計畫編號：SWCB-108-228

建立沉積岩區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式

Regional Based Shallow Landslide Potential Model for Sedimentary Rock Geological Zone

成 果 報 告 書

執行單位：國立臺灣大學 木工程學系

執 行 期 間：108 年 2 月 20 日至 108 年 12 月 31 日

計畫主持人：林美聆 教授

研究人員：劉德礎

行政院農業委員會水土保持局　編印

中華民國 108 年 12 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

建立沉積岩區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式

摘要

在目前氣候變遷之趨勢下，全球及臺灣地區劇烈降雨有增加趨勢，導致山坡地崩塌與土石流災害事件之發生頻率增加。各類型坡地崩塌災害中以淺層崩塌災害最為常見，淺層崩塌發生於土石流潛勢溪流集水區內之數量高且常誘發土石流，因此本研究選擇以沉積岩地質區為研究對象，挑選出兩研究區分為中部研究區(台中市、苗栗縣)以及南部研究區(嘉義縣)，由土石流潛勢溪流集水區出發，進行淺層崩塌發生潛勢的研究。

本研究以經濟部中央地質調查所在莫拉克颱風後執行之「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」內所繪製的岩屑崩滑圖資為依據，整理兩研究區內之淺層崩塌圖層並討論其特性。在兩研究區中各挑選5處在土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌進行現地調查。由研究文獻中選取淺層崩塌影響因子並進行敏感性測試。 對於分析網格單元進行不同尺度的測試得到5公尺網格單元為最佳潛勢分析網格大小。利用區別分析方法，針對兩研究區內的土石流潛勢溪流內的淺層崩塌進行潛勢分析。

利用區別分析法，能得到兩研究區的土石流潛勢溪流集水區內的環境潛勢值Z公式，並可用3個淺層崩塌潛勢因子將公式一致化，以利淺層崩塌潛勢分析，並可得到研究區內的淺層崩塌潛勢圖，其預測結果都有良好表現，可供後續減災相關策略之參考。

關鍵字：淺層崩塌、潛勢評估模式、土石流潛勢溪流集水區、區別分析、沉積岩區帶

Regional Based Shallow Landslide Potential Model for Sedimentary Rock Geological Zone

Abstract

With the climate change tendency, heavy rainfall becomes increasingly frequent which can lead to an increasing frequency of landslides and debris flow. Among various types of landslide disasters, shallow landslide is the most common one. In addition to the direct landslide hazard, shallow landslides occur in the debris flow torrent basin often trigger debris flow. The objective of this study is to construct the potential assessment model of shallow landslides in the debris flow torrent basins in sedimentary rock geological zone. Two study areas are selected, one is the central research area including Taichung City and Miaoli County, and the other is the southern research area in Chiayi County.

This study used the landslide scarps mapped after the Typhoon Morakot by the Central Geological Survey, MOEA, in the two study areas validated with the characteristics of the shallow landslide. Five shallow landslide sites were selected for field investigation in each study area, respectively. The potential causal factors of shallow landslide were selected from literatures and previous studies and sensitivity tests were conducted. Various grid sizes were tested in the analysis, and it was found that a 5-meter grid unit was the optimal unit for potential analysis. Adopting the discriminant analysis, the potential assessment model of shallow landslides of the study areas was constructed.

To achieve a consistent model for both study areas, three causal factors were adopted to facilitate the potential analysis of the shallow landslide. The shallow landslide potential maps of the study areas were

derived accordingly, which consisted well with the mapped scarps and field investigation results. The proposed potential assessment model appeared to be feasible and provide satisfactory results, which could provide a reference supporting disaster prevention strategies.

Keywords: Shallow landslide, Potential assessment model, Debris flow torrent basin, Discriminant analysis, Sedimentary rock geological zone

目次

摘要 I

Abstract III

目次 V

表次 VII

圖次 IX

第一章 前言 1-1

第一節 目的 1-1

第二節 研究方法及步驟 1-1

第二章 研究區及淺層崩塌基本資料 2-1

第一節 研究區基本資料 2-1

第二節 淺層崩塌基本資料 2-4

第三章 沉積岩地質區淺層崩塌特性分析 3-1

第一節 淺層崩塌現地調查 3-1

第二節 現地調查報告 3-9

第三節 淺層崩塌因子統計 3-54

第四章 淺層崩塌分析單元與影響因子顯著性探討 4-1

第一節 淺層崩塌分析單元 4-1

第二節 影響因子探討 4-11

第五章 沉積岩區帶研究區淺層崩塌潛勢模式建立 5-1

第一節 研究區淺層崩塌潛勢模式建立 5-2

第二節 研究區淺層崩塌潛勢模式討論 5-11

第三節 現地調查崩塌驗證 5-17

第六章 不同歷史災害事件比較與驗證 6-1

第七章 不同研究區沉積岩區帶淺層崩塌 潛勢模式比較 7-1

第八章 結論與建議 8-1

第一節 結論 8-1

第二節 建議 8-3

第九章 參考文獻 9-1

附錄 審查意見回復 附錄-1

附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形 附錄-1

附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形 附錄-5

附錄三、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形 附錄-7

附錄四、來往公文 附錄-10

表次

表 3-1 現地調查淺層崩塌整理 3-2
表 3-2 淺層崩塌現地調查表 3-7
表 4-1 中部研究區非崩塌網格之因子分布比較 4-7
表 4-2 南部研究區非崩塌網格之因子分布比較 4-9
表 4-3 中部研究區土石流潛勢溪流內各地層類別的面積崩塌率 4-12
表 4-4 南部研究區土石流潛勢溪流內各地層類別的面積崩塌率 4-13
表 4-5 中部研究區各淺層崩塌因子之 AUC 值 4-15
表 4-6 中部研究區淺層崩塌因子之相依性 4-16
表 4-7 南部研究區各淺層崩塌因子之 AUC 值 4-17
表 4-8 南部研究區淺層崩塌因子之相依性 4-18
表 7-1 中部研究區內土石流潛勢溪流集水區之簡化潛式因子區別分析分類結果 7-5
表 7-2 南部研究區內土石流潛勢溪流集水區之簡化潛式因子區別分析分類結果 7-5

圖次

圖 1-1 研究流程圖 1-3
圖 2-1 中部研究區地形圖(內政部經建版地形圖，89 年) 2-2
圖 2-2 南部研究區地形圖(內政部經建版地形圖，89 年) 2-2
圖 2-3 中部研究區地質圖(地調所流域地質圖，102 年) 2-3
圖 2-4 南部研究區地質圖(地調所流域地質圖，102 年) 2-3
圖 2-5 岩屑崩滑面積及形狀與大規模崩塌相似或邊緣分佈相符者 2-5
圖 2-6 單一岩屑崩滑面積覆蓋率達大規模崩塌 50%以上 2-5
圖 2-7 中部研究區土石流潛勢溪流集水區及淺層崩塌分佈 2-7
圖 2-8 南部研究區土石流潛勢溪流集水區及淺層崩塌分佈 2-7
圖 3-1 臺中市太平區東汴里淺層崩塌，編號: 中市 DF095-SL005、
中市 DF095-SL008 3-3
圖 3-2 臺中市太平區東汴里淺層崩塌，編號: 中市 DF096-SL004、
中市 DF096-SL006 3-3
圖 3-3 嘉義縣梅山鄉瑞里村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF006-SL004 .....
..... 3-4
圖 3-4 嘉義縣梅山鄉太和村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF008-SL050 .....
..... 3-4
圖 3-5 嘉義縣竹崎鄉光華村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF018-SL007 .....
..... 3-5
圖 3-6 嘉義縣竹崎鄉光華村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF023-SL003 .....
..... 3-5
圖 3-7 嘉義縣阿里山鄉豐山村淺層崩塌，編號:嘉縣 DF039-SL001 ....
..... 3-6

圖 3-8 中部研究區淺層崩塌面積分布 3-55
圖 3-9 中部研究區淺層崩塌坡度分布 3-55
圖 3-10 中部研究區淺層崩塌坡向分布 3-56
圖 3-11 中部研究區淺層崩塌高程分布 3-56
圖 3-12 中部研究區淺層崩塌高程差分布 3-57
圖 3-13 中部研究區淺層崩塌長寬比分布 3-57
圖 3-14 中部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布 3-58
圖 3-15 中部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布 3-58
圖 3-16 中部研究區淺層崩塌面積分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-60
圖 3-17 中部研究區淺層崩塌坡度分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-60
圖 3-18 中部研究區淺層崩塌坡向分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-61
圖 3-19 中部研究區淺層崩塌高程分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-61
圖 3-20 中部研究區淺層崩塌高程差分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-62
圖 3-21 中部研究區淺層崩塌長寬比分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-62
圖 3-22 中部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-63
圖 3-23 中部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-63

圖 3-24 南部研究區淺層崩塌面積分布 3-64
圖 3-25 南部研究區淺層崩塌坡度分布 3-65
圖 3-26 南部研究區淺層崩塌坡向分布 3-65
圖 3-27 南部研究區淺層崩塌高程分布 3-66
圖 3-28 南部研究區淺層崩塌高程差分布 3-66
圖 3-29 南部研究區淺層崩塌長寬比分布 3-67
圖 3-30 南部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布 3-67
圖 3-31 南部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布 3-68
圖 3-32 南部研究區淺層崩塌面積分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-69
圖 3-33 南部研究區淺層崩塌坡度分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-70
圖 3-34 南部研究區淺層崩塌坡向分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-70
圖 3-35 南部研究區淺層崩塌高程分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-71
圖 3-36 南部研究區淺層崩塌高程差分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-71
圖 3-37 南部研究區淺層崩塌長寬比分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-72
圖 3-38 南部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-72
圖 3-39 南部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內) 3-73

圖 4-1　ROC 及 AUC 示意圖 4-2
圖 4-2　不同分析網格 ROC 曲線 4-3
圖 4-3　中部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布 4-4
圖 4-4　中部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布(土石流潛勢溪流集水區內) 4-5
圖 4-5　中部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布 4-5
圖 4-6　南部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布(土石流潛勢溪流集水區內) 4-6
圖 4-7　中部研究區非崩塌網格母體之因子分布 4-8
圖 4-8　中部研究區非崩塌網格取樣後之因子分布 4-8
圖 4-9　南部研究區非崩塌網格母體之因子分布 4-10
圖 4-10 南部研究區非崩塌網格取樣後之因子分布 4-10
圖 5-1　中部研究區土石流潛勢溪流集水區分組 5-4
圖 5-2　南部研究區土石流潛勢溪流集水區分組 5-9
圖 5-3　中部研究區淺層崩塌潛勢值分佈 5-13
圖 5-4　中部研究區淺層崩塌潛勢值分佈 (取淺層崩塌上段 1/2 網格分析) 5-14
圖 5-5　中部研究區淺層崩塌潛勢值分佈 5-15
圖 5-6　南部研究區淺層崩塌潛勢值分佈 (取淺層崩塌上段 1/2 網格分析) 5-16
圖 5-7　淺層崩塌編號: 中市 DF095-SL005、中市 DF095-SL008 5-18
圖 5-8　淺層崩塌編號: 中市 DF096-SL014、中市 DF096-SL015、中市 DF096-SL016 以及中市 DF096-SL017 5-18

圖 5-9　淺層崩塌編號: 嘉縣 DF008-SL004 5-19
圖 5-10 淺層崩塌編號: 嘉縣 DF008-SL050 5-19
圖 5-11 淺層崩塌編號: 嘉縣 DF018-SL007 5-20
圖 5-12 淺層崩塌編號: 嘉縣 DF023-SL003 5-20
圖 5-13 淺層崩塌編號:嘉縣 DF039-SL001 5-21
圖 6-1　易淹水計畫之淺層崩塌分布圖(中部研究區) 6-3
圖 6-2　高山聚落與都會區地質調查計畫之淺層崩塌分布圖(中部研究區) 6-4
圖 6-3　易淹水計畫之淺層崩塌分布圖(南部研究區) 6-5
圖 6-4　高山聚落與都會區地質調查計畫之淺層崩塌分布圖(南部研究區) 6-6
圖 7-1　中部研究區之簡化環境潛勢因子 Z 公式分布圖 7-6
圖 7-2　南部研究區之簡化環境潛勢因子 Z 公式分布圖 7-7

第一章 前言

第一節 目的

在目前氣候變遷之趨勢下，全球及臺灣地區劇烈降雨有增加趨勢，行政院經濟建設委員會「臺灣氣候變遷調適規劃」分析顯示，極端降雨與氣候變異是坡地災害發生的重要原因之一，導致山坡地崩塌與土石流災害事件之發生頻率增加。各類型坡地崩塌災害中以淺層崩塌災害最為常見，分布範圍廣、發生頻率高，且受到降雨強度影響顯著，亦常引致土石流。淺層崩塌發生於土石流潛勢溪流集水區內之數量高且常誘發土石流，兩者間關係非常密切，因此本研究選擇以沉積岩地質區為研究對象，挑選出兩研究區，由土石流潛勢溪流集水區出發，進行淺層崩塌發生潛勢的研究。

首先探討研究區內土石流潛勢溪流集水區的淺層崩塌特性，並選取 10 處淺層崩塌案例，其以發生次數較高、附近有重要保全對象且交通可及之處進行現地調查並記錄。再利用區別分析方法建立淺層崩塌潛勢模式。由於沉積岩區帶岩性由北到南其地質特性都有些許不同，因此發生潛勢可能有所差異，因此本研究中將建立兩處研究區內的沉積岩淺層崩塌潛勢分析模式，並比對農業委員會水土保持局(2017，2018)之淺層崩塌潛勢分析研究成果進行建立適用於沉積岩區之廣域性淺層崩塌潛勢分析模式初步探討，提供後續減災相關策略之參考。

第二節 研究方法及步驟

本研究以地調所岩屑崩滑圖資為依據進行資料詮釋整理，並以沉積岩區的土石流潛勢溪流集水區為對象，配合行政院農業委員會水土保持局(以下稱水保局)2017 年「淺層崩塌防災管理規劃與研究」及

2018 年「淺層崩塌影響範圍調查劃設及聚落致災評估方法之研究」之計畫成果，選定不同地區之沉積岩區帶，進行廣域性淺層崩塌潛勢模式之探討研究。

研究首先整理選取研究區內之崩塌圖層，以及蒐集國內外與淺層崩塌相關研究之文獻。由前期研究文獻中選取適合本土之淺層崩塌影響因子並進行敏感性測試，以及測試崩塌網格大小，使之更具有代表性。將測試好的影響因子以及淺層崩塌網格帶入單一土石流潛勢溪流集水區驗證其適用性，再將研究區內多處土石流潛勢溪流集水區合併進行分析，得到兩處研究區的沉積岩區淺層崩塌潛勢模式，再利用不同歷史災害事件以及現地調查進行預測及驗證比對，並參考水保局(2017)以及(2018)之潛勢分析研究成果，初步探討沉積岩區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式，建立研究區淺層崩塌潛勢分佈圖，以提供為防災管理之參據，其研究流程如圖 1-1。

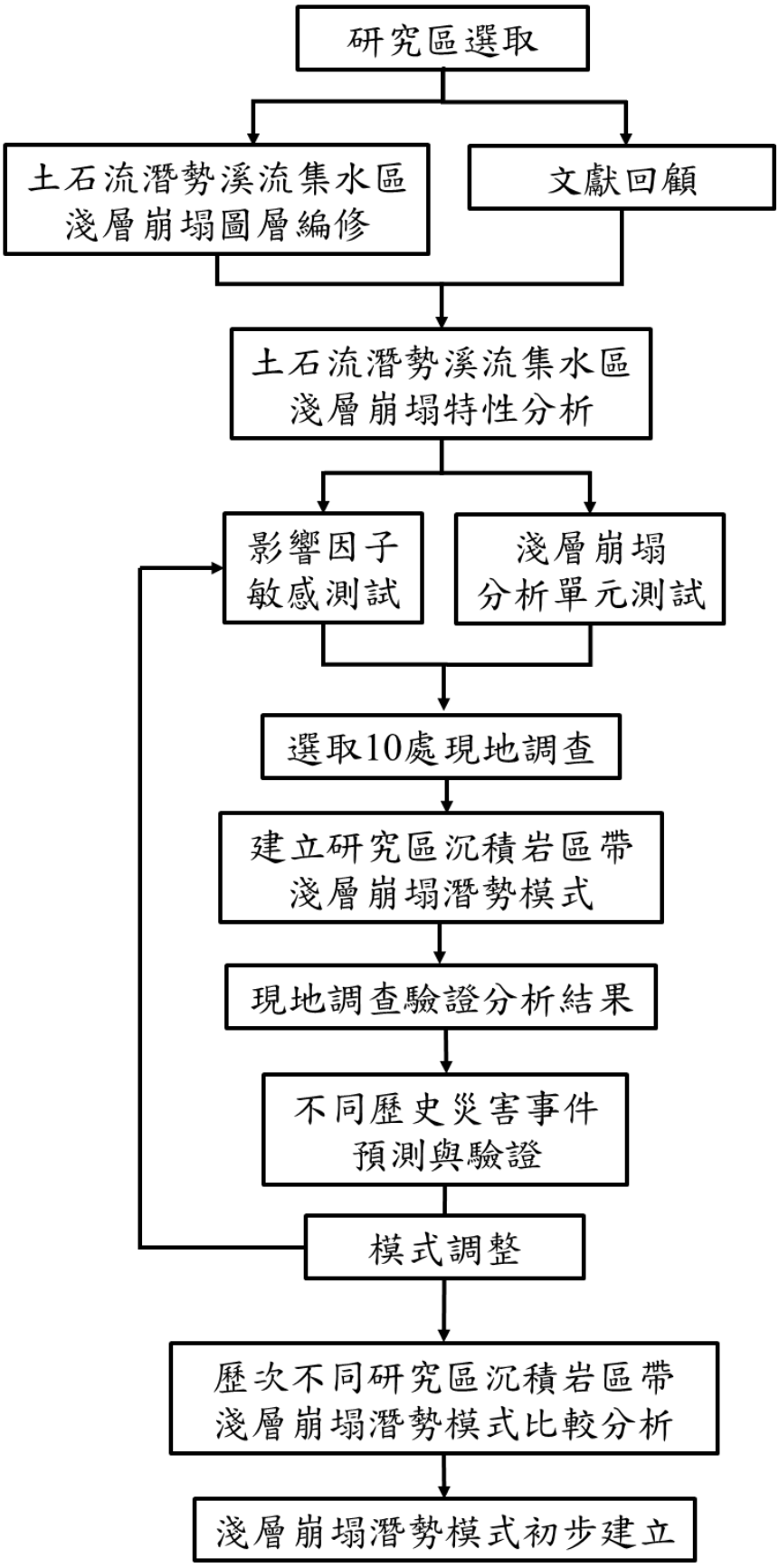

研究區選取
土石流潛勢溪流集水區
淺層崩塌圖層編修
文獻回顧
土石流潛勢溪流集水區
淺層崩塌特性分析
影響因子
敏感測試
淺層崩塌
分析單元測試
選取10處現地調查
建立研究區沉積岩區帶
淺層崩塌潛勢模式
現地調查驗證分析結果
不同歷史災害事件
預測與驗證
模式調整
歷次不同研究區沉積岩區帶
淺層崩塌潛勢模式比較分析
淺層崩塌潛勢模式初步建立

圖1-1　研究流程圖

第二章 研究區及淺層崩塌基本資料

第一節 研究區基本資料

在「臺灣地質」(林朝棨,1974)提到，沉積岩帶中在同一種地層但是在臺灣北、中和南發現時，其性質都會略有改變，因此本研究挑選兩處位於沉積岩區帶之研究區分別位於臺灣的中部以及南部，以有別於水保局(2017，2018)之研究區，進行不同沉積岩區帶研究區的淺層崩塌研究。中部研究區行政區域包含苗栗縣卓蘭鎮，臺中市東勢區、新社區以及太平區；南部研究區行政區域包含嘉義縣梅山鄉、竹崎鎮、番路鄉、阿里山鄉、中埔鄉以及大埔鄉，研究區之地形以及行政區域，如圖 2-1 和圖 2-2。中部研究區所涵蓋的地層包含十四股層、炭寮地頁岩、石門層、猴洞坑層、桂竹林層、卓蘭層、頭嵙山層、階地堆積層以及沖積層；南部研究區所含蓋的地層包含十四股層、炭寮地頁岩、石門層、猴洞坑層、紅花子層、長枝坑層、三民頁岩、南莊層、桂竹林層、卓蘭層、鹽水坑頁岩、糖恩山砂岩、北寮頁岩、隘寮腳層、竹頭崎層、頭嵙山層、階地堆積層以及沖積層等，其地層分布如圖 2-3 和圖 2-4。

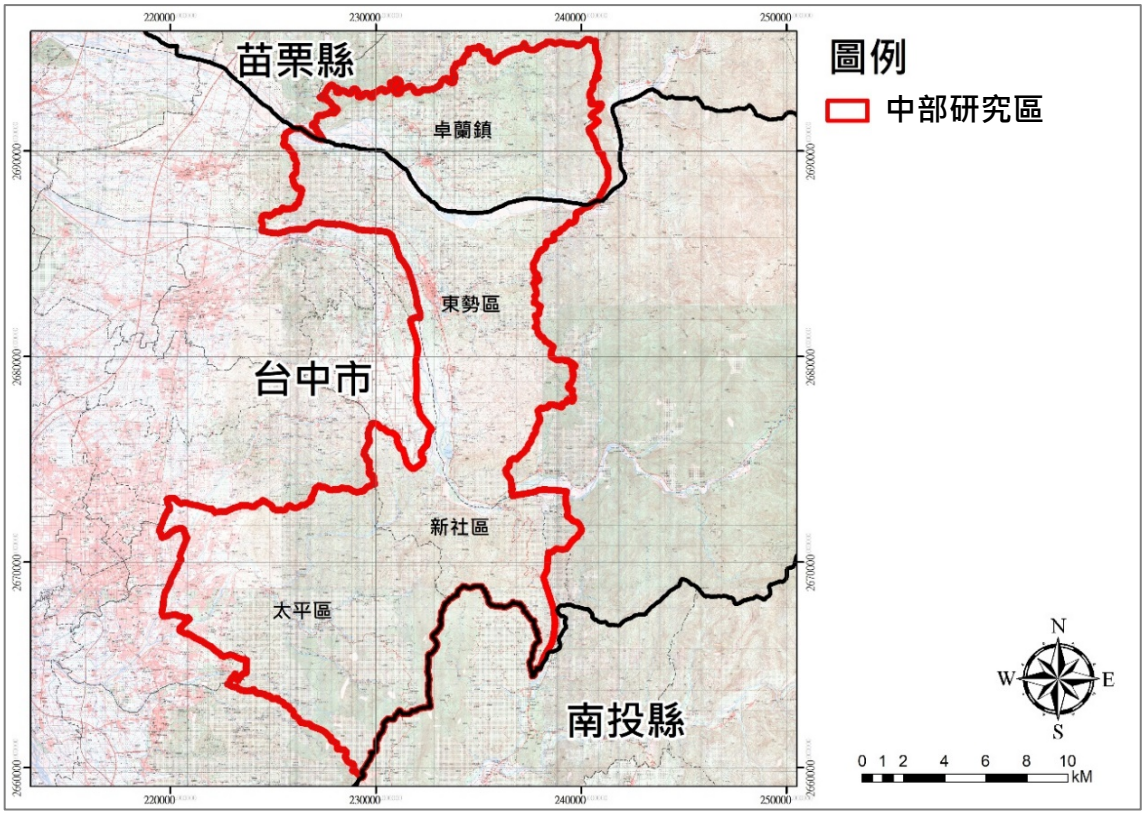


圖2-1　中部研究區地形圖(內政部經建版地形圖，89 年)

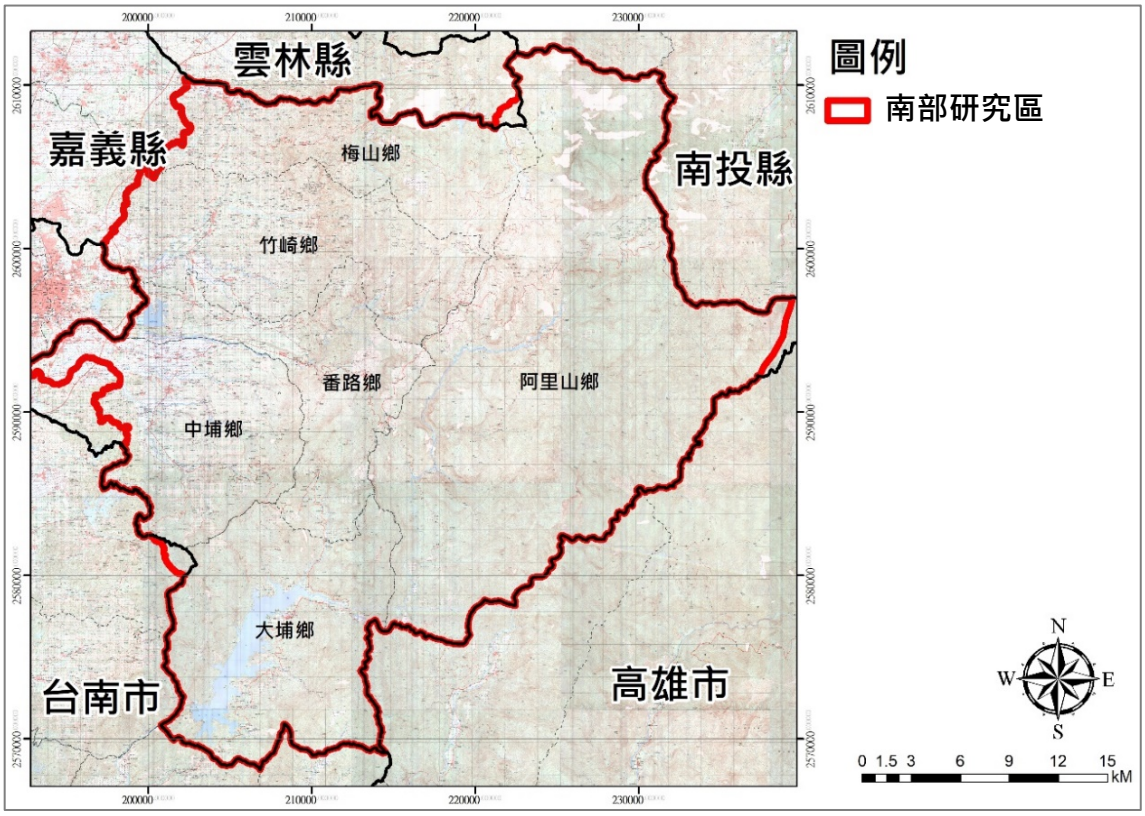


圖2-2　南部研究區地形圖(內政部經建版地形圖，89 年)

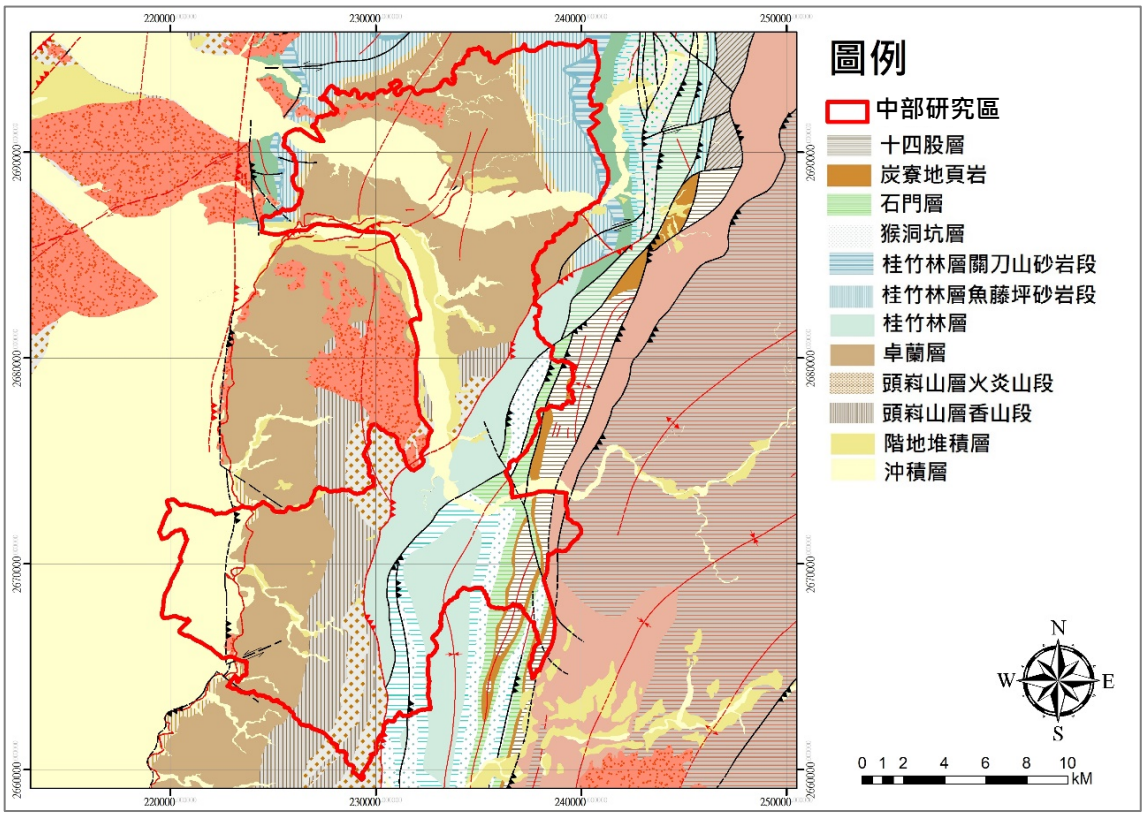


圖2-3　中部研究區地質圖(地調所流域地質圖，102 年)

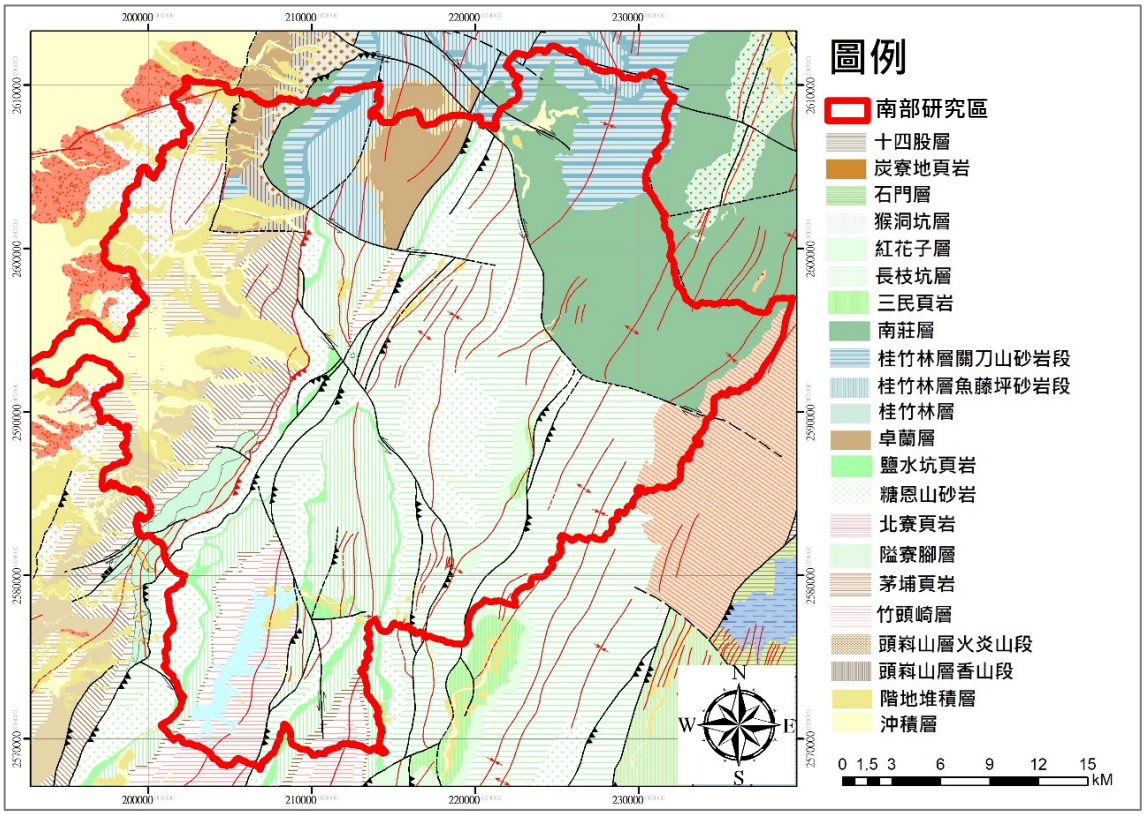


圖2-4　南部研究區地質圖(地調所流域地質圖，102 年)

第二節 淺層崩塌基本資料

本研究延續前期水保局(2017，2018)使用經濟部地質調查所(以下稱地調所)在莫拉克颱風後執行之「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」內的岩屑崩滑圖層，再利用水保局 2017 年「淺層崩塌防災管理規劃與研究」中整理淺層崩塌的方法，將圖資中所包含的大規模崩塌去除。

依據水保局對於大規模崩塌之定義為「崩塌面積大於 10 公頃、崩塌體積超過 10 萬立方公尺、崩塌深度在 10 公尺以上者」。編整圖資時，將國家災害防救科技中心的「大規模崩塌災害防治行動綱領」所產製的大規模崩塌圖層套疊蒐集地調所的崩塌圖層，除了將形狀面積相同者去除外，被大規模崩塌圖層覆蓋下的崩塌亦考量兩種條件，研判其仍主要為大規模崩塌而予以去除：

(一) 岩屑崩滑面積及形狀與大規模崩塌相似，或邊緣分佈相符者，如圖 2-5。

(二)單一岩屑崩滑面積在大規模崩塌圈繪中覆蓋率 50%以上者，如圖 2-6。

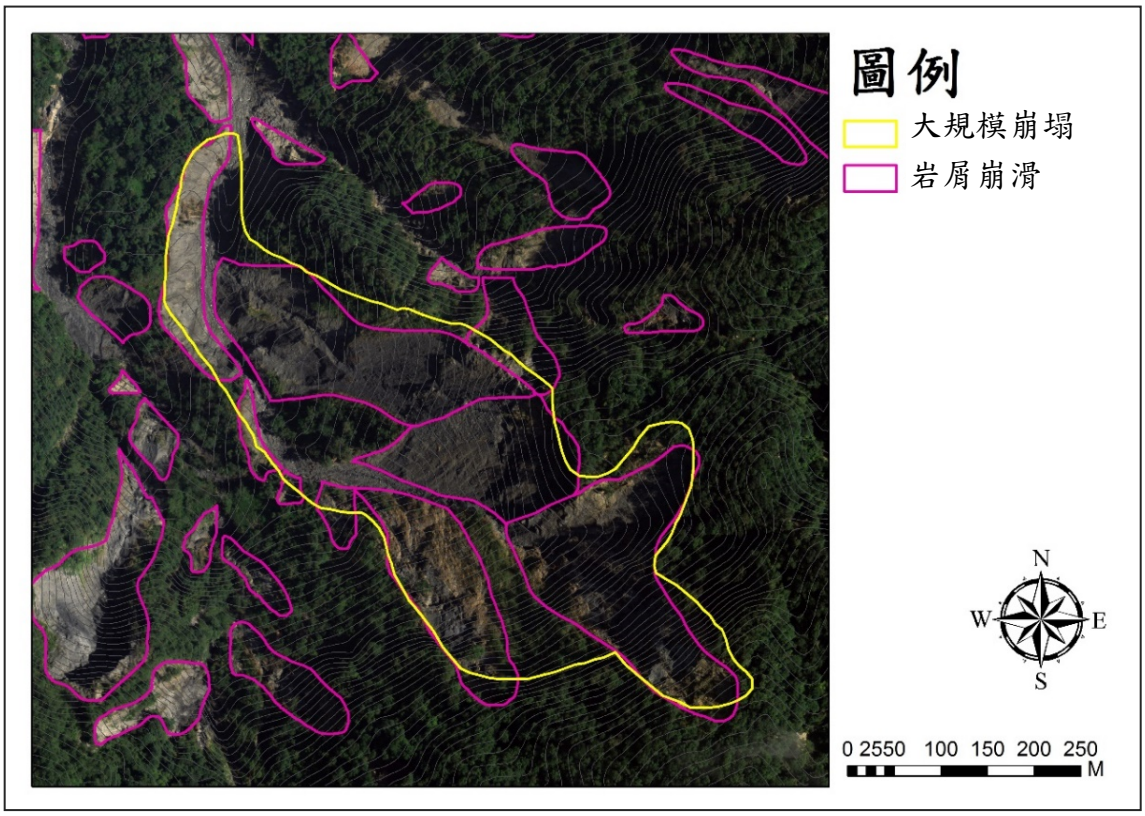


圖2-5　岩屑崩滑面積及形狀與大規模崩塌相似或邊緣分佈相符者

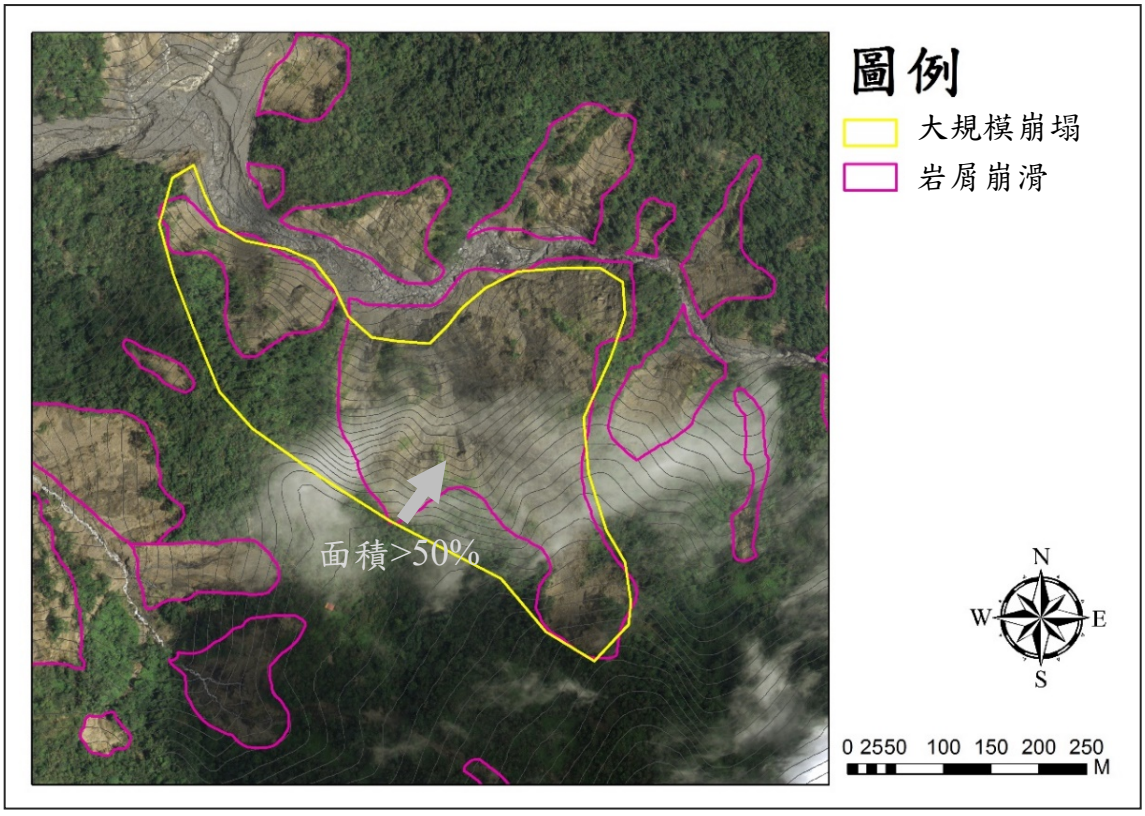


圖2-6　單一岩屑崩滑面積覆蓋率達大規模崩塌50%以上

將淺層崩塌圖層資料整理出來後，中部研究區包含了有 1,476 處淺層崩塌，並有水保局公布之 56 處土石流潛勢溪流集水區，又土石流潛勢溪流集水區中包含了 352 處淺層崩塌，研究區內的面積崩塌率約 0.86%，而土石流潛勢溪流集水區內的面積崩塌率約為 1.67%。南部研究區中有 8,284 處淺層崩塌，並有 80 處土石流潛勢溪流集水區，土石流潛勢溪流集水區內包含 1,564 處淺層崩塌，研究區內的面積崩塌率約為 3.77%，而土石流潛勢溪流集水區內的面積崩塌率約為 4.5%。由面積崩塌率可看出兩處研究區的淺層崩塌率以在土石流潛勢溪流集水區內明顯較高，顯示土石流之誘發與淺層崩塌關聯性高，因此本研究將從土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌為對象建立潛勢分析模式。再進行研究分析前對研究區土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌進行編修，編修後中部研究區的淺層崩塌數量為 267 處，面積崩塌率為 1.32%，而南部研究區的土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌則增加至 1,646 處，面積崩塌率為 4.62%。研究區的淺層崩塌以及土石流潛勢溪流集水區分布如圖 2-7 及圖 2-8。

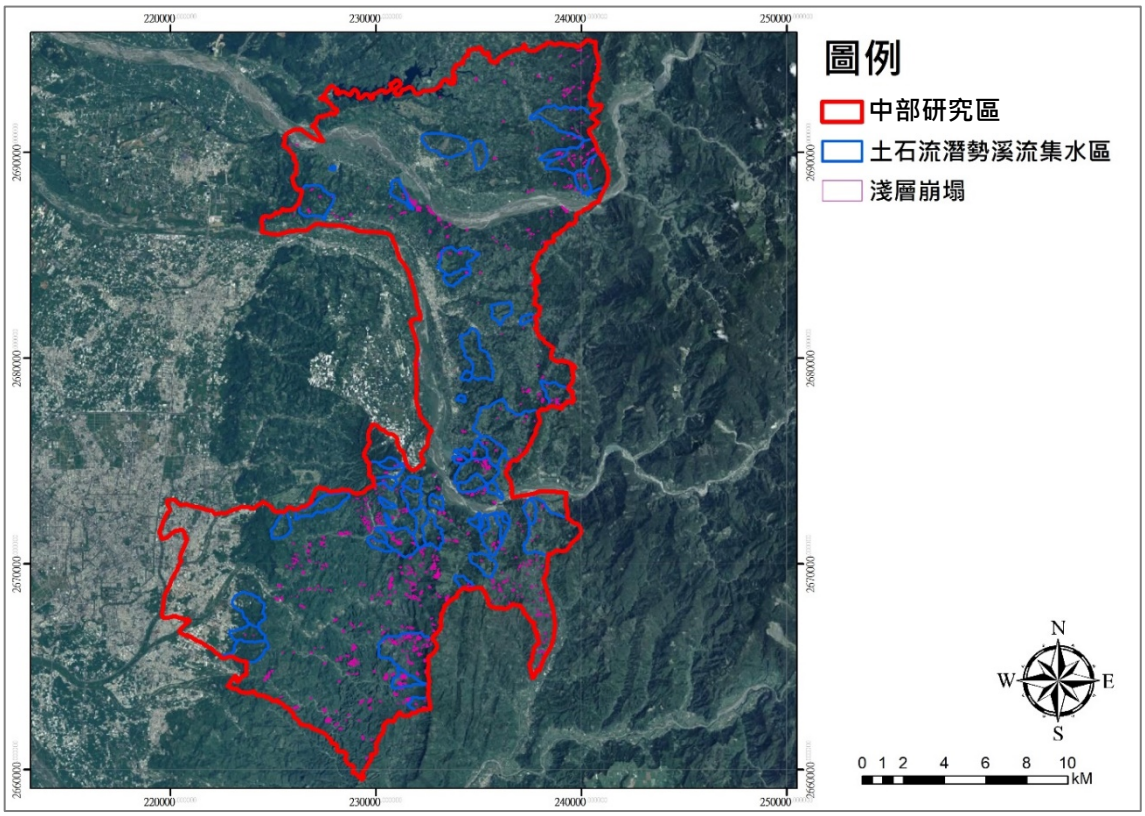


圖2-7　中部研究區土石流潛勢溪流集水區及淺層崩塌分佈

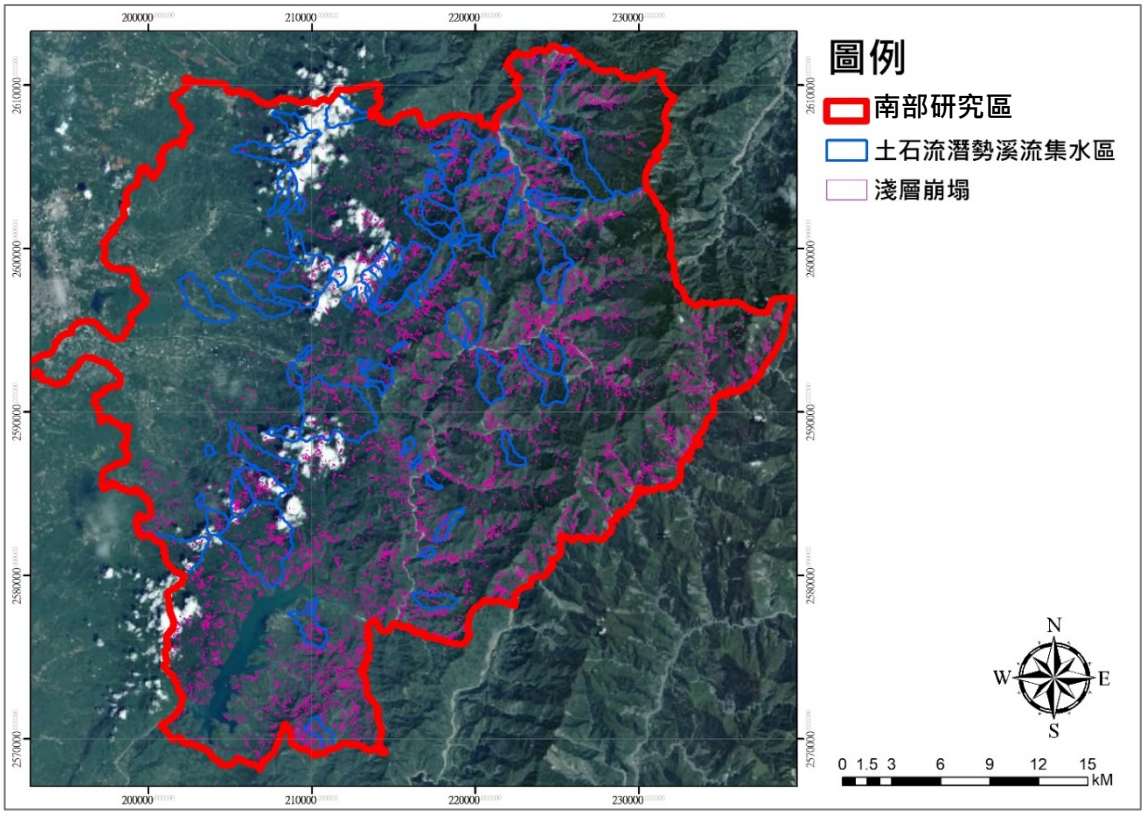


圖2-8　南部研究區土石流潛勢溪流集水區及淺層崩塌分佈

第三章 沉積岩地質區淺層崩塌特性分析

本研究在研究區內挑選 10 處淺層崩塌，並比對不同年份計畫如「易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置」(2007~2010 年)、「高山聚落地區地質災害基本調查」(2007~2010 年)以及「都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置」(2002~2006 年)等計畫所繪製之崩塌圖層找出其發生次數較高、附近有重要保全對象且交通可及之處進行現地調查並記錄。到現場查證地形、地貌及探查淺層崩塌潛勢之特徵，提供分析模式比對驗證。

本研究將採用不同的環境特性因子對研究區內的淺層崩塌進行特性分析，使用特性因子其包含面積、坡度、坡向、高程、高程差、長寬比以及兩種曲率等 8 種因子，此外本研究將再收集其他因子進行分析，以了解研究區內的淺層崩塌基本性質。由本團隊先前研究發現，河岸旁的崩塌其發生機制有多數是因為河流不斷沖刷坡腳導致崩塌發生，與一般邊坡之淺層崩塌之發生機制有所差異，因此於分析前將此類崩塌分類至河岸侵蝕，在進行特性分析時並不納入。

