

2014 日本第 8 號颱風長野縣事件探討

吳亭燁¹、傅鑣漩¹、黃桂卿²、張志新¹

1 國家災害防救科技中心坡地與洪和組

2 國立台北教育大學社會與區域發展學系

摘要

颱風 8 號是 2014 年侵襲日本強度最強的颱風，本次颱風事件雖然沒有造成嚴重的災情，但仍在長野縣木曾郡南木曾町引發土石流，並造成一人死亡。雖然土石流發生之時地方政府已進行災害應變作業，但仍因突然的強降雨而過晚發布疏散避難，所幸土石流發生之溪流已有工程方面的整備，因此大大降低災害的狀況。該事件顯示工程與非工程防減災對策之配合，對於難以預測之土石流災害能達到最大減災之效益。

一、水土災害概況

根據日本內閣府的統計顯示，2014 年颱風災害中包含 5 個颱風、以及 4 場大雨事件(表 1)，其中以 8 月 19 日的大雨事件之災情最為嚴重，造成廣島縣廣島市 74 人死亡 44 人受傷(有關廣島縣廣島市災害事件詳細內容，請參考災防科技中心廣島事件探討彙整)，而本篇針對日本六月梅雨季及第 8 號颱風造成之土石流災害進行說明。

表 1. 2014 年日本颱風災害彙整
資料來源: 日本內閣府

事件名稱	影響時間	死亡 (人)	失蹤 (人)	受傷 (人)	主要影響地區
6月2日-7月28日大雨 (含第8號颱風)	6月2日-7月31日	3	0	87	宮崎縣、鹿兒島縣、沖繩縣、熊本縣、長野縣
第11號颱風和 第12號颱風	7月31日-8月11日	6	0	88	全日本皆在範圍內
8月15日大雨	8月15日-8月16日	8	0	7	石川縣、京都府、兵庫縣、福岡縣、北海道
8月19日大雨	8月19日-8月25日	74	0	44	廣島縣
9月10日大雨	9月11日-9月12日	0	0	0	北海道、宮城縣
第18號颱風	10月4日-10月6日	6	1	72	茨城縣、千葉縣、神奈川縣
第19號颱風	10月10日-10月14日	3	0	96	兵庫縣、大阪府、高知縣、福島縣

二、事件概述

颱風8號(台灣稱為浣熊颱風)，在菲律賓東方海面上形成(圖1)，北移過程當中最高風速達到每秒155公尺，而颱風在7月8日接近日本海岸時中心風速約每秒60公尺。由於颱風生成移動之時，適逢梅雨季(約六月上旬至七月中下旬期間)，這次颱風八號與梅雨鋒面共伴之下，使得日本部分地區發生豪大雨及強風，造成全國3名死亡、66名輕重傷，近120棟住宅損毀、近700棟淹水，全國總計向

4,169 位民眾發布疏散避難、115 萬民眾發布避難勸告(日本內閣府, 2014)。其中最為嚴重的事件是位於長野縣南木曾町的土石流災害, 總共造成 1 人死亡、3 人輕傷, 總共 29 棟房舍發生損壞等災情, 因此本文針對長野縣土石流災害事件進行後續探討。

