

2013 年天兔颱風影響期間臺東溫泉社區淹水災害應變探討

曾俊傑¹ 王文清¹ 周仲島² 張志新³ 張保亮⁴

國立臺東大學防災科技資訊中心¹ 國立台灣大學大氣科學系² 國家災害科技中心³ 中央氣象局⁴

摘要

2013年9月21日在天兔颱風侵襲下，當日臺東知本雨量站的日累積雨量325.0mm，最大時雨量46.5mm，相較其他侵襲臺東的颱風此次降雨並非最劇烈，但知本溪水暴漲並溢淹位於北岸的溫泉社區，水深達2公尺，迫使位於知本溪北岸的39戶44位居民必須進行緊急疏散避難。由於知本溪北岸不曾發生如此重大淹水事件，且在相關的淹水潛勢模擬上，亦未顯示為可能致災地區。因此此次的降雨淹水事件，實有探討社區災害潛勢、預警、以及居民疏散避難等作業之必要，以便提供防災應變檢討與參考，進而減低及避免類似事件可能造成之災害，並彰顯社區災害應變上，防災社區推動的必要性。

關鍵字：淹水潛勢、防災社區、保全計畫

壹、前言

莫拉克颱風災後，國內學者及相關單位，如葉一隆等(2009)、吳俊傑等(2009)、葉天降等(2010)、許晃雄等(2010)、陳亮全(2011)、葉一隆等(2011)曾就致災原因，及防災應變作業進行調查、研究、檢討與建議。另，蘇文瑞等(2010)、宋爾軒等(2014)、林欣弘等(2014)、楊尊華等(2014)則積極開發災害應變資訊系統。以上的種種研究、應用，在在顯示公部門面對日益劇烈變化的天候與日益錯綜複雜的災害所付出的努力與所遭遇的挑戰。這些挑戰有來自颱風路徑及定量降雨預報的困難與瓶頸，以及氣候變遷所帶來的不確定性等諸多因素。雖然莫拉克颱風科學報告(2010)對於颱風前瞻研究與基礎建設多所建議，陳亮全(2011)及楊尊華等(2014)亦針對颱風洪災害的災前整備及應變有詳盡的探討與建議，然而要在防災實務上應用，仍可能存有不同空間之災害風險誤差(林，2013)，因此地方政府在因應災害時，除使用中央災害應變中心及國家災害防救科技中心所提供的資訊與指導外，尤須針對所在地區的災害進行更為縝密的分析、研究與探討，方能在災害應變有更為精確的掌握與因應。

過去幾年的颱風如2005年海棠、2009年莫拉克、2010年凡那比、2012年天秤及2013年天兔等均造成臺東不少的災害，依據曾等(2014)的探討發現，南迴地區似乎最易受颱風的影響。其中以2009年莫拉克颱風的災情，最為巨大。莫拉克颱風除當時所造成的重大災情外，也為臺東地區後續颱風及土砂災害埋下誘因。這在於莫拉克颱風於河川流域中上游所造成的坡地崩塌及河川淤塞，使得往後有較大雨量來襲時，溪水溢淹、土石流、崩塌落石等災害與威脅層出不窮。

基此，本文將針對2013年9月21日因天兔颱風引發的臺東溫泉社區淹水災害事件就降雨、災害與應變

作為進行分析探討，以了解此次事件的始末及潛藏的災害應變問題，並提出可能的解決建議，期能做為爾後臺東縣災害應變作業參考，以增進災害應變的週全及爭取應有的作業時效。

貳、資料來源及資料處理

本研究以中央氣象局局屬雨量站資料、颱風資料庫颱風、衛星與雷達資料，以及國家災害防救科技中心、水利署及臺東縣政府的資料，另有消防署與臺東縣災害應變中心的天兔颱風應變等相關資料，為分析探討對象，輔以災區現勘的情況，以了解整個災害事件演變的過程。

所探討的受災區位於臺東縣卑南鄉溫泉社區408巷(圖一)，溫泉社區範圍含括臺東縣卑南鄉溫泉村、太麻里鄉美和村及三和村、金峰鄉嘉蘭村部分土地，溫泉社區的主要人口聚落位於知本溪流域中游一帶。知本溪流貫溫泉社區，將社區一分為南北兩岸，北岸屬卑南鄉溫泉村、南岸屬太麻里鄉美和村、三和村及金峰鄉嘉蘭村。因此本文主要分析的測站是中央氣象局的知本雨量站及臺東縣政府知本(3)水位站，另鄰近知本流域的華源、太麻里、金鋒等雨量站也納入參考進行分析與討論。

