

新北市里層級之水災暨坡地災害脆弱性分析：全盤型脆弱性管理架構的初步應用*

廖興中**、張鎧如***、李天申****

摘要

近年來，透過評估社區或地區的災害脆弱性，作為探究地方災害防救政策之依據，已是公共行政學界從事災害防救研究的新興課題。本研究引用 McEntire (2005) 的「全盤型脆弱性管理」概念與其所提出的脆弱性內涵分析架構，運用潛在全象分析法，探討新北市 1,032 個里的水災與坡地災害脆弱性，發展相應指標進行災害脆弱性評估，指標中所運用的數據均來自政府機關的官方資料庫、開放資料平臺。本研究將脆弱程度相似的里予以分群，進而針對不同特性的群體，分別提出增強其應變災害能力的相關討論。研究發現，新北市共有 27 個里對於水災與坡地災害同時具有高度的脆弱性，據此，本研究建議：第一，市政府應建立跨局處的機制，並結合市府、公所、民間、學界的力量，規劃補強策略；第二，市府與公所應全面提升這些里的避難、救難、物資、醫療、長照等各類防救災資源的可近性；第三，建議將這些里列為推動自主防災社區的重點對象，積極強化里民的災害風險意識；第四，

* 本文初稿曾發表於臺灣公共行政與公共事務系所聯合會 2019 年會暨「為美好未來展現學術社群影響力」國際學術研討會（5 月 5 日），作者感謝柯于璋教授於研討會中之指正，以及學報兩位匿名審稿人與編輯委員會提供的修正建議，惟一切文責仍由本文作者自負。

** 政治大學公共行政學系副教授，電子郵件：liaogis@nccu.edu.tw。

*** 政治大學公共行政學系副教授，電子郵件：kchang@nccu.edu.tw（通訊作者）。

**** 臺北市立大學社會暨公共事務學系助理教授，電子郵件：tienshen@utaipai.edu.tw。

針對山區與沿海地區，增強物資、醫療與長照資源；第五，中央與市府、公所須合作以確保防災設施功能正常運作。

關鍵詞：全盤型脆弱性管理、潛在全象分析法、村里水災與坡地災害脆弱性、資源可近性、新北市

壹、前言

災害研究不只是關注氣候的現象或導致災害的因素，也關心面對災害的民眾或地區，其防災及災後安頓災民與恢復的能力。因此，個人或地區在面對災害的調適、以及災害風險的評估等相關研究，日益蓬勃。1990年代之後，國際開始將災害研究的焦點，由災害衝擊的損失，漸漸轉移到了災害脆弱性的相關研究（林冠慧、張長義，2015），在政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，簡稱 IPCC）第五次氣候評估報告當中，甚至被列為一個重要的概念。以我國公共行政學界而言，自從 2009 年莫拉克風災重創全臺之後，災害防救的相關文獻雨後春筍，這些研究的主題，除了從救災體系（楊永年，2009）、跨部門協力治理（王俊元，2019；張鎧如，2018；張四明，2014）、災害資訊（李天申、周韻采，2014；張四明、王瑞峰，2013）等角度切入之外，亦有災害脆弱性的相關研究（許耿銘，2017；李宗勳，2011）；換言之，評估社區或地區的災害脆弱性，作為探究地方災害防救政策之依據，近年已成國內公共行政學者從事災害防救研究的新興課題。

脆弱性往往被定義為人群和環境系統在面臨到壓力和傷害時，適應能力的缺乏程度（Adger, 2006）。儘管與脆弱性有關的研究與文獻大量的被提出，但是脆弱性的測量和分類則不具明顯的共識（Kates et al., 2001; Kasperson et al., 2003; Adger, 2006; Eakin and Luers, 2006）。制定脆弱性指數的重要挑戰，主要是來自對各個不同領域資料的需求（Hinkel, 2011）。而這些許多脆弱性指數的建立，都是基於各項脆弱性指標皆同等重要的假設前提（Eakin and Bojorquez-Tapia, 2008）。最常見的脆弱性量化方法，主要是使用許多替代指標綜合產生（Kelly and Adger, 2000）。近來，則開始從多個構面的概念出發，用來分析脆弱程度（Luers et al., 2003; Turner II et al., 2003）。這類研究的作法，主要從三個相互重疊的構面，來建立脆弱程度的指標：1. 曝露度（該系統可能經歷的衝擊和壓力）、2. 敏感度（該系

統的反應)，和 3. 調適能力（該系統調適的能量），而這三個面向又可被歸類在潛在衝擊與調適能力兩大類型。

災害脆弱性存在於影響一個社會的社經結構的情境下（Morrow, 1999）。自然和氣候引發的災害被認為是下列各面向之間綜合產生的現象，包括危害事件（如地震、颱風、洪水、乾旱、甚至海平面上升），以及風險的因素（如環境、金融和政治制度），和任何系統的脆弱（Birkmann, 2011）。當一個或多個自然災害發生在脆弱性較高的地區時，任何災難所產生的危害風險就會變得更高（Wisner and Luce, 1993）。目前已經發展出許多的架構、理論與模型用來評估地區面對災難時脆弱的程度（Adger, 2006; Eakin and Luers, 2006; Gallopín, 2006; Füssel, 2007）。根據災害風險區域脆弱性理論產生的評估概念，通常被用來作為災害影響前研究與減緩災害影響策略規劃的基礎（O'Brien et al., 2004; Brooks et al., 2005; Cutter et al., 2008）。因自然和氣候引發的災害，往往預計會對農業、森林、水資源、冰川和積雪、以及沿海等各個地區，產生某種程度具有災難性的影響。而這些影響的嚴重程度，會因為當地的脆弱程度較差而產生加劇的現象。由於這些事件所發生的位置，都有各自所在的地理環境系絡，因此這些多面向的災害脆弱性評估，評估的層次與規模都有差異。而瞭解這些國家層次以下地區的災害脆弱性，其實對於在地的緊急應變、事前的預防，都有其因地制宜上的必要性（Helmer and Hilhorst, 2006; O'Brien et al., 2004; Schipper and Pelling, 2006; Van Aalst, 2006）。對地區災害風險脆弱性的預先了解，並透過提高其適應能力的方法，都將有助於減少災害帶來的不利風險。特別在資源有限的國家，災害脆弱性評估將有助於確認並強化這些最脆弱的社區適應能量及減緩策略。

臺灣不置外於國際潮流，近年也從事不少脆弱性相關的研究。有從自然環境與人文社會角度進行指標建構與評估（郭彥廉、蕭代基，2009；李堅明、陳建智，2010），也有特別著重鄉村地區的坡地災害（李欣輯、楊惠萱，2012）、水災（許耿銘，2017；吳杰穎、黃昱翔，2011；陳怡臻等人，2011）、震災（林冠慧等人，2017）等不同災害類型與地區的評估研究。然而，多數的研究只有針對評估架構的建立進行分析，雖也有實際進行評估的研究，但主要分析的單位多為鄉鎮，僅少數研究以村里為分析單

位（張學聖、劉佩佳，2015），以致於無法細致掌握不同地區在災害脆弱度上的差異。然而，行政院為提升防救災成效，自 2009 年至 2022 年之間，依序推動三期的災害防救深耕計畫，前兩期的培力重點為縣市政府、鄉鎮公所，到第三期更進一步推展到更基層的社區，期能強化村里在第一線的防救災能量。其次，許多地理現象經常以分區的方式加總呈現；其結果會隨著最小空間單元（scale effect）、分割方式（zonation effect）、加總方式（aggregation effect）或分級（classification）之不同，而得到不同的結果。此一問題稱之為「可調整地區單元問題」（Modifiable Areal Unit Problem，簡稱 MAUP）。Amrhein(1995) 便曾舉例說明 scale and aggregation effects 對平均值、變異數、相關係數的影響。該研究發現，空間單元越大，平均值及變異數會趨近於穩定，相關係數也會越來越高。其原因係在較大的空間單元裡，次級空間的個別資料會被其他的樣本所「平均」掉，而喪失其特殊性。因此以較鄉鎮層次更細緻的村里層次分析，將可避免上述的分析問題，也避免產生不準確的結果。最後，由於本研究所採用的兩階段流動搜尋法，主要在突破過去傳統以行政區域內人口與資源比的限制，強調跨區域資源使用的可能性，以生活圈的概念來進行資源可近性的評估，因此以顆粒較細的村里層級之人口中心點來進行兩階段流動搜尋法的可近推估，在過往相關災防研究中也是未曾採用過的。

基於前面所提到針對不同地區災害風險脆弱性評估的重要性，同時有鑑於目前臺灣災害防救深耕的焦點已轉往更基層的村里，本研究嘗試以新北市各里為例，以脆弱性整合分析架構理論為基礎，分析淹水潛勢區與山坡與地滑地質敏感區之資料，從自然環境與人口社會經濟面之衝擊，與各類資源的空間可近性等概念出發，透過利用 Latent GOLD 軟體進行潛在全象分析¹，將新北市各里根據這些構面指標進行評估與分群，並找出其各

¹ 首先要先瞭解外顯變項（manifest variable）與潛在變項（latent variable）的定義。外顯變項就是指標變項（indicator）或是一般常見的觀察變項（observational variable），以本研究為例，外顯變項就是各項指標，因為每一個指標的分數是「可看見的」，因此稱作為外顯或可觀察到的；反之潛在變項就是「無法看見的」，以本研究來說，通常潛在變項就是「構面」，這麼模糊而抽象的特質，透過一系列明確的指標去間接地測量。因此各構面就是潛在變項，而那一系列的指標就是外顯變項。當外顯變項是連續性數值，而潛在變項是類別型態時，過去的研究者（Vermunt and Magidson, 2002）建議使用潛在全象分析。

自的優劣勢，提出相關可能強化的方向，期能提供防救災決策單位之參考建議。

貳、文獻檢閱

一、脆弱性的意涵

脆弱性 (vulnerability) 一詞其實來自於拉丁文「vulnerare」，意指「可能的損失」(張學聖、劉佩佳，2015)，相關概念應用的領域相當多元，災害防救、環境治理、生態系統、經濟產業的風險辨識與評估都曾發展相關研究(陳怡臻等人，2011)。災害研究中，常利用脆弱性與危害(hazard)來界定災害(disaster)，McEntire (2015a: 3)指出災害是一種當危害與人類脆弱性產生交互作用，而形成的致命性、破壞性的事件。回顧過往的脆弱性研究，主要聚焦在兩派觀點，一派為分析自然災害衝擊或自然風險的實證研究，氣候變遷、災害風險等領域的相關研究多從該角度出發；另一派則是具批判色彩的政治經濟與政治生態觀點，探討權力(power)與可得性(accessibility)的匱乏與不足所產生的脆弱性，其中糧食安全就常成為討論與分析的主題(Adger, 2006; Schröter et al., 2005; 林冠慧、張長義，2015)。本研究的研究問題與研究途徑，聚焦在前者，試圖透過進行災害風險評估來探究可能的調適策略，作為各級政府擬訂政策的參考依據。

脆弱性有許多類型。個體脆弱性(individual vulnerability)指涉個人、設施或構造物可能遭受災害侵襲或損害的程度；生物物理脆弱性(biophysical vulnerability)，強調人員、生物、環境生態系統實質暴露在危害中的程度；社會脆弱性(social vulnerability)則關心特定社群或團體是否會因為本身的人口特質，而使他們更容易遭受某些災害的威脅(Adger et al., 2004; 吳杰穎等人，2007)。例如，林宗弘等人(2018)便指出，社會階層化已被證實是社會脆弱性的主要因子，個人的階級或社會經濟地位、族群或膚色、性別、年齡、社會網絡或身心健康狀況所造成的行動能力不

良，可能透過居住地點、房屋或公共工程品質不良、個人行動能力不便、以及公共交通不便等中介因素的影響，導致這些弱勢群體有更高的機率在天災人禍中受災。由於脆弱性組成的因素多元，而且各因素之間可能相互影響，因此如何整合各類因素，成為脆弱性研究的重大挑戰（張學聖、劉佩佳，2015）。

早期，國外學者 Cutter（1996）將脆弱性的定義區分為三大類：第一類多從物理與環境特性出發，考量先天條件對災害的敏感度；第二類則視脆弱性為社會狀態，重點在於探討社會結構差異對於災害調適與因應能力的影響；第三類則整合先天條件對災害的敏感度與社會狀態，用以分析地方脆弱性。由於第三類的定義較為廣泛，涵蓋了前兩者，因此常被近代相關研究用來解釋與界定脆弱性的意涵（李宗勳，2011；林冠慧、張長義，2015；陳怡臻等人，2011）。例如，聯合國政府間氣候變遷委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，簡稱 IPCC）便將脆弱性定義為暴露度（exposure）、敏感度（sensitivity）與適應性（adaptive capacity）三者構成的函數（林冠慧、張長義，2015：50）。其中，暴露度意指人類社群或環境系統，與特定壓力、擾動或危害接近的程度；敏感度則是人類社群受到特定壓力、擾動或危害影響的程度；適應性則是人類社群對於危害的抵抗力或韌性（許耿銘，2017：153）。換言之，脆弱性可被定義為人類社群和環境系統在面臨到壓力和危害時，適應能力的缺乏程度（Parry et al., 2007）。

陳怡臻等人（2011：32）則將脆弱性廣泛的定義為「特定系統暴露於災害、壓力下而可能的傷害程度，而傷害程度的大小取決系統對災害或壓力之預知、處理、抵抗或復原能力的特質」。從上述定義可知，脆弱性涵蓋了暴露度、抗災力（resistance）、及回復力或韌性（resilience）等三個面向。此處，暴露度指涉某地區之社會與自然環境暴露於潛在災害下的可能性，重點在分析人類處於災區時的情況或狀態；抗災力意指人類、社會或環境系統於災害發生時的抵抗或處理災害的能力，著重於瞭解人類社會經濟或設施、策略或服務等因子，對於災害抵抗的程度；回復力或韌性，意為災害發生後整體環境、社會經濟等層面回復及重建能力，包含人類承受災害影響的能力，以及使人類從災害中恢復與重建的能力（陳怡臻等

人，2011：32）。

從上述文獻中不難察覺，雖然過去研究對於脆弱性內涵定義多元且分歧，但多從自然物理面向，以及人口社會經濟面向來進行分類，又嘗試透過暴露度、敏感度、抗災力、回復力或韌性等不同概念，作為分析脆弱性內涵的重要因素。潘穆嫻等人（2016：59-60）曾透過回顧文獻，點出脆弱性與回復力／韌性兩者之間的關係，研究上主要有兩派觀點，其中一種是將脆弱性與回復力／韌性兩者視為一體兩面，認為脆弱性是承受災害帶來損害的可能性，回復力／韌性則是抵抗災害以及復原的能力；另一種則是主張將回復力／韌性從脆弱性的定義中脫離，認為兩者並非僅是單純的反向關係，而是同時存在的雙螺旋結構，彼此各自受到不同的複雜因素所產生的交互作用影響。由此可見，從過往的文獻中可以得知，回復力或韌性的概念通常被囊括在脆弱性的定義當中，然而，近年來隨著國際社會越來越強調的防災、減災、備災等事前進行災害預防行動的重要性，回復力／韌性本身的概念與重要性，也逐漸被特別凸顯出來（王俊元，2019）。

