

全球重大災害事件簿開發與異常災害特性分析

Development of the Global Disaster Event Notebook and the Analysis of the Characteristic of Abnormal Disaster Events

主管單位：國家災害防救科技中心

何瑞益 林又青 施虹如 傅鑣漩 王俞婷 林聖琪 張志新

摘要

隨著全球災害事件簿網站開發完成，國家災防科技中心針對世界重大災害資料蒐整與評析，持續將過去的歷史災害事件彙整於全球災害事件簿網站，除此之外，本專案隨時專注國際災害事件新聞、掌握災害脈動。而國內災害潛勢地圖網站將持續更新各部會所公開的新版災害潛勢地圖。除了災害事件紀錄外，異常災害特性的分析也是本計畫的研發項目之一，例如以離散元素法為基礎 3DEC (Three-Dimensional Distinct Element Code) 軟體建構三維數值模型，進行三維穩定性分析、邊坡破壞行為分析，並確定邊坡不穩定塊體，進行大規模崩塌地的數值模擬，探討其滑動歷程以及影響範圍。此外，本項計畫運用各項監測資料進行資料解析，探討各項環境監測數據與災害之關聯性。

關鍵詞：全球災害事件簿、三維數值模擬、環境監測

Abstract

With the development of the chronicle of disaster website, the National Science and Technology Center for Disaster Reduction analyze the major disaster in the world, and continue to collect historical disaster events. The disaster potential map website continued to update the new version of the disaster potential data published by various government agencies. Not only the disaster recorded, but also the analysis of the characteristic of abnormal disaster event is also the purpose of this project. The Three-Dimensional Distinct Element Code (3DEC) belonging to the Distinct Element Method was adopted to generate three dimensional model for deep-seated landslide simulation in this project. This study simulates the deep-seated landslide by 3D numerical simulation to explore the sliding process and its impact area. The analyze results determine the unstable block and impact potential area caused by deep-seated landslide. In addition, various monitoring data were used to explore the relationship between various environmental monitoring data and disasters.

Keywords : Global disaster event notebook, 3D numerical simulation, Environmental monitoring

一、前言

本計畫範圍較為廣泛，以下利用各主題介紹計畫之成果。包括：國內外重大災害事件紀錄、災害潛勢圖資等維護、整合多元災害環境監測資料解析、異常災害事件特性分析、海岸聚落災害環境特性調查等。

二、國內外重大災害事件紀錄

2.1 天然災害紀實專書出版

2019年度天然災害紀實共收錄了5個章節、9場國內災害及12場國外重大災害，分成國際災情概述、臺灣災害、特別企劃、颱風災害及極端溫度。國際災情的部分，根據國際災害資料庫(EM-DAT)災害事件彙整統計，2019年天然重大災害事件計有361件，共造成11,719人死亡，9,129萬人受影響，經濟損失共1,218億美元。依災害事件數，洪水災害占比為最大(47%)、其次為風暴(24%)；依總死亡人數，則以洪水災害造成的死亡最為嚴重，達5,100人，其次為極端溫度造成的2,908人死亡；因此，在本次國外重大災害事件的收錄，以颱風災害占最大宗，其次為極端溫度與森林大火。本次颱風災害共收錄了7場事件，包括：日本哈吉貝颱風、非洲伊代與肯尼斯氣旋、美國中西部地區洪災、巴哈馬多利安颶風災害、義大利洪水災害、菲律賓巴達颱風及巴西礦渣堆置場崩塌；極端溫度則收錄3場事件，包括：歐洲熱浪災害、印度乾旱災害及北美洲寒流事件。特別企劃的部分，則以亞馬遜雨林大火和澳洲森林大火作為探討主題，因為焚燒範圍廣大加上延燒數月，對於生態浩劫與環境衝擊影響之遠，為當時國際間關注的焦點。在臺灣災害部分，收錄了5場豪雨(0517豪雨、0611豪雨、0702豪雨、0722豪雨、0812豪雨)和4個颱風(丹娜絲颱風、利奇馬颱風、白鹿颱風、米塔颱風)，所幸僅造成局部積淹水與零星落石等災情，無重大的生命財產損失。圖1為2019天然災害紀實的專書成品。上述天然災害紀實全文與各章節之電子檔均已上架至全球災害事件簿網站。



