



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

野溪通過跨河構造物之水砂溢淹 肇災分析與治理減災解決方案



研邦科技有限公司

簡 報 人：蔡易達 水利博士/水保技師

114年6月24日

CONTENT

目錄

一

前言

二

盤查緊鄰重要道路中、小型野溪水砂溢淹肇災事件

三

現地調查與潛勢分級

四

水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

五

治理減災方案研擬與效益評析

六

結論與建議





一、前言



一、前言

循證治理(Evidence-Based Governance)是公共管理領域中基於科學證據的治理模式，其核心是將嚴謹的實證研究、系統性數據分析與公共價值結合，以提升決策的科學性和治理效能。

以證據為基礎的 決策邏輯

- 不同於傳統治理依賴經驗或意識形態，循證治理要求政策制定需基於「最佳可得證據」，包括科學研究(建立理論)、實驗數據、統計分析等。例如，在水土保持工程中，需綜合水文觀測數據、河道輸砂模擬結果、歷史災害案例等，作為集水區治理的依據。

整合多元價值與 利益相關者需求

- 循證治理並非單純追求技術理性，而是強調在證據基礎上，納入公共價值（如公平性、永續性）和利益相關者的參與。例如，集水區治理需平衡生態保護、居民遷移、經濟效益等多方證據與訴求。

動態修正與持續 學習

- 證據需隨環境變化更新，治理過程需建立「後效評估」機制。例如，水土保持工程完成後，需定期監測工程效益與生態影響，並根據新證據調整運營策略。

一、前言

- 以農村水保署臺南分署轄區**高市DF053** (台27線)肇災事件案例，有以下特徵：
 - 氣候變遷下**極端降雨**作用。
 - **已完成工程基本治理**的部分野溪坑溝發生「**超量土砂**」而肇災。
 - 發生在緊鄰道路上游溪溝**橫向阻水構造物**(如系列潛壩、固床工、跌水工等)和**過路橋涵通水斷面**之單獨或綜合影響下，造成水砂急速淤積而溢淹，並導致**道路中斷**或**危及保全對象**等事故。



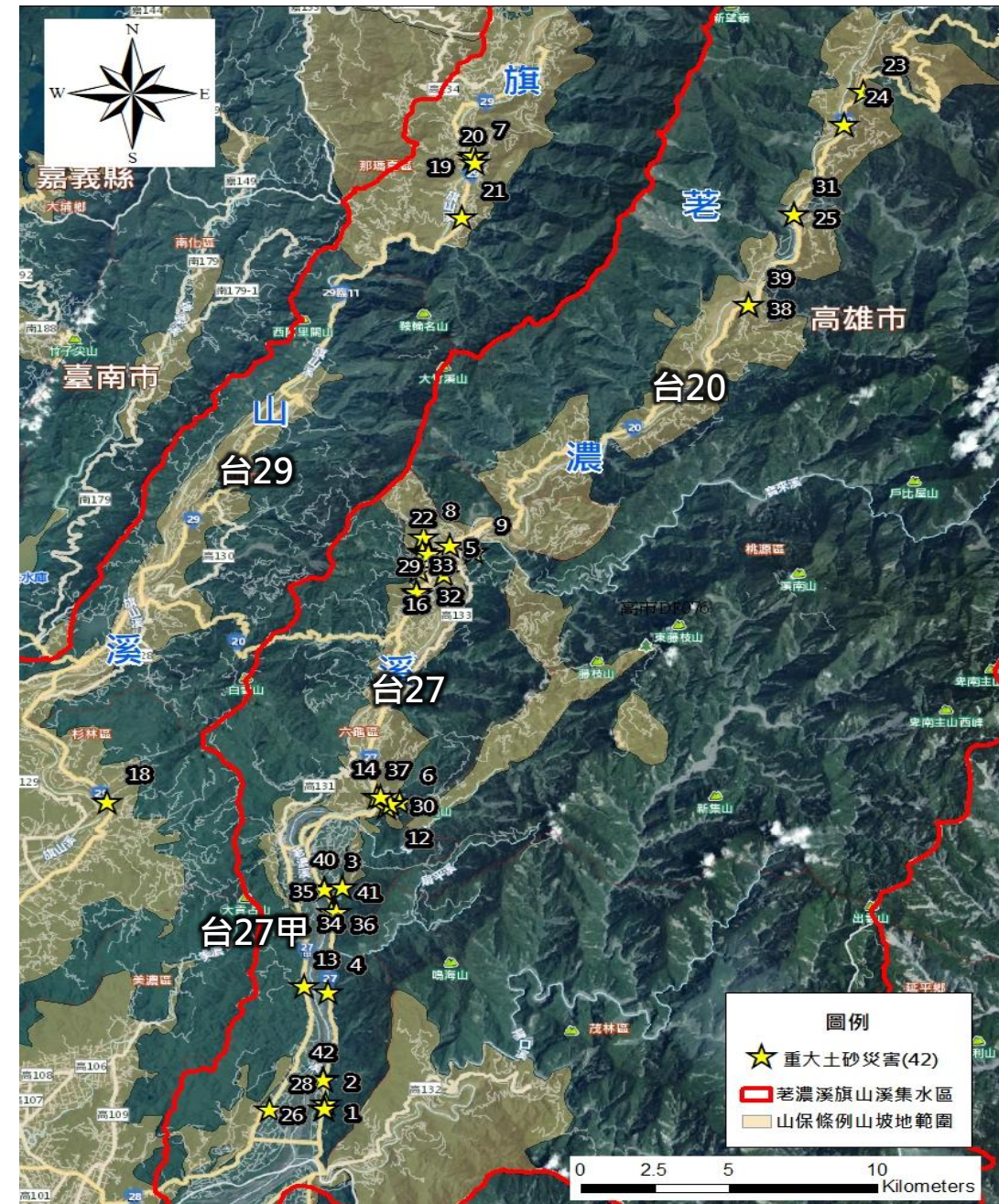
一、前言

一、計畫目的

- 利用**歷史紀錄**盤點水砂溢淹而**影響道路交通之野溪**，並蒐集野溪相關基本資料及現地踏勘，評估**水砂溢淹肇災之潛勢**，據此提出**治理減災之解決方案**。

二、計畫範圍

- 荖濃溪和旗山溪集水區內穿過**台20、台27、台27甲與台29線**沿線等20條**曾發生土砂災害之中、小型野溪**為對象。





一、前言

三、計畫流程

計畫開始

盤查中、小型野溪水砂溢
淹肇災事件

- 盤查水砂溢淹肇災事件(20處)
- 基本資料蒐集



事件：110年-盧碧颱風
地點：興龍里舊潭53號前
之農路
說明：引進之西南氣流，
夾帶高強度長延時之降雨，
造成道路下邊坡受河道沖
刷而發生崩塌。

現地調查與潛勢分級

- 現地調查
- 水砂溢淹潛勢分析



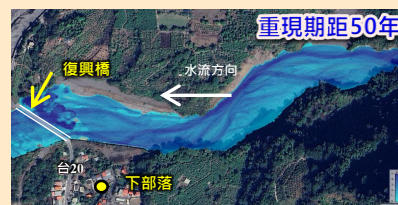
凱米颱風前-勘查情形



凱米颱風後-勘查情形

野溪肇災程度之數值模擬

- 數值模式研選
- 治理前數值模擬(10處)
- 野溪肇災程度評析



重現期距50年



重現期距50年

治理減災方案研擬與效益
評析

- 減災方案研擬(至少5條)
- 減災方案模擬分析
- 減災方案選定
- 分期分區整體治理規劃



計畫完成

An aerial photograph showing a river with a large area of exposed sandbars and flood damage. A bridge spans the river, and a road runs alongside it. The surrounding area is covered in dense green vegetation. The text is overlaid on the image.

