



以支流土砂供給序率模式 結合堰塞湖潰壩模式 推估山區村落安全

洪啟耀 助理教授

國立中興大學水土保持學系

陳慈愔 博士候選人 卡艾瑋 教授

國立台灣大學土木工程學系

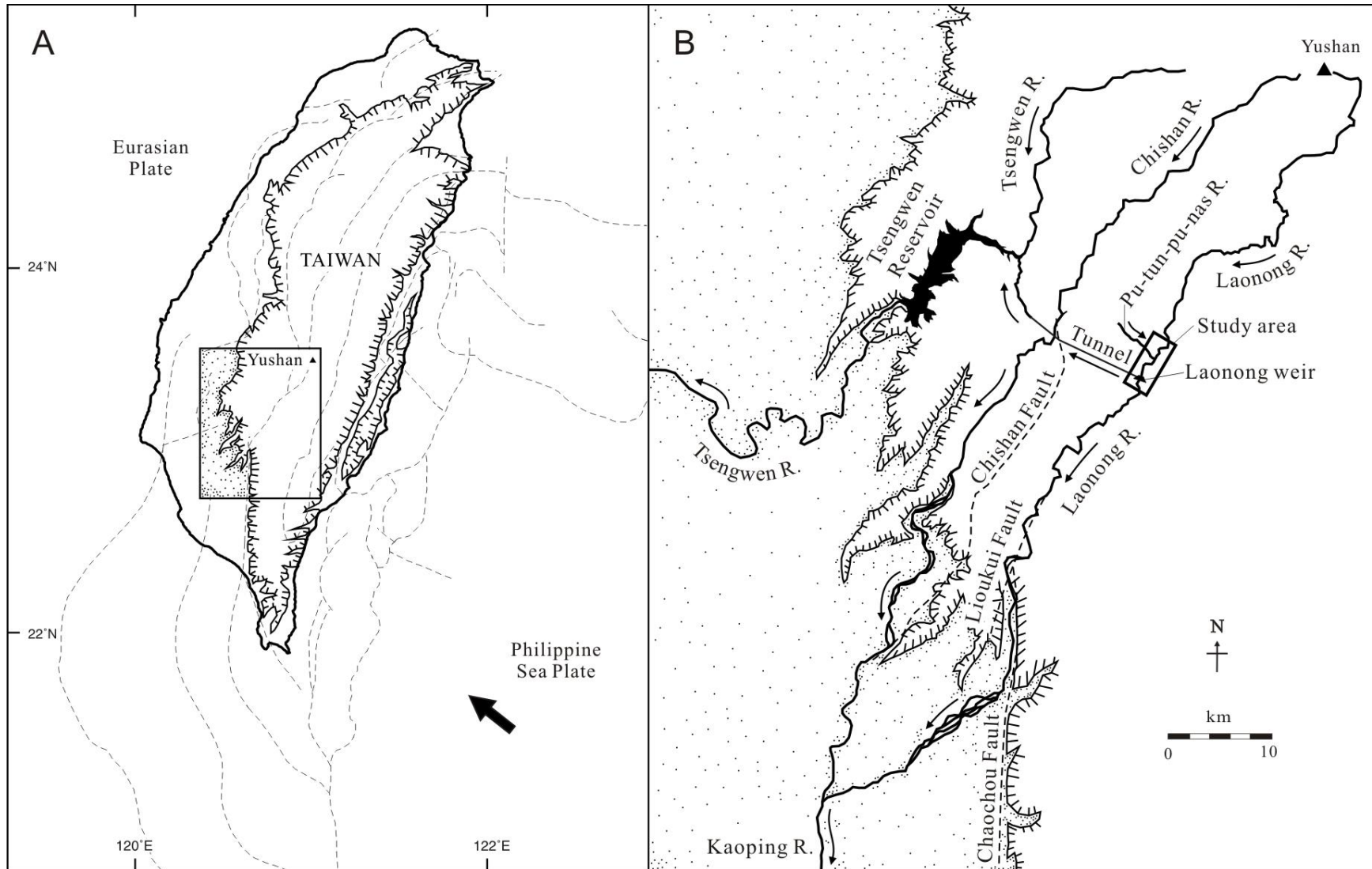
研究背景-案例介紹

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



(NTU, MHRG)

