

大規模崩塌災害防治工作推動與階段性成果彙整

劉哲欣、張志新、吳亭燁、林聖琪、陳聯光

國家災害防救科技中心

摘要

民國 98 年莫拉克風災，於當時高雄縣甲仙鄉小林村（現為高雄市甲仙區小林里）發生大規模崩塌災害，依據戶政資料統計，共造成 407 人罹難（行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，2012），這是臺灣因降雨引發單一土砂災害造成最多人數遇難之案例，也引起國內相關單位對於此項議題的重視。本文整理近五年多以來，行政院災害防救辦公室及國內依據「坡地崩塌防災權責分工表」中，有關崩塌災害預防工作的主辦單位，如科技部（行政法人國家災害防救科技中心）、經濟部（中央地質調查所）、農委會（水土保持局、林務局）等，各相關單位對於此議題如崩塌敏感區調查、坡地災害資訊整合平台建置、充實及設置重點區域坡地崩塌災害即時監測設備等工作的階段性成果，提供下階段工作規劃或調整的參考。

一、 推動歷程紀實

本中心彙整民國 98 年莫拉克風災迄今，有關單位推動大規模崩塌災害防治工作歷程之重要紀實如表 1 所示。檢視表 1 中的各項工作，大規模崩塌災害防治推動歷程大致可分為凝聚共識期、規劃策略期，以及階段成果期等三階段，如圖 1 所示。

表 1、大規模崩塌災害防治工作推動歷程重要紀實

日期	說明
98 年 8 月 9 日	高雄縣小林村於莫拉克颱風發生大規模崩塌災害事件。
98 年 12 月 4 日 及 98 年 12 月 8 日	由行政院農業委員會邀集專家學者及相關單位召開「坡地崩塌防災權責分工」研商會議，並於 98 年 12 月 16 日將會議決議函送行政院災害防救委員會。
99 年 2 月 2 日	由工程會、國科會及國家災害防救科技中心，委託中國土木工程學會，完成辦理高雄縣甲仙鄉、那瑪夏鄉及桃源鄉災害之致災原因調查。
99 年 2 月 5 日	由行政院范政務委員良鏘主持，召開跨部會「坡地崩塌防災權責分工」研商會議。
99 年 4 月 20 日	第 13 次中央災害防救會報，准予備查「坡地崩塌防災權責分工表」。
99 年 10 月 20 日	第 15 次中央災害防救會報決議：「在大規模崩塌災害潛勢調查分析與未來應規劃推動之重點工作項目，請國科會及國家災害防救科技中心邀集相關單位研商後，提出規劃推動方式。未來政府組織再造後，交由環境資源部辦理。」
100 年 1 月 10 日	國家災害防救科技中心召開專家學者會議進行討論推動方向，參考國外經驗以全國-集水區-坡面尺度等三階段進行。
100 年 2 月 24 日	國家災害防救科技中心召開「推動策略工作進度部會協商與專家座談會議」。
100 年 6 月 2 日	國家災害防救科技中心召開「推動策略工作進度部會協商與專家座談會議」。
100 年 12 月 15 日	行政院農業委員會林務局，完成「國有林地深層崩塌及堰塞

日	湖形成潛勢與影響範圍調查評估－濁水溪上游集水區」成果報告。
101年8月3日	中央地質調查所舉辦「極端氣候的挑戰－大規模山崩防災研討會」。
101年8月8日	行政院災害防救辦公室舉辦「莫拉克災區潛在大規模崩塌影響之聚落防災管理對策」研商會議。
101年9月19日	第23次中央災害防救會報，中央地質調查所提報莫拉克災區南部的調查成果。
101年12月5日 ~14日	行政院災害防救辦公室舉辦「101年度莫拉克重建區潛在大規模崩塌地區訪視計畫」，共分為三梯次訪視屏東、嘉義及高雄縣市等地區聚落。
102年1月18日	國家災害防救科技中心舉辦專家學者會議，協商推動策略與瞭解部會推動情形。
102年12月10日	行政院農業委員會水土保持局，完成「102年高屏溪山坡地大規模崩塌致災潛勢調查評估」成果報告。
102年12月18日	第28次中央災害防救會報，中央地質調查所提報莫拉克災區中部、東部的調查成果。
102年12月31日	行政院農業委員會林務局，完成「國有林深層崩塌致災潛勢調查評估－南部重點流域」成果報告。
103年4月	行政院農業委員會水土保持局進行「坡地崩塌防減災策略先期研析計畫」，並成立專家諮詢委員會推動相關事宜。
103年6月10日	國家災害防救科技中心於高雄市舉辦「大規模崩塌災害論壇暨研發成果研討會」。
103年8月29日	國家災害防救科技中心完成「大規模崩塌災害防治行動綱領」，召開部會及專家學者座談會，會後並將相關修正成果提送行政院災害防救辦公室等單位。
103年11月3日 ~11日	行政院災害防救辦公室舉辦「103年度莫拉克重建區潛在大規模崩塌地區訪視計畫」，共分為二梯次訪視南投及台東縣市等地區聚落。
103年12月	國家災害防救科技中心完成「大規模崩塌災害防治行動綱領」規劃報告。