二、盤查緊鄰重要道路中、小型 野溪水砂溢淹肇災事件



二、盤查緊鄰重要道路中、小型野溪水砂溢淹肇災事件

- 盤查計畫範圍(台20、台27、台27甲及台29等路線)緊鄰重要道路中、小型野溪水砂溢淹肇災事件，共計42處。
- 歸納共20條野溪(土石流潛勢溪流)，進行後續基本資料蒐集與現況調查之對象



事件：113年-凱米颱風
地點：高市DF114-扇平山莊
說明：強降雨沖刷集水區源頭舊有崩塌地引發土石流，砂淤滿既沉設施後溢兩岸，土砂淤埋原河道，造成現況水流沿扇平林路邊坡向下游。



事件：113年-凱米颱風
地點：高市DF053-慧濟寺
說明：強降雨造成集水區源頭就有崩塌地擴大引發土石流，土砂淤滿成砂設施後溢流兩岸，影響沖毀河道沿線版橋。



事件：113年-凱米颱風
地點：高市DF050-六津橋
說明：源頭舊有崩塌地擴大引發土石流，土砂淤滿既有沉砂設施後溢流兩岸。

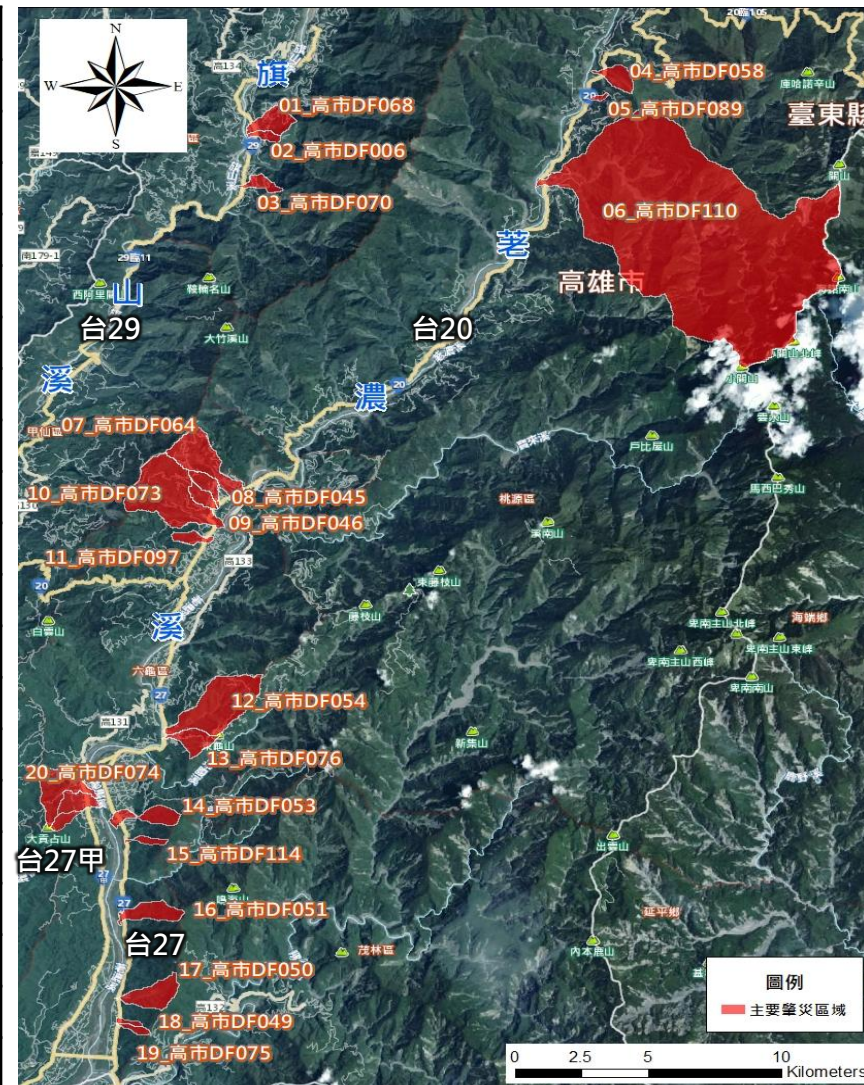


二、盤查緊鄰重要道路中、小型野溪水砂溢淹肇災事件

編號	主要肇災區	縣市	鄉鎮	村里	流域	支流	溪流名稱	省道	重要地標
1	高市DF068	高雄市	那瑪夏區	瑪雅里	高屏溪	旗山溪	-	台29線7.3K	月兒橋
2	高市DF006	高雄市	那瑪夏區	瑪雅里	高屏溪	旗山溪	-	台29線7.5K	那瑪夏國民中學
3	高市DF070	高雄市	那瑪夏區	南沙魯里	高屏溪	旗山溪	-	台29線10.2K	三景宮
4	高市DF058	高雄市	桃源區	梅山里	高屏溪	荖濃溪	-	台20線104.6K	榮光一號橋
5	高市DF089	高雄市	桃源區	拉芙蘭里	高屏溪	荖濃溪	-	台20線103.4K	樟山國小
6	高市DF110	高雄市	桃源區	復興里	高屏溪	荖濃溪	拉庫斯溪	台20線99.0K	復興橋
7	高市DF064	高雄市	桃源區	建山里	高屏溪	荖濃溪	-	台20線77.2K	建山二橋
8	高市DF046	高雄市	六龜區	寶來里	高屏溪	荖濃溪	-	台20線76.1K	五龍宮
9	高市DF051	高雄市	六龜區	寶來里	高屏溪	荖濃溪	-	台20線76.1K	五龍宮
10	高市DF052	高雄市	六龜區	寶來里	高屏溪	荖濃溪	-	台20線76.1K	五龍宮
11	高市DF053	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
12	高市DF054	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
13	高市DF055	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
14	高市DF056	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
15	高市DF057	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
16	高市DF058	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
17	高市DF059	高雄市	六龜區	中興里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線12.8K	慧濟寺
18	高市DF049	高雄市	六龜區	大津里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線21.55K	大津基督教會
19	高市DF075	高雄市	六龜區	大津里	高屏溪	荖濃溪	-	台27線21.7K	津鳳宮
20	高市DF074	高雄市	六龜區	文武里	高屏溪	荖濃溪	苦苓坑溪	台27線甲2.0K	文武橋

■ 參考土石流與大規模崩塌資訊網-重大災害事件與臺南分署歷年規劃調查報告，盤查民國95~113年計畫範圍(台20、台27、台27甲及台29等路線)緊鄰重要道路中、小型野溪水砂溢淹肇災事件

■ 挑選20條野溪(土石流潛勢溪流)，進行後續現況調查與數值模擬之對象



An aerial photograph of a river valley. A concrete bridge with two lanes and yellow road markings spans a river. A paved road follows the riverbank on the right. The valley floor is covered with dense green vegetation and some bare patches. In the upper left, there's a small industrial or construction area with some structures and equipment. The text '三、現地調查與潛勢分級' is overlaid in the center in a large, white, bold font.

三、現地調查與潛勢分級



三、現地調查與潛勢分級

(一) 現地調查

1. 過路箱(管)涵及跨河構造物勘查作業

編號	鄉鎮	村里	主要肇災區	省道	類型	備註	勘查日期	凱米後勘查
1	那瑪夏區	瑪雅里	高市DF068	台29線7.3K	版橋	月兒橋	7月9日	9月12日
2	那瑪夏區	瑪雅里	高市DF006	台29線7.5K	箱涵	過水路面	7月9日	9月12日
3	那瑪夏區	南沙魯里	高市DF070	台29線10.2K	箱涵	過水路面	7月9日	9月12日
4	桃源區	梅山里	高市DF058	台20線104.6K	版橋	榮光二號橋	4月9日	9月12日
				台20線104.55K	版橋	榮光一號橋	4月9日	9月12日
5	桃源區	拉芙蘭里	高市DF089	台20線103.4K	箱涵	過水路面	4月9日	9月12日
6	桃源區	建山里	高市DF064	台20線77.2K	銅橋	建山二橋	1月31日	7月27日
7	桃源區	建山里	高市DF064	台20線77.2K	箱涵	過水路面	5月20日	7月27日
8	六龜區	嘉來里	高市DF046	台20線76.1K	箱涵	過水路面	1月31日	7月27日
9	六龜區	嘉來里	高市DF046	台20線76.1K	箱涵	過水路面	1月31日	7月27日
10	六龜區	中興里	高市DF097	台20線74.2K	版橋	過水路面	4月9日	7月27日
11	六龜區	中興里	高市DF097	台20線74.2K	版橋	頂濃橋	4月9日	7月27日
12	六龜區	中興里	高市DF097	台20線74.2K	版橋	頂濃橋	4月9日	7月27日
13	六龜區	中興里	高市DF097	台20線74.2K	版橋	頂濃橋	4月9日	7月27日
14	六龜區	中興里	高市DF053	台27線12.8K	版橋	過水路面	3月4日	7月27日
15	六龜區	中興里	高市DF114	台27線13.8K	箱涵	過水路面	5月20日	7月27日
16	六龜區	中興里	高市DF051	台27線17.0K	箱涵	過水路面	3月4日	8月7日
17				台27線17.0K	箱涵	過水路面	3月4日	8月7日
18	六龜區	大津里	高市DF050	台27線20.6K	版橋	六津橋	3月4日	8月7日
19	六龜區	大津里	高市DF049	台27線21.55K	箱涵	過水路面	5月20日	7月27日
20	六龜區	大津里	高市DF075	台27線21.7K	箱涵	過水路面	5月20日	7月27日
21	六龜區	文武里	高市DF074	台27線甲2.0K	版橋	文武橋	5月20日	7月27日

