

即時調查

大綱

- 困難與挑戰
- 調查技術與成果

困難與挑戰

現場難以抵達

- 林保署花蓮分署萬榮工作站深山特遣隊8/26~9/5自光復林道下切前往堰塞湖，因地形落差太大無法抵達
- 目前無法進行地表地質調查、鑽探、地球物理調查，壩體材料性質未知
- 僅能透過遙測方法，從地形、地貌變化，評估壩體穩定性

調查技術與成果

摘要

- 114年7月25日衛星影像發現馬太鞍溪支流崩塌(林田山第118林班地)、阻塞河道形成堰塞湖
 - 距離下游保全對象萬榮鄉明利村約11公里
- 花蓮分署7/25啟動緊急調查評估工作
 - 7/26, 27空勘確認天然壩尚未溢流
 - 航遙測分署航照解算成果：天然壩高200m、體積2億立方公尺、堰塞湖最大蓄水量9100萬立方公尺
 - 9/2湖面距離溢流口高差約27公尺，蓄水量約5800萬噸(庫容量64%)





20250821



20250821



20250821

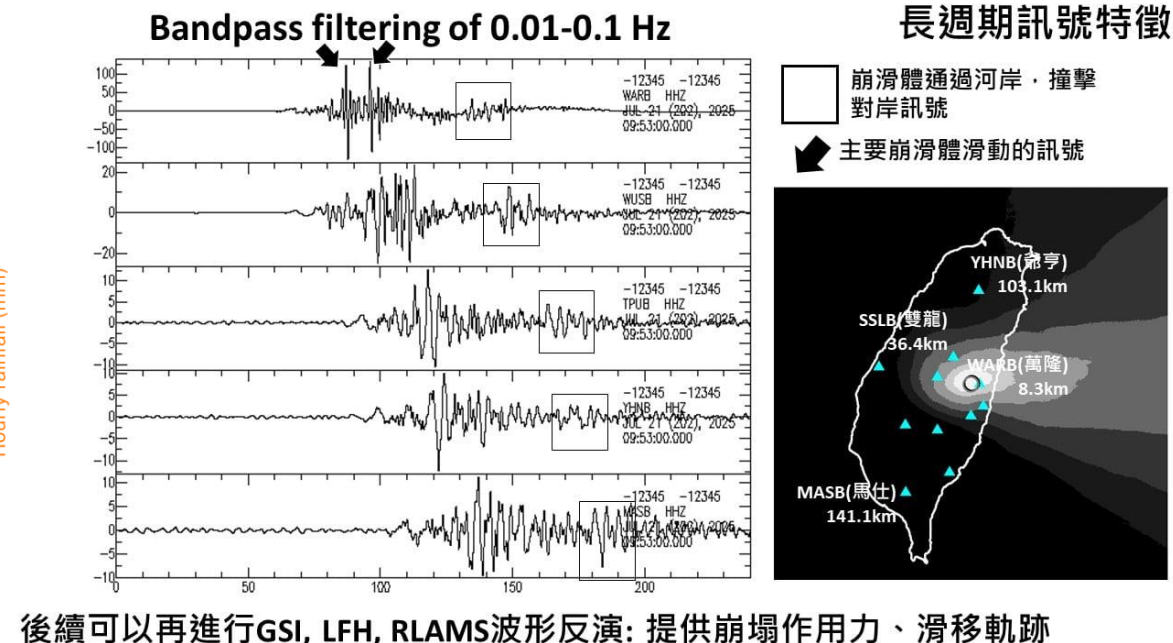
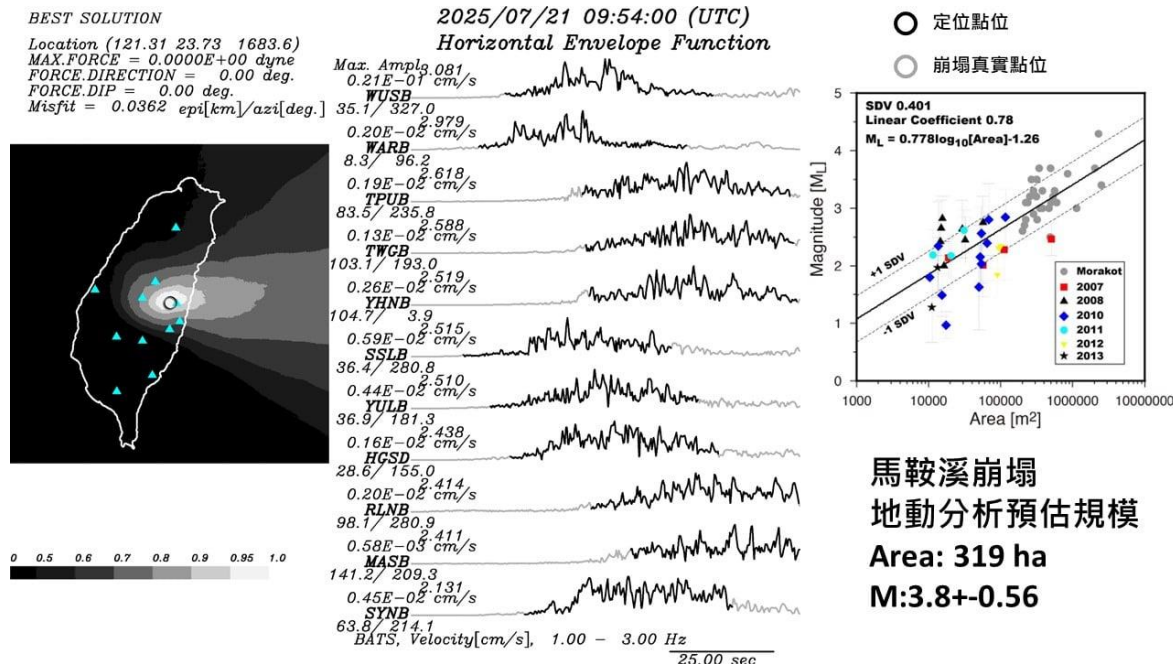
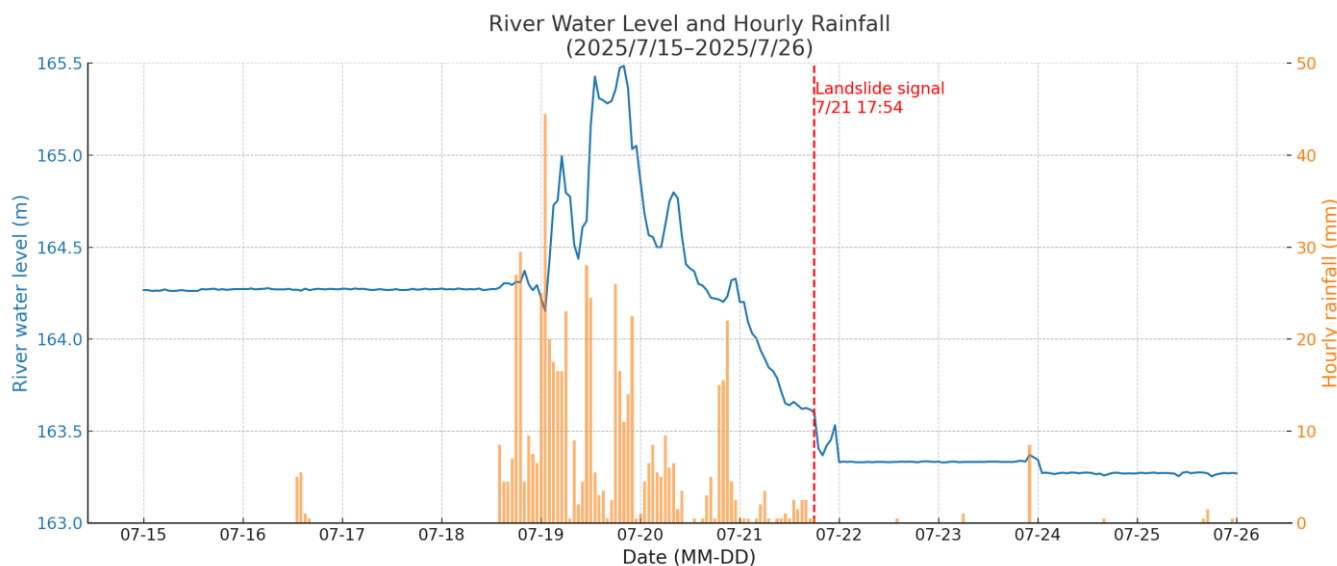
基本資料蒐集