第一節 淺層崩塌現地調查

目前挑選出中部研究區及南部研究區各 5 處淺層崩塌進行現地調查。參考水保局(2017)對於土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌編號方式「以土石流潛勢溪流集水區為單位，並以集水區出口順時針方向依序給予編號」給予淺層崩塌編號。目前完成地現地調查之淺層崩塌分別位於臺中市太平區東汴里以及嘉義縣竹崎鄉光華村和豐山村，分別發生在土石流潛勢溪流中市 DF095、中市 DF096、嘉縣 DF006、嘉縣 DF008、嘉縣 DF018、嘉縣 DF023 和嘉縣 DF039。中部研究區

要進行現地調查的淺層崩塌編號分別為中市 DF095-SL004、中市 DF095-SL006、中市 DF096-SL014、中市 DF096-SL017 以及中市 DF096-SL019;南部研究區為嘉縣 DF006-SL005、嘉縣 DF008-SL050、嘉縣 DF018-SL007、嘉縣 DF023-SL003 以及嘉縣 DF039-SL001 等 10 處淺層崩塌。圖 3-1 至圖 3-7 為各淺層崩塌調查點分布圖，而各淺層崩塌調查點位整理至表 3-1。

表3-1　現地調查淺層崩塌整理

項目	行政區			土石流潛勢溪流編號	淺層崩塌編號
現地調查地點	臺中市	太平區	東汴里	中市 DF095	中市 DF095-SL005
					中市 DF095-SL008
				中市 DF096	中市 DF096-SL014
					中市 DF096-SL017
					中市 DF096-SL019
	嘉義縣	梅山鄉	瑞里村	嘉縣 DF006	嘉縣 DF006-SL005
		梅山鄉	泰河村	嘉縣 DF008	嘉縣 DF008-SL050
		竹崎鄉	光華村	嘉縣 DF018	嘉縣 DF018-SL007
				嘉縣 DF023	嘉縣 DF023-SL003
		阿里山鄉	豐山村	嘉縣 DF039	嘉縣 DF039-SL001

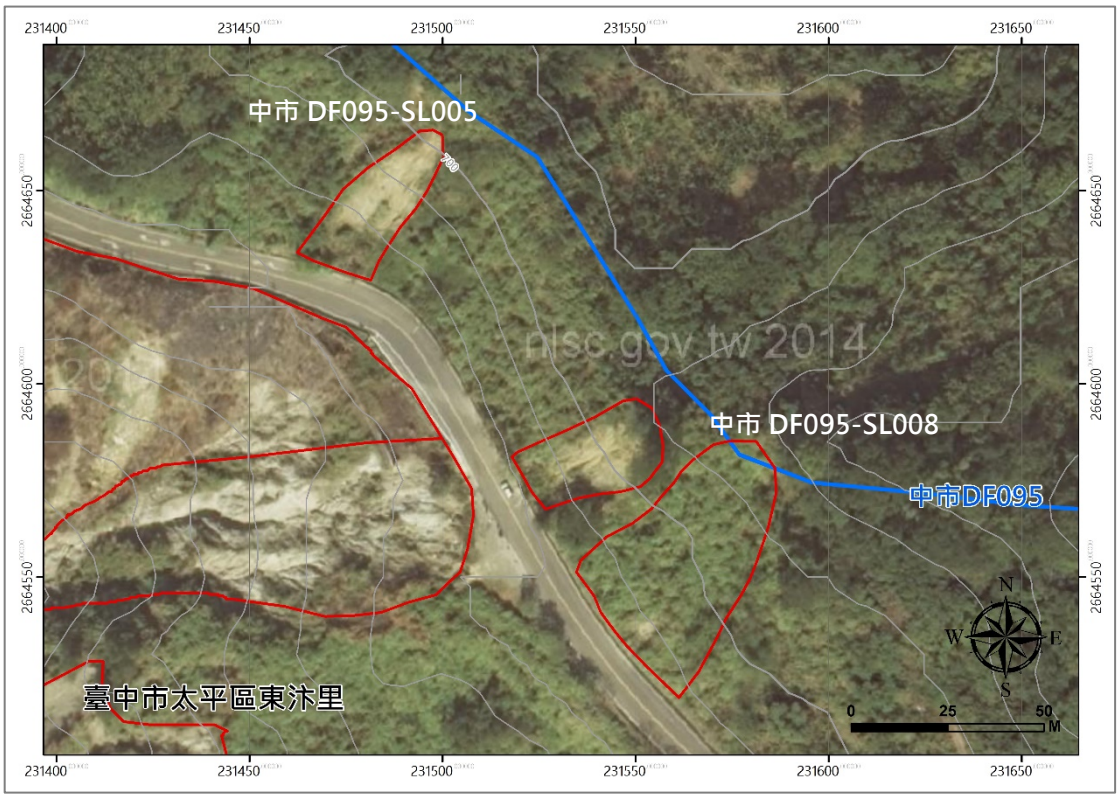


圖3-1 臺中市太平區東汴里淺層崩塌，編號：中市 DF095-SL005、中市 DF095-SL008



圖3-2 臺中市太平區東汴里淺層崩塌，編號：中市 DF096-SL004、中市 DF096-SL006

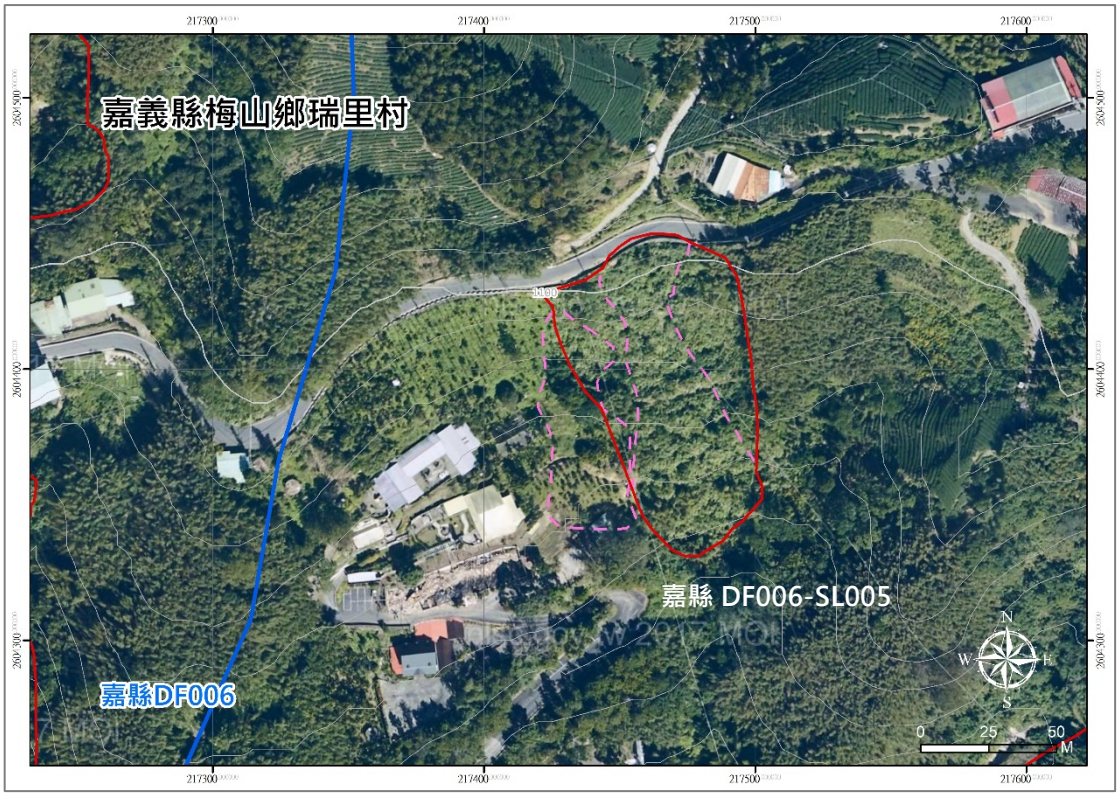


圖3-3 嘉義縣梅山鄉瑞里村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF006-SL004



圖3-4 嘉義縣梅山鄉太和村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF008-SL050



圖3-5 嘉義縣竹崎鄉光華村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF018-SL007

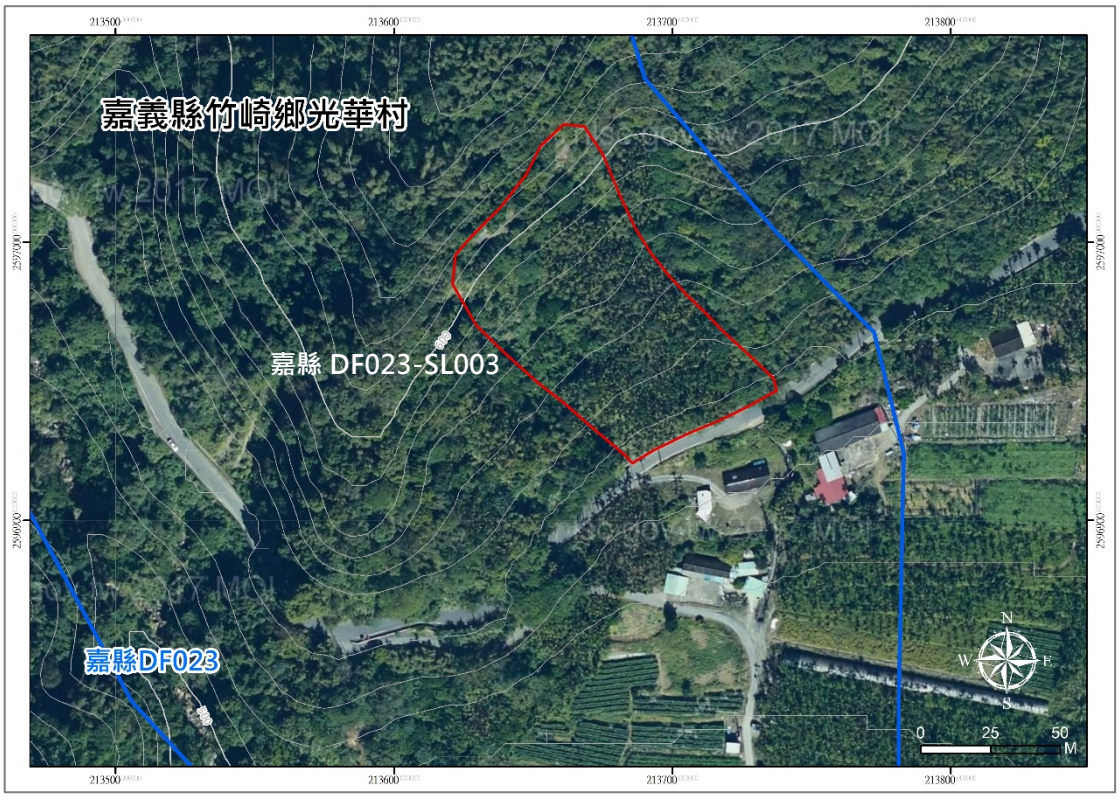


圖3-6 嘉義縣竹崎鄉光華村淺層崩塌，編號: 嘉縣 DF023-SL003

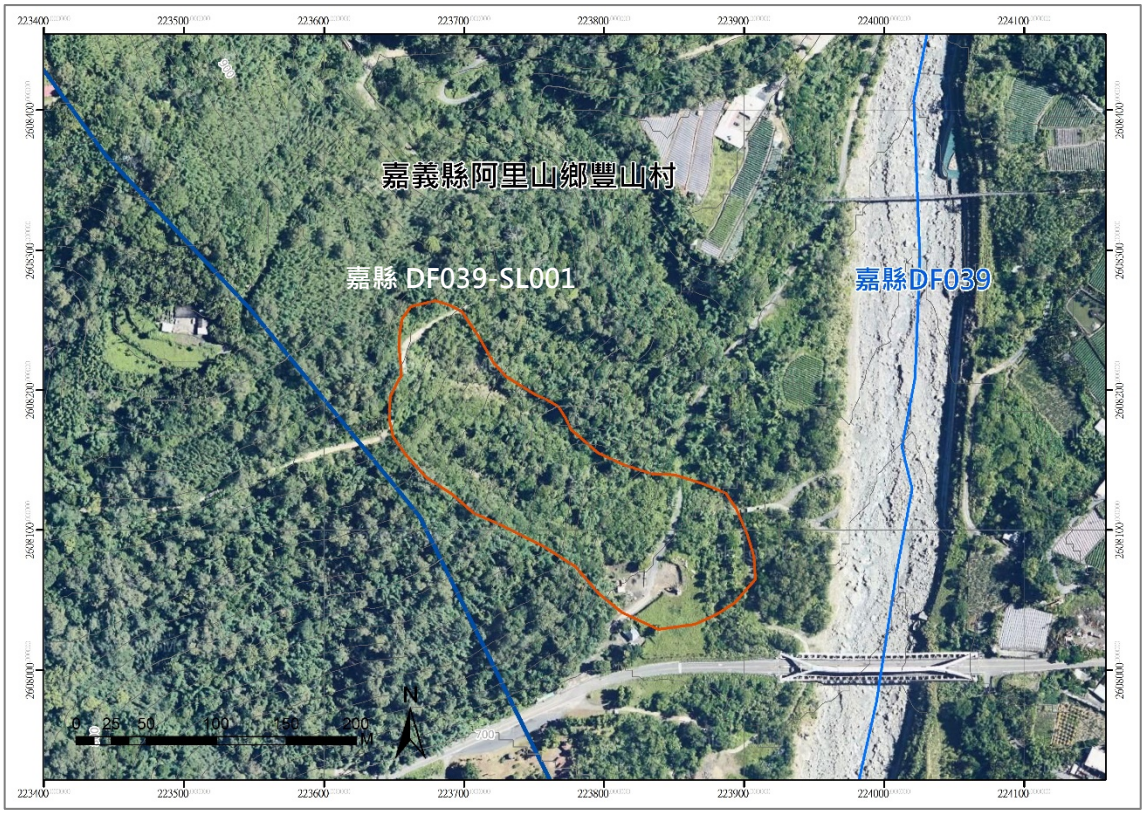


圖3-7 嘉義縣阿里山鄉豐山村淺層崩塌，編號:嘉縣 DF039-SL001

進行現地調查時將使用水保局(2018)所建立的淺層崩塌調查表，其表格參考水土保持局、國家災害防救科技中心、地質調查所、中興顧問社與本計畫團隊過去參與集集地震、七二水災、八八風災等重大災害之調查表及現地調查經驗，亦配合現地調查實際使用及調整後所製成。表格內容包含五大項:(一)崩塌地基本資料;(二)坡地環境特性;(三)崩塌地地文特徵；(四)保全對象及既有工程設施敘述；(五)調查照片，詳如表 3-2。淺層崩塌調查表填寫方法依照水保局(2018)說明方式進行填表。

表3-2 淺層崩塌現地調查表

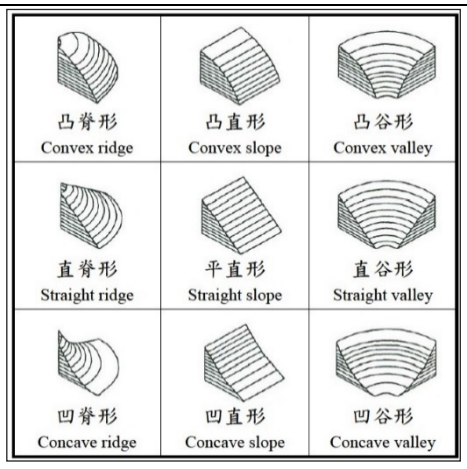
一、 崩塌地基本資料(預填)

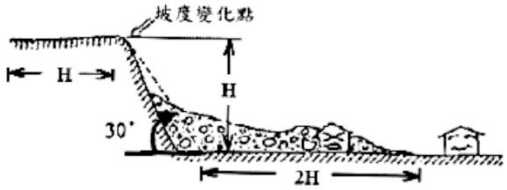
現勘日期	年 月 日 時			天氣	
調查單位/人員					
調查記錄編號		崩塌地編號			
土石流潛勢溪流編號		集水區名稱			
歷史災害	_____年_____月，_____颱風/豪雨				
行政區域	_____縣(市)_____鄉鎮區_____村(里)				
地點	臺(省道)/縣道 里程 k～ k			地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)		X： _____Y：_____	
與其他測點關係描述				高程	_____m
岩體性質		構造	□無□有_____ 距離崩塌_____m		

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階□集水區中游河階□集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層/褶皺(預判) □崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□地表裸露(□土壤/□岩石) □自然植生 □農墾地 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) □植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 □山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N_____度 / _____度	
	崩塌滑移方向	N_____度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 □平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	公尺	
	材料類型	□風化土 □崩積土 □岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	□<0.5m □0.5~1m □1~2m □2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	_____m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 □淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度_____m、寬度_____ m、高程差_____m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 □有，長度_____m、寬度_____ m、深度_____m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X _____ Y _____ 崩塌流出距離：_____m、寬度：_____m、 厚度：最大_____m 平均：_____m 堆積形狀：_____	
崩塌至保全對象相對位置		□小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	□無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	□無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	□無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 □道路(含鐵路) 【 】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	□無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	□無整治設施 □有 類別說明：_____	狀況： □正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 □良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明

第二節 現地調查報告

目前已完成在中、南部研究區共 10 處現地調查，淺層崩塌編號分別為中市 DF095-SL004、中市 DF095-SL006、中市 DF096-SL014、中市 DF096-SL017 以及中市 DF096-SL019、嘉縣 DF006-SL005、嘉縣 DF008-SL050、嘉縣 DF018-SL007、嘉縣 DF023-SL003 以及嘉縣 DF039-SL001 等 10 處淺層崩塌。，現地報告如下：

一、崩塌編號：中市 DF095-SL005

淺層崩塌編號為中市 DF095-SL005，其形心坐標(TWD97)為(231482.68 ,2664645.69)，位於臺中市太平區東汴里。崩塌發生的地層為福隆園層，其岩體性質為砂岩及頁岩組成，崩塌東側 140 公尺處有一處龜蒲斷層，此斷層為逆斷層。

崩塌發生於土石流潛勢溪流中市 DF095 上游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上植被茂盛，主要為芒草。崩塌發生在山脊處，其邊坡坡向約 210 度，坡度約為 32 度，崩塌滑移方向為約 190 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾緊鄰縣道 136 號，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 0.5~1 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.5 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 44 公尺，寬度約 18 公尺，高程差約有 28 公尺。坡面上仍有殘留材料，由道路至堆積區上緣約其長度約 12 公尺，寬度 12 公尺，判斷其深度約 0.5 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(231478, 2664640)，道路上的堆積已被清空因此無法判釋影響範圍距離。目前坡面上並無滲流，在 2 倍坡高距離內保全對象為縣道 136 號。邊坡尚無工程保護。

中市 DF095-SL005 淺層崩塌現地調查表

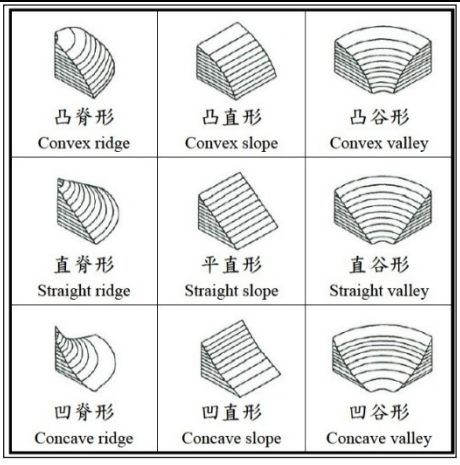
一、 崩塌地基本資料(預填)

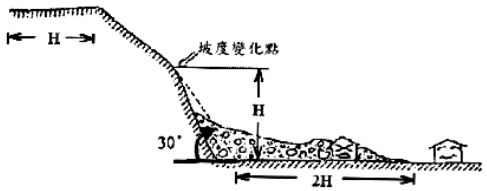
現勘日期	108 年 07 月 10 日 12 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/林美聆、劉德礎、陳彥澄、陳德偉		
調查記錄編號		崩塌地編號	中市 DF095-SL005
土石流潛勢溪流編號	中市 DF095	集水區名稱	中坑港
歷史災害	＿＿＿年＿＿＿月，＿＿＿＿颱風/豪雨		
行政區域	台中 縣(市) 太平 鄉鎮區 東汴 ~~村~~(里)		
地點	~~臺(省道)~~/縣道 136 號 里程 ＿k	地標	赤崁頂
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 231482.68 Y: 2664645.69
與其他測點關係描述			
岩體性質	砂岩及頁岩	構造	□無■有 龜蒲斷層 距離崩塌 140 m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地■集水區上游河階□集水區中游□河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) ■植被密集(植被面積>80%)

三、崩塌地地文特徵

地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 ■山脊 □山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N 210 度 / 32 度	
	崩塌滑移方向	N 190 度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	250 公尺	
	材料類型	□風化土 ■崩積土 □岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	□<0.5m■0.5~1m□1~2m□2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	0.5 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 44 m、寬度 18 m、高程差 28 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 12 m、寬度 20 m、深度 0.5 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 231478 Y 2664640 崩塌流出距離：0 m、寬度：0 m、 厚度：最大 0.5 m 平均：0.2 m 堆積形狀：扇形	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	■無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】	■道路(含鐵路) 【縣道 135 號】
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	■無整治設施 □護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____		狀況: □正常 □破壞
現地整治成效評估	□暫不須整治 □良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角



照片 1 崩塌及堆積區現況，坡面上已長滿植生，但以芒草為主。
坐標 X: 231476.94 Y: 2664617.04
方位角: 19 度



照片 2 崩塌及堆積區現況，目前已長滿植被
坐標 X: 231362.596 Y: 2664473.082

二、崩塌編號：中市 DF095-SL008

淺層崩塌編號為中市 DF095-SL008，其形心坐標(TWD97)為(231562.98, 2664554.25)，位於臺中市太平區東汴里。崩塌發生的地層為福隆園層，其岩體性質為砂岩及頁岩組成，崩塌東側 60 公尺處有一處龜蒲斷層此斷層為逆斷層。

崩塌發生於土石流潛勢溪流中市 DF095 上游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上植被茂盛，主要為芒草。崩塌發生在山脊處，其邊坡坡向約 227 度，坡度約為 25 度，崩塌滑移方向為約 190 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾緊鄰縣道 136 號，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 0.5~1 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.5 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 61 公尺，寬度約 31 公尺，高程差約有 28 公尺。坡面上仍有殘留材料，由道路至堆積區上緣約其長度約 19 公尺，寬度 41 公尺，判斷其深度約 0.5 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(231559.66 ,2664551.66)，道路上的堆積已被清空因此無法判釋影響範圍距離。目前坡面上並無滲流，在 2 倍坡高距離內保全對象為縣道 136 號。邊坡尚無工程保護。此淺層崩塌發生原因推測為下邊坡之深層崩塌滑動時導致邊坡坡趾遭到破壞產生滑動。

中市 DF095-SL008 淺層崩塌現地調查表

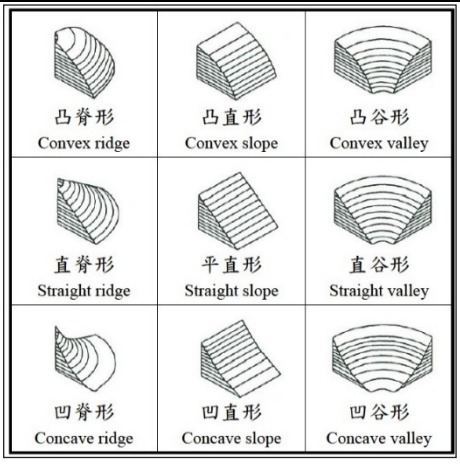
一、 崩塌地基本資料(預填)

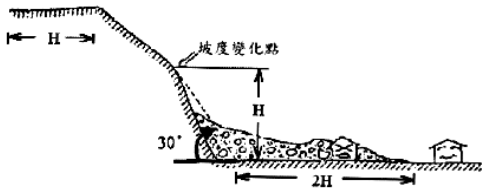
現勘日期	108 年 07 月 10 日 12 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/林美聆、劉德礎、陳彥澄、陳德偉		
調查記錄編號		崩塌地編號	中市 DF095-SL008
土石流潛勢溪流編號	中市 DF095	集水區名稱	中坑港
歷史災害	＿＿＿年＿＿＿月，＿＿＿＿颱風/豪雨		
行政區域	台中 縣(市) 太平 鄉鎮區 東汴 ~~村~~(里)		
地點	~~臺(省道)~~/縣道 136 號 里程 ＿k	地標	赤崁頂
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X:231562.98_Y: 2664554.25_
與其他測點關係描述			
岩體性質	砂岩及頁岩	構造	□無■有 龜蒲斷層 距離崩塌 60 m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地■集水區上游河階□集水區中游□河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) ■植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

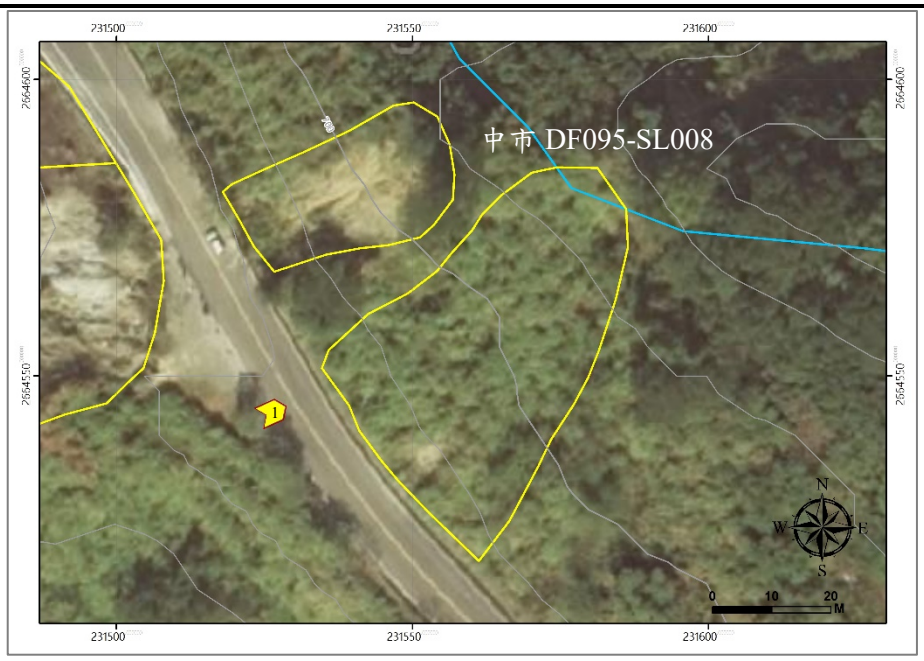
地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 ■山脊 □山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側
	坡向/坡度	N＿227＿度 / ＿25＿度
	崩塌滑移方向	N＿206＿度
	坡型(預判)	 □凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	＿310＿公尺
	材料類型	□風化土 ■崩積土 □岩屑 □河階堆積
	表土厚度	□<0.5m■0.5~1m□1~2m□2~4m □>4m

	最大岩塊粒徑	0.4 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 61 m、寬度 31 m、高程差 28 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 19 m、寬度 41 m、深度 0.5 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 231559.66 Y 2664551.66 崩塌流出距離：0 m、寬度：0 m、 厚度：最大 0.5 m 平均：0.2 m 堆積形狀：扇形	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	■無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】	■道路(含鐵路) 【縣道 135 號】
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	■無整治設施 □護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____		狀況: □正常 □破壞
現地整治成效評估	□暫不須整治 □良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角



照片 1 崩塌及堆積區現況，坡面上已長滿植生，但以芒草為主。
坐標 X: 231476.94 Y: 2664617.04
方位角: 142 度



照片 2 崩塌及堆積區現況，目前已長滿植被
坐標 X: 231362.596 Y: 2664473.082

三、崩塌編號：中市 DF096-SL014

淺層崩塌編號為中市中市 DF096-SL014，其形心坐標(TWD97)為(231152.66 ,2666159.67)，位於臺中市太平區東汴里。崩塌發生的地層為福隆園層，其岩體性質為砂岩及頁岩組成，崩塌東側 310 公尺處有一處龜蒲斷層此斷層為逆斷層。

崩塌發生於土石流潛勢溪流中市 DF096 中游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上植被稀疏，持續有土壤和岩石掉落。崩塌發生在山腹處，其邊坡坡向約 178 度，坡度約為 45 度，崩塌滑移方向為約 178 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾緊鄰產業道路，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度小於 0.5 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.6 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 8 公尺，寬度約 13 公尺，高程差約有 8 公尺。坡面上幾乎沒有殘留材料，道路上的堆積已被清空因此無法判釋影響範圍距離。目前坡面上並無滲流，在 2 倍坡高距離內保全對象為產業道路。邊坡下緣有擋土牆保護，但因為坡度較陡且坡面上植被稀少，持續有落石及土壤掉落，可能造成道路中斷。

中市 DF096-SL014 淺層崩塌現地調查表

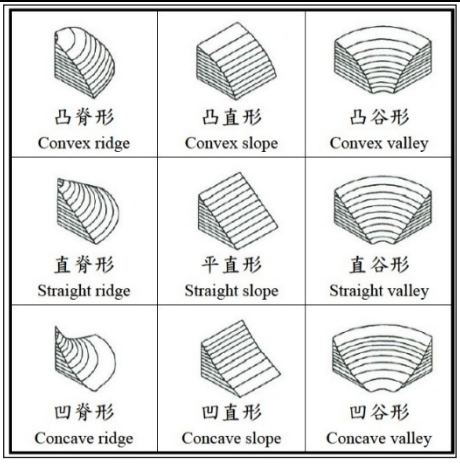
一、 崩塌地基本資料(預填)

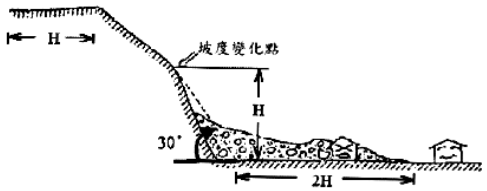
現勘日期	108 年 07 月 10 日 11 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/林美聆、劉德礎、陳彥澄、陳德偉		
調查記錄編號		崩塌地編號	中市 DF096-SL014
土石流潛勢溪流編號	中市 DF096	集水區名稱	鹿渡坑
歷史災害	＿＿＿年＿＿＿月，＿＿＿＿颱風/豪雨		
行政區域	台中 縣(市) 太平 鄉鎮區 東汴 村(里)		
地點	長龍路四段 175 巷 里程 ＿k	地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 231206.42 Y: 2666187.00
與其他測點關係描述			
岩體性質	砂岩及頁岩	構造	□無■有 龜蒲斷層 距離崩塌 310 m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階■集水區中游□河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 ■植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) □植被密集(植被面積>80%)

三、崩塌地地文特徵

地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 ■山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N＿178＿度 / ＿45＿度	
	崩塌滑移方向	N＿178＿度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	＿72＿公尺	
	材料類型	□風化土 ■崩積土 □岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	■<0.5m□0.5~1m□1~2m□2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	0.6 m
崩塌類型(複選)	■落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 8 m、寬度 13 m、高程差 8 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	■無 □有，長度_____m、寬度_____ m、深度_____m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X _____ Y _____ 崩塌流出距離：_____m、寬度：_____m、 厚度：最大_____m 平均：_____m 堆積形狀：_____	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	■無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 ■道路(含鐵路) 【 】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	□無整治設施■護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____	狀況: ■正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 ■良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角



照片 1 坡面上植被稀疏，持續有落石或土壤掉落。
坐標 X: 231150.23 Y: 2666156.88
方位角: 20 度



照片 2 坡面上植被稀疏，持續有落石或土壤掉落。
坐標 X: 231147.86 Y: 2666158.73
方位角: 63 度



照片 1 邊坡底下擋土牆，目前狀況良好
坐標 X: 231150.23 Y: 2666156.88
方位角: 87 度

四、崩塌編號：中市 DF096-SL017

淺層崩塌編號為中市 DF096-SL017，其形心坐標(TWD97)為(231482.68 ,2664645.69)，位於臺中市太平區東汴里。崩塌發生的地層為福隆園層，其岩體性質為砂岩及頁岩組成，崩塌東側 250 公尺處有一處龜蒲斷層此斷層為逆斷層。

崩塌發生於土石流潛勢溪流中市 DF096 中游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上有許多雜草，植被中等稀疏。崩塌發生邊坡坡向約 184 度，坡度約為 36 度，崩塌滑移方向約 174 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾緊鄰產業道路，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 0.5~1 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.5 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 21 公尺，寬度約 18 公尺，高程差約有 15 公尺。坡面上仍有殘留材料，由道路至堆積區上緣約其長度約 12 公尺，寬度 12 公尺，判斷其深度約 0.5 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(231204.84 ,2666186.57)，崩塌所形成的影響範圍距離約為 17 公尺，寬度約為 17 公尺，其最大厚度約為 0.5 公尺，而平均厚度約 0.2 公尺。目前坡面上並無滲流，在 2 倍坡高距離內保全對象為產業道路。邊坡尚無工程保護，路面有仍崩落的岩屑殘留，會阻礙車輛通行。

中市 DF096-SL017 淺層崩塌現地調查表

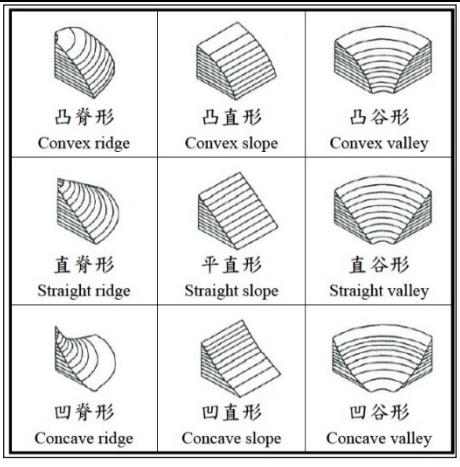
一、 崩塌地基本資料(預填)

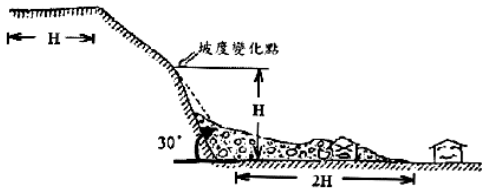
現勘日期	108 年 07 月 10 日 12 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/林美聆、劉德礎、陳彥澄、陳德偉		
調查記錄編號		崩塌地編號	中市 DF096-SL017
土石流潛勢溪流編號	中市 DF096	集水區名稱	鹿渡坑
歷史災害	＿＿＿年＿＿＿月，＿＿＿＿颱風/豪雨		
行政區域	台中 縣(市) 太平 鄉鎮區 東汴 村(里)		
地點	長龍路四段 175 巷 里程 ＿k	地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 231482.68 Y: 2664645.69
與其他測點關係描述			
岩體性質	砂岩及頁岩	構造	□無■有 龜蒲斷層 距離崩塌 250 m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階■集水區中游□河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) ■植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) □植被密集(植被面積>80%)

三、崩塌地地文特徵

地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 ■山脊 □山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N 184 度 / 36 度	
	崩塌滑移方向	N 174 度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	60 公尺	
	材料類型	□風化土 ■崩積土 □岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	□<0.5m■0.5~1m□1~2m□2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	0.5 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 21 m、寬度 18 m、高程差 15 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 9 m、寬度 18 m、深度 0.5 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 231204.84 Y 2666186.57 崩塌流出距離：17 m、寬度：17 m、 厚度：最大 0.5 m 平均：0.2 m 堆積形狀：扇形	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	■無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 ■道路(含鐵路) 【 】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	■無整治設施 □護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____	狀況: □正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 □良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角



照片 1 崩塌現況，坡面上已長滿雜草。
坐標 X: 231201.42 Y: 2666175.83
方位角: 354 度



照片 2 崩塌現況，坡面上已長滿雜草。
坐標 X: 231201.76 Y: 2666175.64
方位角: 56 度



照片 1 崩塌現況。
坐標 X: 231208.58 Y: 2666147.07
方位角: 355 度

五、崩塌編號：中市 DF096-SL019

淺層崩塌編號為中市 DF096-SL019，其形心坐標(TWD97)為(231288.46 ,2666147.6)，位於臺中市太平區東汴里。崩塌發生的地層為福隆園層，其岩體性質為砂岩及頁岩組成，崩塌東側 175 公尺處有一處龜蒲斷層此斷層為逆斷層。

崩塌發生於土石流潛勢溪流中市 DF096 中游，潛在敏感區位為陡坡，目前坡面已裸露底下岩盤，並無植被。崩塌發生在坡腳處，其邊坡坡向約 282 度，坡度約為 78 度，崩塌滑移方向為約 273 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾緊鄰產業道路，而崩塌材料為表土岩屑，推估其表土厚度小於 0.5 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.7 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 18 公尺，寬度約 17 公尺，高程差約有 28 公尺。坡面上並無殘留材料，都已崩落至地面，而堆積區最上緣坐標推估為(231281.94 ,2666148.33)，坡面仍持續落石產生，都落於道路上，崩塌所形成的影響範圍距離約為 11 公尺，前端已落至土石流潛勢溪流，寬度約為 15 公尺，其最大厚度約為 0.5 公尺，而平均厚度約 0.2 公尺。目前坡面上並無滲流，在 2 倍坡高距離內保全對象為產業道路。邊坡尚無工程保護，坡面持續有落石產生，而淺層崩塌距離土石流潛勢溪流中市 DF096 甚近，有許多土石都已掉落至土石流潛勢溪流支流內，目前溪流內已有大量土石應特別注意土石流再次發生。

中市 DF096-SL019 淺層崩塌現地調查表

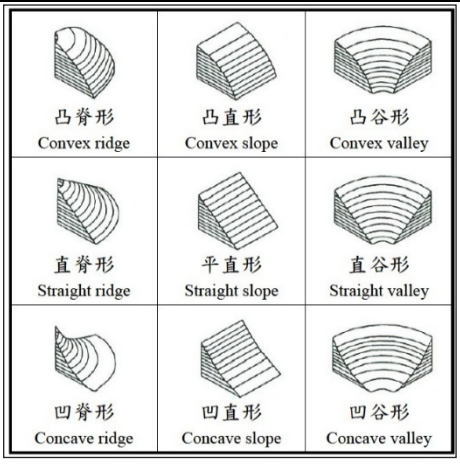
一、 崩塌地基本資料(預填)

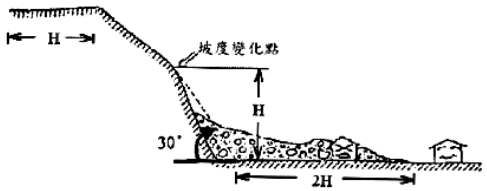
現勘日期	108 年 07 月 10 日 12 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/林美聆、劉德礎、陳彥澄、陳德偉		
調查記錄編號		崩塌地編號	中市 DF096-SL019
土石流潛勢溪流編號	中市 DF096	集水區名稱	鹿渡坑
歷史災害	＿＿＿年＿＿＿月，＿＿＿＿颱風/豪雨		
行政區域	台中 縣(市) 太平 鄉鎮區 東汴 村(里)		
地點	長龍路四段 175 巷 里程 ＿k	地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 231288.46 Y: 2666147.66
與其他測點關係描述			
岩體性質	砂岩及頁岩	構造	□無■有 龜蒲斷層 距離崩塌 175 m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階■集水區中游□河階集水區下游河階
潛在敏感區位	■陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) □崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	■裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) □植被密集(植被面積>80%)

三、崩塌地地文特徵

地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 □山腹 ■坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N 282 度 / 78 度	
	崩塌滑移方向	N 273 度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	11 公尺	
	材料類型	□風化土 ■崩積土 □岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	■<0.5m□0.5~1m□1~2m□2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	0.7 m
崩塌類型(複選)	■落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 18 m、寬度 17 m、高程差 27 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	■無 □有，長度_____m、寬度_____ m、深度_____m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X _231281.94_ Y _2666148.33_ 崩塌流出距離：11 m、寬度：15 m、 厚度：最大 0.5 m 平均：0.2 m 堆積形狀：舌狀	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	■無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 ■道路(含鐵路) 【 】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	■無整治設施 □護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____	狀況: □正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 □良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角



照片 1 崩塌現況，邊坡坡度甚陡，目前表土已全崩落，並持續有落石產生。
坐標 X: 231262.24 Y: 2666170.76
方位角: 123 度



照片 2 崩塌現況，表土已全崩落，岩盤也露出。
坐標 X: 231269.86 Y: 2666167.24
方位角: 123 度



照片 3 崩落土石有多數都落入土石流潛勢溪流中市 DF096 支流內
坐標 X: 231271.56 Y: 2666168.53
方位角: 164 度

六、崩塌編號：嘉縣 DF006-SL005

淺層崩塌嘉縣 DF006-SL005，其形心坐標為(217468.66, 2604394.94)，位於嘉義縣梅山鄉瑞里村。崩塌發生的地層為卓蘭層，其岩體性質為砂岩及頁岩互層，崩塌附近並無地質構造。

崩塌發生於土石流潛勢溪流嘉縣 DF006 中游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上植被茂盛，已有樹木及長滿雜草。崩塌發生在邊坡的溪流側岸，其邊坡坡向約 181 度，坡度約為 25 度，崩塌滑移方向為約 184 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾緊鄰河道，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 1~2 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 1.2 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 120 公尺，寬度約 58 公尺，高程差約有 58 公尺。坡面上應有殘留材料，其長度約 62 公尺，寬度 47 公尺，判斷其深度約 1 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(217469, 2604392)，目前坡面上並無滲流。在下邊坡 2 倍坡高距離內有保全對象，崩塌上方為縣道 166 以及一戶保全對象。在崩塌上緣的縣道 166 旁有擋土牆保護。經由現地調查結果發現，原本此邊坡上的兩處崩塌，應該為同一處崩塌，因此將崩塌重新圈繪，舊崩塌範圍為紫紅色虛線，新畫設的崩塌地為黃色實線。

嘉縣 DF006-SL005 淺層崩塌現地調查表

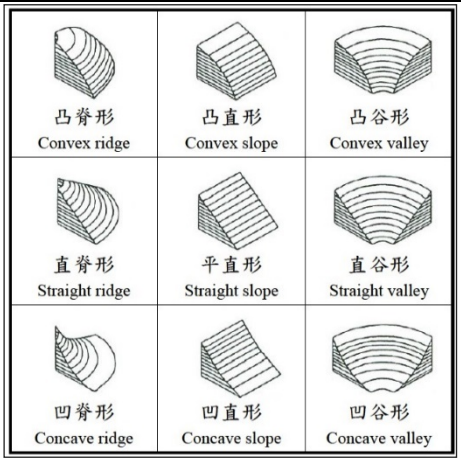
一、 崩塌地基本資料(預填)

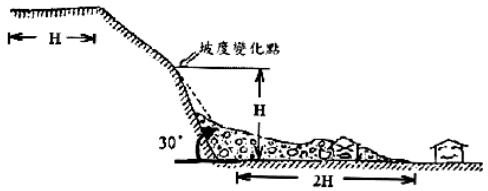
現勘日期	108 年 09 月 25 日 12 時		天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/劉德礎、陳彥澄			
調查記錄編號		崩塌地編號	嘉縣 DF006-SL005	
土石流潛勢溪流編號	嘉縣 DF006	集水區名稱		
歷史災害	_____年_____月，_____颱風/豪雨			
行政區域	嘉義 縣(~~市~~) 梅山 鄉(~~鎮區~~) 瑞里 村(里)			
地點	~~臺(省道)~~/縣道 166 號 里程 80.7 k		地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 217468.66 Y: 2604394.94	
與其他測點關係描述				
岩體性質	砂岩、頁岩互層	構造	■無□有_____ 距離崩塌____m	

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階■集水區中游□河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) ■植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

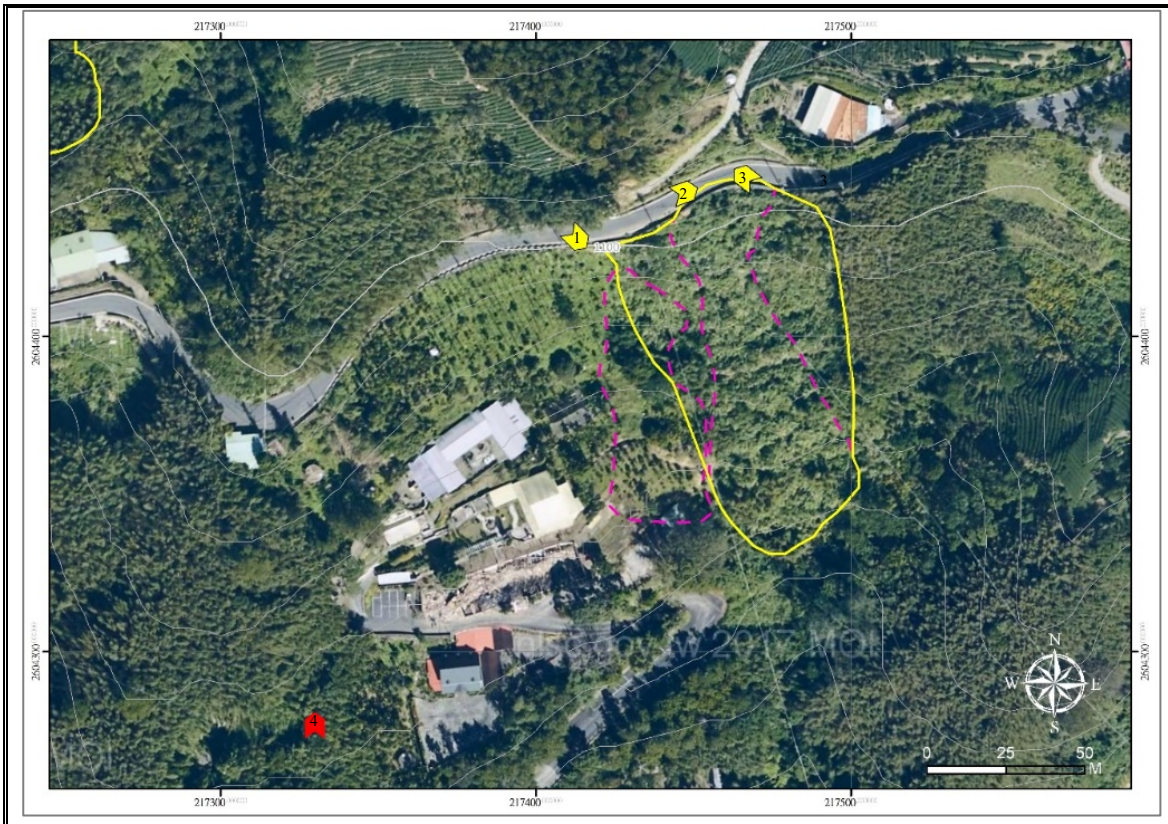
地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 □山腹 □坡腳 ■溪流側岸/蝕溝側
	坡向/坡度	N__181__度 / _25_度
	崩塌滑移方向	N__184__度
	坡型(預判)	 □凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	____0____公尺
	材料類型	□風化土 □崩積土 ■岩屑 □河階堆積
	表土厚度	□<0.5m □0.5~1m■1~2m□2~4m □>4m

	最大岩塊粒徑	1.2 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 120 m、寬度 58 m、高程差 58 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 62 m、寬度 47 m、深度 1 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 217469 Y 2604392 崩塌流出距離：_____m、寬度：_____m、 厚度：最大_____m 平均：____m 堆積形狀：_____	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	□無 ■1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 ■道路(含鐵路) 【縣道 166】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	□無整治設施 ■護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____	狀況: ■正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 ■良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角
(黃色箭頭為拍照位置，紅色箭頭為空拍位置)



照片 1 崩塌及堆積區現況，坡面上已長滿植被。
坐標 X: 217413.00 Y: 2604430.98
方位角: 135 度



照片 2 崩塌上緣處為縣道 166，道路旁有擋土牆保護
坐標 X: 217447.23 Y: 2604445.48
方位角: 70 度



照片 3 邊坡上緣狀況，植被種類有變化，疑似舊崩塌地。
坐標 X: 217469.20 Y: 2604451.71
方位角: 190 度



照片 4 現地狀況的空拍照，可看出邊坡已長滿植被，邊坡下緣及上緣皆有保全對象。
坐標 X: 217329.92 Y: 2604276.65
方位角: 5 度

七、崩塌編號：嘉縣 DF008-SL050

淺層崩塌嘉縣 DF008-SL050，其形心坐標為(221523.3, 2603571.9)，位於嘉義縣梅山鄉太和村。崩塌發生的地層為長枝坑層，其岩體性質為砂岩及砂頁岩互層組成，崩塌附近並無地質構造。