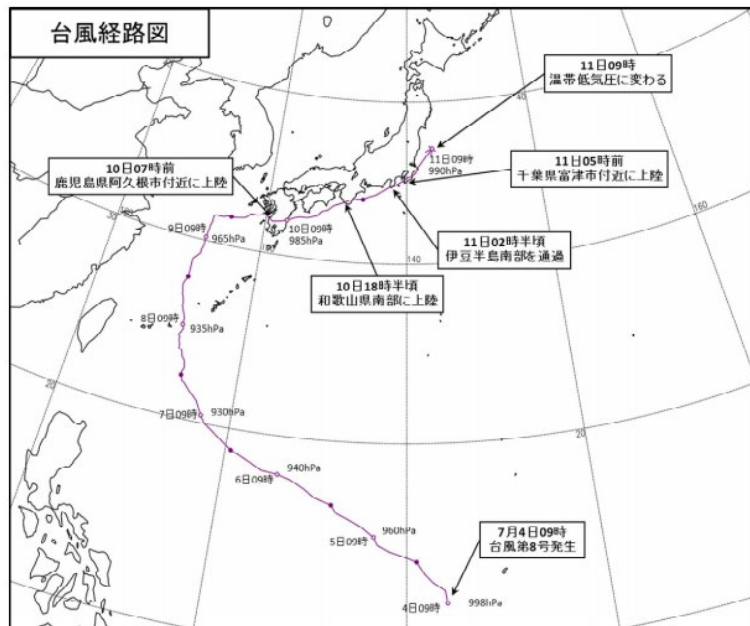


圖 1. 第八號颱風路徑
資料來源:日本氣象廳

三、環境概述

日本長野縣位於本州島中部, 周邊環山, 四面不臨海(圖 2)。行政區呈現南北長、東西窄, 周圍與八個縣相鄰, 面積約為 13,562 平方公里, 縣裡可分為十個地區(圖 3)。長野縣境內多山, 主要地形為山地和盆地, 高度 2000-3000 的高山綿延, 因此有日本的屋脊之稱。



圖 2、日本長野縣位置圖及地形圖
資料來源: wiki Nagano Prefecture



圖 3、長野縣行政區圖
資料來源: wiki Nagano Prefecture

此次發生土石流災害位置，是在梨子溝以及隔壁的大澤田溝等兩條溪流，均位於木曾地區的南木曾町（圖 4）。其中大澤田溝為單獨之野溪，集水區較小；梨子溝的集水區面積相對較大，上游由大梨子溝以及小梨子溝等兩條野溪所組成，集水區面積約為 3.32km²、高程 1,234m、地形甚為陡峭，平均坡度達到 36.6%。本次災害是因集水區內大梨子溝及小梨子溝上游發生崩塌，大量土砂與雨水形成土石流順

流而下，對下游與木曾川匯流處平地之道路、聚落、以及河川沿岸造成衝擊。

梨子溝並非首次發生土石流災害，事實上該區域在過去曾於1904年、1953年、1965年、以及1966年等數次發生土石流災害，梨子溝與木曾川的交匯處也是土石流發生數次後，層層堆疊而成之扇狀地地形。再加上，梨子溝屬於木曾川上游支流，是木曾川砂防工程的一部分。因此，國土交通省在大梨子溝和小梨子溝中上游建有三座防砂壩，其中小梨子溝設有一座，已開始使用；大梨子溝共有兩座，較上游防砂壩已完工、而較靠近下游之第2防砂壩仍在施工，但在此次颱風期間三座防砂壩均發揮功效，有效降低對下游的衝擊（圖5）。



圖4、發生土石流災害的梨子溝位置（引用自 Mantoku, 2014）



圖 5、土石流發生前後防砂壩之狀況（引用自國土交通省，2014）

四、氣象水文分析

第八號颱風是近年來侵襲日本中強度最強颱風，所以日本此次對於第八號颱風警戒地區以沖繩縣與九州地區最為關注(圖 6)。在整場颱風紀錄中，降雨及暴風最強的地區均發生在沖繩縣、以及九州地區，如颱風期間最大降雨於宮崎縣之 535.0mm，以及其餘降雨集中區域之沖繩縣測得 457.5mm，鹿兒島縣降雨測得 471.5mm(表 2)。另外，在沖繩縣同樣測得有強風和暴潮的紀錄，造成該地區電力、民生用水的中斷。氣象廳在颱風期間，也特別針對沖繩地區發布暴風、波浪、大雨特別警報。

