

臺北市全災害 - 地震、水災、土石流之風險分析

潘宗毅⁽¹⁾ 李佳晏⁽²⁾ 陳力豪⁽³⁾ 王嘉和^{(4)*}

摘要

隨著氣候變遷的影響，臺北市近年來頻繁發生極端天氣事件，包括高溫、暴雨、乾旱等災害，同時，中央氣象署警告臺灣與整個太平洋火環帶可能進入「地震活躍期」，首都直下型地震的風險引起了對城市災防韌性的關切。因此本研究旨在建立臺北市全災害風險分析框架，並應用於強化城市的災防韌性。本研究進行了風險分析，應用聯合國國際減災戰略署和國家防災科技中心提供的韌性城市分析模式，評估臺北市的抗災能力。透過建立全災害風險分析框架，以臺北市常見的天然災害為例進行分析，將結果納入地區災害防救計畫，以提供相關單位優化防災工作。

在分析中，專注於臺北市有能發生的地震、水災、土石流災害，並將分析結果結合韌性城市評估指標，以確認全災害風險分析框架的實用性。透過專家座談會和研討會的方式，本研究獲得了有價值的建議，並將分析成果納入臺北市地區災害防救計畫中。研究結果顯示，風險分析框架主要聚焦於風險評估，強調將結果應用於政策規劃，為防災相關機構提供風險管理的基礎。具體而言，框架由災害潛勢和社會脆弱度經量化後相乘得出災害衝擊度，並繪製風險矩陣圖。社會脆弱度的評估依據國家防災科技中心的減災動資料，涉及暴露量、減災整備、應變及復原等方面。

進一步分析社會脆弱度的結果顯示，一些社區的防災弱勢族群人數較高，因此社會福利系統可優先考慮將其納入防災輔導。針對特定災害情境，如地震、水災、土石流，詳細估算了其發生機率，並提出相應的建議，如私有建築物的耐震補強和淹水區域的工程改善。最終，本研究提供了一個全面的災害風險分析框架，可供臺北市地方政府和相關機構優化災害防救工作，以提升城市的災防韌性。

(關鍵詞：風險分析、地震、水災、土石流)

(1) 國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心副研究員

(2) 國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心研究助理

(3) 國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心研究助理

(4) 國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心副研究員 (通訊作者 email: wangchiaho@ntu.edu.tw)

Analysis of all natural disaster-Earthquakes, Floods, Debris Flow risks in Taipei City

Tsung-Yi Pan⁽¹⁾ *Jia-Yan Li*⁽²⁾ *Li-Hao Chen*⁽³⁾ *Chia-Ho Wang*⁽⁴⁾

Master Student⁽¹⁾ Assistant Professor⁽³⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

Master Student⁽²⁾, Department of Civil Engineering National Taiwan University, Taiwan

ABSTRACT

With the impact of climate change, Taiwan's Taipei City has been experiencing frequent extreme weather events, including high temperatures, heavy rainfall, and droughts, significantly disrupting the stability of urban life. Additionally, the Central Weather Administration warns that Taiwan, situated in the Pacific Ring of Fire, may have entered a "seismically active period," heightening the risk of a catastrophic earthquake. The resilience of the city's disaster prevention and response will determine the speed and quality of post-disaster recovery. Hence, it is imperative to establish a comprehensive disaster risk analysis framework tailored to the city's specific characteristics. This study aims to explore international methodologies for disaster risk analysis, integrating them with the localized features of Taipei City to construct a suitable framework for a comprehensive disaster risk assessment. The study applies the resilience city analysis model provided by the United Nations International Strategy for Disaster Reduction and the National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR) to evaluate the city's resilience. The focus is on enhancing organizational preparedness, risk identification, financial strategies, urban development, natural environment, systems, social capacity, infrastructure, emergency response, and recovery in the face of various disasters.

Through the establishment of the comprehensive disaster risk analysis framework, common natural disasters in Taipei City are analyzed as examples. The results are incorporated into the regional disaster prevention and rescue plan, serving as a basis for relevant authorities to refine disaster management efforts. This study, in its final report phase, has completed literature reviews and the establishment of the all-hazard risk analysis framework. Case studies on earthquake, water-related disasters, debris flow, and large-scale collapses have been conducted. Expert seminars and workshops have further validated and promoted the project's findings, eventually integrating them into the regional disaster prevention and rescue plan. Key findings and recommendations include a focus on risk assessment for policy planning, utilizing the risk matrix to quantify disaster impact by multiplying hazard intensity and social vulnerability. The social vulnerability index was computed based on NCDR's disaster reduction data, covering exposure, disaster reduction preparedness, response, and recovery. The analysis revealed that

communities ranking high in social vulnerability are characterized by a significant population of vulnerable groups, prompting suggestions for social welfare systems to prioritize disaster-prone populations.

The research quantified probabilities of earthquake, water-related disasters, debris flow, and proposed specific measures, such as seismic reinforcement for aged or structurally deficient buildings and engineered improvements for flood-prone areas. The study also called for a deeper examination of various causes contributing to disasters, such as ground acceleration and soil liquefaction during earthquakes, emphasizing the need to revise the risk analysis framework to encompass a comprehensive evaluation of single disasters with multiple causes. In conclusion, this study contributes a valuable and comprehensive disaster risk analysis framework tailored for Taipei City. The framework, coupled with specific case analyses, provides actionable insights for local authorities and relevant organizations to optimize disaster preparedness and enhance the city's overall resilience.

