
坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機

制先期研究－以高雄市為例

**The Pilot Study of Selection and
Reconnaissance Mechanism for Alert
Residents of Shallow Landslide Prone
Slopeland Communities.-A Case Study of
Kaohsiung City**

（成果報告）

執行單位：國立高雄大學

執行期間：107 年 02 月 09 日至 107 年 12 月 31 日

計畫主持人：吳明溟 副教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 107 年 12 月

摘要

105 年高雄市燕巢區東燕里，因梅姬颱風導致當地邊坡崩塌滑落，造成 1 戶民宅毀損，3 人死亡的憾事發生。鑒於氣候變遷下的極端降雨氣候，坡地淺層崩塌災害未來可能一再發生，故高雄市政府自 106 年起，針對高雄市之坡地災害建立警示戶與颱風豪雨預警自主離災機制。

本研究試以國家災害防救科技中心於 103 年與 106 年，針對高雄市轄內啟動坡地易致災聚落調查點位為研究之區域，共 118 個聚落。以聚落周遭災害潛勢指標和坡地聚落災害風險調查指標兩大指標，進行環境現勘後，針對嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生及其它類型坡地災害此 4 種類型，輔以典型相關性分析、羅吉斯迴歸分析此 2 種統計分析方法，得出與嚴重崩塌指標項目高度相關的 4 項重要指標，分別為山崩與地滑地質敏感區、建物地基陷落、邊坡明顯裸露無植被、連外道路是否有災害潛勢；本團隊將已完成數據分析的 118 個聚落之 4 種相對災害發生的累積次數，針對邊坡與聚落距離關係進行分析，結果顯示任一類型 30 公尺以內存在較明顯變化。

關鍵詞：坡地易致災聚落、典型相關性分析、羅吉斯迴歸分析、嚴重崩塌

Abstract

Due to Typhoon Megi in 2016, there was the slope collapse disaster occurring in Dong-yan Li, Yan-chao District, Kaohsiung City and causing the destruction of one house and three deaths. In view of the extreme rainfall under climate change, the shallow landslide disaster may reoccur in the future. The Kaohsiung City Government has, therefore, built up a mechanism of warning households and typhoon rainstorm warning self-evacuation against the slope disaster since 2017.

In this study, the survey areas contain the sites of 118 settlements in Kaohsiung city where the National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR) has conducting analysis on vulnerable slope settlements in 2014 and 2017. After the environmental survey with two indicators of “potential disaster around the settlement” and “the slope settlement risk survey”, four types of slope disasters such as severe collapse, land slide, debris flow and other types of slope disasters are further analyzed by two kinds of statistical analysis methods, Canonical Correlation Analysis and Logistic Regression Model. Consequently, the result finds out four important indicators that are highly correlated with the severe collapse, namely, the collapse and landslide geological sensitive area, the fall of the construction foundation, the bare slope without vegetation, potential disaster on the outer road. Moreover, our team analyzes the distance between the slope and the settlement on the cumulative number of four relative disasters in the 118 settlements, and concludes that no matter which type of slope disaster, the correlation with significant changes exists in the distance within 30 meters.

Keywords: vulnerable slope settlements, Canonical Correlation Analysis, Logistic Regression Model, severe collapse

目次

摘要.....	I
Abstract.....	II
表次.....	IV
圖次.....	V
第一章 緒 論	1
第一節 前言	1
第二節 指標建立方法	6
第三節 工作計畫及方法	7
第二章 調查工作成果	46
第一節 六龜區	47
第三章 數據分析成果	68
第一節 資料整理	68
第二節 模型建立方法	69
第三節 數據結果解釋及應用	78
第四節 邊坡與聚落距離關係	82
第四章 結論與建議	91
一、 結論	91
二、 建議	92
參考文獻.....	1
附錄.....	1
附錄一、審查會議紀錄暨回覆辦理情形	1
1-1、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形	1
附錄二、118 個聚落完整調查報告(收錄至光碟內).....	13

表次

表 1 高雄市坡地災害風險之地區	4
表 2 前期坡地聚落災害環境指標表（範例）	6
表 3 環境致災性：聚落規模與周遭災害潛勢指標	11
表 4 坡度分級表	13
表 5 高雄市土石流潛勢溪流警戒值	15
表 6 不得開發建築範圍分類表	16
表 7 環境致災性：坡地聚落災害風險調查指標	17
表 8 土壤沖蝕程度級別	21
表 9 坡面沖蝕度	23
表 10 社會耐災力：居民社經條件、災防整備能力等指 標	26
表 11 限制飛行圖例說明	31
表 12 調查聚落一覽表	33
表 13 六龜區寶來里賴家古厝調查表單	61
表 14 各指標代號對照	68
表 15 模型(3)之嚴重崩塌變數	70
表 16 建物地基陷落 (B_3) 及山崩與地滑地質敏感區 (F_{10}) 列聯表	71
表 17 變數獨立性檢定	72
表 18 各聚落之 CAN(A1)數值表	75
表 19 嚴重崩塌機率	79
表 20 羅吉斯回歸機率與實際發生比較情形	81

圖次

圖 1 現行高雄市政府警示戶選定原則	3
圖 2 計畫工作內容	5
圖 3 計畫工作流程圖	8
圖 4 高雄地區限制飛行區域示意圖	30
圖 5 執行篩選聚落流程圖	31
圖 6 航拍作業流程圖	41
圖 7 PIX4D 軟體功能示意圖	42
圖 8 無人載具執行作業範例圖(1)	42
圖 9 無人載具執行作業範例圖(2)	43
圖 10 無人載具執行作業範例分析參數	43
圖 11 空中拍攝影像正射處理範例圖	43
圖 12 空中拍攝影像 DSM 範例圖	44
圖 13 本計畫調查聚落分布圖	46
圖 14 六龜區坡地自主離災說明會	48
圖 15 寶來里里民防災卡	51
圖 16 寶來里土石流防災地圖	52
圖 17 寶來里潛勢溪流	52
圖 18 寶來里聚落分布	53
圖 19 寶來里土石流潛勢溪流及影響範圍	53
圖 20 寶來里岩屑崩滑潛勢圖	54
圖 21 寶來里各類潛勢圖	54
圖 22 六龜區寶來里賴家古厝聚落環境	55
圖 23 竹林 28 號聚落因八八風災道路崩塌至今	56

圖 24 竹林 28 號建物地基變形.....	56
圖 25 竹林 28 號建物地基龜裂但經修補.....	57
圖 26 竹林 28 號後方擋土牆傾斜.....	57
圖 27 竹林 28 號建物後方邊坡開闢果園.....	58
圖 28 竹林 28 號建物緊鄰邊坡.....	58
圖 29 竹林 28 號聚落下緣受荖濃溪支流侵蝕.....	59
圖 30 竹林 28 號道路擋土牆破裂.....	59
圖 31 賴家古厝聚落居民僅能以便道通行.....	60
圖 32 羅吉斯迴歸機率估計值.....	77
圖 33 CAN(A ₁)分數散布圖.....	77
圖 34 嚴重崩塌與上邊坡關係圖.....	82
圖 35 嚴重崩塌與下邊坡關係圖.....	82
圖 36 嚴重崩塌與雙邊坡之上邊坡關係圖.....	83
圖 37 嚴重崩塌與雙邊坡之下坡關係圖.....	83
圖 38 地層滑動與上邊坡關係圖.....	84
圖 39 地層滑動與下邊坡關係圖.....	85
圖 40 地層滑動與雙邊坡之上邊坡關係圖.....	85
圖 41 地層滑動與雙邊坡之下邊坡關係圖.....	85
圖 42 土石流與上邊坡關係圖.....	86
圖 43 土石流與下邊坡關係圖.....	87
圖 44 土石流與雙邊坡之上邊坡關係圖.....	87
圖 45 土石流與雙邊坡之下邊坡關係圖.....	88
圖 46 其他坡地類型災害與上邊坡關係圖.....	88
圖 47 其他坡地類型災害與下邊坡關係圖.....	89
圖 48 其他坡地類型災害與雙邊坡之上邊坡關係圖.....	89

圖 49 其他坡地類型災害與雙邊坡之下邊坡關係圖.....	90
-------------------------------	----

第一章 緒 論

第一節 前言

一、計畫緣起與目的

(一)計畫緣起

高雄市之轄域東北臨中央山脈、玉山山脈及阿里山山脈，北緣嘉南平原，西濱臺灣海峽，東南邊以高屏溪與屏東縣為界，境內主要集水區有高屏溪、阿公店溪、二仁溪等流域，並有 111 條土石流潛勢溪流（分布於 13 個區，雨量警戒值最低從 300mm 至 600mm）。距今最近一次之坡地災害案例為 105 年梅姬颱風所致之土石流災害，造成六龜區荖濃里 1 戶民宅遭到土砂淤積，旗山區新光里因上方邊坡發生沖蝕，致使約 5 戶民宅遭土砂堆積，燕巢區東燕里因驚人雨勢導致當地邊坡發生崩塌滑落，造成 1 戶民宅毀損，3 人死亡之憾事發生。

鑒於上述因梅姬颱風所致之坡地事件，且現今氣候變遷下之極端降雨狀況，未來坡地淺層崩塌災害可能一再發生，但因目前負責相關災害之主管機關及法規尚不明確，故為避免憾事再次發生，高雄市政府自 106 年起於轄內試行坡地災害警示戶自主離災機制，建立轄內可能遭受坡地災害風險之民眾清冊，在颱風豪雨

警（特）報發布時，透過簡訊方式提醒民眾先行自主撤離並請里長與區公所人員協助區內顯示為危險地區之住戶事先撤離。但該如何建立可靠、完整的警示戶名冊，並將區域內有坡地致災風險的住戶皆納入，乃為建立上述警示戶自主離災機制最重要的課題。

(二)計畫目的

本計畫預計透過聚落（房舍）環境之坡地致災風險調查，歸納出能快速判定有坡地災害風險之房舍的方式及標準，並掌握坡地易致災風險聚落與住戶，以利公部門於後續運作坡地防治軟硬體時能應用。

關於坡地災害風險對策（軟體面），高雄市政府自 106 年起，針對轄內有坡地災害問題之地區建立警示戶（如圖 1 所示）與颱風豪雨預警自主離災機制。高雄市坡地警示戶之選定依據，以經濟部中央地質調查所之山崩與地滑地質敏感區圖資為主，運用 GIS 軟體進行圖資套疊比對後，得出位於潛勢影響範圍內的門牌地址，交由當地區公所調查其居住狀況並取得住戶資訊，再將其造冊；另一種方式為將近幾年高雄市曾發生過坡地災害之區域，直接納入警示戶名冊。

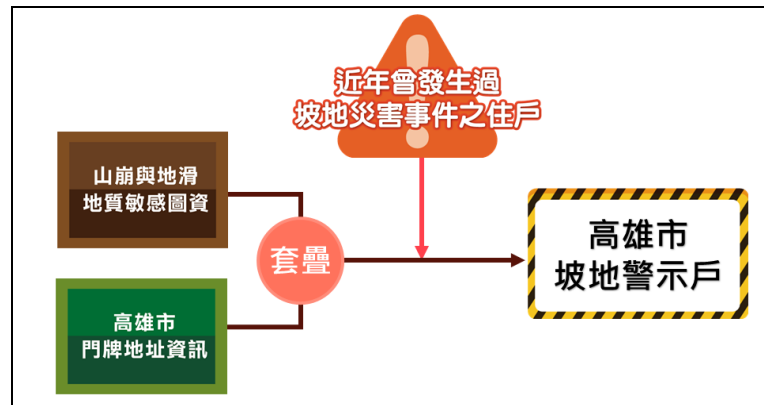


圖 1 現行高雄市政府警示戶選定原則

但僅靠地調所的圖資與以此兩種方式篩選出有坡地災害風險之聚落與住戶，在實際狀況上是否有疏漏之處，仍是須要考量的要點，故本研究將也希望嘗試依據多種不同的資料來源，盡力找出可能有坡地致災風險之聚落與住戶。

綜上所述，本研究的長程目標為研擬出一套針對聚落(住戶)坡地致災風險調查與快速篩選之標準，以利詳實掌握更完整的坡地災害風險聚落與居民資料。若日後公部門要針對坡地致災風險的聚落執行各項對策(如警示戶機制)時，即可透過此一快速調查篩選機制，迅速地建立資訊提供公部門運用，除建立清冊外，亦可依據現地調查結果，針對各地不同狀況研擬對應的措施及對策，降低民眾受災害影響的風險。

二、工作範圍及內容

(一)工作範圍

目前高雄市坡地災害風險之地區，已有相關調查或劃定如表 1 所示，除有前述提及的土石流潛勢溪流行政區外，高雄市政府亦於 106 年依據山崩與地滑地質敏感區圖資，將影響範圍內的民眾列為警示戶並造冊；此外，國家災害防救科技中心亦於 103 年與 106 年針對高雄市轄內啟動坡地易致災聚落之調查。

表 1 高雄市坡地災害風險之地區

類 型	範 圍
土石流潛勢溪流影響範圍行政區	六龜區、甲仙區、桃源區、美濃區、旗山區、杉林區、內門區、茂林區、田寮區、岡山區、阿蓮區、那瑪夏區、鼓山區。
高雄市政府坡地警示戶	六龜區、甲仙區、桃源區、美濃區、旗山區、杉林區、內門區、茂林區、田寮區、岡山區、燕巢區、大樹區、大社區、仁武區、鳥松區、那瑪夏區、鼓山區。
國家災害防救科技中心坡地易致災調查	六龜區、甲仙區、桃源區、美濃區、旗山區、杉林區、茂林區、田寮區、燕巢區、大社區、那瑪夏區。

由上述各單位所進行的坡地災害潛勢影響與範圍調查結果，大致可歸納出高雄市具有坡地災害風險之區域，而本次調查即是從中選定合適的行政區與聚落進行方法論之建置、調查與研究。

(二)工作內容

主要工作項目包含訂立調查指標、調查數量、現地調查、UAV 空拍影像、報告撰寫及將成果供公部門使用等（如圖 2 所示）。

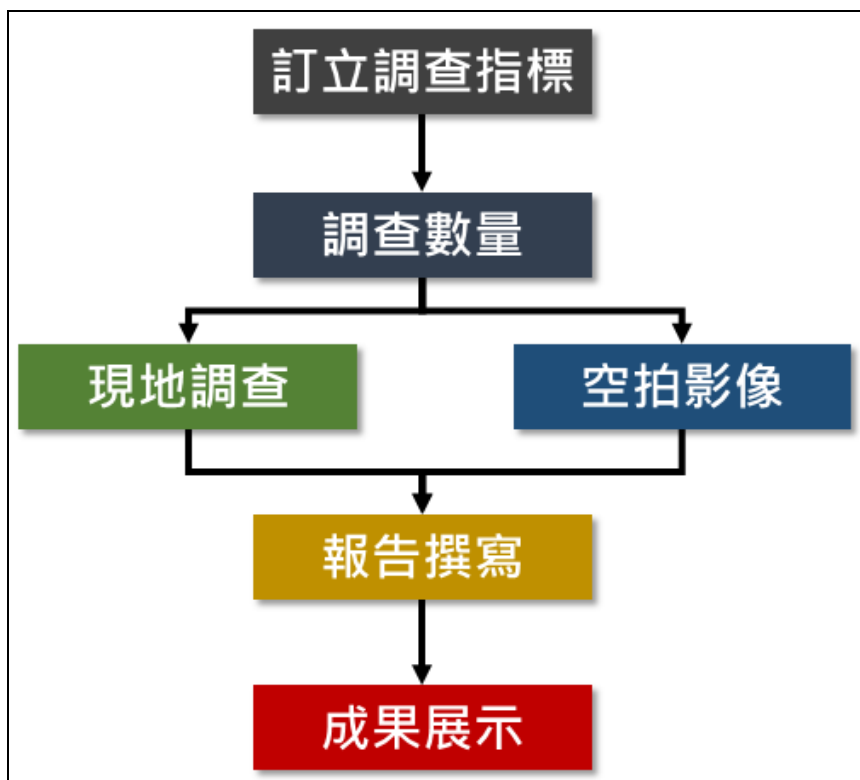


圖 2 計畫工作內容

第二節 指標建立方法

為瞭解聚落周邊坡地災害環境狀況，本計畫團隊乃參考前期調查指標之建立方式，除了聚落規模基本資訊，亦包含影響坡地災害內在的災害潛勢、已顯露出破壞的災害徵兆及交通通阻，並加入環境與現地調查圖資說明，如表 2 所示。

表 2 前期坡地聚落災害環境指標表（範例）

項目	指標	來源依據
聚落規模	☐ 20 戶以下 ☐ 20~40 戶 ☐ 40~60 戶 ☐ 60 戶以上	現地調查
聚落附近 災害潛勢	坡地（聚落位在坡面上，非沖積扇）	DEM 判斷
	河階台地	DEM 判斷現地調查
	河谷地（含扇狀地）	
	土石流潛勢溪流（緊鄰聚落）	水保局土石流潛勢溪流圖資
	順向坡（緊鄰聚落）	地調所各類地質災害潛勢圖資
	岩屑崩滑（緊鄰聚落）	
	岩體滑動（緊鄰聚落）	
	落石（緊鄰聚落）	
	坡度大於 30°（會影響聚落的坡面，或聚落所在坡面）	DEM 判斷

項目	指標	來源依據
	斷層或破碎帶通過	地調所活動斷層圖資
聚落附近災害徵兆	災害歷史	現地調查
	坡面滲水或湧水	
	邊坡地表破裂	
	建物地基陷落	
	擋土牆破裂	
	邊坡明顯裸露無植被	
	聚落部分建物緊鄰危險邊坡	
	向源侵蝕	
	河岸侵蝕	
交通通阻特性	連外道路路面常有明顯裂縫或上邊坡崩塌落石、土石流	現地調查
	替代連外道路（「否」代表無替代連外道路、「是」代表有替代連外道路）	

第三節 工作計畫及方法

一、工作流程

如前面所述，計畫最終目標是在建立坡地崩塌風險調查作業與快速篩選標準，目前計畫以兩年為限，分為四個階段—先期規劃、現地勘查、指標分析與未來作為（流程如圖 3 所示）；本年

