

流域災害資訊整合之研究(2/2)

Study of the Integrated Information System for Watershed Disaster

主管單位：經濟部水利署

蘇騰鎡
Su, Tung-Hung

虞國興
Yu, Gwo-Hsing
淡江大學

江孟容
Jiang, Men-Rong

摘要

近年來氣候變遷跡象日益顯著，極端水文事件頻仍，複合型災害發生頻率與損失有加劇之趨勢，台灣地區未來水患治理及防災工作勢必將接受更嚴苛的挑戰。本計畫為二年期，其目的以流域管理考量為出發點，整合分散於水利署、水土保持局、中央地調所、公路總局及中央氣象局相關警戒資訊，如水災資訊、土砂資訊、公路資訊及地震災害等資訊。

本計畫針對淹水、水位、水庫等水情資訊，加上土石流、公路防災資料進行彙整，並將水情、土砂災害、公路災害等圖資以流域方式呈現，進行流域災害資訊整合系統建置。系統分為減災整備、分析研判、應變處置、資訊主題及輔助工具等五大模組提供決策者相關資訊。

流域災害資訊整合系統除提供水情即時資訊、河川水位及淹水最新監測現況外，並提供複合式(含河川、淹水、水庫放水、土石流及公路等)預警警戒燈號。此外，針對氣象颱風部份，並提供歷史颱風比對、各國颱風路徑展示、定量降水預報等各項資訊於颱風豪雨應變期間支援決策者進行應變處置參考。

本計畫初步完成流域災害資訊整合工作並針對大甲溪及高屏河流域內重大水利設施，上游集水區坡地崩塌雨量警戒基準線進行設定，藉結合流域內即時雨量資訊，提供流域內崩塌預警之參考。

關鍵詞：流域災害、整合系統、坡地崩塌

Abstract

Climate change causes more extreme weather events in the world, and got heavy rainfall and intensity in the record. More and more disaster usually accompanies flood. The extreme rainfall and the more complex disaster happen in Taiwan in the future. The propose of project collects the information and data of Central Geological Survey, Soil and Water Conservation Bureau Council of Agriculture, Water Resources Agency, Forestry Bureau, Directorate General of Highways, and Central Weather Bureau. These data are about flood, debris flow, landslide, earthquake, and road disaster. The GIS

system is established, including the real rainfall, water level, and highway and earthquake data

The project focuses the river, flood and reservoir information and debris flow disaster and highway information are will be collected in this study. The integrated information system for watershed disaster will be established. System including five model such us mitigation, analysis, handling, information, assist tools.

The integrated information system for watershed disaster not only provides the real time date, such us river water level, flood, reservoir and debris flow and highway, but complex warning informations are showed in the system. History typhoon comparison and route are also showed in the system. The system can be used and transmitted by WRA to policymaker during the typhoon and flood happen.

The model and the warning rain values about the landslide in the Kaoping River and Da-Chia River are preliminary established in the study. By using the real time rainfall data in the watershed, some landslide prediction information can be provided.

Keywords : Water Disaster, Integrated Information System, Landslide.

一、前言

近年來氣候變遷跡象日益顯著，極端水文事件頻仍，單一事件降雨強度與累積雨量均較以往來得劇烈，水患常伴隨著其他災害發生，複合型災害發生頻率與損失有加劇之趨勢，而世界銀行也將台灣列為天然災害易受災地區，台灣地區未來水患治理及防災工作勢必將接受更嚴苛的挑戰。鑑於防災資訊之多元化、即時性與資源分散整合的需求，透過本計畫執行，以流域管理考量為出發點，整合分散於各部會災害之資訊，如水災災害、土砂災害、公路災害及地震災害等資訊，並透過彙整各單位之資訊，並分析流域系統內各種歷史災害資訊之關連性，利用建置之資訊平台之展示以充分掌握颱風豪雨期間發生於流域系統內之各項災害位置及資訊，進一步提供水利署防災應變期間決策者相關決策參考，並可加強水利署於防災應變期間對各種災害資訊之掌握，以因應氣候變遷對水利業務之衝擊；另藉由坡地崩塌機制探討，進一步研究崩塌預警警戒機制之可能。

