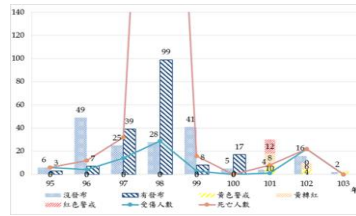


台灣土石流預警與撤離避難 之成本效益分析

成果報告書



行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 105 年 12 月

台灣土石流預警與撤離避難之成本效益分析

The Cost and Benefit Analysis of Early Warning and Evacuation System for Debris Flood Disaster in Taiwan

成果報告書

(初稿)

執行單位：財團法人國家實驗研究院

台灣颱風洪水研究中心

執行期間：105年4月1日至105年12月31日

計畫主持人：廖宇慶 副主任

共同主持人：張靜貞 研究員

陳淑玲 副研究員

王毓麒 副研究員

呂雅萍 助理研究員

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 105 年 12 月 23 日

台灣土石流預警與撤離避難之成本效益分析

摘要

本研究以中央政府的角度出發，利用問卷調查與選擇卡實驗，針對現行土石流預警發布、防災教育宣導、以及避難支援政策施行成效，進行成本效益評估。本研究以台北市士林新安里、信義泰和里、新北市新店廣興里、烏來信賢里、高雄甲仙區、以及花蓮秀林鄉為示範區，透過焦點座談設計問卷與實驗卡，調查民眾對於土石流預警與撤離避難服務的評價，並利用條件羅吉特模型，分析不同風險、所得、社區防災能力對預警服務的需求與願付價值。結果發現因土石流預警服務所帶來的效用換算每人願意支付的價格可達 1,100 元，若考慮簡訊傳送預警服務，每人效益可高達 2,700 元，而社區防災自主能力較高的區域更高達 3,000 元。對照目前水土保持局與地方政府投入之人事成本與防災教育訓練成本，效益成本值約為 1:1，而考慮簡訊傳送的效益將更顯著，對上成本的比率是 2.5:1。

關鍵詞：成本效益分析、選擇卡實驗、土石流預警

The Cost and Benefit Analysis of Early Warning and Evacuation System for Debris Flos Disaster in Taiwan

Abstract

This study aims to reveal benefits of current early warning and evacuation system for Taiwan debris flow disaster for public policy's reference. We utilize focal group discussion, survey and choice experiment methods to identify how residents evaluate current early warning system and how the attributes of early warning service affect residents' willingness to pay. The attributes include the content of information provided, the channel to release information (TV, radio, internet, cell phone text message), transportation, and shelters for evacuation. We select the districts with heterogeneous debris flow risks including Shilin district and Shinyi district in Taipei city, Xindian and Wulai district in New Taipei City. Using conditional logistic analysis, we find that residents living near and within the targeted warning areas are willing to pay or contribute on average 1,100 NTD per person for the debris flow early warning services. They are willing to pay extra 1,600 NTD if the early warning signals can be delivered by text messages. For residents living in the community with higher self-protection capacities, the willingness to pay will be 200 NTD more. Multiplied the sample mean by the population living in the designated early warning areas across Taiwan, the total benefits are estimated to be around 7.2 million NTD per year. Given the costs of preparation, manpower training, education, transportation and operations of the early warning and evacuation provided from the government, the benefit-cost ratio is estimated to be around 1 to 1.

Key Words: Cost and Benefit Analysis, Choice Experiment, Debris Flow

章節目錄

第一章 緒論.....	1
第二章 文獻回顧.....	7
第一節 災害預警成本效益項目	7
第二節 預警的成本效益評估模式	12
第三章 研究方法.....	19
第四章 資料庫建置與統計資料.....	25
第一節. 效益面分析	25
第二節 成本面分析	35
第五章 土石流防災業務單位訪談.....	38
第一節 行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心訪談	38
第二節 台北市工務局大地工程處訪談	40
第三節 專家學者期中座談	41
第四節 土石流預警與撤離避難在地經驗訪談(一)	48
第五節 土石流預警與撤離避難在地經驗訪談(二)	51
第六章 問卷設計與實驗卡	53
第七章 樣本敘述統計	60
第一節 大台北地區	60
第二節 高雄與花蓮樣本敘述統計	73
第八章 效益評估模型與願付價格估計	75
第一節 模型係數與邊際效果.....	76
第二節 土石流預警服務願付價格估計	80
第三節 效益估計與成本效益分析	82
第九章 期末成果、結論、與建議.....	84
第一節 期末成果.....	84

第二節 結論與建議.....	86
參考文獻.....	88
附錄一：台灣地區土石流預警與撤離避難問卷調查	92
附錄二 行政院農業委員會水土保持局「台灣土石流預警與撤散避難 之成本效益分析」期初訪談會議紀錄	98
附錄三 台北市工務局大地工程處訪談紀錄	102
附錄四 邊坡災害預警與撤離避難需求與成本效益評估座談會.....	104

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	6
圖 2-1 預警服務之效益層面	9
圖 2-3 氣象資訊服務與災害預警效益分析方法	13
圖 2-4 氣象資訊服務與災害預警效益分析方法 (決策流程圖)..	14
圖 3-1 氣象資訊與預警資訊的社會經濟效益分析	20
圖 3-2 土石流預警與撤離避難整體成效提升相關工作項目	22
圖 3-3 成本效益分析操作流程	24
圖 4-1 民國 95-103 年重大土砂災例事件災害類型統計數	26
圖 4-2 民國 95-103 年重大土砂災例事件統計數量	26
圖 4-3 民國 95-103 年重大土砂災例事件縣市別統計數量	27
圖 4-4 民國 95-103 年重大土砂災例事件的死傷人數 (縣市別).	28
圖 4-5 民國 95-103 年土石流警戒預報次數與傷亡人數統計	30
圖 4-6 高雄甲仙鄉土石流災例死傷人數.....	31
圖 4-7 民國 42-104 年台北市土石流災例次數	33
圖 4-8 台北市歷年土石流災例死傷與失蹤人數	34
圖 5-1 本研究團隊至水保局訪談討論情況.....	39
圖 5-2 105 年 8 月 18 日期中座談實錄.....	43
圖 5-3 台北市大地工程處防颱準備時序表.....	44
圖 5-4 山坡地老舊聚落安全管理策略及措施.....	45
圖 5-5 防災疏散應變標準作業流程	46
圖 5-6 山坡地災防疏散避難通報單	47
圖 5-7 新店廣興里在地經驗訪問	50

圖 5-8 烏來信賢里在地經驗訪問	51
圖 7-1 圖 7-2 樣本區域分配 樣本性別分配	62
圖 7-3 樣本年齡分配.....	63
圖 7-4 樣本居住年數分配.....	63
圖 7-5 房屋自有狀況	63
圖 7-6 是否親身經歷土石流.....	64
圖 7-7 該次災害經歷是否有財務損失	64
圖 7-8 該次災害經歷是否撤離.....	64
圖 7-9 是否居住在土石流警戒區	65
圖 7-10 是否曾收過預警通知.....	65
圖 7-11 曾經收過何種警戒.....	65
圖 7-12 預警時間發佈滿意度.....	66
圖 7-13 通知撤離時間滿意度.....	66
圖 7-14 交通工具安排滿意度.....	66
圖 7-15 避難住所安排	67
圖 7-16 通知撤離方式.....	67
圖 7-17 避難作業整體滿意度.....	67
圖 7-18 是否曾參加過防災避難演練	68
圖 7-19 對防災避難演練滿意度.....	68
圖 7-20 未來參加防災避難演練意願	68
圖 7-21 未參加原因	69
圖 7-22 防災演練是否有幫助.....	69
圖 7-23 防災演練滿意度.....	69
圖 7-24 當地是否有土石流以外災害？	70
圖 7-25 災害頻率是否增加.....	70
圖 7-26 土石流是否影響生活	70

圖 7-27 未來土石流頻率.....	71
圖 7-28 樣本學歷分配.....	71
圖 7-29 受訪者職業分配.....	71
圖 7-30 受訪者家戶所得分配.....	72

表目錄

表 2-1 過去文獻計算平均每人生命價值估計金額.....	10
表 2-2 各縣市土石流潛勢溪流及保全對象(截至 105.2.20).....	11
表 2-3 選擇卡實驗範例.....	16
表 3-1 本計劃參訪災防單位與訪談	22
表 4-1 土石流死傷災例中的預警發佈與撤離時間	28
表 4-2 台北市土石流潛勢溪與保全戶數	32
表 4-3 行政院水保局預決算書水土保持發展人事費	35
表 4-4 地方政府投入災害應變能力強化相關經費	36
表 4-5 歷年土石流防災演練次數與教育訓練場次.....	37
表 5-1 新北市新店與烏來訪談彙整	53
表 6-1 本研究實驗卡屬性與水準	56
表 6-2 實驗卡範例	57
表 6-3 示範案例地區與樣本數	59
表 8-1 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（目前所有樣本）	78
表 8-2 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（大台北地區樣本） .	78
表 8-3 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（社區自主防災能力完 備）	79
表 8-4 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（家計所得低於 700,000）	79
表 8-5 民眾對於預警服務以及各項撤離援助的願付價格	81

第一章 緒論

隨著氣候變遷降雨集中趨勢逐漸明顯，各項災害潛勢提高，近幾十年來山區部分土石流頻傳，尤其是納莉颱風過後政府開始加強邊坡防治工程，並自 92 年開始執行必要性的疏散撤離避難措施，另自莫拉克以及凡那比颱風之後，政府更進一步對於土石流高警戒區域採取預防性的撤離避難措施。雖然目前的土石流災害預警與撤離在許多地區已出現正面成效，死傷人數已大幅降低。然而在預警發布以及避難執行層面，仍需持續推廣防災避難教育，啟動有效行動人口，同時必須將具體效益完整的呈現出來，以爭取社會大眾的長期支持與合作意願。若能建立一個公正客觀且具體的效益評估模式，亦有利於與民眾進行風險溝通，對疏散撤離等防災工作與後續經費的投入都將造成極大助益。

其次，土石流預警成本效益可協助檢視預警與撤離決策的有效性，惟關鍵在於效益必須能予以量化，才能達到上述目標，而效益之量化必須先掌握那些因素會影響效益水準。根據 Rogers 與 Tsirkunov (2011)¹ 的研究發現，各項災害預警發布所產生的效益，與啟動防災行動人口多寡有關。而行動人口啟動多寡受到災

¹ D. Rogers, and V. Tsirkunov, *Costs and Benefits of Earning Warning Systems*, World Bank Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, 2011.

害強度、環境風險、預警準確率²、預警發佈前置時間³、預警發佈管道多樣性、預警發佈有效性、風險教育、風險認知、災害經驗等等因素影響。在評估預警服務效益時，必須同時考量預警發佈管道以及避難場所等各項支援，較能完整呈現預警資訊效益。尤其是預警資訊的可及性以及後續避難的各項支援都會影響民眾決策與防災行動人口。若能針對預警資訊服務細項估算各別效益，將可提供政府較明確資訊與修正方向供決策單位參考。

另外，個人在決定是否採取撤離行動時，亦有主觀的成本效益值，亦即防災行動成本與減災效益關係；個人防災行動效益必須大於防災成本，才會採取防災行動。面對相同決策(如是否進行外地撤離)，當個人與政府相關單位成本效益考量之項目不同時，決策結果可能不同。尤其是強制撤離決策不一定符合所有民眾的個人觀點之成本效益，故會造成是否撤離的紛爭；未來必須尋求政策修正，強化民眾自主撤離的意願。本研究後續將利用效益估測值進行避難撤離行動因果關係分析，協助了解目前政策配置的有效性。

土石流災害預警與撤離在協助減少中高潛勢區域居民的生命財產損失，若缺乏預警以及撤離之具體效益與各項成本評估機制，

² 預警資訊本身即有不確定性，根據災害事件是否發生才能確認其準確度，而因不同結果產生不同效益與成本，若預警的準確度低，則撤離的機會成本(營業損失)將過高，影響民眾的自主撤離行動意願

³ 舉例言之，過早的預警若準確率不高，恐防災行動人口過低；而過晚的預警恐怕反應不及，亦無法降低災損，必須有一定的前置時間與準確度才能讓民眾採取行動，產生較高的效益，也因此災害預警效益具有發布時點與區域性的變異性

將無法檢視預警與撤離決策對災防工作的有效性。因此，本計劃之目標包括：

1. 透過成本效益評估模式之建立，協助政府決策部門了解土石流災害預警具體之效益與成本，進而提供必要的資源來提升未來災害預警技術之發展與相關支援。
2. 將具體之成本與效益呈現給社會大眾，強化民眾對預警發布的信心，利用政策設計誘導民眾啟動自主防災之行為，以利未來災防工作之推動與落實。

本計畫將協助農委會水土保持局盤點各級政府土石流預警疏散撤離各項效益與成本項目，利用災防單位訪談、資料搜集、與問卷調查釐清各項效益以及成本貨幣化金額，包括疏散撤離過程中所涉及之直接與間接成本(人事行政成本、交通運輸、安置費用等)，以及建置效益估算模式，以利後續成本效益估算。

各階段之工作項目分述如下：

一、文獻回顧：本階段工作針對天然災害預警成本效益進行國內外文獻蒐集與彙整。過去眾多文獻討論如何將災害預警效益具體以貨幣化金額展現，並有諸多爭議之處。首先是許多無形效益由於缺乏市場價值無法貨幣化，另外一個問題是缺乏長時間的歷史土石流災損資料。解決之道是透過實驗法或是情境設計，了解民眾對各項災害預警服務的願付價值；另在效益估算過程中亦多假設，比如預警資訊的可及性(有多少人口可取得此資訊)，必須利用問卷考量各地情況，做調整試算。本研究將蒐集各國災害預警成本效益案例分析與估算模式，進行先期評估，了解各種效益評

估方法的優缺點與限制，包括 contingent value method (CVM)、實驗法、實驗卡設計，選擇適合本研究的評估模式。

二、方法論建置：此階段我們將建置成本效益評估流程。首先，各項災害預警效益與成本必須分開評估；再者，由於預警與撤離命令發布涉及不同級政府部門，故必須了解中央與地方相關單位決策分工，才能進行後續效益範圍的劃分並釐清各項行政執行成本。在效益方面，可透過 CVM、實驗法、或是實驗卡設計，觀察民眾對預警服務願付價值與所獲得之效益 (Rogers and Tsirkunov, 2011 ; Lazo, Waldman, Morrow, Thacher, 2010)，我們將評估各種模式，選取本研究較適合也較為可行的評估方法。在成本方面，我們將調查並統計不同單位所司之權責範圍與執行成本，以利後續成本效益分析。最後，我們選定示範地區進行案例分析以及問卷調查，依據抽樣結果進行迴歸分析，了解土石流預警在特定前置時間的效益值，協助災防工作決策。

三、案例分析—成本效益評估模式應用

(一) 相關災防單位初訪與資料蒐集：在此階段我們將蒐集各災防業務單位(農委會水土保持局、縣市政府、鄉鎮、村里)土石流預警疏散之行政成本，首先利用初訪與資料蒐集釐清各級單位權責分工，並臚列各級單位工作項目與預警撤離相關成本，最後進行統計分析。

(二)問卷設計: 本研究擬參考 Lazo, Waldman, Morrow, Thacher (2010)⁴的實驗卡設計，利用情境設計揭露土石流災害潛勢區民眾對於土石流預警的願付價值、並進行迴歸分析。同時調查基本資料(年齡、職業收入、性別、災害經驗、風險認知等)。因願付價值會隨著預警資訊是否充分、傳遞方式的有效性、以及其他避難支援程度有所變異，故藉由聯合分析法揭露不同預警服務工作項目與水準配置的願付價值。

(三)座談會焦點訪談: 利用座談會訪談，本計畫將討論現階段土石流預警預撤離的實施成效與民眾需求，此外我們亦將確認成本效益評估方法以及項目，以利修正後續問卷設計方向。另我們將選定調查範圍與對象: 因目前全國土石流潛勢溪流有1,687條，分布於17個縣市，159鄉鎮，680村里。我們將選擇至少兩處示範案例地區為抽樣對象，抽取樣本進行問卷調查。

(四)問卷前測與正式施測: 本研究將進行利用座談會或於颱洪中心內部進行前測，了解問卷設計不足之處或是否能達到欲測試的目標。問卷前測會先取10名樣本進行測試，協助問卷修正。正式施測將抽取示範案例地區100名里民樣本進行問卷填寫與實驗。

(五)統計與成本效益模擬分析: 本研究將把調查結果建立成資料庫，並利用問卷與情境模擬實驗結果進行統計與迴歸模擬分

⁴ J. Lazo, D. Waldman, B. Morrow, and J. Thacher (2010), "Household Evacuation Decision Making and the Benefits of Improved Hurricane Forecasting: Developing a Framework for Assessment." *Weather and Forecasting* Vol 25: 207-219.

析，了解影響災害預警的效益因子，模擬不同風險狀況、所得水準、是否是自主防災社區樣本之效益值，協助政府了解現行政策的整體效益值以及各區域效益的變異狀況。

(六)期末報告: 本計畫成本效益評估模式，將提供決策流程，協助相關防災單位實務操作與模擬，未來將可推廣至其他技術投入以及災害預警進行成本效益分析。

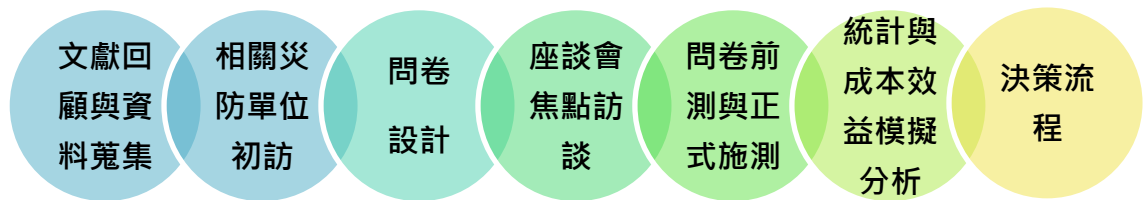


圖 1-1: 研究流程圖

第二章 文獻回顧

第一節 災害預警成本效益項目

災害預警的成本效益分析與其他的公共政策一樣，為災防工作執行單位所需，目的是在政策施行前了解災防工作的對社會經濟的具體貢獻；再者成本效益分析可以利用客觀評估模式，提供災防工作具體效益給一般公眾，提高民眾對災防工作的信心；尤其是災害預警可以提醒民眾與企業提早進行防災準備與避難行為，減少死傷與災害損失金額，具有減災效益，然而此效益多屬無形效益，由於缺乏市場價值與計算標準，無法提供客觀的效益數字，容易讓一般民眾對於災防工作有錯誤認知。若能利用客觀公正的效益評估模式將此無形效益具體呈現，將可彰顯災防工作與災害預警的重要性。

災害預警成本效益評估流程，首要在確認欲評估的預警服務以及災害預警以及啟動避難行動的工作項目。其次，必須確認資訊服務提供者以及使用者，並對資訊服務提供者以及使用者進行質性訪談，確認整體工作項目產生的成本效益範疇與項目，篩選合適的效益評估模型，針對各效益項目進行量化評估。而預警效益的高低，端視整個預警通報與避難措施是否完善、支援是否充分、而執行流程是否能夠落實。過去許多文獻提及災害預警的效益高低取決于災害危害度、預警模式的準確度、適當的前置時間、預警發佈的有效性、風險溝通、與

防災撤離行動相關支援配合 (Teisberg and Weiher, 2009)⁵。單靠其中一個工作項目的提升，不一定能達到增加行動人口並減少死傷的目標，意即若只有預警發佈，缺乏災害撤離的有效通報，預警仍無法有效啟動避難行動，則效益無法展現，因此在討論預警效益時必須考量整體工作的效能。

目前各國均發展氣象或地質相關災害風險預警系統，包括水災、土石流、地震、乾旱、颶風等等。預警模式準確度的提高，可以增強民眾信心，啟動民眾與地方政府災防行動；另外，在適當的前置時間發佈預警，可以協助啟動不同階段的災防措施；預警的發佈管道多樣化以及提高資訊的易及程度，亦可以強化公私部門對於災害發生的緊急反應與因應措施；此外風險溝通可以利用風險資訊協助民眾與企業提高風險意識，並瞭解防災行動不足之處，以檢驗風險以及預警資訊是否能強化各部門防災準備。

提供災害預警可以協助民眾與企業提早進行災害準備並進行撤離避難，而土石流預警的效益層面，主要包括無形效益與有形效益(圖 2-1)，無形效益即為生命健康的保全，有形效益即為動產價值的保全。過去在土石流災害所造成的死傷可從歷史統計數字中窺見，隨著近年邊坡災害防治工程與預警避難的實施，使得死傷人數大幅降低，人身安全獲得保障，但此無形的效益衡量往往涉及主觀的評價，必須仰賴公正客觀的評價基礎，提供效益衡量數字，供公部門作為政策排序參考。

⁵ Teisberg and Weiher (2009), Benefits and Costs of Early Warning Systems for Major Natural Hazards, The World Bank Group, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery.

另外，由於預警可提供公部門啟動防災行為與災前部署，如公路封閉與緊急開設應變中心與避難住所，故可減少整體災害損失與減少死傷，受限於資料的取得不易，這方面的估計仍相當缺乏。由於歷史統計資料取得的困難，難以窺見整體減災效益，需透過對資訊使用人的訪問，了解一般民眾對預警資訊服務評價，進而評估預警服務能帶來的社會總體價值。

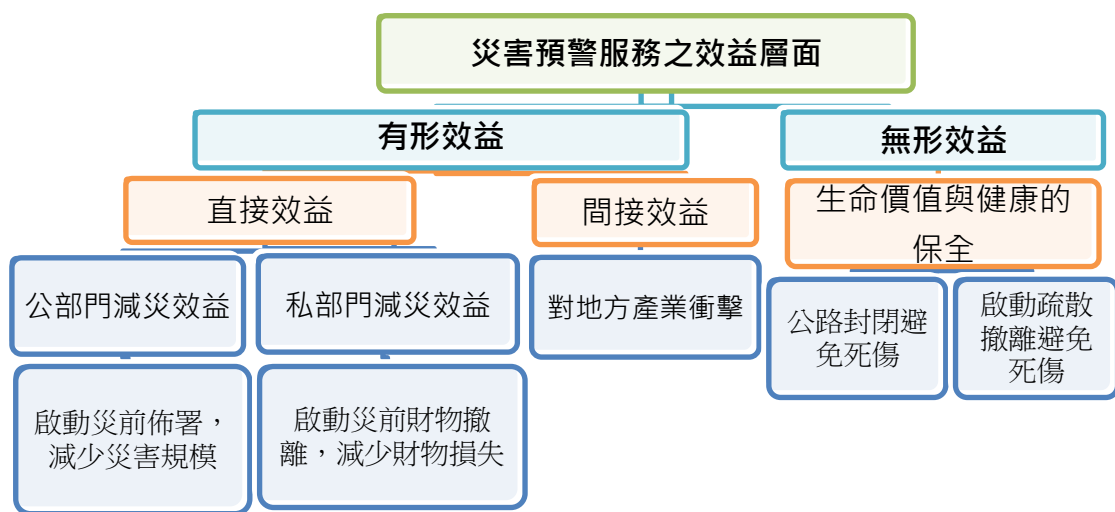


圖 2-1: 預警服務之效益層面

過去文獻針對預警對於生命健康的保全價值(詳見表 2-1)，首先必須估算預警服務可以啟動多少人口的避難行為，拯救多少人命，再乘以平均失能餘年(disability-adjusted life year)的勞動價值，即為生命保全價值。Stéphane Hallegatte (2012) 指出災害(水災、乾旱、地震等等)預警的效益並沒有一定的金額，主要是各國開發程度不同、工作薪資水準不同，另外因人口結構不同，平均餘命也會有差異，故效益初估會落在 700 萬至 35 億美金。至於會啟動多少人口的主動或被動避難行為，必須視預警發佈與避難行動執行的有效性決定。生命價值的估

算可迅速獲知整體社會避免死傷的效益，進行政策比較與排序，卻無法得知各工作項目的效益水準，無法進行細部評估，亦無法進行政策修正。

表 2-1 過去文獻計算平均每人生命價值估計金額

作者	年	生命價值	說明
Fisher and Violette	1989	160-900 萬美元 (新台幣約 5,600 萬至 14,000 萬)	生命價值的計算基礎為生前薪資總計
薛立敏、王素彎	1987	個人生命價值約 1,200 萬-3,400 萬新台幣	利用全台 1984 年勞動力調查中選出 4,625 個全時工人的薪資資料，估算生命週期個人工時
Liu and Hammitt	1997	個人生命價值約 1,400 萬-1,600 萬新台幣	利用 1982-1986 年勞動力調查資料估算個人平均生命價值
Stéphane Hallegatte	2012	平均每位受難者餘命生命價值，乘以估計死傷減少人口為 7 億-35 億美金	生命價值以餘命價值為基礎估算

表 2-2: 各縣市土石流潛勢溪流及保全對象(截至 105.2.20)

縣市	潛勢溪流 (條)	鄉鎮數	村里	保全對象 (人)
宜蘭縣	144	8	54	2,934
基隆市	34	7	21	386
新北市	232	24	112	4,772
台北市	50	7	28	365
桃園市	53	4	21	885
新竹縣	76	9	30	3,239
苗栗縣	79	11	39	2,187
台中市	107	9	35	2,410
南投縣	249	12	77	9,228
彰化縣	9	3	6	451
雲林縣	12	1	4	111
嘉義縣	80	6	35	2,076
台南市	48	7	16	993
高雄市	111	13	41	4,885
屏東縣	70	12	39	3,301
台東縣	165	14	64	4,589
花蓮縣	168	12	64	5,304
合 計	1,687	159	685	48,116

資料來源: 行政院農業委員會水土保持局

在進行土石流成本效益分析時，非常關鍵的一項工作是了解現行預警服務內容以及土石流預警與撤離避難的工作項目。尤其是本項工作涉及多層級政府機關跨部門分工合作，必須確認工作項目，才能釐清權責歸屬與成本認列。透過訪查可協助確認預警服務使用人與可能的

效益範圍。土石流預警發佈的相關工作項目通常含括以下項目：降雨預報模式的投入、觀測能量建置、邊坡穩定性監測、土砂災害資料庫匯整、防災教育宣導、防災演練、預警資訊平台、預警發佈管道與機制建構等等。必須確認與目前土石流預警服務較為相關的工作項目，評估實際已落實應用之服務與工作項目的效益，舉例言之，預報模式準確率的提升等相關工作目前尚未落實應用，不宜視為當前預警服務之成本投入項；另外，由於整體預警服務與其他的避難支援服務彼此為互補財貨，效益必須一併衡量無法切割，成本投入則需考慮各級政府工作項目並作加總分析；若成本效益分析僅針對單項技術研發與投入，則僅需考慮該項投入成本與其創造的社會經濟效益，進行成本效益分析。

第二節 預警的成本效益評估模式

根據 Freebrain and Zillman (2002)，過去氣象服務與災害預警相關效益評估方式依照氣象服務商品是否市場化、效益發生項目、與市場衝擊面向、效益發生族群，分為四大類(詳見圖 2-2)：市場價值法(Market Value Approach)、規範分析法(Normative Analysis Approach)、過去歷史事件觀察(Descriptive Behavioral Responses Studies)、以及情境事件評價法(Contingent Value Method)。對於已經市場化以及商品化的氣象服務商品，吾人可以觀察氣象或預警服務推行後對於市場上其他商品(如農作物)的生產面或是各產業發展(如旅遊業)是否有助益；亦可藉由參照過去歷史，觀察災害預警發佈是否可以提高民眾或是企業的災害準備意願與避難行為；對於尚未商品化的災害預警服務，會先利用規範分析法，進行靜態市場衝擊與行為影響分析，了解減災效益；或是以假設災害情境，了解民眾在此情境下對於此未市場

化的氣象資訊服務商品與預警服務的願付價值。由於願付價值涉及個人對氣象服務或是災害預警的主觀評價，必須給予充分的風險資訊導引受測者揭露願付價值。尤其是災害機率、災害損失、風險強度、預警前置時間、預警服務品質（準確度）等等相關情境背景資訊必須提供，讓民眾設想在不同災害情境下，對氣象資訊服務的需求與欲採取的行動，若其願意採取防災行動降低風險，則資訊服務將產生效益，而準確度較高的預警，較有可能提高購買氣象資訊服務或是預警服務意願，效益會較為顯著。至於需採用何者評估方法，端視災害預警服務是否已經市場化？影響的社會層級是商品市場或是一般民眾？若是災害預警服務未商品化且效益主要發生在一般民眾，協助民眾採取災前準備行動，通常建議採用情境事件評估法進行分析，其中實驗法以及選擇卡實驗則為過去學者多所應用。