崩塌發生於土石流潛勢溪流嘉縣 DF008 下游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上茂密，長滿雜草並且種植檳榔樹。崩塌發生在邊坡的坡腹，其邊坡坡向約 174 度，坡度約為 49 度，崩塌滑移方向約 168 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為直谷形。崩塌坡趾距離河道 142 公尺，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 1~2 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 1 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 215 公尺，寬度約 60 公尺，高程差約有 162 公尺。坡面上仍有殘留材料，其長度約 95 公尺，寬度 53 公尺，判斷其深度約 1 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(221536.99,2603555.22)，目前坡面上並無滲流。在 2 倍坡高距離內保全對象太和國小、派出所和縣道 169 等保全對象，邊坡底下有擋土牆保護坡趾以及坡面有排水設施，目前皆狀況良好。

嘉縣 DF008-SL050 淺層崩塌現地調查表

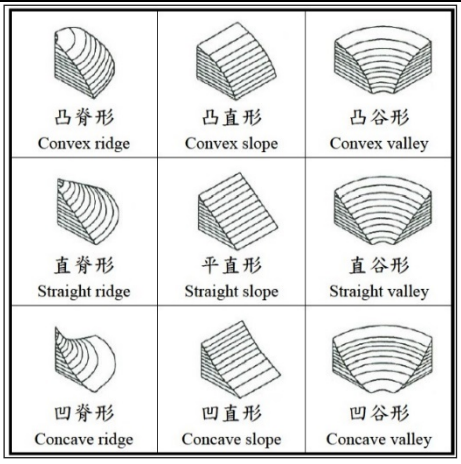
一、 崩塌地基本資料(預填)

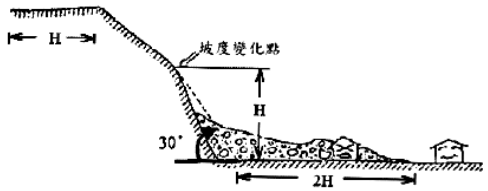
現勘日期	108 年 09 月 25 日 11 時			天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/劉德礎、陳彥澄				
調查記錄編號		崩塌地編號		嘉縣 DF008-SL050	
土石流潛勢溪流編號	嘉縣 DF008	集水區名稱			
歷史災害	__ __年__ __月，_ _颱風/豪雨				
行政區域	嘉義 縣(市) 梅山 鄉~~鎮區~~ 太和 村(~~里~~)				
地點	臺(省道)/縣道 7 號 里程 k			地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)		X: 221523.3_Y: 2603571.9_	
與其他測點關係描述					
岩體性質	砂岩及砂頁岩互層	構造	■無□有_____ 距離崩塌____m		

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階□集水區中游■河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) ■植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

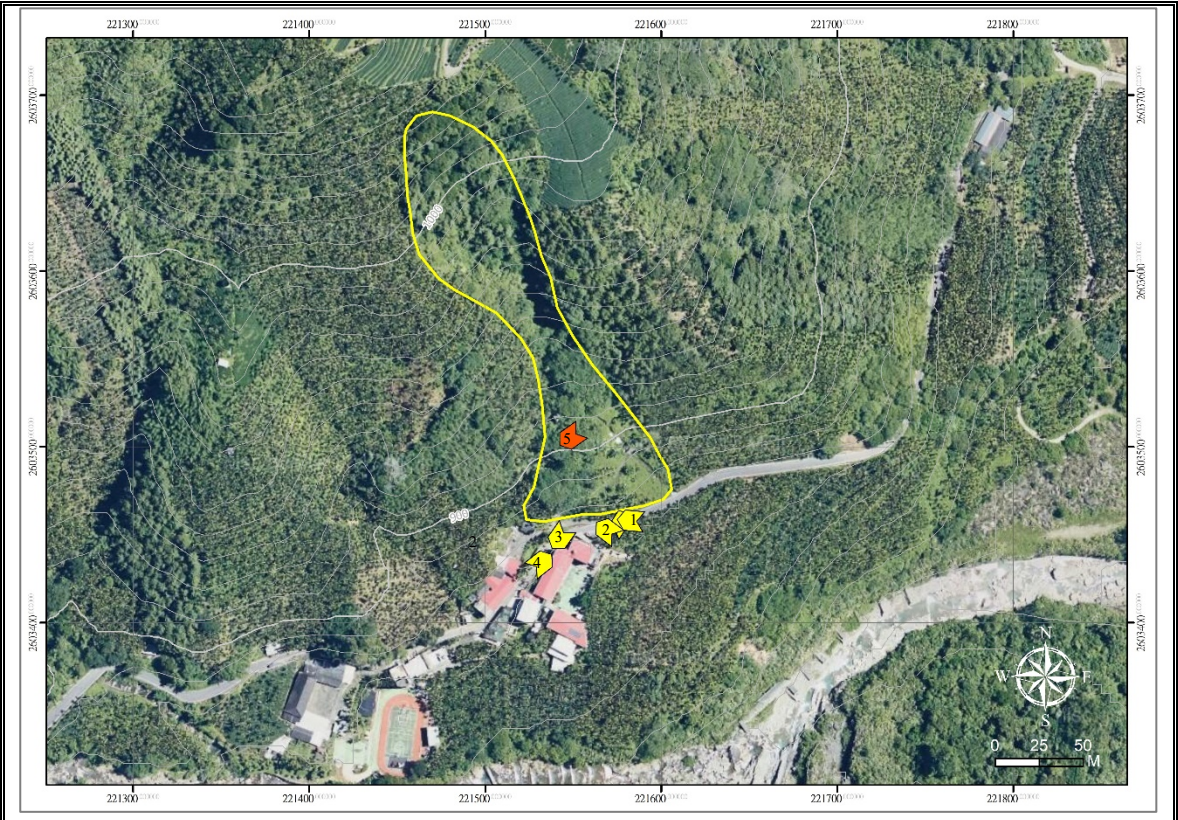
地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 ■山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側
	坡向/坡度	N__174__度 / _37_度
	崩塌滑移方向	N__168__度
	坡型(預判)	 □凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 □平直形 ■直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	142 公尺
	材料類型	□風化土 □崩積土 ■岩屑 □河階堆積
	表土厚度	□<0.5m □0.5~1m■1~2m□2~4m □>4m

	最大岩塊粒徑	1 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 215 m、寬度 60 m、高程差 162 m 深度 _____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 95 m、寬度 53 m、深度 1 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 221536.99 Y 2603555.22 崩塌流出距離：_____m、寬度：_____m、 厚度：最大_____m 平均：____m 堆積形狀：_____	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	□無■1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	□無 ■學校 □醫院 ■活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 ■道路(含鐵路) 【省道台 7 線】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	□無整治設施 ■護坡工程 ■排水工程 □植生 □其他_____	狀況: ■正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 ■良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角
(黃色箭頭為拍照位置，紅色箭頭為空拍位置)



照片 1 崩塌及堆積區現況，長滿雜草擊種植檳榔樹。
坐標 X: 221582.88 Y: 2603458.29
方位角: 275 度



照片 2 崩塌及堆積區現況，長滿雜草擊種植檳榔樹，底下為擋土牆保護坡趾。
坐標 X: 221569.25 Y: 2603452.59
方位角: 307 度

	
照片 3 淺層崩塌下為太和國小，及縣道169。 坐標 X: 221542.36 Y: 2603448.40 方位角: 215 度	照片 4 淺層崩塌下為太和國小，及縣道169。 坐標 X: 221531.78 Y: 2603434.02 方位角: 52 度
 照片 5 淺層崩塌的現場空拍圖，可明顯看出淺層崩塌緊鄰聚落，並且坡面上種滿檳榔樹。 坐標 X: 221514.56 Y: 2603529.35 方位角: 235 度	

八、崩塌編號：嘉縣 DF018-SL007

淺層崩塌嘉縣 DF018-SL007，其形心坐標為(213872.70, 2597338.52)，位於嘉義縣竹崎鄉光華村。崩塌發生的地層為竹頭崎層，其岩體性質為泥質砂岩與頁岩互層組成，崩塌附近並無地質構造。

崩塌發生於土石流潛勢溪流嘉縣 DF018 下游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上可以看到出露岩盤。崩塌由坡頂一直延伸至坡趾為全邊坡破壞，其邊坡坡向約 92 度，坡度約為 35 度，崩塌滑移方向為約 92 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為直谷形。崩塌坡趾緊鄰河道，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 1~2 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 2 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 149 公尺，寬度約 20 公尺，高程差約有 102 公尺。坡面上仍有殘留材料，其長度約 40 公尺，寬度 20 公尺，判斷其深度約 1.5 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(213882.97, 2597345.45)，崩塌所形成的影響範圍距離約為 37 公尺，寬度約為 23 公尺，其最大厚度約為 1 公尺，而平均厚度約 0.5 公尺，目前坡面上並無滲流。在 2 倍坡高距離內保全對象為縣道 159 甲(大華公路)及聯外橋樑。邊坡尚無工程保護。

嘉縣 DF018-SL007 淺層崩塌現地調查表

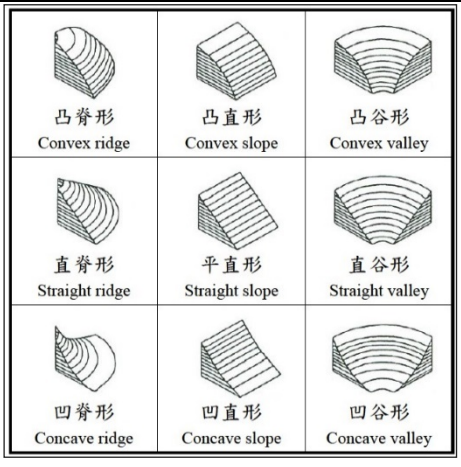
一、 崩塌地基本資料(預填)

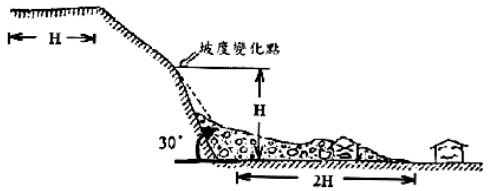
現勘日期	108 年 09 月 25 日 12 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/劉德礎、陳彥澄		
調查記錄編號		崩塌地編號	嘉縣 DF018-SL007
土石流潛勢溪流編號	嘉縣 DF018	集水區名稱	
歷史災害	＿＿＿年＿＿＿月，＿＿＿＿颱風/豪雨		
行政區域	嘉義 縣(~~市~~) 竹崎 鄉(~~鎮區~~) 光華 村(~~里~~)		
地點	~~臺(省道)~~/縣道 159 甲號 里程 30k	地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 213872.70 Y: 2597338.52
與其他測點關係描述			
岩體性質	泥質砂岩與頁岩互層	構造	■無□有＿＿＿＿ 距離崩塌＿＿m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階□集水區中游■河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	■裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) □植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

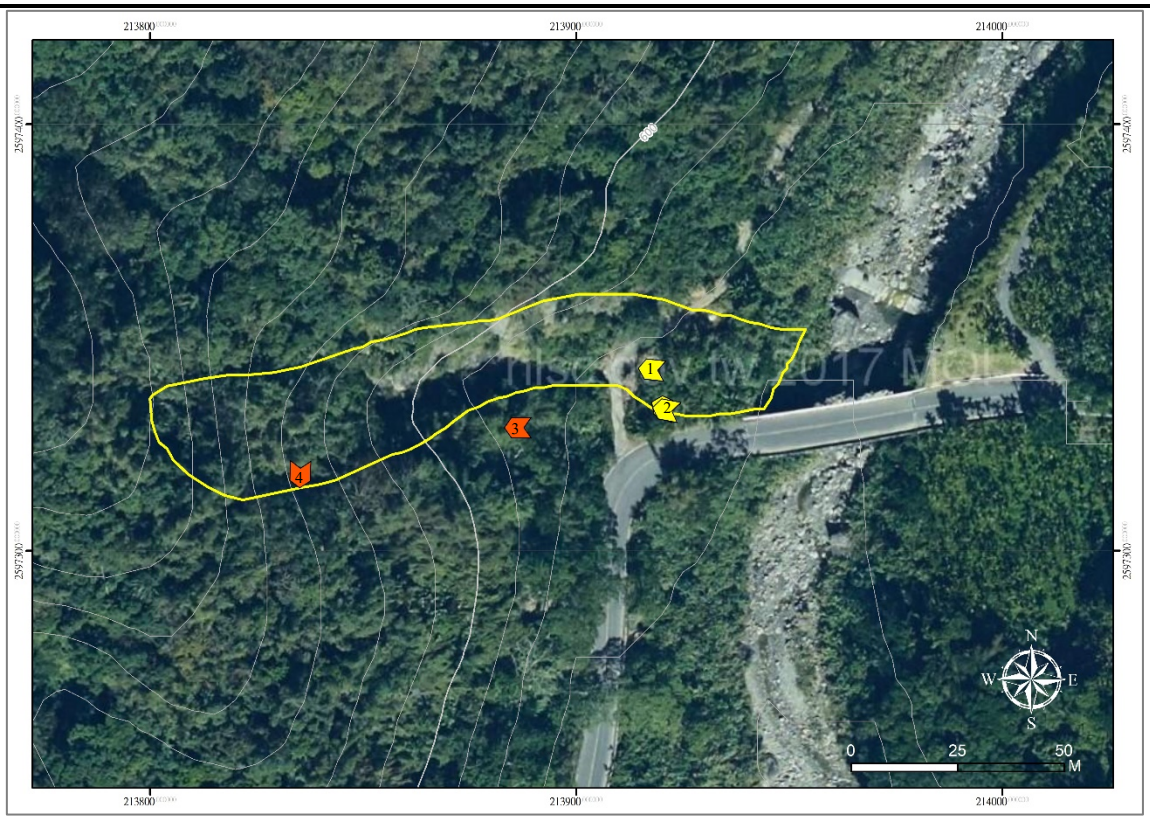
地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	■全邊坡 □山脊 □山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N 92 度 / 35 度	
	崩塌滑移方向	N 92 度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 □平直形 ■直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	0 公尺	
	材料類型	□風化土 □崩積土 ■岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	□<0.5m □0.5~1m■1~2m□2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	2 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 149 m、寬度 20 m、高程差 102 m 深度 _____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 40 m、寬度 20 m、深度 1.5 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 213882.97 Y 2597345.45 崩塌流出距離：37 m、寬度：23 m、 厚度：最大 1 m 平均：0.5 m 堆積形狀：舌狀	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	■無 □1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 ■橋梁【 】	■道路(含鐵路) 【縣道 159 甲】
	其他重要保全對象		對象描述：_____
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	■無整治設施 □護坡工程 □排水工程 □植生 □其他 _____		狀況: □正常 □破壞
現地整治成效評估	□暫不須整治 □良好 □尚可 ■待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角
(黃色箭頭為拍照位置，紅色箭頭為空拍位置)



照片 1 崩塌及堆積區現況，坡面已露出岩盤
坐標 X: 213917.71Y: 2597342.44
方位角: 276 度



照片 2 淺層崩塌下緣的堆積區，有大量土石都遺留在原處。
坐標 X: 213920.58 Y: 2597333.58
方位角: 295 度

 照片 3 利用無人機拍攝崩塌上緣，可由圖中看出淺層崩塌由邊坡最上緣開始滑動，並且可明顯看出岩層裸露。 坐標 X: 213886.32 Y: 2597328.86 方位角: 270 度	 照片 4 淺層崩塌現地的空拍圖，可明顯看出崩塌目前狀況以及影響範圍 坐標 X: 213835.22 Y: 2597317.91 方位角: 182 度

九、崩塌編號：嘉縣 DF023-SL003

淺層崩塌嘉縣 DF023-SL003，其形心坐標為(213673.65, 2596976.44)，位於嘉義縣竹崎鄉光華村。崩塌發生的地層為竹頭崎層，其岩體性質為泥質砂岩與頁岩互層，崩塌附近並無地質構造。

崩塌發生於土石流潛勢溪流嘉縣 DF023 下游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上植被茂密，並有種植檳榔樹。崩塌發生在邊坡的山腹處，其邊坡坡向約 140 度，坡度約為 37 度，崩塌滑移方向為約 140 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌坡趾距離河道 195 公尺，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 1~2 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.5 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 109 公尺，寬度約 61 公尺，高程差約有 83 公尺。坡面上仍有殘留材料，其長度約 74 公尺，寬度 59 公尺，判斷其深度約 1 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(213654.73, 2596993.31)，目前坡面上並無滲流。在 2 倍坡高距離內有多戶保全對象以及縣道 159 甲。邊坡底下有擋土牆保護坡趾，目前狀態良好。

嘉縣 DF023-SL003 淺層崩塌現地調查表

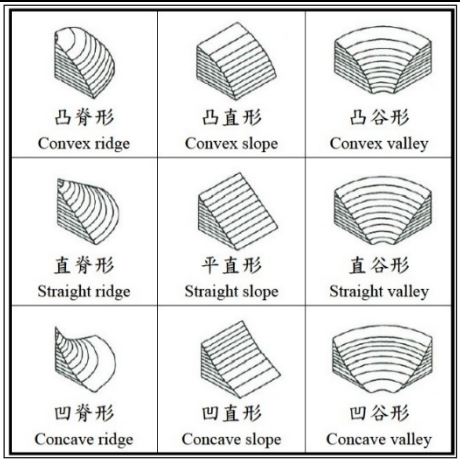
一、 崩塌地基本資料(預填)

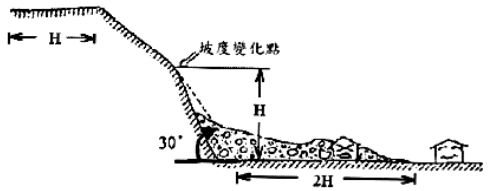
現勘日期	10 年 09 月 25 日 13 時			天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/劉德礎、陳彥澄				
調查記錄編號		崩塌地編號		嘉縣 DF023-SL003_	
土石流潛勢溪流編號	嘉縣 DF023	集水區名稱			
歷史災害	__ __年__ __月，_ _颱風/豪雨				
行政區域	_嘉義_縣(~~市~~)_竹崎_鄉~~鎮區~~_光華_村(~~里~~)				
地點	~~臺(省道)~~/縣道 159 甲號 里程 30 k			地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)		X: 213673.65_Y: 2596976.44_	
與其他測點關係描述					
岩體性質	泥質砂岩與頁岩互層	構造	■無□有_____ 距離崩塌____m		

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階□集水區中游■河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) ■植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

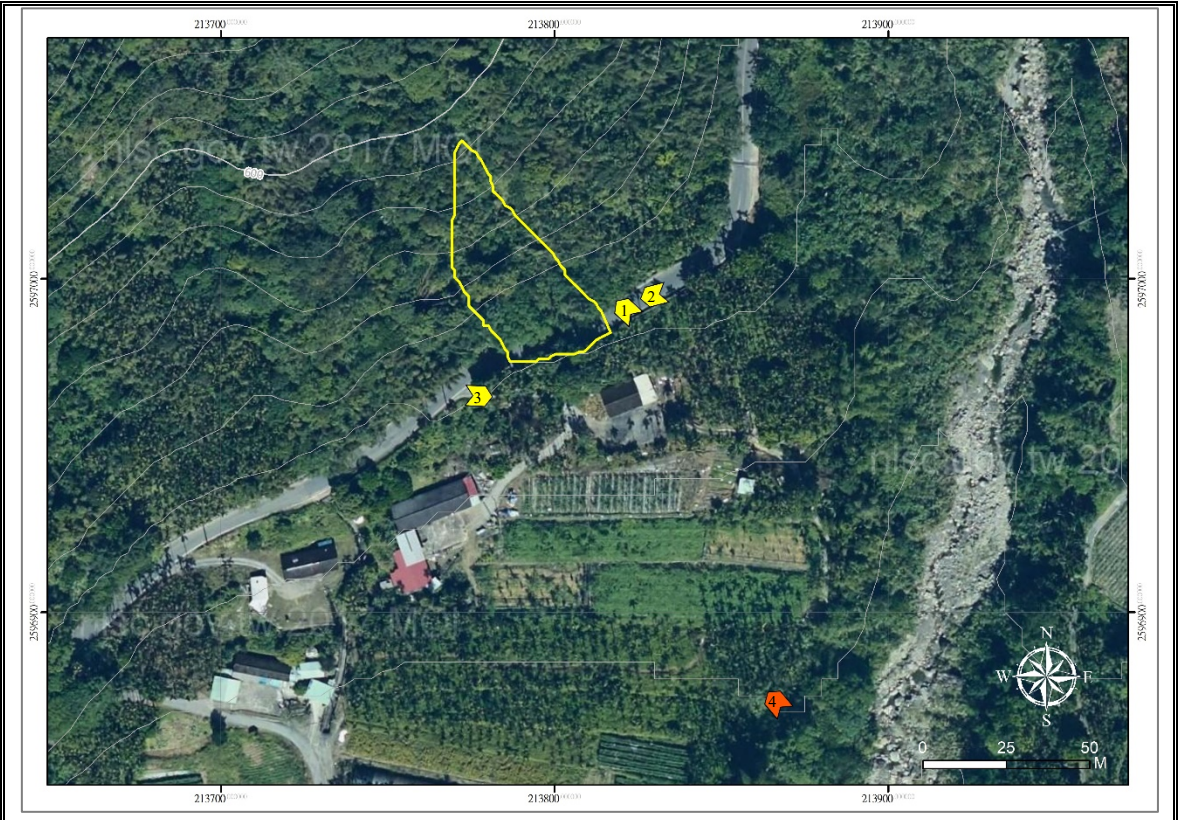
地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 ■山腹 □坡腳 □溪流側岸/蝕溝側	
	坡向/坡度	N__140__度 / _37_度	
	崩塌滑移方向	N__140__度	
	坡型(預判)		□凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	195 公尺	
	材料類型	□風化土 □崩積土 ■岩屑 □河階堆積	
	表土厚度	□<0.5m □0.5~1m■1~2m□2~4m □>4m	

	最大岩塊粒徑	0.5 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 109 m、寬度 61 m、高程差 83 m 深度 _____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 74 m、寬度 59 m、深度 1 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X 286909 Y 2732601 崩塌流出距離：_____m、寬度：_____m、 厚度：最大_____m 平均：____m 堆積形狀：_____	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	□無■1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 □橋梁【 】 ■道路(含鐵路) 【縣道 159 甲】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	□無整治設施■護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____	狀況: □正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 ■良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角
(黃色箭頭為拍照位置，紅色箭頭為空拍位置)



照片 1 淺層崩塌坡面目前狀況，坡面上長滿雜草以及種植檳榔樹。
坐標 X: 213703.01 Y: 2596923.81
方位角: 310 度



照片 2 淺層崩塌下緣有擋土牆保護坡趾，目前狀況良好。
坐標 X: 213720.23 Y: 2596930.97
方位角: 270 度



照片 3 淺層崩塌下方的保全對象，有多戶農舍及農墾地。
坐標 X: 213693.46 Y: 2596917.38
方位角: 143 度



照片 4 淺層崩塌現地空拍照，可看出坡面目前都是種植檳榔樹，並且緊鄰底下保全對象。
坐標 X: 213866.50 Y: 2596872.99
方位角: 320 度

十、崩塌編號：嘉縣 DF039-SL001

淺層崩塌嘉縣 DF039-SL001，其形心坐標為(223743.59, 2608155.81)，位於嘉義縣阿里山鄉豐山村。崩塌發生的地層為南莊層，其岩體性質為砂頁岩互層，崩塌附近並無地質構造。

崩塌發生於土石流潛勢溪流嘉縣 DF039-SL001 下游，潛在敏感區位為崩積土，目前坡面上植被茂盛。崩塌發生在邊坡的坡趾處，其邊坡坡向約 118 度，坡度約為 33 度，崩塌滑移方向為約 118 度，經由 GIS 判釋邊坡坡型為平直形。崩塌距離河道 120 公尺，而崩塌材料為岩屑，推估其表土厚度為 1~2 公尺，邊坡上最大的岩石粒徑約為 0.5 公尺。

崩塌形式為淺層崩塌，其長度約為 246 公尺，寬度約 81 公尺，高程差約有 162 公尺。坡面上仍有殘留材料，其長度約 72 公尺，寬度 50 公尺，判斷其深度約 1 公尺，而堆積區最上緣坐標推估為(223773.87, 2608139.33)，邊坡底下有許多土石堆積，推估為崩塌的堆積區，但已經過整理，影響範圍不明顯。崩塌可能影響到石鼓盤大橋以及聚落的聯絡道路。邊坡已用擋土牆保護，擋土牆目前狀況良好，而擋土牆內亦有設置蛇籠保護坡腳，目前坡面上並無滲流。經由現地調查後重新圈繪崩塌，紫紅色虛線為舊崩塌範圍，黃色實線為重新圈繪的淺層崩塌範圍。

嘉縣 DF039-SL001 淺層崩塌現地調查表

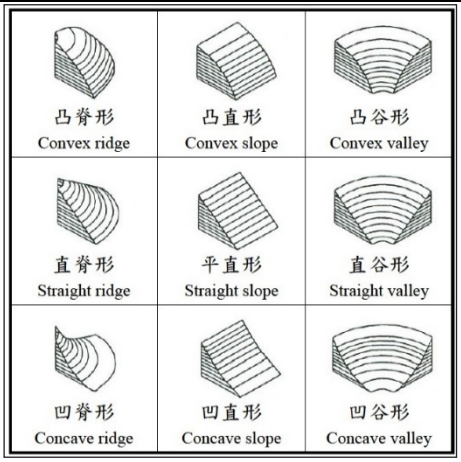
一、 崩塌地基本資料(預填)

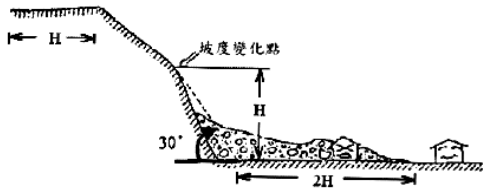
現勘日期	108 年 09 月 25 日 11 時	天氣	晴
調查單位/人員	國立臺灣大學/劉德礎、陳彥澄		
調查記錄編號		崩塌地編號	嘉縣 DF039-SL001
土石流潛勢溪流編號	嘉縣 DF039	集水區名稱	
歷史災害	_____年_____月，_____颱風/豪雨		
行政區域	嘉義 縣(~~市~~) 阿里山 鄉鎮區 豐山 村(里)		
地點	臺(省道)/縣道 號 里程 k	地標	
GPS 記錄代號		GPS 記錄坐標(TWD97)	X: 223743.59 Y: 2608155.81
與其他測點關係描述			
岩體性質	砂頁岩互層	構造	■無□有_____ 距離崩塌____m

二、 坡地環境

邊坡位置	□河岸階地□集水區上游河階□集水區中游■河階集水區下游河階
潛在敏感區位	□陡坡 □舊山崩 □斷層(預判) ■崩積土 □河岸侵蝕
植被覆蓋程度	□裸岩 □植被稀疏(10%<植被面積<30%) □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) ■植被密集(植被面積>80%)

三、 崩塌地地文特徵

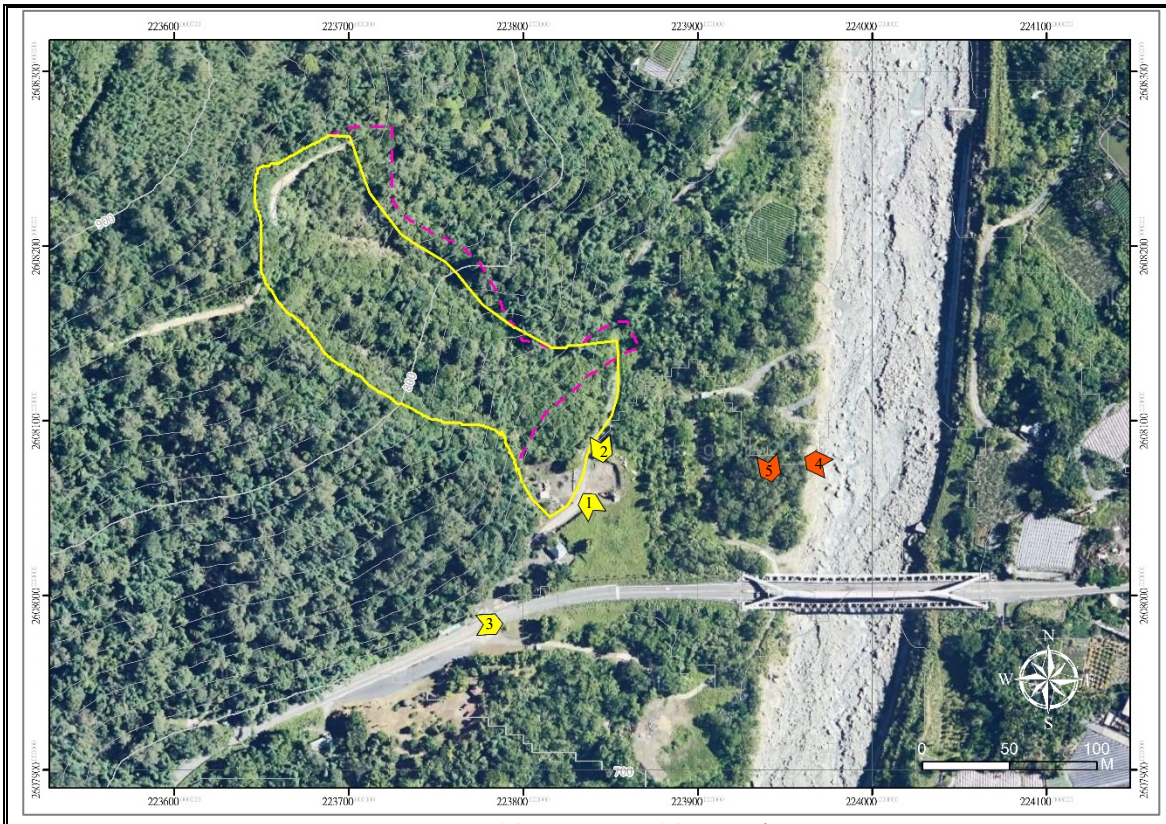
地形形貌與邊坡材料	崩塌區位	□全邊坡 □山脊 □山腹 ■坡腳 □溪流側岸/蝕溝側
	坡向/坡度	N__118__度 / _33_度
	崩塌滑移方向	N__118__度
	坡型(預判)	 □凸脊形 □凸直形 □凸谷形 □直脊形 ■平直形 □直谷形 □凹脊形 □凹直形 □凹谷形
	坡趾距河(海)岸水平距離	120 公尺
	材料類型	□風化土 ■崩積土 □岩屑 □河階堆積
	表土厚度	□<0.5m □0.5~1m■1~2m□2~4m □>4m

	最大岩塊粒徑	1.0 m
崩塌類型(複選)	□落石、土壤掉落 ■淺層崩滑(岩屑、風化土) □深層滑動(坡體) □沖蝕 □其他 _____	
崩塌區幾何形狀	長度 246 m、寬度 81 m、高程差 162 m 深度_____m(選填)	
坡面殘留材料	□無 ■有，長度 72 m、寬度 50 m、深度 1 m	
堆積區狀況	推估上緣點位坐標：X _223773.87_ Y _2608139.33_ 崩塌流出距離：_____m、寬度：_____m、 厚度：最大_____m 平均：_____m 堆積形狀：_____	
崩塌至保全對象相對位置		■小於 2H 有保全對象 □小於 2H 無保全對象
崩塌地水文狀況	■無滲流 □局部滲流 □大量滲流 □地表逕流匯集	

四、 保全對象及既有工程設施

保全對象說明	建物	住戶	□無■1～4 戶 □5 戶以上
		公共建築	■無 □學校 □醫院 □活動中心
	交通設施	□無 ■橋梁【石鼓盤大橋】 ■道路(含鐵路) 【聯絡道路】	
	其他重要保全對象	對象描述：_____	
保全對象住戶地址	■無 □有_____		
鄰近保全對象之工程設施(複選)	□無整治設施 ■護坡工程 □排水工程 □植生 □其他_____	狀況: ■正常 □破壞	
現地整治成效評估	□暫不須整治 ■良好 □尚可 □待改進		

五、 照片及狀況說明



相片拍攝點位及拍攝方位角
(黃色箭頭為拍照位置，紅色箭頭為空拍位置)



照片 1 坡趾處有擋土牆保護坡趾，以及底下道路和寺廟。
坐標 X: 223838.44　Y: 2608051.72
方位角: 328.5 度



照片 2 崩塌及堆積區現況，河道正在執行整治工程
坐標 X: 223844.79　Y: 2608083.82
方位角: 173.4 度



照片 3 崩塌附近的石鼓盤大橋。
坐標 X: 223780.47 Y: 2607983.16
方位角: 86.5 度



照片 4 淺層崩塌上緣的空拍照，可看出邊坡已長滿植被，淺層崩塌兩側有明顯的蝕溝仍在發育。
坐標 X: 223968.25 Y: 2608075.67
方位角: 295 度



照片 5 現地狀況的空拍照，可看出邊坡距離道路及橋非常接近。
坐標 X: 223941.06 Y: 2608072.76
方位角: 170 度

第三節 淺層崩塌因子統計

針對「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」圖資，整理研究區內的淺層崩塌，中部研究區包含了有 1,476 處淺層崩塌，又土石流潛勢溪流集水區中包含了 352 處淺層崩塌；南部研究區中有 8,284 處淺層崩塌，土石流潛勢溪流集水區內包含 1,564 處淺層崩塌。將分成中部和南部研究區分別討論淺層崩塌潛勢因子包含淺層崩塌面積、坡度、坡向、高程、高程差、長寬比以及兩種曲率分布。

一、中部研究區

中部研究區內的 1,476 處淺層崩塌因子分布如圖 3-8 至圖 3-15 所示。由各因子分布圖中可看出，中部研究區的淺層崩塌面積約集中在 0.04~0.2 公頃之間；將近數量 30%的淺層崩塌發生在坡度小於 10 度的地區，推測可能為沖蝕造成，坡度大於 30 度的邊坡亦有多數淺層崩塌發生，佔所有淺層崩塌數量的 50%；發生淺層崩塌的坡向集中在朝南的邊坡；淺層崩塌集中發生在高程 200~1000 公尺間的邊坡，約佔整體數量的 70%，而高程低於 100 公尺的邊坡亦有淺層崩塌發生，約佔整理數量的 25%；中部研究區淺層崩塌的高程差大致集中於 20~50 公尺，亦有多數的淺層崩塌高程差小於 5 公尺，約佔整體數量的 33%；長寬比分布集中於 0.25~0.75，，表示淺層崩塌形狀主要為長條狀；將曲率分為淺層崩塌縱軸曲率與橫軸曲率進行統計，曲率變化數值大於 0 表示邊坡坡面為凸起，其數值小於 0 表示邊坡坡面為凹陷，而縱軸曲率的統計結果都是集中在 0~0.5 之間，而橫軸曲率的統計結果集中於-2~2，表示淺層崩塌大致上都是發生於平直型的坡面。

