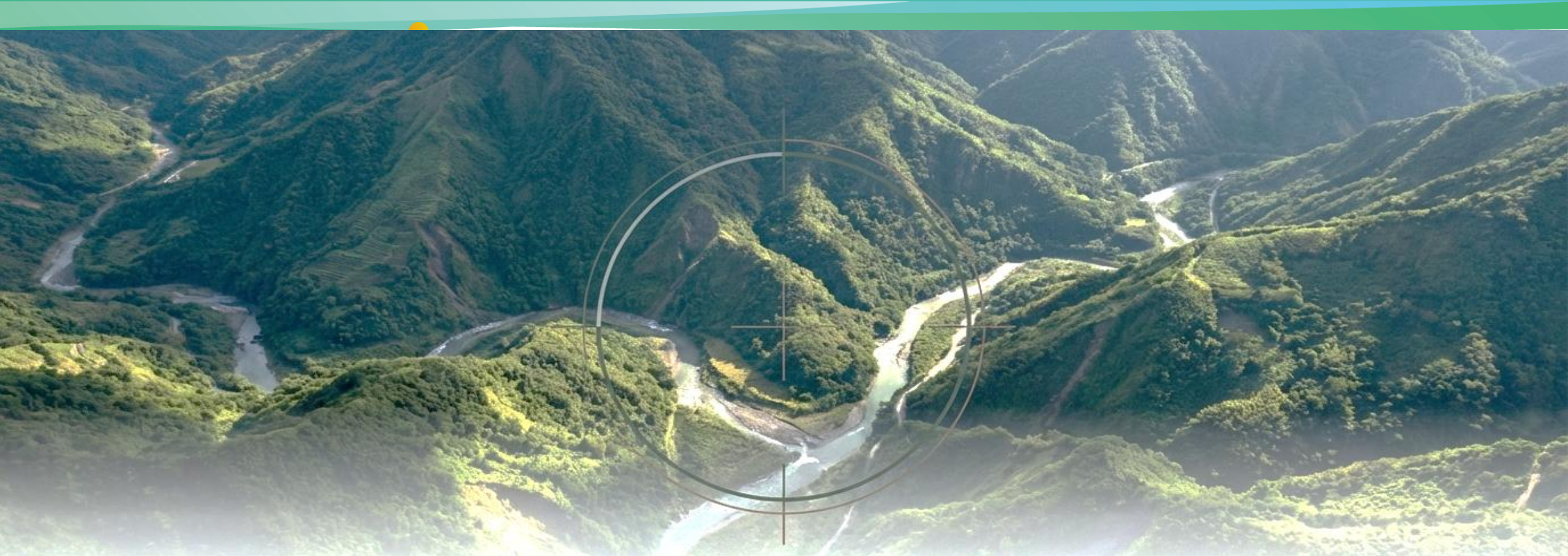


An aerial photograph of a lush green mountainous region with a river winding through the valleys. A semi-transparent target symbol, consisting of concentric circles and a crosshair, is centered over a specific area of the river and surrounding hills.

不安定土砂危害圖與應用

創聚環境管理顧問股份有限公司

李璟芳

2026.07.15

簡報大綱

1

不安定土砂危害圖用途與應用情境



2

不安定土砂危害圖產品內容與案例展示



3

分析流程



4

模式簡介



5

總結



一、不安定土砂危害圖用途與應用情境

循證治理：將科學數據轉化為決策依據



公路系統中斷評估

對象：台9線、台8線等山區公路。

應用：制定預防性封路標準、路基流失與邊坡坍方風險控管。



橋梁結構受損評估

對象：鐵路橋（如大清水溪橋）、公路橋。

應用：量化土砂衝擊力與堆積高度，檢核橋樑淨高與抗災韌性。



孤島效應風險評估

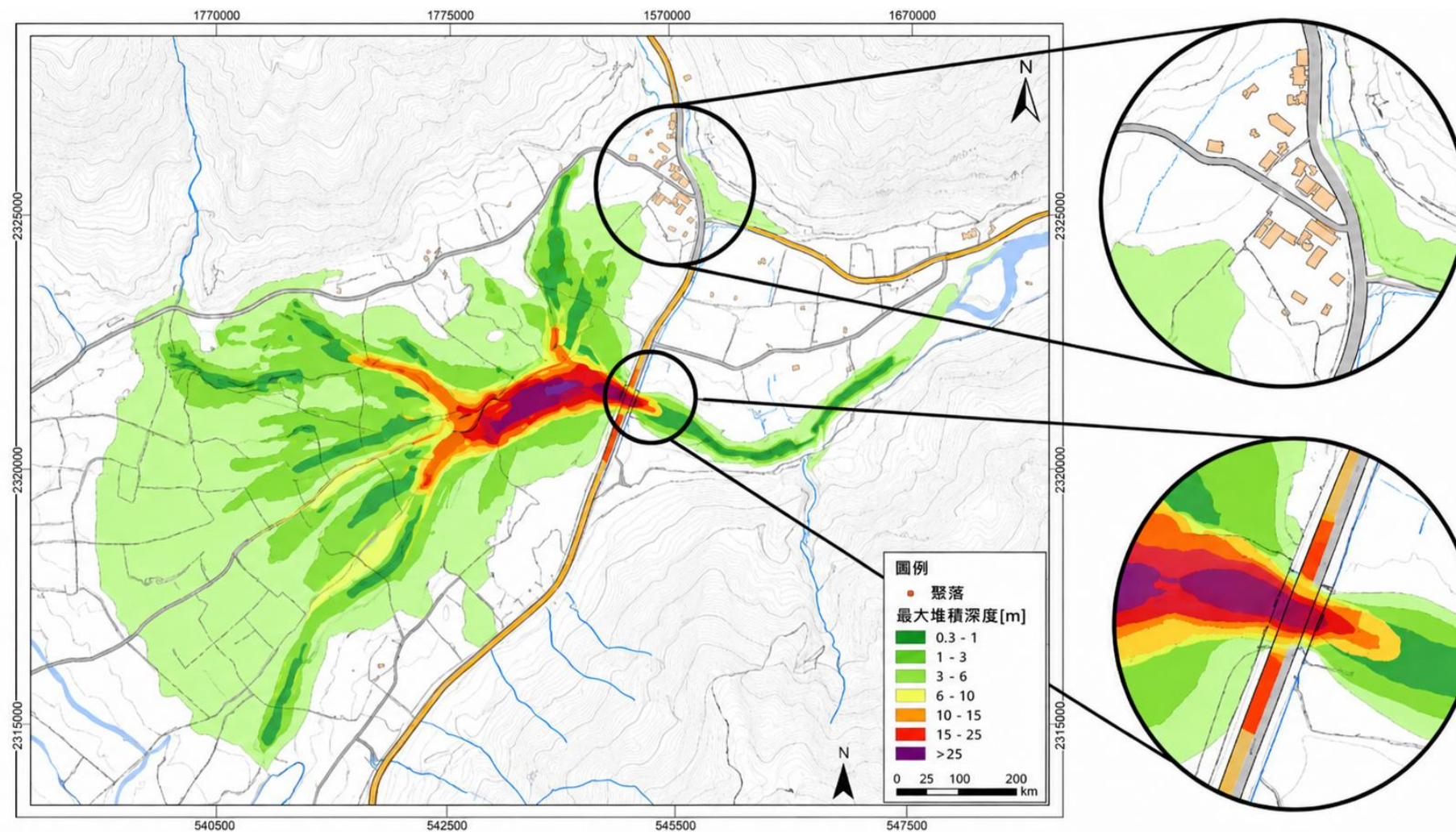
對象：單一聯外道路聚落（如三棧部落）。

應用：物資運補中斷預警、避難疏散路線規劃。



不安定土砂危害圖應用範疇

一、不安定土砂危害圖用途與應用情境



聚落安全評估：評估各種降雨情境下，不安定土砂運移直接衝擊聚落，造成居民生命財產威脅的可能性。

交通中斷風險：評估各種降雨情境下，不安定土砂運移直接衝擊公路與鐵路造成**交通阻斷**，進而引起**孤島效應**。

集水區下游之不安定土砂危害圖影響示意圖



二、不安定土砂危害圖產品內容與案例展示：基本資訊

集水區溪流名

不安定土砂危害圖
玉穗溪

雨量情境

200mm/24小時

圖例說明

圖例

橋梁

聚落

省道

集水區

不安定土砂運移模擬

歷程最大堆積深度[m]

