

坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制
之研究 - 以高雄市為例

成果報告書

執行單位：國立高雄大學

執行期間：108年2月至108年12月

計畫主持人：吳明淏教授

行政院農業委員會水土保持局編印

中華民國 **108** 年 **12** 月

行政院農業委員會水土保持局 **108** 年度創新研究計畫

目錄

壹、前言	4
一、計畫背景	4
二、計畫目的	5
三、執行範圍	7
貳、計畫執行項目與方式	8
一、執行流程概述	8
二、聚落調查說明	11
參、調查成果分析	33
一、成果分析說明	33
肆、研究方法與成果	47
一、資料整理	47
二、羅吉斯迴歸	52
三、彈性選擇模型	57
四、調查指標評分	59
五、ROC 曲線	62
伍、結論建議與後續應用	64
一、建立風險評估試算表	64
二、結論與建議	66

附錄.....	68
附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形.....	69
附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形.....	70
附錄三、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形.....	71
附錄四、各聚落各坡地災害類型發生機率.....	72

表次

表 1	高雄市坡地災害風險之地區	7
表 2	限制飛行圖例說明	12
表 3	調查聚落一覽表.....	13
表 4	環境致災性：聚落規模與周遭災害潛勢指標	17
表 5	坡度分級表.....	18
表 6	高雄市土石流潛勢溪流警戒值	19
表 7	不得開發建築範圍分類表.....	20
表 8	環境致災性：坡地聚落災害風險調查指標.....	21
表 9	土壤沖蝕程度級別	24
表 10	坡面沖蝕度	25
表 11	社會耐災力：居民社經條件、災防整備能力等指標	26
表 12	田寮區古亭里南勢地區調查表單.....	41
表 13	古亭里南勢地區坡地聚落災害風險調查指標.....	43
表 14	古亭里南勢地區社會耐災力：居民社經條件、災防整備能力等指標	44
表 15	坡地環境致災性資料之虛擬變數轉換	47
表 16	合併後之指標對照表格	49
表 17	各聚落發生嚴重崩塌之機率值	53
表 18	調查指標得分表.....	63

表 19	嚴重崩塌兩種模型之比較表	64
表 20	指標代號對照表	65
表 21	X1 模型對嚴重崩塌之評估試算表格範例	66
表 22	X2 模型對嚴重崩塌之評估試算表格範例	66
表 23	警示戶格式範例	68

圖次

圖 1	現行高雄市政府警示戶選定原則	6
圖 2	高雄地區限制飛行區域示意圖	11
圖 3	航拍作業流程圖	29
圖 4	Pix4 軟體功能示意圖	30
圖 5	無人載具執行作業範例圖 (1)	30
圖 6	無人載具執行作業範例圖 (2)	31
圖 7	無人載具執行作業範例分析參數	31
圖 8	空中拍攝影像正射處理範例圖	31
圖 9	空中拍攝影像 DSM 範例圖	32
圖 10	古亭里里民防災卡	34
圖 11	古亭里土石流防災地圖	35
圖 12	古亭里土石流防災地圖	35

圖 13	古亭里聚落位置	36
圖 14	古亭里潛勢溪流及土石流影響範圍	36
圖 15	古亭里岩屑崩滑潛勢圖	37
圖 16	古亭里各類潛勢圖	37
圖 17	田寮區古亭里南勢地區聚落環境	38
圖 18	古亭里南勢地區民宅地基滑落	39
圖 19	古亭里南勢地區擋土牆沖毀以及鵝卵石護岸	39
圖 20	古亭里南勢地區道路陷落	40
圖 21	古亭里南勢地區道路有平行坡面之龜裂	40
圖 22	調查指標合併示意圖	48
圖 23	所有可能性之模型	58
圖 24	指標皆為顯著之模型	59
圖 25	調查指標評分	61
圖 26	(3) 式與 (4) 式之 ROC 曲線圖	64
圖 27	警示戶調查流程圖	68

第一章、前言

一、計畫背景

高雄市之轄域東北邊涵蓋中央山脈、玉山山脈及阿里山山脈，北緣嘉南平原，西濱臺灣海峽，東南邊以高屏溪和屏東縣為界。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 年梅姬颱風帶來的強降雨所致，造成六龜區的荖濃里一戶民宅遭土砂淤積，以及燕巢區與旗山區的淺層崩塌事件，其中旗山區新光里因上方邊坡發生沖蝕導致 5 戶民宅遭土砂堆積，而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 人死亡的憾事發生。

鑑於現今氣候變遷下之極端降雨狀況，以及梅姬颱風所致之坡地事件，為避免坡地淺層崩塌災害再次發生，高雄市政府已自106年起於轄內試行坡地災害警示戶自主離災機制，建立轄內可能有坡地災害風險之民眾清冊，在颱風豪雨警 (特) 報發布時，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(雨量警戒值依照水土保持局發佈之警戒值為準)，一律發布自主離災簡訊至警示戶個人手機中及里長、區公所等相關主管單位，鼓勵民眾能自主撤離且讓區公所適度關心與協助區內危險地區住戶預先撤

離。要如何建立可靠、完整的警示戶名冊，將區域內所有具有坡地致災風險的民眾、住戶儘量皆納入，乃是啟動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，並根據調查結果嘗試歸納出能夠快速判定具有坡地災害風險聚落的指標，進一步地簡化並且做出能使後續相關部門利用的表格，使之在未來能夠更盡可能地掌握所有具風險的坡地易致災聚落與住戶，以利公部門後續運作坡地防治軟硬體對策時能應用。

關於坡地災害風險對策(軟體面)，目前高雄市政府自 106 年起，針對轄內坡地災害問題建立警示戶(如圖 1 所示)與颱風豪雨預警自主離災機制。而高雄市坡地警示戶的選定依據，主要是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後，交由當地區公所去進行調查居住狀況與取得住戶資訊造冊；另一種方式，則是將最近幾年高雄市曾發生過坡地災害的區域直接納入警示戶名冊。

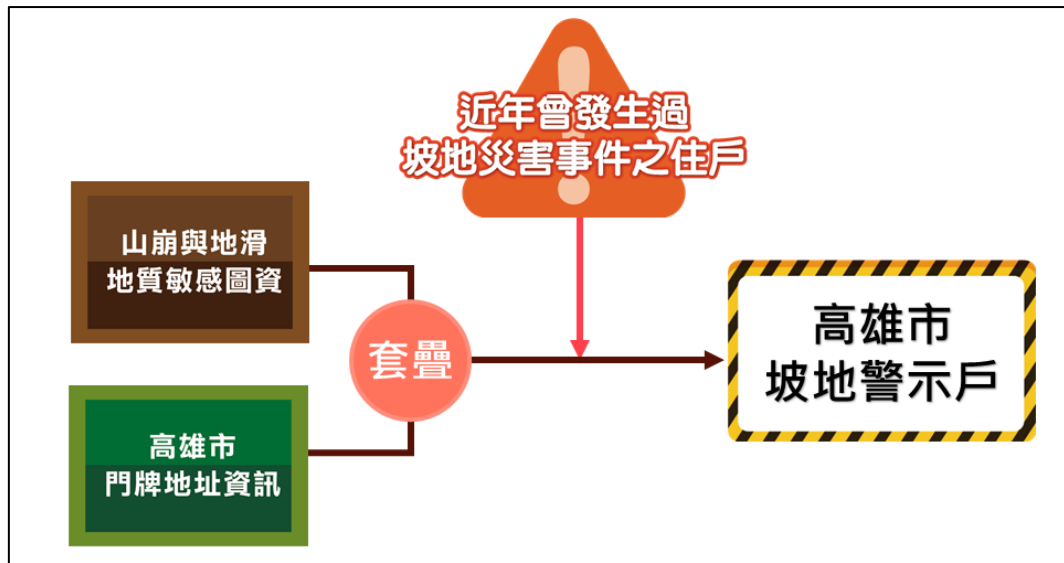


圖 1 現行高雄市政府警示戶選定原則

但僅依前述兩種方式所選出之具坡地災害風險之聚落與住戶，在實際狀況上仍可能存在疏漏之處。本研究利用不同的資料來源以及統計歸納方法，尋求建立篩選可能具有坡地易致災風險之聚落之關鍵指標與分析模式。

本研究於去年(107 年)所獲得之四項快篩指標為「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」。延續去年的研究成果，為使本研究之篩選指標更加細緻，本團隊今年(108)在快篩指標的選取與定義上皆有變化，以期能更精準量化聚落發生坡地災害的風險，並建立更準確可靠之聚落坡地災害風險快篩流程。此外，依據今年期初審查委員之意見，建立風險評估試算表，裨益相關單位能夠更容易操作使用。

三、執行範圍

目前高雄地區坡地災害風險之地區，已知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 年度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，大致可以歸納出高雄市具有坡地災害風險之區域，而本次調查即是從上述範圍之中，選定合適的行政區與聚落進行方法論之建置調查研究。

第二章、計畫執行項目與方式

一、執行流程概述

如前所述，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流程及風險評估方式。本年度將以第一年的調查數據及分析方式為基礎，改良資料與數據之整理方式，最終目的在於找出有更細緻的分析方法，並決定高雄市坡地易致災之關鍵快篩指標，從而客製化高雄市聚落坡地災害風險評估試算表。

1.聚落勘查 - 確認去年調查聚落

於去年計畫中，本團隊依照衛星影像與地形、DTM 圖資判釋、套用山崩與地滑地質敏感區圖資、高雄地區近年發生坡地災害案例之區域與探詢區域內民眾或區公所認為可能有之虞的地點，上述 4 種方式篩選並調查聚落。現場勘查作業主要分為利用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，以及是否坡地有致災風險等狀況，後續並可依需要進行地形拍攝與影像正射處理作業；後者是依據已研擬好的聚落環境災害指標為依據進行調查，並依調查指標將有狀況部分進行拍照記錄存證。現場調查完畢後，也會與當地區公所、里鄰長或居民訪談，針對當地聚落的社會耐災力（如社會經濟、災害認識等

資訊) 進行調查，透過多方角度取得當地各類情資，以利完成整體現場勘查作業。在去年計畫中，只將指標分類為有無發生作為依據，今年本隊團隊預計對去年所調查之聚落進行再次勘查，對各項指標進行更詳細之調查或更新，依照第一年審查委員之意見，就人工邊坡與自然邊坡的分別進行分析，希望能建立更好的分級制度，以利後續數據分析資料更詳盡。

2.數據分析 - 多元羅吉斯迴歸應用

在計畫執行第一年(107 年)，本團隊利用羅吉斯迴歸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」，但在去年計畫中團隊僅針對調查項目之有無進行區分，並未對調查項目中的程度進行分類。在今年(108 年)計畫裡，我們運用多元羅吉斯迴歸對各項目(指標)做更多程度上的區分。多元羅吉斯迴歸為去年計畫中所使用的統計方式「羅吉斯迴歸」之延伸，差別在於羅吉斯迴歸適用於二元類別資料，但因本研究調查所收集到的資料往往並不只二元(有或無)。多元羅吉斯對羅吉斯迴歸進行推廣，讓資料並不單單以有或無呈現，並在有無之間進行更多程度上的分級，例如低、中、高程度的潛勢分級，以讓我們可獲得更詳盡更精準的資訊。

3.實際應用 - 建立快篩標準

經過聚落複勘及數據分析後，可決定關鍵指標並建立一聚落坡地災害風險評估試算表，此試算表能夠計算出聚落發生坡地災害的機率，以供後續將聚落、住戶、里鄰長與災防人員列入為坡地警示戶之依據，由公部門或主管機關將民眾的資料進行造冊保存好，於災害來臨前即可以實施應對措施，例如目前高雄市甫於 106 年起實施之坡地警示戶簡訊提醒機制，讓民眾可以依照當前警戒狀況的不同，收到不同的提醒簡訊，自身做好如預先撤離等準備，我們也希望能跟高雄市政府合作，利用在自主防災訓練管理 (含崩塌地滑警示) 計畫等等計畫中。

二、聚落調查說明

1. 調查前置

實際進行聚落調查之前，在聚落的篩選上除依聚落坡地風險外，考量到安全性以及避免與其他既有保全對象重複，故亦會有其他篩選前提條件，執行上也有一定程序，相關說明茲如下述。

(1) 前提條件

- I.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，亦會進行訪查，確

認當地危險性（避免觸犯民航法、國家安全法等法規）；圖 3 與

表 2 即為高雄地區限制飛行地區示意圖與說明。

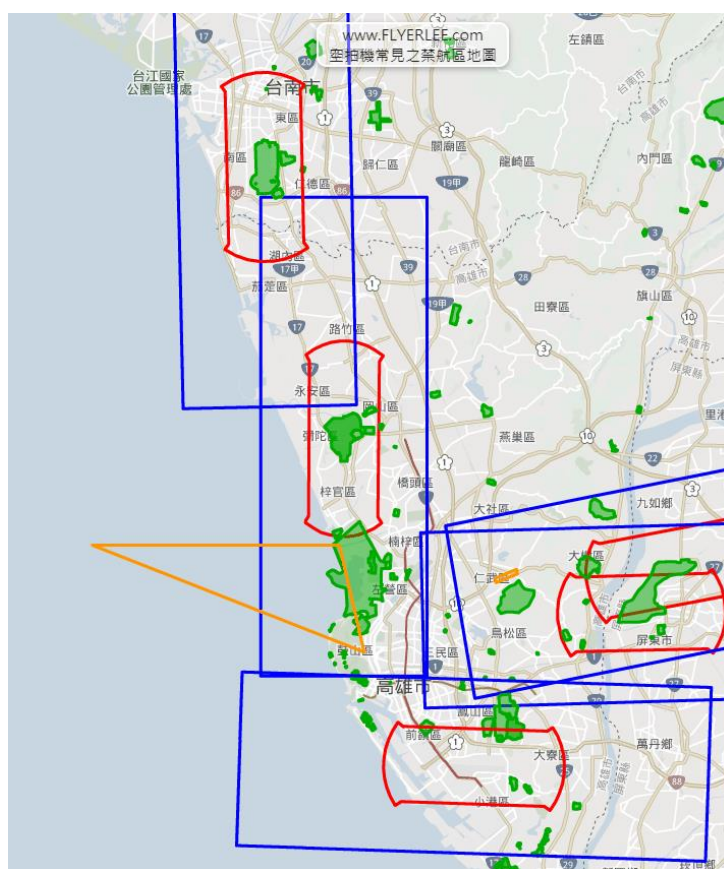


圖 2 高雄地區限制飛行區域示意圖

表 2 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	台北飛航情報區航圖—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	維護國家安全，禁止施放有	有礙飛航

