

# 流域型聚落災害聯防的實踐—— 以臺東縣大竹溪流域為例

## The Practice of Disaster Prevention Alliance Among Watershed Tribes

王文清 Wen-Ching Wang<sup>\*</sup>

### 摘要

區域聯防起源於城市治理，係因應公共議題日益複雜而發展出的合作型態。為建立不同於城市鄰里結構的區域聯防治理模式，本研究探討山區聚落於災害期間，以流域範圍形成封閉式孤島情境，擇定臺東縣大竹溪流域含括聚落作為災害聯防實務操作區位。蒐整該流域地形、水文特徵、聚落分布、人口結構、產業特性及災害歷史等基礎資料，應用案例研究法，結合文獻探討和實地踏查，深入分析大竹溪流域的防災機制及其應對自然災害之實際果效，提出可達成具體成效之實施模式。在區域聯防的操作經驗上，強調區域協作、資源整合、文化傳承與現代科技的結合，以大竹溪流域為防災實踐架構，提出以全流域為主體的災害聯防機制及治理模式，期盼作為山區聚落在面臨災時自主防災參考，亦為地方政府推動區域治理之借鏡。

**關鍵字：**流域型聚落、區域聯防、大竹溪流域、孤島

---

收稿日期：2024 年 9 月 4 日；通過日期：2024 年 11 月 10 日。

<sup>\*</sup>國立臺東大學資訊管理學系教授，E-mail：mantis.che@gmail.com。

## Abstract

The concept of regional joint defense originated from urban governance, evolving into a cooperative governance model to address increasingly complex public issues. To establish a regional joint defense framework distinct from the urban neighborhood structure, this study explores how mountain tribes often become isolated during disasters, with watersheds serving as natural boundaries. The research focuses on the practical implementation of disaster joint defense among tribes in the Dazhu River basin of Taiwan. Based on fundamental data about the basin's topography, hydrological features, tribal distribution and population structure, industrial characteristics, and disaster history, the study employs a case study method, combining a literature review with on-site field investigations. It thoroughly analyzes the disaster prevention mechanisms in the Dazhu River basin and their practical effectiveness in responding to natural disasters, while also proposing an effective model for the implementation of joint defense mechanisms. Through summarizing practical experience from watershed-based joint defense operations, the study integrates regional cooperation, resource consolidation, cultural heritage, and modern technology. The disaster prevention practices in the Dazhu River basin propose a watershed-centric joint defense and governance model, offering valuable insights for self-defense in mountain communities and for local government governance models when facing major disasters.

**Keywords:** Watershed-based indigenous communities, Regional mutual aid, Dazhuxi watershed, Islanding.

## 壹、前言

臺灣民眾身處於高災害風險環境中，著實積累相當豐富抗災及避災經驗。全球暖化導致極端氣候頻發，過往的災害應變經驗或知識似乎已不堪用，對於地方治理而言，無疑是莫大的挑戰。不久的未來，諸如都市化開發改變土地利用模式，或災害導致產業遷移、產業結構的調整或轉型，環境保育的投入壓縮資源爭取與分配，甚至暴雨、颱風及極端高溫等氣候因素，均將牽動著災害發生的樣態與規模。災害週期預測愈加困難，尤其是在自然的緩衝空間及資源逐年見絀下，強颱、洪患、高溫及乾旱等極端天氣事件影響，使得災害風險與日俱增，對於偏鄉老化程度偏高的聚落勢必更顯脆弱（周桂田，2021）。

依隨流域地形建構的聚落，抑或依山傍水而建的原住民聚落，因地形限制，常以主要道路所延伸出的次要道路作為聚落聯外道路，由於次要道路係受地形因素影響未與其他道路連結，主次道路形成梳齒狀無迴路的通道（王文清、王怡茜，2017），故次要道路成為聚落出入的唯一途徑；無奈山區道路經常面臨颱風、地震、土石流等多種自然災害威脅，道路阻斷頻繁成為高風險災害；梳排式的單一聯外交通系統，在無道路通行迴路條件下，一旦面臨道路中斷情勢，聚落極易成為孤島地區。

孤島定義係指災害期間係受災因影響導致，並非位處偏遠區位所致，一地區於災中是否成為孤島，往往取決於關鍵設施的耐災能力，當關鍵設施一旦遭受損毀，該區域涵蓋的聚落勢必將承受短期至長期「孤島效應」衝擊，如交通或通訊中斷，物資不敷、醫療量能驟減、維生系統無法提供服務進而威脅生命安全。孤島現象使全臺民眾見證 2009 年莫拉克颱風挾帶豪雨所衍生出的災害，以及爾後歷次災害之中（Wang et al., 2018）。當災害倏忽而至，不僅是受災戶，尚有受驚戶、救難人員及義工團體等，均可能遭受重大災害引發壓力反應，特別是追隨傳統集體主義文化，以及運用原民祖先在地智慧因應氣候災害風險的聚落，然社會發展迅速又環境變遷劇烈下，該些傳統策略正面臨前所未有災害威脅與調適下之嚴酷考驗及嶄新挑戰（王文清等人，2020；黃文鳳，2013）。

近年來，流域型聚落之災害聯防概念備受推崇，旨在透過跨區域、跨聚落資源共享、互助合作增進整體防災量能，尤其是同一流域之聚落彼此，除族群

相近性外，通常聚落位處流域上、中、下游區位大多共用同一通道，然災害具有同質性及蔓延性等共通特性，使得流域內聚落勢必得福禍相依、患難與共。本研究係針對大竹溪流域進行深入分析，從流域地形、水文特徵、聚落分布及人口結構等基本要素，探究流域型聚落災害聯防之具體操作模式與實踐，評估其於應對自然災害之實際成效。

## 貳、區域聯防

區域合作始於城市治理，伴隨全球化趨勢，以及都市的磁吸效應日漸擴大城市間的交互影響，因應公共議題日益複雜而發展出合作型態的治理模式，透過各區域彼此連結產生更具效力量能（李擇仁、姜芝妍、蕭伊庭，2016）。臺灣最早的區域治理合作組織始於 1978 年，1980 年提出新區域主義理論，隨後各區域合作組織陸續成立，如 1995 年雙北合組淡水河整治工作小組、1996 年高高屏首長會議、2002 年南部 7 縣市首長會議；相繼區域合作平台也接連設置，如 2004 年北臺平台、2009 年中台、雲嘉南、高屏及離島等；從法制面、組織面及議題導向跨域行政轄區之共同議題，整合社區組織、企業組織、非營利組織之間能量，建立區域策略性夥伴關係（regional strategic partnership），為達成資源整合為目標、共享與互補的治理模式，以解決日趨複雜的跨區域公共事務（裴晉國、施聖亭、陳麗芬，2010；林盈甄，2014）。

