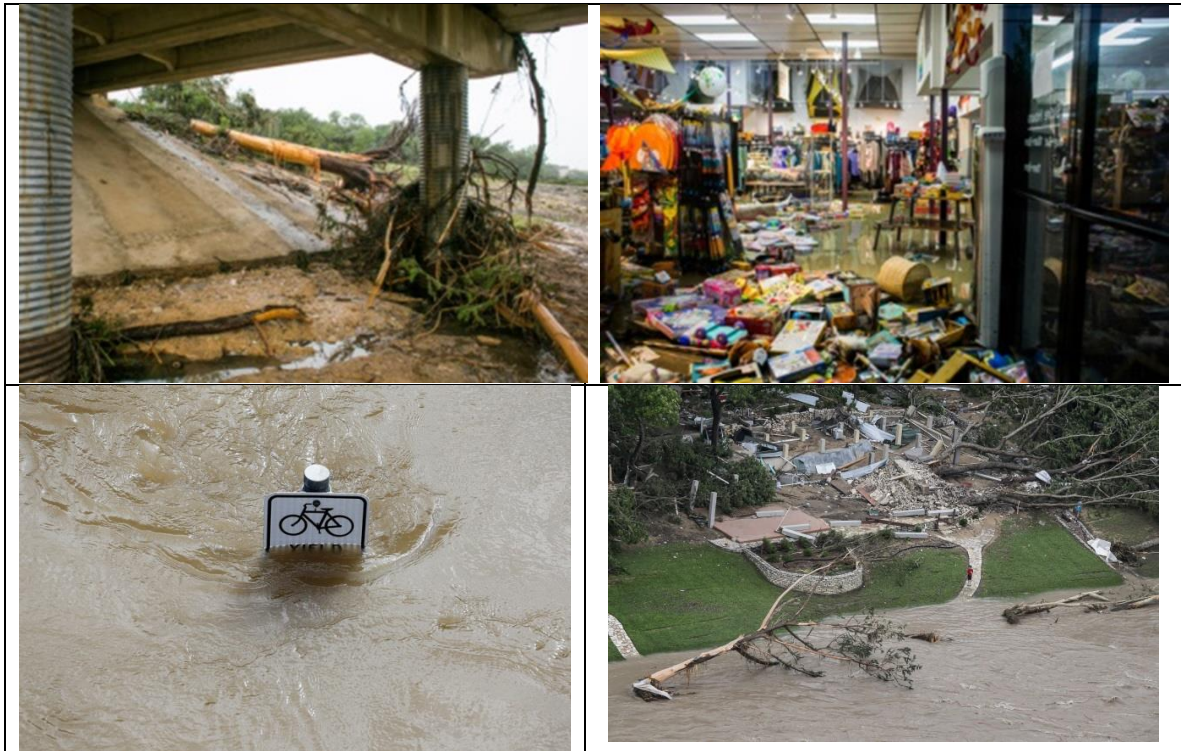


圖236 德州水災受災情形

資料來源：USA TODAY²⁵⁶

(三) 政府之應變作為

休斯頓市開啟 5 個緊急避難中心，協助災民伙食照顧。休斯頓政府消防部門派出救援橡皮艇、直升機機組人員，救助約 500 受困民眾；

休斯頓的公共工程車也被改裝成臨時救護車，用於 911 電話的援救需求。

為避免更嚴重的傷亡以及交通阻塞，當局取消了達拉斯/沃斯堡國際機場超過 200 班次之休斯頓至達拉斯往返之航班。

休斯頓以北的路易斯湖(達拉斯水壩)，因有可能在 5/27 上午 10 點決堤，當局發佈強制疏散令；最後並未決堤。



圖237 政府強制疏散

資料來源：BBC²⁵⁷

(四) 致災原因研判

1. 休斯頓、聖哈辛托河、達拉斯-沃斯堡等地多處水壩水位創有史以來最快上漲速度，超出警戒線。
2. 德州上空盤旋的颶風、熱帶風暴等低壓持續帶來傾盆大雨，導致更多洪水。

3. 因短時間強降雨且尚未從 2015 年 3 月之帕姆颶風中恢復，災害日趨嚴重，平面道路以及橋梁皆中斷的情況下，災情通報與救援都難以執行。



資料來源：歐新社²⁵⁸



資料來源：BBC²⁵⁹



資料來源：BBC²⁶⁰



資料來源：希望之聲²⁶¹

(五) 小結

水災後易引發之疾病

1. 預防腸道傳染病：

注意飲食和飲水衛生是預防腸道傳染病的關鍵。

2. 預防鉤端螺旋體病和流行性出血熱：

盡量避免與疫水接觸的機會，不在可疑的水中游泳、洗衣。

3. 預防瘧疾、流行性乙型腦炎、登革熱：

應採取滅蚊、防蚊及預防接種為主的綜合措施。

三十三、八仙樂園粉塵爆炸事件

(一) 事件描述

2015 年 6 月 27 日(星期六)由「玩色創意國際有限公司」與「瑞博國際整合行銷有限公司」在新北八里區八仙水上樂園舉辦「Color Play Asia—彩色派對」(如圖 238 所示),估計約有 4000 多人參加。20 時 30 分左右,現場工作人員為了舞台效果使用二氧化碳(CO₂)鋼瓶向民眾區噴灑大量彩色玉米粉後,不明原因引起玉米粉塵燃燒加上人為疏失導致火災事故。

主辦單位租用的音樂舞台設置在抽乾水的游泳池內(快樂大堡礁),場地呈現「U 字型」(主舞台阻斷另一出入口),初步估計僅能容納 600 人。該「臨時舞池」與地面高度有二公尺落差,由於人群集中在大窪地內導致逃生不及,更導致嚴重傷亡(如圖 239 所示)。



圖238 八仙樂園事故地點

資料來源：八仙樂園官方網站²⁶³

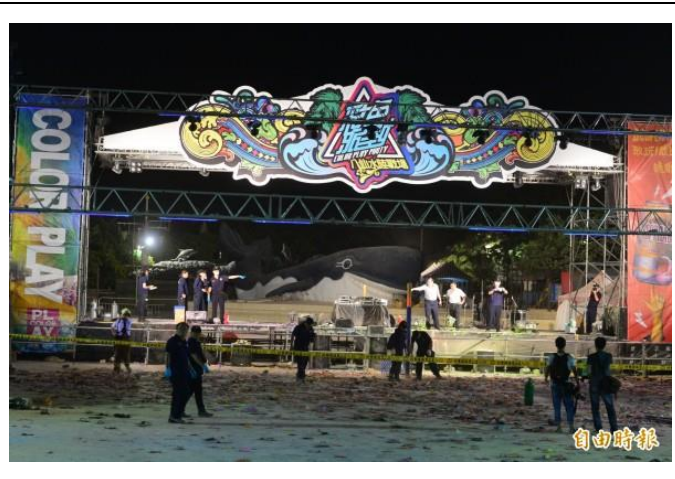


圖239 粉塵爆炸現場情形

資料來源：自由時報^{264、265}、中央社^{266、267}

(二) 災情描述

1. 起火經過

粉塵為「玩色創意」自稱自行研發的食用級色粉，活動中，粉塵由 12 支經過改裝的機器由工作人員進行噴灑（包括左右兩側 8 支噴向觀眾、主舞台 4 支噴向舞臺前方上空）。主辦單位另提供大量散裝色粉發送給觀眾自行潑灑。新北市政府表示，主辦單位總計準備了 3 噸彩粉。粉塵成份為玉米粉及各種食用色素，其色粉可能沒有經過消防驗證。

工作人員為舞臺效果在 U 字形舞台區使用二氧化碳鋼瓶向民眾噴出彩色粉末，使粉末密度、濃度提高。

8 點 30 分左右舞臺西側粉塵突然起火，火勢瞬間蔓延至整個表演場地，舞台周圍的遊客起初誤認為是聲光效果，逃離不及，導致多人嚴重燒傷。

2. 傷亡與住院情形

統計至 8 月 6 日止，10 人死亡，計 281 人繼續留院治療，加護病房 133 人，其中 95 人病危，各收治於 13 個縣市(基隆市、臺北市、新北市、桃園市、高雄市、台中市、新竹市、彰化縣、嘉義市、嘉義縣、台南市等)40 間醫院(如表 30、表 31 所示)。

傷者多為 18 歲至 29 歲之年輕人，其國籍分布則為台灣 484 人、香港 6 人、澳門 1 人、中國 2 人、日本 1 人、新加坡 1 人、馬來西亞 1 人、美國 1 人、英國 1 人、南非 1 人。另據中華民國教育部的消息，266 名師生在八仙樂園粉塵爆炸中受傷，包括高級中等以下學校 96 名師生（含 4 名教師、1 名幼兒園職員）及大專院校 170 名學生。國防部則表示，有 18 名休假國軍官兵在事故中受傷。根據衛福部官方統計，7 月 7 日平均燒燙傷面積約 44%，燒燙傷面積大於 40% 之傷病患計有 248 人，其中 80% 以上傷患人數共 22 人。

表30 傷患就醫分布情形(台北)

八仙樂園粉塵氣爆案受傷民眾人數統計-各醫院收治人數(6/30後確認收治人數)

更新日期：2015/8/6 10:00

分區	醫院名稱	現住院人數	曾收治人數	病房類別				出院	死亡	病危
				加護病房	燒傷加護病房	燒傷病床	急性一般病床			
	總計	281	483	46	87	64	84	192	10	95
臺北	合計	201	352	45	39	56	61	147	4	74
	中國醫台北		1					1		
	內湖三總	40	56	7	6	27		16		12
	北市聯醫	1	10			1		9		
	北醫附醫	4	5	4				1		
	台大	24	33	10	3	8	3	9		12
	永和耕莘醫院		1					1		
	亞東醫院	8	20	3	1	4		11	1	4
	松山三總	4	4				4			
	恩主公		4					4		
	振興醫院	8	12		5		3	4		
	耕莘醫院	2	2	1			1			1
	國泰汐止	2	4				2	2		
	基隆長庚	3	4	3					1	3
	淡水馬偕	12	26	4	4	2	2	14		6
	慈濟台北	9	12	3			6	2	1	3
	新北市醫三重		4					4		
	新光醫院	14	26				14	12		9
	新泰	1	5				1	4		
	萬芳醫院	9	13		3		6	4		
	臺北馬偕	14	30	2	8		4	15	1	11
	臺北國泰	14	18	1	4		9	4		
	臺北榮總	23	40	5	5	12	1	17		12
	衛部台北		8					8		
	雙和醫院	7	12	2			5	5		1
	羅東博愛	2	2			2				

備註：總傷患人數為499人，經住院治療483人如上表，另16人係於6/27、6/28自行至醫院門、急診，並於當日治療後離院返家。

資料來源：衛生福利部²⁶⁸

表31 傷患就醫分布情形(台北以外)

八仙樂園粉塵氣爆案受傷民眾人數統計-各醫院收治人數(6/30後確認收治人數)

更新日期：2015/8/6 10:00

分區	醫院名稱	現住院人數	曾收治人數	病房類別				出院	死亡	病危
				加護病房	燒傷加護病房	燒傷病床	急性一般病床			
	總計	281	483	46	87	64	84	192	10	95
北區	合計	45	74	1	25	19	19	26	3	4
	台大醫院新竹分院	2	3		2			1		
	林口長庚	33	49		20		13	14	2	2
	桃園醫院	3	6		2		1	2	1	2
	馬偕新竹	1	3				1	2		
	國軍桃園總醫院	4	7		1		3	3		
	敏盛綜合	1	2	1				1		
	堰新醫院		3					3		
	國泰新竹	1	1				1			
中區	合計	16	33		13	1	2	15	2	9
	中山附醫	1	2		1				1	1
	中國附醫	5	7		4		1	2		4
	中榮	4	8		4			3	1	3
	全民醫院	1	1				1			
	秀傳		1					1		
	童綜合	1	5			1		4		1
	彰化基督教醫院	3	5		3			2		
	澄清平等		1					1		
	衛福部臺中醫院	1	3		1			2		
南區	合計	7	9		3	3	1	1	1	1
	成大醫院	4	5		2	2		1		1
	奇美醫院		1						1	
	嘉基醫院	1	1		1					
	嘉義長庚	2	2			1	1			
高屏	合計	10	12		6	4		2		6
	高雄長庚	5	6		4	1		1		4
	國軍左營醫院	4	5		1	3		1		1
	義大醫院	1	1		1					1
東區	慈濟醫院	2	3		1			1		1

備註：總傷患人數為499人，經住院治療483人如上表，另16人係於6/27、6/28自行至醫院門、急診，並於當日治療後離院返家。

資料來源：衛生福利部²⁶⁸

自事件發生後，根據衛生福利部公布之病人收治情形，加護病房人數持續增加顯示燒燙傷危險期 1 週內病患須持續觀察；嚴重燒燙傷急性期第 2 週進入全身感染的高峰期(如圖 240、表 32 所示)。

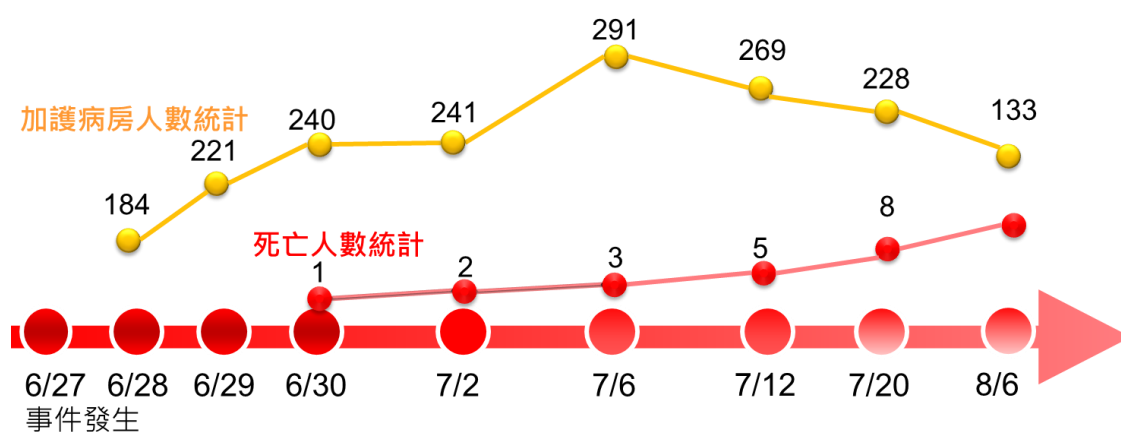


圖240 傷亡統計

資料來源：衛生福利部²⁶³

表32 醫院收治統計情形

統計日期	6/28	6/29	6/30	7/2	7/6	7/12	7/20	8/6
繼續留院治療人數	傷患總計 519	393	434	471	432	400	362	281
死亡人數	-	-	1	2	3	5	8	10
加護病房人數	184	221	240	241	291	269	228	133
病危人數	-	-	-	184	235	213	171	95

資料來源：衛生福利部²⁶⁸

(三) 政府之應變作為

1. 救災車輛、人員調度

新北市政府合計調度轄內消防車、消防人員、民間團體、志工、國軍及其他支援人力，共出動救災人員 1,235 人動員、救護車 144 輛，其他各式救災車輛 143 輛前往支援，全部傷患於 6 月 28 日 0 時 30 分送醫，共計 4 小時。

縣市別	救護車	人員數	其他車輛
新北市政府消防局	53	490	63
臺北市消防局	20	48	
桃園市政府消防局	12	24	
基隆市政府消防局	5	10	
新竹縣政府消防局	2	4	
基隆港務消防局	2	4	
新北市衛生局(含民間)	31		
臺北市衛生局(含民間)	13		
國軍	5	221	17
警方		196	47
海巡署		49	11
桃園機場	1	2	
新北市交通局			5
民間團體		151	
其他		36	
總計	144	1235	143

資料來源：內政部：「0627 八仙樂園粉塵暴燃事件處置情形」報告²⁶⁹

2. 衛福部啟動傷患緊急救治機制

6月27日8時41分內政部消防署接獲新北市政府通報八仙樂園發生粉塵暴燃，並造成重大傷亡後，中央部會立即啟動「緊急應變機制」，同步啟動「大量傷病患緊急醫療救護機制」。緊急醫療管理系統開案，俾利各醫院填報傷病患，以掌握傷患去向與收治動態(如表33所示)。

事件現場亦協助開設醫療站，由新北市聯合醫院三重院區與台北市國泰、台安、北醫、台北市聯合醫院5個院區，共計8組醫護人員至現場予以救護處理。衛服部也協調基隆、桃園與台北市政府衛生局民間救護車支援新北市政府衛生局，以協助縣傷患後送，並連絡四個縣市衛生局與其所轄醫院暨其燒傷病房與加護病房全面整備收治。

表33 粉塵氣爆傷者基本資料調查表

新北市政府0627八仙樂園粉塵氣爆傷者基本資料表				
建檔時間：104年6月29日				
基本資料	姓名	陳○○	生日	年 月 日
	電話		性別	男
	身分證字號	○○○○○○	職業	
	主要聯絡人		國籍	本國籍
	連絡地址	○○○		
災時受傷情形	收治醫院	○○○○	床號：	○○○○
	醫療檢傷	重傷		
	受傷情形	燒傷面積：		
	住院情形	<input type="checkbox"/> 普通病房 <input type="checkbox"/> 加護病房		
服務需求調查項目	醫療需求	<input type="checkbox"/> 補助：1. <input type="checkbox"/> 轉診 2. <input type="checkbox"/> 整形 3. <input type="checkbox"/> 植皮 <input type="checkbox"/> 其他：		
	慰問金發放	<input type="checkbox"/> 已發5000元 <input type="checkbox"/> 未發5000元 <input type="checkbox"/> 已發1萬元 <input type="checkbox"/> 未發1萬元		
	就業(學)協助	<input type="checkbox"/> 就業： <input type="checkbox"/> 就學：		
	其他	<input type="checkbox"/> 私人物品領回 <input type="checkbox"/> 申請馬上關懷急難救助 <input type="checkbox"/> 請假 <input type="checkbox"/> 其他：		

表34 各局處粉塵氣爆訪視紀錄表

新北市政府0627八仙樂園粉塵氣爆每日訪視紀錄表				
基本資料	姓名		生日	
	電話		性別	
訪視日期：	訪視人員			
	時間			
	地點			
月	訪視內容			
日	訪視人員			
訪視日期：	時間			
	地點			
	訪視內容			
月	訪視內容			
日	訪視內容			

資料來源：新北市政府

3. 新北市局處分工情形

(1) 現場成立災害服務中心(八里區公所、市府 EOC)

(2) 後續醫療處置：衛生局

(3) 傷者濟助慰問：社會局、民政局、區公所

(4) 法律諮詢服務、協助理賠求償：法制局

(5) 專線諮詢服務：消防局、衛生局、社會局、法制局、新聞局

- (6) 學生關懷輔導：教育局
- (7) 心理諮商輔導：衛生局
- (8) 災因事故調查：消防局、警察局、觀光局
- (9) 服務志工動員：社會局、衛生局

4. 設立塵暴資訊專區

衛生福利部、臺北市與新北市設置塵暴專區(如圖 241~圖 243)，內容包含：即時訊息、醫療資源、藥品衛材、心理諮商、社福服務、旅宿資訊、法務及保險諮詢、捐款、醫護志工報名管道、物品遺失領取、傷者醫者就醫狀況、燒傷病床資料等。



最新消息

大事紀

病人收治情形

藥品醫材供應情形

心理輔導與關懷

社福資源及募款

常見問答

相關連結

現在位置：八仙樂園粉塵暴燃專區首頁

想捐贈燒燙傷藥品醫材？ 八仙事件相關事宜窗口

	藥品	醫療器材	皮膚組織物保存
藥物供應	潘小姐 02-27877450 shortage@fda.gov.tw	林小姐 02-27877530 eyelin@fda.gov.tw	陳小姐 02-27877140 ellenschen@fda.gov.tw
專業進口	陳小姐 02-27878246 wuan11@fda.gov.tw	陳小姐 02-27877534 yhchen253@fda.gov.tw	溫小姐 02-27877425 wernming@fda.gov.tw
藥物捐贈	游小姐 02-27877111 馬先生 02-27877114	wivvi@fda.gov.tw dabalal23@fda.gov.tw	

衛生福利部食品藥物管理署

**24小時
諮詢專線**
(02)8590-6199

**衛福部
臉書**

**行政院募
款窗口**
金融機構匯款，帳號**270750**「中央銀行國庫局」，戶名為「衛生福利部賑災專戶」
[詳情請按此>>](#)

最新消息 MORE

- 2015/08/06 衛福部因應八仙樂園粉塵暴燃事件專案小組第二十次會議說明
- 2015/08/06 歷次專案會議說明
- 2015/07/30 衛福部因應八仙樂園粉塵暴燃事件專案小組第十九次會議說明
- 2015/07/24 衛福部因應八仙樂園粉塵暴燃事件專案小組第十八次會議說明
- 2015/07/20 衛福部因應八仙樂園粉塵暴燃事件專案小組第十七次會議說明

圖241 衛服部粉塵暴燃專區

健康 新北市政府 衛生局
Very much for you 新北市政府衛生局

搜尋 SEARCH 分類檢索

關鍵字搜尋

社群 COMMUNITY

f M t e p

八仙塵爆事件專區

- 常見問題
- 最新消息
- 燒傷病床資料
- 表單下載
- 醫護志工招募
- 相關連結

關於我們 / 本局徵才 / 線上報名 / 出版品 / 電子報 / 民意交流 /

首頁 > 服務專區 > 八仙塵爆事件專區

八仙塵爆事件專區

關鍵字： 搜尋

主旨	發布日期
□ 常見問題	2015 / 07 / 01
□ 相關連結	2015 / 07 / 01
□ 表單下載	2015 / 06 / 30
□ 燒燙傷病床資料	2015 / 06 / 29
□ 最新消息	2015 / 06 / 29
□ 醫護志工招募	2015 / 06 / 29

圖242 新北市政府衛生局塵暴專區

297

TAIPEI 臺北

八仙樂園粉塵暴燃事件專區

為傷者祈福 向救護人員致敬

瀏覽人次：4716

資源類型

- 即時資訊
- 醫療資源
- 藥品衛材
- 心理諮商
- 社福服務
- 旅宿資訊
- 法務及保險諮詢
- 捐款
- 醫護志工報名管道
- 其他相關資源

新聞稿

- 擺脫火災意外陰影 「臺北市民熱線1999轉2521」讓你我安心 2015-7-7
- 八仙樂園事件傷者恐進入危險期 柯文哲：盼辛苦的醫護人員咬緊牙關、步步為營 2015-7-7
- 關懷搶救生命第一線醫護同仁身心健康 北市衛生局提供按摩及安心服務 2015-7-6
- 「臺北市相驗暨解剖中心」整建後啟用 柯文哲：標誌臺灣司法史上的進步 2015-7-6
- 柯文哲與基隆市長林右昌下廚推銷基隆漁產 製作「柯林丼」炒熱氣氛 2015-7-5

傷者動態查詢

- 緊急醫療救護傷患通報查詢維護07062000.csv
- 緊急醫療救護傷患通報查詢維護07062000.pdf
- 緊急醫療救護傷患通報查詢維護07062000.json
- 緊急醫療救護傷患通報查詢維護07062000.xlsx

圖243 臺北市政府衛生局塵暴專區

資料來源：衛生福利部²⁷²、新北市衛生局²⁷³、臺北市衛生局²⁷⁴

(四) 民間資源

八仙粉塵暴燃後，許多民間團體紛紛響應，因此網站上整合全台灣各地資源與提供資源單位的資料(如圖 244 所示)，例如免費門診換藥診所提燒燙傷傷患後續處置、臺北市、桃園市、台中市亦有旅館提供優惠或免費住宿讓病患家屬得以就近照顧病患。

627 八仙塵爆

首頁

傷患家屬

官方服務資訊

燒燙傷病床資料

免費住宿

上百家醫美診所免費換藥清單

上百家醫美診所免費換藥地圖

醫院急診即時訊息

陽光基金會的服務與建議

小n重度灼傷實際經歷

健保署醫療費用處理說明

別告醫師

義務律師團聲明

醫療支援通訊錄

627 八仙塵爆

這是 <http://beta.hackfoldr.org/627pray/> 的首頁

家屬

傷者查詢 <https://g0v.github.io/color/>

- 應變中心 24 小時服務專線：02-29646715 或 02-89535599 轉 9
- 社會救助等相關問題可撥打1957專線
- 衛福部專線 (02) 8590-6199

陽光基金會關懷諮詢服務專線 (8:30 ~ 21:30)

- 北區 (02) 2507-8006 分機107
- 中區 (04) 2358-2336
- 雲嘉 (05) 228-0300
- 南區 (07) 558-7166
- 東區 (03) 856-321

捐款

陽光基金會

- 網址：<http://www.sunshine.org.tw/donation/money2009.asp>

新北市社會局捐款專戶 (公告網址)

- 銀行：台灣銀行板橋分行
- 戶名：新北市社會救濟會報專戶
- 帳號：027038002803
- 匯款單上備註欄加註指定「八仙粉塵氣爆救助專案」
- [也能透過四大便利超商捐款](#)

627 八仙塵爆

首頁

傷患家屬

官方服務資訊

燒燙傷病床資料

免費住宿

上百家醫美診所免費換藥清單

上百家醫美診所免費換藥地圖

醫院急診即時訊息

陽光基金會的服務與建議

小n重度灼傷實際經歷

健保署醫療費用處理說明

別告醫師

義務律師團聲明

醫療支援通訊錄

愛自己 接受事實 堅強熬過來

志工

傷患名單

臺北市府：送醫名單及查詢專線

新北市政府：八仙粉塵氣爆事件專區

八里塵爆事件傷者免費門診換藥診所

檔案 編輯 檢視 插入 格式 資料 工具 外掛程式 說明 僅供檢視

縣市	A	B	C	D	聯
縣市	醫院名稱	地址	聯絡電話		聯
台北市	台北麗式皮膚專科診所	台北市大安區安和路一段137號2樓	(02) 2709-2669		
高雄市	高雄麗適診所	高雄市三民區大豐二路288號	07-3838-698 轉22		
台北市	星采古亨店	台北市中正區羅斯福路二段116號2樓	02-2367-1789		
台北市	星采整形外科診所	台北市大安區復興南路二段27號2樓	02-2325-3678		
台北市	星和台北店	台北市中正區館前路2號6樓之一	(02)2388-7778		
台北市	星和仁愛店	台北市大安區光復南路306號2樓	(02)2711-7128		
桃園市	星和桃園店	桃園市桃園區中正路993號2樓	(03)355-2679		
新竹縣	星和竹北店	新竹縣竹北市光明一路236號2樓	(03)657-1179		
台中市	星和台中店	台中市西屯區惠來路二段232號	(04)-2259-8809		
台南市	星和台南店	台南市中西區和意路60號1.2樓	(06)213-1255		
台北市	星和高雄店	高雄市左營區博愛三路2號2樓	(07)343-1638		
台北市	羅丹診所	台北市大安區忠孝東路4段312號12樓	0800-888758		
台北市	楊氏診所	台北市大安區光復南路280巷24號3.4樓	0800-888758		
新竹市	飛揚診所	新竹市東區關新路207號	03-579-0522		
台中市	羅丹診所	台中市南屯區惠中路三段82號	04-2389-1897		
台北市	揚士診所	高雄市左營區高鐵路388號	07-359-1880		
台北市	英爵醫美診所敦南館	台北市敦化南路一段236巷20號	02-7707-4669		
台北市	英爵醫美診所大直館	台北市敬業三路155號	02-7707-4669		
台北市	英爵醫美診所南京館	台北市南京東路三段331號2樓	02-7707-4669		
台北市	英爵醫美診所信義館	台北市信義路四段206號	02-7707-4669		
台北市	凱蒂醫美診所	台北市松山區八德路4段760號13樓	(02)3765-1000		

圖244 民間資源網站

資料來源：hackfoldr²⁷²

(五) 致災原因研判

1. 彩色粉末製造公司與成分：製造公司為臺旺食品工業股份有限公司，成分為含食用色素之玉米澱粉。
2. 現場彩色粉末使用情形：活動會場舞台下方及燈光架處總計設有 30 支彩粉噴管，舞台靠觀眾區北、南兩側堆放彩粉，由人力操作 CO2 手提式鋼瓶方式噴射，另主辦單位將塑膠袋散裝之彩粉發放與會民眾，配合活動進行朝空中自由噴灑。
3. 起火原因研判：引火源可能係由於靜電、明火、電氣、抽菸等，鑑識人員仍依照先前設定的「機械音響等電線起火、燈光溫度、抽菸火源」等 3 大方向進行，按照「火流方向」先鎖定起火點位置，再逐一排除可能性，須待所採集之證物鑑定後，方能據以研判火災原因。

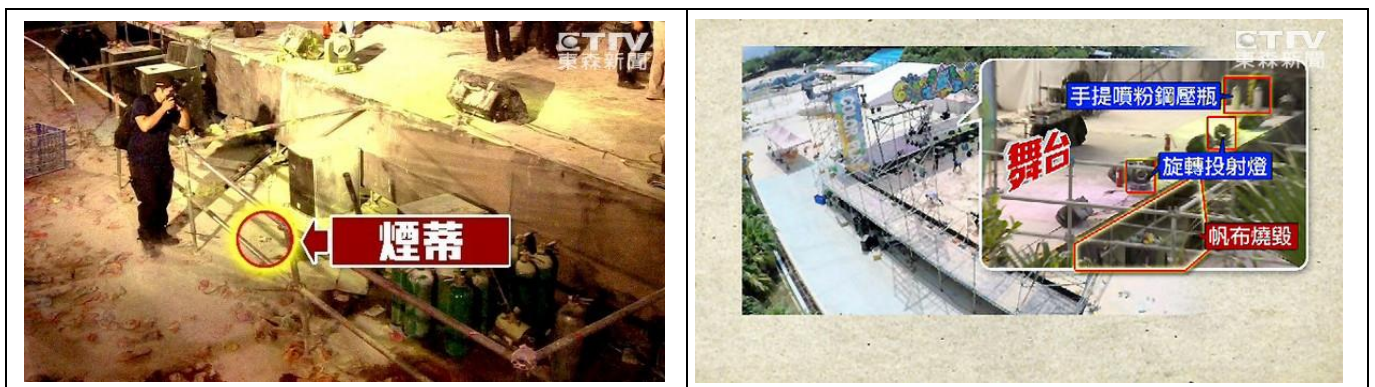


圖245 鑑識人員現場採樣

資料來源：東森新聞 273、274

(六) 可借鏡之處

1. 大量傷病患醫療資源調度作為

消防、衛生單位等各局處應整合資訊，避免產生捨近求遠、資源分配不均。在藥品資源方面，食品藥物管理署，應建置資訊平台，以利整合醫療衛材供應調度及處理。

2. 大量傷病患病患家屬資訊傳遞與安置。

政府機關應第一時間設置與家屬間連絡窗口，並協助傳遞資訊，減少家屬湧入醫院，或家屬至各家醫院尋找家人。在家屬安置方面，建議與旅宿業合作以安置病患家屬，使家屬可就近到病患所在之醫院。(可參考新北市萬里區災害應變中心與旅館業簽訂增設旅館收容合約書)

3. 跨區支援之重要性

強化各級政府間(直向)及社會、醫療體系與政府間(橫向)之合作，衛福部可協調跨院調度醫療人員，如(1)專責組織負責聯繫協調，規劃資源分配等支援功能。(2)定期辦理聯合演練。使區域相互支援機制趨於完善、及提升縣(市)政府與醫療體系等災害應變能力，以「近水救火」爭取災害搶救之時效性與弭補物資不足等情況，俾能有效降低災損。

三十四、韓國中東呼吸症候群冠狀病毒感染症(MERS)疫災 事件

(一) 事件描述

世界衛生組織(WHO)2012年9月公布全球第一例中東呼吸症候群冠狀病毒感染症(MERS)病例，MERS已有3年的疫情紀錄，全球累計1,365確診病例，487例死亡。目前共26國曾通報病例(如圖246所示)，病例主要集中於沙烏地阿拉伯、阿拉伯聯合大公國、卡達等中東地區。韓國的MERS病例數已位居世界第二，僅次於沙烏地阿拉伯。

5月20日南韓公布第一宗中東呼吸症候群感染個案，南韓衛生單位於5月20日向WHO通報一名68歲男子確診病例，該名男子4月18日至5月3日曾至巴林洽談農作工作，5月4日返回南韓仁川機場，5月11日發病就診隔日住院。南韓5月20日確診病人的痰樣本被檢測出MERS陽性反應，隨即被隔離治療。

MERS目前尚無有效可施打之疫苗，傳播方式、潛伏期與病徵說明如下：

1. 傳播方式：一般冠狀病毒主要透過大的呼吸道飛沫顆粒，以及直接或間接接觸到感染者分泌物等方式傳播，但MERS-CoV確實傳

播途徑仍不明。根據目前研究結果推測，個案可能因接觸或吸入患病駱駝之飛沫或分泌物而感染，人與人間的傳播主要以院內感染為主，但仍無持續性人傳人的現象。另曾有研究指出 MERS-CoV 病毒可在低溫(4°C)的駱駝生乳存活 72 小時，部分確診病例亦曾飲用駱駝乳。潛伏期 2~14 天。

2. 病徵：患者最常見的症狀為發燒，其餘為咳嗽，呼吸困難和肌肉酸痛，都是典型的冠狀病毒感染症狀。比較特別的是也有出現胃腸道症狀，如：腹瀉，嘔吐，腹痛。72% 的患者需要呼吸機來改善急性呼吸衰竭的情況。

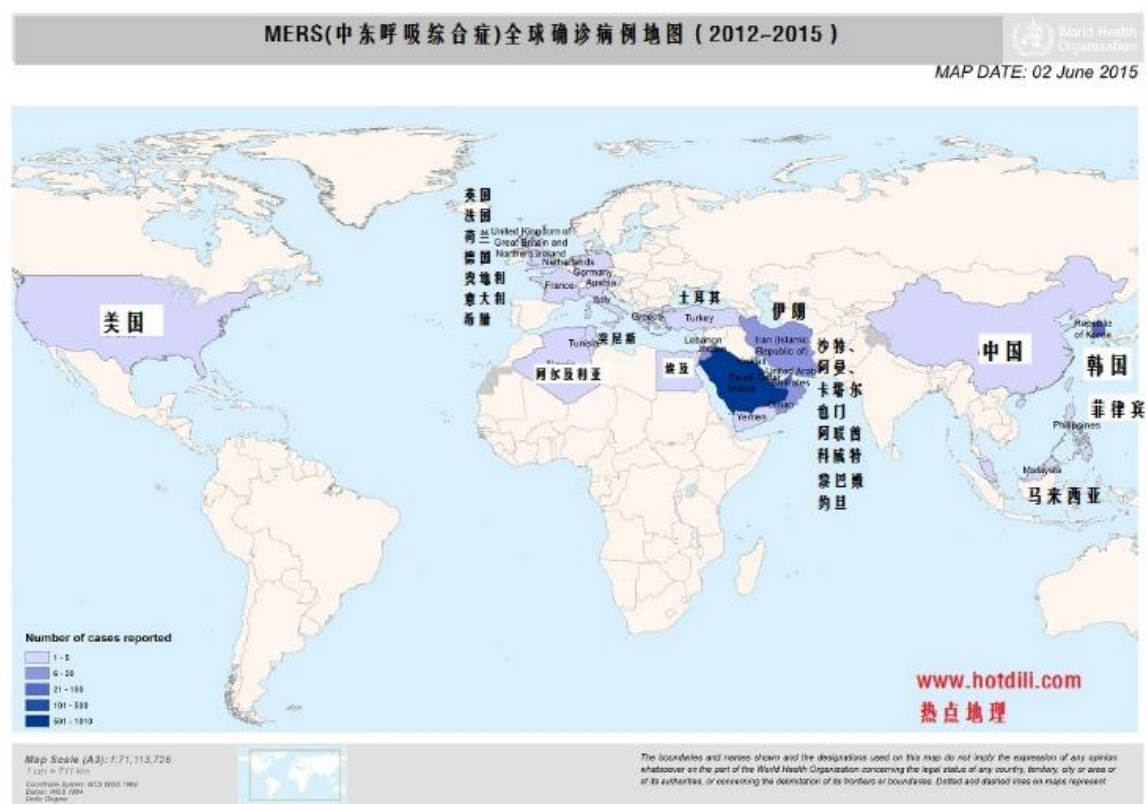


圖246 2012 年~2015 年全球中東呼吸症候群(MERS)疫情世界地圖(截至 2015 年 6 月)



圖247 韓國病例所在醫院與城市

一分鐘認識MERS-CoV 中東呼吸症候群冠狀病毒感染症

有任何疑慮請打防疫專線
1922
24小時·免付費

流行地區 主要集中於中東地區
以沙烏地阿拉伯病例最多

傳染途徑 駱駝傳人(接觸傳染) 人傳人(飛沫傳染)

症狀 發燒 咳嗽 呼吸急促及困難

預防方法 勤洗手 有呼吸道或發燒症狀戴口罩 避免在流行地區騎乘、接觸駱駝或生飲駱駝等動物奶

衛生福利部疾病管制署 TAIWAN CDC 疫情通報及關懷專線：1922 http://www.cdc.gov.tw 廣告

注意!! MERS-CoV 中東呼吸症候群冠狀病毒感染症

症狀 發燒 咳嗽 呼吸急促

出國 不接觸駱駝 不生飲動物奶 非必要不去醫院

回國 勤洗手 有呼吸道或發燒症狀戴口罩 返國14天內有不適請撥打防疫專線 **1922**

衛生福利部疾病管制署 TAIWAN CDC www.cdc.gov.tw 1922防疫達人 www.facebook.com/TWCCDC 疫情通報及關懷專線：1922 廣告

圖248 衛福部疾病管制署宣導單

資料來源：熱點地理²⁷⁶、韓國保健醫療勞動組合²⁷⁷、衛福部疾病管制署²⁷⁸

(二) 災情描述

南韓第一宗 MERS 個案從回國至發病共計 7 天，住院後確認為
 確診病例已經過 9 天，因此，約有 16 天的時間尚未隔離，使得傳染
 範圍擴大(如圖 249 所示)，至 2015 年 7 月 22 日止，共有 186 確診病
 例、36 人死亡、隔離人數 1,992 人、另已有 137 人痊癒出院(如圖 250
 所示)，逾 1,800 所學校停課。

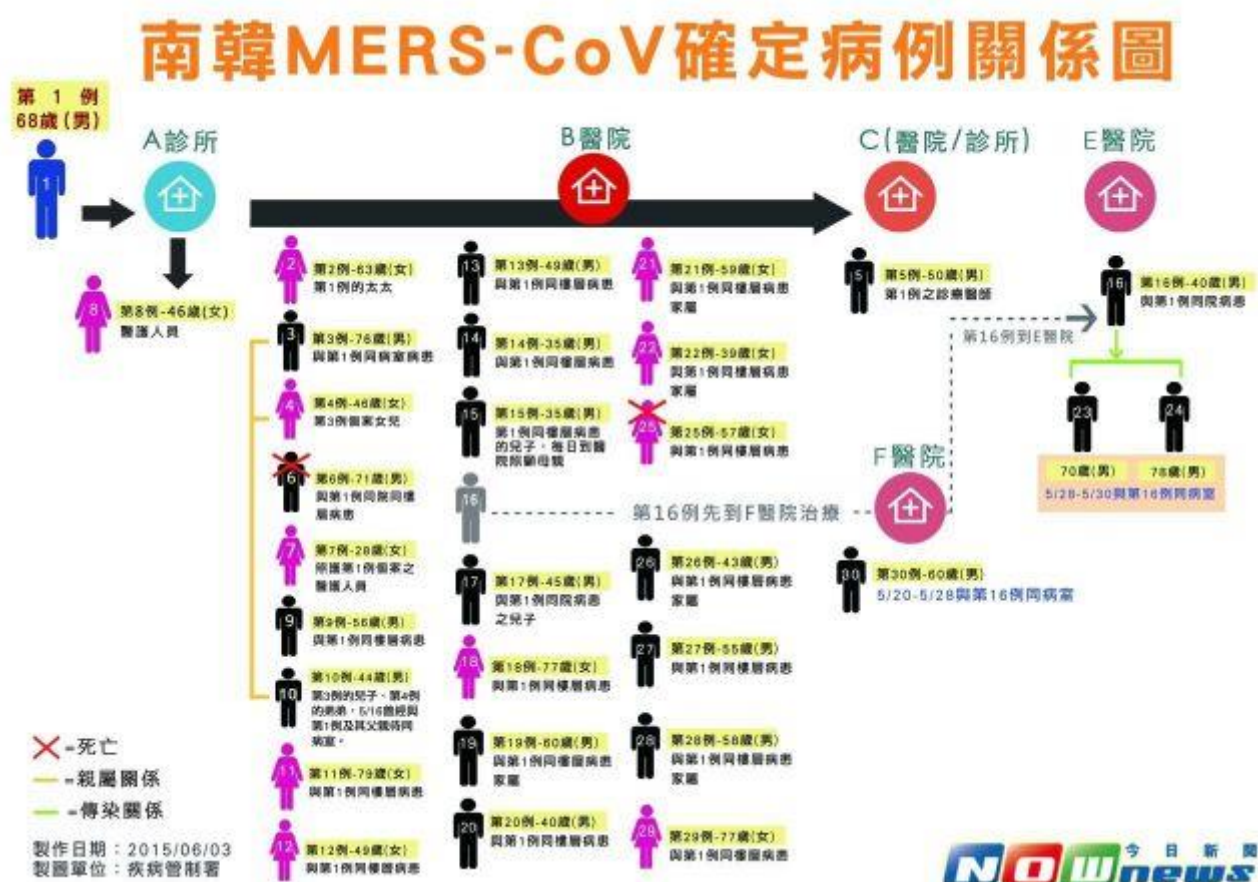


圖249 南韓 MERS 確定病例關係圖

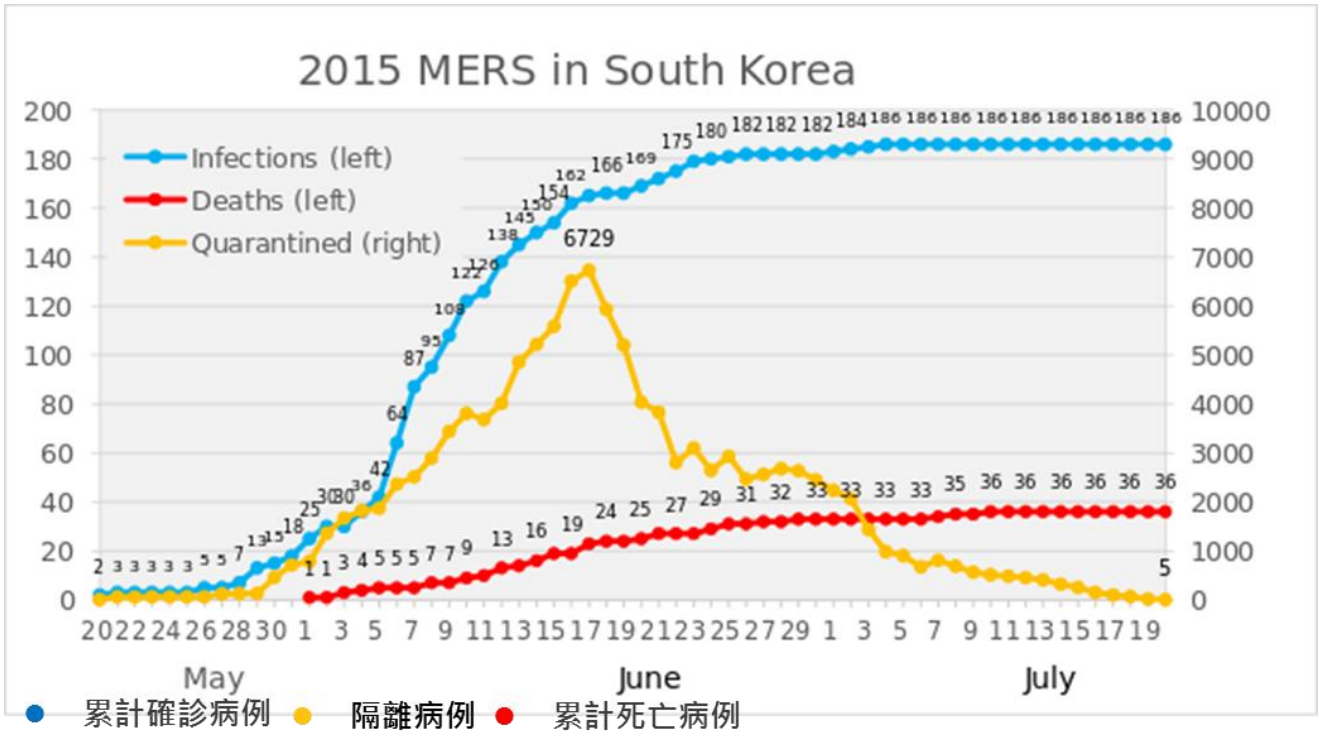


圖250 病例統計圖

資料來源：今日新聞²⁷⁹、韓國保健福祉部 MERS 官方網頁²⁸⁰



圖251 防疫情形

資料來源：鳳狂資訊網²⁸¹

(三) 政府應變作為

1. 機場監控

韓國保健福祉部於5月27日發表「中東呼吸症候群冠狀病毒(MERS)檢疫對策」，重新執行應變 MERS 感染之檢疫措施，並監管所有自中東地區入境旅客之健康狀況。

2. 調查並提出對策

南韓保健福祉部召集醫藥團體，成立及運作「MERS 管理對策本部」，未來將對已感染病例及曾接觸患者全面展開調查，預防遺漏可能感染之病患。

3. 防止災情擴張

為防止疫情再擴散，政府單位及民間機構提供隔離室等所有可利
用之資源，期望能於短日內終止 MERS 疫情。



圖252 政府發布對策情形

資料來源：中央通訊社²⁸²

(四) 致災原因研判

1. 韓國衛生當局應變反應力不足

南韓政府掌握確診病例後未嚴謹進行隔離，讓病人、醫療人員外出或仍有感染者未列入隔離名單，導致疫情快速擴散。

2. 未第一時間公布病患醫院、民眾警覺性低、患者間易接觸感染

部分感染病患警覺性低，又到其他醫院就診，在醫院病房空間狹小中患者間易密切接觸，加上病患家屬到院關心患者，更使病毒輕易蔓延。

3. 天氣乾燥，有利病毒孳生環境

南韓 MERS 病毒未發生變異，病毒在氣溫和濕度過高的環境下難以生存，目前南韓天氣乾燥氣溫適中，提供病毒孳生有利環境。



圖253 南韓醫院情形

資料來源：鳳凰資訊網²⁸³、udn 聯合新聞²⁸⁴

(五) 可借鏡之處

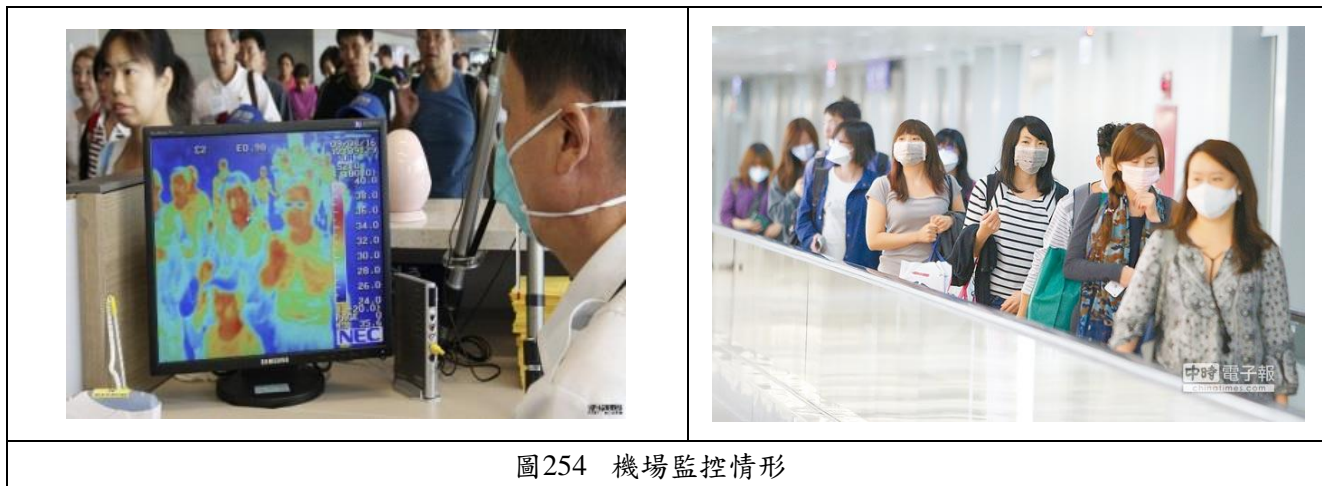
1. 衛生福利部疾病管制署五大對策

- (1) 邊境檢疫：加強體溫篩檢及旅遊史詢問，針對從中東、南韓入境旅客全面發放衛教單張，必要時登機檢疫。
- (2) 院感管制：加強醫院感染管控查核，提醒醫師詢問接觸史等、強化急門診病患分流就診等措施。
- (3) 檢驗量能：擴充檢驗量能到五家合約檢驗室。
- (4) 物資儲備：國內目前防疫物資儲備量包含外科口罩 3,157.1 萬片、N95 口罩 103.2 萬片，維持防疫物資充足。
- (5) 應變醫院：全台 6 大醫療網已指定 6 家應變醫院，另金門、連江及澎湖三離島已指定當地 3 家應變醫院。(包括：台北市立聯合醫院和平院區、新屋醫院、台中部立醫院、台南市立醫院、花蓮部立醫院及屏東部立醫院)

2. 醫院防疫大作戰-收治病患實兵演練

MERS 應變醫院防疫人員進行收治病患實兵演練，穿著隔離衣等待病患抵達，專責救護車到指定地點載送 MERS 疑似病患送抵防疫醫院，醫護人員帶領 MERS 疑似病患走隔離通道與

隔離電梯往隔離負壓病房， MERS 疑似病患進入負壓隔離病房，
進行消毒及隔離防治等措施，以減少病患接觸感染。



資料來源：中時電子報^{285、286}

三十五、中國天津爆炸事件

(一) 事件描述

中國天津在 2015 年 8 月 12 日晚間發生火災以及爆炸事件，本次爆炸事件導致 114 人死亡(截止 8 月 17 日上午 9 時之中國官方統計數據)。中國天津市「濱海新區天津港國際物流中心」火災後並發生兩次爆炸，濱海新區多處下水道殘留氰化鈉，影響範圍半徑為 3 公里(如圖 255、圖 256 所示)，多條重要道路嚴重損壞。



圖255 天津港爆炸位置圖

資料來源：本團隊繪製



圖256 天津爆炸影響範圍前後對照圖

資料來源：《看中國》²⁸⁷

(二) 災情描述

事故當晚 22 時 50 分，天津消防總隊接到報警稱，天津濱海新區港務集團瑞海物流危化品堆棧發生火災。23 時 30 分左右，火場發生兩次強烈爆炸；第一次爆炸發生在 8 月 12 日 23 時 34 分 6 秒，近震震級 ML 約 2.3 級，30 秒後發生了更大的第二次爆炸，近震震級 ML 約 2.9 級；天津塘沽、濱海等，以及河北河間、肅寧、晉州、藁城等地均有震感。

第一批抵達的消防員被指不知曉發生爆炸的化學品不能夠用水撲滅，而應該使用沙土蓋滅，由於使用了錯誤的方法滅火導致了反應的加劇，爆炸當時揚起煙塵高達數十公尺，造成部分首批到達的消防員犧牲。

日本經濟新聞報導，在針對日本的化學行業人士的採訪中，日本的相關人士對此次爆炸事故表示「難以置信」。其原因在於除了管理不善外，滅火應對舉措也不當。爆炸現場被認為存在多種金屬鈉之類的遇水後將加速產生化學反應的物質。在日本，消防員在滅火之前必須進行安全確認。亦指出現場的消防員面對大火時或許沒時間進行確認，但由於是危險物質，避免事故發生的管理體制和事故發生時將危害減到最小的對策不可或缺。



圖257 天津爆炸災情

資料來源：中國新聞網²⁸⁸

表35 天津爆炸傷亡統計表(截止 8 月 17 日上午 9 時統計數據)

天津爆炸傷亡統計表	
死亡 114 人	公安消防人員 16 人
	天津港消防人員 23 人
	民警 5 人
	其他人員 10 人
	未確認身分 60 人
失蹤 70 人	公安消防人員 8 人
	天津港消防人員 56 人
	民警 6 人
住院治療 721 人	危重症 25 人
	重症 33 人

資料來源：本團隊彙整

表36 天津爆炸損失統計表(截止 8 月 17 日上午 9 時統計數據)

天津爆炸損失統計表	
公共設施	爆炸點附近社區(受創最為嚴重社區)
◇ 高速公路 <ul style="list-style-type: none"> ● 海濱高速駛往開放段的永定新河收費站和臨港收費站的出口封閉 ● 海濱高速駛往塘沽方向收費站全部關閉 ● 中心漁港和輕紡城北以及南港收費站的入口封閉 	<ul style="list-style-type: none"> ● 萬科海港城 (離爆炸點約 600M) ● 啟航嘉園 (離爆炸點約 800M) ● 合生君景灣 (離爆炸點約 1.4KM)
◇ 地鐵 <ul style="list-style-type: none"> ● 天津地鐵 9 號線於 2015 年 8 月 13 日停止運營 	
學校	
(1) 南開大學發布新聞表示距離爆炸現場 4 公里的泰達學院受到波及，部分門窗玻璃受損，但在校人員全部安全。	
(2) 天津科技大學發布消息稱，該校距離爆炸現場距離 7 公里的濱海校區受爆炸波衝擊，部分樓宇玻璃、天花板、門窗等均有不同程度影響，共有 8 名學生擦傷，1 名留院觀察。	

(三) 政府應變作為

濱海新區倉庫爆炸事故發生後，天津市成立了傷員救治、現場處置、群眾工作、維穩保障和事故調查五個工作組，並立即啟動了應急響應機制，開設應急避難場所安置受傷群眾。

1. 全力安置受災民眾

全區 37 個單位 1,025 名幹部組成 205 個工作組，全力安置傷者及家屬，以及事故周邊居民進行疏散工作。此外，泰達二小、泰達二中、濱海職業學院等 12 所學校作為受災民眾臨時安置場所，安置 6,300 餘人。

2. 積極配合醫療救治

泰達醫院、泰達國際心血管醫院、第五中心醫院等 10 家醫院調派醫護人員 1,675 人全力投入傷員搶救工作，衛生單位緊急調派 29 家醫院、110 名專家展開救治工作。

3. 展開房屋受損調查和鑑定工作

對受災區域的房屋進行了全面性調查，建立民冊。經初步的統計，事故受災居民約有 1.7 萬戶，受影響工業家數 1,700 戶，商業家數 675 戶。

4. 做好事故周邊安全疑慮的排查工作

如電力、燃氣、自來水等單位，對周邊電力、市政燃氣管網也展開調查，並提醒居民須進行自查。

5. 保證交通等公共事業正常運行

津濱輕軌 9 號線因事故停運，濱海新區多方調派 200 多輛車輛，確保民眾的通行。且對因事故造成部分小區停燃氣、停電問題，已初步完成調查和評估，全面展開搶修工作。

6. 中國官方網站新增災情專區

提供最新災情資訊、政府發布等，讓民眾能迅速了解氣爆區域災情等相關救災資。(如下圖 258、圖 259 所示)



圖258 天津濱海新區網站首頁



圖259 天津市人民政府網站首頁

資料來源：天津濱海新區網站²⁸⁹、天津市人民政府網站²⁹⁰

(四) 致災原因研判

此次天津港大爆炸，疑似是由堆積於港區內的危險物質發生化學變化所引發的，目前判斷事故係起因於驗櫃過程後，未將貨櫃回復水密狀態致混合濕氣或雨水所發生的。

詳細事故原因有待中央人民政府「爆炸事故調查組」調查報告完成。

(五) 對比臺灣重要港口

1. 基隆港

基隆港為臺灣四座國際商港之一，是北部首要的海運樞紐(如圖 260 所示)。每年有大量的化工業產品進出港口。

2015 年 2 月 13 日早上 08:25，交通部航港局接獲通報，位於基隆港東岸 10 號碼頭「聯興國際通運股份有限公司」貨櫃儲運場地有化學品 HF(氫氟酸)外洩，在國際海事組織危險品編類為第 8 類。



圖260 基隆港區地理位置圖

資料來源：GoogleMap²⁹¹、Google 圖片²⁹²

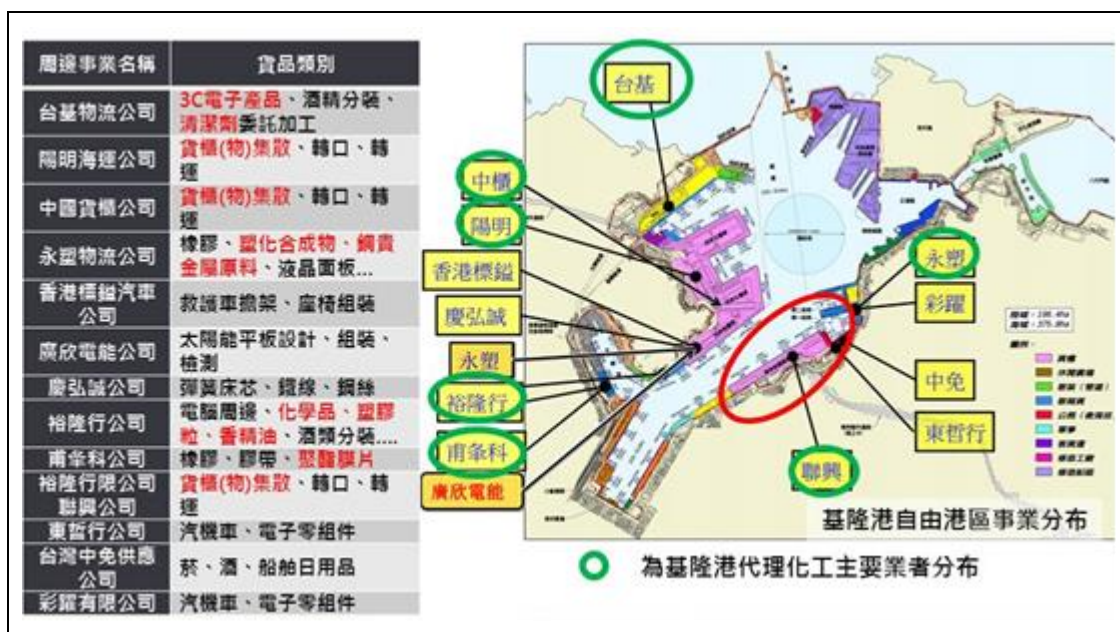


圖261 基隆港區代理化工主要業者分布圖

資料來源：交通部航港局²⁹³

2. 台北港

台北港位於淡水河口西南岸(如圖 262 所示),具備貨櫃、散雜貨、水泥、油品等儲運中心、國際物流中心及兼具遊憩功能的綜合性國際商港,港區總面積,約基隆港的五倍。

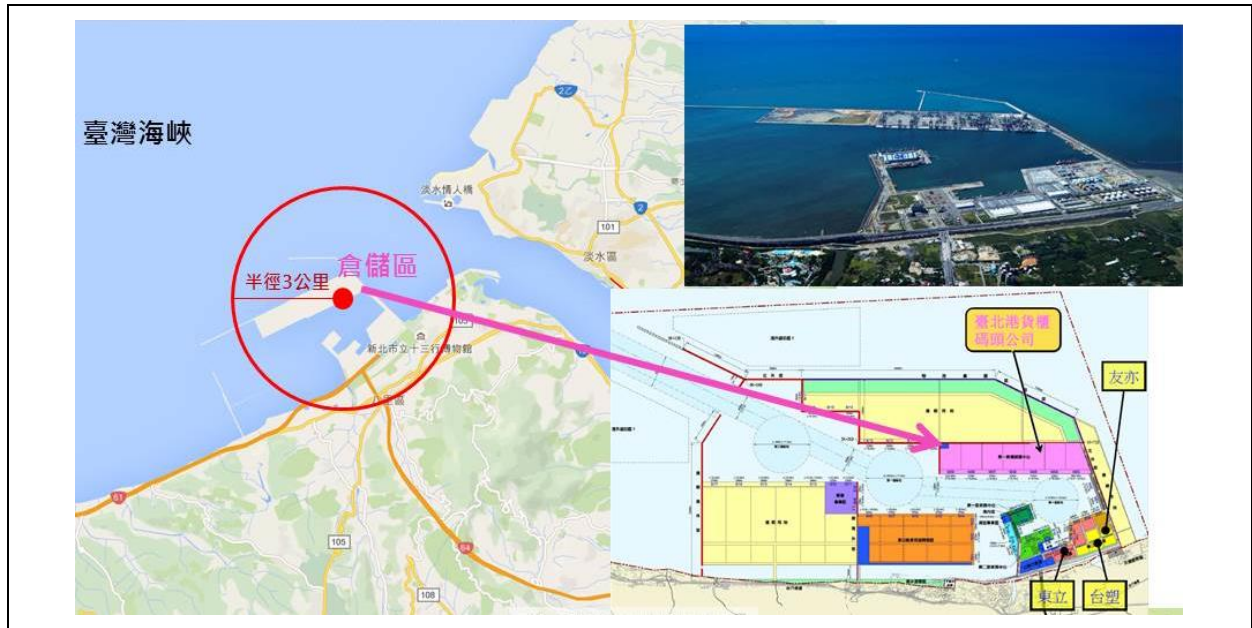
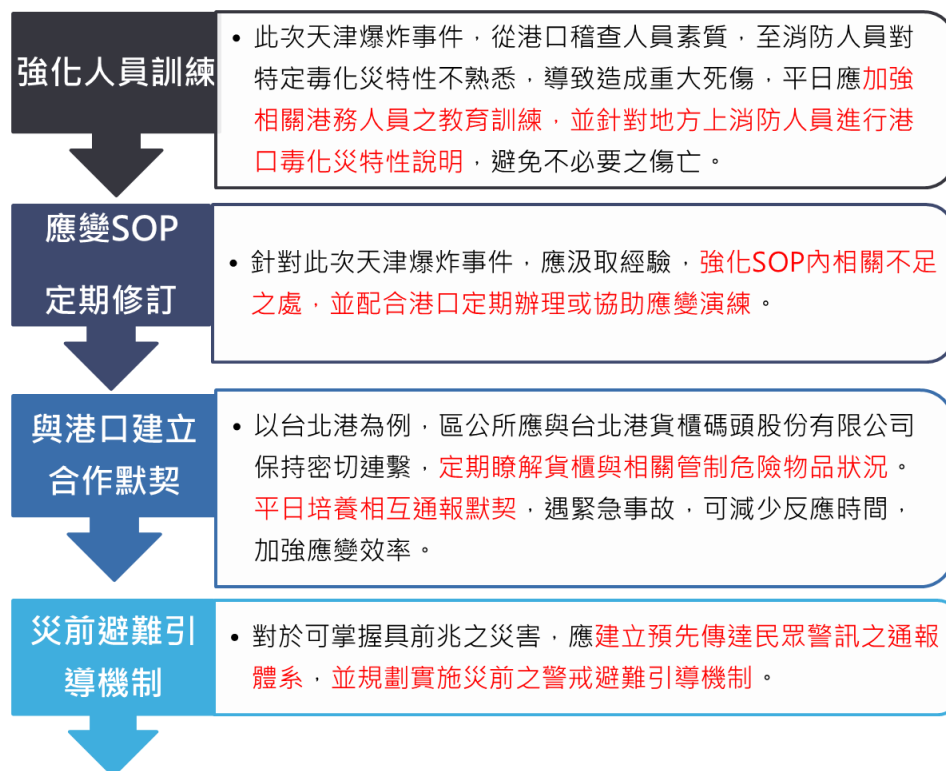


圖262 台北港區地理位置圖

資料來源：GoogleMap²⁹¹、Google 圖片²⁹²

(六) 可借鏡之處



三十六、日本東京輕航機墜落民宅事件

(一) 事件描述

日本首都東京郊區調布市 2015 年 26 日上午 11 點左右發生小型機墜落住宅區的意外，飛機剷平樓房屋頂，機腹朝上癱在燒毀的民宅上，波及三棟民宅及兩輛車子，機師等三人死亡，五人受傷。

東京消防廳官員表示，一架載有五人的輕型機從東京西方五百公尺的調布機場起飛後不久，墜毀富士見町住宅區（如圖 263 所示）。

東京消防廳發言人說，飛機上共五名男性，分別是一名機師和四名乘客；出事飛機是單引擎螺旋槳機 Piper PA-46，機身長 8.8 公尺，翼展 13.1 公尺，包括機長在內，最多可載六人。



圖263 輕航機原訂航線及墜毀位置

資料來源：google map¹¹⁶

(二) 災情描述

本次飛航事故機上人員計有 5 名，機組員 1 名，乘客 4 名；造成死亡 3 人(機員、乘客、地面住戶各 1 人)、受傷 5 人(含地面 2 人)。

7 月 26 日上午從東京調布機場起飛時，因飛機引擎故障，導致無法正常爬升，高度就比往常要低，升空不到 1 分鐘，就墜毀在 700 公尺外的住宅區。



圖264 輕航機墜毀照片

資料來源：聯合新聞網²⁹⁴

(三) 政府應變作為

1. 輕航機墜落在調布市富士見町1丁目民宅，導致3棟民宅與汽車起火燃燒。東京消防廳立刻出動消防隊員趕往墜機現場救援及滅火。
2. 東京警視廳以涉嫌業務過失致人死傷為由開始調查。
3. 國土交通省將墜機認定為航空事故。
4. 日本運輸安全委員會(JTSB)已經派遣3名航空事故調查官赴現場。



東京消防廳派員搜救

資料來源：MSN 新聞²⁹⁵

(四) 致災原因研判

1. 機長川村泰史，截至2014年1月的總飛行時數共1500小時。

日本媒體報導，機上乘客可能是受訓飛行員，對於緊急情況之警覺、判斷及應變處置能力尚在訓練中。

2. 詳細事故原因有待日本國土交通省 運輸安全委員會調查報告完成。

航空	報告搜索
	在調查項目 進度報告
	事故統計 嚴重事故的統計數據
	進度報告, 你做了這麼遠名單
航空意外概述	
發生日期	2015年7月26日
發生地點	調布, 東京富士見1丁目24
飛機類型	飛機
飛機師	小型飛機
模型	派珀PA配方, 46-350P型
註冊符號	JA4060
飛行的	個人
事故類型	崩潰
進展報告(PDF)	
出版日期	
概觀	本機, 從10:58調布機場起飛, 墜毀在位置附近, 被嚴重損壞。損害發生在附近的墜機地點的私人住宅。
研究現狀	在調查中
傷亡人數	死了三個人(乘客2人, 一居民), 受傷的五人(客運三, 二居民)
建議和意見	
提供信息	
視頻(WMV)	

圖265 日本國土交通省 運輸安全委員會調查報告

資料來源：日本國土交通省 運輸安全委員會²⁹⁶

(五) 可借鏡之處

1. 落實機組員訓練與客艙安全之教育訓練：

鑒於此次乘客皆為受訓飛行員，對於緊急情況之警覺、判斷及應變處置能力尚在訓練中。航空公司應對機組員做相關飛航安全措施及教育訓練確實實施，並對乘客告知相關規則或要領。

2. 掌握民間救災資源能量

本次救援調動大型吊車機械救災，對於民間救災資源之調查應掌握且落實，俾災時能夠即時救援。

三十七、5月-9月登革熱疫情

(一) 事件描述

登革熱自 1950 年代開始發現在東南亞散播，好發地區主要集中在熱帶、亞熱帶等有埃及斑蚊和白線斑蚊(如圖 266 所示)分布的國家，但近十年來隨著全球化發展逐漸便利，各國之間相互流通及往返也趨於頻繁，自 1980 年代之後，登革熱也開始有向各國蔓延的趨勢，逐漸成為嚴重的公共衛生問題，成了都市中的傳染病。台灣位在於登革熱流行的亞熱帶地區，1981 年在小琉球造成百分之八十民眾感染，到 1987 年又在台灣本島的南部開始出現，之後，高雄市及鄰近各縣就經常有登革熱的擴散。今(2015)年登革熱疫情從 5 月 16 日爆發第 1 例開始，短短 3 個月已超過 2 千例，打破 2007 年大流行紀錄，其中較為嚴重的疫區則包括臺南市中西區、南區、永康區、安南區(如圖 267 所示)。

登革熱(Dengue fever)別名「斷骨熱」(Breakbone fever)，「天狗熱」(台語)，是一種由濾過性病毒所引起的急性傳染病，這種病毒會經由蚊子傳播給人類。並且依據不同的血清型病毒，分為 I、II、III、IV 四種型別，而每一型都具有能感染致病的能力，如果患者感染到某一型的登革病毒，就會對那一型的病毒具有終身免疫，但是對於其他型別的登革病毒僅具有短暫的免疫力(通常約為 2-9 個月之間)，

過了這段期間以後，還是有可能再感染其他型別。

登革熱是一種發病率高，傳播快且病程短的疾病，其傳染方式主要經由病媒蚊叮咬人時，將病毒注入體內而使人感染生病(如圖 268 所示)，潛伏期二至十五天。臨床表徵可以從無症狀(或稱為無症狀感染)、或像感冒一樣，至嚴重如出血性登革熱、甚至休克。有明顯症狀的登革熱主要分為典型性登革熱、出血性登革熱，其症狀分別如下：

1. 典型性登革熱:突發性高燒(體溫常驟升至三十九至四十℃，而後可能持續五至六天)、伴隨著畏寒、頭痛、四肢酸痛、骨關節酸痛、肌肉痛、背痛、後眼窩痛、畏光、虛弱及全身倦怠。有些則有臉部潮紅、眼皮水腫、結膜充血、味覺改變、噁心、嘔吐、食慾不振及肝腫大。發燒及全身症狀約三至四天後消失，一部份人會在體溫下降後再度上升，在發燒後期可能會出現出血斑，尤其常見於下肢。有些人在第三、四日短暫出現疹子，有時會引起全身發癢。一些較少見的症狀則包括喉嚨痛、相對性心搏過緩、腦膜炎等症狀及大腦病變等。患者的檢驗數據大多呈現白血球、血小板低下、肝臟發炎指數上升之情形。

2. 出血性登革熱：為較嚴重的登革熱臨床表徵。潛伏期與初期症狀典型性登革熱相同，通常在發病二至五天後病情嚴重，有自發性出血現象，如牙齦出血、流鼻血、皮下出血、消化道出血、或女性月經大量流血、經期延長。也可能出現血管通透性明顯增加的證據，如低蛋白血症，肋膜或腹膜積水。更嚴重時會血壓下降至休克狀況，甚至量不到血壓。



圖266 傳播登革熱的病媒蚊

資料來源：高雄市教育局²⁹⁷

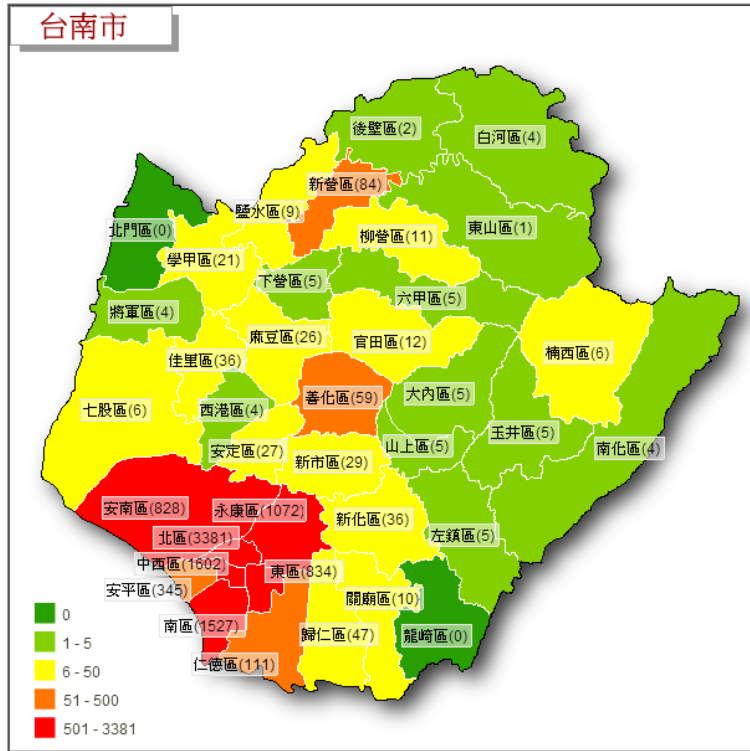


圖267 南區登革熱含本土及境外移入病例地理分布

資料來源：衛生福利部疾病管制署²⁹⁸



圖268 登革熱傳播途徑

資料來源：衛生福利部疾病管制署²⁹⁸

(二) 災情描述

依據衛生福利部疾病管制署傳染病統計資料，截止 2015 年 9 月 17 日全台總計病例數 11,931(如圖 269、表 37 所示)，死亡人數為 18 人，目前有 39 例登革熱患者在加護病房接受治療，分別為台南市 35 人、高雄市 3 人、屏東縣 1 人。登革熱境外移入全台已累積 206 例，主要由印尼、馬來西亞、越南等國家。