種類	限制類型	限制說明	依據
	軍事用地	礙飛航安全物體	安全物體 違法進入 軍事基地 因應措施

(2) 執行方式

- I. 就暫定之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。
- II. 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。
- III. 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 3 示)。

表 3 調查聚落一覽表

	行政區	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)

	行政區	里	聚落
15	六龜區	新威里	西勢坑12、13鄰
16	六龜區	新發里	新開24鄰
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

	行政區	里	聚落
33	田寮區	大同里	菜堂地區
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

	行政區	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
68	杉林區	月眉里	4鄰

	行政區	里	聚落
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	茄荖路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
85	茂林區	多納里	多納
86	茂林區	萬山里	萬山聚落

	行政區	里	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
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

	行政區	里	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

2. 調查指標說明

本次調查團隊將調查指標依據自然與人文分成兩類型，分別是環境致災性(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)

與社會耐災力 (居民社經條件、災防整備能力等指標)，各項指標細部說明如下。

(1) 聚落規模與周遭災害潛勢指標

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，提供現地調查能進行更細部的分類勾選、提供更具客觀性之判斷指標 (如表 5 所示)，各項指標說明依據表 4。

表 4 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	
日 期	
人 員	
座 標 (97TM2)	
住戶規模	

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%)	
02	河階台地			☐ 非位於攻擊岸 ☐ 位於攻擊岸	

調查項目		無	有	說明	備註
				☐ 位於依建築技術規則規定之 不得開發建築範圍內	
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 過			☐ 斷層帶二外側邊各一百公尺 ☐ 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	山崩與地滑地質 敏感區				

■ 坡地

依山坡地土地可利用限度分類標準如表所示，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，分別是六級、三至五級以及一至二級以判斷勾選。

表 5 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)、現地調查以及建築技術規則進行判斷與分類，可分為非位於該地形者，以及非位於攻擊岸、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 6 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 6 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建立潛勢圖資，並各類圖資給予高、中、低三種潛勢等級，建議此四項目即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基準內對於活動斷層之限制共分為三類如表所示，建議本項即依照其分類方式進行判斷。

表 7 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

(1) 環境致災性：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、交通通組特性三類，主要是依據我國相關法規技術規則，以及進行現地調查資訊進行簡易定性與定量分析，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，因尚未有明確技術規則標準可供作為分類依據，因而在此先以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（如表所示）各項說明如下。

表 8 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	
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	

調查項目		無	有	說明	備註
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	
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	聚落部分建物緊鄰邊坡且有擋土牆存在			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	

調查項目		無	有	說明	備註
				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 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 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 ☐ 具有岩體滑動潛勢	

調查項目		無	有	說明	備註
				☐ 具有落石潛勢 ☐ 具有山崩與地滑地質敏感區潛勢	

■ 近期歷史災害

針對該聚落近期發生之坡地災害，先分成四類型－嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生與其他類型坡地災害，各類再細分為發生時間－三年內、三至五年、超過五年三個選項，後再針對災害的成因、傷亡與影響等進行簡單的論述。

■ 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，共分四個級別如表所示。

表 9 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
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。

沖蝕程度 級別	土地沖蝕徵狀及土壤流失量
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。

■ 聚落部分建物緊鄰邊坡且有擋土牆存在

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。

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

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

表所示) 進行分類判斷。

表 10 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

本項指標參考莫拉克後荖濃溪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。

(2) 社會耐災力：居民社經條件、災防整備能力等指標

居民社經條件、災防整備能力等指標除了環境致災風險能作為劃

定警示戶的依據外，更進一步考量仙台減災綱領提及加強對於人（社會）的面向，因此當於現地進行調查外，亦能進行訪問、瞭解當地社會耐災力（如社會經濟與災防整備能力等資訊）的指標；當建置警示戶後，公部門即能針對各聚落不同的人文社會狀況，妥善分配資源、規劃執行不同的協助措施。分類詳如表 11 所示。

表 11 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			☐ 二年内 ☐ 二 ~ 五年 ☐ 五年以上	
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	

調查項目		無	有	說明	備註
04	參與防災演練			☐ 水災 ☐ 坡地 ☐ 地震 ☐ 其他： _ _ _ _ _	
05	知道聚落有災害徵兆的地方			☐ 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	知道聚落曾發生災害的地方			☐ 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 ☐ 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：	
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	颱風豪雨期間是否有配合指示進行疏散撤離(一年內次數)			☐ 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

此部份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)。

(3)無人載具空中拍攝說明

計畫執行將採用 DJI 大疆科技 Phantom 空拍設備，進行影像勘查並記錄拍攝的各項資訊，聚落空拍作業流程如圖所示。在作業規劃上，

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，若有需要並依實際需要向相關單位申請使用空域。

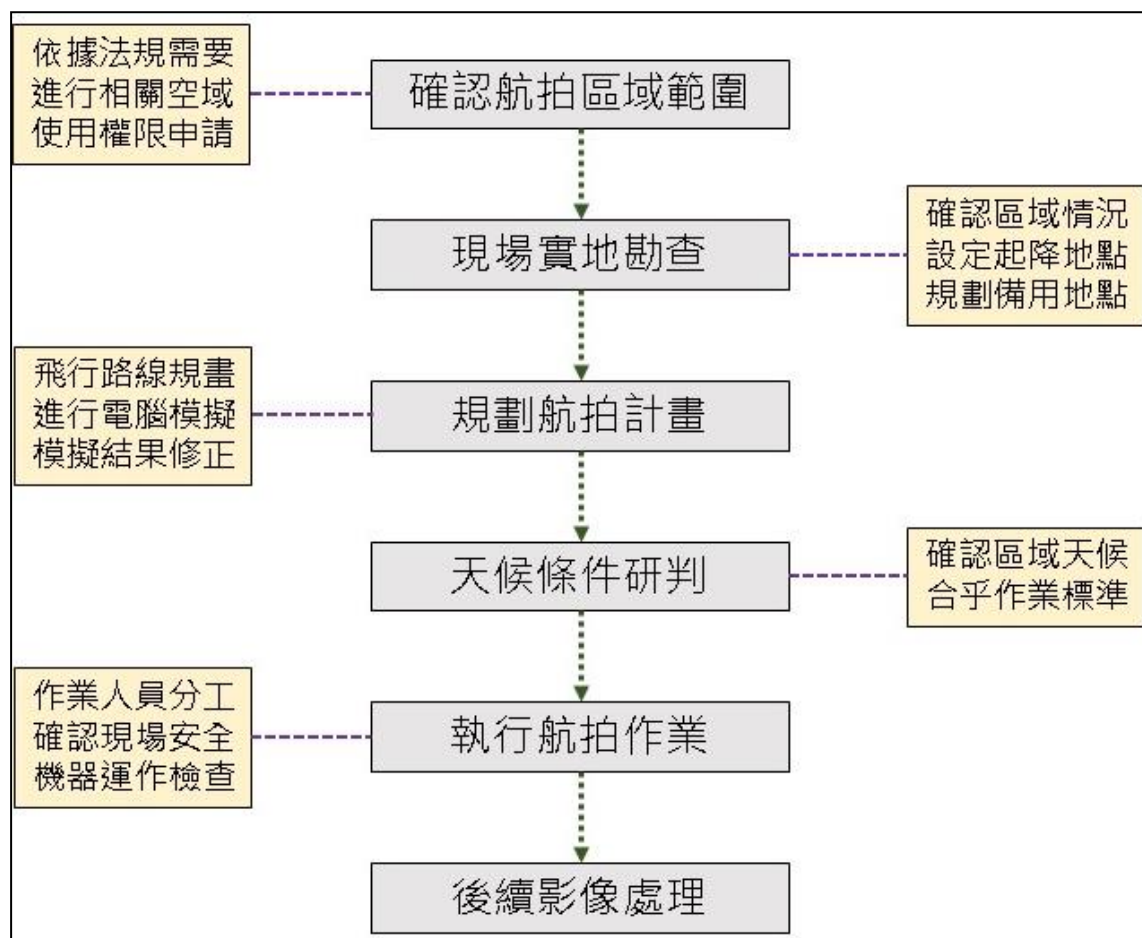


圖 3 航拍作業流程圖

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 5 至圖 9 所示）。



圖 4 Pix4 軟體功能示意圖

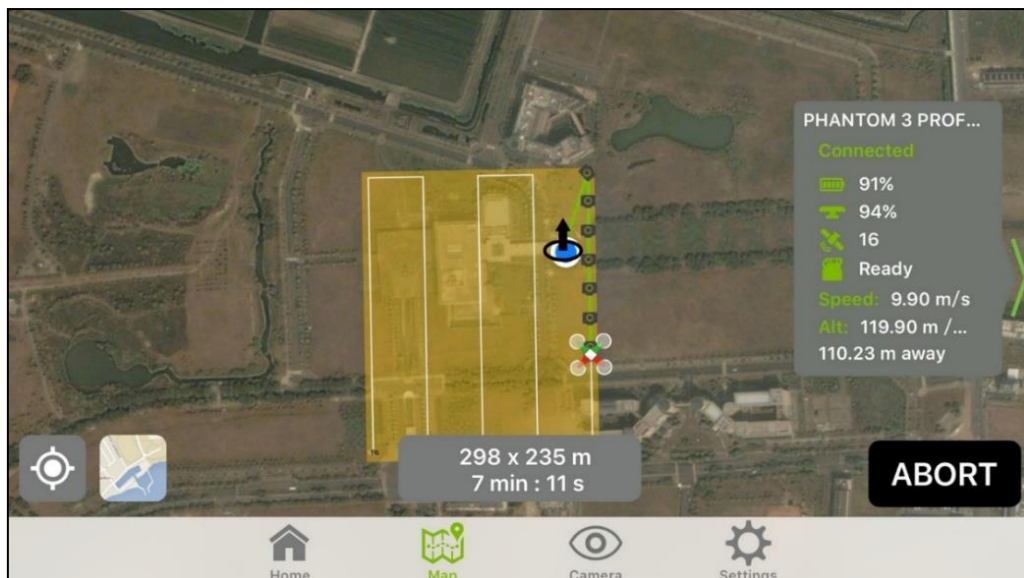


圖 5 無人載具執行作業範例圖（1）

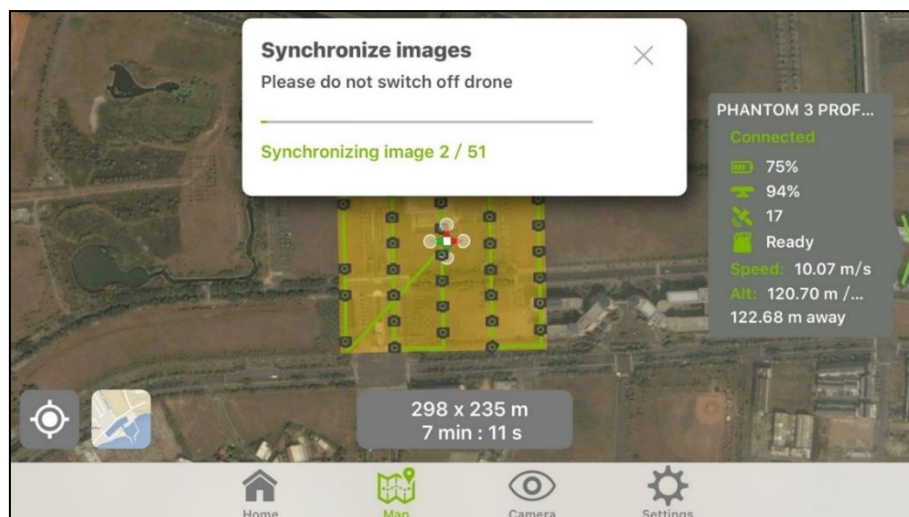


圖 6 無人載具執行作業範例圖 (2)