研究過程首先從災害發生的時間點回溯，掌握降雨量及水位高度演變，配合雷達資料瞭解水文的變化，並就所蒐集的各級單位災害應變中心的工作會報、情資建議、應變處置，以了解各級單位於災害潛勢、災害預警及災害應變與搶險作為為何?最後，探討在現行災害應變作業上所面臨的課題，並提出建議做為爾後應變決策參考。

參、分析結果

一、水文分析

天兔颱風發展於菲律賓東方海面上，於2013年9月19日23時增強為強烈颱風，是時中心氣壓920百帕，7級暴風半徑280公里，10級暴風半徑120公里，以每小時18公里速度，朝台灣東南海域前進。中央氣象局於23時30分發布海上颱風警報，繼而於20日08時30分發布海上陸上颱風警報，在天兔颱風通過巴士海峽進入台灣海峽南部後，中央氣象局於9月22日14時30分解除天兔颱風警報(圖二)。

天兔颱風的中心雖沒有登陸台灣本島，但其暴風半徑達280公里，花東及台灣中南部地區幾乎在其暴風圈範圍內。由於天兔颱風屬第五類路徑，台灣東部地區便位於颱風環流的迎風面，因此全台降雨主要集中在東部地區及中央山脈山脊山區。天兔颱風影響期間所帶來的降雨，集中在9月20日、21日及22日這三天，其中以9月21日的雨量最多(圖三)。

臺東地區在天兔颱風影響期間，南橫、縱谷地區，及金峰與達仁鄉山區有較多雨量，累積雨量在500.0~700.0mm間。各測站除向陽有較多雨量外，同在南橫地區的下馬也有634.5mm雨量，而縱谷地區的池上及鹿野分別是550.5mm、504.5mm。至於位於本文研究地區的知本，則有399.0mm，另鄰近知本溪流域測站的雨量以金鋒496.5mm最高、其他依序是利嘉344.0mm、華源有307.0mm、臺東市200.2mm、太麻里最低僅100.0mm。由此顯見天兔颱風所帶來的降雨分布雖有區域性，但也相當複雜，這當中原因可能來自颱風環流結構變化及地形作用的影響。

臺東地區較大的單日累積雨量，大多集中在9月21日，以向陽521.5mm最多，其次是池上444.5mm及鹿野的441.0mm。而知本9月21日的單日累積雨量是306.0mm，鄰近的金鋒325.0mm、利嘉287.5mm、華源247.5mm、臺東市209.7mm、太麻里58.0mm。最大時雨量方面，知本55.5mm出現在9月22日10時，華源42.0mm及金鋒47.5mm也幾乎出現在同一時間。

從雨量、衛星雲圖及雷達回波圖的分析，可知颱風外圍雲系在9月20日午後逐漸接近台灣本島，並帶來零星降雨。9月21日隨著颱風中心接近及通過巴士海峽，天兔颱風環流的外圍雨帶、外移螺旋雨帶為臺東地區帶來較大雨量(圖四)。整合雷達回波圖顯示，知本溪上游山區自9月21日11時起開始密集出現40~50dBZ回波，但下游地區的回波大抵在25~35dBZ間。因此，位居下游的知本站，所測得的雨量僅在下午14時出現16.5mm的較大時雨量。下游地區自晚間18時起至23時，在一波40~45dBZ強回波的影響下，才有強降雨出現，且降雨強度逐漸增強由18時的15.0mm時雨量，到23時的47.5mm時雨量，這六小時計降下167.0mm的累積雨量，最後三小時則達114.0mm累積雨量。

水位變化方面：溫泉社區的知本溪堤防堤頂高程56公尺，一級警戒水位是55公尺。架於溫泉橋上的水位站(3)顯示(圖五)，水位在9月21日中午12時後快速

上升，14時已超過一級警戒，15時雖短暫降低，但於16時50測得55.95公尺後，即無變化，至9月22日08時10分後才恢復變化，這其間的河川水位應已超過水位計，致使水位無變化，之後水位逐漸下降，於9月23日04時00分降至一級警戒以下水位。