(Keywords: Risk analysis, Earthquakes, Floods, Debris Flow)

一、前言

東京都地域防災計畫最早編定於 1973 年(東京都広報, 1973), 後續經過多次修訂, 該計畫應對地區可能發生的各種災害, 並確保市民的安全和福祉。並考慮了各種自然災害, 如地震、洪水、颱風、火災等, 並包含了相應的防災措施和應急預案。東京都地域防災計畫的目的是透過全面的規劃和準備, 確保在災害發生時能夠迅速、有效地應對, 減少損失和危害, 保護市民的生命和財產安全。由於地區災害風險的不斷變化, 地區災害防救計畫需要每二年依災害防救法第 22 條第 2 項、第 23 條第 2 項、第 27 條第 2 項、第 36 條第 2 項規定、災害防救計畫、地區災害發生狀況、災害潛勢特性等, 進行勘查、評估、檢討, 以確保其持續有效, 因此於首都臺北市亦應該考量全災害的風險評估, 而臺北市法定災害包含風災、水災、土石流及大規模崩塌災害、地震、旱災、空難、重大陸上交通事故、火災及爆炸、熱浪、森林火災、火山…等。

目前對於風險地圖定義之研究及國內外文獻中, 各個學者針對風險公式定義雖並非完全一致(Hammer, 1972、UNDHA, 1992、Alexander, 2000), 依據 Benouar and Mimi (2001)、de Leon and Carlos (2006)、Kannami and Takeuchi (2008)、De Bruijn and Klijn (2009)、Roberts et al.(2009)的研究顯示在 2000 年起對於風險定義趨於一致(經濟部水利署, 2010), 其形式大都為危害度與脆弱度之乘積, 將災害風險地圖視為危害地圖及脆弱度地圖的綜合地圖, 例如在淹水危害度地圖中顯示的高危害地區, 可能在脆弱度地圖中顯

示為低脆弱度區, 代表此地區易發生淹水災害, 但不容易造成重大損失; 若在淹水危害度地圖中顯示為中危險地區, 而脆弱度地圖顯示為高脆弱度地區, 代表此地區雖較不容易發生淹水, 但若發生淹水災害會造成嚴重損失。災害風險度地圖之製作目的即在於同時捕捉危害度及脆弱度兩者的綜合訊息反應, 其應用層面, 可推廣至政府相關單位作國土規劃、防減災工程用途等; 在災害防治應變時, 可以提供防災器材預先布置、人員撤離疏散、判別災害規模、及災害防救相關單位進行防災應變決策與災中應變的調適策略等。

所謂風險(Risk), 意指固定時間內特定事件所帶來之危害程度的期望值。災害風險分析主要在估計災害發生的機率、影響程度與空間分佈特性, 它包含風險因子之界定 (identification of risk factor)、危害度分析 (hazard analysis)、脆弱度因子分析 (vulnerability analysis) 與風險等級之估計 (estimates level of risk) 等步驟, 分析災害對空間所造成之影響與衝擊, 估計個別災害之風險因子。

二、研究方法

本研究建構之風險評估模式, 是基於英國國家風險清冊 (National Risk Register, 2020.) 及美國洛杉磯地區災害減災計畫 (2018) 之危害度與脆弱度之交互作用而計算出一個地區受到特定災害威脅之衝擊, 方程式(1)、(2)如下:

$$\text{Imp} = H \times V \quad (1)$$

$$R = \text{Imp} \times P(I) \quad (2)$$

其中，Imp 代表 Impact，災害衝擊；H 代表 Hazard，災害危險度；V 代表社會脆弱度；P(I)代表災害衝擊 I 的發生機率；R 代表 Risk，災害風險。

本研究以天然災害及較高發生於臺北市之災害優先，透過查閱相關文獻及各災害業務主管機關所進行的分析模擬，對各項災害於臺北市的發生機率進行探討。地震參考山腳斷層相關地動模擬及報告；水災以降雨重現期及第三代淹水潛勢圖(2016)等資料進行探討；土石流及大規模崩塌災害除了降雨之外，也一併將土石流潛勢溪流防洪標準納入考量。

2-1、危害度

(1) 地震

地震危害度參考 111 年臺北市參與內政部消防署「以境況模擬為基礎」之示範地區災害防救計畫，以「山腳斷層南段規模 6.6 大規模地震情境模擬案及災損推估」(2018)之震度推估設定為震災危害度之主要項目，如圖 1 所示。

本研究參考臺灣地震模型 (Taiwan Earthquake Model) 研究團隊，在 109 年提出最新的機率式地震風險評估 (PSHA) 製作出「未來 50 年臺灣孕震構造發震機率圖」(2020)；臺灣本島發生規模大於 6.5 機率，北臺灣為 40%、中臺灣為 31%、南臺灣為 75% 及東臺灣為 95%，顯示未來 50 年臺灣本島內有較高機率再次面臨規模 6.5 以上之地震災害；而穿越臺北市與新北市的山腳斷層未來 50 年臺北市發生規模大於 7.0 地震之機率為 6%，但臺灣其他地區若發生大規模地震亦可