圖 1 2019 天然災害紀實專書成品

2.2 完成 10 場全球重大災害事件紀錄

全球災害事件簿每周彙整國際間重大災害事件紀錄，本年度迄今已出版10份電子報，分別是：(1) 2019年5-6月印度熱浪與乾旱災情、(2) 2019年歐洲6月與7月熱浪、(3) 2019年11月義大利威尼斯洪災事件、(4) 2019年菲律賓巴逢(Phanfone)颱風災害報導、(5) 2019年巴西布魯馬迪紐市礦渣堆置場崩塌事件初探、(6) 2019/2020年澳洲野火事件衝擊影響探討、(7) 2020年日本7月豪雨事件紀錄、(8) 從印尼洪災事件看印尼遷都的考量、(9) 2020年長江流域雨季洪災、以及(10) 2020年南韓災害事件。

如圖23所示，本年度已紀錄國內多場重大颱風豪雨事件，包括黃蜂、哈格比、米克拉與巴威等4場颱風事件；以及0522及0527、0826及0913等3場豪雨事件。0522及0527豪雨事件降雨集中在高屏地區，全臺農損金額高達8,454萬元，是本年度災情最為嚴重者。0826豪雨事件降雨以臺南及高雄地區為主，全臺農損合計1,813萬元。0913豪雨事件的瞬間強降雨則造成基隆傳出淹水災情。哈格比颱風降雨主要集中在雙北地區，其雨量強度達豪雨等級，臺北市有1人死亡、1人受傷。米克拉颱風造成金門有多處路樹及招牌因強風而倒塌掉落，桃園市有1人受傷。另外，黃蜂颱風及巴威颱風則無傳出重大災情。



圖 2 109 年國內颱洪事件彙整示

三、全球災害事件簿與災害潛勢地圖之網站維護

3.1 全球災害事件簿網站維護

本年度持續國內外重大天然災害詳細資料上稿、更新歷史上的今天之條列資料、更新縣市重大災情紀錄。各項工作補遺的災害事件數量及名稱，詳如下述：

國內颱洪事件：2019年4場颱風及5場豪雨事件詳細資料，包含：丹娜絲颱風、利奇馬颱風、白鹿颱風、米塔颱風、0517-0520豪雨、0611豪雨、0702豪雨、0722豪雨及0812豪雨。

國內地震事件：2018花蓮0206、2016美濃0206

國外災害事件：2019年11場，包含：日本哈吉貝颱風、多利安颶風對巴哈馬和美國

的影響、義大利洪災、菲律賓巴逢颱風及歐洲熱浪等。2020年2場，包含：澳洲野火、日本7月豪雨事件。(如圖3所示)

歷史上的今天：新增52個國家說明，包含：古巴、沙烏地阿拉伯、衣索比亞、葉門、哈薩克、保加利亞、羅馬尼亞、匈牙利等。災害重點條列摘錄則新增2020年212筆、2017年47筆。

縣市重大災情紀錄：已更新2019年縣市重大災害紀錄，另外逐步更新台北市12場，含：1997溫妮、2000象神、2001納莉、2015蘇迪勒、2018-0908豪雨等事件。