度主要集中在聚落規劃選定與現地勘查工作，為後續之階段做好相關資料之蒐整。

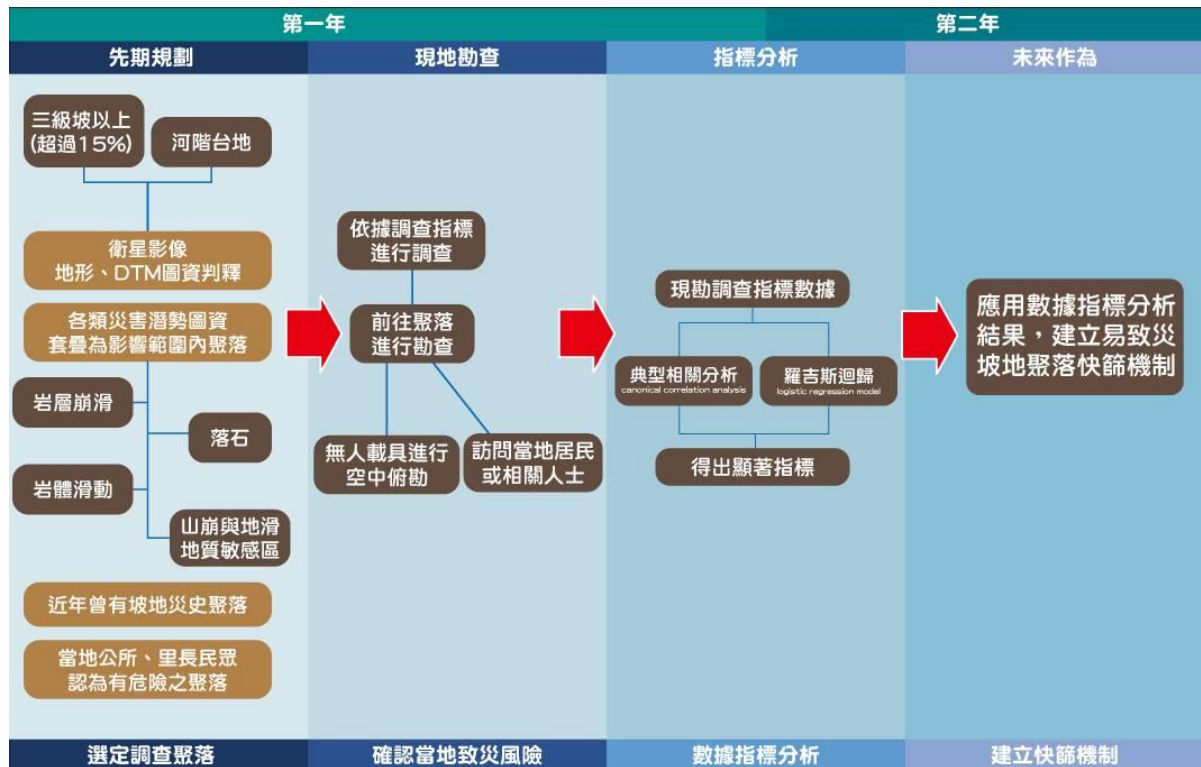


圖 3 計畫工作流程圖

(一)先期規劃—選定調查聚落

依據上述坡地災害潛勢圖資，搭配高雄市地址門牌系統，將兩者資料進行套疊，即可得知位於災害潛勢區域內的警示戶點位資訊，並參考區域內曾發生過坡地災害的點位，再將上述點位之資料歸納統整，即可進行現地勘查範圍研判與規劃。

(二)現地勘查—確認當地致災風險

現場勘察作業主要分為二大部分，分別為無人載具進行空中探勘作業以及調查聚落環境災害指標作業。前者是透過無人載具飛行至高空，檢視該聚落周圍地形狀況，以及是否有無法從水平角度察覺之坡地狀況，視狀況進行地形拍攝與 3D 影像建模作業；後者依據已研擬的聚落環境災害指標進行調查，並將符合指標之部分拍照存證。

在現場勘察完後，將與區公所或里鄰長進行訪談，瞭解當地民眾居住之情形與社會經濟狀況，或訪問當地居民及耆老，透過多方面談取得相關情資，以求整體現場勘察作業更加完善；倘若於調查過程中新增需調查之點位，便重回前項規劃作業，針對新點位資訊規劃勘察範圍，並再次進行現場實地勘查作業，以利確實掌握當地坡地狀況。

(三)指標分析—由指標找出相關性

現地調查結束後，由各聚落蒐集之指標資料，透過典型相關分析、羅吉斯迴歸的數值分析方法，找出可能導致該災害發生之主要因素，期以最終之現地觀察狀況表格，能讓未來的聚落、住戶、里鄰長與災防人員皆能藉此立即判斷該區域是否有成為易致災之潛勢。

(四)未來作為一建立警示對策

經由現地調查與指標研判當地確有坡地災害風險後，將能以此相關資料作為列入坡地警示戶之依據，由公部門或主管機關將民眾的資料進行造冊，於災害來臨前即可實施相關應對措施，例如高雄市於 106 年起實施之坡地警示戶簡訊提醒機制，讓民眾能依照當前不同之警戒狀況，收到相對因應之提醒簡訊，做好預先撤離之準備，地方政府如區公所或里鄰長也能視警戒狀況，適時地採取對應措施。

二、 調查指標

在舊有計畫中調查有三大指標，分別為地（環境）、物（硬體）與人（社會），但因本次研究目標為找出具高致災性的環境因子作為指標，故於數據分析中去除人文因素，單就環境作為考量，使判斷更加簡易有效率，但為求資料完整性，本次計畫仍有做人文因素的資料建立與里長及居民的探訪。

(一)聚落規模與周遭災害潛勢指標

本分類調查指標以舊有計畫調查為基礎依據，且參照我國相關法規與技術規則，以國家公開之各類圖資佐以現地調查，進行

更細部的分類勾選，提供更具客觀性之判斷指標（如表 3 所示），

各項說明如下。

表 3 環境致災性：聚落規模與周遭災害潛勢指標

聚落調查基本資料	
調查地點	
填表人員	
聚落座標 (97TM2)	
聚落規模	☐ 20 戶以下 ☐ 20~40 戶 ☐ 40~60 戶 ☐ 60 戶以上

調查項目				說明	備註
1	坡地			☐ 一至二級坡（坡度 15% 以內） ☐ 三至五級坡（坡度超過 15% 至 55%） ☐ 六級坡（坡度超過 55%）	
2	河階台地			☐ 非位於攻擊岸 ☐ 位於攻擊岸 ☐ 位於依建築技術規則規定之不得開發建築範圍內	

調查項目				說明	備註
3	河谷地			☐ 谷地寬度超過 30m ☐ 谷地寬度於 10~30m 之間 ☐ 谷地寬度於 10m 以內	
4	土石流潛勢溪流			☐ 雨量警戒值未滿 400mm ☐ 雨量警戒值介於 400~500mm 間 ☐ 雨量警戒值超過 500mm	
5	順向坡			☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
6	岩屑崩滑			☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
7	岩體滑動			☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
8	落石			☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
9	斷層或破碎帶通過			☐ 斷層帶二外側邊各一百公尺 ☐ 斷層帶二外側邊各五十	

調查項目				說明	備註
				公尺 □ 斷層帶二外側邊各三十公尺內	
10	山崩地滑				

■坡地

依山坡地土地可利用限度分類標準如表 4 所示，六級為加強保育地，須依主管機關指定方式實施水土保持，而綜觀坡地災害發生歷史最低約為三級坡，故建議可分為三類，分別為六級、三至五級及一至二級。

表 4 坡度分級表

坡度級別	分級範圍
一級坡	坡度百分之五以下。
二級坡	坡度超過百分之五至百分之十五。
三級坡	坡度超過百分之十五至百分之三十。
四級坡	坡度超過百分之三十至百分之四十。
五級坡	坡度超過百分之四十至百分之五十五。
六級坡	坡度超過百分之五十五。

■河階台地

依數值地形模型資料（DEM）、現地調查及建築技術規則進行判斷與分類，可分為非位於該地形者、非位於攻擊岸、位於攻擊岸與依建築技術規則是位於不得開發建築範圍內者。

■河谷地

依據經濟部中央地質調查所（2009）「土石流地質敏感區劃設之先期規劃研究（2/2）」成果報告內容，建議取土石流流動深度為 10m 來作為推估土石流通道兩側地質敏感區，若階地高度低於土石流流動高度 10m，將使土石流材料以堆淤方式於其上，參考相關研究文獻及現地觀察，其受影響之地質敏感區劃設範圍為 X 公尺且 $X \leq 30$ 公尺，故本項建議分為谷地兩側寬度 10m 內、10~30m、超過 30m 三項進行分類判斷。

■土石流潛勢溪流

高雄地區的土石流潛勢溪流警戒值依水保局最新公布資料如表 5 所示，乃介於 300~600 之間，依歷年高雄市颱風豪雨期間，水保局發布警戒的資訊與次數，建議可分為雨量警戒值未滿 400mm、雨量警戒值介於 400~500mm 間、雨量警戒值超過 500mm，以此三項進行判斷。

表 5 高雄市土石流潛勢溪流警戒值

行政區	潛勢溪流數	警戒值
桃源區	16	300
那瑪夏區	14	300
六龜區	31	350
甲仙區	17	400
茂林區	3	400
旗山區	8	400
美濃區	9	400
杉林區	4	450
內門區	3	500
鼓山區	3	550
田寮區	1	600
岡山區	1	600
阿蓮區	1	600

■順向坡、岩屑崩滑、岩體滑動、落石

經濟部中央地質調查所，針對坡地各類地質災害潛勢圖資已有進行調查並建立之，並於各類圖資中給予高、中、低三種潛勢等級，故此四項項目即可參考地調所的分類進行判斷。

■斷層或破碎帶經過

依據內政部建築技術規則，有關山坡地基地不得開發建築認定之基準，對於活動斷層之限制共分為三類如表 6 所示，建議本項即依照其分類方式進行判斷。

表 6 不得開發建築範圍分類表

歷史地震規模	不得開發建築範圍
$M \geq 7$	斷層帶二外側邊各一百公尺
$7 > M \geq 6$	斷層帶二外側邊各五十公尺
$M < 6$ 或無記錄者	斷層帶二外側邊各三十公尺內

(二)坡地聚落災害風險調查指標

本指標項目分類為最近歷史災害、坡地災害風險、交通通組特性，主要依據我國相關法規技術規則，以現地調查資訊進行簡易定性與定量分析，如惟坡面滲水或湧水、邊坡地表破裂、建物地基陷落、擋土牆破裂、河岸侵蝕、道路路面出現裂縫或局部陷落等項目，因尚未有明確之技術標準可作為分類依據，故在此先

參考同類型易致災調查研究報告所分類之方式，作為本次調查之分類依據（如表 7 所示）各項說明如下。

表 7 環境致災性：坡地聚落災害風險調查指標

調查項目				說明	備註
A.近期歷史災害					
1	嚴重崩塌			☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
2	地層滑動			☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
3	土石流發生			☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
4	其他類型坡地災害			☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
B.坡地災害風險					
1	坡面滲水或湧水			☐ 非從既有排水（水保）設施出水 ☐ 有大面積出水情形 ☐ 出水中帶有泥沙	
	邊坡地表破裂			☐ 輕微裂縫	

2				☐ 明顯裂縫並有塌陷（位移）狀況 ☐ 發生斷裂並導致水保設施功能受損	
3	建物地基陷落			☐ 緊鄰建物路面有細微裂縫但無陷落 ☐ 緊鄰建物路面出現龜裂並陷落，建物 ☐ 本身無受到影響 ☐ 建物及緊鄰路面皆有大面積裂縫與陷落	
4	擋土牆破裂			☐ 有明顯裂縫但無傾斜或變形 ☐ 有傾斜或變形 ☐ 設施明顯損毀	
5	邊坡明顯裸露無植被			☐ 地面無小沖蝕溝跡象，表土流失量在百分之二十五以下。 ☐ 地面有蝕溝系統之跡象，礫石、碎石含量在百分之二十以下，表土流失量超過百分之二十五至百分之七十五。 ☐ 地面沖蝕溝甚多，片狀沖蝕活躍，土石顏色鮮	

				明，礫石、碎石含量超過百分之二十至百分之四十，底土流失量在百分之五十以下。 □ 掌狀蝕溝分歧交錯，含石量超過百分之四十，底土流失量超過百分之五十，甚至母岩裸露，局部有崩塌現象。	
6	聚落部分建物 緊鄰危險邊坡			H-3.6 $D \geq 2 + \frac{\quad}{4}$ □ 擋土牆距離建物 D 公尺內，且邊坡坡度為一至二級坡（坡度 15% 以內） □ 擋土牆距離建物 D 公尺內，且邊坡坡度為三至五級坡（坡度超過 15% 至 55%） □ 擋土牆距離建物 D 公尺內，且邊坡坡度為六級坡（坡度超過 55%）	
7	向源侵蝕			□ 坡面呈初期逕流沖蝕之現象；等高線略呈長波而小振幅之波動狀曲	

				線，其彎曲角角度大於一百三十度至一百六十度。 □ 坡面上之蝕溝形狀已具雛型；等高線波動狀曲線之振幅加大，其彎曲角度大於一百九十度至一百三十度。 □ 坡面上蝕溝發育成形；等高線波動狀曲線之振幅加深到幾近波長之半，其彎曲角度為九十度以下。	
8	河岸侵蝕			□ 有河岸侵蝕，但無明顯徵兆 □ 鄰近聚落之護岸或坡趾基礎已有掏刷跡象 □ 鄰近聚落之護岸或坡趾基礎已受到沖刷破壞	
C.道路通阻特性					
1	道路路面出現裂縫或局部陷落			□ 有張力裂縫但無陷落 □ 有龜裂或陷落 □ 有平行坡面的大範圍龜裂或陷落	

2	連外道路是否有災害潛勢		☐ 具有土石流潛勢溪流影響 ☐ 具有順向坡潛勢 ☐ 具有岩屑崩滑潛勢 ☐ 具有岩體滑動潛勢 ☐ 具有落石潛勢 ☐ 山崩地滑	
---	-------------	--	--	--

■近期歷史災害

針對該聚落近期發生之坡地災害，分成四類型－嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生與其他類型坡地災害，各類再以發生時間細分酸個選項－三年內、三至五年、超過五年，後再針對災害的成因、傷亡與影響等因素進行簡單的論述。

■邊坡明顯裸露無植被

本項建議參考農委會山坡地土地可利用限度分類標準，依據土壤沖蝕程度，依土地表面所呈現之沖蝕徵狀與土壤流失量決定，共分四個級別如表 8 所示（106 年 8 月 8 日修正前之規定）。

表 8 土壤沖蝕程度級別

沖蝕程度級別	土地沖蝕徵狀及土壤流失量
--------	--------------

沖蝕程度級別	土地沖蝕徵狀及土壤流失量
輕微	地面無小沖蝕溝跡象，表土流失量在百分之二十五以下。
中等	地面有蝕溝系統之跡象，礫石、碎石含量在百分之二十以下，表土流失量超過百分之二十五至百分之七十五。
嚴重	地面沖蝕溝甚多，片狀沖蝕活躍，土石顏色鮮明，礫石、碎石含量超過百分之二十至百分之四十，底土流失量在百分之五十以下。
極嚴重	掌狀蝕溝分歧交錯，含石量超過百分之四十，底土流失量超過百分之五十，甚至母岩裸露，局部有崩塌現象。

■聚落部分建物緊鄰危險邊坡

依據建築技術規則第二百六十五條，基地地面上建築物外牆距離高度一點五公尺以上之擋土設施者，其建築物外牆與擋土牆設施間應有二公尺以上之距離。但建築物外牆各點至高度三點六公尺以上擋土設施間之水平距離，即依下列公式計算。

H-3.6

$$D \geq 2 + \frac{H-3.6}{4}$$

4

故本項建議搭配前述針對坡度之三項分類，以擋土牆距離建物D公尺內，且邊坡坡度為一至二級坡（坡度15%以內）、三至五級坡（坡度超過15%至55%）、六級坡（坡度超過55%）進行分類判斷。

■向源侵蝕

依照水土保技術規範第147條，針對坡面沖蝕度進行分級，因每一土地單元之坡面都因受到不同程度的風化、沖蝕或崩塌等外力作用之影響，而呈顯不同程度之凹凸，其等高線則平直到不同振幅之波動狀，對邊坡穩定和土地利用有所影響。故建議依坡面沖蝕度分級（如表9所示）進行分類判斷。

表 9 坡面沖蝕度

坡面沖蝕度	等高線彎曲度
平整	坡面上沒有明顯的溝痕；等高線平直或稍有彎曲，其彎曲角度大於一百六十度以上。
蝕痕	坡面呈初期逕流沖蝕之現象；等高線略呈長波而小

	振幅之波動狀曲線，其彎曲角角度大於一百三十度至一百六十度。
淺溝	坡面上之蝕溝形狀已具雛型；等高線波動狀曲線之振幅加大，其彎曲角度大於一百九十度至一百三十度。
深槽	坡面上蝕溝發育成形；等高線波動狀曲線之振幅加深到幾近波長之半，其彎曲角度為九十度以下。

■連外道路是否有災害潛勢

本項建議參考莫拉克後荖濃流域內聚落孤島效應評估（2010）之方式，根據現地調查及 GIS 技術，將聚落圖層套疊在土石流潛勢溪流圖層、各類地質災害潛勢圖資圖層與道路路網圖層進行比對判斷，分成無（至少一條道路未有土石流或各類坡地地質災害潛勢）以及具有土石流潛勢溪流影響範圍、順向坡、岩屑崩滑、岩體滑動、落石潛勢範圍內。

(三)居民社經條件、災防整備能力等指標

在本次計畫當中的調查以地（環境）與物（硬體）為主要對象，但因考量到人文乃是未來能做為坡地易致災社區耐災韌性培育參考之資料，故本團隊於聚落當地調查時依然進行口訪，訪問

對象以當地里鄰長、團體領導幹部或是耆老為主，可以瞭解當地的社會經濟與災防整備能力方面的指標，分類詳如表 10 所示。

表 10 社會耐災力：居民社經條件、災防整備能力等指標

調查項目				說明	備註
A.聚落防災組織調查					
1	是否有防災組織			☐ 二年內 ☐ 二～五年 ☐ 五年以上	
2	組織成員規模			☐ 低於 10 人 ☐ 10~20 人 ☐ 20 人以上	
3	定期集會頻率			☐ 一年一次 ☐ 半年一次 ☐ 每月一次	
B.居民防災意識評估					
1	擁有防災地圖			☐ 里民防災卡 ☐ 特定災害防災地圖（如坡地、土石流） ☐ 社區自製防災地圖。	
2	知道避難收容處所位置			☐ 災害期間都會去避難 ☐ 災害期間偶爾會去避難 ☐ 知道在哪，但災害期間沒去過	
3	參與防災宣導講習			☐ 市府公所 ☐ 民間團隊 ☐ 社區自辦	

4	參與防災演練			☐ 水災 ☐ 坡地 ☐ 地震 ☐ 其他：_____	
5	知道聚落災害 徵兆的地方			☐ 定期會去現場查看 ☐ 颱風豪雨前會去現場查看 ☐ 不定期會去現場查看	
6	知道聚落易發 生災害的地方			☐ 定期會去現場查看 ☐ 颱風豪雨期間會去現場查看 ☐ 不定期會去現場查看	
C.社區風險認識					
1	會收到災害預 警或災情通知			☐ 親友電話 ☐ 公所、鄰里長廣播 ☐ 政府簡訊、電話通知 ☐ 公所、鄰里長、警消登門通知勸離	
2	是否掌握社區 弱勢族群			本地有弱勢族群，分別為：	
3	協助弱勢族群 防災對策			☐ 災害來臨前會預防撤離 ☐ 有專門的人車協助弱勢族群 ☐ 與本地警消有建立協助	

				機制	
4	本聚落避難收容處所去年開設次數			☐ 一次 ☐ 二次 ☐ 三次以上	
5	颱風豪雨期間是否曾被通知進行疏散撤離			☐ 一次 ☐ 二次 ☐ 三次以上	
6	去年颱風豪雨期間是否配合指示進行疏散撤離			☐ 一次 ☐ 二次 ☐ 三次以上	
D.其它需求					

■社區防災組織調查

社區是否有防災性質的組織，這不限一定要是獨立或專門的組織（如防災社區）也可能是多功能組織（如社區巡守隊、社區發展協會等，其在平時或災害期間也會進行協助防災的作業）；而當一個區域的防災組織完善時，另一方面也可能代表當地民眾對於周圍環境的災害已有一定程度認識（該地可能具有災害風險）。

