

摘要

一、緊急災害調查

因 113 年 4 月 3 日花蓮地區發生芮氏規模 7.2 地震事件，因各地災情陸續傳出，隨即成立中央災害應變中心，由國家災害防救科技中心與太空遙測中心通報萬里溪上游有堰塞湖情事，於同日稍晚由本計畫團隊協助林業及自然保育署花蓮分署提供萬里溪堰塞湖緊急判釋資訊。於隔日(4 月 4 日)由林業及自然保育署航測及遙測分署進行緊急航拍確認堰塞湖已溢流，並由林業及自然保育署花蓮分署於 7 時 30 分發布緊急通報單，後續為確實掌握災害現況，於 4 月 9 日啟動萬里溪堰塞湖災害緊急調查評估工作。

二、影像分析結果

本計畫團隊配合林業及自然保育署花蓮分署於 4 月 18 日進行直升機空勘確定堰塞湖區相關資訊，萬里溪堰塞湖崩塌地最大長度約 150 公尺，最大寬度為 142 公尺，崩塌地面積為 1.37 公頃，天然壩堆積長度沿河道計算約 120 公尺，寬度為 74 公尺，堆積土體已造成河道阻塞，現場已出現溢流情形。湖區最大長度約 670 公尺，最大寬度約 78 公尺，最大深度約 36 公尺，蓄水面積約 3.5 公頃，蓄水體積約 55 萬立方公尺，目前天然壩右岸處已被溪水沖刷出一個寬約 14 公尺的溢流水道，堰塞湖無持續蓄水、湖水面積亦無持續擴大之情形。崩塌地所在坡面出露之岩層為石英雲母片岩，具有發達的葉理面，容易形成山崩、落石等現象，屬於地形陡峭之岩屑崩落類型。

三、崩塌地災因分析結果

針對堰塞湖災因分析部分經回溯衛星影像與水位觀測紀錄顯示，研判其形成日期應為 113 年 3 月 4 日至 5 日之間，藉由降雨及地震分析後可知，該崩塌發生時並無強降雨及強震紀錄，研判與其因素關聯性較低，應屬於坡自然解壓崩塌堆積河道後導致萬里溪蓄積成湖。

四、天然壩穩定分析及災害影響範圍

透過無因次阻塞指標(DBI)進行天然壩穩定性分析，推估萬里溪堰塞湖為不穩定壩體，颱風期間暴漲的水流可能導致堰塞湖潰壩。若天然壩一旦潰決，將造成下游河床水位驟變，然堰塞湖與下游最近之部落與門牌戶距離約

23-27 公里。分別為西寶聚落(河階地)，其與河道距離約 40 公尺，高差約 20.6 公尺，河道寬度約 133 公尺；林田山林業文化園區與河道距離約 30 公尺，高差約 6.9 公尺，河道寬度約 140 公尺；萬榮部落與河道距離約 490 公尺，高差約 9.5 公尺，河道寬度約 136 公尺；萬里溪橋位於剖面線 D 點至 D' 點上，高差約 8.4 公尺，河道寬度約 360 公尺，目前各保全對象所處之河道斷面較寬，有助於減低潰壩洪流動能，且高差仍有近 7 公尺以上，暫時無立即性危險。

目前堰塞湖與各保全對象之距離相當遠，並有足夠之高差可安全通洪，在水理分析後研判即使堰塞湖壩體潰決，其對下游住家與聚落之致災風險相對較低，但為確保安全除設置警告標示或於布告欄張貼資訊外，建議應建立堰塞湖應變通報機制及管制或警示人員進入河床，以策安全。

五、建議處置對策

萬里溪堰塞湖四周邊坡皆為陡坡地形，具有交通不可及的特性，工程整治可行性低，除利用衛星影像追蹤外，建議可採用鄰近雨量站(大觀雨量站)及水位站(萬里溪橋水位站)反應集水區降雨及水位變化情形，並且建議於萬里溪集水區 24 小時累積雨量達 200mm 以上或地震震度達 4 級以上時，應立即透過電話通知緊急通報聯絡人，同時萬榮鄉公所可運用村里鄰長、警察、消防人力，及巡邏車、廣播車傳遞堰塞湖災害訊息，告知居民避免進入溪床，而村長亦可藉由社區廣播之方式，迅速告知村民。於災害事件後，應進行空勘作業或進行衛星影像追蹤工作，以便掌握堰塞湖近況。

目錄

摘要	A
目錄	I
圖目錄	II
表目錄	IV
壹、前言	1
貳、地文及水文分析	5
2-1、水文資料	5
2-2、地形資料	6
2-3、地質資料	9
2-4、土地利用資料	11
2-5、地震資料	12
參、航遙測影像分析	13
肆、現地調查及地形分析	20
4-1、崩塌地基本資料	20
4-2、現況說明	23
4-3、下游保全對象分布	30
伍、堰塞湖災害量化評估資料	32
5-1、壩體穩定性評估	32
5-2、堰塞湖下游斷面(保全對象)檢核分析	34
5-3、堰塞湖潰壩影響分析	39
陸、災害衝擊評估及影響	49
柒、後續處置建議	54
7-1、結論	54
7-2、建議	55
附錄一、「萬里溪堰塞湖緊急調查評估」報告書審查意見及辦理回覆	
附錄二、萬里溪堰塞湖緊急調查評估報告速報	

圖目錄

圖 1-1、萬里溪堰塞湖位置圖(兩萬五千分之一地形圖).....	2
圖 1-2、萬里溪堰塞湖林班地位置圖.....	2
圖 1-3、萬里溪堰塞湖所在行政區域圖.....	3
圖 1-4、萬里溪堰塞湖新聞媒體露出(113/04/05).....	4
圖 2-1、萬里溪堰塞湖與鄰近水文測站分布圖	5
圖 2-2、大觀雨量站及萬里溪橋水位站雨量及水位組體圖(3/4 至 3/7 日).....	6
圖 2-3、萬里溪堰塞湖 LiDAR 地形圖	7
圖 2-4、萬里溪堰塞湖坡度圖	8
圖 2-5、萬里溪堰塞湖坡向圖	8
圖 2-6、萬里溪堰塞湖五萬分之一流域地質圖	9
圖 2-7、萬里溪堰塞湖集水區鄰近山崩與地滑地質敏感區	10
圖 2-8、萬里溪堰塞湖及右岸崩塌地土地利用情形	11
圖 3-1、萬里溪堰塞湖形成時間追蹤(PlanetScope 影像).....	13
圖 3-2、歷年 SPOT 衛星影像(93 年~112 年).....	14
圖 3-3、萬里溪堰塞湖(112/9/13)-右岸邊坡尚穩定	15
圖 3-4、萬里溪堰塞湖(113/2/24)-堰塞湖尚未形成	15
圖 3-5、萬里溪堰塞湖(113/2/29)-堰塞湖尚未形成	16
圖 3-6、萬里溪堰塞湖(113/3/5)-疑似蓄水體形成	16
圖 3-7、萬里溪堰塞湖(113/3/15)-堰塞湖形成	17
圖 3-8、萬里溪堰塞湖(113/3/25)-堰塞湖追蹤	17
圖 3-9、萬里溪堰塞湖(0403 花蓮地震後 113/4/4)-堰塞湖追蹤	18
圖 3-10、萬里溪堰塞湖(113/4/4 航照)-堰塞湖已溢流.....	18
圖 3-11、萬里溪堰塞湖(113/4/17)-堰塞湖無明顯變異	19
圖 4-2、萬里溪堰塞湖與林道位置圖.....	22
圖 4-3、113 年 4 月 18 日萬里溪堰塞湖空勘任務路線圖	23
圖 4-4、萬里溪右岸崩塌地尺寸判釋成果.....	24
圖 4-5、萬里溪堰塞湖天然壩尺寸判釋成果.....	25
圖 4-6、萬里溪堰塞湖堰塞湖、天然壩、崩塌空勘照片	25
圖 4-7、萬里溪右岸崩塌地出露岩層空勘拍攝照片	26
圖 4-8、萬里溪堰塞湖全觀空勘拍攝照片	26
圖 4-9、萬里溪堰塞湖尺寸參數基本示意圖.....	27
圖 4-10、萬里溪堰塞湖蓄水區河寬示意圖.....	28

圖 4-11、萬里溪堰塞湖水體體積估算圖.....	28
圖 4-12、萬里溪堰塞湖橫、縱剖面位置圖	29
圖 4-13、萬里溪堰塞湖橫、縱剖面示意圖	29
圖 4-14、萬里溪堰塞湖可能保全對象分布圖	30
圖 4-15、萬里溪堰塞湖可能保全對象現地調查空拍照片	31
圖 5-1、萬里溪堰塞湖上游集水區位置圖	32
圖 5-2、堰塞湖天然壩體穩定性評估結果	33
圖 5-3、萬里溪堰塞湖下游主要保全對象相對位置圖	34
圖 5-4、下游保全對象 A、B 剖面位置(西寶、林田山文化園區).....	35
圖 5-5、下游保全對象 C、D 剖面位置(萬榮、萬里溪橋).....	35
圖 5-6、下游保全對象 A、B、C、D 剖面圖	36
圖 5-7、下游保全對象 A、B 現地狀況	37
圖 5-8、下游保全對象 C 現地狀況	37
圖 5-9、下游保全對象 D 現地狀況	38
圖 5-9、堰塞湖潰壩類型	39
圖 5-10、三角歷線潰壩洪峰流量計算示意圖	39
圖 5-11、萬里溪橋水位上升高度與潰壩時間關係圖	42
圖 5-12、萬里溪堰塞湖常水流情境下萬里溪橋水位抬升量檢核示意圖	42
圖 5-13、Hyper KANAKO 數值模式計算模組	43
圖 5-14、洪水來臨時民眾可步行避難之流速及水深範圍	43
圖 5-15、二維水砂數值模式設定入流邊界範圍圖	44
圖 5-16、堰塞湖潰壩設計條件下模擬成果(常流水).....	45
圖 5-17、萬里溪堰塞湖各推估之重現期距洪峰量估算成果	46
圖 5-18、重現期 100 年潰壩情境下萬里溪橋水位抬升量檢核示意圖	48
圖 5-19、萬里溪堰塞湖下游各保全對象洪水位採用值	48
圖 6-1、萬里溪堰塞湖通報 Line 群組(已建立通報機制)	52
圖 6-2、國有林防災應變處理程序	53
圖 7-1、建議施作警示牌位置(界點上游河道)分布示意圖	56
圖 7-2、建議施作警示牌位置(界點上游河道)比對示意圖	56
圖 9-1、113 年 5 月 3 日辦理萬里溪堰塞湖啟動應變說明會	60

表目錄

表 1-1、萬里溪堰塞湖調查及相關行程表.....	3
表 2-1、交通部中央氣象署大觀雨量測站基本資料	5
表 2-2、經濟部水利署萬里溪橋水位測站基本資料	5
表 2-3、各坡度/坡向分級崩塌所佔百分比	7
表 2-4、萬里溪右岸崩塌地地質資料.....	10
表 4-1、萬里溪右岸崩塌地調查表.....	20
表 4-2、萬里溪堰塞湖現況參數表.....	27
表 5-1、萬里溪堰塞湖保全對象檢查表.....	38
表 5-2、萬里溪橋常流水情境潰壩抬升檢核表	42
表 5-3、潰壩計算上游邊界基本參數表.....	43
表 5-4、萬里溪各重現期雨量估算.....	46
表 5-5、萬里溪各控制點各重現期比流量洪峰估算	46
表 5-6、萬里溪堰塞湖上游集水區各重現期比流量洪峰估算	47
表 5-7、萬里溪橋各重現期流量情境潰壩抬升檢核表	48
表 6-1、潰壩災害發生度初步評估分級表.....	49
表 6-2、保全危害度緊急評估分級表.....	50
表 6-3、堰塞湖風險評估分級表.....	50
表 6-4、堰塞湖風險處理原則對應表.....	51

壹、前言

因 113 年 4 月 3 日花蓮地區發生芮氏規模 7.2 地震事件，因各地災情陸續傳出，隨即成立中央災害應變中心，由國家災害防救科技中心與太空遙測中心通報萬里溪上游有堰塞湖情事，於同日稍晚由本計畫團隊協助林業及自然保育署花蓮分署提供萬里溪堰塞湖緊急判釋資訊。於隔日(4 月 4 日)由林業及自然保育署航測及遙測分署進行緊急航拍確認堰塞湖已溢流，並由林業及自然保育署花蓮分署於 7 時 30 分發布緊急通報單，請堰塞湖下游相關機關單位，預先啟動防災應變機制及河道管制，並請附近居民及遊客暫時勿進入溪床活動，隨即啟動堰塞湖災害應變機制。後續為確實掌握災害現況，於 4 月 9 日啟動萬里溪堰塞湖災害緊急調查評估工作。

因 113 年 0403 地震後各地仍需內政部空勤總隊進行救災任務，後續待救災工作較穩定時，由林業及自然保育署花蓮分署會同成功大學防災研究中心於 4 月 18 日進行空勘，經空勘發現現地確實有崩塌阻塞河道形成堰塞湖，並於同日下午針對下游部落，進行致災環境勘查與評估。萬里溪堰塞湖位於花蓮縣萬榮鄉萬榮村，屬林田山事業區之 79 與 103 林班交界處，崩塌地位置如圖 1-1 及圖 1-2 所示。

本次調查工作完成災害地點航遙測影像蒐集、地文及水文資料分析、遙測影像處理、現地調查及地形分析、堰塞湖災害量化評估資料、災害衝擊評估及影響等項目，並將調查與評估成果於 4 月 12 日彙整為「萬里溪堰塞湖調查評估報告調查速報」提送林業及自然保育署花蓮分署，以供進行後續處置時之參考資訊，並於 14 天(4 月 23 日)內依照規定完成調查項目，將資料彙整成「萬里溪堰塞湖調查評估報告」，以作為後續工程處理、緊急應變與中長期處置措施規劃與實施之參考。

雖目前堰塞湖資訊已由媒體廣為露出(如圖 1-4)，但後續為加強資訊傳遞與能保全對象防災作為說明，本案預計於 113 年 5 月 3 日上午 10 時在林田山林業文化園區中山堂召開居民說明會，以讓當地民眾了解目前該堰塞湖狀況、下游部落後續影響以及未來處置行為，彼此相互交流意見。

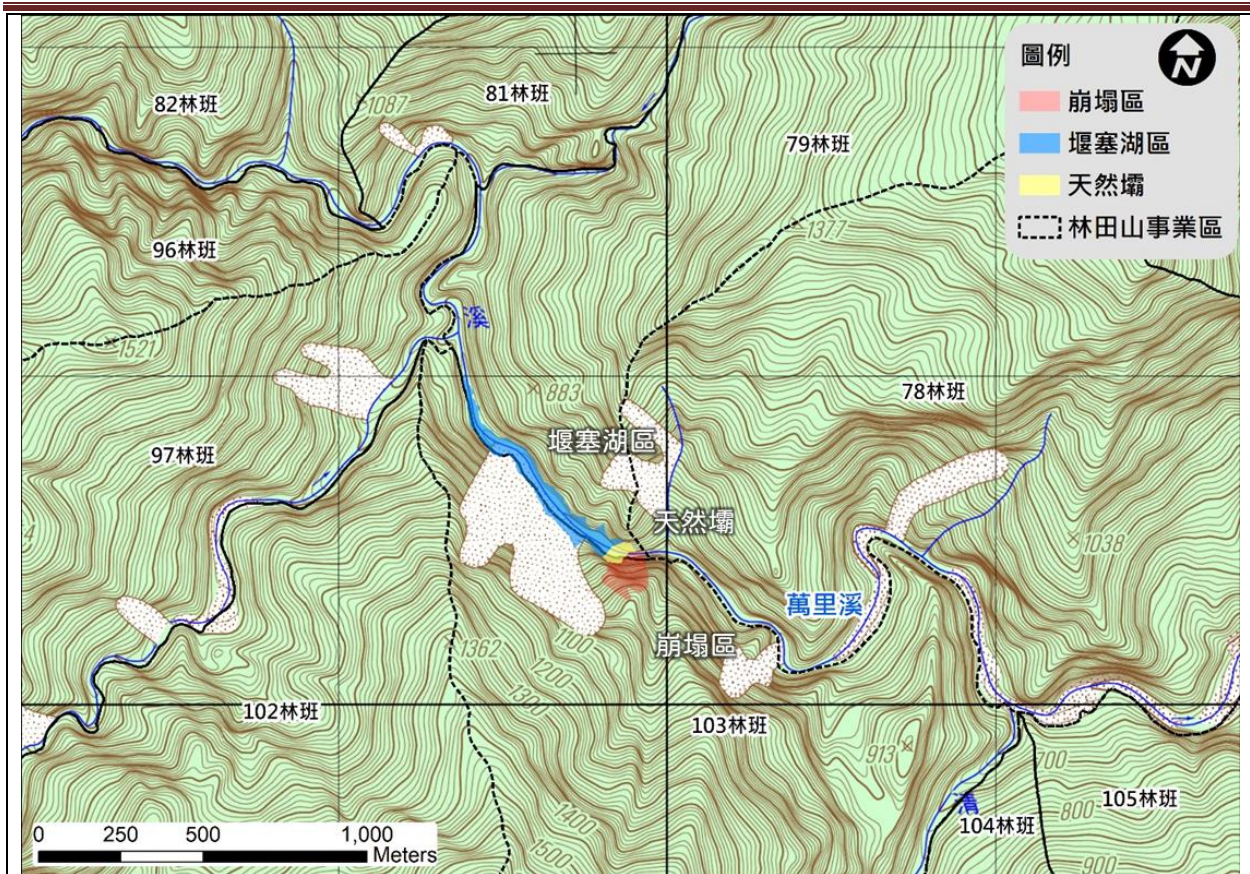


圖 1-1、萬里溪堰塞湖位置圖(兩萬五千分之一地形圖)



圖 1-2、萬里溪堰塞湖林班地位置圖

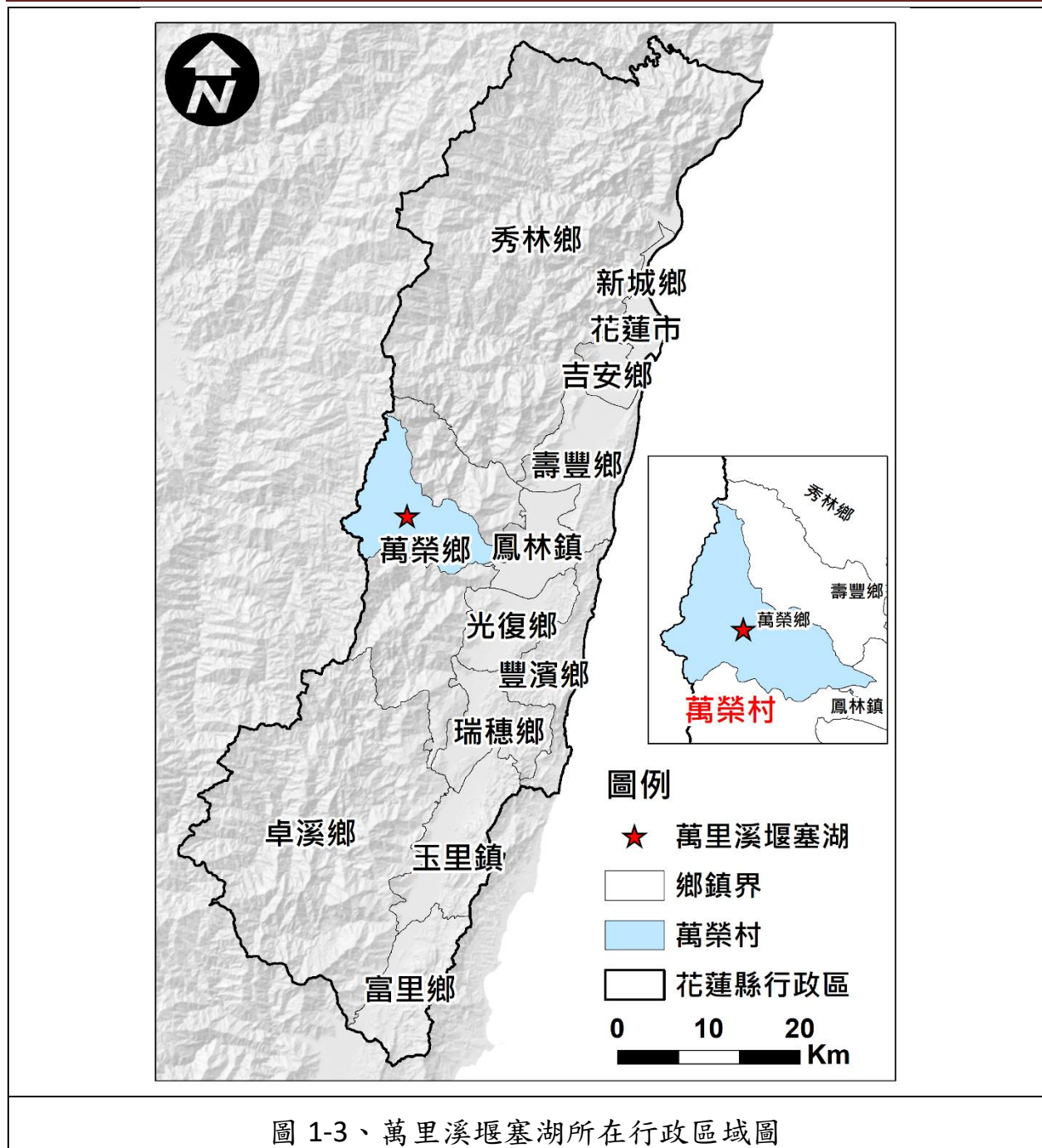


表 1-1、萬里溪堰塞湖調查及相關行程表

時間	工作事項	參與人員	地點
4/03	緊急判釋	李心平、臧運忠、 林昂、王上銘	成功大學防災中心 會議室
4/18	災害現場空中勘察	賀立行、謝名彥、王上銘	萬里溪堰塞湖



圖 1-4、萬里溪堰塞湖新聞媒體露出(113/04/05)

貳、地文及水文分析

2-1、水文資料

萬里溪堰塞湖位於林業保育署花蓮分署所轄之林田山事業區第 79 與 103 林班地交界，經蒐集交通部中央氣象署及經濟部水利署管轄之雨量站資料後，篩選鄰近災害發生點的雨量站作為災因分析參考對象，採用之鄰近測站為交通部中央氣象署的大觀雨量站(CIT940)，與崩塌地直線距離約 10 公里，且下游鄰近河道亦有水利署水位站之萬里溪橋站(2420H037)可參考，與崩塌地直線距離為 15 公里，如表 2-1 至表 2-2 所示，各測站位置參照如圖 2-1。

表 2-1、交通部中央氣象署大觀雨量測站基本資料

測站名稱	測站編號	海拔高度	TWD97(X)	TWD97(Y)	行政區
大觀	CIT940	539.0	288045	2623424	花蓮縣
地址			管理單位		資料起始時間
萬榮鄉(往花 50 線鄉道過管制哨約 12k 處)			交通部中央氣象署		85/01/01

表 2-2、經濟部水利署萬里溪橋水位測站基本資料

測站名稱	測站編號	流域	TWD97(X)	TWD97(Y)	行政區
萬里溪橋	2370H004	萬里溪	293525	2624093	花蓮縣
地址			管理單位		資料起始時間
花蓮縣鳳林鎮長橋里			水利署第九河川分署		69/01/01