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 7 無人載具執行作業範例分析參數

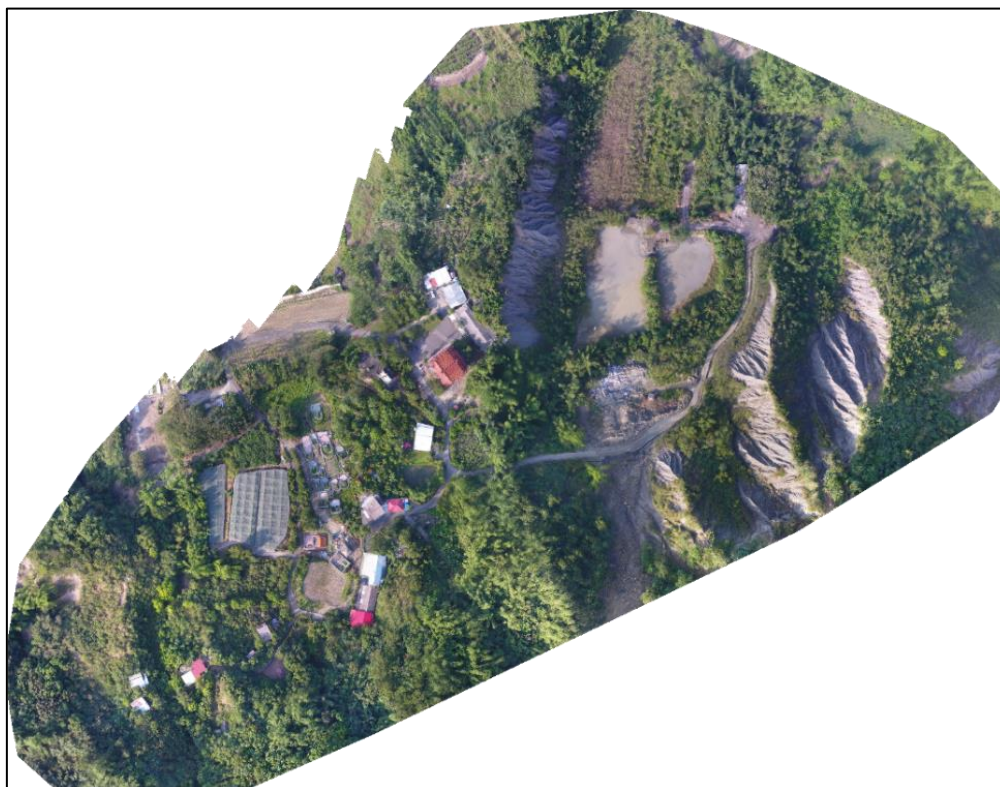


圖 8 空中拍攝影像正射處理範例圖

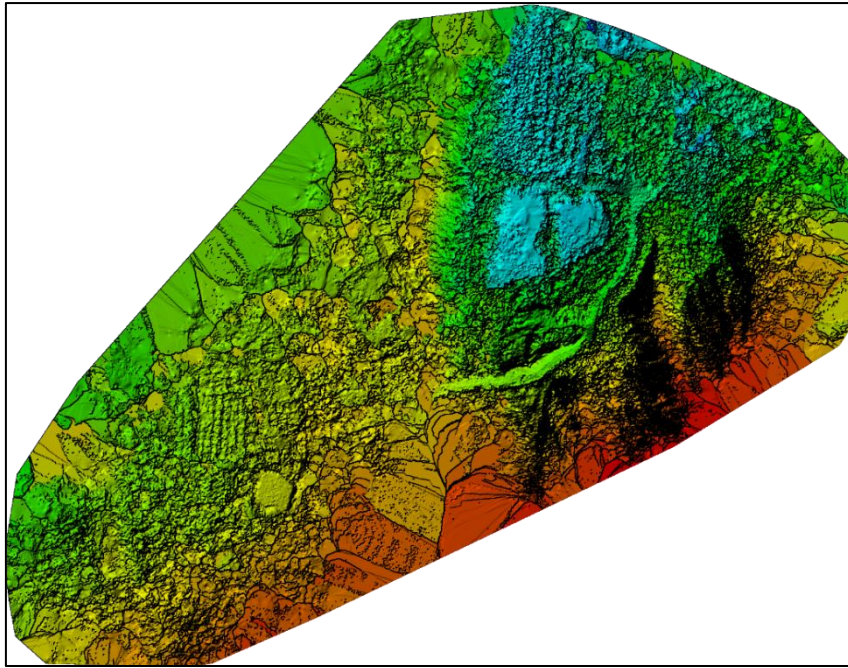


圖 9 空中拍攝影像 DSM 範例圖

第三章、調查成果分析

一、 成果分析說明

高雄市田寮區古亭里

古亭里原名古亭坑 (「坑」意謂「山谷」或「盆地」，地勢起伏會較大，大多分布於丘陵或山地邊緣)，產業以農 (果樹) 牧 (豬) 為主，居民約有 268 戶、564 人，並以臺語族群及中老年人口居多，青壯年人口多數在外工作。目前里內亦無避難收容處所，最近的處所則須到崇德里崇德國小 (可收容 50 人，距離約 2.9 公里)。

