

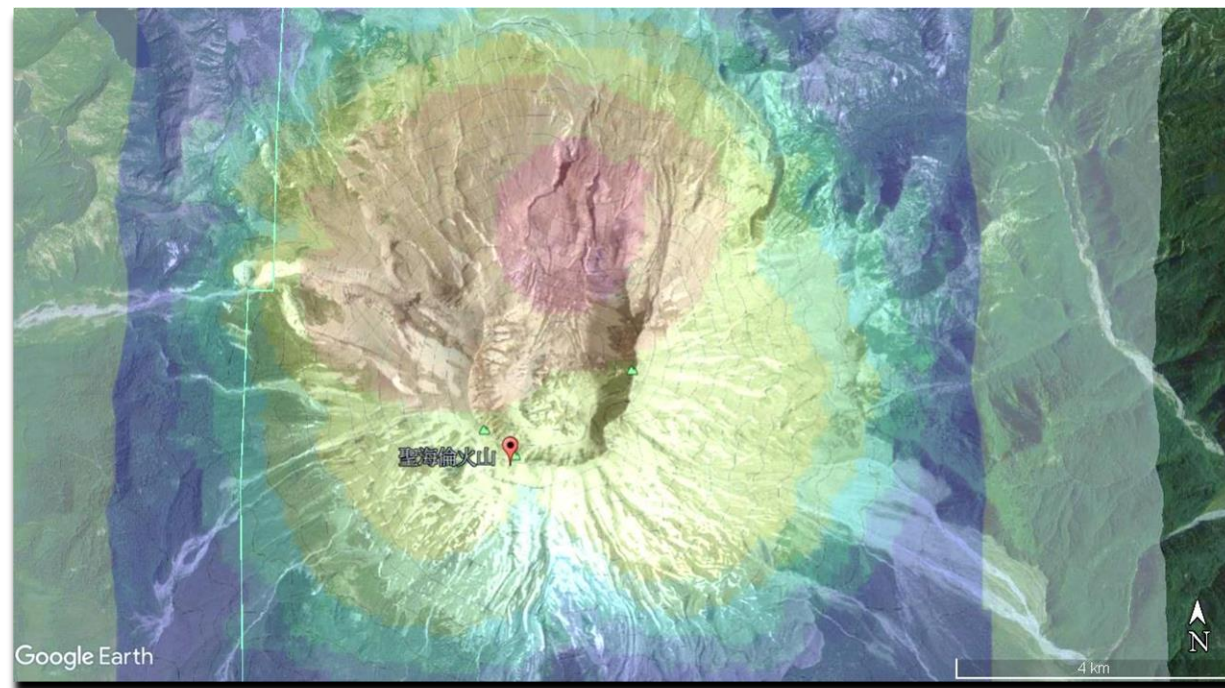
Scoops3D應用於大規模崩塌潛勢區分析探討

-以屏東縣霧臺鄉阿禮部落及佳暮部落為例

報告人：蔣季翰

大綱

- Scoops3D?
- 為什麼選用Scoops3D
- 介面概述及使用限制
- USGS應用範例
- 臺灣南部大規模崩塌案例
 - 以屏東縣霧臺鄉阿禮、佳暮村 為例
- 結論與建議



邊坡分析軟體

軟體名稱	計算	官方/相關網站
STABL	2D(極限平衡)	土木人論壇
STED WIN	2D(極限平衡)	
RIDO	1D(有限元素)	
GEO-SLOPE GEO-Studio	2D(極限平衡)	GEOSLOPE官方網站 https://www.geoslope.com/products/geostudio
PLAXIS 2D&3D	2D&3D(有限元素)	https://www.plaxis.com/?gclid=EAlaIQobChMlvreTj9vP3AlVlauWCh2TtQE6EAAYASAAEgLenfD_BwE
midas GTS	3D(有限元素)	http://en.midasuser.com/product/gtsnx_overview.asp
PFC TW(2D&3D)	2D&3D	https://www.itascacg.com/software/pfc
<i>FLAC3D</i>	3D(有限差分)	https://www.itascacg.com/software/flac3d
SCOOPS3D	3D(極限平衡)	USGS https://landslides.usgs.gov/research/software.php

常用的邊坡數值分析

- 數值分析分類

- 一維數值分析

- 分析模型僅包括一個方向，如深開挖常使用的RIDO程式。

- 二維數值分析

- 最常應用的數值分析型式，分析時取具二維行為的代表性斷面進行，在合理的設定下其分析結果具有相當之代表性。

- 三維數值分析

- 顧名思義分析模型含蓋X、Y、Z三向度立體空間，分析過程複雜耗時，但最能代表真實的工程應力及應變行為，通常應用在無法以二維數值分析代替之情況，或是較重要的工程數值分析。

- 常見數值分析工具

RIDO

- 彈性基礎樑法，為一維數值分析，常應用於深開挖擋土設計。

FLAC

- 有限差分法，分為二維及三維數值分析版本，惟三維建模不易。

PLAXIS

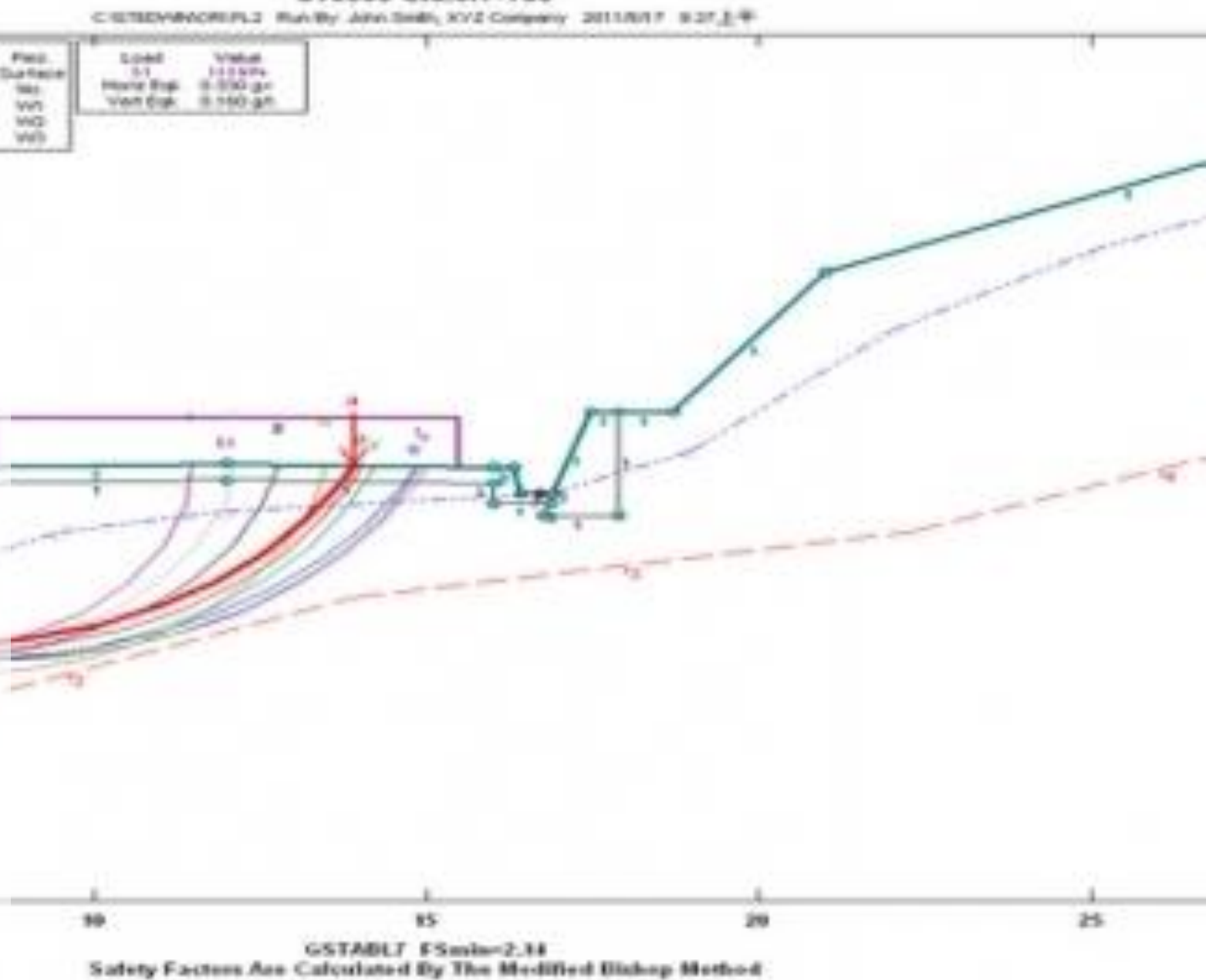
- 有限元素法，分為二維及三維數值分析版本，三維版本費用高昂。

GTS

- 有限元素法，可進行三維以及二維數值分析，建模最快速，分析效率高。

STEDWIN

- PROFIL必須為第一輸入參數
- 總邊界數需大於表面邊界數
- 總邊界數需小於100。
- 邊界點數值須為正值
- 右邊界需大於左邊界(斜向右上)
- 各邊界線須連續
- 內部邊界線須由上而下輸入
- 橫坐標最好為8的整數倍
- 實數須加小數點。
- 土壤種類數需小於20
- 水位線點數至少2點，最多40點



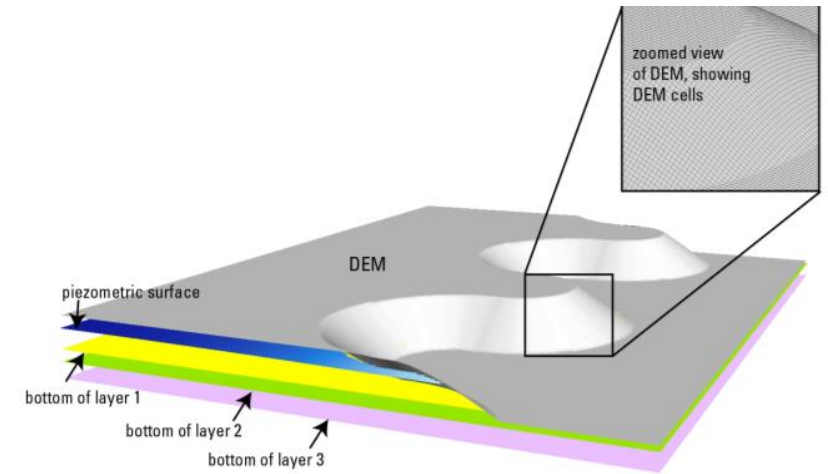
常用邊坡分析軟體分析在大規模崩塌區中的尺度問題

- 邊坡分析模型建置，以往在局部邊坡分析時，僅取局部地形剖面分析。
→ 不易考量全區山坡地形。
- 二維計算不易全面計算大規模崩塌潛勢區內所有坡向邊坡。
→ 需花費更多時間建立二維地形剖面才能了解不同坡向邊坡。
- 二維建置模型輸入地形邊界數量限制會影響地形精度。
→ 輸入點數100限制，地形與分層變化容易被粗化。
- 常用二維軟體使用邊界限制及輸入方式較耗時，缺乏空間可視化。
- 二維分析仍有其必要性! 不過多了一個選擇來考量三維分析以利瞭解案區整體特性。

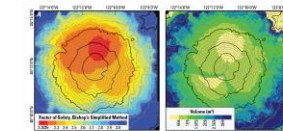
- Scoops3D software

<https://pubs.er.usgs.gov/publication/tm14A1>

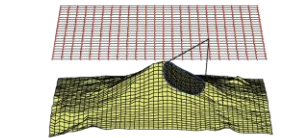
- software to analyze 3D slope stability throughout a digital landscape



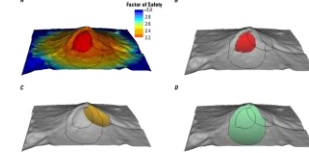
三維邊坡分析：以美國地質調查所(USGS)近年發展之邊坡穩定評估軟體 Scoops3D(<https://landslides.usgs.gov/research/software.php#scoops>)，係透過數值高程模型計算每一網格的穩定性，可用來評估複雜的地文及水文邊坡。



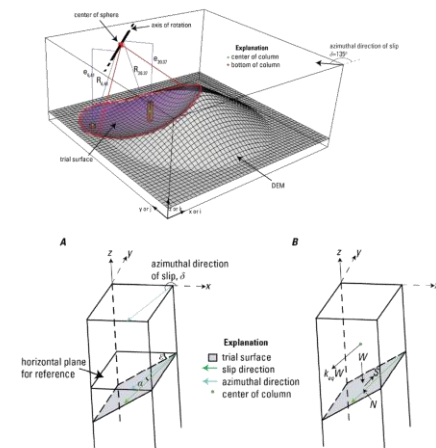
Mount St. Helens 火山安全係數與體積分布(USGS-tm14-A1,2015)



DEM地形多點檢索計算球形滑動面示意圖(USGS-tm14-A1,2015)



自動選取最不稳定之面為破壞面(USGS-tm14-A1,2015)

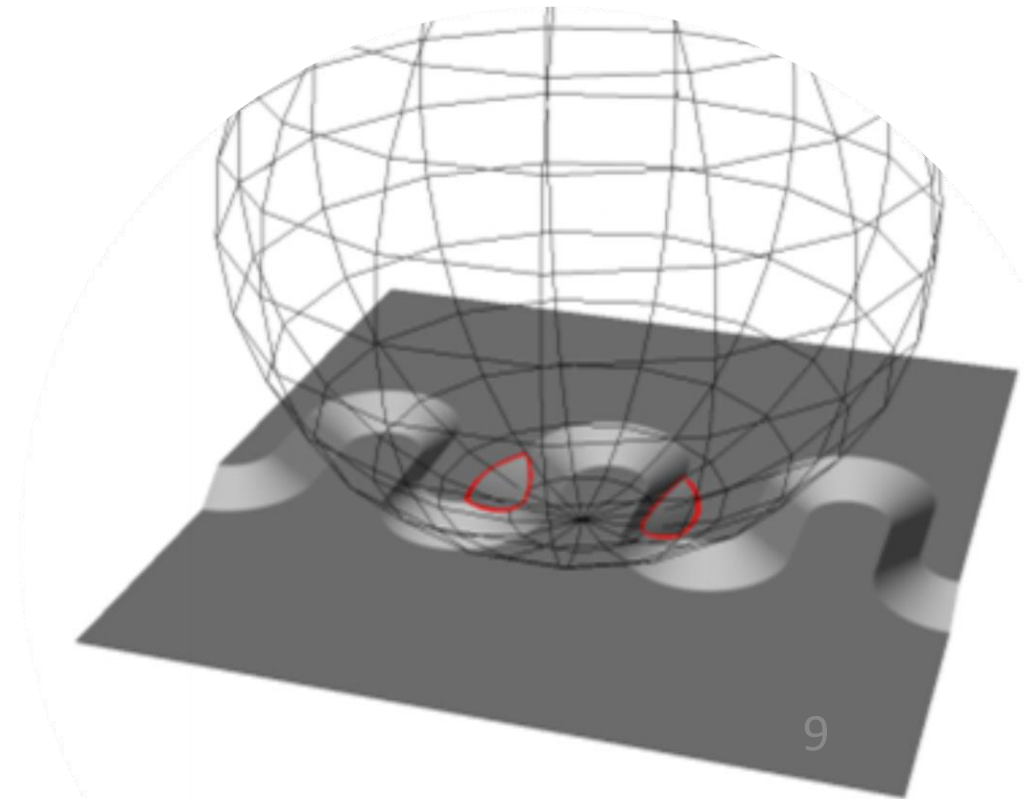
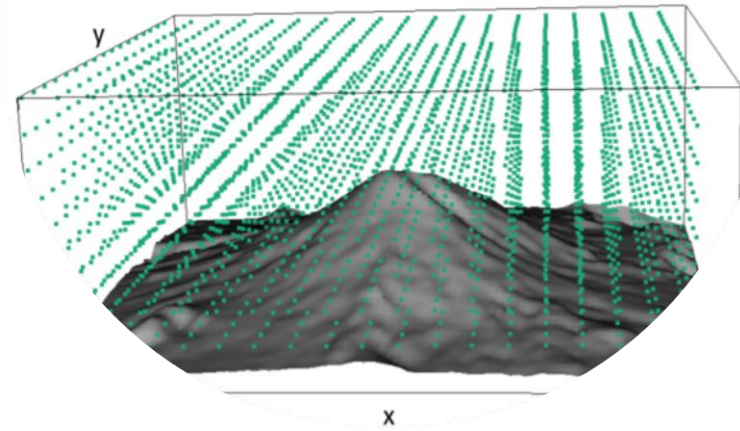


目前Scoops3D分析應用

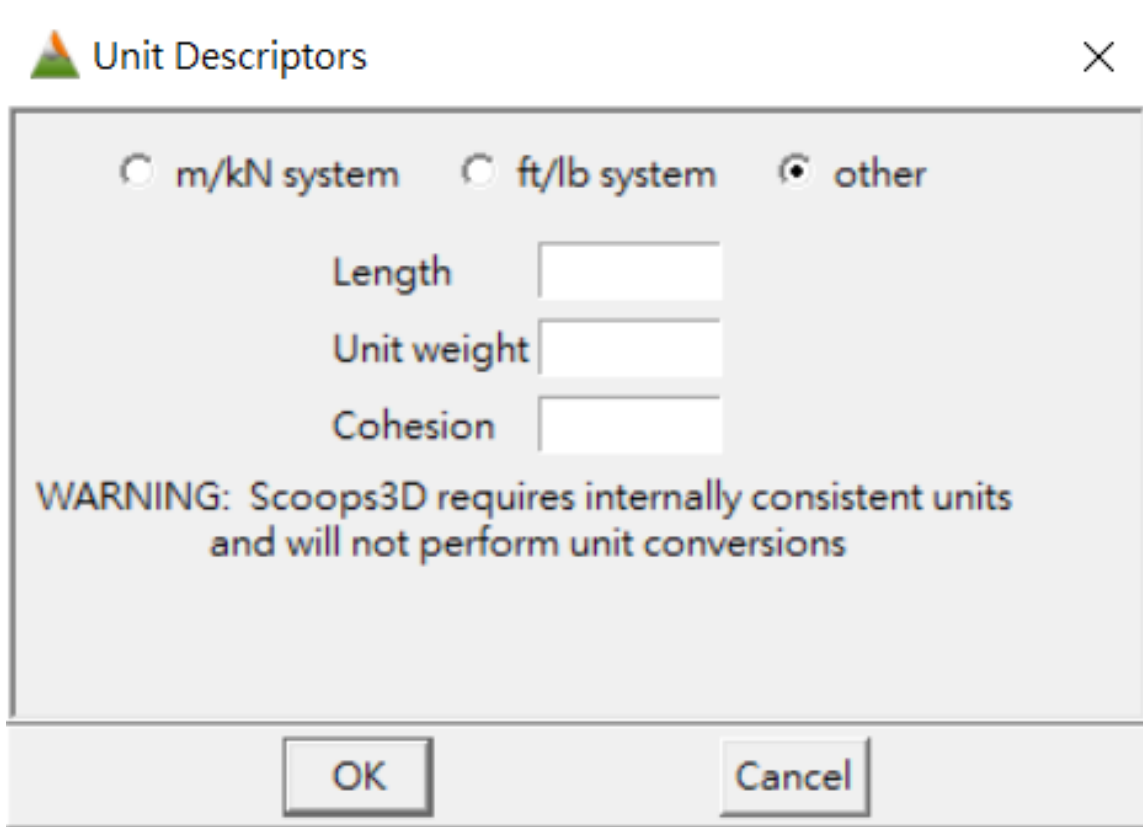
- 2015，USGS公布。
- 2017，國立成功大學地球科學系，科技部專題研究報告。(分析應用於太平山蘭台地區)。
- 2017，邱子芸，應用Scoops3D於潛在大規模崩塌影響之研究，臺灣海洋大學碩士論文。(於高雄茂林DS43)。
- 2018，A hybrid approach of GIS and Scoops3D for landslide stability analysis in Shimane prefecture，島根大学理工学研究科研究發表會。
- 2018，蘭州大學西部災害與環境力學教育部重點實驗室，三維確定性模型在淺層黃土滑坡穩定性預測中的應用。(應用於蘭州淺層黃土滑坡預測)。

DEM cells search

- 圖表顯示DEM上方的3D搜索點陣。
- 每個綠點代表多個球形試驗表面的中心。
- 該圖顯示了在多個位置與起伏DEM相交的單個球體，從而創建多個試驗表面（紅色部分）。
- Scoops3D分別分析每個試驗表面



Scoops3D 介面



Unit Descriptors

☐ m/kN system ☐ ft/lb system ☒ other

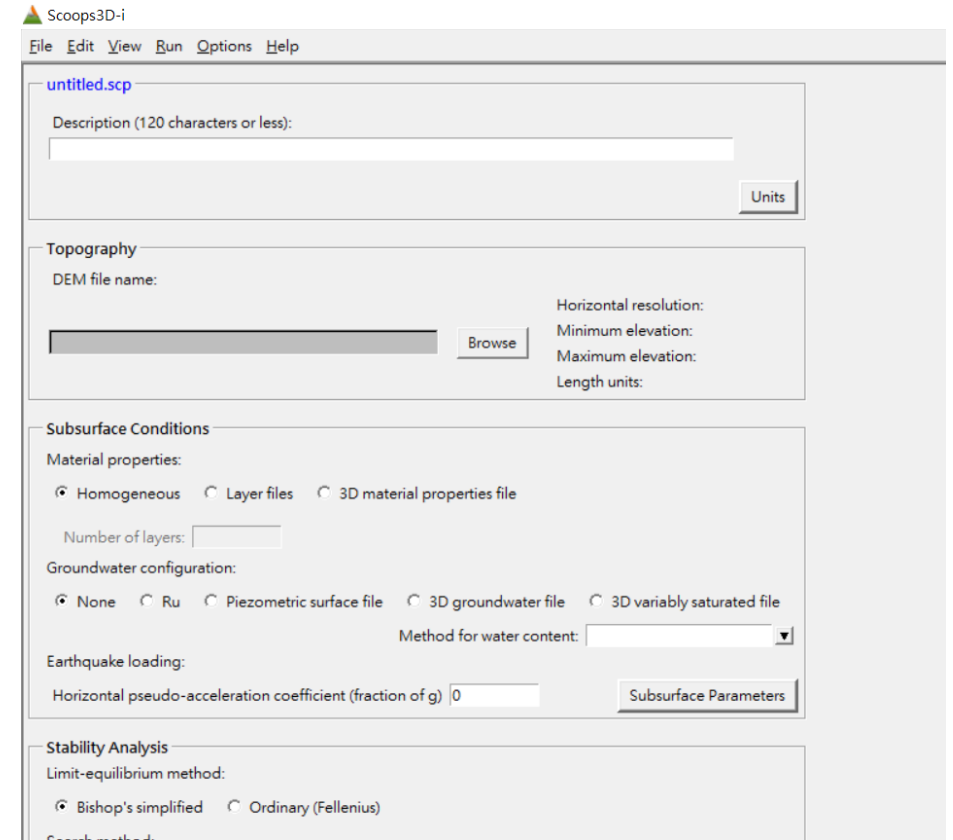
Length

Unit weight

Cohesion

WARNING: Scoops3D requires internally consistent units and will not perform unit conversions

OK Cancel



Scoops3D-i

File Edit View Run Options Help

untitled.scip

Description (120 characters or less):

Units

Topography

DEM file name:
 Browse

Horizontal resolution:
Minimum elevation:
Maximum elevation:
Length units:

Subsurface Conditions

Material properties:
☒ Homogeneous ☐ Layer files ☐ 3D material properties file

Number of layers:

Groundwater configuration:
☒ None ☐ Ru ☐ Piezometric surface file ☐ 3D groundwater file ☐ 3D variably saturated file

Method for water content:

Earthquake loading:
Horizontal pseudo-acceleration coefficient (fraction of g)

Subsurface Parameters

Stability Analysis

Limit-equilibrium method:
☒ Bishop's simplified ☐ Ordinary (Fellenius)

Search method:

Topography

DEM file name:

Browse

Horizontal resolution:

Minimum elevation:

Maximum elevation:

Length units:

由數值地形轉檔成ASCII格式匯入

Subsurface Conditions

Material properties:

☒ Homogeneous ☐ Layer files ☐ 3D material properties file

Number of layers:

Groundwater configuration:

☒ None ☐ Ru ☐ Piezometric surface file ☐ 3D groundwater file ☐ 3D variably saturated file

Method for water content: ▼

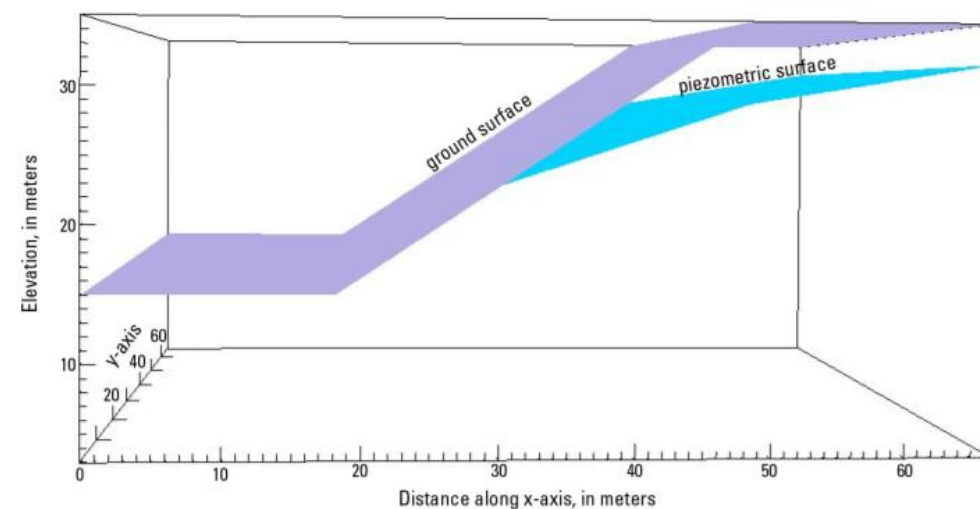
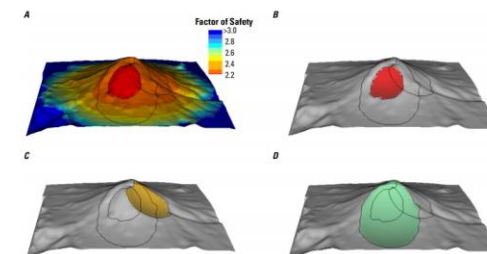
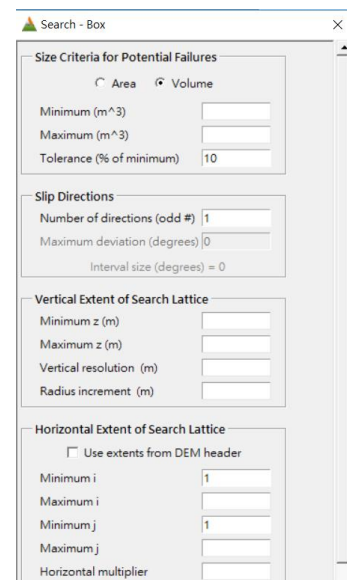
Earthquake loading:

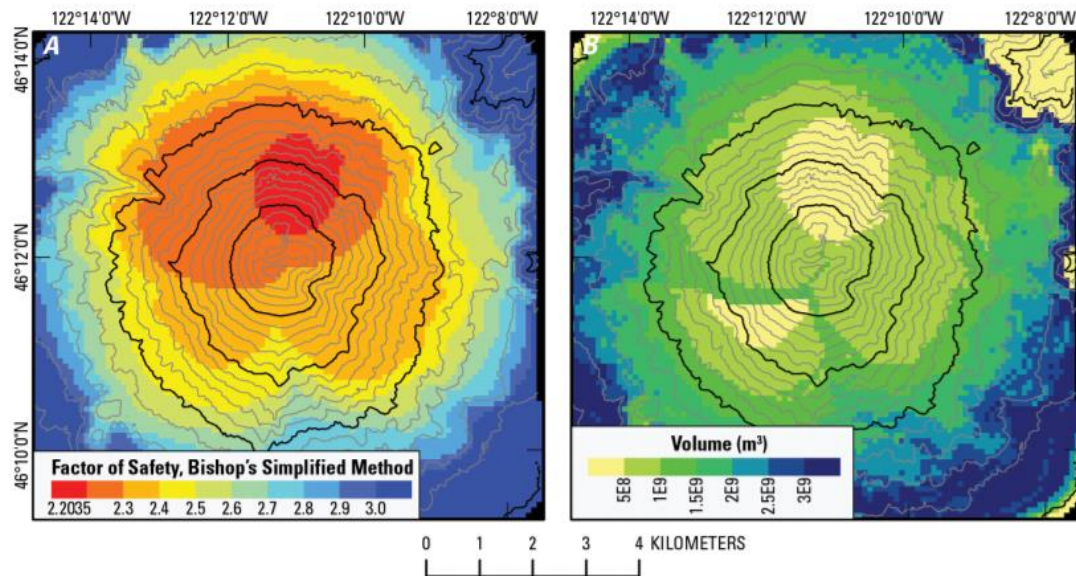
Horizontal pseudo-acceleration coefficient (fraction of g)

Subsurface Parameters

搜尋計算範圍設定界面

- 可設定面積/體積區間量體估算
- 垂直搜尋解析範圍設定
- 水平搜尋解析範圍設定





```

C:\Users\SCOOPUser\Scoops3D\examples\StHelens\Scoops3D_1.0win.exe
Executing Scoops3D
Input file name?
R_sthel.scp
Reading input file: R_sthel.scp

Opening DEM file: input\sthel_res100mDEM.asc

R_sthel.scp - Starting search using Scoops3D
R_sthel.scp - Search node: 25, 9; coarse search , 10 % completed,
176 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 41, 17; coarse search , 20 % completed,
1089 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 65, 25; coarse search , 30 % completed,
2493 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 81, 33; coarse search , 40 % completed,
3830 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 1, 49; coarse search , 50 % completed,
5157 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 25, 57; coarse search , 60 % completed,
6589 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 41, 65; coarse search , 70 % completed,
7992 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 65, 73; coarse search , 80 % completed,
9450 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 81, 81; coarse search , 90 % completed,
10490 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - coarse search , 100.000 % complete, 10688 trial surfaces
R_sthel.scp - Search node: 41, 9; fine search # 1 , 10 % completed,
11897 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 73, 13; fine search # 1 , 20 % completed,
14970 trial surfaces analyzed
R_sthel.scp - Search node: 85, 21; fine search # 1 , 30 % completed,
18211 trial surfaces analyzed
  
```

程式特性與限制

特性：

1. 相較於以往二維邊坡分析軟體，Scoops3D軟體可利用DEM網格分析整體的邊坡穩定性。
2. 可建立多層三維土層與地下水、地震情境分析。
3. 可自由設定面積或體積計算。
4. 不需設定限制破壞點或面，滑動方向不受限制。
5. 可自訂網格搜尋範圍與精度。
6. 邊坡分析後安全係數可視化瞭解整個邊坡穩定性。