- 崩塌地位於林田山事業區第118林班地
- 天然壩坐標(TWD97)：280600, 2621750
- 保全對象位於堰塞湖下游11公里



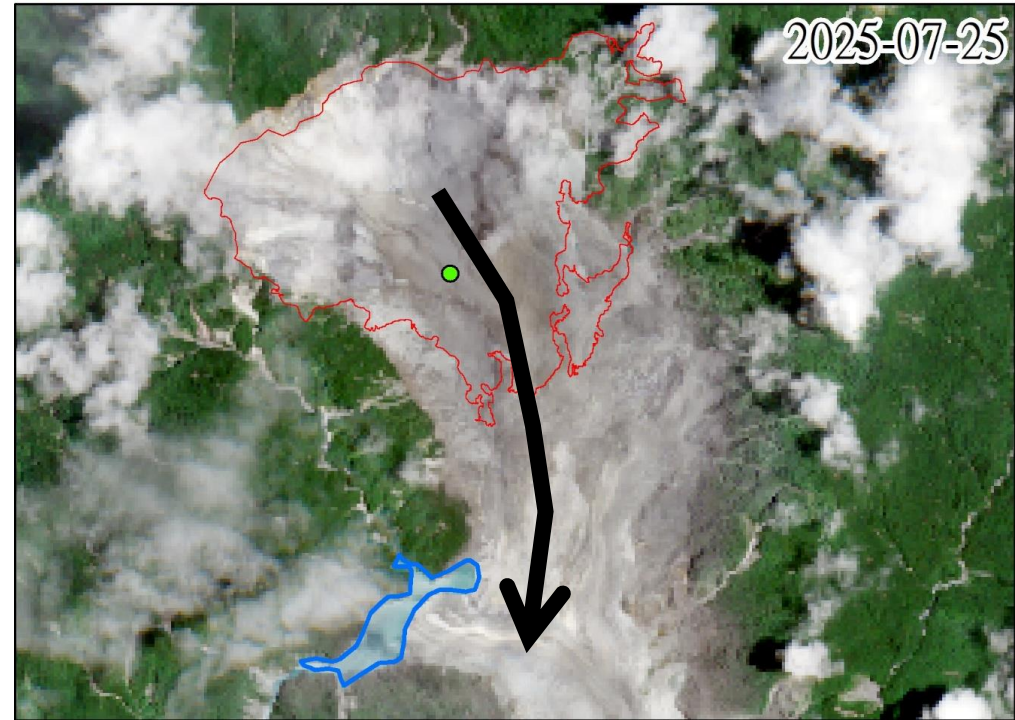
水文資料與崩塌訊號

- 薇帕颱風期間48小時累積雨量介於20-25年重現期
 - 中央氣象署C1T950(太安)自動雨量站，距離堰塞湖8.5公里
- 114年7月21日17:54偵測地動訊號
 - 陽明交大趙韋安老師團隊，即時解算崩塌規模與位置，誤差範圍1公里內
- 薇帕颱風造成支流坡面崩塌形成堰塞湖
 - 水位較颱風前下降1公尺



