

## 風險地區 AI 時空管理：2025 年花蓮縣光復鄉模擬分析芻議

張世賢\*

### 摘要

風險地區，危機重重；時空變化甚複雜，超越人腦想像，要以 AI 補強。本文以 AI 時空管理的觀點，探討 2025 年花蓮縣光復鄉堰塞湖水災，可以利用 AI 模擬分析，建立救災整合模型。本研究擬採用模擬研究法，建立「雨量與堰塞湖時空模型」，探討可能溢流、潰流情況，與「雨量影響當地交通時空模型」整合起來，建立「救災整合模型」。因無相關大數據，只能提供芻議，做為未來模擬研究的前瞻作業。本文研究建議：政府主管機關平素應以 AI 無人機測量，建立詳細防災大數據，作為建立 AI 時空管理模型，提供給防災單位參考。

**關鍵詞：**風險地區、AI 時空管理、花蓮縣光復鄉、模擬分析

### 壹、前言

#### 一、研究問題

2025 年 7 月 21 日，颱風薇帕帶來暴雨引發花蓮縣光復鄉大規模山崩，堵塞馬太鞍溪上游，形成堰塞湖。9 月 23 日，颱風樺加沙帶來的暴雨造成該堰塞湖溢流並導致下流嚴重水災。花蓮縣光復鄉是風險地區，本文以 AI 時空管理的觀點，探討 2025 年花蓮縣光復鄉堰塞湖水災的模擬分析，建立救災整合模型將「雨量與堰塞湖時空模型」可能溢流、潰流情況，與「雨量影響當地交通時空模型」整合起來，建立「救災整合模型」。因無相關大數據，只能提供芻議，做為未來精細研究的前瞻作業。

---

\*中華城市管理學會監事。本文初稿在中華城市管理學會 (2025)《2025 聯合年會暨論文研討會》(論文宣讀)，12 月 13 日，成功大學。E-mail: chang.shihhsien @gmail.com

收件：2025 年 12 月 13 日。 同意刊登：2025 年 12 月 22 日

## 二、研究目的

本論文研究目的在建立花蓮縣光復鄉堰塞湖相關性模擬模型；因數據不足，只能提供如何做相關性模擬模型的敘述性描述。未能實際演算，只是芻議。但至少探討及：1.馬太鞍溪堰塞湖的形成、2.馬太鞍溪堰塞湖的危機爆發、3.馬太鞍溪堰塞湖發展狀況、4.太鞍溪堰塞湖 2025 年 11 月 13 日狀況。以供後續研究參考。

## 三、名詞界定

### 1.風險地區

風險地區，本文指因地震、颱風等災害，發生土石流、崩塌、淹水、地貌變形、房屋沖毀、倒塌、人命喪失等災害的區域。從政府的「巨量空間資訊系統」或「防災小學堂」等平台查詢，可了解特定區域的災害潛勢。這些區域會設定降雨量注意值，當降雨量達到警戒標準時，當地民眾會收到預警訊息。

### 2.堰塞湖

堰塞湖 (landslide dam)指山崩、落石、或熔岩堵塞河道，儲水所形成的湖泊。通常為地震、風災、火山爆發等自然原因所造成。當堰塞湖構體受到沖刷、侵蝕、溶解、崩塌等作用，堰塞湖便會出現「溢流」，最終會因為堰塞湖構體處於極差地質狀況，演變成「潰堤」現象，瞬間發生山洪爆發的洪災，對下游地區有著毀滅性破壞 (維基百科，2025a，堰塞湖)。

### 3.人工智慧

人工智慧 (artificial intelligence，簡稱 AI)，指由人類製造出來的機器所表現出來的智慧。人工智慧包括「人工」和「智慧」。「人工」即由人設計、創造、製造。人工智慧是指以電腦程式，呈現人類智慧的技術。人工智慧能夠從過去的經驗中學習，做出合理的決策，並快速回應 (張世賢，2023b)。人工智慧的四個主要組成部分是：1. AI 具有與人類相互溝通的能力、2. AI 具有辨識能力、3. AI 具有大容量的數據庫、演算、邏輯處理、組合、轉換等功能、4. AI 在賦予「特定條件」下，具有決策功能 (張世賢，2023a,b,c)。