二、應變過程

(一)中央災害應變中心

1.9月19日23時30分海上颱風警報發布，中央災害應變中心於9月20日01時30分的情資研判002號提及：「20日受颱風外圍環流影響，花蓮及臺東地區有局部大雨發生的機率，且預計於20日8時發布海上陸上颱風警報，請各縣市及早因應準備。並建請內政部、經濟部及交通部等中央部會督促地方政府掌握都市下水道疏通、水利設施整備及施工中各項工程強化防災措施」。

2.9月20日08時30分發布海上陸上颱風警報，中央災害應變中心09時的情資研判003號中有關淹水災害警戒資訊：「宜蘭、花蓮、臺東以及恆春半島地區的低窪地區應加強淹水警戒—臺東地區需加強注意淹水的重點地區有臺東市及太麻里(依據汛期淹水警戒重點區域為102年各縣市保全計畫、淹水易致災調查及歷史淹水災點之整合結果)」。

3.20日15時30分情資研判004號淹水災害警戒資訊：「……，臺東地區需加強注意淹水的重點地區有臺東市及太麻里」。

4.20日20時30分情資研判005號淹水災害警戒資訊：「……，臺東地區淹水災害需加強警戒區域有臺東市及太麻里，易積淹水區域有長濱鄉、成功鎮及金峰鄉」。到21日09時的情資研判006號有關淹水災害警戒資訊，在易積淹水方面，增列卑南鄉、大武鄉及達仁鄉。至此，南迴地區均含括在警戒範圍內。

5.21日15時30分及22時59分007號及008號情資研判，臺東地區易積淹水區域再增池上鄉、關山鎮及鹿野鄉。另外，從情資研判004號以後的氣象警戒資訊均提到臺東地區會有大豪雨及超大豪雨，初期降雨預報平地200.0~400.0mm、山區400.0~600.0mm，之後降雨預報於20日17時提高為平地500.0~700.0mm、山地地區700.0~1100.0mm。

由上可知，中央災害應變中心對於天兔颱風的路徑、降雨區位與降雨量的掌握已相當精準。

(二)臺東縣災害應變中心

1.20日08時30分海上陸上颱風警報發布，臺東縣災害應變中心及各鄉鎮市應變中心亦同時間完成一級開設。縣應變中心隨後於10時30分召開第一次工作會報，會中有關水災災害的縣及中央業管單位分別說明備災情形：

(1)臺東縣政府建設處：I.縣管河川29條水位

尚屬安全水位，18日已通知各公所加強警戒。

II.大武溪及知本溪目前正進行疏通工作，已請廠商加強戒備，知本溪斜張橋部分河段已通知

水利防汛開口契約廠商進駐緊急疏導，並請橋梁施工單位加強防汛整備。

(2)經濟部水利署第八河川局:i.本局緊急應變小組已於20日上午8時三級開設，20日10時提昇為二級開設。ii.已於20日8時許，以簡訊通知156位防汛志工與防災社區窗口預做執勤準備，及通知本年度在建工程承商加強防汛整備，並通知防災社區伙伴加強社區勘查，及追蹤颱風動態消息。

此次會議縣長指示：河川水位易暴漲及土石流災害潛勢區域之預防性撤離地域及名單，請農業處水土保持科等相關單位提供必要資料，並於今日(20)下午配合各鄉鎮市公所及國軍進行預防性撤離。

2.第二次工作會報於20日16時30分召開，會中相關單位就第一次工作會報指示事項說明辦理情形：

(1)農業處水保科：各鄉鎮災害應變中心已於12時完成通報，其中成功鎮及大武鄉公所已進行預防性撤離，其餘鄉鎮公所應變中心均已於16時完成回傳通報。發布臺東縣天兔災害災害應變中心通報編號001，請各鄉鎮市公所立即決定今日執行預防性撤離區域，並於14時填寫預防性撤離統計表回傳，以供災害應變中心指派相關單位全力協助鄉民撤離工作，所有撤離工作請各公所務必於本日18時前完成。

(2)建設處：知本溪及大武溪已通知廠商進駐，其餘潛勢溪流將持續派遣人員進行監控。

(3)經濟部水利署第八河川局：I.本局緊急應變小組於20日13時改為一級開設。本次颱風臺東沿海及離島鄉鎮市恐受嚴重衝擊，本局已通報臺東沿海及離島鄉鎮市加強戒備。II.卑南溪水位監測部份，現階段除上游新武呂溪超過三級警戒水位外，其餘監測站水位已下降，均未達警戒值，正持續觀察中。III.目前災情：(I)豐里海堤起點附近路基受海浪濤刷，已通知開口契約承商前往辦理搶險，並於18時開始吊放混凝土塊。(II)07時20分防汛志工回報海端四號堤防3K+400潰堤約100米，已連絡開口合約廠商前往搶修中。