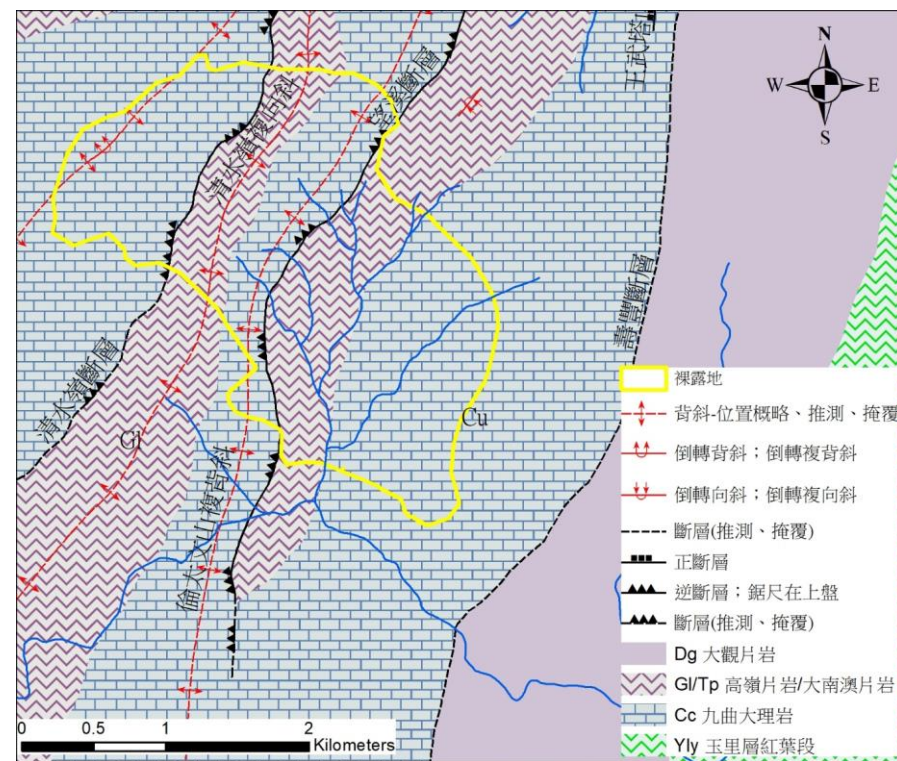
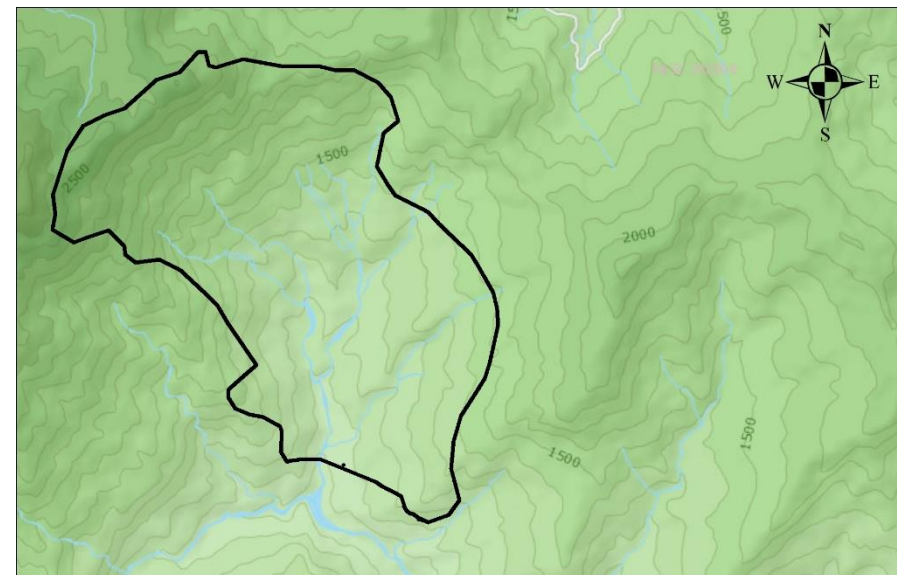
航遙測影像分析

- 蒐集多期衛星影像、航遙測分署災後多次航照、7/27日直升機空勘影像，綜合比對災害範圍及初步成因判釋
 - 92~108年蝕溝局部崩塌，109年起崩塌範圍逐漸擴大
 - 113年康芮颱風下邊坡崩塌擴大
- 災前地表崩塌裸露面積約300公頃
- 災後裸露面積約500公頃
- 壩體上游集水區面積約6,000公頃



地形與地質

- 崩塌區高程1,100至2,500公尺
- 壩頂未來溢流口高程1,150公尺
- 堰塞湖水位高程約1,040公尺
- 主要出露地層為高嶺片岩(石英雲母片岩)及九曲大理岩(望溪大理岩)
 - 區域內伴隨構造作用產生的褶皺發達
 - 災前衛星影像可見地表張力裂縫