二、工作流程

針對流域災害資訊整合之研究整體工作流程規劃如圖1所示，各項工作步驟茲說明如下：

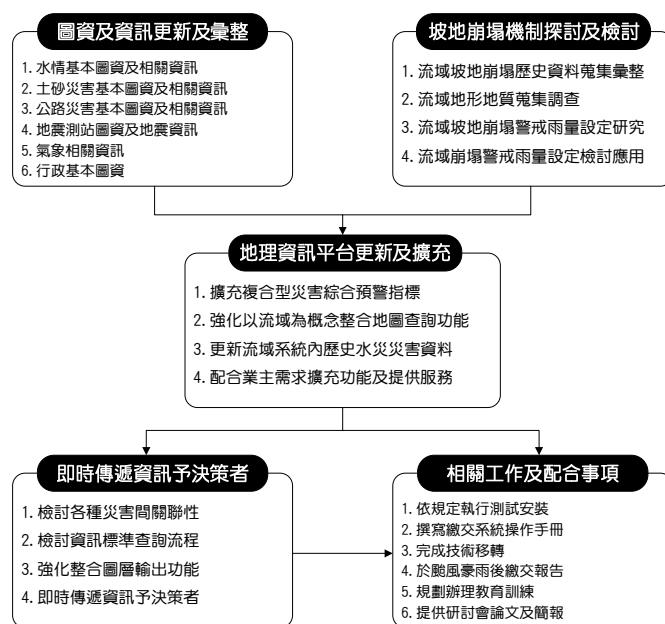


圖 1、整體工作流程圖

1. 基本圖資及相關資訊更新及彙整：更新及彙整各項基本圖資及災害相關資訊。
2. 坡地崩塌機制探討及檢討：針對高屏河流域進行坡地崩塌機制探討，並對已訂定之雨量警戒基準線進行檢討與應用。
3. 地理資訊展示平台更新及擴充：擴充複合型災害綜合預警指標，並強化以流域為概念整合地圖查詢功能及更新彙整歷史水災災害資料，且配合業主擴充平台與提供相關服務。

4. 即時傳遞災害整合資訊予決策者：檢討並擴充已建立各種災害間關連性及標準查詢流程，並開發iPad版功能予決策者使用之。
5. 相關工作及配合事項：進行各項測試及繳交報告，並完成技術移轉。

三、工作方法與成果

3.1基本圖資及相關資訊更新及彙整

針對水利署、中央氣象局、水土保持局、中央地調所及公路總局之災害相關資訊進行蒐集及綜整，其中，系統相關圖資及資訊分為水情資訊、土砂資訊、公路資訊、氣象資訊及基本底圖等六個面向。101年度更新、彙整系統已蒐集建置之基本圖資及災害相關資訊，建置之圖資及資訊共86項。

100年度建置之系統中所蒐集之災害相關基本圖資，其面向包括基本底圖、水情資訊、土砂資訊、公路資訊、地震資訊等，共計52項圖資。101年度則係將已蒐集之圖資進行全面性更新，並以流域為考量整合各項圖資，補齊各項圖資屬性資料其所對應之流域及縣市，將含有點位資訊之文件或圖片進行圖層之建置，俾利使用者於地圖上進行套疊與查詢，以提供一套更完善之地理資訊系統，於防災應變時期提供決策者更迅速瞭解各種資訊其空間關係。

100年度完成即時資訊介接，包含水利署水情資訊及CCTV影像資訊，中央氣象局雨量資訊、地震資訊及氣象資訊，水土保持局土石流警戒區及土石流觀測站影像，交通部公路總局道路災情等資訊。101年度新增公路總局預警性封閉道路資訊與即時潮位資訊，各項即時資訊分別以網路資訊服務(Web Service)、超文件傳輸協定(Http)及常駐下載程式(Download Service Representative Tools)等方式介接。

3.2地理資訊展示平台更新及擴充

3.2.1擴充複合型災害綜合預警指標

100年度同時考慮水災警戒及土石流警戒以建立複合型災害綜合預警指標，在流域災害資訊整合系統中建置之複合型災害綜合預警指標，蒐集並參考各單位所訂定之警戒基準，藉由地圖資訊及文字表單之方式呈現各區域水災災害及其他災害警戒程度，以建置複合型災害綜合預警指標。在地圖上分別以紅、橘及黃三個顏色代表警戒的嚴重程度，各行政區或流域界以區域內水情預警最高層級警戒顏色代表之，並以斜線套疊代表是否有其他警戒的發布或道路災情的發生。

101年度擴充複合型災害資訊，將公路警戒、道路災情及地震速報等預警資訊加入綜合預警指標中，以提供決策者在防災應變時期更即時掌握全面性的資訊。為提醒使用者即時水情預警最嚴重的等級，警戒燈號之顏色訂定依據行政院101年3月所公告「各類災害警戒顏色燈號訂定原則」之規定，並於系統展示畫面左上方建置一個燈號說明。複合型災害綜合預警指標分為水情災害預警(含綜合警戒、淹水警戒、水位警戒、水庫警戒)及其他災害警戒兩部分(含公路警戒、土石流警戒)，於地圖上以色塊及斜線作呈現，流域邊界顏色會依水情警戒燈號，依各行政區或流域界以區域內水情警戒燈號最高層級警戒顏色代表之，分別以紅、橘及黃三個顏色呈現。並

以斜線套疊代表是否有其他災害警戒伴隨發生，配合表單詳細呈現各項災害警戒情形。各類災害警戒顏色燈號訂定原則簡列於表1。

表 1、警示燈號與警戒等級對應表

警戒類型	淹水警戒	水位警戒	水庫洩洪警戒	土石流警戒	公路警戒
警戒燈號	警戒等級				
●	一級警戒	一級警戒	開始洩洪	紅色警戒	預警性封閉道路
●	二級警戒	二級警戒	自由溢流或調節性放水	—	—
●	—	三級警戒	預計洩洪	黃色警戒	—

