

「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台」計畫(111-114)

氣候變遷下坡地調適選項效益測試研究

共同主持人：國立臺灣大學地質科學系 陳麒文 副教授

協同研究人員：國家災害防救科技中心 李欣輯 研究員

團隊研究人員：朱芳儀、許祐誠



四年成果



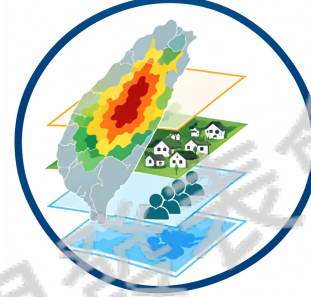
坡地危害與衝擊評估

- 應用測試氣候變遷資料
(AR5動力降尺度、AR6統計降尺度)
- 24 集水區危害與衝擊分析
- 掌握暖化情境下坡地風險變化



降雨觸崩快速評估模型

- 導入XGBoost
- 完成4個集水區模型
- 提升大量氣變資料分析效率



坡地脆弱度擬定

- 建構崩塌衝擊鏈
- 盤點暴露度與脆弱度指標
- 完善坡地災害風險評估



調適規劃案例測試

- 建立調適效益評估方法
- 比較調適前後崩塌潛勢變化
- 支持調適手段研擬

為什麼臺灣需要提前看見坡地風險？



草嶺



小林村



地質條件

造山作用、斷層與破碎岩體
使坡地先天較脆弱

豪雨觸發

颱風與季風帶來短延時強降雨
是重要的崩塌觸發因素

氣候變遷