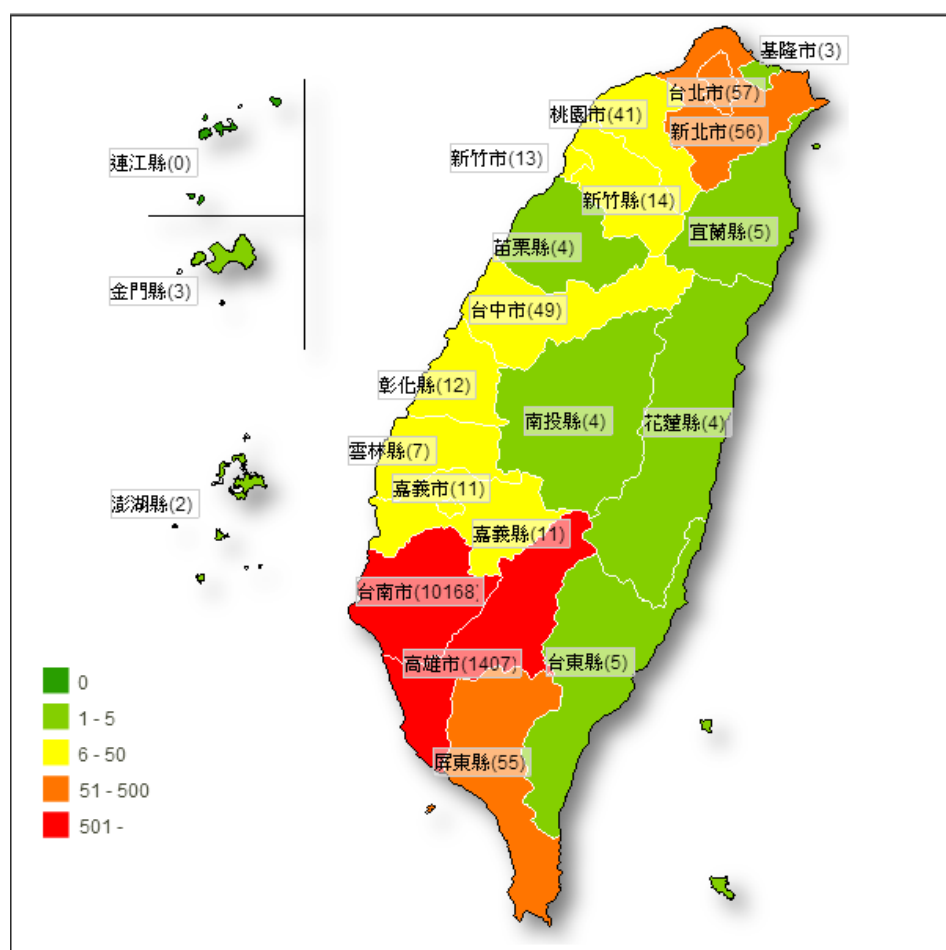


圖269 全國登革熱含本土及境外移入病例地理分布(2015/01/01-09/17)

資料來源：衛生福利部疾病管制署¹²³

表37 各縣市登革熱病例數

縣市名稱	病例數量	縣市名稱	病例數量
台北市	57	彰化縣	12

基隆市	3	南投縣	4
新北市	56	台南市	10168
宜蘭縣	5	嘉義市	11
金門縣	3	雲林縣	7
連江縣	0	嘉義縣	11
新竹市	13	高雄市	1407
桃園市	41	屏東縣	55
新竹縣	14	澎湖縣	2
苗栗縣	4	花蓮縣	4
台中市	49	台東縣	5
總計		11931	

資料來源：衛生福利部疾病管制署¹²³

(三) 政府應變作為

疾管署署長於 7 日進駐南部管制中心，成立前進指揮所，加強支援縣市政府，共同防治登革熱疫情，15 日傍晚宣布成立登革熱中央流行疫情指揮中心(如圖 270 所示)，以利統籌與整合防疫應變所需之資源、設備及相關機關(構)人員等，且為加速檢驗，北市也調派快篩檢驗設備與人力進駐疾管署南區管制中心，以利縮短檢驗時間，國防部陸軍八軍團則動員國軍官兵協助環境整頓及消毒防疫工作，以杜絕疫病肇生。



圖270 成立登革熱中央流行疫情指揮中心

資料來源：今日新聞²⁹⁹

衛福部於 12 日協調部立台南醫院、台南市立醫院、安南醫院、高雄榮總台南分院 4 家醫院，作為登革熱應變醫院，4 家醫院各規劃 1 區登革熱專門病房，約 40 個病床，17 日開始運作，針對登革熱患者分成 A、B、C 等級，分流不同醫院，A 級屬輕症回家觀察休養，B 則是患有慢性病、老人或嬰兒需住院觀察的患者，C 就是重症需要到醫學中心住院治療者，且為解決應變醫院人力過度負荷現象，衛生福利部台南醫院，已暫停收治非緊急醫療需要之病患，全力投入登革熱病患的治療。衛福部所屬部立醫院並啟動人力支援計畫，由其他部立醫院陸續調度護理人力支援中，至於其他 3 家應變醫院也已完成人力支援計畫，先以內部人力調度為主，如出現人力吃緊現象，再由支援醫學中心調度人力支應，以減輕醫護人員負荷。

(四) 致災原因研判

由於連續颱風造成臺南市下雨不斷，導致未完工之建築場所、廢棄輪胎、室內外裝水容器、下水道等地區蓄積汗水(如圖 271 所示)，無形中為病媒蚊的繁衍提供了場所，加上夏天溫度高，因而導致登革熱疫情進入高峰。



圖271 易蓄積汗水之地區

資料來源：衛生福利部疾病管制署²⁹⁸

(五) 可借鏡之處

登革熱是一種「社區病」、「環境病」，且病媒蚊對於叮咬對象並無選擇性，一旦有登革病毒進入社區，且生活周圍有病媒蚊孳生源的環境，就有登革熱流行的可能性，且民眾危機意識不足及缺乏警覺性是造成登革熱流行之主要因素，所以建議市府平時應呼籲民眾做好病媒蚊孳生源的清除工作，並製作各項宣導品，以利民眾平時提高警覺，了解登革熱的症狀，除了發病時可及早就醫、早期診斷且適當治療，亦應同時避免再被病媒蚊叮咬，以減少登革病毒再傳播的可能。



圖272 預防登革熱各式宣導文宣

資料來源：衛生福利部疾病管制署²⁹⁸

三十八、8月蘇迪勒颱風事件

(一) 事件描述

今(104)年第13號颱風蘇迪勒於7月30日20時於馬紹爾群島附近海面生成，距離臺灣約4,000公里，颱風受太平洋高壓南面的東風環流引導穩定朝西移動，8月2日增強為中度颱風，3日增強為強烈颱風後仍持續增強，並繼續向西北西朝臺灣移動。5日稍減弱為中度颱風，此時距臺灣東部海域約1200公里。8月6日中央氣象局於11時30分發布第1報海上颱風警報，警戒區域為臺灣東北部及巴士海峽；17時30分海上颱風警報警戒區域納入臺灣北部海面；23時30分氣象局始發布海上陸上颱風警報，於7日2時30分新北市納入陸上警戒區域，暴風圈逐漸接近臺灣東半部海域。颱風暴風圈約於17時接觸臺灣東部陸地、20時接觸新北市東部陸地。颱風中心於8月8日4時40分於花蓮秀林鄉立霧溪登陸，11時從雲林縣臺西鄉出海。颱風中心於22時由馬祖南方登陸福建，受地型破壞颱風強度減弱，暴風圈亦縮小。9日2時30分暴風圈脫離臺灣本島，氣象局解除本市陸上警戒；9日8時30分氣象局解除颱風警報，共歷經63小時。

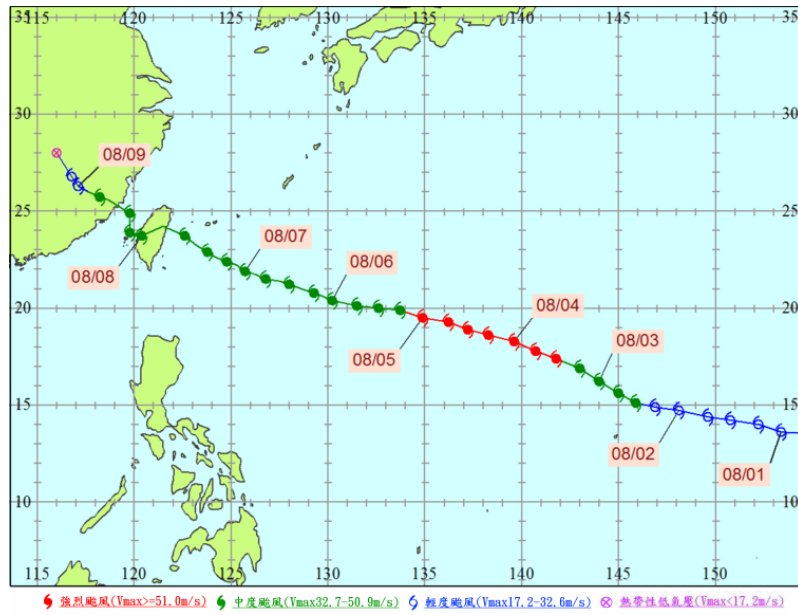


圖273 蘇迪勒颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局¹²⁵

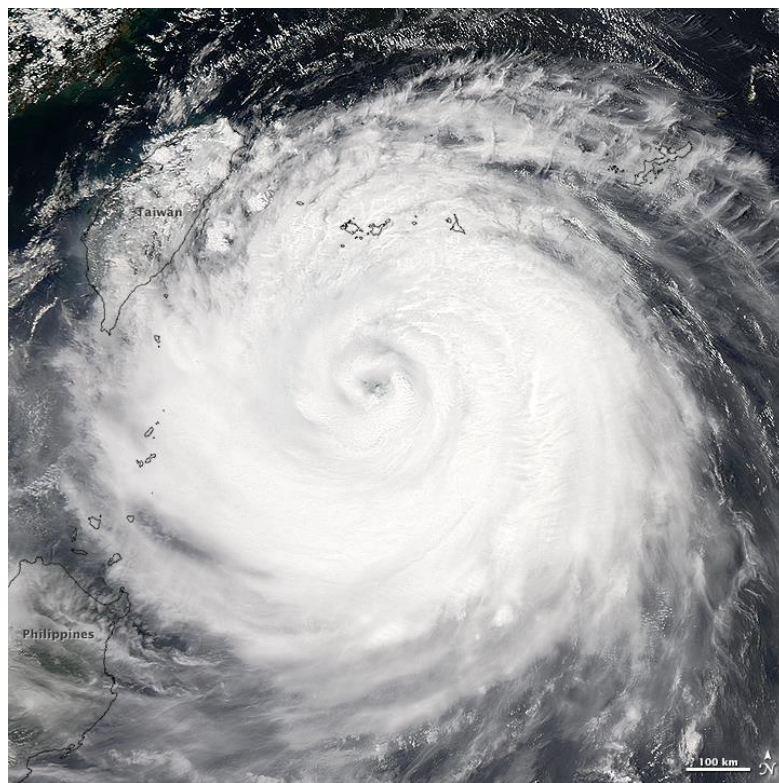


圖274 蘇迪勒颱風衛星雲圖

資料來源：中央氣象局¹²⁵

(二) 災情描述

蘇迪勒颱風共造成全台 12 人死亡、5 人失蹤及 437 人受傷，並創下全台最嚴重停電，累計近 400 萬戶，323 所學校受損，影響國內外班機 534 航班，延誤 8 萬旅客，以及多處地區嚴重淹水、土石流、山洪暴發，大量路牌、招牌、樹木倒塌。

南勢溪泥沙暴增，原水濁度飆高至近四萬度，遠高於淨水處理極限的六千度，淨水場難以負荷，使臺北市、新北市部分地區出現停水狀況。



圖275 全台多處路樹倒塌

資料來源：蘋果日報¹²⁶

蘇迪勒颱風造成新北市烏來與新店地區受創最為嚴重，一為新烏路(台9甲線)的忠治里、福山里，多處土石坍方、土石流阻斷道路、砸毀民宅，且通訊中斷使烏來地區形成孤島(如圖 276 所示)；其次是南勢溪和新店溪匯流處的「溪洲部落」，因雨量太大、溪水宣洩不及

而產生淹水(如圖 277 所示)，第三則是平廣路因土石坍方造成平廣溪阻塞，引發淹水(如圖 278 所示)。



圖276 新烏路災情前後對照圖



圖277 南勢溪災情前後對照圖



圖278 平廣溪災情前後對照圖

資料來源：瑞竣電子報³⁰²

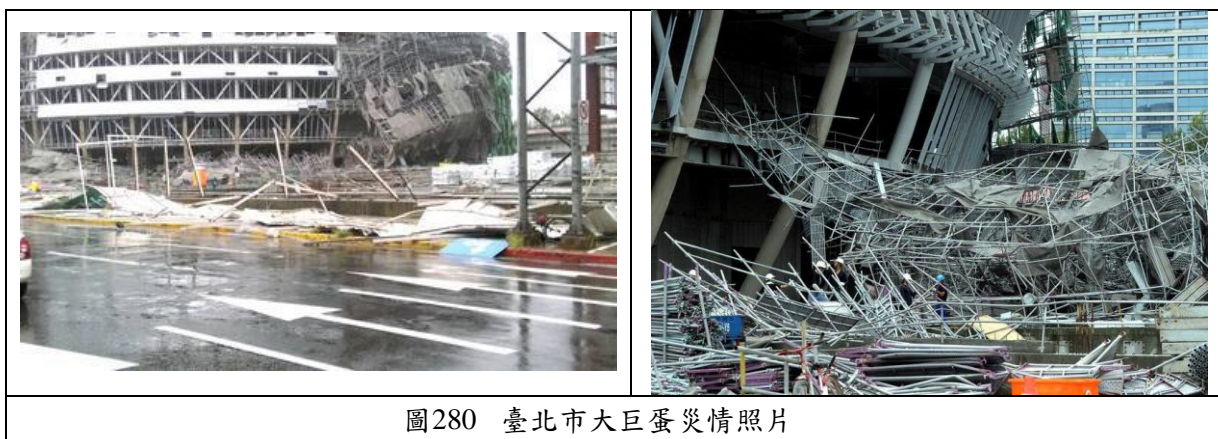
臺北市災害應變中心共受理 10333 件案件，案件部分以路樹傾倒 3282 件(20,294 株樹木受損)為最多、其次為電力停電 1353 件、招牌掉落(欲墜)1251 件等。

蘇迪勒颱風毀損部分臺北市大巨蛋工程鷹架和帷幕，忠孝東路、

光復南路側道路緊急封閉，臺北市府開出罰單，都發局等相關單位代表 9 日前往現場召開「大巨蛋工地安全會議」，工人亦在現場清理倒塌的鷹架，如圖 280 所示。



資料來源：自由時報³⁰³、中央通訊社³⁰⁴



資料來源：今日新聞³⁰⁵、中央通訊社³⁰⁶

(三) 政府應變作為

蘇迪勒颱風影響全台，共 22 個縣市成立災害應變中心一級開設，8 日 11 時，發布 110 條土石流潛勢溪流紅色警戒，837 條土石流潛勢溪流黃色警戒，協助 8,959 人疏散避難。開設 144 處收容所，累計收容 4,189 人，更出動國軍 22,437 人、消防人員 14,417 人、空勤人員 30 人、警察 13,863 人、海巡人員 7,616 人、直升機 52 架、艦艇 53 艘、及抽水機 37 台協助救災。

災情最為嚴重的新北市，新北市政府於 7 月 30 日蘇迪勒颱風生成後，便立即開始密切監控其後續發展，8 月 5 日成立災害應變中心二級開設，通知相關局處及各區公所依防汛期及颱風前防災整備工作檢核表進行相關防颱整備作為，7 日提升為一級開設，劃定海上陸上警戒公告區域，限制或禁止人民進入或命其離去，並於永和區、新店區及烏來區開設 6 處收容場所(永和區 1 處、新店區 2 處、烏來區 3 處)，收容 280 人。

由於此次災害造成新北市烏來區交通及通訊中斷，且當地物資儲備不足，因此新北市政府於 8 日 15 時在烏來區成立前進指揮所，以利統籌指揮、調度相關救災人力、機具，9 日載運消防署、新北市消防局特搜人員及各相關局處前往忠治里勘災並進駐烏來區公所災害應變中心協助烏來區公所開設相關事宜以及進行各項搶災工作(包含

人命搜救、道路搶通、環境清潔、物資運補、維生管線復原等 5 組)，共計召開 11 次工作會議(新店龜山活動中心 2 次、烏來區公所 9 次)，出動 92 架次直升機，載運民生物資計 1 萬 6,736 公斤、醫療物資 155 公斤、油料 3,600 公升、發電機 2 部、醫療及技術人員 26 人、搜救人員 46 人，員警消 499 人次、義消 160 人次，協助撤離居民及運送救災物資(如圖 281 所示)。



圖281 新北市政府動用直升機深入烏來山區，空投物資載運病患

資料來源：新北市社會局³⁰⁷

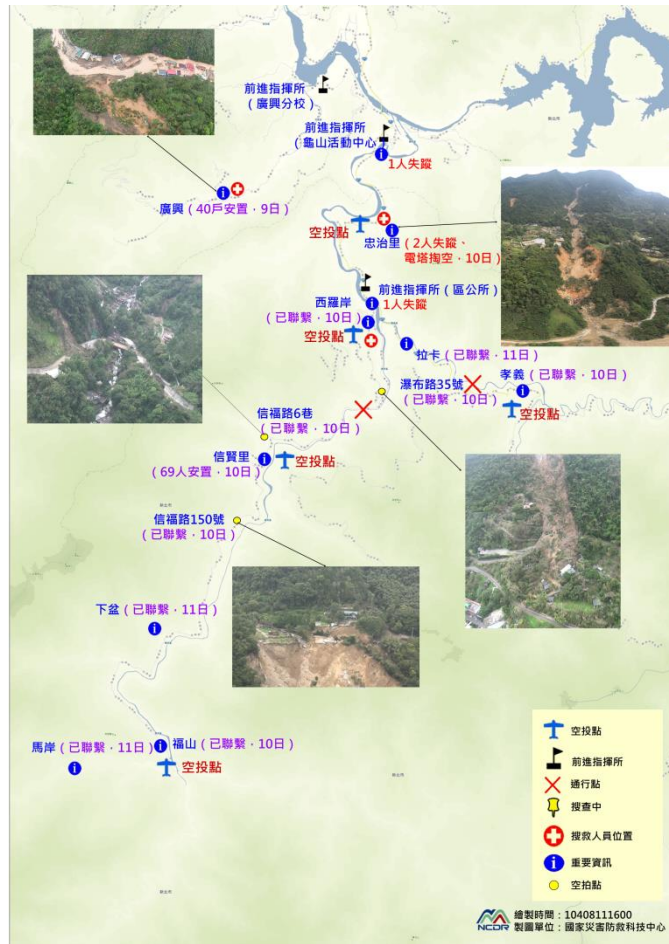


圖282 烏來區災時應變資訊點位圖

資料來源：國家災害防救科技中心³⁰⁸



圖283 新北市長朱立倫視察烏來災情

資料來源：東森新聞³⁰⁹

新北市政府於9日利用攜帶式衛星傳輸基地台，恢復手機通訊，
12日中華電信於雲仙樂園架設通訊設備，13日完成區公所一帶市話

通訊，台灣大哥大與遠傳分別於下午及晚間恢復烏來區公所一帶之訊號。災後更出動環保局清潔隊 946 人次、國軍 3,527 人次及各式車輛機具 320 項次、慈濟 5,650 人次，總計 8,823 人次協助環境復原之工作(如圖 285 所示)。

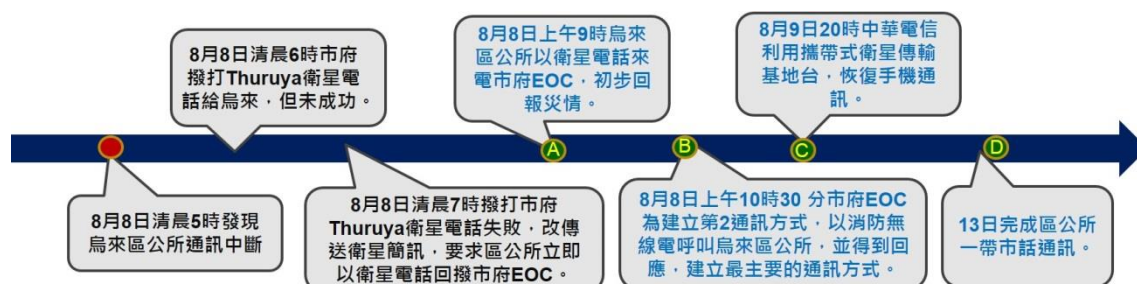


圖284 烏來區通訊中斷市府應變作為

資料來源：新北市政府消防局³¹⁰



圖285 協助災後復原之工作

資料來源：今日新聞³¹¹

臺北市政府在此次蘇迪勒颱風，投入民間廠商人力 82,479 人次、18,966 車次、31,277 機具次，以及 4,900 沙包、太空包。8 月 10 日完成 81 條主次要道路交通順暢。8 月 14 日完成 4 座大型公園及 216 條次要道路交通順暢及清理工作(如圖 286、圖 287 所示)。8 月 23 日完成 224 座綠地廣場清理工作。8 月 28 日完成 214 座中小型清理工作。



圖286 中山北路7段清理情況(復舊單位：園藝隊北區分隊)



圖287 廣州街、博愛路口清理情況(復舊單位：園藝隊北區分隊)

資料來源：臺北市政府工務局公園處³¹²

(四) 致災原因研判

1. 直潭壩上游淹水可能原因分析

蘇迪勒颱風重創主要原因有二，其一為原各國氣象單位路徑預估颱風中心將由花蓮台東交界登陸，但自 8 日凌晨起，颱風快速北偏朝向西北前進，北偏 77 公里，導致較強風雨的十級風暴風圈進入新北市南側山區，雨量快速累積，造成三峽(熊空)及烏來(福山)山區雨量過大。其二為直潭壩上游雨量大，造成流量大導致淹水，屈尺站水位在約 8 月 8 日上午 8 時 30 分已達水位最高點，超過二級警戒，未到一級警戒，上龜山橋水位約於 8 日上午 7 時至 9 時已達水位最高點，超過一、二級警戒，且該站之後故障。

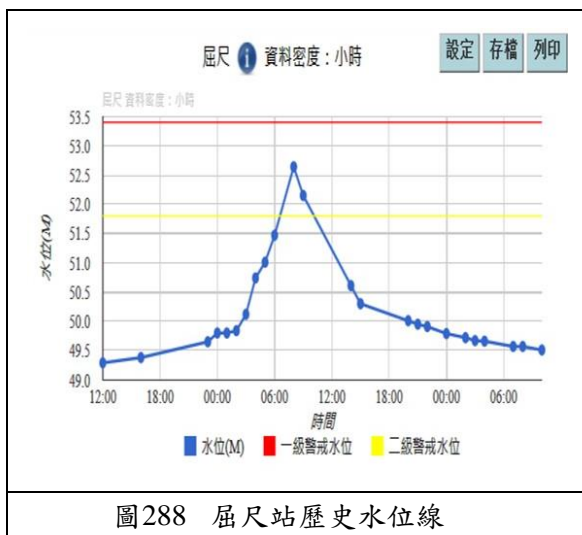


圖288 屈尺站歷史水位線

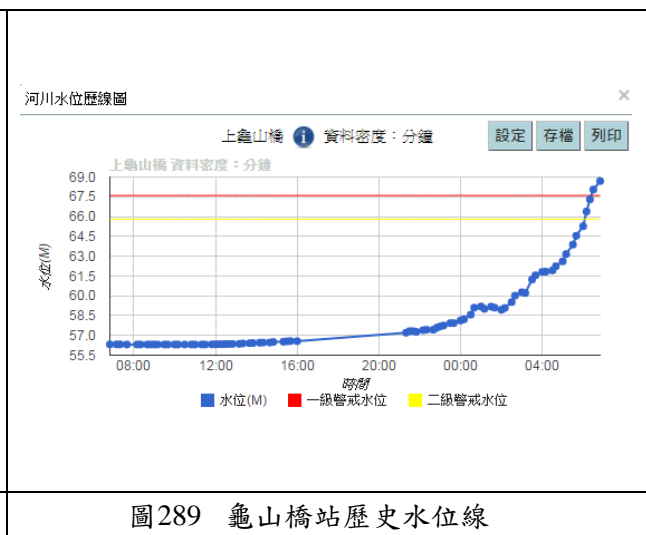


圖289 龜山橋站歷史水位線

資料來源：氣候天氣災害研究中心³¹³

2. 原水濁度飆升

新店溪上游山區自 104 年 8 月 7 日 21 時起，集水區雨勢即逐漸增大，濁度超過淨水場處理能力數倍之多，多處區域停電，臺北市各地加壓站抽水機無法維持正常供水壓力，部分轄區用戶停水。

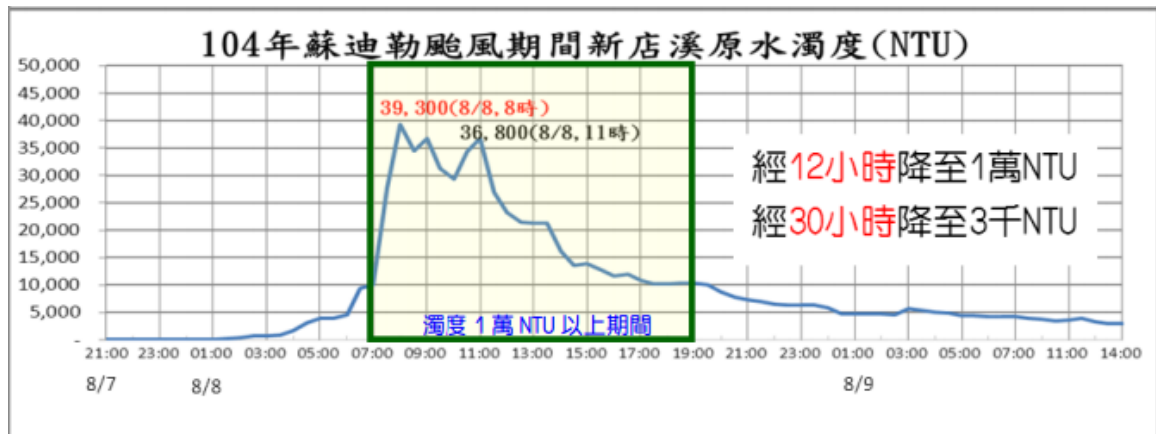


圖290 蘇迪勒颱風期間新店溪原水濁度圖

資料來源：臺北自來水事業處³¹⁴

3. 風速強勁

蘇迪勒風力是 20 年來最大，蘇澳出現最高風速為每秒 66.1 公尺相當 17 級以上。臺北市最高風速為每秒 39.2 公尺(13 級風)。

(五) 可借鏡之處

1. 新北市烏來區可借鏡之處

蘇迪勒颱風造成新北市災情慘重，烏來區無法與新北市災害應變中心聯繫，且區公所物資(水及食物)儲備不足，需仰賴外界調度空投新北市烏來區公所策進作為中針對通訊中斷的部分提出：

- (1) 發現通訊(市話、手機、網路)中斷應該立即以衛星電話或無線電通報市府 eoc。
- (2) 定時回報區內災情狀況(建議可每小時回報)。
- (3) 指派專人監聽無線電及衛星電話，以利迅速回應市府 eoc 問題。
- (4) 颱風前區公所內應儲備足夠油料(至少 2 日)以利發電，提供通訊設備足夠的電源。
- (5) 偏鄉無線電中繼台多採購電瓶 2~3 顆併聯(1 顆約可使用 1.5 日)。
- (6) 區公所可與電信業者簽訂開口合約，在颱風來前請電信業者指派行動基地台進入烏來地區，以維持災時之手機通話與上網功能。

針對物資儲備的部分，平時區公所之糧食及民生用品應以 3 日份為安全存量，但針對易形成孤島之地區，應以 14 日份為安全存量，且物資發放地點、數量與原則也應事先規劃，並讓民眾知悉，再視實際的受災情形酌予調整。災時處理物資時應指派區公所人員進駐各里收容處所，負責正確的回報物資需求及協助發放，如有空投物資時，也應回報接收物資數量；如區內物資不足需協調調度時，應由課長以上人員在區公所統一調度指揮物資的調配。以避免造成混亂。

2. 臺北市政府策進作為

在蘇迪勒颱風中可針對短、中、長期，循序漸進地策進作為。

(3) 短期：

- A. 針對接聽通報電話人員辦理教育訓練，落實詳細詢問淹水地點、範圍及深度以利掌握災情並加速應變處置。
- B. 蒐集堤防資料，分析老舊或較脆弱的堤防位置，作為颱風期間重點預警地點，並評估下修土石流潛勢溪流警戒值及清查山坡地崩塌之潛勢區住戶。
- C. 建立災害履歷，包含積淹水及坡地災害及修訂定原住民族河濱部落疏散撤離標準。

(4) 短期：檢視山區易發生山洪地區之橋梁，是否已有架設影像監控系統。

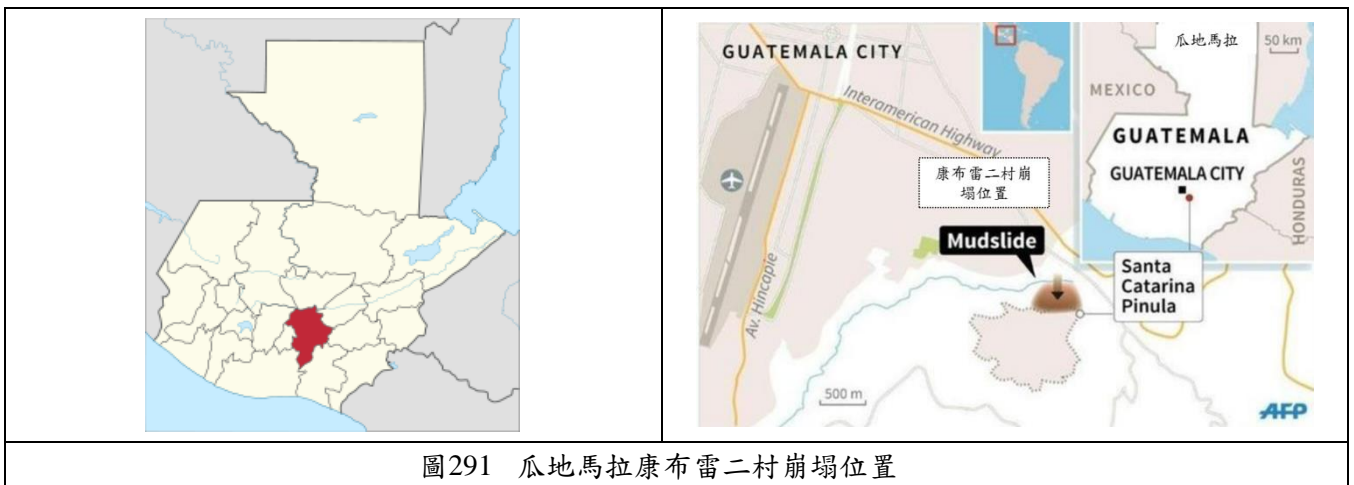
(5) 長期：規劃停水時取水站地點、供水量等，因應臺北地區停水狀況。

三十九、瓜地馬拉康布雷二村崩塌事件

(一) 事件描述

中美洲瓜地馬拉市聖卡塔琳娜皮努拉鎮康布雷二村於 2015 年 10 月 1 日當地時間晚上 9 點 30 分(台灣時間 11 點 30 分),因連日豪雨,造成距離首都東方 15 公里處聖卡塔琳娜皮努拉鎮康布雷二村 (El Cambray II)南側邊坡發生大規模崩塌,大量土石淹沒民宅(如圖 291、圖 292 所示)。

瓜地馬拉每年 11 月至 4 月乾季,5 月至 10 月雨季,雨季時降雨量豐富經常釀災,而康布雷二村坐落於陡峭的山坡腳下,處於屬於坡地災害的高風險區。



資料來源：wiki 百科³¹⁵、Gloibedia³¹⁶



圖292 崩塌情況

資料來源：聯合新聞網³¹⁷、[Laprensagrafica](#)³¹⁸、News Videonews Us³¹⁹

(二) 災情描述

本次崩塌災害位處河谷陡峭邊坡的坡腳之下，共有 125 戶住家遭到掩埋，部分地區房屋被埋在約 15 公尺深的土礫堆下，難以挖掘。統計至 10 月 11 日止，死亡人數 264 人，約 40 人下落不明。台灣國家災害科技中心(NCDR)概估崩塌範圍寬約 100 公尺，長約 110 公尺，崩塌土石約 12 萬噸(如圖 293 所示)。

2011 年莫拉克颱風，高雄市小林村崩塌區長約 3.2 公里、寬約 1.6 公里，影響範圍 350 公頃，崩塌面積約 251.7 公頃(如圖 295 所示)，

總計崩落的土石量達 3000 萬公噸，約為康布雷二村崩塌土石的 230 倍。小林地區共有 100 多戶人家，全數遭洪水及土石流覆滅，491 人死亡。



圖293 NCDR 概估崩塌範圍

資料來源：CONRED 資料，國家災害防救中心編修³²⁰





圖294 災情現況

資料來源：BBC³²¹、中新網³²²、Lapatilla³²³、Prensalibre³²⁴

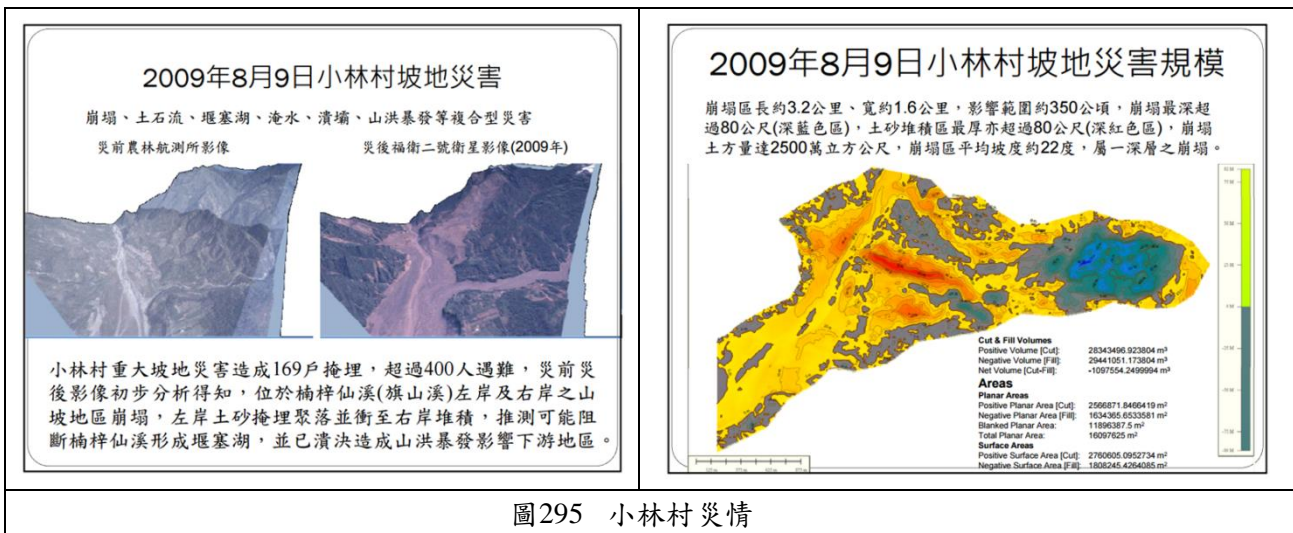


圖295 小林村災情

資料來源：陳樹群，土砂災害與深層崩塌機制探討³²⁵

(三) 政府應變作為

1. 政府動員人力情形

瓜地馬拉政府當局動用約 1,800 名救難隊員與大型機具負責搜救與清理土石，當地民間組織與民眾亦主動投入事發現場協助救援工作(如圖 296 所示)。瓜地馬拉政府已下令為災民興建房屋，國會通過撥款 260 萬美元(約新台幣 8500 萬)救助災民。

2. 國際援助

墨西哥派遣救難隊與搜救犬前往救助，美國、古巴等鄰近國家，已向瓜國表示願意提供援助；中華民國政府基於人道關懷精神也緊急致贈 10 萬美元供瓜地馬拉政府賑災。

3. 設置避難收容場所

事件發生後，當地政府也協助搭建避難處所提供給無家可歸的災民，提供約 600 人避難收容能量(如圖 297 所示)，各界亦提供約 50 噸民生物資進入災區。



圖296 救難人員與當地民眾救災情況

資料來源：The Weather Channel³²⁶、Lapatilla³²³

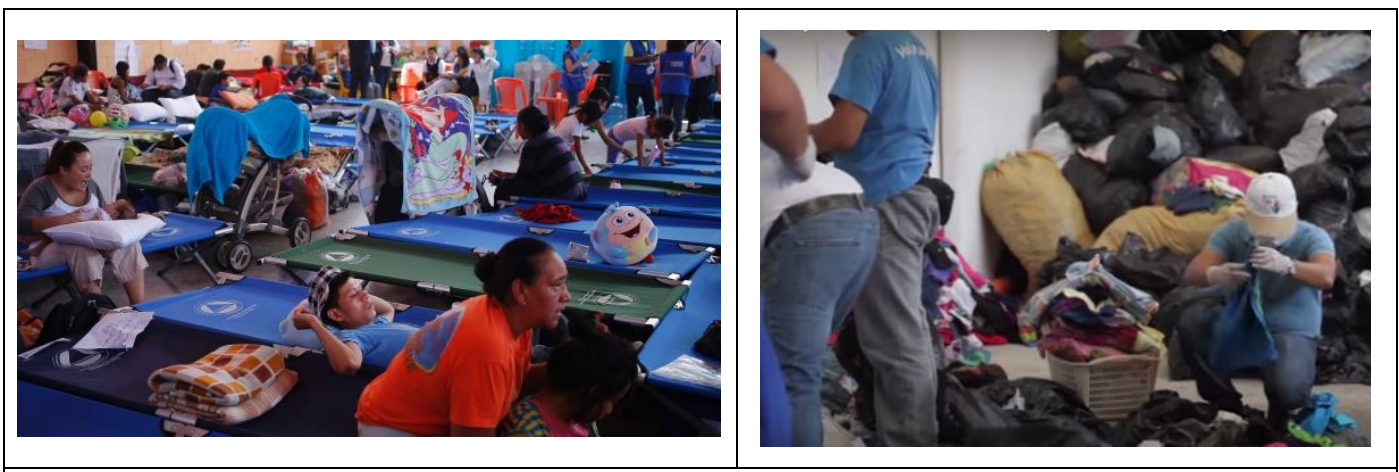


圖297 避難收容處所物資整理

資料來源：CTV NEWS³²⁷、Prensalibre³²⁴

(四) 致災原因研判

1. 豪雨是引發此次瓜地馬拉近十年來最嚴重崩塌災害事件的原因之一，由於 5 月至 11 月是瓜地馬拉的雨季，而康布雷二村屬於坡地災害的高風險區，雨季期間易使地質脆弱且陡峭的邊坡釀災。
2. 康布雷二村建築物緊鄰坡腳而建設，當崩塌災害發生時並沒有任何的緩衝空間(如圖 298 所示)，崩塌土方直接堆埋，導致民眾幾乎沒有逃生機會，造成嚴重傷亡。
3. 依據 Google Earth 衛星影像圖(圖 299 所示)，可看出 2003 年時該邊坡完整，但 2005 年起，該邊坡影像中可發現有土石崩落塌陷與沖蝕的痕跡，而 2012 年後邊坡直接裸露，且周圍邊坡也有多處的崩塌裸露狀況。
4. 瓜地馬拉國家減災委員會去年 11 月曾發表報告(如圖 300 所示)，指出康布雷二村位處於極高潛勢崩塌地區，因土石條件可能再次發生災情，建議居民應撤離。但遭到大多數民眾拒絕，其原因為民眾受限於經濟條件下，無法負擔居住於其他地方之稅金與費用，而無法搬遷。直到事發後 4 天，10 月 5 日當局才正式宣布該地區不宜居住。



圖298 崩塌邊坡與建物相對位置

資料來源：Google Earth



圖299 歷年邊坡土石演變過程

資料來源：NCDR³²⁰、Google Earth

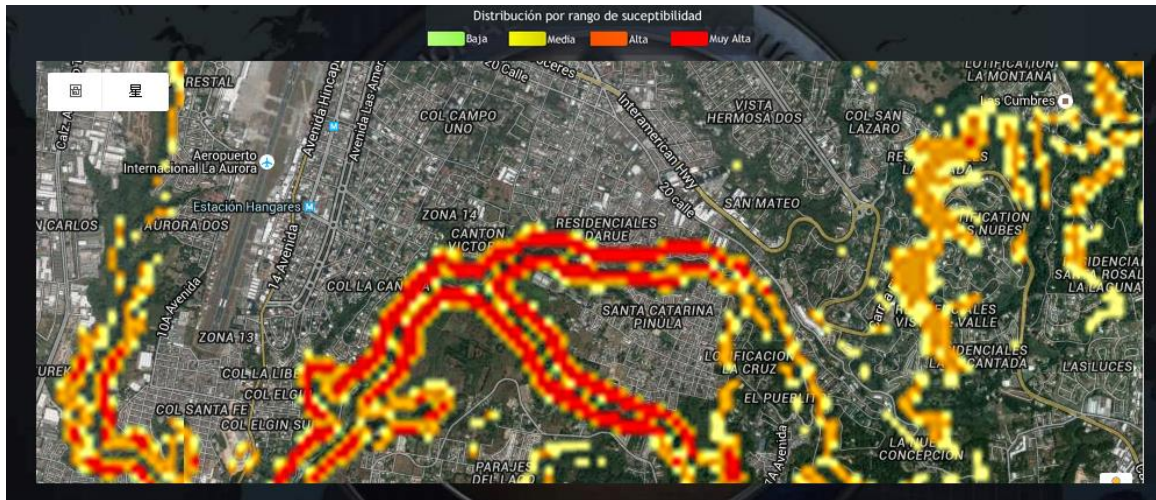


圖300 土石崩塌情況

資料來源：瓜地馬拉國家減災協調中心³²⁸

四十、法國蔚藍海岸地區暴洪事件

(一) 事件描述

法國東南部蔚藍海岸 3 日晚間遭暴洪侵襲，坎城 3 小時內降下 180 毫米雨量，佔約年平均雨量 25%，尼斯 3 至 4 日降雨量約佔年平均降雨量 10%，而法國平均年降雨量 500-800 毫米，顯示出短延時強降雨的天氣型態。位於安提布斯的布哈格河因水位暴漲造成潰堤，影響沿岸住戶，且淹水深度約 30-120 公分。



圖301 法國蔚藍海岸受災地區

10月3日法國暴雨警戒區域



圖302 10月3日法國暴雨閃電警戒區域

資料來源：RTL NEWS³²⁹、法國氣象局³³⁰



圖303 法國蔚藍海岸地區淹水情況

資料來源：BBC³³¹

(二) 災情描述

法國此次暴雨共造成 20 人死亡，其中因布哈格河潰堤淹沒沿岸一間安養院，院內 3 名老人逃生不及喪命。部分民眾欲駕車撤離，因洪水湍急湧入隧道與地下停車場，受困車中而溺斃。

電力通訊設備部分，蔚藍海岸地區約 2 萬 7 千戶停電；通訊設備受創嚴重。交通部份，法國國家鐵路約 12 班火車停駛，另有 500 名旅客滯留尼斯機場。A8 高速公路嚴重受損及淹水而關閉。此外，災害發生的同時，坎城警方拘捕試圖偷搶物品之犯人共計 9 人。



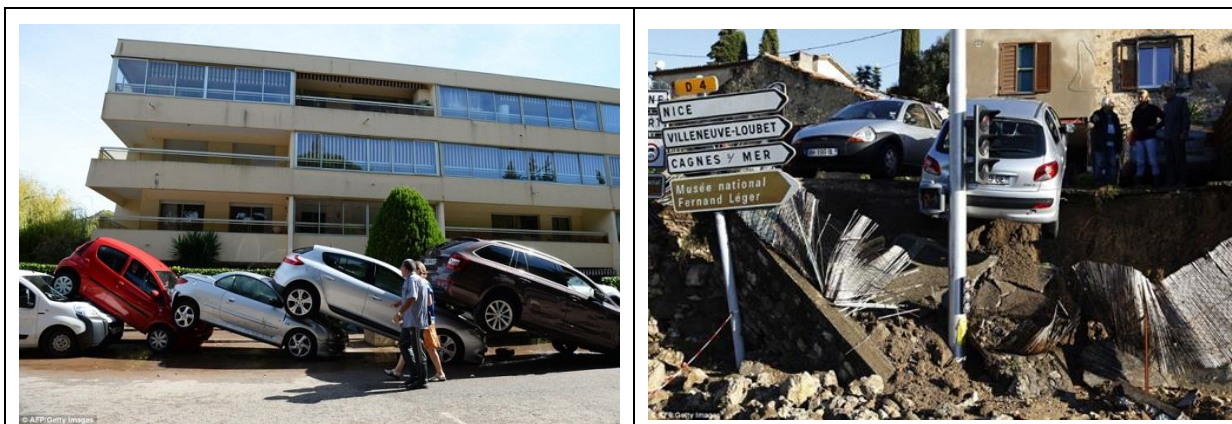


圖304 法國蔚藍海岸地區災情照片

資料來源：TVM NEWS³³²、Mai lonline³³³、自由時報³³⁴

(三) 政府應變作為

1. 政府動員人力情形

報案中心共接獲 1900 通救援服務電話，共計出動警察和憲兵 450 名，消防隊員 360 名並出勤 1000 多次。軍方亦調度馬賽大隊和海軍陸戰旅援軍，以及 3 架直升機參與救災行動。除了參與救災，亦增派員警巡邏，回報災情與巡邏以防偷竊事件。

2. 收容場所開設

坎城之收容場所安置 120 位災民。

3. 計畫劃設自然災害災區

經過此次自然災害後，若該地區經過評估被國家列為自然災害災區，保險公司理賠金額將會提高。

4. 檢討警戒分級

針對暴雨事件，法國氣象局必須評估是否改善天氣預報警戒等級外，法國政府亦說明必須從各方面做到減災工作。



圖305 救災情形與民眾清理家園照片

資料來源：Mai lonline³³³、Mirror News³³⁵



圖306 法國總統弗朗索瓦·奧朗德前往災區慰問

資料來源：Mai lonline³³³

(四) 致災原因研判

1. 短延時強降雨

坎城 3 小時內降下 180 毫米雨量，相當於 3 個月份的雨量，使布拉格河暴漲淹沒沿岸房屋與街道。

2. 民眾避難不及

淹水災情發生後，政府無發布撤離相關訊息，民眾想開車避難時，行駛隧道與地下道時因洪水受困或被沖走，而弱勢族群人口也因行動不變而避難不及。

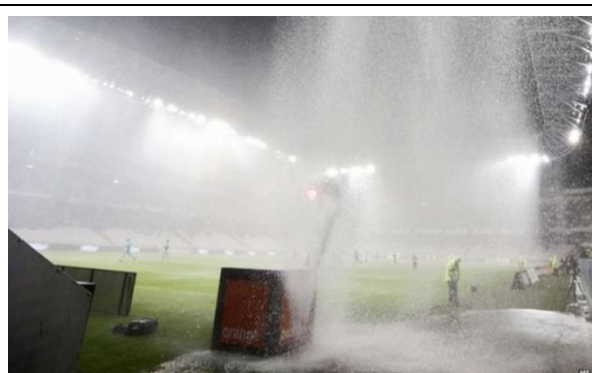


圖307 球賽因大雨取消



圖308 民眾在淹水的街道行走

資料來源：BBC³³¹

(五) 可借鏡之處

1. 災前預報及預防性疏散避難引導機制

在執行預報及預防性疏散避難作業時，建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃實施災前之警戒避難引導機制，俾利災時能迅速提供受災民眾一安全臨時避難處所。

2. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時有效應變、減少人員傷亡及經濟損失。

3. 脆弱度人口面對環境風險對策

必須思考如何讓弱勢、窮困等脆弱人口了解所處環境的風險，協助搬離或提早撤離，並考量對應的配套措施，以減少傷亡與損失。

四十一、阿富汗強震事件

(一) 事件描述

2015年10月26日，阿富汗東北部興都庫什山區發生芮氏規模7.5的強震，撼動整個南亞地區，甚至中亞的塔吉克與吉爾吉斯都可感受到其威力。此次持續至少1分鐘的強烈地震，由圖309可知，震央位於阿國巴達赫尚省首府法札巴德南邊73公里，震源深度213公里。約254公里外的阿國首都喀布爾、更遠的阿國鄰邦巴基斯坦首都伊斯蘭城與西北部地區、印度首都新德里，都能感受到此次地震。

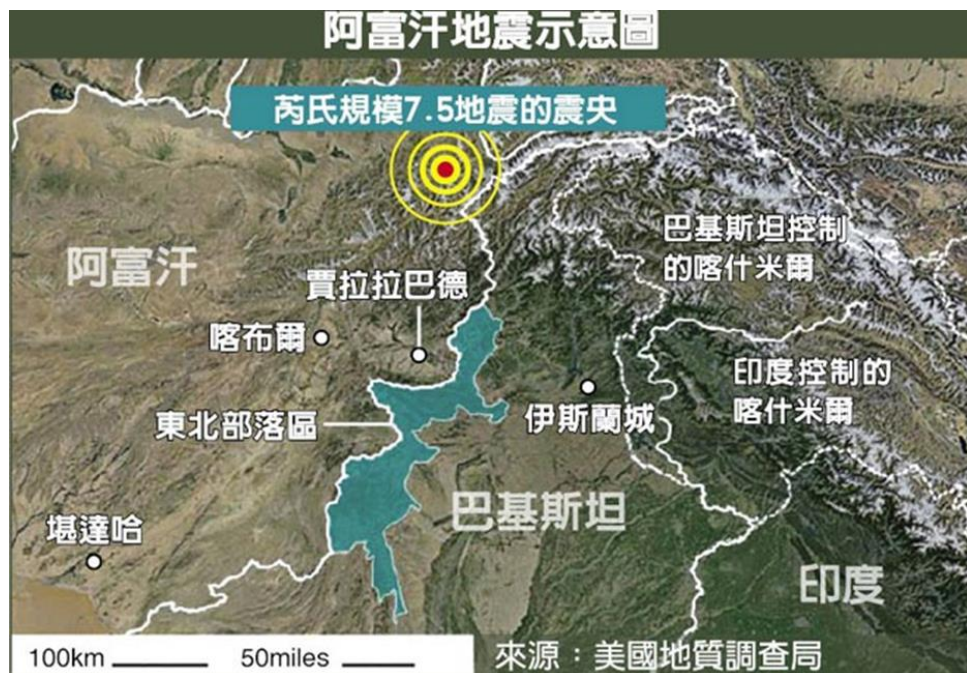


圖309 阿富汗地震示意圖

資料來源：中時電子報³³⁶

表38 阿富汗強震資訊表

地震時間 (臺灣時間)	經度	緯度	深度 (公里)	規模	地震位置
2015/10/26-17:09	70.712E	36.463N	213	7.7	阿富汗-興都庫什山脈邊界

資料來源：中央氣象局-全球地震³³⁷

(二) 災情描述

阿富汗東北部 26 日發生規模七點五強震，鄰國印度和巴基斯坦也跟著天搖地動，迄今死亡人數接近 200 人，多數發生於阿富汗與巴國，包括阿富汗一所女校學生為逃離搖晃欲墜的學校建築而發生踩踏意外，12 名女學生被踩死，35 人受傷送醫。巴基斯坦電視台報導，該國至少有 248 人因地震死亡，1800 多人受傷。阿富汗官員表示該國有 115 人死亡，逾 500 人受傷。巴基斯坦災難管理局預估死亡人數最高可能攀升至千人，另造成數百萬美元經濟損失。(截止 10 月 30 日官方統計數據)

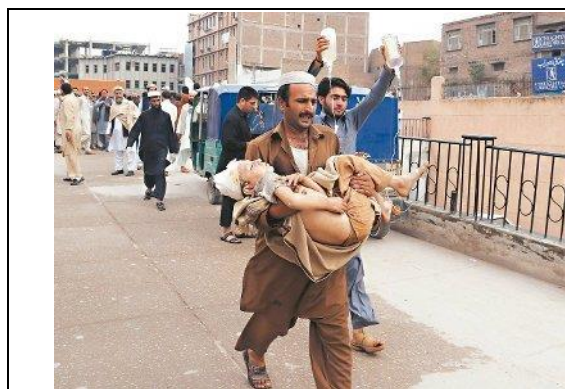


圖310 阿富汗 12 名女學生被踩死



圖311 巴基斯坦傷患醫院外接受治療



圖312 巴基斯坦災情圖



圖313 阿富汗大批居民欲出城導致交通壅塞

資料來源：聯合新聞網³³⁸

(三) 政府應變作為

1. 巴基斯坦軍方和政府救援機構，派出救援隊搜尋生還者，向災區派遣直升機，運送帳篷、毯子和食物。
2. 阿富汗政府懇求救援機構伸出援手，但震央位置巴達克珊省（Badakhshan）的大範圍區域以及其他地區實際上是在塔利班組織控制下，為官方救災行動構成了重大挑戰。
3. 阿富汗總統加尼（Ashraf Ghani）召開緊急會議，成立災情評估小組，同時指派相關部門做好緊急救援工作。
4. 印度總理莫迪（Narendra Modi）已下令評估地震造成的影響，並表示準備好為阿富汗和巴基斯坦提供援助。



圖314 巴基斯坦當局已動員軍隊投入救災

資料來源：中時電子報³³⁹

(四) 致災原因研判

這場地震發生在美國地質調查所 (USGS) 所稱「地球上地震風險最大的地區之一」，顯然是一處由於印度板塊與歐亞板塊發生緩慢碰撞而遭到推擠的逆斷層，這兩大板塊現正以一年 3.7 公分的速度相撞。

此次強震引發了土石流、摧毀了建築物，並且奪去了上千條人命，現在搜救人員還在評估損害情形。每年世界各地大概會發生 16 次強度至少與這次相當的地震。上個世紀的這類地震中，有 7 次的位置與這次地震相距在 250 公里以內。

但是由於興都庫什山脈相當偏遠且附近常有戰事發生，所以地質學者沒有這一帶的詳細地震監測資料，他們也難以了解當地的地震成因。



圖 315 全球板塊分布圖

資料來源：國家地理雜誌³⁴⁰

(五) 可借鏡之處

1. 老舊建物更新或進行建物耐震補強

因房屋多以「磚造」、「加強磚造」與「房舍疊加（老搯少）」之結構形式，不具耐震能力或低耐震能力之結構物。我國在民國62年以前（耐震規範頒佈以前）建造之老舊建物數量仍佔有相當比例，應儘速進行老舊建物之更新或補強，應能大幅降低地震災害之衝擊。

2. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

四十二、2016年1月印度強震事件

(一) 事件描述

2016年1月4日清晨4時35分，印度發生芮氏規模6.7強震，震央在印度曼尼普爾邦（Manipur）首府因帕爾（Imphal）以西29公里、深55公里（淺層地震）處。此次是因帕爾有史以來最強地震，整個地區都感受到地震的威力，甚至影響印度、孟加拉、緬甸、不丹等鄰進國家，強震搖晃持續約1分鐘，地震導致建築倒塌、磚瓦剝落。因帕爾市區與郊區電力與通訊中斷，當地機場客運大樓出現裂縫、圍牆崩塌但航班如常升降。

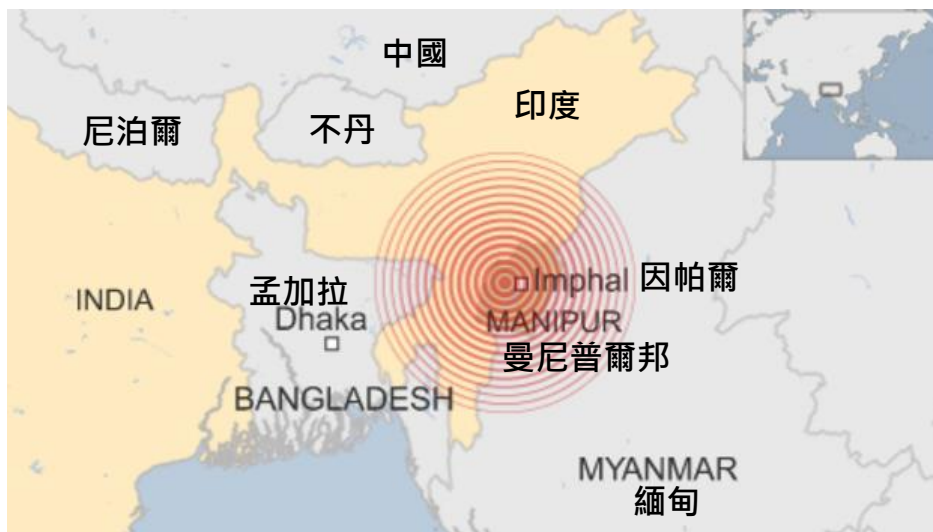


圖316 2016年1月4日印度強震震央位置

資料來源：BBC NEWS³⁴¹

表39 2016年1月4日印度強震

地震時間(臺灣時間)	經度	緯度	深度(公里)	規模	地震位置
2016/01/04-07:05	93.628E	24.876N	55	6.7	印度曼尼普爾邦

資料來源：中央氣象局全球地震³⁴²

(二) 災情描述

震央附近的印度曼尼普爾邦首府因帕爾市，多處建築物屋頂、樓梯倒塌以及牆面剝落等現象，較脆弱之建築瞬間成瓦礫堆。由於事發於凌晨，居民於睡夢中驚醒，奪門而出，逃往漆黑的街道上。震後市內通訊與電力供應中斷，救援行動困難重重，多數人因受到掉落的磚瓦擊中，造成傷亡。截至2016年1月8日官方統計，共有13人死亡、200多人受傷。因帕爾居民近27萬人，震央附近不少居民走到室外暫避，傷者送到當地醫院救治，所有人都留在空曠地方，上百人因為擔心發生餘震而寧願留在室外數小時。主震後5小時，又發生規模3.6的有感地震。

在孟加拉首都達卡，民眾被地震驚醒後，紛紛跑到樓房外躲避。截至2016年1月8日官方統計，共有5人死亡、60多人受傷，其5人死因為1位男子跑出家中避難時因中風死亡、3人死於心臟發作、1名死因不明。民眾避難過程中，1名大學生情急之下從四樓躍下受重傷。



圖317 因帕爾多間民居倒塌

資料來源：蘋果日報³⁴³



圖318 建築物倒塌情形

資料來源：BBC NEWS³⁴⁰



圖319 傷患在曼尼普爾邦的醫院接受治療

資料來源：BBC NEWS³⁴⁰



圖320 傷者被送達醫院

資料來源：BBC NEWS³⁴⁰

(三) 政府之應變作為

印度總理莫迪 (Narendra Modi) 於災後 7 小時，宣布正在密切追蹤災情，並且已下令向受災地區派遣救援人員、運送救災物資。曼尼普爾邦官員亦表示，當地駐軍和警察已處於戒備狀態，並在災區部署人員救接受災民眾。鄰近地區的阿薩姆邦亦派員到因帕爾協助救援。然而，災民仍表示當局反應緩慢，現場亦沒有任何大型挖掘機器協助清理瓦礫，令搜救工作進展甚微，引發災民不滿。

印度內政部國家災害管理中心 (NIDM) 主任庫瑪 (Santosh Kumar) 表示，由於印度近期一連串地震，已經導致喜馬拉雅地區板塊斷層再破裂，讓發生規模 8 以上地震的條件逐漸成形。NIDM 也曾在尼泊爾地震後災情評估會議上警告，印度北部，特別是山區發生大地震的風險升高。

NIDM 專家指出，本次地震規模僅 6.7，顯示地底的能量尚未完全釋放，情況相當不樂觀。位於印度北邊的喜馬拉雅板塊和在東邊的印度緬甸板塊 (Indo-Burmesepate) 碰撞所帶來的地震風險，現在已處於最高峰。

美國科羅拉多大學 (University of Colorado) 地震權威專家比爾漢 (Roger Bilham) 也認為，喜馬拉雅地區目前的狀況可能出

現至少 4 次超過規模 8 的地震，如果地震遲遲未發生，幾世紀累積的能量會引發更大規模地震。



圖321 印度軍隊協助救援

資料來源：CNN³⁴⁴



圖322 印度軍隊協助搬運瓦礫堆

資料來源：CNN³⁴⁴

(四) 致災原因研判

1. 事發於凌晨時段，多數人處於熟睡狀態，在建築物內且驚醒倉惶逃生，造成較大傷亡。
2. 建築結構抗震性能不高，建築物類型以磚瓦、土磚為主。
3. 印度板塊向北碰撞歐亞板塊

本次地震是 2015 年 4 月及 5 月，兩次規模 7 以上、造成尼泊爾及印度邊界逾 8 千人死亡的地震以來，死傷最嚴重的地震。印度板塊與更大的歐亞板塊在這個區域的造山運動，形成喜馬拉雅山，同時也是地震威脅最嚴重的地區之一。這次發生地震區域位處歐亞板塊與印度板塊交界，強烈地震常見，多由印度板塊向北碰撞歐亞板塊引起，每年推進 4 至 5 厘米。



圖 323 世界板塊分布圖

資料來源：國家地理雜誌³⁴⁵

(五) 可借鏡之處

1. 結合企業防災，加強應變能力

大規模地震災害發生時，倚賴中央資源往往錯失救災良機，如本次震災發生於距離政治中心較遠的地區，大型機具無法即時進入災區，引起民怨更耽誤黃金救援時間。災害防救應結合在地企業，平時由企業提供財力與物資協助，災時借用企業的人力物力，可加強地方應變救災能力。

2. 老舊建物更新或進行建物耐震補強

台灣房屋多以「磚造」、「加強磚造」與「房舍疊加（老搨少）」之結構形式，不具耐震能力或低耐震能力之結構物。我國在民國 62 年以前（耐震規範頒佈以前）建造之老舊建物數量仍佔有相當比例，應儘速進行老舊建物之更新或補強，應能大幅降低地震災害之衝擊。

3. 落實防災教育，宣導防災社區

在大規模地震災害發生後，大部分獲救的災民，都是由當地居民救出，可見落實防災教育的重要性。平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

四十三、英國大西洋風暴事件

(一) 事件描述

大西洋風暴「法蘭克」由英國氣象局於 2015 年 12 月 28 日正式命名，29 日登陸英國北部帶來嚴重的洪災，水深及腰、交通中斷，成千上萬的居民撤離家園，直至 2016 年 01 月 06 日，仍受到洪災的影響。英國氣象局總共發布 300 多個洪水警報，其中 30 多個地區為嚴重警報。大西洋風暴「法蘭克」同時降下豪雨，英國 12 月平均降雨量約 87.2 毫米，而法蘭克風暴 2 日內就降下約 80 至 210 毫米雨量。

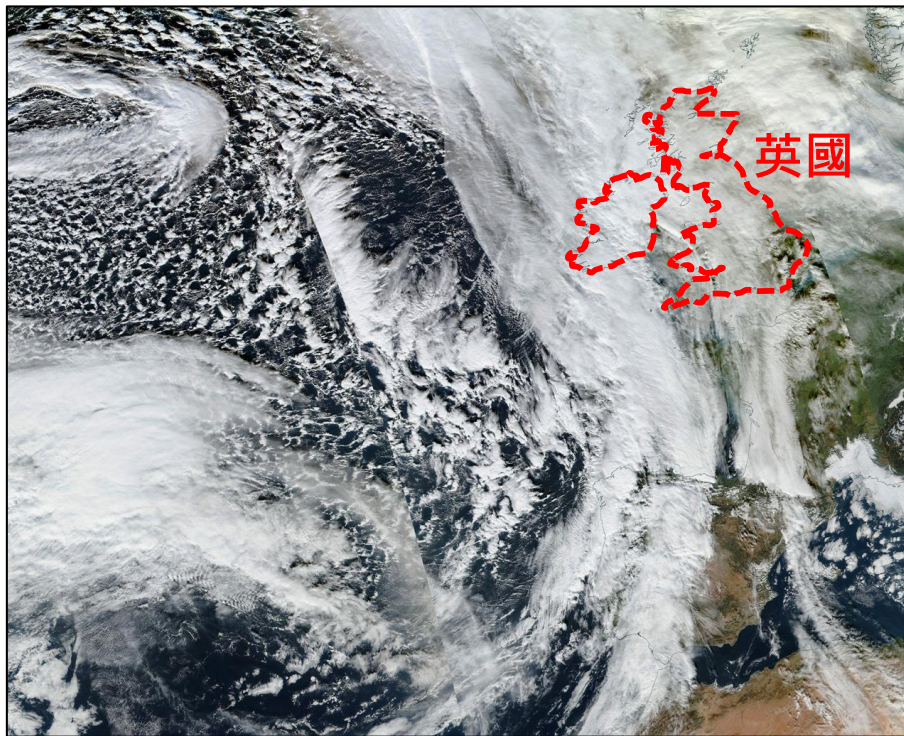


圖324 法蘭克風暴衛星雲圖

資料來源：自由時報³⁴⁶

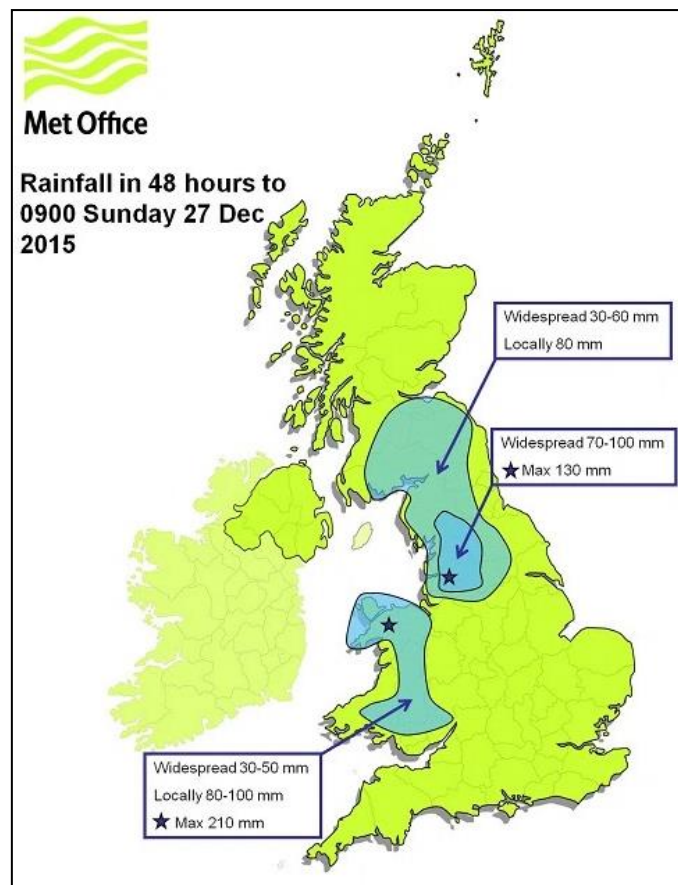


圖325 英國 27-28 日累積雨量圖

資料來源：Met Office³⁴⁷



法蘭克風暴強烈降雨所造成淹水的地區



等級1-洪水警報(洪水可能在2小時到2天之內到來，該區域居民應提早做好疏散準備)



等級2-洪水警戒(縮短為半小時到1天之內，迅速遷移到安全場所)



等級3-嚴重洪水警戒(可能有威脅生命的立即危險)

圖326 法蘭克風暴強烈降雨所造成淹水的地區

資料來源：Visiter³⁴⁸

(二) 災情描述

此次災害共造成至少 1 人死亡、數千人撤離、蘭開夏郡及曼徹斯特至少 7500 戶停電、多達 1000 間房屋浸水。約克郡有 3500 間房屋被評為高風險受水災威脅區。曼徹斯特、利茲和索爾福德等城市的多條河流水位暴漲，河岸地勢較低地區被洪水淹沒，地面積水高度達 1.8 公尺。交通方面，鐵路、公路嚴重毀損，樹木傾倒造成交通中斷、航海交通、以及小型飛機場暫時關閉。位於泰德卡斯特鎮(Tadcaster)沃爾夫河(River Wharf)上的一座石橋坍塌造成輸氣管線的破裂。估計經濟損失至少 15 億英鎊(約 702 億台幣)。



圖327 法蘭克風暴造成洪災與房屋毀損

資料來源：BBC 中文網³⁴⁹



圖328 法蘭克風暴造成洪災與房屋毀損

資料來源：EXPRESS³⁵⁰

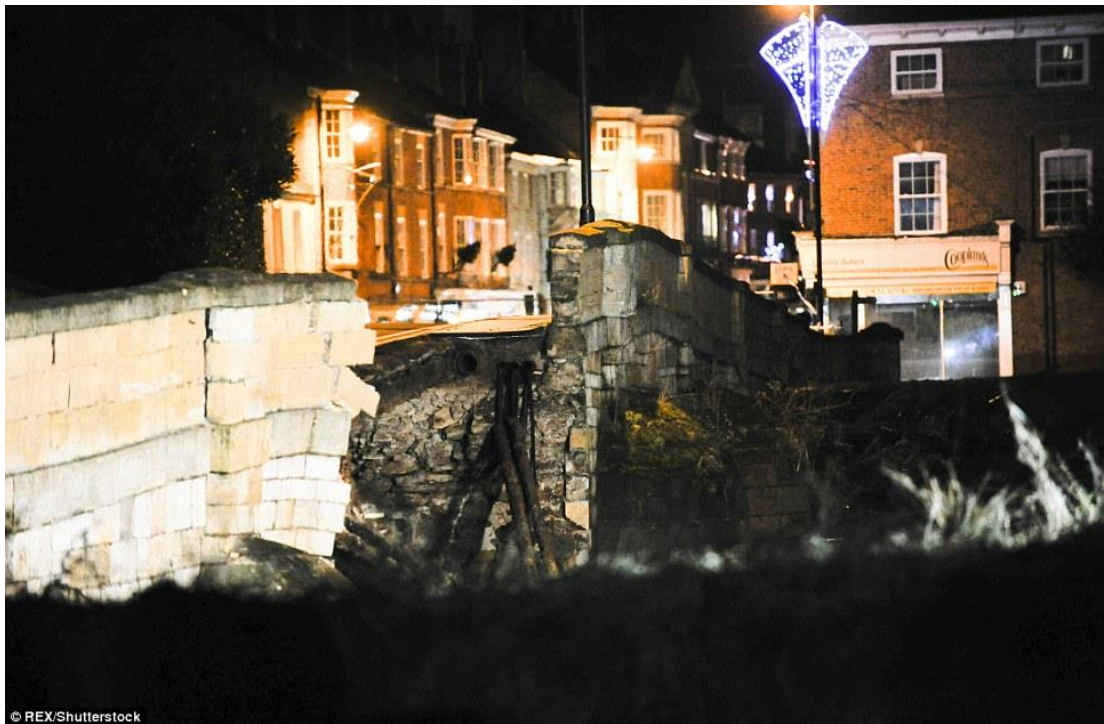


圖329 沃爾夫河石橋坍塌

資料來源：每日郵報³⁵¹



圖330 沃爾夫河石橋坍塌

資料來源：每日郵報³⁵¹

(三) 政府之應變作為

英國政府開放多個特別中心，供疏散的數百個家庭避難，並出資 1 億英鎊(約 46.9 億台幣)投入救災與重建，社區事務大臣克拉克宣布增撥 5000 萬英鎊(約 23 億台幣)用於幫助英國北部的受災居民和商業機構。英國首相卡麥隆前往重災區訪視，同時指揮救難團隊協助救災。共出動 500 名士兵協助救災與撤離民眾，1500 名隨時增援。卡麥隆並提出近年英國出現洪災等極端天氣的情況增加，有需要調撥更多資源加強防洪措施。



圖331 英國政府出動士兵救災

資料來源：EXPRESS³⁵⁰



圖332 英國首相卡麥隆前往重災區訪視

資料來源：自由時報³⁴⁶

(四) 致災原因研判

英國自 2015 年 11 月以來，歷經 6 個大西洋風暴，持續的強風與暴雨，重創英國地區。在災區尚未復原的情況下，法蘭克風暴挾帶大量豪雨，致使英國北部造成嚴重洪災。法蘭克風暴 2 日內降下 80~210 毫米雨量，超過英國 12 月平均降雨量(87.2 毫米)，短延時強降雨更造成嚴重淹水。

表40 英國 2015 年 11 至 12 月歷經之大西洋風暴

風暴名稱	最高陣風	影響日期
阿比蓋爾	135 公里/小時	11 月 07 日至 11 月 15 日
巴尼	135 公里/小時	11 月 16 日至 11 月 18 日
克洛達赫	159 公里/小時	11 月 26 日至 11 月 30 日
德斯蒙德	130 公里/小時	12 月 03 日至 12 月 08 日
伊娃	135 公里/小時	12 月 22 日至 12 月 25 日
法蘭克	139 公里/小時	12 月 28 日至 12 月 31 日

資料來源：wikipedia³⁵²

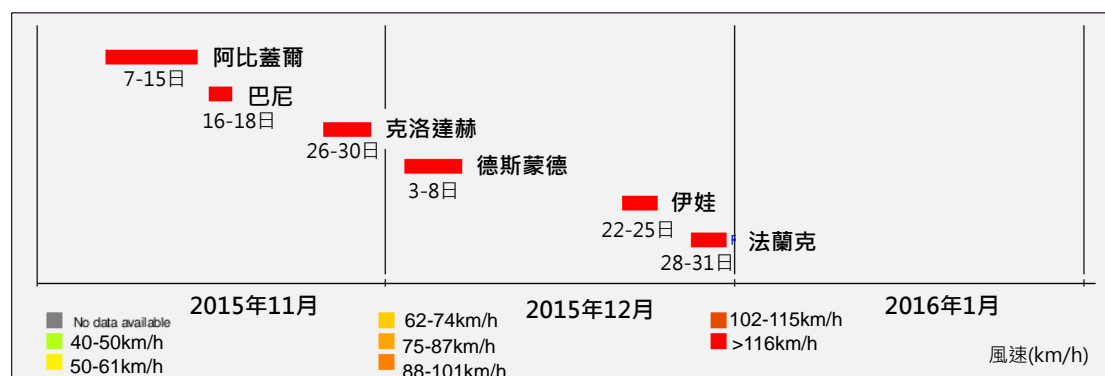


圖333 英國 2015 年 11~12 月歷經之大西洋風暴

資料來源：wikipedia³⁵²

(五) 可借鏡之處

1. 建立災害履歷

本次災害造成石橋坍塌，除了交通中斷，險些引發公用氣體與油料管線災害。台灣亦有許多老舊或較脆弱的橋梁與堤防，應分析其位置，作為颱風期間重點預警地點。檢視山區易發生山洪地區之橋梁，是否已有架設影像監控系統。老舊堤防或橋梁，應予以補強結構或重建。

2. 災前預報及預防性疏散避難引導機制

在執行預報及預防性疏散避難作業時，建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃實施災前之警戒避難引導機制，俾利災時能迅速提供受災民眾一安全臨時避難處所。

3. 脆弱度人口面對環境風險對策

必須思考如何讓弱勢、窮困的居民了解所處環境的風險，協助搬離或提早撤離，以及其他的配套措施，以減少傷亡與損失。

四十四、一月北半球寒流事件

(一) 事件描述

2016 年 1 月北半球寒流，是指 2016 年 1 月下旬席捲北半球的寒流，影響範圍包括東亞的中國大陸、香港、澳門、臺灣、日本、韓國，還有北美洲的美國、加拿大等地。