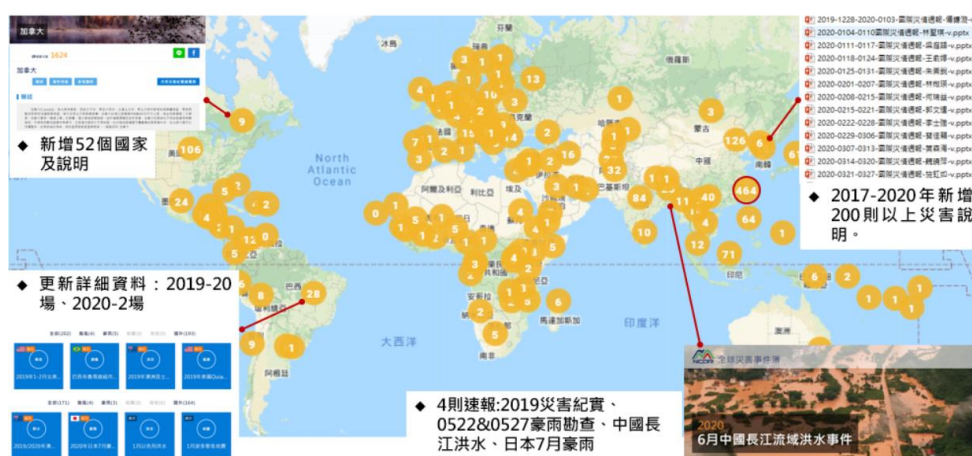


圖 3 國外災害更新內容示意圖

針對全球災害事件簿網站維護更新部分，新增國內地震災害類別(如圖4所示)，已新增2016年美濃0206地震及2018年花蓮0206地震內容，地震災害內容包含下列五大項：(1)基本資料：發震時間、震央位置、震源深度、致災斷層、地震報告圖及震源機制解圖等。(2)災情敘述：震災災情圖文敘述。(3)災損統計：人員傷亡、水電維生管線傷亡、建物受損統計。(4)影音。(5)災情報告。



圖 4 地震災害前臺展示圖

3.2 災害潛勢地圖網站維護

針對109年災害潛勢地圖網站更新，已完成(a)網頁更新：6個部會署之6項圖資和3項警戒值，其中包括水保局土石流潛勢溪流1,726條、地調所初級土壤液化潛勢圖資(全台)，以及災防科技中心蒐整之近五年歷史坡地與淹水災害點位及火山材料分布潛勢。(b)天然災害潛勢圖籍更新：縣市土壤液化潛勢地圖共15張。(c)已完成火山材料分布潛勢之圖層上架(圖5)。

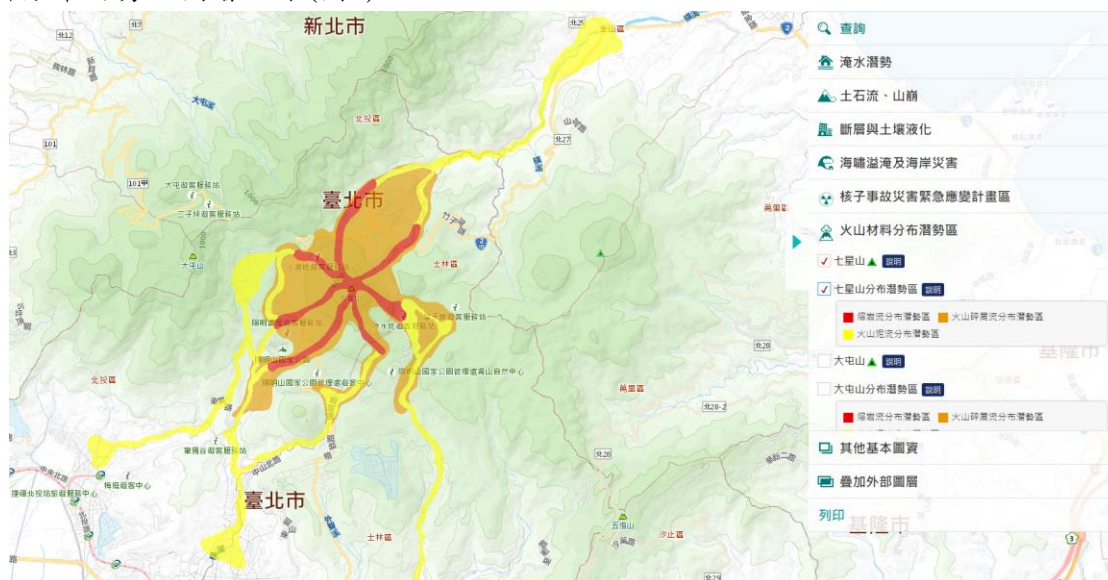


圖 5 火山材料分布潛勢圖資

四、整合多時期多元災害環境監測資料

4.1 以 SNAP 技術分析雷達影像之崩塌範圍

合成孔徑雷達(SAR)系統是主動發射訊號，日夜皆可運作，較不受水氣影響，可以穿透大氣，其影像成果具備即時且取得容易之特性。SAR影像可以反應地表粗糙度、介質特性等特性，當災害發生時，災害影響的區域在這些特質上的變化，會反應在SAR影像上。另外，歐洲太空總署(EAS)哥白尼計畫，提供免費的Sentinel-1影像，ESA也開發提供免費的影像處理軟體SNAP(Sentinel Application Platform)。因此本年度擬使用SNAP程式進行SAR影像的山崩災害監測分析。可從阿拉斯加衛星設備協會(ASF, Alaska Satellite Facility)下載20200513降軌拍攝之兩台灣圖幅影像，再使用SNAP先進行兩圖幅的合併(Assembly)，後續進行全台SAR影像的軌道校正、熱輻射校正、降低斑駁雜訊、濾除斑駁雜訊及加載座標等處理，以取得全台20200513之SAR影像(圖6)。

