

建立聚落周緣山坡坡面型土石流判釋 模式及潛勢評估方法 —中南東部沉積岩及變質岩區

—中南東部沉積岩及變質岩區

陳天健

國立屏東科技大學
July. 3. 2018

內容大綱

- 研究緣起
- 關鍵問題
- 區分崩塌/坡面型土石流技術
- 計畫工作內容簡介
- 潛勢分級模式及成果
- 結語

一、緣起，看見土石流

三種土砂運移型態！



坡面型土石流

Google earth

761 公尺

六龜 新發—不老溪



坡面型土石流——六龜區新發里（2009莫拉克颱風）



AeroFoto by Chi P
<http://tw.myblog>

坡面型土石流災害一聚落周緣山坡地



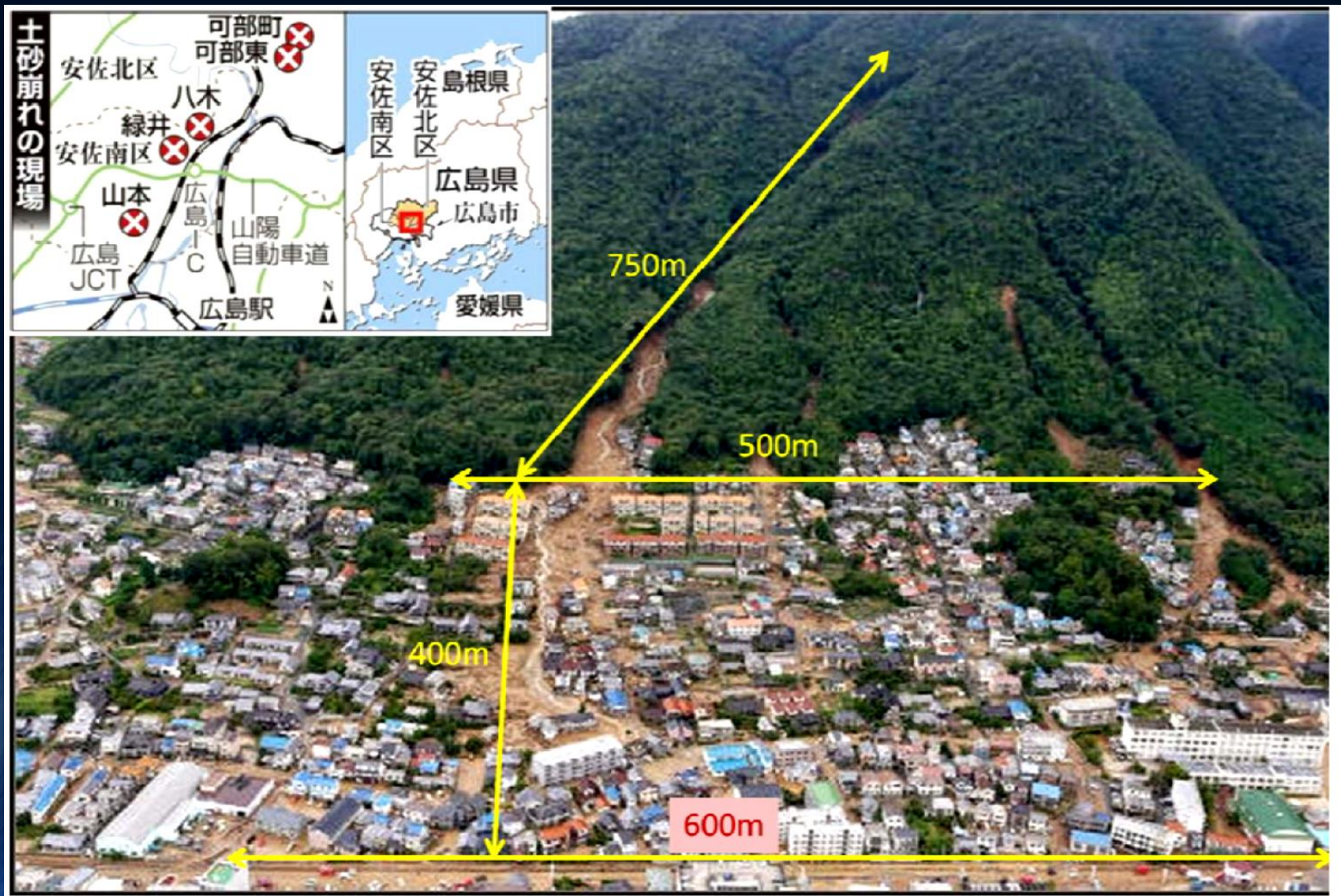
高雄 六龜 中興里



新北市 烏來



- 2014日本廣島土石流 52 人傷亡 (NCDR)



菲律賓泰伊島土石流

(17 February 2006)



坡面型土石流災害的防
災需求，不分國內外！

~研究關鍵問題~

□就災害管理需求面:

◆災害時間、空間、型態、潛勢、影響區、風險?

□需搞定的關鍵環節:

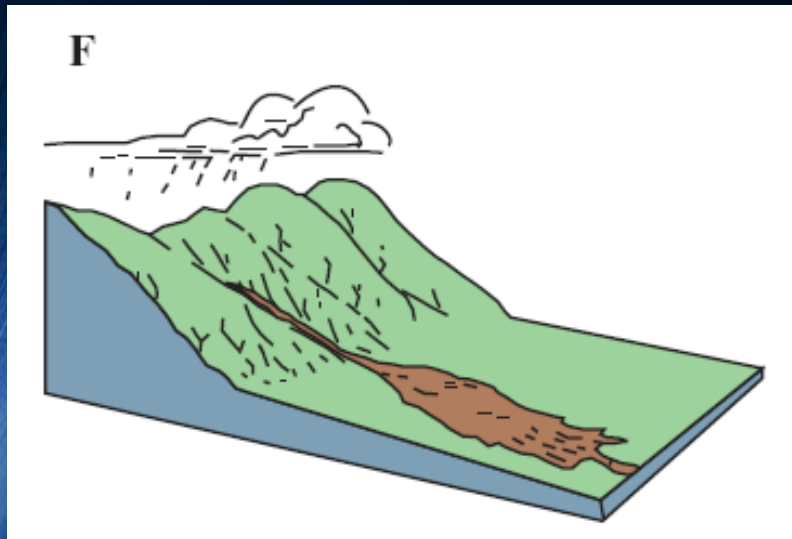
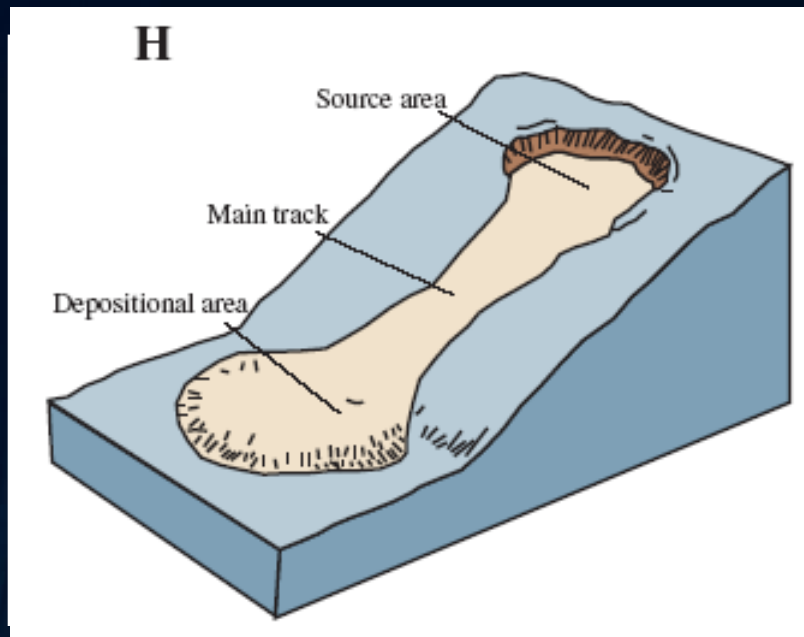
◆溪流型 / 坡面型土石流之區分?

◆崩塌 / 坡面型土石流之區分?

◆坡面型土石流之空間位置及範圍?

◆判別模式如何建立?

◆潛勢評估模式如何?



• Hillslope (unchannelized) type and Stream (channelized) type debris flow

~關鍵問題 II

Q: 何種土砂運動?

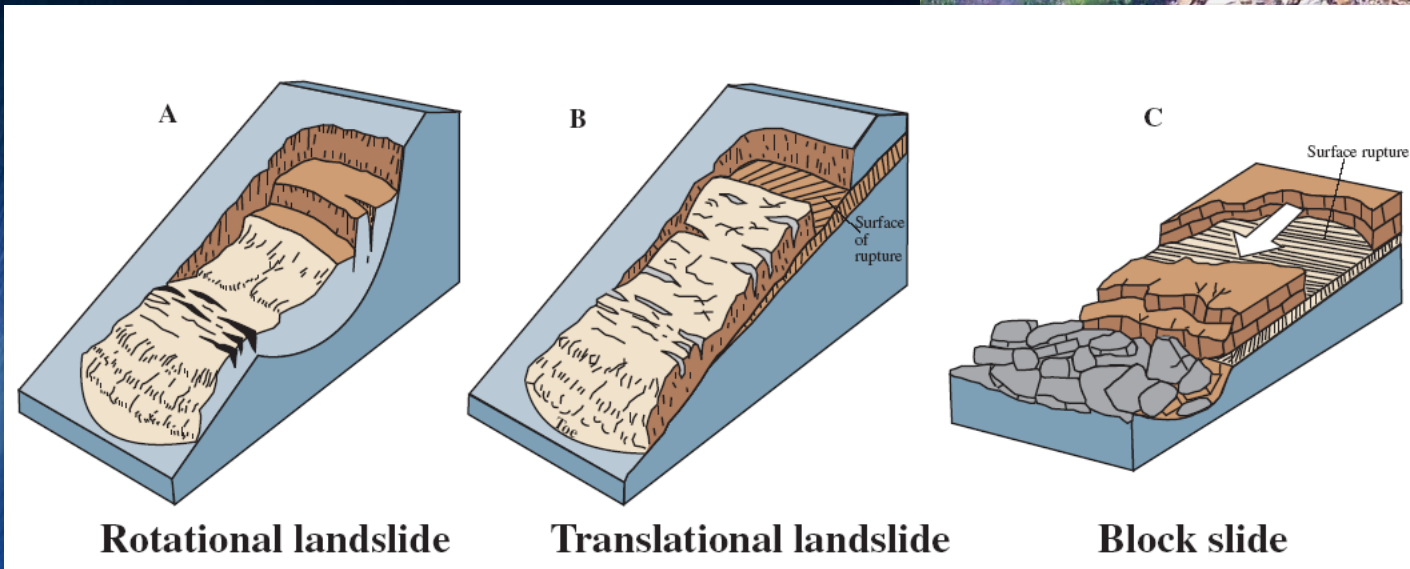
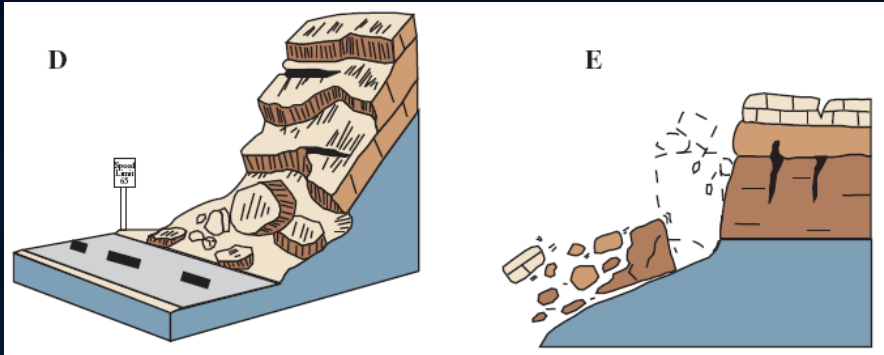
~崩塌?