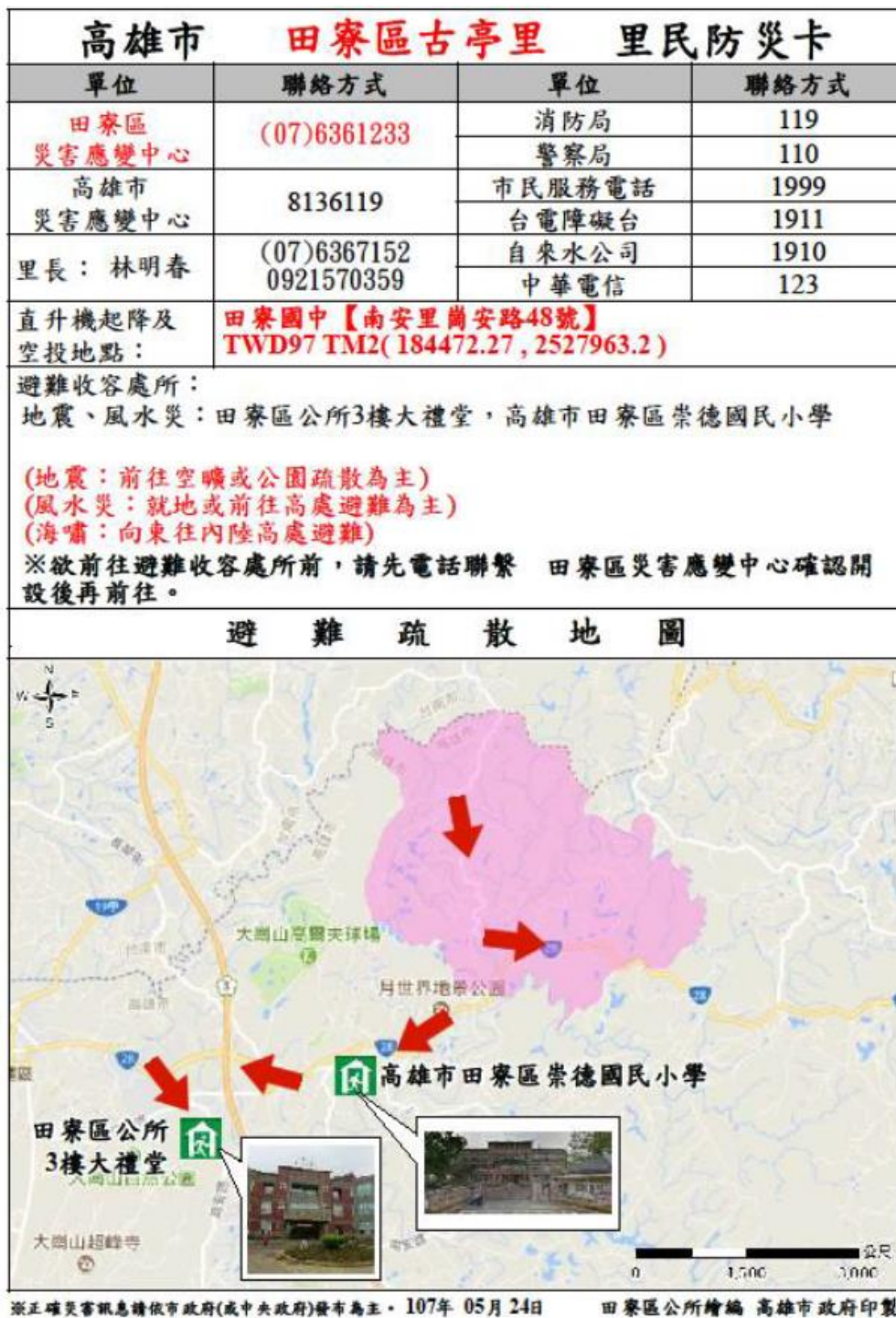


圖 10 古亭里里民防災卡

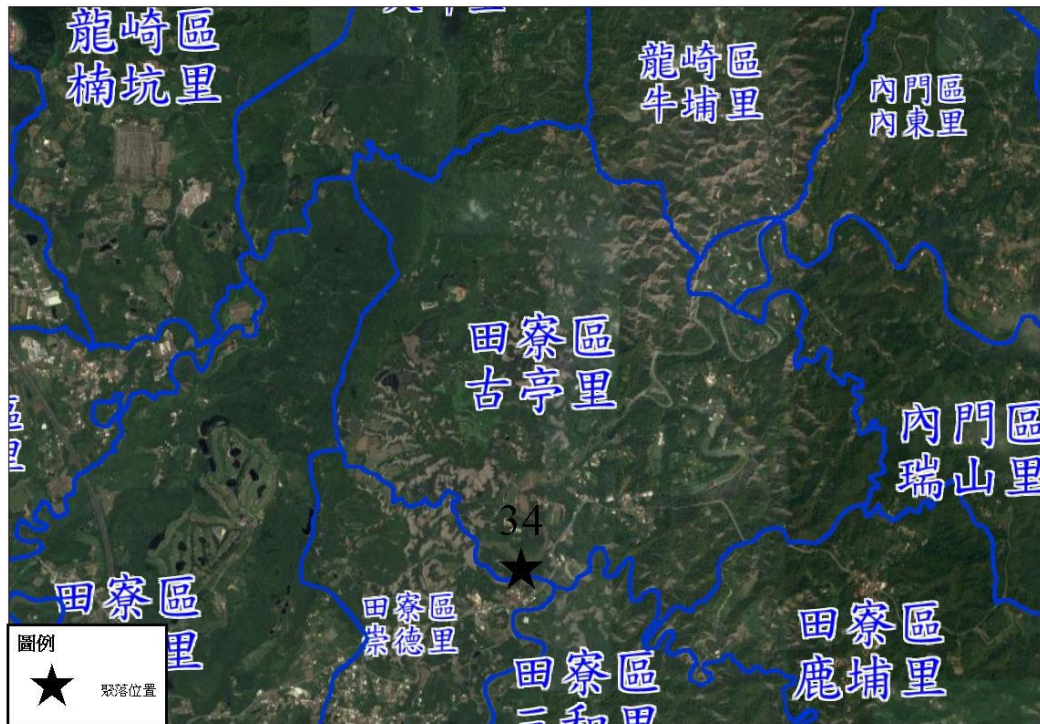


圖 13 古亭里聚落位置

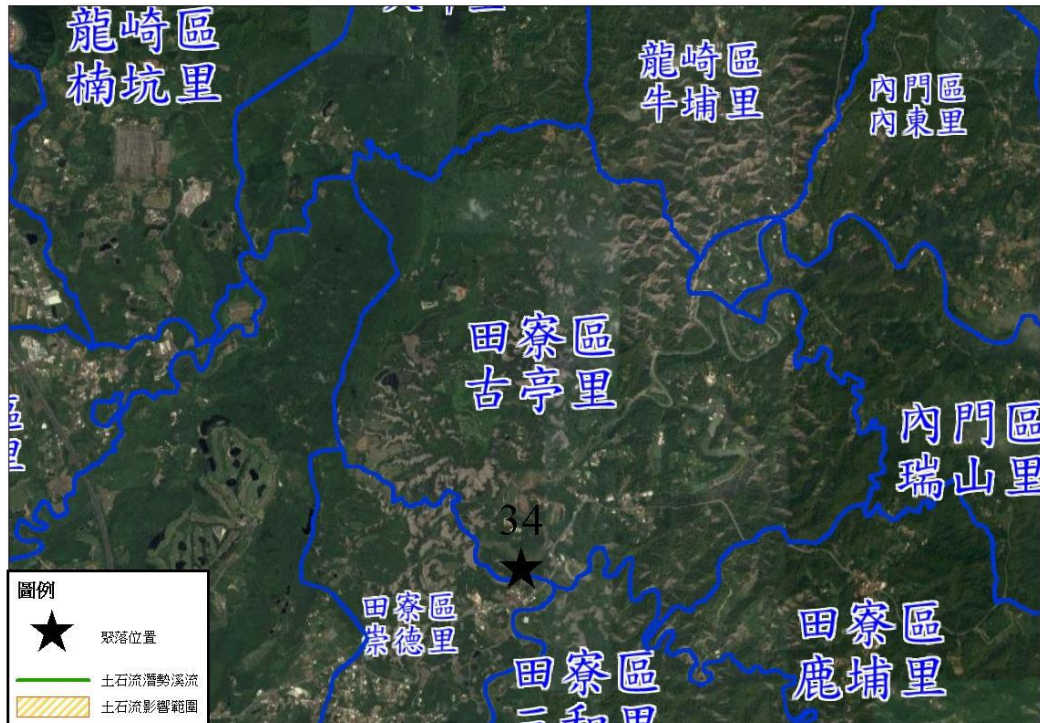


圖 14 古亭里潛勢溪流及土石流影響範圍

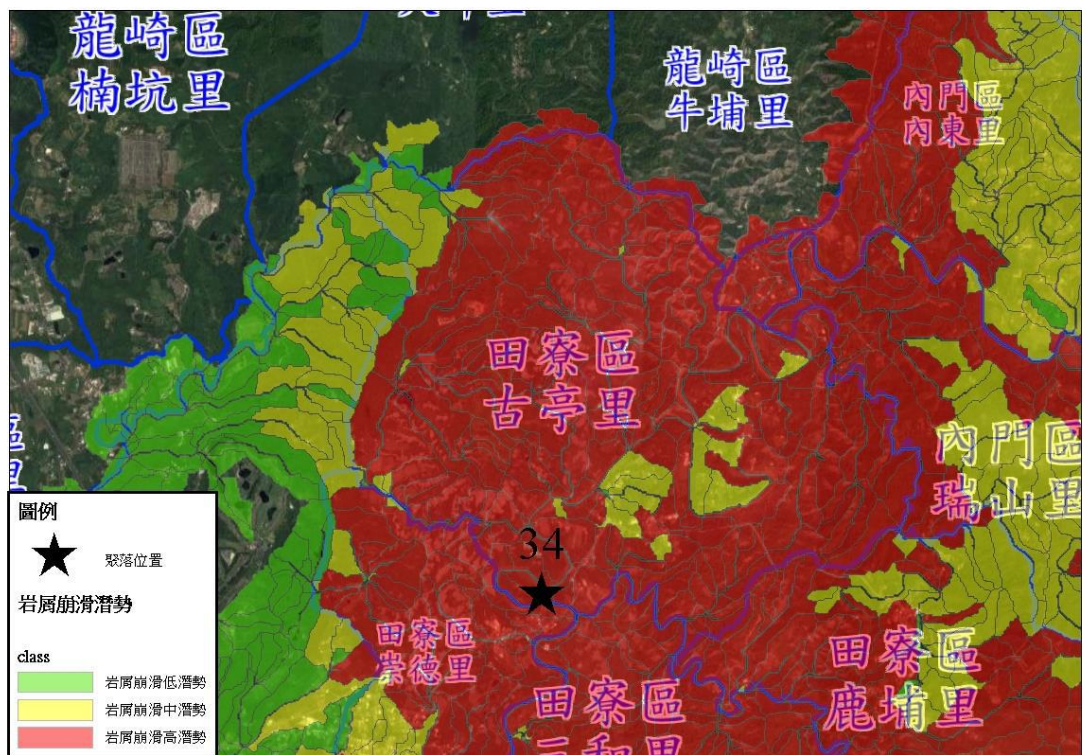


圖 15 古亭里岩屑崩滑潛勢圖

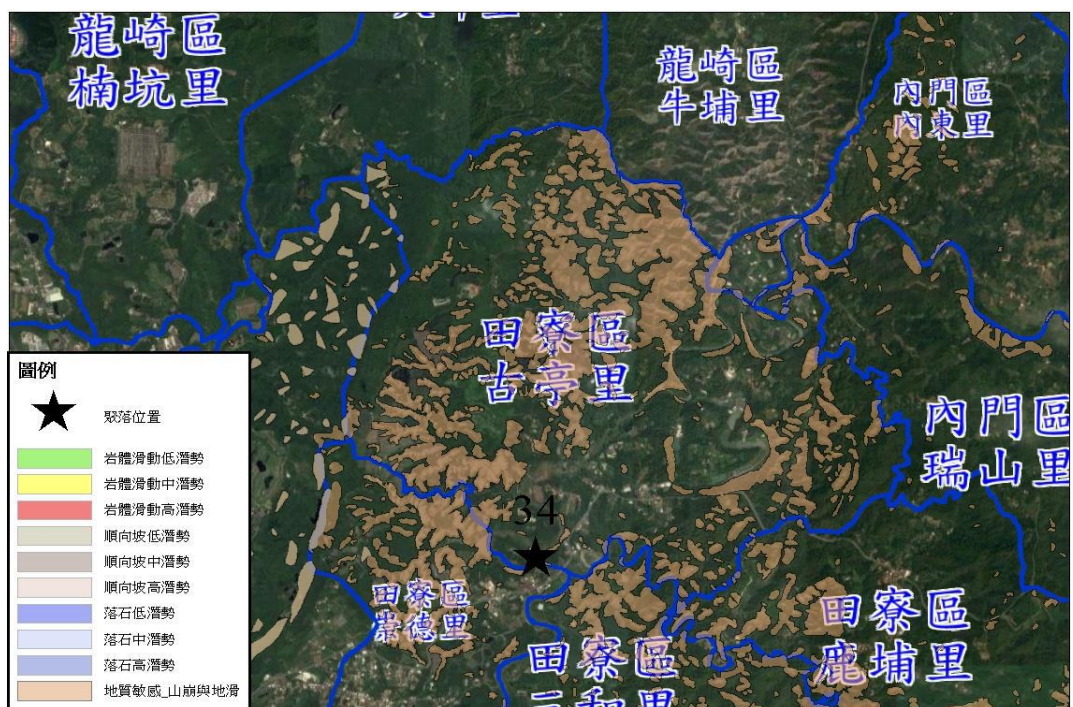


圖 16 古亭里各類潛勢圖

古亭里南勢地區

古亭里南勢地區聚落周圍環境如所示；此地坡高約 34m、坡度 23 度（42%），屬三至五級坡範圍，在聚落坡地災害潛勢部分，是位於岩屑崩滑（高潛勢）與山崩地滑潛勢範圍內。

田寮區古亭里南勢地區



圖 17 田寮區古亭里南勢地區聚落環境

災害風險指標方面，105 年梅姬颱風有使聯外道路坍方且民宅地基滑落，團隊於現場發現建物緊鄰危險邊坡（如圖 1-238 所示）、擋土牆與河流護岸毀損現以鵝卵石堆疊防護（如圖 1-239 所示），並且連外道路的路面有平行坡面的大範圍龜裂與陷落（如圖 1-240、圖 1-241

所示)。



圖 18 古亭里南勢地區民宅地基滑落



圖 19 古亭里南勢地區擋土牆沖毀以及鵝卵石護岸



圖 20 古亭里南勢地區道路陷落



圖 21 古亭里南勢地區道路有平行坡面之龜裂

表 12 田寮區古亭里南勢地區調查表單

聚落調查基本資料	
地點	田寮區古亭里南勢地區
人員	吳明淏教授、卓俊達、鄭智鴻、蘇靖尹
座標 (97TM2)	187842,2532137
住戶規模	20 戶以下

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%）	
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	
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	

調查項目		無	有	說明	備註
				☐ 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	斷層或破碎帶通過	✓		☐ 斷層帶二外側邊各一百公尺 ☐ 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	山崩與地滑地質敏感區		✓	無:F10_0 有:F10_1	

表 13、古亭里南勢地區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	梅姬颱風聯外道路坍方及民宅地基滑落
02	地層滑動	✓		☐ 三年內 ☐ 三至五年	

調查項目		無	有	說明	備註
				☐ 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	
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	已滑落 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	

調查項目		無	有	說明	備註
				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	聚落部分建物緊鄰擋土牆邊坡		✓	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%)	擋土牆已遭溪流沖蝕毀損
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	

調查項目		無	有	說明	備註
				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 ☒ 具有山崩與地滑地質敏感區潛勢	*

表 14、古亭里南勢地區社會耐災力：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				
是否有防災組織	✓		☐ 二年內 ☐ 二~五年 ☐ 五年以上	
組織成員規模	✓		☐ 低於 10 人 ☐ 10~20 人 ☐ 20 人以上	
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				
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。	
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	
參與防災宣導講習		✓	☒ 市府公所 ☒ 民間團隊 ☐ 社區自辦	
參與防災演練		✓	☐ 水災 ☒ 坡地 ☐ 地震 ☐ 其他： _ _ _ _ _	
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	里長颱風前會去勘查
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				
會收到災害預警或災情通知		✓	☐ 親友電話 ☐ 公所、鄰里長廣播	里長協同里幹事於風災前查

			■ 政府簡訊、電話通知 ■ 公所、鄰里長、警消登門通知勸離	訪
是否掌握社區弱勢族群		✓	本地有弱勢族群，分別為： 老年人口居多	
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	
本聚落避難收容處所去年開設次數		✓	☐ 一次 ☐ 二次 ■ 三次以上	
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	
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	總共進行撤離三次，居民配合二次。
D.其它需求		坍方處為農田及住家之聯外道路，目前僅可步行希望盡快修繕。		

第四章、研究方法與成果

一.資料整理

由於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。因此，我們先將資料之變數先行轉換成虛擬變數(dummy variable)。本研究在資料分析中考慮是否發生嚴重崩塌(A1)、地層滑動(A2)、土石流崩塌(A3)和其他類型坡地災害 (A4) 四個反應變數，以有無發生過為轉換依據，有發生記為 1，無發生記為 0。資料中其餘變數即為此次研究中之調查指標，其轉換方式以是否為該類別進行轉換，如聚落在調查項目坡地 (F1) 中記為第 2 類別，則在F1₂欄位記為 1，F1₃記為 0。。

下表為部分坡地環境致災性資料之虛擬變數轉換的結果

其中以調查指標 F1(坡度) 為例，資料中F1為 1 類別的部落，在虛擬變數F1₁欄位記成1、F1為 2 類別的部落則在虛擬變數F1₂欄位記成1，結果如表 15 所示。

表 15、坡地環境致災性資料之虛擬變數轉換

變數	坡地	河階台地	河谷地
----	----	------	-----

部落	$F1_1$	$F1_2$	$F1_3$	$F2_1$	$F2_2$	$F2_3$	$F3_1$	$F3_2$	$F3_3$
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	1	0	0	0	0

118 聚落分別完成虛擬變數之轉換後，考慮調查指標細分後可能遭遇樣本數不足的情況，故採用離散資料分析時的通用法則，將樣本數不足 5 的虛擬變數類別，與相鄰的類別合併(因資料中解釋變數為次序尺度，故相鄰的類別合併可保持次序關係)。調查指標合併後共有 32 項，如 $F1_2$ 、 $F1_3$ 、 $F2_1$ 、 $F2_{23}$ 、 $F3_{123}$ 、 $F4_{12}$ 、 $F4_3$ 、 $F5_1$ 、 $F5_{23}$ 、 $F6_1$ 、 $F6_2$ 、 $F6_3$ 、 $F8_{123}$ 、 $F10_1$ 、 $B1_1$ 、 $B1_2$ 、 $B1_3$ 、 $B2_{123}$ 、 $B3_{12}$ 、 $B3_3$ 、 $B4_{123}$ 、 $B5_1$ 、 $B5_{23}$ 、 $B6_{12}$ 、 $B6_3$ 、 $B8_{123}$ 、 $C1_1$ 、 $C1_2$ 、 $C1_3$ 、 $C2_2$ 、 $C2_3$ 及 $C2_{456}$ 。

圖 22、調查指標合併示意圖

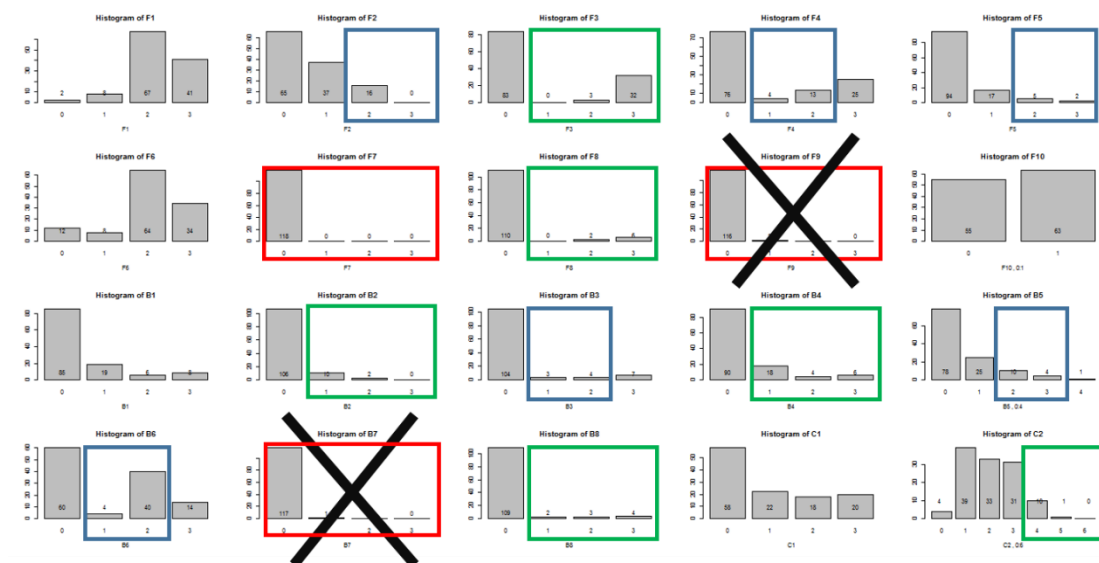


表 16、合併後之指標對照表格

代號	類型說明	合併後的變數	說明/備註
F1	坡地	$F1_2$	三至五級坡 (坡度超過 15%至 55%)
		$F1_3$	六級坡 (坡度超過 55%)
F2	河階台地	$F2_1$	非位於攻擊岸
		$F2_{23}$	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
F3	河谷地	$F3_{123}$	谷地寬度超過 30m
			谷地寬度於 10 ~ 30m 之間

			谷地寬度於 10m 以內
F4	土石流潛勢 溪流	$F4_3$	雨量警戒值未滿 400mm
		$F4_{12}$	雨量警戒值介於 400~500mm 間
			雨量警戒值超過 500mm
F5	順向坡	$F5_1$	高潛勢
		$F5_{23}$	中潛勢
			低潛勢
F6	岩屑崩滑	$F6_3$	高潛勢
		$F6_2$	中潛勢
		$F6_1$	低潛勢
F7	岩體滑動		高潛勢
			中潛勢
			低潛勢
F8	落石	$F8_{123}$	高潛勢
			中潛勢
			低潛勢
F9	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公尺
			斷層帶二外側邊各三十公尺內
F10	山崩與地滑 地質敏感區	$F10_1$	是
		$F10_0$	否
B1	坡面滲水或 湧水	$B1_1$	非從既有排水 (水保) 設施出水
		$B1_2$	有大面積出水情形
		$B1_3$	出水中帶有泥沙
B2	邊坡地表破 裂	$B2_{123}$	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
B3	建物地基陷落	$B3_{12}$	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
		$B3_3$	建物及緊鄰路面皆有大面積裂縫與陷落
B4	擋土牆破裂	$B4_{123}$	有明顯裂縫但無傾斜或變形
			有傾斜或變形
			設施明顯損毀
B5	邊坡明顯裸露無植被	$B5_1$	地面無小沖蝕溝跡象，表土流失量在百分之二十五以下。
		$B5_{234}$	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。
B6	聚落部分建物緊鄰邊坡且有擋土牆存在	$B6_{12}$	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%）
		$B6_3$	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%）
B7	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。
B8	河岸侵蝕	$B8_{123}$	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
C1	道路路面出現裂縫或局部陷落	$C1_1$	有張力裂縫但無陷落
		$C1_2$	有龜裂或陷落
		$C1_3$	有平行坡面的大範圍龜裂或陷落
C2	連外道路是否有災害潛勢	具有土石流潛勢溪流影響	0 項或單項即計為 $C2_{01}$ 兩項即計為 $C2_2$ 三項即計為 $C2_3$ 四項以上即計為 $C2_{456}$
		具有順向坡潛勢（高）	
		具有岩屑崩滑潛勢（高）	
		具有岩體滑動潛勢	
		具有落石潛勢（高）	
		具有山崩地滑潛勢	

二.羅吉斯迴歸(Multinomial Logistic Regression)

羅吉斯迴歸用於反應變數為二元分類的資料，如本研究之反應變數皆分成有無發生過兩類。首先採用羅吉斯迴歸對嚴重崩塌 (A1) 發生機率進行建模，考慮的解釋變數為上述所列之 32 項，採用逐步迴歸及 AIC 選模標準挑選適當的模型。

對反應變數嚴重崩塌發生機率進行建模，細節如下：

令 $\pi = P(A1 = 1|X_1, \dots, X_p)$ 表示基於觀測值， π 為發生嚴重崩塌的機率，

其羅吉斯迴歸模型為

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

將 (1) 整理後可得發生嚴重崩塌的機率

$$P(A1 = 1|X_1, \dots, X_p) = \frac{\exp\{\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i\}}{1 + \exp\{\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i\}} = \pi \quad (\text{式 } 2)$$

因此，若估計出(1)式中的所有參數 β_i , $i = 1, \dots, p$ 後，便可得到嚴重崩塌發生的機率(π)。

利用逐步迴歸及 AIC 選模標準，共選出 6 個快篩指標，其模型為

$$\begin{aligned} \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = & -1.31F1_2 - 0.90F1_3 + 0.90F6_3 - 1.52F10_1 + 1.58B8_{123} \\ & + 1.63C1_3 \end{aligned} \quad (\text{AIC 值:128.54})(\text{式 } 3)$$