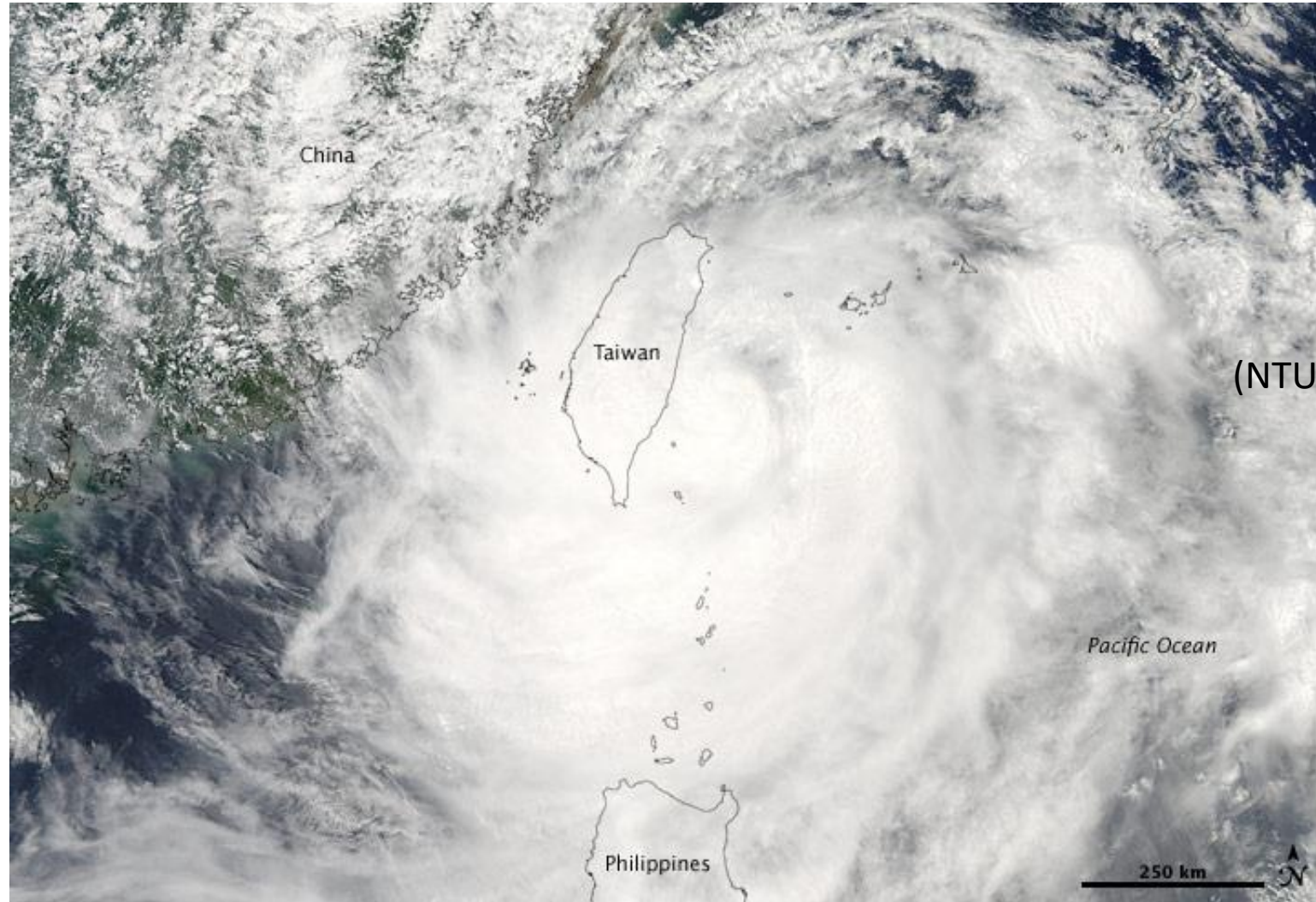
研究背景-案例介紹

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



研究背景-案例介紹

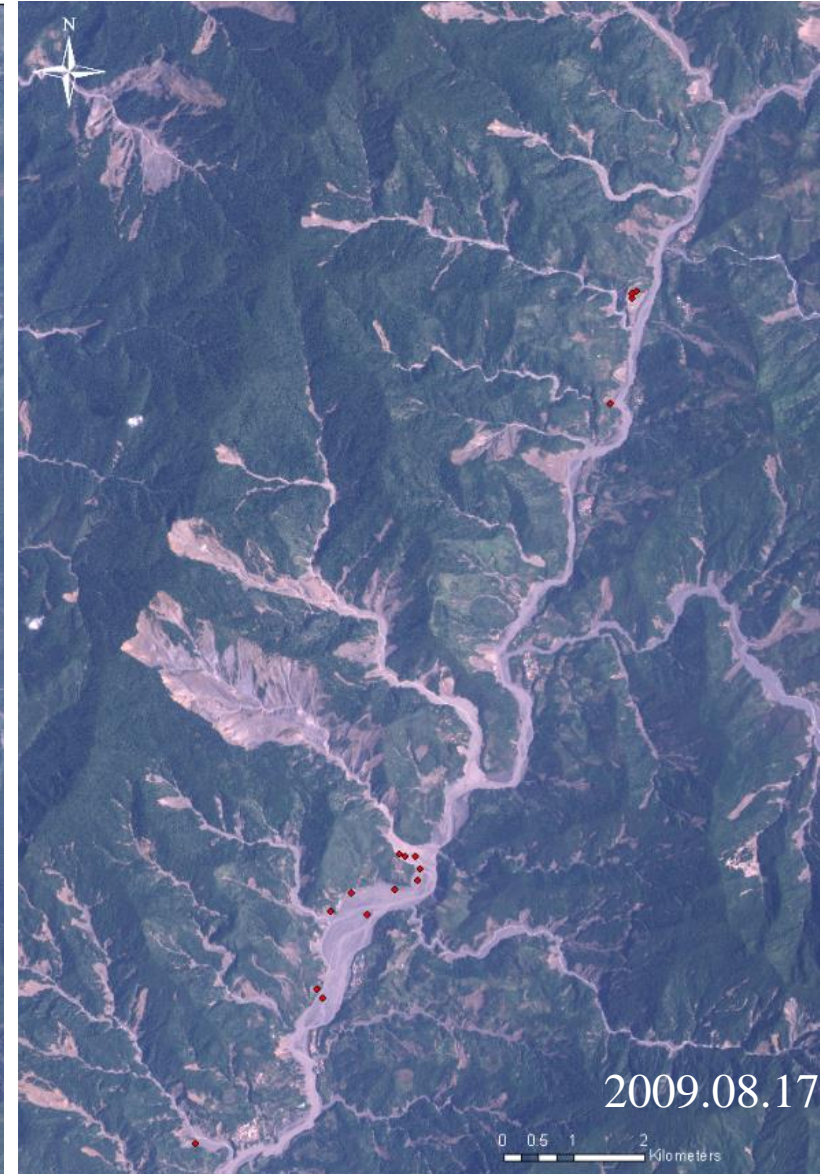
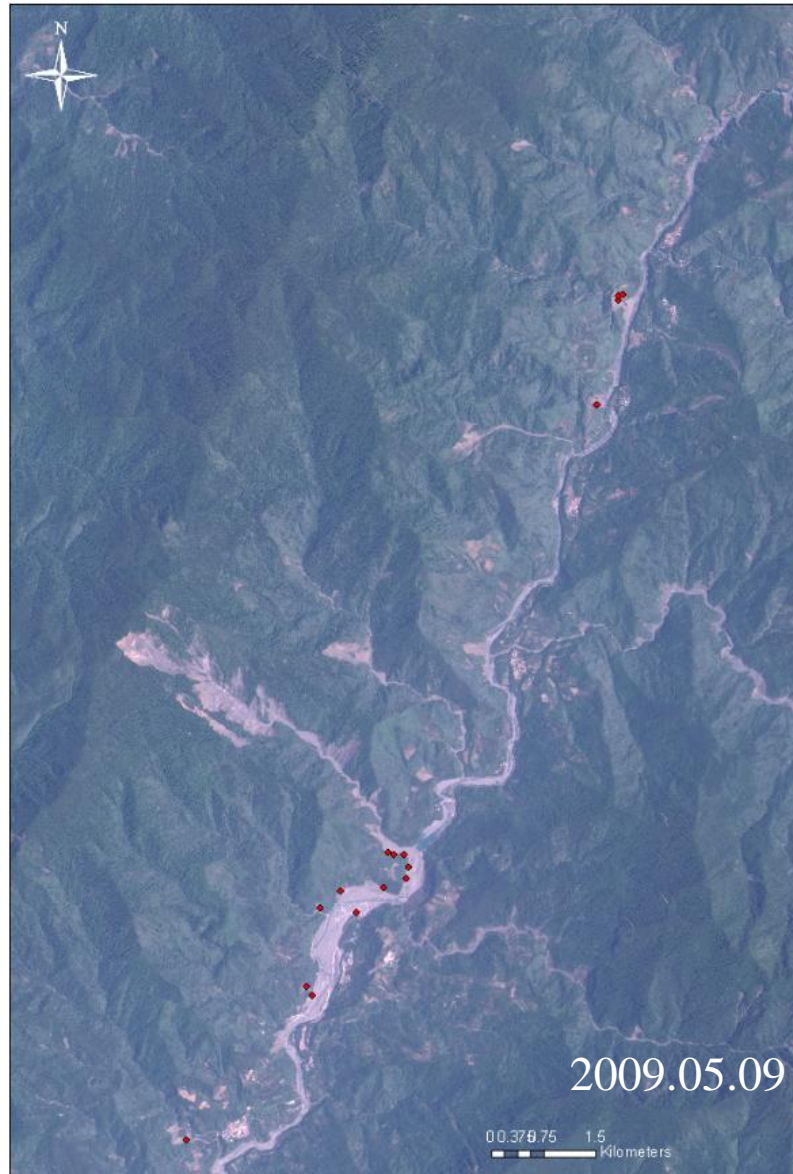
研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議

荖濃溪流域衛星影像資料(左圖)莫拉克風災前
(2009.05.09)
(右圖)莫拉克風災後
(2009.08.17)



研究背景-案例介紹

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



研究背景-案例介紹

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議

2011年8月



(NTU, MHRG)

2011年11月



(NTU, MHRG)

布唐布那斯溪土石流沖積扇與主流荖濃溪交會之變化



研究背景-案例介紹

2014年2月



(NTU,MHRG)

2018年2月



(NCHU)

布唐布那斯溪土石流沖積扇與主流荖濃溪交會之變化

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



研究背景-案例介紹

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



莫拉克風災前

莫拉克風災後

(圖片來源：台灣世曦工程顧問股份有限公司)



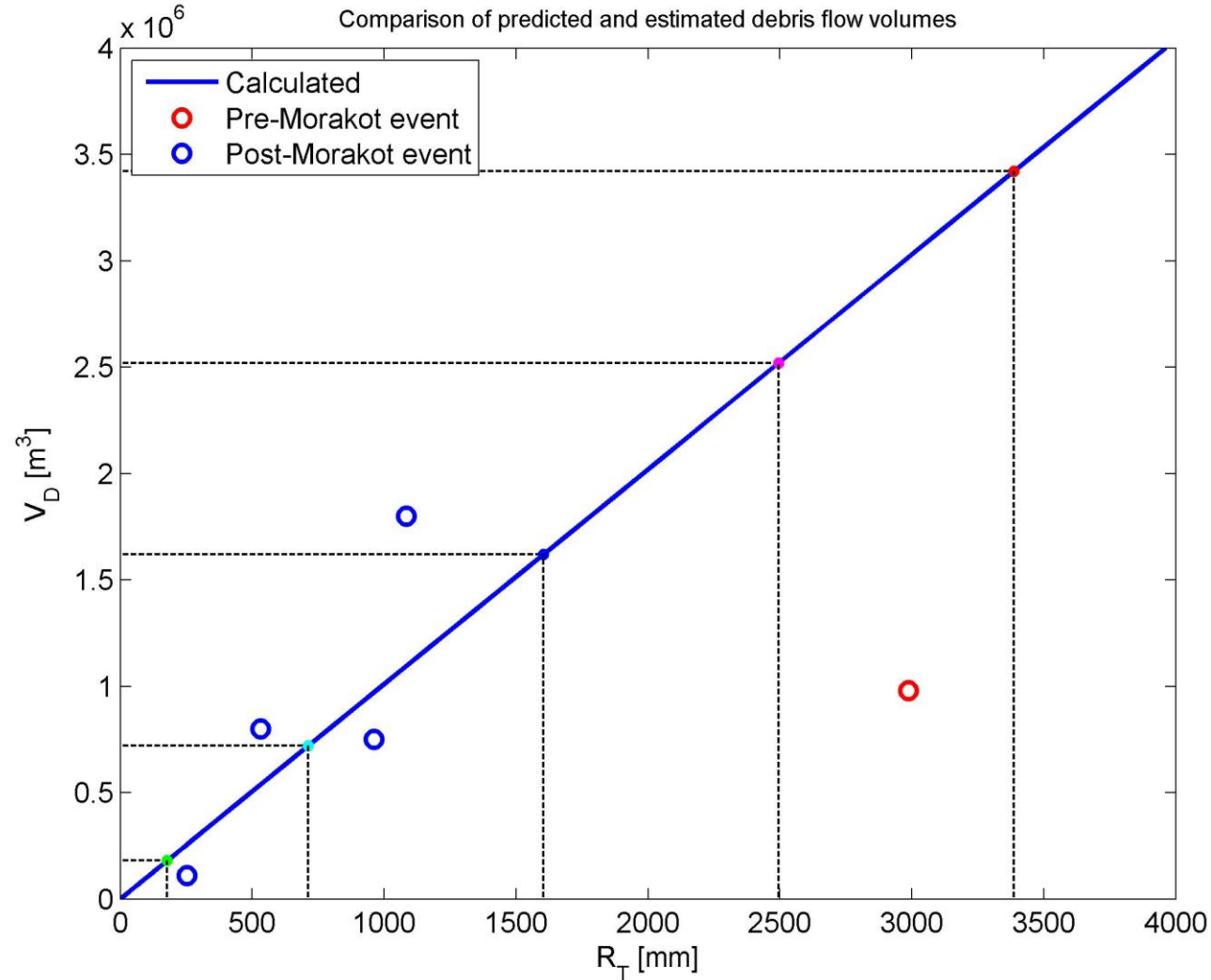
研究方法-支流土砂供給序率模式

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



(NTU, MHRG)