~土石流...坡面型土石流?

A: 崩塌!

□ 土石運動型態 (Varnes, 1978)

- 落石 與地滑 (崩塌坡面)



Slope unit: Randaの崩壊, Switzerland

Zermatt, Switzerland

新竹 土場部落 (艾利颱風)



Hillslope type debris flow





- 源頭崩塌地呈碗狀

□ 類似流體化的土砂運動

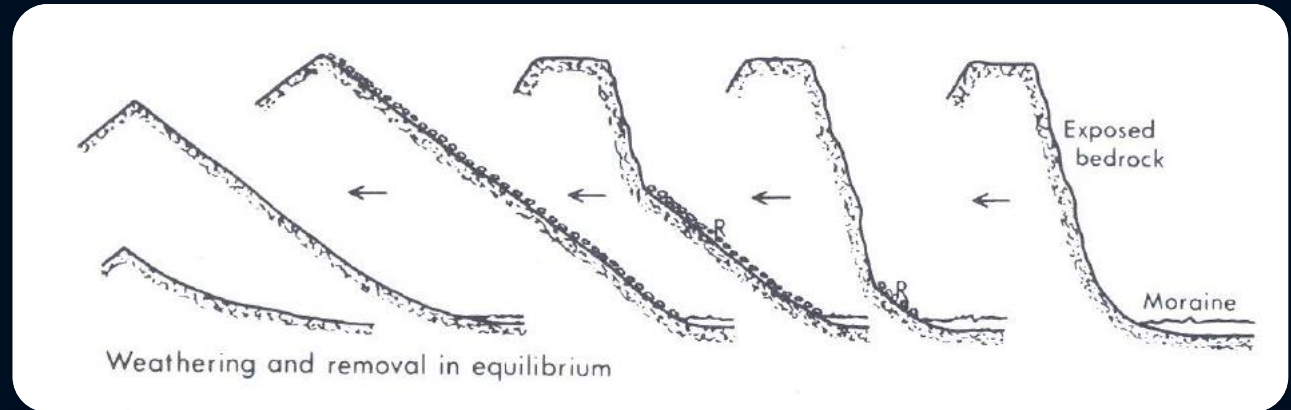


201706 大陸四川
茂縣 新磨村

三、建立區分崩塌/坡面型土石流的判釋模式



Viewpoint: slope erosion development