圖 1、大規模崩塌災害防治推動歷程分期圖

二、 積極作為與階段性成果

現階段國內各單位對於崩塌災害的預防、災害應變的措施、災後復原與重建等工作，主要是以第 13 次中央災害防救會報討論通過之坡地崩塌防災權責分類分工架構圖（如圖 2），並依據現行組織，擬定各項工作主協辦機關，建立「坡地崩塌防災權責分工表」，作為環境資源部成立之前，解決崩塌災害於國內暫無主管機關的問題。

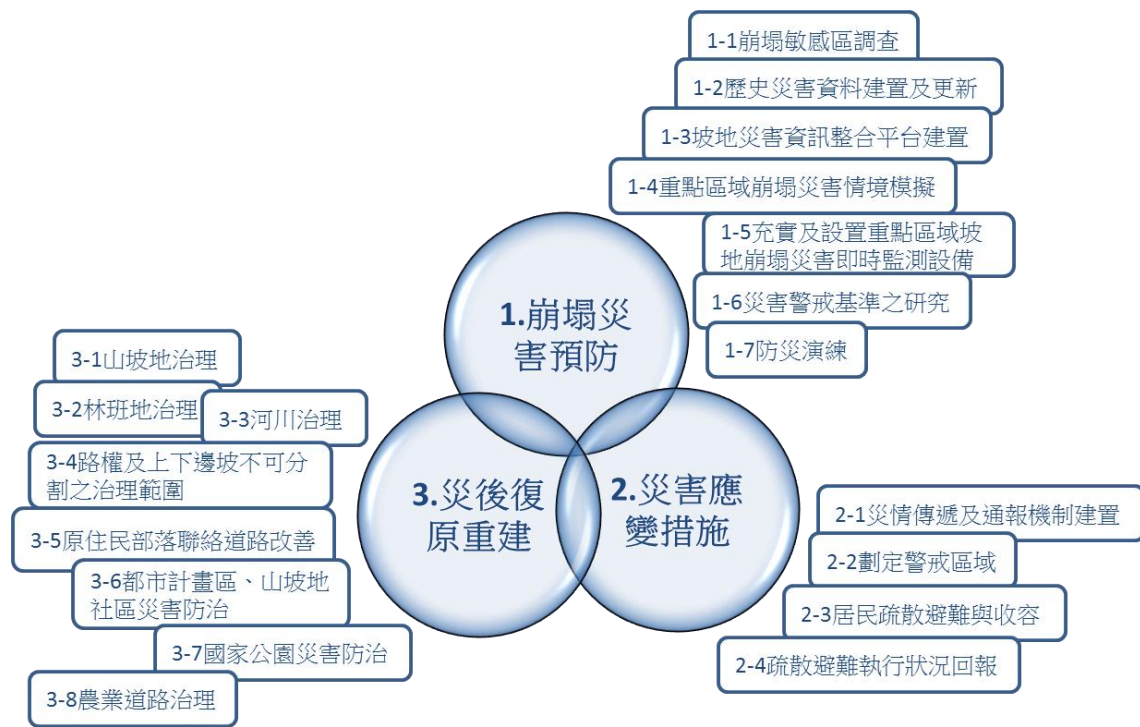


圖 2、坡地崩塌防災權責分類分工架構圖

由於目前相關工作仍處於起步階段，多數的重點工作仍放在崩塌災害預防部分。而「坡地崩塌防災權責分工表」中，有關崩塌災害預防的工作項目為 1.崩塌敏感區調查、2.歷史災害資料建置及更新、3.坡地災害資訊整合平台建置、4.重點區域崩塌災害情境模擬、5.充實及設置重點區域坡地崩塌災害即時監測設備、6.災害警戒基準之研究、7.防災演練，等 7 項。負責主辦的單位則有科技部（行政法人國家災害防救科技中心）、經濟部（中央地質調查所）、農委會（水土保持局、林務局）等單位，加上直轄市、縣（市）政府、鄉（鎮、市、區）公所等。

然而目前相關工作仍受限於現有研發技術，觀監測的實例及有限的災例，使得基準值的訂定、境況模擬等研究工作仍有突破空間，本文彙整行政院災害防救辦公室、科技部（行政法人國家災害防救科技中心）、經濟部（中央地質調查所）、農委會（水土保持局、林務局）等單位，列舉有關大規模崩塌災害防治近期的階段性工作成果。

（一）行政院災害防救辦公室

民國 98 年莫拉克風災後，行政院為推動災害防救工作政策與協調各部會單位，特於院本部設置「災害防救辦公室」，以有效協調整合防救災工作，提升防救災效能。

因此災害防救辦公室除積極協助擬定「坡地崩塌防災權責分工表」，並報請中央災害防救會報及中央災害防救委員會通過，以暫時解決國內坡地崩塌防災各項工作的權責分工問題。另一方面依據中央災害防救會報第 23 次及 28 次會議決議，辦理「101 年度莫拉克重建區潛在大規模崩塌地區訪視計畫」及「103 年莫拉克重建區潛在大規模崩塌地區(中部及東部)訪視計畫」等兩梯次的訪視計畫，目的係為檢視潛在大規模崩塌地所在地方政府（含嘉義縣、屏東縣、高雄市、南投縣及臺東縣政府），對於中央地質調查所判定的大規模崩塌潛勢地區之災害管理因應作為，由中央及地方災害防救相關人員前往滑動