聯防概念源於早期人類社會的自主合作行為，最初形式以地緣或血緣關係密切的小規模社群為主，為對抗外部威脅；追溯到人類早期歷史的合作模式，係因聚落為抵禦野獸侵襲或敵對群體的攻擊，形成最初的聯防機制（Smith，2020）。隨著時間的推移，聯防概念逐漸自聚落擴展至城市，從原始社會的小型合作體制演變為現代社會的複雜合作網絡。在 19 世紀末至 20 世紀初期，依隨城市快速發展下，以城市防火聯防和公共衛生安全聯防開始興起，成為現代聯防系統的基礎。這種以公共安全為目標的聯防機制，提供城市抵禦火災、流行病等突發事件之重要保障（Jones & Miller，2019）。

有別於全球化趨勢，面對天然災害則是「全球議題，在地處理」；在氣候緊急狀態下，天災已是全球不得不面對的嚴峻挑戰，然災害具有地域特性，又治理方式也必須充分衡量災害特性進而採取因地制宜措施因應（Almutairi & Mourshed，2020）。災害防救區域治理的推動係為一項創新之防災作為，將城市

區域治理聯合平台之概念擴大治理對象，納入災害議題為共同治理內容；主要實施概念係依循現有第三級行政區轄管範圍，將地理區位相近之第三級政府，即鄉（鎮、市）公所之間的共同理念為建立治理平台之基礎，從災害防救的減災、備災、應變及復原四階段進行治理事項整合，包括共享資源、協調防災工作事項、辦理聯合推演或演練等方式，強化跨區域資源統合及調度，強化區域防救災能力（內政部消防署，2024）。

國際間，災害聯防的發展泰半集中於自然災害頻發地區，如日本和美國。日本在經歷多次重大天災後，建立一套高效率的社群聯防系統，納編地方政府、企業及社區組織為一災害應急管理體系。例如 1995 年阪神大地震和 2011 年東日本大地震，社群聯防系統充分發揮相當大的功效，不僅有效減緩災害直接衝擊，尚且於災後復建期間提供關鍵支持（Nakamura，2021）。

美國聯邦緊急事務管理署（FEMA，2020）通過與州政府和地方政府的合作計畫，建立多層次的災害應變管理體系。該體系涵蓋從預防、準備到應對和恢復的全災害管理運作機制，為確保災時能夠迅速調度全國資源，提供緊急援助（FEMA，2020）。此外，聯合國減災風險辦公室通過全球合作計畫，推動各國經驗分享及技術支援，為減緩全球災害風險（UNISDR，2015）。

臺灣地處環太平洋地震帶，颱風、地震、土石流等災害頻繁發生，促使地方政府合力發展一套災害聯防模式與體系組織，目前全臺北北基桃四縣市已成立災害發生區位合作與協議平台，其餘縣市紛紛跟進，在地緣條件下互相結合建立跨區的合作協議，現階段係以緊急災害應變為主，提供一致性訊息與發布應變作為，但對於小區域範圍且具有獨特地形條件之聚落而言，實有必要考量災害聯防實踐上，兼顧獨特小範圍、在地性且可操作之模式。早期的災害聯防運作多為社區主動發起，特別是山區及沿海地區，居民在族群階級、文化及地理條件相同根基下，尋求合作與資源共享，亦與時俱進導入並應用現代科技，如地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）和遙感技術，增進災害預警及應變能力（Yu & Lin，2022），讓防災體系於災害高風險區位之運作更具成效（Hsu & Chen，2021），顯著提升地方政府與社區之間的協作效率。聯防模式不僅強化當地的防災能力，尚提供其他區域經驗價值（Ko & Lee，2023）。

## 參、區域聯防對象與推動模式

山區聚落是一個小型社會體系，又以原住民聚落更加顯見文化特殊性與生命韌性。鄉鎮及聚落災害特性包含易成孤島、防災量能不足、鄉鎮行政地區橫跨同一流域而使災害治理權責不一，尤其是經歷莫拉克風災後，全臺多處地區淪為孤島，驗證同一流域範圍內之聚落臨災，均與上下游具有密切關聯性，由於災害型態與風險不一，若鄉鎮獨立作業則無法有效整合資源，且難以發揮整體救災綜效（劉怡君，2016）。

為建立防災區域治理模式且不同於城市型態之區域聯防概念，本研究擇定八八風災受創最嚴重災區—臺東縣大竹溪流域作為災害聯防區位，其範圍含括太麻里鄉、大武鄉及達仁鄉等三個行政區，亦含括緊鄰流域外的金峰鄉等南迴線四鄉。大竹溪流域地理條件恰恰可作為高災害潛勢區（受災協同治理及尋求支援）與可支援的區域彼此間之協同治理模式，希冀透過鄉（鎮、市）區域整合能量，充分用救災人力、資源，提升救災行動效率。

### 一、聯防實踐區域

大竹溪流域位於臺東縣南端（圖 1），橫跨南迴線三鄉，包括太麻里鄉、大武鄉及達仁鄉，西南與屏東縣牡丹鄉比鄰，西與屏東縣春日鄉相連，西北與屏東縣來義鄉接壤，北倚金峰鄉，東臨太平洋與大武鄉，東北方一角與太麻里鄉相接。大竹溪流域地形以丘陵山地為主，高山位於中央山脈山脊東側，平坦地形僅限於河谷兩岸及沿海地區。地勢西高東低，由西側中央山脈向太平洋傾斜，西北方屬「中央粘板岩山地」，中央山脈由南而北平行縱走，進入本流域後轉向東北遷回，廣及東南海岸，由於流域位於北大武山東側的丘陵地及礫灘之間，正處於歐亞板塊及菲律賓海板塊的縫合處，因新世紀板塊運動推擠下，地形呈現出平地狹小、高山隆起的地貌。

大竹溪（又稱大竹高溪）是臺東縣縣管普通河川。其源頭位於達仁鄉土坂村大力里山與衣丁山之間標高 1,753 公尺無名山封溪南側，先向南後轉東南東流，於新興聚落附近轉向東北流，經土坂聚落後匯集台坂溪，進入大武鄉境，最後於太麻里鄉多良村大溪聚落南側注入太平洋。大竹溪幹流長度 23.6 公里，

流域面積 133.41 平方公里，河床平均坡度 1/17；上游河床坡度較大（約為 1/8）；中、下游則相較平緩（分別為 1/35 與 1/70）。大竹溪發源於中央山脈山系，逕流匯入順往東流，沿著溪流而下直接進入流域內；聚落散布於上游至下游、或坐落於河階地，抑或谷口沖積層河床，包括達仁鄉新興社、土坂、台坂、啦里吧，大武鄉愛國蒲及太麻里鄉大溪等三鄉六個聚落。