1. 汛期前：於7月9日前完成20條野溪過路箱(管)涵及跨河構造物勘查作業

2. 凱米颱風後：於9月12日前完成20條野溪凱米颱風災後複勘作業

3. 汛期後：於12月16日前完成20條野溪無人載具空拍作業



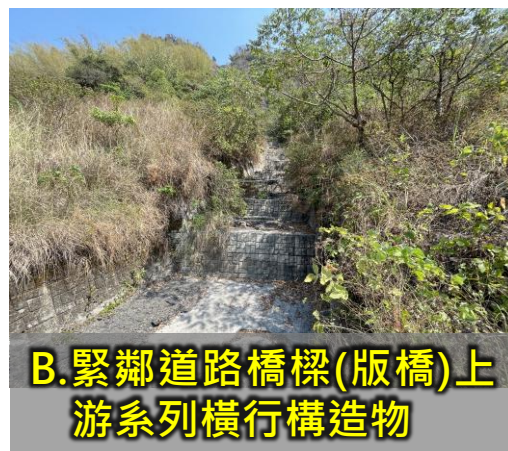


三、現地調查與潛勢分級

(一) 現地調查

2. 現地調查內容及表單製作

- 經現地調查，以過路箱(管)涵與跨河構造物上游野溪工程構造物類型及規模評析水砂溢淹潛勢，並以高、中、低潛勢予以分級。



調查日期		天氣		調查人員	
道路編號		行政區	□□□市(縣).....區(鄉鎮).....村		
座標 TWD97	X: Y:		顯著地標		
過路排水 構造物	類型	☐ 箱涵; ☐ 管涵; ☐ 版橋; ☒ 鋼構橋; ☐ 其他			
	尺寸	高度---m; 寬度---m; 直徑---m; 長度(路寬)---m 孔(管)數---; 跨徑---m; 墩數---			
	前置靜 水池	☐ 無; ☐ 有-- 跌水高度---m; 寬度---m; 長度(跌緣至涵洞入口)---m;			
		淤積程度	☐ 無; ☐ 嚴重; ☐ 輕微 類型: ☐ 泥砂; ☐ 雜物; ☐ 泥砂含雜物		
	下游 出口	銜接情境	☐ 主流; ☐ 野溪; ☐ 邊坡; ☐ 其他		
		断面尺寸	平均寬度---m; 長度---m; 平均坡度---% 註: 如屬邊坡者僅填平均坡度		
		沖淤狀況	☐ 沖刷; ☐ 淤積; ☐ 不明顯		
		匯入夾角	☐ 小於90度; ☐ 大於90度; ☐ 約90度 註: 如屬邊坡者免填		
	出口與溪 床高差	約---m 註: 如屬邊坡者免填			
緊鄰過路 箱(管)與 跨河構造物 上游野 溪	工程 類型	☐ 防砂壩: ---座; 壩長---m; 有效壩高---m ☐ 固床工: ---座; 平均寬度---m; 平均高度---m ☐ 潛壩: ---座; 壩長---m; 有效壩高---m ☒ 護岸: 長度---m; 平均高度---m ☐ 跌水工: 高度---m; 寬度---m ☐ 其他: -----			
		溪床沖 淤現況	☐ 穩定; ☐ 沖刷; ☐ 淤積; ☐ 植生茂密; ☐ 其他---		
	兩岸邊 坡現況	☐ 植生茂密; ☐ 崩塌裸露			
	現勘 照片	過路箱(管)涵或跨河構造物現況		過路箱(管)涵或跨河構造物現況	
區位圖					