二、我國脆弱性研究的現況與評估模型

林冠慧、張長義（2015：66-67）回顧過往研究，將我國的脆弱性研究現況分為三大類，第一類主要聚焦在自然災害的脆弱性研究，以自然科學與土木工程領域學者為大宗，透過危害、暴露度、脆弱性來估算特定區域的面臨的自然災害風險（自然災害風險 = 危害 × 暴露度 × 脆弱性）；第二類則是嘗試自行建構災害與脆弱性的整合性評估模型，主要由具有社會科學背景的都市計畫、城鄉規劃、災害防救學者，發展可操作化的脆弱性指標並進行量化分析研究，例如吳杰穎、黃昱翔（2011）在其颱風災害脆弱性指標建構之研究，透過模糊德菲法、模糊層級分析法，將脆弱性概念的測量分成三大實質環境脆弱性、社經脆弱性、以及回復力三個面向，結果發現社經脆弱性面向獲得最高的權重；第三類則是以災難社會學角度探討脆弱性，並強調對於社會脆弱性的探究或是測量分析，以及探究災後重建中有關政治資源分配與心理健康等議題。在此類研究中，學者一方面陸續透過問卷調查蒐集資料，建立屬於本土性的脆弱性實證分析，

藉此了解影響我國民眾處理與應變災害能力的因素為何，另一方面也逐步建立更完善、與在地化的社會脆弱性架構和指標。例如國家災害防救科技中心就曾提出地區的社會脆弱性評估指標（**Social Vulnerability Index for Disasters**，簡稱 **SVID**），其評估架構第一層包含暴露量、減災整備、應變及復原等構面，第二層中，暴露量則是從產業面與人口面來評估，減災整備則是由防治工程、法規與執行、防災教育所組成，應變能力則包含災害弱勢、救援、醫療等面向，復原則是家戶經濟、保險、地方財政、社會支持來衡量²。

三、全盤型脆弱性管理架構

過去學者曾評論國內的脆弱性研究，多採實證主義取向，且由自然科學界的學者主導，因此往往具有工具性的研究目的，偏重以自然災害或防災為主體，透過建置指標進行脆弱性評估，並利用地理資訊系統進行空間分析。而這些脆弱性評估，雖然多認同脆弱性為暴露度、敏感度與適應性的函數，並據此作為理論分析的基礎，但實際上許多研究的評估分析常將脆弱性簡化僅由暴露性替代，或直接使用自然脆弱性與社會脆弱性作為概念上的區分進行評估（林冠慧、張長義，2015：68）。此外，進行脆弱性評估之後，從災害管理的角度來看，對於社區而言，更重要的任務其實是依據評估結果來研擬當地的減災策略，這也是社區防災規劃工作的基礎（王价巨，2017），但是目前國內脆弱性評估研究，雖提出了實證分析結果，對於後續如何提供減災、整備、應變、復原等不同管理策略來回應分析結果的相關討論與應用則較為有限。

有鑒於此，本文採納學者 McEntire（2005; 2015b）所提出的「全盤型脆弱性管理」架構（**comprehensive vulnerability management**）來做為理論

² 詳細評估架構的內容請參考以下網址：<https://drrstat.ncdr.nat.gov.tw/evaluation/svi>，檢索日期：2020年7月23日。

分析的依據³。全盤型脆弱性管理的概念，其實與早期災害防救學術與實務社群強調全盤型應急管理（Comprehensive Emergency Management）、抗災社區（disaster-resistant community）、耐災社區（disaster-resilient community）、永續發展和永續減災（sustainable development and sustainable hazards mitigation），到無懈可擊的發展（invulnerable development）等概念息息相關（McEntire, 2000; 2005; 2015a; McEntire et al., 2002; 李宗勳, 2005）。該理論架構嘗試吸納全盤型應急管理中的全災害（all hazards）式災害管理思維，並融入減災、整備、應變、復原等不同環節的災害管理作為；同時學習抗災社區概念中，對於社區脆弱性評估分析的重視，並理解主動性（proactive）的減災措施行動對於災害預防的重要性；而耐災社區概念中，對於社會、心理、文化層面因素對於造成社區脆弱性的討論與思辨，也成為全盤型脆弱性管理架構發展的養分；至於倡議永續發展與永續減災理論的相關學者（Mileti, 1999），從永續性（sustainability）的角度去思考自然災害的發生，逐漸體認到災害其實背後受到自然環境與社會兩大體系彼此交互影響而來，同時災害本身也充滿著不確定性且難以預期，因此需要將眼光放遠地思考如何達到自然環境與社會體系的平衡，以求得永續發展，這些論述也啟發後續 McEntire（2000）提出「無懈可擊的發展」之論點，衍生出後續的全盤型脆弱性管理架構。在 McEntire 的論述中，將過去常被災害管理學界與實務界忽略的脆弱性概念加以凸顯和重視，並且採取全觀式（holistic）的角度，將災害有關的利害關係人（或組織）、相關變項、以及不同的相關學科領域涵納在內，並且認同脆弱性，其實與地區的發展和災害的發生，都具關聯性（McEntire et al., 2002: 268-273）。

整體而言，全盤型脆弱性管理的架構的特點，依照 McEntire 等人（2002: 273-276）的闡述，一方面提供整合性的分析架構探討脆弱性的內涵，另一方面融合減災、整備、應變、復原的概念，提出策略執行步驟，同時採取全災害途徑思維，將自然與人為災害皆納入考量。此外，該架構

³ Comprehensive Vulnerability Management 一詞過去國內學者曾翻譯為全盤性弱點管理（李宗勳, 2005），由於本文統一將 vulnerability 譯成脆弱性，因此本文也將該詞一併譯成「全盤型脆弱性管理」。「全盤型脆弱性管理」定義為：透過減低風險和易感性，以及建立抗災力與回復力／韌性，以利減少緊急事件與災害發生的一連串全面且具整合性的活動（McEntire et al., 2002: 273）。

也考慮物理、社會、政治、經濟、文化、科技、發展等不同層面的變數所產生的不同類型脆弱性，以整合性的思維來理解不同專業領域對於脆弱性的看法。也考量到不同利害關係人參與災害防救過程中的各種角色與重要性，這有利於鼓勵公私部門與非營利組織乃至於公民，共同合作執行相應政策來減低災害帶來的損失，除了探討公私部門與第三部門的在災害減輕（*risk reduction*）中的角色與任務，該架構亦強調公眾（*the public*）本身對於減輕（或是增加）個體本身的脆弱性是有責任的。本研究認為，上述提及的特點，彰顯出全盤型脆弱性管理架構，系統性地整合了不同領域觀點，有助於讀者從結合自然科學與人文社會科學的觀點了解脆弱性的內涵，同時反映出脆弱性可能反映在自然、人為、科技層面，以及社會、經濟、文化、政治層面，應用更全觀式的角度和思維來加以探究。此外，該架構融合風險減輕與永續發展，以及減災、整備、應變、復原等災害防救概念，展現出災害防救策略行動的主動積極面。上述這些特點有助於補強以往國內從事脆弱性研究多以自然科學觀點出發，且欠缺結合災害管理精神來發展策略執行步驟等不足，因此，本研究後續以 *McEntire* 的理論架構為基礎，蒐集指標進行脆弱性評估，並嘗試提出可能的調適與減緩策略。

進一步細看 *McEntire*（2005）所提出的全盤型脆弱性管理架構，該架構將社區所處的環境面向區分成物理層面（*physical*）與社會／組織層面（*social / organizational*），同時也將環境特性區分成不利條件／負擔（*liability*），以及有利條件／能力（*capability*），如表 1。其中，物理層面包含自然、人為、科技環境，而社會／組織層面則包含經濟、政治、文化環境。而社區所面臨的不利條件，包含風險與易感性（*susceptibility*），則指會讓社區發生災害的機率增加、放大災害損失、減弱災害應變與恢復過程的因素；有利條件則指地方所擁有的物理與社會組織環境資源，使其能做出減災、整備、應變、復原等行動，包含抗災力與回復力／韌性，社區的社會資本便是其中一個例子。而脆弱性的概念主要由風險、易感性、抗災力、回復力／韌性等四項要素構成。其中風險專指物理層面的不利條件，易感性為社會／組織層面的不利條件，抗災力為物理層面的有利條件，回復力／韌性為社會／組織層面的有利條件（*Zakour and Gillespie, 2013: 20-23*）。至於實際進行全盤型脆弱性管理時，可透過三大步驟來落

實管理策略，首先為評估不利條件與有利條件，再者減低風險與易感性，最後則是提升抗災力與韌性。藉由這三大步驟的落實，有助於同步降低災害發生的可能性以及災害可能帶來的生命財產損失（McEntire, 2015b）。

表 1 全盤性脆弱管理分析架構

脆弱性的內涵		環境面向	
		社會／組織面 (social/ organizational)	物理面 (physical)
環境特性	負擔／不利條件 (liabilities)	易感性 (susceptibility)	風險 (risk)
	能力／有利條件 (capabilities)	回復力/韌性 (resilience)	抗災力 (resistance)

資料來源：McEntire (2005)。

四、災害脆弱性研究與空間分析

災害的地理空間與社會空間特性，也讓學界越來越重視地理資訊科學對於災害防救研究的影響力 (Abdalla, 2017; Cova, 1999; Cutter, 2003; 林宗弘、蕭新煌、許耿銘, 2018; 蘇文瑞等人, 2010)，透過建立評估指標，結合空間分析技術，探討與分析區域面對各類災害的脆弱性，亦成為國內災害防救研究關注的焦點 (李欣輯、楊惠萱, 2012; 吳杰穎、江宜錦, 2008; 吳杰穎、黃昱翔, 2011; 林文苑、洪啟東, 2017; 陳怡臻等人, 2011; 許耿銘, 2017; 張學聖、劉佩佳, 2015)。對於脆弱性，概念上國內外研究並無顯著區別，不過國內文獻在脆弱性指標架構上傾向更注重社會層面，例如獨居老人、女性、身心障礙以及經濟能力條件不佳等弱勢族群面臨高度的社會脆弱性 (蕭新煌、許耿銘, 2015)。

對於身處在風險社會的臺灣而言 (林宗弘、蕭新煌、許耿銘, 2018)，水災 (許耿銘, 2017; 蕭新煌、許耿銘, 2015) 與坡地災害 (李欣輯、楊惠萱, 2012) 是臺灣常見的災害型態，國內相關研究也日趨蓬勃。本研究以 McEntire (2005) 的全盤型脆弱性管理架構為理論基礎，參考張學聖、劉佩佳 (2015: 5) 所整理的脆弱性因素指標，並考量指標的空間特性，透過空間分析方法，以村里為單位，藉由分析淹水潛勢地區和地質敏感地區資料，評估新北市的水災與坡地災害的脆弱性。

參、研究架構與方法

一、個案介紹：新北市的災害特性與水災與坡地災害的嚴重性

新北市，地處臺灣北部，其北、東、西部三面環海，主要河川流域為淡水河流域及其支流。新北市山坡地遍布，平地地區高樓林立，大小型工廠密布，人口大量聚集於都會區，而轄區內的金山區、萬里區又各設置一座核能電廠。上述種種複雜因素，導致新北市面臨的自然與人為災害潛勢類型繁多，其中水災與坡地災害為長期面臨的難題⁴。新北市因其地理環境，常受到梅雨、夏季午後對流性雷陣雨、颱風及東北季風等不同降雨系統所影響，加上行政轄區大多位於臺北盆地內，受到淡水河潮位影響顯著。若遭豪雨侵襲，又處在河口潮位滿潮的時間點，當淡水河、支流及區域排水系統排水不順，將導致沿河低窪地區因河川溢堤而淹水，市區則可能因區域排水無法即時宣洩逕流量，造成積水災情，其中又以板橋、三重、新莊、中和、汐止、瑞芳等地區，發生積淹水的情況最為頻繁⁵。

此外，依照行政院農業委員會水土保持局 105 年統計資料，新北市的總面積超過一半以上為山坡地，除板橋、三重、蘆洲和永和屬沖積平原外，其餘行政區皆有山坡地涵蓋。同時，新北市區內共 233 條土石流潛勢溪流，其中瑞芳、新店及三峽便包括了 25 條土石流潛勢溪流⁶。有鑑於新北市面臨高天然災害風險，本研究希望以過往脆弱性文獻為基礎，涵蓋物理與社會脆弱性觀點，建立空間分析評估指標，進一步蒐集新北市各村里的淹水潛勢與坡地災害潛勢進行分析，並根據分析結果提出政策建議，提供新北市政府災害防救政策參考。

⁴ 資料來源參考新北市政府網頁〈新北市環境特性〉，網址：<http://pc183.hy.ntu.edu.tw/ntpcdrc/characteristics.php>，檢索日期：2019 年 4 月 10 日。

⁵ 資料來源參考新北市政府網頁〈新北市颱風災害特性〉，網址：http://pc183.hy.ntu.edu.tw/ntpcdrc/characteristic_flood.php，檢索日期：2019 年 4 月 10 日。

⁶ 資料來源參考新北市政府網頁〈新北市坡地災害特性〉，網址：http://pc183.hy.ntu.edu.tw/ntpcdrc/characteristic_debris.php，檢索日期：2020 年 4 月 10 日。

二、本研究災害脆弱性評估面向與指標

本研究嘗試以 McEntire (2005) 的全盤性脆弱管理架構來建立分析構面與評估指標，並依據各項資料可取得的實際狀況略作修正。首先，針對社會／組織面的人口社經易感性（不利條件），由於目前以村里單位可取得的空間資料仍相當有限，本研究參考張學聖、劉佩佳（2015）的脆弱性研究中，與暴露度與敏感度概念有關之可取得的新北市村里空間資料，包括人口密度、老年與幼年人口比例、所得中位數、未取得大專以上學歷人口比率做為評估指標，其資料均下載自內政部的「社會經濟資料庫」。至於回復力／韌性（有利條件）的部分，主要分成避難、救災、物資、醫療、長照等五大資源，並再細分為十個指標，相關指標的資料均下載自國家發展委員會建立的「開放資料平臺」。其中，災害避難收容處所為災民災後短期收容安置的可能地點，因此被納入分析的主體當中。

而災害發生時，救援應變及臨時救災與支援任務，可能會落在救援應變相關單位（例如：消防隊、警察局與派出所、部隊），因此救援應變單位與警察局被納入分析當中，但部隊駐地因機密問題，無法取得完整資料。另外目前有許多地方政府，開始嘗試將備災物資的能量，透過契約的方式，由民間業者來支應，故大賣場與便利商店也成為本研究評估的資料之一。醫療院所、長照機構則是主要針對災後傷患與年長、需要照護者的安置，近期也有研究報告建議，避難收容處所的設置與規劃，應考量當地特殊需求人口（例如長者、慢性病患者、孕婦幼童）的需求，另行規劃，或與當地醫療和長照中心配合，因此本研究將醫療院所與長照機構納入評估（陸宛蘋等人，2017：179），最後，近來災後短期收容安置慢慢開始透過當地旅宿業者提供協助，因此也被納入評估。

上述這些指標，主要反映村里的應變和復原能量。過往研究中，已經看到醫療照護、救災資源對於地方調適災害的重要性，因而被納入指標（張學聖、劉佩佳，2015）。國家災害防救中心所提出的社會脆弱性架構，也把醫療和救援相關指標納入應變面向。