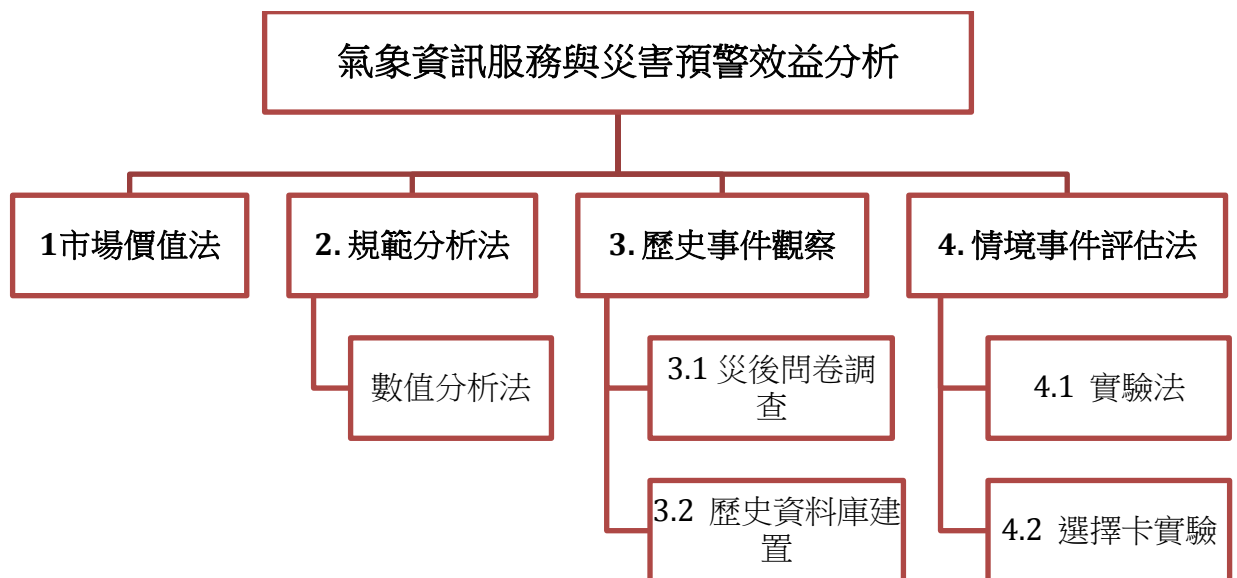


圖 2-2: 氣象資訊服務與災害預警效益分析方法

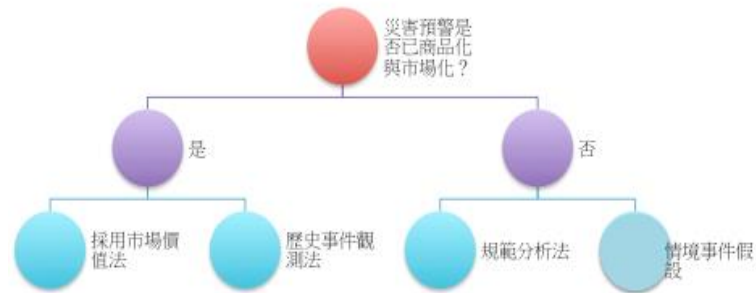


圖 2-3: 氣象資訊服務與災害預警效益分析方法 (決策流程圖)

在衡量預警效益時，首先必須了解我們在評估何種服務的效益（特定單項服務效益或是預警服務整體效益）？未有預警資訊服務前的社會經濟狀態如何？另預警機制運作後，整體績效表現如何？透過預警與實際狀況的校驗，可以釐清預報或預警的績效表現；但若缺乏預警績效評估資料與災害歷史資料，往往造成效益評估的困難，在諸多資料缺乏的情況之下，問卷往往成為取得各項預警工作效益估算數字的主要方式之一。民眾因為社會整體風險降低帶來個人效用提升，而對公共服務產生願付價格，此即為個人因公共服務所產生的效益值，透過保全戶數人口估算，區域與全國效益可計算而得。

傳統問卷在詢問民眾對於公共服務的支付意願，多採開放詢問方式讓受訪者作答，然而在災害預警服務方面因為涉及不同重現期的風險情境與服務範疇，開放的願付價值詢問反而讓受訪者不知道如何作答？故近來部分研究開始採用不同風險情境與預警服務配置，請受訪者選

擇在災害風險情境下是否願意支付價格購買不同屬性配置的預警資訊服務，以揭露民眾對於預警服務的願付價值。

Lazo, Waldman, Morrow, and Thacher (2009) 利用選擇卡實驗揭露颶風預警對於一般民眾的願付價值與撤離避難的意願，該研究發現，民眾的撤離避難意願受到以下因素影響：過去災害經驗、對臨近居住環境的風險評估、風險認知、對於預警的判讀能力與信賴程度等等因素，因此家戶單位是否坐落在風險區域、家庭成員組成、家庭所得、教育程度、社區支援、過去的受災經驗等等，都是需要考慮的需求面因素。提供民眾風險資訊以及加強風險教育，可以加強民眾風險意識、提高撤離意願；透過選擇卡實驗可以了解民眾對於預警服務準確度(災害強度、災害時點、災害位置等等)的需求排序，強化未來預警服務的發展方向。

Lazo et al. 蒐集邁阿密、紐奧良、查爾斯頓、南加州幾個易遭受颶風襲擊的城市共 80 個住戶資料，以問卷方式了解民眾過去颶風受災經驗、風險認知、過去災前準備工作、是否有撤離避難經驗、並利用實驗卡了解現行預警服務以及預警服務準確度增加之後，民眾的偏好與願付價格。選擇卡實驗過去廣泛使用在商品行銷、交通運輸研究、環境品質效益評估，利用商品屬性 (attributes) 與水準配置，了解民眾對於不同商品配置組合的購買意願與願付價值。以商品銷售為例，商品的外觀、商品文字編排、價格、關鍵字設計都是幾個影響購買商品意願的重要關鍵因素，透過選擇卡實驗以及後續的統計分析，可以準確了解哪些需求屬性具有統計顯著性。

在 Lazo et al.的實驗卡設計中，請民眾比較基期水準(目前預警表現)與預警準確率改善情境，若預報準確率改善是否民眾會啟動防災行為

而有有風險降低的感受，進而產生願付價格。在預報準確率改善的情境中設計了不同面向準確率的颶風預警服務。預警服務準確率面向包括：颶風觸地時間預報、最大風速預報、襲擊區域預報、暴潮發生預報。下表(表 2-3)即為 Lazo et al. 所設計的颶風預警實驗卡，針對不同預警屬性，列出預報誤差水準改進後，隨著誤差水準改進程度增加，受訪者是否認為特定屬性的品質改進對於災前準備等風險降低行為有幫助。

表 2-3：選擇卡實驗範例

	目前準確率	情境 A	情境 B
颶風觸地時間誤差 (災害發生時點準確度)	八小時前可以掌握準確率	四小時前掌握	維持原狀
最大風速誤差 (災害危害度預報準確度)	目前誤差約每小時 20 英哩	維持原狀	誤差減為 15 英哩
颶風處地理位置誤差 (災害位置預報準確度)	目前誤差約 100 英哩	誤差減為 80 英哩	誤差減為 65 英哩
是否發生暴潮？	颶風與海平面距離目前誤差約 8 英尺	誤差減為 4 英尺	維持原狀
費用增加	--	每年增收 12 美元	每年增收 24 美元
是否願意支付費用購買此預警服務	--	☐	☐

資料來源：Lazo et al. (2009)

在 Lazo et al.的研究中發現民眾對於災害發生時點(颶風觸地的時間預警)需求較高，若能提早兩個小時知道災害時點，平均每位民眾願意多支付 2.18 美元；在是否發生暴潮的預警方面，若可加強預報品質，平均每位民眾願付價格亦提高 2.04 美元；在災害危害度方面，民眾願意再多支付 0.26 美元，強化颶風風力預警；在災害地點預報，民眾願意再多支付 0.26 美元，縮小颶風發生預報範圍，降低不確定性。

在避難的行為研究方面，Lazo et al. 發現風險認知越高與災害強度越高（颶風風力越強）時，不一定會帶動民眾避難行為，但是對於「水災的風險認知」（意識水災會發生）會決定民眾的避難行為，雖然預警準確率提高會帶來較高的效用，民眾也願意購買這樣的服務，但是否能帶動民眾的避難行為仍待進一步釐清。

Thanh Cong Nguyen et al (2012) 針對越南地區民眾對於颱風以及熱帶氣旋的預警服務願付價值，亦採用實驗卡的方式，估算社會整體效益。在屬性的挑選方面，利用氣象專家學者座談討論屬性的選擇與屬性的水準配置，分別為：預警的準確度、預警更新次數、預警資訊傳遞管道（如是否以簡訊傳送）。根據該團隊的研究，發現民眾對於災害在何時發生的預警需求較高，其次是災害預警的更新次數，由於民眾平均一個小時會收聽一次預警，以便掌握熱帶氣旋動態，若預警服務能頻繁更新，可大幅提高民眾的願付價值；另外隨著民眾手機的廣泛持有，也成為一個預警發佈的重要管道，預警發佈的多次性與管道多樣化，為世界銀行等多個國際組織建議。該研究發現預警服務在提高災害時點準確率提高、預警頻率增加、以及預警發佈管道增加，可以增加家戶單位效用，平均每人單次服務願付價值約是 4.8-8.1 美元。全越南人口約有二千二百萬戶，約有 70%的住戶受到颱風或熱帶氣旋

侵擾，故全國總效益約為一億美金，由於總投入成本約為六千七百萬美金，效益成本比約為 1.5:1 。

第三章 研究方法

根據 WMO (2015) 針對氣象資訊服務的社會經濟分析，所制定一個標準流程 (詳見圖 3-1): 首先必須確認預警服務的項目並確立基期 (步驟一與二); 此步驟強調，研究者首先必須了解沒有此項氣象資訊或預警服務時的社會經濟狀況以及整體災害損失，以便比較預警服務施行前後的效益所在，從中檢視社會成員是否因此項預警服務獲益。這也是「情境評估法」(scenario based approach) 所強調的衡量基準：我們必須分別了解基期情境 (baseline scenario) 以及比較情境的社會經濟狀況與災害損失，且「基期情境」與「比較情境」的選擇必須在災害規模相同的基礎上，才能確認預警服務有無是否具有減災效益。至於獲益的層面(步驟三)，由於各氣象資訊服務使用者與產業不同，必須透過質性訪談，確認民眾與產業氣象資訊與災害預警服務的效益層面。並透過歷史災害事件蒐集、專家學者座談會、或是保全戶居民問卷施作，了解民眾因為接收災害預警所獲得的效益範疇、項目、與水準。

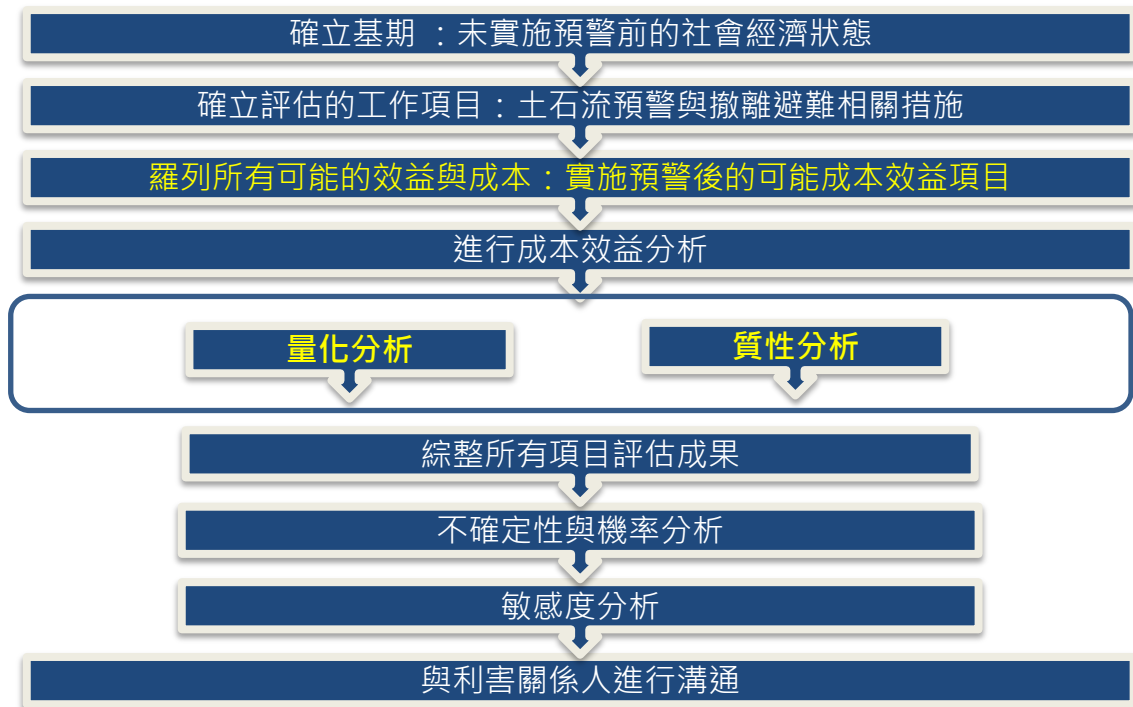


圖 3-1: 氣象資訊與預警資訊的社會經濟效益分析

一、土石流預警成本效益評估資料庫建置

本研究蒐集水土保持局重大土砂災害現勘成果綜整表(民國 95 年-103 年)，整理各年土砂災害事件發生時間、地點、潛勢溪編號、降雨條件、預警發布時間與警戒狀態、撤離時間、撤離人數、撤離地點、傷亡人數、房屋倒塌、道路損毀狀態。並蒐集台北市大地工程處建置之歷史災害資料庫(民國 42 年至 104 年)。希冀透過歷史災例的蒐集，了解特定災害發生地點、降雨狀況、預警撤離狀況，比較預警避難實施前後或是是否確實預先撤離的傷亡人口差異，初步了解預警撤離的具體效益，並協助示範案例的選取。

另外在成本面亦搜集各層級政府在預警服務與撤離避難相關工作投入經費，中央政府層級主要蒐集行政院農業委員會水土保持局在水土保持發展的人事經費，地方政府部分蒐集各縣市政府主管坡地災害防

治相關業務單位預算以及各縣市災害防治深耕計劃投入經費。後者工作囊括：災害避難策略規劃、災害圖資提供、避難地圖、避難場所規劃與環境提升、防災人員培訓等等。該項經費由各縣市地方政府依照需求提出，可窺知各縣市災害防治需求。

二、災防單位初訪與座談會質性座談

本研究透過歷史案例的蒐集與在地訪談，初步了解土石流預警與撤離避難實際施行狀況，並從中篩選示範案例區域，評估問卷執行的可行性。本計劃以台北市、新北市、高雄市、花蓮縣為示範案例研究地區。其中台北市自納莉颱風過後，積極投入邊坡災害防治與避難撤離教育宣導與演練，已有顯著實績。另亦挑選中、高土石流風險潛勢區，進行避難需求與問卷調查分析。計畫中期安排與權責主管機關、基層災防單位與實際撤離避難經驗的村里訪談，了解土石流預警與撤離避難工作的權責分配、工作項目、以及施行成效，並蒐集土石流災例資料與中央與地方各權責單位投入經費，協助規劃家戶訪查路線。本研究團隊已於5月30日以及7月27日分別至水土保持局以及大地工程處進行訪談，並於8月中舉辦專家與災防單位座談，說明本研究目標與內容，同時確認目前預警與撤離工作的相關細節，討論效益發生可能層面與衡量方法，並進行成本面的資料搜集。本計畫團隊並於10月31日至新北市新店廣興里與烏來信賢里進行先期訪查，了解各土石流潛勢溪鄰近村里的預警資訊傳遞在地經驗與實際避難需求。

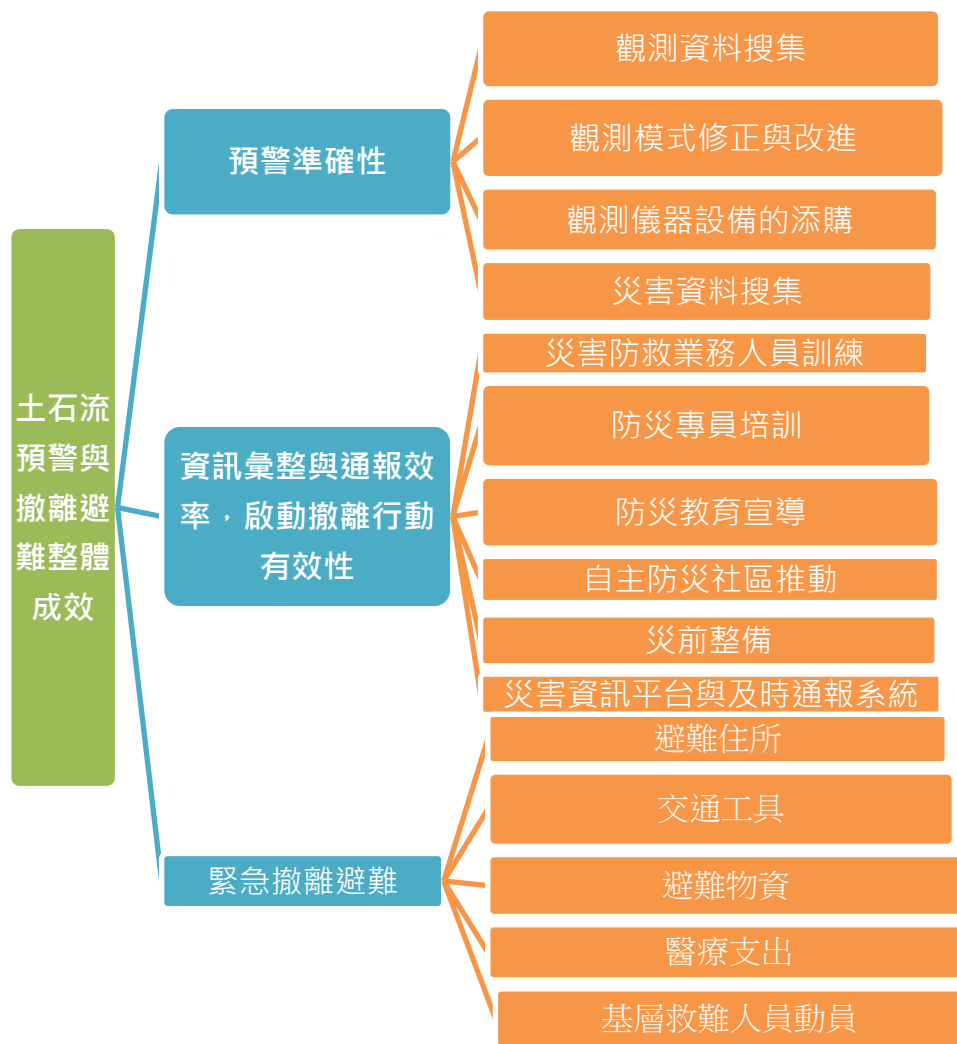


圖 3-2: 土石流預警與撤離避難整體成效提升相關工作項目

表 3-1: 本研究參訪防災單位並進行訪談

參訪日期	參訪單位	業務職掌
0530	行政院農業委員會 水土保持局	土石流預警發佈、預警模式技術提升、 資訊整合平台建置、災害通報系統等等
0727	台北市大地工程處	土石流撤離避難演習與宣導
1030	新北市新店區廣興里	實際疏散避難執行在地經驗與需求
1030	新北市烏來區信賢里	實際疏散避難執行在地經驗與需求

三、示範區選取與問卷施作

災害預警尤其對死傷人數降低有顯著正面效益，此正面效益的估算，過去多用「平均個人餘命價值」作估算，好處是可以迅速得知災害預警整體效益。但若欲得知各工作項目或屬性 (attribute) 的貢獻，必須透過問卷以及實驗卡設計，了解災害預警以及疏散避難投入工作項目的效益，包括預警模式研發、觀測資料蒐集、預警資訊蒐集彙整與發送、防災地圖、疏散撤離演練、防災專員訓練、實際撤離避難的物資準備等等，並從中確認各工作項目對鼓勵自主防災行動有效性。

餘命價值僅從勞動市場中的勞務貢獻著眼，對於總體貢獻評估並非全面。反觀若以民眾願付價值計算效益，反而兼顧較多效益層面；原因是從個人的決策模式中，同時考量預警準確率對自身安全的維護，也會考慮撤離的成本(如營業損失)，不過願付價值法僅能從個人觀點的效益加總社會效益，至於外部效益，是否能由願付價值法衡量，需視個人為利他、利己主義、或是會考慮下一代利益。若一般個人是利己主義，願付價值並不會考慮他人利益或損失，則此法容易忽略包括外部效益之社會整體效益。

四、統計、迴歸分析與成本效益模擬

本研究透過實驗卡，揭露民眾在不同前置時間以及災害情境下的資訊服務需求、以及自主避難行為，利用條件羅吉特選擇模型

(Conditional Logistic Regression) 分析，藉以模擬特定前置時間災害預警服務效益，可協助政府業務主管機關了解目前預警服務效益，協助擬定政策強化民眾自主避難，進而提供相關援助。

五、制定決策流程

本研究將協助土石流災防權責單位建置成本效益評估流程，協助災防單位逐步思考特定災防工作的目標設定、目標達成狀況，災防工作的保全對象、效益發生層面、成本效益發生項目、指標設計與效益評估方法、執行、監測、檢討與修正整體評估流程等等。本研究選取不同風險與區域發展地區進行案例分析，示範此操作流程，將此成本效益評估流程推廣至其它災防工作項目。成本效益分析不僅僅為公部門災防工作決策所需，更能協助公部門彰顯具體效益，必須讓一般社會大眾了解各項災防工作的重要性，符合公共投資之目標，故成本效益評估的推廣更有其必要。尤其是未來的工作目標也逐步著重在民眾自主防災，期能透過政策調整減少整體災害損失，極大化災防工作效益。

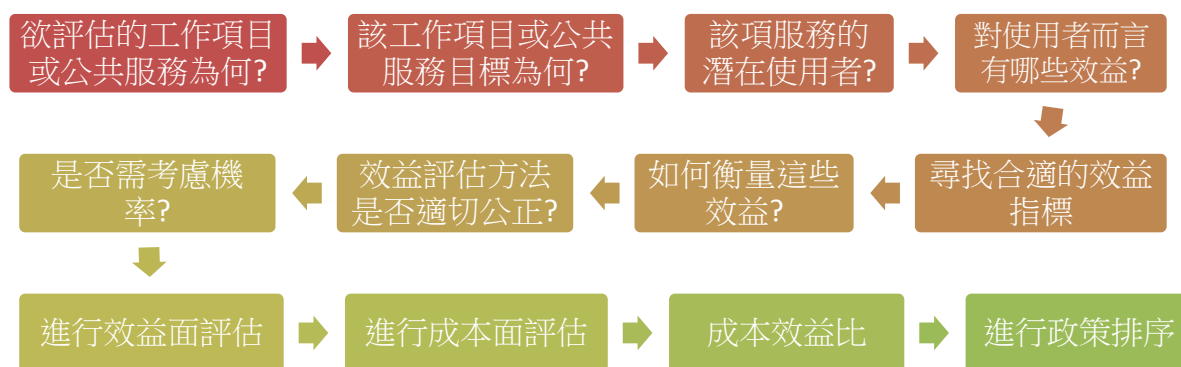


圖 3-3: 成本效益分析操作流程

第四章 資料庫建置與統計資料

第一節. 效益面分析

每當有土石流災害發生，農業委員會水土保持局（簡稱水保局）會透過各資料來源（包含民眾、村里長、媒體、災情查報人員等）或主動聯繫各單位蒐集災情，於年底彙整成「重大土砂災例年報」，其資料內容涵蓋各災害事件的災區基本資料（如災害發生時點、是否發佈預警與預警時點等）、集水區環境資料（如地形、溪流與地質條件等）、疏散避難（如是否疏散與疏散時點、人數等）及災損統計（例如死傷、失蹤和受傷人數、房屋受損棟數、道路損毀長度）、溢流點及堆積區情況、水文及降雨量分析（例如平均年降雨量、該次事件降雨累積雨量、平均降雨強度、最大降雨強度、降雨延時等）、主要與次要災害類型與歷史災害等。本計畫依民國 95 至 103 年的「重大土砂災例年報」，將各災害類型的「災害現勘成果綜整表」，依序將每一災例事件的資料彙整建置成歷年土砂災例資料庫。

由資料顯示，土砂災例事件的災害類型主要可分成四大類：土石流、崩塌、地滑和洪水沖蝕，由圖 4-1 可發現，民國 95-103 年發生的重大土砂災例災害類型以土石流和崩塌為主，而且以民國 99 年的災害發生次數為最多（參見圖 4-2）。此外，在此期間所有重大土砂災例發生次數，以高雄市⁶的 71 次高居第一，其次是南投縣的 66 次和宜蘭

⁶ 高雄市是由原高雄直轄市與原高雄縣於民國 99 年 12 月 25 日，歷年發生於高雄市的重大土砂災例皆位於原高雄縣。

縣的 57 次 (如圖 4-3)；所有重大土砂災例造成的死傷人數 (包含失蹤) 以高雄市最多達 600 人以上，其數字包含民國 99 年莫拉克颱風造成小林村 400 人死亡 (參見圖 4-4)。由此可知，**高雄市和南投市**為土砂災害發生的高風險潛勢區，**台北市、新竹縣、彰化縣**等地區土砂災害發生較少，屬於低風險潛勢區。

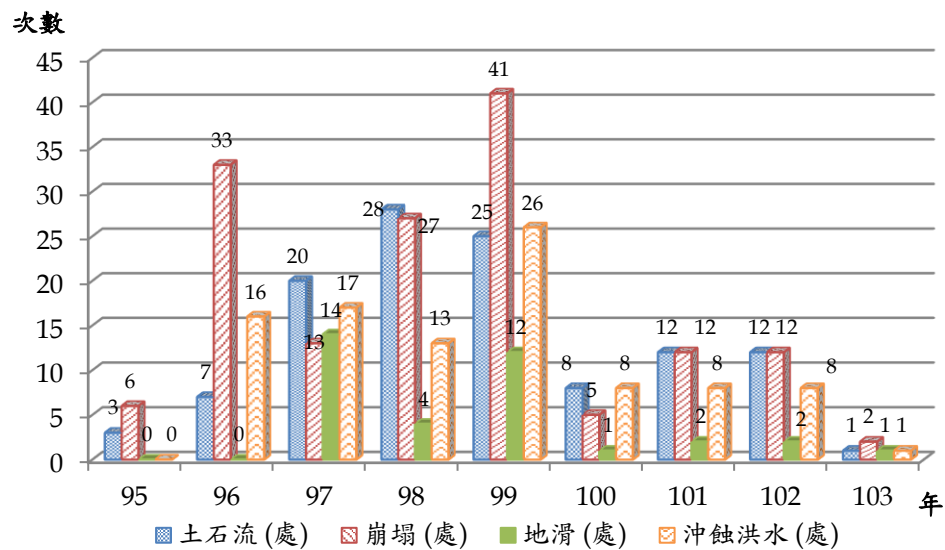


圖 4-1 民國 95-103 年重大土砂災例事件災害類型統計數

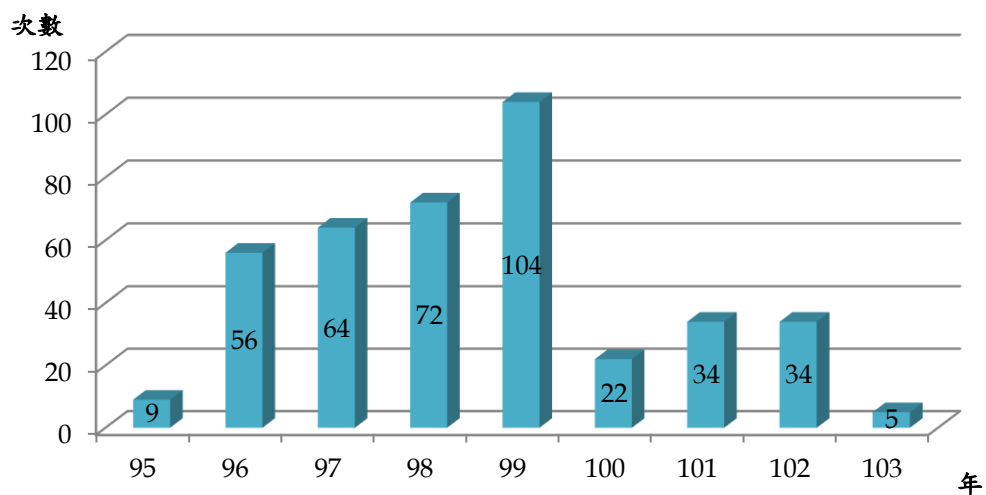


圖 4-2 民國 95-103 年重大土砂災例事件統計數量

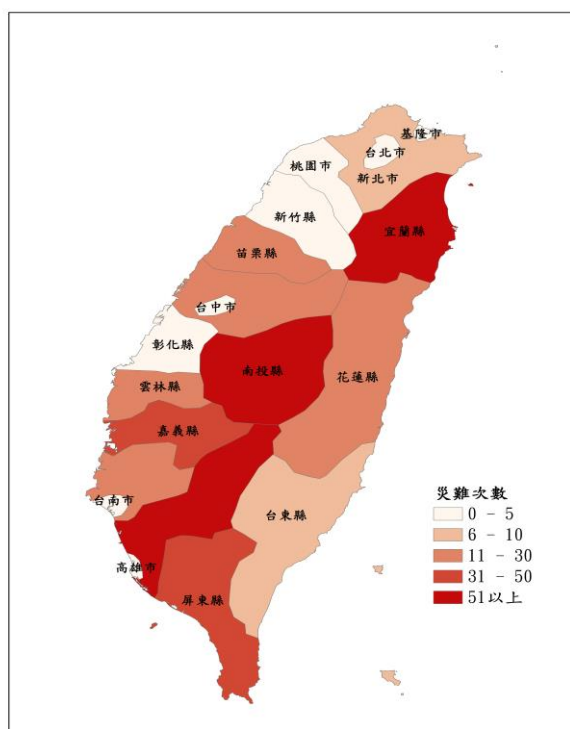


圖 4-3 民國 95-103 年重大土砂災例事件縣市別統計數



圖 4-4 民國 95-103 年重大土砂災例事件的死傷人數(縣市別)

土石流災害的致災原因很多，即使藉由工程面的治山排水工程也無法做到百分之百零死傷與零風險。民國 90 年納莉颱風侵臺造成嚴重災情，臺灣政府開始實施土石流防災疏散避難作業。在初期宣導階段，大多數地區民眾尚不明白疏散避難的必要性，導致雖有發布土石流警戒預報，但民眾不願撤離而導致傷亡事件。以南投縣信義鄉在民國 97 年 9 月 15 日的土石流事件為例，在 14 日早上八時發佈預警，但因當地無疏散撤離行動，災害發生時造成七人死亡(參見表 4-1)。但這幾年來經水保局積極舉辦防災教育訓練與防災演練，並培養土石流防災專員協助與民眾溝通並進行宣導，水保局更於民國 100 年後將土石流警戒預報改成黃色警戒和紅色警戒。若進一步將歷年各土砂災例事件依是否有發布預警與死傷人數做比較，可發現民國 100 年發布土石流警戒預報次數遠高於未發布土石流警戒預報次數，當年度死傷人數低；但民國 101 年未發布土石流警戒預報次數高於發布土石流警戒預報次數，當年度死傷人數較多(見圖 4-5)。雖然造成災害發生造成傷亡的原因很多，但不可否認的是，及早發布土石流警戒預報提醒民眾疏散撤離亦可有效降低傷亡人數。