■居民防災意識評估

居民防災意識主要可分為被動取得資訊（如有無收到、掌握防災地圖、知道鄰近的避難收容處所），以及主動獲取資料（如主動參與防災宣導、講習或接受如防災專員訓練、參加防災演習）；以及對於居家周圍環境是否對於可能發生災害（有災害徵兆），以及曾經發生過災害的地方，在平時或災害前後會多加留意。

■社區風險認識

此部分是針對社區於外是否會於災害來臨前經由那些管道收到預警資訊，而對於社區內的弱勢族群（高齡行動不便長者、孕婦、身心障礙、嬰幼兒、慢性病患等）是否有掌握資訊並針對其制定一些協助措施；最後，並調查災害期間有依照指示前往避難收容處所進行避難的次數（一年內）。

三、 實際調查規劃

(一)聚落調查說明

1.前提條件

非位於軍事基地與軍事用地等軍事管制區或機場禁航、限航區等無法合法利用無人空中載具進行空拍之區域(避免觸犯民航

法、國家安全法等法規)；圖 4 與表 11 即為高雄地區限制飛行地區示意圖與說明。

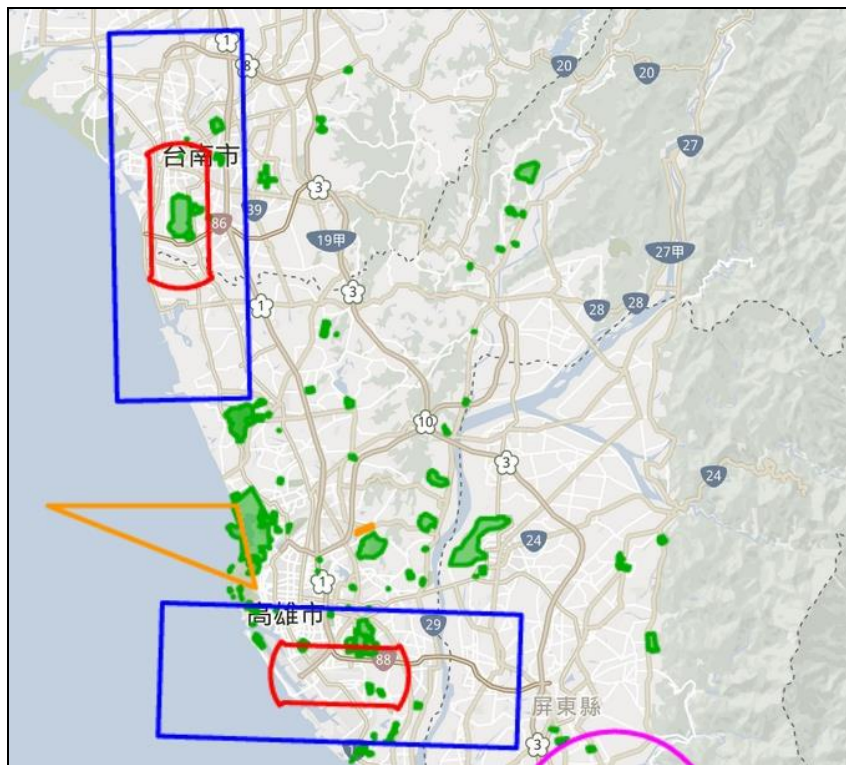


圖 4 高雄地區限制飛行區域示意圖

表 11 限制飛行圖例說明

種類	限制類型	限制說明	依據
紅色框	機場禁航區	禁止施放有礙飛航安全物	民航局電子式飛航指南、機場四周禁止施放有礙飛航安全物體實施要點
藍色框	限飛行機場標高 60 公尺以下	機場標高 60 公尺以上禁止施放有礙飛航安全物	
紫色框	日夜限航區	臺北飛航情報區航圖-限航區	
橘色框	飛航公告 (NOTAM) 限航區	發布飛航公告後才實施，平時無限航	
綠色框	軍事基地與軍事用地	維護國家安全，禁止施放有礙飛航安全物體	有礙飛航安全物體違法進入軍事基地因應措施

2. 執行方式

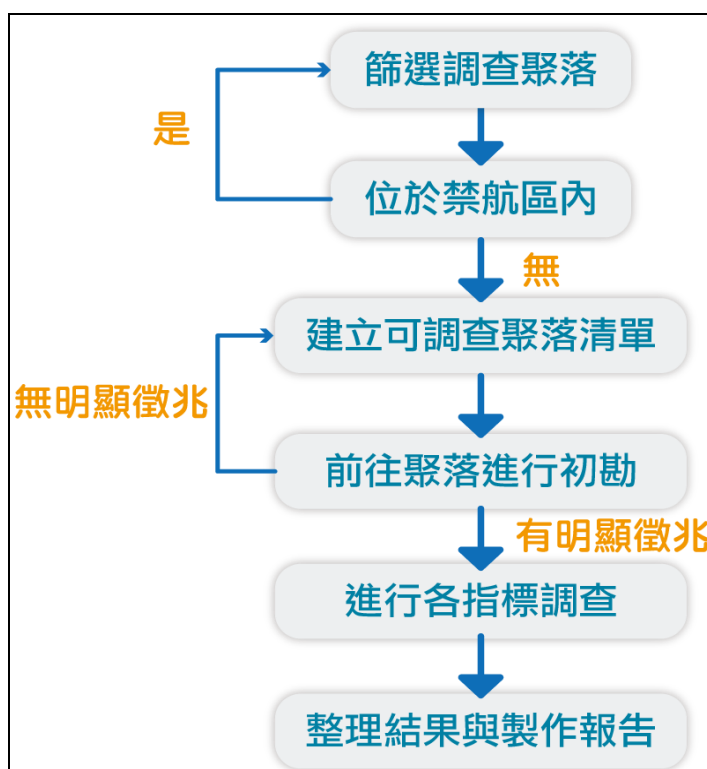


圖 5 執行篩選聚落流程圖

整體方式如圖 5 所示，本團隊針對高雄市轄內啟動坡地易致災聚落之調查結果進行篩選，將研判可能有災害潛勢之聚落，排除位於禁限航區、軍事基地等有飛行管制區域地內的聚落選定為本次調查之標的，共有 118 個聚落(如表 12 表示)。

表 12 調查聚落一覽表

編號	區	里	聚落
1	大社區	嘉誠里	水哮巷
2	六龜區	大津里	2、3、4 鄰
3	六龜區	大津里	望山腳
4	六龜區	中興里	20、21 鄰
5	六龜區	中興里	尾庄 1
6	六龜區	六龜里	彩蝶谷 20 鄰
7	六龜區	六龜里	彩蝶谷 21 鄰
8	六龜區	文武里	木瓜坑流域 23 鄰
9	六龜區	文武里	苦苓溪流域 14 鄰
10	六龜區	文武里	紫頭溪流域 16 至 18 鄰
11	六龜區	荖濃里	頂新發
12	六龜區	荖濃里	荖濃
13	六龜區	荖濃里	水冬瓜
14	六龜區	荖濃里	合興部落(上直瀨)
15	六龜區	新威里	西勢坑 12、13 鄰
16	六龜區	新發里	新開 24 鄰

編號	區	里	聚落
17	六龜區	新發里	和平路新發部落
18	六龜區	新發里	下崁
19	六龜區	新發里	新開 21 鄰
20	六龜區	新發里	新開 25 鄰
21	六龜區	新發里	獅山
22	六龜區	新發里	靜閑山莊
23	六龜區	新寮里	茶頂山 9 鄰
24	六龜區	新興里	溪埔地 7 鄰
25	六龜區	義寶里	河邊聚落
26	六龜區	興龍里	圳頭埔 2
27	六龜區	興龍里	邦腹溪
28	六龜區	興龍里	舊潭
29	六龜區	寶來里	竹林 16、17 鄰、1-1 號及 10 號
30	六龜區	寶來里	蘇羅婆（不老溫泉區）
31	六龜區	寶來里	竹林 28 號
32	六龜區	寶來里	賴家古厝
33	田寮區	大同里	菜堂地區

編號	區	里	聚落
34	田寮區	古亭里	南勢地區
35	田寮區	田寮里	16 鄰 1 號
36	田寮區	田寮里	16 鄰 37 號
37	田寮區	南安里	朝元寺
38	甲仙區	大田里	中園路 4 鄰、田寮巷 8 鄰
39	甲仙區	大田里	仙林巷
40	甲仙區	大田里	仙林巷 19 號
41	甲仙區	大田里	新興路 67 巷 21 號
42	甲仙區	大田里	新興路 67 巷 13-6 號、18 號
43	甲仙區	小林里	禁地巷 17 號
44	甲仙區	小林里	禁地巷 25 號
45	甲仙區	小林里	北勢坑
46	甲仙區	小林里	南光
47	甲仙區	西安里	滴水
48	甲仙區	西安里	和南巷 1 鄰
49	甲仙區	西安里	中正路(河南里)
50	甲仙區	和安里	四德

編號	區	里	聚落
51	甲仙區	和安里	四德巷 3、4、5 號等 4 戶(9 鄰)
52	甲仙區	和安里	四德巷 29 號
53	甲仙區	東安里	文化路
54	甲仙區	東安里	白雲巷
55	甲仙區	東安里	咖啡巷(11 鄰)
56	甲仙區	東安里	油礦溪上游區域
57	甲仙區	東安里	油礦溪中游區域
58	甲仙區	東安里	油礦巷（10 鄰）
59	甲仙區	東安里	油礦巷（14 鄰）
60	甲仙區	東安里	油礦巷 56 號
61	甲仙區	關山里	十八灣
62	甲仙區	關山里	關山本部落
63	甲仙區	關山里	中和巷
64	甲仙區	關山里	關西巷 26 號、38 號
65	甲仙區	關山里	嘉雲巷 1 號
66	甲仙區	寶隆里	寶隆
67	杉林區	月眉里	5 鄰

編號	區	里	聚落
68	杉林區	月眉里	4 鄰
69	杉林區	月眉里	3 鄰
70	杉林區	月眉里	2 鄰
71	杉林區	木梓里	茄苳路 96-1 號
72	杉林區	杉林里	超峰寺
73	杉林區	集來里	金興社區
74	杉林區	集來里	8 至 11 鄰
75	杉林區	集來里	389-16 號
76	那瑪夏區	南沙魯里	鞍山巷
77	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 16 號
78	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 5 號
79	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 4 號
80	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生一村(大光)
81	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生二村(秀嶺)
82	那瑪夏區	達卡努瓦里	青山巷 44 號
83	那瑪夏區	瑪雅里	民權
84	美濃鎮	廣林里	高雄美濃雙溪橋至黃蝶翠谷一帶

編號	區	里	聚落
85	茂林區	多納里	多納
86	茂林區	萬山里	萬山聚落
87	桃源區	拉芙蘭里	拉芙蘭
88	桃源區	拉芙蘭里	樟山
89	桃源區	拉芙蘭里	阿其巴
90	桃源區	建山里	新寶路 11-11 號
91	桃源區	建山里	羨仔腳 10-12 鄰
92	桃源區	建山里	建山派出所
93	桃源區	桃源里	桃源
94	桃源區	桃源里	四社
95	桃源區	桃源里	南進巷 205、206 號
96	桃源區	桃源里	北進巷四社部落
97	桃源區	高中里	美蘭
98	桃源區	梅山里	梅山口聚落
99	桃源區	梅山里	梅山聚落
100	桃源區	復興里	復興
101	桃源區	勤和里	東莊

編號	區	里	聚落
102	桃源區	寶山里	寶山派出所
103	桃源區	寶山里	19-11 號
104	桃源區	寶山里	二集團聚落
105	桃源區	寶山里	森濤派出所
106	鼓山區	桃源里	山海宮
107	旗山區	三協里	大坑巷 16 號
108	旗山區	太平里	樂和街 78 號
109	旗山區	永和里	旗文路 276-1 號
110	旗山區	東平里	李安宮
111	旗山區	東平里	義民廟
112	旗山區	南勝里	旗南三路 262-1 號
113	旗山區	新光里	6 鄰中寮二路 11-1 號、125 號
114	旗山區	新光里	6 鄰太仙宮
115	旗山區	新光里	6 鄰雞籠罩
116	旗山區	新光里	後厝巷三合院
117	燕巢區	深水里	牧場路 73-4 號
118	燕巢區	深水里	牧場路 128 號

就調查聚落進行先初步現地勘查，若經現場評估無明顯特徵、較不適宜或經委辦方建議剔除時，即改為調查其他聚落；倘若經現地勘查時有發顯明顯致災特徵時，則進行的各指標項目的調查、空中拍攝及訪問。將現地調查資料進行彙整並依固定格式登載於報告內，使用無人飛行載具進行空中拍攝的影像也進行正射處理，並將各項指標調查結果進行彙整與分析。

(二)無人載具空中拍攝說明

本團隊採用 DJI 大疆科技空拍機種，團隊配有其第四代與 Mavic Pro 無人空拍設備，有效畫素可達 1200 萬適合精細需求的影像勘查並記錄拍攝的各項背景資訊（如 GPS、海拔高度），並使用原廠操作軟體設備或是針對不同需求所開發之第三方開源軟體，與一般組裝式無人機相比更能有效兼顧且提高操作設備上的上手容易度，且降低軟硬體衝突故障、降低保養維護複雜性以提升飛行安全性。

團隊在飛行作業的規劃上，將依循「無人駕駛航空器系統（UAS）在臺北飛航情報區之作業」飛航情報相關 AIC 公告與「民用航空法」第三十四條以及「交通部民用航空隊機場四周施放有礙飛航安全物體實施要點」等相關規定進行作業規劃，並依

實際需要向相關單位申請使用空域；航拍作業流程與範例如圖 6

所述。

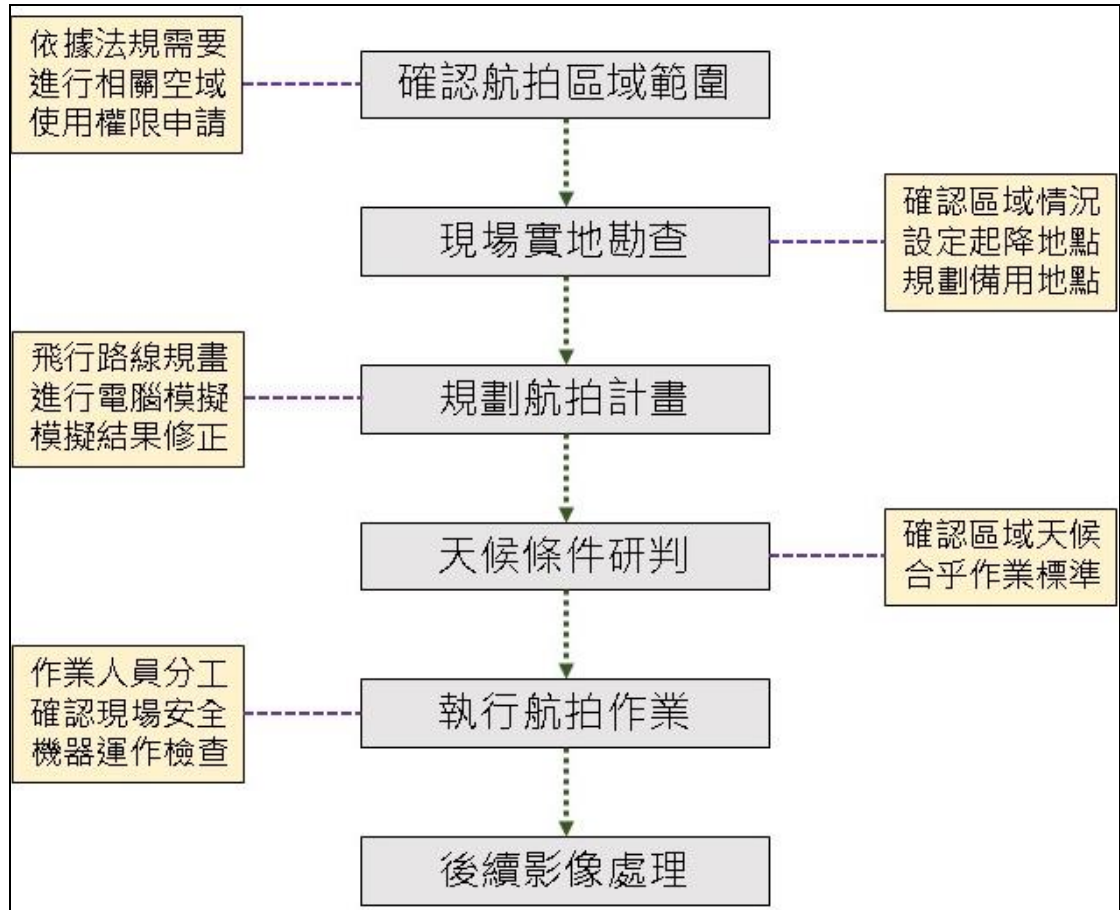


圖 6 航拍作業流程圖

團隊將運用 DJI 原廠開發 APP，搭配第三方 Pix4Dcapture 全自動拍攝 APP 進行空中拍攝（如圖 7 所示），進行空中拍攝時並會一併拍攝坡地稜線。取得影像後再以軟體進行圖資的處理，以團隊使用 Pix4Dmapper（原 Pix4UAV）軟體為例，此為瑞士 Pix4D 公司開發全自動快速無人機資料處理軟體，透過全自動、快速、專業精度為一體的無人機資料和航空影像處理軟體；

若有需要，在短時間即可將影像快速製作成專業、精確的二維地圖與三維模型，該軟體可從航拍片中利用攝影測量與多目重建的原理快速獲取點雲資料，並進行後期的加工處理（如圖 8 至圖 12 所示）。



圖 7 Pix4D 軟體功能示意圖



圖 8 無人載具執行作業範例圖(1)

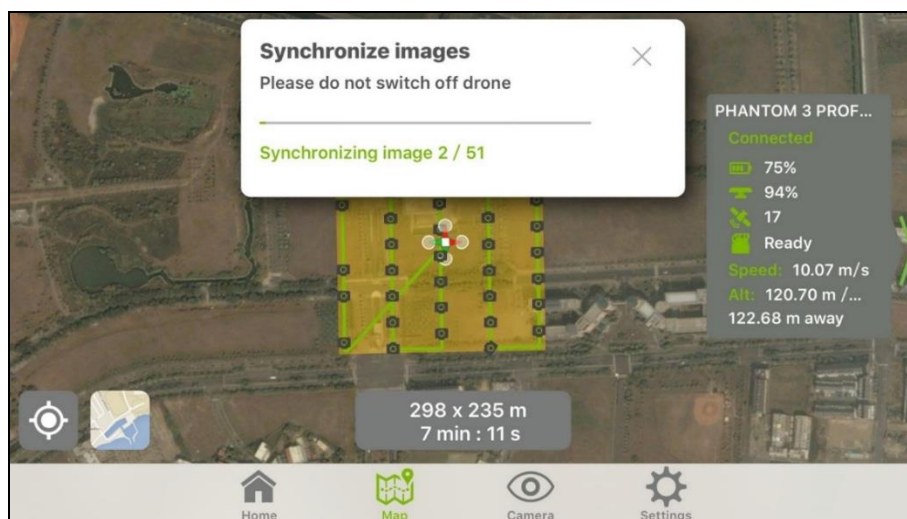


圖 9 無人載具執行作業範例圖(2)

Project	test
Processed	2016-10-04 16:36:26
Camera Model Name(s)	FC300X_3.6_4000x3000 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	5.24 cm / 2.06 in
Area Covered	0.1752 km ² / 17.5153 ha / 0.0677 sq. mi. / 43.3036 acres
Time for Initial Processing (without report)	08m:08s