0.3 - 1.0

1.0 - 3.0

3.0 - 6.0

6.0 - 10.0

10.0 - 15.0

15.0 - 25.0

>25.0

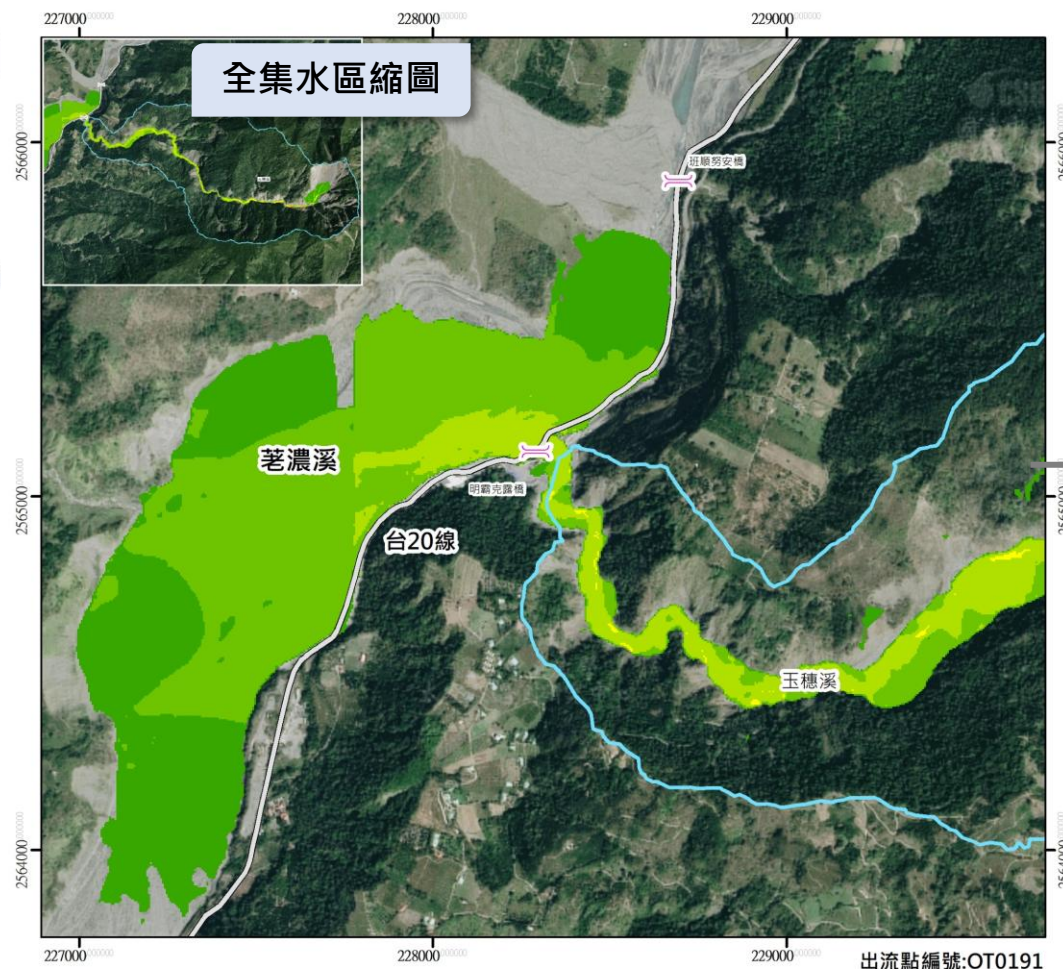
土砂堆積深度[m]



產製機關與日期

製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月27日

全集水區縮圖



集水區下游放大圖

圖資產製說明：

1. 情境說明：200 mm/ 24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS:Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內殘坡與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程養護單位作為防減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹境況與影響範圍。

圖資產製說明與用途



二、不安定土砂危害圖產品內容與案例展示：玉穗溪



影像：公路局

瓦筏哈橋
(>20m淨高)

模擬後
下游最大堆積深度：
3.5 - 12.0 [m]

瓦筏哈橋影響機率低

不安定土砂危害圖
玉穗溪

200mm/24小時



圖資產製說明：
1. 情境說明：200 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



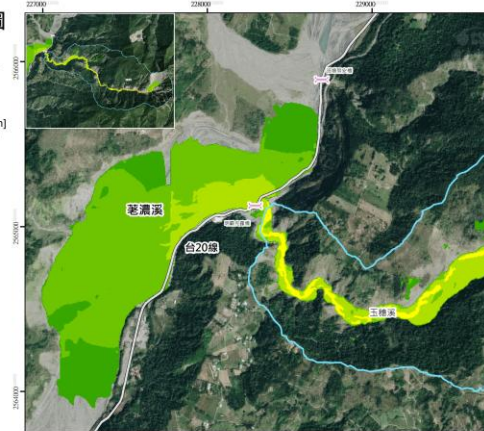
圖資產製說明：
1. 情境說明：200 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
玉穗溪

350mm/24小時



圖資產製說明：
1. 情境說明：350 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



圖資產製說明：
1. 情境說明：350 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
玉穗溪

500mm/24小時



圖資產製說明：
1. 情境說明：500 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



圖資產製說明：
1. 情境說明：500 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
玉穗溪

650mm/24小時



圖資產製說明：
1. 情境說明：650 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



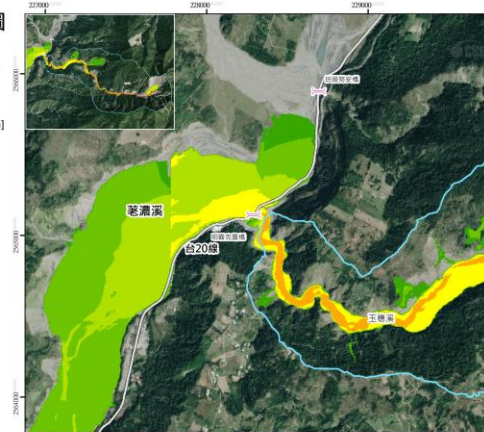
圖資產製說明：
1. 情境說明：650 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
玉穗溪

900mm/24小時



圖資產製說明：
1. 情境說明：900 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



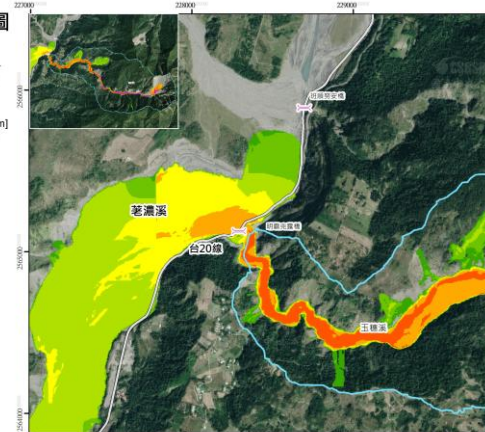
圖資產製說明：
1. 情境說明：900 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
玉穗溪

1745mm/24小時



圖資產製說明：
1. 情境說明：1745 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



圖資產製說明：
1. 情境說明：1745 mm/24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS-Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：5 m。
4. 崩塌料源：集水區內坡度與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬歷程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災規劃應用，評估不安定土砂潛在淹淹情況與影響範圍。



二、不安定土砂危害圖產品內容與案例展示：拉克斯溪



影像：公路局

不安定土砂危害圖
拉克斯溪

200mm/24小時



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年6月1日

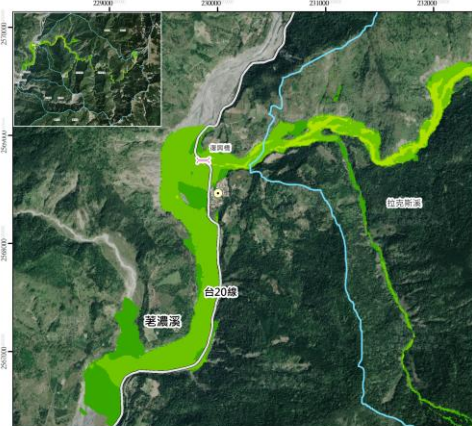


不安定土砂危害圖
拉克斯溪

350mm/24小時



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年6月1日



不安定土砂危害圖
拉克斯溪

500mm/24小時



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年6月1日



不安定土砂危害圖
拉克斯溪

650mm/24小時



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年6月8日



不安定土砂危害圖
拉克斯溪

900mm/24小時



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年6月8日

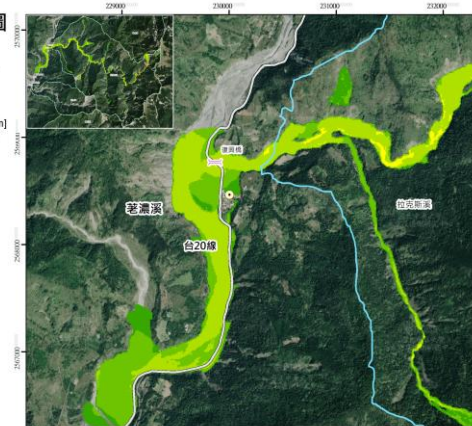


不安定土砂危害圖
拉克斯溪

900mm/24小時



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年6月8日



復興橋
(5m淨高)

模擬後
下游最大堆積深度：
1.7 – 7.7 [m]

900mm, 1469mm情境
影響復興橋



二、不安定土砂危害圖產品內容與案例展示：唯金溪



影像：運研所

唯金溪橋(20m淨高)



影像：Google街景

梅橋(25m淨高)

模擬後
下游最大堆積深度：
1.1 – 4.5 [m]