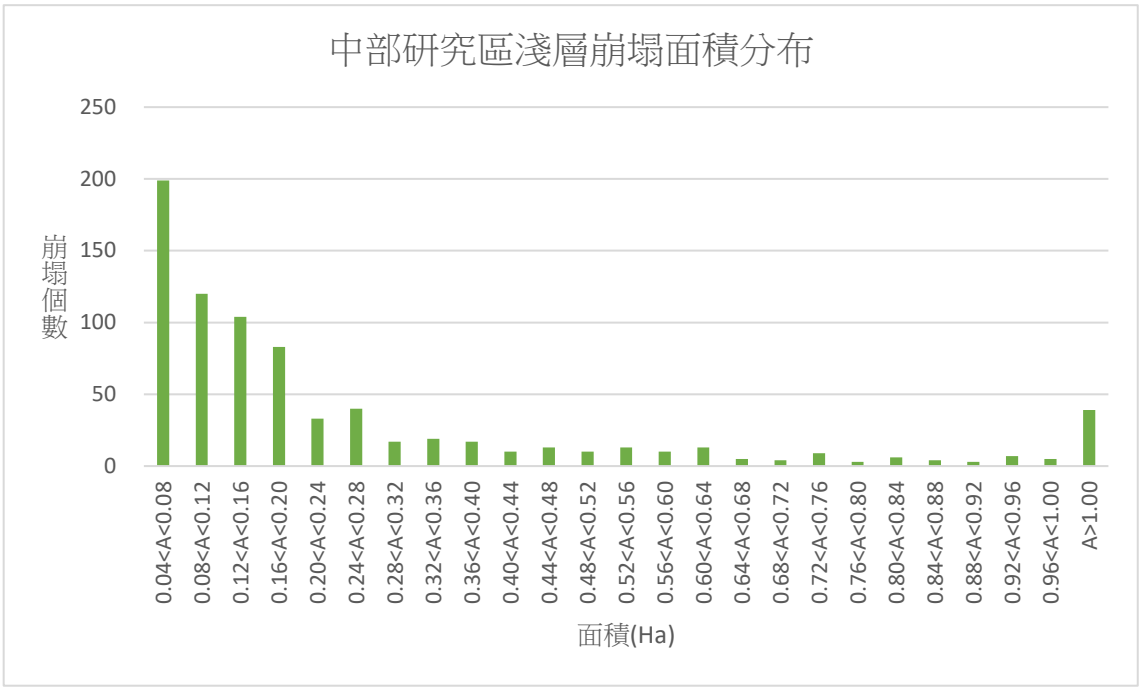


圖3-8 中部研究區淺層崩塌面積分布

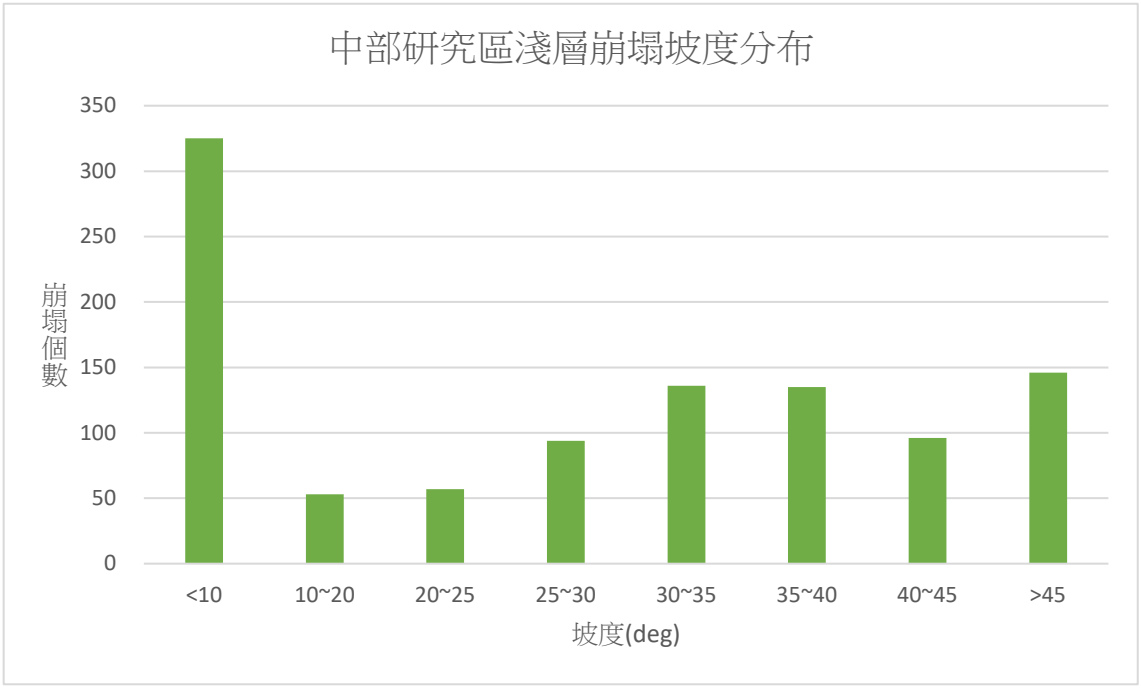


圖3-9 中部研究區淺層崩塌坡度分布

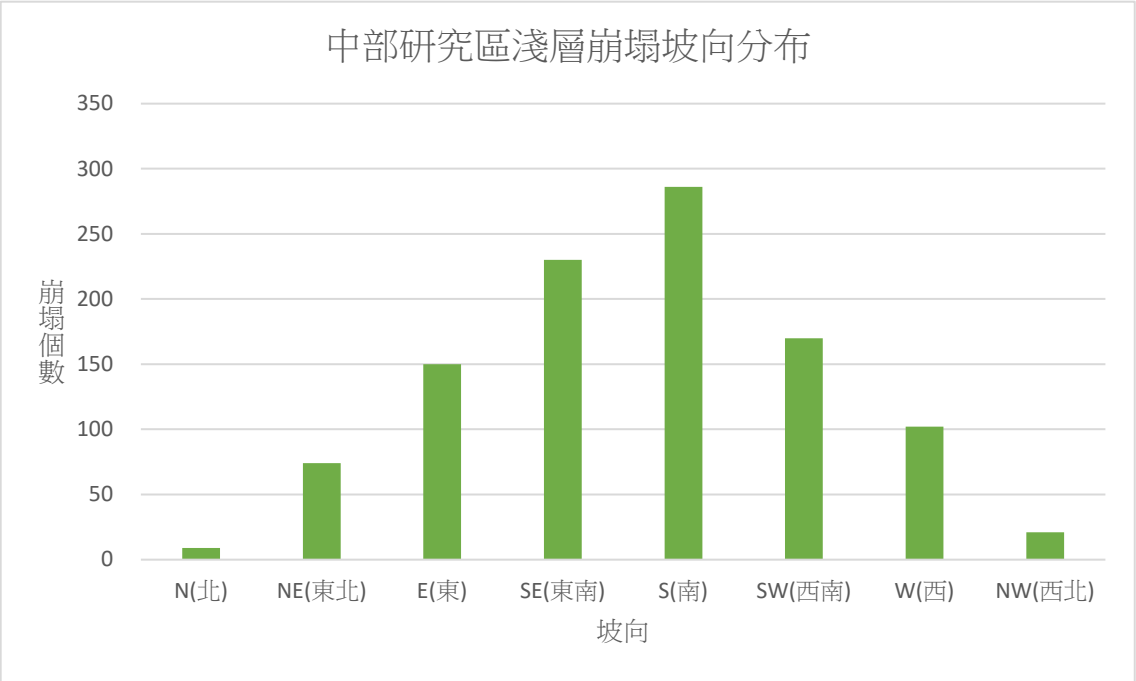


圖3-10 中部研究區淺層崩塌坡向分布

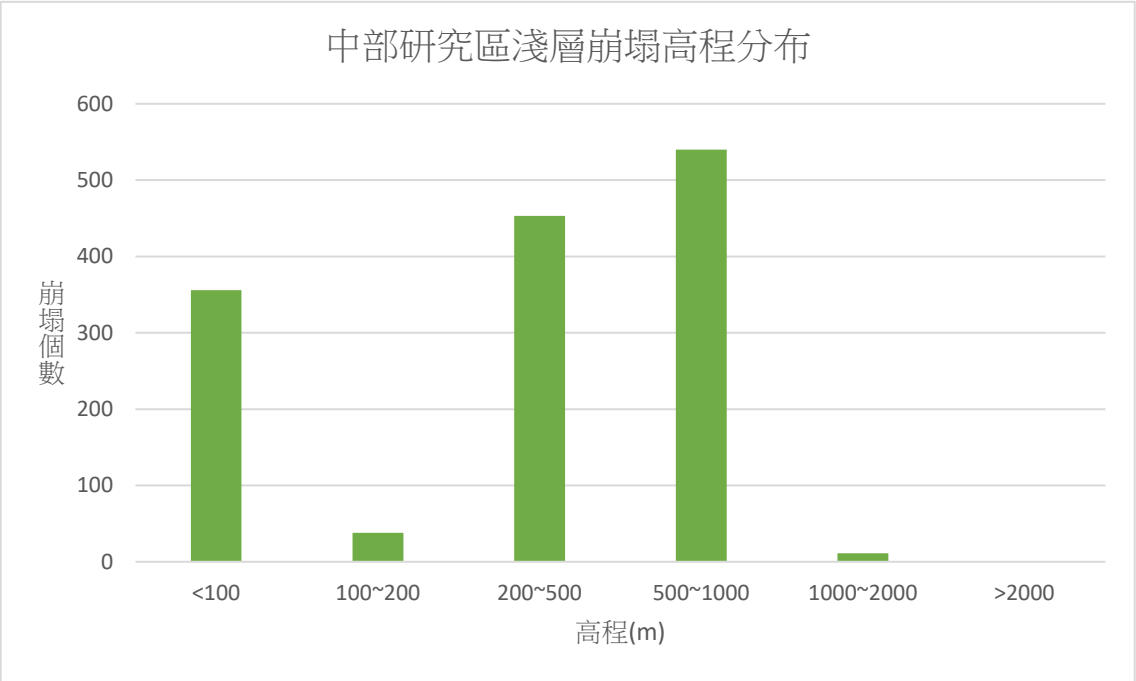


圖3-11 中部研究區淺層崩塌高程分布

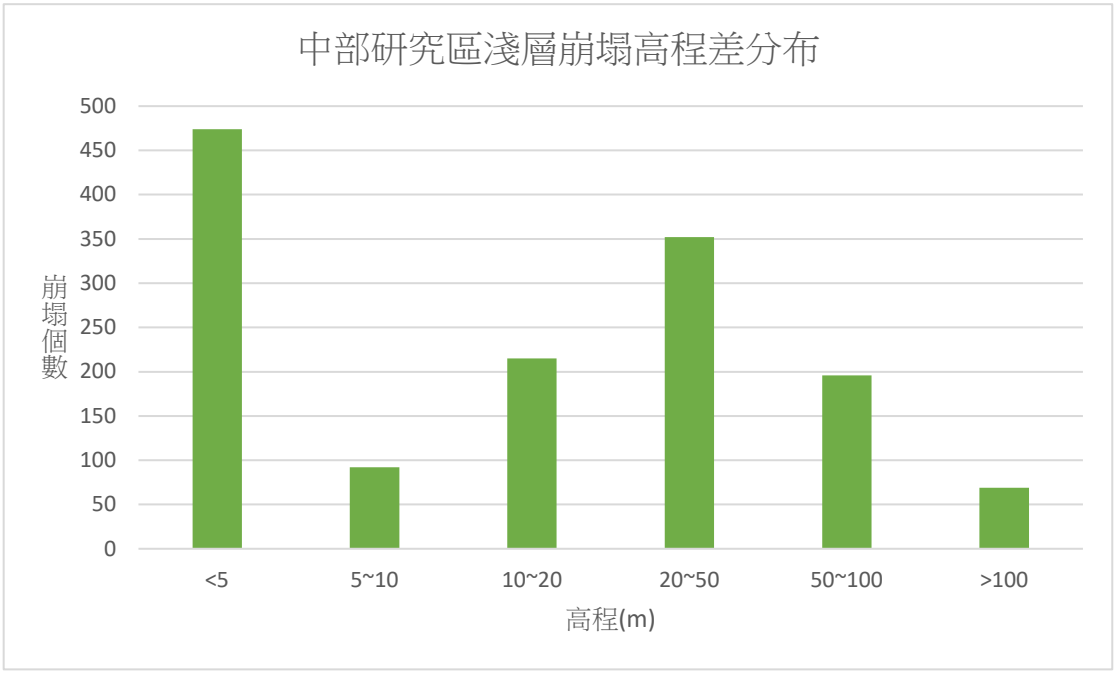


圖3-12 中部研究區淺層崩塌高程差分布

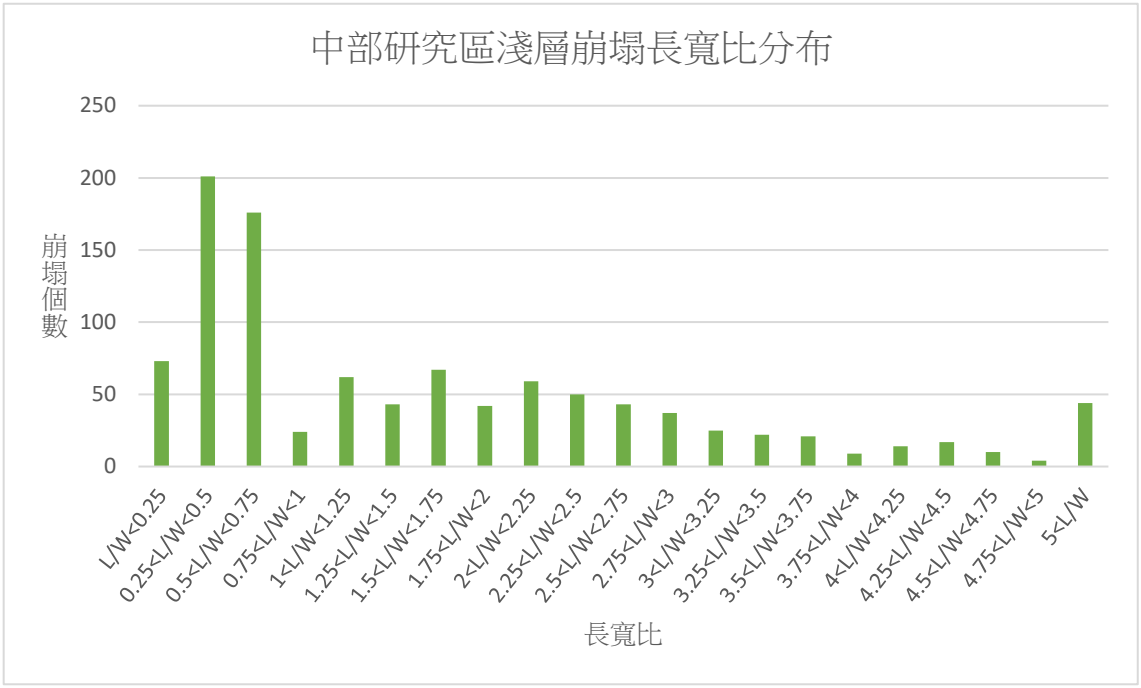


圖3-13 中部研究區淺層崩塌長寬比分布

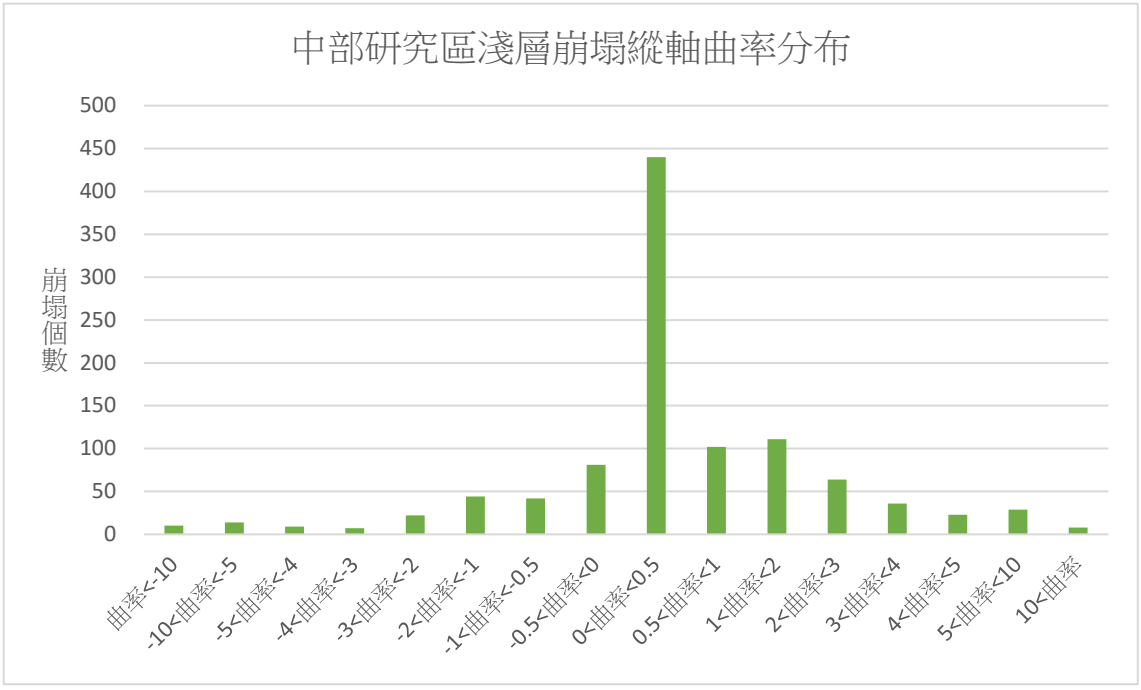


圖3-14　中部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布

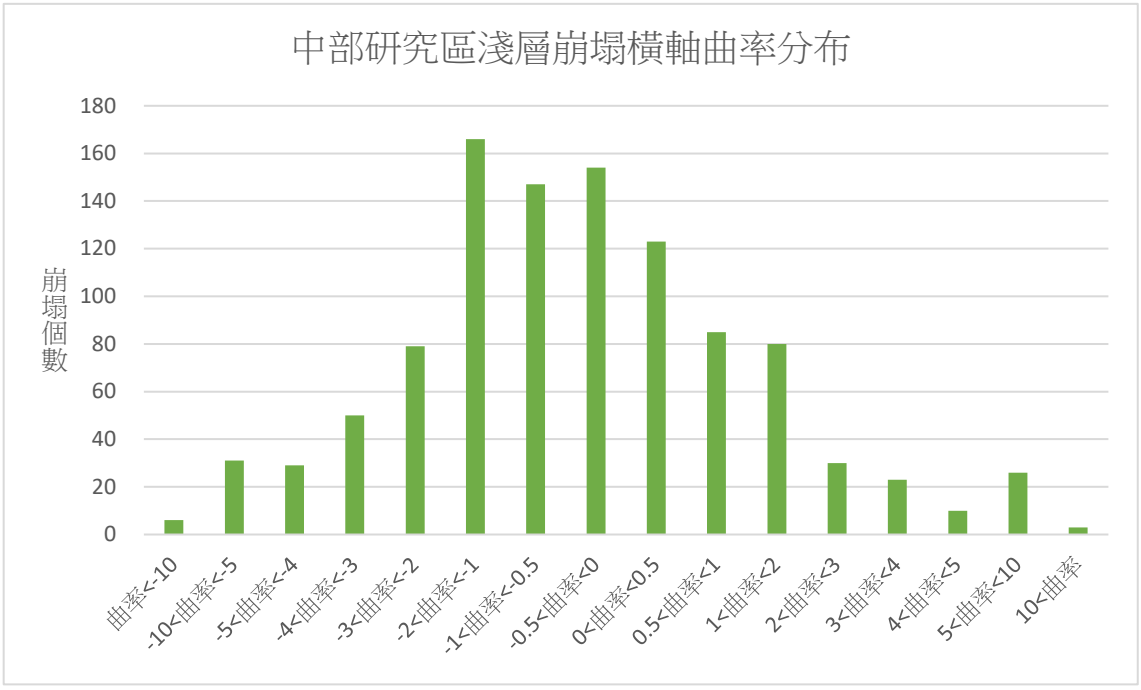


圖3-15　中部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布

再將中部研究區中發生於土石流潛勢溪流集水區內的 352 處淺層崩塌取出，並討論其因子分布，如圖 3-16 至圖 3-23。由土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌因子分布圖中可看出，集水區內的淺層崩塌面積約集中在 0.04~0.20 公頃之間；發生淺層崩塌的邊坡坡度集中於 25~40 度之間，約佔整體數量的 60%；發生淺層崩塌的坡向多數為朝南及西南的邊坡，佔整體數量的 56%；淺層崩塌集中發生在高程 500~1000 公尺間的邊坡，約佔整體的 77%；中部研究區淺層崩塌的高程差大致集中於 20~50 公尺，約佔整體 40%；長寬比分布集中於 0.25~0.75，表示淺層崩塌形狀多為長條狀；縱軸曲率的統計結果都是集中在-0.5~1 之間，而橫軸曲率的統計結果集中於-2~0.5，表示淺層崩塌大致上都是發生於直谷型的坡面。

由中部研究區全部的淺層崩塌與發生在土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌比較後可發現，在非土石流潛勢溪流集水區發生的淺層崩塌有多數(整體數量的 25%)發生在高程較低處且發生的邊坡坡度較緩，推測可能為局沖蝕或小型崩滑，而土石流潛勢溪流集水區分別位於較高坡度地區處因此並沒有發生此現象，因此形成分布數量的不同，然而其餘的因子分布狀況皆相近。

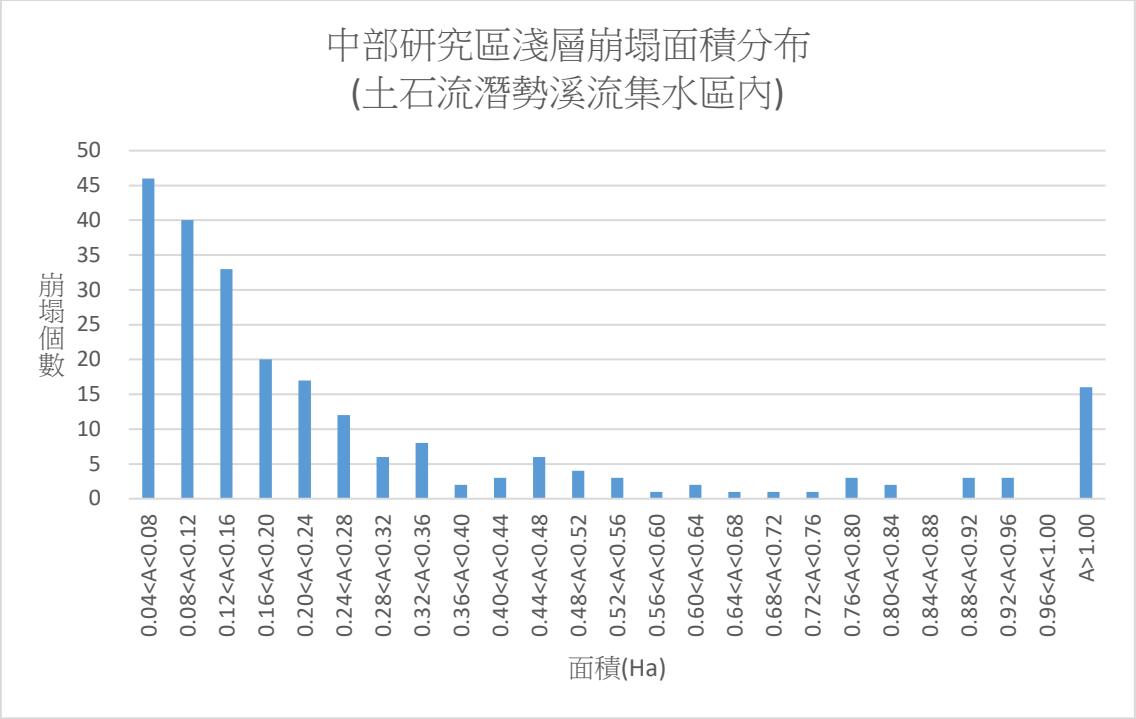


圖3-16 中部研究區淺層崩塌面積分布(土石流潛勢溪流集水區內)

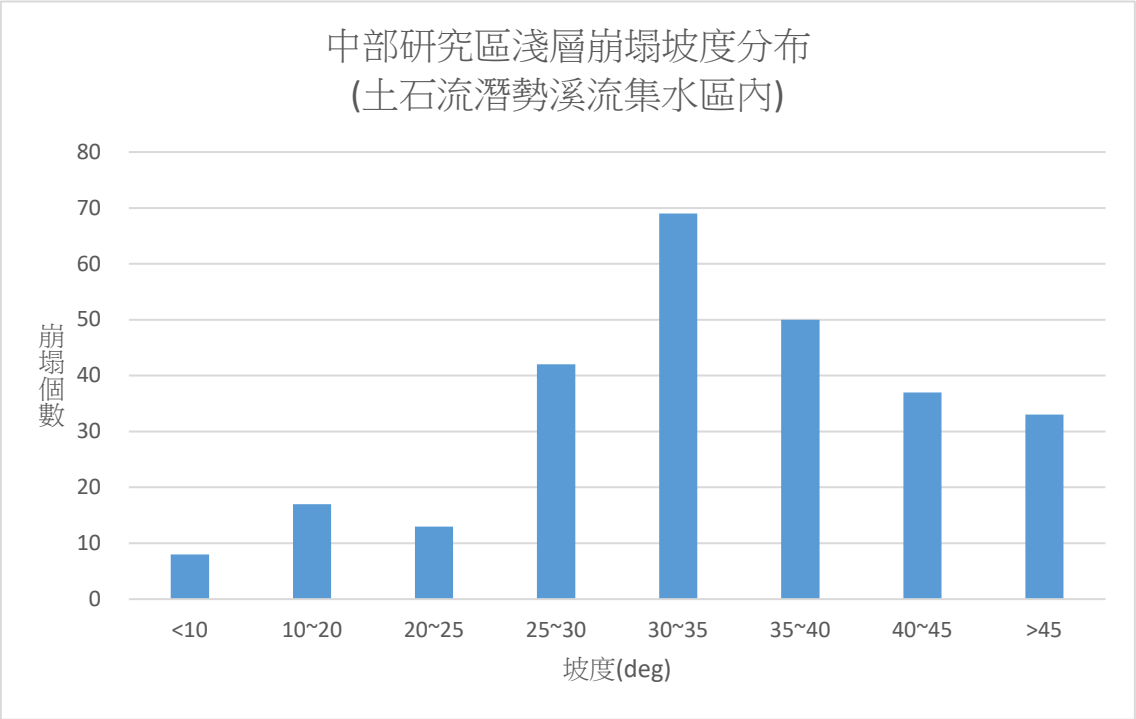


圖3-17 中部研究區淺層崩塌坡度分布(土石流潛勢溪流集水區內)

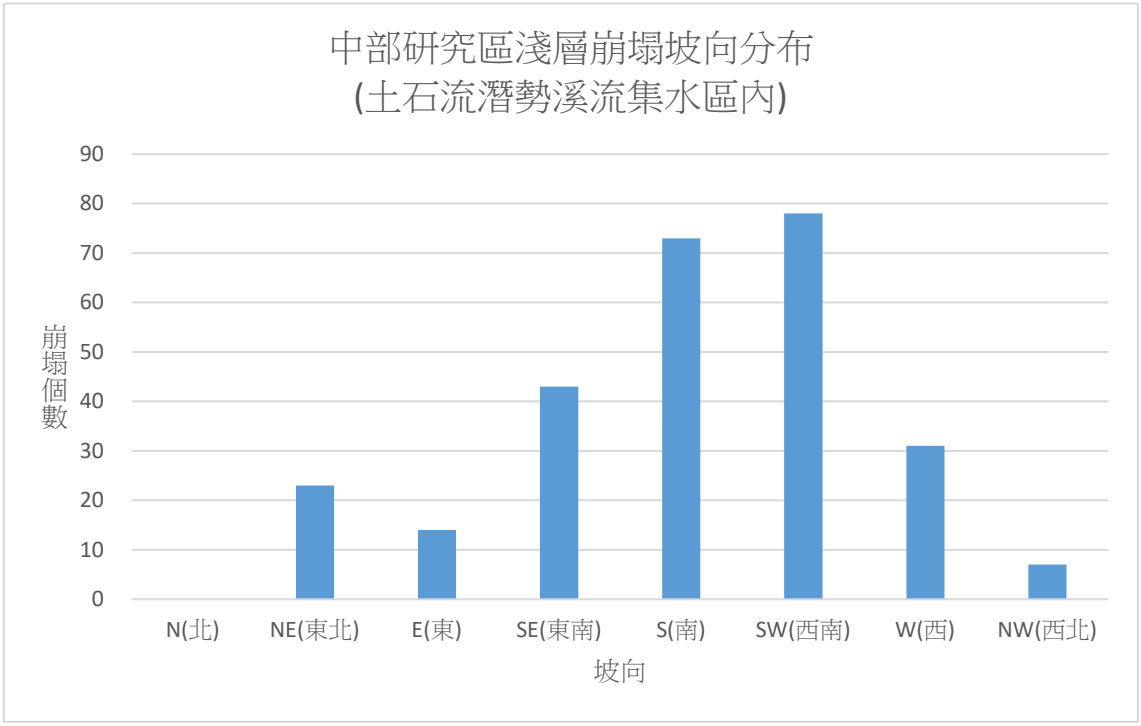


圖3-18 中部研究區淺層崩塌坡向分布(土石流潛勢溪流集水區內)

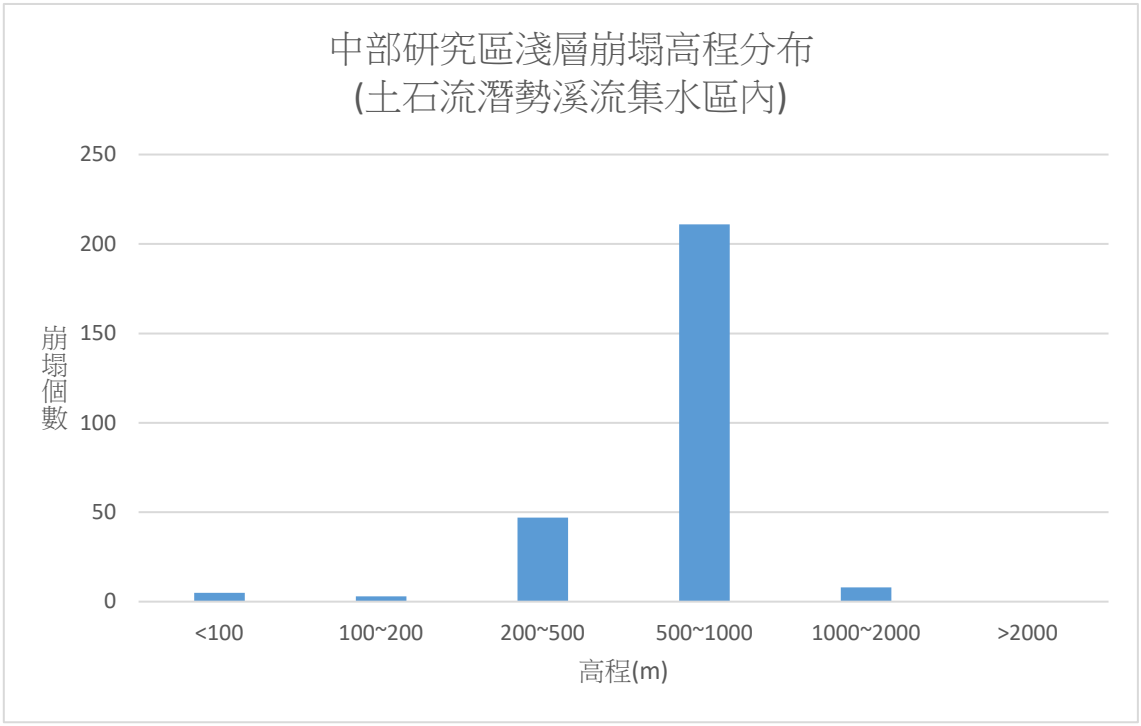


圖3-19 中部研究區淺層崩塌高程分布(土石流潛勢溪流集水區內)

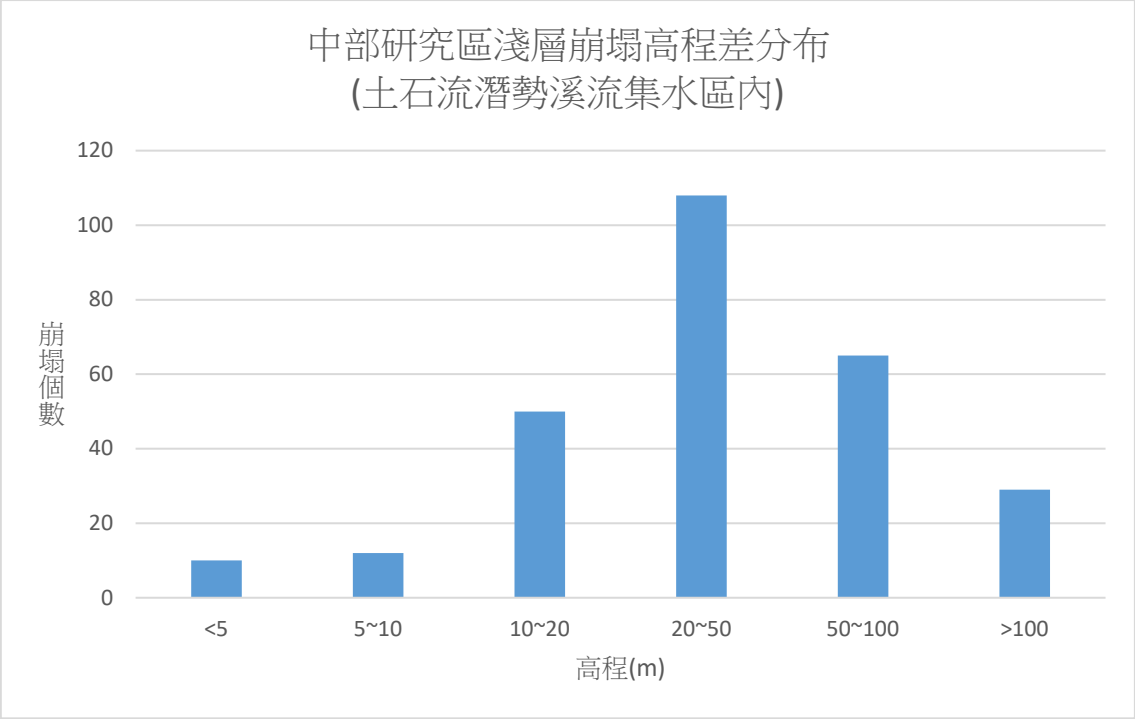


圖3-20 中部研究區淺層崩塌高程差分布(土石流潛勢溪流集水區內)

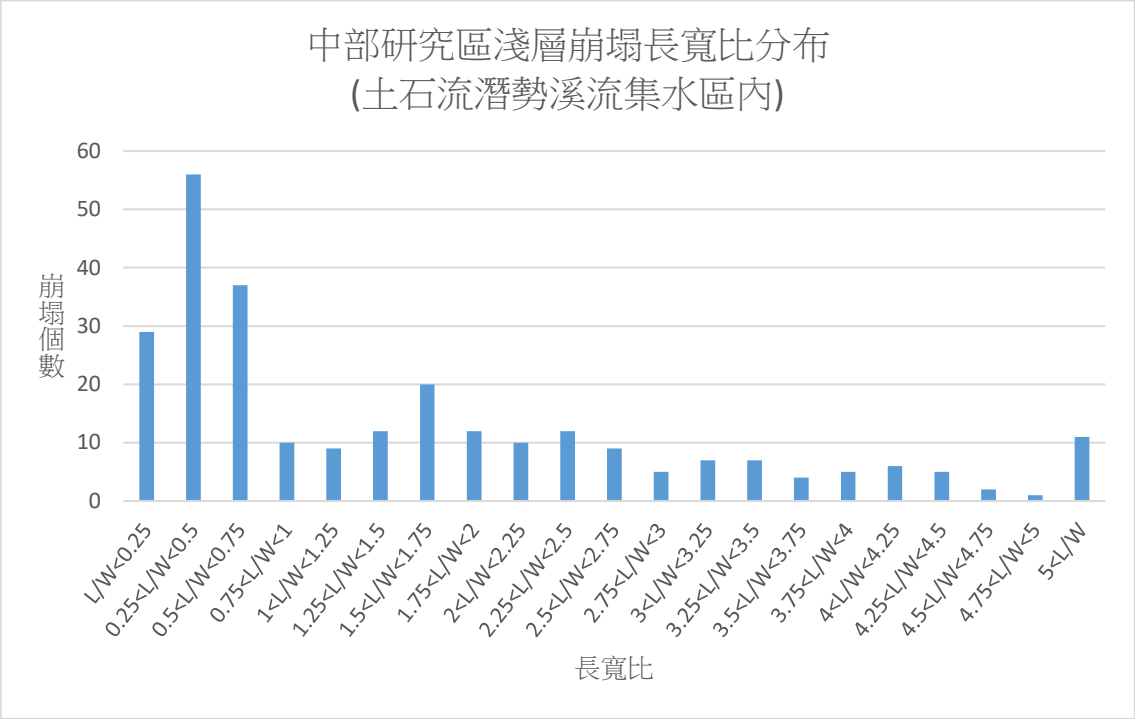


圖3-21 中部研究區淺層崩塌長寬比分布(土石流潛勢溪流集水區內)

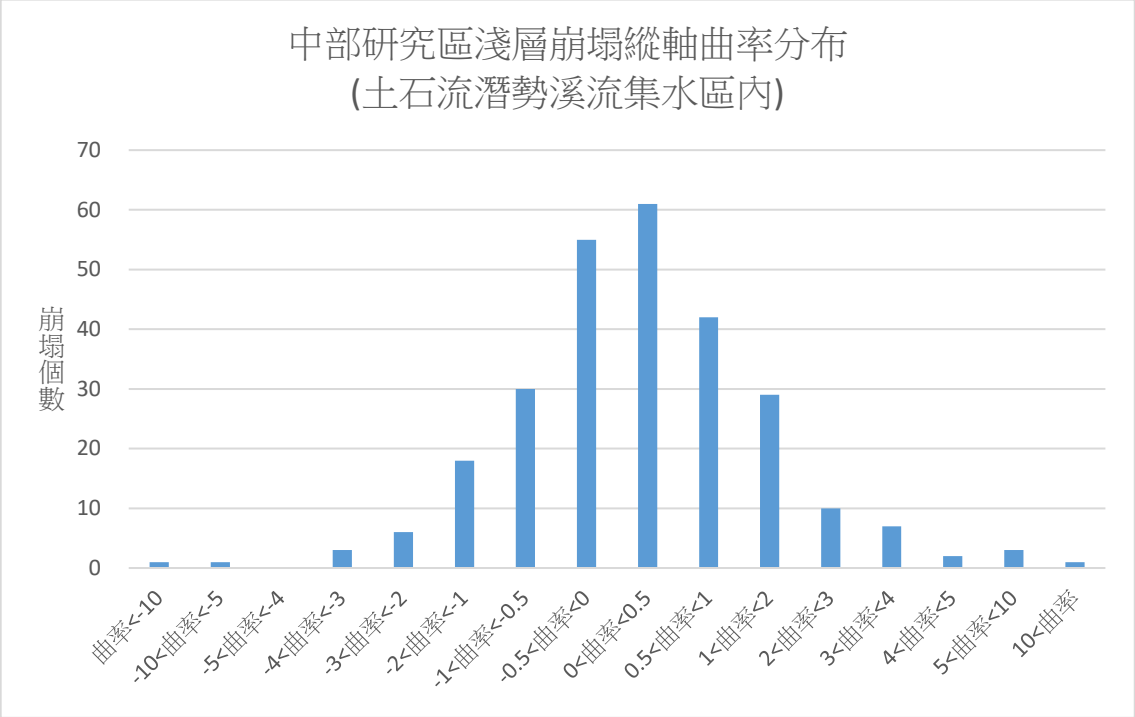


圖3-22 中部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內)

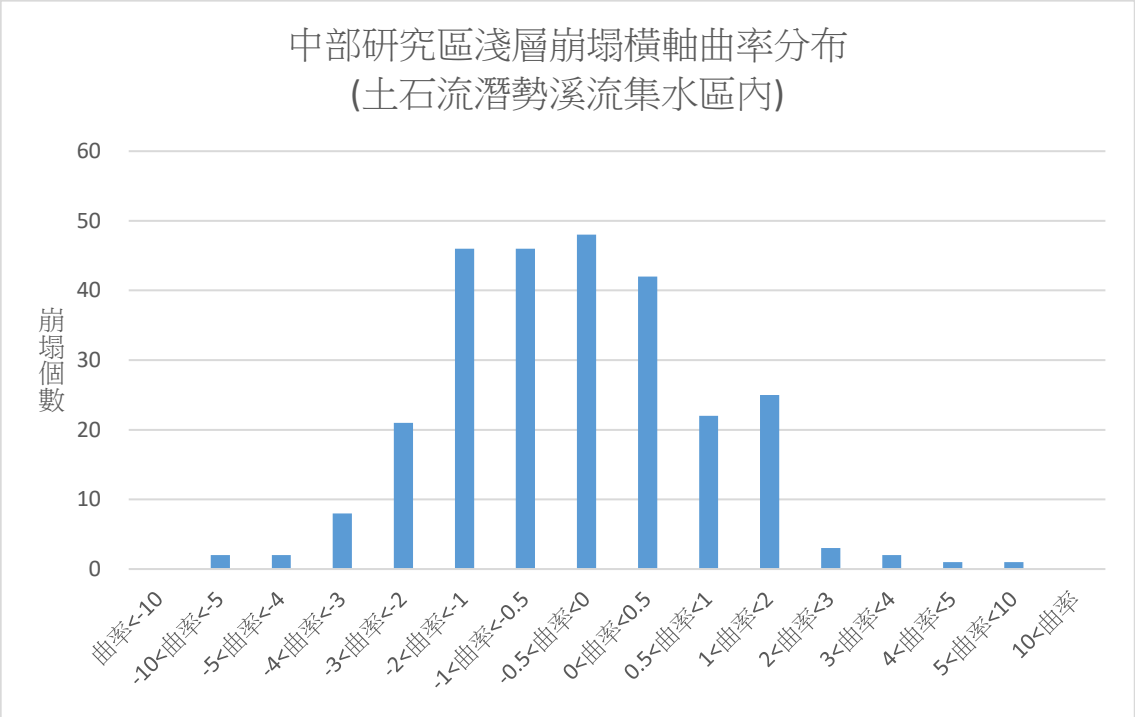


圖3-23 中部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內)

二、南部研究區

南部研究區內的 8,284 處淺層崩塌因子分布如圖 3-24 至圖 3-31 所示。由各因子分布圖中可看出，南部研究區的淺層崩塌面積約集中在 0.04~0.24 公頃之間，佔整體數量約 55%；發生淺層崩塌的邊坡坡度集中於 30~40 度之間，佔整體數量約 47%；發生淺層崩塌的坡向多數為朝東至朝南之間的邊坡；多數淺層崩塌發生在高程 500~2000 公尺間的邊坡；南部研究區淺層崩塌的高程差大致集中於 20~100 公尺；長寬比分布集中於 0.25~0.75，表示淺層崩塌形狀多為長條狀；縱軸曲率的統計結果都是集中在 0.5~0 之間，而橫軸曲率的統計結果集中於 -2~0.5，表示淺層崩塌大致上都是發生於直谷型的坡面。

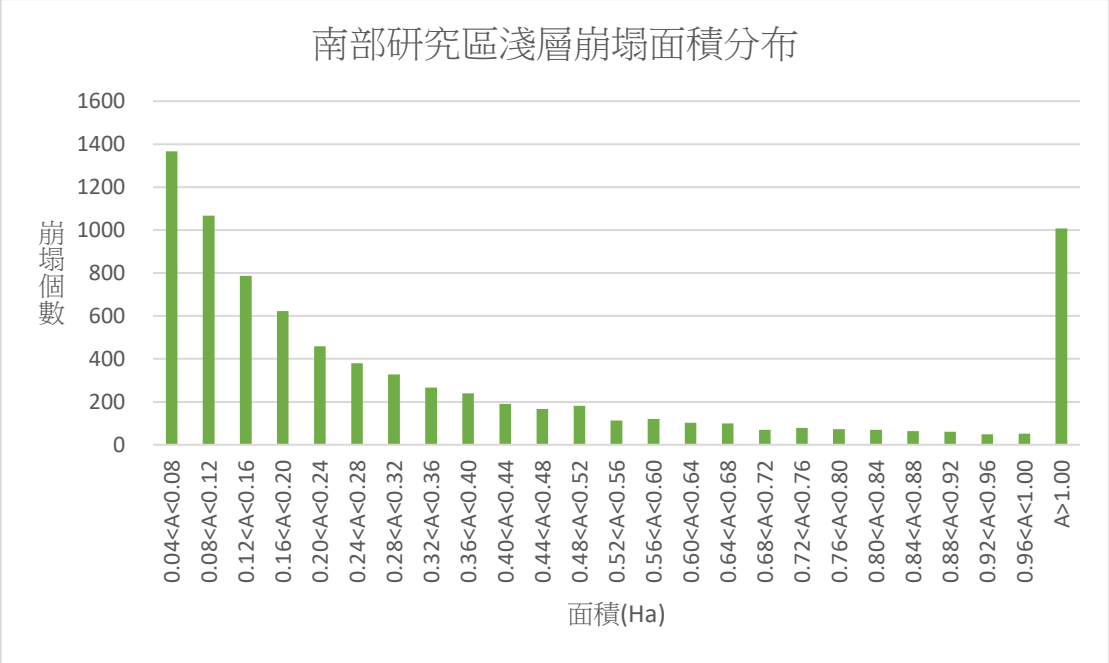


圖3-24 南部研究區淺層崩塌面積分布

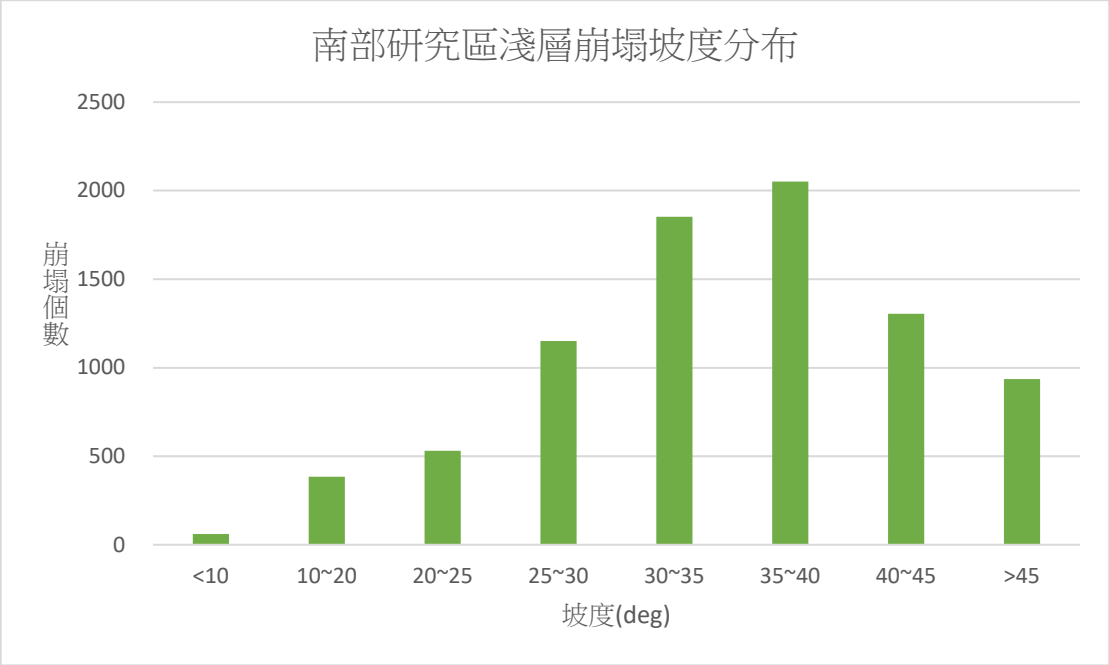


圖3-25 南部研究區淺層崩塌坡度分布

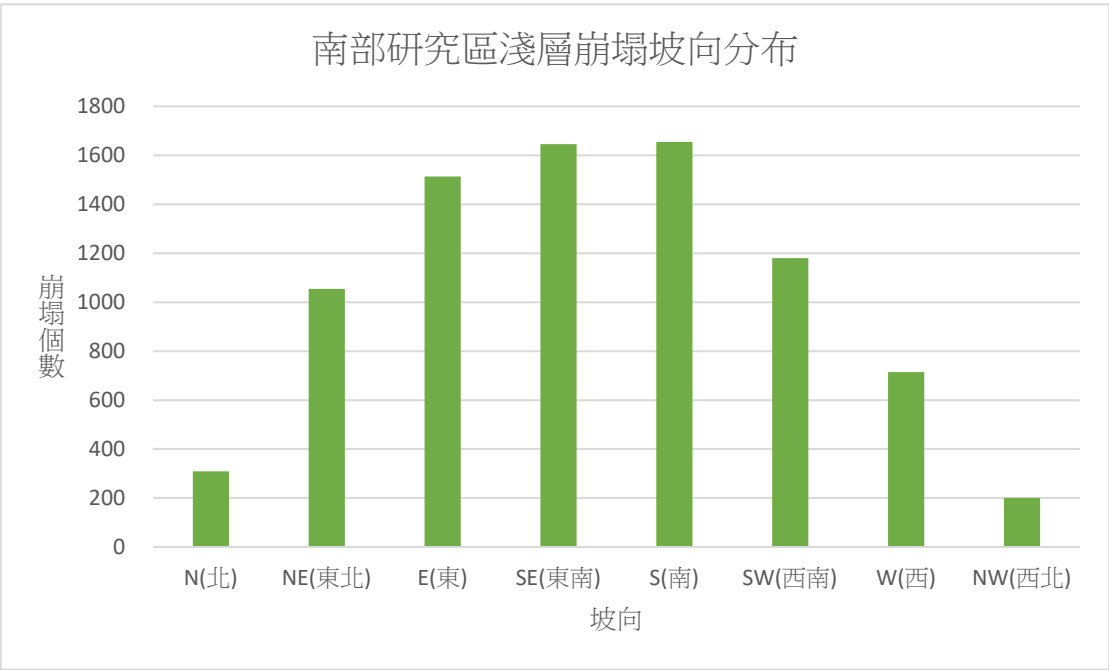


圖3-26 南部研究區淺層崩塌坡向分布

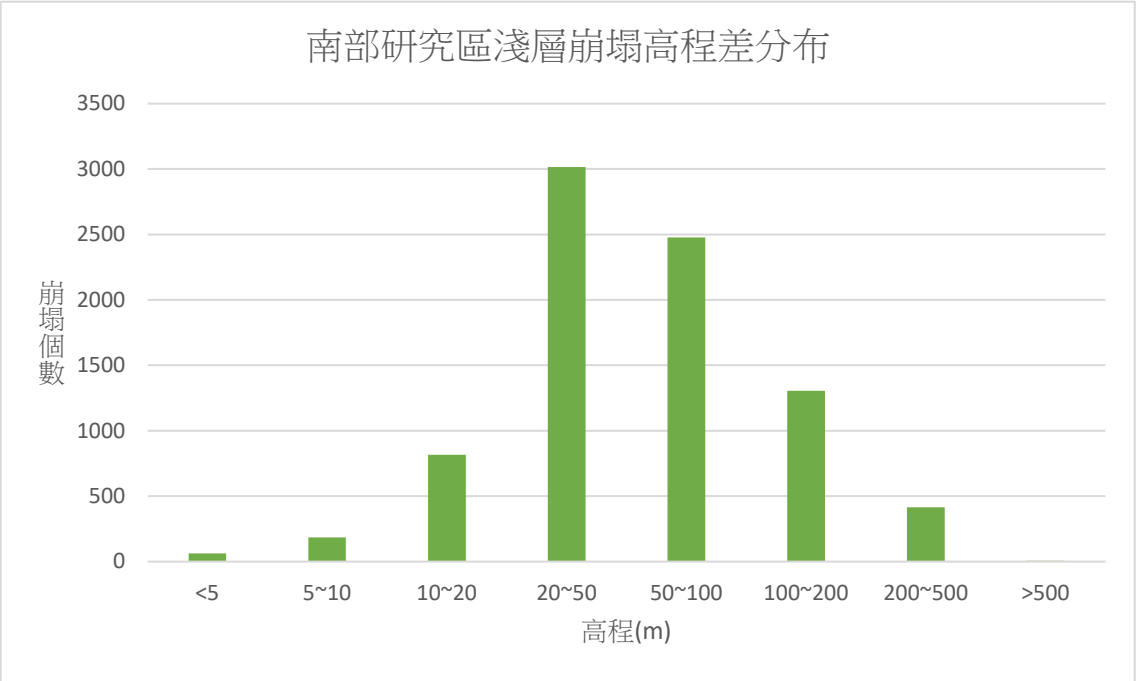


圖3-27 南部研究區淺層崩塌高程分布

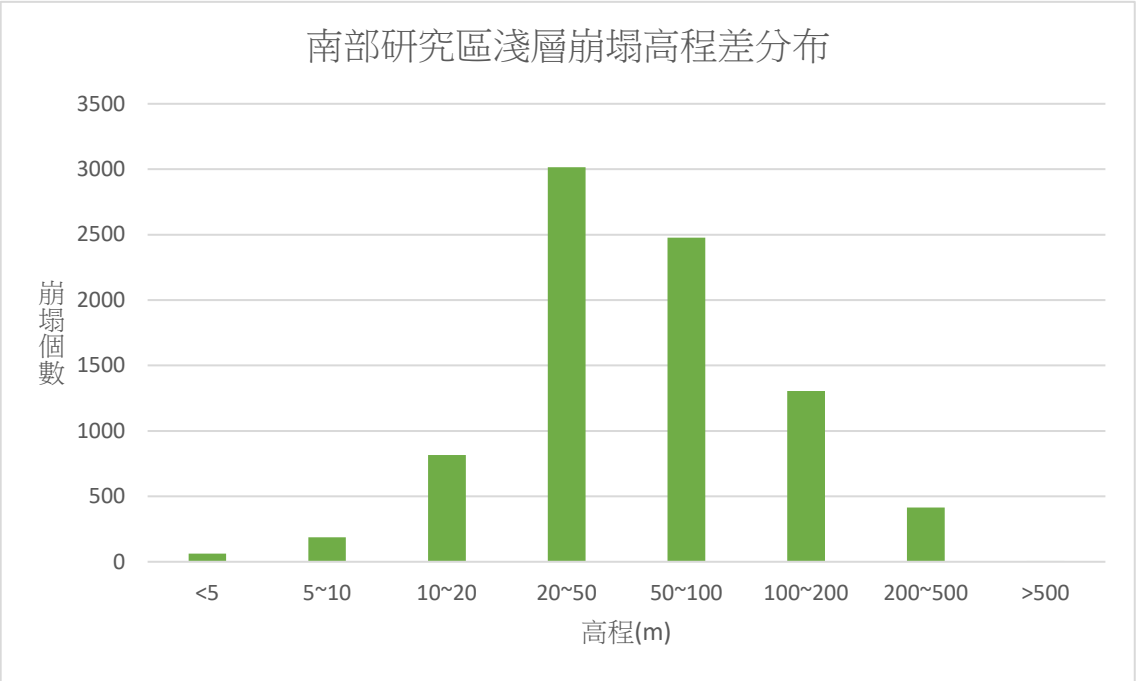


圖3-28 南部研究區淺層崩塌高程差分布

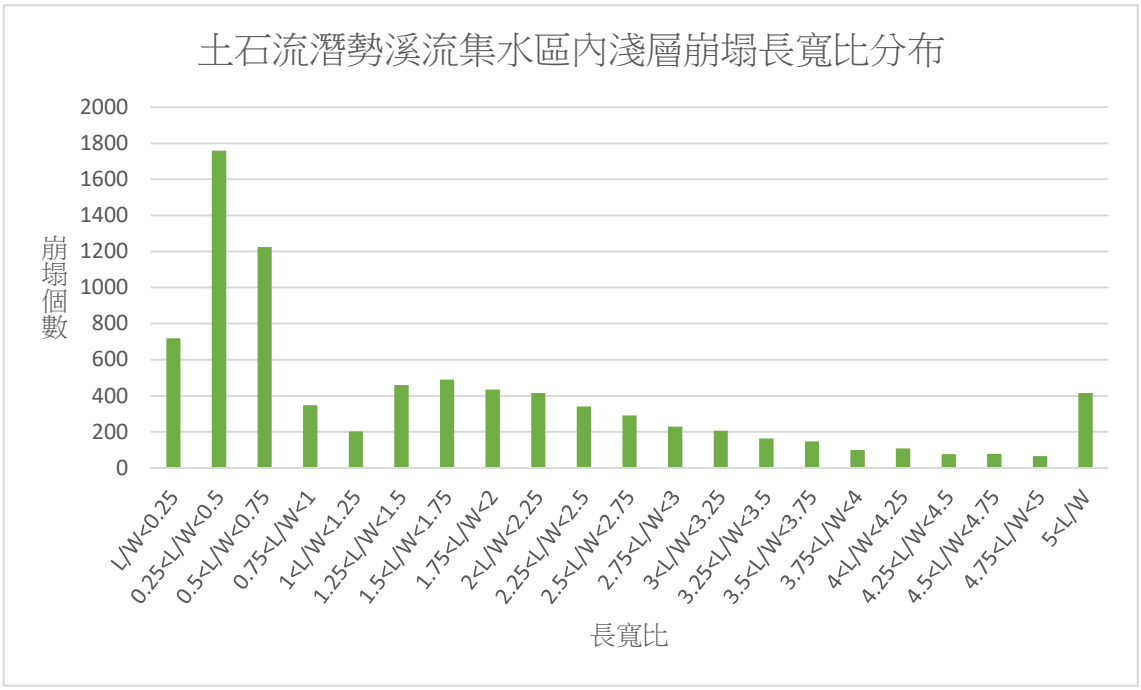


圖3-29 南部研究區淺層崩塌長寬比分布

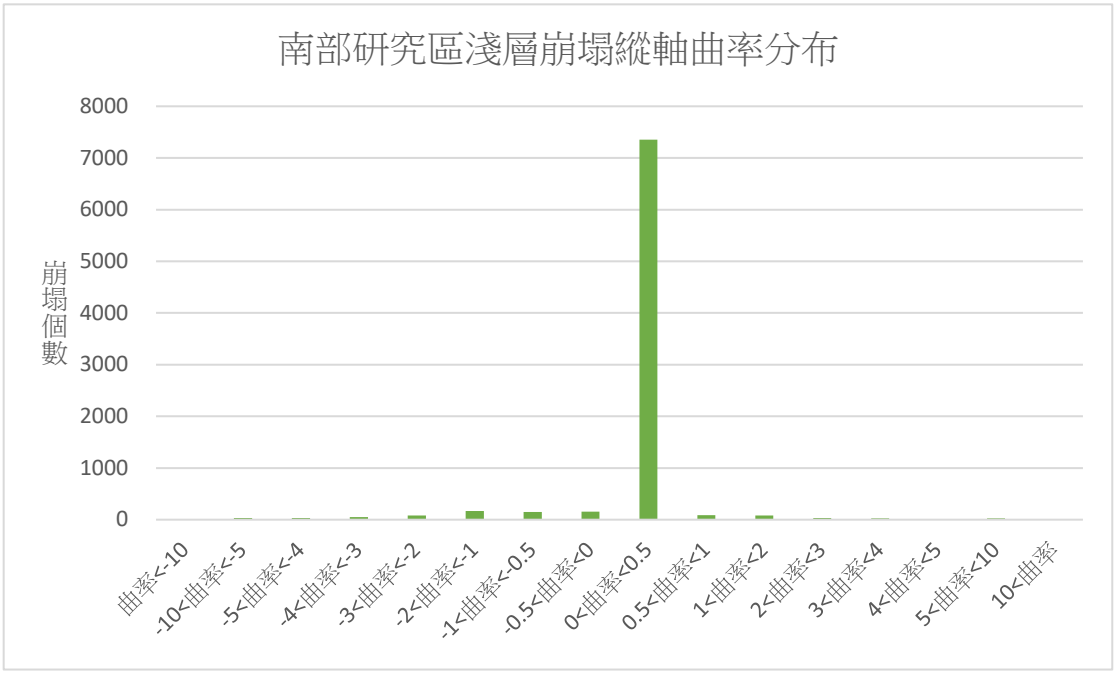


圖3-30 南部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布

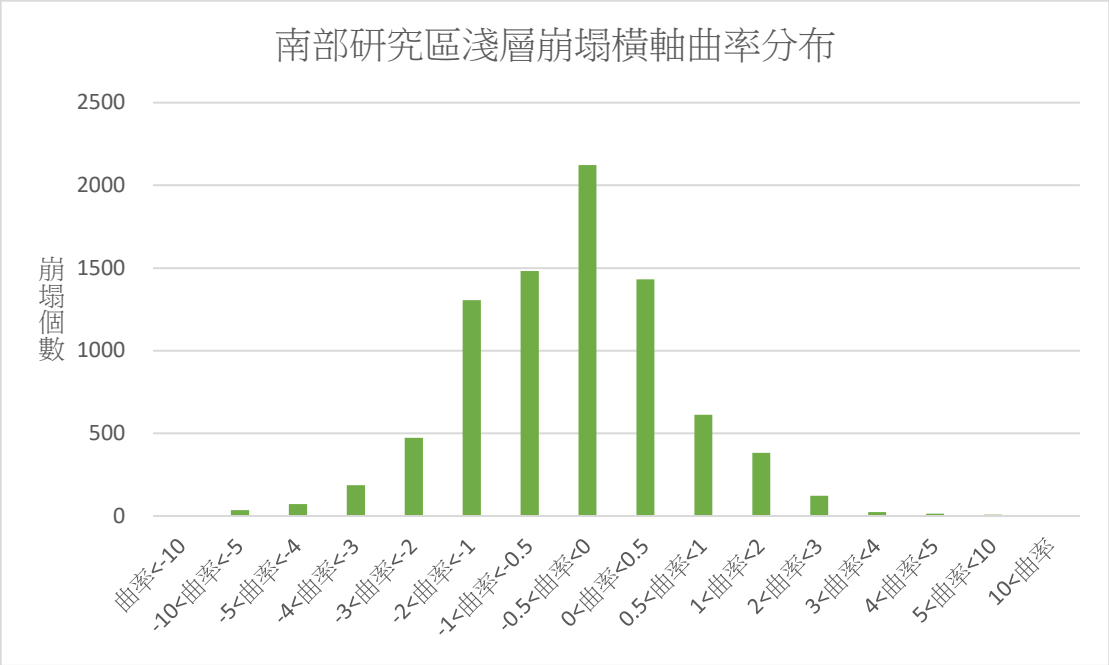


圖3-31 南部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布

再將南部研究區中發生於土石流潛勢溪流集水區內的 1,564 處淺層崩塌取出，並討論其因子分布，如圖 3-32 至圖 3-39。由土石流潛勢溪流集水區內的淺層崩塌因子分布圖中可看出，集水區內的淺層崩塌面積約集中在 0.04~0.28 公頃之間，約佔整體數量的 74%；發生淺層崩塌的邊坡坡度在 30~45 度之間，佔整體數量的 60%；發生淺層崩塌的坡向多數集中在朝東至朝南的邊坡，佔整體的 55%；多數淺層崩塌發生在高程 500~2000 公尺間的邊坡；高程差大致集中於 20~100 公尺；長寬比分布集中於 0.25~0.75，表示淺層崩塌形狀多為長條狀；縱軸曲率的統計結果都是集中在-0.5~2 之間，而橫軸曲率的統計結果集中於-2~0.5，表示淺層崩塌大致上都是發生的坡面偏向凸谷型。

