

2012 日本九州北部豪雨事件解析

吳亭燁¹、王俞婷¹、張志新¹

吳啟瑞²、傅鑣漩²、黃柏誠³

1 國家災害防救科技中心坡地組

2 國家災害防救科技中心洪旱組

3 國家災害防救科技中心氣象組

摘要

2012 年 7 月初，由於梅雨鋒面滯留日本九州北部，造成連續數日大雨，豪雨在日本九州熊本縣、福岡縣、大分縣等地造成嚴重的洪水和坡地災害，是近二十二年來九州地區最嚴重的災害。本文除探討造成此次災害的主因之外，透過日本政府在此次風災的作為，了解其如何操作豪雨應變，並進一步探討台日雙方可互相學習借鏡之處，以強化相似災害的應變操作。

一、 事件解析

(一) 氣象狀況

此次事件起因於六月底梅雨鋒面北移並滯留於長江口與日本西南端，梅雨鋒面滯留期間首先在七月初於九州北部的福岡縣和大分縣降下大雨，共造成二到三萬人撤離（日本消防廳，2012）；此後，因梅

雨鋒面移動，除了在九州北部及中部地區降下大雨造成災情之外，也在本州的德島縣、新瀉縣等地降下大雨致災。

此次主要探討發生在 7 月 12 至 14 日，降雨區域集中在九州北部及中部之災情狀況，包括：熊本縣、福岡縣以及大分縣等縣。其中九州中部的阿蘇地區在時雨量、三小時雨量以及 24 小時雨量累積值等都超過歷史紀錄，其他地區也有多處雨量站測得雨量紀錄超越歷史紀錄（圖 1、表 1、及表 2）。

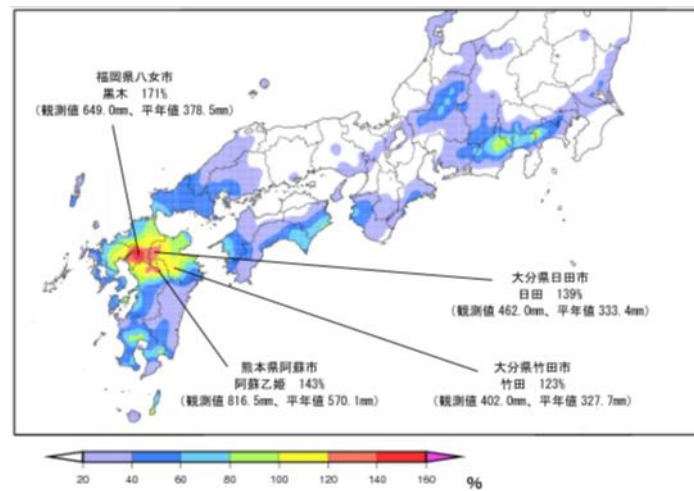


圖 1 此次豪雨累積總雨量(7 月 11 日至 14 日)與七月份平均雨量比較圖（日本氣象廳，2012）

表 1 此次事件時雨量排名

順位	都道府縣	觀測所	觀測值	統計開始年	備考
1	熊本縣	阿蘇乙姬	108.0	1978年	歷史排名第一
2	熊本縣	五木	98.5	2012年	
3	熊本縣	阿蘇山*	94.5	1952年	歷史排名第一
4	德島縣	日和佐	81.0	1976年	
5	高知縣	田野	80.5	1976年	歷史排名第一
6	高知縣	佐喜浜	79.5	1976年	
7	熊本縣	菊池	77.0	1976年	
8	高知縣	繁藤	74.0	1976年	
9	熊本縣	八代	73.0	1976年	
10	福岡縣	耳納山	72.5	1976年	

表 2 此次事件三小時雨量排名

順位	都道府縣	觀測所	觀測值	統計開始年	備考
1	熊本縣	阿蘇乙姬	288.5	1978年	歷史排名第一
2	熊本縣	五木	221.5	2012年	
3	熊本縣	阿蘇山*	214.5	1976年	歷史排名第一
4	熊本縣	菊池	181.5	1976年	歷史排名第一
5	熊本縣	八代	150.0	1976年	歷史排名第一
6	高知縣	佐喜浜	147.5	1976年	
7	熊本縣	山江	140.5	1990年	
8	大分縣	竹田	135.0	1976年	歷史排名第一
9	德島縣	木頭	134.0	1979年	
10	德島縣	福原旭	134.0	1976年	