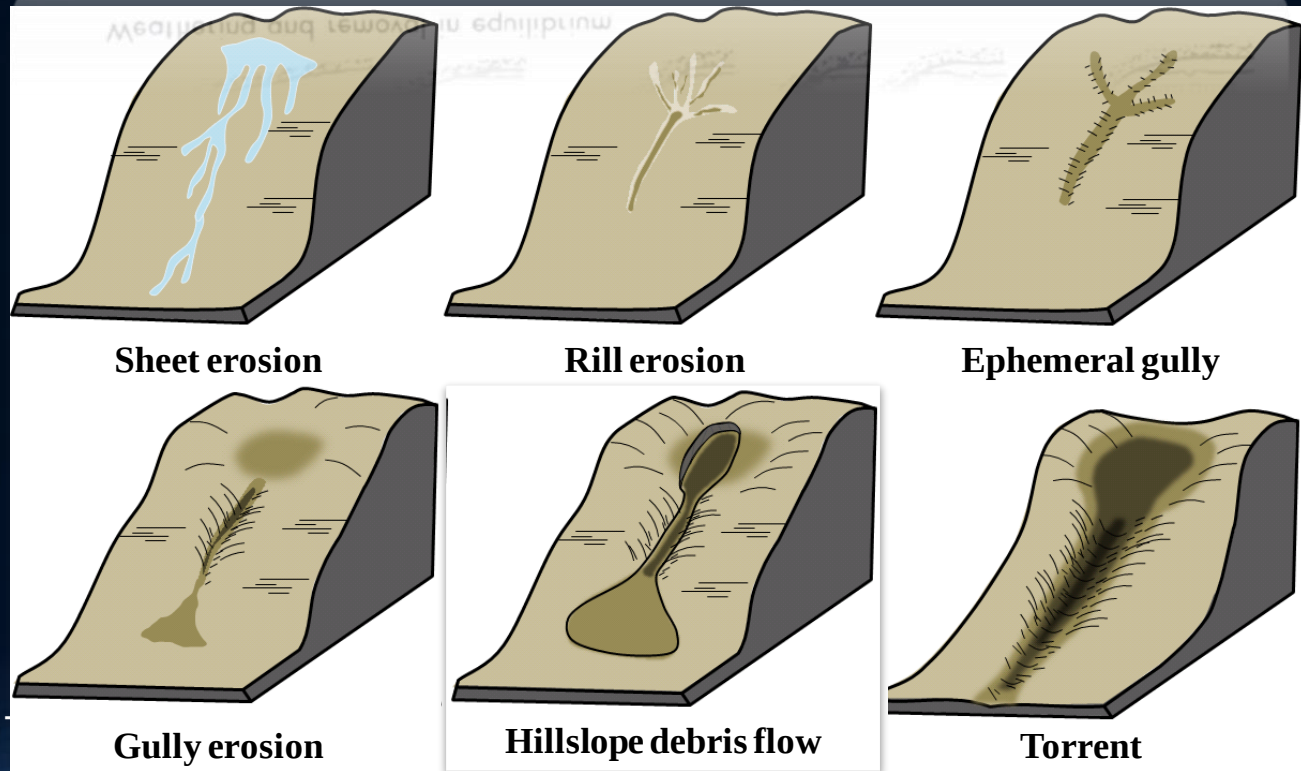
Runout control



Runout + debris control



Runout control



□ 影響因子考量



充足的**水**

地形

材料

溪流長度

溪流蜿蜒度

集水區面積

有效集水指標

有效集水區面積

高層差

起伏比

形狀係數

河高寬比

溪床平均坡度

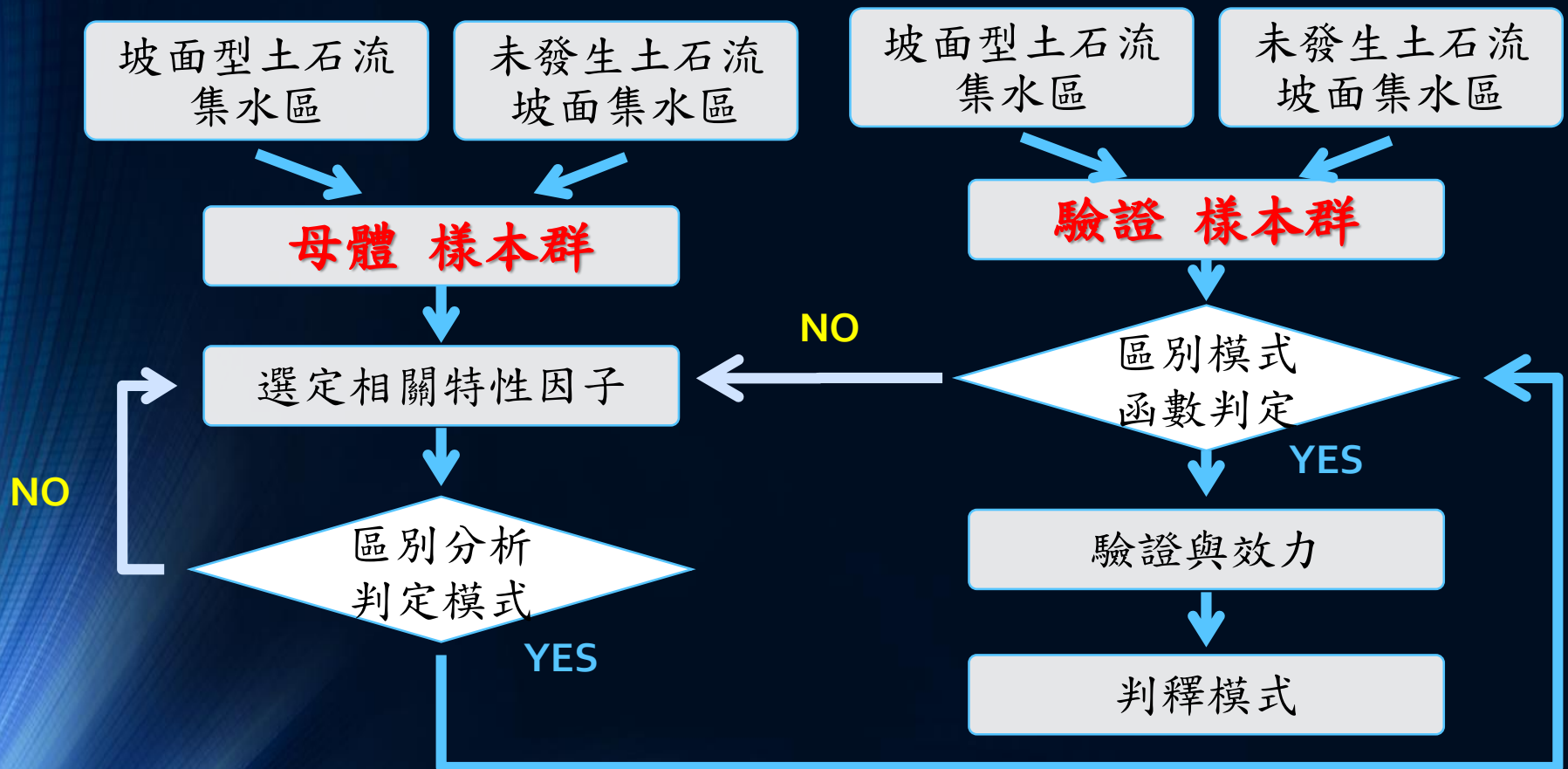
有效集水區坡度

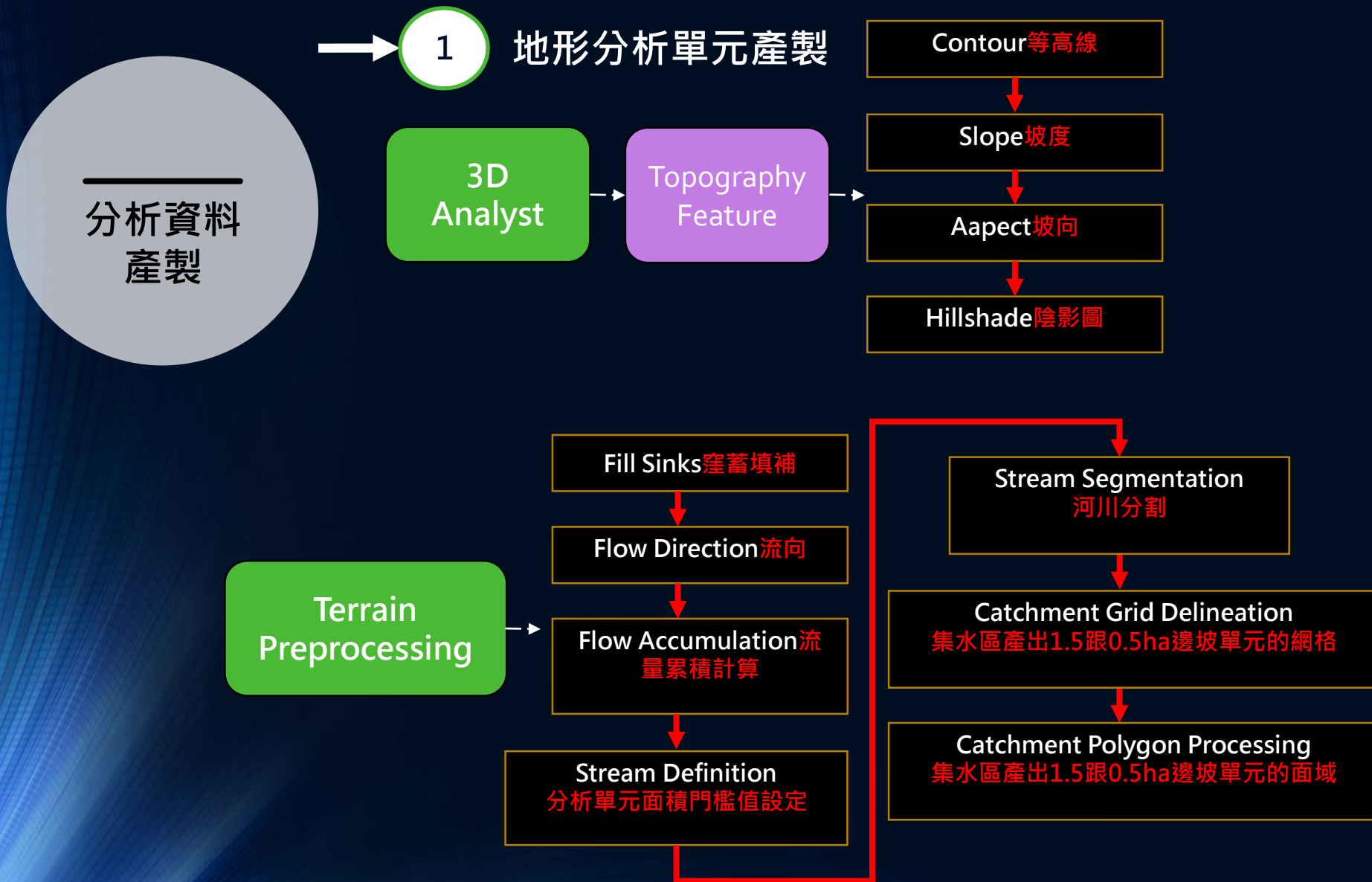
集水區平均坡度