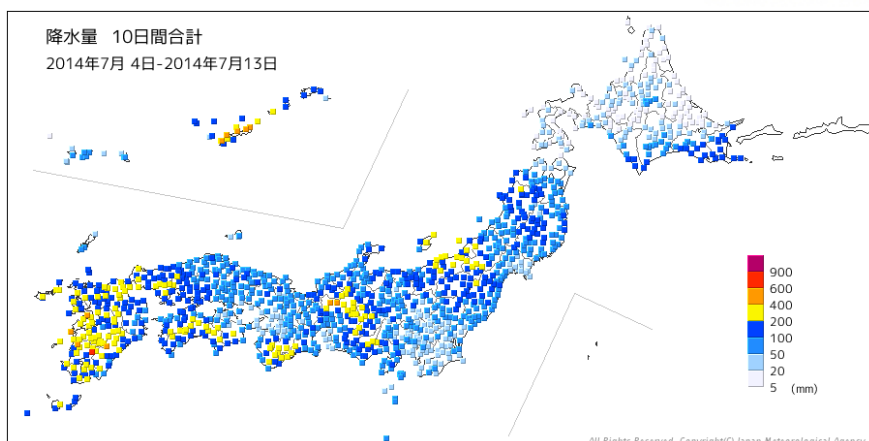


圖 6. 第八號颱風 7 月 4 日至 7 月 13 日累積雨量
資料來源:日本氣象廳

表 2. 第八號颱風 1 小時、24 小時及整場颱風最大雨量
資料來源:日本內閣府

	最大 1 小時雨量(mm)			最大 24 小時雨量(mm)			整場颱風最大雨量(mm)		
	1	沖繩縣	読谷	96.5	沖繩縣	名護	438.0	宮崎縣	えびの
2	鹿兒島縣	紫尾山	88.5	沖繩縣	国頭	436.0	鹿耳島縣	紫尾山	471.5
3	高知縣	魚梁瀬	81.5	沖繩縣	読谷	386.5	沖繩縣	名護	457.5
4	沖繩縣	安次嶺	80.5	沖繩縣	奥	376.0	熊本縣	牛深	456.0
5	沖繩縣	那霸	79.0	熊本縣	牛深	371.0	沖繩縣	国頭	447.0

五、災因探討

長野縣木曾郡南木曾町 7 月 9 日 15 點 00 分開始降雨，這波降雨只下了六小時，最大時雨量 57mm，15 點至 18 點三小時內，累積降雨量達到 112mm。由圖 6 了解，7 月 9 日 17 點 00 分，南曾木町上有明顯的強降雨訊號，土石流發生時間是 17 點 40 分，依據當地之三留野雨量站測得當時時雨量為 55mm(圖 7、圖 8)，從 15 點 30 分至 17 點 40 分左右，累積雨量大約在 100mm 左右。