20250807

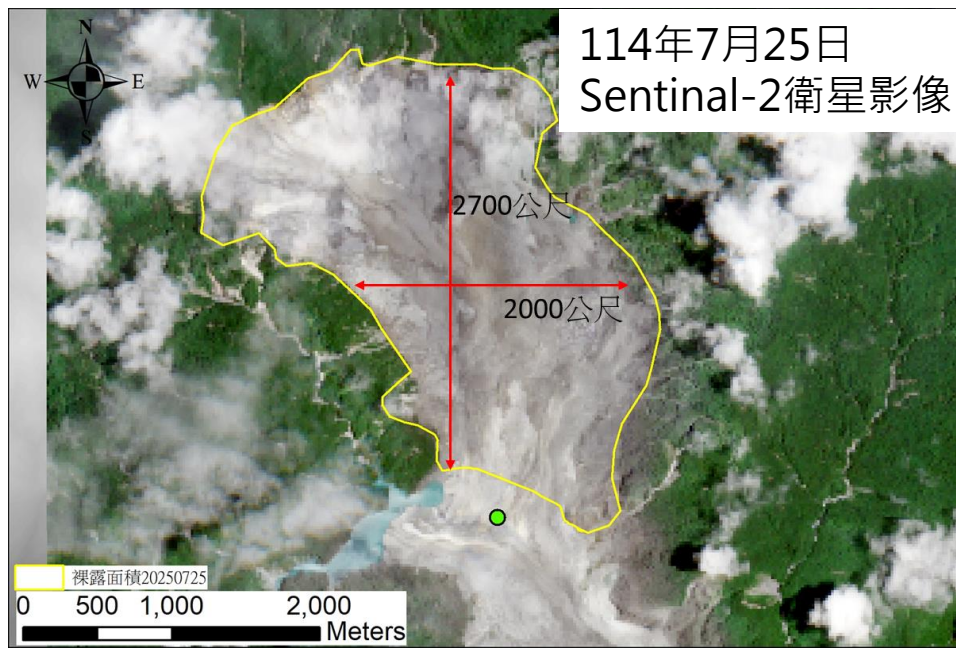


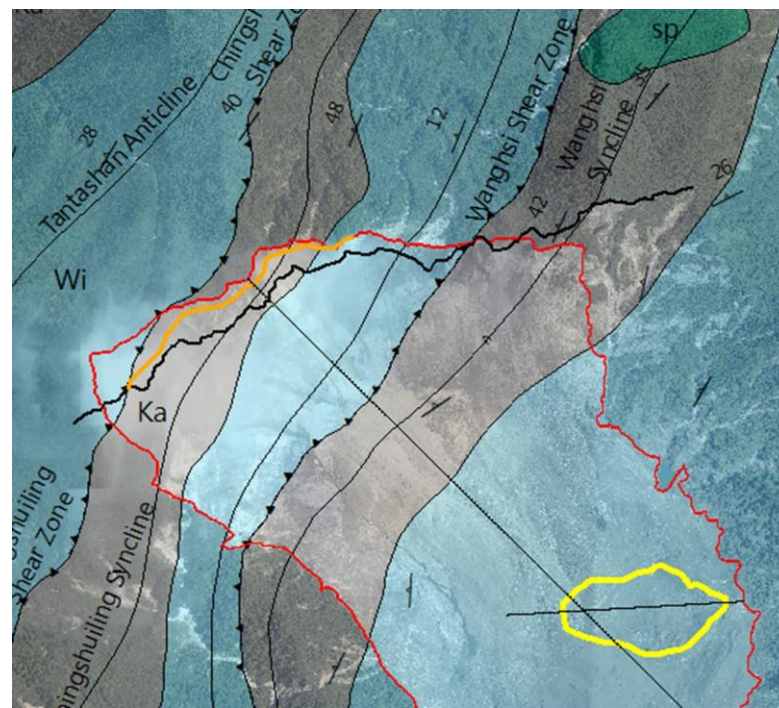
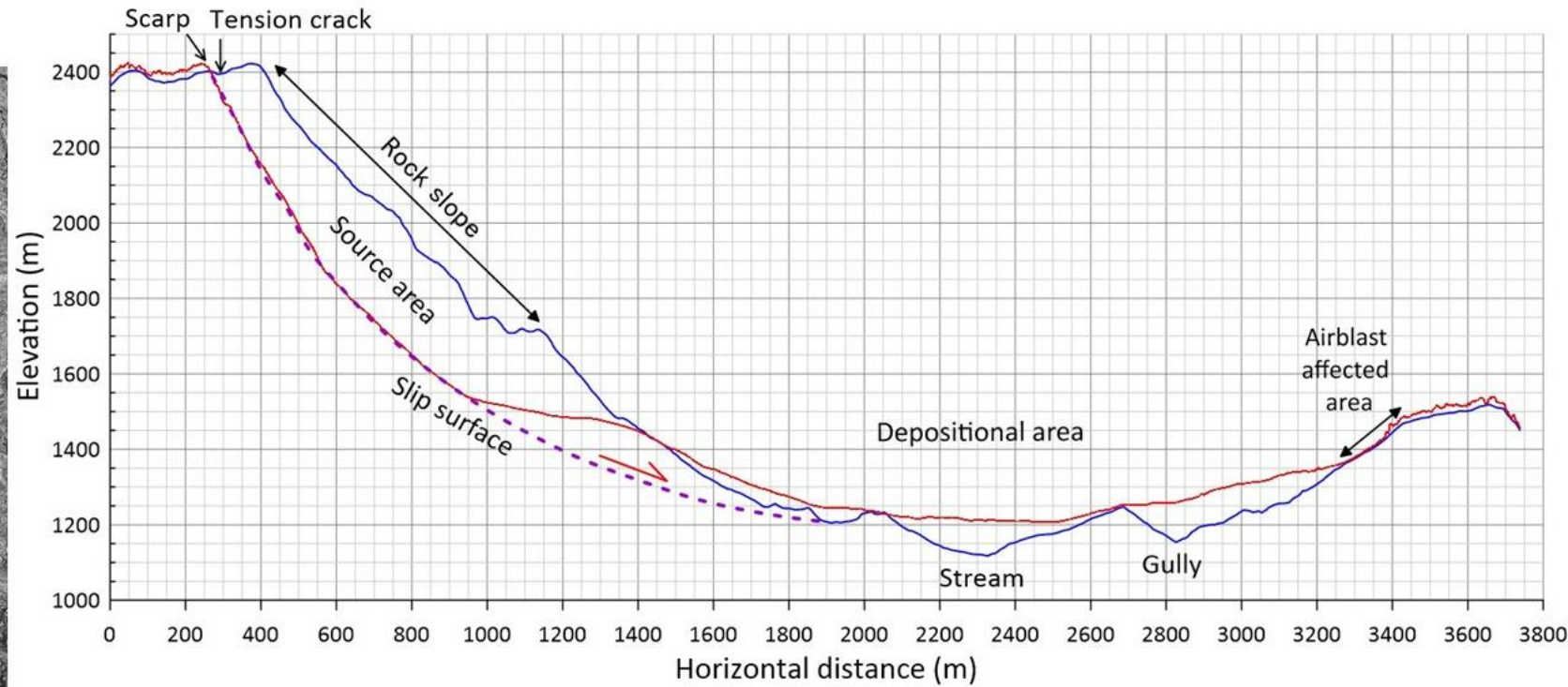
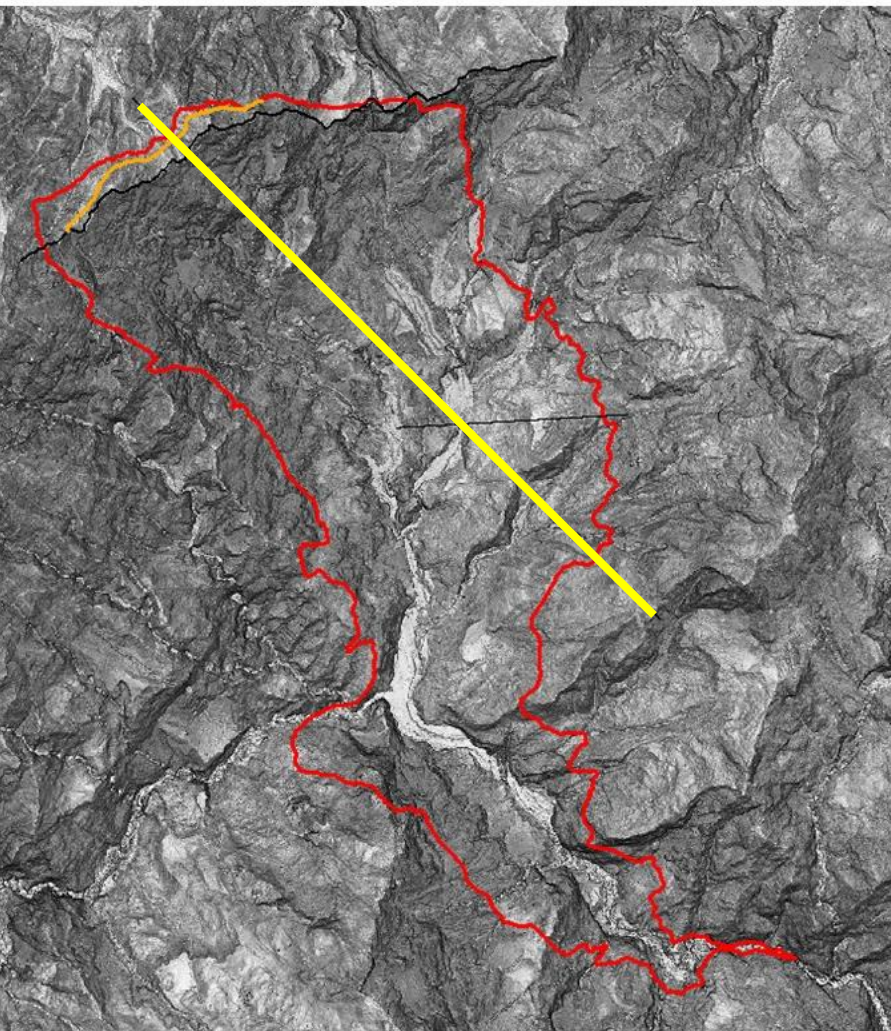
20250821