限制：

1. 以切片法為理論基礎，無法計算平面型滑動破壞、張力裂縫、外部載重、非線性應力等。
2. 整體受到體積、面積範圍設定之限制，故進行整體區域分析時體積、面積範圍合理設定需大量參數支持輔助。
3. 軟體對於參數條件相當敏感，若想做到更加精確之分析，最好取得實測之地文水文資料，否則模擬結果僅代表假設狀況。
4. 軟體無法設定破壞面位於岩層與土層交界面。
5. 若研究區域常時水位較高，降雨僅造成表層部分飽和土壤之飽合度小幅度增加最多至飽和，故難以顯示降雨入滲引致地下水抬升對邊坡穩定之影響。

Search - Box

Size Criteria for Potential Failures

☐ Area ☒ Volume

Minimum (m³) 1e4

Maximum (m³) 1e5

Tolerance (% of minimum) 10.0

Slip Directions

Number of directions (odd #) 1

Maximum deviation (degrees) 0

Interval size (degrees) = 0

Vertical Extent of Search Lattice

Minimum z (m) 35

Maximum z (m) 70

Vertical resolution (m) 0.5

Radius increment (m) .5

DEM minimum z = 15.0 m DEM maximum z = 35.0 m DEM horizontal resolution

Horizontal Extent of Search Lattice

☐ Use extents from DEM header

Minimum i 30

Maximum i 100

Minimum j 67

Maximum j 67

OK Cancel

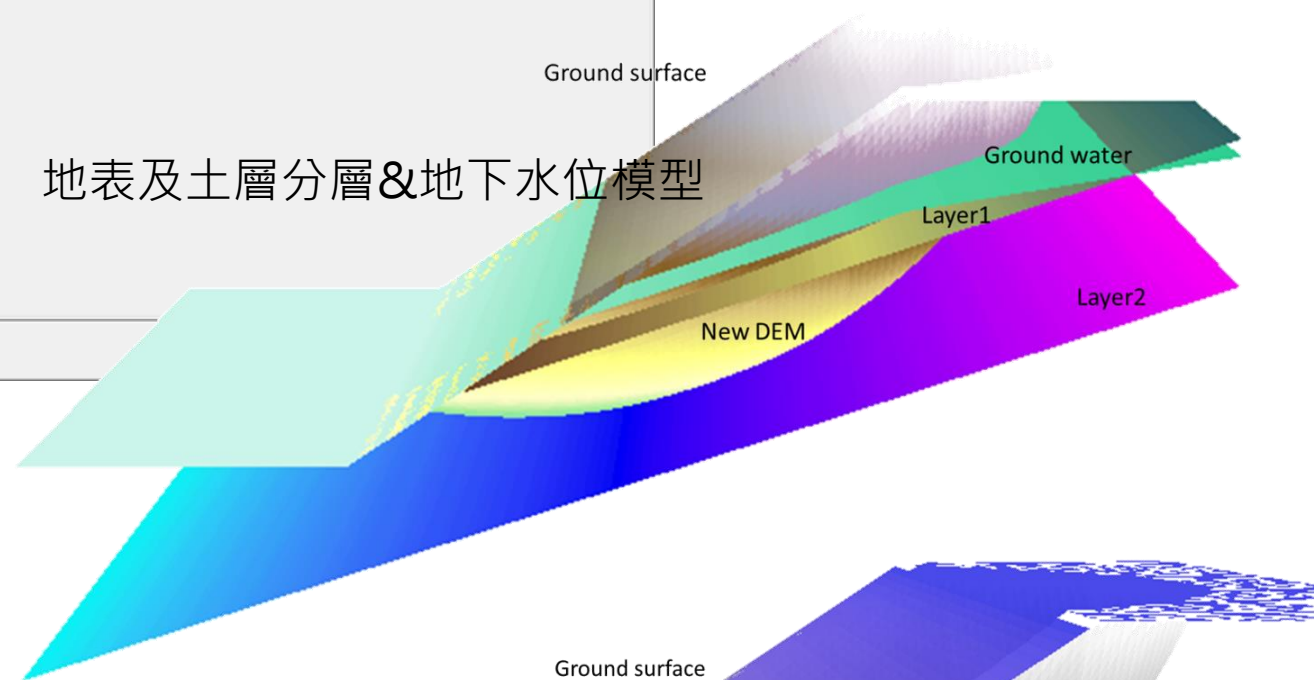
Subsurface Parameters

Material Properties

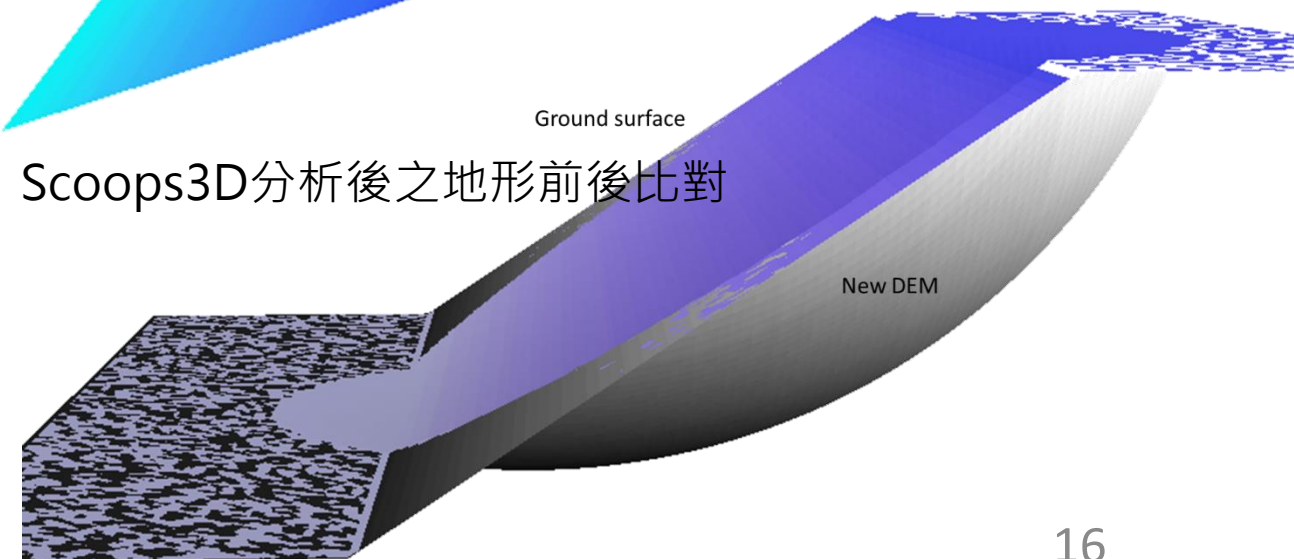
Layer #	Cohesion (kPa)	Angle of internal friction	Unit weight (kN/m ³)
1	41.65	15	18.82

OK

地表及土層分層&地下水位模型



Scoops3D分析後之地形前後比對



Input File Checked



No errors found in
E:\Scoops3D\tm14-a1_Scoops3Dexamples_1.0\AraiTagyo\A_emb20.scp!
Ready to run Scoops3D

確定



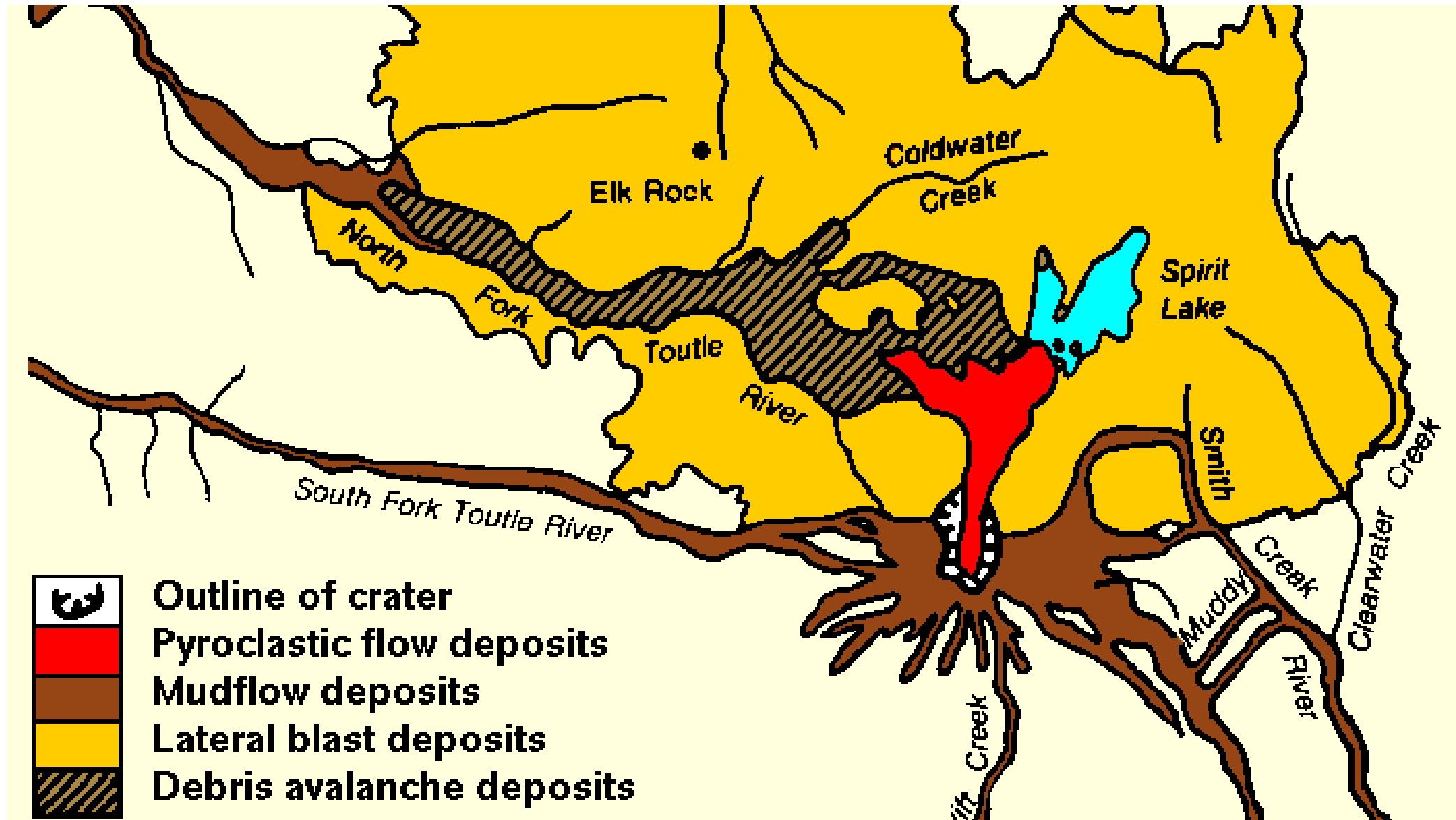
聖海倫火山

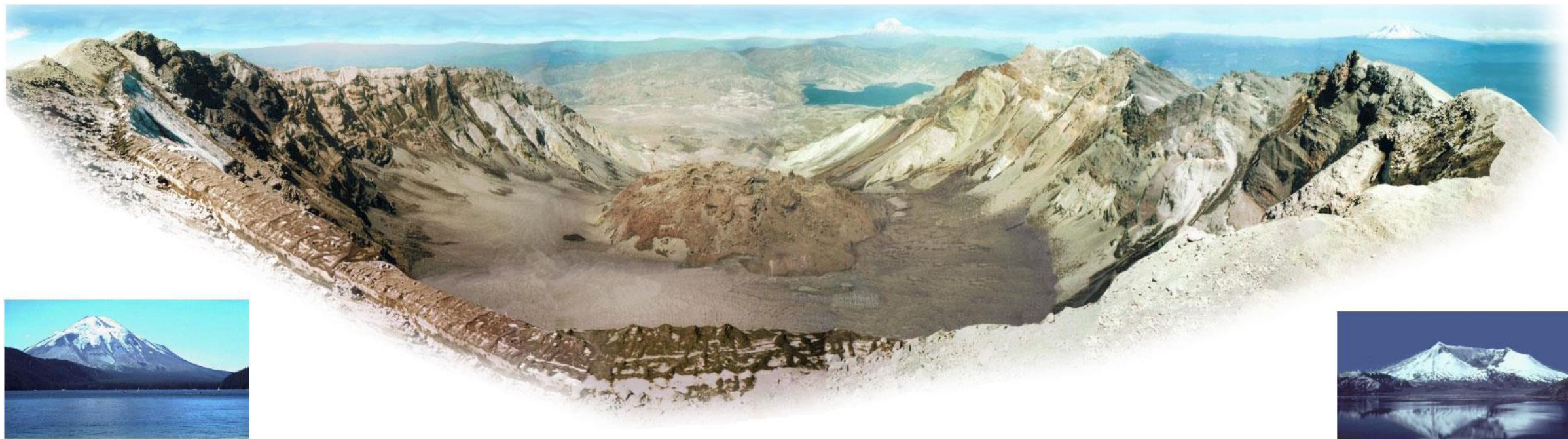
1980年爆發之前



火山爆發時

- 1980年5月18日，華盛頓州聖海倫火山（Mount St. Helens）爆發，是美國歷史上死傷人數最多、經濟損失最大的一次火山爆發。
- 聖海倫斯火山爆發引發的大規模山崩，使山的海拔高度從爆發前2950米下降到了2550米，並形成了1.5公里寬、125米深的馬蹄形火山口。
- 2004年，聖海倫斯火山再次噴發，並形成一個新的熔岩穹丘，但在2008年7月後陷入沉寂。
- 目前被認為是一座高危火山，美國地質調查局也開始對這座火山開始密切關注，以觀察其最近是否有岩漿動盪的跡象。





Source: English Wikipedia, original upload 14 September 2004 by [Fir0002](#)

照片上可以看出聖海倫火山爆發前後的不同，爆發前的山頭（左）由冰雪覆蓋，爆發後火山北側（右）出現了一個巨大的火山口，中間的大圖可以看到爆發後的火山口內形成了新的圓頂，遠處還可以看到斯皮里特湖。

美國華盛頓聖海倫火山郵政編碼: 98616



聖海倫火山
Mount Saint Helens
美國
華盛頓
郵政編碼: 98616
4.5 ★★★★★ · 531 篇評論
山峰



規劃路線



儲存



附近



傳送到你的手機



分享



美國華盛頓郵政編碼: 98616



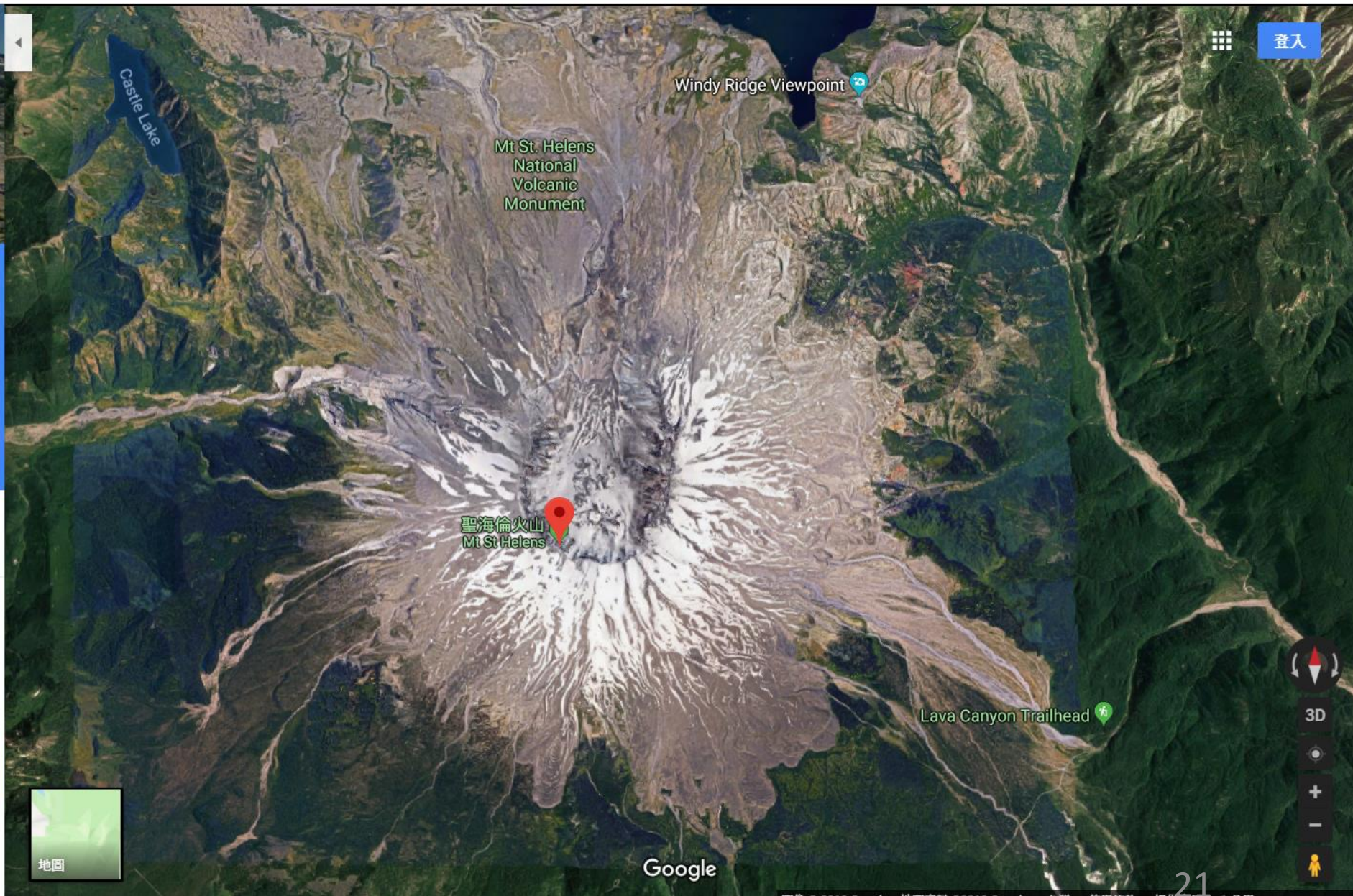
Washington 98616



84RV5RR3+HQ



相片



地圖

Google

Summit dome

Goat Rocks dome

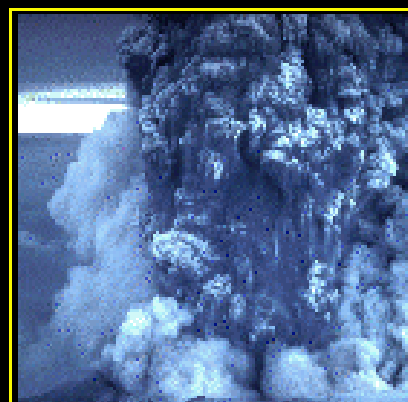
Cryptodome

曲率是多少?
(程式設為50m)

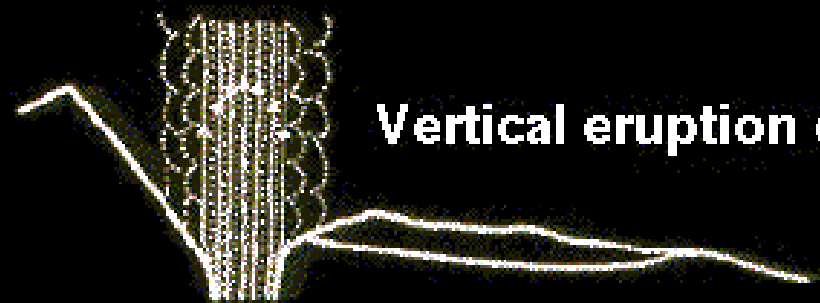
Landslide blocks

At 8:32 a.m., May 18, 1980, a 5.1 earthquake shook loose the north flank of Mount St. Helens, resulting in the largest known landslide in historic time. Removal of more than half a cubic mile of material released pressure and triggered a devastating lateral blast and ash-laden eruptive column.

within 10 minutes the
eruption column reached
an altitude of 12 miles



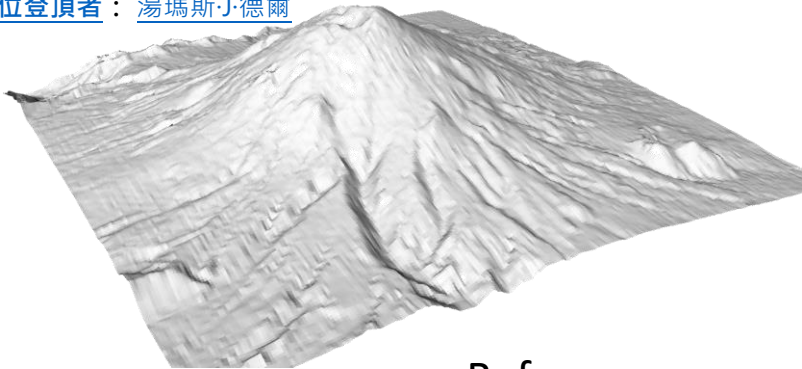
Initial explosions



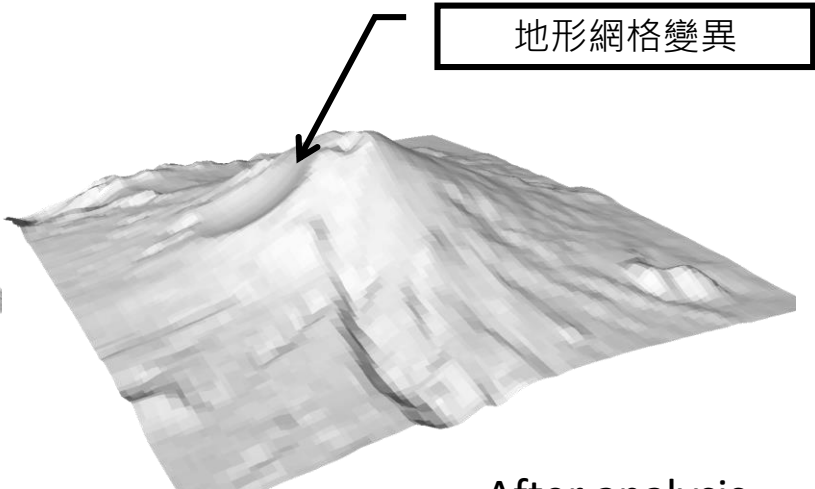
Vertical eruption column

火山爆發事件順序的計算機模擬圖像
Lyn Topinka - [USGS Cascades Volcano Observatory](https://www.usgs.gov/cascades-volcano-observatory)
Mount St. Helens sequence of events on May 18, 1980

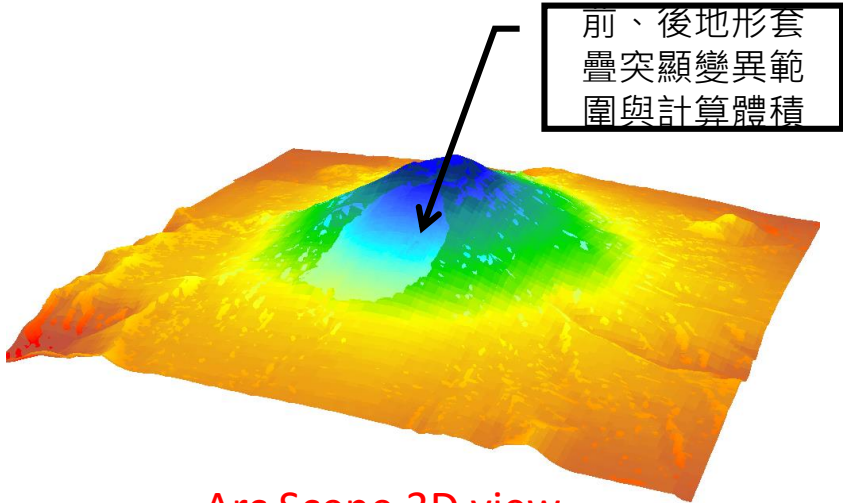
範例地點：華盛頓·聖海倫火山(Mount st.Helens)
最近噴發時間：2008 年 7 月 10 日
海拔高度：2,550 公尺
首次登頂時間：1853 年
地形突起高度：1,404 公尺
所屬山脈：喀斯開山脈
首位登頂者：湯瑪斯·J·德爾



Before



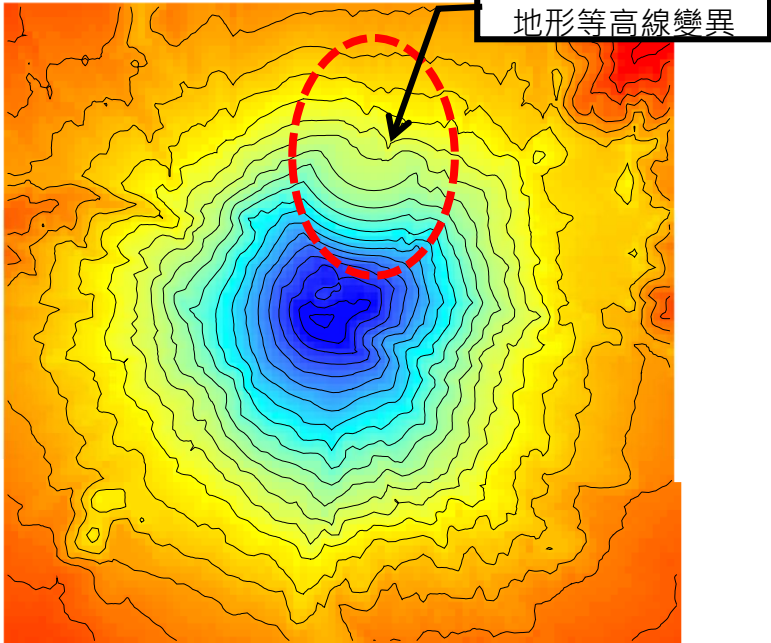
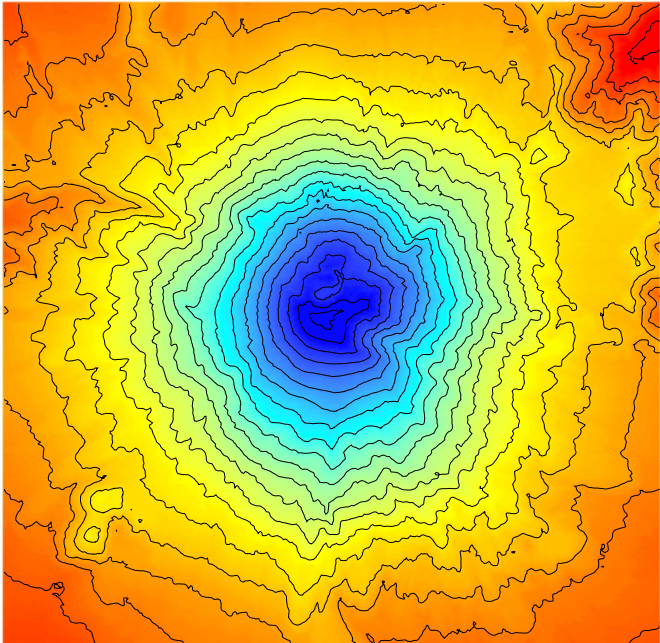
After analysis



Arc Scene 3D view

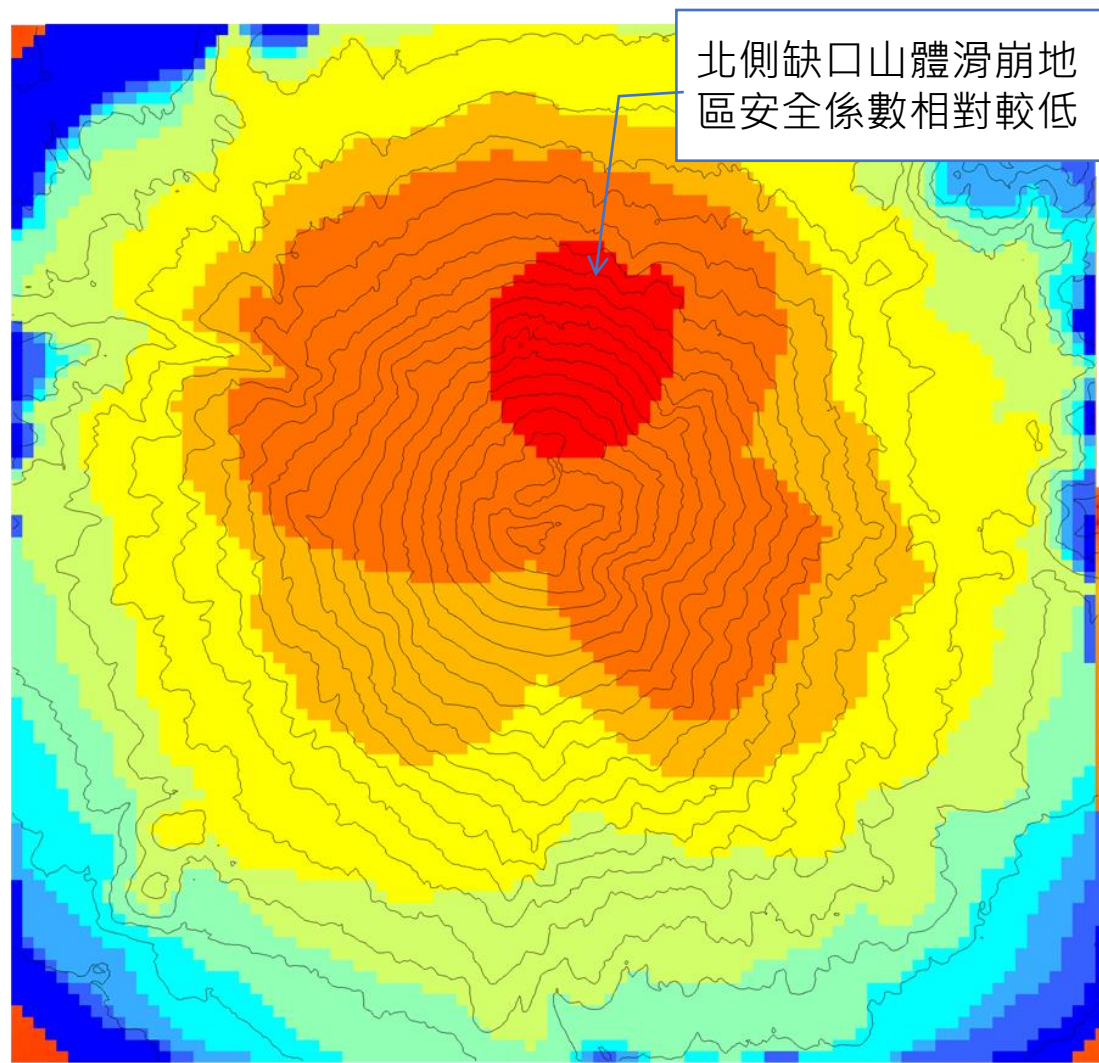


北側山體滑坡處

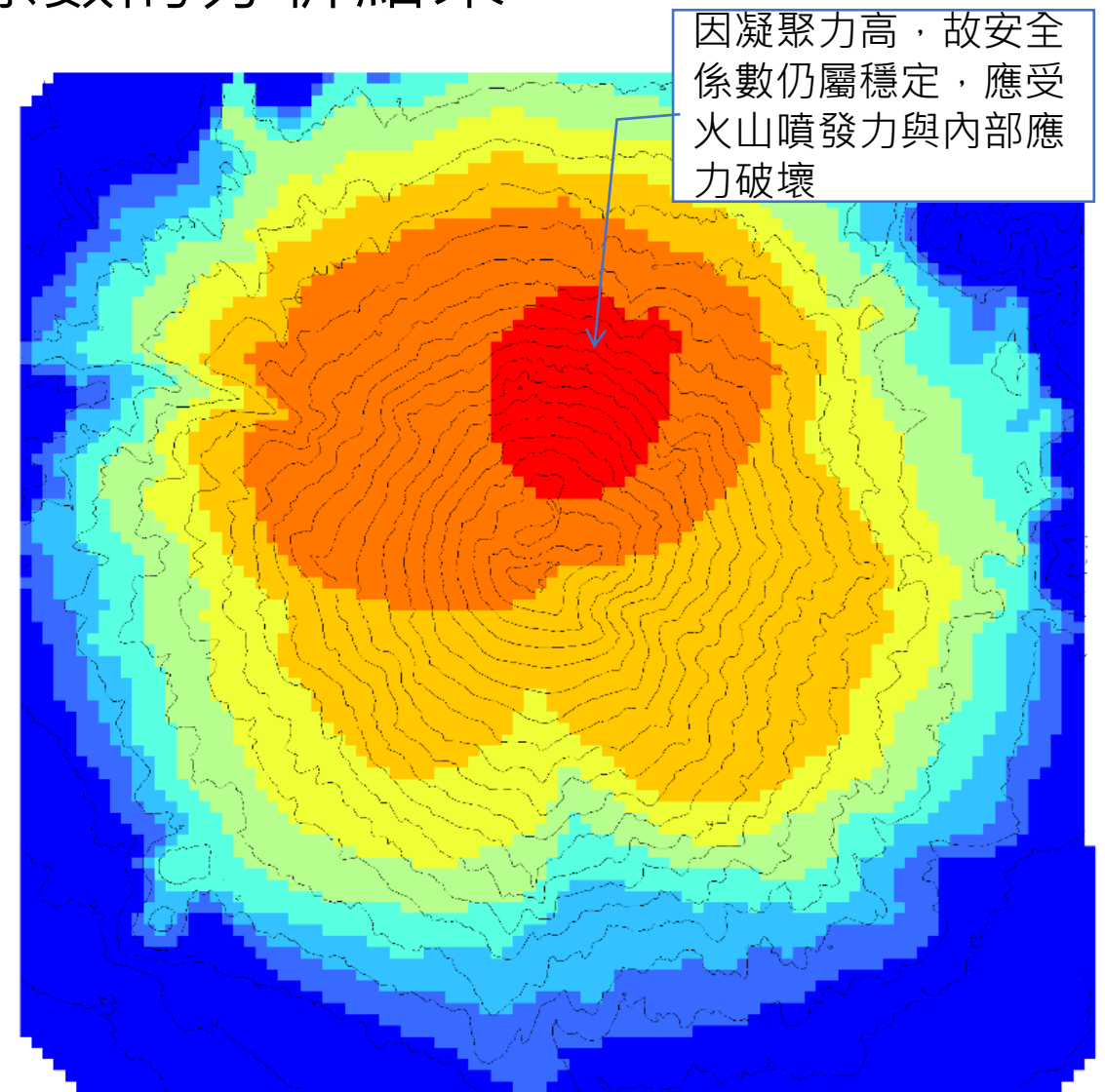
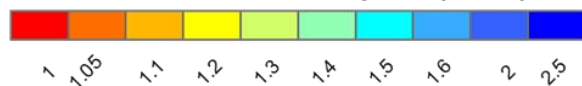