集水區平均寬度

崩塌潛感坡度
指標

判釋模式建立流程

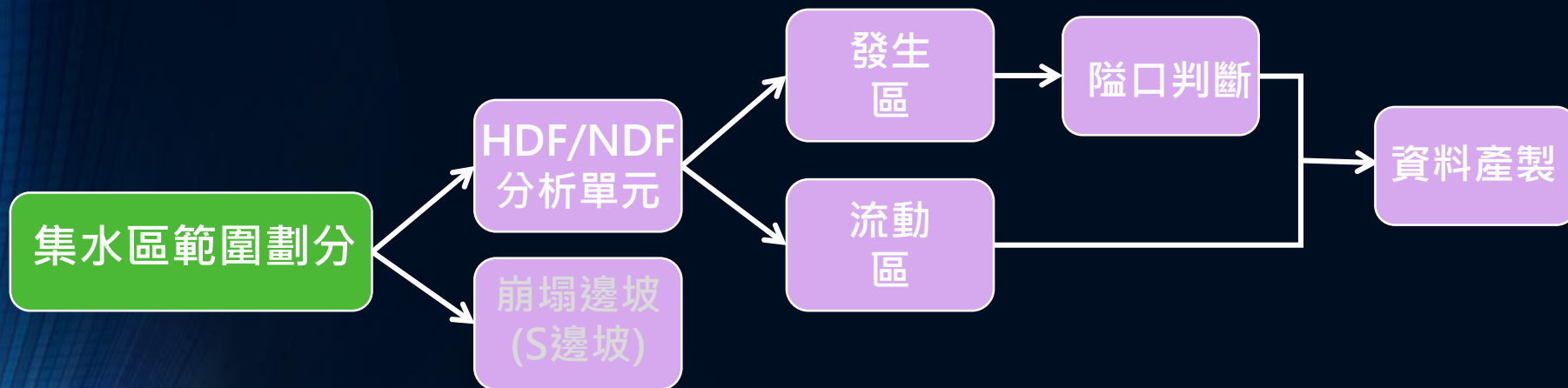




步驟

→ ① 地形分析單元產製

→ ② 分析單元資料產製

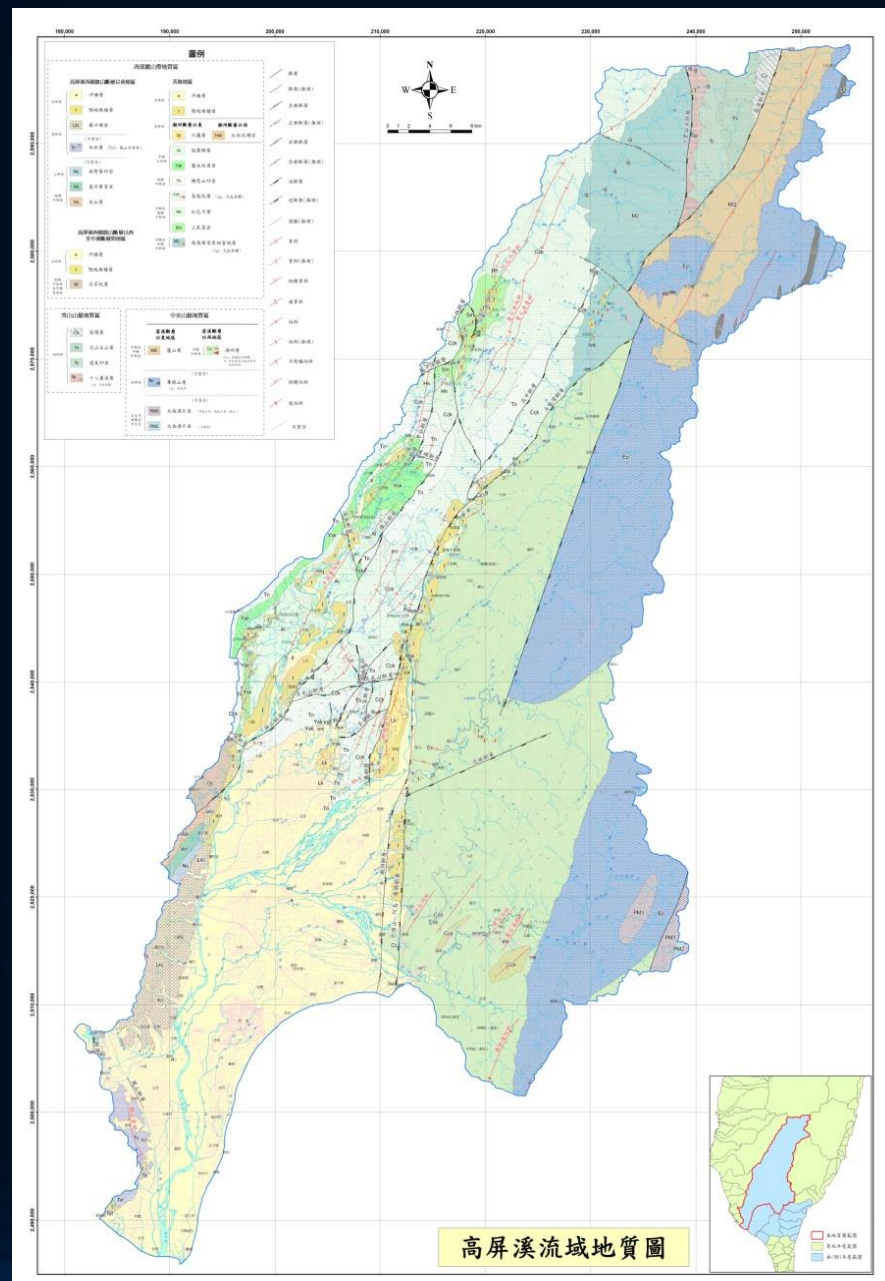


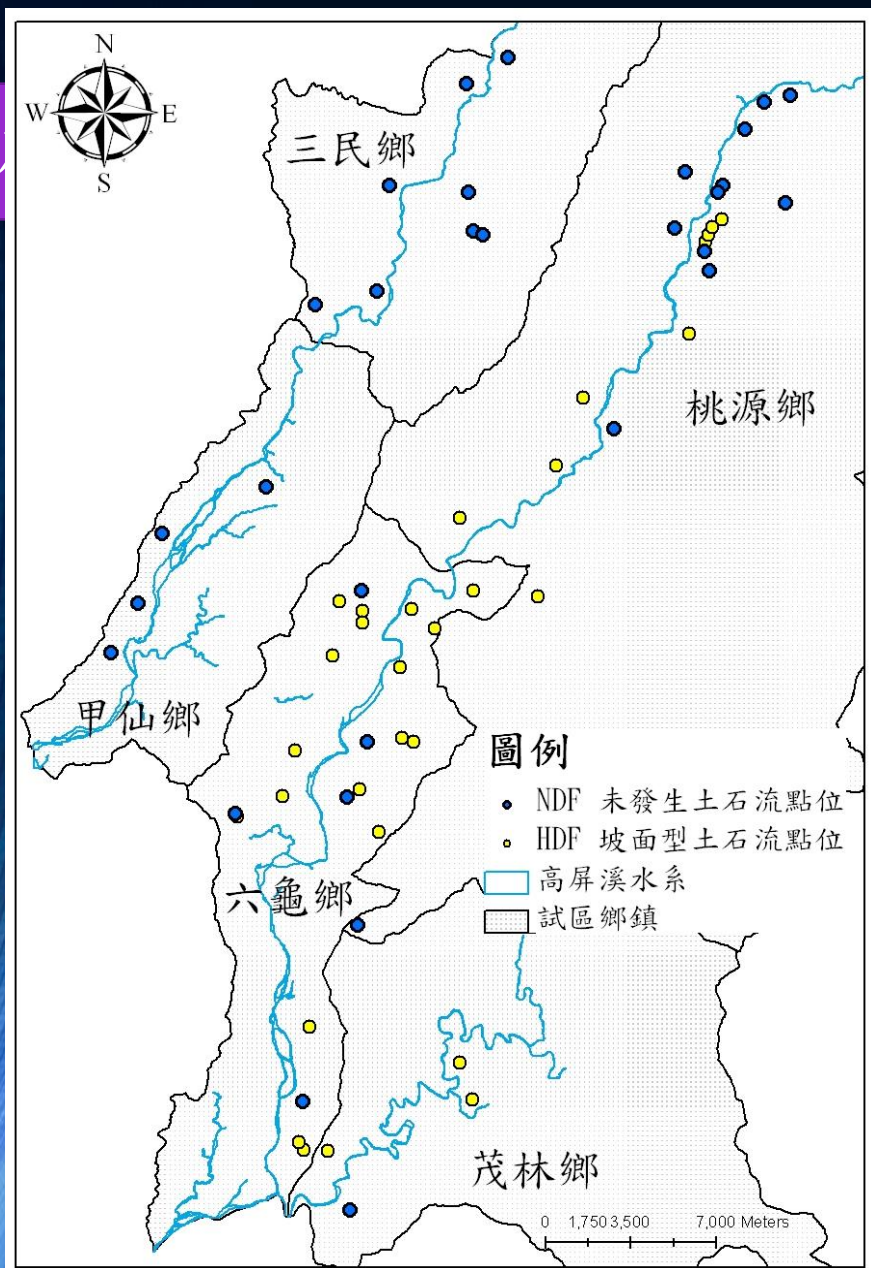
→ ③ 坡面型土石流/非土石流單元判釋

□ 研究案例說明

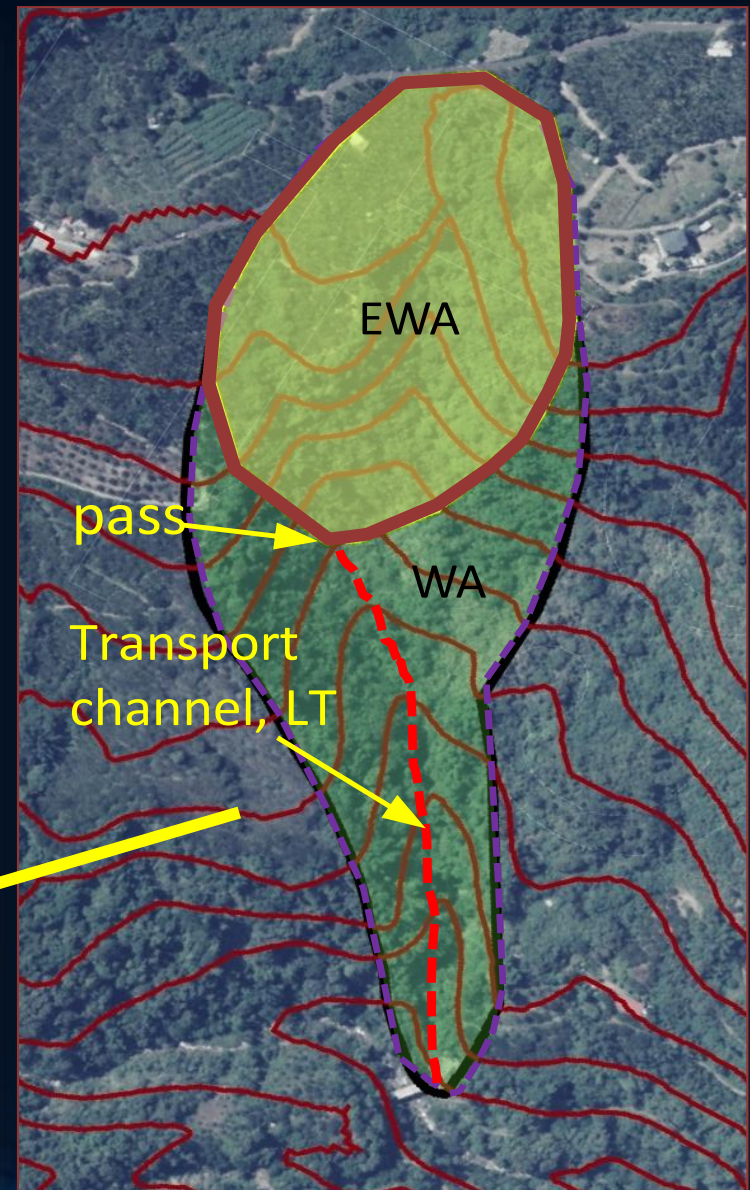
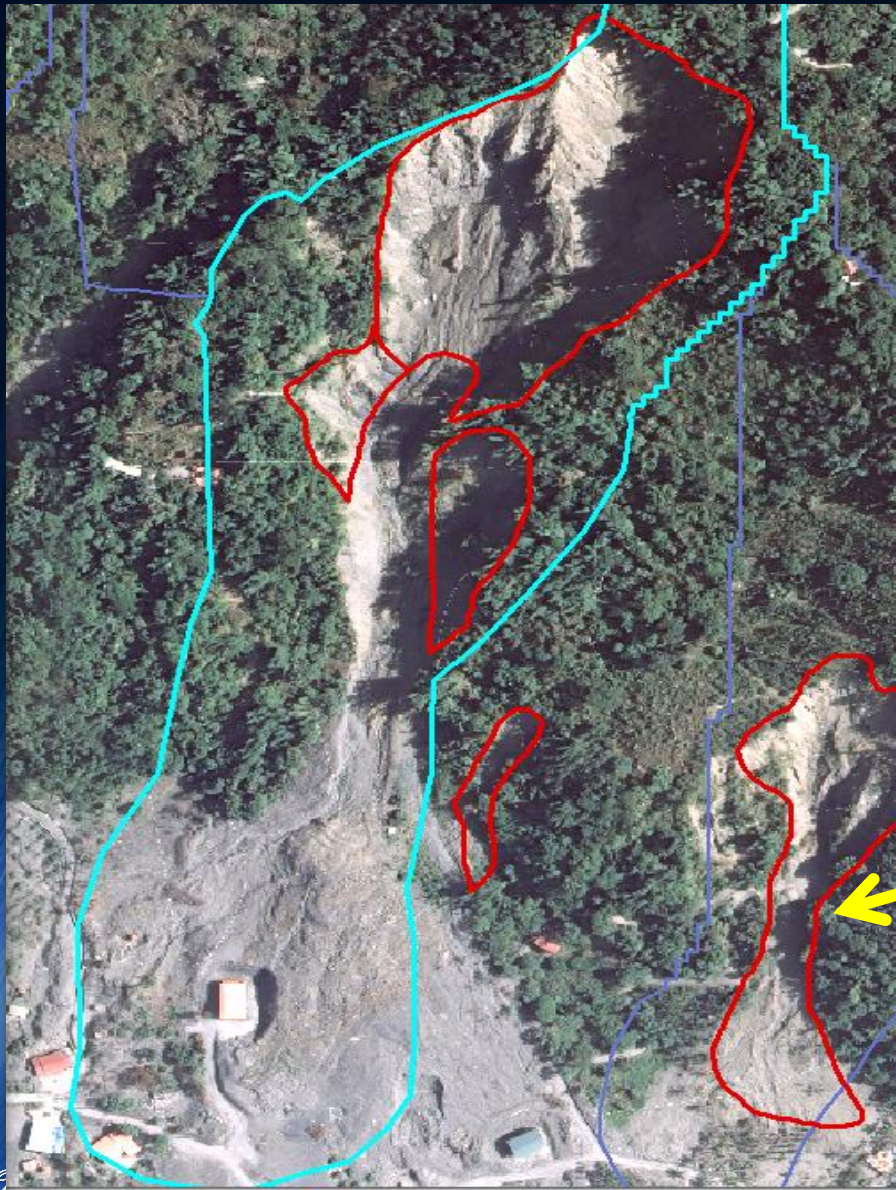
➤ 地質概況