能引起大臺北地區發生強震，如 2024 年 0403 花蓮地震於臺北市亦有 5 弱的震度，因此本計畫以未來 50 年北臺灣發生大於 6.5 機率為 40%，作為臺北市發生規模大於 6.5 地震之機率，其每年 0.008。

(2) 水災

水災危害度主要針對經濟部水利署 24 小時累積雨量：200mm、350mm、500mm、650mm 之淹水潛勢圖，以及臺北市政府水利處製作之 1 小時累積雨量：78mm、100mm、130mm 之淹水模擬圖進行分析。並選擇潛勢圖中淹水深度 30 公分以上的區域進行分析，如圖 2 至圖 8 所示。並參考水利署民國 106 年「台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析」之分析雨量站資料，計算出雨量站之降雨頻率分析結果，再藉由各雨量所對應的雨量進行發生機率值轉換。

(3) 土石流及大規模崩塌

土石流及大規模崩塌依據中央地質調查所於 106 年至 110 年潛在大規模崩塌精進判釋暨補充調查成果及水保署 111 年公告 36 處優先辦理潛勢區。由於臺北市內並無大規模崩塌災害潛勢地區，故本項危害度主要為臺北市境內之土石流影響範圍圖，如圖 9 所示。利用警戒雨量值進行評估，其發生機率與水災相同，為利用土石流警戒值進行機率轉換，參考水利署民國 106 年「台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式參數分析」之分析結果進行發生機率值轉換。