### 4. AI 時空管理

風險地區，因時間不同，其空間內容，會有不同變化，AI 可以依據相關變數，建構成模型，進行時空管理。例如，堰塞湖的安全評估。可以利用 AI 時空管理，快速且準確地評估其安全性。其方法係利用人工智慧，以隨機森林方法和 XGBClassifier 方法建構成模型。模型需具有穩定性、準確度、精確度、召回率和 F1 分數等指標 (Li et al., 2024)。

### 5.整合模型

整合模型 (Model INTEgration，簡稱 MINT)，例如水患處理，將各相關模

型：天氣模型、水文模型、農業模型和計量經濟學模型，以及運行這些模型所需的大量數據。而地理空間和時間方面的數據和模型是這些問題的核心考慮重心。整合模型所構成的「模型框架」可用於分析自然系統和人類系統之間在水資源供應和糧食生產方面的相互作用。模型是物理系統的理想化表示，可用於表徵、理解、預測和管理系統。建模方法可以有很大差異，從經驗（例如，基於先前事件的特定區域天氣事件的可能重現期）到理論（例如，生物地球物理定律），從 2D 到 3D 空間範圍，變化的空間和時間粒度 (granularities) 以及不同的簡化和假定 (張世賢，2023b)。

## 6.轉換

人工智慧可以評估資訊、識別模式、將模式轉換(transform)為規定的變數、根據行動閾值衡量變數、識別最高價值的選項並做出決策 (Andrews et al., 2022)。人工智慧能夠自主決策，就能生成 (generative)。是生成式 AI，開放式 AI (open AI)，人類能夠與機器人聊天(chat)；其中預訓練、轉換很重要，成為最新人工智慧，Chat GPT，快速解決風險地區危機問題 (張世賢，2023b)。

## 貳、文獻探討

本文之文獻探討呈現 AI 技術加強研究模擬預測的發展情況。Bai 和 Wang (2015) 將「支援向量機方法」(support vector machine, 簡稱 SVM) 與傳統的回歸演算法結合，透過 121 個案例的分析，建立了用於快速評估堰塞湖穩定性的 CRR-SVM 模型。儘管堰塞湖穩定性預測獲得進展，但針對缺失資料問題的研究仍有限。後來，Shi 等人 (2022) 引入了 XGBoost 演算法來處理隨機缺失數據，該演算法從包含 2783 個案例的數據集中提取數據。然而，他們的研究僅使用了三個案例來證明所提模型的適用性和準確性。整體而言，人工智慧技術在快速且準確地評估堰塞湖的安全性方面展現出潛力，但在應對缺失資料方面尚有不足。Li 等人 (2023) 基於 880 個案例的模擬結果，開發了一個替代模型來計算「安全係數」(FOS)，並將堰塞湖之湖體分為穩定、不穩定和邊緣穩定三類。Li 和 Chun (2023) 採用人工神經網路 (ANN) 模型預測堰塞湖的穩定性，透過三個參數(穩定性、維持度、變異度)的「獨熱編碼」(One-Hot Encoding) 考慮資料類型，該模型來自 84 個與 DBI 方法一致的案例。

張世賢(2023b)探討政策問題解決的「整合模型」(integrated models)，例如，2019 年澳洲政府在「水危機期間」，對於乾旱的原因、影響、解決方案等主題，以人工智慧進行風險評估 (Yigitcanlar et al., 2023；張世賢，2023b)。其過程，係以 AI 釐清水患的複雜問題，進行「模型整合」(Model INtegration, 簡稱 MINT) 成「模型框架」。模型框架包括一系列天氣、水文、農業和計量經濟學模型，以及運行這些模型所需的數據。數據和模型的地理空間和時間方面是這些問題的核心考慮因素。於是，將複雜的政策問題釐清為容易了解的政策問題 (Gil, Garijo, Khider et al., 2021)。