南部研究區的淺層崩塌不管是否發生在土石流潛勢溪流集水區內，其因子分布都非常相似。而中部及南部研究區比較下，兩區的淺

層崩塌面積大致都集中在 0.04~0.24 公頃，發生淺層崩塌的邊坡坡度約 30~40 度之間，坡向以朝向南方的邊坡發生較多淺層崩塌，因選取的研究區域都偏向山區，所以發生的高程都在 500 公尺以上，而淺層崩塌的高程差約集中至 20~50 公尺，發生的邊坡類型屬於直谷型的邊坡。然而兩個研究區不同的地方在於中部研究區在非土石流潛勢溪流集水區的淺層崩塌有多數發生在較緩且發生於高程較低處的邊坡，此現象是南部研究區沒有的，推估為南部研究區整體高程比中部研究區更高，並且地形較崎嶇，所以沒有此現象發生。

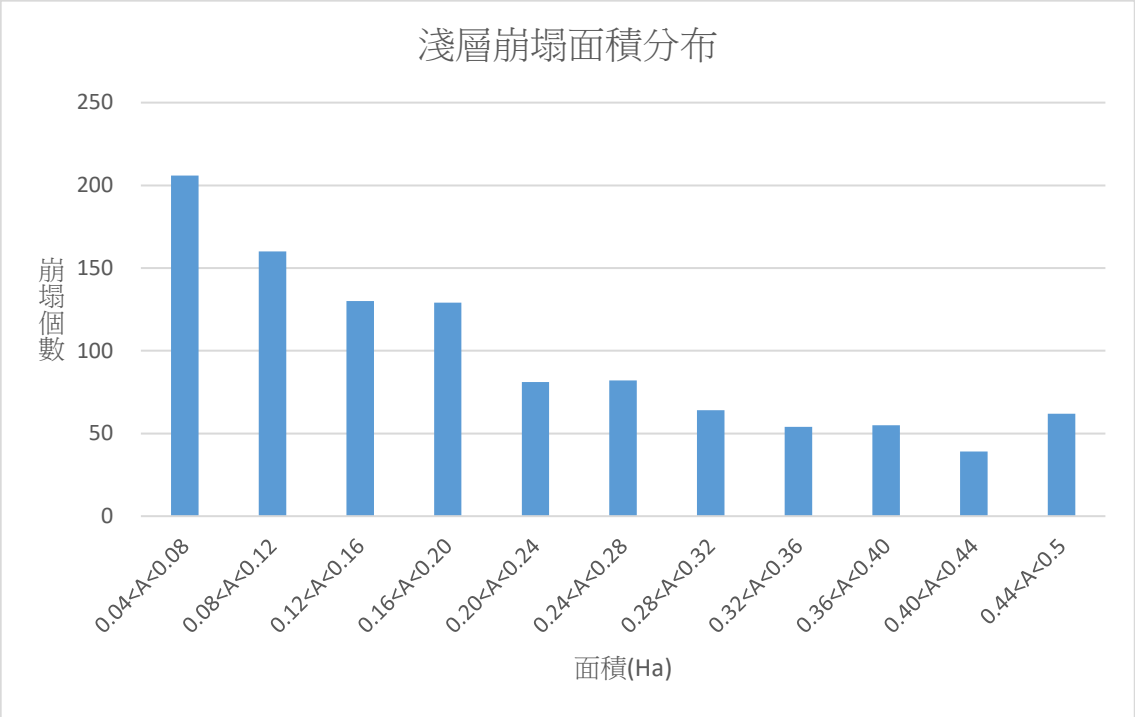


圖3-32 南部研究區淺層崩塌面積分布(土石流潛勢溪流集水區內)

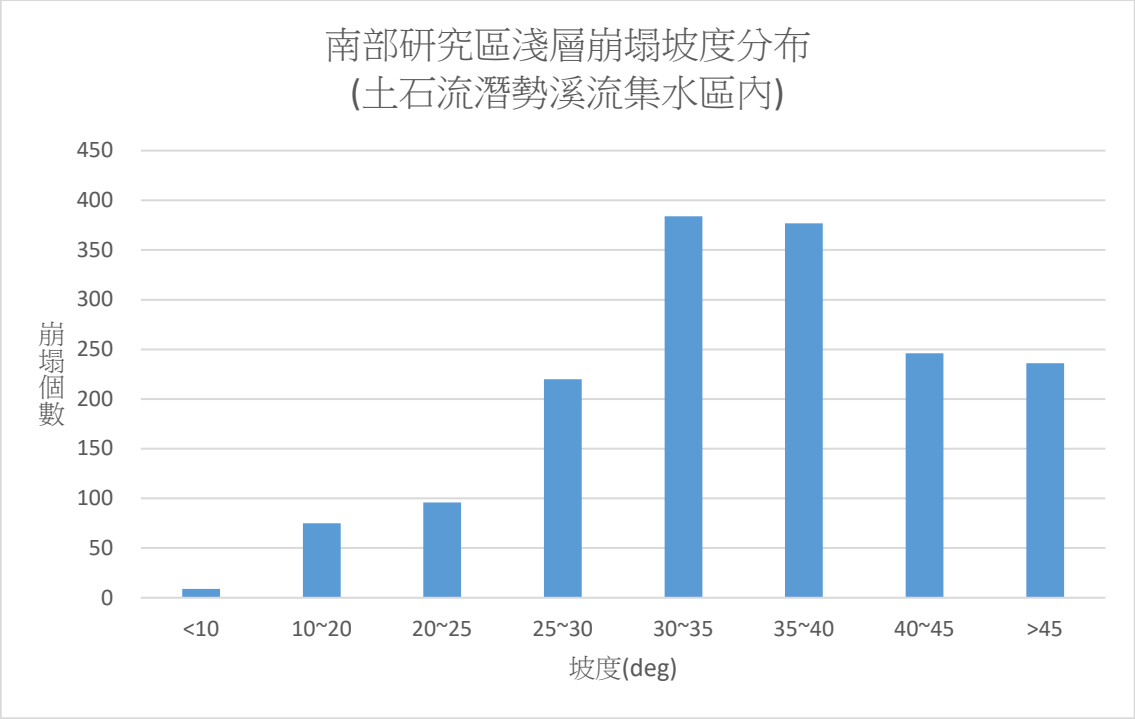


圖3-33 南部研究區淺層崩塌坡度分布(土石流潛勢溪流集水區內)

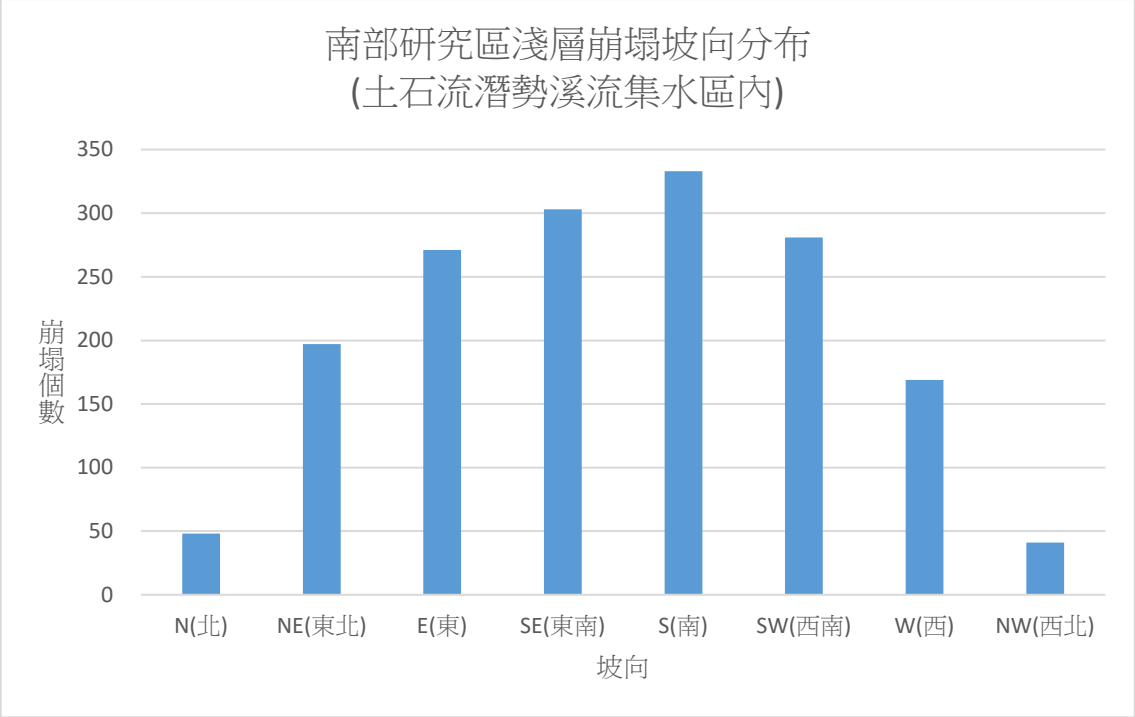


圖3-34 南部研究區淺層崩塌坡向分布(土石流潛勢溪流集水區內)

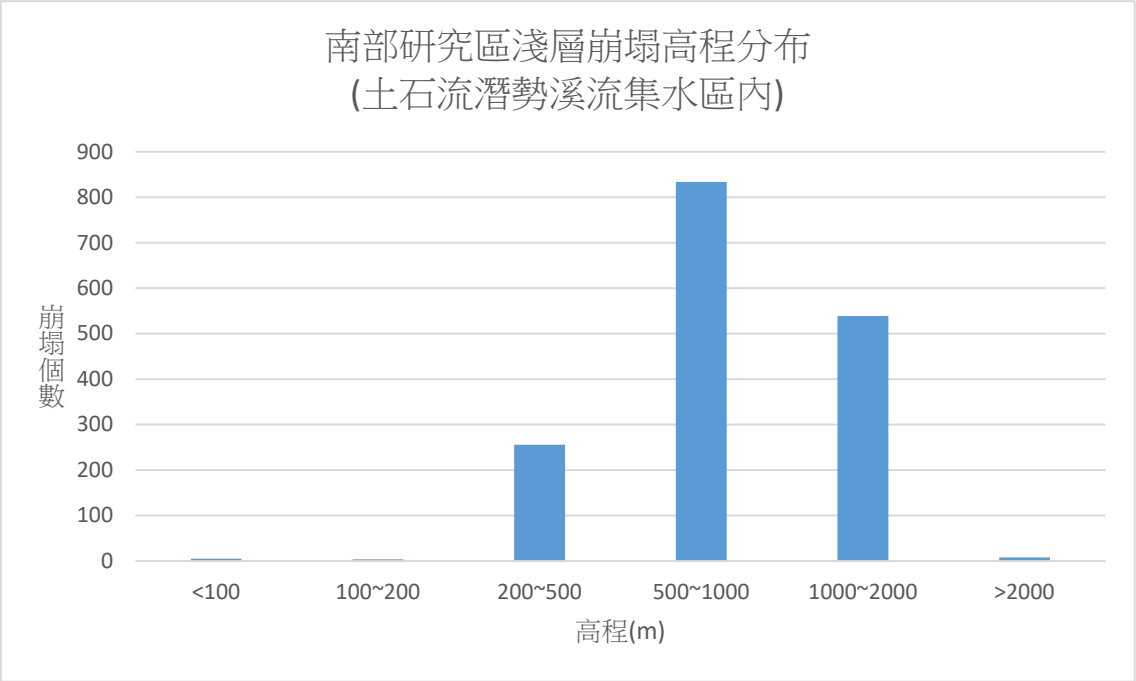


圖3-35 南部研究區淺層崩塌高程分布(土石流潛勢溪流集水區內)

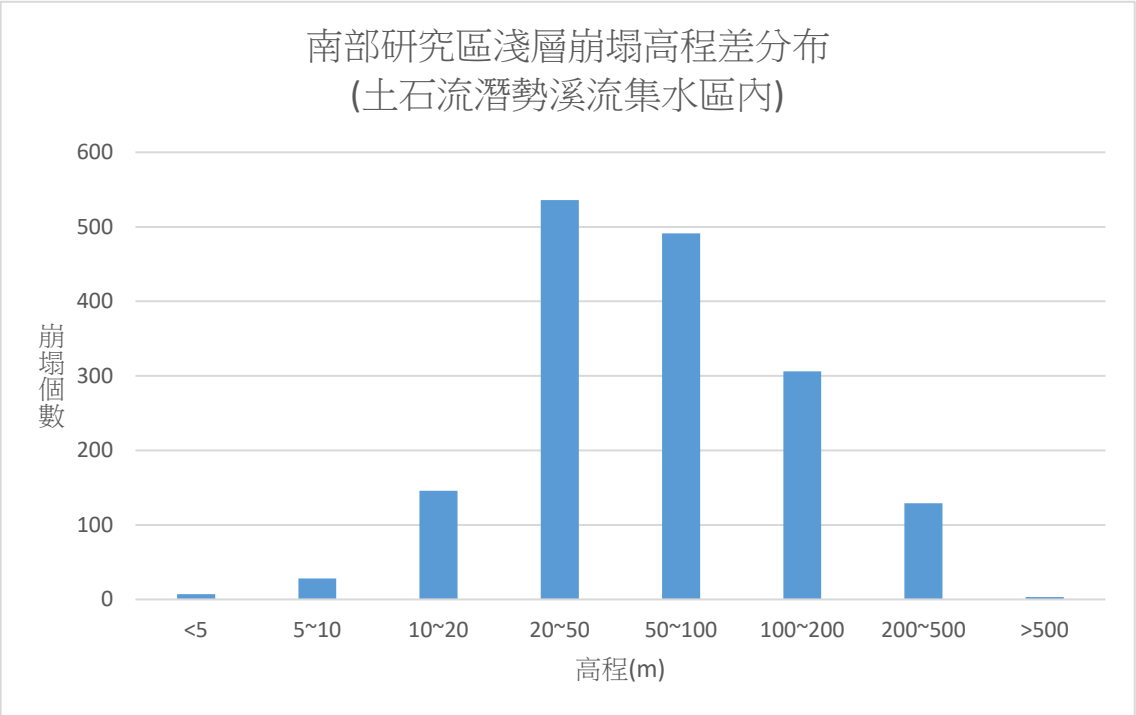


圖3-36 南部研究區淺層崩塌高程差分布(土石流潛勢溪流集水區內)

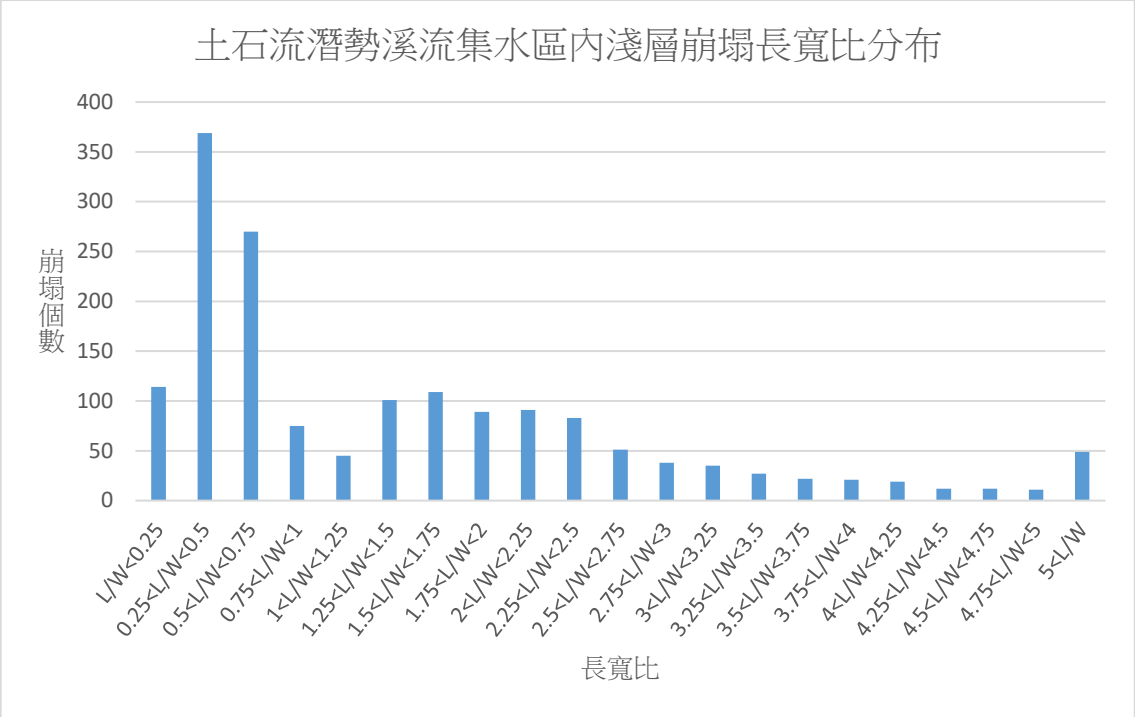


圖3-37 南部研究區淺層崩塌長寬比分布(土石流潛勢溪流集水區內)

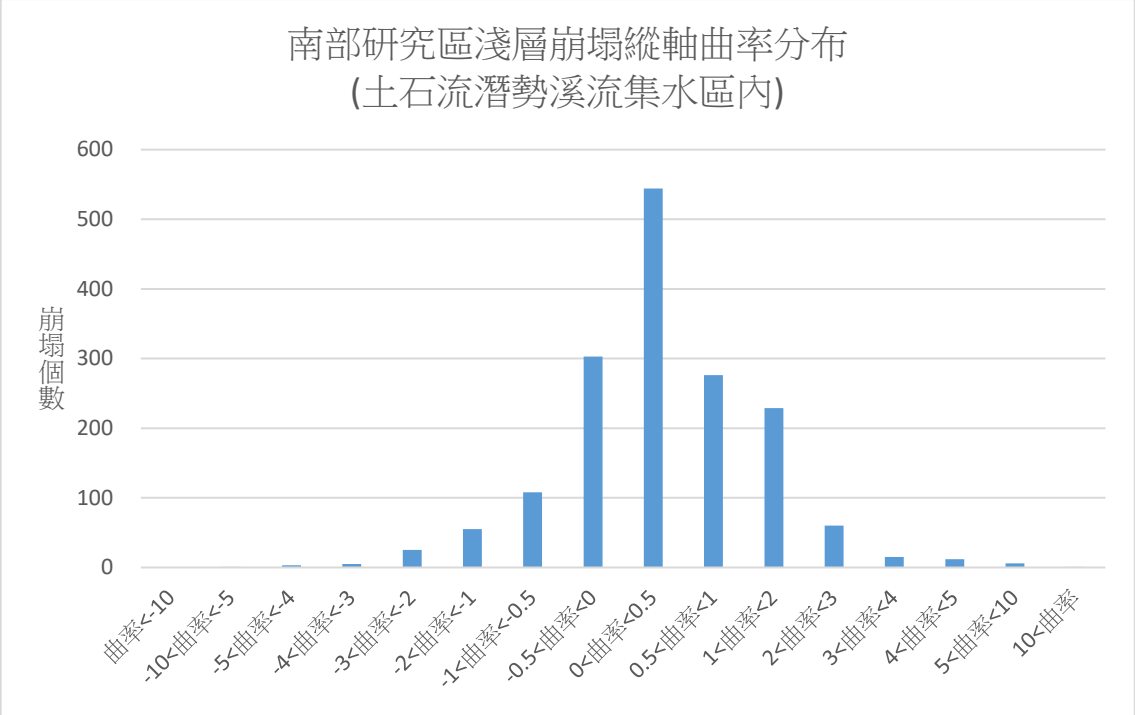


圖3-38 南部研究區淺層崩塌縱軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內)

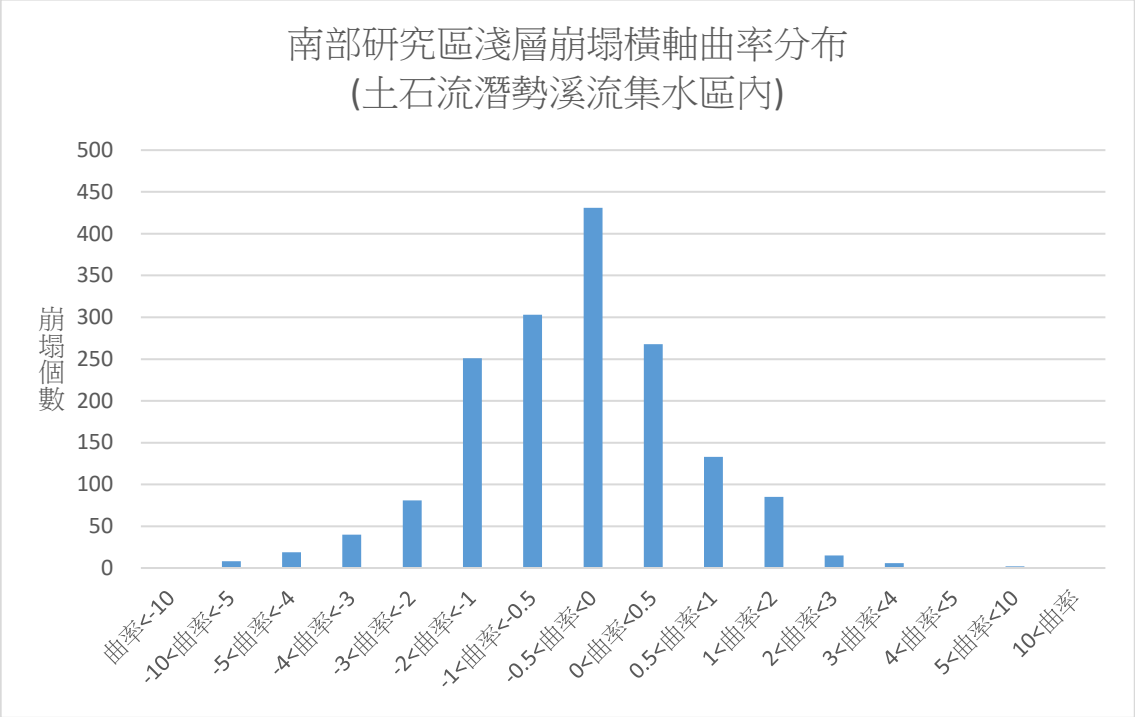


圖3-39 南部研究區淺層崩塌橫軸曲率分布(土石流潛勢溪流集水區內)

第四章 淺層崩塌分析單元與影響因子顯著性探討

第一節 淺層崩塌分析單元

過去在探討崩塌的潛勢，還有崩塌導致危害與風險的時候，經常配合地理資訊系統（Geographical Information System，GIS），套疊各種圖資以便萃取空間資訊。而根據目的和分析方法而有所不同，會挑選適宜的分析單元，這些分析單元是根據某些準則條件下，將空間劃分成多塊區域，在給予特殊定義下，這些分析單元被賦予不同的意義，或者具有某些代表性，使得單元內的相似性高、單元之間的區別性也高。在資料繁多複雜的空間分析裡，圈繪單元既方便資料系統性管理，在統計資料與運算上，也具有節省效能的優點。前人常用的分析單元畫設法大致上分成六種，網格單元法、斜坡單元法、地域單元法、特別條件單元法以及地貌單元法。而在崩塌潛勢分析中又以網格單元及斜坡單元較常被利用。然而斜坡單元在分析的尺度上較大，在第三章的淺層崩塌面積分布中可看出，淺層崩塌面積甚小，以斜坡單元進行分析會造成嚴重的誤差。在水保局 2017 年及 2018 年的潛勢分析成果中即利用了網格單元進行淺層崩塌的潛勢分析，亦有良好的分析結果，因此本研究將利用網格單元來進行潛勢分析之研究。

而選取的網格單元大小亦為重要的課題，過小的網格單元在分析時會造成龐大的計算量使效率降低，而過大的網格單元則可能會忽略細節，造成分析的正判率降低。然而在討論網格單元的分析能力時，常利用 ROC(receiver operating characteristic curve)曲線討論其成果。ROC 曲線以偽陽性率(FPR)為 X 軸，真陽性率(TPR)為 Y 軸。偽陽性代表所有陰性樣本中，檢測出假陽性機率，等同於 1 減去特異性；真

陽性即為靈敏度，代表所有陽性樣本中，得以正確檢測出陽性結果機率，ROC 曲線是以這兩個比率的相對關係繪製而成。預測結果後，將其對應的偽陽性以及真陽性座標點於 ROC 座標上，ROC 座標有一條從(0,0)到(1,1)的對角線劃分如圖 4-1 上之虛線，若預測值落在此線即為偽陽性和真陽性相當，跟隨機猜測一樣，代表此預測工具沒有預測效果，ROC 曲線越往左上方移動代表預測效果越好。

因此在比較不同分析單元時,可以將每個單元的 ROC 曲線繪出，比較各單元結果時，常用 ROC 曲線下的面積(Area under the Curve of ROC ，AUC)作為指標如圖 4-1 粉色部分，因為橫軸與縱軸值域落在 0 到 1，故 AUC 其值亦為落在 0 到 1 之間，AUC 值越大代表預測正確率越高。一般 AUC 數值對於預測結果好壞定義即為 AUC=0.5，無預測能力；0.5~07 之間為微預測能力；在 0.7~0.8 之間為普通預測能力；在 0.8~0.9 之間為優秀預測能力；在 0.9~0.1 之間為極佳預測能力。

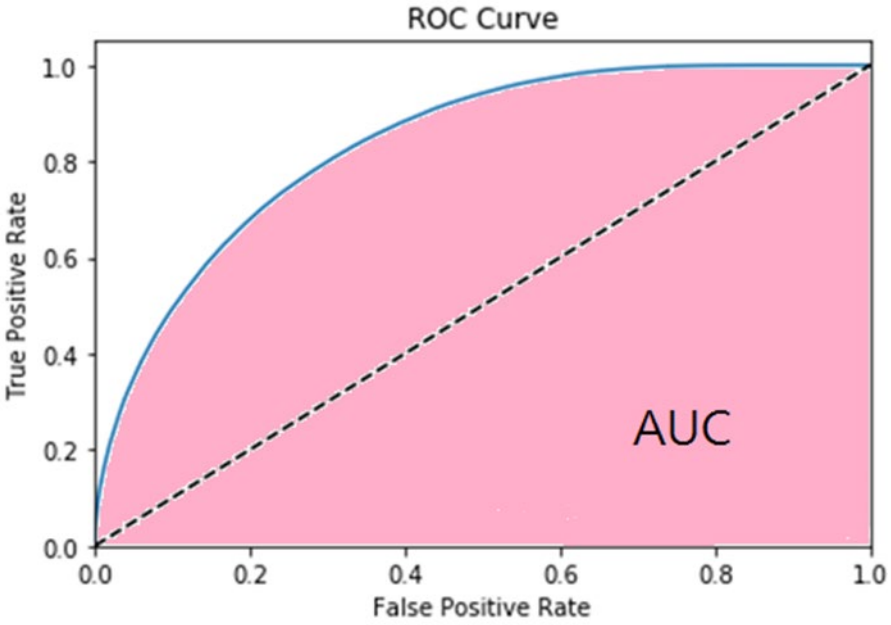


圖4-1　ROC 及 AUC 示意圖

本研究團隊針對亦為沉積岩區帶之那瑪夏區域的淺層崩塌，利用解析度 5 公尺數值地形進行不同網格建構。區分成 5 公尺、10 公尺、20 公尺、25 公尺和 40 公尺等五種網格尺度進行單元分析並畫設 ROC 曲線，而各分析單元所得到的 AUC 面積分別為 5 公尺網格是 0.81、10 公尺網格是 0.77、20 公尺網格是 0.76、25 公尺網格是 0.75 以及 40 公尺網格是 0.72，其成果如圖 4-2 所示。由此圖可看出在分析淺層崩塌時，5 公尺網格單元是最佳的，其餘的網格單元亦有良好的預測能力，但未如 5 公尺網格單元之預測成效，因此本研究延續使用 5 公尺網格單元進行潛勢分析分析。

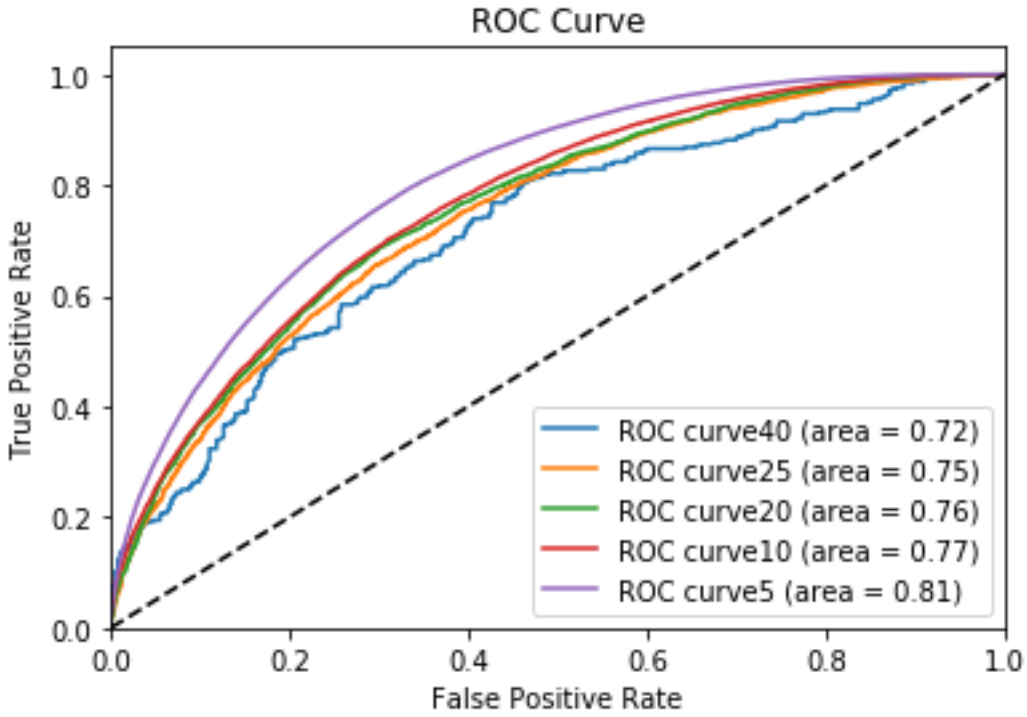


圖4-2　不同分析網格 ROC 曲線

本研究將利用區別分析法建立研究區內土石流潛勢溪流集水區的淺層崩塌發生潛勢模式，參考水保局(2017，2018)潛勢分析模式。進行分析前將研究區內的分析單元分成「淺層崩塌網格」和「未崩塌網格」，在進行分析時兩種網格數量一致為宜，然而未崩塌網格數量

遠多於淺層崩塌網格數量，因此需要將未崩塌網格進行採樣。本研究參考莊漢鑫(2012)研究以「隨機取樣」的方式較佳，因此採用 Bernoulli's 隨機取樣方法挑選網格進行區別分析。

為檢查非崩塌網格進行隨機取樣後樣本的代表性，參考水保局(2017，2018)潛勢分析模式中所使用的潛勢崩塌因子分別為坡度、高程、坡向、橫剖面和縱剖面曲率進行樣本代表性之討論。又目前將坡向切成八方位角度，在先前研究中發現僅將坡向以方向角帶入潛勢因子分析中，其數值對於淺層崩塌發生並無明顯效應。因此將各坡向內的面積崩塌率算出，以各坡向的面積崩塌率來取代方位角的坡向因子，而兩研究區及其土石流潛勢溪流集水區內的各坡向的面積崩塌率分布如圖 4-3 至圖 4-6。由圖中可看出坡向朝南的面積崩塌率偏高，與第三章坡向統計結果，淺層崩塌集中發生於坡向朝南的邊坡上具有一致性，因此將各坡向的崩塌率取代方位角進行因子討論。

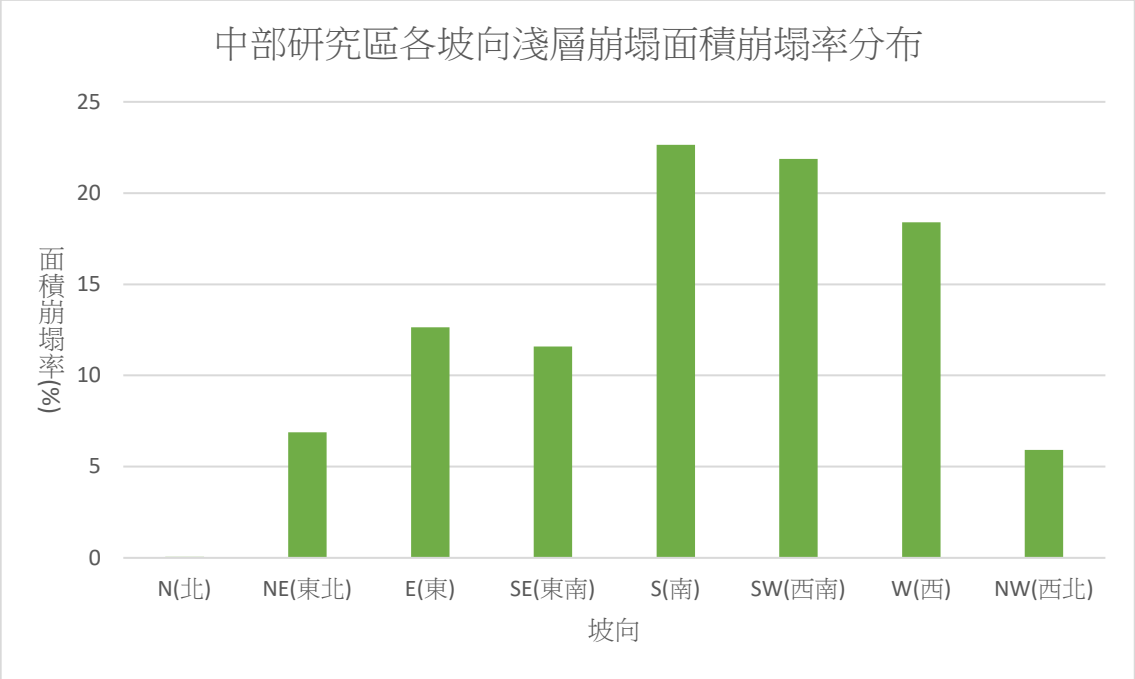


圖4-3　中部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布

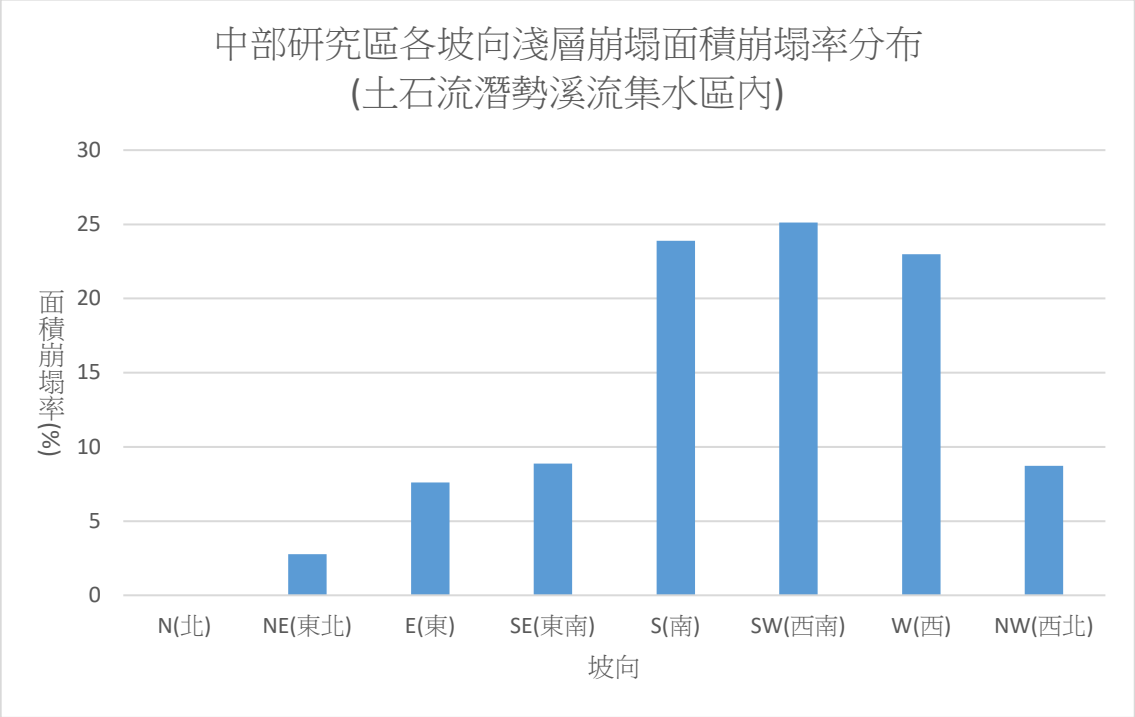


圖4-4　中部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布(土石流潛勢溪流集水區內)

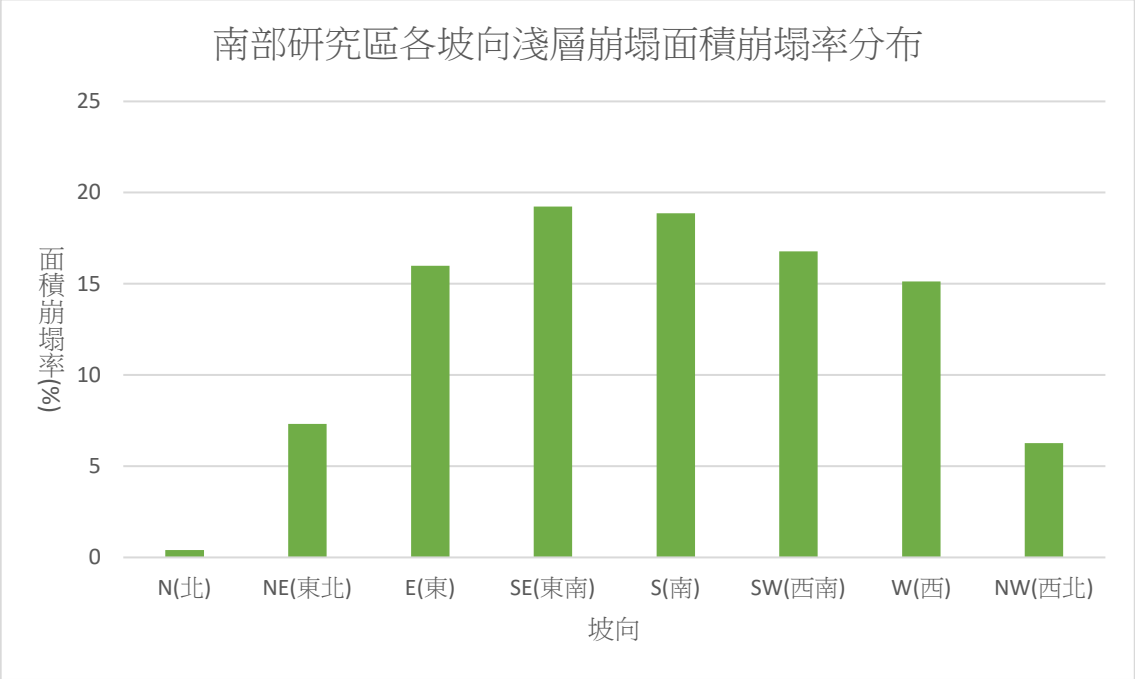


圖4-5　中部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布

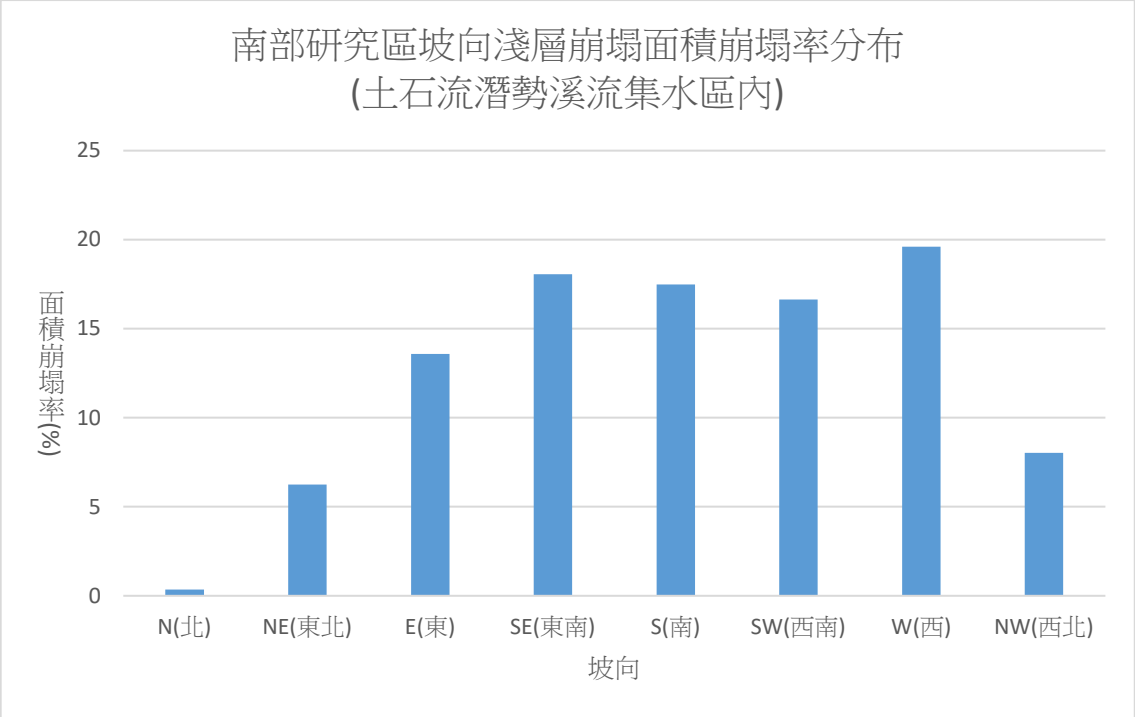


圖4-6　南部研究區各坡向淺層崩塌面積崩塌率分布(土石流潛勢溪流集水區內)

在中部研究區的非崩塌網格母體的淺層崩塌潛勢因子分布如圖4-7，取樣後的因子分布如圖 4-8。由圖 4-7 及圖 4-8 可看出取樣及母體的 5 種因子分布的趨勢都非常相似，在觀察各因子的偏態(Skewness)以及峰值(Kurtosis)，偏態用來描述分配狀態是偏離平均數的程度；峰度用來描述分配狀態與常態分配來比較是較為高峻或平坦。偏態值>0，為正偏態，分配集中在平均數以下，低分群的個體較多。偏態值=0，為平均數左右對稱的分配，平均數上下的個體數相等。偏態值<0，為負偏態，分配集中在平均數以上，高分群的個體較多。峰度值>0，為高狹峰，較常態分配來得高瘦。峰度值=0，為常態峰。峰度值<0，為低闊峰，較常態分配來得低寬。

中部研究區非崩塌網格之因子分布比較如表 4-1 所示，母體與取樣後的偏態以及峰值都非常相近，僅有在坡度以及兩曲率的偏態有較小的差異，表示利用隨機取樣所得到的樣本與母體彼此間的潛勢因子分布趨勢非常相似，亦代表取得的樣本非常具有代表性。

表4-1　中部研究區非崩塌網格之因子分布比較

	偏態		峰值	
類別	母體	取樣	母體	取樣
坡度	0.215	0.199	-0.396	-0.391
高程	0.75	0.75	-0.375	-0.390
坡向	-0.392	-0.386	-1.034	-1.054
橫剖面曲率	0.006	-0.028	8.869	8.986
縱剖面曲率	-0.020	0.032	16.634	17.241