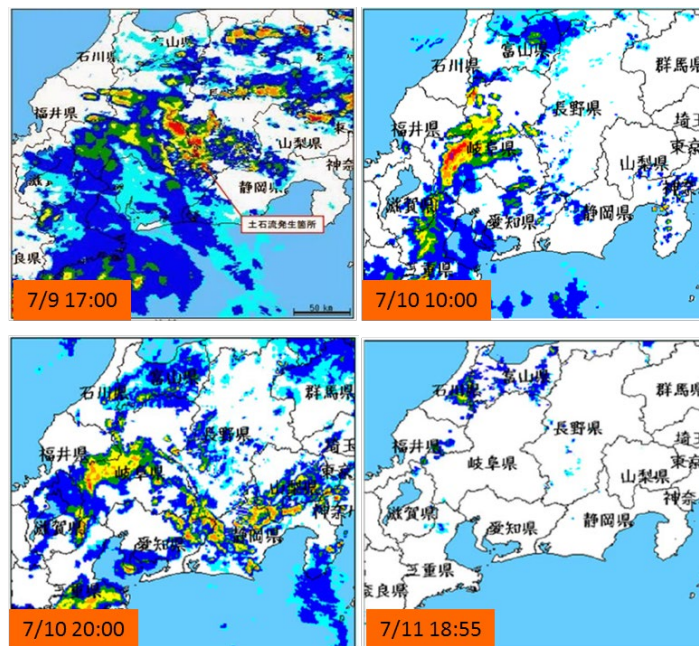


圖 7、第八號颱風期間降雨分布

資料來源：日本氣象廳、國土交通省中部地方整備局

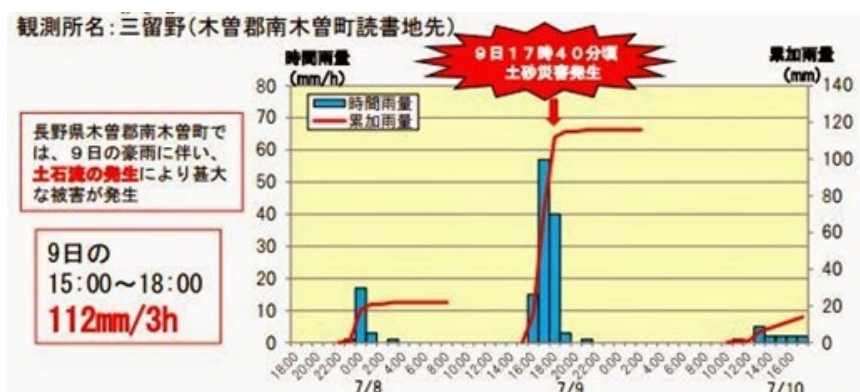


圖 8、南木曾町參考雨量站

資料來源：國土交通省中部地方整備局

在市村町政府的因應部分，約在 17 點 30 分開始針對颱風 8 號的應變對策進行準備；17 點 40 分左右町長與副町長及相關應變人員討論相關對策，並大約在此時收到國土交通省通知土石流發生的訊息；然而對南木曾町內 1,645 人發布強制力較低的避難勸告，是在 17 點 50 分之時，然而此時氣象台尚未針對土砂災害警戒發布任何資訊，直到 18 點 15 分，長野縣政府才有針對土砂災害發布土砂災害警戒情

報 (圖 9)，然而這已經是在土石流發生 35 分鐘之後了。由於梨子溝從溢流點之下區域均已劃為黃色區域，除了有詳細告知防災訊息之外也有防災地圖供居民參考 (圖 10)，因此造成疏散避難不及的原因較單純，土砂災害警戒或是疏散避難資訊的發布時間，將影響人員傷亡之情況。

種別	發表				解除			
	長野	佐久	松本	諏訪	長野	佐久	松本	諏訪
大雨警報 7/10 16:00時点 発表地域： 南木曾町	14:28	15:33	16:19	17:45	21:18	23:21	23:21	
	14:51	16:19	17:45	17:45	23:21	23:21	23:21	
	14:28	15:33	14:51	17:45	23:21	23:21	21:18	23:21
	15:33	17:45	17:45	17:45	21:18	23:21	23:21	23:21
洪水警報 7/10 8:00時点 発表地域なし	14:28	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
	14:51	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
	14:28	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
	14:51	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
土砂災害警戒 情報	14:28	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
	14:51	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
	14:28	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
	14:51	14:51	—	—	21:18	21:18	—	—
水防警報	7/9 17:20 準備 (鳥居川)	17:52 出動 (鳥居川)	19:00 準備 (阿智川)		7/10 02:10 解除 (鳥居川)			
					7/9 20:00 解除 (阿智川)			
竜巻注意情報	7/9 14:21 (~15:30まで有効)	15:21 (~16:30まで有効)	16:21 (~17:30まで有効)					