(二) 災害狀況

1. 嚴重的坡地及洪水災害



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

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

此次降雨事件的特徵是短時間內降雨強度大，降雨最強時集中在 7 月 12 日清晨 3 至 6 時（圖 3）。強降雨除了引發河川宣洩不及、造成多處淹水及坡地災害之外，另外凸顯都市洪水防災以及行動不便或高齡者的疏散避難問題。強降雨發生當日清晨 6 時已有坡地災害的發生，但從熊本縣政府的災害資訊歷程來看，是在 12 日當日才發布避難指示（效力類同強制疏散），因此研判人員死傷是因疏散避難不及所造成。並且，由於阿蘇地區位處山區較為偏僻，人口結構多集中在高齡層，在疏散避難時原本就需提早疏散避難，此點從死亡者年齡層偏大

也可看出端倪。另外，在白川、合志川流域也洪水發生過於快速而導致避難不及，因此後續市政府已通過提案，將在該流域尚未進行防洪工程處加設避難警報系統，加強洪水警戒。

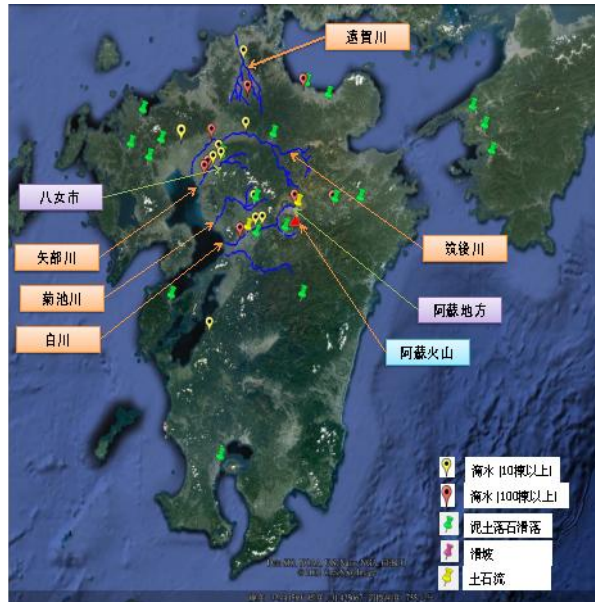


圖 2 此次豪雨災害坡地和洪水災害分佈位置(本中心針對日本國土交通省資料繪製於 Google Earth 底圖)

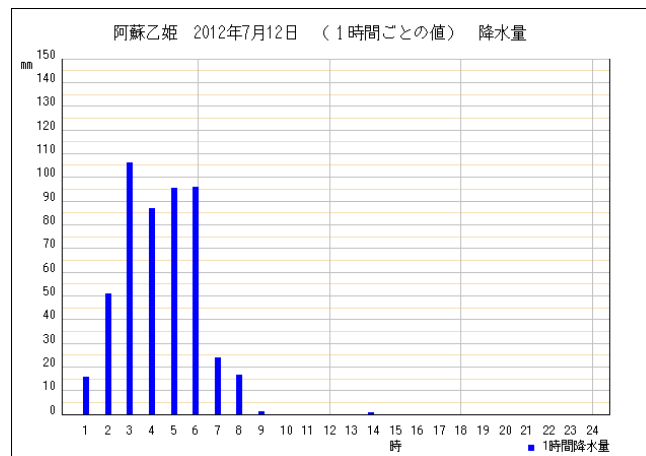


圖 3 阿蘇乙姬測站於 7 月 12 日時雨量統計圖 (引用自日本氣象廳)

(三)、災因探討

1. 超越歷史紀錄的累積降雨

九州地區是坡地災害的高潛勢區域，災害集中在每年的六月到十月，

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

同時，檢視歷年梅雨為主因的災害紀錄（表 3），幾乎每一年的六月到八月都因梅雨鋒面滯留造成洪水或坡地災害，其降雨強度均超過一小時 50mm；並且，由於地形因素，降雨易累積在日本本州北部至九州北部等向日本海之一側，因此災害也多集中在九州地區、廣島縣、及山口縣等地區。