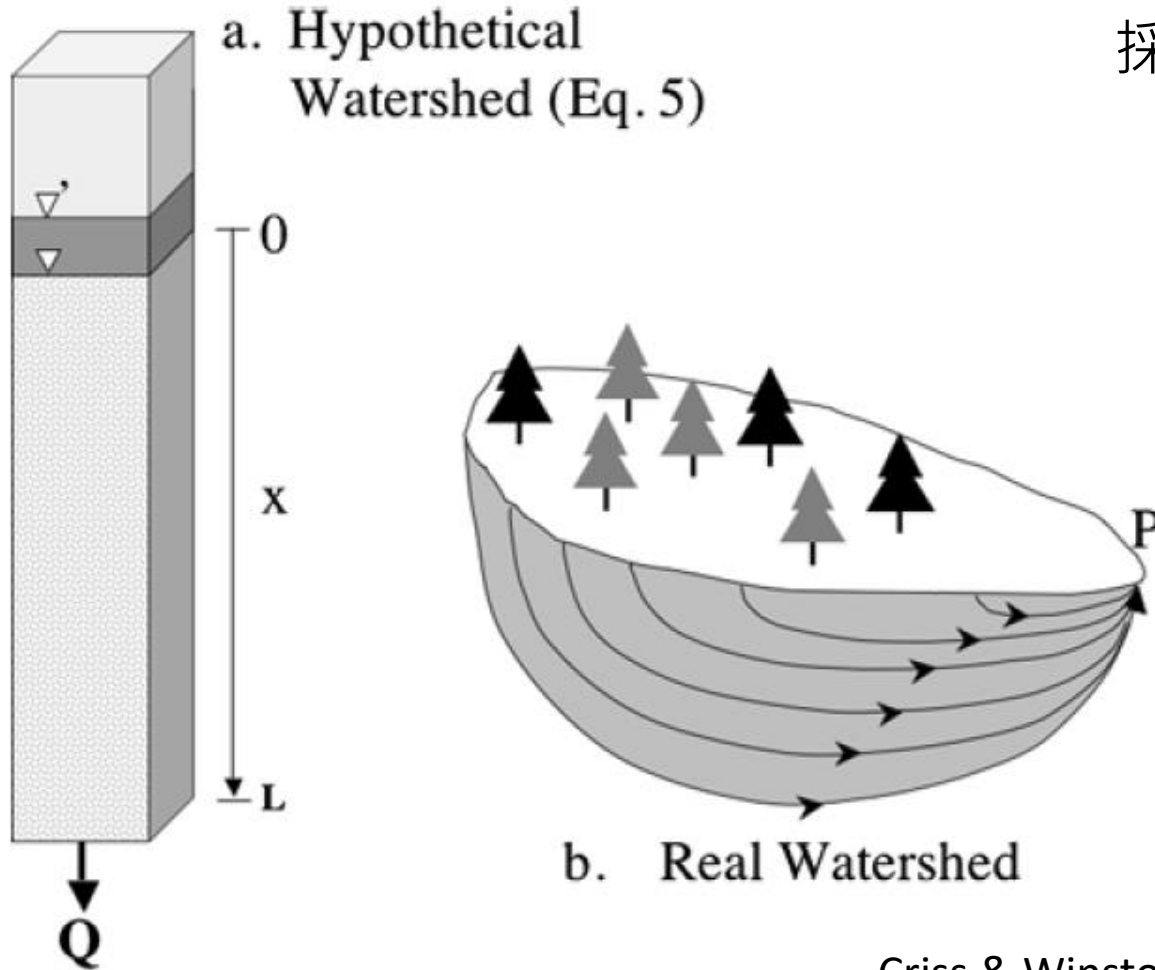
研究方法-支流土砂供給序率模式

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



採用簡化假設之(達西公式)推得單位歷線

$$\hat{Q}(t) = \sqrt{\frac{3b}{2\pi t^3}} \exp\left(-\frac{3b}{2t}\right)$$

Criss & Winston(2008)

透過合理化公式計算總水量後轉換為逕流曲線

$$Q(t) = CA \sum_k R_k \hat{Q}(t - t_k)$$

Criss & Winston, 2008

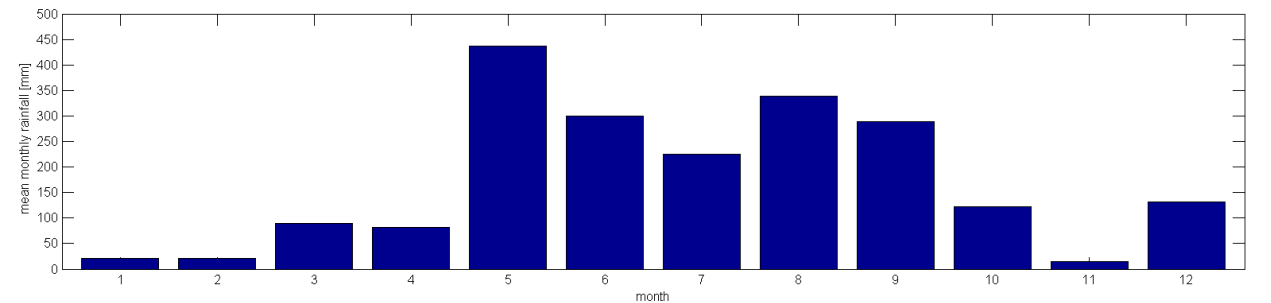
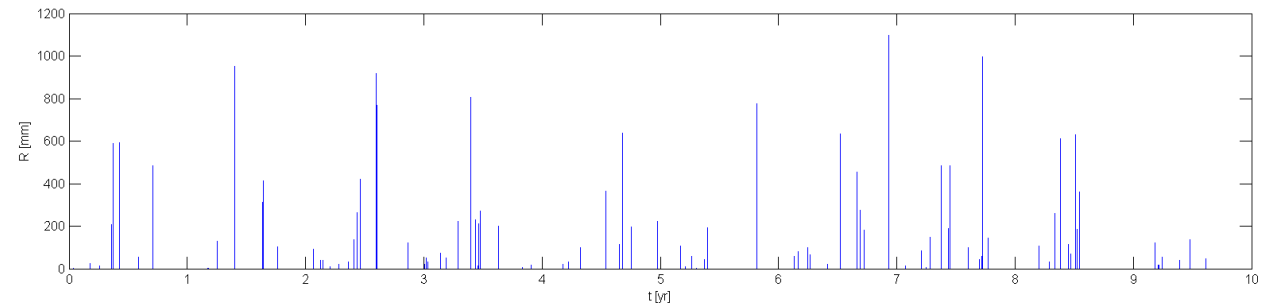
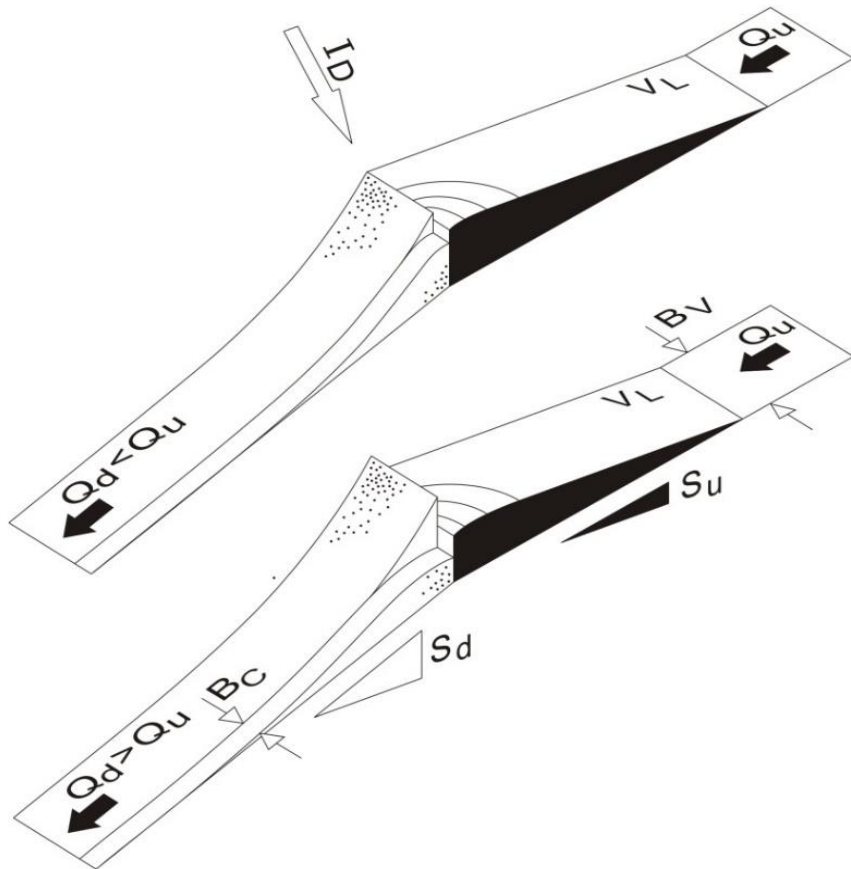
研究方法-支流土砂供給序率模式

$$I_D(t) = \begin{cases} \kappa Q_u(t), & 0 \leq t < T_1, \\ 0, & T_1 \leq t \end{cases}$$