圖 9、長野縣警報發布情況
 資料來源：長野縣政府

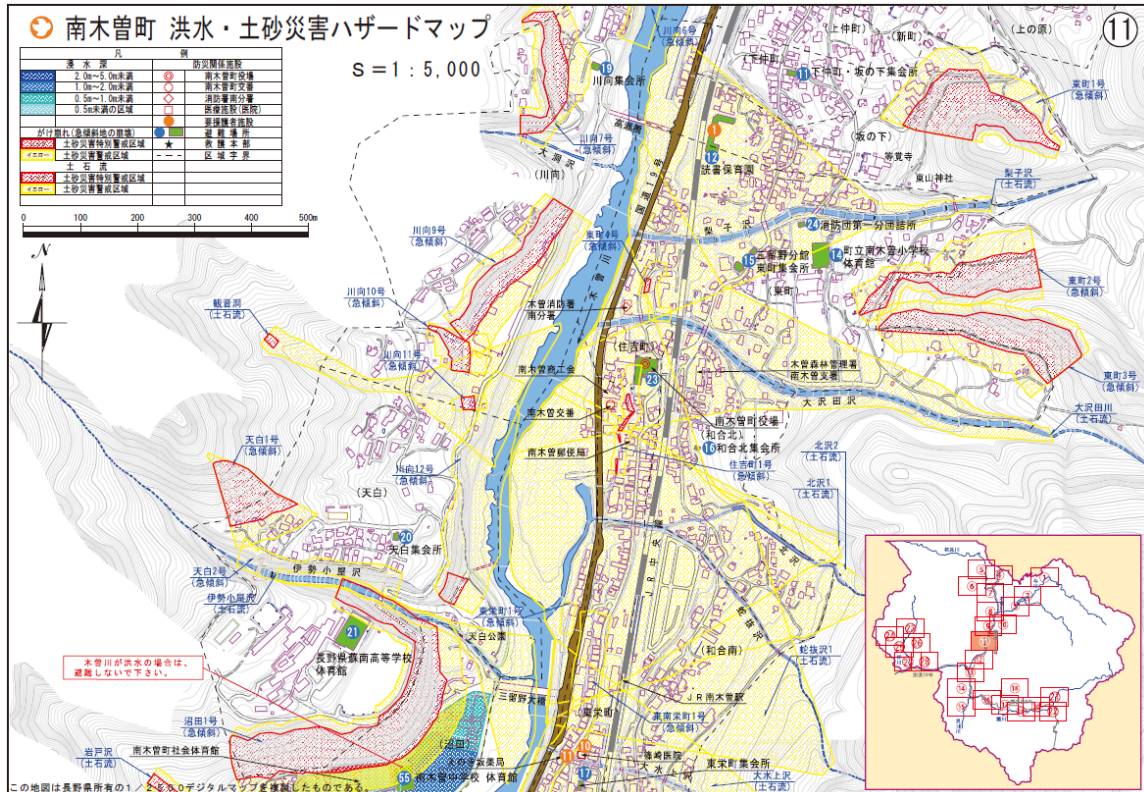


圖 10、梨子溝的洪水和土砂災害防災地圖

南木曾町所在的地區，在地形及地質方面的特徵，也是造成此次災害的主要因素。首先在地形方面，梨子溝所在位置為木曾川上游集水區域。該溪流與鄰近之野溪比較起來，由於上游由兩條野溪支流組成，其集水區較大，下游梨子溝主流的流量為兩條支流之匯集。而地質組成方面，本區的主要地質條件為花崗閃長岩，沿溪流有許多地方均有花崗岩出露的痕跡，且在源頭的地方可見到許多花崗岩岩塊（森林研，2014）。另外，在河道上之花崗岩岩層可見許多節理的分布，但風化程度並不高，因此可在河道觀察到花崗岩及其風化後之高嶺土的素材，但風化的土壤厚度不大，僅約 1-2 公尺（圖 11）（森林研，2014；產總研，2014）。

土石流的發生，除了最上游的崩塌地之外，大石塊、礫石、以及土砂在順流而下的過程中，將原本河道中的堆積物沖到下游之外，由於岩塊體積較大，在移動過程中也將原本河道進行刷深、以及側向侵蝕的作用，造成下游的堆積物，除了原本河道的堆積物之外，包含大量的漂流木、以及許多粒徑不一的石塊。在此次土石流事件之中，溪流的中上游之防砂壩發揮了很大的功效，將土石流移動過程中產生的大塊岩石進行攔阻。但其仍然是效過有限，無法將所有的石塊和漂流木攔阻，因此在堆積區域仍可見到大量漂流木堆積，並且堆積範圍除了下游扇狀地之外，還進一步影響至木曾川主流。



圖 11、南木曾町地質圖（引用自產總研，2014）



圖 12、南木曾町土石流災後下游堆積照片（引用自 PASCO，2014）

六、災害特性與借鏡

（一）特別警報制度之探討

日本政府於 2013 年 8 月 30 日開始實施特別警報的制度，制度的源起來自於 2011 年「東日本大地震」及 1959 年「伊勢灣颱風」。特別警報的設置，是因應特別重大災害可能發生，預期災難發生遠超過目前幾十年內的災害紀錄規模，警惕民眾立即採取行動以保護生命安全，而非被動聽命於縣市政府疏散命令。特別警報由日本氣象廳直接發佈給自治機關、媒體機構及民眾。特別警報大致分為兩大類，氣象及非氣象類型。非氣象型的特別警報包括地震、海嘯、火山爆發等，氣象型特別警報涵蓋豪雨、暴風、暴潮、波浪、暴風雪、以及大雪等。