過路箱(管)涵或跨河構造物現況調查表單
已參考期初委員審查意見進行修改



三、現地調查與潛勢分級

(一) 現地調查

3. 凱米颱風災後複勘作業

以高市DF053 (台27線12.8K)為例

- 源頭崩舊有塌大量土砂進入渠道，引發土石流災害，造成**中興里聚落與台27線水砂溢淹災害**。
- 建議辦理**減災方案研擬**，以提升後續防護能力。

凱米颱風前-勘查情形

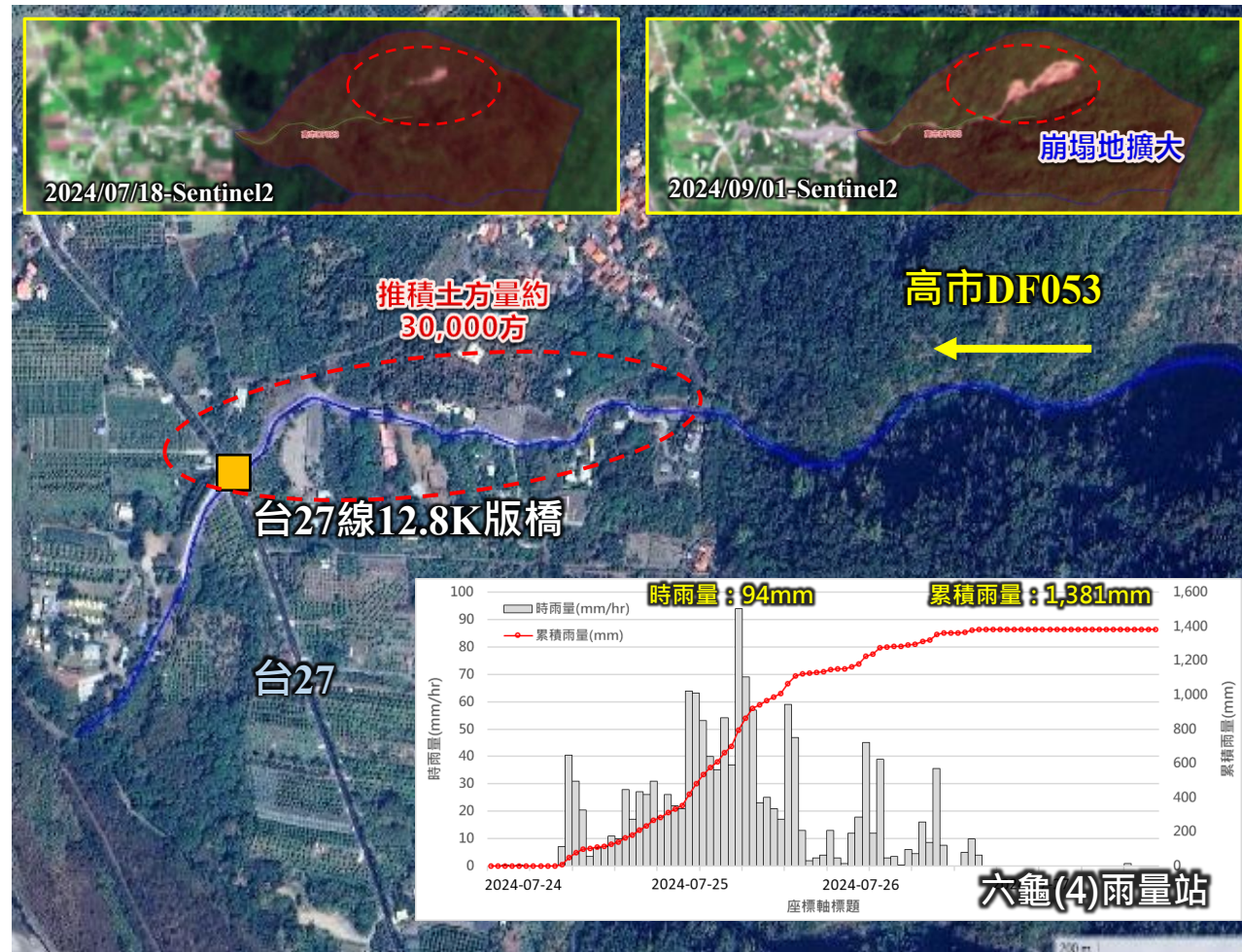


2024/4/9

凱米颱風後-勘查情形



2024/7/27



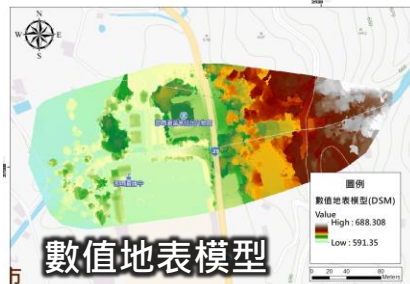


三、現地調查與潛勢分級

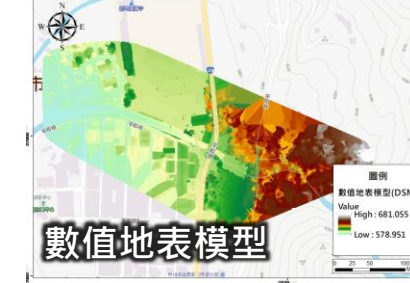
(一) 現地調查

4. 汛期後無人載具空拍作業

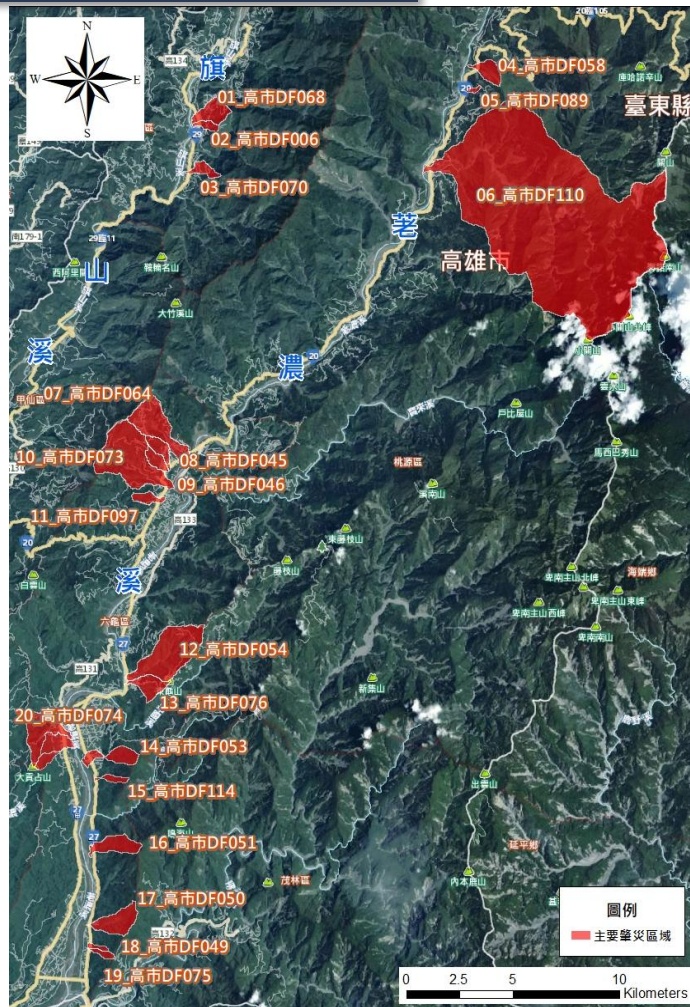
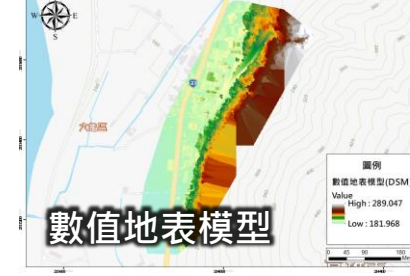
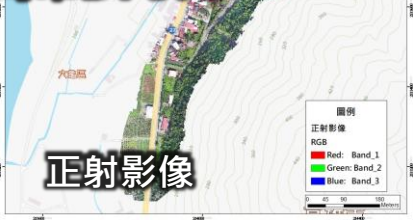
高市DF068(月兒溪)



高市DF068(月兒溪)



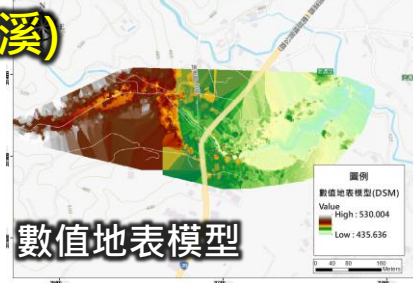
高市DF075



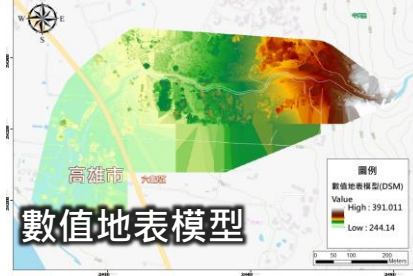
高市DF110(拉庫斯溪)



高市DF097(頂荖濃野溪)



高市DF053





三、現地調查與潛勢分級

(二)水砂溢淹潛勢分析

■ 本計畫提出**水砂溢淹潛勢之評析模式**，並以**高、中、低潛勢**予以分級

風險=危害度*脆弱度

$$R = H \times C$$

項目	細項	權重	分數
過路箱管涵斷面尺寸 (35%)	斷面寬度小於或等於上游野溪寬度者	10	危害度H 評分表
	因淤積之故，淨高度較原高度縮減約1/3以上者	5	
	前置靜水池者	已遭土砂或雜物淤積	
		跌水緣與涵洞入口之距離小於20m者	
上游野溪橫向阻水構造物類型及規模 (45%)	設置橫向阻水構造物者	10	危害度H 評分表
	橫向阻水構造物與涵洞入口距離小於50m者	10	
	橫向阻水構造物設置於彎道者	10	
	溪床有顯著土砂淤積者	10	
	兩岸邊坡有近岸崩落地者	5	
下游匯入邊界條件 (20%)	涵洞出口與匯入點距離低於20m者	5	危害度H 評分表
	匯入夾角大於或等於90度者	5	
	涵洞出口與溪床高程差低於10m者	10	
合計		100	

項目	說明	得分	分數
建物 (65%)	與防災措施相關之公共場所 (學校、醫療設施及避難公共場所等)	65	脆弱度 C 評分表
	5戶民宅以上	60	
	1戶至4戶間之民宅	30	
	無住戶	0	
交通設施 (35%)	橋梁	35	
	道路	20	
	無	0	
最高評分合計 100		權重	
現地整治成效 (100%)	待改進或無整治設施	100%	
	尚可	80%	
	良好或不需整治	60%	
評分結果	(建物+交通設施)×權重		

評分	脆弱度分級表
C≥60分	高脆弱度
40≤C<60	中脆弱度
C<40分	低脆弱度

評分	危害度分級表
H≥60分	高危害度
40≤H<60	中危害度
H<40分	低危害度

風險等級R		危害度H		
		高	中	低
脆弱度C	高	高	高	中
	中	高	中	低
	低	中	低	低
風險矩陣				



三、現地調查與潛勢分級

(二)水砂溢淹潛勢分析

以高市DF051(台27)為例



- 危害度(H)評分：60分(高)
- 脆弱度(C)評分：80分(高)
- 風險等級(R)：高

風險等級R		危害度H		
		高	中	低
脆弱度C	高	高	高	中
	中	高	中	低
	低	中	低	低



三、現地調查與潛勢分級

(二)水砂溢淹潛勢分析

編號	主要肇災區	過路箱(管)涵及跨河構造物					保全對象						水砂溢淹			建議
		過路箱管涵斷面尺寸(35%)	上游野溪橫向阻水構造物類型及規模(45%)	下游匯入邊界條件(20%)	總分	危害度評估	建物(65%)	交通設施(35%)	小計	現地整治成效(100%)	總分	脆弱度評估	風險	總分	順序	
1	高市DF068	15	20	5	40	中	65	35	100	80	80	高	高	120	9	優先
2	高市DF006	30	30	5	65	高	65	20	85	80	68	高	高	133	4	優先
3	高市DF070	10	10	5	25	低	65	20	85	60	51	中	低	76	18	備選
4	高市DF058	20	30	5	55	中	35	35	70	60	42	中	中	97	15	備選
5	高市DF089	10	20	5	35	中	30	35	65	60	39	中	中	106	14	備選
6	高市DF064	10	25	5	40	中	30	35	65	60	39	高	高	155	1	優先
7	高市DF064	10	25	5	40	中	30	35	65	60	39	低	低	79	16	備選
8	高市DF064	10	25	5	40	中	30	35	65	60	39	中	高	111	12	備選
9	高市DF046	10	20	5	35	中	30	35	65	60	48	中	低	63	19	備選
10	高市DF064	10	25	5	40	中	30	35	65	60	57	中	中	107	13	備選
11	高市DF054	10	25	5	40	中	30	35	65	60	39	低	低	79	16	備選
12	高市DF054	10	25	5	40	中	30	35	65	60	39	低	低	79	16	備選
13	高市DF076	10	5	5	20	低	60	35	95	60	57	中	低	77	17	備選
14	高市DF053	15	25	5	45	中	60	20	80	100	80	高	高	125	7	優先
15	高市DF114	10	35	5	50	中	60	20	80	100	80	高	高	130	5	優先
16	高市DF051	20	35	5	60	高	60	20	80	100	80	高	高	140	2	優先
17	高市DF050	15	35	10	60	高	30	35	65	100	65	高	高	125	7	優先
18	高市DF049	15	20	5	40	中	60	20	80	100	80	高	高	120	9	優先
19	高市DF075	15	30	5	50	中	60	20	80	100	80	高	高	130	5	優先
20	高市DF074	30	20	5	55	中	65	35	100	60	60	高	高	115	11	備選

依水砂溢淹潛勢分析成果，選定10條高潛勢野溪辦理數值模擬

✓ 旗山溪台29線：高市DF068與高市DF006；

✓ 荖濃溪台20線：高市DF110(拉庫斯溪)與高市DF097；

✓ 荖濃溪台27線：高市DF053、高市DF114、高市DF051、高市DF050、高市DF049與高市DF75

■ 依水砂溢淹潛勢分析成果，選定10條高潛勢野溪辦理數值模擬

✓ 旗山溪台29線：高市DF068與高市DF006；

✓ 荖濃溪台20線：高市DF110(拉庫斯溪)與高市DF097；

✓ 荖濃溪台27線：高市DF053、高市DF114、高市DF051、高市DF050、高市DF049與高市DF75

An aerial photograph of a river valley. A concrete bridge with two lanes and yellow road markings spans across the river. The riverbed is visible, showing rocks and some vegetation. The surrounding area is covered with dense green trees and shrubs. A semi-transparent dark grey triangular overlay is positioned on the left side of the image, pointing towards the bridge. The text is overlaid on this area.