$$Q_u(t) = CA \sum_k R_k \hat{Q}(t - t_k)$$

R_k, t_k 為隨機分布之亂數值

透過歷史資料計算平均每個月發生之降雨次數、降雨量



研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議

研究方法-堰塞湖潰決模式

研究目的

研究方法

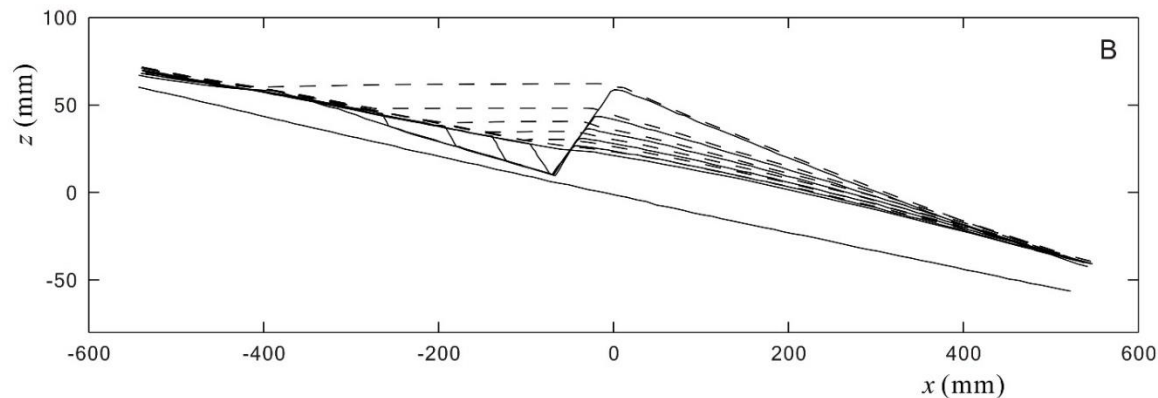
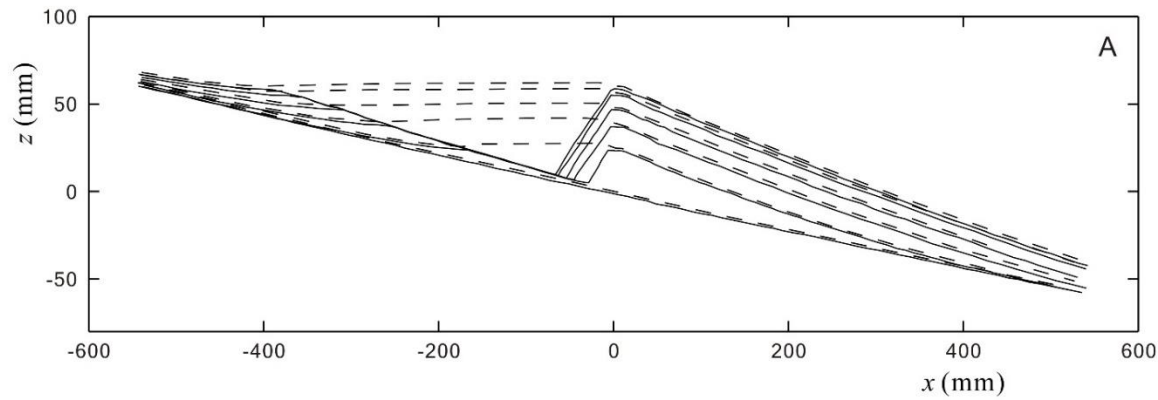
研究成果

結論與建議



Capart et al., 2010

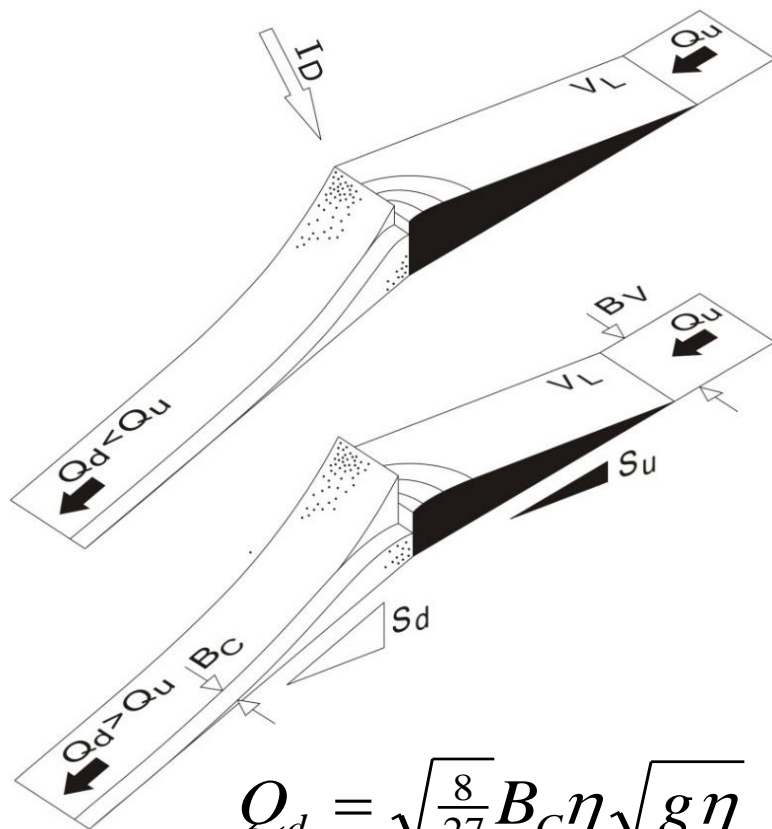
0 cm 16



Capart et al., 2010

研究方法-堰塞湖潰決模式

- 以Exner 方程式為基礎，考慮堰塞湖形成到潰決的完整歷程之模型。將主流上游流量納入潰壩模式中進行潰壩流量之估算，可得較符合台灣堰塞湖潰決情況之流量變化。



$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial J}{\partial x} = 0$$

$$J = KQ_d S = -KQ_d \frac{\partial z}{\partial x}$$

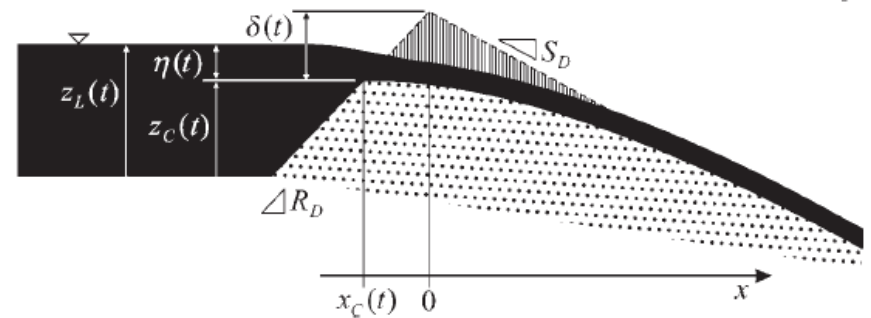
$$B \frac{\partial z}{\partial t} - KQ_d \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 0$$

$$\text{BC} \quad -KQ_d \frac{\partial z}{\partial x}(x,0) = I_D$$

$$\frac{dV_L}{dt} = Q_u - Q_d$$

$$V_L = \frac{B_V}{2S_u} (h_C + \eta)^2$$

$$Q_d = \sqrt{\frac{8}{27}} B_C \eta \sqrt{g \eta}$$



(Capart, 2013)