現地調査及災害量化分析

- 崩塌區

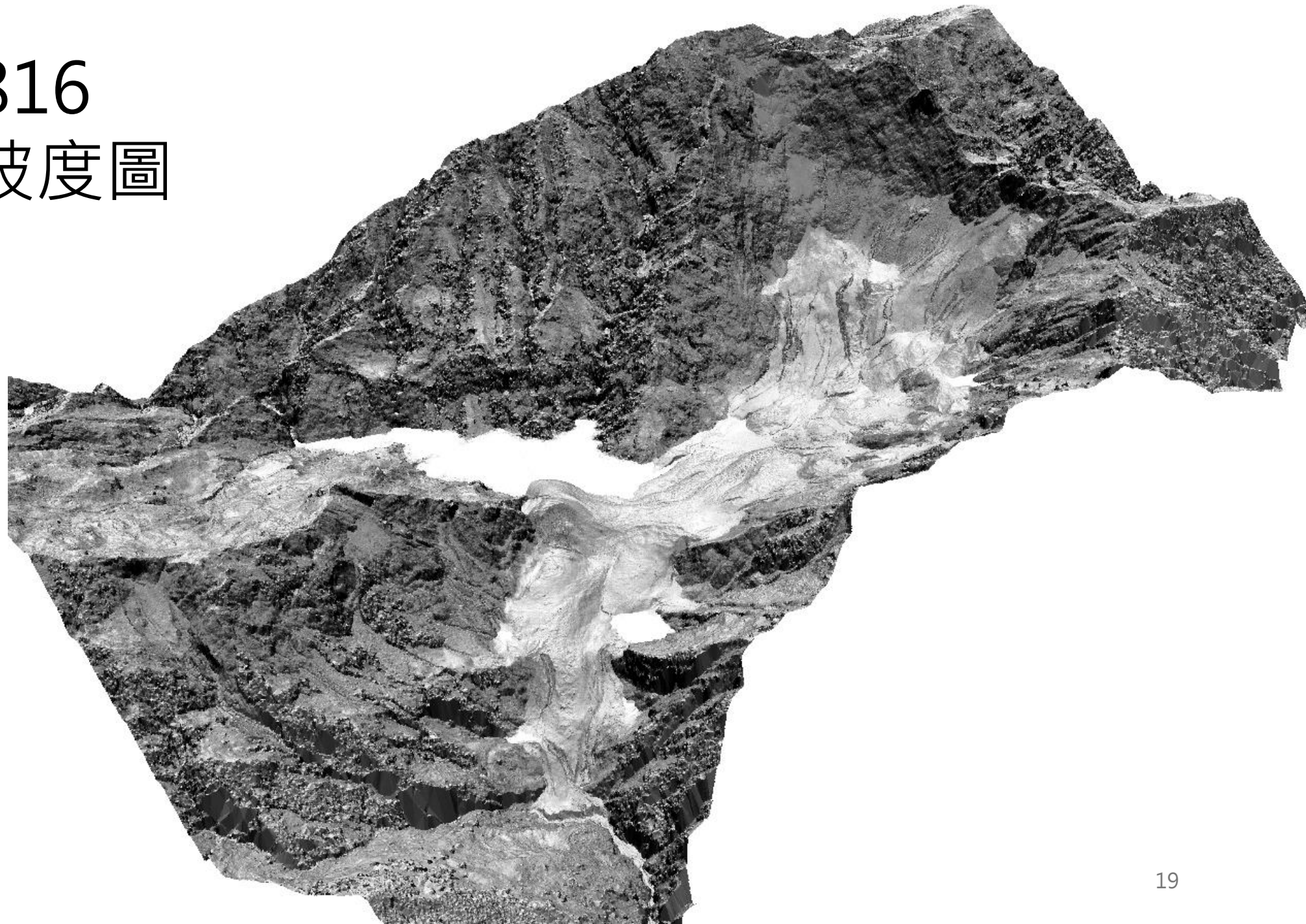
- 崩塌量體約2億立方公尺，崩塌深度達200公尺
- 新增崩塌面積約200公頃，總面積約500公頃