進一步尋找更多指標存在之模型為

$$\begin{aligned} \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = & -1.42F10_1 - 1.41F10_2 + 1.93B8_{123} + 1.01F6_3 - 0.97F1_3 \\ & + 1.03B4_{123} + 1.84C2_{456} - 1.94F8_{123} \end{aligned} \quad (\text{AIC 值:130.12})(\text{式 } 4)$$

在式 3 模型中抓取了對嚴重崩塌災害有顯著影響的指標，如 $F1_2$ (3 至 5 級坡)、 $F1_3$ (6 級坡)、 $F6_3$ (岩屑崩滑高潛勢區)、 $B8_{123}$ (河岸侵蝕)、 $F10_1$ (山崩地滑敏感區)和 $C1_3$ (道路有大範圍龜裂或陷落

)，可看出在重新細分指標後，我們能得到更精準且更多的調查指標。

表 17 為依上述迴歸模型(式 3)計算所得 118 個聚落之嚴重崩塌發生機率值(紅字表實際發生崩塌)。

表 17、各聚落發生嚴重崩塌之機率值

鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值 (%)	鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值 (%)
桃源區	桃源里	北進巷四社 部落	84.4	六龜區	興龍里	邦腹溪	82.9
六龜區	寶來里	竹林 28 號	78.2	田寮區	古亭里	南勢地區	78.2
桃源區	建山里	建山派出所	78.2	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生二村 (秀嶺)	67.5
六龜區	寶來里	賴家古厝	52.7	桃源區	寶山里	森濤派出所	52.7
桃源區	桃源里	南進巷 205、206 號	51.5	茂林區	萬山里	萬山聚落	51.5
桃源區	梅山里	梅山聚落	51.5	六龜區	中興里	尾庄 1	50
六龜區	文武里	木瓜坑流域 23 鄰	50	六龜區	文武里	紫頭溪流域 16 至 18 鄰	50
六龜區	新發里	下崁	50	六龜區	新興里	溪埔地 7 鄰	50
甲仙區	大田里	中國路 4 鄰、田寮巷 8 鄰	50	甲仙區	和安里	四德	50
茂林區	多納里	多納	50	桃源區	建山里	羨仔腳 10-12 鄰	50
桃源區	復興里	復興	50	桃源區	桃源里	四社	50

桃源區	梅山里	梅山口聚落	42.5	桃源區	寶山里	寶山派出所	42.5
桃源區	寶山里	19-11 號	42.5	桃源區	寶山里	二集團聚落	42.5
甲仙區	關山里	關西巷 26 號、38 號	42.5	桃源區	拉芙蘭里	阿其巴	41.3
六龜區	新發里	和平路新發部落	39.9	六龜區	興龍里	圳頭埔 2	39.9
六龜區	興龍里	舊潭	39.9	田寮區	田寮里	16 鄰 1 號	39.9
旗山區	永和里	旗文路 276-1 號	39.9	六龜區	老濃里	頂新發	39.9
田寮區	大同里	菜堂地區	34.9	甲仙區	小林里	禁地巷 17 號	31.2
六龜區	大津里	望山腳	28.9	六龜區	義寶里	河邊聚落	28.9
甲仙區	大田里	仙林巷	28.9	甲仙區	小林里	北勢坑	28.9
甲仙區	小林里	南光	28.9	甲仙區	西安里	滴水	28.9
甲仙區	西安里	和南巷 1 鄰	28.9	甲仙區	西安里	中正路(河南里)	28.9
甲仙區	東安里	油礦溪中游區域	28.9	甲仙區	東安里	油礦巷(14 鄰)	28.9
那瑪夏區	南沙魯里	鞍山巷	28.9	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生一村(大光)	28.9
那瑪夏區	瑪雅里	民權	28.9	六龜區	大津里	2、3、4 鄰	28.9
桃源區	拉芙蘭里	拉芙蘭	28.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 16 號	23.1

那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 5 號	23.1	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 4 號	23.1
那瑪夏區	達卡努瓦里	青山巷 44 號	23.1	旗山區	新光里	6 鄰中寮二路 11-1 號、125 號	23.1
杉林區	木梓里	茄苳路 96-1 號	23.1	旗山區	新光里	6 鄰太仙宮	23.1
六龜區	六龜里	彩蝶谷 21 鄰	21.2	六龜區	文武里	苦苓溪流域 14 鄰	21.2
六龜區	荖濃里	荖濃	21.2	六龜區	荖濃里	水冬瓜	21.2
六龜區	荖濃里	合興部落 (上直瀨)	21.2	六龜區	新威里	西勢坑 12、13 鄰	21.2
六龜區	新發里	新開 24 鄰	21.2	六龜區	新發里	新開 21 鄰	21.2
六龜區	新發里	新開 25 鄰	21.2	六龜區	新發里	獅山	21.2
六龜區	新寮里	茶頂山 9 鄰	21.2	六龜區	寶來里	蘇羅婆 (不老溫泉區)	21.2
甲仙區	和安里	四德巷 3、4、5 號等 4 戶(9 鄰)	21.2	甲仙區	東安里	文化路	21.2
甲仙區	東安里	油礦溪上游區域	21.2	六龜區	六龜里	彩蝶谷 20 鄰	21.2
甲仙區	關山里	關山本部落	21.2	甲仙區	東安里	油礦巷 (10 鄰)	21.2
甲仙區	寶隆里	寶隆	21.2	美濃鎮	廣林里	高雄美濃雙溪橋至黃蝶翠谷一帶	21.2
桃源區	高中里	美蘭	21.2	杉林區	杉林里	超峰寺	17.9

田寮區	田寮里	16 鄰 37 號	17.9	桃源區	拉芙蘭里	樟山	17.9
杉林區	集來里	8 至 11 鄰	17.9	桃源區	桃源里	桃源	17.9
六龜區	寶來里	竹林 16、17 鄰、1-1 號及 10 號	12.6	六龜區	中興里	20、21 鄰(草坵部落)	12.6
桃源區	勤和里	東莊	12.6	甲仙區	東安里	油礦巷 56 號	12.6
田寮區	南安里	朝元寺	8.1	甲仙區	大田里	仙林巷 19 號	8.1
甲仙區	大田里	新興路 67 巷 13-6 號、18 號	8.1	甲仙區	小林里	禁地巷 25 號	8.1
甲仙區	和安里	四德巷 29 號	8.1	甲仙區	東安里	白雲巷	8.1
甲仙區	關山里	中和巷	8.1	杉林區	月眉里	5 鄰	8.1
杉林區	集來里	金興社區	8.1	旗山區	新光里	後厝巷三合院	8.1
大社區	嘉誠里	水哮巷	5.5	六龜區	新發里	靜閑山莊	5.5
甲仙區	大田里	新興路 67 巷 21 號	5.5	甲仙區	東安里	咖啡巷(11 鄰)	5.5
甲仙區	關山里	十八灣	5.5	杉林區	月眉里	4 鄰	5.5
杉林區	月眉里	3 鄰	5.5	杉林區	月眉里	2 鄰	5.5
杉林區	集來里	389-16 號	5.5	桃源區	建山里	新寶路 11-11 號	5.5
鼓山區	桃源里	山海宮	5.5	旗山區	東平里	李安宮	5.5

旗山區	三協里	大坑巷 16 號	5.5	旗山區	東平里	義民廟	5.5
旗山區	太平里	樂和街 78 號	5.5	旗山區	南勝里	旗南三路 262-1 號	5.5
旗山區	新光里	6 鄰雞籠罩	5.5	燕巢區	深水里	牧場路 73-4 號	5.5
燕巢區	深水里	牧場路 128 號	5.5	甲仙區	關山里	嘉雲巷 1 號	5.5

三.彈性選擇模型

不同的迴歸模型具有不同的解釋效果。將資料整理步驟後的 32 項調查指標建立所有可能性的迴歸模型，並利用常用模型評估指標 AIC 比較各個模型的擬合程度，AIC 越小表示模型配適越好。每個指標有選取或不選的可能，增加截距項後迴歸模型的所有可能性有 2^{33} 種。記錄此 2^{33} 種模型之 AIC，並依小到大排序。

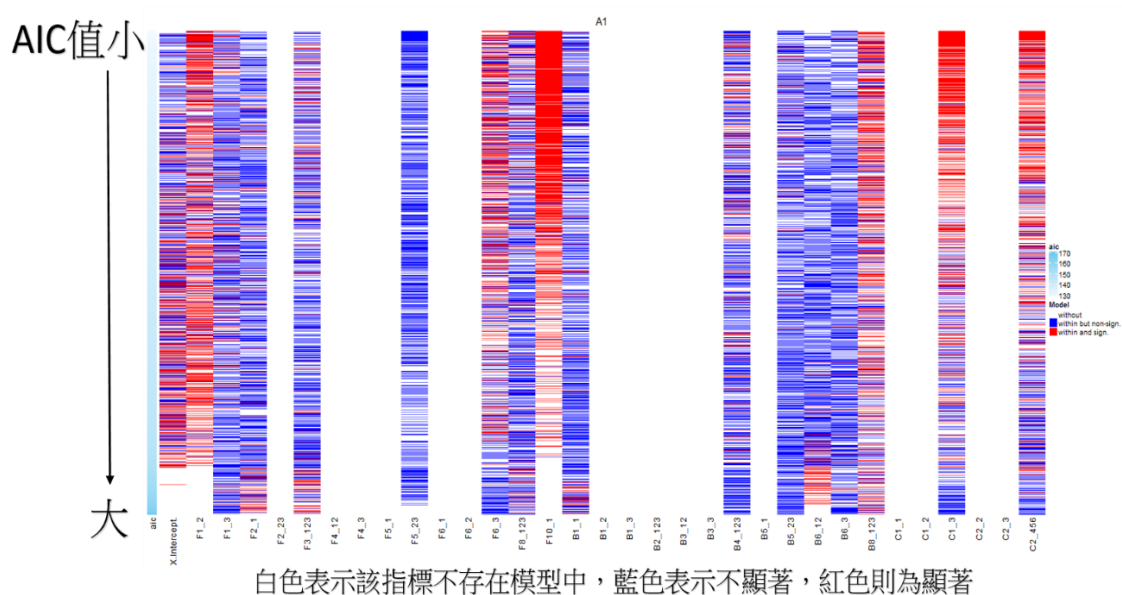


圖 23、所有可能性之模型

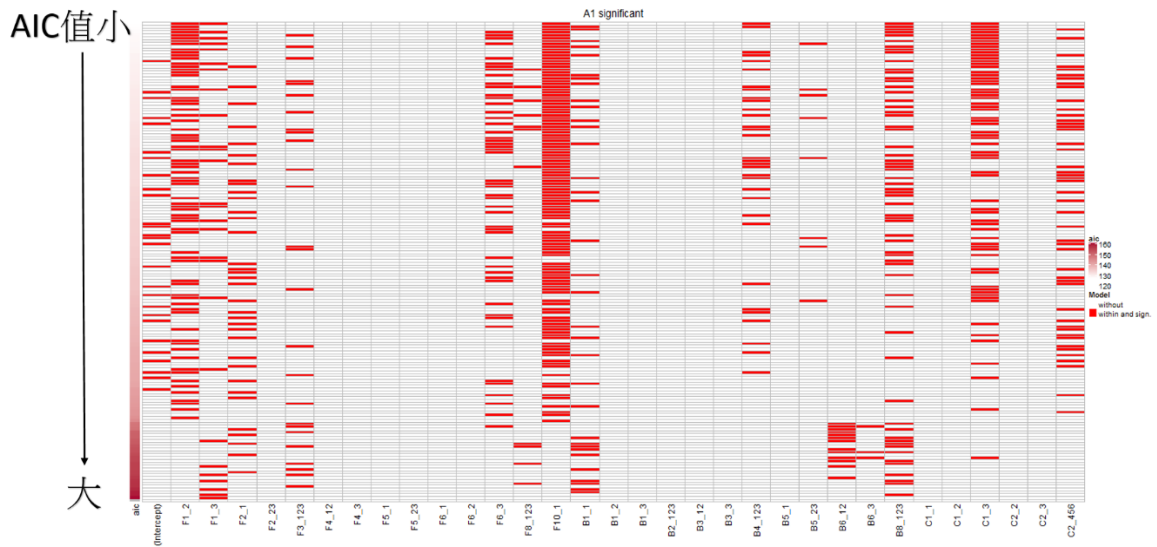


圖 24、指標皆為顯著之模型

以視覺化方式呈現，結果如圖 23 所示。橫軸為 32 項調查指標，每一列為一個模型。白色為指標不在模型內，藍色為指標在模型內但不顯著，紅色為指標在模型內且顯著。圖 24 可看出 $F1_2$ 、 $F10_1$ 、 $B8_{123}$ 、 $C1_3$ 及 $C2_{456}$ 表現顯著的居多(越靠近圖上方邊界越密集)，其餘指標的顯著性表現則參半或以不顯著為主。上述所列之五個調查指標皆存在於 (3) 式中。當模型中指標皆為顯著時則保留之，如圖 24 所示。圖 24 看出當 AIC 越小時(模型配適度越好時)， $F10_1$ 及 $C1_3$ 越常出現在模型內(越靠近上方紅色越密集)；反之，其餘指標出現在模型內不如以上 5 個調查指標，結果與圖二相符。圖 24 中模型 AIC 越小時，調查指標 $B8_{123}$ 和 $F1_2$ 出現的頻率相對於其他變數來得高，故 (3) 式內也選取了此兩項。

在 AIC 相差不多的模型中，選擇較容易解釋之模型。保留適當的

模型個數，並針對保留模型中的各個調查指標進行評分，評分越高表示該調查指標越常出現在保留模型中。保留適當的模型個數有多種方式，如截取 AIC 排序後相差最多的地方或選擇 AIC 前百分之十的模型等等。

四.調查指標評分

應用上節所述，本團隊選擇保留 AIC 前 10 百分之十之模型，如下方圖 26 所示，並對這這些模型中出現的調查指標進行評分。評分公式如下，

$$score = \frac{w_i I}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$w_i = \frac{1}{AIC_i}, i = 1, \dots, n$$

其中 n 為保留模型個數， I 為指標函數， w_i 為 AIC 權重， $score$ 為調查指標出現在模型中的得分。各指標評分結果呈現於圖 26 及表 18。