鑑此，本流域於災害應變整備上，不僅要關注臺東地區水文氣象，亦需守視與監測鄰近行政區屏東縣之降雨與水文。該流域六個聚落總人口數近 2,200 人，以原住民人口居多且以排灣族為主。排灣族的傳統知識體系包括豐富的生態知識和自然資源管理經驗，該等知識導入現代科技應用於防災作業發揮實質效用（Wang & Huang, 2023）。



圖 1 大竹溪流域行政區域及聚落分布圖

資料來源：本研究繪製

大竹溪流域地形係屬高災害潛勢，其中台坂、愛國蒲及新興社等聚落自 2020 年評估為易成孤島地區，且歷年災害事件層出不窮，記憶猶新的重大災害莫過於 2009 年 8 月 8 日的八八風災，自「莫拉克」颱風登陸後，挾帶豪大雨影響全臺長達三日，劇烈降雨衍生水災與土石流等複合式災害，流域內聚落經歷莫大災害孤島效應衝擊，亦對日後聚落遷移造成深遠影響。自然災害漸趨頻繁且日益劇烈下，迫使愛國蒲聚落從傳統居住地遷徙他處，這不僅改變聚落的居住模式，亦使文化傳承面臨巨大挑戰（Hsieh，2020；Kao & Cheng，2023）。災害事件的接連發生，凸顯單一聚落可能面臨自然災害之嚴重衝擊，促使各聚落積極推展防災合作的可能性。

## 二、聯防操作與實踐模型

推動災害區域治理，係以流域範圍內所涉及的關係主體為推動對象，假設情境為同一流域內的鄉鎮同時臨災而喪失或減低應變能量，必須由鄰近地區儘速協力支援，故不在流域範圍卻緊鄰各鄉亦可納為試辦對象。臺東縣南迴線包括太麻里鄉、大武鄉、金峰鄉及達仁鄉等四地區，其中大竹溪流域範圍含括太麻里鄉、大武鄉及達仁鄉等三區域，而金峰鄉則位處該流域北側（圖 1）；大竹溪流域的地理條件恰恰可作為高災害潛勢區域（受災協同治理及尋求支援），與支援區域之間的協同治理模式，透過各鄉區域整合能量，充分利用救災人力、資源，增進救災行動效能。依據本研究執行結果發現，流域災害治理可概分為時間及空間面向之治理模式：

### （一）在時間軸上

推動第 1 年（2021）以建構聚落韌性能量為核心基礎；藉由各方資源挹注，持續辦理災害認知、災害環境識別、災害潛勢分析、自主組織的建立、救護技能培訓，亦規劃避難疏散、巡檢路線、避難收容、通訊系統強化、整備與應變作業、在地公私部門合作等災防作為；計畫實施第 2 年（2022），主要重點為增進聚落自主維運能力與維運模式建立，避免公部門資源及外部支援撤出後，造成韌性衰退情況發生。

## （二）在空間治理上

摒除過往以行政區域為執行主體，轉換以流域內之聚落空間關連性為思考主軸，打破行政疆界的全流域觀點作為災害聯合治理模式，充分掌握災害特性、資源分配與共享、災害情資有效傳遞、快速達成受災/未受災支援等易成孤島狀態下之自主災害防救能力。

聯防推動核心精神，在於以「內聚」強化災中自主能量，「外助」的鄰近力量提供快速的應變支援。透過「內聚」與「外助」之核心精神，將流域內、外的高低災害潛勢鄉鎮為推動主體建立合作平台，結合中央政策、縣府指導，以及協力機構專業知能的輔導，建構災時區域聯防運作概念（圖 2），共同推動流域內聚落之災害治理合作機制。

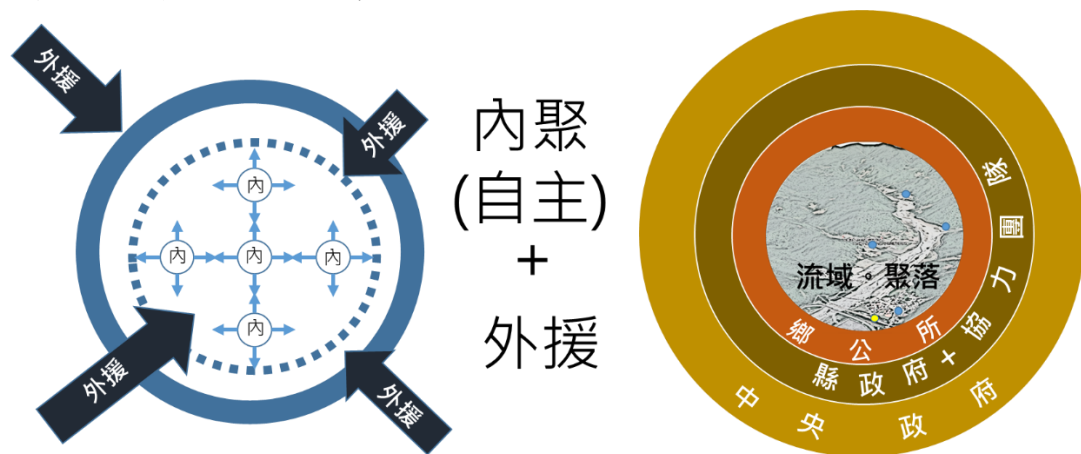


圖 2 區域聯防同心圓概念圖

## 肆、流域災害聯防推動實務

### 一、推動內容重點與策略

透過聯合自主演練，檢驗兩年期間的推動成效，本次演練主要以流域共同體為概念模擬災害情境，包括（1）配合地形擇定大竹溪流域涵蓋三鄉聚落為實施主體並全數實際參與演練，從上至下游全流域區域聯合治理模式，強化孤島

狀態下之自主救災能力；(2) 以聚落自主防救組織力量為演練主體，評估及驗證實施聯合治理二年成果；(3) 依流域及聚落災害特性，採取走動式演練，落實演訓及實際情境合一之模式。

### (一) 簽署共同合作協議

由臺東縣災害防救辦公室邀集各鄉業務承辦單位主管，討論支援協定內容細節和簽訂方式，由業務單位逕向各鄉長報告，獲得首長一致支持下，於 2021 年 2 月 8 日區域協力平台辦理啟動典禮，同時研議合作事項及完成合作支援協定簽訂。協議推動目的：

1. 結合縣－鄉－聚落三層級單位，透由合作支援協定簽署，建立地方首長防災意識，落實災時合力面對與支援之共識；
2. 開放可用支援，諸如跨區避難收容場所的開設、企業支援與協調、搶救機具與器材支援、災後復原階段之共同事項等。
3. 建立聯合教育訓練與演練模式，除可協助聚落維運防災能量，亦可達到資源最大利用外，透過共同激盪流域面對災害處置事項及遭逢困境等應變作為。