此次寒流主要影響臺灣的時間是 1 月 23 日至 26 日。創下臺灣多數觀測站 2016 年入冬以來的最低溫，連日大雨、強風及低溫(如圖 334 所示)，造成多處降雪、或霰(如圖 335、圖 336 所示)，陽明山鞍部觀測站紀錄歷史低溫攝氏-3.7 度，臺北經歷了持續 62 小時攝氏 10 度以下的低溫；而高雄也持續 32 小時處於 10 度以下的低溫。造成多人受凍猝死及農林漁牧損失等災情。

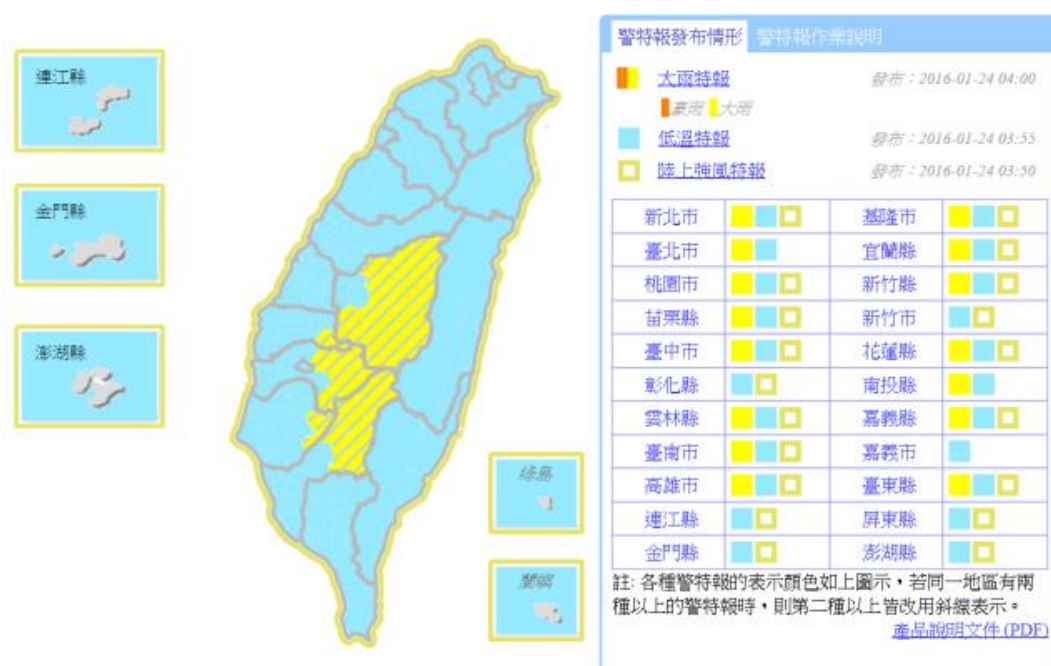


圖334 氣象局持續發布低溫特報及大雨情形

資料來源：今日新聞³⁶⁷

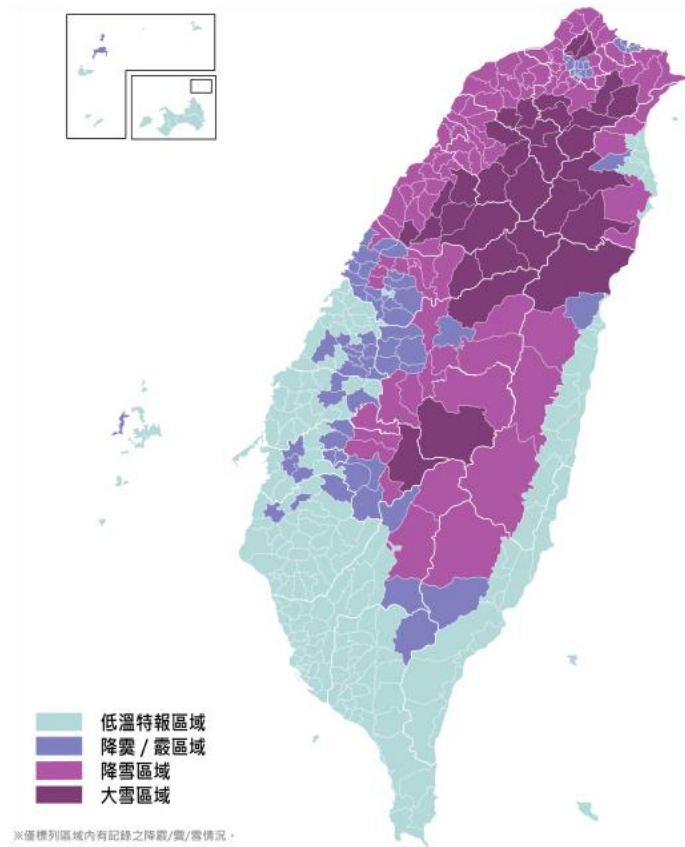


圖335 2016年1月寒流台灣降雪分布圖

資料來源：維基百科³⁶⁸



圖336 新北市坪林山區情況

資料來源：新北市政府農業局³⁶⁹

(二) 災情描述

根據衛福部的統計，寒流來襲期間，因為低溫而掛急診的人數為 45 人，其中 3 人過世。

農委會統計至 2 月 4 日傍晚止，農林漁牧業產物及民間設施估計損失 42 億 3,086 萬元，為 1999 年以來寒害或低溫類事件類最高額損失。其中漁產損失估計近 32.6 億元，佔所有損失之 77%（主要作物：虱目魚、石斑、吳郭魚、文蛤及鱸魚等）；農產損失近 9.7 億元，佔 22.9%（主要作物：蓮霧、巨峰葡萄、高接梨穗、食用番茄、其他特作），畜產損失 73 萬元（主要作物：豬、蛋雞、土雞及小駝鳥等）、民間設施損失 383 萬元（主要為農業設施結構毀損，面積 24 公頃，損害程度 55%）。全臺各縣市皆有農林漁牧產業損失，其中以臺南市損失 18.9 億元（佔 45%）最多（資料來源：農委會 4）。

交通衝擊部分，公路總局實施預警性封閉或道路管制，23 日至 26 日累計封閉路段共 10 處，部分道路需加掛雪鍊才能通行。由於預報顯示本次事件降雪機率高，各地中高海拔山區皆湧現大量賞雪車潮，造成交通壅塞。此外，臺中市大雪山林道發生一輛賞雪車輛墜落山谷，造成 2 人死亡。

其他國家情況如圖 337~圖 339 所示，韓國濟州島因下雪而造成陸空交通停擺、欠航。中國大陸最南方的廣州 60 多年來首次降雪，

另有 76 地區之氣溫突破歷史新低。日本全國有 49 處氣溫突破歷史新低，行人因大雪跌入山溝死亡，沖繩更出現雪雨交加的景象，是沖繩自 1977 年以來，出現下雪景象。在美國方面，華盛頓特區與紐約、費城等地降雪量超過 20 英寸（約 50 公分），超市食品出現短缺，雪災造成 9 人死亡，多處開設避難場所提供街友避難。



圖337 韓國濟州島陸空交通停擺、欠航情形

資料來源：BBC³⁷¹



圖338 中國廣東高速公路積雪情形

資料來源：BBC³⁷¹



圖339 美國積雪情形

資料來源：BBC 中文網³⁷²

(三) 政府之應變作為

此次寒害後，漁業署已撥付災損地方政府 1 億 1,227 萬元，以及預撥漁業災損救助金 2 億 5,157 萬元，協助漁民申領救助金，總金額逾 3.6 億元。除金援漁民，漁業署也協調各地漁會及加工冷凍廠，凍儲尚可食用未及加工的魚貨，降低損失，並請地方政府加強後續消毒及魚屍處理。國軍亦出動上千人次（如圖 340 所示），協助漁民打撈魚屍。農業損失依照「農業天然災害救助辦法」實施。

預防寒害造成師生安全問題，桃園市復興區巴陵國小、光華國小、高義國小、三光國小、新竹縣尖石鄉石磊國小、秀巒國小、新光國小、玉峰國小、宜蘭縣大同鄉四季國小及台中市和平區平等國小、梨山國中小學與環山部落幼兒園，共 12 所學校停班停課於 25 日停班停課一天。警消也呼籲民衆應注意保暖，在家中避寒。勿因天冷而緊閉門窗，保持適度通風，避免一氧化碳中毒。



圖340 國軍官兵今天到七股打撈魚屍

資料來源：聯合新聞網³⁷³

(四) 致災原因研判

北極寒風平時被「極鋒噴流」鎖在北極圈與寒帶附近，一旦極鋒噴流被北極寒風突圍，冷氣團就會往南撲，形成「負北極振盪」，即為1月23至25日寒流的成因（如圖341所示）。

當「負北極震盪」發生時，溫帶地區會受到北極寒風大舉南下影響，但北極寒風到了位於副熱帶和熱帶的台灣時已是強弩之末，大多影響不大，惟此次北極寒風大舉南下，導致臺灣產生寒害。

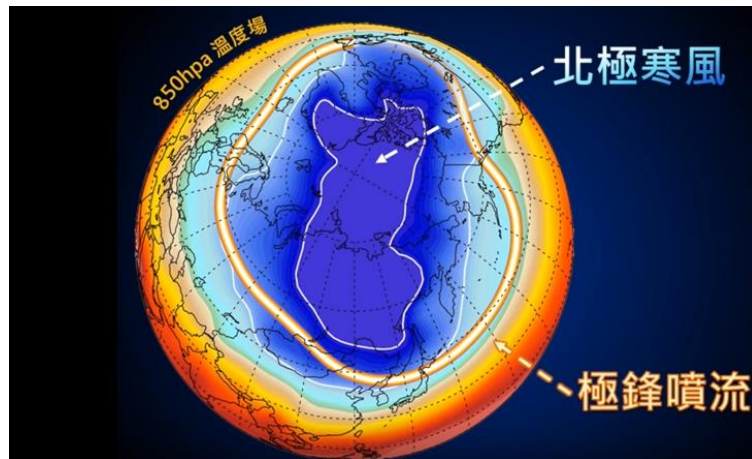


圖341 北極寒風突破極鋒噴流，造成冷氣團南下

資料來源：東森新聞雲³⁷⁴

(五) 可借鏡之處

1. 面對氣候變遷，加強調適力

氣候變遷已是全球進行式，不論哪一個國家，都將遭受影響，因此需要加強相對的調適抵抗力與回復力。在執行氣候變遷調適行動前，需先宣導推廣氣候變遷調適理念，降低計劃推動的阻力，且惟有先提升民眾的氣候變遷危機意識、應變能力及調適知識，並擴大公民團體的參與度，民眾才能有相應的作為。

2. 科技養魚，智慧監測，對抗極端氣候

極端氣候變化下，50年前養殖經驗法則恐已不足以應付未來10年，但只要做好養殖監測系統，蒐集足夠魚塭池水數據，輸入水溫、溶氧量、PH值、OPR水質進行寒害模擬，以科技養魚提早搶救。

四十五、0206 南臺灣強震事件

(一) 事件描述

2016年2月6日上午3時57分發生芮氏規模6.6地震。震央如圖27所示，位於高雄市美濃區(即屏東縣政府北偏東方27.1公里處)，深度14.6公里，最大震度為臺南市新化7級(如圖342所示)，其次為雲林縣草嶺6級，高雄、屏東、嘉義、臺南震度5級。

地震造成多處建物受損，並出現停水、停電等狀況。其中以臺南市災情最為慘重，且多次餘震發生在臺南市附近。此次事件為臺灣戰後繼1999年921集集大地震以來，傷亡最嚴重的地震，臺灣有史以來最多人因單一建築物倒塌而罹難。

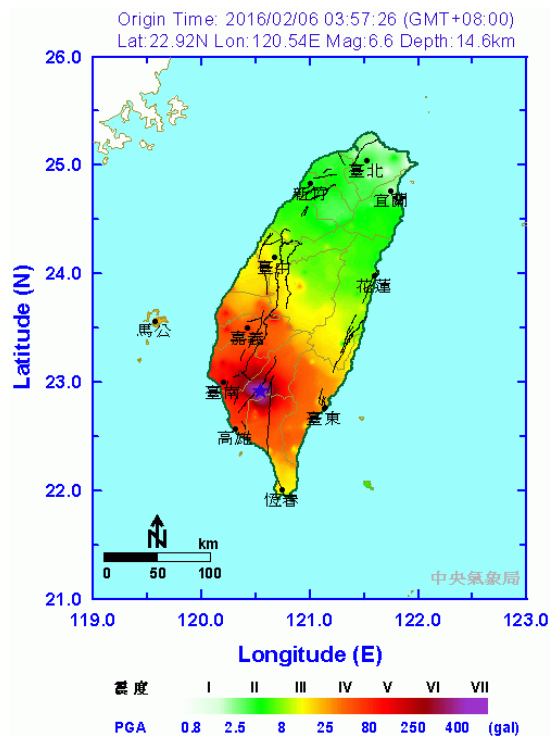


圖342 0206 地震之等震度圖

資料來源：中央氣象局³⁷⁵



圖343 0206 地震 5 級以上震度及離震央距離

資料來源：自由時報³⁷⁶

(二) 災情描述

此次地震共造成建物毀損、基礎設施受損、交通中斷與受損、農林漁牧產業損失及南部科學園區廠商受地震影響停機檢修。在傷亡人數部分，全臺共 117 人死亡，552 人受傷，死亡人數中 115 人皆因臺南永康區的「維冠金龍大樓」倒塌而死亡，另外 2 人於歸仁區受重物砸中死亡。

1. 建物毀損：臺南市統計共有 123 棟、高雄市 2 棟建物損毀。學校方面，全臺共 455 校台灣南部共有約 357 處房屋全倒或半倒，455 所學校受災，災損金額估算已達 2.09 億元。古蹟方面，臺南市至少 23 處古蹟受損。

2. 基礎設施受損：因維冠大樓倒塌(如圖 344 所示)導致維冠大樓旁永大路地下管線破裂而停水，臺南市約有 40 萬戶停水(如圖 345 所示)，災後 10 天，部分戶數仍無法正常供水，雲林、嘉義亦有多處因地震而造成水管破裂的情形。全臺累積停電戶數約 17 萬戶，1,248 支市話及 143 座行動電話基地臺受到影響。1,304 戶天然氣用戶受影響，而仁德區 2,156 戶則減壓供氣。
3. 交通損失：高速鐵路於歸仁區路段電車線系統線形與結構受損，多處絕緣礙子破裂、懸臂斷裂，導致高鐵 6 日全日停駛，7 日下午恢復通車，估計損失超過 1 億元。期間適逢春節，大批旅客無法搭乘高鐵返鄉，轉由其他交通運輸工具接駁。
4. 公路方面：台 3 線旗山路段路面隆起 20 公分、台 3 線東勢埔橋橋面下陷 10 公分；台 20 線新化街道西向快車道路面約 10 公尺長裂開；台 86 線 24 號橋東行線支承錯移 50 公分，暫時到路封閉。

農林漁牧業產業及民間設施的損失：損失金額估計約新台幣 1.7 億元，其中各縣市受損的情形，又以台南市損失 1.23 億元為最多，占全國損失的 72%。這場重震也造成南科園區的災損，數家廠商受地震影響必須停機檢修，如台積電就因停工 2-3 天，估計損失上百億的

產值。



圖344 臺南永康區維冠金龍大樓倒塌

資料來源：Sketchfab³⁷⁷



圖345 臺南地區因地震水管破裂，民眾需排隊取水。

資料來源：中時電子報³⁷⁸



圖346 臺南新化京城銀行大樓嚴重傾斜 75 度角成危樓。

資料來源：新唐人³⁷⁹

(三) 政府應變作為

3 時 57 分地震發生後，4 時 3 分接獲大樓倒塌災情，中央災害應變中心於 4 時 15 分一級開設，由內政部長陳威仁擔任指揮官，行政院長張善政及馬總統分別於上午 5 時及 6 時至應變中心指揮救災工作，隨即張院長及馬總統亦前往臺南市永康區勘災。臺南市政府也於 4 時 30 分，於永華災害變中心成立 0206 地震臺南市災害應變中心一級開設（如圖 347~圖 349 所示）。

震後第三天(8 日)63 小時後，臺南市長宣布啟動大鋼牙救援計畫，以加速維冠大樓救援行動。同日於停水區設置 109 處加水站、58 台

水車，提供民眾儲水備用。

震後第八天(13日)3時57分，尋獲維冠大樓內最後一位罹難者(主委)的遺體，賴清德市長宣布搜救任務告一段落。國防部、內政部消防署、空中勤務總隊、警政署、海巡署等單位陸續調度，出動情況如下：國軍出動人員 5,074 人次，直昇機 5 架次，各式車輛 493 輛次；空勤總隊出動人員 10 人次，直昇機 2 架次；警察（含義警、民防）23,176 人次，各式車輛 5,029 輛次；海巡人員出動 66 人次，各式車輛 15 輛次，消防署暨 19 直轄市、縣(市)消防局出動人員 4,055 人次（含義消），各式車輛 1,047 輛次，搜救犬 147 隻次。根據內政部的統計，截至 2 月 13 日止，共開設收容所 14 處，累計收容人數 313 人，持續開設收容所 13 處，收容人數 110 人。14 日，中央與台南市政府應變中心分別撤除，而當時被報為失蹤人口的最後一位罹難者，也於 18 日 18:00 於維冠大樓附近尋獲。

此外，總計建築物緊急評估截至 2 月 19 日為止，累計通報 6573 件，已完成 5680 件，其中紅單 124 件、黃單 130 件、不貼單 1042 件、資料分析中 4384 件。臺南市政府因應停水情況，提供東區、南區、安平區、永康區、仁德區等五區臨時供水站地點。

針對民間資源，臺南市 26 間飯店旅店業者提供房間由臺南市災害應變中心分配災民入住，3 間動物醫院或旅館提供寵物安置。高鐵

於 9 日至 19 日間啟動「台南地震災區救援專案」，用以協助各界救援及醫療團體免費搭乘高鐵前往台南災區進行救援工作。此外，各界民間團體、慈善機構或電信業者亦前往災區提供援助。

行政院初估震災重建所需經費約 5、60 億元，將由地方災害準備金先行支付(2、30 億)，不足部分由中央協助負擔。已先核撥 5 億元予臺南進行重建救急之用。各界捐款累計至 2 月 18 日止，實收約新臺幣 19 億 838 百萬元。

臺南市針對震災災後復原重建相關民眾濟助事項共 9 類 21 項，如下表 41 所示

表41 0206 震災災後復原重建相關民眾濟助事項一覽表

項目	內容	單一窗口	
生活 扶助	<u>死亡、重傷、失蹤救助金賑助</u>	<u>死亡 100 萬</u> (重大災害：中央政府 20 萬元、地方政府 20 萬元、賑災基金會 60 萬元) <u>重傷 25 萬元</u> (中央政府 5 萬元、地方政府 10 萬元、賑災基金會 10 萬元)	中央災害應變中心 0289127225-6 衛生福利部 1957 福利諮詢專線
	<u>安遷救助</u>	<u>安遷救助：每人發給慰助金 2 萬元，每戶實際居住人數最高以 5 口為限。</u> (由災害發生地之直轄市、縣市政府發放)	中央災害應變中心 0289127225-6 衛生福利部 1957 福利諮詢專線
	<u>安遷賑助</u> <u>租屋賑助</u> <u>(二擇一)</u>	<u>安遷賑助：每人發給 1 萬元，每戶實際居住人數最高以 5 口為限。</u> (由災害發生地之直轄市、縣市政府提出申請) <u>租屋賑助：每人每月 3000 元，每戶以戶內實際居住人口 3 口為限，賑助期間為半年。</u> (由災害發生地之直轄市、縣市政府提出申請)	賑災基金會
	<u>租屋補貼</u> <u>(比照莫拉克風災標準)</u>	<u>補貼期間最長 2 年，每戶 3 人以下者，每月補貼 6000 元，4 人以下者，每月補貼 8000 元，5 人以上者，每月補貼 1 萬元。</u>	<u>內政部營建署</u>
就醫	<u>免健保卡看</u>	一、災民健保 IC 卡遺失或損毀無法使用，受災民眾只要通 健保署：	

	<u>病</u>	報身分證號碼即可在健保特約醫療院所就醫。 二、 災民健保 IC 卡遺失或損毀無法使用時，請洽健保署換補發健保 IC 卡	0800030598
	<u>健保免除部分負擔及保費協助</u>	一、 因地震受傷民眾前往各健保特約醫療院所就醫者，享有下列就醫協助： (1)免除門診(含急診)、住診應自付之部分負擔費用。 (2)免除健保不給付之住院一般膳食費用。 二、 受災民眾健保保險費將可緩繳順延，如一時無力繳納健保費，健保署將全力協助辦理紓困貸款及分期付款，以紓解繳費壓力。	健保署： 0800030598
	災民心理及防疫諮詢	一、 提供災民和救災人員心理諮詢。 二、 提供防疫、傳染病相關訊息諮詢。	心理諮詢： 0926560713 傳染病：1922
稅捐	稅捐	受災戶可依實際受災情況，申請減免綜合所得稅、營利事業所得稅、營業稅、貨物稅、菸酒稅、娛樂稅、房屋稅、地價稅及使用牌照稅等。	國稅局服務專線 0932-715-716 地方稅稽徵機關服務專線 0920-526-462
	租金	國有土地承租戶受災造成農作物受損或地上房屋毀損不堪使用者，得減免租金。	國有財產署南區分署 台南辦事處
房屋重建	<u>重建貸款(比照莫拉克風災標準)</u>	一、 <u>購置或重建住宅貸款利息補貼</u> (一) <u>優惠利率</u> ：屬重大災害災民者按郵儲二年期定儲利率減 0.533% 計息，目前為 0.702% (二) 貸款條件：最高 350 萬元，償還年限最長 20 年，寬限期(繳息不還本)最長 5 年。 二、 <u>修繕住宅貸款利息補貼</u> ： (一) <u>優惠利率</u> ：屬重大災害災民者按郵儲二年期定儲利率減 0.533% 計息，目前為 0.702% (償還年限最長 15 年，繳息不還本寬限期最長 3 年) (二) <u>貸款額度</u> ：最高 150 萬元	內政部營建署
	<u>重建重購賑助</u>	第一類：按每戶人數計算，每戶人數二人以下者，賑助新台幣 40 萬元；每戶人數三人以上者，賑助新台幣 50 萬元。 第二類：按每戶人數計算，每戶人數二人以下者，賑助新台幣 20 萬元；每戶人數三人以上者，賑助新台幣 25 萬元。 (限制條件：第一類：限低收入戶者；第二類：限中低收入戶者)	賑災基金會

電力、自來水修復及減免措施	電力修復及減免措施	<p>一、 電力修復通報。</p> <p>二、 對受災用戶提供用電減免措施如下：</p> <p>(一) 房屋毀損無法抄表之受災戶，已使用之當期電費免予計收。</p> <p>(二) 受災戶已發行之電費，暫緩執行催繳及停電作業。</p> <p>(三) 受災戶當期電費免計遲延繳付費用。</p> <p>(四) 受災戶房屋毀損自行重建者，申請用電免予計收線路補助費。</p> <p>(五) 受災戶停用期間免收底度費。</p> <p>(六) 受災戶申請恢復供電，免收復電費及新建補助費</p>	台電 24 小時:1911
	自來水修復及減免措施	<p>一、 自來水修復通報。</p> <p>二、 對受災用戶提供用水減免措施如下：</p> <p>(一) 房屋毀損之受災戶，已使用之當期水費免予計收。</p> <p>(二) 受災戶已發行之水費，暫緩執行催繳及停水作業。</p> <p>(三) 受災戶當期水費免計遲延繳付費用。</p> <p>(四) 受災戶房屋毀損自行重建者，申請用水免予計收外線工程費及接水費。</p> <p>(五) 受災戶停水期間免收基本費。</p> <p>(六) 受災戶申請恢復供水，免收復水費或服務費。</p> <p>(七) 對已半倒以上不堪居住之受災用戶，台水公司會主動辦停用不開單。對一般用戶下期如有內線漏水突增情形，會辦理地下漏水減免水費。</p>	台水 24 小時:1910
產業災後復建及中小企業復舊專案貸款	經濟部工業局 產業災後復建輔導	為提供受災業者關懷協助，依產業受災情形，由「災後復建服務團」於災後適時赴受災業者現場，提供關懷訪視，瞭解業者需求，提供業者復建技術、受損廠房設備復建融資貸款、營利事業所得稅減免及其它相關必要協助。	服務團連絡窗口： 經濟部產業輔導中心 免付費電話:0800-000257
	經濟部中小企業處 復舊專案貸款	<p>一、 中小企業災害復舊專案貸款 貸款額度由承貸金融機構就申貸企業個別狀況核貸；保證成數最高 9 成(目前最高利率 2.23%)。</p> <p>二、 企業小頭家貸款 受災企業之貸款額度不受限，由承貸金融機構依個案情形調整；保證成數一律 9 成(最高利率依保證成數不同調整，約在 3.86-4.86% 間)。</p> <p>三、 協助災區住宅修繕貸款 貸款額度最高 200 萬元，可用於支應災區民眾購屋、住宅重建或修繕等支出項目，如需購置日常生活必需配備，包括自用之傢俱、家電及交通工具等，最高以 20 萬</p>	馬上辦中心： <u>0800-056476</u>

		元為限；保證成數一律 8 成(目前最高利率 2.235%)。 四、以上針對受災企業或民眾之授信案件均免計收保證手續費。	
	經濟部中小企業處 原有貸款展延	中小企業或保證戶因遭受災害致營運週轉困難，授信案件有展延或變更分期償還之必要，均可依據中小企業信用保證基金「保證案件辦理展延或分期償還保證處理要點」相關規定辦理： 一、保證對象(屬創業個人者，含期所創或所營事業)符合下列基本條件者，得於原保證成數範圍內，由授信單位逕准辦理貸款本金之展延或分期償還保證： (一) 繼續經營中。 (二) 在授信單位無其他授信逾期情形。 (三) 在授信單位之授信無積欠利息情形。 (四) 使用票據無受拒絕往來處分中之情形。 (五) 原保證人繼續保證。 二、保證對象如未符合前述前述所列基本條件，惟仍需辦理貸款本金之展延或分期償還保證者，授信單位得申請中小企業信用保證基金同意後辦理。	<u>馬上辦中心：</u> <u>0800-056476</u>
農業	農業天然災害救助及紓困	一、 農業天然災害救助及紓困措施 二、 受災農漁民，請儘速向所在地公所申請勘察災害損失。	農業天然災害救助諮詢專線： 0800-071688
就學	就學援助	「就學安全網」就學援助： 即日起可逕向各級學校申請緊急紓困助學金或透過就學安全網專辦協助申請，各級學校急紓困助學金之申請資格及標準如下： (一) 大專校院：申請資格及辦理方式由各校自訂，學校將依學生困難實際狀況接給。 (二) 高中職學校：各校得依「教育部學產基金設置急難慰問金實施要點」之補助規定辦理(學生因其父母(或監護人)因特殊災害受傷並住滿七日者，核給 5000 元；住院逾 7 日以上者，核給 1 萬元。一方死亡者，核給 2 萬元，雙方死亡者，核給 6 萬元。)	
		「學產基金」緊急紓困助學金： 一、 傷病紓困助學金 (一) 傷病住院 7 日以上或發生意外死亡者：1 萬元。 (二) 符合全民健保重大傷病標準：2 萬元。 (三) 備註：但家庭總收入依最近一年所得總額在 100 萬元以上或土地及房屋價值合計超過 1000 萬元以上，或其原因	

		<p>事實係可歸責於學生之故意違法行為，而該學生年齡在十八歲以上者，不予核給。</p> <p>二、 父母(或監護人)有下列情形之一，致家庭經濟陷於困境無力撫育者：</p> <p>一方符合全民健保重大傷病標準：2萬元。</p>	
就業	就業服及臨時工作津貼	對受災失業者提供清理受災家園之臨時工作津貼(臨時工作津貼每人每小時 120 元，每月最高可申請 176 小時，工作期間最長以 3 個月為限)	勞動部勞動力發展署
	「微型創業鳳凰貸款」受災戶得申請暫緩繳付本息 6 個月	協助「微型企業創業貸款」、「創業鳳凰婦女小額貸款」及「微型創業鳳凰貸款」受災戶及時紓困，提供暫緩繳付貸款本息 6 個月。	
	災區暫緩保費欠費催收	災區緩繳保險費及免徵滯納金	勞動部勞工保險局

資料來源：應變管理資訊雲端服務災害情報³⁸⁰



圖347 0206 地震臺南市災害應變中心第 1 次指揮官工作會報

資料來源：臺南市中西區公所³⁸¹



圖348 共出動 32,381 人次協助救援

資料來源：BBC 中文網³⁸²



圖349 危險建築物緊急評估累計通報 6573 件。

資料來源：自由時報³⁸³

(四) 致災原因研判

中央氣象局指出，台灣西南部原本就是複雜的破碎地層，有密集的斷層帶，而地震發生的斷層為美濃地底下未被中央地質調查所標記的「盲斷層」(如圖 350 所示)。震波力量是由東往西北方向錯動。受到地質差異的影響，臺南多個地區位處平原、土層軟弱，所以此次地震搖晃時間較久也較為劇烈。

而臺灣地震科學中心主任馬國鳳與英國倫敦城市大學教授宋德濡由數據分析推估本次地震為雙主震：第一主震為在美濃，芮氏規模 6.2；第二主震為在台南芮氏規模 6.1。兩次主震相隔僅 4 秒，第二主震是被第一主震觸發。兩個主震的能量合併即為測得的本次地震芮氏規模 6.4 的強度 (如圖 351 所示)。

而根據國家災害防救科技中心主任陳宏宇的說法，地震是由旗山斷層所引起。

臺大地質科學系教授吳逸民表示，這次台南災情慘重，可能是土壤液化。因這次受災大樓看起來是傾斜倒下，而非被搖壞、嚴重被破壞，可能與土壤內水分多造成液化有關。土壤液化影響因素與對策如圖 352、表 42 所示。

表42 土壤液化影響因素與因應對策

土壤液化影響因素	土壤液化因應對策
<ol style="list-style-type: none"> 1. 土壤相對密度 2. 有效覆土壓力 3. 土壤特性 4. 土層排水狀況 5. 地下水位 6. 地表震動強度與震動延續時間 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認建物有無分布在液化潛勢區 2. 針對液化潛勢區，確認建物基礎型式及深度、地下管線分布 3. 確認環境地質條件(砂土層厚度、地下水位) 4. 防治對策：地盤改良、基礎設計(樁基礎延伸延盤)



圖350 盲斷層說法

資料來源：台視新聞³⁸⁴



圖351 雙主震說法

資料來源：公視新聞³⁸⁵

土壤液化示意圖



圖352 土壤液化示意圖

資料來源：蘋果日報³⁸⁶

(五) 可借鏡之處

1. 結合企業防災，加強應變能力

大規模地震災害發生時，倚賴中央資源往往錯失救災良機，結合企業防災，借用企業的人力物力，可加強災時地方應變救災能力。

2. 災啟動老屋健檢，修訂建築法規

針對各地老舊建築，逐步進行結構安檢、辦理建築物耐震能力評估，並且根據體檢結果研擬相關的管制或強制補強作為。並修正建築法規，強制規定施工階段必須請第三方公正單位到現場勘驗，確保設計、施工品質。

3. 落實防災教育，提升防災意識

平時應落實防災教育，加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。其中應強調減輕天然災害的災情，不只是政府部門的工作，更重要是全體國民與社區的責任。

四十六、2016年2月斐濟溫斯頓颶風事件

(一) 事件描述

南半球氣象史上最強的颶風(5級熱帶氣旋)溫斯頓，於20號傍晚6時30分從斐濟本島維提島登陸，5級颶風「溫斯頓」的平均風速達每小時220公里，最大陣風高達每小時325公里，並夾帶暴雨及巨浪(如圖353~圖355所示)，致使當地逾35萬人陷入困境，災情慘重；颶風吹斷許多樹木、損壞民宅，多處通訊中斷導致停電，飛機航班皆被取消。斐濟一直是受歡迎的國際旅遊勝地，因此此次颶風所造成當地觀光產業影響甚大，颶風與颶風分級對照表詳如表43所示。



圖353 斐濟地理位置圖

資料來源：Google map³⁸⁷

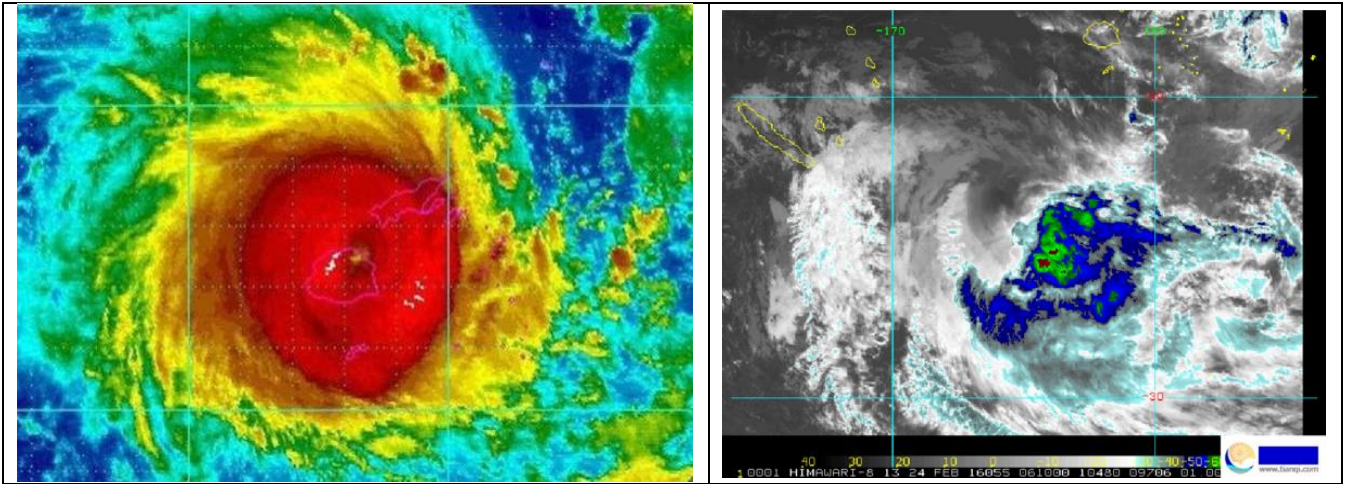


圖354 溫斯頓颶風衛星雲圖

資料來源：BBC 中文網³⁸⁸

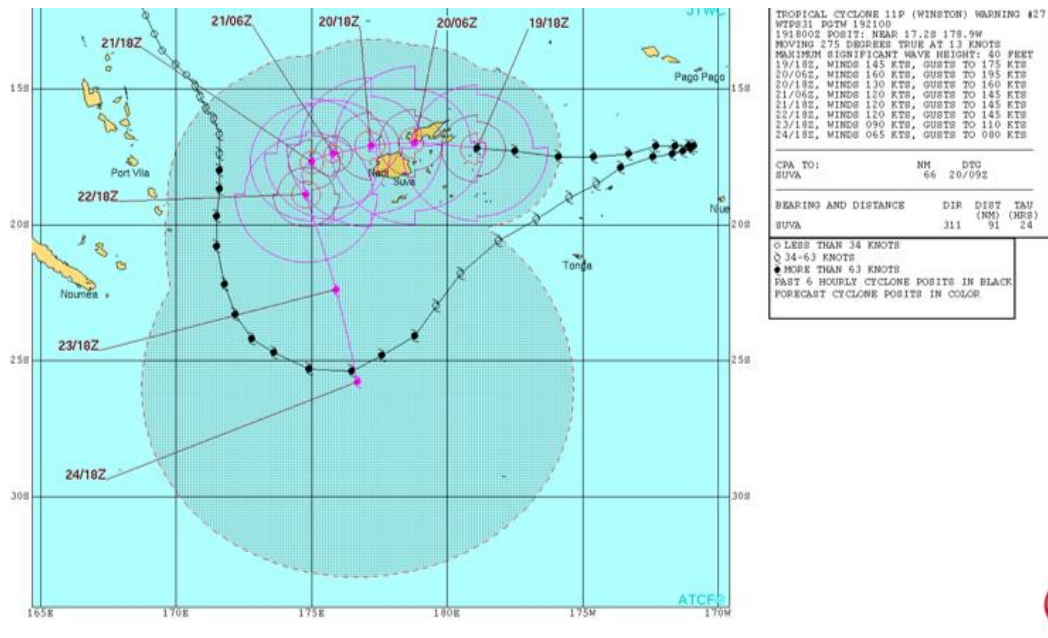


圖355 溫斯頓颶風路徑圖

資料來源：BBC 中文網³⁸⁸

表43 颱風與颶風分級對照表

風力級數對照	中央氣象局	美國國家颶風中心(颶風分級標準)
6	熱帶性低氣壓 ≤ 61 km/h	熱帶性低氣壓 ≤ 62 km/h
7		
8	輕度颱風 62 ~ 117 km/h	熱帶風暴 63 ~ 118 km/h
9		
10		
11		
12	中度颱風 118 ~ 183 km/h	一級颶風 119 ~ 153 km/h
13		二級颶風 154 ~ 177 km/h
14		
15		
16	強烈颱風 ≥ 184 km/h	三級颶風 178 ~ 208 km/h
17		四級颶風 209 ~ 251 km/h
		五級颶風 ≥ 252 km/h

資料來源：台灣颱風資訊中心³⁸⁹

(二) 災情描述

據 Weather Underground 網站監測，此次風暴是南半球有記錄以來最強的颶風，首都蘇瓦在“溫斯頓”登陸前已斷電，颶風登陸時的最大風力達到了每小時 325 公里，並掀起了高 12 米的海浪，隨著颶風的肆虐，斐濟主島瓦努來霧島和維提島的大部分地區電線、公路和房屋被毀壞，颶風眼經過的地區有超過 6 萬人口居住，另外 40 萬人受到大面積風雨的影響。

此次颱風共造成 44 人死亡，1 萬 4000 名災民安置於避難收容場

所，甚至有村落整個滅村。風災造成嚴重破壞，許多地區斷水、斷電、斷訊，並引發多起土石坍方(如圖 356 所示)。



圖356 溫斯頓颶風導致當地災情慘重

資料來源：Newsweek³⁹⁰

(三) 政府應變作為

● 災時應變

1. 地方政府於 20 日下午宣布全國實施宵禁，並進入天災緊急狀態，為期 30 天，在這段期間，警方有權在沒有法庭手令下，拘捕威脅公眾安全之人士。
2. 當地飛機全面停飛。
3. 開設 758 處疏散避難場所。

● 災後復原

1. 地方政府立即於 21 日上午展開清理工作，並動員軍警和相關部門參與救災與重建。
2. 開立銀行帳戶，用於接收社會各界捐贈的賑災款項，並呼籲私人企業協助提供交通工具和救災物資。
3. 同屬英聯邦的澳洲及紐西蘭派出三十人的救援小組，到小島提供緊急救援物資，包括醫療包、食物以及水，並協助當地災民建立收容避難場所。

(四) 致災原因研判

1. 當地建物屋頂多為鐵皮構造，無法承受 5 級颶風之威力(如圖 357 所示)。
2. 斐濟人口約 90 萬人，由 332 個島嶼組成，其中有 106 個島嶼有人居住，因島嶼眾多，使地方政府與部分偏遠之島嶼無法及時連繫掌握最新資訊，造成此次災情慘重。



圖357 當地建物遭受嚴重破壞

資料來源：大紀元⁵¹、BBC 中文網⁵²

(五) 可借鏡之處

1. 通訊設備之建立

平時應針對各項通訊設備做定期檢查，如衛星電話、警用電話、無線電對講機等，以利災時能及時回報當地狀況予市府。

2. 落實防災教育，提升防災意識

平時應落實防災教育，培養民眾防救災意識，並善用各類圖資以利災時應變，減少人員傷亡及經濟損失，並強調減輕災情，不只是政府部門的工作，更是全體國民的責任。

3. 偏遠地區救災物資之規劃

針對偏遠地區，平時應建立完善的救災物資儲備場所，或與附近商家簽定開口契約，以利災害發生時能盡速提供各類基礎物資供災民使用。

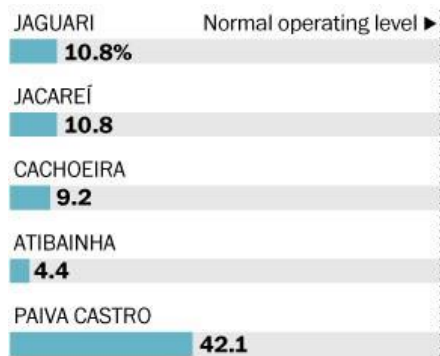


圖359 聖保羅州五大水庫供應情形分布圖

資料來源：Washingtonpost³⁹⁵

(二) 災情描述

當地 10 日晚間至 11 日凌晨，大聖保羅地區出現持續暴雨，災情最為嚴重之地區弗朗西斯科莫拉圖、邁里波朗等市甚至引發山體滑坡，破壞建築物並造成整個城市的交通中斷。山泥傾瀉破壞多間房屋，17 名居民被活埋喪生，另外 4 人被洪水沖走溺斃。暴雨導致陸空交通受阻，聖保羅瓜魯柳斯國際機場一度因為暴雨需要關閉 6 小時，於 11 日上午 6 時許重新開放，亦造成至少 3 條高速公路因山泥塌下須封閉，佛朗哥達羅沙火車站被洪水淹沒，列車至 11 日上午 11 時才恢復運行

服務 (如圖 360、圖 361 所示)。

大聖保羅區和周邊城市已連續兩年受乾旱天氣影響，2,000 萬名市民面臨嚴重食物短缺問題。此次暴雨降水範圍廣，雨量大，這場突如其來的暴雨令當地水庫儲水量升至 60.6%，而聖保羅北部地區在 24 小時內降雨量達 87.2 毫米，佔本月平均雨量 40%，索羅卡巴及桑塔納降雨量也分別達到 64.4 毫米和 61.6 毫米(如圖 362 所示)。



圖360 聖保羅州災害情形圖

資料來源：The Weather Channel³⁹⁶、蘋果日報³⁷

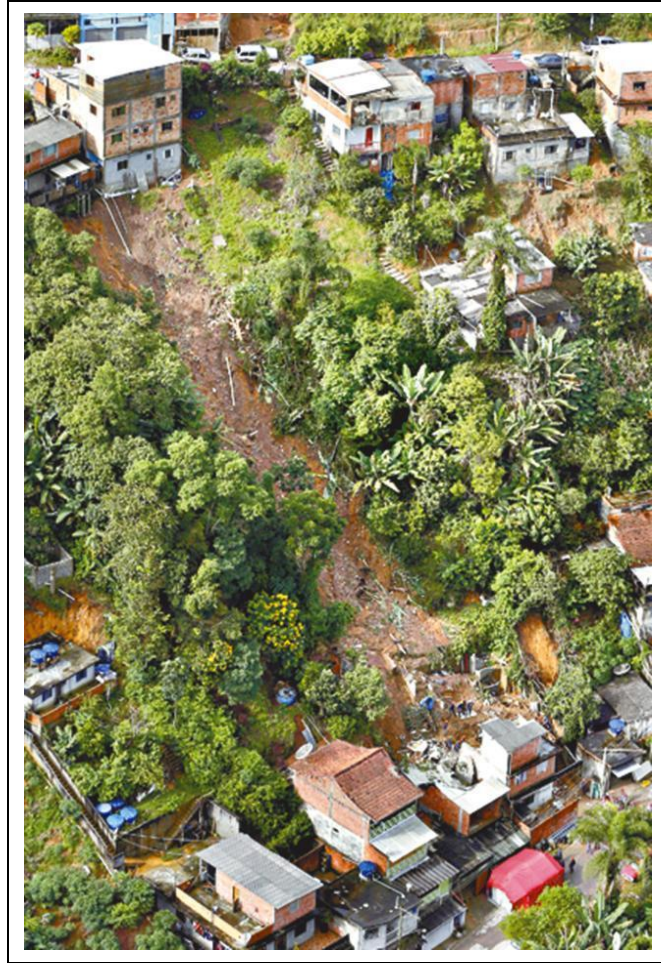


圖361 聖保羅州邁里波朗市山泥傾瀉，房屋被埋受災情形

資料來源：蘋果日報³⁹⁸



圖362 聖保羅州累積雨量預測圖

資料來源：中國新聞網³⁹⁹

(三) 政府之應變作為

當地政府宣布進入緊急狀態，並出動大批消防人員到災區進行救援，軍警部門的直升機、救生艇、衝鋒舟等也陸續馳援災區，受傷人員被送往醫院救治。

聖保羅州長 Geraldo Alckmin 表示將向當地居民及遇難家庭提供協助，11 日下午，州政府宣布將提供 68 萬元用於救災。12 日巴西總統迪爾瑪·羅塞夫搭乘直升機勘查災情，並表示政府將作出應急資金幫助受災戶家庭。當地政府也呼籲位處於高風險地區的居民採取預防性撤離，因當地天氣預報仍有持續下雨引發災情的可能性(如圖 363 及圖 364 所示)。

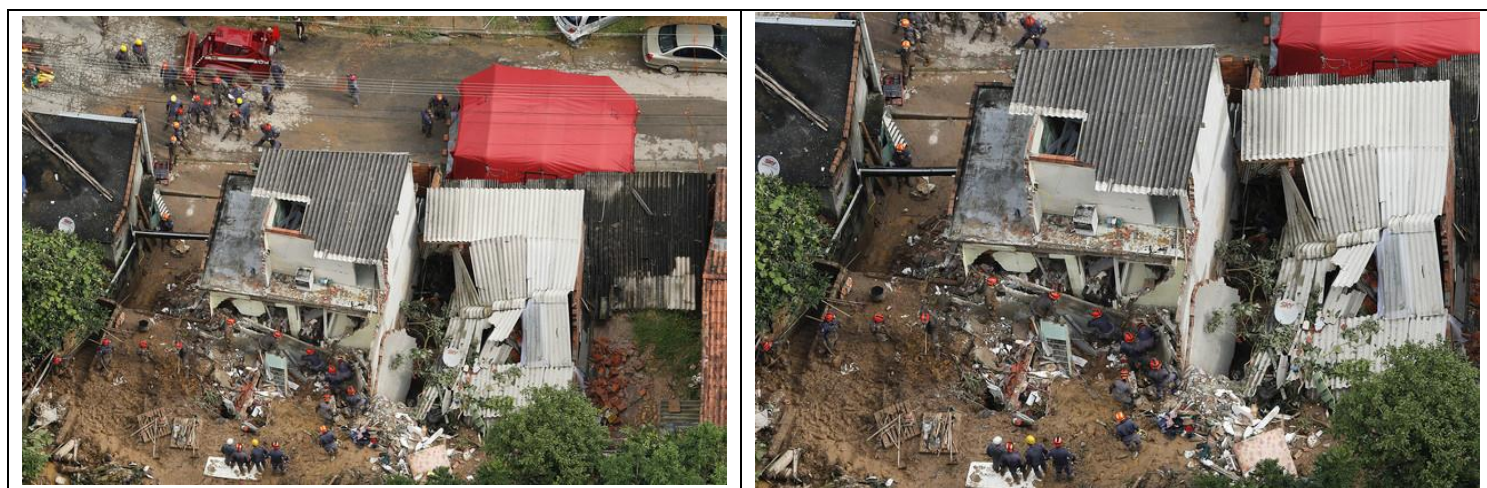


圖363 救援人員在邁里波朗遭受沖毀的房子進行搜救工作

資料來源：MailOnline⁴⁰⁰

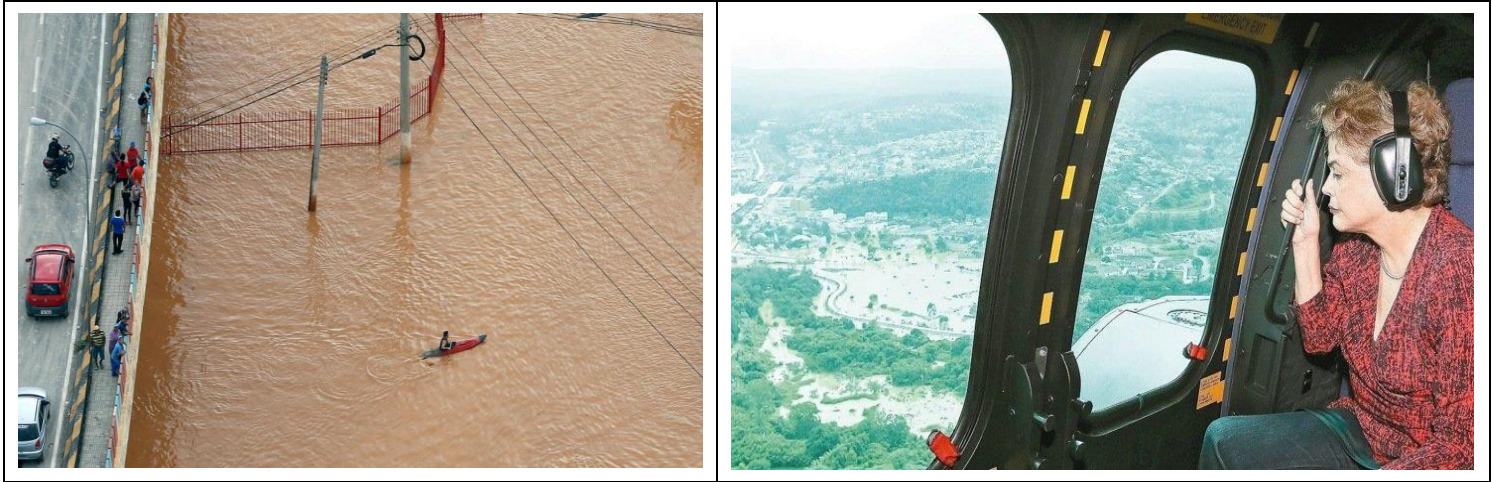


圖364 巴西總統迪爾瑪·羅塞夫搭乘直升機勘災

資料來源：Floodlist⁴⁰¹

(四) 致災原因研判

1. 聖保羅北部的米蘭特德桑塔納，是聖保羅氣象科學研究院 (INMET) 主要的氣象站，當地時間 10 日至 11 日，據該記錄 24 小時降雨達 87.2 毫米，其中位於聖保羅西方的城市索羅卡巴(Soracaba) 更是降下連夜雨 61.6 毫米(如圖 365 所示)。
2. 該州緊急事務管理中心表示，平均而言一月是聖保羅降雨量最多的月份，然而聖保羅在短短的一天已達到其平均月降雨量的 40%，三月份的平均降雨量大約是 150 毫米(5.9 英寸)(如圖 366 所示)。

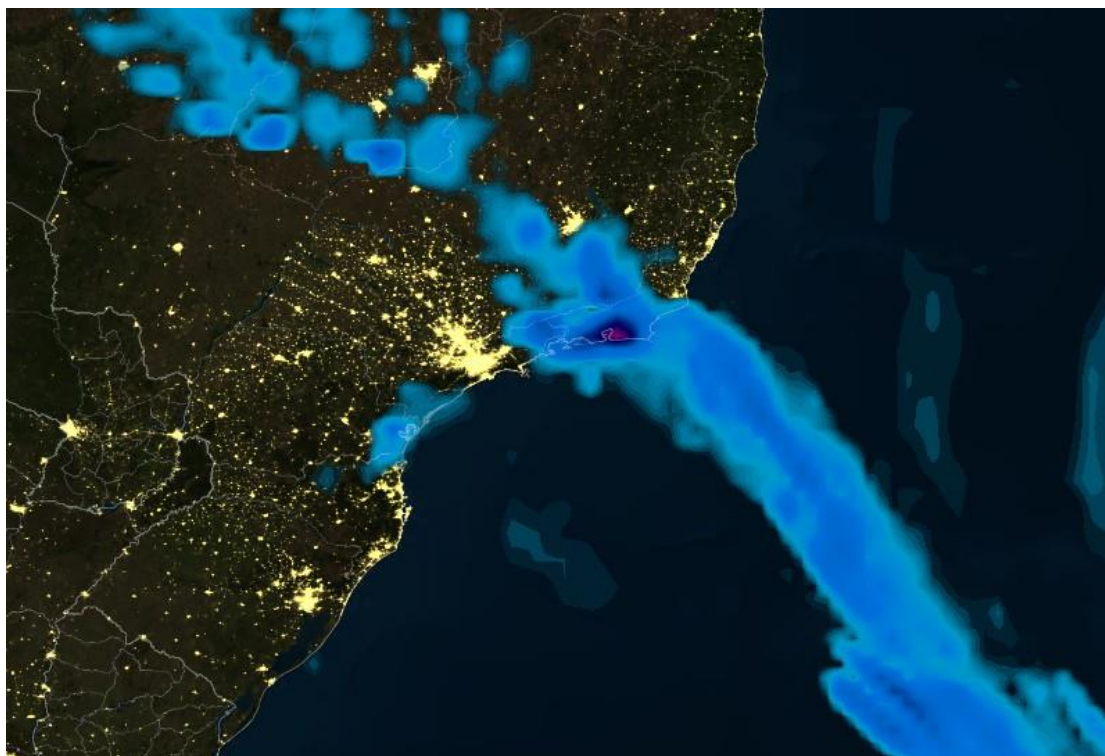


圖365 聖保羅大都市地區，3月13日降水預報

資料來源：TheWatchers⁴⁰²

São Paulo氣候平均數據													[隱藏]
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
極端高溫℃ (°F)	33 (91)	37 (99)	38 (100)	32 (90)	29 (84)	28 (82)	28 (82)	33 (91)	35 (95)	34 (93)	35 (95)	32 (90)	38 (100)
平均高溫℃ (°F)	27 (81)	28 (82)	27 (81)	25 (77)	23 (73)	21 (70)	21 (70)	22 (72)	22 (72)	25 (77)	25 (77)	26 (79)	24 (75)
平均氣溫℃ (°F)	23 (73)	23 (73)	23 (73)	21 (70)	18 (64)	17 (63)	17 (63)	18 (64)	18 (64)	20 (68)	21 (70)	22 (72)	20 (68)
平均低溫℃ (°F)	19 (66)	19 (66)	18 (64)	17 (63)	15 (59)	13 (55)	12 (54)	13 (55)	13 (55)	15 (59)	17 (63)	18 (64)	16 (61)
極端低溫℃ (°F)	12 (54)	13 (55)	12 (54)	8 (46)	2 (36)	2 (36)	2 (36)	-2 (28)	3 (37)	7 (45)	10 (50)	12 (54)	-2 (28)
降水量cm(英寸)	24 (9.4)	20 (7.9)	14 (5.5)	5 (2)	4 (1.6)	3 (1.2)	2 (0.8)	3 (1.2)	5 (2)	14 (5.5)	12 (4.7)	19 (7.5)	135 (53.1)

來源：Weatherbase^[5]

圖366 聖保羅氣候平均數據表

資料來源：維基百科⁴⁰³

(五) 可借鏡之處

● 孤島地區對策

1. 目前臺灣降雨型態趨於短時間強降雨，災害日趨嚴重，若道路、橋梁中斷、土石流、淹水及風災災害發生後，造成對外交通及聯繫中斷，而形成孤島地區。
2. 因此地方機關應需掌握保全住戶資料、落實撤離計畫與演練、規劃收容場所與物資安置災民，確保通訊聯繫暢通。

● 短時強降雨整備與應變

1. 檢討移動式抽水機、抽水站預布地點。
2. 落實防災弱勢對象之調查。
3. 快速掌握資訊：水情監控，爭取應變時間；掌握即時氣象水情及警戒資訊進行應變作業(道路阻斷、撤離)減低受災風險。

四十八、2016年3月石門區「德翔台北」貨輪擱淺事件

(一) 事件描述

2016年3月10日本國籍「德翔臺北」貨輪在新北市石門海域擱淺(如圖367所示)，還來不及清除船上的重油、腐蝕性化學品等污染物(如圖368所示)，船體便斷成兩截。重油洩漏污染岸際礁石和沙灘(如圖369所示)，若無法控制危機，北海岸面臨生態浩劫，也重創漁業及休閒產業。

「德翔台北號」10日從基隆港出發，載滿617個貨櫃前往台中港，行經石門海域失去動力擱淺。船體於24日被強勁海浪拍擊斷成兩截(如圖370所示)，船上5個空櫃掉進海面。重油洩漏污染逾2公里。



圖367 「德翔臺北」貨輪在新北市石門海域擱淺

資料來源：聯合報⁴⁰⁴

除了重油，船上還有哪些物質

危害性 高		危害性 低至中	
過氯酸鉀	× 20公噸	安全氣囊	× 4.5公噸
甲苯	× 18.2公噸	汽車安全帶	× 2.6公噸
脂類	× 19.5公噸	環氧樹脂	× 18.1公噸
腐蝕性清潔劑	× 8.5公噸	油漆	× 11公噸
可燃性潤滑油	× 6公噸		

圖368 「德翔臺北」貨輪流出之腐蝕性化學品等污染物

資料來源：行政院環境保護署水保處⁴⁰⁵



圖369 「德翔台北號」船內重油洩漏污染石門海岸線

資料來源：聯合報⁴⁰⁴記者許正宏／攝影



圖370 「德翔台北號」貨輪斷成兩截

資料來源：聯合報⁴⁰⁴ 記者許正宏／攝影

(二) 災情描述

	09：30 德祥台北擱淺
03/10	10：10 環保署接獲海巡通知、啟動應變機制；下午召開首次緊急會議
03/11	空勤總隊載運船公司技師直升機墜海，2 死（正駕駛、特勤組員 2 人殉職）3 傷。
03/12	啟動現場作業，進行暗記油污群聚及污染清除工作。
03/17	首次進行抽油作業，移除 35.6 公噸柴油。
03/21	船東開始使用高壓噴槍清洗機進行案既受污染礁石清洗作業。
03/24	船身裂開、船上仍有約 239 公噸燃油、35 公噸潤滑油及 35 公噸

	廢汙油水及 614 個貨櫃。
	17:00 因應油汙擴散風險增加，行政院首度召開應變會議。
03/25	船體斷成兩截，隨時有翻覆危險。



圖371 環保署 3 月 10 日召開首次緊急會議



圖372 3 月 11 日直升機墜落事件照片



圖373 新北市環保局於現場進行海域水質採樣作業



圖374 3 月 25 日船體斷裂行政院長召開緊急會議

資料來源：行政院環境保護署水保⁴⁰⁵
石門區公所⁴⁰⁶

(三) 政府之應變作為

環保署依據「重大海洋油污染緊急應變計畫」權責分工啟動應變機制，包含交通部航港局、交通部航港局北部航務中心、行政院海岸巡防署、海岸巡防總局、海洋巡防總局、行政院農委會、衛生福利部、核一廠、國防部、新北市政府環保局、臺灣港務公司基隆港務分公司、

德翔海運公司等相關單位召開緊急應變會議。

1. 市府環保局調度資源因應：

請新北市政府環保局立即調度應變資材至附近場所因應，同時除運用油污染擴散模擬系統，依現場海氣象條件預測 24 小時內如有油污染洩漏時可能影響範圍。

2. 事故周邊環境監控作業：

環保署申請福衛二號衛星執行監控作業，期有效掌握事故現場附近海域狀況，以提供現場污染應變處理參考；並持續派員巡查岸際油污染情形、使用無人駕駛航空器系統（Unmanned Aircraft Systems, UAS）及岸際雷達車進行海面污染監控作業。

3. 做好事故周邊安全疑慮的排查工作：

環保署指出，相關作業包括請交通部航港局依商港法第 53 條辦理難船殘油及油品移除工作，避免船舶殘油洩漏。另今日開會據船公司描述船體情形，初步研判重油並未外洩，機艙內有約 14 噸潤滑油，因機艙破裂進水，目前已有部分潤滑油外洩。

4. 國際救援團隊支援：

(1) 日本

德翔臺北輪船東於該輪擱淺第一時間(3 月 10 日)立即請求 Nippon Salvage(日本海難救助)於事故當日派員啟程趕赴臺灣，於當日晚間 22 時抵達，並於 11 日上午即前往現場勘查及提供技術指導，其理由係基於 Nippon Salvage(日本海難救助)曾於 97 年 11 月 10 日，參與晨曦輪海難擱淺事件之處理經驗(德翔臺北輪擱淺事故地點附近)。

(2) 美國

在事件發生第一天，為執行先期救難工作，美國海事救難公司 (RESOLVE) 已派遣專家前來石門事故現場評估後續作業，後續國際船東除污聯盟 (International Tanker Owners Pollution Federation, ITOPF) 的專家亦來參與。

上述專家並持續參與油污染現場應變中心會議，共同研議後續處置作為。

5. 學術單位支援：

(1) 3/10 擱淺當天，本署委託之國立高雄海洋科技大學雷達監測車於傍晚抵達現場開始進行海氣象條件觀測與油污染監控，並持續至今。

(2) 3/25 現場應變中心第 16 次會議，農委會已委託國立海洋大學進行海域水質監測作業。

6. [行政院環境保護署網站](#)新增「德翔台北」貨輪擱淺專區資訊，提供最新應變處置情形、政府發布、媒體關注問題及回應等，讓民眾能迅速了解貨輪擱淺災情等相關資訊。(詳見圖 375)



圖375 「德翔台北」貨輪擱淺專區資訊

資料來源：行政院環境保護署水保處⁴⁰⁵

(四) 致災原因研判

由航跡圖顯示在3月10日上午7時35分發生故障前的航線都是正常的，直到7時41分船舶完全失去動力，才被吹往西邊，及於10時發生擱淺。當時雖然下雙錨，但因水深超過60公尺以上，還是無法有效拉住船體。



圖376 「德翔台北」貨輪航跡圖

資料來源：行政院環境保護署水保處⁴⁰⁵

(五) 可借鏡之處

1. 聯合模擬船隻事故災害防救演練

臺北市與新北市淡水河藍色公路共有14條路線11座碼頭(如表44、圖377~圖379所示)，分布於臺北市與新北市，新北市應與臺北市聯合災害防救演練，模擬載客船舶事故及水域意外空中救援作業，以提昇整體防救災能力及強化單位橫向聯繫通報機制。

2. 檢討業者航行安全與設施

專責單位需檢討業者船舶安全措施外，業者應定期實施安全教育與演練，並對乘客告知相關規則或要領。



圖377 藍色公路渡輪

圖378 臺北市演練情形

資料來源：臺北市公共運輸⁶⁷

表44 臺灣藍色公路路線表

航線編號	起站	迄站	服務業者
淡水—八里	淡水渡船頭	八里渡船頭	順風航業
淡水—八里	淡水客船碼頭	八里客船碼頭	台北航運
淡水—漁人碼頭	淡水渡船頭	漁人碼頭	順風航業
漁人碼頭—關渡	漁人碼頭	關渡碼頭	台北航運
淡水—關渡	淡水客船碼頭	關渡碼頭	台北航運
關渡—八里	關渡碼頭	八里客船碼頭	台北航運
關渡—八里	關渡碼頭	八里龍形碼頭	長弘航業
大稻埕—關渡	大稻埕碼頭	關渡碼頭	好樂好航業
大稻埕—八里	大稻埕碼頭	八里龍形碼頭	長弘航業
大稻埕—關渡	大稻埕碼頭	關渡碼頭	好樂好航業
大佳—關渡	大佳碼頭	關渡碼頭	海天育樂
關渡—關渡	關渡碼頭	關渡碼頭	海天育樂
關渡—關渡	關渡碼頭	關渡碼頭	大河觀光
大佳—美堤	大佳碼頭	美堤碼頭	海天育樂

資料來源：悠遊網⁶⁸



圖379 藍色公路碼頭分布圖

資料來源：google map⁶⁹

四十九、2016 年 3 月 7 日法國塞納河流域洪水演練

(一) 演練描述

塞納河是法國第二大河，全長 780 公里，水位一般在 2 公尺，1910 年的暴漲水位一度高達 8.62 公尺，市內許多建築外牆還留有當時的水位標記，有些高度將近一層樓，當時全市有 1/5 的住宅區被淹沒，地鐵也失去功能。

今年法國北部預報有洪水憂慮，專家警告塞納河將可能有百年不遇的高水位威脅。大巴黎地區敦促及早做好防汛加以應對，故 2016 年 3 月 7 日於塞納河流域進行洪水演練；情境設定為：巴黎塞納河河水水位持續上升。為期兩個星期的防汛演習以塞納河河水水位每天上升 50 厘米為設定，嚴重威脅巴黎城的安危。(如圖 380、圖 381 所示)。

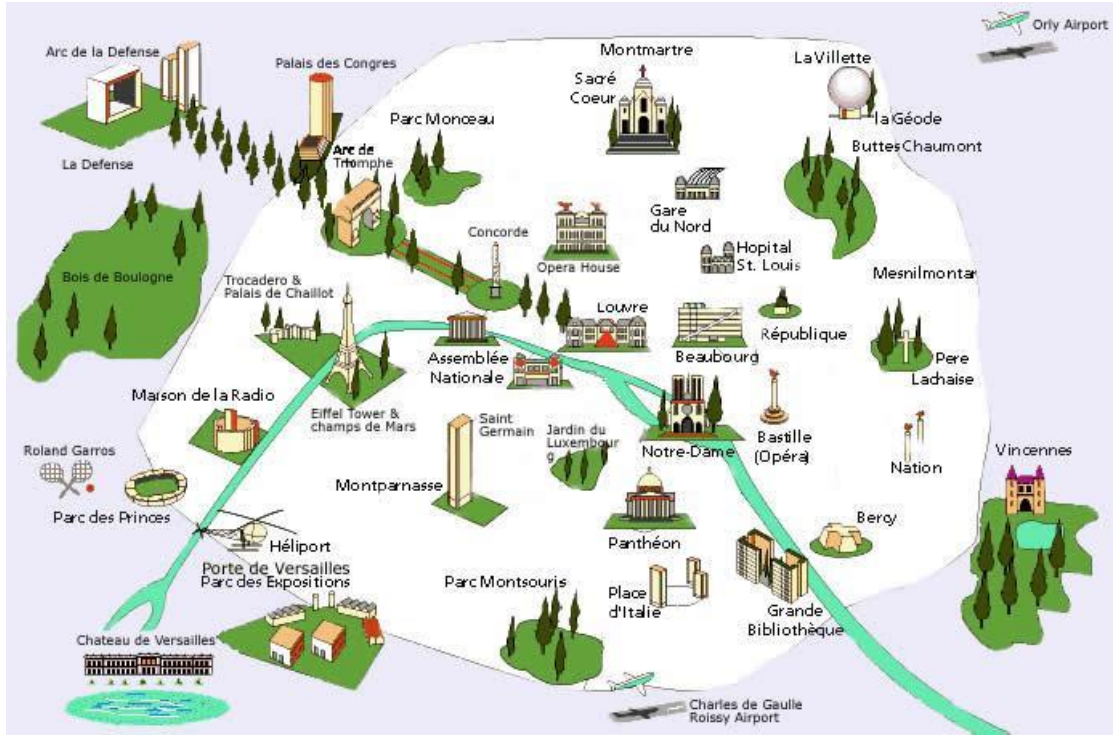


圖380 塞納河地理位置簡圖

資料來源：google⁴¹⁰



圖381 塞納河決堤後模擬圖

資料來源：NEWS.com.au⁴¹¹

(二) 演練內容

巴黎當局將於 3 月舉行特別演習 (EU Sequana 2016)，模擬塞納河和馬恩河 (Marne) 水位上升的應變措施、測試各單位的協調防災效能。演習層級甚至還拉高到歐盟及國家，歐盟公民保護機制 (Mecanisme Europeen de Protection Civile)、法國內政部的部會間災害中心 (CIC) 等單位都將參與。

IAU 製作模擬 3D 影片(如圖 382 所示)，預測大巴黎地區氾濫的可能情景，屆時水患可能數週不退，橋梁及道路禁行，恐影響數十萬人居住及工作。

塞納河是法國第二大河，全長 780 公里，水位一般在 2 公尺，1910 年的暴漲水位一度高達 8.62 公尺，市內許多建築外牆還留有當時的水位標記(如圖 383 所示)，有些高度將近一層樓，當時全市有 1/5 的住宅區被淹沒，地鐵也失去功能。



圖382 IAU 製作模擬 3D 影片

資料來源：IAU⁴¹²



圖383 市內多處建築外牆還留有 1910 年水患水位標記

資料來源：中央通訊社⁴¹³



圖384 IAU 水患模擬地點及相對位置

資料來源：本團隊整理

(三) 研究報告

依據大巴黎地區的整治及城市規畫研究所（IAU）研究指出：塞納河沿岸居住人口數量逐日增加，預測大巴黎地區氾濫的可能情景，屆時水患可能數週不退，橋梁及道路禁行，恐影響數十萬人居住及工作。

故，提高在洪水風險的知識和災時應變處理，是此次法國水患演習設定的主要目標之一。

模擬結果：15個因水患來襲最脆弱的地區

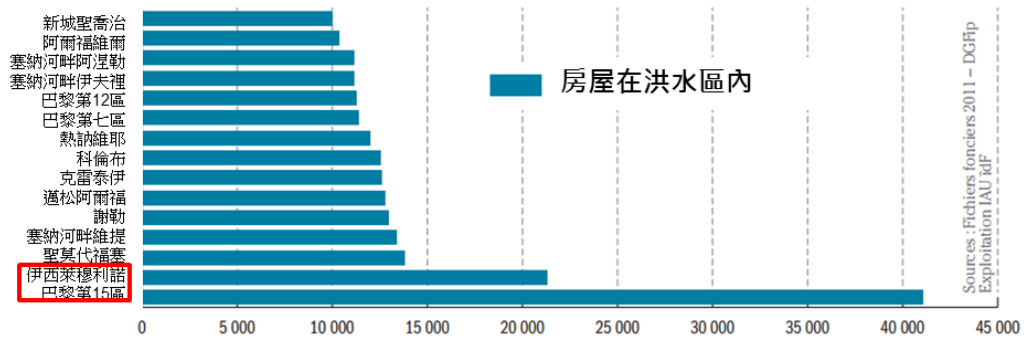


圖385 本次水患演練模擬 15 個因水患來襲最脆弱之地區

資料來源：NEWS.com.au⁴¹¹



圖386 水患來襲最脆弱的地區：巴黎第 15 區、伊西萊穆利諾

資料來源：google⁴¹⁰

(四) 政府應變演練

巴黎當局本次舉行特別演習 (EU Sequana 2016)，模擬塞納河和馬恩河 (Marne) 水位上升的應變措施、測試各單位的協調防災效能。

巴黎動員 900 名急救人員、150 名警察、40 輛急救車和 4 架直升機。並推動 87 個公共或私營機構的參與，其中包括巴黎的醫院，全

國鐵路 SNCF 網，EDF 能源公司，以及建構電信和廢物處理公司網絡。

1. 成立防洪指揮中心：

巴黎警署專門成立防洪指揮中心，協調指揮巴黎防澇運作，指揮行政機構、公營部門以及私人企業的防汛工作。除了避免發生恐慌，肩負將災害限制在最低範圍的使命。

2. 歐盟等國際組織動員參與：

除大巴黎地區官方單位外，歐盟公民保護機制 (Mecanisme Europeen de Protection Civile)、法國內政部的部會間災害中心 (CIC) 等單位都有參與。

3. 周邊國家觀摩演練：

西班牙，捷克，意大利和比利時都派遣了觀察員和技術增援觀摩巴黎塞納河防汛演習。

(五) 可借鏡之處

1. 災前預報及預防性疏散避難引導機制

在執行預報及預防性疏散避難作業時，建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃實施災前之警戒避難引導機制，俾利災時能迅速提供受災民眾一安全臨時避難處所。

2. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

3. 脆弱度人口面對環境風險對策

必須思考如何讓弱勢、窮困的居民了解所處環境的風險，協助搬離或提早撤離，以及其他的配套措施，以減少傷亡與損失。

4. 區域聯防的重要性

強化各級政府間(垂直)以及社會、企業體與政府間(橫向)之合作，以「近水救火」爭取災害搶救之時效性與弭補物資不足等情況，俾能有效降低災損。

五十、日本熊本地震事件

(一) 事件描述

日本當地時間 2016 年 4 月 14 日 21 時 26 分，於日本九州地區熊本縣發生芮氏規模 6.5 前震，震源深度 11 公里。並陸續發生規模 5 以上地震。時至 16 日凌晨 1 時 25 分發生規模 7.3 主震，震央附近益城町、西原村最大震度達 7 級(如圖 387 所示)。

14 日至 16 日間熊本地區發生 1,431 次震度 1 以上地震，統計至 4 月 29 日，震度大於 5 級約 12 次(如表 45 所示)，分布於熊本縣與大分縣。日本氣象廳並於 4 月 16 日 1 時 27 分發布有明海、八代海海嘯警報，16 日 2 時 14 分解除。