Li 等人 (2024)研究「利用人工智慧模型增強堰塞湖穩定性預測：與傳統方法的比較研究」，以 ChatGPT 4.0 (OpenAI, 2023) 為代表，人工智慧 (AI) 技術可以應用於各個領域，以提高效率並輔助人類決策。他們旨在利用隨機森林方法和 XGBClassifier 方法填補這一空白。他們並未排除任何缺失值的情況，而是以零值或 NaN (非數字) 值來取代缺失資料。之後，他們發展了六個人工智慧模型來快速預測堰塞湖的穩定性。對六種用於評估堰塞湖穩定性的人工智慧分類器模型進行了比較分析，分別採用了隨機森林方法和 XGBClassifier 方法。這些模型基於七個輸入開發：壩高、壩長、壩寬、壩容量、堰塞湖容量、集水面積和壩體材料，其中一個輸出代表穩定性。此外，這些創新模型使用零填充或 NaN (非數字) 填充來處理具有缺失值的堰塞湖數據，並可使用和不使用對數轉換。這六個人工智慧模型的穩定性性能使用準確度、精確度、召回率和 F1 分數等指標進行評估。此外，還收集了 16 個現場堰塞湖的數據，並將其用作評估案例研究。研究發現，在六個模型中，整合 NaN 值並結合對數轉換的 XGBClassifier 模型的分類準確率最高，約為 75.33%。此外，該模型在預測實際不穩定大壩時，F1 值最高，為 0.82。在案例研究中，該模型的準確率也達到了 68.75% 左右，顯著優於傳統方法，例如阻塞指數 (BI) 的準確率為 31.25%，無量綱阻塞指數 (DBI) 的準確率為 37.50%。因此，與傳統方法相比，人工智慧模型在顯著提高堰塞湖穩定性快速預測方面展現出巨大潛力。

這些基於人工智慧的快速預測模型也使用「獨熱編碼」來考慮資料類型。與傳統方法相比，他們提出的方法在 16 個實際場地的穩定性預測中表現出更高的準確性。透過利用人工智慧技術的潛力，該方法尤其是在時間和數據可用性有限的情況下，對於增強堰塞湖穩定性的快速預測具有重要價值。

## 叁、研究方法

### 一、模擬研究法

模擬研究法是透過模仿真實或假設系統的動態過程，以揭示其特性的一種研究方法。它藉由建立模型來再現系統各要素的相互作用，並分析變數間的關係與發展。模擬研究法的核心要素：變數定義：明確定義模型中的變數。變數間關係：建立變數之間的相互作用規則。變數操縱規則：設定如何操縱變數以觀察其影響。電腦模擬：使用電腦程式來模擬系統的動態過程，例如利用程式模擬人類的認知行為或複雜的經濟系統。注意事項：模型準確性：需要確保模擬模型能盡可能精確地對應真實或假設情境。驗證：模擬研究之後，通常需要進一步的實驗研究來加以驗證，以確保模擬結果的有效性。

### 二、資料蒐集

模擬研究法需蒐集人工智慧書籍、論著、以及花蓮縣光復鄉當地觀察報導資訊，包括：花蓮縣政府（花蓮縣政府馬太鞍溪堰塞湖資訊專區網站）、公視新聞網（花蓮太魯閣現堰塞湖恐潰決 民眾勿進天祥至太魯閣路段），以及整理資料，例如：維基百科（花蓮馬太鞍溪堰塞湖災害）、商周（馬太鞍溪堰塞湖懶人包：花蓮光復災情、形成原因、溢流時間軸）等等。只有 2025 年 7 月 21 日至 11 月 11 日，堰塞湖蓄水量、滿水位蓄水量、蓄水量百分比、湖域面積、水位高程、溢流口下切深度數據。見表 1。

表 1

馬太鞍溪堰塞湖蓄水量與湖域面積列表（2025 年 7 月 21 日—11 月 11 日）

日期	蓄水量 (萬立方公尺)	滿水位蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量百分比 (%)	湖域面積 (公頃)	水位高程 (公尺)	溢流口下切深度 (公尺)	註釋	資料來源
7 月	21 日	8,600					崩塌形成堰塞湖，壩高約 200 公尺，集水區 6,323 公頃	[81]
	25 日		16.3	18				[82]