表 4-1: 土石流死傷災例中的預警發佈與撤離時間

縣市	鄉鎮	村	事件	預警 發布	撤離時間	發生時 間	死 亡 (人)	受 傷 (人)	失 蹤 (人)	房 屋 倒 塌 (棟)	道路 損毀 (m)
苗栗縣	獅潭鄉	新豐村	韋帕颱風	無	2007/9/18 17:00	2007/9/ 18 17:00	1	0	0	0	0
南投縣	信義鄉	豐丘村	辛樂克 颱風	2008/ 9/14 8:00	無	2008/9/ 15 17:00	7	0	7	0	150
高雄縣	甲仙鄉	東安村	卡玫基 颱風	2008/ 7/18 0:00	無	2008/7/ 17 23:00	6	2	3	10	3000
嘉義縣	中埔鄉	中崙村	莫拉克 颱風	無	2009/8/9 上午	2009/8/ 9 3:00	1	0	0	4	150
高雄縣	那瑪夏 鄉	南沙魯 村	莫拉克 颱風	2009/ 8/8 11:00	2009/8/9 下午	2009/8/ 9 17:00	41	0	0	80	1000
高雄縣	甲仙鄉	東安村	莫拉克 颱風	2009/ 8/7 23:00	2007/8/6 10:00	2009/8/ 8 21:00	1	0	0	5	100
高雄縣	六龜鄉	新發村	莫拉克 颱風	2009/ 8/7 23:00	無	2009/8/ 8 21:00	28	0	0	38	150
花蓮縣	秀林鄉	和平村	蘇拉颱 風	2012/ 8/1 17:00	2012/8/2 4:00	2012/8/ 2 4:00	1	0	0	3	100

資料來源：水土保持局，『土石流災害現勘成果綜整表』

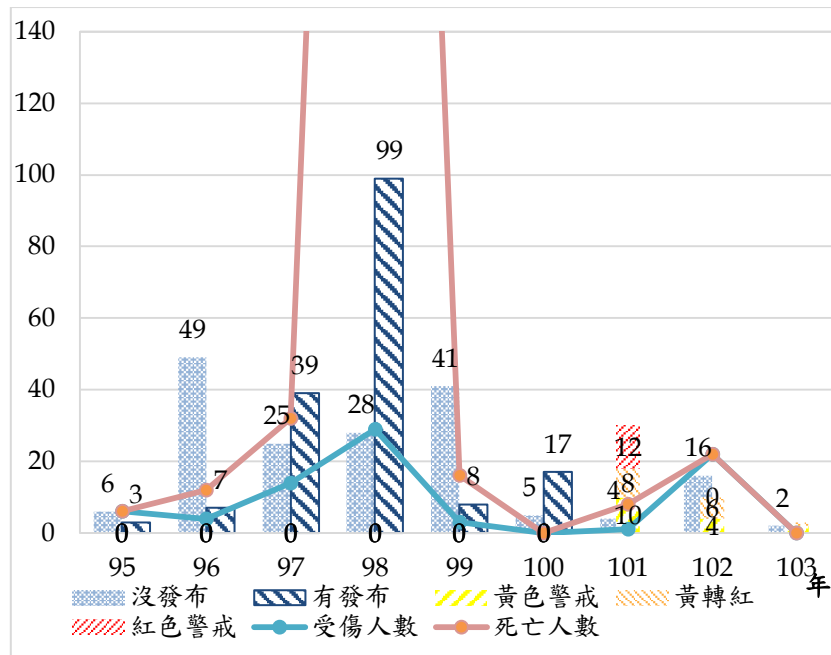


圖 4-5 民國 95-103 年土石流警戒預報次數與傷亡人數統

土石流災害一旦發生，若造成嚴重災損，該村落常面臨無法重建，或雖可重建但未來仍有嚴重危害之虞，因此可能面臨遷村困擾。因此，由歷年重大土砂災害資料可見，歷年災害反覆受災區域較少，所以若要觀察長期單一聚落土石流危害、預警發佈、撤離避難、災害損失的關係，實屬不易。高雄縣甲仙鄉是全台少數幾個地區有土石流反覆受災現象，分別在民國 96、97、98 年發生土石流。以東安村為例，在民國 97 年發生土石流造成六人死亡，但在民國 98 年的莫拉克颱風中，由於全村村民已在 8 月 6 日預先撤離，因此無人傷亡(參見圖 4-6)。由此案例我們可以發現：土石流預警與撤離避難最直接的效益是死傷人數的減少，若能了解各土石流潛勢溪的保全人口數，並能掌握各保全人口的生命價值以及對於預警服務的效益，就能完成最直接的效益初估。

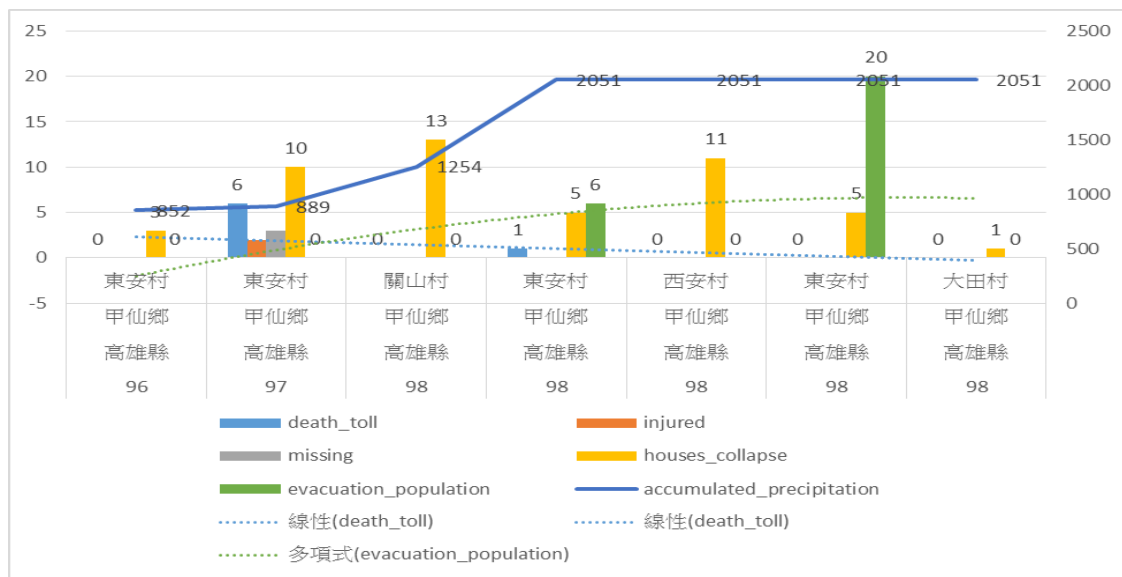


圖 4-6 高雄甲仙鄉土石流災例死傷人數

本研究擬以全台土石流災害高風險潛勢區與低風險潛勢區為範例，探討不同風險區域民眾對土石流警戒預報與疏散避難的效益。因台北市的資料完整，有較長期間的觀察值，因此本計畫搜集台北市土石流災例資料（台北市大地工程處災害歷史資料庫），台北市共有 50 條土石流潛勢溪（表 4-2），從民國 42 年至民國 104 年間，共觀察到 26 件土石流災例（圖 4-7），最多災例發生在北投區（共 12 件），其次是內湖區（共 5 件）、信義區（共 4 件），再其次是南港區（共 3 件）、士林區（共 1 件）以及文山區（共 1 件），參見圖 4-7。若以時間序列來看，我們可以發現，在民國九十年以前的土石流災例中有較多的死傷人數，然而在民國九十年之後，由於邊坡災害防治工作逐年展開與預警避難的確實執行，死傷幅度大幅降低，顯見臺北市政府對於邊坡防治的用心與投入。以內湖西康里為例，八十七年的土石流事件造成五人死傷；九十年以後的死傷為零，雖然無法得知究竟是何種災防工作項目產生效益，但也可窺見初步整體工作成效。至於這些政策避免死傷的效益

是否能貨幣化？是否符合成本效益？需要增強哪些環節的工作？更是決策者所關心的，尤其是這些預警模式、防災演練、與防災教育均投入大量的資本與人力，必須提供公共效益資訊決策者參考進行政策排序，並檢討政策施行的有效性；尤其是面對未來氣候變遷極端降雨的機率增加，災害潛勢亦隨之提高，必須進一步加強民眾自主防災意願，不僅能減少政府緊急救援成本，更能以減少整體災害損失。在自主防災的政策推動中，較為關鍵的就是提供一般民眾、社區、與企業準確的氣象與災害預報，並建置社區互助網絡，提升社區自主防災能力。

表 4-2 台北市土石流潛勢溪與保全戶數

行政區	參考雨量站	土石流警戒雨量值	溪流編號	村里	保全住戶數	保全住戶人數
北投區	北投貴子坑	500	DF011、DF012、DF013 DF008、DF009、DF010	秀山里	15	52
北投區	北投貴子坑	500	DF016、DF017		0	0
北投區	北投稻香里	500	DF014、DF015		0	0
北投區	北投小油坑	500	DF001、DF002		0	0
北投區	北投竹子湖	500	DF004、DF005、DF006、DF007		0	0
北投區	士林擎天崗	500	DF003		0	0
士林區	士林明德樂園	500	DF018、DF019、DF020、DF022		0	0
士林區	士林溪山里	500	DF023、DF024	溪山里	4	21
士林區	士林菁山里	500	DF021	新安里	3	12
中山區	中山劍南路	550	DF025		0	0
內湖區	中山劍南路	500	DF050		0	0

內湖區	內湖大湖里	500	DF039、DF040、 DF041、DF042		0	0
內湖區	內湖金面山	500	DF043、DF044、 DF045、DF046、 DF047、DF048、 DF049	金瑞里 /港華 里/碧 山里	14	34
信義區	信義挹翠山莊	600	DF026、DF027、 DF028	泰和里	37	134
信義區	信義四獸山	600	DF029、DF030		0	0
南港區	信義四獸山	600	DF034、DF035		0	0
南港區	南港九如里	600	DF036		0	0
南港區	南港舊莊里	600	DF037、DF038		0	0
文山區	文山貓空	500	DF031、DF032、 DF033		0	0

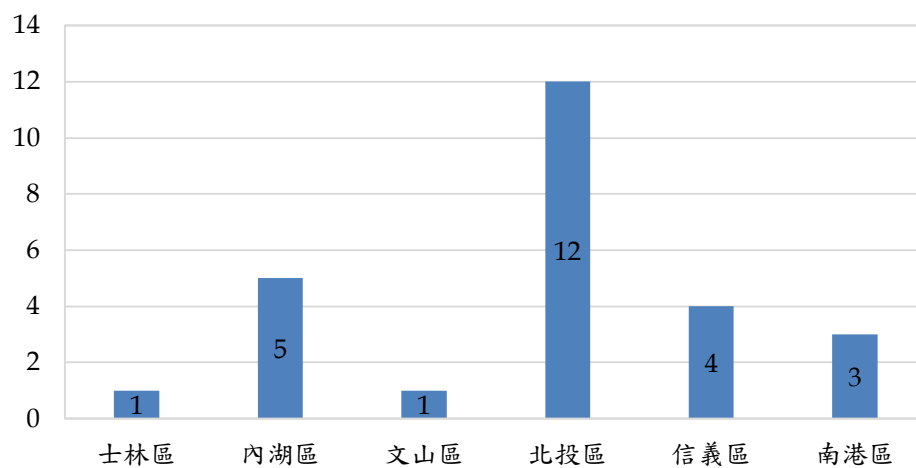


圖 4-7 民國 42-104 年台北市土石流災例次數

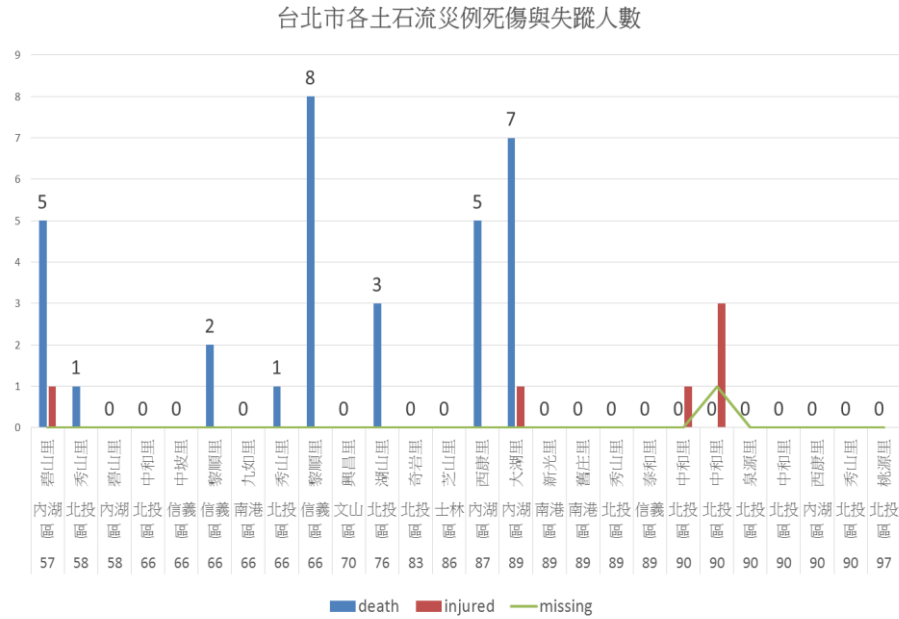


圖 4-8 台北市歷年土石流災例死傷與失蹤人數

許多災防工作者常擔心：若每年無災例發生，是否看不出災害預警工作的效益？事實上預警撤離等相關工作的效益評估，是在了解公共服務推行之後是否降低社會整體風險，進而提高個人效用與社會福利水準。若公共政策與服務可以達到此目標，那麼該公共政策與服務即產生社會效益。然而若這個效益涉及許多工程面與政策面的因素，不容易區分出個別公共服務減災效益。

由於效益評估必須評估政策有無的風險降低程度，而評估技術上多採用情境分析法(scenario-based approach)：各種災害規模都必須要有一個基期情境與比較情境，比較在相同災害危害度以及暴露度的情況下，有無預警服務的災害損失與死傷狀況，也就是說效益評估必須控制相同災害規模與暴露度，討論有無預警資訊的災損差異，藉以評估預警系統的減災效益。由上述可知，效益跟風險降低有關，但跟有沒有發生災害無關，故不會有沒有災例就沒有效益的問題。

第二節 成本面分析

目前水土保持局執行發佈土石流預警與避難相關的投入成本歸屬在水土保持發展項下，排除業務費與目前預警與撤離避難的施行成果無關，本研究蒐集水保局歷年預決算書中水土保持發展經費的人事費(民國 96 年至 104 年，詳見表 4-3)，作為中央政府針對目前土石流預警與撤離避難投入經費。

表 4-3: 行政院水保局預決算書水土保持發展人事費

年度	水保局水土保持發展-人事費
104 年	1,241,035
103 年	463,122
102 年	1,048,071
101 年	1,361,248
100 年	780,041
99 年	1,419,487
98 年	1,499,972

資料來源：行政院農業委員會水土保持局年度算書

在地方政府投入經費方面，由於地方政府預決算書中除了台北市與新北市政府可查到針對坡地防治相關支出統計，其餘地方政府皆無法得知各縣市針對坡地災害防治投入經費，更遑論對土石流預警與撤離避難的相關經費。本研究透過各縣市「災害防救深耕計劃」，搜集各縣市在不同災害緊急應變能力建置相關經費（詳見表 4-4），本項計劃相關工作包括：地方政府針對各項災害提供緊急避難策略規劃、災害圖資、資訊平台、災害避難路線規劃、災害避難住所環境提升等等。這些工作均影響了地方政府在執行土石流預警與撤離避難成效，利用土石流災害人口比率，可協助估算在坡地災害部分的相關投入成本。

根據本研究統計，平均地方政府一年投入 500 萬進行災害防治與應變能力建置，依照坡地災害鄉鎮人口占縣市人口比率計算(0.4)，各縣市坡地災害應變能力建置投入估計約 200 萬，則十七個縣市投入共 3,400 萬。

表 4-4：地方政府投入災害應變能力強化相關經費

縣市	強化地方政府防災應變能力每年投入經費(單位：元)
新北市	\$9,227,000.00
臺北市	\$10,550,000.00
桃園市	\$6,738,000.00
臺中市	\$4,772,500.00
臺南市	\$8,433,000.00
高雄市	\$4,763,400.00
宜蘭縣	\$3,568,000.00
新竹縣	\$4,403,000.00
苗栗縣	\$2,628,400.00
彰化縣	\$4,717,100.00
南投縣	\$5,674,000.00
雲林縣	\$3,630,100.00
嘉義縣	\$4,027,200.00
屏東縣	\$9,046,000.00
臺東縣	\$5,459,000.00
花蓮縣	\$5,139,400.00
基隆市	\$2,872,300.00

資料來源：各縣市災害防救深耕五年中程計劃

避難演練場次與防災教育場次則搜集水保局統計（詳見表 4-5），取平均值每年舉辦場次以及每場教育宣導投入（30,000 元）以及演練投入（200,000 元），計算一年投入相關經費。平均一年政府需舉辦 50 場演練、200 場教育講習、總計平均一年花費成本是 1,630 萬。綜觀中央政府投入現行土石流預警與避難的相關經費，共計 5,150 萬，本項成本將計入後續成本效益分析中。

表 4-5 歷年土石流防災演練次數與教育訓練場次

年度	全台防災演練次數	教育訓練場次
89	6	--
90	12	--
91	45	--
92	54	--
93	100	7
94	93	222
95	57	223
96	43	169
97	43	175
98	33	247
99	66	252
100	48	280
101	47	261
102	32	226
103	43	233
104	31	243
平均	47	211

資料來源：行政院農業委員會水土保持局

第五章 土石流防災業務單位訪談

第一節 行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心訪談

本研究團隊於 105 年 5 月 30 日前往土石流災害主管機關行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心進行期初訪談與資料蒐集，本次訪談主要是在介紹本研究案計畫內容，並詢問水保局各項資料內容以及示範案例選取建議。以下是訪談內容的重點摘錄：

- (一) 目前土石流預警是參考氣象局雨量預報，土石流預報預報模式精進尚未進入實際操作與落實應用階段，故目前還不會影響土石流預警準確度，效益不會實際展現，建議這部分成本可以剔除。土石流預警成本面投入，包括人事費、資本門、物資等等，可參考各年度預算書與決算書，資本門投入如觀測模式研發與觀測資料蒐集由於多為委外業務，相關支出歸類在業務費項下。
- (二) 效益面研究由於居民生命價值較為顯著，建議研究團隊可針對此層面。
- (三) 土石流預警開始運作約莫在民國 92 年，93 年 72 水災是比較明確實際有土石流預警以及撤離的案例。但土石流預警避難施行以前的全台死傷狀況目前沒有完整統計，故沒有辦法提供全台較長時間尺度土石流災損資料。
- (四) 目前有效撤離不到一成，災害潛勢比較嚴重時撤離的人數較多。大家的認知容易認為災害潛勢高撤離意願高，但效益不一定好，是因為死傷也很嚴重。

- (五)示範區訪談建議選取南投與台北。南投災例較多，台北市的資料庫較完整，尤其是在 90 年時已經建置坡地歷史災害資料庫，可能對研究有幫助。效益評估方面台北市因為坡地災害防治工作做得不錯，作起來的效益呈現會比較好。
- (六)效益評估若資料充分，可比較有無預警死傷人數作為評估基礎，以莫拉克颱風為例，我們可以知道特定地區有預警的死傷人數，但必須透過假設以及模擬的方式，才能估計可能的死傷，從中計算減少死傷的效益。
- (七)95 年-104 年土砂災例以及正式報可以提供給研究團隊。台北市坡地災害歷史資料庫可向台北市工務局大地工程處詢問。過去台大土木林美聆老師曾經幫忙建置坡地災害資料庫，可向林教授詢問。
- (八)各年各縣市防災演練與教育宣導場次已整理在水保局 246 網站，一場演練成本費用是 200,000 元，一場宣導是 30,000 元。可估算演練與教育宣導的投入成本。
- (九)影響民眾疏散撤離的決定性因素也是水保局有興趣的議題之一。



圖 5-1: 本研究團隊至水保局訪談討論情況

第二節 台北市工務局大地工程處訪談

本研究計劃成員於 105 年 7 月 27 日前往台北市工務局大地工程處進行訪談，主要係在了解台北市政府的土石流預警疏散執行情況以及山坡地資料庫的建置、並針對教育宣導、避難演練的情況進行訪問，從中獲知可能會花費的成本項目以及可能會產生效益的層面。以下是實際訪談的重點摘錄：

(一)目前台北市的土石流潛勢溪有 50 條，但不是所有的潛勢溪都有保全戶。建議在選取問卷訪查的地點時，可以選擇保全戶數較多的里，如北投秀山里、士林新安里、信義區泰和里。若再考慮里民的配合度，建議選取士林新安里以及信義區泰和里。

(二)台北市的土石流災例近年已經非常少，若以臺北市為示範案例區詢問民眾過往災例與對預警的評價，只有少數災害潛勢保全戶。另外一個問題是，如果市民近年較少有土石流預警與撤離的經驗，大多數是老舊聚落的疏散撤離，這是否算是本研究的效益範圍必須加以釐清。另外詢問這些民眾是否可以問出研究團隊所需的結果，需要再仔細檢視。

(三)士林區近年有撤離的經驗(蘇迪勒颱風)，可邀請過去承辦人員介紹過去撤離經驗。蘇迪勒颱風士林新安里有樹倒造成交通中斷的現象，因為里長與社區力量的動員，使得當地民眾及時獲得援助，堪稱社區自主避難的絕佳典範，建議可邀請該里里長訪談，後續家戶問卷調查也會比較容易。

(四)關於撤離必須花費的成本，包括每天人事加班費、醫療與物資費用、交通費、水電費等等，相關總經費支出可以透過「每日費

用」乘以「避難天數」粗略估算。實際撤離避難會動用災害準備金，歷次預警撤離避難人數，可從歷次警戒撤離通報單裡面搜集，不過相關通報單資料沒有特別整理，搜集不易。

(五)台北市的撤離避難很多是自主依親，曾經發生一次只有一人撤離至規劃好的疏散避難場所，在避難物資以及場所準備常常投入大量人物力，但僅有少數人願意至避難所安置，顯示未來撤離場所的選定，也是決定民眾撤離意願的因素之一。

(六)疏散演練部分，每年士林區、北投區、信義區、南港區均須進行疏散演練，故每年均有 4 場，各區會推派一個里進行演練，平均一場成本費用是 200,000；每年的防災教育宣導共有 7 場，每場宣導成本費用約 30,000 元。

第三節 專家學者期中座談

本座談會邀請中央與地方政府土石流預警與疏散避難業務單位、專家學者、以及示範區民眾，根據以往在地經驗，對於預警與撤離避難之工作項目、需求、成本效益層面來進行交流，期能吸取各方意見，以做為未來資源配置與計畫推動之參考。

(一)目前全台土石流潛勢溪共 1,687 條，保全對象共 48,116 人。土石流預警發布未來希望避免告知地方政府因應作為，另外發布時點共六個（00:30、06:30、12:30、15:30、18:30、21:30），未來水保局會再增加發布時點。現行土石流警戒發佈方式，當特定地區預測雨量大于警戒且實際雨量已達警戒雨量 30%或 40%。即發布黃色警戒。該地區實際降雨大于土石流警戒基準值時，即發布該地區為一

級（紅色警戒）土石流警戒區。地方政府得依各地區當地雨量及實際狀況進行指示撤離強制疏散。

(二) 莫拉克颱風期間台東大武鄉曾經疏散了上千人，該次已經發了紅色警戒但當時並未撤離，等到地表出現徵兆才緊急疏散，儘管如此，還是發揮了及時災害通報與撤離的力量，顯見預警及時撤離以及村里通報與社區協助的重要性。屏東來義村的撤離疏散是另外一個著名的例子，在該次事件中，因執行預防性疏散故沒有人員傷亡，具有顯著效益。

(三) 目前的土石流潛勢區選定準確率是高的，但沒有「風險分級」概念，這是因為以雨量訂定警戒的風險管理是齊頭式的；但事實上，每個區域的土石流風險均不同，必須重新檢視風險分級的重要性，否則會出現有的地方是發生土石流機率很低，但一直在發預警並啟動避難措施，這些地方的效益就會比較低。

(四) 目前土石流潛勢區劃設範圍大小並不準確，而土石流潛勢溪保全人數多寡會受風險區域劃設大小影響，也會影響研究團隊評估的效益大小。

(五) 建議研究團隊釐清研究範圍為「土石流」還是「土砂災害」，不同案例選取所得出的效益會有相當的差異。

(六) 預警與撤離避難效益會因為問卷施測地點在都會區或在山區會有差異。都會地區民眾防災意識高，效益會比較高；山區的災害潛勢高，一旦發生災害損失較高，但因通報效率差，預警效益不一定高。

(七) 台北市工務局大地工程處在海上警報發布時會啟動土石流潛勢溪以及關注點位機動巡勘，另在開設緊急應變中心之後會加強重點巡

勘，包括一些高風險潛勢溪、列管沉沙池、防溺設施等等，這些措施都大大減少了災害風險與損失規模。

(八) 由於台北市土石流警戒撤離的案例少，大部分是老舊聚落人口進行撤離。這些區域尚有許多風險因素需要排除，包括排水不良、建築物蓋在行水區域、建築物退縮距離不足、磚牆為擋土牆、建物老舊等等。由於仍有許多人口居住在此區域，往往在雨量達到警戒值時，仍需啟動撤離避難措施。以文山區博嘉里為例，該區曾在蘇迪勒颱風（104 年 8 月 8 日）進行疏散撤離，由於指南里雨量站 24 小時累計雨量已達警戒值，市災害應變中心指示對博嘉里木柵路 5 段象頭埔聚落黃色警戒列管住戶實施疏散避難勸導與強制撤離。



圖 5-2: 105 年 8 月 18 日期中座談實錄



圖 5-3: 台北市大地工程處防颱準備時序表

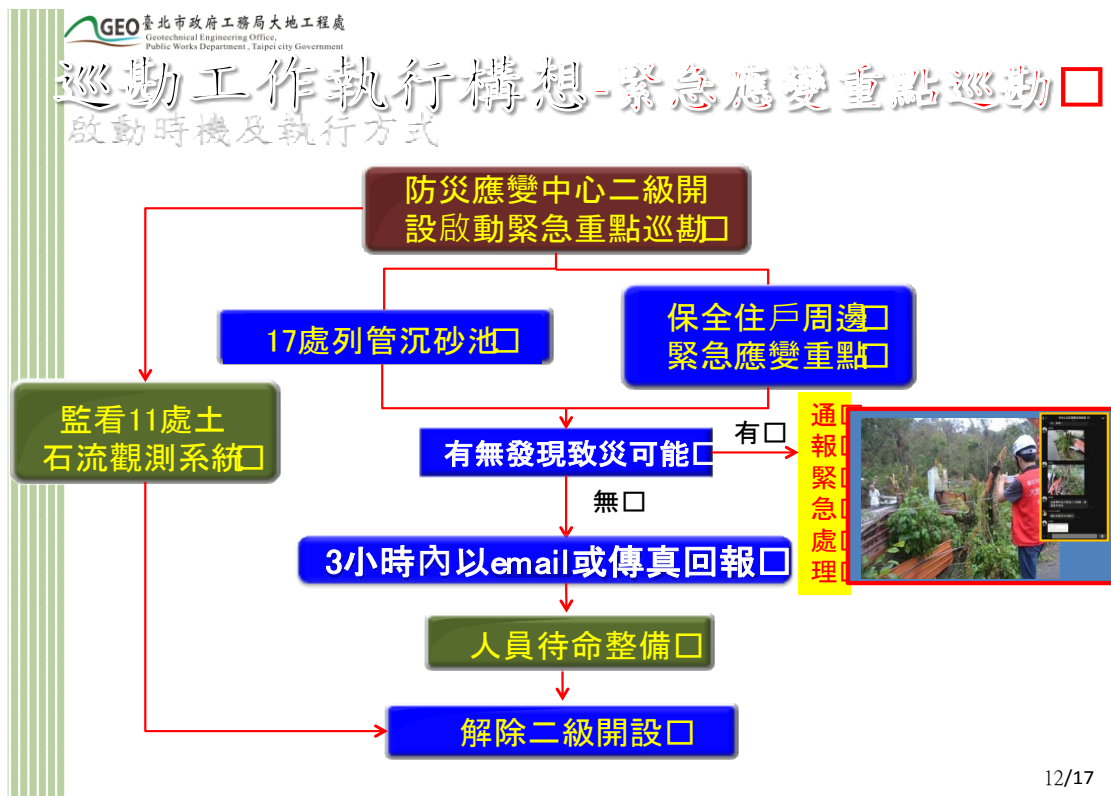


圖 5-4: 山坡地老舊聚落安全管理策略及措施

臺北市政府工務局大地工程處 防災疏散應變標準作業流程

99.6.10北市地工企字第09930259800號函頒
99.7.27北市地工企字第09930717200號函修正
101.9.28北市地工企字第10132583900號函修正
103.4.18北市地工企字第10330384700號函修正
104.4.17簽准修正