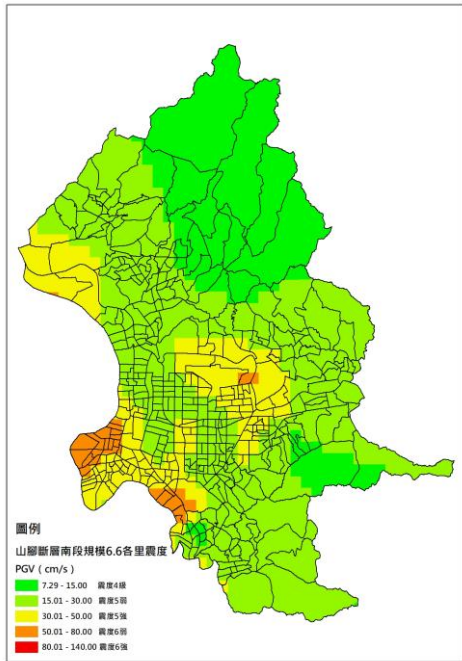


圖 1、山腳斷層 6.6 規模臺北市各里震度圖

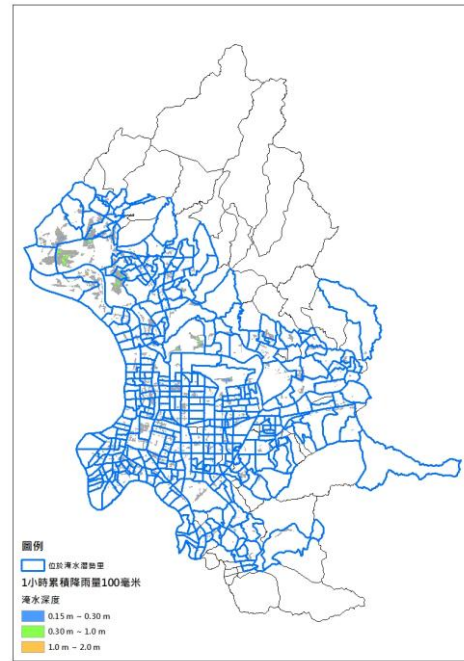


圖 3、臺北市 1 小時 100 毫米淹水模擬圖

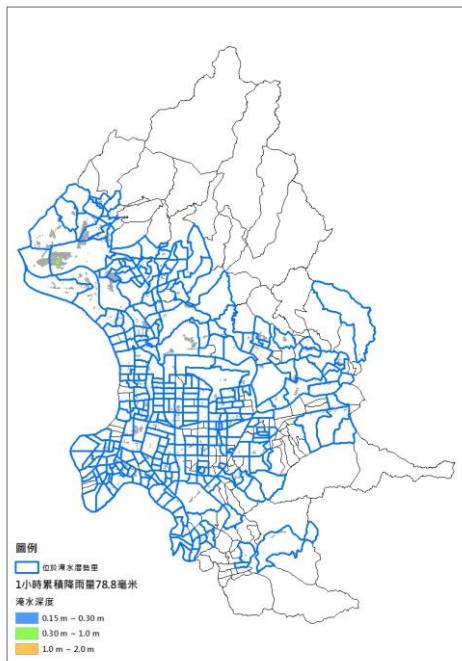


圖 2、臺北市 1 小時 78.8 毫米淹水模擬圖

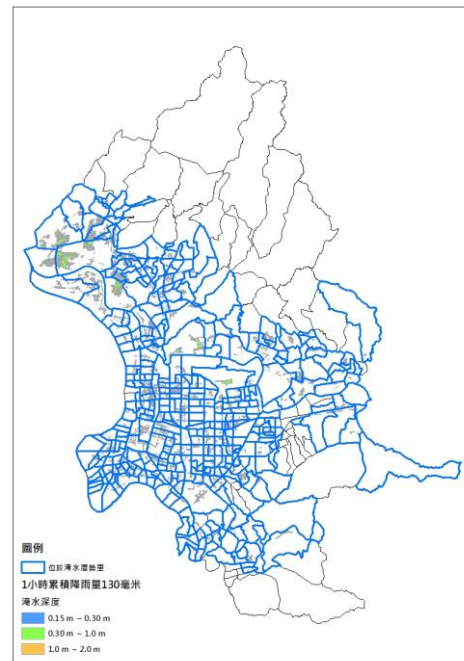


圖 4、臺北市 1 小時 130 毫米淹水模擬圖

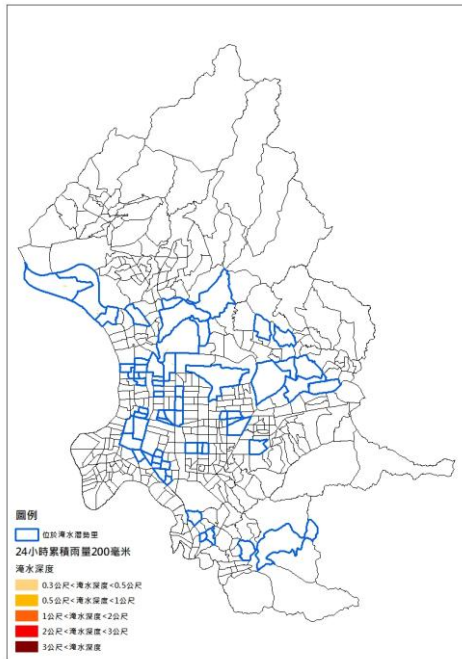


圖 5、水利署 24 小時 200 毫米淹水潛勢圖

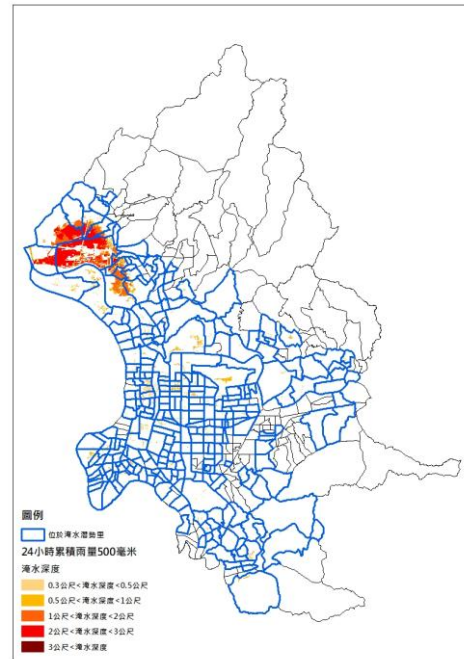


圖 7、水利署 24 小時 500 毫米淹水潛勢圖

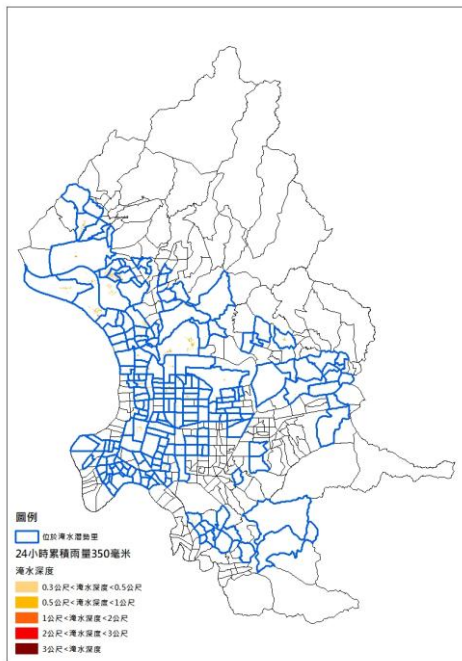


圖 6、水利署 24 小時 350 毫米淹水潛勢圖

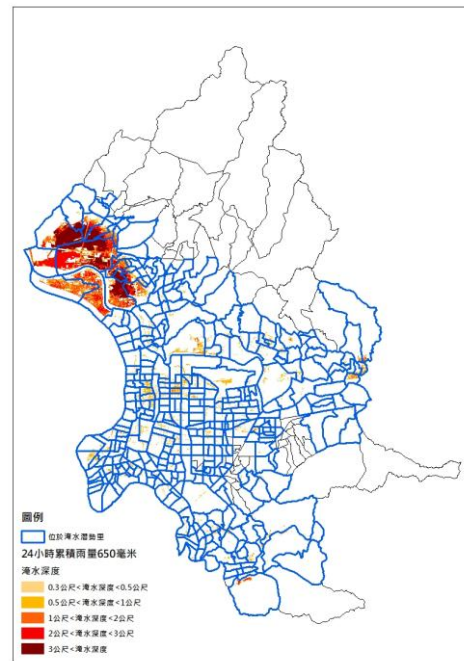


圖 8、水利署 24 小時 650 毫米淹水潛勢圖

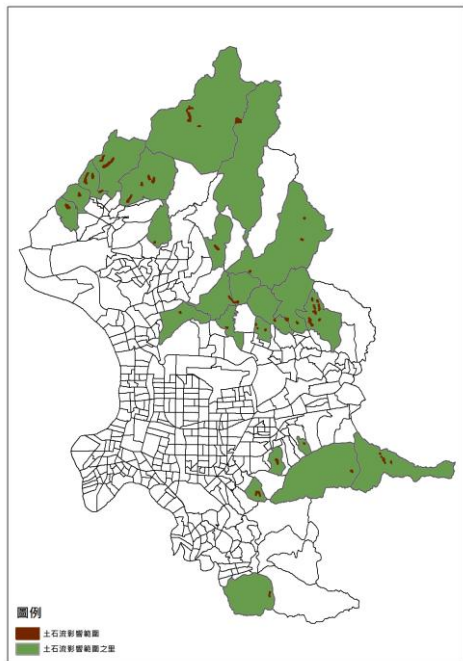


圖 9、臺北市土石流影響範圍圖

2-2、脆弱度

本研究參考國家災害防救科技中心(以下簡稱 NCDR)建置之減災動資料網站(DRRstat)所列之社會脆弱度(Social Vulnerability)相關指標進行分析(2013)。減災動資料之社會脆弱度評估指標(Social Vulnerability Index for Disasters, SVID)，為量化社會情境(政府治理/經濟/人口結構等)，在面對天然災害衝擊時，可能遭受損害的程度，以及該地區可能具有的因應、抵抗及調適能力。社會脆弱度越高時，表示遭受災害時損失可能越高，同時抵抗與調適能力越弱。

減災動資料社會脆弱度評估指標整體架構分為四大分類(暴露量、減災整備、應變及復原)、12 個次項分類、32 個指標細項進行評估。

本研究依據減災動資料社會脆弱度架構，蒐整臺北市里層級之社會脆弱。由於部分里層級之政府代表性統計資料難以取得，故本研究將相關次項分類及指標同樣分為四大分類(暴露量、減災整備、應變及復原)、9 個次項分類，總計 18 個指標細項進行臺北市里層級社會脆弱度評估。其中正向(+)指標細項計有 10 項，負向(-)指標細項計有 8 項，如表 1 所示，由於每個層級計算之指標意義不同，並且指標細項單位不同，需透過標準化後才能綜合計算。