潛勢影響較高地區進行檢視，以強化潛在大規模崩塌地區防救災業務效能。



圖 3、民國 101 年度訪視聚落位置圖
(共 5 處)



照 1、現地勘查阿里山鄉茶山聚落



照 2、茶山村活動中心綜合座談

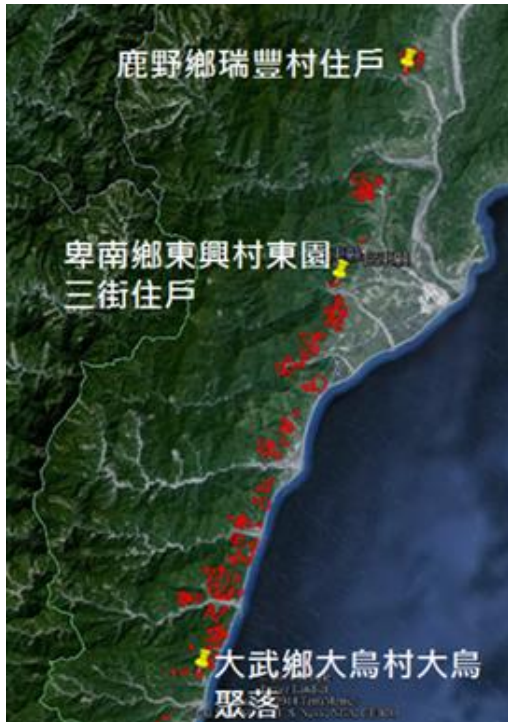


圖 4、民國 103 年度臺東縣梯次訪視聚落位置圖（共 3 處）



照 3、台東場次現地勘查訪視



照 4、臺東大烏聚落綜合座談



圖 5、民國 103 年度南投梯次訪視聚落位置圖（共 4 處）



照 5、現地勘查南投博望新村聚落



照 6、南投場次訪視座談會

(二) 科技部行政法人國家災害防救科技中心

國家災害防救科技中心（簡稱災防科技中心）於「坡地崩塌防災權責分工表」中，主要負責「歷史災害資料建置及更新」及「坡地災害資訊整合平台建置」等兩項工作的主辦工作，並於第 15 次中央災害防救會報中決議，在大規模崩塌災害潛勢調查分析與未來應規劃推動之重點工作項目，請國科會（現為科技部）及國家災害防救科技中心邀集相關單位研商後，提出規劃推動方式。未來政府組織再造後，交由環境資源部辦理。

第 15 次中央災害防救會報交付規劃推動之工作於災防科技中心後，災防科技中心除了積極建立與各相關部會的聯繫，且召開多次專家學者會議與部會協商會議，以確保相關工作之推動，且提報規劃報告「大規模崩塌防治推動策略」，因應未來政府組織再造後，以環境資源部及相關坡地權責機關的觀點，規劃相關工作的推動與進行，並參考國外經驗以全國-集水區-坡面尺度階段進行，此規劃於第 19 次中央災害防救會報通過。