唯金溪橋與梅橋影響機率低

不安定土砂危害圖
唯金溪

200mm/24小時

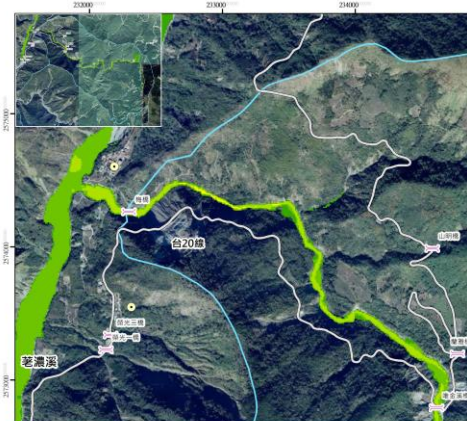


製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月18日

圖資產製說明：
1. 情境說明：200 mm/ 24hr累積雨量。
2. 數值地形空間解析度：10 m。
3. 數據來源：集水區內陸域與近五年新生崩塌目錄。
4. 堆積深度：為模擬過程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
5. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
唯金溪

350mm/24小時

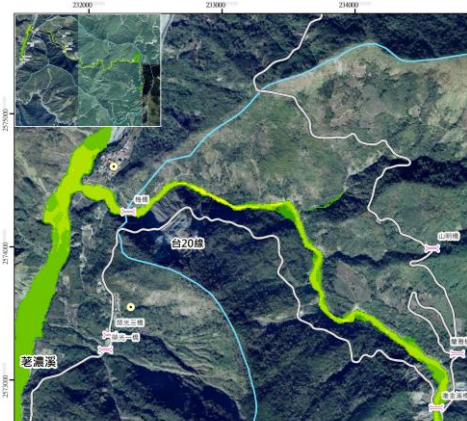
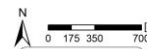


製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月18日

圖資產製說明：
1. 情境說明：350 mm/ 24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS:Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：10 m。
4. 數據來源：集水區內陸域與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬過程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
唯金溪

500mm/24小時

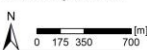


製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月18日

圖資產製說明：
1. 情境說明：500 mm/ 24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS:Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：10 m。
4. 數據來源：集水區內陸域與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬過程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
唯金溪

650mm/24小時

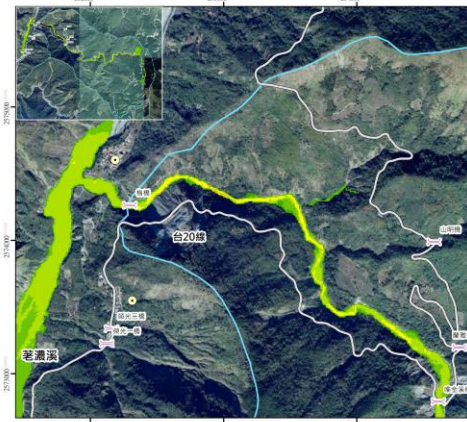
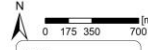


製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月18日

圖資產製說明：
1. 情境說明：650 mm/ 24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS:Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：10 m。
4. 數據來源：集水區內陸域與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬過程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
唯金溪

900mm/24小時

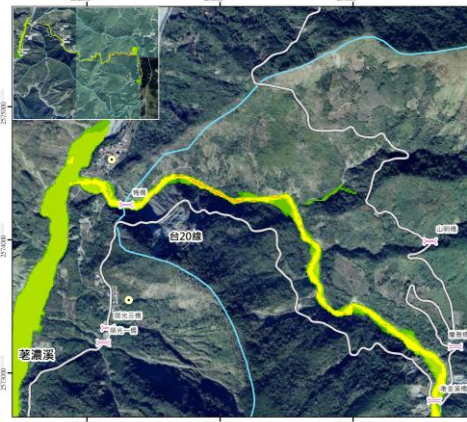
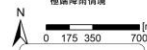


製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月18日

圖資產製說明：
1. 情境說明：900 mm/ 24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS:Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：10 m。
4. 數據來源：集水區內陸域與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬過程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹情況與影響範圍。

不安定土砂危害圖
唯金溪

1469mm/24小時
極端降雨情境



製作機關：農業部農村發展及水土保持署
產製日期：115年5月18日

圖資產製說明：
1. 情境說明：1469 mm/ 24hr累積雨量。
2. 土砂運移模式-RAMMS:Debris Flow。
3. 數值地形空間解析度：10 m。
4. 數據來源：集水區內陸域與近五年新生崩塌目錄。
5. 堆積深度：為模擬過程中，各網格輸出之最大土砂堆積深度。
6. 用途：本圖主要供政府與工程營運單位作為防災減災規劃應用，評估不安定土砂潛在溢淹情況與影響範圍。



二、不安定土砂危害圖產品內容與案例展示

不安定土砂危害圖專頁介紹



<https://reurl.cc/be63lX>



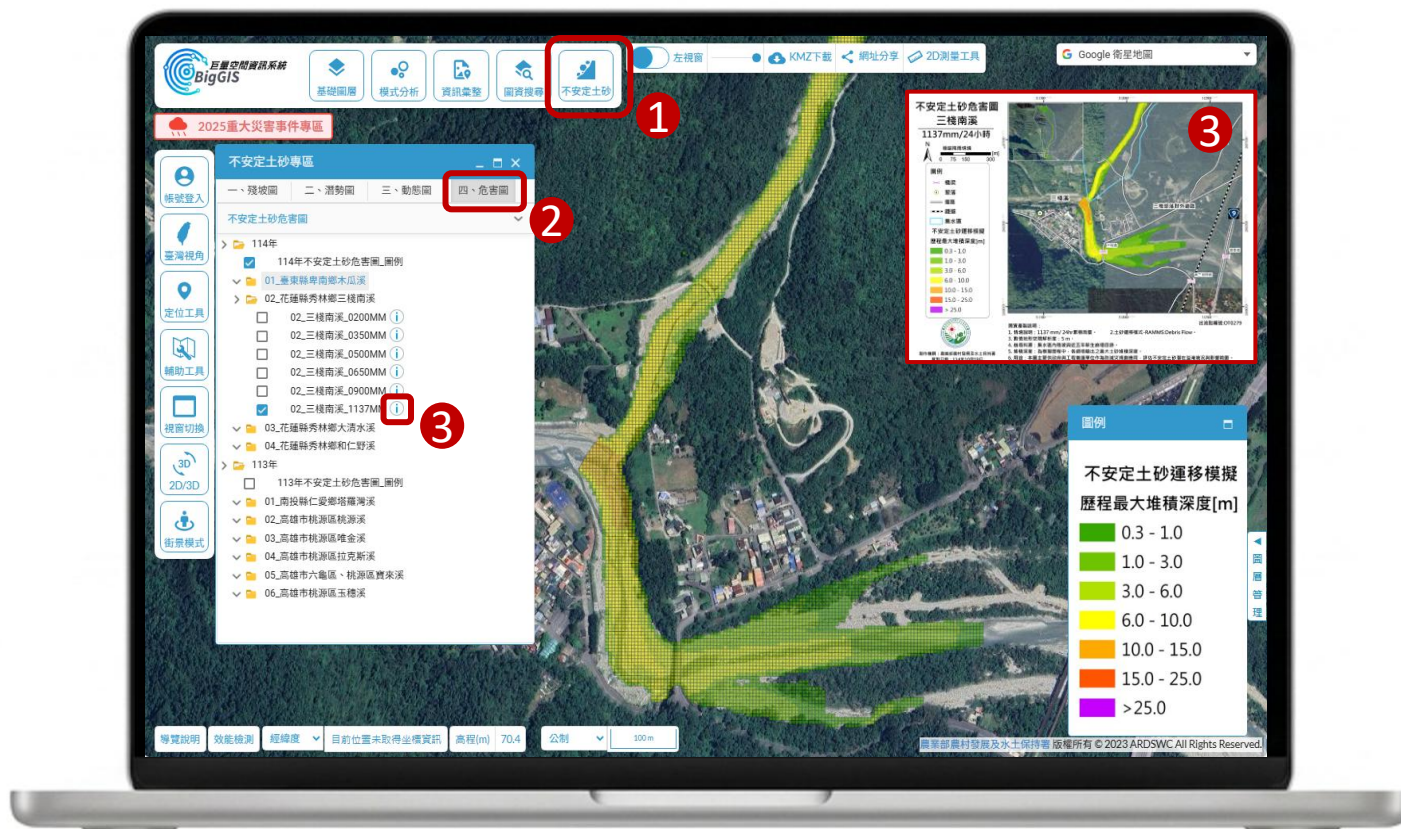
產出成果已上架BigGIS圖台



<https://reurl.cc/be634r>

※目前只支援桌機版

供防災與工程管理養護單位進行
易致災區域潛勢辨識、減災規劃
與風險管理。



操作步驟：點擊①不安定土砂→②四、危害圖
→③危害圖基本資訊

三、分析流程：緣起

不安定土砂是指集水區內坡面或河道上，處於「**暫態平衡**」或「**不穩定平衡**」狀態的殘留邊坡或河道堆積物。這類土砂平時處於靜止或微動狀態，但在降雨或地震等特定條件誘發下，極易滑動、崩塌或隨水流運移，進而釀成**土石流**或**下游水災**。