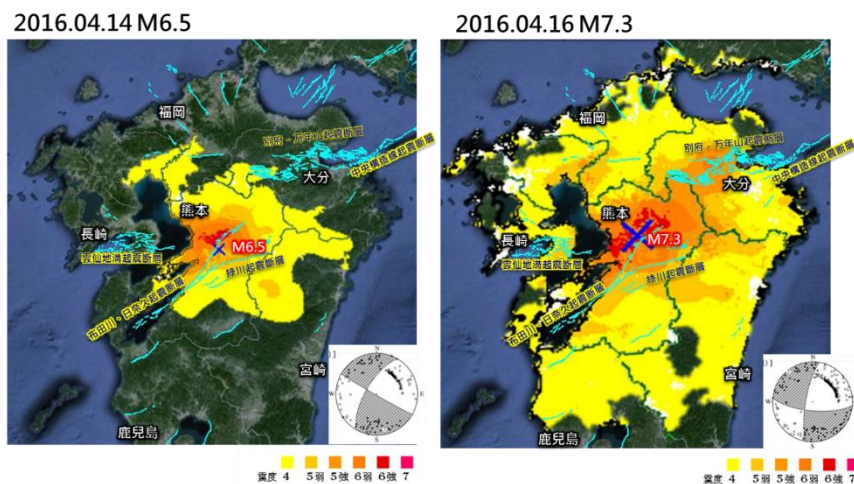


圖387 熊本地震前震、主震震央與震度

資料來源：中央災害防救會報⁴¹⁴

表45 熊本地震震度5級以上列表

類型	發生時間	震央	深度	地震規模	最大震度(日本氣象廳分級)
前震	4月14日21時26分	熊本縣熊本地方	11km	M6.5	7(益城町)
	4月14日22時07分	熊本縣熊本地方	10km	M5.7	6弱(益城町)
	4月14日22時38分	熊本縣熊本地方	10km	M5.0	5弱(宇城市)
	4月15日00時03分	熊本縣熊本地方	10km	M6.4	6強(宇城市)
	4月15日01時53分	熊本縣熊本地方	10km	M4.8	5弱(山都町)
主震	4月16日01時25分	熊本縣熊本地方	12km	M7.3	7(益城町、西原村)
餘震	4月16日01時44分	熊本縣熊本地方	10km	M5.3	5弱(熊本市西區、熊本市北區、玉名市、大津町)
	4月16日01時46分	熊本縣熊本地方	20km	M6.0	6弱(熊本市東區、合志市、菊陽町)
	4月16日03時03分	熊本縣阿蘇地方	20km	M5.8	5強(阿蘇市、南阿蘇村)
	4月16日03時55分	熊本縣阿蘇地方	10km	M5.8	6強(產山村)
	4月16日07時11分	大分縣中部地方	10km	M5.3	5弱(由布市)
	4月16日07時23分	熊本縣熊本地方	10km	M4.8	5弱(熊本市東區)
	4月16日09時48分	熊本縣熊本地方	10km	M5.4	6弱(菊池市)
	4月16日16時02分	熊本縣熊本地方	極淺	M5.3	5弱(熊本市西區、宇城市、嘉島町)
	4月18日20時42分	熊本縣阿蘇地方	10km	M5.8	5強(阿蘇市、產山村、竹田市)
	4月19日17時52分	熊本縣熊本地方	10km	M5.5	5強(八代市)
	4月19日20時47分	熊本縣熊本地方	11km	M5.0	5弱(八代市、宇城市、氷川町)
	4月29日15時09分	大分縣中部地方	7km	M4.5	5強(由布市)

資料來源：維基百科⁴¹⁵

(二) 災情描述

4月14日地震前震發生後，因建築物倒塌及遭掉落物品撞擊已造成人員9人死亡、890人受傷⁷⁶，16日發生主震後更造成更多傷亡。截至6月7日，日本總務省消防廳統計建築物損壞共有7,151棟住家完全損毀；21,181棟半毀；102,031一般破損。且尚未分類損壞3,330棟。

因地震及震後民眾恐懼在建築物內避難而改至車內避難，但由於長期保持坐姿腳部活動空間不大，狹小的空間加上疲累，腿部的靜脈血流變差，造成深度靜脈血栓，這些血栓塊會順著血流跑到肺部，阻

塞肺部血管造成肺栓塞，導致呼吸困難，也可能造成死亡。即為「經濟艙症候群」。地震產生之傷亡及生理狀況不佳共造成 69 人死亡；345 人重傷；1,318 人輕傷，另有尚未分類傷亡 140 人。且發生 16 起震後火災。各縣人員傷亡與建築物損毀如表 46；建物損壞情況如圖 388~圖 391：

表46 熊本地震人員傷亡與建築損毀統計

縣	人員傷亡			住家損毀			非住家損毀	
	死亡	重傷	輕傷	全毀	半毀	一般破損	公共建物	其它
山口縣						3		
福岡縣		1	17		1	230		1
佐賀縣		4	9			1		2
長崎縣						1		
熊本縣	69	333	1263	7,149	21,083	98,819	243	991
大分縣		4	24	2	95	2,957		20
宮崎縣		3	5		2	20		
總計 (棟)	69	345	1318	7,151	21,181	102,031	243	1,014

資料來源：日本總務省消防廳⁴¹⁷



圖388 房屋倒塌



圖389 道路損壞



圖390 傷患救出



圖391 食物、水救助信息

資料來源：瑞傳媒⁴¹⁸

地震後，距離震央 27.7 公里處的熊本縣南阿蘇村區域數百處崩塌(如圖 392 所示)，其中最嚴重為阿蘇大橋遭崩落土石沖毀 (如圖 393、圖 394 所示)，鄰近道路亦遭掩埋，初估崩塌面積 50 萬立方公尺。造成 57 號國道及 JR 豐肥線交通中斷。探究其原因，阿蘇火山附近崩塌區域地質條件為火山碎屑堆積，火山碎屑形成表土層，經長年冷熱交替與降雨，使表土層與岩石產生裂縫，劇烈的強震使表土層與岩石因震動，造成大規模崩塌，沖毀阿蘇大橋。

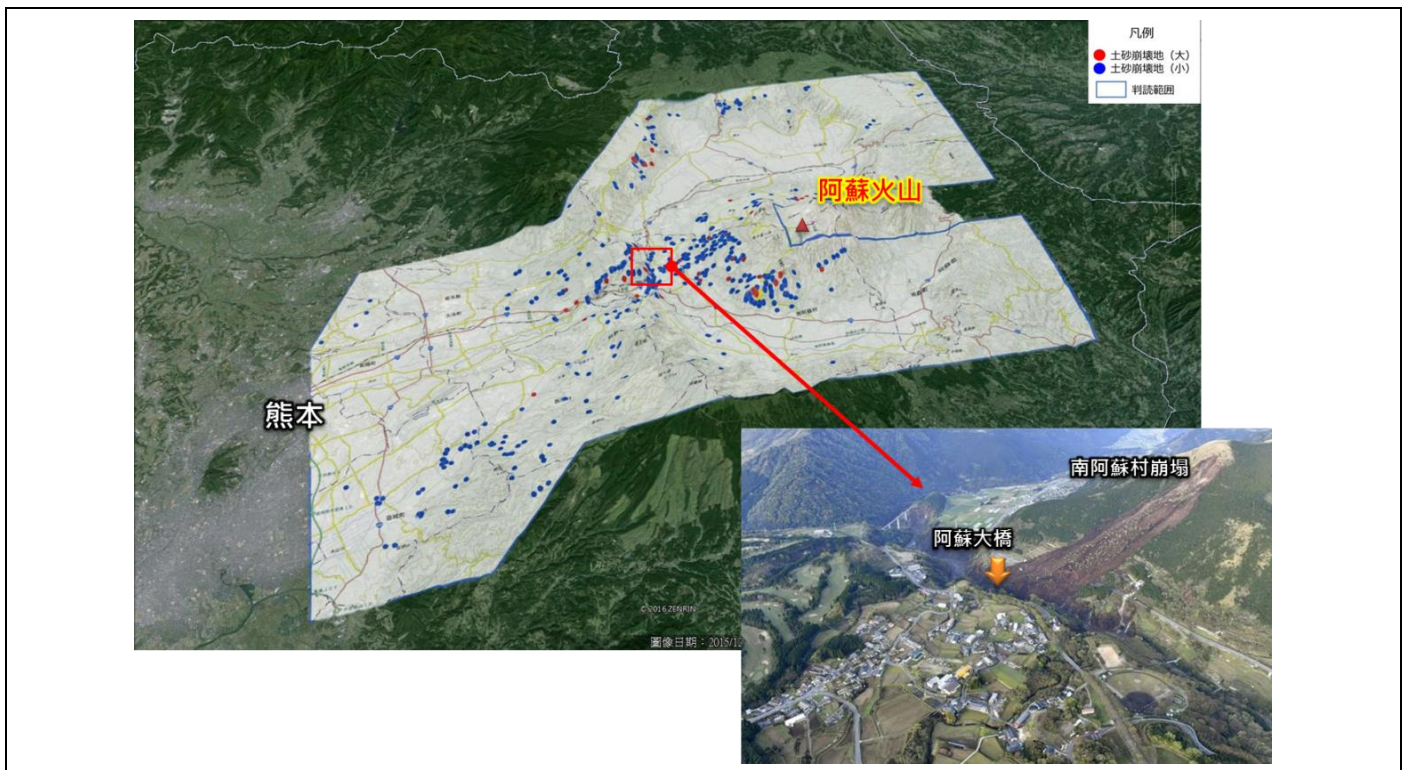


圖392 坡地崩塌分布



圖393 阿蘇大橋崩塌前



圖394 阿蘇大橋崩塌後

資料來源：中央災害防救會報⁴¹⁴、NHK サイエンス ZERO⁴¹⁹

另外日本內閣府應變對策本部截至5月2日12時統計，各項災

情如表47所示：

表47 熊本地震其它災情統計

災情類別	災情細項統計
維生設施中斷	1. 最大停電戶數 16.9 萬戶 2. 天然氣 10.5 萬戶停止供氣 3. 停水 15.7 萬戶 4. 最多市話中斷 300 處 5. 基地台中斷 219 處

交通損失	<ol style="list-style-type: none"> 九州新幹線脫軌，全線停止運作 22處國道路面沉陷而封閉 53處市區道路封閉 嚴重影響救災物資運送
基礎設施、產業損失	<ol style="list-style-type: none"> 社會基礎設施熊本縣 1,700 億日圓 農林漁產損失 熊本縣 1,022 億日圓以上 大分縣 5 億日圓以上。
企業營運受創	<ol style="list-style-type: none"> 半導體工廠停工 汽車供應鏈中斷
文化資產受損	<ol style="list-style-type: none"> 阿蘇神社倒塌 熊本城石牆坍塌受損
重要設施毀損	<ol style="list-style-type: none"> 熊本機場受損關閉 3處港口受損 西原村大壩滲漏

資料來源：國家災害防救科技中心⁴²⁰

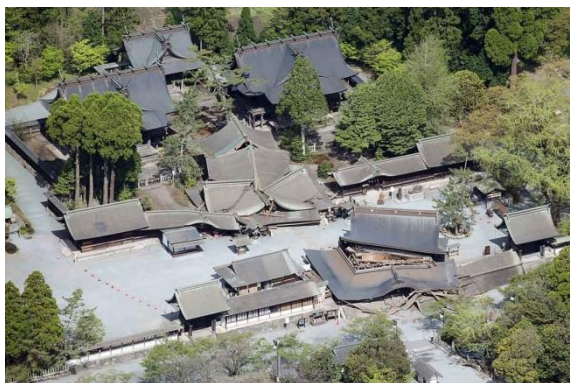


圖395 阿蘇神社損毀



圖396 熊本城損毀



圖397 道路塌陷



圖398 高速公路橋體掉落

資料來源：瑞傳媒⁴¹⁸、朝日新聞⁴²¹

4月17日各縣達到最大收容，災民人數達123,279人，時至6月6日，除熊本縣為重災區外，其他各縣災民陸續返家、依親等。熊本縣地方政府持續開設收容場所152處，災民收容7,045人，各縣最大收容及目前收容狀況如表48所示。

表48 熊本地震各縣收容人數

縣	震後各縣最大收容人數		6月6日收容人數
福岡縣	16日18時	1,567	0
長崎縣	17日21時	295	0
熊本縣	17日14時	110,816	7,045
大分縣	17日5時	10,070	0
宮崎縣	17日5時	531	0
總計(人)		123,279	7,045

資料來源：日本內閣府非常災害本部防災情報網⁴²²

(三) 政府之應變作為

內閣府震後召開緊急會議後，消防廳協助調度資源，同時熊本知事(相當於縣長)提出自衛隊需求，以及其他日本地方公共團體等分別做災害應變處置如表49所示。

表49 熊本地震政府應變作為

政府應變	狀況描述
震後召開緊急會議，後續依據災害對策基本法成立非常災害對策本部，聯絡與協調救援行動	日本首相安倍晉三在震災後召開緊急會議，指示政府盡速蒐集災害狀況，並與地方行政單位合作全力救災。
總務省消防廳資源調派	總務省消防廳則派遣緊急消防援助隊協助救災，20個都道府縣出動1,400隊，5,000名人員。

請求自衛隊災害派遣	14日21時40分熊本縣知事蒲島郁夫向自衛隊提出支援請求。 16日投入陸上13,000人、海上1,000人、空中1,000人 17日總數達20,000人。
地方消防團體動員	熊本縣59,000人 大分縣4,700人
地震土石鬆動，以及降雨引起滑坡影響搜救行動	16日傍晚開始降雨(時雨量40至70毫米)，為防二次災難，入夜後停止搜救

資料來源：日本首相官邸情報網⁴²³

各項應變與復原對策細項如表50所示：

表50 熊本地震應變與復原對策

應變與復原項目	狀況描述
災民安置	<ol style="list-style-type: none"> 1. 發布避難勸告(約17萬人)或避難指示成立臨時避難所，共416處避難所。 2. 避難所中以紙或布進行隔間，保障避難人員隱私性。 3. 登山家捐贈帳篷設置於運動公園供災民避難使用。 4. 避難所宣導性犯罪防治。 5. 預期6月中旬完成臨時住宅的建造。
震後醫療對策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 南阿蘇村避難所發生集體感染諾羅病毒，派遣醫療隊伍應對，並設立臨時洗手場預防感染擴大。 2. 不少災民以車子為臨時避難地點，長期待在狹窄空間不活動的情況下，有罹患經濟艱症候群之可能。
供水中斷對策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 停水範圍廣，由於熊本縣地下水源豐沛，素有「水の国」之稱，社群網站twitter提供泉水利用資訊，列出29處自由井水，24小時供民眾取用。 2. 地下水並未檢驗，為安全無虞，熊本市水土保持司宣導，民眾應先煮沸再飲用水，或作為生活用水。
支援通訊	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4月30日前，3大主要通信業者NTT docomo、Softbank支援災區通信需求，提供所有用戶行動上網不降速、不加價服務，KDDI則提供每用戶增加免費10GB服務 2. 各通信業者並擴大提供公眾地區及避難處所 Free Wi-Fi 架設，公眾區域搜尋「0000JAPAN」為free-wifi SSID 3. 特設公共電話供災民使用
物資救濟	<ol style="list-style-type: none"> 1. 救援物資包含食物、飲水、生活用品等先行送到集中點再轉送予災民

資料來源：國家災害防救科技中心⁴²⁰

(四) 致災原因研判

此次地震前分別有 4 月 14 日規模 6.5 及 4 月 15 日規模 6.4 兩起大地震，16 日規模 7.1 發生後可確認前兩次地震為前震，16 日為主震。

主餘震的分布大致呈東北西南走向(如圖 399、圖 400 所示)。位在益城町布田川斷層與日奈久斷層之交會處附近。地震不但伴隨日奈久斷層北段的右移錯動，布田川斷層的右移錯動其實也同樣相當明顯，顯示熊本地震可能是由此兩個斷層同時破裂所造成。

地震過後，也傳出了阿蘇火山出現了些許的火山活動現象，但無災害發生。布田川-日奈久斷層帶本身可以繼續向東延伸，屬於日本中央構造線(Median Tectonic Line)最西段的部分。阿蘇火山的位置與其活動可能有部分跟中央構造線的斷層活動有關。由各次餘震分布也可以發現，在主震東北方有一系列的餘震，位置靠近阿蘇火山火山口附近，可能與地震後的火山活動有關，或是代表了該斷層在阿蘇火山區域地下的延伸活動⁸⁵。

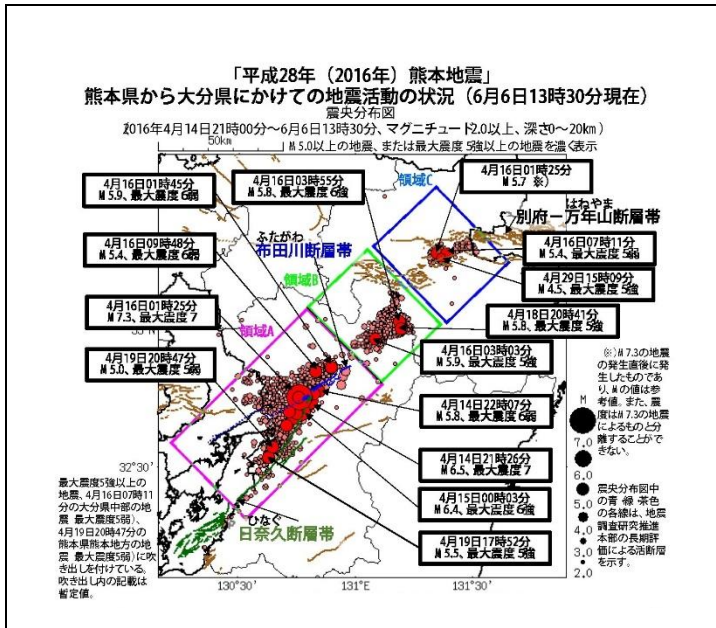


圖399 熊本縣、大分縣地震活動狀況

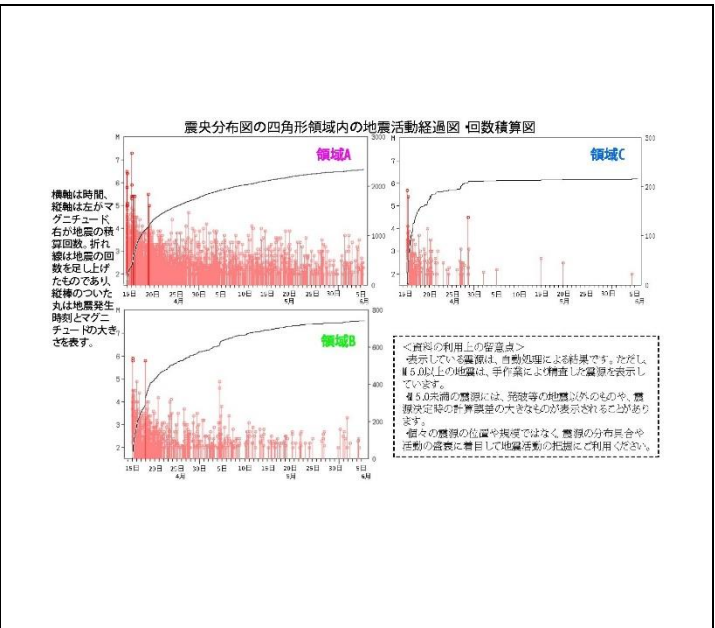


圖400 震央活動次數

資料來源：日本氣象廳⁴²⁴

(五) 可借鏡之處

1. 大規模震災應變計畫

大規模地震災害發生時，優先考量室外避難收容。並訂定短、中、長期收容計畫，以利後續災後復原。建築物耐震能力應考量2次以上大規模地震發生。

2. 防災知識教育宣導、政府資訊公開

日本積極推動防災志工專業的認證執照，包括：防災介助士、防災士、危機管理師等認證。以及學生書本教材中皆可看見活動斷層、地震災害等模擬結果，並透過上述專業的防災志工向一般民眾推廣、解說如何使用。

3. 開放資料提供社群運用

熊本地震後，學術機構經營「Youth action for Kumamoto」，利用社群力量彙整政府新聞資訊，提供災區資訊地圖，包含：google，超市營業狀況，食品及救災物資，水站，住房資訊，汽車位置、道路中斷資訊。臺灣亦有於八仙粉塵燃燒事件後民間協作系統上線。結合公民參與之力量，藉由不定期與社群進行防災虛擬演練，建立與社群聯繫溝通之管道與機制。

五十一、加拿大麥克默里堡森林大火

(一) 事件描述

2016年5月1日於加拿大亞伯達省(如圖401所示)麥克默里堡西南方15公里外的偏遠地區(如圖402所示)發生森林大火⁴²⁷。5月3日，大火蔓延至麥克默里堡，燒毀超過2400棟住家及建築，造成亞伯達省史上最大規模的居民疏散撤離行動，大火持續在艾省北部蔓延。並於5月19日進入薩克其萬省。森林大火影響加拿大的油砂業運作，使加拿大在經濟上造成重大損失。



資料來源：Google Crisis Response⁴²⁷

(二) 災情描述

1. 建築物與基礎建設

亞伯達省於5月4日初步估計麥克默里堡境內約有1,600座建築物焚毀(如下圖403所示)，省長諾特利於5月9日更新燒毀建築物數目至2,400座。亞伯達省於5月18日公布已評估麥克默里堡境內19,244座建築，當中1,921座被燒毀；17,156座可供民眾使用、121座可供有限度使用、39座因安全理由繼續封閉、另外7座則有待檢驗。



圖403 初期災損分布

資料來源：Global news⁴²⁸

Digital Globe 公司透過短波紅外線成像，紅色顯像為森林植被狀況良好，火災前、後影像空間比對如下圖404所示：

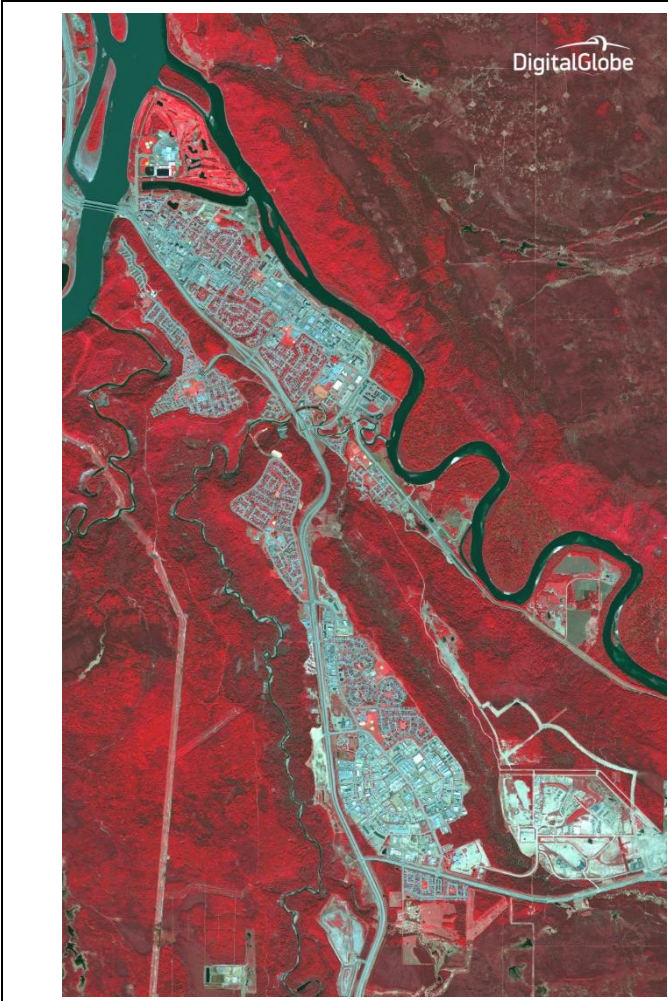




圖404 Digital Globe 短波紅外線成像，災害前後植被分布

資料來源：Digital Globe²⁴⁹

2. 油砂業運作影響

麥克默里堡周邊的艾省東北部地區為加拿大的油砂業重鎮，大火嚴重影響油砂產業的輸出。加拿大蜆殼公司位於麥克默里堡以北約70公里的艾比安油砂（Albian Sands）中止採油運作；並提供降落跑道讓員工和家屬由空運的方式撤離至艾德蒙頓和卡加利兩個城市，除此之外亦組織兩支團隊支援當地的救火工作。至5月10日，艾比安油砂已恢復有限度運作。森科能源（Suncor Energy）和 Syncrude 公

司亦減少油砂的產量，兩間公司在其油砂工人營地安置約 2 千名災民。Syncrude 公司於 5 月 7 日全面中止區內運作，並撤走 4800 名員工。當地石油公司因這場大火每日減產約 1 百萬桶石油（即加拿大產油量的四分之一）。

3. 麥克默里堡國際機場關閉民航服務

5 月 4 日麥克默里堡國際機場中止商營民航服務，而大火於當日下午迫近機場。機場管理局於艾德蒙頓國際機場設立臨時行政中心，而機場管理局總裁於 5 月中視察機場狀況，表示機場部分外圍建築受輕微損毀，但主客運大樓和北客運大樓皆沒有受損。機場繼續緊急運作以便救災，麥克默里堡國際機場則暫定於 6 月 10 日重啓商營民航服務。

4. 災損與重建經費

保險業初步估計重建整座城市的費用約 90 億加拿大元（約 2.2 兆台幣），將是加拿大史上損失最大的天災。保險業估計目前已發生損失約 26 億至 47 億加拿大元（約 660 百億至 1193 千億台幣）。



圖405 大火延燒災情

資料來源：CNN⁴³⁰

(三) 政府之應變作為

1. 應變作為時序與延燒面積，如表 51 所示，交通主要以空中支援，出動多名消防員、以及直升機和空中滅火機來抑制森林大火。1,100 名工作人員、45 部直升機、138 件重型器材、22 部空中滅火機。其他援助，如紅十字會陸續收到各地捐款達 3 千萬加幣 (7.647 億台幣)。

表51 麥克默里堡森林大火政府應變作為

火災覆蓋面積	日期	應變作為
未知	5月1日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 伍德布法羅地區自治市頒布地方緊急狀態，陸續發布強制疏散令。
5.3萬公頃	5月4日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 亞伯達省宣布進入緊急應變狀態，並發布強制疏散撤離警告。 ➤ 亞伯達省卡加利市緊急管理部待命，為疏散災民提供協助。
8.5萬公頃	5月5日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 亞伯達省環境部長頒布全省範圍禁火令。軍方協助救災。 ➤ 亞伯達省政府提供每位成人1250加幣及孩童500加幣緊急需求資金援助。
10萬公頃	5月6日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 加拿大軍方協助救災。 ➤ 首都渥太華提供空中支援及提供災民緊急庇護中心。
20萬公頃	5月7日至8日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 亞伯達省範圍設置13處避難收容處所。 ➤ 亞伯達省以北54公里的麥凱堡進入自願疏散令。
20.4萬公頃	5月9日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 全國各地保險公司派初估價員為災民辦理登記。 ➤ 災民可向保護動物協會登記遺留寵物。 ➤ 省長諾特利與媒體進入重災區視察，準備災後重建計畫。

資料來源：中央災害防救會報⁴³¹、國家災害防救科技中心

2. 撤離災民重返家園

亞伯達省政府於5月18日宣布從6月1日起分階段有條件允許從麥克默里堡疏散的災民重返家園。第一階段有約15000名居民於6月1日獲准重返麥克默里堡；截至當日下午有約7500名居民返回當地。

3. 水、電、瓦斯維生供應

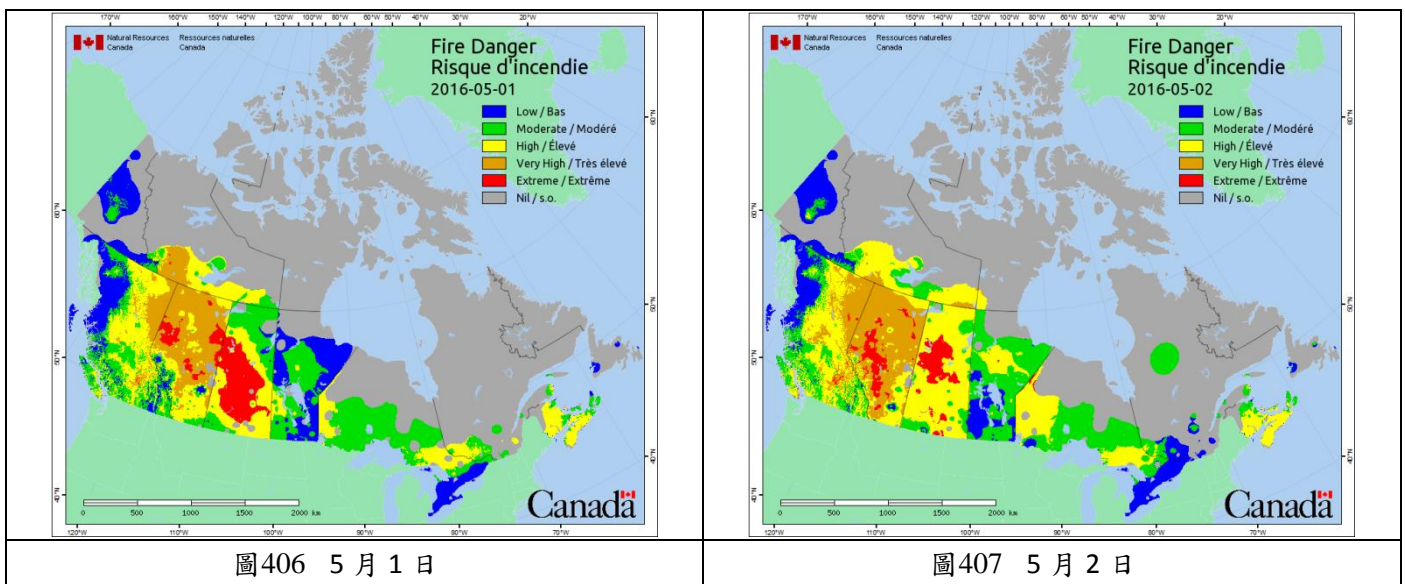
截至5月24日，麥克默里堡全境約90%已恢復電力供應，而除了燈塔山、阿巴桑德和沃特韋斯三個重災區外，麥克默里堡其餘社區

約 99% 戶已恢復天然氣供應。

(四) 致災原因研判

主要因高溫、低於平均降雪以及強烈的陣風。高壓壟罩加拿大西部上空，而造成麥克默里堡氣溫飆升至華氏 90 度（攝氏 32°C），打破了過去華氏 82 度記錄。

2015 年底至 2016 年初冬天降雪量低，春天融雪量減少，因此相對濕度低至 12%，而陣風風速高達每小時 45 英里（72 公里），如此乾燥和低濕度的情況下，加上高溫強風，促使火勢延燒。加拿大自然資源部，每日火災風險地圖顯示，延燒時程中亞伯達省處於非常高或極端火災風險(如圖 406~圖 409 所示)。



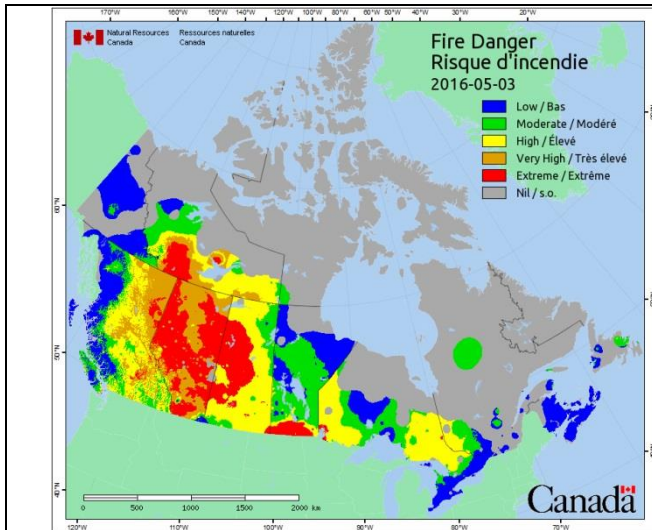


圖408 5月3日

圖例



圖409 野火風險圖例

資料來源：加拿大自然资源部⁴³²

(五) 可借鏡之處

1. 訂定大規模疏散避難計畫

大規模災害，如廣域水災、大規模震災等，需要跨區域疏散避難時，須預先擬定疏散避難計畫，包含移動路線、集結與疏散撤離、避難弱勢、特殊醫療需求、交通載具、緊急救援、收容與救濟、後續安置照護等皆須納入考量。

2. 加拿大荒地火災信息系統風險地圖

加拿大自然资源部，於網站上公開各項災害風險圖資，以此次災害為例，提供三種圖面(如圖 410~圖 412 所示並可依據日期查找過去資料：

火災風險圖：預判區域內是否易發生野火並擴散。

火災能量強度：可提供消防單位是否能控制火勢

起火點分布：可作為擴散預防之使用。

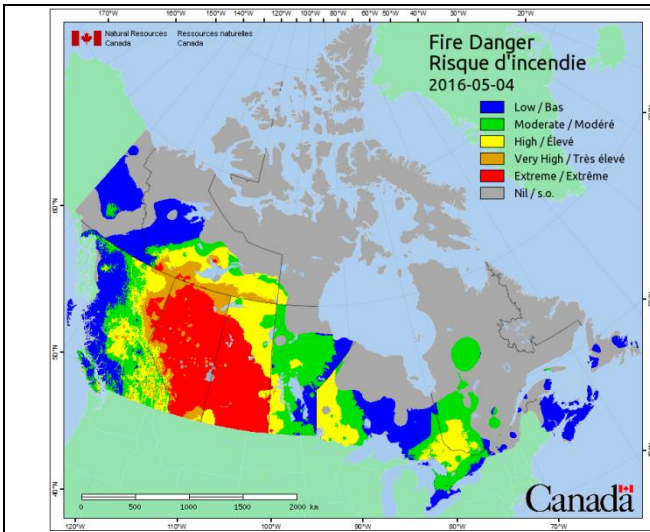


圖410 火災風險圖

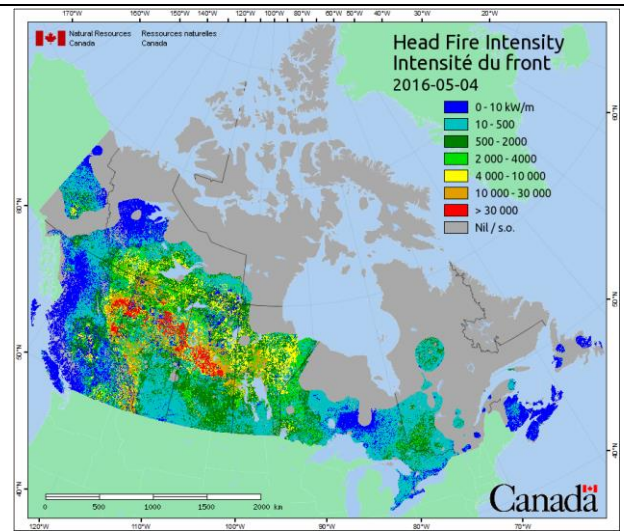


圖411 能量強度

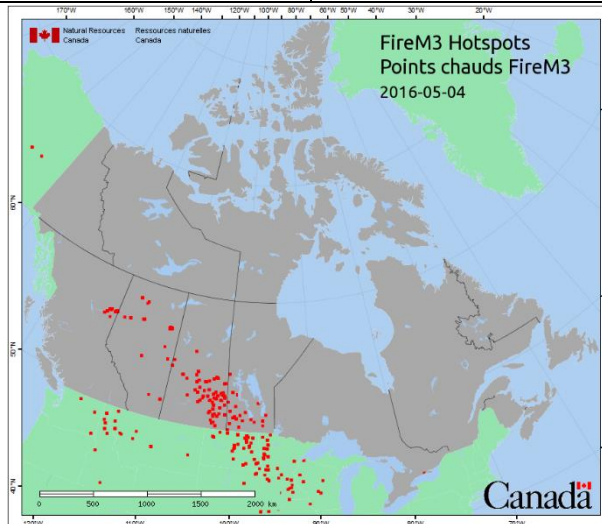


圖412 起火點分布

資料來源：加拿大自然资源部⁴³²

(六) 臺灣案例比較-大甲溪事業區第 38 林班地森林火災

臺中市和平區武陵地區，大甲溪事業區第 38 林班地(如圖 413 所示)，屬於林務局東勢林區管理處轄內。於 105 年 4 月 9 日 16 時發生火災(如圖 414 所示)，至晚間已延燒 4 公頃。10 日燒毀 12 公頃林地，下午 3 時 40 分延燒到武陵農場茶園東側外圍約 50 公尺，10 日下午 5 時山區下大雨，5 時 30 分獲得控制，被害面積達 14 公頃。於 4 月 11 日進行樹頭材殘火整理作業(如表 52 所示)。

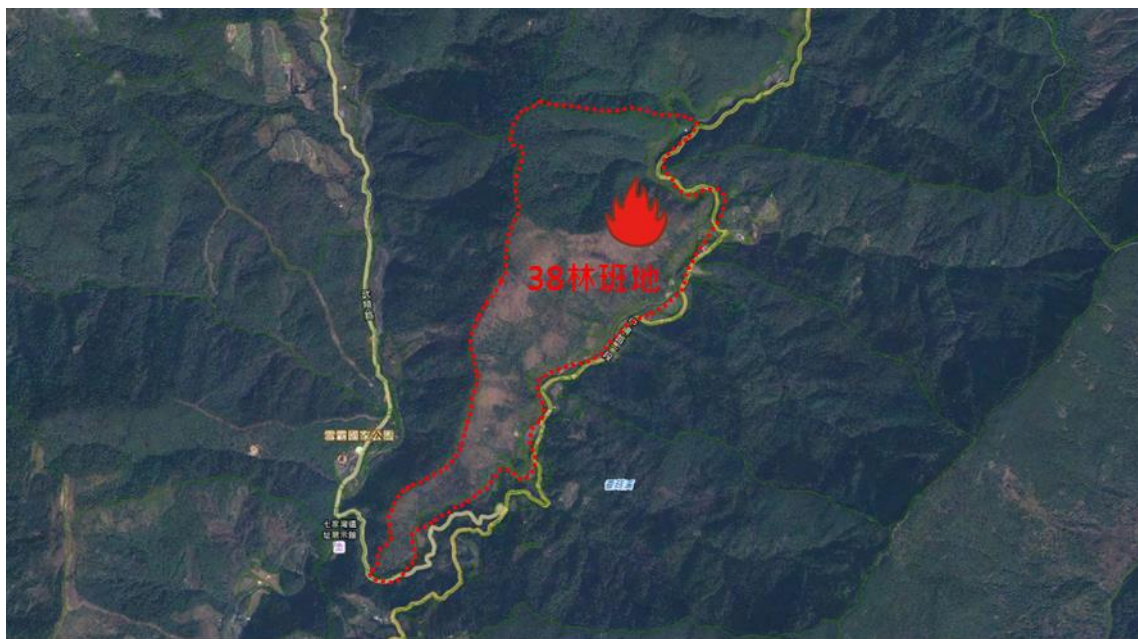


圖413 大甲溪事業區第 38 林班地森林火災

資料來源：本中心繪製



圖414 野火災情

資料來源：自由時報⁴³³新聞雲⁴³⁴新聞網⁴³⁵

表52 大甲溪事業區第38林班地森林火災應變作為

火災覆蓋面積	日期	應變作為
4 公頃	4 月 9 日	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 東勢林區管理處工作站員工前往救災，動員超過 50 人，林務局並成立應變小組。請求消防局、空中勤務總隊、羅東以及南投林管處支援。 ➢ 燃料為台灣二葉松及草生地，現場地形陡峭，坡度超過 45 度，火場面積約 4 公頃。
8 公頃	4 月 10 日	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 東勢、南投、羅東三處林管處、空勤總隊、武陵農場、森林保育處等相關單位展開滅火。 ➢ 火場距離櫻花鉤吻鮭棲息地七家灣溪水平距離約 300 公尺，林務局調派人員至 37 林班地開設防火線 1,400 公尺，火場面積約 8 公頃。
14 公頃	4 月 11 日	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 下午 5 時 30 分宣布火場撲滅 ➢ 後續由東勢林管處梨山工作站 14 人監視火場灰燼
投入救災資源統計		
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 內政部空中勤務總隊 B-234 型直昇機灌灑 3 次，投水 19.8 噸。 ➢ 國軍 CH-47SD 型直升機灌灑 2 次，投水 13.2 噸 ➢ 地面部隊以砍刀、叉鋤，將地表易燃物移除、地下根部掘除，阻隔火場蔓延。 ➢ 總投入 157 人。 		

資料來源：本中心整理、行政院農委會林務局⁴³⁶



圖415 樹頭材殘火整理

資料來源：行政院農委會林務局

1. 疑似人為造成

臺灣氣候天氣條件，難以產生如麥克默里堡大規模森林火災，但須注意人為因素。行政院農業委員會為我國森林火災業務主管機關，森林火災災害防救業務計畫中⁴³⁸，歷年重大森林火災發生多為人為引起火源後因為燃料累積(台灣二葉松易燃)以及天氣乾燥，造成森林生態重大影響。

2. 森林危險度預警資訊系統

行政院農委會林務局建置林火危險度預警系統是提供使用者進行資訊之查詢與查對，透過觀測氣象資料、林地監測站等資訊，透過GIS圖台功能，可以查詢相應時間林火危險度。

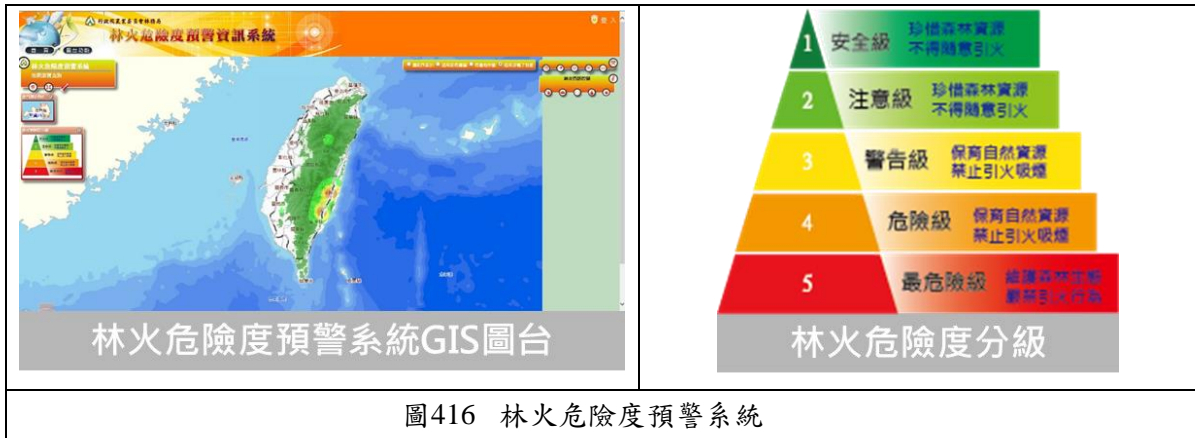


圖416 林火危險度預警系統

資料來源：行政院農委會林務局⁹⁹

五十二、斯里蘭卡洪災與山崩事件

(一) 事件描述

2016年5月14日開始至18日期間，斯里蘭卡受熱帶氣旋羅納(Roanu)影響連日豪雨，科倫波日雨量達256毫米；阿拉納亞克日雨量達262毫米，平均24小時降雨量355毫米。造成首都科倫坡(Colombo)最高淹水高度達2.5公尺，17日凱格勒區發生19處山崩，其中以阿拉納亞克(Aranayake)最為嚴重，掩埋3個村落，為25年來當地發生最嚴重的坡地災害。



圖417 斯里蘭卡首都科倫坡與阿拉納亞克位置圖

資料來源：BBC NEWS⁴⁴⁰

(二) 災情描述

斯里蘭卡災難管理中心統計至 5 月 23 日，斯里蘭卡洪水災害及山崩，總共造成 92 人死亡，至少 135 人失蹤，超過 50 萬人受災，約 25 萬人被疏散撤離。

距離首都科倫坡大約 75 公里的凱格勒地區，在阿拉納亞克 (Aranayake) 當地山區的席利波拉 (Siripura)，帕拉貝基 (Pallebage) 和拉希皮塔 (Elagipitya) 三個村莊在 17 日發生山崩，最少 220 戶遭到泥石掩埋，並造成 57 人死亡，且至今仍有 135 人失蹤，為 25 年來當地發生最嚴重的坡地災害。

高速公路 Biyagama 出口因洪水關閉、尼甘布城市港口數艘漁船翻覆。斯里蘭卡有多處水井和飲用水源遭到破壞和污染，對清潔、安全用水及衛生設施的需求較為迫切。

斯里蘭卡財政部長拉維·卡魯納納亞克 (Ravi Karunanayake) 估計，本洪災導致 3.5 萬座房屋受損，經濟損失約 20 億美元。





圖418 斯里蘭卡市區洪災與山崩災情

資料來源：Floodlist⁴⁴¹

(三) 政府之應變作為

斯里蘭卡陸軍指派 1500 名士兵及 71 名行政人員到場救援，並出動 3 台直升機和挖土機協助搜救被土石掩埋之民眾。海軍出動 81 組水災救援隊。連場暴雨已導致全國逾 20 萬人緊急疏散，14 萬人無家可歸。當局設立了 170 個臨時安置所，安置災民。隨著水位下降，災

區可能出現傳染病，為防止次生災害的發生，救援人員已向洪水災區受傷民眾發放藥品並採取必要的治療措施。



圖423 斯里蘭卡山崩救災與民眾疏散避難情況

資料來源：Economynext⁴⁴²、中國評論新聞網⁴⁴³

斯里蘭卡在遭到大規模洪水災害後，請求國際社會的援助。

- 澳大利亞表示願意金援 50 萬美金予兒童基金會。
- 印度提供 50 噸救援物資。
- 日本提供毛毯、發電機、水箱。
- 尼泊爾金援 10 萬美金。
- 巴基斯坦提供 30 個簡易床組與救援物資。
- 新加坡紅十字會金援 15 萬美金並組織救難團隊協助救災。
- 美國提供 3 年內共 100 萬美金，用於緊急救援物品。
- 聯合國與國際非政府組織、當地組織提供人力援助。



圖424 印度救援物資



圖425 紅十字會物資運送

資料來源：WIKI⁴⁴⁴、IFRC⁴⁴⁵

(四) 致災原因研判

斯里蘭卡 4~5 月、9~11 月為雨季，4 月平均降雨量 245 豪米，受熱帶氣旋羅納(Roanu)影響挾帶強風與雨量，瞬間大雨使水量宣洩不及外，斯里蘭卡第四大河流凱拉尼河水位上漲，造成淹水。

大雨亦造成土石鬆軟，山坡上的岩石或土壤吸收了大量的水，導致岩石或土壤內部的摩擦力降低，土壤或岩石喪失其穩固性下滑。

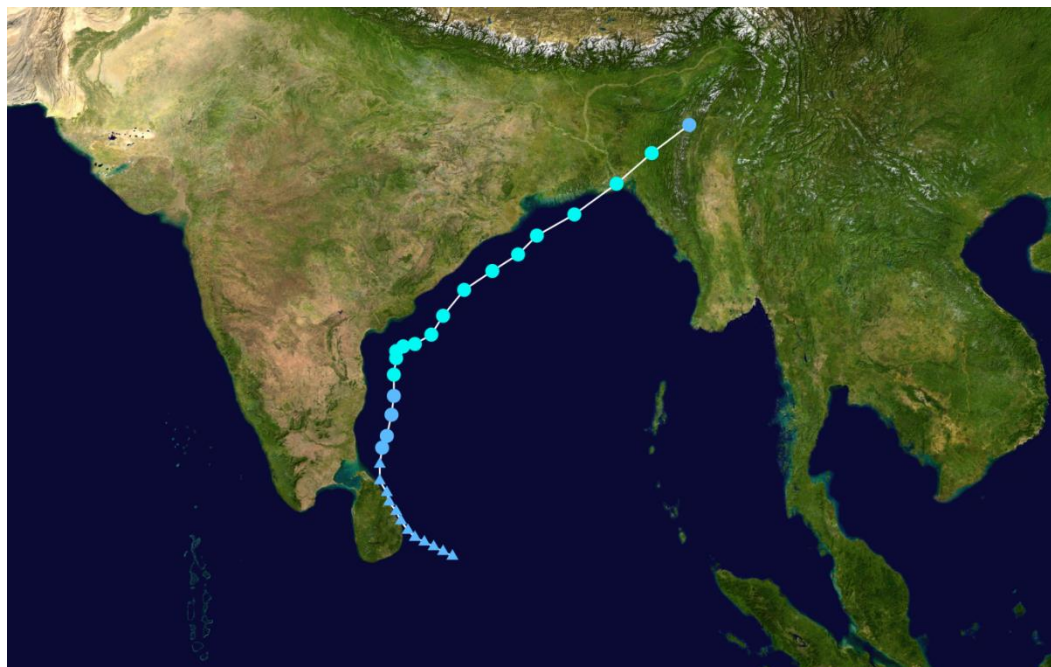


圖426 熱帶氣旋羅納 (Roanu) 路徑

資料來源：維基百科⁴⁴⁶

(五) 可借鏡之處

1. 加強防洪相關知識

加強居民對於防救災相關教育知識及訓練，並且提供防救災手冊以提醒民眾防救災之重要性，特別是都市地區易淹水低窪地區，民眾需要更完備的防洪觀念。

2. 土石流警戒與監控

政府須隨時掌握天氣雨量狀況，必要時得發布疏散避難警報撤離危險區居民，以降低災害零傷亡。

3. 疏散避難規劃

某些災害發生前，環境會顯現一些徵兆，這些徵兆能促使民眾立即進行應變，政府應於平日針對災害潛勢範圍內之保全戶宣導疏散避難之路線，以利災時能於第一時間內疏散至避難處所。

五十三、0611 豪雨事件

(一) 事件描述

受西南氣流影響，16 時 30 分發布豪雨特報，中南部各地出現短延時強降雨，屏東山區日累計雨量逾 300 毫米，屏東縣萬巒鄉日累積雨量達到 404 毫米（大豪雨等級），高雄市林園區日累積雨量 298 毫米（豪雨等級），臺南市安平區日累積雨量 192 毫米（大雨等級）皆超過歷年 6 月份累積降雨量。

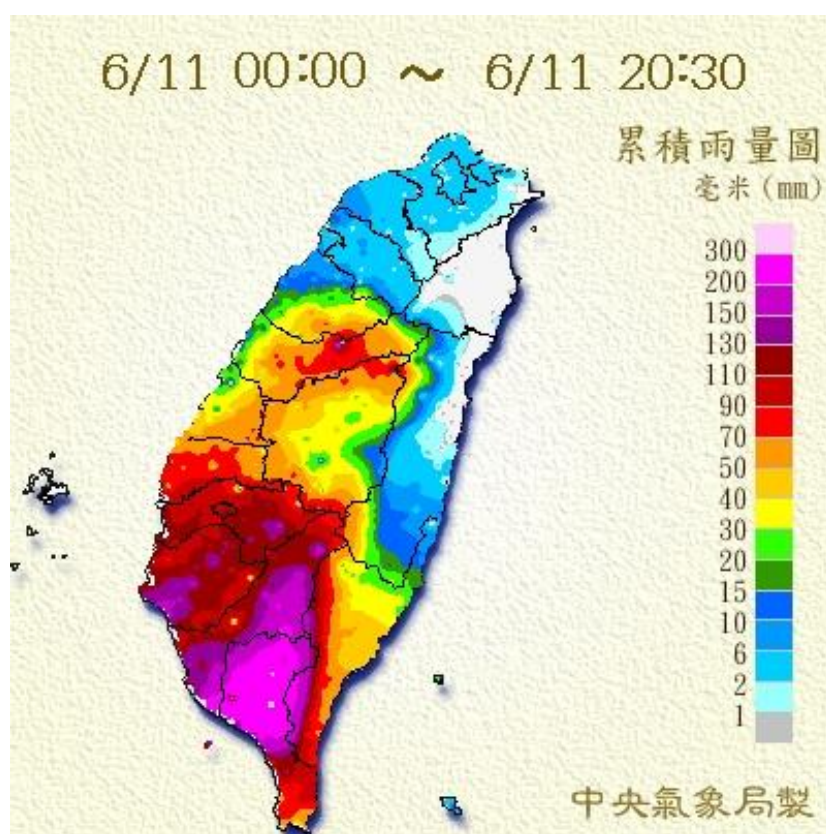


圖427 台灣地區 6 月 11 日累積雨量圖

資料來源：中央氣象局⁴⁴⁷

表53 台南、高雄、屏東進3年6月降雨量

歷史降雨狀況		縣市(測站)		
年份	6月份降雨情況	台南(台南)	高雄(高雄)	屏東(屏東)
2015	累積降雨量(mm)	19.0	10.0	36.5
	平均降雨量(mm)	0.6	0.3	1.2
2014	累積降雨量(mm)	134.3	235.0	125.5
	平均降雨量(mm)	4.3	7.6	4.0
2013	累積降雨量(mm)	233.5	87.0	117.5
	平均降雨量(mm)	7.5	2.8	3.8

資料來源：中央氣象局⁴⁴⁷

(二) 災情描述

截至 11 日下午 22 時 00 分止，全國累積雨量最高在屏東縣萬巒鄉（404 毫米），萬巒、泰伍、來義達大豪雨標準。

- 交通中斷：霧台鄉霧台村往大武村聯外道路第二便橋被沖斷，計 109 名居民受困山區。台 24 線 35K+200 路段因連日豪雨於 6 月 13 日發生上邊坡坍方。
- 積淹水：屏東縣多處路段淹水，包括潮州南二高橋下，東港鄉中正路及船頭路至大鵬路段，枋寮和萬巒段沿山公路，霧台大武二號橋，佳冬羌園路段等，積水 10 至 30 公分不等。臺南市東區裕農路底、仁德區太子路段、安南區安中路段嚴重積水。

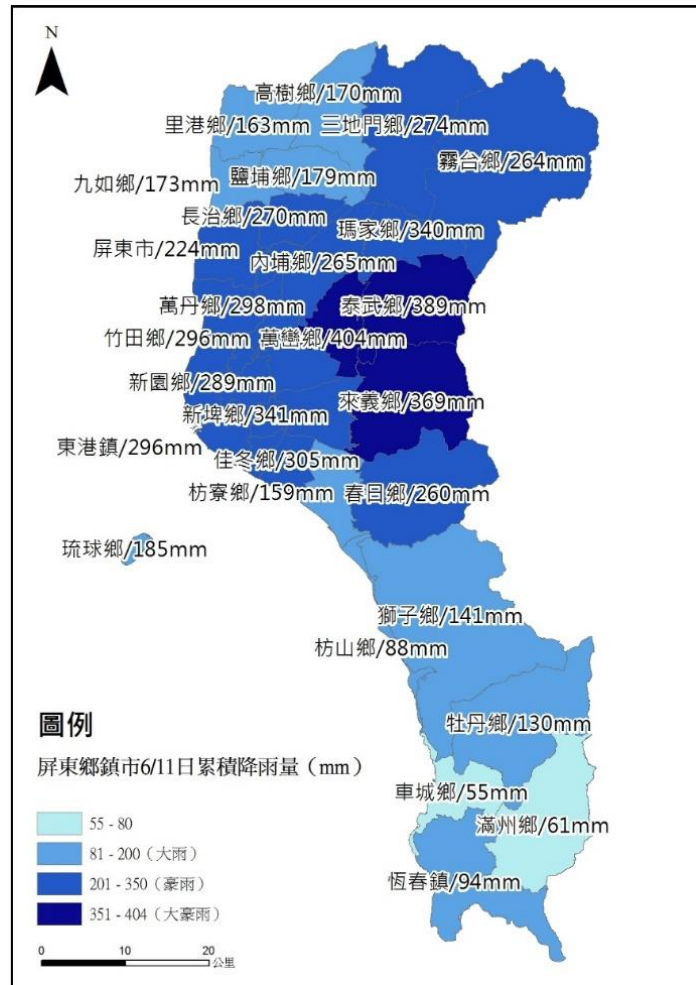


圖428 屏東縣 6 月 11 日累積雨量圖

資料來源：本計畫繪製



圖429 屏東縣災情

資料來源：中時電子報⁴⁴⁸、大紀元⁴⁴⁹



圖430 台南市災情

資料來源：中時電子報⁴⁵⁰

(三) 政府應變作為

因應豪雨屏東縣政府、臺南市政府開設2級災害應變中心。

經濟部水利署發布淹水警戒：屏東縣一級、台南市二級。一級警戒發布淹水警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能已經開始積淹水。二級警戒：發布淹水警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能三小時內開始積淹水。

農委會水保局針對全台土石流潛勢地區發布警戒並成立緊急應變小組，全臺土石流警戒共計：紅色85條，黃色252條。公路總局三工處預警性封閉路段高雄市共11處封閉、屏東縣有5處封閉、台東縣1處封閉。

屏東縣來義和三地門等鄉山區部落，進行預防性撤離。因土石崩落造成聯外道路中斷，山區受困民眾，物資足夠維持2-3天，由霧台

分隊分別於 12 日、13 日協助 18 人、20 人下山，並補充物資，於天氣和緩再行搶修工作。



圖431 搶救受困民眾與道路搶修

資料來源：公視⁴⁵¹、中時電子報⁴⁵²

(四) 致災原因研判

台灣西南側產生大面積的強烈對流區，這種結構被稱為中尺度對流複合體(MCC)ⁱ。MCC 的強對流密集且面積大於 105 平方公里，持續時間可達 12 小時以上，移動速度緩慢，達到所有容易致災的降雨條件。西南氣流碰上南下的梅雨鋒面，可能產生「合流」作用，使雨勢增強。南部之對流複合體往東北移動，陸續影響桃園、新竹地區。

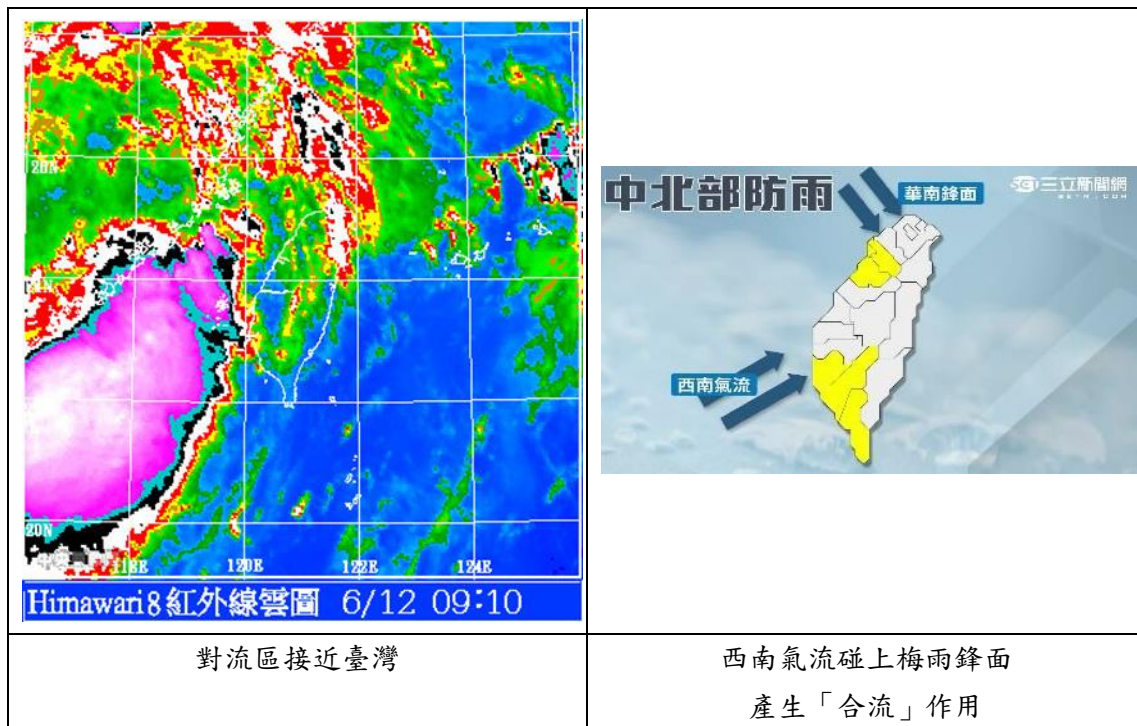


圖432 強烈對流造成降雨條件

資料來源：中央氣象局⁴⁵³、三立新聞⁴⁵⁴

(五) 可借鏡之處

1. 即時資訊掌握

水情的監控，掌握即時氣象與警戒發布情況，爭取應變作業時間，適時疏散撤離潛勢地區保全戶，達到避災的目的。

2. 加強宣導自主救災

於豪雨災害來臨前，加強地區防災宣導，請民眾提高警覺，宣導民眾自主疏散避難作業，遇災害發生能適切應變進行救災，以確保人員生命安全，並減輕財物損失。

3. 民生救濟物資儲備

為避免道路交通中斷造成孤島現象，尤其為山區，避免市民於遭受災害時因缺乏基本民生救濟物資，而危害生命安全，平時於特定地點(如村里辦事處等)儲備民生救濟物資，儲備之安全存量至少需包含保全對象之人口數量，以利於災時暫時提供物資，等待道路搶通。

五十四、法國水災事件事件

(一) 事件描述

2016 年 5 月下旬至 6 月上旬(本節報告中除特別註明，皆使用歐洲中部時間 UTC+1)，歐洲中西部受到低壓籠罩，大氣環境較不穩定，加上噴流的激發，造成連日大雨，德國、法國、奧地利、瑞士、比利時、羅馬尼亞等國均受影響，其中德國西部及東南部、法國中北部災情尤為嚴重，如圖 433 所示。此次大雨導致的洪災在法國造成莫大的損失，合計至少 11 人死亡。流經法國巴黎的塞納河水位暴漲，達到 6.10 公尺，為 1982 年以來最高紀錄，並造成潰堤，使巴黎市區嚴重淹水。



圖433 法國水災受影響區域

資料來源：BBC⁴⁵⁵

法國此次受災較嚴重的為法蘭西島大區及中部-羅亞爾河谷大區，位於法國中北部(如圖 434 所示)，其中法蘭西島大區首府為巴黎，為法國的首都圈，俗稱大巴黎地區，是法國政治、文化及經濟的中心，其 GDP 約佔法國全體 1/4。

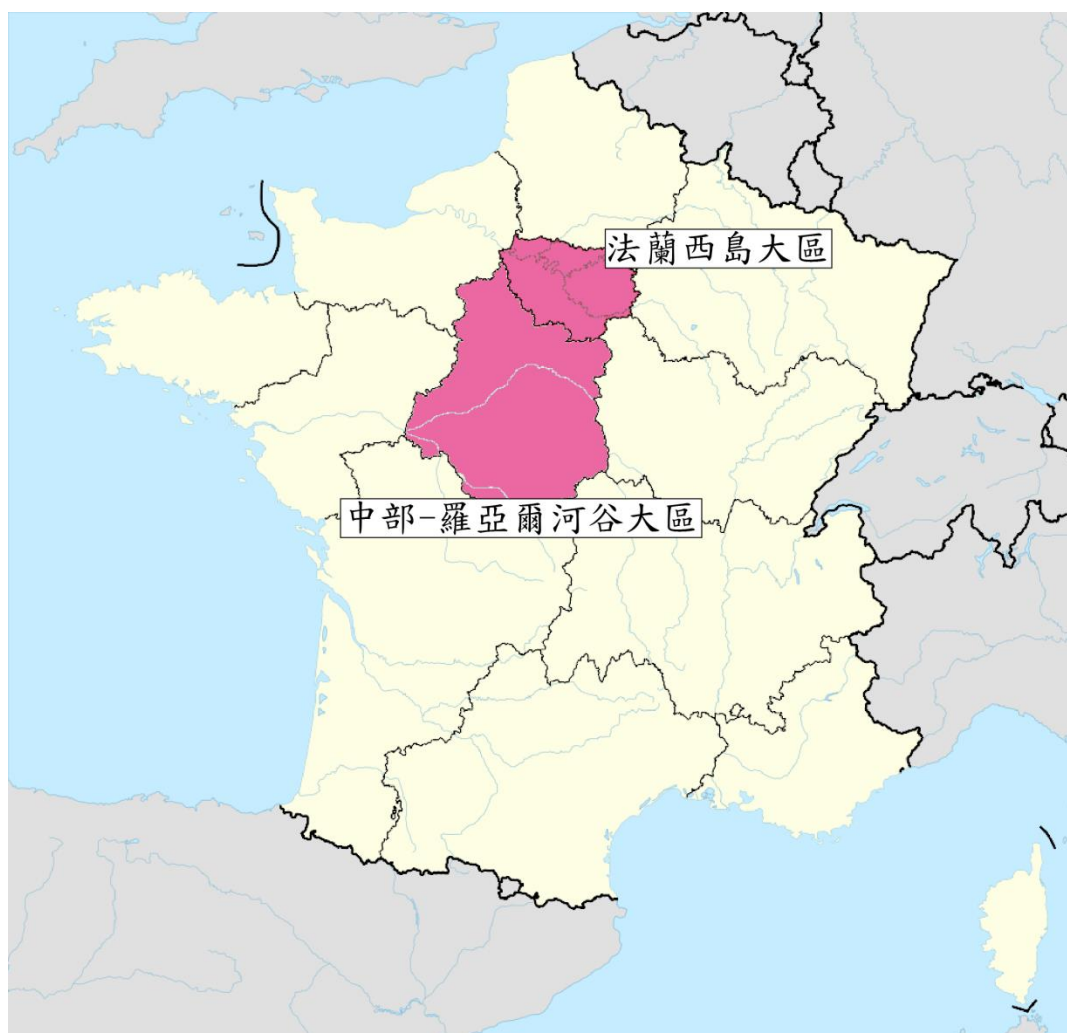


圖434 法蘭西島大區及中部-羅亞爾河谷大區

資料來源：維基百科⁴⁵⁶，本計畫繪製

塞納河為法國第二大河，流經巴黎市中心，全長 780 公里，流域面積 7.8 萬平方公里(如圖 435 所示)。塞納河流域地勢平坦，從巴黎到河口 365 公里，坡降只有 24 公尺，水流緩慢。

塞納河提供巴黎 1/2 的用水，法國北部大城盧昂(Rouen)、勒阿弗爾(Le Havre)亦有 3/4 的用水來自塞納河，為法國中北部相當重要的河流。

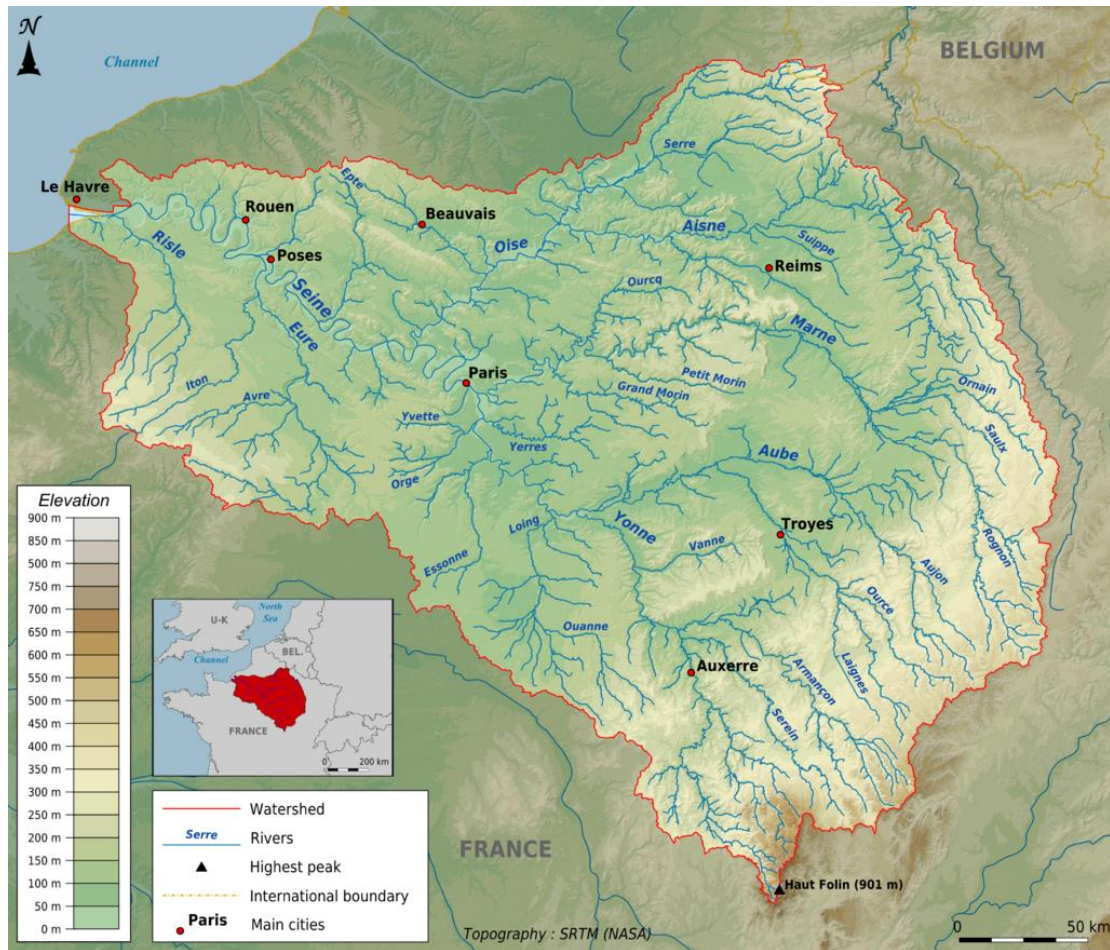


圖 435 法國塞納河流域

資料來源：維基百科⁴⁵⁷

2016 年 5 月下旬開始，一個移動緩慢的低氣壓系統持續籠罩歐洲西部上空，使得大氣環境相當不穩定，造成歐洲連日大雨，如圖 436 所示。

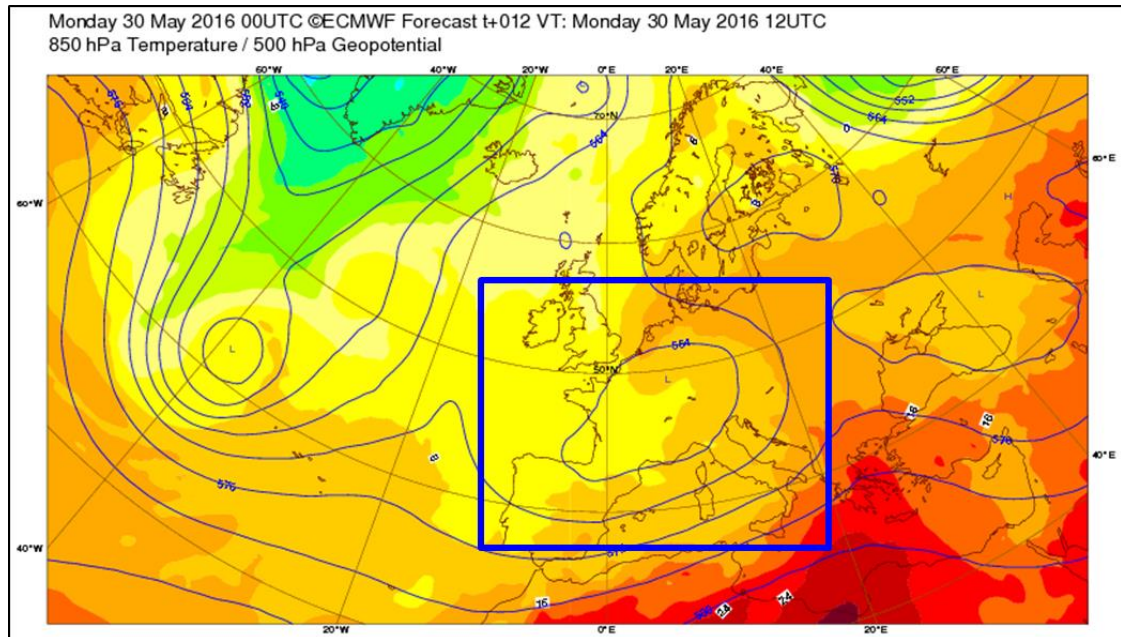
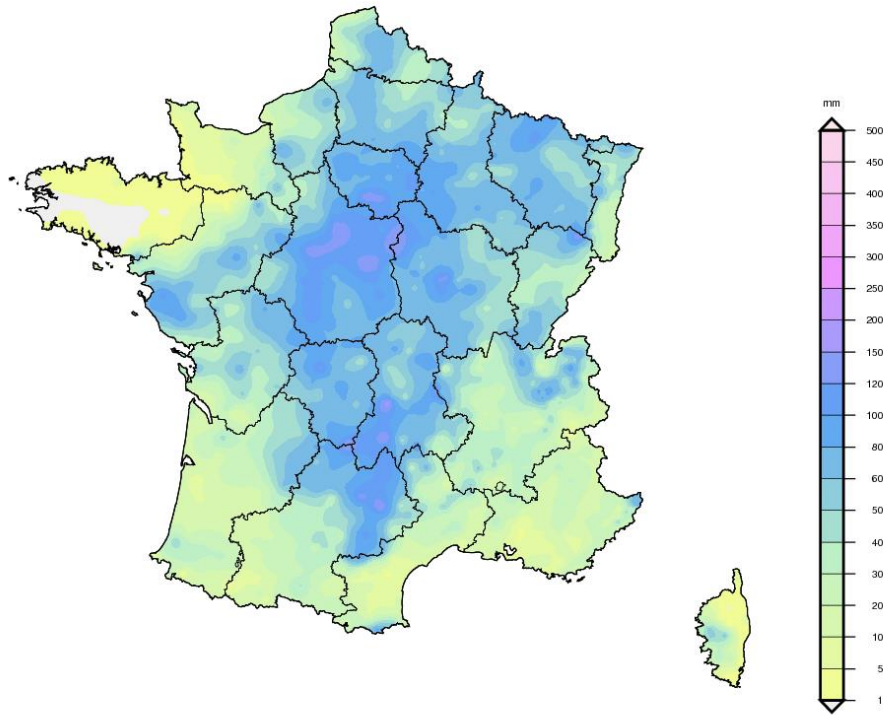


圖436 2016 年 5 月 30 日 12 UTC 預報資料

資料來源：歐洲中期天氣預報中心⁴⁵⁸

根據法國氣象局(Meteo France)之資料，自 5 月 28 日開始，截至 6 月 1 日為止，法國大部份地區 5 日累積降雨超過 100 毫米，其中巴黎所在的法蘭西島大區及中部-羅亞爾河谷大區雨量更達 150~200 毫米，如圖 437 所示。而巴黎地區最大日雨量發生於 5 月 30 日，累積雨量達 35 毫米，如圖 438 所示。

1er juin 2016



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

圖437 法國5日累積雨量圖(5月28日至6月1日)