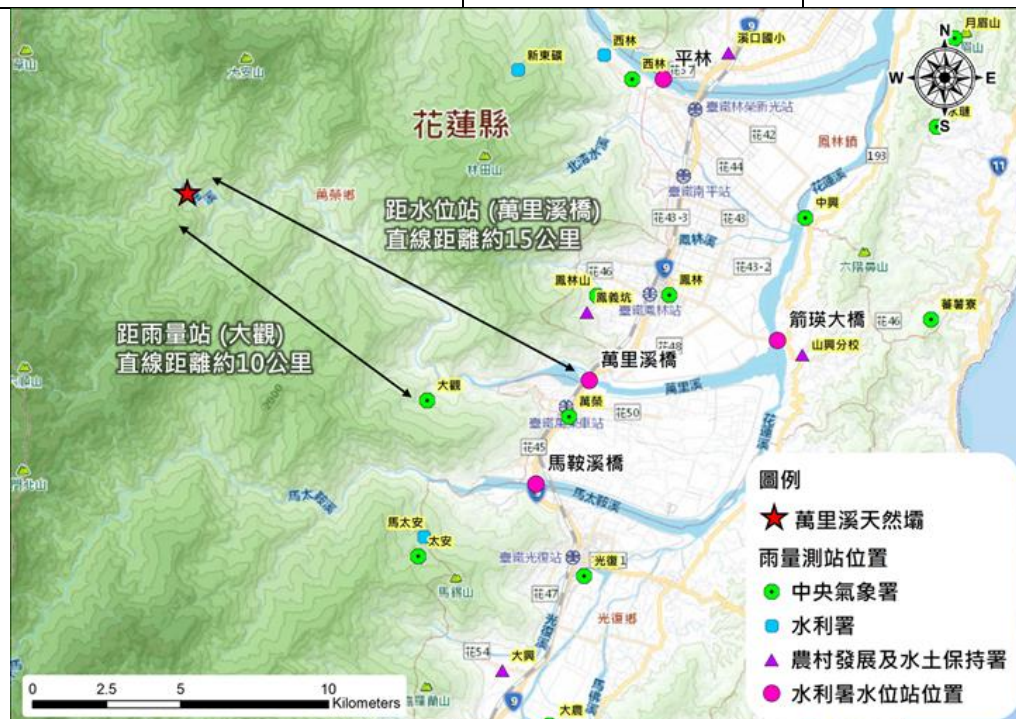
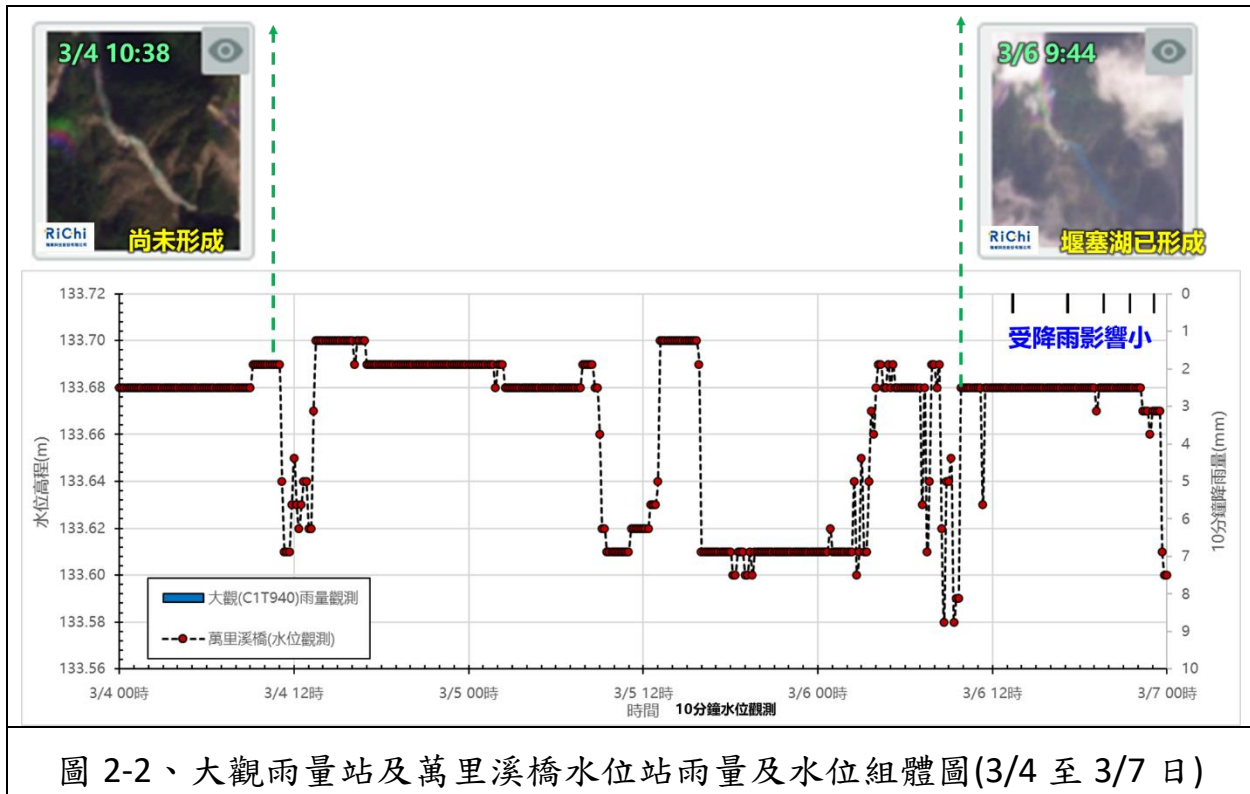


圖 2-1、萬里溪堰塞湖與鄰近水文測站分布圖

根據歷次衛星影像判釋結果可知 113 年 3 月 4 日暫無蓄水情事，然於 113 年 3 月 6 日時卻發現已有明顯堰塞湖存在，後因 113 年 0403 花蓮地震災後林業保育署遙測及航測分署航拍確認堰塞湖已溢流。由大觀站雨量資料顯示，在堰塞湖發生前並無降雨觀測紀錄，研判堰塞湖發生與降雨關聯性較低。



2-2、地形資料

本調查崩塌位置隸屬花蓮縣萬榮鄉萬榮村，位於萬里溪右岸、大安山南側、萬榮林道 43K 處北側下邊坡處，依據內政部 111 年 1 公尺數值高程地形 (DEM) 資料(圖 2-3)，崩塌地最低處海拔高度約 690 公尺，最高處海拔約 950 公尺，高差約 260 公尺，屬於地形陡峭之岩屑崩落類型。萬里溪右岸崩塌地位於河道轉彎處，崩塌地最大長度為 150 公尺、最大寬度為 142 公尺，崩塌面積約 1.37 公頃，坡向主要為西北、北向，坡度分級多為七級坡(圖 2-4)，屬於陡坡地形(圖 2-5)。

表 2-3、各坡度/坡向分級崩塌所佔百分比

坡向分級	所佔面積(m ²)	涵蓋整體面積百分比	坡度分級	所佔面積(m ²)	涵蓋整體面積百分比
平地	0	0.00%	一級坡	331	2.42%
北	4,595	33.55%	二級坡	284	2.07%
東北	2,004	14.63%	三級坡	121	0.88%
東	417	3.04%	四級坡	49	0.36%
東南	202	1.47%	五級坡	76	0.55%
南	169	1.23%	六級坡	2,598	18.97%
西南	126	0.92%	七級坡	10,239	74.75%
西	1108	8.09%	合計	13,698	100.0%
西北	5077	37.06%			
合計	13,698	100.0%			

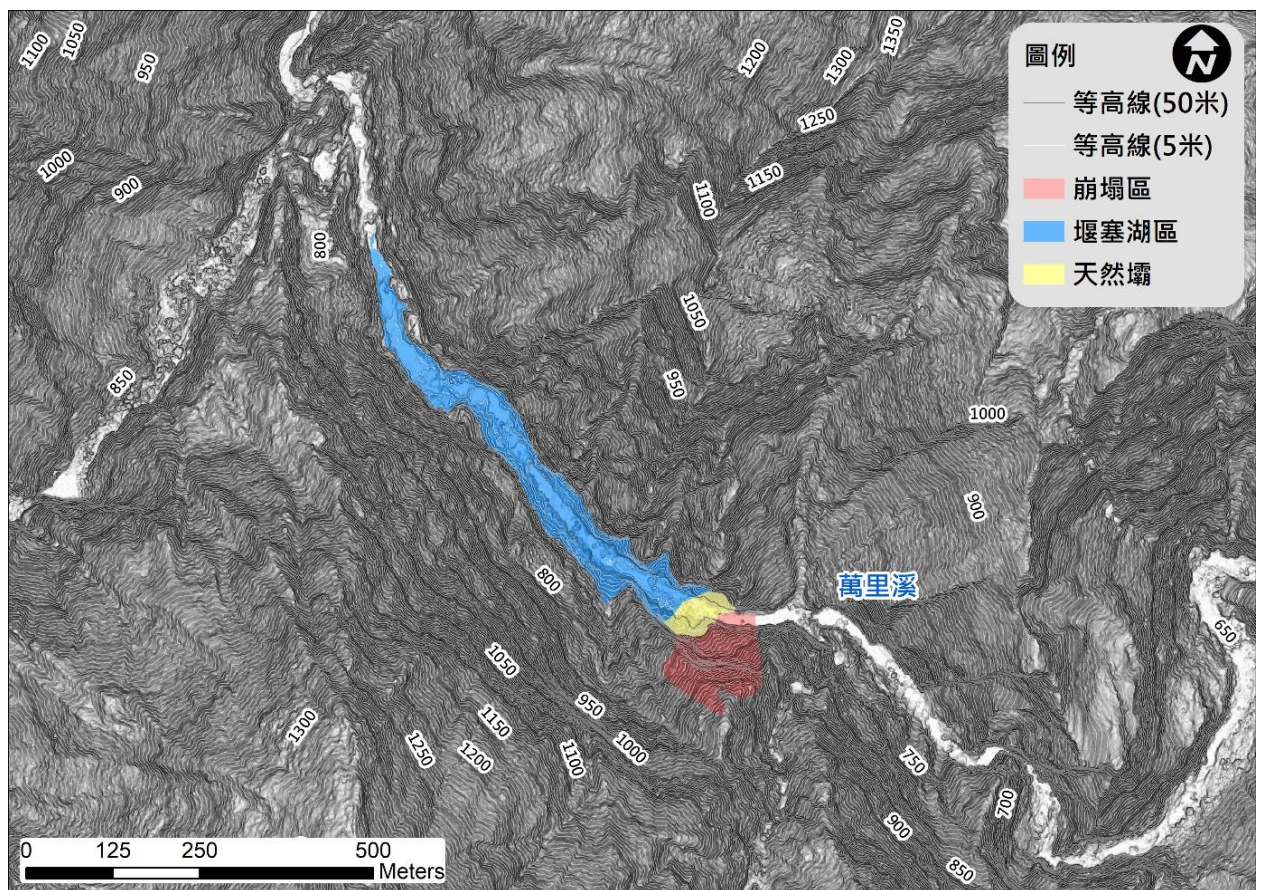


圖 2-3、萬里溪堰塞湖 LiDAR 地形圖

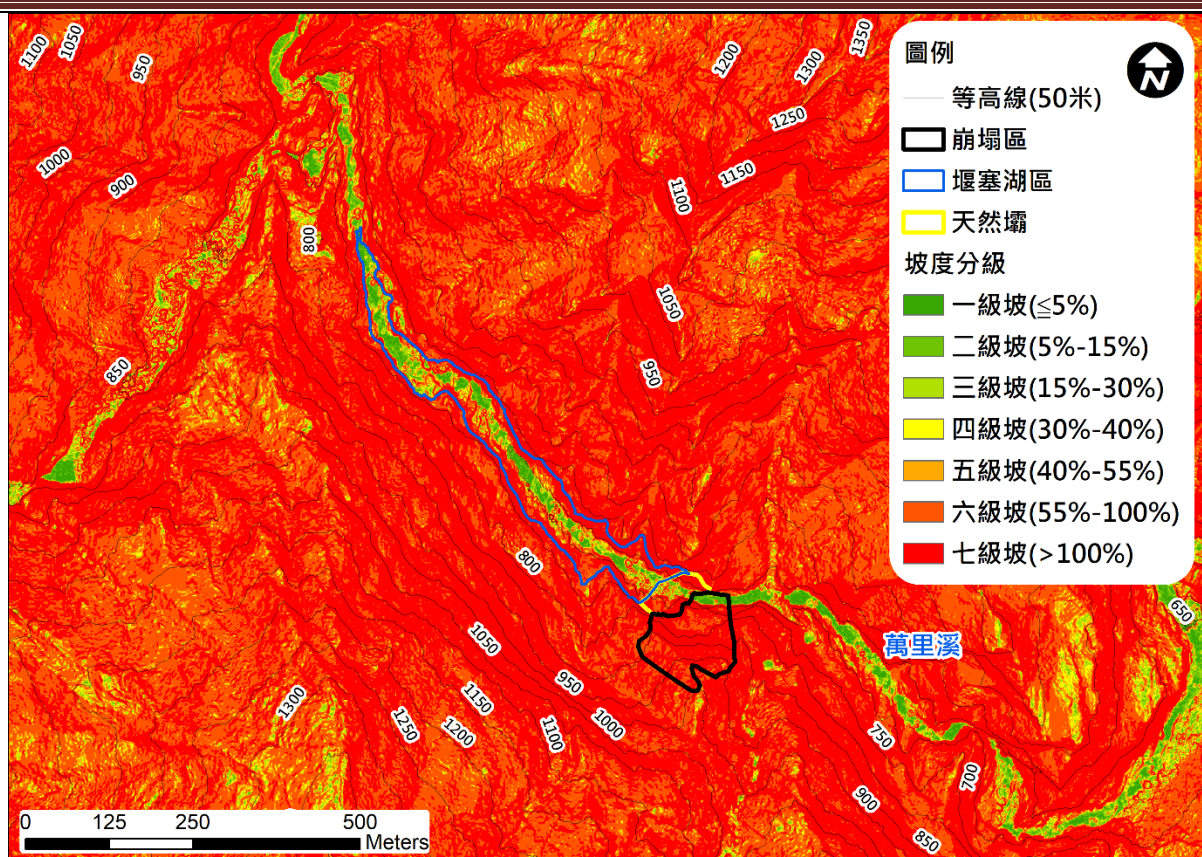


圖 2-4、萬里溪堰塞湖坡度圖

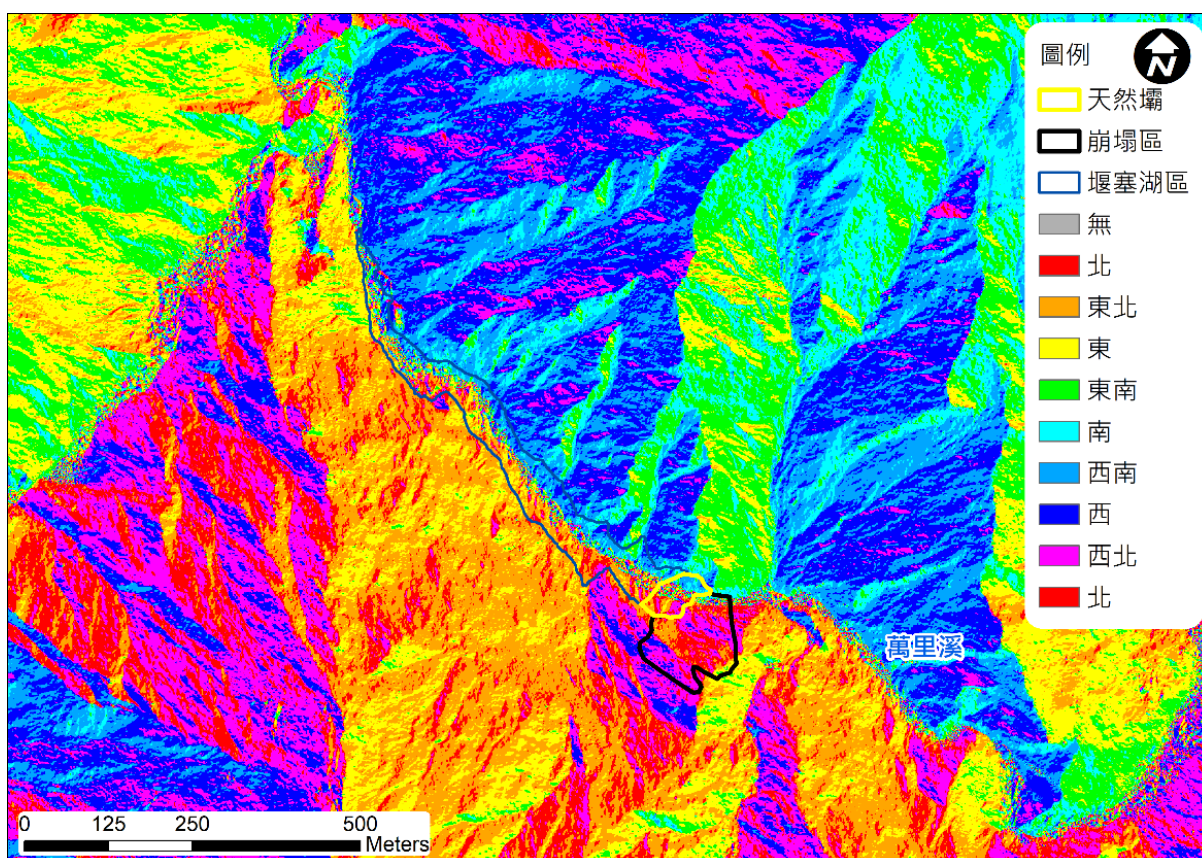


圖 2-5、萬里溪堰塞湖坡向圖

2-3、地質資料

根據經濟部地質調查及礦業管理中心五萬分之一流域地質圖顯示，萬里溪右岸崩塌地出露的岩層為高嶺片岩，周邊亦有九曲大理岩分布相互穿插，屬於古生代晚期至中生代大南澳片岩系之變質岩(位處中央山脈東翼的先第三紀變質岩帶)。

高嶺片岩岩性為石英雲母片岩(外觀上呈深灰色至黑灰色)為主，夾有石英片岩、綠泥石片岩與大理岩透鏡體，由於石英雲母片岩因受過強烈的擠壓作用，經常可以看到小型的褶皺構造，且具有良好的葉理面，容易順著葉理面剝落，常形成山崩、落石等現象。而九曲大理層岩性為層狀大理岩(外觀上呈黑白相間條帶狀，風化後呈黃褐色、灰色)，幾乎全由再結晶方解石礦物組成，僅含有少量的白雲石、石英及雲母類礦物，其岩體堅硬常成峭壁，為易於溶解之岩石，較易風化，有中至細粒的粒狀變晶構造。

在地質構造方面，由西向東分別為高登複向斜、丹大山複背斜、清水嶺斷層、清水嶺斷層複向斜相互穿插形成一系列褶皺。

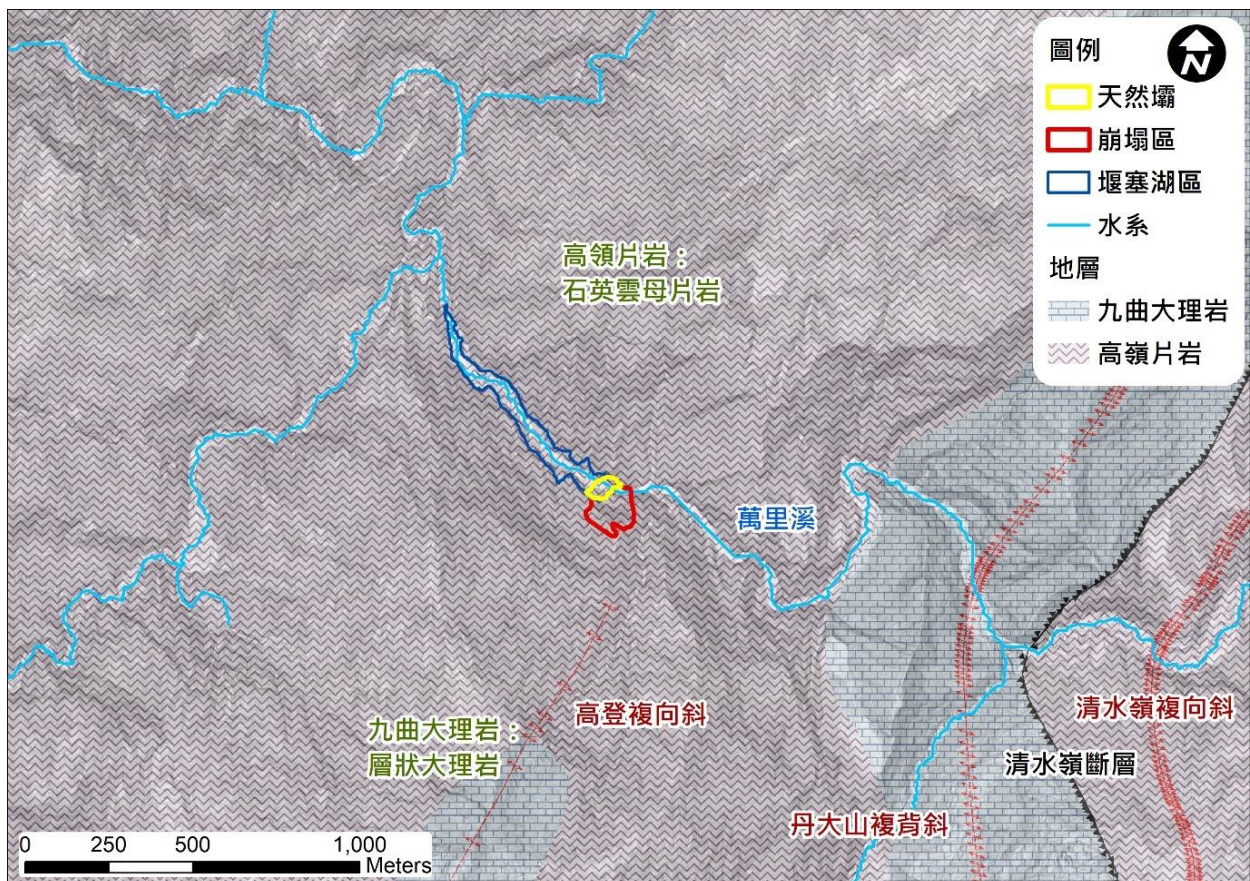


圖 2-6、萬里溪堰塞湖五萬分之一流域地質圖

此外，根據地質構造分佈(圖 2-6)可發現，萬里溪堰塞湖周圍含有數條背斜與向斜經過，區域構造較為破碎，且崩塌範圍與經濟部地質調查及礦業管理中心之山崩與地滑地質敏感區中有區域重疊(如圖 2-7 所示)，研判該崩塌地過去曾發生土石崩塌、山崩或地滑災害屬舊有崩塌地，顯示崩塌地具有再次滑動的可能性，進而再次堵塞萬里溪支流。

表 2-4、萬里溪右岸崩塌地地質資料

地質	地層	高嶺片岩、九曲大理岩
	岩性	石英雲母片岩
	風化程度	□無□輕□中■嚴重
植被覆蓋程度	■裸岩 □植被中等稀疏(30%<植被面積<80%) □植被密集(植被面積>80%)	

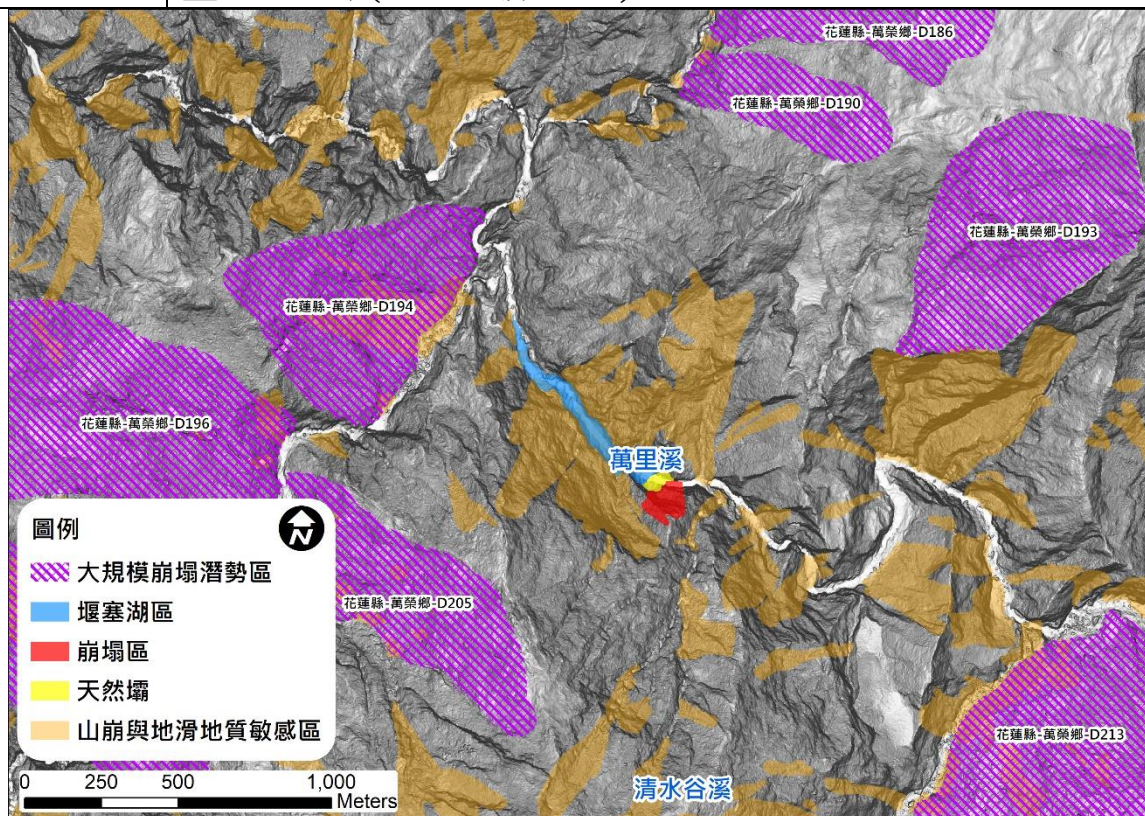


圖 2-7、萬里溪堰塞湖集水區鄰近山崩與地滑地質敏感區

2-4、土地利用資料

本調查根據內政部所編繪的土地利用圖資(圖 2-8)，藉以了解到目前萬里溪堰塞湖周遭土地利用型態以森林使用土地(闊葉林、針闊葉混淆林)為主，其次則為水利使用土地(河川)與其他使用土地，其中其他使用土地包含草地及崩塌地，草地意指從未栽植農作物及林木之草生荒地，而崩塌地則為水利用地以外之裸露地，包括落石、翻覆、滑動、側滑、流動等五類，涵蓋坍方、山崩、崩塌等土地。

