國家科學及技術委員會補助專題研究計畫成果報告

（□期中進度報告/ ■期末報告）

極端災害下之韌性城鄉與防災調適-臺東縣（3/4）

計畫類別：□個別型計畫　■整合型計畫

計畫編號：NSTC 113-2119-M-143-001

執行期間：113 年 06 月 01 日至 114 年 05 月 31 日

執行機構及系所：國立臺東大學資訊管理學系

計畫主持人：王文清

共同主持人：陳宜檉、謝明哲

計畫參與人員：雷雅如、王怡茜

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 ___ 份：

□執行國際合作與移地研究心得報告

□出席國際學術會議心得報告

□出國參訪及考察心得報告

中華民國 114 年 03 月 28 日

極端災害下之韌性城鄉與防災調適-臺東縣（3/4）

Project of Township Resilience and Disaster Risk Reduction Adaptation of Extreme Weather Disasters-Taitung County（3/4）

計畫編號：NSTC 113-2119-M-143-001
執行期限：113 年 06 月 01 日至 114 年 05 月 31 日
計畫主持人：王文清
共同主持人：陳宜檉、謝明哲
計畫參與人員：雷雅如、王怡茜
執行機構及系所：國立臺東大學資訊管理學系

摘要

全球暖化加劇造成平均氣候和極端氣候的變化更加廣泛且顯著，不但氣候變遷多重風險愈趨複雜，面臨脆弱性及暴露程度遞增，衝擊生命安全及財產損害愈趨嚴重（AR6 Synthesis Report：Climate Change, 2023），因應頻繁又險峻的極端氣候災害，導入「全災害」概念，評估地方災害風險特性及防救災能量脆弱性，建構氣候變遷衝擊下之災害韌性與調適能力。本計畫係延續中央「中央與地方災害情資整合管理研究」，以及4年期「建構面對氣候緊急狀態下之韌性臺灣計畫—極端災害下之韌性城鄉與防災調適」之中程綱要計畫研提為目標；以臺東縣為實施對象，根據「在地災害潛勢研判」、「在地情資數據掌握」、「在地災害風險評估與應用」及「在地災防科技研發與應用」等4大面向為主軸與執行內容。因應氣候變異趨勢，持續充實及盤查在地韌性資料質量，分析極端災害衝擊對於地方差異特性影響及災害韌性評估；導入全災害管理概念，精進災害風險評估及關鍵衝擊領域調適策略，強化災害管理體系協調聯繫，推升防減災運作效能，增進城鄉耐災及耐受韌性；促進中央與地方情資共享機制，充分掌握情資並且加值應用於科研發展；推動防減災及氣候變遷調適知能，培力社區自主防救災能力及扎根校園防災能量，策進防救災體系運作成效，以期減低災害衝擊為目的。113年度計畫執行內容，包括臺東縣極端災害類別分析，為掌握災害近況及未來災害風險趨勢；針對淹水災害及坡地災害之關鍵韌性防災議題，擬定在地調適策略；應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度，分析不同颱風移動路徑及強度與各區域降雨量之相關性，建構氣候變遷影響下之風險評估模式；依據臺東縣淹水災害及坡地災害之風險評估結果，識別高風險區位之脆弱性程度；促進中央與地方災害情資傳遞、地方災防政策建言與協力災防實務推動。

關鍵詞：氣候變遷、極端災害、全災害管理、風險評估、調適策略。

Abstract

The intensification of global warming has led to significant changes in both average and extreme climate conditions, increasing the complexity of climate-related risks, vulnerability, and exposure, thereby exacerbating threats to life and property (AR6 Synthesis Report: Climate Change, 2023). To address frequent and severe extreme weather events, this project adopts an "all-hazard" approach to assess local disaster risks and response capacity vulnerabilities, enhancing resilience and adaptation to climate impacts.

Building upon the central government's Research on the Integration and Management of Central and Local Disaster Intelligence and the four-year Resilient Taiwan Project for Climate Emergencies—Project of Township Resilience and Disaster Risk Reduction Adaptation of Extreme Weather Disasters, this initiative focuses on Taitung County. It is structured around four key areas: (1) local disaster potential assessment, (2) disaster intelligence data management, (3) risk assessment and application, and (4) disaster prevention technology development and application.

In response to climate variability, the project continuously improves local resilience data quality, analyzes the differentiated impacts of extreme disasters, and strengthens disaster risk assessment and adaptation strategies. It integrates all-hazard management to enhance disaster coordination, increase prevention and mitigation efficiency, and improve urban and rural resilience. Additionally, it fosters information sharing between central and local governments, ensuring data-driven scientific advancements.

Key initiatives for 2024 include analyzing extreme disaster categories in Taitung County, assessing flood and hillside disaster resilience, and formulating localized adaptation strategies. Spatial statistical analysis will be applied to study typhoon paths and rainfall intensity correlations, constructing a climate change-driven risk assessment model. The project also aims to identify high-risk areas, enhance disaster intelligence exchange, provide policy recommendations, and promote collaborative disaster prevention efforts.

Keywords: Climate Change, Extreme Disasters, All-Hazard Management, Risk Assessment, Adaptation Strategy.

目錄

摘要 ..... **II**

目錄 ..... **IV**

圖目錄 ..... **VI**

表目錄 ..... **VII**

壹、前言 **1**

貳、在地災害潛勢研判 **4**

2-1 韌性防災資料庫蒐整與應用 5

2-1-1 韌性防災資料庫蒐整 5

2-1-2 韌性防災資料庫應用 7

2-2 極端災害類別分析及排序 9

2-2-1 極端災害類別分述 9

2-2-2 氣候調適因應計畫與作為 13

2-2-3 氣候調適及災害韌性執行成果 15

2-3 災害情資共享地圖成果 21

2-3-1 災害情資平台 21

2-3-2 災害情資成果應用 22

參、在地情資數據掌握 **24**

3-1 災害情資傳遞與應用 24

3-1-1 臺東縣 113 年重大災害事件紀實 24

3-1-2 災害情資傳遞與應用 25

3-2 災害情資推廣成果 28

3-3 防災經驗交流 29

肆、在地災害風險應用 **31**

4-1 韌性防災調適策略議題 31

4-1-1 淹水災害議題及策略方案 31

4-1-2 坡地災害議題及策略方案 36

4-2 韌性防災調適策略平台應用 39

4-2-1 淹水災害調適策略應用 39

4-2-2 坡地災害調適策略應用 42

4-3 韌性防災策略議題交流記錄 43

伍、在地災防科技研發與應用 45
5-1 應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度 45
5-1-1 颱風對臺灣的影響 45
5-1-2 臺灣地區降雨現象 45
5-1-3 研究方法及統計分析 47
5-1-4 研究結果 59
5-2 氣候緊急狀態下之韌性城鄉操作模式 60
5-2-1 研究成果在跨部會韌性調適基礎資料整合與應用 60
5-2-2 淹水災害風險評估 61
5-2-3 坡地災害風險評估 70
陸、結論與建議 79
6-1 結論 79
6-2 後續作為與建議 79
柒、成果價值與貢獻 79
7-1 學術成就(科技基礎研究) 79
7-2 技術創新(科技技術創新) 80
7-3 經濟效益(經濟產業促進) 80
7-4 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全) 80
7-5 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等) 80
參考文獻 81

圖目錄

圖 1-1　本研究計畫架構及其參與單位 2
圖 2-1　臺東縣永續發展目標 13
圖 2-2　臺東縣推動永續發展現況 14
圖 2-3　聯合國永續發展目標（2021 年及 2024 年）臺東縣自願檢視報告 14
圖 2-4　臺東縣地震災害情境模擬及風險評估結果 16
圖 2-5　臺東縣災害情資網及災害共享地圖示意圖 23
圖 4-1　卑南溪流域中高度風險河段分布圖 35
圖 4-2　99～111 年卑南溪疏濬工程概況圖 36
圖 4-3　自然為本（Nbs）社會挑戰應對各型態集水區之調適策略 38
圖 4-4　臺東縣村里淹水危害-脆弱度於基期及世紀中之影響等及對照 40
圖 4-5　臺東縣淹水災害應用於韌性防災調適策略平台示意圖 40
圖 4-6　臺東縣各年分坡地崩塌潛感地圖 42
圖 4-7　臺東縣坡地災害應用於韌性防災調適策略平台示意圖 42
圖 4-8　臺東縣災害防救辦公室第 3 次定期會（113.09.04） 44
圖 4-9　臺東縣韌性防災評估模組示意圖 44
圖 5-1　臺灣分區圖（不含外島） 51
圖 5-2　路徑 2 全臺平均/最大 24 小時降雨分布 52
圖 5-3　路徑 3 全臺平均/最大 24 小時降雨分布 53
圖 5-4　路徑 4 全臺平均/最大 24 小時降雨分布 54
圖 5-5　路徑 5 全臺平均 24 小時降雨分布 55
圖 5-6　路徑 2 全臺平均/最大總雨量分布 56
圖 5-7　路徑 3 全臺平均/最大總雨量分布 57
圖 5-8　路徑 4 全臺平均/最大總雨量分布 58
圖 5-9　路徑 5 全臺平均/最大總雨量分布 59
圖 5-10　建構韌性城市操作方法流程圖 60
圖 5-11　淹水災害風險定義 61
圖 5-12　臺東縣淹水危害-脆弱度圖 62
圖 5-13　臺東縣村里淹水（基期/世紀中）危害-脆弱度圖等級對照 62
圖 5-14　TaiESM1 SSP3-7.0 臺東縣坡地崩塌潛感地圖 70

表目錄

表 2-1　韌性防災資料分類及統計一覽表 6
表 2-2　基礎資料屬性欄位 6
表 2-3　韌性設施資料分類統計表 8
表 2-4　臺東縣災害情資網架構表 21
表 2-5　111～113 年臺東縣災害情資網應用統計表 22
表 3-1　113 年度臺東縣災害應變中心作業一覽表 24
表 3-2　113 年度臺東縣災害情資應用列表 25
表 3-3　113 年度臺東縣災害情資訊息傳遞列表 26
表 3-4　113 年度臺東縣災害情資推廣成果列表 28
表 3-5　113 年度臺東縣防災經驗交流列表 29
表 4-1　臺東縣淹水災害韌性防災調適策略 31
表 4-2　臺東縣坡地災害韌性防災調適策略 36
表 5-1　2006～2015 年颱風資料 47
表 5-2　臺東縣淹水災害之韌性防災圖資列表 65
表 5-3　臺東縣淹水高風險（第 5 級）區位之脆弱性評估表 67
表 5-4　臺東縣坡地災害之韌性防災圖資列表 71
表 5-5　臺東縣各年坡地高風險區位之脆弱性評估總表 74
表 5-6　臺東縣鄉鎮市坡地高風險區位之脆弱性評估表（以基期 2025 年為例） 76

壹、前言

一、計畫緣起

臺灣近年來的天然災害事件，足以說明氣候緊急狀態（Climate Emergency）下，潛在和不可逆轉的環境惡化情況持續進行中，颱風、強降雨及乾旱等效應，逐漸轉變為每年頻繁上演氣候危機下的極端災害，對於全臺人民的日常生活造成莫大影響。為有效遏止氣候緊急狀態，行政院在 2017 年因應現階段氣候危機下之極端災害威脅，分別提出去碳/減量科技達到 2050 淨零排放路徑為主的「溫室氣體管理法」，及應用氣候變遷科學的「調適科學與技術」，作為「國家因應氣候變遷行動綱領之政策」，明確擘劃我國推動溫室氣體減緩及氣候變遷調適政策總方針，啟動跨部門的因應行動，期能逐步健全氣候變遷調適能力，確保國家永續發展。

聯合國跨政府組織「聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）」，於 2022 年第二工作小組公開報告「衝擊、調適與脆弱度」（AR6 WGII Report）指出：「2040 年後，全球升溫幅度的不同所導致的氣候變遷，將造成自然系統及人類系統面臨多項風險。迄今已辨識 127 項關鍵風險，評估中長期衝擊，將高出目前數倍」。氣候變遷及其相對風險的強度及頻率，主要取決於短期減緩及調適作為，推估未來全球暖化加劇及氣候變遷威脅下，災害風險持續增加，勢必嚴重衝擊人類生命財產及環境安全。

臺灣是典型海島型國家，其開放又孤立的地理環境與生態系統，四周環海無天然屏障下，以致災害防禦性偏低，遭受各種天然災害侵襲性與脆弱性皆高；而災害往往造成社會經濟層面巨大影響，加上島國通常對於經濟衝擊十分敏感，又高度依賴對外貿易而倍感孤單，相較其他大陸國家則更顯脆弱（陳志嘉，2007）。

面對氣候緊急狀態，實需「加速執行維持人類系統與生態系統調適的關鍵」。2005 年聯合國「兵庫行動宣言（Hyogo Framework for Action）」，提出因應全球災害加劇現象，降低可能的災害衝擊，在氣候調適政策的關鍵議題上，如何強化韌性及災害回復力（UNISDR, 2005）。2020 年第九屆行政院災害防救專家諮詢委員會，針對未來氣候緊急狀態之「極端災害下之韌性城市」報告，提出城鄉韌性操作指引，為建構及推動「城」與「鄉」的災害韌性，強化臺灣全域災害之抗災能力（耐災力）與回復力。

為提升地方災害韌性，本計畫透過多年深耕在地資料庫，與國家災害防救科技中心臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）等相關部會災害圖資，配合國土計畫與臺東縣發展計畫短（中、長）期行動策略，本研究計畫執行架構如圖 1-1。針對在地極端災害情境及極端氣候可能衍生的災害（如坡地災害、水災及旱災等）分析研判境內鄉（鎮、市）韌性（相對脆弱性），自過去歷史災害推估未來災害風險，在有限的防救災資源下，提出具體情境推定、災害風險評估及災害防救策略規劃等，作為建構地方城鄉韌性減災與調適方針。藉由臺東縣韌性評估成果，提升地方全災害管理能量，加強災害預防及應變措施等作為，以及強化極端災害調適能力，降低災害衝擊與損失為目標。

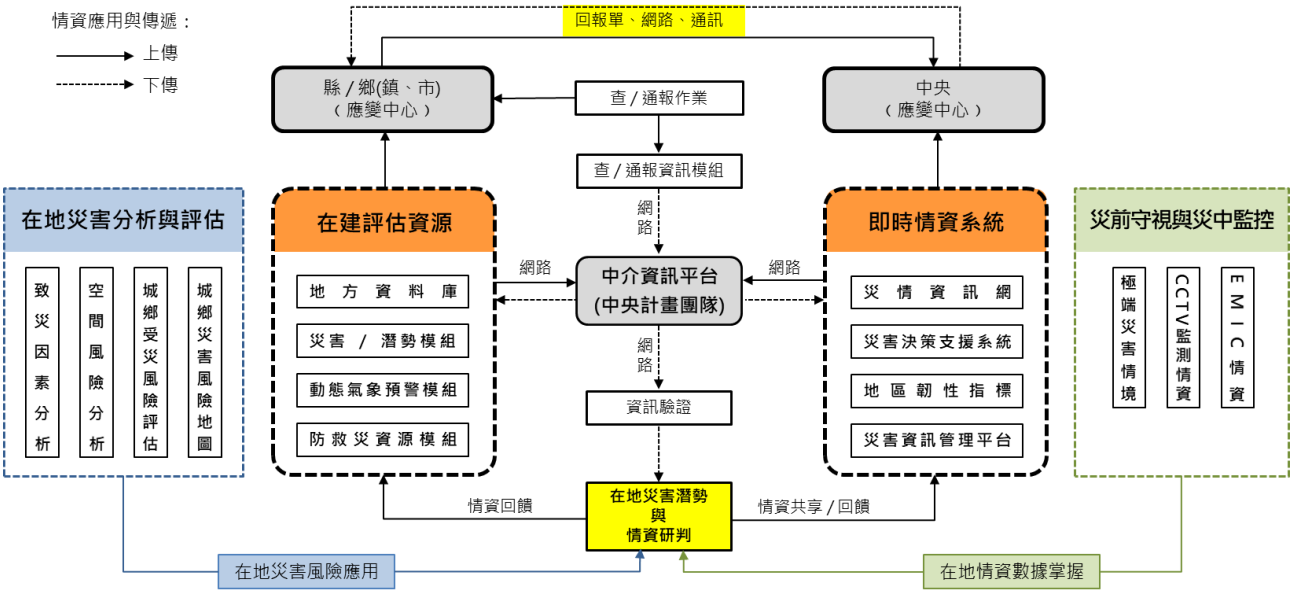


圖1-1 本研究計畫架構及其參與單位
（資料來源：本研究繪製）

二、113年度重點執行項目

本研究依據「在地災害潛勢研判」、「在地情資數據掌控」、「在地災害風險應用」、「在地災防科技研發與應用」等4大面向為主軸與執行內容。茲將各項執行重點分述如下：

（一）在地災害潛勢研判

1. 本團隊依據臺東縣災害特性，針對淹水災害及坡地災害等兩種重點災害進行災害風險評估，盤點在地韌性防災資料庫圖資，應用圖層套疊功能，圈繪出高災害風險區位，分析不同型態災害下之關鍵韌性設施遭受衝擊程度及災害脆弱性。
2. 依據災害防救法列計23種災害類別，分別就地方災害潛勢、歷史災害及地方政府因應計畫或作為等加以檢視，再按照災害類別排序分述個別分析結果。
3. 災害情資共享地圖成果方面，全數更新為統計儀表板（ArcGIS Dashboard）操作介面，新增災害潛勢地圖，有助於掌握災害事件位置與災害潛勢範圍之相關性，為利災害應變及決策參用。

（二）在地情資數據掌控

1. 因應重大災害事件，本團隊均會使用災防科技中心所提供的災害預警資訊，並將該等資訊經由內部處理後，提供災情研判、情資傳遞及後續加值應用等資訊，並且依據不同傳遞對象，提供個別災情資訊。
2. 災害情資推廣成果方面，透過災害管理面向等專題分享，建立不同對象的防災知能及災害風險等概念，強化防災避難認知及緊急應變機制。
3. 持續推動防災經驗交流，充分利用實務交流及分享機會，從中汲取各方災害經驗與技術，強化協力連結及互助量能。

（三）在地災害風險應用

1. 針對在地關鍵韌性防災議題分別是淹水災害及坡地災害，淹水災害議題主要探討(1)改善水災對於建物設施及住宅，(2)降低人車通行，(3)減輕防洪設施等相應措施；坡地災害議題，坡地災害議題聚焦於(1)集水區治理工程，(2)減少供電

系統風險，(3)降低通行受阻影響，依據以上議題，個別擬定對應調適策略方案。

2. 應用臺東縣災害情資網擴充功能，建置「臺東縣韌性防災評估模組」，透過互動式地圖展示，即時查看災害潛勢及其脆弱性分布，以及各項議題及其對應策略等簡要概述。
3. 為確實傳達在地韌性防災議題及對應策略方案，推升地方政府及公所對於氣候變遷下之減災意識，透過會議逕向地方政府及公所提報告各項議題及對應策略，為利與會人員充分參與及意見交流。

（四）在地災防科技研發與應用

1. 應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度，分析不同颱風移動路徑及強度與各區域降雨量之相關性，建構氣候變遷影響下之風險評估模式。
2. 依據臺東縣淹水災害及坡地災害之風險評估結果，分析高風險區位之脆弱性程度，除盤點既有防減災設施外，亦針對關鍵衝擊領域研擬對應調適策略及行動方案。

貳、在地災害潛勢研判

臺東縣境南北兩端狹長，中央山脈係為臺東市以南最東側山系，地形由西部高山向東傾降入海，造成南迴線太麻里、大武、達仁及金峰等四鄉背山臨海，轄內水系走向以東西向為主,形成一山一水,早期聚落泰半沿著水系源頭一路至出海口傍邊河階地建成。依據臺東縣災害歷史資料庫分析，災害好發區域與地理和地形因素息息相關；從地理位置及地形分析，臺東市以北地區，因海岸山脈劃分出海岸線及縱谷線，地形特性截然分明；海岸線極易遭受風災侵襲，縱谷地區則因斷層誘發地震為主要災害類型；臺東市以南的南迴區域，因中央山脈緊臨海岸，坡地多於平原，又受板塊激烈推擠作用，地質災害敏感區相較密布，綜整臺東縣歷年災害紀錄，可比擬災害長河。

臺東縣坡地地形占比高達 92%以上，轄內土石流潛勢溪流多達 166 條，且大規模崩塌潛勢區計 11 處，土砂活動發達，成為臺東生活環境災害及大型災害之開端；生活災害常見類型包括山坡滑移落石、道路邊坡下陷、河川土砂淤高，進而危及住民日常活動與安全；大型土砂災害則以土石流類型為主，臺東縣土石流潛勢溪流均屬河川型態，境內河川流短、坡地陡峭，增長土石流威力。如 2024 年強烈颱風山陀兒（Krathon）的總降雨量超過 2,000 毫米，伴隨大量土砂逕流沖刷而下，造成聚落主要聯外通行的橋梁沖毀、堤岸破損、土砂衝入民宅並淹沒土地等嚴重災情。

另一影響臺東重大災害是颱風，由於臺東位處西太平洋颱風路徑前緣，不論颱風觸陸抑或直接登陸，挾帶風強雨驟經常造成複合性災害，坡地土砂遭受強降雨逕流沖刷而崩塌，導致河床淤高，河水暴漲易使道路沖毀及橋梁堤岸損壞，山區聚落受到道路中斷而陷入孤島困境。此外，內水不易排出，低窪及平原區則有洪患之虞。綜合歸納臺東縣災害特性如下：

一、臺東縣主要災害類型以落石、崩塌、土石流、地震等地質災害對臺東危害及衝擊為最；再者，河川洪患引致淹水、橋梁沖毀流失、道路災害及建築毀損等，對於人口聚集區及經濟產業較具威脅。

二、坡地及淹水災害與流域分布及地形、地質、河川型態等關係密切。

三、災害空間分布具有局部密集性：2009 年中度颱風莫拉克（Morakot）在南臺灣造成重大災情，臺東亦為災情嚴重地區之一，如坡滑、土石流、大量漂流木、河道堆置土砂、河川溢淹、淹水及堤防破損、道路阻斷等災情，而臺東縱谷一帶受到海岸山脈地形屏障影響，僅有零星災情紀錄。而 2013 年強烈颱風天兔（Usagi），則讓過去少有災情紀錄的縱谷地區災況不斷，相同情形亦發生於 2011 年強烈颱風南瑪都（Nanmadol），以及 2024 年強烈颱風山陀兒（Krathon）。

四、災情與地表高程的相關性：檢視災害點位的高程，除莫拉克颱風發生於高海拔區域外，其餘大多低於 400 公尺以下；且災害與道路之間呈現一定對位關係，其主因係臺東道路大多沿著河道闢建，而居民則以河階地及山麓一帶聚集形成聚落。經由災情查報及紀錄發現，人類聚集於高程區域內的聚落居多。

五、脆弱型地區的災情反覆或持續不斷：曾遭受災害重創的區域，如南橫公路歷年來只要降雨達到相當規模，均會引發災情。顯示曾經發生過災害的地區，再次面臨災害風險較高。

六、地形影響與聚落分布，交通網路除南北走向的省道台 9、台 11 及鐵路外，鄉鎮聚落的道路建設主要沿河階與山麓，並與南北向的主要道路垂直闢建，形成梳排狀的道路系統，由於道路莫端並不相連，屢屢在救災關鍵時刻，囿於道路阻斷大幅減低搶救成效。

七、臺東縣河川大多發源於中央山脈，河短流急，強降雨易使河川水位暴漲，大量林木隨著崩塌土石沖刷漂流而下，在洪水沖積及漂流木撞擊影響，導致沿岸水工設施及橋梁毀損，橋梁不但是關鍵設施中的要角，亦是地理重要分隔元素，對於聚落大多分布於山區的東部而言，橋梁或道路毀損中斷，或河川水位達到警戒標準而封橋，一旦主要交通節點阻斷後聚落即成為孤困地區，則需依賴該區域內的自主防救能量。

依據臺東縣災害特性，本研究將著力於淹水災害及坡地災害之潛勢風險評估，藉由韌性基礎資料收集、調查、分類與建置，分析臺東縣於氣候變遷下之災害韌性表現。茲將本研究項目成果分述如下：

2-1 韌性防災資料庫蒐整與應用

臺東縣位於臺灣東南一隅，全縣面積 351,500 公頃，占全臺總土地面積 9.78%。其中平原面積約 22,216 公頃，山坡面積近 97,583 公頃，高山面積達 231,725 公頃，幅員廣闊，僅次花蓮縣與南投縣，位居全臺第三。

其地理位置極東至蘭嶼鄉小蘭嶼，極西處於金峰鄉南大武山，極南臨蘭嶼鄉小蘭嶼南端，極北接於長濱鄉織羅山；相較臺灣西部，臺東縣最南端緯度與屏東墾丁相當；最北端則與嘉義水上相近，相隔一公里即是北回歸線；南北兩端距離長達 176 公里，約臺灣總長度 2/5，係臺灣最狹長行政區。臺東縣行政區包括臺東市、卑南鄉、延平鄉、鹿野鄉、關山鎮、海端鄉、池上鄉、長濱鄉、成功鎮、東河鄉、太麻里鄉、金峰鄉、大武鄉、達仁鄉、綠島鄉及蘭嶼鄉等 16 鄉鎮市。臺東縣主要以農為本，依據 113 年 6 月編定非都市使用分區統計資料，一般農業區及特定農業區面積合計 14,537 公頃（占總土地面積 4.13%）；鄉村區 748.87 公頃（占 0.21%）；海拔高度超過 100 公尺抑或坡度超過 5%土地面積，占比高達 92%。

2-1-1 韌性防災資料庫蒐整

氣候變遷威脅下，使得極端災害致災機率及強度不斷升高，且災害型態一改往常的局部性單一類型，進而轉變為大規模且複合型災害，因應災害型態愈趨複雜且不確定性，導入全災害管理概念，推升防救災整備及應變效能。為建置在地韌性防災資料庫，蒐整自社會人文、災害潛勢、歷史災害及災害防救資源等文獻資料，詳加分類及數位化作業，充分應用災害風險評估、加值分析及科研發展，落實研究成果應用於災害防救工作推動，建構極端災害下之城鄉防災韌性能力。臺東縣韌性防災資料庫計 3 大類，分別是地方基本資料、救災資源資料及監測設施資料，各類資料細分為 19 項、7 項及 14 項，合計 40 項。防災資料庫統整如表 2-1、資料格式如表 2-2。

表 2-1 韌性防災資料分類及統計表

地方基本資料（19 項）	資料筆數	救災資源資料（7 項）	資料筆數	監測設施資料（14 項）	資料筆數
地形	1	人力	1	空氣汙染監測	2
地質	1	物資與機具	1	水文站	0
行政區域圖	1	開口合約	1	雨量站	1
都市計畫分區	1	消防設施	1	流量站	1
建物外框	1	物資輸送路線	0	潮位站	1
滯洪池	1	避難看板	1	水位站	2
水庫	0	其他	0	水庫監測站	0
河川	1	—	—	淹水感知器	1
水池	1			地層下陷監測站	0
聚落	1			紫外線測站	1
停車	1			輻射監測	1
堤防	2			噪音監測	1
抽水站	0			監視器位置	1
垃圾處理廠	1			其他	2
古蹟	1			—	—
第一級產業	2				
第二級產業	1				
第三級產業	6				
其他	4				
合計	**27**	—	**5**	—	**14**

表 2-2 基礎資料屬性欄位

欄位名稱	中文名稱	格式	最大長度	屬性資料
Town_id	鄉鎮市代碼	數字	7	1001412
Town_name	鄉鎮市名	純中文字	20	海端鄉
Vil_id	村里代碼	數字	3	0001
Vil_name	村里名	純中文字	20	廣原村
Year	年（西元）	數字	4	2018
Year1	年（民國）	數字	2	107
Month	月	數字	2	09
Day	日	數字	2	16
Typhoon	颱風名	純中文字	20	山竹颱風
Path	颱風路徑	數字	2	0
Position	致災位置	純中文字	50	臺東縣海端鄉 1 鄰大埔 1 號
Cause1	致災主因	純中文字	20	颱風暴雨災害
Cause2	致災次因	純中文字	20	強降雨侵襲
Type	災害類型	純中文字	20	土石流
Damage	災害影響	純中文字	20	山邊排水溝遭土石堵塞
TWD97_X	X 座標	整數+小數	6+6	271163.207831
TWD97_Y	Y 座標	整數+小數	7+6	2560883.534355
WGS84_Lon	經度	整數+小數	3+6	121.206674
WGS84_Lat	緯度	整數+小數	2+6	23.149777

2-1-2 韌性防災資料庫應用

因應氣候變異趨勢，持續充實及盤查在地韌性資料質量，充分掌握情資並且加值應用於科研發展，分析極端災害衝擊對於地方差異特性影響及災害韌性評估。韌性基礎設施資料包括運輸系統、醫療單位、救災單位、重要機構、供水設施、電力油料及通訊系統等 8 大類、47 項（表 2-3）。其資料應用分述如下：

一、建立氣候變遷下之極端氣候模擬情境、災害風險推估及脆弱性分析

近年極端氣候帶來大規模、複合型災害威脅，短時強降雨及颱風豪雨造成致災性影響。本團隊依據臺東縣災害特性，主要取用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）氣候變遷資料，作為建構極端災害情境模擬之重要參據，評估不同型態災害風險衝擊及脆弱性分析。在災害風險評估及應用機制，淹水災害風險評估係使用 AR5 極端降雨平均特性，推估 RCP8.5 情境下世紀中淹水危害-脆弱度（詳參 **5-2-2 淹水災害風險評估**）；應用 AR6 統計降尺度日雨量資料，對應不同暖化溫度閾值之特定情境降雨量導入崩塌潛感模型，分析基期及未來時期（近未來、世紀中、世紀末）臺東縣坡地災害衝擊表現（詳參 **5-2-3 坡地災害風險評估**）；再者，取用中央氣象署 2006 年～2015 年期間颱風降雨資料，分析不同颱風移動路徑及強度與各區域降雨量之相關性，探討全臺颱風移動路徑與各地區降雨強度變動趨向（詳參 **5-1 應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度**）。此外，使用國家地震工程研究中心—臺灣地震損失評估系統（TELES），以及災防科技中心—地震衝擊資訊平台（TERIA），推估臺東縣地震潛在風險及可能引發之複合式災害，協助地方各層級地震情境模擬及風險分析（詳參 **2-2-3 氣候調適及災害韌性執行成果**）。

二、盤點關鍵韌性設施能量，檢視災害脆弱性

因應極端氣候緊急狀態下可能引致之極端災害，評析地方不同層級災害耐受韌性。以韌性防災資料庫作為在地資料建置之基礎，依實分類為基本資料、關鍵設施、災害潛勢及回復力應用等 4 大類，藉由地理資訊系統（GIS）套疊災害潛勢與防救災設施，評估各要素脆弱程度，為研擬地方城鄉韌性減災與調適策略參用（詳參 **5-2 氣候緊急狀態下之韌性城鄉操作模式**）。

三、推升地方與中央情資整合成效，建構緊急氣候狀態下之城鄉韌性

依據韌性防災資料庫與災害潛勢圖資套疊結果，評估關鍵基礎施災害脆弱性，擇取關鍵衝擊領域，在有限的防救災資源下，檢視現有災防措施及政策，擬定地方城鄉韌性減災與調適措施，推升地方全災害管理能量，增進城鄉耐災及耐受韌性為目標（詳參 **4-1 韌性防災調適策略議題**）。再者，災害情資網是災防資訊整合的主要來源，結合地方災害特性，介接擴充為臺東縣災害情資網，整合中央與地方情資，協助地方政府災情研判及災害防救決策諮詢，提供災害示警及多面向情資傳遞，強化各層級災害應變效能，推升社區自主防災能力（詳參 **3-1 災害情資傳遞與應用**）。

表 2-3 韌性設施資料分類統計表

運輸系統（11 項）	**資料筆數**	**公有建築物（5 項）**	**資料筆數**
公車	4	行政機關	2
道路	6	學校	4
防救災道路	1	活動中心	1
隧道	2	集會所	0
地下道	1	其他	1
人行道	1	**合計**	**8**
橋梁	3	**救災單位（3 項）**	**資料筆數**
腳踏車租賃站	1	消防單位	1
港埠	1	警察單位	1
空運	1	其他	0
其他	0	**合計**	**2**
合計	**21**	**通訊系統（2 項）**	**資料筆數**
醫療單位（6 項）	**資料筆數**	通訊設施	1
醫院	1	其他	0
急救責任醫院	1	**合計**	**1**
衛生單位	1	**電力油料（5 項）**	**資料筆數**
診所	1	油料	1
藥局	1	瓦斯與天然氣	1
其他	0	一般電力	1
合計	**5**	高壓電線路網	1
重要機構（9 項）	**資料筆數**	其他	2
避難收容處所	2	**合計**	**6**
社福機構	1	**供水設施（6 項）**	**資料筆數**
老人福利機構	1	自來水設施	1
兒少福利機構	1	排水設施	1
身心障礙機構	1	汙水設施	1
護理之家	1	淨水廠	1
社區照護	1	加壓站	1
應變中心	1	其他	0
其他	0	**合計**	**5**
合計	**9**	—	—

2-2 極端災害類別分析與排序

依據災害防救法之災害類別列計 23 種，針對地方災害潛勢、歷史災害、地方政府有無因應計畫或作為等詳加檢視，茲將臺東縣極端災害類別分析結果說明如下：

2-2-1 極端災害類別分述

一、風災

(一)災害潛勢：臺東縣因地理位置關係，幾乎是颱風必經路徑，尤其夏、秋兩季常有颱風侵襲。歷年颱風引致風災、水災及坡地等災害係為本縣主要災損來源。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整風災災歷資料。