資料來源：法國氣象局⁴⁵⁹

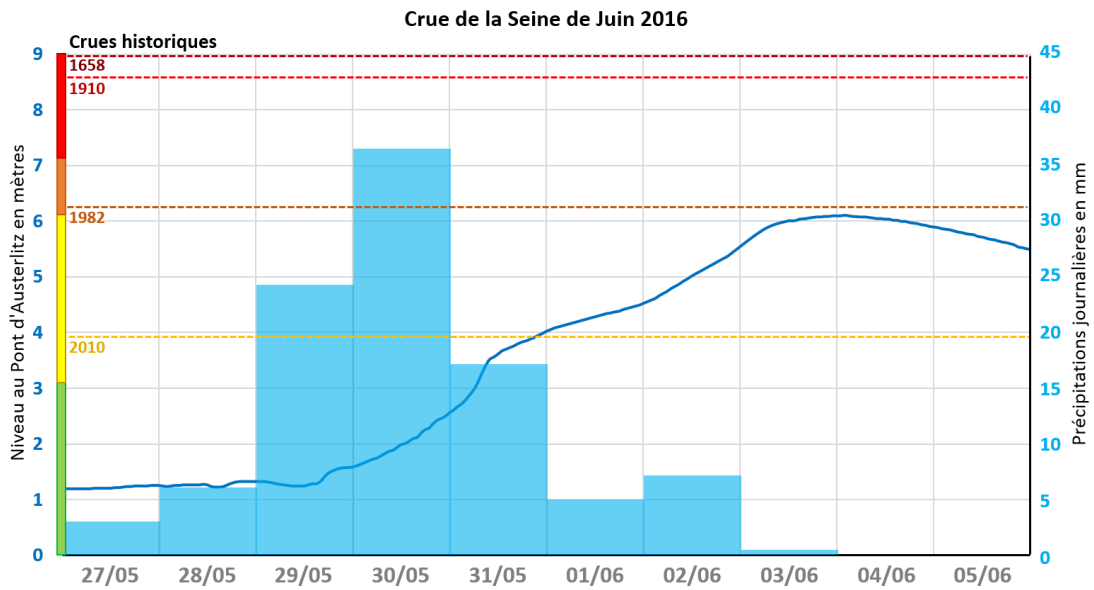


圖438 塞納河水位歷線與逐日雨量圖

資料來源：維基百科⁴⁶⁰

(二) 災情描述

根據報導，法國於此次事件至少 5 人死亡、24 人受傷，淹水面積達法國面積 1/4 (約臺灣面積的 4.4 倍)，至少 782 城鎮受影響，數千公頃農田被淹沒，每公頃平均損失 1 千至 1 千 5 百歐元(約 3.5~5.2 萬新臺幣)；在交通方面，火車停駛、部分路段封鎖、道路因淹水受阻，水上載客和輪渡收益損失約 1 千萬歐元 (約 3.49 億新臺幣)。此次水災造成法國莫大的經濟損失，初步估計保險賠償金額在 9 億至 14 億歐元之間(約 322 至 501 億新臺幣)

此外，大雨導致塞納河水位高達 6.10 公尺，為 1982 年以來最高紀錄(前頁圖 438)，造成巴黎市區嚴重淹水(圖 439、圖 440 所示)。

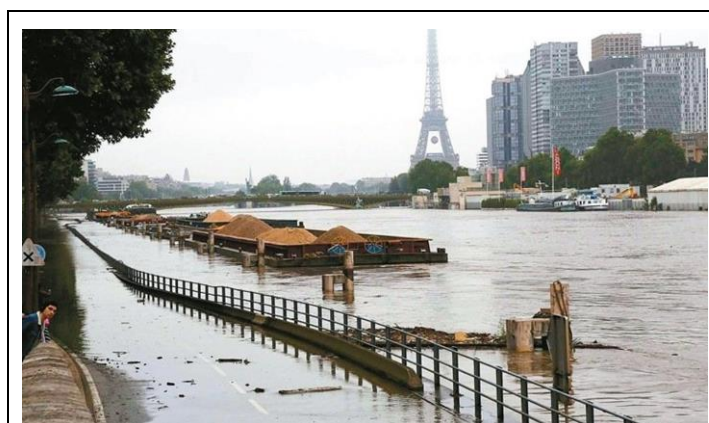


圖439 淹水情形

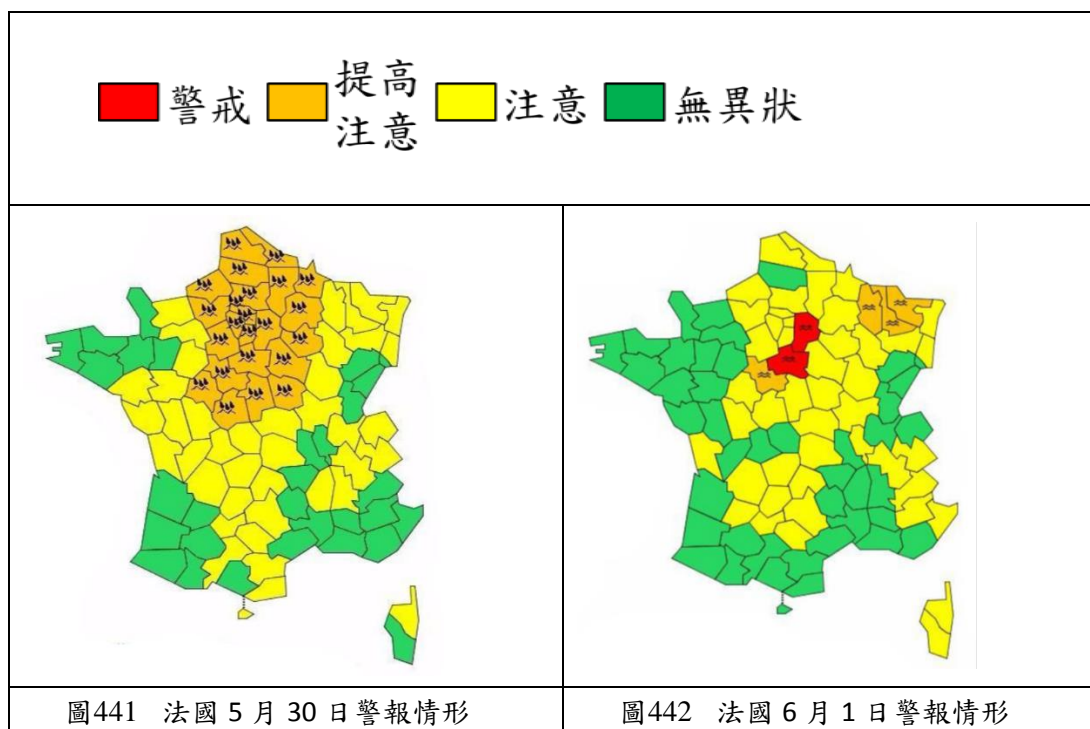


圖440 淹水情形

資料來源：聯合新聞網⁴⁶¹、BBC⁴⁶²

(三) 政府之應變作為

- (1) 法國曾於今(2016)年 3 月進行塞納河流域洪水之演練，模擬塞納河和馬恩河 (Marne) 水位上升的應變措施、測試各單位的協調防災效能。巴黎動員 900 名急救人員、150 名警察、40 輛急救車和 4 架直升機。並推動 87 個公共或私營機構的參與，其中包括巴黎的醫院，全國鐵路 SNCF 網，EDF 能源公司，以及建構電信和廢物處理公司網絡。
- (2) 法國氣象局曾於 5 月 30 日對法國中北部 23 個省發布大雨-洪水橙色警報；6 月 1 日，更對巴黎周遭 2 個省發布洪水紅色警報(法國警報體制中，橙色為次高級別之警報，紅色為最高級別之警報)。警報發布情形如圖 441、圖 442 所示。
- (3) 截至 6 月 2 日，法國政府共派出 3,000 名消防員、250 名士兵進行逾 16,000 次救援行動，共疏散逾 20,000 名災民。
- (4) 設立緊急基金，用於救災及災民的轉移、安置。
- (5) 羅浮宮 6 月 3 日緊急閉館，搶救館內 25 萬件藝術收藏品。
- (6) 法國國營鐵路(SNCF)關閉穿越市中心的地鐵路線。



資料來源：The Local⁴⁶³、L'express⁴⁶⁴

(四) 致災原因研判

(1) 遠超過氣候平均值的劇烈降雨：

圖 443 為美國太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)所繪製之累積雨量圖，時間自 5 月 22 日起至 6 月 6 日止。由圖 123 可看出雨區自法國中北部向東延伸至德國南部，且大部份區域累積降雨均超過 360 毫米，甚至超過 480 毫米。

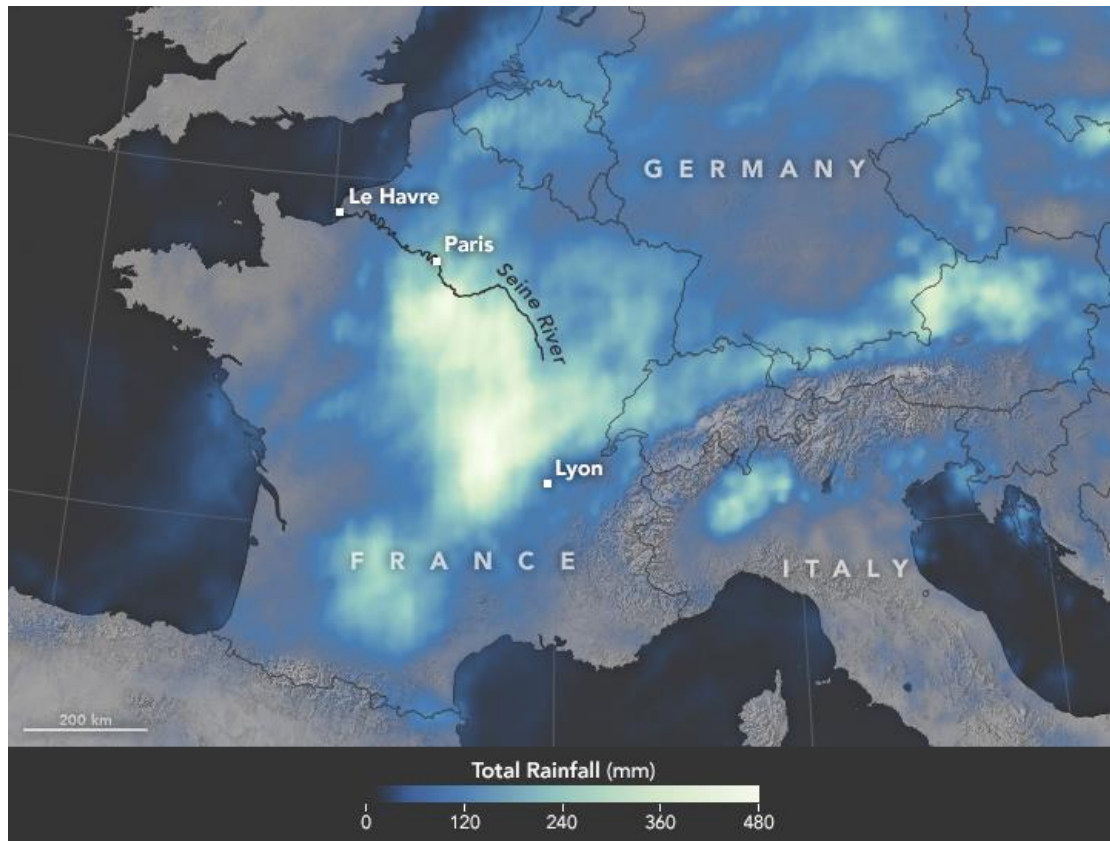


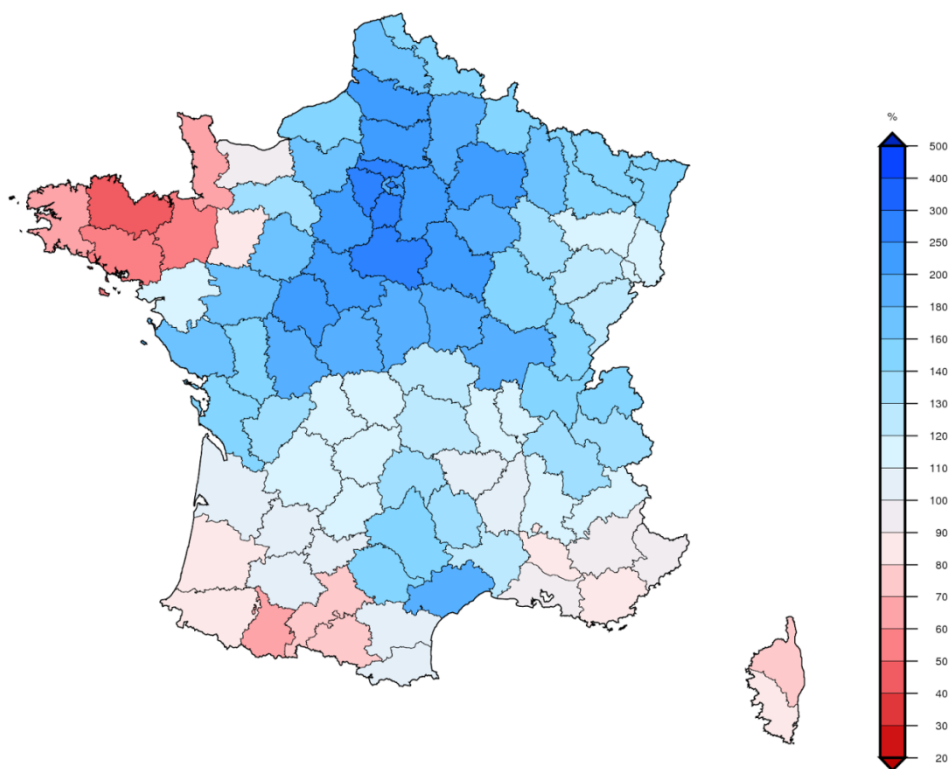
圖443 2016年5月22日至6月6日德、法累積雨量圖

資料來源：NASA⁴⁶⁵

圖 444 為法國氣象局所發表之資料，顯示今(2016)年 5 月法國中北部多數地區雨量遠超過 1981-2010 之 30 年平均值(根據法國氣象局資料，巴黎地區 5 月平均雨量約 63.2 毫米)，為此次法國洪災肇因之一。

Rapport à la normale de référence 1981-2010 des cumuls mensuels
de précipitations agrégées
France

Mai 2016



 **METEO FRANCE**
Toujours un temps d'avance

Edité le : 31/05/2016 - Données du : 31/05/2016 à 13:30 UTC

圖444 法國 2016 年 5 月累積雨量距平圖(1981 年至 2010 年平均值)

資料來源：法國氣象局⁴⁶⁶

(2) 塞納河流域地勢平緩：

塞納河自巴黎至河口距離 365 公里，坡降僅 24 公尺。平緩的地形導致水流流速較慢、洪水宣洩不易，致使巴黎市區內積淹水多日不退，造成莫大的損失。

(3) 都市化導致脆弱度提高：

巴黎為法國政治及文化中心，都市化程度高，且賽納河畔居民眾多，交通路網複雜，故一遇水患即造成許多日常生活機能癱瘓。

大巴黎地區的整治及城市規畫研究所（IAU）研究指出，塞納河沿岸居住人口數量逐日增加，故大巴黎地區遇塞納河氾濫，導致橋梁及道路禁行，影響數十萬人居住及工作。

(五) 可借鏡之處

本次法國洪災事件中，法國最高日雨量僅約 35 毫米，即造成損失如此巨大之洪災，這是由於歐洲西部在地形、地理環境及氣候型態等條件上與臺灣均差異甚大。

即使自然環境等因素如此迥異，此次歐洲洪災事件仍有值得臺灣借鏡、學習之處：

(1) 強化政府、企業、社會之聯繫

法國曾於今(2016)年 3 月針對塞納河流域發生洪水之情境進行模擬演練，強化各級政府間(垂直)以及社會、企業體與政府間(橫向)之合作，以「近水救火」爭取災害搶救之時效性與弭補物資不足等情況，俾能有效降低災損。

(2) 正視極端事件，強化應變能量

根據法國氣象局之資料，巴黎地區 5 月平均雨量約 63.2 毫米，然 5 月 30 日單日雨量即逾 5 月平均雨量之一半、5 月 28 日至 6 月 1 日之 5 日累積雨量更達 150~200 毫米，為 5 月平均雨量之 2~3 倍，故可判斷此次歐洲洪災事件之肇因實為極端、劇烈之降雨。當破紀錄之降水已趨於常態，如何調整相關應變機制面對極端事件之發生已為尚前重要之課題：

1. 可參考歷年極端事件之應變經驗來修正應變程序，並逐年滾動式檢討該年之應變機制，以達經驗傳承之效。
2. 另外可考慮於教育訓練或相關演練中加入極端事件之因子，藉著加強訓練之強度，讓有經驗之同仁可持續熟悉極端事件之應變作業，而新進同仁亦可藉此訓練在短時間內認識極端事件之作業流程，以期能加深防災能量之底蘊。

五十五、日本九州豪雨事件

(一) 事件描述

日本時間(UTC+9, 以下本節報告中均使用日本時間)6月19日開始, 西日本受梅雨鋒面影響降下大雨(圖445所示), 尤其以九州地區最為劇烈。自6月19日至6月30日止, 宮崎縣えびの市(Ebino市, 以下稱蝦野市)累積雨量達1,210.5毫米, 為此次事件中的最大值; 另外, 熊本縣甲佐町於6月20日晚間觀測到1小時150毫米之累積雨量, 為熊本縣史上最高、日本全國歷史上第四高之觀測紀錄。劇烈降雨造成九州多地發生淹水及落石、坍方、土石流等災情。



圖445 2016年6月19日天氣圖

資料來源：日本氣象協會⁴⁷³

本次事件主要受影響的區域為九州，是日本本土四大島之一(本州、北海道、九州、四國，一般稱呼不加「島」)，位於最西南端，共劃分為 7 縣。今(2016)年 4 月 14 日，熊本縣曾發生芮氏規模 6.5 之強震，4 月 16 日更發生芮氏規模 7.3 之強震，熊本縣乃至鄰縣均受到極大損失。因此，對於此次梅雨鋒面造成之豪雨，日本當局的應對態度相當警慎。

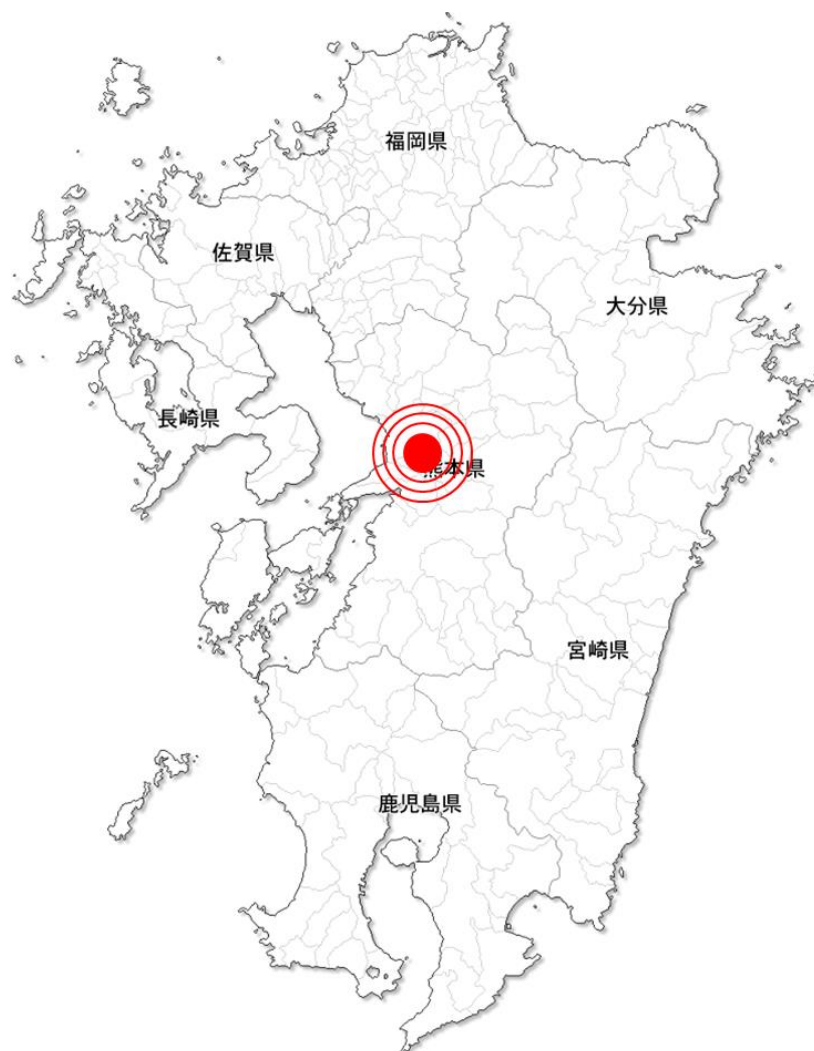


圖446 2016年4月熊本強震震央示意圖

資料來源：日本氣象廳⁴⁷⁴，本計畫製圖

2016年6月18日，梅雨鋒面停滯於九州南岸，而後逐漸北上。19日，隨著鋒面北上，鋒面南方由東海流入暖濕之水氣，大氣環境相當不穩。另外，20日由東海接近之低氣壓從九州北部通過，也加劇鋒面的活動、發展。6月25日，鋒面雖南下遠離使降雨稍緩。然6月27日，鋒面再度北上，於西日本造成連日大雨，其中又以九州地區最為劇烈。圖447為6月19日至6月30日之天氣雲圖。

6月19日至6月30日止，九州大部份地區累積雨量逾600毫米，其中宮崎縣蝦野市累積雨量達1,210.5毫米、熊本縣阿蘇郡南阿蘇村累積雨量達1,053.5毫米，為此次事件中累積雨量超過1,000毫米之地點，如圖448所示；事件中共有5處觀測到100毫米以上之時雨量，其中熊本縣甲佐町觀測到1小時150毫米之累積雨量，為熊本縣史上最高、日本全國歷史上第四高之觀測紀錄(圖449所示)。

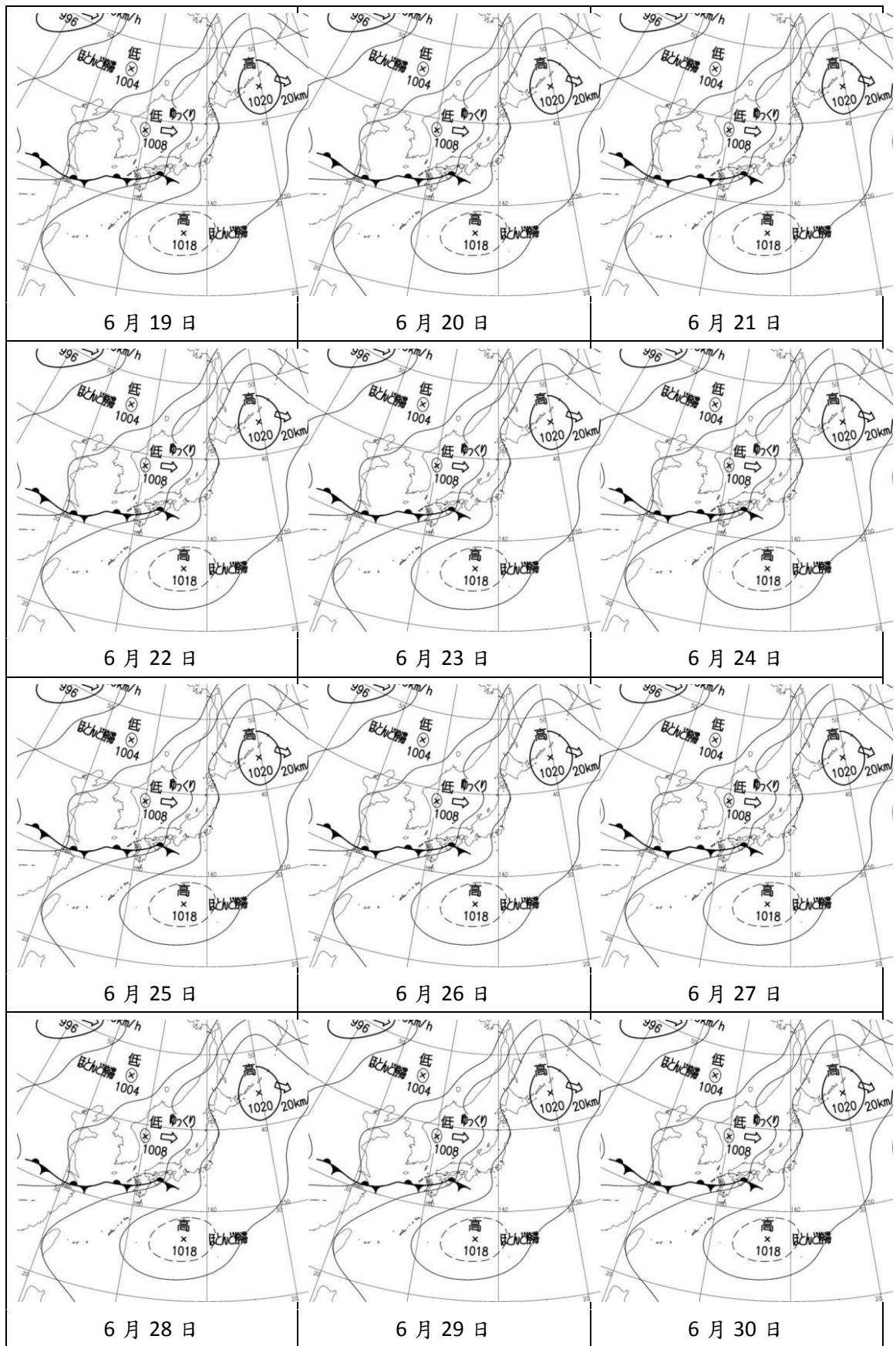


圖447 2016年6月19日至6月30日天氣圖

資料來源：日本氣象廳⁴⁷⁵

期間内の総降水量分布図（6月19日～6月30日）

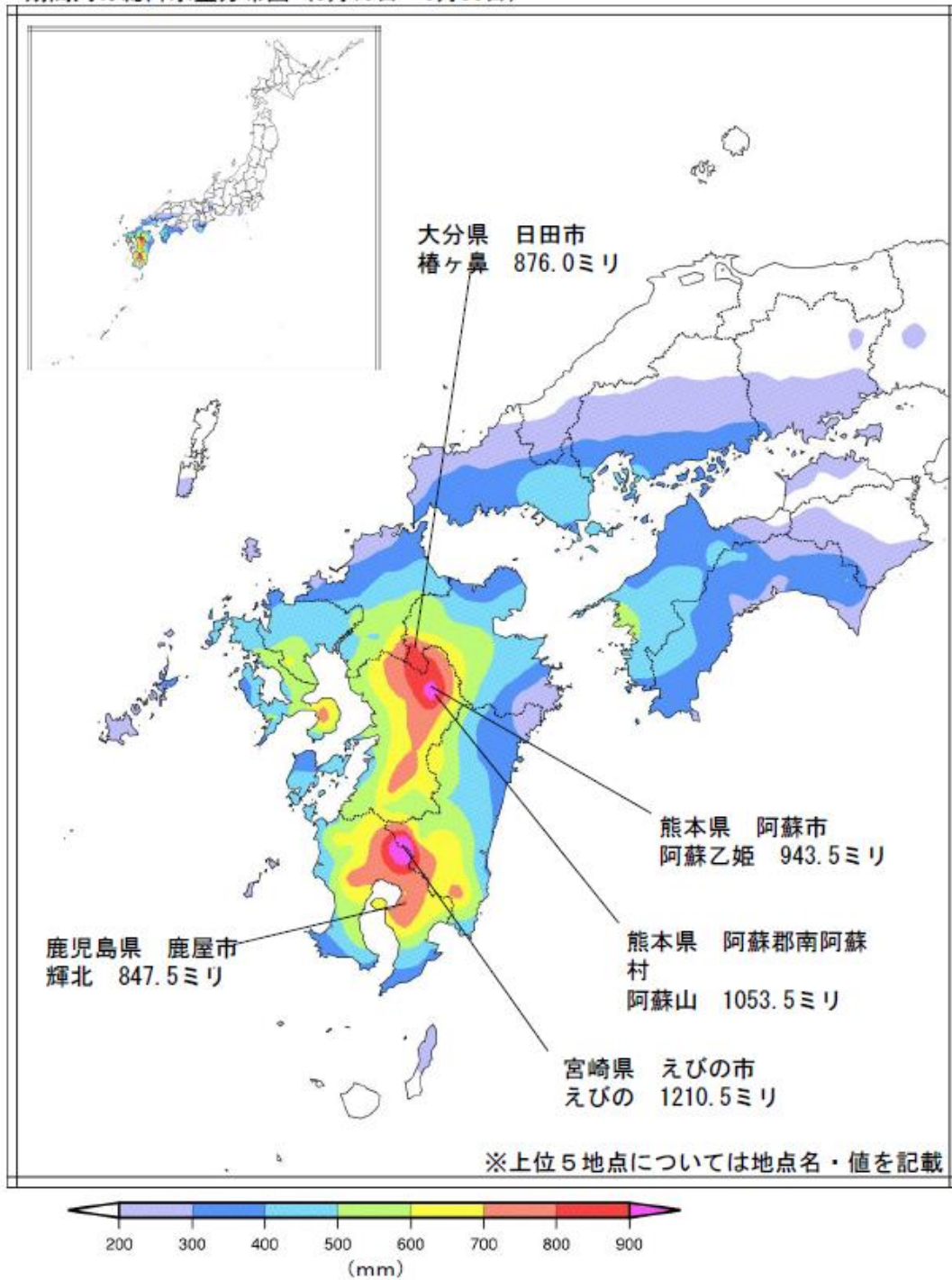


図448 豪雨事件期間総累積雨量分布図

資料來源：日本氣象廳⁴⁷⁵

期間内の最大1時間降水量分布図(6月19日~6月30日)

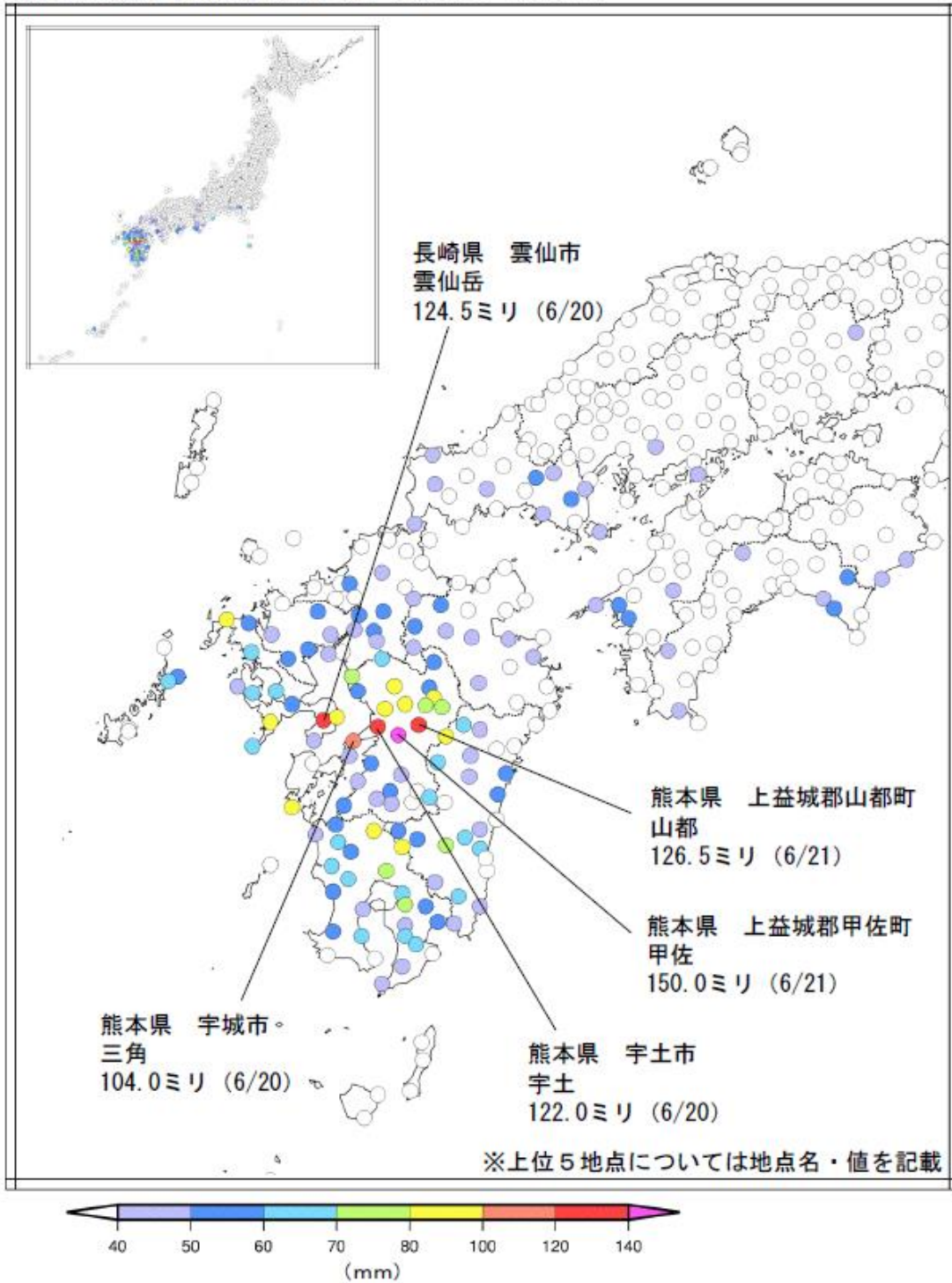


圖449 豪雨事件期間各觀測站最大1小時雨量分布圖

資料來源：日本氣象廳⁴⁷⁵

(二) 災情描述

根據日本總務省消防廳(7月6日10時)及日本國土交通省(7月1日13時)之資料：

- (1) 6人死亡。
- (2) 1人失蹤。
- (3) 9人受伤(其中3人重傷)。
- (4) 共20棟房屋全毀、130棟房屋部份毀損、2,142棟房屋淹水。
- (5) 共365件土石流、滑坡、坍方等土石災害。



圖450 2016年日本九州豪雨淹水情形

圖片來源：佐賀新聞⁴⁷⁶

(三) 政府之應變作為

- (1) 為了強化情報、資訊之聯絡，日本內閣府及消防廳分別於 6 月 20 日、21 日成立情報對策室及災害對策室。
- (2) 日本國土交通省共派遣 9 台抽水車協助各地排除淹水。
- (3) 共有 3 縣成立災害對策本部(依成立時間排列)：
三重縣、廣島縣、熊本縣(延續熊本強震之災害對策本部)，
如圖 451 所示
- (4) 共對 9 縣發布避難勸告、指示，包含 310,830 戶、766,338 人，
如圖 452 所示。
- (5) 在 4 月熊本強震之後，考慮到強震對水庫、堤防等水利設施所造成的影響，以及地盤之穩定情形，日本氣象廳將九州大部份地區之大雨、洪水、土石等災害警戒值調整為原來之 7~8 成，其中熊本縣更動的地區最多(圖 453、圖 454 所示)。

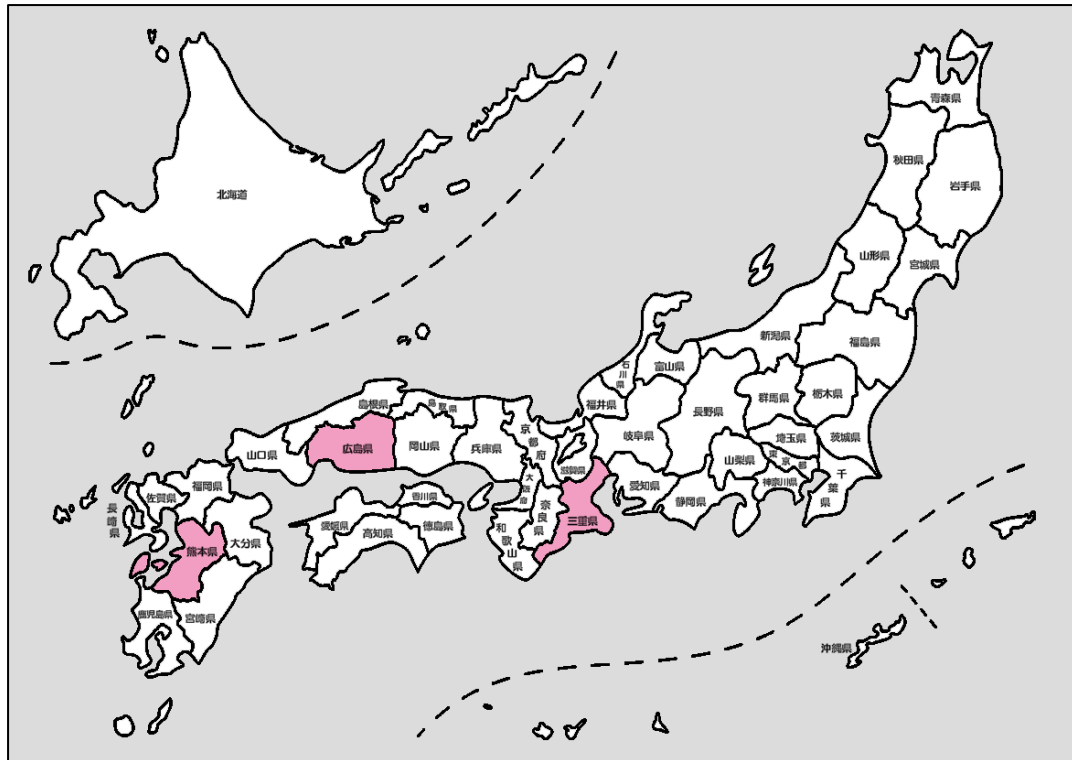


圖451 2016年日本九州豪雨災害對策本部成立情形

資料來源：日本總務省消防廳⁴⁷⁷，本計畫繪製

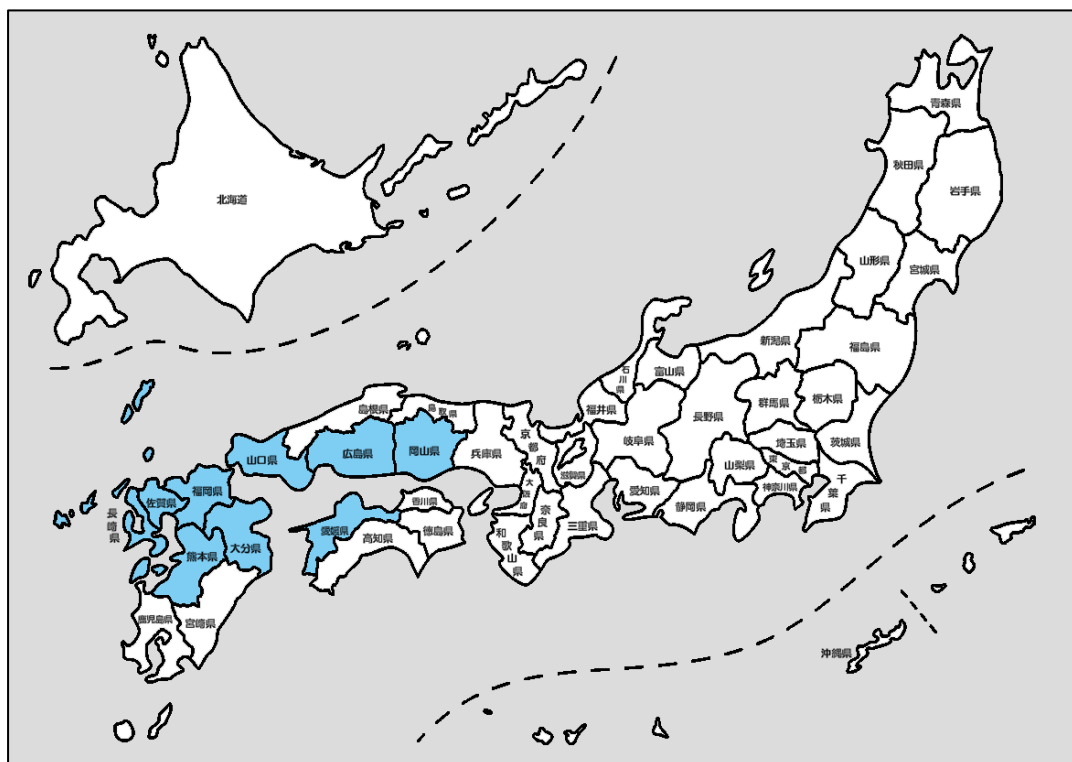


圖452 2016年日本九州豪雨避難勸告、指示發布情形

資料來源：日本總務省消防廳⁴⁷⁷，本計畫繪製

(四) 致災原因研判

(1) 短延時劇烈降雨：

表 16 為日本氣象廳公布之資料，列出此次事件中(6 月 19 日至 6 月 30 日)前 20 名最大 1 小時雨量紀錄之觀測站。表 54 中可看出 20 名最大 1 小時雨量紀錄均大於 70 毫米，其中前 5 名之 1 小時雨量紀錄更大於 100 毫米。另，表 55 為此次事件中極值更新之觀測站，共有 7 座觀測站打破最大 1 小時雨量紀錄，足見短延時降雨之劇烈程度。

表54 豪雨事件期間前 20 名最大 1 小時雨量紀錄

順位	都道府県	市町村	地点名(よみ)	降水量		
				(mm)	月日	時分
1	熊本県	上益城郡甲佐町	甲佐(コウサ)	150.0	6/21	00:19
2	熊本県	上益城郡山都町	山都(ヤマト)	126.5	6/21	00:08
3	長崎県	雲仙市	雲仙岳(ウンセンダケ)	124.5	6/20	22:23
4	熊本県	宇土市	宇土(ウト)	122.0	6/20	23:27
5	熊本県	宇城市	三角(ミスマ)	104.0	6/20	23:48
6	宮崎県	西臼杵郡五ヶ瀬町	鞍岡(クラオカ)	97.5	6/21	01:00
7	長崎県	島原市	島原(シマハラ)	97.0	6/20	22:31
8	熊本県	熊本市中央区	熊本(クマモト)	94.0	6/20	23:04
9	長崎県	平戸市	平戸(ヒラト)	88.0	6/20	21:09
10	熊本県	阿蘇郡南阿蘇村	阿蘇山(アソサン)	87.5	6/21	00:17
11	熊本県	上益城郡益城町	益城(マシキ)	85.0	6/20	23:22
12	熊本県	天草市	牛深(ウシフカ)	83.5	6/19	04:48
12	鹿児島県	伊佐市	大口(オオクチ)	83.5	6/21	19:24
14	長崎県	長崎市	長崎(ナガサキ)	82.5	6/22	06:18
15	熊本県	菊池市	菊池(キクチ)	81.5	6/22	22:45
16	宮崎県	えびの市	えびの(エビノ)	80.0	6/21	03:14
17	鹿児島県	鹿屋市	輝北(キホク)	77.0	6/19	07:42
18	鹿児島県	霧島市	溝辺(ミゾヘ)	75.5	6/28	14:07
19	福岡県	大牟田市	大牟田(オオムタ)	72.0	6/22	22:46
19	宮崎県	小林市	野尻(ノジリ)	72.0	6/21	04:15

資料來源：日本氣象廳⁴⁸²

表55 豪雨事件期間雨量紀錄更新情形

都道府県	市町村	地点名(よみ)	最大1時間降水量			これまでの観測史上1位	
			(mm)	月日	時分	(mm)	年月日
長崎県	島原市	島原(シマハラ)	97.0	6/20	22:31	80.5	2012/06/16
熊本県	熊本市中央区	熊本(クマト)	94.0	6/20	23:04	86.5	2006/06/26
熊本県	宇土市	宇土(ウト)	122.0	6/20	23:27	68.5	2012/07/12
熊本県	宇城市	三角(ミス)	104.0	6/20	23:48	83	1988/07/18
熊本県	上益城郡甲佐町	甲佐(コウサ)	150.0	6/21	00:19	88	2006/07/02
宮崎県	西臼杵郡五ヶ瀬	鞍岡(クラカ)	97.5	6/21	01:00	82	1997/08/18
宮崎県	小林市	野尻(ノジリ)	72.0	6/21	04:15	71	1993/06/13

資料來源：日本氣象廳⁴⁷⁵

除短延時劇烈降雨外，其餘時間之連續降雨所累積之雨量亦不可忽視。圖 23 為 6 月 19 日 0 時至 6 月 30 日總累積雨量前 2 名之宮崎縣蝦野市及熊本縣阿蘇郡南阿蘇村之降雨時序圖，可由圖 455 中看出，多數時間之時雨量仍有 10 毫米至 20 毫米之間；而 6 月 19 日至 6 月 30 日間之 12 日累積降雨日，更遠超過 6 月平均值。連續降雨導致土壤含水量飽和，除排水不易外，亦容易造成土石流、坍方等土石災害。

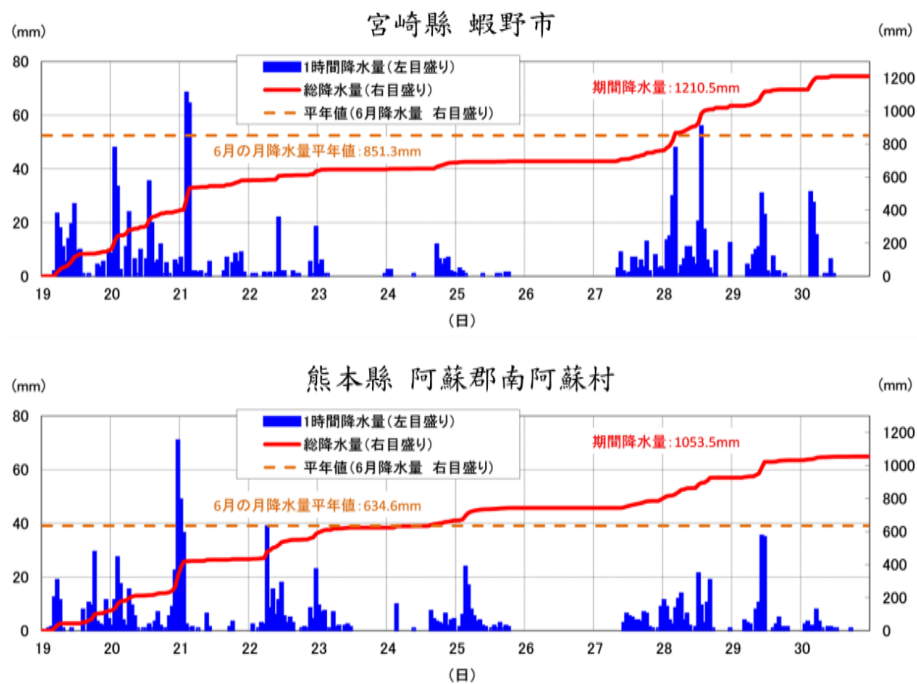
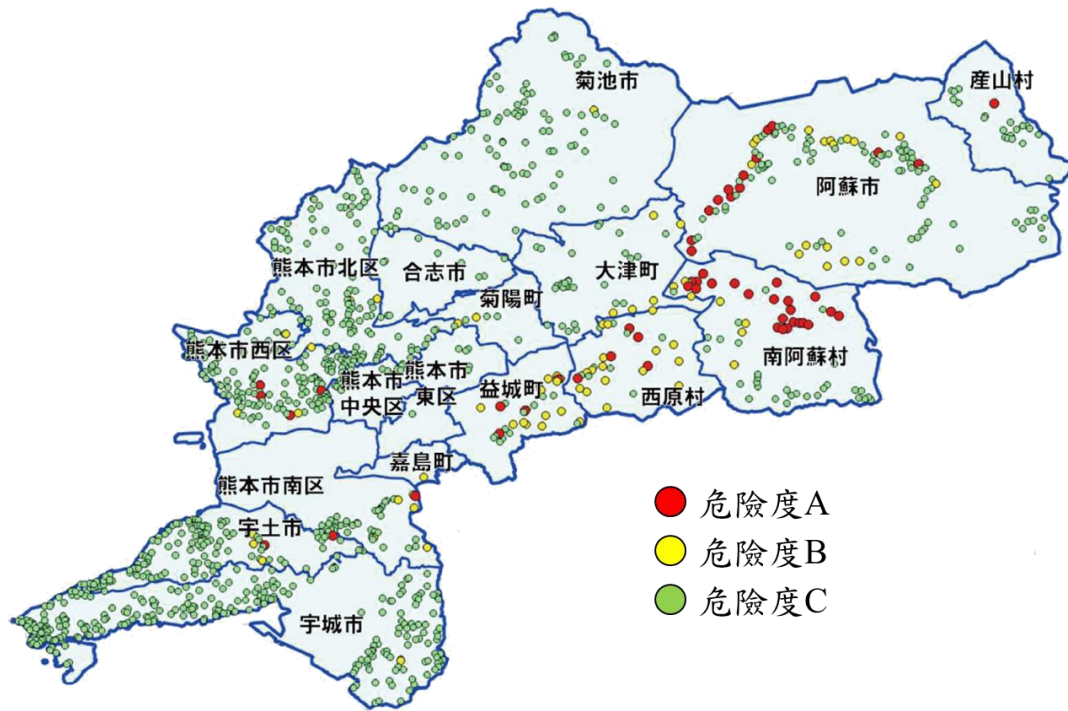


圖455 豪雨事件期間降雨時序圖(6月19日至6月30日)

資料來源：日本氣象廳⁴⁸²

(2) 土質鬆軟、土石災害潛勢高：

在4月熊本強震後，日本國土交通省及熊本縣政府曾對熊本部份地區進行調查，結果顯示有1,155處為需要注意土石災害發生之地點(如圖456所示)，其中54處為需要馬上採取對策應急之地點。由此可見，熊本縣多數地區土石災害潛勢高，遇強烈降雨便容易發生土石災害。



危險度A： 須要立即採取對策	危險度B： 須要加強巡視、警戒	危險度C： 緊急度較低，但須依 降雨狀況加強注意	總計
54處	77處	1,024處	1,155處

圖456 熊本縣土砂災害潛勢圖(並非熊本縣縣境全圖，僅繪出具有潛勢之地區)

資料來源：日本國土交通省⁴⁸³

(五) 可借鏡之處

日本及臺灣同樣屬於海島，且均處於西北太平洋及歐亞大陸交界處，易受季風、梅雨鋒面、颱風等影響，故在因應類似事件之防災作業均多有經驗。然此次九州豪雨仍對日本造成相當程度之損害，實乃遠超過平均值之極端降雨事件所造成。

在氣候變遷的影響下，無論是短延時高強度之劇烈降雨，或是持續不斷累積之巨量降雨，類似之極端降雨事件均日益頻仍，故面對極端降雨所造成之威脅，建立合宜之預警機制有其必要性。以目前臺灣災害應變之機制而言，中央氣象局可提供全臺格網形式之未來 24 小時之定量降水預報資訊，並持續發展中。各防災機關亦已將相關資訊進一步加值為災害預警資訊，如淹水、河川水位、土石流等預警資訊。

另外，日本政府在今年熊本強震後，考慮到強震對水庫、堤防等水利設施所造成的影響，以及地盤之穩定情形，迅速調查並調整災區之大雨、洪水、土石災害等警戒值。因應時空背景之不同，調整適宜之警戒值，此一作為、經驗亦值得學習、借鏡。

五十六、尼伯特颱風事件

(一) 事件描述

7月2日於關島南方海域生成熱帶性低氣壓，翌日命名為「尼伯特」，3日至5日間吸收太平洋水氣迅速成長為中度颱風，並以時速每小時28至32公里向西北推進，6日凌晨尼伯特颱風升格為強烈颱風，最高持續風速達每小時210公里或以上，瞬間最大陣風每小時285公里，其颱風路徑與強度皆與2015年蘇迪勒颱風（最高持續風速為每小時230公里；瞬間最大陣風每小時325公里）相似。

7日8時其中心在花蓮東南方海面，暴風圈逐漸接近臺灣東南方近海，同日傍晚起其暴風圈逐漸進入臺灣東南部陸地及恆春半島。颱風中心於8日5時50分左右於臺東縣太麻里鄉登陸，14時30分由臺南市將軍區進入臺灣海峽，並於9日13時左右在金門東北方進入福建，於7月11日消散。

尼伯特颱風7日至8日24小時累積雨量花蓮縣六十石最高600豪米（如圖457所示），7日至12日總雨量最高為屏東縣泰武測站達1163豪米（如圖458所示）。最大風速在蘭嶼測得17級風。

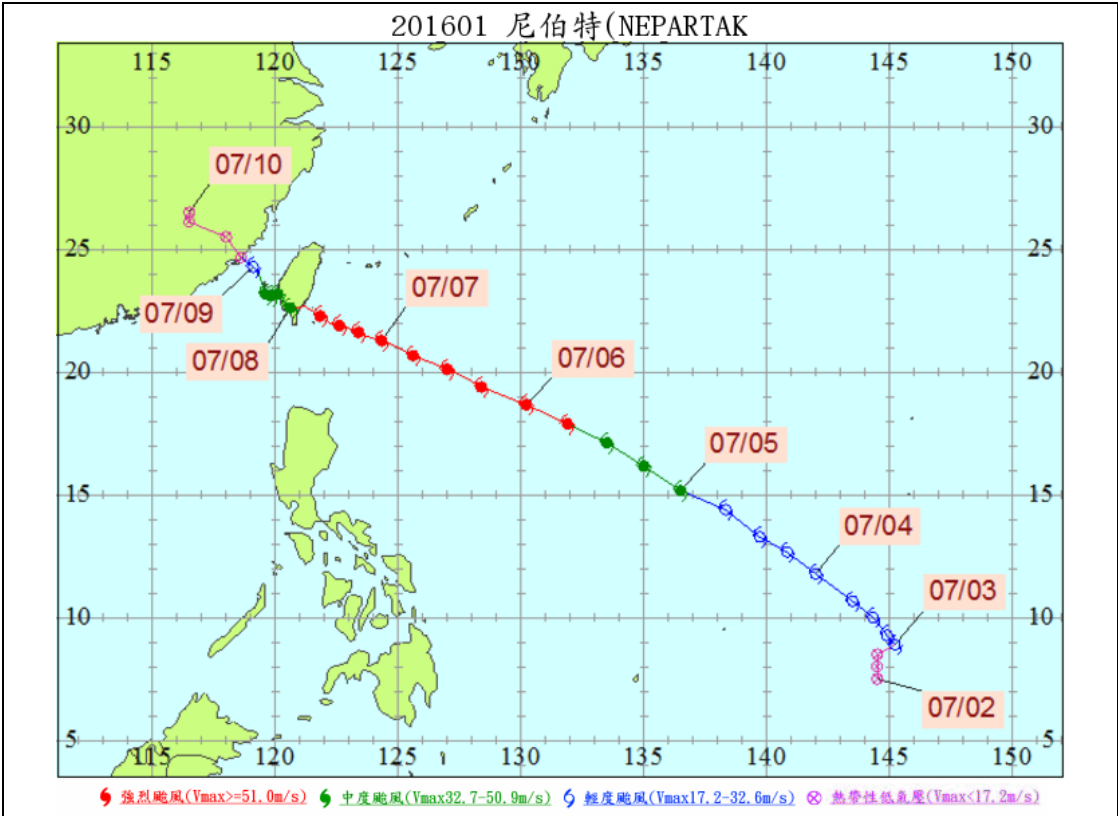


圖457 尼伯特颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局⁴⁸⁷

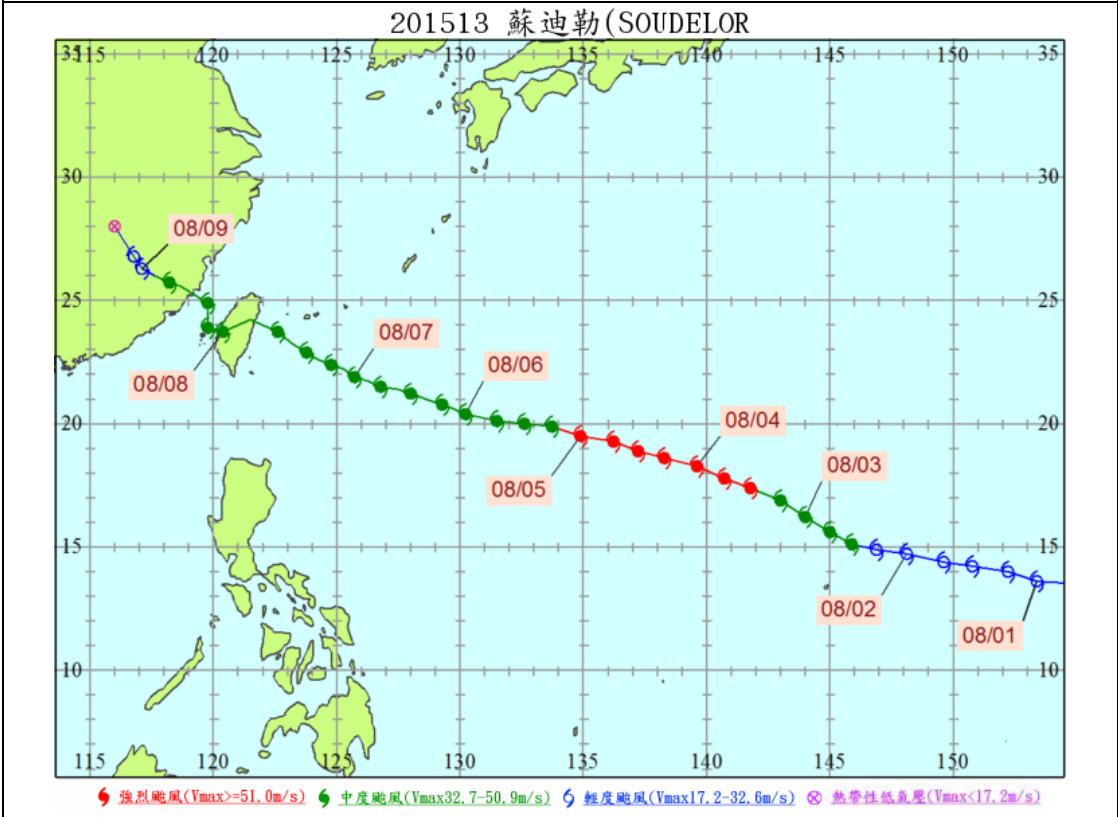


圖458 蘇迪勒颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局⁴⁸⁸

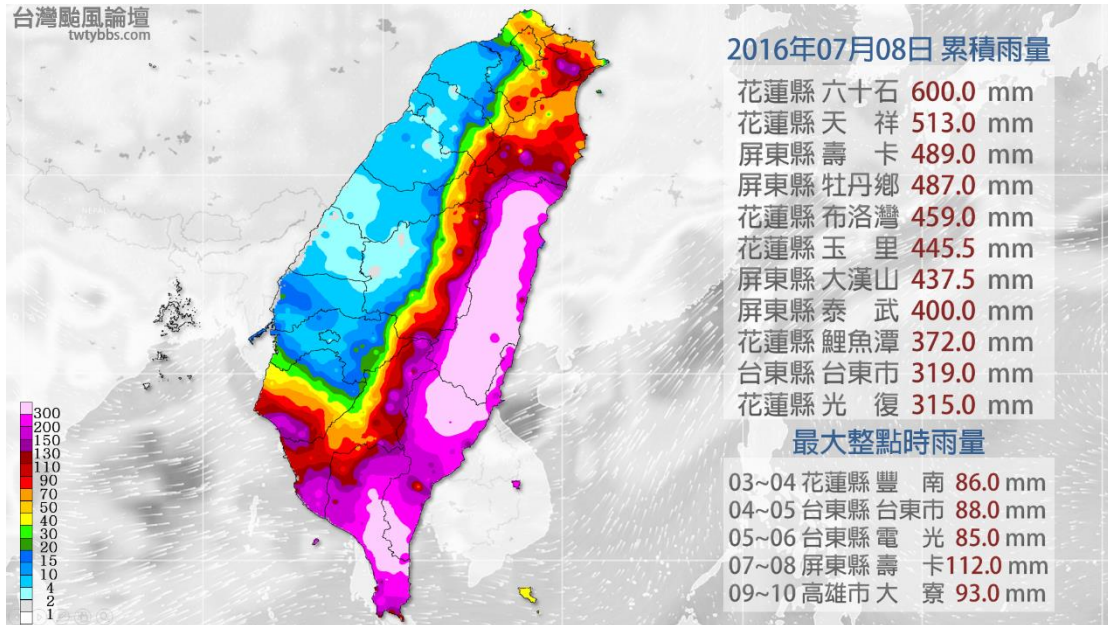


圖459 尼伯特颱風 7 至 8 日 24 小時累積雨量

資料來源：臺灣颱風論壇⁴⁸⁹

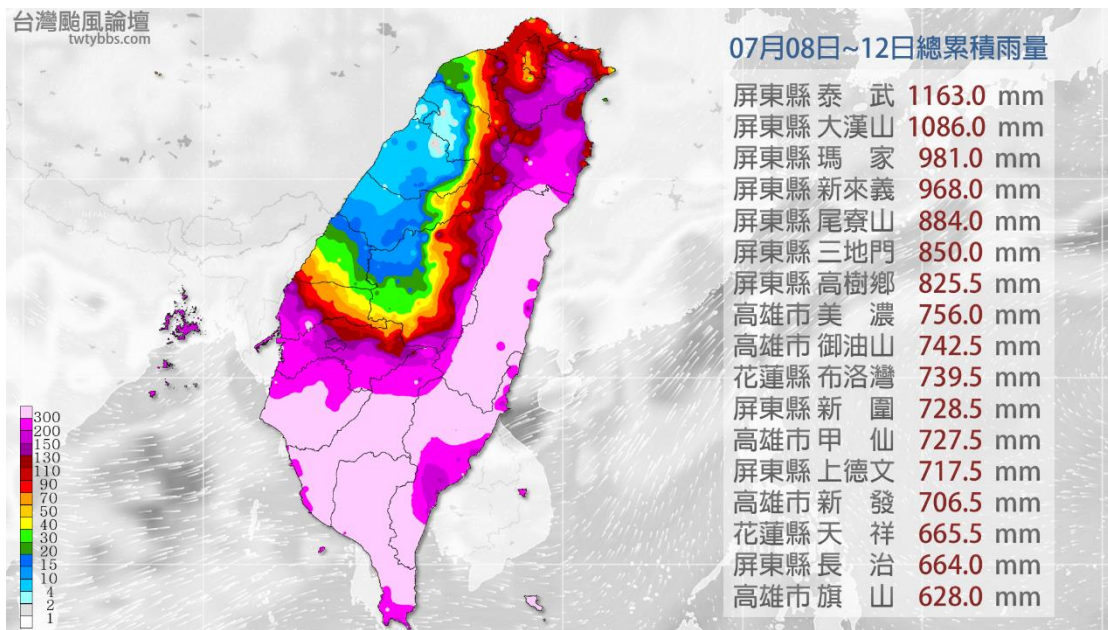


圖460 尼伯特颱風 7 至 12 日總累積雨量

資料來源：臺灣颱風論壇⁴⁸⁹

表56 蒲氏風力級數

級數	國際		風浪對照			陸地情形； 海面情形
	名稱	風速 km/h	名稱	一般	最大	
0	無風	< 1	—	—	—	靜，煙直上； 海面如鏡。
1	軟風	1 - 5	微波	0.1	0.1	炊煙可表示風向，風標不動； 海面有鱗狀波紋，波峰無泡沫。
2	輕風	6 - 11		0.2	0.3	風拂面，樹葉有聲，普通風標轉動； 微波明顯，波峰光滑未破裂。
3	微風	12 - 19	小波	0.6	1.0	樹葉及小枝搖動，旌旗招展； 小波，波峰開始破裂，泡沫如珠，波峰偶泛白沫。
4	和風	20 - 28	小浪	1.0	1.5	塵沙飛揚，紙片飛舞，小樹幹搖動； 小波漸高，波峰白沫漸多。
5	清風	29 - 38	中浪	2.0	2.5	有葉之小樹搖擺，內陸水面有小波； 中浪漸高，波峰泛白沫，偶起浪花。
6	強風	39 - 49	大浪	3.0	4.0	大樹枝搖動，電線呼呼有聲，舉傘困難； 大浪形成，白沫範圍增大，漸起浪花。
7	疾風	50 - 61		4.0	5.5	全樹搖動，迎風步行有阻力； 海面湧突，浪花白沫沿風成條吹起。
8	大風	62 - 74	巨浪	6.0	7.5	小枝吹折，逆風前進困難； 巨浪漸升，波峰破裂，浪花明顯成條沿風吹起。
9	烈風	75 - 88	猛浪	7.0	10.0	煙突屋瓦等將被吹損； 猛浪驚濤，海面漸呈汹涌，浪花白沫增濃， 減低能見度。
10	暴風	89 - 102	狂濤	9.0	12.5	陸上不常見，見則拔樹倒屋或有其他損毀； 猛浪翻騰波峰高聳，浪花白沫堆集， 海面一片白浪，能見度減低。
11	狂風	103 - 117		11.5	16.0	陸上絕少，有則必有重大災害； 狂濤高可掩蔽中小海輪，海面全為白浪 掩蓋，能見度大減。
12	颶風	118 - 133		14.0	—	空中充滿浪花白沫，能見度惡劣。
13	—	134 - 149		—	—	—
14	—	150 - 166	—	—	—	—

15	—	167 - 183		—	—	—
16	—	184 - 201		—	—	—
17	—	202 - 220		—	—	—

資料來源：臺灣颱風資訊中心⁴⁹⁰

(二) 災情描述

7月8日臺灣本島停班停課。統計至7月9日止，全臺計有3人死亡(落水、重物撞擊)，311人受傷(多數民眾遭玻璃割傷)。

行政院農業委員會統計，至11日17時，農林漁牧業產物損失合計8.7億元，主要為農產，民間設施損失1.4億元，總損失10.1億元，以臺東縣災情最為嚴重。

交通方面：台8線(臺中-花蓮)、台9線(臺北-臺東)、台20線(臺南-臺東)、台23線(花蓮-臺東)等22處道路中斷。航空國內線暫停營運、往返臺東蘭嶼船隻停駛。

臺東縣從7月8日凌晨2時起雨量與風力逐漸增強，民宅門窗破裂、招牌掉落、路樹傾倒、果菜市場屋頂掀開、樹木倒塌、人員受困、玻璃割傷砸傷、房屋失火等共計364件案件。因民宅及臺東大愛老人養護中心房屋損毀，臺東縣災害應變中心共撤離近400人，疏散43名安養中心長者。

此外，臺東醫院、臺東聖母醫院、臺東馬偕醫院、臺東基督教醫

院，都傳出災情，門窗玻璃碎裂、天花板被吹落、院內大量進水、滿目瘡痍，門診與急診一切如常，部分設備毀損。



圖461 臺東民宅及路樹倒塌災情

圖片來源：中央通訊社⁴⁹¹



圖462 臺東果菜市場屋頂被掀及養護中心房屋損毀

圖片來源：中時店子報⁴⁹²、臺東縣消防局⁴⁹³、壹電視⁴⁹⁴



圖463 醫院嚴重損毀情形

圖片來源：基督教論壇報⁴⁹⁵、民視新聞⁴⁹⁶

(三) 政府之應變作為

- (1) 成立災害應變中心：全臺共 22 個縣市成立災害應變中心一級開設。
- (2) 救災人力與裝備：全臺共出動國軍 10,048 人、消防人員 3,147 人、警察 29,320 人、海巡人員 7,860 人、直升機 3 架、艦艇 167 艘及各式機具 79 台等。
- (3) 劃設土石流警戒區域：8 日 11 時 30 分，發布黃色警戒土石流潛勢溪流 739 條，分布於宜蘭等 12 縣市 46 鄉鎮市 262 村里。

表57 土石流警戒區發佈情形

縣市	土石流警戒						
	紅色警戒			黃色警戒			合計
	土石流潛勢 溪流(條)	座落 鄉鎮	座落 村里	土石流潛勢 溪流(條)	座落 鄉鎮	座落 村里	土石流潛勢 溪流(條)
宜蘭縣	-	-	-	52	2	17	52
新北市	-	-	-	6	1	3	6
桃園市	-	-	-	31	1	10	31
新竹縣	-	-	-	26	1	7	26
台中市	-	-	-	42	1	7	42
南投縣	-	-	-	114	3	33	114
雲林縣	-	-	-	12	1	4	12
嘉義縣	-	-	-	36	2	15	36
高雄市	-	-	-	64	4	21	64
屏東縣	-	-	-	53	7	31	53
台東縣	-	-	-	165	14	63	165
花蓮縣	-	-	-	138	9	51	138
合計	0	0	0	739	46	262	739

資料來源：中央災害應變中心第4報⁴⁹⁷

(4) 設離人數與開設收容場所:全臺累計 14 縣市撤離人數 17,396

人，開設收容所共 144 處，累計收容人數共計 4,002 人。

(5) 全臺投入臺東救災能量

A. 新北市政府：45 人、29 車(1 民間)、13 機具。

B. 臺中市政府：64 人、26 車、26 機具。

C. 臺北市政府：120 人、56 車、70 機具。

D. 高雄市政府:161 人、52 車、16 機具。

E. 臺南市政府：60 人、45 車、10 機具。

- F. 屏東縣政府環保局：20 人、25 車、32 機具。
- G. 嘉義市政府環保及消防局：10 人、2 車
- H. 桃園市政府消防局、救援協會、工務局、環保局：51 人、30 車、10 機具。
- I. 保安警察局第 5 總隊：39 人。
- J. 國軍：737 聯隊派遣救災兵力計 5,298 人次，車輛機具計 6 類 345 車次。

臺北市政府啟動「緊急災防支援小組」，於 7 月 10 日上午 10 時前往臺東縣支援復原重建，「緊急災防支援小組」由消防局副中隊長黃騰頡帶隊，成員包括工務局、環保局等，計動員救災之大型卡車 56 輛、吊車 3 輛、大型鏈鋸 58 臺、指揮車及公務車 9 輛、保養維護車 1 輛、消毒車 1 輛、消毒器 5 臺、救災人員 103 人。



圖464 臺北市救災人員支援臺東救災

圖片來源：臺北市政府消防局⁴⁹⁸、柯文哲臉書⁴⁹⁹

新北市政府支援部隊包含小山貓 5 台、35 噸卡車 15 輛、20 噸卡車 5 輛、鏈鋸 5 組、氧乙炔切割機 7 組及司機工人共 40 人，由工務局養護工程處拆除大隊江志敏組長帶隊。



圖465 新北市政府支援臺東救災

圖片來源：新北市政府局⁵⁰⁰、蘋果日報⁵⁰¹

(四) 致災原因研判

1. 風速強勁：尼伯特風力是臺東 60 年來最大，瞬間陣風超過 17 級。
2. 移動緩慢：受地形影響，尼伯特颱風一度改向西南推進，繞過中央山脈，之後再因陷入副熱帶高壓脊西側之弱點位置，移動變得緩慢，尼伯特颱風在花東地區和南臺灣停留長達 9 小時。
3. 防颱措施不足：民眾輕忽颱風威力，大部分未將招牌、鐵皮固定，穩固門窗，造成災情慘重。



圖466 招牌掉落災情

圖片來源：聯合新聞網⁵⁰²、蘋果即時⁵⁰³

(五) 可借鏡之處

1. 災前預報及預防性疏散避難引導機制

在執行預報及預防性疏散避難作業時，建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃實施災前之警戒避難引導機制，俾利災時能迅速提供受災民眾一安全臨時避難處所。

2. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

3. 加強宣導防颱措施

公所及村里長應加強宣導民眾自主防颱措施，必要時予以規勸。同時建議新聞媒體透過節目的方式宣導民眾應該如何防颱或準備防颱用品，更能拿到宣導效果。

五十七、中國河北省洪災事件

(一) 事件描述

7月19日20時，黃淮氣旋在河南形成後往北北東移動。20日14時在河北達到顛峰。黃淮氣旋導致包括河北在內的北方多地出現極端暴雨。7月19日14時至20日16時最大降水量為臨城縣上圍寺673.5毫米（如圖467所示），多地出現350毫米以上降水，自7月18日8時至21日8時，邢台市平均降水204毫米。由連續強降雨所引發的洪水造成邢台市大範圍受災，災情涉及邢台市境內所有縣、市、區。

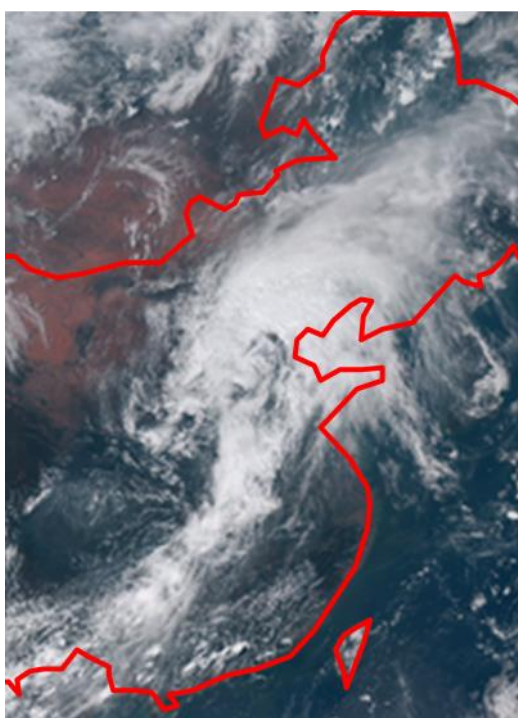


圖467 7月20日中國北方衛星雲圖

圖片來源：維基百科⁵⁰⁴、本計畫後製

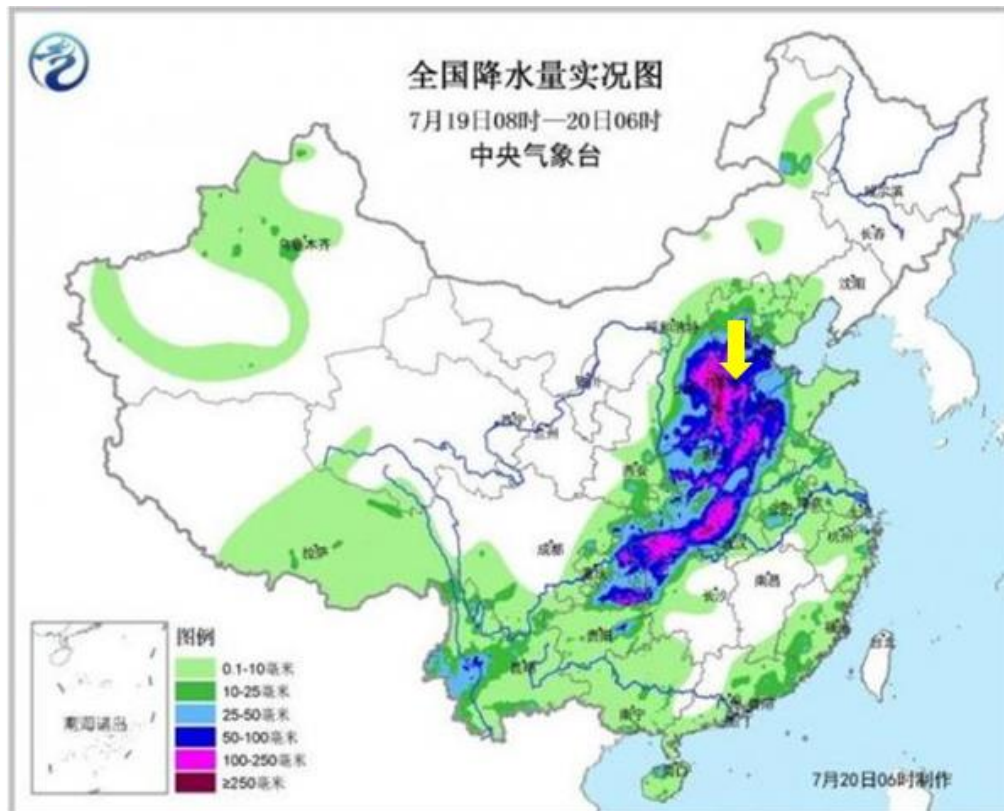


圖468 7月19至20日降水量

圖片來源：香港新浪網⁵⁰⁵

(二) 災情描述

連續強降雨導致邢台市遭遇1996年8月以來的最大洪水災害。七里河的洪水以580立方米/秒的流量流經大賢村，正常通過能力只有40立方米/秒的河道，洪水漫過河堤決口，包括東汪鎮大賢村在內的12個村莊災情極為嚴重，由於發生於深夜，村民們猝不及防，多位村民及孩童被洪水沖走，村民避難時已水深即腰，水深一度達2公尺深。