3.2.2 強化以流域為概念整合地圖查詢功能

100年度利用快速定位之功能，可選擇欲查詢之流域，地圖即縮放定位至選擇的流域範圍，並配合表單呈現此流域相關資訊，或可從各項決策主題中點選有問題或欲察看之區域，亦可查詢到單一流域系統相關資訊。101年度以流域為概念彙整水情相關基本圖資，建立各圖資其對應之流域屬性關係，以供使用者於地圖上查詢。其呈現方式以地圖展示各項資訊之點位，並利用表單呈現較詳細之資訊，圖表配合之方式，呈現流域系統內各項水情資訊

3.2.3 流域系統內歷史颱風豪雨事件水災災害資料更新

100年度完成蒐集彙整歷史水災事件(歷史颱風事件與歷史豪雨事件)共23場之資訊，101年度新增5場歷史颱風豪雨事件之水災災情資訊，分別蒐集各場次之淹水範圍及深度等災情資訊。並將所蒐集颱風豪雨事件之淹水資訊，彙整並建置於系統資料庫中，以提供使用者較完整之歷史颱風豪雨事件水災災害資料。

3.2.4 配合業主需求擴充平台功能

本計畫於100年度建置颱風、警戒相關模組，101年度依照使用者之需求，重新規劃系統模組，將系統平台配合水利署需求，將常用資訊彙整於各模組中。101年度流域災害資訊整合系統平台擴充功能，將模組依照應變時期的作為分為減災整備模組、分析研判模組、應變處置模組、資訊主題與輔助工具五項。

3.2.5 檢討並強化小工具服務功能

100年度建置之系統中，提供圖層列印之功能，在系統展示平台上，可直接列印已套疊好之圖層或將其輸出成PDF檔，以供使用者做選擇。101年度進一步強化報表下載及列印服務此功能(輔助工具一列印)；若報表有固定的格式，亦或可於系統平台上提供半自動化產製服務。100年度系統完成時撰寫並繳交系統操作手冊，101年度由於相關系統已更新，需重新製作，並將系統操作手冊放至系統平台上(輔助工具一操作手冊)，以提供使用者於線上閱覽及下載之服務。

3.3 建立並即時傳遞災害整合資訊予決策者

3.3.1 檢討已建立各種災害間之關聯性及檢討已建立流域災害資訊標準查詢流程

100年度建置之關聯性中，首先以水情為考量，建立颱風分析研判輔助模組、災害警戒決策模組與災害潛勢決策模組。颱風分析研判輔助模組，模組包含各項颱風現況及歷史颱風資訊，以輔助使用者判斷雨量分布情況及查看特定區域內防汛資源等水情相關資訊。災害警戒決策模組，提供各項災害警戒情況予使用者，協助使用者能掌握各項災害之警戒資訊，以做出符合現況之決策。災害潛勢決策模組，使用者可套疊各類災害潛勢圖資，於災前事先瞭解發生複合型災害高風險地區，並提早準備完善的防災工作。101年度將已規劃建置之各項模組實際於汛期進行應用，水利局各應變階段與系統間之關聯，如圖2，可分為減災整備、分析研判、應變處置等三階段。系統建置之模組包含颱風分析研判模組：歷史颱風比對與暴雨中心比對，災害潛勢決策模組，災害警戒決策模組：綜合警戒模組、淹水警戒、河川水位警戒與水庫警戒。