表 2 本研究地區災害脆弱性評估面向與指標

分析構面		變項	資料來源	
潛在衝擊 ／不利 條件	物理面	風險與 抗災力	淹水潛勢	下載自水利署網站
			坡地災害潛勢	下載自中央地質調查所山崩與地滑地質敏感區
	社會／ 組織面	人口社經 易感性	106 年人口密度	內政部社會經濟資料庫
			106 年老年與幼年人口比例	內政部社會經濟資料庫
			105 年家戶所得（中位數）	內政部社會經濟資料庫
106 年未取得大專以上學歷 之人口比率	內政部社會經濟資料庫			
調適能力 ／有利 條件	回復力 ／韌性	避難資源	災害避難收容處所 旅館民宿 ⁷	開放資料平臺
		救難資源	■ 警察局或派出所 ⁸ ■ 救援應變單位 ⁹	開放資料平臺
		物資資源	● 大賣場 ¹⁰ ● 超市 ¹¹ ● 便利商店 ¹²	開放資料平臺
		醫療資源 ¹³	● 醫院 ● 診所	開放資料平臺
		長照資源	● 機構式長照資源 ¹⁴	開放資料平臺

資料來源：本研究。

⁷ 旅館民宿資料取得自政府資料開放平臺（網址：<https://data.gov.tw/dataset/7780>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

⁸ 警察局或派出所資料取得自內政資料開放平臺（網址：<https://data.moi.gov.tw/MoiOD/Data/DataDetail.aspx?oid=DE03B06E-EED3-4B28-8A50-1E26642B9017>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

⁹ 救援應變單位資料取得自內政資料開放平臺（網址：<https://data.moi.gov.tw/MoiOD/Data/DataDetail.aspx?oid=57F3DD1D-A40E-49A6-8410-57303B2FF87E>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

¹⁰ 大賣場資料整理自家樂福、大潤發、好事多與臺糖量販店之官網公告營業地址。

¹¹ 超市資料取得自政府資料開放平臺（網址：<https://data.gov.tw/dataset/125955>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

¹² 便利商店資料取得自政府資料開放平臺（網址：<https://data.gov.tw/dataset/32086>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

¹³ 醫院與診所資料取得自政府資料開放平臺（網址：<https://data.gov.tw/dataset/15393>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

¹⁴ 機構是長照資源資料取得自政府資料開放平臺（網址：<https://data.gov.tw/dataset/88270>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

在物理面部分，依據 McEntire (2005) 脆弱性架構中的環境特性，又可分成對防救災不利的風險，以及有利的抗災力。對此，在現有可得的開放資料中，本研究使用的指標，分別是對應於淹水潛勢、山崩與地質地滑敏感區，其資料分別下載自水利署、中央地質調查所。需說明的是，就本研究所能蒐集到的資料，水利署公開的淹水潛勢資料，自 2015 年起已將排水設施（抗災力）納入潛勢（風險）評估。因此，本研究不特別區分物理面的環境特性，以如實呈現資料現況。關於前述各構面指標及其資料來源的說明，如表 2 所示。

三、指標操作化說明

社會／組織面的部分，人口社經易感性構面的指標，主要包括人口密度（每平方公尺多少人）、老年與幼年人口比例（65 歲以上與 4 歲以下人口占總人口比例）、各村里 105 年申報所得稅之家戶所得總額第一分位數之中位數、以及未取得大專以上學歷之人口比率。至於回復力／韌性構面的指標，本研究主要是利用在各項資源設施對於各村里人口的空間可近性進行評估。這部分所收集的資料，大致可分為以下幾類：首先，地圖資料的部分，主要有各縣市、各鄉鎮市區、各村里¹⁵、以及臺灣主要道路地圖（購自交通部運研所）。另外，屬性資料的部分，如民國 106 年各村里的五歲年齡組人口資料，則是取得自內政部社會經濟資料庫。而災害防救設施¹⁶或資源的資料來源，主要為開放資料平臺，賣場與超商有些資料亦是。長照資源的資料，則是由衛生福利部的長照服務資源地理地圖中取得。

資料取得之後，特別是設施與資源的資料，本研究必須依據其座標利用地理資訊系統定位產生點資料。然而，這些資料有許多資訊遺漏的問題，特別是地址不全或錯誤，使得研究團隊無法取得座標進行設施或資源的定位。經由初步地修正，並排除完全沒有地理位置資訊的資料後，研究

¹⁵ 各縣市、鄉鎮市區、村里地圖，取得自內政部社會經濟資料庫（網址：https://segis.moi.gov.tw/stat/web/portal/stat_portalhome.aspx，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）。

¹⁶ 災害避難收容處所的資料主要從政府開訪資料平臺（網址：<https://data.gov.tw/dataset/12849>，檢索日期：2020 年 10 月 22 日）取得，主要的處所多為活動中心、學校與公家機關空間，但亦有一些廟宇與教會被納入。

團隊透過地理資訊圖資雲服務平台 (TGOS) 進行地址比對定位，產生 TWD97 座標值 (X, Y)，而後產生點地圖資料。最後，村里人口點資料的產生，則是利用 ArcGIS 的 Feature to Point 功能，幫各村里的面地圖轉換成點地圖資料，並將 106 年五歲年齡組的人口資料結合起來。如此一來，分析的資料都完整預備。

在操作方面，本研究主要是參考由 Luo 與 Wang 於 2003 年所提出之醫療資源空間可近行評估方法 (Luo and Wang, 2003)。該方法不但考量了人口在空間中流動的特質，同時也藉由設定出合理的就醫範圍，對醫療資源的空間可接近性進行估計。本研究的計算模式包含下列幾個操作的步驟，並且利用地理資訊系統 ArcView10.0 完成：

- (一) 建立相關災害防救資源 (表 3 所列出之相關資源) 的點位。
- (二) 利用路網分析中的「起點--終點矩陣」(Origin-Destination Matrix) 進行計算，以 ArcGIS Network Analyst 軟體為運算工具，計算村里的幾何中心點與相關災害防救資源之間的行車距離。
- (三) 將步驟 2 的結果中道路距離小於合理服務範圍的組合選出。
- (四) 計算每個相關災害防救資源與可能需求的人口比 (每人可取得的資源據點數)。
- (五) 在每個村里的幾何中心點向外延展合理道路距離為避難服務取得範圍，搜尋相關災害防救資源據點，並計算每個村里可能取得的服務比率 (每人可取得的資源據點數)。
- (六) 將步驟 5 所得數值製作成地圖，即為相關災害防救資源之潛在空間可近性評估結果。
- (七) 分析結果將運用顏色漸進之方式，將服務設施可接近性之數值呈現在地圖上，判斷該屬性之空間分布狀態，並比較各村里之間的差異。

簡而言之，本研究採用的是透過兩階段流動的搜尋法，針對各類防救災等資源進行可近性評估。其簡要步驟如下：第一階段主要是由各項資源設施的點位出發，往外依據一定道路距離搜尋可能涵蓋到的村里人口點，如此便能計算出資源設施服務比率 (每 1,000 位民眾可取得的設施數)；第二階段則是由每個村里的人口中心點，往外依據一定的道路距離搜尋可

能的資源設施點，然後將所有可能取得的資源設施點之服務比率加總，即得到其空間可近性評估值。

而本研究在進行兩階段流動搜尋分析時，針對不同資源設施搜尋的空間距離設定有些差異，而且評估的對象主要是村里的總人口，惟獨機構式長照資源空間可近性的分析對象為各村里 65 歲以上的總人口。以下為搜尋範圍與空間可近性評估出來的單位。

表 3 空間可近性搜尋範圍與可近性單位

設施或資源	搜尋範圍	單位
災害避難收容處所	1 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的避難收容處所數
救援應變單位	5 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的救援應變單位數
警察局或派出所	5 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的警察局或派出所數
大賣場	5 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的大賣場數
超市	2 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的超市數
便利商店	1 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的便利商店數
醫院	5 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的醫院數
診所	5 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的診所數
機構式長照資源	5 km	搜尋範圍內每 1,000 老人擁有的機構數
旅館民宿	5 km	搜尋範圍內每 1,000 人擁有的旅館民宿數

資料來源：本研究。

在物理面風險與抗災性的部分，本研究聚焦在淹水潛勢與坡地災害潛勢兩類災害。針對淹水潛勢的衡量，目前水利署所提供的淹水潛勢地圖檔，分成許多不同狀況的模擬資料¹⁷。一共分為 6 小時（降雨 150, 250, 350 毫米）、12 小時（降雨 200, 300, 400 毫米）、24 小時（降雨 200, 350, 500, 650 毫米）等狀況模擬。而在各種模擬狀態下，又分成不同深度的可能區

¹⁷ 本研究主要是採用經濟部水利署水利規劃試驗所提供之第三代（2014-2016 年）淹水潛勢圖資。該項模擬在地文條件上有反映主要河川、區域排水、部分農田排水、建置水工建造物（橋梁、閘門、抽水站、滯洪池等）、雨水下水道系統等；在水文條件上也有考量上雨量站的紀錄進行頻率分析。資料來源：〈淹水潛勢圖製作及應用〉，網址：https://www.wrap.gov.tw/admin/manasystem/news/files/news/20170925140435%20_170922_%E6%B7%B9%E6%B0%B4%E6%BD%9B%E5%8B%A2%E5%9C%96%E8%A3BD%E4%BD%9C%E5%8F%8A%E6%87%89%E7%94%A8-%E5%85%A7%E9%A0%81.pdf，檢索日期：2020 年 10 月 22 日。

域，包括 0-0.3 公尺（淹水深度約在孩童膝蓋以下）、0.3-0.5 公尺（淹水深度在成人膝蓋、車輪一半或底盤高度）、0.5-1 公尺（淹水高度達成人腰部）、1-3 公尺（淹水高度達成人胸部以上）、3 公尺以上（淹水高度達二樓以上）。這部分的指標操作化過程，本研究參考張學聖、劉佩佳（2015：5）的作法，以 24 小時降雨 650 毫米的模擬資料為主，各淹水深度之面積乘以其因子分級分數加總後，除以總面積。而各分級的分數分別為：0-0.3 公尺（分級分數 0.3）、0.3-0.5 公尺（分級分數 0.5）、0.5-1 公尺（分級分數 1）、1-2 公尺（分級分數 2）、2-3 公尺以上（分級分數 3）、大於 3 公尺以上（分級分數 5）。至於坡地災害潛勢的衡量，則是依據從經濟部中央地質調查所取得的山崩與地滑地質敏感區圖資，計算每個里的地質敏感區佔該里的總面積所得。換言之，比率越高則表示其坡地災害潛勢越高¹⁸。

四、研究方法

在結果分析的部分，本研究整理與轉換各指標資料後，進行新北市各村里有關淹水潛勢與坡地災害潛勢之分類。在各構面計分的部分，主要是先將反項指標的數值調整為正向指標，而後會將各指標的數值轉換成 Z-Score，再轉換成 0-100 分的觀察值，而後以平均值方式建立各構面分數。主要的操作步驟如下：

- （一）所有指標依影響的方向進行正反向調整，轉換為 Z-Score，並轉換為 0-100 的測量值。
- （二）所有指標項目的得分平均值，為每個構面的得分，以 100 分為滿分，分數越高，表示該構面數值越高。
- （三）將不同構面的得分加以彙整，即可得到每個村里的在各構面的數值，並加以分類。

經由前述的步驟，將各項統計指標轉換成各構面得分後，本研究利用潛在全象分析 (latent profile analysis)，區辨新北市各村里水災潛勢與坡地

¹⁸ 山崩與地滑地質敏感區的評估目前主要都以曾發生山石崩塌、有山崩或地滑發生條件、影響範圍來進行評定。詳細的內容可參閱 2019 年 12 月第 87 期的技師期刊。

災害潛勢的類型。需補充說明的是，各村里在潛在變數上的個別差異不是數量上的程度差異，而是質性的類型差異；另外，也由於潛在全象分析並不是以各構面的合計總分進行類型分析，所以不需要設定權值反映各個構面的相對重要性¹⁹（簡單操作步驟可參考附錄一）。

肆、研究發現與分析

一、指標說明

本研究依照表 2 提出的研究架構，採用八大構面進行分析。主要包括：淹水潛勢、坡地災害潛勢、人口社經易感性（人口密度、老年與幼年人口比例、所得中位數、未取得大專以上學歷人口比率等四項指標之平均值）、避難資源、救難資源、物資資源、醫療資源、長照資源，並透過地理資訊系統將其各構面的表現呈現。

根據新北市 1,032 個村里的資料，針對淹水潛勢以及坡地災害潛勢，本研究先各將其原始數值轉換成 Z 值後，再換算成 100 分，分析結果為這兩者在新北市的分布情形，數值越高（地圖中顏色越深）的區塊表示該項災害潛勢越高。結果顯示，在淹水潛勢的部分，像新北市西部的中和、永和、板橋、新莊、三重、蘆洲、五股與土城等人口較稠密之行政區，是可能衝擊程度較高的區域（顏色較深），沿海的淡水、八里、金山與萬里也都屬衝擊程度較高的部分，其他地區的可能衝擊性較低（參見圖 1）。至於坡地災害潛勢地區，則主要集中在新北市的南邊與東邊較靠近山區的部分，與淹水潛勢指數較高的地區剛好相反，但是樹林與鶯歌區也有部分區域，其地質敏感指數的數值較高（參見圖 2）。

在人口社經易感性上，主要是以 106 年人口密度、106 年老年與幼年人口比例、105 年家戶所得中位數（反向指標）、106 年未取得大專以上

¹⁹ 該方法較常用的軟體有 Latent GOLD、Mplus、SAS 等，大部分學者常用的 SPSS 並無此功能，但自從 SPSS 可以與 R 軟體聯結後，也能夠執行這樣的分析。

學歷之人口比率作為指標，將其轉換成 Z 值後，再換算成 100 分，取得平均值進行分析。由圖 3 的分布情況來看，該構面表現較佳的村里，集中在人口較稠密的區域（圖中顏色較淺的區域）。外圍人口稠密度較低的區域，人口社經的易感性數值相對較高（參見圖 3）。

此外，本研究利用兩階段流動搜尋的概念，建立了避難資源、救難資源、物資資源、醫療資源及長照資源之可近性評估，並將各村里在這些不同構面的表現，以地圖圖像的方式呈現。結果顯示，三峽、烏來、平溪、雙溪、貢寮、瑞芳、三芝、金山、萬里的避難資源可近較佳（圖 4）。在救災資源可近性方面，以烏來、坪林、雙溪、平溪及貢寮較佳（圖 5）。物資的可近程度上，在人口較稠密的地區，其便利商店、超市、大賣場的資源較豐富（圖 6）。關於醫療資源可近性的分布狀態，主要以中和、永和、新莊、板橋、三重、鶯歌與淡水較佳（圖 7）。至於，長照機構資源的可近性方面，表現較佳主要是鶯歌與三峽區最佳，另外板橋、泰山、林口、以及汐止的表現也不錯（圖 8）。

其次，本研究利用 Latent GOLD 針對各構面進行潛在全象分析，並分成淹水潛勢與坡地災害潛勢兩個部分來進行。首先，要先確認分類的數目。從表 4 的結果來看，根據兩類不同的災害潛勢所做成的分群，以分成五群的配適度較佳。因此，本研究以五群作為分項。表 5 與表 6 則是顯示以淹水潛勢及坡地災害潛勢，各自與其他構面結合後所產生的同質分群，在不同構面中的表現。表 5 與表 6 的下半部，則是透過各構面的各分群平均值與總體平均值的比值產生相對數值，以便檢視各分群在各構面之間的相對差異。例如：表 5 當中分群 1 的災害潛勢平均值是 63.1583，當它除上該構面總平均之 46.256 後，就得到了 1.365 的相對值。表示該分群在該構面的平均數值，較總體高出 1.365 倍。換言之，表 5 與表 6 當中的相對值越高，表示該分群在該構面的數值較總平均值來得更高。反之亦然。在表 5 與表 6 中的右半部，風險與抗災力與人口社經易感性方面，當相對值超過 1，則會被標為暗色顯示其較高之風險；在各類資源的可近性部分，則是當相對值低於 1 時，會被標為暗色顯示其較高之風險。也藉此可以看到各分群中之各村里有待共同強化的區塊主要為那些構面。