日期		蓄水量 (萬立方公尺)	滿水位蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量百分比 (%)	湖域面積 (公頃)	水位高程 (公尺)	溢流口下切深度 (公尺)	註釋	資料來源
8 月	12 日	2,200	9,100	25.6	45	1,058		<a href="#">颱風楊柳</a> 的陸上颱風警報期間	<a href="#">[83]</a>
	14 日	3,667		42.6		1,085			<a href="#">[84]</a>
	20 日	4,800		52.7	82	1,099		更新滿水位蓄水量為 9,100 萬立方公尺	<a href="#">[85]</a>
	29 日	5,450		59.9	91	1,107.5			<a href="#">[86]</a>
9 月	20 日	6,616	9,100	72.7	109	1,119.09			<a href="#">[87]</a>
	23 日	8,637		94.9	137	1,135.4		<a href="#">颱風樺加沙</a> 的海上颱風	<a href="#">[88]</a>



日期		蓄水量 (萬立方公尺)	滿水位蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量百分比 (%)	湖域面積 (公頃)	水位高程 (公尺)	溢流口下切深度 (公尺)	註釋	資料來源
								警報期間，蓄水量為該日上午數據	
		9,100		100	140	1,139	33	蓄水量為該日下午溢流前的數據	<a href="#">[89]</a>
	24 日	2,300		25.3	50	1,060	80	堰塞湖水已縮減 75%	<a href="#">[90][91]</a>
	25 日	1,100		12.1	16	1,026	105	堰塞湖水已縮減 88%	<a href="#">[92]</a>

日期		蓄水量 (萬立方公尺)	滿水位蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量百分比 (%)	湖域面積 (公頃)	水位 高程 (公尺)	溢流口下 切深度 (公尺)	註釋	資料 來源
	26 日	700		7.7	15.5	1,025	113	堰塞 湖水 已縮 減 92%	<a href="#">[67]</a> <a href="#">[93]</a>
	27 日	675		7.4	15	1,024.07	114		<a href="#">[94]</a> <a href="#">[95]</a>
	28 日	600		6.6	13.5	1,021	118		<a href="#">[96]</a>
	29 日	610		6.7	13				<a href="#">[97]</a>
	30 日	595		6.5	12.8	1,020.5	不適用		<a href="#">[98]</a>
10 月	1 日	585		6.4	12.6	1020.3	118.7	以無人機 <a href="#">空拍</a> 確認 湖域 面積、 水位	<a href="#">[99]</a>
	2 日	580				1020	119		<a href="#">[100]</a>
	4 日	590		6.5		1020.4	118.6		<a href="#">[101]</a>



日期		蓄水量 (萬立方公尺)	滿水位蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量百分比 (%)	湖域面積 (公頃)	水位 高程 (公尺)	溢流 口下 切深度 (公尺)	註釋	資料 來源
	5 日	585		6.4		1020.3	118.7	高程、 溢流 口下 切深度幾乎無 變化	<a href="#">[102]</a>
	7 日					1020	119		<a href="#">[103]</a>
	10 日	580				1019.8	119.2		<a href="#">[104]</a>
	11 日	155		1.7		1019.7	119.3	重新安裝 <a href="#">水位計</a> ，並以 <a href="#">小型無人船</a> 測量水深確認蓄水量	<a href="#">[105]</a>
	15 日	150.9						湖域面積、	<a href="#">[106]</a>
	24 日	150						水位高程、 溢流	<a href="#">[107]</a>

日期		蓄水量 (萬立方公尺)	滿水位蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量百分比 (%)	湖域面積 (公頃)	水位高程 (公尺)	溢流口下切深度 (公尺)	註釋	資料來源
								口下切深度幾乎無變化	
11 月	11 日	90.4		1	8.6	1013.9	125.1	<a href="#">颱風鳳凰</a> 外圍環流與東北季風的共伴效應	<a href="#">[108]</a>

資料來源：各日期資料來源代號，見維基百科 (2025b)。

### 三、分析方法

人工智慧 (AI) 建構「模型框架」(modeling framework)，更為高效且對政策規劃有用。這項工作效用包括 (Gil, Garijo, Khider et al., 2021)：

- (1).確認不同版本和設置的模型，支持其執行，並確定用於決策的關鍵「模型變項」(model variables)，以便使用限制建模選擇的建模目標
- (2).人工智慧根據「模型變項」(modeling variables) 對數據集(datasets)進行語義表示，以使用於自動數據選擇和數據轉換(transformations)。
- (3).引導使用者進行互動「場景探索」(scenario exploration)，使用者提供建模目標，指導其依據建模步驟，受限的選擇，自動化數據準備，實現其目標。
- (4).提供執行框架，展示如何使用此人工智慧技術，進行分析複雜的系統，以便