圖 10 無人載具執行作業範例分析參數



圖 11 空中拍攝影像正射處理範例圖

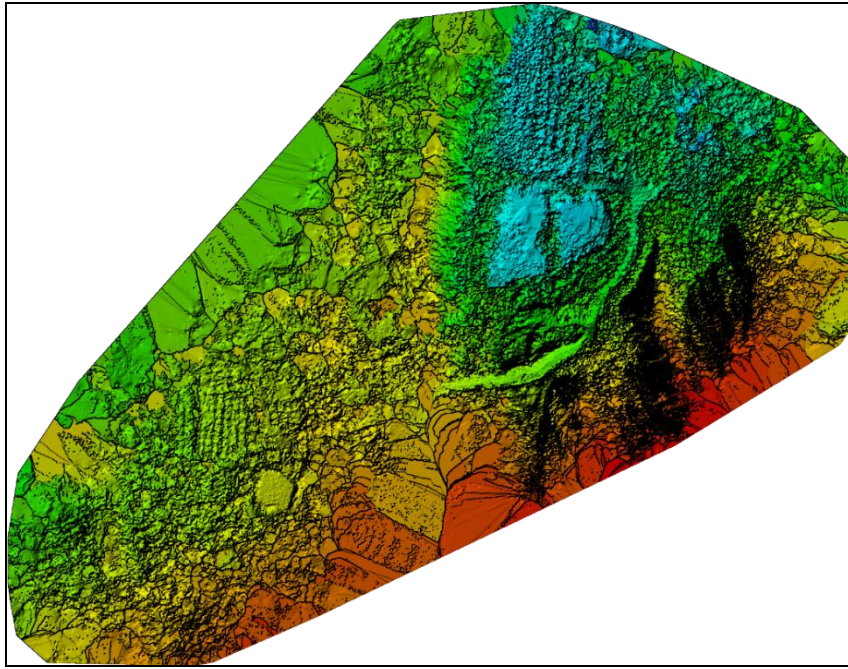


圖 12 空中拍攝影像 DSM 範例圖

四、數據分析方法說明

(一)數據範圍選定說明

本計畫執行目的，即為嘗試找出具有高指標性的環境致災因子，並用來快速判定現地的房屋或聚落是否於坡地致災高風險範圍內。

由上所述，除了針對這些高指標性之環境致災性因子，使我們可以依據眼前的自然條件快速篩選出有高風險的區域之外；因人文社會非本次計畫的主要目標，故在本計畫之數據分析當中並無納入人文社會之資料，但為求資料的完整性，在這次的現地調查中依然有人文社會的訪查。

(二)數據分析使用方法與說明

1.典型相關性分析之應用與說明

典型相關性分析（canonical correlation analysis）最早由 Harold Hotelling 於 1936 年時所提出，適用於評估定性資料之間的相關性，或是找出各個解釋變數之間的參數關係。

2.羅吉斯迴歸分析之應用與說明

本次計畫於期中採用羅吉斯迴歸特別針對嚴重崩塌(A_1)發生機率進行建模做為範例以利解釋，考慮的解釋變數為上述 16 項調查結果，採用逐步迴歸與 AIC 選模標準挑選出最適當的模型與顯著的解釋因子。先透過羅吉斯迴歸分析方法挑選出的數個顯著變數，再搭配典型相關分析找出與發生事件相關性最高的線性組合，以及各項指標的係數組合，最後可透過這些係數組合以及現地觀察環境現象來算出總分並依此做為判斷是否為高致災風險區域。

第二章 調查工作成果

團隊本次於計畫總計調查 118 個聚落，分別為高雄市大社區（1 處）、六龜區（31 處）、田寮區（5 處）、甲仙區（29 處）、杉林區（9 處）、那瑪夏區（8 處）、美濃區（1 處）、茂林區（2 處）、桃源區（19 處）、鼓山區（1 處）、旗山區（10 處）與燕巢區（2 處），如圖 13 所示；因調查聚落數量眾多，本章節僅呈現六龜區其中一聚落，調查細部成果如下列所述，各區完整調查資料置於附錄二光碟中。

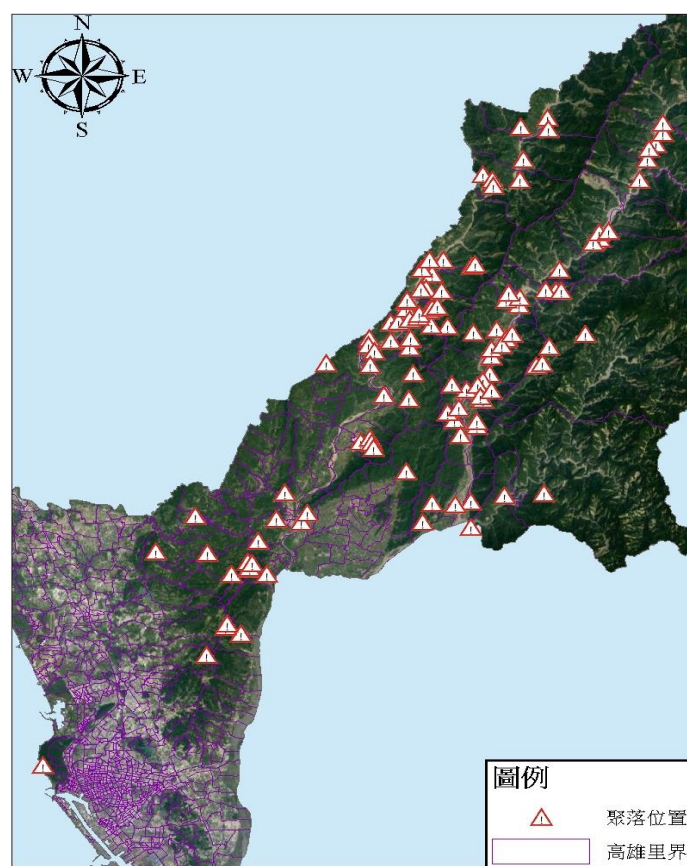


圖 13 本計畫調查聚落分布圖

第一節 六龜區

六龜區位居高雄市東北丘陵，屬高屏平原與中央山脈山地之丘陵交會之荖濃溪沙礫沖積河階，轄形南北狹長好似長瓜，與桃源、茂林、甲仙、杉林、美濃（高雄市）、高樹以及三地門（屏東縣）等行政鄉區接壤，並以山林為諸植被地理大宗，氣候係屬高溫多雨熱帶季風型態，年均雨量約 2000 餘公釐，年均溫約攝氏 23 度。區內有土石流潛勢溪流 31 條（高市 DF046、DF047、DF048、DF049、DF050、DF051、DF052、DF053、DF054、DF055、DF073、DF074、DF075、DF076、DF077、DF078、DF079、DF080、DF097、DF098、DF099、DF100、DF101、DF102、DF103、DF104、DF105、DF106、DF107、DF108、DF109，分布於寶來里、荖濃里、新發里、六龜里、興龍里、中興里、文武里、大津里，雨量警戒值為 350mm），於 95 年 0609 豪雨、96 年聖帕颱風、97 年卡玫基颱風、98 年莫拉克颱風、99 年凡那比颱風、101 年 0610 豪雨事件期間曾發生坡地災害事件。

高雄市於 106 年開始推動坡地自主離災機制，今年 5 月 30 日在六龜區舉辦坡地自主離災說明會（如圖 14 所示），後續當颱風豪雨高雄市災害應變中心提高開設層級時，居民（高雄市政府調查的警示戶）、公所與里長也會收到市府提醒簡訊或是廣播

通知。本次調查團隊則選定大津里（2 處）、中興里（2 處）、六龜里（2 處）、文武里（3 處）、荖濃里（4 處）、新威里（1 處）、新發里（7 處）、新寮里（1 處）、新興里（1 處）、義寶里（1 處）、興龍里（3 處）及寶來里（4 處），共計 31 處進行調查；各類避難圖資（如里民防災卡、土石流防災地圖、潛勢溪流以及坡地警示戶防災地圖等）於各里進行說明。



圖 14 六龜區坡地自主離災說明會

一、寶來里

日治時代本村屬於大字荖濃的區域。戰後大字荖濃區域成立為荖濃村，民國 42 年(1953)七月九日自荖濃里中分設寶來里。因本村最主要的聚落為寶來，故以寶來為村名。民國 40、50 年代，桃源鄉高中村藤枝山區二集團一帶，政府為了造林，乃將該地的原住民安排到寶來里的西邊山區定居，後來此地劃歸為桃源區建山村。

民國 47 年(1958)以後，漸有嘉義、雲林、臺南等地的居民往寶來等地遷移，民國 51 年(1962)遷移風氣最盛，主要來此開發山林，取黃蓮木製成槍托，並越來越往山頂開發。早期的農作以臺南遷居所帶來的椪柑、柳丁、橘子，和嘉義所帶來的梅子、梨子和李子為主；後期的農作集中於梅子與梨子的耕種。民國 61 年(1972)年底南橫公路通車，寶來中正路上的聚落逐漸發展，民國 70 年代的溫泉觀光開始盛行，民國 79 年至 85 年為全盛時期，在民國 82 年(1993)七月一日以前進入南橫之前，必須在寶來派出所申請入山證，因此遊客會在寶來逗留一些時間，使得本地的餐飲得以蓬勃發展，但是廢除申請入山制度後，餐飲生意大不如前。民國 85 年(1996)賀伯颱風致使交通中斷，經濟頓時蕭條，民國 89 年(2000)改變經營策略再度發展溫泉觀光，民國 90

年(2001)十月二日併入茂林國家風景區，進入新時代的規劃與發展。



圖 15 寶來里里民防災卡

**高雄市
六龜區
寶來里**

更新日期: 107.08.01

**本里里長
沈振揚
連絡電話
07-6881125
行動電話
0919-629599**

災害防救資訊

災害通報單位

- ※ 六龜區災害應變中心
電話：07-6892100
- ※ 高雄市災害應變中心
電話：07-8136119
- ※ 水土保持局台南分局緊急應變小組
電話：06-2688280
- ※ 水土保持局土石流災害應變小組
電話：049-2394234
- ※ 水土保持局災情通報免付費電話
電話：0800-246246

警消醫療單位

- ※ 寶來派出所
地址：中正路21號
電話：07-6881170
- ※ 寶來消防分隊
地址：中正路137-3號
電話：07-6881382
- ※ 六龜區衛生所
地址：民治路16號
電話：07-6891244
- ※ 衛生福利部旗山醫院
地址：旗山區中學路60號
電話：07-6613811

避難收容處所

寶來社區活動中心
容納人數：100
地址：中正路89號
電話：07-6881154

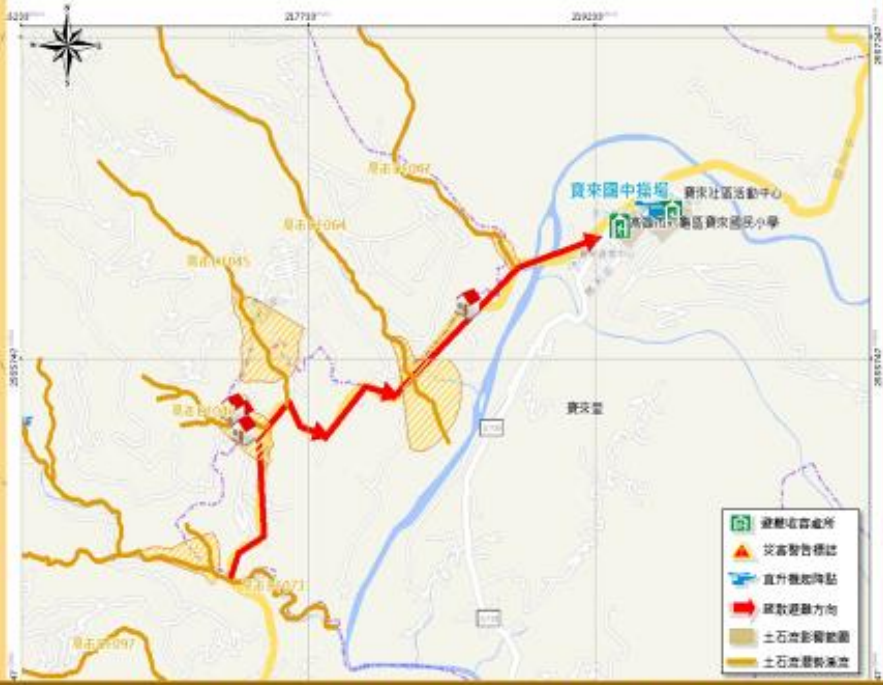
直升機起降點

寶來國中操場
地址：中正路137號
電話：07-6881258



土石流警戒警報發布後，請配合區公所、里長進行疏散避難作業

圖 16 寶來里土石流防災地圖



**高雄市
六龜區
寶來里**

潛勢溪流

高市DF046
高市DF047
高市DF073

**土石流警戒值
350mm
保全對象人數
28人**

委託單位：行政院農委會水土保持局

辦理單位：高雄市政府水利局

執行單位：國立高雄大學

圖 17 寶來里潛勢溪流

52



圖 18 寶來里聚落分布

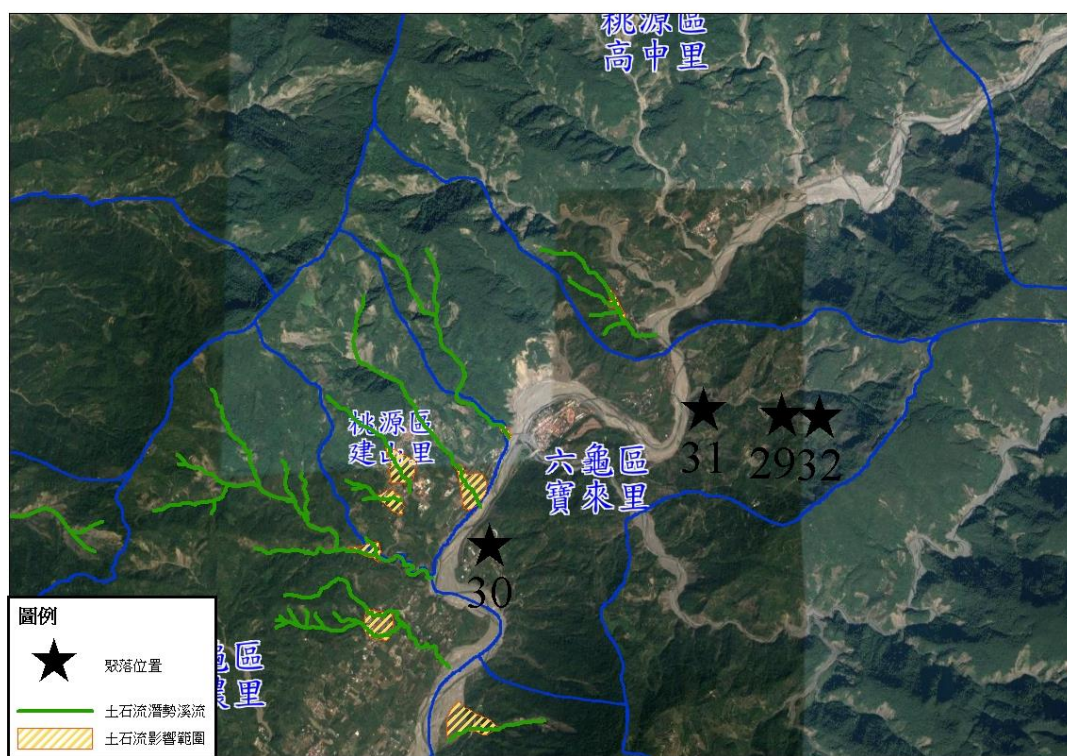


圖 19 寶來里土石流潛勢溪流及影響範圍

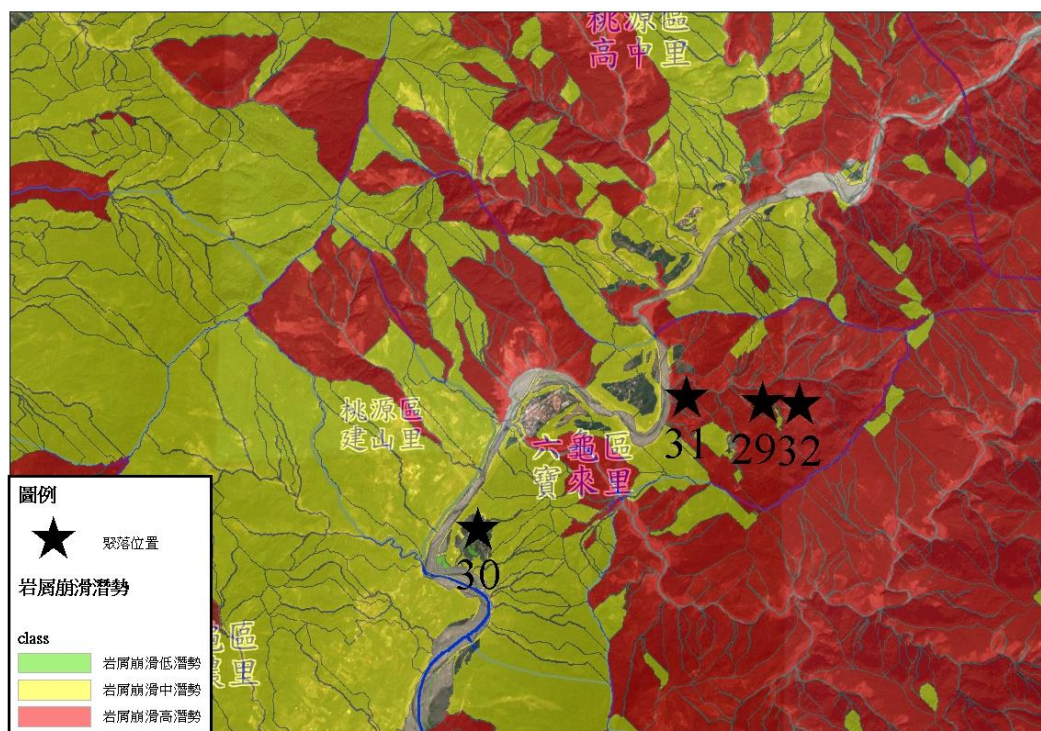


圖 20 寶來里岩屑崩滑潛勢圖

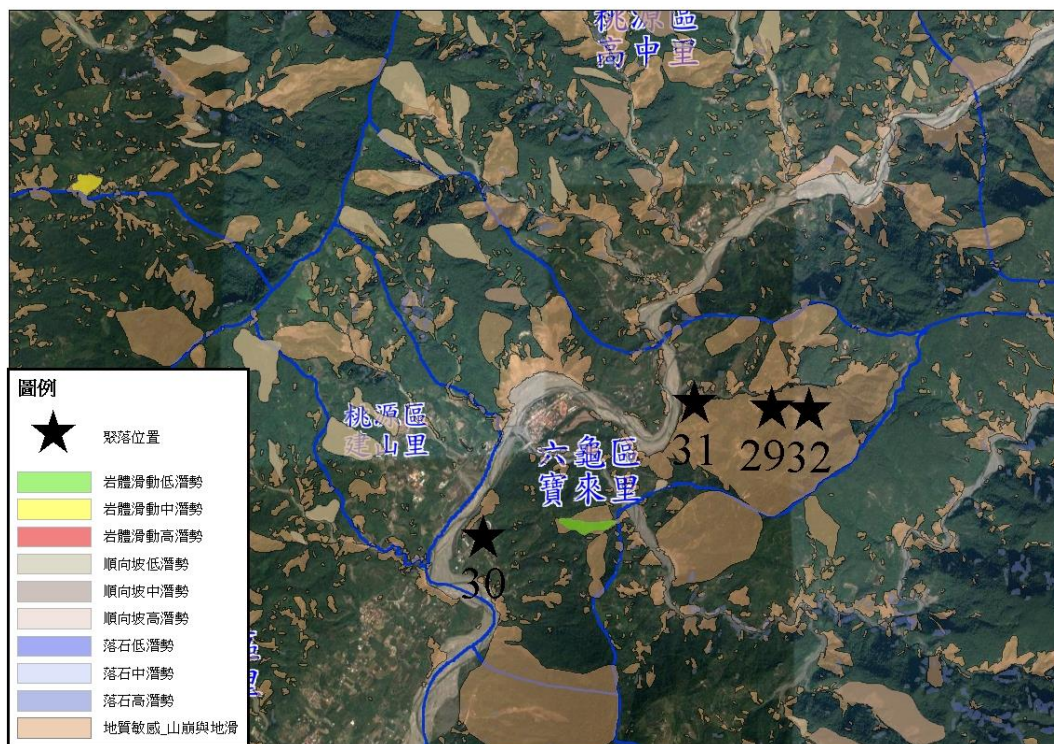


圖 21 寶來里各類潛勢圖

1.1 六龜區寶來里竹林28號(32)