截止7月23日18時，河北省至少有114人死亡，111人失蹤，緊急移轉安置人數為30.89萬，受災人口904萬人，倒塌房屋5.29萬

間，農作物受災面積 723.5 千公頃，直接經濟損失已達 163.68 億人民幣（約 783 億台幣）。其中邢台市部分最為嚴重，已造成邢台市 34 人死亡，13 人失蹤，受災人口達 167.8 萬；倒塌房屋逾 28,000 間，嚴重損壞房屋逾 8,000 間，一般損壞房屋約 17,000 間；農作物受災面積逾 11 萬公頃，直接經濟損失逾 10 億元（約 4.8 億台幣）。



圖469 洪水潰堤情形

圖片來源：大紀元⁵⁰⁶



圖470 農損及道路淤泥情形

圖片來源：維基百科⁵⁰⁴

(三) 政府之應變作為

洪水發生後，邢台市啟動抗洪搶險 I 級應急響應。駐地部隊安排了 28 艘橡皮艇、280 餘名官兵，對災民進行安置，並全面展開了災區的防疫工作。組織當地幹部群眾 1200 人，對出現險情的堤壩進行搶護，轉移被困群眾。邢台經濟開發區派出 15 個工作小組，對大賢村等 12 個浸水村莊逐戶查勘災情。

表58 應急響應分級

I 級應急響應	II 級應急響應	III 級應急響應	IV 級應急響應
<ol style="list-style-type: none"> 1. 某個流域發生特大洪水 2. 多個流域同時發生大洪水 3. 大江大河流重要河段堤防發生缺口 4. 重點大型水庫發生垮壩 5. 多個省（區、市）發生特大干旱 6. 多座大型以上城市發生極度干旱 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一個流域發生大洪水 2. 大江大河流一般河段及主要支流堤防发生缺口 3. 數省（區、市）多個市（地）發生嚴重洪澇災害 4. 一般大中型水庫發生垮壩 5. 數省（區、市）多個市（地）發生嚴重干旱或一省（區、市）發生特大干旱 6. 多個大城市发生嚴重干旱，或大中城市發生極度干旱 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 數省（區、市）同時發生洪澇災害 2. 一省（區、市）發生較大洪水 3. 大江大河流堤防出現重大險情 4. 大中型水庫出現嚴重險情或小型水庫发生垮壩 5. 數省（區、市）同時發生中度以上的干旱災害 6. 多座大型以上城市同時發生中度干旱 7. 一座大型城市發生嚴重干旱 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 數省（區、市）同時發生一般洪水 2. 數省（區、市）同時發生輕度干旱 3. 大江大河流堤防出現險情 4. 大中型水庫出現險情 5. 多座大型以上城市同時因旱影響正常供水

圖片來源：維基百科⁵⁰⁹



圖471 救援情形

圖片來源：維基百科⁵¹⁰

7月23日晚間，邢台市市長董曉宇在召開的新聞發布會上承認政府對此次短時強降雨強度預判不足，對洪災的應急能力不足，災情統計、核實、上報不準確不及時，對此深刻反思並向遇難者親屬、受災群眾以及公眾道歉。



圖472 邢台市新聞發佈會

圖片來源：東森新聞⁵¹¹

(四) 致災原因研判

1. 黃淮氣旋，溫帶氣旋的一種。副熱帶高氣壓加強北抬，它的外側有強盛的暖濕氣流，輸送了源源不斷的水汽，這些水汽在華北、黃淮一帶與冷空氣劇烈交彙，形成了強度較強的黃淮氣旋。大形勢穩定，水汽充足，從而導致了強降水天氣的發生。

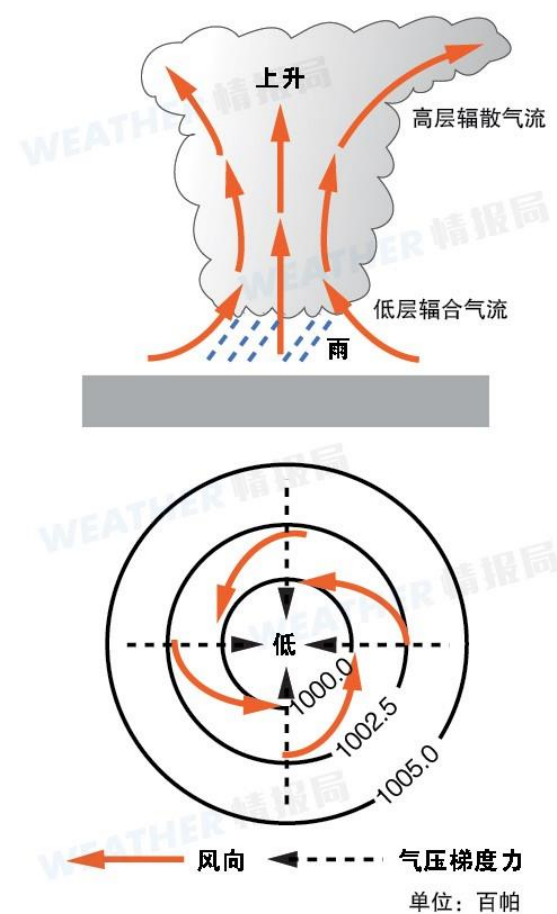


圖473 氣旋示意圖

圖片來源：[新浪香港網](#)-科普中國⁵¹²

2. 7月19日凌晨3時到20日零點，兩個區域降水量均超過360毫米，占全年降水量的6成，流入七里河的洪水有兩路，一路來自

東川口水庫溢流，另一路來自西部山區匯入南水北調西側排水溝，暴雨造成東川口水庫水位暴漲，兩路雨水同時流入七里河，以 580 立方米/秒的流量流經大賢村，正常通過能力只有 40 立方米/秒的河道，水量在大賢橋迅速變窄，造成了洪水漫過河堤決口。



圖474 大賢橋位置圖

圖片來源：[Google earth](https://www.google.com/earth/)



圖475 大賢橋災情

圖片來源：每日頭條⁵¹³

3. 邢台市氣象台每兩個小時發佈一次雨情，自 19 日 22 時至 20 日 8 時，根據降雨情況將雨情通報調整為每小時一次降雨訊息，透過市電視台、微信、微博、網站、街上大屏幕等傳播。但由於短時強降雨 7 月 20 日凌晨 1：40 通知大賢村等地區以已為時已晚。

(五) 可借鏡之處

1. 臺北市水利處訂定短中長期對策

類別	對策
短期方案	加強宣導自主救災
	山坡逕流聯外排水改善
	坡地排水改善
中期方案	優化雨水下水道水位監測站系統
	介接錄影監視系統掌握災情
	污水人孔框蓋防氣衝措施
長期方案	排水系統改善

2. 短時強降雨整備與應變

- (1) 移動式抽水機、抽水站檢討預布地點。
- (2) 防災弱勢對象調查。

(3) 快速掌握資訊：水情監控，爭取應變時間：掌握即時氣象水情及警戒資訊進行應變作業(道路阻斷、撤離)減低受災風險。

3. 孤島地區對策

掌握保全住戶資料、落實撤離計畫與演練、規劃收容場所與物資安置災民以及確保通訊聯繫暢通。

五十八、義大利地震事件

(一) 事件描述

2016 年 8 月 24 日凌晨 3 時 36 分（臺灣時間 24 日上午 9 點 36 分），義大利中部山區發生芮氏規模 6.2 之地震，搖晃約 20 秒。根據美國地質調查所（USGS，U. S. Geological Survey）的觀測，地震的震央位於溫布利亞大區（Umbria）佩魯加省（Perugia）小鎮諾爾洽（Norcia）西南方 10 公里處（ 42.714°N 13.172°E ），距離羅馬約 170 公里。震源深度僅 10 公里，屬於最具破壞力的淺層地震（如圖 476 所示），最大震度 8 級。義大利東側克羅埃西亞震度達 3 至 4 級。義大利地球物理和火山學研究所（INGV）在強震結束後，至 8 月 26 日止，餘震已發生 400 餘次規模最大為 5.5（如圖 477 所示），地點在佩魯加省。

震央附近諾爾洽小鎮、阿馬特里切鎮皆以觀光業為主，諾爾洽小鎮總人口數約 5000 人，人口密度約 18 人/平方公里（臺北市為 9945 人/平方公里）；阿馬特里切鎮人口數約 2700 人，人口密度約 15.6 人/平方公里。本次地震主要傷亡者為義大利本國人，但地震發生時正逢阿馬特里切鎮節慶前夕，因此不少災民屬於外地觀光遊客。



振動程度	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
損壞程度	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
震度	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Processed: Thu Aug 25 22:36:05 2016 vmdyfi1

圖476 地震震度規模範圍圖

資料來源：USGS⁵¹⁵

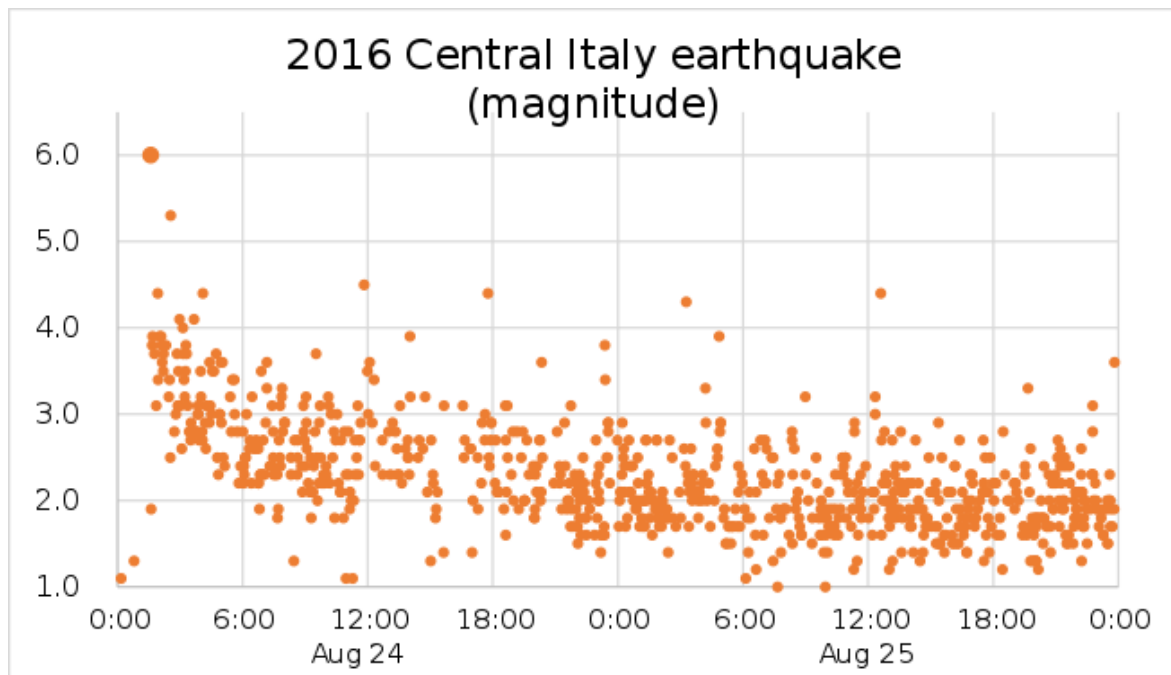


圖477 地震震度規模時序圖

資料來源：USGS⁵¹⁵

(二) 災情描述

此次地震影響震央附近阿馬特里切鎮 (Amatrice)、阿古莫里 (Accumoli) 和特朗托 (Pescara del Tronto) 3 個城鎮，災情嚴重的多是位在海拔七百到一千公尺間的山城，救難人員和機具難以到達。截至 8 月 27 日至少罹難人數為 290 人(阿馬特里切鎮：230 人；阿古莫里：11 人；阿爾誇塔德爾特龍托：49 人)，約 400 人受傷，數千人無家可歸，約 2,100 人在避難收容所。緊急事務處理當局公布的空拍照顯示 (如圖 478 所示)，阿馬特里切鎮全部夷為平地，鄰近的阿古莫里鎮街道滿是瓦礫。阿馬特里切鎮交通和供電已中斷，仍有居民被埋壓在廢墟下。醫院嚴重受損，病患皆被移到街上，不少傷者只能在醫院門口的馬路上接受救治，重傷者則被轉移至其他地區的醫院接受救治。地震發生時機正逢阿馬特里切鎮節慶前夕，因此不少災民屬於外地觀光遊客(如表 59 所示)。當地部分山體發生滑坡，橋梁也有坍塌的危險。

美國地質調查所 (USGS) 推估這次天災將造成十分龐大的傷亡人數和經濟損失，其中最大損失來自多處山中古城、古蹟損毀，大多數建築物建於數百年之前，根據義大利文化部統計，共有 293 處重要文化遺址已倒塌或嚴重損壞。義大利預計損失數額高達 10 至 100 億美元。美國地質調查所 (USGS) 亦推測日後地震導致的土石鬆動可能會









帶來土石流等災害。



圖478 阿馬特里切鎮強震前後街景對比

資料來源：微博-英國那些事兒⁵¹⁶

表59 受害者國籍統計表(截至 8 月 27 日)

國籍	死亡	受傷
 意大利	272	376
 羅馬尼亞	11	5
 英國	3	2
 阿爾巴尼亞	1	7
 薩爾瓦多	1	1
 加拿大	1	0
 西班牙	1	0
 馬其頓	0	1
總計	290	392

資料來源：維基百科⁵¹⁹

(三) 政府之應變作為

義大利總理倫齊 (Matteo Renzi) 取消赴法國出席會議的計畫，留下來視察救災工作。義大利軍隊已攜帶特殊設備進入主要受災地區，與當地民眾一道展開救援行動。已有 5,000 救難人員投入救災，包含 70 組搜救隊。義大利消防部門調派搜救犬尋找瓦礫下的倖存者。在機具不足的情況下，多數救難人員與民眾以徒手挖掘方式救災。

義大利財政部撥 2.35 億歐元(約合 2.65 億美元)作為救援基金。德國領導人向義大利致哀，並且提供協助。法國總統歐蘭德(Francois Hollande) 表示，將向義大利提供「一切可能必要的協助」。然而，截至 8 月 29 日，義大利政府仍未向 OCHA 尋求國際人道援助。

此外，在 8 月 26 日上午，溫布利亞大區的首長馬里尼(Catiuscia Marini)、諾爾洽鎮首長及許多地區議員召開一場地區峰會。該地區峰會之召開有助於前進指揮所之救助應變措施。實際上，在地震災害發生初期，溫布利亞大區即決定利用區域之資源進行救災，而不尋求民事保護部門(the Civil Protection Department)的援助，以緩解國家救援機構處理第二重災區阿爾誇塔德爾特龍托(Arquata del Tronto)的壓力。此外，諾爾洽鎮首長亦強調：他們已從 1979 年及 1997 年地震後的經驗學習反映在建築物的重建上。

該會議也決定在區域的復原措施上共分成「即時或短期應用」、

「短期和中期」、「未來 6 個月」等三個期程的措施。在即時或短期應用方案上：提供貸款讓財團和技師工會進行再保險措施、積極與義大利銀行協會合作、暫緩對 Gepafin(一家在溫布利亞大區的控股公司與大眾混合資本-私營部門，主要由 11 家銀行共同經營)的干預、恢復受損的農業企業、加強社會安全網、在旅遊市場方面多透過傳播節目說明恢復的情況。在短期和中期方案上：針對在旅遊企業、貿易業、服務業有困難的公司員工進行投資協助。在未來 6 個月方案上：減少或減免在該區的意大利地區生產稅(IRAP)，並透過措施及干預方法減緩經濟活動的降低；協助未來公共和私人建築重建、改造、整合過程中所需要的銀行擔保。



圖479 阿馬特里切鎮救災情況

資料來源：中央通訊社⁵¹⁷、中央通訊社⁵¹⁸

(四) 致災原因研判

義大利處於非洲板塊和亞歐大陸板塊的交界處，板塊活動導致義大利每五到十年，就會發生一次強震。

波蘭西里西亞工業大學的地質學家扎巴（Jerzy Zaba）表示，非洲板塊的楔形前緣，與地中海的亞得里亞海與歐亞板塊接觸，由於非洲板塊每年以 5 公釐的速度向北推進，歐亞板塊每年以 24 公釐的速度向非洲板塊移動，將板塊推向意大利的亞平寧山脈地帶。兩塊板塊間累積的壓力，於地表下以岩石運動的形式釋放，結果造成本次的地震。

美國地質調查局則提出另一解釋，認為第勒尼安盆地正在擴張，把歐亞板塊推向非洲板塊，累積的壓力爆發出來，造成地震。以往意大利亞平寧山脈地帶發生的地震，就以 2009 年的拉奎拉大地震最為嚴重。

先天的地理背景再加上震央附近皆是數百年歷史之古城，房屋老舊，導致災害慘重的主因。反之距離震央不到十公里的小鎮諾爾恰因 1979 年及 1997 年地震經驗後，為新建民宅多採用制震工法，反而沒有嚴重死傷。顯示出義大利的建築物對於耐震設計的品質不均。

(五) 可借鏡之處

地震是無法避免的自然災害，依照此次義大利的災害事件，有以下重點值得思考。

1. 目前臺灣建築幾乎已採耐震設計，可進一步思考建築物耐震能力應考量 2 次以上大規模地震發生。
2. 地震後，因電線走火或是易燃氣體外洩，導致震後火災，在臺北市古蹟歷史建築災害防救計畫中對於地震與震後火災等議題可以加以思考因應對策。
3. 地震發生時間若適逢觀光、節慶、戶外大型活動等，外語避難疏散看板可發揮即時引導之作用，然而大量觀光客的避難與收容以及資源人力調派等，可加以思考對策。
4. 義大利專家特別指出，諾爾恰市位於震央，卻可維持正常生活，5000 人的小鎮雖然一些建築物在地震中遭到破壞，但沒有一個人受傷，主要是因為當地人從 1979 年和 1997 年的地震中學到教訓，於是主要建物進行強化。由此可見，臺灣從 921 地震的經驗學習中修正了建築法規，未來要持續針對 921 前的建物進行體檢並完成補強。

5. 義大利專家亦指出，有研究指出人面對地震的前兩分鐘所採取的行為很關鍵。如果人們採取正確的步驟，可以減少高達 50% 的死亡人數。因此，教育訓練對於地震高風險區域的人民而言，是成本最低且最有效的作為，應加以推廣與宣導。

五十九、莫蘭蒂颱風事件

(一) 事件描述

中央氣象局在 13 日早上 8 時半發布強烈颱風莫蘭蒂海上及陸上颱風警報，當時莫蘭蒂移至鵝鑾鼻之東南東約 540 公里。氣象局指出莫蘭蒂是 1995 年以來最強侵臺颱風，預測莫蘭蒂之暴風圈會在午夜前開始覆蓋恆春半島，隨後逐漸籠罩南臺灣，恆春半島與同屬迎風面的花東地區雨勢在翌日會快速增大；氣象局又對 20 個縣市發布大雨至超大豪雨特報，警告民眾必須做好防颱準備，嚴防強風豪雨，加上適逢天文大潮，沿海地區應慎防淹水和海水倒灌。

花蓮縣、臺東縣、澎湖縣、高雄市、屏東縣宣布在 14 日全日停班停課，臺南市則在該日下午停班停課。晚上花東地區天氣急劇轉壞，臺東市有路牌被吹倒，一輛機車閃避不及撞上並起火，1 人受傷。

莫蘭蒂颱風造成累積雨量最多的地區是屏東縣泰武鄉，北大武山步道 2.6K 處（西大武山站）測得 287 毫米，已經超過「豪雨」（24 小時 200 毫米、3 小時 100 毫米）等級。

表60 莫蘭蒂颱風警戒範圍

陸上警戒	臺東（含蘭嶼、綠島）、花蓮、恆春半島、屏東、高雄、臺南、嘉義、雲林、南投、彰化、臺中及澎湖、金門地區
海上警戒	臺灣附近各海面、巴士海峽及東沙島海面

資料來源：中央氣象局 ⁵²¹

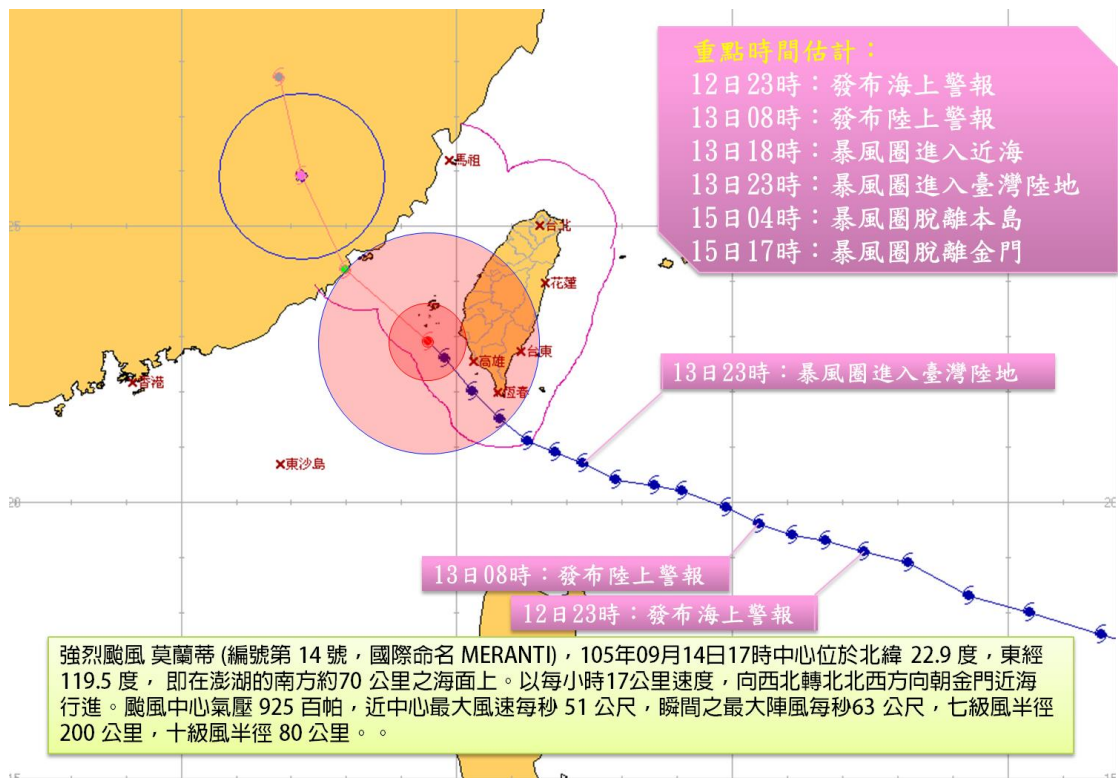


圖480 莫蘭蒂颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局 ⁵²¹

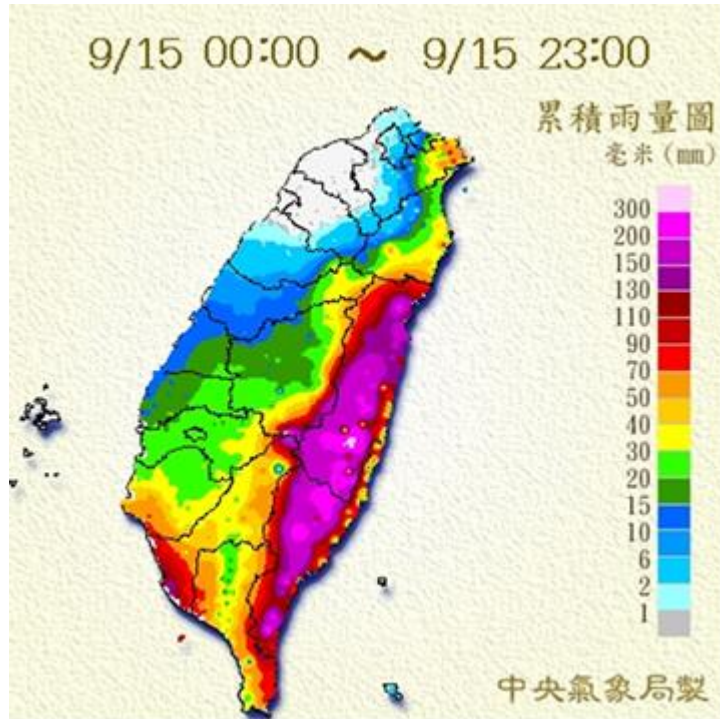


圖481 莫蘭蒂颱風 9 月 15 日 24 小時累積雨量

資料來源：中央氣象局⁵²¹

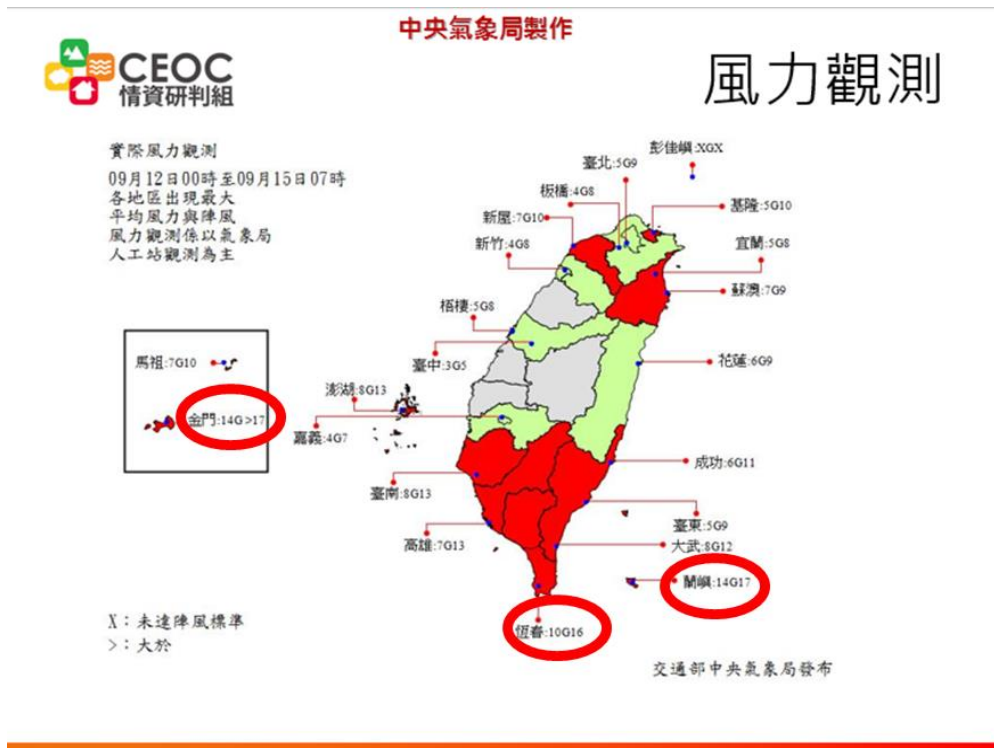


圖482 莫蘭蒂颱風 12 至 15 日實際風力觀測

資料來源：中央氣象局⁵²¹

(二) 災情描述

14日凌晨莫蘭蒂採取偏西北路徑，正面侵襲南臺灣和花東地區，全臺灣天氣惡劣和有狂風大雨，尤以南臺灣和花東地區為甚，首當其衝的恆春半島於早上在莫蘭蒂的外眼牆掃過時，測得每秒23.5公尺持續風速及每秒52.2公尺最大陣風，刷新1991年颱風艾美之紀錄，是該站啟用120年來最大風力。大量鐵皮屋受到嚴重損毀，恆春基督教醫院的鐵皮屋頂也被掀翻，雨水直接湧入醫院內，引致嚴重淹水和大量器材被浸壞。

是次颱風造成全臺超過72萬戶停水、90萬戶停電，當中高雄和屏東縣分別佔超過23萬和22萬戶。高雄滿目瘡痍，街道嚴重淹水，大量樹木吹至連根拔起，墮地招牌和鐵皮散落一地；貨櫃場內大量貨櫃被吹倒，一間7-11超商玻璃窗爆裂並遭整幅吹塌，店內貨架被暴風吹至東歪西倒，高雄港內「闊明輪」、「海興輪」等合共16艘貨輪下錨的纜繩斷裂，導致貨輪一度隨水漂流，更撞毀一部起重機；另外「順天606號」和「富冠號」等4艘漁船也斷纜碰撞和擱淺，1名船員墜海失蹤，到翌日凌晨尋獲時證實死亡。

莫蘭蒂在南臺灣大肆破壞過後，於晚間繼續向偏西北推進，橫越臺灣海峽並減弱為中度颱風，持續直逼金門列島附近一帶。莫蘭蒂的中心在15日凌晨2時半在金門登陸，是繼2009年輕度颱風蓮花以來，

第一個穿越金門的颱風，更是史上第一個以中度颱風級別掠過金門的颱風。金門遭受重創，全縣災損約 21 億元新臺幣，大量樹傾倒，佔全縣七成至八成樹木，當中連接東西半島的中央公路兩旁樹木攔腰折斷，全縣 23 人受傷和 2.4 萬戶停電。

全台發布紅色警戒 76 條 3 縣 12 鄉 37 村、黃色警戒 294 條分布於 4 縣 28 鄉 117 村。9 月 15 日 6 時 30 分已解除南投縣仁愛鄉、信義鄉；花蓮縣秀林鄉部村里黃色警戒。

表61 莫蘭蒂颱風災情統計(105.9.15)

莫蘭蒂颱風災情看板				105.09.15	
土石流警戒	紅色0條0縣0鄉鎮0村里		黃色172條3縣20鄉鎮69村里		0915 10:30
人員傷亡	死亡1人、失蹤0人、受傷51人			0915	10:00
疏散收容	累計疏散撤離6,488人 最高收容1,519人、目前收容1,403人			0915	10:00
維生管線	電力:停電996,859戶.修護614,406戶.待修護382,453戶			0915	09:30
	自來水:停水722,699戶、修護424,429戶、待修護298,270戶			0915	10:30
	市話:中斷17,953戶、修護799戶、待修護17,154戶			0915	09:30
	基地台:受損3,206座、修護1,028座、待修護2,178座			0915	09:30
水利.淹水	水利設施受損1處.搶修險完成0處.搶修險中1處. 淹水128處.已退109處.處理中19處			0915	09:30
交通運輸	國道:中斷0處、搶通0處、預警封閉0處			0915	09:00
	省道:中斷15處、搶通0處、預警封閉12處				09:50
	縣道:中斷0處、搶通0處、預警封閉0處				09:00
	高鐵:正常				09:00
	臺鐵:南迴線、阿里山森林鐵路停駛				09:00
海運:14航線停航,計182班次			09:00		
空運:國內航線取消148架次、國際航線取消15架次			09:00		
農業損失	98,989仟元	0915 11:00	學校受損	29,114仟元	0915 09:00
出動 人力機具	國軍支援14,583人次、車輛1,171輛次、航空器0架次、艦艇84艘次、警察、消防22,525人、車輛605輛、船艇2艘、航空器0架、農委會機具1,159部、海巡署1,275人、車輛18輛、船艇151艘、水利署支援地方政府抽水機11部			0915	09:30
				0915	08:30

資料來源：中央氣象局⁵²¹



資料來源：中央氣象局⁵²¹

(三) 政府之應變作為

成立災害應變中心：全臺共 5 個縣市(彰化縣、南投縣、雲林縣、高雄市、台東縣)成立災害應變中心一級開設。

1. 停電：全國停電用戶數曾達 99 萬餘戶，主要地區為屏東、高雄、金門、臺南等地區，已盡速派員修復。
2. 停水：另全國曾停水戶數約 72 萬戶，相關單位已動員及調派人力及機具積極投入搶修，以儘速恢復供水供電。
3. 國軍：國軍支援協助情形方面，國防部表示，各地區預計派遣 4,415 人救災兵力，協助花蓮、臺東、屏東、高雄、臺

南及金門等 111 處災後復原工作。

(四) 致災原因研判

1. 風速強勁：恆春半島在莫蘭蒂的外眼牆掃過時，測得每秒 23.5 公尺持續風速及每秒 52.2 公尺最大陣風，刷新 1991 年颱風艾美之紀錄，是該站啟用 120 年來最大風力。
2. 大潮及豪雨：莫蘭蒂之暴風圈籠罩南臺灣，恆春半島與同屬迎風面的花東地區雨勢快速增大；氣象局又對 20 個縣市發布大雨至超大豪雨特報，警告民眾必須做好防颱準備，嚴防強風豪雨，加上適逢天文大潮，沿海地區有淹水和海水倒灌之危險。
3. 防颱措施不足：民眾輕忽颱風威力，大部分未將招牌、鐵皮固定，穩固門窗，造成災情慘重。



圖486 瑞芳與雙溪的 102 縣道發生大量落石坍方



圖487 恆春大平路災情

圖片來源：瑞芳警分局、自由時報⁵²²

(五) 可借鏡之處

1. 災前預報及預防性疏散避難引導機制

在執行預報及預防性疏散避難作業時，建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃實施災前之警戒避難引導機制，俾利災時能迅速提供受災民眾一安全臨時避難處所。

2. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

3. 加強宣導防颱措施

公所及村里長應加強宣導民眾自主防颱措施，必要時予以規勸。同時建議新聞媒體透過節目的方式宣導民眾應該如何防颱或準備防颱用品，更能拿到宣導效果。

六十、馬修颶風(Hurricane Matthew)侵襲美洲事件

(一) 事件描述

馬修颶風是 2016 年大西洋第 14 個風暴、第 5 個颶風，亦是第 2 個達到三級以上的颶風，且是自從 2007 年菲里斯(Felix)颶風以來第 1 個達到第五級(中心平均風速大於時速 252 公里)的大西洋颶風。馬修是一個長期持久的熱帶氣旋，其橫跨大西洋西部的移動路徑中造成嚴重的災難性破壞和生命損失，包括美國東南部部分、海地、牙買加、古巴、多明尼加共和國，和巴哈馬。馬修颶風至少造成 1,033 人死亡，其中海地佔 1,000 人，哥倫比亞 1 人，多明尼加共和國 4 人，聖文森特和格林納丁斯 1 人，美國 27 人，是 2005 年斯坦(Stan)颶風在中美洲和墨西哥造成 1,600 人喪生以來傷亡人數最多的颶風。在災損方面，馬修颶風造成 50 億美元的損失則是自 2012 年桑迪(Sandy)颶風以來最嚴重的災損。

馬修颶風原本是 9 月 22 日在非洲生成的熱帶擾動，在 9 月 28 日接近向風群島(Windward Islands)前迅速發展成一個強大的熱帶風暴。在爆炸性增強(explosive intensification)期間增強為氣旋(cyclone)，且經過加勒比海。9 月 29 日，馬修增強為颶風，且創下在低緯度區僅二日(9 月 30 日)即增強為第五級颶風。隨後馬修慢慢北轉，其強度僅略微減弱，仍然達到第四級的強度。10 月 4 日，馬

修登陸了海地(Haiti)的第布隆半島(Tiburon peninsula)，時速 230 公里的風速及暴雨造成了許多人死於倒塌的樹木、飛落的殘骸與水位高漲的河流。離開海地後，馬修短暫進入戈納夫灣(Gulf of Gonâve)和迎風通道(Windward Passage)海峽，隨即在古巴的東部第二次登陸。由於登陸後與地形的交互作用削弱了馬修的強度，但馬修在巴哈馬(Bahamas)又增強到第四級颶風。10 月 7-8 日期間，馬修颶風沿著美國東南部海岸北上，同時強度逐漸減弱，當馬修颶風在南卡羅來納州登陸時，強度已接近颶風的下限。最後，馬修颶風進入大西洋後不久，於 10 月 9 日變性為溫帶氣旋。

表62 馬修颶風小檔案

5 類主要颶風 (SSHWS / NWS)



形成	2016 年 9 月 28 日
消散	2016 年 10 月 10 日
最高風	1 分鐘持續：每小時 160 英里 (260 公里/小時)
最低壓力	934 毫巴 (百帕) ; 27.58 英寸汞柱
死亡人數	518 – 1046 以上
損失(美金)	\$ 52 億以上
受影響地區	小安的列斯，背風安的列斯群島，委內瑞拉，哥倫比亞，牙買加，伊斯帕尼奧拉島，古巴，盧卡亞群島，美國東南部，加拿大大西洋

資料來源：維基百科⁵²³

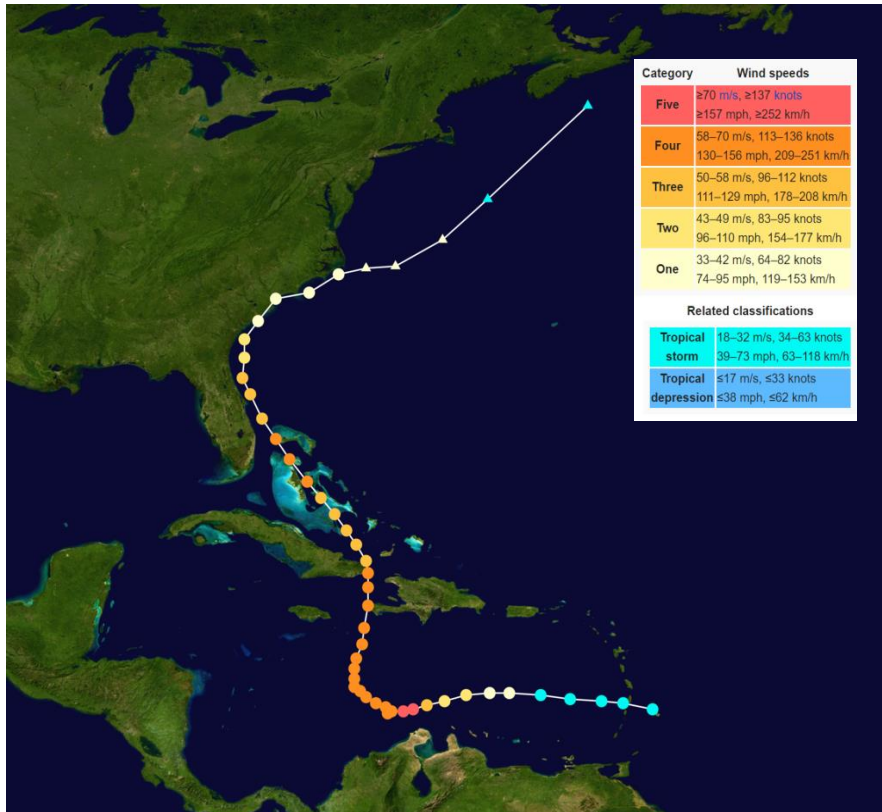


圖488 2016 馬修颶風路徑及強度變化

資料來源：維基百科⁵²³

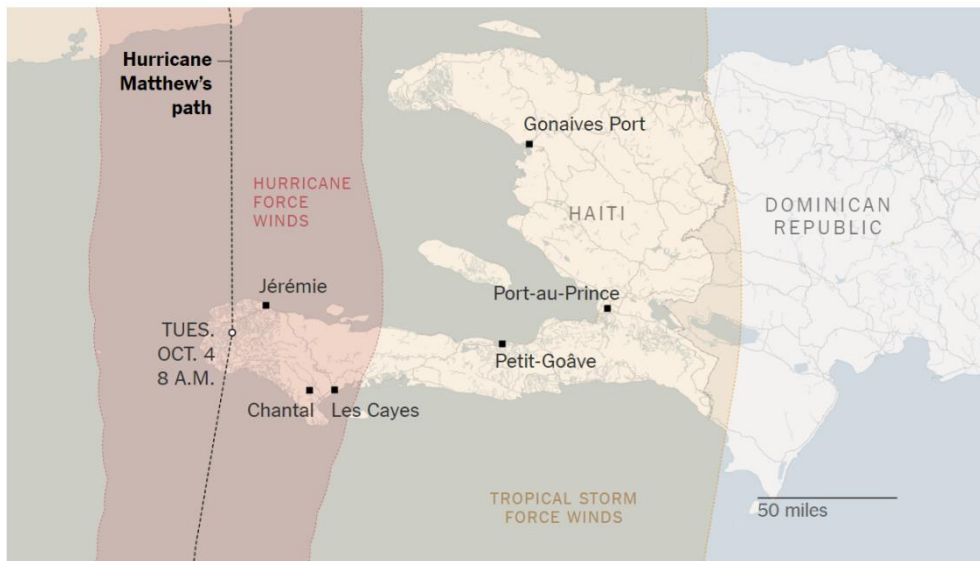


圖489 2016 馬修颶風經過海地風力範圍圖

資料來源：紐約時報⁵²⁵

(二) 災情描述

當馬修颶風進入加勒比海成為強烈熱帶風暴時，為小安地列斯群島帶來豪雨及強風。在聖露西亞(St. Lucia)，強風造成廣泛停電、破壞農作物，而豪雨則造成洪水和山體滑坡，破壞許多房屋和道路。由於馬修颶風是罕見低緯度生成的暴雨，在瓜希拉半島(Guajira Peninsula)也造成了3年來的廣泛山洪暴發。在古巴、牙買加和伊斯帕尼奧拉島(Hispaniola)則全面進行防災避災工作。其中，古巴開放許多避難所供100萬人疏散。但是在關塔那摩省(Guantánamo Province)則因風暴潮在沿岸地區造成廣泛的破壞。雖然牙買加沒有受到顯著的影響，但海地則災情嚴重，包括超過10億美元的災損和至少1,000人死亡。洪水加上強風造成電信系統大亂，並破壞了廣大的土地。馬修颶風也為多明尼加共和國帶來暴雨，造成4人喪生。

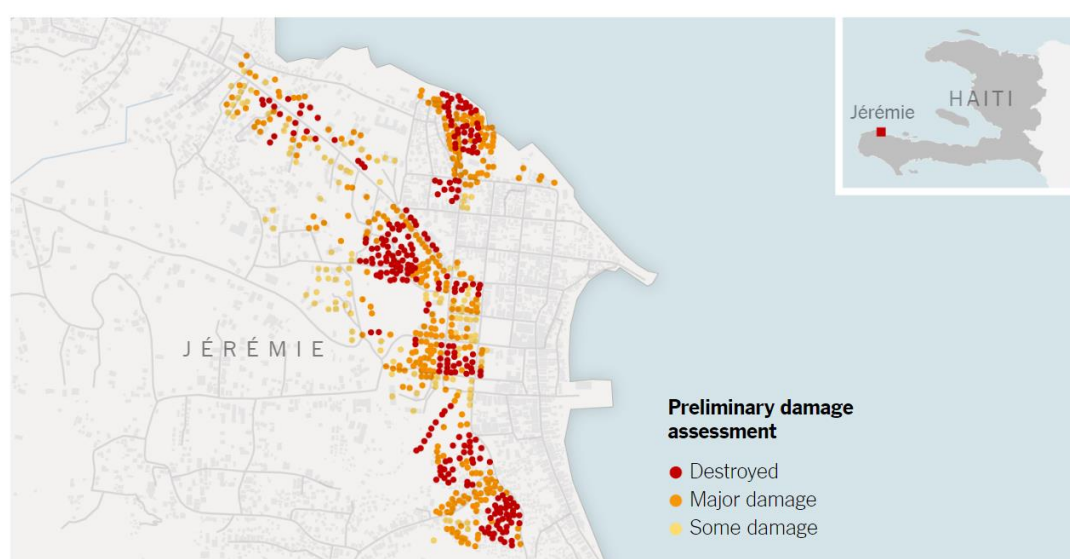


圖490 海地西南方城市熱雷米(Jeremie)遭馬修颶風破壞之房舍統計

資料來源：紐約時報⁵²⁵



圖491 海地西南方城市熱雷米(Jeremie)有 80%房舍遭馬修颶風破壞

資料來源：紐約時報⁵²⁵

當馬修達到三級以上颶風時正通過巴哈馬群島，所以在幾個島嶼造成嚴重的影響。其中又以大巴哈馬島(Grand Bahama)最嚴重，八里岩石(Eight Mile Rock)和霍姆斯岩(Holmes Rock)的小鎮估計有 95%的房舍受損。美國的東南部則是在馬修接近時提早進行防災避災工作，有幾個州甚致整個州或沿海縣市進入緊急狀態，而廣大的沿海地區則是下令進行疏散撤離。10月6日，美國總統歐巴馬先宣布佛羅里達州進入聯邦緊急狀態，後來佐治亞州和南卡羅來納州皆先後進入聯邦緊急狀態。在佛羅里達州，超過 100 萬戶停電。隨著馬修東移，佐治亞州和南卡羅來納州約有 478,000 戶停電。雖然損害主要局限在佛羅

里達州和佐治亞州海岸，但馬修帶來的暴雨亦在北卡羅來納州和弗吉尼亞州內陸造成洪水氾濫。

表63 受災國家災情統計表(截至 10 月 12 日)

國家	死亡人數	估計損失(美元)
盧卡亞群島	0	\$ 200 萬美元以上
哥倫比亞	1	N / A
古巴	0	N / A
多明尼加共和國	4	N / A
海地	473 - 1000+	\$ 10 億以上
聖文森特和格林納丁斯	1	N / A
美國	39	\$ 40-60 億
總計	518 - 1,045+	\$ 52-72 億以上

資料來源：維基百科⁵²³

表64 美國受災州災情統計表(截至 10 月 12 日)

州	死亡人數	估計損失(美元)
佛羅里達	12	N / A
格魯吉亞	3	N / A
北卡羅來納	20	N / A
南卡羅來納	3	N / A
弗吉尼亞州	1	N / A
總計	39	\$ 40-60 億

資料來源：維基百科⁵²⁵

(三) 政府之應變作為

1. 小安地列斯(Lesser Antilles)及南美

9月27日，馬修成為一個熱帶氣旋之前，背風群島航空(LIAT)預期向風群島(Windward Islands)將有狂風天氣，故開始取消全部往來向風群島航班。9月28日，馬修增強為熱帶氣旋後，整個向風群島政府皆發出熱帶風暴警報，提醒民眾預期將有強風。格林納達(Grenada)、聖文森特(St. Vincent)和聖盧西亞(St. Lucia)在9月27、28日馬修颶風經過期間關閉所有學校和企業，其中聖盧西亞在9月28日更關閉兩大機場。多米尼克(Dominica)則是停課至10月3日。整個小安地列斯群島共開設6處收容所，最後有133人尋求避難收容。

馬修颶風不尋常的偏南路徑讓阿魯巴(Aruba)、博內爾(Bonaire)、庫拉索島(Curacao)(合稱ABC群島)和自哥倫比亞與委內瑞拉邊界到里奧阿查(Riohacha)間的哥倫比亞北邊海岸發出熱帶風暴守視(watches)的警報。北大西洋的颶風影響南美洲是非常罕見的，而哥倫比亞發現馬修颶風不斷向西南西方向靠近該國時，更於9月30日將守視提升為警報(warning)。整個ABC群島的居民被告知回到家中並囤積物資，導致超市和加油站大排長龍。庫拉索島政府也因此延後2016

年大選至 10 月 5 日舉行。9 月 30 日，阿魯巴公部門亦關閉、當地的體育盛會「王國錦標賽」亦取消；哥倫比亞的瓜希拉半島所有學校都暫停活動，整個半島開設了所有的收容所並關閉了所有的海灘。

2. 牙買加(Jamaica)

隨著馬修颶風逐漸對牙買加構成明顯的威脅，官方應變單位命令所有在珊瑚礁和沿岸的漁民於 9 月 29 日到本島避難。9 月 30 日，總理召開關於颶風的緊急會議將政府設定高警報狀態，同時發出颶風守視。10 月 1 日，颶風守視升級為警報。10 月 2 日，牙買加政府在特里洛尼區(Trelawny Parish)開設 60 個避難所，許多超市不堪居民大量囤積物資，許多貨架、麵包、煤油和蠟燭都搶購一空。許多人趕回自己的家園，並用沙包進行防災準備。在牙買加的金斯頓，一百個女囚犯為了避災，從聖凱瑟琳教區(St. Catherine Parish)被帶到另一個監獄。另外，高速公路 2000 在馬修颶風來襲前的幾個小時免收通行費。從 10 月 2 日下午至 3 日上午，諾曼·曼利國際機場和桑斯特國際機場暫停服務。牙買加城市運輸公司則計劃從 10 月 2 日晚上六時暫停服務。牙買加市府也提醒民眾在暴風雨期間，如果情況變嚴重，供電網路可能中斷。牙買加

國軍亦在全國範圍內提前部署應變。

自 10 月 3 日開始，學校和政府辦公室皆關閉，整個牙買加共開設 900 避難所，城市交通公司協助提供巴士撤離金士頓人民到國家體育場。當地部長並警告人民，金士頓的基礎設施(防洪排水系統)將無法處理預期的降雨量。總理安德魯警告居民，馬修颶風會比 1988 年的吉爾伯特颶風所造成的損害更嚴重。

3. 海地(Haiti)

雖然馬修颶風預測將通過牙買加時，其熱帶風暴的強風範圍已促使海地對第布隆半島至多明尼加共和國邊界之間區域發布熱帶風暴守視。10 月 1 日，隨著馬修颶風較預測路徑往東偏移後，海地立即對大多數地區發布熱帶風暴守視，其涵蓋區域包括摩爾聖-尼古拉南(Môle-Saint-Nicolas)到多明尼加共和國邊界。10 月 2 日下午，熱帶風暴的警戒已經含蓋整個國家，離島的居民被疏散到本島避難，有可能造成生命危險的雨量預估將影響海地大多數區域。儘管政府官員召開了颶風的防災會議，但法國國際廣播電台報導，海地不具處理大規模災難的後勤能力。整個海地南部只有 576 個避難所以及 9 萬人的集體能力(collective capacity)。根據國際移民組織

統計，2010 年海地大地震至今，仍有 55,107 流離失所者住在帳篷或面對颶風無足夠保護的收容站。

10 月 2 日，海地臨時大總統 Jocelerme Privert 向全國發出提醒，敦促那些住在沿岸和房舍強度不足的家庭進行疏散撤離並配合當局的指揮。但是，很多居民拒絕離開自己的家園。10 月 3、4 日，雖然政府部門仍上班，但所有學校已停課。當下，海地全國共開設 1,300 個避難所，可容納 390,000 人。18,000 多名志工和紅十字會成員，社區介入小組 (community intervention teams)，市政委員會和地區應變服務皆已準備好協助居民。至少 500 人被疏散至熱雷米(Jérémie)。儘管民防官員走上街頭警告民眾可能發生的災害，在颶風即將登陸的前一天，仍有很多居民不知道馬修颶風正在逼近該國。颶風登陸後，疏散撤離的工作仍持續進行，截至 10 月 4 日清晨 2 時，在避難所的人數達到 9,280 人。

4. 多明尼加共和國

10 月 2 日上午，當局針對多明尼加共和國的南部海岸(自巴拉奧納至海地邊界)發出熱帶風暴警報，同時對普拉塔港 (Puerto Plata)北部海岸西到海地邊界發出熱帶風暴守視。10 月 3 日上午，在該國西南部地區至少有 8,500 人進行疏散撤

離。

5. 古巴及巴哈馬

10月1日，古巴氣象局針對古巴東南部發出颶風守視，隨後在10月2日即對除了卡馬圭的所有省份升級為颶風警報。當天，美國關塔那摩灣海軍基地(Guantanamo Bay Naval Base)非必要人員旋即開始撤離。當天早上，整個古巴有超過10萬人進行疏散，包括古巴聖地亞哥(Across Santiago de Cuba)25.2萬人、來自拉斯圖納斯沿岸的23萬人。曾在2012年桑迪颶風中遭受大量破壞的古巴聖地亞哥共開設218收容所，且政府官員特別關注 Socapa、Caracoles、卡約格拉瑪(Cayo Granma)三處。急救人員(主要是醫生)被派往高風險地區，同時進行物資儲備工作。

巴哈馬政府於10月2日針對東南部島嶼以及特克斯和凱科斯群島發布颶風守視。10月3日，取消整個南部島嶼航班，所有學校皆停課。

6. 美國

10月3日，佛羅里達州和北卡羅來納州的州長宣布進入緊急狀態。10月4日，南卡羅來納州州長建議距離海岸100英里內的居民進行避難疏散；在北卡羅萊納州，州長亦下令

強制性疏散撤離，且東喬治亞也宣布 13 個縣市進入緊急狀態。

10 月 5 日，在南卡羅來納州 26 號州際公路海岸之間往東行駛者被要求反向離開羅鎮和查爾斯頓地區。北卡羅萊納州的開瞭望國家海岸也在同一天開始疏散。

10 月 5 日，美國海岸警備隊自 2004 年以來第一次關閉卡納維拉爾港。在卡納維拉爾角(火射發射場)，所有火箭或太空船都避開易受損區域。在馬修颶風接近時，將火箭發射的日期延後至 11 月 4 日。

迪士尼世界度假村則在其 45 年的歷史中進行了第四次的關閉。迪士尼主題樂園在 10 月 6 日下午 5 時後及 7 日整日則是自 2004 年以來第一次閉園。其他奧蘭多地區的主題公園，包括奧蘭多環球影城和奧蘭多海洋世界也都因颶風暫停營運。

10 月 6 日，美國總統奧巴馬宣布佛羅里達進入聯邦緊急狀態，後來包括喬治亞和南卡羅來納州也先後進入聯邦緊急狀態。因預計馬修颶風 6 日晚上登陸，佛羅里達州州長敦促超過 150 萬人進行疏散撤離。同日，喬治亞州州長針對 95 號州際公路以東部的各個區域下令強制疏散，公共安全部門限制 16 號州際公路於 10 月 7 日前僅能往西行駛。

(四) 致災原因研判

1. 天災

馬修颶風是從 50 年前開始有颶風完整紀錄以來，出現在 10 月份持續時間最長的第四級及第五級颶風。在 10 月份，時速 130 英里的風速至少持續 4 天以上，是非常不尋常的，因為該季節的海水多半溫度偏涼，通常颶風強度增強有限。之所以能持續這麼久的原因是因為馬修颶風避開了與陸地的交互作用。許多颶風或颱風經過陸地後，其結構多會受到地形影響而強度減弱，但馬修颶風的路徑避開了高海拔的地形，故可長時間保持強度。

馬修颶風在一天內，由一級颶風增強為五級颶風，是歷年排名第三快增強的颶風，僅次於 2005 年威爾瑪颶風(Wilma) 和 2007 年的菲里斯颶風(Felix)。此外，馬修達到颶風標準的生命期是 9.5 天，在這期間馬修颶風的移動緩慢，時速約在 3-14 英里。這代表災區將承受更多的極端降雨及具有破壞力的強風。

簡言之，馬修颶風為海地帶來長延時強降雨及強風，強風易破壞結構脆弱的房舍，而殘骸碎片在強風中也會進一步破壞其它設施以及人員傷亡，如同 2016 年尼伯特颱風於臺東

所造成的災害。而長延時強降雨除了造成洪水災害外，山坡地易引發坡地災害，進而導至房舍及人命的傷亡。

2. 人禍

由於 2010 年造成超過 20 萬人死亡的大地震造成海地許多房舍倒塌，至今仍有 6 萬人居住在臨時房屋或是帳篷中，且該國多數基礎設施仍然不穩固，使受創程度更為嚴重。由於震災重建進度緩慢，讓流離失所的海地人民曝露在強風豪雨的環境下，進而導致人民的直接傷亡。

而風災之外的另一挑戰則是積水以及缺乏乾淨飲用水。海地在 2010 年的地震過後因聯合國維和部隊帶來霍亂病毒，導致近萬人死亡，該國預計將會在 10 月雨季滋生病媒蚊，使感染人數再攀新高，對孩童尤其危險。如今豪雨更使風險增高。根據聯合國海地特別代表描述，當地醫院已經被擠得水洩不通、且缺乏乾淨用水，可說是面臨 2010 的震災後「最大的人道救援事件」。截至 10 月 11 日，風災過後已有 13 人因霍亂而死亡。

(五) 可借鏡之處

熱帶氣旋在大西洋稱為颶風，在太平洋即為颱風。臺灣位處西太平洋颱風行經路線之熱區，故面對風災的災害管理已累積多年經驗，諸多狀況處理皆有標準作業程序(SOP)。此次馬修颶風於海地造成嚴重災情，有以下重點值得思考。

1. 檢視防範二次災害之能力是否足夠。由海地嚴重災情的事件可知，搶險、搶修、災後復原之階段，是否有足夠能量於下一次災害來臨前迅速將人民安置於安全環境，是可否降低二次災害災情之關鍵。故地方政府應定期檢視各區公所、各處室與救災搶險廠商所簽定之開口合約是否有足夠資源快速投入災害搶修險之過程。
2. 落實社區防災演練。海地政府宣稱，當馬修颶風來襲時，已對於西南地區發布疏散撤離，但多數民眾皆不願撤離。對於這樣的情形，主要有兩個原因。(1) 民眾防災意識不足，故對於政府疏散撤離之命令無法徹底執行；(2) 防災資訊不普及，故多數民眾無法掌握馬修颶風之災害性風雨，於是降低防災意識。針對前者，市府可透過防災社區之推動，提升社區民眾之危機意識。針對後者，發布簡單明瞭之防災手冊，協助民眾有需要時可自行透過網路獲取關鍵防災資訊，並依手冊指示進行防災避災。

3. 進行災害風險評估，提升防災效能。災害風險評估可由災害危險度(hazard)及環境脆弱度(vulnerability)兩面向進行分析。尤其對於環境脆弱度高之地區，市府應優先考慮投入較多防救災資源，避免災害危險度超過門檻值時，引發嚴重人命傷亡及財產損失之後果。環境脆弱度包括人口分布情況及環境之防災能力。故各公所應掌握轄區內安養院、長照機構等災害脆弱度高之區域，進而於平時優先進行疏散撤離演練，培養民眾防災意識。

六十一、 印尼西爪哇省洪災及山體滑坡事件

(一) 事件描述

2016 年 9 月 20 日印尼開始連續降下 4 小時的強降雨，由於下起大豪雨引發爆洪，洪水迅速漲到約 2 公尺(6.5 英吋)高，致使該區 6 個鎮發生河水氾濫，包括 Bayongbong、Garut Kota、Banyuresmi、Tarogong Kaler、Tarogong Kidul 和 Karang Pawitan，因當地遭遇洪災並導致泥石流及坍方，牙律縣(Garut)是受災情況最嚴重的地區，而在雙木丹縣發生大規模的山體滑坡，將近約 2 千多棟民房受災，醫院及當地警局亦被大水淹浸，總計共造成至少 33 人死亡、20 人失蹤及 35 人受傷。



圖492 印尼地理位置圖

資料來源：Google Map⁵²⁸

(二) 災情描述

西爪哇省(Garut Regency)發生的洪水災害造成了重大傷亡，Cimanuk 和 Cikamuri 河於 2016 年 9 月 21 日凌晨發生河水氾濫，包括 Bayongbong、Garut Kota、Banyuresmi、Tarogong Kaler、Tarogong Kidul 和 Karang Pawitan 等六個鎮，造成的洪水深達約 2 公尺(6.5 英吋)高，截至 9 月 25 日，牙律縣至少有 33 人死亡，20 人失蹤，35 人受傷，緊急撤離人數為 6361 人，房屋受損計有 2049 棟，嚴重受損有 605 棟，其中房屋被毀多達 283 棟。



圖493 牙律縣災情



圖494 搜索隊伍使用重型機械清除倒塌物

資料來源：Astrowani⁵³⁰

(三) 政府之應變作為

成立健康危機中心：總統科威下令衛生部和社會部於災區現場成立中心；並指派國家搜尋局、營救聯合隊地方減災機構、國軍、國警及印尼紅十字會於現場全面展開搜尋工作，並援助 1.3 億盧比於當地進行重建工作。印尼國家減災機構發言人蘇托波亦表示，當局已疏散轉移災區約 6361 名民眾。



圖495 國軍及國警協助災區現場搜尋工作



圖496 總統佐科威至塔魯馬納加拉 062 軍支區視察

資料來源：Astrowani⁵³⁰、印尼星洲日報⁵³³

(四) 致災原因研判

1. 印尼每年面臨兩個季風季節，為每年 1 至 3 月份及 10 至 12 月份經常性遭受暴雨侵襲。
2. 當地環保機構表示，由於土地過度開發，Cimanuk 河邊的 60% 土地已經惡化，因而造成洪水氾濫的情形；除此之外，牙律縣其陡峭地形關係亦是造成此次洪災原因。
3. 熱帶群島國家印尼極易受天災及暴雨影響，經常發生山崩和洪水，本次西爪哇省 72 小時累積降雨量逼近 200 毫米。



圖497 牙律縣地形圖



圖498 西爪哇省洪水災情

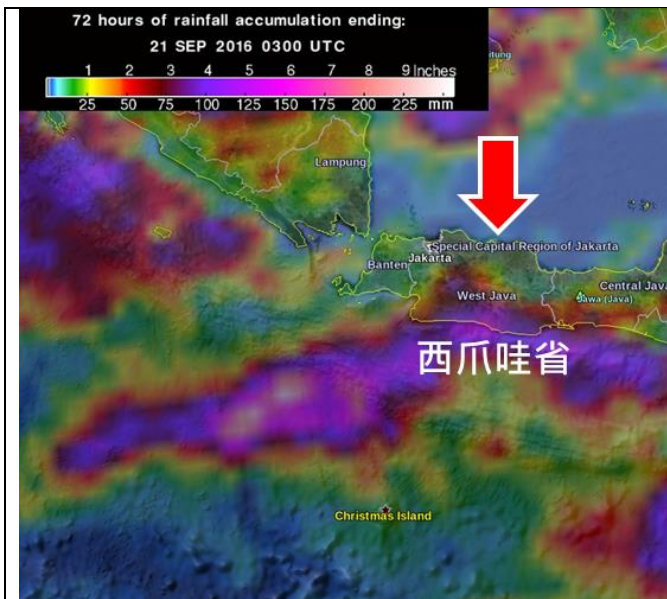


圖499 印尼西爪哇省 72 小時累積降雨量

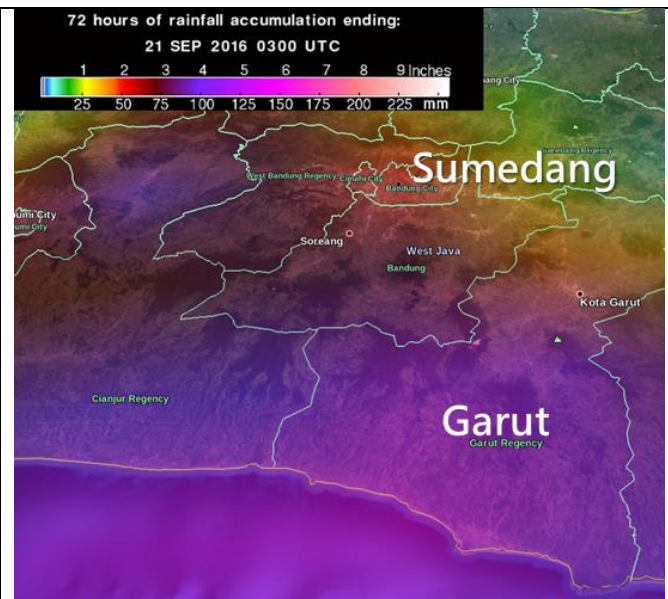


圖500 印尼西爪哇省降雨分布

圖片來源：HNGN⁵³⁶、東南亞遊報⁵³⁷

(五) 可借鏡之處

1. 坡地崩塌預警模式尚未建立前，加強管理山坡地開發與訂定指標

目前國內對於坡地災害之預警以土石流災害為主，主管機關水土保持局依不同地區條件與歷史災害資料，訂定土石流警戒雨量值，做為防災疏散避難之參考指標。另對於坡地崩塌方面目前尚未制定一套完整的防災體系，目前國內各單位已積極投入崩塌相關研究，希望未來能發展一套完善之崩塌預警模式，增加防救災之應變時間，減少損失及傷亡。

2. 落實防災教育，宣導防災社區

落實防災教育，平時應加強宣導社區防災之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損

失。格室友

六十二、2016 年 10 月菲律賓海馬颱風事件

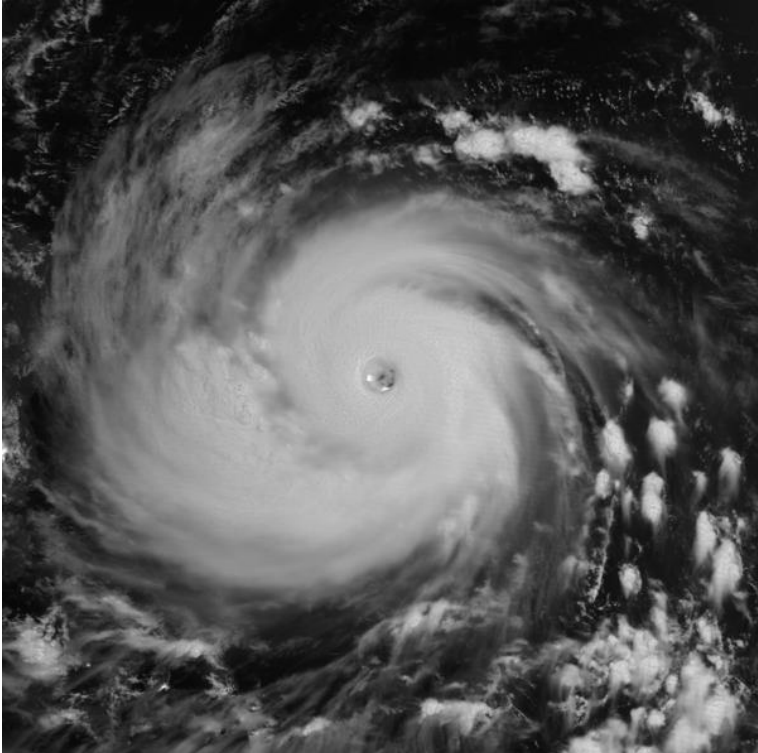
(一) 事件描述

海馬颱風為 2016 年太平洋颱風季第 22 個被命名的熱帶氣旋。於 10 月 13 日在西太平洋楚克群島以西海域生成，為 2016 年侵襲菲律賓的最強風暴之一。菲律賓大氣地球物理和天文服務管理局 (Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration，縮寫：PAGASA) 首次發出五號風暴信號（如表 1 所示）。

PAGASA 於 10 月 18 日凌晨 5 時發出一號風暴信號，海馬當時位於菲律賓北甘馬侖省達特東方 1070 公里。18 日 23 時海馬移至菲律賓巴勒爾灣以東約 750 公里，發出二號風暴信號。於 19 日 8 時和 11 時接連發出三號、四號風暴信號。19 日午後海馬強度增加，14 時海馬位於菲律賓奧羅拉省卡西古蘭以東約 300 公里，PAGASA 針對卡加延省、依莎貝拉省發出五號風暴信號。為 PAGASA 於 2013 年海燕颱風後增設五號風暴信號（表 2、圖 1 所示），首次發出最高風暴信號。海馬在 19 日 23 時登陸呂宋島卡加延省，20 日早上進入南海，侵襲中國沿岸。

表65 海馬颱風

超強颱風 (PAGASA) 海馬
Typhoon Haima

	
形成	2016年10月13日
消散	2016年10月22日
十分鐘平均風速 (PAGASA)	225 km/h
最低氣壓	900 hPa
瞬間最大陣風	305 km/h
傷亡人數(僅計算菲律賓)	14死4傷
損失(僅計算菲律賓)	超過37.37億菲律賓披索
受影響地區	菲律賓(呂宋、巴丹群島)、中國大陸(廣東)、 香港、澳門

資料來源: 維基百科⁵³⁸

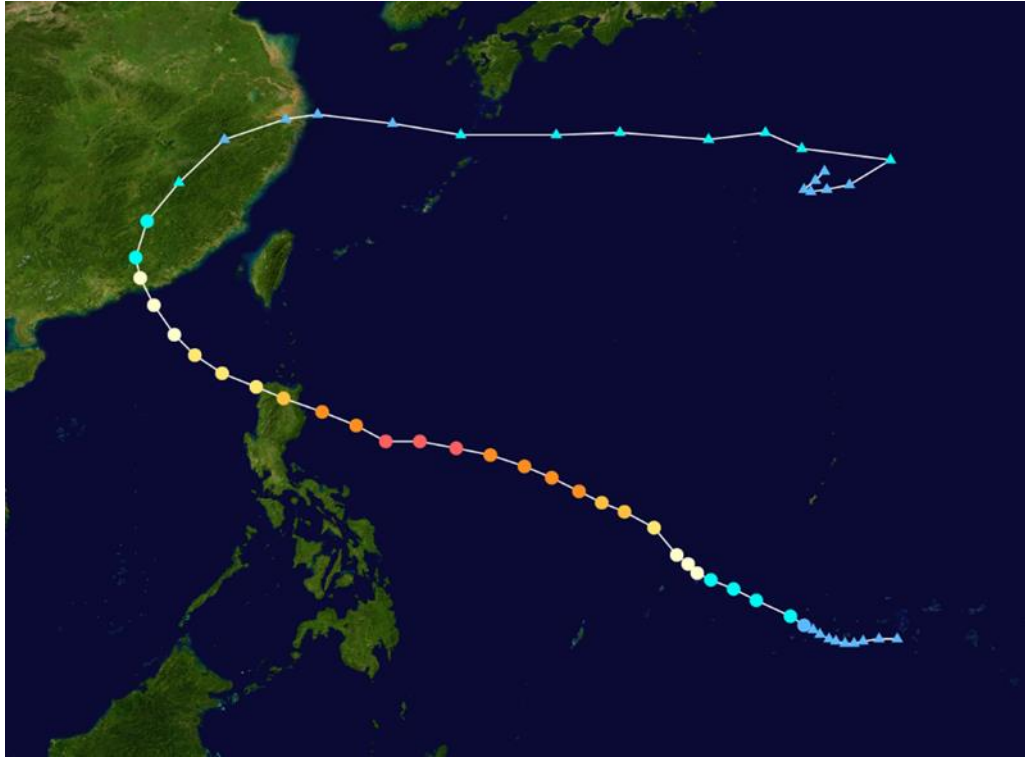


圖501 2016 海馬颱風路徑

資料來源：維基百科⁵³⁸

表66 PAGASA 風暴信號級別

級別	熱帶氣旋影響定義
一號風暴信號	未來 36 小時內該區風力可達 30—60 公里／小時。
二號風暴信號	未來 24 小時內該區風力可達 60—120 公里／小時。
三號風暴信號	未來 18 小時內該區風力可達 121—170 公里／小時。
四號風暴信號	未來 12 小時內該區風力可達 171—220 公里／小時。
五號風暴信號	未來 12 小時內該區風力可逾 220 公里／小時。

資料來源：PAGASA⁵³⁹

(二) 災情描述

海馬颱風侵襲前，已因 10 月 14 至 16 日莎莉佳颱風之侵襲發出撤離警告，並針對 4 省（圖 502 所示）發布五號風報信號，提前疏散低窪地區、濱海、山坡地的居民。但仍造成 14 人死亡、4 人受傷（如表 67 所示），經濟損失達 37.37 億菲律賓披索（約台幣 24 億），其中基礎設施 27.21 億披索；農業損失 10.16 億披索。



圖502 海馬颱風災情主要地區

資料來源：維基百科⁵³⁸

表67 傷亡統計表

區域	省	死亡人數	受傷人數
科迪勒拉行政區(CAR)	本格特省 (Benguet)	6	1
	伊富高省(Ifugao)	2	
	卡林阿省(Kalinga)	6	
中央呂宋(Region III)	奧羅拉省 (Aurora)		3
總計		14	4

資料來源：NDRRMC⁵⁴⁰

菲律賓 6 個主要受災行政區總計有 158,736 人預先撤離（如表 4 所示）。截至 10 月 25 日開設之 58 處收容處所計有 10,397 戶，46,592 人（室內收容共 1,471 個戶，5,634 人；戶外收容共 8,926 個戶，40,958 人）

表68 預先撤離與收容狀況統計表

區域	預先撤離統計表		收容狀況統計表	
	戶	人數	戶	人數
科迪勒拉行政區(CAR)	3,708	18,527	1,644	6,725
伊羅戈斯(Region I)	7,984	39,920	3	15
卡加煙河谷(Region II)	3,684	18,420	0	0
中央呂宋(Region III)	15,649	78,245	6,607	30,947
甲拉巴松(Calabarzon)	10	44	9	53
比科爾(Bicol)	716	3,580	2,134	8,852
總計（截至 10 月 25 日）	31,751	158,736	10,397	46,592

資料來源：NDRRMC⁵⁴⁰

總計共有 90,035 棟房屋受損（含完全損壞及部分損壞），至 10 月 25 日時仍有 55 個區域遭洪水淹沒（如表 69、圖 503 所示）。

表69 房屋損壞與淹水區域統

災情區域	房屋損壞統計表		淹水區域統計表
	完全損壞	部分損壞	數量
科迪勒拉行政區(CAR)	1,340	9,606	-
伊羅戈斯(Region I)	1,334	17,441	21
卡加煙河谷(Region II)	11,284	48,994	34
中央呂宋(Region III)	6	30	-
甲拉巴松(Calabarzon)	0	0	-
比科爾(Bicol)	0	0	-
總計(截至 10 月 25 日)	13,964	76,071	55

資料來源：NDRRMC⁵⁴⁰



圖503 海馬颱風造成菲律賓災情

資料來源：自由時報⁵⁴¹

(三) 政府之應變作為

國家減少災害風險和管理委員會(NDRRMC):

- 1 持續發布海馬颱風警報狀態，持續監控和確保天氣諮詢，24小時公共天氣預報等。並進一步通知地方災害風險減少和管理委員會（LDRRMC）。
- 2 發布第 62 號備忘錄，向所有區域減少災害風險和管理委員會(RDRRMC)提供關於海馬颱風的潛在影響和準備措施。
- 3 開放海馬颱風災情地圖（如圖 504 所示）。