研究目的
研究方法
研究成果
結論與建議



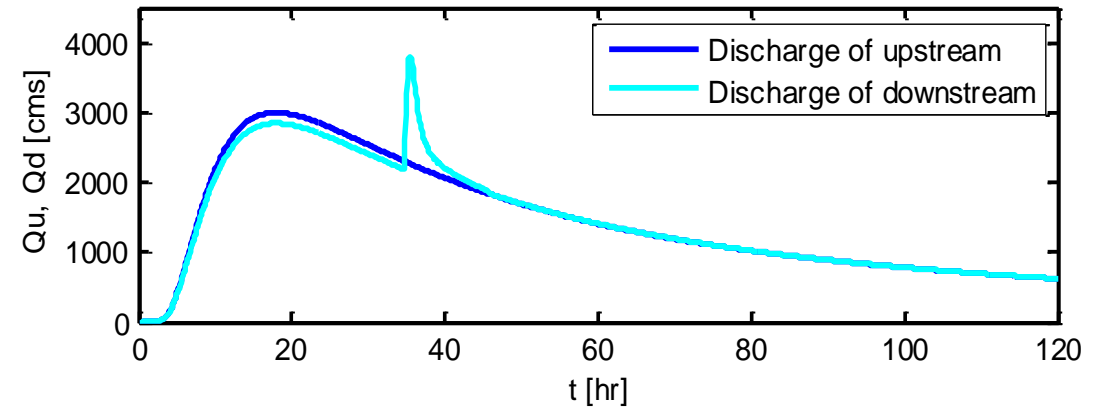
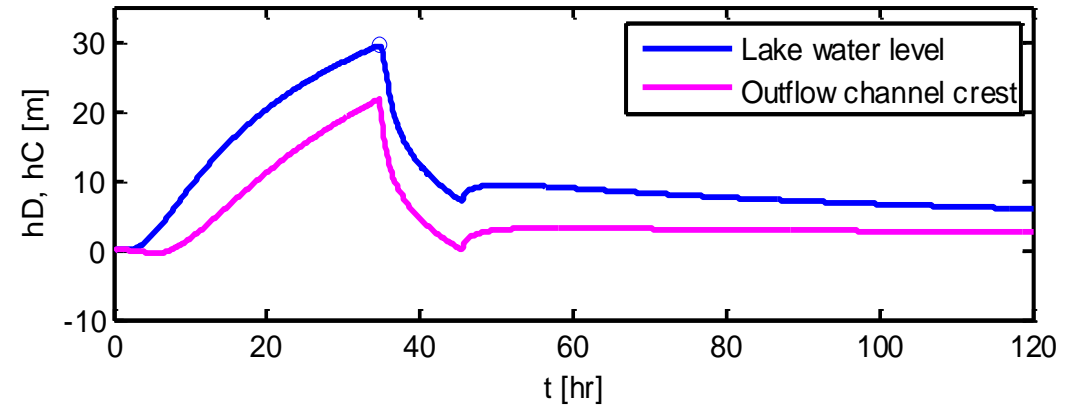
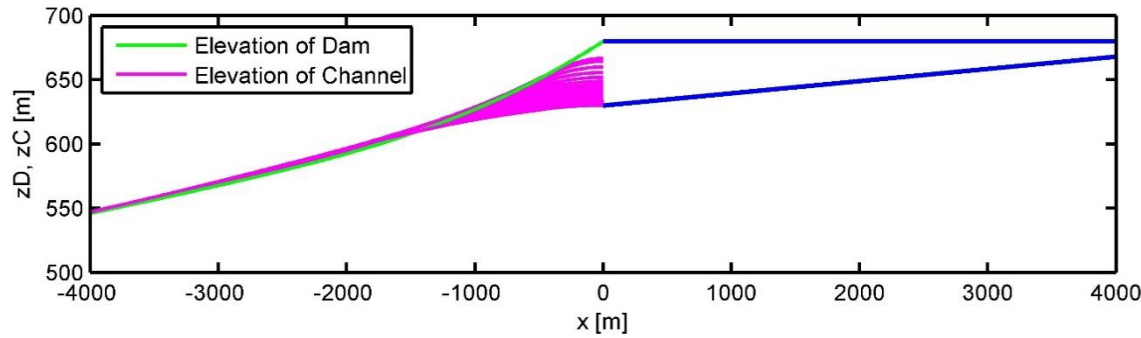
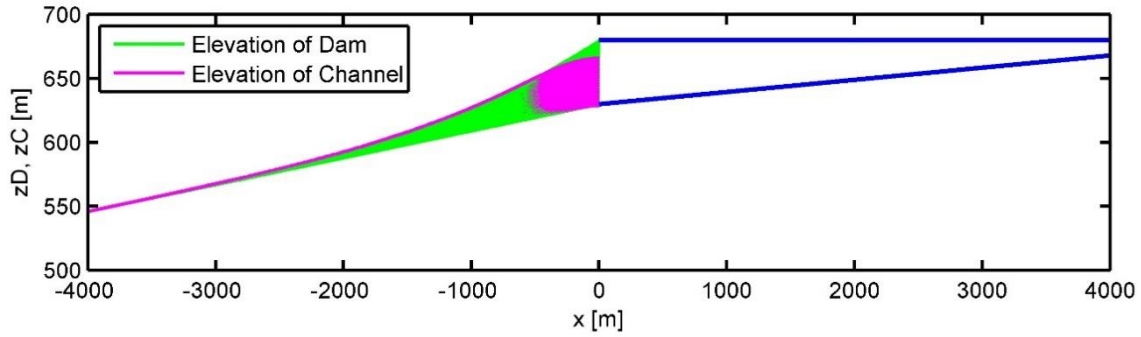
研究方法-堰塞湖潰決模式

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



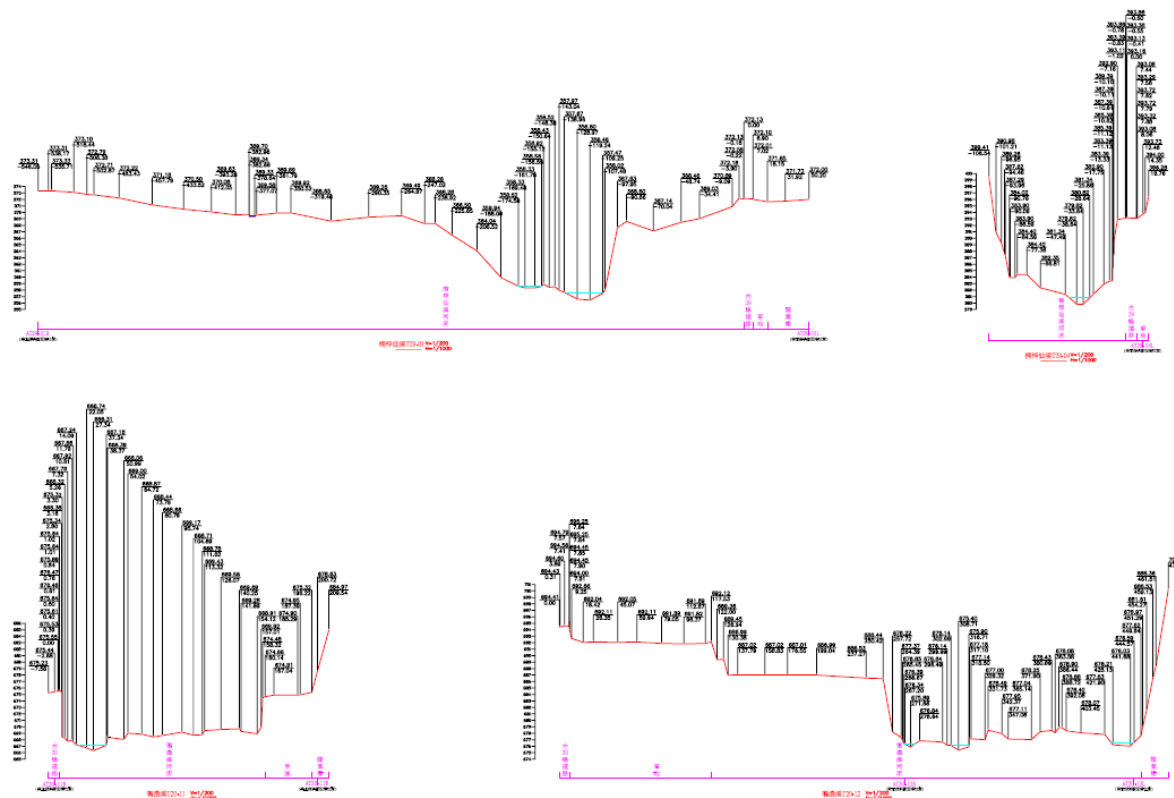
研究方法-運動波洪水傳遞理論

- 本計畫預計自行研發較為簡化的運動波模式進行計算。但考量台灣河川地形變化的特性，本計畫將把寬度變化與坡度變化一同納入模式計算。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0,$$

$$Q = \frac{1}{n} b S^{\frac{1}{2}} h^{\frac{5}{3}}$$

$$A(Q, x) = \left(n(x) b(x)^{\frac{2}{3}} S(x)^{-\frac{1}{2}} Q \right)^{\frac{3}{5}}$$