此次會議縣長指示：請各災害編組單位完成相關災害預防性整備工作，並針對災害潛勢地區加強監控，以降低天兔颱風可能造成之災害損失。

(3)第三次工作會報於22日09時20分召開，會中各單位就災情及應變事項說明辦理情形：

I.民政處：各鄉鎮市共有12處撤離，最後一次撤離是22日凌晨1時05分卑南鄉溫泉村66人，總撤離人數為219人。

II.建設處：溫泉橋於22日上午7點通車。

此次會議縣長指示：(I)有關知本溪溢堤事件，先前疏散撤離區域均針對土石流潛勢地區，並無針對淹水潛勢地區疏散，往後應針對各河川沿岸易淹水地區建立淹水潛勢撤離疏散方案，並適時加強各河川水位警戒。(II)知本溪溢堤案件，該溢堤區為水利會進水

口，易成為溢堤處，先前該地區右岸因莫拉克風災已進行河堤加強工程，未來應針對左岸加強疏浚及防災工程。

(三)溫泉社區災害應變情形

溫泉社區於20日接獲八河局通報後，即啟動水患自主防災社區運作，社區巡守隊及防汛志工，即開始組織動員與河川巡守。由於知本溪水位持續上漲，社區於21日17時03分通報封橋，並持續監視水位。

但天兔颱風帶來的降雨逐漸增強，致使洪水於21時起自社區西側的臺東農田水利會知本圳壩頭(進水口)溢淹社區408巷，社區巡守隊緊急通知居民，並疏散居民，但水勢來勢洶猛，半小時內即水淹深度近1~2公尺，淹水面積約2.4公頃，21時36分社區緊急通報災害應變中心，21時37分消防局收到溫泉社區災情通報後，先後出動知本、臺東、特搜、太麻里等分隊，共出動消防人員34人及義消15人、各式消防車輛21輛、船艇6艘前往搶救。由於當時現場狂風暴雨，溪水暴漲已淹至溫泉路，造成部份路段形成湍急河道。22時56分搜救人員先救出12名受困民眾，救援工作持續到22日01時02分，於進一步搜尋均未發現任何民眾後，結束救援工作，此次救援行動總計疏散災民44名，幸無人員死亡。

肆、討論

此處依水災災害防救業務計畫、臺東縣及卑南鄉水災(危險潛勢地區)保全計畫檢視此次水災事件有關災害管理的減災、整備、應變等作為，並對造成災害的可能原因進行探討。

一、減災、整備：

知本溪集水區上中下游流域分屬林管處、水保局及臺東縣政府管轄，知本溪上游崩塌多位於森林自然保育區內且高山偏遠不易處理，因此一般多採自然復育。但為確保中下游居民生命財產安全，水保局仍曾針對知本溪中上游亟需治理區域，辦理鎮樂坑整治工程、射馬干溪治理工程5期、溫泉村11鄰崩塌地處理工程等7件工程；林管處為降低知本溪土砂災害，也有辦理防砂壩6座、潛壩8座、崩塌地處理11處、護岸6處、坑溝整治1處、丁壩1座、及維護加強工程30件等治山防災工程，先後投入經費約3億7千萬元。臺東縣政府自莫拉克颱風後至天兔颱風前計有22件有關知本溪的疏濬清淤、護岸復健、防汛塊製作等工程。102年當年知本溪疏濬工程，經費1,210萬元，8月31開工，預計10月29日完工。而第八河川局則於101年除協助臺東縣政府建置縣管河川水位站與災情監控站，亦協助社區建置自主防災社區。

在減災及整備上，中央及地方相關單位雖已進行清淤疏濬與護岸工程，並建置防災社區。但檢視600mm/day淹水潛勢(圖略)，臺東地區水災潛勢區位並未含括溫泉社區，加上溫泉社區408巷以往未有重大水災事件，因此歷年臺東縣水災危險潛勢地區保全

計畫，溫泉社區未被列入保全對象，是以有可能造成縣應變中心對於溫泉社區可能出現水災災害的區位，僅限於曾受娜拉及莫拉克颱風侵襲過的知本溪南岸，對於北岸則失之於警覺。至於卑南鄉公所的水災危險潛勢地區保全計畫雖將溫泉橋左右兩岸劃定為危險潛勢區域，但執行上似乎有落差，僅進行封橋作業。