本計畫假設 i 為臺北市各里代號，故 $i=1, \dots, 456$ 。第 i 個里之社會脆弱度評估指標以 $SVID_i$ 表示。參考減災動資料架構，將社會脆弱度評估指標評估層級共三層，包括 j 種分類，各分類依序有 k 個指標次項，各指標次項有 l 個指標細項，故第 i 個里之第 j 種分類、第 k 個指標次項、第 l 個指標細項變數可表示為 $v_{i,j,k,l}$ 。

由於各變數之單位、尺度不同，且對於社會脆弱度之數值增減有正向及反向影響，故所有指標細項變數皆經過標準化後，方能綜合運算。其標準化可以下式(3)表示：

$$Z_{i,j,k,l} = \frac{v_{i,j,k,l} - \bar{v}_{j,k,l}}{SD_{j,k,l}} \times \delta_{j,k,l} \quad (3)$$

其中， $\bar{v}_{j,k,l}$ 及 $SD_{j,k,l}$ 分別代表 $v_{i,j,k,l}$ 之平均值及標準偏差， $\delta_{j,k,l}$ 代表指標正負方向。 $\delta_{j,k,l} = 1$ 代表該指標細項變數會增加社會脆弱度， $\delta_{j,k,l} = -1$ 代表該指標細項變數可降低社會脆弱度，使社會更具防災韌性。據此，第 i 個里之社會脆弱度評估指標 $SVID_i$ 可以下式(4)表示：

$$SVID_i = \frac{\sum_{j=1}^J \frac{\sum_{k=1}^{K_j} \frac{\sum_{l=1}^{L_{j,k}} z_{i,j,k,l}}{L_{j,k}}}{K_j}}{J} \quad (4)$$

其中， J 代表分類總數， K_j 代表第 j 分類之指標次項總數， $L_{j,k}$ 代表第 j 分類中第 k 個指標次項之指標細項總數。故 $\frac{\sum_{l=1}^{L_{j,k}} z_{i,j,k,l}}{L_{j,k}}$ 代表第 j 分類中第 k 個指標次項值， $\frac{\sum_{k=1}^{K_j} \frac{\sum_{l=1}^{L_{j,k}} z_{i,j,k,l}}{L_{j,k}}}{K_j}$

代表第 j 分類指標值。本研究中， $i = 1, \dots, 456$ ， $J=4$ ，指標次項共 $K_1 + K_2 + \dots + K_J = 9$ 個，指標細項變數共18個。

2-3、風險矩陣

透過上述量化指標，將相關資料點繪於風險矩陣上，X軸所代表是危害度指標的發生機率，Y軸則為平均衝擊等級，其平均衝擊等級是將各里風險除以臺北市456里的平均值作為指標。