寶來里竹林 28 號(圖 22)聚落連外主要即依賴單條關山林道，道路並有岩屑崩滑、山崩地滑等潛勢。在聚落坡地災害潛勢部分，是位於河階台地的攻擊岸，但對聚落並無衝擊，聚落範圍內還有岩屑崩滑（低潛勢）與山崩地滑等潛勢。

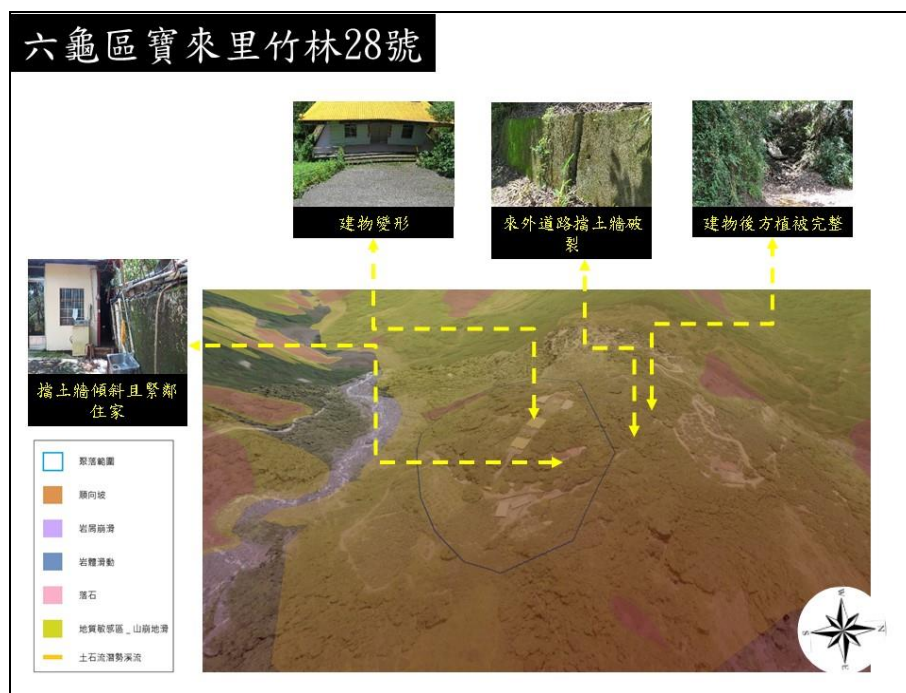


圖 22 六龜區寶來里賴家古厝聚落環境

在災害風險指標方面，聚落在八八風災過後連外道路崩塌，時至今日尚未修復(圖 23)，聚落內一建物有大面積裂縫與陷落，看起來是一個填方邊坡，因為下方的擋土牆位移，造成填方區及建物變形(圖 24、圖 25)，擋土牆也有傾斜的跡象(圖 26)，聚落後方邊坡大多種植梅子、芒果等果樹(圖 27)，建物緊鄰邊坡

(圖 28)，聚落下方因位在河階台地上有受到荖濃溪支流的侵蝕，但無明顯的徵兆(圖 29)。連外道路部分除了先前崩塌處尚未修復外，道路沿線時常可見路面塌陷及道路擋土牆破裂(圖 30、圖 31)。



圖 23 竹林 28 號聚落因八八風災道路崩塌至今



圖 24 竹林 28 號建物地基變形



圖 25 竹林 28 號建物地基龜裂但經修補



圖 26 竹林 28 號後方擋土牆傾斜



圖 27 竹林 28 號建物後方邊坡開闢果園



圖 28 竹林 28 號建物緊鄰邊坡



圖 29 竹林 28 號聚落下緣受荖濃溪支流侵蝕



圖 30 竹林 28 號道路擋土牆破裂



圖 31 賴家古厝聚落居民僅能以便道通行

社會經濟方面，團隊並與當地民眾進行訪談，得知現今聚落常駐居民僅有三戶，其餘大部分居民會於四月~八月間上山採收及短期居住，聚落內因人口稀少，故無防災組織，因地處偏遠是故里內的防災組織也不會到此巡視，居民擁有里民防災卡、土石流防災地圖，本聚落所規劃的避難收容處所有寶來國小、寶來國中、寶來社區活動中心（距離聚落最近約 4.1 公里），每當颱風來臨時，鄰里長都會登門勸離，也有與當地警消有連結，建立協助安置機制，居民也會不定時去查看當地易發生災害的地方但聚落內有一名年長者，災時常不願意配合疏散。各項指標調查表格細部內容與說明，請參閱表 13。

表 13 六龜區寶來里賴家古厝調查表單

環境致災性：聚落規模與周遭災害潛勢指標

聚落調查基本資料	
地 點	高雄市六龜區寶來里竹林 28 號 (16 鄰)
人 員	吳明淙教授、陳彥銘、林鴻佑、黃琨程
座 標 (97TM2)	221134, 2556516
住戶規模	☒ 20 戶以下 ☐ 20~40 戶 ☐ 40~60 戶 ☐ 60 戶以上

調查項目		無	有	說明	備註
01	坡地		✓	☐ 一至二級坡 (坡度 15% 以內) ☒ 三至五級坡 (坡度超過 15% 至 55%) ☐ 六級坡 (坡度超過 55%)	註 1
02	河階台地		✓	☐ 非位於攻擊岸 ☒ 位於攻擊岸 ☐ 位於依建築技術規則規定之不得開發建築範圍內	對聚落尚無衝擊
03	河谷地	✓		☐ 谷地寬度超過 30m ☐ 谷地寬度於 10~30m 之間 ☐ 谷地寬度於 10m 以內	
04	土石流潛勢溪流	✓		☐ 雨量警戒值未滿 400mm ☐ 雨量警戒值介於 400~500mm 間 ☐ 雨量警戒值超過 500mm	
05	順向坡	✓		☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
06	岩屑崩滑		✓	☒ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
07	岩體滑動	✓		☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
08	落石	✓		☐ 高潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 低潛勢	
09	斷層或破碎帶通	✓		☐ 斷層帶二外側邊各一百公	

調查項目		無	有	說明	備註
	過			尺 ☐ 斷層帶二外側邊各五十公尺 ☐ 斷層帶二外側邊各三十公尺內	
10	山崩地滑		✓		

註 1:

上邊坡坡高 25.4 公尺，長 95 公尺，邊坡距離住戶 5 公尺，坡度 21.% ，無擋土牆

環境致災性：坡地聚落災害風險調查指標

調查項目		無	有	說明	備註
A.近期歷史災害					
01	嚴重崩塌		✓	☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☒ 超過五年	88 風災後 聯外道路 崩塌未修 復
02	地層滑動	✓		☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
03	土石流發生	✓		☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
04	其他類型坡地災害	✓		☐ 三年內 ☐ 三至五年 ☐ 超過五年	
B.坡地災害風險					
01	坡面滲水或湧水	✓		☐ 非從既有排水（水保）設施出水 ☐ 有大面積出水情形 ☐ 出水中帶有泥沙	
02	邊坡地表破裂	✓		☐ 輕微裂縫 ☐ 明顯裂縫並有塌陷（位移）狀況 ☐ 發生斷裂並導致水保設施功能受損	
03	建物地基陷落		✓	☐ 緊鄰建物路面有細微裂縫但無陷落 ☐ 緊鄰建物路面出現龜裂並陷落，建物本身無受到影響 ☒ 建物及緊鄰路面皆有大面積裂縫與陷落	一個填方 邊坡，因為 下方的擋 土牆位 移，造成填 方區及建 物變形
04	擋土牆破裂		✓	☐ 有明顯裂縫但無傾斜或變形 ☒ 有傾斜或變形 ☐ 設施明顯損毀	
05	邊坡明顯裸露無植被		✓	☒ 地面無小沖蝕溝跡象，表土流失量在百分之二十五以下。 ☐ 地面有蝕溝系統之跡象，礫	人造林、作 物（梅子、 檳榔）居多

調查項目		無	有	說明	備註
				石、碎石含量在百分之二十以下，表土流失量超過百分之二十五至百分之七十五。 □ 地面沖蝕溝甚多，片狀沖蝕活躍，土石顏色鮮明，礫石、碎石含量超過百分之二十至百分之四十，底土流失量在百分之五十以下。 □ 掌狀蝕溝分歧交錯，含石量超過百分之四十，底土流失量超過百分之五十，甚至母岩裸露，局部有崩塌現象。	
06	聚落部分建物緊鄰危險邊坡		✓	H-3.6 $D \geq 2 + \frac{\quad}{4}$ □ 擋土牆距離建物D公尺內，且邊坡坡度為一至二級坡（坡度15%以內） ■ 擋土牆距離建物D公尺內，且邊坡坡度為三至五級坡（坡度超過15%至55%） □ 擋土牆距離建物D公尺內，且邊坡坡度為六級坡（坡度超過55%）	
07	向源侵蝕	✓		□ 坡面呈初期逕流沖蝕之現象；等高線略呈長波而小振幅之波動狀曲線，其彎曲角度大於一百三十度至一百六十度。 □ 坡面上之蝕溝形狀已具雛型；等高線波動狀曲線之振幅加大，其彎曲角度大於一百九十度至一百三十度。 □ 坡面上蝕溝發育成形；等高線波動狀曲線之振幅加深到幾近波長之半，其彎曲角度為九十度以下。	
08	河岸侵蝕		✓	■ 有河岸侵蝕，但無明顯徵兆 □ 鄰近聚落之護岸或坡趾基礎已有掏刷跡象 □ 鄰近聚落之護岸或坡趾基礎	

調查項目		無	有	說明	備註
				已受到沖刷破壞	
C.道路通阻特性					
01	道路路面出現裂縫或局部陷落		✓	☐ 有張力裂縫但無陷落 ☐ 有龜裂或陷落 ☒ 有平行坡面的大範圍龜裂或陷落	
02	連外道路是否有災害潛勢		✓	☐ 具有土石流潛勢溪流影響 ☐ 具有順向坡潛勢 ☒ 具有岩屑崩滑潛勢（高） ☐ 具有岩體滑動潛勢 ☐ 具有落石潛勢 ☒ 具有山崩地滑潛勢	

社會耐災力：居民社經條件、災防整備能力等指標

調查項目		無	有	說明	備註
A.聚落防災組織調查					
01	是否有防災組織	✓		☐ 二年內 ☐ 二~五年 ☐ 五年以上	本里有社區巡守隊，但僅止於山下無及於此處。
02	組織成員規模	✓		☐ 低於 10 人 ☐ 10~20 人 ☐ 20 人以上	
03	定期集會頻率	✓		☐ 一年一次 ☐ 半年一次 ☐ 每月一次	
B.居民防災意識評估					
01	擁有防災地圖		✓	☒ 里民防災卡 ☒ 特定災害防災地圖（如坡地、土石流） ☐ 社區自製防災地圖。	
02	知道避難收容處所位置		✓	☐ 災害期間都會去避難 ☒ 災害期間偶爾會去避難 ☐ 知道在哪，但災害期間沒去過	
03	參與防災宣導講習	✓		☒ 市府公所 ☒ 民間團隊 ☐ 社區自辦	
04	參與防災演練	✓		☐ 水災 ☐ 坡地 ☐ 地震 ☐ 其他：_____	
05	知道聚落災害徵兆的地方	✓		☐ 定期會去現場查看 ☐ 颱風豪雨前會去現場查看 ☐ 不定期會去現場查看	
06	知道聚落易發生災害的地方		✓	☒ 定期會去現場查看 ☐ 颱風豪雨期間會去現場查看 ☐ 不定期會去現場查看	
C.社區風險認識					
01	會收到災害預警或災情通知		✓	☐ 親友電話 ☐ 公所、鄰里長廣播 ☐ 政府簡訊、電話通知	

調查項目		無	有	說明	備註
				■ 公所、鄰里長、警消登門通知勸離	
02	是否掌握社區弱勢族群		✓	本地有弱勢族群，分別為： 獨居老人，行動不便、視障	
03	協助弱勢族群防災對策		✓	☐ 災害來臨前會預防撤離 ☐ 有專門的人車協助弱勢族群 ■ 與本地警消有建立協助機制	
04	本聚落避難收容處所去年開設次數		✓	☐ 一次 ☐ 二次 ■ 三次以上	
05	颱風豪雨期間是否曾被通知進行疏散撤離		✓	☐ 一次 ☐ 二次 ■ 三次以上	
06	去年颱風豪雨期間是否配合指示進行疏散撤離	✓		☐ 一次 ☐ 二次 ☐ 三次以上	颱風天有一名老人會自行下山依親 另一位老人不願下山。
D.其它需求		連外道路時常坍方，居民希望可以興建擋土牆。			

第三章 數據分析成果

第一節 資料整理

因資料之變數紀錄方式皆為名目尺度或次序尺度等定性資料，不適合以針對定量資料常使用的統計方法進行分析。故將資料之變數先行轉換成虛擬變數(dummy variable)。

下列以坡地環境致災性資料中的歷史災害－嚴重崩塌(A₁)為反應變數，問卷所包含的 F1、F2、F3、F4、F5、F6、F8、F9、F10、B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、C1、C2(各項指標標題請參考表 14)等 19 項調查結果作為可能的解釋變數，因 F7 在本次調查的 118 個聚落中皆無發生過的紀錄，因此不具解釋力，故未列為可能的解釋變數。

表 14 各指標代號對照

F1	坡地
F2	河階台地
F3	河谷地
F4	土石流潛勢溪流
F5	順向坡
F6	岩屑崩滑
F7	岩體滑動
F8	落石
F9	斷層或破碎帶通過
F10	山崩與地滑地質敏感區
B1	坡面滲水或湧水
B2	邊坡地表破裂

B3	建物地基陷落
B4	擋土牆破裂
B5	邊坡明顯裸露無植被
B6	聚落部分建物緊鄰危險邊坡
B7	向源侵蝕
B8	河岸侵蝕
C1	道路路面出現裂縫或局部陷落
C2	連外道路是否有災害潛勢

第二節 模型建立方法

一、AIC 數值分析

首先採用羅吉斯迴歸對嚴重崩塌(A_1)發生機率進行建模並依照近年來在統計界廣泛使用的 AIC 值做為模型選取的評估準則，AIC 的數值越小代表模型越好。

以下我們透過 19 個變數(F1、F2、F3、F4、F5、F6、F8、F9、F10、B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、C1、C2)帶入羅吉斯迴歸，最終我們選出一 AIC 數值最小之模型(3)，其中包含以下 4 個變數：

表 15 模型(3)之嚴重崩塌變數

F10	山崩與地滑地質敏感區
B3	建物地基陷落
B5	邊坡明顯裸露無植被
C2	連外道路是否有災害潛勢

藉由比較模型的 AIC 值，其餘 15 個變數未被選取的主要原因為：若加入這 15 個變數的任何一個後，模型的解釋力（綜合考量配適力與預測力）將較模型(3)為低，即 AIC 值將增加，無論去掉模型（3）中任何一個變數或加入其餘 15 個變數中的任何一個，AIC 值皆增加，此外，將所有 19 個變數都考慮進去的模型比上面提及的任何模型都大，可見對本筆資料而言，將所有收集到的解釋變數都納入考慮並不能得到最佳解釋力的模型。

二、變數獨立性與顯著性檢驗

(一)、變數獨立性檢驗

獨立性檢定可以驗證兩個變數是否互相獨立。以變數建物地基陷落（ B_3 ）及山崩與地滑地質敏感區（ F_{10} ）為例，經過整理後的列聯表（如表 16）可看出 B_3 及 F_{10} 同時為 0 有 55 個聚落，同時為 1 有 12 個聚落。

表 16 建物地基陷落 (B_3) 及山崩與地滑地質敏感區 (F_{10}) 列聯表

$B_3 \backslash F_{10}$	0	1	總和
0	55 (49.8305)	50 (55.1695)	105
1	1 (6.1695)	12 (6.8305)	13
總和	56	62	118

首先，於虛無假設 (H_0) 表示想推翻的假說，而對立假設 (H_a) 表示傾向相信的假說，如：

$$H_0 : \text{兩變數獨立} \quad \text{vs} \quad H_a : \text{兩變數不獨立}$$

當 H_0 為真的情況下，分別計算四種情況的期望觀察次數。

當 B_3 和 F_{10} 皆為 0 時的機率會等於 B_3 、 F_{10} 各自為 0 的機率相乘，

即

$$P(B_3 = 0, F_{10} = 0) = P(B_3 = 0) \cdot P(F_{10} = 0) = \frac{105}{118} \cdot \frac{56}{118} = 0.4223$$

則期望觀察次數為總聚落數與機率相乘，得

$$\text{期望觀察次數} = 119 \cdot P(B_3 = 0, F_{10} = 0) = 49.8305$$

重複計算四種情況的期望次數，並將結果記錄在表一括號中。另外，檢定統計量以（1）式表示：

$$q = \sum_{i=0, j=0}^{i=1, j=1} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (1)$$

其中 O_{ij} 表示實際觀察個數及 E_{ij} 表示期望觀察次數。在統計量 q 為某一數值且自由度為 1 時的條件下，其卡方分布的右尾機率值（亦即為 p 值）若大於給定之顯著水準（常用顯著水準為 0.1、0.05、0.01），則不拒絕 H_0 （亦即兩變數獨立）；反之，拒絕 H_0 （亦即兩變數不獨立）。從 Excel 檔可得 B_3 及 F_{10} 檢定統計量的 p 值為 0.002 小於給定（或常用）之顯著水準，所以 B_3 及 F_{10} 不獨立。另以 B_3 及 B_5 為例，以上述步驟得統計量 q ，且 p 值為 0.322 大於給定（或常用）之顯著水準，故不拒絕兩變數獨立之假說。

由上述之方法套用在本次調查當中利用羅吉斯迴歸得出之 4 項指標，可得下表：

表 17 變數獨立性檢定

	F10	B3	B5	C2
F10		0.002	0	0.106
B3			0.322	0.303
B5				0.185
C2				

由表 17 可以得知 B3 與 F10、B5 與 F10 之檢定標準 P 值皆小於 0.05 顯定水準，代表該兩組變數互不獨立。

(二)、變數顯著性檢驗

迴歸式選取的變數是否顯著影響反應變數則可使用 t 值檢定取得。t 值檢定與獨立性檢定相似。在 t 值檢定之假說為

$$H_0 : \beta_i = 0 (\text{變數不顯著}) \quad \text{vs} \quad H_a : \beta_i \neq 0 (\text{變數顯著})$$