而社區對於知本溪淤沙及農田水利會知本水圳壩頭為忠勇橋建構先行拆除，已表達水患可能發生的擔憂。因此，天兔颱風警報發布後，便積極防災整備。

二、災害應變

此階段重要工作有災前應變及災害緊急應變，災前應變著重在掌握颱風動態、降雨雨量與區位及可能致災區位預警，目前社區水災預警分別以雨量警戒值及河川警戒值做為內水及外水淹水預警參考，知本溪水災警戒值相關資料如表一，表一另列發生淹水(21日22時)前後，知本雨量站各降雨延時之淹水警戒值，從中可發現各延時雨量並未到達警戒雨量，且對照歷年颱風，如莫拉克、莫蘭蒂、南瑪都、天秤雨量，天兔並非最多雨量，因此，此次水災雖跟降雨有關，但真正的原因應還有其他因素配合。

此次社區淹水雖來的又快又急(僅30分鐘)，但第八河川局事先分別於20日16時25分、21日05時50分、21日14時00分、21日17時00分就知本溪水位變化，提醒縣應變中心依相關規定妥處，縣應變中心於天兔颱風處置報告通報(第十一及第十二報)中也有註記知本溪水位已達一級警戒水位，但社區最終並未適時地按疏散撤離作業標準程序完成撤離與安置(僅封橋)。社區雖未獲水災預警，且初期無消防人力協助，而終無人員傷亡，這要歸功於社區巡守隊的盡職，防災社區適時發揮了功效。

三、災害原因探討

知本溪鄰近溫泉社區的河床高程是54公尺，距離堤頂高程56公尺，僅2公尺(目前是8公尺)。因此從21日水位及雨量資料，加上雷達資料的分析可知(圖四、圖五)，縱使社區聚落所在的降雨量未達警戒雨量，但來自知本溪上游的較大降雨，仍可能造成溪水上漲到達一級河川警戒的情形，這可能是河道淤塞嚴重，且清淤不及所致。

又當時正建造勇男橋，該橋從南岸向北岸延展建構，北岸橋頭就在溫泉路408巷西側知本水圳進水口附近，並已先行破壞原有堤防建構橋頭憂，雖有投置消波塊，似乎防護不足。另為勇男橋的施工，似乎有稍微改變河道(北移並限縮)，從歷年河道變遷來看(圖略)，由於社區西側不遠處有一坡地崩塌，且逐年擴大，致使408巷逐漸位於河道衝擊位置，因此河道改變後，水流順勢從水圳壩頭溢淹社區(後續橋梁更改設計且壩頭再提高3公尺)。

另，社區溫泉路408巷所在地勢低窪，河水加上所攜帶的泥沙，以及社區進水後的雨量持續增強，終致水淹社區而釀災。

伍、結語與建議

本次的水災事件在縣應變中心的第三次工作會報中提及：「先前疏散撤離區域均針對土石流潛勢地區，並無針對淹水潛勢地區疏散部分，往後應針對各河川沿岸易淹水地區建立淹水潛勢撤離疏散方案，並適時加強各河川溪水水位警戒」。由此可知，縣應變中心對於溫泉社區的溢淹致災是始料未及。此次淹水事件在減災及應變上同時也顯露出：

一、集水區治山防洪整體規劃與社區參與的需要：知本溪屬縣屬河川，但縣府一年清淤經費僅數千萬，面對縣管數十條河川著實不足，這實需地方及中央相關部會共同研商規劃與分擔治理才行。更重要的是，社區的參與，這才能適時反映減災需求，這也是防災社區推動的重要步驟。

二、建立動態防災觀念的需要：即定期或不定期修訂縣境易淹水區域及警戒值的需要。由此事件可知，僅依淹水潛勢模擬及歷史事件掌握易致災區實顯不足，因此實務上應了解模擬與實際情形的誤差，及隨著河川流域環境改變所帶來的影響，如崩塌、淤塞、河道改變、工程施作等。其中工程施作可能促發災害的變數，實需考量。而這亦顯示要提高掌握災害發生的可預測度，應定期與不定期評估自然環境與人為因素，如敏感地區、災害潛勢、歷史災例、脆弱性、流域治理、工程施作等，以建立防災動態思維的機制，如此才能提升災害發生的掌握與快速反應。