1. 「氣象型」特別警報發佈標準：大雨、暴風、暴潮、波浪、暴風雪、大雪

大雨特別警報依據雨量指標或熱帶低氣壓等級指標進行發布，其他天氣現象，包括暴風、暴潮、波浪、暴風雪等類型，同樣參考熱帶或溫帶低氣壓等級指標進行特別警報的發布。大雪特別警報則是依據雪量的指標。依據過去災害事例中的降雨量、積雪量、颱風中心氣壓、最大風速等算出客觀的指標。

(1)氣象型特別警報「雨量指標」

將日本國土分割成 5 公里為邊長之正方形網格，每隔網格內皆依據過去歷史災害資料和其他條件計算三個指標，當達到指標且雨量持續時，便發布特別警報。考量之三個指標包括：50 年頻度之 48 小時降雨量(圖 13)、50 年頻度之 3 小時降雨量(圖 14)、以及 50 年頻度之土壤水分指數(圖 15)等。判定的方法共有兩個，第一個是考量 48 小時降雨量以及土壤水分指數，以府或縣為單位，當縣內超過此兩項指標之網格數超過 50 格時，便發布該地區特別警報。第二個是考量三小時降雨量以及土壤水分指數，當縣內超過此兩項指標之網格數超過 10 格時，便發布特別警報。不過要是 3 小時降雨量超過 150mm 時，就直接認定為超過而不用再看土壤水分指數。

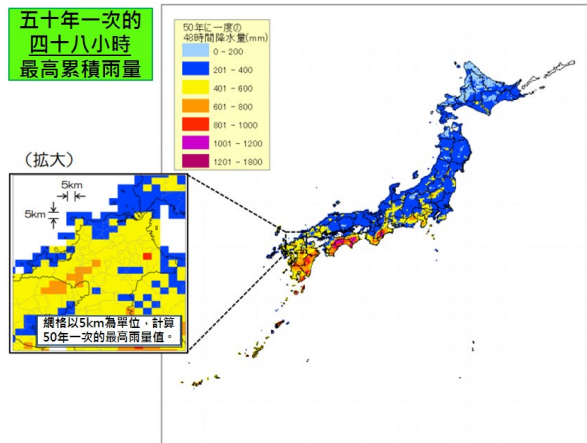


圖 13、50 年頻率之 48 小時降雨量
資料來源：日本氣象廳

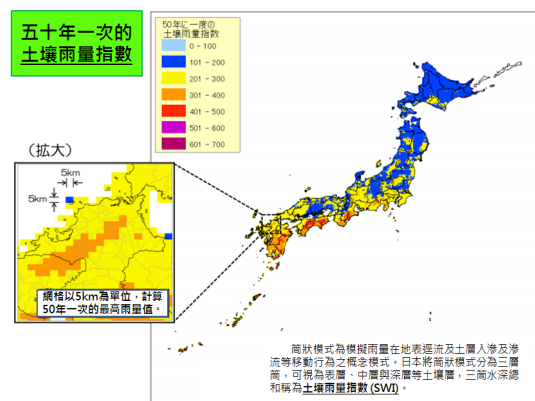
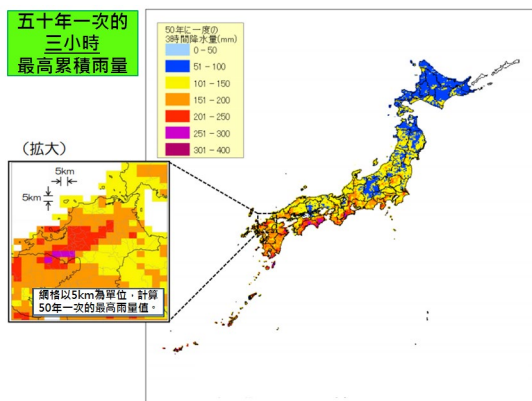