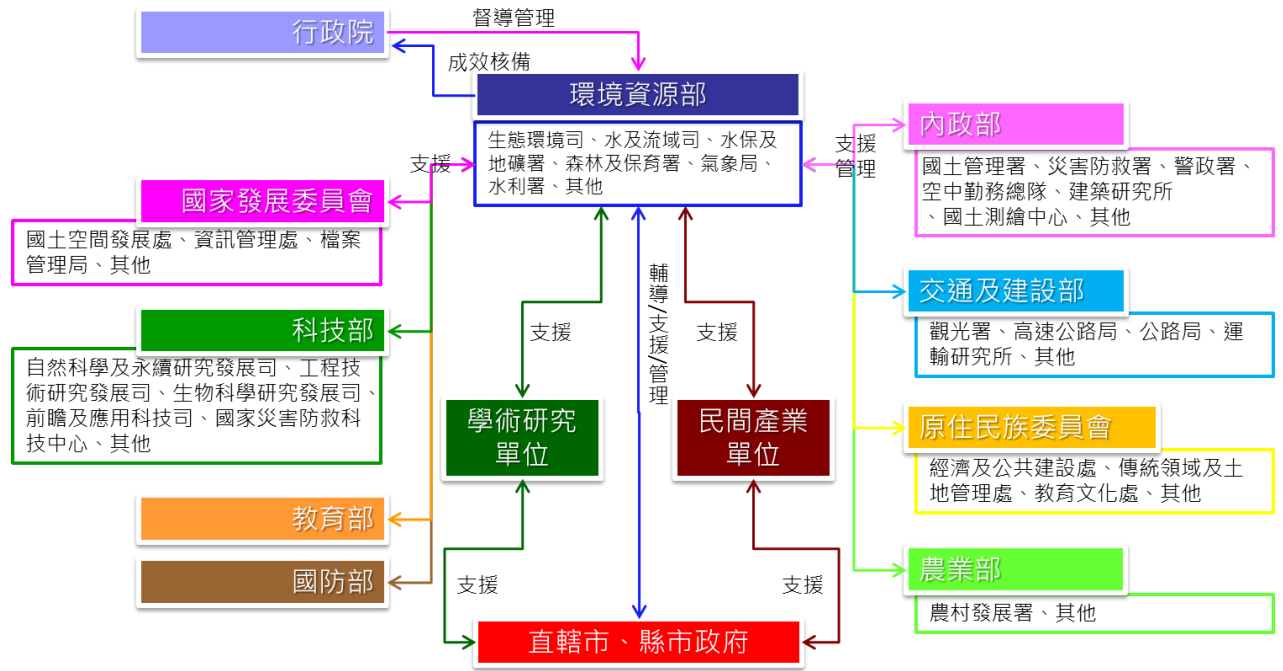


圖 6、政府組織再造後大規模崩塌災害防治推動架構圖

(國家災害防救科技中心，2012)

民國 103 年 6 月 10 日假高雄市中鋼大樓總部國際會議廳舉辦「大規模崩塌災害論壇暨研發成果研討會」，會中針對整體推動歷程、主要參與部會（水保局、林務局、地調所及災防科技中心）研發成果進行說明，共有 4 單位 7 項重點成果報告，以及約 180 人與會。並邀集 12 位學者、部會代表以及地方政府代表，進行相關議題的論壇，活動成功。會後並將活動當日簡報、報告錄影，放上中心網站與 YouTube 供瀏覽。藉由論壇暨研發成果研討會蒐整各單位之階段性成果，擬定「大規模崩塌災害防治行動綱領」，提出三大面向、九大策略及三十項行動方案（如圖 4 所示），作為大規模崩塌災害防治工作推動之指