2021年盧碧颱風玉穗溪出流口-明霸克露橋
(台20線南橫公路)因不安定土砂受災情形



地球公民基金會 傅志男攝

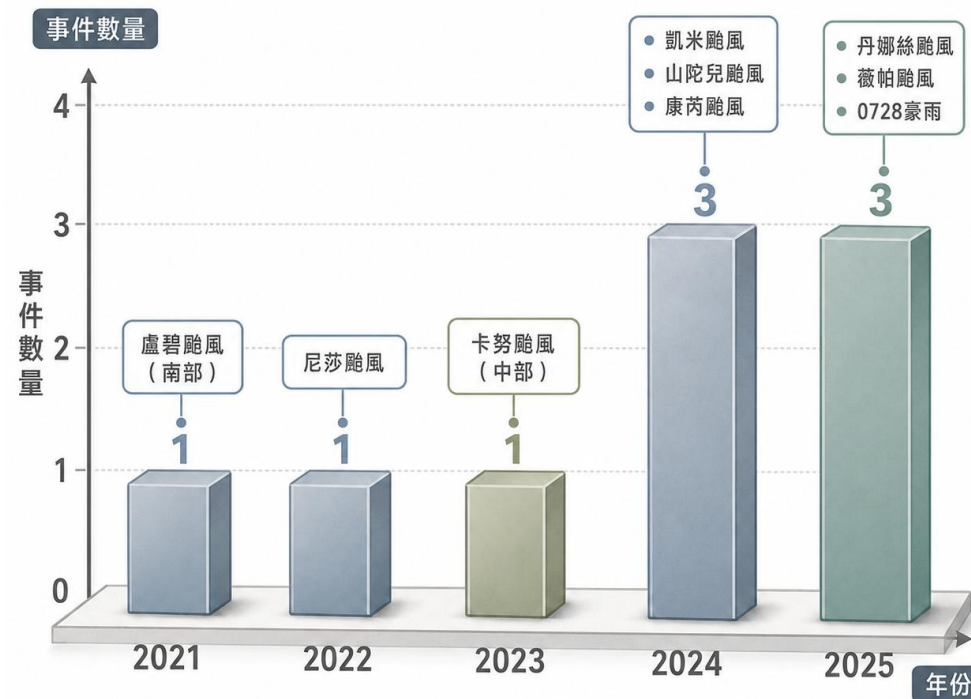
傅志男 (照片授權方式：姓名標示-非商業性-禁止改作)

來源：<https://tech.ardswc.gov.tw/Results/UnstableSediment>

近年降雨引致土砂災害頻仍



本圖彙整近年因颱風或豪雨引發之主要土砂災害事件統計



註：事件數量為各年度造成風土砂災害之颱風或豪雨事件數（重大事件），非累計災害件數。

三、分析流程：高災害潛勢區遴選

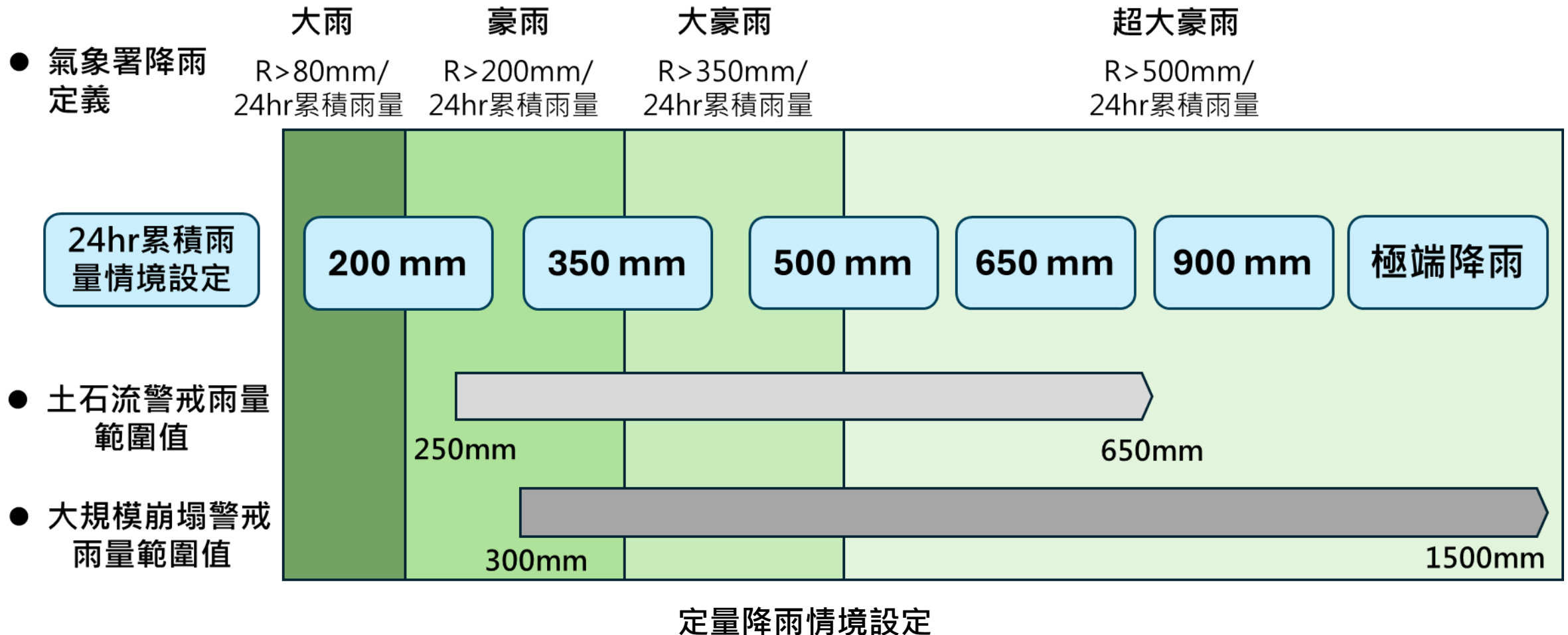
以**不安定土砂出流潛勢圖**(以溪流與**鐵公路交會點**為評估標的)作為基礎，配合近年重大土砂致災事件、土石潛勢溪流、殘坡圖、新生崩塌等圖資綜合遴選高潛勢以上不安定土砂集水區，作為優先評估對象。





三、分析流程：定量降雨情境設定

依中央氣象署發布之豪雨(24小時累積200 mm)為定量降雨起始值遞加，以涵蓋**土石流**與部分**大規模崩塌**之警戒雨量值。

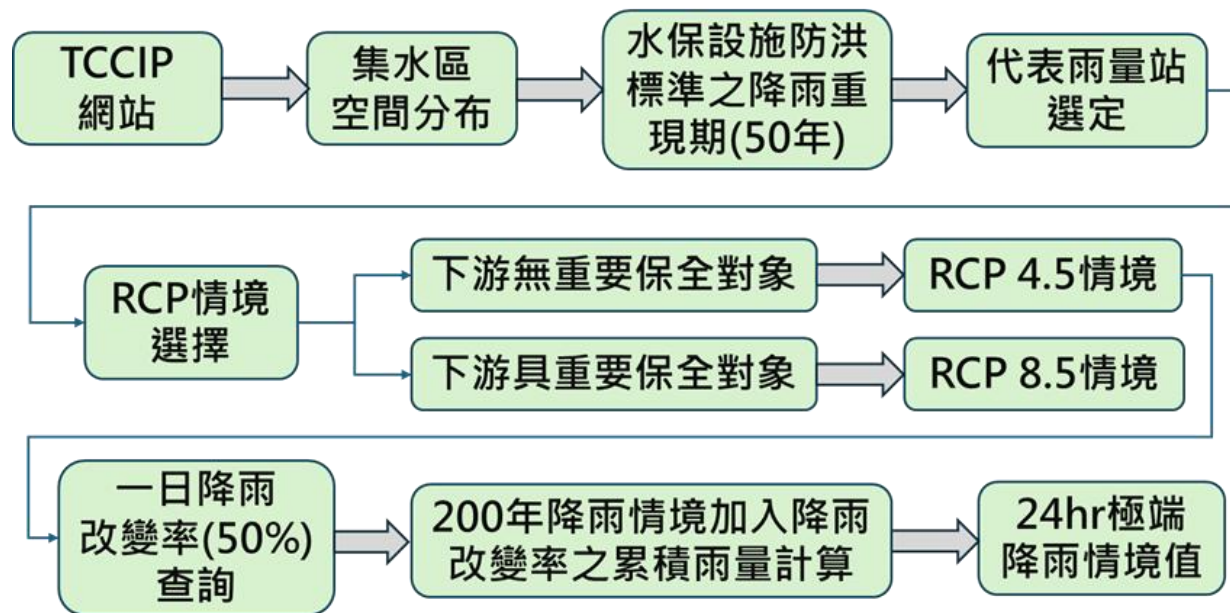


三、分析流程：極端降雨情境設定

氣候變遷之極端降雨情境：參酌 **TCCIP 網站-氣候變遷降雨頻率分析-設計暴雨改變率**，同時考量水保設施現行防洪設施保護標準之重現期(50年)，來進行氣候變遷下之暴雨改變率(增加幅度)推估查詢。