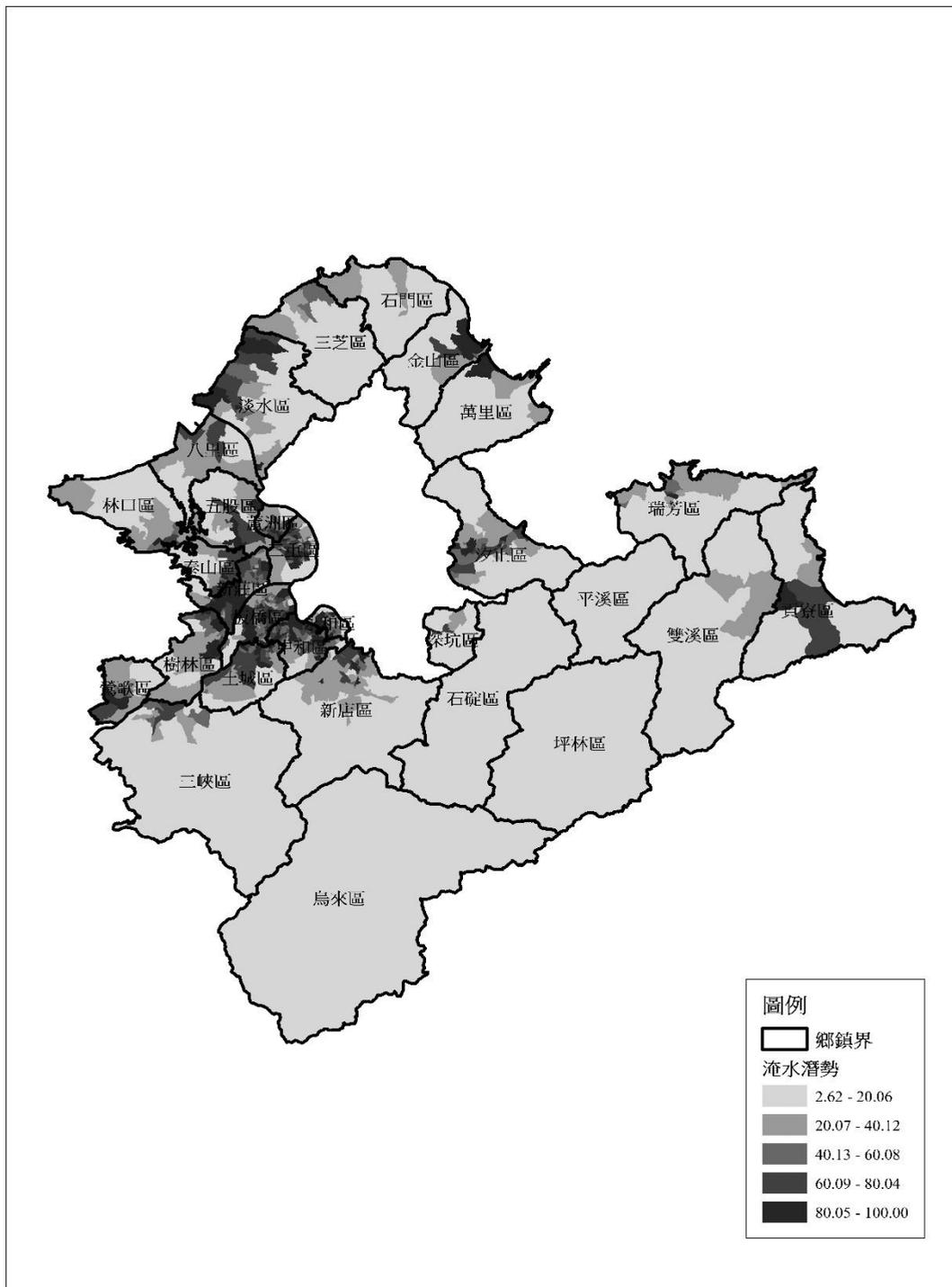


圖 1 淹水潛勢五分位圖

資料來源：本研究。

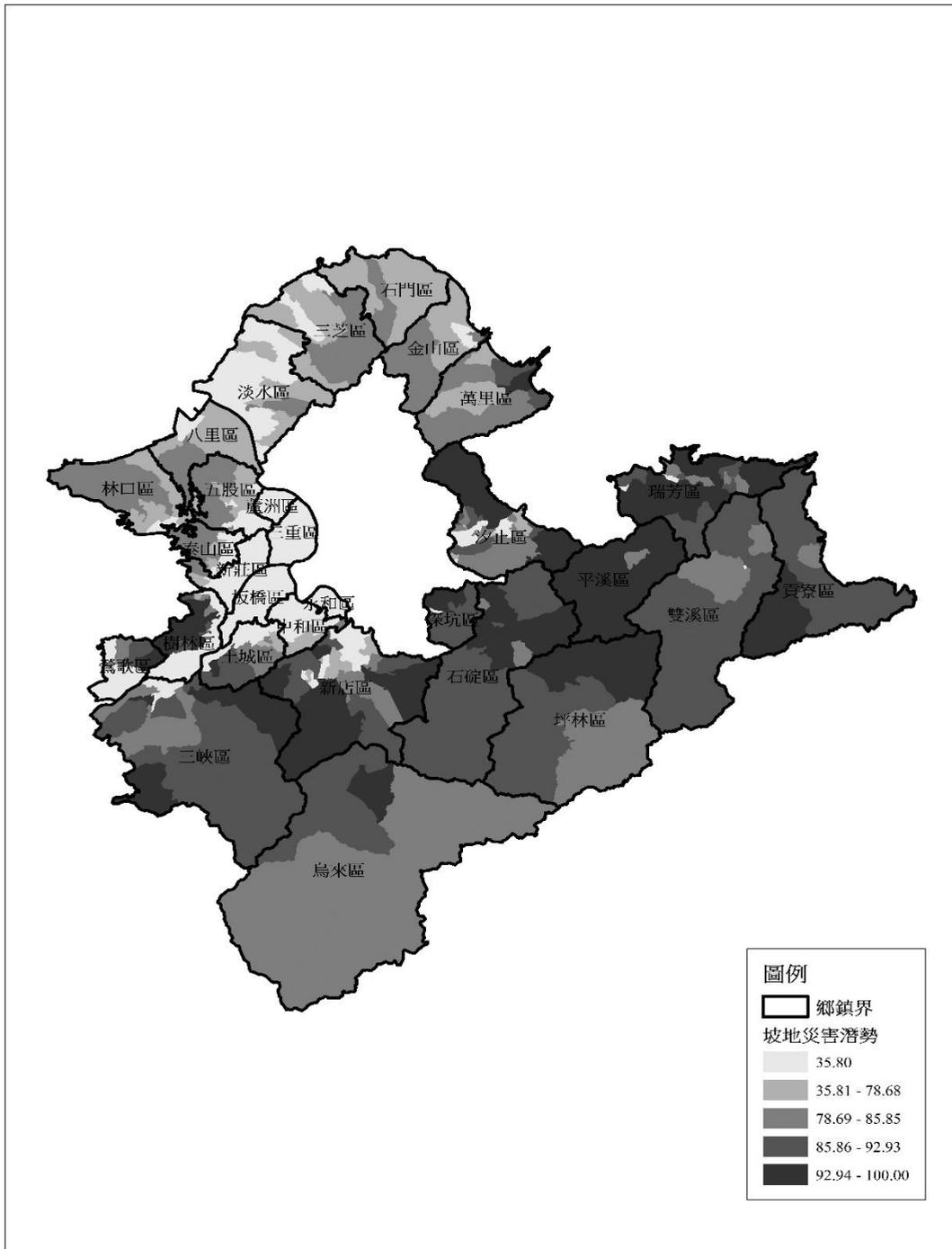


圖 2 坡地災害潛勢五分位圖

資料來源：本研究。

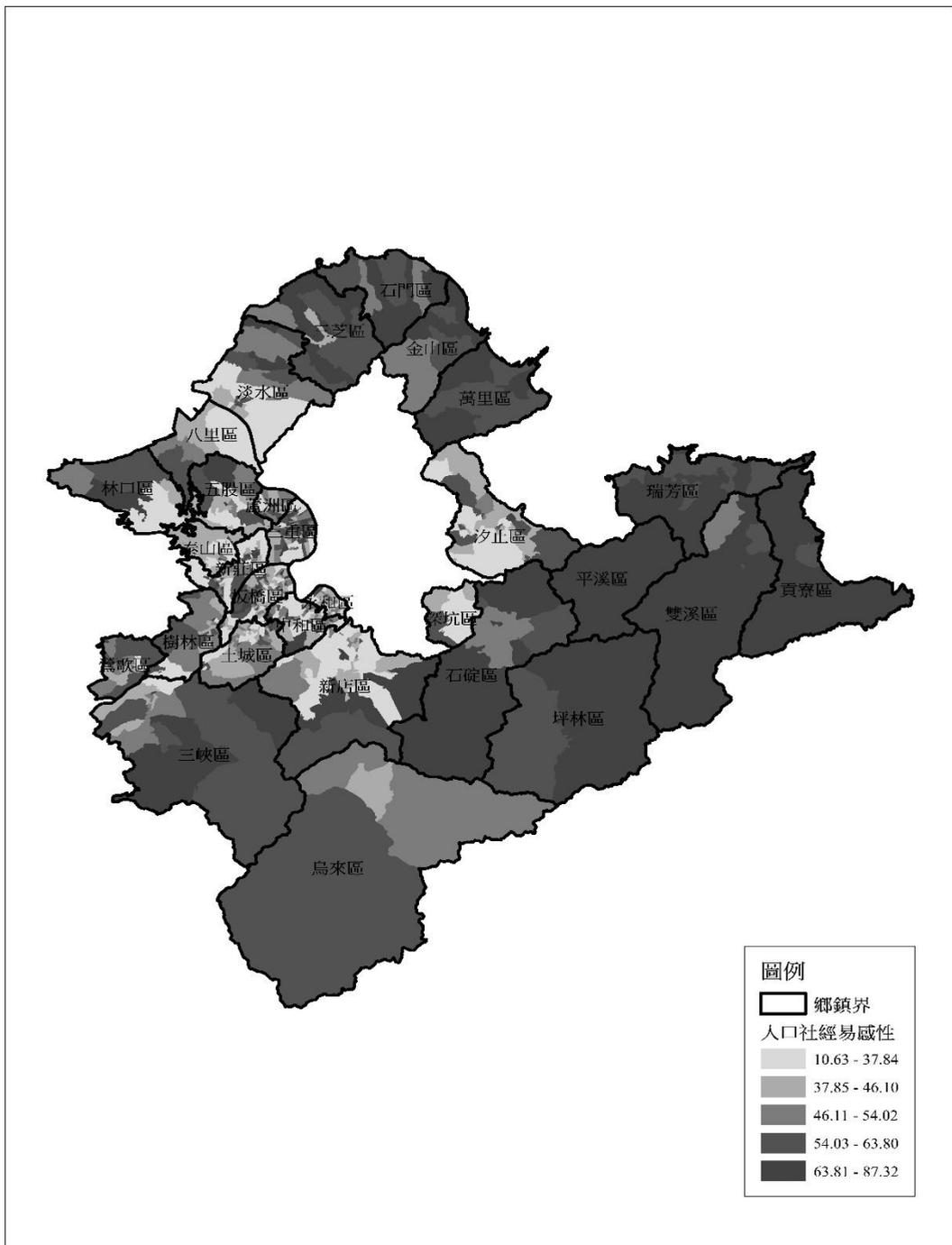


圖 3 人口社經易感性五分位圖

資料來源：本研究。

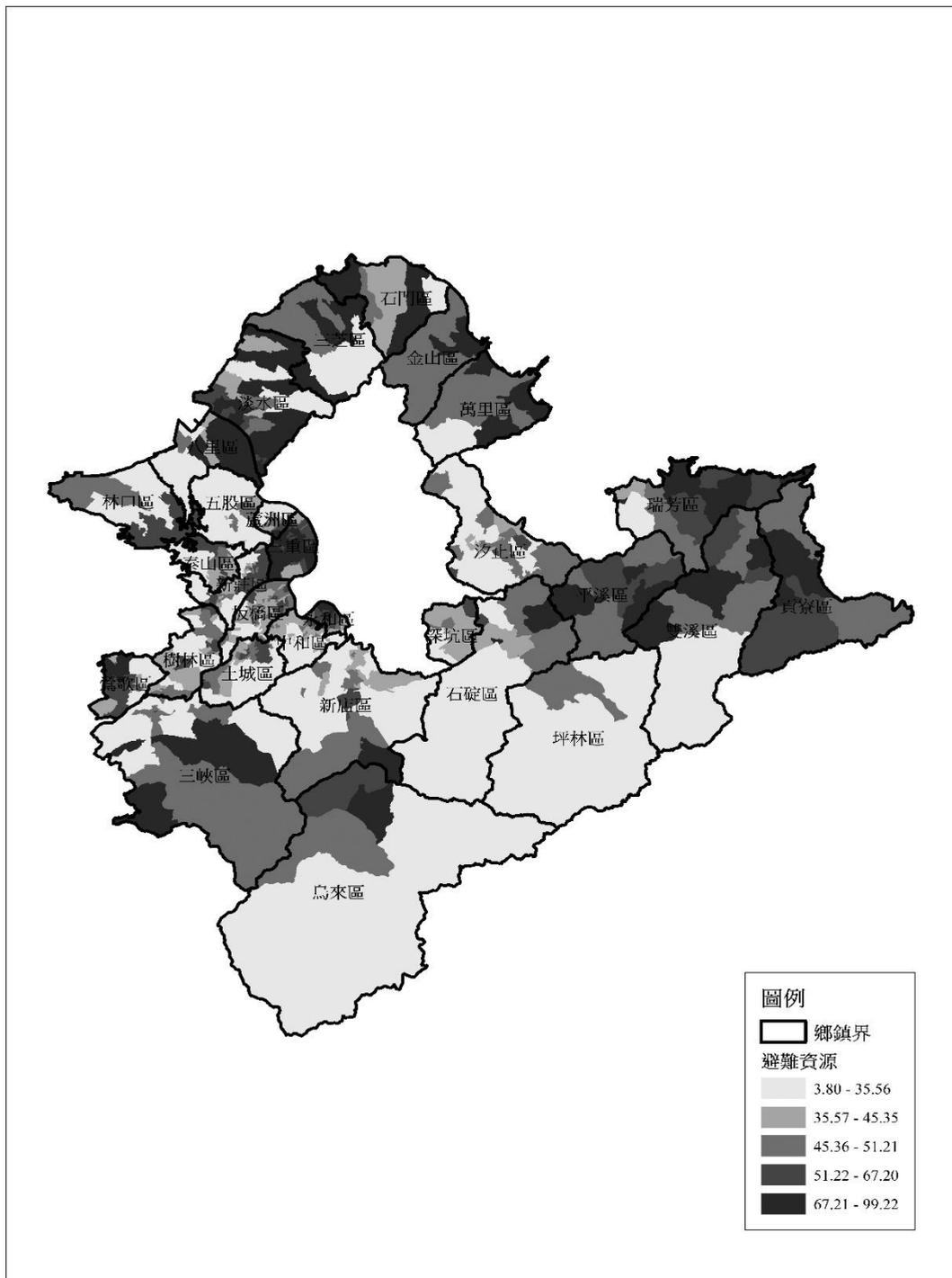


圖 4 避難資源可近性五分位圖

資料來源：本研究。

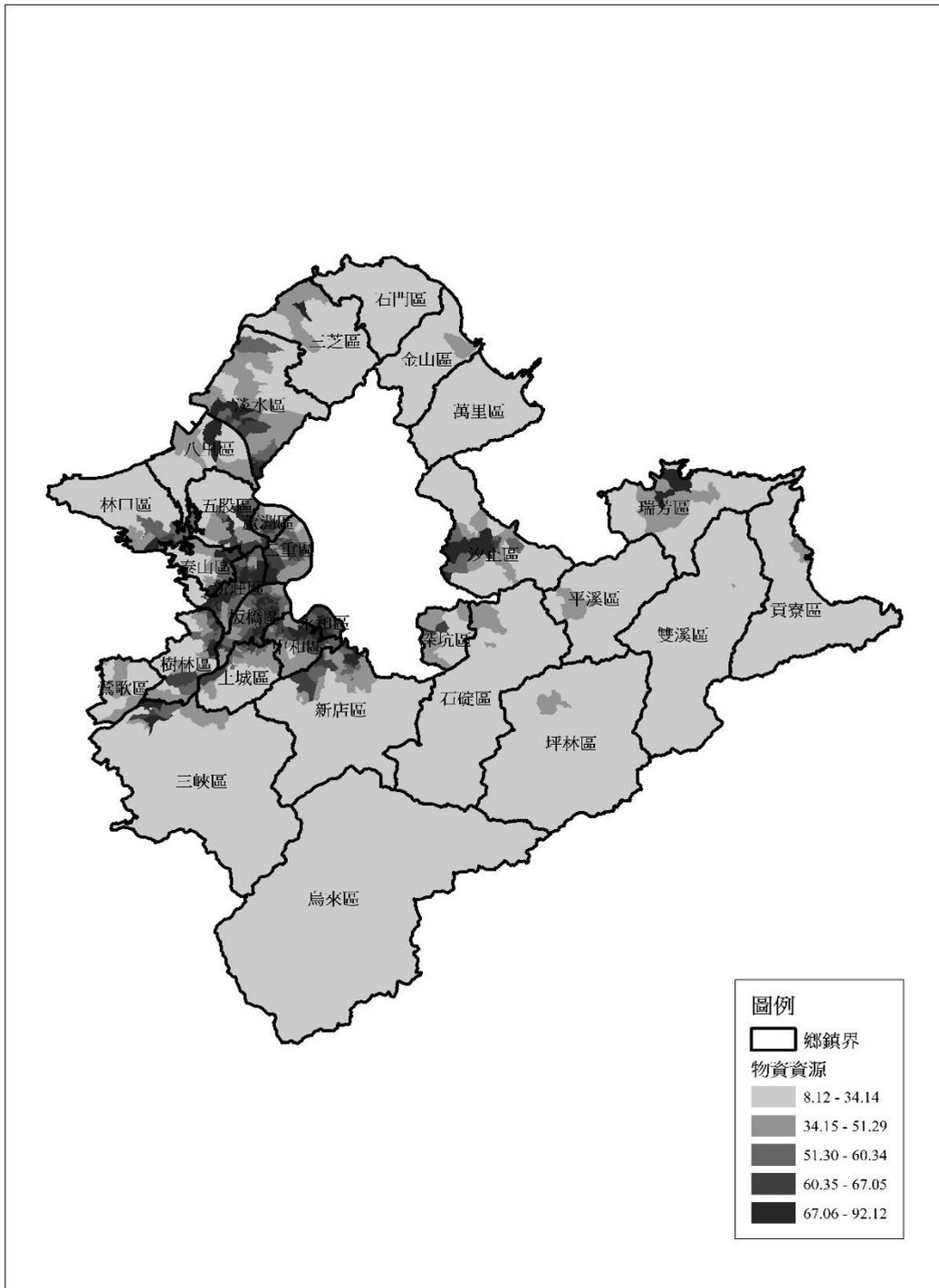


圖 6 物資資源可近性五分位圖

資料來源：本研究。

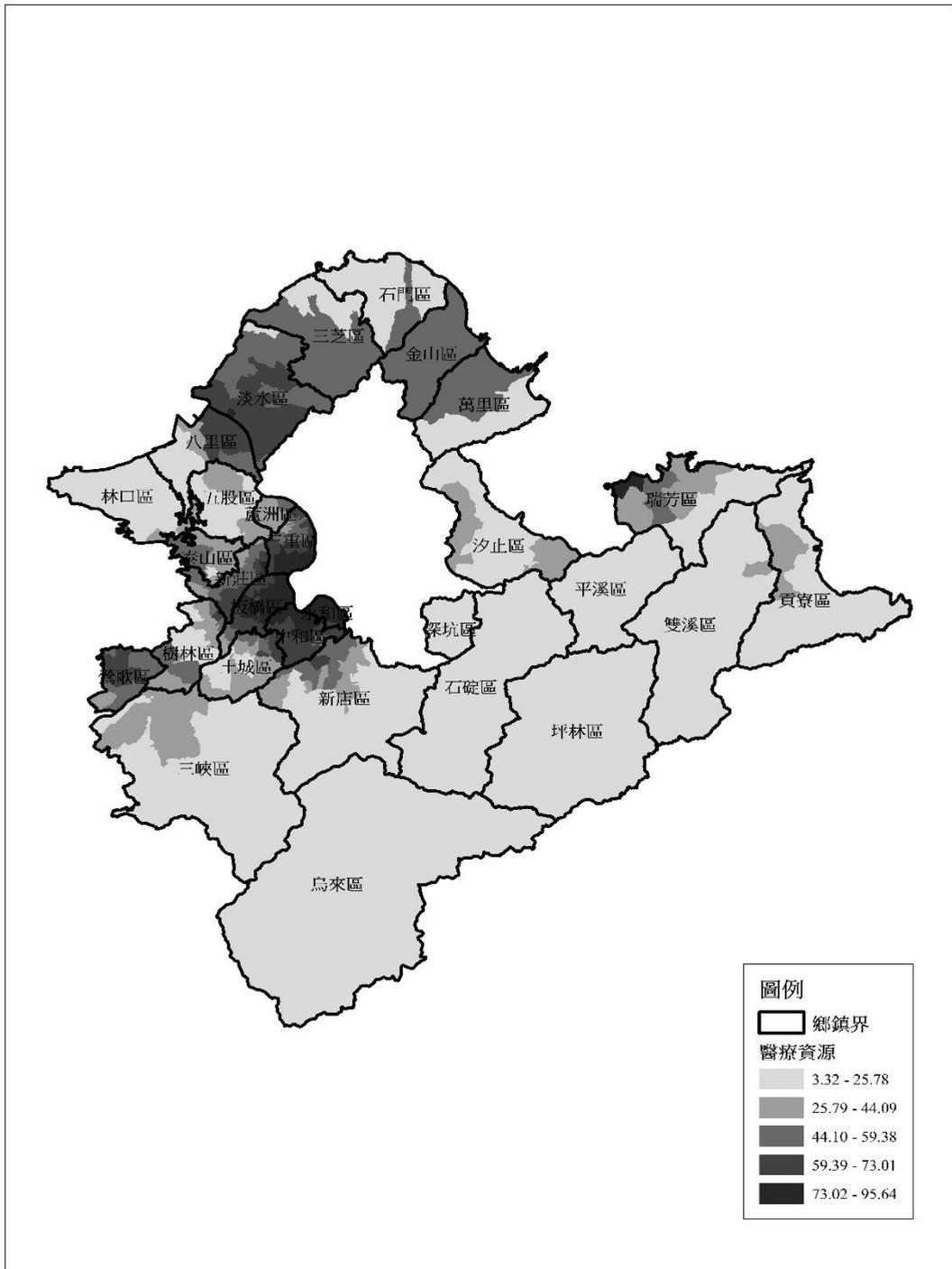


圖 7 醫療資源可近性五分位圖

資料來源：本研究。

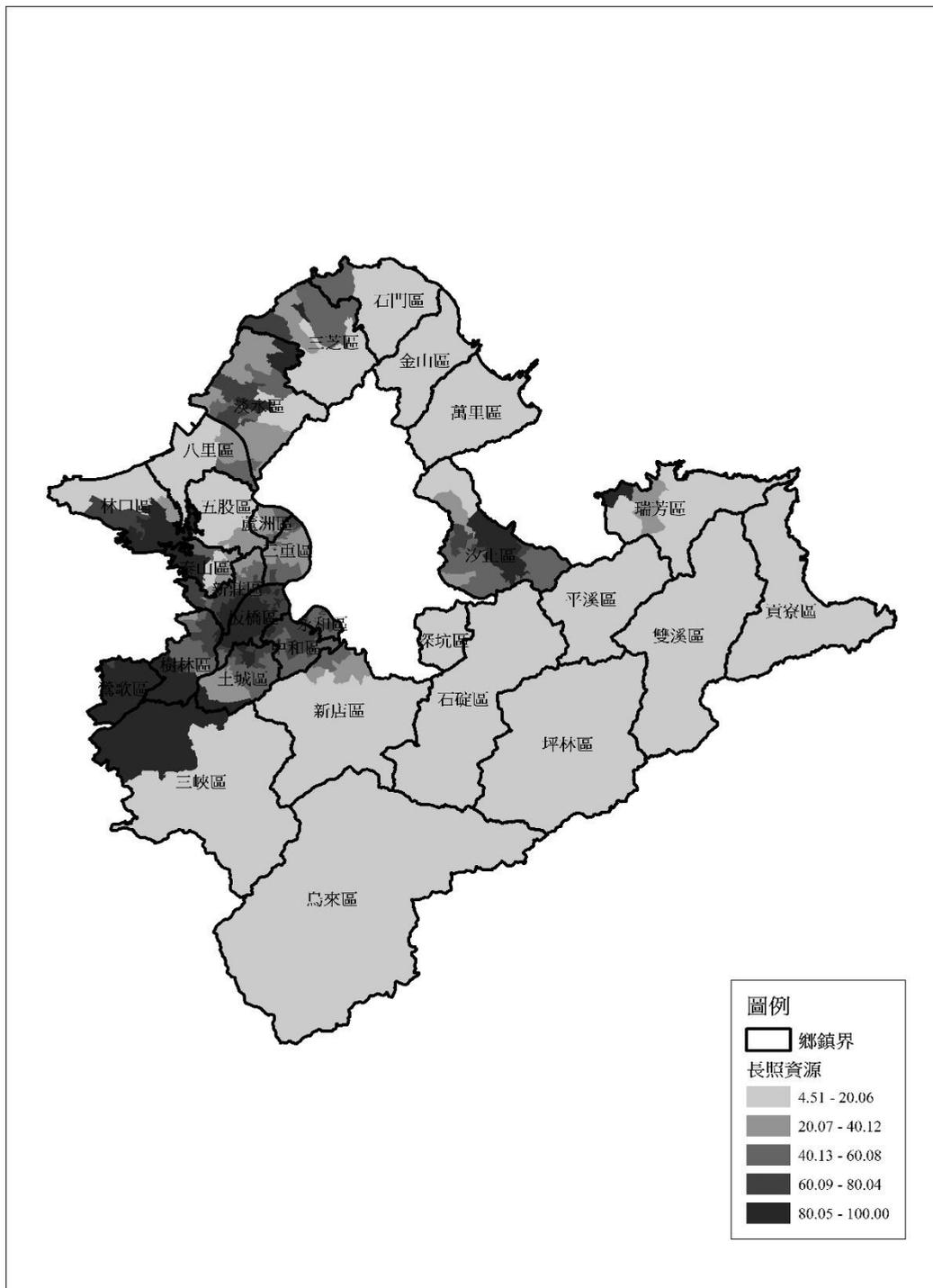


圖 8 長照資源可近性五分位圖

資料來源：本研究。

表 4 各類別潛在全象配適結果

災害潛勢 分群	水災潛勢		坡地災害潛勢	
	AIC	BIC	AIC	BIC
1	65521.4909	65590.6404	65051.8235	65120.9731
2	63544.9019	63688.1403	57644.3498	57787.5881
3	62659.6443	62876.9714	56461.7159	56679.043
4	62245.7829	62537.1989	55967.1529	56258.5689
5	61756.6622	62122.167	55936.761	56202.2658

註：分析軟體為 Latent GOLD 4.5，AIC 與 BIC 值越小配適程度越高。
資料來源：本研究。

表 5 水災脆弱性各分群不同構面平均表現