此時的檢定統計量為 $t = \frac{\beta_i}{s\{\beta_i\}}$ 。在統計量 t 為某一數值且自由度為 n-p (p 為欲估計之參數之個數) 時的條件下，其 T 分布的右尾機率值 (亦即為 p 值) 若小於給定之顯著性水準 (其常用顯著水準為 0.1、0.05、0.01)，則拒絕 H_0 (亦即變數顯著)；反之，不拒絕 H_0 (亦即變數不顯著)。

三、典型相關性分析

典型相關性分析 (canonical correlation analysis) 最早由 Harold Hotelling 於 1936 年時所提出，適用於評估定性資料之間的相關性。因此，應用上述羅吉斯迴歸所挑選出的 4 個顯著變數

F10、B3、B5、C2，以典型相關分析找出與發生嚴重崩塌相關性最高的此 4 個變數的線性組合，細節如下：

假設嚴重崩塌與此 4 個解釋變數之線性組合為 $\mathbf{b}^T \mathbf{X}$ ，其中 $\mathbf{X}$ 為此 4 個解釋變數在 118 個聚落調查結果所形成的一 118×4 維的矩陣， $\mathbf{b}$ 為一 4 維的係數向量，接著應用(2)式找出與 A_1 相關性最高的 $\mathbf{b}^T \mathbf{X}$ ，即

$$\arg \max_{\mathbf{b}} \text{Corr}(A_1, \mathbf{b}^T \mathbf{X}) \quad (2)$$

將(2)式之解記為 $\mathbf{b}_1$ ，即嚴重崩塌與解釋變數之線性組合具最大相關性之係數向量。令 $\mathbf{y}^* = \mathbf{b}_1^T \mathbf{X}$ ，並對 $\mathbf{y}^*$ 進行標準化，即可得到一各聚落嚴重崩塌分數，

$$\text{Can}(A_1) = \frac{\mathbf{y}^* - E(\mathbf{y}^*)}{\sqrt{\text{Var}(\mathbf{y}^*)}} \quad \text{Can}(A_1) = \frac{\mathbf{y}^* - E(\mathbf{y}^*)}{\sqrt{\text{Var}(\mathbf{y}^*)}} \quad (3)$$

經由上述步驟所得到的

$$\mathbf{b}_1 = (-0.1173, 0.1944, 0.1351, -0.1873),$$

其所對應的線性組合與 A_1 的相關係數為 $\text{Corr}(A_1, \mathbf{b}_1^T \mathbf{X}) = 0.3028$

每個聚落應用 (3) 式所計算的 $\text{Can}(A_1)$ 數值列於下表 18 中。此外，羅吉斯迴歸機率估計值(圖 32)與 $\text{Can}(A_1)$ 分數的散布圖(圖 33)，由圖中可見，兩者呈現正比關係。由此可見， $\text{Can}(A_1)$ 分數

越高表示該聚落發生嚴重崩塌的風險越高，其對於聚落發生嚴重崩塌的風險評估次序也與羅吉斯迴歸大多一致。

表 18 各聚落之 Can(A1)數值表

鄉鎮	村里	Can 分數	鄉鎮	村里	Can 分數
大社區	嘉誠里	-1.4661	六龜區	荖濃里	1.827
六龜區	大津里	1.2637	六龜區	新威里	-0.1987
六龜區	大津里	-0.1987	六龜區	新發里	-0.1987
六龜區	中興里	-0.0037	六龜區	新發里	-0.1987
六龜區	中興里	-0.1987	六龜區	新發里	-0.1987
六龜區	六龜里	-0.1987	六龜區	新發里	1.2637
六龜區	六龜里	-0.1987	六龜區	新發里	-0.1987
六龜區	文武里	-0.1987	六龜區	新發里	-0.1987
六龜區	文武里	-0.1987	六龜區	新發里	0.6354
六龜區	文武里	1.2637	六龜區	新寮里	-0.1987
六龜區	荖濃里	-0.1987	六龜區	新興里	1.827
六龜區	荖濃里	-0.1987	六龜區	義寶里	1.827
六龜區	荖濃里	-0.1987	六龜區	興龍里	-0.1987
六龜區	興龍里	-0.1987	甲仙區	關山里	-1.4661
六龜區	興龍里	-0.1987	甲仙區	關山里	-0.0037
六龜區	寶來里	-0.1987	甲仙區	關山里	-1.4661
六龜區	寶來里	-0.1987	甲仙區	關山里	-0.0037
六龜區	寶來里	2.0978	甲仙區	關山里	-1.4661
六龜區	寶來里	2.0978	甲仙區	寶隆里	-0.1987
田寮區	大同里	2.0978	杉林區	月眉里	-0.0037
田寮區	古亭里	0.6354	杉林區	月眉里	-0.0037
田寮區	田寮里	3.3652	杉林區	月眉里	-0.0037
田寮區	田寮里	2.0978	杉林區	月眉里	-0.0037
田寮區	南安里	-1.4661	杉林區	木梓里	-1.4661
甲仙區	大田里	-0.1987	杉林區	杉林里	0.6354
甲仙區	大田里	-0.1987	杉林區	集來里	-1.4661
甲仙區	大田里	-1.4661	杉林區	集來里	-1.4661
甲仙區	大田里	-1.4661	杉林區	集來里	-0.0037
甲仙區	大田里	-0.0037	那瑪夏區	南沙魯里	-0.1987

鄉鎮	村里	Can 分數	鄉鎮	村里	Can 分數
甲仙區	小林里	-1.4661	那瑪夏區	南沙魯里	-0.0037
甲仙區	小林里	-0.1987	那瑪夏區	南沙魯里	-0.0037
甲仙區	小林里	-0.1987	那瑪夏區	南沙魯里	-0.0037
甲仙區	小林里	-0.1987	那瑪夏區	達卡努瓦里	-0.1987
甲仙區	西安里	-0.1987	那瑪夏區	達卡努瓦里	-0.1987
甲仙區	西安里	-0.1987	那瑪夏區	達卡努瓦里	-1.4661
甲仙區	西安里	-0.1987	那瑪夏區	瑪雅里	-0.1987
甲仙區	和安里	-0.1987	美濃鎮	廣林里	-0.1987
甲仙區	和安里	-0.1987	茂林區	多納里	1.827
甲仙區	和安里	-0.0037	茂林區	萬山里	-0.0037
甲仙區	東安里	-0.1987	桃源區	拉芙蘭里	-0.1987
甲仙區	東安里	-0.0037	桃源區	拉芙蘭里	-1.4661
甲仙區	東安里	0.5596	桃源區	拉芙蘭里	-0.0037
甲仙區	東安里	1.2637	桃源區	建山里	-1.4661
甲仙區	東安里	1.2637	桃源區	建山里	1.2637
甲仙區	東安里	1.827	桃源區	建山里	-0.0037
甲仙區	東安里	-0.1987	桃源區	桃源里	-1.4661
甲仙區	東安里	-0.0037	桃源區	桃源里	-0.1987
甲仙區	關山里	-0.0037	桃源區	桃源里	0.6354
甲仙區	關山里	-0.1987	桃源區	桃源里	-0.0037
桃源區	高中里	1.827	旗山區	太平里	-0.0037
桃源區	梅山里	-0.0037	旗山區	永和里	2.0978
桃源區	梅山里	-0.0037	旗山區	東平里	-1.4661
桃源區	復興里	-0.1987	旗山區	東平里	-1.4661
桃源區	勤和里	-0.0037	旗山區	南勝里	-0.0037
桃源區	寶山里	-1.4661	旗山區	新光里	0.6354
桃源區	寶山里	-1.4661	旗山區	新光里	0.6354
桃源區	寶山里	-1.4661	旗山區	新光里	-1.4661
桃源區	寶山里	0.6354	旗山區	新光里	2.022
鼓山區	桃源里	-1.4661	燕巢區	深水里	-0.0037
旗山區	三協里	-0.0037	燕巢區	深水里	-0.0037

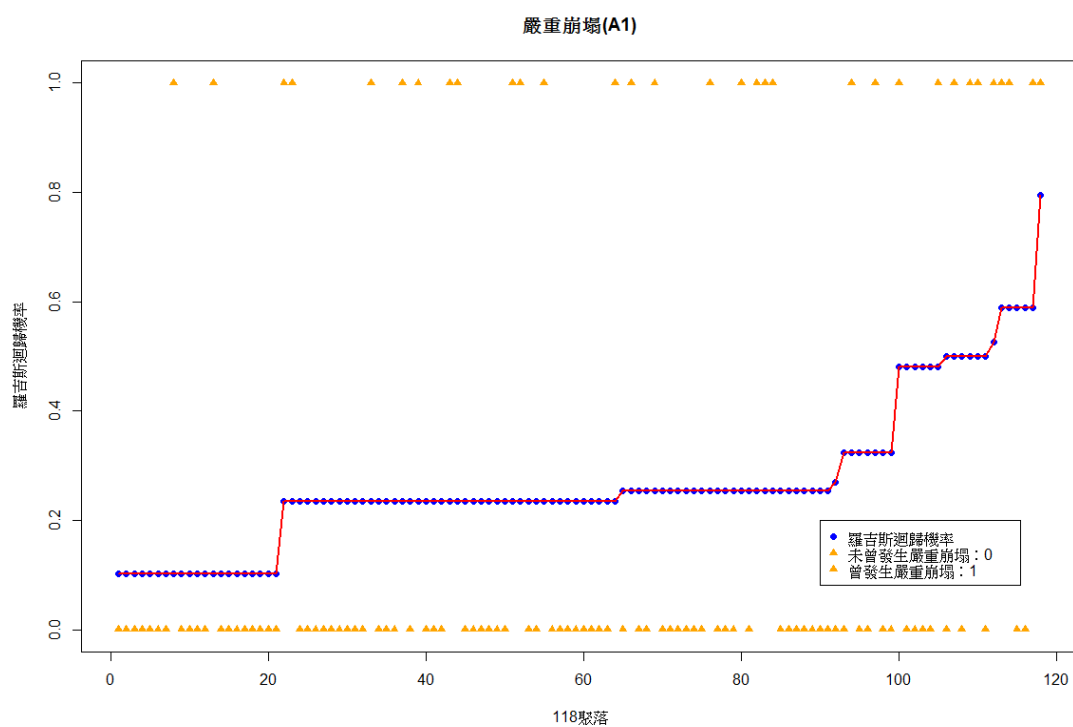


圖 32 羅吉斯迴歸機率估計值

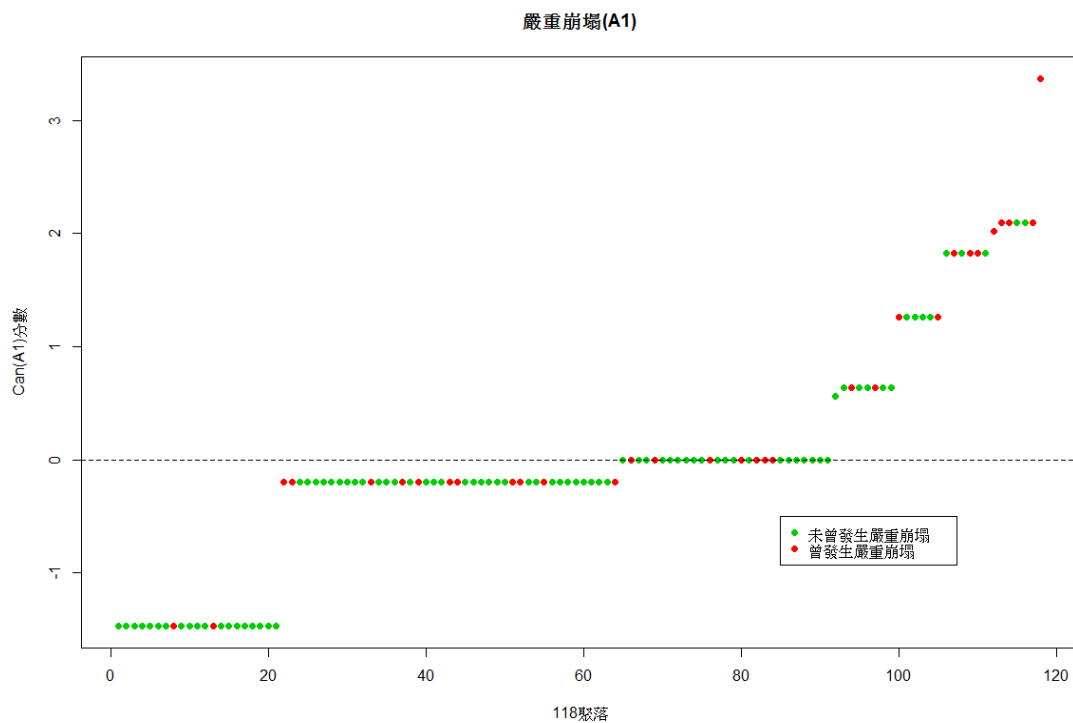


圖 33 Can(A₁)分數散布圖

第三節 數據結果解釋及應用

羅吉斯迴歸適用於在一個或多個系列的試驗中，其試驗結果若分為兩類（如：發生嚴重崩塌或未發生嚴重崩塌，分別記為 $A_1 = 1$ 或 0 ），可對發生嚴重崩塌的機率進行建模，細節如下：

令 $\pi = \Pr(A_1 = 1|X_1, \dots, X_p)$ 代表基於所觀測到的 $X_1, \dots, X_p$ 之下，發生嚴重崩塌之機率，其羅吉斯迴歸模型為

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i \quad (1)$$

其中等號左側稱為 π 的羅吉斯轉換，右式則為傳統的線性迴歸式。將(1)式稍作整理可得到

$$\Pr(A_1 = 1|X_1, \dots, X_p) = \frac{\exp\{\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i\}}{1 + \exp\{\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i\}} \quad (2)$$

因此，一旦估計出（1）式中的未知參數 β_i 後，應用（2）式即可估計發生嚴重崩塌的機率。

經由逐步迴歸與 AIC 選模標準挑選後，共選出 4 個顯著的解釋變數，並且透過典型相關分析找出最佳的線性組合係數，最後得出最適模型為

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = -0.9967F_{10} + 1.4356B_3 + 1.0976B_5 - 1.1782C_2 \quad (3)$$

應用上述模型對 118 個聚落所估計的嚴重崩塌(A_1)發生機率呈現於如下表(紅色部分為已知發生過嚴重崩塌區域)：

表 19 嚴重崩塌機率

鄉鎮	村里	羅吉斯迴歸機率	鄉鎮	村里	羅吉斯迴歸機率
田寮區	田寮里	0.7949	六龜區	大津里	0.4798
六龜區	寶來里	0.5886	桃源區	建山里	0.4798
六龜區	寶來里	0.5886	六龜區	文武里	0.4798
旗山區	永和里	0.5886	六龜區	新發里	0.4798
田寮區	大同里	0.5886	甲仙區	東安里	0.4798
田寮區	田寮里	0.5886	甲仙區	東安里	0.4798
旗山區	新光里	0.5252	田寮區	古亭里	0.3231
六龜區	新興里	0.5	桃源區	寶山里	0.3231
甲仙區	東安里	0.5	六龜區	新發里	0.3231
茂林區	多納里	0.5	杉林區	杉林里	0.3231
六龜區	荖濃里	0.5	桃源區	桃源里	0.3231
六龜區	義寶里	0.5	旗山區	新光里	0.3231
桃源區	高中里	0.5	旗山區	新光里	0.3231
甲仙區	東安里	0.2696	甲仙區	和安里	0.2354
甲仙區	大田里	0.254	甲仙區	和安里	0.2354
甲仙區	東安里	0.254	甲仙區	關山里	0.2354
杉林區	集來里	0.254	桃源區	復興里	0.2354
茂林區	萬山里	0.254	六龜區	六龜里	0.2354
桃源區	建山里	0.254	六龜區	六龜里	0.2354
桃源區	桃源里	0.254	六龜區	文武里	0.2354
桃源區	梅山里	0.254	六龜區	文武里	0.2354
六龜區	中興里	0.254	六龜區	荖濃里	0.2354
甲仙區	和安里	0.254	六龜區	荖濃里	0.2354
甲仙區	東安里	0.254	六龜區	荖濃里	0.2354
甲仙區	關山里	0.254	六龜區	新威里	0.2354
甲仙區	關山里	0.254	六龜區	新發里	0.2354
杉林區	月眉里	0.254	六龜區	新發里	0.2354
杉林區	月眉里	0.254	六龜區	新發里	0.2354
杉林區	月眉里	0.254	六龜區	新發里	0.2354
杉林區	月眉里	0.254	六龜區	興龍里	0.2354
那瑪夏區	南沙魯里	0.254	六龜區	興龍里	0.2354
那瑪夏區	南沙魯里	0.254	六龜區	寶來里	0.2354
那瑪夏區	南沙魯里	0.254	六龜區	寶來里	0.2354

鄉鎮	村里	羅吉斯迴歸機率	鄉鎮	村里	羅吉斯迴歸機率
桃源區	拉芙蘭里	0.254	甲仙區	小林里	0.2354
桃源區	梅山里	0.254	甲仙區	小林里	0.2354
桃源區	勤和里	0.254	甲仙區	小林里	0.2354
旗山區	三協里	0.254	甲仙區	西安里	0.2354
旗山區	太平里	0.254	甲仙區	西安里	0.2354
旗山區	南勝里	0.254	甲仙區	西安里	0.2354
燕巢區	深水里	0.254	甲仙區	東安里	0.2354
燕巢區	深水里	0.254	甲仙區	東安里	0.2354
六龜區	大津里	0.2354	甲仙區	寶隆里	0.2354
六龜區	中興里	0.2354	那瑪夏區	南沙魯里	0.2354
六龜區	新發里	0.2354	那瑪夏區	達卡努瓦里	0.2354
六龜區	新寮里	0.2354	那瑪夏區	達卡努瓦里	0.2354
六龜區	興龍里	0.2354	那瑪夏區	瑪雅里	0.2354
甲仙區	大田里	0.2354	美濃鎮	廣林里	0.2354
甲仙區	大田里	0.2354	桃源區	拉芙蘭里	0.2354
桃源區	桃源里	0.2354	杉林區	集來里	0.102
杉林區	木梓里	0.102	那瑪夏區	達卡努瓦里	0.102
桃源區	建山里	0.102	桃源區	拉芙蘭里	0.102
大社區	嘉誠里	0.102	桃源區	桃源里	0.102
田寮區	南安里	0.102	桃源區	寶山里	0.102
甲仙區	大田里	0.102	桃源區	寶山里	0.102
甲仙區	大田里	0.102	桃源區	寶山里	0.102
甲仙區	小林里	0.102	鼓山區	桃源里	0.102
甲仙區	關山里	0.102	旗山區	東平里	0.102
甲仙區	關山里	0.102	旗山區	東平里	0.102
杉林區	集來里	0.102	旗山區	新光里	0.102

將羅吉斯迴歸機率相同之點位合併後得到表 20，透過表 20 我們可得到一些驗證，排除一些聚落總數較少的狀況，我們發現羅吉斯迴歸機率與實際發生的機率(已發生崩塌之聚落數目除以聚落總數)是接近的。