### (二) 建立合作平台

大竹溪流域災害防救區域治理運作平台，係由流域內達仁鄉公所、大武鄉公所與太麻里鄉公所為主要執行單位，並納入非流域內、但具地緣關係的金峰鄉等四鄉，齊力推動土坂、台坂、愛國蒲、大溪等四個聚落組成合作同盟，由臺東縣政府為指導單位，協力機構臺東大學防災科技資訊中心協助合作內容的協調與推動，其組織圖如圖 3。

本會議係由臺東縣消防局主辦，接續三方會議後召開。會中，協力機構簡要報告工作執行進度，與會人員共同檢視與討論執行情形，若工作事項涉及其他局處者則需派員與會，召集單位可針對前次會議決議事項進行追蹤；此外，為落實協議簽署目的，充分運用地方首長出席平台會議期間，辦理相關災害特性、聯防機制等教育訓練課程。

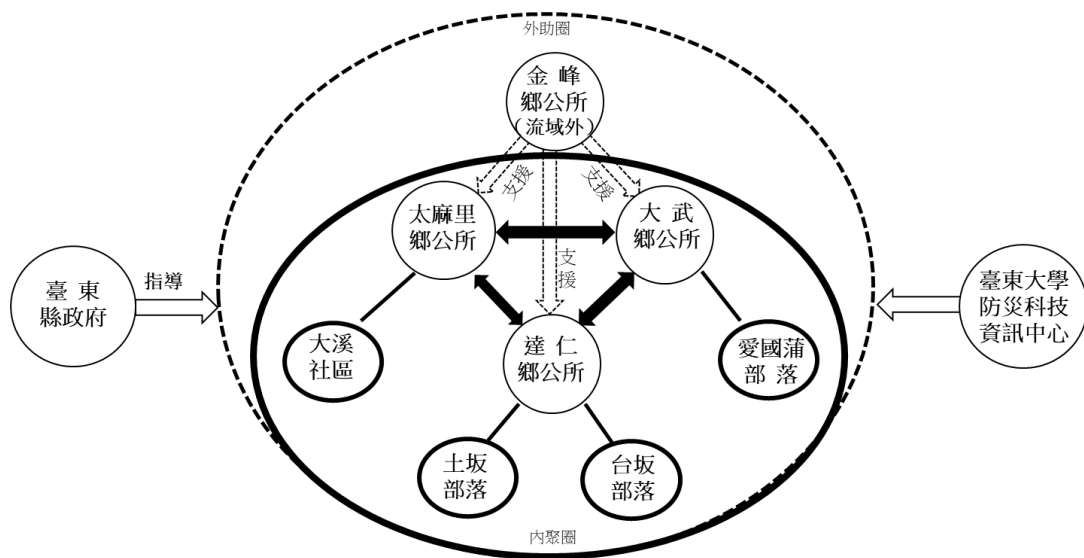


圖 3 大竹溪流域災害防救區域治理平台組織示意圖

## 二、治理內容的推動

為達成聚落自主防災的目標，持續安排相關知能訓練，如防救災編組任務、災害潛勢及歷史災害調查、防災經驗分享交流，避難收容處所訪視、盤點防救災編組、設備、機具、人力及收容能量、環境踏勘活動等，期望藉由各項訓練，促進鄉鎮更加瞭解及投入災害防救區域治理之推動。

### （一）聯防組織

流域聯防主要目的，係為建立災害發生第一時間的自主能量整合能力，在無外力可協助狀態下，聚落成為災害第一線影響對象，治理組織依照區域範圍啟動應變鄉、村層級運作，依災害發展時序進行相應分工與合作機制（圖 4）。在應變編組成員係以「村」為核心，主要負責平時巡查守視、資源及器材整備、災害潛勢監測、協辦教育訓練等；為肩負災害第一時間前線應變處置之責，防災任務編組成員的設置係為首要推動事項，亦為內聚的主要自主力量。在推動實施的第一時間，依據聚落災害特性與應變需求完成任務編組，組織成員接續一系列的自主強化教育訓練，以及實際臨災執行各項應變作為。此外，鄉層級係為地方災害管理的主責單位，應擔負災害防救權責業務及支援聚落應變事務。