分析後
地形等高線變異

災害發生前地形安全係數的分析結果

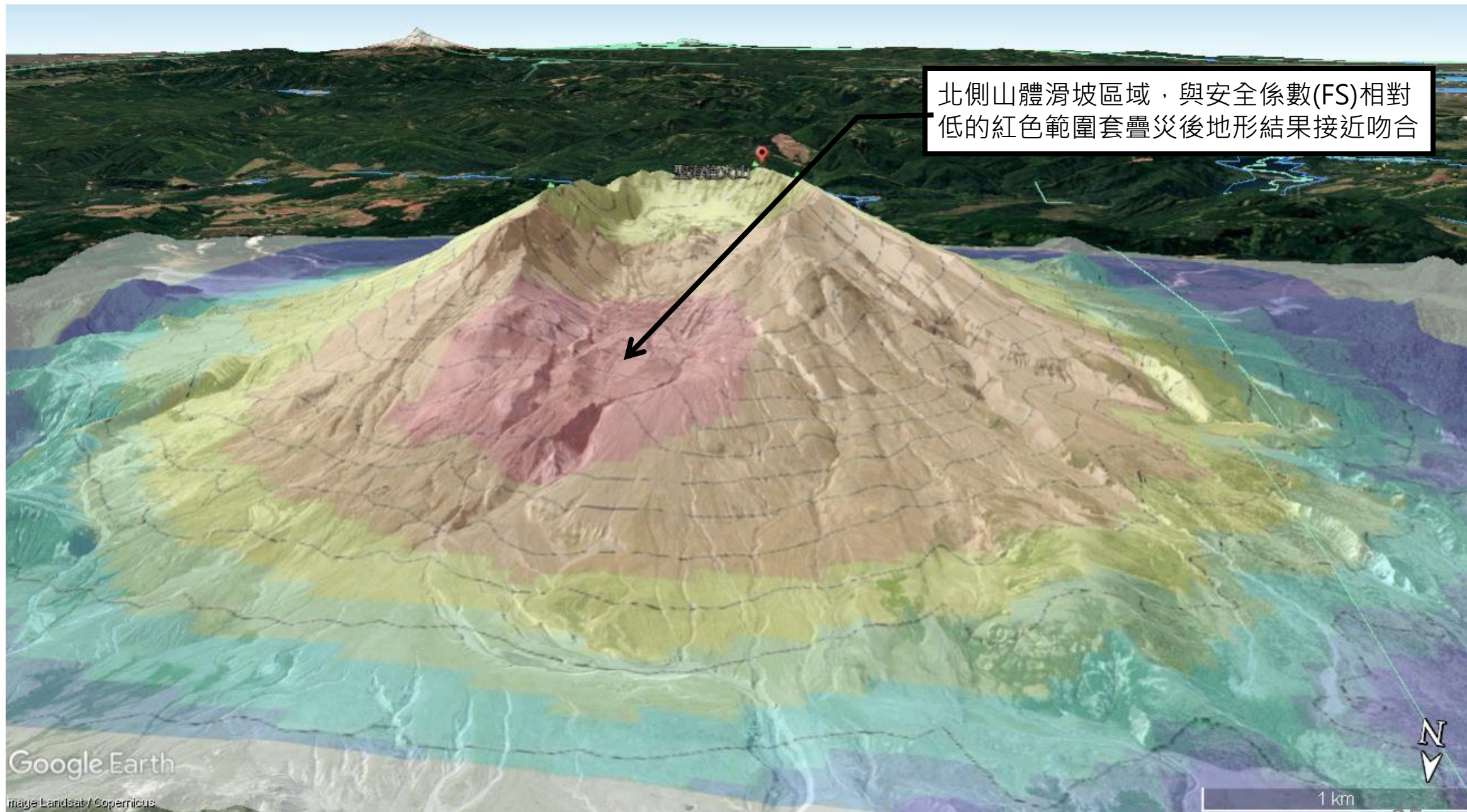


Relative Minimum Factor of safety, Bishop's Simplified Method

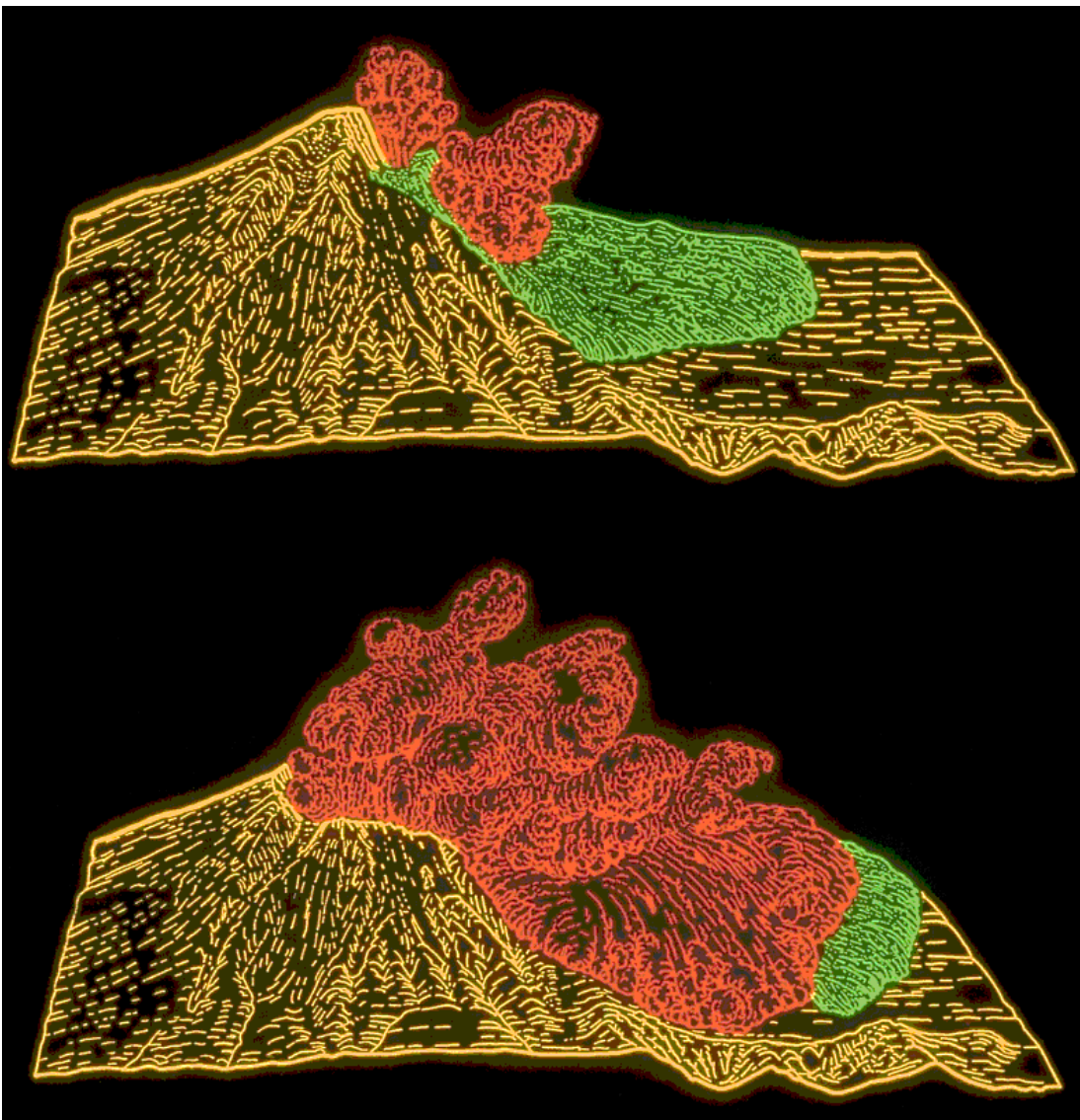


Factor of safety, Bishop's Simplified Method





影像底圖：Google Earth



USGS SCOOPS3D 分析計算成果，2015

軟體分析結果	數量
體積(m ³)	4.15*10 ⁸
斜面積(m ²)	2.75*10 ⁶
平均滑坡深度(m)	150

聖海倫火山爆發訊息彙整表 (維基百科)

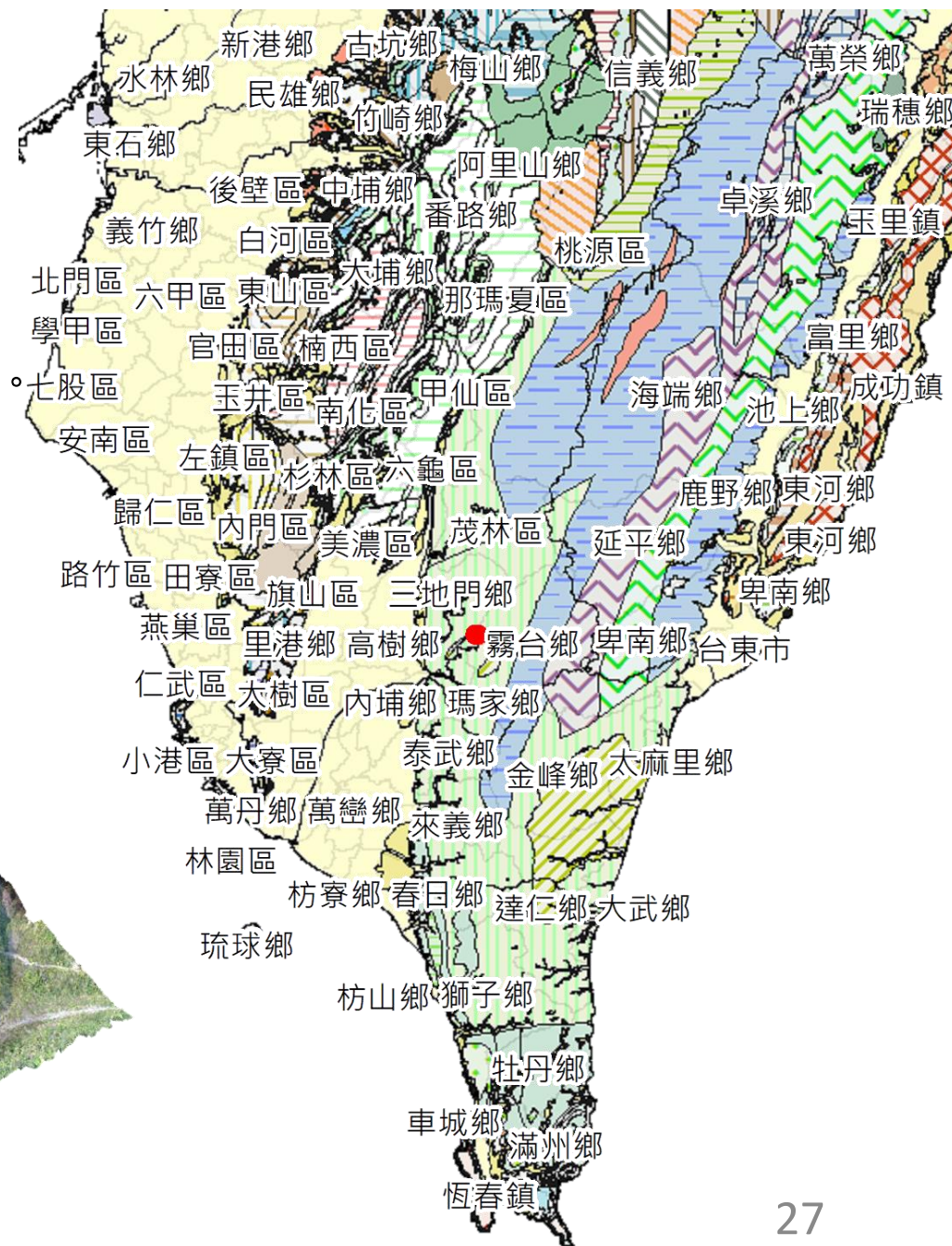
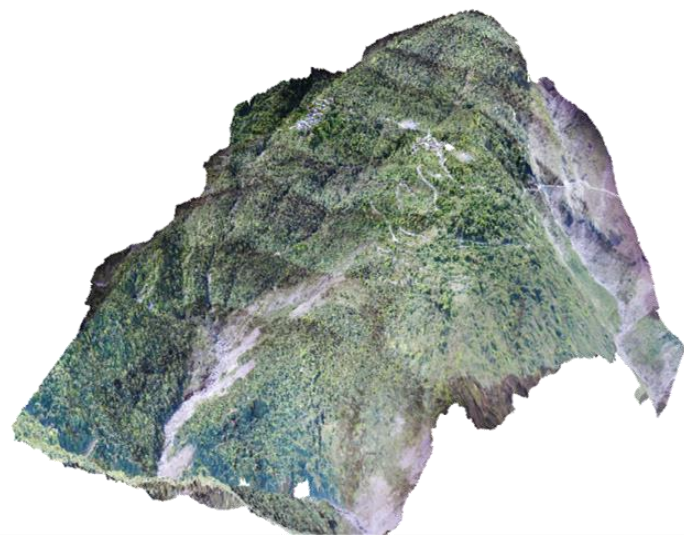
滑坡和 火山泥流	覆蓋面積	60平方公里
	體積	2.8立方公里
	覆蓋深度	北福克圖特爾河被掩埋起來，平均深度46米，最深處183米
	速度	每小時113至241公里

U.S. government - [USGS](#) image (by T.R. Alpha)

計算機圖像顯示5月18日的山崩（綠色）
被首次側向爆發（紅）所超越

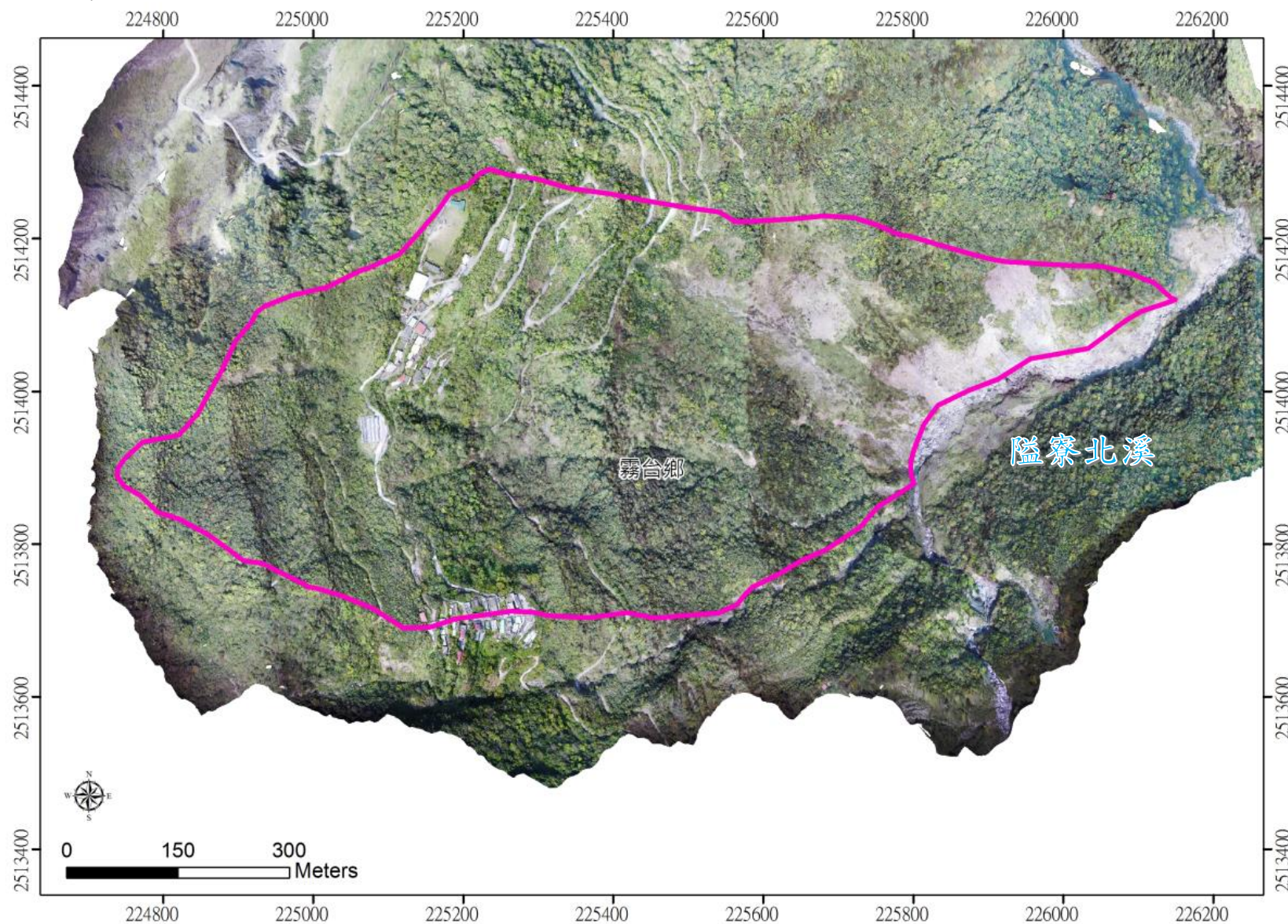
本次案例簡介

- D082：霧臺鄉阿禮部落
- 莫拉克颱風後地表張裂建物損毀。
- 坡腳區崩塌。
- 深層崩塌特徵。
- D038：霧臺鄉佳暮部落
- 莫拉克颱風後坡面崩塌裸露。
- 山坡崩塌影響部落道路。
- 已見順向坡面露頭
- 淺層崩塌



阿禮部落

霧臺鄉D082大規模崩塌潛勢區



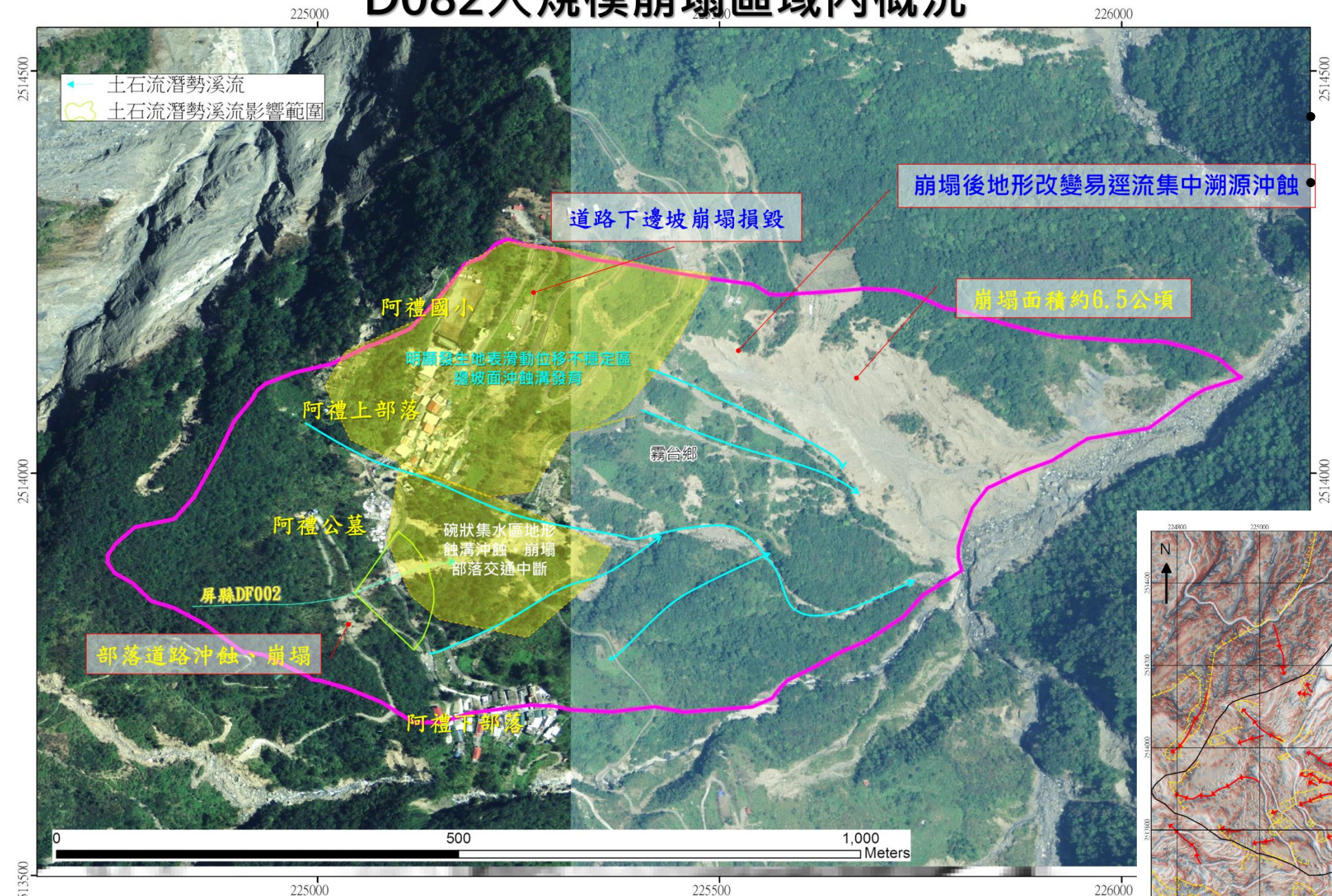
- 位於屏東縣霧台鄉阿禮聚落，範圍涵蓋阿禮聚落及對外道路。

潛勢區面積**50公頃**，平均坡度33度。

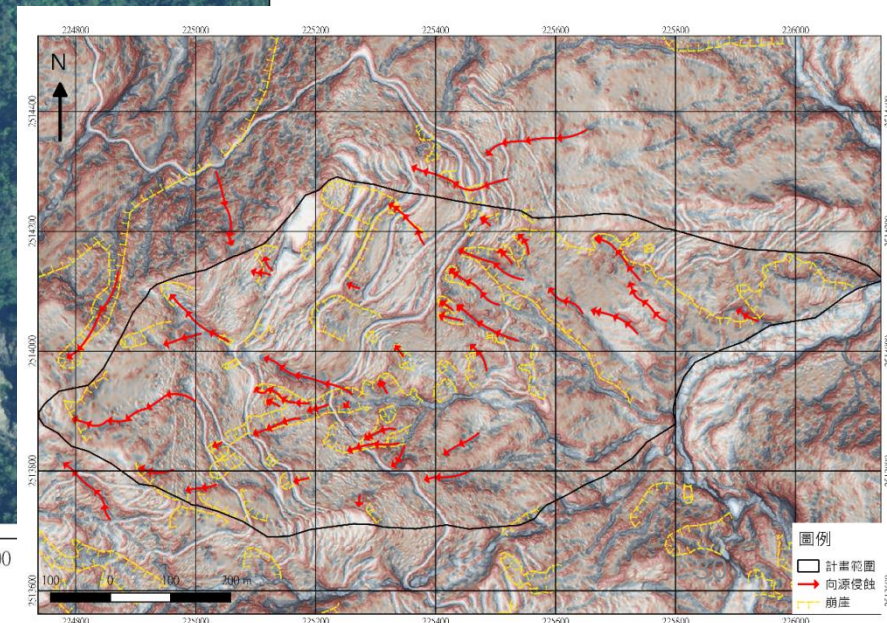
主要地質為潮州層，岩性以崩積土、破碎板岩為主。

保全對象：阿禮上部落(已搬遷)、阿禮下部落(大部分已搬遷，餘4戶偶回部落，無於此居住)