荖濃溪河川自上游(復興)至下游(勤和)之斷面變化

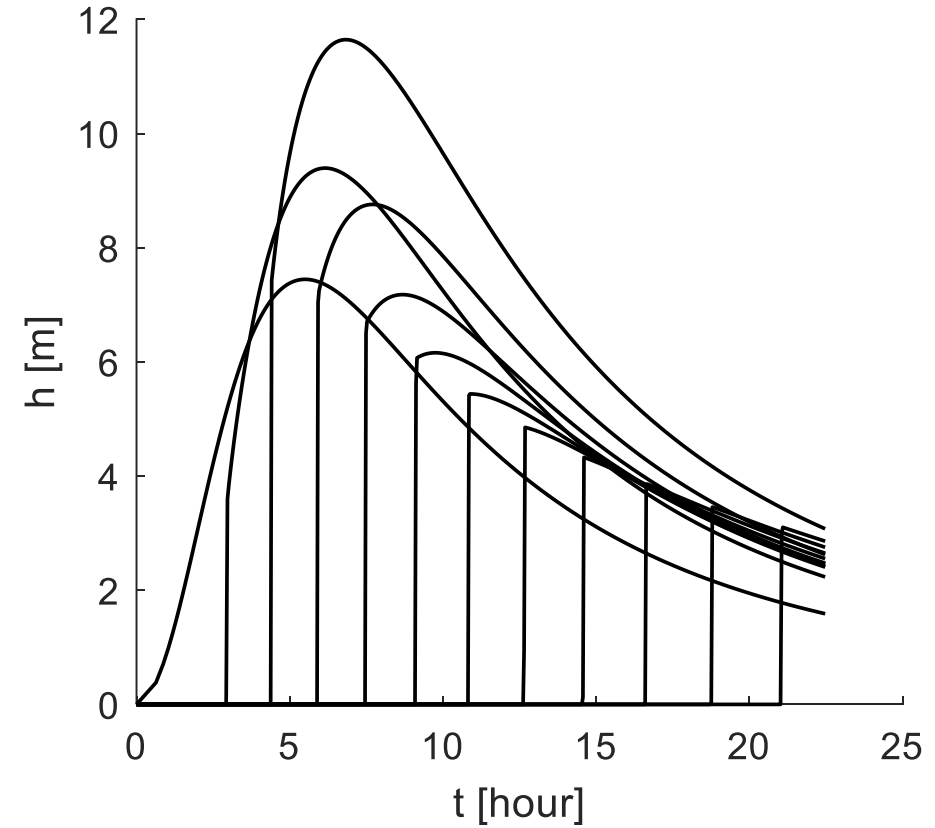
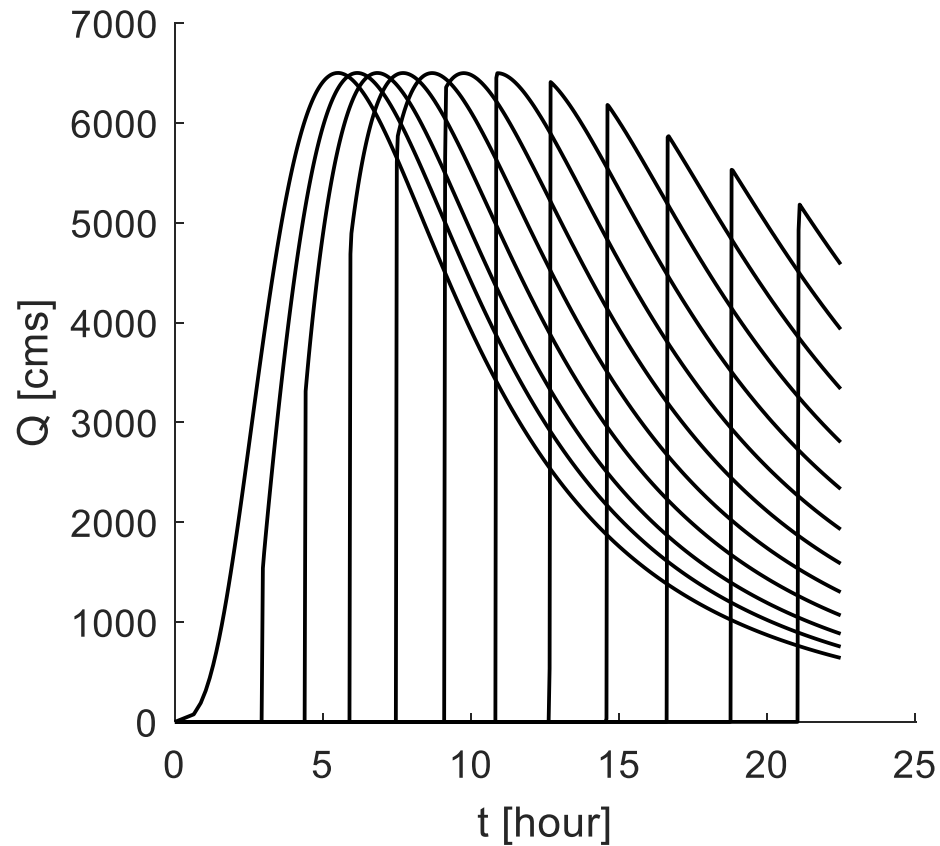
研究方法-運動波洪水傳遞理論

研究目的

研究方法

研究成果

結論與建議



(左)洪水歷線隨時間推移之變化與(右)水位高度在不同斷面上隨時間之變化



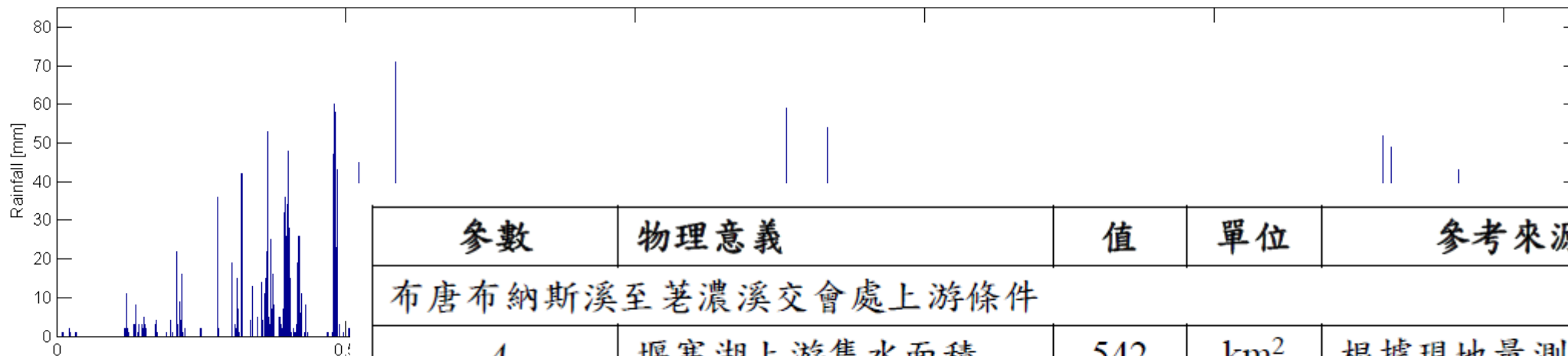
研究成果-案例討論分析

研究目的

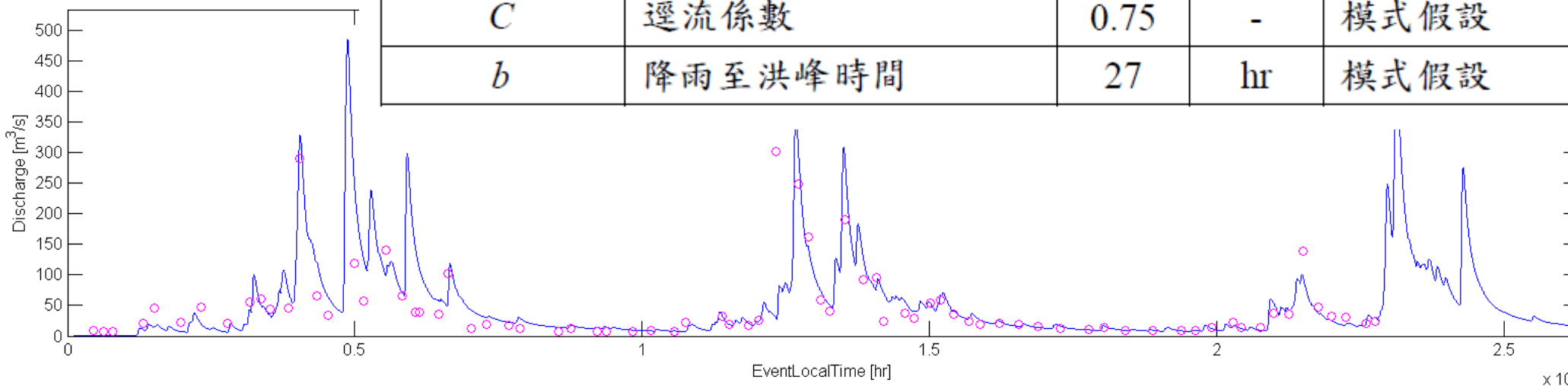
研究方法

研究成果

結論與建議

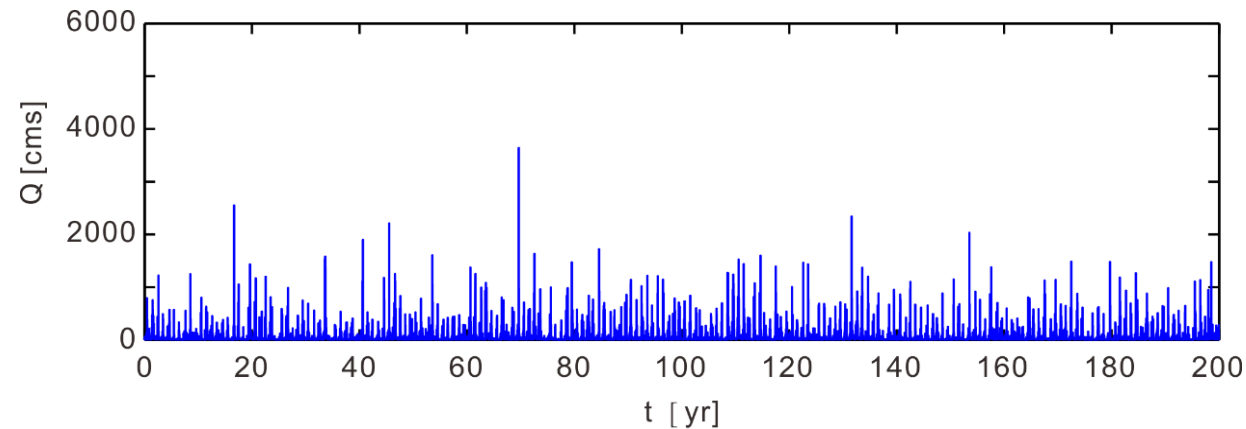


| 參數 | 物理意義 | 值 | 單位 | 參考來源 |
|-------------------|-----------|------|-----------------|------------|
| 布唐布納斯溪至荖濃溪交會處上游條件 | | | | |
| <i>A</i> | 堰塞湖上游集水面積 | 542 | km ² | 根據現地量測資料求得 |
| <i>C</i> | 逕流係數 | 0.75 | - | 模式假設 |
| <i>b</i> | 降雨至洪峰時間 | 27 | hr | 模式假設 |