未來極端降雨改變
可能進一步放大坡地風險

研究重點：不只評估現在，更要回答「未來會怎麼變化，可以怎麼調適？」

臺灣本來就是「容易崩塌」的環境

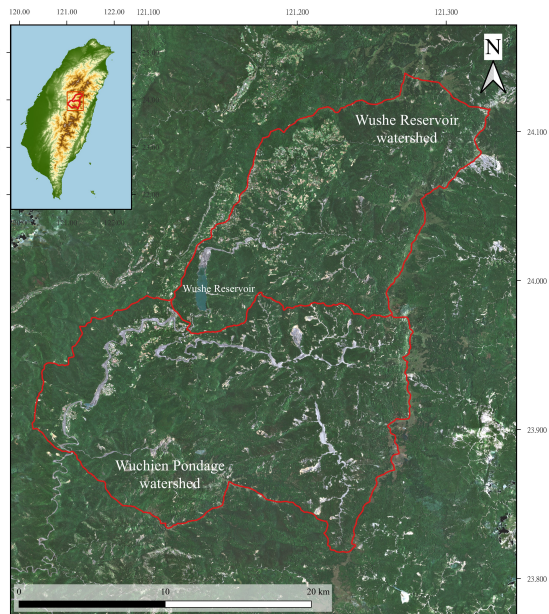
把過去災害經驗，轉成未來風險與調適評估工具



研究重點 把 TCCIP 的氣候推估資料，進一步轉譯成「災害會怎麼變」與「調適是否可能有效」的資訊。

方法概念：GIS/遙測資料 + XGBoost 崩塌潛勢模型 + TCCIP 氣候推估 + SHAP/情境測試。

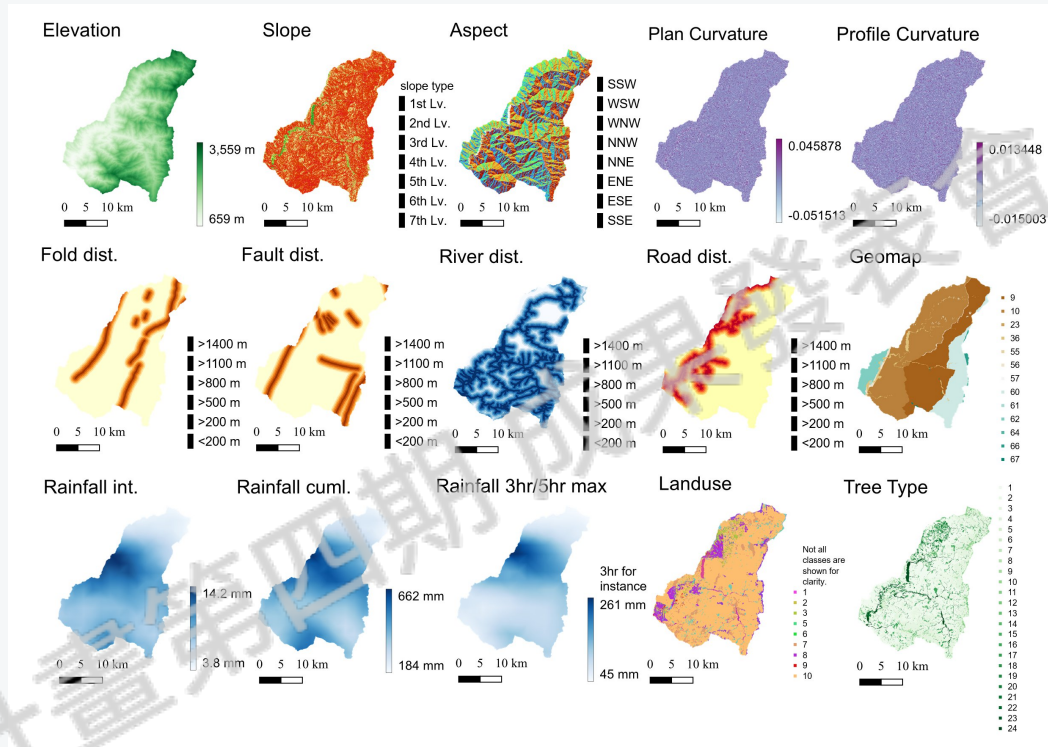
從真實颱風崩塌，建立南投示範區的崩塌潛勢模型



南投 | 濁水溪上游示範區

215塊 2023 卡努、海葵
判釋崩塌事件

138 ha 崩塌總面積



地形

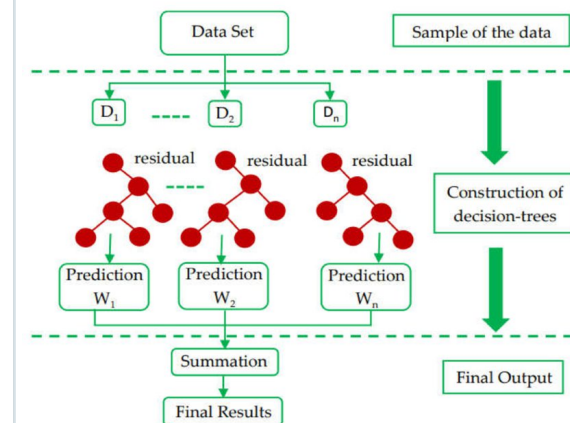
地質

降雨

土地利用 / 林種

➤ 從過去案例中學習多種條件的組合關係

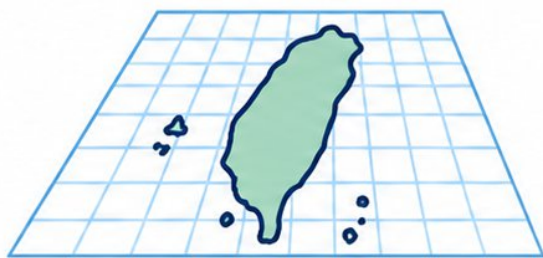
➤ 梯度提升決策樹模型
(eXtreme Gradient Boosting)