導，圖 9 則為相關工作現階段與下階段（中、長期）重點工作流程。



照 7、於高雄市舉辦大規模崩塌災害論壇暨研發成果研討會



圖 8、「大規模崩塌災害防治行動綱領」三大面向及九大策略

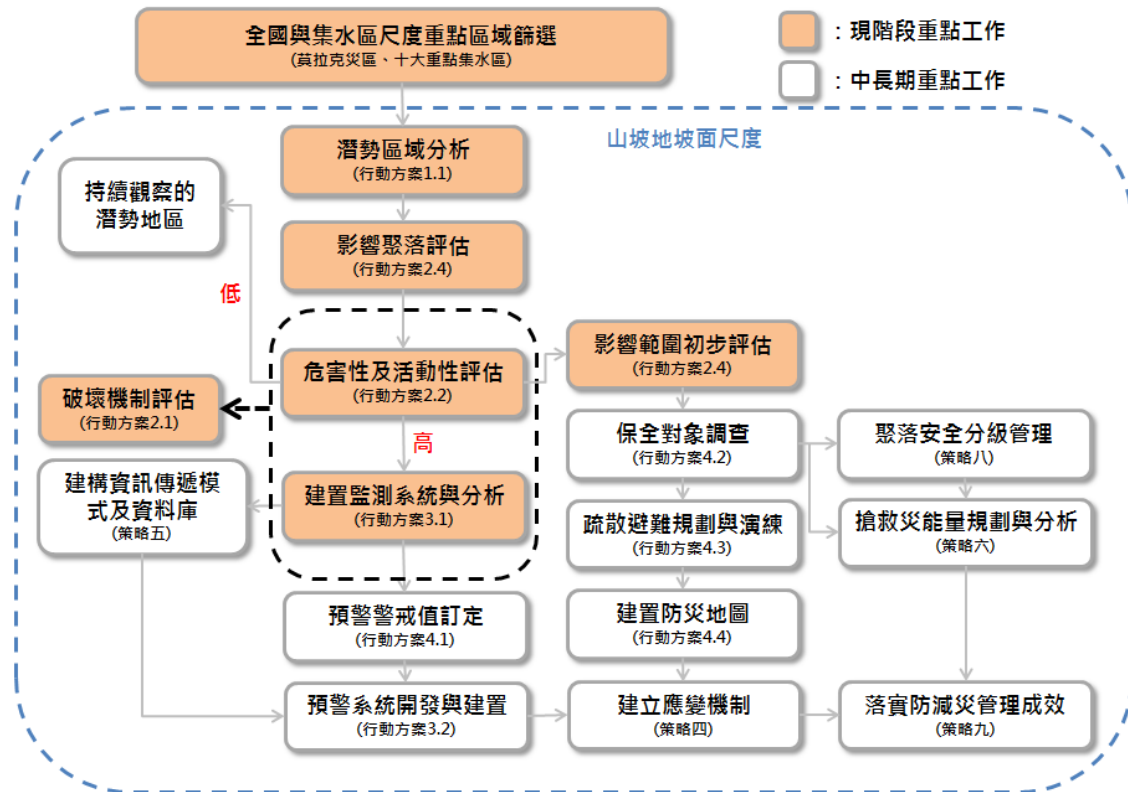


圖 9、現階段與下階段（中、長期）重點工作流程

除前述工作外，於民國 100~103 年度「行政院災害防救應用科技方案」規劃課題一「大規模崩塌防治科技」及民國 101~103 年度國家實驗研究院災害防救科技發展與運用計畫中，規劃「大規模崩塌災害防治技術與風險地圖建置」等整合型計畫。因此災防科技中心除彙整及建立國內外災害相關資料外，也定期蒐整各單位研發成果，篩選主要成果建置於「災害應變決策輔助系統」及「應科方案災害管理資訊應用平台」中，積極推動資訊整合平台建置等相關工作。

（三）經濟部中央地質調查所

中央地質調查所於坡地崩塌防災權責分工，主要負責「崩塌敏感

區調查」的主辦工作，利用「莫拉克與非莫拉克國土保育之地質敏感區調查分析計畫」及「強化坡地環境地質與防災應用」等計畫，進行潛勢地區判釋及重點地區監測等相關工作。在潛勢地區判釋部分，利用光達（LiDAR）數值地形資料、航照影像，輔以既有地質圖之地層與構造資料，合併地形、坡向資料進行綜合判釋，對於大規模崩塌潛在地區進行初步分析，提出莫拉克災區（中部、南部及東部）及非莫拉克災區（新北市、桃園市及花蓮縣）受潛在大規模崩塌影響的地區共 585 處，其中 72 處會影響到 60 個聚落的安全。（如圖 10 及表 2）

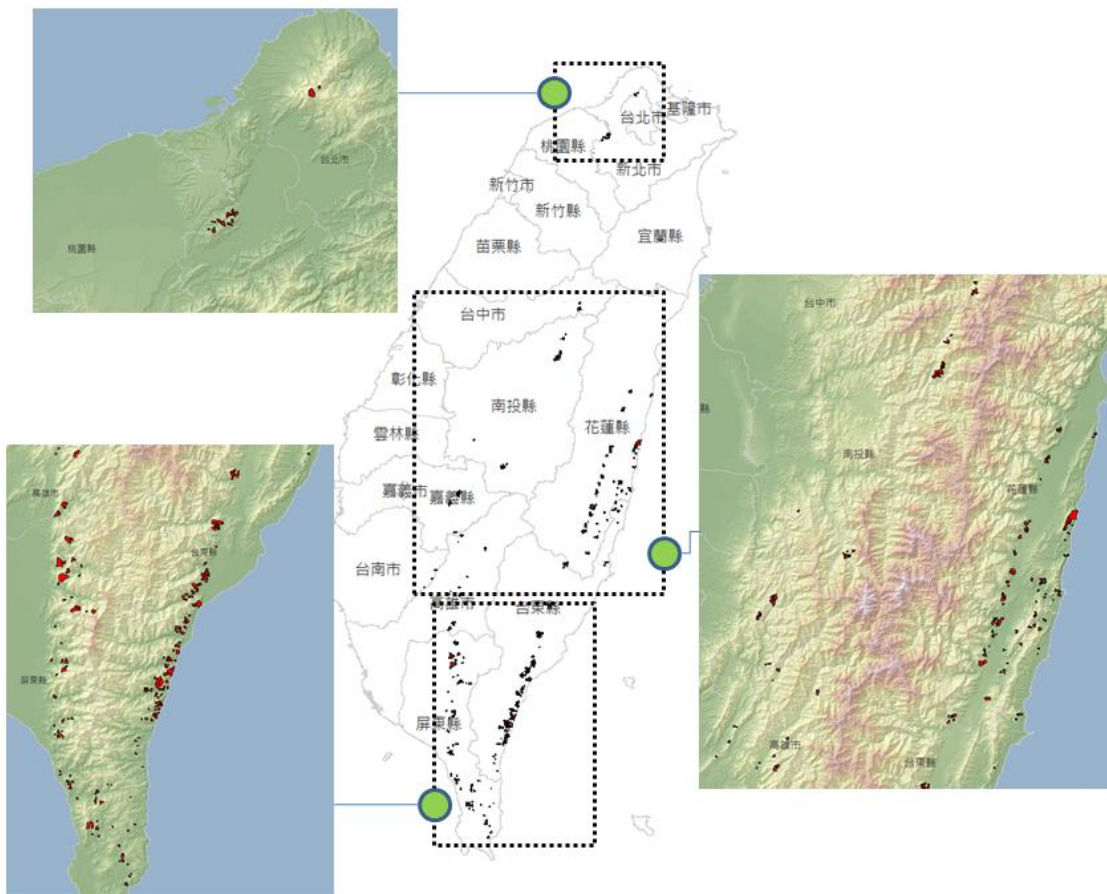


圖 10、莫拉克災區（中部、南部及東部）及非莫拉克災區（新北市、桃園市及花蓮縣）受潛在大規模崩塌影響的地區

表 2、大規模崩塌災害潛勢地區影響安全及聚落統計

區域名稱	調查縣市	數量	可能對安全有 直接影響	鄰近聚落
莫拉克南部災區	嘉義縣 臺南市 高雄市 屏東縣	52	13	11
莫拉克中部災區	台中市 南投縣 嘉義縣	225	27	13
莫拉克東部災區	臺東縣	192	16	18
非莫拉克災區	新北市 桃園市 花蓮縣	116	16	18
總計：		585	72	60