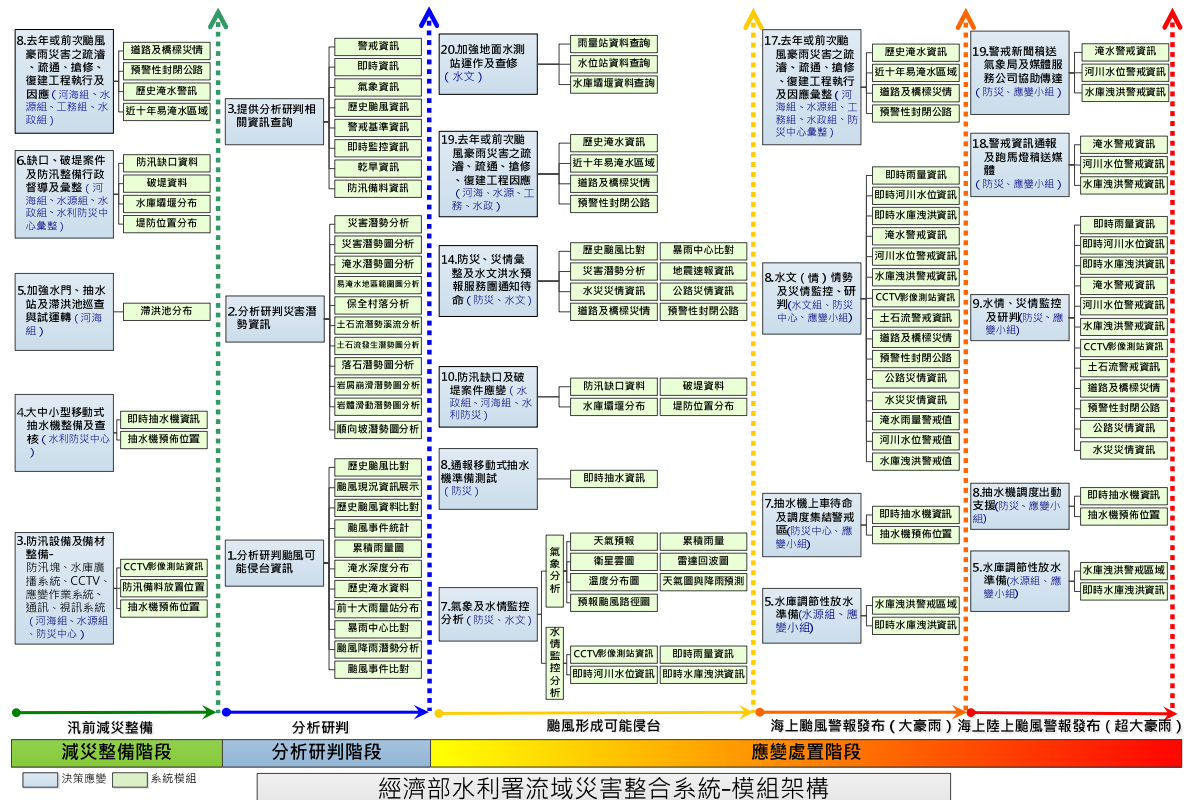


圖2、流域災害資訊整合系統與決策應變關連性

針對100年度之相關模組及決策模組進行檢討，並於實際操作使用後更新各種災害間之關聯性，且修正各決策模組所包含之相關模組及其操作流程，以提供更貼切使用者及決策者需求之分類，系統中各項資訊依照相關性分為五大模組，分別為減災整備、分析研判、應變處置、資訊主題及輔助工具五大模組。

3.3.2 強化流域災害資訊整合圖層系統化輸出功能(圖層需可編輯)

100年度建置之系統提供使用者在地圖上新增標示記號或增加文字說明，使用者可直接於地圖上將查詢重點進行框選、標記或以文字標註重點等。101年度新增線上圖層編輯功能(輔助工具—繪圖工具)，線上提供更多不同方式之繪圖工具，包括多邊

形、圖形、矩形、三角形等，亦可自由針對圖上加註文字資訊，另外針對圖層顏色及透明度亦可自由調整。

3.3.3 即時傳遞災害資訊整合圖層予決策者(iPad版)

鑑於建置系統之目的在強化災害資訊之即時性，並期能使流域災害資訊整合系統之效益發揮到最大，開發即時傳遞災害資訊平板電腦版功能予決策者使用，結合科技產品以隨時查詢各項災害最新警戒情形或災害現況，當決策者於外地勘災或開會時，亦能即時掌握最新狀況，於第一時間做初步決策，讓各防災相關單位擁有更多時間做應變，降低災害之風險。

由於平板電腦網路傳輸速度不及桌上型電腦，記憶體與展示空間皆有限，簡化流域災害整合資訊系統之內容，開發iPad使用之介面，以供決策者或相關人員使用。將流域災害資訊整合系統資訊簡化為即時訊息、氣象颱風、綜合警戒、即時水情與防災文件五大類，iPad版展示畫面如圖3所示。



圖 3、iPad 展示畫面_流域災害資訊整合系統

3.4 相關行政及技術工作配合事項

依據水利署「資訊相關系統開發注意事項」規定及標準執行相關測試及安裝，參酌此注意事項之規定提出系統驗收測試計畫，說明系統測試作業流程及功能測試重點，並將測試結果提交審核。並配合水利署「資訊相關系統開發注意事項」之規定與計畫工作項目之需求，於系統擴充更新完成之際撰寫及繳交系統操作手冊，並配合「提供操作說明閱覽及下載」此工作項目，於系統上更新檔案，以供操作者閱讀下載。

在颱風警報及豪雨發布期間對系統進行測試，並於警報結束後繳交相關測試報告，以確認系統於颱風豪雨期間是否正常運作。將101年度進行監測之颱風豪雨重大

事件之相關測試畫面及問題檢討彙整成測試報告。

另，於系統開發至一階段後，為能發揮整合系統至最大效益，規劃辦理教育訓練課程，課程內容包含：流域災害資訊整合系統簡介、流域災害資訊整合系統平台實機操作、流域災害資訊整合系統iPad版簡介及實機操作。並於結案時交付系統執行檔光碟、原始程式碼光碟及軟體使用授權文件，並於系統操作手冊撰寫時，詳細說明系統安裝、備份及復原等相關資訊，以提供使用者相關技術說明。

為推廣研究成果，配合研究成果或系統開發成效，將相關內容彙整並投稿至2012水利產業研討會及農工研討會。

3.5大甲溪及高屏溪流域坡地崩塌機制探討及檢討濁水溪流域崩塌警戒雨量設定

崩塌的分類方式很多，其因人的背景、觀點與應用目的之不同而異，很難有統一的標準，一般較常見之分類方法為Varnes在1987年所提出之分類。Varnes曾將崩塌依據其塊體運動之型態區分為五種基本類型：墜落、傾覆、滑動、側展與流動等五類；及兩種基本類型以上之複合型。經由Varnes之分類又可將崩塌區分為山崩、地滑及土石流。

採行日本「総合土砂災害対策検討会による手法(提言案)」之建議方法，其探討之崩塌機制為山崩及土石流，故於崩塌資料之蒐集僅包含山崩及土石流之土砂災害。執行流程如圖4所示，項目說明如下：