AR5動力降尺度資料



AR5 HiRAM-WRF



5 km 空間解析度

呈現區域降雨空間分布



小時雨量

掌握降雨強度與時間變化



颱風降雨事件

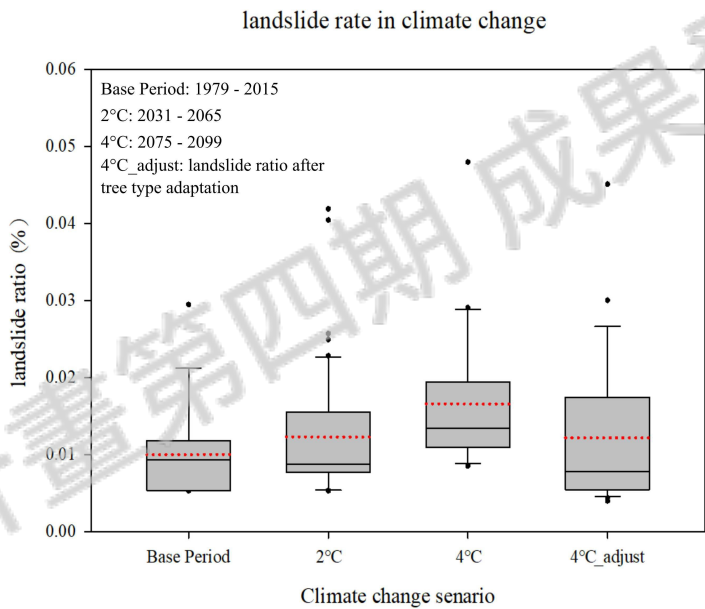
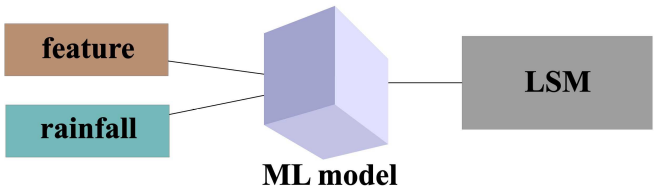
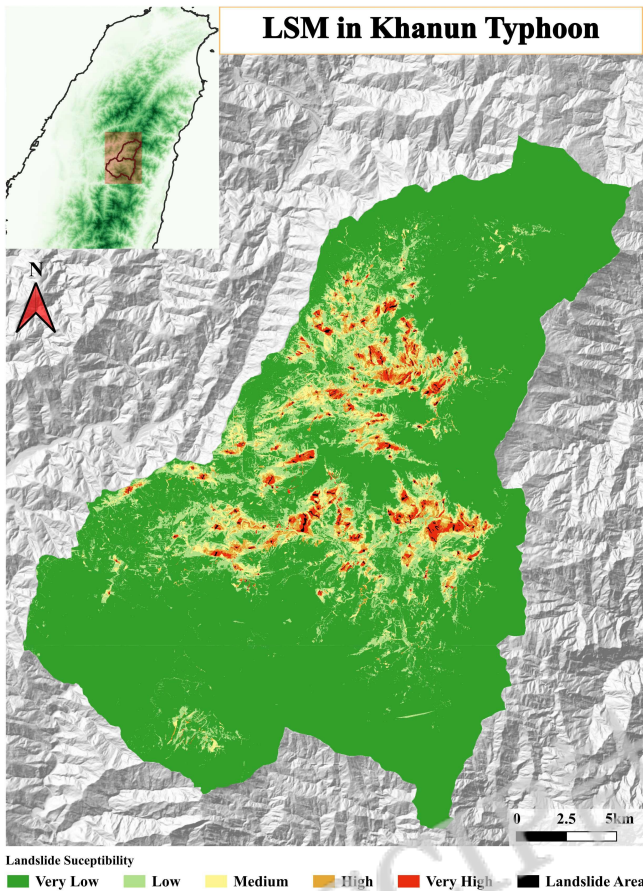
保留各場颱風的降雨歷程



全球暖化程度

比較基期與暖化後的降雨變化

評估氣候變遷下颱風降雨可能造成的坡地崩塌變化



看「哪裡」

快速產製區域崩塌
潛勢分布

看「條件」

連結降雨、地形、
地質與土地利用

看「情境」

同一套模型可輸入
不同未來條件

卡努颱風崩塌潛勢地圖；模型結果用於後續暖化情境與調適情境比較。

	Train	Test	Khanun (卡努)	Haikui (海葵)
Precision	1.000	0.763	0.798	0.761
Recall	0.984	0.847	0.931	0.926
F1-score	0.992	0.802	0.859	0.836