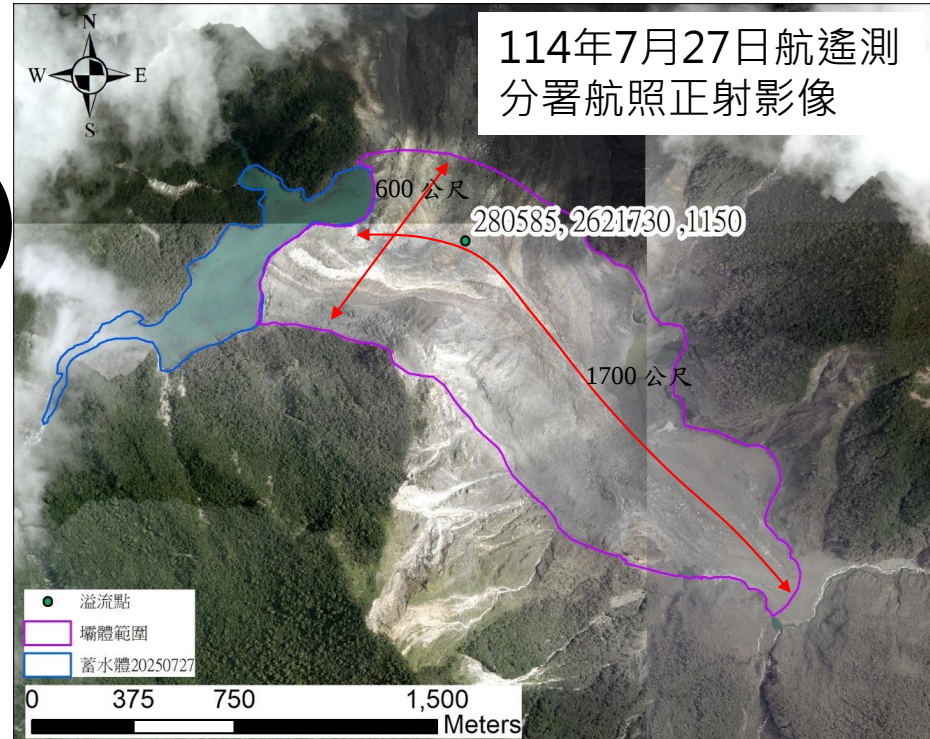
20250816

LiDAR坡度圖



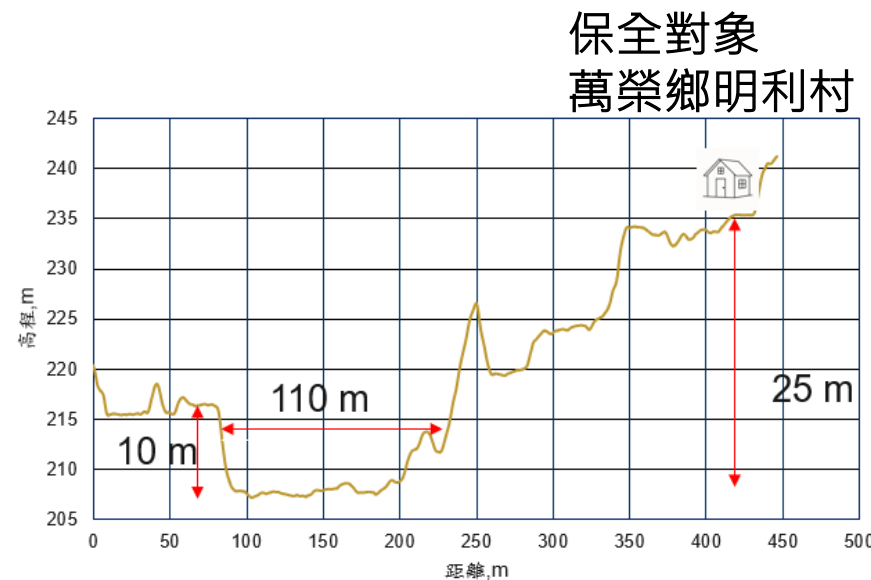
現地調查及災害量化分析(續)

- 天然壩
 - 壩高：250公尺
 - 壩頂未來溢流口高程：1,139公尺
 - 壩體體積：約2億立方公尺
- 堰塞湖
 - 堰塞湖最大蓄水量：約1億立方公尺
 - 9/1蓄水標高：1,111公尺
 - 9/1蓄水量：約5,785萬立方公尺



現地調查及災害量化分析(續)

- 保全對象
 - 下游最鄰近的住戶距離約11公里



堰塞湖安定性初步評估

- 依照「國有林堰塞湖處理標準作業流程」，天然壩安定性初步分析利用無因次阻塞指標(DBI)，作為評估天然壩是否易遭水流沖潰之分級標準

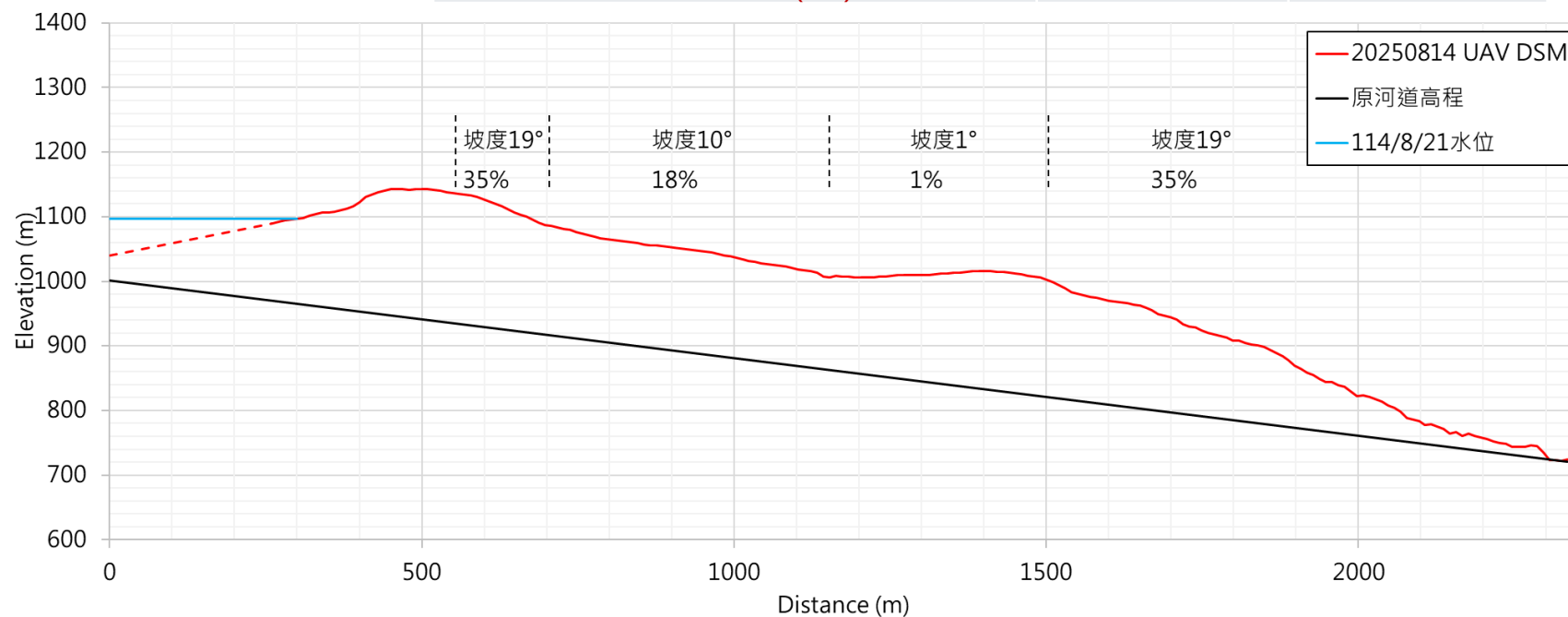
$$DBI = \log\left(\frac{A_b \times H_d}{V_d}\right)$$