(3) 式中所選到的調查指標正是評分排序中之前 6 名，更加可以驗證 (3) 式最佳模型內保留了重要的調查指標。

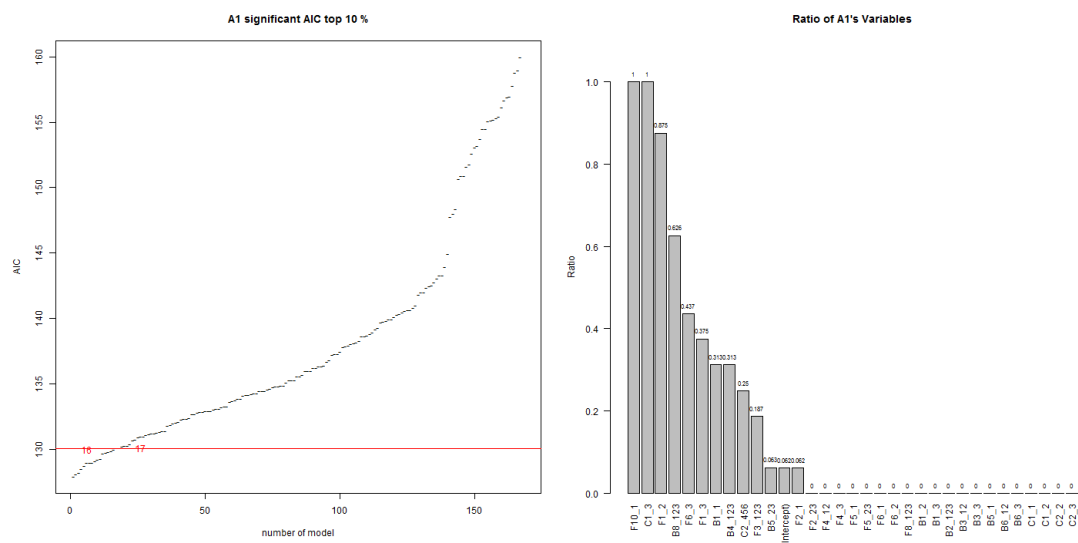


圖 25、調查指標評分圖

表 18、調查指標之得分表

調查指標	得分
F10 ₁ (聚落位於山崩地滑敏感區)	1.0
C1 ₃ (連外道路有平行坡面的大範圍龜裂或陷落)	1.0
F1 ₂ (坡地為 3 至 5 級坡)	0.875
B8 ₁₂₃ (具有河岸侵蝕風險)	0.626
F6 ₃ (聚落位於岩屑崩滑高潛勢區)	0.437
F1 ₃ (坡地為 6 級坡)	0.375
B1 ₁ (坡面滲水中帶有泥沙)	0.313
B4 ₁₂₃ (擋土牆破裂)	0.313
C2 ₄₅₆ (連外道路有 4 項以上災害潛勢)	0.25

檢視完指標之得分後，本團隊在關鍵指標與選擇指標數量的方向

上試著找出最佳平衡，得出結果如下表 19 呈現。X2 模型雖不具有最佳之 AIC 值，但可看出 X2 模型在指標挑選數量上不僅比 X1 增加了 2 項，且 B_{4123} 及 C_{2456} 也具有 0.313 及 0.25 之分數，綜合以上探討，X2 模型能提供使用者更多的選擇性，未來也會將這兩個模型一併放入本團隊製作之高雄市聚落坡地災害風險評估試算表。

表 19、嚴重崩塌兩種模型之比較表

災害類型	最佳 AIC 值模型 X1(128.54)	具有更多指標之模型 X2(130.71)
嚴重崩塌	$1.52F_{10_1} + 1.63C_{1_3} - 1.31F_{1_2} + 1.5B_{8_{123}} + 0.90F_{6_3} - 0.90F_{1_3}$ (3)式	$-1.42F_{10_1} - 1.41F_{1_2} + 1.93B_{8_{123}} + 1.01F_{6_3} - 0.96F_{1_3} + 1.03B_{4_{123}} + 1.82C_{2_{456}}$ (4)式

五.ROC 曲線 (Receiver Operating Characteristic Curve)

評估模型的優劣亦可透過其他評估指標，如模型的預測能力。評估模型預測能力可透過 ROC 曲線達到，當 (3) 式估計聚落發生嚴重崩塌的機率大於門檻值，便預測該聚落會發生坡地災害；反之，則不會。最佳門檻值透過 ROC 曲線求得，概念為在機率 0 到 1 之間找出一個門檻值使得模型預測的敏感度(Sensitivity)和特異度(Specificity)達到最大。每個門檻值的設定皆有以下四種可能：

1. 真陽性 (TP)：預測聚落會發生災害，實際也發生過。
2. 偽陽性 (FP)：預測聚落會發生災害，但實際沒發生過。
3. 真陰性 (TN)：預測聚落不會發生災害，實際也沒發生過。
4. 偽陰性 (FN)：預測聚落不會發生災害，但實際發生過。

模型預測之敏感度為在所有實際發生過災害的聚落中，被正確地預測該聚落會發生災害之比率，即 $\frac{TP}{FN+TP}$ ；而模型之特異度則為在所有實際沒發生過災害的聚落中，被正確地預測該聚落不會發生災害之比率，即 $\frac{TN}{FP+TN}$ 。以圖一說明，縱軸為敏感度，橫軸為特異度，則門檻值的設定為越靠近左上方越好。模型預測的準確度為在所有聚落中，預測正確之比率，即 $\frac{TN+TP}{FP+TN+TP+FN}$ 。

圖 26 為 (3) 式與 (4) 式之 ROC 曲線圖，圖中黑線為 (3) 式之資訊，表示 (3) 式中機率 0.212 為最佳門檻值。該門檻值使模型預測之敏感度與特異度加總達到最大，敏感度與特異度分別為 0.758 及 0.612(1-0.388)。圖中藍線為 (4) 式之資訊，當最佳門檻值為 0.267 時，敏感度與特異度分別為 0.682(1-0.318)及 0.758。門檻值設定後，計算聚落發生災害的機率並將它由小至大排序。曲線下面積 AUC 作為模型分類優劣的標準，不論是模型 (3) 或 (4) 式的 AUC 皆大於 0.5，表示達到『優於隨機猜測』的標準。

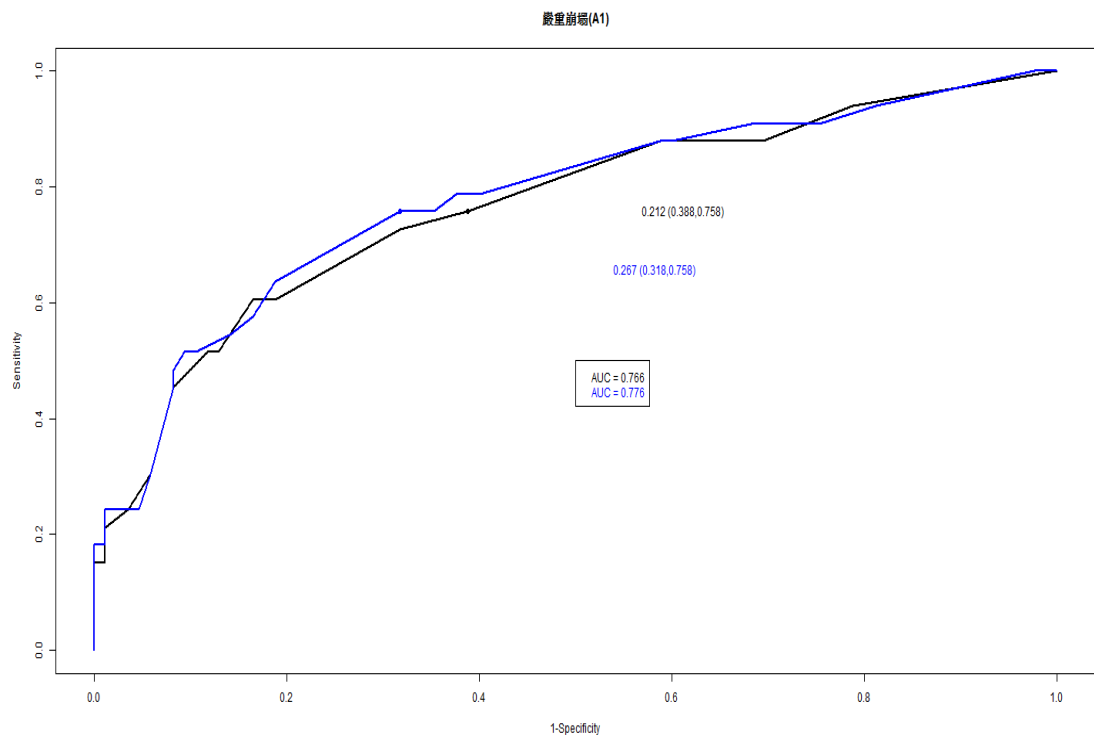


圖 26、(3) 式與 (4) 式之 ROC 曲線圖

第五章、後續應用與結論建議

一.建立風險評估試算表

延續上章末段所找得之 X1、X2 模型，本團隊利用 EXCEL 建立可供相關部門使用之災害風險評估試算表，表 21、22 以三個聚落為範例。針對嚴重崩塌災害，若記錄的調查指標類別符合下標標記之類別時，則記為 1，反之記為 0，代入試算表內即可求出機率值。

表 20、指標代號對照表

指標代號	說明
F1_2	坡地為 3 至 5 級坡
F1_3	坡地為 6 級坡
F6_3	聚落位於岩屑崩滑高潛勢區
F10_1	位於山崩地滑敏感區
B8_123	具有河岸侵蝕跡象
C1_3	道路路面有大範圍龜裂
F8_123	位於落石風險潛勢區
B4_123	擋土牆破裂

C2_456	連外道路有 4 項以上災害潛勢
--------	-----------------

表 21、X1 模型對嚴重崩塌之評估試算表格範例

X1: $1.52F_{10_1}+1.63C_{1_3}-1.31F_{1_2}+1.5B_{8_{123}}+0.90F_{6_3}-0.90F_{1_3}$ (AIC:128.54)							
聚落位置	F1_2	F1_3	F6_3	F10_1	B8_123	C1_3	發生災害機率
六龜區興 龍里	0	1	1	0	1	0	82.9%
六龜區寶 來里	1	0	1	1	1	1	78.2%
田寮區古 亭里	1	0	1	1	1	1	78.2%

表 22、X2 模型對嚴重崩塌之評估試算表格範例

X2: $-1.42F_{10_1}-1.41F_{1_2}+1.93B_{8_{123}}+1.01F_{6_3}-0.96F_{1_3}+1.03B_{4_{123}}+1.82C_{2_{456}}$ (130.71)									
聚落位置	F1_2	F1_3	F6_3	F8_123	F10_1	B4_123	B8_123	C2_456	機率
六龜區興	0	1	1	0	0	0	1	0	87.8%

龍里									
六龜區寶來里	1	0	1	0	1	1	1	0	75.7%
田寮區古亭里	1	0	1	0	1	1	1	0	75.7%

在資料中，位於寶來里與古亭里之聚落於調查指標『坡地坡度』評為類別 2(3~5 級坡)，轉換之後為 F1_2 類別，所以在表格 F1_2 欄位記為 1，而 F1_3 則記為 0；而 3 個聚落在調查項目『河岸侵蝕』皆有勾選到，所以在表格 B8_123 欄位記為 1。項目確認完畢後，填入試算表中之各欄位便可得出災害發生機率值。不論是新調查或已調查的聚落，都可以容易地利用試算表快速得知聚落發生災害的機率。

二、結論與建議

對原始數據進行分析、轉換、整理歸納後，本團隊放大檢視各指標中程度的分級，目的便是在希望能夠找出更精準的致災原因。利用羅吉斯迴歸分析，針對嚴重崩塌災害找出最佳 AIC 值模型與一個存在更多指標之模型；其中主要指標分別為：屬於山崩地滑地質敏感區(F10₁)、路面有大規模龜裂(C1₃)、坡地為 3~5 級坡(F1₂)、河岸具有侵蝕跡象(B8₁₂₃)、位於岩屑崩滑高潛勢區(F6₃)、坡地為 6 級坡(F1₃)、位於落石潛勢區(F8₁₂₃)、擋土牆有破裂現象(B4₁₂₃)、連外道路有四項

以上災害潛勢(C2₄₅₆)，未來我們也會將會此方法延伸使用至其他類型之災害，並且將以最佳模型為基礎去找出更多可供使用者選擇的次要模型，並且都會附於風險評估試算表內，達到期中審查委員對於能否提供給地方上人員簡易操作使用之最終目的。

在進行調查結束後，針對評估為危險之區域，可依調查成果建置易致災風險警示戶，將這些有致災風險區域民眾資訊進行造冊 (流程如圖 31、範例如表 23 所示)，在災害來臨前可以提醒這些警示戶民眾多加防範，必要時也可以進行勸導、鼓勵民眾先行離開危險區域。