(三)因應計畫或作為：1. 臺東縣地區災害防救計畫。
2. 臺東縣強韌臺灣大規模風災震災整備與協作計畫。

二、震災(含土壤液化)

(一)災害潛勢：臺東縣境內計有 3 條活動斷層，分別是池上斷層、鹿野斷層及利吉斷層。近期重大地震災害為 111 年 0323 地震及 0918 地震，最大震度分為 6 弱、6 強，造成全縣停電、停水、建築物及道路與橋梁毀損等災情。在土壤液化方面，主要分布於縱谷線一帶，及卑南鄉與臺東市等地區，均屬低潛勢等級，迄今無該項災損及相關紀錄。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整地震災害資料。

(三)因應計畫或作為：1. 臺東縣地區災害防救計畫。
2. 臺東縣強韌臺灣大規模風災震災整備與協作計畫。
3. 自 88 年 921 大地震後，臺東縣政府積極實施國立高中職以下校舍耐震補強作業。

三、火災

(一)災害潛勢：依據內政部「風災震災火災爆炸火山災害潛勢資料公開辦法」，臺東縣政府危險物品資訊公開列管場所清冊，列管場所共計 6 處，列管項目以柴油為大宗，列管單位包括中華紙漿台東廠、台鐵台東機務分段、蘭嶼發電廠、綠島發電廠、台東馬偕醫院及台東焚化廠。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整火災災歷資料。

(三)因應計畫或作為：1. 臺東縣消防局防火管理業務執行計畫。
2. 臺東縣地區災害防救計畫。

四、爆炸：無。

五、火山災害：無。

六、礦災：無。

七、水災

(一)災害潛勢：依據最新經濟部水利署 24 小時延時定量降水 650 毫米淹水潛勢圖資，其影響範圍以卑南溪流域之縱谷線鄉鎮，以及臺東市和卑南鄉等市區沿岸一帶，相較容易發生積淹水災情。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整水災災歷資料。

(三)因應計畫或作為：1. 臺東縣水災危險潛勢地區保全計畫。
2. 臺東縣地區災害防救計畫。
3. 臺東縣水情預警系統軟體及設備維護。
4. 臺東縣水利構造物檢查工作。
5. 臺東縣政府生態檢核工作計畫。

八、旱災

(一)災害潛勢：臺東縣係為一典型農業縣，並以農業為主。其中，水稻耕作面積最廣且產量最大，主要分布於東河鄉、池上鄉、卑南鄉及臺東市等地區；另，重要經濟果樹的番荔枝則散布在東河鄉、太麻里鄉、卑南鄉及臺東市一帶。此外，農業有別於其他產業，作物對於氣候變化相當敏感，一旦遭逢不正常的乾旱現象時，極有可能會導致停灌或減產等風險。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整旱災災歷資料。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

九、公共氣體與油料管線：無。

十、輸電線路災害：無。

十一、工業管線：無。

十二、空難

(一)災害潛勢：臺東縣轄內民用機場共計 3 處，分別是臺東市的臺東機場，以及離島地區的綠島機場及蘭嶼機場；另有一處位於臺東市志航基地係屬軍用機場。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整空難災歷資料；統計迄今僅 1 件(82 年 2 月 28 日永航空飛機事故，由臺北松山機場飛往蘭嶼機場途中意外墜海，造成機上 4 名乘客及 2 名機組人員全數罹難)。

(三)因應計畫或作為：(1)臺東縣空難搶救計畫。
(2)臺東縣地區災害防救計畫。

十三、海難

(一)災害潛勢：臺東縣轄內港口共計 13 處，均屬第二類漁港，主要港口有成功鎮成功漁港、臺東市富岡漁港、綠島鄉南寮漁港及蘭嶼鄉開元漁港等 4 處，除成功漁港外，餘者均有交通船碼頭，提供離島居民交通往返外，亦帶動在地觀光產業發展。歷年海難事件以颱風引致事故居多。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整海空難災歷資料。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

十四、陸上交通事故

(一)災害潛勢

1. 公路交通災害：臺東縣往西部交通幹道以南迴公路及南橫公路為主，由於山區道路蜿蜒，加上天然災害影響，導致交通受阻或中斷

情況不斷。如颱風豪雨或地震影響，造成道路上邊坡土石崩落，而下邊坡則有土石崩落流失等情形，強降雨則易使得河岸兩側道路路基掏空或土石掩埋等情事發生。

2. 橋梁災害：橋梁災害以橋墩下陷、傾斜或沖毀及橋台沖毀為主，大多係受颱風豪雨或地震等災害影響所致。

3. 鐵路災害：主要分為鐵路事故或鐵路災害，前者為易於發生之行車事故，包括平交道事故、鐵路溜逸、列車衝撞等狀況；後者則是鐵道遭逢颱風或地震引致水災、土石流、坍方、地基流失、橋梁下陷或沖毀等災情，進而危及鐵路行駛安全。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整陸上交通事故災歷資料。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

十五、生物病原災害

(一)災害潛勢：近年新冠病毒肆虐下，臺東縣自 110 年 6 月迄今累積死亡人數 214 人，累計確診人數高達 80,544 人。此外，112 年臺東出現登革熱 1 例個案，113 年 5 月中旬發生登革熱境外移入首例。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整生物病原災歷資料。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

十六、毒性及關注化學物質災害

(一)災害潛勢：臺東縣毒性及關注化學物質災害區域計有 13 處，主要集中於臺東市區，分別為醫院(3 處)、學校(2 處)、私人公司(4 處)、公家機關(3 處)及軍方(1 處)等。

(二)歷史災害：臺東大學持續蒐整毒性及關注化學物質災害災歷資料，迄今並無相關紀錄。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

十七、懸浮微粒物質

(一)災害潛勢：臺東縣揚塵好發期間係為秋冬季(10 月至翌年 4 月)，主要係受大陸高壓影響東北風吹拂，造成卑南溪一帶揚塵情況嚴重，且風速愈強、揚塵機率愈大。其懸浮微粒物質災害潛勢影響範圍，包含池上鄉、關山鎮、卑南鄉及臺東市等卑南溪流域上、下游一帶。此外，依據 PM 粒徑大小區分，河川揚塵屬 PM10(係指粒徑在 10 微米以下的粒子，又稱浮游塵)，由於粒徑小於 10 微米，能深入人體肺部深處，如該粒子附其他汙染物，則可能加深對呼吸系統的危害。

(二)歷史災害：臺東大學目前掌握臺東縣懸浮微粒物質災害潛勢範圍，迄今並無相關災歷紀錄。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

十八、寒害

(一)災害潛勢：臺東縣係為一典型農業縣，以農業為大宗，其中農作物以水稻為最，分布於縱谷線與卑南鄉等地區；而重要經濟果樹的番荔枝則

散布在東河鄉、太麻里鄉、卑南鄉及臺東市一帶。相較其他產業，作物對於氣候變化相當敏感，一旦遭逢氣溫陡降，極有可能會造成作物損傷，進而影響產量及品質之虞。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整寒害災歷資料。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

十九、動植物疫災

(一)災害潛勢：臺東縣係為一典型農業縣，近年農業疫情包括 110 年發生秋行軍蟲大肆危害縱谷線一帶的稻田及玉米田；107 年為防堵非洲豬瘟病毒自國外疫區侵臺等事件。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整動植物疫災災歷資料，迄今無相關災害紀錄。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

二十、土石流及大規模崩塌災害

(一)災害潛勢：臺東縣土石流潛勢溪流有 166 條，大規模崩塌潛勢區計 11 處。

(二)歷史災害：臺東大學蒐整土石流及大規模崩塌災害災歷資料。

對於臺東縣而言，98 年莫拉克颱風不但造成南臺灣重大災情，亦重創本縣十分嚴重；颱風登陸侵襲下，造成大武鄉大鳥部落上方山坡發生大規模崩塌災害(崩塌面積約 6.8 公頃、土方量約 30 立方公尺、崩塌深度約 6 公尺)，所在位置於東縣 DF097 土石流潛勢溪流上游右支流，大量土砂泥流下移，侵入部落民宅及巷道，影響戶數近 300 戶，遭到土石掩埋計 14 戶。近年大規模崩塌災害事件是 105 年 9 月莫蘭蒂(MERANTI)颱風長延時降雨影響(鹿野雨量站累積雨量 513.5 毫米)，延平鄉紅葉村上方邊坡發生大面積崩塌(崩塌面積約 4.8 公頃、土方量約 8 萬立方公尺)下移土砂堆積至北絲鬮溪溪床及坡面，局部土砂隨著地表水沖刷流入民宅，有 29 戶遭受土砂災害影響，道路遭掩埋近 200 公尺，農地受掩埋約 0.5 公頃。

(三)因應計畫或作為：1. 臺東分局土石流防災整備與應變計畫(農業部農村發展及水土保持署)。

2. 臺東縣地區災害防救計畫。

二十一、森林火災

(一)災害潛勢：臺東縣林地覆蓋率占全縣面積 81.64%，為全臺之冠。依據全臺歷年森林火災發生統計，人為因素高達 97%，除積極減低人為因素致災可能性外，近年氣候變遷加劇，異常高溫、乾旱及降雨量少等情勢下，森林火災風險攀升，囿於山區環境各種因素影響下，不利森林火災撲滅成效。

(二)歷史災害：臺東大學持續蒐整森林火災災歷資料。

(三)因應計畫或作為：臺東縣地區災害防救計畫。

二十二、輻射災害：無。

二十三、其他：無。

2-2-2 氣候調適因應計畫與作為

臺東縣一直以來致力以幸福移居、永續城市為目標邁進，積極推動能源、產業與社會福利等發展及生態保育。歷程回顧，最初於 2007 年臺東縣政府成立「臺東縣健康暨高齡友善城市推動委員會」，藉由會議平台整合推動各項健康城市發展等政策；2020 年簽署氣候緊急宣言，將聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）作為發展目標，透過政策與資源整合，加速提升永續發展成效；2021 年 4 月將原先推動委員會進行組織再造，同年正式成立「臺東縣健康城市及永續發展委員會」，作為永續政策整合與交流平台，以促進政府、社會團體及民眾之間良善溝通與凝聚共識。

「臺東縣健康城市及永續發展委員會」之任務包含規劃、審議臺東縣健康城市及永續發展相關目標與長期發展方向，以及協調、整合及推動執行，檢討審議執行成效，另亦推動民間團體與國際間之合作事宜。該委員會置總召集人 1 人，由縣長兼任；副召集人 2 人，分別由副縣長及秘書長兼任；下設置健康組、社會組及環境組等 3 個工作小組，各小組設置召集人 1 人，綜理該工作小組業務。委員會每 6 個月召開一次，必要時得召開臨時會議，各工作小組原則每年至少召開 3 次會議，必要時得隨時由小組召集人召開臨時會議。另亦視議題任務需要，得邀請相關機關及鄉（鎮、市）公所、專家、學者、民意代表或民間社區團體列席，共同為臺東縣謀求更趨完善之永續發展政策。

「永續發展」係為守護人類世代綿延的不二法門，亦是臺東持續努力、進化與成長的目標。從在地出發接軌 2030 聯合國永續發展目標（SDGs）作為藍圖，臺東依循 SDGs 的 17 項指標，致力推廣於各施政面向；進一步以 SDGs 為核心，擘劃 6 大施政主軸（圖 2-1），配合實際執行成效進行滾動式檢討及計畫調整，以全方位行動展現永續理念與成果（圖 2-2）。

圖 2-1 臺東縣永續發展目標
（資料來源：臺東縣政府）

縣長饒慶鈴簽署聯合國永續發展目標

「臺東縣健康城市及永續發展委員會」正式成立

臺東縣政府與行政院國家永續發展委員會
共同宣示中央與地方攜手打造永續環境

「臺東縣健康城市及永續發展委員會」局處報告

圖 2-2 臺東縣推動永續發展現況
（資料來源：臺東縣政府）

在 2021 年首次編撰臺東縣自願檢視報告中，審視本縣 58 項永續政策及 SDGs 7 項核心目標達成情形。為確保社會、經濟及環境保護三大面向之政策實施得以兼顧永續發展，相隔 3 年編撰 2024 年臺東縣自願報告書時，採以實證性、可參與性、意義性及可行性等評估要素，全面檢視在地獨有 92 項慢經濟永續發展政策，以及含括 17 項聯合國永續發展目標之各項施政方針（圖 2-3），在既有的永續政策基礎下持續精進及拓展實務工作。

圖 2-3 聯合國永續發展目標（2021 年及 2024 年）臺東縣自願檢視報告
（資料來源：行政院國家永續發展委員會）

2-2-3 氣候調適及災害韌性執行成果

一、強化天然災害與氣候相關風險之災後復原力與調適能力

（一）臺東縣生態檢核工作計畫（臺東縣政府建設處）

近年生態環境意識抬頭，相關議題備受社會大眾關注。加上氣候變遷影響，極端降雨事件增多、災害頻傳，因此適時採用工程治理溪河，保全民眾生命及財產安全。主要工作包括：太平溪治理工程之臺東右岸 1 號堤防加高加強工程規劃設計、南王右岸 1、2、3 號堤防加高加強工程規劃設計、檳榔右岸堤防水防道路改善工程規劃設計、卑南右岸 1 號堤防加強加高工程施工階段、卑南右岸 3 號堤防加強加高工程維護管理階段。

（二）水災自主防災社區推動計畫及防災（汛）演習（臺東縣政府建設處）

臺東地區主要淹水潛勢範圍含擴臺東市、卑南鄉、金峰鄉、太麻里鄉、鹿野鄉、大武鄉等 6 行政區，針對淹水風險社區賡續編列經費，維運水災自主防災社區計 18 處，113 年增建 1 處社區。有鑒於近年氣候變遷加劇，極端降雨輒釀成外水襲奪居民建物，又劇烈降雨排水不及造成積淹水危險境況，除加強工程設施耐災性，輔以非工程措施，評估高風險區位成立水災自主防災社區，強化民眾自主防災意識及提升社區防災能力。此外，歷年辦理「臺東縣水災防災防汛演習」，結合公所、當地社區、警消、電力、電信及自來水公司等單位共同演練，同時盤點防災人員及機具等資源，藉以達到滾動性檢討成效，推升防救災能力及增長學習經驗。

（三）臺東縣強韌臺灣大規模風災震災整備與協作計畫（臺東縣消防局）

該計畫係延續臺東縣災害防救深耕計畫，為持續提升防災工作效能，因應氣候變遷所帶來極端災害，藉由災害潛勢調查分析、更新防災地圖，辦理防災業務人員、防災士及民間志工團體等教育訓練，協助校訂公所地區災害防救計畫、彙編防災手冊及相關宣導等作業。另調查及整合民間志工團體與企業參與防災工作，串聯鄰近單位、凝聚社區向心力及互助能力，持續推動及建構韌性社區，提升轄內抵抗災害衝擊力及耐受力。

【執行成果】

1. 韌性社區標章申辦進度

110 年韌性社區分別是臺東市富岡社區及卑南鄉利嘉社區，富岡獲得韌性社區二星標章認證，利嘉目前取得一星標章，然於 113 年 10 月中旬申請審核並未通過，目前持續辦理韌性強化與二星韌性社區認證中；再者，112 年太麻里鄉大溪社區及達仁鄉土坂社區，均取得一星標章認證，並依照程序辦理韌性強化與二星韌性社區認證。

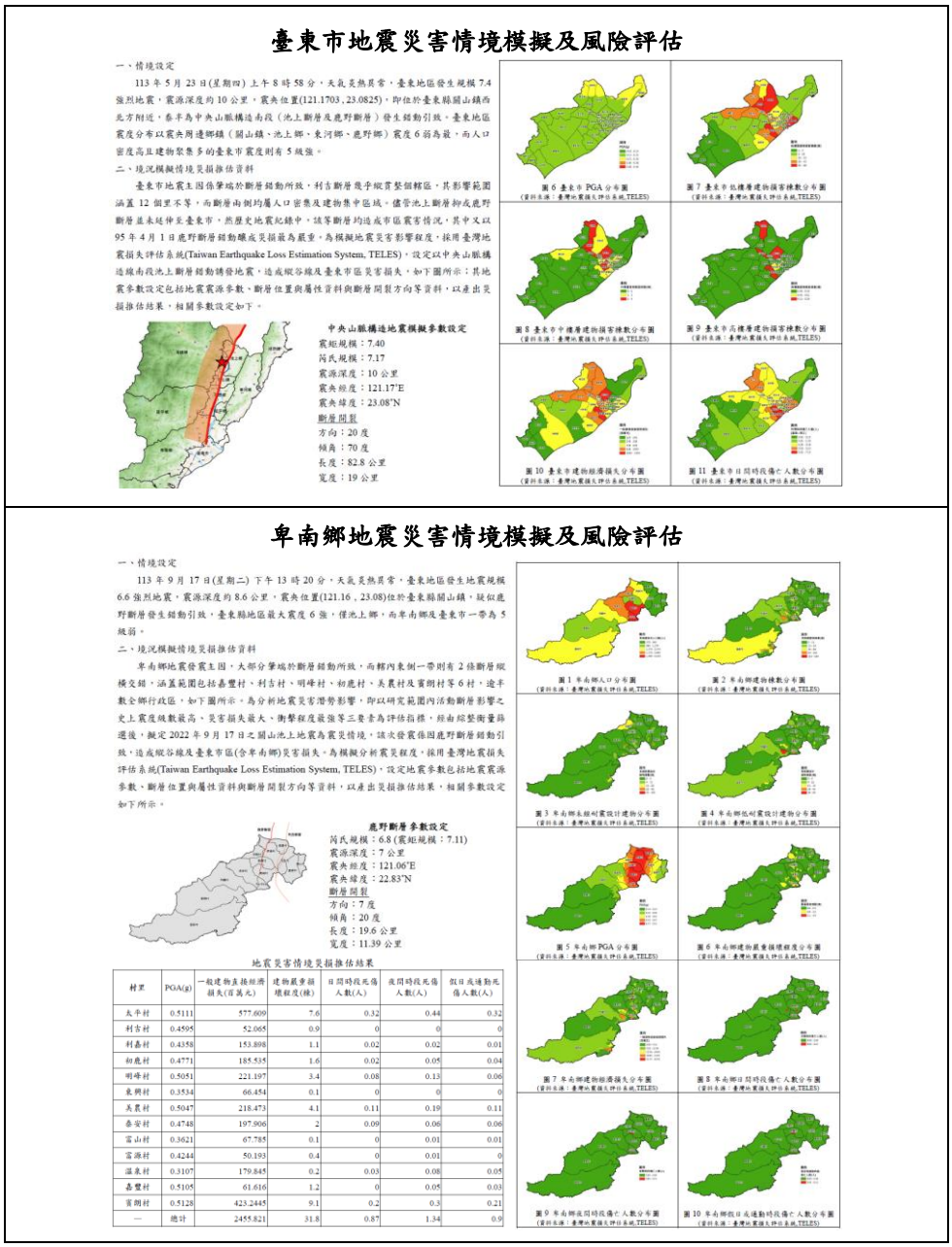
2. 歷年獲獎事項

- 連續榮獲「108～109 年深耕第 3 期計畫績效管考評核成績」特優。
- 榮獲「112 年深耕第 3 期計畫績效管考評核成績」特優縣市獎。

3. 地震災害情境模擬及風險評估

113 年度協助臺東市公所辦理大規模地震災害情境模擬設定及災況研判，以及協辦臺東地區地震境況模擬桌上演習-示範演練；依據臺東縣

大規模地震衝擊情境之震災推估結果，針對地震災害潛勢、暴露量、減災整備、應變能力及復原能力等細項指標，評估臺東地區鄉（鎮、市）層級地震災害脆弱度；再者，亦協助綠島鄉、蘭嶼鄉及卑南鄉辦理自主大規模震災情境桌上型兵棋推演。此外，針對臺東地區歷史地震紀錄之大規模地震震源參數抑或活動斷層等屬性資料，推估不同模擬地震事件，目前完成 5 起震災境況模擬結果及圖資產製。近期地震災害模擬驗證上，分別以 111 年 0323 地震及 0918 地震之震度模擬結果與實際情況比對，作為震災風險評估及檢視災防運作機制之參據（圖 2-4）。



臺東市地震災害情境模擬及風險評估

一、情境設定

113 年 5 月 23 日(星期四) 上午 8 時 58 分，天氣炎熱異常，臺東地區發生規模 7.4 強烈地震，震源深度約 10 公里，震央位置(121.1703 , 23.0825)，即位於臺東縣關山鎮西北方附近，泰半為中央山脈構造南段（池上斷層及鹿野斷層）發生錯動引發。臺東地區震度分布以震央附連鄉鎮（關山鎮、池上鄉、東河鄉、鹿野鄉）震度 6 弱為最，而人口密度高且建物聚集多的臺東市震度則有 5 級強。

二、境況模擬情境災損推估資料

臺東市地震主因係肇端於斷層錯動所致，利吉斷層幾乎縱貫整個轄區，其影響範圍涵蓋 12 個里不等，而斷層兩側均屬人口密集及建物集中區域。儘管池上斷層抑或鹿野斷層並未延伸至臺東市，然歷史地震紀錄中，該等斷層均造成市區震害情況，其中又以 95 年 4 月 1 日鹿野斷層錯動釀成災損最為嚴重。為模擬地震災害影響程度，採用臺灣地震損失評估系統(Taiwan Earthquake Loss Estimation System, TELES)，設定以中央山脈構造線南段池上斷層錯動誘發地震，造成縱谷線及臺東市區災害損失，如下圖所示；其地震參數設定包括地震震源參數、斷層位置與屬性資料與斷層開裂方向等資料，以產出災損推估結果，相關參數設定如下。

中央山脈構造地震模擬參數設定

震矩規模：7.40
芮氏規模：7.17
震源深度：10 公里
震央經度：121.17°E
震央緯度：23.08°N
斷層開裂
方向：20 度
傾角：70 度
長度：82.8 公里
寬度：19 公里

圖 6 臺東市 PGA 分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 7 臺東市低樓層建物損害棟數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 8 臺東市中樓層建物損害棟數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 9 臺東市高樓層建物損害棟數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 10 臺東市建物經濟損失分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 11 臺東市日間時段傷亡人數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

卑南鄉地震災害情境模擬及風險評估

一、情境設定

113 年 9 月 17 日(星期二) 下午 13 時 20 分，天氣炎熱異常，臺東地區發生地震規模 6.6 強烈地震，震源深度約 8.6 公里，震央位置(121.16 , 23.08)位於臺東縣關山鎮，疑似鹿野斷層發生錯動引發，臺東縣地區最大震度 6 強，僅池上鄉，而卑南鄉及臺東市一帶為 5 級弱。

二、境況模擬情境災損推估資料

卑南鄉地震發震主因，大部分肇端於斷層錯動所致，而轄內東側一帶則有 2 條斷層縱橫交錯，涵蓋範圍包括嘉豐村、利吉村、明峰村、初鹿村、美農村及賓朔村等 6 村，迨手數全鄉行政區，如下圖所示。為分析地震災害潛勢影響，即以研究範圍內活動斷層影響之史上震度級數最高、災害損失最大、衝擊程度最強等三要素為評估指標，經由經整衡量篩選後，擬定 2022 年 9 月 17 日之關山池上地震為震災情境，該次發震係因鹿野斷層錯動引發，造成縱谷線及臺東市區(含卑南鄉)災害損失。為模擬分析震災程度，採用臺灣地震損失評估系統(Taiwan Earthquake Loss Estimation System, TELES)，設定地震參數包括地震震源參數、斷層位置與屬性資料與斷層開裂方向等資料，以產出災損推估結果，相關參數設定如下所示。

鹿野斷層參數設定

芮氏規模：6.8 (震矩規模：7.11)
震源深度：7 公里
震央經度：121.06°E
震央緯度：22.83°N
斷層開裂
方向：7 度
傾角：20 度
長度：19.6 公里
寬度：11.39 公里

地震災害情境災損推估結果

村里	PGA(g)	一般建物直接經濟損失(百萬元)	建物嚴重損壞程度(棟)	日間時段死傷人數(人)	夜間時段死傷人數(人)	假日夜通勤死傷人數(人)
太平村	0.5111	577.609	7.6	0.32	0.44	0.32
利吉村	0.4595	52.065	0.9	0	0	0
利嘉村	0.4358	153.808	1.1	0.02	0.02	0.01
初鹿村	0.4771	185.535	1.6	0.02	0.05	0.04
明峰村	0.5051	221.197	3.4	0.08	0.13	0.06
東興村	0.3534	66.454	0.1	0	0	0
美農村	0.5047	218.473	4.1	0.11	0.19	0.11
泰安村	0.4748	197.906	2	0.09	0.06	0.06
富山村	0.3621	67.785	0.1	0	0.01	0.01
富源村	0.4244	50.193	0.4	0	0.01	0
溫泉村	0.3107	179.845	0.2	0.03	0.08	0.05
嘉豐村	0.5105	61.616	1.2	0	0.05	0.03
賓朔村	0.5128	423.2445	9.1	0.2	0.3	0.21
—	總計	2455.821	31.8	0.87	1.34	0.9

圖 1 卑南鄉人口分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 2 卑南鄉建物棟數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 3 卑南鄉未經耐震設計建物分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 4 卑南鄉低耐震設計建物分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 5 卑南鄉 PGA 分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 6 卑南鄉建物嚴重損壞程度分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 7 卑南鄉建物經濟損失分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 8 卑南鄉日間時段傷亡人數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 9 卑南鄉夜間時段傷亡人數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）
圖 10 卑南鄉假日夜通勤時段傷亡人數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

綠島鄉地震災害情境模擬及風險評估

一、情境設定

113 年 10 月 6 日(星期五) 上午 11 時 50 分，天氣十分晴朗炎熱，綠島鄉發生規模 6.2 地震，震源深度約 23.7 公里，震央位置(121.34 , 22.63)位於臺東縣政府東偏南方 24.4 公里(位於臺灣東部海域)，疑似呂宋島北端弧陸碰撞運動引致，臺東縣地區最大震度 5 級弱係位於綠島鄉，其範圍涵蓋全鄉 3 村。

二、境況模擬情境災損推估資料

綠島鄉係屬於北呂宋島弧最北端的火山島，地震發震成因肇於弧陸碰撞作用引致，由於島弧沉積物處位於破碎帶，能量蓄積不易，以致地震發生頻率不高且較無規則性。為分析地震災害潛勢影響，即以研究範圍內史上震度級數最高、災害損失最大、衝擊程度最強等三要素為評估指標，經由綜整衡量篩選後，擬定發震時間 2016 年 10 月 6 日 23 時 52 分 0 秒之地震事件為震災情境，該次發震係因呂宋島弧系統北端火山島弧陸碰撞作用引致，所幸並無災情。為模擬分析震災程度，採用臺灣地震損失評估系統(Taiwan Earthquake Loss Estimation System, TELES)，依據地震類型選擇歷史性地震之地震事件，相關震源參數資料自動帶入(芮氏規模 6.75、震矩規模 6.80、震源深度 19.7 公里、震央經緯度 121.40,21.97)，該系統推估結果顯示，綠島鄉各村地震強度均為 5 級弱，對於建物損害程度、建物直接經濟損失及人員死傷方面，皆不造成影響。

地震災害情境災損推估結果

村里	PGA(g)	一般建物直接經濟損失(百萬元)	建物嚴重損壞程度(棟)	日間時段死傷人數(人)	夜間時段死傷人數(人)	假日或通勤死傷人數(人)
中寮村	1.8	0	0	0	0	0
公館村	9.4	0	0	0	0	0
南寮村	3.8	0	0	0	0	0
—	總計	0	0	0	0	0

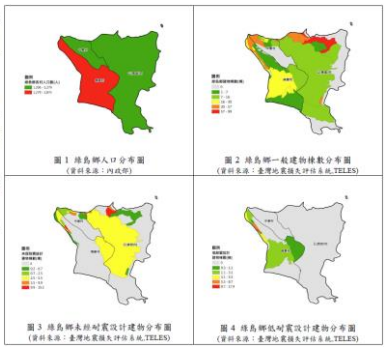


圖 1 綠島鄉人口分布圖（資料來源：內政部）

圖 2 綠島鄉一般建物棟數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

圖 3 綠島鄉未經耐震設計建物分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

圖 4 綠島鄉低耐震設計建物分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

蘭嶼鄉地震災害情境模擬及風險評估

一、情境設定

113 年 9 月 6 日(星期五) 上午 7 時 40 分，天氣晴朗悶熱，蘭嶼鄉發生規模 5.5 地震，震源深度約 7.0 公里，震央位置(121.37 , 21.92)位於臺東縣蘭嶼鄉地震站西偏南約 23.2 公里，疑似蘭嶼地震群引致，臺東地區最大震度 4 級係位於蘭嶼鄉，其範圍涵蓋全鄉 4 村。

二、境況模擬情境災損推估資料

蘭嶼鄉位處呂宋島弧系統北端之火山島弧陸碰撞前緣，地體構造相較複雜，主要地震發生肇因於弧陸碰撞作用引致。為分析地震災害潛勢影響，即以研究範圍內史上震度級數最高、災害損失最大、衝擊程度最強等三要素為評估指標，經由綜整衡量篩選後，擬定 1996 年 9 月 6 日地震事件為震災情境，該次發震係因呂宋島弧系統北端火山島弧陸碰撞作用引致，造成蘭嶼地區零星災情。為模擬分析震災程度，採用臺灣地震損失評估系統(Taiwan Earthquake Loss Estimation System, TELES)，依據地震類型選擇歷史性地震之地震事件，相關震源參數資料自動帶入(芮氏規模 6.75、震矩規模 6.80、震源深度 19.7 公里、震央經緯度 121.40,21.97)，產出災損推估結果。

地震災害情境災損推估結果

村里	PGA(g)	一般建物直接經濟損失(百萬元)	建物嚴重損壞程度(棟)	日間時段死傷人數(人)	夜間時段死傷人數(人)	假日或通勤死傷人數(人)
東清村	0.1276	17.386	4.496	0.0	0	0
朗島村	0.1363	9.662	4.507	0.3	0	0
紅頭村	0.1320	11.949	8.565	0.2	0	0
椰油村	0.1414	8.173	16.569	1.3	0	0
—	總計	47.170	34.137	1.8	0	0

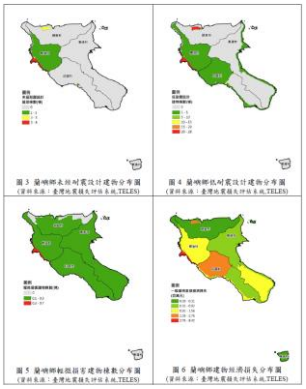


圖 3 蘭嶼鄉未經耐震設計建物分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

圖 4 蘭嶼鄉低耐震設計建物分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

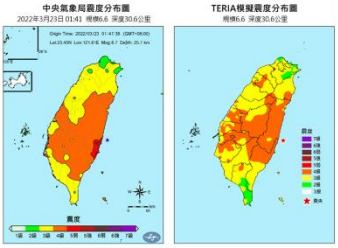
圖 5 蘭嶼鄉輕微損害建物棟數分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

圖 6 蘭嶼鄉建物經濟損失分布圖（資料來源：臺灣地震損失評估系統,TELES）

近期地震災害模擬驗證

臺灣地震活動十分頻繁，儘管地震災害發生次數不多，卻容易造成極大災害損失。111年初春臺東地區迎來震度分級新制實施以來，首次出現6弱「烈震」；不到半年時間，又發生6強「烈震」，導致全縣停電、停水、建築物及道路與橋梁毀損等災情。

臺東地區近期重大地震災害，分別是111年0323地震及0918地震。下圖係為0323震度分布圖，依據中央氣象署地震資料，長濱6弱，成功、東河及池上均為5弱，其餘地區以4級居多，震災造成東海岸一帶房舍受損最為慘重。以災防科技中心TERIA地震衝擊資訊平台模擬地震災害，其結果顯示東海岸地區皆為4級，餘者2～3級。將震度模擬結果與實際情況比對，震度分布含4級以下大抵相近，唯鄰近震央一帶鄉鎮震度模擬具弱化現象，無法反映真實情形。



0323地震中央氣象署震度分布圖（左）、TERIA模擬震度分布圖（右）
（資料來源：中央氣象署、災防科技中心_TERIA地震衝擊資訊平台，本研究繪製）

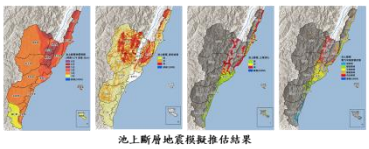
全縣0323地震災害計157件，以成功鎮為最（111件），長濱鄉居次（31件），東河鄉第三（5件），其餘分散於縱谷地區及臺東市區。其災害類型包括建築主結構、建築次結構、附屬設施、坡地、道路及其他等災害，以單一災害來看，建物次結構災害居多（61件），附屬設施災害次之（44件），再者是坡地災害（19件）。進一步將災害型態占比最高（占73%）的建物結構（包含主結構、次結構及附屬設施）災害，次為坡地災害占12%，運用地理資訊系統（GIS），套疊震災建物受損位置與地震模擬結果（中度以上受損建物），如圖3-7得知，實際建物受損位置大致與地震模擬相似，唯模擬建物受損範圍較大。圖3-8係為模擬坡地災害結果，坡地崩塌範圍幾乎含括全縣，僅有縱谷線部分鄉鎮及臺東市除外，再套疊實際坡地災害位置，皆屬低度坡地崩塌範圍內，由於坡地災害以土石坍方或擋土牆塌陷等輕度災況為大宗，則與模擬結果相符。