借鏡歷史崩塌產製模型，幫助建立後續氣候與調適情境分析的共同平台。

暖化下，部分區域的崩塌頻率呈上升趨勢



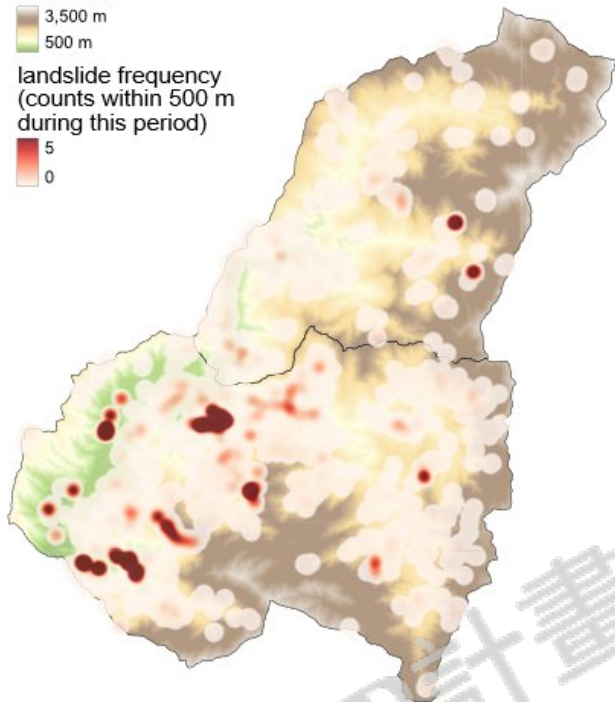
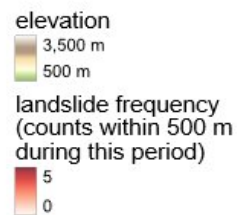
Landslide Frequency map - baseline



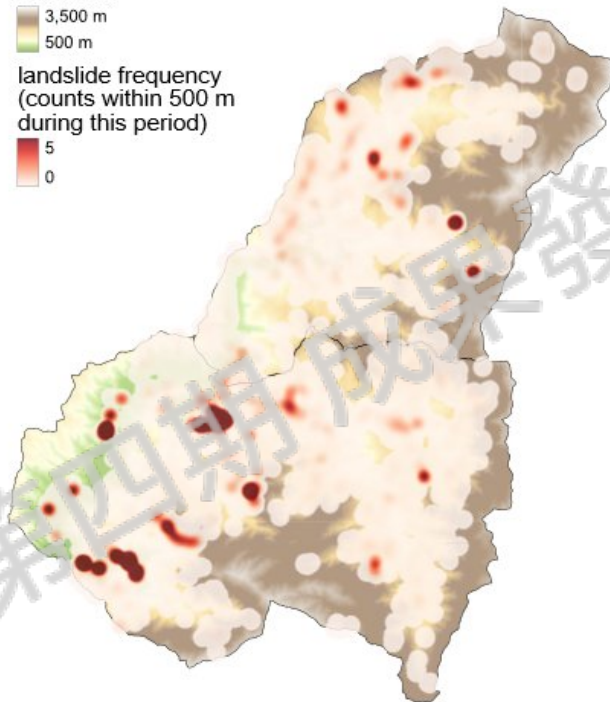
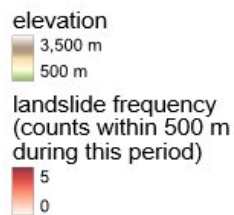
Landslide Frequency map - 2°C