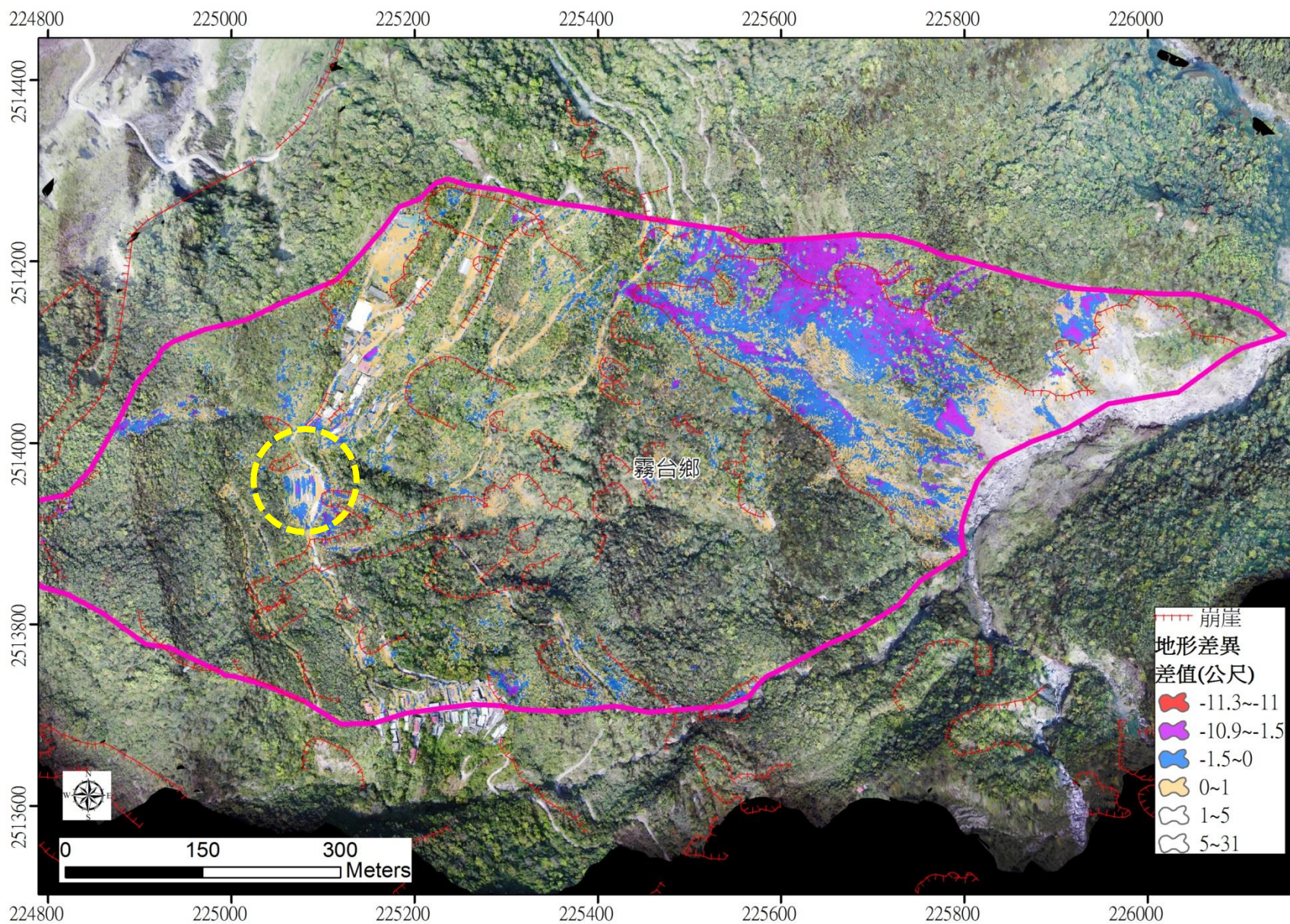
D082大規模崩塌區域內概況



莫拉克颱風後下方崩塌
上、下部落坡面蝕溝以
及地表產生裂隙

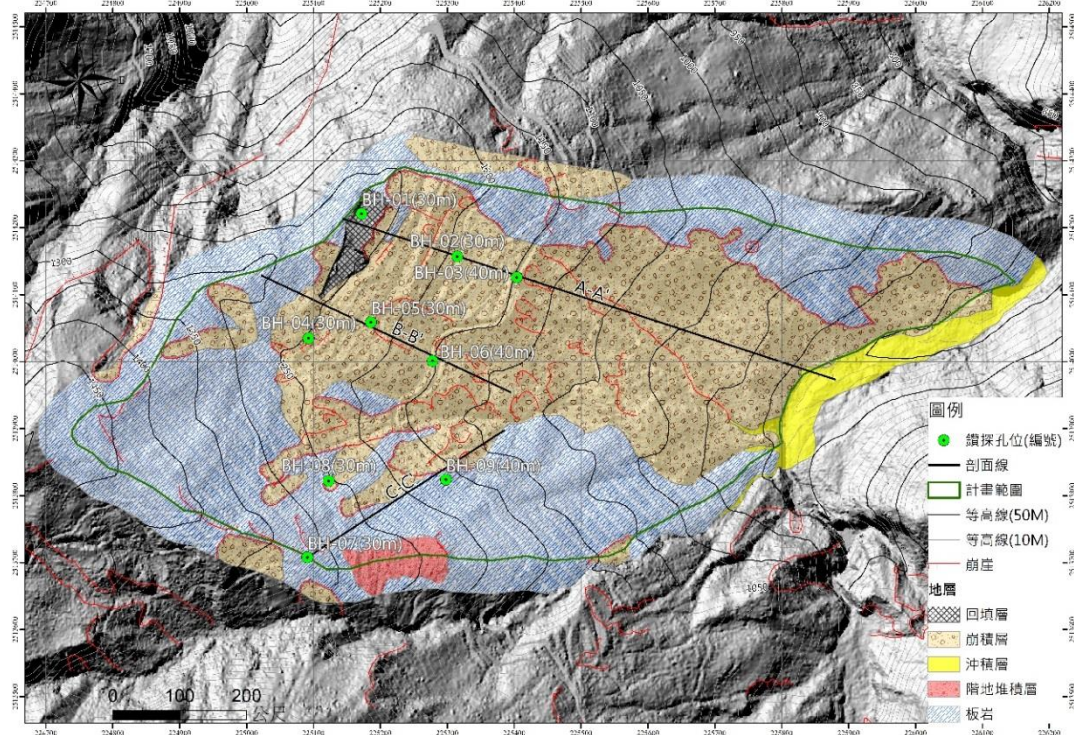


資料來源，本計畫蒐集衛星影像，2009/08/24攝。屏東縣霧臺鄉阿禮部落大規模崩塌。

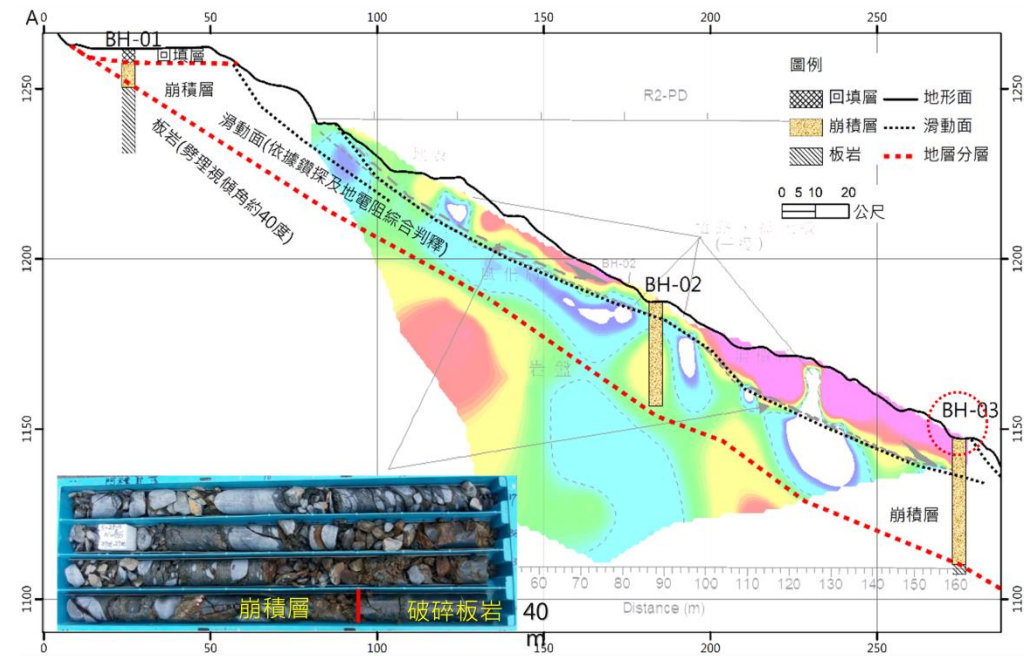


阿禮教會旁地表情形

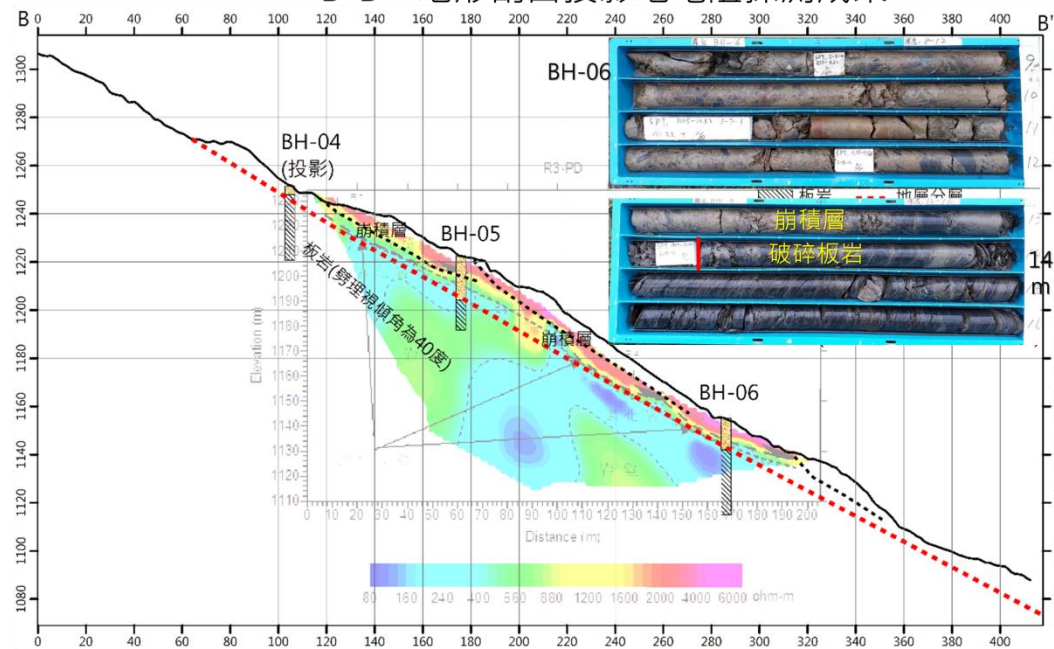




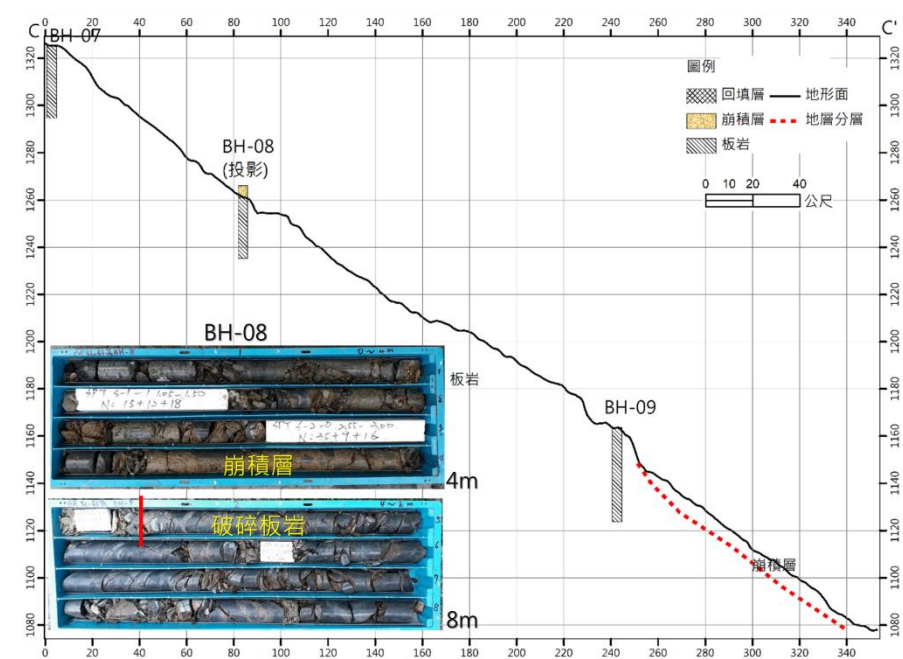
A-A' 地形剖面投影地電阻探測成果



B-B' 地形剖面投影地電阻探測成果



C-C' 地形剖面投影地電阻探測成果



輸入參數設定

The screenshot displays two windows from a software application. The left window, titled '{Select a piezometric surface file}', shows a file explorer with the search location set to 'input'. It lists several files: 'old', 'D082.ASC', 'D082_layer_1.ASC', 'D082piezo10m.ASC', and 'read.txt'. The right window, titled 'Subsurface Parameters', contains two sections: 'Material Properties' and 'Groundwater Configuration'. The 'Material Properties' section includes a text field for 'Prefix for layer files' with a path, a table of material properties for two layers, and a text field for 'Unit weight of water'. The 'Groundwater Configuration' section includes a text field for 'Piezometric surface file'. A blue arrow points from the 'D082piezo10m.ASC' file in the left window to the 'Piezometric surface file' field in the right window.

搜尋位置(I): input

名稱

修改日期

2018/9/3 上午 01:56

2018/5/30 上午 03:36

2018/5/30 上午 03:36

2018/5/30 上午 03:36

2018/5/30 上午 02:36

old

D082.ASC

D082_layer_1.ASC

D082piezo10m.ASC

read.txt

設定輸入地形檔、地層檔、地下水層檔存放路徑
假設地下水於地表面下10公尺!!
等於孔內水位上升20~30公尺的情境

Material Properties

Prefix for layer files:

C:\Users\GeoHarvester\Desktop\SCOOPS3D
管報\SCOOPS3D-20180903T085624Z-001\S
COOPS3D\D082_SCOOPSD\input\D082_lay
er

Browse

Layer #	Cohesion (kPa)	Angle of internal friction	Unit weights (kN/m ³)	
			Partially saturated	Saturated
1	0	26	21.95	22.27
2	72	28	25.77	26.13

Unit weight of water (kN/m³) 9.81

Groundwater Configuration

Piezometric surface file:

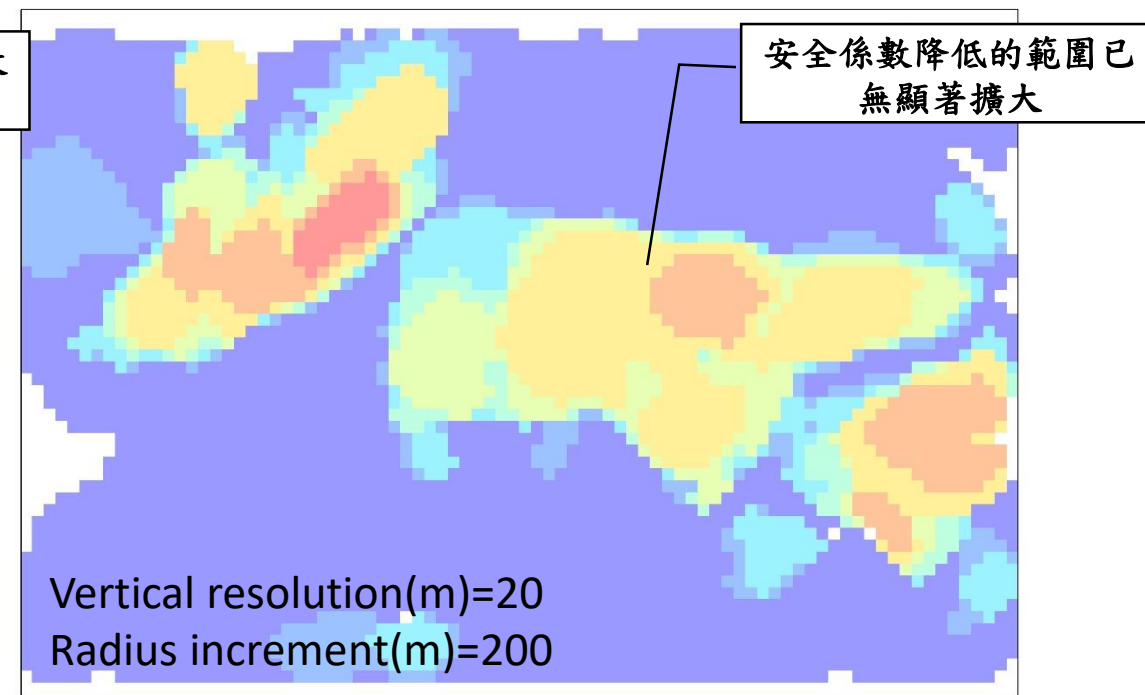
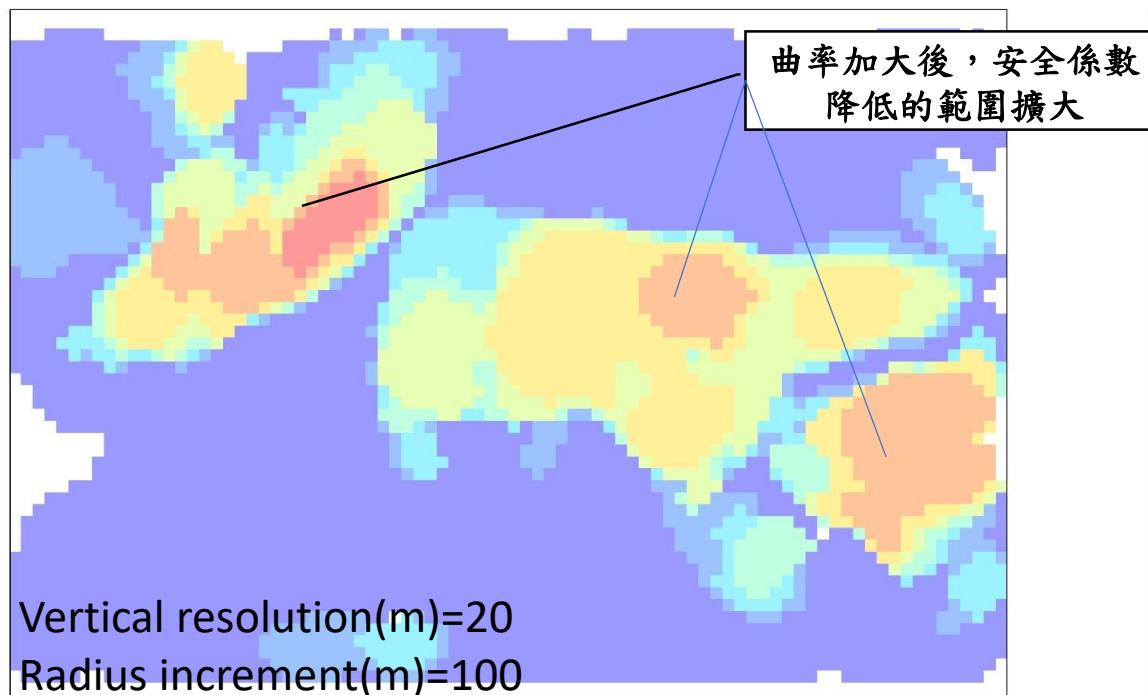
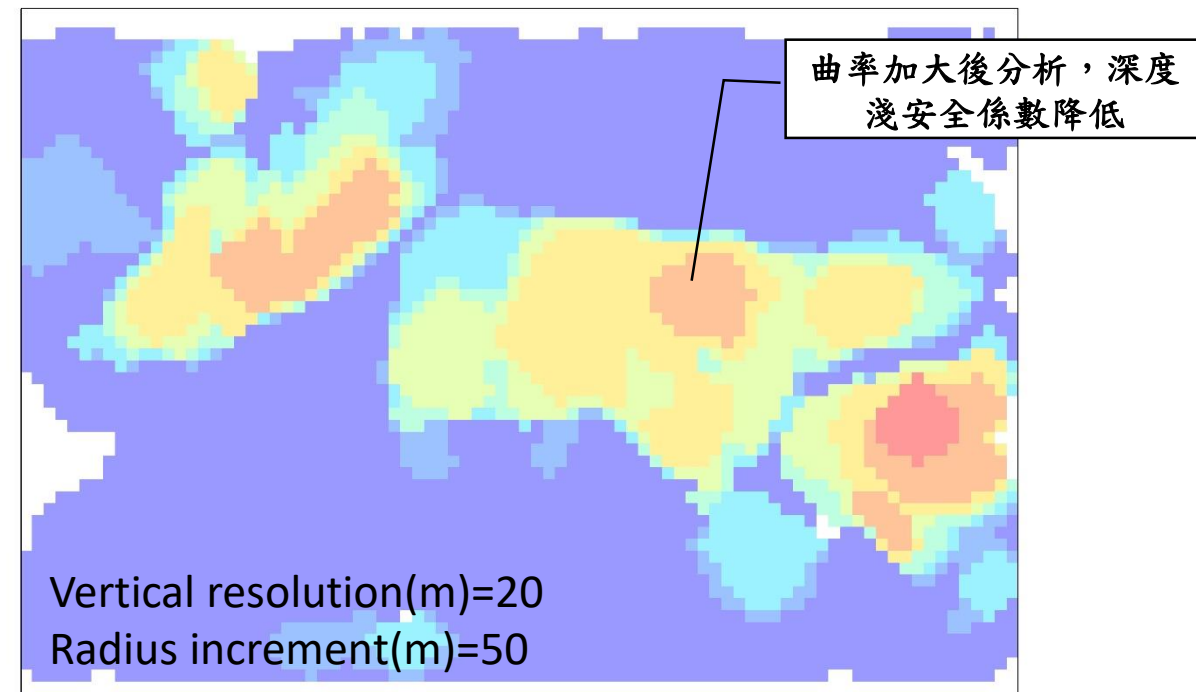
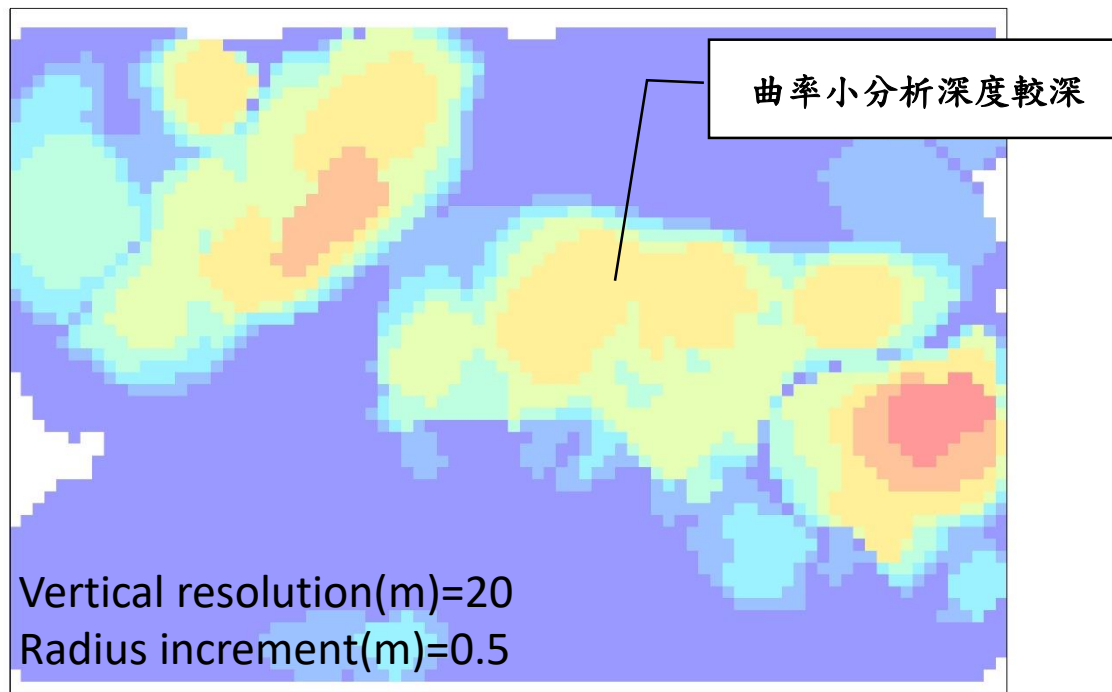
Browse

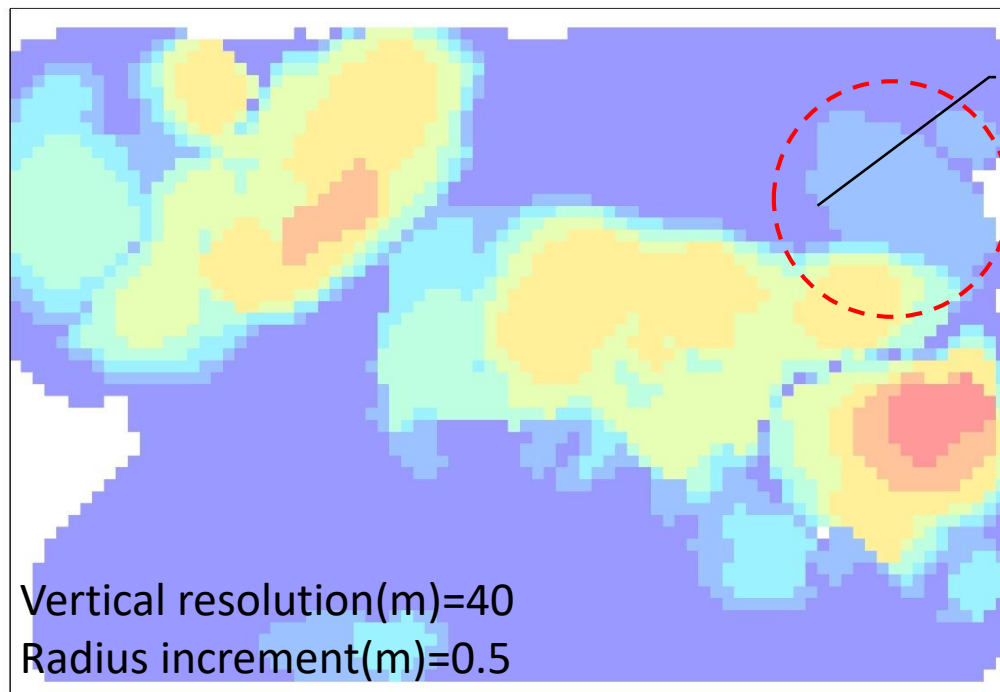
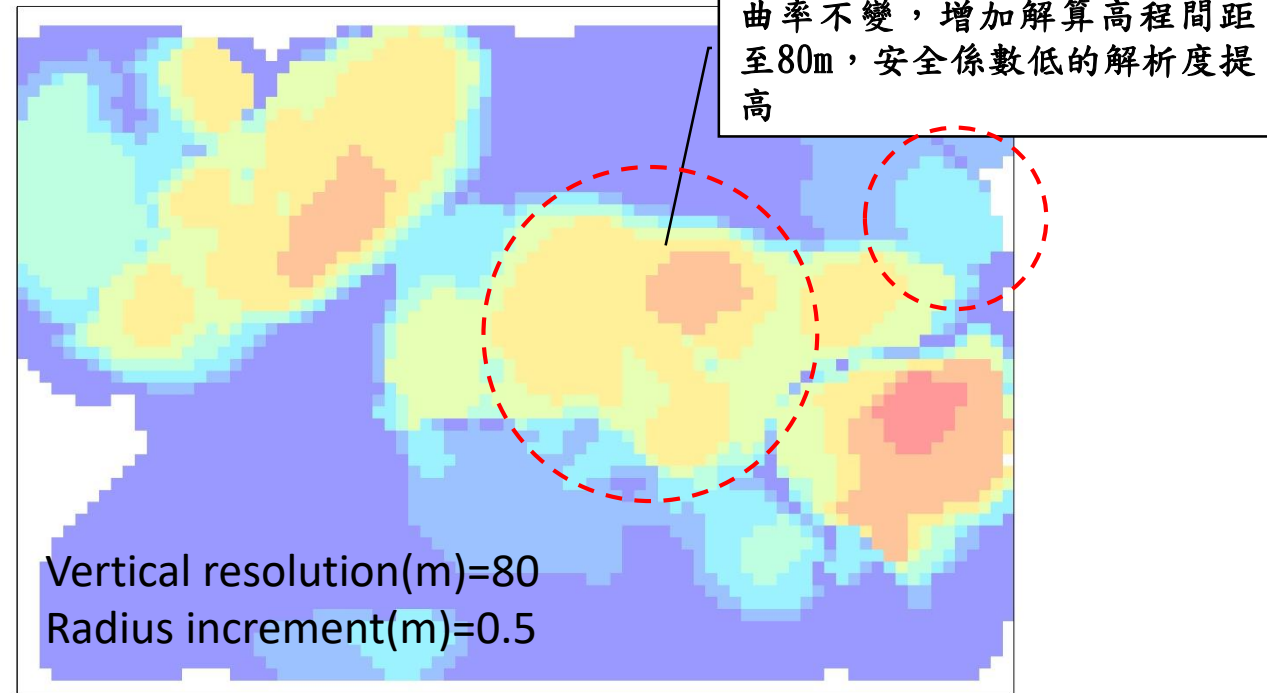
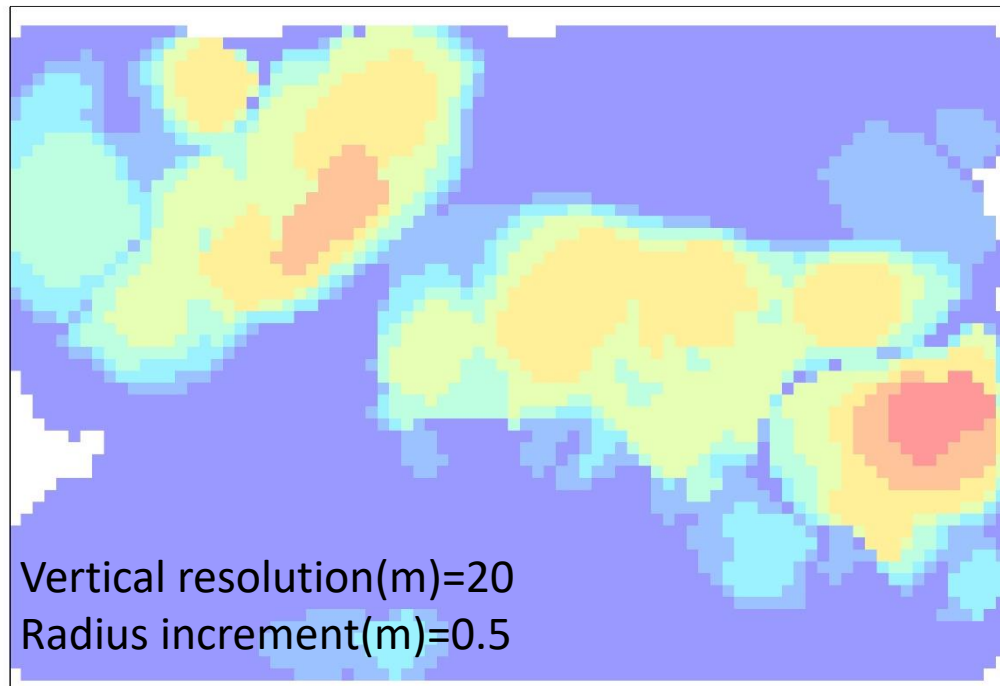
檔案名稱(N):

開啟(O)

OK

Cancel





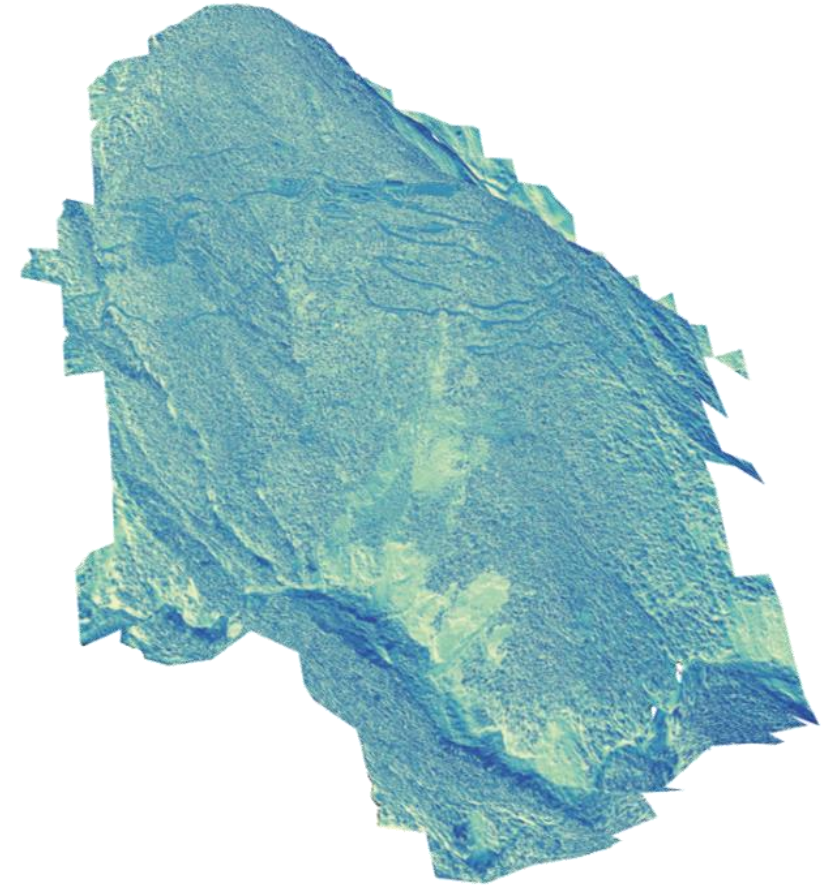
曲率不變，增加解算高程間距至40m，安全係數降低範圍加大
解析度增加對於安全係數的範圍更顯著

小結：

- 火山的案例是災後概略量體回推，縮小了軟體設定分析邊界的體積、深度範圍等問題。
- 設定不同的解析高程間距的差異上，會影響解析度，但間距也不宜過大，程式則會無法運算。
- 不同曲率設定，也會影響模擬深度及範圍，進而連動影響安全係數，曲率越大越近似直線，類平面滑動，也因為滑動深度變淺，所以局部安全係數降低的情況增加。
- 整體上模式分析的範圍分布吻合。