地震模擬推估與應用

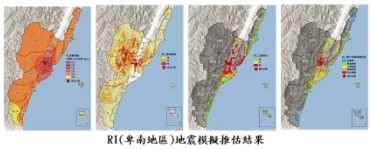
為有效評估地震潛在危險程度及可能引發的複合式災害，係以臺東縣歷史地震之大規模震源參數及活動斷層等屬性資料作為估算依據，運用災防科技中心TERIA地震衝擊資訊平台模擬地震衝擊分析，其項目包括地動、土壤液化、坡地崩塌、建物、人口、交通系統及水電維生設施等影響評估。其結果顯示，相較易於發生震災地區，包括臺東市區（臺東市、卑南鄉）、太麻里鄉，關山鎮、鹿野鄉及延平鄉等縱谷地區及鄰近東河鄉。

地震模擬參數設定一覽表

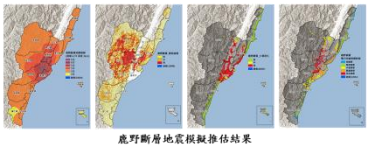
項目名稱	地震規模（ML）	震源深度（公里）	震源位置	
			WGS84_經度	WGS84_緯度
R1（卑南地區）	6.69	3	121.12	22.88
R2（大武外海）	7.12	3	121.12	22.38
池上斷層	6.74	3	-	-
鹿野斷層	6.74	3	-	-
利吉斷層	6.74	3	-	-



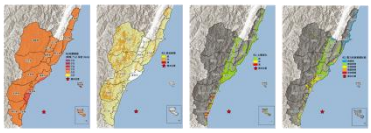
池上斷層地震模擬推估結果



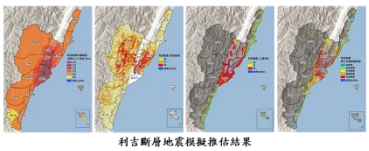
R1(卑南地區)地震模擬推估結果



鹿野斷層地震模擬推估結果



R2(大武外海)地震模擬推估結果



利吉斷層地震模擬推估結果

圖 2-4 臺東縣地震災害情境模擬及風險評估結果

4. 結合臺東縣政府農業處辦理災害演練

為增進社區居民瞭解災害潛勢區位及災害特性，提升災防概念及風險意識。針對土石流高風險潛勢社區 111 年辦理 14 場防災教育訓練；112 年辦理 8 場鄉（鎮、市）公所災害情境推演，以及 3 場鄉（鎮、市）公所災害實作演練；113 年辦理 8 場鄉（鎮、市）公所災害情境推演，以及 4 場鄉（鎮、市）公所災害實作演練。透過歷年實際演習，強化公所災害應變能力，亦於無腳本演練過程發現執行困境，作為修正相關作業要點與標準作業程序之參據。

5. 韌性社區推動

韌性社區實務運作係採兩年 1 期輔導兩個社區方式辦理，實施迄今完成 3 期、6 個社區，依序是第 1 期（108～109 年）臺東市富岡社區、卑南鄉利嘉社區，第 2 期（110～111 年）太麻里鄉大溪社區、達仁鄉土坂社區，第 3 期（113～114 年）卑南鄉明峰社區及大武鄉南興社區，持續協助維運社區防災能量，精進災害防救知能及災害容受力。

6. 防災士培訓機制

- 111 年防災士培訓課程計 1 場，主要對象為村里幹事、公所防災業務相關人員及社區編組成員等，培訓合格人數計 28 人。
- 112 年防災士培訓課程計 3 場，對象包括村里長、公所防災業務承辦人員、社區居民、及國小教職人員等，培訓合格人數分別為 50 人、50 人、30 人，合計 130 人。
- 113 年防災士培訓課程計 3 場，對象包括村里長、公所防災業務承辦人員、社區企業、國小教職人員及志工等，培訓合格人數分別為 48 人、50 人、30 人，共計 128 人。
- 114 年持續辦理防災士培訓課程，預計培訓 200 名防災士。

（四）離島緊急救護專業訓練、提升救護技能、提升臺東縣高級救護品質及災害防救效能等計畫（臺東縣消防局）

臺東縣幅員遼闊，尚有兩座離島，在緊急醫療能量缺乏下，積極成立如同「行動急診室」的高級救護隊，目前配屬至 8 鄉鎮市，預計 114 年完成「一鄉一高級救護隊」為目標，提升到院前高級救護能量。消防業務除有預防火災、搶救災害及緊急救護三大任務外，尚且擴展至防救災層面，透過模擬縣境內各種可能發生的災害情境，加強各項訓練，提升救災救護效能；積極充實消防救災人力，增設消防據點，縮短救援反應時間，提升專業救護品質；高級救護隊成立，強化救災救護指揮中心功能；透過感動民心的加值服務，期能全面提升消防戰力，營造安全生活環境。

二、積極將氣候變遷因應措施納入國家政策、策略與規劃之中。

（一）臺東縣溫室氣體管制執行方案（臺東縣環境保護局）

本縣依據溫室氣體減量及管理法規定，於 108 年提出「臺東縣溫室氣體管制執行方案」，依據地方特色提出因地制宜減量策略，減緩溫室氣體排放，協助達成我國溫室氣體長期減量目標。「溫室氣體管制執行方案專家諮詢會議」每年辦理至少 2 場次，邀請專家學者針對當期執行方案各項推動策略與階段性成果提出專業意見，作為滾動性檢討成效。世界衛生組織（WHO）於 110 年更新發布空氣品質準則（Air Quality Quidelines），將 PM2.5 健康建議濃度降為年平均 5 μg/m3，2022 年臺東 PM2.5 年平均濃度 5.7 μg/m3，係為全國最優，相距 WHO AQG 僅差距 0.7 μg/m3。歷年致力於維護優良空氣品質，除風飛砂指標性空氣汙染物 PM10 外，PM2.5 亦是空氣品質維護重點指標項目，掌握境內、外汙染特性，積極務實推動空氣汙染防制工作。

（二）臺東縣推動低碳永續家園認證（臺東縣環境保護局）

為減緩氣候變遷對家園環境衝擊，行政院環境部自 104 年實施低碳永續家園認證評等計畫，針對生態綠化、綠能節電、綠色運輸、資源循環、低碳生活與永續經營等 6 大運作機能及各項具體行動項目，以建構永續發展與及面對氣候變遷思維的城市。本縣積極推動輔導下，目前 3 村里取得銀級認證（關山鎮電光里和豐泉里、鹿野鄉永安里）、24 個銅級與 58 個入圍；6 鄉鎮市取得銅級認證（關山鄉、池上鄉、東河鄉、卑南鄉、金峰鄉、綠島鄉）及 5 個入圍；臺東縣亦獲得銀級認證殊榮。透過持續推動低碳永續觀念，促進民眾及產業對於減緩氣候變遷知能，力行日常節能減碳作為，攜手建構淨零排放的宜居永續環境。

（三）臺東縣推展智慧節能產業（臺東縣政府財政與經濟發展處）

淨零碳放與永續發展是臺東縣政府施政重點，引導與協助產業邁向永續亦是首要工作。依據在地產業特色，優先推動觀光產業低耗能民宿，購過輔導及補助改造等方式降低用電量，迄今輔導超過 80 間民宿實施建築隔熱及提升設備效能；另設置農業節電試驗專區，針對馳名國際間的果品—釋迦，因應產期所需照明設備，經由補助補助汰換為高效節能燈具，目前已協助 12 公頃釋迦園省電達 24 萬度/年。以因地制宜方式，提升產業用電效能並且翻轉大眾用電習慣，逐步達成淨零排放為目標。

三、針對氣候變遷的減災、調適、減輕衝擊與即早預警，加強防災教育與提升意識，增進災防單位與人員應變效能。

（一）臺東縣水利建造物檢查工作（臺東縣政府建設處）

轄管河川及區域排水之水利構造物，可透過外觀、試作，及防水與洩水建造物設施現況功能及現況等檢查作業，即時完成修復改善工作。並且針對致災可能予以檢討分析，確保水利建造物發揮防洪洩水功能，達成保護人民生命財產安全的目標。

（二）臺東縣水情預警系統軟體及設備維護（臺東縣政府建設處）

近年氣候變遷影響，降雨更為集中，強度也顯著提高，導致複合型災害的發生率大幅提升。一旦降雨情況超過防洪工程保護標準時，即可能造成嚴重災害。因此亟需推動非工程措施協助防災人員應對，有效降低颱洪或淹水的災損程度。在 102～113 年期間建構完成水位（雨量）站 14 處、影像監視站 13 處及路面淹水感測站 2 處，每年持續推動維護中，並且建立淹水監測、預警與通報等作業系統平台，提供水情應變小組掌握災情狀態因應作為。

（三）落實空襲防護國防政策及健全海嘯災害預警設備計畫（臺東縣警察局）

為提升臺東縣「國防安全及海嘯災害預警」公益財產效益，及發揮軍事空襲及防災預警災害 2 種預警功能，汰舊更新警報器與提高預警時效，切合國防政策及科技防災政策，落實迅速、可靠之預警警報傳遞程序，減少民眾生命傷亡及財產損失。

（四）配合國土計畫，土地開發導入低衝擊開發模式（Low Impact Development, LID）（臺東縣政府地政處）

在都會區人口較密集區辦理土地重劃、區段徵收之新興開發區域，除配合法令檢討出流管制外，導入水資源節流、儲存與再利用設施，並結合防災需求規劃為多功能應用之防災公園，將基礎建設、生活設施、防災需求及資源再生利用作為整體開發思維之實際案例。

（五）多元宣導水土保持，強化城市抗災韌性（臺東縣政府農業處）

因應氣候變遷加劇，為提升臺東縣面臨極端氣候衝擊之耐災能力，地方政府除積極建設水土保持硬體工程外，同時透過多元宣導方式，建立一般大眾水土保持觀念，如水土保持教育、坡地災害防災及土地永續發展等。此外，為將防災教育扎根校園，持續深入國小辦理水土保持專題特展，推動校園防災教育，結合防災、自然及生活課程，建構災前、災時及災後之災防知能，以期達成推廣果效。進一步依據山坡地管理開發法令與規定，規範山坡地土地利用限度，為守護生物多樣性及維護環境永續。

2-3 災害情資共享地圖成果

在地情資係因應地方政府災防需求、災害特性等地方基礎資料，為利掌握災害風險潛勢，災情收集、分析與研判，以及災害應變期間諮詢等作業。在地災害資料主要取自臺東縣政府及國家災害防救科技中心（以下簡稱災防科技中心）之外，尚包括中央部會如內政部、交通部中央氣象署、交通部公路局、農業部農村發展及水土保持署、經濟部水利署及經濟部地質調查及礦業管理中心等資訊。綜整情資含括天氣分析、各類災情及潛勢圖資、關鍵基礎設施及民生預警服務等多項資訊介接至臺東縣災害情資網，以及建置在地重大災害事件統計儀表板等災情地圖，提供中央和地方情資傳遞與共享機制，充分利用各項防災資訊及資料加值應用，精進災防預警準確性，強化災害應變決策效能。茲將相關成果及應用分述如下：

2-3-1 災害情資平台

災害情資網係為本計畫災防資訊整合來源，以情資網為基礎架構平台，結合地方災害特性，建置在地情資模組—臺東縣災害情資網（https://eocdss.ncdr.nat.gov.tw/web/td，如圖 3-1）。地方版災害情資主要介接中央部會防災資訊，亦利用相關情資加值應用於災害風險分析及情資研判，提供災害防救單位及相關群組之防災監測與預警資訊。其頁籤包括天氣分析圖、豪大雨情境、颱風情境、地震及海嘯情境、災害潛勢及民生資訊等防災訊息，提供具地方性、整合性、實用性及視覺性等情資整合功能，切實應用在歷年歷次災害應變當中，乃為不可或缺的災防利器，臺東縣災害情資網共計 8 頁籤、53 子頁籤（表 2-4）。近 3 年（111～113 年）臺東縣災害應變中心應用地方災害情資網相關情資之統計如表 2-5。

表 2-4 臺東縣災害情資網架構列表

頁籤名稱	子頁籤名稱	子頁籤數
天氣分析圖	最新地面天氣圖、最新整合資訊地面圖、即時海浪觀測_CWB、雷達回波圖、浪高潮位觀測、空氣品質監測、CWB-NWP、Windy、JMA、Watch（氣象預警系統）	10
豪大雨情境	波浪模式預報、暴潮模式預報、降雨監控、潮位觀測、即時淹水警戒、土石流與大規模崩塌監控、即時影響監測 CCTV、道路資訊	8
颱風情境	颱風路徑資訊、綜合研判指標、CWB 颱風資料庫、波浪模式預報、暴潮模式預報、強回波示警、風雨預報單、降雨監控、即時淹水警戒、即時天氣資料、潮位觀測、災害示警資訊、土石流與大規模崩塌監控、公路橋梁災點 CCTV、景點即時影像	15
地震及海嘯情境	最新地震資訊、歷史地震清單	2
災害潛勢地圖	在地防災資訊、災害潛勢地圖	2
民生資訊	鐵路通阻、停水即時資訊、停話資訊、綜合資訊（即時）	4
韌性臺東	臺東縣易致災點、臺東縣歷史災害、臺東縣救災資源、即時查通報情資整合、1110323 地震災害、1110918 地震災害、1120725 杜蘇芮颱風、1120901 海葵颱風、1121001 小犬颱風、1130929 山陀兒颱風、1131115 康芮颱風	11
防災易指通 APP	國家災害防救科技中心 LINE 官方帳號、落雨小幫手、WATCH 鄉鎮監測示警	1

表 2-5　111～113 年臺東縣災害情資網應用統計表

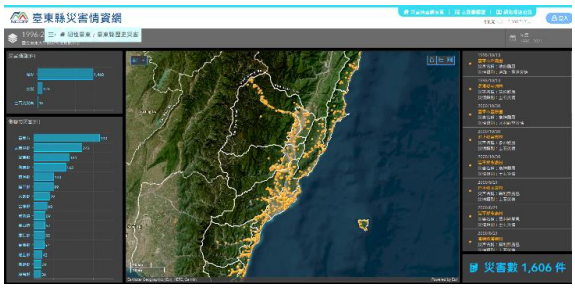
年度	情資應用情境	情資應用（災害情資網）	
		情資研判（次）	工作會議（次）
111	梅花颱風	1	—
	熱帶性低氣壓(TD23)	1	—
112	瑪娃颱風	1	1
	杜蘇芮颱風	1	3
	蘇拉颱風	2	1
	海葵颱風	1	3
	小犬颱風	3	2
113	凱米颱風	2	4
	山陀兒颱風	1	4
	康芮颱風	1	2
	天兔颱風	2	1

2-3-2 災害情資成果應用

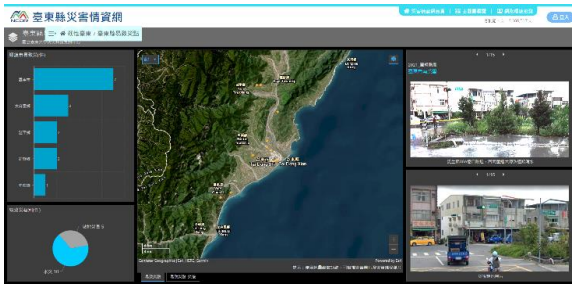
因應氣候變遷衝擊，強化防災韌性及調適能力，臺東縣災害情資網擴增一「韌性臺東」頁籤，主要含括在地重大災害事件、歷史災害、易致災及救災資源等整合資訊（圖 2-5）。為提供情資檢視及查詢功能，將原有故事地圖介面，全數更新為統計儀表板（ArcGIS Dashboard）操作介面，應用地理空間互動式圖表篩選操作及統計設定，有助於統計資料快速查詢；此外，新增該年度的災害潛勢地圖，利用套疊功能輔助，掌握災害事件位置與災害潛勢範圍之相關性，作為後續分析所用。

113 年度臺東地區重大災害事件共計 2 起，分別是山陀兒颱風及康芮颱風。災情訊息通報方面，本團隊使用災防科技中心「即時查通報情資整合介面」災害通報系統上傳災情，透過匯出功能將災害事件資訊導入統計儀表板建置災情地圖，利用查詢功能（地區別、災損類別），可得知座標及災害分布、地區別及災損類別等災害件數，以及災情簡述等資訊，以利掌握災害應變期間災情位置及災況，提供救災資源調度運用及決策輔助參考。另建置臺東縣歷史災害儀表板，套用系統內部建立之模板及功能，依據查詢條件（起迄年度、災害類別、地區別）即可顯示篩選結果，包含災點地圖（座標、日期、災因、災名、災位及災情簡述）、災害分類及災害件數等統計資料。此外，臺東縣易致災點資訊，除提供災點地圖（災害類型、地址及災情簡述等）、件數與類別等統計外，亦建立災點熱區前後災況比對影像，為利瞭解災後現地變化及災損推估參用。

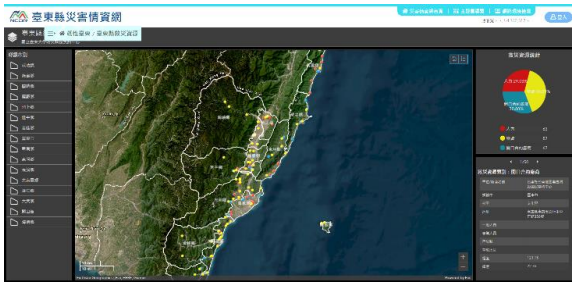
臺東縣災害情資網



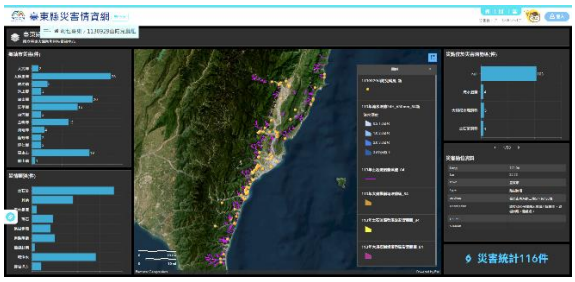
臺東縣歷史災害儀表板



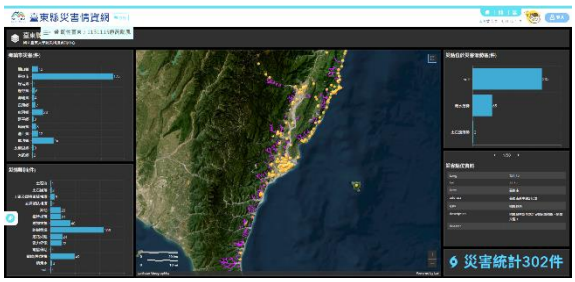
臺東縣易致災點儀表板



臺東縣救災資源儀表板



1130929 山陀兒颱風



1131115 康芮颱風

圖 2-5 臺東縣災害情資網及災情共享地圖示意圖

參、在地情資數據掌握

3-1 災害情資傳遞與應用

3-1-1 臺東縣 113 年重大災害事件紀實

113 年度臺東縣災害應變中心開設期間，本團隊均有進駐及協助情資研判，並且結合防災學術研究成果與經驗，提供災害應變中心災害預判、災情分析及應變諮詢，亦將災情資訊同步傳遞防災群組，強化臺東縣各層級之災害應變效能。統計資料如表 3-1 所示，重大災害事件說明如下：

1. 凱米颱風：強烈颱風凱米 113 年 7 月 20 日於菲律賓東方海面生成後，向西北轉北北朝臺灣東方海面接近。22 日近午夜時，發布陸上颱風警報。翌日暴風圈逐漸接近臺灣東方海面，對新北、宜花及臺東構成威脅，發布陸上颱風警報。25 日颱風中心登陸宜蘭南澳，上午 4 時左右，於桃園新屋出海。隔日解除海上陸上颱風警報。
2. 山陀兒颱風：強烈颱風山陀兒 113 年 9 月 28 日於臺灣東方海面生成後，向西北朝巴士海峽接近，29 日上午發布海上颱風警報。翌日暴風圈逐漸接近巴士海峽，對臺東、恆
   春半島構成威脅，發布陸上颱風警報。其移動速度緩慢，直到 3 日午後颱風中心登陸高
   雄小港，隔日清晨減弱為熱帶性低氣壓，解除海上陸上颱風警報。
3. 康芮颱風：強烈颱風康芮 113 年 10 月 25 日於關島附近海面生成後，向西北朝臺灣東南部海域接近，翌日傍晚發布海上颱風警報。30 日清晨暴風圈逐漸接近臺灣東南部海域，對臺東、恆春半島構成威脅，發布陸上颱風警報。10 月 31 日午後颱風中心登陸臺東縣成功鎮，當日晚間於雲林縣麥寮鄉出海。1 日中午颱風持續往東北移動，馬祖脫離暴風圈，解除陸上颱風警報；下午馬祖海域脫離暴風圈，解除海上颱風警報。
4. 天兔颱風：中度颱風天兔 113 年 11 月 12 日於菲律賓東方海面生成後，向西北西朝巴士海峽接近，14 日清晨發布海上颱風警報；同日傍晚暴風圈逐漸接近巴士海峽，對屏東、恆春半島構成威脅，發布陸上颱風警報。16 日中午臺灣西南近海減弱為熱帶性低氣壓，解除海上陸上颱風警報。

表 3-1　113 年度臺東縣災害應變中心作業一覽表

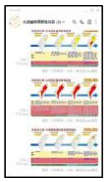
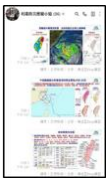
應變事件	影響時間	備註
凱米颱風 （一級開設）	07/22～07/26	07/22 16:00 整備會議；18:00 強化三級開設 07/23 15:00 第一次情資研判會議；17:00 改為二級開設 07/24 08:00 升為一級開設；09:00 第一次工作會報； 15:00 第二次工作會報；21:40 第三次工作會報 07/25 09:30 第四次工作會報；19:00 降為二級開設 07/26 08:00 恢復常時開設

應變事件	影響時間	備註
山陀兒颱風 （一級開設）	09/29～10/04	09/29 15:00 第一次情資研判會議；16:00 強化三級開設 22:00 改為二級開設 09/30 08:00 升為一級開設；14:00 第一次工作會報 10/01 14:00 第二次工作會報 10/02 17:00 第三次工作會報 10/03 17:00 第四次工作會報 10/04 12:00 恢復常時開設
康芮颱風 （一級開設）	10/29～11/01	10/29 15:30 第一次情資研判會議；17:30 強化三級開設 10/30 08:00 改為二級開設；13:00 升為一級開設 10/30 14:00 第一次工作會報 10/31 09:00 第二次工作會報 11/01 14:00 恢復常時開設
天兔颱風 （二級開設）	11/15～11/16	11/14 16:30 第一次情資研判會議 11/15 08:30 強化三級開設；17:30 改為二級開設 11/16 12:00 恢復常時開設

3-1-2 災害情資傳遞與應用

本團隊因應重大災害事件，均會採用災防科技中心所提供的災害預警資訊(表 3-2)，並將該等資訊經由內部處理後，提供災情研判、情資傳遞及後續加值應用等資訊，並且依據不同傳遞對象，提供個別災情資訊；主要對象包括縣長及各局處首長、公所防災業務承辦人員及社區群組。113 年臺東縣災害情資應用與回饋共計 4 起，傳遞訊息合計 36 次（表 3-3）。

表 3-2　113 年度臺東縣災害情資應用列表

日期	辦理事項及方式	辦理地點
113.07.22	113 年凱米颱風 臺東縣災害應變中心開設期間，召開整備會議、情資研判會議及歷次工作會報中，本團隊均有提供災情預判、情資分析及應變諮詢，以及災情傳遞等作業。	臺東縣消防局
	 	
113.09.29	113 年山陀兒颱風 臺東縣災害應變中心開設期間，召開整備會議、情資研判會議及歷次工作會報中，本團隊均有提供災情預判、情資分析及應變諮詢，以及災情傳遞等作業。	臺東縣消防局

日期	辦理事項及方式	辦理地點
113.10.29	113 年康芮颱風 臺東縣災害應變中心開設期間，召開整備會議、情資研判會議及歷次工作會報中，本團隊均有提供災情預判、情資分析及應變諮詢，以及災情傳遞等作業。	臺東縣消防局
113.11.15	113 年天兔颱風 臺東縣災害應變中心開設期間，召開整備會議、情資研判會議及歷次工作會報中，本團隊均有提供災情預判、情資分析及應變諮詢，以及災情傳遞等作業。	臺東縣消防局

表 3-3　113 年度臺東縣災害情資訊息傳遞統計表

應變事件	訊息內容	對象	傳遞對象後續作為	傳遞次數
凱米颱風 07/22～07/26	颱風預警資訊 07/20～07/22	臺東縣災害防救辦公室 (縣長及各局處首長)	提供颱風預警資訊，作為災害期間整備及應變參據	3
	颱風預警資訊 07/21～07/22	公所防災業務承辦人員	提供颱風預警資訊，作為災害期間整備及應變參據	3
	颱風預警資訊 07/20～07/26	1. 利嘉防災應變小組 2. 富岡韌性社區自主防災群組 3. 大竹溪流域區域治理群組 4. 大武南興韌性社區 5. 卑南鄉明峰韌性社區	提供颱風預警資訊，作為社區災害期間整備及應變參據	6

	淹水及坡地災害資訊 07/26	1. 利嘉防災應變小組 2. 富岡韌性社區自主防災群組 3. 大竹溪流域區域治理群組 4. 大武南興韌性社區 5. 卑南鄉明峰韌性社區	提供淹水及坡地災害等資訊，作為社區應變參據	1
山陀兒颱風 09/29～10/03	颱風預警資訊 09/29～10/02	縣府相關局處及公所防災業務承辦人員	提供颱風預警資訊，作為災害期間整備及應變參據	4
	颱風預警資訊 09/28～10/02	1. 利嘉防災應變小組 2. 富岡韌性社區自主防災群組 3. 大竹溪流域區域治理群組 4. 大武南興韌性社區 5. 卑南鄉明峰韌性社區	提供颱風預警資訊，作為社區災害期間整備及應變參據	5
	淹水及坡地災害資訊 10/03	縣府相關局處及公所防災業務承辦人員	提供淹水及坡地災害等資，作為災害應變參據	1
	淹水及坡地災害資訊 10/03	1. 利嘉防災應變小組 2. 富岡韌性社區自主防災群組 3. 大竹溪流域區域治理群組 4. 大武南興韌性社區 5. 卑南鄉明峰韌性社區	提供淹水及坡地災害等資訊，作為社區應變參據	1
康芮颱風 10/29～11/01	颱風預警資訊 10/28～10/31	縣府相關局處及公所防災業務承辦人員	提供颱風預警資訊，作為災害期間整備及應變參據	5
	淹水及坡地災害資訊 10/30～10/31	1. 富岡韌性社區自主防災群組 2. 大竹溪流域區域治理群組 3. 大武南興韌性社區 4. 卑南鄉明峰韌性社區	提供淹水及坡地災害等資訊，作為社區應變參據	2
天兔颱風 11/14～11/16	颱風預警資訊 11/12～11/14	縣府相關局處及公所防災業務承辦人員	提供颱風預警資訊，作為災害期間整備及應變參據	3
	淹水及坡地災害資訊 11/14～11/15	1. 利嘉防災應變小組 2. 富岡韌性社區自主防災群組 3. 大竹溪流域區域治理群組 4. 大武南興韌性社區 5. 卑南鄉明峰韌性社區	提供淹水及坡地災害等資訊，作為社區應變參據	2

3-2 災害情資推廣成果

113 年度災害情資推廣計有 6 場，其對象包括縣府局處防災業務主責人員、公所業務承辦人員、鄉（鎮、市）公所首長及村（里）長、教師、NGO 組織成員及防災士等（表 3-4）。

表 3-4　113 年度臺東縣災害情資推廣成果列表

日期	辦理事項及方式	辦理地點
113.05.07	113 年災害情資推廣 為強化機構對於防災避難認知及緊急應變機制，透過災害管理面向之專題分享，導入災害類別、特性與災害風險概念，瞭解在地災害潛勢對於機構衝擊及應變作為。	臺東長青老人養護中心
113.05.13	113 年災害情資推廣 以災害管理為主題進行分享，導入災害類別、特性與災害風險概念，瞭解在地災害潛勢對於地方政府衝擊及應變作為，強化縣府局處人員對於防災避難認知及緊急應變機制。	臺東縣政府
113.05.17	113 年災害情資推廣 臺東縣強韌臺灣大規模風災震災整備與協作計畫，辦理 113 年度防災士培訓課程（第一梯次），以社區防災工作推動與運作之專題分享，增進社區自主防災意識及災害風險，強化災害緊急應變能力。	臺東縣消防局
113.07.25	113 年災害情資推廣 因應凱米颱風，臺東縣災害應變中心召開第四次工作會報中，推廣災害情資網介接整合各部會即時影像監測（CCTV），強化災防業務承辦人員充分掌握重點設施災防監測及即時告警訊息發送。	臺東縣消防局
113.08.13	113 年災害情資推廣	國立臺東大學臺東校區

日期	辦理事項及方式	辦理地點
	臺東縣強韌臺灣大規模風災震災整備與協作計畫，辦理 113 年度防災士培訓課程（第二梯次），以校園防災工作推展之專題分享，為提升教師災害意識及防災知能，增進災害應變能力。	
113.09.09	113 年災害情資推廣 強化公所人員對於防災避難認知及緊急應變機制，透過災害管理專題分享，導入災害類別、特性與災害風險概念，瞭解在地災害潛勢對於地方政府衝擊及應變作為。	臺東市公所

3-3 防災經驗交流

113 年度防災經驗交流共計 4 次，分別是金門縣金湖國小校園防災輔導團、臺中市逢甲大學學研團隊、澎湖縣臺北教育大學學研團隊及新竹縣中央大學學研團隊來訪，透過實務交流及分享，從中汲取經驗及技術，強化協力連結及互助量能（表 3-5）。

表 3-5　113 年度臺東縣防災經驗交流列表

日期	辦理事項及方式	辦理地點
113.05.08	113 年金門縣金湖國小校園防災輔導團來訪交流 本團隊針對臺東縣地方災害特性、歷年防災經驗、防災教育宣導與推動等面向進行說明，以及相互交流與分享。	國立臺東大學防災科技資訊中心
113.08.14	113 年臺中市逢甲大學學研團隊來訪交流 本團隊與陳柏蒼助理教授，針對災害防救業務計畫推展、辦理進程及科研技術應用方面，進行實務經驗交流與分享。	國立臺東大學防災科技資訊中心
114.02.08	114 年澎湖縣國立臺北教育大學學研團隊來訪交流 本團隊與澎湖縣學研團隊張倩菱助理，針對防救災計畫推動與辦理進程，相互交流與分享。	國立臺東大學防災科技資訊中心

日期	辦理事項及方式	辦理地點
114.03.04	114 年新竹縣中央大學學研團隊來訪交流 本團隊與朱峻平副主任，針對災害防救業務推展、計畫辦理進程及科研技術應用方面，進行實務經驗交流與分享。	國立臺東大學防災科技資訊中心

肆、在地災害風險應用

4-1 韌性防災調適策略議題

針對淹水災害及坡地災害之關鍵韌性防災議題，擬定在地韌性調適策略分述如下。

4-1-1 淹水災害議題及策略方案

淹水災害地圖係使用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(TCCIP)AR5_RCP8.5淹水災害風險圖及第三代淹水潛勢圖(650 毫米/24 小時)，套疊臺東縣防救災韌性資料，評估淹水高風險區位之弱項，研擬對應調適策略方案(表 4-1)。

表 4-1 臺東縣淹水災害韌性防災調適策略

危害情境	使用圖資	• RCP8.5 淹水災害風險圖 • 第三代淹水潛勢圖（650mm/24hr）	• RCP8.5 淹水災害風險圖 • 第三代淹水潛勢圖（650mm/24hr）	• RCP8.5 淹水災害風險圖 • 第三代淹水潛勢圖（650mm/24hr）
韌性防災矩陣	套疊圖資	• 人口 • 產業 • 建築物 • 交通設施 • 醫療及警消 • 供水設施 • 油電設施 • 通訊設施 • 避難處所及物資儲備 • 水利設施	• 人口 • 產業 • 建築物 • 交通設施 • 醫療及警消 • 供水設施 • 油電設施 • 通訊設施 • 避難處所及物資儲備 • 水利設施	• 人口 • 產業 • 建築物 • 交通設施 • 醫療及警消 • 供水設施 • 油電設施 • 通訊設施 • 避難處所及物資儲備 • 水利設施
	韌性城市八大要素	• 掌握災害風險情境 • 城鄉發展與設計應考量災害風險 • 重視及加強社會韌性 • 加強基礎設施因應災害之能力 • 精進災害應變能力 • 平時重視及培育復原重建能力	• 掌握災害風險情境 • 加強基礎設施因應災害之能力	• 掌握災害風險情境 • 加強基礎設施因應災害之能力
	其他	防救災韌性評估表	防救災韌性評估表	防救災韌性評估表
韌性防災脆弱性	風險區位災害議題	改善淹水災害對於建物設施及住宅影響之策略方案	減低淹水災害對於人車通行影響之策略方案	減輕淹水災害對於防洪設施衝擊之策略方案
韌性防災策略	短期	土地開發導入低衝擊開發設施	• 設置雨水下水道監測設備及預警系統 • 防汛熱區預先布設抽水機及活動式防洪板	優先治理高風險河段，強化堤岸防洪強度
	中長期	• 建築設計與公共建設計畫管制 • 監測與評估已實施之韌性治理方案	推動水道與土地逕流分擔降雨逕流量，提升承洪韌性	持續改善淤積河段及滾動檢討疏浚計畫，以溢堤不潰堤為目標
第 11 屆專諮會災害管理階段	減災及其準備	●	●	●
	應變及其整備		●	●
	復原重建及其準備			

淹水災害議題1：改善淹水災害對於建物設施及住宅影響之策略方案。

對應策略：臺東淹水災害威脅源自於降雨產生的內水災害，以及河流洪峰超過治理容量引致的外水災害。針對致災成因尋求解決策略，方能有效改善淹水問題。其策略為1.建築設計與公共建設計畫管制;2.土地開發導入低衝擊開發設施，提升土地耐淹能力及改善環境整體機能；3.監測與評估已實施之韌性治理方案等。