四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度 之數值模擬

四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

(一)治理前數值模擬

1.控制斷面選取

模擬流程圖：

模擬河段或集水區確定

率定與驗證之控制斷面擇定

基本資料蒐集彙整

率定用降雨事件選定

輸砂公式選取

輸砂參數選取

降雨逕流演算

河道沖淤演算

模式演算

控制斷面河床高程

高程變動比對

率定通過

未通過

驗證結果符合現況

率定驗證完成

輸入相關基本資料

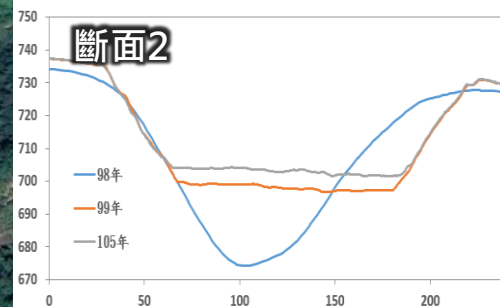
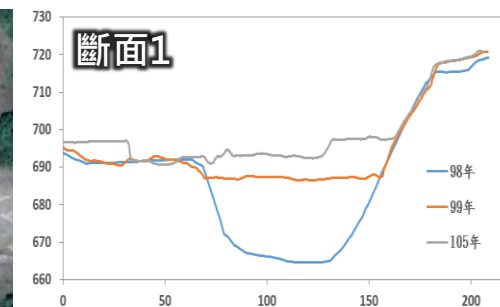
驗證用降雨事件選定

輸砂公式及參數確定

■ 擬定土砂收支模式建立與參數檢定驗證流程

■ 蒐集98年、99年、105年地形資料，用於建置河溪模型，並作為檢定驗證之控制斷面沖淤比對基準。

控制斷面位置：





四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

(一)治理前數值模擬

2.水文量與土砂流失量估算

(1)水文量

- 降雨量資料：採**復興雨量站**時雨量。
- 逕流量推估：透過**三角形單位歷線法**計算流量歷線。

(2)土砂流失量

- 近溪岸崩塌量：水土保持手冊(106年)**斜面坡度與崩塌深度**之關係，估算近溪岸崩塌量。
- 土壤沖蝕量：採用**修正通用土壤流失方程式(MUSLE)**，估算土壤沖蝕量。

$$A_c = 11.8(V_{eff} \times Q_p)^{0.56} \times K_m \times C_m \times P_m \times LS$$

(3)降雨-逕流推估與土砂流失量分析成果

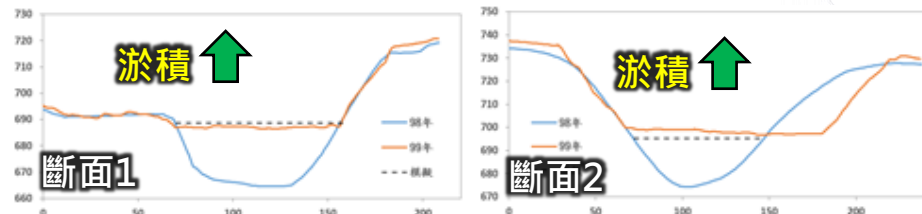
類別	年份	颱風事件	總降雨量 (mm)	洪峰流量 (cms)	近岸崩塌 量(萬m ³)	土壤沖蝕 量(萬m ³)
第一期	98	莫拉克颱風	1,918.00	1,231.00	2,035.6	226.1
	99	凡那比颱風	253.50	252.00	1,367.6	39.4
第二期	100	南瑪都颱風	368.00	187.00	410.3	47.3
	101	蘇拉颱風	281.00	238.00	192.7	94.9
	102	蘇力颱風	419.50	419.00	183.2	49.7
	103	麥德姆颱風	487.50	468.50	357.9	58.7
	104	蘇迪勒颱風	560.00	541.00	97.1	71.7
	105	梅姬颱風	449.00	447.50	693.1	67.3



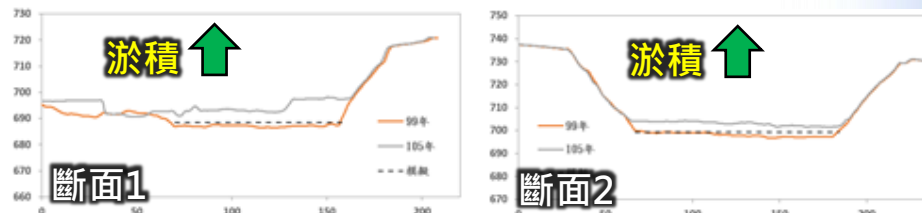
四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

(一)治理前數值模擬

模式檢定：
98年莫拉克、99年凡那比颱風



模式驗證：
100年~105年具規模颱風事件

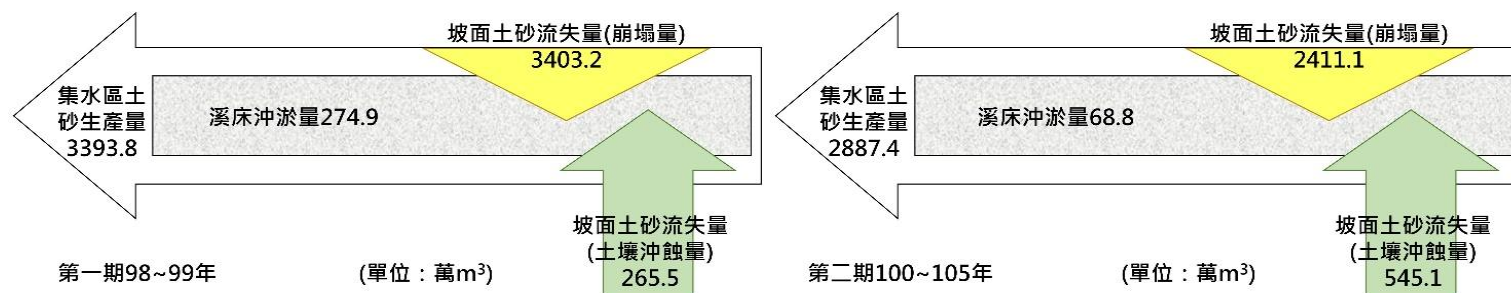


檢核近岸土砂流失量與控制斷面沖淤趨勢，調整相關輸砂公式與模式參數

3.土砂收支模式檢定驗證

計算土砂收支關係

分析項目	第一期	第二期	單位
坡面區(離河岸)土砂流失量	265.5	545.1	萬m ³
溪谷區(近河岸)土砂流失量	3,403.2	2,411.1	萬m ³
溪床沖刷量	0	0	萬m ³
土砂流失總量	3,668.7	2,956.2	萬m ³
自坡面流入河道之土砂量(含沖瀉質)	3,668.7	2,956.2	萬m ³
溪床淤積量	274.9	68.8	萬m ³
溪床沖淤量	274.9	68.8	萬m ³
集水區下游出口土砂生產量(含沖瀉質)	3,393.8	2,887.4	萬m ³