三維分析之邊坡穩定區域分布

- 初期可利用地形資料計算相對較不穩定的地形區位分布。
- 比對歷史曾發生過崩塌的地方與分析結果區位極為相近(紅色區域)
- 適合大規模崩塌立體展示與初步分析



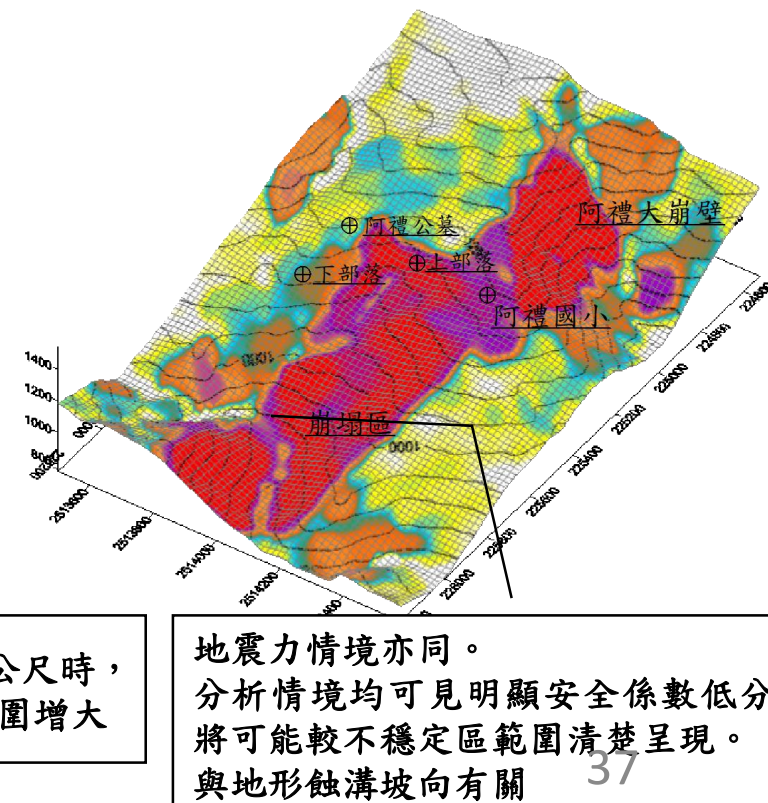
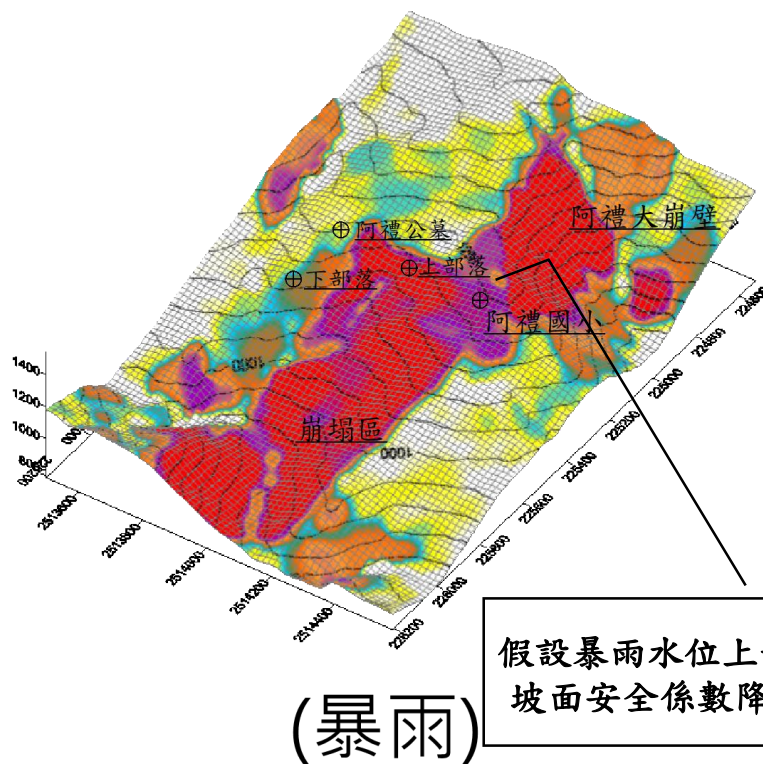
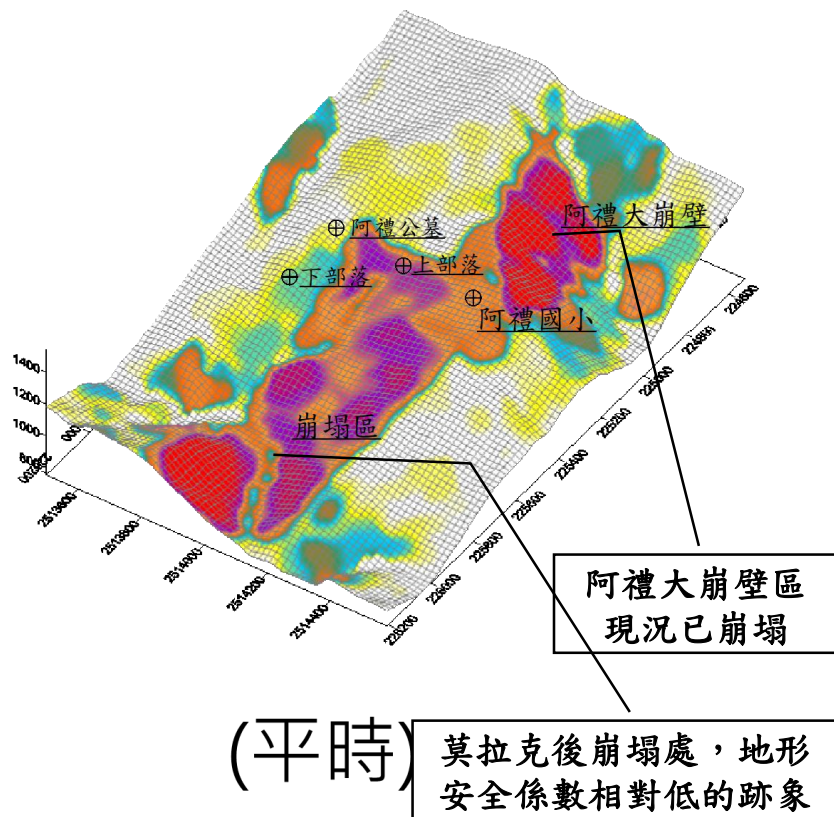
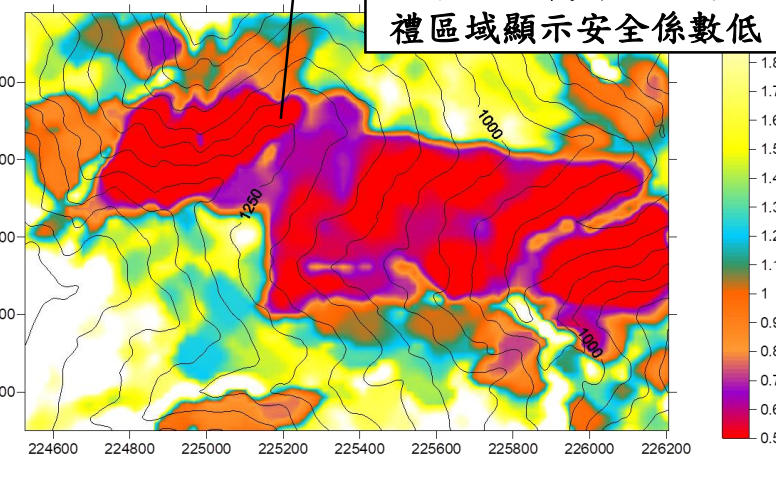
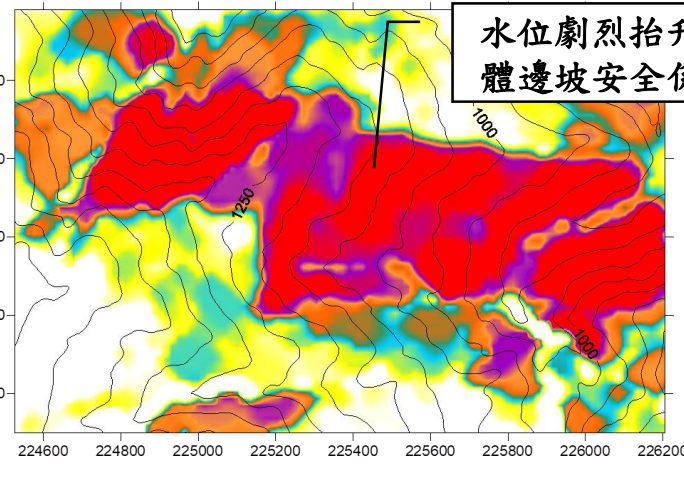
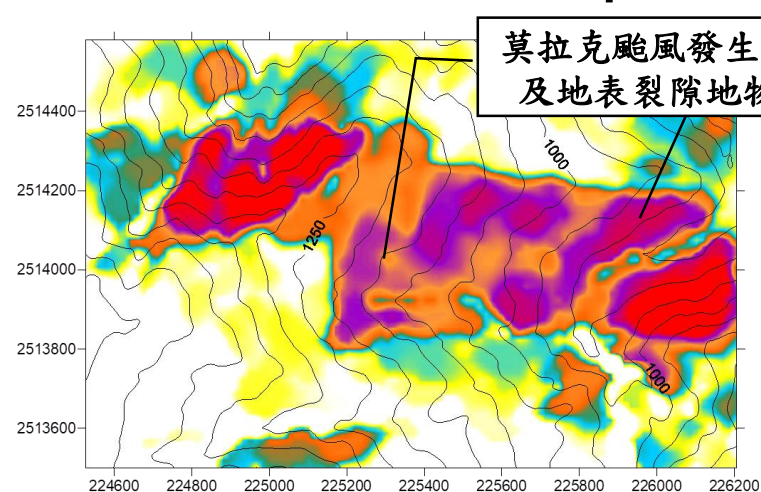
套繪ARC SCENE示意圖

Scoops3D分析-3D成果展示 ($10^4 \sim 10^5 \text{ m}^3$ 不穩定區域分布成果)

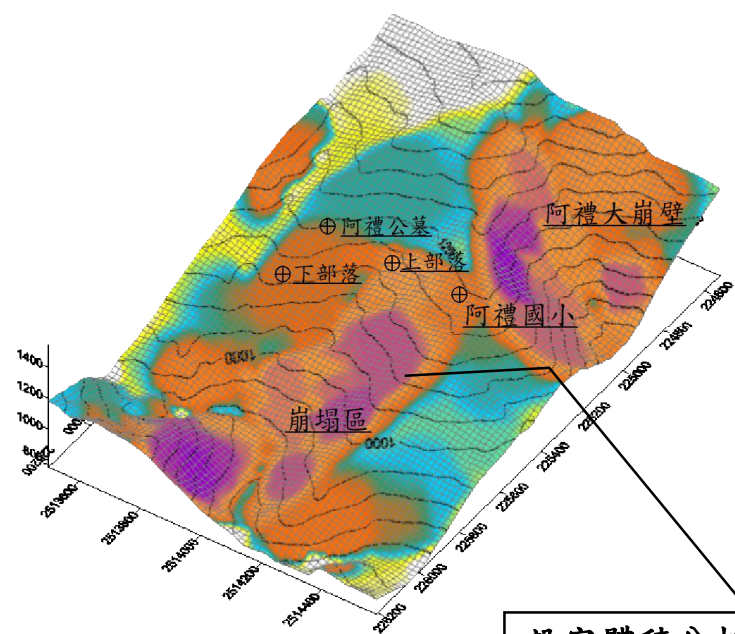
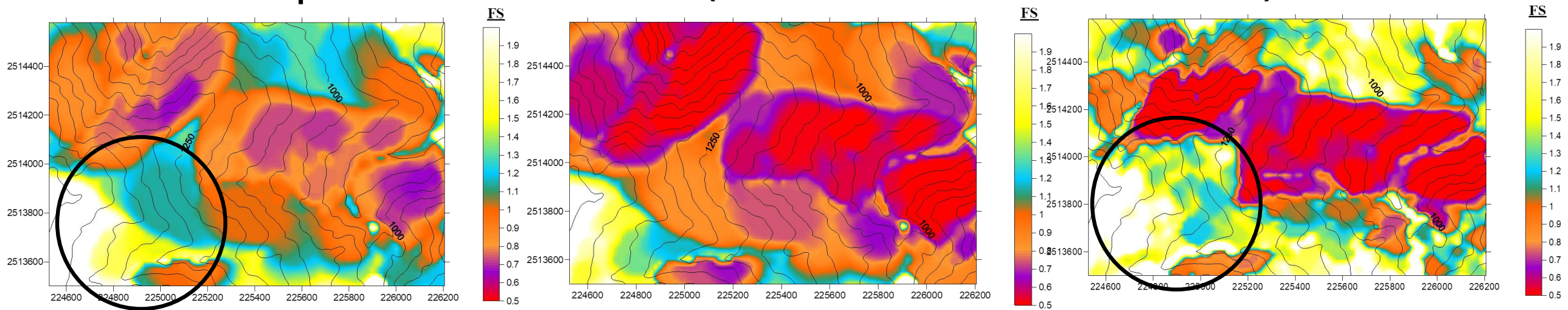
地震力加載時，也對阿禮區域顯示安全係數低

莫拉克颱風發生崩塌以及地表裂隙地物損壞

水位劇烈抬升時，整體邊坡安全係數偏低

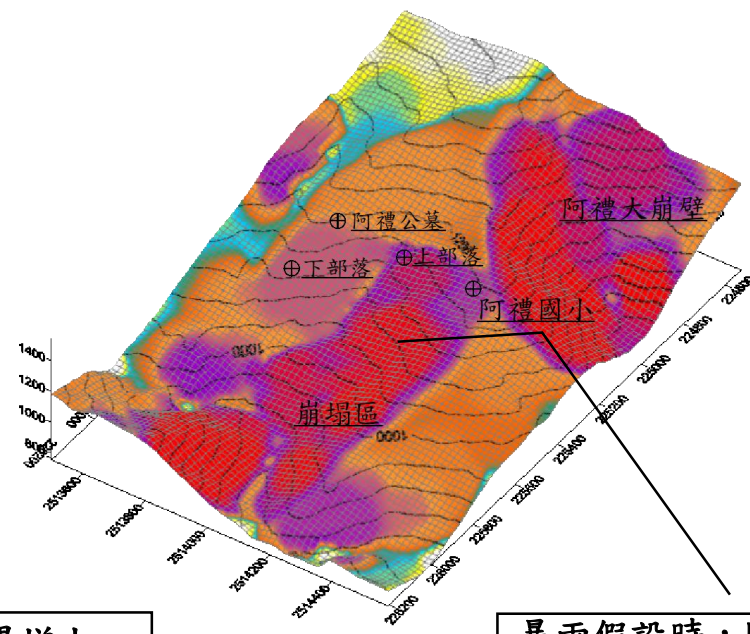


Scoops3D分析 - 3D成果展示($10^5 \sim 10^6 \text{ m}^3$ 不穩定區域分布成果)



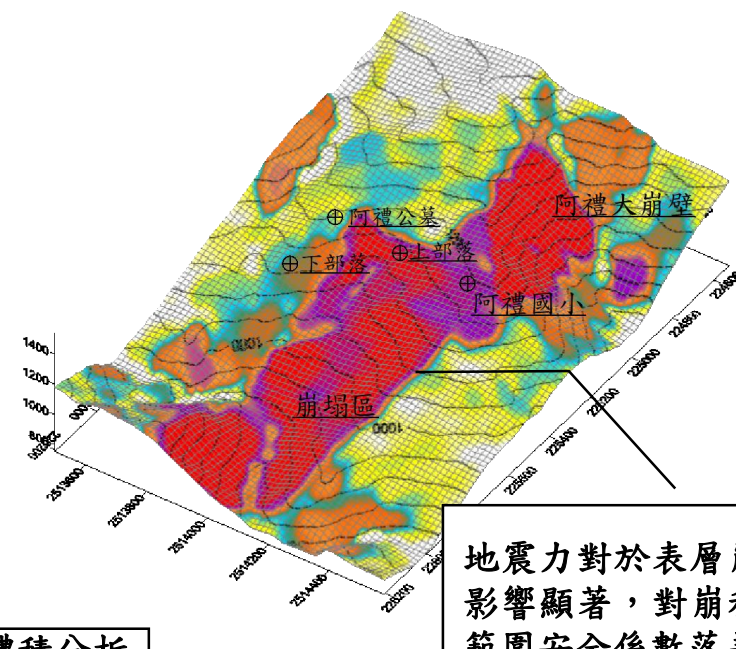
(平時)

設定體積分析邊界增大，
計算滑動範圍隨深度而略
有增加，安全係數較低的
區域則略減少



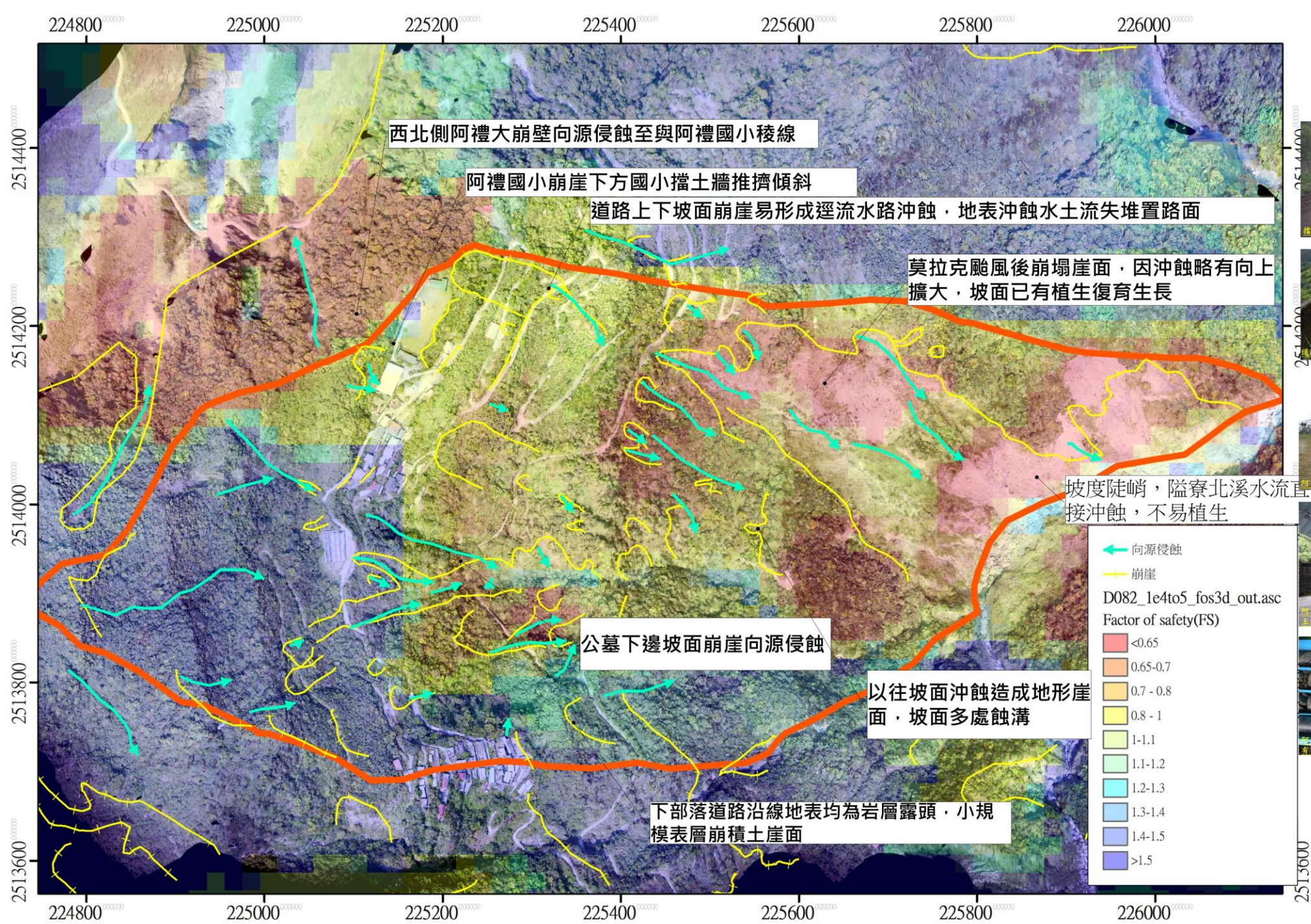
(暴雨)

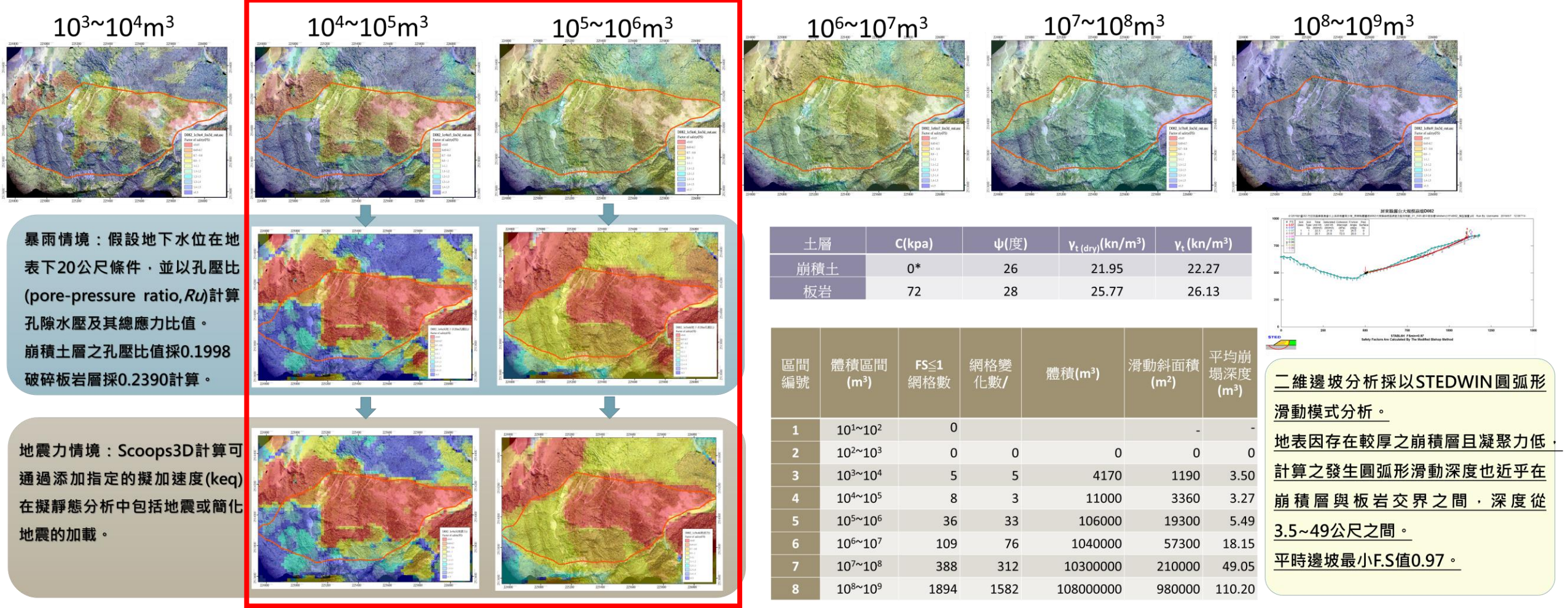
暴雨假設時，隨體積分析
邊界增大，深度加深情況
對於中央部分的安全係數
較低的輪廓則越清晰呈現
一倒U型貌。



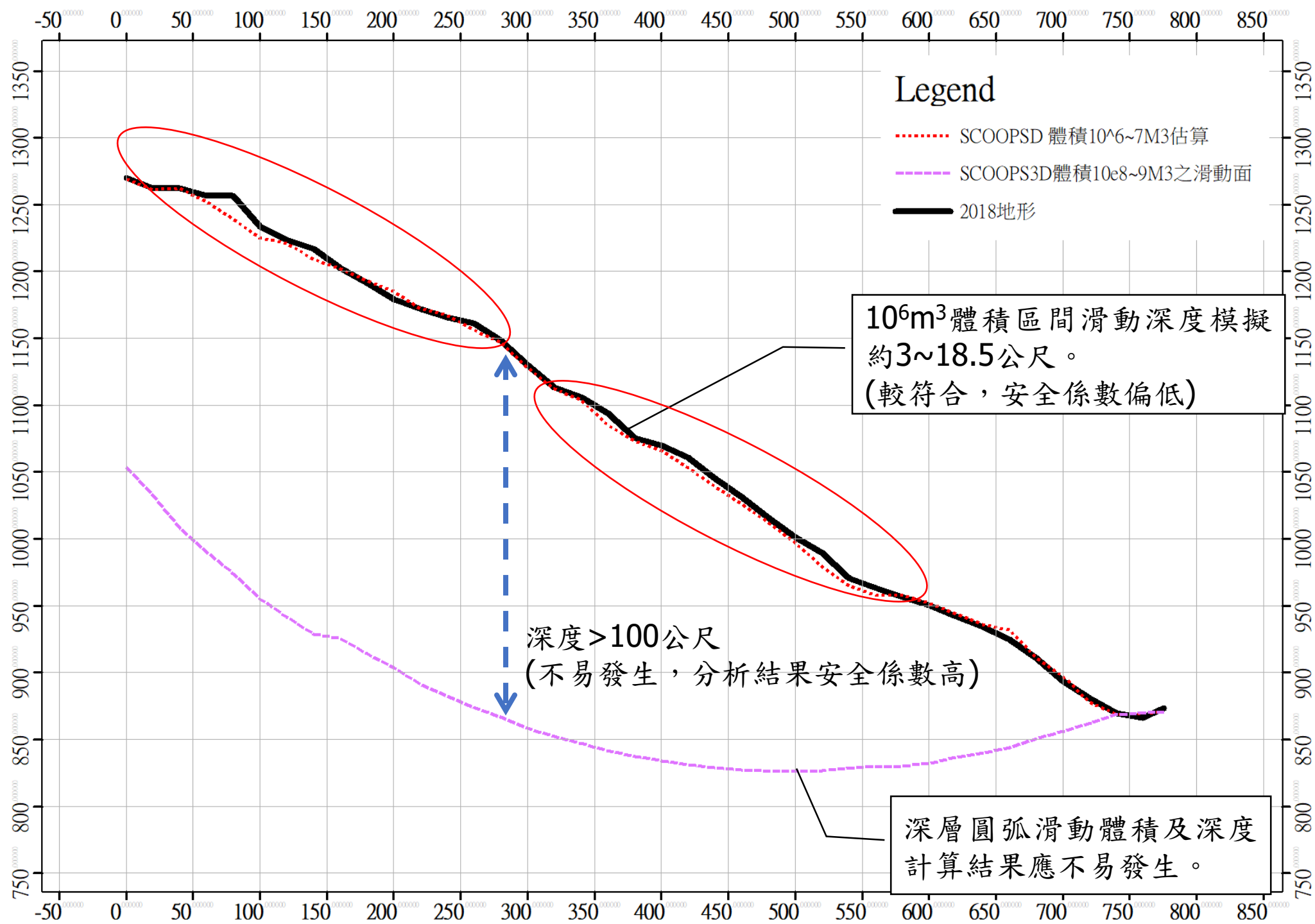
(地震)

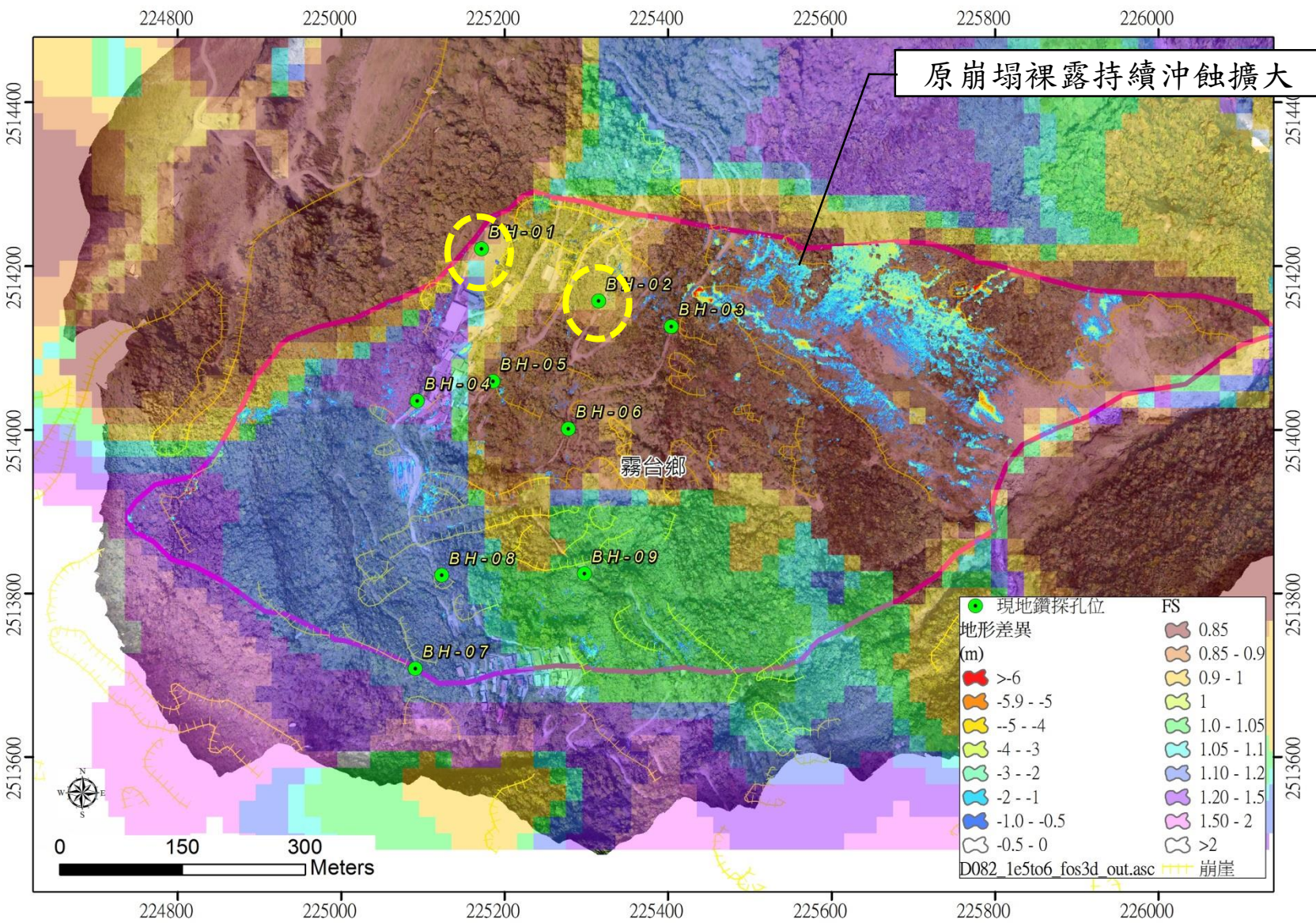
地震力對於表層崩積土的
影響顯著，對崩積輪廓的
範圍安全係數落差大





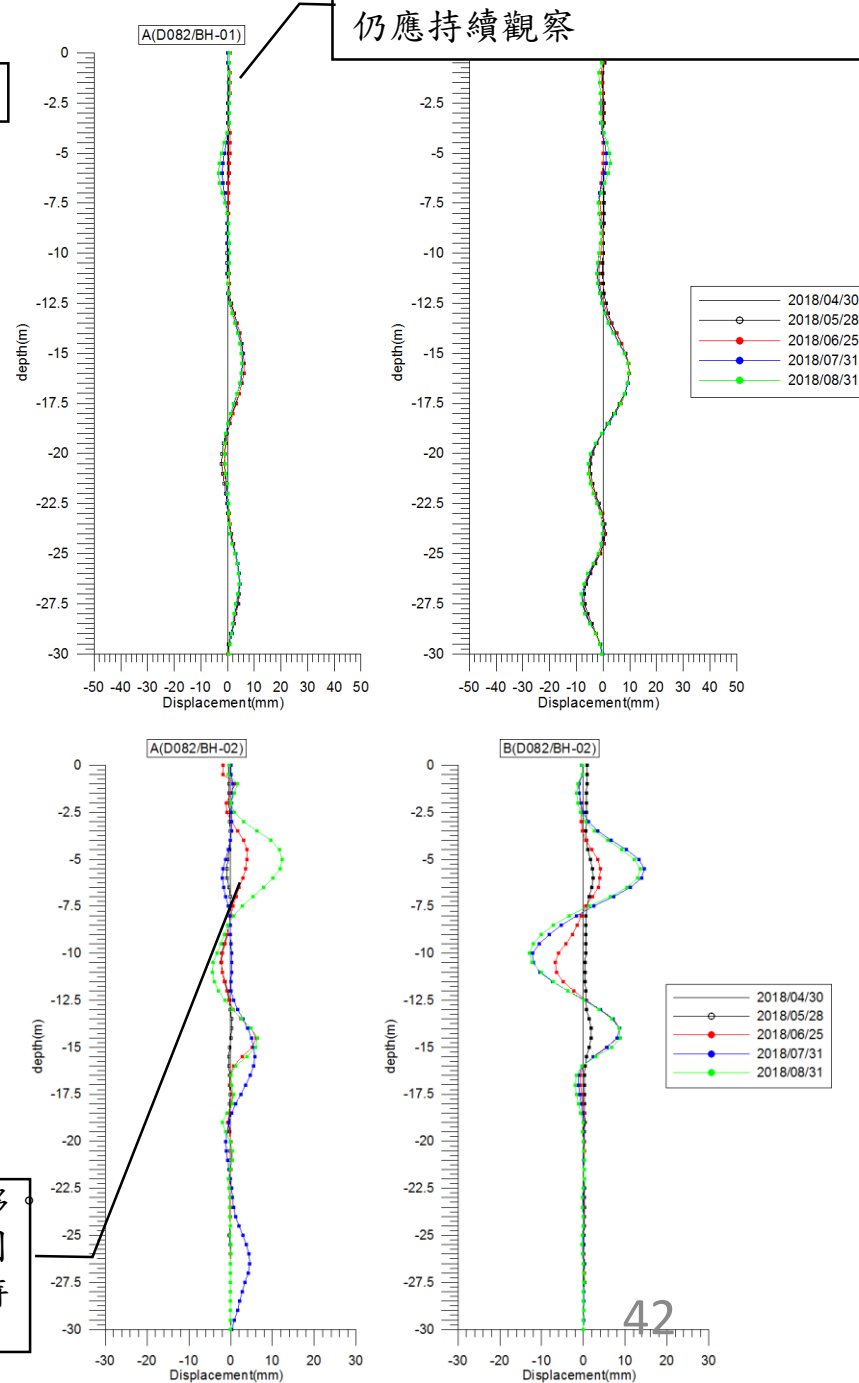
- 設定不同體積邊界計算並評估合理的分析體積區間。
- 結果顯示在 $10^3 \sim 10^6 \text{m}^3$ 體積區間的計算分析較近似現況坡面損毀受災區範圍。
- 體積在 10^5m^3 以下時分析的滑動面平均深度約介於3.5~5.5公尺左右。
- 更深的滑動體積越大，滑動平均深度越深，但安全係數相對較高。
- 鑽探顯示可能滑動面深度約20公尺，若依照計算滑動網格量體可能達100萬立方左右!!