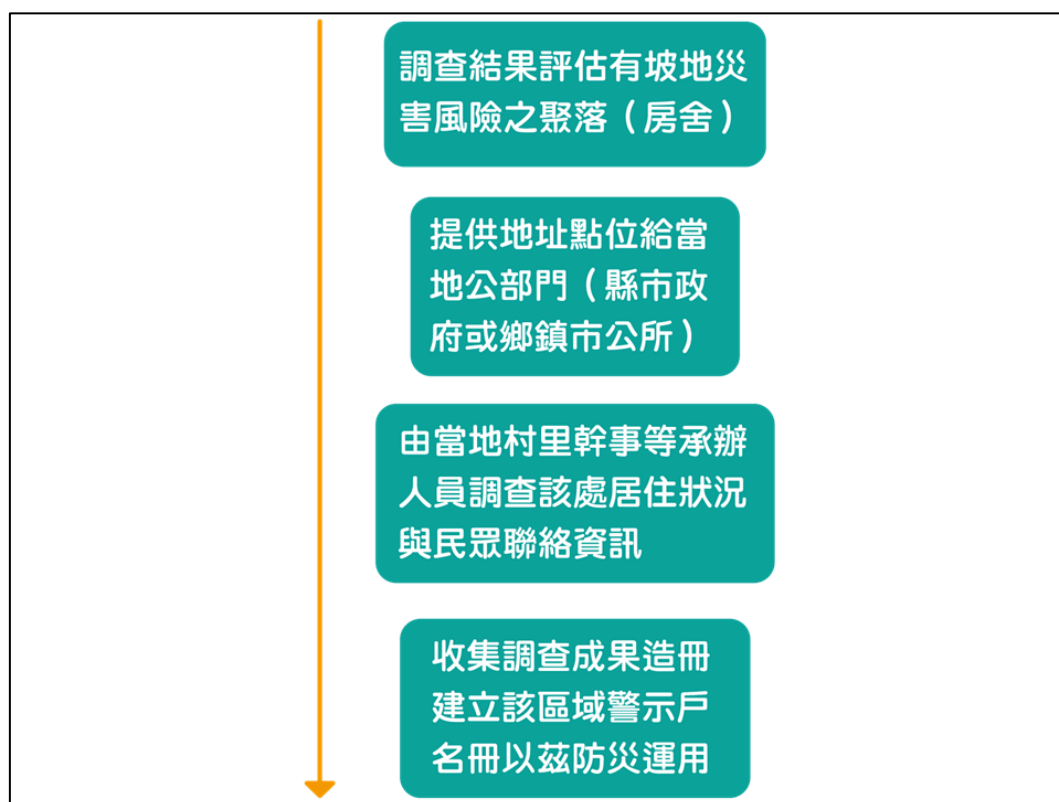


圖 27 警示戶調查流程圖

表 23 警示戶格式範例

縣市	鄉鎮	村里	地址	姓名	性別	出生日期	實際居住於此	弱勢族群	家庭電話	行動電話	緊急連絡人	備 註
高雄市	旗山區	上洲里	1 鄰大坑巷 1 號	李 O 四	女	00.0.0	是	老人	無	0900-000000	張 O 三 0900-000000	

附錄

附錄一、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
一	多元羅吉斯迴歸之妥善性如何?其建立方法之正確性如何?一詳加探討避免誤用	多元羅吉斯迴歸適用於反應變數為多元 (≥ 2) 分類的資料，例如手術的兩種結果—存活或死亡。本研究在資料分析中所考慮的問題為是否發生嚴重崩塌 (A1)、地層滑動 (A2)、土石流災害 (A3) 和其他類型坡地災害 (A4)，即將以上四個反應變數各分成兩類—有或無發生，建立方法滿足多元羅吉斯迴歸的應用範疇，亦符合多元羅吉斯迴歸之妥善性。
二	表 15 之虛擬轉換依據何在?其細分是否屬連續性效應?	感謝委員指教，已新增於 P.44、P.45，請參閱。
三	未來防災上大規模崩塌部分是否也列入警示戶中一併考量?本年度之討論亦可提出想法	感謝委員指教，本團隊會參考地調所、水保局、林務局已針對淺在大崩塌潛勢區範圍調查進行考量。
四	封面英文大小寫請留意	感謝委員指教，已改正。

項次	審查意見	回覆辦理情形
五	若限制在淺層崩塌的災害，則對高雄淺層崩塌快篩之準確性是否有探討？ 或可於本年度再討論之，讓指標參數可以應用。	感謝委員提供意見，已新增於 P.44-P.48。
六	禁飛區之調查改用現地調查是否仍有限制請說明。	請參閱 P.11，本團隊在調查聚落篩選階段時已將禁航區與軍事基地排除，依種類來看，應當只有綠色框的軍事基地與軍事用地區會有現地調查上的限制。
七	第一年之成果擬以 B3、B5、C23、C3、F10 為主，其結果與『坡地易淺層崩塌』是否能契合？	感謝委員指教，B3(建物地基陷落)、B5(邊坡明顯裸露無植被)、C2(聯外道路是否有災害潛勢)、F10(山崩與地滑地質敏感)，這幾個指標是針對嚴重崩塌災害類型，在目前做出的成果中，可發現是有高度相關性的。
八	套疊保全戶過程中，是否有考慮淺崩下方之影響範圍？	感謝委員指教，請參閱 P.22 內有針對建物緊鄰危險邊坡之說明。

項次	審查意見	回覆辦理情形
九	未來模式是否能簡單化，並交由鄉鎮村里之防災人員進行保全戶之圈繪統計？	本團隊朝著未來能夠建立快篩機制為目標，會以委員提供的建議為方向。
十	報告書及口頭報告提到將製作市區之正射影像及 3D 模型，建議可將相關成果納入本局系統上(如 BigGIS 及 UAV 成果上傳系統)，以利後續增值應用	感謝委員提供建議，本團隊也希望能有後續更加增值應用的價值性。
十一	報告書第 32 頁，針對調查成果分析中，係利用各項平等計分方式進行計算，後續將再深入探討是否提高不同調查指標之分數差異度，建議詳細說明評分方式依據。	感謝委員指教，此部分已無使用並移除，並已於 P.40-P.43 放上應用範例。
十二	報告書 36 頁，C 向道路	感謝委員指教，此部分已更正。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	通組特性中，第 01 點道路路面出現裂縫或局部陷落裡三項說明：『有張力裂縫但無陷落』、『有龜裂或陷落』及『有平行坡面的大範圍龜裂或陷落』分數皆為 3 分，與其他複數選項之分數不同，建議進行說明或更正。	

附錄二、期中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
一	p17 住戶規模及以下分為高、中、低等級者應有定義說明或調整建議等。	回覆委員建議，住戶規模以密集程度作區分 20 戶以下 20~40 戶 40~60 戶 60 戶以上。
二	p22 自然邊坡與建物的安全距離似應與擋土牆不相同。	感謝委員指教，在調查項目『聚落部分建物緊鄰危險邊坡』改正為『聚落部分建物緊鄰邊坡且有擋土牆存在』
三	p51 圖二、三等所指為何，對相關圖示的說明請加強。	感謝委員指教，已加強說明在 P.53 頁
四	p54 圖號有誤。	已改正，改謝委員指教
五	請再留意針對不同地質災害類型的警戒發布方式與標準詳加說明。	本計畫目的在於評估指標的建 關於警戒方式發布標準並非此次探討之重點，但是分析結果還是會對於未來在於有助於警示戶選定。
六	聚落調查於 P10 說明將排除土石流直接影響區域，為何	感謝委員指教，此部分為勘誤，已進行

	P17 指標又包含 04 土石流潛勢溪流？	修正，本團隊調查之聚落包含土石流影響區域及其他邊坡災害。
七	同上，非土石流影響範圍之坡地聚落是否有如 P26 表格內所列各項指標資料？如無調查意義為何？	感謝委員指教，因本團隊調查的災害類型中還有其他坡地災害類型，其他坡地聚落也都有做相關社會耐災力表格，方便進一步了解此聚落的防災意識。
八	古亭里並無社會耐災力表格。	感謝委員指教，因本團隊在調查前都會先放入該里的簡介資料，實際調查的地點為古亭里南勢地區。

附錄三、期末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
一	保全戶為目前政府土石流警戒通稱，本研究以警示戶，是否創立另一名詞？	本研究中之警示戶是希望能有別於以災損程度做為分類，將不包含於保全戶中，但也同樣具有災害潛勢之聚落挑出來，使更多民眾的生命財產能受到保障。相關

		圖示說明於第 6 頁。
一 二	調查的指標是依據地調所調查資料，或是貴校現場調查的資料？	調查指標中包含地調所之圖籍資料及本團隊在這兩年中前往各聚落現場調查之資料。
三	研究成果將區域的風險評估，如何結果『時間』，民眾要何時疏散避難，建議可以結合探討	感謝委員建議，此部分未來可以整合至各里之里民防災卡中。
四	研究成果調查指標得分表中，F1_2(坡地為 3 至 5 級坡)得分 0.875，比 F1_3(坡地為 6 級坡)得分 0.375 為高，似與現實坡地愈陡愈易崩塌不符，請釐清說明	回覆委員意見，這部分進行探討後本團隊覺得也許是實際案例中，位於 6 級坡之聚落是屬於已經發生過嚴重崩塌，而另一方面 3~5 級坡之聚落未曾發生崩塌所以災害潛勢風險較高。此處也是由於統計軟體直接得出之結果，未來本團隊也會針對這個部分去進行討論。
五	在最佳 AIC 模型考量之因子與多指標模與不同，且 C1_3 之得分為 1.0 並未選入多指標模型，是否造成多	從統計學的角度來看，在 ROC 曲線圖中我們可以得出多指標模型之 AUC 值大於 0.5，也就是優於

	指標模型評估準確率差異較大?	隨機猜測。C1_3 在得分為 1.0 情況下卻沒有被篩選到，但是我們也另外挑出了 F1_3、B4_123、C2_456，很有可能是這三個指標的影響性把 C1_3 給稀釋掉了，加上 C1 項與 C2 項皆為聯外道路相關指標，所以差異上應該不大。
--	----------------	---

附錄四、各聚落各坡地災害類型發生機率

表一、發生 A2(地層滑動)災害機率

鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值(%)	鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值(%)
大社區	嘉誠里	水哮巷	0.59	六龜區	新發里	獅山	5.9
六龜區	大津里	2、3、4 鄰	27.1	六龜區	新發里	靜閑山莊	5.2
六龜區	大津里	望山腳	19.5	六龜區	新寮里	茶頂山 9 鄰	5.9
六龜區	中興里	20、21 鄰(草坵部落)	2.2	六龜區	新興里	溪埔地 7 鄰	27.1
六龜區	中興里	尾庄 1	2.2	六龜區	義寶里	河邊聚落	5.9

六龜區	六龜里	彩蝶谷 20 鄰	5.9	六龜區	興龍里	圳頭埔 2	5.9
六龜區	六龜里	彩蝶谷 21 鄰	5.9	六龜區	興龍里	邦腹溪	5.9
六龜區	文武里	木瓜坑流域 23 鄰	2.2	六龜區	興龍里	舊潭	19.5
六龜區	文武里	苦苓溪流域 14 鄰	0.59	六龜區	寶來里	竹林 16、17 鄰、1-1 號及 10 號	0.59
六龜區	文武里	紫頭溪流域 16 至 18 鄰	17.4	六龜區	寶來里	蘇羅婆(不老溫泉區)	5.9
六龜區	荖濃里	頂新發	5.9	六龜區	寶來里	竹林 28 號	5.2
六龜區	荖濃里	荖濃	5.9	六龜區	寶來里	賴家古厝	5.2
六龜區	荖濃里	水冬瓜	5.9	田寮區	大同里	菜堂地區	5.2
六龜區	荖濃里	合興部落(上直瀨)	5.9	田寮區	古亭里	南勢地區	5.2
六龜區	新威里	西勢坑 12、13 鄰	36.7	田寮區	田寮里	16 鄰 1 號	5.2
六龜區	新發里	新開 24 鄰	2.2	田寮區	田寮里	16 鄰 37 號	0.59
六龜區	新發里	和平路新發部落	2.2	田寮區	南安里	朝元寺	0.59
六龜區	新發里	下坎	5.9	甲仙區	大田里	中國路 4 鄰、田寮巷 8 鄰	5.9
六龜區	新發里	新開 21 鄰	19.5	甲仙區	大田里	仙林巷	5.9
六龜區	新發里	新開 25 鄰	19.5	甲仙區	大田里	仙林巷 19 號	2.2

甲仙區	大田里	新興路 67 巷 21 號	0.5	甲仙區	關山里	十八灣	2.2
甲仙區	大田里	新興路 67 巷 13-6 號、18 號	2.2	甲仙區	關山里	關山本部落	11.9
甲仙區	小林里	禁地巷 17 號	0.59	甲仙區	關山里	中和巷	2.2
甲仙區	小林里	禁地巷 25 號	0.59	甲仙區	關山里	關西巷 26 號、38 號	2.2
甲仙區	小林里	北勢坑	5.9	甲仙區	關山里	嘉雲巷 1 號	0.59
甲仙區	小林里	南光	27.1	甲仙區	寶隆里	寶隆	5.9
甲仙區	西安里	滴水	17.4	杉林區	月眉里	5 鄰	5.2
甲仙區	西安里	和南巷 1 鄰	19.5	杉林區	月眉里	4 鄰	0.59
甲仙區	西安里	中正路(河南里)	2.2	杉林區	月眉里	3 鄰	5.2
甲仙區	和安里	四德	5.9	杉林區	月眉里	2 鄰	5.2
甲仙區	和安里	四德巷 3、4、5 號等 4 戶(9 鄰)	36.7	杉林區	木梓里	茄苳路 96-1 號	0.59
甲仙區	和安里	四德巷 29 號	2.2	杉林區	杉林里	超峰寺	5.2
甲仙區	東安里	文化路	27.1	杉林區	集來里	金興社區	11.9
甲仙區	東安里	白雲巷	55.4	杉林區	集來里	8 至 11 鄰	2.2
甲仙區	東安里	咖啡巷(11 鄰)	11.9	杉林區	集來里	389-16 號	0.59
甲仙區	東安里	油礦溪上游區域	27.1	那瑪夏區	南沙魯里	鞍山巷	19.5

甲仙區	東安里	油礦溪中游區域	5.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 16 號	0.59
甲仙區	東安里	油礦巷（10 鄰）	5.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 5 號	0.59
甲仙區	東安里	油礦巷（14 鄰）	5.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 4 號	0.59
甲仙區	東安里	油礦巷 56 號	2.2	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生一村(大光)	5.9
那瑪夏區	達卡努瓦里	民生二村(秀嶺)	5.9	桃源區	復興里	復興	2.2
那瑪夏區	達卡努瓦里	青山巷 44 號	3.4	桃源區	勤和里	東莊	2.2
那瑪夏區	瑪雅里	民權	58.9	桃源區	寶山里	寶山派出所	5.2
美濃鎮	廣林里	高雄美濃雙溪橋至黃蝶翠谷一帶	19.5	桃源區	寶山里	19-11 號	0.59
茂林區	多納里	多納	5.9	桃源區	寶山里	二集團聚落	5.2
茂林區	萬山里	萬山聚落	17.4	桃源區	寶山里	森濤派出所	0.59
桃源區	拉芙蘭里	拉芙蘭	5.9	鼓山區	桃源里	山海宮	17.4
桃源區	拉芙蘭里	樟山	11.9	旗山區	三協里	大坑巷 16 號	17.4
桃源區	拉芙蘭里	阿其巴	0.59	旗山區	太平里	樂和街 78 號	5.2
桃源區	建山里	新寶路 11-11 號	17.4	旗山區	永和里	旗文路 276-1 號	36.7
桃源區	建山里	羨仔腳 10-12 鄰	5.9	旗山區	東平里	李安宮	5.2