圖 14、50 年頻率之 3 小時降雨量 圖 15、50 年頻率之土壤水分指數

(2)氣象型特別警報「熱帶及溫帶低氣壓指標」

以伊勢灣颱風的強度作為標準，當颱風中心氣壓 930hPa 以下，或是最大風速 50m/s 以上之來襲颱風，便針對該颱風可能造成的降雨、颱風中心氣壓、以及最大風速等進行計算。雨量的部分同樣參照前述之雨量指標，發布大雨特別警報；暴風、暴潮、波浪等特別警報則是以颱風可能通過之區域來進行發布。另外，在沖繩地區、奄美地區及小笠原諸島的熱帶和溫帶低氣壓指標有所不同，是中心氣壓 910hPa 以下，或最大風速 60m/s 以上為標準之低氣壓來進行設定。

(3)氣象型特別警報「雪量指標」

將日本國土分割成，以五公里的網格為單位，計算每個網格五十年一次的最高積雪量（圖 16），依照各地區 50 年來最高積雪深度，作為雪量特別警報指標依據。當超過該積雪深度，且預估之後警報等級的降雪持續時，便發布大雪特別警報。

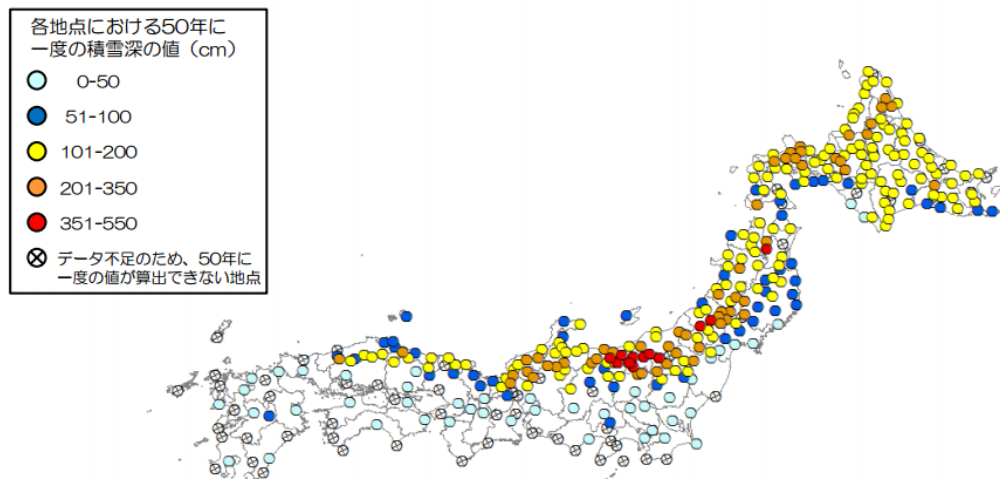


圖 16、50 年來一次的最高積雪深度

2 「非氣象型」特別警報：海嘯、地震、火山爆發

非氣象型之特別警報以海嘯、地震、火山爆發為主，凡海嘯浪高預估超高 3 公尺(圖 17)，就發布海嘯特別警報；地震部分，當地震發生後震度達 6 弱以上(圖 18)，便發布地震特別警報；火山部分，依據火山噴發之狀況，針對火山口及附近居民範圍發布警報。將原先針對居住地區的火山警報轉換為特別警報，因此發布後之區域居民，必須進行避難準備或疏散避難之動作(圖 19)。

海嘯		地震	
特別警報	大海嘯警報 超過3m	特別警報 震度6弱以上	緊急地震速報 (警報)
警報	海嘯警報 3m 超過1m	警報 震度5弱以上	
注意報	海嘯注意報 1m 20cm	預報	緊急地震速報 (預報)
預報	海嘯預報	震度3以上 orM3.5以上	

圖 17、海嘯警報發布標準

圖 18、地震警報發布標準

火山爆發				
預報警報	對象範圍	級數	關鍵	
特別警報	火山爆發警報 (居住地區)	居住地區及 火山口側	5	避難
			4	避難準備
警報	火山爆發警報 (火山口周邊)	火山口及 附近居住地	3	入山限制
			2	火山口周邊 限制
預報	火山爆發預報	火山口內	1	平常