- 土壠灣斷層與潮州斷層連線後，分為兩大區塊。
- 斷層線以東岩性以板岩夾變質砂岩為主。
- 斷層線以西岩性以砂岩、粉砂岩、頁岩與泥岩為主。



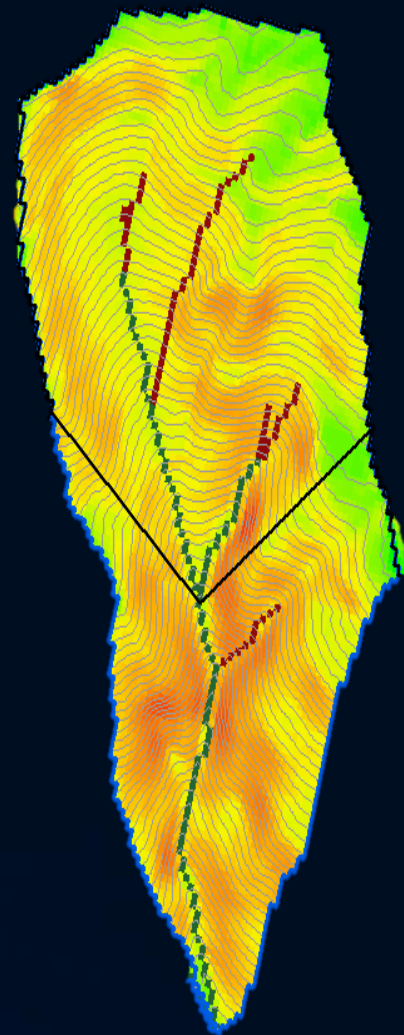
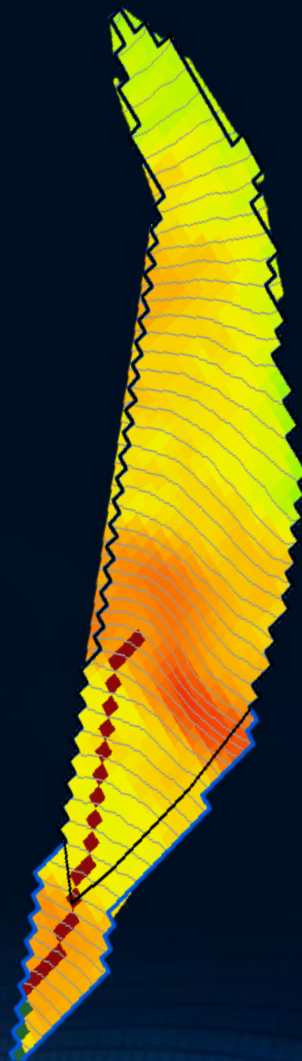
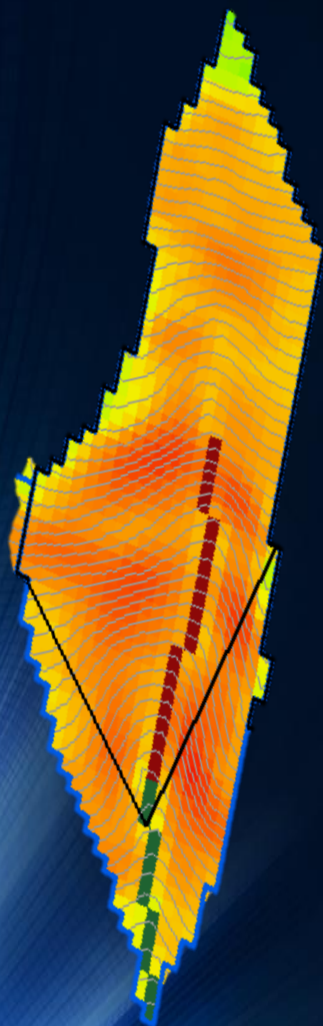


□ 分析單元判釋因子產製程序



□ 劃定發生區隘口位置判斷之順序與方法

- ① 等高線束縮段 ② 等高線陡緩陡(單一河道) ③ 1.5&1.5溪流線交會處(向源區)



□ 區別分析因子資料庫

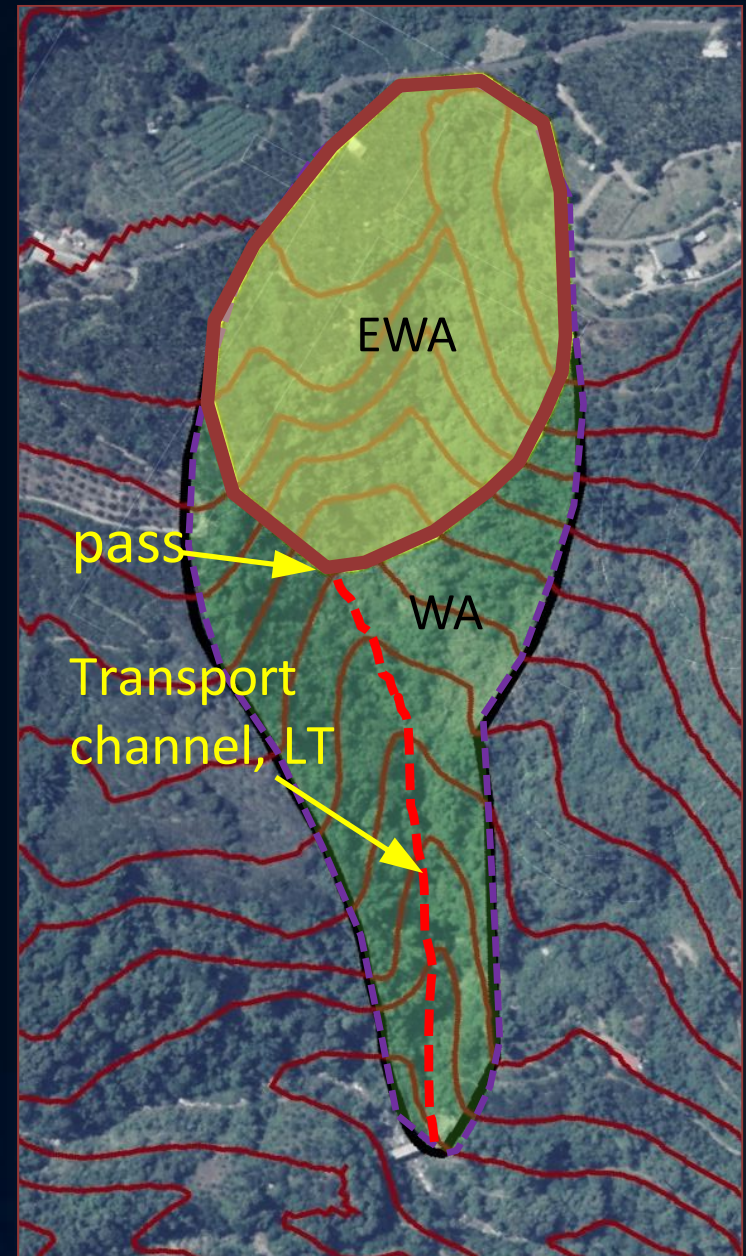
- 探討坡面型土石流特性因子與未發生土石流之坡面相關特性，篩選並建立區別分析因子資料庫。

特性因子	使用代號	特性因子	使用代號
集水區面積	WA	有效集水指標	EWAI
發生區凹陷程度	HARO	流動段深寬比	HARF
隘口高程比	DHPR	流動段高程差	DHF
發生區起伏比	TRO	流動段起伏比	TRF
發生區形狀係數	FO	形狀係數比	FR
集水區平均寬度	W	發生區平均寬度	WO
崩塌潛感面積	LSA	崩塌潛感面積比	RLSA
集水區坡面平均坡度	HASW	坡面平均坡度比	HASR
發生區坡面平均坡度	HASO		
流動段平均坡度	ASF	流動段長度	LF

□ 水文因子

➤ 有效集水面積

土石流動發生區面積為地形上上坡面至下坡面之間地形開始束縮成一流路之隘口以上一定集水量之有效集水面積，稱為有效集水面積。

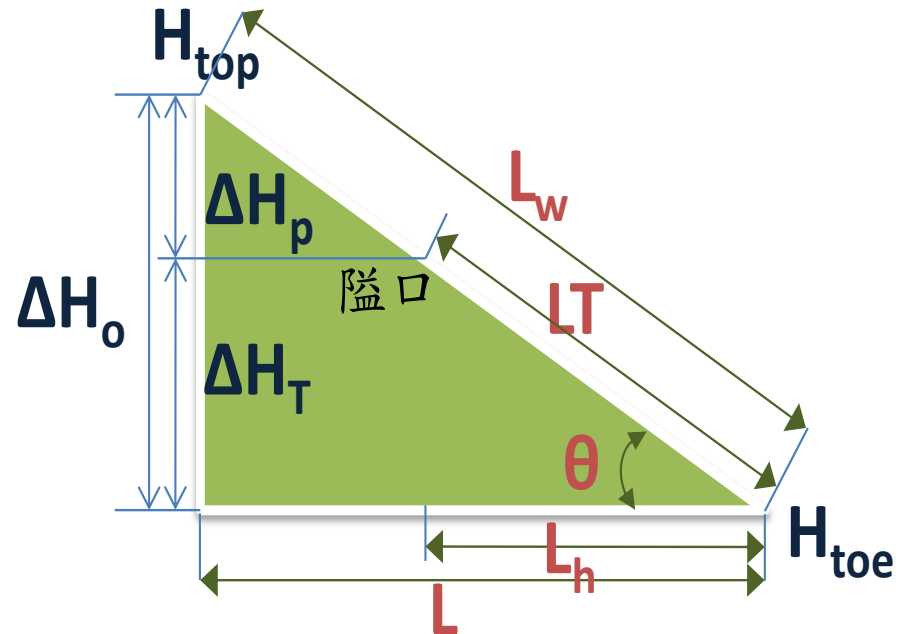


□ 地形因子

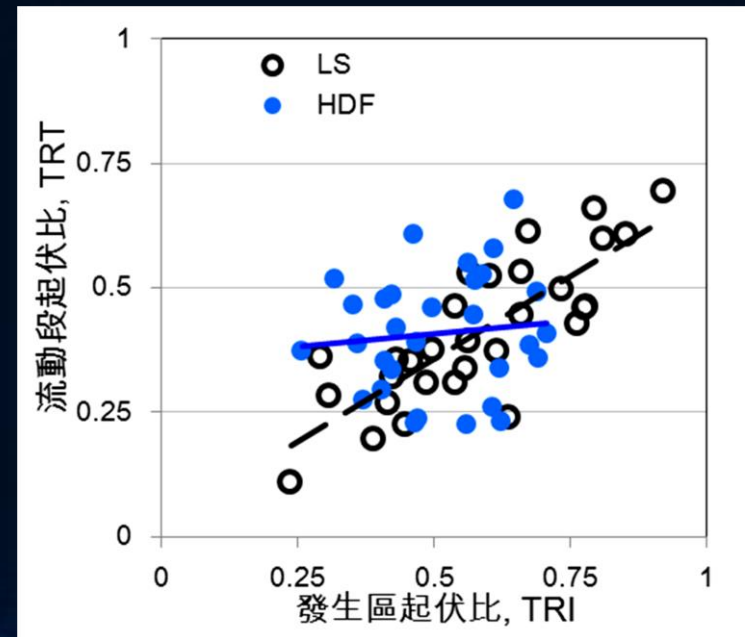
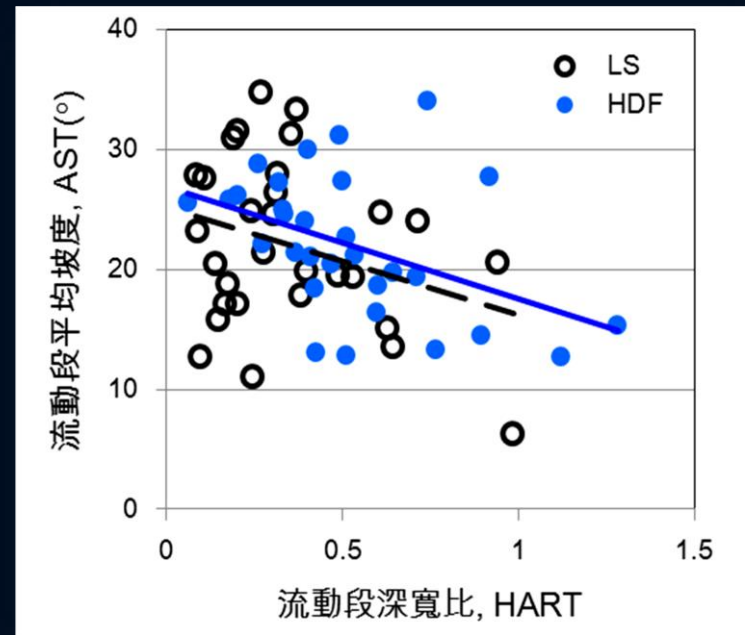
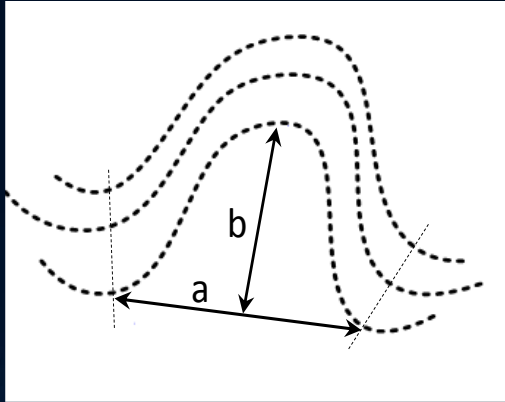
▣ 起伏比