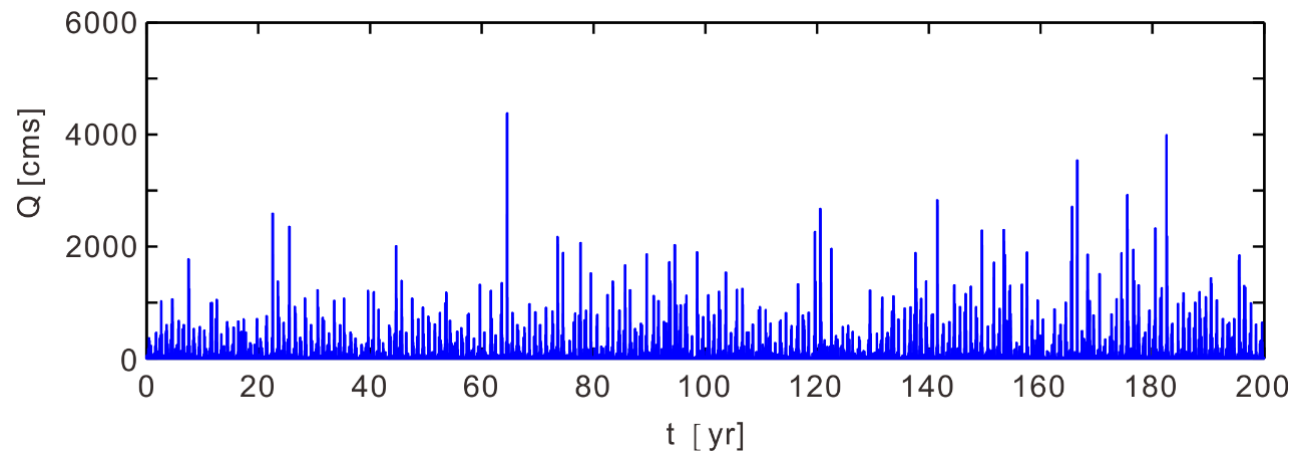


研究成果-案例討論分析

- 以兩種不同的情境進行模擬
- (1)不考慮氣候變遷的影響，單純以目前的資料進行統計後估算；



- (2)考慮氣候變遷的影響，考慮事件的平均降雨量將依年遞增。



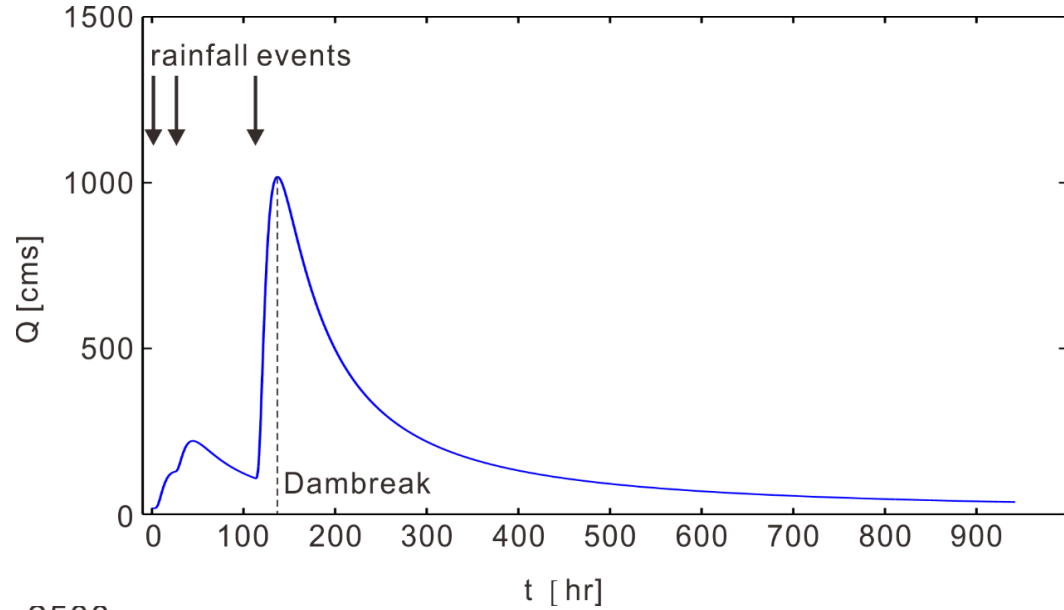
研究成果-案例討論分析

研究目的

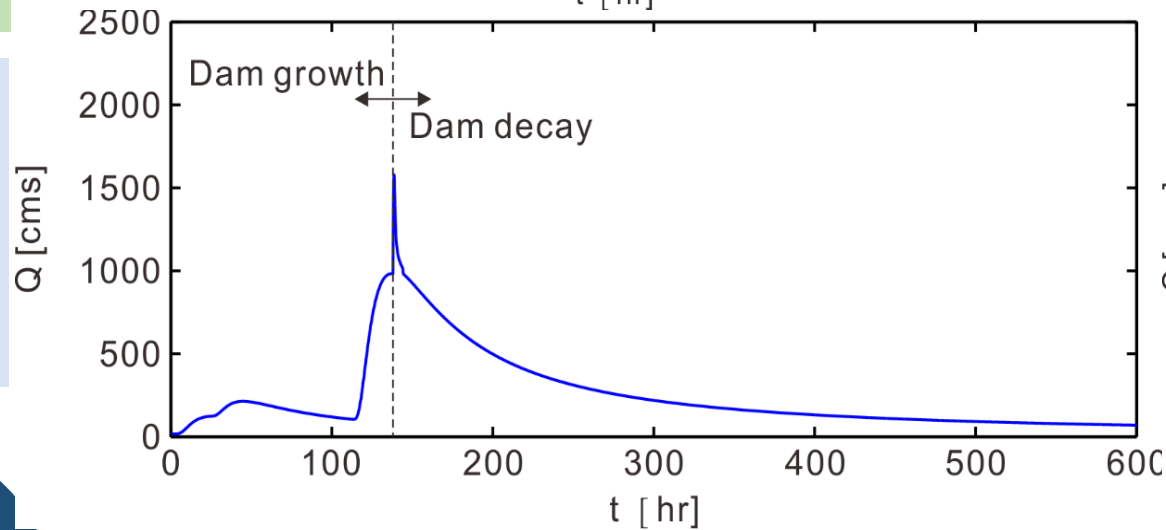
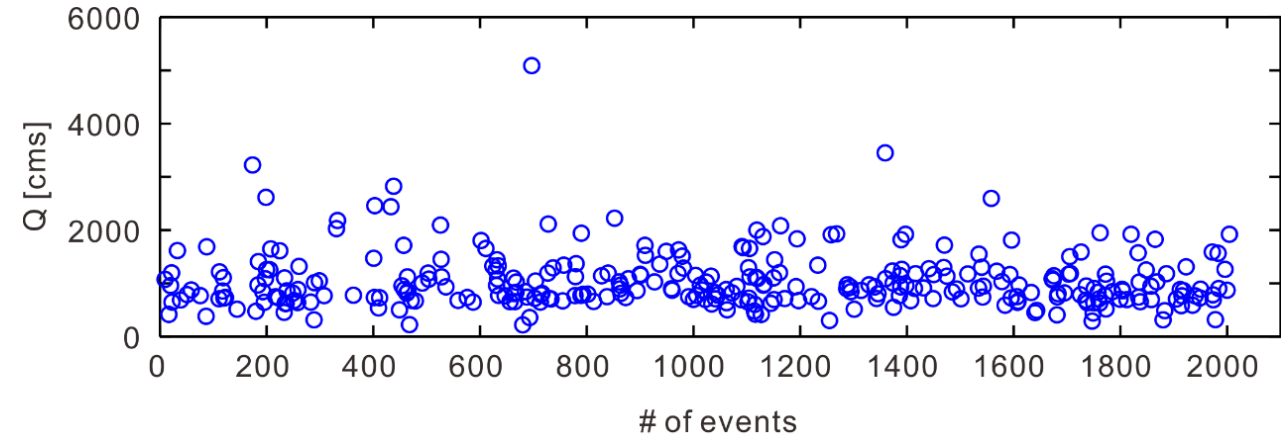
研究方法