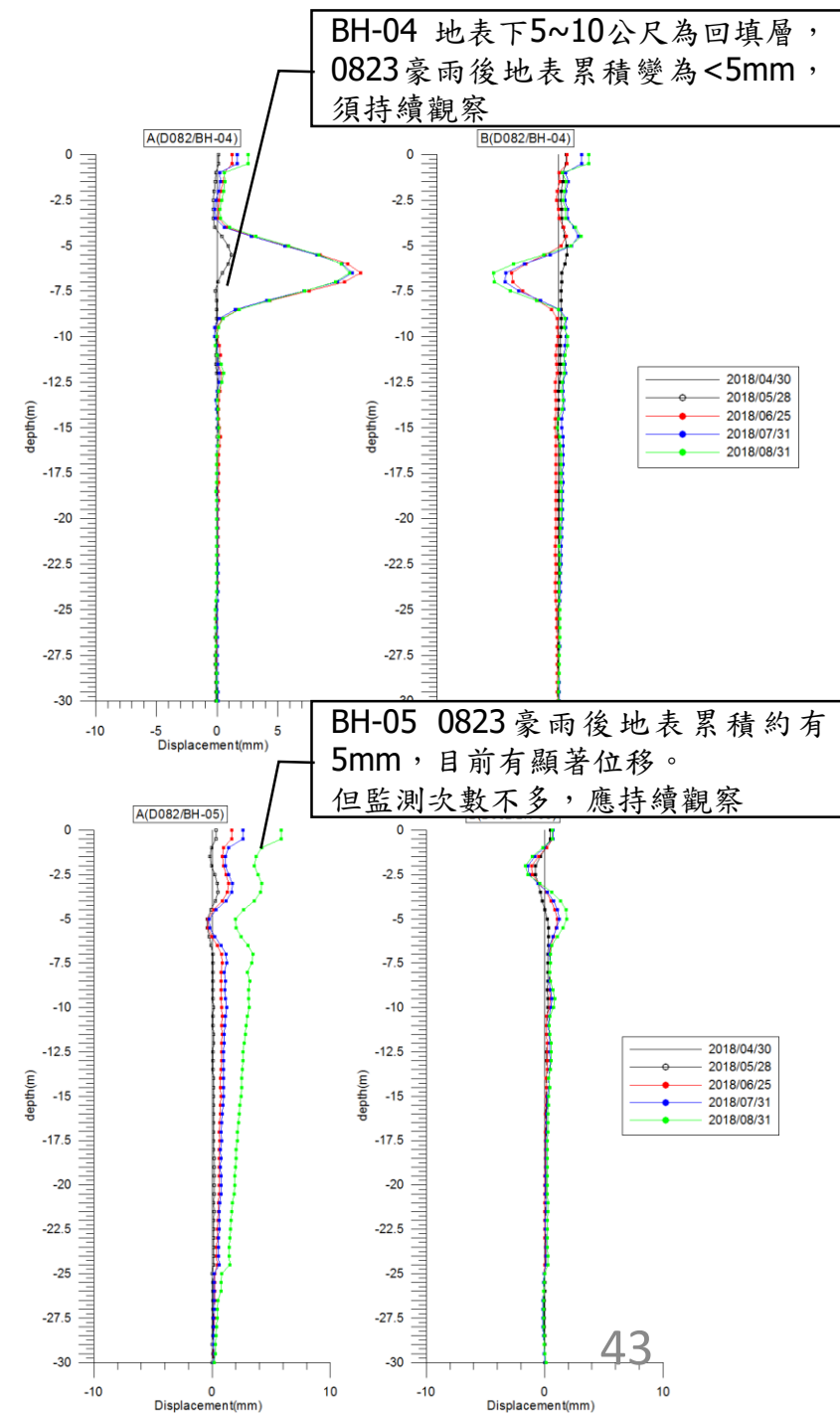
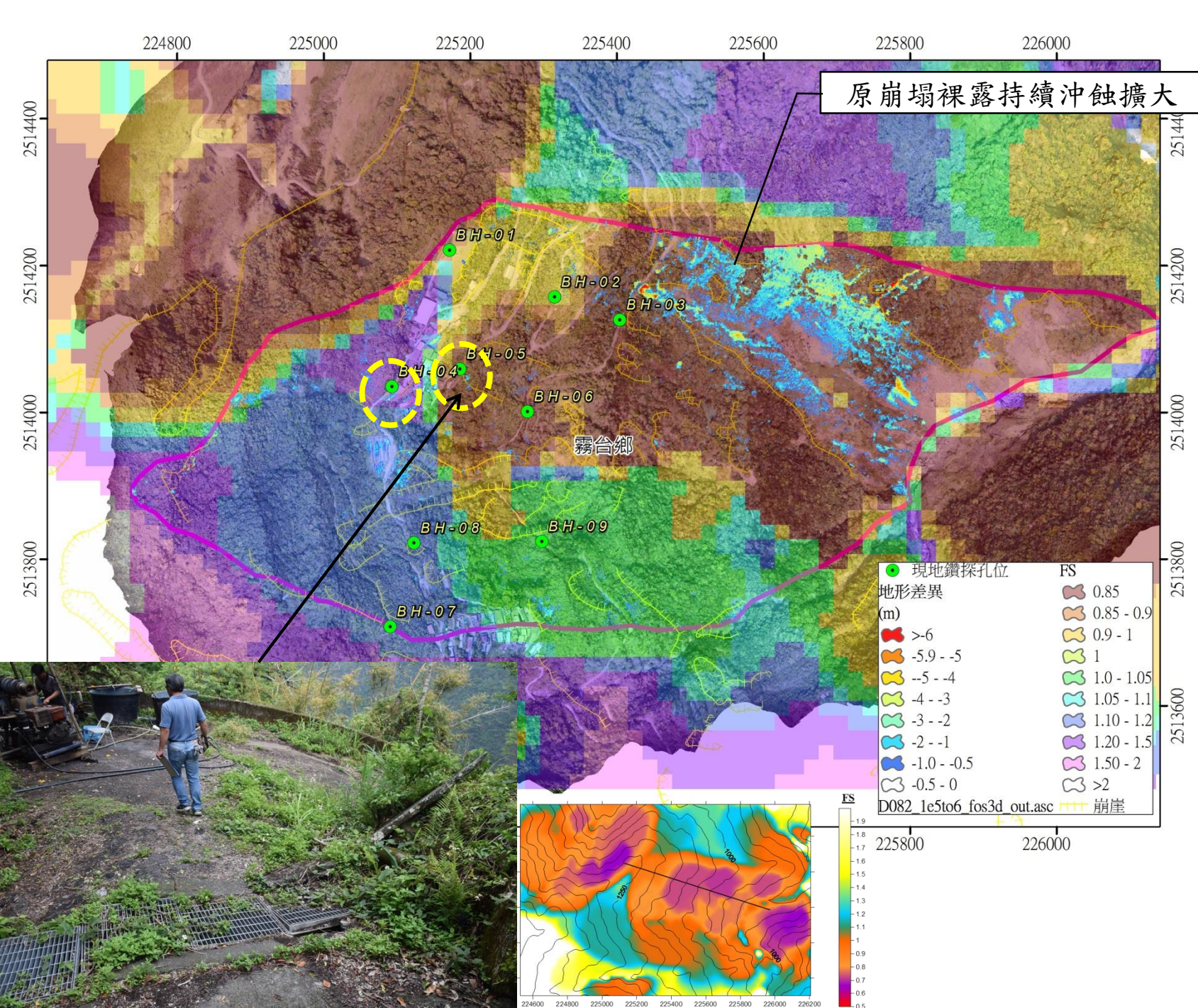


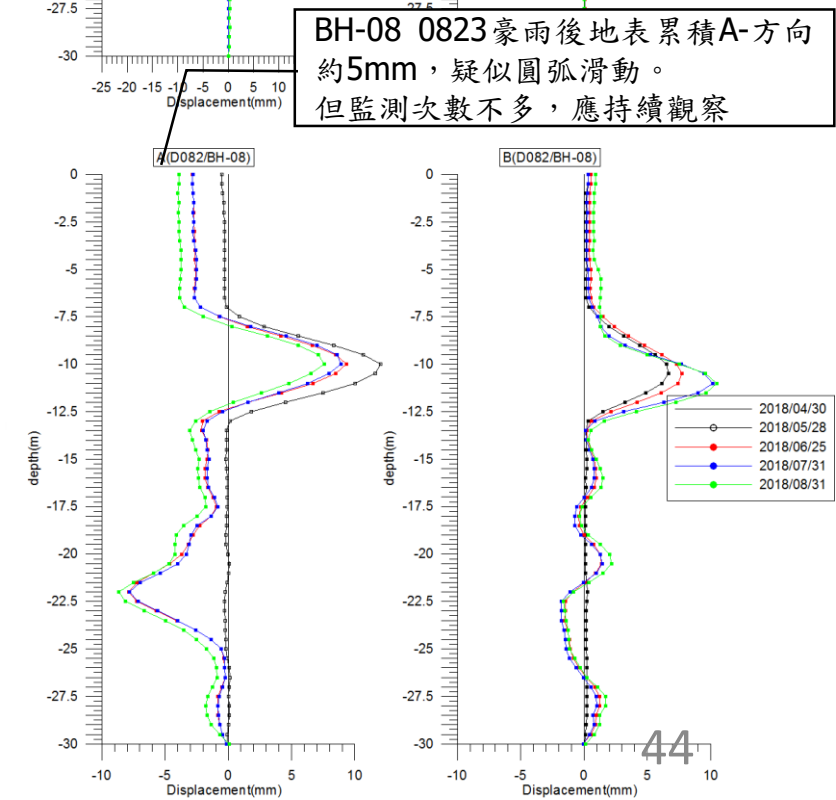
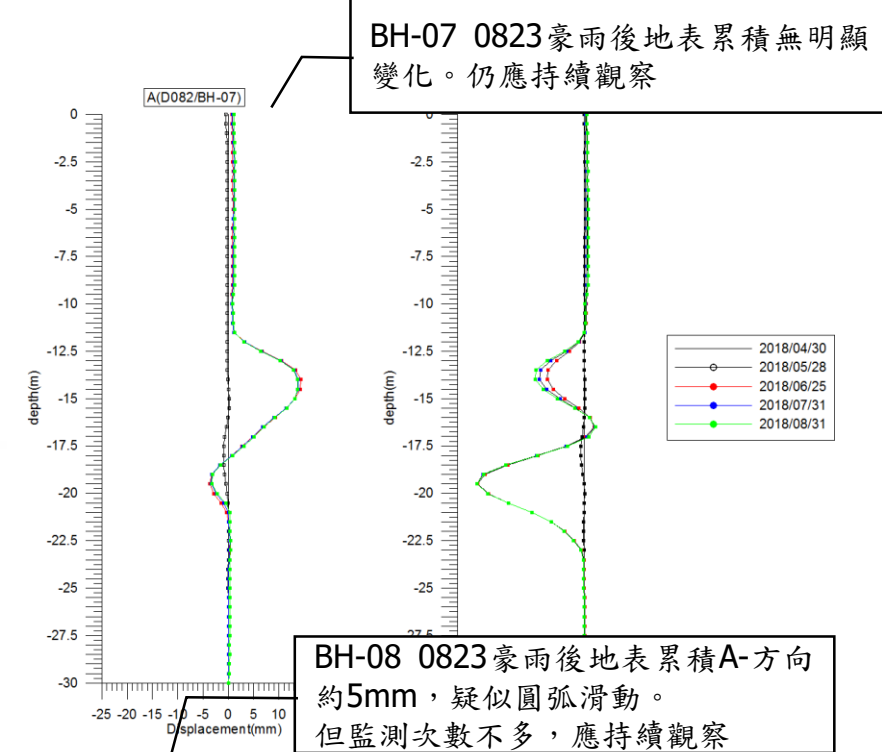
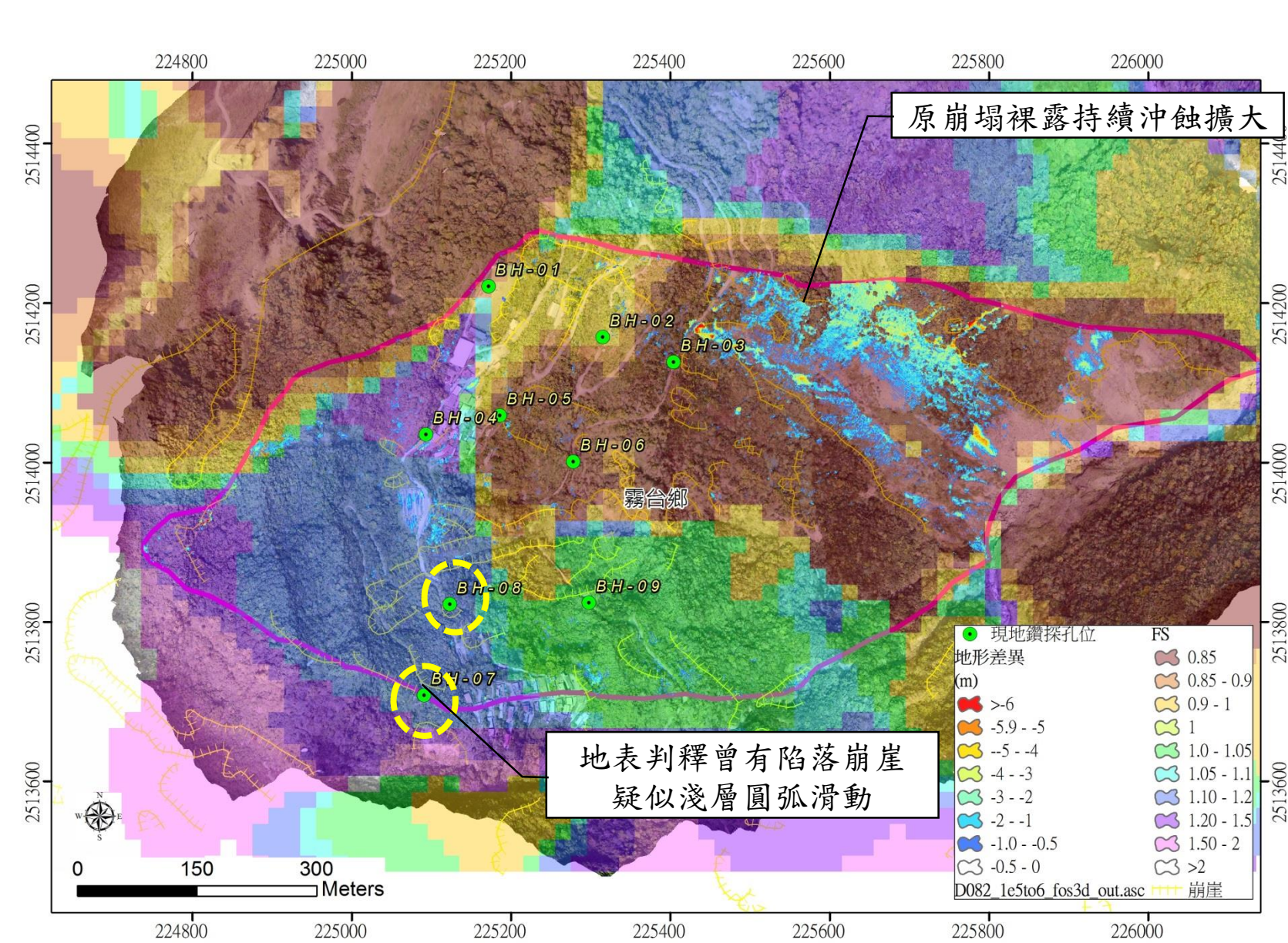