支持一系列潛在場景(scenarios)和干預措施 (interventions)，用於決策 (Gil, Garijo, Khider et al., 2021；張世賢，2023b)。其過程為：

### 1.建立雨量與堰塞湖時空模型。

雨量與堰塞湖時空模型是利用降雨資料與地形資料，透過建立數值或立體模型，模擬堰塞湖的形成、演變過程，並評估其在空間上的分布及時間上的變化，以預測其穩定性及潛在風險。

#### (1) 模型建立

需要：**A 地形資料**：利用高解析度航測影像、雷射掃描（LiDAR）等方式，建立堰塞湖周遭區域的詳細三維地形模型。**B 雨量資料**：收集歷史雨量數據，並結合天氣預報資訊，模擬不同降雨強度和持續時間對壩體累積的影響。**C 數值模型**：建立包含壩體幾何形狀（如湖高、湖長、湖面堆積角度）和材料特性（如崩塌土體堆積特性）的數值模型，以模擬土體在水流、重力、地震等外力作用下的行為。**D 三維立體模型**：將數值模型結果轉化為三維可視化模型，如利用不同顏色的網格代表不同時期的水量或壩體變化，增加模型的直觀性。

#### (2).模型模擬與評估

模型模擬與評估包括：**A 堰塞湖形成模擬**：模擬地震或強降雨導致山坡崩塌，土體堆積在河道形成堰塞壩的過程。**B 壩體穩定性評估**：模擬不同降雨情境下，湖水對壩體的累積作用力，評估壩體失穩的機率與潛在的潰決風險。**C 水流模擬**：模擬堰塞湖潰決後，洪水向下游河道擴散的範圍、流速與深度，預測下游地區的淹水潛勢。

### 2.建立雨量影響當地交通時空模型。

救災，一定要關心救災的交通狀況。雨量會透過多種情況【模型】影響交通。例如，透過「多層線性模型」，分析降雨強度對道路車速的影響，並研究路況、車流等因素。此外，還有研究使用「格林希爾茲模型」（Greenshields Model）來分析暴雨對道路通行能力造成的折減係數，並對不同天候（正常、小雨、中雨、暴雨）的車流特性進行比較分析。有幾種模型與影響：

#### (1)多層線性模型

應用：研究降雨強度如何影響城市道路的平均行駛車速。

數據：結合道路特徵、交通車速數據和降雨量數據進行分析。

發現：降雨強度與車速之間存在明顯的負相關性，降雨越大，車速越慢。

#### (2)格林希爾茲模型

應用：評估暴雨等惡劣天氣對城市道路通行能力造成的影響。

數據：使用天氣數據和道路線圈檢測器數據，比較不同天氣條件下的車流特性

（流量-密度關係）。

發現：暴雨會導致路面積水和視線不佳，進而降低道路通行能力，影響係數會因天氣狀況而異。

### (3)模型分析重點

A 降雨強度：模型的關鍵變數之一，與車速和通行能力有直接關係。

B 道路特性：不同類型的道路（如主幹道、次幹道）在相同天氣下的通行能力可能不同。

C 車流特性：模型會分析不同天候下，車流量、車輛密度和車速之間的關係。

D 視線與路況：暴雨會造成路面積水和視線障礙，直接影響駕駛行為和安全。這些模型為了解雨量如何影響交通提供了量化分析的工具，有助於交通管理部門制定應對策略，例如在雨天進行交通疏導或加強道路維護。

### 3.建立救災整合模型

將「雨量與堰塞湖時空模型」可能溢流、潰流情況，與「雨量影響當地交通時空模型」整合起來，建立「救災整合模型」。

## 肆、花蓮縣光復鄉馬太鞍溪堰塞湖實況

目前，蒐集到的資訊，極為粗糙，本論文只能做敘述性描述，因無相關大數據，未能利用文獻檢討所得之模擬模型，進行分析，本文只依據事實說明。

### 一、馬太鞍溪堰塞湖的形成

馬太鞍溪堰塞湖的形成，起因於 2024 年 4 月 3 日的大地震，山區土石鬆動。隨後在 2025 年 7 月 21 日薇帕颱風帶來豪雨，引發馬太鞍溪上游大規模邊坡崩塌，堆積大量土石堵塞河道，最終形成堰塞湖。形成過程是：崩塌的土石和岩塊堆積在河谷，形成了寬達兩公里的「堰塞湖」，截斷了馬太鞍溪的流向，上游的水流因此匯集成湖（維基百科，2025b）。