策略說明：

一、建築設計與公共建設計畫管制

（一）都市計畫區之韌性策略

內水或外水災害影響迥異，但最大危害度仍以密集建成區為主。尤其臺東市不但是臺東縣主要建成區，都市計畫範圍亦為本縣之最，建築雖以低矮樓層居多，然建築稠密，地面設施如道路、廣場均屬不透水鋪面居多，使得地表逕流強勁，導致臺東市容易成為淹水災害熱區；儘管地表逕流可運用都市防洪系統，經由下水道收集匯流，排入溪河再流入太平洋，然下水道常有阻塞情形發生而影響通洪，一旦排洪功能受阻，將會造成短延時降雨淹水災情。外水災害方面，臺東地形陡峭，洪水極易快速排入大海，歷年重大災害以堤破或溢堤為主要型態，故針對淹水災害，應就都市計畫源頭建立主要策略；基於臺東縣都市計畫範圍均於細部計畫書中明訂都市防災準則，以及生態都市規劃原則，對於新開發之建築計畫及公共工程設計審議，均應依照都市計畫細部準則落實辦理。其內容包含如下：

1. 水系統規劃設計原則
   （1）尊重原本自然排水環境，半自然的雨水管理系統儘可能保留原有自然排水功能，使原有區域排水逕流於開發後仍可維持相同情況。
   （2）多功能的水滲透與水遲滯的雙層生態排水溝系統規劃設計。
2. 雨水下滲、貯留之規劃設計原則
   （1）保有基地原始之景觀生態條件，以保持不破壞基地原有生態棲息地系統之完整性作為主要藍綠帶空間規劃要旨。
   （2）保留現地既有渠道功能，與未來基地之生態植生排水道結合，達到有效濾水、保水與蓄水之功效。對於景觀不但具有延伸效果，亦可兼顧地表逕流之系統化設計。
   （3）公園應配合主要計畫公園用地，設置雨水調節池與中水處理設施，作為整體水循環系統之重要水資源中心。
3. 公共空間、廣場、停車場等鋪面汰換為透水鋪面，改善道路為透水路面。藉由大地涵養水源，除可挹注豐富地下水資源外，亦可經由地表入滲，減緩淹水災害。

（二）非都市計畫區之韌性策略

臺東縣非都市化範圍建成區大多傍山近水，由於建成區防洪計畫不完備，建物設施相較易受水文影響，尤其是坡地社區周邊一帶；若建成區位於下坡處，通常坡面逕流係屬漫流型態，一旦上坡截流能力不足，地表逕流即會依循坡向沿著道路、農田一路往下坡建成區漫流，導致建物設施與住宅遭受土

砂漫淹而釀災。此外，氣候變遷及異常天候影響，強降雨恐會誘發落石、滑坡及土石流等坡地災害更加頻繁，該等災害亦是坡地社區亟需面對之日常災害。因應氣候變遷可能引致的災害衝擊，對於非都市範圍之建成區，特別是聚落社區，導入因地適宜理念，積極擬定減緩與調適策略。其策略包括：

1. 坡地開發與墾殖配合水土保持計畫並落實法令規範，滯洪池可優先採用可滲透池底為設置參考。
2. 啟動坡地社區之防洪容量檢討與改善，對於漫流影響住宅之流路闢建截流設施。
3. 評估坡地可開發型態與規模，避免大規模與不當利用型態之開發。
4. 因應水文變化，評估調整既有治山防洪計畫期程，如減災工程相較災後工程，應列為優先實施之治理工程。
5. 建立社區組織及系統、防災教育常態化、自我防護與強化技能等軟性避災措施。

二、土地開發導入低衝擊開發設施

因應氣候變遷衝擊及都市快速發展下，導致歷年都市範圍（內水）淹水災害頻繁。依據經濟部水利署逕流分擔與出流管制措施，臺東縣政府 111 年辦理「臺東縣豐榮、豐樂（南區）區段徵收工程」及「臺東縣豐榮、豐樂地區導入水環境低衝擊及韌性海綿城市開發工程」工程作業，提出「低衝擊及韌性海綿城市」理念，將原本全部由水道承納的降雨逕流，調整為水道與土地共同分擔蓄水、治洪功能，為提升土地整體耐災能力，建構城市韌性及永續性。低衝擊開發（Low Impact Development, LID）係結合治水防洪及環境營造方式，為降低對於環境衝擊。主要以分散式、小規模的現地處理設計，透過貯存、滲透、蒸發及延遲逕流，為利暴雨逕流管理，有效涵養水源、美化城市、改善生態環境及減低都市熱島效應等附加價值。其整體開發範圍之公共設施、開放空間及建築型態等，均朝向永續、韌性之海綿城市規劃，配合地方市鎮計畫及區域發展，低衝擊開發設施配置以公有土地為原則，透過土地多元使用方式如防災公園、雨水再利用系統（雨水撲滿）、透水鋪面及滯洪池等規劃設計，並兼顧土地原目的之事業使用，達到分擔降雨逕流，提升土地耐淹能力，強化地區防災及改善環境機能，成為臺東縣第一處宜居永續城市示範地區。

三、監測與評估已實施之韌性治理方案

（一）建置各類型環境資料庫，包括地形、地文、水文、氣象等資料，以及設施資料庫。

（二）建置監測系統，結合未來新世代通訊與智慧學習技術，整合單一環境資料，串連為關聯式資料，提供更精準、即時性資訊。

淹水災害議題 2：減低淹水災害對於人車通行影響之策略方案。

策略擬定：1. 針對易積淹水路段，設置雨水下水道監測設備及預警回報系統，利用氣象預報資訊整合預警模式分析、即時水情監測數據，以及臺東縣災害情資網整合中央相關部會即時影像監測（CCTV）情資輔助，提升防災應變效能。

2. 內水防汛熱區預先布設移動式抽水機、調度沙包圍堵、臨時排水溝或截流

溝分流，以及活動式防洪板疏導水流等措施，減低積淹水對於人車通行之影響。

策略說明：

全球氣候變遷劇烈影響下，颱洪極端事件日益嚴重，降雨量及降雨強度倍增，掌握即時淹水情資，協助應變調度作業，係為防災預警之要項。因應極端氣候下淹水災害調適策略方面，除藉由硬體工程設施改善淹水影響外，亦透過非工程方式，利用資訊監測成果結合實務防汛及防災操作，期以改善淹水問題。

113 年臺東縣積極推動「雨水下水道即時水情監測系統建置計畫」，導入高科技與雲端智慧化管理方式，應用物聯網（Internet of Things, IoT）技術於雨水下水道監測設備及預警系統，透過即時資訊回傳，精準掌握水情資訊，改善高強度降雨疏排成效，提升水情預警能力及防災應變效率。

淹水預警及研判方面，除基本易淹水點設置監測站可作為淹水預警外，監測站設於淹水點相關之排水設施，如側溝、下水道、區域排水、河川等，結合既有路面淹水感測器，於降雨事件中觀測降雨逕流進入系統各排水設施之情形，以利掌握系統即時資訊；另於降雨事件後，透過觀測資料評估分析排水系統弱項，通盤檢討淹水事件系統狀況，分析淹水主因（致災降雨強度、系統容受能力）並提出改善建議。此外，透過水理分析排水系統之潛在淹水點位，作為監測站建置參據外，亦提供更加完整預警系統及資訊檢驗模式。

藉由硬體配置及軟體功能應用於防災作業上，逐步提升雨水下水道水位監測量能，建立智慧示警機制，利用氣象預報資訊整合預警模式分析、即時水情監測數據，以及臺東縣災害情資網整合交通部公路局、經濟部水利署及農業部農村發展及水土保持署等即時影像監測（CCTV），為利全面性綜整研判，提供災害應變單位轄管範圍之即時示警、未來預警等輔助情資，協助決策支援、精進防災應變作為，提升在地整體防災效能。

淹水災害議題 3：降低淹水災害對於防洪設施衝擊之策略方案。

策略擬定：優先治理卑南溪流域高風險河段及疏濬作業，長期性以滾動式檢討疏濬位置及區段，為維護河防安全及洪流暢通，有效降低致災風險。

策略說明：

一、卑南溪流域中高風險河段改善工程

經濟部水利署第八河川分署(以下簡稱第八河川分署)已於 108 年完成「卑南溪水系風險評估計畫」，依卑南溪流域特性擇定之風險因子，瞭解高風險河段致災原因，考量現有環境資源，具體擬定策略方案，採分年、分期實施，以期減低災害發生。

其評估結果顯示，卑南溪主流堤段中，高度風險計 6 處、中度風險有 4 處，其中高度風險包括海端四號堤防段(右岸斷面 84～89)、池上堤防段(左岸斷面 82～87)、寶華段(左岸斷面 55～57)、鹿野堤防段(右岸斷面 41～43)、瑞源堤防段(右岸斷面 55～57)、臺東大堤段(右岸斷面 5～7)；中度風險則有德高一號堤防與德高二號堤防段(右岸斷面 80～83)、關山堤防段(右岸斷面 71～73)、瑞和堤防段(右岸斷面 60～61)、山里堤防段(右岸斷面 33～34)，如圖 4-1 所示。中高風險河段致災主因，以危害度

方面來看，其複合型災害因子長期遭受高速水流沖擊，導致堤岸混凝土老化現象，以及河道深槽高度低於堤防基礎等影響；脆弱度方面則因潰堤淹水影響範圍，及防災應變能力不足所致。近年第八河川分署積極改善下，前述高風險河段均已降至中度風險等級，僅臺東大堤乙處仍屬高風險堤段。

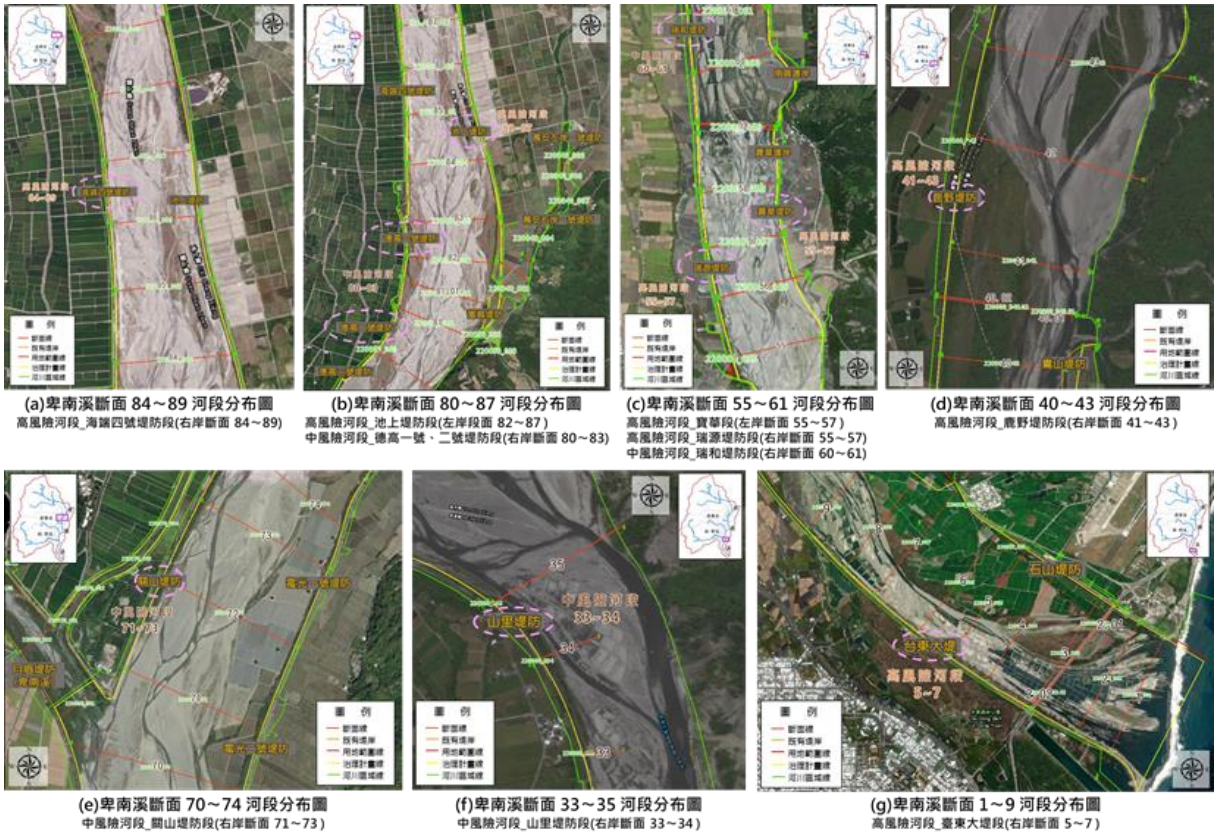


圖 4-1 卑南溪流域中高度風險河段分布圖
（資料來源：經濟部水利署第八河川分署）

二、卑南溪流域歷年疏濬與河道整理

依據「111～113 年卑南溪流域整體疏濬評估計畫」，第八河川分署自 98 年迄今分別於卑南溪日出段(斷面 60～65)、東明段(斷面 80～82)、德高段(斷面 80～83）及北庄段(斷面 91～93）瑞源段(斷面 55～57）辦理疏濬工程，總疏濬量計約 488.45 萬方；並配合各河道特性進行河道整理，作為堤防背填土，合計土石整理量約 339.10 萬方。長期性以滾動式檢討疏濬位置及區段，為提升河防安全、降低致災風險，疏濬及河道整理總量合計 827.55 萬方(圖 4-2)。此外，111 年度已完成德高段(斷面 83～84)河道疏濬工程，疏濬土砂量約 28.6 萬立方公尺。另卑南溪水系 108～111 年度辦理之河道整理工程，主要配合主支流堤岸基礎保護工加強工程或緊急搶險(修)、歲修工程等河道整理或草木清疏作業。

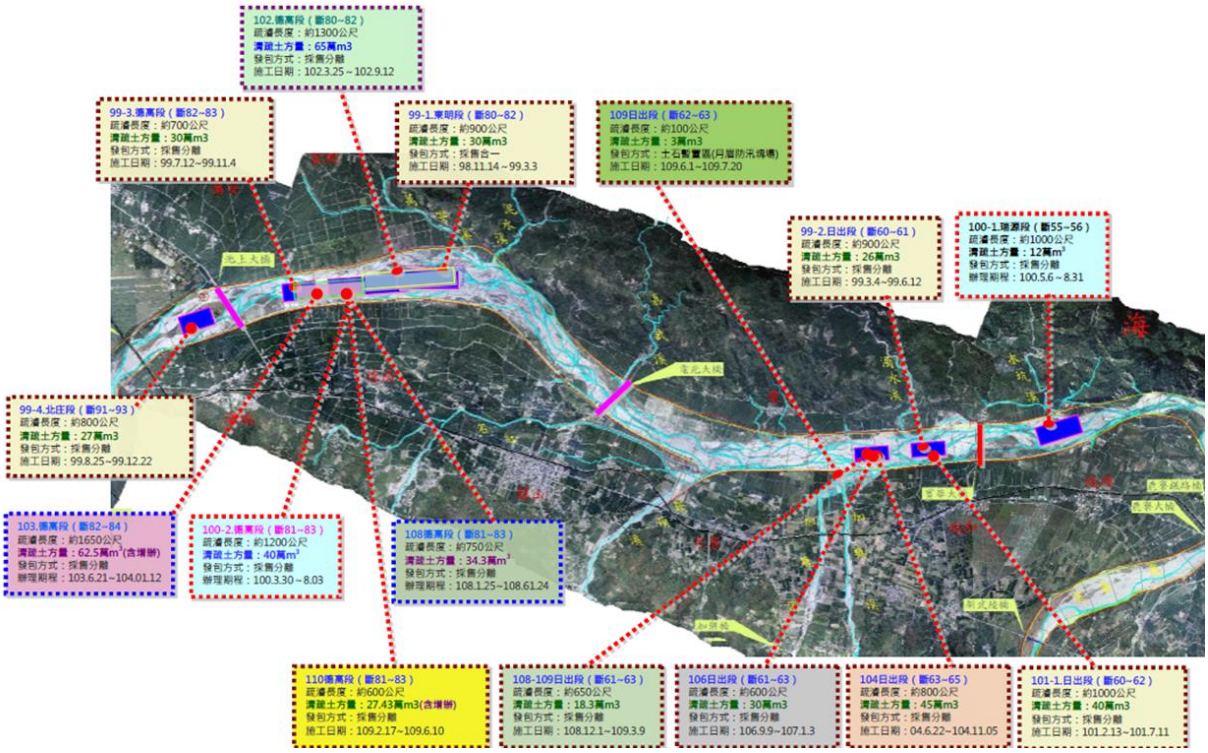


圖 4-2　99～111 年度卑南溪疏濬工程概況圖

（資料來源：經濟部水利署第八河川分署）

4-1-2 坡地災害議題及策略方案

臺東縣坡地崩塌潛感分析，係導入 AR6 統計降尺度日雨量資料之不同暖化溫度(1.5℃、2.0℃、3.0℃、4.0℃)，作為短中長期階段之氣候變遷評析參據，套疊臺東縣防救災韌性資料，評估崩塌高風險區位之弱項，研擬對應調適策略方案(表 4-2)。

表 4-2 臺東縣坡地災害韌性防災調適策略

危害情境	使用圖資	自行模擬坡地崩塌潛感地圖	自行模擬坡地崩塌潛感地圖	自行模擬坡地崩塌潛感地圖
韌性防災矩陣	套疊圖資	• 人口 • 產業 • 建築物 • 交通設施 • 醫療及警消 • 供水設施 • 油電設施 • 通訊設施 • 避難處所及物資儲備 • 水利設施	• 人口 • 產業 • 建築物 • 交通設施 • 醫療及警消 • 供水設施 • 油電設施 • 通訊設施 • 避難處所及物資儲備 • 水利設施	• 人口 • 產業 • 建築物 • 交通設施 • 醫療及警消 • 供水設施 • 油電設施 • 通訊設施 • 避難處所及物資儲備 • 水利設施
	韌性城市八大要素	• 掌握災害風險情境 • 加強基礎設施因應災害之能力	• 掌握災害風險情境 • 加強基礎設施因應災害之能力	• 掌握災害風險情境 • 加強基礎設施因應災害之能力
	其他	防救災韌性評估表	防救災韌性評估表	防救災韌性評估表
韌性防災脆弱性	風險區位災害議題	導入集水區治理工程為減緩坡地災害之策略方案	減低坡地災害對於供電系統影響之策略方案	降低坡地災害對於通行受阻之策略方案
韌性防災策略	短期	• 土石流及野溪水災治理 • 強化管理水砂溢淹區域	推動配電饋線自動化作業	• 易致災邊坡預防性監測 • 加強人員巡查路況安全，實施緊急搶通作業

危害情境	使用圖資	自行模擬坡地崩塌潛感地圖	自行模擬坡地崩塌潛感地圖	自行模擬坡地崩塌潛感地圖
	中長期	導入自然為本(NbS)理念，強化集水區環境韌性	建置防災微電電網，推動小水力發電，結合微電網發展再生能源	建立邊坡管理與監測制度
第 11 屆專諮會災害管理階段	減災及其準備	●	●	●
	應變及其整備		●	●
	復原重建及其準備			

坡地災害議題 1：導入集水區治理工程為減緩坡地災害發生之策略方案。

坡地崩塌係因集水區沖蝕及產砂量大增為主要原因之一，為強化集水區環境韌性，建立可行及可持續發展之整體集水區自然治理及管理策略，著實提升保全對象耐受災能力。

對應策略：為強化集水區環境韌性，導入自然為本解決方案(Nature-based Solutions, NbS)理念，進行集水區課題改善與調適策略推展。

策略說明：

111 年農業部農村發展及水土保持署選定北部、中部、南部及花東地區等 10 處集水區，作為未來推動集水區調適策略推動之示範區域。透過集水區保育治理策略由傳統工程防治調整為以自然為本方式施行，使洪災管理方法(工程與非工程)效益最大化、洪災風險最小化，提升防災韌性及永續水環境安全為目的。

在調適策略推動上(圖 4-3)，首要針對自然為本的 7 項重大社會挑戰，包括氣候變遷減緩及調適、減少災害風險、經濟與社會發展、人類健康、糧食安全、水安全，以及環境劣化與生物多樣性喪失等面向進行個別評估。

臺東縣示範區以達仁鄉台坂溪及鄰近集水區為主。社會挑戰議題 3 大項：1.減少災害風險；2.水安全及環境劣化；3.生物多樣性喪失。在減少災害風險上，為減輕水砂災害，除持續推動土石流、野溪水災災害治理外，瞭解溪流水砂運移機制，評估適宜水砂溢淹區域及強化管理；水安全方面，為有效維續水資源管理及調配利用，主要端賴水土資源涵養與水土保育行動之落實，持續推動淺層崩塌及大規模崩塌等治理工程，另運用撒播草種、覆土層回填等坡面綠覆保水等方式，有助改善生態環境。環境劣化及與生物多樣性喪失面向，除持續加強水保資源保育行動外，由於環境劣化可直接衝擊生物多樣性，在生態功能復育上，則需特別強化生態劣化環境復育工作，確保生物多樣性且防止土地劣化可能性，達到保育及永續利用陸域生態資源，亦同聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）第 15 項目標行動邁進。

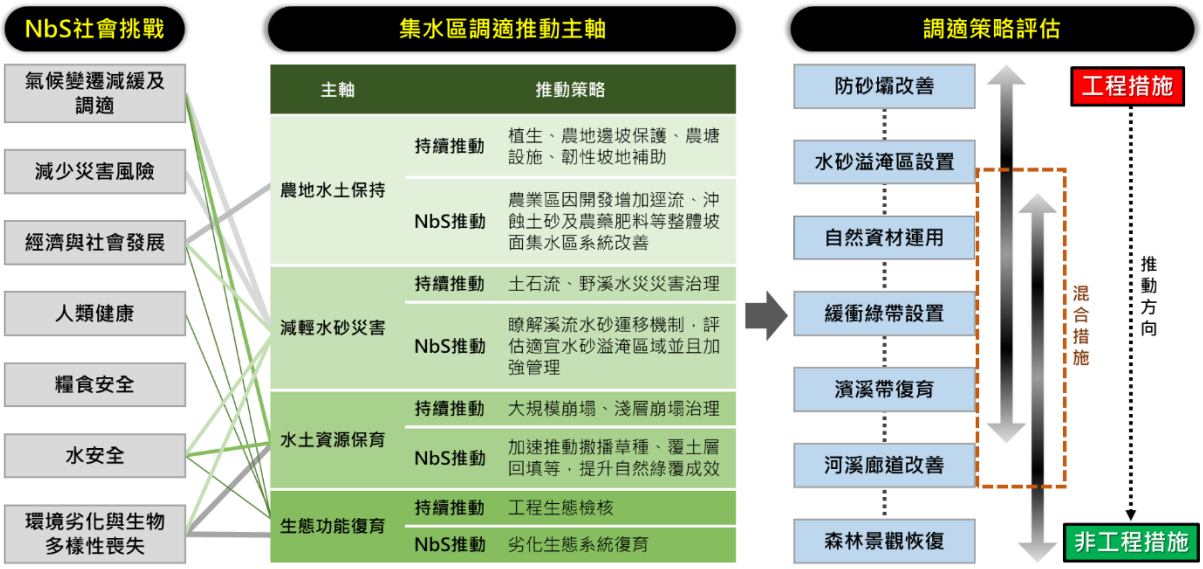


圖 4-3 自然為本(NbS)社會挑戰對應各型態集水區之調適策略

（資料來源：轉繪至農業部農村發展及水土保持署）

坡地災害議題 2：減低坡地災害對於供電系統影響之策略方案。

土石流或大規模崩塌災害等坡地災害，具相當衝擊力與破壞力，使供電設施容易遭受破壞，進而造成停電情形發生，尤其是偏遠地區電網相較脆弱，又道路容易受阻，大幅影響電力搶修日程，以致當地居民經常飽受無電之苦。

對應策略：利用當地水利資源，導入小水力發電及微電網儲能設施，改善供電穩定性及降低電力輸送風險。

策略說明：

為全面提升電網面對突發事故之應變能力，透過區域間電網節點獨立化、提升設備穩定性及阻止停電事故擴散等三大面向，以降低停電事故發生機率及縮小停電影響範圍為目的。此外，持續推動配電饋線自動化作業，力求「停電更少、復電更快」，經由安裝自動線路開關、監控設備及調度系統，遇到突發事故，可自動偵測、快速隔離故障區間，藉此將正常線路先行復電，縮短整體停電時間，大幅提高供電可靠度及減低停電對用戶的影響。

臺東縣山坡地聚落多達百處，電網韌性相對不足情況下，災時停電儼然成為常態，加上山區道路崎嶇又容易阻斷，使得電力搶修困難倍增，導致聚落易成孤島地區屢見不鮮。鑑此，臺東縣政府為積極改善偏遠地區之供電韌性不足情形，配合政府 112 年「再生能源發展條例」及邁向 2050 淨零排放目標推進，推動小水力發電(Small Hydropower, SHP)。其乃為一種分散式的小型水力發電，可簡易設置於灌渠、溪流、水力設施及旁通水路，適合作為電力供給不穩定地區如農村、社區、山區及偏遠地區之供電來源。不但建置成本低、廠房占地小、運行維護成本及輸電成本均低，對於生態環境影響較小等優勢，使得現地發電、在地使用的小水力發電已成為國際再生能源發展趨勢之一。

臺東地區河川短、地形高，小水力發電充分利用環境特性，以及減低環境影響方式建置發電系統。現階段盤點小水力潛力場域中，發現海端鄉水力資源豐沛，評估可發展為小水力發電場址，配合微電網發展再生能源，改善偏遠地區供電風險，推動綠能發展、永續共生之韌性城鄉。

坡地災害議題 3：降低坡地災害對於通行受阻風險之策略方案。

臺東縣境內土地超過 92%係為坡地及山地，使得坡地災害成為本縣主要災害之一，尤其交通網絡密度愈高地區，遭受災害衝擊程度亦高。

對應策略：強化預防性監測系統，以期降低用路風險；掌握即時交通災況資訊，進行緊急搶通作業，降低通行受阻影響。

策略說明：

交通部公路局因應極端氣候影響，於去(113)年辦理公路系統道路及橋梁安全改善辦理情形專題報告中，提出針對易致災損之邊坡進行預防性監測與管理，為提升公路系統韌性。主要實施方針 1. 運用遙測技術：透過遙測技術蒐集數位圖資及分析歷史災害資料，劃設易致災路段；2. 定量分級：公路邊坡「定性」分級，採用 A、B、C+、C、D 級進行管控，針對列管為高危害度 A、B 級上邊坡以「落石災害評分系統」進行「定量」評估；3. 科技巡檢：針對「優先關注邊坡」，每年汛期前至少以 UAV 巡檢 1 次，由於 UAV 優於傳統巡檢效率及視角範圍，有助於提升後續維運管理評估及效能；4. 落石告警系統：針對落石來源尚無法確定或機械能量無法到達之邊坡，採落石告警系統試辦方式，現階段已視現況需求完成系統設置。

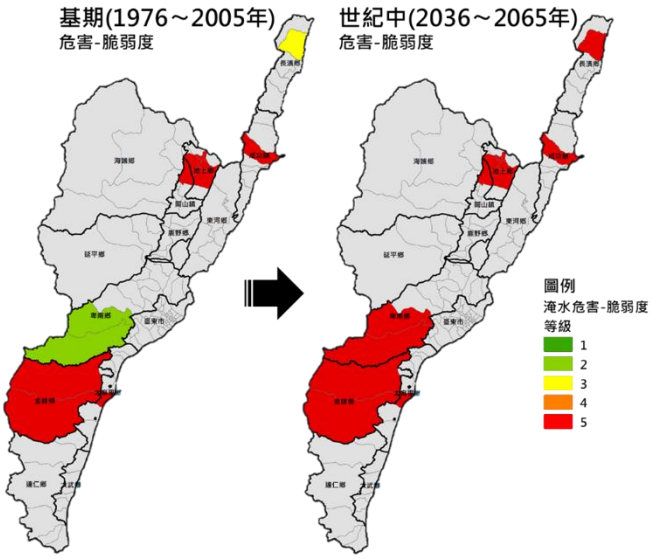
臺東縣政府為即時掌握致災道路或交通狀況，除運用交通監視或攝影設備，如臺東縣災害情資網整合交通部公路局、經濟部水利署及農業部農村發展及水土保持署等即時影像監測（CCTV），亦蒐整多方災害現場之交通路況與相關災害資訊。依據道路管理權責，掌握道路毀損狀況，進行移除障礙物作業，針對緊急運送路線優先實施緊急修復或劃設替代道路；若有緊急救援及緊急運送需求之橋梁損壞時，以搭設便橋暫代，實施緊急搶通。此外，仍需持續進行道路安全監測，加強調派人員巡查轄區道路、橋梁、堤防、擋土設施及各溪流溝渠排水狀況，並注意山坡地地層滑動情形，為確保路況安全無虞。

4-2 韌性防災調適策略平台應用

臺東縣災害情資網擴充功能之一「韌性防災調適平台」。依據地方災害特性需求，利用新增專案方式，建置各類災害情境，考量韌性防災調適策略得以透過功能操作展示，提供地方政府於極端災害下之環境災害特性、防災決策及韌性防災作為之溝通平台。茲將該平台實務應用分述如下。

4-2-1 淹水災害調適策略應用

臺東縣淹水災害情境模擬，係取用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）之淹水危害-脆弱度圖資，作為氣候變遷下臺東縣淹水災害未來情境推估之參據。圖 4-4 為鄉鎮市（含村里）等級之淹水危害-脆弱度分布，就影響等級比對發現，成功鎮、池上鄉、關山鎮、太麻里鄉及金峰鄉等 5 鄉鎮，不論是基期抑或世紀中，等級均屬 5 級（影響程度高）；而卑南鄉及長濱鄉之影響等級變化較大，分別由基期 2 級（中低）、3 級（中）調整至世紀中 5 級（高）。盤點在地韌性防災資料庫圖資，再與前述淹水危害-脆弱度圖資套疊結果，評估災害風險區位韌性（相對脆弱性）能力，檢視各基本要素脆弱性議題，作為後續擇取災害脆弱性與韌性調適策略擬定方向之重要參據。

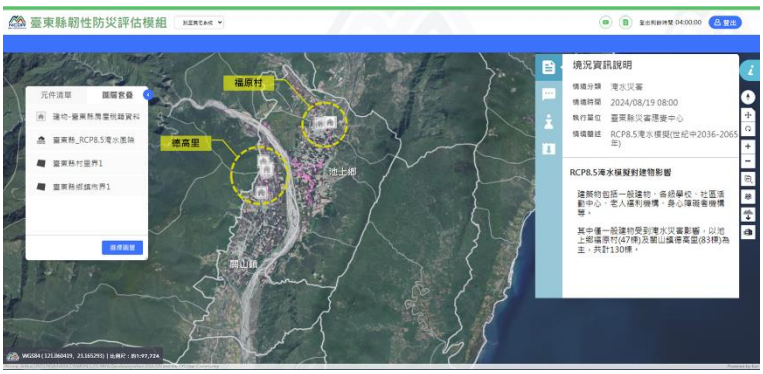
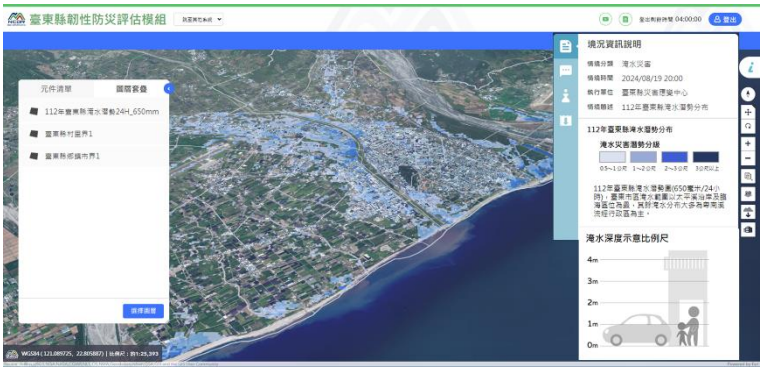


鄉鎮市	村里	基期 (1976～2005)	世紀中 (2036～2065)
長濱鄉	三間村	3	5
成功鎮	三仙里	5	5
池上鄉 (6)	慶豐村	5	5
	新興村	5	5
	萬安村	5	5
	富興村	5	5
	錦園村	5	5
	福原村	5	5
關山鎮	德高里	5	5
卑南鄉 (2)	東興村	2	5
	溫泉村	2	5
太麻里鄉	香蘭村	5	5
金峰鄉 (2)	歷坵村	5	5
	嘉蘭村	5	5
7	14	—	—

註：淹水危害-脆弱度影響程度分為低、中低、中、中高、高 5 個等級（顏色以綠、淺綠、黃、橙、紅表示）。

圖 4-4 臺東縣村里淹水危害-脆弱度於基期及世紀中之影響等級對照

淹水災害脆弱性分析結果（詳參 **5-2-2 淹水災害風險評估**），評估高淹水風險第 5 等級範圍，除醫療及警消單位、油電設施及通訊設施等方面影響較小，餘者均具淹水風險。針對淹水風險較高區域（池上鄉及關山鎮）之防救災韌性弱項，研擬對應調適策略方案。為利淹水災害議題得以具體呈現淹水災害對於韌性設施的衝擊影響，應用韌性防災調適平台，新增淹水災害情境專案，套疊淹水危害-脆弱度及各項韌性設施，圈繪災害區位的影響設施，再利用圖層設定功能，將對應策略利用圖資方式呈現，提供地方政府掌握災害潛勢區位及其衝擊設施的展示平台（圖 4-5）。