表 20 羅吉斯回歸機率與實際發生比較情形

羅吉斯迴歸 機率	無發生崩塌	已發生崩塌	聚落總數	實際發生機 率	相差機率
0.7949	0	1	1	1	0.2051
0.5886	2	3	5	0.6	0.0114
0.5252	0	1	1	1	0.4748
0.5	3	3	6	0.5	0
0.4798	4	2	6	0.33333	0.1465
0.3231	5	2	7	0.28571	0.0374
0.2696	1	0	1	0	0.2696
0.254	20	7	27	0.25926	0.00526
0.2354	32	11	43	0.25581	0.02041
0.102	19	2	21	0.09524	0.0068
小計			118		

第四節 邊坡與聚落距離關係

本團隊將已完成數據分析的 118 個聚落之現有資料，針對邊坡與聚落距離關係進行探討，團隊先把資料分為有無上下邊坡或者上下皆有邊坡，再細分有無擋土牆，最終以 4 種類型坡地災害進行統計得出以下結果。

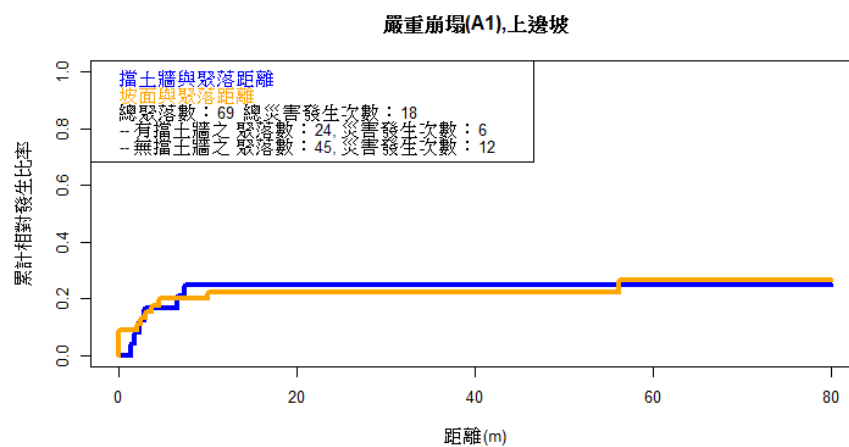


圖 34 嚴重崩塌與上邊坡關係圖

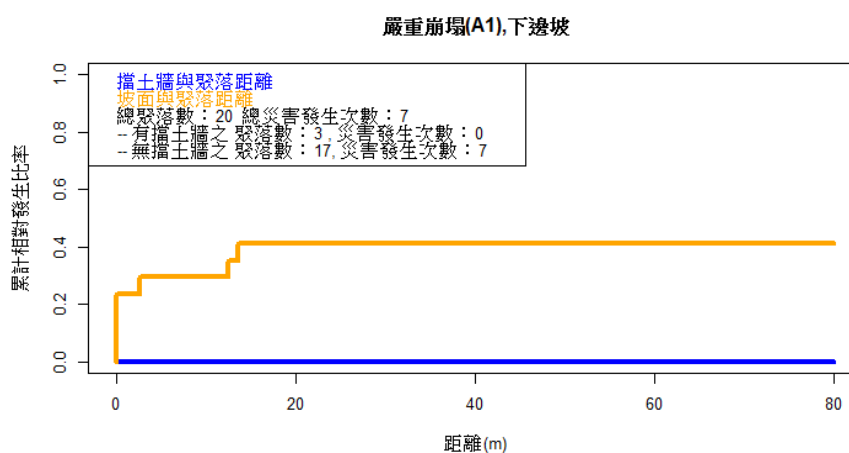


圖 35 嚴重崩塌與下邊坡關係圖

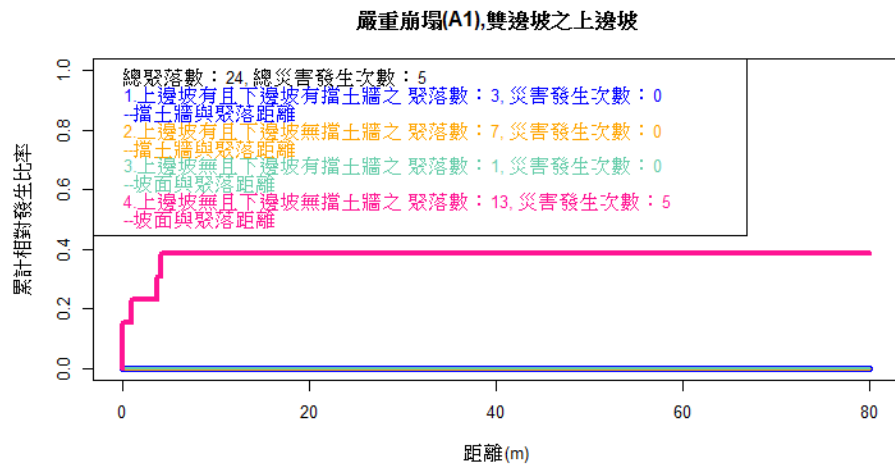


圖 36 嚴重崩塌與雙邊坡之上邊坡關係圖

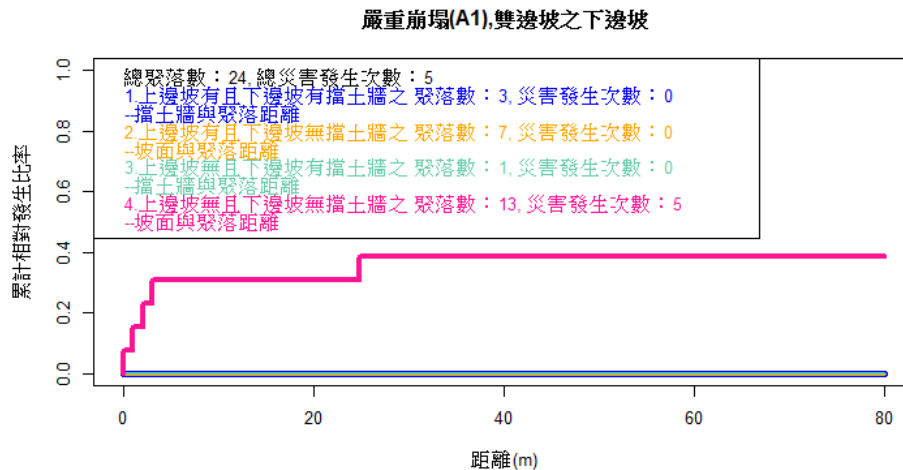


圖 37 嚴重崩塌與雙邊坡之下坡關係圖

圖 34 至圖 37 為針對擋土牆或坡面離聚落的距離與相對災害(嚴重崩塌)發生的累積次數做折線圖，以圖 35 嚴重崩塌與下邊坡為例，只有下邊坡的聚落有 20 個，當中設有擋土牆及未設有擋土牆的聚落分別有 3 及 17 個，在未設有擋

土牆的 17 個聚落中，如有發生嚴重崩塌則累積次數就會增加。

另兼具上邊坡與下邊坡的聚落共有 24 個，當中上、下邊坡皆無擋土牆的聚落有 13 個，每當發生嚴重崩塌則累積次數就會增加，圖 36、圖 37 中災害發生都表現在紅線上（即上、下邊坡皆無設置擋土牆的聚落），從圖中折線變化快的部分多數集中在距離為 20 公尺以內，在下邊坡或雙邊坡聚落中設有擋土牆，皆無發生嚴重崩塌的災害；反之，上邊坡設置擋土牆與否，相對災害發生的累積次數則差不多。

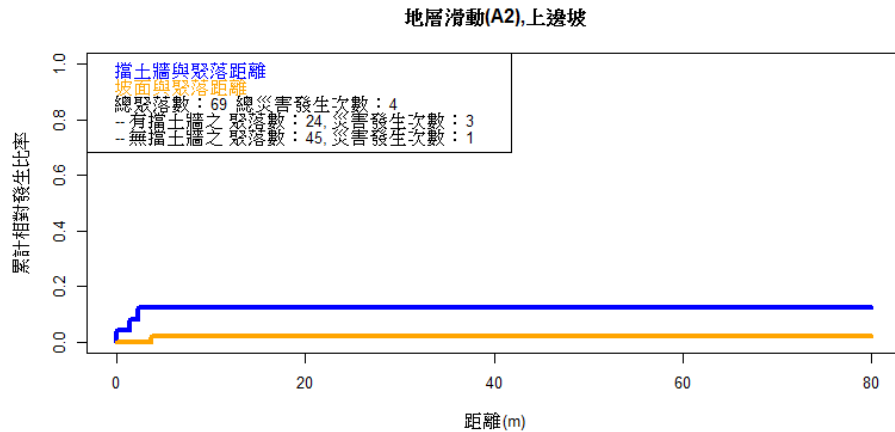


圖 38 地層滑動與上邊坡關係圖

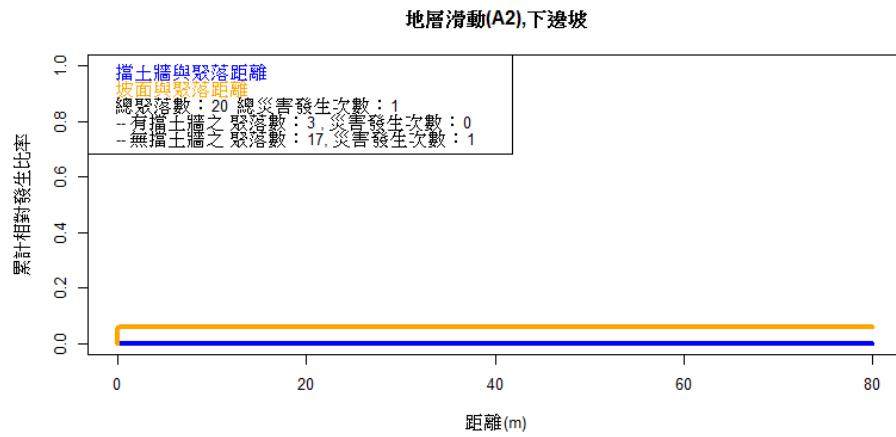


圖 39 地層滑動與下邊坡關係圖

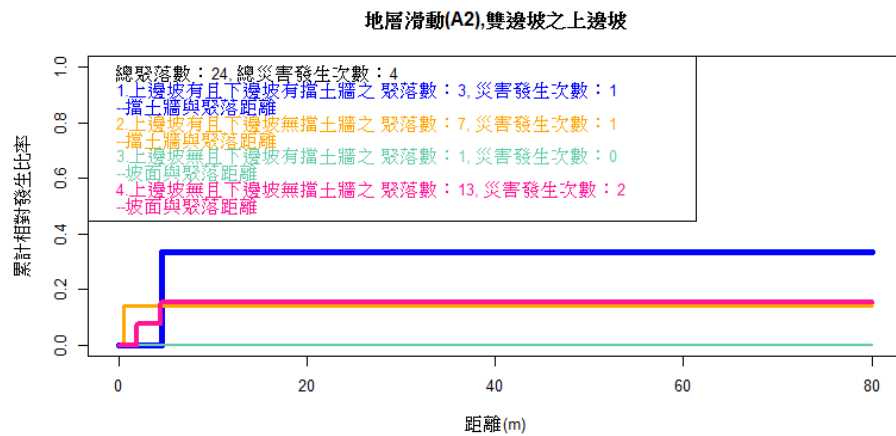


圖 40 地層滑動與雙邊坡之上邊坡關係圖

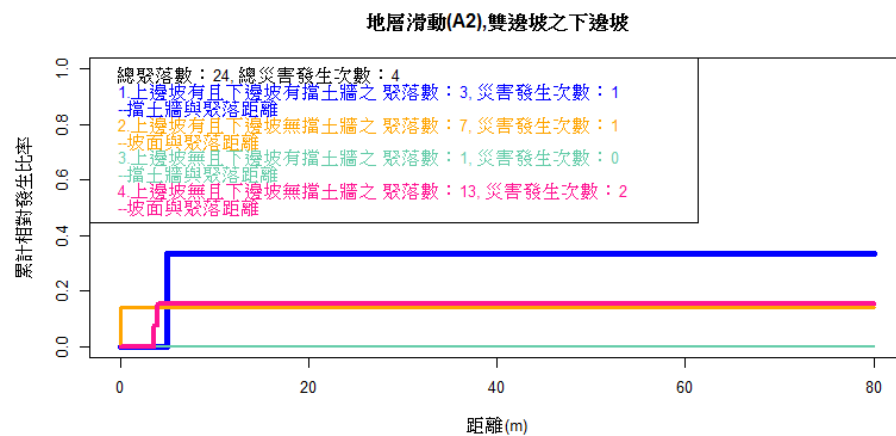


圖 41 地層滑動與雙邊坡之下邊坡關係圖

圖 38 至圖 41 為針對擋土牆或坡面離聚落的距離與相對災害(地層滑動)發生的累積次數做折線圖，圖中折線變化大的地方亦在距離為 20 公尺以內，在上邊坡聚落中設有擋土牆的相對災害發生累積次數比未設有擋土牆的略高，但在下邊坡設有擋土牆的聚落相對災害發生累積次數則比未設有擋土牆的低。

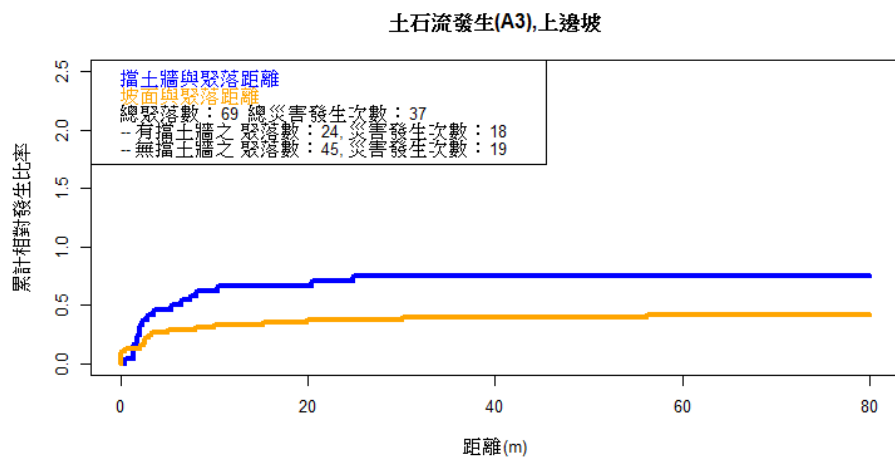


圖 42 土石流與上邊坡關係圖

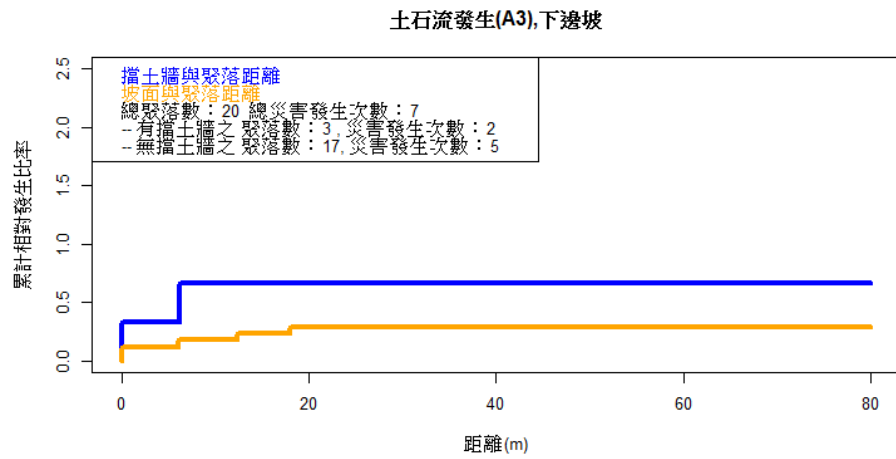


圖 43 土石流與下邊坡關係圖

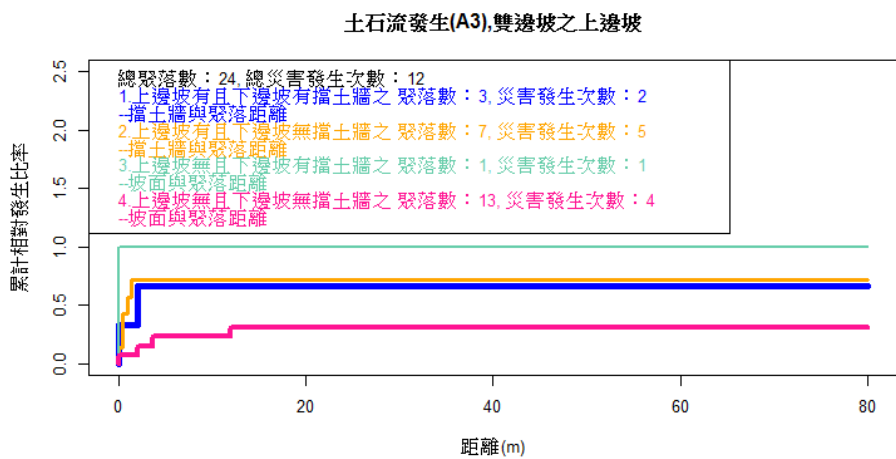


圖 44 土石流與雙邊坡之上邊坡關係圖

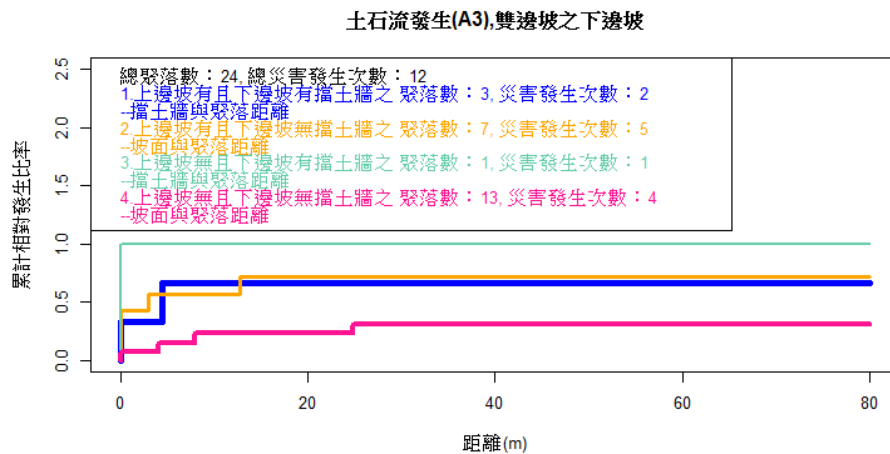


圖 45 土石流與雙邊坡之下邊坡關係圖

圖 42 至圖 45 為針對擋土牆或坡面離聚落的距離與相對災害(土石流發生)發生的累積次數做折線圖，發現無論上邊坡、下邊坡聚落設有擋土牆之相對災害發生的累積次數比未設有擋土牆來得高。