表 3 歷年由梅雨鋒面引起之災害（本中心根據日本氣象廳資料整理）

主要期間	災害名稱	引發主因	總降雨量 (mm)	3 日降雨量 (mm)	日降雨量 (mm)	1 小時 (mm)	主要影響區域	死者/失蹤人數	淹水屋舍
2012. 7. 11-14	平成 24 年 7 月九州北部豪雨	梅雨前線	熊本阿蘇 816.5		熊本阿蘇 507.5	熊本阿蘇 108	九州北部	33	10,930
2011. 7. 27-30	平成 23 年新瀉福島豪雨	梅雨前線	福島南會津 711.5	福島南會津 700	福島南會津 527	新瀉十日町 121	新瀉、福島縣	6	10,132
2010. 7. 10-16	梅雨前線による大雨	梅雨前線	佐賀佐賀 613.5		岐阜加茂 239	德島海部 108.5	九州、西日本至東日本(岐阜)的廣泛區域	21	7,812
2009. 7. 19-26	平成 21 年中國、九州北部豪雨	梅雨前線	大分日田 702	福岡太宰府 618	福岡飯塚 338	福岡福岡 116	廣島、山口、福岡、佐賀、長崎縣	35	12,246
2007. 7. 1-17	台風第 4 号と梅雨前線による大雨と暴風	梅雨前線、颱風	宮崎 Ebino 1107		高知高岡 473	鹿兒島肝屬 107	九州、四國、紀伊半島、靜岡縣	7	4,288
2006. 6. 21-28	梅雨前線による大雨	梅雨前線	熊本阿蘇 628		熊本上益城 221	熊本上益城 114	九州北部(熊本、長崎)	1	115

2005. 7. 8-10	梅雨前線による大雨	梅雨前線	熊本阿蘇 475		熊本阿蘇 306	熊本阿蘇 98	九州中部、靜岡縣	5	412
1990. 6. 28-7. 3	梅雨前線	梅雨前線	熊本阿蘇 726		熊本阿蘇 448	鹿兒島阿久 跟 83	九州、東北	32	50, 114
1953. 6. 25-29	昭和 28 年西日本水害	梅雨前線	熊本路本 1455		熊本路本 528	福岡小倉 101	九州北部	1001	450, 000

2. 土石流高潛勢地質構造

由於坡地災害和死傷狀況集中在熊本縣阿蘇地區，從地形地理條件探討。依據國土交通省發佈的報告可發現，坡地災害的類型，主要以土石流災害為主，而其他地滑以及急陡坡地崩塌事件較少。以豪雨為主要誘發因子的事件來看，這樣的結果較少。探究原因：阿蘇地區主要由火山地形和火山噴發物組成，阿蘇火山歷史上曾經發生過四次大爆發，最後一次爆發在九萬年前，那時爆發之後的火山噴發物幾乎覆蓋了九州全島，爾後由於降雨、水流匯集和其他小規模爆發等現象反覆發生，造成地表侵蝕並形成一巨大火口湖，最後湖水乾涸之後形成了目前可見的大型火口湖平原。近年來，火山的活動並未停止，每隔幾年仍有火山灰的噴發，因此阿蘇地區（包括阿蘇市以及南阿蘇市）的地表覆蓋了一層相當厚的火山灰，並且其餘的地方地質組成主要是為火山岩。

被火山灰覆蓋的區域，由於逕流水不易滲透至土壤下方，且容易在坡面上形成蝕溝，因此噴發之後只要有少量降雨即容易引發土石流。歷年來火山爆發之後，通常地方政府會調降被火山灰覆蓋區域坡地災害

的降雨警戒值，以提早疏散避難，防範土石流災害的發生。從此次豪雨造成之坡地災害分佈顯示，大部份坡地災害的形態為土石流災害且集中在阿蘇地區；其災害形態與一般豪雨事件後，崩塌災害所佔比例較高有所差異，故判斷主因是火山地形和沈積物所造成之現象。