- 本研究產製了三個區位之起伏比，進一步探討整體集水區縱剖面變化情形。

$$TR = \frac{\Delta H}{L}$$



- 侵蝕作用-隘口及槽化



- AST與HART之分布狀況，其約呈現兩群組之分布，就同一流動段平均坡度而言，HDF具有較高之深寬比，亦顯示**HDF災前即稍具蝕溝地形**。

□ 區別因子之相關(獨立)性檢定

		EWAI	AST	FR	WI	HART	HASR	LAS
相關係數	EWAI	1.000	-.051	-.118	.064	-.172	-.017	.254
	AST	-.051	1.000	-.066	-.286	-.359	.274	-.041
	FR	-.118	-.066	1.000	.536	.110	.229	.137
	WI	.064	-.286	.536	1.000	.312	.086	.543
	HART	-.172	-.359	.110	.312	1.000	-.092	-.083
	HASR	-.017	.274	.229	.086	-.092	1.000	-.265
	LAS	.254	-.041	.137	.543	-.083	-.265	1.000

坡面型土石流判釋準則

□板岩區，以7因子判別模式：

$$y = -1.627X_1 - 0.038X_2 + 0.553X_3 - 0.030X_4 + 3.144X_5 + 9.119X_6 + 0.003X_7 - 7.793$$

y: 區別函數， X_1 有效集水區指標(EWAI)， X_2 為流動段平均坡度(ASF)， X_3 形狀係數比(FR)， X_4 發生區平均寬度(WO)， X_5 流動區深寬比(HARF)， X_6 坡面平均坡度比(HASR)， X_7 崩塌潛感面積(LSA)。

□片岩區，以6因子判別模式：

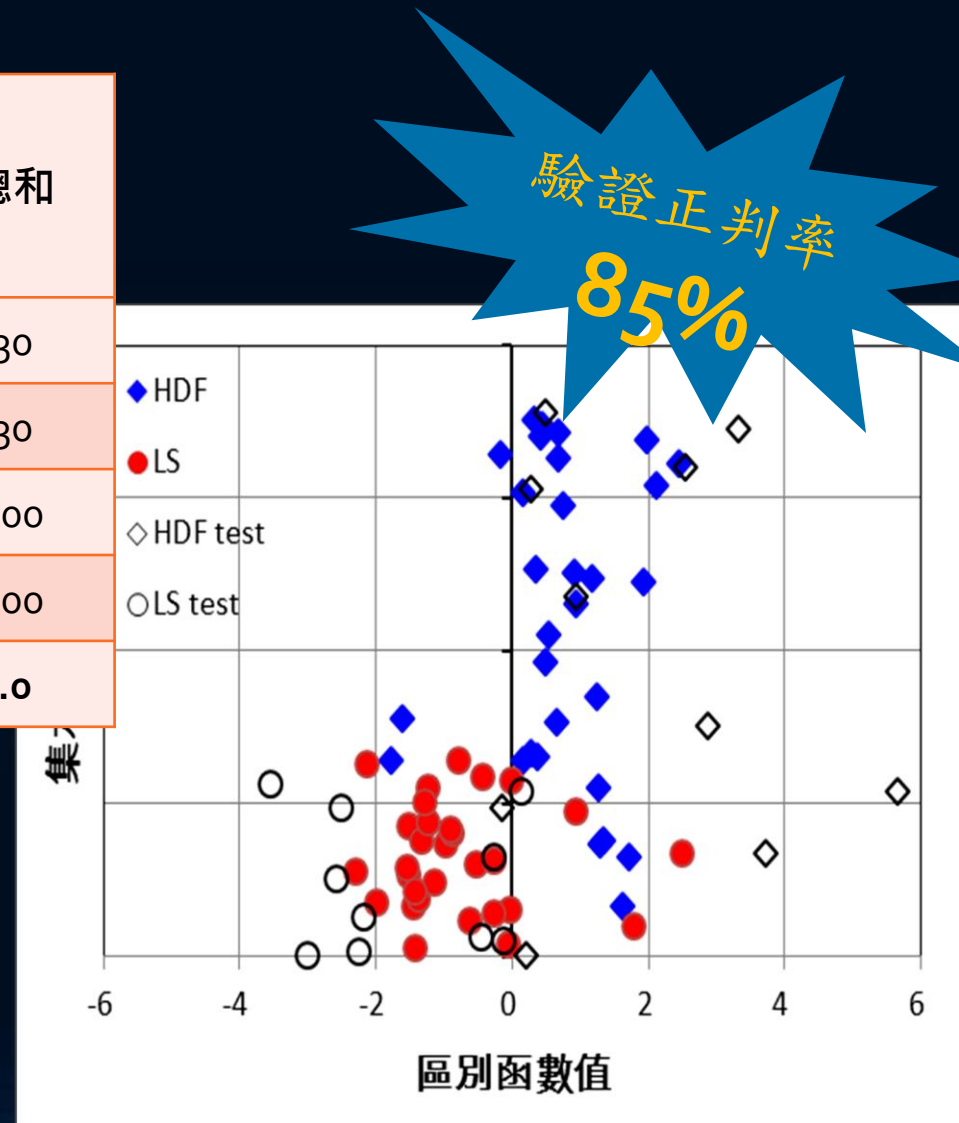
$$y = 0.4197X_1 - 0.5192X_2 + 0.637X_3 - 0.807X_4 + 0.842X_5 - 0.228X_6$$

□沉積區，以7因子判別模式：

$$y = 18.620X_1 - 0.170X_2 + 2.506X_3 - 1.215X_4 + 0.010X_5 - 0.164X_6 - 0.016X_7 + 2.814$$

□ 判釋模式及驗證

	原始	預測		總和
	類別	HDF	LS	
個數	HDF	27	3	30
	LS	3	27	30
百分比 (%)	HDF	90	10	100
	LS	10	90	100
整體正判率 = $(27+27)/(30+30) \times 100\% = 90.0$				



HDF與LS母體與驗證點位之區別函數分佈圖

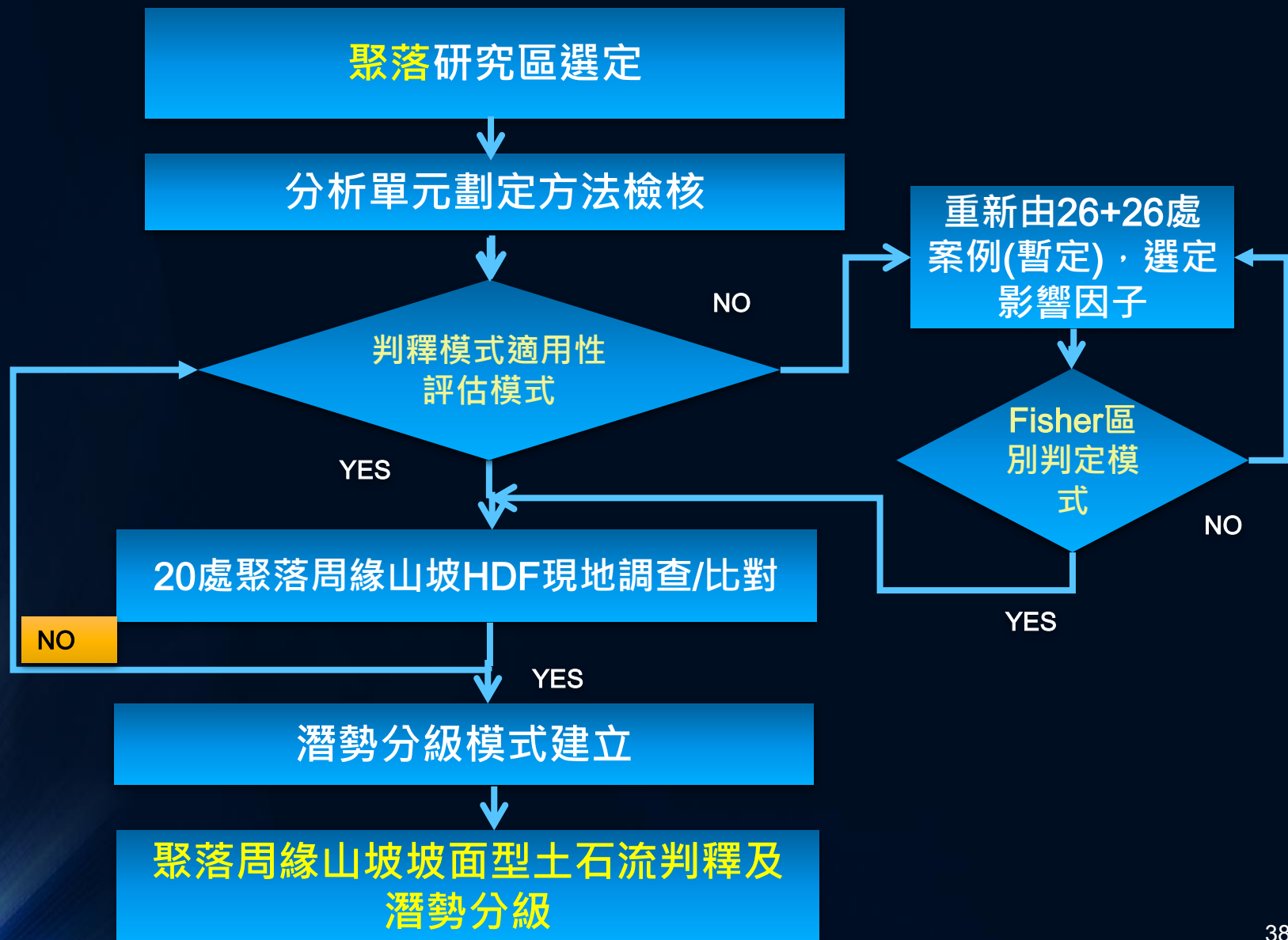
四、本研究計畫內容

1. **全程目標:** 建立全島山區聚落周緣山坡地之坡面型土石流潛勢評估模式，以能事先勘定坡面型土石流高潛勢區，以助因應極端氣候之防災預警。
2. **年度目標:** 進一步應用前述坡面型土石流之判釋模式，針對聚落周緣山坡地分析，發展坡面型土石流潛勢評估模式，以提供防災治理單位之防災預警參據應用。