臺東縣淹水災害境況說明(1) 使用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(TCCIP) AR5_RCP8.5 淹水災害風險圖套疊臺東縣防救災韌性資料，評估淹水高風險區位及相關設施衝擊，研擬對應調適策略方案。	
臺東縣淹水災害境況說明(2) 使用經濟部水利署 112 年淹水潛勢圖(24 小時 650 毫米)套疊臺東縣行政區，評估淹水高風險區位及相關設施影響程度，研擬對應調適策略方案。	

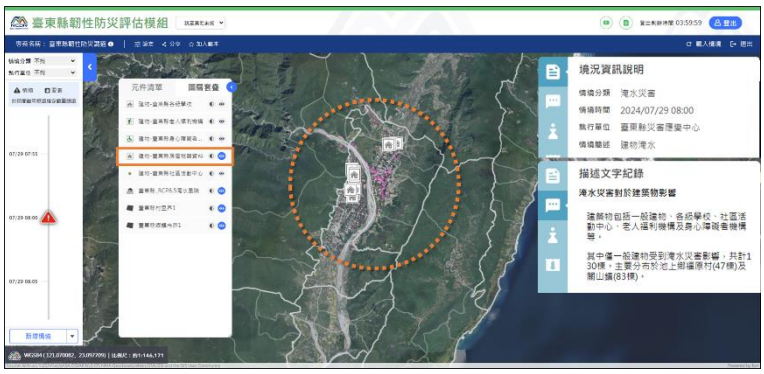
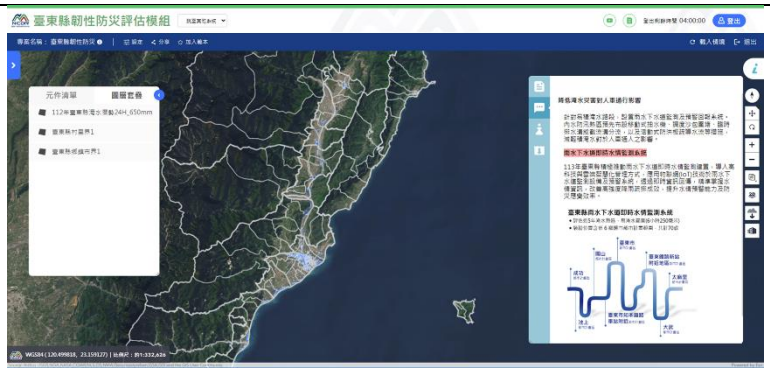
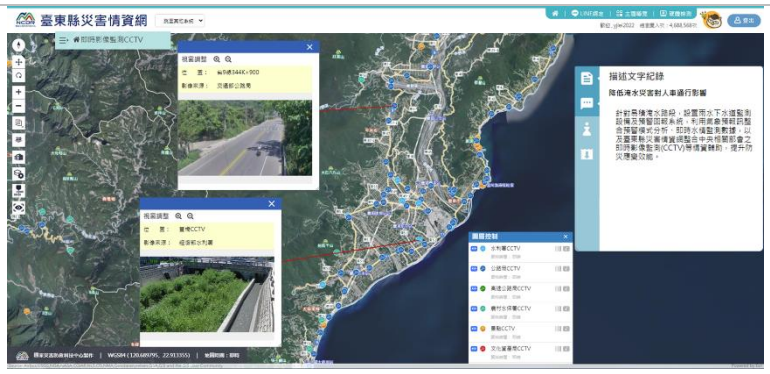
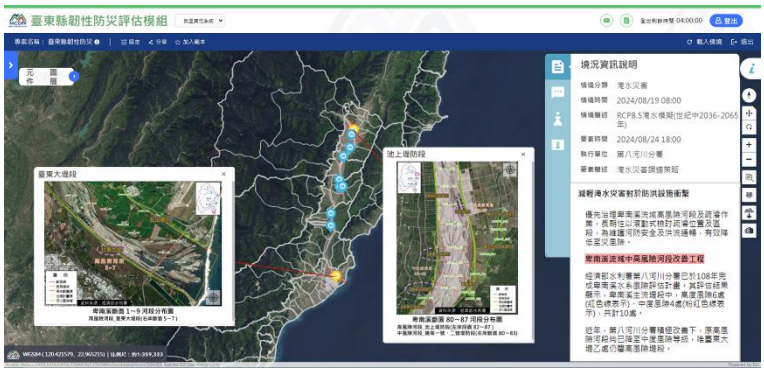
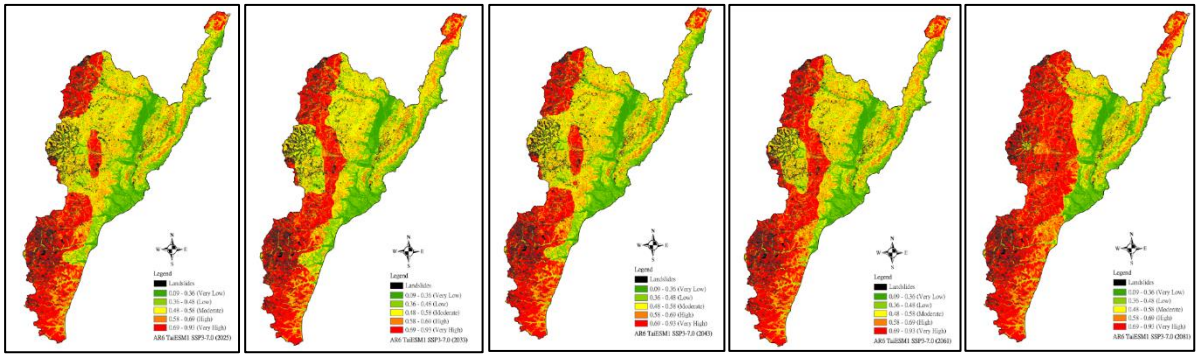
【淹水災害議題一】 **改善淹水災害對於建物設施及住宅影響。** 說明： 淹水災害區位主要集中於縱谷線池上鄉及關山鎮一帶，以建築物影響為最，包括一般建物、各級學校、社區活動中心、老人福利機構及身心障礙者機構等。	
策略擬定： 改善淹水災害對於建築設施及住宅影響之策略方案，其一係導入低衝擊開發理念，為提升土地耐淹能力及改善環境整體機能。	
【淹水災害議題二】 **降低淹水災害對於人車通行影響** 策略擬定(1)： 建置雨水下水道即時水情監測系統，應用物聯網（Internet of Things, IoT）技術，精準掌握水情資訊，改善高強度降雨疏排成效。	
策略擬定(2)： 臺東縣災害情資網整合中央相關部會之即時影像監測（CCTV），可作為災害應變單位轄管範圍之即時示警、未來預警等輔助情資來源。	
【淹水災害議題三】 **減輕淹水災害對於防洪設施衝擊** 策略擬定： 優先治理卑南溪流域高風險河段及疏濬作業，為有效維護環境安全及洪流暢通。	

圖 4-5 臺東縣淹水災害應用於韌性防災調適策略平台示意圖

4-2-2 坡地災害調適策略應用

坡地災害情境設定方面，係使用 112 年國科會自然科學及永續研究發展處防災科技學門計畫成果研討會，本學研團隊發表成果「導入氣候變遷情境建構臺東縣坡地崩塌潛感地圖」之坡地崩塌潛感地圖。

為瞭解氣候變遷雨量變化對於臺東縣崩塌影響程度，取用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）AR6 統計降尺度日雨量資料，其為 CMIP6 模式中 TaiESM1 模式（AS-RCEC（Taiwan）），解析度 288x192 及暖化情境 SSP3-7.0 為評估資料，主要暖化情境達到各溫度門檻年分，各別是 2033 年、2043 年、2061 年及 2081 年，逐一導入崩塌潛感模型，分析未來時期（近未來、世紀中、世紀末）臺東縣坡地災害衝擊趨勢（圖 4-6）。坡地崩塌潛感圖與在地韌性防災資料庫圖資套疊結果，評估災害風險區位韌性（相對脆弱性）能力，檢視各基本要素脆弱性議題，作為後續擇取災害脆弱性與韌性調適策略擬定方向之重要參據。

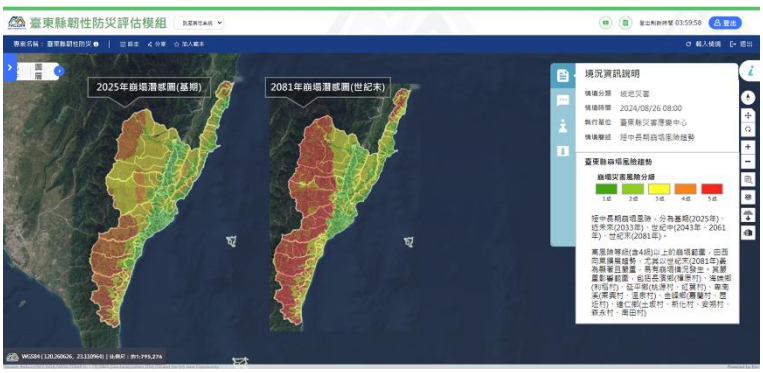


（a）2025　（b）2033　（c）2043　（d）2061　（e）2081

註：崩塌潛感等級分為非常低、低、中、高和非常高 5 個等級（顏色以■綠、■淺綠、■黃、■橙、■紅表示）。

圖 4-6 臺東縣各年分坡地崩塌潛感地圖

坡地災害脆弱性分析結果（詳參 **5-2-3 坡地災害**），評估高崩塌潛感第 4 等級以上範圍，除建築物、醫療及警消等方面影響較小，餘者均具坡地災害風險。依據崩塌高風險（基期至世紀末）重疊區位之防救災韌性弱項，研擬對應調適策略方案。為利坡地災害議題得以具體呈現該項災害對於韌性設施的衝擊影響，應用韌性防災調適平台，新增坡地災害情境專案，套疊坡地崩塌潛感地圖及各項韌性設施，圈繪災害區位之影響設施，再利用圖層設定功能，將對應策略透過圖資方式呈現，提供地方政府掌握災害潛勢區位及其衝擊設施的展示平台（圖 4-7）。

臺東縣坡地災害境況說明	
臺東縣崩塌潛感分析，導入 AR6 統計降尺度日雨量資料之不同暖化溫度(1.5℃、2.0℃、3.0℃、4.0℃)，作為短中長期階段之氣候變遷評析參據，套疊防救災韌性設施，評估崩塌高風險區位之弱項，研擬對應調適策略方案。	

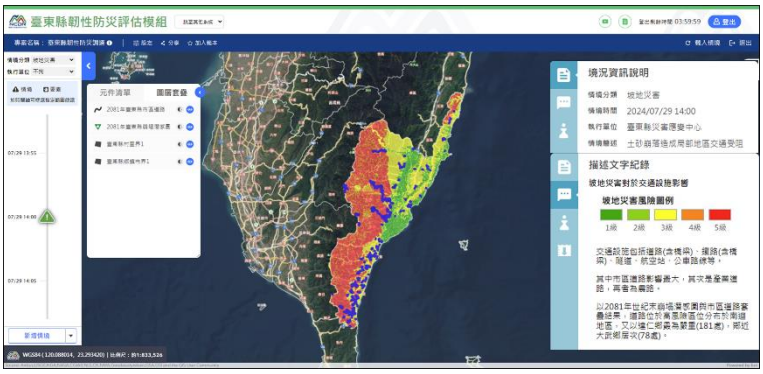
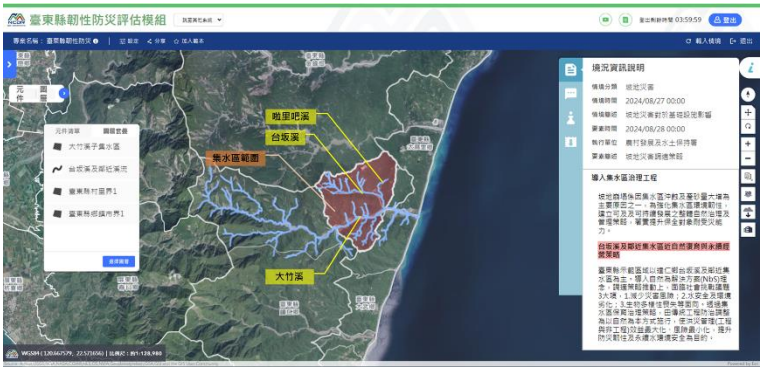
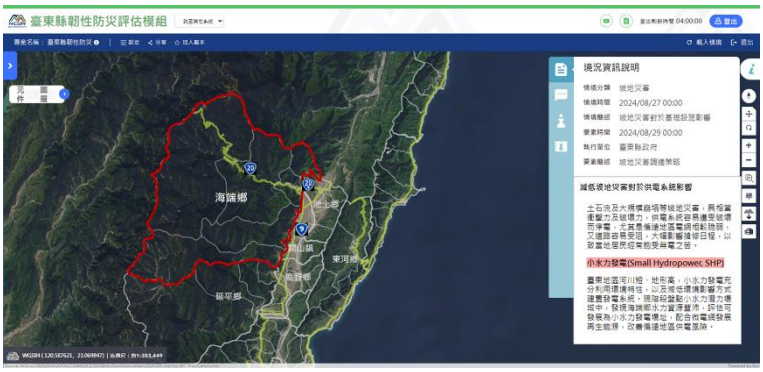
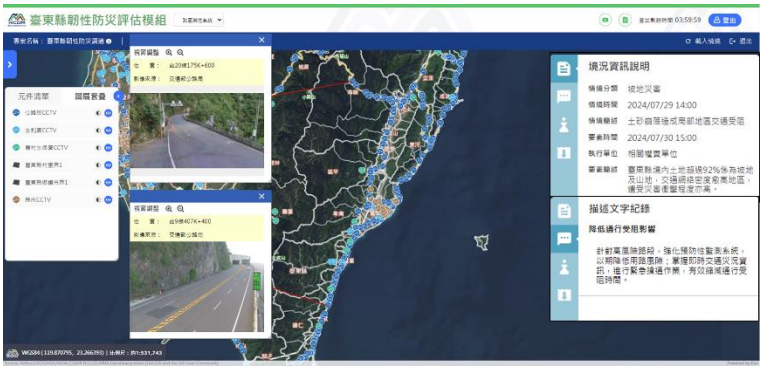
坡地災害對於防災韌性設施影響評估 各年分崩塌潛感圖套疊防救災韌性設施結果發現，交通設施及油電設施(電桿)影響最大，在交通設施中，以市區道路衝擊為最，且集中於南迴地區。	
【坡地災害議題一】 **導入集水區治理工程為減緩坡地災害發生之策略方案。** 策略擬定： 達仁鄉台坂溪及鄰近集水區作為未來推動集水區調適策略推動之示範區域。透過集水區保育治理策略，由傳統工程防治調整為以自然為本方式施行，提升防災韌性及永續水環境安全為目的。	
【坡地災害議題二】 **減低坡地災害對於供電系統影響** 策略擬定： 坡地災害具相當衝擊力與破壞力，尤其是電網相較脆弱的偏遠地區，經常飽受無電之苦。運用在地水力資源豐沛，發展小水力發電，提升當地供電穩定性。	
【坡地災害議題三】 **降低坡地災害對於通行受阻** 策略擬定： 改善坡地災害對於交通設施衝擊之策略方案，主要係強化高風險預防性監測系統，掌握即時交通災況資訊進行緊急搶通，縮減受阻時間。	

圖 4-7 臺東縣坡地災害應用於韌性防災調適策略平台示意圖

4-3 韌性防災策略議題交流記錄

臺東縣在氣候變遷韌韌性調適議題與對應策略推動上，係依據 112 年 11 月中旬召開「臺東縣第五次三方工作團隊聯席會議」會議中，擇定關鍵衝擊議題及對應調適策略。針對淹水災害及坡地災害等兩種災害類型，分別擬定各三項調適策略方案，淹水災害議題，主要探討 1.改善水災對於建物設施及住宅，2.降低人車通行，3.減輕防洪設施等相

應措施；坡地災害議題，聚焦於 1.集水區治理工程，2.減少供電系統風險，3.降低通行受阻影響等對策擬定。

為確實傳達在地韌性防災議題及對應策略方案，推升地方政府及公所對於氣候變遷下之減災意識，113 年 9 月上旬召開「臺東縣災害防救辦公室第 3 次定期會」會議中，以專案報告逕向各組（減災整備組、整備應變組、復原重建組及資通管考組）及與會人員（相關局處及軍警單位等），提報個別議題及對應策略（圖 4-8）。為使與會人員充分參與在地韌性防災議題實務操作，應用臺東縣災害情資網擴充功能「臺東縣韌性防災評估模組」，透過互動式地圖展示，即時查看災害潛勢及其脆弱性分布，以及各項議題及其對應策略等簡要概述（圖 4-9）。

圖 4-8 臺東縣災害防救辦公室第 3 次定期會（113.09.04）。

圖 4-9 臺東縣韌性防災評估模組示意圖

伍、在地災防科技研發與應用

5-1 應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度

5-1-1 颱風對臺灣的影響

近年氣候變遷導致氣象異常，極端天候發生頻度與強度遞增，尤其降雨往往成為致災主因，一旦超過地表或河川承載能量，可能誘發一系列災害，包括地滑、崩塌、土石流、河川水位暴漲及溢堤情形，抑或內水久日不退釀成淹水災害等。

臺灣位處於西北太平洋颱風之主要路徑，亦是全球颱風侵襲最為頻繁地區之一。根據交通部中央氣象署（以下簡稱中央氣象署）統計顯示，平均每年有 3～4 個颱風對臺造成直接或間接影響，颱風引致的強降雨，經常導致洪水、土石流、山崩等衍生災害，造成社會、經濟與生命安全重大威脅及損失。氣候變遷不僅影響全球氣候型態，亦改變臺灣颱風降雨特性；根據政府間氣候變化專門委員會（The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）第五次評估報告及第六次評估報告預測，隨著全球氣溫上升，颱風強度不斷增強，降雨愈趨劇烈，臺灣常為颱風侵擾地區，其引致的極端降雨事件勢必更為頻繁（Knutson et al., 2020; IPCC, 2021）。在預測颱風降雨空間分布，囿於颱風結構、移動路徑、移動速度及大氣環境狀態，該等因素不僅複雜且隨機發展性高，以致難以達到精準預測，唯可以確認的是降雨分布主要係受到颱風移動路徑影響（陳政安，2011）。本研究在國科會專案計畫支持下，蒐整中央氣象署 2006 年～2015 年期間颱風降雨資料，應用空間資料探勘（Spatial Data Mining），分析不同颱風移動路徑及強度與各區域降雨量之相關性，作為颱風來臨前防災預警之參考。颱風降雨空間分布，與颱風移動路徑、強度及速度等關係密切。因地形效應影響，迎風面地形抬升造成該區域降雨明顯大於背風面，此現象在臺灣山區尤其顯著。此外，臺灣複雜的地形特徵，如中央山脈縱貫南北，地勢東高西低等地理環境相去懸殊，造成颱風降雨落差甚鉅，特別是颱風來襲期間，某些區域降雨量可能遠高於其他區域。為瞭解颱風降雨空間分布變化及預測分析趨向，提升減災整備能力、災害應變效能，以及災害韌性調適策略研擬之參據。

5-1-2 臺灣地區降雨現象

一、臺灣地區降雨分析

根據 IPCC 第五次評估報告（AR5），全球暖化將對熱帶氣旋（含颱風）強度與降雨模式造成顯著影響；同時指出，隨著氣溫升高，尤其是熱帶和亞熱帶地區颱風降雨強度愈趨劇烈，且雨量增幅達 7%～15%不等（Knutson et al., 2010）。臺灣因地理位置關係為颱風活躍區域，伴隨颱風所帶來的強降雨導致洪水和土石流事件頻增。Xu et al.（2024）進一步提出，隨著海水溫度持續增高，颱風生命週期的總降雨量亦隨之提升，為減緩極端降雨下之災害衝擊，應針對地區特性研擬災害防救韌性調適作為；IPCC 第六次評估報告（AR6），進一步強調氣候變遷對於颱風影響至深，且特別指出，氣候變遷導致熱帶氣旋（含颱風）雨量激增，因颱風移動速度趨緩，使得局部地區係受颱風滯留時間延長所致，推升極端降雨事件風險加劇（IPCC, 2021）。Liang et al.（2017）研究表示，尤其是包括臺灣等位處西北太平洋颱風活動區域，未來颱風降雨強度推估提高 20%以上，亦指颱風期間，全臺山區及沿海地區勢必面臨強度更高的降雨和洪患風險。再者，AR6 提及颱風路徑可能出現北抬或東移情勢，可視地區特性差異調整災防整備能量（IPCC, 2021），建構因應氣候變遷下之風險評估預測模式，應對颱風行徑多變及極端降雨愈趨

劇烈等狀態。

臺灣位處颱風路徑前緣，歷年颱風造成不少重大災損。為評估探究颱風致災因素，諸多研究者從歷史颱風紀錄中，應用不同方法與模式分析臺灣地區與降雨之關連性，如曹鎮、陳文福、徐義人（2006）應用模糊理論建立颱風降雨分析模式，利用歷年颱風降雨資料比對結果發現，颱風路徑係為影響各地區降雨最關鍵因素，然造成降雨不確定性因素頗多，如輕度颱風造成極端強降雨，抑或強烈颱風帶來少量降雨等情況；葉天降、吳石吉、謝信良（1999）提出颱風移動路徑不同，造成臺灣不同地區降雨差距懸殊；颱風由東向西移動，一旦路徑偏北，降雨區域將集中在桃竹苗及中部等山區；若路徑偏南，雨區則下移至東南部地區；另，颱風行徑方向由南至北，沿著臺灣東方海面向北方移動，主要降雨分布臺灣東部；若路徑係由臺灣西方海面朝北方前進，雨區則會集中在中部山區；陳政安（2011）研究指出，颱風影響臺灣各地區降雨分布之最關鍵主因，取決於颱風路徑係為迎風面抑或背風面，颱風侵臺期間的外圍環流與季節盛行風產生之共伴（夏季西南氣流及秋季東北季風）效應，易於迎風面地區引發強降雨；郭鴻基等人（2013）分析 1960～2011 年期間 84 起侵臺颱風之總降雨量，其中 9 起颱風發生於 2000 年以後，且大多自臺灣北部登陸；另將全數 51 年資料分為前後各 25 年，前 25 年期僅 1 起颱風造成強降雨釀災，後期則多達 11 起颱風致災，顯示颱風強降雨依隨時間推移愈趨劇烈，亦驗證氣候變遷導致氣候型態變化持續加劇中。

二、颱風強度、降雨及地理位置之關連性

（一）颱風強度與降雨關係

颱風強度對於降雨多寡具有相當影響。臺灣在颱風分級上，係以近中心最大風速劃分，通常颱風風力達到一定級數時，挾帶水氣愈多、降雨強度愈高。Knaff et al.（2007）研究表示，颱風強度大致取決於其中心氣壓、最大風速及風場結構；強烈颱風通常出現結構紮實且清晰的眼牆及劇烈環流，加速推升水分至高空，造成集中降雨情形。Holland（1997）研究發現，颱風最大風速與降雨強度為正相關，風速愈大、降雨強度愈高，尤其是強烈颱風近中心風速達到 45 公尺/秒，降雨量增幅顯著；Yu et al.（2017）研究指出，強烈颱風挾帶大量水氣於移動過程持續釋放，通常集中在眼牆周圍發生大範圍強降雨情形，降雨範圍隨著颱風移動而逐漸擴大，但降雨強度則因颱風中心距離增大而減弱；Hsu et al.（2016）研究顯示，颱風移動路徑與環境風場息息相關，造成強烈颱風的降雨呈現非對稱性分布，又以颱風右側降雨量居多。該降雨模式在強烈颱風等級更為顯著，且不同颱風路徑影響降雨空間分布，隨著氣候變遷，強颱頻率大幅增加，所引致的極端降雨事件亦隨之攀升（Lee et al., 2018）。

（二）地理位置對降雨分布的影響

臺灣地區地形高度差異顯著，颱風期間的降雨型態主要受到地形抬升作用影響。當颱風引進暖溼氣流跨越山脈時，氣流被迫上升，水氣凝結形成降雨，此過程稱為地形抬升作用（Orographic Lifting）。Chen et al.（2012）研究指出，臺灣中央山脈係颱風降雨的重要「分水嶺」，且迎風面降雨量顯著高於背風面。依據雨量站資料顯示，臺灣東部及中部的迎風面山區於颱風期間的降雨量經常超過 500 毫米以上，而相對平坦的西部地區降雨量則明顯偏少。

颱風降雨特性不但受到地理位置影響，亦因海拔高度與地勢高低起伏而改變，如臺灣花蓮、臺東及中部山區位處西太平洋颱風路徑前緣，經常是颱風起首襲擊地區。當颱

風引進強風及大量水氣越過山脈時爬升過程，形成持續且密集降雨，使得迎風面地區經常成為強降雨的「重災區」（Liang et al., 2017；Wang & Lin, 2021），短延時強降雨極可能造成山洪暴發及土石流災害等；反之，位處背風面的西部地區如臺中及彰化等地區降雨強度小又雨量少，因地理因素造成雨量差異頗大。根據 Lin et al.（2013）研究，強烈颱風在臺灣沿海地區的降雨區段，大致距離颱風中心約 100 公里範圍內，一旦颱風接近山區時，降雨強度明顯增高。地形對於降雨具有放大作用，再與颱風強度結合下，使得臺灣部分地區於強颱期間降雨量遠超過平時。

（三）降雨分析與技術運用

臺灣地處西北太平洋颱風活動區域，降雨時間與空間分布極具變化。長期以來，研究者特別針對颱風期間之強降雨事件，應用不同方法分析降雨模式，如測站資料、遙測影像、地理資訊系統（GIS）及空間統計分析等方法，作為颱風降雨預測及災害應變參用。

1. 應用 GIS 技術於颱風降雨分析

應用地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）技術，整合測站與遙測影像，產製高精度降雨分布圖，分析颱風降雨變化及趨勢（Dhulgude et al.,2019）；結合氣象數據與地理數據，繪製降雨分布作為數值預報模式參據，增進颱風災害風險溝通機制（Sharma et al., 2020）。

2. 隨機降雨生成模型與降尺度模型

除傳統內插法，隨機降雨生成模型（Stochastic Rainfall Generation Models）及統計降尺度模型（Statistical Downscaling Models）亦是分析未來降雨模式之重要工具。將屬於全球尺度之大氣環流模式，透過該等模型輸出值轉換為區域尺度之降雨預測模型，探討不同情境下之降雨風險（Koutsoyiannis, 2003; Wilby et al., 2004）。Lin et al.（2013）應用統計降尺度模型於臺灣地區颱風降雨預測研究發現，在氣候變遷下之極端降雨事件頻增，且颱風季節的降雨強度估計明顯提高。

5-1-3 研究方法及統計分析

一、資料來源

本研究使用中央氣象署 2006～2015 年統計資料，篩選已發布陸上颱風警報之颱風資料為主(不含第十類特殊路徑及未被分類的颱風)，合計 36 場颱風資料如表 5-1 所示。分別將颱風移動路徑、降雨強度及測站觀測等原始資料進行處理後，作為不同颱風路徑對於各地區降雨分析之重要參據。

表 5-1　2006～2015 年颱風資料

年度	颱風名稱	強度	路徑	陸警發布時間			陸警解除時間		
				月	日	時	月	日	時
2006	珍珠	中颱	9	5	17	03	5	18	18
2006	碧利斯	輕颱	2	7	12	09	7	15	03
2006	凱米	中颱	3	7	23	24	7	26	03
2006	桑美	中颱	1	8	9	12	8	10	24

年度	颱風名稱	強度	路徑	陸警發布時間			陸警解除時間		
				月	日	時	月	日	時
2006	寶發	輕颱	4	8	8	15	8	9	12
2007	帕布	輕颱	4	8	7	06	8	8	12
2007	梧提	輕颱	3	8	8	12	8	9	12
2007	聖帕	強颱	3	8	16	21	8	19	15
2007	韋帕	中颱	1	9	17	15	9	19	09
2007	柯羅莎	強颱	2	10	5	06	10	7	21
2008	卡玫基	中颱	2	7	17	03	7	18	21
2008	鳳凰	中颱	3	7	27	03	7	29	12
2008	辛樂克	強颱	2	9	12	06	9	15	21
2008	哈格比	中颱	5	9	22	03	9	23	03
2008	薔薇	強颱	2	9	27	09	9	29	18
2009	蓮花	輕颱	9	6	20	24	6	22	09
2009	莫拉克	中颱	3	8	6	09	8	10	06
2010	萊羅克	輕颱	9	9	1	03	9	2	09
2010	南修	輕颱	1	8	30	23	8	31	21
2010	凡那比	中颱	4	9	18	06	9	20	15
2010	梅姬	中颱	9	10	21	18	10	23	24
2011	南瑪都	強颱	4	8	27	21	8	31	09
2012	泰利	輕颱	9	6	19	21	6	21	03
2012	蘇拉	中颱	2	7	31	21	8	3	15
2012	天秤	中颱	8	8	27	03	8	28	21
2013	蘇力	強颱	2	7	11	21	7	13	24
2013	潭美	輕颱	1	8	20	21	8	22	09
2013	康芮	輕颱	6	8	28	12	8	29	18
2013	天兔	強颱	5	9	20	09	9	22	09
2013	菲特	中颱	1	10	5	15	10	7	09
2014	麥德姆	中颱	3	7	22	03	7	23	24
2014	鳳凰	輕颱	6	9	19	21	9	22	06
2015	昌鴻	中颱	1	7	9	21	7	10	24
2015	蓮花	輕颱	5	7	7	03	7	7	15
2015	蘇迪勒	中颱	3	8	6	21	8	9	09
2015	杜鵑	強颱	2	9	27	18	9	29	18

二、應用地理資訊系統與克利金法

本研究應用地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)功能中的克利金法，利用現有測站資料之空間局部插值推估降雨分布。首先，將降雨量資料依據颱風移動路徑進行分類，使用克利金法空間內插功能，補遺未觀測地區之降雨量，並且繪製降雨分布圖。最後，將推估模型結果與實際觀測數據進行比對，為驗模型準確性。

（一）空間統計（Spatial Statistics）

空間統計顧名思義為空間資料統計分析的方法。空間資料以二部分為主，一是觀測值；二為該觀測值發生的位置，該位置可以是某個地點、XY 座標抑或由地理位置構成的範圍。空間統計係指空間中鄰近資料距離愈近、相似性愈高，而空間統計模型則是在不規則空間資料應用統計方法，梳理出空間變動（Spatial Variation）規則。空間統計分析與傳統統計分析差異有二，其一是空間資料彼此間並非獨立，不但在 n 維度空間中具有相關性，且不同空間相關程度又有差異；另一則是地球的獨一無二，散亂於空間分布之空間問題僅有一組，並無重複觀測資料。然空間現象描述空間資料甚為複雜，傳統的統計分析方法業已不敷使用。

（二）空間內插法（Spatial Interpolation）

空間內插法係應用研究區域內已知數值推估未知數值之參據，常用於環境科學領域研究，特別是地質、大氣及水文領域，研究實需大尺度全域空間資料，囿於地形、人力或設備資源，無法全然架設測站下，空間內插法係為一推估方法。鄭裕仁（2000）、高堅泰等人（2001）指出，使用不同的空間內插法，其結果差異顯著，常用的空間推估方法計有 5 種，分別是徐昇多邊形法（Thiessen's Polygon Method）、反距離權重法（IDW）、曲線尺規法（Spline）、克利金法（Kriging）及趨勢分析（Trend）。此外，林金樹、陳峰盛（2004）指出，該些方法中，以一般克利金法（Ordinary Kriging Method）之空間雨量預測結果較為理想。

（三）克利金法（Kriging Method）

克利金法係為線性內插係數的一種技術，主要取決於資料於空間分布統計特性（衛強等人，2011）。中央氣象署 2009 年「發展城鄉鎮逐時天氣預報」計畫，應用一般克利金法建立高解析度網格點雨量場進行遮蔽測站試驗（Observation System Simulation Experiment），研究結果顯示一般克利金法適用於內插雨量資料（中央氣象署預報中心，2011）。

克利金法具有最佳線性不偏估計量（Best Linear Unbiased Estimator, BLUE）特性，其理論方程式說明如下（衛強等人，2011）：

1. 線性（Linear）：估計值為區域內所有觀測值之線性組合，如式(1)

$$z_0^* = \sum_{i=1}^{n} \lambda_{0i} = 1 \qquad (I=1,2\ldots,n) \qquad \text{式(1)}$$

其中 z_i 為 n 個已知測站的測量值，z_0^* 為待測點的推估值，
z_0 為待測點的真值，λ_{0i} 為待測點對每個已知測站的權重。

2. 不偏估（Unbiased）：估計值之期望值等於區域化變數之期望值，如式(2)

$$E(z_0^*) = E(z_0) \qquad \text{式(2)}$$

3.最佳化（Best）：估計值與觀測值之間差的變異數為最小，如式(3)

$$min\{Var(z^* - z_0) = E[(z_0 - z^*)^2]\} \qquad 式(3)$$

藉由式(1)與式(2)可得到 $\sum_{i=1}^{n} \lambda_{0i} = 1$

經推導可得到一般克利金方程式及一般克利金變異數，如式(4)

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} & 1 \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} & 1 \\ \cdots \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_{10} \\ \lambda_{20} \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{10} \\ r_{20} \\ \\ r_{n0} \\ 1 \end{bmatrix} \qquad 式(4)$$