表 1、臺北市各里社會脆弱度架構表

四大分類	次項分類	指標細項	脆弱度方向性	資料統計方式	資料來源
暴露量	人口	各里戶籍人口	+	實際人數	臺北市民政局
		土石流保全人口數	+	實際人數	臺北市大地工程處
		水災保全人口數	+	實際人數	臺北市水利工程處
減災整備	防治工程	重要公有設施數量	+	設施數量	國家地震工程研究中心、臺北市都市發展局、臺北市工務局、臺北市消防局、臺北市教育局、臺北市警察局、臺北自來水事業處等，本研究整理
		人工邊坡長/各里山坡地面積	-	公尺/平方公尺	臺北市大地工程處，本研究分析
		低耐震建物比率	+	低耐震建築物所佔百分比	國家地震工程研究中心，本研究分析
應變能力	災害弱勢	近2年土石流防災演練頻率	-	實際次數	臺北市大地工程處，本研究統計
		土石流防災專員人次訓練人次	-	人次/村里	臺北市大地工程處，本研究統計
		曾辦理過防災社區、水患社區、韌性社區	-	依據該里是否辦理過給分。有:1 無:0.5	臺北市大地工程處、臺北市水利工程處，本研究統計
應變能力	災害弱勢	獨居老人比率	+	各里獨居老人數/各里戶籍人口	臺北市社會局，本研究統計
		身心障礙人口比率	+	身心障礙人數/各里戶籍人口	臺北市社會局，本研究統計
		身障機構地址及實	+	實際人數	臺北市社會局

四大分類	次項分類	指標細項	脆弱度方向性	資料統計方式	資料來源
		實際安置住宿與日托人數			
		老人長期照顧、安養機構之地址及實際進住人數	+	實際人數	臺北市社會局
	救援	消防人數(含義消)比率	-	依據臺北市救災救護大隊負責之行政區分配。 救災救護大隊人力(消防人數+義消人數)/行政區戶籍人口×100%	臺北市消防局，本研究統計
		救災車輛數比率	-	依據臺北市救災救護大隊負責之行政區分配。 救災救護大隊救災車輛數/行政區戶籍人口×100%	臺北市消防局，本研究統計
	醫療	各區醫事人數比率	-	行政區之醫事人力(西醫師+護理師總數)/行政區戶籍人口×100%	臺北市衛生局，本研究統計
復原能力	家戶經濟	中低收入戶以及低收入戶人口比率	+	各里中低收入戶以及低收入戶人數/各里人口數×100%	臺北市社會局，本研究統計
	社會支持	有無成立發展協會	-	依據該里是否成立過給分。 有:1 無:0.5	臺北市社會局、臺北市各區公所，本研究統計

三、結果與討論

本研究將 18 個指標細項經標準化後，繪製成方盒圖，其結果如圖 10 所示。方盒圖的中間線代表中位數。一般而言，平均數是最常被使用做為數據的集中趨勢，但如果有極端值存在，平均數的代表性降低，則中位數就是最佳的集中趨勢代表。

據此，本計畫之指標細項中位數小於 0 之指標，代表超過一半之里該項指標數值小於全市之平均值，故有超過一半之社區該指標脆弱度低於平均脆弱度，其指標包括：人口數、土石流保全戶實居人數、水災保全戶實居人數、重要公有建築數量、獨老人數、身障人數、身障居住與日托人數、老長居住與日托人數、中低收及低收入戶人數、社區協會。本研

究為計算社會脆弱度分級，依據社會脆弱度分數最小值 (-0.881) 至最大值 (2.014) 之全距，均分為 5 等分，求得各分級之差值，計算方式如表 2 並將各里計算之社會脆弱度等級匯入臺北市各里圖層如圖 11 所示。