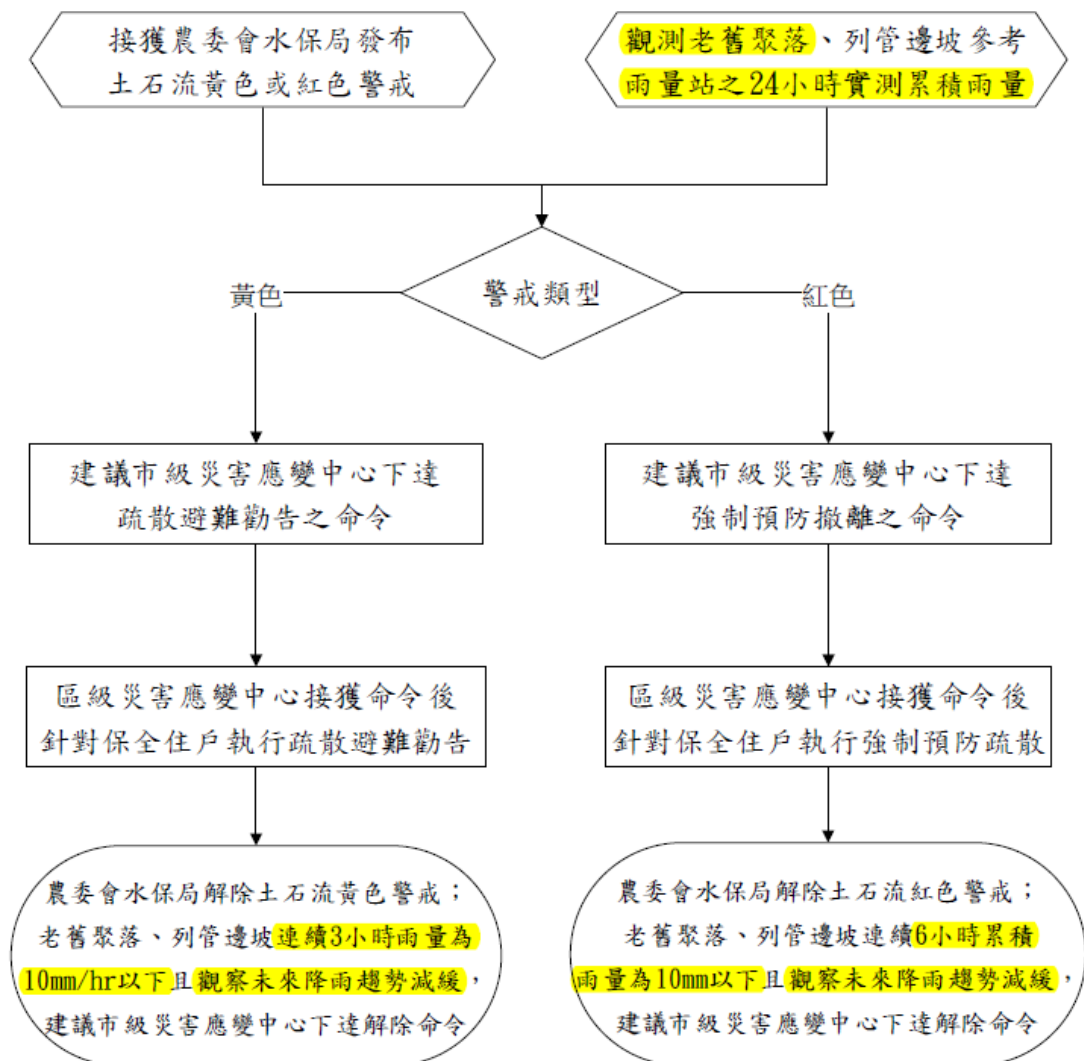


圖 5-5: 防災疏散應變標準作業流程

From: 08/08/2015 11:05 #038 P.002/004

08-08-15:10:08 ; 1/5

臺北市政府工務局大地工程處

建議 ☒ 執行 ☐ 解除 山坡地防災疏散避難通報單

傳送至：		通報時間	(104年8月8日) 時56分
正本：臺北市災害應變中心		通報別	☐ 初報
傳真：8786-3108			☒ 續報(第2報)
副本：文山區災害應變中心			☐ 結報
傳真：8661-1342			
參考雨量站	☐ 北投小油坑 ☐ 北投竹子湖 ☐ 北投貴子坑 ☐ 北投稻香里 ☐ 北投水磨坑溪 ☐ 士林擎天崗 ☐ 士林明德樂園 ☐ 士林漢山里 ☐ 士林菁山里 ☐ 士林(猴洞溪)莊頂路 ☐ 士林(猴洞溪)至善路 ☐ 內湖大湖里 ☐ 內湖金面山 ☐ 內湖安泰里 ☐ 內湖大溝溪 ☐ 中山劍南路 ☐ 中山劍潭山 ☐ 信義四獸山 ☐ 信義松翠山莊 ☐ 南港舊莊里 ☐ 南港九如里 ☐ 南港茶製場 ☐ 大安福州山 ☐ 文山仙新岩 ☒ 文山指南里 ☐ 文山貓空 (山坡地防災資訊網： http://163.29.36.178/sora/)		
觀測時間	(104年8月8日) 7時56分	累積雨量值	40mm / 6hr
應變措施	發布	☐ 黃色警戒—針對保全住戶執行疏散避難勸告 ☒ 紅色警戒—針對保全住戶執行疏散避難與安置	
	解除	☐ 黃色警戒—通知民眾返家 ☐ 紅色警戒—通知民眾返家	
建議地區與保全住戶類型	☐ 土石流保全住戶 ☒ 老舊聚落保全住戶 ☐ 地質敏感區保全住戶 ☐ 其他： 文山區 博嘉里 (共4戶，38人)		
陳核欄	承辦單位 (坡地住宅科)	審核	決行
	管工司吳柏蒼	林士淵	張國偉
正本：臺北市災害應變中心簽收時間 08/08/1800 簽收人：[隊員洪國榮] 副本：____區災害應變中心簽收時間____ 簽收人：____			

說明：1. 為掌握通報時效，請於接獲本通報單後以電話或傳真方式臺北市政府工務局大地處山坡地災害緊急應變小組確認收訖。TEL:27593003/Fax:275932728
 2. 本通報單以一區一里為使用原則，同區不同里具有相同參考雨量站，可統一填報於一張通報單。
 3. 本通報單副本傳真區災害應變中心，供各區預作準備，惟各區實際執行時應依本市災害應變中心指揮官下達命令執行。

圖 5-6: 山坡地防災疏散避難通報單

第四節 土石流預警與撤離避難在地經驗訪談(一)

訪談日期：105 年 10 月 31 日星期一

訪談時間：10:00 AM-14:00 PM

訪談地點：新北市新店區廣興里里辦公室

訪談對象：新店廣興里里長與防災專員

訪談內容摘錄：

- 一、新店廣興里在蘇迪勒颱風因為短時超量降雨，沖刷平廣溪中上游之順向坡，導致土沙滑落致溪谷阻斷平廣溪水流；而後因持續強降雨，匯流大量溪水帶動堆積於平廣溪床之土沙，繼續衝向中下游，洪水夾帶土沙衝擊平廣溪橋附近民宅，易造成受玄宮附近多處房屋淹水、遭土砂掩埋或損毀。
- 二、廣興里避難處所有幾處：之前的避難所是龜山國小、現在的避難所是龜山活動中心、另民眾也會暫時撤離至祖師廟以及其他民眾主動提供住所。前次風災龜山國小本身就是災區，民眾無法前往撤離，至於活動中心則太遠了，民眾缺乏避難意願，顯示目前官方指定的避難場所不符民眾所需，需要再共同討論比較合宜的避難場所。
- 三、廣興里於治洪工程的需求：防災專員反映除了河川河床基底工程，需再加強清理溪溝落石。另外溪溝排水涵洞位置設計不佳，若上游土石沖刷至下游容易在涵洞口處堵塞。平廣溪沿岸都有需多崩塌處，需要再做清理，免得土石淤積堆疊導致下次災害發生。

- 四、廣興里於撤離避難時的需求：由於廣興里幅員廣大，是全國第二大里，有鑒於上次蘇迪勒颱風，僅靠行動電話通訊，雖最近有添購無線電系統，但傳輸距離有限，仍無法及時有效通知所有民眾撤離。建議加裝社區廣播系統、不斷電系統、以及高規格無線通訊。
- 五、民眾撤離避難意願：從過去經驗來看，由於對外道路淹水中斷，只能在里長家避難，但畢竟住別人家並不方便，故很多人都會待不下去。未來避難地點選定以及避難住所的舒適度應該加強。
- 六、目前統一疏散避難場所場地難覓，再者也缺乏經費無法興建新的活動中心，若能選定旅館讓民眾前往避難，民眾撤離避難意願會大幅提高。原因是旅館通常離市區較近，便利商店也比較多，生活機能便利，未來應可考慮此項安排。
- 七、新店廣興里家戶訪談可沿著平廣溪進行，應可問到受災戶與保全戶。



圖 5-7 新店廣興里在地經驗訪問

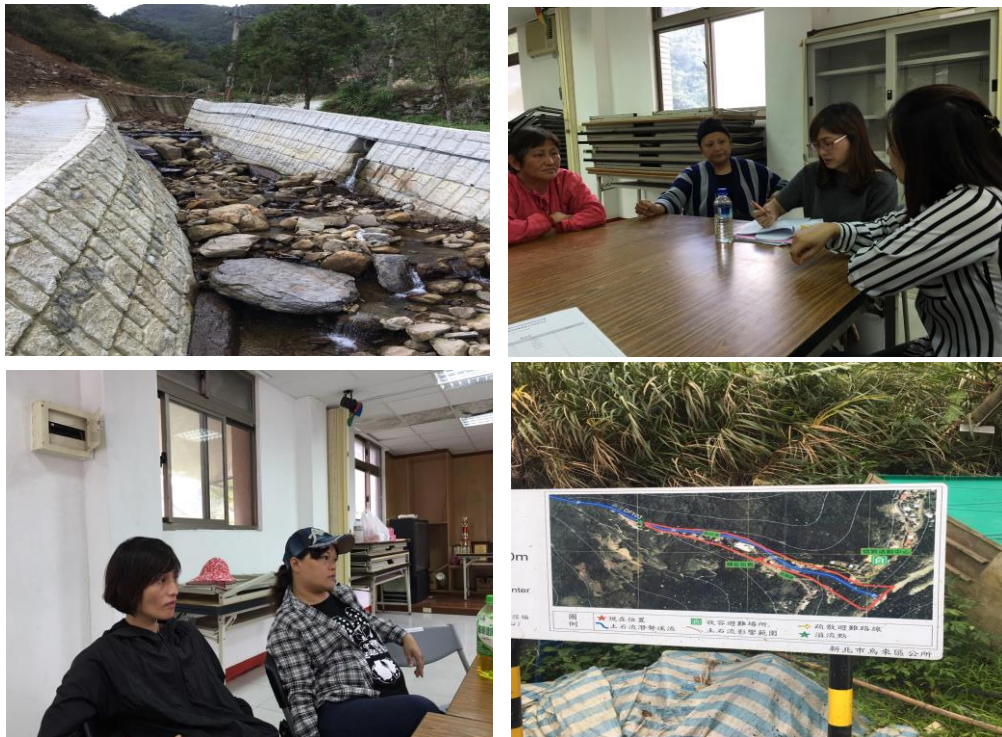


圖 5-8 烏來信賢里在地經驗訪問

第五節 土石流預警與撤離避難在地經驗訪談(二)

訪談日期：105 年 10 月 31 日（星期一）

訪談時間：15:30 -17:00

訪談地點：新北市烏來區信賢里活動中心

訪談對象：新北市烏來區信賢里里長與防災專員

訪談內容摘錄：

- 一、烏來附近有三條主要溪流(烏砂溪、樟樹溪、南勢溪)，土石流潛勢溪是烏砂溪，保全戶是沿岸居民。根據在地經驗觀察，土石流或山地崩落有一半的發生機率是源自於土石自然崩落，部份發生原因跟人為開發有關，沿溪水的房屋災害風險較高，尤其是去年有土石崩落導致河道淤積改道淹水的經驗，故族人的風險與防災意識較高。另外根據過去生活經驗信賢部落地區因

為地形地勢關係，通常雨會先下，雨勢太大大家都會怕，因此預防性避難意願都很高。

二、烏來信賢部落保全戶不多，收到警戒並進行勸離時，因民眾風險意識高，撤離避難意願較高。一般看到風勢雨勢過大都會撤離。若要進行家戶拜訪建議沿著烏砂溪沿岸家戶進行。

三、去年八八風災發生水災，山區水都淹到路面上，住在溪流沿岸的民眾必須馬上撤離到活動中心。民眾反應比較不方便的地方是，雨勢太大導致水質含沙量過大無法使用，飲用水短缺、斷水斷電的問題比較嚴重。另外是年紀大以及生病的民眾，撤離比較困難，救護車有時候很難進來或交通耗時過長，容易耽誤送醫時間。

四、因烏砂溪上游落石每一次颱風過境都會持續堆積，故除了疏濬工程之外，建議要再做河道清理。

五、臨時避難中心物資缺乏，雖然有泡麵罐頭，不過族人不愛吃，區公所有經費買生鮮食物，但實際上給避難民眾的物資很少。另外食物儲藏的方式不佳，很多避難食物都快要過期了，加上山上很潮濕，能不能食用有很大的疑慮。民眾對於避難住所不佳以及物資缺乏怨聲載道，恐影響未來撤離避難意願。

六、另外原本的社區活動中心地基沖蝕，已經不能作為避難住所，目前暫時的避難住所非常狹小，建議應該趕緊改建活動中心，並提升設備增加物資，方便族人前往避難。

七、重建復原經費太少，許多路段土石崩落處擋土牆尚未復原。上游沒有疏濬，只有疏濬下游，建議地方政府挹注經費並加強上游與溪流邊坡整治。

表 5-1 新北市新店與烏來訪談彙整

	新店區廣興里	烏來區信賢里
預警通報	- 缺乏社區災害廣播系統 - 缺乏不斷電系統、高規無線通訊系統	- 有社區廣播系統 - 里長勸離居民撤離意願高
避難住所	- 原先避難住所本身是高風險地區 - 目前避難住所(龜山活動中心)的距離太遠 - 另有民眾志願提供避難場所，不過容易有管理與權責問題	- 避難住所地基掏空必須盡速改建 - 目前臨時替代避難住所太過狹小
避難物資	因為避難地點不是政府指定避難場所，故僅有民眾捐獻或互助物資。	避難物資僅有罐頭、調理包、泡麵，很多都快過期，尤其山上較為潮濕，食物受潮腐壞速度更快，應改善食物儲存方式與汰換速度，另外生鮮食物不足。
避難與救援交通工具	許多民眾避難是里長接送或由里長出資(計程車費)讓老人依親	醫療院所位在市區，救護車援馳不便
復原與整治情況與經費	目前主要河道整治工程完成，不過還有許多支流與溝溪必須清理。	烏砂溪下游已有整治但上游並未整治，另外道路土石崩落沿路牆面也未整治，原因是經費不足

資料來源: 本研究實地訪談

第六章 問卷設計與實驗卡

本研究擬採用問卷與實驗卡，調查民眾過去土石流災害、撤離避難、演習與教育訓練經驗，並同時詢問民眾對於土石流預警與撤離避難等相關工作項目的評價，以及對於未來災害預警相關服務的需求層面。本研究為揭露民眾對於預警資訊服務的願付價值，在實驗卡設計中，透過文獻回顧、災防單位訪談、與家計單位調查，搜集民眾對於災害預警服務與訊息傳送的需求屬性，包括預警服務、預警資訊傳遞管道、避難交通工具提供、避難住所，了解民眾對預警資訊服務需求，與避難的意願。

在過去許多文獻 (如 Lazo *et al.* 2009) 均有提及: 民眾對預警服務的願付價格受到預警服務準確率、預警發佈前置時間、環境災害風險、預警通報的管道、預警通報的有效性、相關撤離配套措施、過去災害經驗、教育水平等等，故本問卷詢問民眾過去是否經歷土石流或其他邊坡災害，並詢問發生時間與受災情況。同時詢問對於過去土石流預警服務評價，以及希望土石流預警服務如何改進。在撤離避難方面，詢問民眾過往經驗以及需要強化的環節；在演練以及訓練講習方面，亦詢問民眾過去參與經驗以及成效評估。其後詢問民眾的風險認知，了解風險認知、預警服務需求、與願付價格的關係。由於民眾的防災行為，除了與過去災害經驗以及災害資訊通報有效性有關，亦與風險認知有極高關聯性，故亦詢問民眾在未來氣候變遷極端氣候的機率增加情況下，是否也覺得未來災害風險也隨之提高。問卷設計題目請參閱附錄一；問卷結果彙整於第七章。

在問卷最後進行實驗卡填寫，主要是在了解目前提供的預警資訊範疇或是相關避難措施是否符合民眾所需，並了解不同屬性水準配置如何影響其願付價格；例如若能提高預警服務全面性，民眾的願付價格是否也隨之提高？另外，若提供更好的避難場所以及較為便捷的避

難交通工具，是否民眾願意支付費用或是捐贈更多讓政府部門提供更完善的預警避難公共服務。本實驗卡的屬性包含以下項目（詳見表 6-1）：預警服務範疇（無服務、僅發佈紅色警戒、發佈紅黃警戒），預警資訊傳遞工具（無資訊傳遞工具、以電視與網路傳遞警戒資訊、以簡訊告知警戒資訊），避難服務提供（無提供、自行前往避難場所、提供交通工具至避難場所、提供交通工具至飯店避難）、提供預警與避難服務願意支付或捐獻的成本（200, 400, 600, 800, 1,000）。本研究採用隨機分配的方式，將屬性水準分配至實驗卡中，並透過多張實驗卡測試，了解預警服務的屬性水準如何影響民眾支付意願。

表 6-1 本研究實驗卡屬性與水準

實驗卡屬性	屬性水準
土石流預警服務範疇	無警戒發佈、僅發佈紅色警戒、發佈黃色警戒與紅色警戒
預警通報與資訊傳遞	• 無通報 • 透過電子媒體，例如：網路或電視 • 透過電子媒體、手機簡訊和個別電話通知
避難服務	• 無避難交通與住所服務 • 自行前往並提供緊急避難所，例如：學校、活動中心 • 提供交通工具並提供緊急避難所，例如：學校、活動中心 • 提供交通工具並提供飯店當作臨時住所
災害規模	• 僅房屋倒塌、無人傷亡 • 房屋倒塌、車輛損毀但無人傷亡 • 房屋倒塌、車輛損毀且人員傷亡
預警與避難公共服務價格	200, 400, 600, 800, 1000

以下面選擇卡為例(表 6-2)，第一欄為無預警服務且無撤離服務支援的基期情境，並提供兩個選項讓民眾比較：第一個選項是若僅發佈紅色預警，並利用電視與網路提供警戒資訊，民眾自行前往避難地點(學校或活動中心)，並由個人支付或捐獻 200 元供政府部門提供此項服務。第二個選項是若發佈紅色以及黃色預警，並利用手機簡訊傳送警戒資訊，並提供交通工具接送前往避難地點(旅館)，並由個人支付或捐獻 800 元供政府部門提供此項服務。詢問受訪者者兩個選項中願意接受何者？

表 6-2 實驗卡範例

卡 A - 1			
假設狀況 比較方案	比較基期	方案一	方案二
警戒發布	無	有發布預警， 僅發布[紅色警戒]	有發布預警， 發布[黃色以及紅色警戒]
預警通報	無	有 (透過電子媒體， 例如：網路或電視)	有 (透過電子媒體、 手機簡訊和個別電話通知)
疏散提供	無	有 (自行前往並提供緊急避難所，例如： 學校、活動中心)	有 (提供交通工具並提供飯店當作臨時住所)
災害損失與傷亡	房屋倒塌、車輛損毀 且人員傷亡	房屋倒塌、車輛損毀 但無人傷亡	房屋倒塌、車輛損毀 但無人傷亡
依據土石流預警服務價值， 您願意捐獻多少錢支持此公共服務(人/年)	0	\$200	\$800
請選擇一個合理可接受的情境	--	☐	☐

示範案例選取以單一特定地區附近有土石流潛勢溪，並劃設為土石流警戒區的村里，這些地區過去曾經有邊坡災害並有災情發生，且因

劃設為土石流警戒區，每當發布土石流預警時，居民須採取避難撤離行為，於災前必須舉辦防災避難宣導與避難演練。透過對潛勢區民眾訪談與問卷施行，進行預警與撤離避難效益分析。由於各地土石流以及其他邊坡災害風險程度不一，以台北市為例，台北市因為邊坡災害防治工作做得相當完善，故土石流風險較低，而新北市因為近年氣候變遷極端降雨頻傳，土石崩落事件頻傳，土石流風險轉高，許多地方的邊坡防治工程與河川溝溪急待整治，台北市與新北市分屬兩個不同的風險地區，可以從此研究中了解：是否不同區域土石流風險將影響民眾的避難意願與對預警的願付價格。

考量問卷施作方便性，我們挑選了聚落人口較多的區域。研究中期透過與防災單位（行政院農委會水土保持局土石流防災中心、台北市工務局大地工程處、新北市農業局專員）、村里里長以及防災專員（士林區新安里里長與防災專員、信義區泰合里里長與里幹事、新店區廣興里里長、烏來信賢里里長與防災專員等等）的前期訪談，初步了解案例選取與里民訪問的可行性。以下是示範案例地區與訪問樣本數（表 6-3）。

表 6-3 示範案例地區與樣本數

示範案例地區	災害點位	樣本訪問對象	樣本數	歷史災例
台北市士林區新安里	仰德大道三段 106 巷	保全住戶 3 戶 14 人與鄰近住戶	44	87 年瑞伯颱風 96 年科羅莎颱風
台北市信義區泰和里	吳興街 600 巷 100 弄 及糴米公廟以及吳興街 600 巷 98 弄	保全住戶 37 戶 116 人與鄰近住戶	20	90 年納莉颱風
新北市新店區廣興里	平廣溪沿岸以及溪溝附近住戶	保全戶 2 戶 4 人與臨近住戶	27	104 年蘇迪勒颱風
新北市烏來區信賢里	烏砂溪沿岸住戶	保全戶 23 戶，實際居住 37 人，與臨近住戶	19	104 年蘇迪勒颱風
高雄市甲仙區東安里	油礦巷 3 號 甲仙國小 崩坪一號橋	5 戶以上保全戶與臨近住戶	20	96 年聖帕颱風 97 年卡玫基颱風 98 年莫拉克颱風
高雄市甲仙區西安里	忠誠橋 玉凌宮	5 戶以上保全戶與鄰近住戶	22	98 年莫拉克颱風
花蓮秀林鄉	花蓮秀林鄉秀林村 花蓮秀林鄉和平村	5 戶以上保全戶與鄰近住戶	51	101 年蘇拉颱風
資料來源：參閱各區疏散地圖、保全計劃書、水保局重大土砂災情報告(本研究整理)				

第七章 樣本敘述統計

第一節 大台北地區

本研究採家戶問卷調查，截至 105 年 11 月 30 日初步統計樣本數大台北地區共計 110 份，士林區 44 份、信義區 20 份、新店區 27 份、烏來區 19 份（圖 7-1）。四個區域的樣本以男生居多。士林區、烏來區樣本相較之下性別較平均分布（圖 7-2）。信義區的樣本年齡層相較其他三者較為年輕，而新店區較其他三者為高齡（圖 7-3）。超過一半以上的樣本集中在居住超過二十年的住民（圖 7-4）。新店、烏來完全以自有住宅為主，士林、信義則有部分受訪者居住在親友房屋、或有租屋等情況（圖 7-5）。

在過往災害經歷方面，士林區 (77%)、信義區 (55%) 受訪者普遍無親身經歷土石流的經驗；而新店 (100%)、烏來區 (89.5%) 則多有親身經驗（圖 7-6）。該災害經驗中，士林、烏來區超過六成受訪者有財物損失的狀況，新店區及信義區則為兩個極端：新店區大部分有災害經驗之受訪者均有財物損失的狀況；信義區有災害經驗之受訪者則全部都無財物損失的狀況（圖 7-7）。撤離避難經驗方面，士林區有災害經驗受訪者完全無避難撤離的經驗，新店區則僅兩成有撤離經驗，烏來、信義區則超過六成以上有進行避難撤離的經驗（圖 7-8）。

士林區受訪者表示其皆非住在土石流警戒區，信義區與新店區受訪者超過五成以上 (80%, 77.8%) 居住在土石流警戒區。烏來區則低於五成（圖 7-9）。烏來區受訪者全都有收過預警通知的經驗，信義、新店區則各有 50% 以及 42% 的預警資訊接收經驗。信義與新店區過去大多都收到過黃色土石流警戒，烏來區則以收到紅色警戒為主（圖 7-10, 11），也有部分民眾表示自己不知道收過哪一種預警資訊。

在預警服務滿意度方面分為：預警發佈時間、撤離通知時間、通知撤離方式、避難住所安排、避難交通工具安排，請受訪者分別回覆。四個區域對於「預警發佈時間」滿意多在滿意的程度，在烏來新店地區仍有二成民眾不滿意(圖 7-12)。信義、士林、烏來區「撤離通知時間」以滿意為主，新店則有兩成受訪者不滿意(圖 7-13)。信義、士林、烏來區交通工具安排以滿意為主，新店則有一成受訪者非常不滿意(圖 7-14)，不過仍有許多新北市受訪者表示無此項經驗(新店 44%，烏來 26.3%)。在「避難所安排」部分，信義、士林、烏來區避難所以滿意為主，新店區則各有一成受訪者不滿意、非常不滿意(圖 7-15)。信義、士林、烏來區通知撤離方式以滿意為主，新店區則有一成受訪者非常不滿意(圖 7-16)。信義、士林、新店區對防災避避難作業以滿意為主，新店則有二成五受訪者不滿意(圖 7-17)。

烏來區參與演練經驗高於八成，其餘區域參加防災避難演練都不超過五成(士林 6.8%，信義 45%，新店 37%，圖 7-18)。信義、士林、烏來區對防災避難演練以滿意為主，新店則有三成受訪者不滿意(圖 7-19)。信義、士林、烏來區未來參與防災演練為百分之百，新店則有四成沒有意願(圖 7-20)。烏來區受訪者未參加皆因為防災演練當日有其他行程，其他區則因為沒有收到防災演練通知(圖 7-21)。四個區域受訪者多認為防災演練對避難本身有幫助(圖 7-22)。信義、烏來、士林區對防災演練以滿意為主，新店區有三成受訪者認為不滿意(圖 7-23)。

烏來區受訪者表示過去有受到其他災害侵擾(如颱風、洪水等)，其他區域多數受訪者則認為無受到其他災害侵擾(圖 7-24)。相較於過去的經驗，四區都認為未來氣候相關災害頻率增加(圖 7-25)。士林區超

過五成受訪者沒有經歷過土石流，其他區域大多數的受訪者都認為土石流有影響到生活(信義 85 %，新店 92.6%，烏來 73.7%，圖 7-26)。四個區域受訪者都認為土石流對生活的主要影響是生命安全、房屋毀損、財物損失，新店、士林、烏來區受訪者認為土石流亦造成生活不便。除士林區認為土石流發生頻率不變之外，其餘區域皆認為土石流頻率增加(圖 7-27)。

本研究受訪者主要學歷為高中職畢業，在烏來地區有八成受訪者為高中畢業或以下，士林地區受訪者有超過半數受訪者是大學以上，有將近三成是國小畢業。本次受訪者之職業分配，士林地區多從事農林漁牧業以及退休人員，信義區受訪者多為家庭主婦或從商，新店區受訪者有 25.9%從事商業相關行業，烏來地區受訪者多從事商業活動、農林漁牧、家庭主婦、退休人士等等。家計所得方面，信義區家計所得較高，烏來地區收入偏低，另有許多民眾拒答此題(士林 38.6%，新店 33.3%，烏來 36.8%)。