BH-02 0823豪雨後無顯著位移，崩積層厚空孔造成量測投圖彎曲，在誤差範圍內。仍需持續觀察。

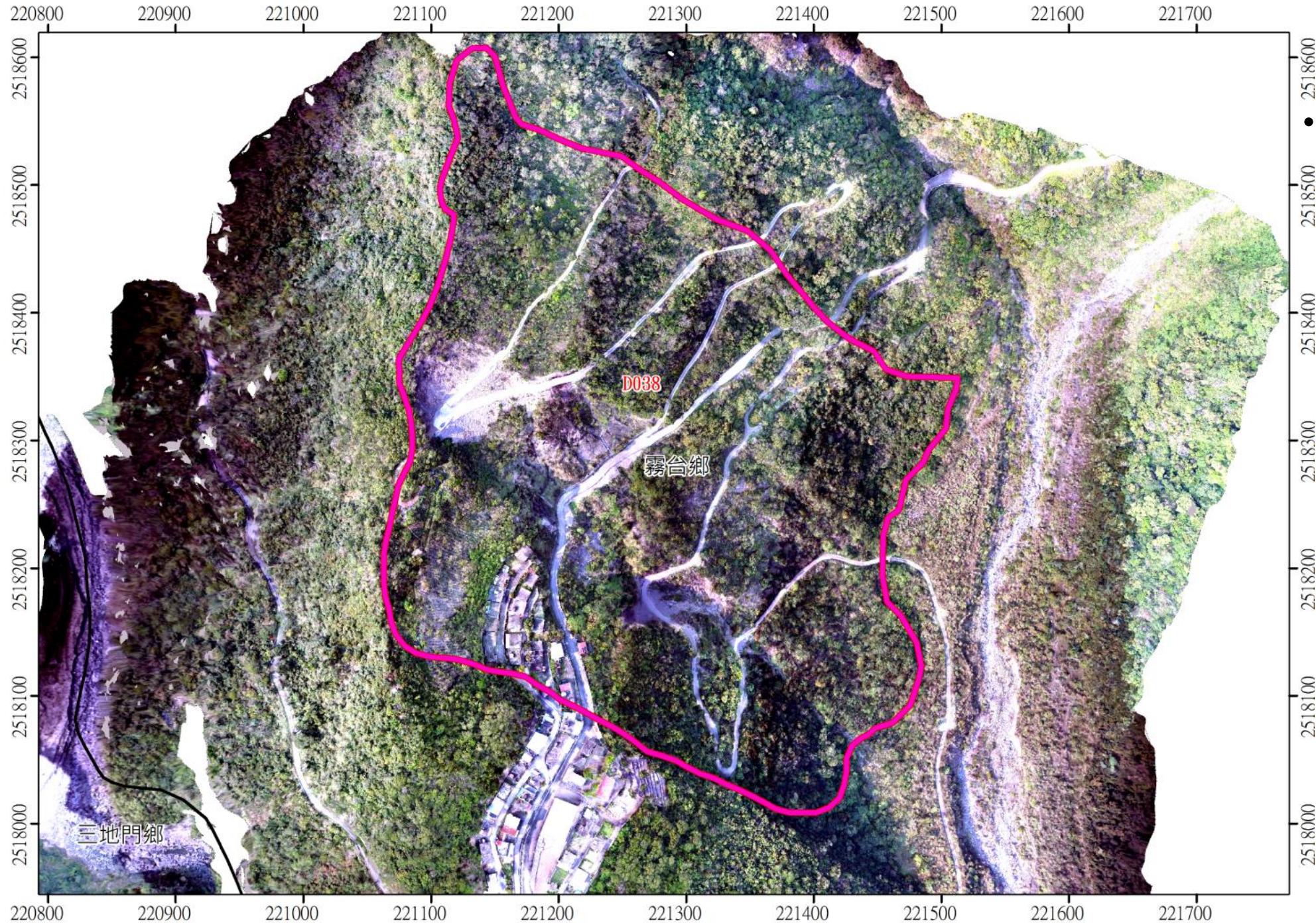
BH-01 0823豪雨後無顯著位移，仍應持續觀察



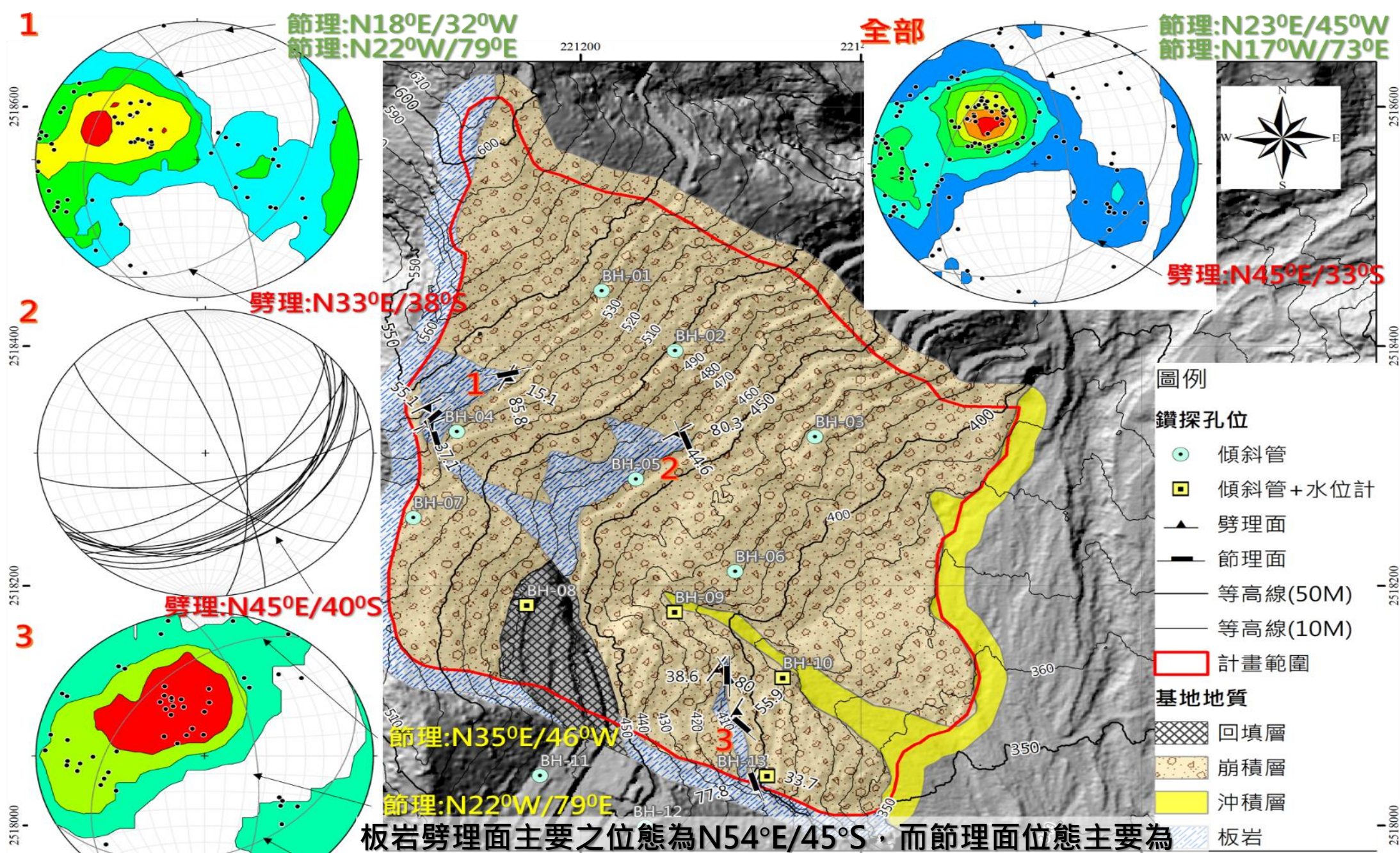




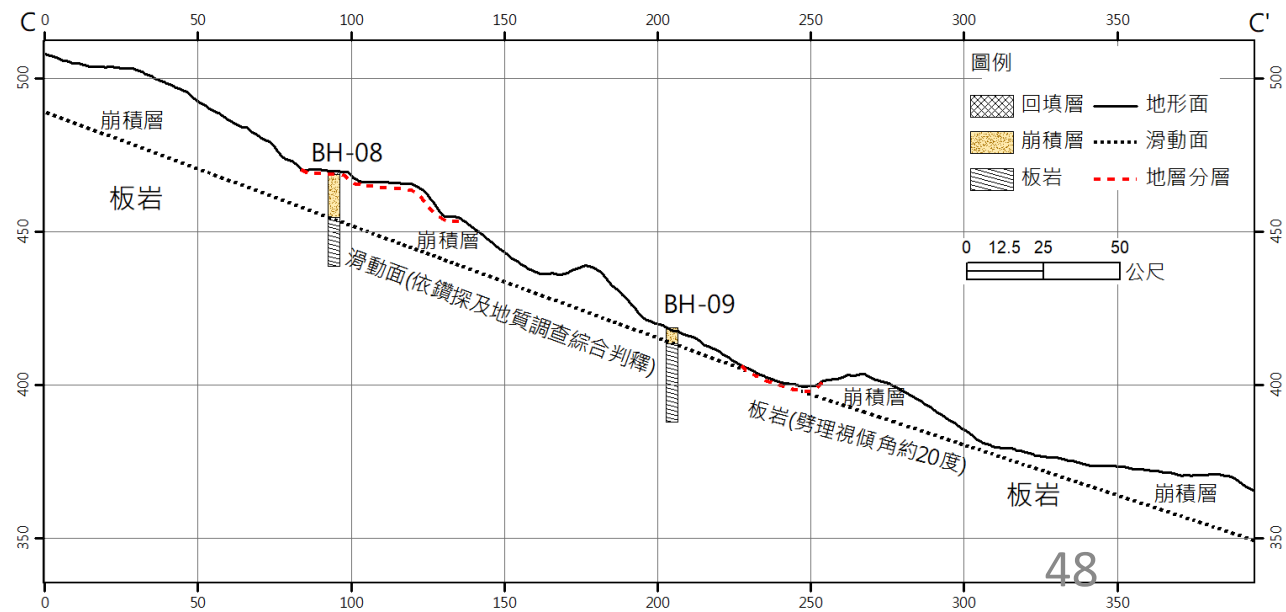
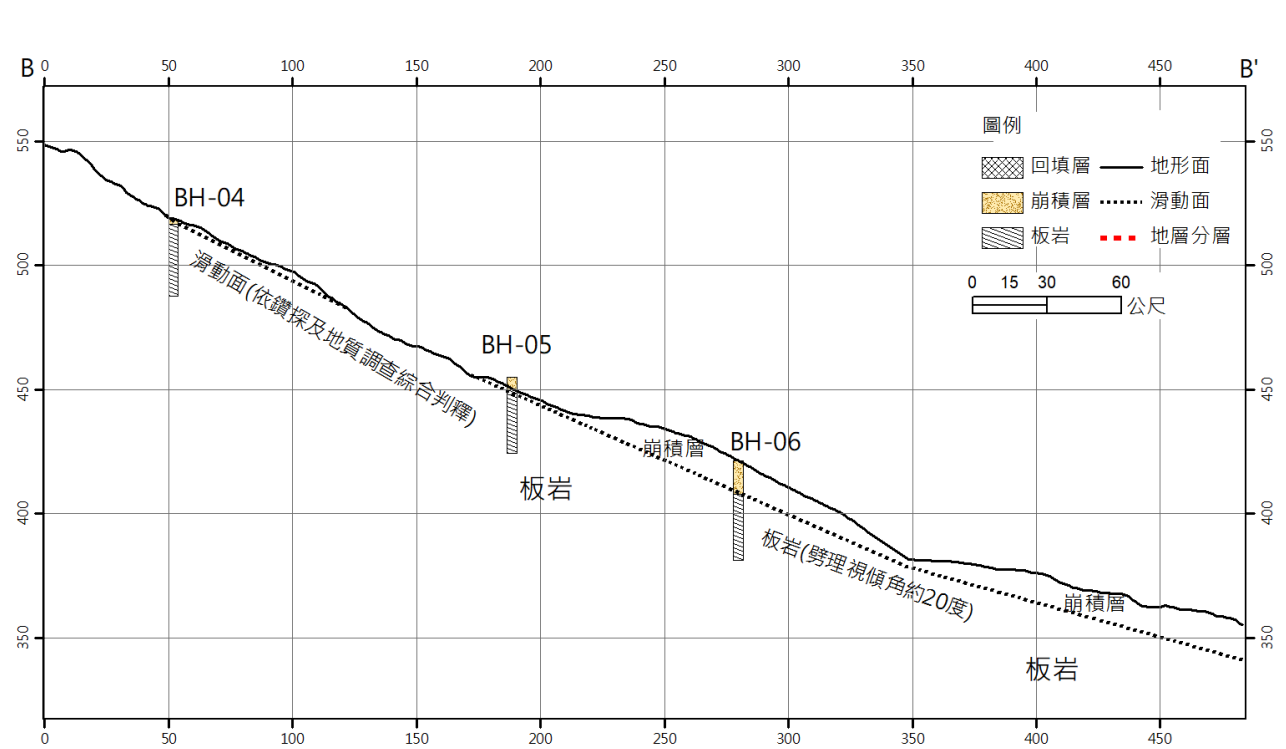
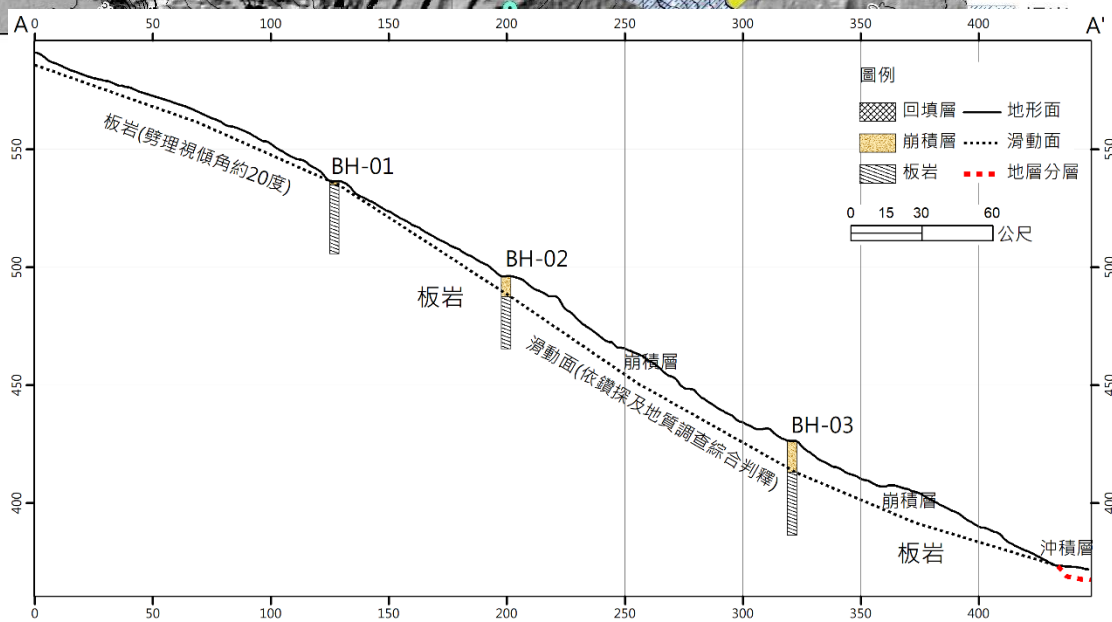
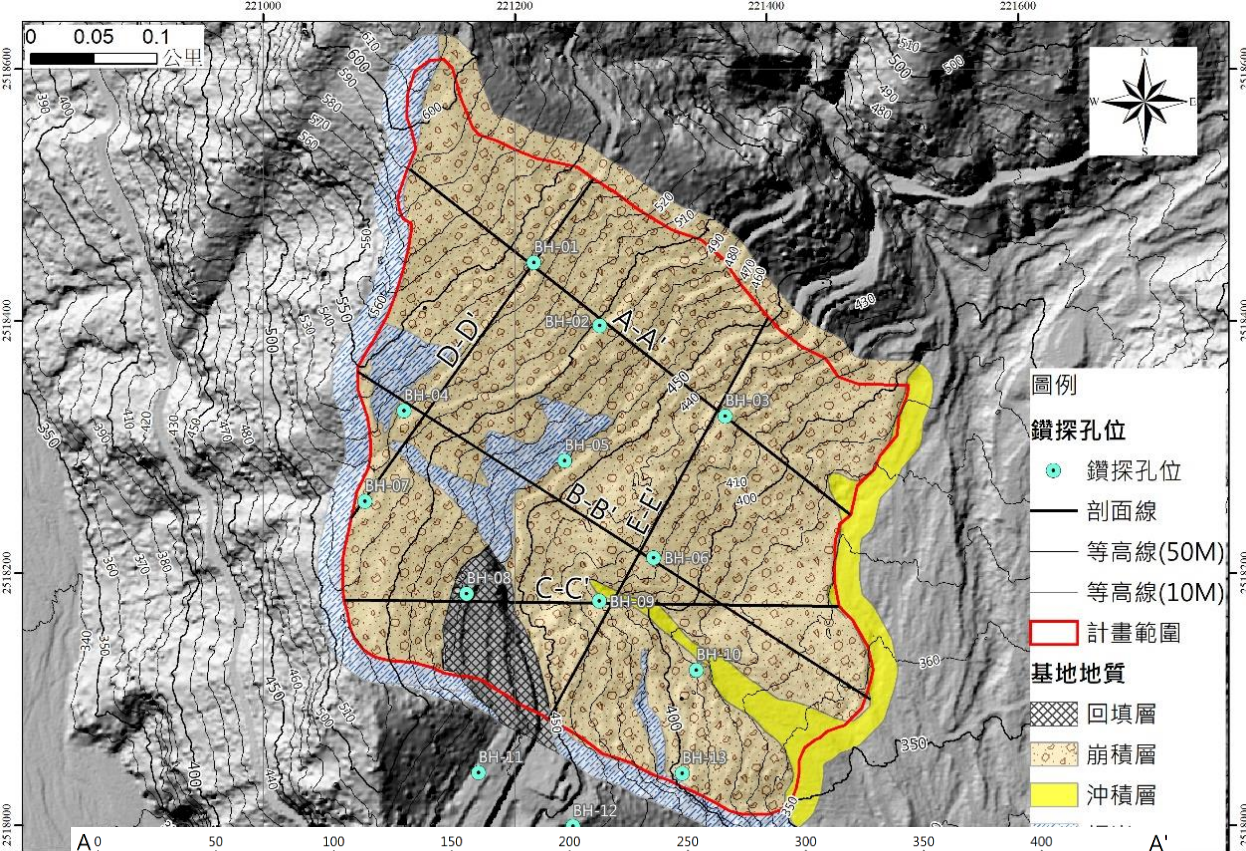
佳暮部落

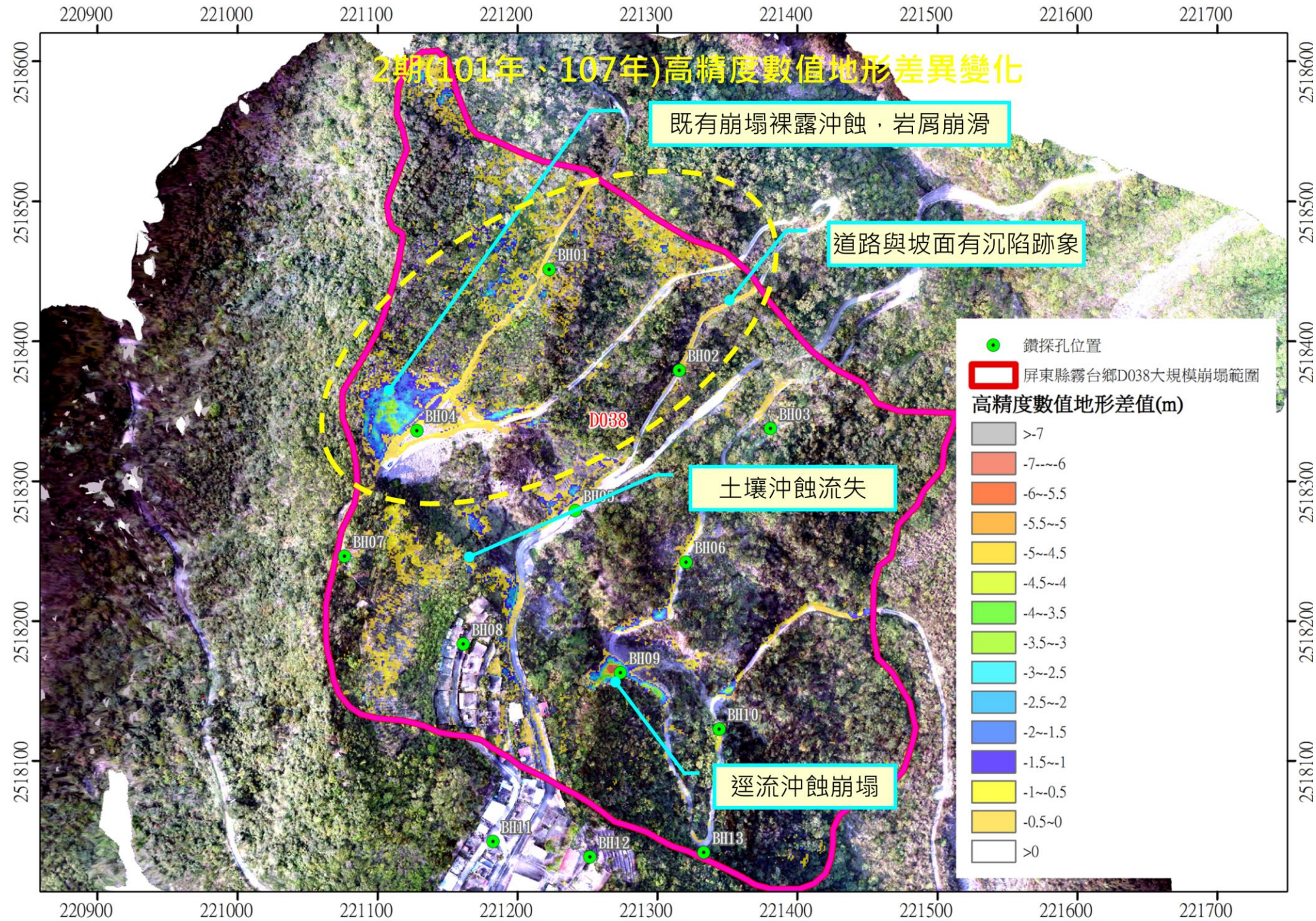


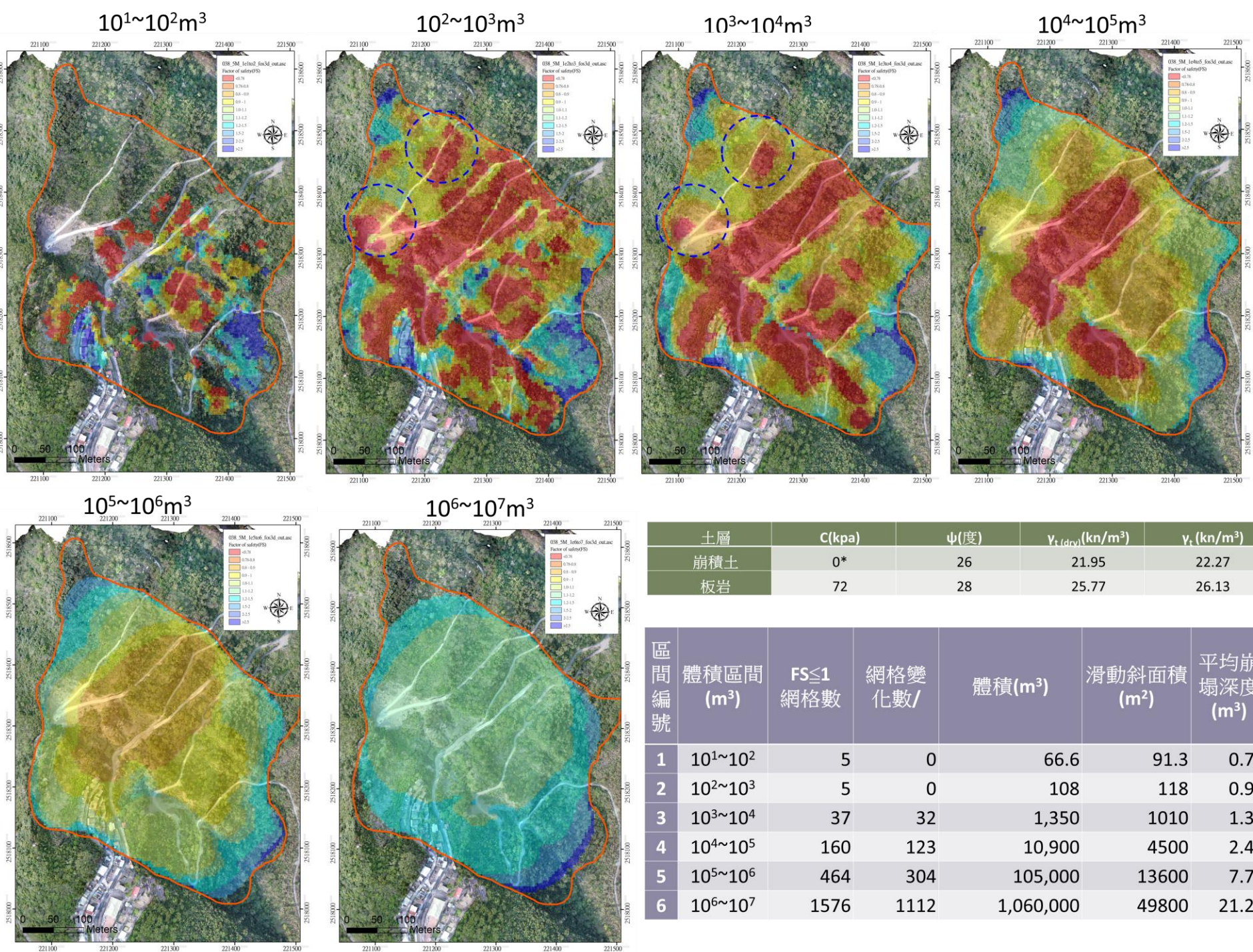
屏東縣霧臺鄉佳暮部落，潛勢區面積約16.22公頃
平均坡度33度。
地層為潮州層，
地質主要為回填層、崩積層及破碎板岩。
保全對象：佳暮部落、佳暮伊拉聯絡道路

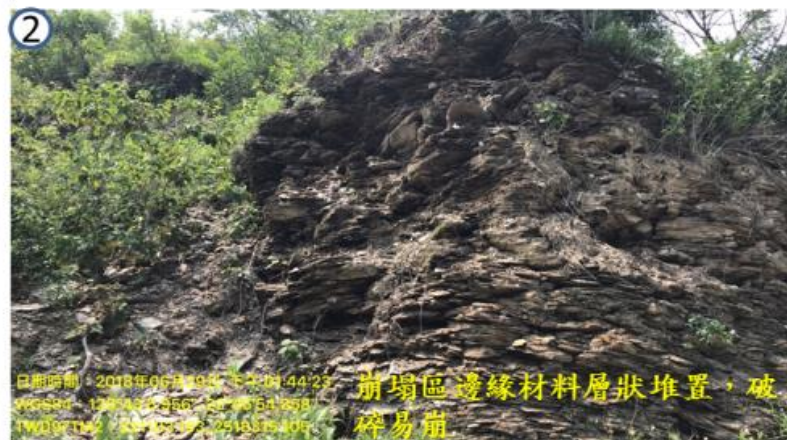
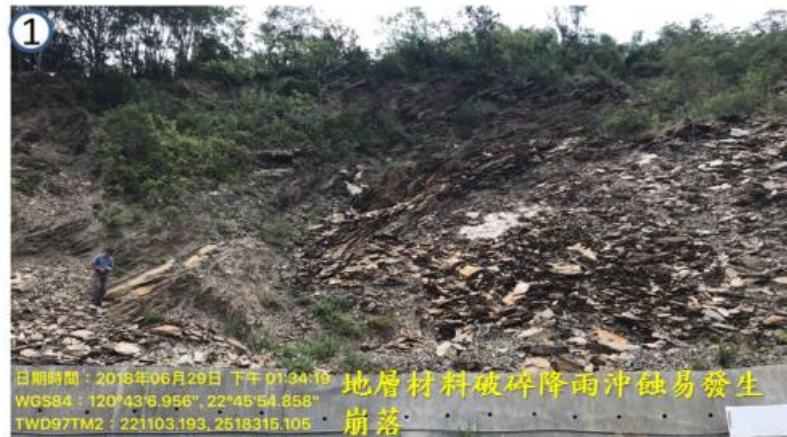
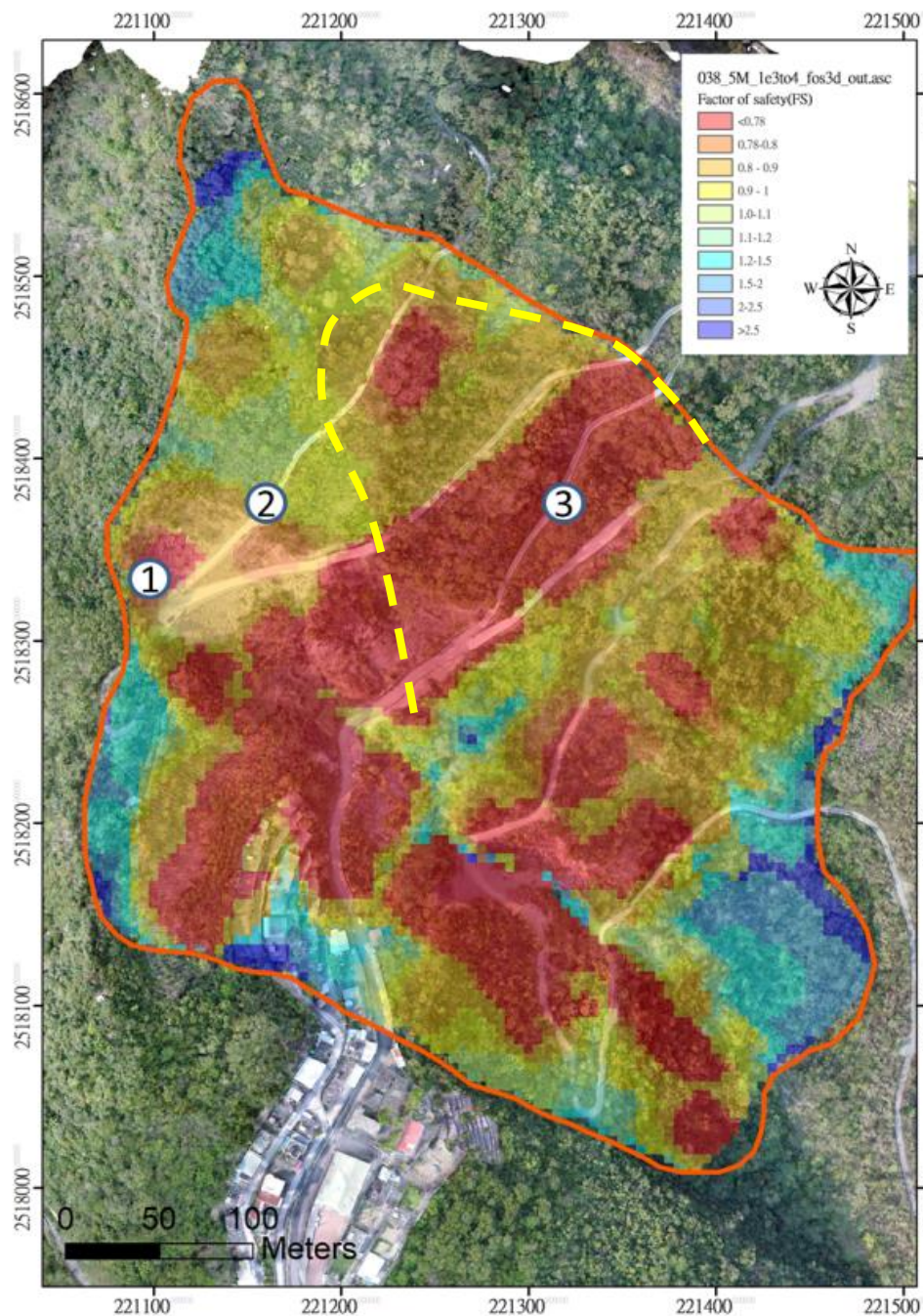


板岩劈理面主要之位態為N54°E/45°S，而節理面位態主要為N44°W/63°N，而此兩組不連續面與本計畫之坡向(向東)，易形成楔型破壞，此為本基地崩塌發育之潛因。