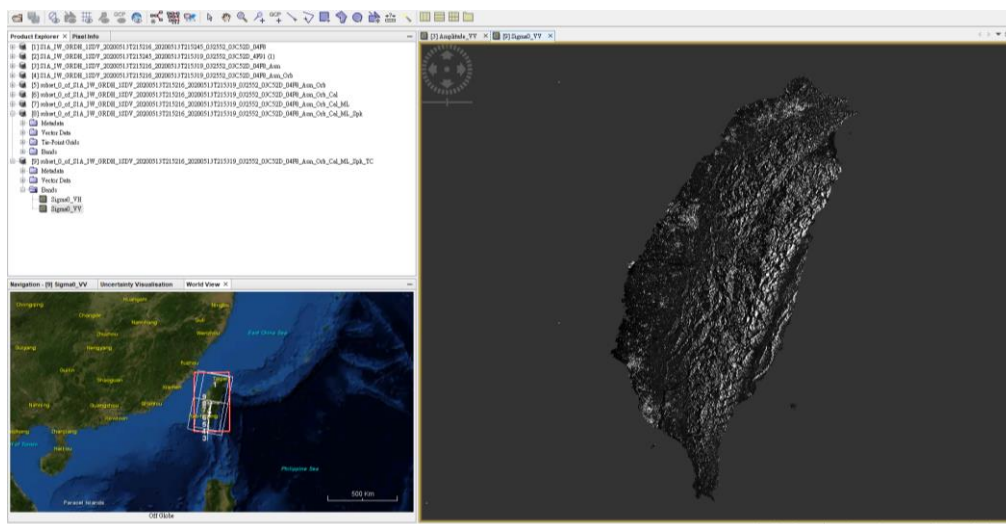


圖 6 經合併及處理後之全台 SAR 影像

研究中以2018/9/6日本北海道規模6.7地震事件造成厚真町一帶發生大面積崩塌事件為例，進行崩塌範圍分析。並採用8/24與9/17之Sentinel-1影像，運用SNAP軟體進行地震前後期影像分析比對，分別計算雷達植被指數(Radar vegetation index, RVI)，同時進行RGB假色調整，用紅色區分崩塌區(圖7)。研究中並採用ALOS2衛星影像分析結果進行比較，由初步測試結果可知，Sentinel-1影像結果可以分辨出RVI值之變化區域，藉此判斷出地震造成崩塌之區域，然而卻具有較多之雜訊干擾。

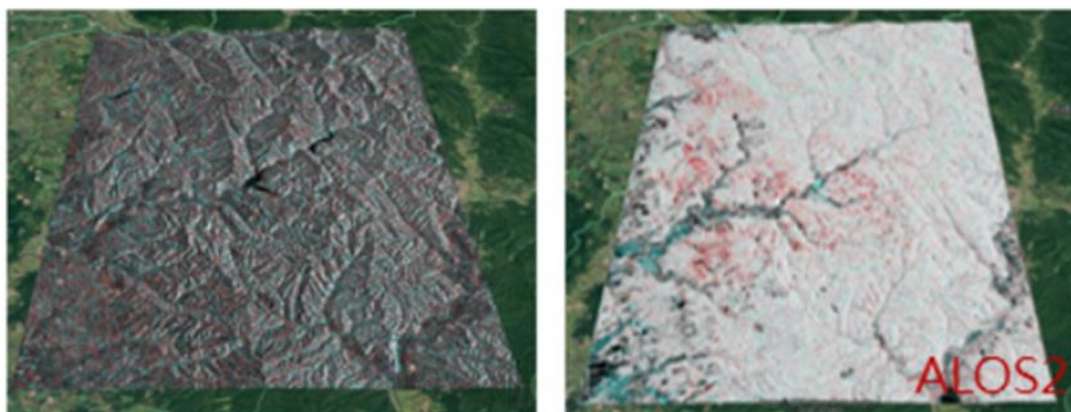


圖 7 日本北海道厚真町地區崩塌範圍分析比較圖

4.1 以 SNAP 技術分析雷達影像之淹水範圍

研究中使用歐洲太空中心的免費軟體(SNAP)分析衛星影像，擬針對示範區進行水體偵測，以評估應用於淹水範圍偵測的可行性。研究中以2020年5月安攀氣旋事件分析淹水範圍。超級氣旋安攀在5月20日於印度的西孟加拉邦沿海登陸，孟加拉灣周圍嚴重淹水。研究中採用5/16與5/22前後期影像進行分析，將兩圖層套疊，並進行RGB假色調整，以進行印度胡格利河(Hooghly River)周遭淹水區域辨識分析(圖8)，

此分析結果與國際水資源管理研究所(International Water Management Institute, IWMI)推算結果大致符合。

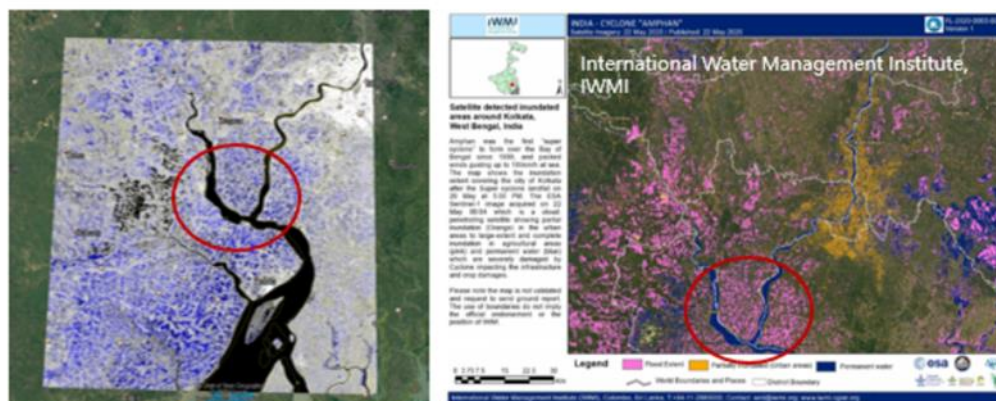


圖 8 胡格利河(Hooghly River)周圍淹水範圍分析比較圖

4.3 應用雷達干涉技術分析大規模崩塌區

利用全台地形幾何效應的分析資料，搭配建物的分布與多寡，及台灣世曦 2014-2018 年之降軌 PSInSAR 結果，針對水保局 34 處潛在大規模崩塌區域進行分類，挑選出活動性較高且適用於 PSInSAR 分析之區域，包含新北市烏來區西羅岸、新北市石碇區大崙山、台中市和平區梨山、台中市和平區松茂、南投縣仁愛鄉廬山，以及活動性高但是區域內 PS 點分布不均的區域，如新竹縣尖石鄉鎮西堡與花蓮縣玉里鎮安通，可考慮以角反射器技術成熟後於這些區域進行架設，以增進不穩定邊坡監測的全面性。

研究中並進行角反射器於山區雷達干涉分析適用性初探，藉由人工角反射器的架設，可以作為 PSInSAR 分析中的永久散射點，用以增加監測點位的分布。研究中選用新北市石碇區大崙山的華梵大學校區內無大型建物的地區做為示範地點，透過 Sentinel 1A 和 1B 的衛星幾何資訊，可以推算出角反射器於示範地點架設的相關幾何資訊。角反射器偵測成果如圖 9 所示，黃色十字圓圈處為角反射器架設地點，透過影像強度值的呈現，可見在角反射器架設後，於此地點的像元強度有明顯提升，利用架設前後 2020/02/17 與 2020/02/29 的強度剖面圖也可以看到明顯差異。進一步透過同調性分析也可見於架設角反射器之後，不同時期之影像於此地區的像元同調性大幅提升。後續於蒐集完 12 張影像之後，可進行初步 PSInSAR 的分析，可更確認角反射器之效用。

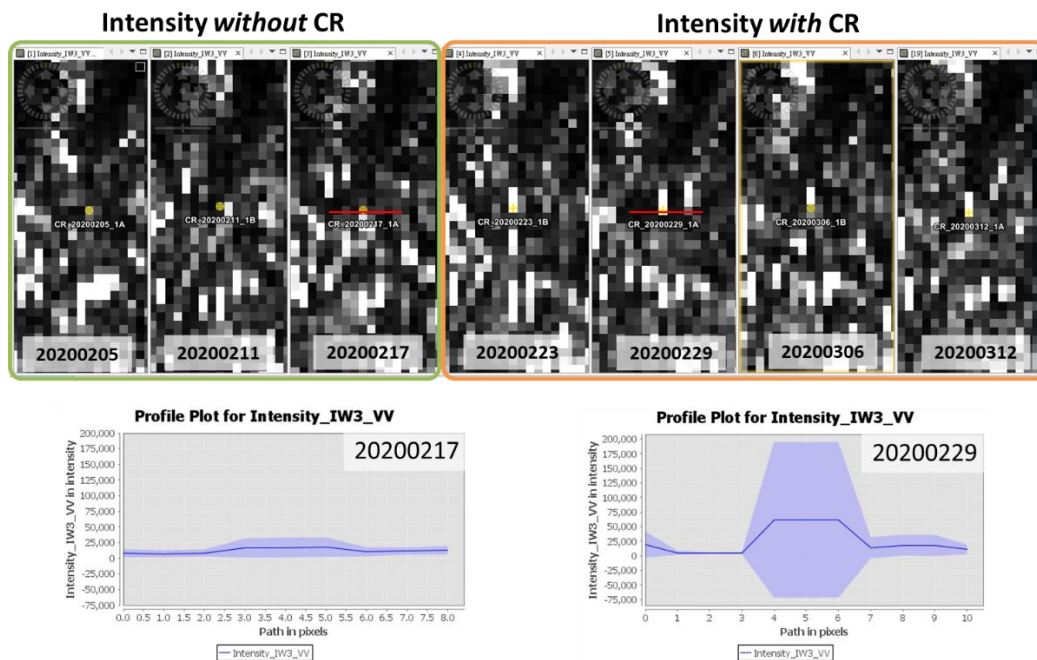


圖 9 角反射器偵測成果

(影像強度白色表示為強度值大，黑色則表示強度值趨近於零)

五、異常災害事件特性分析

本計畫利用Three Dimensional Distinct Element Code (3DEC) 軟體進行邊坡崩塌模擬，3DEC是一種三維塊體離散元的數值方法，主要針對岩體受節理解壓所造成之崩壞狀態進行模擬，另外，利用塊體離散元進行模擬時，首先就是簡化模型，透過建模了解力學機制、判斷決定模型力學行為的特性與參數。因此，本年度選定兩處不同類型崩壞之坡面進行模擬測試，分別為苗栗縣南庄鄉東河村鹿湖大崩塌及國道三號3.1K順向坡崩塌。

(1) 鹿湖崩塌

由於鹿湖崩塌地露頭位於不易到達之區域，因此，透過無人機拍攝崩塌面裸露區域，分別選取A、B、C三個區域進行節理位態分析，把所取得之參數輸入進行迭代計算，得到模擬結果如圖10所示。

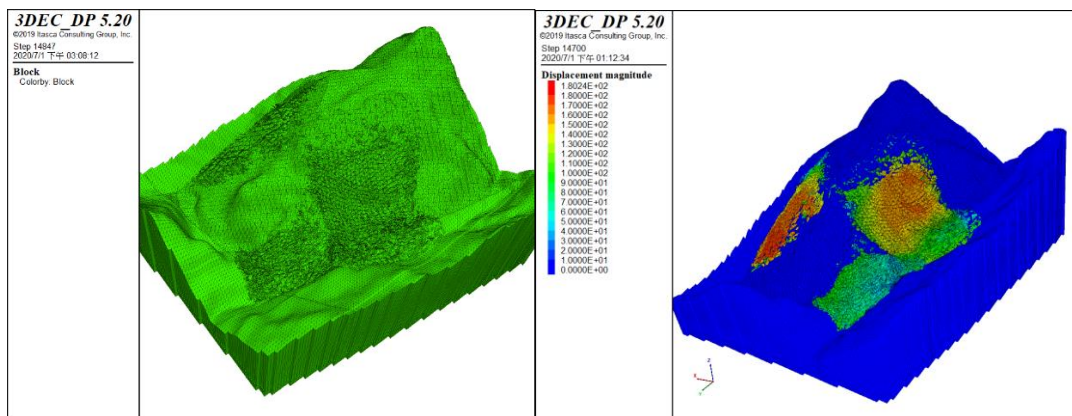


圖10 鹿湖崩塌堆積結果(左)，位移量(右)

(2) 國道三號3.1K崩塌

利用已調查之節理參數輸入後，經過迭代計算後，滑動體趨於穩定，此順向坡滑動沿著滑動層面向下滑，滑動體下移至高速公路蔓延至對面邊坡而停止，因為此模擬未考量其他擋土因素，故堆積範圍略有些許差異(圖11)。

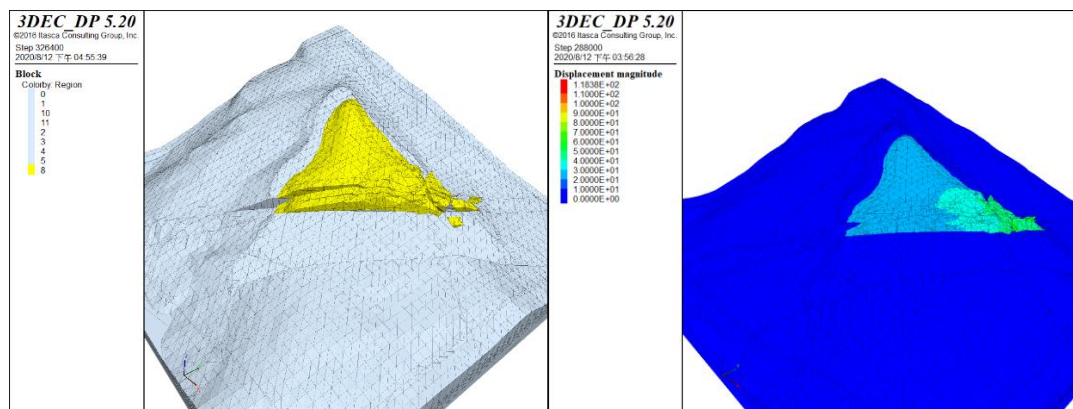


圖 11 國道三號 3.1K 崩塌堆積結果(左)，位移量(右)

兩個案例模擬結果顯示，3DEC軟體主要是模擬岩層間節理或不連續面所造成之崩壞分析，但因坡體常有大量之崩積土或植生覆蓋，所以節理或連續面之位態不易取得，會造成模擬成果與真實紀錄資料有些許差異。此外，若將塊體切割為較小之塊體進行分析，將會造成電腦運算時間冗長。而崩崖上之節理取得，建議可搭配無人機或現地鑽探，藉此分析地層及不連續之狀態，進而強化大規模崩塌之崩壞行為模擬。

六、海岸聚落危害指標建立

為評估各個海岸聚落的災害特性與危險度差異，需先訂立出海岸聚落危害指標，並透過現地調查與訪談方式逐一完成海岸聚落基礎資料庫的建立。針對海岸聚落危害指標的訂立，除了環境易致災面向外，考量仙台減災綱領重點，納入災害特殊需求者、社會經濟、風險認知等面向指標。而調查表可分為六大項及20個細項指標，內容包括：(一)基本資料：聚落位置、規模、人口組成、海岸地形地貌、聯外交通環境以及疏散避難場所等；(二)海岸聚落附近災害潛勢：風浪危害程度、位於海嘯溢淹潛勢區、位於水利署劃定之海岸侵蝕區、土石流潛勢溪流緊鄰、河道或溪流緊鄰聚落、禦潮構造物、觀光遊憩產業、突堤效應、地層下陷、位於環境敏感區及有無替代聯外道路；(三)海岸聚落內災害徵兆評估：海岸災害歷史紀錄、海岸地景侵蝕徵兆評估，其中侵蝕與堆積徵兆又依自然環境及人類活動因素區分成四個象限，每個象限擬定出六種徵兆，再透過現地調查、訪談與地景空拍來進行判釋，作為海岸侵蝕徵兆評估依據；(四)聚落海岸災害的問題面向；(五)訪談內容：聚落災害的歷史、

社會經濟現況與風險認知及海岸景觀與文化變遷；(六)環境說明。

本計畫選定臺東縣作為示範區，進行環境調查與致災風險評估。從海岸地景調查及評估結果顯示，臺東海岸聚落侵蝕情況最嚴重的聚落為長濱鄉竹湖聚落、成功鎮成功聚落、台東市富岡聚落、台東市馬東聚落、大武鄉圓山聚落、大武鄉安興聚落，上述聚落屬中度侵蝕，而堆積最嚴重的聚落為尚武聚落，屬重度堆積，如圖12及圖13所示。

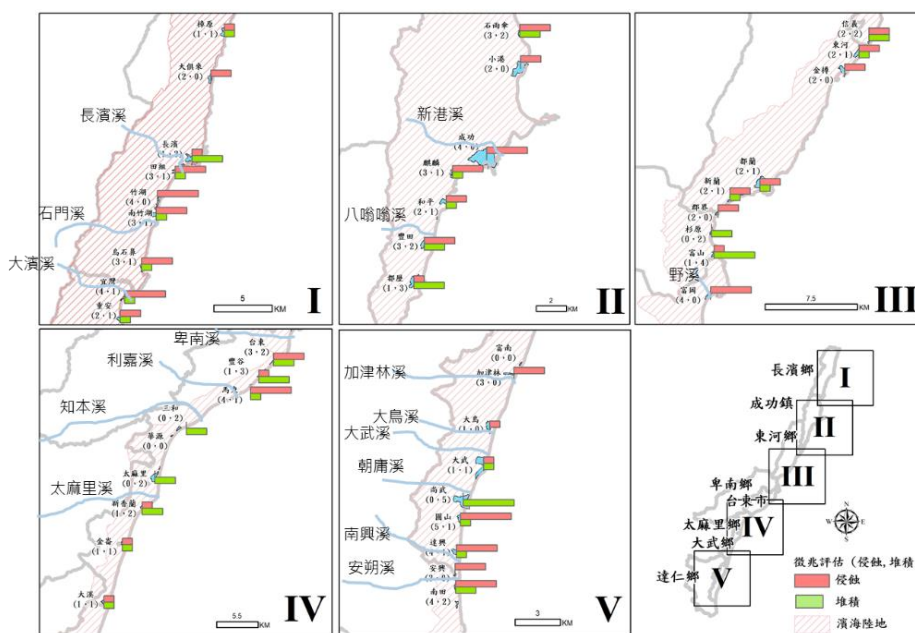


圖 12 臺東地區海岸聚落地景侵蝕與堆積徵兆評估結果



圖 13 臺東縣大武鄉尚武聚落的環境調查情形

七、結論與建議

本項計畫旨在建立全球災害事件簿網站、災害潛勢地圖網站，整合各類的天然災害紀錄與全世界重大災害案例、災害潛勢圖資等，各類網站需要持續維運更新，並探討多元環境監測資料與災害之關聯性。隨著全球災害事件簿網站開發完成，防災科技中心將對於世界重大災害資料蒐整與評析，持續將過去的歷史災害事件彙整於全球災害事件簿網站，除此之外，本計畫隨時專注國際災害事件新聞、掌握災害脈動。另一方面，國內災害潛勢地圖網站將持續更新各部會所公開的新版災害潛勢地圖。除了災害事件紀錄外，本計畫擬運用各項監測資料進行資料清洗、資料解析，探討各項環境監測數據與災害之關聯性，並持續發展並嘗試應用於災害監測與分析等關鍵技術。

參考文獻

1. Wu, J.-H. Lin, W.-K., Hu, H.T (2017). Assessing the impacts of a large slope failure using 3DEC: The Chiu-fen-erh-shan residual slope. *Computers and Geotechnics* 88, 32-45.
2. 羅佳明、鄭添耀、林彥享、蕭震洋、魏倫璋、黃春銘、冀樹勇、林錫宏、林銘郎 (2011)。國道 3 號七堵順向坡滑動過程之動態模擬，中華水土保持學報，第 42 卷，第 3 期，第 175-183 頁。
3. 行政院農業委員會林務局農林航空測量所 (2018)，「雷達衛星影像輔助林地災害偵測之研究(1/2)」研究計畫，臺灣大學。
4. 邱俊穎、謝嘉聲、黃宗仁、葉堃生、管立豪、胡植慶 (2019)，「合成孔徑雷達影像於颱風豪雨後淹水之偵測」，航測及遙測學刊，第 24 卷，第 4 期，第 211-222 頁。
5. 行政院農業委員會水土保持局 (2020)，土石流防災資訊網
<https://246.swcb.gov.tw/Service/DownloadDebrisThreshold>
6. 國家災害防救科技中心 (2020)，災害潛勢地圖網站
<https://dmap.ncdr.nat.gov.tw/>
7. 國家災害防救科技中心 (2020)，全球災害事件簿網站
<https://den.ncdr.nat.gov.tw/>