圖 4 阿蘇火山過去因火山活動所噴發物質的範圍（引用自熊本縣政府）

二、 日本政府的因應

藉由此次豪雨災害，探討日本政府在處理豪與災害應變之因應作為，除了解日本政府如何因應此類災害，也從中探討台灣因應類似災害可學習之處。因此本文將災害應變流程簡單分為體系組織、警戒發布及疏散避難、災害監測及調查、資訊傳遞、災後復原及支援等項目進行探討。

（一）體系組織-TEC-Force 介紹：

依照災害對策基本法，當有災害發生之虞或是已有災害發生時，都道府縣以及市町村政府得設災害對策本部，並且由首長擔任災害對策本

部指揮官。

都道府縣層級政府為主要的災害應變處理層級，以下是各個市町村的災害應變層級。市町村政府層級主要進行；而當災害規模大於都道府縣政府處理層次時，由國家層級協助，這是從上到下的縱向組織；在橫向組織方面，國土交通省依據需要於所轄下之各地地方整備局中設有緊急災害對策派遣隊（Technical Emergency Control Force, TEC-Force）。

TEC-Force 是為了在災害發生後需迅速掌握災害狀況，並且進行緊急調查需要較高技術支援，以及必要的快速復原工作等需求下所成立。其組成成員主要由國土交通省轄下與災害相關部會及行政法人組成，包括：國土交通省、獨立法人研究所（土木研究所、建築研究所、以及港空研究所等）、國土技術政策綜合研究所、地方整備局、地方運輸局、地方航空局、國土地理院、以及氣象廳等機關。由各個部會或法人之最高層級負責人作為組成 TEC-Force 本部的成員，以根據需求隨時調派自身所屬組織之專業人員；其組織成立以地方整備局為總司令部外，另於受災縣設有司令部以及以下之先遣班、現地支援班、情報通信班、高度技術指導班、受災狀況調查班（直升機調查）、現地調查指導班、以及緊急對策班等。各分組依照當次災害需求而成立，並各自進行不同的任務。（表 4）。

在本次災害事件當中，TEC-Force 也應縣政府請求出動進行任務支援，包括災害調查以及復原方針之技術支援。災害調查部分，包括：大分縣進行河川與道路的受災調查、白川和菊池川破堤調查、阿蘇地區坡地災害調查等；

表 4 TEC-FORCE 各分組及其任務內容（國土交通省，2008）

各分組	任務內容
先遣班	災害發生後首先派遣到災區，把握受災狀況以及必要支援規模，透過和派遣單位聯絡的強化支援體制。
現地支援班	透過現地 TEC-FORCE 各班以及災害對策本部的聯繫，確保把握災區的需求。
資訊通信班	活用國有之衛星通訊車、Ku-SAT (小型畫面傳送裝置)等器具，確保災區畫面資訊傳送以及通訊。
高度技術指導班	進行特殊災害現象之調查，進行受災設施的緊急措施和重建方針的規劃指導。
受災狀況調查班（直升機調查）	派遣進行災害調查專屬直升機進行大規模區域受災狀況調查。
受災狀況調查班（現地調查）	進行現地調查了解公共設施的受災狀況，迅速把握受災狀況。
緊急對策班	調派國有照明車、排水幫浦車、緊急組合橋等進行災區支援。

（二）警戒發佈及疏散避難：

日本政府分工精細，從開始降雨到實際進行疏散避難為止，因政府單位之權責及執掌任務不同，有各種不同的警戒透過不同政府單位組織發佈並執行相關作為，雖然種類繁多，但每種警戒均有其意義和相關採取措施。圖 5 列舉了此次從豪雨開始發生至疏散避難為止，發佈的警戒種類及其相關權責單位。

首先是氣象預警報種類，和台灣類似是為氣象廳之執掌範圍，因應不同的氣象狀況所包含的種類繁多，其中共有 16 種類預報和 7 種警報（圖 5）。在豪雨的情境之下，預估未來可能有大雨發生時即發佈大雨注意報；當累積降雨量已達到預估降雨量時發布大雨警戒，並且依