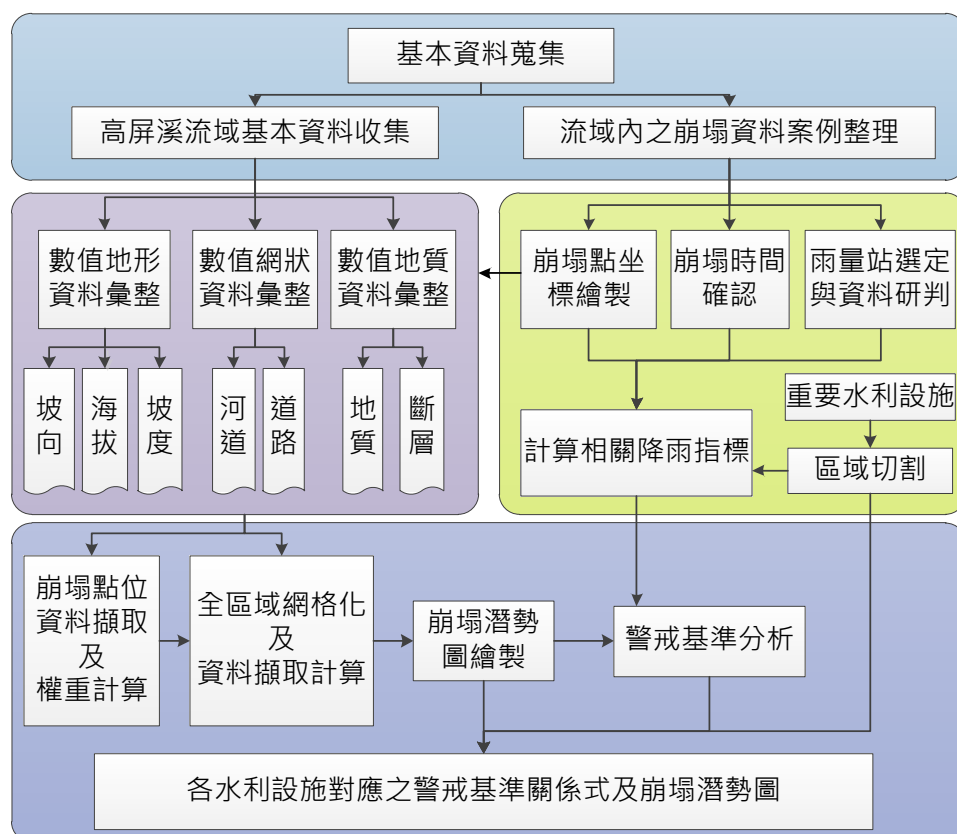


圖 4、崩塌發生降雨警戒基準之建立流程

3.5.1流域坡地崩塌歷史資料與地形、地質等基本資料蒐集、彙整

透過坡地崩塌警戒模式研究流域坡地崩塌警戒機制，因此崩塌歷史事件資料之發生時間、位置及鄰近之雨量記錄資料為蒐集之重點資料。

再針對研究區域高屏溪流域之相關地質分布、地形因子、地文資料、河道及道路分布狀況等條件進行資料蒐集與調查，再對相關因子進行權重分析及崩塌潛勢相關分析，以繪製出此區域崩塌潛勢圖，如下圖。

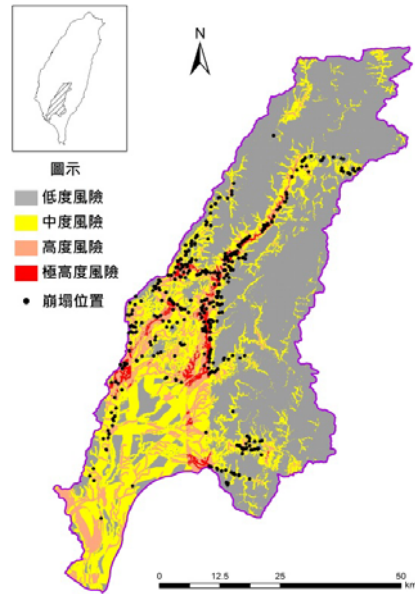


圖 5、高屏溪流域崩塌資料及崩塌潛勢圖

3.5.2 流域坡地大規模崩塌警戒雨量設定研究

崩塌警戒量之界定多直接採行降雨為參考指標，乃因降雨為誘發並驅動坡地崩塌的主要因素，其對坡地崩塌之影響，可分為降雨量及降雨型態，於此因子之設定上，完成對濁水溪流域及大甲溪流域之崩塌警戒雨量之研究，並訂定相關崩塌警戒基準線。降雨量對坡地崩塌之影響上，過往研究主要以引發坡地崩塌之「臨界降雨量」為研究探討重點。針對高屏溪延續此「臨界降雨量」之觀念，針對崩塌警戒雨量進行研究，崩塌警戒基準建立流程如圖4右側所示，蒐集並整理流域內崩塌事件，調查蒐集歷年來坡地崩塌的歷史資料，包含歷年坡地崩塌發生的次數與各場次發生的時間及地點，再確認崩塌發生坐標位置，建立空間及時間分布資料，並藉由地質、地形、水系、道路以及斷層等因子之分析建立全流域之崩塌潛勢圖；擷取各崩塌點位所在崩塌潛勢圖上之分級，同時蒐集流域內雨量站之資料，進行雨量資料之判斷，進而推求各不同等級之雨量參數，再以水利設施位置為參考點，建立流域內各崩塌潛勢區域圖之劃定。