分析構面		分群 1	分群 2	分群 3	分群 4	分群 5	平均	分群 1	分群 2	分群 3	分群 4	分群 5	
戶數	戶數%	433213	468052	392560	192270	57003		28.07%	30.33%	25.44%	12.46%	3.69%	
人口數	人口%	1113094	1236398	998449	486366	152382		27.92%	31.01%	25.04%	12.20%	3.82%	
潛在 衝擊/ 不利 條件	物理 面	風險與 抗災力	63.1583	69.1444	29.9463	57.6195	11.4122	46.25614	1.365	1.495	0.647	1.246	0.247
	社會 ／組 織面	人口 社經 易感性	47.7617	46.649	42.9384	57.136	64.651	51.82722	0.922	0.9	0.828	1.102	1.247
調適 能力/ 有利 條件	回復 力/韌 性	避難 資源	46.2644	44.7898	41.2635	74.1201	54.21	52.12956	0.887	0.859	0.792	1.422	1.04
		救難 資源	46.0223	30.5759	54.9566	63.728	71.6227	53.3811	0.862	0.573	1.03	1.194	1.342
		物資 資源	62.0567	61.0144	38.6887	58.5732	13.6183	46.79026	1.326	1.304	0.827	1.252	0.291
		醫療 資源	77.4457	42.774	37.589	60.7529	17.5139	47.2151	1.64	0.906	0.796	1.287	0.371
		長照 資源	74.2072	49.2165	58.3144	34.3906	7.7738	44.7805	1.657	1.099	1.302	0.768	0.174