- DBI<2.75，壩體判定為穩定
- DBI>3.08，壩體判定為不穩定
- 2.75<DBI<3.08之間則屬過度區(不確定區)
- 馬太鞍溪堰塞湖天然壩DBI為1.8
 - 集水區面積6,300公頃、壩高200公尺、體積2億立方公尺

堰塞湖安定性初步評估(續)

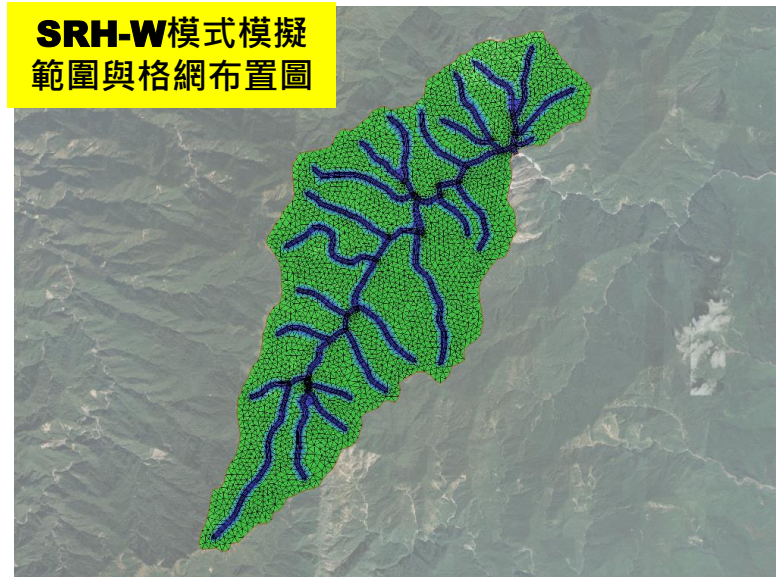
- 馬太鞍溪天然壩高度與坡度之規模為全球以往案例所少見壩體幾何形狀相對不穩定
- 雖依據 SOP 以 DBI 初估天然壩穩定性，仍應進一步調查，以釐清致災風險

	草嶺	馬太鞍溪
堰塞湖上游集水區面積 A_b (m^2)	162,000,000	63,000,000
天然壩壩高 H_d (m)	50	200
壩寬 W (m)	5,000	2,300
壩長 L (m)	600	600
天然壩堆積土體體積 V_d (m^3)	120,000,000	200,000,000
無因次阻塞指標DBI	1.83	1.80
破壞機率(DBI)	0.25~0.50	0.25~0.50
羅吉斯迴歸 L_s	0.96	-1.46
破壞機率(L_s)	0.28	0.81



堰塞湖上游不同重現期降雨—入流量預測

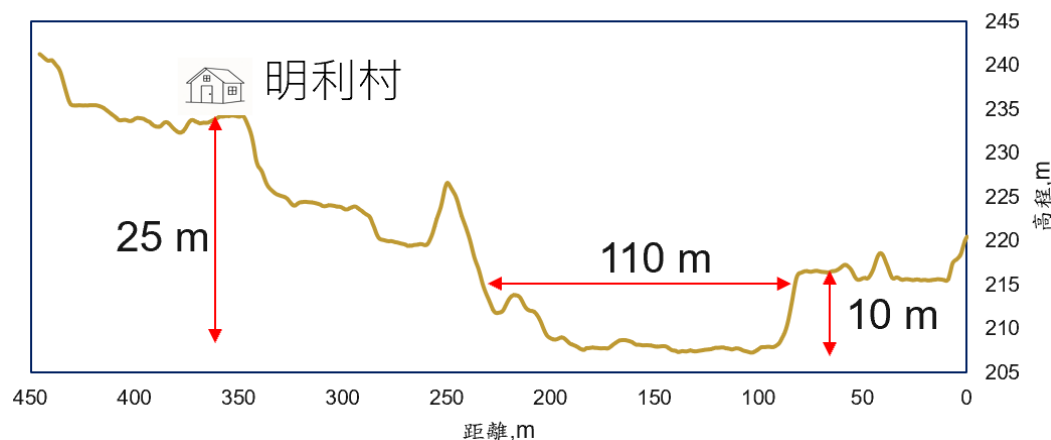
- 採用美國墾務局與水利署水利規劃分署合作研發之流域整體二維數值模式SRH-W
 - 以馬太鞍溪上游堰塞湖之集水區為範圍，進行降雨逕流模組建置
 - 參考民國105年花蓮溪治理規劃檢討報告之水文分析成果，再不同重現期之降雨條件進行降雨逕流分析
 - 考慮降雨入滲對基流量之影響
- 根據中央氣象署提供集水區降雨資料，作為水位預測、警戒發布標準
 - QPE(雷達降雨估計)、QPF(定量降水預測)