三、防災應變應用能力的需要：即提升各級防災人員災害警覺，與避免執行應變落差的需要。知本溪水位於21日中午開始升高，14時達一級警戒水位，16時接近堤頂高度，但僅封橋，而中央應變中心多次的水位預警並無疏散作業，這實是對社區即將面臨水災災害失之警戒，而這可能是為未充分掌握易致災區位及進行整體流域監視，且欠缺氣象守視與預警的結果，因此除進行易致災地區的掌握，也應同時強化氣象資訊的應用能力，及建立流域監視的觀念。

四、推動社區自主防災的需要：此次災害，地方公部門大抵上僅進行災害搶險工作，幸賴社區自主防災的推動，才不致釀成巨禍，此顯示自助助人助的防災社區理念落實至社區的重要。另，此次災害所暴露的弱勢族群疏散避難問題(張，2013)，在未來的防災社區的推動也應留意與設法解決。

總之，中央及地方相關防災單位應熟悉災害防救業務及落實相關應變作業程，地方更要對縣境災害區位有所了解，且能定期檢視及更新，更應長期推動防災社區，如此方能在面對日益變化劇烈的天候時，防患於未然，進而減低不必要的人員傷亡及財產損失。

陸、參考文獻

行政院災害防救專家諮詢委員會，2010。莫拉克颱風災害的課題分析與政策建議，臺北，國家災害救科技中心。
宋爾軒、蔡孟涵、康仕仲、賴進松、譚義績，2014。

防災資訊儀表板開發研究，臺北：災害防救科技與管理學刊，第3卷第1期，69-94。

林欣弘、于宜強、李宗融、龔楚嫻、張駿暉、林聖琪，2014。氣象防災資訊服務，臺北：國家災害防救科技中心-災害電子報，第107期，1-13。

林雪美，2013。區域災害系統評估不同空間尺度之災害風險研究-以臺灣臺東縣坡地環境為例，博士論文，臺北，國立臺灣師範大學地理學系。

吳俊傑、黃清勇、楊明仁、簡芳菁、洪景山、顏自雄，2010。颱風數值模擬之現況與挑戰—2009年莫拉克颱風，臺北：大氣科學，第38卷第2期，99-134。

許昆雄、郭鴻基、周仲島、陳台琦、林博雄、吳俊傑、葉天降、翁春雄、高嘉璘，2010。莫拉克颱風科學報告，臺北，行政院國家科學委員會。

陳亮全，2011。颱風災害之災前整備及應變重點，高雄：城市發展，第十一期，008-038。

張志新、李香潔、吳啟瑞、簡頌愷、傅鐔璇、王俞婷，2013。天兔颱風暴露的災害弱勢問題探討，臺北：國家災害防救科技中心-災害防救電子報，第101期。

葉天降、郭鴻基、呂國臣、王世堅、陳怡良，2010。莫拉克颱風路徑與降雨作業預報校驗，臺北：大氣科學，第38卷第2期，85-98。

曾俊傑、王文清、周仲島、王芳男、曾詩雅，2014。臺東颱風劇烈降雨分析及其防災應用，臺北：103

年天氣分析與預報研討會彙編。

葉一隆、陳朝圳、鄒禕、許中立、陳天健、蔡孟豪、林金炳、王弘祐、鍾文貴、王文清、劉慧冠、巫昌陽、蘇明道、蔡忠宏，2009。行政院國科會莫拉克颱風災區勘災行動計畫(勘查區域：屏東縣、臺東縣)，屏東，國立屏東科技大學。