其中 $r_{ij} = r[|x_i - x_j|] = \frac{1}{2}E\{[z(x_i - x_j)]^2\}$

$z(x_i)$及 $z(x_j)$為不同位置上的隨機變數，r_{ij}半變異元函數，μ 為運算子常數。

而一般克利金變異數為 $\sigma_{OK}^2 = Var[z_0^* - z_0] = \mu + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{0i}\gamma(x_i - x_0)$

三、統計分析

臺灣地區因颱風豪雨引致的颱洪災害，經常導致淹水、路基流失、堤防潰決、土石流及坡地災害等衍生災害，而致災關鍵往往取決於不同延時（duration；持續時間）強降雨抑或長時間連續性致災降雨量。鑑此，本研究取用 2006～2015 年間颱風陸警發布期間 24 小時累積降雨量及總雨量，分析不同颱風路徑及強度對於各地區降雨程度，為瞭解研究範圍於颱風期間之降雨變化及分布趨勢。

（一）資料處理

使用中央氣象署 2006～2015 年颱風陸警發布期間，全臺自動測站及人工測站逐時雨量資料，總資料數計 10,191,408 筆。資料前置處理過程（Data Preprocessing），發現特殊值，可視情況補正（如欄位資料顯示-9998 雨跡，修改為 0.5mm）；若缺漏無法改正（如-9991 儀器故障、-9996 資料累計於後、-9997 不明原因而無資料、-9999 未觀測而無資料）；或異常情況（如 2012 年 8 月 28 日某測站時降雨量 666mm）；亦針對無法補正數據全數刪除，為避免影響統計分析結果。最後將颱風降雨資料，依據颱風類似路徑、相同強度及同一雨量站等資料歸納分組，擷取各組連續 24 小時累積雨量及總雨量作為分析參據。

（二）降雨區域分布

臺灣地形陡峭，多處高山海拔超過 3,000 公尺以上，山脈大致呈現南北走向且最長約 340 公里，位處颱風迎風面則容易發生地形降雨，且雨勢往往相當劇烈。本研究為探討颱風對臺灣各個區域之降雨影響，參考中央氣象署預報作業區域範圍（圖 5-1），分別是北區（臺北市、大臺北、桃園市、新竹市及苗栗縣）、中區（臺中市、南投縣、彰化縣、雲林縣及嘉義縣）、南區（臺南市、北高雄、南高雄、屏東縣）、東區（宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣），不含括外島（澎湖縣、金門縣及連江縣），分析 4 大區域降雨變化特性。

圖 5-1 臺灣分區圖（不含外島）

（三）颱風路徑對於降雨影響分析

1. 颱風路徑與 24 小時降雨分布之關聯

路徑 2 為通過臺灣北部由東向西或西北進行者，圖 5-2 係為強烈颱風、中度颱風及輕度颱風之平均 24 小時及最大 24 小時降雨變化。在平均 24 小時雨量分布（圖 5-2(a)、(b)、(c)），強颱造成北、中及南區的山區一帶降雨達到大豪雨甚至超大豪雨等級，僅東區（花蓮及臺東）及南區（屏東）局部區域未達大雨等級，餘者均有強降雨影響；中颱降雨影響全臺且達到大豪雨等級以上，除東區（花蓮及臺東）沿海雨量略低外，整體雨區不但擴大且雨勢偏強；輕颱雨區集中南區且達大豪雨等級以上，餘者以豪雨為主。最大 24 小時雨量分布上（圖 5-2(d)、(e)、(f)），強颱與中颱降雨趨勢相近，尤其山區雨勢顯著且由南至北遞增，除東區及南區沿海地區雨量偏低外，餘者均屬大豪雨及超大豪雨等級；由於輕颱樣本數僅乙份，其結果與平均 24 小時降雨量一致。綜觀颱風強度、平均及最大單日降雨量，發現中颱降雨表現相較劇烈，依強弱程度排序，分別是中颱 ＞ 強颱 ＞ 輕颱。

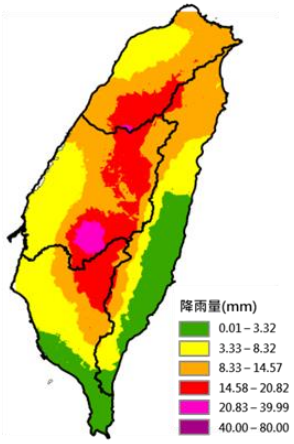
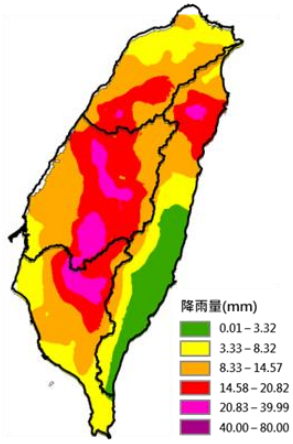
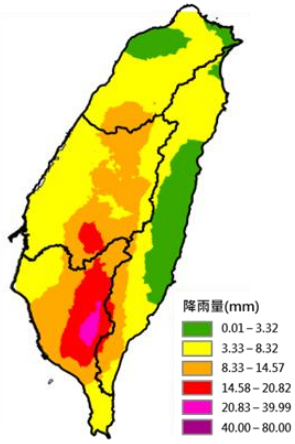
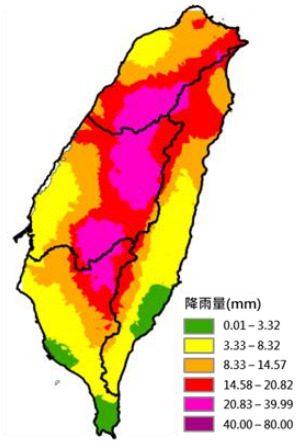
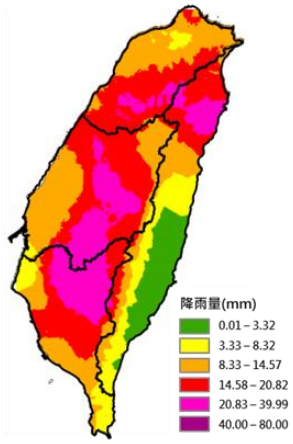
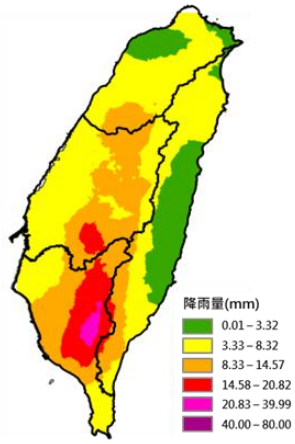
強烈颱風（樣本數 5）	中度颱風（樣本數 2）	輕度颱風（樣本數 1）
 (a)平均降雨量分布	 (b)平均降雨量分布	 (c)平均降雨量分布
 (d)最大降雨量分布	 (e)最大降雨量分布	 (f)最大降雨量分布

圖 5-2 路徑 2 全臺平均/最大 24 小時降雨分布

路徑 3 為通過臺灣中部由東向西或西北進行者，圖 5-3 顯示強烈颱風、中度颱風及輕度颱風之平均 24 小時及最大 24 小時降雨變化。在平均 24 小時降雨量分布（圖 5-3(a)、(b)、(c)），強颱雨區含括東區、南區及與其接壤區域，雨勢均達豪雨或大豪雨等級，除北區（新北、桃園及新竹）沿海雨量偏少，餘者維持在大雨標準；中颱造成南區（高雄市及屏東縣）山區降雨逾大豪雨等級以上，唯北區（桃園）局部區域雨勢趨弱，餘者均有大雨或豪雨等級；輕颱降雨分布鮮明，東區及南區達到大雨等級，餘者雨量普遍偏少。另就最大 24 小時雨量分布上（圖 5-3(d)、(e)、(f)），中颱出現大雨遍布全臺，尤其是中、南及東區交接處，強烈雨勢超過大豪雨等級；而強颱及輕颱樣本數各一，其結果與平均 24 小時降雨量相同。綜觀颱風強度、平均及最大單日降雨量，發現中颱降雨較為劇烈，依強弱程度排序，分別是中颱 ＞ 強颱 ＞ 輕颱。

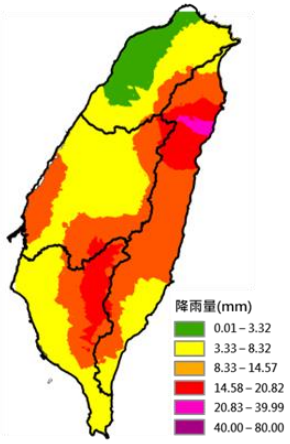
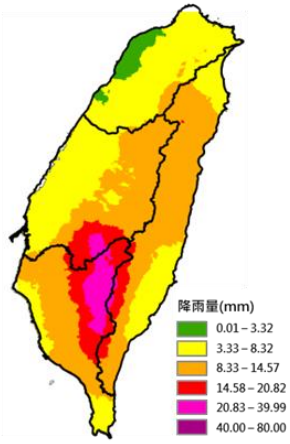
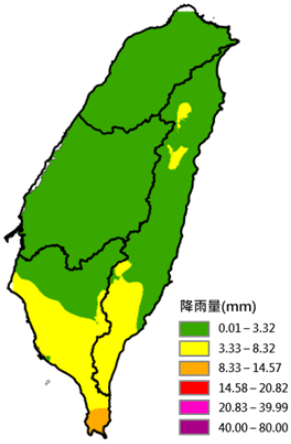
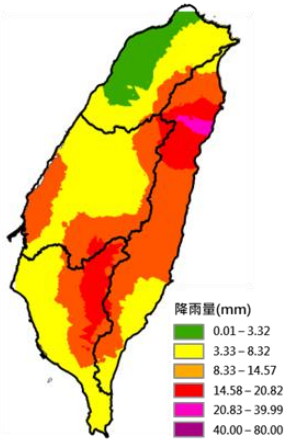
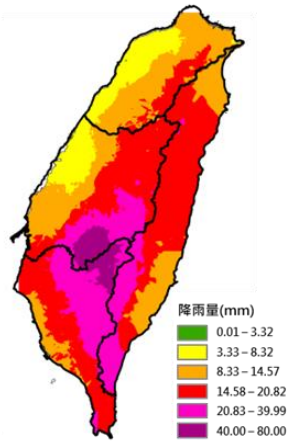
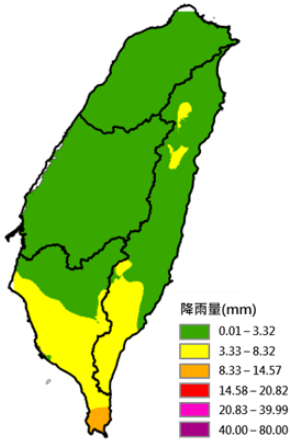
強烈颱風（樣本數 1）	中度颱風（樣本數 5）	輕度颱風（樣本數 1）
 (a)平均降雨量分布	 (b)平均降雨量分布	 (c)平均降雨量分布
 (d)最大降雨量分布	 (e)最大降雨量分布	 (f)最大降雨量分布

圖 5-3 路徑 3 全臺平均/最大 24 小時降雨分布

路徑 4 主要通過臺灣南部由東向西或西北進行者，圖 5-4 呈現強烈颱風、中度颱風及輕度颱風之平均 24 小時及最大 24 小時降雨變化。在平均 24 小時降雨量分布（圖 5-4(a)、(b)、(c)），強颱造成東區及南區降雨達到豪雨等級，北區及中區雨勢相對趨緩，餘者則有大雨等級；中颱與強颱雨區分布相近，唯劇烈降雨集中南區且高出超大豪雨標準，餘者介於豪雨至大豪雨區間；輕颱降雨分布兩極，左半部的北、中及南區雨勢偏弱，僅達大雨標準，而右半部的東區及交界地區，則出現豪雨或大豪雨等級雨勢。在最大 24 小時雨量分布（圖 5-4(d)、(e)、(f)），輕颱造成東區降雨不均且擴及至接壤地區，宜花局部範圍雨勢劇烈，而臺東地區相較趨緩，除北、中及南區降雨明顯偏少外，餘者均有大雨至大豪雨等級雨勢；另強颱及輕颱樣本數各一，其結果與平均 24 小時降雨量相同。綜觀颱風強度、平均及最大單日降雨量，發現中颱降雨較為劇烈，依強弱程度排序，分別是中颱 ＞ 強颱 ＞ 輕颱。

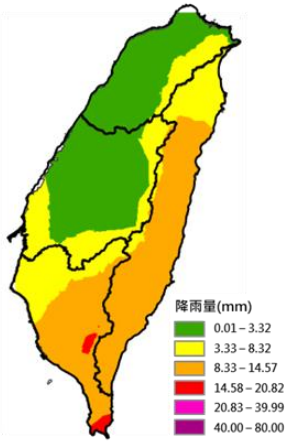
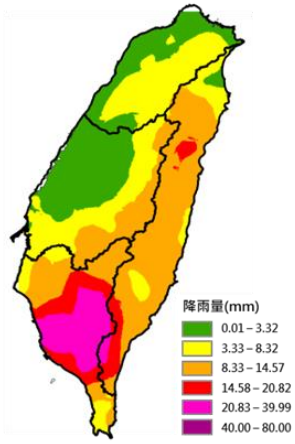
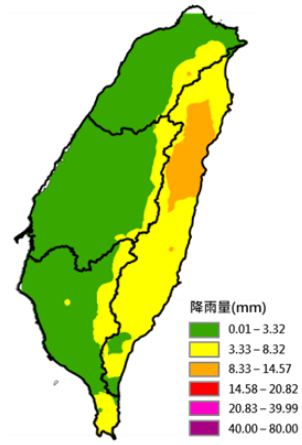
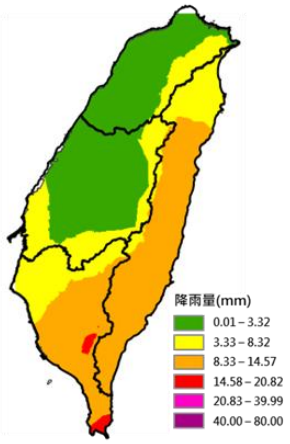
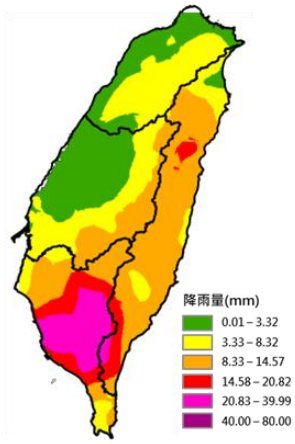
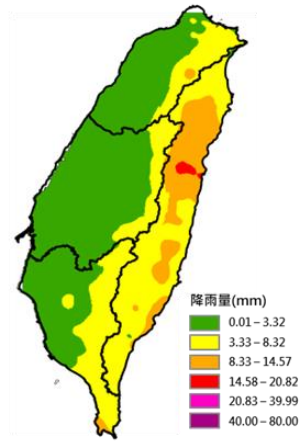
強烈颱風（樣本數 1）	中度颱風（樣本數 1）	輕度颱風（樣本數 2）
 (a)平均降雨量分布	 (b)平均降雨量分布	 (c)平均降雨量分布
 (d)最大降雨量分布	 (e)最大降雨量分布	 (f)最大降雨量分布

圖 5-4 路徑 4 全臺平均/最大 24 小時降雨分布

路徑 5 為通過臺灣南方海面由東向西或西北進行者，此路徑之颱風強度樣本數各一，表示颱風平均及最大 24 小時降雨分布一致。圖 5-5 顯示雨量分布，強颱雨區集中東區，距離交界地區愈近、雨勢漸緩，除北、中、南區局部地區及宜蘭一帶降雨維持大雨等級，餘者均有豪雨甚至大豪雨不等雨勢；中颱對於全颱影響，僅東區局部地區有大雨發生；輕颱則造成南區恆春半島及東區達仁局部地區出現強烈降雨。綜觀颱風強度及時雨量，發現強颱降雨較為劇烈，依強弱程度排序，分別是強颱 ＞ 中颱 ＞ 輕颱。

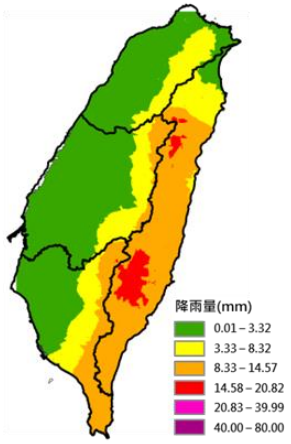
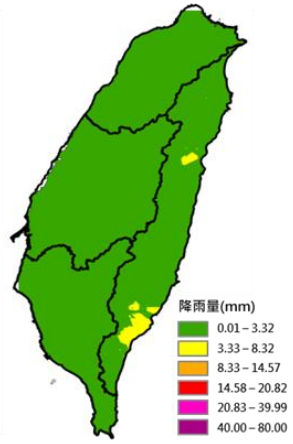
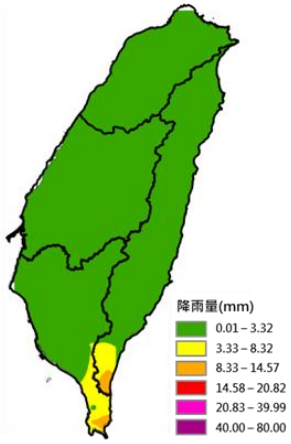
強烈颱風（樣本數 1）	中度颱風（樣本數 1）	輕度颱風（樣本數 1）
 平均降雨量分布	 平均降雨分布	 平均降雨量分布

圖 5-5 路徑 5 全臺平均 24 小時降雨分布

2. 颱風路徑與總雨量分布之關聯

路徑 2 為通過臺灣北部由東向西或西北進行者，圖 5-6 分別顯示強颱、中颱及輕颱之平均及最大總雨量分布。在平均總降雨量（圖 5-6(a)、(b)、(c)），強颱造成全臺幾乎被大雨籠罩，尤其是各區與鄰近接壤處之雨勢強烈達到豪雨等級；中颱雨區範圍更勝強颱，由北區及東區宜蘭一帶向下擴及至南區高雄，雨勢達大雨至豪雨不等；輕颱降雨分布與強颱及中颱相反，雨區散布在東區及南區，又以恆春半島雨勢為最，局部地區出現大雨至大豪雨等級。在最大總降雨量（圖 5-6(d)、(e)、(f)），不論是強颱或中颱降雨趨勢與平均總雨量分布相近，唯雨勢劇烈且雨區較廣，尤其是山區易有豪雨甚至大豪雨發生；由於輕颱樣本數僅乙份，其結果與平均總雨量一致。綜觀颱風強度、平均及最大總降雨量，發現中颱降雨表現相較劇烈，依強弱程度排序，分別是中颱 > 強颱 > 輕颱。

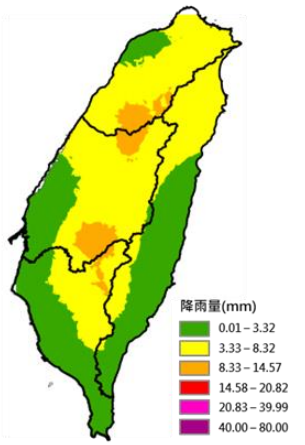
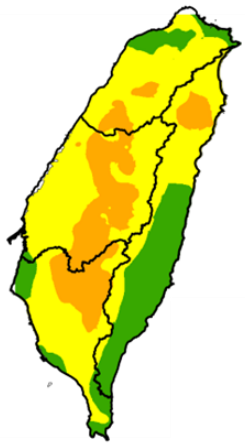
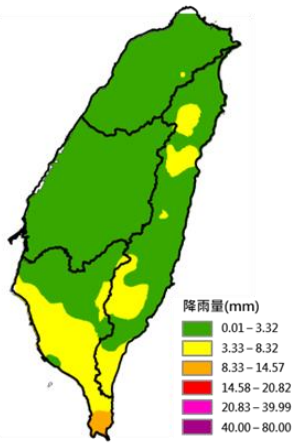
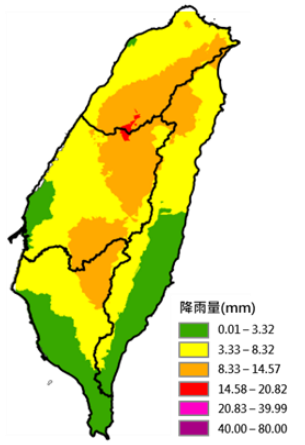
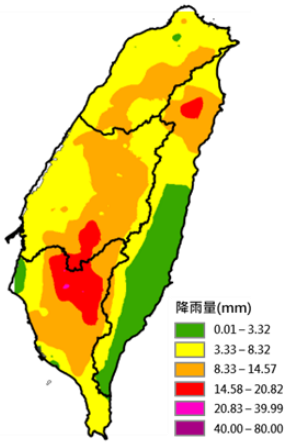
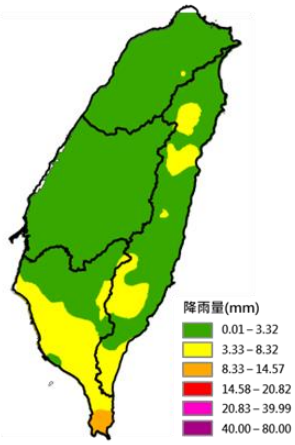
強烈颱風（樣本數 5）	中度颱風（樣本數 2）	輕度颱風（樣本數 1）
 (a)平均總降雨量分布	 (b)平均總降雨量分布	 (c)平均總降雨量分布
 (d)最大總降雨量分布	 (e)最大總降雨量分布	 (f)最大總降雨量分布

圖 5-6 路徑 2 全臺平均/最大總雨量分布

路徑 3 為通過臺灣中部由東向西或西北進行者，圖 5-7 呈現強颱、中颱及輕颱之平均及最大總雨量分布。在平均總降雨量（圖 5-7(a)、(b)、(c)），強颱造成東區及交界相鄰區域出現豪雨，餘者大多為大雨等級；中颱雨區分布全臺，尤其是南區高雄山區一帶有豪雨甚至大豪雨發生，而北區及東區沿海雨勢則有明顯趨緩；輕颱雨勢區分顯著，除恆春半島雨勢達豪雨等級，南區高雄及東區臺東以南則有大雨發生。在最大總降雨量（圖 5-7(d)、(e)、(f)），中颱雨區明顯分布於中、南及東區交界處，尤以山區雨勢為最，達到豪雨至大豪雨標準，餘者多為大雨等級；另強颱及輕颱樣本數各一，其結果與平均總降雨量相同。綜觀颱風強度、平均及最大總降雨量，發現中颱降雨表現相較劇烈，依強弱程度排序，分別是中颱 ＞ 強颱 ＞ 輕颱。

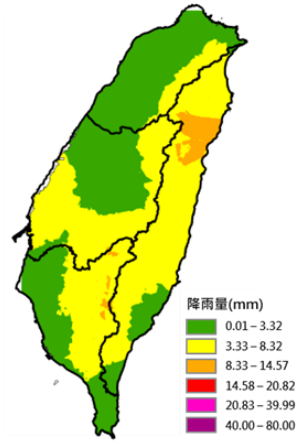
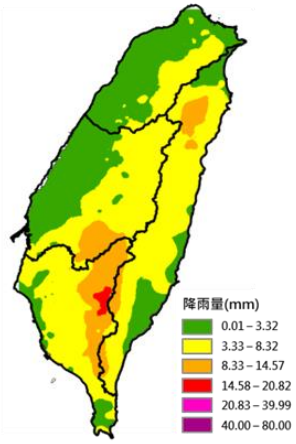
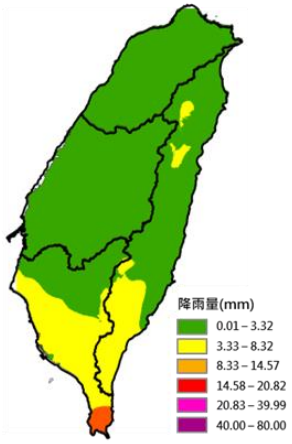
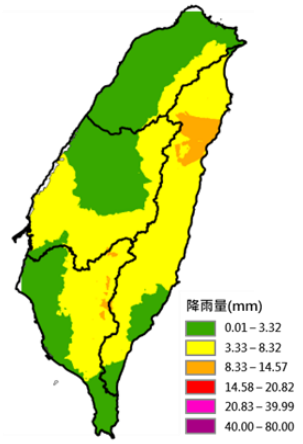
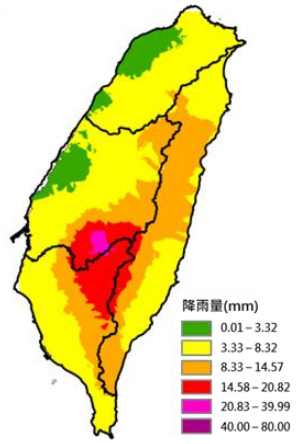
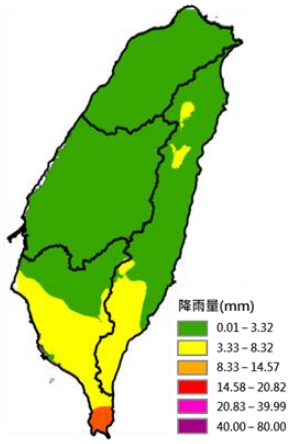
強烈颱風（樣本數 1）	中度颱風（樣本數 5）	輕度颱風（樣本數 1）
 (a)平均總降雨量分布	 (b)平均總降雨量分布	 (c)平均總降雨量分布
 (d)最大總降雨量分布	 (e)最大總降雨量分布	 (f)最大總降雨量分布

圖 5-7 路徑 3 全臺平均/最大總雨量分布

路徑 4 為通過臺灣南部由東向西或西北進行者，圖 5-8 係為強颱、中颱及輕颱之平均及最大總雨量分布。在平均總降雨量（圖 5-8(a)、(b)、(c)），強颱雨區分布兩極，東區的花蓮與臺東及南區的高雄和屏東等區域有豪雨發生，而恆春半島則有劇烈雨勢；中颱與強颱降雨分布相近，唯劇烈雨勢集中南區高屏之間，而恆春半島降雨較為趨緩;輕颱造成降雨集中東區,尤以宜花一帶有大雨至豪雨不等之劇烈雨勢。在最大總降雨量（圖 5-8(d)、(e)、(f)），輕颱雨勢偏重在東半部，以東區接壤北、中、南區接壤處為主，宜花局部地區及臺東市區一帶出現劇烈降雨達大雨至豪雨等級，西半部雨勢則相較趨緩;由於強颱及中颱樣本數各一,其結果與平均總降雨量相同。綜觀颱風強度、平均及最大總降雨量，發現中颱降雨表現相較劇烈，依強弱程度排序，分別是中颱 ＞ 強颱 ＞ 輕颱。

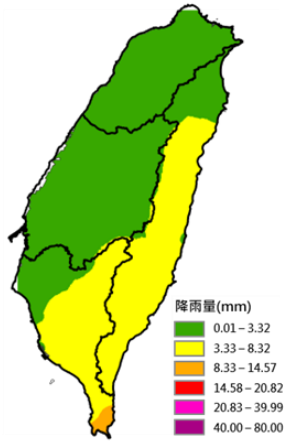
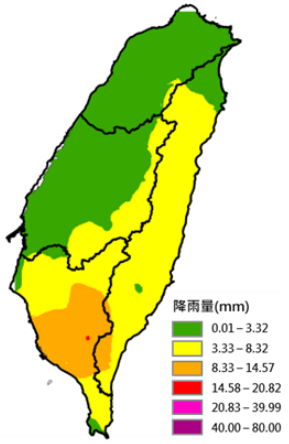
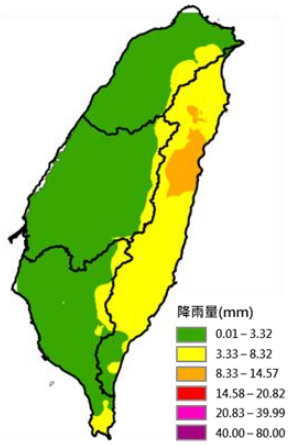
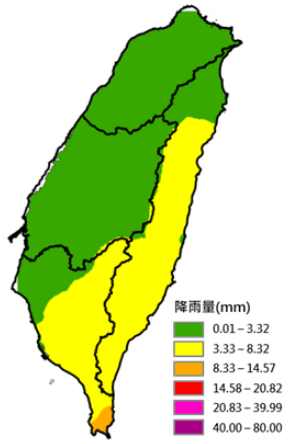
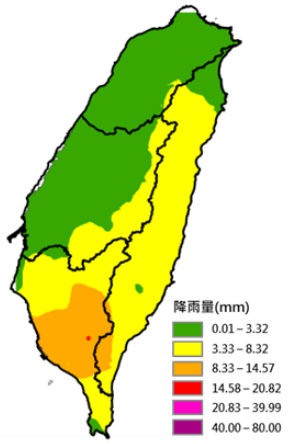
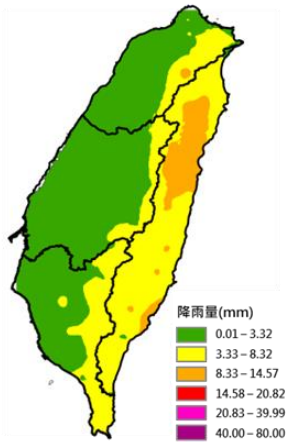
強烈颱風（樣本數 1）	中度颱風（樣本數 1）	輕度颱風（樣本數 2）
 (a)平均總降雨量分布	 (b)平均總降雨量分布	 (c)平均總降雨量分布
 (d)最大總降雨量分布	 (e)最大總降雨量分布	 (f)最大總降雨量分布

圖 5-8 路徑 4 全臺平均/最大總雨量分布

路徑 5 為通過臺灣南方海面由東向西或西北進行者，此路徑之颱風強度樣本數各一，表示颱風平均及最大總降雨分布相同。圖 5-9 顯示雨量分布，強颱雨區集中東區，出現大雨甚至豪雨不等雨勢，距離交界地區愈遠、雨勢漸緩；中颱僅造成東區有零星大雨發生；輕颱雨勢集中於東區達仁及南區恆春半島。綜觀颱風強度、平均及最大總降雨量，發現強颱降雨表現相較劇烈，依強弱程度排序，分別是強颱 ＞ 中颱 ＞ 輕颱。

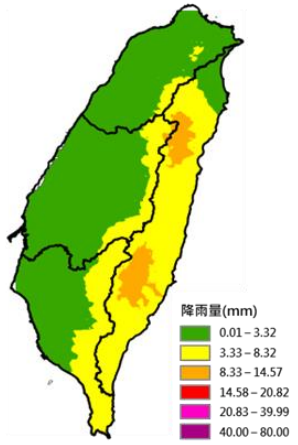
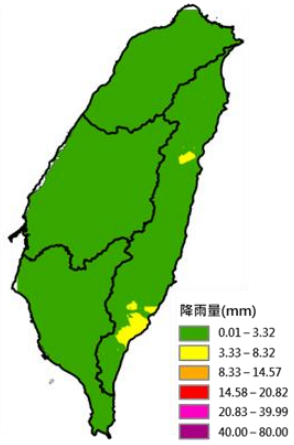
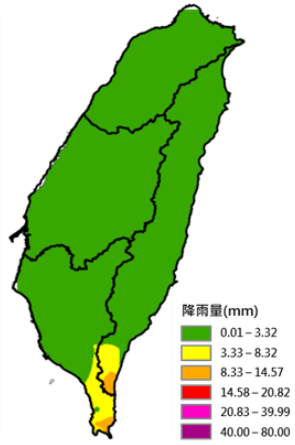
強烈颱風（樣本數 1）	中度颱風（樣本數 1）	輕度颱風（樣本數 1）
 平均總降雨量分布	 平均總降雨量分布	 平均總降雨量分布

圖 5-9 路徑 5 全臺平均總雨量分布

5-1-4 研究結果

本研究應用克利金法技術及地理資訊系統（GIS），分析颱風路徑與空間降雨強度之關係。研究結果顯示，颱風強度與降雨強度無絕對關連，並非颱風強度愈強，降雨量愈大；降雨量的影響，主要受颱風路徑、地形及季節性氣流影響，雖然每個侵臺的颱風降雨量多寡差異甚大，但因臺灣地形影響，各種路徑的降雨分布有其特性，相同路徑於各個區域相對雨量有其趨勢與不同表現，其中以路徑 2、3、4 對臺灣影響最大，路徑 1、5、8 的影響最小；路徑 2、3、4 的颱風分別由臺灣北區、中區及南區通過由東向西行，臺灣東區位於颱風迎風面則降雨劇烈，而當颱風通過臺灣山脈後，不僅颱風中心所在區域出現強烈降雨，臺灣西部持續受颱風逆時針環流影響，於中、南區區域產生劇烈降雨；而路徑 1、5、8 主要由北區或南區海域經過，未實際通過臺灣陸地，故帶來的降雨較小。而颱風路徑對臺東的影響，其中以路徑 3、4、5 造成縱谷地區、臺東市區及南迴地區，易有大豪雨或超大豪情形，故影響程度最大，其主要原因是颱風由東部登陸或臺灣南部海面通過，臺東位處迎風面首當其衝，累積雨量為最；而路徑 2、6、8、9 影響程度次之，造成各地區大雨或豪雨；而路徑 1 影響程度最低，僅縱谷區域有大雨。此外，颱風路徑與臺東各區的延時降雨量之關係，其中路徑依序 5、3、4 最易造成南迴地區及縱谷地區短延時強降雨；路徑依序 5、4、3 最易造成縱谷地區、南迴地區及臺東市區中延時強降雨；路徑依序 5、4、3 最易造成縱谷地區、南迴區及臺東市區中延時強降雨。