綜合土地利用情形與現地調查結果可知，萬里溪堰塞湖四周屬陡峭地形，裸露地眾多，且尚無道路可到達，人員或機具進入困難，交通易達性低。



2-5、地震資料

同時蒐集交通部中央氣象署地震事件觀測資料顯示，在 113 年 3 月 4 日至 3 月 5 日間，只發生一起地震事件屬於小區域有感地震，研判非屬堰塞湖發生之原因，且地震事件發生時其萬里溪堰塞湖下游萬里溪水位站已有明顯水位驟降情事，故推測堰塞湖發生與地震關聯性較低。

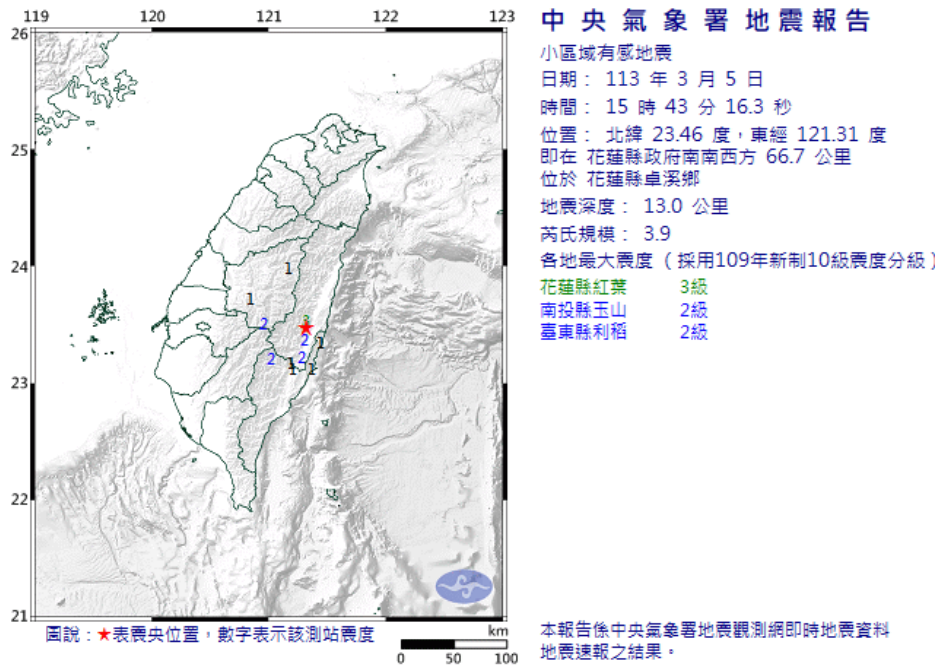


圖 2-9、113 年 3 月 5 日小區域有感地震事件報告

崩塌地由於坡度陡峭，因此崩塌後坡腹不易殘留土方，大部分崩塌土方皆會連同舊有崩塌土石堆積至河床，再加上根據上述地質及地質敏感區資料顯示，該崩塌區具有發達的葉理面，容易形成山崩、落石等現象，且又與山崩與地滑地質敏感區中有區域重疊，顯示該坡面有不穩定的狀況，屬較易發生崩塌地區。

藉由前述降雨及地震分析後顯示，該崩塌發生時並無強降雨及強震紀錄，故降雨與地震對於右岸崩塌發生關聯性較低，且目前岩盤已出露風化程度達中至高度，岩盤受地質弱面切割造成岩體破碎，且該崩塌地為攻擊坡，坡腳長期受溪水淘刷，具有坡面不穩定性因素。

研判坡腳長期受溪水淘刷，在自然重力影響下導致崩塌，屬於邊坡自然解壓崩塌堆積河道後導致萬里溪蓄積成湖。

參、航遙測影像分析

本次調查之災害點位於花蓮縣萬榮鄉萬榮村，係林業保育署花蓮分署林田山事業區第 79 與 103 林班地交界處，堰塞湖位處林田山文化園區上游河道距離約 20 公里處，崩塌位於萬里溪右岸，代表座標為(X：279840、Y：2630484，TWD97)，災害類型為崩塌及堰塞湖，地形十分陡峭嚴峻。

由歷年 SPOT 衛星影像圖冊(圖 3-2)可知，萬里溪右岸崩塌屬於舊有崩塌區，於 93 年時已有崩塌裸露跡象，植生覆蓋不明顯，直至 112 年間崩塌地並無明顯變化，萬里溪主流溪水仍可自然流經，並無阻塞河道情況。

後為瞭解災害原因，透過逐日的 Sentinel 及 Planet Scope 衛星影像進行災害成因追蹤，顯示 113 年 3 月 4 日暫無蓄水情事，然於 113 年 3 月 6 日時卻發現已有明顯蓄水存在(可能在此期間形成)，後因 113 年 0403 花蓮地震災後林業保育署遙測及航測分署航拍確認堰塞湖已溢流。後透過 113 年 4 月 17 日 Planet Scope 衛星影像進行追蹤，目前顯示堰塞湖暫無明顯變異但仍需注意。

表 3-1、堰塞湖航遙測影像判釋追蹤列表

採用影像來源	時間點	堰塞湖區狀態
Sentinel	113/2/24	沒有蓄水，尚未形成
Sentinel	113/2/29	沒有蓄水，尚未形成
PlanetScope	113/3/4	沒有蓄水，尚未形成
Sentinel	113/3/5	疑似形成(NDWI 判釋可能存在)
PlanetScope	113/3/6	堰塞湖形成
PlanetScope	113/3/13	堰塞湖形成
Sentinel	113/3/15	堰塞湖形成
Sentinel	113/3/25	堰塞湖形成
Sentinel	113/4/4	113 年 0403 花蓮地震後，堰塞湖區無明顯變異
航照	113/4/4	堰塞湖已溢流
PlanetScope	113/4/17	堰塞湖無明顯變異

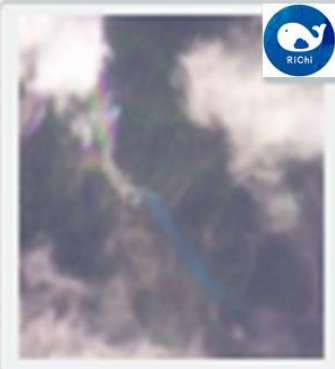
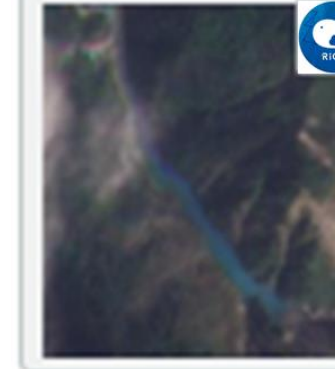
		
113/3/4 AM 10:38	113/3/6 AM 9:44	113/3/13 AM 9:44

圖 3-1、萬里溪堰塞湖形成時間追蹤(PlanetScope 影像)

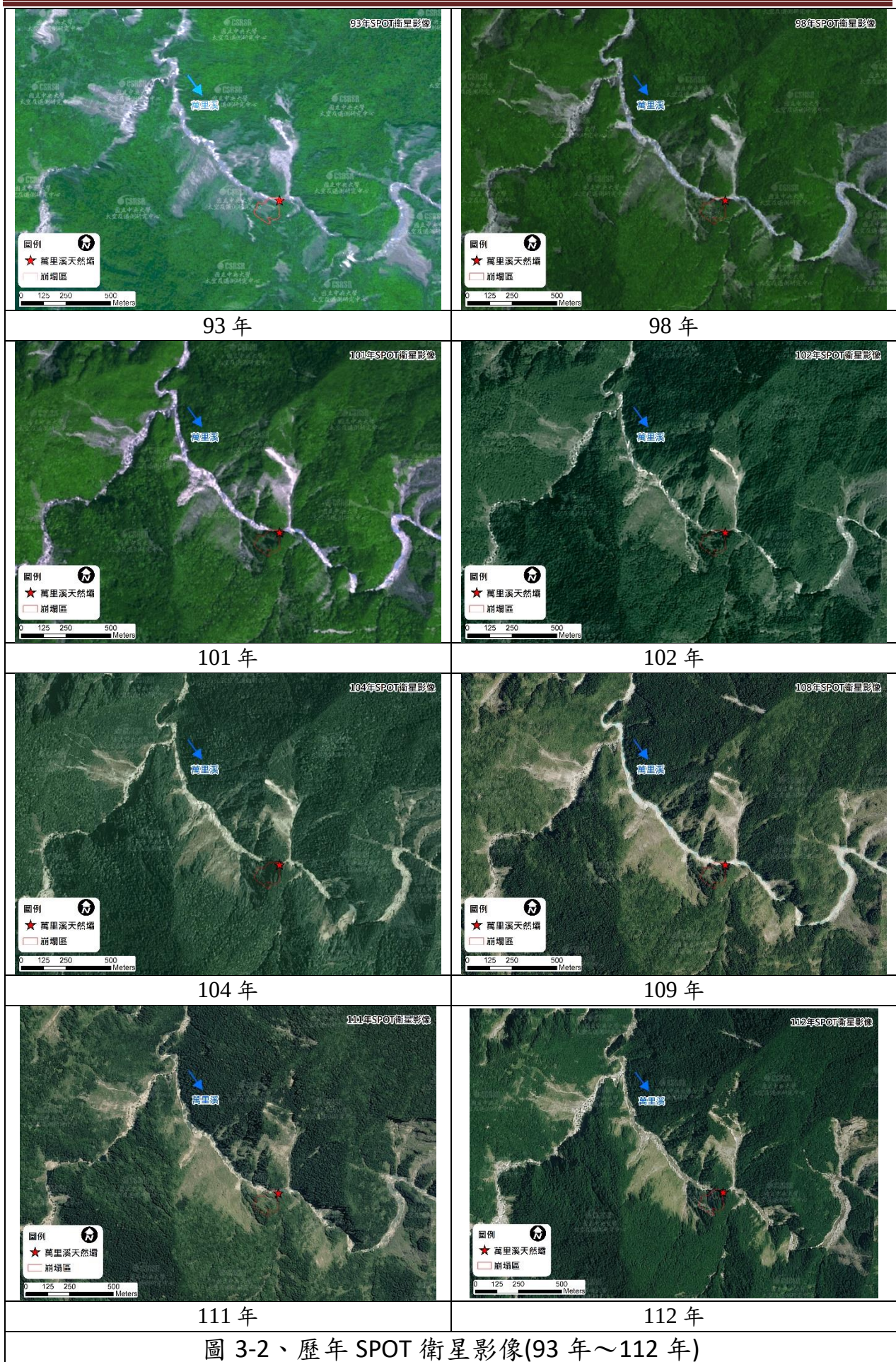




圖 3-3、萬里溪堰塞湖(112/9/13)-右岸邊坡尚穩定



圖 3-4、萬里溪堰塞湖(113/2/24)-堰塞湖尚未形成



圖 3-5、萬里溪堰塞湖(113/2/29)-堰塞湖尚未形成

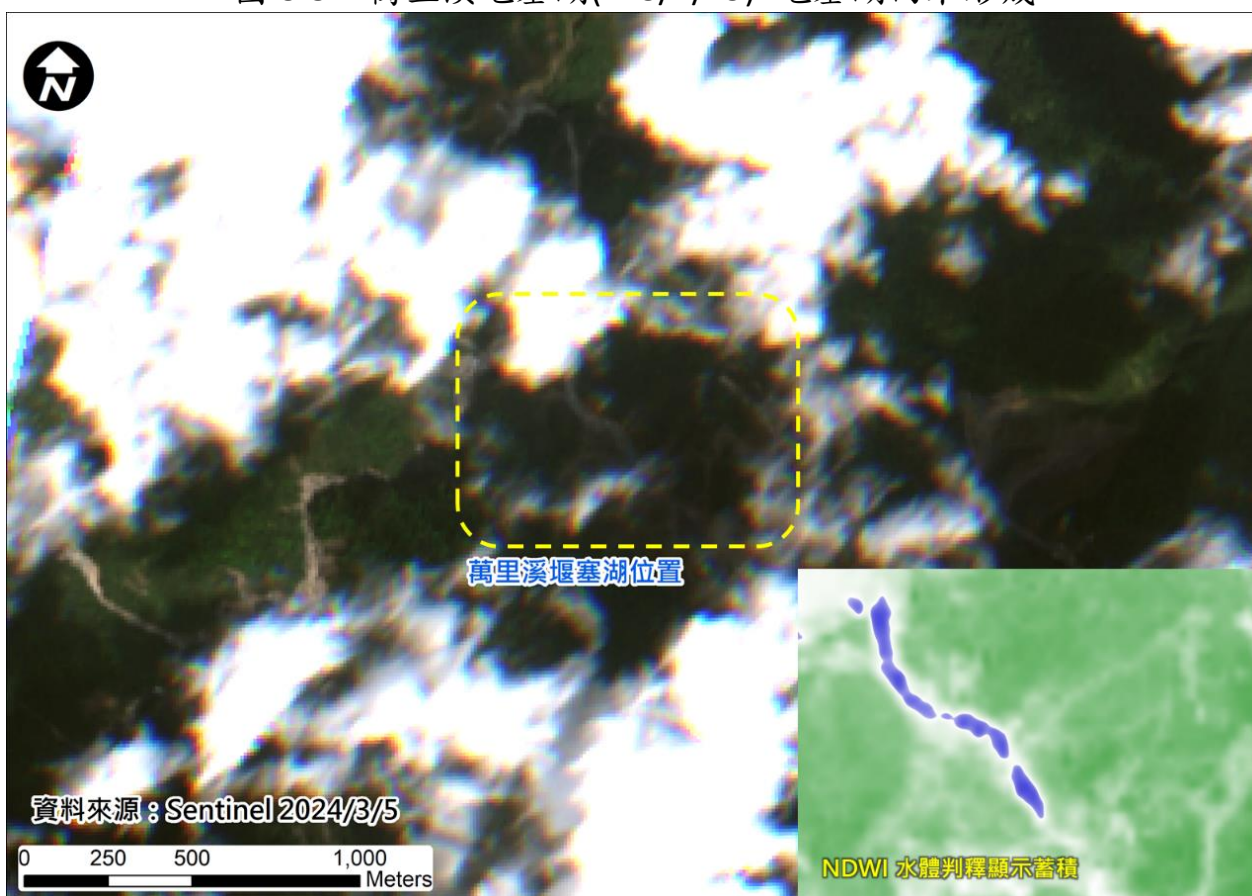


圖 3-6、萬里溪堰塞湖(113/3/5)-疑似蓄水體形成

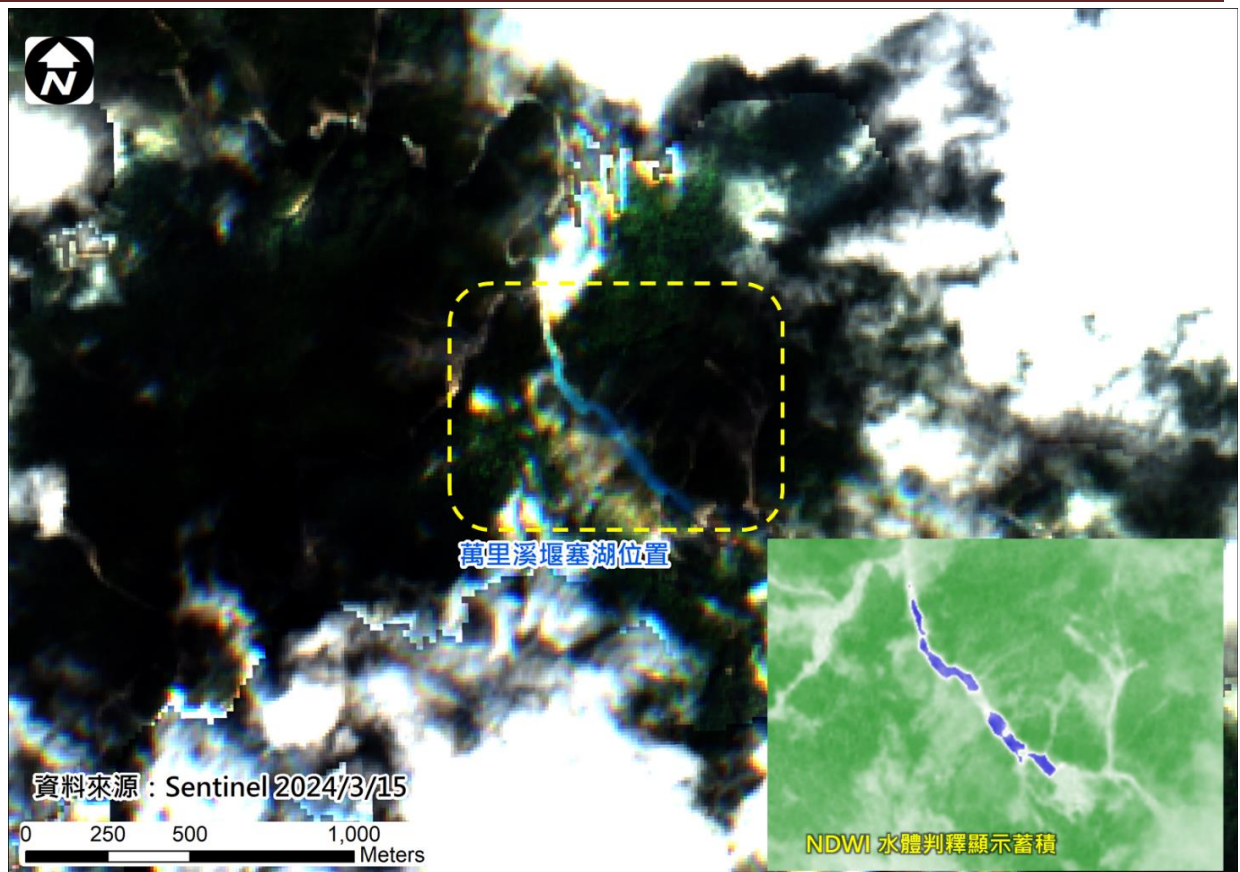


圖 3-7、萬里溪堰塞湖(113/3/15)-堰塞湖形成



圖 3-8、萬里溪堰塞湖(113/3/25)-堰塞湖追蹤



圖 3-9、萬里溪堰塞湖(0403 花蓮地震後 113/4/4)-堰塞湖追蹤



圖 3-10、萬里溪堰塞湖(113/4/4 航照)-堰塞湖已溢流



圖 3-11、萬里溪堰塞湖(113/4/17)- 堰塞湖無明顯變異

由於萬里溪堰塞湖災害位置具有交通不可及特性，若要投入人力進行調查除了交通限制外，其四周地形陡峭嚴峻對調查人員活動上具有安全上的顧慮及威脅，故為求能迅速且有效的掌握災害發生現況、發生原因及區域全貌，林業保育署花蓮分署接獲災情後隨即協調內政部空中勤務總隊第一大隊第三隊(花蓮)，於 4 月 18 日針對堰塞湖災點進行緊急直升機空勘作業，直升機除了具備高機動力外，亦可克服傳統現地調查之地形障礙，取得現地照片，提供較完善的現地資訊供後續災情量化評估使用，有利於災情量化作業，現勘結果於第肆章進行完整說明。

肆、現地調查及地形分析

4-1、崩塌地基本資料

本次崩塌地調查基本資料如表 4-1 所示，萬里溪右岸崩塌地行政區域位於花蓮縣萬榮鄉萬榮村，鄰近萬榮林道 43K(海拔高度約 1,770 公尺)下邊坡 1.5 公里處河道，距林田山林業文化園區沿上游河道直線距離約 12.5km 處(圖 4-1)，為林業保育署花蓮分署林田山事業區第 79 與 103 林班地交界。崩塌地位於萬里溪右岸，代表座標為(X：279840、Y：2630484，TWD97)。堰塞湖天然壩沿河道往下游約 23 公里即達西寶聚落，沿途經過林田山林業文化園區及萬榮部落，接續經萬里溪橋(台 9 線與花東鐵路)。由於萬里溪河道屬於地形陡峭之岩屑崩落類型，且堰塞湖天然壩及崩塌地無道路可到達，具有交通不可及之特性。崩塌地海拔最高處為 950 公尺，最低處為 690 公尺，高差約為 260 公尺，過去萬里溪右岸坡面雖然呈現裸露狀態，但河道仍可自然流經，但藉由本次現地調查後發現，右岸坡面已發生崩塌，土砂堆積造成河道堵塞，導致蓄積迴水形成堰塞湖。崩塌土砂之組成材料以塊石或大岩塊為主，所在坡面岩石風化程度呈中至高度，崩塌地坡腳有崖錐堆積，崖錐物質為岩屑，所在坡面出露之岩層為石英雲母片岩及層狀大理岩，具有發達的葉理面，容易形成山崩、落石等現象。

表 4-1、萬里溪右岸崩塌地調查表

(1)基本資料 調查時間：4 月 18 日 調查者：賀立行、謝名彥、王上銘

縣市別	鄉鎮別	村里別	集水區 名稱	TWD97 座標		顯著地標
				X	Y	
花蓮縣	萬榮鄉	萬榮村	萬里溪	279840	2630484	萬榮林道 43K 下邊坡 1.5 公里處河道
林班地		林田山事業區第 79、103 林班地				
崩塌區位		☐ 河岸淘刷崩塌 ☒ 河岸山腹崩塌 ☐ 集水區邊坡崩塌				

(2)現場情形

崩塌原因 (可複選)	☐ 暴雨集中 ☐ 地震 ☐ 河岸淘刷 ☒ 其他 風化岩盤解壓自然崩落				
崩塌類型 (可複選)	☐ 落石 ☐ 翻轉型破壞 ☐ 楔型破壞 ☒ 平面破壞 ☐ 弧形破壞 ☒ 表層岩屑崩滑 ☐ 潛移 ☐ 沖蝕 ☐ 路基流失 ☐ 其他				
崩塌地岩層	☒ 層狀岩石 ☐ 塊狀岩石 ☐ 砂頁岩互層 ☐ 礫岩 ☐ 風化岩				
岩層組成材料 (可複選)	☐ 火成岩(☐ 長石 ☐ 石英 ☐ 輝石) ☒ 變質岩(☐ 板岩 ☒ 片岩 ☐ 片麻岩 ☐ 變質砂岩 ☐ 大理石) ☐ 沉積岩(☐ 砂岩 ☐ 頁岩 ☐ 礫岩 ☐ 石灰) ☐ 其他(☐ 崩積土 ☐ 其他)				
規模(m)	☐ 皮尺測量 ☐ 目視 ☒ 影像判釋 最大長度 150 m，最大寬度 142 m				
植被狀況	☒ 裸露地 ☐ 草地 ☐ 人造林 ☐ 自然林				
植被覆蓋程度	☒ 裸岩 ☐ 落石堆積(無植被:植被面積<10%) ☐ 落石堆積(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%)				
土地利用 (可複選)	上邊坡	☐ 建地 ☐ 水田 ☐ 旱田 ☐ 果園 ☐ 檳榔園 ☐ 竹林 ☐ 人造林 ☐ 道路 ☐ 景觀區 ☒ 其他(林地)			
	下邊坡	☐ 建地 ☐ 水田 ☐ 旱田 ☐ 果園 ☐ 檳榔園 ☐ 竹林 ☐ 人造林 ☐ 道路 ☐ 景觀區 ☒ 其他(林地)			

(3)保全對象

建築物	☐ 無 ☐ 公共建築(學校、醫院、民眾聚集場所等) ____處 ☐ 民宅 ____戶(五戶以上為聚落)				
公共設施	☒ 無 ☐ 道路 ____ 可能危害長度 ____ 公尺 ☐ 橋樑 ____ 座(名稱: _____) ☐ 護坡(或擋土牆)可能危害長度 ____ 公尺(波浪狀嚴重變形)				
其他	☒ 無 ☐ 農地、果園 ☐ 其他 _____				
保全對象住戶地址	☒ 無				
下游鄰岸聚落	西寶、森榮里(林田山林業文化園區)、萬榮等				
災害歷史 ☒ 有 ☐ 無	時間	災害類型	災害原因	災損情況(傷亡、財損)	防治工程
		崩塌		無	無
崩塌危害度	目前萬里溪堰塞湖崩塌仍處不穩定，所幸具下游各聚落較遠，影響下游仍以潰壩之洪流為主，暫無立即性危害。				