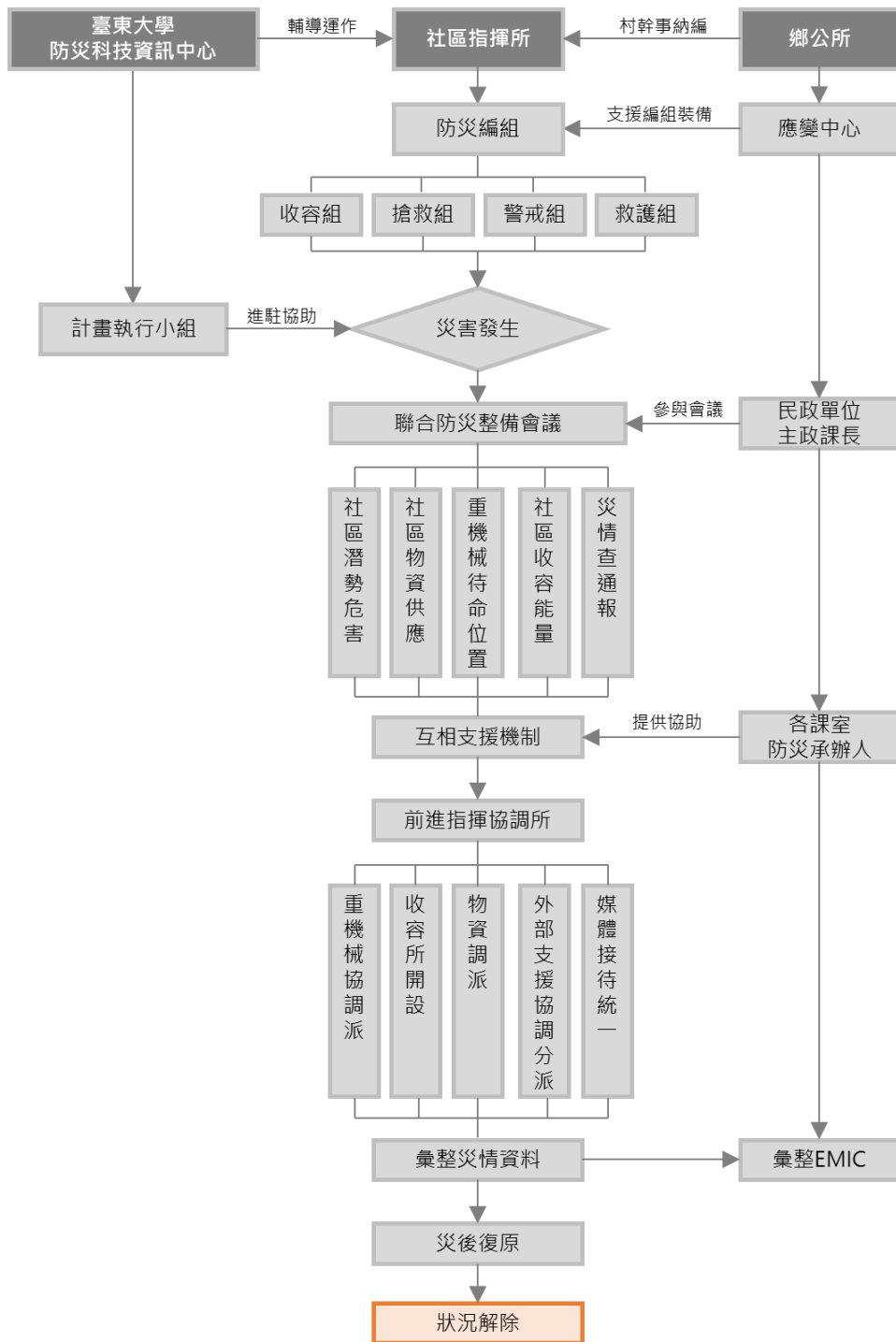


圖 4 鄉、村層級治理組織與執行架構圖

## （二）前進指揮所規劃與配置

大竹溪流域的地理區位特殊，該流域僅有一鄉道東 69 與省道台 9 線相連的唯一通道，兩條道路交會處的地理條件適合作為災害守視及應變最佳地點（圖 5），故臺東縣消防局業於同一地方設置大武大隊大溪分隊，為守護大溪流域之重要據點。

又顧及災時聚落防救能量恐有不敷情況發生，進而設定該分隊作為前進指揮所；一旦流域內聚落需外部資源（包括協同合作單位，鄉、縣應變人員）協助時，該分隊即可快速整合能量、提供支援，主要功能包括盤整與集結、情資傳遞與掌握、應變指揮、應變實施等。前進指揮所不僅是流域內的聚落，亦為災時地一救助據點，除扮演常時的消防救護，更是災時的救災中心，提供救災部門與聚落之間雙向需求與支援管道。

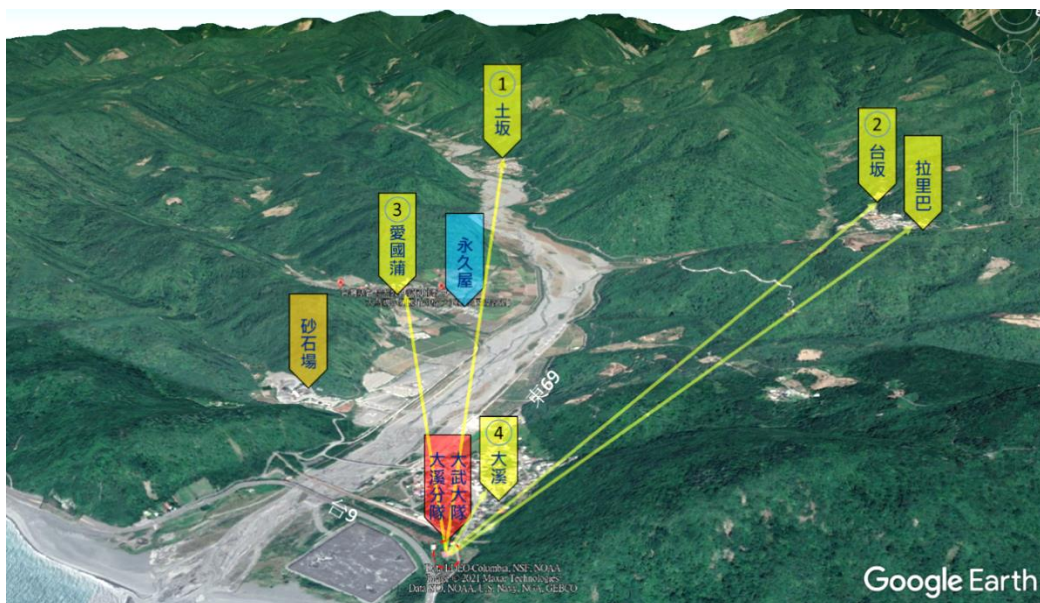


圖 5 前進指揮所（大溪分隊）與大竹溪流域地理區位圖

## （三）防救災技能教育與訓練

聚落防災能力的提升主要依賴平時的實務運作及防災教育知能培訓，以及災害認知及素養能力；藉由定期的防災教育與訓練，聚落成員不僅能夠掌握基本的應急技能，尚能增進各種災害情境下之應對措施。再者，教育亦是

提升防災意識的重要管道，特別是社會中的老幼族群，利用教育宣導灌輸災害預警訊息及緊急避難路線等實用知識，提升社區整體的防災能力（Hsu & Chen, 2021）。本研究於各聚落推動辦理防災教育訓練項目，包括防救災編組任務、災害潛勢及歷史災害調查、防災經驗交流分享、避難收容處所訪視，盤點防救災編組、設備、機具、人力和收容能量，以及環境踏勘活動等。透過各項活動訓練，使鄉鎮能更加瞭解並投入災害防救區域治理之推動；亦藉由合作協議書簽訂，期望建立災害防救區域治理實施機制，協助地方強化防災能量，落實強韌防災為目標，著實推升臺東成為一方宜居、健康安全的韌性城市。

#### （四）災害潛勢調查與評估

大竹溪流域的地形西高東低，聚落大多集中於高河階地。主要災害有二，一為洪水災害，諸如山洪爆發、河水氾濫、淹水和積水；二是地質災害，包括山崩、地滑、土石流、地表裂縫、塌陷、地層下陷等，尤其是 2009 年莫拉克風災期間，山區土砂大量崩落，加上近年強降雨頻率攀升，引致地質災害有明顯增加趨勢。為增進聚落住民對於身處環境的瞭解及災害潛勢影響，本計畫透過實際帶領住民進行環境踏查作業，以災害潛勢圖資，以及聚落建物構造別及分布情形為輔，詳實說明環境現況及災害衝擊區位之災防因應措施。相關踏查圖資如圖 6 所示。

#### （五）資源整備

資源整合與調度是聯防機制之關鍵環節，成功的資源調度依賴災前規劃和資源儲備，以及災時迅速決策和高效執行力（Ko & Lee, 2023）。各聚落資源整合包括避難收容處所的整備、資源盤點、資通訊系統、安全巡檢路線規劃、以及外部支援協定等。在引入「外助」資源方面，包括與在地企業簽訂合作備忘錄，為因應災時重機具及人力搶修搶險協助；透過資源盤點掌握物資、技術及人力資源等可用限度，推升災時跨區域資源共享。透過跨區域合作模式，大竹溪流域各聚落在面臨資源短缺情況下，可迅速獲鄰近區域的援助，係為聯防機制重要特色及主要目的。

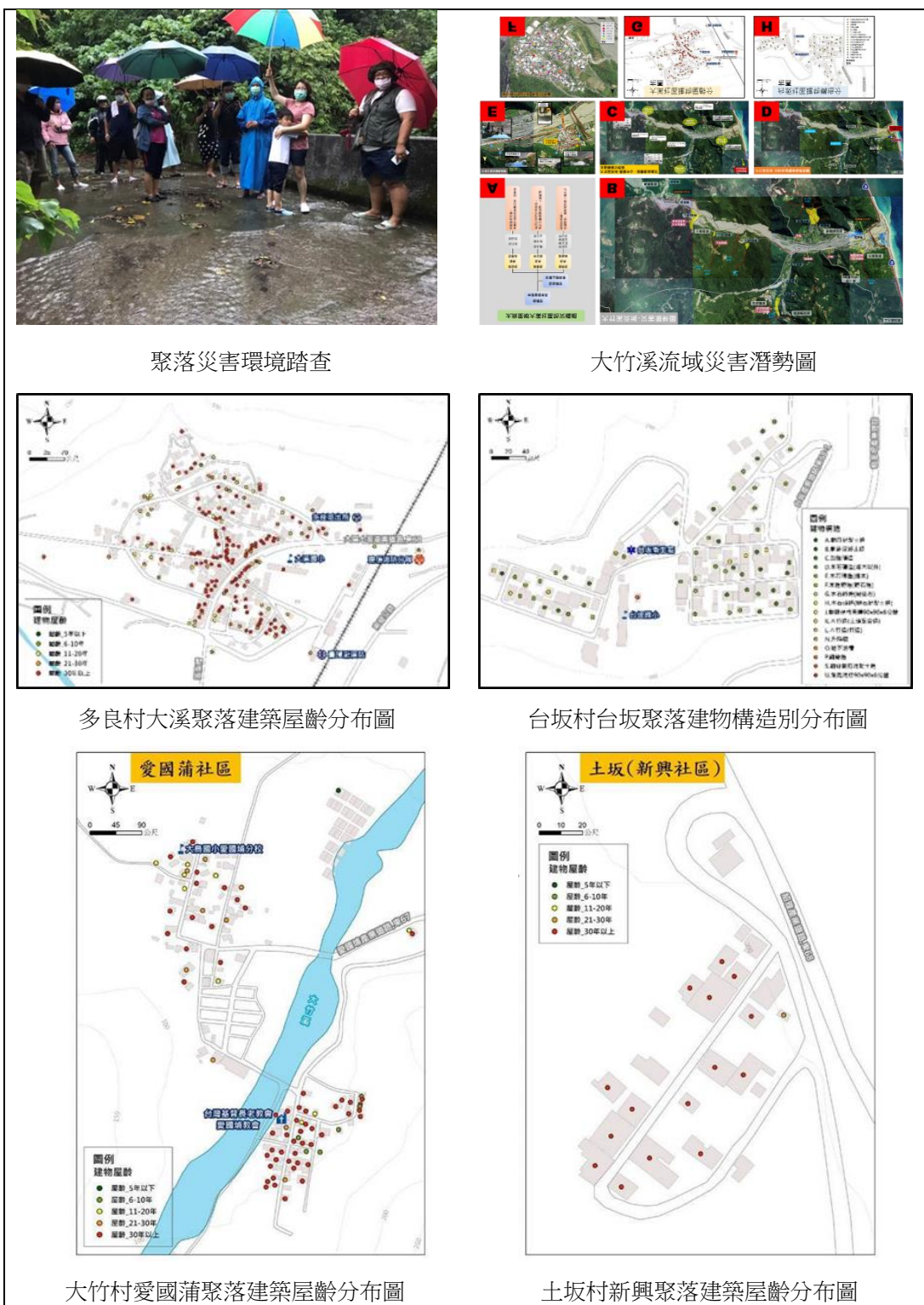


圖 6 大竹溪流域圖資建置

## (六) 資源與建物調查

調查聚落資源位置、建築物屋齡分布，並加以產製相關圖資，為利聚落辨識資源所在，強化對於老舊房屋耐震能力的重視。相關圖資如圖 7 所示。



圖 7 韌性社區資源及屋齡分布圖

## (七) 社區與鄰近店家等，簽訂災時支援合作備忘錄

聚落位處偏遠山區，不論交通或購物均不如都市地區便捷，又住民大多不具災前整備物資意識，為確保聚落資源充裕，評估在地小型商店及餐飲店家合作意願並簽署防災合作備忘錄，協助災害期間貯備物資應急所需；另，導入企業參與防災模式進入聚落，推升企業參與度及整合防災能量，強化防災韌性與在地連結，讓彼此成為災害共生的重要夥伴；此外，簽署合作協議的目的，係為提供聚落救災編組人員能於第一時間取得資源及運用，避免災時過長可能衍生出物資搶奪或分配不均等問題。

## (八) 規劃巡查路線

安全巡查是編組人員任務之基本守則。在聚落潛勢、易致災點、交通可及性等綜合因素評估下，經由各聚落組員研商後劃定安全巡查路線，提供巡查點的安全認知及巡查路線與位置等圖資，巡查路線規劃如圖 8。



圖 8 聚落安全巡查路線規劃圖

## (九) 購置防救災相關設備

本研究目標區域中，大溪聚落及土坂聚落係為「災害防救深耕計畫」擇定之韌性社區，並取得該計畫經費補助款得以採購設備資材，而台坂及愛國蒲兩聚落在無經費挹助下，經由臺東縣消防局編列補助款，為確保自救組織人員執行防減災與應變任務之安全性，以及強化防救災成效。

## (十) 兵棋推演與聯合實兵演練

演練成果可作為綜合評量檢驗之參據。依據美方 FEMA 針對災害防救演習規劃與評估機制 (Homeland security exercise and evaluation program ,

HSEEP)，災害防救應變演練類型包括有「推演型(Discussion-based exercises)」及「操作型演練(Operation-based exercises)」。為驗證二年期間的執行成果，參照 HSEEP 演練指引，第 1 年辦理為期 12 個月兵棋推演，第 2 年則是實施 9 個月的四鄉聯合實兵演練。兵棋推演與實兵演練之特色如下：