氣候變遷降雨頻率分析-設計暴雨改變率查詢平台



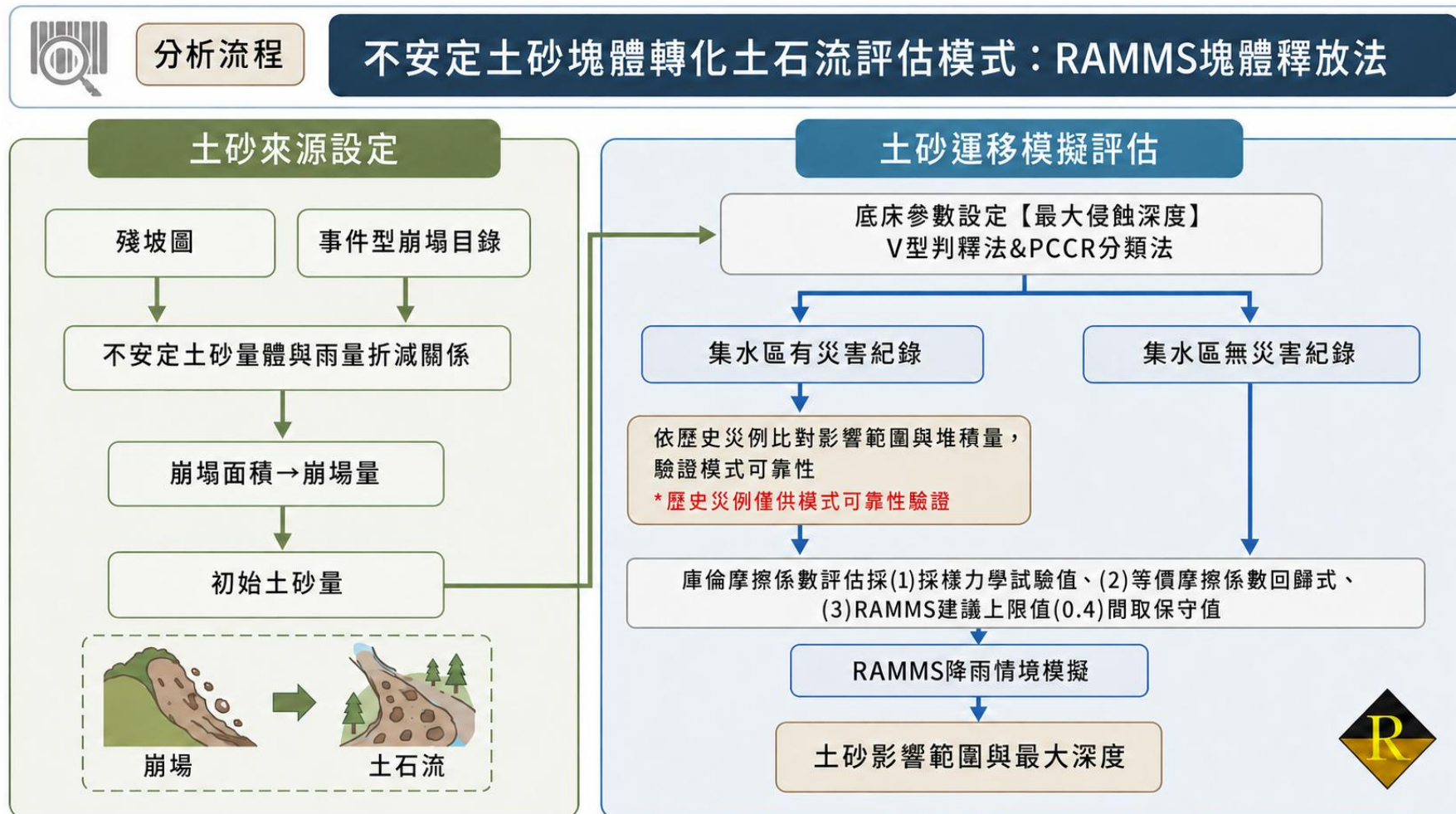
不安定土砂集水區考量極端降雨情境流程圖





三、分析流程：不安定土砂危害

採RAMMS:DF模式，依集水區內**殘坡(深層崩塌)**與**崩塌目錄(淺層崩塌)**分布，以下列流程評估。

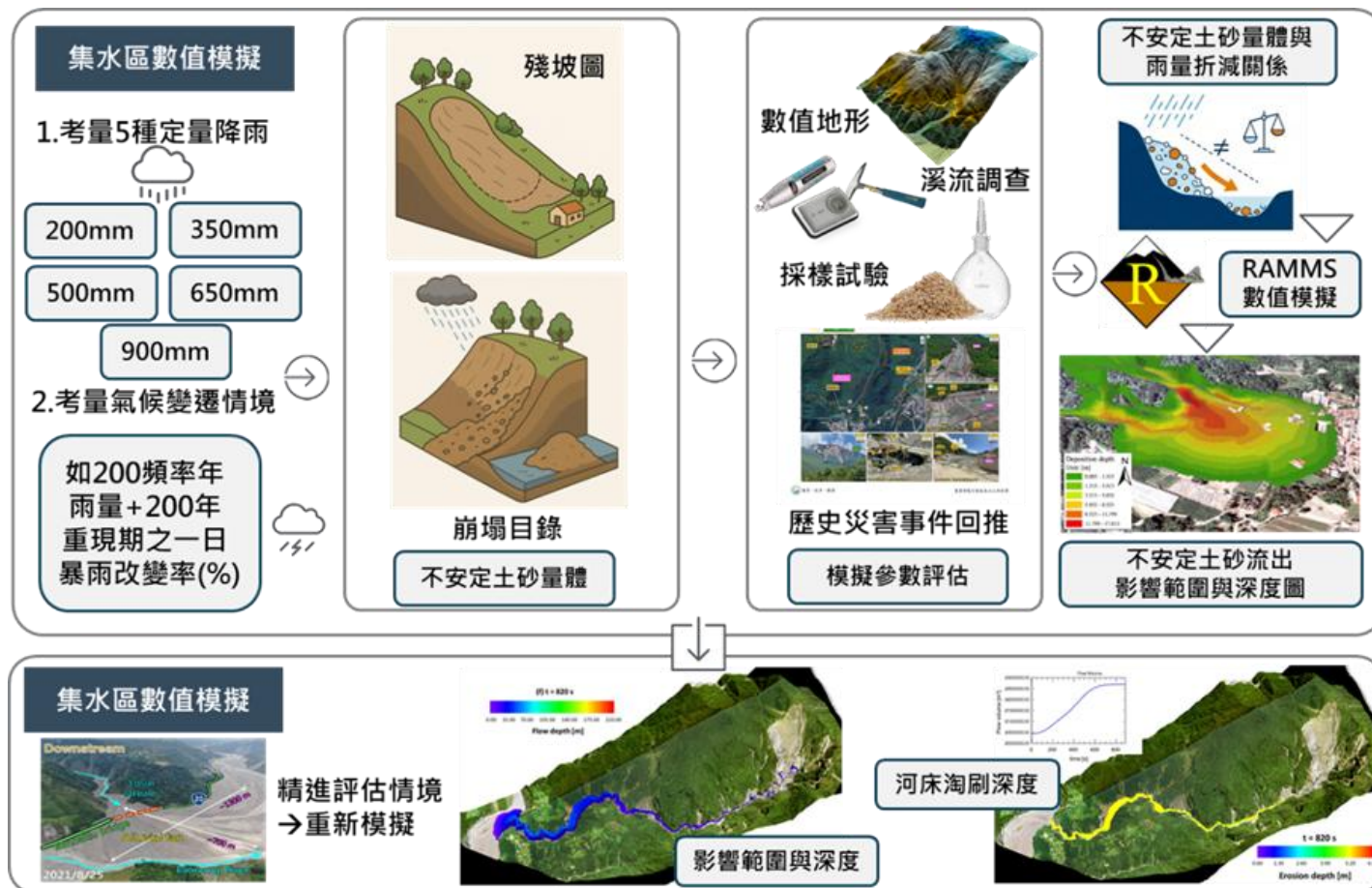


不安定土砂運移及衝擊危害評估流程圖



三、分析流程：不安定土砂運移數值模擬

本評估受限於模式限制，暫不考慮**集水區溪流**與**匯流口主流**之**土砂互制**現象，僅以**單一集水區之土砂出流**影響衝擊作為評估標的。

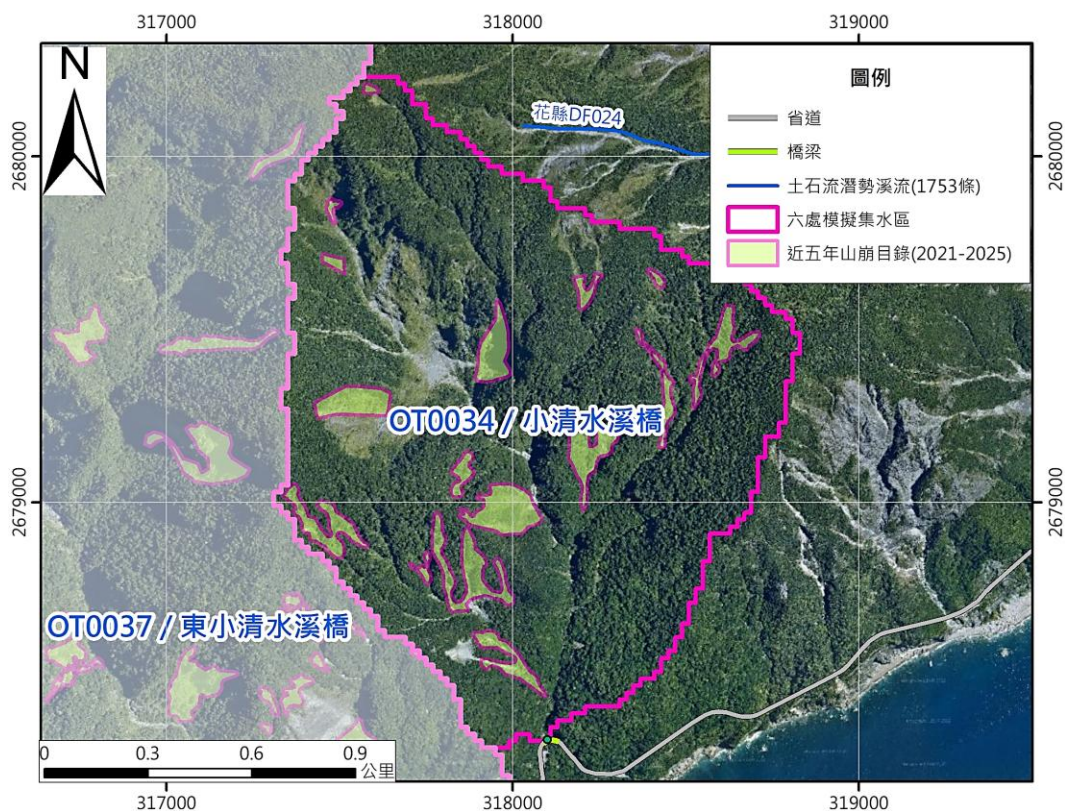


RAMMS數值模擬流程圖



三、分析流程：不安定土砂來源設定(I)

崩塌目錄土砂量推估：採用集水區內近五年崩塌目錄，依發生年度、坡度與降雨情境予以折減與推估。



集水區近五年崩塌目錄分布

土砂來源設定(I)：新生崩塌目錄

1. 崩塌深度與年度折減係數

先依據坡度決定崩塌深度(h)

新生崩塌坡度	推估崩塌深度(h)
<30 度	1.7 m
30-40 度	1.5 m
>40 度	1.0 m

再依據坡度決定年度折減係數