據大雨警報發佈後降雨狀況、配合河川水位及坡地災害危險度等資訊，進一步發佈土砂災害警戒情報以及洪水預報等。

預警報種類	內容	發布單位
氣象預報	大雨、洪水、大雪、強風、風雪、波浪、高潮汐、濃霧、雷、乾燥、雪崩、融雪、霜、低溫、積冰、積雪等16種類	氣象局
氣象警報	大雨、洪水、大雪、暴風、暴風雪、波浪、以及高潮汐等7種類	氣象局
土砂災害警戒	土砂災害警戒程度依區域分不同等級	氣象局和都道府縣政府
洪水警戒	洪水注意報、洪水警報	國土交通省或都道府縣所轄河川事務所和氣象局
疏散避難	避難準備情報、避難勸告、避難指示	市町村政府

圖 5 本次豪雨災害發布警戒種類及發佈單位

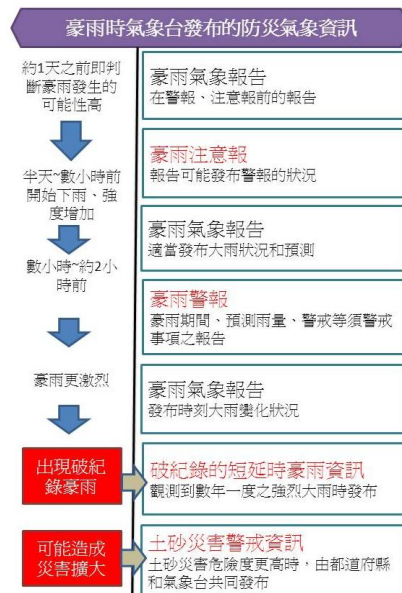


圖 6 各種防災氣象資訊發佈時機以及種類（引用自日本氣象廳網站）依據當前降雨狀況，氣象廳使用數值模式計算土壤雨量指數以及流域雨量指數，該項計算是以水桶模式（Tank model）為基礎，表示降雨後水分滲透和流出情況。另外將該項結果配合各個都道府縣政府依據當地狀況和歷史災例所訂出之標準，發佈土砂災害警戒資訊以及洪水預報。以熊本縣為例，土砂災害的警戒基準值為土砂災害危險度 10，

該危險度 10 是根據土壤雨量指數換算得到的數值。當降雨開始的時候，危險度數值也隨之上升，當危險度數值到達 10 時即發佈「危險」；而當危險度在一小時內達到 10 時，則發佈警戒 1；當危險度在兩小時內達到 10 時，則發佈警戒 2（圖 6）。

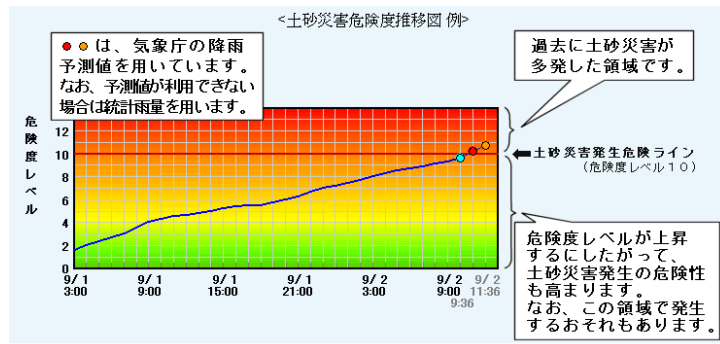


圖 6 土砂災害危険度示意圖（引用自熊本縣政府網站）

洪水預報的發佈是由各個河川事務所和氣象廳共同發佈，是根據當前降雨狀況、預測未來降雨資訊和流域雨量指數所發佈資訊，分為注意報和警報兩種。洪水預報依據各個河川事務所不同狀況有不同的危險度分級標準。以熊本縣為例，河川水位高低代表五級危險度，包括：水防團待命水位、氾濫注意水位、避難判斷水位、氾濫危險水位等（圖 7）。當降雨持續發生，則相關河川事務所便隨時注意河川水位，並且藉此發佈不同的危險度等級，例如：當水位超過水防團待命水位後，水防團所採取的對策是以河川氾濫發生為情境下所進行的；當超過避難判斷水位時，市町村政府便可以依此進行疏散避難的發佈。疏散避難的發佈權責是為市町村政府，依據當時及未來的氣象條件、