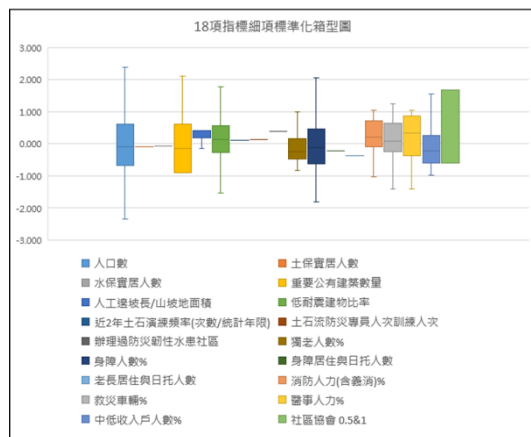


圖 10、臺北市脆弱度指標標準化之方盒圖

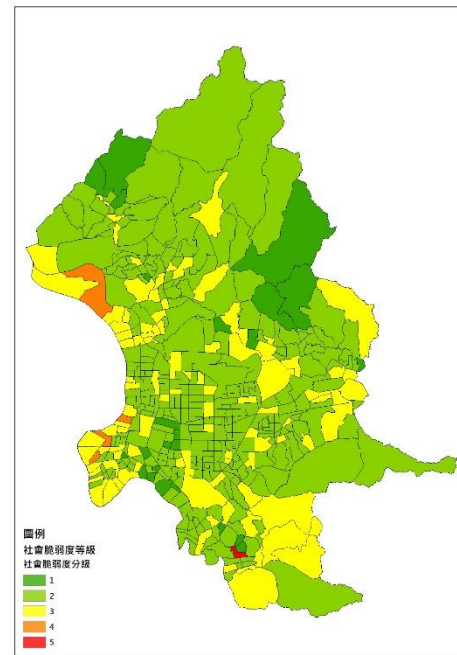


圖 11 臺北市各里社會脆弱度分級圖

表 2、臺北市各里社會脆弱度分級

最小值 (社會脆弱度越低)		-0.881
最大值 (社會脆弱度越高)		2.014
全距(最大值-最小值)		2.895
分為 5 等級每級差距(全距÷5)		0.579
社會脆弱度分級	等級 1	-0.881 至 -0.302
	等級 2	大於 -0.302 至 0.277
	等級 3	大於 0.277 至 0.856
	等級 4	大於 0.856 至 1.435
	等級 5	大於 1.435 至 2.014

本研究以地震、水災、土石流為例，將各里風險除以臺北市 456 里的平均值作為平均衝擊分級，並將平均衝擊分級(Y 軸)及發生機率(X 軸)繪製成風險矩陣圖，如所示。

除了臺北市全災害風險矩陣外，本研究也一併討論各災害類風險度 4 級以上里內的

衝擊分析，較能與實際情況進行結合，如圖 13 所示。其地震風險 4 級以上有 12 里，其中 5 級為萬華區青山里、萬華區綠堤里，其餘 4 級 8 個里分別為士林區福安里、萬華區和德里、萬華區萬壽里、萬華區柳鄉里、萬華區糖部里、萬華區西門里、萬華區富福里、萬華區菜園里、萬華區華江里、文山區明義里、萬華

區福星里；而水災風險 650mm/24 小時為例，沒有 5 級風險，而 4 級風險里有 4 個里分別為士林區福安里、中山區新生里、北投區吉慶里、北投區立賢里；而土石流沒有 4 級以上風險區域，最高風險為 3 級，分別為北投區秀山里、信義區松隆里、北投區桃源里、信義區泰和里、文山區明義里。

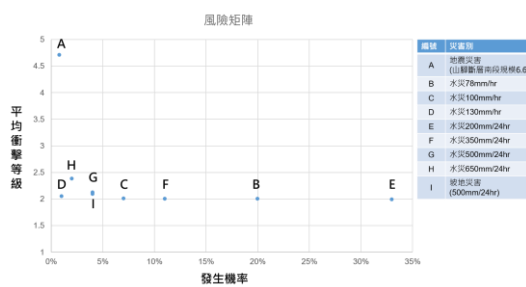


圖 12 臺北市全災害風險矩陣

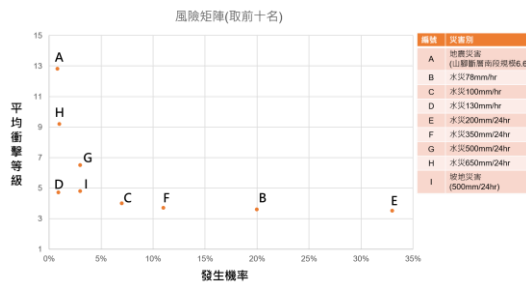


圖 13 臺北市全災害風險矩陣(取前十名)

針對各項災害所造成之衝擊，本研究提出相應對策如下：

3-1、地震

1. 第 5 衝擊等級之 2 個里(萬華區青山里、綠堤里)，危險度及脆弱度等級皆為 4，代表工程方法與非工程方法並重。

2. 工程方法：建物耐震補強或危老都更應優先考慮此區。

3. 非工程方法：加強里鄰災害應變小組的講習，透過社區學校強化防災宣導，針對獨居老人、身心障礙、中低收入戶等弱勢人口除平時列冊定期關懷外，災中應列優先關懷對象並必要時優先疏散撤離。

3-2、水災

3-2-1、24 小時 650 毫米情境

1. 第 4 衝擊等級之 4 個里(士林區福安里、中山區新生里、北投區立賢里、北投區吉慶里)，最高危險度為 5(中山區新生里、北投區吉慶里、北投區立賢里)及最高脆弱度為 4(士林區福安里)，代表此處衝擊受淹水面積影響較大，工程方法重於非工程方法。

2. 工程方法：提升社子島外水防洪符合 200 年洪水重現期之計畫堤頂高程，如士林區福安里。

3. 非工程方法：加強里鄰災害應變小組的講習，針對水災保全戶、獨居老人、身心障礙、中低收入戶等弱勢人口除平時列冊定期關懷外，災中應列優先關懷對象並必要時優先疏散撤離。

3-2-2、1 小時 130 毫米情境

1. 第 3 衝擊等級之 4 個里(中山區新生里、北投區吉慶里、文山區明義里、萬華區忠貞里)，最高危險度為 3(中山區新生里、北投區吉慶里)及最高脆弱度為 5(文山區明義里)，代表此處衝擊受社會脆弱度影響較大，非工程方法重於工程方法。