101年度應用前述方法，並配合高屏溪崩塌潛勢圖，針對高屏溪流域崩塌危險基準線之設定進行研究，首先分析區域之劃分為配合流域內之重要水利設施分布情況，進一步蒐集並彙整崩塌災害資料，包含水保局、地調所及國家災害防救科技中心(NCDR)所提供之崩塌災害事件調查成果。依據篩選出之事件進行雨量站之選取與降雨資料整理，挑選出適用的雨量資料，採用日本「綜合土砂災害対策検討会によ

る手法(提言案)」所建議之方法，分別計算各場次降雨之短、長期降雨指標，以訂定基準線。以月眉取水口區為例，其崩塌災害警戒雨量基準線設定成果如圖6所示。根據上述之方法，完成高屏溪流域各分區之警戒雨量公式如表2所示。

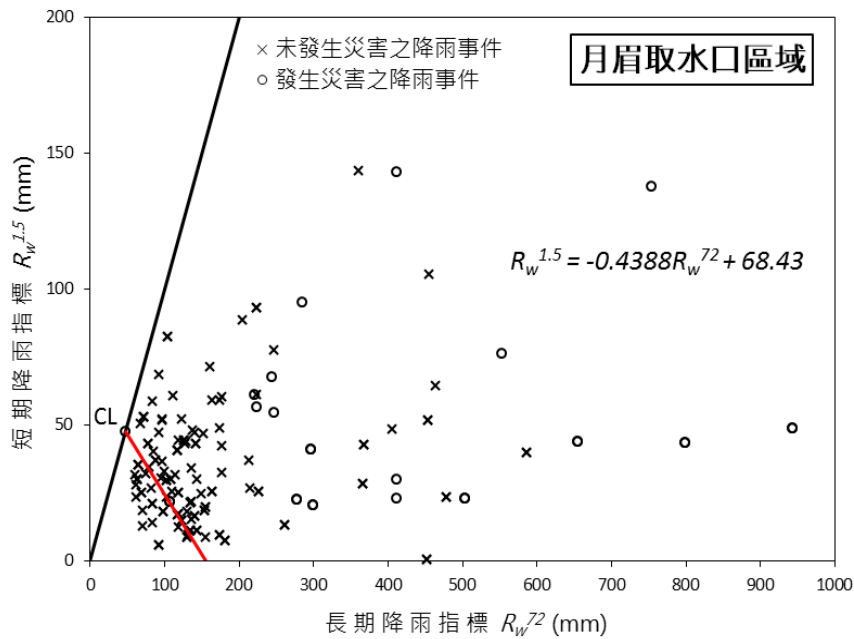


圖 6、警戒雨量基準線設定成果(月眉取水口區)

表 2、高屏溪流域警戒雨量基準線公式

分區	水利設施名稱	警戒雨量基準線公式
1	荖濃溪攔河堰	$R_w^{1.5} = -0.3044R_w^{72} + 87.454$
2	甲仙攔河堰	$R_w^{1.5} = -0.5375R_w^{72} + 83.392$
3	月眉取水口	$R_w^{1.5} = -0.4388R_w^{72} + 68.43$
4	美濃水庫	$R_w^{1.5} = -0.3575R_w^{72} + 78.03$
5	高屏溪攔河堰	$R_w^{1.5} = -0.3708R_w^{72} + 188.31$
6	隘寮堰	$R_w^{1.5} = -0.5639R_w^{72} + 97.792$
7	澄清湖水庫	$R_w^{1.5} = -0.3659R_w^{72} + 211.76$
8	吉祥人工湖	$R_w^{1.5} = -0.6355R_w^{72} + 84.125$
9	土壟堰堤	$R_w^{1.5} = -0.3004R_w^{72} + 62.708$

3.5.3流域崩塌警戒雨量設定檢討與應用

101年度針對濁水溪及大甲溪流域之坡地崩塌警戒雨量設定研究成果配合今年度颱風豪雨事件進行檢討與應用，相關工作項目分述如下。

1. 崩塌警戒雨量設定檢討

(1) 濁水溪流域

參考台北市崩塌警戒線之判斷標準(Yu et al., 2006)作為濁水溪流域崩塌警戒訂定之參考，初步選取有效累積雨量250 mm作為發生崩塌的最小累積雨量警戒值。以最小平方方法進行線性迴歸，配合常態分配預測區間概念，並加上門檻值之概念，求得濁水溪流域警戒線為。當一場降雨的有效累積雨量達到250 mm時，即可發出警戒預報，並開始注意雨量的增加情形，若有效累積雨量和降雨強度達到警戒基準線之上方或右側時，表示在此區域內有發生崩塌的可能性。

101年度利用濁水溪崩塌警戒雨量設定研究資料，配合新蒐集之崩塌事件與相關雨量資料，對濁水溪回歸分析參數進行檢討與修正，並重新檢討崩塌發生危險基準線之設定，以修正基準線。