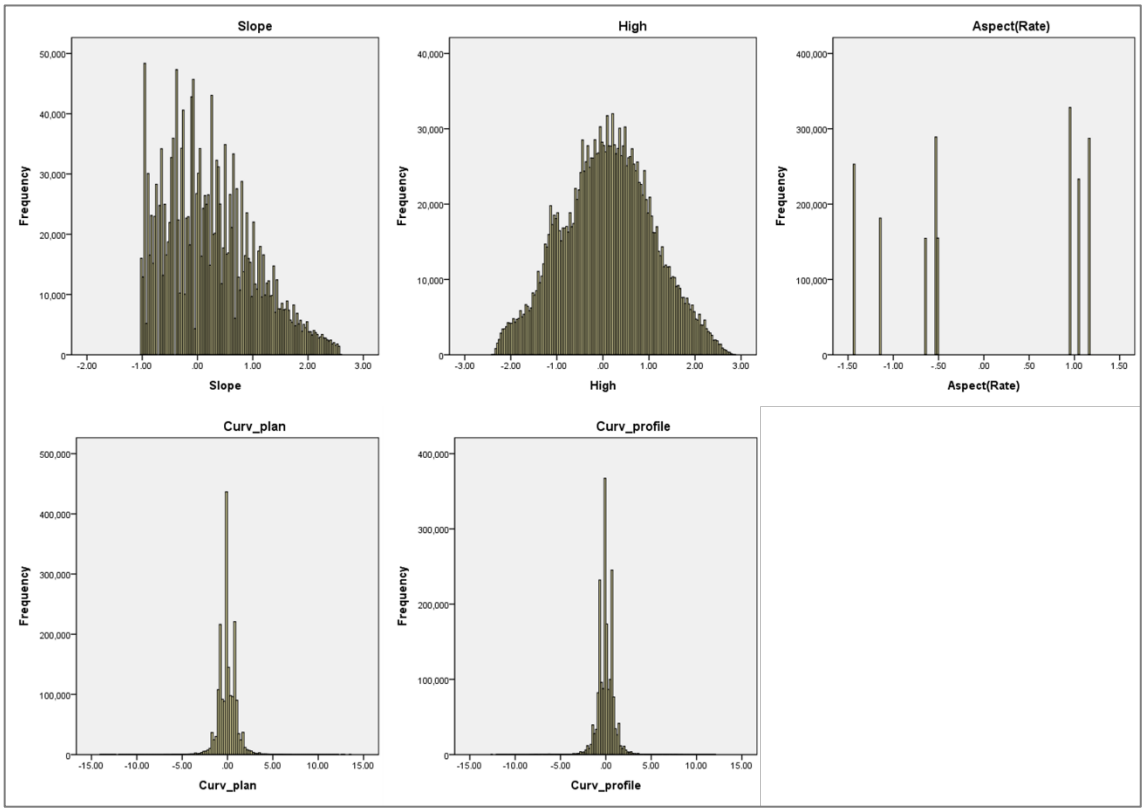


圖4-7　中部研究區非崩塌網格母體之因子分布

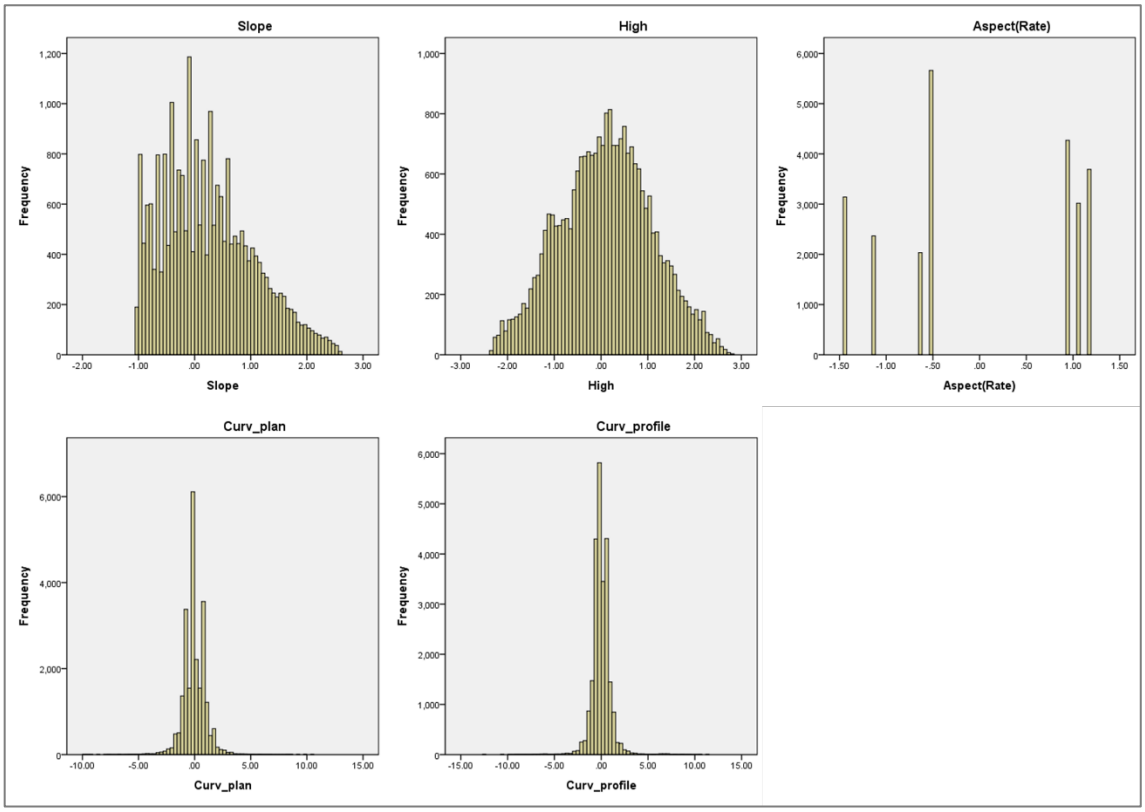


圖4-8　中部研究區非崩塌網格取樣後之因子分布

而南部研究區的非崩塌網格母體的淺層崩塌潛勢因子分布如圖4-9，取樣後的潛勢因子分布如圖 4-10，可看出 5 種因子分布的趨勢亦非常相似，再觀察各因子偏態以及峰值，如表 4-2 所示，母體與取樣後偏態以及峰值都非常相近，僅有兩曲率在偏態及峰值處有較小的差異，表示利用隨機取樣所得到的樣本與母體彼此間的潛勢因子分布趨勢非常相似，亦代表取得的樣本具有良好代表性。

由以上成果可看出，利用「隨機取樣」法在兩研究區所取得的樣本是能夠代表母體的，因此在後續研究中將沿用此方法進行取樣。

表4-2　南部研究區非崩塌網格之因子分布比較

	偏態		峰值	
類別	母體	取樣	母體	取樣
坡度	0.61	0.61	-0.249	-0.245
高程	0.531	0.534	-0.369	-0.362
坡向	-0.292	-0.289	-1.154	-1.159
橫剖面曲率	-0.160	-0.131	7.202	7.465
縱剖面曲率	0.112	0.77	20.112	21.413

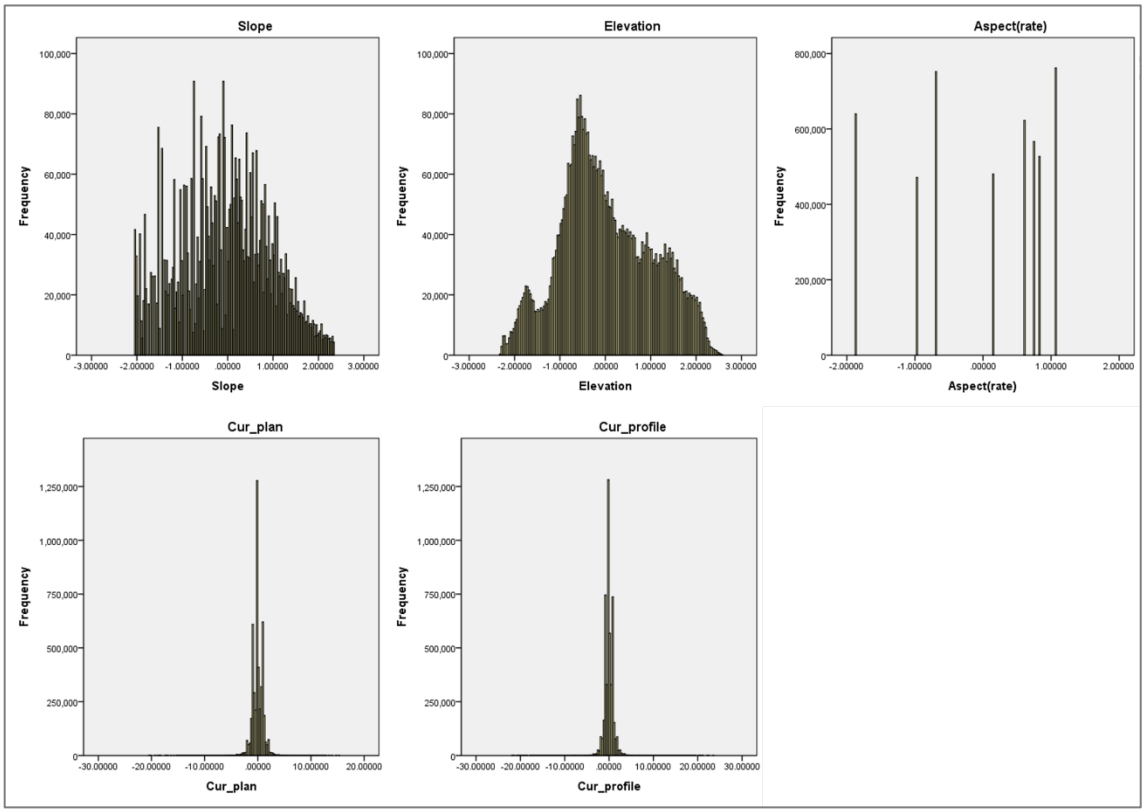


圖4-9　南部研究區非崩塌網格母體之因子分布

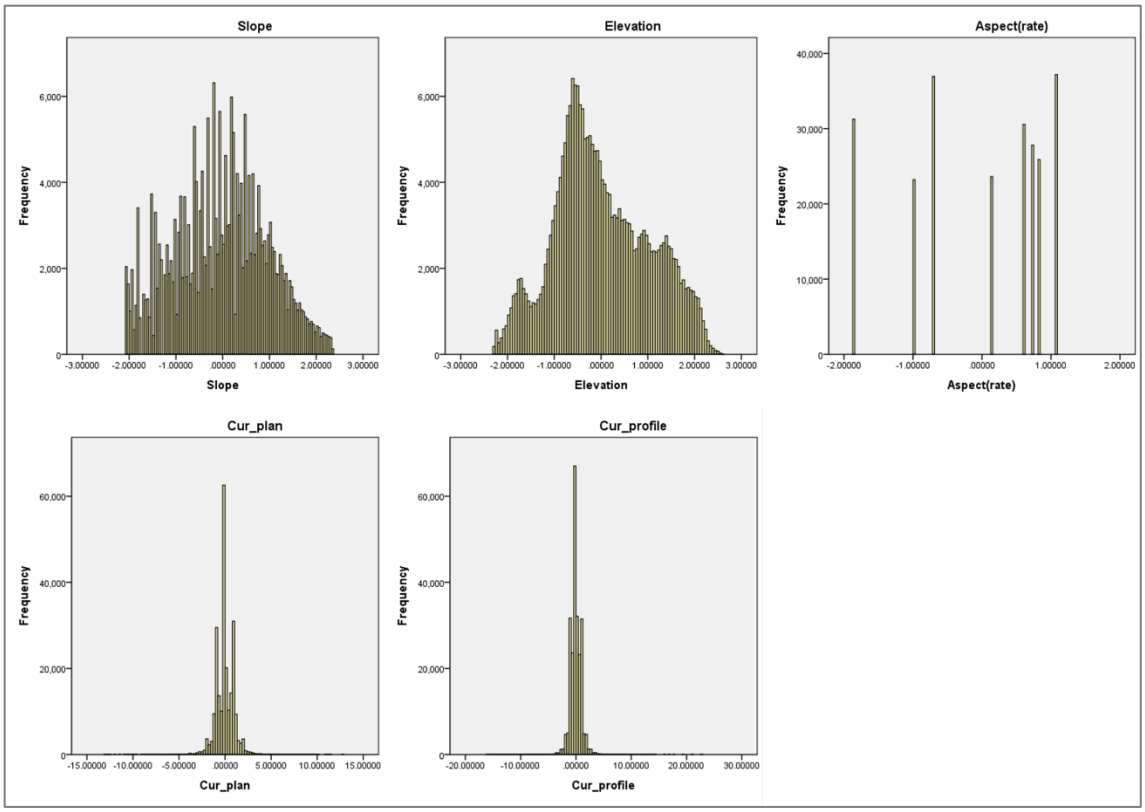


圖4-10　南部研究區非崩塌網格取樣後之因子分布

第二節 影響因子探討

水保局(2017，2018)潛勢分析中使用的淺層崩塌潛勢因子包含坡度、坡向、高程、橫面剖和縱剖面曲率。本研究將參考這 5 種潛勢因子並加入道路距離、線性構造距離、與河道距離以及地層類型等 4 種因子進行討論。

由先前的研究中發現崩塌大多發生在 15 度至 50 度邊坡上，在坡度因子統計中，在坡度小於 15 度以及大於 50 度的邊坡上仍有淺層崩塌產生，而在此坡度外依崩塌破壞機制較不可能發生，因此在進行潛勢分析時將坡度小於 15 以及大於 50 的淺層崩塌圖層去除，避免分析時產生誤差。

水系則利用 ArcGIS 分析模組的水文分析繪製河系，匯入研究區域解析度 5 公尺數值地形模型資料，並參考楊奕辰和徐美玲(2005)對於不同解析度以及不同河流演算法進行一系列的測試後，使用 600 平方公尺作為累積閥值來提取河系柵格數據，以建立研究區內的水系圖。

在討論淺層崩塌發生的地層類型時，如只萃取其地層名稱或編號並不具代表性。因此在討論發生的地層類別的影響時，採用與坡向的一樣的方式，找出研究區內各地層類別的面積崩塌率，來代表各地層類別的影響。中部研究區及南部研究區中的土石流集水區內所包含的地層類別、其個別面積以及面積崩塌率分別整理至表 4-3 及表 4-4。中部研究區土石流潛勢溪流集水區包含了 19 種地質，其中以桂竹林層何其岩層段分布最廣，其面積崩塌率也最高，除此之外亦有福隆園層面積崩塌率亦達到 21.4%，猴洞坑層有 13.05%；南部研究區土石流潛勢溪流集水區內包含了 24 種地質，而桂竹林層等其岩層段分布最廣，其面積崩塌率也最高，而長枝坑層亦有 24.41%的面積崩塌率，南

莊層、隘寮腳層和糖恩山砂岩的面積崩塌率亦有超過 10%。

表4-3　中部研究區土石流潛勢溪流內各地層類別的面積崩塌率

地層類別	面積 (m^2)	各地層的崩塌面積 (m^2)	面積崩塌率 (%)
水長流層 (巴陵層)	980822.78	205.33	0.03
四稜砂岩 (白冷層)	1163221.34	0.00	0.00
卓蘭層	13167119.26	58595.38	7.53
南莊層	9029.60	0.00	0.00
桂竹林層	13051278.97	218935.36	28.15
桂竹林層 十六份頁岩段	496720.54	27572.72	3.55
桂竹林層 魚藤坪砂岩段	5249873.74	85127.59	10.95
桂竹林層 關刀山砂岩段	1596818.40	27526.11	3.54
錦水頁岩	132771.30	0.00	0.00
頭嵙山層 火炎山段	1995154.53	9053.48	1.16
頭嵙山層 香山段	2375343.68	6370.44	0.82
福隆園層	6160916.87	166426.58	21.40
猴洞坑層	3894425.68	101521.70	13.05
石門層	2723940.59	49936.33	6.42
炭寮地頁岩	552022.28	1031.46	0.13
十四股層	2588209.71	25408.38	3.27
沖積層	1415835.78	0.00	0.00
紅土台地堆積層	70475.30	0.00	0.00
階地堆積層	267952.59	0.00	0.00

表4-4 南部研究區土石流潛勢溪流內各地層類別的面積崩塌率

名稱	地質面積 (m2)	各地層的崩塌面積 (m2)	面積崩塌率 (%)
北寮頁岩	2738467.29	180323.94	1.57
卓蘭層	5431553.55	615917.56	5.37
南莊層	24731667.66	1337289.62	11.65
桂竹林層 十六份頁岩段	3843086.60	174169.91	1.52
桂竹林層 大窩砂岩段	4549900.03	153468.25	1.34
桂竹林層 關刀山砂岩段	47214983.88	1590066.49	13.86
竹頭崎層	5528534.58	255566.86	2.23
茅埔頁岩	1822770.94	238974.10	2.08
隘寮腳層	23651995.51	1474521.64	12.85
錦水頁岩	21660.22	11793.52	0.10
頭嵙山層 火炎山段	636650.84	0.00	0.00
頭嵙山層 香山段	1237879.94	8699.58	0.08
鹽水坑頁岩	5199575.20	546718.29	4.76
糖恩山砂岩	27044583.15	1313447.23	11.44
長枝坑層	48693744.10	2800888.72	24.41
紅花子層	2204365.67	130320.62	1.14
二重溪層	1438150.52	3820.47	0.03
崁下寮層	519293.45	0.00	0.00
六重溪層	8835466.93	105835.70	0.92
沄水溪層	1114632.94	41478.66	0.36
鳥嘴層	1840019.10	188781.76	1.64
中崙層	748411.00	76831.68	0.67
沖積層	3496990.47	147739.42	1.29
階地堆積層	6330782.25	79712.10	0.69

將中部研究區所萃取出的淺層崩塌因子包含坡度、高程、坡向(崩塌率)、橫剖面曲率、縱剖面曲率、與地質構造距離、與道路距離、與河道距離以及地層類別(崩塌率)等 9 種淺層崩塌潛勢因子，計算出其 AUC 值以及各因子間的相依性，整理至表 4-5 與表 4-6。

其中相依性以採用指標即爲皮爾森(pearson)相關係數，皮爾森相關分析用於探討兩連續變數之間的線性相關，得到兩個變數間的相關係數，計算公式為式 4-1，其值通常介於-1~1 之間。若兩變數之間的相關係數絕對值較大，則表示彼此相互共變的程度較大。而正負號代表兩變數間變化方向的同異，正號代表變化方向相同，兩變數呈正相關；負號代表變化方向相反，兩變數呈負相關。而當其值為 0 時，即代表兩變數完全獨立。故可將皮爾森相關係數劃分五個等級，相關係數絕對值小於 0.2 為無相關、0.2~0.4 為低度相關、0.4~0.6 為中度相關、0.6~0.8 為中高度相關、0.8~1.0 為高度相關。

$$\mathrm{r(x,y)} = \frac{cov(x,y)}{s_x s_y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}$$

(式 4-1)

s_x ： 為x_i樣本的樣本標準差

s_y ： 為y_i樣本的樣本標準差

$\bar{x}$:為x_i樣本的平均值

$\bar{y}$ ： 為y_i樣本的平均值

由表 4-5 中各因子的 AUC 值可發現，坡度、高程、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離、道路距離以及地層類別(崩塌率)有大於 0.5，表示這 7 因子有較好的預測效果。表 4-6 中各因子的相依性，高程因子與坡度、道路距離以及河道距離等 3 個因子有較高的相依性，

兩種曲率之間的相依性則是最高的達到-0.597。經由各因子之間的AUC 以及相依性的比對後，中部研究區的坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離、道路距離以及地層類別(崩塌率)等因子能有較好的預測效果，因此中部研究區採用此 6 種因子進行淺層崩塌潛勢分析。

表4-5　中部研究區各淺層崩塌因子之 AUC 值

淺層崩塌因子	坡度	高程	坡向 (崩塌率)	橫剖面 曲率	縱剖面曲率
AUC	0.618	0.594	0.6	0.465	0.512
淺層崩塌因子	地質構造 距離	道路 距離	河道距離	地層類別 (崩塌率)	
AUC	0.559	0.632	0.459	0.627	

表4-6　中部研究區淺層崩塌因子之相依性

	坡度	高程	坡向 (崩塌率)	橫剖面曲率	縱剖面曲率	地質構造	道路	河道	地層類別 (崩塌率)
坡度	1	0.234	-0.047	0.007	-0.002	0.002	0.179	.066	.058
高程	0.234	1	0.073	0.004	-0.028	0.001	0.391	0.216	0.066
坡向 (崩塌率)	-0.047	0.073	1	-0.002	-0.001	0.001	0.119	0.027	-0.030
橫剖面曲率	0.007	0.004	-0.002	1	-0.597	0.0006	-0.006	0.036	0.002
縱剖面曲率	-0.002	-0.028	-0.001	-0.597	1	-0.002	-0.007	-0.074	0.002
地質構造距離	0.002	0.001	0.001	0.0006	-0.002	1	0	0.002	-0.001
道路距離	0.179	0.391	0.119	-0.006	-0.007	0	1	0.055	-0.143
河道	0.066	0.216	0.027	0.036	-0.074	0.002	0.055	1	-0.009
地質 (崩塌率)	0.058	0.066	-0.030	0.002	0.002	-0.001	-0.143	-0.009	1

再將南部研究區的 9 種潛勢因子，計算出其 AUC 值以及各因子間的相依性，整理至表 4-7 與表 4-8。由表 4-7 可看出在南部研究區中有坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離以及地層類別(崩塌率)等 5 個淺層崩塌潛勢因子的 AUC 值大於 0.5，有較好的預測能力。由表 4-8 在各因子的相依性上高程因子與坡度、道路距離以及地質構造距離有較高的相依性，兩個曲率彼此的相依性仍然非常高。由各潛勢因子的 AUC 值以及相依性比較中，可得知南部研究區以坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離以及地層類別(崩塌率)等 5 個潛勢因子能有較好的預測能力，因此採用此 5 個淺層崩塌潛勢因子進行南部研究區的淺層崩塌潛勢分析。

表4-7　南部研究區各淺層崩塌因子之 AUC 值

淺層崩塌因子	坡度	高程	坡向 (崩塌率)	橫剖面 曲率	縱剖面曲率
AUC	0.605	0.432	0.543	0.473	0.517
淺層崩塌因子	地質構造 距離	道路 距離	河道距離	地層類別 (崩塌率)	
AUC	0.524	0.413	0.417	0.525	

表4-8　南部研究區淺層崩塌因子之相依性

	坡度	高程	坡向 (崩塌率)	橫剖面曲率	縱剖面曲率	地質構造	道路	河道	地層類別 (崩塌率)
坡度	1	0.241	-0.008	0.009	-0.003	-0.029	0.224	0.081	0.145
高程	0.241	1	-0.035	0.005	-0.019	0.184	0.535	0.098	0.243
坡向 (崩塌率)	-0.008	-0.035	1	0	-0.0006	-0.008	-0.078	0.006	-0.045
橫剖面曲率	0.009	0.005	0	1	-0.558	0.0002	-0.001	0.072	-0.001
縱剖面曲率	-0.003	-0.019	-0.0006	-0.558	1	-0.003	-0.003	-0.077	-0.001
地質構造距離	-0.029	0.184	-0.008	0.0002	-0.003	1	0.09	0.056	-0.139
道路距離	0.224	0.535	-0.078	-0.001	-0.003	0.09	1	0.003	0.084
河道	0.081	0.098	0.006	0.072	-0.077	0.056	0.003	1	0.036
地質 (崩塌率)	0.145	0.243	-0.045	-0.001	-0.001	-0.139	0.084	0.036	1

第五章 沉積岩區帶研究區淺層崩塌潛勢模式建立

本研究採用區別分析法建立研究區內土石流潛勢溪流集水區的淺層崩塌發生潛勢模式，參考水保局(2017，2018)潛勢分析成果及在第四章所討論的淺層崩塌潛勢因子，中部研究區將使用坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離、道路距離以及地層類別(崩塌率)等 6 個潛勢因子；南部研究區使用坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離以及地層類別(崩塌率)等 5 個潛勢因子進行分析。進行區別分析前必須讓因子呈現常態分布，因此在進行分析前需要將篩選出的淺層崩塌因子正規化，因此在進行分析前需要將因子都正規化，而正規化的公式如式 5-1，

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma} \text{.....(式 5-1)}$$

其中，z 是正規化後的分數，x 是需要被標準化的原始分數，μ是母體的平均值，σ是母體的標準差。

區別分析分成兩部分，第一部分擬合分析，主要利用已知的樣本套用到訓練模式以取得區別函式；第二部分是以區別函式進行的預測分析，其中預測樣本不進行額外設定，套用到區別函式中，比對該區別公式預測情況以提供評估模式之驗證。因進行區別分析時「淺層崩塌網格」和「未崩塌網格」兩種網格數量以盡量一致為宜，而本研究使用「隨機取樣」，採用 Bernoulli's 隨機取樣方法挑選網格進行區別分析。將選取出的淺層崩塌網格及未崩塌網格各再隨機選取 50%的數量進行擬合分析，可得到區別函式及環境潛勢值 Z，

$$Z=a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+\cdots+C \quad \text{(式 5-2)}$$

a_n：各淺層崩塌潛勢因子權重

x_n：各淺層崩塌潛勢因子

C：常數項

在式 5-2 中，其a_n代表其崩塌潛勢因子在潛勢模式中的重要性，當a_n的絕對值越大表式其因子的重要性越高，而當a_n為正表示因子為正相關，a_n值為負時為負相關。

而以剩餘的 50%樣本作為驗證樣本。因所有因子都進行正規化，所以 Z 值為無因次。而 Z 值中的各因子係數絕對值越大即代表該網格具有較高淺層崩塌的潛勢，在此分析模式中 Z 值如果為正表示為正相關，代表網格中此因子越大越可能為淺層崩塌網格，而如果 Z 值為負則其因子為負相關，亦代表網格中此因子絕對值越大越有可能為未崩塌網格。

第一節 研究區淺層崩塌潛勢模式建立

在進行潛勢分析前，將中部研究區內的土石流潛勢溪流集水區分成建立模式組及預測組，而建立模式組及驗證組的土石流潛勢溪流集水區分布如圖 5-1，而各土石流潛勢溪流集水區編號整理至表 5-1。

表5-1　中部研究區土石流潛勢溪流集水區分組

建立模式組			預測組		
苗縣 DF053	苗縣 DF056	苗縣 DF057	苗縣 DF052	苗縣 DF054	苗縣 DF055
中市 DF039	中市 DF040	中市 DF042	苗縣 DF058	中市 DF041	中市 DF043
中市 DF044	中市 DF046	中市 DF049	中市 DF047	中市 DF048	中市 DF050
中市 DF051	中市 DF053	中市 DF055	中市 DF052	中市 DF054	中市 DF056
中市 DF057	中市 DF060	中市 DF061	中市 DF059	中市 DF062	中市 DF064
中市 DF063	中市 DF065	中市 DF067	中市 DF066	中市 DF069	中市 DF070
中市 DF068	中市 DF071	中市 DF72	中市 DF073	中市 DF074	中市 DF075
中市 DF76	中市 DF89	中市 DF91	中市 DF077	中市 DF090	中市 DF092
中市 DF094	中市 DF096	中市 DF108	中市 DF093	中市 DF095	中市 DF097
中市 DF109			中市 DF102		

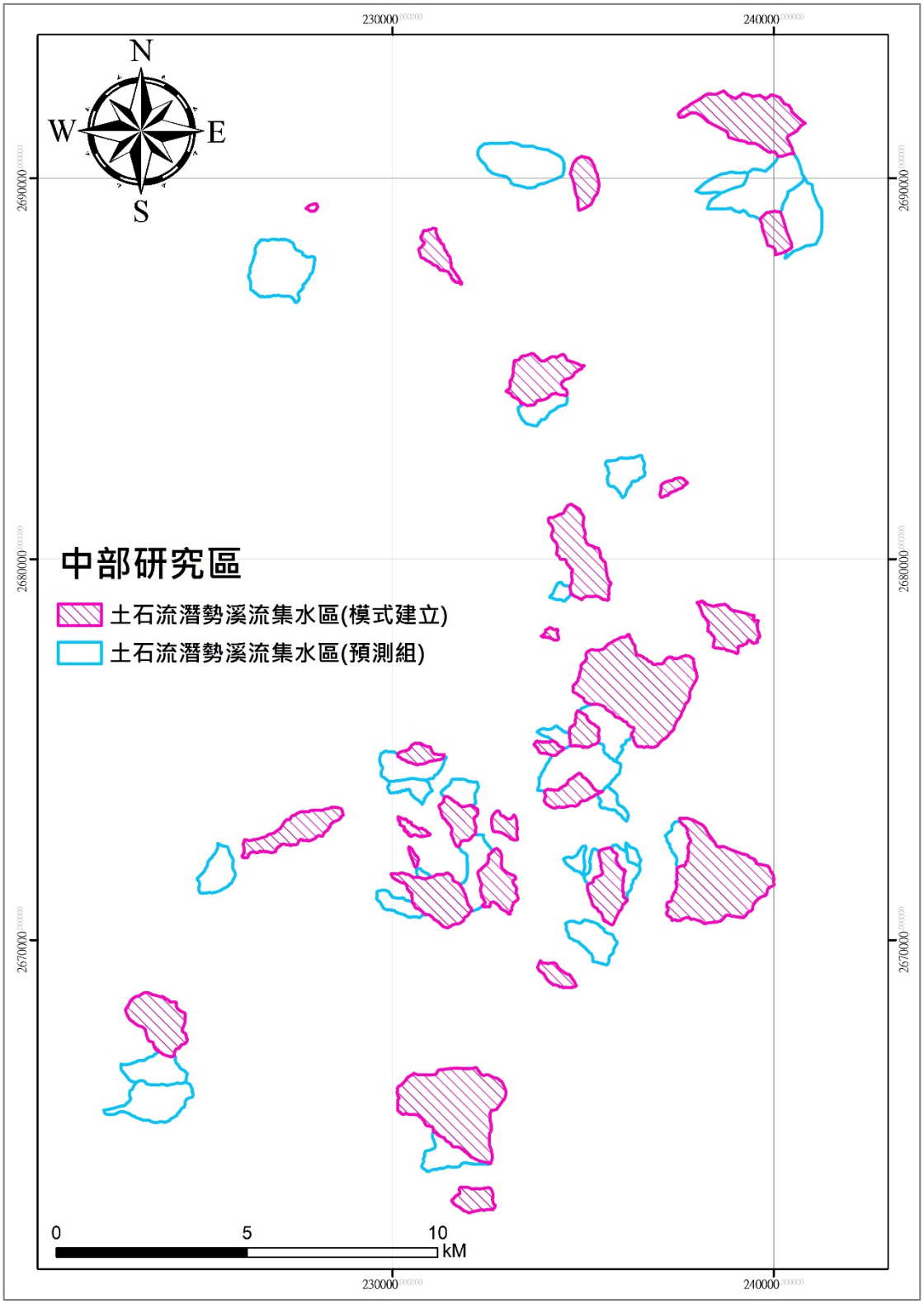


圖5-1　中部研究區土石流潛勢溪流集水區分組

中部研究區利用坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離、道路距離以及地層類別(崩塌率)等 6 種崩塌潛勢因子進行淺層崩塌的潛勢分析。模式建立組的土石流潛勢溪流環境潛勢值 Z 公式為：

$$Z = (0.546 \times Zslope) + (0.25 \times Zaspect) + \left(0.020 \times Zcurv_{proilfe}\right) + (-0.088 \times Zgeologicstructure) + (0.62 \times Ztraffic) + (0.655 \times Zgeology) - 0.389$$

(式 5-3)

Z：環境潛勢因子

Zslope：標準化坡度因子

Zaspect：標準化坡向因子

Zcurv_proilfe：標準化縱剖面曲率因子

Zgeologicstructure：標準化與地質構造距離因子

Ztraffic：標準化與道路距離因子

Zgeology：標準化地層類別因子

式 5-2 中地層類別(崩塌率)因子的係數最高，表示在模式建立組的土石流潛勢溪流集水區中地層類別(崩塌率)因子為最主要的分析因子，其次為距離道路因子，坡度因子位在第三。所得到的區別分析的成果如表 5-2，可看出擬合分析正確率為 69.4%，在驗證分析正確率為 68.7%，有不錯的正確率。

其中正確率是指，利用環境潛勢值判斷為崩塌單元，而實際情形為崩塌單元，或判斷為非崩塌單元，實際情況也是非崩塌單元的情況，皆視為正確判斷，其他情況視為錯誤判斷。如表 5-2 中以 a、b、c 以及 d 代表數值，由此四種判對結果可計算擬合正確率如式 5-4 所示，

亦即正確值佔總數量的百分比。

$$正確率=\frac{a+d}{a+b+c+d}\times 100\% \qquad (式\ 5\text{-}4)$$

表5-2　中部研究區內土石流潛勢溪流集水區之區別分析分類結果

實際分類		依區別公式推估的分類結果(%)	
		淺層崩塌網格	未崩塌網格
擬合分析	淺層崩塌網格	69.6 (a)	30.4 (b)
	未崩塌網格	30.7 (c)	69.3 (d)
驗證分析	淺層崩塌網格	68.8	31.2
	未崩塌網格	31.4	68.6

擬合分析整體正確率為 69.4%

預測結果整體正確率為 68.7%

在崩塌圈繪中，常常將滑動區及堆積區一起劃入，而在水保局(2018)計畫中提到，在分析時如果只使用崩塌上段 1/2 處的網格進行分析能得到較好的分析結果。用此方式將模式建立組中的淺層崩塌圖層上段 1/2 網格萃取出來進行分析可得到環境潛勢值 Z 公式為：

$$\begin{aligned} Z = {} & (0.564 \times \mathrm{Zslope}) + (0.238 \times \mathrm{Zaspect}) + \left(-0.022 \times \mathrm{Zcurv}_{\mathrm{proilfe}}\right) \\ & + (-0.054 \times \mathrm{Zgeologicstructure}) + (0.59 \times Z\mathrm{traffic}) \\ & + (0.671 \times Z\mathrm{geology}) - 0.413 \end{aligned}$$

(式 5-5)

式 5-5 仍以地層類別(崩塌率)因子的係數最高，在整理地層類別的面積崩塌率時可發現有幾處地層類別的面積崩塌率較高，如桂竹林層，因此在潛勢模式中亦表現出此現象。其次為道路距離因子，坡度因子為第三，各潛勢因子的重要性並無變化太大。所得到的區別分析的成果如表 5-2，可看出擬合分析正確率為 71.2%，在驗證分析正確率為 71.0%，正確率明顯提升。

表5-3 中部研究區內土石流潛勢溪流集水區之區別分析分類結果(取崩塌上段 1/2 網格分析)

實際分類		依區別公式推估的分類結果(%)	
		淺層崩塌網格	未崩塌網格
擬合分析	淺層崩塌網格	72.2	27.8
	未崩塌網格	29.8	70.2
驗證分析	淺層崩塌網格	72.8	27.2
	未崩塌網格	30.8	69.2

擬合分析整體正確率為 71.2%

驗證結果整體正確率為 71.0%

南部研究區亦將 80 處土石流潛勢溪流集水區利用隨機取樣法分成建立模式組及預測組，其分布狀況如圖 5-2，而各土石流潛勢溪流集水區編號整理至表 5-4。南部研究區將利用坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離與地層類別(崩塌率)，等四種因子進行淺層崩塌的潛勢分析。模式建立組的土石流潛勢溪流環境潛勢值 Z 公式為：

$$Z = (0.705 \times Zslope) + (0.362 \times Zaspect) + \left(0.094 \times Zcurv_{proilfe}\right) + (-0.686 \times Zgeologicstructure) + (0.179 \times Zgeology) - 0.263$$

(式 5-6)

在式 5-6 中坡度因子的係數最高，表示在模式建立組的土石流潛勢溪流集水區中坡度因子為最主要的分析因子，其次為地質構造距離。所得到的區別分析的成果如表 5-5，可看出擬合分析正確率為 62.0%，在驗證分析正確率亦為 62.0%，有不錯的正確率。

表5-4　南部研究區土石流潛勢溪流集水區分組

建立模式組			驗證組		
嘉縣 DF020	嘉縣 DF024	嘉縣 DF025	嘉縣 DF002	嘉縣 DF004	嘉縣 DF005
嘉縣 DF026	嘉縣 DF027	嘉縣 DF028	嘉縣 DF010	嘉縣 DF012	嘉縣 DF014
嘉縣 DF029	嘉縣 DF030	嘉縣 DF031	嘉縣 DF017	嘉縣 DF019	嘉縣 DF021
嘉縣 DF033	嘉縣 DF034	嘉縣 DF035	嘉縣 DF022	嘉縣 DF023	嘉縣 DF032
嘉縣 DF038	嘉縣 DF039	嘉縣 DF040	嘉縣 DF036	嘉縣 DF037	嘉縣 DF040
嘉縣 DF043	嘉縣 DF045	嘉縣 DF046	嘉縣 DF042	嘉縣 DF044	嘉縣 DF048
嘉縣 DF047	嘉縣 DF050	嘉縣 DF052	嘉縣 DF049	嘉縣 DF051	嘉縣 DF055
嘉縣 DF053	嘉縣 DF054	嘉縣 DF056	嘉縣 DF058	嘉縣 DF059	嘉縣 DF060
嘉縣 DF057	嘉縣 DF062	嘉縣 DF065	嘉縣 DF061	嘉縣 DF063	嘉縣 DF064
嘉縣 DF068	嘉縣 DF069	嘉縣 DF073	嘉縣 DF066	嘉縣 DF067	嘉縣 DF070
嘉縣 DF074	嘉縣 DF075	嘉縣 DF076	嘉縣 DF071	嘉縣 DF072	嘉縣 DF080
嘉縣 DF076	嘉縣 DF077	嘉縣 DF078			
嘉縣 DF079					

表5-5　南部研究區內土石流潛勢溪流集水區之區別分析分類結果

實際分類		依區別公式推估的分類結果(%)	
		淺層崩塌網格	未崩塌網格
擬合分析	淺層崩塌網格	64.6	35.4
	未崩塌網格	40.6	59.4
驗證分析	淺層崩塌網格	64.4	35.4
	未崩塌網格	40.6	59.4

擬合分析整體正確率為 62.0%

驗證結果整體正確率為 62.0%

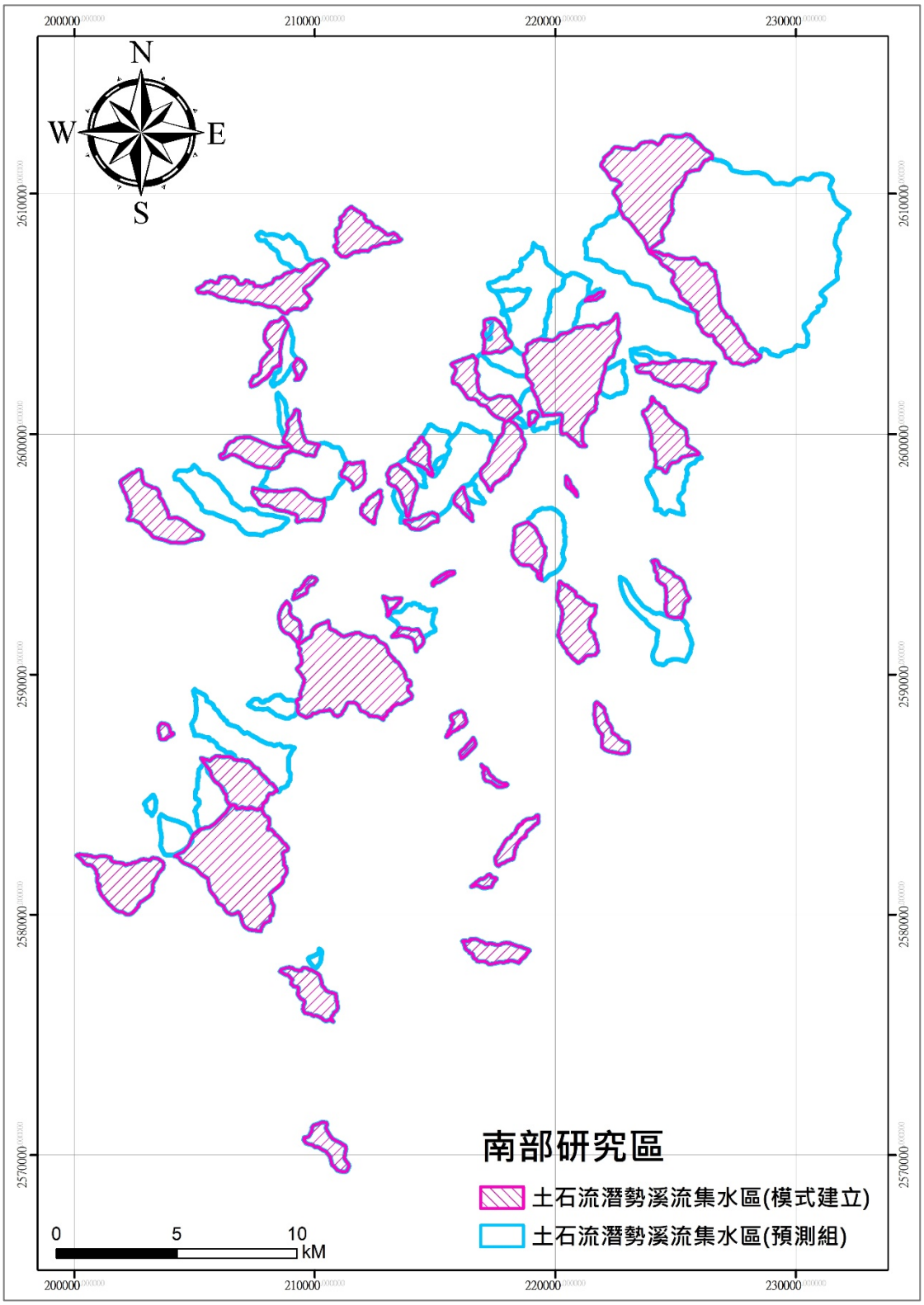


圖5-2　南部研究區土石流潛勢溪流集水區分組

再使用南部研究區中土石流潛勢溪流集水區內淺層崩塌圈繪上段 1/2 處的網格進行分析，得到環境潛勢值 Z 公式為：

$$Z = (0.782 \times Zslope) + (0.352 \times Zaspect) + \left(0.005 \times Zcurv_{proilfe}\right) + (-0.583 \times Zgeologicstructure) + (0.192 \times Zgeology) - 0.286$$

(式 5-7)

式 5-7 相似坡度的係數最高，其次為地質構造距離，各潛勢因子的重要性並無太大差異。所得到的區別分析的成果如表 5-6，可看出擬合分析正確率為 62.5%，在驗證分析正確率為 62.5%，正確率有些微提升。

表5-6　南部研究區內土石流潛勢溪流集水區之區別分析分類結果 (取崩塌上段 1/2 網格分析)

實際分類		依區別公式推估的分類結果(%)	
		淺層崩塌網格	未崩塌網格
擬合分析	淺層崩塌網格	64.1	35.9
	未崩塌網格	39.1	60.9
驗證分析	淺層崩塌網格	64.2	35.8
	未崩塌網格	39.2	60.8

擬合分析整體正確率為 62.5%

驗證結果整體正確率為 62.5%

第二節 研究區淺層崩塌潛勢模式討論

分別將中部研究區的環境潛勢值 Z 公式，式 5-3、式 5-5，以及南部研究區的環境潛勢值 Z 公式，式 5-6 以及式 5-7 個別帶入預測組中，可得到中部研究區式 5-3 的預測組正確率為 61.6%，式 5-5 的正確組為 61.9%，比起模式建立組的正確率偏低，但仍有良好的正確率。南部研究區的式 5-5 在預測組中的正確率為 59.3%，而式 5-7 的正確率為 59.8%，相較於模式建立組的正確率略低，但亦有不錯的預測能力。表示兩研究區的潛勢模式在預測上雖不及模式建立組的正確率高，但仍有不錯的預測表現，而且利用淺層崩塌上段 1/2 網格分析的確實有讓潛勢模式的正確率提升。

將四個公式帶入研究區內的土石流潛勢溪流集水區中即可得到研究區的淺層崩塌潛勢值分布，但分別帶入時每個公式的 Z 值分布不同，較難比較之間的差異，因此將各 Z 值分布進行標準化後可得到統一的 Z 值分佈以利後續討論。又 Z 值的分界為 0，正值為較易發生淺層崩塌，負值式較不容易發生淺層崩塌的地方，因此在 Z 值等於 0 處分開，並利用自然間斷法(natural breaks)將淺層崩塌潛勢值分段，顏色越紅表示越容易發生崩塌，越偏向綠色澤越不容易發生崩塌。其淺層崩塌潛勢值分布圖如圖 5-3~圖 5-6 所示。

由 4 張圖可看出，大多數的淺層崩塌都落在中、高潛勢區，但仍有少數淺層崩塌落在黃色偏綠的地方，表示 Z 值在 0 附近為較不容易發生淺層崩塌的數值，但仍有發生機率。

在圖 5-3 以及圖 5-4 中可看出在土石流潛勢溪流苗縣 DF055、中市 DF050、中市 DF051、中市 DF052、中市 DF053 中市 DF055、中市 DF056 以及中市 DF096 等 8 個集水區，有較高的崩塌潛勢分佈，

推測原因為中部研究區的道路距離因子的權重較高，又此處的土石流潛勢溪流集水區中有較多的道路穿越，導致在分析上產生較高的發生潛勢。

再由各研究區的圖兩者比較後可發現，利用淺層崩塌上段 1/2 網格進行分析的潛勢模式能得到更細緻的 Z 值分布，在預測表現上能更細膩，未來要畫設淺層崩塌警戒區亦能做為參據。

由以上兩處研究區的成果可看出，兩研究區的重要影響因子不同，中部研究區為道路距離因子，而南部研究區為坡度因子。在期中報告中有發現可能在將土石流潛勢溪流集水區分組時，其分類的方式不恰當，導致在中部研究區的模式建立組與驗證組的正判率有很大的差距，在修正土石流集水區分組的方式後，兩組的正判率皆有良好表現，亦表示在模式建立組中所得到的環境潛勢值 Z 能有效地預測同研究區的淺層崩塌發生位置。而且利用淺層崩塌上段 1/2 網格分析時，能有更良好的預測表現。而在淺層崩塌潛勢因子分布圖中，淺層崩塌圖層與中高潛勢值非常相符，表示兩研究區建立的淺層崩塌潛勢模式有不錯的預測能力。

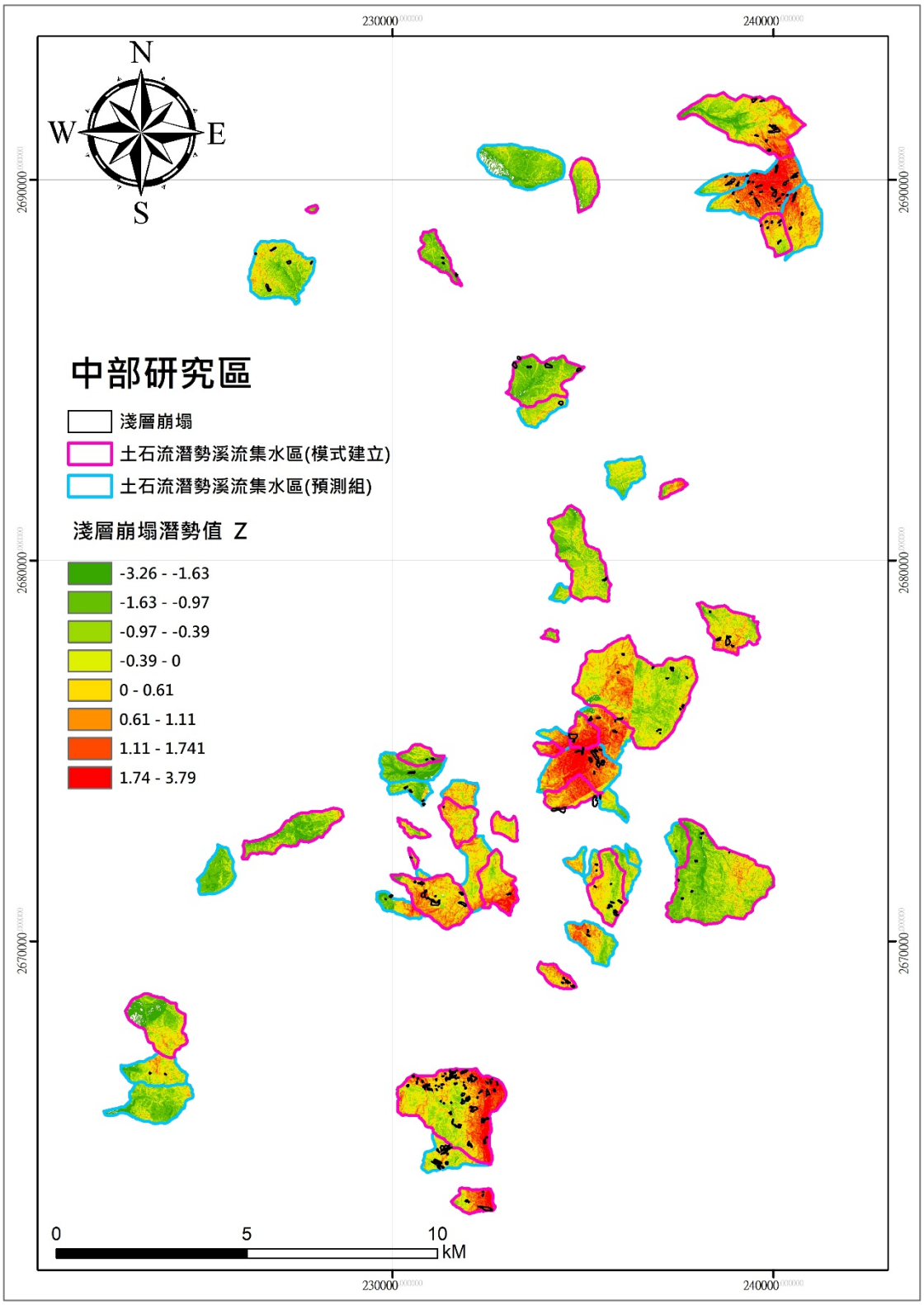


圖5-3　中部研究區淺層崩塌潛勢值分佈

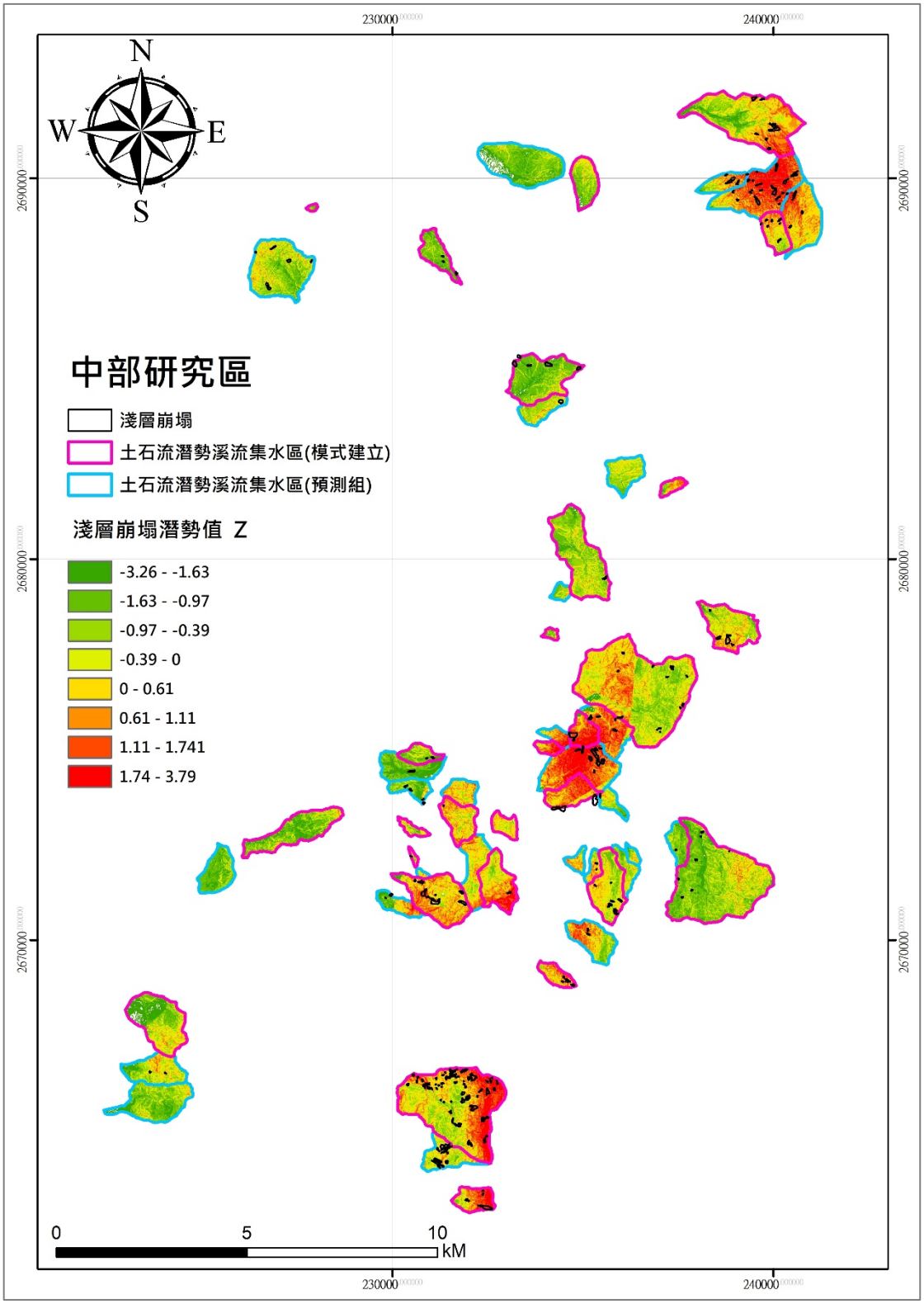


圖5-4　中部研究區淺層崩塌潛勢值分佈
(取淺層崩塌上段 1/2 網格分析)