在重點地區監測工作方面，經濟部中央地質調查所於 100~103 年辦理「大規模潛在山崩機制調查與活動性觀測」計畫，針對曾發生較大範圍崩塌，且鄰近聚落的 20 處地區，完成崩塌機制調查及潛勢評估，並對於其中具有近期崩塌活動徵兆者，進行自動觀測及預警。

至 102 年底止，已陸續完成苗栗縣十八股、南投馬烈霸、嘉義瑞里與南投廬山溫泉北坡、廬山部落、和雅、翠巒、新北西羅岸、新竹梅花、嘉義太和、科子林、樂野、高雄竹林、二集團、屏東大武、新佳暮、達來、泰武等共 18 處大規模潛在山崩聚落地區之崩塌機制調查及活動性觀測。並將於 103 年完成嘉義樣子寮及潮洲湖等 2 處之調查。此外，引進「多點式地中變位儀(SAA)」，研發「無線式地表位

移計」及「多段式孔內伸縮計」等山崩觀測新技術，已試用於南投廬山溫泉北坡，進行岩體滑動自動化即時觀測，並獲得良好成效。相關研究及各項調查成果，均已提供相關防災單位，進行山崩防災應用與減災決策之參考，不僅強化國土利用及永續發展，對於聚落安全及產業重建等各方面，具有實質上的助益。



圖 11、地調所大規模崩塌觀測系統介面

(四) 行政院農業委員會水土保持局

水土保持局於坡地崩塌防災權責分工，主要負責「充實及設置重點區域坡地崩塌災害即時監測設備」及「山坡地治理」的主辦工作。有鑑於莫拉克颱風小林村大規模崩塌災害及參考中央地質調查所判釋潛在大規模崩塌之分析成果，水保局亦針對高屏溪等山坡地進行大

規模崩塌致災潛勢調查評估，透過建立危險度評估方法，評估各潛在大規模崩塌區之危險程度，並篩選高危險度地區探討其崩塌破壞機制及評估災害影響範圍，以供防減災工作執行之參考及依據，掌握易致災區域以降低災害之衝擊。

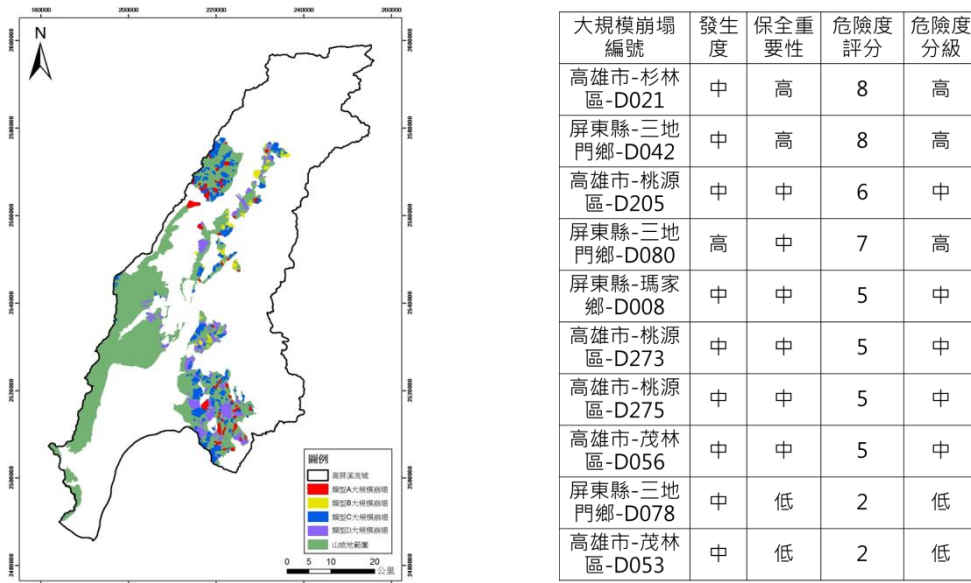


圖 12、高屏溪山坡地大規模崩塌致災潛勢調查評估成果

坡地崩塌監測方面，除早期的大梨山地區及九份二山等地區的地滑監測外，受限於經費，近年先針對萬山、寶山及來義等多處大規模崩塌潛勢地區嘗試實施監測計畫；規劃監測系統對於計畫區域進行細部調查、監測、破壞機制分析，並建置自動化安全監測系統，即時掌握現地地表及地層變位、地下水位與降雨資料等，以作為防災應變之依據。後續再藉由長時間之觀測成果，或歷經颱風豪大雨事件後，視計畫區域之變化趨勢及崩塌機制，作為修正應變機制之參考，進而得