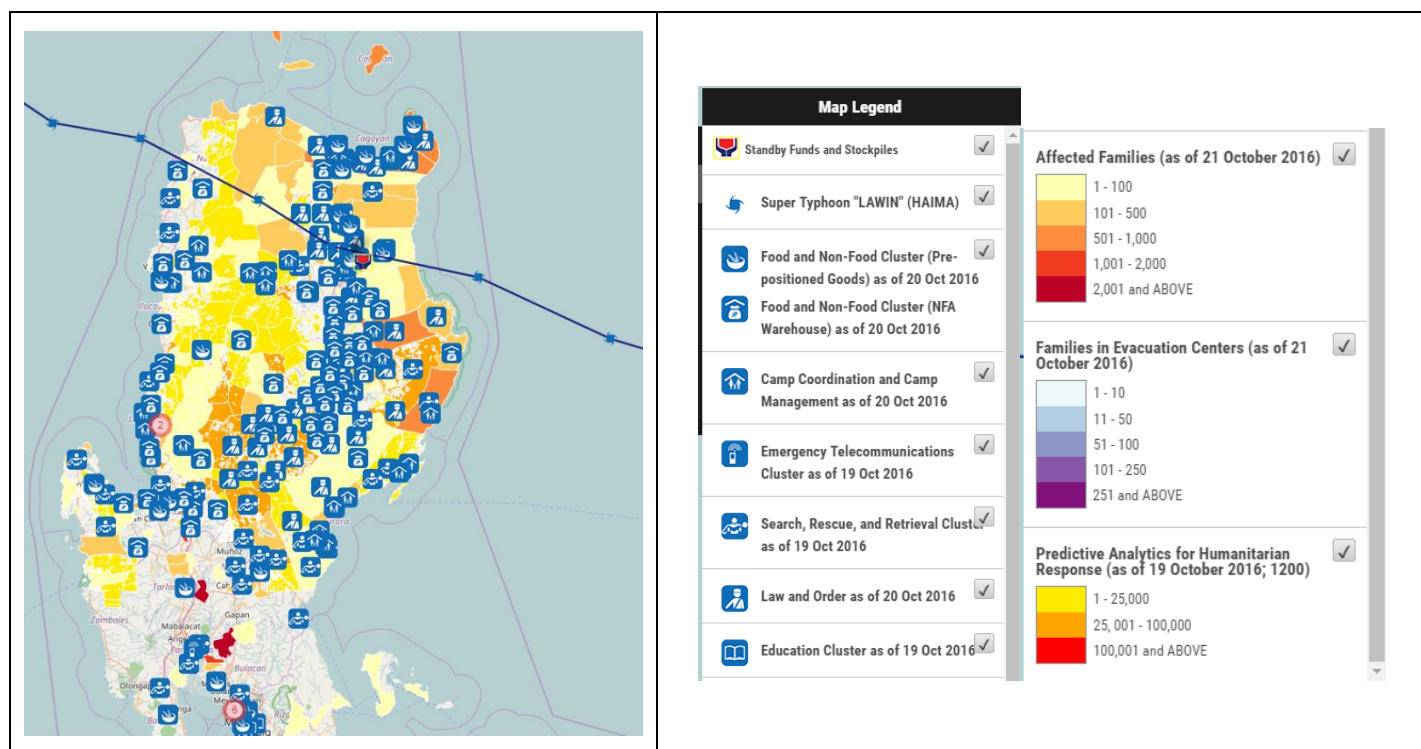


圖 504 海馬颱風災情地圖

資料來源：菲律賓社會福利和發展部(DSWD)⁵⁴²

- 4 與菲律賓國軍空中勘災。
- 5 於卡拉延群島分發救濟物資。

- 6 各區域 RDRRMC 對災區做災損評估和需求分析。
- 7 社會福利部、地方政府部門和非政府組織提供了 4 個受災省共 3 千 5 百萬披索援助。

(四) 致災原因研判

1. 超級颱風

海馬颱風中心附近最大風速為每小時 225 公里，瞬間最大陣風每小時 315 公里，引起的風暴浪潮可能達到 2 公尺至 5 公尺之高。

2. 房屋與基礎建設落後

基礎建設落後，無法阻擋洪害侵襲，建築物多以木材建築為主，遭受颱風侵襲時，沿海、低窪、山坡地民眾多處於威脅地區，在無堅固建築物可供避難情形下，民眾需預先撤離。

3. 世界風險報告亞洲區最高

2016 年報告根據國家的大眾基礎建設、居住品質、醫療服務、教育程度、發生自然災害的頻率、以及受到自然災害後的重建能力等因子，計算菲律賓風險排名第三，風險值達 26.7%、暴露度 52.46%、脆弱度 50.90%。

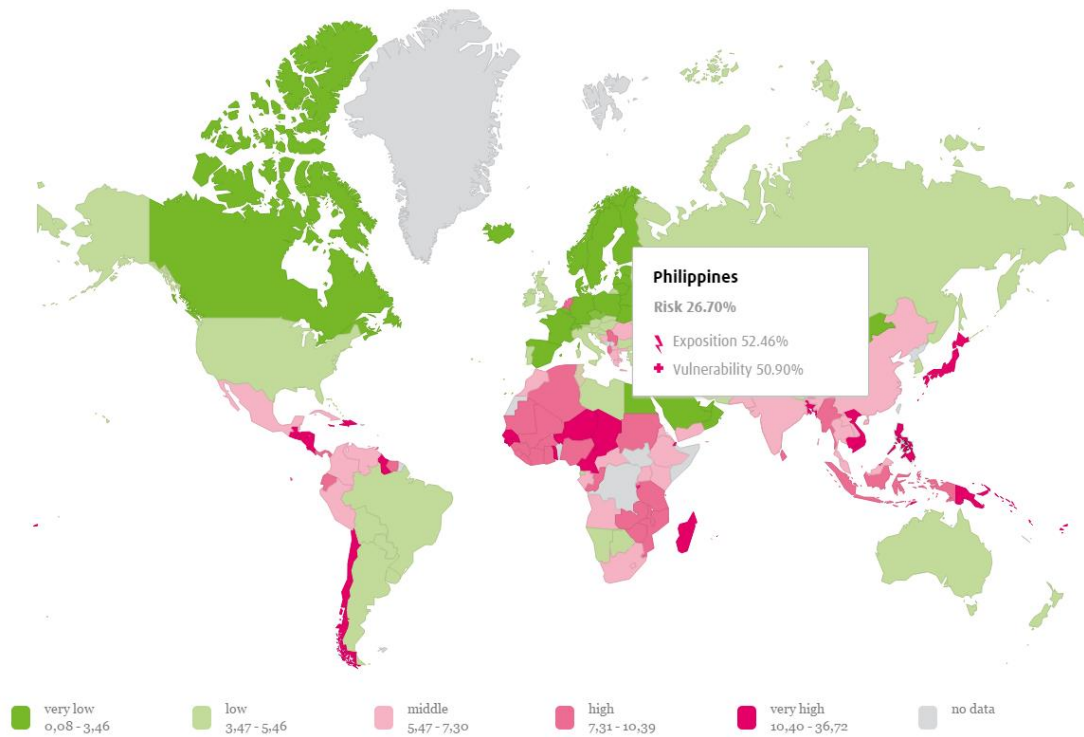


圖505 世界風險地圖

資料來源：Bündnis Entwicklung Hilft、United Nations University – EHS⁵⁴³

(五) 可借鏡之處

1. 評估大規模避難收容能量

海馬颱風產生大規模避難收容需求 15 萬 8 千多人，臺北市可能產生大規模避難需求為地震災害，必須考慮安全性(自然因素、人為因素)、妥適性(收容面積、收容人數及適合開設之災害類別等)、管理層面等，以利災害發生後使用之需求。

2. 巨災情境擬定

臺灣跟菲律賓地理位置近，經年遭受颱風、地震侵襲。近

年來菲律賓面臨巨災如：2013 年海燕颱風、保和地震以及今年雙颱莎莉佳、海馬陸續登陸呂宋島等。臺灣應針對遭受巨災衝擊的菲律賓情況為借鏡，為巨災做情境擬定與防救災規劃，以因應未來可能引發之大規模災害及複合型災害。

3. 災前預報及預防性疏散避難引導機制

預報及預防性疏散避難作業時，建立預先傳達民眾警訊之通報體系，並規劃災前之警戒避難引導機制，俾利災時能迅速提供受災民眾一安全避難收容處所。

六十三、2016年11月13日紐西蘭地震事件

(一) 事件描述

紐西蘭於當地時間11月14日凌晨0點2分(台灣時間13日晚上7點2分)發生規模7.8之強烈地震，震央位於南島卡爾弗登鎮(Culverden)東北部15公里處，距離南島第一大城基督城93.5公里處，南緯42.757度、東經173.077度(圖506所示)，震源深度23公里，屬淺層地震。

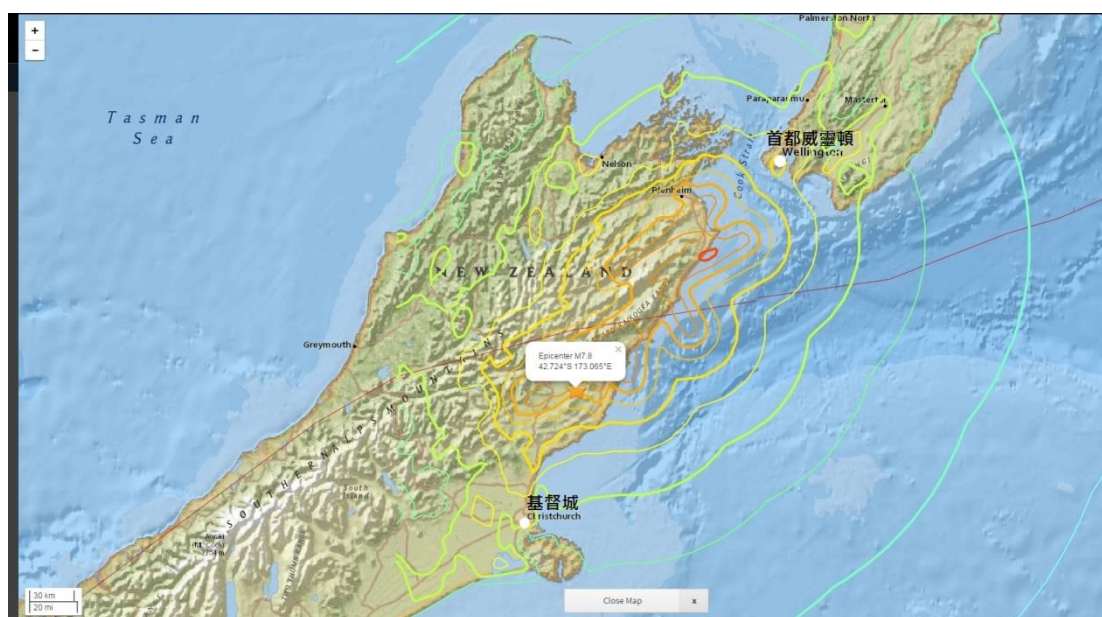


圖506 2016年紐西蘭凱庫拉地震震央

資料來源:美國地質調查局 USGS⁵⁴⁴

(二) 災情描述

震後亦引發海嘯襲擊南島東岸；於主震後，斷層沿線持續發生超過百次餘震，最大餘震規模達 6.3。由於震央位於南島陸地上，鄰近紐西蘭南島第一大城基督城，該地區於 2011 年 2 月 21 日發生規模 6.1 地震造成 185 人死亡為最重大之地震災害事件(圖 507 所示)，此次凱庫拉地震事件亦引起國際關注。

由於南島斷層面為東北-西南走向，向西傾斜約 30 度，主震於震源破裂後往東北方向破裂(如圖 508 所示，藍色區域為斷層破裂面於地表投影位置)，主要的能量釋放在震源東北方向約 100-140 公里處，該區域人口分布相對少，能量釋放因偏向於東北方，首都威靈頓的威脅相對提高。此外由於地震發生後，當地氣候不佳，強風與大雨影響造成救災難度提高。

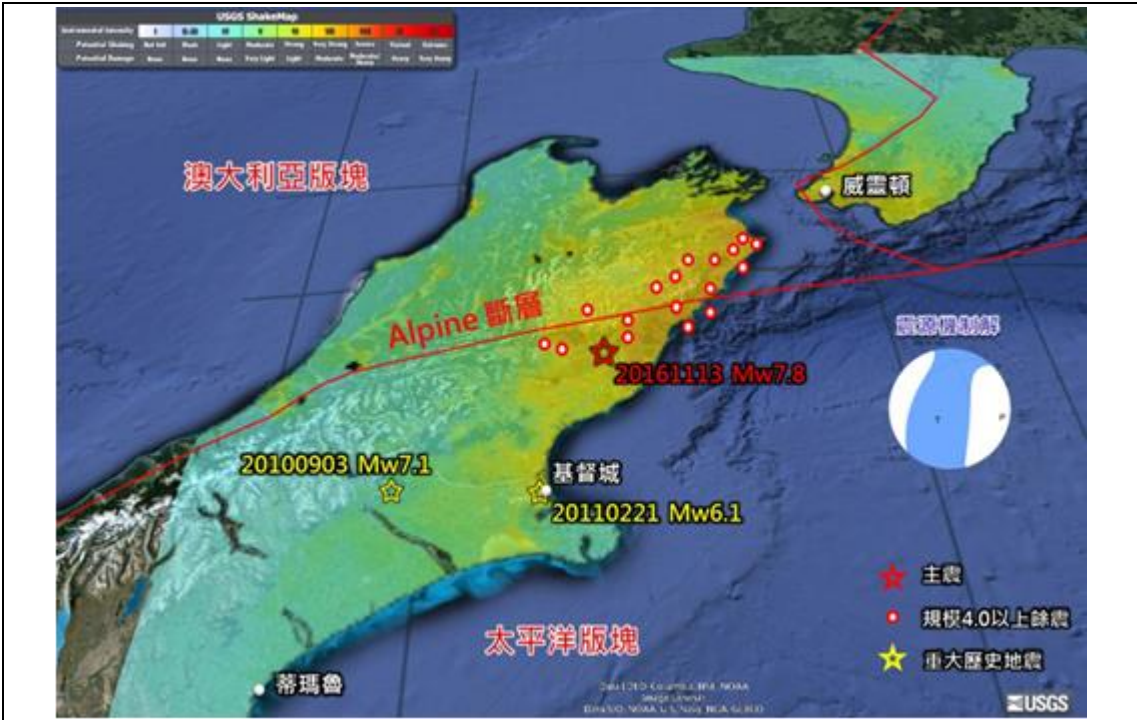


圖507 主震、餘震與重大歷史地震分布圖

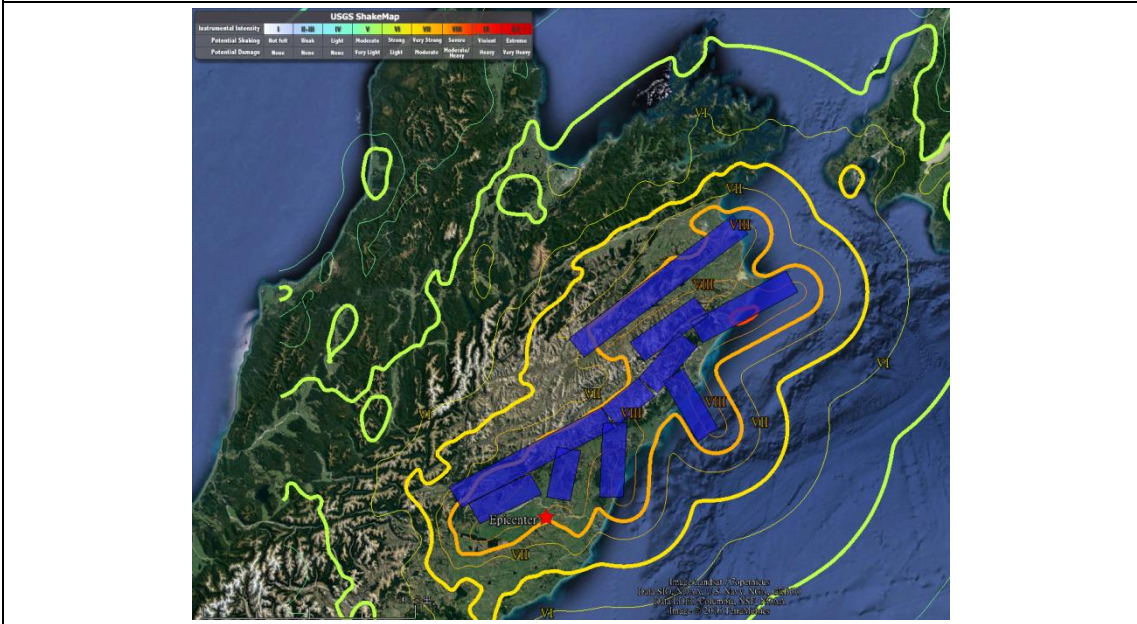
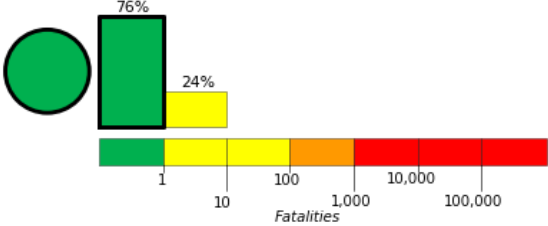
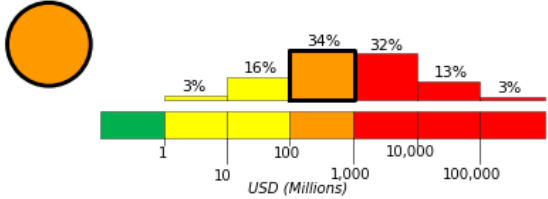


圖508 斷層地表破裂與震度分布

資料來源: 紐西蘭地質科學研究所及美國地質調查局，國家災害防救科技中心彙整製⁵⁴⁵

災情描述	
人員傷亡	罹難人數 2 人(1 人心臟病發，1 人因建築倒塌罹難) 受傷人數 57 人。
交通中斷	南島觀光勝地 (濱海賞鯨、山景)，對外交通中斷，千餘名遊客受困，至少 6 名重傷者已由直升機撤出。 火車鐵軌損壞並位移至少 9 公尺。 多處道路損毀，產生高低落差。

災情描述	
	多處發生岩體崩滑現象阻礙交通，土石估計約 8 萬至 10 萬噸。
建物與經濟損失	<p>首都威靈頓市區約 50 棟房屋毀損，5 千戶無電力。所有學校停課。凱庫拉小鎮多處建築受損，市府尚在評估。供水和污水處理系統損壞。</p> <p>首都威靈頓金融區受到短期經濟破壞。</p> <p>紐西蘭乳品商恆天然 (Fonterra) 表示，大規模停電與道路中斷，乳品無法冰存必須丟棄，乳品產量輸出亦受到影響。紐西蘭政府的初步估計，該國發生的地震帶來約 15 億美元的損失。</p>
紐西蘭海嘯警報	11 月 14 日紐西蘭時間 1 時 32 分，紐西蘭民防緊急管理部 (MCDEM) 對北部和南部群島以及查塔姆群島東部海岸發出海嘯警報。同日下午 5 時 02 分解除。測得最大波高為 2 公尺。
美國地質調查所預估災害損失(僅考慮結構損壞造成的損失)	<p>死亡人數預估 1 人佔 76%、1-10 人佔 24%，人員傷亡可能性偏低。</p>  <p>經濟損失預估約 34% 在 1 億-10 億美金區間，32% 在 10 億-100 億美金區間。損失總額約佔紐西蘭 1% GDP。</p>  <p>最大震度為凱庫拉評估約 2 千人受影響，影響最多人數為首都威靈頓約 38.2 萬人。</p>

資料來源：國家災害防救科技中心彙整製⁵⁴⁵、臺灣地震科學中心⁵⁴⁶



圖509 道路損壞



圖510 鐵軌損壞



圖511 坡地崩塌



圖512 建物損毀

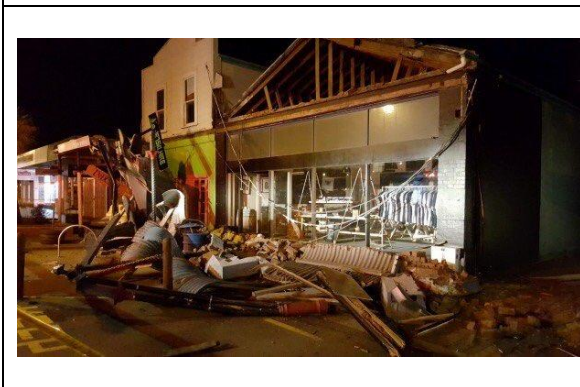


圖513 建物損毀



圖514 民眾於戶外臨時避難

資料來源：RNZ⁵⁴⁷、蘋果日報⁵⁴⁸、MCDEM Twitter⁵⁴⁹、地球圖輯隊⁵⁵⁰、CNN⁵⁵¹

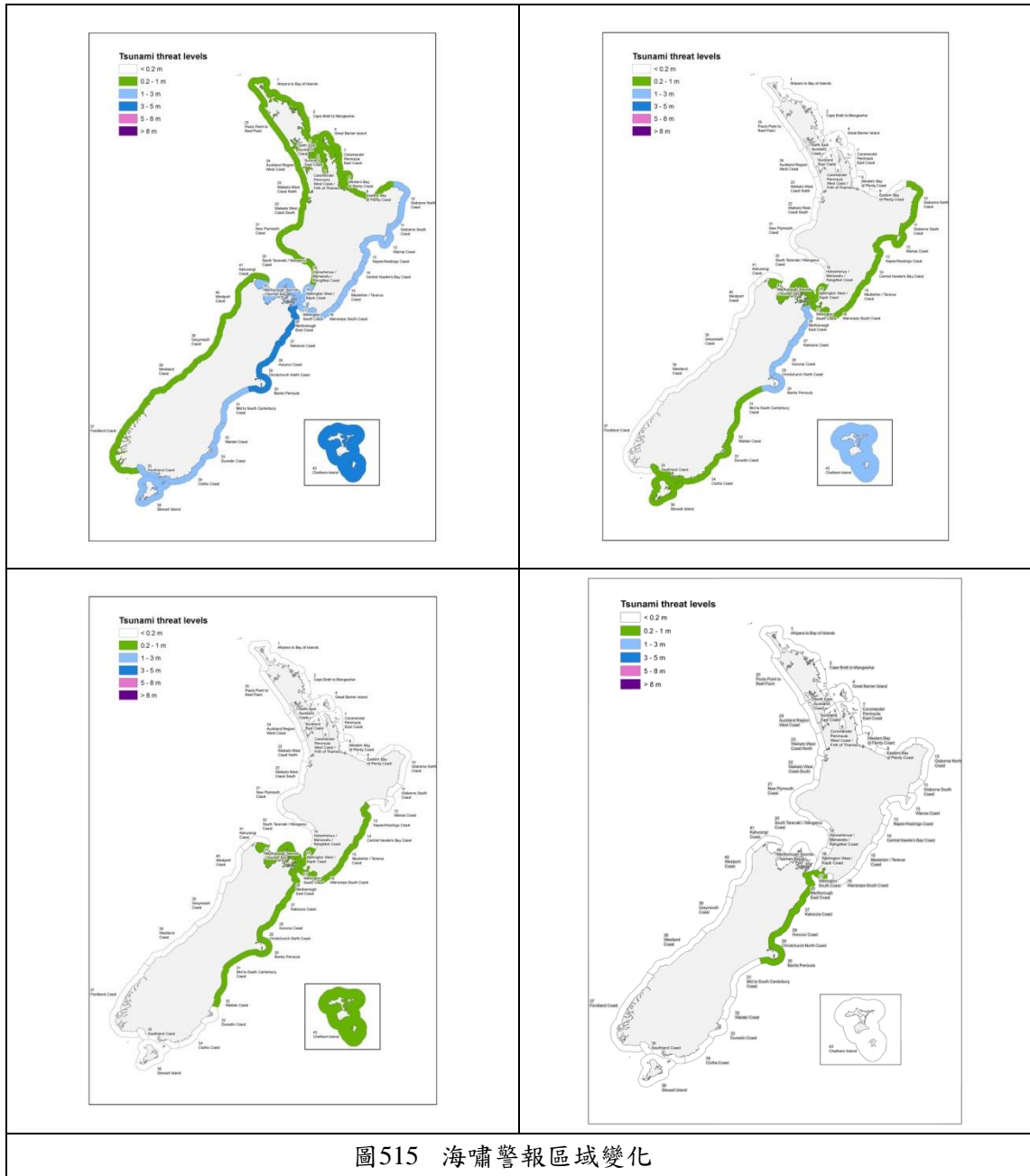


圖515 海嘯警報區域變化

資料來源：紐西蘭民防緊急管理部(MCDEM)推特⁵⁴⁹

(三) 政府之應變作為

地震主要造成南島地區交通受阻，凱庫拉小鎮對外交通中斷，紐西蘭軍方派遣艦艇、運輸機、直升機進行物資運送、空投，以及後續人員撤離。

應變作為	
紐西蘭軍方	紐西蘭國防部派遣空軍二架直升機與二架運輸機調查受創最嚴重的凱庫拉小鎮並提供基本緊急用品。 紐西蘭派遣海軍二艘軍用運輸艦至凱庫拉提供救援物資和疏散人員。另有三艘艦艇支援政府救災。
人員撤離	15日從凱庫拉約空運200位災民，隔日約1000位。
紐西蘭消防局	紐西蘭消防局派遣城市搜索與救援隊至威靈頓與凱庫拉。
國際救援組織	聖約翰救護機構(國際組織)啟動危機協調中心並於南島成立地方應變中心。
預先撤離	地震導致水壩裂縫滲水，克萊倫斯河(Clarence River) 水位暴漲，政府呼籲周邊民眾速往高處避難。
總理行程變更	紐西蘭總理約翰·基取消訪問阿根廷，勘災後表示地震造成徹底破壞，重建可能要花上數個月以及數十億美金。

資料來源：WIKI⁵⁵²、nzherald.co.nz⁵⁵³、NZ Defence Force⁵⁵⁴



圖516 直升機運輸



圖517 艦艇運輸

資料來源：紐西蘭國防軍(NZ Defence Force)⁵⁵⁴

(四) 致災原因研判

1. 大區域地體構造：

紐西蘭位於印澳板塊與太平洋板塊交界處；北島太平洋板塊隱沒到印澳板塊下方，速率達到每年 35~45mm，北部隱沒帶(希庫朗伊海溝)往西北方運動；南島印澳板塊隱沒到太平洋板塊下方。南部隱沒帶(麥格理斷層)運動方向往東方。南島北部形成了成數條斷層的馬爾堡斷層系統。南島中段匯集成單一斷層的阿爾卑斯斷層，為一左移具逆衝的斷層系統。

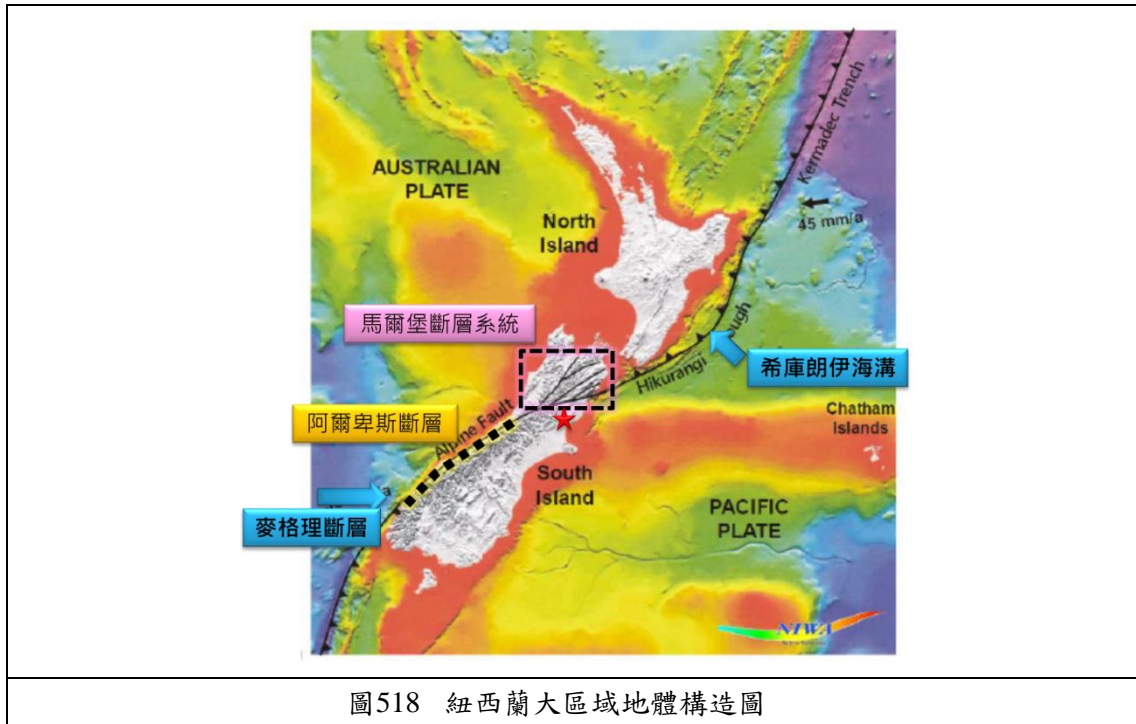


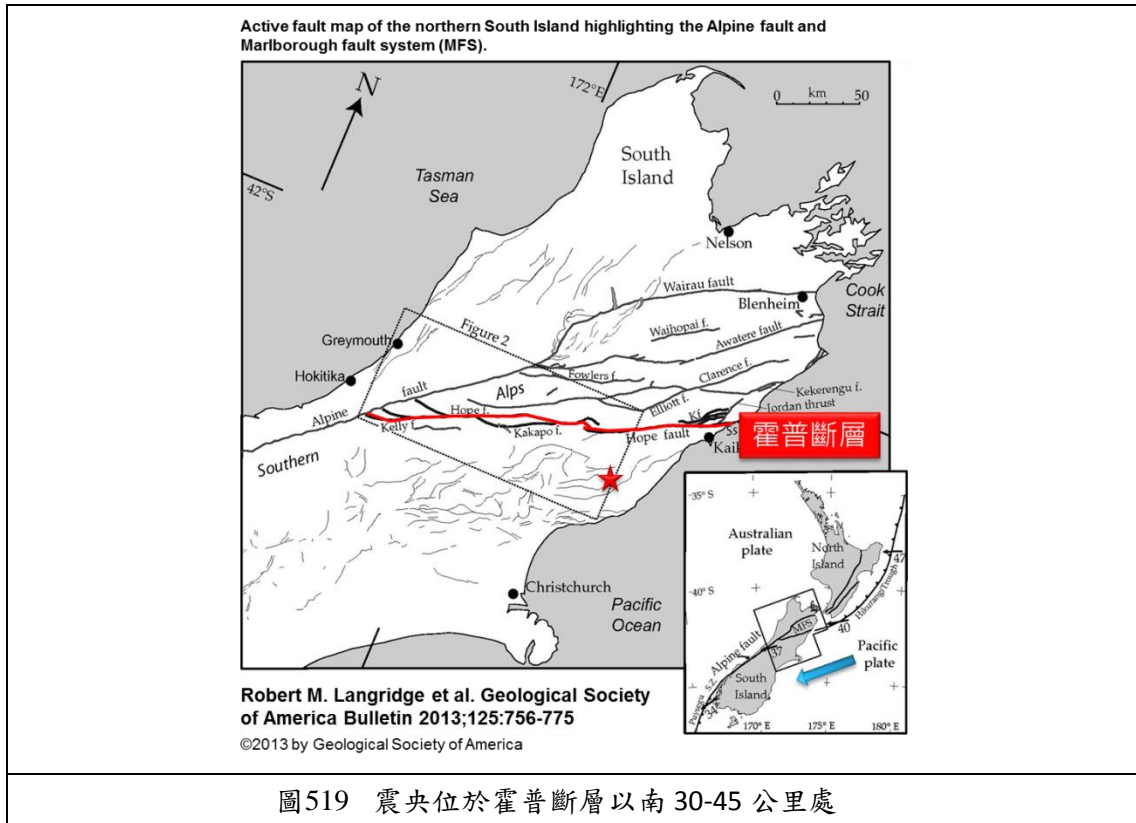
圖518 紐西蘭大區域地體構造圖

資料來源：臺灣地震科學中心⁵⁴⁶、NIWA⁵⁵⁵

2. 孕震構造:

震央約落在陸面主要板塊邊界表徵的馬爾堡斷層系統中的霍普(Hope)斷層以南 30- 45 公里處。

板塊邊界相當複雜，涵括了沿著北島隱沒過渡到穿越南島的轉形斷層的種種作用，而在霍普斷層東南側的淺部地殼正進行著薄膚式(thin-skinned)的摺皺-逆衝斷層構造活動。



資料來源：The Geological Society of America⁵⁵⁶

(五) 可借鏡之處

1. 紐西蘭地震保險制度

目紐西蘭地震保險體系由三部分構成地震委員會(EQC)、保險公司和保險協會，分別屬於政府機構、商業機構和社會機構。

紐西蘭地震保險採住宅火險強制附加住宅地震險，全民風險意識強，其投保率近 95%。EQC 收取保費後編列預算資助 GNS-Science 建置地震觀測網與地震相關研究，強化地震風險評估精確率，有助於降低再保費率。參考上述方式可鼓勵民眾針對地震險投保率，降低家戶災損。並由此經費編訂預算進行地震科

技研究，成果回饋至政府與民眾，提高減災成效。

2. 耐震建築設計降低災害衝擊

紐西蘭政府對於建築物耐震有良好規範，經由法令規範與建築物補強政策，授權地方政府自訂補強標準與期限，未限期內補強者則可限制其使用目的，對舊有建築的強化頗有助益。臺北市之老舊街屋建物數量仍佔有相當比例，應儘速進行老舊街屋建物之更新或補強，應能大幅降低地震災害之衝擊。

3. 推廣家戶緊急應變計畫

紐西蘭政府針對家戶，落實防災教育（如圖 520 所示），培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少人員傷亡及經濟損失。

	<p>LEARN ABOUT HAZARDS</p> <p>To find out about the types of hazards that could cause emergencies where you live and the right action to take, visit www.getthru.govt.nz</p>
<p>災時情境設定</p>	<p>災害類別設定</p>
<p>If we can't get home Where will we meet if we can't get home (local and out of town)? Who picks up the kids if we can't?</p> <p>If we can't get hold of each other Who will we check in with (someone out of town in case local phone lines are down)? How will we find the latest news/alerts (which radio stations, websites, social media pages)?</p> <p>Who might need our help? Neighbours, family, others.</p> <p>Who will we need to contact? (Always dial 111 in an emergency) Council emergency hotline, medical centre/doctor, landlord, insurance company, power company, day care/book, work, family members.</p> <p>If we are stuck at home Do we have emergency supplies? Food and drink for three days or more (for everyone including babies and pets)? Trenches and radio with batteries? First aid/medical supplies? They don't all need to be in one big box, but you may have to find them in the dark. Do we know how to turn off water, power and gas?</p> <p>If we have no power How will we cook, stay warm, see at night? Do we have spare cash in case ATMs are not working? Do we have enough fuel in case petrol pumps are not working?</p> <p>If we have no water Do we have enough stored drinking water (3 litres per person per day for 3 days or more, and changed every 6 months). What will we cook and clean with? What will we use for a toilet?</p> <p>If we have to leave in a hurry Do we have Getaway Kits* for everyone? At home, at work, in the car? * A small bag with warm clothes, torch, radio, first aid kit, money, food and water, essential medicines, and copies of important documents and photo ID to get you to your safe place.</p>	<p>REMEMBER...</p> <p>NEVER HAPPENS? HAPPENS</p>
<p>情境 假設</p>	<p>不會/從沒發生?</p>

家庭緊急應變計劃

與所有的家庭成員一起完成本計劃

您家庭的情況 地址 _____

姓名	電話
姓名	電話
姓名	電話
姓名	電話
姓名	電話

1. 如果我們無法回家或無法彼此聯繫，我們會在如下地點見面或留下訊息：
 姓名 _____ 地址 _____
 聯繫方式 _____
 姓名/地址 _____
 聯繫方式 _____
 姓名/地址 _____

2. 負責從學校接回孩子的人是：
 姓名 _____ 地址 _____
 聯繫方式 _____

3. 緊急逃生用品與逃生包
 負責檢查及食物的人 _____
 在該日期檢查並補充物品：

(至少一年檢查更新一次)

重要的電話號碼 需要報警、報告火災或要求救護車，撥打111

本地警署	供水公司
醫療中心	瓦斯公司
保險公司	電工
臥室/狗舍/貓舍	水管工
電力公司	建築工
本地政府緊急救助熱線	

家庭緊急情況應變清單

您需要的逃生物品

緊急逃生物品

- 手提電筒以及備用電池，或自行充電的手電筒
- 收音機及備用電池
- 防風防水服裝、遮陽帽，以及結實的戶外鞋
- 防風防水服裝、遮陽帽，以及結實的戶外鞋
- 毯子或睡袋
- 雜物用品
- 應急馬桶：衛生紙與大的垃圾袋
- 災害與防護器具

每隔三個月檢查一下所有的電池。

3天或更長時間的食物與水

- 不易腐爛的食物(罐頭或防水食品)
- 嬰兒及幼童的食物、奶粉與飲料
- 飲用水(每人每天至少3升)
- 洗衣及潔淨用水
- 可用水煮食的便攜式氧化煤油爐或煤氣爐
- 閃耀糖

考慮為持續時間較長的緊急狀況(例如流感大流行)儲存2周的食物與水，每隔12個月檢查並更換食物與水。

如何儲水

- 用熱水壺或洗淨盛水的容器，用自來水裝滿每個瓶子。長期儲存，在每一公升的水中加入5滴家用漂白劑(或是每十公升加入半茶匙)。
- 把瓶子存放在避光而幹燥的地方，每隔12個月更換一次。

逃生包

家庭的每個人都應在隨手可得的地方準備一個逃生包。其中包括：

- 手提電筒與收音機及備用電池
- 助聽器與備用電池，眼鏡或助行器
- 應急用水與容易攜帶的食品
- 額外的特殊食品供應
- 急救箱與必要藥品
- 為嬰兒或幼童準備：奶粉、食物、尿片
- 替換用的衣服(防風防水的衣服以及結實耐穿的戶外鞋)
- 盥洗用品：毛巾、肥皂、牙刷、衛生用品、衛生紙
- 毯子或睡袋
- 災害防護器具
- 雜物用品
- 重要文件(出生證明、結婚證、駕駛證及護照)
- 財務文件(保險單與貸款文件)
- 珍貴的家庭照片

如果我們不得不離開，我們將：

- 帶上我們的逃生包
- 關閉電源與水閘
- 關閉煤氣閘(僅限於燃氣煤油爐或接到當局指示的情況)
- 帶上寵物



更多信息，請向您最信任的民防緊急情況管理辦公室查詢，或至：
www.getthru.govt.nz
PRODUCED BY THE MINISTRY OF CIVIL DEFENCE & EMERGENCY MANAGEMENT

家庭應變計畫表

家庭應變清單

圖520 紐西蘭防災教育手冊

資料來源：紐西蘭民防緊急管理部 ⁵⁵⁷

六十四、印尼蘇門答臘地震事件

(一) 事件描述

2016年12月7日5時3分印尼蘇門答臘島北部亞齊省（Aceh）外海發生芮氏規模6.5強震，深度8.2公里之淺層地震，震央在魯勒特（Reuleuet）北方約15公里處(5.281°N 96.108°E)，距離該省首都班達亞齊（Kota Banda Aceh）167公里，主震發生後，一共發生大約100次餘震，此次地震是2004年南亞大海嘯以來亞齊省規模最大的災難。



圖521 震央位置圖

資料來源：Google map⁵⁵⁸、BBC NEWS⁵⁵⁹

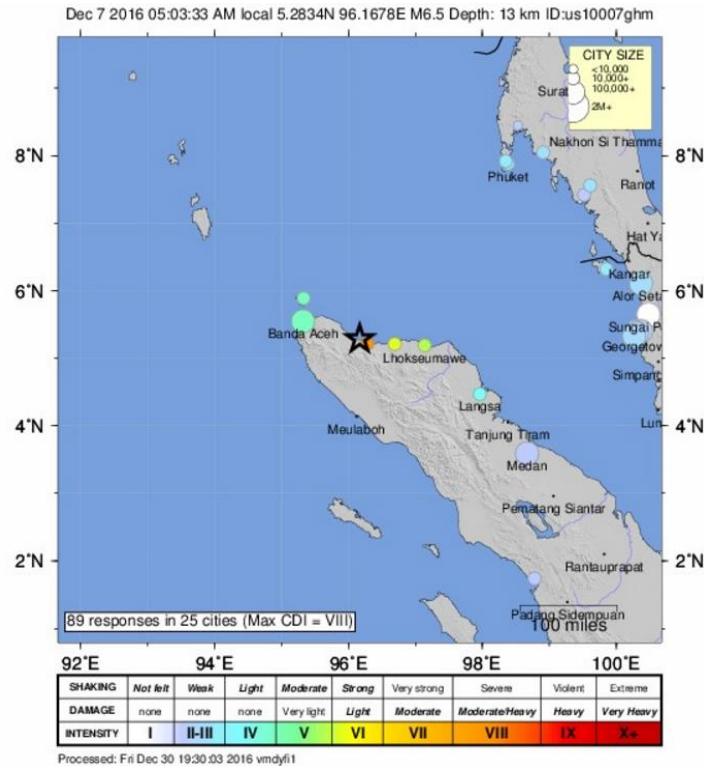


圖522 震度圖

資料來源：美國地質調查局(USGS)⁵⁶²

(二) 災情描述

截至 2016 年 12 月 10 日統計共有 102 人死亡，2 人失蹤、1,273 人受傷、4 萬 5 千 239 人無家可歸。災情最慘重的是位於震央附近的畢迪賈雅縣(Pidie Jaya)。共有 685 座建築受影響損毀(房屋受損 429 棟、店面受損 234 棟、清真寺損毀 18 棟、學校損毀 4 棟)，分布在尤里(Ulee Gle)、班達爾杜阿(Bandar Dua)、魯恩(Lueng Putu)、班達爾巴魯(Bandar Baru)等地。根據畢迪賈雅縣官方統計至 2016 年 12 月 10 日止，強震至少造成當地 6,740 萬美元經濟損失。災區缺乏食物、乾淨飲水、毛毯、醫療物資、藥物和人力，官員緊急向外求援。



圖523 建物受損嚴重區域位置圖

資料來源：Google map⁵⁵⁸



圖524 地震災情

資料來源：BBC NEWS⁵⁵⁹、ABC NEWS⁵⁶³、Gettyimages⁵⁶⁴

(三) 政府之應變作為

印尼政府緊急提供 50 噸救援物資，包括帳篷、折疊床、嬰兒用品和運屍袋以及 10 個發電機，並動用了近 1,500 人在重災區集中搜救。於數個清真寺設置臨時避難收容所。軍方派出了幾十名醫生前往災區救援並建立了臨時醫院，衛生部也組織醫療隊伍和運送藥物到災區。傷勢嚴重的傷者被直升機運送到該省的首府班達亞齊進行治療。

澳洲政府宣布將透過印尼紅十字會提供 100 萬澳幣（新台幣約 2412 萬元）的人道援助。民間機構印尼紅十字會提供水車、救護車和疏散車輛等救援物資。慈濟印尼分會動員包括麻醉科、骨科、護理等 15 位醫護人員，結合亞齊與棉蘭地區共 40 位慈濟志工，共計 55 位醫療與志工組成的慈濟賑災團。並調集 7 噸白米、3,000 套救災生活組包括棉被、沙龍（衣服）、15 箱包裝牛奶、3,600 盒餅乾、310 箱礦泉水、1,000 箱泡麵及醫療搶救用品等緊急生活物資。



圖525 臨時收容所與救災物資運送情形

資料來源：Aljazeera⁵⁶⁸、聯合新聞網⁵⁶⁹

(四) 致災原因研判

印尼位於地球兩條最活躍地震帶——環太平洋地震帶和歐亞地震帶的交界處。環太平洋地震帶又名火環（Ring of Fire），90%的地震以及 81% 最強烈的地震、火山等都在該地帶上發生。

2004 年南亞海嘯至今，印尼建立許多海嘯逃生避難指示牌，但應變措施有不足，1.建築結構強度不足，且避難處所僅針對海嘯垂直避難。 2.防災知識與組織尚未普及。3.缺乏逃生道路等用於救災的基礎設施。



圖526 環太平洋地震帶(火環)的位置圖

資料來源：維基百科⁵⁷²



圖527 海嘯避難方向指示牌

資料來源：Serambi INDONESIA⁵⁷⁴、Coversia.com⁵⁷⁵、ANTARABALI.com⁵⁷⁶

(五) 可借鏡之處

1 擬訂物資儲備機制

震後造成道路、橋樑中斷，救災物資、機具無法及時送達災區，對於部分資源較缺乏之偏遠地區，平時應做好擬訂物資儲備機制，俾提供災時必要用品供應。

2 防災教育的落實

易受災地區平時應加強宣導防災避難之重要性，培養民眾防救災意識，以利災時應變及減少傷亡與經濟災損。

3 災後復原重建規劃

經歷大規模災害後的復原重建工作，需詳細規劃並如期完成，避免未來再次受災，無法及時因應。

六十五、泰國南部水災事件

(一) 事件描述

2016年12月1日至5日泰國南部連日暴雨，其日降雨量達月平均降雨量，已超出城市之排水系統容量，導致大規模淹水。範圍由中部的班武里府(Prachuap Khiri Khan)延綿至南部跟馬來西亞邊境接壤的沙敦(Satun)，主要災區為素叻他尼(Suratthani)、洛坤府(Changwat Nakhon Si Thammarat)、博達倫(Changwat Phatthalung)、宋卡府(Changwat Songkhla)、北大年府(Changwat Pattani)、陶公府(Narathiwat)等地區(如圖528所示)。淹水深度達30公分至150公分不等。



圖528 淹水範圍與情形

資料來源：Google map⁵⁵⁸、ALAZEERA⁵⁷⁷、BBC NEWS⁵⁷⁸

(二) 災情描述

泰國官方統計至 12 月 7 日已有 14 人罹難、3 人受傷、1 人失蹤，88 區 1,245 個村落共 58 萬 2,343 人受到影響。

觀光方面，泰國適逢旅遊旺季，各旅遊勝地受水災影響而暫停營業。交通方面，部分飛機航班與輪渡暫停服務，公路與鐵路嚴重受洪水淹沒，曼谷以南火車停駛。

帕岸島(Koh Phangan)因大雨引起山體滑坡撞倒 4 座電線桿而停電，島上交通受阻。



圖529 淹水災情照片

資料來源：NNT⁵⁷⁹、FOXNEWS⁵⁸⁰

(三) 政府之應變作為

12 月至 1 月為泰國旅遊旺季，蘇梅島(Koh Samui)、帕岸島(Koh Phangan)、喀比(Krabi)等旅遊勝地當局出動救生艇疏散遊客至機場。

洛坤府拷龍山(Khao Luang mountain)地區 24 小時降雨超過 200 毫米，政府單位緊急疏散土石流潛勢地區的 3 個村落。

泰國國家鐵路公司 (SRT) 暫時停止特快列車的運行，SRT 從車站提供四輛巴士，讓乘客到達目的地。

帕岸島(Koh Phangan)緊急調派挖土機清除滑落的土石。

總理帕拉育·詹歐查(Prayut Chan-o-cha)指示第四軍團在 12 個受災省份提供援助。軍方與當地行政官員密切合作，幫助疏散村民到安全區，建造沙袋牆，為受洪水破壞的公共財產提供維修，並向洪災受害者提供救災袋。



圖530 緊急撤離疏散旅客與救災人員划救生艇搜救

資料來源：NNT⁵⁷⁹、Skymetweather⁵⁸³

(四) 致災原因研判

1. 泰國西部低壓槽引發降雨

低壓槽是地面氣壓最低的一條軸線（如圖 531 所示），有如山谷，空氣由四周流入低壓槽然後上升，當低壓槽徘徊於某地區時，往往帶來持續降雨。

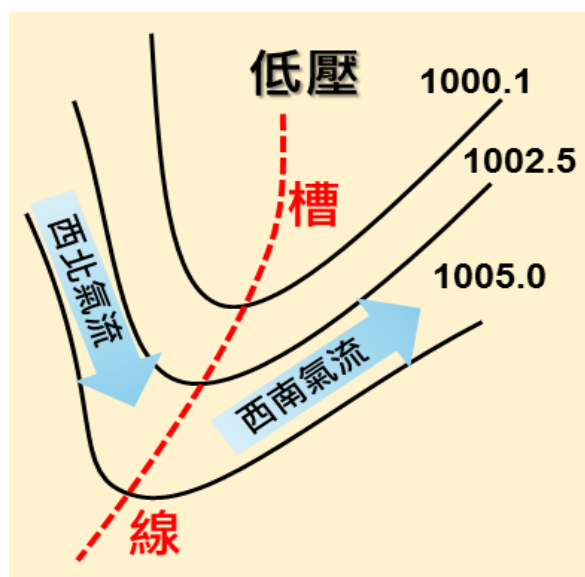


圖531 世界風險地圖

資料來源：手機互動百科⁵⁸⁹

2. 單日降雨量超過月平均降雨量

泰國南部地區 12 月平均降雨量為 150 毫米至 200 毫米。此次水災為連日(12/1~12/5)24 小時降雨量從 55.8 毫米至 235 毫米不等，其中宋卡府單日降雨量達 235 毫米。

表70 泰國南部各地 24 小時降雨量

泰國南部各地 24 小時降雨量	
12/1~12/2	洛坤府 192.2 mm、宋卡府 235 mm、北大年府 216.7 mm、陶公府 226 mm
12/2~12/3	素叻他尼 187 mm、蘇美島 156.6 mm
12/3~12/4	春蓬府 55.8 mm
12/4~12/5	洛坤府 120 mm、宋卡府 134 mm

資料來源：泰國氣象局⁵⁹⁰

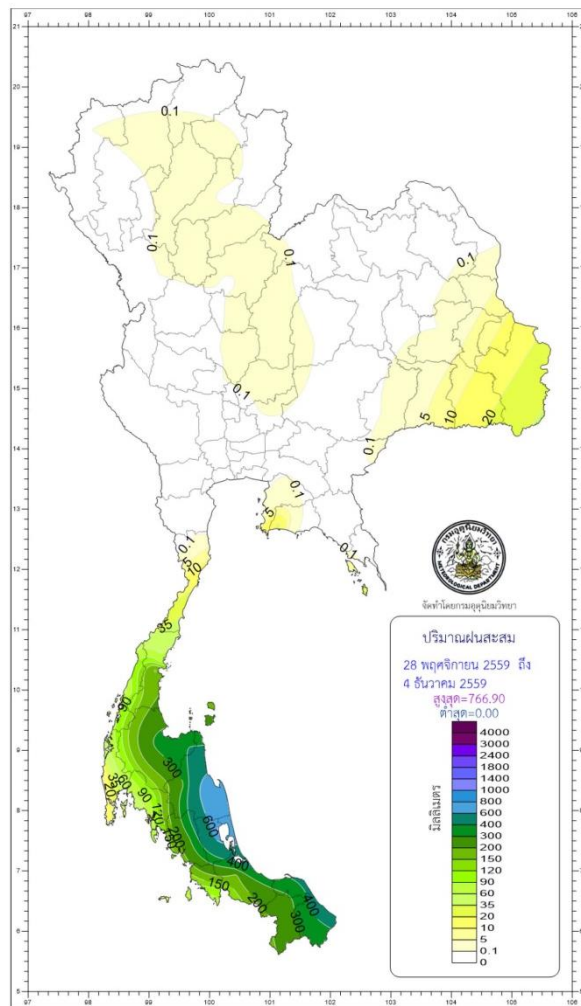


圖532 累積雨量圖(11/28~12/5)

資料來源：泰國氣象局⁵⁹⁰

(五) 可借鏡之處

1. 雨量預警與監控

政府須隨時掌握天氣雨量狀況，必要時得預先發布疏散避難警報撤離危險區居民，以降低災害零傷亡。

2. 建立完善應變計畫

泰國曾於 2011 年發生嚴重水災，造成龐大經濟損失，此次水災亦造成許多重要觀光景點受災。建立完整的整備應變計畫，並定期操演及檢討，降低或減少組織因事故的發生，所造成的損失與風險。

3. 長期減災規劃

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，強化水患自主社區之推廣。

資料來源：

1. 正見新聞網，
<http://news-b5.zhengjian.org/node/19983>，2013年12月27日下載。
2. Google map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E8%81%96%E5%9F%83%E6%96%AF%E7%9A%AE%E9%87%8C%E5%9C%96%E5%B7%9E/@-19.8967333,-40.9750154,8z/data=!4m2!3m1!1s0xb7069579646359:0x4e1bd5243c50f799?hl=zh-TW>
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E8%B2%9D%E6%B4%9B%E5%A5%A7%E9%87%8C%E8%97%8F%E7%89%B9/@-19.7372741,-43.5290461,8z/data=!4m2!3m1!1s0xa690a165324289:0x701d1dc8bb05fd7d?hl=zh-TW>，2013年1月下載。
3. 大紀元，巴西東南豪雨成災 南部大旱
<http://www.epochtimes.com/gb/12/1/4/n3476310.htm>，2013年1月4日下載。
4. 赫芬頓郵報，
http://www.huffingtonpost.com/2013/12/12/rio-floods-heavy-rain-brazil_n_4435141.html#slide=3221934，2013年12月11日下載。
5. 高雄市政府工務局電子報，
http://163.29.241.64/pwb/ebook/epaper115_6.htm，2013年1月下載。
6. 英國氣象局 (Met Office)，
<http://www.metoffice.gov.uk/public/weather/flood-warnings/#?tab=floodWarnings>
<http://www.metoffice.gov.uk/guide/weather/flood-warnings/what-does-this-mean>
7. 蘋果論壇國際在線，
<http://news.powerapple.com/international/2013/12/26/1376192.html>，2013年12月26日下載。
8. ETtoday 東森新聞網，英國掀起9公尺高「魔鬼浪」 水淹民宅、道路破碎
<http://www.ettoday.net/news/20140104/312948.htm>，2014年1月下載。
9. 新華網，暴風雨持續襲擊英國西海岸 大浪滔天宛如末世
http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/photo/2014-01/07/c_125965233.htm，2014年1月7日下載。
10. 英國環境署，
<http://www.environment-agency.gov.uk/>
11. Google Map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/Sinabung/@3.1037495,98.5547781,7z/data=!4m2!3m1!1s0x3030fb89473767f7:0xc70aa3880f314baf>，2014年2月下載。
12. PlasaMSN | Ed Solzh，
<http://news.hk.msn.com/photo/%e5%8d%b0%e5%b0%bc%e9%8c%ab%e7%b4%8d%e6%9c>

- [%8b%e7%81%ab%e5%b1%b1%e7%88%86%e7%99%bc-%e5%85%a9%e8%90%ac%e4%ba%ba%e7%96%8f%e6%95%a3](#)，2014年2月下載。
13. 中新網，
http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/world/2014-02/02/c_126086097.htm，2014年2月下載。
 14. 國際線上，<http://env.people.com.cn/BIG5/n/2014/0103/c1010-24012260.html>，2014年2月下載。
 15. MSN 新聞，
<http://news.hk.msn.com/photo/%e5%8d%b0%e5%b0%bc%e9%8c%ab%e7%b4%8d%e6%9c%8b%e7%81%ab%e5%b1%b1%e7%88%86%e7%99%bc-%e5%85%a9%e8%90%ac%e4%ba%ba%e7%96%8f%e6%95%a3#image=8>，2014年2月下載。
 16. 中央氣象局，<http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>，2014年2月下載。
 17. 台大氣候與災害研究中心，2014年2月繪製。
 18. 地球科學文教基金會地球科學園地第八期，
<http://web.fg.tp.edu.tw/~earth/learn/esf/magazine/981202.htm>，2014年2月下載。
 19. 印尼國家災害管理局，<http://www.bnpb.go.id>，2014年3月下載。
 20. 美聯社，www.worldjournal.com，2014年3月下載。
 21. 中新網，<http://www.weather.com.cn/photo/gqt/01/1779898.shtml>，2014年3月下載。
 22. 大公網，http://news.takungpao.com/world/bright/2013-01/1265570_40.html，2014年3月下載。
 23. Google Map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E7%B4%90%E8%A5%BF%E8%98%AD/@-43.3744882,172.4662705,5z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x6d2c200e17779687:0xb1d618e2756a4733>，2014年3月下載。
 24. NASA，<http://www.nasa.gov/>，2014年3月下載。
 25. Christopher C. Burt，
<http://www.wunderground.com/blog/weatherhistorian/once-in-a-hundred-year-storm-pounds-christchurch-new-zealand>，2014年3月下載。
 26. MetService，<http://metService.com/warnings/home>，2014年3月下載。
 27. One news，<http://tvnz.co.nz/national-news/happened-christchurch-storm-5857818>，2014年3月下載。
 28. The Press，
<http://www.stuff.co.nz/the-press/photos/9791692/Christchurch-flooding-March-5-2014>，2014年3月下載。
 29. TV NZ NEWS，<https://twitter.com/JoyReidTVNZ/status/440988737002946562/photo/1>，2014年3月下載。
 30. NASA Global Climate Change，

- http://climate.nasa.gov/state_of_flux#Oso_Washington_930x463.jpg，2014年4月10日下載。
31. WA State Patrol，
<http://www.umc.org/news-and-media/united-methodists-ready-to-assist-after-mudslide>，2014年4月11日下載。
 32. USA TODAY，
<http://www.usatoday.com/story/news/nation/2014/03/30/oso-mudslide/7081333/>，2014年4月11日下載。
 33. U.S. Army National Guard，
<http://kuer.org/post/oso-mudslide-list-missing-shrinks-death-toll-rises>，2014年4月11日下載。
 34. BBC，
http://news.bbcimg.co.uk/media/images/73763000/jpg/_73763382_021630728-1.jpg，2014年4月11日下載。
 35. UPI/Ted Warren/Pool，
<http://indilens.com/14867-barrack-obama-to-visit-washington-to-assess-damage-caused-by-mudslide/>，2014年4月11日下載。
 36. 華聲報，
<http://www.asiatoday.us/2014/04/%E6%AD%90%E7%B4%A2%E5%9C%9F%E7%9F%B3%E6%B5%81-%E6%85%88%E6%BF%9F%E9%97%9C%E6%87%B7%E5%8F%97%E7%81%BD%E5%B1%85%E6%B0%91/>，2014年4月11日下載。
 37. Mark Harrison/The Seattle Times/AP，
<http://www.nydailynews.com/news/3-dead-18-missing-washington-mudslide-gallery-1.1731373?pmSlide=1.1731367>，2014年4月11日下載。
 38. 美國地質勘探局(USGA)，
<http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usc000nzvd#shakemap>，2014年4月11日下載。
 39. 新華網，
http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.fj.xinhuanet.com/news/2014-04/02/c_1110070069.htm，2014年4月11日下載。
 40. 臺大氣候天氣災害研究中心整理，製作時間：2014年4月11日。
 41. 國際在線新聞，
<http://big5.cri.cn/gate/big5/gb.cri.cn/42071/2014/04/02/Zt5311s4488506.htm>，2014年4月22日下載。
 42. ISLAND CRISIS，
<http://news.islandcrisis.net/2014/04/earthquake-of-magnitude-8-2-in-chile/>，2014年4月22日下載。
 43. 地球圖輯隊，<http://world.yam.com/post.php?id=1737>，2014年4月22日下載。

44. 新華網，
http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/photo/2014-04/03/c_126350165.htm，2014年4月22日下載。
45. Voice of America，
<http://www.voanews.com/media/photogallery/april-3-2014-day-in-photos/1885696.htm>，2014年4月22日下載。
46. 地球圖輯隊，<http://world.yam.com/post.php?id=1737>，2014年4月22日下載。
47. Voice of America，
<http://www.voanews.com/media/photogallery/april-3-2014-day-in-photos/1885696.html>，2014年4月22日下載。
48. BBC，
http://www.bbc.co.uk/zhongwen/trad/multimedia/2014/04/140402_gal_chile_earthquake.shtml，2014年4月22日下載。
49. 伊基克市政府/NCDR，
<http://www.vinadelmarchile.cl/page/0/150/informacion-evacuacion-tsunami.html>，2014年4月22日下載。
50. 伊基克市政府/NCDR，
<http://www.ncdr.nat.gov.tw/Files/image/20140421170138829/files/105.pdf>，2014年4月22日下載。
51. 中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/V7/prevent/TSU_Pacific.htm，2014年4月22日下載。
52. 臺大氣候天氣災害研究中心整理，製作時間：2014年5月。
53. 美國地質調查局(USGS)，
<http://earthquake.usgs.gov/>，2014年5月下載。
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>，2014年5月下載。
54. 曼谷郵報 (Bangkok Post)，
<http://www.bangkokpost.com/news/local/409635/chiang-rai-suffers-fresh-earthquake>
<http://www.bangkokpost.com/news/local/408460/temblor-damage-pains-white-temple-designer>，2014年5月7日下載。
55. 泰國國家災害預警中心(NDWC)，
<http://www.ndwc.go.th/web/>，2014年5月下載。
56. 中央社，泰國規模6地震未傳出傷亡，記者林憬屏
<http://www.cna.com.tw/news/aopl/201405050385-1.aspx>，2014年5月5日下載。
57. 星洲網，星洲日報
<http://news.sinchew.com.my/node/363612>，2014年5月6日下載。
58. 聯合新聞網，
<http://udn.com/NEWS/WORLD/WORS2/8656898.shtml>，2014年5月7日下載。

59. 中國評論新聞，
http://hk.crntt.com/doc/1031/7/2/6/103172618_6.html?coluid=7&kindid=0&docid=103172618&mdate=0507151814，2014年5月7日下載。
60. 巴士的報，
<http://www.bastillepost.com/hongkong/%E5%A4%A7%E8%A6%96%E9%87%8E/%E6%B3%B0%E5%9C%8B%E5%9C%B0%E9%9C%87%E4%BD%9B%E7%94%A9%E9%A0%AD%E4%BD%9B%E8%AA%95%E5%87%BA%E7%95%B0%E8%B1%A1%EF%BC%9F?r=w&r=w>，2014年5月7日下載。
61. 聖地牙哥郡緊急事務廳 (OES)，May 2014 San Diego County Wildfires After Action Report
<http://www.readysandiego.org/aar/may-2014-san-diego-county-wildfires/May-2014-San-Diego-County-Wildfires.pdf>，2014年5月下載。
62. 世界新聞網，聖地牙哥9處野火 宛如煉獄，記者李大明
http://www.worldjournal.com/view/full_anews/25113620/xarticle-%E8%81%96%E5%9C%B0%E7%89%99%E5%93%A5%9E8%99%95%E9%87%8E%E7%81%AB-%E5%AE%9B%E5%A6%82%E7%85%89%E7%8D%84-?instance=nyinstant11&npg=1，2014年5月15日下載。
63. 華視新聞網，美加州野火肆虐 4000公頃林地毀
<http://news.cts.com.tw/cts/international/201405/201405161423101.html>，2014年5月16日下載。
64. TOMONews，
<http://us.tomonews.net/>，2014年5月下載。
65. 美國中文網，
<http://gate.sinovision.net:82/gate/big5/news.sinovision.net/society/201405/00294184.htm>，2014年5月15日下載。
66. 時代雜誌(Time.com)，
<http://time.com/99859/san-diego-wildfires-carlsbad-legoland/>，2014年5月15日下載。
67. 每日郵報，
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2628218/Multiple-fires-burning-San-Diego-County.html>，2014年5月15日下載。
68. 中國中央氣象台，
<http://www.nmc.gov.cn/publish/observations/precipitation.htm>，2014年6月10日下載。
69. 臺大氣候天氣災害研究中心，製作時間：2014年6月19日。
70. 民視新聞，
<http://news.pchome.com.tw/internation/ftv/20140605/index-14019387012755819011.html>，2014年6月19日下載。
71. 法新社，
<http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1025989>，2014年6月19日下載。

72. 中國新聞網，
http://district.ce.cn/newarea/roll/201206/12/t20120612_23401628.shtml，2014年6月19日下載。
<http://big5.china.com.cn/gate/big5/ml.china.com.cn/html/guanzhu/20140603/374699.html>，2014年6月19日下載
<http://www.chinanews.com/tp/hd2011/2014/06-03/356172.shtml>，2014年6月20日下載。
73. 中國天氣，攝影者：周恩革
<http://www.weather.com.cn/guangxi/gxgqtp/2132512.shtml>，2014年6月20日下載。
<http://cq.weather.com.cn/gqtj/2124379.shtml>，2014年6月23日下載。
74. 中新網，
http://big5.china.com.cn/gate/big5/photo.china.com.cn/news/2014-06/05/content_32576142_5.htm，2014年6月23日下載。
75. 新華網，http://www.jywx.com/zhzx/2014-06/03/content_1930684.htm，2014年6月23日下載。
76. 法新社，<http://www.epochtimes.com/b5/12/7/7/n3629733.htm>，2014年6月23日下載
77. 央廣網，
http://big5.china.com.cn/gate/big5/photo.china.com.cn/news/2014-06/11/content_32637049_6.htm，2014年6月23日下載。
<http://news.sinchew.com.my/node/370534?tid=1>，2014年6月23日下載
78. google map，
<https://www.google.com/maps/place/%E5%B7%B4%E6%A0%BC%E8%98%AD/@33.6859688,67.5977625,6z/data=!4m2!3m1!1s0x38cc31e8833af0db:0x2d71d9637f883f8c?hl=zh-TW>，2014年6月23日下載。
79. BBC，<http://www.bbc.com/news/world-asia-27745771>，2014年6月23日下載。
80. reliefweb，<http://reliefweb.int/disaster/ff-2014-000060-afg>，2014年6月23日下載。
81. 臺大氣候天氣災害研究中心後製，製作時間：2014年6月23日。
82. Wakil Kohsar/AFP/Getty Images，
<http://www.theatlantic.com/infocus/2014/05/massive-landslide-burial-afghan-village/100729/>，2014年6月23日下載。
83. 國際移民組織，
<http://www.iom.int/cms/en/sites/iom/home/news-and-views/press-briefing-notes/pbn-2014/pbn-listing/iom-responds-to-floods-in-afghan.html>，2014年6月23日下載。
84. 法新社，
<http://www.directmatin.fr/monde/2014-06-08/afghanistan-les-secours-tendent-dat>

- [teindre-les-victimes-des-inondations-680878](#)，2014年6月23日下載。
- <http://www.ozodi.org/content/article/25331086.html>，2014年6月23日下載。
85. PRESSTV，<http://lhrtimes.com/2014/05/05/baghlan-flash-flood-kills-8/>，2014年6月23日下載。
86. Sherzai，
<http://www.bostonglobe.com/news/world/2014/04/25/flash-floods-northern-afghanistan-kill/v2855kpm4YeRTPZE51FN9H/story.html>，2014年6月23日下載。
87. independent.mk，
<http://www.independent.mk/articles/5861/Afghanistan+Flash+Flood+Kills+Dozens+in+Baghlan+Province>，2014年6月23日下載。
88. AFP/大紀元，
http://www.burlesonstar.net/ci_25922939，2014年6月23日下載。
<http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2014/06/09/a1115189.html>，2014年6月23日下載。
89. Google map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E9%98%BF%E8%96%A9%E5%A7%86%E9%82%A6/@21.571152,92.0056489,6z/data=!4m2!3m1!1s0x374516c94c312d63:0xd11a73bb736719fb>，2014年7月下載。
90. fox news，
<http://www.foxnews.com/world/2014/06/28/india-monsoon-flooding-kills-11-maroon-s-many/>，2014年7月下載。
91. WASBIR HUSSAIN，
<http://www.timesunion.com/news/world/article/Monsoon-flooding-kills-11-in-India-maroons-many-5586191.php#photo-6527478>，2014年7月下載。
92. 印度氣象部，<http://www.imd.gov.in/>，2014年7月下載。
93. JTWC，<http://www.usno.navy.mil/JTWC/>，2014年7月下載。
94. 東方 IC，http://msnphoto.eastday.com/2013slideshow/20140709_5/index2.html，2014年7月下載。
95. 中新網，
http://big5.ce.cn/gate/big5/intl.ce.cn/qgss/201407/10/t20140710_3139186.shtml，2014年7月下載。
96. 土石流防災記事，陳振宇，
<http://cychen59.blogspot.tw/2014/07/201479.html?sref=fb>，2014年7月下載。
97. udnTV，<http://udn.com/NEWS/BREAKINGNEWS/BREAKINGNEWS5/8788980.shtml>，2014年7月下載。
98. 大紀元，<http://www.epochtimes.com.tw/n96077/強颶沅熊直撲日本-數萬人疏散.html>，2014年7月下載。
99. Reid Wiseman，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20140708004106-260408>，2014年7月下載。

100. 內政部國土測繪中心
http://www.moi.gov.tw/chi/chi_news/news_detail.aspx?sn=8704&type_code=01，2014年8月12日下載。
101. 維基百科
https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Kaohsiung_Explosions_August_01.svg，2014年8月12日下載。
102. umap, Kaohsiung explode 20140801
http://umap.fluv.io/en/map/kaohsiung-explode-20140801_1984#15/22.6132/120.3322，2014年8月8日下載。
103. 自由時報
<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1070029>，2014年8月8日下載。
104. NOWnews
<http://www.nownews.com/n/2014/08/01/1349858>，2014年8月8日下載。
105. udn 聯合新聞網
<http://udn.com/NEWS/NATIONAL/NATS1/8842112.shtml>，2014年8月8日下載。
106. 三立新聞網
<http://www.setnews.net/News.aspx?PageGroupID=6&NewsID=33344>，2014年8月8日下載。
107. 新唐人新聞網
<http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2014/08/01/a1127203.html>，2014年8月8日下載。
108. super720.com, 高雄氣爆事件現場 VR720 實景網站
http://super720.com/super720vr_2014/2014-08-01-kaohsiung.html
109. 國家災害防救科技中心
<http://www.ncdr.nat.gov.tw/Home.aspx?WebSiteID=5853983c-7a45-4c1c-9093-f62cb7458282>
110. 大紀元電子日報, 陳菊要求檢討管線配置, 總統允諾
<http://www.epochtimes.com.tw/n98446/%E9%99%B3%E8%8F%8A%E8%A6%81%E6%B1%82%E6%AA%A2%E8%A8%8E%E7%AE%A1%E7%B7%9A%E9%85%8D%E7%BD%AE-%E7%B8%BD%E7%B5%B1%E5%85%81%E8%AB%BE.html>，2014年8月8日下載。
111. 民報, 馬總統巡視災害應變中心, 陳菊請中央全力支援
<http://www.peoplenews.tw/news/dfce8d3f-6d3a-456f-8976-c8d7ff7ea657>，2014年8月8日下載。
112. 中時電子報, 高雄氣爆三多一路、一心一路 6 日圖輯
<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20140807000057-260402>，2014年8月8日下載。
113. 大紀元新聞網, 高雄大氣爆 愛心撫慰劫後災民
<http://www.epochtimes.com/b5/14/8/3/n4216259.htm%E9%AB%98%E9%9B%84%E5%A4%A7%E6>

- [%B0%A3%E7%88%86--%E6%84%9B%E5%BF%83%E6%92%AB%E6%85%B0%E5%8A%AB%E5%BE%8C%E7%81%BD%E6%B0%91.html](#)，2014年8月8日下載。
114. 中國觀察，《高雄氣爆》默默付出不求回報 民間伸援溫暖人心
<http://www.bayvoice.net/b5/chinaexaminer/goods/2014/08/02/%E9%AB%98%E9%9B%84%E6%B0%A3%E7%88%86%E3%80%8B%E9%BB%98%E9%BB%98%E4%BB%98%E5%87%BA%E4%B8%8D%E6%B1%82%E5%9B%9E%E5%A0%B1-%E6%B0%91%E9%96%93%E4%BC%B8%E6%8F%B4%E6%BA%AB%E6%9A%96%E4%BA%BA%E5%BF%83-20057.html>，2014年8月8日下載。
115. 風傳媒，《高雄大氣爆》開設安置中心 免費接送災民
<http://www.stormmediagroup.com/opencms/news/detail/54544fbe-197f-11e4-8645-ef2804cba5a1/?uuid=54544fbe-197f-11e4-8645-ef2804cba5a1>，2014年8月8日下載。
116. Google map
<https://www.google.com.tw/maps/dir/%E8%81%96%E5%B8%83%E9%AD%AF%E8%AB%BE/%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E5%8A%A0%E5%88%A9%E7%A6%8F%E5%B0%BC%E4%BA%9E%E5%B7%9E%E8%81%96%E5%B8%83%E9%AD%AF%E8%AB%BE/@37.6268147,-122.5298736,10z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x808f79e42ea92939:0xda1da4c83960efd2!2m2!1d-122.4110835!2d37.6304904!1m5!1m1!1s0x808f79e42ea92939:0xda1da4c83960efd2!2m2!1d-122.4110835!2d37.6304904>，2014年8月11日下載。
117. 赫芬頓郵報
http://www.huffingtonpost.com/2010/09/12/san-bruno-explosion-photos_n_713976.html#138569，2014年8月14日下載。
118. Los Angeles Times 洛杉磯時報
<http://www.latimes.com/local/la-me-san-bruno-fire-explosion-htmllstory.html>，2014年8月11日下載。
119. 舊金山紀事報
<http://www.sfgate.com/bayarea/article/San-Bruno-explosion-Some-victims-identified-3174910.php>，2014年8月14日下載。
120. 洛杉磯時報，PHOTOGRAPHY
<http://framework.latimes.com/2010/09/09/fire-in-san-bruno/#/53>，2014年8月11日下載。
121. 僑報網
<http://news.uschinapress.com/2014/0730/987091.shtml>，2014年8月11日下載。
122. 大紀元，聖布魯諾大火 受災面積達15英畝
<http://www.epochtimes.com/b5/10/9/11/n3022040.htm>，2014年8月12日下載。
123. San Jose Mercury News 聖荷西水星報
http://www.mercurynews.com/bay-area-news/ci_16041191，2014年8月14日下載。
124. BBC 中文網
http://www.bbc.co.uk/zhongwen/trad/china/2014/08/140804_china_yunnan_quake_update.shtml，2014年8月12日下載。