葉一隆、鄒禕、許中立、蔡忠宏，2011。100年花東縣市「易致災區域脆弱性因子」調查與分析計畫，屏東，國立屏東科技大學。

楊尊華、柳文成，2014。防救災守護家園關鍵72小時-國研天霖鈴淹水潛勢預判系統，臺北：水利土木科技資訊，第59期，13-19。

蘇文瑞、吳上煜、周恆毅、郭玟君、周學政，2010。災害應變資訊整合與應用，臺北：國家災害防救科技中心-災害電子報，第65期，1-8。

中央災害應變中心，2013。天兔颱風中央災害應變中心情資研判組件事項表(編號：情資研判002~006號)，臺北。

經濟部，103年。水災災害防救業務計畫，臺北。

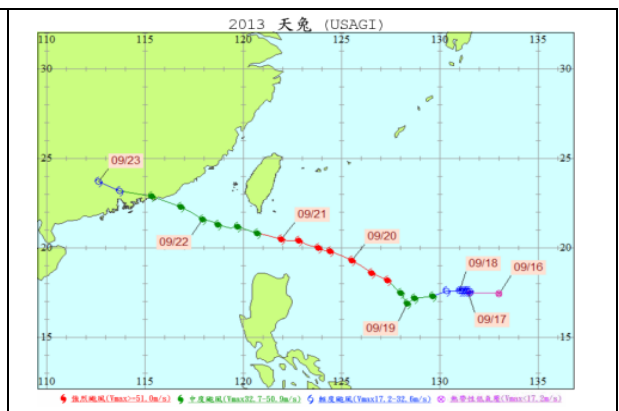
卑南鄉公所，臺東縣卑南鄉水災危險潛勢地區保全計畫(98年版)，臺東。

臺東縣政府，2013。臺東縣災害應變中心天兔颱風處置報告(第一報~第十五報)，臺東。

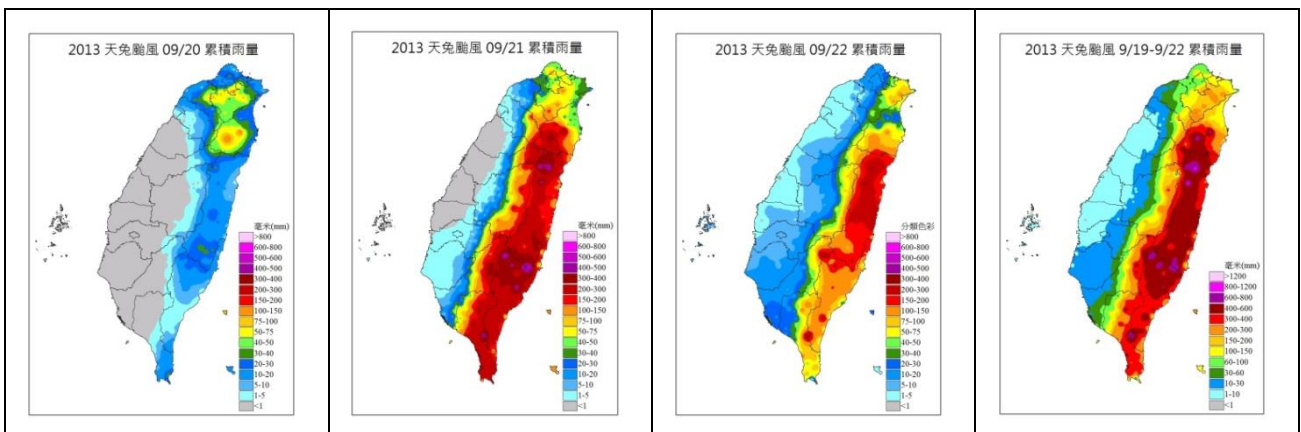
臺東縣政府，臺東縣水災危險潛勢地區保全計畫(94、96、98年版)，臺東。



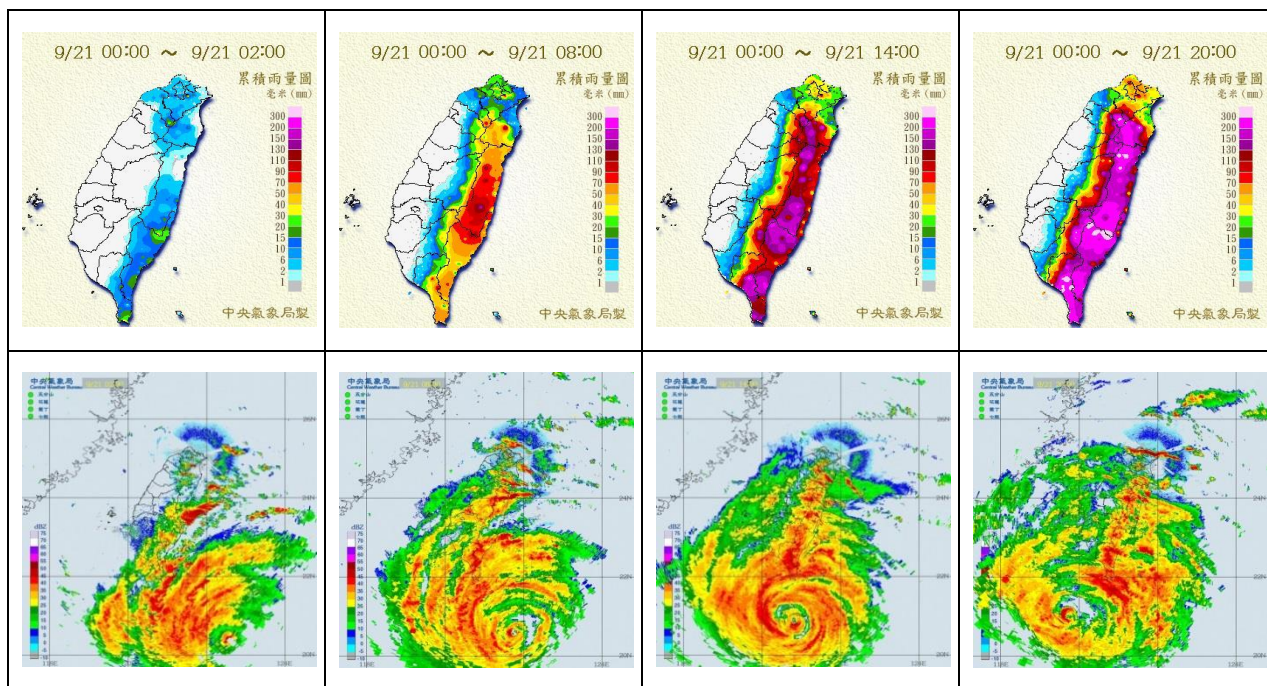
圖一 溫泉社區範圍及天兔颱風受災區示意圖。受災區示意圖引自(張，2013)



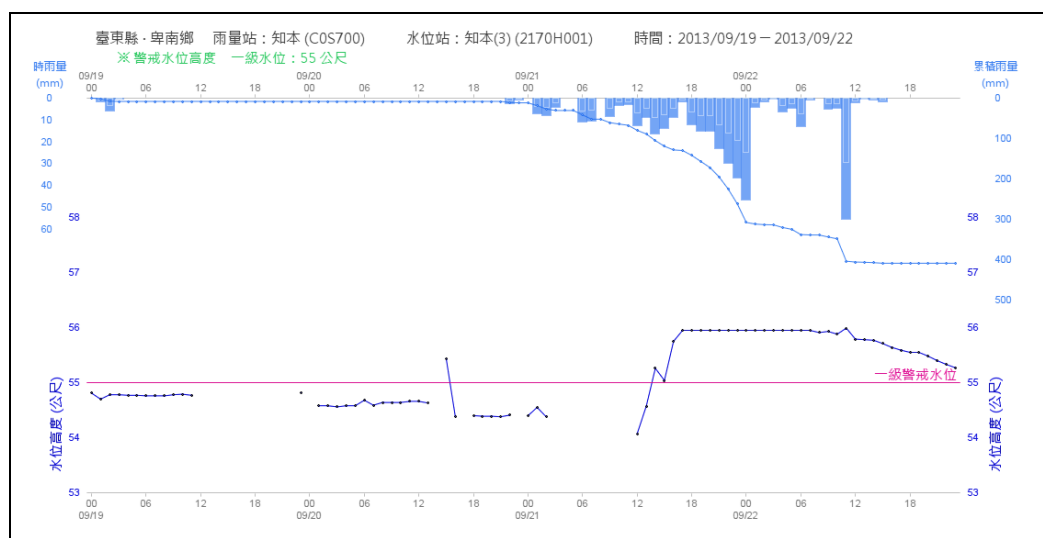
圖二 天兔颱風路徑圖。(資料引自中央氣象局颱風資料庫)



圖三 天兔颱風影響期間9/20日至9/22日各日及總累積降雨量圖(由左至右)，資料引自國家災害防救科技中心。



圖四 9月21日02時至20時期間每六小時間隔的雨量及雷達回波圖 (資料引自中央氣象局颱風資料庫)



圖五 知本雨量站及知本(3)水位站紀錄(資料引自國家災害防救科技中心)

表一 知本雨量站淹水雨量警戒值(mm)

各延時時間	1hr	3hr	6hr	12hr	24hr
一級警戒雨量	60.0	130.0	180.0	240.0	300.0
二級警戒雨量	50.0	110.0	150.0	210.0	250.0
天兔颱風累積雨量	30.0	68.0	96.5	134.0	223.0

註:各延時雨量僅考量9月21日22時前造成淹水的雨量