到更為合理與適切的崩塌管理基準值。此項工作若成效良好，將視經費逐年推動。

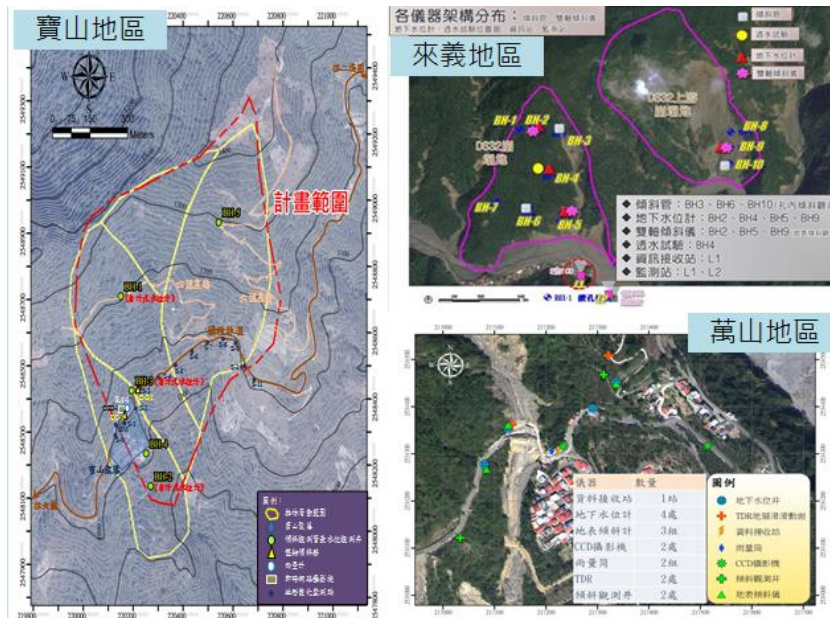


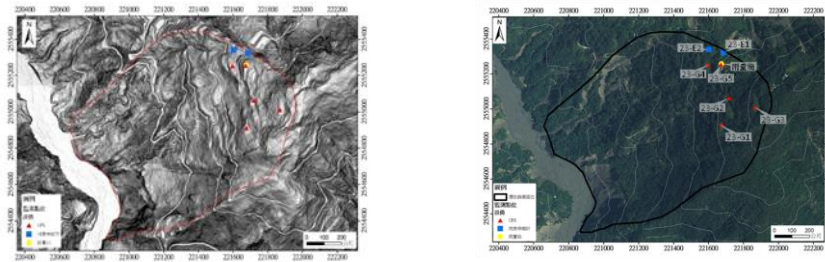
圖 13、萬山、寶山及來義監測儀器平面配置

另一方面利用多尺度遙測空間資訊應用於坡地災害之快速反應等相關研究，提供災後各級單位緊急應變所需之多尺度遙測空間資訊，並建立快速整合與應用圖資的機制；藉以提升坡地防災資訊之蒐集與分析研判能力，發揮各項圖資之最大使用效益。

(五) 行政院農業委員會林務局

林務局主要負責「充實及設置重點區域坡地崩塌災害即時監測設備」及「林班地治理」的工作。除了原先針對位於林班地之崩塌地，持續辦理治理工程以及林道維護工作之外，彙整各林管處近年來崩塌

地及工程案例資料，建立多時期山崩目錄，並進一步就深層崩塌案例進行分析探討。透過不同深層滑動類型之機制和誘發特性之歸納，建立深層崩塌潛勢區域之篩選程序和方法，並配合現地調查確認其程序之有效性。



(a) 監測儀器配置圖



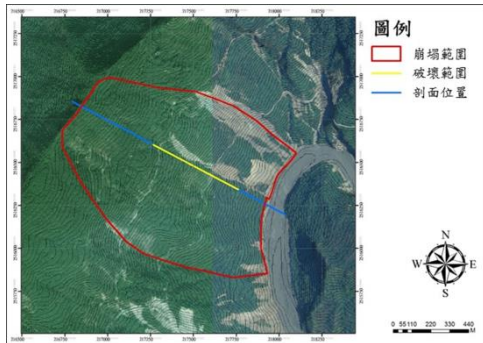
(b) 地表伸縮計



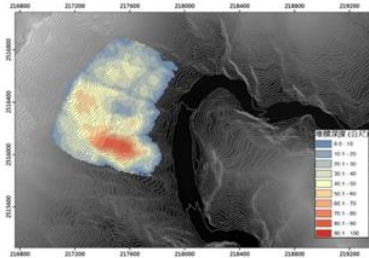
(c) 坡面單頻 GPS 站

圖 14、高雄市-桃源區-D346 監測儀器配置

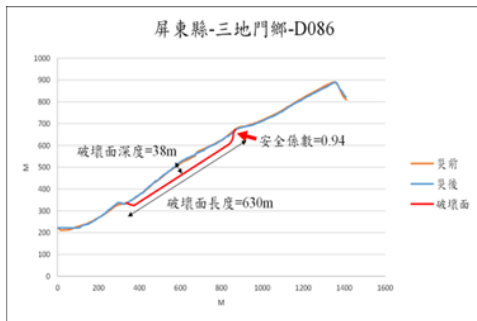
另外，對於深層崩塌可能引致之堰塞湖潰壩和潰壩後之影響範圍，以數值模擬進行境況模擬，並據此規劃堰塞湖應變與減災策略機制。利用高精度數值地形判釋大規模崩塌潛在區位，並藉由 STABLE 邊坡穩定分析可能的滑動深度。取得潛在崩塌範圍與深度之後，進行數值模擬情境的設定與模擬來預測崩塌發生時可能的影響範圍與天然壩條件。