當地狀況、是否已有災害發生等項目考量後發佈。疏散避難資訊包括：避難準備情報、避難勸告、以及避難指示等三項。避難準備情報的法律強制力較低，是通知居民必須開始進行準備，並且未來可能發佈避難勸告或避難指示等，當地政府在發佈避難準備情報後也會開設自主避難場所供居民使用。避難勸告的強制力類同於台灣所發佈的土石流黃色警戒，促使已發佈避難勸告地區居民開始前往避難；避難指示的強制力較高，已發佈避難指示地區的居民均必須前往避難所進行避難。

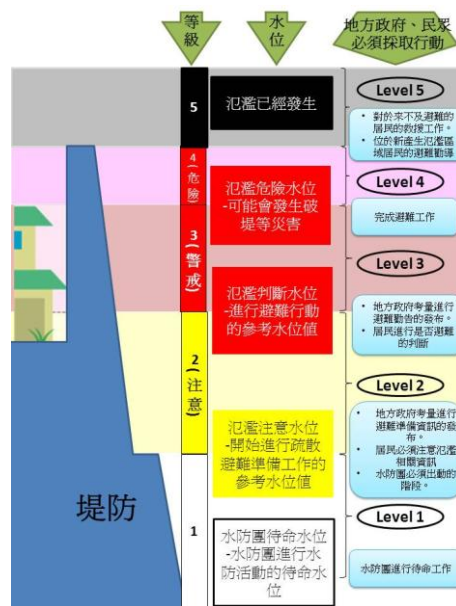


圖 7 洪水預報等級及其代表意義（修改自熊本河川國道事務所）

表 5 疏散避難種類及其意義

類別	約束力	根據法律
避難準備 情報	根據實際狀況而判斷可能發布避難勸告或避難指示，因此發布避難準備	無法律根據，由各市或區域防災計畫所訂立的。
避難勸告	促使居民採取疏散避難行動。	災害對策基本法
避難指示	對象有受災的危險性而發布的命令，因此較勸告具有強約束力。對於不遵照進行者，將予以強制實施。	災害對策基本法以外法律，如水防法、地滑等防止法、自衛隊法等。

（三）災害監測及調查：

災害監測及調查分為緊急災害調查及持續性的災害調查，除了國土交通省組織調查團外，地方政府若有技術需求，也會派遣 TEC-Force 進行調查。調查方式分為直升機調查以及現地調查，在現地情況尚且不明朗時，為避免人員自身安全受到威脅，再加上考量到時效，甫災害之初，首先派遣專業人員會同地方政府相關處室執掌人員搭乘直升機進行初步災害調查，並且該項調查以數次方式進行；在直升機調查之後，針對人員能夠到達之處、且災害規模較大或是有進一步危險之處，再以現地調查方式進行。

（四）災後復原及支援：

有關災後復原及支援主要列舉政府進行災後復原及支援相關適用法令及措施，主要包括災害救助法、激甚災害之指定、被災者生活重建支援法、及災害弔慰金的支給等四項。災害救助法及激甚災害指定主要是由中央政府支援地方政府的措施；另外，被災者生活重建支援法以及災害弔慰金的支給則是針對受災者的直接補助措施。

災害救助法的適用條件在於災害已經發生或仍持續發生，且應變行動已經進入緊急搶救復原階段時。依據市町村類別當受災或需救援人數占該區域總人口比例，是否達到可判定適用於災害救助法時進行判斷。當滿足災害救助法的條件時，縣政府便會發佈相關命令且依據災

害救助法的細節進行支援。若低於該項條件時則由市町村等地方政府進行支援；一般災害的復原重建工作上，由位於同一都道府縣政府內之所有市町村依比例共同負擔，但是當公共土木設施、農地及中小企業等災害損失額度，超過所定標準時，該次災害便將指定為激甚災害，因應該激甚災害，中央政府備有特別財源以為支援。