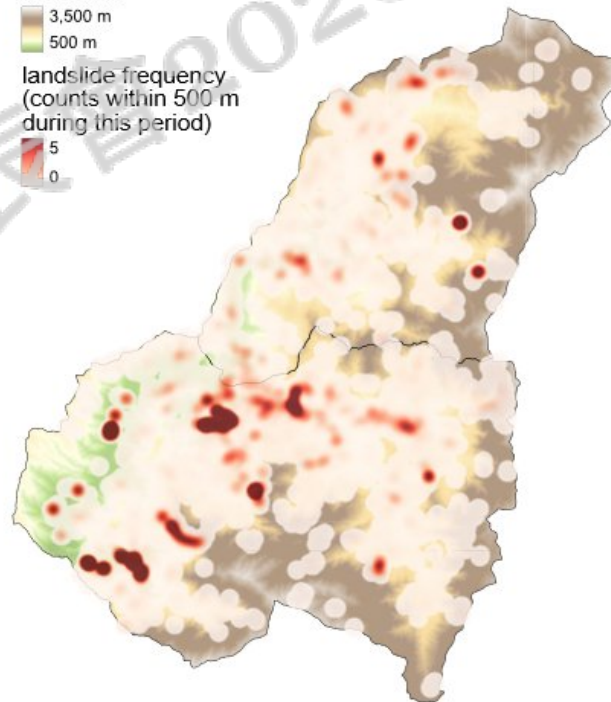
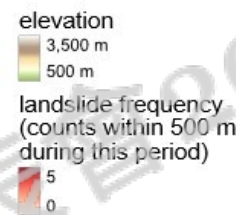
Landslide Frequency map - 4°C



基期



+2°C



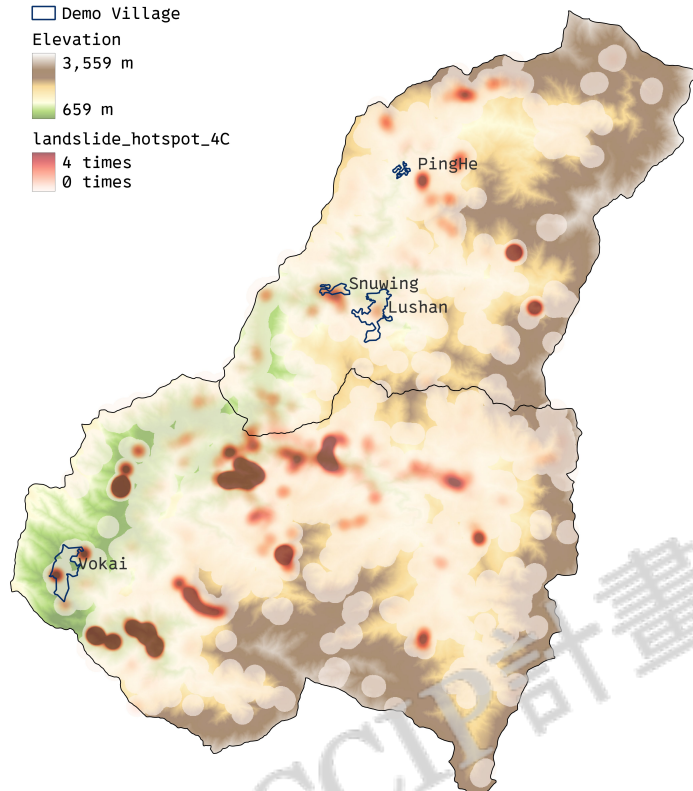
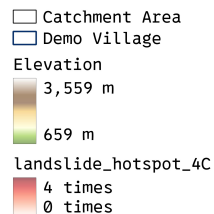
+4°C