1. 配合地形擇定大竹溪流域涵蓋三鄉聚落為實施主體，從上至下游全流域區域聯合治理模式，強化該流域內孤島狀態下之自主救災模式；
2. 聚落自主防救組織力量係為演練主體，作為實施聯合治理二年成果之評估及驗證；
3. 依流域及聚落災害特性，採取無預演、情境走動式演練，落實演訓及實際情境合一模式。

兵棋推演在於探究流域內聚落災害整備、人力組織、資源整備及災情傳遞等防救災整合能力。針對聚落應具備之災害防救知能，為災害情境設定依據，並於 2021 年 12 月 10 日辦理流域各聚落共同聯合推演；推演狀況設定為颱風引致災害，再依災害發展時序設定「災害整備」、「災情查通報」、「避難收容」、「應變及處置作為」、「應變支援」及「復原重建」等大項，及細部推演 13 項；推演採取無腳本方式實施，另於會場中央陳列大竹溪流域地形模型為輔，為利與會人員充分瞭解現地概況，運用兵棋台展示可作為各項災害情境應變作為之參考。本次推演結束後，隨即由內政部消防署長官與專家學者召開檢討會議，各項建議內容於彙整後逐一檢視與改善。

流域聯合演練檢討內容，包括通訊盲區；災防技能欠缺；應變作為生疏；災害物資整備不齊，難以滿足大型災害量能；流域上下游聚落之間的災時支援與協同應變作為之溝通與協調尚待加強。透過演練呈現為期二年推動成果，包括人員與組織的積極參與；歷史災害的熟識；公所與聚落之間的溝通無礙；避難收容整備完善；聚落對於災害應變需求與自主能力認知掌握，尤其是流域支援單位—金峰鄉，即使未列入推演，仍主動積極參與演訓，使流域型災害治理模式得以通過完整檢驗，結果證明本計畫推動執行的流域治理模式，相當適合於相仿地形限制區域下推動。

表 1 臺東縣大竹溪區域治理社區災害防救兵棋推演

狀 況		本年度第 4 號颱風「艾雲」於菲律賓東南部海域 1,300 公里處形成，強度逐步增強為強烈颱風，並朝向臺灣本島而來，7 級暴風半徑 200km，颱風路徑係屬第二類。 在明顯缺乏導引氣流狀況下，颱風中心移動緩慢，中央氣象署預估 11/28 凌晨 3 時暴風圈開始接觸陸地，預計 11/29～11/30 期間影響最為劇烈，12/1 下午本島脫離暴風圈。
項次	兵棋推演情境	
1	災害整備	大竹溪前進指揮協調所位置
2		大竹溪災時無線電傳輸運用
3		大竹溪各聚落潛勢危害簡報
4		大竹溪各聚落防災編組任務
5	災情查通報	大竹溪各聚落如何執行查通報
6	避難收容	大竹溪各聚落應變中心開設位置
7		大竹溪各聚落保全戶掌控
8		大竹溪各聚落執行預防性疏散撤離
9		大竹溪各聚落避難收容處所開設位置
10	應變及處置	大竹溪各聚落重機具預放位置
11		大竹溪各聚落執行各項應變任務（如封橋封路、道路坍方、淹水、土石流、火警）
12	應變支援	大竹溪各聚落相互支援機制
13	復原重建	大竹溪各聚落執行各項復原重建任務

### （十一）建立持續維運機制

聚落災害防救、防災素養及組織建立，有效提升聚落韌性能力，然聚落資源能量偏低，又年齡老化、人力銜接不繼等狀況。為使現有體系得以持續運作，因應外部支援撤離後，建議維運事項如下：

#### 1. 組織人力盤點及調用

（1）因應人力變動適切調整人員編組名冊。

（2）組織人力定期召集，維持常時動員能力。

#### 2. 建立與外部公私部門（包括 NGO）交流與合作管道，強化防災能量。

3. 持續辦理組織成員災害素養及防災知能教育訓練，推升自主防救能力。
4. 每半年盤點資材設備（通訊器材、搶救機具、車輛、監視設備、個人裝備）維持資材設備功能運作。
5. 每年一次盤點備災資源（民生物資、醫療資源、收容所整備），並適時補充。
6. 每半年召開一次平台會議，共同研議應辦事項及協調事項。

## 伍、結論與建議

流域型聚落災害聯防是一種高度有效的防災策略，特別適用於自然災害頻發且地理條件複雜的地區。臺東地區部分聚落易形成孤島高潛勢區域，當災害來臨時，當下聚落僅能仰賴自主力量自救。近年隨著氣候變遷所帶來的災害衝擊下，災害管理從過往著重於災中應變，而大幅推向至災前預防及處置作為，因應易受災害影響之住民對於災害風險及防災需求。

本研究以全流域概念推動跨越行政疆界的災害共同治理模式，擇定臺東地區南迴線大竹溪流域涵蓋之三鄉、四聚落，包括達仁鄉土坂聚落、台坂聚落，大武鄉愛國蒲聚落，以及太麻里鄉大溪聚落作為推動主體。協力機構歷時二年以深耕協同方式，從組織成立，開始一系列的技能性教育訓練及災害認知課程，專業輔導、評估聚落災害潛勢及建立災害應變相應策略與作為，諸如潛勢調查、基礎資料建置、通訊系統強化、避難收容處所整備等，以全災害概念建立聚落自主救災機制。推動成果特色如下：

- 一、打破過往以行政區作為災害治理權責範圍之思維，整合流域內鄰近各鄉及聚落，以受災及非受災鄉鎮為協同治理對象，建立全流域型態的災害聯合治理及支援模式。
- 二、顧及聚落可用資源，第 1 年建立聚落自主防救及鄉層級之聯合治理系統；第 2 年為避免外部支援撤離影響維運穩定性，導入防災知能教育訓練，持續維運聚落及各鄉防災量能，充分落實韌性社區推動為目的。
- 三、以兵棋推演及聯合實兵演練驗證推動成果；兵棋推演採用無腳本方式辦理，

主要項目包括災害整備、支援協定、疏散避難等。由任務編組成員依據災害情境採取應對作為；聯合實兵演練足以驗證聯合治理之協同及互助支援能力；演練亦採取無預演方式辦理，將全流域範圍歷史災害位置納為災害情境演訓規劃之參據，落實演訓及實際情境合一為目的。

四、密集性的教育訓練、環境勘查、資源調查等均需利用聚落場地，提供聚落住民充分瞭解居住環境潛在災害、區位及防災應變事項，包括災害潛勢、災害點位、災害整備、避難收容，以及公私部門投入的長期作為，有助於強化住民災害意識，提升聚落災防韌性。