新生崩塌坡度	年度折減係數對照
<30 度	0.7
30-40 度	0.6
40-60 度	0.4
>60 度	0.3

2. 崩塌時間與降雨折減計算

隨崩塌發生時間遞減，崩塌愈久，殘留土砂較穩定，係數愈低



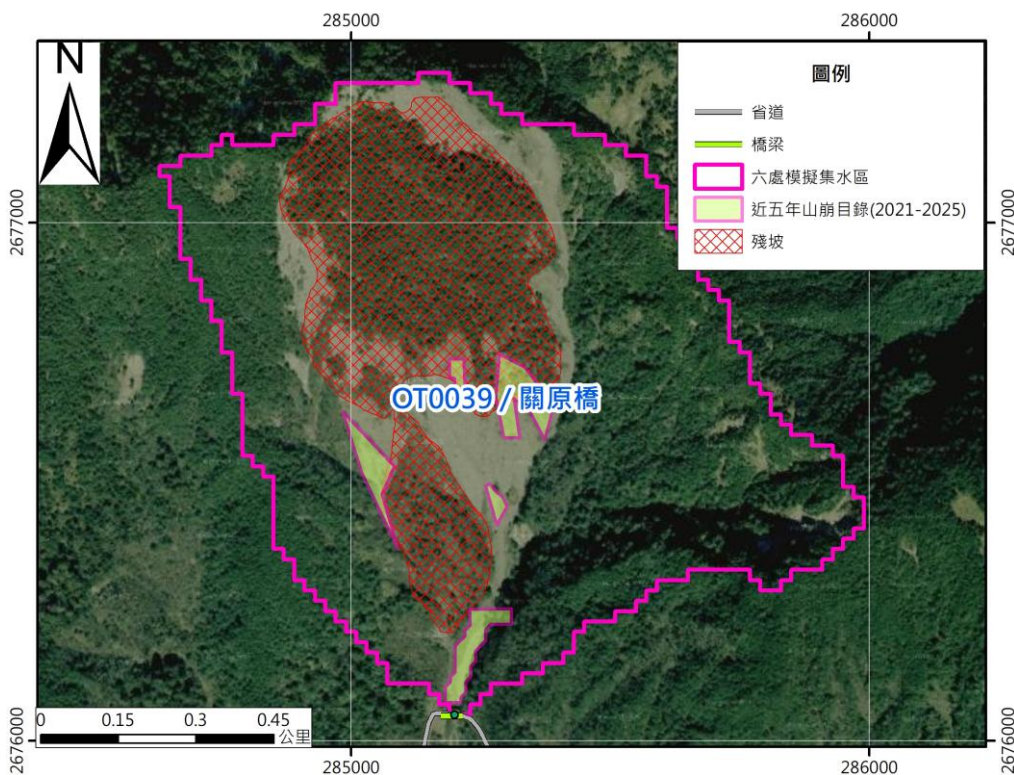
崩塌目錄年代 (距今)	年度折減係數對照	降雨折減比值
2025(前1年)	依坡度對應年度折減係數 ¹	$R_{200(極端)}/R_{200}$ $900mm/R_{200}$ $650mm/R_{200}$ $500mm/R_{200}$ $350mm/R_{200}$ $200mm/R_{200}$
2024(前2年)	依坡度對應年度折減係數 ²	
2023(前3年)	依坡度對應年度折減係數 ³	
2022(前4年)	依坡度對應年度折減係數 ⁴	
2021(前5年)	依坡度對應年度折減係數 ⁵	

$$\text{崩塌土砂量} = \text{新生崩塌面積} \times \text{深度} \times \text{年度折減係數} \times \text{降雨折減比值}$$

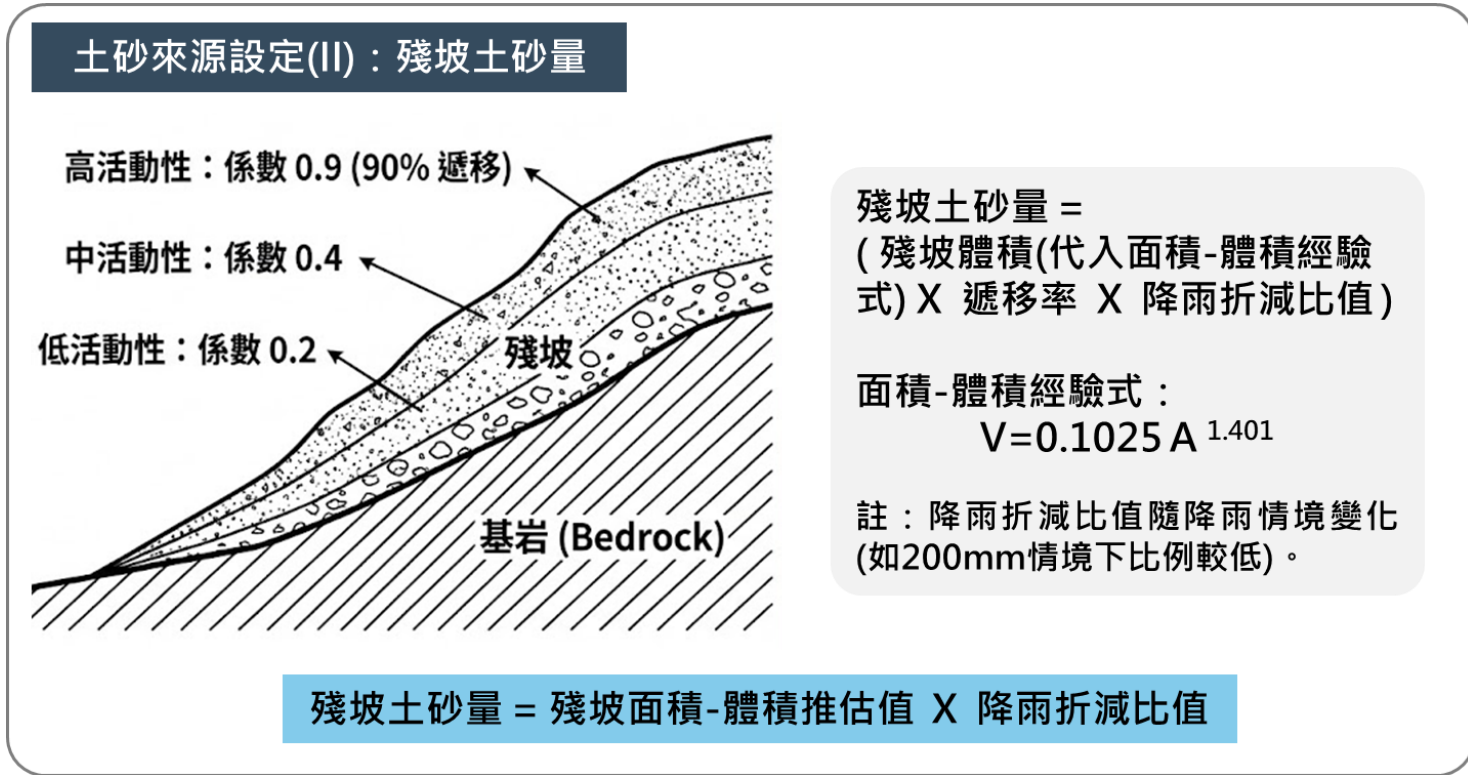
RAMMS土砂來源設定方式：崩塌目錄

三、分析流程：不安定土砂來源設定(II)