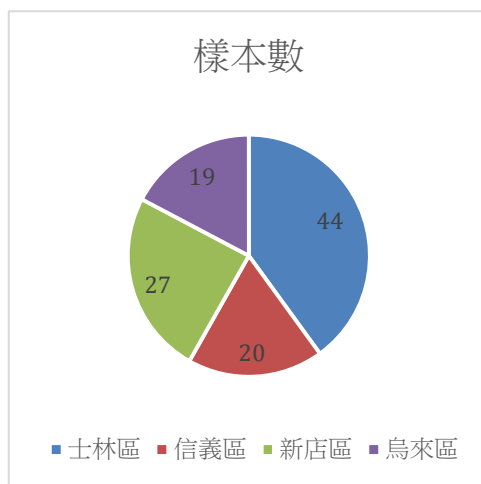


圖 7-1 樣本區域分配

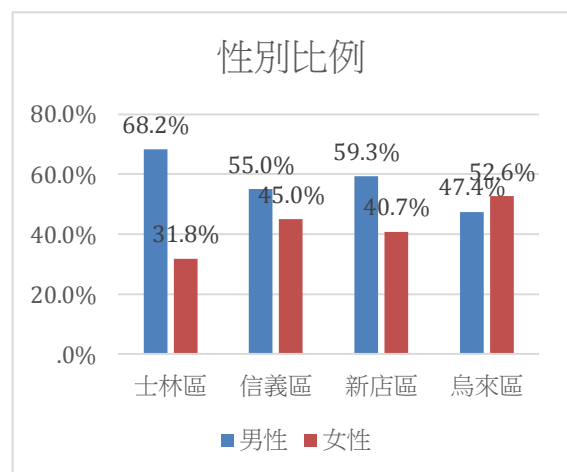


圖 7-2 樣本性別分配

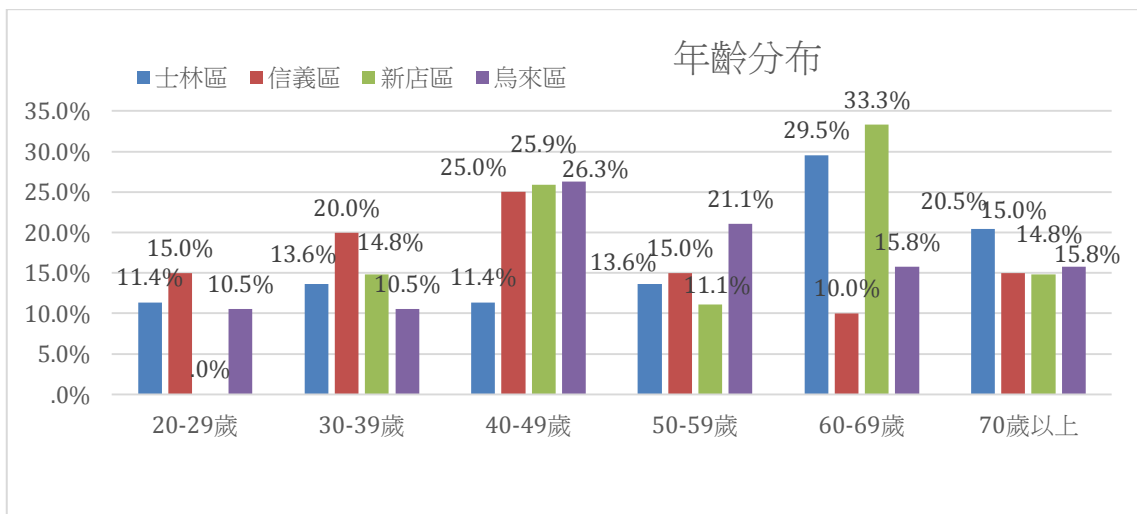


圖 7-3 樣本年齡分配

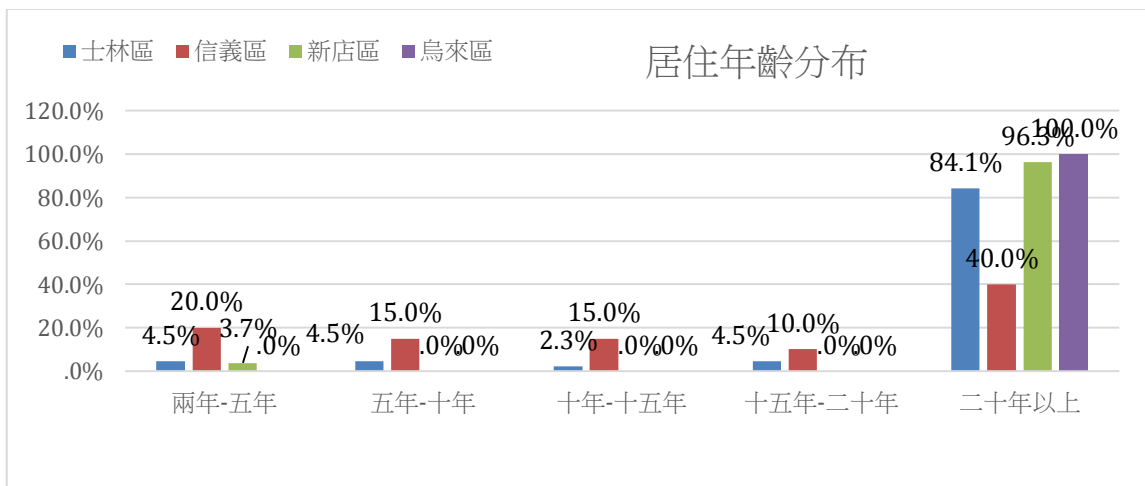


圖 7-4 樣本居住年數分配

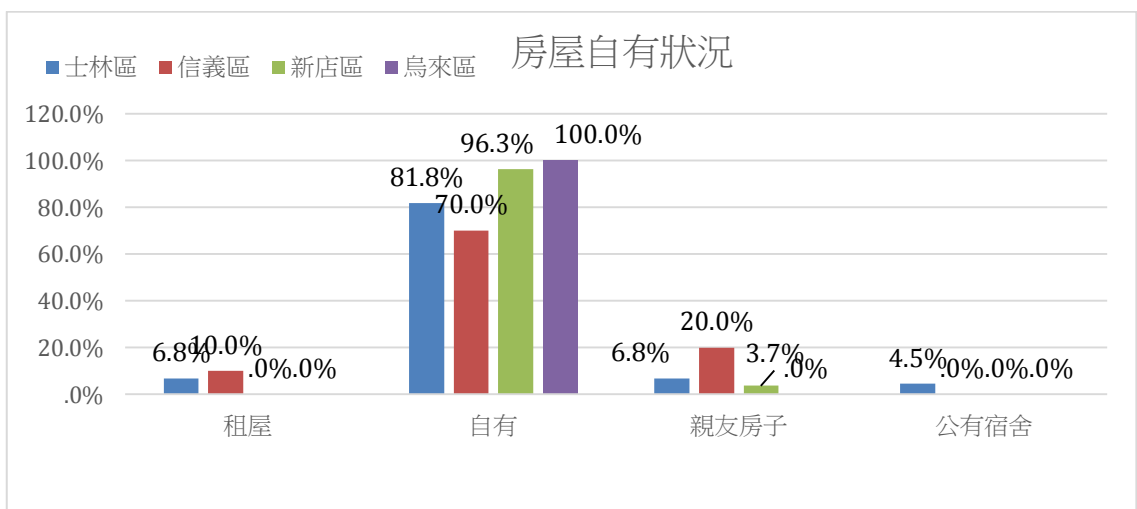


圖 7-5 房屋自有狀況

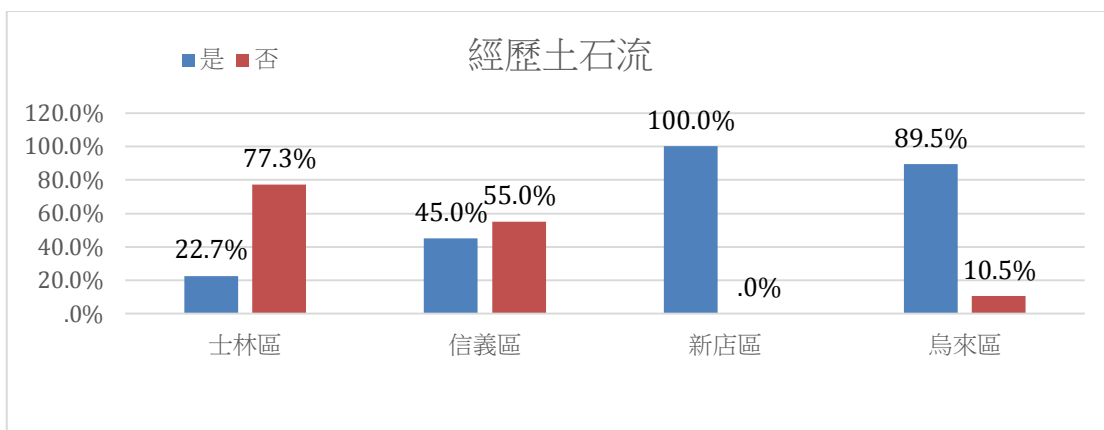


圖 7-6 是否親身經歷土石流

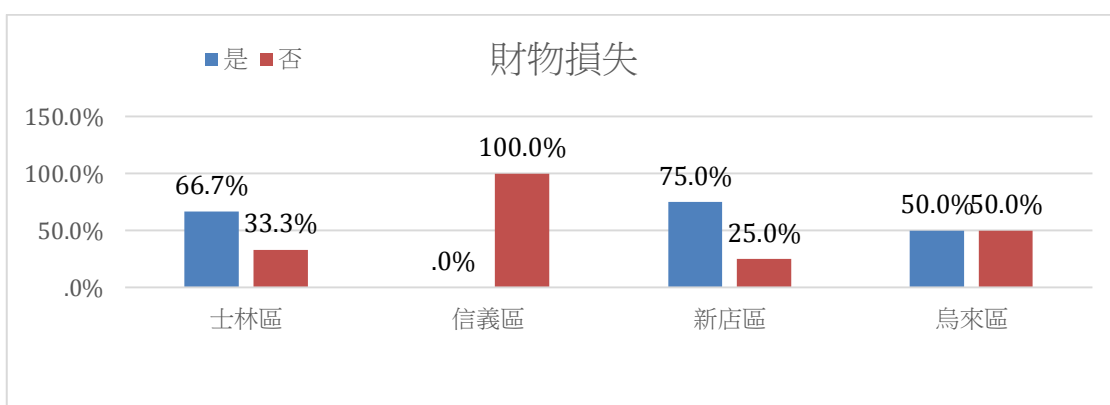


圖 7-7 該次災害經歷是否有財務損失

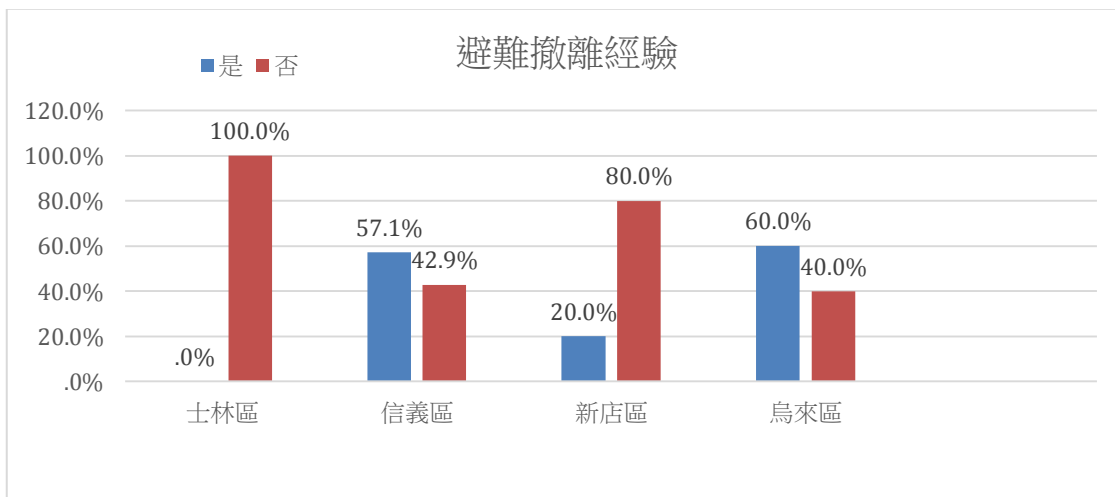


圖 7-8 該次災害經歷是否撤離

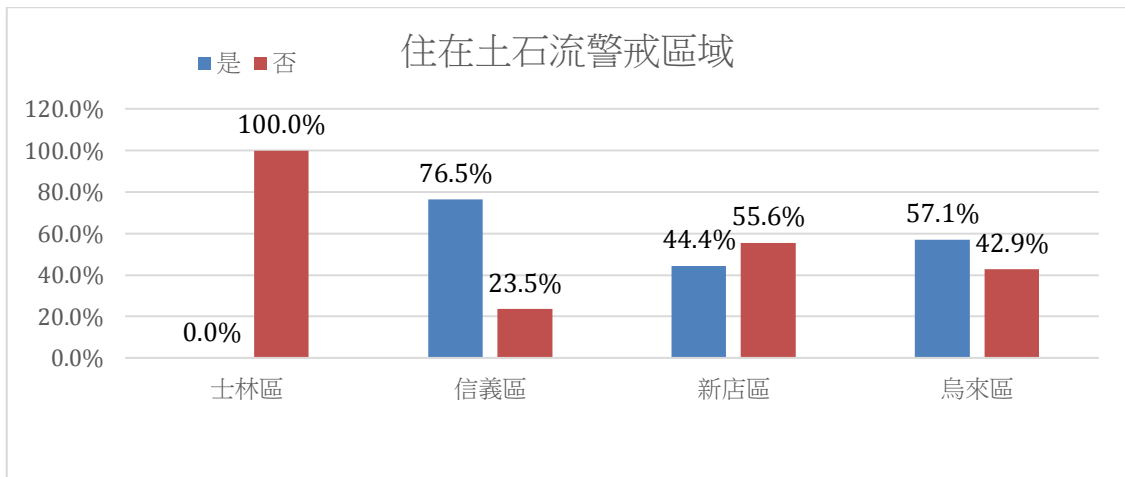


圖 7-9 是否居住在土石流警戒區

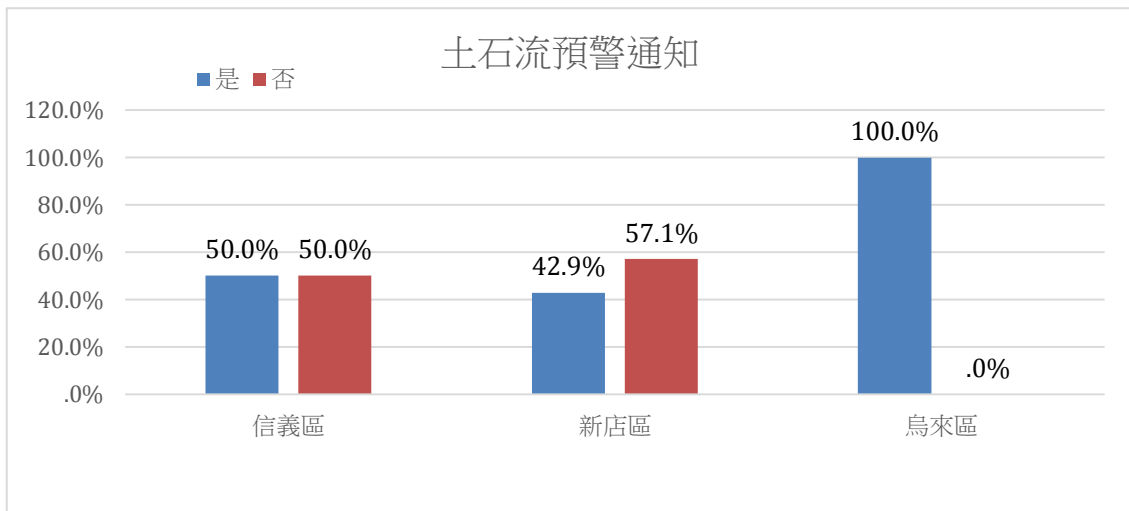


圖 7-10 是否曾收過預警通知

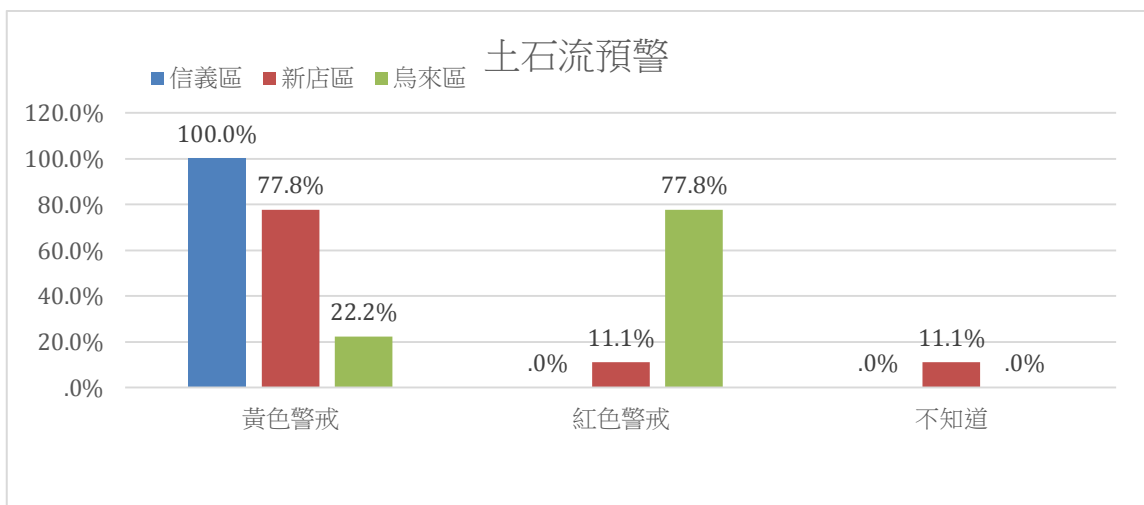


圖 7-11 曾經收過何種警戒

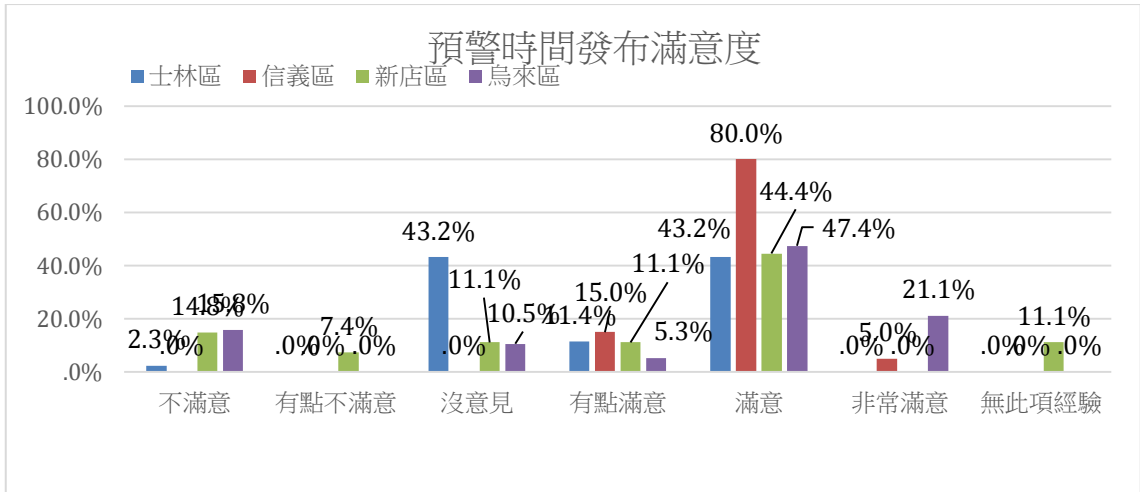


圖 7-12 預警時間發佈滿意度

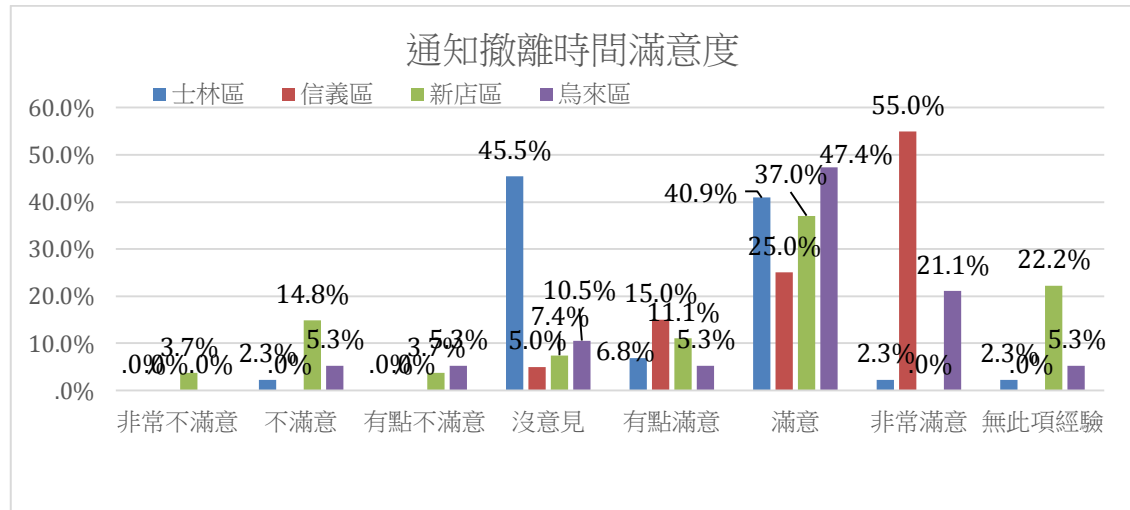


圖 7-13 通知撤離時間滿意度

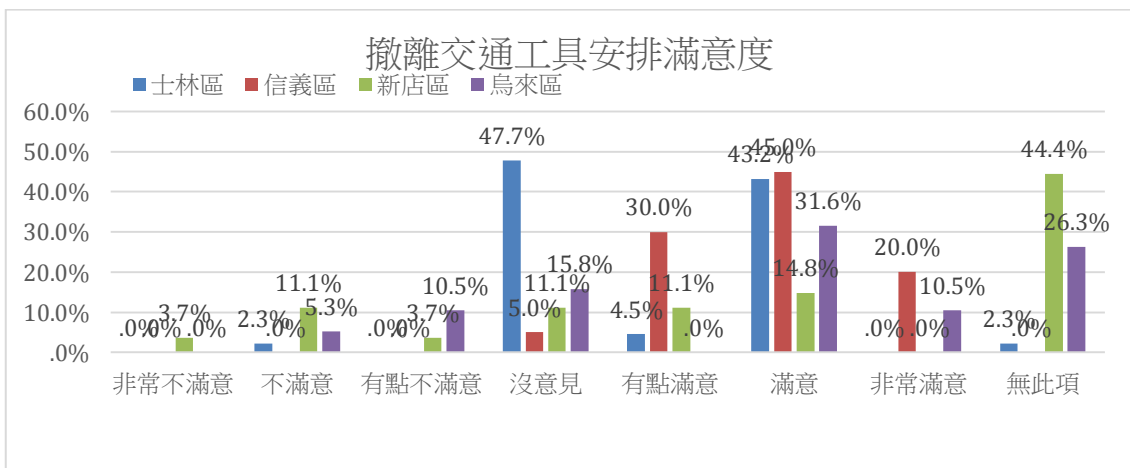


圖 7-14 交通工具安排滿意度

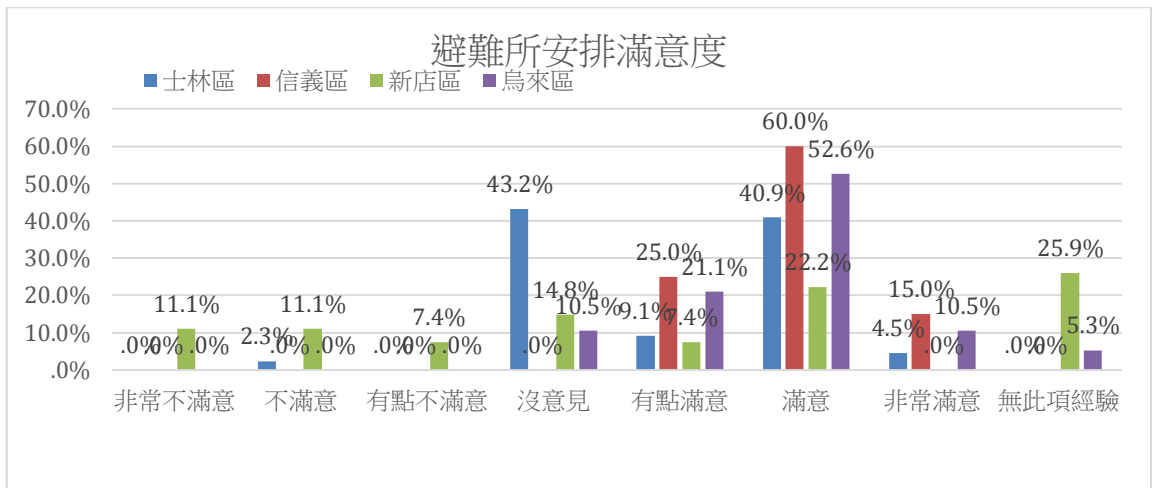


圖 7-15 避難住所安排

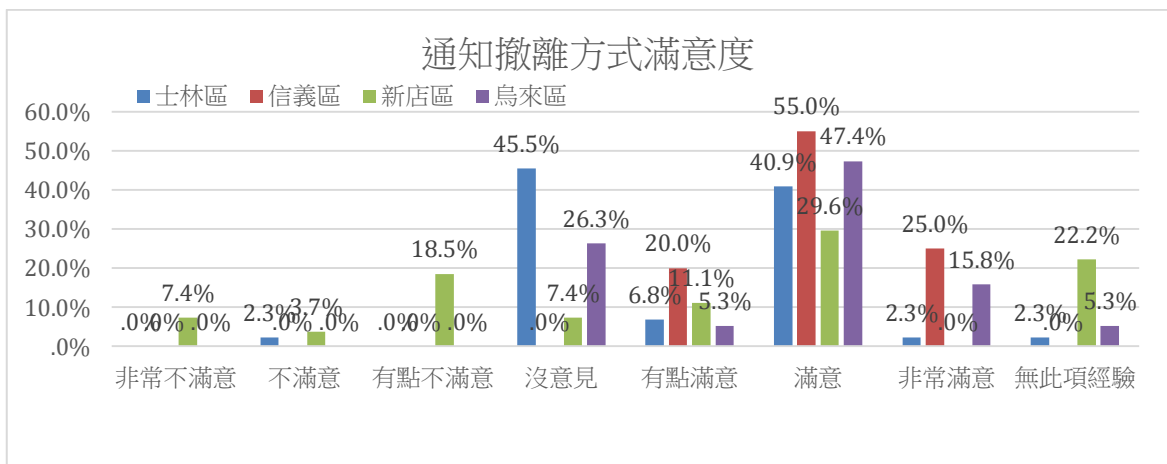


圖 7-16 通知撤離方式

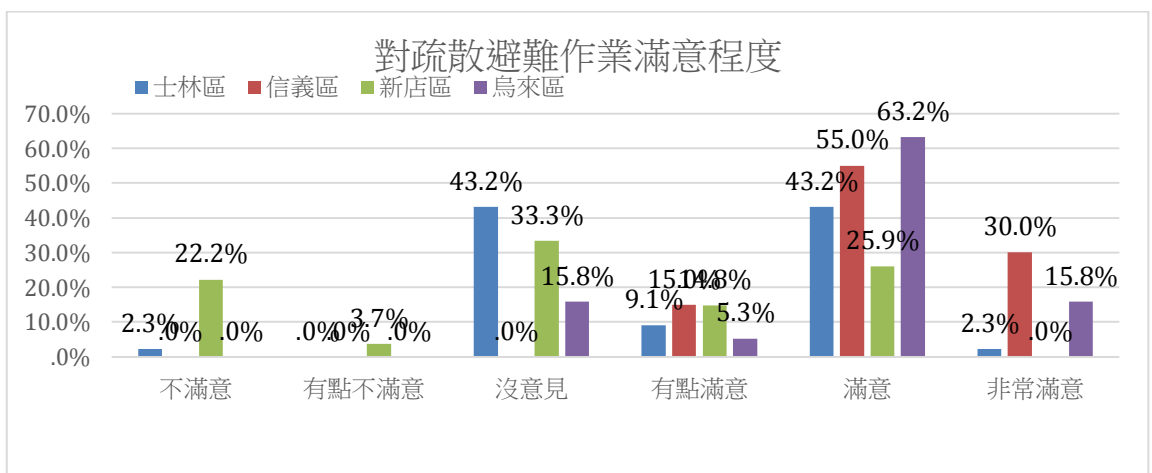


圖 7-17 避難作業整體滿意度

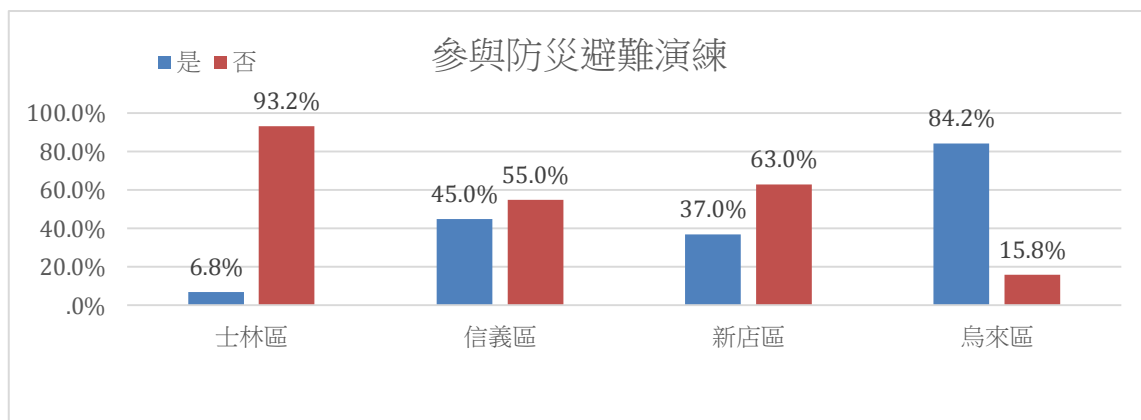


圖 7-18 是否曾參加過防災避難演練

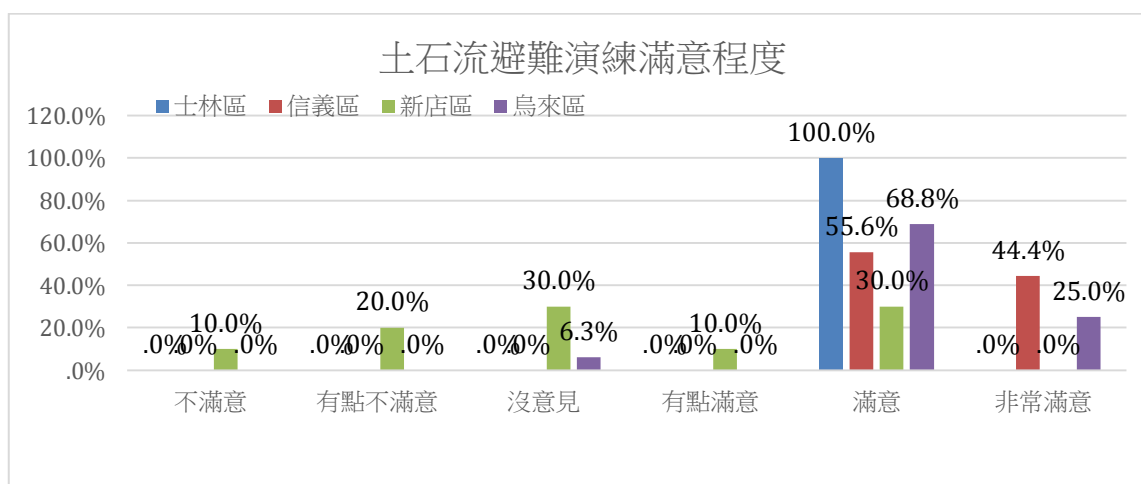


圖 7-19 對防災避難演練滿意度

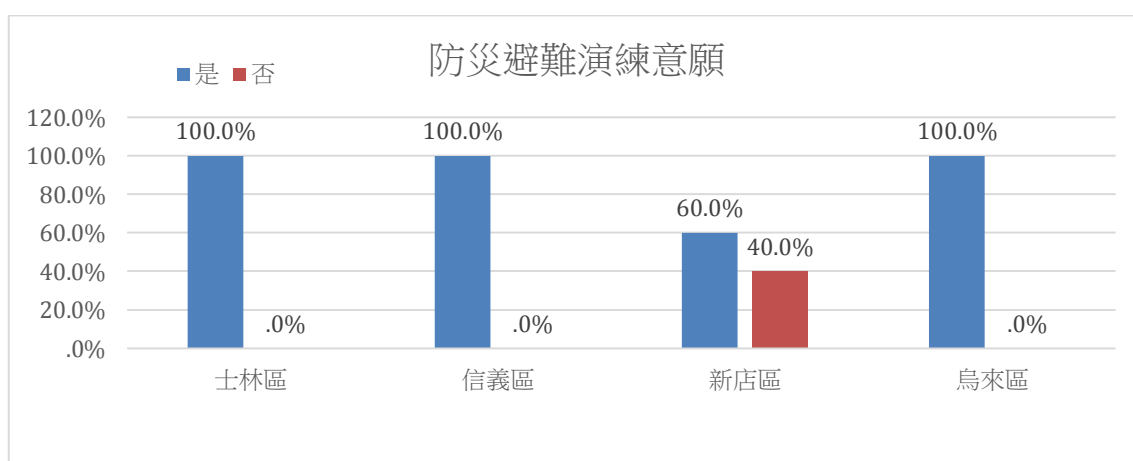


圖 7-20 未來參加防災避難演練意願

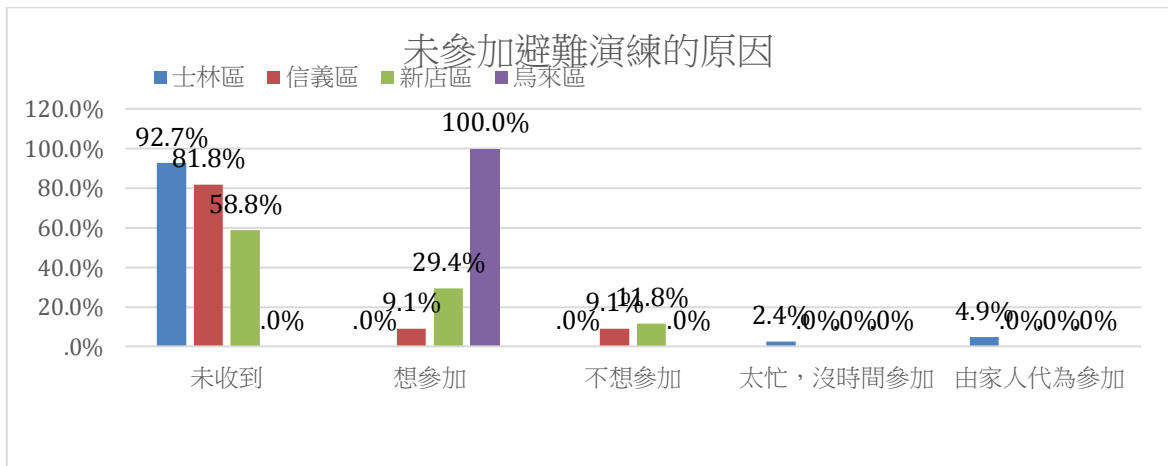


圖 7-21 未參加原因

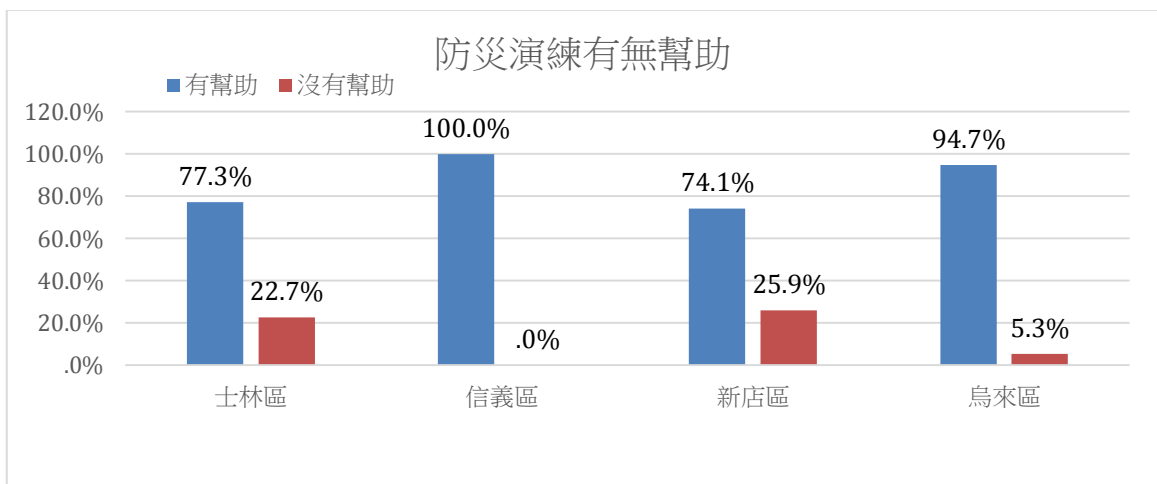


圖 7-22 防災演練是否有幫助

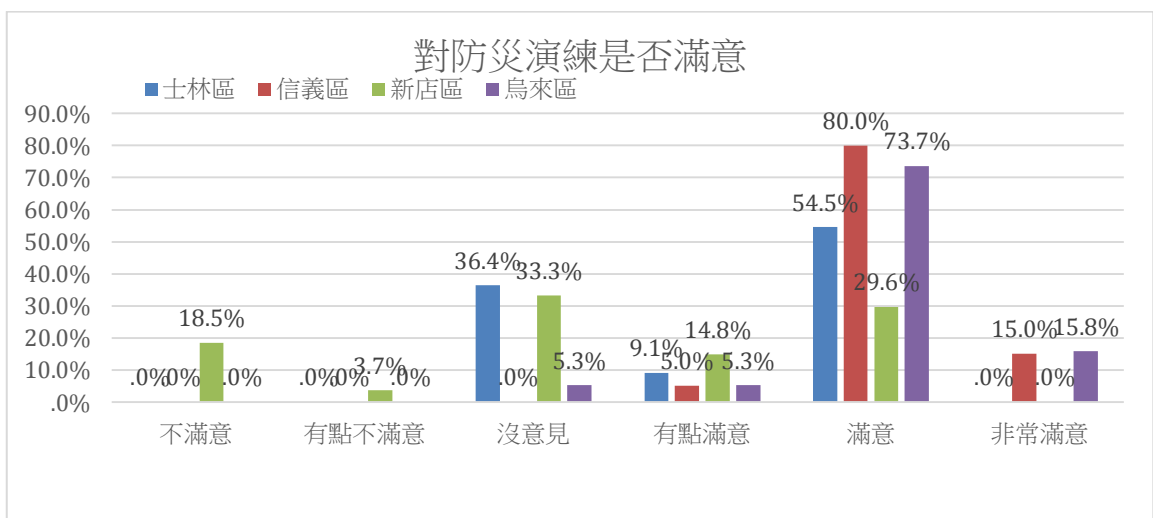


圖 7-23 防災演練滿意度

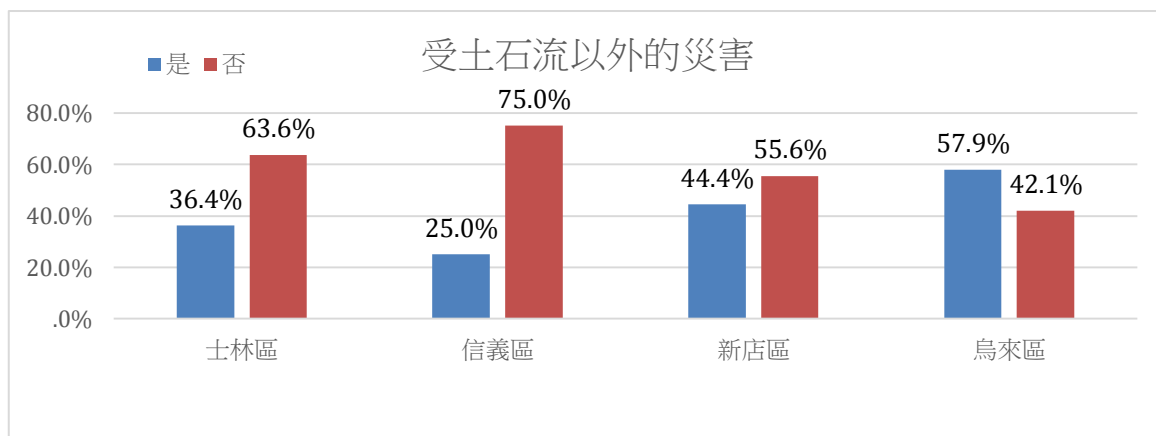


圖 7-24 當地是否有土石流以外災害？

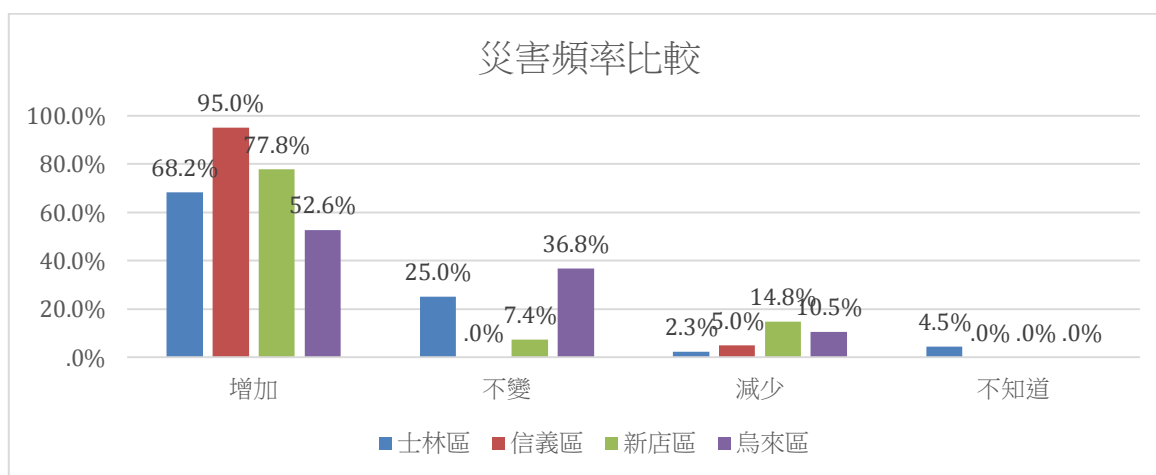


圖 7-25 災害頻率是否增加

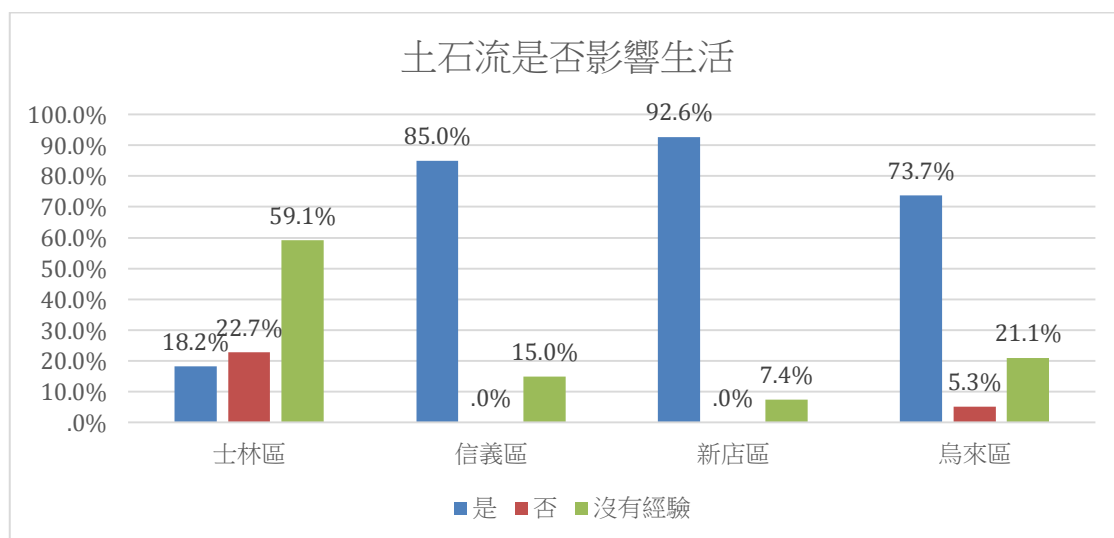


圖 7-26 土石流是否影響生活

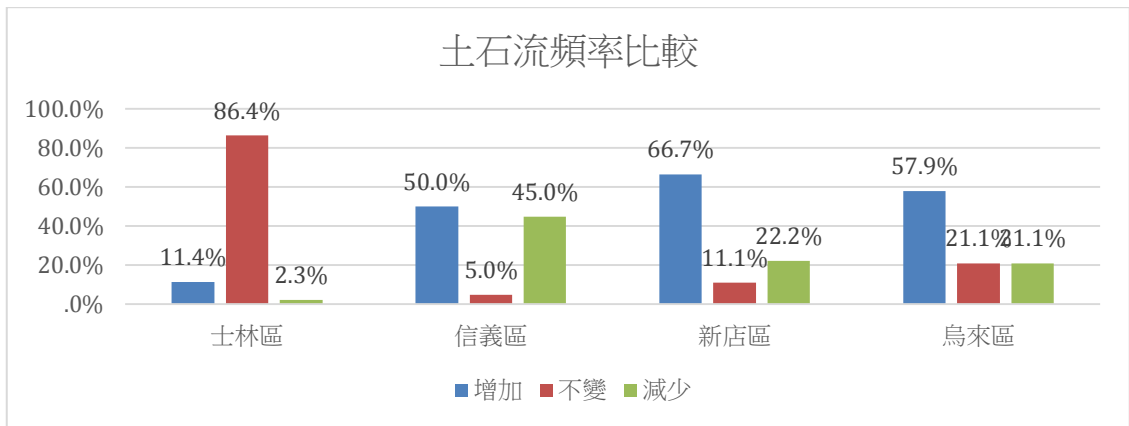


圖 7-27 未來土石流頻率

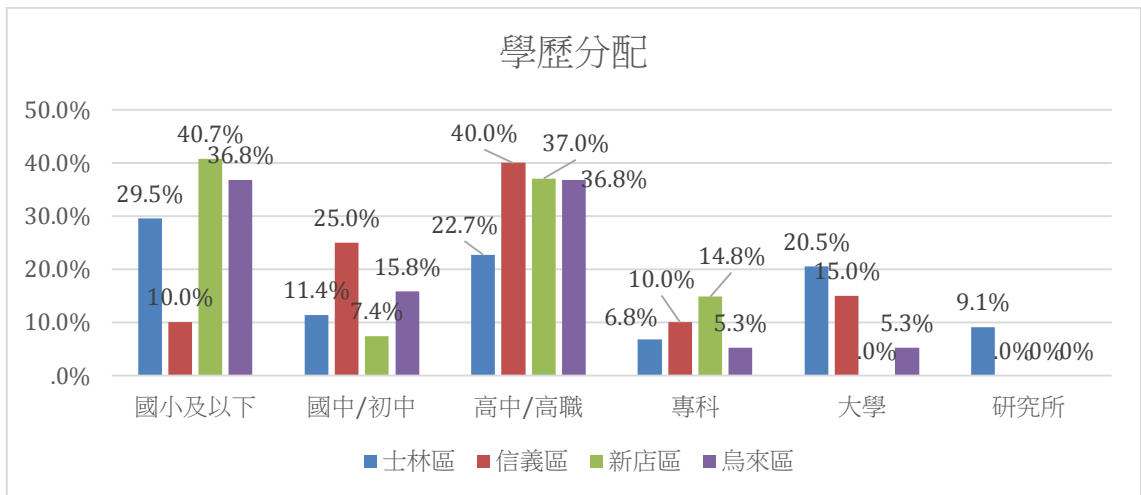


圖 7-28 樣本學歷分配

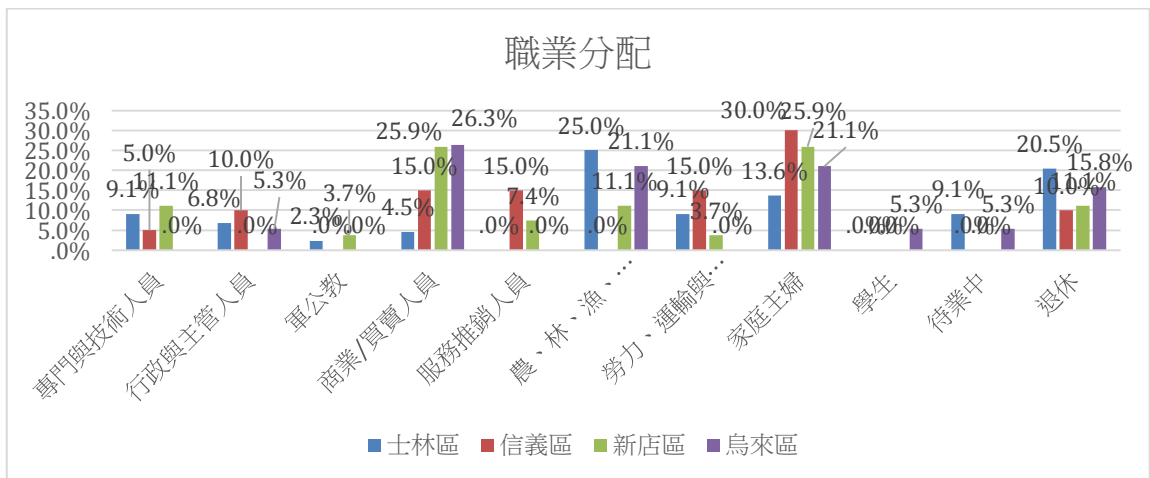


圖 7-29 受訪者職業分配

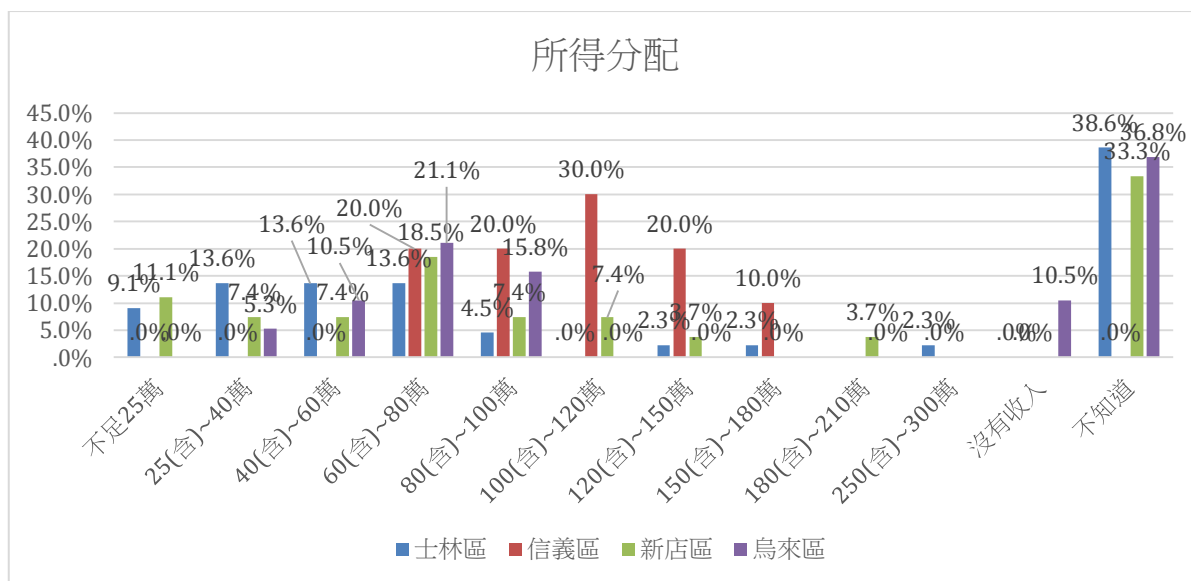


圖 7-30 受訪者家戶所得分配

第二節 高雄與花蓮樣本敘述統計

高雄甲仙樣本數共 42 位，在年齡分佈上以中高齡為主，以 50-59 歲為主（31%），在受訪者中有將近四成有土石流災害經驗，其中八成曾經造成財務損失，損失多在 10-30 萬元左右。在過往災害中有六成有撤離避難經驗。所有受訪者中有六成住在土石流警戒區，其中僅有四成曾經收過土石流警戒通報，有收到警戒通知的民眾大部分（約七成）都會撤離，沒有撤離的民眾建議若能提供撤離交通工具可以加強撤離意願。

在滿意度方面，大部份 (87%) 的甲仙東安里與西安里受訪者對於預警發佈時間都很滿意，九成的受訪者對於通知撤離的時間也感到滿意，交通安排方面有一成民眾沒有此經驗，避難住所安排部分，多數受訪者感覺滿意，另外在通知撤離方式方面亦同。整體公共服務而言受訪者以滿意為主。另在避難演練方面，有演練經驗者六成覺得滿意，對於未來災害潛勢，有將近八成的民眾覺得風險的確有增加趨勢。並有六成民眾覺得土石流會危害民眾生活，尤其是造成了財務損失(82%)、生活不便 (50%)、與精神壓力(71%)。甲仙區受訪者學歷以高中職以下為主，職業多數從事農林漁牧業、勞力運輸業、與家庭主婦。家計年所得多分佈在 80 萬以下。

花蓮秀林鄉受訪者共計 51 位，年齡分佈上較為年輕，從三十歲至六十歲分佈平均。約半數的受訪者經歷過土石流，過去的土石流受災經驗中財務損失多落在 5 萬至 10 萬。所有受訪者中有九成收過預警通知，其中有一成沒有進行避難撤離，原因是當地避難住所條件不佳，並建議地方政府可以提供交通工具以及居住條件較好的避難住

所。在滿意度方面，受訪者對於預警通知時間、撤離通知時間、交通工具、避難所安排、通知撤離方式，多數受訪者覺得滿意，並仍有一至二成民眾覺得不滿意。避難演練部分曾參加的受訪者較少，有參加過的多屬滿意。另外在未來政策建議方面，受訪者提到希望避難住所品質、衛生、物資提供、醫療設備，以及安全程度能再提升。在未來災害潛勢方面，超過半數民眾覺得未來災害風險會增加，並衝擊到未來生活，尤其是財務損失受到嚴重威脅，生活上也造成不便，精神上的壓力也很大。花蓮秀林鄉受訪者教育程度也是多分佈在高中職以下，多數人從事勞力運輸以及設備操作人員與家庭主婦。家計所得多分佈在 80 萬元以下。

第八章 效益評估模型與願付價格估計

本研究利用「條件羅吉特模型」(conditional logistic regression)，了解預警服務屬性與水準如何影響民眾的選擇，進而估算預警資訊服務與相關撤離協助措施所產生之效益。條件羅吉特迴歸模型是一般羅吉特模型的衍生模型，一般羅吉特模型無法分析個人面對多組商品選項差異對其選擇的影響，條件羅吉特模型主要是在以下特殊資料格式時使用：以一般經濟選擇模型為例，單一個人在面對不同商品選擇，可使用條件羅吉特模型。另外在失業模型當中，若有多期的工作選擇記錄，如多期的尋職記錄一直到第N期才找到工作，使用條件羅吉特模型可協助了解求職者面對不同就業選擇的決定因子。另在生物醫學統計中欲了解多組實驗中，不同實驗測試如何影響細胞行為或特定事件發生，也是利用條件邏輯特模型。