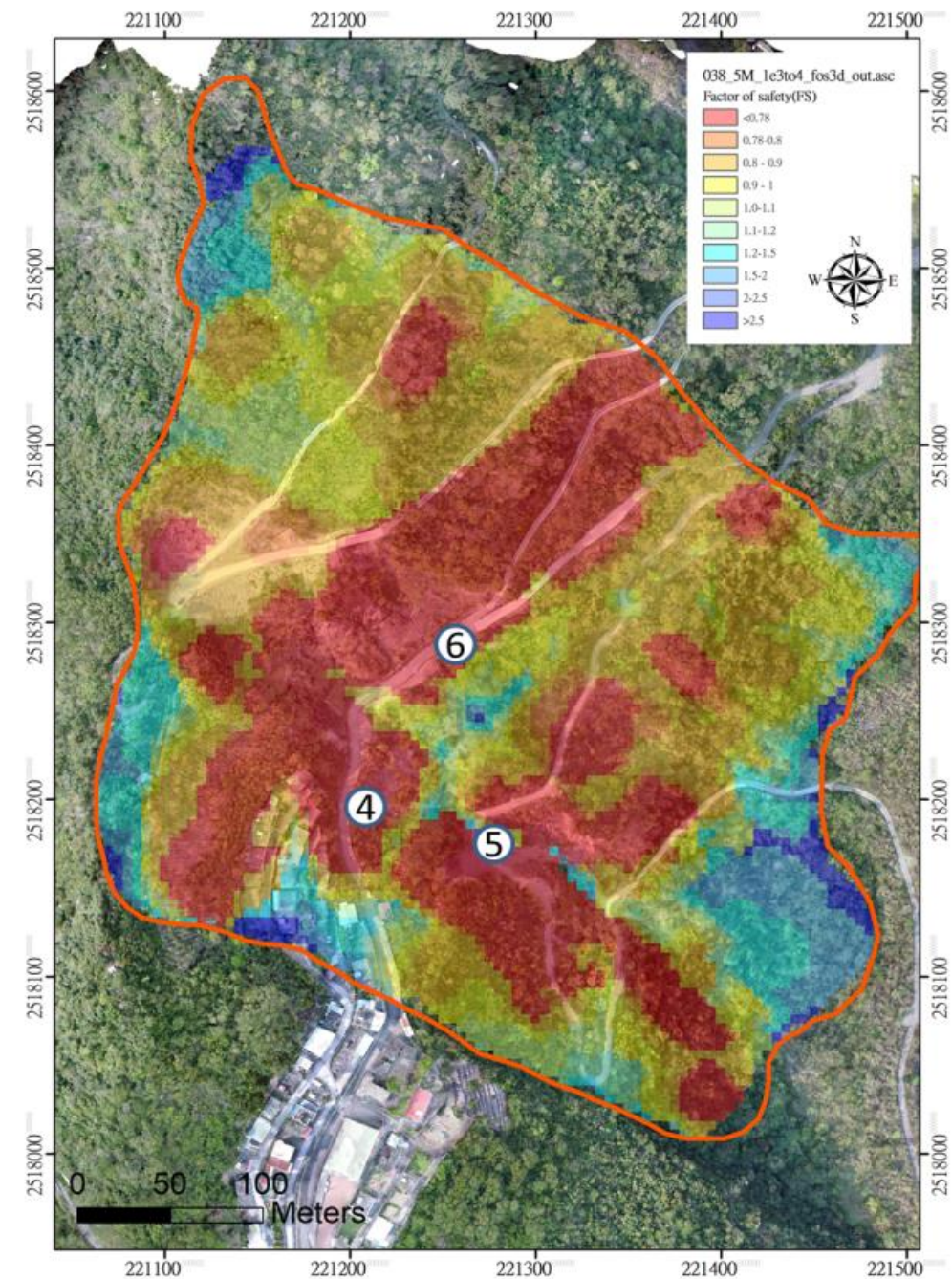








- ✓冠部材料十分破碎
- ✓道路沿線擋土牆伸縮縫上下交錯損壞
- ✓道路區有崩塌潛勢跡象。

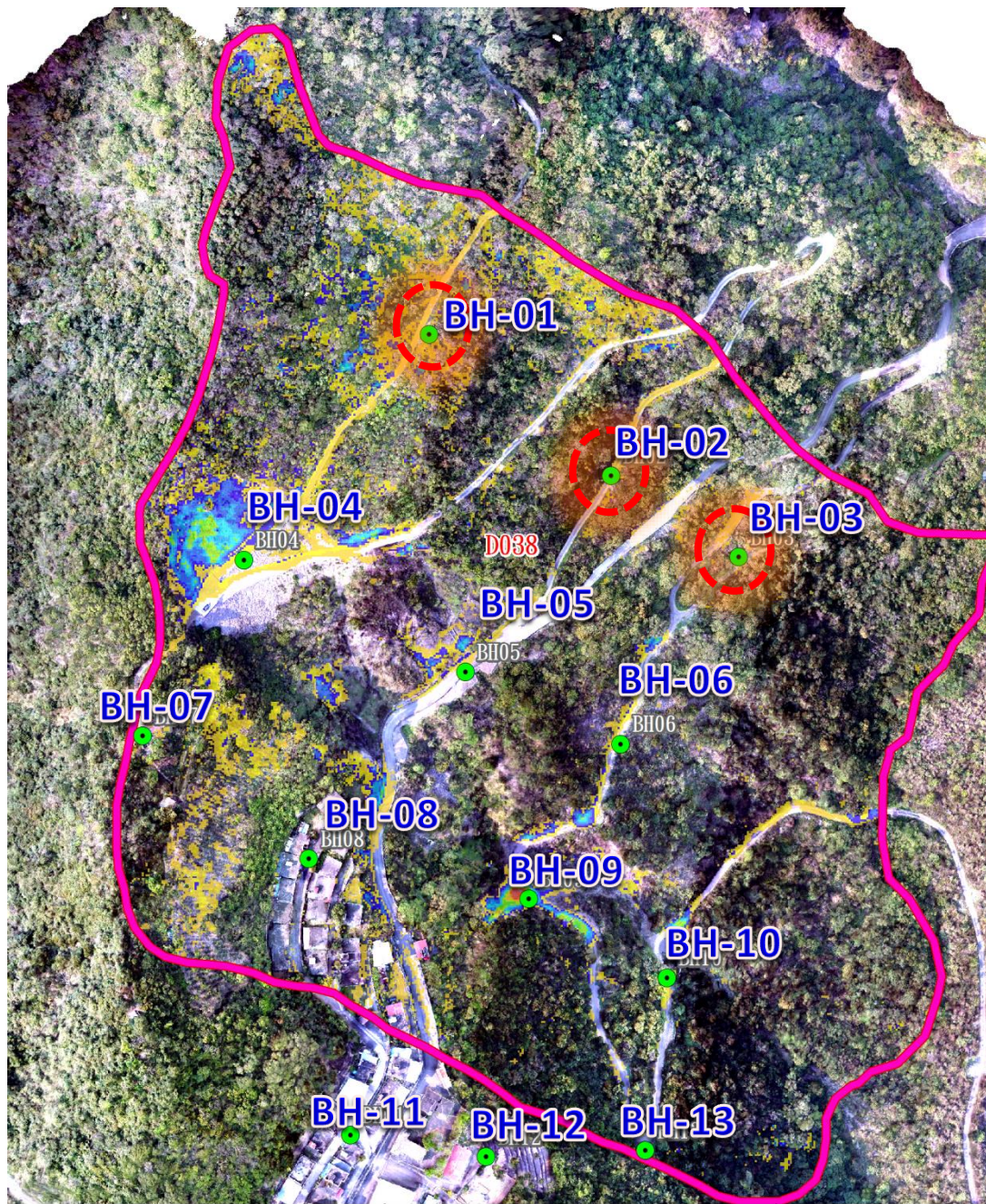


- ✓ 分析區現況已是崩塌後裸露面。
- ✓ 坡面可見歷史滑動特徵，交界灰黑色剪裂帶
- ✓ 坡面野溪蝕溝沖蝕嚴重
- ✓ 水系沖蝕影響整體邊坡穩定性

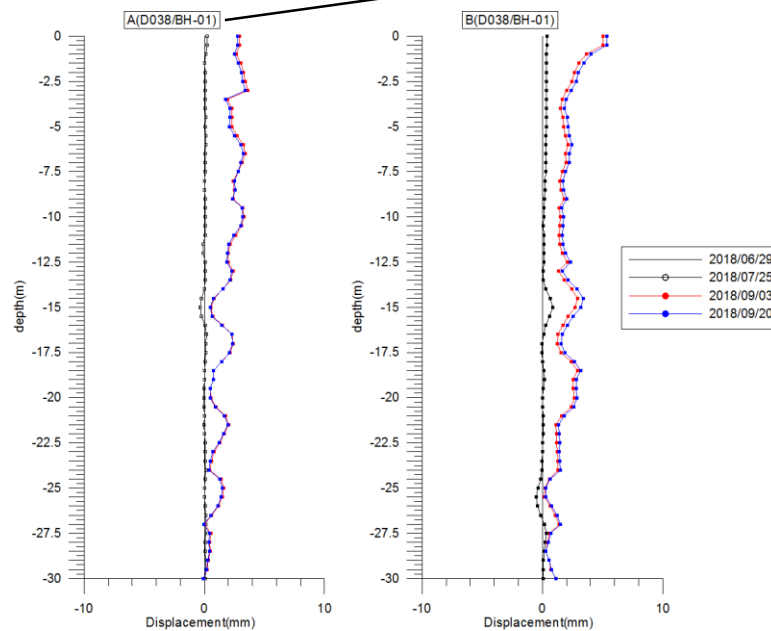


BH-09周邊在0823豪雨後沖蝕流失
監測到A-方向位移約5mm。
持續監測孔內變化情形。

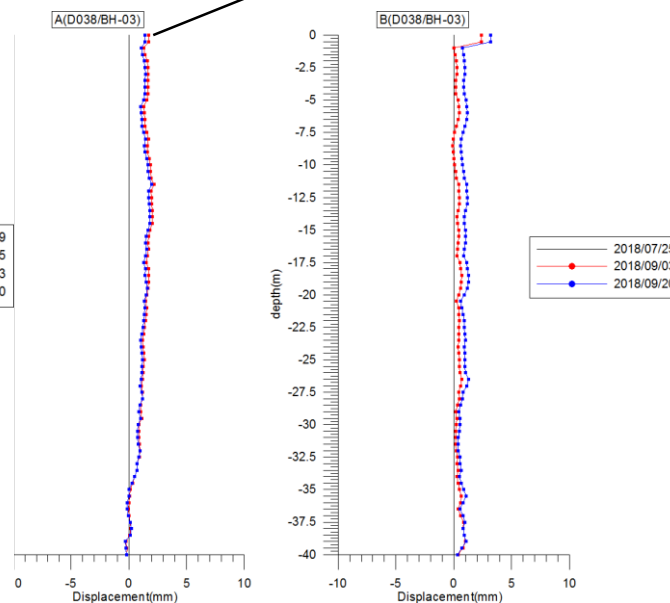




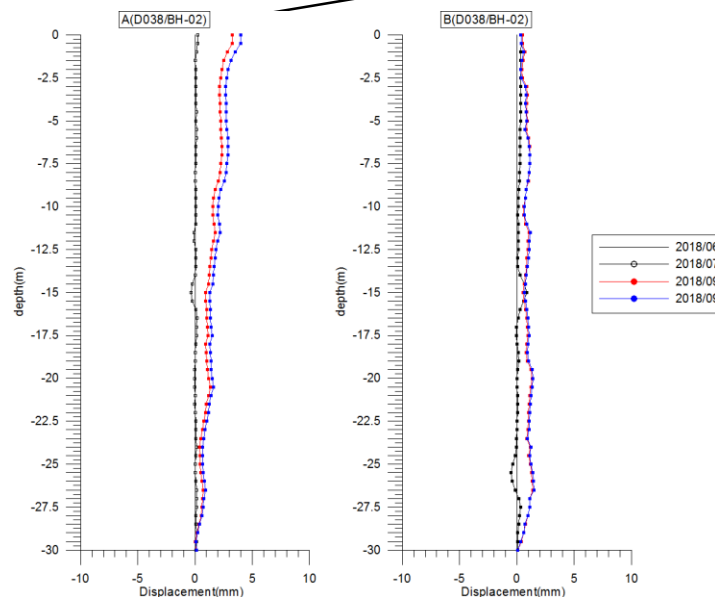
BH-01 0823豪雨後地表累積變位2.5mm



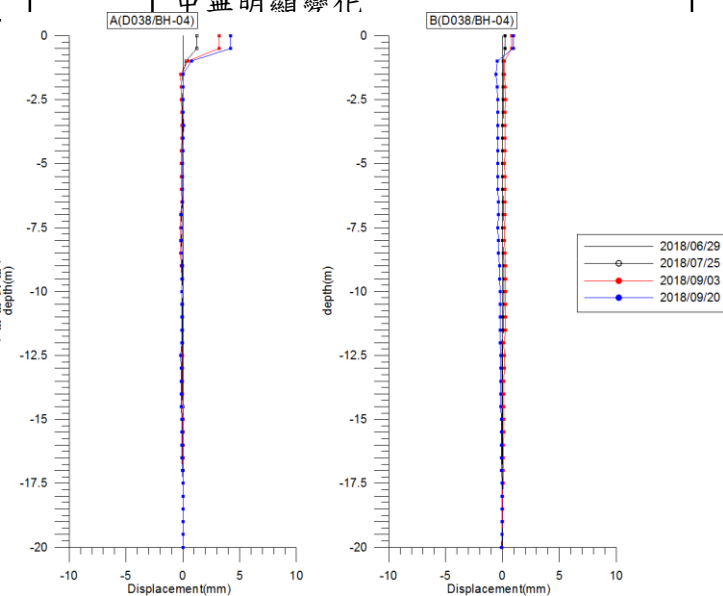
BH-03 紀錄相同變為趨勢，變位量較BH-01、02小

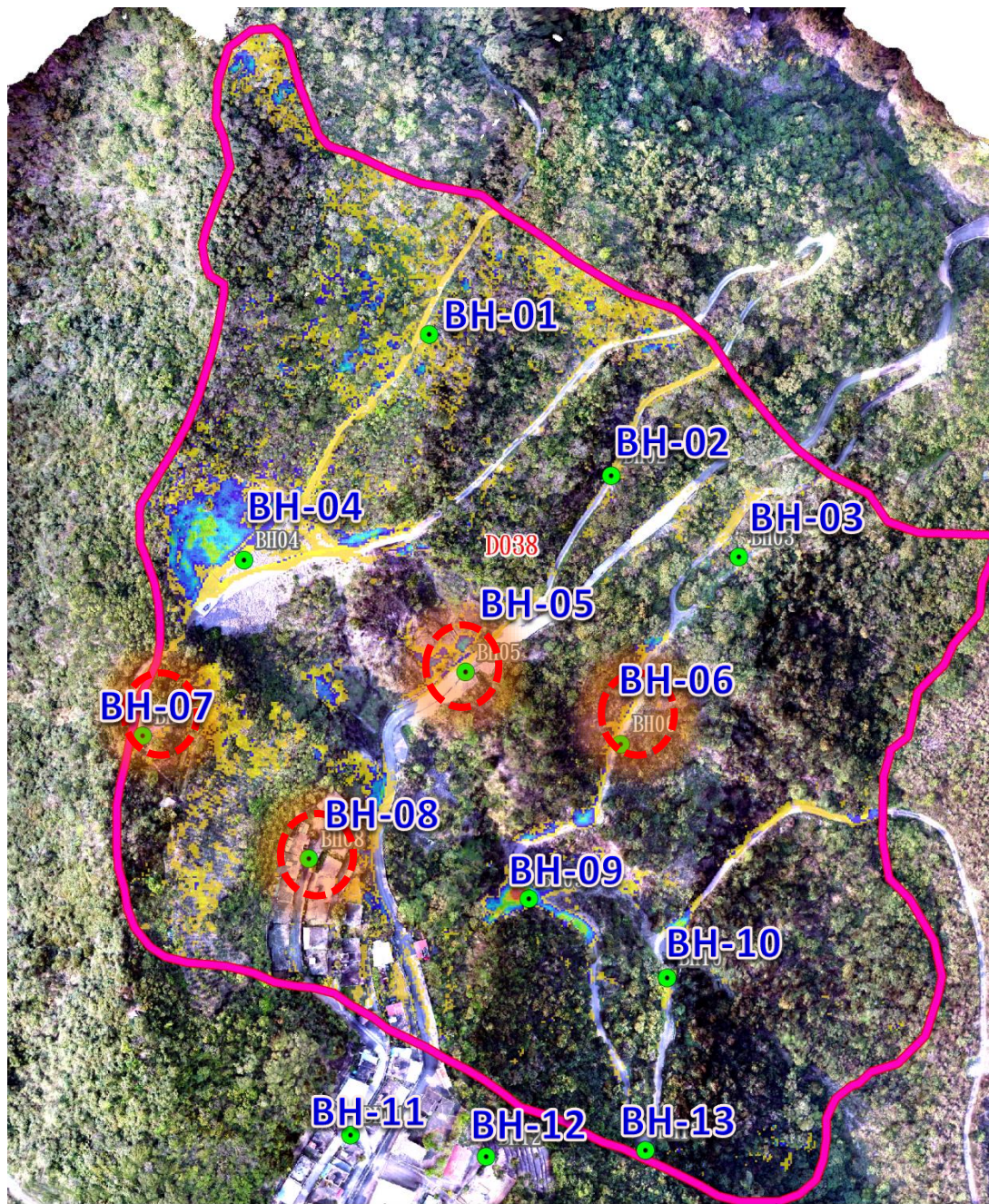


BH-02 傾斜管量測記錄到接近5mm

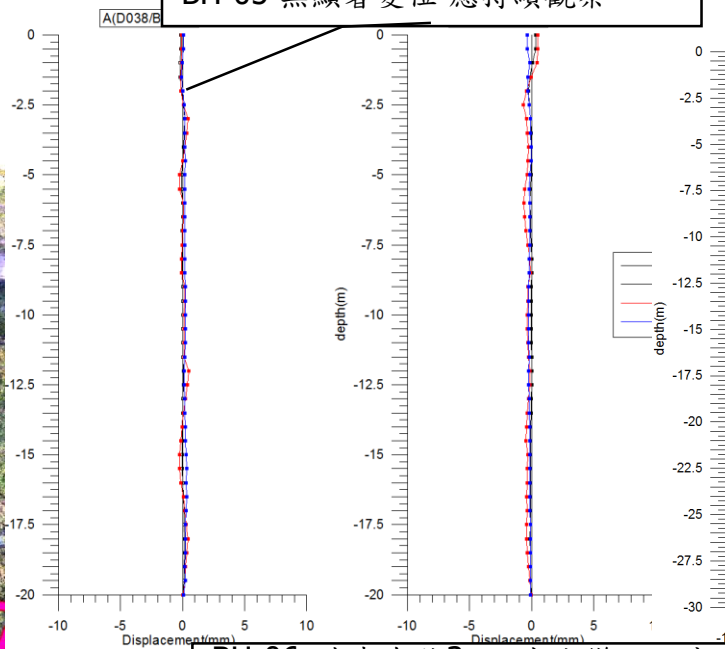


BH-04 表層回填土層流失變位，地中無明顯變化

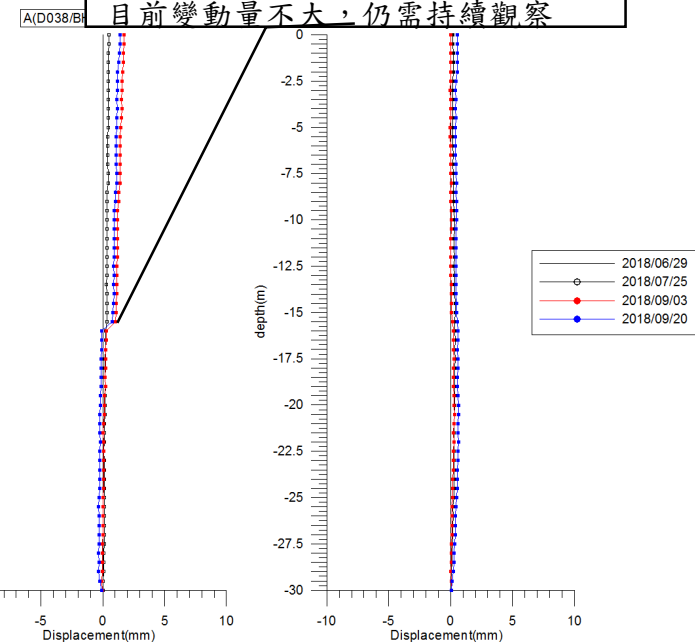




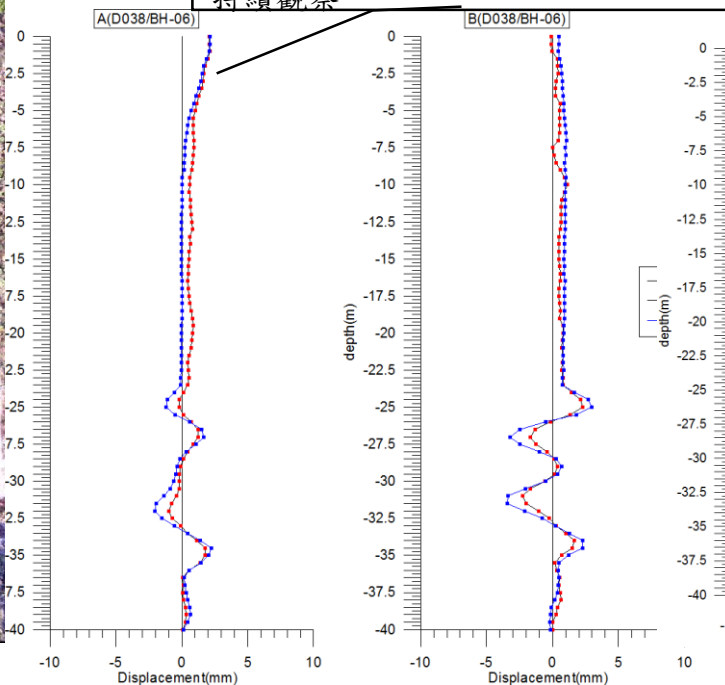
BH-05 無顯著變位 應持續觀察



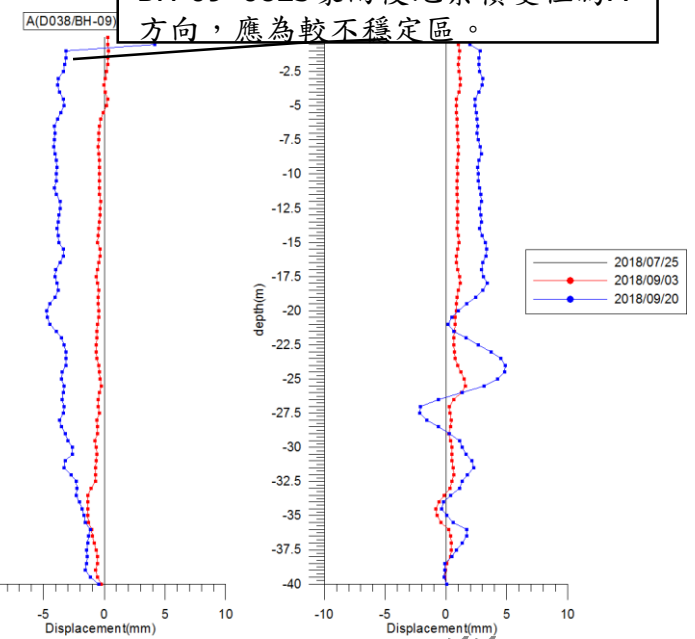
BH-08 地下15公尺處發生變位特徵，目前變動量不大，仍需持續觀察



BH-06 地表有約3mm左右變位，應持續觀察

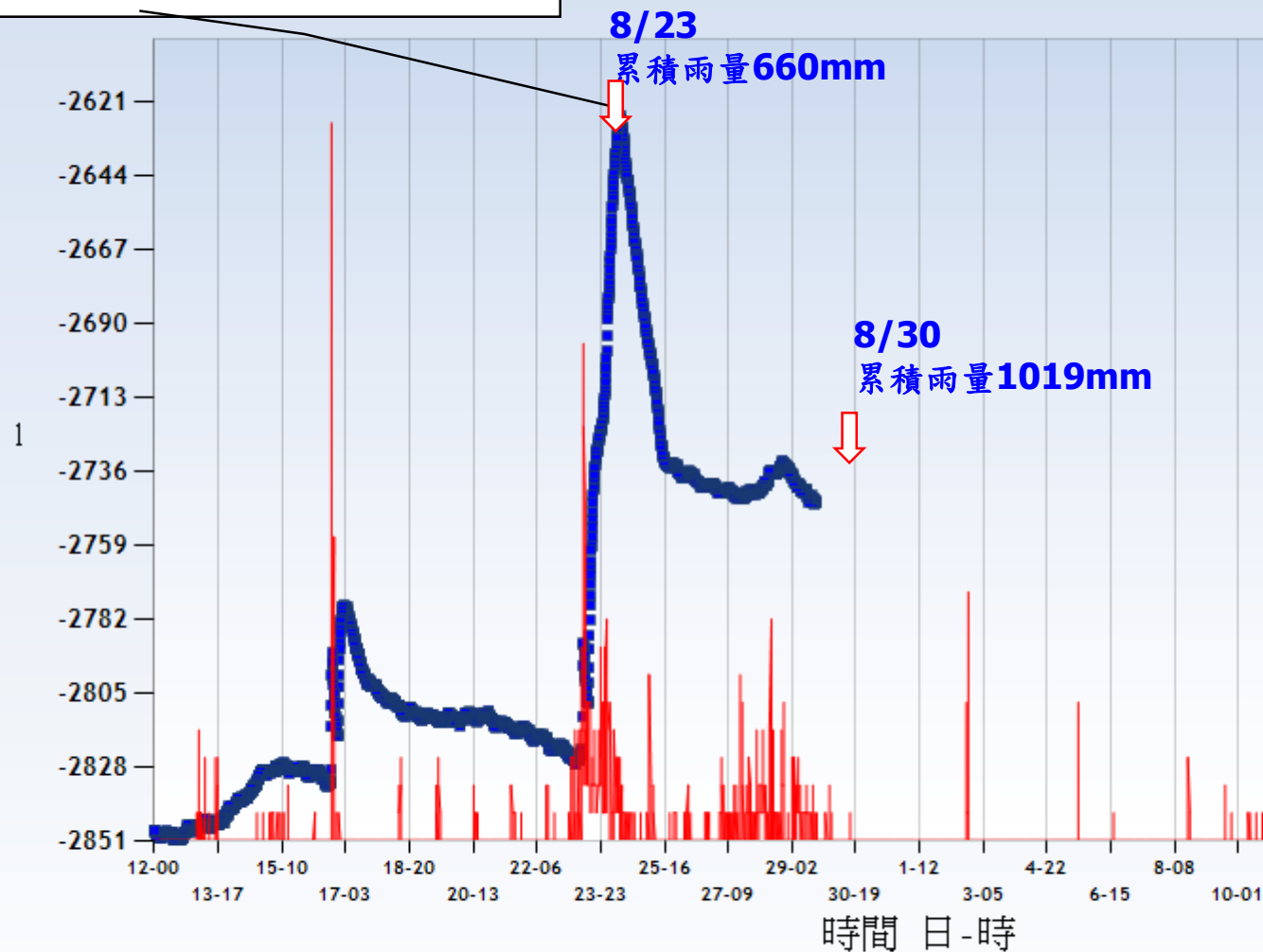


BH-09 0823豪雨後地累積變位為A-方向，應為較不穩定區。



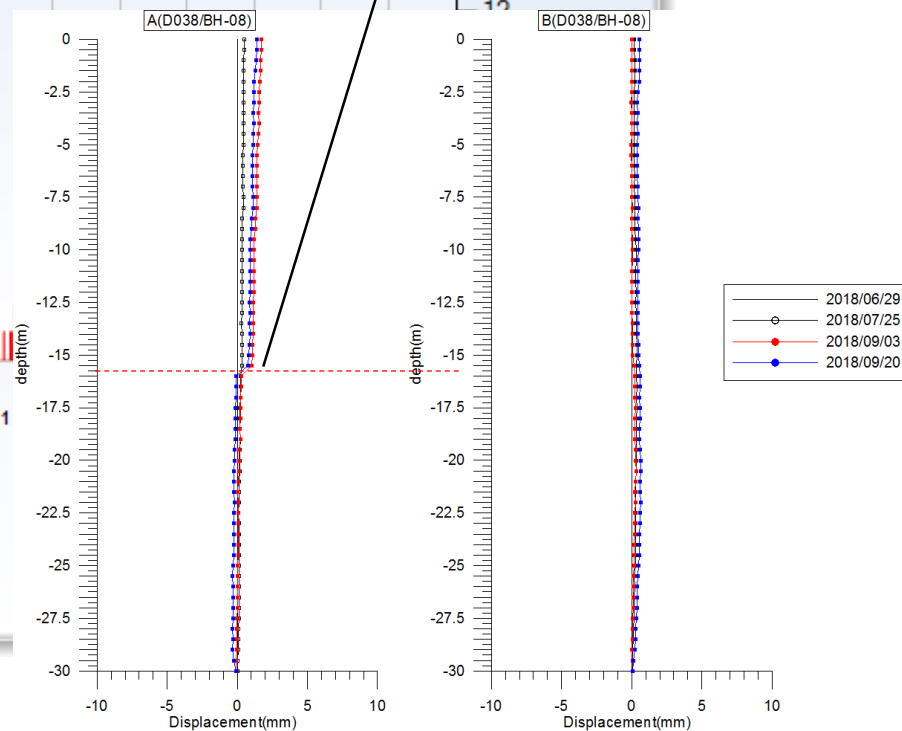
8/23 上午12時，最大時雨量約72mm/hr
8/24 下午15時10分，地下水位上升最大2.3m

2018-08-12~2018-09-21



■ 1.佳暮BH-8/WaterLevel-013()/水位(cm) — 2.佳暮雨量站/RainBucket-006()/10分鐘雨量(mm)

BH-08 地下15公尺處發生變位特徵!
目前變動量不大，仍需持續觀察
尚無法得知是累積雨量多少發生的
變異?



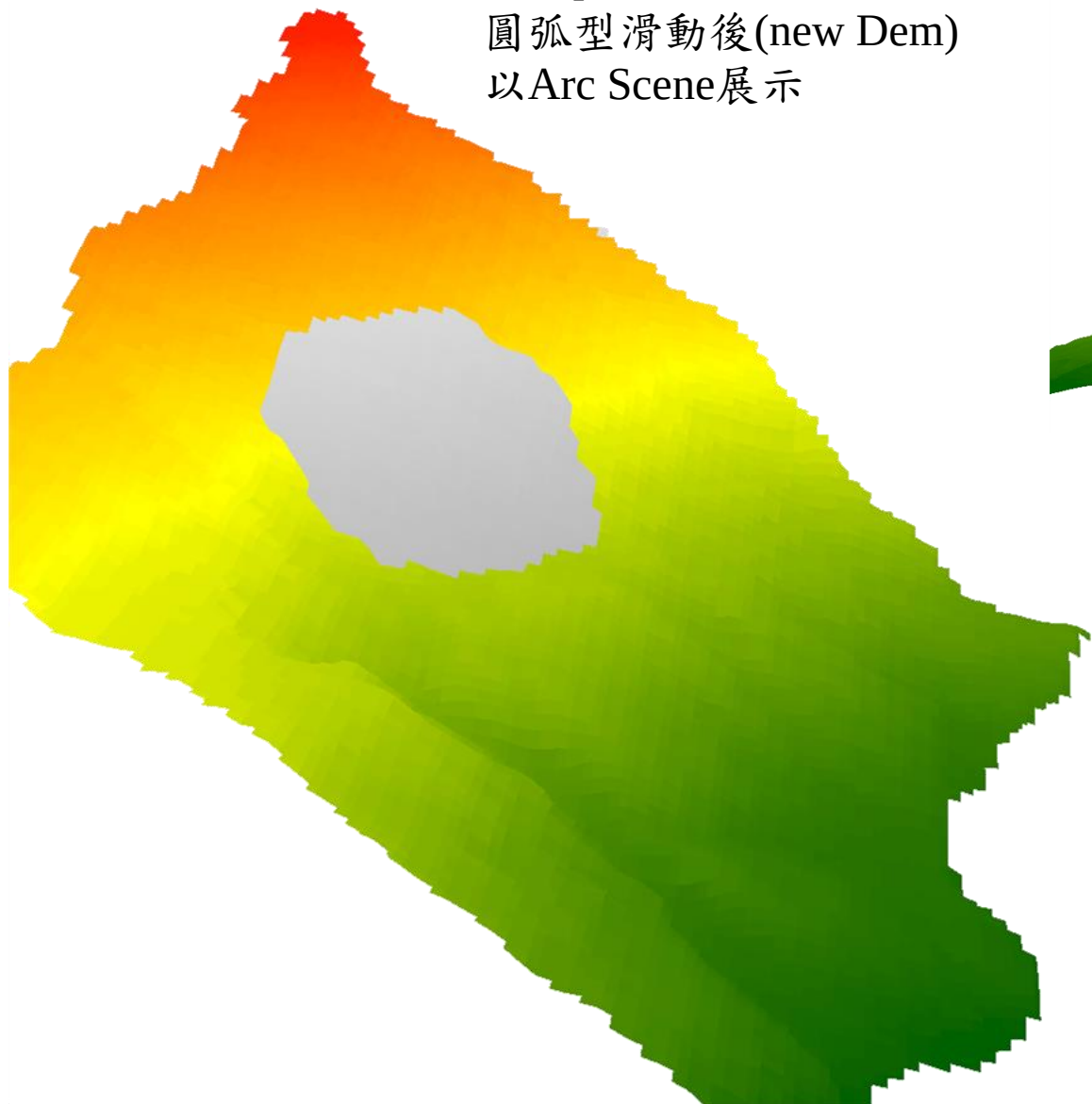
結論與建議

- D082、D038兩處崩塌潛勢區案例的土層深度不同，所以才以這兩處為案例作比較，SCOOPS3D分析結果均得到與近似於現況情形的地表徵兆，在坡面水系蝕溝周邊的預測率較高。(例：D038-BH-09孔)
- 美國USGS所邊坡及地質環境條件廣而變化大，聖海倫火山案例雖為歷史發生事件，但依循歷史紀錄量體及程式計算結果，明確的指出火山缺口山體滑崩區範圍。
- 有別於聖海倫火山條件，探討兩處案例並無紀錄崩塌量體規模，僅以體積區間試算後再回饋於現況調查比對。
- 地形資料目前已是較容易取得資料，建議先期可採SCOOPS3D分析作整體地形邊坡穩定分析，至少可先得知相對安全穩定之分布。對於先期評估欲鑽探監測的區位是一可列入考量的方式。
- 地形精度對安全係數分布的顯示是有影響，地形精度越高則安全係數分布越明確；但若精度過高的地形在邊坡單元數學計算上也會無法運算。以此2案例為例，地形精度分別在5~20公尺均能夠順利運算。然而如聖海倫火山的大尺度地形，以30公尺為網格精度計算為佳。
- 整體而言，軟體模式簡單易上手，惟地表下模型建置較不方便，需以內插方式或人工檢視編修分層建置是主要缺點。但都能得到參考預測山體相對較不穩定區的分布。

簡報完畢
謝謝聆聽

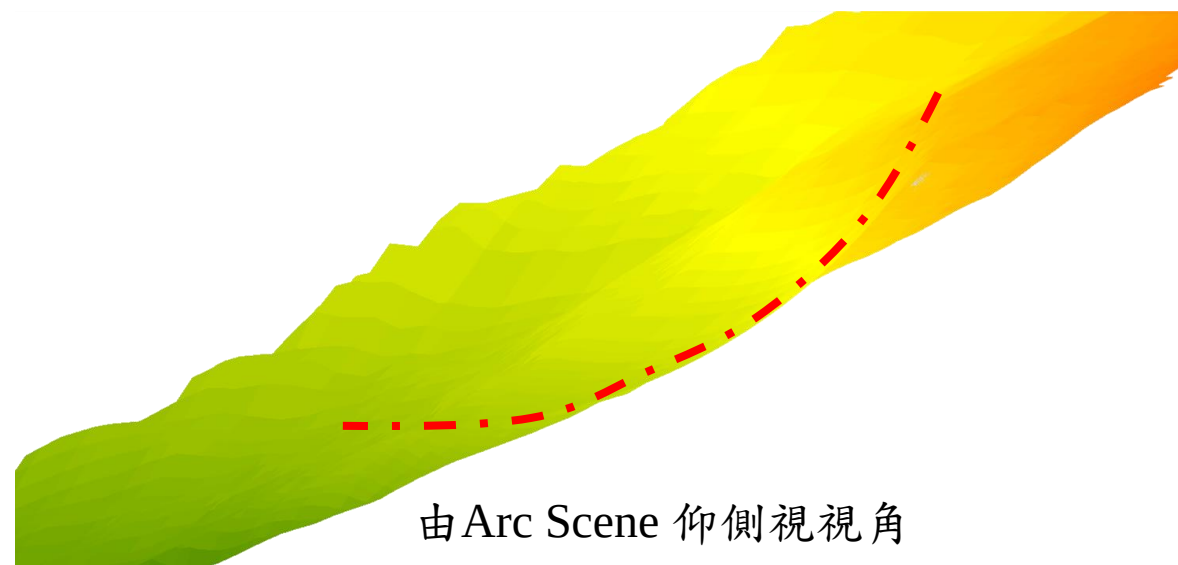
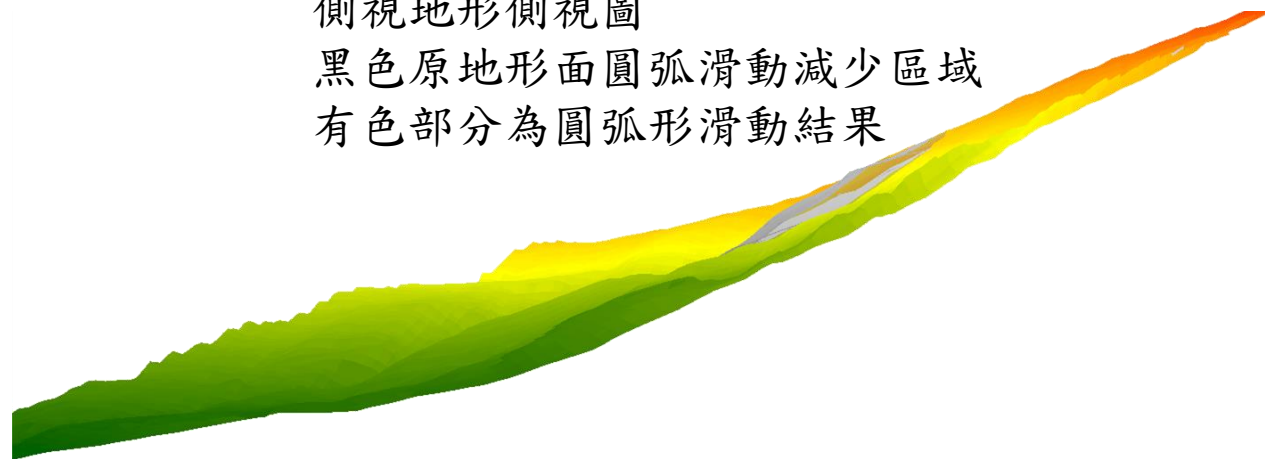
- 內容摘要：近年由於坡地大規模崩塌的環境議題受到保育關注，在廣域的山體坡面在以往不容易全區域考量。有鑑於近年地形測繪技術與分析技術進步，本次介紹以三維邊坡分析程式(Scoops3D)分析臺灣南部山區(霧臺鄉阿禮及佳暮部落)，歷史曾受過強降雨事件造成之山體滑坡災害地點作程式分析探討，介以評估山體崩塌潛勢區位、規模，進而瞭解大範圍的山體坡面穩定情形，另期以增加坡地防減災的參考。

Scoops3D分析結果產製
圓弧型滑動後(new Dem)
以Arc Scene展示



以Scoops3D分析D038- $10^5\text{m}^3 \sim 10^6\text{m}^3$ 體積
區間分析成果可視化

側視地形側視圖
黑色原地形面圓弧滑動減少區域
有色部分為圓弧形滑動結果



由Arc Scene 仰側視視角