殘坡土砂量推估：採用最新公布殘坡圖，依活動性(遞移率)與降雨情境予以折減與推估。



集水區內殘坡圖



RAMMS土砂來源設定方式：殘坡

三、分析流程：庫倫摩擦與紊流黏滯係數推估

1.庫倫摩擦係數(μ)設定

$$\mu = 1.2 \times V^{-0.089} \text{ (Lucas et al., 2014)}$$

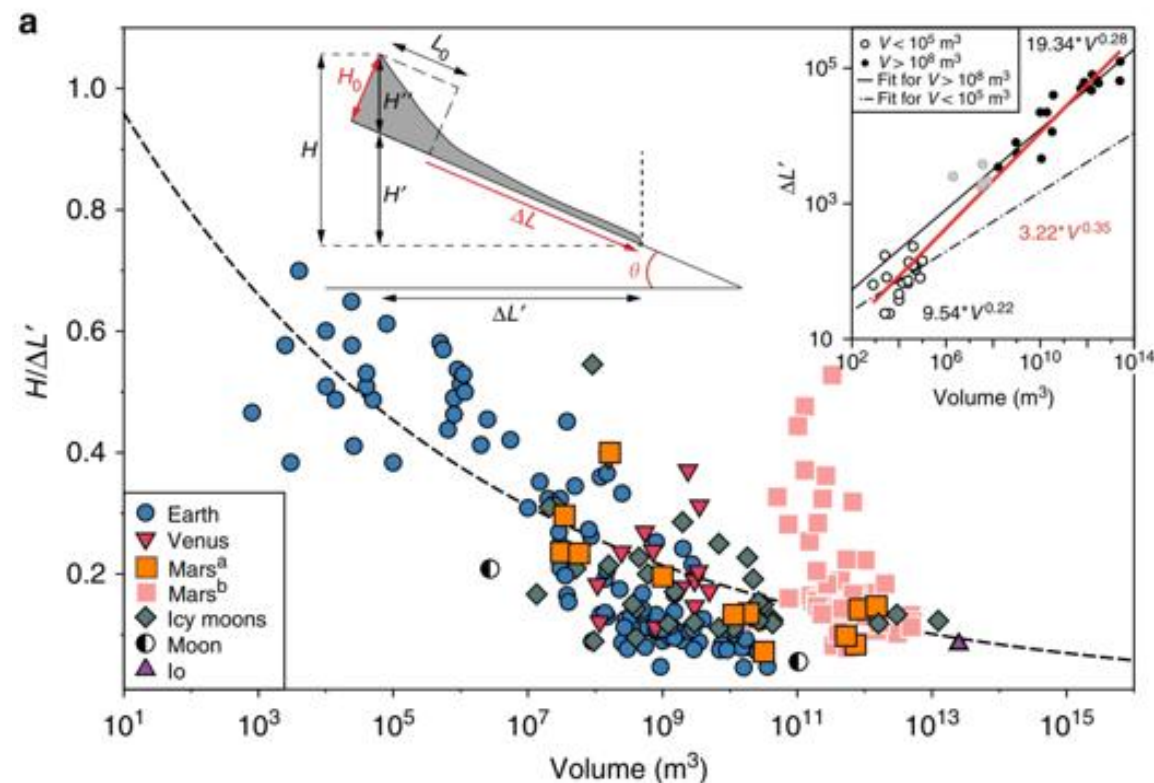
- ❑ 依等價摩擦係數經驗式推估。
- ❑ RAMMS 建議 μ 上限值為 0.40。

2.紊流黏滯係數(ξ)設定

山區集水區MR值與土砂災害特性(周憲德等，2021)

土石流材料組成類型	紊流黏滯係數 $\xi(\text{m}^2/\text{s})$	流域險峻值(MR)	集水區土砂災害類型	流域長度L
泥流型土石流	1000	MR<0.3	洪水	-
	500	0.3≤MR≤0.43	高含砂水流+土石流	L≤14km
礫石型土石流	200	MR<0.43	高含砂水流+土石流	7km≤L≤14km
	100	MR<0.43	土石流	L≤7km

- ❑ 依 MR 值、流域長度與材料組成判定 ξ ，以玉穗溪為例 MR = 0.38，流域長度 8.34 km。
- ❑ 判定為高含砂水流 + 土石流，採 $\xi = 500 \text{ m}^2/\text{s}$ 。



等價摩擦係數與土砂量體關係圖(Lucas, 2014)

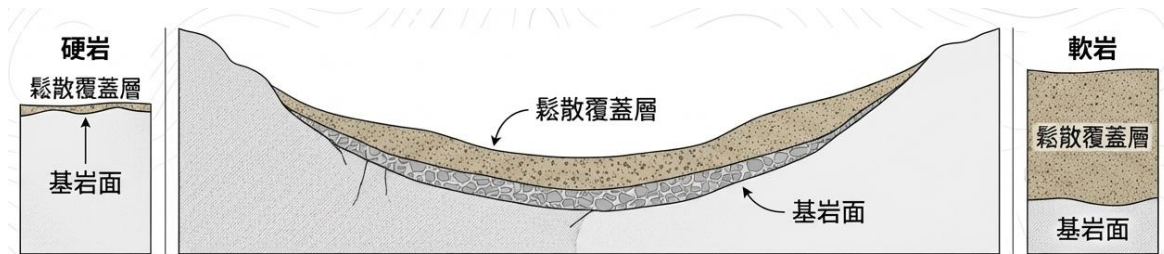


三、分析流程：溪流底床潛在侵蝕條件

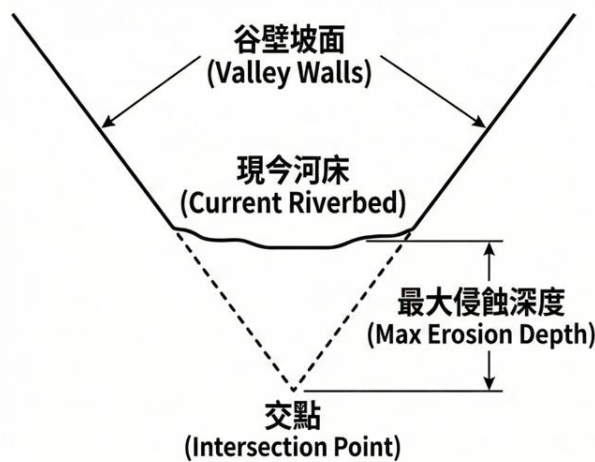
殘坡土砂量推估：採用最新公布殘坡圖，依活動性(遞移率)與降雨情境予以折減與推估。

全臺灣PCCR底床侵蝕參數建議表

情境類別	侵蝕速率 e_t (m/s)	建議潛在 侵蝕深度 e (m/kPa)	建議臨界 剪應力 τ_c (kPa)	最大侵蝕深 度 d_{max} (m)	參數設定依據
[A類]硬質岩	0.013 (低)	0.05(淺)	1.5 (高)	0.5 ~ 2.0	基岩覆蓋層薄 ksn高；AUC高 深V溪谷形態
[B類]中硬岩	0.025 (中)	0.1 (中)	1.0(中)	1.0 ~ 4.0	過渡型地質； ksn中；溪床淺 層覆蓋
[C類]軟質岩	0.05 (高)	0.1(中)	0.5(低)	2.0 ~ 5.0	風化層厚；ksn 低；AUC低； 淺U溪谷形態
[D類]礫石	0.05(高)	0.2 (深)	0.5(低)	3.0 ~ 8.0+	鬆散礫石堆積 Melton Ratio 低；堆積層深 厚



動床模擬：潛在最大侵蝕深度估算



V型判釋法：利用數值地形或地形特徵圖，將河道兩側谷壁坡面連線延伸，其交點與現今河床的垂直高度差，視為河床潛在最大侵蝕深度。

效益：有效控制模擬過程中的土砂捲增量，並擬合歷史災害數據驗證。

溪流底床潛在最大侵蝕深度估算



四、模式簡介：為何選擇RAMMS: DF?



