水土保持局技術研究發展小組

彰投地區重點集水區智慧禦災能力分析與應用



研邦科技有限公司
蔡易達 博士/水土保持技師

110年8月24日

簡報大綱 CONTENTS

壹 • 前言
貳 • 集水區禦災能力
參 • 集水區禦災能力執行成果
肆 • 結論與建議

研邦科技有限公司
YenPang Tec Co.,Ltd

壹、前言

壹、前言

一、計畫目的

以前瞻思維結合智慧數位系統分析集水區之禦災能力

二、研究項目

1

彰投地區災害重點區

莫拉克颱風後針對彰投地區災害重點區進行基本資料蒐集、現況調查及整體初步建議；為持續了解彰投轄區災害重點區治理工程介入後之成效與其環境變遷滾動檢討與後續建議

2

高精度立體微地形地圖

高精度立體微地形地圖製作、微地形特徵判釋，並複核圈繪成果，分析土砂流失潛勢區

3

集水區土砂收支關係

探討災害重點區各種降雨情境下區內土砂流失與生產關係，以及野溪沿程之沖淤分布與溢淹影響範圍

4

集水區風險等級及其禦災能力

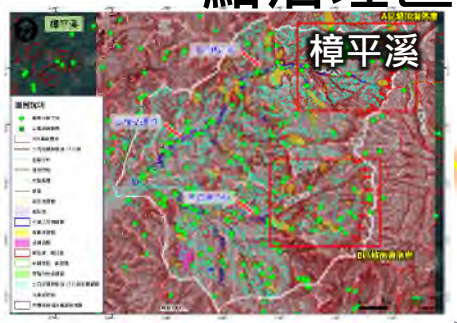
研提災害重點區現況之動態風險及禦災能力理念，並分析災害風險等級及其禦災能力與保育治理需求

壹、前言

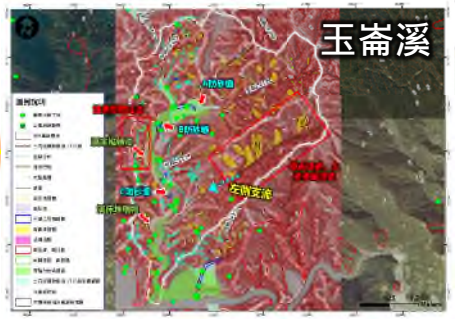
三、計畫範圍

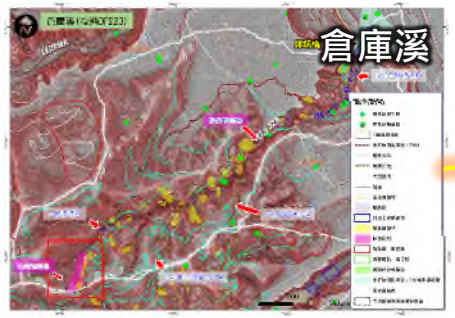
■ 依據治理規劃、災害紀錄、災害潛勢與保全對象篩選12處災害重點治理區，滾動式檢討治理成效與後續建議



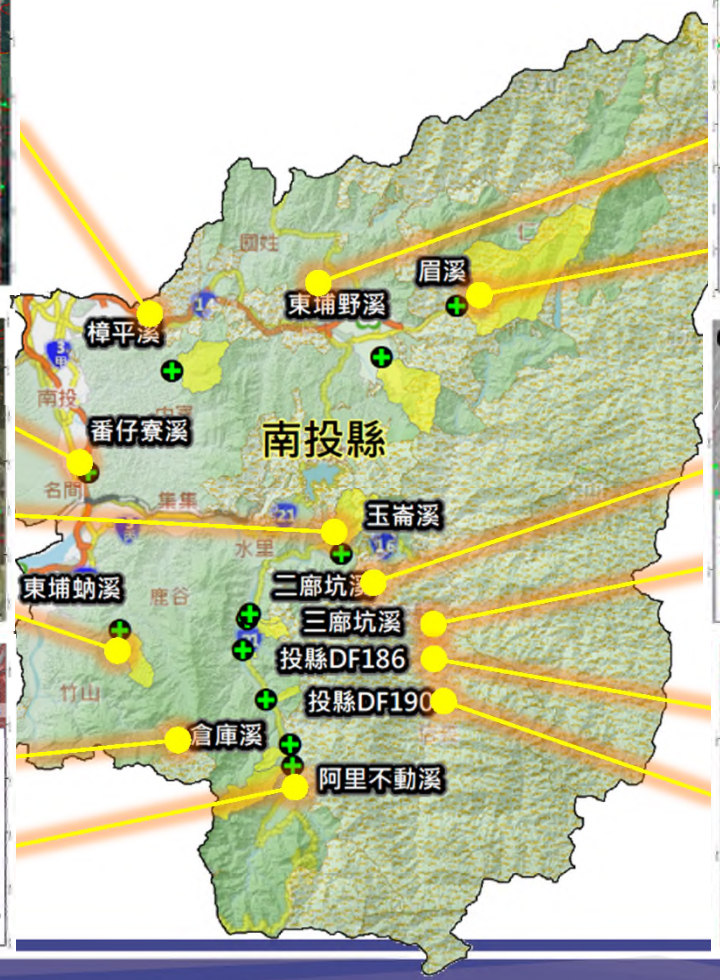


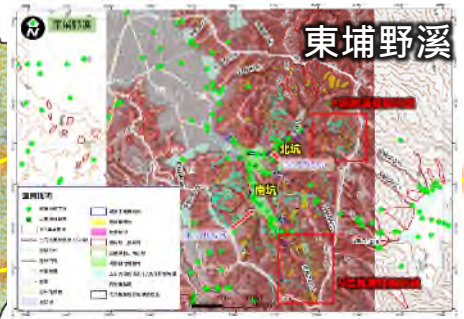




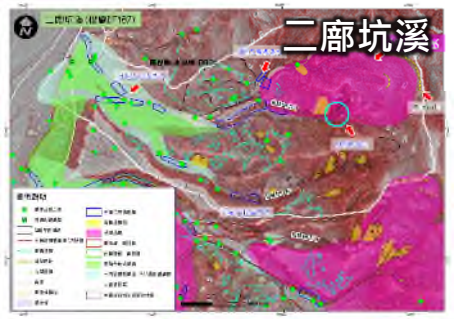


















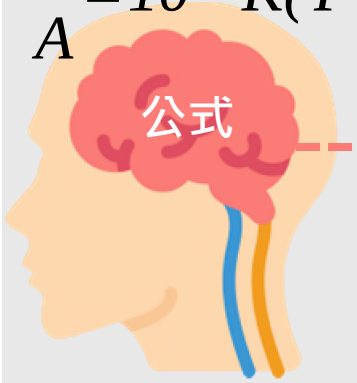
貳、集水區禦災能力

貳、集水區禦災能力

一、集水區禦災能力之緣起

打荻珠男(1971)公式

$$\frac{s}{A}=10^{-6}K(P-P_o)^2$$



概念延伸

P=累積降雨量(mm)；P_o=發生崩塌之臨界降雨量(mm)；
s=崩塌面積；A=集水區面積；K=待定係數

- 當降雨量小於**臨界降雨量**時集水區不發生崩塌
- 當某降雨量不產生坡面或野溪致災事件時，則該降雨量稱為集水區坡面或野溪禦災能力或容受力

集水區禦災(容受)能力

係指在一定強度的降雨過程，不發生或僅小規模邊坡土體崩塌，且不造成土砂災害之臨界降雨量，與土地利用及保育治理程度有關

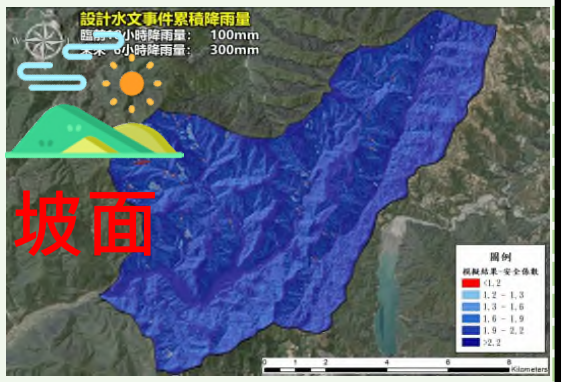
禦災能力之分類

野溪	溪流不會因溪床沖淤或洪水溢淹而成災之延時降雨量
坡面	坡面不會因土體崩塌而成災之延時降雨量

貳、集水區禦災能力

二、禦災能力分析流程

坡面及溪流
動態風險預報





歷年土砂災害蒐集與分析
(雨量與土砂變異關聯性)

1.TRIGRS模式建立
2.CCHE1D模式建立

中央氣象局雨量站預報

坡面分布型降雨促崩模式建模與模擬分析

1.設計雨型分析
2.各延時降雨強度
3.集水區網格化
4.崩塌特性分析
5.TRIGRS模式演算

危害度分級(FS<1.2)

坡面禦災能力
(雨量容受力)