□研究區擇定:

- 阿里山溪、曾文溪流域、旗山溪及陳有蘭溪等流域內典型沉積岩10處山區聚落，同時整合前期已建置之10處共計20處聚落，進行模式研發。

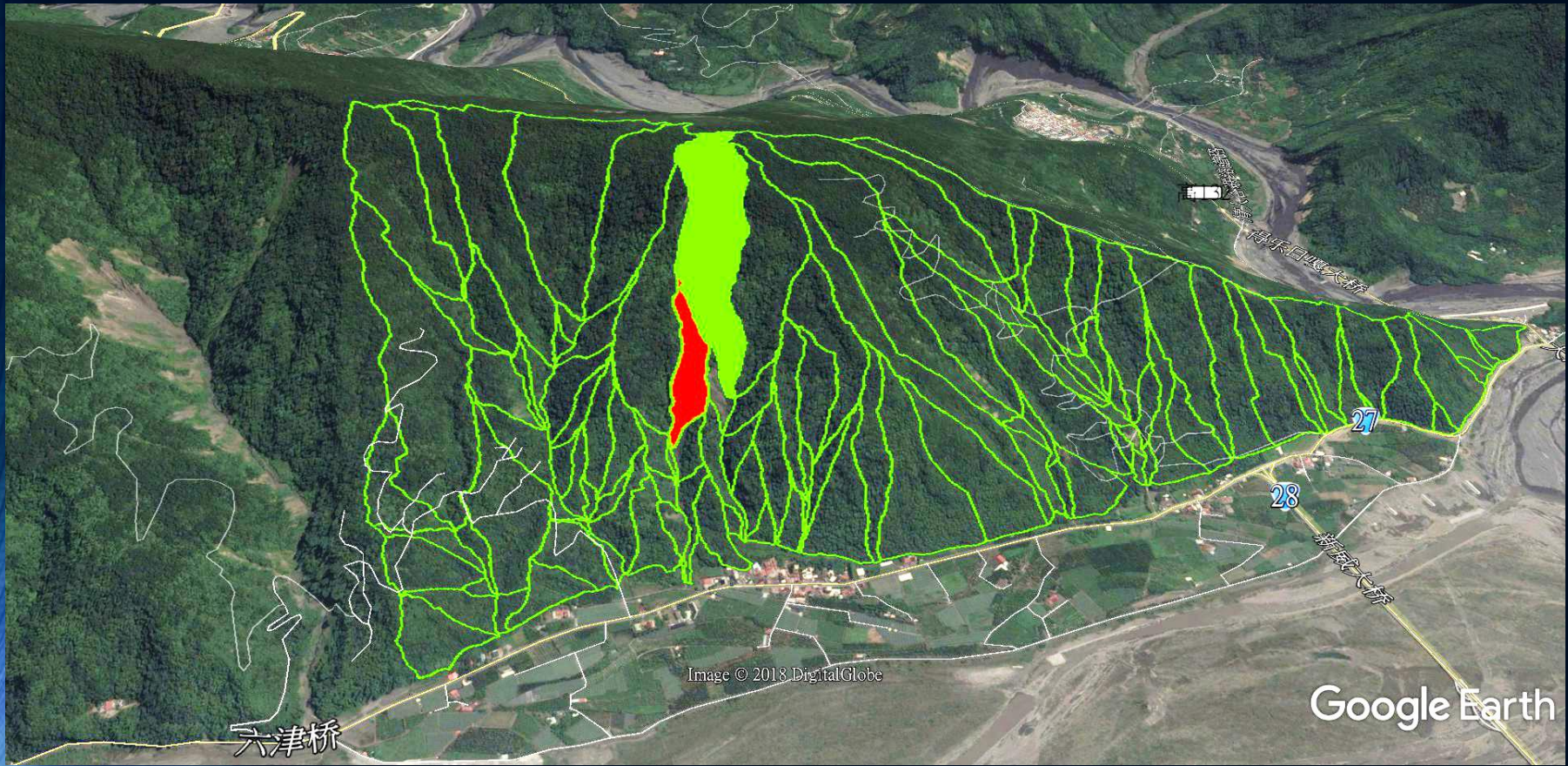
聚落分析流程



■ 計畫成果

- 本研究已收集1999中部地區集集地震及高屏溪流域2009年莫拉克颱風及後續豪雨事件之坡面型土石流案例(31+43處)
- 板岩區(高屏溪)、片岩區(花蓮)之坡面型土石流判釋模式，模式驗證正判率可達87.5%，土石流單元判釋成效優良。
- 模式應用至板岩區、片岩區聚落時，捕捉率可達到82%。
- 中南部沉積岩僅達77%，仍有改善空間！
- 發生潛勢狀況分析成果方面：
 - ◆ 沉積岩區土石流真實案例，16/22處位於中、高潛勢，比例為73%；
 - ◆ 變質岩區24/31處中、高潛勢，比例為77%。土石流案例之評估潛勢與真實發生趨勢相符。

聚落周緣山坡分析單元劃分/判釋/ 潛勢評估方法



□ 聚落周緣坡面型土石流調查



編號A01-12



編號A01-10

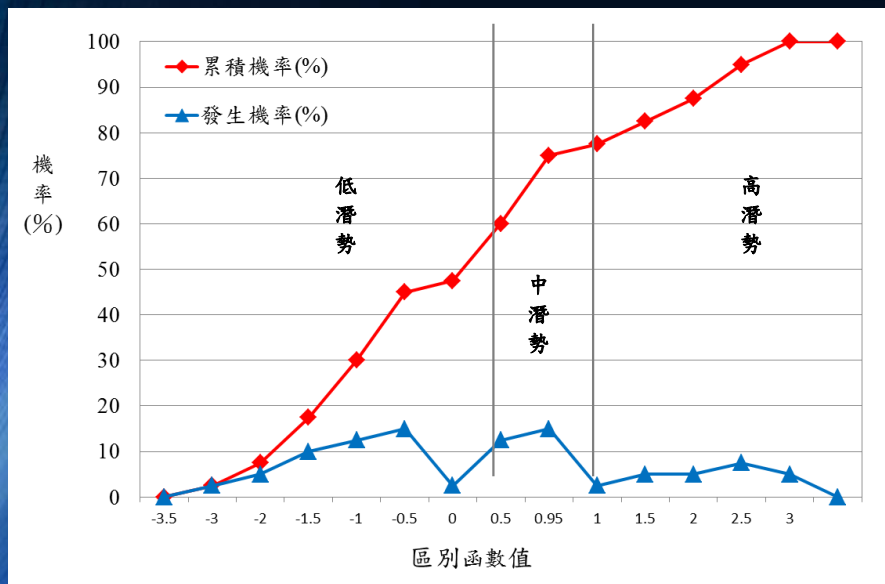
編號A01-04



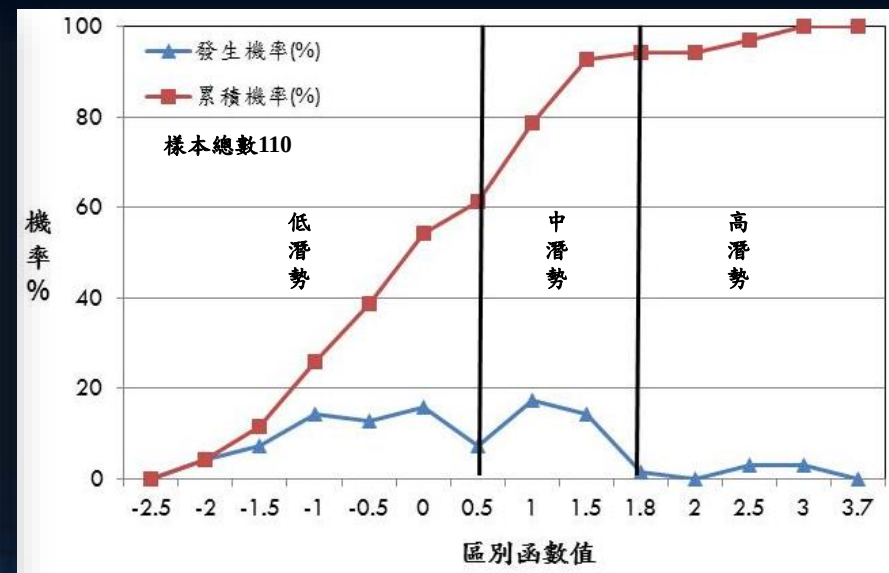
□ 潛勢分析模式

- 潛勢分級採以分析資料庫之溪流樣本之費雪區別函數值，作為分級指標。
- 實線代表區間內發生機率，當機率依序累加後可得累積機率百分比曲線為虛線，將此曲線面積分成三等份。
- 7因子模式，分界指標以0與0.95為潛勢分級界線(範例)