條件羅吉特模型最早由 Breslow and Day (1980), Collett (2003), and Hosmer, Lemeshow, and Sturdivant (2013)提出，主要是應用在特定的資料格式中：有一個二元產出變數（或稱依變數）觀察值 y_{it} ，屬於第 i 個群組第 t 個值 ($i=1, \dots, n, t=1, \dots, T$)，以本研究的例子來說，每一個實驗卡我們提供兩個選擇讓民眾勾選，此為一個群組單位，各群組不同的觀察值 y_{it} 加總為一定值 k_{1i} ，而條件羅吉特模型係在計算：當單一群組依變數觀察值加總為定值的條件下的羅吉特模型，故該計量模型推導如下

$$k_{1i} = \sum_{t=1}^{T_i} y_{it} \quad (1)$$

因條件羅吉特模型是指一般羅吉特模型的條件機率分配，故其條件機率分配為以下式(2)。

$$\Pr(\mathbf{y}_i | \sum_{t=1}^{T_i} y_{it} = k_{1i}) = \frac{\exp(\sum_{t=1}^{T_i} y_{it} \mathbf{x}_{it} \beta)}{\sum_{\mathbf{d}_i \in S_i} \exp(\sum_{t=1}^{T_i} d_{it} \mathbf{x}_{it} \beta)} \quad (2)$$

其中 d_{it} 為 0 或 1，其群組所有的加總為 k_{1i} ，因有多種不同的組合可能(S_i)，故加總所有組合的可能性為分母。主要是在了解受測者選擇特定組合的機率。我們將分母的部分命為一個依照 T (各群組觀察值個數)以及 k_{1i} 變動的函數。

$$f_i(T_i, k_{1i}) = \sum_{\mathbf{d}_i \in S_i} \exp\left(\sum_{t=1}^{T_i} d_{it} \mathbf{x}_{it} \beta\right) \quad (3)$$

為了解此方程式如何依照 T 以及 k 變動，我們可觀察一個群組其中一個觀察值、兩個、三個，並產生以下遞歸函數(4)。

$$f_i(T, k) = f_i(T-1, k) + f_i(T-1, k-1) \exp(\mathbf{x}_{iT} \beta) \quad (4)$$

利用條件最大概似法(5)，我們可以求得階層導數以及模型係數

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{t=1}^{T_i} y_{it} \mathbf{x}_{it} \beta - \log f_i(T_i, k_{1i}) \right\} \quad (5)$$

第一節 模型係數與邊際效果

了解條件羅吉特模型之後，我們利用此模型估測預警服務屬性與水準變動對於受訪者選擇的影響。被解釋變數是受訪者是否選擇（接受）此預警服務與相關支援措施，並同時接受所設定收費費率(或捐獻金額)，解釋變數包括：土石流預警服務範疇（僅發佈紅色警戒、發佈紅黃警戒）、預警資訊傳送方式（電視網路、手機簡訊傳送）、撤離交通工具搭配避難住所（自行前往避難場所或大眾交通運輸接送，搭配避難場所為學校或是旅館）、以及費用收取（捐獻）金額。

我們將迴歸結果列於表 8-1，包括係數表現與邊際效果。從表 8-1 中，我們發現目前所有受訪者對於土石流紅黃警戒資訊服務接受的意願是正向的，其接受的百分比增幅為 11%，表示此服務普遍對受訪者帶來正面效益。另外提供簡訊服務的接受機率也是正向，會增加 15% 的機率。然而對於交通工具以及避難住所的提供，其願意付費的機率較低，原因可能是北部地區民眾在避難時多自行依親，交通也較為方便，故對於此項服務沒有太高需求。

另若針對大台北地區來看，我們發現台北市受訪者（士林新安里與信義泰和里）對於土石流警戒的付費選擇機率略高。本研究亦觀察社區自主防災能力較為健全的樣本（有防災專員以及社區互助現象），了解是否較完善的自主防災能力社區，因民眾有較高的防災意識，對於預警資訊服務以及撤離避難行動支援有較高的需求。模型係數表現與邊際效果顯示，社區防災意識較高的民眾對於付費的土石流預警服務接受度偏高，有 15% 的機率會接受此付費服務。另針對家戶年所得低於 700,000 的樣本（目前樣本數家戶所得平均約為 800,000），其對於土石流預警服務收費的接受度偏低，僅有 2% 的機率會接受此服務，在簡訊服務的部分也僅有 5% 的機率接受。其後我們利用條件羅吉特模型所得出的邊際效果，計算民眾對於預警服務以及撤離行動支援的願付價格。

表 8-1 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（目前所有樣本）

	迴歸係數	邊際效果
預警服務範疇__提供紅黃警戒	0.227 (0.280)	0.113 (0.000)
預警服務傳遞__簡訊	0.313** (0.181)	0.156 (0.001)
撤離交通工具與避難住所__ 公車接送至避難場所（學校或活動中心）	-0.08 (0.243)	-0.04 (0.000)
撤離交通工具與避難住所__ 公車接送至旅館	-0.386*** (0.348)	-0.193 (0.001)
服務費用收取或捐獻	-0.0002 (0.0004)	-0.0001 (0.0000)
觀察值	1297	1297

表 8-2 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（大台北地區樣本）

	迴歸係數	邊際效果
預警服務範疇__提供紅黃警戒	0.537 (0.463)	0.179 (0.003)
預警服務傳遞__簡訊	0.728*** (0.269)	0.242 (0.004)
撤離交通工具與避難住所__自行至避難住所	0.462 (0.246)	0.154 (0.003)
撤離交通工具與避難住所__公車接送至避難場所（學校或活動中心）	-0.060 (0.385)	-0.224 (0.003)
服務費用收取或捐獻	-0.0006 (0.0003)	-0.0002 (0.0000)
觀察值	693	693

表 8-3 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（社區自主防災能力完備）

	迴歸係數	邊際效果
預警服務範疇__提供紅黃警戒	0.314 (0.306)	0.157 (0.001)
預警服務傳遞__簡訊	0.304* (0.197)	0.152 (0.001)
撤離交通工具與避難住所__ 公車接送至避難場所（學校或活動中心）	-0.042 (0.267)	-0.021 (0.0001)
撤離交通工具與避難住所__ 公車接送至旅館	-0.256 (0.374)	-0.128 (0.001)
服務費用收取或捐獻	-0.0003 (0.0004)	-0.0001 (0.000)
觀察值	1078	1078