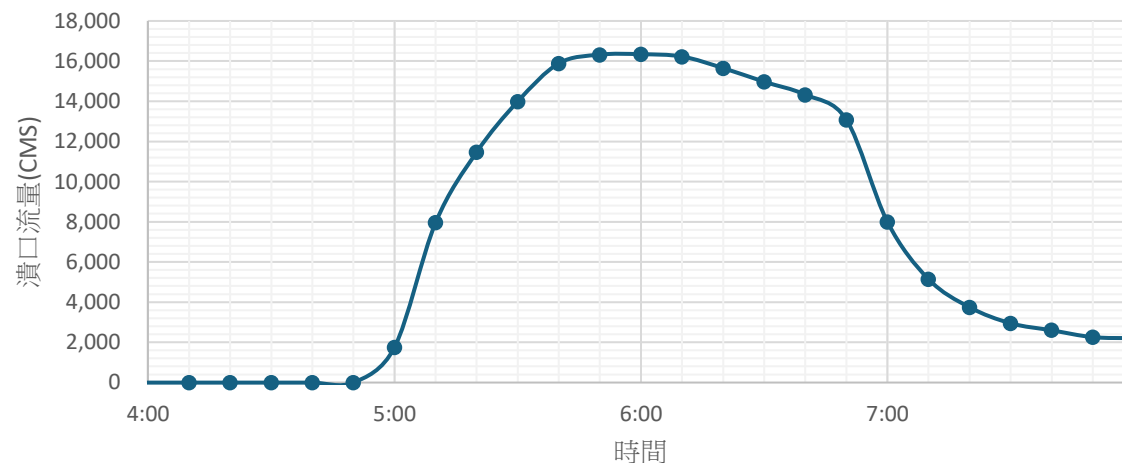
預測雨量 (mm)	增加水量 (萬m3)	壩頂溢流 減少天數	預測溢流日期
0	0	0	2025/10/7
200	1,217	14	2025/9/24
300	1,715	19	2025/9/18
400	2,223	25	2025/9/13
500	2,741	30	2025/9/7

極端條件下潰壩模擬

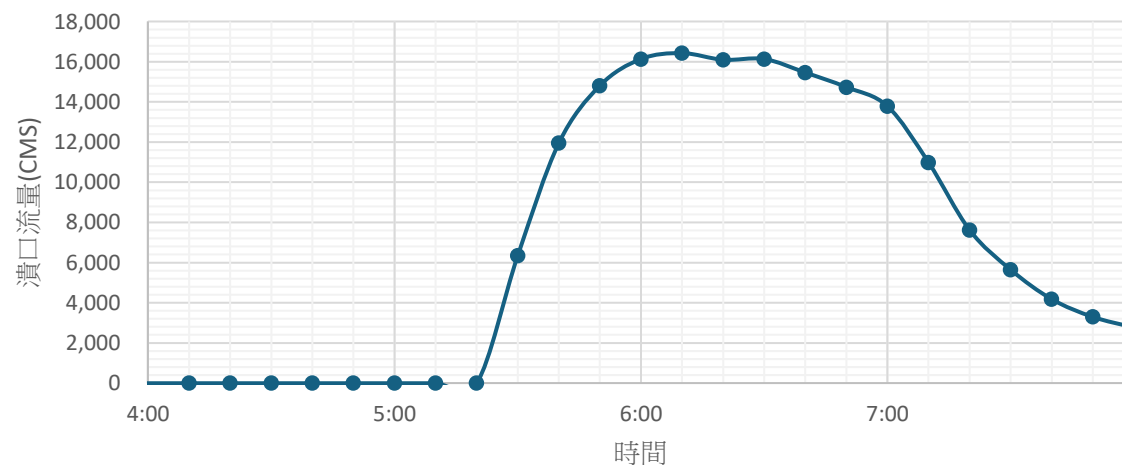
- 2小時內壩體潰決100公尺(流出7300萬立方公尺，**80%蓄水量**)，洪峰16,336cms
- 以馬鞍溪橋**50年重現期**降雨量之1,880cms作為潰壩時**上游入流量**
- 潰決後流量於40分鐘後抵達大馬堤防
- 約45分鐘抵達馬太鞍溪橋
- 約55分鐘抵達第一個開口堤
- 約60分鐘抵達花蓮溪匯流口



堰塞湖下方



最鄰近住戶明利村



災害風險評估小結

- 依據國有林地堰塞湖應變標準作業程序
- 採用危險度(災害發生之可能性)與危害度(災害之衝擊程度)兩項指標
- 建立風險分級劃分基準

壩體潰 壞風險	穩定性與破壞類型	符合條件
低	穩定，溢流破壞	溢流沖刷破壞，但沖刷速度緩慢
高	過度區或不穩定，溢流破壞	溢流沖刷破壞，但可能發生劇烈沖刷(上游入流量高時)
	過度區或不穩定，滲流破壞	可能發生滲流破壞
	過度區或不穩定，驟然破壞	可能發生驟然破壞

保全 危害度	符合條件 (堰塞湖上、下游災害影響範圍內保全對象)	備註
低	影響潛勢區為河道，下游無保全對象或重要設施且人員不易抵達從事活動。	堰塞湖影響範圍內因地形險峻或屬管制區人員不易抵達河床而受影響。
中	1.淹沒潛勢區內無保全對象，但下游保全對象有受影響疑慮。 2.人員可能於河床從事活動。	1.經檢討，下游住戶高程於潰壩影響水位之出水高不足。 2.下游有親水環境或有河床活動紀錄。
高	1.影響範圍內有保全對象或重要設施。	1.上游迴水淹沒區有住戶或設施。 2.下游住戶高程小於潰壩影響水位。
	2.淹沒潛勢區內無保全對象，但下游保全對象緊臨河岸且位處高流速沖刷區。	河岸階地可能遭洪水沖刷導致崩塌災害。
	3.存有複合型土砂災害問題	二次災害潛勢須進一步評估

災害風險評估小結

- 由堰塞湖風險分級對應處理原則，規劃後續處置對策
- 堰塞湖經風險評估**屬於高風險(橙)**，因立即進行即時監測、訂定警戒值，並考量進行緊急工程處理

危險度 危害度	較低	較高
低	暫無風險(綠)	
中	低風險(黃)	
高	高風險(橙)	極高風險(紅)

風險等級	監測	警戒	工程急迫性	
暫無風險(綠)	定期監測	無	無	
低風險(黃)	即時監測	河道管制	可及性低者	無
			可及性高者	低
高風險(橙)	即時監測	達警戒值時 撤離	中	
極高風險(紅)	即時監測	緊急撤離	高	