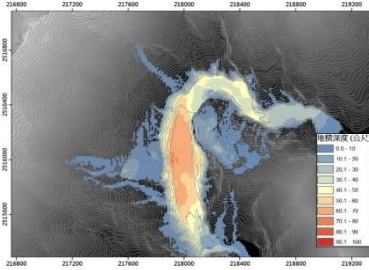
(a) 邊坡剖面位置圖



(c) 崩塌地滑動體設定情形



(b) 邊坡剖面及破壞面示意圖



(d) 崩塌地影響範圍

圖 15、屏東縣-三地門鄉-D086 邊坡模擬分析圖

三、 結語

大規模崩塌災害雖為國內外近年常見的坡地災害類型，卻是一項新興需要開始重視的議題，其對山區聚落、人員、政府公共建設所造成的影響頗為廣泛。雖然目前國內於環資部成立之前，尚無主管機關，但於莫拉克風災後距今已五年，相關工作由初期的凝聚共識階段，至各權責單位共同擬定規劃策略，到現在已有多項工作提出階段性成果。這些都是相關單位於短時間內，配合相關的規劃，投入一定

的經費、時間與人力，所獲得的成果。

本文整合各單位階段性成果所擬定之行動綱領架構，分為提升災害預防能量、建立災害應變措施、整合災害管理效能等三大面向及配合之九大策略、三十項行動方案。相關的工作項目，搭配短、中、長期的規劃，每年進行滾動式的修正與調整，相信憑藉著各權責機關的積極合作，下一階段的成果必能更豐碩，使大規模崩塌災害防治工作，能推動的更順暢，相關成果能符合各界的期待。

參考文獻

1. 行政院災害防救辦公室，2013，「101 年度莫拉克重建區潛在大規模崩塌地區訪視計畫結果報告」。
2. 張志新、劉哲欣、林聖琪、吳亭燁、陳聯光、費立沅、紀宗吉、陳美珍、尹孝元、鄭耕秉、王昭堡、劉忠憲、張信謙，2014，大規模崩塌災害防治階段性成果 I，大規模崩塌災害論壇暨研發成果研討會，高雄。
3. 張志新、劉哲欣、林聖琪、吳亭燁、陳聯光、費立沅、紀宗吉、陳美珍、尹孝元、鄭耕秉、王昭堡、劉忠憲、張信謙，2014，大規模崩塌災害防治階段性成果 II，大規模崩塌災害論壇暨研發成果研討會，高雄。
4. 劉哲欣、吳亭燁、陳聯光、林聖琪、張志新、林李耀、陳樹群，2013，大規模崩塌災害防治工作推動歷程，國家災害防救科技中心電子報，第 92 期。
5. 劉哲欣、吳亭燁、陳聯光、林聖琪、林又青、陳樹群、周憲德，2011，臺灣地區重大岩體滑動案例之土方量分析，中華水土保持學報，第四十二卷，第 2 期，第 150-159 頁。
6. 劉哲欣、林聖琪、吳亭燁、陳聯光，2011，大規模崩塌災害調查方法探討，土工技術，第 129 期，第 33-44 頁。

7. 國家災害防救科技中心，2012，大規模崩塌災害防治推動策略規劃，國家災害防救科技中心技術報告。
8. 國家災害防救科技中心，2014，大規模崩塌災害防治行動綱領，國家災害防救科技中心專書（出版中）。
9. 經濟部中央地質調查所，2014，非莫拉克受災地區（新北市、桃園縣、花蓮縣）潛在大規模崩塌地區分析報告。
10. 經濟部中央地質調查所，2013，莫拉克中部災區潛在大規模崩塌地區分析報告。
11. 經濟部中央地質調查所，2013，莫拉克東部災區潛在大規模崩塌地區分析報告。
12. 經濟部中央地質調查所，2012，莫拉克災區潛在大規模崩塌地區分析報告。
13. 中央災害防救會報幕僚單位網址：
<http://www.cdprc.ey.gov.tw/cp.aspx?n=28317672785D14B5>
14. 中央災害防救會報第 13、15、19、23 次會議紀錄：
<http://www.cdprc.ey.gov.tw/news.aspx?n=F4E83CEA84EF03EF&sms=DB45EECA5EEB88A8>。
15. 行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，2012：
http://88flood.www.gov.tw/committee_news_detail.php?cn_id=1100。