表 8-4 條件羅吉特迴歸係數與邊際效果（家計所得低於 700,000）

	迴歸係數	邊際效果
預警服務範疇__提供紅色警戒	0.081 (0.355)	0.027 (0.004)
預警服務傳遞__簡訊	-0.139 (0.197)	--
撤離交通工具與避難住所__ 自行至避難場所（學校或活動中心）	0.171 (0.202)	0.057 (0.001)
撤離交通工具與避難住所__ 公車接送至避難場所	0.391 (0.292)	0.130 (0.002)
服務費用收取	-0.0007*** (0.0003)	-0.0002 (0.0000)
觀察值	958	958

第二節 土石流預警服務願付價格估計

願付價格估算方式採用以下公式 (7) (Lazo *et al.* 2010)⁷：

$$\beta_K/\beta_C = \text{Willingness to Pay for the } K^{\text{th}} \text{ Service} \quad (7)$$

β_K =marginal utility of the K^{th} service (marginal benefit of the service)

β_C =marginal disutility per dollar payment

舉例言之，欲計算預警服務（提供紅黃預警資訊）的願付價格，可利用預警服務的邊際效用以及收取費用的邊際負效用求得。我們從條件羅吉特模型中發現，民眾對於土石流預警服務（提供紅黃預警資訊）的需求較高，其會增加 11% 的邊際效用，而收費一元會對民眾帶來負效用 0.01%，則該項服務的邊際效用相當於對民眾收費 1,137 元（或最多可向民眾收取 1,137 元）。利用此概念，我們計算了不同範疇預警服務以及撤離行動各項援助服務的願付價格（詳見下表 8-5）

⁷ Household Evacuation Decision Making and the Benefits of Improved Hurricane Forecasting: Developing a Framework for Assessment, Weather and Forecasting, Vol 25, pp 207-219

表 8-5 民眾對於預警服務以及各項撤離援助的願付價格

	願付價格 (目前全體 樣本)	願付價格 (大台北 地區)	願付價格 (社區防災 自主較強)	願付價格 (家計所得 低於 700,000)
預警服務範疇__僅 發佈紅色警戒	0	0	0	0
預警服務範疇__發 佈紅黃色警戒	1,137	895	1,572	135
預警發佈工具__電 視網路	0	0	0	0
預警發佈工具__手 機簡訊	1,568	1,210	1,520	--
撤離交通工具__自 行前往	--	770	534	285
撤離交通工具__公 車接送致避難場所 (學校或活動中 心)	0	0	0	650
避難交通工具__公 車接送至旅館	0	0	0	0

若僅提供土石流預警服務，北部、南部、與東部示範地區民眾(所有樣本，表 8-5 第一欄位)願付價格為 1,137 元，若未來能加強簡訊傳送服務，願付價格增加至 2,705 元。大台北地區民眾（表 8-5 第二欄位）對於目前預警服務以及撤離支援服務（提供預警服務以及自行避難場所）的願付價格是 895 元。若未來可以加強簡訊傳送以及避難住所方便性與機能，效益將高達 2,100 元。

針對住在防災自主性較高社區的民眾(表 8-5 第三欄位)，對於預警服務效益略高，單項預警服務願付價格達 1,572 元。若未來配合簡訊傳送服務以及交通工具支援避難行動，願付價格將高達 3,626 元。

若觀察低所得家戶(表 8-5 第四欄位)，對於預警服務的願付價格會偏低，每人僅願支付或捐獻 135 元。若未來能結合簡訊傳送與其他撤離支援服務，效益會提升至 1,070 元。由於各縣市所得與風險狀況不同，社區自主防災能力也各異。在進行全台效益推估時，必須再多蒐集問卷樣本數，並依家戶所得以及社區防災自主狀況作為預測因子進行全台效益推估。

第三節 效益估計與成本效益分析

利用每人願付價格以及目前土石流保全戶，可以迅速推估全台土石流預警服務總效益。目前土石流保全戶人口約 4.8 萬(主計處，105 年 9 月)，若每人對於土石流預警服務願付價格為 1,100 元，則全台效益可達 5,280 萬。

成本面部份，行政院農委會水土保持局平均每年水土保持發展人事費投入約 120 萬，另考慮地方政府投入之防災演練與講習成本，每場演練是 20 萬元，每場宣導是 3 萬元，平均每年演練投入 1,000 萬 ($200,000 \times 50 \text{ 場/年} = 10,000,000$)，平均每年宣導投入 630 萬 ($30,000 \times 210 \text{ 場/年} = 6,300,000$)。總地方投入演練與宣導的經費達 1,630 萬。

各地方政府在災害緊急應變的能力建制與提升投入約 500 萬 (參閱各縣市災害防救深耕計劃)，與坡地災害相關投入經費約為 200 萬，故全台 22 個地方政府投入土石流防災相關人事經費達 200 萬 $\times 17 = 3,400$ 萬。由於各縣市目前並沒有完整災害緊急救援支出統計，故目前尚未考慮實際救災投入(如遊覽車出租、人力加班費、物資投入等等)。綜觀政府部門在預警與避難相關業務的總投入約 5,150 萬 ($120 \text{ 萬} + 1,630 \text{ 萬} + 3,400 \text{ 萬}$)，效益成本比約 1:1。若能提高預警簡

訊服務提供普及度，則效益成本比將可達 2.5:1。

第九章 期末成果、結論、與建議

第一節 期末成果

- 一、**建置土石流預警與撤離避難效益評估決策流程：**本研究藉由與土石流防災權責機關以及專家學者討論，確認成本效益決策流程如下：首先與權責機關討論需評估的服務項目，並同時確認效益評估範疇、相關工作項目、與成本投入。透過本研究建置之效益評估標準值，參照平均家戶所得與風險等級加以分類，據以估算各地區平均家戶的效益。同時根據土石流保全戶以及其他居住在土砂災害潛勢區之家戶數，推估各地區乃至於全國的效益值。其中必須強調的是，土石流預警的發佈效益遍及許多土砂災害，故不僅僅是土石流警戒保全戶，尚有許多潛在人口與家戶受益，必須加以考量。最後，本效益評估值將與中央與地方土石流災害主管機關與執行單位進行溝通，了解效益評估流程與標準值是否符合業務所需，協助其推廣工作成效。
- 二、**土石流災例歷史資料庫建置：**本研究彙整並建置土石流災例資料庫（民國 95-103 年），係依據歷年「土石流災害現勘成果綜整表」整理而成，彙整歷次土石流災害發生時點、是否發佈預警、預警時點、是否撤離、撤離時點、歷次死傷失蹤人數、道路損毀、降雨條件（平均年降雨、該次事件總降雨量、平均降雨、最大降雨、降雨延時）等等。此資料庫可以初步協助了解全台各地土石流風險狀況以及預警與避難撤離施行狀況。另本研究蒐集較長期間的土石流災例資料庫（民國 42 年至民國 104 年間），亦即台北市大地工程處的坡地災害歷史資料庫，我們總

共觀察到 26 件土石流災例，並發現台北市在傷亡人數降低方面的成效顯著，顯示土石流預警撤離以及邊坡防治的重大成就。

三、**土石流主管機關以及業務機關訪談**: 本工作在確認工作項目與權責分工，並確認效益的層面主要為民眾的生命財產安全。未來將持續向各主管業務機關進行成本面資料蒐集，並將開始進行社區與里民訪談，從預警使用者的觀點，了解預警服務是否對民眾與產業產生任何效益。

四、**舉行期中專家學者座談會**，蒐集專家學者與災防單位對本研究案的建議: 本次座談會邀請土石流預警業務主管機關、地方政府代表、專家學者、里民代表進行業務介紹以及提供研究建議，包括研究範圍的確認、示範案例的選取、以及效益可能的層面進行交流。藉由本座談會，本研究確認研究範疇將擴大至其他須預警撤離的潛勢區(如台北市老舊聚落)，較能體現地方政府在施行預警撤離工作時的具體績效。另外學者也建議效益可能有地域與教育背景的異質性，故本研究將挑選風險層面不同的區域: 都會區以及偏鄉山區，分別進行效益評估。

五、**問卷與實驗卡設計與效益模擬**: 本研究已完成問卷與實驗卡設計，以及數個示範區（台北市、新北市、高雄市與花蓮縣）進行實際問卷施測。依據現在的樣本數(200 個家戶樣本數)，平均每戶效益為 1,100 元新台幣，以全台 48,000 保全戶人口數，初步估計全台效益達 5,280 萬元。對比中央與地方政府投入之預警與撤離避難成本 5,150 萬元，效益成本比約為 1:1；若未來能加強簡訊傳送，每戶效益將高達 2,700 元，全台總效益達 1.29 億新台幣，效益成本比達 2.5:1。因各地風險高低與區域發展狀況

致使各地效益有極大差異，若需要更細緻的區域效益評估，需要更多的家戶訪查樣本數，本研究擬於明年度計劃擴展示範案例地區，以提升效益評估的信度與效度，並加強母體推論的有效性。

第二節 結論與建議

- 一、在研究執行過程中與許多地方政府災防單位（如台北市大地工程處以及新北市農業局專員）溝通，發現各層級災防業務單位對於效益評估的需求相當高，若能提供具體貨幣化效益數字，將有利災防單位對於所投入的工作項目以及技術研發進行政策辯護。本研究團隊未來將持續建置效益評估支援決策資訊平台，推廣效益評估技術，提供效益評估工作手冊供災防單位參考，協助其進行業務推廣與預算爭取。
- 二、在計劃執行過程中，發現坡地災害衝擊的是社會上最弱勢的族群，包括低所得住戶、高齡族群、以及原住民族群，大多數的民眾對於其現居住地風險均可接受，也認知到未來氣候變遷災害潛勢提高，故收到預警通知多會撤離避難，不過也希望各地方政府可以持續強化溝溪清理以及上游邊坡整治，另受訪者也多表示當地遇到颱風侵襲多有停電以及斷訊的情況，未來希望政府可以強化災害資訊與避難訊息傳遞，如社區廣播系統、無線通訊設備、以及簡訊通知。另外針對脆弱度高以及物資極為缺乏的地區，建議地方政府強化避難住所、妥善規劃避難計劃，確實符合當地民眾所需，並加強避難物資提供。
- 三、在與地方災防單位訪談過程中發現，地方災防單位在坡地災害防治執行人力相當薄弱，顯見地方防災經費不足，能發揮的力量非

常有限。地方災防工作人力流動也大，極其吃力不討好。但其實民眾對於災防工程與預警資訊傳遞的需求極高，希望能透過本研究能讓外界了解災防工作與坡地災害預警工作的重要性，並協助各級政府機關爭取更多經費與人力投入。在此也向各級政府包括行政院農業委員會水土保持局、各縣市政府坡地災害防治主管機關、消防局、各鄉鎮公所、村里長、所有基層防災專員致上最高敬意。

參考文獻

1. 吳榮平、蕭旭宏，土石流災害疏散撤離運作經驗之研究以屏東縣來義鄉來義村為例，」，警專學報，第5卷第6期，95-128頁，台灣警察專科學校，2013。
2. 張靜貞、周宛蓉、羅于雯，台灣土石流整治之環境效益-家戶願付價格分析，行政院國家科學委員會補助專題研究計畫，中央研究院經濟所，2012。
3. A.Macleod , R. Jon Hofmeister, Y. Wang, and S. Burns, *Landslide Indirect Losses: Methods And Case Studies From Oregon*, Oregon Department of Geology and Mineral Industries Open-File Report O-05-X, 2005.
4. A. N. Khan, “Impact of Landslide Hazards on Housing and Related Socio-Economic Characteristics In Murree (Pakistan),” *Pakistan Economic and Social Review*, Vol. 39 No. 1, pp. 57-74, 2001.
5. C.C. Chang, S. L. Chen, and Y.P. Lyu, “Heterogeneous Demand for Private-Public-Participation Flood Insurance against Climate Change in Tainan, Taiwan,” Selected Paper at the European Climate Change Adaptation Conference (2015 ECCA), 2015.
6. C. W. Lin, S. H. Liu, S. Y. Lee , C. C. Liu, “Impacts of the Chi-Chi Earthquake on Subsequent Rainfall-Induced Landslides in Central Taiwan,” *Engineering Geology*, Vol. 86, pp. 87-101, 2006.
7. D. Rogers, and V. Tsirkunov, *Costs and Benefits of Earning Warning Systems*, World Bank Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, 2011.

8. E. Regnier, “Public Evacuation Decisions and Hurricane Track Uncertainty,” *Management Science*, Vol. 54, No. 1, pp. 16-28, 2008.
9. J. Lazo, D. Waldman, B. Morrow, and J. Thacher, “Household Evacuation Decision Making and the Benefits of Improved Hurricane Forecasting: Developing a Framework for Assessment.” *Weather and Forecasting*, Vol 25, pp. 207-219, 2010.
10. R. L. Schuster and Lynn M. Highland, “Impact of Landslides and Innovative Landslide-Mitigation Measures on the Natural Environment,” Geologic Hazards Team, U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, U.S.A, 2004.
11. T. C. Nguyen, J. Robinson , S. Kaneko , S. Komatsu, Estimating the value of economic benefits associated with adaptation to climate change in a developing country: A case study of improvements in tropical cyclone warning services. *Ecological Economics* Vol. 86, pp. 117-128, 2013.
12. W. Boten, and J. van den Bergh, “Bounded Rationality, Climate Risks, and Insurance: Is There a Market for Natural Disasters?” *Land Economics*, Vol. 85, No.2, pp. 265-278, 2009.
13. W. Boten, and J. van den Bergh, “Monetary Value of Insurance against Flood Risk under Climate Change,” *International Economic Review*. Vol. 53, No. 3, pp. 1005- 1026. 2012, a
14. W. Boten, and J. van den Bergh, “Risk Attitude to Low-Probability Climate Change Risks: WTP for Flood Insurance,” *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 82, pp. 151-166. 2012, b

15. Y. Wang, R. D. Summers, and R. Jon Hofmeister, *Landslide Loss Estimation Pilot Project In Oregon*, Oregon Department of Geology and Mineral Industries Open-File Report O-02-05, 2003.

附錄一：台灣地區土石流預警與撤離避難問卷調查

卡片組別：A.第一組 B.第二組 C.第三組 問卷編號：
D.第四組 E.第五組

受訪者：_____ 先生/小姐 電話：O：_____ H：_____ 手機：_____
地址：_____ 市 _____ 區 _____ 里 _____ 鄰 _____ 路/街 _____ 巷 _____ 號 _____ 樓

訪員姓名：_____ 訪問日期：105 年 _____ 月 _____ 日
開始時間：_____ 時 _____ 分 結束時間：_____ 時 _____ 分 訪問時間：_____ 分
督導員：_____ 複查員：_____ 複查日期：_____ 複查結果：_____

** 以上資料只提供受訪者身份確認，所有資料將於專案研究後全數銷毀。

土石流發生常造成重大災害，危害民眾生命財產。自[莫拉克]與[凡那比]颱風之後，政府對於土石流高警戒區域採取土石流預警與預防性撤離避難等措施，平日也積極舉辦土石流災害知識宣導與土石流防災疏散避難演練，期望能降低土石流帶來的災害。本問卷主要的目的在評估土石流預警與撤離避難對民眾的效益。台灣颱風洪水研究中心接受行政院農業委員會水土保持局的委託，進行問卷與實驗卡選擇調查研究，評估民眾對土石流預警與撤離避難服務的價值。非常希望您能協助我們完成此一訪問，謝謝。

【一、過濾問項】

S1.性別 1.男性 2.女性

出示卡片

S2.請問您的年齡是屬於那一個年齡層？（單選）_____ 年次

- 1). 19 歲及以下（86 年以後出生）→ 訪問停止並記錄
2). 20-29 歲（76-85 年次） 3). 30-39 歲（66-75 年次）
4). 40-49 歲（56-65 年次） 5). 50-59 歲（46-55 年次）
6). 60-69 歲（36-45 年次） 7). 70 歲及以上（35 年次以前出生）

出示卡片

S3.請問您目前是居住在那一區？那一里？（單選）

- ☐1.士林區 ☐2.信義區 ☐3.新店區 ☐4.烏來區
☐9.其它區 _____

S3a. _____ 里 (不提示，請圈選里別，其它里停止訪問)

(新安里、泰和里、廣興里、信賢里)

出示卡片

S4. 請問您居住在 _____ (**S3a) 這一里總共居住了幾年？(單選)

- ☐1). 二年(未滿)以下 【訪問停止】 ☐2). 二(含)～五年(未滿)
☐3). 五(含)～十年(未滿) ☐4). 十(含)～十五年(未滿)
☐5). 十五(含)～二十年(未滿) ☐6). 二十(含)年及以上

出示卡片

S5. 請問您目前居住的房子是自有還是租屋？(單選)

- ☐1. 租屋 ☐2. 自有 ☐3. 親友房子

【二、歷史土石流災害經驗】

Q1. 請問您的住家附近(可包含以往住家經驗)是否曾經發生土石流？(單選)

- ☐1. 是 (時間：_____ 年 _____ 颱風)；(時間：_____ 年 _____ 颱風)
☐2. 否

Q2. 請問您與家人是否曾經經歷土石流？(單選)

- ☐1. 是(續問 Q2a+Q2b) (時間：_____ 年 _____ 颱風)；(時間：_____ 年 _____ 颱風)
☐2. 否(跳問 Q3)

Q2a. 該次事件是否造成財務損失？

- ☐1. 是 (_____ 颱風，損失金額約：\$ _____)；
(_____ 颱風，損失金額約：\$ _____)
☐2. 否

Q2b. 該次事件是否撤離避難？ ☐1. 是 ☐2. 否 (_____ 颱風 _____)；(_____ 颱風 _____)

Q3. 請問您是否曾經住在「土石流警戒區域」？(單選)

- ☐1. 是(續問 Q3a) ☐2. 否 (跳問 Q6)

Q3a. 請問您是否曾經收到由里長通報或其他媒體發佈「土石流預警通知」？(單選)

- ☐1. 是(續問 Q3b) ☐2. 否 (跳問 Q6)

出示卡片

Q3b. 請問您曾經收過那一種「土石流預警通知」？(可複選)

- ☐ 1. 土石流黃色警戒通知 (續問 Q4)
☐ 2. 土石流紅色警戒通知 (跳問 Q5)

Q4.請問您是否「曾經收到土石流黃色警戒通知」卻無進行撤離避難？(單選)

- ☐1.是(續問 Q4a+Q4b) ☐2.否(跳問 Q5 或 Q6)

出示卡片

Q4a.請問您收到「土石流黃色警戒通知」卻無進行撤離避難的原因是.....？(可複選)

- ☐ 1. 認為土石流不會發生
☐ 2. 行動不便所以不想撤離
☐ 3. 沒有交通工具可以協助撤離避難
☐ 4. 緊急避難處所或收容所環境與居住條件不佳
☐ 5. 不願意離開住所
☐ 9. 其他，請說明 _____

出示卡片

Q4b.請問您覺得如果政府提供哪些措施，可以提高您進行撤離避難的意願？(可複選)

- ☐ 1. 提供交通工具協助撤離避難
☐ 2. 改善緊急避難處所或收容所環境與居住條件
☐ 3. 提供飯店當做緊急避難處所或收容所
☐ 9. 其他，請說明 _____

Q5.請問您是否「曾經收到土石流紅色警戒通知」卻無進行撤離避難？(單選)

- ☐1.是(續問 Q5a+Q5b) ☐2.否(跳問 Q6)

出示卡片

Q5a.請問您收到「土石流紅色警戒通知」卻無進行撤離避難的原因？(可複選)

- ☐ 1. 認為土石流不會發生
☐ 2. 行動不便所以不想撤離
☐ 3. 沒有交通工具可以協助撤離避難
☐ 4. 緊急避難處所或收容所環境與居住條件不佳
☐ 5. 不願意離開住所
☐ 9. 其他，請說明 _____

出示卡片

Q5b.請問您覺得如果政府提供哪些措施，可以提高您進行撤離避難的意願？(可複選)

- ☐ 1. 提供交通工具協助撤離避難
☐ 2. 改善緊急避難處所或收容所環境與居住條件
☐ 3. 提供飯店當做緊急避難處所或收容所
☐ 9. 其他，請說明 _____

出示卡片

Q6.請問您對目前的「土石流防災疏散避難作業」各項流程是否滿意？(單選)

作業項目	非常 不滿意	不滿意	有點 不滿意	沒意見	有點滿 意	滿意	非常 滿意	無此項 經驗
	1	2	3	4	5	6	7	9
a.發布警報時間	1	2	3	4	5	6	7	9
b.通知撤離時間	1	2	3	4	5	6	7	9
c.交通工具安排	1	2	3	4	5	6	7	9
d.避難處所安排	1	2	3	4	5	6	7	9
e.通知撤離方式	1	2	3	4	5	6	7	9

出示卡片

Q7.整體而言，您對目前的「土石流防災疏散避難作業」是否滿意？(單選)

- ☐1.非常不滿意 ☐2.不滿意 ☐3.有點不滿意 ☐4.沒意見
☐5.有點滿意 ☐6.滿意 ☐7.非常滿意

Q8.請問您過去是否有參加「土石流防災疏散避難演練」的經驗？(單選)

- ☐1.是(續問 Q9 後，跳問 Q11 以及 Q12)
☐2.否(跳問 Q10)

出示卡片

Q9.請問您對「土石流防災疏散避難演練」是否滿意？(單選)

- ☐1.非常不滿意 ☐2.不滿意 ☐3.有點不滿意 ☐4.沒意見
☐5.有點滿意 ☐6.滿意 ☐7.非常滿意

** Q9 選"1-3"者續問 Q9a+ Q9b，選"4-7"者跳問續問 Q9b

出示卡片

Q9a 請問您覺得不滿意的原因是？(可複選)

- ☐ 1.覺得沒有實質幫助
☐ 2.演練活動時間過長
☐ 3.演練活動安排不夠生動
☐ 9.其他，請說明

Q9b.請問若未來舉辦類似活動，您是否願意參加？(單選)

- ☐1.是 ☐2.否

出示卡片

Q10.請問您從未參加「土石流防災疏散避難演練」的原因？(單選)

- ☐ 1.未收到土石流防災疏散避難演練通知
☐ 2.想參加但該時間已安排其他行程，無法參加
☐ 3.不想參加
☐ 9.其他，請說明
-

出示卡片

Q11.請問您認為「土石流防災疏散避難演練」對災害發生應變是否有幫助？(單選)

- ☐ 1.有幫助 ☐ 2.沒有幫助

Q11a.請問您 (** Q11) 有幫助/沒有幫助的原因是....?(請具體並簡單說明)

出示卡片

Q12.整體而言，您對目前的「土石流預警與預防性撤離避難措施」是否滿意？(單選)

- ☐ 1.非常不滿意 ☐ 2.不滿意 ☐ 3.有點不滿意 ☐ 4.沒意見
☐ 5.有點滿意 ☐ 6.滿意 ☐ 7.非常滿意

Q13.請問您對於未來有關「土石流預警與預防性撤離」相關政策修正方向的建議為....?(例如: 避難措施、演練、弱勢撤離、保險、預警通報...等)

【三、災害風險認知】

Q14.請問您與家人是否曾因「土石流以外的天然災害(如颱風、**地震**、洪水等)」造成生命健康或財產損失？(單選)

- ☐ 1.是 ☐ 2.否

出示卡片

Q15.請問您認為未來發生「天然災害(如颱風、**地震**、洪水等)」的機率與現在比較...?

(單選)

- ☐ 1.增加 ☐ 2.不變 ☐ 3.減少

Q16.請問「土石流災害」是否影響您個人與家人的生活？(單選)

- ☐ 1.是(續問 Q16a) ☐ 2.否(跳問 Q17) ☐ 3.**沒有經歷過**(跳問 Q17)

出示卡片

Q16a.請問「土石流災害」影響您個人與家人的生活層面有哪些.....？(可複選)

- ☐ 1. 生命安全 ☐ 2. 房屋損毀 ☐ 3. 財物損失(如金錢、車輛等)
☐ 4. 營業中斷 ☐ 5. 生活不便 ☐ 6. 精神壓力
☐ 9. 其他，請說明
-

出示卡片

Q17.請問您認為您居住地區未來發生土石流的機率與現在比較...？(單選)

- ☐ 1. 增加 ☐ 2. 不變 ☐ 3. 減少

【四、選擇卡】

接下來，我們將實際提供您 3 張卡片，請您就每一張卡，選擇一個您偏好的選項。

出示卡片

Q18.請依勾選組別橫項填入答案(填寫後不可回頭更改上一個選擇卡的答案)(單選)

隨機	組別	選擇卡一	選擇卡二	選擇卡三
()	A 組			
()	B 組			
()	C 組			
()	D 組			
()	E 組			

** 1.請依「勾選」的隨機組橫向填寫，每個選擇卡請填入選擇的方案「1(方案一)」或「2(方案二)」。
2.選擇卡上「公共服務費價值」指每人每年的金額。

附錄二 行政院農業委員會水土保持局「台灣土石流預警與撤離避難之成本效益分析」期初訪談會議紀錄

時 間：105 年 5 月 30 日(週一) 14:00~16:30

地 點：行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心

主辦單位：行政院農業委員會水土保持局、台灣颱風洪水研究中心

主 持 人：水土保持局土石流災害防治中心 尹孝元主任

報 告 人：台北大學金融與合作經營學系 陳淑玲 副教授

與 談 人：水土保持局土石流防災中心 楊永祺 副工程司

水土保持局土石流防災中心 郭力行 副工程司

水土保持局土石流防災中心 曾名賢 助理工程

水土保持局土石流防災中心 黃珮琦 專員

台灣颱風洪水研究中心 呂雅萍 助理研究員

台灣颱風洪水研究中心 林育玄 研究助理

討論提綱

1. 期望水保局能協助釐清關於土石流預警與撤離避難成本該歸屬中央政府或地方政府。
2. 本計畫期望能幫助政府再做土石流相關撤離與避難之決策時找出一個最適當的執行時機。此為本研究期望達成之目標。
3. 自土石流預警系統建置以來效益從未被估算出來，因此，本計畫期望能估算出土石流防災監測系統的成本效益，日後可供政府在編列預算與做決策時作為參考。
4. 希望水保局能提供相關災例及災損之資料庫供查詢。
5. 希望能請水保局推薦適合鄉鎮來協助本計畫做深度訪談及施測問卷。
6. 經過此分析與檢視是否研究結果能夠產生直接成本，以及間接成本是否能夠被量化。

二、綜合討論

陳淑玲 副教授：

1. 本計畫需要藉由問卷了解民眾土石流預警上的願付價值。
2. 藉由民眾對於土石流預警願付價格做為效益。
3. 水保局能提供的災損及災例資料若越長，越能看出土石流預警設置前後的差異。
4. 有關土石流預警之經費是如何使用？如何撥給各縣市？是否能畫分出各縣市分配之經費與項目？
5. 土石流觀測系統之成本為何？是否相關設備會算折舊？是否會給予機器設備年限來做折舊？
6. 土石流預警是否會有太晚發布之情形？
7. 關於撤離的有效比例為多少？近年是否有提高嗎？

呂雅萍 助理研究員

1. 請水保局推薦合適的地區來做為本計畫深度訪談及問卷施測地點。
2. 希望水保局能提供成本預算的細節項目。
3. 土石流災害之警報單是否有詳細資料可供查閱？

尹孝元 主任

1. 關於土石流預警系統，由於此系統的成效並不是顯而易見的，沒有災害發生時這個系統對於民眾，感覺不到效用，因有非常大的可能不願意花錢。在問卷上可能要再思考如何設計問題。
2. 關於土石流警戒系統中的警戒雨量資料，水保局也是有做測量，資料也會發給中央氣象局，但是主要還是由中央氣象局彙整各方資料再發布，因此認為不應該將土石流觀測系統列入成本。
3. 水保局有災損災例有資料可供查閱，此量化資料可做為效益面之資料

4. 有效撤離的比例不到一成。撤離的比例會因為災害多規模大比例就會高。例如莫拉克風災因災例多，因此有效撤離的比例就高。
5. 關於推薦深度訪談與問卷施測的地點，認為可考慮南投，因土石潛勢溪流警戒區較多，災害歷史較多。
6. 莫拉克條例水利署將要廢除。因此關於災害中疏散撤離之流程規定將不敷使用。
7. 政府成本不間斷的投入，但是若是災害未發生就沒有效益的產生，建議在效益方面定義要清楚。

楊永祺 副工程司

1. 93 年才開始有土石流預警系統，民國 95 年才有明確土石流災害資料，因此早期並沒有相關的資料可以提供。
2. 土石流預警系統並不會有太晚發布的情形產生，因為是一個完整的流程，雨量一達警戒值，就會發布。都會在災害發生前發布警戒。
3. 關於推薦深度訪談與問卷施測的地點，認為可考慮台北市，台北市政府有災害的相關資料可供查閱，可提供聯絡窗口；90 年林美聆教授有過相關計畫執行，可請教授指導。
4. 縣市合併的年度資料會有落差，整理資料時須注意。
5. 土石流預警會因為災害發生就顯得效益差，時間點會影響到評估出來的結果。

郭力行 副工程司

1. 在水保局的經費中，有三分之二費用都是業務費。經費撥給地方政府並無特別人事費用，因公務人員身兼防災業務。關於各縣市經費可劃分出來。
2. 可提供水保局關於土石流預警相關之成本預算，但是要區分詳細項目可能還需要再研究如何劃分。
3. 關於警報單之資料可請同仁彙整，再交予資料。