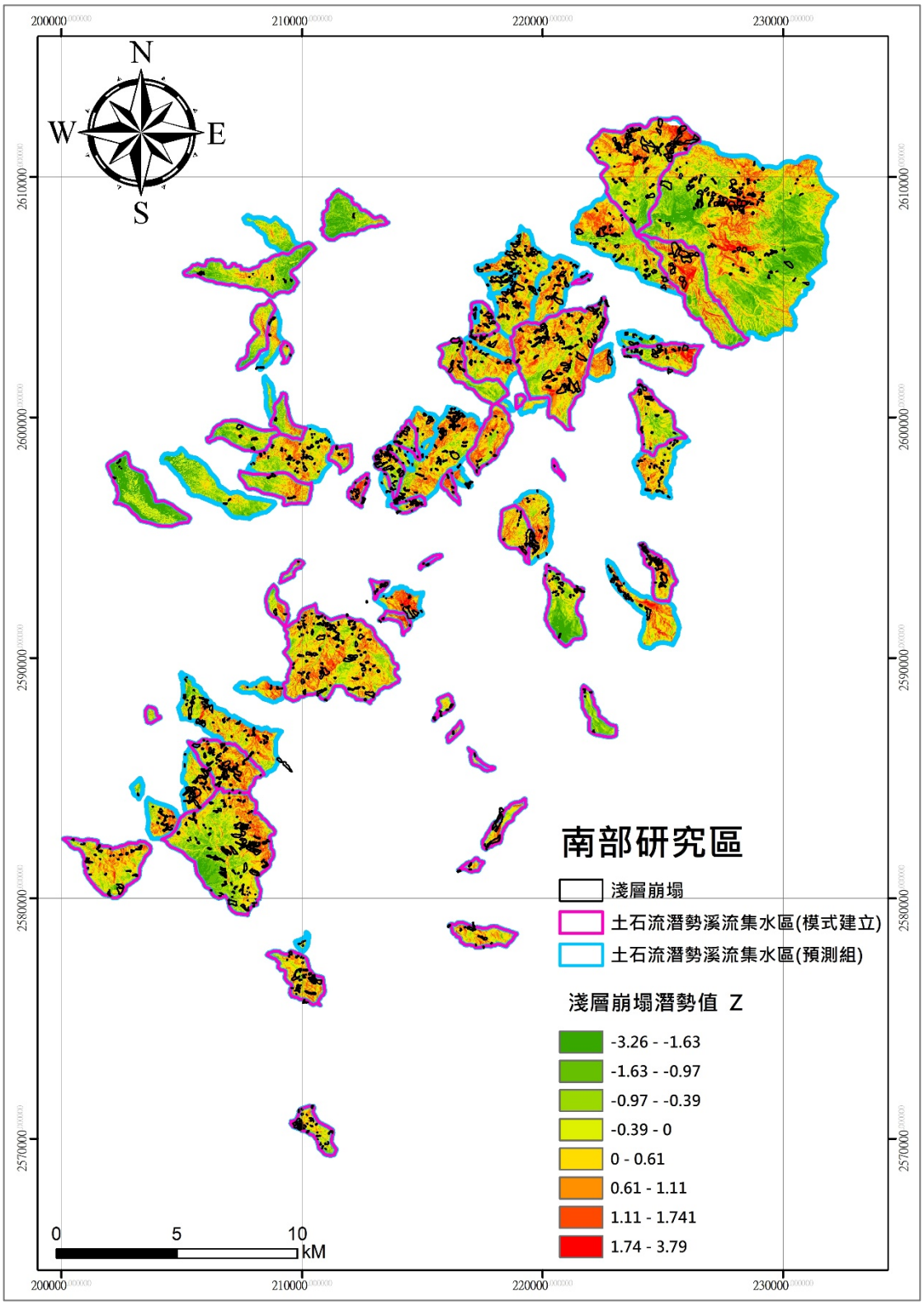


圖5-5　中部研究區淺層崩塌潛勢值分佈

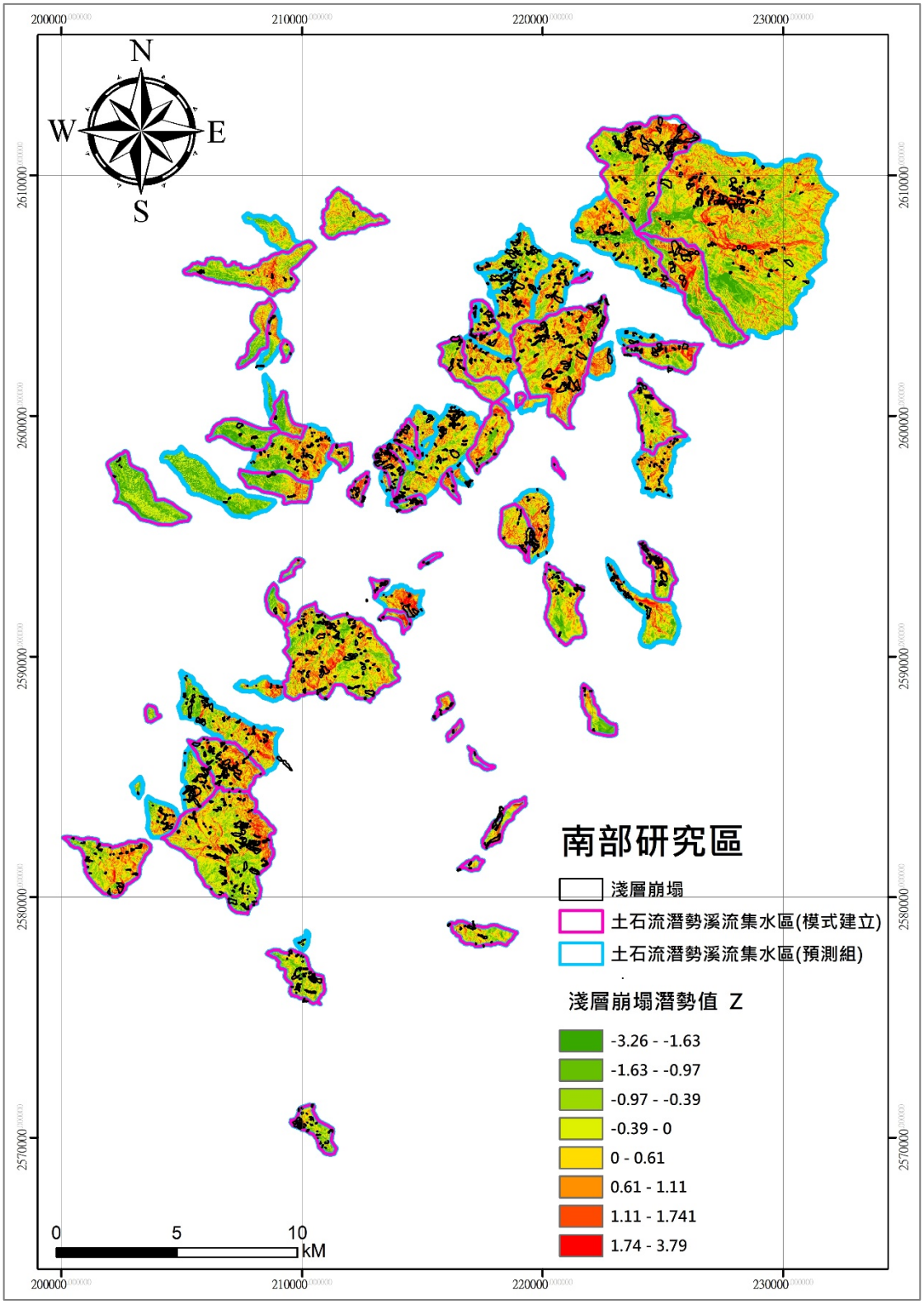


圖5-6　南部研究區淺層崩塌潛勢值分佈
(取淺層崩塌上段 1/2 網格分析)

第三節 現地調查崩塌驗證

利用已建立的研究區潛勢模式來驗證現地調查之淺層崩塌的發生潛勢，將淺層崩塌潛勢值套疊航照後，將中市 DF095-SL004、中市 DF095-SL006、中市 DF096-SL014、中市 DF096-SL017 以及中市 DF096-SL019、嘉縣 DF006-SL005、嘉縣 DF008-SL050、嘉縣 DF018-SL007、嘉縣 DF023-SL003 以及嘉縣 DF039-SL001 等 10 處淺層崩塌之淺層崩塌潛勢圖截出，如圖 5-7 至圖 5-13。

由 7 張圖可看出,大部分的現調淺層崩塌處都位於中、高潛勢區，尤其以 DF096-SL019、嘉縣 DF008-SL050 以及嘉縣 DF018-SL007 等三處淺層崩塌位於高潛勢，在現地調查中 DF096-SL019 和嘉縣 DF018-SL007 有明顯的崩落並且岩盤都已露出，然而嘉縣 DF008-SL050 在莫拉克颱風時對於太和村造成嚴重災害，亦表示本研究之潛勢模式能良好的表現淺層崩塌發生位置。而 10 處中僅有嘉縣 DF008-SL004 處於中低潛勢(黃偏綠)，然而可看出此淺層崩塌上邊坡處為高潛勢區，在現地調查中此高潛勢區的植被為竹林和周圍不同，並且有舊崩塌的跡象，因此嘉縣 DF008-SL004 可能為上邊坡崩塌發生後導致的二次崩滑，亦表示在中低潛勢區仍有發生的可能性。在嘉縣 DF018-SL007、嘉縣 DF023-SL003 以及嘉縣 DF039-SL001 等 3 處淺層崩塌下緣有包含了一些低潛勢區域(綠色)，而此區域在現地調查中發現為淺層崩塌的堆積區，應該為當初圈繪時將堆積區一併圈繪的結果。將研究區潛勢模式與現地調查之淺層崩塌比對後可發現，在現地觀察到較嚴重或是曾發生嚴重災情的淺層崩塌都落在高潛勢區，而現地調查中滑動較小或不明顯的淺層崩塌也都落在中高潛勢上，亦或是在圖中看到其他的淺層崩塌圈繪圖層也是都落在中高潛勢中，表示研

究區的淺層崩塌潛勢模式在擬合上有良好表現。

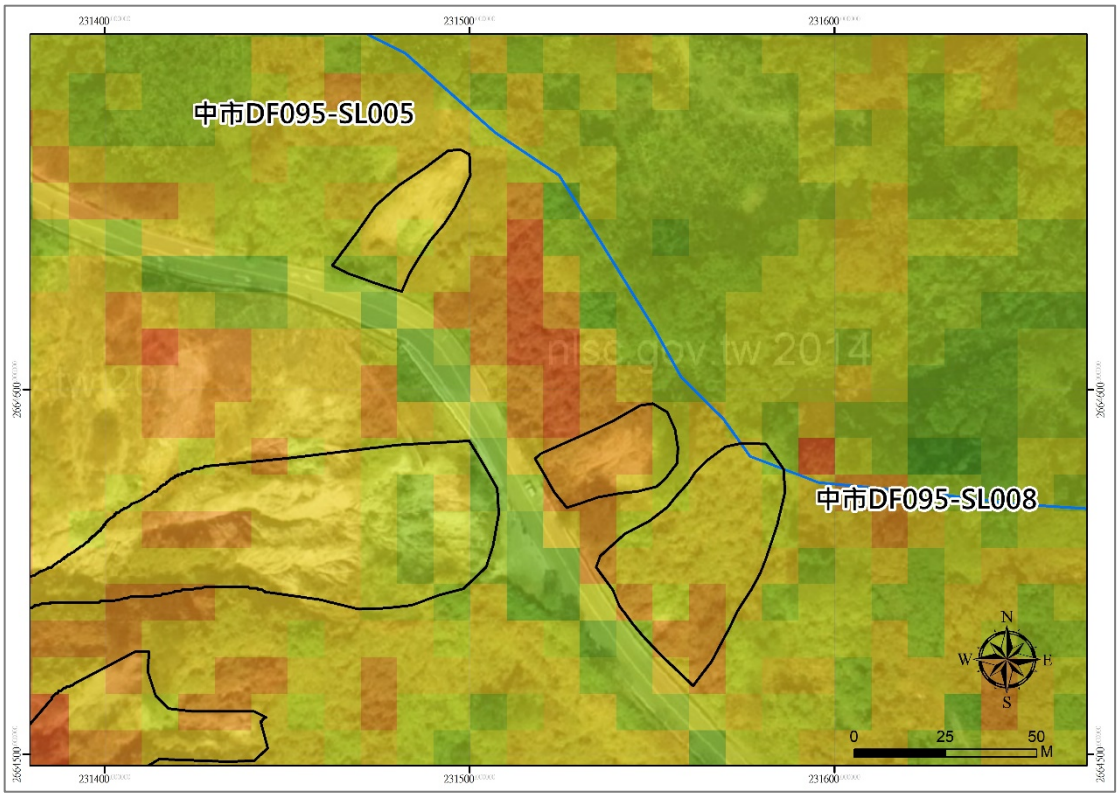


圖5-7　淺層崩塌編號：中市 DF095-SL005、中市 DF095-SL008

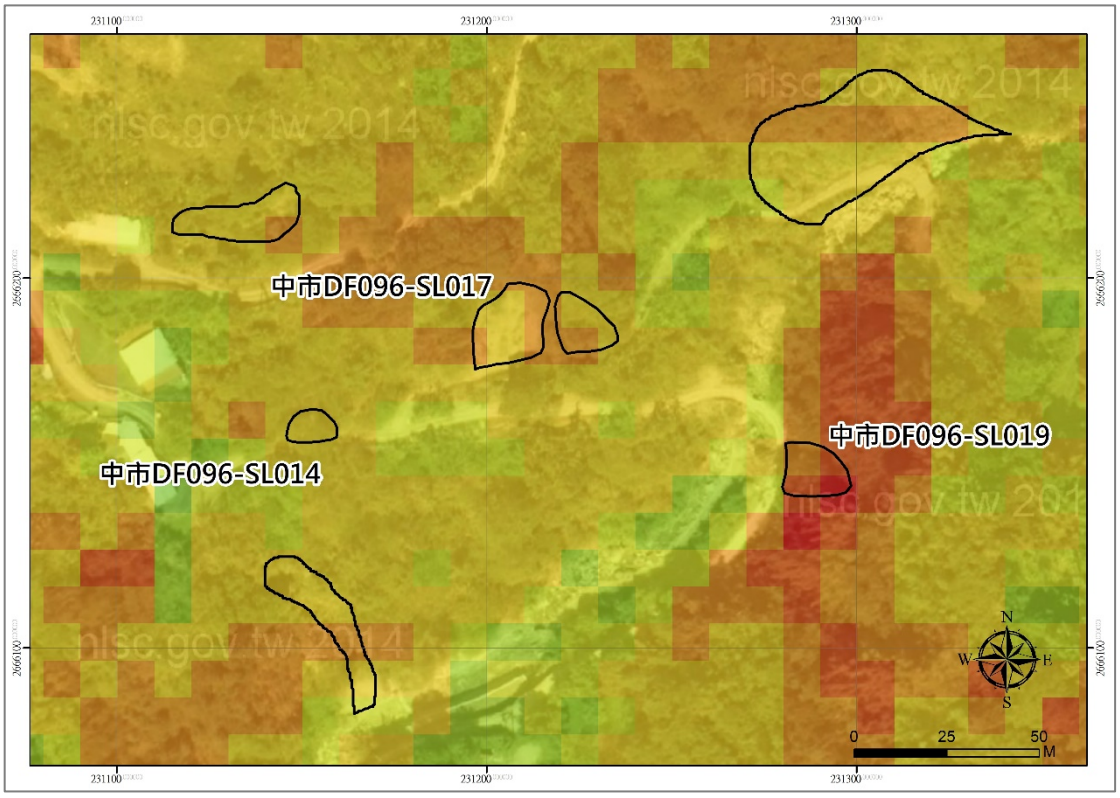


圖5-8　淺層崩塌編號：中市 DF096-SL014、中市 DF096-SL015、中市 DF096-SL016 以及中市 DF096-SL017

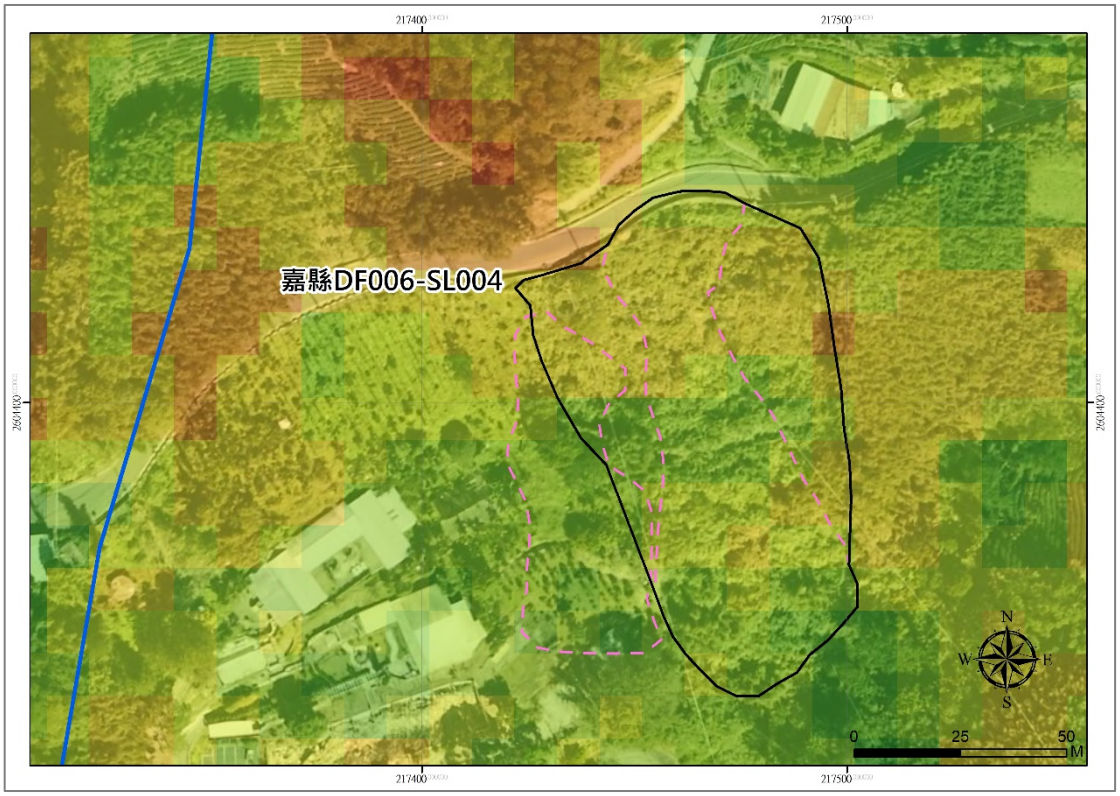


圖5-9　淺層崩塌編號：嘉縣 DF008-SL004

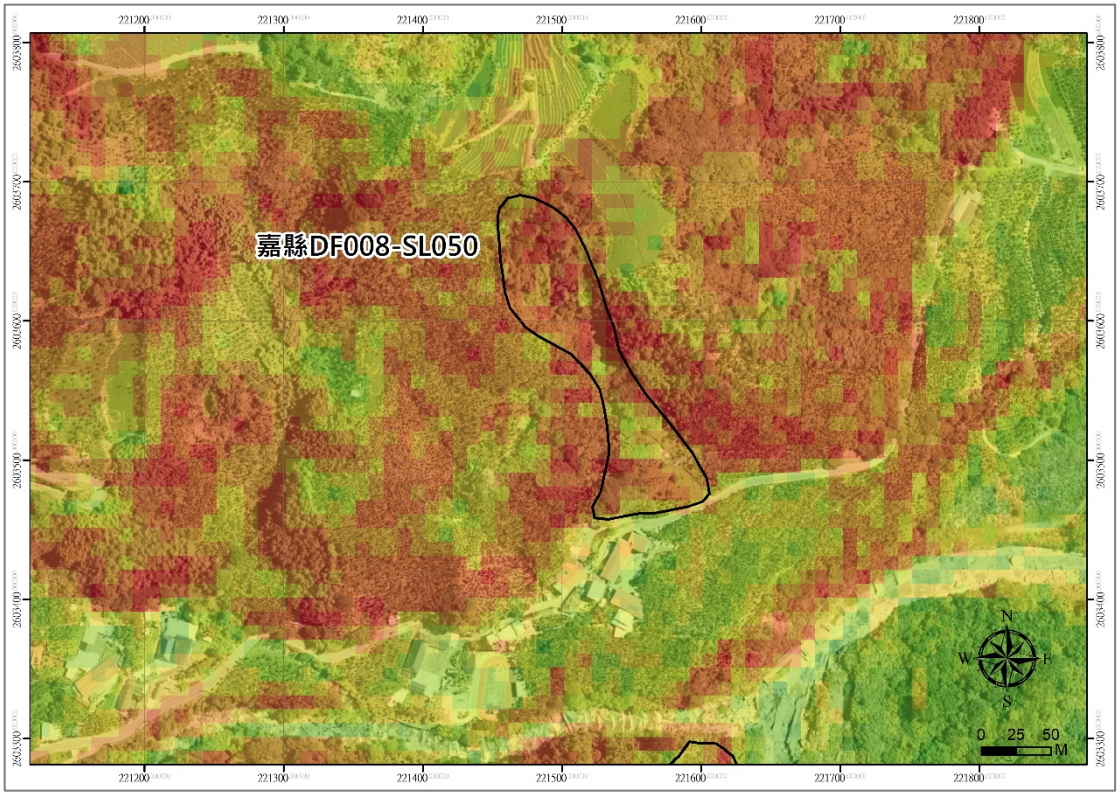


圖5-10　淺層崩塌編號：嘉縣 DF008-SL050

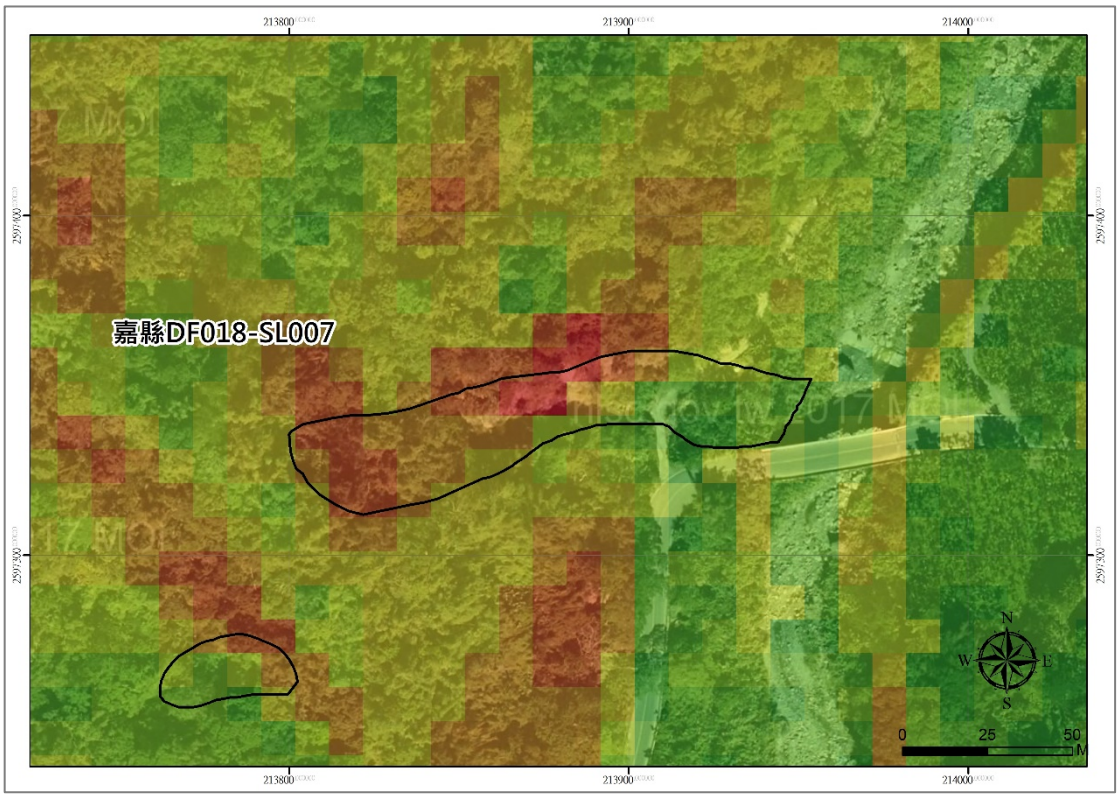


圖5-11 淺層崩塌編號：嘉縣 DF018-SL007

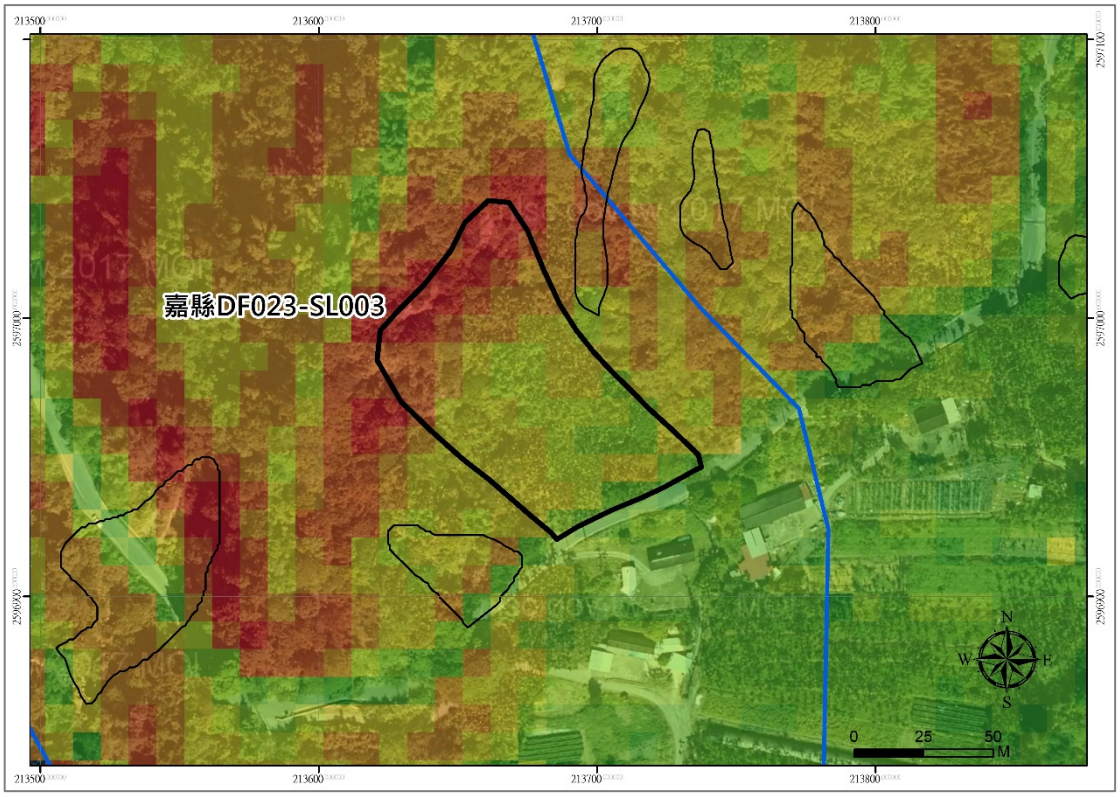


圖5-12 淺層崩塌編號：嘉縣 DF023-SL003

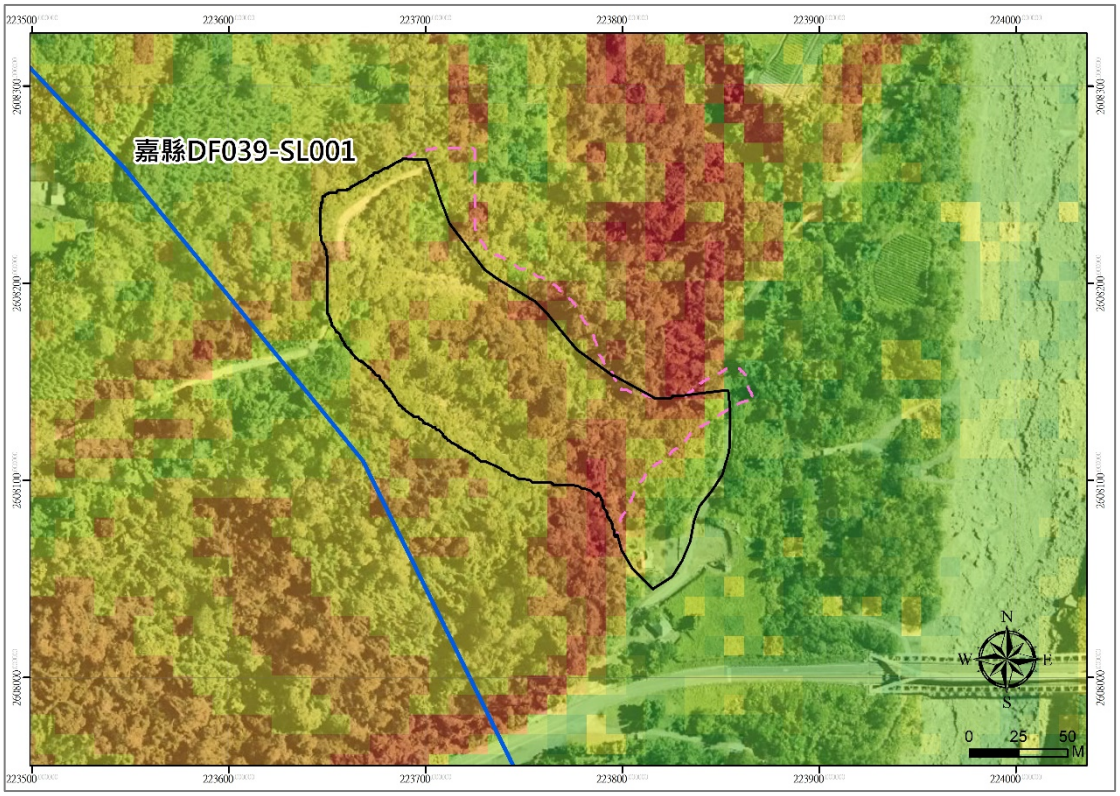


圖5-13 淺層崩塌編號:嘉縣 DF039-SL001

第六章 不同歷史災害事件比較與驗證

地調所在「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」(2010~2015年)製作全臺灣的崩塌圖層外，另外在「易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置」(2007~2010 年)亦有製作全臺灣的崩塌圖層，以及「高山聚落地區地質災害基本調查」(2007~2010 年)以及「都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置」(2002~2006 年)兩者計畫中所繪製的崩塌圖層亦包含了全臺灣。

將「易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置」(以下稱易淹水計畫)以及「高山聚落地區地質災害基本調查」和「都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置」(兩計畫合稱高山聚落與都會區地質調查計畫)中發生在中部研究區以及南部研究區土石流潛勢溪流集水區內的崩塌選出，並利用在第五章所得到的中部研究區以及南部研究區的淺層崩塌環境潛勢值 Z 公式，式 5-3、式 5-5、式 5-6 以及式 5-7 分別預測三個計畫繪製的淺層崩塌在兩個研究區中的正確率，並與兩研究區的預測組進行比較，其成果整理至表 6-1。由表 6-1 可看出，在中部研究區中，三個計畫的預測正確率都有 65%左右的良好預測值，比起中部研究區預測組的正確率 61%來得高，而由淺層崩塌上半部網格所得到式 5-5，在預測上仍比由全部淺層崩塌網格所得到的式 5-3 表現更好。在南部研究區中，三個計畫的崩塌預測正確率約落在 58%左右，比起南部研究區預測組的正確率 59%來得低一些，而利用淺層崩塌上半部網格所得到的式 5-7 仍有較良好的正確率。而其崩塌分布圖如圖 6-1~圖 6-4，亦可明顯看出不同年份所產製的崩塌圖層亦多發生在中高潛勢區。

在預測易淹水計畫、高山聚落與都會區地質調查計畫等 3 個計畫所產製的崩塌位置之正確率，和在第五章在將環境潛勢值 Z 公式套入驗證組的土石流潛勢溪流集水區的正確率相似。表示在兩研究區所得到的各環境潛勢值 Z 公式在預測總共 4 個不同年份的淺層崩塌位置都有不錯的表現，即驗證本研究之兩研究區的淺層崩塌潛勢模式其預測能力有良好表現。

表6-1　預測各計劃所繪製崩塌之正確率

	計畫名稱	國土保育之地質敏感地區調查分析計畫(預測組)		易淹水計畫		高山聚落與都會區地質調查計畫	
中部研究區	環境潛勢值 Z 公式	式 5-3	式 5-5	式 5-3	式 5-5	式 5-3	式 5-5
	正確率	**61.6%**	**61.9%**	**64.7%**	**65.1%**	**65.1%**	**65.5%**
南部研究區	環境潛勢值 Z 公式	式 5-6	式 5-7	式 5-6	式 5-7	式 5-6	式 5-7
	正確率	**59.3%**	**59.8%**	**57.8%**	**58.7%**	**57.5%**	**58.8%**

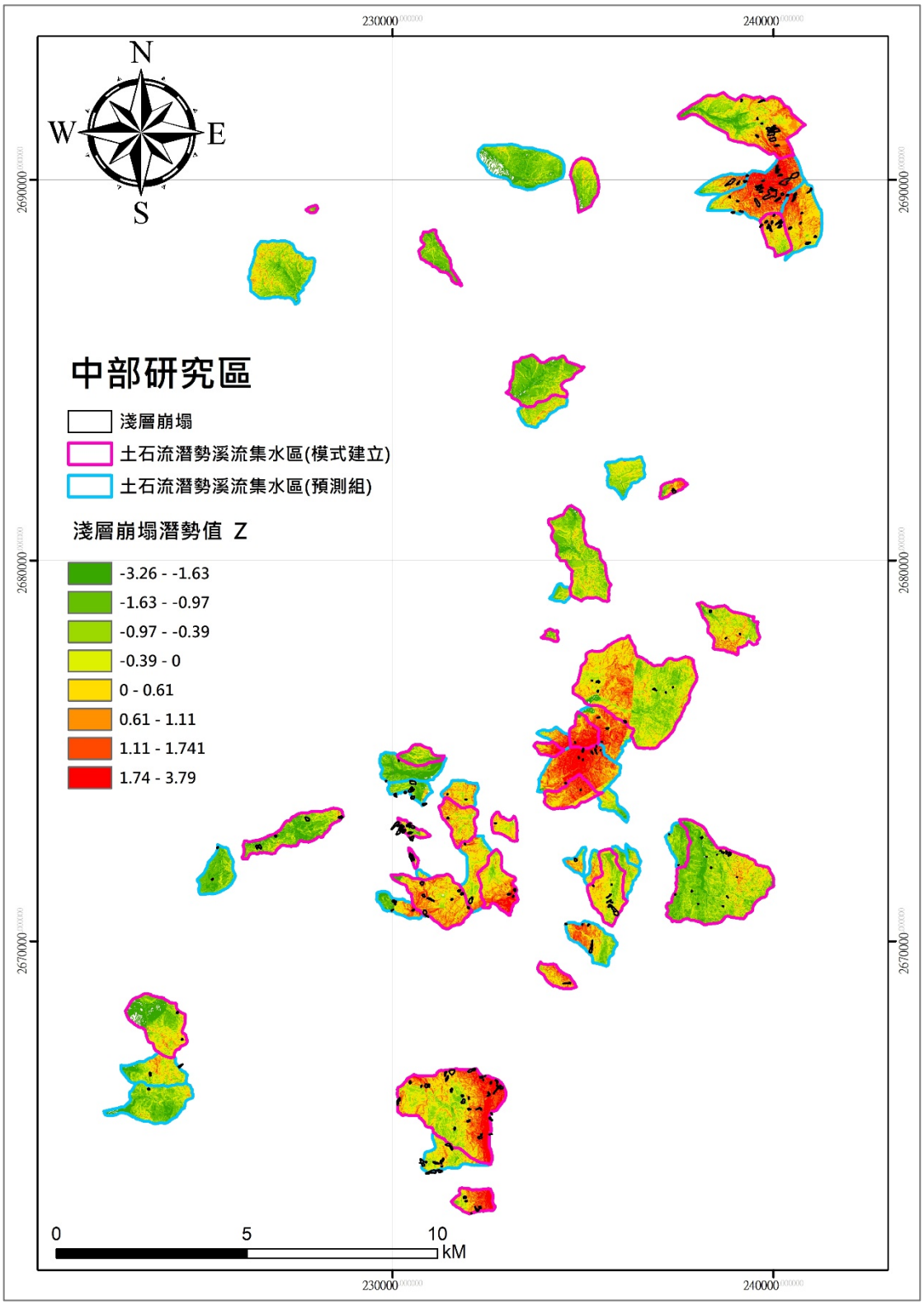


圖6-1　易淹水計畫之淺層崩塌分布圖(中部研究區)

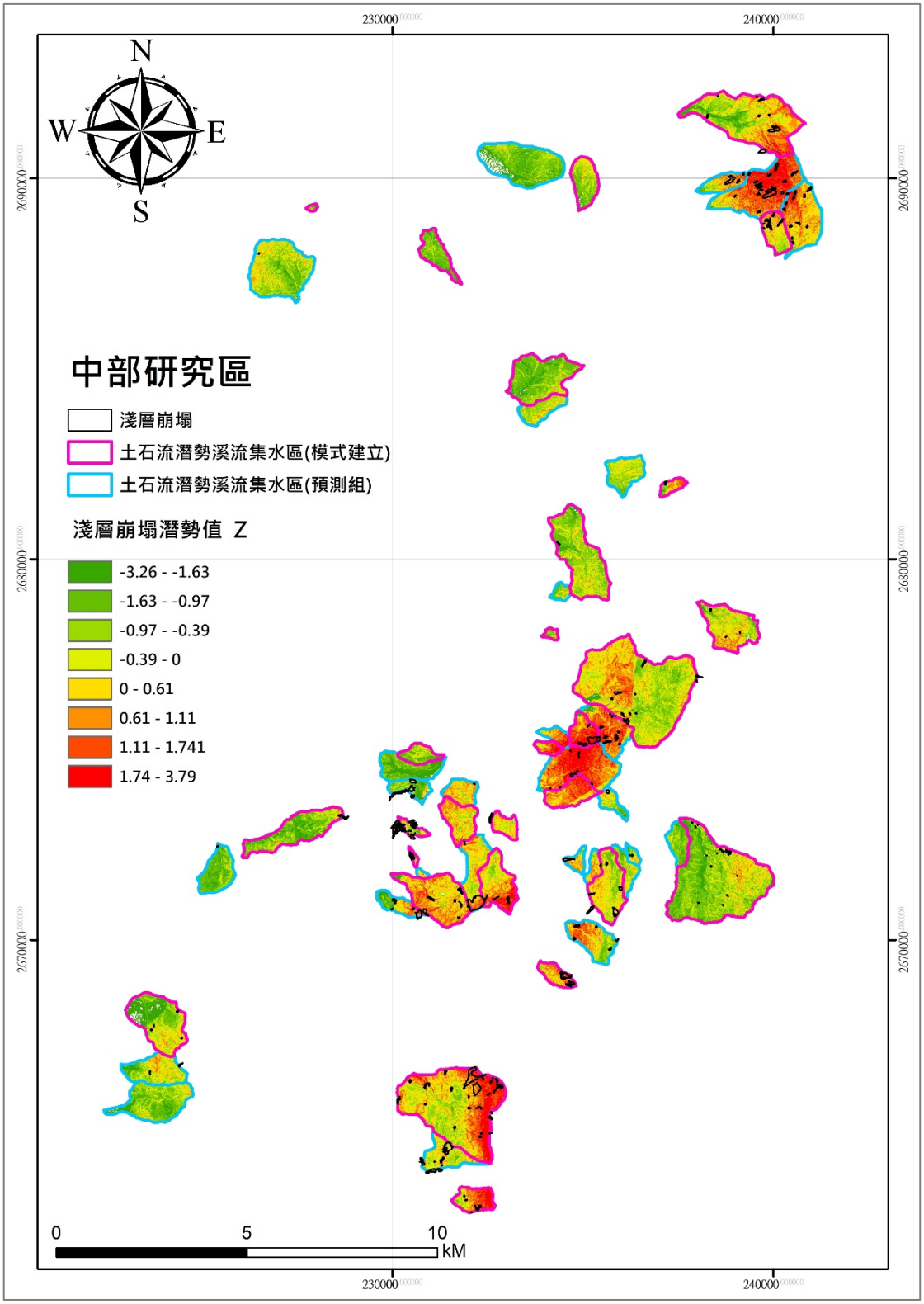


圖6-2　高山聚落與都會區地質調查計畫之淺層崩塌分布圖(中部研究區)

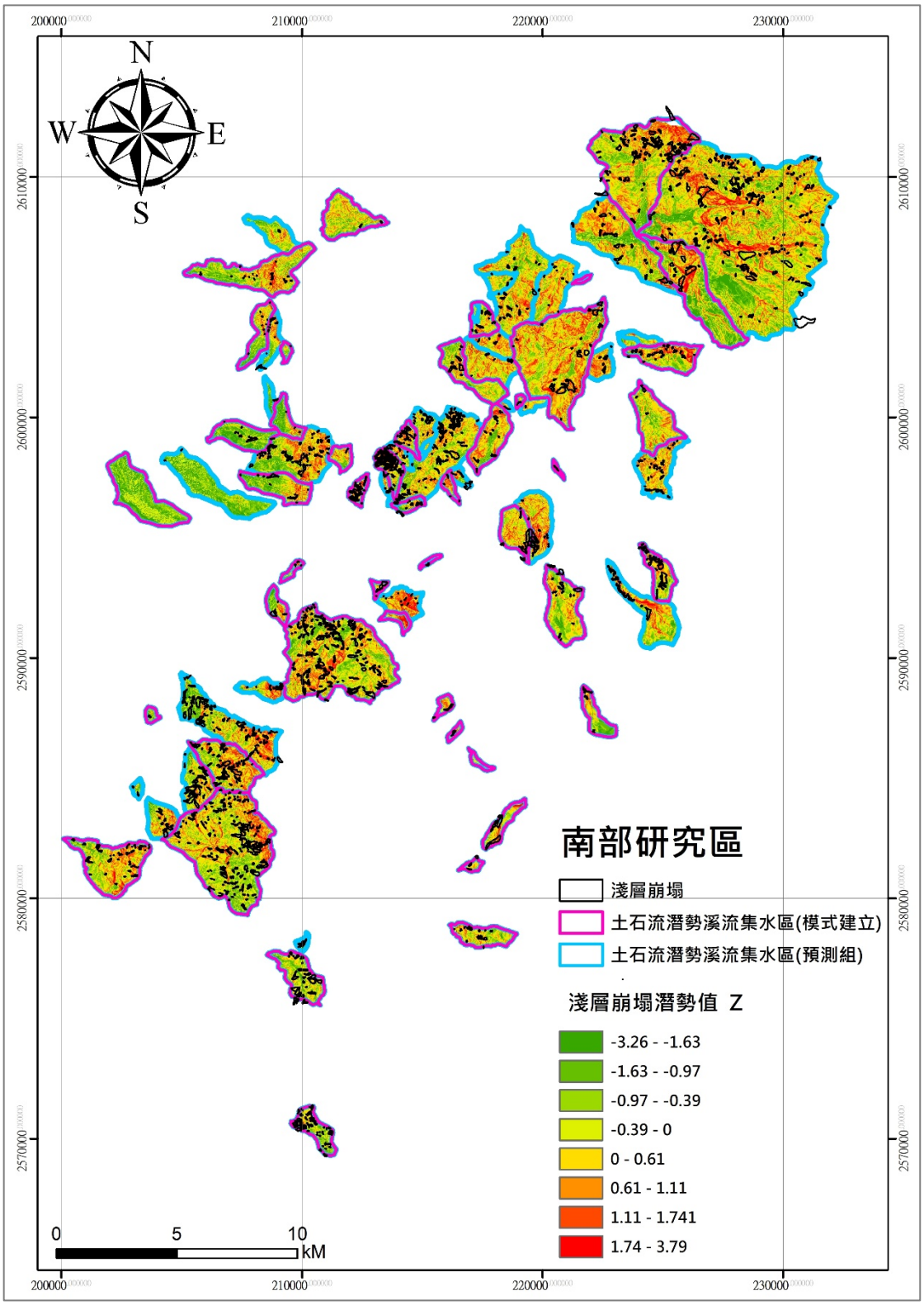


圖6-3　易淹水計畫之淺層崩塌分布圖(南部研究區)