125. 美國地質調查局(USGS)
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000rzm#shakemap>
126. 星洲日報
<http://news.sinchew.com.my/node/379654>，2014年8月12日下載。
127. 新華網雲南頻道 專題策劃
<http://yn.xinhuanet.com/topic/2014/1ddz/>，2014年8月15日下載。
128. CRI 國際在線新聞
<http://big5.chinabroadcast.cn/gate/big5/gb.cri.cn/42071/2014/08/04/3245s4640769.htm>，2014年8月15日下載。
129. 中新網
<http://big5.china.com/gate/big5/news.china.com/focus/ludian/11163538/20140804/18683319.html>，2014年8月15日下載。
130. 中國國家測繪地理信息局
<http://www.sbsm.gov.cn/article/chyw/201408/20140800015467.shtml>，2014年8月15日下載。
131. CRI 國際在線
<http://big5.chinabroadcast.cn/gate/big5/gb.cri.cn/42071/2014/08/09/782s46473992.htm>，2014年8月15日下載。
132. 臺大氣候天氣災害研究中心，2014年9月繪製。
133. 華夏經緯網 <http://hk.huaxia.com/xw/twxw/2014/08/4031582.html>，2014年9月19日下載。
134. 新北市政府消防局，新店永保安康社區氣爆事件現場聯合服務中心工作報告書，2014年9月。
135. 自由時報 <http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1082003>，2014年9月19日下載。
136. 新唐人網 <http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2014/08/15/a1130664.html>，2014年9月19日下載。
137. 蘋果日報
<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/local/20140816/452817/>，2014年9月18日下載。
138. 中央通訊社 <http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201408150221-1.aspx>，2014年9月18日下載。
139. 中時電子報 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20140916000452-260106>，2014年9月19日下載。
140. 臺灣導報 <http://www.taiwan-reports.com/?c=articles&a=show&id=36923>，2014年9月19日下載。
141. NOWnews 今日新聞網 <http://www.nownews.com/n/2014/08/17/1373783>，2014年9月19日下載。

142. 新北市政府消防局，新北市強化危害物質場所安全檢查及災時通報應變機制簡報，2014年8月5日。
143. 新北市道路挖掘業務管理系統，<http://61.60.124.185/tpcdig6/pp/default.aspx>，2014年9月22日下載。
144. 日本國土地理院，<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>，2014年9月20日下載。
145. 朝日新聞，
<http://www.asahi.com/topics/word/%E5%BA%83%E5%B3%B6%E3%81%AE%E5%9C%9F%E7%A0%82%E7%81%BD%E5%AE%B3.htm>，2014年9月20日下載。
146. 每日新聞，<http://mainichi.jp/select/news/20140821k0000m040049000c.html>，2014年9月20日。
147. 廣島市災害對策本部第3報，
http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/info/1489/notice_1489_1.pdf，2014年9月20日下載。
148. 廣島市災害對策本部第68報，
http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/info/1649/notice_1649_1.pdf，2014年9月20日下載。
149. 廣島新聞，<http://photo.sankei.jp.msn.com/essay/data/2014/08/20hiroshima3/>，2014年9月20日下載。
150. CNN，<http://www.cnn.co.jp/photo/1/583875.html>，2014年10月01日下載。
151. 每日新聞，<http://blog.goo.ne.jp/goo221947/e/e68d68a615ba61f480a6d52d52bfb63f>，2014年10月01日下載。
152. 亞洲航測股份有限公司，<http://www.ajiko.co.jp/article/detail/ID4ZQNXTHCH/>，2014年9月20日下載。
153. 朝日新聞，<http://www.asahi.com/articles/photo/AS20140820000836.html>，2014年9月20日下載。
154. 國家災害防救中心，
http://www.cdprc.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=DE11525F5E6F3240&s=9449CD08B8957FD0，2014年9月20日下載。
155. 廣島市災害對策本部第15報，
http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/info/1540/notice_1540_1.pdf，2014年9月20日下載。
156. 廣島市役所 <http://www.city.hiroshima.lg.jp/shobou/bousai/midorii2.pdf>，2014年9月20日下載。
157. 朝日新聞，<http://www.asahi.com/articles/photo/AS20140820004588.html>，2014年9月20日下載。
158. 朝日新聞，<http://www.asahi.com/articles/ASG8R3FH6G8RPTIL00F.html>，2014年9月20日下載。
159. 2014年広島豪雨災害時の斜面崩壊-土石流について。松四雄騎(2014)。

- http://www.slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/disaster_reports/20140820Hiroshima/201408Hiroshima_Rep2.html，2014年10月01日下載。
160. 國土交通省，
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/H26_hiroshima/140930_hiroshimadosekiryu.pdf，
2014年10月01日下載。
161. 廣島縣砂防課，<http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/map/keikai.aspx>，
2014年9月20日下載。
162. NHK，2014年10月報導。
163. 朝日新聞社，<http://www.nownews.com/p/2014/09/29/1434656>，2014年11月27日下載。
164. NASA，2014年10月下載。
165. 美聯社，
http://www.worldjournal.com/view/full_aInternational/25846804/article-%E6%97%A5%E5%BE%A1%E5%B6%BD%E7%81%AB%E5%B1%B1%E7%88%86%E7%99%BC-33%E4%BA%BA%E7%96%91%E6%B4%BB%E5%9F%8B，2014年10月下載。
166. 日本維基百科，
<http://ja.wikipedia.org/wiki/2014%E5%B9%B4%E3%81%AE%E5%BE%A1%E5%B6%BD%E5%B1%B1%E5%99%B4%E7%81%AB5>，2014年9月下載
167. matome.naver.jp/，
<http://matome.naver.jp/odai/2141179008771760701/2141180991288790203>，2014年10月下載。
168. 自由時報 <http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1120505>，2014年10月下載。
169. 日本維基百科，
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E5%B1%B1%E5%99%B4%E7%99%BC%E9%A1%9E%E5%9E%8B>，2014年10月。
170. 台大氣候天氣災害研究中心繪製。
171. 自由時報 <http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1128057>，2014年10月下載。
172. 中時電子報，2014年10月下載。
173. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/820635>，2014年10月下載。
174. Nownews，<http://www.nownews.com/p/2014/10/11/1451313>，2014年10月下載。
175. 交通部運輸研究所港灣技術研究中心，2014年10月下載。
176. THE WASHINGTON POST，
<http://www.washingtonpost.com/posteverything/wp/2015/01/14/metros-a-mess-all-the-more-reason-to-ride-it/>，2015年1月報導。
177. 俄羅斯新聞網，2015年1月下載。
178. NTDTV，<http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2015/01/13/a1168587.html>，2015年1月下載。

179. 消防局提供，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201501200064-1.aspx>，2015 年 1 月下載。
180. 聯合新聞網，
<http://udn.com/NEWS/BREAKINGNEWS/BREAKINGNEWS1/9196362.shtml>，2015 年 1 月下載。
181. 東森新聞，<http://www.ettoday.net/news/20150120/453652.htm>，2015 年 1 月下載。
182. 聯合新聞網，
<http://udn.com/NEWS/BREAKINGNEWS/BREAKINGNEWS2/9195643.shtml>，2015 年 1 月下載。
183. 壹週刊，<http://www.nextmag.com.tw/breaking-news/20150120/13407162>，2015 年 1 月下載。
184. Google map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E8%87%BA%E5%8C%97%E6%9D%BE%E5%B1%B1%E6%A9%9F%E5%A0%B4/@25.0635474,121.5318743,14z/data=!4m2!3m1!1s0x3442abf1a4142659:0x93180ddcb6758a3a>，2015 年 2 月下載。
185. 維基百科，
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%A9%E8%88%88%E8%88%AA%E7%A9%BA%235%E8%99%9F%E7%8F%AD%E6%A9%9F%E7%A9%BA%E9%9B%A3>，2015 年 2 月下載。
186. Ettoday 東森新聞雲 <http://www.ettoday.net/news/20150205/463832.htm>，2015 年 2 月下載。
187. 臺北市政府工務局「搶救復興航空墜落基隆河飛機殘骸及墜毀擦撞環東高架橋護欄緊急處理」總結報告，2015 年 2 月 13 日。
188. 飛航安全調查委員會(ASC)，復興航空 GE235 事件報告，2015 年 2 月 5 日 08 時 30 分
189. 飛航安全調查委員會(ASC)，復興航空 GE235 飛航事故調查進度報告
190. 政府因應復航墜機相關處置作為大事紀，行政院新聞傳播處彙整，2015 年 2 月 14 日。
191. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1231539>，2015 年 2 月下載。
192. NOW news 今日新聞，<http://www.nownews.com/n/2015/02/04/1594837>，2015 年 2 月下載。
193. 交通部民用航空局，復興航空 235 航班事故及善後聯合服務中心說明，2015 年 2 月 12 日 19 時 40 分

194. USA TODAY ,
http://usatoday30.usatoday.com/news/nation/2009-01-15-plane-crash-hudson_N.htm ,
2015 年 2 月下載。
195. 空中浩劫第十季第五集「Hudson River Runway」
196. Time , http://content.time.com/time/photogallery/0,29307,1872244_1826420,00.html ,
2015 年 2 月下載。
197. CNN , <http://edition.cnn.com/2009/US/01/15/new.york.plane.crash/> , 2015 年 2 月下載。
198. Google map
<https://www.google.com.tw/maps/@-23.1212933,-45.3532021,7z?hl=zh-TW> , 2015 年 3
月 18 日下載。
199. Sabesp <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx> , 2015 年 3
月 18 日下載。
200. The celestial convergence
<http://www.thecelestialconvergence.com/global-foodwater-crisis-taps-run-dry-in-brazils-biggest-city-sao-paulo-as-drought-bites-the-countrys-worst-dry-stretch-since-the-1930s/> ,
2015 年 3 月 18 日下載。
201. The Economic
<http://www.economist.com/news/americas/21636782-government-responded-late-drought-brazils-industrial-heartland-reservoir-hogs> , 2015 年 3 月 18 日下載。
202. The weather channel
<http://www.weather.com/science/environment/news/brazil-drought-sao-paulo-reservoir> ,
2015 年 3 月 18 日下載。
203. The telegraph
<http://www.telegraph.co.uk/news/picturegalleries/earth/11242908/Brazils-worst-drought-in-80-years-from-the-air-in-pictures.html?frame=3112734> , 2015 年 3 月 18 日下載。
204. BBC <http://www.bbc.com/news/world-latin-america-29947965> , 2015 年 3 月 18 日下
載。
205. Surgiu
<http://surgiu.com.br/noticia/183362/corte-de-energia-afeta-estados-do-norte-sul-sudeste-e-centro-oeste.html> , 2015 年 3 月 18 日下載。
206. Nasdaq <http://www.nasdaq.com/markets/corn.aspx?timeframe=6m> , 2015 年 3 月 18 日
下載。
207. fashionnetasia
http://www.fashionnetasia.com/tc/BusinessResources/3757/South_America_Agricultural_weather_concerns.html , 2015 年 3 月 18 日下載。

208. 金融界 <http://futures.rj.com.cn/2014/02/04123616613850.shtml>，2015年3月18日下載。
209. ambiente energia
<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2014/05/itaipu-completa-30-anos-de-geracao-de-energia/24046>，2015年3月18日下載。
210. BBC <http://www.bbc.com/news/world-latin-america-29947965>，2015年3月18日下載。
211. world resources institute
<http://www.wri.org/blog/2014/11/3-maps-help-explain-s%C3%A3o-paulo-brazil%E2%80%99s-water-crisis>，2015年3月18日下載。
212. 中央通訊社 <http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201503195014-1.aspx>，2015年3月18日下載。
213. 中央通訊社 <http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201503250035-1.aspx>，2015年3月18日下載。
214. 聯合新聞網
<http://udn.com/news/story/7312/782564-%E5%8D%81%E5%B9%B4%E5%A4%A7%E6%97%B1-%E5%85%A8%E5%8F%B0%E4%B9%BE%E5%B7%B4%E5%B7%B4>，2015年3月22日下載。
215. Google map <https://www.google.com.tw/maps/@8.3994693,158.6021469,4z?hl=zh-TW>，2015年3月22日下載。
216. 維基百科
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BC%B7%E7%83%88%E7%86%B1%E5%B8%B6%E6%B0%A3%E6%97%8B%E5%B8%95%E5%A7%86>，2015年3月22日下載。
217. ABC NEWS
<http://www.abc.net.au/news/2015-03-17/cyclone-pam-before-after/6325222>，2015年3月22日下載。
218. Astroawani <http://www.abc.net.au/news/2015-03-17/cyclone-pam-before-after/6325222>，2015年3月22日下載。
219. 地球圖輯隊
<http://english.astroawani.com/photos/album/vanuatu-cyclone-2175/destroyed-docks-and-yachts-24442>，2015年3月22日下載。
220. 華僑網 http://www.chinesepress.com/a/_xin_/20150317/26807.html，2015年3月22日下載。
221. 世界之聲
<http://cn.rfi.fr/%E7%94%9F%E6%80%81/20150318-%E9%81%AD%E2%80%9C%E5%B8%95%E5%A7%86%E2%80%9D%E5%8F%B0%E9%A3%8E%EF%BC%88pam%EF%BC%89%E8%A2%AD%E5%87%BB%E7%9A%84%E7%93%A6%E5%8A%A%A%E9%98%BF%E5%9B%BE%E6%80%A5%E9%9C%80%E9%A5%AE%E7%94%>，

- [A8%E6%B0%B4-%E5%B0%BC%E5%8F%A4%E6%8B%89-%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B-%E7%BB%B4%E6%8B%89%E6%B8%AF/](#)，2015年3月22日下載。
222. ABC NEWS
<http://www.abc.net.au/news/2015-03-15/bishop-announces-aid-package-for-vanuatu/6320700>，2015年3月22日下載。
223. 大紀元，<http://www.epochtimes.com/b5/15/3/24/n4394891.htm>，2015年3月報導。
224. NASA，2015年4月[下載](#)。
225. United States Drought Monitor，
<http://droughtmonitor.unl.edu/MapsAndData/DataTables.aspx?west>，2015年4月[下載](#)。
226. 中時電子報，2015年4月[下載](#)。
227. 文匯報，<http://pdf.wenweipo.com/2015/04/03/a20-0403.pdf>，2015年4月下載。
228. California Nevada River Forecast Center，[2015年4月](#)下載。
229. 科技新報，
<http://technews.tw/2015/04/05/drought-in-california-leads-to-water-restriction/>，2015年4月[下載](#)。
230. [經濟部水利署防災資訊服務網](#)，2015年4月[下載](#)。
231. 節水資訊網，2015年4月[下載](#)。
232. 正見新聞網，
<http://news-b5.zhengjian.org/2015/04/07/25317.%E5%9B%9B%E5%B7%9D%E6%AD%A6%E8%83%9C%E9%81%AD%E9%81%8713%E7%BA%A7%E5%A4%A7%E9%A3%8E%E5%86%B0%E9%9B%B9-%E9%80%A0%E6%88%908%E6%AD%BB37%E4%BC%A4.html>，2015年4月[下載](#)。
233. [中新網](#)，2015年4月[下載](#)。
234. [四川新聞網](#)，<http://sc.people.com.cn/BIG5/n/2015/0408/c345167-24426802.html>，2015年4月[下載](#)。
235. BBC 中文網，
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2015/04/150427_nepal_quake_day3，2015年5月[下載](#)。
236. 美國地質調查局(USGS)，
http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20002926#general_map，2015年5月[下載](#)。
237. 國家災害防救科技中心，國家災害防救科技中心災害防救電子報第118期，2015年6月[下載](#)。
238. 國家災害防救科技中心，
<http://www.ncdr.nat.gov.tw/home.aspx?WebSiteID=5853983c-7a45-4c1c-9093-f62cb7458282>，2015年6月[下載](#)。

239. 美國地質調查局(USGS) ,
http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20002926#impact_shakemap , 2015
年 5 月下載。
240. udn 聯合新聞網 ,
<http://udn.com/news/story/8045/862983-%E5%B0%BC%E6%B3%8A%E7%88%BE7.8%E5%BC%B7%E9%9C%87%E4%B8%8A%E5%8D%83%E6%AD%BB-%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E3%80%81%E8%A5%BF%E8%97%8F%E4%B9%9F%E5%82%B3%E7%81%BD#prettyPhoto> , 2015 年 5 月下載。
241. 美聯社 AP Photo/Niranjan Shrestha ,
<http://www.apimages.com/Search?query=Niranjan+Shrestha&ss=10&st=kw&entitysearch=&toItem=18&orderBy=Newest> , 2015 年 6 月下載。
242. BBC 中文網 ,
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2015/04/150425_nepal_quake_latest , 2015
年 6 月下載。
243. 地球圖輯隊 , <http://world.yam.com/post.php?id=3817> , 2015 年 6 月下載。
244. Theguardian ,
<http://www.theguardian.com/world/2015/may/02/nepal-customs-holding-up-relief-jamie-mcgoldrick-united-nations>
<http://www.theguardian.com/world/2015/may/02/nepal-government-criticised-blocking-earthquake-aid-remote-areas>
245. Earthquake Report.com , <http://earthquake-report.com/> , 2015 年 6 月下載。
246. Daily Mail 每日郵報(05/27) <http://www.DailyMail.co.uk/news/article-3099363/India-s-killer-heatwave-hot-causes-roads-MELT-Death-toll-soars-1-100-people-told-stay-indoors-crisis-continues.html>
 , 2015 年 6 月 10 日下載。
247. Daily Mail 每日郵報(05/27) <http://www.DailyMail.co.uk/news/article-3099363/India-s-killer-heatwave-hot-causes-roads-MELT-Death-toll-soars-1-100-people-told-stay-indoors-crisis-continues.html>
 , 2015 年 6 月 10 日下載。
248. google map
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E9%A6%AC%E5%93%88%E6%8B%89%E6%96%BD%E7%89%B9%E6%8B%89%E9%82%A6/@21.0613887,77.8260089,5z/data=!4m2!3m1!1s0x3bcfc41e9c9cd6f9:0x1b2f22924be04fb6> , 2015 年 6 月 28 日下載。
249. Daily Mail 每日郵報(05/27) <http://www.DailyMail.co.uk/news/article-3099363/India-s-killer-heatwave-hot-causes-roads-MELT-Death-toll-soars-1-100-people-told-stay-indoors-crisis-continues.html>
 , 2015 年 6 月 10 日下載。

250. World Resources Institute
<http://www.wri.org/blog/2015/02/3-maps-explain-india%E2%80%99s-growing-water-ri-sks>，2015年6月13日下載。
251. World Resources Institute
<http://www.wri.org/blog/2015/02/3-maps-explain-india%E2%80%99s-growing-water-ri-sks>，2015年6月13日下載。
252. World Resources Institute
<http://www.wri.org/blog/2015/02/3-maps-explain-india%E2%80%99s-growing-water-ri-sks>，2015年6月13日下載。
253. 內政部消防署 <http://www.nfa.gov.tw/main/Unit.aspx?ID=&MenuID=502&ListID=339>，2015年6月9日下載。
254. google map
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E5%BE%B7%E5%85%8B%E8%96%A9%E6%96%AF/@-12.0030523,-62.6793826,3z/data=!4m2!3m1!1s0x864070360b823249:0x16eb1c8f1808de3c>，2015年6月28日下載。
255. 美國國家海洋和大氣管理局 國家氣象局
<http://water.weather.gov/precip/>，015年7月1日下載。
256. USA TODAY
<http://www.usatoday.com/story/news/nation/2015/05/24/firefighter-dies-oklahoma/27877419/?AID=10709313&PID=6160172&SID=ibt1vyemj00bvya00dth>，2015年6月9日下載。
257. BBC
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/uk/2015/05/150524_us_flood_rain，2015年6月9日下載。
258. 歐新社
<http://www.appledaily.com.tw/realtime/news/article/new/20150529/618822/http://udn.com/news/story/6813/928908-%E6%B4%AA%E7%81%BD%E6%B7%B9%E5%B7%9E-%E7%BE%8E3000%E8%90%AC%E4%BA%BA%E5%8F%97%E7%81%BD>，2015年6月9日下載。
259. BBC
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/uk/2015/05/150524_us_flood_rain，2015年6月9日下載。
260. BBC
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/uk/2015/05/150524_us_flood_rain，2015年6月9日下載。
261. 希望之聲
<http://www.bayvoice.net/b5/news/us/2015/05/27/435444.htm%E7%BE%8E%E5%A2%A8%E9%A2%A8%E6%9A%B4%E8%87%B3%E5%B0%91%E8%87%B433%E6%A>

- [D%BB-%E5%BE%B7%E5%B7%9E%E6%B0%B4%E5%A3%A9%E4%B8%80%E5%BA%A6%E9%80%BC%E8%BF%91%E6%B1%BA%E5%A0%A4.html](http://www.fww.com.tw/html/infor/06.htm)，2015年6月9日下載。
262. 維基百科，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2015%E5%B9%B4%E5%85%AB%E4%BB%99%E6%A8%82%E5%9C%92%E6%B4%BE%E5%B0%8D%E7%B2%89%E5%A1%B5%E7%88%86%E7%82%B8%E4%BA%8B%E6%95%85>，2015年7月下載。
263. 八仙樂園官方網站，<http://www.fww.com.tw/html/infor/06.htm>，2015年7月下載。
264. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1361498>，2015年7月下載。
265. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1370103>，2015年7月下載。
266. 中央社，
<http://urnews.pixnet.net/blog/post/292749634-%5B%E6%96%B0%E8%81%9E-%E5%A1%B5%E7%88%86-%E5%85%AB%E4%BB%99%E6%A8%82%E5%9C%92%5D-%E5%85%AB%E4%BB%99%E6%A8%82%E5%9C%92%E7%88%86%E7%82%B8%E5%BE%A9%E5%81%A5--%E5%8F%B0>，2015年7月下載。
267. 中央通訊社，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201506295019-1.aspx>，2015年7月下載。
268. 衛生福利部，
http://www.mohw.gov.tw/CHT/BLAST/DM1_P.aspx?f_list_no=879&fod_list_no=0&doc_no=49959，2015年8月下載。
269. Slideshare，<http://www.slideshare.net/OpenMic1/0627-50075158>，2015年8月下載。
270. 新北市衛生局，<http://117.56.4.214/informationlist.aspx?uid=721>，2015年7月下載。
271. 臺北市衛生局，<http://www.gov.taipei/mp.asp?mp=2015FFC>，2015年7月下載。
272. hackfoldr，<http://beta.hackfoldr.org/627pray>，2015年7月下載。
273. 東森新聞，<http://www.ettoday.net/news/20150701/528379.htm>，2015年7月下載。
274. 東森新聞，<http://www.ettoday.net/news/20150629/527445.htm>，2015年7月下載。
275. 維基百科，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2015%E5%B9%B4%E5%8D%97%E9%9F%93%E4%B8%AD%E6%9D%B1%E5%91%BC%E5%90%B8%E7%B6%9C%E5%90%88%E7%97%87%E7%88%86%E7%99%BC>，2015年7月下載。
276. 熱點地理，<http://www.hotdili.com/html/1730.html>，2015年7月下載。
277. 韓國保健醫療勞動組合，
http://bogun.nodong.org/xo/index.php?mid=khwu_5_7&document_srl=334372，2015年7月下載。

278. 衛福部疾病管制署，
<http://www.cdc.gov.tw/diseaseinfo.aspx?treeid=8D54C504E820735B&nowtreeid=A9E9C6EEFAF6EA4E&tid=1B5D2BF9B5B96C06>，2015 年 8 月下載。
279. 今日新聞，<http://www.nownews.com/n/2015/06/03/1708643>，2015 年 7 月下載。
280. 韓國保健福祉部 MERS 官方網頁，<http://www.mers.go.kr/mers/html/jsp/main.jsp>，2015 年 7 月下載。
281. 鳳凰資訊網，<http://news.ifeng.com/mainland/special/mers/>，2015 年 7 月下載。
282. 中央通訊社，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201506025009-1.aspx>，2015 年 7 月下載。
283. 鳳凰資訊網，<http://news.ifeng.com/mainland/special/mers/>，2015 年 7 月下載。
284. udn 聯合新聞網，<http://udn.com/news/story/8196/952218>，2015 年 7 月下載。
285. 中時電子報，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20150601003736-260408>，2015 年 7 月下載。
286. 中時電子報，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20150609000425-260102>，2015 年 7 月下載。
287. 《看中國》
<http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2015/08/15/a1217630.html>，2015 年 8 月 20 載。
288. 中國新聞網
<http://www.chinanews.com/sh/2015/08-17/7472443.shtml>，2015 年 8 月 20 載。
289. 天津濱海新區網站
<http://www.bh.gov.cn/html/welcome/index.html>，2015 年 8 月 20 載。
290. 天津市人民政府網站
<http://www.tj.gov.cn/>，2015 年 8 月 20 載。
291. GoogleMap
<https://www.google.com.tw/maps/@25.0169197,121.5414103,15z?hl=zh-TW>，2015 年 8 月 20 載。
292. Google 圖片
<https://www.google.com.tw/imghp?hl=zh-TW&tab=wi&authuser=0>，2015 年 8 月 20 載。
293. 交通部航港局
<http://www.motcmpb.gov.tw/MOTCMPBWeb/wSite/fp?xItem=13308&ctNode=649&mp=1>，2015 年 8 月 20 載。
294. 聯合新聞網
<http://udn.com/news/story/6809/1081201>，2015 年 8 月 20 載。
295. MSN 新聞
<http://www.msn.com/zhtw/news/photos/%E3%80%90%E5%9C%96%E3%80%91%E6%9D%B1%E4%BA%AC%E8%BC%95%E8%88AA%E6%A9%9F%E5%A2%9C%>

- E6%AF%80%E9%87%803%E6%AD%BB-%E6%B0%91%E5%AE%85%E6%88%90
%E5%BB%A2%E5%A2%9F/ss-AAdwAQE ，2015 年 8 月 20 載。
296. 日本國土交通省 運輸安全委員會
<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/aircraft/detail2.php?id=2131> ，2015 年 8 月 20 載。
297. 高雄市教育局，<http://class.kh.edu.tw/12315/page/view/2> ，2015 年 9 月 下載。
298. 衛生福利部疾病管制署，http://nidss.cdc.gov.tw/ch/NIDSS_All_Map.aspx ，2015 年 9 月 下載。
299. 今日新聞，<http://www.nownews.com/n/2015/09/19/1819093> ，2015 年 9 月 下載。
300. 中央氣象局，
http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/typhoon?year=2015&num=201513&name=SOUDELOR&from_warning=true ，2015 年 9 月 下載。
301. 蘋果日報：<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150809/665827/> ，
2015 年 9 月 下載。
302. 瑞竣電子報，<http://www.richitech.com.tw/?p=7080> ，2015 年 9 月 下載。
303. 自由時報：<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1409435> ，2015 年 9 月 下載。
304. 中央通訊社，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201508080270-1.aspx> ，2015 年 9 月 下載。
305. 今日新聞，<http://www.nownews.com/n/2015/08/08/1775347> ，2015 年 9 月 下載。
306. 中央通訊社，<http://www.cna.com.tw/news/alloc/201508090273-1.aspx> ，2015 年 9 月 下載。
307. 新北市社會局，<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1406361> ，2015 年 9 月 下載。
308. 國家災害防救科技中心
309. 東森新聞，<http://www.ettoday.net/news/20150809/547351.htm> ，2015 年 9 月 下載。
310. 新北市政府消防局
311. 今日新聞，<http://www.nownews.com/n/2015/08/12/1778993> ，2015 年 9 月 下載。
312. 臺北市政府工務局公園處，<http://tcgwww.taipei.gov.tw/public/Data/58311542671.pdf> ，
2015 年 9 月 下載。
313. 氣候天氣災害研究中心
314. 臺北自來水事業處，<http://www.dot.gov.taipei/public/Attachment/582012532335.pdf> ，
2015 年 9 月 下載。
315. Wiki 百科，https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Guatemala_landslide ，2015 年 10 月 下載。
316. Globedia，<http://globedia.com/papa-manifiesta-solidaridad-victimas-alud-guatemala> ，
2015 年 10 月 下載。
317. 聯合新聞網，
<http://udn.com/news/story/6812/1227935-%E7%93%9C%E5%9C%B0%E9%A6%AC>

- [%E6%8B%89%E5%9C%9F%E7%9F%B3%E6%B5%81-69%E6%AD%BB350%E5%A4%B1%E8%B9%A4#prettyPhoto](#)，2015 年 10 月下載。
318. [Laprensagrafica](#)，
<http://www.laprensagrafica.com/2015/10/05/guatemala-decreta-duelo-nacional-por-alud-que-ya-suma-135-muertos>，2015 年 10 月下載。
319. News Videonews，
<http://news.videonews.us/update-unstable-terrain-hinders-guatemala-landslide-response-0635642.html>，2015 年 10 月下載。
320. [NCDR 防災週報](#)，
<http://www.cdprc.ey.gov.tw/Upload/RelFile/3007/729843/d0b018b9-9a00-4ed2-a676-5d02527de6ed.pdf>，2015 年 10 月下載。
321. BBC，<http://www.bbc.com/news/world-latin-america-34436117>，2015 年 10 月下載。
322. 中新網，<http://big5.chinanews.com/m/gj/2015/10-05/7555336.shtml>，2015 年 10 月下載。
323. [Lapatilla](#)，
<http://www.lapatilla.com/site/2015/10/03/alud-en-guatemala-deja-al-menos-29-muertos-y-600-desaparecidos-fotos/>，2015 年 10 月下載。
324. [Prensalibre](#)，
<http://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/suspenden-busqueda-de-victimas-en-el-cambray-2>，2015 年 10 月下載。
325. 陳樹群，土砂災害與深層崩塌機制探討，
<http://www.cdprc.ey.gov.tw/Upload/RelFile/1287/75601/0126116371.pdf>，2015 年 10 月下載。
326. The Weather Channel，
<http://www.weather.com/news/news/guatemela-landslide-death-toll-rises-rescue-effort>，2015 年 10 月下載。
327. [CTV NEWS](#)，
<http://www.ctvnews.ca/world/death-toll-in-guatemala-mudslide-reaches-253-1.2603582>，2015 年 10 月下載。
328. 瓜地馬拉國家減災協調中心，
http://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=article&id=4461&Itemid=782，2015 年 10 月下載。
329. [RTL NEWS](#)，
<http://www.rtl.fr/actu/societe-faits-divers/meteo-france-place-3-departements-en-alerte-orange-et-fortes-pluies-7779961328>，2015 年 10 月下載。
330. 法國氣象局，<http://vigilance.meteofrance.com/>，2015 年 10 月下載。
331. BBC，<http://www.bbc.com/news/world-europe-34437228>，2015 年 10 月下載。

332. TVM NEWS ,
<http://www.tvm.com.mt/en/news/13-people-die-in-rain-storms-and-floods-on-the-french-riviera/> , 2015 年 10 月 下載。
333. Mail online ,
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-3259269/Storms-flash-floods-French-resort-to-wns-kill-13-leave-hundreds-British-holiday-makers-stranded.html> , 2015 年 10 月 下載。
334. 自由時報 , <http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1465329> , 2015 年 10 月 下載。
335. Mirror News ,
<http://www.mirror.co.uk/news/world-news/flooding-death-toll-rises-british-6573087> ,
2015 年 10 月 下載。
336. 中時電子報 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20151027000433-260102> , 2015
年 11 月載。
337. 中央氣象局-全球地震 http://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/quake_world.htm ,
2015 年 11 月載。
338. 聯合新聞網 :
<http://udn.com/news/story/6809/1274518-7.5%E5%BC%B7%E9%9C%87-%E9%98%BF%E5%AF%8C%E6%B1%97%E3%80%81%E5%B7%B4%E5%9F%BA%E6%96%AF%E5%9D%A6%E4%B8%8A%E7%99%BE%E6%AD%BB> , 2015 年 11 月載。
339. 中時電子報 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20151027000433-260102> , 2015
年 11 月載。
340. 國家地理雜誌 <http://www.ngtaiwan.com/21679> , 2015 年 12 月載。
341. **BBC NEWS** , <http://www.bbc.com/news/world-asia-india-35219069> , 2016 年 1 月 下
載。
342. 中央氣象局全球地震 , http://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/quake_world.htm , 2016
年 1 月 下載。
343. 蘋果日報 , <http://hk.apple.nextmedia.com/international/art/20160105/19439024> , 2016
年 1 月 下載。
344. CNN , <http://edition.cnn.com/2016/01/03/asia/india-earthquake/> , 2016 年 1 月 下
載。
345. 國家地理雜誌 , <http://www.ngtaiwan.com/21679> , 2016 年 1 月 下
載。
346. 自由時報 , <http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1554860> , 2016 年 1 月 下
載。
347. Met Office ,
<http://blog.metoffice.gov.uk/2015/12/28/record-breaking-December-rainfall> , 2016 年 1
月 下載。
348. Visiter ,
<http://www.southportvisiter.co.uk/news/southport-west-lancs/storm-frank-bring-heavy-rain-10659751> , 2016 年 1 月 下
載。

349. BBC 中文網，
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/uk/2015/12/151226_uk_downpours_flooding，2016年1月下載。
350. EXPRESS，
<http://www.express.co.uk/news/weather/629389/Christmas-New-Year-weather-forecast-heavy-snow-Storm-Eva-rain-wind>，2016年1月下載。
351. 英國每日郵報，
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-3376919/Flood-hit-Britons-battle-save-property-Storm-Frank-threatens-misery.html>，2016年1月下載。
352. Wikipedia，
https://en.wikipedia.org/wiki/2015%E2%80%9316_UK_and_Ireland_windstorm_season，2016年1月下載。
353. 信報財經新聞，
<http://www2.hkej.com/instantnews/current/article/1215181/%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E5%9C%B0%E9%9C%87+%E4%B8%8A%E5%8D%87%E8%87%B3%E4%BA%BA%E6%AD%BB%E4%BA%A1110%E4%BA%BA%E5%82%B7>，2016年1月下載。
354. 聯合新聞網，
<http://udn.com/news/story/5/1424366-%E5%B0%88%E5%AE%B6%EF%BC%9A%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E5%8C%97%E9%83%A8%E5%8F%AF%E8%83%BD%E7%99%BC%E7%94%9F%E6%9B%B4%E5%BC%B7%E5%9C%B0%E9%9C%87>，2016年1月下載。
355. The News Lens，<http://www.thenewslens.com/post/266954/>，2016年1月下載。
356. 大紀元台灣，
<http://www.epochtimes.com.tw/n153530/%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E6%9D%B1%E5%8C%97%E5%BC%B7%E9%9C%87-%E8%87%B3%E5%B0%9111%E6%AD%BB%E6%95%B8%E7%99%BE%E5%82%B7.html>，2016年1月下載。
357. Qoos，
<http://news.qoos.com/%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%A2%9E%E8%87%B3-9%E6%AD%BB%E9%80%BE200%E5%82%B7-1998054.html>，2016年1月下載。
358. BBC 中文網，http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/01/160104_india_quake，2016年1月下載。
359. 8 新聞，
<http://www.channel8news.sg/news8/latestnews/20160104-wld-india-quake/2397604.html>，2016年1月下載。
360. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/world/paper/946341>，2016年1月下載。

361. The Guardian ,
<http://www.theguardian.com/world/2016/jan/04/india-earthquake-north-east-manipur-state-tremor> , 2016 年 1 月下載。
362. 澳門日報 , http://www.macaodaily.com/html/2016-01/05/content_1057953.htm , 2016 年 1 月下載。
363. 泛科學 , <http://pansci.asia/archives/62221> , 2016 年 1 月下載。
364. Environment Agency , <http://apps.environment-agency.gov.uk/flood/31618.aspx> , 2016 年 1 月下載。
365. 英國華商報 ,
<http://www.chinesebg.com/Article/4baf936-d1b2-e511-80c2-00199923975b> , 2016 年 1 月下載。
366. My FM , <http://www.my.com.my/Community/Connect/News/311215-Hit-UK> , 2016 年 1 月下載。
367. 今日新聞 , <http://www.nownews.com/n/2016/01/24/1972332> , 2016 年 2 月下載。
368. 維基百科 ,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2016%E5%B9%B4%E6%9C%88%E5%8C%97%E5%8D%8A%E7%90%83%E5%AF%92%E6%B5%81> , 2016 年 2 月下載。
369. 新北市政府農業局 ,
http://www.agriculture.ntpc.gov.tw/website/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=40&article_id=2442 , 2016 年 2 月下載。
370. 農委會 ,
http://www.coa.gov.tw/show_news.php?cat=show_news&serial=coa_diamond_20160125175821 , 2016 年 2 月下載。
371. BBC , <http://www.bbc.com/news/world-asia-35397763> , 2016 年 2 月下載。
372. BBC 中文網 ,
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/01/160123_us_snow_update , 2016 年 2 月下載。
373. 聯合新聞網 ,
<http://udn.com/news/story/3/1483050-%E7%AC%AC%E5%9B%9B%E6%88%B0%E5%8D%80%E5%9C%8B%E8%BB%8D-%E5%8D%94%E5%8A%A9%E5%8F%B0%E5%8D%97%E4%B8%83%E8%82%A1%E6%BC%81%E6%B0%91%E6%89%93%E6%92%88%E9%AD%9A%E5%B1%8D> , 2016 年 2 月下載。
374. 東森新聞雲 , <http://www.ettoday.net/news/20160122/635440.htm> , 2016 年 2 月下載。
375. 中央氣象局 , http://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/rtd_eq.htm , 2016 年 2 月下載。
376. 自由時報 , <http://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/957156> , 2016 年 2 月下載。
377. Sketchfab : <https://sketchfab.com/models/e1afea999b534dd6bcc1fde663f3e7ed>
378. 中時電子報 , <http://gotv.ctitv.com.tw/2016/02/157668.htm> , 2016 年 2 月下載。

379. 新唐人，<http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2016/02/06/a1251383.html>，2016年2月下載。
380. 應變管理資訊雲端服務災害情報站，
<http://www.emic.gov.tw/Content.aspx?ID=21&MenuID=607>，2016年2月下載。
381. 臺南市中西區公所，
<http://www.tnwcdo.gov.tw/news01.asp?ID=%7B0E224AD1-B8A7-48AC-A029-EAC90ED8DC5F%7D>，2016年2月下載。
382. BBC 中文網，
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/china/2016/02/160213_taiwan_earthquake_rescue_over，2016年2月下載。
383. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1610796>，2016年2月下載。
384. 台視新聞，http://m.ttv.com.tw/105/02/1050206/10502060015200L_m.htm，2016年2月下載。
385. 公視新聞，<https://i.ytimg.com/vi/FYrSvYlvAKQ/hqdefault.jpg>，2016年2月下載。
386. 蘋果日報，
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20160215/37063075/>，2016年2月下載。
387. Google map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E6%96%90%E6%BF%9F/@-23.0194831,177.5422841,6z/data=!4m2!3m1!1s0x6e1990fd703cdc5d:0x9e9c319946ef5b93>，2015年3月10日下載。
388. BBC 中文網，http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/02/160220_fiji_cyclone，2015年3月10日下載。
389. 台灣颱風資訊中心，http://typhoon.ws/learn/reference/typhoon_scale，2015年3月16日下載。
390. Newsweek，<http://www.newsweek.com/fiji-tropical-cyclone-winston-photos-429070>，2015年3月12日下載。
391. 大紀元，
<http://www.epochtimes.com.tw/n158274/%E8%B6%85%E5%BC%B7%E9%A2%A8%E6%9A%B4%E9%87%8D%E5%89%B5%E6%96%90%E6%BF%9F-%E5%81%9C%E9%9B%BB%E7%8F%AD%E6%A9%9F%E5%8F%96%E6%B6%88.html>，2015年3月12日下載。
392. BBC 中文網，http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/02/160222_fiji_cyclone，2015年3月12日下載。
393. Google map
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E5%B7%B4%E8%A5%BF%E8%81%96%E4%BF%9D%E7%BE%85%E5%B7%9E%E8%81%96%E4%BF%9D%E7%BE%85/@->

- 20.0379669,-52.2921438,5z/data=!4m2!3m1!1s0x94ce448183a461d1:0x9ba94b08ff335bae，2015年3月16日下載。
394. 維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/2016_S%C3%A3o_Paulo_flood_and_mudslide，2015年3月16日下載。
395. Washingtonpost，
https://www.washingtonpost.com/world/sao-paulos-drought/2014/11/17/c2de0426-6ed0-11e4-ad12-3734c461eab6_graphic.html，2015年3月16日下載。
396. The Weather Channel，
<https://weather.com/safety/floods/news/brazil-deadly-flooding-mudslides>，2015年3月16日下載。
397. 蘋果日報，<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20160312/814358>，2015年3月12日下載。
398. 蘋果日報，<http://hk.apple.nextmedia.com/international/art/20160313/19527582>，2015年3月16日下載。
399. 中國新聞網，<http://www.chinanews.com/gj/2016/03-12/7794432.shtml>，2015年3月12日下載。
400. MailOnline，
<http://www.dailymail.co.uk/wires/ap/article-3489154/Brazil-president-visits-areas-hit-floods-mudslides.html>，2015年3月16日下載。
401. Floodlist，
[/http://floodlist.com/america/brazil-24-dead-after-floods-and-landslides-in-sao-paulo](http://floodlist.com/america/brazil-24-dead-after-floods-and-landslides-in-sao-paulo)，2015年3月18日下載。
402. TheWatchers，
<http://thewatchers.adorraeli.com/2016/03/12/floods-and-landslides-claim-21-lives-across-sao-paulo-brazil/>，2015年3月18日下載。
403. 維基百科，
[https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%81%96%E4%BF%9D%E7%BE%85_\(%E5%B7%B4%E8%A5%BF\)#cite_note-Weatherbase-5](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%81%96%E4%BF%9D%E7%BE%85_(%E5%B7%B4%E8%A5%BF)#cite_note-Weatherbase-5)，2015年3月18日下載。
404. 聯合報，
<http://udn.com/news/story/9641/1588792-%E7%94%9F%E6%85%8B%E5%8D%B1%E6%A9%9F%EF%BC%81%E8%B2%A8%E8%BC%AA%E6%96%B7%E5%85%A9%E6%88%AA-%E9%87%8D%E6%B2%B9%E6%B1%99%E6%9F%93%E5%8C%97%E6%B5%B7%E5%B2%B8%E8%BF%91%E5%85%AC%E9%87%8C#prettyPhoto>，2016年4月10日下載。
405. 行政院環境保護署水保處，
<http://www.epa.gov.tw/ct.asp?mp=epa&xItem=6491&CtNode=30621>，2016年4月10日下載。

406. 石門區公所，http://www.shimen.ntpc.gov.tw/content/?parent_id=10406，2016年4月10日下載。
407. 臺北市公共運輸處，
<http://www.pto.gov.taipei/ct.asp?xItem=120895&CtNode=19124&mp=117041>，2016年4月10日下載。
408. 悠遊網，<http://yoyonet.biz/egoing/boat/taipei.htm>，2016年4月10日下載。
409. google map，
<https://www.google.com.tw/maps/@25.0980009,121.4764122,13z?hl=zh-TW>，2016年4月10日下載。
410. google，
https://www.google.com.tw/search?espv=2&biw=1536&bih=716&tbm=isch&sa=1&q=%E5%A1%9E%E7%B4%8D%E6%B2%B3+%E7%B0%A1%E5%9C%96&oq=%E5%A1%9E%E7%B4%8D%E6%B2%B3+%E7%B0%A1%E5%9C%96&gs_l=img.3...177806.178871.0.179634.9.9.0.0.0.136.940.4j5.9.0...0...1c.1j4.64.img..2.1.135...0i5i30j0i24.USx62ZvOb9I，2016年4月10日下載。
411. NEWS.com.au，
<http://www.news.com.au/technology/environment/city-simulates-its-response-just-in-case-the-floods-of-1910-happen-again/news-story/0daafe0d7ea716e015d9e4cf0f8cda96>，2016年4月10日下載。
412. IAU，<http://www.iau.org/>，2016年4月10日下載。
413. 中央通訊社，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201602250467-1.aspx>，2016年4月10日下載。
414. 中央災害防救會報，1050420 災防週報，
http://www.cdprc.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=DE11525F5E6F3240&sms=348A76B6B4BCF95E&s=168C915DBD5F1132，105年5月下載。
415. 維基百科，2016 熊本地震，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2016%E5%B9%B4%E7%86%8A%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E9%9C%87>，105年5月下載。
416. 朝日新聞，[9人死亡、890人超負傷 避難、一時4万人超す](http://www.asahi.com/articles/ASJ4H2F4ZJ4HTIPE007.html)，
<http://www.asahi.com/articles/ASJ4H2F4ZJ4HTIPE007.html>，2016年5月下載。
417. 日本總務省消防廳，[熊本県熊本地方を震源とする地震（第59報）](http://www.fdma.go.jp/bn/2016/detail/950.html)，
<http://www.fdma.go.jp/bn/2016/detail/950.html>，105年6月下載。
418. 端傳媒，[日本熊本縣地震已致42人死亡，約200人重傷](https://theinitium.com/article/20160415-dailynews-japan-earthquake/)，
<https://theinitium.com/article/20160415-dailynews-japan-earthquake/>，105年5月下載。
419. NHK サイエンス ZERO，[緊急報告 熊本地震～被害解明に挑む～ 2016 05 01](https://www.youtube.com/watch?v=-6CweHAPrB8)，
<https://www.youtube.com/watch?v=-6CweHAPrB8>，105年5月下載。

420. 國家災害防救科技中心，[熊本地震第三報](#)，
http://www.ncdr.nat.gov.tw/Files/Earthquake/0416/3/0416%E6%97%A5%E6%9C%AC%E7%86%8A%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E9%9C%87%E4%BA%8B%E4%BB%B6%E6%87%89%E8%AE%8A%E5%B0%8D%E7%AD%96%E5%BD%99%E6%95%B4%E8%AA%AA%E6%98%8E_0506.pdf，105 年 5 月下載。
421. 朝日新聞照片畫廊，[熊本で震度7の地震、熊本で震度6強、熊本地震震源広がる](#)，<http://www.asahi.com/special/kumamoto-earthquake/gallery/>，105 年 6 月下載。
422. 日本內閣府非常災害本部防災情報網，[熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について](#)、4 月 15 日至 6 月 7 日，
<http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/index.html>，105 年 6 月下載。
423. [日本首相官邸情報網](#)，[熊本県熊本地方を震源とする地震について](#)，
<http://www.kantei.go.jp/jp/headline/pdf/20160417/higai04171745.pdf>，105 年 5 月下載。
424. 日本氣象廳，[平成28年（2016年）熊本地震の関連情報](#)，[震央分布図及び地震活動経過図・回数積算図](#)，
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2016_04_14_kumamoto/sekisan.pdf，105 年 6 月下載。
425. TEC 臺灣地震科學中心，[2016/04/15 M 7.1 日本熊本地震](#)，
http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/upload/news/EQfile/2016-04-15M7.1.pdf，105 年 5 月下載。
426. 維基百科，[2016 年麥克默里堡森林大火](#)，
https://zh.wikipedia.org/wiki/2016%E5%B9%B4%E9%BA%A5%E5%85%8B%E9%BB%98%E9%87%8C%E5%A0%A1%E6%A3%AE%E6%9E%97%E5%A4%A7%E7%81%AB#cite_note-CBCstillalive-44，105 年 5 月下載。
427. Google Crisis Response，[Fort McMurray Fire 2016](#)，
<https://www.google.org/crisismap/2016-fort-mcmurray-fire>，105 年 5 月下載。
428. Global news，[Fort McMurray fire interactive map: NASA data shows fire invading town](#)，
<http://globalnews.ca/news/2679911/fort-mcmurray-fire-interactive-map-nasa-data-shows-fire-invading-town/>，105 年 5 月下載。
429. Digital Globe，[Digital Globe's rapid response to the devastating Fort McMurray wildfire](#)，
<http://www.digitalglobeblog.com/2016/05/06/digitalglobes-rapid-response-to-the-devastating-fort-mcmurray-wildfire/>，105 年 5 月下載。
430. CNN，[Inside fire-ravaged Fort McMurray: Utter devastation, glimmers of hope](#)，
<http://edition.cnn.com/2016/05/09/americas/wildfire-canada-inside-fort-mcmurray/>，105 年 5 月下載。

431. 中央災害防救會報，[1050511 災防週報](#)，
http://www.cdprc.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=DE11525F5E6F3240&s=6619A261EA536D83，105 年 5 月下載。
432. 加拿大自然資源部，[火災氣候風險地圖](#)，
<http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/maps/fw?type=fdr&year=2016&month=5&day=1>，
105 年 5 月下載。
433. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1659886>，105 年 5
月下載。
434. 東森新聞雲，<http://www.ettoday.net/news/20160409/677676.htm>，105 年 5 月
下載。
435. 聯合新聞網，
<http://udn.com/news/story/2/1619653-%E6%A3%AE%E6%9E%97%E7%81%A%B%E8%AD%A6%E5%BB%B6%E7%87%928%E5%85%AC%E9%A0%83-%E6%AD%A6%E9%99%B5%E8%BE%B2%E5%A0%B4%E6%9A%AB%E7%84%A1%E5%8D%B1%E9%9A%AA>，105 年 5 月下載。
436. 行政院農委會林務局，[2016/4/10 新聞與公告](#)，
<http://www.forest.gov.tw/ct.asp?xItem=78289&ctNode=1787&mp=1>，105 年 6
月下載。
437. 行政院農委會林務局，<http://www.forest.gov.tw/public/data/641119594571.jpg>，
105 年 6 月下載。
438. 中央災害防救會報，[森林火災災害防救業務計畫（102 年 6 月修正）](#)，
<http://www.cdprc.ey.gov.tw/cp.aspx?n=CB2CC71D8D1BDF11&s=6DC19D8F09484C89>，105 年 5 月下載。
439. 行政院農委會林務局，[林火危險度預警系統](#)，
<http://forecast.forest.gov.tw/ForestFireAlert.Web/NewDefault/Default.aspx>，105
年 5 月下載。
440. BBC NEWS，<http://www.bbc.com/news/world-asia-36328863>，2016 年 6 月下載。
441. Floodlist，
<http://floodlist.com/asia/sri-lanka-floods-landslide-may-2016-aranayake-kegalle>，2016
年 6 月下載。
442. Economynext，
http://www.economynext.com/Floods,_landslides_kill_58_in_Sri_Lanka;_300,000_homeless-3-5031.html，2016 年 6 月下載。
443. 中國評論新聞網，
<http://hk.crntt.com/doc/1042/4/5/5/104245598.html?coluid=169&kindid=12095&docid=104245598&mdate=0526105224>，2016 年 6 月下載。
444. WIKI，https://en.wikipedia.org/wiki/2016_Sri_Lankan_floods#cite_note-76，2016 年 6
月下載。

445. IFRC ,
<http://www.ifrc.org/en/news-and-media/news-stories/asia-pacific/sri-lanka/red-cross-reservoirs-as-floods-and-landslides-affect-half-a-million-people-in-sri-lanka--72224/> , 2016年6月下載。
446. 維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2016%E5%B9%B4%E5%8C%97%E5%8D%B0%E5%BA%A6%E6%B4%8B%E6%B0%A3%E6%97%8B%E5%AD%A3#.E6.B0.A3.E6.97.8B.E9.A2.A8.E6.9A.B4.E7.BE.85.E7.B4.8D.EF.BC.88Roanu.EF.BC.89> , 2016年6月下載。
447. 中央氣象局 , <http://www.cwb.gov.tw/V7/observe/rainfall/hq.htm> , 2016年6月下載。
448. 中時電子報 , <http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160611004572-260405> , 2016年6月下載。
449. 大紀元 , <http://www.epochtimes.com/b5/16/6/11/n7986594.htm> , 2016年6月下載。
450. 中時電子報 , <http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160611003198-260405> , 2016年6月下載。
451. 公視 , <http://news.pts.org.tw/article/325720> , 2016年6月下載。
452. 中時電子報 , <http://www.chinatimes.com/newspapers/20160612000265-260102> , 2016年6月下載。
453. 中央氣象局 , http://www.cwb.gov.tw/V7/observe/satellite/Sat_T.htm?type=0 , 2016年6月下載。
454. 三立新聞網 , <http://www.setn.com/News.aspx?NewsID=154702> , 2016年6月下載。
455. BBC NEWS , 《Paris floods: Seine set to peak as more rain forecast》
<http://www.bbc.com/news/world-europe-36441322> , 2016年6月下載。
456. 維基百科 , 法國大區
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B3%95%E5%9B%BD%E5%A4%A7%E5%8C%BA> , 105年7月下載。
457. 維基百科 , 塞納河
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A1%9E%E7%BA%B3%E6%B2%B3> , 105年7月下載。
458. 歐洲中期天氣預報中心 , 《201606 - Flooding – France》
<https://software.ecmwf.int/wiki/display/FCST/201606++Flooding++France> , 105年6月下載。
459. 法國氣象局 , 《Retour sur les très fortes pluies》
<http://www.meteofrance.fr/actualites/36994859-retour-sur-les-tres-fortes-pluies> , 2016年6月下載。
460. 維基百科 , 《Inondations européennes de 2016》(法文)
https://fr.wikipedia.org/wiki/Inondations_europ%C3%A9ennes_de_2016 , 2016年6月下載。

461. 聯合新聞網，《塞納河淹上路 羅浮宮急挪藝術品》
<http://udn.com/news/story/6809/1738707-%E5%A1%9E%E7%B4%8D%E6%B2%B3%E6%B7%B9%E4%B8%8A%E8%B7%AF->，2016 年 6 月下載。
462. BBC 中文網，《法國水災：巴黎周五將關閉盧浮宮》
http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/06/160602_france_germany_flood，
2016 年 6 月下載。
463. 法國新聞網站 The Local – France’s News in English，《Warnings for downpours and floods spread across France》
<http://www.thelocal.fr/20160530/worries-for-2016-vintage-as-storms-destroy-french-vin-yards>，2016 年 6 月下載。
464. 法國新聞網站 L’express，《Météo: l’alerte rouge maintenue dans le Loiret et étendue à la Seine-et-Marne》
http://www.lexpress.fr/actualite/societe/meteo/meteo-l-alerte-rouge-maintenue-dans-le-loiret-5-departement-en-vigilance-orange_1797701.html，2016 年 6 月下載。
465. 美國太空總署 NASA，《Flooding in France-June 8, 2016》
<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=88157>，2016 年 6 月下載。
466. 法國氣象局-Climat(可查詢法國主要城市氣候平均值)
<http://www.meteofrance.com/climat/france>
467. 法國內政部《Engagement de la sécurité civile et de l’ensemble des agents de l’Etat face aux intempéries qui touchent la France》
<http://www.interieur.gouv.fr/Actualites/Communiqués/Engagement-de-la-securite-civile-et-de-l-ensemble-des-agents-de-l-Etat-face-aux-intemperies>，2016 年 6 月下載。
468. 維基百科《2016 European floods》
https://en.wikipedia.org/wiki/2016_European_floods，2016 年 6 月下載。
469. BBC NEWS《Europe flooding: Five dead as waters rise in Germany and France》
<http://www.bbc.com/news/world-europe-36429381>，2016 年 6 月下載。
470. BBC NEWS《Paris floods: Seine level starts dropping after 30-year high》
<http://www.bbc.com/news/world-europe-36451009>，2016 年 6 月下載。
471. 路透社
<http://www.reuters.com/news/picture/floods-inundate-france?articleId=USRTX2F6EF>，
2016 年 6 月下載。
472. NEWS.COM《City simulates its response just in case the floods of 1910 happen again》
<http://www.news.com.au/technology/environment/city-simulates-its-response-just-in-case-the-floods-of-1910-happen-again/news-story/0daafe0d7ea716e015d9e4cf0f8cda96>，
2016 年 6 月下載。
473. 日本氣象協會，《過去の天気(2016 年 06 月)》
http://www.tenki.jp/past/2016/06/?selected_type=chart，2016 年 6 月下載。

474. 日本気象庁-震度データベース検索（地震別検索結果）
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/Event.php?ID=9901415>，2016年6月
ダウンロード。
475. 日本気象庁，《梅雨前線による大雨(平成28(2016)年6月19日～6月30日)》
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2016/20160705/jyun_sokuji20160619-30.pdf，2016年7月ダウンロード。
476. 佐賀新聞，《佐賀県内の大雨まとめ（22日午後4時半現在）》
<http://www.saga-s.co.jp/news/saga/10101/325687>，2016年6月ダウンロード。
477. 日本総務省消防庁，《6月20日からの梅雨前線に伴う大雨による被害状況等について（第7報）》
<http://www.fdma.go.jp/bn/%E3%80%90%E7%AC%AC7%E5%A0%B1%E3%80%91%EF%BC%96%E6%9C%88%EF%BC%92%EF%BC%90%E6%97%A5%E3%81%8B%E3%82%89%E3%81%AE%E6%A2%85%E9%9B%A8%E5%89%8D%E7%B7%9A%E3%81%AB%E4%BC%B4%E3%81%86%E5%A4%A7%E9%9B%A8.pdf>，105年6
月ダウンロード
478. 日本気象庁熊本地方気象台，《熊本地方の地震に伴う大雨警報・注意報基準の暫定的な運用について》
http://www.jma-net.go.jp/kumamoto/kakusyusiryou/20160416zantei_oame1.pdf，2016
年6月ダウンロード。
479. 日本気象庁熊本地方気象台，《熊本地方の地震に伴う土砂災害警戒情報基準の暫定的な運用について》
http://www.jma-net.go.jp/kumamoto/kakusyusiryou/20160416zantei_dosha1.pdf，2016
年6月ダウンロード。
480. 日本気象庁熊本地方気象台，《熊本地方の地震に伴う洪水警報・注意報基準の暫定的な運用について》
http://www.jma-net.go.jp/kumamoto/kakusyusiryou/20160416zantei_kozui.pdf，2016
年6月ダウンロード。
481. 日本国土交通省，《平成28年熊本地震による土砂災害の概要（H28.6.7時点）》
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h28dosha/160607_gaiyou_sokuhou.pdf，2016年6
月ダウンロード。
482. 日本気象庁，《6月の天候》
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko1606.pdf>，2016年6月ダウンロード。
483. 日本国土交通省，《6月19日から続く梅雨前線等による被害状況等について》
http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_160619.html，2016年6月ダウンロード。
484. 日本気象庁，《平成28年4月16日1時25分頃の熊本県熊本地方の地震に伴う大雨警報・注意報基準の暫定的な運用について》
http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/16d/20160416_oame_kijun_zantei_kyushu.pdf，
2016年6月ダウンロード。

485. 日本氣象廳《平成 28 年 4 月 16 日 1 時 25 分頃の熊本県熊本地方の地震に伴う土砂災害警戒情報発表基準の暫定的な運用について》
http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/16e/20160416_dosha_kijun_zantei_kyushu.pdf ,
2016 年 6 月下載。
486. 日本氣象廳，《「平成 28 年 4 月 16 日 1 時 25 分頃の熊本県熊本地方の地震」等に伴う洪水警報・注意報基準の暫定的な運用について》
http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/16f/20160416_kouzui_kijun_zantei_kumamoto.pdf ,
2016 年 6 月下載。
487. [中央氣象局](#) ,
http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/typhoon?year=2016&num=201601&name=NEPARTAK&from_warning=true , 2016 年 8 月下載。
488. [中央氣象局](#) ,
http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/typhoon?year=2015&num=201513&name=SOUDELOR&from_warning=true , 2016 年 8 月下載。
489. [臺灣颱風論壇](#) , <http://twtybbs.com/thread-11482-1-1.html> , 2016 年 8 月下載。
490. 臺灣颱風資訊中心 , http://typhoon.ws/learn/reference/beaufort_scale , 2016 年 8 月下載。
491. 中央通訊社 , <http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201607085007-1.aspx> , 2016 年 8 月下載。
492. 中時電子報 , <http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160708002360-260405> , 2016 年 8 月下載。
493. 臺東縣消防局 ,
http://www.tffd.gov.tw/?act=announcement&cmd=detail&ad_gd_id=20131025001&ad_id=20160710001 , 2016 年 8 月下載。
494. 壹電視 , <http://ppt.cc/l2r2y> , 2016 年 8 月下載。
495. 基督教論壇報 , <http://www.ct.org.tw/1287412> , 2016 年 8 月下載。
496. 民視新聞 , <http://ppt.cc/Focjq> , 2016 年 8 月下載。
497. [中央災害應變中心第 4 報](#) <http://www.emic.gov.tw/Content.aspx?ID=22&MenuID=587> ,
2016 年 8 月下載。
498. 臺北市政府消防局 , <http://www.119.gov.taipei/print.php?type=article&id=16574> , 2016 年 8 月下載。
499. 柯文哲臉書 ,
<https://www.facebook.com/DoctorKoWJ/photos/a.136856586416330.19357.136845026417486/786136674821648> , 2016 年 8 月下載。
500. 新北市政府 , <http://www.info.ntpc.gov.tw/2016/07/09/118816/> , 2016 年 8 月下載。
501. 蘋果日報 , <http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20160709/904706/> ,
2016 年 8 月下載。
502. 聯合新聞網 , <http://udn.com/news/story/3/1815075> , 2016 年 8 月下載。

503. 蘋果即時, <http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20160710/904926/>, 2016年8月下載。
504. 維基百科, <https://zh.wikipedia.org/wiki/2016%E5%B9%B4%E9%82%A2%E5%8F%B0%E6%B4%AA%E7%81%BE>, 2016年8月下載。
505. 香港新浪網, <http://sina.com.hk/news/article/20160720/0/5/2/%E5%8C%97%E6%96%B9%E6%9A%B4%E9%9B%A8%E5%88%B0%E5%BA%95%E6%9C%89%E5%A4%9A%E5%BC%B7-%E6%9A%B4%E9%9B%A8%E7%9A%84%E5%B9%95%E5%BE%8C%E5%B0%8E%E6%BC%94%E5%8E%9F%E4%BE%86%E6%98%AF%E5%AE%83-6072132.html>, 2016年8月下載。
506. 大紀元, <http://www.epochtimes.com/b5/16/7/23/n8130852.htm>, 2016年8月下載。
507. BBC 中文網, http://www.bbc.com/zhongwen/trad/china/2016/07/160723_china_xingtai_flood, 2016年8月下載。
508. 東森新聞雲, <http://www.ettoday.net/news/20160724/741266.htm>, 2016年8月下載。
509. 百度百科, http://baike.baidu.com/view/2187308.htm#4_4, 2016年8月下載。
510. 長城網, <https://kknews.cc/society/axjxbx.html>, 2016年8月下載。
511. 東森新聞雲, <http://www.ettoday.net/news/20160724/741266.htm>, 2016年8月下載。
512. 新浪香港網, <http://sina.com.hk/news/article/20160720/0/5/2/%E5%8C%97%E6%96%B9%E6%9A%B4%E9%9B%A8%E5%88%B0%E5%BA%95%E6%9C%89%E5%A4%9A%E5%BC%B7-%E6%9A%B4%E9%9B%A8%E7%9A%84%E5%B9%95%E5%BE%8C%E5%B0%8E%E6%BC%94%E5%8E%9F%E4%BE%86%E6%98%AF%E5%AE%83-6072132.html>, 2016年8月下載。
513. 每日頭條, <https://kknews.cc/society/gba6ge.html>, 2016年8月下載。
514. 新紀元周刊, <http://www.epochweekly.com/b5/494/16807.htm>, 2016年8月下載。
515. 美國地質調查所, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g7d#map>, 2016年8月下載。
516. 微博-英國那些事兒, <http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2015/01/13/a1168587.html>, 2016年8月下載。
517. 中央通訊社, http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201608260011-1.aspx?utm_source=facebook.com&utm_medium=fanpage&utm_campaign=fbpost, 2016年8月下載。
518. 自由時報, <http://m.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1805648>, 2016年8月下載。
519. 維基百科, https://en.wikipedia.org/wiki/2016_Central_Italy_earthquake, 2016年8月下載。

520. 義大利區域新聞，
<http://www.thelocal.it/20160826/experts-say-italy-must-do-more-to-reduce-earthquake-risk>，2016年8月下載。
521. 中央氣象局，http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/ty_warning，2016年10月下載。
522. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1835042>，2016年10月下載。
523. 維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Matthew，2016年10月下載。
524. CNN，<http://edition.cnn.com/2016/10/09/americas/hurricane-matthew-wrap/>，2016年10月下載。
525. 紐約時報，
http://www.nytimes.com/2016/10/08/world/americas/after-hurricane-matthew-devastation-in-southern-haiti.html?_r=0，2016年10月下載。
526. 自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/world/paper/1039890>，2016年10月下載。
527. BBC，http://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/10/161007_haiti_matthew，2016年10月下載。
528. Google map，
<https://www.google.com.tw/maps/place/%E5%8D%B0%E5%B0%BC%E8%A5%BF%E7%88%AA%E5%93%87%E7%9C%81/@-6.6288797,107.8618405,9.25z/data=!4m5!3m4!1s0x2e68e6398252477f:0xbc18a454fc8e9d7e!8m2!3d-7.090911!4d107.668887>，2016年10月下載。
529. Floodlist，
<http://floodlist.com/asia/indonesia-garut-floods-death-toll-rises-september-2016>，2016年10月下載。
530. Astroawani，
<http://english.astroawani.com/malaysia-photos/west-java-garut-flash-floods-4018/rescue-teams-search-missing-victims-40955>，2016年10月下載。
531. 雅加達郵報，
<http://www.thejakartapost.com/news/2016/09/21/at-least-24-killed-in-garut-sumedang-by-floods-landslides.html>，2016年10月下載。
532. 中新網，<http://www.chinanews.com/gj/2016/09-24/8013489.shtml>，2016年10月下載。
533. 印尼星洲日報，<http://indonesia.sinchew.com.my/node/62736?tid=4>，2016年10月下載。
534. Sekretariat Kabinet Republik Indonesia，
<http://setkab.go.id/en/president-joko-widodo-gives-rp1-3-billion-to-flash-flood-victims-in-garut/>，2016年10月下載。

535. PRESSTV ,
<http://www.presstv.com/Detail/2016/09/21/485680/Indonsia-Java-flooding-landslides> ,
2016 年 10 月下載。
536. HNGN ,
<http://www.hngn.com/articles/207724/20160923/death-toll-from-indonesian-landslide-flood-has-risen-to-27.htm> , 2016 年 10 月下載。
537. 東南亞遊報 , <http://www.southeastasiapost.com/index.php/sid/247866435> , 2016 年 10 月下載。
538. 維基百科 ,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E6%B5%B7%E9%A6%A>
[C \(2016%E5%B9%B4\)#cite_note-12](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E6%B5%B7%E9%A6%A) , 2016 年 11 月。
539. PAGASA , TROPICAL CYCLONE INFORMATION ,
<http://www.pagasa.dost.gov.ph/index.php/tropical-cyclone-information#philippine-public-storm-warning-signal> , 2016 年 11 月。
540. 菲律賓國家減少災害風險和管理委員會(NDRRMC) ,
<http://www.ndrrmc.gov.ph/20-incidents-monitored/2945-severe-weather-bulletin-for-typhoon-lawin-haima> , 2016 年 11 月。
541. 自由時報 , 強颱襲菲釀 4 死 4 省發布罕見 5 級警報 ,
<http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1861969> , 2016 年 11 月。
542. 菲律賓社會福利和發展部(DSWD) , <http://disaster.dswd.gov.ph/maps.php> , 2016 年 11 月。
543. Bündnis Entwicklung Hilft and United Nations University – EHS
<http://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2016/08/WorldRiskReport2016.pdf> , 2016 年 11 月。
544. 美國地質調查局(USGS) ,
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us1000778i#region-info> , 2016 年 11 月。

545. 行政院中央災害防救會報，
http://www.cdprc.gov.tw/News_Content.aspx?n=DE11525F5E6F3240&sms=348A76B6B4BCF95E&s=CF64F7888CBA9BBC，2016 年 11 月。
546. 臺灣地震科學中心，
http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/upload/news/EQfile/2016-11-13M7.8.pdf，2016 年 11 月。
547. RNZ，
<http://www.radionz.co.nz/news/national/318000/earthquake-two-die-after-massive-tremors>，2016 年 11 月。
548. 蘋果日報，
http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/international/20161115/37451587/hotdailyart_right，2016 年 11 月。
549. MCDEM Twitter，<https://twitter.com/NZcivildefence/media>，2016 年 11 月。
550. 地球圖輯隊，<https://dq.yam.com/post.php?id=6845>，2016 年 11 月。
551. CNN，<http://edition.cnn.com/2016/11/14/asia/new-zealand-earthquake/>，2016 年 11 月。
552. WIKI，https://en.wikipedia.org/wiki/2016_Kaikoura_earthquake，2016 年 11 月。
553. nzherald.co.nz，
http://www.nzherald.co.nz/nz/news/article.cfm?c_id=1&objectid=11747414，2016 年 11 月。
554. NZ Defence Force，
https://www.facebook.com/pg/NewZealandDefenceForce/photos/?tab=album&album_id=1149960331707778，2016 年 11 月。
555. NIWA，
<https://www.niwa.co.nz/news/new-map-reveals-new-zealand%E2%80%99s-seafloor-in-stunning-detail>，2016 年 11 月。

556. The Geological Society of America ,
<http://gsabulletin.gsapubs.org/content/125/5-6/756/F1.expansion.html> , 2016 年 11 月。
557. 紐西蘭民防緊急管理部 , <https://www.happens.nz/> , 2016 年 11 月。
558. Google map ,
<https://www.google.com.tw/maps/@8.6048649,99.7968673,7.71z?hl=zh-TW> , 2016 年
12 月。
559. BBC NEWS , <http://www.bbc.com/news/world-asia-38245974> , 2016 年 12 月。
560. CAN 中央通訊社 , <http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201612070032-1.aspx> , 2016
年 12 月。
561. 維基百科 ,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2016%E5%B9%B4%E4%BA%9A%E9%BD%90%E5%9C%B0%E9%9C%87> , 2016 年 12 月。
562. 美國地質調查局(USGS) ,
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10007ghm#dyfi> , 2016 年 12 月。
563. ABC NEWS ,
<http://abcnews.go.com/Technology/wireStory/latest-survivor-quake-terrifying-fled-hill-44026278> , 2016 年 12 月。
564. Gettyimages ,
<http://www.gettyimages.com/event/deadly-earthquake-strikes-indonesias-aceh-province-4> , 2016 年 12 月。
565. 蘋果日報 , <http://hk.apple.nextmedia.com/international/art/20161209/19859578> , 2016
年 12 月。
566. 大紀元 , <http://www.epochtimes.com/gb/16/12/10/n8579094.htm> , 2016 年 12 月。
567. 新唐人 , <http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2016/12/08/a1300969.html> , 2016 年 12 月。

568. Aljazeera ,
<http://www.aljazeera.com/indepth/inpictures/2016/12/indonesia-earthquake-rescuers-sea-rch-survivors-161208084327612.html> , 2016 年 12 月。
569. 聯合新聞網 , <http://udn.com/news/story/9/2159530> , 2016 年 12 月。
570. chicagotribune ,
<http://www.chicagotribune.com/news/nationworld/ct-indonesia-earthquake-20161207-story.html> , 2016 年 12 月。
571. 自由時報 , <http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/1913474> , 2016 年 12 月。
572. 維基百科 ,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%8E%AF%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E7%81%AB%E5%B1%B1%E5%B8%A6> , 2016 年 12 月。
573. 香港 01 ,
<http://www.hk01.com/%E5%9C%8B%E9%9A%9B/58638/%E5%8D%B0%E5%B0%BC%E5%85%88%E5%BE%8C%E9%81%AD%E9%80%A2%E6%B5%B7%E5%98%AF%E5%9C%B0%E9%9C%87-%E4%BA%9E%E9%BD%8A%E7%9C%81%E9%87%8D%E5%BB%BA%E4%B9%8B%E8%B7%AF%E6%9B%B4%E5%B4%8E%E5%B6%87> , 2016 年 12 月。
574. Serambi INDONESIA ,
<http://aceh.tribunnews.com/2012/12/26/rambu-dan-jalur-evakuasi-tsunami-tak-terurus> ,
2016 年 12 月。
575. Coversia.com ,
<http://www.covesia.com/berita/23443/jalur-evakuasi-tsunami-padat-merayap.html> , 2016
年 12 月。
576. ANTARABALI.com ,
<http://ww2w.antaramaluku.com/berita/78987/masyarakat-pesisir-resah-isu-tsunami> ,
2016 年 12 月。

577. ALAZEERA ,
http://www.aljazeera.com/news/2016/12/thailand-floods-161205074952197.html?utm_medium=web&utm_source=digitalnomadweekly.com&utm_campaign=dnw59 , 2016 年 12 月 。
578. BBC NEWS , <http://www.bbc.com/news/world-asia-38229953> , 2016 年 12 月 。
579. NNT , http://thainews.prd.go.th/website_en/news/news_detail/WNSOC5912070010023 , 2016 年 12 月 。
580. FOXNEWS ,
<http://www.foxnews.com/world/2016/12/06/severe-flooding-in-southern-thailand-kills-14.html> , 2016 年 12 月 。
581. Reliefweb , <http://reliefweb.int/report/thailand/thailand-floods-spread-12-provinces> , 2016 年 12 月 。
582. FloodList , <http://floodlist.com/tag/thailand> , 2016 年 12 月 。
583. Skymetweather ,
<http://www.skymetweather.com/content/global-news/holiday-paradise-thailand-hit-with-heavy-floods-14-killed/> , 2016 年 12 月 。
584. Buriram times , <http://www.buriramtimes.com/storms-flooding-hit-south-thailand/> , 2016 年 12 月 。
585. FloodList , <http://floodlist.com/asia/thailand-floods-south-december-2016> , 2016 年 12 月 。
586. Aljazeera ,
<http://www.aljazeera.com/news/2016/12/thailand-floods-161205074952197.html> , 2016 年 12 月 。
587. 維基百科 ,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%86%B1%E5%B8%B6%E8%BC%BB%E5%90%88%E5%B8%B6> , 2016 年 12 月 。

588. 雅虎香港，

<https://hk.news.yahoo.com/blogs/weatherunderground/%E7%94%9A%E9%BA%BC%E6%98%AF%E4%BD%8E%E5%A3%93%E6%A7%BD-030936714.html>，2016 年 12 月。

589. 手機互動百科，

<http://www.baik.com/gwiki/%E4%BD%8E%E5%8E%8B%E6%A7%BD>，2016 年 12 月。

590. 泰國氣象局，

<https://www.tmd.go.th/en/climate.php?FileID=3&strDateTime=2016-12-19>，2016 年 12 月。