(2) 大甲溪流域

參考日本「総合土砂災害対策検討会による手法(提言案)」建議之方法，利用歷史降雨事件之短期降雨指標($Rw^{1.5}$)與長期降雨指標(Rw^{72})之點繪成果，於坐標圖上進行崩塌事件危險基準線(CL)之設定工作。將大甲溪流域劃分為石岡壩區域、石岡壩上游區域、馬鞍壩區域以及德基水庫區域四子區域，並選定各區之代表雨量站，做為崩塌警戒雨量設定研究之參考站。

101年度大甲溪流域崩塌基準線為根據2005~2008年之崩塌記錄資料所制訂，因此本年度採用2009年底後之崩塌事件為驗證之用，其中於此流域內之崩塌事件主要為2009年莫拉克颱風所誘發之崩塌事件為主。由大甲溪流域新蒐集之資料，可重新劃分出各崩塌點位所在區域，並擷取該點位之坡度、海拔以及方位角等資料，以作為崩塌警戒線驗證選取時之畫分，以大甲溪德基水庫區域為例，結果顯示良好，現階段之崩塌發生危險基準線上不需做修正，即可提前發出警戒。

2. 崩塌警戒雨量之應用

透過濁水溪及大甲溪流域崩塌警戒基準線之建立，針對颱風及豪雨事件之累積雨量資料，利用本研究所訂定出之崩塌警戒基準線進行流域崩塌預警，並將相關研究成果提供防災緊急應變之用。

四、結論與建議

4.1 重要成果

1. 針對流域災害相關資訊進行整合，資訊整合可分成資料面整合及資料單位整合。資料面整合包括：基本底圖、水情資訊、土砂資訊、公路資訊、地震資訊、資料單位整合包括：水利署、中央氣象局、水土保持局、中央地調所及公路總局之災害相關資訊整合。
2. 流域災害相關圖資整合及更新，包括水利署、氣象局、公路局各項圖資所對應之流域及縣市資料整合及更新。
3. 流域災害即時資訊之介接，介接建置流域災害即時資訊資料庫(如CCTV影像、即時雨量、即時水位資訊)，另外，亦完成系統所需之即時資訊加值資料庫(CCTV影像輪播、10分鐘雨量、1小時雨量)。

4. 水利署水情警戒燈號之展示(含綜合警戒、淹水警戒、水位警戒、水庫警戒)，並於系統上展示各項警戒燈號及保全區域。
5. 配合公路及土石流警戒資訊，系統實際應用於流域災害警戒燈號及保全區域之呈現。
6. 透過流域定位查詢功能，可於系統上查詢防災圖資資訊、警戒資訊、測站資訊等。
7. 近10年歷史颱風及豪雨事件水災蒐集更新後，將其資訊建置成系統資訊庫，提供近10年相關歷史颱風及豪雨事件查詢。
8. 配合署內相關應變決策流程，擴充相關系統模組，依減災整備、分析研判、應變處置等決策模組進行系統平台之設計建置。
9. 系統資訊主題及輔助工具開發完成，圖層可線上列印、另外，提供系統說明手冊，可供使用者更熟悉系統及操作。
10. 各項資訊如CCTV、氣象資訊、即時資訊、防災相關文件等，可透過系統平台(iPad)進行查詢。
11. 透過iPad版(101年)之系統平台，可將各項警戒資訊利用圖及文之方式呈現，另外，透過即時訊息及防災文件之展示，可隨時掌握防災資訊。
12. 具體研究成果刊登於2012水利產業、2012農工研討會、2011水利工程研討會。
13. 針對高屏溪各項重要水利設施進行流域坡地崩塌歷史資料分析，並分析高屏溪流域各崩塌項影響因子，重要影響因子為海拔、地質、坡度、距河道距離等重要因子，計畫中亦提出流域崩塌潛勢圖供參考。
14. 透過二年計畫建立大甲溪、濁水溪及高屏河流域崩塌警戒雨量設定檢討。

4.2 建議

1. 應持續更新流域災害相關圖資資訊，必要時並擴大蒐集層面，配合未來政府組織再造，整合各項流域災害相關資訊。
2. 應持續進行各單位之整合，如水利署、中央氣象局、水土保持局、中央地調所及公路總局等各單位之災害相關資訊整合。
3. 未來針對流域災害相關整合資訊，應透過會議或協商之方式決議各項資訊所提供之服務對象及內容，以擴大資訊之應用面。
4. 針對流域災害相關資料之提供(如各項警戒值、警戒範圍、CCTV影像等)，未來應設置更多備援管道，以提供更好、更穩定之資料品質，可供各單位使用(如：各縣市洪水及淹水預警系統之介接)。
5. 加強決策模組之擴充，針對水利署不同單位、不同層級等需求，透過不同權限之設定，以進行開發及建置。
6. 應加強系統各項資訊之整合展示，未來可針對署內所建置之相關系統進行整合，以達到資訊統一化之呈現。
7. 針對各項資訊之展示(圖、表)應配合相關軟體、及硬體之擴充，以達更高效能及穩定資訊之服務。
8. 未來可將各單位之水情資訊(如颱洪中心)，介接至系統平台上以達資訊之整合。