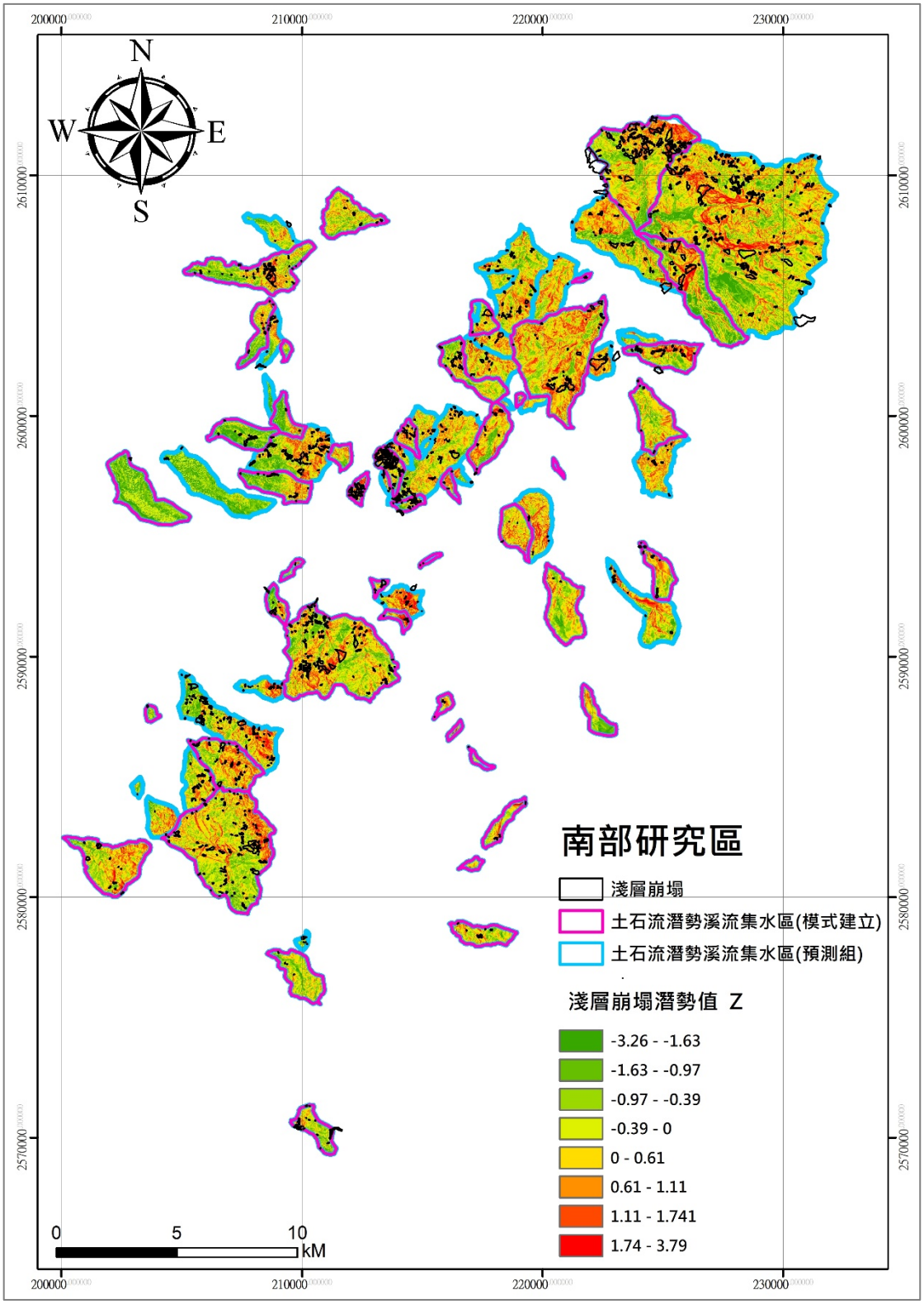


圖6-4　高山聚落與都會區地質調查計畫之淺層崩塌分布圖(南部研究區)

第七章 不同研究區沉積岩區帶淺層崩塌潛勢模式比較

水保局在 2017 年「淺層崩塌防災管理規劃與研究」在那瑪夏研究區進行淺層崩塌研究。2018 年「淺層崩塌影響範圍調查劃設及聚落致災評估方法之研究」在新北、桃園以及新竹等研究區的沉積岩區都有進行淺層崩塌的潛勢分析。故由本期研究成果，利用不同地區所得到的環境潛勢值 Z 公式進行因子的比對及討論，以建立沉積岩帶廣域性具代表性的的環境潛勢評估方式。

在 2017 年「淺層崩塌防災管理規劃與研究」中沉積岩帶以那瑪夏研究區為主，其中以土石流潛勢溪流高市 DF007 集水區為代表得到環境潛勢值 Z 的公式為：

$$Z = (0.893 \times \mathrm{Zslope}) + \left(0.436 \times \mathrm{Zcurve}_{\mathrm{plan}}\right) + \left(-0.77 \times \mathrm{Zcurve}_{\mathrm{prof}}\right) + (0.66 \times \mathrm{Zaspect}) + 0.174$$

(式 7-1)

$\mathrm{Zcurve}_{\mathrm{plan}}$：標準化縱剖面曲率因子

在那瑪夏研究區所使用的淺層崩塌潛勢因子為坡度、橫剖面曲率、縱剖面曲率、坡向。因為在研究過層中發現那瑪夏地區的高程會有明顯的不連續現象，此現象為解析度 5 公尺的數值地形本身的誤差所產生，因此在那瑪夏地區少使用了高程因子進行分析。

在 2018 年「淺層崩塌影響範圍調查劃設及聚落致災評估方法之研究」中在北部研究區的沉積岩區帶挑選了土石流潛勢溪流竹縣 DF041 及竹縣 DF045 等 2 個集水區進行淺層崩塌潛勢分析，並取淺

層崩塌上端 1/2 處網格進行研究。而竹縣 DF041 的環境潛勢因子 Z 公式：

$$Z = (1.165 \times Zslope) + (-0.189 \times Zcurve_plan) - (0.251 \times Zcurve_prof) + (0.76 \times Zaspect) - 0.318$$

(式 7-2)

以及竹縣 DF045 的環境潛勢因子 Z 公式：

$$Z = (1.078 \times Zslope) + (0.085 \times Zcurve_plan) + (0.056 \times Zcurve_prof) + (-0.022 \times Zaspect) - 0.135$$

(式 7-3)

在分析的過程中，土石流潛勢溪流竹縣 DF045 集水區使用了高程因子後，會使整個集水區的淺層崩塌潛勢造成嚴重的誤差，推估原因也是因為解析度 5 公尺的數值地形不連續所形成，因此在水保局(2018)研究中則未使用高程因子，僅利用坡度、橫剖面曲率、縱剖面曲率以及坡向等 4 個因子。而其預測的正確率仍然可達到 60%以上，有良好的預測正確率，除此之外，亦可發現取淺層崩塌上端 1/2 處網格進行研究能有效提高正確率。

在此研究中還分別將北部研究區的竹縣 DF041 以及竹縣 DF045，以及中部研究區的投縣 DF014 以及投縣 DF237 的網格合併後進行潛層崩塌潛勢分析，而得到北部研究區的環境潛勢因子 Z 公式：

$$Z = (1.165 \times Zslope) + (0.073 \times Zcurve_plan) + (-0.045 \times Zcurve_prof) + (-0.092 \times Zaspect) - 0.418$$

(式 7-4)

由合併網格後所得到的環境潛勢值可發現，是將各別集水區的特性平均，因此由合併後的公式所得到的正確率近似於合併前的平均值。

因由此合併的方法可消除各集水區內極端值的特性，進而討論更廣泛集水區的淺層崩塌發生潛勢特性。

本研究參考 2018 合併集水區的研究方法，將兩研究區內的集水區網格分別合併進行研究，更修正及增加潛勢因子，如修正坡向僅用方向來表示換成各坡向的面積崩塌率來進行研究，由研究中可看出此方法明顯提升預測的正確性，並加入水系因子、道路距離因子、地質線性距離因子以及地質因子，而除了水系因子外的三個因子也在本次研究分析中明顯提升了潛勢的正確性。而在討論中也發現高程因子與多數的因子具有中高度相依性，且為避免高程不連續導致分析時的誤差，因此在本研究中也不使用高程因子。

在環境潛勢值公式中，其潛勢因子的係數越高表示此因子越具代表性，水保局(2017，2018)研究中，坡度因子一直都是最重要的因子，其次為坡向因子，再來為剖面曲率。本次研究中部研究區以式 5-4 為代表而南部研究區以式 5-6 代表，式 5-4 以道路距離因子之權重為第二大，但推估原因為這次選取的中部研究區範圍內大部分的淺層崩塌都緊鄰道路，因此道路距離因子在中部研究區較為重要，而南部研究區中多數淺層崩塌都發生在偏遠山中，與道路距離甚遠，並道路距離因子 AUC 低於 0.5，表示此因子受到人為活動影響並不穩定，如果僅考慮自然環境的影響，此因子應不考慮。地質構造距離因子其 AUC 都在 0.5 以上，但是在式 5-4 中其係數非常小，表示這因子穩定性不高。而兩個曲率因子，橫剖面曲率 AUC 低於 0.5 表示其預測能力並不好，而縱剖面曲率之 AUC 雖大於 0.5 但在環境潛勢值公式的係數非常小，表示其代表性非常小，可能原因為淺層崩塌大部分深度都非常淺且發生在平直型的邊坡上，因此剖面曲率代表性低。剩下的淺層

崩塌潛勢因子為坡度、坡向(崩塌率)以及地層類別(崩塌率)等 3 項因子，如果用這三個因子進行中部研究區以及南部研究區中可得到其區別分析的環境潛勢因子 Z 公式為式 7-10 與式 7-11，而分析的成果分別為表 7-1 與 7-2。

中部研究區判別公式：

$$Z = (0.752 \times Zslope) + (0.271 \times Zaspect) + (0.631 \times Zgeology) - 0.431$$

(式 7-5)

南部研究區判別公式

$$Z = (0.876 \times Zslope) + (0.402 \times Zaspect) + (0.326 \times Zgeology) - 0.224$$

(式 7-6)

由兩式可看出坡度因子都是最重要的因子，而在中部研究區以地層類別(崩塌率)因子為其次重要，而南部研究區則為坡向(崩塌率)因子為第二重要，表示同樣為沉積岩區其影響的淺層崩塌因子也些微不同。推測為中部研究區及南部研究區雖然皆為沉積岩區帶，同樣的地層類別也多，但實際上地層特性都略有不同因此導致在因子權重上的不同。再由表 7-1 與表 7-2 中可看出，雖然減少為三項因子，但其正確率僅下降 1%左右，表示此三個潛勢崩塌因子非常具有代表性。

再將環境潛勢因子 Z 公式式 7-10 與式 7-11 帶回各研究區，得到各研究區的淺層崩塌潛勢圖，如圖 7-1 以及圖 7-2。利用自然間斷法(natural breaks)將淺層崩塌潛勢值分成高、中以及低潛勢(分別為紅色、黃色以及綠色區)，可由兩圖可看出大部分的淺層崩塌都落在中高潛勢區(黃色及紅色區)，但仍有極少數淺層崩塌發生在低潛勢區，表示

此判別公式在計算淺層崩塌潛勢中仍有良好表現。

表7-1 中部研究區內土石流潛勢溪流集水區之判別潛式因子區別分析分類結果

實際分類		依區別公式推估的分類結果(%)	
		淺層崩塌網格	未崩塌網格
擬合分析	淺層崩塌網格	70.7	29.3
	未崩塌網格	33.0	67.0
驗證分析	淺層崩塌網格	70.2	29.8
	未崩塌網格	33.7	66.3

擬合分析整體正確率為 68.9%

驗證結果整體正確率為 68.3%

表7-2 南部研究區內土石流潛勢溪流集水區之判別潛式因子區別分析分類結果

實際分類		依區別公式推估的分類結果(%)	
		淺層崩塌網格	未崩塌網格
擬合分析	淺層崩塌網格	60.5	39.5
	未崩塌網格	38.3	61.7
驗證分析	淺層崩塌網格	60.5	39.5
	未崩塌網格	38.5	61.5

擬合分析整體正確率為 61.1%

驗證結果整體正確率為 61.0%

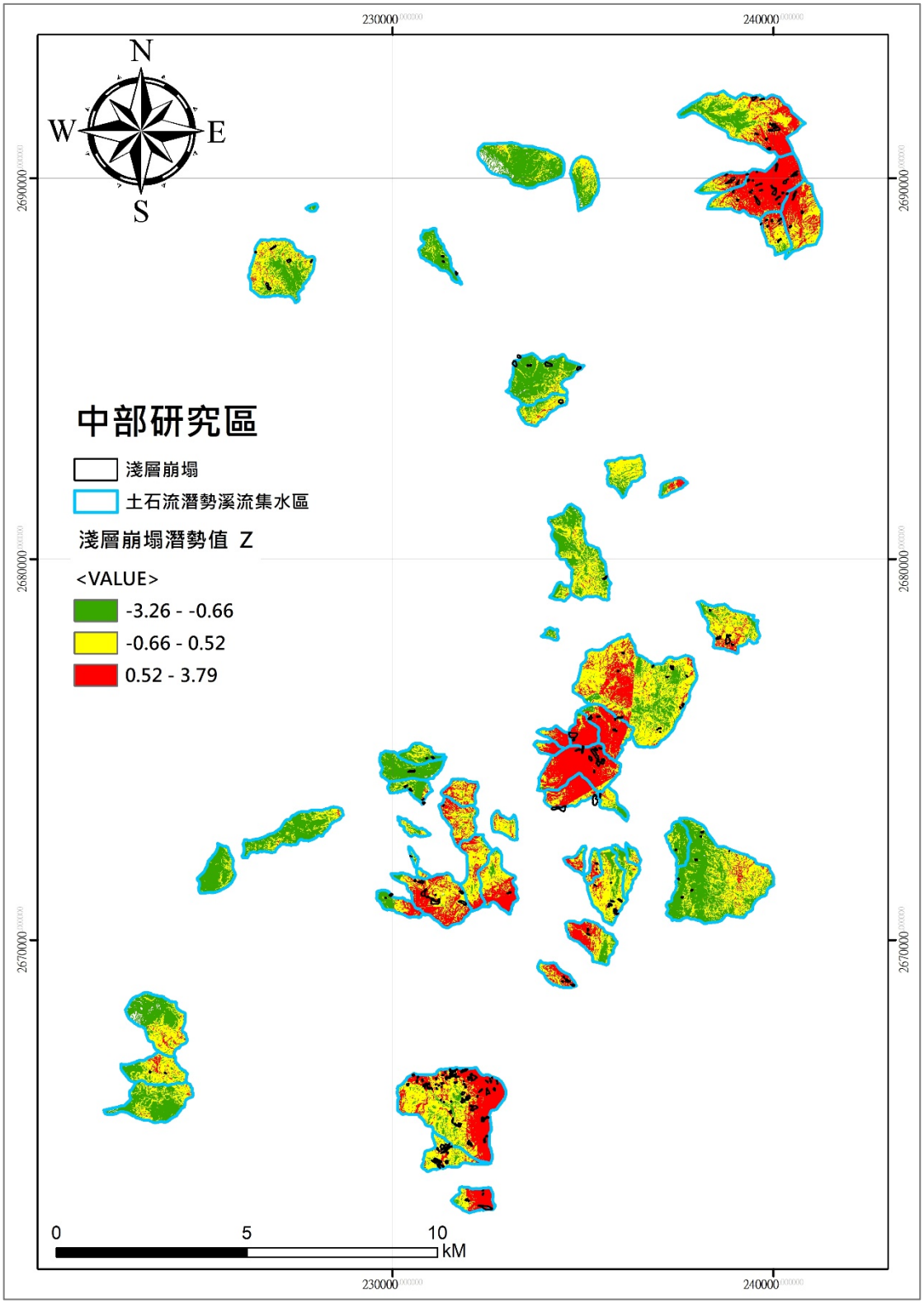


圖7-1　中部研究區之環境潛勢因子 Z 公式分布圖

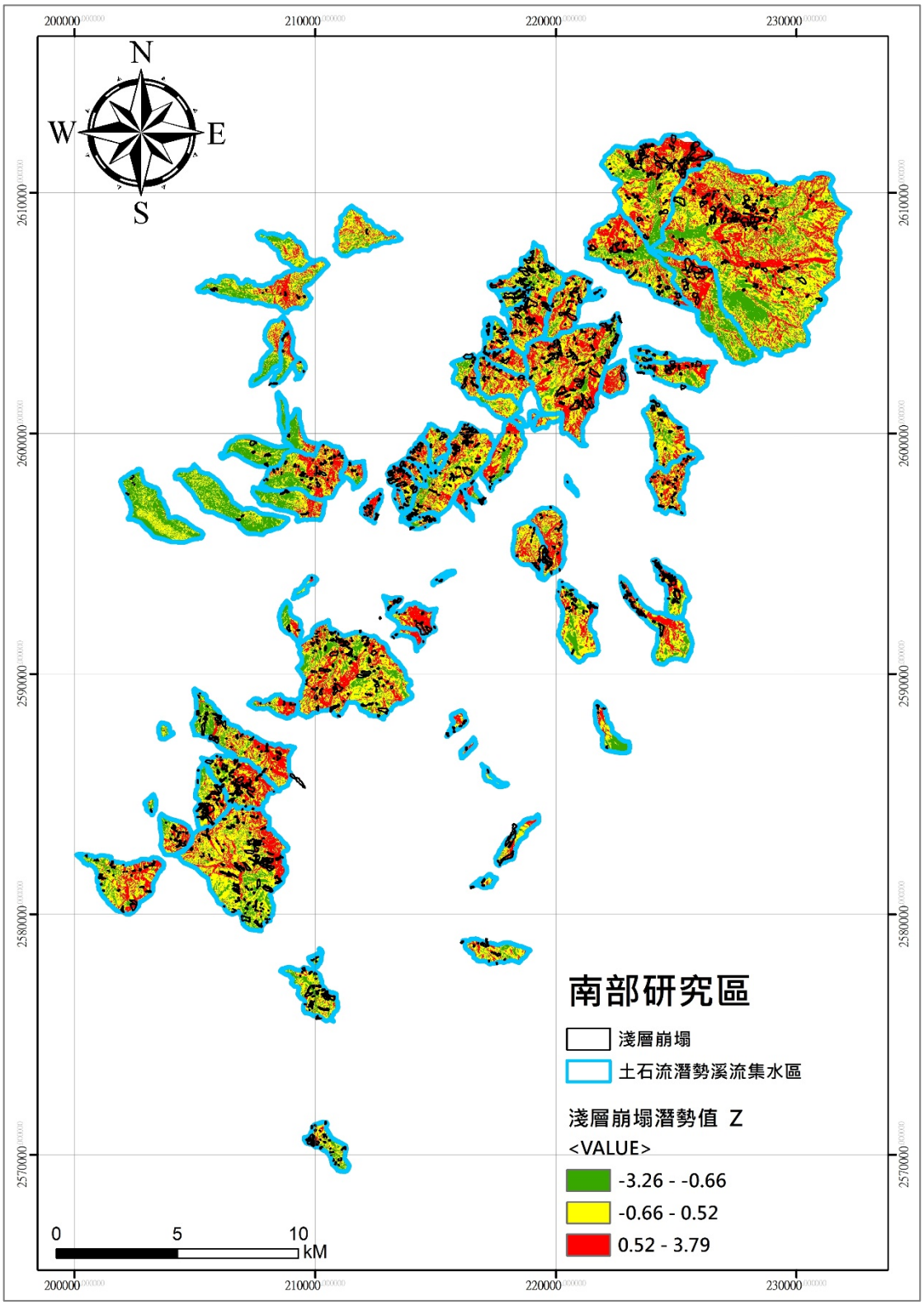


圖7-2　南部研究區之環境潛勢因子 Z 公式分布圖

第八章 結論與建議

第一節 結論

1. 已完成兩處研究區的 10 處淺層崩塌現地調查。
2. 已完成兩個研究區的特性分析。由分析結果可知，兩研究區的淺層崩塌面積集中在 0.04~0.24 公頃，發生淺層崩塌的坡度約在 30~40 度之間，朝向南方的邊坡有較多的淺層崩塌，面積崩塌率亦同，發生淺層崩塌的邊坡高程多在 500 公尺以上，而淺層崩塌的高程差集中在 20~50 公尺，形狀為長條形，而直谷型的邊坡較容易發生淺層崩塌。
3. 採用 5 公尺、10 公尺、20 公尺、25 公尺和 40 公尺五種分析網格，藉由 ROC 曲線可得知，5 公尺網格在淺層崩塌潛勢分析中為最適宜的分析單元。
4. 利用 AUC 值及相關係數比較兩個研究區淺層崩塌潛勢因子的預測能力及相依性，得到中部研究區顯著的淺層崩塌潛勢因子包括坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離以及地層類別(崩塌率)；南部研究區顯著的因子包含坡度、坡向(崩塌率)、縱剖面曲率、地質構造距離以及地層類別(崩塌率)。兩研究區之分析因子略有不同。
5. 中、南兩研究區的模式分析結果都有良好的正確率，再將潛勢模式個別帶入預測組中的土石流潛勢溪流集水區，中部研究區的預測組之正確率有 61.9%，而南部研究區則為 59.8%，與模式建立組之正確率相當，都有良好的正確率，表示兩個研究區所得到的潛勢模式都有良好的預測表現且相當穩定。

6. 由中部研究區及南部研究區的淺層崩塌分布圖中可看出，淺層崩塌都落在中高潛勢上，表示兩研究區所得到淺層崩塌潛勢模式在預測淺層崩塌都有良好的成果。
7. 利用「易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置」、「高山聚落地區地質災害基本調查」以及「都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置」等計畫中所繪製的不同年度全臺灣崩塌圖層進行模式驗證。中部研究區的各歷史事件正確率達到 65%以上，南部研究區的各歷史事件正確率則有 58%以上，且淺層崩塌都發生在中高潛勢區，即表示兩研究區的潛勢模式在預測不同年份之崩塌發生都能有良好的正確率及一致的成果。
8. 比對不同沉積岩研究區的潛勢模式，得到最有代表性的淺層崩塌發生因子為坡度、坡向(崩塌率)以及地層類別(崩塌率)等三個因子。由此三個淺層崩塌潛勢因子所繪製的淺層崩塌潛勢圖可良好預測淺層崩塌位置，即表示淺層崩塌潛勢模式採三個淺層崩塌因子，在分析結果中部研究區的正確率有 68%以上，而南部研究區的正確率約 61%以上，表示仍有良好表現，可方便建立兩研究區的淺層崩塌潛勢圖，以提供後續防災之參考。

第二節 建議

1. 本研究沿用水保局(2017、2018)計畫的區別分析法來進行淺層崩塌潛勢分析，未來可比較不同的分析方法的優劣性，尋求是否有更適宜之其他分析方法來進行評估。
2. 本研究淺層崩塌發生多以為降雨為主要致災因子，但降雨量的多寡或強度未加入分析因子，未來因蒐集多年且多處的雨量資料，以進一步考量預警之可行性。
3. 研究中將土石流潛勢溪流集水區分成模式分析組及預測組，未來應再討論各集水區之特性進行分組，以提升各組別之代表性。
4. 研究中以討論坡度、坡向、坡向(崩塌率)、高程、橫剖面曲率、縱剖面曲率、道路距離、地質線性構造距離、水系距離、地層類別(崩塌率)等 10 種不同淺層崩塌潛勢因子，但仍有許多不同因子可再加入分析討論，以提升淺層崩塌潛勢模式的正確率。
5. 本研究僅討論沉積岩區帶研究區的淺層崩塌潛勢模式，已可看出中部及南部仍有相當之地層特性差異，未來應再擴大討論不同地層特性之淺層崩塌潛勢模式，以完整考量廣域之沉積岩帶淺層崩塌潛勢模式，可作為防災之參考依據
6. 本研究在整理資料時，因資料量過於龐大(中部研究區的網格數超過 200 萬，而南部研究區則超過 900 萬)，導致在資料處理上需要大量時間，因此如果要建立全臺灣通用的廣域淺層崩塌潛勢圖需要非常大量的資源及時間。

第九章 參考文獻

1. 任庭暘，碩士論文，大規模崩塌的潛感分析:以高屏溪流域為例，國立成功大學地球科學系，2013。
2. 行政院農業委員會水土保持局-土石流災資訊網(2018)。
3. 林朝棨,周瑞燉(1974)，臺灣地質，臺灣，國史館臺灣文獻館。
4. 林裕翔，碩士論文，土石流發生潛勢-區別分析的擬合與預測，國立臺灣大學土木工程研究所，2008。
5. 林美聆,王國隆,葉俊麟,林京翰,陳天健（2009）。921 震後坡地及土石流災害及其後續管理。土木水利，第 36 卷，第 4 期，第 101-110 頁。
6. 林美聆,陳天健,王國隆,陳永昇、蘇群雅、莊漢鑫（2014）。六龜-寶來地區不同崩塌類型分類方法與土砂遷移分析。行政院農業委員會水土保持局。
7. 林伯勳,陳俊愷,邵國士,林忠志,王順民（2014）。坡地災害風險管理探討。中興工程，第 125 期，第 45-55 頁。
8. 林美聆,陳天健,王國隆（2017）。淺層崩塌防災管理規劃與研究。行政院農業委員會水土保持局。
9. 林美聆,王國隆（2018）。淺層崩塌影響範圍調查劃設及聚落致災評估方法之研究。行政院農業委員會水土保持局。
10. 莊漢鑫，碩士論文，考慮空間與雨量變異之土石流影響因子潛勢分析，國立臺灣大學土木工程研究所，2012。
11. 陳振宇、黃奉琦、李苡宣、劉維則、陳國威、莊志展、嚴曉嘉(2017)國內外水土保持技術與研究發展趨勢。行政院農業委員會水土保

持局。

12. 黃柏軒，碩士論文，以隨機森林法評估淺層崩塌潛勢，國立臺灣大學土木工程研究所，2019。
13. 國家災害防救科技中心，災害潛勢地圖網站，網址：https://dmap.ncdr.nat.gov.tw/
14. Avelar AS, Coelho Netto AL, Lacerda WA, et al. Mechanisms of the recent catastrophic landslides in the mountainous range of Rio de Janeiro, Brazil. In： Margottini C, Canuti P, and Sassa K (eds) Landslide Science and Practice. Volume 4： Global Environmental Change. Berlin： Springer, 265–270, 2013.
15. A. Carrara, M. Cardinali, F. Guzzetti and P. Reichenbach, Gis Technology in Mapping Landslide Hazard, Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards, pp. 135-175, 1991.

附錄 審查意見回復

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
報告內容審查意見：		
一	本研究之方法論在取樣母體之大小不對等，且以逢隨機取樣而得，其樣品之代表性有商榷之必要。	感謝意見，在第四章討論選取樣本的代表性(P4-3)。
二	崩塌潛勢值之坡向是否具連續性之效應？曲率亦是？	坡向及曲率是由 5 公尺解析度數值地形進行計算取得，因此彼此間是具有連續性的。
三	大規模崩塌是由兩個以上之崩塌合併者是算在已公告的大規模崩塌亦請補充進入 P.2-4。	使用的大規模崩塌圖層是由國家災害防救科技中心的「大規模災害防治行動綱領」所產製的大規模崩塌圖層，套疊在淺層崩塌圖層上進行圖層編修(P.2-4)。
四	P.3-5 表 3-2 為淺層崩塌，類型中有深層滑動是否另有所指？請補充說明。又保全對象可增加其他項以利多元應用。	在室內工作中無法確定圈繪的正確性，如果在進行現地調查中發現圈繪的對象其實為深層滑動，則將其紀錄後，再回室內工作將其圖層

項次	審查意見	回覆辦理情形
		修正。感謝意見，將在表格加入「其他重要保全對象」讓現地調查人員遇到其他重要保全對象時可填寫。
五	P.8-2 需求圖資是何時的？有可能資料不同時期分析時建請留意。	目前使用的底圖為國測中心提供的正射影像，利用網路嫁接圖資，但並無提供航照拍攝時間，此部分會與水保局申請航照，來確認圖資時間。
六	淺層崩塌潛勢公式之「影響因子」應先確認出。	感謝意見，會在第四章討論使用的因子。
七	將中部與南部研究區所包含的土石流潛勢溪流集水區內的網格進行合併網格分析，此兩區的破壞模式可能差別甚大，請再量。	因兩處研究區都選擇在沉積岩區，因此推測破壞模式並不會差別太大。
八	本計畫圈繪之崩塌潛勢區與地調所山崩地滑地質敏感區與岩屑崩滑圖層之異同點為何	目前使用的崩塌圈繪為地調所在在莫拉克颱風後執行之「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」內的岩屑崩滑再進行整理後的崩塌圖層。而「山崩地滑地質敏感

項次	審查意見	回覆辦理情形
		區」則是將地調所多項計畫中的崩塌圈繪合併後所得到的山崩敏感區，與本研究所定義的淺層崩塌性質相差甚大。
九	部分崩塌圖層(坡單元)洽土石流潛勢溪流圈繪，未來是否有可能影響該土石流之風險等級。	目前僅討論淺層崩塌發生的潛勢，但對於土石流潛勢溪流的風險並無影響。
十	1 報告書 P.2-4 提及去除面積部分，第(一)點中「...，或邊緣相符者，...」，建議此處可進行邊緣分布相符者相關定義，如邊界大約重疊率為多少等。	在第二點有提及「單一岩屑崩滑面積在大規模崩塌圈繪中覆蓋率 50%以上者...」，此覆蓋率亦適用於第一點。
十一	報告書 P.4-5，擬合分析整體正確率與預測結果整體正確率建議詳細說明其定義。	感謝意見，已在 P.5-3 說明。
十二	報告書 P.5-1，提及「...。而兩集水區所得到的環境潛勢 Z 值其預測正確率分別是竹縣 DF041 為 79.9%，竹縣 DF045 為 63%，...」建議詳細說明其來源及計算方式。	利用區別分析得到兩者土石流潛勢溪流集水區的環境潛勢因子 Z 公式，和其擬合及預測分析的正確率。詳見水保局(2018)「淺層崩塌影響範圍調查劃設及聚落致災評

項次	審查意見	回覆辦理情形
		估方法之研究」

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
報告內容審查意見：		
一	選擇中、南兩研究區之考量何在?該兩研究區有何淺層崩塌之特徵性存在。	兩研究區雖然都處於沉積岩區，但由「臺灣地質」(林朝棨,1974)中提到,同樣地層在不同地區仍會有些微不同的特性，補充至 P 2-1，因此挑選兩個研究區比較,以提供未來廣域性評估之參考。兩研究區淺層崩塌特性的討論在第三章第三節。
二	研究謂在研究區內挑選 10 處發生次數高之淺層崩塌為對象?何以知其發生次數多又若經常發生?何以有此等崩塌材料可產生?宜有合理論述，以建立研究之基調。	因地調所有多年度不同計畫成果,可提供不同年份的淺層崩塌圖層,可由不同年份的圖層進行比較後,挑出發生次處較多的區域進行現地調查,補充至 P. 3-1。
三	網格分析法可能將同一個崩塌地分成多個網格,其地形因子可能不同，卻是同一崩塌地,可能影響分析結果,有何因應?宜有說明。	淺層崩塌網格代表這網格有發生淺層崩塌之因子,不僅代表某一處的淺層崩塌。目前已分析單元是否為崩塌單元,故只有要崩塌圈繪範圍內均有納入。

項次	審查意見	回覆辦理情形
四	非崩塌網格雖以逢機取樣取得，惟崩塌地與非崩塌地之母數相差太大，統計上如何克服之?	在第四章第一節中有比較非崩塌網格原始值與隨機取樣後的潛勢因子分布，兩者的因子分布相似度極高，表示隨機取樣後對於母體特性的代表性良好。
五	式 5-2，坡向因子數字予以量化，將影響迴歸分析之係數，請斟酌該方法之合理性。	目前坡向因子已改採各坡向的面積崩塌率做為代表，如 P. 4-4，並且其 AUC 表現良好，因此可以增加淺層崩塌潛勢評估之正確率。
六	P3-1 中提及備案調查地點為 11 處，惟表 3-1 中僅列 6 處，其原因為何?	感謝意見，此處為筆誤，預備調查的地點應為 6 處。
七	表 3-2 中，有關堆積區狀況欄”Runout”無非用英文不可之必要，建議用”溢流”或”流出”等中文取代即可。	感謝意見，此處 runout 主要指淺層崩塌的流出距離，因此將修正成”崩塌流出範圍”。

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
報告內容審查意見：		
一	建立沉積岩地質區需廣域性淺層崩塌潛勢模式研究成果比較後得到坡度、坡向(崩塌率)及地質(崩塌率)等 3 項為最主要淺層崩塌潛勢因子，如有其他外在因子如地震，雨量大小等條件加入如何判釋及應用?	目前本研究是以降雨引致為前提，地震因素暫不考慮。近期目標是找到通用的淺層崩塌潛勢模式，遠程目標才會加入雨量因子來討論防災應變。
二	未來建議可再加入雨量因子資料分析，俾可供防災應變參考。	感謝意見，未來研究會加入雨量資料進行討論。
三	全島沉積岩依其地質年代，可區分數期岩性，因此北、中、南、東之沉積岩淺崩特性，或許需有不同之潛勢模式，以符合地區地質特性。	感謝意見，目前僅針對沉積岩區進行研究就已發現北、中和南的沉積岩區淺層崩塌潛勢模式就有些許不同。未來將持續討論不同地質特性，希望能找到適合臺灣通用的淺層崩塌潛勢模式
四	坡度、坡向、地質類別所組成的判別式，是否適用於全台各	目前此三個因子僅適合運用在沉積岩區帶，其他地質特性

項次	審查意見	回覆辦理情形
	地。	未來將持續研究。
五	本計畫結論建議未來應再擴大討論不同地層特性，惟在經費考量有何優先順序建議?	感謝意見，目前先討論沉積岩區帶的通用模式，未來會在發生淺層崩塌較頻繁的其他地質區帶進行研究。
六	針對沉積岩帶廣域性淺層崩塌，建議未來能對 186 處(大崩)地區常見岩性做分析，例如泥岩(青灰泥岩)。	感謝意見，目前研究仍持續討論沉積岩區帶，未來會再討論其他地質區帶之淺層崩塌潛勢模式。
七	Z 公式應用之範圍（面積）是否有限制?	目前研究僅針對研究區內的土石流潛勢溪流集水區，並沒有測試範圍之限制。
八	Z 公式是否會因地質特性不同而有差異?	會的，由水保局(2017、2018)報告及本研究中發現，同為沉積岩區帶，但其地質特性分布情形不同就造成潛勢模式上的差別。
九	全台潛崩分布須由幾組 Z 公式決定?	未來討論至多種不同地質區帶時才能進行歸納及統整，目前是希望能由一個公式來代表

項次	審查意見	回覆辦理情形
十	Z 公式應由區域（北、中、南）或岩性進行區分?	目前研究是針對岩性區分，未來會先建立沉積岩區帶的淺層崩塌通用潛勢模式，進而討論其他地質區帶之潛勢模式。
十一	本計畫分中部研究區、南部研究區，分別率定出各研究區之土石流潛勢溪流集水區環境潛勢值 Z 公式，且依間斷法將 Z 值分布高、中、低潛勢，其 Z 值高、中、低潛勢分區，是否也依不同區域有所不同，惟圖 1、圖 2 顯示似為相同。	兩研究區的淺層崩塌潛勢模式所得到的 Z 值分佈非常接近。報告中的圖 7-1 及圖 7-2 中的 Z 值分佈是將其區間統一後較好比較其差異。
十二	若能增加雨量或可成為預警之用。	感謝意見，雨量資料會在未來研究納入考量並討論防災應變。

附錄四、來往公文

裝

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國107年12月14日
發文字號：校工字第1070106172號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如主旨

訂

主旨：檢送貴局108年度創新研究計畫「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」計畫書6份，請查照。

說明：依貴局107年11月20日水保技字第1071860093號函辦理。

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：研究發展處、土木工程學系教授林美聆

線

代理校長 郭大維 出國

副校長林達德 代行

依分層負責規定授權單位主管決行

正 本

檔　號：
保存年限：

行政院農業委員會水土保持局　函

地址：54044南投市中興新村光華路6號
承辦人：陳國威
電話：049-2394300-7534
電子信箱：ckw@mail.swcb.gov.tw

文書組 108.4.19 收文章

10617　臺北市大安區羅斯福路四段1號

受文者：國立臺灣大學

發文日期：中華民國108年4月12日
發文字號：水保技字第1081858642號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：細部計畫說明書(核定本)

擬印送林美聆教授知悉，並請陳彥澄專任助理辦理便簽事宜。

技　工
水土保持局 技　工 江翠美
108/04/22 10:01:49

主旨：檢送本局108年度創新研究計畫細部計畫核定本，請依計畫書積極辦理，請查照。

說明：

一、依據本局108年2月20日水保技字第1081858600號函暨108年農業發展及農業管理計畫研提與管理手冊規定辦理。

二、旨揭計畫執行方式及期程說明如下：

(一)本計畫執行期程為108年2月20日至108年12月31日止，採不簽約方式補助，請積極投入計畫研究。

(二)補助金額分兩期款撥付，第1期款(60%)即日起即可請款；申請第2期款(40%)時，前期已撥經費須執行達60%以上並通過期中審查，請撥經費應檢送會計報告及製據函送本局辦理(會計報告請至本局農村再生基金計畫管理系統填報)。

(三)依據「行政院農業委員會主管計畫經費處理手冊」，有關預算變更及經費流用規定如下：

1、人事費不得流為業務費，各計畫內若列有人事費、研究助理人員之經費者，涉及人員或經費變更增加者應報本局同意。業務費項下各科目間須流用者，得由計畫執行單位自行核定。

2、雜支科目實支數最高不得超過原核定金額或該計畫預算總額百分之十，未按前述規定者，其相關支出，應予剔除。

3、計畫結束後有賸餘者，除實施校務基金之學校外，一併辦理繳還。

4、需變更計畫者，請詳細敘明理由，並應於計畫結束前2個月提出申請。

國立臺灣大學 收文章 108.04.19 公文系統

校級公文　108/04/19

收文號:1080031275

(四)有關計畫管考說明如下，敬請配合辦理：

1、期初採會議方式審查、期中採書面審查、期末以聯合成果發表方式辦理聯合審查。請於本核定文到20日內、108年7月19日及108年11月15日前分別函送工作執行計畫書、期中(末)報告書各10份，俾利辦理審查作業。

2、各計畫請於108年12月24日(星期二)前繳交成果報告及會計報告(非屬公私立學校之民間團體，尚需檢附原始憑證)，俾辦理結案作業。

3、為提升計畫執行成效，計畫執行期間另將擇期辦理現地查核作業、計畫結束後擇優辦理研討會發表，屆時請配合辦理。

三、計畫研發成果及智慧財產權，依行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法辦理。計畫結案後，研究報告將全文公開於本局網站。

正本：國立臺灣大學(土木工程學系林美聆教授)
副本：本局綜合企劃組、本局保育治理組、本局農村建設組、本局土石流防災中心、本局主計室、本局技術研究發展小組

局長李鎮洋

灣大學
騎縫章

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年4月26日
發文字號：校研發字第1080030211號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：收據1紙、建教合作計畫申請書正本及附件

訂

主旨：檢送本校辦理「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」（案號：108保發-10.1-保-01-06-001(34)），申請第1期款新臺幣409,200元整收據1紙，請查照並撥款見復。

說明：

一、依據貴局108年4月12日水保技字第1081858642號函辦理。

線

二、經費匯入銀行及帳號詳如所付收據。

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、主計室、研究發展處（含建教合作計畫申請書正本及附件）

校 長 管中閔

依分層負責規定授權單位主管決行

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年5月1日
發文字號：校工字第1080034188號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：工作執行計畫書

訂

主旨：檢送本校辦理「建立沉積岩區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」（計畫編號：108保發-10.1-保-01-06-001(34)），工作執行計畫書10份，請查照。

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、研究發展處

線

校 長 管中閔

依分層負責規定授權單位主管決行

裝

行政院農業委員會水土保持局　開會通知單

受文者：國立臺灣大學（土木工程學系林美聆教授）

發文日期：中華民國108年5月14日

發文字號：水保防字第1081866774號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議議程、期初工作執行計畫書及發言單各1份

擬印送林美聆教授知悉。

技　工

土木工程學系 技　工 江翠美

108/05/14 17:12:42

開會事由：108年度創新研究計畫—「軟體防災對策(B場)」期初審查會議

開會時間：108年5月29日星期三下午1時30分

開會地點：本局第一會議室（南投市中興新村光華路6號）

主持人：柯總工程司燦堂

聯絡人及電話：黃珮琦約聘僱人員049-2347418

出席者：游繁結委員（國立中興大學水土保持學系）、范正成委員（國立臺灣大學氣候變遷與永續發展中心）、王承德委員（國立聯合大學土木與防災工程學系）、許中立委員（國立屏東科技大學水土保持學系）、尹孝元委員、鐘啟榮委員

列席者：國立高雄大學（災害防救科技研究中心吳明淏副教授）、國立中央大學（土木工程系鐘志忠教授）、國立交通大學（土木工程學系單信瑜副教授）、明新學校財團法人明新科技大學（土木工程與環境資源管理系郭治平助理教授）、社團法人台灣災害管理學會（陳亮全顧問）、國立臺灣大學（土木工程學系林美聆教授）、國立臺北科技大學（土木與防災研究所張國禎副教授)(以上僅提供會議議程)、本局技術研究發展小組

副本：本局土石流防災中心、本局秘書室

備註：

一、為響應紙杯減量，請自備環保杯。

二、請各執行單位依簡報時間提早30分鐘到場準備，俾便會議順利進行。

電子公章 108/05/14 16:25:07

訂

線

第1頁，共1頁

校級公文　108/05/14

收文號:1080038950

裝

訂

線

行政院農業委員會水土保持局　書函

機關地址：54044南投市中興新村光華路6號
承辦人：黃珮琦
電話：049-2347418
傳真：049-2394343
電子信箱：peggy@mail.swcb.gov.tw

受文者：國立臺灣大學（土木工程學系林美聆教授）

發文日期：中華民國108年6月3日
發文字號：水保防字第1081866791號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：會議紀錄1份

擬印送林美聆教授知悉。
技　工
土木工程學系 技　工 江翠美
108/06/04 08:45:33

主旨：檢送108年度創新研究計畫—「軟體防災對策(B場)」期初審查會議紀錄乙份，請查照。

正本：柯總工程司燦堂、游繁結委員（國立中興大學水土保持學系）、范正成委員（國立臺灣大學氣候變遷與永續發展中心）、王承德委員（國立聯合大學土木與防災工程學系）、許中立委員（國立屏東科技大學水土保持學系）、尹孝元委員、鐘啟榮委員、國立高雄大學（災害防救科技研究中心吳明淏副教授）、國立中央大學（土木工程系鐘志忠教授）、國立交通大學（土木工程學系單信瑜副教授）、明新學校財團法人明新科技大學（土木工程與環境資源管理系郭治平助理教授）、社團法人台灣災害管理學會（陳亮全顧問）、國立臺灣大學（土木工程學系林美聆教授）、國立臺北科技大學（土木與防災研究所張國禎副教授）、本局技術研究發展小組
副本：本局土石流防災中心　108/06/03 16:34:24 電子公文交換章

校級公文　108/06/03
收文號:1080045212

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年6月4日
發文字號：校工字第1080045142號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：申請說明文件

訂

主旨：本校土木工程學系林美聆教授執行創新研究案「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」，為使研究進行順利，需使用多年份的航照以及1公尺x1公尺解析度之光達數值地形進行研究，研究區涵蓋287幅圖，請貴局協助提供既有航空照片以及與內政部申請光達數值地形資料，請查照惠允。

線

說明：申請圖號與目的如附件說明。

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、研究發展處

校 長 管中閔 出國

副校長 羅清華 代行

依分層負責規定授權單位主管決行

裝

行政院農業委員會水土保持局　函

機關地址：54044南投市中興新村光華路6號
承辦人：黃珮琦
電話：049-2347418
傳真：049-2394343
電子信箱：peggy@mail.swcb.gov.tw

受文者：國立臺灣大學土木工程學系

發文日期：中華民國108年7月4日
發文字號：水保防字第1081866837號
速別：普通件
訂　密等及解密條件或保密期限：
附件：如說明二

擬印送林美聆教授知悉，並分文陳彥澄助理辦理後續。
技　工
土木工程學系 技　工 江翠美
108/07/04 16:56:43

主旨：本局辦理108年度創新研究計畫補助國立臺灣大學執行「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」計畫需要，申請貴部光達數值地形成果資料，請查照。

說明：

線

一、依據國立臺灣大學108年6月4日校工字第1080045142號函辦理。

二、本局依照貴部「數值地形模型成果資料流通供應要點」，檢送已填具之數值地形模型成果資料申請表、資料管制同意書及含作業範圍之計畫書等相關證明，惠請貴部同意申請旨揭資料。

正本：內政部
副本：本局土石流防災中心、國立臺灣大學土木工程學系 電子公章 108/07/04 16:07:50

第1頁，共1頁

108/07/04
收文號:1080055499

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年8月1日
發文字號：校工字第1080065788號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：期中報告

訂

主旨：檢送本校執行「建立沉積岩區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」（計畫編號：108保發-10.1-保-01-06-001(34)）之期中計畫報告書紙本6份，請查照。

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、研究發展處

線

校 長 管中閔

依分層負責規定授權單位主管決行

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年8月6日
發文字號：校工字第1080065781號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：行政院農業委員會水土保持局資料管制同意書

訂

主旨：本校土木工程學系林美聆教授執行創新研究案「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」，依相關規定保管光達數值地形資料，檢送「行政院農業委員會水土保持局資料管制同意書」1份，請查照。

說明：本校前業以108年6月4日校工字第1080045142號函，與貴局申請光達數值資料，檢附資料管制同意書並依相關規定保管光達資料。

線

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、研究發展處

校 長 管中閔

依分層負責規定授權單位主管決行

裝

行政院農業委員會水土保持局　函

機關地址：54044南投市中興新村光華路6號
承辦人：黃珮琦
電話：049-2347418
傳真：049-2394343
電子信箱：peggy@mail.swcb.gov.tw

受文者：國立臺灣大學

發文日期：中華民國108年8月30日
發文字號：水保防字第1081866923號
速別：普通件
訂 密等及解密條件或保密期限：
附件：期中審查意見表1份

擬印送林美聆教授知悉，並分文陳彥澄專任助理辦理後續相關事宜。

技　工
土木工程學系
技　工江翠美
108/09/02 10:24:22

主旨：檢送「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」期中審查意見，請查照。

說明：

一、依據108年度創新研究計畫核定函說明二第四項辦理，並復貴校108年8月1日校工字第1080065788號函。

線 二、貴校所提旨揭期中報告書，經審查原則可行，審查意見請納入成果報告回應。有關第二期款，請於文到後，依核定函說明二第二項辦理。

正本：國立臺灣大學
副本：本局土石流防災中心、本局技術研究發展小組　108/09/02 09:13:00 電子公文交換章

校級公文　108/09/02
收文號:1080076395

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：劉德礎
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年9月12日
發文字號：校研發字第1080080087號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：會計報表、收據1紙

訂

主旨：檢送本校辦理「建立沉積岩地質區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」（案號：108保發-10.1-保-01-06-001(34)）之申請第2期款新臺幣272,800元整收據1紙及會計報表1份，請查照並撥款見復。

說明：依據貴局108年8月30日水保防字第1081866923號函辦理。

線

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、主計室、研究發展處

校 長 管中閔 出國

副校長 羅清華 代行

依分層負責規定授權單位主管決行

國立臺灣大學　函

地　　址：10617 臺北市羅斯福路4段1號
聯 絡 人：陳彥澄
電　　話：33664234
傳　　真：23656444
電子郵件：nonametochoice@gmail.com

裝

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國108年11月12日
發文字號：校工字第1080098212號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：期末報告

訂

主旨：檢送本校執行貴局「建立沉積岩區帶廣域性淺層崩塌潛勢模式」（計畫編號：108保發-10.1-保-01-06-001(34)）之期末計畫報告書紙本10份，請查照。

正本：行政院農業委員會水土保持局
副本：土木工程學系教授林美聆、研究發展處

線

校 長 管中閔

依分層負責規定授權單位主管決行