曾名賢 助理工程

1. 人命財產才是最主要的，以政府的觀點效益面都在民眾身上。

2. 目前供查閱資料為求方便民眾閱讀，因此並不是非常詳細，只列出重點之項目，之後的資料庫會更詳盡。

期初座談會結論

1. 關於資料所需要之費用必須釐清屬於成本還是效益，哪些是中央政府每年花費在土石流預警系統上面的。
2. 預算中較多的經費都是撥給委外專單位辦理的計畫。
3. 預算及災例水保局會將擁有的完整資料彙整之後再交予使用。
4. 尹孝元主任期望未來計畫能再往兩部分發展，分別是疏散撤離的決策因素為何?以及與預警有關之工程之效益。

附錄三 台北市工務局大地工程處訪談紀錄

時間：2016 年 7 月 27 日，10:30 AM-12:00 PM

地點：台北市工務局大地工程處第一會議室

主持人：土石流防治科股長林志龍

與會人員：土石流防治科幫工程司陳貞樺、士林區公所逄嘉衍、國
研院颱洪中心研究員呂雅萍

(一)目前台北市的土石流潛勢溪有 50 條，但不是所有的潛勢溪都有保全戶。建議在選取問卷訪查的地點時，可以選擇保全戶數較多的里，如北投秀山里、士林新安里、信義區泰和里。若再考慮里民的配合度，建議選取士林新安里以及信義區泰和里。

(二)台北市的土石流災例近年已經非常少，若以臺北市為示範案例區詢問民眾過往災例與對預警的評價，只有少數災害潛勢保全戶。另外一個問題是，如果市民近年較少有土石流預警與撤離的經驗，大多數是老舊聚落的疏散撤離，這是否算是本研究的效益範圍必須加以釐清。另外詢問這些民眾是否可以問出研究團隊所需的結果，需要再仔細檢視。

(三)士林區近年有撤離的經驗(蘇迪勒颱風)，可邀請過去承辦人員介紹過去撤離經驗。蘇迪勒颱風士林新安里有路倒造成交通中斷的現象，因為里長與社區力量的動員，使得當地民眾及時獲得援助，堪稱社區自主避難的絕佳典範，建議可邀請該里里長訪談，後續訪談也會比較容易。

(四)關於撤離必須花費的成本，包括每天人事加班費、醫療與物資費用、交通費、水電費等等，相關總經費支出可以透過每日費用乘以避難天數粗略估算。實際撤離避難會動用災害準備金，歷次預

警撤離避難人數，可從歷次警戒撤離通報單裡面搜集，不過相關通報單資料沒有特別整理，搜集不易。

(五)台北市的撤離避難很多是自主依親，曾經發生一次只有一人撤離至規劃好的疏散避難場所，在避難物資以及場所準備常常投入大量人物力，但僅有少數人願意至避難所安置，顯示未來撤離場所的選定，也是決定民眾撤離意願的因素之一。

(六)疏散演練部分，每年士林區、北投區、信義區、南港區均須進行疏散演練，故每年均有 4 場，各區會推派一個里進行演練，平均一場成本費用是 300,000；每年的防災教育宣導共有 7 場，每場宣導成本費用約 20,000 元。

附錄四 邊坡災害預警與撤離避難需求與成本效益評估座談會

時 間：105 年 8 月 18 日 14:00-16:40

地 點：財團法人國家實驗研究院台灣颱風洪水研究中心

台北辦公室 12 樓會議室

主辦單位：財團法人國家實驗研究院台灣颱風洪水研究中心

行政院農業委員會水土保持局

主 持 人：張靜貞 研究員/台灣颱風洪水研究中心

中央研究院經濟研究所

陳淑玲 副研究員/台灣颱風洪水研究中心

副教授/台北大學合作與經營管理學系

郭力行 副工程司/行政院農業委員會水土保持局

報 告 人：台灣颱風洪水研究中心 呂雅萍博士

與 談 人：台灣颱風洪水研究中心代表 江宙君研究員

行政院農委會水土保持局代表 郭力行 副工程司

台北市大地工程處代表：

張國偉主秘、陳貞樺幫工程司、董仲舒股長、邱盈達股長

專家學者代表：

台大土木系 林國峰教授

台大土木系 林美聆教授

中興大學水土保持系 吳俊毅助理教授

信義區泰和里代表 章鼎文先生

士林區新安里防災專員 何木火先生

一、 討論提綱

1. 回顧過去重大土石流事件，可否描述預警與撤離避難的實施狀況，並提供各單位想法與建議？

- ✓ 各環節工作有無困難或需加強之處?
 - ✓ 各環節工作所投入之經費或人力是否足夠?
 - ✓ 未來是否有對策可補強?
2. 預警與撤離避難是否會對當地住戶與產業界造成一些額外的負擔與成本(直接或間接)? 主要包括哪些?
 3. 土石流預警與撤離避難，除了可降低傷亡人數外，對於公部門、當地居民、與產業界是否產生具體之效益(直接或間接)? 如何蒐集相關資料?

三、 綜合討論

江宙君研究員：

1. 系集預報比單一預報準確，確定了許多的不確定性，透過系集平台評估崩塌風險、道路安全評估等其他災害。
2. 山區安全評估及淹水風險評估放置在網站平台上服務大家，需要透過跟政府民間合作。
3. 山區道路安全評估透過系集二十幾的成員加上預測崩塌發生機率評估得到未來六小時內的預警值、行動值、警戒值。
4. 以蘇迪勒烏來區為例，在 8/8 四點已經有預警值，在五點時達到警戒值，在早上七點達到行動值，表示在未來六小時內會有機率發生崩塌，在災害發生前還有三小時是足夠撤離。
5. 與水保局合作因降雨而導致的淺層崩塌的研究，結合系集降雨預報、水文模型及邊坡模式，進行降雨而導致的淺層崩塌。
6. 透過系集不確定了解大氣可能發生的狀況，透過這些不確定性分析淹水道路的安全等。

郭力行 副工程司：

1. 土石流不等於土石流災害，土石流為自然現象，所以當發生土石流災害需要治理。
2. 從土石流潛勢溪流的調查到影響範圍的劃定，保全清冊的建立到最後的評估。其中評估分硬體跟軟體，提到硬體有一定的有限性，當災害小的時候可以抵擋，倘若災害大的話就難以抵擋。
3. 土地利用管制以及住宅遷建涉及到許多的利益糾紛，政府難以推動，傾向疏散避難，達到最低限度的保護，生命的保全。
4. 土石流潛勢溪流主要都是以有人居住才會劃分，例如中央山脈就不會劃分潛勢溪流。目前的保全對象人數為 48116 人。
5. 土石流警戒值的訂定，主要依據歷史雨場事件來做回歸。目

前下限為 200mm，但是太容易發生導致人民怨聲載道，除非有發生五級地震才會緊急調降，上限在 600mm。台北市主要是 500mm 到 600mm 為止。

6. 建議加入其中一個案例為北投，因為北投的警戒值為 500mm，相較於其他台北市地區(信義區)而言較容易發生土石流。
7. 黃色警戒跟紅色警戒的因應作為的定義讓水保局的困擾，因為現在的地方政府都會依照這個警戒為依據，到紅色警戒才要撤離。
8. 國外的案例，他們定義紅色及黃色警戒主要是以到達哪一種危險程度，各地方政府再根據他們現在的情節跟警界的危險程度來做疏散撤離。
9. 黃色警戒，除了預測雨量外還加入實際雨量到達預測雨量警戒值的 50%，易受到人為因素的影響。
10. 氣象定量雨報，從下午三點開始預估未來傍晚是否會達到黃色警戒，目前只能透過氣象預報的定量雨報來預估，希望能與颱洪中心合作。
11. 疏散的案例介紹，以莫拉克颱風為例，疏散人數高達九千多人，其中減少傷亡的預估主要是比對疏散人數中，他們的區域是否有發生災害，來計算減少傷亡的人數。
12. 台東的案例，當天的雨量已達到紅色警戒值 600mm，加上村長發現山腳下冒出黃土水，緊急撤離，免於此次的傷亡，由於當地很少發生土石流，所以村民的疏散意識低落。
13. 疏散時間七個小時為正常的時間，因為山區很大，倘若紅色警戒值才撤離的話，時間是不足夠的，以蘇迪勒颱風桃園市復興區為例。

張靜貞研究員綜合：

1. 雨量預報跟發布預警到撤離的現實狀況，是有差距的，面對

數據跟現實來做決策，是可以在探討的。

林美聆教授提問：

1. 避難疏散最重要的是資料庫的建立，用資料庫做其他的應用。
2. 潛勢溪流的低中高的風險，但是在發布預警時，是以齊頭式的方式來發布，並未考慮低中高的風險程度，導致部分居民未發生災害還撤離的問題，進一步討論到成本跟效益的問題。
3. 桃芝颱風後針對國家型計畫，所提供的潛勢溪流跟預警的範圍與實際狀況相當程度的吻合，因此在下一次的納莉颱風才能如此迅速的撤離，從此之後傷亡人數明顯降低。
4. 莫拉克颱風的死傷亡人數偏高，主要是小林村的部分，其餘的疏散撤離人數，效益很好。
5. 土石流潛勢溪流的影響範圍，要規範大還是小，因為莫拉克颱風的降雨異常使的範圍需要擴大，那對於其他颱風而言範圍是相當準確的達到 80%，對於未來的警戒範圍是否有需要修正，對於此效益、風險的高低，是否有需要修正。
6. 現在是用齊頭式的方式進行疏散撤離，對於風險低的地方，但為高人口密度，發布預警時所導致的效益過低；相反的對於高風險地方，顯然的是有高效益。因此面對這些問題，提議是否要進行風險區的分化來發布預警。
7. 災害相對的研究，發現降雨警戒值、系集等在山區的資料太少，又受到為微地形的影響，一定要納為考量作細緻化的考量。

吳俊毅助理教授：

1. 在 2007-2011 中疏散避難的成效中土沙災害的警戒誤報率達七成左右；土沙災害的命中率四成五；土沙災害的涵蓋率六成，命中率 70%
2. 究竟探討的是土石流災害還是邊坡災害，當討論的對象不一樣時，會產生不同的效益？針對土石流災害，只需要關注是

保全對象跟撤離避難而降低的死亡率來評估其效益；如果是針對邊坡災害而言，保全對象不單是土石流災害另外需加上邊坡及複合式災害的人數，因此死亡率的樣本數計算也會有所不同

3. 此篇論問針對邊坡災害的研究，崩塌風險的發生機率、直接效益、措施成本。建立崩塌的機率分佈。建議按照案例區的尺度大小（台北市 vs 某一條潛勢溪流）擇一來分析，因不同的尺度大小所獲得的效益會有所不同，以及分析方法的採用也會有所不同。
4. 災害損失的計算：房屋農地財產另外考量人命的損失（此區的居民人數*一個人的生命價值=剩餘的壽命*工資---採用台大老師之前做的研究）大約 2000 萬左右
5. 崩塌災害的死亡率的評估(排除小林村的狀況)，分為事前疏散、事後疏散、完全沒疏散，得到的解果，提前疏散死亡率為 0.7%；事後疏散死亡率為 3.5%。
6. 透過提前疏散及防災措施的完整性來進行關聯性分析。發現承受能力較低(未進行防災演練、防災專員培訓、設置土石流觀測站等)，其死亡率為 3.5%，若有做相關的防災措施，死亡率將降至 0.7%。
7. 以上的數值為桃園區石門水庫為計算風險降低的情況，未做防災措施一年為 3.55 億，有做防災措施降低為 1.85 億。
8. 效益成本進行分析，以一個總效益現值，以益本比來做評估，防災意識會隨著一年又一年的降低其效益。另外在成本部分，防災專員的訓練費、宣導費等等(從水保局得到資訊)，土砂災害包含土石流、崩塌、洪水，需要選擇所需資訊。
9. 小林村為特例，水保局將此案例排除在土石流災害，需要考慮其結果的死亡率過大
10. 新增平均的災害數，若沒有災害的時候，其維持相對於傷亡人數會比較少的，土石流災害傷亡人數在 2000 前後的平均災

害數是增加的但是平均傷亡人數是下降的，因此可以說明疏散避難跟早期的預警系統的有效性。

張靜貞研究員回應：

1. 我們這次的研究的確是土石流，但是選定台北市為示範區，已經很久沒發生土石流，因此找資料時以邊坡災害來取代之，還是以成本及效益來考量

林國峰教授：

1. 颱洪中心的資料庫沒有比台大的資料庫來的多
2. 到底是探討土石流還是邊坡災害？邊坡難以去列舉，土石流相對來說比較容易。
3. 怎麼去預估劃定土石流的堆積區域，因不同的單位所規劃出的不同。
4. 不確定性因子去分析就會變得很複雜，樣本資料就會變得更難，因選取不同的資料會有不同的堆積範圍。
5. 希望水保局能給予颱洪中心多投入經費
6. 災害的損失定義分類，還沒有出來，不論直接或間接；可計跟不可計都是影響因子，要如何用這些因子去做量化跟分析，產生風險。

張靜貞研究員回應：

1. 不確定性的問題，不論災害發生的機率，跟預警的範圍對於成本效益分析為後半部的考量。目前重點為成本效益分析的範疇，跟其因子的定義。

台北市大地工程處-張國偉主秘：

1. 我們臺北市政府主要以行政作為為今天的主要報告內容，目前的保全戶數為老舊聚落高達 2000 多人，50 條潛勢溪流，多潛層的土地，北方多為落石。
2. 台北市的疏散遠比其他中南部來的便捷。

台北市大地工程處-陳貞樺幫工程司：

1. 目前的疏散經驗是比較少的，因為警戒值是高的。對於平日的土石流潛勢溪流巡勘工作執行、土石流防災宣導執行來做說明。
2. 目前評估高(0條)、中(4條)及低(18條)潛勢等級之土石流潛勢溪流數目為22條，其餘28條則列為持續觀察。
3. 保全對象分布在北投區、士林區、信義區及內湖區。回應為何推薦新安里及泰和里的理由，泰和里的人數戶數都為全台北市最多的；新安里，上一年蘇迪勒颱風，該里的交通唯一出入口仰德大道樹木倒塌嚴重，由於里長地號召將當地的樹木做清掃，以方便通行，雖然沒有災害但是是很好的經驗。
4. 巡勘工作，定期巡土石流潛勢溪流，主要有分災害預防機制及及時防救災機制；防災教育宣導，逐戶拜訪說明。

台北市大地工程處-邱盈達股長：

1. 聚落沿革及潛在問題，先安置後拆遷，給於適當的補助使他們遷離。
2. 剩下的24區的聚落，房子當初設計以及規劃的內容為危險因子，例如排水設施不足等
3. 疏散避難，包含疏散避難演練、保全戶的清冊、24小時監控雨量分布、簡訊通系統、執行疏散避難。

台北市大地工程處-董仲舒股長：

1. 防災資訊系統及環境地質資訊系統提供給民眾及疏散者參考使用，其內容包含防災地圖、降雨量、土石流潛勢溪流。

陳淑玲研究員：

1. 台北市在土石流及邊坡災害的防治做的很落實，很清楚的知道作業流程，在選取資料下可以更清楚的知道成本分析。

文山區公所視導王文杰：

1. 以文山區撤離避難經驗，於蘇迪勒颱風，該區已達黃色警戒，並且進行疏散避難。不久後達到紅色警戒，會同各單位

進行強制撤離避難。這些村民將透過公車的方式來接送，並送至優先學校來安置他們，給於他們必備的糧品。

2. 這次的經驗：里幹事定期訪視，建立保全住戶名冊、辦理住戶說明會及疏散避難演練、配合警消人員強力執行疏散作業。

信義區泰和里代表 張鼎文先生：

1. 我們這個區域為煤礦區，經常會崩塌。

台北市大地工程處-張國偉主秘回應：

1. 信義區泰和里遇颱風仍是要進行撤離，控制在一定的風險底下。

士林區新安里防災專員 何木火先生

1. 當地的村民很團結，颱風來臨時透過巡守隊的幫忙來清大排水溝，由於里長地號召將當地的樹木做清掃，以方便通行，再將給市政府。

張靜貞研究員提問：

1. 我們是否需要多增加北投這個案例？

台北市大地工程處-張國偉主秘回應：

1. 當地有相互的幫忙，當地的里長屬於被動。
2. 邊坡的災害的資料以及聚落的詳細資料可以再由我們提供。

張靜貞研究員說明：

1. 台北的資料非常的完整。

林美聆教授提意見：

1. 台北做的防治還有教育宣導很徹底，屬於特殊情況，都市跟鄉村的的需求不同，都市的想法跟鄉村的想法差異性。
2. 大部分的效益在山區地方，台北反而效益不大，不容易看出效果。

張靜貞研究員回覆：

1. 台北市為例，從經濟學的角度來看，沒有災害不代表沒有效益，其實後面是有效益的，由於投入很多的人力跟成本，透過當地的訪問。
2. 評估都市區域跟鄉村地區的差異性。

吳俊毅助理教授：

1. 投入的成本高，效益不高，利用益本比來評估嗎，還是其他方法，牽涉到資源分配不均的問題，台北在益本比上的排名會是最後面的，但是就防災建設防治工程一定會排台灣第一名。

陳淑玲研究員回應：

1. 風險高的效益一定高，水保局的防災經費下來，不知道有沒有細分是否給土石流還是邊坡災害，需要再次的定義土石流等。
2. 有需要做益本比嗎？可以透過問券調查的部分將台北市的效益顯現出來，另外對於鄉村地區的方法也一定不一樣，這都是需要在探討的。

林美聆教授提意見：

1. 以前就有做過類似的研究，但是以前都是以產出來看效益，但是有建議他們災害的減損來衡量效益
2. 對於觀光業、單一產品可以去做效益評估。

吳俊毅助理教授：

1. 從經濟的角度能去評估的民怨的量化嗎？

張靜貞研究員回覆：

- (一)我們可以透過質化的方式來找到衡量民怨的方式。
- (二)所有的效益後面都是有成本的，了解到背後政府的付出跟防災員的付出，提供給水保局作為施政的決策。

附錄五 台灣土石流預警與撤離避難在地經驗訪談(一)

採訪地點：新店廣興里里長辦公室

受訪人：新店廣興里長吳進興先生

與會人士：陳淑玲、呂雅萍、張永樑、廣興里防災專員、與智策問卷調查公司總監

一、採訪重點歸納：

- (一)政府原定避難所實務上不利於災難發生時逃難。
- (二)廣興里幅員遼闊，沒有適當的資訊廣播系統。
- (三)台灣有過多上級單位，使責任歸屬紊亂，減緩救援速度。
- (四)地處水源保護區，使公家土地無法興建避難所，徵用民間土地成為避難所又會衍生無法改建、擴大等不適任問題。

一、受訪內容：

- (一)颱風災情預報後，在廣興里本身的撤離狀況如何？

因廣興里住戶普遍年齡偏高，多半不喜歡離家或是遠距離移動，民眾配合度很低，但在蘇迪勒過後，願意配合的狀況大幅改善。因為災情嚴重，主要幹道都淹沒，許多橋墩如廣興橋等對外聯絡的道路都無法通行。有了這次經驗後民眾願意撤離的意願大幅提升。目前無論黃色、紅色警戒，只要有颱風來在里長的通報下多半願意撤離。另外一個問題因為廣興里幅員遼闊，山區沒有廣播系統，所以區公所只能透過各消防中心分頭通知撤離，效率不彰又相當危險。近年土石流頻率逐漸上升，加上老年人行動力較低，事前的疏散效率變得更重要。

- (二)颱風預警撤離避難的地點狀況？

因為廣興里位處水源保護區，所以公家土地上不能新建新的建築物，也就無法增蓋適合的避難措施，而原本政府單位設定的龜山避難所，雖地處高地但距離過於遙遠，根本不利於災難發生時逃生，而另外設定的國小也因為地處低窪於災難期間根本處於淹水狀況。一般狀況下，多數居民是逃往距離區公所兩公里的廣興里的祖師廟，然而因為屬於一般私人土地，並沒有政府改建成適合避難所的狀況。

最嚴重的問題是沒有有效率的傳遞訊息方式，目前只有里長私自購買的救災用傳訊系統，又礙於法令問題不能私自購買，而一般配給的對講機通訊距離過短根本派不上用場，形成法律限制救災的兩難情況。

最需要的就是有關單位建立一個官方里民防災中心，使民眾有一個合法且具有功能的避難所，不至於災難時不知該往何處逃跑。另外於緊急避難時撤往鄰近的旅館也是一個可行的方案。

(三)受災後的狀況及生活有沒有受到影響？

居民住家旁的小支分流並沒有疏濬，導致居民住家旁的部分仍舊淹水，水利署已經把此地設成重災區，然而因預算問題，政府現在只做主線工程，支線工程都沒有做到明確的疏濬，涵管沒有清理無法疏通，使得下面的住戶即使在主流部分流通後，依舊有淹水的狀況。

河床部分的重建也沒有在河底打入水泥加強，使得一段時日後河底侵蝕也連帶把兩旁的堤岸工程一併侵蝕。

原本廣興里的許多工程並不符合防洪的標準，例如橋下方的橋墩形成擋住水流及流木的柵欄，反倒使暴雨而下的洪水亂竄形成淹水。

(四)針對主管機關有什麼特別想要補充的？

因上級機關過多，導致責任歸屬複雜，容易延緩救援時間，希望長官能多能替在地居民思考，加快救援行動的確定性。

附錄六 台灣土石流預警與撤離避難在地經驗訪談(二)

訪談地點：新北市烏來信賢里里民活動中心

受訪人：烏來信賢里里長林美珍

與會人士：陳淑玲、呂雅萍、張永樑、烏來信賢里里民、與智策問卷調查公司總監

一、採訪重點歸納：

- (一) 信賢里本身戶數不多，居住人口多以老年人以及小孩為主。
- (二) 因傳統觀念根深，非逼不得已多半不願意離開自己的居住地。
- (三) 蘇迪勒颱風災情慘重，大幅提高居民配合撤離之意願。
- (四) 信賢里內以籃球活動中心為避難所，但所內物資設備缺乏。
- (五) 災後環境重整大多倚重地方年輕人幫忙，政府及有關單位應更加重視災後重建的工作

二、受訪內容：

(一) 颱風災情預報後，在信賢里本身的撤離狀況如何？

原先願意撤離的戶數很低，民眾配合度很低，但在蘇迪勒過後，願意配合的狀況大幅改善。因為災情十分嚴重，尤其靠近水岸邊的部分幾乎淹沒，有了這次經驗後民眾願意撤離的意願大幅提升。有些人提到是人為部分造成土石流，但其實沒有人開墾的地方一樣會有土石流問題，地震後的土質鬆動使山上崩落泥石，加上豪雨夾帶形成土石流。

(二)保全戶數的部分數量多嗎？信賢里內部是以什麼樣的方式進行撤離通知？

保全戶數沒有很多戶，因為信賢里本身的戶籍人口就少，其中又不乏許多幽靈人口，是以里民間彼此都相互認識照應。颱風預警資訊來時，都會透過里民廣播系統通知撤離，山上部分尤其120巷以上會特別委請國軍、警察及里長本身逐戶對照撤離名單進行撤離，原則上都是以往山上撤離、向外依親為主，不過也會擔心道路阻斷出不來。

(三)有沒有颱風預警撤離相關部分要補充的？

撤離預警時，多數政府資源都集中在烏來里，以及更山上的福山里，而在其中的信賢里反倒沒有受到重視。另外關於烏沙溪的疏濬工程應投入更多經費，針對上中下游完整疏濬，而非單一疏濬一部分，否則上游的砂石仍然會留下堵住原本疏通的部分。

期中審查意見回覆

期中審查意見	回覆
1. 災害預警服務之效益分析是否會隨都會發展程度有所差異？若有？如何分離處理？	問卷調查時會針對都會區民眾(如士林新安里以及信義區泰和里)以及非都會區民眾(如新店廣興里與烏來信賢里)抽樣問卷調查，不同的災害風險地區因為公共服務提供品質差異以及人口特性不同，而有不同的效益，以台北市為例，因為土石流防災措施做得較完善，該地區相較於其他縣市屬於風險較低區域，也因為所得程度較高，願付價格較高。本研究會在問卷題目中了解民眾居住地區、所得狀況、以及教育狀況。也會在迴歸模型中以虛擬變數方式了解都會區域差異是否將影響願付價格。本項說明會加入第六章問卷設計與實驗卡與第八章迴歸模型與效益估算中。
2. 建議考慮增加南投縣或花蓮縣政府土石流防災單位及地方鄰里之訪談。	感謝委員所提意見。本研究在期中報告內容中提及，將以台北市與南投縣為土石流預警與撤離避難效益分析示範地區，但在問卷施測前置作業期間，全台剛好連續降雨，問卷調查訪員擔心降雨日數太長，無法出訪，再加上南投神木村等交通往返時數較長(需要2個小時車程)，幅員也廣大，問卷調查進度容易延宕，故調整問卷施作地點，改為新北市新店、烏來、以及高雄甲仙，這些地點交通距離市區，車程都在一個小時左右，方便問卷施作。示範案例選取過程將於第六章中說明。
3. 效益評估項目中，當災害未發生因而不知	感謝提問。一般在做災防工作效益評估時，必須採用假設情境分析法(scenario

其規模與災損，如何得知啟動災前佈署時，災害規模減少多少？	based approach)，分別模擬相同災害規模中，有災前佈署工作的災損金額，以及沒有災前佈署工作的災損金額，作為效益分析基礎。此類的效益模擬必須先蒐集災害歷史災例建立資料庫，並以災損模型迴歸了解有無災前佈署的係數表現，其後利用蒙地卡羅模擬方式進行效益估算。另外一種方法可採用問卷調查分析，因民眾對於周遭環境風險降低仍然有感，故採用問卷調查方式揭露民眾願付價格，此項說明將加強補充在第二章。
4. 實驗卡中有關邊坡災害警報準確度選項二、三（警戒準確率提高 20%、30%），似不合宜（即便民眾願付，在短期內不易達到）。	感謝委員指正。準確率的概念等較技術性的專有名詞的確很難跟民眾溝通，也容易涉及主觀認定，已經改成預警服務的範疇（僅提供紅色警戒，或是提供紅黃警戒預警）。此為了解若中央政府提供較為充分的預警資訊對於民眾是否產生正面效益，進而提高願付價格。此項說明將加入第六章。
5. 本計畫問卷對象（示範區）為台北市士林區新安里及信義區泰和里，惟該二里近 15 年均未發生過土石流災害，其結果是否有影響，建請補充。	感謝委員建議。因為台北市大地工程處在颱風來臨前的積極佈署與清理溪溝，故台北市近年已經鮮少有災例發生。這表示台北市的減災效益源自於工程面的投入與非工程面的防災避難演練，而且效益非常顯著，依照我們的問卷訪查結果，民眾對於台北市政府大地工程處的治災績效給予相當正面的肯定，顯見相關災防工作已大幅降低民眾生活周遭災害風險，進而產生效益。相關說明將補充至第六章。
6. 土石流自主防災之推動，為未來災防之重	感謝委員建議。自主防災社區透過災防教育訓練，加強民眾防災意識，以達到自主防災目標。台北市士林區新安里在 104 年獲

要趨勢，能否納入願付價值分析，建請補充。	選為自主防災社區，新店廣興里在 102 年是自主防災社區，高雄區甲仙東安里與西安里均是 102 年以及 99 年自主防災社區，透過這些案例的選取，也可以了解自主防災社區的施行效果是否良好並影響民眾的願付價格。本研究在問卷的最後一題，請民眾評估社區組織狀況與社區互助程度，這些在效益評估時都會納入迴歸分析因子作為效益分析與模擬考量。相關說明將補充至第六章。
7. 請說明問卷調查進行的方式及遇到的困難？	本研究從水土保持局以及台北市大地工程處的土石流災例資料庫，挑選出台北市士林區新安里、信義區泰和里、新店廣興里、烏來信賢里、以及高雄甲仙東安里與西安里為研究示範案例，針對過去有土石流災例地區民眾進行問卷施測。 案例篩選原則為過去曾發生過土石流災害，臨近土石流潛勢溪，有避難或演練經驗的村里。因顧及問卷施作方便性，我們挑選了聚落人口較多的區域。示範案例挑選地區透過災防單位（台北市工務局大地工程處、新北市農業局專員等等）與村里長(士林區新安里里長與防災專員、信義區泰合里里長與里幹事、新店區廣興里里長、烏來信賢里里長與防災專員)訪談，進行前期案例挑選討論。 問卷調查採家戶訪查方式，每戶限訪一名。以保全戶以及鄰近住戶為主要訪問對象，目前新北市新店與烏來的拒訪率較高，許多人務農白天不在家，也很難找到

	人，是目前在家戶訪查中遇到的最大且主要的問題。相關樣本人口分布說明將補充至第七章。
8. 莫拉克風災減少傷亡人數約 9100 人，目前土石流保全對象約 48000 人中，預警系統估計有效減少 10%（4800 人），似乎有過於高估！	感謝委員指正，因有效防災行動人數僅有一成，故雖然保全對象有 48,000 人，但實際行動人數僅 4,800 人，故效益發生人次（死亡率降低）將僅有 480 人。依據世界銀行所計算之死亡率降低之餘命價值估計方式，效益初估結果如下： $40,000 * 12 * (70 - 40) * 4800 * 10\% = 69$ 億。
9. 實驗卡中部分問題過於專業，一般民眾可能不易問答，如土石流準確度百分比，另發布時間和準確率有相關性（提早發布則準確性較低），如何進行分析宜請再考量。	感謝委員建議。本研究將修正問卷提問方式，盡量避免過於技術性等非日常生活溝通用語，實驗卡屬性因有主觀判定容易誤判等原因，將不涉及降雨預報或是警戒準確率，另預警發布時間在跟民眾詢問的過程中，的確是效益主要的考量因素。在更正版的實驗卡中並沒有預警發布時間這個屬性，惟實際詢問預警發布情境時，都會設定在一天前，避免民眾困惑無法回答。相關說明將補充至第六章。
10. 預警效益的過於高估，建議再參照近年實際案例精確評估。	感謝委員建議，回覆同第 8 題。



行政院農業委員會水土保持局
與您一起打拼



行政院農業委員會水土保持局
54044 南投市中興新村光華路 6 號
<http://www.swcb.gov.tw>