5-2 氣候緊急狀態下之韌性城鄉操作模式

氣候變遷劇烈影響下，運用韌性城市操作，分析現況及未來災害風險下的防災調適策略作為。

本研究針對在地極端災害情境及極端氣候可能衍生的災害，導入災防科技中心臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform, TCCIP）提供氣候變遷推估資料及圖資等，作為臺東縣鄉鎮市至村里層級之韌性評估（相對脆弱性）參據。從過去歷史災害推估未來災害風險，在有限的防救災資源下，提出具體情境推定、災害風險評估及災害防救策略規劃等，建構地方城鄉韌性減災與調適方針。透過臺東縣韌性評估成果，提升地方全災害管理能量，加強災害預防與應變措施等作為，以及建構極端災害調適能力，降低災害衝擊與其風險損失為目標。

其具體操作方式係依據 2020 年行政院第九屆專諮會「極端災害下之韌性城市」報告建議流程（圖 5-10），據以實施。

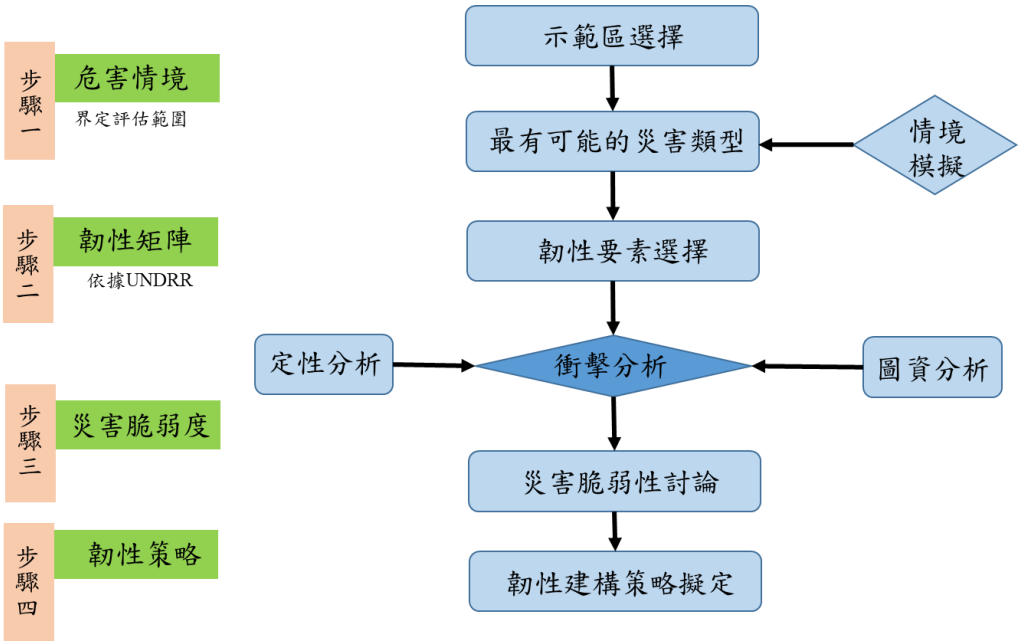


圖 5-10 建構韌性城市操作方法流程圖

（資料來源：第九屆行政院專諮會「極端災害下之韌性城市」報告）

5-2-1 研究成果在跨部會韌性調適基礎資料整合與應用

臺東縣主要天然災害有二，一是坡地及山地範圍占比高（占全縣總面積 92%以上），且轄內土石流潛勢溪流多達 166 條，大規模崩塌潛勢已發布區計有 11 區，土砂活動十分活躍；二是位處西太平洋颱風路徑前緣，不論颱風是否觸陸抑或登陸，所挾帶的強風暴雨經常導致複合性災害。如坡地土砂係受強降雨逕流沖刷、崩塌而造成河床淤高，河水暴漲易使道路沖毀及橋梁堤岸毀損，聚落因山區道路中斷而陷入孤島困境；另，暴雨使得內水宣洩不及，低窪及平原區則易有洪患之虞。綜整上述災害特性，擇定淹水災害及坡地災害作為臺東縣災害情境，依據情境分析結果套疊韌性防災資料庫，包括影響人口、產業、建築物、醫療及警消、交通設施、供水、油電、通訊、避難設施及物資儲備、水利設施等 10 項資料，盤點遭受衝擊程度，作為在地韌性評估、災害脆弱性及調適策略方案建構之重要參據。茲將本研究項目執行結果分述如下。

5-2-2 淹水災害風險評估

一、淹水災害情境設定

臺東縣淹水災害情境模擬，係取用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）之淹水危害-脆弱度圖資，作為氣候變遷下臺東縣淹水災害未來情境推估之參據。本研究係根據國際政府間氣候變化專門委員會（IPCC）評估報告風險定義，以危害度、脆弱度及暴露度之概念建構淹水災害風險，如圖 5-11 所示。

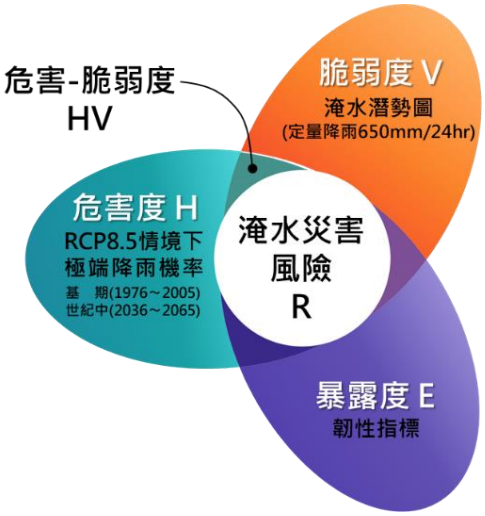
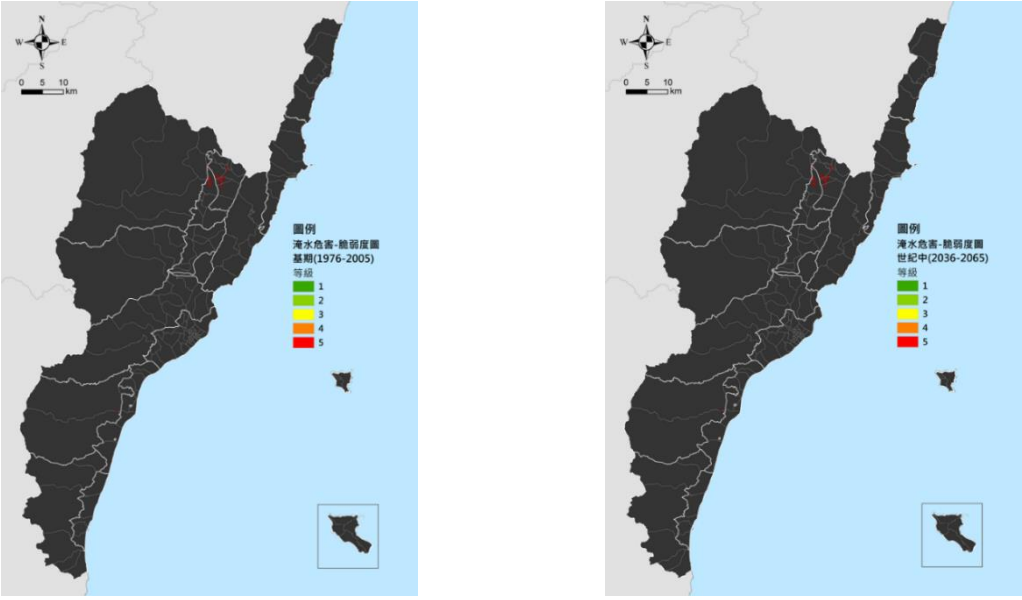


圖 5-11 淹水災害風險定義
（資料來源：災防科技中心 TCCIP）

淹水災害風險評估係以村里為最小單元，為瞭解空間細部風險變化，揀擇 40 公尺網格空間尺度之危害-脆弱度圖套疊村里界圖資（圖 5-12（a）、圖 5-12（b））。其危害度係為 RCP8.5 氣候情境之極端降雨機率（取自 33 個危害度的多模式結果），以 AR5 極端降雨 30 年平均特性為代表，以世紀中（2036 年～2065 年）為未來淹水風險推估參據，基期（1976 年～2005 年）則是衝擊評估基準；脆弱度係使用經濟部水利署淹水潛勢圖定量降雨（650mm/24hr）；暴露度則是在地韌性要素。淹水災害風險評估方面，主要應用危害-脆弱度及暴露度等圖資套疊，萃取相關數值資料，將各韌性要素權重值相乘結果，以 5 級分類法分級（顏色以■綠、■淺綠、■黃、■橙、■紅表示），其影響程度依序為低、中低、中、中高、高，可作為未來淹水災害高風險區位辨識及韌性城鄉規劃調適策略參用。

圖 5-13 係為村里淹水危害-脆弱度於基期及世紀中之等級對照，主要影響範圍包括長濱鄉（三間村）、成功鎮（三仙里）、池上鄉（復興村、慶豐村、新興村、萬安村、錦園村、福原村）、關山鎮（德高里）、卑南鄉（東興村、溫泉村）、太麻里鄉（香蘭村）、金峰鄉（嘉蘭村、歷坵村）等 7 鄉鎮、14 村里。以危害-脆弱度等級比對發現，成功鎮、池上鄉、關山鎮、太麻里鄉級金峰鄉等 5 鄉鎮，不論是基期抑或世紀中，等級均屬 5 級（高淹水潛勢）；而卑南鄉及長濱鄉之影響等級變化最顯著，分別由基期 2 級（中低）、3 級（中）至世紀中 5 級（高）。



（a）基期（1976 年～2005 年）　　（b）世紀中（2036 年～2065 年）

圖 5-12 臺東縣淹水危害-脆弱度圖

（資料來源：災防科技中心 TCCIP）

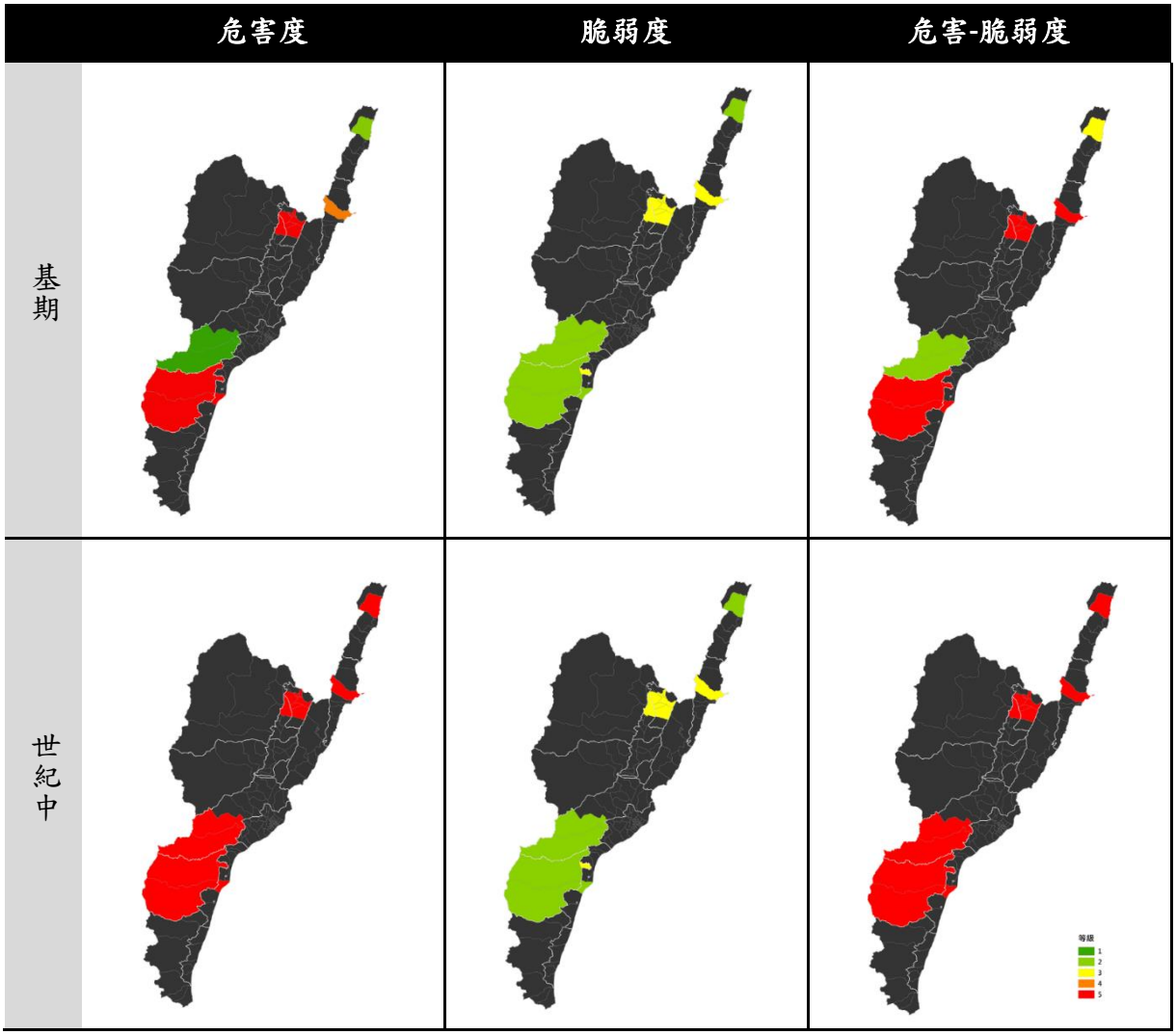


圖 5-13 臺東縣村里淹水（基期/世紀中）危害-脆弱度等級對照

（資料來源：災防科技中心 TCCIP）

二、韌性防災基本要素矩陣

為評估淹水災害對於臺東地區衝擊程度，配合第九屆行政院專諮綜整八大基本要素（包括 1.災防體系的完備；2.掌握災害風險情境；3.增加財務面向的韌性；4.城鄉發展與設計應考量災害風險；5.重視及加強社會韌性；6.加強基礎設施因應災害之能力；7.精進災害應變能力；8.平時即重視及培育復原重建能力），盤點在地韌性防災資料庫圖資（表 5-2），再與前述淹水危害-脆弱度圖資套疊結果，評估災害風險區位韌性（相對脆弱性）能力，檢視各基本要素脆弱性議題，作為後續擇取災害脆弱性與韌性調適策略擬定方向之重要參據。

三、淹水災害脆弱性分析

依前述資料顯示，不論是基期抑或世紀中於未來淹水風險推估，臺東縣淹水危害-脆弱度之影響範圍均含括長濱鄉、成功鎮、池上鄉、關山鎮、卑南鄉、太麻里鄉及金峰鄉等 7 鄉鎮。進一步針對淹水風險為最（世紀中）之影響程度最高（第 5 級）區位之脆弱性評估結果如表 5-3 所示，茲將地方災害脆弱性分析如下：

（一）影響人口

影響人口係以淹水翠脆弱度分析結果之分級圖套疊，加總各級淹水脆弱度之最小統計區所得之人口數；套疊結果顯示以最小統計區人口數來看，將近半數行政區均遭逢淹水影響，分別是長濱鄉 211 人、成功鎮 32 人、池上鄉 1,336 人、關山鎮 915 人、卑南鄉 412 人、太麻里鄉 44 人及金峰鄉 90 人，其中以卑南溪上游沿岸之池上鄉及關山鎮影響為最。

（二）產業影響

淹水風險對於產業衝擊方面，高風險區域位於國土利用調查-1 類農業範圍，主要集中於縱谷線池上鄉及關山鎮等地區，係乃為本縣重要稻作產地，故遭逢影響較鉅；此外，分屬第二、三級產業之工廠及旅宿業，大致聚集於臺東市區，均不受影響。

（三）建築物影響

建築物中，一般建築物棟數最多且分布最廣，淹水風險較高，又以池上鄉（福原村）及關山鎮（德高里）最為嚴重。高風險建物分類，以樓層 1 樓至 3 樓，屋齡超過 30 年以上，用途為其他用途，構造分別以 B 鋼筋混凝土、C 加強磚造及 F 磚造等為主。

（四）醫療及警消影響

醫院及警消單位均不位於災害範圍內，然淹水災情恐會造成交通受阻，進而影響救災醫療量能。鑑此，透過平日充實災害情境演練，加強災情預報與示警資訊機制，以及支援緊急救災救護調度需求等因應對策，為提升災時或緊急事故之應變處置效能。

（五）交通設施影響

交通設施方面，道路為高風險重點項目。其中市區道路淹水風險最大，產業道路居次，餘者相較零星，縣道及人行道則不具影響；淹水高風險地區仍以池上鄉（新興村、萬安村、福原村及富興村）及關山鎮（德高里）為最，成功鎮（三仙里）

及金峰鄉（歷坵村及嘉蘭村）分布零散，餘者泰半不受影響。

（六）供水設施影響

淹水災害對於供水設施衝擊上，尤其是池上鄉（福原村）及關山鎮（德高里）兩鄉鎮之自來水管線影響為最，加壓站及淨水廠則不受影響。因災害導致自來水供水設備損害，使得災區面臨無常態供水或停水之虞，又管線修復施工耗費時日，故加強臨時供水措施或地區水源調配運用能力，提供單一、重要、脆弱維生管線備援機制，減低災害衝擊下可能衍生之缺水風險。

（七）油電設施影響

油電設施上，主要影響範集中在池上鄉（富興村、萬安村及新興村），以電桿受災風險為最，餘者大致不受影響。近年地方政府持續推動電桿移除與電纜地下化工程，勢必有助於強化抗災能力。再者，為防範災害或事故導致停電風險，逐步導入配電饋線自動化作業機制，迅速偵測、快速隔離故障區位，排除正常線路先行復電，縮短事故處理時間，以及增進區域電網供電穩定性及可靠度，減低停電對於用戶影響。

（八）通訊設施影響

關山鎮（德高里）有兩處基地台位處淹水風險範圍，恐會影響通訊系統正常運作或通信中斷事故等情況發生。加強一般民眾通訊中斷期間之緊急通訊管道，充分利用急難通信平台語音留言功能及相關通報軟體，為便利即時回報及查看災區親友狀態。

（九）避難設施及物資儲備影響

一般避難收容處所及水災避難收容處所均不受淹水災害影響，而關山鎮德高里乙處物資儲備場所具有淹水風險。地方政府針對轄內避難處所，評估危險地區交通特性，規範預存糧食及民生用品，然避難處所並非常態化開設，通常預備物資有限，為因應災害造成道路中斷之虞，除平日盤點物資存量外，應於災前確實備妥糧食及民生用品，避免緊急開設時供應不及。

（十）水利設施影響

淹水災害對於水利設施均造成影響，尤其是池上鄉（新興村及萬安村）左鄰卑南溪沿岸一帶為最，餘者則影響不大。其中，中央管河川河堤、堤防或護岸等係受外水淹水危害；而縣管區域排水則是內水淹水影響所致。池上鄉耕地面積占 48%（全鄉總土地面積 82.68 平方公里），尚且不論淹水災害係屬內水或外水，均可能造成該區農作物重大損害。

表 5-2 臺東縣淹水災害之韌性防災圖資列表

韌性防災資料庫 \ 韌性基本要素		1.災防體系完備	2.掌握災害風險情境	3.增加財務面向韌性	4.城鄉發展與設計應考量災害風險	5.重視加強社會韌性	6.加強基礎設施因應災害能力	7.精進災害應變能力	8.平時重視及培育復原重建能力
分類	**次分類**								
人口	最小統計區人口數	●	●			●		●	●
	水災保全人口數	●	●			●		●	●
	易成孤島地區	●	●			●		●	●
產業	工廠	●	●						
	旅宿業	●	●						
	農作物	●	●						
建築物	一般建物	●	●		●			●	●
	縣府及公所	●	●				●		
	各級學校	●	●				●		
	老人福利機構	●	●			●	●	●	●
	身心障礙者機構	●	●			●	●	●	●
交通設施	道路(含橋梁)	●	●				●		
	鐵路(含橋梁)	●	●				●		
	隧道	●	●				●		
	公車路線(含站牌)	●	●				●		
	航空站	●	●				●		
	港口	●	●				●		
醫療及警消	醫療機構	●	●				●	●	●
	警察單位	●	●				●		
	消防單位	●	●				●		
	災害應變中心	●	●				●		

韌性防災資料庫 ＼ 韌性基本要素		1.災防體系完備	2.掌握災害風險情境	3.增加財務面向韌性	4.城鄉發展與設計應考量災害風險	5.重視加強社會韌性	6.加強基礎設施因應災害能力	7.精進災害應變能力	8.平時重視及培育復原重建能力
分類	**次分類**								
供水設施	淨水廠	●	●				●		
	加壓站	●	●				●		
	自來水管線	●	●				●		
油電設施	高壓電線路網	●	●				●		
	發電廠	●	●				●		
	變電所	●	●				●		
	電桿	●	●				●		
	加油站	●	●				●		
通訊設施	基地台	●	●				●	●	
避難空間及物資儲備	避難收容處所	●	●					●	
	水災避難收容處所	●	●					●	
	物資儲備場所	●	●				●		
水利設施	中央管河川河堤	●	●				●		
	堤防或護岸	●	●				●		
	縣管區域排水	●	●				●		

表 5-3 臺東縣淹水高風險（第 5 級）區位之脆弱性評估表

資料分類	次分類	細項名稱	長濱鄉	成功鎮	東河鄉	海端鄉	池上鄉	關山鎮	鹿野鄉		延平鄉	卑南鄉	臺東市	太麻里	大武鄉	金峰鄉	達仁鄉	綠島鄉	蘭嶼鄉
人口	最小統計區人口數	—	**211**	**32**	0	0	**1,336**	**915**	0		0	**412**	0	**44**	0	**90**	0	0	0
	水災保全戶	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	易成孤島地區	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
產業	工　廠	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	旅宿業	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	農作物(公頃)	—	0	**0.11**	0	0	**55.37**	**37.55**	0		0	0	0	0	0	**0.22**	0	0	0
建物	一般建物	樓層別																	
		建築層高(1F～3F)	0	0	0	0	**51**	**83**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		屋齡別																	
		屋齡 6～10 年	0	0	0	0	0	**6**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		屋齡 11～20 年	0	0	0	0	**3**	**7**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		屋齡 21～30 年	0	0	0	0	**32**	**4**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		屋齡 30 年以上	0	0	0	0	**16**	**66**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		用途別																	
		第三類	0	0	0	0	**33**	**12**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		第四類	0	0	0	0	**0**	**1**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		其他	0	0	0	0	**18**	**70**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		構造別																	
		B 鋼筋混擬土	0	0	0	0	**30**	**5**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C 加強磚造	0	0	0	0	**6**	**22**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		D 木石造	0	0	0	0	0	**2**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		E 雜木石磚造	0	0	0	0	**4**	**2**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		F 磚造	0	0	0	0	**4**	**38**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		J 鋼鐵規格未達 90*60*6mm	0	0	0	0	**4**	**12**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料分類	次分類	細項名稱	長濱鄉	成功鎮	東河鄉	海端鄉	池上鄉	關山鎮	鹿野鄉		延平鄉	卑南鄉	臺東市	太麻里	大武鄉	金峰鄉	達仁鄉	綠島鄉	蘭嶼鄉
		L 木竹造	0	0	0	0	**3**	**1**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		P 鋼骨造	0	0	0	0	0	**1**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	各級學校	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	社區活動中心	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	老人福利機構	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	身心障礙機構	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
醫療及警消	醫療機構	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	警察單位	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	消防單位	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	災害應變中心	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
交通設施	道路	省道	0	0	0	0	**2**	**4**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		鄉道	0	0	0	0	**2**	**6**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		縣道	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		農路	0	**1**	0	0	**5**	**4**	0		0	0	0	0	0	**2**	0	0	0
		產業道路	0	**1**	0	0	**10**	**3**	0		0	0	0	0	0	**2**	0	0	0
		市區道路	0	**3**	0	0	**42**	**50**	0		0	0	0	0	0	**3**	0	0	0
		人行道	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	橋梁	省道橋梁	0	0	0	0	0	**1**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		縣道橋梁	0	0	0	0	0	**2**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		公路橋梁	0	**1**	0	0	**1**	**7**	0		0	0	0	0	0	**2**	0	0	0
	隧道	公路隧道	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	鐵路	鐵路路線	0	0	0	0	**1**	**1**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		鐵路橋梁	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		鐵路隧道	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	公車客運	公車客運站牌	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		公車客運路線	0	0	0	0	**6**	**12**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		市區公車站牌	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料分類	次分類	細項名稱	長濱鄉	成功鎮	東河鄉	海端鄉	池上鄉	關山鎮	鹿野鄉		延平鄉	卑南鄉	臺東市	太麻里	大武鄉	金峰鄉	達仁鄉	綠島鄉	蘭嶼鄉
		市區公車路線	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	航空站	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	港口	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
供水設施	淨水廠	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	加壓站	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	自來水管線	—	0	0	0	0	**12**	**23**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
油電設施	高壓電線路網	—	0	0	0	0	**1**	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	發電廠	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	變電所	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	電桿	—	0	0	0	0	**19**	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	加油站	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
通訊設施	基地台	—	0	0	0	0	0	**2**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
避難設施及物資儲備	避難收容處所	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	水災避難收容處所	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	物資儲備場所	—	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
水利設施	中央管河堤	—	0	0	0	0	**2**	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	堤防或護岸	—	0	0	0	0	**3**	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	縣管區域排水	—	0	0	0	0	**2**	**1**	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0

註：欄位數值係為該項統計值，其為評估淹水危害-脆弱度最嚴重之世紀中(最高等級第 5 級)資料。

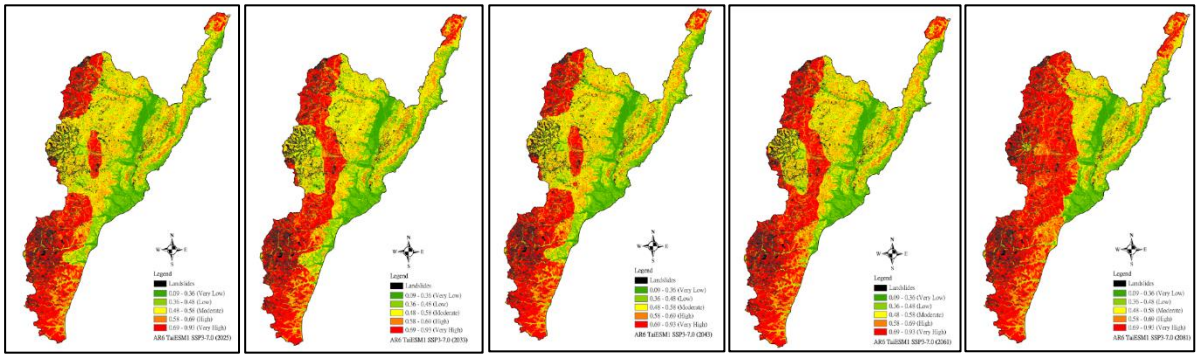
5-2-3 坡地災害風險評估

一、坡地災害情境設定

坡地災害情境設定方面，係使用 112 年國科會自然科學及永續研究發展處防災科技學門計畫成果研討會，本學研團隊發表成果「導入氣候變遷情境建構臺東縣坡地崩塌潛感地圖」之坡地崩塌潛感地圖。

該研究係導入 WoE（Weight of Evidence）雙變量與 LR（Logistic regression）多變量二種方法的組合模型，應用地理資訊系統（GIS）計算崩塌地與崩塌因子之關聯性，應用 Jens 自然斷點法，將崩塌潛感值重新分類為非常低、低、中、高和非常高 5 個等級（顏色以■綠、■淺綠、■黃、■橙、■紅表示）。

為瞭解氣候變遷雨量變化對於臺東縣崩塌影響程度，取用臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）AR6 統計降尺度日雨量資料，其為 CMIP6 模式中 TaiESM1 模式（AS-RCEC（Taiwan）），解析度 288x192 及暖化情境 SSP3-7.0 為評估資料，主要暖化情境達到各溫度門檻年分，各別是 2033 年、2043 年、2061 年及 2081 年，逐一導入崩塌潛感模型，分析未來時期（近未來、世紀中、世紀末）臺東縣坡地災害衝擊趨勢（圖 5-14）。



（a）2025　（b）2033　（c）2043　（d）2061　（e）2081

圖 5-14　TaiESM1 SSP3-7.0 臺東縣坡地崩塌潛感地圖

二、韌性防災基本要素矩陣

為評估坡地災害對於臺東地區衝擊程度，配合第九屆行政院專諮綜整八大基本要素（包括 1.災防體系的完備；2.掌握災害風險情境；3.增加財務面向的韌性；4.城鄉發展與設計應考量災害風險；5.重視及加強社會韌性；6.加強基礎設施因應災害之能力；7.精進災害應變能力；8.平時即重視及培育復原重建能力），盤點在地韌性防災資料庫圖資（表 5-4），再與前述坡地崩塌潛感圖資套疊結果，分析災害風險區位韌性（相對脆弱性）能力，檢視各基本要素相關脆弱性議題，作為災害脆弱性分析與韌性調適策略擬定方向之重要參據。

表 5-4 臺東縣坡地災害之韌性防災圖資列表

韌性防災資料庫 \ 韌性基本要素		1.災防體系完備	2.掌握災害風險情境	3.增加財務面向韌性	4.城鄉發展與設計應考量災害風險	5.重視加強社會韌性	6.加強基礎設施因應災害能力	7.精進災害應變能力	8.平時重視及培育復原重建能力
分類	**次分類**								
人口	最小統計區人口數	●	●			●		●	●
	土石流(含大規模崩塌)保全人口數	●	●			●		●	●
	易成孤島地區	●	●			●		●	●
	山坡地範圍內聚落	●	●			●		●	●
	原住民保留地	●	●					●	●
產業	工廠	●	●						
	旅宿業	●	●						
	觀光景點	●	●						
	農作物	●	●						
建築物	一般建物	●	●		●			●	●
	縣府及公所	●	●				●		
	各級學校	●	●				●		
	老人福利機構	●	●			●	●	●	●
	身心障礙者機構	●	●			●	●	●	●
交通設施	道路(含橋梁)	●	●				●		
	鐵路(含橋梁)	●	●				●		
	隧道	●	●				●		
	公車路線(含站牌)	●	●				●		
	航空站	●	●				●		
	港口	●	●				●		

韌性防災資料庫 \ 韌性基本要素		1.災防體系完備	2.掌握災害風險情境	3.增加財務面向韌性	4.城鄉發展與設計應考量災害風險	5.重視加強社會韌性	6.加強基礎設施因應災害能力	7.精進災害應變能力	8.平時重視及培育復原重建能力
分類	**次分類**								
醫療及警消	醫療機構	●	●				●	●	●
	警察單位	●	●				●		
	消防單位	●	●				●		
	災害應變中心	●	●				●		
供水設施	淨水廠	●	●				●		
	加壓站	●	●				●		
	自來水管線	●	●				●		
	飲用水水源水質保護區範圍	●	●				●		
油電設施	高壓電線路網	●	●				●		
	發電廠	●	●				●		
	變電所	●	●				●		
	電桿	●	●				●		
	加油站	●	●				●		
通訊設施	基地台	●	●				●	●	
避難空間及物資儲備	避難收容處所	●	●					●	
	物資儲備場所	●	●				●		
水利設施	中央管河川河堤	●	●				●		
	堤防或護岸	●	●				●		
	縣管區域排水	●	●				●		

三、坡地災害脆弱性分析

推估氣候變遷之短中長期對於臺東地區影響程度，不論是基期（2025 年）、近未來（2033 年）、世紀中（2043 年、2061 年）或世紀末（2081 年）之崩塌潛感表現相近，唯隨著時間推移，風險等級高者愈高、低者愈低，且高風險範圍漸趨擴大，除離島地區，餘者 14 個鄉鎮市均屬崩塌風險範圍。進一步針對高風險區域（高崩塌潛感以上）進行脆弱性評估（表 5-5～5-6），茲將地方災害脆弱性分析如下：

（一）影響人口

影響人口係以崩塌潛感分析結果之分及圖套疊，加總各級崩塌潛感最小統計區所得之人口數；套疊結果顯示，距離高風險區位愈近之行政區，遭受影響人數愈多。其中以中央山脈山麓一帶之縣界交接處為最，由北向南依序是海端鄉(2,119 人)、延平鄉（2,051 人）、卑南鄉（2,043 人）、金峰鄉（1,293 人）及達仁鄉（2,376 人）；海岸山脈西側部分山坡地居次，主要是長濱鄉（1,225 人）、成功鎮（1,777 人）及東河鄉（1,773 人）等 3 鄉鎮。針對高潛勢好發區域，加強監測鄰近坡地穩定性，強化居民採取應變措施，以降低災害風險。

（二）產業影響

坡地崩塌風險對於產業衝擊，主要影響第一級產業—農業；而分屬第二、三級產業之工廠及旅宿業，均遠離高風險範圍，則不受影響。臺東縣係為農業縣，然山坡地面積高達 92%，可供耕作面積偏低，故大量利用坡地種植作物，尤其是位處低海拔的東河鄉、卑南鄉及太麻里鄉等地區作物，均屬高潛勢範圍。

（三）建築物影響

建築物中，一般建築物棟數分布最多、又廣、崩塌風險高，餘者均不受影響。以卑南鄉建築物受災最為嚴重，海岸線鄉鎮（長濱鄉、成功鎮及東河鄉）、海端鄉、臺東市及達仁鄉等零星分布，其他地區則無影響。

（四）醫療及警消影響

醫院及警消單位均不位於潛勢範圍，然坡地崩塌恐會造成交通阻斷，進而影響救災醫療量能。基此，重要設施連外道路應規劃至少兩條以上作為備援使用，以利物資與人員運送，以及救災相關勤務運作。

（五）交通設施影響

交通設施中，對於道路影響最大。其中市區道路遭受坡地災害風險為最，農路及產業道路分別為第二、三，餘者相較零星；高風險區位以達仁鄉為大宗，卑南鄉及東河鄉均為第二，再者是延平鄉。為保障用路人生命財產安全，並使道路運輸功能衝擊降至最低，評估坡地災害高風險路段，災時預警性封路管制，增加敏感性路段監控能力，隨時注意路況安全，為減少災害影響。

（六）供水設施影響

坡地災害對於供水設施衝擊上，尤其以卑南鄉、延平鄉及海端鄉等地區之飲用水源水質保護區為最，部分地區自來水管線遭受損害，餘者影響不大。針對坡地災害引致飲用水源水質保護區引起水質問題，分析災害成因、影響區域及發展治理

對策，有效降低災害衝擊可能衍生的缺水風險。

（七）油電設施影響

油電設施上，主要影響範集中於卑南鄉，以電桿受災風險為最，第二是高壓電線路網，餘者大致不受影響。近年地方政府持續推動電桿移除與電纜地下化工程，勢必有助於強化抗災能力，減少供電影響。

（八）通訊設施影響

卑南鄉有兩處基地台位於坡地風險範圍，恐會影響通訊系統正常運作或通信中斷事故等情況發生。加強一般民眾通訊中斷期間之緊急通訊管道，可使用急難通信平台語音留言功能及相關通報軟體，為便利即時回報及查看災區親友狀態。

（九）避難設施及物資儲備影響

避難收容處所及物資儲備場所均不受坡災影響。地方政府針對轄內避難處所，評估危險地區交通特性，規範預存糧食及民生用品，然避難處所並非常態開設，通常預備物資有限，為因應災害造成道路中斷之虞，除平日盤點物資存量外，應於災前確實備妥糧食及民生用品，避免緊急開設時供應不及。

（十）水利設施影響

水利設施影響方面，以堤防（或護岸）、區域排水為主，中央管河川堤防則不受影響。其中卑南鄉的堤防（或護岸）毗鄰卑南溪下游「小黃山」，係屬中央山脈末端卑南礫岩層，由於泥岩孔隙小、透氣性及滲水性極差，經年草木不生，為高風險範圍；另海端鄉的縣管區域排水則是位於土石流潛勢溪流影響範圍（東縣 DF014），則容易遭受坡地災害影響。

表 5-5 臺東縣各年坡地高風險區位之脆弱性評估總表

資料分類	次分類	細項名稱	2025 年(基期)	2033 年(近未來)	2043 年(世紀中)	2061 年(世紀中)	2081 年(世紀末)
人口	最小統計區人口數	–	19,196	19,686	19,126	19,397	21,751
	土石流(含大規模崩塌)保全人口數	–	0	0	0	0	0
	易成孤島地區	–	0	0	0	0	0
	山坡地範圍內聚落	–	0	0	0	0	0
	原住民保留地	–	229	222	222	235	264
產業	工　廠	–	2	2	2	2	2
	旅宿業	–	2	3	2	2	2
	觀光景點	–	2	2	2	2	3
	農作物(公頃)	–	1,040	1,003	963	1,079	2,282
建築物	一般建物	–	30	30	29	29	80
	各級學校	–	0	0	0	0	0
	社區活動中心	–	0	0	0	0	0
	老人福利機構	–	0	0	0	0	0
	身心障礙機構	–	0	0	0	0	0
醫療及警消	醫療機構	–	0	0	0	0	0

資料分類	次分類	細項名稱	2025 年 (基期)	2033 年 (近未來)	2043 年 (世紀中)	2061 年 (世紀中)	2081 年 (世紀末)
	警察單位	－	0	0	0	0	0
	消防單位	－	0	0	0	0	0
	災害應變中心	－	0	0	0	0	0
交通設施	道路	省道	6	6	3	6	6
		鄉道	7	5	7	7	12
		縣道	64	62	61	65	81
		農路	48	46	45	50	67
		產業道路	449	456	441	457	520
		市區道路	6	6	3	6	6
		人行道	0	0	0	0	0
	橋梁	省道橋梁	3	3	1	3	0
		縣道橋梁	0	0	0	0	0
		公路橋梁	8	9	5	8	5
	隧道	公路隧道	18	17	18	19	28
	鐵路	鐵路路線	10	9	10	10	15
		鐵路橋梁	10	10	9	9	12
		鐵路隧道	0	0	0	0	0
	公車客運	公車客運站牌	2	2	2	2	3
		公車客運路線	95	86	47	95	54
		市區公車站牌	0	0	0	0	0
		市區公車路線	0	0	0	0	0
	航空站	－	0	0	0	0	0
	港口	－	0	0	0	0	0
供水設施	淨水廠	－	0	0	0	0	0
	加壓站	－	1	1	1	1	0
	自來水管線	－	15	16	15	15	23
	飲用水源水質保護區	－	37	36	36	37	37
油電設施	高壓電線路網	－	92	91	91	93	88
	發電廠	－	0	0	0	0	1
	變電所	－	0	0	0	0	0
	電桿	－	544	545	516	564	1,196
	加油站	－	0	0	0	0	0
通訊設施	基地台	－	2	2	2	2	2
避難設施及物資儲備	避難收容處所	－	0	0	0	0	0
	物資儲備場所	－	0	0	0	0	0
水利設施	中央管河堤	－	0	0	0	0	0
	堤防或護岸	－	1	1	0	0	0
	縣管區域排水	－	1	1	1	1	0

註：欄位數值係為該項統計值，其為評估高風險範圍（高崩塌潛感等級以上）資料。

表 5-6 臺東縣鄉鎮市坡地高風險區位之脆弱性評估表(以基期 2025 年為例)

資料分類	次分類	細項名稱	長濱鄉	成功鎮	東河鄉	海端鄉	池上鄉	關山鎮	鹿野鄉	延平鄉	卑南鄉	臺東市	太麻里鄉	大武鄉	金峰鄉	達仁鄉
人口	最小統計區人口數		**1,225**	**1,777**	**1,773**	**2,119**	**496**	**396**	**404**	**2,051**	**2,043**	**144**	**1,341**	**1,758**	**1,293**	**2,376**
	土石流(含大規模崩塌)保全人口數		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	易成孤島地區		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	山坡地範圍內聚落		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	原住民保留地		**26**	**11**	**6**	**26**	**7**	**3**	**2**	**12**	**14**	0	**22**	**35**	**31**	**34**
產業	工　廠		**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	旅宿業		**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	觀光景點		0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	**1**
	農作物(公頃)		**4**	**11**	**295**	**19**	**12**	**12**	**6**	**16**	**351**	**14**	**118**	**39**	**81**	**62**
建物	一般建物		**4**	**4**	**3**	**1**	0	0	0	0	**11**	**3**	0	0	0	**4**
	各級學校		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	社區活動中心		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	老人福利機構		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	身心障礙機構		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
醫療及警消	醫療機構		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	警察單位		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	消防單位		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	災害應變中心		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
交通設施	道路	省道	0	**1**	**4**	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
		鄉道	0	0	**2**	0	0	0	0	0	**2**	0	0	0	0	0
		縣道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		農路	**2**	**3**	**10**	**6**	**2**	**2**	**1**	**13**	**18**	0	**1**	**1**	**2**	**3**

資料分類	次分類	細項名稱	長濱鄉	成功鎮	東河鄉	海端鄉	池上鄉	關山鎮	鹿野鄉	延平鄉	卑南鄉	臺東市	太麻里鄉	大武鄉	金峰鄉	達仁鄉
		產業道路	1	4	6	7	0	1	2	9	11	1	1	1	0	4
		市區道路	1	36	63	26	8	2	5	49	56	2	6	47	14	134
		人行道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	橋梁	省道橋梁	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		縣道橋梁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		公路橋梁	0	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0
	隧道	公路隧道	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2	5	0	4
	鐵路	鐵路路線	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	5	0	2
		鐵路橋梁	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	4
		鐵路隧道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	公車客運	公車客運站牌	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		公車客運路線	14	16	36	0	0	0	0	0	0	20	9	0	0	0
		市區公車站牌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		市區公車路線	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	航空站		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	港口		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
供水設施	淨水廠		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	加壓站		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	自來水管線		5	0	2	3	0	0	0	0	2	2	2	0	0	1
	飲用水源水質保護區		3	3	3	5	0	0	0	6	10	0	2	0	3	2
油電設施	高壓電線路網		1	5	4	16	1	2	4	10	13	0	8	18	2	8
	發電廠		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料分類	次分類	細項名稱	長濱鄉	成功鎮	東河鄉	海端鄉	池上鄉	關山鎮	鹿野鄉	延平鄉	卑南鄉	臺東市	太麻里鄉	大武鄉	金峰鄉	達仁鄉
	變電所		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	電桿		**17**	**67**	**77**	**23**	**3**	0	**12**	**4**	**187**	0	**35**	**6**	**56**	**57**
	加油站		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
通訊設施	基地台		0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	0	0	0	0	0
避難設施及物資儲備	避難收容處所		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	物資儲備場所		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水利設施	中央管河堤		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	堤防或護岸		0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0
	縣管區域排水		0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

註：欄位數值係為該項統計值，其為評估高風險範圍（高崩塌潛感等級以上）資料。

陸、結論與建議

6-1 結論

臺東縣主要天然災害有二，一是坡地占比高（占全縣總面積92%以上），且轄內土石流潛勢溪流多達166條，大規模崩塌潛勢區計有11處，土砂活動十分活躍；二是位處西太平洋颱風路徑前緣，不論颱風是否觸陸抑或登陸，所帶來強風暴雨經常引致複合性災害，坡地土砂係受強降雨逕流沖刷、崩塌而導致河床淤高，河水暴漲易使道路沖毀及橋梁堤岸損壞，聚落因山區道路中斷而陷入孤島困境，另暴雨易使得內水宣洩不及，低窪及平原區則有洪患之虞。本研究持續針對臺東地區災害特性需求及極端氣候緊急狀態下可能引發之極端災害進行風險評估，在防救災資源受限下，擬定極端災害衝擊下之韌性防災調適策略，促使災防整備臻於完善，提升城鄉災害容受能力。

6-2 後續作為與建議

一、因應氣候變遷加劇、極端天氣事件頻增，將視地方災害情境推定，評析災害風險；

二、針對關鍵衝擊領域，擬定城鄉防災韌性調適策略等減緩作為，強化環境、經濟、人文及社會等不同面向之災害容受力；

三、本計畫研究成果全數移轉至公部門，作為災防政策推動之參據；

四、計畫實施期間，著實拓展防災素養，轉化災害為知識，導入與風險共存觀念，強化極端氣候風險認知與災防韌性，研擬氣候變遷調適策略及措施，以降低災害衝擊為目的。

柒、成果價值與貢獻度

7-1 學術成就(科技基礎研究)

一、2024 年共有 2 篇期刊投稿並已出版，以及發表 1 篇研討會論文。

（一）期刊論文

- Cheng-Yi Lin & Wen-Ching Wang (2024), Risk Evaluate and Control of Volunteer Firefighters Using Group Decision Making, Environment and Natural Resources Research , 14(1), 63-80. MOST 113-2119-M-143-001. doi: 10.5539/enrr.v14n1p63
- 王文清（2024），流域型聚落災害聯防的實踐—以臺東縣大竹溪流域爲例，防災科學，Vol.9, pp.23-52, 2024.12。

（二）研討會論文

- 王文清、賴錦慧、雷雅如、王怡茜。應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度，2024 臺灣災害管理研討會暨 113 年國科會自然科學及永續研究發展處防災科技學門計畫成果研討會-論文集，p.14，2024/12/6，新北市，NSC113-2119-M-143-001。

二、應用臺灣氣候推估資料與調適知識平台（TCCIP）AR5 極端降雨平均特性，推估 RCP8.5 情境之未來淹水災害風險，檢視臺東縣韌性防災能量及災害脆弱性評估，除盤點既有防減災設施外，亦針對關鍵衝擊領域研擬對應調適策略及行動方案。

三、為瞭解氣候變遷對於臺東縣坡地崩塌影響，取用臺灣氣候推估資料與調適知識平台（TCCIP）AR6 統計降尺度日雨量資料，依據不同暖化溫度閾值對應特定情境降雨量，分析未來時期（近未來、世紀中、世紀末）臺東縣坡地災害衝擊表現。再者，應用崩塌潛感結果，檢視臺東縣韌性防災能量及災害脆弱性評估，除盤點既有防減災設施外，亦針對關鍵衝擊領域研擬對應調適策略及行動方案。

四、為評估颱風空間分布變化趨勢，應用空間統計分析颱風路徑與空間降雨強度，分析不同颱風移動路徑及強度與各區域降雨量之相關性，建構氣候變遷影響下之風險評估預測模式，提供極端災害下之韌性調適策略研擬之參考。

五、導入災防科技中心開發之地震衝擊資訊平台（TERIA），為有效評估臺東縣地震潛在風險及可能引發的複合式災害。推估不同模擬地震事件，係以臺東地區歷史地震紀錄之大規模地震震源參數抑或活動斷層等屬性資料為主，目前完成 5 件震災境況模擬結果及圖資產製。近期地震災害模擬驗證上，分別以 111 年 0323 地震及 0918 地震之震度模擬結果與實際情況比對，作為震災風險評估及檢視災防運作機制之參據。此外，113 年度協助臺東市、卑南鄉、綠島鄉及蘭嶼鄉等地區，模擬地震災害情境及風險評估，俾利各地方層級辦理地震境況模擬演習參用，強化地震災害處置及應變能力。

7-2 技術創新(科技技術創新)

因應氣候變遷調適作為，本研究持續強化科研應用於災害分析效能，建構全災害預警機制；以及拓展災害情資傳遞管道，提供即時且多元防災資訊。

7-3 經濟效益(經濟產業促進)

無。

7-4 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

一、本團隊深耕在地多年，積極培訓及推升科研人員質量；協辦災害防救教育訓練課程，強化縣府局處及公所防救災作業效能與專業知識；推展防災知能跨領域宣導與經驗傳承，促進民眾參與防救災工作及強化防災教育人員量能，提升整體防救災成效。

二、推升社區量能，協辦防災士培訓及資格認證等推廣作業，培力社區自主防救災應變能力及韌性。防災教育向下扎根，持續推動校園防災教育，增強師生防災知能，建構校園安全環境。

三、介接災防科技中心災害情資網災情服務平台，擴充建置在地災害情資網，運用災情資訊整合功能，即時掌握災防預警監測資訊、襄助地方政府災情研判及應變決策輔助等參考。

四、因應氣候變遷衝擊，整合調適能量，推展公私協力聯盟合作機制，精進科研技術與成果扣合災防實務需求，提升防災系統衝擊耐受力，建構安全、韌性及永續之居住環境。

7-5 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

一、災害管理：本團隊歷年持續蒐整及在地社經資料並建置資料庫，分析氣候變遷衝擊下各領域脆弱性，評估民生設施及基礎關鍵設施之衝擊程度，提供地方

政府災害管理及優先應變決策之參考。

二、情資應用：應用多年颱風路徑資料進行降雨模式分析，落實科研成果應用於颱風期間情資研判需求及災害防救工作推動等，提升極端災害下之城鄉防災韌性能力。

參考文獻

[1] 陳志嘉 (2007)，臺灣在全球環境變遷下的脆弱性研究與發展，環境與世界，第 16 期，P47–71。DOI： 10.6304/EAW.2007.16.3

[2] 王文清、武德玲、曾俊傑 (2016)。巨災後的災害管理議題探討_以 2016 年臺東縣為例，災害防救科技與管理學刊，第 7 卷，第 1 期，第 19-48 頁，2018.3 行政院(2021，災害防救白皮書)，on line. https://cdprc.ey.gov.tw/Page/39B8B46C7FE8EA45/7e6b0828-1439-4e3b-b96e-2909aa742556。

[3] 王文清、曾俊傑、傅惠民、莊金庭、王怡茜 (2016)。情境式決策支援系統之建置與應用，臺灣災害管理學會電子報第 24 期 2016.05.15. on line. http://www.dmst.org.tw/e-paper/24/001b.html

[4] 王文清、曾俊傑 (2016)。2016 臺東地區颱風災害調查與分析，臺東大學防災資訊科技中心。

[5] 第九屆行政院災害防救專家諮詢委員會 (2020)。極端災害下之韌性城市。https://www.ncdr.nat.gov.tw/UploadFile/MessageItem/3de4b3af0963417386b8753ee48711f2.pdf

[6] 第九屆行政院災害防救專家諮詢委員會(2020)。極端災害下之韌性城市。https://www.ncdr.nat.gov.tw/UploadFile/MessageItem/3de4b3af0963417386b8753ee48711f2.pdf

[7] 陳亮全、郭士筠、周桂田、林子倫、林李耀、林宗弘、洪鴻智 (2018)。氣候變遷災害衝擊之整合性風險治理，Journal of Taiwan Land Research，第 21 卷，第 2 期，頁 153-180。

[8] 國家災害防救科技中心 (2013)。IPCC 特別報告：「促進氣候變遷調適之風險管理-針對極端事件及災害」-給決策者摘要，20 頁。

[9] 楊永年 (2015)。防救災的跨領域合作，科學發展期刊，512，P-62。

[10] 經濟部水利署 (2016)。水災風險圖資決策支援服務建置及應用(1/2)。

[11] 災防週報 (2023)。行政院災害防救辦公室。

[12] 何明錦、洪鴻智、陳建忠、陳令韡 、簡長毅、 陳素櫻、 王暉堯 (2009)。綜合性地震脆弱度與風險評估：以新竹市爲例，建築學報，70_S 期，P111-126。

[13] 王俊寓、童裕翔 (2021)。新暖化情境：全球增溫 1.5℃與 2℃情境設定，臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台電子報，第 47 期。

[14] 劉宜君、陳樹群 (2018)。結合土壤雨量指數與頻率比法建構坡地災害潛勢模式，中華水土保持學報，49(4)，243-253。

[15] 葉天降、吳石吉、謝信良（1999）。簡單統計方法於臺灣地區颱風降水預測之研究（一）預測方法與台北颱風降水之預測校驗。大氣科學，第 27 期。

[16] 鄭裕仁（2000）。以 GIS 空間分析克利金研析苗栗中港溪遊憩潛力與環境景觀之關連，中華大學營建管理研究所碩士論文。
[17] 高堅泰、馮豐隆（2001）。森林生育地因子之空間推估與生育地分類。中華林學季刊，34(2)，165-182 。
[18] 林金樹、陳峰盛（2004）。鄰點數量與分布型態對一般克利金模式雨量估值誤差的影響之研究。中華林學季刊，37(1)，61-75 。
[19] 曹鎮、陳文福、徐義人（2006）。應用模糊理論於颱風降雨量之推估 。水土保持學報，38(1)：21-30。
[20] 陳政安（2011）。侵台颱風路徑變化對臺灣降雨影響，碩士論文，中國文化大學理學院地學研究所大氣科學組，台北市。
[21] 郭鴻基、陳郁涵、蘇世顥、徐理寰、楊憶婷（2013）。台灣颱風雨不停。農業世界雜誌，第 359 期。
[22] 衛強、魏聰輝、葉惠中、陳彥璋、江介倫（2011）。利用地理統計及離散資訊熵進行雨量站觀測網設計之研究－以臺大實驗林轄區為例。作物、環境與生物資訊，8，58-74。
[23] 中央氣象署預報中心（2011）。發展鄉鎮逐時天氣預報系統 100 年度成果報告。
[24] 聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). (2022). https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/
[25] W.C. Wang, M.C. Hsieh, C.H. Huang (2018/10). Applying Prim's Algorithm to Identify Isolated Areas for Natural Disaster Prevention and Protection. Engineering, 10(7), 417-431. MOST 107-2119-M-143-001. doi: 10.4236/eng.2018.107029.
[26] Hyogo Framework for Action 2005-2015: I S D R International Strategy for Disaster Reduction International Strategy for Disaster Reduction www.unisdr.org/wcdr Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters, World Conference on Disaster Reduction 18-22 January 2005, Kobe, Hyogo, Japan. https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf
[27] C. Szlafsztein & H. Sterr (2010). Coastal Zone Management Tool: A GIS-Based Vulnerability Assessment to Natural Hazards, Environmental Science, on line. DOI: 10.1007/978-3-642-13457-9_23
[28] C.S. Holling (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4 ,1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245
[29] G. Hutter, C. Kuhlicke, T. Glade & C. Felgentreff (2013). Natural hazards and resilience: exploring institutional and organizational dimensions of social resilience, Natural Hazards, 67,1–6. DOI 10.1007/s11069-011-9901
[30] I. Alcántara-Ayala (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. Geomorphology, 47(2-4), 107-124. DOI:10.1016/S0169-555X (02)00083-1
[31] J. Zhang, M. Zhang & G. Li (2021). Multi-stage composition of urban resilience and the influence of pre-disaster urban functionality on urban resilience, Natural Hazards, 107, 447–473. https://doi.org/10.1007/s11069-021-04590-3
[32] L. K Comfort & N. Kapucu (2006). Inter-organizational coordination in extreme events: The world trade center attack, September 11, 2001 Natural Hazards, 39(2), 309-327.

[33] R. J. T. Klein, R. J. Nicholls & F. Thomalla (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? Environmental Hazards, 5(1-2), 33-45.
[34] S. Schneiderbauer & Daniele Ehrlich (2005). Risk Assessments - People's Vulnerability to Natural Hazards, In book: Know Risk, Tudor Rose.
[35] UNDRR (2021). Promoting Synergy and Alignment Between Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in the Context of National Adaptation Plans: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines, United Nations, Office for Disaster Risk Reduction.
[36] W.C. Wang & W.L. Day (2020). Application AHP to Evaluate the Decision Priority of Typhoon Disaster Preparedness and Emergency Response, Disaster Science, 5, 27-52. https://dm.cpu.edu.tw/p/406-1040-35700,r630.php
[37] Wen-Ching Wang (2020). A Multi-Function Disaster Decision Support System Based on Multi-Source Dynamic Data, Environment and Natural Resources Research,10(1),1-12. MOST 108-2119-M-143-001.doi:10.5539/enrr.v10n1p1
[38] C.C. Chou, C.L. Wu, J.F. Chai, G.C. Yao (2022). Reconnaissance Report on Seismic Damage Caused by the 2022 Guanshan and Chihshang Earthquake Sequence, Taiwan, 國家地震工程研究中心, 報告編號：NCREE-23-007
[39] H. Rezaei, E.Macioszek, P. Derakhshesh, H. Houshyar, E. Ghabouli, A.R. B. Lomer, R.Ghanbari, A. Esmailzadeh (2023). A Spatial Decision Support System for Modeling Urban Resilience to Natural Hazards, Sustainability 2023, 15(11). https://doi.org/10.3390/su15118777
[40] K. Rus, V. Kilar, D. Koren (2018). Resilience assessment of complex urban systems to natural disasters: A new literature review, International Journal of Disaster Risk Reduction 31 (2018) 311-330.
[41] M. Bruneau, S.E. Chang, R.T. Eguchi, G. C. Lee, T. D. O'Rourke, A.M Reinhorn, M. Shinozuka, K.Tierney, W.A. Wallace, D. von Winterfeldt (2003). A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, Earthquake Spectra 19(4). DOI:10.1193/1.1623497
[42] S. L. Cutter (1996). Vulnerability to environmental hazards. Progress in human geography, 20(4), 529-539.
[43] Arabameri, A., Ebrahim, K.S., Pal, S.C., Saha, A., Chowdhuri, I., Lee, S. and Bui, D.T. (2020). Novel Credal Decision Tree-Based Ensemble Approaches for Predicting the Landslide Susceptibility, Remote Sensing, 12. https://doi.org/10.3390/rs12203389
[44] Alvioli, M., Melillo, M., Guzzetti, F., Rossi, M., Palazzi, E., von Hardenberg, J., Brunetti, M.T. and Peruccacci, S. (2018). Implications of climate change on landslide hazard in Central Italy, Science of Total Environment, 630, 1528-1543.
[45] Ayalew, L. and Yamagishi, H. (2005). The Application of GIS-Based Logistic Regression for Landslide Susceptibility Mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan, Geomorphology, 65, 15-31. http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.06.010
[46] Bračko, T., Žlender, B. and Jelušič, P. (2022). Implementation of Climate Change Effects on Slope Stability Analysis, Applied Sciences, 12(16). https://doi.org/10.3390/app12168171
[47] Ciabatta, L., Camici, S., Brocca, L., Ponziani, F., Stelluti, M., Berni, N. and Moramarco, T. (2016). Assessing the impact of climate-change scenarios on landslide occurrence in Umbria Region, Italy, Journal of Hydrology, 541, 285-295.

[48] Collison, A., Wade, S., Griffiths, J. and Dehn, M. (2000).Modelling the impact of predicted climate change on landslide frequency and magnitude in SE England, Engineering Geology, 55 (3), 205-218.

[49] Elmoulat, M., AIT Brahim, L., Mastere, M. and Jemmah, A.I. (2015). Mapping of Mass Movements Susceptibility in the Zoumi Region Using Satellite Image and GIS Technology (Moroccan Rif), International Journal of Scientific and Engineering Research, 6(2), 210-217.

[50] Gariano, S.L. and Guzzetti F. (2016). Landslides in a changing climate, Earth-Science Reviews,162, 227-252. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.08.011

[51] Huang, C.M., Lee, C.T., Jian, L.X., Wei, L.W., Chu, W.C. and Lin H.H. (2022) . Using Fuzzy Neural Networks to Model Landslide Susceptibility at the Shihmen Reservoir Catchment in Taiwan, Water, 14(8). https://doi.org/10.3390/w14081196

[52] IPCC (2023). The Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/

[53] Janizadeh, S., Bateni, S.M., Jun, C., Pal, S.C., Band, S.S., Chowdhuri, I., Saha, A., Tiefenbacher, J.P. and Mosavi A. (2023). Potential impacts of future climate on the spatio-temporal variability of landslide susceptibility in Iran using machine learning algorithms and CMIP6 climate-change scenarios, Gondwana Research, 124,1-17.

[54] Kirschbaum, D., Stanley, T. and Zhou, Y. (2015). Spatial and temporal analysis of a global landslide catalog, Geomorphology, 249, 4-15.

[55] Lan, H., Tian, N., Li, L., Wu, Y., Macciotta, R. and Clague J.J. (2022). Kinematic-Based Landslide Risk Management for the Sichuan-Tibet Grid Interconnection Project (STGIP) in China, Engineering Geology, 308, 106823.

[56] Lee, E.M. (2015). Landslide Risk Assessment: the Challenge of Communicating Uncertainty to Decision-makers, Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 49, 21-35. https://doi.org/10.1144/qjegh2015-066

[57] Menard, S. (2001). Determination of Customer Satisfaction in Conservative Concept Hotels by Ordinal Logistic Regression Analysis, Applied Logistic Regression Analysis (2nd ed.), London: Sage Publications.

[58] Moore, I.D., Grayson, R.B. and Ladson A.R. (1991). Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological, and Biological Applications, Hydrological Processes, 5(1), 3-30.

[59] Noa, O.L., Idan, B., Aviva, P., Alexandra, S., Yishai, N., Yafit, C. and Alon B.G. (2019). A Weighted Multivariate Spatial Clustering Model to Determine Irrigation Management Zones, Computers and Electronics in Agriculture, 162,719-731. https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.012

[60] Rezaei, H., Macioszek, E., Derakhshesh, P., Houshyar, H., Ghabouli, E., Reza A., Lomer, B., Ghanbari, R. and Esmailzadeh A. (2023). A Spatial Decision Support System for Modeling Urban Resilience to Natural Hazards, Sustainability, 15(11). https://doi.org/10.3390/su15118777

[61] Rasyid, A.R., Bhandary, N.P. and Yatabe R. (2016). Performance of Frequency Ratio and Logistic Regression Model in Creating GIS Based Landslides Susceptibility Map at Lompobattang Mountain, Indonesia, Governmental Disasters, 3(19).

[62] Sharma, A., Sajjad, H., Roshani and Rahaman M.H. (2023). Classifying Knowledge on Climate Change Induced Landslides in Retrospect and Prospect: A state-of-the-art review, unpublished, preprint. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2384330/v1

[63] Thomas, J., Gupta, M., Srivastava, P.K. and Petropoulos G.P. (2023). Assessment of a Dynamic Physically Based Slope Stability Model to Evaluate Timing and Distribution of Rainfall-Induced Shallow Landslides, ISPRS International Journal of Geo-Information, 12(3), 105. https://doi.org/10.3390/ijgi12030105

[64] Trigila, A., Iadanza, C., Esposito, C. and Gabriele S.M. (2015). Comparison of Logistic Regression and Random Forests Techniques for Shallow Landslide Susceptibility Assessment in Giampilieri (NESicily, Italy), Geomorphology, 249, 119-136.

[65] Tyler, S. and Moench M. (2012). A Framework for Urban Climate Resilience, Climate and Development, 4(4), 311-326. https://doi.org/10.1080/17565529.2012.745389

[66] Uzielli, M., Rianna, G., Ciervo, F., Mercogliano, P. and Eidsvig U.K. (2018). Temporal Evolution of Flow-like Landslide Hazard for a Road Infrastructure in the Municipality of Nocera Inferiore (Southern Italy) Under the Effect of Climate Change, Natural Hazards and Earth System Sciences, 18, 3019-3035.

[67] Wu, W., Guo, S. and Shao Z. (2023). Landslide Risk Evaluation and Its Causative Factors in Typical Mountain Environment of China: a Case Study of Yunfu City, Ecological Indicators, 154,110821. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110821

[68] Winter, M.G. and Shearer B. (2015). Climate Change and Landslide Hazard and Risk in Scotland, Engineering Geology for Society and Territory, 1, 411-414.

[69] Wang, W.C., Ye, C.X. and Hsieh M.C. (2014). Problem Based Learning of Hillside Slide Hazard by Fuzzy Theory with Case Base Reasoning, Sustainable Environment Research, 24(3), 213-226.

[70] Wilson, J.P. and Lorang M.S. (2000). Spatial Models of Soil Erosion and GIS. In: Fotheringham, A.S. and Wegener, M., Eds., Spatial Models and GIS: New Potential and New Models, Taylor and Francis, Philadelphia, 83-108.

[71] Youssef, K., Shao, K., Moon, S. and Bouchard L.S. (2023). Landslide Susceptibility Modeling by Interpretable Neural Network, Communications Earth & Environment, 4, 162.

[72] Zhou, B., Bartholmai, B.J., Kalra, S., Osborn, T. and Zhang X. (2021). Lung Mass Density Prediction Using Machine Learning Based on Ultrasound Surface Wave Electrography and Pulmonary Function Testing, The Journal of the Acoustical Society of America, 149(2),1318. doi: 10.1121/10.0003575

[73] Chen, X., Wu, Y. and Lin, S. (2012) .Typhoon Route and Rainfall Distribution in Taiwan. Meteorological Research, 40(2), 187-205.

[74] Dhulgude, A., Jadhav, V.M. and Shinde, P. (2023). Spatial analysis of rainfall data using geospatial technology in Satara District, Maharashtra. International Journal of Advance and Applied Research, 4(1), 29-38.

[75] Holland, G. J. (1997). The Maximum Potential Intensity of Tropical Cyclones. Journal of Atmospheric Sciences, 54(21), 2519-2541.

[76] Hsu, H. H., Lee, C. Y. and Chiu, H. C. (2016). Rainfall distribution in tropical cyclones: A case study of Typhoon Morakot (2009). Natural Hazards, 83(3), 1963-1980. doi:10.1007/s11069-016-2483-2

[77] Knaff, J. A. and Zehr, R. (2007). The relationship between tropical cyclone intensity and rainfall. Journal of Climate, 20(6), 1447-1457. doi:10.1175/JCLI4050.1

[78] Knutson, T. R., Camargo, S. J. and Chan, J. C. L. (2010) . Tropical Cyclones and Climate Change Assessment: Part I. Bulletin of the American Meteorological Society, 91(4), 529-

544.
[79] Koutsoyiannis, D. (2003). Rainfall Disaggregation Methods: Theory and Applications. Water Resources Research, 39(4), 1111-1122.
[80] Lee, C. Y., Wu, C. C. and Chen, S. H. (2018) . Increasing extreme rainfall events associated with strong typhoons in Taiwan. Climate Dynamics,50(5), 1813-1830. doi:10.1007/s00382-017-3671-4
[81] Liang, A., Oey, L., Huang, S. and Chou, S. (2017). Long-term trends of typhoon-induced rainfall over Taiwan: In situ evidence of poleward shift of typhoons in western North Pacific in recent decades. Nature Communications, 122(5), 2750-2765.
[82] Lin, C., Hsu, K. and Gao, X. (2013). Statistical Downscaling of Global Climate Models to Assess Future Rainfall Extremes in Taiwan. Journal of Climate, 26(4), 1145-1163.
[83] Sharma, S. and Saha, S. K. (2020). Geospatial analysis of rainfall distribution during tropical cyclones in India. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 85, 102020. doi:10.1016/j.jag.2019.102020
[84] Wilby, R. L., Dawson, C. W. and Barrow, E. M. (2004). SDSM—a Decision Support Tool for the Assessment of Regional Climate Change Impacts. Environmental Modelling & Software, 17(2), 145-157.
[85] Wang, M. and Lin, Y. (2021). Kriging Method in Rainfall Estimation: A Comprehensive Study. Journal of Hydrology, 59(4), 312-329.
[86] Xu, J., Zhao, P., Chan, J.C.L., Shi, M., Tang, C., Zhao, S., Xu, Y., Chen, J. Du, L., Wu, J., Ye, J., Xing, R., Wang, H. and Liu, L. (2024). "Increasing Frequency of Intense Tropical Cyclones in the Western North Pacific Over the Past 37 Years. Nature Communications, 15(310).
[87] Yu, Z., Wang, Y., Xu, H., Davidson, N., Chen Y., Chen, Y. and Yu, H. (2017). On the Relationship between Intensity and Rainfall Distribution in Tropical Cyclones Making Landfall over China. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 56(10), 2883-2901.
[88] IPCC (2021). Sixth Assessment Report: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.