### 二、馬太鞍溪堰塞湖的危機爆發

颱風樺加沙來襲的前夕，2025 年 9 月 17 日，農業部根據國立陽明交通大學團隊的馬太鞍溪堰塞湖調查資料，建議花蓮縣政府預防性撤離 259 戶、共 697 人。交通部中央氣象署於 9 月 21 日發布颱風樺加沙海上陸上颱風警報，中央災害應變中心於上午預估堰塞湖可能於 25 日溢流。隨後，內政部召集國立臺灣大學、國立成功大學與國立中興大學的水利、土木與地政專家團隊，以及國家災害防救科技中心重新評估馬太鞍溪堰塞湖的災害風險評估與套繪影響範圍，結果顯示「非常嚴重」。當晚，內政部將緊急撤離範圍擴大到光復鄉、鳳林鎮及萬榮鄉共計 12 個村里 1,800 戶，總計約 8,000 多人。直到 9 月 23 日 13 時 30 分，安置人數總計 1,837 戶，實居人數共 8,524 人。其中收容安置 185 人、依親 3,100 人、其餘 5,239 人選擇疏散至二樓或更高樓層的垂直避難。堰塞湖因

受颱風樺加沙外圍環流暴雨影響，發生多次溢流。事發後，馬太鞍溪的南岸堤防及台 9 線馬太鞍溪橋遭龐大洪流沖毀，下游的光復鄉境內多處亦因而遭洪水淹沒，導致多人傷亡與嚴重災損。見表 1。(維基百科，2025b)。

### 三、馬太鞍溪堰塞湖發展狀況

9 月 24 日 11 時 52 分，花蓮縣警察局鳳林分局接獲中央災害應變中心通知，堰塞湖將有第三波溢流，鳳林分局緊急派員封鎖縣道 193 禁止車輛進入，並管制箭瑛大橋及南側光復、富田入口，只開放工程車進入。同時警察、消防及軍方人員駕車於光復鄉市區沿路緊急廣播，要求仍在市區的居民與救難人員立即往高處或光復糖廠方向疏散。爾後中央災害應變中心表示，經觀測堰塞湖並無第三波洪峰，僅是正常溢流，警報解除後恢復救災。見表 1。(維基百科，2025b)。

9 月 28 日中午，一度謠傳堰塞湖潰堤的消息，導致街區廣播撤離引發災區恐慌。經中央災害應變中心查證，未有大量湖水下流或崩塌的發生。經濟部水利署第九河川分署則說明當時狀況為工程單位嘗試將河水引流改道至它處時，發生水流變大的情形，但不會造成災區危險。花蓮前進協調所於同日 13 時澄清並無溢流，流傳的是假訊息。另根據在災區的《ETtoday》記者指出，工程單位未事先告知當日嘗試引流河水的工程，導致民眾發覺水勢變湍急，通知救災群組引發恐慌。同日下午也發生花蓮縣警察局輪值人員誤解中央協調所指揮官指示，將「如洪水達紅色警戒應立即通報」錯認為當下應立即發布海嘯警報，導致警報誤鳴。見表 1。(維基百科，2025b)。

10 月 8 日 7 時 52 分，花蓮縣吉安鄉發生芮氏規模 5.0、最大震度 4 級的地震。經林業保育署查看網路攝影機、空拍影像，確認僅堰塞湖下游兩側深槽有部分土砂崩落，但無重新阻塞。見表 1。(維基百科，2025b)。

馬太鞍溪堰塞湖 2025 年 10 月 16 日的情況是水位已大幅下降，蓄水量約為溢流前的 \((1.7\%)\)，但因土石壩體結構不穩定，仍有再次潰堤的風險，因此維持紅色警戒狀態。見表 1。(維基百科，2025b)。