隨暖化程度增加，模型推估的崩塌頻率整體呈上升趨勢，
且高頻區域有增加的情形。

知道哪裡危險之後，我們更想問：能否降低風險？



Demonstration Village



選擇崩塌熱區附近的示範聚落

調適候選因子：土地利用與林種組成；SHAP 用於協理解模型重要因子。

找出熱區

哪裡需要優先關注？

解釋模型

哪些因素拉高潛勢？

加入專家判斷

哪些因素實際可調整？

建立調適情境

修改土地利用 / 林種條件

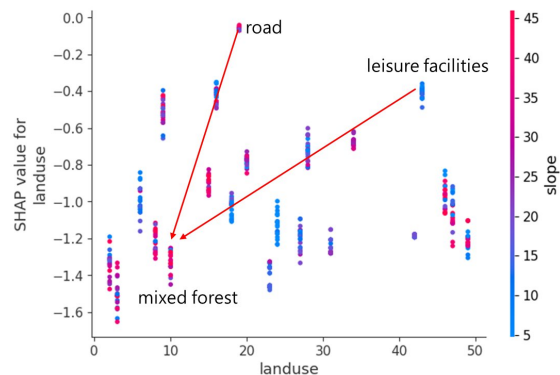
建立「情境測試」：用模型比較調適前後，評估調適效益。

SHAP

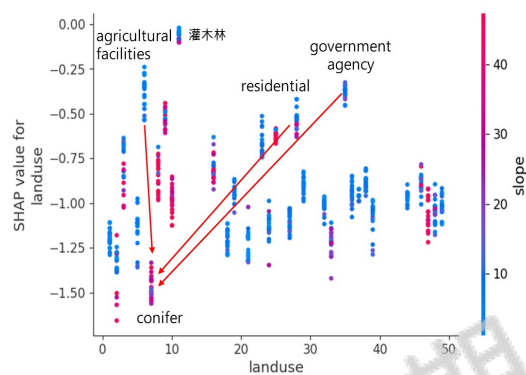




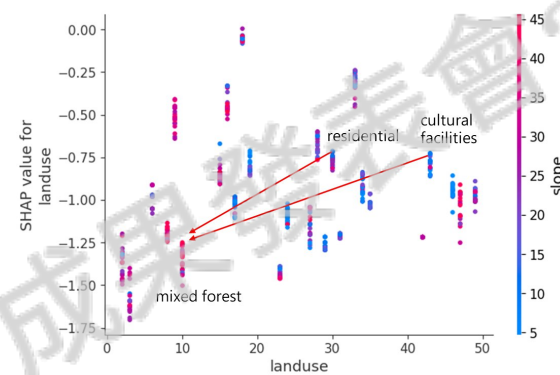
史努櫻



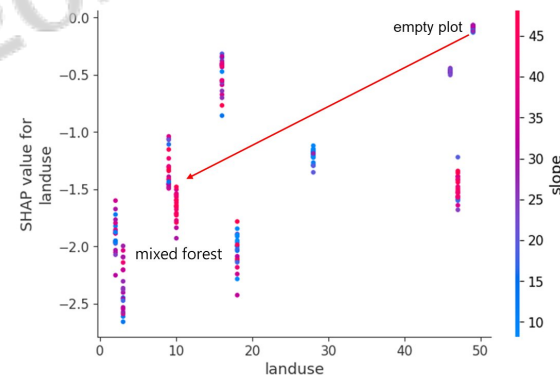
武界



廬山



平和



模型情境設定（示範）：

將部分土地利用類別假設轉換為不同林種類別，比較調整前後的模型推估崩塌潛勢

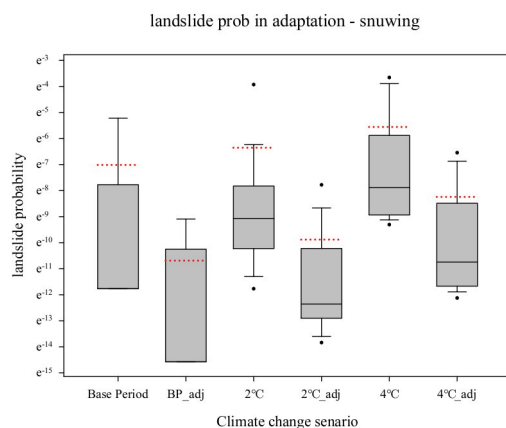
- 休閒設施、文化設施、空置地等 ☞ 混淆林
- 農業相關設施、政府機關設施 ☞ 針葉林