大竹溪流域的聯防推動經驗顯示，在多災多難的環境中，透過多層級、多元化的聯防機制，可以有效減低災害帶來的損失。然而，成功的聯防機制不僅依賴於技術與資源的整合，亦需要考量在地文化特徵與社會結構等多方因素；其次，文化與科技的結合乃是提升防災果效的重要途徑，以當地文化背景下，探究適合的防災策略。最後，持續增進教育訓練和自主防災能力是長期防災工作的基礎，為確保災時能夠迅速、有效應對（Hsu & Chen, 2021）。

由於偏鄉聚落住民年齡結構老化，囿於現實條件，青壯人口外流頻繁，難以投入聚落發展，為提升聚落的防災知能，高頻度的教育訓練充斥各聚落間，然住民參與意願不增反減，為推升參與動力則需加入強大誘因，諸如重大災害經驗與回憶、充分的資源建置，或文化與階層延續性需求等。現今政府政策與作為經常過度擾動聚落、加上資源誘因不足，在現實狀態下難以符合預期目的。基此，未來實施限制與建議如下：

- 一、本研究提出的治理模型，可作為未來非都市型態區域治理之參照模型，惟研究推動擇定區域已具備相當資源及外部支援能力，包括消防據點、在地企業重機具支援等。在模型操作時，需衡量聚落自主條件下的「內聚」與「外助」能量，亦可進一步優化跨區域合作機制，為利災害發生時能夠更加彈性和高效運作。
- 二、聚落族群具有與自然共生的傳統臨災及避災智慧。在建立自救組織時，得以結合族群文化導入編組，使其能在災害衝擊的第一時間發揮自救能力，然聚落能量有限，面對大型災害仍須借助其他支援體系，協助防減災及減緩災害衝擊，故相關部門仍需肩負災情守視及災中應變之責。

- 三、以聚落自主防災為目的，教育訓練係以組織編組成員為主要對象，若有非組織內之住民有教育訓練需求時，在評估現有維運能量，導入相關教育與訓練等擴大運作範圍。
- 四、聚落組織維運不易，當外部支援撤離後，公所及相關單位應釋出激勵性措施，為利聚落得以持續運作。

## 致謝

本文蒙國科會計畫編號 NSTC 113-2119-M-143-001 及內政部消防署「災害防救深耕第 3 期計畫」補助研究經費，深表感謝。並特感謝傅惠民、王怡茜於計畫推動執行及本文撰寫協助。

## 參考文獻

- 王文清、王怡茜（2017）。應用空間群聚分析探討台東縣坡地災害特性。2017 台灣災害管理研討會暨 106 年科技部自然科學及永續研究發展司防災科技學門計畫成果研討會，2017 年 11 月 3 日，台北。
- 王文清、靳菱菱、蕭鄉唯、李昀融、張雯喬（2020）。在地圖上遇見災害。新實踐暨臺日聯盟「地方連結與社會實踐研究」國際研討會，2020 年 9 月 10 日，台北市。
- 內政部消防署（2024）。消防電子報資料庫網站。取自 <http://enews.nfa.gov.tw/v4one-news.asp?NewsNo=25108>
- 林盈甄（2014）。中臺區域治理機制之研究—以中臺區域合作發展平台為例。國立彰化師範大學碩士論文。
- 李擇仁、姜芝妍、蕭伊庭（2006）。北臺灣區域治理機制與合作平台運作機制之研究。新北市政府城鄉發展局 105 年度研究報告。
- 周桂田（2021）。臺灣氣候風險與機會。臺灣大學風險社會與政策研究中心。
- 裴晉國、施聖亭、陳麗芬（2010）。區域發展合作模式之研究—以北臺八縣市

為例。財團法人國家政策研究基金會，國政研究報告。取自

<http://www.npf.org.tw/2/7821>

黃文鳳（2013）。人口聚集及產業群落空間分析與區域治理之研究。逢甲大學博士論文。

劉怡君（2016）。颱風災害對流域脆弱度、衝擊、調適之整合性評估：以莫拉克颱風與高屏河流域之村（里）為例。國立臺北大學不動產與城鄉環境學系博士論文，台北。

Almutairi, A., & Mourshed, M. （2020）. Coastal community resilience frameworks for disaster risk management. *Natural Hazards*, 101, 595–630. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-03875-3>

Wang, W.-C., Hsieh, M.-C., & Huang, C.-H. （2018）. Applying Prim's Algorithm to Identify Isolated Areas for Natural Disaster Prevention and Protection. *Engineering*, 10（7）, 417-431. <https://doi.org/10.4236/eng.2018.107029>

Hsu, L.-C., & Chen, Y.-J. （2021）. Community-Based Disaster Management in Mountainous Areas of Taiwan: Integrating Indigenous Knowledge and Modern Technology. *Natural Hazards Review*, 22（2）, 04021015. <https://doi.org/10.1061/（ASCE）NH.1527-6996.0000412>

Jones, A., & Miller, B. （2019）. Evolution of Urban Mutual Aid Systems: Historical Context and Modern Applications. *Urban Studies*, 56（4）, 789-804. <https://doi.org/10.1177/0042098018793056>

Ko, J.-Y., & Lee, H.-C. （2023）. Adaptive Governance and Collaborative Networks in Disaster Risk Reduction: Insights from Indigenous Communities in Taiwan. *Global Environmental Change*, 75, 102563. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102563>

Hsieh, P.-Y. （2020）. The Forced Migration of Taiwan's Indigenous Peoples: Historical Context and Contemporary Issues. *Journal of Asian History*, 54（2）, 245-266. <https://doi.org/10.1353/jah.2020.0023>

- Kao, C.-H., & Cheng, K.-Y. (2023) . Resilient Landscapes: The Role of Indigenous Knowledge in Disaster Risk Reduction and Climate Adaptation in Taiwan. *Land Use Policy*, 120, 106291.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106291>
- Smith, J. (2020) . Evolution of Community-Based Disaster Risk Reduction: Historical Perspectives and Emerging Trends. *Journal of Disaster Research*, 15 (3) , 271-284. <https://doi.org/10.20965/jdr.2020.p0271>
- Wang, Z., & Huang, R. (2023) . Indigenous Knowledge and Community Resilience: Insights from Taiwan's Indigenous Peoples. *Environmental Science & Policy*, 137, 84-95. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.03.012>
- FEMA. (2020) . National Response Framework: Fourth Edition. Federal Emergency Management Agency.
- Nakamura, K. (2021) . The Evolution of Community-Based Disaster Risk Management in Japan: Lessons Learned from Recent Typhoons. *Disaster Risk Reduction and Resilience*, 9 (2) , 154-168.  
<https://doi.org/10.1016/j.drr.2021.102203>
- UNISDR. (2015) . Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- Yu, P.-S., & Lin, C.-S. (2022) . Application of Remote Sensing in Flood Risk Assessment: Insights from the Recent Flood Events in Taiwan. *Remote Sensing of Environment*, 270, 112853. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112853>