註 1：戶數與人口數此兩欄數值僅做為各分群中有關人口與家戶分布情形之補充說明。

註 2：深色區塊表示為需要留意與強化的部分（比值離平均值較遠者，潛在衝擊部分基準為大於 1，調適能力部分基準為小於 1）。

資料來源：本研究。

表 6 坡地災害脆弱性各分群不同構面平均表現

分析構面			分群 1	分群 2	分群 3	分群 4	分群 5	平均	分群 1	分群 2	分群 3	分群 4	分群 5
戶數	戶數%		1081524	243988	55370	129714	32502		28.07%	30.33%	25.44%	12.46%	3.69%
人口數	人口%		2791225	613894	148559	344442	88569		27.92%	31.01%	25.04%	12.20%	3.82%
潛在 衝擊 ／ 不利 條件	物理 面	風險與 抗災力	35.8	82.6458	88.6045	35.8	88.3158	66.23322	0.541	1.248	1.338	0.541	1.333
	社會 ／ 組織 面	人口 社經 易感性	49.3221	41.4078	65.5354	43.6863	50.8142	50.15316	0.983	0.826	1.307	0.871	1.013
調適 能力 ／ 有利 條件	回復 力 ／ 韌性	避難 資源	52.0253	41.7009	57.0698	38.9328	35.0946	44.96468	1.157	0.927	1.269	0.866	0.78
		救難 資源	48.5857	45.7026	72.046	20.5721	77.3054	52.84236	0.919	0.865	1.363	0.389	1.463
		物資 資源	59.4295	39.1782	13.6474	56.2471	34.3583	40.5721	1.465	0.966	0.336	1.386	0.847
		醫療 資源	62.0176	33.484	18.4666	29.9101	42.54	37.28366	1.663	0.898	0.495	0.802	1.141
		長照 資源	60.7262	44.7684	7.3877	22.7931	95.755	66.23322	0.917	0.676	0.112	0.344	1.446

註 1：戶數與人口數此兩欄數值僅做為各分群中有關人口與家戶分布情形之補充說明。

註 2：深色區塊表示為需要留意與強化的部分（比值離平均值較遠者，潛在衝擊部分基準為大於 1，調適能力部分基準為小於 1）。

資料來源：本研究。

二、脆弱性分析結果

（一）水災

首先是水災脆弱性的分群結果。分群的編號與特性無關，主要是當群內被分到的村里數較多時，分群編號就會越前面。此外，本研究所採用之潛在全象分析主要是同質性分析，換言之，本研究針對新北市 1,032 個里，根據其各構面中的相似程度進行分群，意即每一群當中的村里在各構面的表現最相近，各群之間差異最大。透過表 5 的統計結果與圖 9 來看，新北市 1,032 個里根據先前所提到的構面進行全象分析之結果，可以產生的分類情形主要為以下五群：

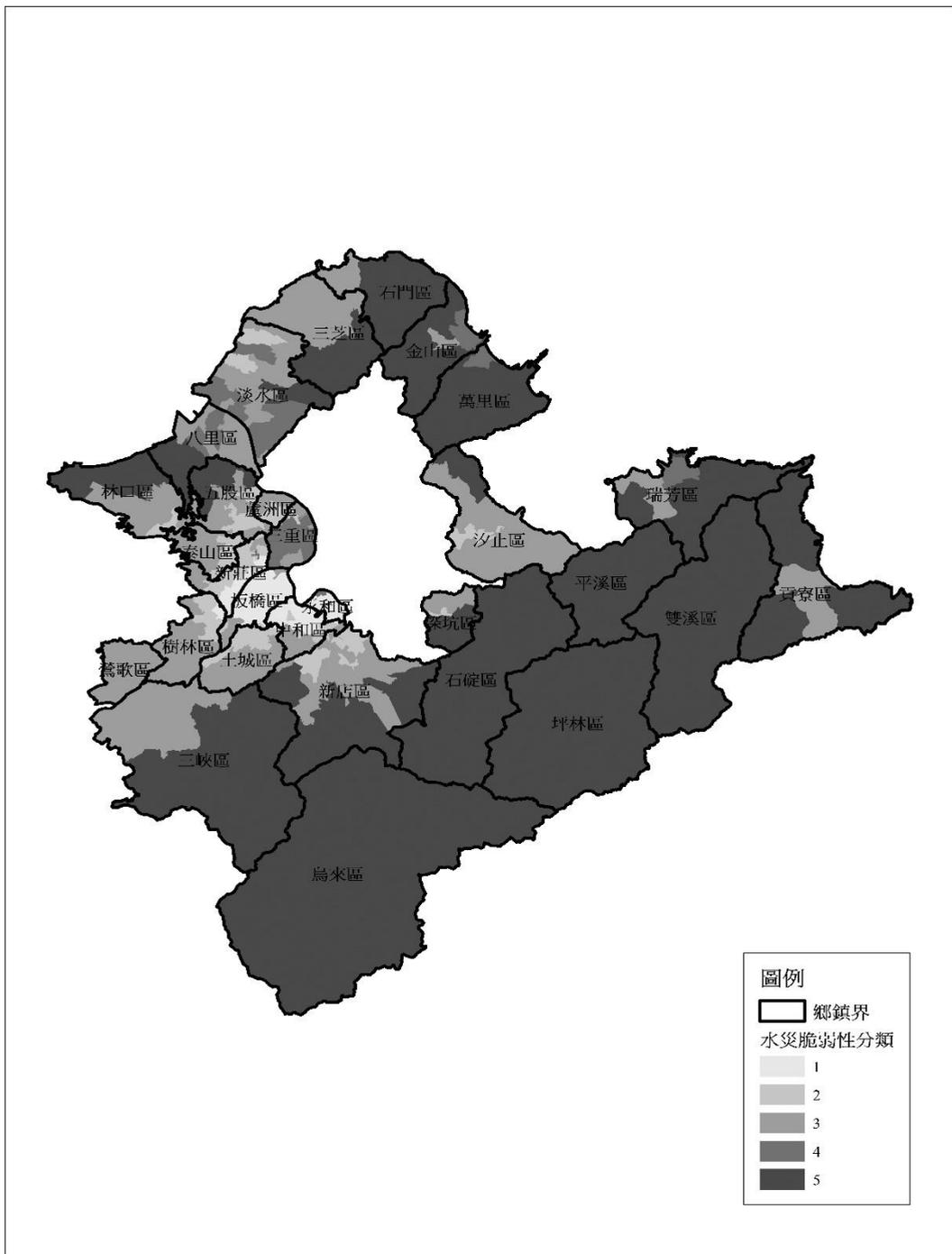


圖 9 水災脆弱性分群結果圖

註：分群的編號與災害特性無關，反映群內村里數的多寡。

資料來源：本研究。

1. 分群 1 (特點：淹水潛勢相對較高、避難與救難資源相對較差)：共有 265 個里納入該分群，共計 433,213 戶 (28.07%) 與 1,113,094 人 (27.92%)，戶數與人口數大約占整個新北市 28% 左右。主要分布的區域在中永和、板橋、新莊一帶人口較稠密的里。而該分群的特點是淹水潛勢較高、人口社經易感性普通、避難與救難資源可近性較差、物資資源、醫療與長照資源可近性都較佳。因此，避難與救難資源可近性的改善將成為該分群的重點。
2. 分群 2 (特點：淹水潛勢相對較高、避難與救難資源相對較差、醫療資源相對略差)：共有 257 個里納入，共計 468,052 戶 (30.33%) 與 1,236,398 人 (31.01%)，戶數與人口數大約占整個新北市 30 至 31% 左右。主要分布在淡水、五股、泰山、樹林、鶯歌、土城、新店、汐止等行政區的里。該分群的特點是淹水潛勢相對較高、人口社經易感性較低、避難與救難資源較差 (救難資源可近性相對差)、物資與長照資源可近性不錯，但是醫療資源可近性相對略差。因此，避難與救難資源的改善將成為該分群的重點。特別是避難資源要特別留意。
3. 分群 3 (特點：淹水潛勢與人口社經易感性相對低、避難、物資與醫療資源可近性相對低)：共包括 222 個里，共計 392,560 戶 (25.44%) 與 998,449 人 (25.04%)，戶數與人口數大約占整個新北市 25% 左右。主要分布在分群 2 的外圍。該分群的淹水潛勢與人口社經的衝擊較低、但避難、物資與醫療資源的可近性相對低。該分群雖不必然需要留意淹水潛勢，資源可近性不足的幾個構面可以慢慢補強。
4. 分群 4 (特點：淹水潛勢與人口社經易感性相對高、資源可近性亦較高)：則有 156 個里被納入該分群，共計 192,270 戶 (12.46%) 與 486,366 人 (12.20%)，戶數與人口數大約占整個新北市 12% 左右。主要分布在三重、淡水、金山與萬里等區域。該分群的淹水潛勢偏高、經濟敏感度最高、但資源可近性都較佳。換言之，該分群雖要留意其高淹水潛勢、人口社經能力較差等不利條件。但有利條件的資源可近性相對還是較佳的。
5. 分群 5 (特點：淹水潛勢低、人口社經易感性相對高、物資、長照與醫療資源可近性相對低許多)：則有 132 個里被歸類到該群，共計 57,003

戶 (3.69%) 與 152,382 人 (3.82%)，戶數與人口數大約占整個新北市 4% 左右。而該分群主要分布在新北外圍的偏鄉區域。該分群的淹水潛勢非常小、人口社經敏感度高。物資、醫療與長照資源的可近性相對低許多。若遇到其他災害，要特別小心調適資源相對較差的不利條件，可能是要特別注意的部分。

(二) 坡地災害

針對坡地災害脆弱性分群結果，透過表 6 的統計結果與圖 10 來看，新北市 1032 個里在根據先前所提到的構面進行全象分析之結果，可以產生的分類情形主要為以下五群：

1. 分群 1 (特點：坡地災害潛勢以及人口社經易感性相對低、救難與長照資源可近性微低)：共有 670 個里納入該分群，共計 1,081,524 戶 (70.09%) 與 2,791,225 人 (70.01%)，戶數與人口數大約占整個新北市 70% 左右。主要分布在中永和、板橋、新莊、三重、土城與樹林一帶人口較稠密的里，或是淡水區大部分的範圍。而該分群的特點坡地災害潛勢相對低、救難與長照資源可近性都微低。因此，調適性上應該是較高的區域。
2. 分群 2 (特點：坡地災害潛勢高、人口社經易感性相對低、各類資源可近性相對低)：共有 137 個里納入，共計 243,988 戶 (15.81%) 與 613,894 人 (15.40%)，戶數與人口數大約占整個新北市 15% 左右。主要分布在分群 1 等行政區外圍，以及瑞芳、三芝、林口、三峽等區部分的里。該分群的特點是坡地災害潛勢高、人口社經易感性較低、資源可近性皆較低。因此，資源可近性的改善將成為該分群的重點。特別是長照機構的資源要特別留意。
3. 分群 3 (特點：坡地災害潛勢高、人口社經易感性高、物資、醫療與長照資源可近性相對較低)：總共 133 個里，共計 55,370 戶 (3.59%) 與 148,559 人 (3.73%)，戶數與人口數大約占整個新北市 4% 左右。主要分布在新北市南邊與東邊的偏鄉行政區，以及三芝、石門、金山、萬里、林口與五股部分地區。該分群坡地災害潛勢與人口社經的衝擊較高，但避救難資源可近性不錯，但是物資、醫療與長照資源可近性相對較低。該分群需要留意災後生活物資與照護能力能量不足的問題。

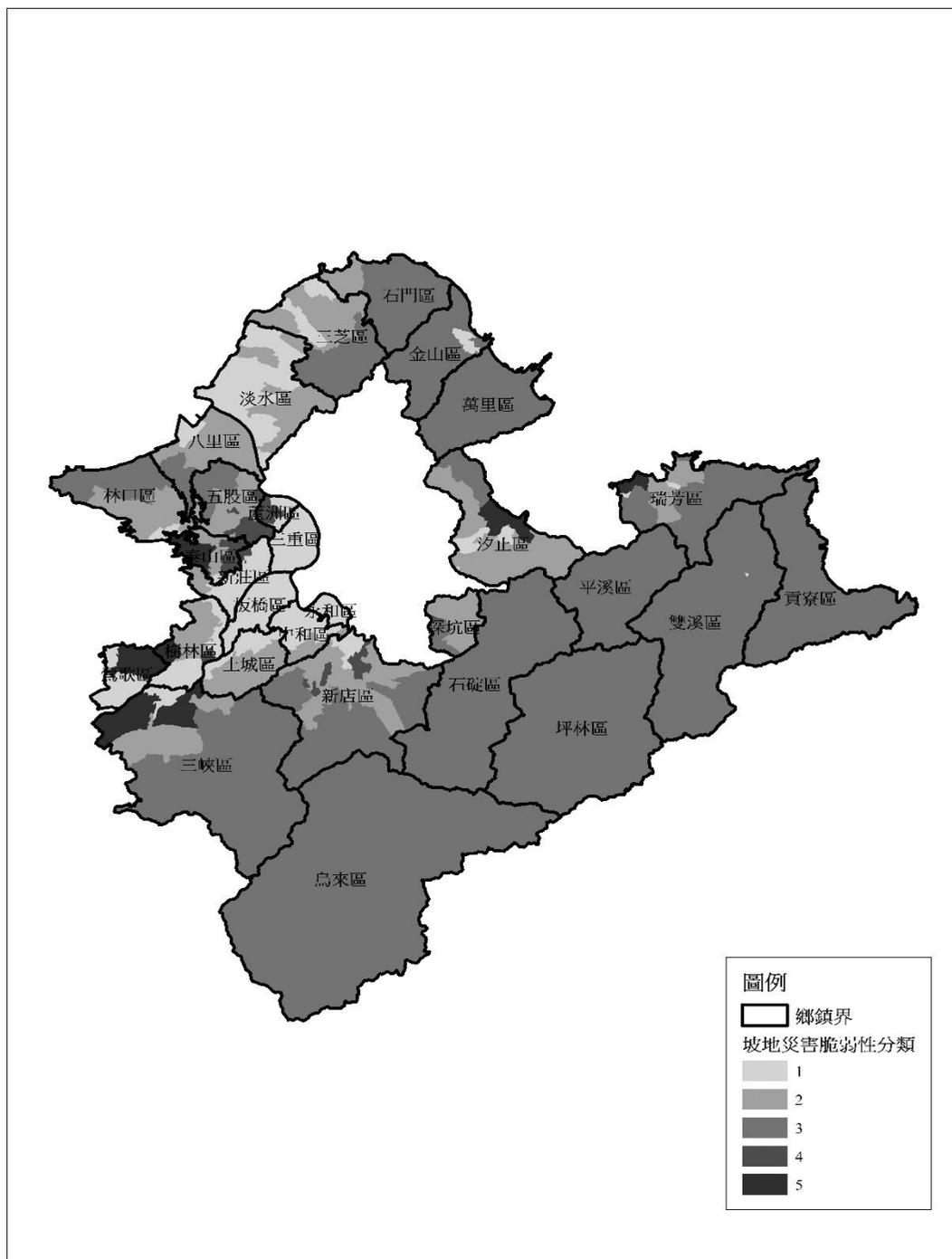


圖 10 坡地災害脆弱性分群結果圖

註：分群的編號與災害特性無關，反映群內村里數的多寡。

資料來源：本研究。

4. 分群 4 (特點：坡地災害潛勢以及人口社經易感性相對低、避救難與醫療及長照資源可近性偏低)：則有 68 個里被納入該分群，共計 192,270 戶 (8.41%) 與 344,442 人 (8.64%)，戶數與人口數大約占整個新北市 8% 左右。主要分布在泰山、五股、蘆洲、汐止與瑞芳等區中少數區域。該分群的坡地災害潛勢與人口社經易感性較低，但救難與長照資源可近性相當低，要留意日後提升的可能規劃。
5. 分群 5 (特點：坡地災害潛勢高、人口社經易感性相對高、避難與物資資源可近性相對低)：則有 24 個里被歸類到該群，共計 32,502 戶 (2.11%) 與 88,569 人 (2.22%)，戶數與人口數大約占整個新北市 2% 左右。而該分群主要分布在樹林、鶯歌與泰山一帶。該分群的坡地災害潛勢與人口社經易感性非常高，且避難與物資資源的可近性低，故要特別留意。