桃源區	建山里	建山派出所	0.17430763 9	旗山區	東平里	義民廟	2.2
桃源區	桃源里	桃源	0.59	旗山區	南勝里	旗南三路 262-1 號	2.2
桃源區	桃源里	四社	17.4	旗山區	新光里	6 鄰中寮二路 11-1 號、125 號	0.59
桃源區	桃源里	南進巷 205、206 號	2.2	旗山區	新光里	6 鄰太仙宮	0.59
桃源區	桃源里	北進巷四社部 落	2.2	旗山區	新光里	6 鄰雞籠罩	0.59
桃源區	高中里	美蘭	5.9	旗山區	新光里	後厝巷三合院	0.59
桃源區	梅山里	梅山口聚落	17.4	燕巢區	深水里	牧場路 73-4 號	5.2
桃源區	梅山里	梅山聚落	0.59	燕巢區	深水里	牧場路 128 號	0.59

表二、發生 A3(土石流)災害機率

鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值(%)	鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值(%)
大社區	嘉誠里	水哮巷	15.2	六龜區	新發里	獅山	86.7
六龜區	大津里	2、3、4 鄰	94.6	六龜區	新發里	靜閑山莊	15.2
六龜區	大津里	望山腳	72.7	六龜區	新寮里	茶頂山 9 鄰	50
六龜區	中興里	20、21 鄰（草 埕部落）	15.2	六龜區	新興里	溪埔地 7 鄰	86.7
六龜區	中興里	尾庄 1	50	六龜區	義寶里	河邊聚落	94.6

六龜區	六龜里	彩蝶谷 20 鄰	50	六龜區	興龍里	圳頭埔 2	86.7
六龜區	六龜里	彩蝶谷 21 鄰	50	六龜區	興龍里	邦腹溪	94.6
六龜區	文武里	木瓜坑流域 23 鄰	50	六龜區	興龍里	舊潭	86.7
六龜區	文武里	苦苓溪流域 14 鄰	50	六龜區	寶來里	竹林 16、17 鄰、1-1 號及 10 號	15.2
六龜區	文武里	紫頭溪流域 16 至 18 鄰	50	六龜區	寶來里	蘇羅婆(不老溫泉區)	86.7
六龜區	荖濃里	頂新發	86.7	六龜區	寶來里	竹林 28 號	15.2
六龜區	荖濃里	荖濃	50	六龜區	寶來里	賴家古厝	32.3
六龜區	荖濃里	水冬瓜	86.7	田寮區	大同里	菜堂地區	15.2
六龜區	荖濃里	合興部落(上直瀨)	86.7	田寮區	古亭里	南勢地區	15.2
六龜區	新威里	西勢坑 12、13 鄰	50	田寮區	田寮里	16 鄰 1 號	50
六龜區	新發里	新開 24 鄰	86.7	田寮區	田寮里	16 鄰 37 號	32.3
六龜區	新發里	和平路新發部落	86.7	田寮區	南安里	朝元寺	32.3
六龜區	新發里	下坎	94.6	甲仙區	大田里	中國路 4 鄰、田寮巷 8 鄰	0.866934332
六龜區	新發里	新開 21 鄰	86.7	甲仙區	大田里	仙林巷	0.72743032
六龜區	新發里	新開 25 鄰	86.7	甲仙區	大田里	仙林巷 19 號	32.3

甲仙區	大田里	新興路 67 巷 21 號	15.2	甲仙區	關山里	十八灣	15.2
甲仙區	大田里	新興路 67 巷 13-6 號、18 號	32.3	甲仙區	關山里	關山本部落	50
甲仙區	小林里	禁地巷 17 號	32.3	甲仙區	關山里	中和巷	32.3
甲仙區	小林里	禁地巷 25 號	32.3	甲仙區	關山里	關西巷 26 號、38 號	15.2
甲仙區	小林里	北勢坑	94.6	甲仙區	關山里	嘉雲巷 1 號	15.2
甲仙區	小林里	南光	72.7	甲仙區	寶隆里	寶隆	50
甲仙區	西安里	滴水	72.7	杉林區	月眉里	5 鄰	32.3
甲仙區	西安里	和南巷 1 鄰	72.7	杉林區	月眉里	4 鄰	15.2
甲仙區	西安里	中正路(河南里)	74.7	杉林區	月眉里	3 鄰	15.2
甲仙區	和安里	四德	86.7	杉林區	月眉里	2 鄰	15.2
甲仙區	和安里	四德巷 3、4、5 號等 4 戶(9 鄰)	50	杉林區	木梓里	茄苳路 96-1 號	15.2
甲仙區	和安里	四德巷 29 號	32.3	杉林區	杉林里	超峰寺	15.2
甲仙區	東安里	文化路	50	杉林區	集來里	金興社區	32.3
甲仙區	東安里	白雲巷	32.3	杉林區	集來里	8 至 11 鄰	53.8
甲仙區	東安里	咖啡巷(11 鄰)	15.2	杉林區	集來里	389-16 號	15.2
甲仙區	東安里	油礦溪上游區域	86.7	那瑪夏區	南沙魯里	鞍山巷	72.7

甲仙區	東安里	油礦溪中游區域	94.6	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 16 號	15.2
甲仙區	東安里	油礦巷 (10 鄰)	86.7	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 5 號	15.2
甲仙區	東安里	油礦巷 (14 鄰)	94.6	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 4 號	15.2
甲仙區	東安里	油礦巷 56 號	15.2	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生一村(大光)	94.6
那瑪夏區	達卡努瓦里	民生二村(秀嶺)	72.7	桃源區	復興里	復興	94.6
那瑪夏區	達卡努瓦里	青山巷 44 號	15.2	桃源區	勤和里	東莊	53.8
那瑪夏區	瑪雅里	民權	72.7	桃源區	寶山里	寶山派出所	15.2
美濃鎮	廣林里	高雄美濃雙溪橋至黃蝶翠谷一帶	86.7	桃源區	寶山里	19-11 號	15.2
茂林區	多納里	多納	72.7	桃源區	寶山里	二集團聚落	15.2
茂林區	萬山里	萬山聚落	32.3	桃源區	寶山里	森濤派出所	32.3
桃源區	拉芙蘭里	拉芙蘭	94.6	鼓山區	桃源里	山海宮	15.2
桃源區	拉芙蘭里	樟山	75.6	旗山區	三協里	大坑巷 16 號	15.2
桃源區	拉芙蘭里	阿其巴	53.8	旗山區	太平里	樂和街 78 號	15.2
桃源區	建山里	新寶路 11-11 號	15.2	旗山區	永和里	旗文路 276-1 號	50
桃源區	建山里	羨仔腳 10-12 鄰	86.7	旗山區	東平里	李安宮	15.2

桃源區	建山里	建山派出所	15.2	旗山區	東平里	義民廟	15.2
桃源區	桃源里	桃源	75.6	旗山區	南勝里	旗南三路 262-1 號	15.2
桃源區	桃源里	四社	94.6	旗山區	新光里	6 鄰中寮二路 11-1 號、125 號	15.2
桃源區	桃源里	南進巷 205、206 號	32.3	旗山區	新光里	6 鄰太仙宮	15.2
桃源區	桃源里	北進巷四社部落	32.3	旗山區	新光里	6 鄰雞籠罩	15.2
桃源區	高中里	美蘭	86.7	旗山區	新光里	後厝巷三合院	32.3
桃源區	梅山里	梅山口聚落	15.2	燕巢區	深水里	牧場路 73-4 號	15.2
桃源區	梅山里	梅山聚落	32.3	燕巢區	深水里	牧場路 128 號	15.2

表三、發生 A4(其他類型坡地災害)機率

鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值(%)	鄉鎮	村里	聚落名稱	機率值(%)
大社區	嘉誠里	水哮巷	58.6	六龜區	新發里	獅山	10.9
六龜區	大津里	2、3、4 鄰	80.7	六龜區	新發里	靜閑山莊	67.5
六龜區	大津里	望山腳	10.9	六龜區	新寮里	茶頂山 9 鄰	10.9
六龜區	中興里	20、21 鄰（草坵部落）	25.5	六龜區	新興里	溪埔地 7 鄰	10.9

六龜區	中興里	尾庄 1	32.4	六龜區	義寶里	河邊聚落	32.4
六龜區	六龜里	彩蝶谷 20 鄰	10.9	六龜區	興龍里	圳頭埔 2	10.9
六龜區	六龜里	彩蝶谷 21 鄰	10.9	六龜區	興龍里	邦腹溪	32.4
六龜區	文武里	木瓜坑流域 23 鄰	10.9	六龜區	興龍里	舊潭	10.9
六龜區	文武里	苦苓溪流域 14 鄰	10.9	六龜區	寶來里	竹林 16、17 鄰、1-1 號及 10 號	25.5
六龜區	文武里	紫頭溪流域 16 至 18 鄰	10.9	六龜區	寶來里	蘇羅婆（不老 溫泉區）	10.9
六龜區	荖濃里	頂新發	10.9	六龜區	寶來里	竹林 28 號	57.2
六龜區	荖濃里	荖濃	10.9	六龜區	寶來里	賴家古厝	25.5
六龜區	荖濃里	水冬瓜	32.4	田寮區	大同里	菜堂地區	74.8
六龜區	荖濃里	合興部落(上直 瀨)	10.9	田寮區	古亭里	南勢地區	25.5
六龜區	新威里	西勢坑 12、13 鄰	10.9	田寮區	田寮里	16 鄰 1 號	10.9
六龜區	新發里	新開 24 鄰	10.9	田寮區	田寮里	16 鄰 37 號	74.8
六龜區	新發里	和平路新發部落	10.9	田寮區	南安里	朝元寺	67.5
六龜區	新發里	下坎	10.9	甲仙區	大田里	中園路 4 鄰、田寮巷 8 鄰	10.9
六龜區	新發里	新開 21 鄰	10.9	甲仙區	大田里	仙林巷	10.9

六龜區	新發里	新開 25 鄰	10.9	甲仙區	大田里	仙林巷 19 號	67.5
甲仙區	大田里	新興路 67 巷 21 號	58.6	甲仙區	關山里	十八灣	67.5
甲仙區	大田里	新興路 67 巷 13-6 號、18 號	58.6	甲仙區	關山里	關山本部落	10.9
甲仙區	小林里	禁地巷 17 號	25.5	甲仙區	關山里	中和巷	25.5
甲仙區	小林里	禁地巷 25 號	25.5	甲仙區	關山里	關西巷 26 號、38 號	67.5
甲仙區	小林里	北勢坑	32.4	甲仙區	關山里	嘉雲巷 1 號	25.5
甲仙區	小林里	南光	10.9	甲仙區	寶隆里	寶隆	10.9
甲仙區	西安里	滴水	10.9	杉林區	月眉里	5 鄰	84.7
甲仙區	西安里	和南巷 1 鄰	10.9	杉林區	月眉里	4 鄰	67.5
甲仙區	西安里	中正路(河南里)	10.9	杉林區	月眉里	3 鄰	57.2
甲仙區	和安里	四德	10.9	杉林區	月眉里	2 鄰	57.2
甲仙區	和安里	四德巷 3、4、5 號等 4 戶(9 鄰)	10.9	杉林區	木梓里	茄苳路 96-1 號	58.6
甲仙區	和安里	四德巷 29 號	84.7	杉林區	杉林里	超峰寺	25.5
甲仙區	東安里	文化路	10.9	杉林區	集來里	金興社區	25.5
甲仙區	東安里	白雲巷	25.5	杉林區	集來里	8 至 11 鄰	25.5
甲仙區	東安里	咖啡巷(11 鄰)	25.5	杉林區	集來里	389-16 號	25.5

甲仙區	東安里	油礦溪上游區域	10.9	那瑪夏區	南沙魯里	鞍山巷	10.9
甲仙區	東安里	油礦溪中游區域	10.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 16 號	58.6
甲仙區	東安里	油礦巷（10 鄰）	10.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 5 號	25.5
甲仙區	東安里	油礦巷（14 鄰）	10.9	那瑪夏區	南沙魯里	雙連堀巷 4 號	94.8
甲仙區	東安里	油礦巷 56 號	25.5	那瑪夏區	達卡努瓦里	民生一村(大光)	10.9
那瑪夏區	達卡努瓦里	民生二村(秀嶺)	10.9	桃源區	復興里	復興	10.9
那瑪夏區	達卡努瓦里	青山巷 44 號	25.5	桃源區	勤和里	東莊	25.5
那瑪夏區	瑪雅里	民權	10.9	桃源區	寶山里	寶山派出所	25.5
美濃鎮	廣林里	高雄美濃雙溪橋至黃蝶翠谷一帶	32.4	桃源區	寶山里	19-11 號	58.6
茂林區	多納里	多納	10.9	桃源區	寶山里	二集團聚落	25.5
茂林區	萬山里	萬山聚落	84.7	桃源區	寶山里	森濤派出所	58.6
桃源區	拉芙蘭里	拉芙蘭	10.9	鼓山區	桃源里	山海宮	25.5
桃源區	拉芙蘭里	樟山	25.5	旗山區	三協里	大坑巷 16 號	74.8
桃源區	拉芙蘭里	阿其巴	25.5	旗山區	太平里	樂和街 78 號	25.5
桃源區	建山里	新寶路 11-11 號	25.5	旗山區	永和里	旗文路 276-1 號	10.9
桃源區	建山里	羨仔腳 10-12 鄰	10.9	旗山區	東平里	李安宮	58.6

桃源區	建山里	建山派出所	58.6	旗山區	東平里	義民廟	58.6
桃源區	桃源里	桃源	25.5	旗山區	南勝里	旗南三路 262-1 號	25.5
桃源區	桃源里	四社	10.9	旗山區	新光里	6 鄰中寮二路 11-1 號、125 號	58.6
桃源區	桃源里	南進巷 205、206 號	57.2	旗山區	新光里	6 鄰太仙宮	58.6
桃源區	桃源里	北進巷四社部落	84.7	旗山區	新光里	6 鄰雞籠罩	25.5
桃源區	高中里	美蘭	10.9	旗山區	新光里	後厝巷三合 院	25.5
桃源區	梅山里	梅山口聚落	25.5	燕巢區	深水里	牧場路 73-4 號	25.5
桃源區	梅山里	梅山聚落	57.2	燕巢區	深水里	牧場路 128 號	58.6