圖 19、火山爆發警報發布標準

(二) 坡地災害警戒發布與修正

災害發生過後，地方政府提出災後現勘需求，國土交通省針對災害發生當時雨量、土壤含水量、災害應變及疏散避難時序等後續檢討會議(圖 20)。

會議主要針對土石流災後，由於大量土砂堆積，並且土壤水分仍然較為飽和，為避免二次災害的發生，針對土砂災害的警戒標準有所調整，當時雨量達到 10mm 或連續降雨累積達 50mm 便須發布避難，發布後連續 12 小時沒有降雨則可解除警戒，若是連續六小時沒有降雨的話，則雨場之累積雨量歸零重新計算。這個基準依照現地情況陸續



進行數次的調整。最近一次是在10月16日，由於預估未來降雨機率較小，基準已放寬至當時雨量達到30mm或連續雨量達120mm則需發布警戒及避難、解除基準則是連續三小時沒有降雨且未來三小時預測不會降雨的情況，則可予以解除。

<開催日時>
 日時:平成26年7月14日(月)10:00~12:30
 場所:南木曾町(JA木曾 南木曾支所)

<趣旨>
 梨子沢及びその周辺の住民が、より適切な避難行動をとることができるよう、警戒避難体制の構築に向けた検討をすることを目的に南木曾町が設置

<検討結果>
 ○委員長に平松晋也・信州大学農学部教授を選出
 ○避難基準※1について

- ・避難開始の基準:雨量観測所※2で時間雨量30mm、連続雨量※3 **120mm** いずれかを観測した場合
- ・避難解除の基準:3時間連続無降雨が続き、その先の3時間の降雨予測も無降雨※4が続く場合
- ・避難基準を適用する対象範囲については関係機関で早急に調整する【7/15決定】

※1 避難基準は暫定的なものであり、この基準を超えても土砂流出や災害の発生がない場合、応急対策の進捗状況等により適宜見直しを行う
 ※2 雨量観測所:南木曾(気象庁)を基本、三留野(国土交通省)を補助局
 ※3 連続雨量は、6時間無降雨の場合リセットする
 ※4 長野県河川砂防情報ステーションによって判断する
 ※ については、平成26年10月16日に実施された「第4回幹事会」で見直したもの




圖 20、南木曾町警戒値修正會議
 資料來源：長野縣政府

七、結論

本次土石流災害雖然因強降雨突然發生，在雨量之預測和計算上的時間耗費，仍有應變不及的問題。但由於土石流發生地區原已劃定為土砂災害警戒地區，對於與劃為警戒區域居民在災害潛勢的溝通、相關防災地圖的發放等，都是必須進行的工作；另一方面，在溪流的中上游，已完成兩座防砂壩的設置，並且另有一座幾近完工的防砂

壩，在工程、非工程兩方面皆有完成整備的狀況下，雖然此次災害應變不及，所幸沒有造成非常嚴重的傷亡。顯示現行的防減災配套對策有其效益，然而強降雨發生的頻率日益增加，對於這類型降雨的預測和應變，仍是必須要強化的部分。

參考文獻

大丸裕武・淺野志穂・村上 亘・小川明穂，2014，長野県南木曾町で発生した土石流災害に関する緊急調査結果の概要報告，森林産業技術綜合研究所，2014，長野県南木曾町で発生した土石流の発生地に関する地質情報，産業技術綜合研究所

Mantoku, M., 2014，南木曾町梨子沢で発生した土石流災害，SABO Vol.16，砂防地すべり技術センター

日本内閣府

<http://www.bousai.go.jp/>

日本氣象廳

<http://www.data.jma.go.jp/>

長野縣縣府

<http://www.pref.nagano.lg.jp/>

國土交通省中部地方整備局

<http://www.cbr.mlit.go.jp/>

Wiki Nagano Prefecture

http://en.wikipedia.org/wiki/Nagano_Prefecture/

アジア航測株式会社

<http://www.ajiko.co.jp/>