四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

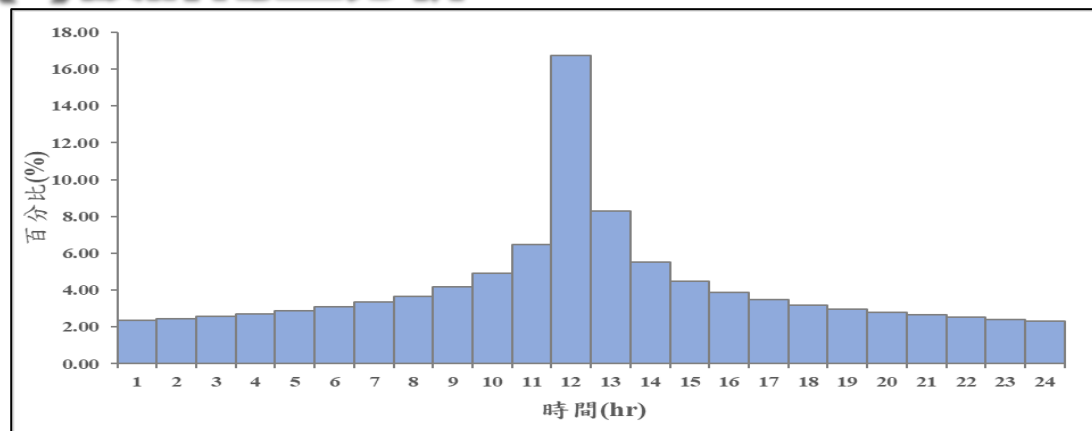
(二)水砂溢淹潛勢野溪肇災程度評析

1.水文分析

(1)暴雨頻率分析

重現期(年)	2	5	10	25	50	100
雨量(mm)	372.8	552.8	675.2	831.9	949.7	1,068

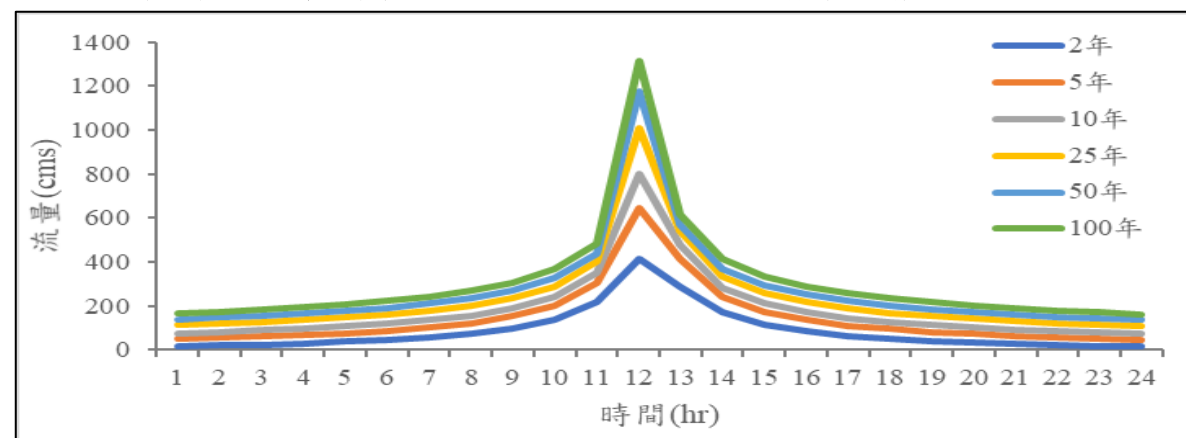
(2)設計雨型分析



重現期距50年之24小時雨量分配圖

(3)洪峰流量推估

透過三角形單位歷線法推估洪峰流量。



重現期	2年	5年	10年	25年	50年	100年
控制點						
集水區出口 流量(cms)	414.65	646.47	802.18	1,009.46	1,176.03	1,312.15

四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

(二)水砂溢淹潛勢野溪肇災程度評析

2.水理輸砂演算

- **模擬情境**：重現期距50年降雨情境**野溪沖淤**對**復興橋**之影響
- **水理演算**：於**洪峰流量時刻**水深約**5.6m**，現況橋下淨高**7.5m**
- **輸砂演算**：上游溪床呈冲刷趨勢(冲刷約**1.5m**)，下游河段坡度平緩呈淤積趨勢(淤積約**2.0m**)





四、水砂溢淹潛勢野溪肇災程度之數值模擬

(二)水砂溢淹潛勢野溪肇災程度評析

3.土石流模擬

- 模擬高市DF110(拉庫斯溪)集水區**凱米颱風**降雨情境**土石流**對**復興橋**影響。
- 土石流流動至通過橋梁處，先端部深度為4.0m
- 本模擬情境的土石流先端部仍可通過。惟後續**深槽持續淤積**，可能造成**通水斷面不足**。
- 建議辦理**清疏與減災方案研擬**



項目	設定
Non-Newtonian Method	Newtonian Assumption
Volumetric Concentration	70%
Bulking Method	Bulk Fluid Volume

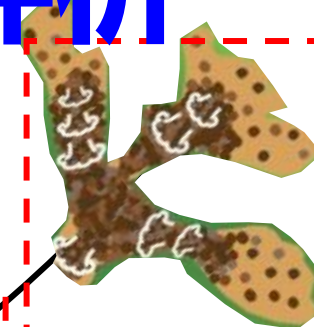


五、治理減災方案研擬與效益評析



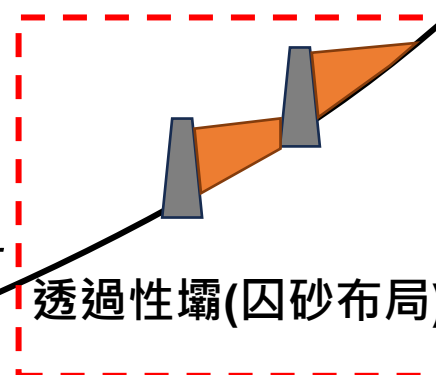
五、治理減災方案研擬與效益評析

階段	時機	對策原則
短期(應急階段)	災害發生後立即採取的跨域綜合緊急復建措施	優先修復道路、橋梁、通訊等基礎設施；搶修建、臨時排水、土石清疏等緊急措施
中期(致災階段)	屬於「針對問題、解決問題」反應式之治災對策和措施	強化集水區承災能力，擴大土石清疏範圍，減少溪床不安定土砂，同時開展攔阻工法和崩塌地處理
長期(禦災階段)	屬於「針對問題、預防問題」對抗極端降雨肇災之預防措施	預防極端降雨引發土砂災害，穩定溪岸邊坡、強化攔阻工法，進行坡面水土保持工程，降低土砂災害風險。

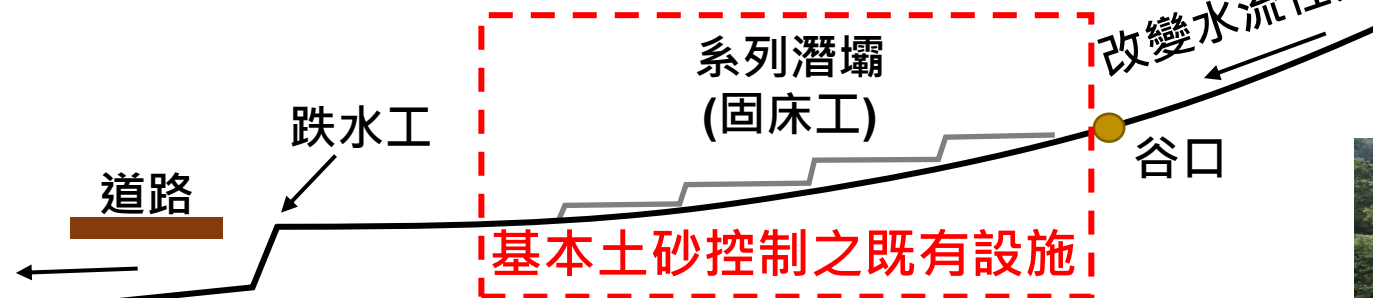


崩塌地治理

超量土砂控制
之必要設施



基本土砂控制之
既有設施



汛期間重要保全
對象重機械待命



跌水工



系列潛壩(固床工)



透過性調整型防砂壩



五、治理減災方案研擬與效益評析

編號	主要肇災區	歷史災害	肇災原因	凱米災後勘查	水砂溢淹潛勢	肇災程度評析	減災方案建議
1	高市DF068	98年莫拉克	土石流	現況良好	高	滿足工程設計標準	定期檢視構造物功能
2	高市DF006	98年莫拉克	土石流	現況良好	高	滿足工程設計標準	定期檢視構造物功能
3	高市DF070	98年莫拉克	土石流	現況良好	低	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
4	高市DF058	98年莫拉克	崩塌	現況良好	中	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
5	高市DF089	98年莫拉克	崩塌	現況良好	中	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
6	高市DF110	98年莫拉克、101年0610豪雨	洪水	土石淤積河道	高	滿足工程設計標準、土石淤積嚴重	清疏工程(1,500萬元)
7	高市DF064	97年卡玫基、98年莫拉克	土石流	現況良好	低	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
8	高市DF045	97年卡玫基	土石流	現況良好	中	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
9	高市DF046	98年莫拉克	土石流	現況良好	低	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
10	高市DF073	97年於卡玫基、98年於莫拉克	土石流	現況良好	中	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
11	高市DF097	99年凡那比、102年蘇力、105年梅姬	土石流	土石淤積河道	高	滿足工程設計標準、土石淤積嚴重	崩塌地與野溪整治工程(684萬元)
12	高市DF054	110年盧碧	溪床冲刷	現況良好	低	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
13	高市DF076	98年莫拉克、101年0610豪雨	土石流	現況良好	低	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察
14	高市DF053	97年卡玫基、98年莫拉克、108年0815豪雨、 113年凱米	土石流	水砂溢淹	高	無法滿足工程設計標準	崩塌地與野溪整治工程(1,210萬元)
15	高市DF114	108年0515豪雨、110年0731豪雨、113年凱米	土石流	水砂溢淹	高	無法滿足工程設計標準	崩塌地與野溪整治工程(649.5萬元)
16	高市DF051	98年莫拉克	土石流	水砂溢淹	高	無法滿足工程設計標準	崩塌地與野溪整治工程(1,885萬元)
17	高市DF050	97年卡玫基、98年莫拉克、113年凱米	土石流	水砂溢淹	高	無法滿足工程設計標準	崩塌地與野溪整治工程(1,059.5萬元)
18	高市DF049	95年0609豪雨	土石流	水砂溢淹	高	無法滿足工程設計標準	崩塌地與野溪整治工程(859.5萬元)
19	高市DF075	95年0609豪雨、98年莫拉克、99年凡那比	土石流	水砂溢淹	高	無法滿足工程設計標準	崩塌地與野溪整治工程(1,166萬元)
20	高市DF074	99年凡那比	土石流	現況良好	中	建議後續每3~5年滾動檢討	持續觀察

五、治理減災方案研擬與效益評析

(一)高市DF068(月兒溪)