2. 工程方法：加強側溝的通暢性與雨水下水道水位并即時監控，確保其工程設施的功能性。
3. 非工程方法：加強里鄰災害應變小組的講習，針對水災保全戶、獨居老人、身心障礙、中低收入戶等弱勢人口除平時列冊定期關懷外，災中應列優先關懷對象並必要時優先疏散撤離。

3-3、土石流

1. 第3衝擊等級之5個里(北投區秀山里、內湖區大湖里、信義區松隆里、北投區桃源里、信義區泰和里)，衝擊成因之危害及脆弱佔比皆不同，故工程方法與非工程方法需因地制宜。
2. 工程方法：加強水土保持，降低上游土石裸露，安定抗沖、減量消能、引導淤積，填補崩場地裂縫、加強崩場地植生、設置沉砂池等。
3. 非工程方法：加強里鄰災害應變小組的講習，針對土石流保全戶加強宣導，若其中有獨居老人、身心障礙、中低收入戶等弱勢人口除平時列冊定期關懷外，災中應列優先關懷對象並必要時優先疏散撤離。

四、結論與建議

本研究以危害度、脆弱度並配合發生機率來進行風險分析，同時以全災害風險分析框架之建立，以地震災害、水災、土石流進行分析，有利於後續相關防救災規劃與檢討。

1. 經社區尺度社會脆弱度量化結果可知，臺北市社會脆弱度排名前十之社區主要原

因皆為防災弱勢族群人數偏高。據此，社福系統可優先考慮將防災弱勢族群納入個案輔導，進而透過非工程手段降低各社區之防災弱勢人口。

2. 以山腳斷層南段發生陸上型錯動所造成之地震情境進行分析，未來應優先盤點上述危害度落於4級(震度6弱)之社區內高屋齡或建物耐震不佳之建築，並強化私有建築物耐震補強之宣導，或提升社區內具防災意識民眾之比例(如防災士之培訓、韌性社區之推動)。
3. 水災的部分在24hr650mm的情境下進行案例分析，社子島及關渡平原一帶為重點易淹區域，未來應優先於危害度4級以上之地區進行雨水下水道的工程以及河川水流的洪患整治，並強化淹水情境的調適工作(如架設防水閘門、操作抽水機)，或提升社區內具防災意識民眾之比例(如防災士之培訓、水患自主防災社區之推動)。
4. 以土石流潛勢溪流進行案例分析，部分里內處於高危害度及高社會脆弱之問題，未來應優先盤點危害度高於3級之里內土石流潛勢溪流之巡勘、監測，並避免山坡地過度開發，或提升社區內具防災意識民眾之比例(如防災士之培訓、土石流防災社區之推動)。

五、參考文獻

1. 東京都(1973)，「東京都地域防災計画修正要旨の公表」，東京都広報，第4571号。
2. Hammer, W. (1972). Handbook of system and

- product safety.
3. UNDHA, G. (1992). Internationally agreed glossary of basic terms related to disaster management. *UNDoH Affairs, Editor*, 81.
 4. Alexander, D. (2000). *Confronting catastrophe: new perspectives on natural disasters*.
 5. Benouar, D., & Mimi, A. (2001). Improving emergency management in Algeria. In *Global alliance international workshop on disaster reduction, Reston, VA*.
 6. De León, V., & Carlos, J. (2006). *Vulnerability: a conceptual and methodological review*. UNU-EHS.
 7. KANNAMI, Yasuo & TAKEUCHI, Kuniyoshi (2008). 「防災政策プログラム水災害リスクマネジメントコース」 研修実施報告書, 土木技術資料 第4119号 2007-2008.
 8. De Bruijn, K. M., & Klijn, F. (2009). Risky places in the Netherlands: a first approximation for floods. *Journal of Flood Risk Management*, 2(1), 58-67.
 9. Roberts, N. J., Nadim, F., & Kalsnes, B. (2009). Quantification of vulnerability to natural hazards. *Georisk*, 3(3), 164-173.
 10. 經濟部水利署(2010), 脆弱度及風險地圖分析方法之研究。
 11. HM Government(2020), “National Risk Register - 2020 edition” .
 12. City of Los Angeles Emergency Management Department.(2018). “City of Los Angeles 2018” , Local Hazard Mitigation Plan.
 13. 經濟部水利署(2016), 臺北市淹水潛勢圖第二次更新計畫。
 14. 內政部消防署(2018), 山腳斷層南段規模 6.6 大規模地震消防救災方案。
 15. 臺灣地震模型 TEM 2020 , <https://tem.tw/TEM2020/index.html>
 16. 經濟部水利署(2017), 台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式參數分析。
 17. 經濟部中央地質調查所(2021), 潛在大規模崩塌精進判釋暨補充調查(5/5)成果報告書。
 18. 減災動資料, <https://drrstat.ncdr.nat.gov.tw/>。
 19. 楊惠萱、李香潔、陳怡臻、陳淑惠、張靜貞(2013), 災害社會脆弱度指標(SVI)歷年趨勢評估, 國家災害防救科技中心。

113 年 11 月 1 日收稿

114 年 1 月 21 日修改

114 年 2 月 13 日接受