(三) 小結

綜合以上的分析，本研究發現新北市有 27 個里，共計 57,704 戶 (3.74%) 與 147,711 人 (3.71%)，戶數與人口數大約占整個新北市 4% 左右，其淹水潛勢與坡地災害潛勢皆偏高，人口社經易感性低，且各類救災資源的可近性也不高。關於這 27 個里的分布，樹林 8 個，汐止 5 個，中和、新店各 4 個，土城、五股各 2 個，林口、深坑各 1 個。其中，高達 26 個里的水災與坡地災害脆弱性的分群結果，均落於分群 2，僅有中和 1 個里的水災脆弱性落於分群 1，但其坡地災害脆弱性亦屬於分群 2²⁰。這些里的應變災害的能力為全新北市最低，需要特別留意。

²⁰ 關於這 27 個里的名單，包括：樹林區潭底里、獼寮里、樹人里、東昇里、三多里、三福里、樹興里、金寮里，汐止區智慧里、復興里、北山里、湖光里、忠孝里，中和區華新里、華南里、景南里、中興里，新店區柴埕里、德安里、安昌里、永平里，土城區清和里、青山里，五股區成州里、五股里，林口區菁湖里，深坑區深坑里。這 27 個里當中，僅有中和區中興里的分群與其他 26 個里不同。

伍、結論與建議

新北市在天然與人文條件上，是一個屬性多元的直轄市，可說是臺灣本島的縮影。在天然條件方面，新北市有臺北盆地底部、河川流經的平地，其周圍是山地，同時也有臨海地區；在人文條件方面，新北市約有四百萬的人口，居全臺之冠，但其分佈與發展不均，有人口密集、資源豐富的都會區，也有人口稀少、資源匱乏的偏鄉。在這些條件之下，新北市面對的災害類型不僅多元，也因各地區所面對災害的脆弱性不同，各行政區必須因地制宜，訂定重點不同的災害防救措施，提升治理的困難度。

過往災害脆弱性的研究，主要將焦點放在環境或是人口社經的脆弱性。本研究嘗試結合脆弱性、資源可近性的概念，進行整合性的評估，透過更多元的面向進行研究。而本研究的貢獻之一，在於藉由回顧災害脆弱性文獻，探索其理論內涵，並介紹 McEntire (2005; 2015)「全盤型脆弱性管理」的概念與分析架構，作為本研究建構災害脆弱性指標與資料蒐集，從而進行實證研究的立論基礎，同時也回應國內學界對於發展與重視「循證」(evidence-based) 政策分析的呼籲。本研究的貢獻之二，在於以「里」為分析單位，蒐集新北市 1,032 個里資料，運用地理資訊系統進行兩階段流動搜尋的評估，計算出一定空間距離內一個里每千人可能取得的相關資源。這在過往的研究中，這是較少看見的分析方法。本研究以淹水潛勢、坡地災害潛勢、人口社經易感性、避難資源、救難資源、物資資源、醫療資源、長照資源等構面，運用潛在全象分析法，並將分析結果相近的里加以分群化，探討新北市水災與坡地災害的脆弱性，進而做出政策建議。

本研究根據上述的方法，將新北市全體 1,032 個里的水災、坡地災害脆弱性進行分析後，發現這兩種災害的脆弱性，可把所有的里各分為五群，一共十群，各群之內所有里的脆弱性，都有其共同的特性，例如對某種災害的潛勢風險偏高或偏低、某種資源充足或偏少等。對此，本研究建議：第一，市政府應建立跨局處的機制，在副市長或秘書長的督導下，結

合市府、公所、民間、學界的力量，針對十個不同分群的里較脆弱的部分，規劃不同的補強策略。第二，新北市同時對水災、坡地災害都有高潛勢、人口社經易感性低、各類救災資源可近性均不高的 27 個里，散佈於樹林、汐止、中和、新店、土城、五股、林口、深坑等行政區，市府與公所應全面提升這些里的避難、救難、物資、醫療、長照等各類防救災資源的可近性。第三，呈上，針對這 27 個里，市府及公所應將其列為推動自主防災社區的重點對象，積極強化里民的災害風險意識，若人們的風險意識偏低、平時準備不足，發生災害時問題將會更嚴重。第四，針對山區與沿海地區，如萬里、金山、石門、三芝、深坑、平溪、石碇、瑞芳等，這些地方的避難與救災資源雖不至於匱乏，但其物資、醫療與長照資源都必須強化，例如增設物資存放的空間，以及加強與民間團體合作，以照護弱勢族群。第五，針對容易發生水災、坡地災害的地區，中央與市府、公所必須合作，確保防災設施的功能，不可掉以輕心。

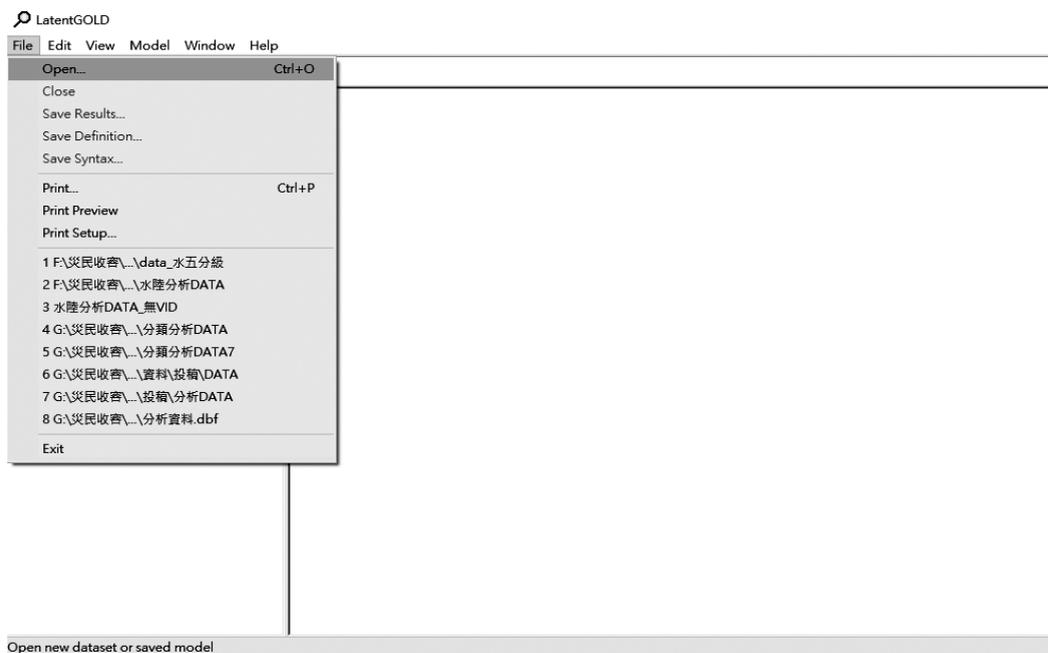
本研究的限制，主要是各構面透過各指標資料所建構出來的效度。首先，目前各構面對應指標的建構，主要是透過文獻檢閱歸納的方式而來，未來可以考慮結合專家意見來強化效度。也可以在未來考慮利用驗證性因素分析確認是否各個指標都歸到預期的構面內，來確認其評估的可能效度。其次，利用政府的行政資料與開放資料，會產生資料正確性、有效性、完整性的問題。例如人口數，都是從戶籍資料而來，會遇到「籍在人不在」的情形，也因此可能產生分析上的不正確性。再如，政府開放資料中，會有一些極少數的資料，因為缺乏地址與座標，因而無法被納入分析當中，這也會影響分析結果。況且，礙於資料的可及性，本研究未將「性別」納入人口社經易感性面向的指標，除了現有災害避難收容處所資料本身已涵蓋部分的教會、宮廟等「宗教信仰組織」(faith-based organization)，本研究也未能將完整的宗教信仰組織資料納入避難資源的空間分析，也會影響本研究各構面的效度。另外像是每個里的個人防護裝備數量、無線對講機數量、通訊系統數量，甚至是參與防災教育訓練講習的人次與效果等與村里自身能力條件的資料，抑或各里民眾之社會心理健康指標，也較難取得，也成為本次研究分析時的遺憾。若未來可取得精確的資料，可作為後續研究提升效度的精進方向。此外，目前各構面再分類分析當中，並未賦

予權重，無法根據實務上的經驗進行權重的辨識與分析，未來可以考慮納入權重的概念來進行分類。再者，本研究利用脆弱性的架構結合目前可取得的資料，針對新北市各里進行綜合性的分類，而這種分類法將各里納入幾個不同的類別進行歸類，針對每個類別提出可能的建議，但可能會忽略各里的更細微或獨特的差異性。未來實務上可考慮以各里為分析對象，根據每項指標的高低來確認每個里的風險與可能需要的應對策略。

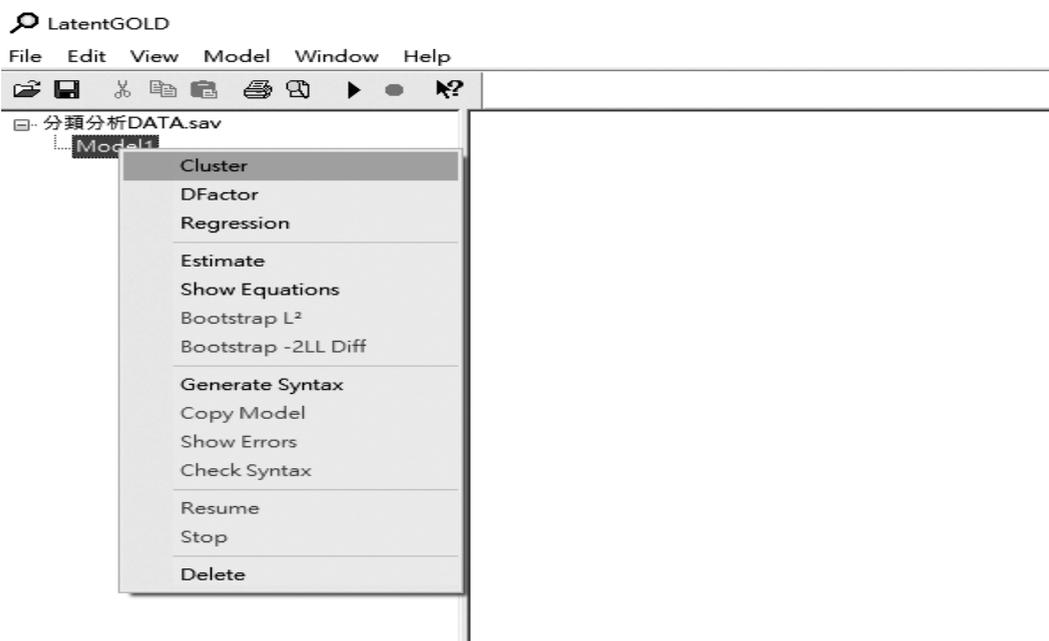
最後，有關行政資料，其通常被定義為由行政系統運作中所產生的資料，是政府機關為著進行註冊、交易、記錄、保存等目的蒐集而來，往往跟服務遞送有關。這些資料可以從大量的管理系統中取得，例如教育、醫療保健、稅收、房屋、車輛牌照等。行政資料的來源，還包括來自民眾登記的資料，例如出生、死亡和婚姻、選舉登記和全國人口普查等。儘管這些行政資料還沒有在「大數據」(big data)討論的核心當中，但實際上符合大數據的定義。總之，行政資料是來源龐大且複雜的量化資料，而且這些資料主要是為了研究以外的目的而產生的，但在某些國家或地區，例如挪威、芬蘭和瑞典等，研究人員已經常年在使用各種的行政資料，英國和美國最近將行政資料運用於研究的可用性也不斷提高，代表了社會科學資料基礎建構的變革正在發生。未來，臺灣災害防救的相關研究，若可以一面結合行政資料的充實與開放，另一面運用不同的分析工具與方法，將能產生出更多具有意義與不同視角的研究成果。

附錄一：潛在全象分析操作步驟

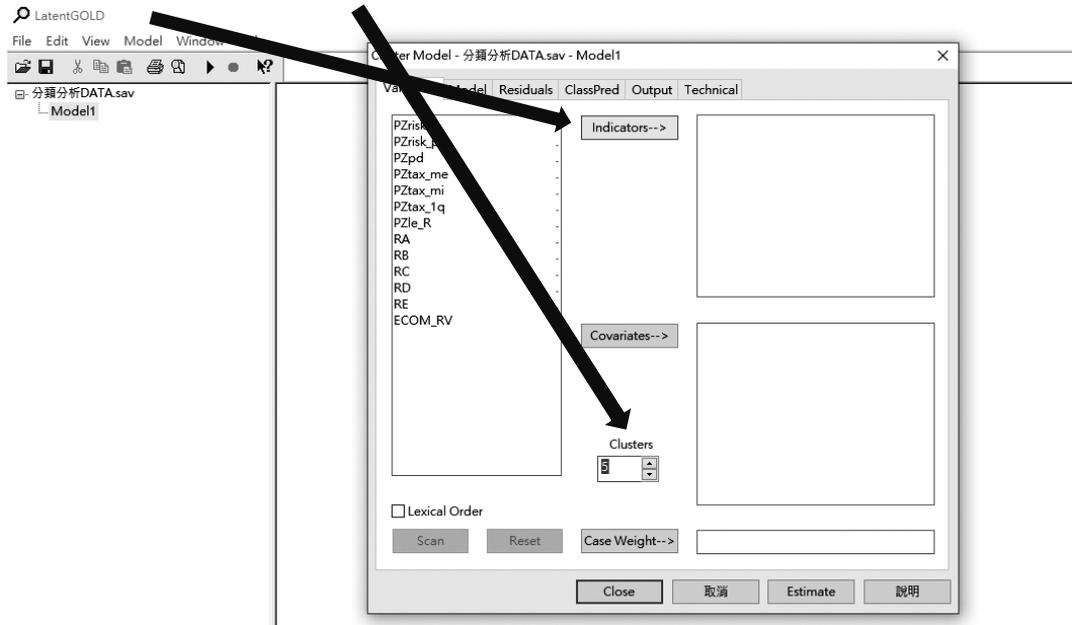
1. 開啟軟體並載入分析資料（Latent GOLD 可讀取 SPSS 的資料檔）



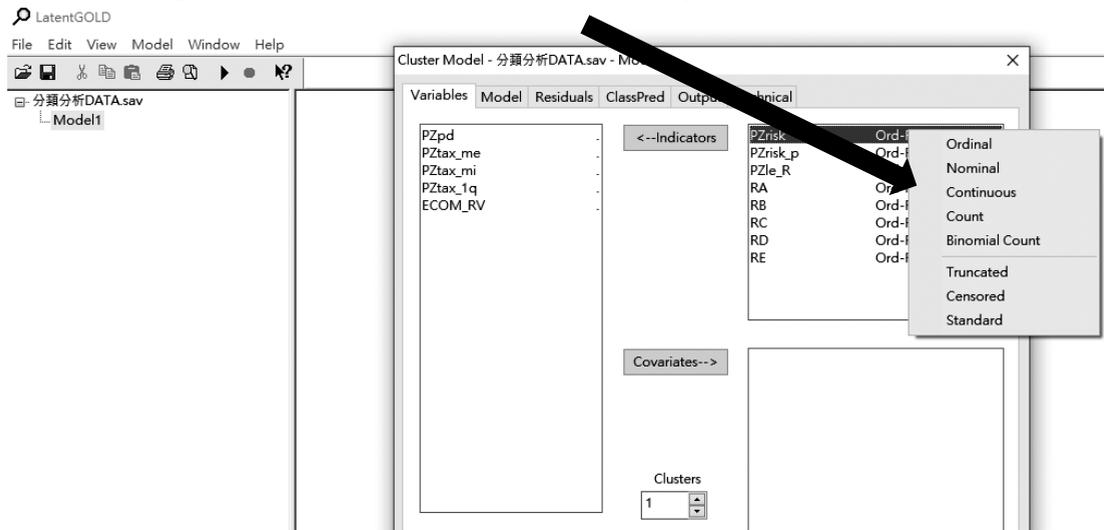
2. 在輸入資料上（Model1）點選滑鼠右鍵選擇 Cluster 進行分群



3. 加入變項與設定分群數



4. 調整輸入變項測量水平為 **Continuous** (連續變項)



5. 點選 **Estimate** 取得結果

The screenshot shows the Latent GOLD software interface. On the left, there is a control panel with a dropdown menu set to '5', a 'Case Weight-->' field, and three buttons: 'Close', '取消', and 'Estimate'. A large black arrow points from the 'Estimate' button to the right. On the right side, the '5-Cluster Model' output window is open, displaying various statistical results.