■ 現況概述：

- ✓ 97年卡梅姬與98年莫拉克引發土石流，大量土石入侵那瑪夏國中、文物館與民宅。
- ✓ 莫拉克風災後辦理野溪整治工程，並增設沉砂設施增加沉(貯)砂空間。

■ 凱米颱風土石流模擬：

- ✓ 沉砂設施約可容納 $8,000\text{m}^3$ ，減緩土砂下移，土石流可順利通過橋梁。
- ✓ 建議需定期檢視橋梁上游沉砂設施與固床工等設施功能。



五、治理減災方案研擬與效益評析

(二)高市DF110(拉庫斯溪)

■ 現況概述：

- ✓ 98年莫拉克上游崩塌土砂下移，導致之**復興橋毀橋**事件；101年0610豪雨沖毀左岸護岸而引發民宅淹埋肇災災害。
- ✓ 上游2座梳子壩凱米颱風後，現況大量**土砂淤積河道**並推至於兩岸，**梳子壩上游沉(貯)砂空間已淤滿**。

■ 凱米颱風土石流模擬：

- ✓ 土石流先端部仍可通過復興橋，惟後續流將深槽淤積後，可能造成通水斷面不足。





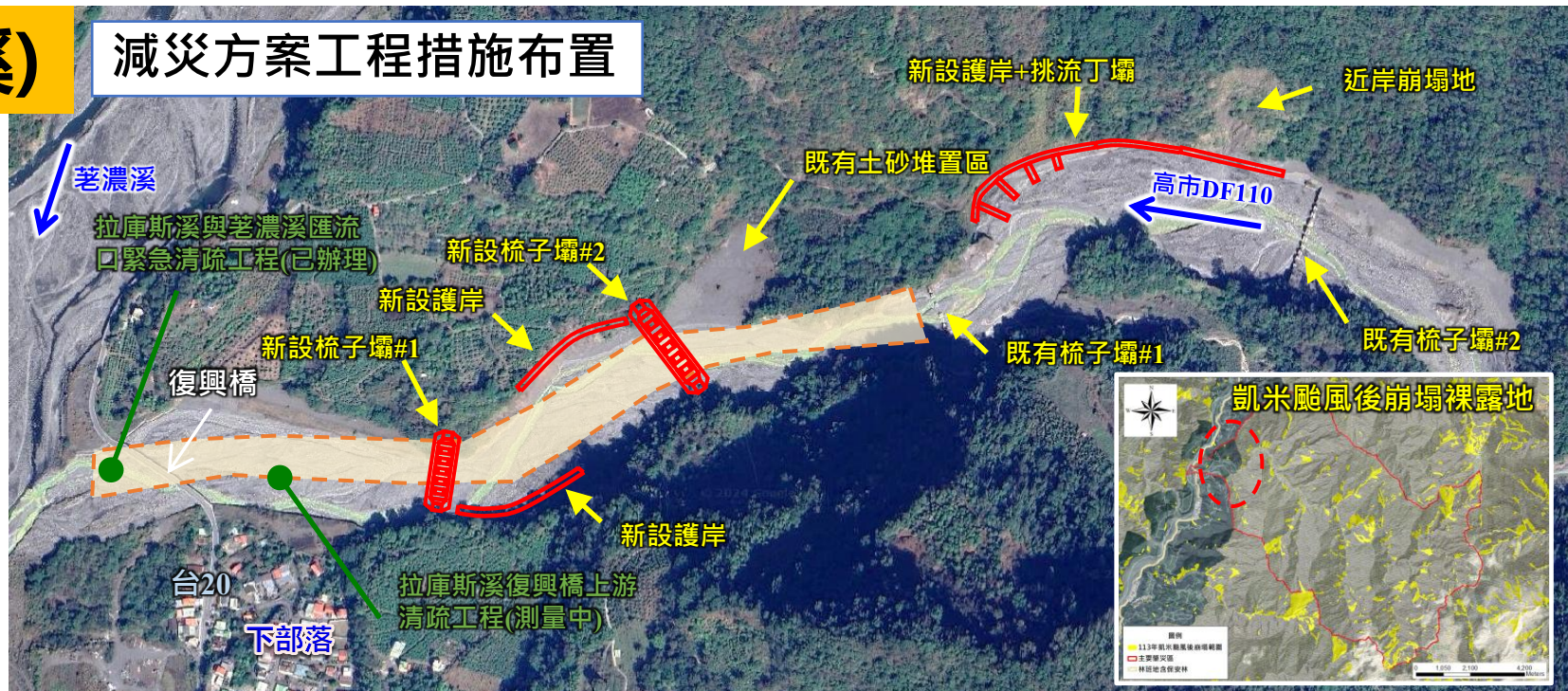
五、治理減災方案研擬與效益評析

(二)高市DF110(拉庫斯溪)

■ 減災治理對策：

- ✓ **短期-應急階段：**汛期前辦理土石清疏作業，以為持既有河道通洪能力；汛期間則建議重機械待命。
- ✓ **中期-治災階段：**控制彎曲溪段之縱、橫向侵蝕，避免近溪岸新生崩塌，同時也應防止舊崩場地持續擴大。
- ✓ **長期-禦災階段：**構築2座透過性壩(梳子壩)形成沉(貯)砂空間，以因應極端降雨情境。

減災方案工程措施布置



編號	工程名稱	工程內容	經費概估(仟元)	效益	建議執行單位
1(短)	拉庫斯溪與荖濃溪匯流口緊急清疏工程(已辦理)	1.清疏土方量：100,000m ³ (長700m寬20m高5m)、2.臨時土砂佈設區：100,000m ³ 、3.土方堆置區坡腳堆放大塊石	10,400	清疏量體約10.0萬m ³	農村水保署
2(短)	拉庫斯溪復興橋上游清疏工程(測量中)	1.清疏土砂量：243,000m ³ (長:1,800m;寬45m;高:3~5m)、2.臨時土砂佈設區：81,000m ² 箱籠或箱籠護岸(坡)：高3m長190m 土方堆置區、3.坡腳堆放大塊石 複式斷面營造：1,800 m恢復原有通水斷面：45m	25,250	清疏量體約24.3萬m ³	農村水保署
3(中)	拉庫斯溪第一期土石防治工程	丁壩4座高度3m；頂寬1m；長度10m、護岸高度5m；長度800m	21,000	控制土砂量約1.0萬m ³	農村水保署
4(長)	拉庫斯溪第二期土石防治工程	梳子壩2座高度3.0m；頂寬2.0m；長度100m	24,000	控制土砂量約8.0萬m ³	農村水保署



五、治理減災方案研擬與效益評析

(二)高市DF110(拉庫斯溪)

■ 減災方案(重現期距50年):

- ✓ **清疏工程**: 清疏土砂量20萬 m^3 ; 土石流流動深度降低值3.73m。
- ✓ **清疏+1期防砂工程**: 控制土砂量1.0萬 m^3 ; 土石流流動深度降低值3.93m。
- ✓ **清疏+1、2期防砂工程**: 控制土砂量9.0萬 m^3 ; 土石流流動深度降低值4.23m。

■ 建議優先辦理「拉庫斯溪上游清疏工程」，維持河道穩定通洪能力

重現期距50年情境：清疏工程+1、2期防砂工程



情境	方案	重現期距50年		重現期距100年	
		土石流流動深度(m)	降低值(m)	土石流流動深度(m)	降低值(m)
A	現況	6.77	-	6.83	-
b(短)	清疏工程	3.04	-3.73	3.26	-3.58
c(中)	清疏工程+1期防砂工程	2.84	-3.93	3.06	-3.78
d(長)	清疏工程+1、2期防砂工程	2.54	-4.23	2.76	-4.08

五、治理減災方案研擬與效益評析

(三)高市DF053

■ 現況概述：

- ✓ 97年卡玫基、98年莫拉克、108年0815豪與113年凱米引發土石流堵塞河道，造成水砂溢淹影響民宅、農田與道路
- ✓ 99年後已辦理多件野溪整治工程，施設潛壩、系列固床工與護岸等保護工程。

■ 凱米颱風土石流模擬：

- ✓ 模擬土石通過聚落(般若精舍)後河床坡度平緩，為土石流溢流點並經沿程淤積，造成**台27線道路土砂溢淹**情形。



五、治理減災方案研擬與效益評析

(三)高市DF053

■ 減災治理對策：

- ✓ **短期-應急階段：**辦理土石清疏工作與既有野溪修復工程；汛期間則建議重機械待命。
- ✓ **中期-治災階段：**上游崩塌裸露地治理；上游河段建議辦理野溪整流工程，施設系列性固床工等，減緩溪床沖刷。
- ✓ **長期-禦災階段：**上游2處新設防砂設施，以增加囚砂空間，減緩土砂下移以至於引發水砂溢淹災害。



編號	工程名稱	工程內容	經費概估(仟元)	效益	建議執行單位
1(短)	113年度高雄市六龜區災害搶險搶修工程(開口契約)	疏通河道、搶險搶修	2,290	清疏量體約1.0萬m ³	六龜區公所
2(中)	高市DF053野溪崩塌地整治工程	掛網噴植7,500m ² 、橫向排水設施、基腳穩定工	6,000	控制土砂量約2.63萬m ³	林業保育署
3(中)	高市DF053野溪整治工程	系列性固床工4座高度1.5m；頂寬1m 長度10m、護岸高度3m；長度300m	4,600	控制土砂量約0.4萬m ³	農村水保署
4(長)	高市DF053野溪上游防砂整治工程	防砂壩2座高度4m；頂寬2m；長度30m	6,000	控制土砂量約0.6萬m ³	林業保育署

五、治理減災方案研擬與效益評析

(三)高市DF053

■ 減災方案(重現期距50年):

- ✓ **清疏與復建工程**: 清疏土砂量1萬 m^3 ; 恢復既有通洪與輸砂能力。
- ✓ **上游整治工程**: 控制土砂量2.67萬 m^3 ; 土石流流動深度降低值0.95m。

■ 建議優先辦理「**清疏與復建工程**」恢復既有通洪，續辦理「**崩塌地治理工程**」與「**野溪整治工程**」，維持河道穩定通洪能力；汛期期間則**建議重機械待命**。



情境	方案	重現期距50年		重現期距100年	
		土石流流動深度(m)	降低值(m)	土石流流動深度(m)	降低值(m)
a	現況(清疏與復建工程)	2.08	-	2.12	-
b	上游整治工程	1.13	-0.95	1.21	-0.91
c	上游整治工程+防砂工程	1.16	-0.92	1.14	-0.98

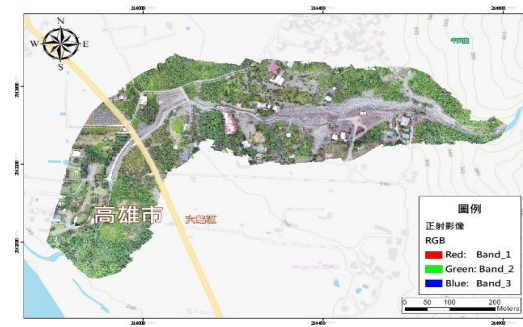
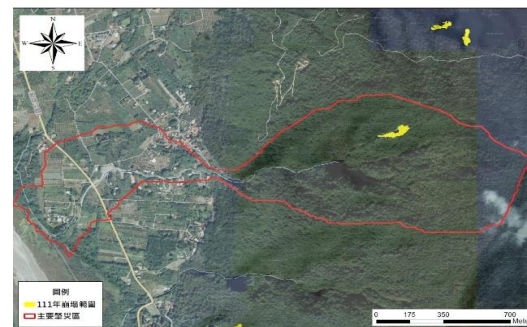
An aerial photograph of a river and a bridge. The river flows from the top left towards the bottom right. A bridge with a blue-painted steel structure spans across the river. The surrounding area is lush with green trees and vegetation. A road runs parallel to the river on the right side. In the bottom left corner, there is a dark, semi-transparent geometric shape that serves as a background for the title text.

六、結論與建議

六、結論與建議

一、結論

- 盤查計畫範圍緊鄰重要道路中、小型野溪水砂溢淹肇災事件，並篩選20條野溪為主要研究區域，並進行基本資料蒐集、現地調查與潛勢分級作業
- 中、低風險(10條野溪)：經現地調查與潛勢分級評估，建議持續觀察後續每3~5年滾動檢討
- 高風險(10條野溪)：經治理前水砂溢淹潛勢野溪肇災程度模擬分析，研提治理減災方案並評析治理成效，共編列31件工程，工程經費為1億6仟164萬元，供相關單位後續治理參考



六、結論與建議

二、建議

■ 持續滾動檢討

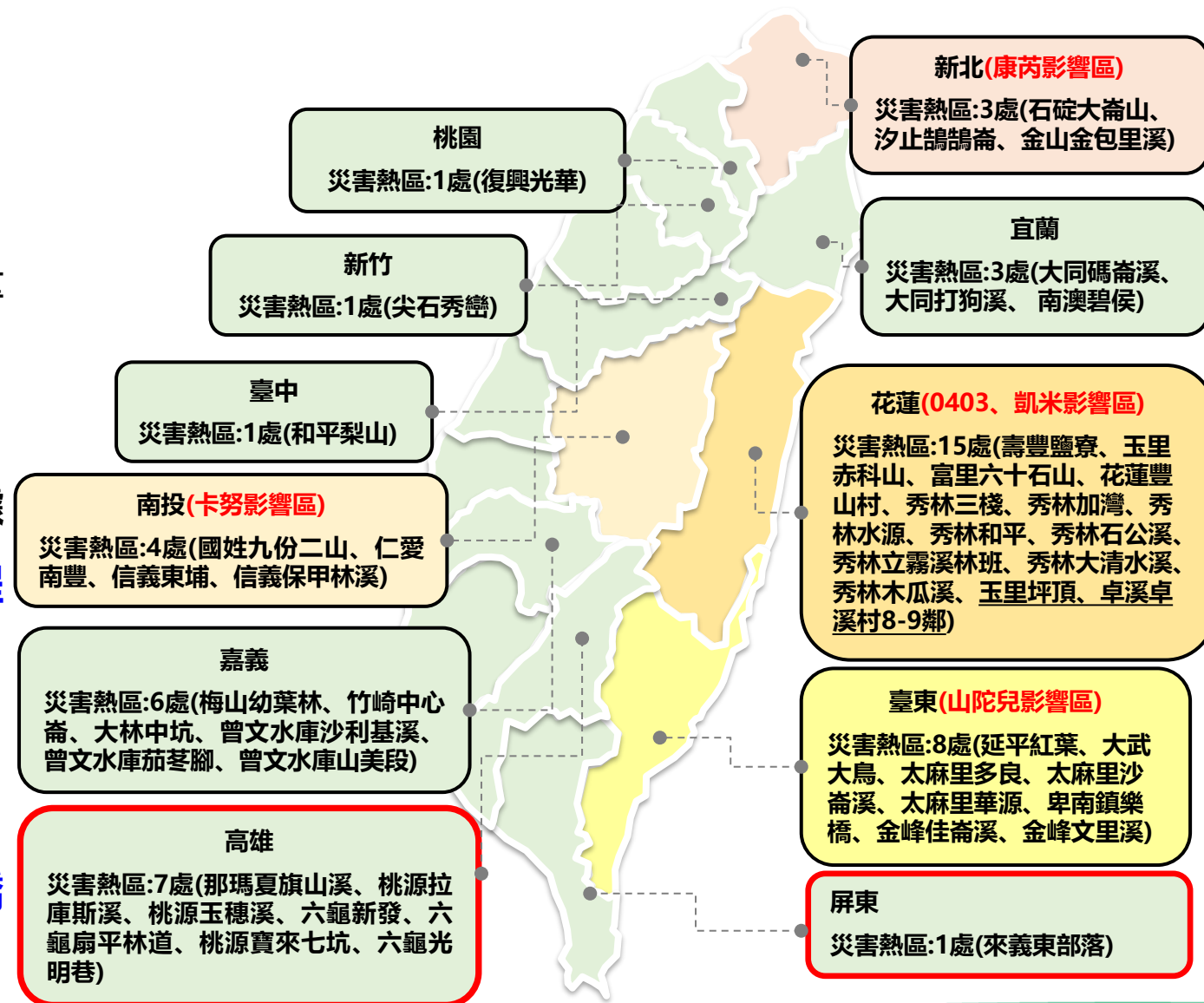
- ✓ 透過多筆**災害紀錄**經**實際降雨**後斷面變化測量成果，**修正各集水區數值模式參數**

■ 土砂監測精進

- ✓ 進行集水區**土砂監測**，做為模式驗證重要參據
- ✓ 亦可作為分署與地方單位**防災避難與防砂工程**
施做的重要參考依據

■ 補助改善橋涵孔洞

- ✓ **水及流域永續推動小組**-農業部將補助地方政府改善災害熱區，盤點農路、縣鄉道交會之**橋涵孔洞阻塞**，滾動檢討補助改善



六、結論與建議

二、建議~AI時代

AI輔助動態水砂溢淹潛勢預警與減災決策系統

- 面對野溪水砂溢淹災害帶來的威脅，現行評估系統存在**即時性不足**、**超量土砂預警困難**與**決策優化挑戰**等問題。特別在極端氣候下，橫向阻水構造物處的超量土砂往往導致重要道路中斷，危及周邊保全對象安全。
- 整合**機器學習**、**深度學習**、**地理空間AI**及**時間序列分析**的解決方案，建立中央數據平台匯集多源資料，開發AI驅動的潛勢預測模型，並結合減災方案效益模擬與優化系統，實現高風險區域的精準風險評估。
- 此系統將顯著提升預警精準度，優化資源配置，並透過持續學習機制實現真正的「**循證治理**」，有效保障重要基礎設施與周邊居民的安全。



專業、創新、品質、服務

簡報完畢 惠請指教



研邦科技有限公司