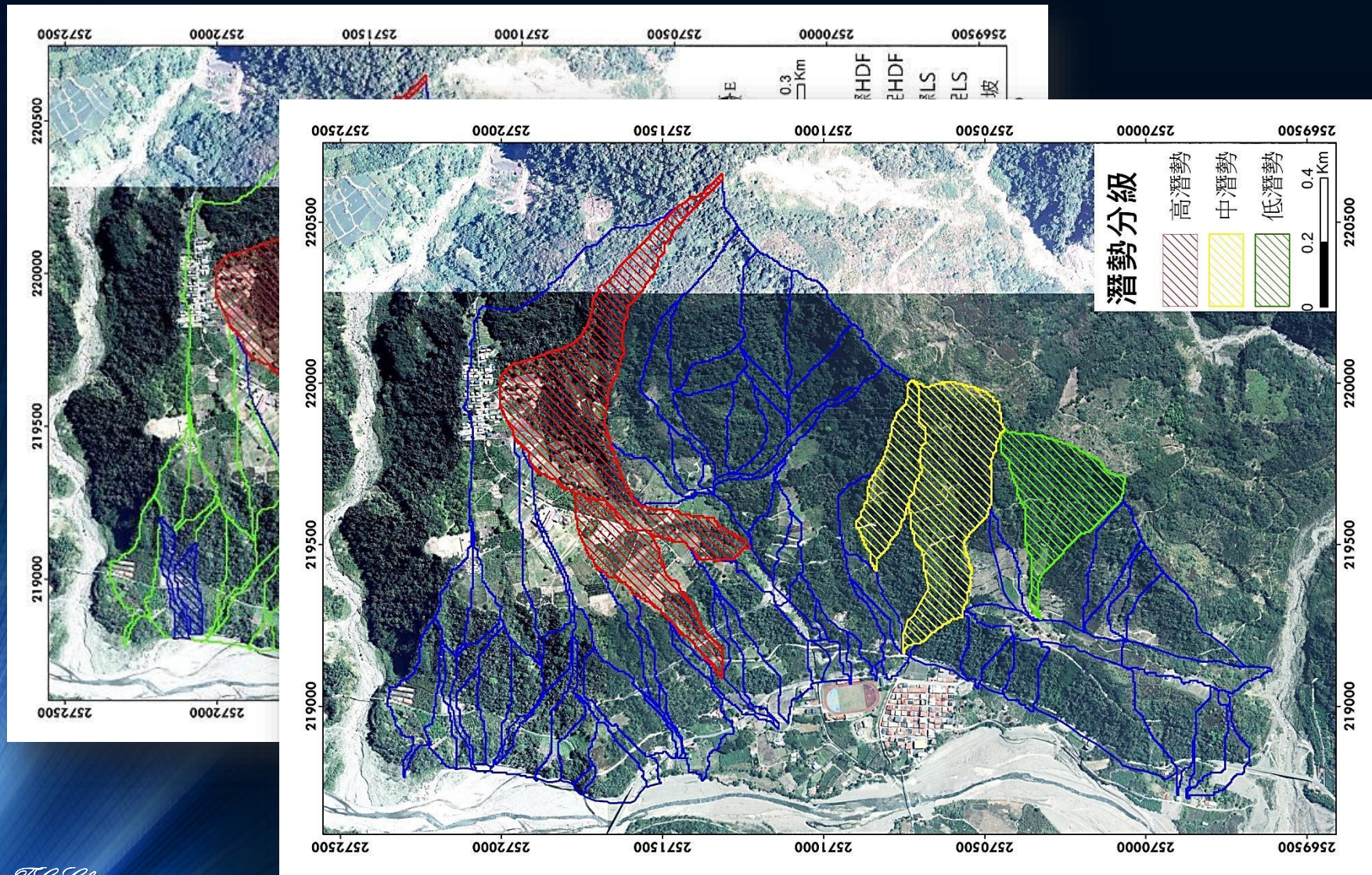
板岩區(範例)



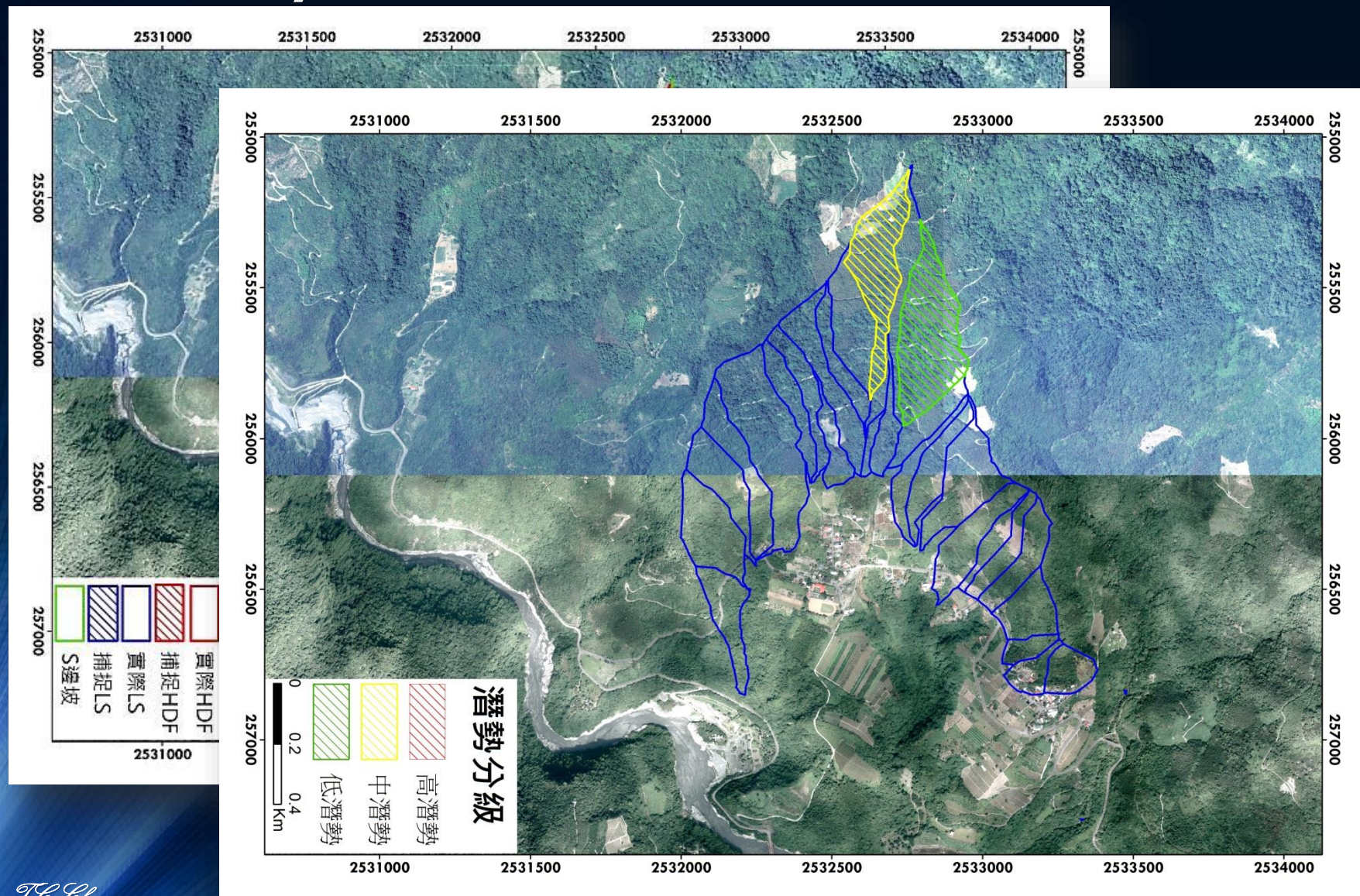
片岩區/沉積岩區(範例)



A10-高雄市那瑪夏區瑪雅里(瑪雅聚落)

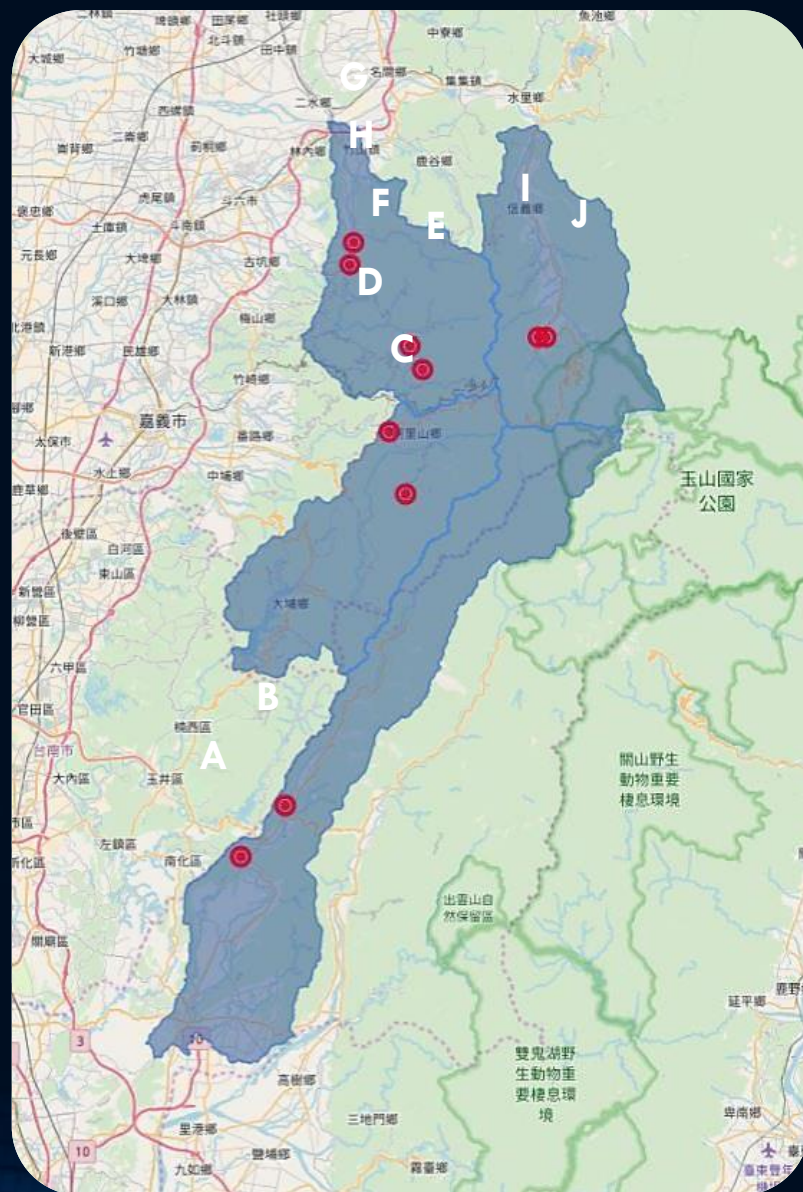


Bo7-台東縣延平鄉紅葉村-紅葉



107年度研究區選定範圍

- 本計畫研究區域為中南部沉積岩區為主。
- 本年度初步擇定旗山溪、曾文溪流域、阿里山溪及陳有蘭溪等流域內10處聚落。
 - ◆ 高雄市甲仙區木梓里(蜈蚣潭聚落、和安里(和安里聚落)
 - ◆ 嘉義縣阿里山鄉里佳村(里佳聚落)、樂野村(樂野聚落)、來吉村3、4鄰(外來吉聚落)、太和聚落
 - ◆ 南投縣竹山鎮桶頭里009-010鄰(過溪聚落、瑞竹聚落、信義鄉神木村(神木村聚落)、桐林聚落





E

嘉義縣阿里山鄉來吉村3、4鄰(外來吉聚落)

F

嘉義縣梅山鄉太和村(太和村聚落)

G

南投縣竹山鎮桶頭里009-010鄰(過溪聚落)

H

南投縣竹山鎮瑞竹里(瑞竹聚落)



□ 結語

- 全災害之災害管理
- 聚落周緣山坡之坡面分析單元訂定方法，供全台聚落山坡危險區之圈劃作業參酌。
- 全島適用坡面型土石流/崩塌判釋準則
- 坡面型土石流發生潛勢分析模式
- 可供事先勘定坡面型土石流高潛勢區範圍，提供防災預警、減災工程、風險分析、及民眾疏散避難作業應用。
- 中南部沉積岩區捕抓率僅達77%，正持續改善！

Thanks for your attention!