離岸(坡面)崩塌地
風險等級分析

近岸及野溪洪流溢淹模擬分析

1.設計雨型分析
2.各延時降雨強度
3.CCHE1D模式演算

溢出溪岸或
溢流點

有

溪流兩岸溢淹
風險等級分析

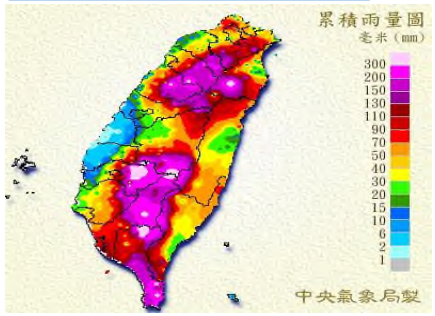
無

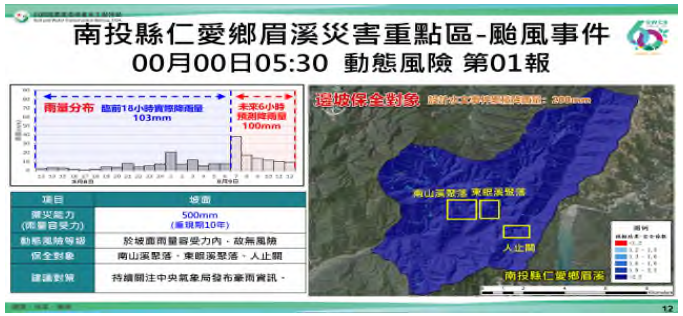
野溪禦災能力
(雨量容受力)