1.現況水位與蓄水量：堰塞湖水位高程為 \((1019.7)\) 公尺，湖區面積 \((12.6)\) 公頃，蓄水量約為 \((151)\) 萬噸，較潰壩前已大幅減少。見表 1。(維基百科，2025b)。

2.溢流狀況：水流持續從溢流口穩定流出，目前並無異狀。土石壩體：壩體由鬆散的土石構成，結構不穩定，專家評估若進行降挖或爆破等工程，可能引發更大規模的崩塌。見表 1。(維基百科，2025b)。

3.馬太鞍溪堰塞湖水位高程 1019.7 公尺，湖區面積 12.6 公頃，蓄水量為 151.0 萬噸，溢流破壞後至今水位高程已下降 119.3 公尺。10 月 16 日監測顯示，馬太鞍溪堰塞湖水位高程 1019.7 公尺，湖區面積 12.6 公頃，蓄水量為 151.0 萬噸，溢流破壞後至今水位高程已下降 119.3 公尺。見表 1。(維基百科，2025b)。

#### 四、馬太鞍溪堰塞湖 2025 年 11 月 13 日狀況

馬太鞍溪堰塞湖受到鳳凰颱風外圍環流及東北季風的共伴效應，11 月 10 日再次溢流，導致上漲的溪水淹沒並沖毀馬太鞍溪橋臨時便道，再次造成台 9 線交通中斷。11 月 13 日，因連日強降雨導致於 2 時 53 分時發生右岸崩塌，土石阻塞河道。林保署花蓮分署於 6 時 30 分發現，在馬太鞍溪堰塞湖溢流口下方 300 公尺處新形成 1 處堰塞湖，標高 1000 公尺，壩高 40 公尺，面積 7.6 公頃，滿水位約 100 萬公噸。此新堰塞湖原預估同日 16 時會達到滿水位後發生溢流，但提前至 13 時 30 分開始溢流，導致第 1 波溢流的洪水於 13 時 40 分抵達馬太鞍溪下游處 (維基百科，2025b)。

#### 伍、結論：研究結果與建議

AI 運用於花蓮縣光復鄉風險地區的時空管理之基本條件：應有充足的大數據。可是，實際狀況全無相關大數據。建議有關單位，應以 **AI 無人機** 測量獲得相關**大數據**：1. 颱風與下雨雨量關係的數據；2. 下雨雨量與溪流水位暴漲關係的數據；3. 下雨雨量、山坡土石崩塌、以及土石流多寡關係的數據；4. 土石流多寡與堵塞溪流關係的數據；5. 土石流堵塞溪流與堰塞湖形成的關係之數據；6. 堰塞湖與颱風下雨，造成堰塞湖溢流或潰堤的關係之數據；7. 颱風雨量與造成災害關係的數據；8. 堰塞湖溢流或潰堤對下游居民逃難交通的關係之數據；9. 堰塞湖溢流或潰堤對下游救災交通的關係等大數據。這些基本大數據都沒有，如何利用 AI 進行模擬模式、預測、防範、決策？

如有大數據應有其效益；1. 作為風險評估與預警：透過時空模型，提供給防災單位參考，2. 用於評估潛在的災害風險，並作為預警系統的決策依據。3. 作為災後復原計畫的依據：災害發生後，利用模型分析災害現況，協助專業單位研擬後續的整治對策，例如河道疏濬、壩體加固等。4. 作為教育與宣導：三維立體模型能讓民眾更直觀地理解堰塞湖的形成與災害樣貌，提升防災意識。其中，模擬分析：游威耀 (2025) 也提出建言：應進行極端情境模擬，評估堰塞湖崩積土石受颱風豪雨造成潰決，土石流對中、下游的衝擊範圍與程度，據此規畫安全溢流路線，並檢核下游橋樑結構的抗災能力。本文只是芻議。

#### 參考文獻

公視新聞網 (2025)。花蓮太魯閣現堰塞湖恐潰決 民眾勿進天祥至太魯閣路段。10 月 17 日。

花蓮縣政府 (2025)。花蓮縣政府馬太鞍溪堰塞湖資訊專區網站。10 月 17 日。

倪旻勤 (2025)。馬太鞍溪堰塞湖懶人包：花蓮光復災情、形成原因、溢流時間



- 軸。商周。9 月 26 日。
- 張世賢 (2023a)。都市災害跨域治理：複雜性理論觀點。複雜學，2(1)：5-17。
- 張世賢 (2023b)。人工智慧在政策規劃複雜性之應用。科際整合月刊，8(10)，1-9。
- 張世賢 (2023c)，人工智慧在公共治理的運用。科際整合月刊，8(11)，24-28。
- 張世賢 (2023d)，規劃需利用人工智慧：評析「美國規劃學會」的觀點。科際整合月刊，8 (11)，29-34。
- 張世賢 (2024)。人工智慧提升公共治理生產力。科際整合月刊，9(5)，15-23。
- 張光承、梁聖岳 (2025)。探勘災變現場，在自然與歷史交織的山林前線反思——馬太鞍堰塞湖特遣隊實錄。報導者，10 月 18 日。
- 游威耀 (2025)。堰塞湖土石仍有致災風險不可輕忽。聯合報，10 月 18 日，A12 版。
- 維基百科 (2025a)。堰塞湖。10 月 16 日，維基百科。
- 維基百科 (2025b)。花蓮馬太鞍溪堰塞湖災害。11 月 13 日，維基百科。
- Bai, H., & Wang, S. (2015). An Improved Classification Algorithm Applied on Landslide Dam Disaster Events Detection. *Transactions on Machine Design*, 3(2),46-53.
- Gil, Y., Garijo, D., Khider, D. et al., (2021). Artificial Intelligence for Modeling Complex Systems: Taming the Complexity of Expert Models to Improve Decision Making. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, 11(2), 11:1-40.
- Li, X., et al., (2024). Enhancing prediction of landslide dam stability through AI models: A comparative study with traditional approaches. *Geomorphology*, 454, 109120.
- Li, X., Chun, P.-j. (2023). Machine learning-based rapid prediction of landslide dam stability considering material types. In: Proc 3rd ZHITU Symp, pp. 20–22.
- Li, X., Nishio, M., Sugawara, K., Iwanaga, S., Chun, P.J., 2023. Surrogate Model Development for Slope Stability Analysis using Machine Learning. *Sustainability* 15 (14), 10793. <https://doi.org/10.3390/su151410793>.
- OpenAI. (2023). ChatGPT. <https://chat.openai.com/>.
- Shi, N. et al.(2022). Rapid prediction of landslide dam stability considering the missing data using XGBoost algorithm. *Landslides*, 19(12) ,2951–2963.
- Shark, A. R. (2025). AI: Five Questions Every Public Administrator Must Ask: As the technology transforms service delivery, it's essential to balance innovation, risk and public trust. *Management and Administration*, Opinion, October 14.
- Yigitcanlar, T., Li, R. Y. M., Beeramoole, P. B., & Paz, A. (2023). Artificial



Intelligence in Local Government Services: Public Perceptions from Australia and Hong Kong. *Government Information Quarterly*, 40 (3), Article number: 101833.

## **AI-powered Spatiotemporal Management of Risk Areas: A Simulation Analysis Proposal for Guangfu, Hualien, in 2025**

Shih-Hsien Chang\*

### **Abstract**

High-risk areas are fraught with danger; their spatiotemporal changes are extremely complex. They are beyond human imagination. We need the enhancement of AI capabilities to restore them. This paper explores the potential for a landslide dam in Guangfu, Hualien in 2025 from the perspective of AI spatiotemporal management, utilizing AI simulation analysis to establish an integrated disaster relief model. The research methodology will employ simulation to establish a "rainfall and landslide dammed lake spatiotemporal model," exploring potential overflow and collapse scenarios. This model will be integrated with a "rainfall impacting local transportation spatiotemporal model" to create an "integrated disaster relief model." Due to the lack of relevant big data, only preliminary suggestions can be provided as preliminary work for future simulation research. This study recommends that government authorities should routinely use AI drones for measurement to establish detailed disaster prevention big data, which can then be used to build AI spatiotemporal management models and provided to disaster prevention units for reference.

-----  
\*Supervisor. The Chinese Urban Management Association. The initial draft of this article was presented at The Chinese Urban Management Association (2025), The 2025 Joint Annual Meeting . December 13, National Cheng Kung University. E-mail: chang.shihhsien@gmail.com

Received: December 13, 2025.

Accepted: December 22, 2025.