	RAMMS: DF	DAN-W (Hungr,1995)	FLO2D	DEBRIS2D	CCHE2D	HEC-RAS
適用災害類型	崩塌、土石流	崩塌、土石流、雪崩	洪水、土石流	土石流	洪水、深槽變遷	洪水、土石流
流變模式	Voellmy-Salm連續體模式	摩擦、Voellmy、賓漢流變學等三種連續體模式	賓漢流變學	改良式賓漢流變學 (Julien and Lan, 1991)	無	賓漢流變學、Quadratic、Herschel-Bulkley、Voellmy等模式
輸入起始條件	塊體釋放、流量歷線	流量歷線	流量歷線	流量歷線	流量歷線	流量歷線
總體摩擦阻力	乾庫倫摩擦係數、紊流黏滯係數	摩擦係數(摩擦模式) 摩擦係數、紊流黏滯係數(Voellmy模式)	賓漢降伏應力、賓漢黏滯係數	動力黏滯係數、紊流擴散係數	紊流黏滯係數、底床糙度係數	動力黏滯係數、底床糙度係數、Voellmy模式、乾庫倫摩擦係數
坐標系統	笛卡兒坐標系(與坡面平行)	笛卡兒坐標系(重力方向)	笛卡兒坐標系(重力方向)	笛卡兒坐標系(重力方向)	笛卡兒坐標系(重力方向)	笛卡兒坐標系(重力方向)
底床模式(捲增效應)	動床、定床	定床	定床	定床	動床、定床	定床
工程整治效益評估	可增加工程構造物	無	可模擬人工渠道	可模擬人工渠道	可增加工程構造物 可模擬人工渠道	可增加工程構造物 可模擬人工渠道
模式校準與驗證	持續(Illgraben, CH)	無	無	無	持續	持續
模式假設或限制	未考慮入孔隙水壓之影響，捲增係數K較難率定(地形資料率定)。	假設模擬對象之流深遠小於流動長度，且流動現象幾乎平行底床。	網格單元僅代表單一高程、曼寧n值與流動深度。無法模擬較快速非穩定流	假設剪力層厚度 $<0.1h$ (h:流動深度)不考慮底床沖蝕與堆積現象	突變區域(sharp changing zone)模擬準確度較差、不適用岸壁基腳沖刷(bank toe erosion)與崩塌問題	流動符合淺水波方程假設顆粒空隙間皆填滿水無空氣，剪切速率垂直剖面符合線性或拋物線。

四、模式簡介：RAMMS: DF模式特色



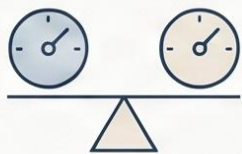
多元土砂來源設定

支援「塊體釋放」或「流量歷線」輸入，彈性模擬不同啟動機制。



動床模式與捲增效應

內建沖蝕模組，能預測土石流沿程的底床沖蝕與土砂量變化。



簡化雙參數物理模型

使用 Voellmy 摩擦關係式，僅需調校兩個參數即可達成高信度模擬。

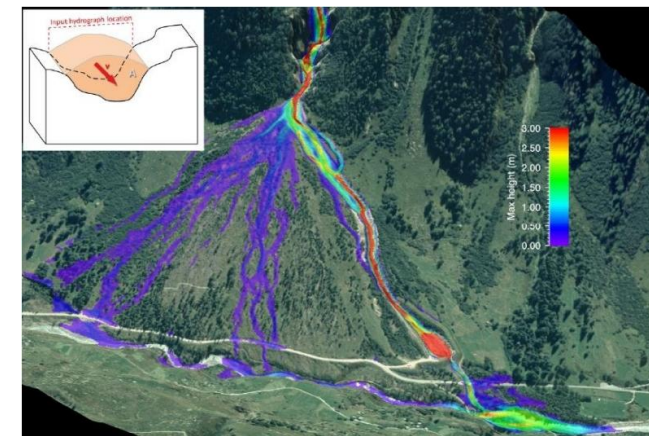


防護工程效益評估

可在地形中增加攔河堰或導流牆等構造物，直觀評估減災成效。



Debrisflow



瑞士聯邦雪崩與山地危害研究所 (WSL
Institute for Snow and Avalanche
Research SLF)開發

四、模式簡介：歷年土砂災害驗證案例

(1)東澳嶺崩塌轉化為土石流(2010)-流量歷線



李璟芳、黃韋凱、曹鼎志、張玉璘、龔樹勇 (2015)，微地形判釋應用於土石流災害之三維數值模擬。
中華水土保持學報，46(2)，96-105。[104年度論文獎]

(2)桃園復興鄉合流部落土石流(2015)-塊體釋放



李璟芳、周憲德、曹鼎志、許志豪、黃郅軒、廖緯璿 (2016)，羅浮合流部落土石流之致災
機制分析與數值模擬。中華水土保持學報，47(4)，171-184。[105年度論文獎]

四、模式簡介：RAMMS: DF模式限制

[Voellmy friction law] $S = \mu N + \frac{\rho g u^2}{\xi}$ with $N = \rho g h \cos(\varphi)$

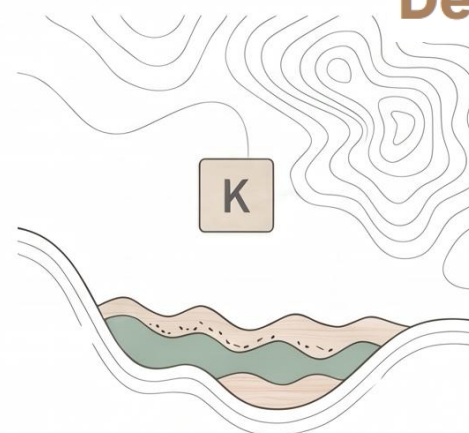
$$S = \mu N + \frac{\rho g u^2}{\xi} + (1 - \mu)N_0 - (1 - \mu)N_0 e^{-\frac{N}{N_0}}$$

物理機制與參數率定限制



未考慮孔隙水壓影響

模式物理運算並未涵蓋孔隙水壓對土石流或土砂運移過程的關鍵影響。



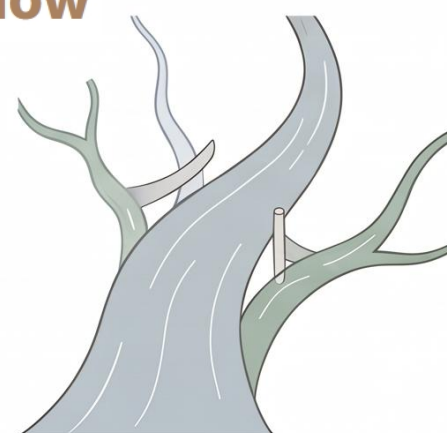
捲增係數 (K) 率定困難

底床捲增係數不易精確給定，通常需高度仰賴精細的地形資料進行評估。



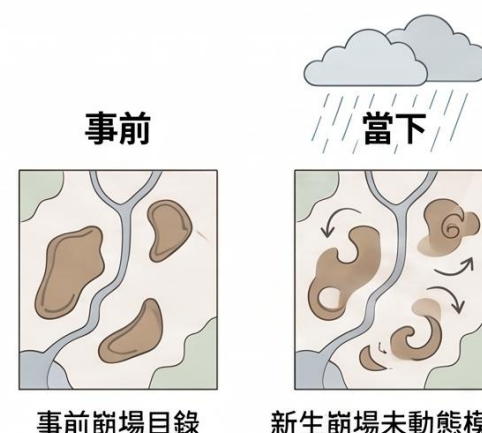
Debrisflow

模擬範疇與動態現象限制



缺乏主支流土砂互制

目前僅能評估單一集水區出流，無法考量支流與主流間的土砂交互作用。



無法模擬「當下」新生崩場

以事前崩場目錄為來源，未動態模擬降雨事件當下觸發的新生崩場。



五、總結：主要用途與模式限制

產品應用：三項應用情境



橋梁受損評估

依最大堆積深度與流速，
評估橋墩與梁底受衝擊風險。



道路中斷評估

依不同降雨情境，
判估土砂運移路徑與
道路阻斷範圍。



聚落安全與孤島效應

評估聚落受災風險，
以及道路中斷後的孤島效應。

模式限制：三項評估限制



未納入主支流交互影響

目前多以單一集水區模擬，
未納入支流與主流交互影響。



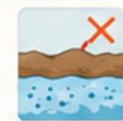
難以模擬降雨期間新生崩塌

模型多依事前崩塌資料，
難以呈現降雨期間新生崩塌。



物理機制與參數限制

未納入孔隙水壓；
捲增係數(K)也不易精確設定。



未納入
孔隙水壓



捲增係數(K)
不易精確設定



資訊查詢：兩種查詢入口



專頁查詢

技術研究發展平台／不安定土砂危害圖專頁
可查看成果說明、產品介紹與案例展示。

<https://reurl.cc/be63lX>



想看成果說明與案例 → 查專頁



BigGIS 圖台查詢

可查詢危害圖圖面與基本資訊（目前支援桌機版）。
操作步驟：點選「不安定土砂」→「四、危害圖」→
「危害圖基本資訊」

<https://reurl.cc/be634r>



想看圖面與基本資訊 → 查 BigGIS



註：危害圖可支援防災判讀與風險管理，惟結果仍受輸入資料、參數設定與模式假設影響。

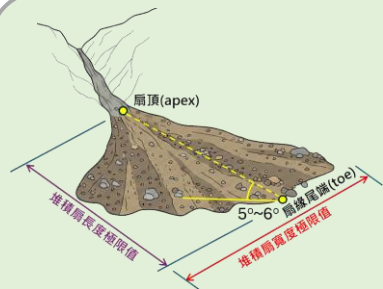


敬請指教

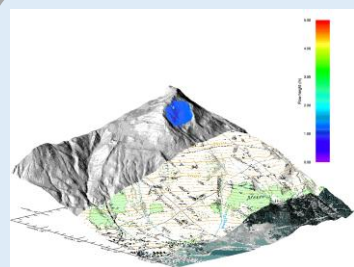




後續精進



24hr累積降雨值
<500mm
(改由**沖積扇地貌**
主控堆積深度)



24hr累積降雨值
>500mm
(維持**流動終止**主
控堆積深度)