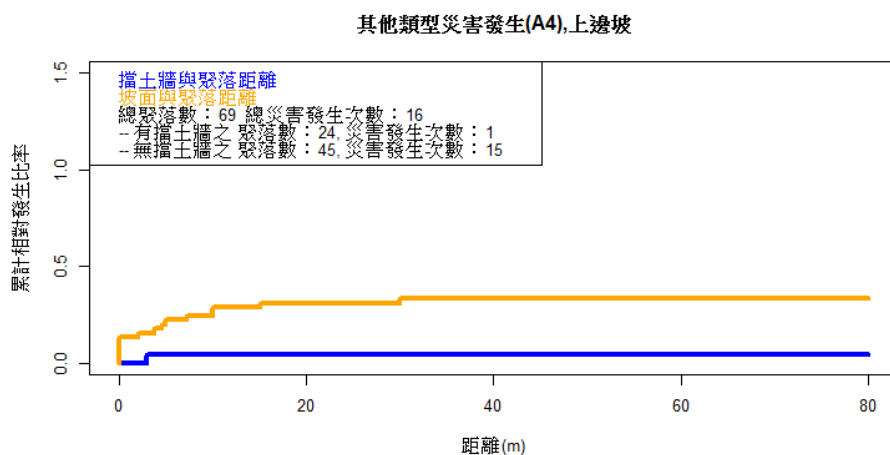


圖 46 其他坡地類型災害與上邊坡關係圖

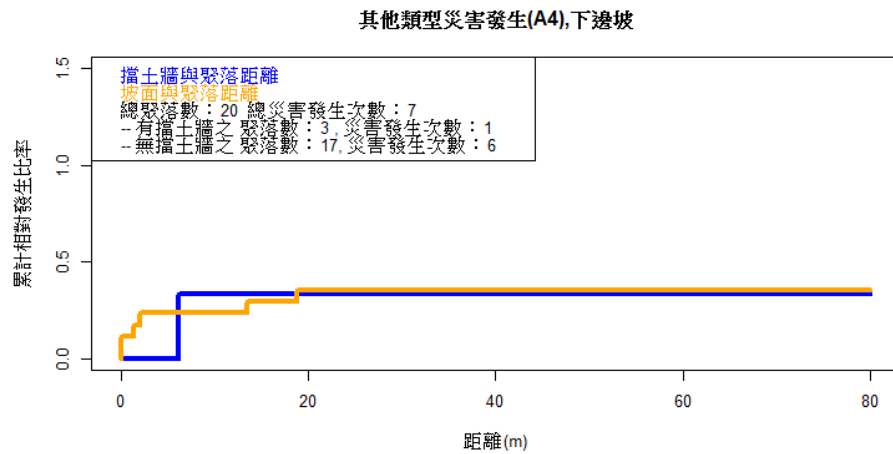


圖 47 其他坡地類型災害與下邊坡關係圖

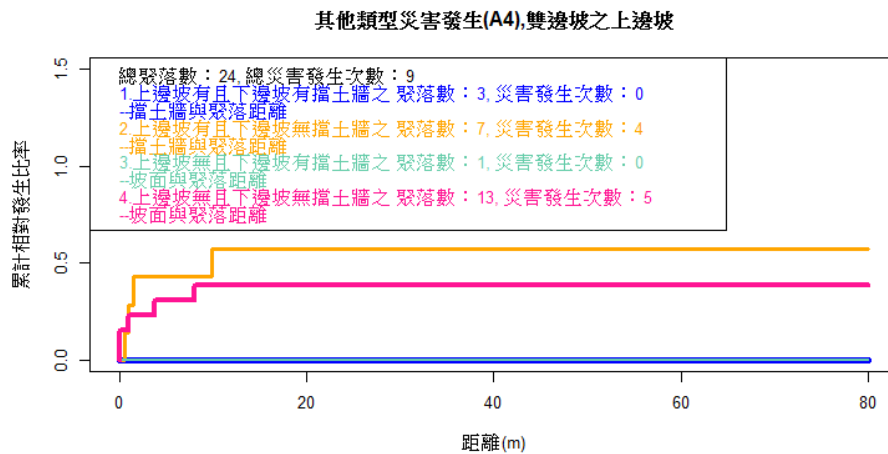


圖 48 其他坡地類型災害與雙邊坡之上邊坡關係圖

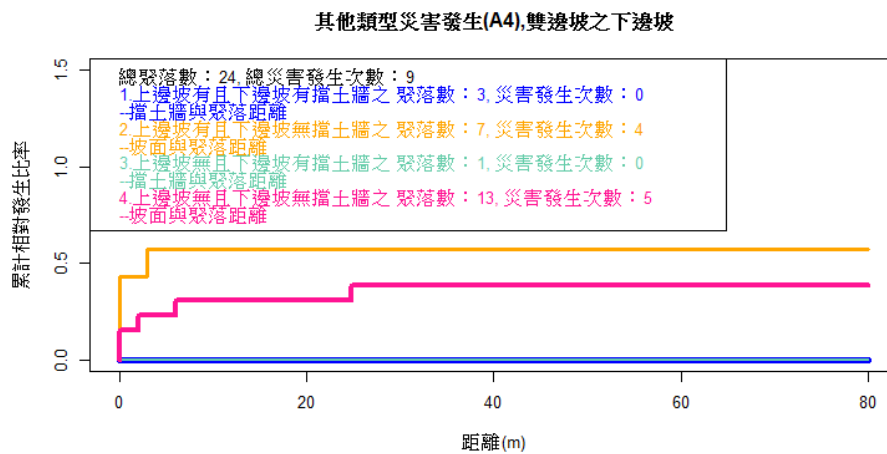


圖 49 其他坡地類型災害與雙邊坡之下邊坡關係圖

圖 46 至圖 49 為針對擋土牆或坡面離聚落的距離與相對災害(其他類型坡地災害)發生的累積次數做折線圖，圖中折線變化大的地方亦在距離為 20 公尺以內，從左上及右下的圖可得下邊坡設有擋土牆的聚落皆無發生災害。

第四章 結論與建議

一、結論

本團隊已完成 118 個聚落調查及數據分析，並以現有的資料統計，針對嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生或其它類型坡地災害等 4 種類型運用羅吉斯回歸與典型相關性進行分析，以 AIC 值及羅吉斯迴歸對此次調查資料中，所有變數進行選模及建立模型，針對 4 項坡地災害類型各自建置模型。以嚴重崩塌為例，此類型已能建立，主要為 4 項變數，分別為山崩與地滑地質敏感區、建物地基陷落、邊坡明顯裸露無植被、連外道路是否有災害潛勢，得出此 4 項指標與嚴重崩塌指標項目為高度相關指標；此模型可計算出羅吉斯迴歸機率，即可能發生災害機率，藉此可初步建立一個判斷機制，貼近本計畫欲建立快篩指標之目標。

目前嚴重崩塌模型所求得之羅吉斯迴歸機率與實際發生比例，兩者相差不大，但地層滑動類型因實際發生情況較少目前無法求得模型，土石流類型已初具雛形，尚需增加樣本數方能改善，其它類型坡地災害則因發生原因、種類繁多目前無法得出明確結論。

本團隊將已完成數據分析的 118 個聚落相對災害(嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生或其它類型坡地災害 4 種類型)發生之累積次數，針對邊坡與聚落距離關係進行分析，得出無論那一種類型，最遠的發生範圍並影響聚落的距離皆在 30 公尺以內，此資料雖還有不全之處，但團隊已有初步想法，希望能是未來研究的方向。

二、建議

本年度執行過程經歷雨季與颱風等天然因素影響，導致現勘期程一再延後，建議未來執行現勘時，可將各項天氣因素納入期程規劃。

本計畫執行山區空拍之點位多為訊號不良，未來執行空拍時，需特別注意空拍機的衛星收訊，當訊號不良時，在使機身返回的操作上需特別留意，才不至於造成設備損毀；於聚落調查指標時，常造成居民誤會，須出示公文並清楚向居民說明來意，才得以順利進行；現勘過程有些聚落難以汽車通行，建議可採 4 輪配 2 輪之越野機車方式，使現勘人員能更順利抵達聚落位置。

參考文獻

網路資料:

1.行政法人國家災害防救科技中心

網址: <http://ncdr.nat.gov.tw/>

2.經濟部中央地質調查所全球資訊網

網址: <http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp>

3.行政院農業委員會水土保持局全球資訊網

網址: <http://www.swcb.gov.tw/>

4.高雄市政府全球資訊網

網址: <http://www.kcg.gov.tw/>

5.高雄市政府民政局

網址: <http://cabu.kcg.gov.tw/Main/index.aspx>

6.高雄市鼓山區公所全球資訊服務網

網址: <http://gushan.kcg.gov.tw/>

7.高雄市茂林區公所全球資訊服務網

網址: <http://www.maolin.gov.tw/app/eip.asp?dblabeled>

8.高雄市杉林區公所全球資訊服務網

網址: <http://shanlin.kcg.gov.tw/shanlin/index.aspx>

9.高雄市美濃區公所全球資訊服務網

網址: <http://meinong-district.kcg.gov.tw/>

10. 高雄市田寮區公所全球資訊服務網

網址: <http://www.tlv.gov.tw/bexfront.php>

11. 高雄市燕巢區公所全球資訊服務網

網址: <http://www.yenchao.gov.tw/>

12. 高雄市甲仙區公所全球資訊服務網

網址: <http://www.jiashian.gov.tw/>

13. 高雄市六龜區公所全球資訊服務網

網址: <http://liouguei.kcg.gov.tw/>

14. 高雄市旗山區公所全球資訊服務網

網址: <http://cishan88.kcg.gov.tw/>

15. 高雄市大社區公所全球資訊服務網

網址: <http://www.dsrtg.gov.tw/default.aspx>

16. 高雄市那瑪夏區公所全球資訊服務網

網址: <http://namasia.kcg.gov.tw/index.php>

17. 高雄市桃源區公所全球資訊服務網

網址: <http://tauyuan.kcg.gov.tw/>

附錄

附錄一、審查會議紀錄暨回覆辦理情形

1-1、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	研究議題具應用價值，值得研究。	感謝委員肯定，我們團隊會盡力找出一個簡易且快速的判斷項目以供日後的實際應用。
二	建議參考水保局之研究計畫成果報告「氣候變遷對高屏溪流域崩塌潛勢之影響評估」。	感謝委員提供資料，該研究計畫報告的選取數據、數據分析技巧我們團隊會再加以研究並應用於報告上。
三	除了空拍之外，建議可用衛星影像或航照來輔助。	感謝委員提供意見，我們會透過即時衛星影像來做為正射圖片之輔助更新。

項次	審查意見	回覆辦理情形
四	題目之語意有商確之處，請斟酌。	會再斟酌考量，謝謝委員指教。
五	依計畫執行流程分二年四個階段(P.7)何以只列3個階段(P.7-P.9)。	感謝委員提供意見，該項目已新增於 P.1-8，並詳細介紹於 P.1-8。
六	P.9”調查前置”之標題何意?	調查是指實際野外調查，而在這之前我們會先透過 GIS 地理資訊系統，將欲調查點位透過疊圖方式來釐清該處是否有與先前已調查過的點位重疊，或是該點位可能位於禁飛區，以及該點位有哪些坡地災害徵兆並記錄於紙本，待實際田野調查時做更細部的觀察或詢問，此作業稱為調查前置。

項次	審查意見	回覆辦理情形
七	羅吉斯回歸分析之樣本如何取得?是否符合抽樣技術之逢機性?	樣本由防災中心團隊經實地勘查 50 個聚落所得。羅吉斯迴歸的基本假設之一為觀測樣本（在此為每一聚落訪查資料）不能為重複觀測或為配對資料。由於 50 個聚落的所有資料皆由獨立實地訪查與調查所得，無重複觀測與配對問題，故符合一般觀測樣本獨立性的假設原則，適合實施羅吉斯迴歸分析。
八	易淺層崩塌之坡面如何選定?其可信度如何?	易淺層崩塌之坡面是透過 GIS 地理資訊系統進行疊圖，以及選定先前 88 風災中的受災戶聚落去進行篩選，最後得出該點位列表；由於這些點位皆是先前曾經崩塌或是土石流的

項次	審查意見	回覆辦理情形
		發生地，再次發生的可能性極高，故具有作為參考的價值。
九	建議可善用公部門已有資訊，如已公開之6Mdtm資訊，及通用版電子地圖資訊。	感謝委員提供資料，我們將用這類衛星影像做為空拍正射影像之更新以及對照。
十	建議計畫應闡述現今調查與地調所、NCDR、水保局、高雄市…各單位於易致災區之調查方式之差異及改進內容。	本計畫對於舊有的計畫而言，著重考慮的部分為因環境而導致災禍的主要潛在環境影響因子，而在先前的計畫當中有考慮人文的因素，但由於本次計畫的目標是為了達到快速分辨該處住戶是否為保全戶，故刪去人文的因素，單純考慮環境因素，使在未來的應用上有更高的方便性。

項次	審查意見	回覆辦理情形
十一	以logistic及統計分析方法所得之成果，建議僅視為參考資訊，因易致災與否與太多無法量化之因子有關，需現地及有豐富經驗背景之判釋	同意委員意見，統計分析僅能就所觀察到的資料提出一適合解釋資料行為的量化模型，模型解釋不僅與量化方式有關，也確實需要加入更多專業意見以提升模型對實際問題的詮釋能力。
十二	建議計畫執行內容可參考依災防法內容所訂之水保局權責為主對向。	本計畫調查目標為研究出能夠用於快速分辨是否為保全戶的高指標性環境危險因子，該研究乃為因應水保局災害警戒基準及劃定警戒區域兩大權責之執行需求。

項次	審查意見	回覆辦理情形
十三	計畫對象研究範圍請先確認 並確實檢討所需的調查方式；又選用羅吉斯迴歸與典型 相關分析及目的與成果應注意。	感謝委員意見，以於期中報告 第三章中詳細說明。
十四	這類型災害其社區防災與防 災警戒門檻等，是否以建立一套 防災機制應可討論之	本團隊希望以建立快篩機制 為目標，以利水保局日後對於 是否為警示戶能有一快速判斷 流程使用。
十五	很多災害發生與地質及植被 狀況有關，且崩塌時間可能由 小規模或裸露(長期)而有較大 規模之滑落，且亦可能受影響 區域會是社區或社區外圍單獨 幾戶，請亦列入參考。	感謝委員提供意見，裸露植被 之指標已被納入考量當中。

項次	審查意見	回覆辦理情形
十六	建議本計畫較明確定義淺崩之潛勢區如何圈繪，由聚落為出發點考量，何種能簡易操作之地文因子條件才能找出可能受影響的範圍(住戶)，此應為本計畫主要重點。	目前希望能以統計學之理論做為參考，並找出快篩機制。
十七	有關發簡訊部份，第二次簡訊是否以村里為單位?若同村里無土石流，應如何設定降雨門檻以發布警戒?	依現行自主離災簡訊發送作法，只要合於中央氣象局發布豪大雨區域，或是水保局發布土石流(黃色、紅色)警戒區域內者，一律發布自主離災簡訊至警示戶個人手機中，符合委辦計畫單位需求。 雨量警戒值依照水土保持局發佈之警戒值為準。

1-2、期中審查意見暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	快速篩選之流程分四階段:即先期規劃、現地勘查、指標分析及未來作為。但在指標分析中，模型之建立用羅吉斯回歸，最後選取的7個變數都是地文方面的。而且從16個減為7個，並未作其獨立性及顯著性分析，因此在學理分析方面有缺陷，應再加強。	模型所選取的數據因為樣本取樣數不同而選取不同變數，在此次期末報告中已採納委員意見，增加變數其獨立性檢定及顯著性分析。
二	最後入選的7個變數，大部分不易量化，例如河岸侵蝕、落石...等，容易造成主觀評估之差異。	此次選取變數與期中報告之七項變數不同，目前階段分析已有無發生為判斷依據。

項次	審查意見	回覆辦理情形
三	分析的結果與實際發生的情況比較，整體而言，準確度不佳，應深入探討其真實原因，不應只用樣本個數不足為由，輕輕帶過。	感謝委員意見，此次本團隊吸取經驗，已進行分析結果與實際發生之比較。
四	在羅吉斯回歸所選用的7個變數中，都是地文的，而無水文的。這將使得未來氣候變遷所導致的極端降雨，對坡地淺層崩塌的影響，無法在模式中反應出來。希望未來能改進。	感謝委員指教，如未來本團隊有機會繼續執行計畫，希望能增加水文相關之指標，並納入考察表格內，使調查內容更加豐富全面。
五	有些文字誤植，如3-7頁之圖，應為圖105，但文中卻一直用圖109，宜改正。	感謝委員指正錯誤，此次已改正。

項次	審查意見	回覆辦理情形
六	P1-3本計畫長期目標係研擬針對聚落坡地致災風險調查與快篩標準，惟委辦團隊環境指標臚列聚落規模、聚落周遭災害潛勢指標及風險調查指標等，其中又區分許多細項，部分細項涉及專業且須週期性檢測或現勘，如此有可能限縮時效性及客觀性，如何提升實用性，可以再思考。	本年度快篩指標建立係以聚落規模與周遭災害潛勢指標、坡地聚落災害風險調查指標等主要指標項目為分析目標，明年度執行內容涵蓋各指標細項分析，將參照委員意思提升實用性。
七	P3-1查無表25，請補充。	感謝委員指正錯誤，此次已改正。
八	第三章數據分析成果部分，各項環境或風險致災指標再回歸式之演算中是否等權	各項變數並非等權重， $\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = -0.9967F_{10} + 1.4356B_3 + 1.0976B_5 - 1.1782C_2$ (公式解釋詳見第三章第三節)，

項次	審查意見	回覆辦理情形
	重?是否有數個重要指標能提供快速評估風險?若權重一致，如此如何能確保警戶能於災害發生前自主離災?請說明。	變數前方係數即為權重值，目前團隊希望能針對各種坡地災害做出相對應模型，目前報告內容是已嚴重崩塌狀況所做之模型。

1-3、期末審查意見暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	建議加入後續致災原因及相關警戒評估。	感謝委員建議，目前以研擬於明年計畫中做相關調查。
二	本研究對於快速篩選易致災區域相當有幫助，值得後續蒐集更多資料後進一步驗證，以推廣至更多地區。	感謝委員肯定，本團隊將繼續以此為目標。
三	崩塌因子以羅輯斯迴歸所找出具影響力之四項指標中，未涉及坡度，似與崩塌潛勢分析	因在本自次計畫中，只初步判斷指標有無發生，於在明年計畫中，會再增加指標各程度的

項次	審查意見	回覆辦理情形
	結果不一致，請說明。	考量，以進行更全面的分析。
四	部份社區附近為人工邊坡，將其與自然邊坡社區混合進行分析，是否會互相干擾？同時對分析所得具影響力四項指標是否同時適用人工及自然邊坡，亦值得深入探討。	在目前調查進度中，以自然邊坡佔大多數，在邊坡與聚落距離中，本團隊已將兩者進行分開探討，在明年計畫會在就這方面進行探討，感謝委員意見。
五	嚴重崩塌機率評估後，除列表外宜製作村里嚴重崩塌機率分布圖，除提供視覺化決策參考外，另可研判崩塌熱區趨勢。	因此次結果尚有許多可改進之處，故未以地區圖例呈現，感謝委員建議，如還有機會會以此為目標呈現。
六	針對所調查 118 處坡地易崩聚落之現調結果，其易致災性&週邊工程&防災需求等，建	感謝委員建議，在明年計畫中，有規劃 118 聚落再次調查，屆時可再進行相關調查，

項次	審查意見	回覆辦理情形
	議可有統整且後續相關建議供業務單位參考。	並與高雄市政府合作。
七	山坡地土地可利用限度分類標準之土壤沖蝕分級已於106年8月8日修正(P21表8)，請補充說明為修正前之規定。	謝謝委員指教，已補充說明。
八	已建立之 4 項變數，「山崩與地滑地點敏感區」與「連外道路是否有災害潛勢」，似有重疊情形，所引述之災害潛勢是否明確條列。	「山崩與地滑地點敏感區」是以相關圖資進行判斷，「連外道路是否有災害潛勢」則是現場探查，兩者來源不同，重疊情形可能與相同災害原因有關。

附錄二、118 個聚落完整調查報告(收錄至光碟內)