9. 應持續加強iPad模組之擴充，配合決策者實際應用情形進行需求之調整。
10. 未來系統平台可依實際使用情況進行調整，可先針對署內使用情況進行系統之調整擴充。
11. 未來可針對流域災害資訊相關內容進行研究，如水庫上游雨量及流量之關係研究，以掌握颱風時期水庫上游水情資訊。
12. 未來應持續將相關研究成果，發表於國內外各研討會或期刊上。
13. 流域災害資訊系統亦可透過適當之場合及活動，擴大說明及展示。
14. 未來可針將流域崩塌警戒雨量基準持續更新及檢討，並針對各項崩塌因子可加入其它因子再進行討論。
15. 針對全台重大水利設施上游集水區，因建立一套完整之流域崩塌警戒基準，未來可供相關單位警戒預警之用。
16. 後續可針對系統、強化及更新流域災害資訊整合系統、擴充決策應用模組。
17. 未來可建置更即時、穩定資料交換備援系統，供「易淹水地區水患治理計畫」第3階段洪水與淹水預警系統之接介及應用。
18. 未來流域災害資訊整合系統，將水利署內部各決策相關系統資料進行整合，可供決策者參考。

參考文獻

1. 王晉倫，「土石流監測與防災資訊系統」，國土資訊系統論文集，III-1-1-III-1-9，2004。
2. 行政院農業委員會水土保持局，「以降雨因子進行土石流警戒基準值訂定」，九十二年度土石流防災暨監測科技計畫成果彙編，第I-59-I-76頁，民國92年。
3. 吳信輝，「Web Service 技術介紹(一)」，資訊技術，第20卷，第23期，2004。
4. 林美聆、陳天健、林鴻州、游文輝，「台北市崩塌警戒模式訂定方法之研究」，中華水土保持學報，第34卷第4期，pp.389-399，民國92年。
5. 陳信雄，「崩塌地調查與分析」，國立編譯館，民國84年。
6. 張石角，「台灣地質分區邊坡崩塌類型及其預測方法(一)-技術轉移講習班講義」，台灣大學地理系：pp.49-111，1992。
7. 陳奕廷、蔡秉錡，「交通衝擊評估地理資訊系統之建置與發展」，地理資訊系統季刊，Vol.1, No.3, 7-14頁，2007。
8. 曾明性、陳德宗、蘇世傑，「網際專家系統與網際地理資訊系統於邊坡崩塌潛勢評估的研究」，第七屆人工智慧與應用研討會，2002。
9. 鄒明城，「空間資料庫知識探索之研究—以集集大地震引致之山崩為例」，臺灣大學地理環境資源學研究所，2004。
10. 盧光輝統籌，「地理資訊系統於坡地災害防治的應用」，大專天然災害專業教材-坡地領域。

11. 七尾市，「土砂災害警戒情報運用マニュアル」，平成 19 年。
12. 国土交通省河川局砂防部-気象庁予報部，「土砂災害警戒情報を作成・発表するための手引」，平成 17 年都道府県と気象庁が共同して，民國 94 年。
13. 国土交通省国土技術政策総合研究所，「土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法」，平成 13 年。
14. 国土交通省河川局砂防部、気象庁予報部，「都道府県と気象庁が共同して土砂災害警戒情報を作成・発表するための手引き」，平成 17 年。
15. 国土交通省国土技術政策総合研究所，「土砂災害警戒情報運用結果検証手法(案)」，平成 19 年。
16. 土砂災害警戒情報に関する検討委員会，「平成 14 年度土砂災害警戒情報のあり方と今後の施策に関する報告書」，平成 14 年。
17. 静岡地方気象台報道発表資料，「平成 23 年 3 月 15 日 22 時 31 分頃の静岡県東部の地震に伴う静岡県の土砂災害警戒情報基準の暫定的な運用について」，平成 23 年 3 月 16 日。
18. 藤本将光、加藤弘之、三道義己、水山高久、岡本敦、星野久史、白髭一磨，「六甲山系における斜面崩壊に基岩内地下水が与える影響」，砂防学会研究発表会概要集，平成 22 年。
19. Lin, M. L., Chen, T. C., Kao, T. C., Yu, W. H., and Huang, L. Y., “Early warning system for landslide caused by rainfall-A case study of Taipei City,” 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction, (2007).
20. Terlien, T. J. Mark, “Hydrological landslide triggering in ash-covered slopes of Manizales (Colombia),” *Geomorphology*, Vol. 20, pp.165-175, (1997).
21. Terlien, T. J. Mark, “The determination of statistical and deterministic hydrological landslide-triggering thresholds,” *Environmental Geology*, Vol. 35, No. 2-3, pp.124-130, (1998).
22. Yu, F. C., Chen, T. C., Lin, M. L., Chen, C. Y., and Yu, W. H., “Landslides and rainfall characteristics analysis in Taipei City during the typhoon Nari event,” *Natural Hazards*, Vol. 37, pp.153-167, (2006).
23. Yu Teng-To, C.S. Chen, Numerical Prediction of Geohazard with LiDAR and Photogrammetry High Resolution DTM: Comparison and Validation, TADTM, Special issue. (2006)