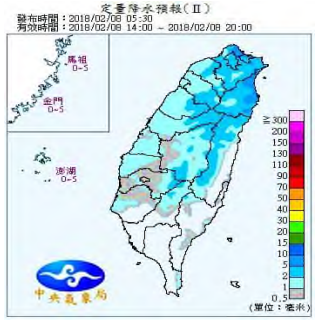
貳、集水區禦災能力

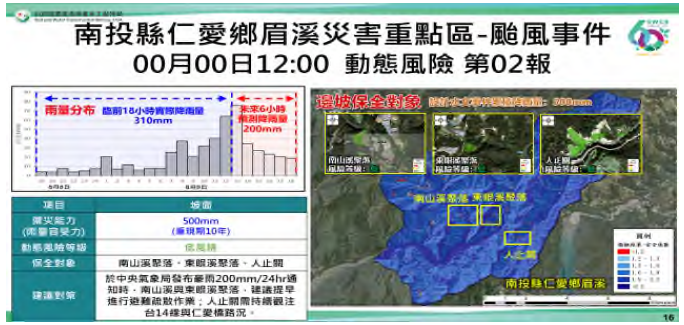
三、禦災能力之應用

禦災能力	災前	災中	災後
應用	集水區現況 禦災能力評估	汛期間動態 風險速報	檢討禦災能力 與治理措施







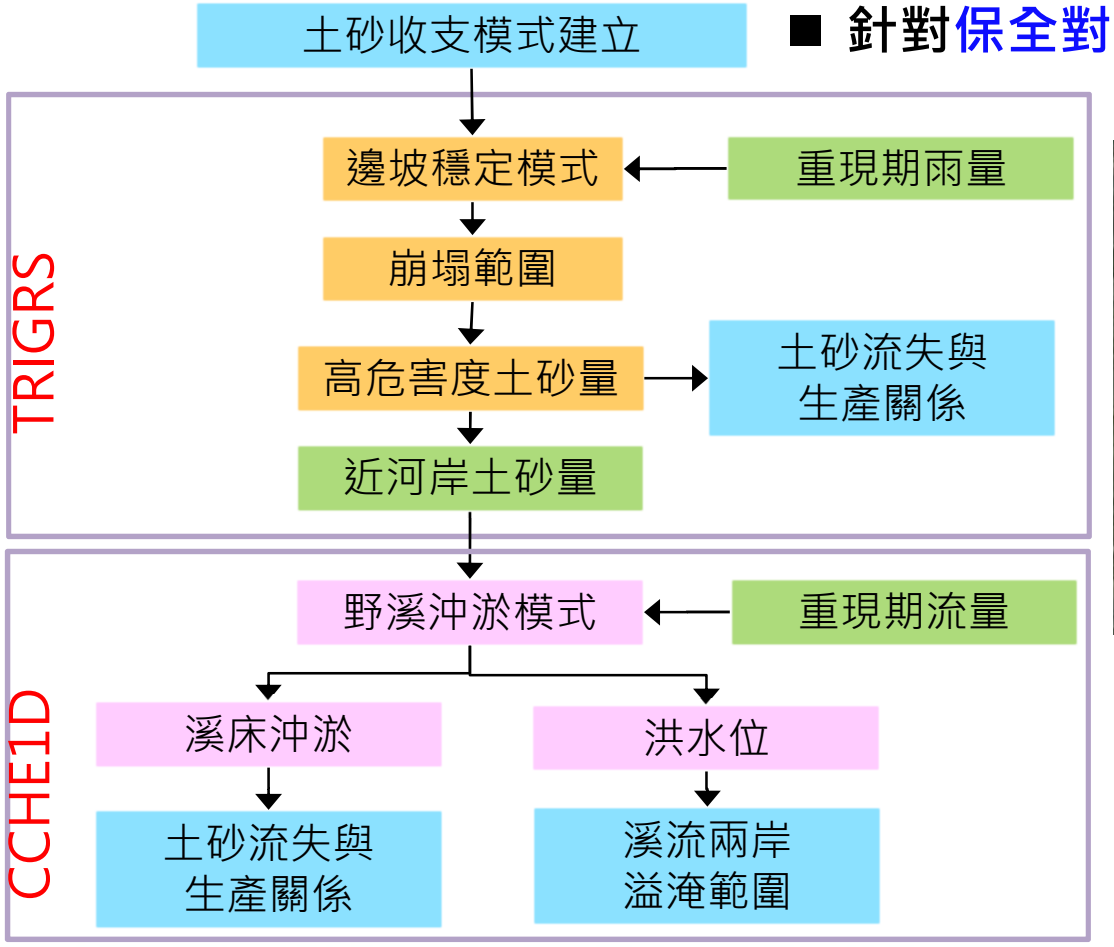


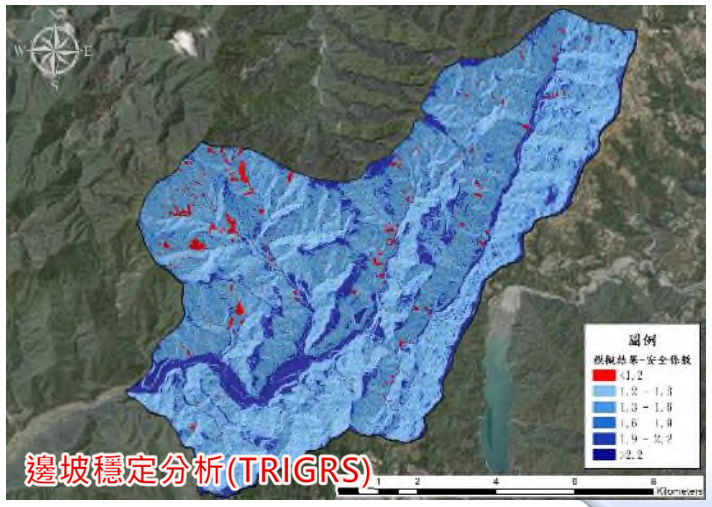
參、集水區禦災能力執行成果

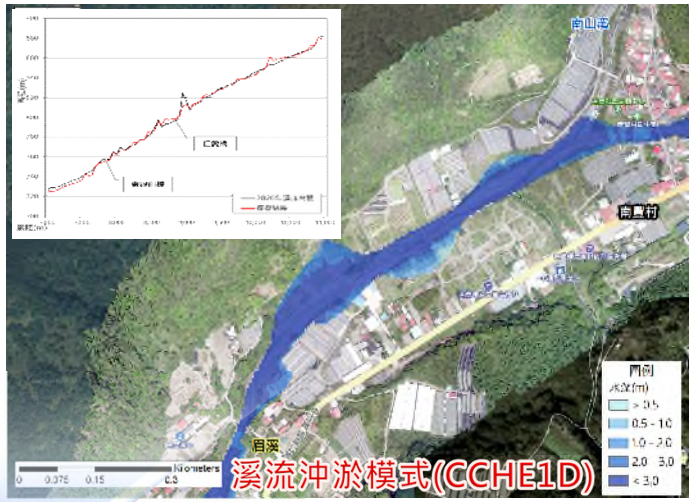
一、集水區土砂收支分析模式建置

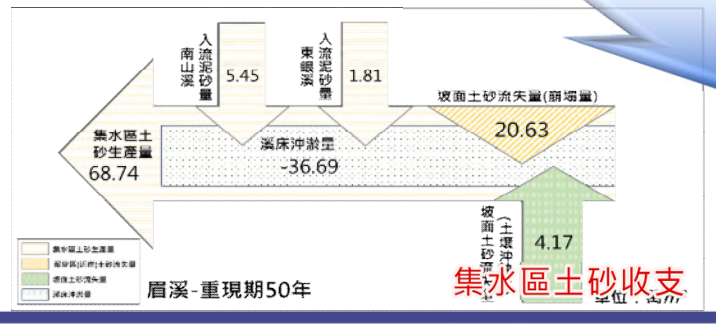
(一)禦災能力流程

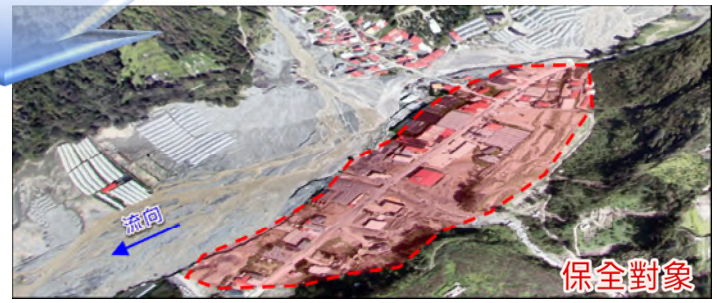
- 結合邊坡穩定分析模式與野溪沖淤模式，建構完整集水區土砂收支關係。
- 針對保全對象之災害潛勢，分為坡面與溪流災害風險分析，供防災參考。











二、集水區禦災能力分析

(一) 災害風險分析

本計畫預先模擬不同「日累積降雨」情境，並分析邊坡與溪流災害風險情形，以利颱風汛期配合中央氣象局風雨預報動態提供分局災害重點區速報資訊。

日累積降雨量情境(42種)

未來6小時累積雨量(mm) / 臨前實際累積雨量(mm)(18小時)	100	200	300
100	200	300	400
200	300	400	500
300	400	500	600
400	500	600	700
500	600	700	800
600	700	800	900
700	800	900	1,000
800	900	1,000	1,100
900	1,000	1,100	1,200
1,000	1,100	1,200	1,300
1,100	1,200	1,300	1,400
1,200	1,300	1,400	1,500
1,300	1,400	1,500	1,600
1,400	1,500	1,600	1,700

邊坡崩塌與溪流溢淹風險分級

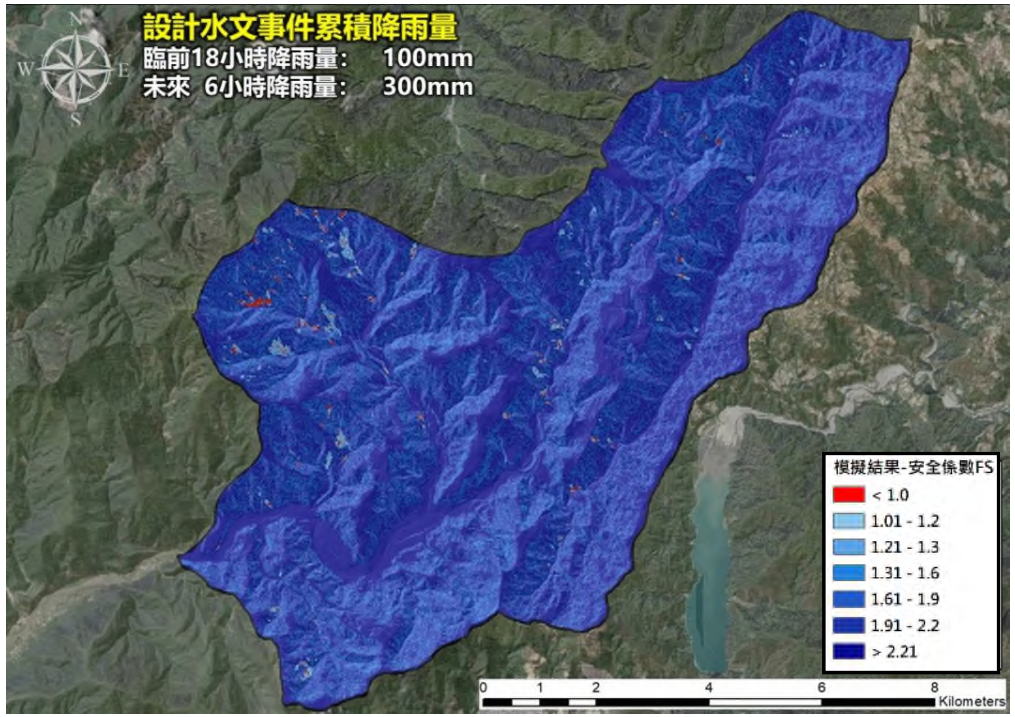
項目	邊坡崩塌	溪流溢淹
危害度	**邊坡崩塌危害度** 土體安全係數小於1.2之面積：A ≧ 5ha 高；5ha > A ≧ 2ha 中；2ha > A ≧ 1ha 低	**溪流溢淹危害度** 溪流溢淹影響範圍之水深：H ≧ 2m 高；2m > H ≧ 1m 中；1m > H ≧ 0.3m 低
脆弱度	建物(65)：學校、醫療等設施 65；5戶民宅以上 60；1~4戶民宅 30 交通設施(35)：橋梁 35；道路 20	**保全對象脆弱度** 脆弱度評分C：C ≧ 60 高；60 > C ≧ 40 中；40 > C 低
風險	**風險等級** 邊坡崩塌危害度 \ 保全對象脆弱度：高/高/中；中/高/中/低；低/中/低/低	**風險等級** 溪流溢淹危害度 \ 保全對象脆弱度：高/高/高/中；中/高/中/低；低/中/低/低

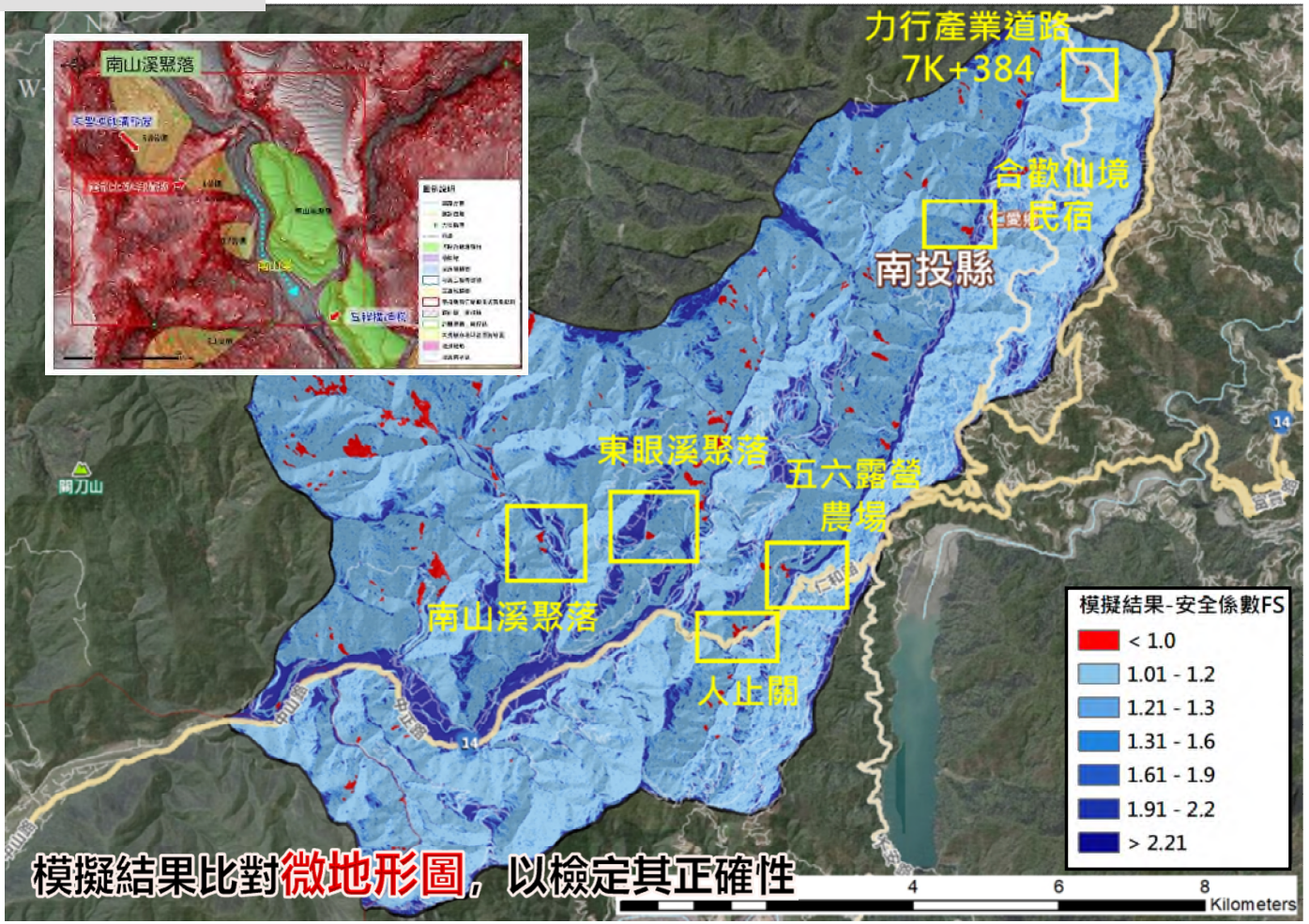
二、集水區禦災能力分析

(二)邊坡崩塌風險分析

坡面禦災能力

坡面容受雨量：
崩塌潛勢區位可能危及鄰近保全對象並具有高風險邊坡之臨界雨量。





二、集水區禦災能力分析

(三)溪流溢淹風險分析

野溪容受雨量：
野溪溢淹潛勢區位可能危及鄰近保全對象，並具有高風險溢淹之臨界雨量。

野溪禦災能力



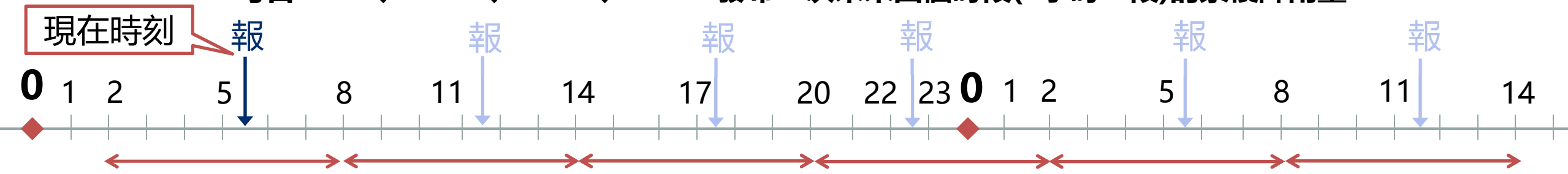


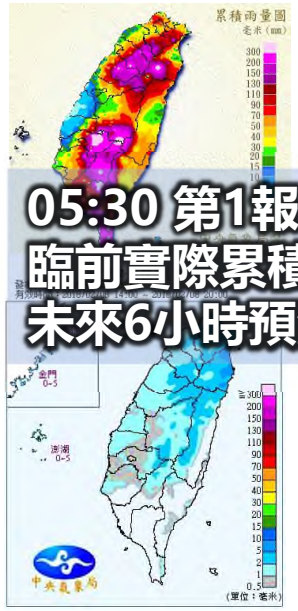
二、集水區禦災能力分析

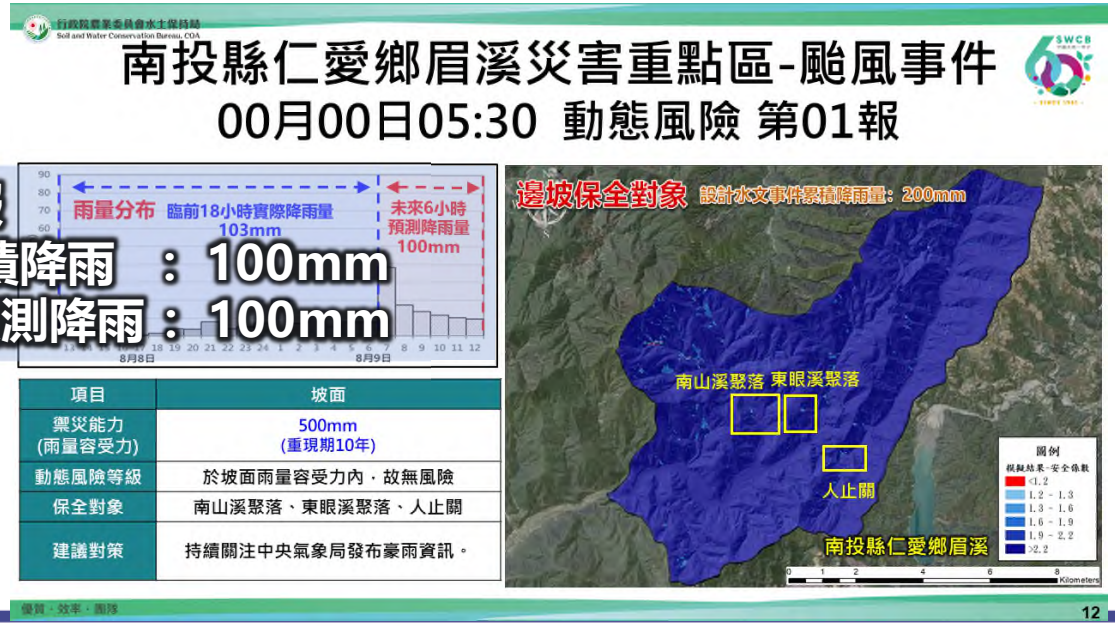
(四)集水區即時風險預測

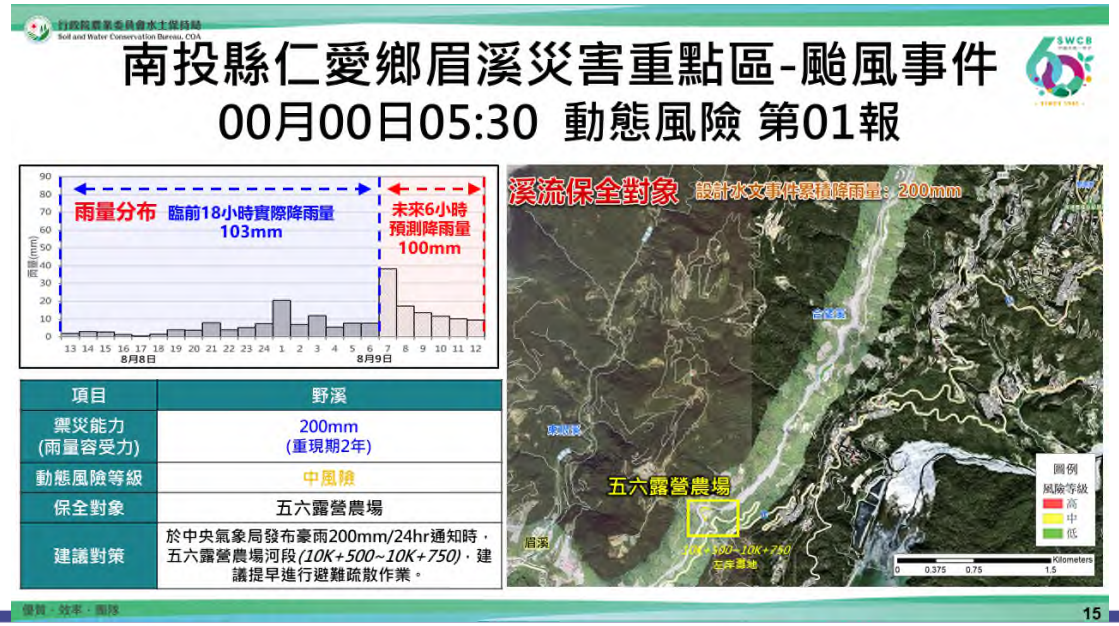
取得至前期預報之實測降雨量，並加入降雨預報值，可即時匹配對照所產製之風險地圖

每日05:30、11:30、17:30、 22:30發布一次未來四個時段(6小時一段)的累積降雨量







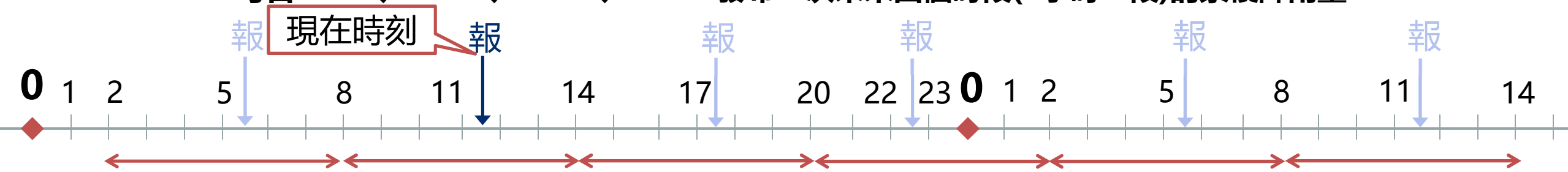


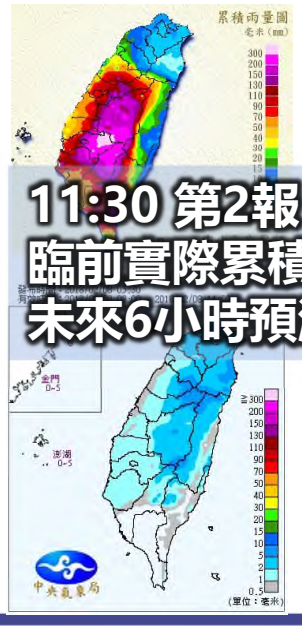
二、集水區禦災能力分析

(四)集水區即時風險預測

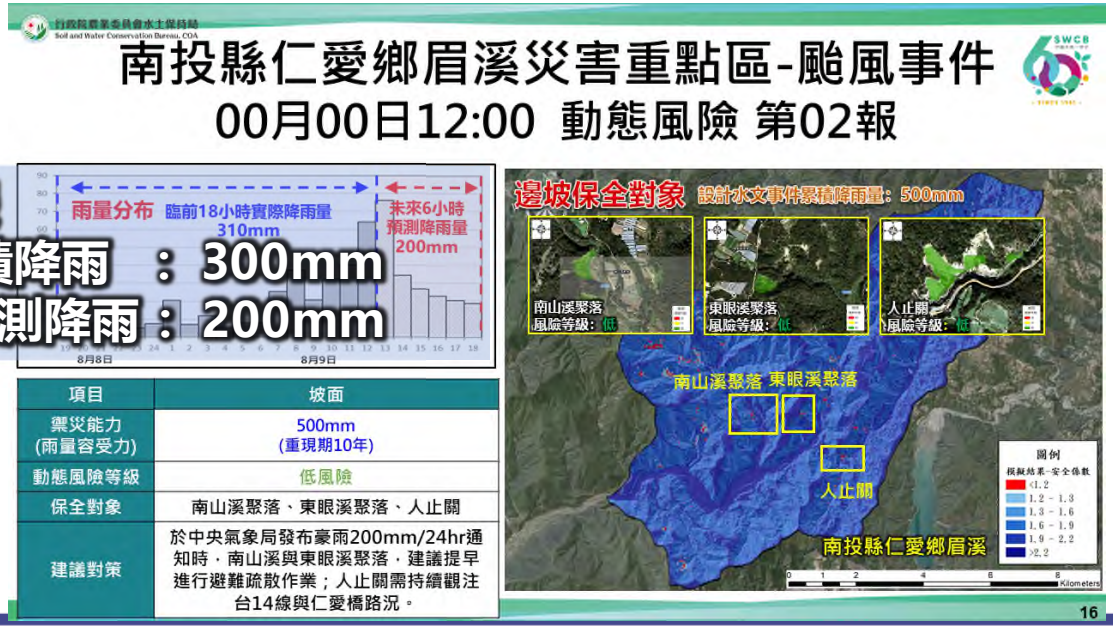
取得至前期預報之實測降雨量，並加入降雨預報值，可即時匹配對照所產製之風險地圖

每日05:30、11:30、17:30、 22:30發布一次未來四個時段(6小時一段)的累積降雨量

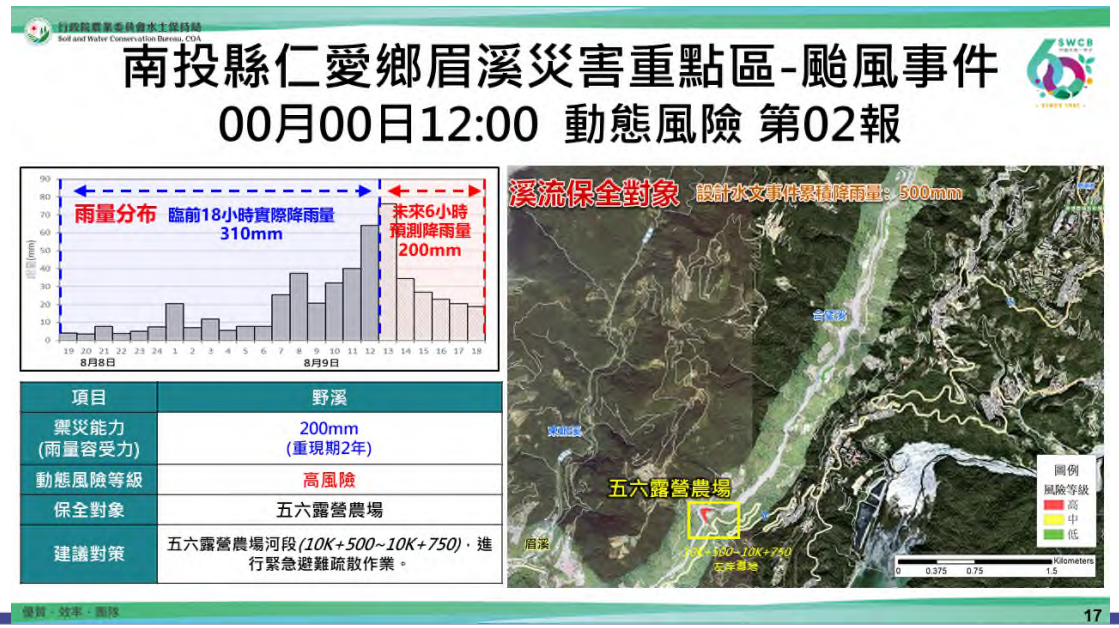




11:30 第2報
臨前實際累積降雨 ： 300mm
未來6小時預測降雨 ： 200mm



項目	坡面
禦災能力(雨量容受力)	500mm(重現期10年)
動態風險等級	低風險
保全對象	南山溪聚落、東眼溪聚落、人止關
建議對策	於中央氣象局發布豪雨200mm/24hr通知時，南山溪與東眼溪聚落，建議提早進行避難疏散作業；人止關需持續觀注台14線與仁愛橋路況。



項目	野溪
禦災能力(雨量容受力)	200mm(重現期2年)
動態風險等級	高風險
保全對象	五六露營農場
建議對策	五六露營農場河段(10K+500~10K+750)，進行緊急避難疏散作業。

三、集水區禦災能力檢討

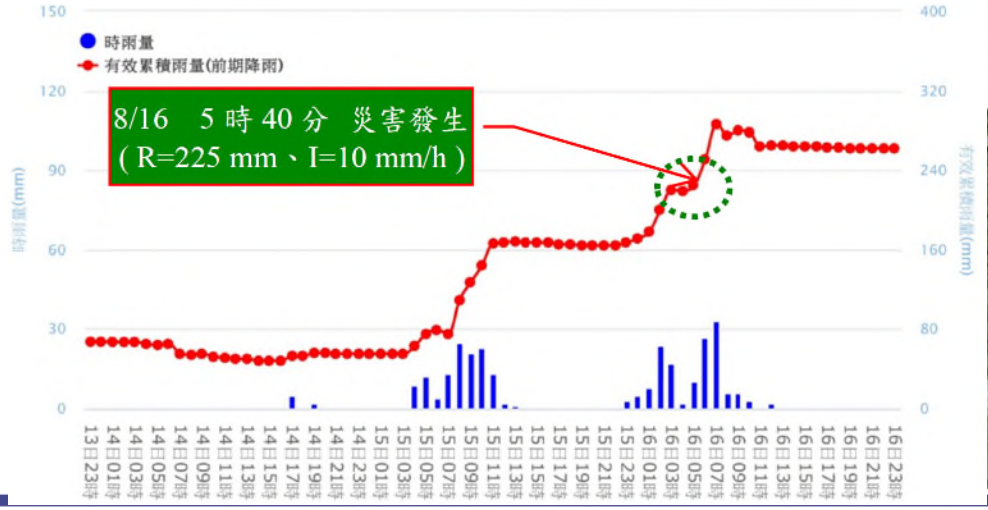
縣市鄉鎮	野溪名稱	保全對象	類別	97年禦災能力(莫拉克颱風前)		109年禦災能力(現況)		備註
				雨量容受力(mm)	重現期距(year)	雨量容受力(mm)	重現期距(year)	
南投縣信義鄉	倉庫溪	溪流下游沿岸聚落與台21線	野溪	400	5年	800	50年	經整治提升禦災能力
	DF190	溪流下游沿岸聚落與台21線	野溪	700	50年	700	50年	溪流滿足計畫洪水量
	阿里不動溪	主流2K+433處過水路面與台21縣	野溪	600	25年	700	50年	經整治提升禦災能力
	DF186	溪流沿岸聚落與台21線縣道	野溪	200	2年	500	10年	經整治提升禦災能力
南投縣水里鄉	玉崙溪	縣道投97	野溪	600	50年	800	> 50年	溪流滿足計畫洪水量
	二廊坑溪	溪流沿岸聚落	野溪	200	2年	700	50年	經整治提升禦災能力
	三廊坑溪	溪流沿岸聚落	野溪	200	2年	700	50年	經整治提升禦災能力
南投縣名間鄉	番仔寮溪	DF126	野溪	-	-	200	2年	108年新增崩塌地
		仁和村聚落	野溪	200	2年	300	5年	治理工程施工中
南投縣中寮鄉	樟平溪	紅菜坪	坡面	500	20年	700	50年	經整治提升禦災能力
		溪流兩岸聚落	野溪	500	20年	700	50年	經整治提升禦災能力
南投縣鹿谷鄉	東埔蚋溪	鄰近小半天瀑布近河岸坡面	坡面	700	50年	600	25年	106年新增崩塌地
		0K+200、4K+660河段	野溪	800	> 50年	800	> 50年	溪流滿足計畫洪水量
南投縣埔里鎮	東埔野溪	溪流兩岸聚落	野溪	500	25年	700	> 50年	經整治提升禦災能力
南投縣仁愛鄉	眉溪	合歡仙境民宿	坡面	400	10年	600	50年	經整治提升禦災能力
		五六露營農場	坡面	400	10年	500	25年	具溢淹風險
		人止關	坡面	400	10年	500	25年	近河岸崩塌面積1.85ha
		南山溪聚落	坡面	400	10年	600	50年	經整治提升禦災能力
		五六露營農場	野溪	300	2年	500	25年	具溢淹風險
		南豐村聚落	野溪	300	2年	500	25年	具溢淹風險

四、名間鄉仁和村(番仔寮溪)災害重點區

(一)108年0815豪雨災例

- ✓ 災害發生時間：108年8月16日上午6時
- ✓ 災害地點：南投縣名間鄉仁和村
- ✓ 災害原因：因地震及豪雨引發源頭崩塌
- ✓ 災害規模：崩塌面積約3公頃；

推積量體7.2萬立方公尺

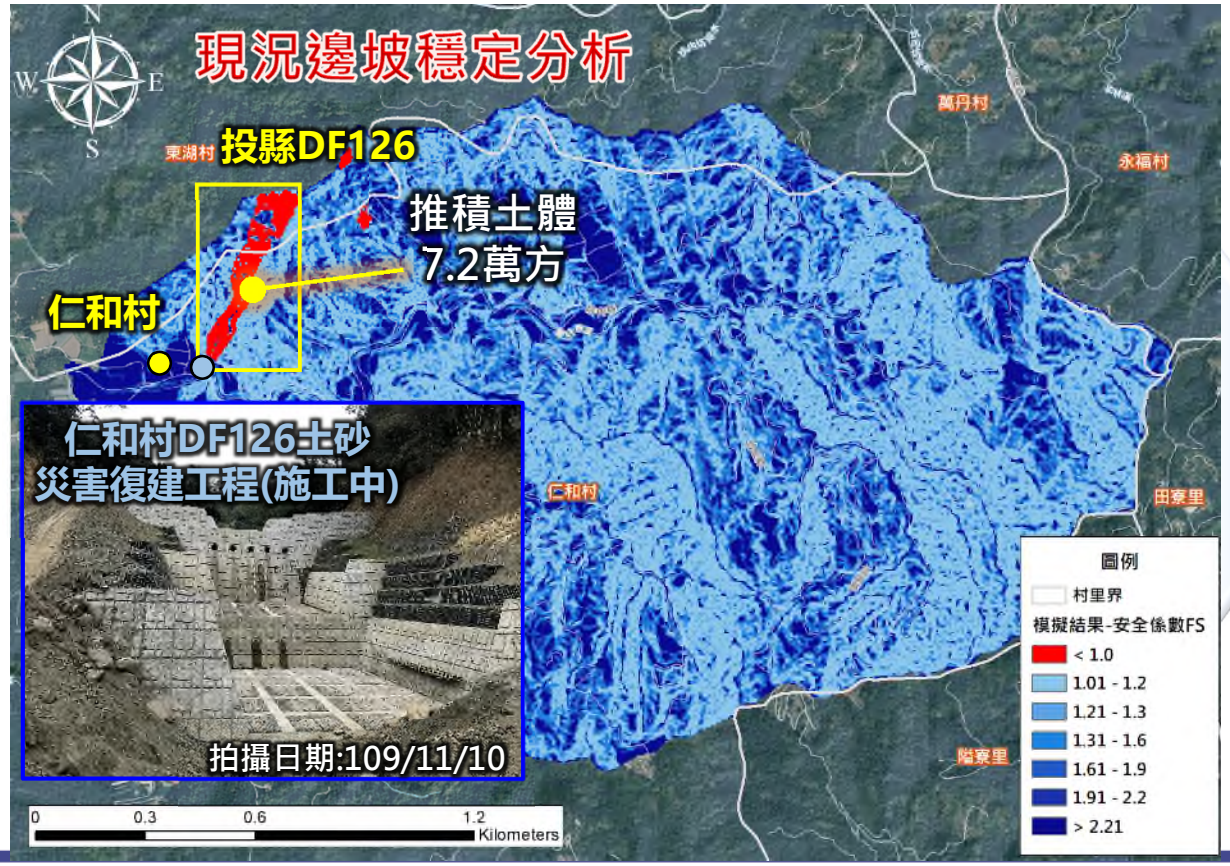


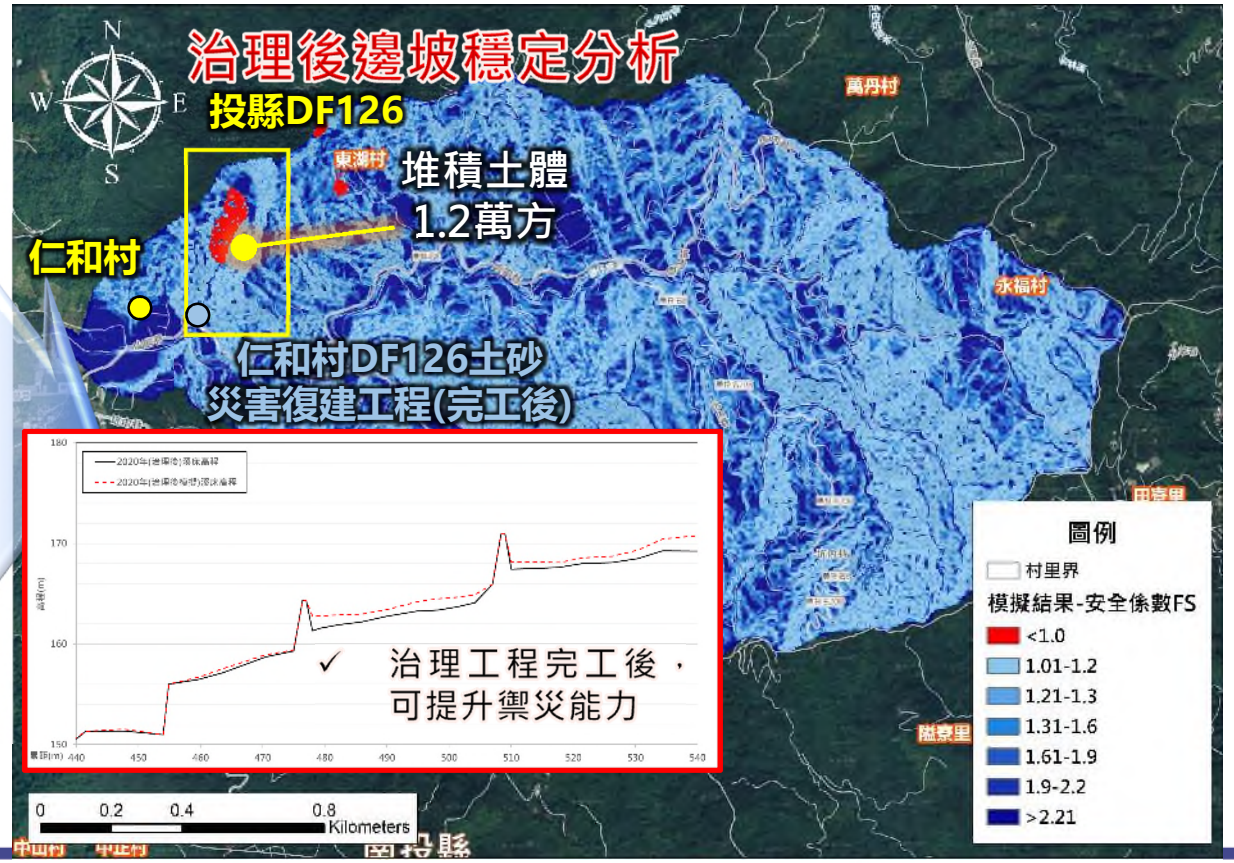


四、名間鄉仁和村(番仔寮溪)災害重點區

(二)邊坡禦災能力評估

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
投縣DF126	109年禦災能力(現況)	200	2年
	109年禦災能力(完工)	600	50年





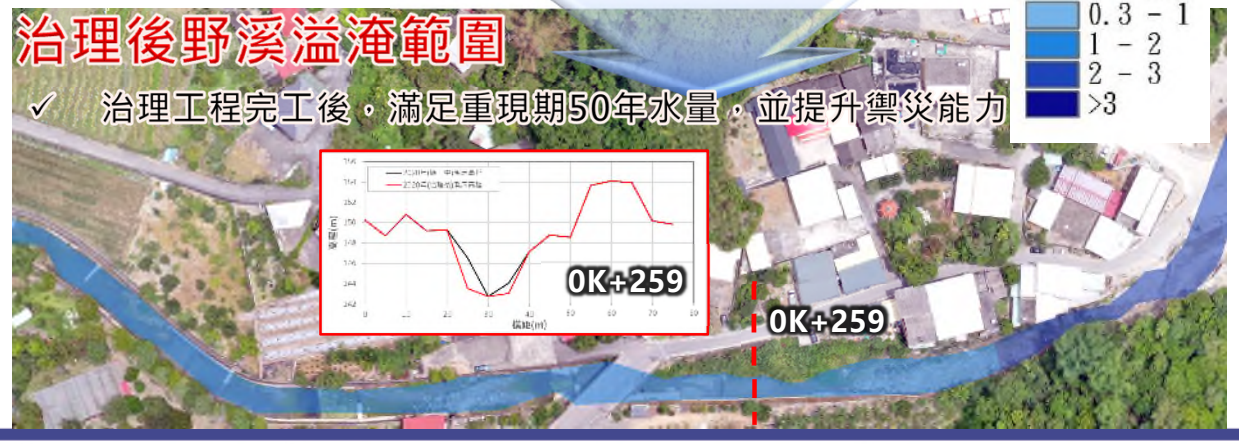
四、名間鄉仁和村(番仔寮溪)災害重點區

(三)野溪禦災能力評估

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
仁和村	109年禦災能力(現況)	300	5年
	109年禦災能力(完工)	600	50年

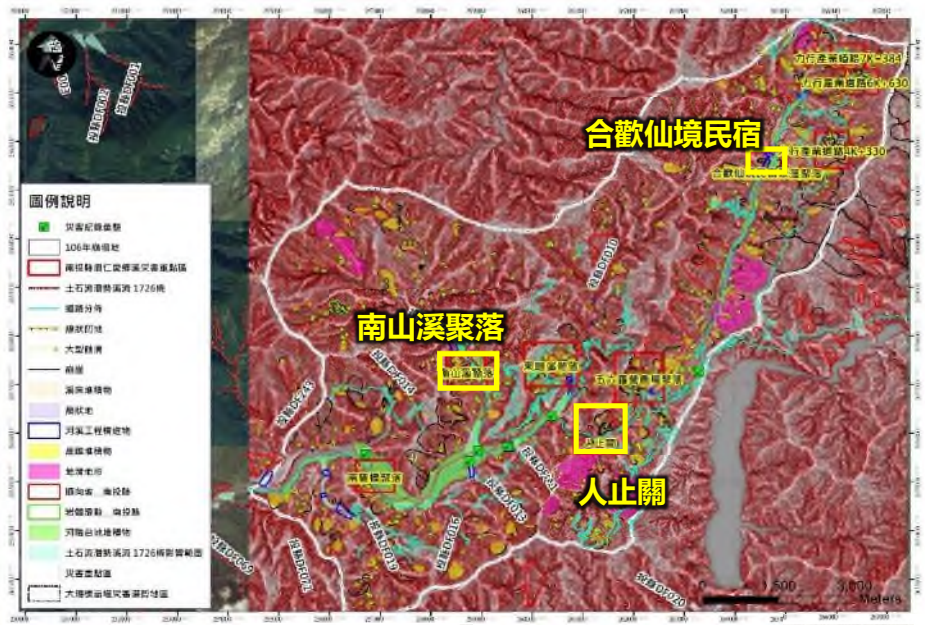






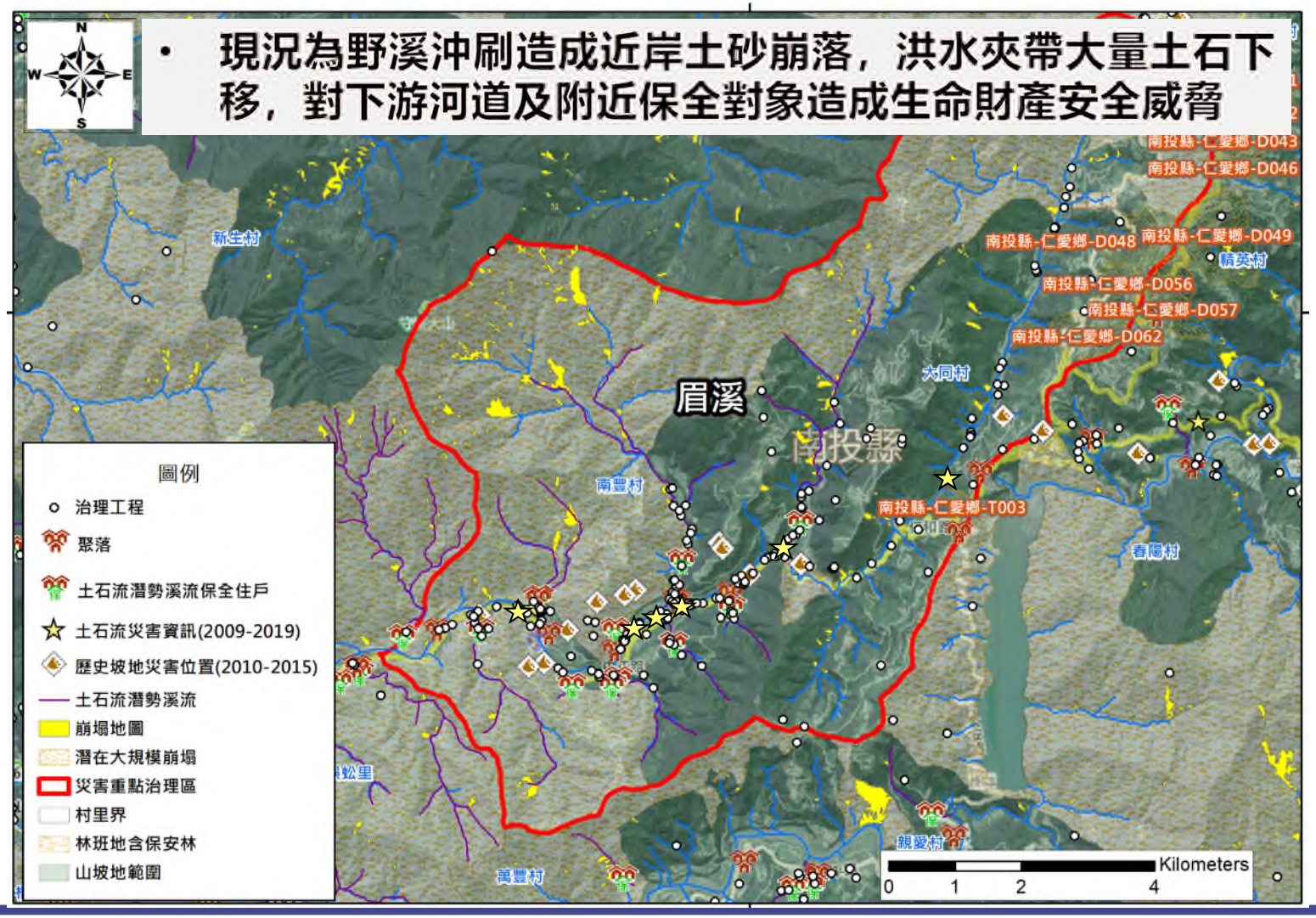
五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

(一)歷史災例與現場勘查









五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

(二)保育治理需求建議

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
合歡仙境民宿	109年禦災能力(現況)	600	50年
	109年禦災能力(治理區求)	600	50年

合歡仙境民宿





- 防砂壩下游右岸有一處崖錐堆積物面積1.1公頃，坡面沖蝕嚴重且易受河道攻擊淘刷，發生持續崩落。

- 已辦理多項溪流整治工程，惟坡面土砂下移恐影響野溪通洪
- 故坡面治理建議辦理監視計畫，供防災應變使用

五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

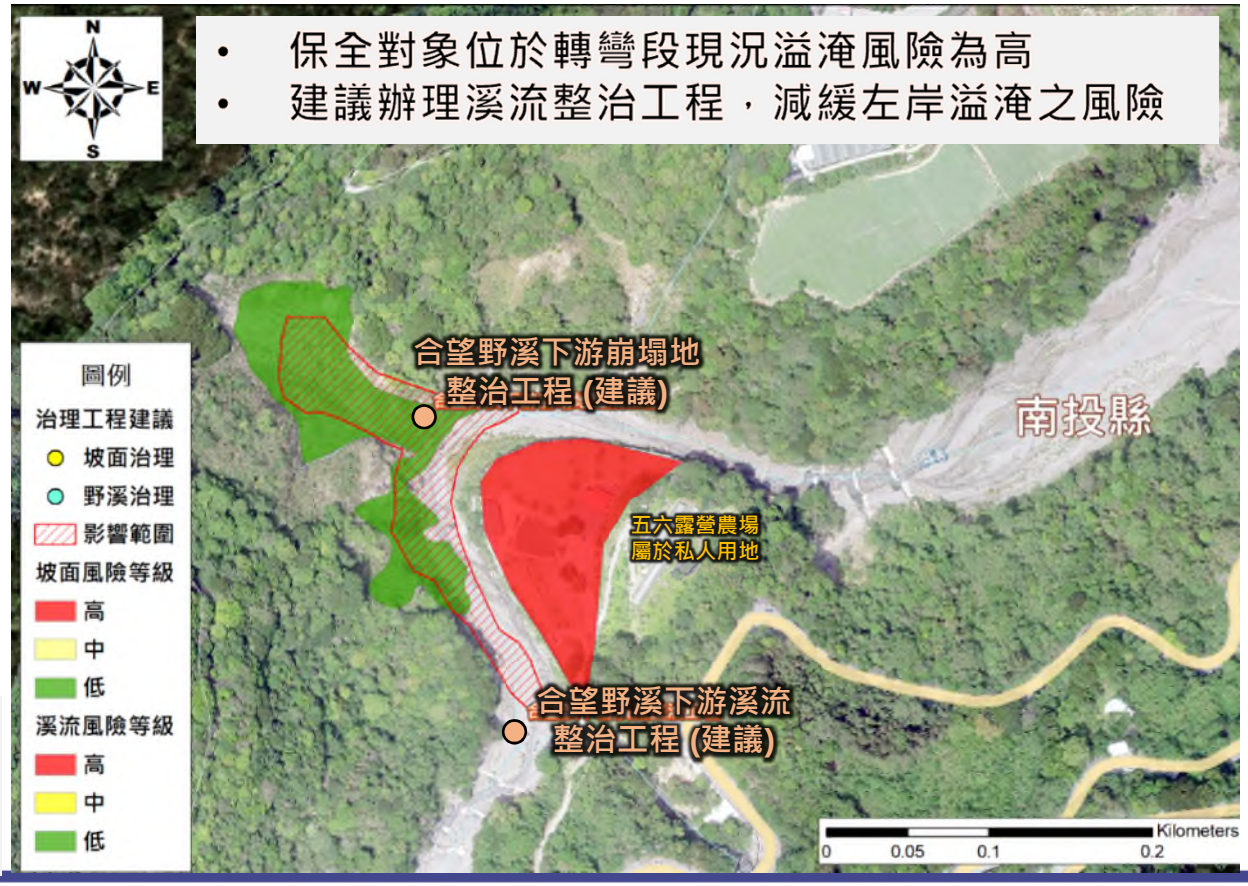
(二)保育治理需求建議

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
五六露營農場	109年禦災能力(現況)	500	25年
	109年禦災能力(治理區求)	600	50年

五六露營農場



- 坡面為順向坡，坡面道路西南向東北橫貫，坡面趾部受合望溪攻擊坡面，邊坡處於不穩定狀態。
- 建議辦理坡面治理工程，防止坡面土石下移



五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

(二)保育治理需求建議

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
人止關	109年禦災能力(現況)	500	25年
	109年禦災能力(治理區求)	600	50年

人止關



- 地質屬於廬山層，坡面左側嶺線處已有裂隙產生。
- 坡面趾部受河床沖刷，可能影響潛勢區邊坡之穩定性。



- 部分土砂皆已帶入下游河道，目前並無淹塞湖之可能
- 惟本河段為束縮段，為降低溪流溢淹之風險
- 建議辦理溪流整治工程，維持河道穩定通洪能力

五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

(二)保育治理需求建議

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
南山溪聚落	109年禦災能力(現況)	600	50年
	109年禦災能力(治理區求)	600	50年

南山溪聚落



- 右岸坡面陡峭，受溪流沖刷坡腳，造成崖錐堆積物流失。
- 四處崖錐堆積物合計面積7.6公頃，應注意坡面蝕溝發展。



- 南投分局於108年辦理「南山溪上游野溪整治三期工程」建議辦理「南山溪溪床灘地復原工程」，將工程道路恢復為原始河道攤地，以減少致災機率

五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

(二)保育治理需求建議

保全對象	項目	雨量容受力(mm)	重現期距(year)
南豐村聚落	109年禦災能力(現況)	500	25年
	109年禦災能力(治理區求)	600	50年

南豐村聚落





五、仁愛鄉南豐村(眉溪)災害重點區

(二)保育治理需求建議

- 依109年(現況)禦災能力，分析坡面與溪流災害風險與禦災能力，研提各保全對象之水土保持治理需求



編號	保全對象	類別	工程名稱	TMD97		概估經費(仟元)	工程內容	預期效益
				X	Y			
1	合歡仙境民宿聚落	崩塌地監視	合歡溪橋上游右岸崩塌地監視計畫	264,580	2,661,295	2,000	崩塌地監測與防砂預警系統建置	崩塌地監測與防砂預警系統建置
2	五六露營農場聚落	崩塌地治理	合望野溪下游崩塌地整治工程	262,104	2,656,894	12,310	擋土牆200m、鋪網植生0.7ha	降低土石崩落、維持河道通洪
3	五六露營農場聚落	野溪治理	合望溪下游溪流整治工程	262,157	2,656,721	7,115	固床工10座、護岸250m、河道整理	穩定溪床流路，維持河道通洪
4	人止關	野溪治理	仁愛橋上游整治工程	261,356	2,655,943	8,482	固床工8座、護岸補強、河道整理	崩塌地監測與防砂預警系統建置
5	南山溪聚落	野溪治理	南山溪溪床灘地復原工程	258,792	2,657,385	5,000	河道整理、攤地復原	維持河道通洪
6	南豐村聚落	野溪治理	豐德橋上游治理工程	256,856	2,655,421	5,580	護岸200m、野溪整理	穩定溪床流路，維持河道通洪
7	南豐村聚落	野溪治理	同德橋上下游治理工程	258,111	2,655,097	11,160	護岸400m、野溪整理	穩定溪床流路，維持河道通洪

六、集水區禦災能力檢討與治理需求評估

縣市鄉鎮	野溪名稱	保全對象	類別	109年禦災能力(現況)		109年禦災能力(治理策略)		備註
				雨量容受力(mm)	重現期距(year)	雨量容受力(mm)	重現期距(year)	
南投縣信義鄉	倉庫溪	溪流下游沿岸聚落與台21線	野溪	800	50年	800	50年	持續觀察
	DF190	溪流下游沿岸聚落與台21線	野溪	700	50年	700	50年	持續觀察
	阿里不動溪	主流2K+433處過水路面與台21縣	野溪	700	50年	700	50年	持續觀察
	DF186	溪流沿岸聚落與台21線縣道	野溪	500	10年	500	10年	持續觀察
南投縣水里鄉	玉崙溪	縣道投97	野溪	800	> 50年	800	> 50年	持續觀察
	二廊坑溪	溪流沿岸聚落	野溪	700	50年	700	50年	持續觀察
	三廊坑溪	溪流沿岸聚落	野溪	700	50年	700	50年	持續觀察
南投縣名間鄉	番仔寮溪	DF126	野溪	200	2年	600	50年	完工後禦災能力提升
		仁和村聚落	野溪	300	5年	600	50年	完工後禦災能力提升
南投縣中寮鄉	樟平溪	紅菜坪	坡面	700	50年	700	50年	持續觀察
		溪流兩岸聚落	野溪	700	50年	700	50年	持續觀察
南投縣鹿谷鄉	東埔蚋溪	鄰近小半天瀑布近河岸坡面	坡面	600	25年	600	25年	持續觀察
		0K+200、4K+660河段	野溪	800	> 50年	800	> 50年	持續觀察
南投縣埔里鎮	東埔野溪	溪流兩岸聚落	野溪	700	> 50年	700	> 50年	持續觀察
南投縣仁愛鄉	眉溪	合歡仙境民宿	坡面	600	50年	600	50年	建議監測計畫
		五六露營農場	坡面	500	25年	600	50年	建議治理工程
		人止關	坡面	500	25年	600	50年	建議治理工程
		南山溪聚落	坡面	600	50年	600	50年	建議治理工程
		五六露營農場	野溪	500	25年	600	50年	建議治理工程
		南豐村聚落	野溪	500	25年	600	50年	建議治理工程

肆、結論與建議

肆、結論與建議

一、結論

災害重點區土砂收支關係建立

- 以TRIGRS分布式淺層崩塌物理模式完成集水區邊坡穩定分析
- 以CCHE1D水理沖淤模式完成溪流沖淤變動模擬

災害重點區現況災害風險分析

- 建立以日累積降雨量為參考，對災害重點區保全對象的禦災能力與風險分析流程
- 提供各災害重點區109年5月21日豪雨事件動態風險速報範例

害重點區禦災能力與保育治理需求

- 現況禦災能力(雨量容受力)與集水區禦災能力之時間變化
- 研提集水區水土保持保育治理需求

二、建議

持續滾動檢討

- 透過多次災害預報經實際降雨後斷面變化測量成果，修正各集水區禦災能力評估參數
- 結合實際地下水量測及工程施設降低保全對象的致災風險準確率滾動檢討，以提高對集水區禦災能力之準確評估

土砂監測

- 進行集水區土砂監測，以做為模式驗證的重要參考依據
- 亦可作為分局與地方單位防災避難與防砂工程施做的重要參考依據



報告完畢
敬請指教

行政院農業委員會水土保持局
與您一起打拼