5-Cluster Model				
Number of cases	1632			
Number of parameters (fixed)	84			
Activated constraints	0			
Random Seed	519136			
Best Start Seed	456679			
Log-likelihood Statistics				
Log-likelihood (LL)	26740.1916			
Log-prior	-77.8117			
Log-posterior	-26818.0000			
BIC (Based on LL)	77043.1005			
AIC (Based on LL)	71628.2002			
AIC3 (Based on LL)	71712.2002			
CACIC (Based on LL)	72127.1005			
Classification Statistics				
Classification errors	0.9652			
Reduction of errors (Lambda)	0.9102			
Entropy R-squared	0.8099			
Standard R-squared	0.8005			
Classification log-likelihood	20080.3738			
AIC	72062.4417			
Classification Table				
Model	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4
Probabilistic	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4
Cluster1	286.8461	18.4016	0.0000	5.3205
Cluster2	0.7420	285.6029	1.8571	3.3788
Cluster3	0.1206	1.4346	180.9743	1.9429
Cluster4	0.2901	3.1602	3.3462	126.2627
Cluster5	0.0000	0.6554	0.0000	0.0000
Total	284.0000	282.0000	210.0000	131.0000

參考文獻

一、中文部分

- 王价巨，2017，〈社區韌性與災害管理〉，王价巨（主編），《災害管理：13 堂專業的必修課程》，臺北市：五南，頁 51-75。
- 王俊元，2019，《協力災害治理：韌性系統建構與網絡管理策略》，臺北市：五南出版。
- 吳杰穎、江宜錦，2008，〈台灣天然災害統計指標體系建構與分析〉，《地理學報》，51：65-84。
- 吳杰穎、邵珮君、林文苑、柯于璋、洪鴻智、陳天健、陳亮全、黃智彥、詹士樑、薩支平，2007，《災害管理學辭典》，臺北市：五南。
- 吳杰穎、黃昱翔，2011，〈颱風災害脆弱度評估指標之建立：以南投縣水里鄉為例〉，《都市與計劃》，38（2）：195-218。
- 李天申、周韻采，2014，〈重大災害資訊治理模式之交易成本分析〉，《政治科學論叢》，59：91-118。
- 李宗勳，2005，〈從全球化觀點看政府公共安全治理模式〉，《法政學報》，18：1-48。
- 李宗勳，2011，〈以社會經濟脆弱性因子分析建構社區災害的回復力〉，《中央警察大學學報》，48：21-56。
- 李欣輯、楊惠萱，2012，〈坡地災害社會脆弱度指標評估與應用〉，《都市與計劃》，39（4）：375-406。
- 李堅明、陳建智，2010，〈台灣脆弱性指標建構與評估之研究〉，《都市與計劃》，37（1）：71-96。
- 林文苑、洪啟東，2017，〈台灣本島網格化災害脆弱度空間分佈評估與 OWA 分析應用〉，《地理學報》，87：39-78。
- 林宗弘、蕭新煌、許耿銘，2018，〈邁向世界風險社會？台灣民眾的社會資本、風險感知與風險因應行為〉，《調查研究—方法與應用》，40：127-166。
- 林冠慧、林宗弘、胡伯維、張宜君、葉錦勳、詹忠翰、劉季宇，2017，〈地震、屋毀與傷亡：集集地震風險的因果分析〉，《都市與計劃》，44（1）：83-112。
- 林冠慧、張長義，2015，〈脆弱性研究的演變與當前發展〉，《地理學報》，77：49-82。
- 張四明，2014，〈地方政府發展災變服務協力網絡的挑戰與展望：莫拉克風災個案探討〉，蘇彩足（主編），《地方治理之趨勢與挑戰：台灣經驗》，臺北市：財團法人臺灣民主基金會，頁 199-231。

- 張四明、王瑞峰，2013，〈台灣重大災害災情查通報系統運作之經驗分析〉，《復旦公共行政評論》，10：147-168。
- 張學聖、劉佩佳，2015，〈考量空間關聯之地區洪災脆弱性研究以雲林縣易淹水地區為例〉，《地理學報》，79：1-29。
- 張鎧如，2018，〈初探我國地方政府從事災害防救組織協力之動機：理論與實務的比較〉，《公共行政學報》，54：79-125。
- 許耿銘，2017，〈都市水患風險脆弱性之初探：臺南市空間與非空間因素的分析〉，《政治科學論叢》，74：149-191。
- 郭彥廉、蕭代基，2009，〈天然災害脆弱性與社經脆弱性因子介紹〉，《國研科技》，22：99-101。
- 陳怡臻、李欣輯、蘇文瑞、蔡元芳，2011，〈利用層級分析法建置屏東沿海地區之水災脆弱性地圖〉，《臺灣水利》，59（4）：30-46。
- 陸宛蘋、廖興中、張鎧如、李天申，2017，〈災害救助資源整合網絡先導性研究〉，衛生福利部委託研究計畫（MOHW106-SAASW-W-114-000002）。
- 楊永年，2009，〈八八水災救災體系之研究〉，《公共行政學報》，32：143-169。
- 潘穆嫻、林貝珊、林元祥，2016，〈韌性研究之回顧與展望〉，《防災科學》，1：53-78。
- 蕭新煌、許耿銘，2015，〈探析都市氣候風險的社會指標：回顧與芻議〉，《都市與計劃》，42（1）：59-86。
- 蘇文瑞、徐百輝、吳上煜、黃俊宏、葉家承、周恆毅、周學政，2010，〈空間資訊科技於災害防救之應用—以颱風災害應變為例〉，《前瞻科技與管理》，特刊：29-46。

二、英文部分

- Abdalla, R. 2017. "Status of Spatial Analysis for Urban Emergency Management." In S. Pirasteh, and J. Li eds., *Global Changes and Natural Disaster Management: Geo-information Technologies*. New York: Springer, 191-209.
- Adger, W. N. 2006. "Vulnerability." *Global Environmental Change*, 16 (3): 268-281.
- Adger, W. N., B. Nick, and G. Bentham. 2004. *New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity*. Oxford: Tyndall Centre Press.
- Amrhein, C. G. 1995. "Searching for the Elusive Aggregation Effect: Evidence from Statistical Simulations." *Environment and planning A*, 27(1): 105-119.
- Birkmann, J. 2011. "First-and Second-order Adaptation to Natural Hazards and Extreme Events in the Context of Climate Change." *Natural Hazards*, 58(2): 811-840.
- Brooks, N., W. N. Adger, and P. M. Kelly. 2005. "The Determinants of Vulnerability and Adaptive Capacity at the National Level and the Implications for Adaptation." *Global Environmental Change*, 15(2): 151-163.

- Cova, T.J. 1999. "GIS in Emergency Management." In P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D.W. Rhind eds., *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*. New York: John Wiley and Sons, 845-858.
- Cutter, S. L. 1996. "Vulnerability to Environmental Hazards." *Progress in Human Geography*, 20(4): 529-539.
- Cutter, S. L. 2003. "GI science, Disasters, and Emergency Management." *Transactions in GIS*, 7(4): 439-446.
- Cutter, S. L., L. Barnes, M. Berry, C. Burton, E. Evans, E. Tate, and J. Webb. 2008. "A Place-based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters." *Global Environmental Change*, 18(4): 598-606.
- Eakin, H., and A. L. Luers. 2006. "Assessing the Vulnerability of Social-environmental Systems." *Annual Review of Environment and Resources*, 31: 365-394.
- Eakin, H., and L. A. Bojorquez-Tapia. 2008. "Insights into the Composition of Household Vulnerability from Multicriteria Decision Analysis." *Global Environmental Change*, 18(1): 112-127.
- Füssel, H. M. 2007. "Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research." *Global environmental change*, 17(2): 155-167.
- Gallopin, G. C. 2006. "Linkages Between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity." *Global Environmental Change*, 16(3): 293-303.
- Helmer, M., and D. Hilhorst. 2006. "Natural Disasters and Climate Change." *Disasters*, 30(1): 1-4.
- Hinkel, J. 2011. "Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity: Towards a Clarification of the Science-policy Interface." *Global Environmental Change*, 21(1): 198-208.
- Kasperson, R. E., N. F. Pidgeon, and P. Slovic. (Eds.). 2003. *The Social Amplification of Risk*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kates, R. W., W. C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C. C. Jaeger, I. Lowe, J. J. McCarthy, H. J. Schellnhuber, B. Bolin, N. M. Dickson, S. Faucheux, G. C. Gallopin, A. Grubler, B. Huntley, J. Jäger, N. S. Jodha, R. E. Kasperson, A. Mabogunje, P. Matson, H. Mooney, B. Moore III, T. O'Riordan, and U. Svedin. 2001. "Sustainability Science." *Science*, 292(5517): 641-642.
- Kelly, P. M., and W. N. Adger. 2000. "Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation." *Climatic Change*, 47(4): 325-352.
- Luers, A. L., D. B. Lobell, L. S. Sklar, C. L. Addams, and P. A. Matson. 2003. "A Method for Quantifying Vulnerability, Applied to the Agricultural System of the Yaqui Valley, Mexico." *Global Environmental Change*, 13(4): 255-267.

- Luo, W., and F. Wang. 2003. "Measures of Spatial Accessibility to Health Care in a GIS Environment: Synthesis and a Case study in the Chicago Region." *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(6): 865-884.
- McEntire, D. A. 2000. "Sustainability or Invulnerable Development? Proposals for the Current Shift in Paradigms." *Australian Journal of Emergency Management*, 15(1): 58-61.
- McEntire, D. A. 2005. "Why Vulnerability Matters: Exploring the Merit of an Inclusive Disaster Reduction Concept." *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 14(2): 206-222.
- McEntire, D. A. 2015a. *Disaster Response and Recovery: Strategies and Tactics for Resilience*. New Jersey: John Wiley and Sons Press.
- McEntire, D. A. 2015b. "An Evaluation of Risk Management and Emergency Management: Relying on the Concept of Comprehensive Vulnerability Management for an Integrated Perspective." In U. Fra. Paleo ed., *Risk Governance: The Articulation of Hazard, Politics, and Ecology*. Dordrecht: Springer, 201-210.
- McEntire, D. A., C. Fuller, C. W. Johnston, and R. Weber. 2002. "A Comparison of Disaster Paradigms: The Search for a Holistic Policy Guide." *Public Administration Review*, 62(3): 267-281.
- Mileti, D. 1999. *Disasters by Design: A Reassessment of Nature Hazards in the United States*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press.
- Morrow, B. H. 1999. "Identifying and Mapping Community Vulnerability." *Disasters*, 23(1): 1-18.
- O'Brien, K., R. Leichenko, U. Kelkar, H. Venema, G. Aandahl, H. Tompkins, A. Javed, S. Bhadwal, S. Barg, and J. West. 2004. "Mapping Vulnerability to Multiple Stressors: Climate Change and Globalization in India." *Global Environmental Change*, 14(4): 303-313.
- Parry, M., M. L. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. Van der Linden, and C. Hanson (Eds.). 2007. *Climate Change 2007-impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC (Vol. 4)*. NY: Cambridge University Press.
- Schipper, L., and M. Pelling. 2006. "Disaster Risk, Climate Change and International Development: Scope for, and Challenges to, Integration." *Disasters*, 30(1): 19-38.
- Schröter, D., C. Polsky, and A. G. Patt. 2005. "Assessing Vulnerabilities to the Effects of Global Change: An Eight Step Approach." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 10(4): 573-595.

- Turner II, B. L., R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. J. McCarthy, R. W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J. X. Kasperson, A. Luerse, M. L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher, and A. Schiller. 2003. "A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14): 8074-8079.
- Van Aalst, M. K. 2006. "The Impacts of Climate Change on the Risk of Natural Disasters." *Disasters*, 30(1): 5-18.
- Vermunt, J. K., and J. Magidson. 2002. "Latent Class Cluster Analysis." *Applied Latent Class Analysis*, 11: 89-106.
- Wisner, B., and H. R. Luce. 1993. "Disaster Vulnerability: Scale, Power and Daily Life." *GeoJournal*, 30(2): 127-140.
- Zakour, M. J., and D. F. Gillespie. 2013. *Community Disaster Vulnerability : Theory, Research, and Practice*. New York: Springer.

Comprehensive Vulnerability Management Framework of Village Vulnerability Assessment to Floods and Landslides in New Taipei City: A Preliminary Empirical Study

Hsin-Chung Liao*

Kai-Ju Chang**

Tien-Shen Li***

Abstract

Community-based hazard vulnerability assessments have gradually become a critical research topic, which attracts public administration scholars who focus on emergency management and disaster policy. This paper adopts the concept of comprehensive vulnerability management and applies McEntire's (2005) theoretical framework to conduct village-based floods and landslides vulnerability assessment in New Taipei City by using Latent Profile Analysis. Indicators and measures in each dimension are public available records from official datasets or governmental open data platform. Total 1,032 villages in New Taipei City are clustered as different groups based on their characteristics related to vulnerability to floods and landslides. The findings show 27 villages are particularly vulnerable to both hazards. We propose five suggestions to enhance those villages' disaster response capability. Firstly, the city government should organize a

* Associate Professor, Department of Public Administration, National Chengchi University. E-mail: kchang@nccu.edu.tw.

** Associate Professor, Department of Public Administration, National Chengchi University. E-mail: kchang@nccu.edu.tw (Corresponding author).

*** Assistant Professor, Department of Social and Public Affairs, University of Taipei. E-mail: tienshen@utapei.edu.tw.

cross-functional team to develop response strategies and plans about these vulnerable villages. Secondly, resource accessibility related to sheltering, rescuing, goods and materials, medical services, and long-term care services in these villages should be enhanced. Thirdly, the idea of disaster-resilience community should be promoted and implemented to these village residents to increase their disaster risk awareness. Fourthly, resource availability of goods and materials, medical services, and long-term care services in mountain and coastal areas need to be improved. Fifthly, governments at all levels should cooperate with each other closely to certify all disaster-prevention infrastructures function properly.

Key Words: comprehensive vulnerability management, latent profile analysis, village vulnerability to floods and landslides, resource accessibility, New Taipei City