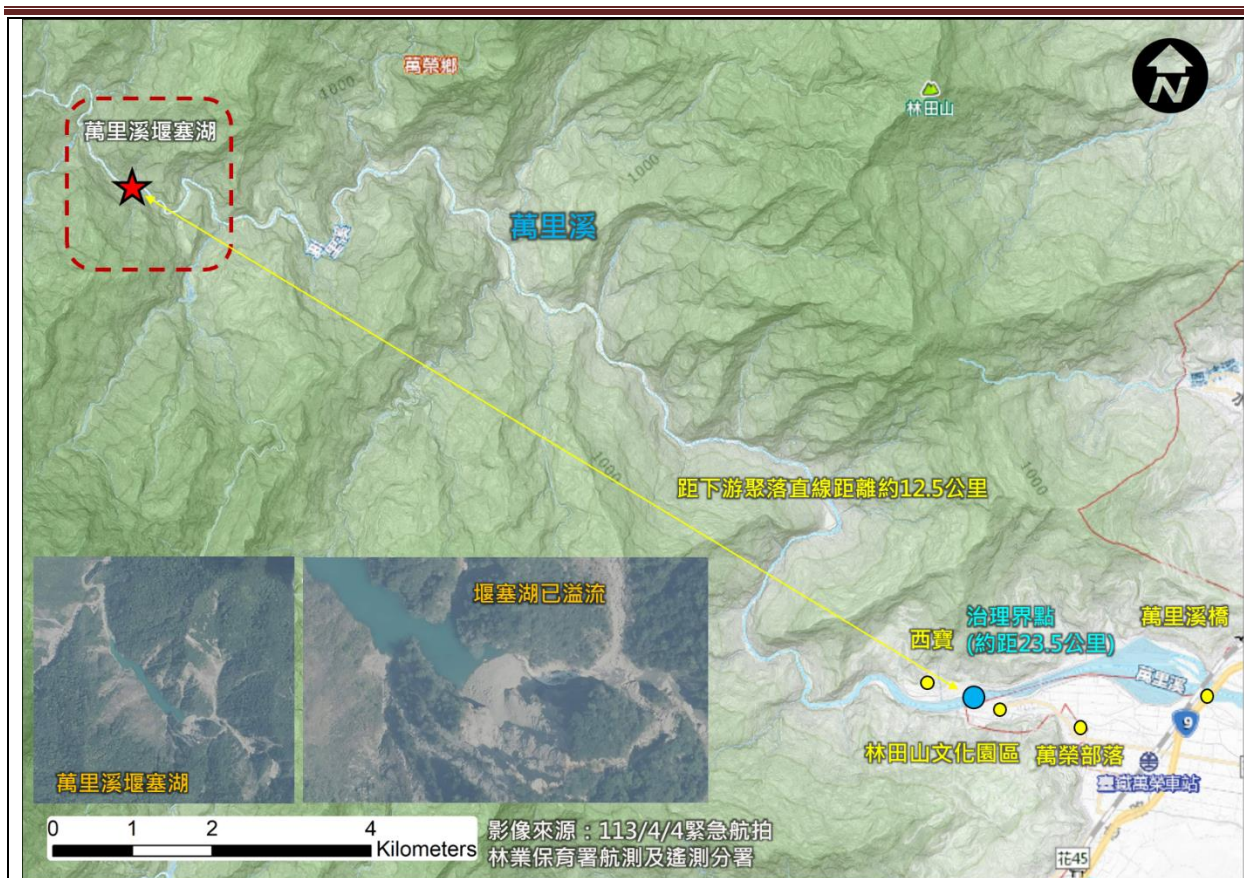


圖 4-1、萬里溪堰塞湖位置圖

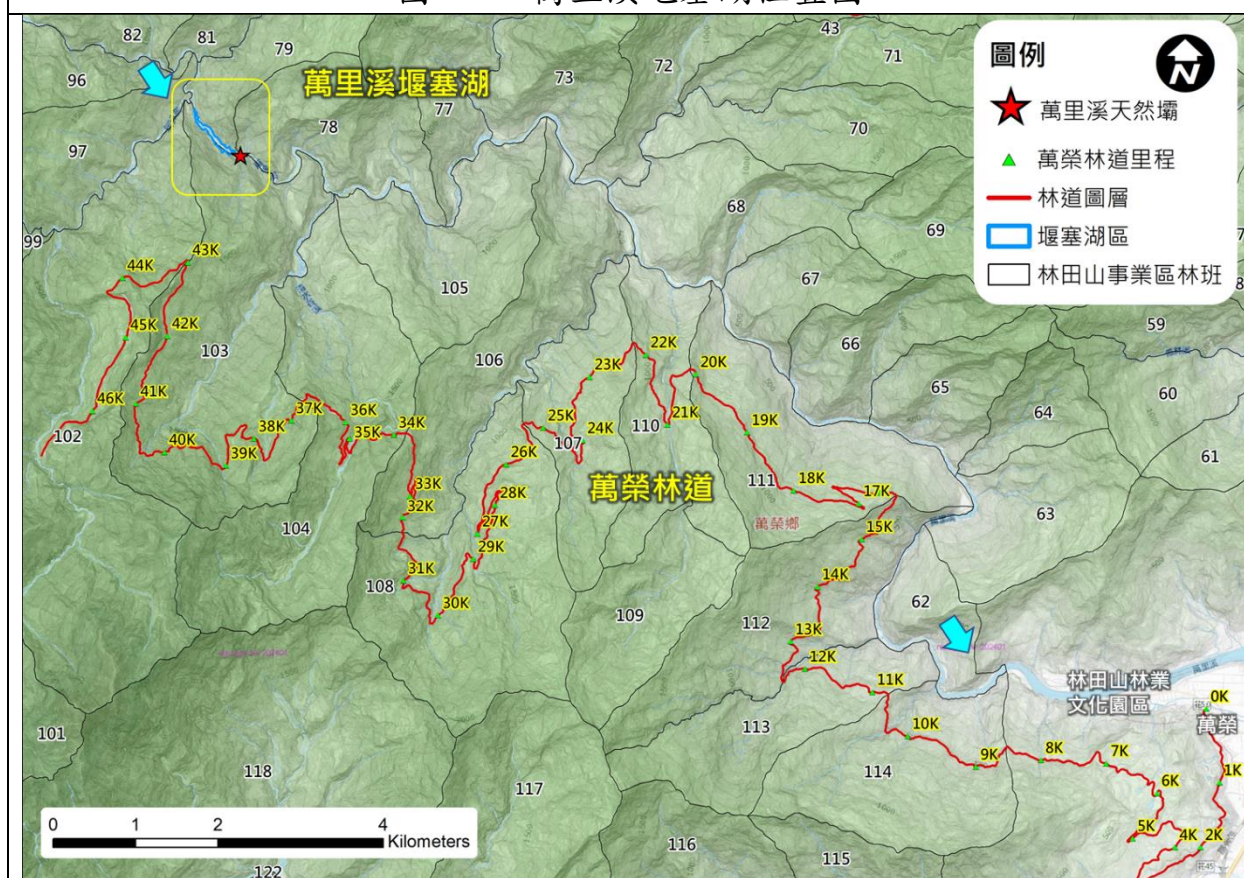


圖 4-2、萬里溪堰塞湖與林道位置圖

4-2、現況說明

由於萬里溪河道上游兩側呈連續之峽谷地形，地形險阻，具有交通不可及之特性，因萬榮林道 10K+500、13K+600、14K+200、23K-34K+200 等處邊坡發生大規模崩塌造成道路中斷，致使難以通行之 43K 進行空拍調查，故目前僅能透過直升機空勘進行堰塞湖勘查。

調查期間由林業保育署花蓮分署向內政部空勤總隊申請勘查許可，於 113 年 4 月 18 日進行堰塞湖空勘任務(如圖 4-3)，空勘時間單程約為 1 小時(調查時間約為 08 時 20 分~09 時 40 分)，但受限當日天候不佳，多為密雲天候並伴隨降雨，考量人員安全之虞難以進行近距離拍攝工作，僅透過高空確認堰塞湖溢流狀態、崩塌地與堰塞湖之位置、規模、體積是否與緊急判釋一致。

經空勘作業確認堰塞湖區相關基本資料與 4 月 3 日與 4 月 4 日緊急判釋一致，確實由萬里溪右岸崩塌崩落蓄積導致，且目前堰塞湖區已溢流中。本次空勘調查分別針對崩塌、堆積土體與天然壩、溢流口及蓄水區說明如下：

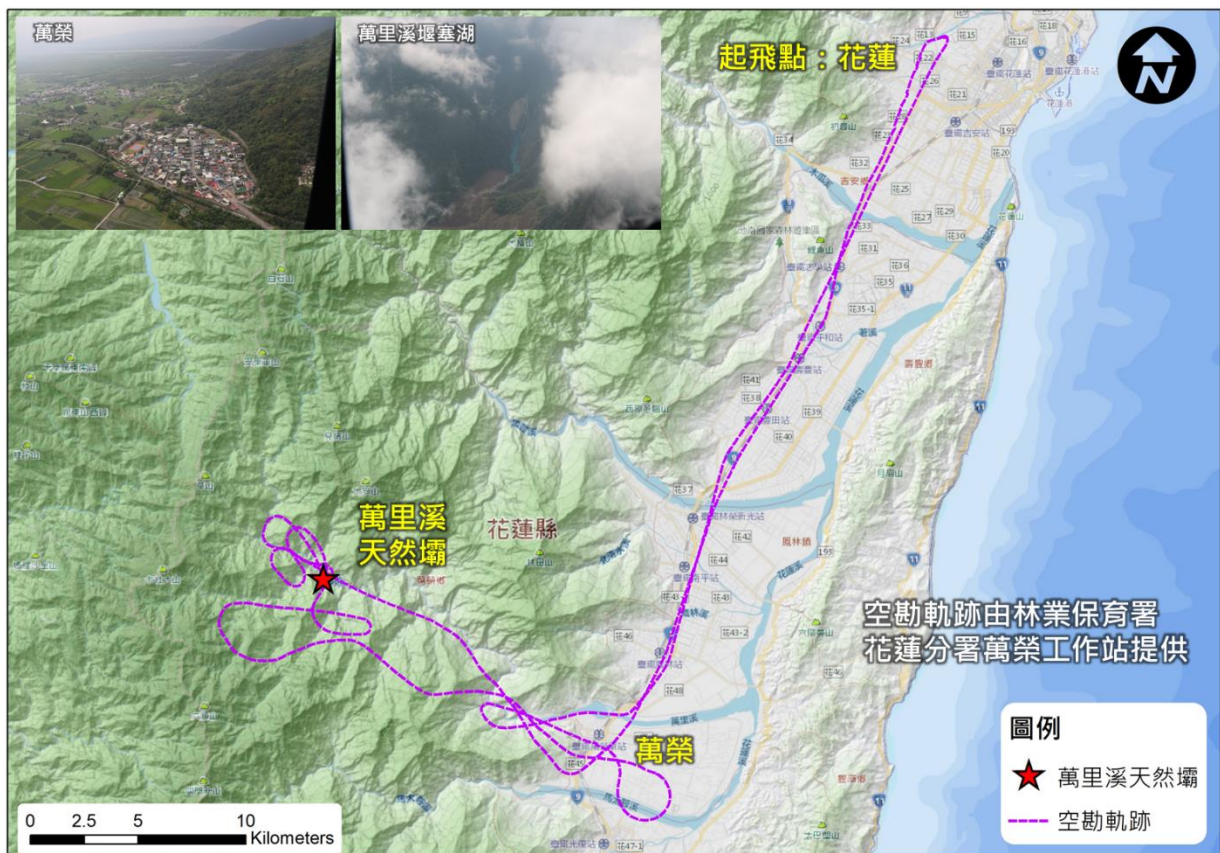


圖 4-3、113 年 4 月 18 日萬里溪堰塞湖空勘任務路線圖

(1)、崩塌區

崩塌坡面位於萬里溪右岸，研判崩塌發生原因係該坡面位處於攻擊坡，長期受河道侵蝕坡腳，風化邊坡自然解壓因而導致崩塌發生。目前坡趾崖錐堆積，且既有裸露面已見岩盤出露，崩塌地最大長度約 150 公尺，最大寬度約 142 公尺，崩塌地面積約 1.37 公頃。



圖 4-4、萬里溪右岸崩塌地尺寸判釋成果

(2)、堆積土體與天然壩

本災害點位屬高嶺片岩，岩性多為石英雲母片岩，岩體風化程度呈中至高度。由圖 4-4 顯示其堆積土體多聚集有大顆粒的岩屑與岩塊。萬里溪堰塞湖天然壩壩頂長度為 74 公尺，壩頂最大寬度為 68 公尺，壩高為 38 公尺，壩體土方量約為 18 萬立方公尺，目前天然壩北側已被溪水沖刷出一溢流水道。

(3)、溢流口

透過航測照片與衛星影像判釋目前溢流口寬度約為 14 公尺，雖然比原河寬(原河道約 35 公尺)較為狹窄，但目前河水已自然流出，研判堰塞湖蓄水量、湖水面積亦無繼續增加之情形。

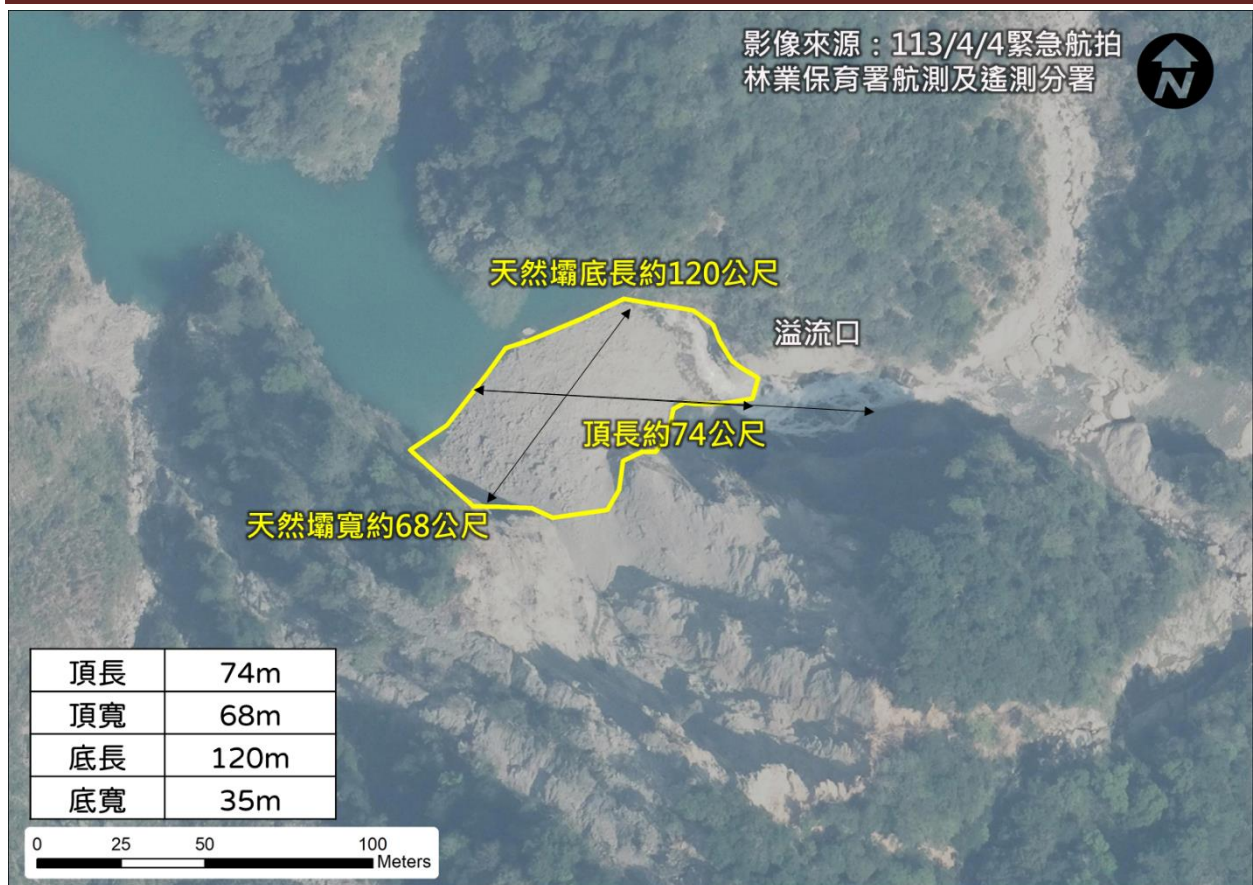


圖 4-5、萬里溪堰塞湖天然壩尺寸判釋成果

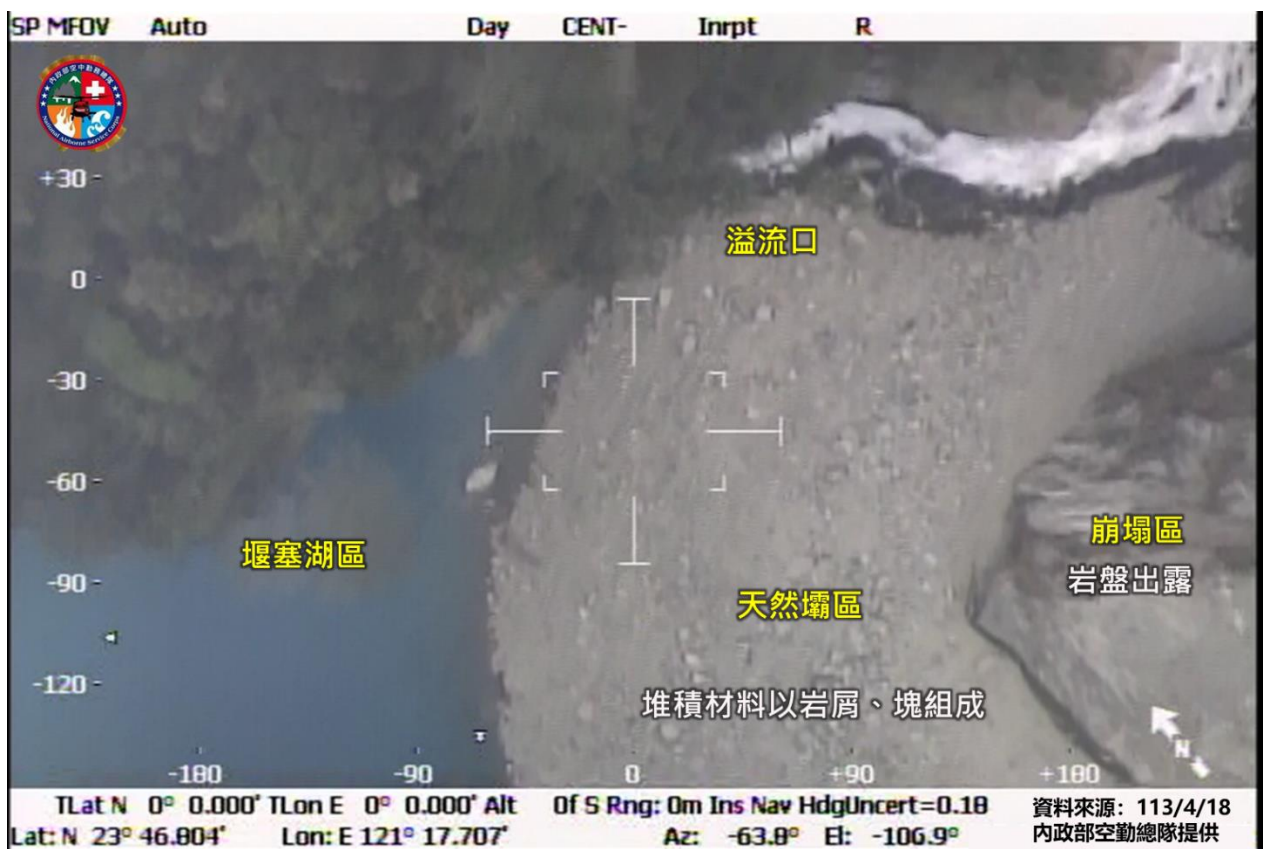


圖 4-6、萬里溪堰塞湖堰塞湖、天然壩、崩塌空勘照片



圖 4-7、萬里溪右岸崩塌地出露岩層空勘拍攝照片



圖 4-8、萬里溪堰塞湖全觀空勘拍攝照片

(4)、蓄水區

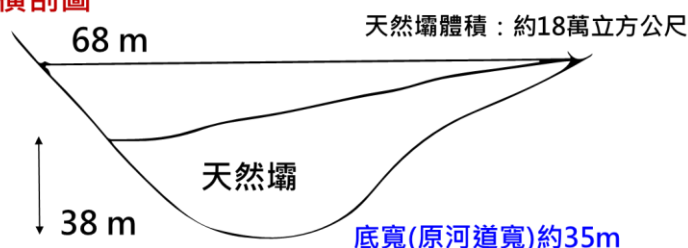
據空中勘查照片顯示，目前蓄水位已達壩體最高位置而形成溢流，天然壩上游迴水長度約 670 公尺，最寬處為 78 公尺，平均蓄水寬為 57 公尺，最大可能水深約 36 公尺，蓄水面積為 3.5 公頃，蓄水體積為 55 萬立方公尺。

由於堰塞湖天然壩沿河道距離下游保全對象所在位置約 23 至 27 公里，且堰塞湖天然壩堆積土砂量體有限，再加上目前已有自然溢流情形，對下游地區的影響及威脅也會逐漸減少，後續河道土方沖失後河道即能恢復通暢。

表 4-2、萬里溪堰塞湖現況參數表

萬里溪堰塞湖		量化資訊	單位
位置	萬榮鄉萬榮村	坐標: 279840, 2630484	(TWD97)
崩塌區	最大長度	150	公尺
	最大寬度	142	公尺
	崩塌面積	1.37	公頃
天然壩	壩頂長	74	公尺
	壩頂寬	68	公尺
	壩底長	120	公尺
	壩底寬	35	公尺
	壩高	38	公尺
蓄水區	最大長度	670	公尺
	最大寬度	78	公尺
	平均寬度	57	公尺
	最大深度	36	公尺
	蓄水面積	3.5	公頃
	蓄水體積	55 萬	立方公尺
下游	沿河道距離下游保全對象	23~27	公里

河道橫剖圖



河道縱剖圖

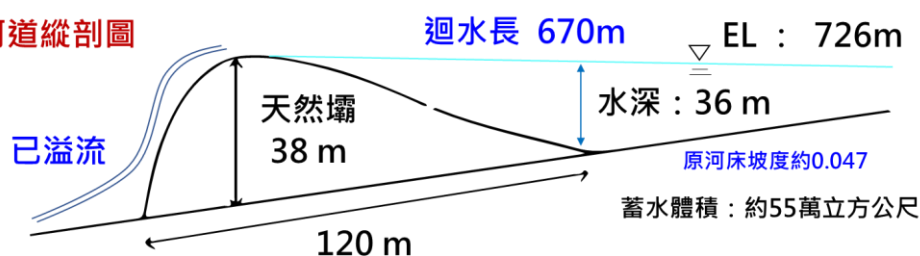


圖 4-9、萬里溪堰塞湖尺寸參數基本示意圖

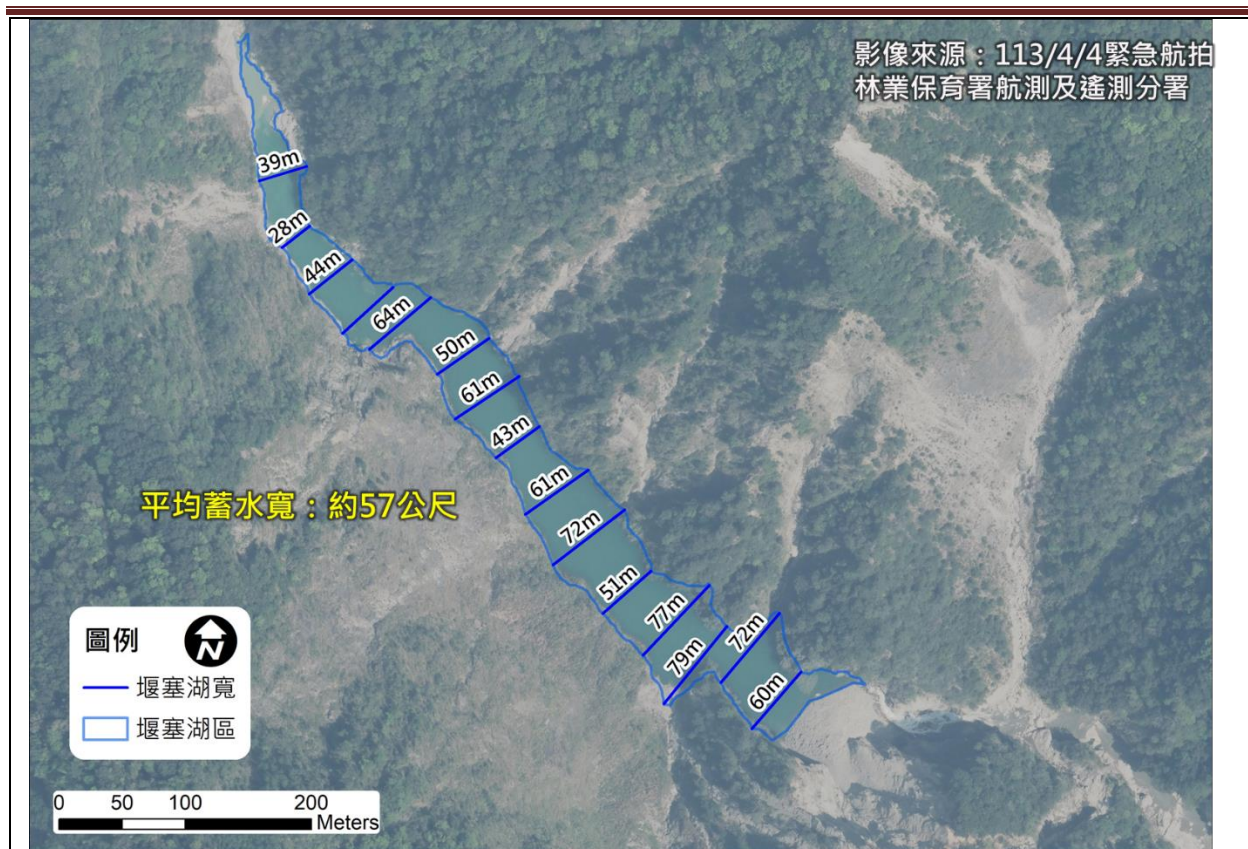


圖 4-10、萬里溪堰塞湖蓄水區河寬示意圖

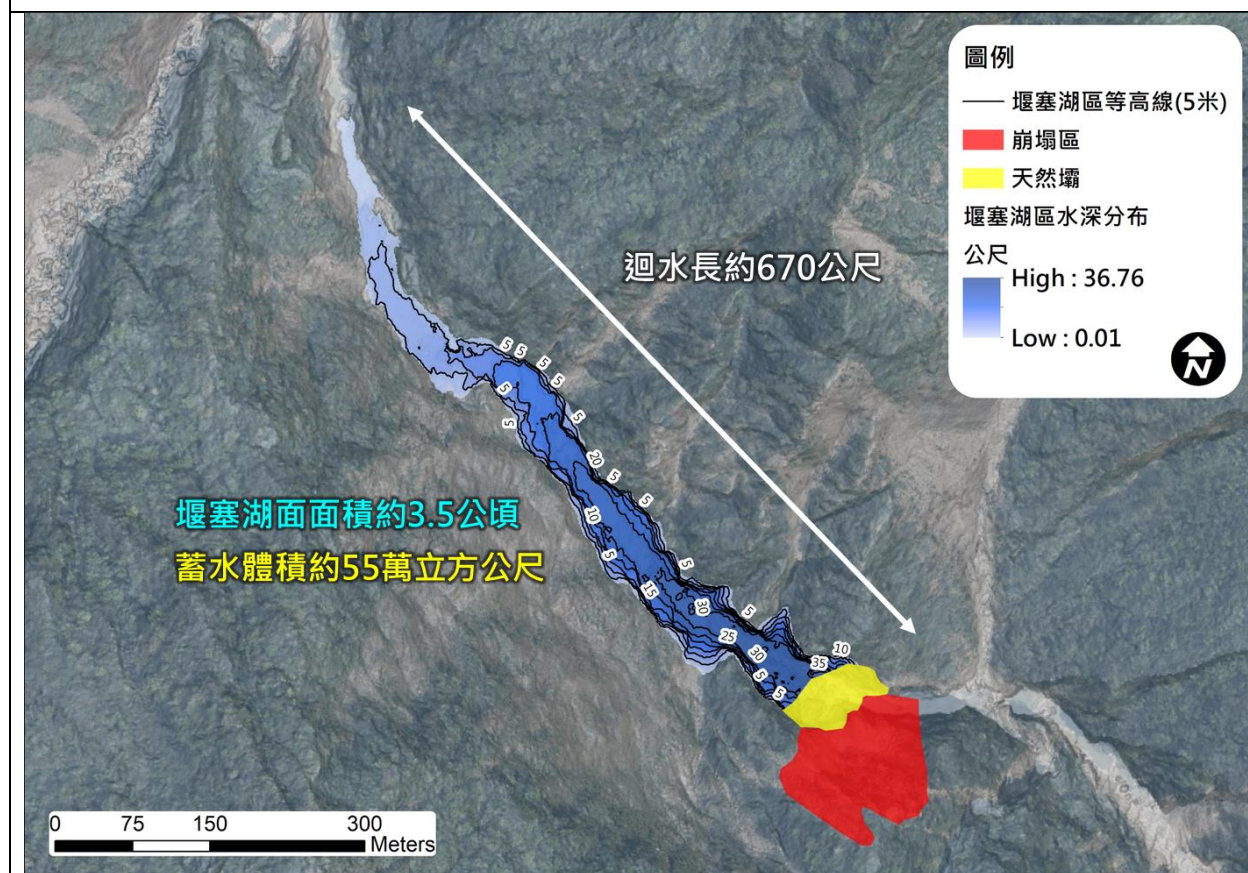


圖 4-11、萬里溪堰塞湖水體體積估算圖

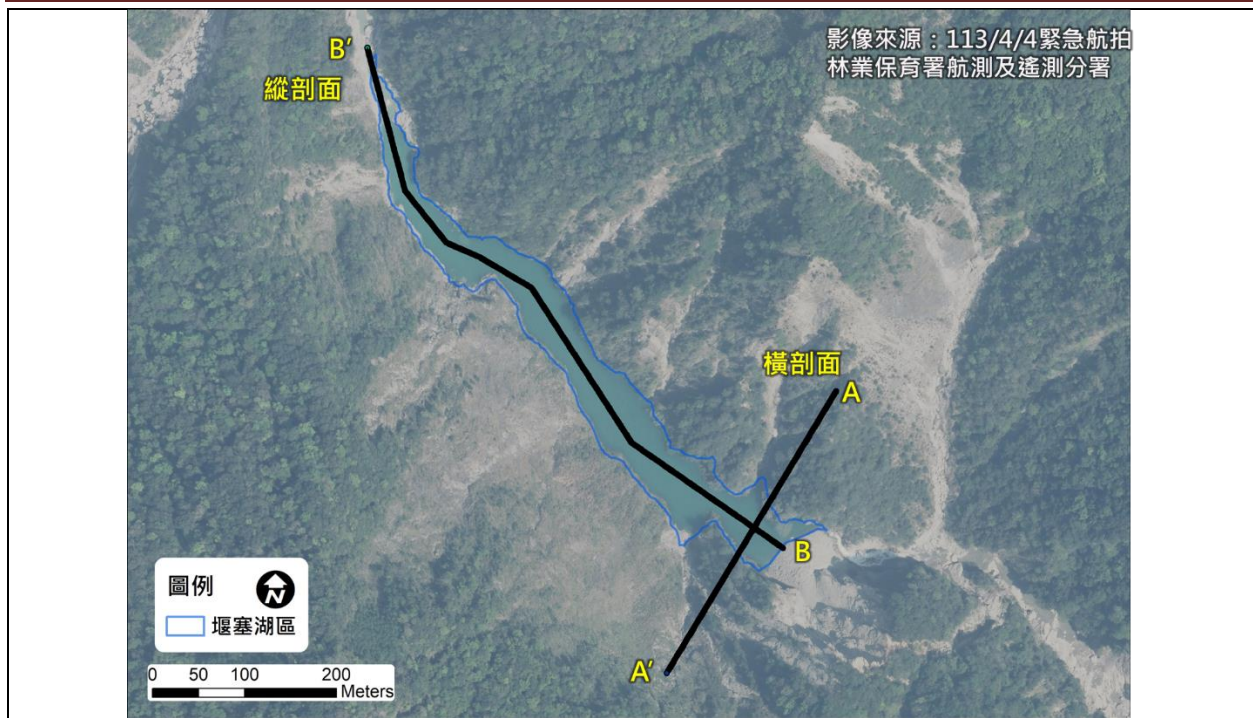


圖 4-12、萬里溪堰塞湖橫、縱剖面位置圖

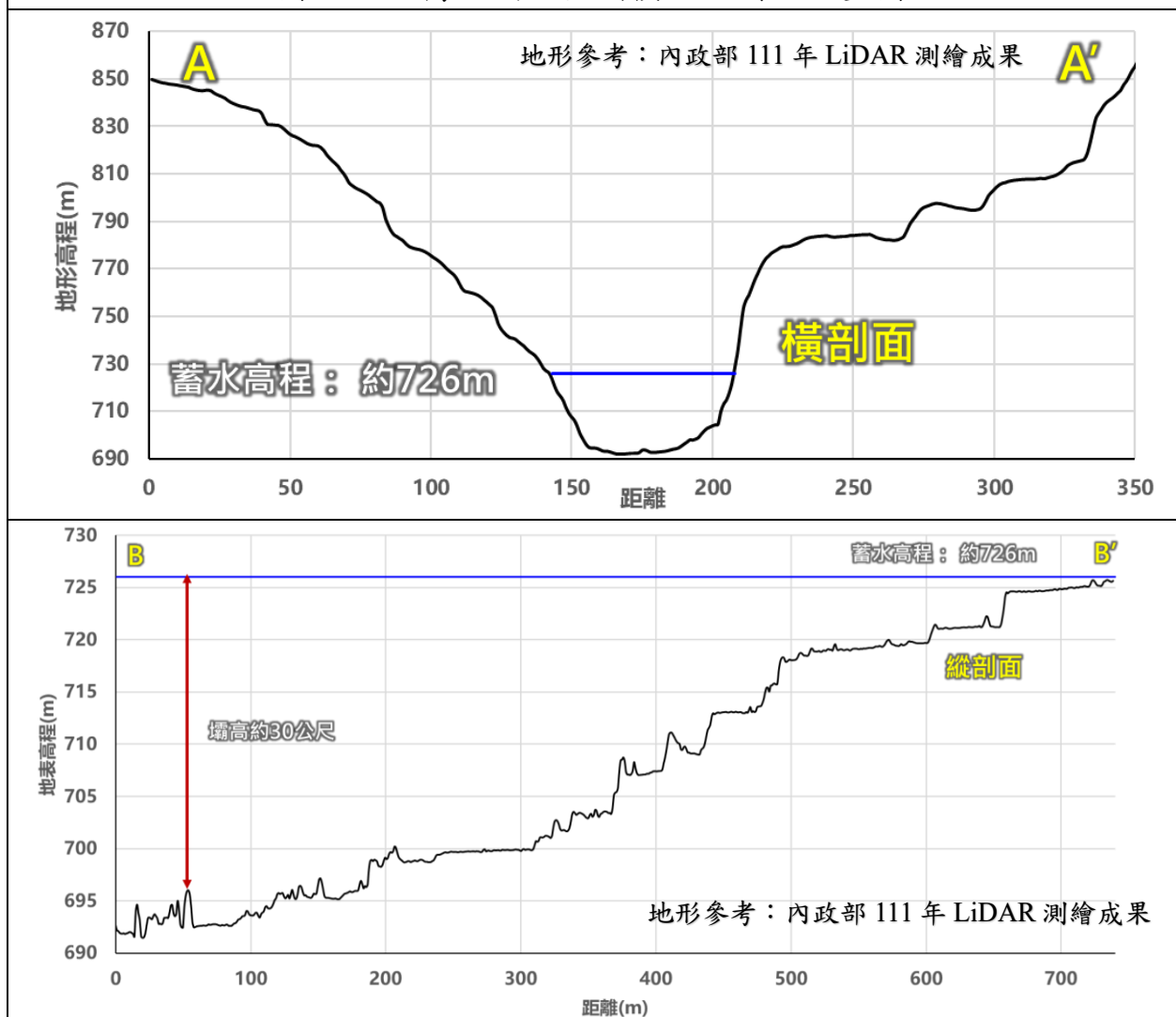


圖 4-13、萬里溪堰塞湖橫、縱剖面示意圖

4-3、下游保全對象分布

由於萬里溪堰塞湖天然壩壩體後方蓄積水體，若壩體持續溢流沖刷破壞，溢流道將逐漸擴大且加深，壩高亦逐漸沖刷降低，壩體後方水體流出水量將增加，導致下游河川水位及流量增高，造成下游鄰近河岸之社區、道路、橋梁等設施發生洪水或土砂沖淤災害，因此須針對其上游與下游側評估可能之保全對象分佈，以利相關緊急疏散撤離等決策之參考。萬里溪堰塞湖其上游迴水範圍內並無保全對象，故主要針對下游可能遭受潰壩洪水影響區域進行調查與評估。

萬里溪堰塞湖與下游最鄰近主要保全對象分別為西寶聚落、林田山文化園區、萬榮部落、台 9 線鐵、公路橋(萬里溪橋)，距離約 23 至 27 公里，推估堰塞湖蓄水體積約為 55 萬立方公尺，其中萬里溪橋為台 9 線與花東鐵路重要南、北串聯之重要交通樞紐橋梁。雖然上述保全對象與萬里溪堰塞湖沿河道距離皆超過 23 公里以上，且目前堰塞湖已呈穩定溢流，無立即危害疑慮，但仍建議相關單位針對自堰塞湖下游河道進行河道管制，以策安全。

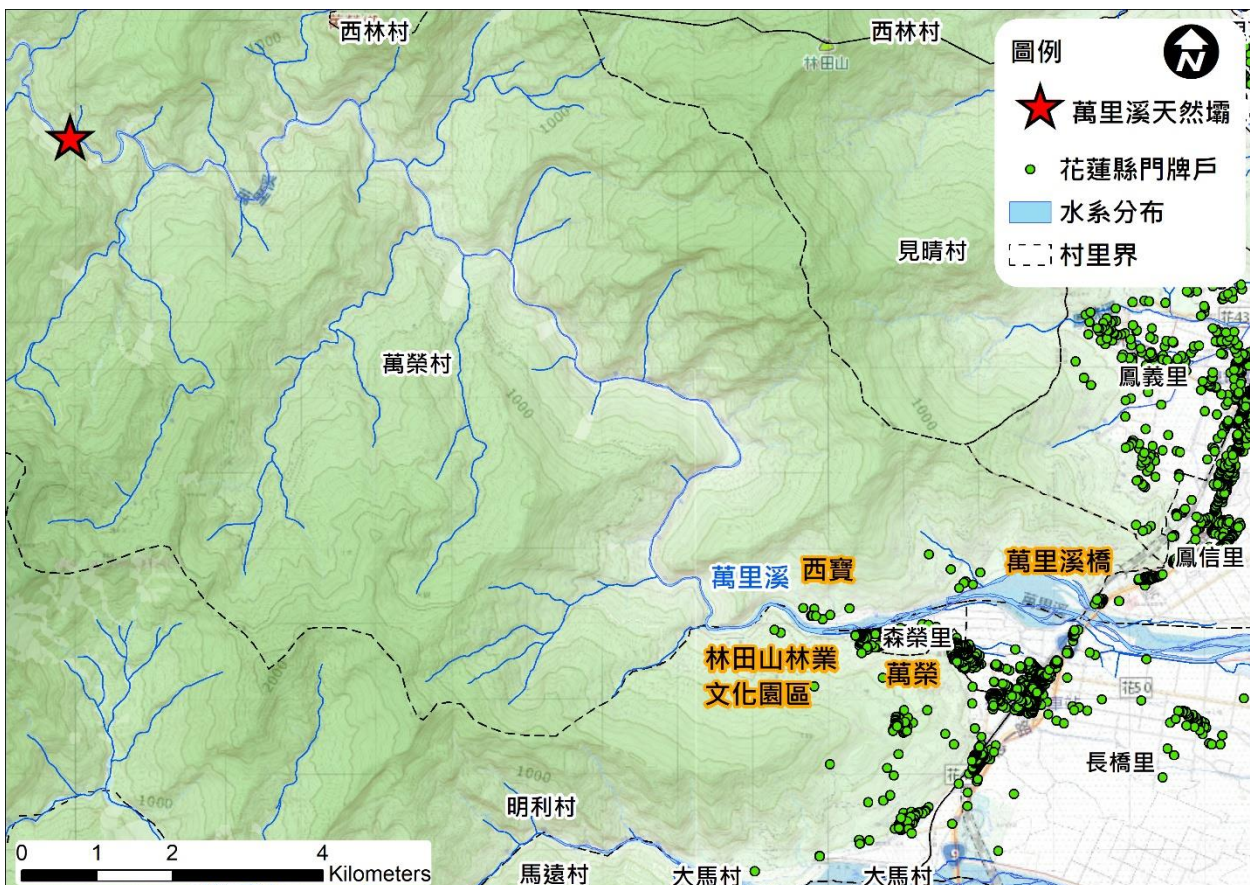


圖 4-14、萬里溪堰塞湖可能保全對象分布圖



圖 4-15、萬里溪堰塞湖可能保全對象現地調查空拍照片

伍、堰塞湖災害量化評估資料

5-1、壩體穩定性評估

萬里溪又稱馬里勿溪或森坂溪，為花蓮溪的支流之一。位於花蓮縣萬榮鄉，流經長橋里。發源自中央山脈白石山東麓(海拔高約 3,110 公尺)，經安東軍山東北麓折向南流，至樂嘉山北麓轉向東南，至萬榮鄉之萬榮村西出谷口入平原，自此往西流狹窄成峽谷，河床陡而曲，以東則拓為大沖積扇，流路亦呈網狀，至鳳林鎮之山興里箭瑛大橋附近匯入花蓮溪，經壽豐流入太平洋。萬里溪流域上游坡陡流急，兩岸崩塌情形嚴重，每遇颱風降雨事件皆挾帶巨量土砂而下，主流長度約 53.31 公里，流域面積約 256.85 平方公里，平均坡度約 1/115，上游屬山區河川，下游屬瓣狀河川型態。

而萬里溪堰塞湖上游集水區面積約為 126.47 平方公里，約占萬里溪流域整體 49%面積比例，如圖 5-1 所示。



圖 5-1、萬里溪堰塞湖上游集水區位置圖

由於天然壩穩定與否，將直接影響後續處置作業所需時程與資源投入，因此須謹慎評估。一般天然壩之穩定性評估可透過現場調查所得之壩體形狀、材料特性、水文條件配合數值分析方可完成，然本次災害位置之堆積土體受限於交通條件，並無法進行詳細的調查工作，因此採下述評估方式。

為了評估堰塞湖天然壩之穩定性，引入 Erimini & Casagli (2003) 以義大利、日本、美加等國家之 84 個堰塞湖案例資料，利用統計方法歸納出堰塞湖天然壩體穩定性研判指標，稱為無因次阻塞指標 (Dimensionless Blockage Index, DBI)，其關係式如式 1。無因次阻塞指標以地形因子為基礎，採用堰塞湖上游集水面積(A_b ，公頃)、天然壩壩高(H_d ，公尺)及天然壩堆積土體體積(V_d ，萬立方公尺)評估天然壩體穩定性，當 DBI 指數大於 3.08 者判定為不穩定壩體，小於 2.75 者為穩定壩體，介於 2.75 至 3.08 者則不予斷定。

$$DBI = \log \left(\frac{A_b \times H_d}{V_d} \right) \quad (\text{式 1})$$

其中， A_b 為堰塞湖上游集水面積(公頃)

H_d 為天然壩壩高(公尺)

V_d 為天然壩堆積土體體積(萬立方公尺)

根據前述地形資料分析成果，萬里溪堰塞湖壩高 38 公尺，壩體體積約 18 萬立方公尺，上游集水面積 126.47 平方公里，經計算後 DBI 值為 4.44(圖 5-2)，將其堰塞湖天然壩判定為不穩定壩體。

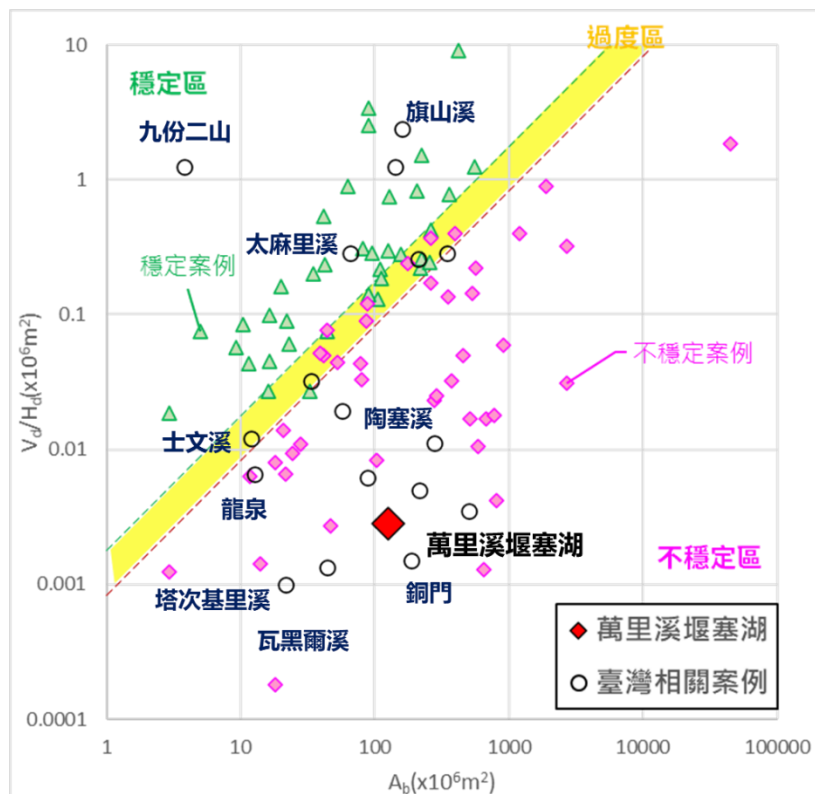


圖 5-2、堰塞湖天然壩體穩定性評估結果

然天然壩體安定性初步評估係指評估天然壩體之穩定性，壩體屬不穩定者，表示堰塞湖達滿水位或於河道流量增大時，天然壩體有易遭水流冲刷潰壞之虞，存留時間可能不長，故應立即進行保全之疏散避難；而壩體偏穩定者，雖不易瞬間潰壞，但容易蓄積大量水體而具高致災性，則可利用工程手段降低蓄水量以降低致災可能。本次調查之堆積土體經分析後屬不穩定狀態，且因地理位置及交通可及性不易到達，工程手段執行困難，故應就下游保全對象進行影響評估。

5-2、堰塞湖下游斷面(保全對象)檢核分析

根據上述評估結果判定萬里溪堰塞湖天然壩為不穩定壩體，因此若堰塞湖壩體一旦潰決，將會對下游溪床水位造成變化。依據衛星影像結果配合內政部 111 年 LiDAR 地形針對保全對象的位置和河道斷面尺寸如圖 5-3 所示。

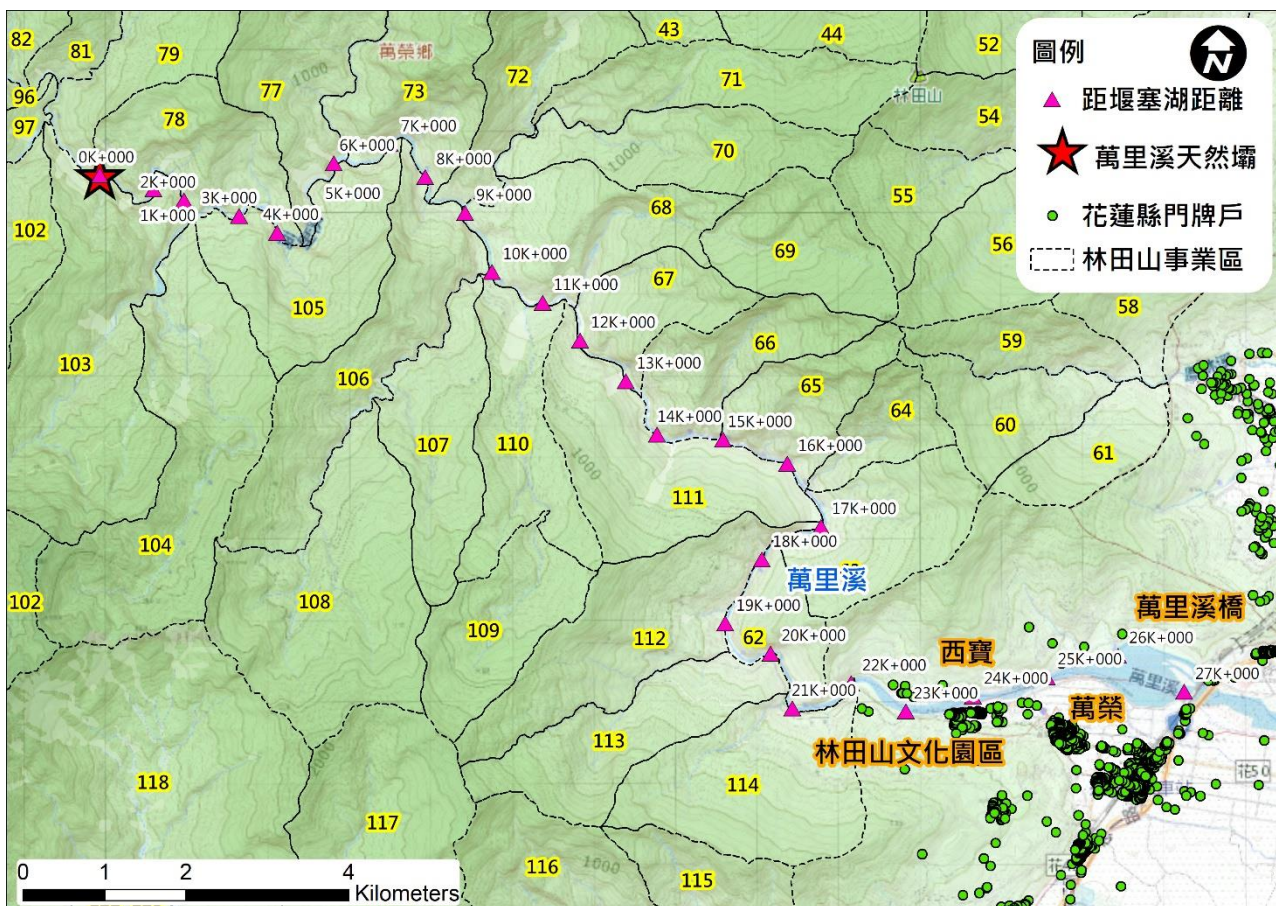


圖 5-3、萬里溪堰塞湖下游主要保全對象相對位置圖

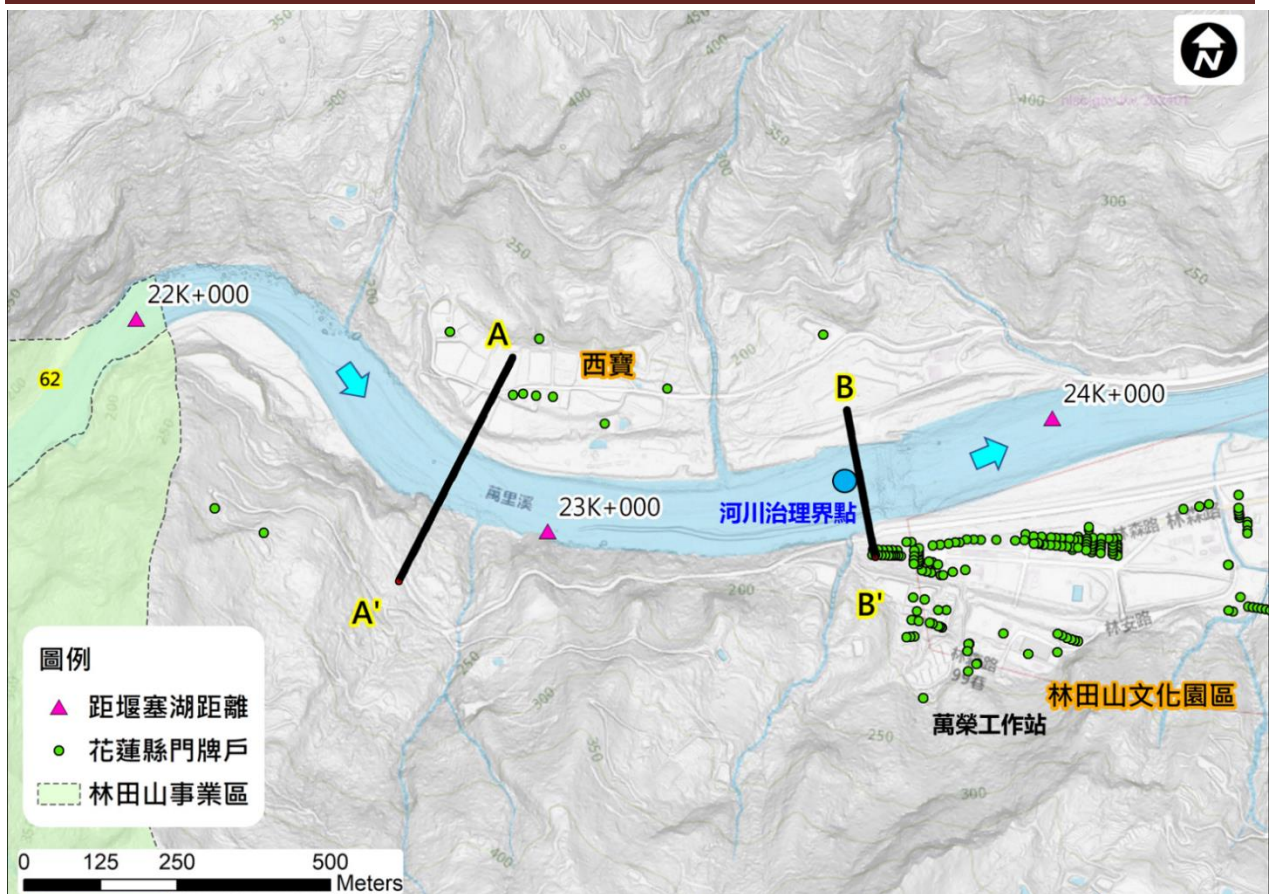


圖 5-4、下游保全對象 A、B 剖面位置(西寶、林田山文化園區)

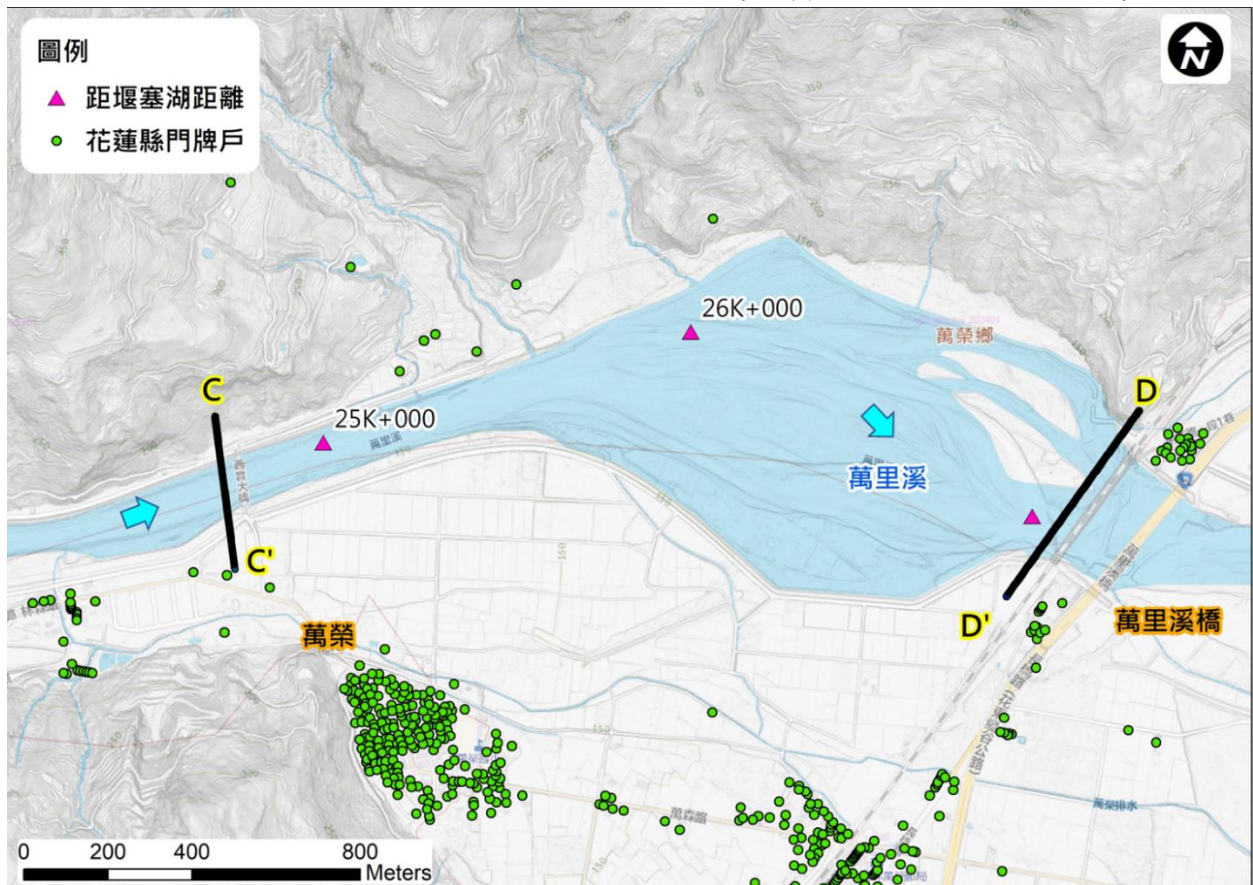


圖 5-5、下游保全對象 C、D 剖面位置(萬榮、萬里溪橋)

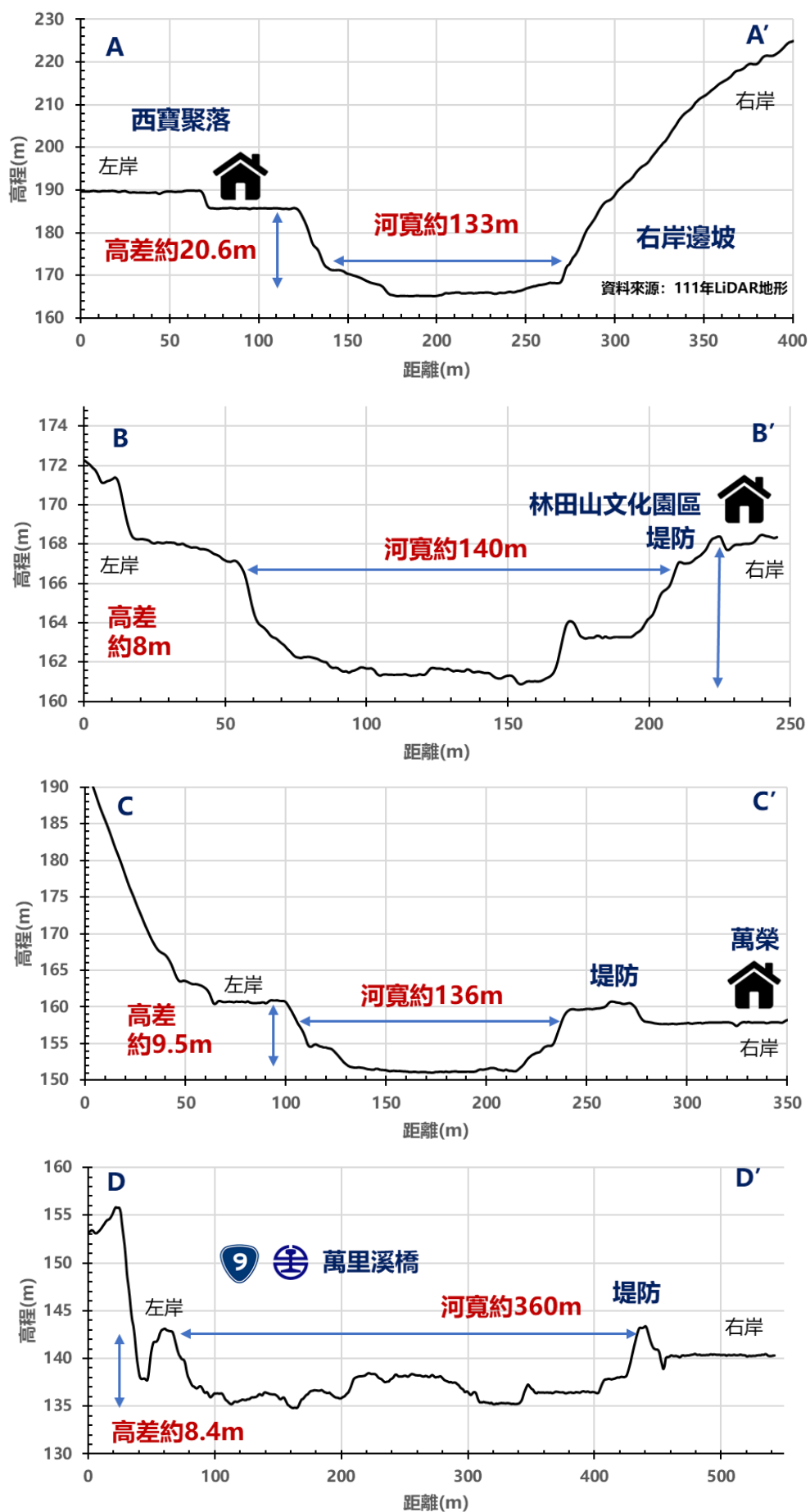


圖 5-6、下游保全對象 A、B、C、D 剖面圖



圖 5-7、下游保全對象 A、B 現地狀況



圖 5-8、下游保全對象 C 現地狀況



圖 5-9、下游保全對象 D 現地狀況

根據保全對象地形剖面圖(圖 5-6)顯示，西寶聚落(河階地)，其與河道距離約 40 公尺，高差約 20.6 公尺，河道寬度約 133 公尺；林田山林業文化園區與河道距離約 30 公尺，高差約 6.9 公尺，河道寬度約 140 公尺；萬榮部落與河道距離約 490 公尺，高差約 9.5 公尺，河道寬度約 136 公尺；萬里溪橋位於剖面線 D 點至 D' 點上，高差約 8.4 公尺，河道寬度約 360 公尺，目前各保全對象所處之河道斷面較寬，有助於減低潰壩洪流動能，且高差仍有近 7 公尺以上，暫時無立即性危險。

表 5-1、萬里溪堰塞湖保全對象檢查表

保全對象	戶數	高差(m)	距離堰塞湖	河道寬度(m)
西寶聚落	約 9 戶	20.6	約 23 公里	133
林田山林業文化園區	約 174 戶	8.0	約 24 公里	140
萬榮部落	約 645 戶	9.5	約 25 公里	136
萬里溪橋(鐵、公路)	約 42 戶	8.4	約 27 公里	360

5-3、堰塞湖潰壩影響分析

堰塞湖天然壩體若發生劇烈沖刷甚或潰決破壞，其潰壩洪水可能對下游保全對象之安全性造成影響，因此須盡速完成潰壩評估。堰塞湖天然壩體潰壩時機一般有下列三種形式：(1)滿水位時：水壓大於摩擦力而整體潰壩。(2)滲流後：壩體因管湧現象產生淘空而潰決(下游面邊坡破壞)。(3)達滿水位且開始滲流而未潰決之壩體：以壩頂溢流破壞居多，破壞類型如圖 5-9 所示。

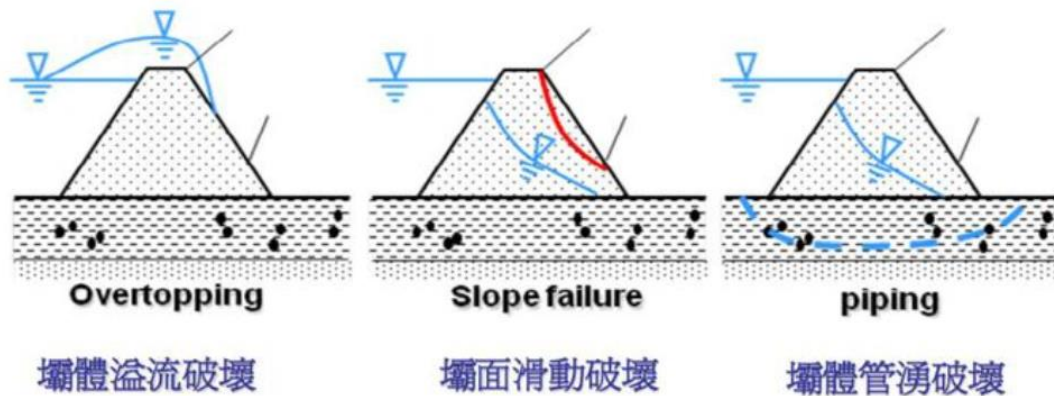


圖 5-9、堰塞湖潰壩類型

一般可採用三角形單位歷線法，藉以推估堰塞湖潰壩洪峰流量，以利檢討下游河段通洪能力。假設潰壩流量歷線之形狀為三角形(圖 5-10)，潰壩洪峰流量 Q_p 可表示如下式 2：

$$V = (T_c \cdot Q_p) / 2 \quad (\text{式 2})$$

式中， V 為堰塞湖蓄水量(m^3)，

T_c 為時間(s)

Q_p 為尖峰流量(m^3/s)

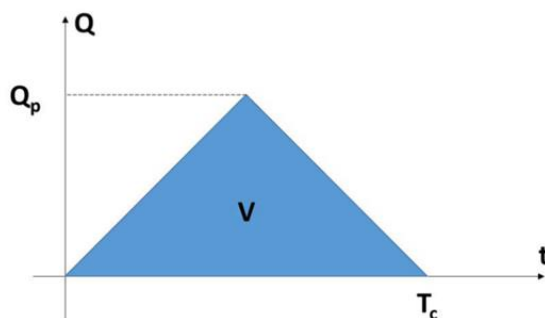


圖 5-10、三角歷線潰壩洪峰流量計算示意圖

當假設本案萬里溪堰塞湖潰決型式為最常見的溢流破壞(Overtopping failure)，並根據堰塞湖所在位置之河道地形、衛星影像及空勘結果進行堰塞湖迴水體積及堰塞湖天然壩壩高估算，經推估，堰塞湖迴水長度約為 670 公尺，湖面最大寬度為 78 公尺，堰塞湖蓄水體積(V)約 55 萬立方公尺。其中潰壩延時可採用不同時間計算相對應之潰壩洪峰流量，若假設之潰壩延時越小，表示壩體潰壞之速度越快(驟然破壞)，潰壩延時越大，則表示壩體潰壞速度越慢(漸進式破壞)，因此本案假設 3 種潰壩情形，例如當蓄水體積於 60 分鐘(3,600 秒)、45 分鐘(2700 秒)、30 分鐘(1800 秒)內消散，經計算後可能潰壩流量分別約為 306、407 及 611 cms(立方公尺/秒)。

得到潰壩洪峰流量後，接續再透過曼寧公式檢算(式 3)，可推估此潰壩洪峰流量於下游保全對象所在位置河段造成之水位抬升量，並評估潰壩水位抬升量對於保全對象之安全是否會造成影響。其中山區流速大約為 3~5m/sec。

$$Q_p = AV = A \times \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} \times \frac{(B \times h)^{\frac{5}{3}}}{(B + 2h)^{\frac{2}{3}}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{式 3})$$

式中， Q_p 為尖峰流量(m^3/s)

H 為下游河道水位抬升高度(m)

V 為流速(m/s)

B 為河道寬度(m)。

情境一、常流水下，潰壩情形

當河道現況水深極小時(枯水期)或常流水時，可直接比對潰壩水位抬升量以及保全對象所在位置之河床高差，檢核是否有安全上之疑慮。

1、假設潰壩水流於 1 小時(3,600 秒)內流光

序號	保全對象	n	S	$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	$V(\text{m/s})$	$B(\text{m})$	$H(\text{m})$	高差(m)	安全檢核
1	西寶聚落	0.04	0.022	306	3.06	133	0.75	20.6	通過
2	林田山林業文化園區	0.04	0.022	306	3.00	140	0.73	8.0	通過
3	萬榮部落	0.04	0.022	306	3.03	136	0.74	9.5	通過
4	萬里溪橋	0.04	0.022	306	2.06	360	0.41	8.4	通過

註：曼寧 n 值以 0.04 假設為天然渠道(河道中有深潭及淺灘)、河道坡降 S 透過地形概算採 0.022。

尖峰流量 Q_p 為 306cms，透過 $Q_p=Av$ 之公式計算(Q_p 為潰決後洪峰流量， A 為斷面面積， v 為流速)，若潰壩各控制點區域溪床水位抬升約 0.41 至 0.75 公尺(約 41~75 公分左右)，河床抬升水位距離林田山林業文化園區最低的河岸高程差仍有 8.0 公尺，無造成部落及住戶溢淹狀況。

2、假設潰壩水流於 45 分鐘(2700 秒)內流光

序號	保全對象	n	S	$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	$V(\text{m}/\text{s})$	$B(\text{m})$	$H(\text{m})$	高差(m)	安全檢核
1	西寶聚落	0.04	0.022	407	3.44	133	0.89	20.6	通過
2	林田山林業文化園區	0.04	0.022	407	3.37	140	0.86	8.0	通過
3	萬榮部落	0.04	0.022	407	3.40	136	0.88	9.5	通過
4	萬里溪橋	0.04	0.022	407	2.31	360	0.49	8.4	通過

註：曼寧 n 值以 0.04 假設為天然渠道(河道中有深潭及淺灘)、河道坡降 S 透過地形概算採 0.022。

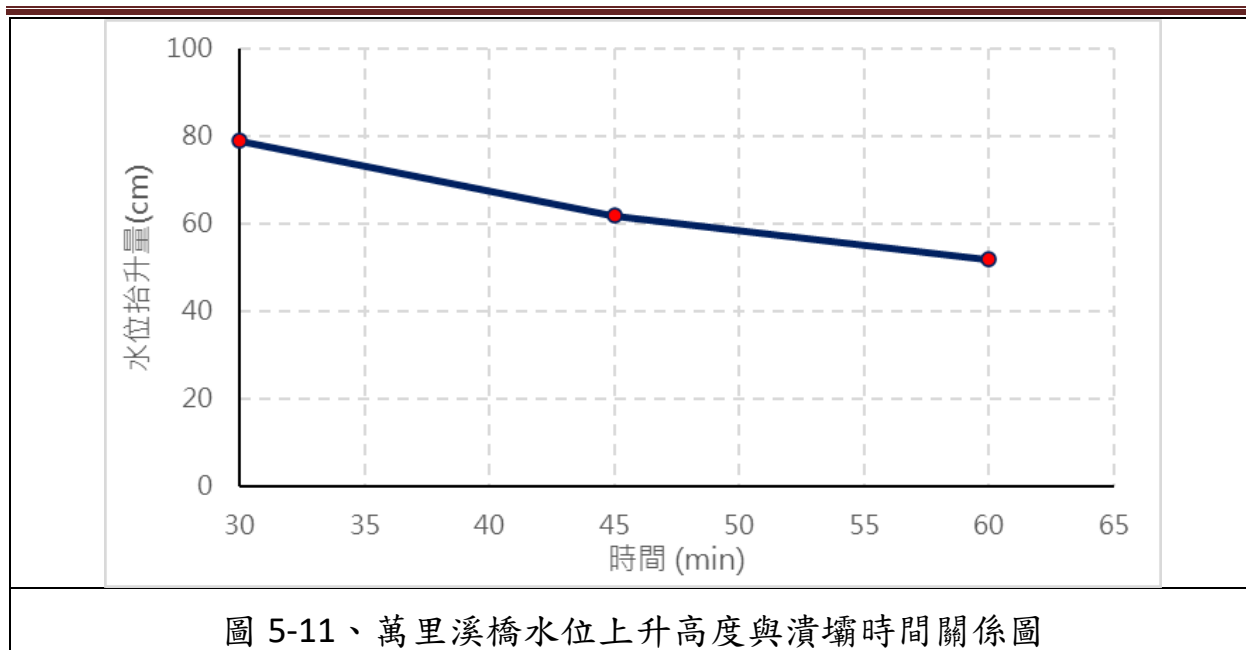
尖峰流量 Q_p 為 407cms，透過 $Q_p=Av$ 之公式計算(Q_p 為潰決後洪峰流量， A 為斷面面積， v 為流速)，若潰壩各控制點區域溪床水位抬升約 0.49 至 0.89 公尺(約 49~89 公分左右)，河床抬升水位距離林田山林業文化園區最低的河岸高程差仍有 8.0 公尺，無造成部落及住戶溢淹狀況。

3、假設潰壩水流於 30 分鐘(1800 秒)內流光

序號	保全對象	n	S	$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	$V(\text{m}/\text{s})$	$B(\text{m})$	$H(\text{m})$	高差(m)	安全檢核
1	西寶聚落	0.04	0.022	611	4.04	133	1.14	20.6	通過
2	林田山林業文化園區	0.04	0.022	611	3.96	140	1.10	8.0	通過
3	萬榮部落	0.04	0.022	611	4.00	136	1.12	9.5	通過
4	萬里溪橋	0.04	0.022	611	2.71	360	0.63	8.4	通過

註：曼寧 n 值以 0.04 假設為天然渠道(河道中有深潭及淺灘)、河道坡降 S 透過地形概算採 0.022。

尖峰流量 Q_p 為 611cms，透過 $Q_p=Av$ 之公式計算(Q_p 為潰決後洪峰流量， A 為斷面面積， v 為流速)，若潰壩各控制點區域溪床水位抬升約 0.63 至 1.14 公尺(約 63~114 公分)左右，河床抬升水位距離林田山林業文化園區最低的河岸高程差仍有 8.0 公尺，無造成部落及住戶溢淹狀況。



另參考經濟部水利署萬里溪橋水位站相關一、二級警戒水位，堤頂高與現況水位進行估算是否會造成聚落或其他保全對象因河床抬升而造成積淹災害，經檢核評估後於常流水情境下，皆小於警戒水位。

表 5-2、萬里溪橋常流水情境潰壩抬升檢核表

潰決時間	Q_p (m^3/s)	V (m/s)	B (m)	H (m)	呆水位	警戒水位	堤頂高	潰壩水位
3600 秒	306	1.62	360	0.52	133.65	138.4	140.75	134.17
2700 秒	407	1.82	360	0.62	133.65	138.4	140.75	134.27
1800 秒	611	2.14	360	0.79	133.65	138.4	140.75	134.44

註：呆水位(以 113/4/23 日 8 時為基準)，警戒水位(一級為 138.4 m、二級為 137.4m)



雖本次經快速評估結果顯示潰壩影響範圍未影響在地居民等保全對象，但為求精準評估影響範圍本計畫搭配數值模式進行估算，瞭解災害致災規模、範圍與類型。一旦堰塞湖潰決，大量洪水伴隨土砂下移，可能形成二次災害，嚴重危及下游居民之安全。

為評估堰塞湖潰決後，洪水對於下游保全對象影響程度，本研究採用 Hyper KANAKO 數值模式之河道輸砂模組進行整理流況之分析評估，模擬網格為 5m，採用 1 小時潰決情境尖峰流量 Q_p 為 336.6 cms(考量潰壩後挾砂量，一般採用流量之 5%~10%計，本計畫以洪峰流量的 10%為潰壩挾砂量)，作為模式上游邊界入流條件，進行潰壩洪水分析。此外，當堰塞湖潰壩引致的洪水災害，在洪水來臨時民眾若要自行疏散避難，必須考量到淹水深度及流速，避免在移動時無法抵抗洪水衝擊而發生意外，建議參考水深比及流速之關係，是否可能進行安全避難，若不能則需相關河道管制避免人員進入。

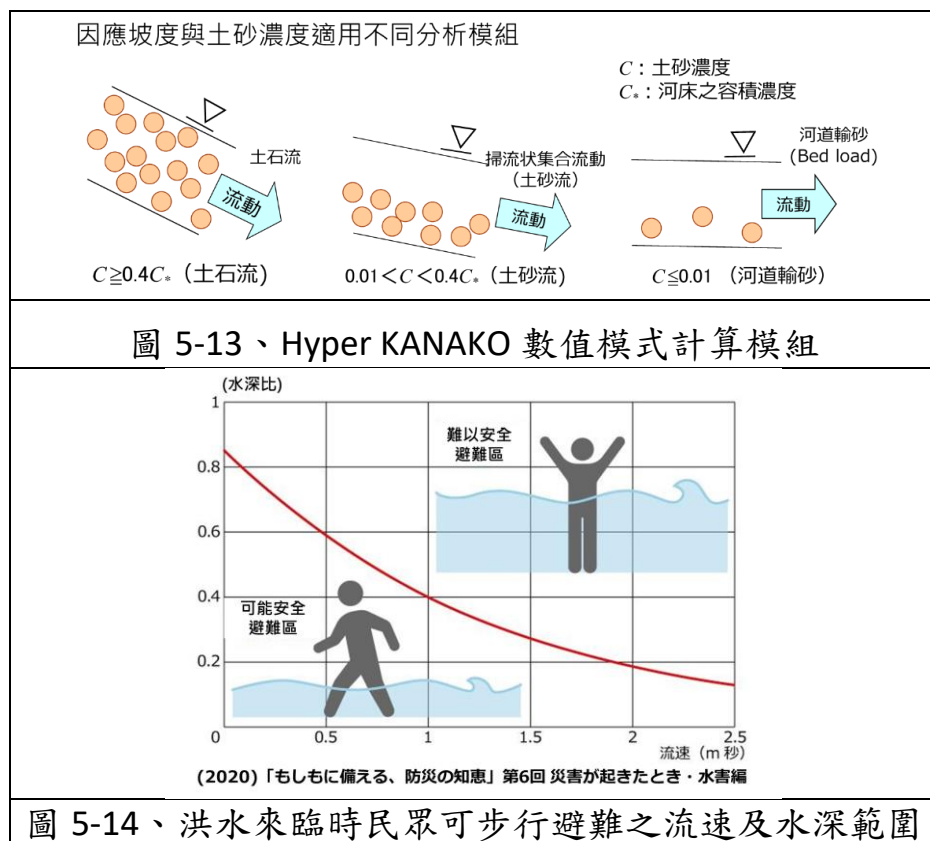


表 5-3、潰壩計算上游邊界基本參數表

砂礫密度	2.65	河床堆積濃度	0.67
曼寧粗糙係數	0.04	流體密度	1.00
尖峰流量 Q_p (挾砂洪峰量)	336.6	土砂濃度 (10%計)	0.1
上游河道寬度(公尺)	70.00	動床設定條件(公尺)	1.50

在數值模式設定上為有效提升計算速度，於入流邊界上設定於距堰塞湖天然壩下游約 18.5 公里處作為模式入流點，於距堰塞湖天然壩下游約 22 公里處作為二維模擬邊界模式串接點。而堰塞湖天然壩至 18.5 公里處則以芮哈經驗公式進行計算(溪流長約 18.5 公里，縱斷面海拔高程差約 464 公尺計，流速約 2.2m/s)，集流時間約 8,000 秒(約 2.2 小時)。因此在潰壩模擬上則以芮哈公式計算秒數加上數值模擬為成果，模式邊界設置範圍如圖 5-15 所示。

天然壩堰塞湖由於存在時間不確定、崩塌料材組成強度較難估計、潰決時間無法預測，本次堰塞湖天然壩主要為萬里溪潰壩之土石流下移形成，材料組成相對不穩定，易受水流影響流失，驟然潰決之可能性較低，本次模擬分析主要採 1 小時潰決分析情境，根據模擬成果於萬里溪橋斷面處，主深槽模擬水深約有 1 公尺以上，已超過半個成人高度，當流速較高時(參照洪水水深比資料，圖 5-14 顯示)，較有致命危險。

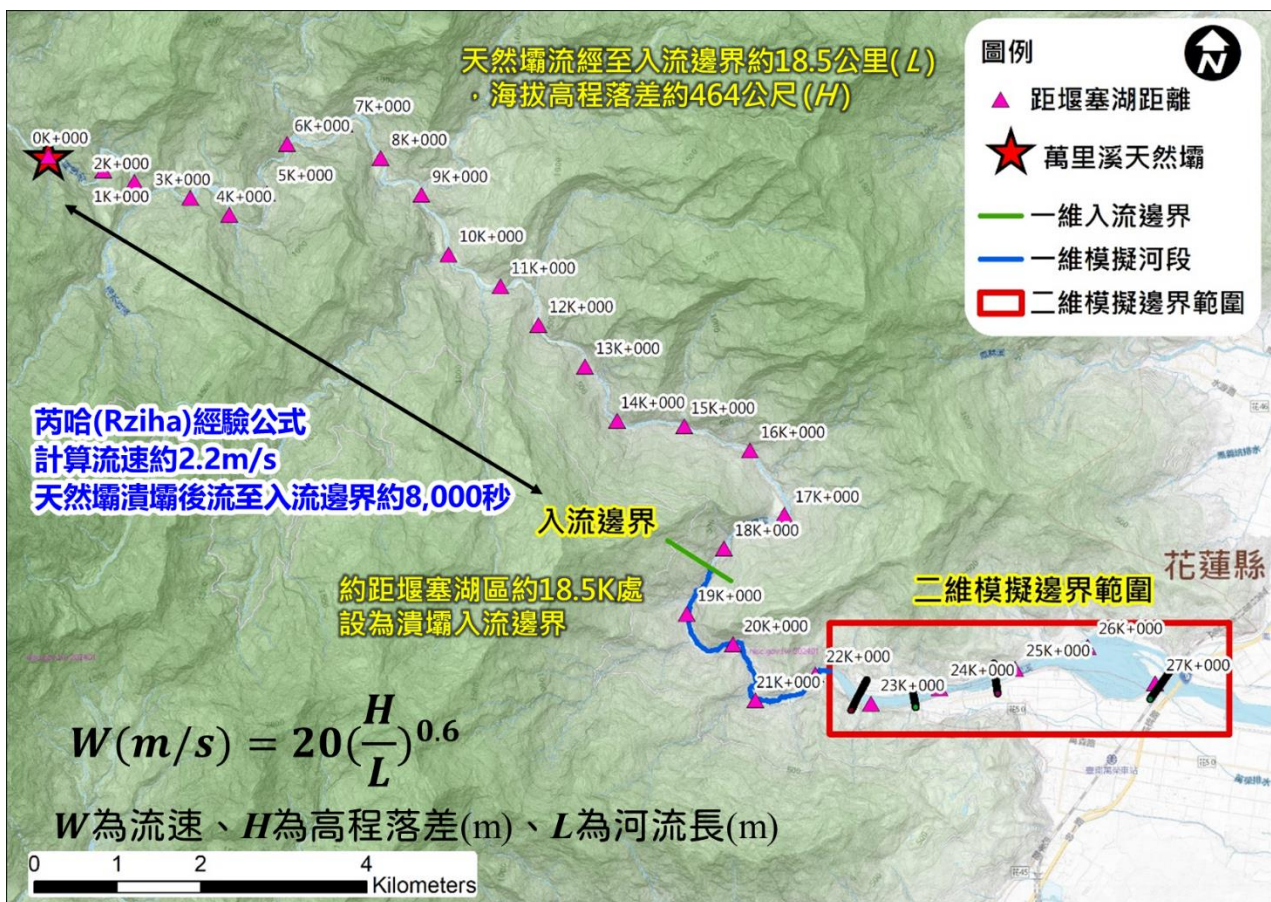


圖 5-15、二維水砂數值模式設定入流邊界範圍圖

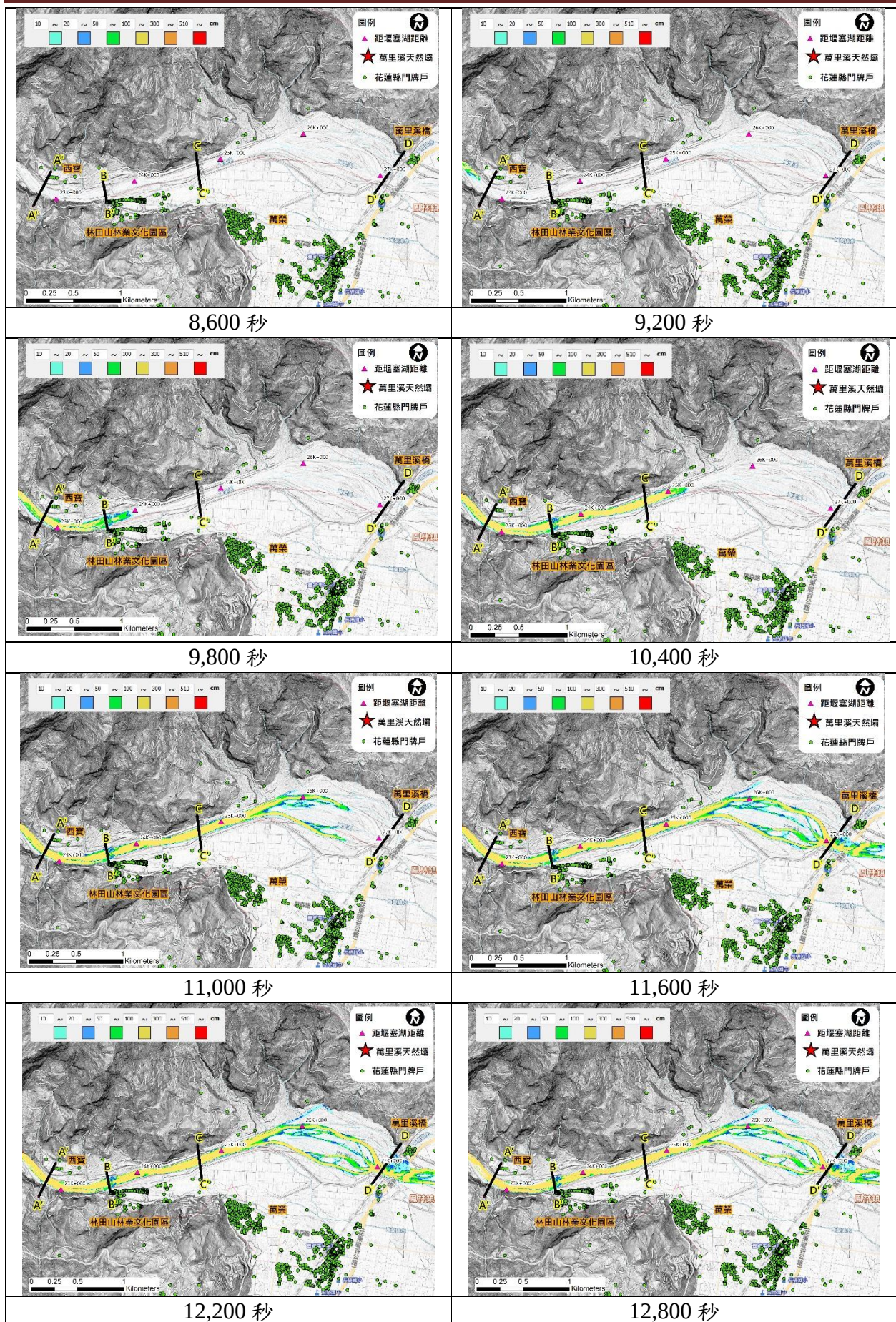


圖 5-16、堰塞湖潰壩設計條件下模擬成果(常流水)

情境二、各重現期流量下，潰壩情形

參考經濟部水利署之 102 年度「花蓮溪治理規劃檢討」報告書，萬里溪流域各控制點各重現期距洪峰流量分析成果，針對 2、5、50 及 100 年重現期頻率等不同分析潰壩抬升量影響進行分析如下：

單位：立方公尺/秒

水系	控制點	推估方法	重現期距(年)							
			2	5	10	20	25	50	100	200
萬里溪	萬里溪匯流口	花蓮溪水系治理規劃	1,301	2,140	2,656	3,118	-	3,666	4,043	4,397
		三角形單位歷線法	1,273	1,884	2,219	2,494	2,573	2,794	2,985	3,151
		無因次單位歷線法	1,207	1,786	2,103	2,364	2,439	2,648	2,830	2,988
		運動波-地貌瞬時單位歷線	989	1,652	1,862	2,314	2,391	2,622	2,879	3,085
		實測流量法	742	1,268	1,616	1,950	2,056	2,382	2,706	3,028
	萬里溪橋	花蓮溪水系治理規劃	1,210	1,990	2,470	2,900	-	3,410	3,760	4,090
		三角形單位歷線法	1,251	1,847	2,175	2,444	2,521	2,737	2,924	3,087
		無因次單位歷線法	1,207	1,786	2,103	2,364	2,439	2,648	2,830	2,988
		運動波-地貌瞬時單位歷線	934	1,572	1,806	2,172	2,250	2,504	2,695	2,898
		實測流量法	690	1,179	1,503	1,813	1,912	2,215	2,517	2,817
	萬榮工作站	花蓮溪水系治理規劃	1,178	1,937	2,405	2,823	-	3,320	3,661	3,982
		三角形單位歷線法	1,180	1,745	2,056	2,311	2,384	2,589	2,766	2,920
		無因次單位歷線法	1,182	1,788	2,143	2,420	2,519	2,683	2,909	3,004
		運動波-地貌瞬時單位歷線	916	1,579	1,854	2,233	2,335	2,542	2,777	2,917
		實測流量法	672	1,148	1,463	1,766	1,861	2,157	2,450	2,742

參考來源：102 年 7 月經濟部水利署「花蓮溪治理規劃檢討」

圖 5-17、萬里溪堰塞湖各推估之重現期距洪峰量估算成果

表 5-4、萬里溪各重現期雨量估算

控制點/重現年	2 年	5 年	10 年	20 年	50 年	100 年	200 年
萬里溪匯流前	310.5	440.9	514.3	576.0	644.9	689.9	730.0

參考來源：102 年 7 月經濟部水利署「花蓮溪治理規劃檢討」

表 5-5、萬里溪各控制點各重現期比流量洪峰估算

控制點	控制面積 (平方公里)	重現年						
		2 年	5 年	10 年	20 年	50 年	100 年	200 年
萬里溪橋	238.89	1,210	1,990	2,470	2,900	3,410	3,760	4,090
萬榮工作站 (林田山林業文化園區)	232.58	1,178	1,937	2,405	2,823	3,320	3,661	3,982

參考來源：102 年 7 月經濟部水利署「花蓮溪治理規劃檢討」

本案假設崩塌上游迴水體積一次性宣洩，則宣洩水體將通過各保全對象所在斷面，並檢視所在斷面的水位上升量是否超過河道的最大深度。

假設潰壩水流於 1 小時(3,600 秒)內流光，若因潰壩產生之洪流會使林田山林業文化園區水位抬高約 2.41 公尺至 4.40 公尺，後續該處可能需加注意颱風暴雨時水位變異量，另萬里溪橋水位則抬高約 1.37 公尺至 2.48 公尺。

假設潰壩水流於 45 分鐘(2,700 秒)內流光，若因潰壩產生之洪流會使林田山林業文化園區水位抬高約 2.51 公尺至 4.60 公尺，後續該處可能需加注意颱風暴雨時水位變異量，另萬里溪橋水位則抬高約 1.43 公尺至 2.6 公尺。

假設潰壩水流於半小時(1,800 秒)內流光，若因潰壩產生之洪流會使林田山林業文化園區水位抬高約 2.70 公尺至 5.00 公尺，後續該處可能需加注意颱風暴雨時水位變異量，另萬里溪橋水位則抬高約 1.53 公尺至 2.8 公尺。

表 5-6、萬里溪堰塞湖上游集水區各重現期比流量洪峰估算

序號	保全對象	假設潰壩水流於 1 小時(3,600 秒)內流光							
		Q_d+Q_2 (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_5 (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_{50} (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_{100} (m^3/s)	$H(m)$
1	(萬榮工作站)	1,484	1.95 (8.00)	2,243	2.44 (8.00)	3,625	3.27 (8.00)	3,967	3.45 (8.00)
2	萬里溪橋	1,516	1.08 (8.40)	2,296	1.39 (8.40)	3,715	1.86 (8.40)	4,065	1.96 (8.40)
序號	保全對象	假設潰壩水流於 45 分鐘(2,700 秒)內流光							
		Q_d+Q_2 (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_5 (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_{50} (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_{100} (m^3/s)	$H(m)$
1	(萬榮工作站)	1,585	2.03 (8.00)	2,344	2.51 (8.00)	3,727	3.32 (8.00)	4,272	3.61 (8.00)
2	萬里溪橋	1,617	1.12 (8.40)	2,397	1.43 (8.40)	3,817	1.89 (8.40)	4,371	2.05 (8.40)
序號	保全對象	假設潰壩水流於半小時(1,800 秒)內流光							
		Q_d+Q_2 (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_5 (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_{50} (m^3/s)	$H(m)$	Q_d+Q_{100} (m^3/s)	$H(m)$
1	(萬榮工作站)	1,789	2.19 (8.00)	2,548	2.71 (8.00)	3,931	3.43 (8.00)	4,982	3.92 (8.00)
2	萬里溪橋	1,821	1.21 (8.40)	2,601	1.50 (8.40)	4,021	1.95 (8.40)	4,883	2.21 (8.40)

註：括弧()標註處為保全對象與河床高差值，另萬榮工作站位處(林田山林業文化園區內，故與前述計算視為同樣檢核點進行抬升量估算。

根據前述，同樣檢核經濟部水利署萬里橋水位站相關一、二級警戒水位等，當中現況水位為 133.65m(以 113/4/23 日 8 時時為基準)，警戒水位(一級為 138.4m、二級為 137.4m)、堤頂高為 140.75 m，因此若當水位抬升達 2.8 公尺時，仍未達一、二級警戒水位，雖不會造成溢淹情形，但建議河岸居民亦

須提高警覺，因其抬升高度已超過成人高度，恐有致命危險，建議應減少不必要之溪床活動。

除萬里溪橋外，其餘保全對象可參考經濟部水利署各計畫洪水位及堤頂高值，進行相關災害預警作業之參考，如圖 5-18 所示。

表 5-7、萬里溪橋各重現期流量情境潰壩抬升檢核表

潰決時間	Q_d+Q_2 抬升量(m)	Q_d+Q_5 抬升量(m)	Q_d+Q_{50} 抬升量(m)	Q_d+Q_{100} 抬升量(m)	呆水位	警戒水位	堤頂高	Q_d+Q_{100} 潰壩水位
3600 秒	1.37	1.76	2.35	2.48	133.65	138.4	140.75	136.13
2700 秒	1.43	1.81	2.39	2.60	133.65	138.4	140.75	136.25
1800 秒	1.53	1.90	2.47	2.81	133.65	138.4	140.75	136.46



圖 5-18、重現期 100 年潰壩情境下萬里溪橋水位抬升量檢核示意圖



圖 5-19、萬里溪堰塞湖下游各保全對象洪水位採用值

陸、災害衝擊評估及影響

本調查參考國有林地堰塞湖應變標準作業程序(圖 6-2)，針對萬里溪堰塞湖進行風險初步評估，其中主要採用危險度(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，執行程序分別敘述如下：

1. 利用天然壩穩定性評估與預估破壞類型進行潰壩風險評估

評估堰塞湖潰壩風險可分為天然壩穩定性及預估破壞類型，根據空中勘查及上章分析後可知，當 DBI 指數大於 3.08 者判定為不穩定壩體，小於 2.75 者為穩定壩體，介於 2.75 至 3.08 者則不予斷定，而萬里溪堰塞湖經計算後 DBI 值為 4.65，故將其堰塞湖天然壩判定為不穩定壩體；經由勘查後發現，目前堰塞湖已暫時形成穩定溢流，堰塞湖無持續蓄水、湖水面積亦無持續擴大情形，預估溢流道寬度約 14 公尺。綜合上述研判萬里溪堰塞湖為不穩定壩體且破壞類型屬溢流破壞，經下表 6-1 可知，該壩體潰壩風險為高。

表 6-1、潰壩災害發生度初步評估分級表

壩體潰壩 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

2. 根據環境與保全分佈條件評估保全危害度

萬里溪堰塞湖影響範圍內地形險峻，且無道路能抵達河床區域，具有交通不可及特性，且上游迴水淹沒區無住戶或設施，但下游部落周邊可能有人員從事河床活動，經由下表 6-2 評估保全危害度為中。

表 6-2、保全危害度緊急評估分級表

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	1.無保全對象或重要設施分佈 2.人員不易抵達河床從事活動。	堰塞湖影響範圍內因地形險峻或屬管制區，致使人員無法抵達河床從事活動
中	1.無保全對象或重要設施分佈 2.人員可能於河床從事活動。	
高	1.有保全對象或重要設施分佈	1.上游迴水淹沒區有住戶或設施 2.下游住戶高程<潰壩警戒水位
	2.無保全對象或重要設施分佈，但下游住戶緊臨河岸且位處高流速沖刷區。	河岸階地遭洪水沖刷導致災害
	3.存有複合型土砂災害問題	2 次災害潛勢須進一步評估

3.根據壩體潰壞風險與保全危害度評估堰塞湖風險

經由前述分析結果指出，萬里溪天然壩壩體潰壞風險為高，而保全危害度呈中，綜合評估後顯示(表 6-3)，該堰塞湖風險應屬於低風險區。

表 6-3、堰塞湖風險評估分級表

保全危害度 \ 壩體潰壞風險	壩體潰壞風險	
	低	高
低	暫無風險	
中	低風險	
高	高風險	極高風險

4.由堰塞湖風險分級對應處理原則，藉以規劃後續處置對策

萬里溪堰塞湖風險經評估後屬「低風險區」，由於既存之堰塞湖可能因豪雨或颱風期間的強降雨導致壩體潰決，其洪流或土石流衝擊將造成潰決破壞，加劇造成下游保全衝擊之影響。根據堰塞湖風險處理原則對應表(表 6-4)結果顯示，本案建議即時監測(受限交通狀況建議可採雨量監測)採配合河道管制手段為主，以防止人員從事溪床活動受潰決水流衝擊影響，降低堰塞湖可能致災風險，保障居民生命財產安全。

表 6-4、堰塞湖風險處理原則對應表

風險等級	監測	警戒	工程急迫性	
暫無風險	定期調查	無	無	
低風險	即時監測	河道管制	可及性低	無
			可及性高	低
高風險	即時監測	達警戒值時撤離	中	
極高風險	即時監測	緊急撤離	高	

雖目前堰塞湖風險仍屬「低風險區」，倘若堰塞湖後續變異造成蓄水量增加，風險等級提高至「高風險」或「極高風險」時，應緊急施作緊急工程處理(受限人員機具無法進入天然壩條件下，改採強化下游河道既有防災設施之功能之方式，如河道疏濬與整治工程維持河道流路的暢通，針對淤積與通洪不足處進行疏濬，若下游有防砂壩、蓄水池(壩)，儘量保持空庫，降低洪流之危害)，以降低堰塞湖可能致災風險，保障居民生命財產安全。

因應堰塞湖可能引致災害之不確定性，故需針對堰塞湖進行即時監測，以立即掌握堰塞湖之變化，適時通報下游住戶及部落居民提高警覺。由於萬里溪堰塞湖現地環境險惡，無道路供人員及機具抵達現場適當位置從事自動化儀器安裝與工程處理，再加上為考量現地電力及通訊狀況問題，因此可參考經濟部水利署萬里溪下游「萬里溪橋」水位站資料與鄰近堰塞湖範圍之交通部中央氣象署「大觀」雨量站資料，以利及時掌握狀況，快速應變。此外，建議亦可同步採衛星影像定期監測追蹤，以便取得具有廣闊範圍之影像，必要時輔以空中勘查可作為災區鄰近整體環境變化之監測比對。

然為考量人員可及性及安全性，若於重大災害事件時(如 24 小時累積雨量達 200mm 或 3 小時累積雨量達 100 mm，亦或是地震震度達 4 級以上)，建議林業及自然保育署花蓮分署於事件後可依程序申請飛行器協助進行空勘作業，比較堰塞湖環境是否出現異常變化，如：湖區水位驟升或驟降、下游水位驟升或驟降、崩積土體變形等，以便掌握堰塞湖近況。

經前述潰壩影響檢算結果指出，萬里溪下游主要保全聚落居住區所在位置之河床高差皆足夠安全通洪，暫無立即危險，但對下游河道行水區內活動的人員則會有較直接影響，建議於堰塞湖存在期間，持續針對堰塞湖下游河川行水區（堰塞湖至萬里溪與花蓮溪匯流處），將其列為危險區域並行河道

管制或警示作業，同時亦請經濟部水利署第九河川分署於下溪河床路口處設置張貼告示牌(設置位置為容易下溪床處)，以利告知進入風險地區。

此外，在堰塞湖尚未解除列管前如有最新情況，林業及自然保育署花蓮分署請通知相關涉及單位承辦人，若另遇中央災害應變中心開設時，亦請林業及自然保育署花蓮分署或執行團隊於防災群組通報最新狀況。此外，藉由透過部落的布告欄、國有林防災應變及堰塞湖監測系統(<https://qlakenew.forest.gov.tw/public/index>)、萬里溪堰塞湖 Line 群組以及社群網站(社區臉書等)等進行堰塞湖最新資訊之露出，並建議林田山林業文化園區亦能向遊客進行宣導，讓民眾了解堰塞湖的消長情形，勸導勿進入河川行水區域。而在堰塞湖存在期間，建議能派請河川駐警於日常巡邏時注意是否有民眾進入河床。

目前已由林業及自然保育署花蓮分署建立完整堰塞湖應變通報機制(建立 Line 通報群組)，若遭遇重大災害事件時，除立即透過 Line 訊息通知外，亦立即透過電話通知緊急通報聯絡人(包含鄉公所、村長、村幹事等)，同時請萬榮鄉公所運用村里鄰長、警察、消防人力，及巡邏車、廣播車傳遞堰塞湖災害訊息，告知居民避免進入溪床，而建議請村長可藉由社區廣播之方式，迅速告知村民。

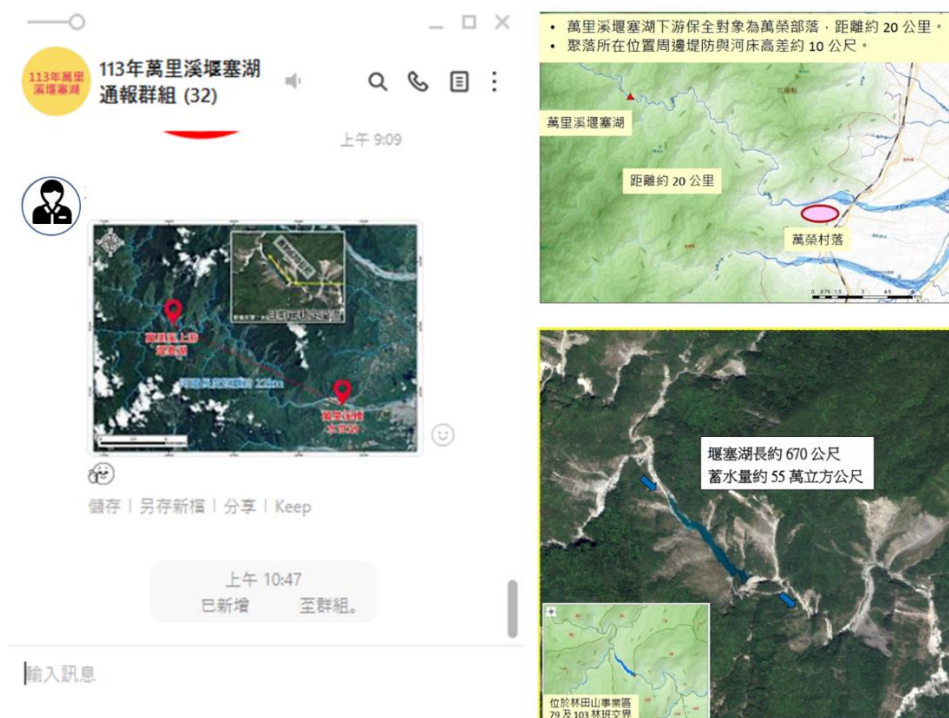


圖 6-1、萬里溪堰塞湖通報 Line 群組(已建立通報機制)

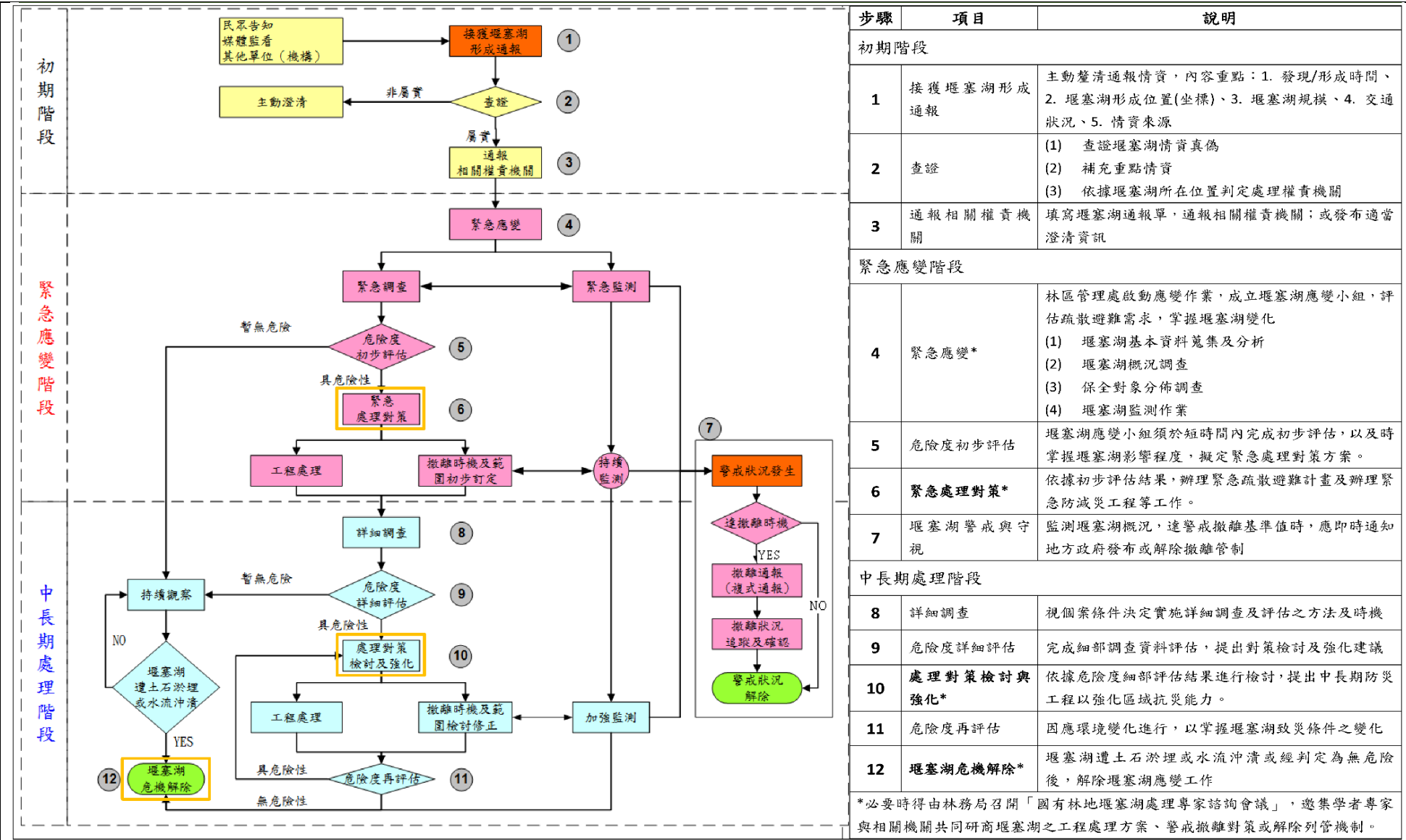


圖 6-2、國有林防災應變處理程序

柒、後續處置建議

7-1、結論

民國 113 年 3 月 4 日至 5 日間於萬里溪右岸崩塌地上部範圍發生明顯擴大情形，且已有阻主流河道情形，接續於 113 年 4 月 3 日發生芮氏規模 7.2 地震後開設中央災害應變中心，後續為瞭解堰塞湖區災害狀況，於同日稍晚本計畫團隊完成提報萬里溪堰塞湖緊急判釋工作，後於 113 年 4 月 9 日接獲業及自然保育署花蓮分署通報啟動萬里溪堰塞湖災害緊急調查評估工作。

根據調查分析，本次調查崩塌地為舊有崩塌地，透過水文及地震資料分析結果指出，該崩塌發生時並無強降雨及強震紀錄，研判與其因素關聯性較低，且目前岩盤已出露風化程度達中至高度，岩盤受地質弱面切割，造成岩體破碎，坡腳長期受溪水淘刷因而發生崩塌，進而導致萬里溪蓄積成湖。

透過空中勘查及衛星影像資料得知，萬里溪堰塞湖崩塌地最大長度約 150 公尺，最大寬度為 142 公尺，崩塌地面積為 1.37 公頃，天然壩堆積長度沿河道計算約 120 公尺，寬度為 68 公尺，堆積土體已造成河道阻塞，現場已出現溢流情形。湖區最大長度約 670 公尺，最大寬度約 78 公尺，最大深度約 36 公尺，蓄水面積約 3.5 公頃，蓄水體積約 55 萬立方公尺。崩塌地所在坡面出露之岩層為石英雲母片岩，具有發達的葉理面，容易形成山崩、落石等現象，屬於地形陡峭之岩屑崩落類型。

根據堰塞湖天然壩壩體穩定分析之結果，雖萬里溪堰塞湖天然壩為不穩定壩體，但由於其與下游部落及住戶距離遙遠(約 23-27 公里)，且下游河道寬大約介於 133 到 360 公尺間，堰塞湖若於常水流情境下，1 小時至 30 分鐘內潰壩，造成之潰壩洪流將使河床水位抬升 41~114 公分不等，位處行水區人員可能有安全疑慮。

因本案堰塞湖區已於 113 年 0403 花蓮地震後，當日已提供中央災害應變中心堰塞湖緊急判釋基本資訊，後於隔日 4 月 4 日 7 時 30 分由林業及自然保育署花蓮分署發布緊急通報，請堰塞湖下游相關機關單位，預先啟動防災應變機制及河道管制，並請附近居民及遊客暫時勿進入溪床活動。

7-2、建議

1. 堰塞湖資訊露出

藉由透過部落的布告欄、國有林防災應變及堰塞湖監測系統、萬里溪堰塞湖 Line 群組以及社群網站等進行堰塞湖最新資訊之露出，並建議林田山林業文化園區亦能向遊客進行宣導，讓民眾了解堰塞湖的消長情形，勸導勿進入河川行水區域。另建議請相關機關(如鄉公所、農村發展及水土保持署、經濟部水利署等)考量居民安全於下溪河床路口處設置張貼告示牌，以利告知進入風險地區。另於 113 年 5 月 3 日上午本計畫團隊協助林業及自然保育署花蓮分署辦理地方說明會，使居民充分瞭解堰塞湖資訊與河道管制作為。

2. 堰塞湖下游河道管制

萬里溪下游主要保全聚落居住區所在位置之河床高差皆足夠安全通洪，暫無立即危險，但對下游河道行水區內活動的人員則會有較直接影響，建議於堰塞湖存在期間，建議經濟部水利署第九河川分署能派請河川駐警於日常巡邏時注意是否有民眾進入河床，並持續針對堰塞湖下游河川行水區（堰塞湖至萬里溪與花蓮溪匯流處），將列為危險區域進行河道管制或警示作業。

3. 堰塞湖情勢持續追蹤

災害地點位於坡度陡峭、地形嚴峻地區，無道路可抵達，具有交通不可及性，工程整治可行性相對較低，建議可參考萬里溪下游萬里溪橋水位站資料與鄰近堰塞湖範圍之大觀雨量站資料，以利及時掌握狀況，快速應變，此外，建議亦可同步採衛星影像定期監測追蹤，以便取得具有廣闊範圍影像。

4. 堰塞湖應變通報機制

在堰塞湖存在期間，林業及自然保育署花蓮分署應建立完整堰塞湖應變通報機制，確認相關資訊可正確且快速傳達，若萬里溪集水區降雨量達標(200mm /24 hr 或 100mm /3 hr)亦或地震震度達 4 級以上，建議立即透過電話通知緊急通報聯絡人，同時萬榮鄉公所可運用村里鄰長、警察、消防人力，及巡邏車、廣播車傳遞堰塞湖災害訊息，告知居民避免進入溪床，而村長亦可藉由社區廣播之方式，迅速告知村民。於災害事件後，林業及自然保育署花蓮分署可依程序申請飛行器協助進行空勘作業或採衛星影像追蹤。

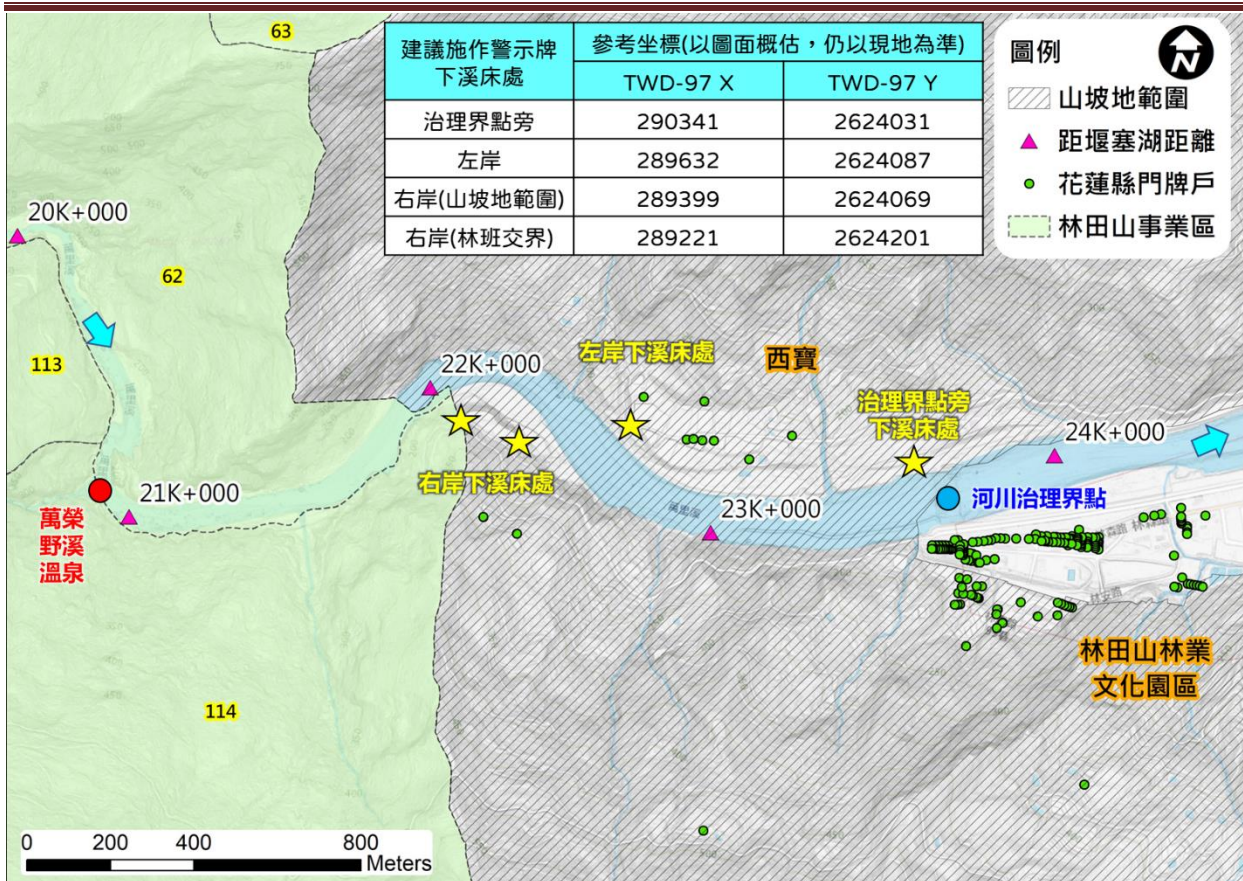


圖 7-1、建議施作警示牌位置(界點上游河道)分布示意圖



圖 7-2、建議施作警示牌位置(界點上游河道)比對示意圖

各權責單位辦理項目相關分工表如下表所示：

1. 日常情形：

權責單位	建議辦理項目
林業及自然保育署 農村發展及水土保持署 水利署第九河川分署 萬榮鄉公所	於管轄範圍內設置告示牌，告知風險區位，警示人員避免溯溪遊憩，以策安全。
水利署第九河川分署	派遣河川駐警於日常巡邏時，注意是否有民眾進入河床。
林業及自然保育署 林田山林業文化園區	向遊客說明堰塞湖災害資訊，並宣導避免進入溪床。
林業及自然保育署 花蓮分署	利用衛星影像或無人載具定期追蹤

2. 當集水區 24 小時累積雨量達 200mm 以上，或當地地震震度達 4 級以上時

權責單位	建議辦理項目
林業及自然保育署 花蓮分署	以電話、簡訊或傳真方式通知地方政府及相關防救災人員組織加強警戒，同時亦須通報鄉公所，並確認訊息已傳達。
	當中央災害應變中心開設時，須將湖區最新狀況通報於防災群組及林業及自然保育署承辦人。
萬榮鄉公所	運用村里鄰長、警察、消防人力，及巡邏車、廣播車傳遞堰塞湖災害訊息，告知居民避免進入溪床。
村長	廣播傳遞堰塞湖災害訊息，告知居民避免進入溪床。

3. 災害發生後

權責單位	建議辦理項目
林業及自然保育署 花蓮分署	以電話、簡訊或傳真方式通知相人員及單位解除警戒
	利用空中勘查或無人載具方式確認堰塞湖有無變異情形

捌、地方說明會辦理成果

農業部林業及自然保育署花蓮分署

113 年度「萬里溪堰塞湖調查評估報告」地方說明會會議記錄

壹、開會時間：113 年 5 月 3 日（星期五）上午 10 時 30 分

貳、開會地點：花蓮縣鳳林鎮林田山林業文化園區中山堂

參、主持人：黎科長璧瑞

肆、報告及討論事項：

根據衛星影像判釋，花蓮縣萬里溪上游約 27 公里處發現堰塞湖，經分析壩高約 30 公尺，迴水長度約 670 公尺，蓄積水量約 55 萬立方公尺，目前已穩定溢流。一、林業及保育署花蓮分署經委託「成大團隊」辦理「萬里溪堰塞湖調查評估」工作。該堰塞湖下游重要保全對象為花蓮縣萬榮鄉萬榮村及花蓮縣鳳林鎮森榮里（林田山林業文化園區），請「成大團隊」針對調查結果進行說明，並請與會各位村民提出意見，以作為未來警戒、通報及處置之依據。

伍、各單位意見重點：

- 一、目前已經有建立堰塞湖的 Line 群組，並已經有說明資訊及宣導。
- 二、堰塞湖的 Line 群組，建議增加相關人員及村民。
- 三、建議設置堰塞湖即時監看影像，讓大家可以上網看最新的狀況。
- 四、建議要做一些告示牌，提醒民眾不要下溪床活動。
- 五、當地村民應該是已經知道堰塞湖的存在。建議要提醒附近鄉鎮或是花蓮旅遊業者，有辦理林田山旅遊活動時，不要下溪床活動。

陸、林業及保育署花蓮分署回應說明：

- 一、林業及保育署花蓮分署已經成立萬里溪堰塞湖 Line 群組，成員包括影響範圍內相關公務單位，相關村長、里長、幹部及工作人員等。有關堰塞湖資訊的宣導，建議由目前 Line 群組內各單位窗口聯絡人負責接收，再將與該單位相關應注意、辦理之事項，負責通報、傳

遞及執行。以避免村民接受太多資訊，無法掌握重點。

- 二、堰塞湖位置距離林田山約 27 公里，該處沒電、沒網路訊號，設置堰塞湖即時監看影像有相當難度，本分署會採衛星影像定期追蹤，並監看水位計、雨量計的變化，必要時會採空中勘查確認，並立即將資訊公布於 Line 群組。
- 三、有關下溪床的風險提醒工作，本分署將請萬榮工作站於林田山內跑馬燈及網路告知民眾。有關下溪床入口設置警示牌誌，因為下游河段權管單位包括「農村發展及水土保持署花蓮分署」及「經濟部水利署第九河川分署」等等單位，本分署將協調相關單位設置。
- 四、有關提醒花蓮旅遊業者萬里溪堰塞湖相關風險事宜，考量業者範圍太廣，而且可能還有無立案的業者，可能無法全部通知。建議還是以加強林田山林業文化園區內的旅客宣導，以及於下溪床入口處設置警示牌誌。

柒、臨時動議：無。

捌、會議參與人員：

萬榮村長、森榮里幹事、摩里沙卡部落會議主席、林業及保育署花蓮分署集水區治理科、林業及保育署花蓮分署萬榮工作站、成大委辦團隊等約 30 人。

玖、散會（上午 11 時 30 分）



圖 9-1、113 年 5 月 3 日辦理萬里溪堰塞湖啟動應變說明會

農業部林業及自然保育署花蓮分署 堰塞湖緊急通報單

通報時間：113 年 4 月 4 日上午 10 時 50 分

堰塞湖名稱	萬里溪堰塞湖		發現時間	113 年 4 月 3 日	
發生地點	花蓮縣萬榮鄉萬榮村		通報別	☐ 初報 ☒ 續報(1) ☐ 結報	
事業區(林班)	林田山事業區第 79 林班	坐標 (TWD97)	X：279675；Y：2630594		
現況摘要	1. 根據衛星影像判釋，花蓮縣萬里溪發現堰塞湖，經分析壩高約 30 公尺，迴水長度約 670 公尺，蓄積水量約 55 萬立方公尺，目前應已穩定溢流。 2. 如潰壩，流至萬榮部落時，河水水位抬升約 60 公分(聚落距離河床尚有 10 公尺高) 爰不致對下游聚落造成立即危險。 3. 請下游相關機關單位，預先啟動防災應變機制及河道管制。				
處理情形	堰塞湖沿河道距下游保全對象為萬榮部落約 20 公里，但因目前壩體易受大雨沖蝕而潰壩，造成大量水體下移，恐危及溪床活動人員安全，因此建議相關單位進行河道管制，並通知村民暫時勿進入溪床活動。				
預估災害/潛勢區域	河道管制（管制範圍：自堰塞湖起至花蓮溪匯流處）				
影響戶數與人數	住戶	0 戶	居住人數	0 人	
本分署緊急連絡人	姓名	電話	住址		
	黎科長璧瑞	03-832514 轉 218	花蓮市林政街 1 號		
相關單位	連絡人	電話/傳真	備註		
行政院東部聯合服務中心	謝豪杰組長	089-350070(台東) 089-350069(台東傳真) 03-8350080-723 03-8311100	0912-519386		
水利署第九河川分署	莊立昕科長 陳杰明正工程	03-8325103#2301-2313(規劃科) 03-8327638、8334986			
農村發展及水土保持署 花蓮分署	陳芋瑄工程員	03-8221141#6403 03-8246311	0970-913282		
交通部公路局東區養護工程分局 花蓮工務段	徐俊彥工程師	03-8230570-4 03-8228018	0933-480-839		
交通部鐵道局東部工程分局	李大川段長	03-938-9115 03-938-9091	假日：03-938-9115#6009、0933-986269 03-938-9121		
花蓮縣政府農業處水土保持科	曹惠羽課員	03-8221999 03-8221912			
花蓮縣政府消防局	陳秋銘科長	03-8462119#6201 03-8575614			
花蓮縣鳳林鎮公所	韓學汶(約僱)	03-8762771 03-8762469	0963-062-613		
花蓮縣萬榮鄉公所	黃鼎騏課長	03-8751321#221 03-8752049	0978-092-032		
花蓮縣萬榮鄉公所萬榮村	蔡雅雯村長	03-8751497 03-8751497	0976-015-380		
農業部林業及自然保育署	李技士佑陞	02-23515441 02-23911530			