土地利用 / 林種管理可作為後續調適規劃的候選方向，仍需搭配現地與跨領域評估。

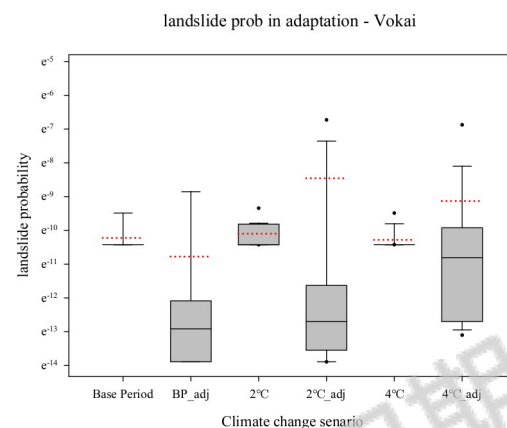
調適情境測試：調整後崩塌潛勢呈下降趨勢



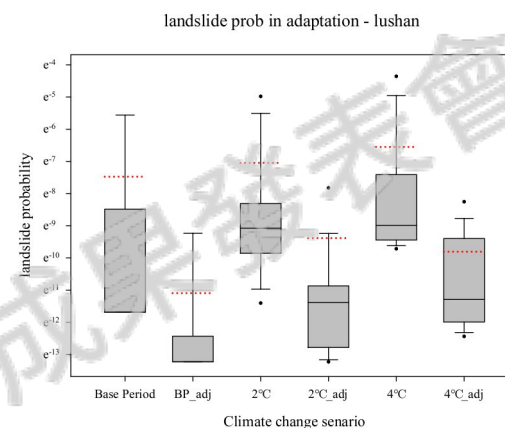
史努櫻



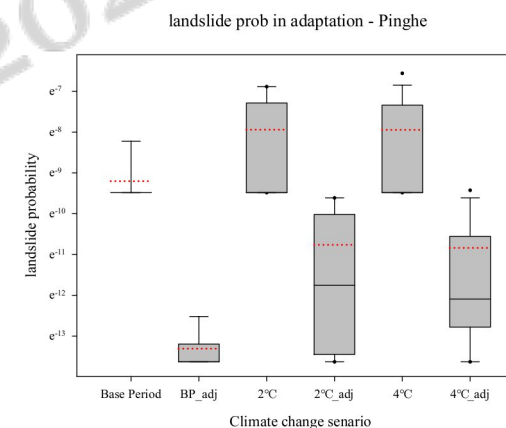
武界



廬山



平和



模型情境設定（示範）：

將部分土地利用類別假設轉換為不同林種類別，比較調整前後的模型推估崩塌潛勢

- 休閒設施、文化設施、空置地等 ☾ 混淆林
- 農業相關設施、政府機關設施 ☾ 針葉林

4 個示範聚落在不同暖化情境下，
調整後的模型預測崩塌潛勢皆呈下降趨勢。

土地利用 / 林種管理可作為後續調適規劃的候選方向，仍需搭配現地與跨領域評估。

從風險辨識，走向調適作為的事前測試

**現在**

風險辨識

辨識目前較可能發生崩塌的區域

建立示範區的崩塌潛勢空間分布

未來

未來情境

比較不同暖化 / 降雨情境下的潛勢變化

回答「未來風險可能往哪裡改變」

測試

調適情境

調整土地利用或林種等可變因子

事前比較不同假設情境下的模型結果

本研究能做到的： 提供一個「事前比較氣候變遷情境下調適手段」的示範方法，協助篩選值得進一步研究的方向。

研究限制： 尚未完成政策可行性、成本效益、跨區驗證、或現地成效驗證，因此不是直接的決策依據

定位： 方法示範與情境測試工具，而非直接告訴主管機關「應採取哪一種措施」。

謝謝聆聽 敬請指教

TCCIP 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台
Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform

NSTC 國家科學及技術委員會
National Science and Technology Council

NCDR 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction