

運用整合氣象資訊進行土石流早期預警技術之發展

林欣弘 于宜強 陳奕如
國家災害防救科技中心

摘要

為滿足中央災害應變中心應變決策之需求，著手研發預警技術。以颱風豪雨災害應變之需求為先，開發建置預警系統，並採用部會署之警戒雨量進行技術研發。在這研發目標之下，透過整合定量降雨估計(QPE)、定量降雨預報以及系集雨量預報等氣象資訊，進一步發展災害早期預警之技術。其中，定量降雨估計是採用雷達回波估計降雨並透過地面雨量站修正後所獲得的1.3公里高解析度網格雨量，並以此高解析度網格雨量資料進行細緻化預警應用。細緻化預警技術首先針對土石流潛勢溪流網格進行技術發展，已完成即時研判雛形系統，並已上線測試全台所有土石流潛勢溪流的預警效果。

關鍵字：網格雨量、土石流、早期預警

一、前言

在支援中央災害應變中心開設期間的情資研判任務，為了滿足應變決策之需求，著手研發分析研判技術。現以颱風豪雨災害應變之需求為先，開發建置與蒐集分析氣象監測及預報資訊與預警系統，並利用部會署之水災警戒、土石流警戒雨量進行技術研發。國家災害防救科技中心在災害預警技術的發展歷程可分為三階段：最早是整合QPE網格雨量以及系集預報雨量，配合災害雨量警戒值進行雨量時序與災害風險研判技術開發。第二階段發展是以整合PQE網格雨量以及氣象局官方定量降雨預報，亦配合警戒雨量開發鄉鎮災害警戒與預警技術，以期對各鄉鎮進行災害預警資訊發布。為了進一步開發更細緻化預警技術，在研發第三階段針對土石流預警技術開發單一網格預警技術，使用QPE與官方QPF網格雨量，配合水保局10分鐘、1、3、6、24小時警戒雨量，針對土石流潛勢溪流所在網格逐一研判。

二、方法

以往在災害預警技術發展上，常針對鄉鎮預警目的而規劃，因此在預警空間尺度僅侷限在鄉鎮區為單元而開發，但是對於某些鄉鎮而言，單一鄉鎮區域範圍仍是過大，尤其是位於山區的行政區。因此，為了進一步提升預警精細度，規劃透過氣象定量降雨估計與定量降雨預報網格為研判單元的方式進行細緻化技術開發，希望開發的技術可以落實應用於實際之預警研判。

技術開發針對土石流預警為目標，進行研發設計(圖 1)。現行水保局土石流預警機制是由雨量站點之累積雨量進行研判(水保局，2015)，但是雨量

站點位不見得鄰近土石流潛勢溪流的區位上，因此研判地累積雨量資料不見得能真實反映該土石流溪流的狀況。因此研發方法以網格雨量取代雨量站之後，透過水保局所發布2015年全台1671條土石流潛勢溪流的經緯度資料與圖層shpfile，重新定位所對應的網格位置，經定位後挑選出QPESUMS網格點位上共涵蓋3573網格點。土石流警戒研判方法則仍採用水保局現行之警戒雨量以及預警機制，其研判機制使用監測與預報雨量資訊，當監測雨量達警戒雨量則為紅色警戒，預報雨量達警戒雨量則為黃色警戒。細緻化技術的監測與預報雨量資料分別使用定量降雨估計網格雨量以及氣象局官方預報網格雨量，透過每個土石流潛勢溪流網格逐一研判，當單一網格達警戒雨量時，即針對該網格內的潛勢溪流進行預警。

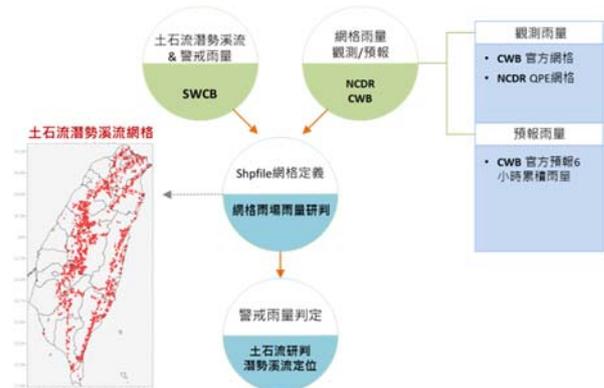


圖 1、土石流細緻化預警技術開發流程

三、個案結果分析

為針對不同定量降雨估計值進行土石流預警差異分析，監測雨量針對氣象局所發布之雨量站內插網格雨量以及NCDR所發展之雷達回波定量降雨

估計QPE方法進行評估。分析個案挑選蘇迪勒颱風個案，透過相同的網格土石流警戒研判，評估兩組不同監測雨量所發布的土石流潛勢溪流數的差異。比較基準以水保局於蘇迪勒颱風所發布的預警村里數為參考基準，分析結果如圖 2。水保局發布之土石流紅色警戒村里數為藍色直條，氣象局雨量站內插網格雨量所預警之土石流村里數則偏少，NCDR KRID估計降雨所研判之村里數最大值與水保局發布相近，但預警時間提早了3小時。

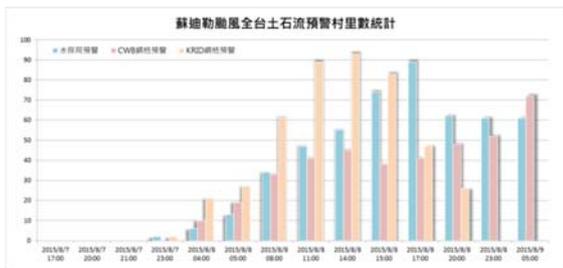


圖 2、蘇迪勒颱風全台土石流預警村里數統計

挑選實際發生土石流事件的潛勢溪流進行分析(圖 3)，土石流事件挑選三峽區有木里事件，該區土石流警戒雨量為500mm，發生土石流事件的參考雨量站熊空山(01AG10)兩場累積雨量在發生時間點為584mm，發生時間為8/8凌晨06:00。水保局在此事件中已提早於04:00發布紅色警戒。若以氣象局觀測網格雨量進行研判，則在05:00才達紅色警戒標準。若使用NCDR QPE進行土石流評估，則提前於03:00達紅色警戒。

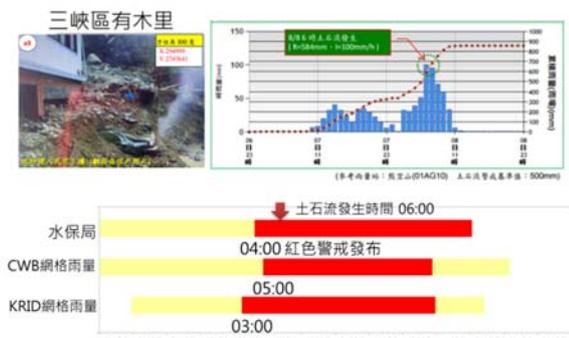


圖 3、三峽區有木里單一土石流潛勢溪流預警時序

蘇迪勒颱風侵台期間，共造成全台8村里發生土石流事件，依水保局所發布土石流紅色警戒統計(圖 4)，其土石流捕捉率為62.5%，準確率為4.6%。其中新北市屈尺里與廣興里是由人為研判調降警戒值至400mm所做的預警結果(水保局，2015)。在由網格自動研判過程中，實際參考雨量站或網格雨量皆未達調降警戒值至40mm的標準，但此結果仍以水保局調降後的警戒值進行評估。以網格評估結果在捕捉率與準確率皆與水保局發布警戒相當。而在紅色警戒時間比較，使用氣象局網格雨量，預警

時間相較水保局有時提早有時延後，但以NCDR QPE評估則多為提早或相同時間達警戒值。

村里	發生時間	水保局/雨量站	CWB網格雨量	KRID網格雨量
屈尺里(新北)	2015-08-08 08:00	08:00	07:00	06:00
廣興里(新北)	2015-08-08 08:00	08:00	08:00	08:00
有木里(新北)	2015-08-08 06:00	04:00	05:00	03:00
安坑里(新北)	2015-08-08 06:00	08:00	10:00	07:00
信賢里(新北)	2015-08-08 06:00	08:00	miss	08:00
忠治里(新北)	2015-08-08 06:00	無潛勢	-	-
羅浮里(桃園)	2015-08-08 07:00	05:00	04:00	05:00
四季村(宜蘭)	2015-08-08 10:00	05:00	02:00	08-07 23:00
捕捉率		62.5%	62.5%	62.5%
準確率		4.6%	4.4%	4.5%
紅色警戒鄉鎮		109	114	111

圖 4、蘇迪勒颱風期間所發生土石流事件與預警時序

此土石流細緻化研判技術已完成初步開發，並且製作一雛形系統進行測試，希望透過平時的自動即時研判來測試此方法的可行性與準確性。土石流細緻化預警系統如圖 5所示，系統介面分別展示預警之紅、黃土石流之區位圖示，以及達預警之土石流溪流代碼以及其所在之行政區縣市、鄉鎮區以及村里名稱。由於全台土石流潛勢溪流共1671條，對於大範圍降雨事件時，預警溪流將會過多，因此系統可針對單一縣市行政區內的潛勢溪流進行篩選，以利後續進一步分析研判。



圖 5、土石流細緻化預警系統介面

四、 結論

土石流細緻化預警技術已完成雛形系統，由氣象局與NCDR的網格QPE研判，皆可達水保局發布發布相當或更早的預警時間，可提供更多的應變反應時效。但此方法仍使用水保局利用雨量站統計出來的警戒值，未來可進一步使用網格雨量訂定警戒值，以獲得最佳的預警結果。

參考文獻

行政院農業委員會水土保持局，2015，「104年土石流警戒基準值檢討與更新」，SWCB-104-163。