表 6 各種和災害有關補助法令之比較

法令種類	災害救助法	被災者生活再建支援法	指定激甚災害所特別成立之財政援助
目的	災害發生時，中央政府為保護社會秩序，在地方政府、紅十字會等的協助下所提供緊急且必要之救助。	為了讓受災者能重建生活，所提供的生活支援津貼。	為緩和地方財政負擔，或認定對受災者之特別補助下，指定該災害為激甚災害，並對該災害的復原重建工作提供國庫補助的特別措施。
成立時間	1947 年	1995 年阪神大地震後	1962 年
救助種類	設置避難所和緊急臨時住所、提供食品飲水、衣料寢具、醫療等生活必須之物。	提供每戶最高 100 萬日圓，其他另有居住安定支援制度提供住宅的購買或修補。	公共土木設施、農地重建、農林水產業、森林地之災害重建、公營住宅建設、教育設施重建、中小企業重建支援。
發布基準或適用對象條件	依據都道府縣和市町村等級不同，分別有其受災人數佔該地區總人數比例之規定	因受天然災害而導致房屋有半毀或全毀者。	依據救助種類的損失額度是否超過指定基準值而定。

三、 台灣的借鏡

(一) 豪雨災害的緊急應變

雖然此次九州梅雨鋒面引發之洪水及坡地災害，造成阿蘇地區多處坡地災害及傷亡事件。對於此次豪雨災害的應變及災後啟動機制，仍有台日雙方值得相互學習之處。首先是豪雨的應變啟動機制，台灣目前經濟部水利署依據氣象局的豪、大雨特報及實際狀況，研判開設應變中心或提升至中央災害應變中心等。雖然日本的制度和國情狀況和台灣多有不同，但其各層級政府之應變開設及期間作為、以及災後各項

支援等，許多都可成為台灣面對相似事件時的很好借鏡；而台灣在颱風豪雨應變的寶貴經驗、相關部會開發之智慧型手機應用程式，如行動水情 APP 及土石流防災資訊 APP、和即時簡訊發送等軟體設備的支援，在實際操作方面更能有效達到災害預警的效果。尤其近年來短延時強降雨發生頻率趨於頻繁，在災害應變、復原、整備的措施上，必須要有完整的考量及對策以因應各種可能的災害情境。

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

（二）災時及災後緊急調查機制的建立

日本政府在災害緊急調查的啟動機制較為完備且經驗豐富。除了人員調配、器材使用皆有一定的程序和數量可供使用，即使在災害發生緊急時刻，能夠迅速收集資料並且監控可能造成二次災害地點之外，對於相關資訊的發佈也相當迅速和完備，例如：在災後數日內，便可在

網站上取得災害當地的空中影像、災害位置和規模資訊、災後處理情況、以及預防二次災害發生採取的對策等。對於目前經常發生較大災害規模的台灣而言，完整且齊備的緊急調查機制和設備、迅速的災害資訊發布是相當必要的。透過緊急調查機制，即時掌握災害狀況；災害資訊的發布及更新，有助於進行全盤防災對策考量及應變。

參考文獻

- 1、國土交通省災害情報：<http://www.mlit.go.jp/saigai/index.html>
- 2、熊本縣土砂災害危險地圖：
<http://sabo.kiken.pref.kumamoto.jp/website/sabonew/index.php?Service=1>
- 3、熊本縣綜合防災資訊系統，2012。熊本縣政府。
<http://www.bousai.pref.kumamoto.jp/GmnDsp.exe?M200>
- 4、平成 24 年 7 月九州北部豪雨に関する情報，2012。國土地理院。
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h24-kyusyu-heavyrain-index.html>
- 5、平成 24 年度熊本市地域防災計畫書，2012，熊本市政府。
http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/kiji_detail.asp?NW=1&ID=7157&LS=250
- 6、九州北部豪雨記事，2012。每日新聞。
<http://mainichi.jp/area/kumamoto/news/20120822ddl43040430000c.html>
- 7、日本氣象廳：<http://www.jma.go.jp>
- 8、災害救助法：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S22/S22HO118.html>
- 9、被災者生活再建支援法：<http://www.bousai.go.jp/hou/shiensya.html>

10、 激甚災害指定：<http://www.bousai.go.jp/hou/gekizin/seido.pdf>

11、 災害對策基本法：

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S37/S37SE288.html>