研究成果

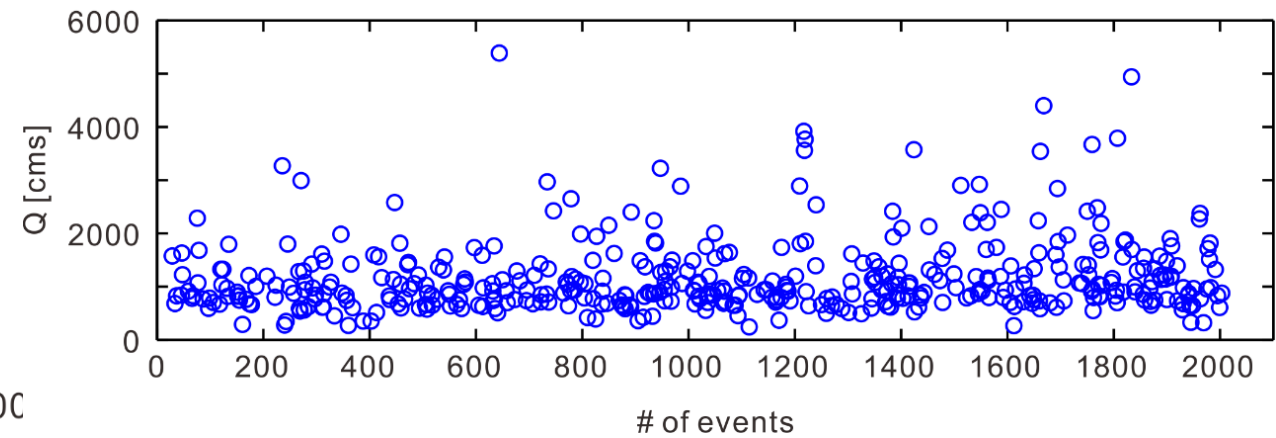
結論與建議



• CASE 1



• CASE 2



研究成果-案例討論分析

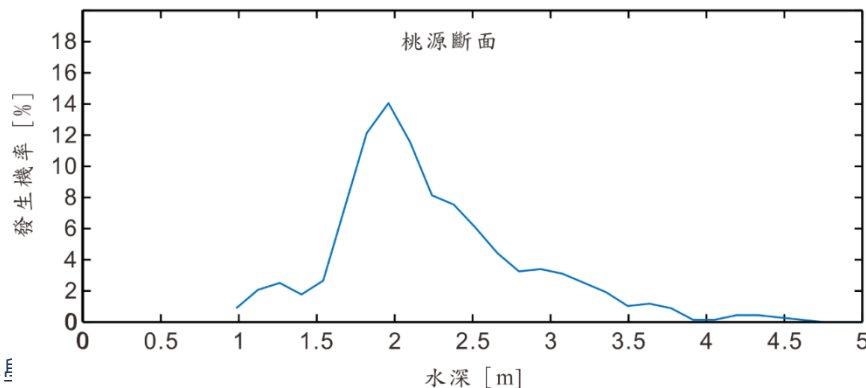
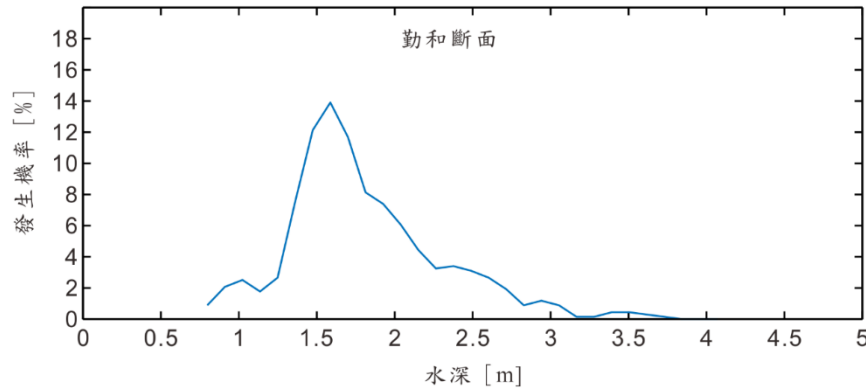
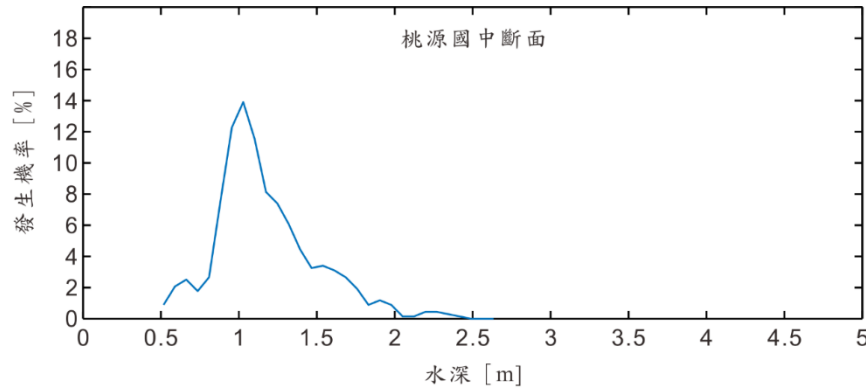
研究目的

研究方法

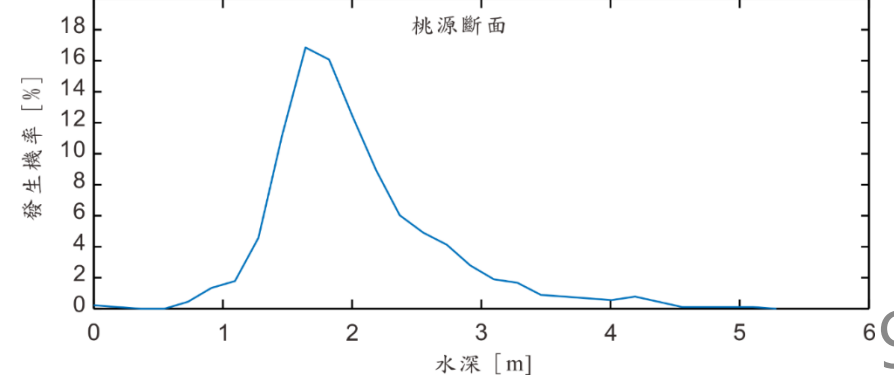
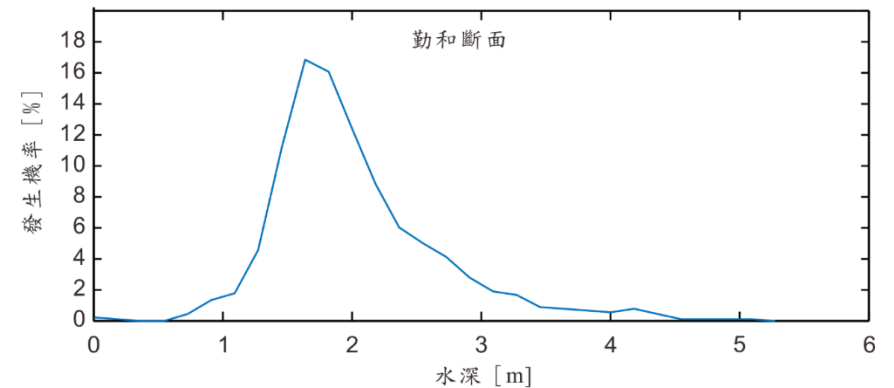
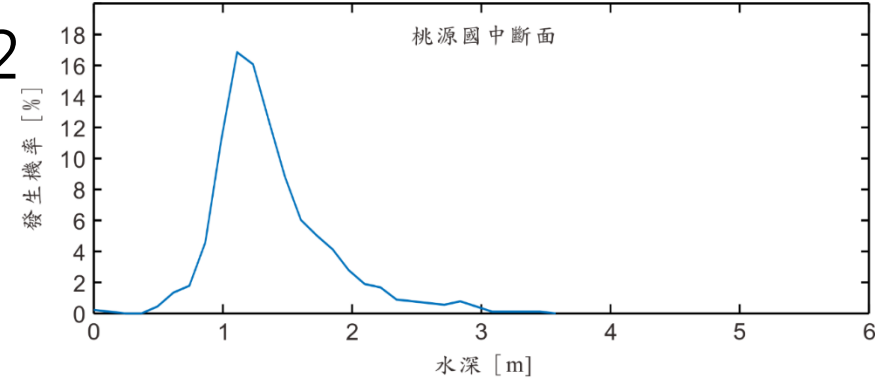
研究成果

結論與建議

• CASE 1



• CASE 2



研究成果-案例討論分析

研究目的

研究方法

研究成果

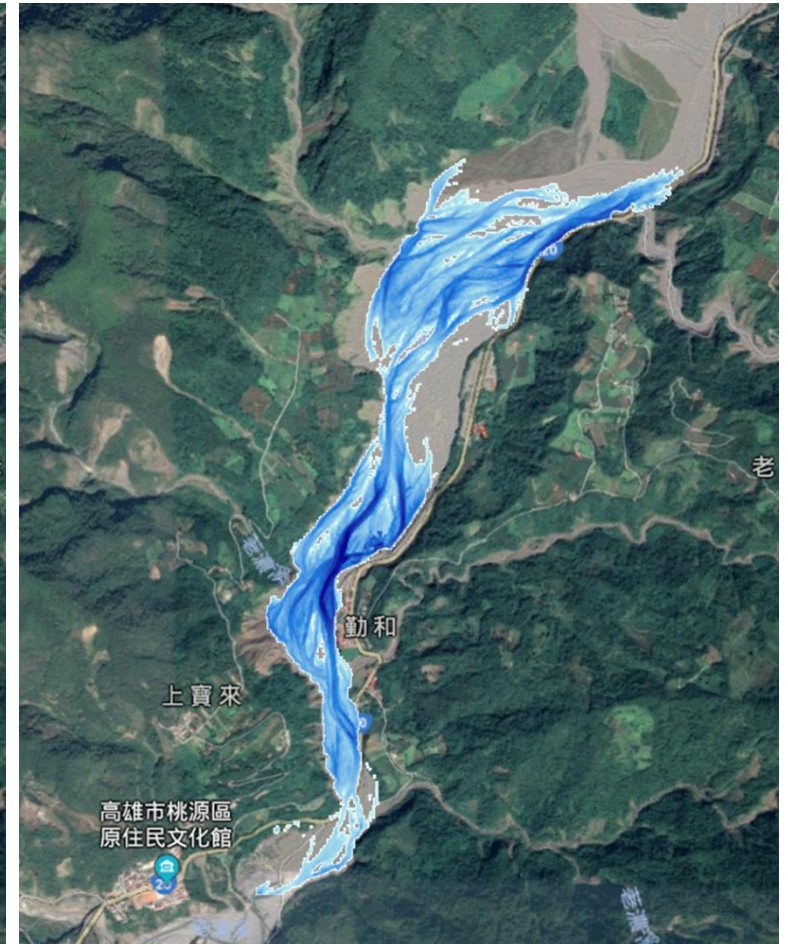
結論與建議



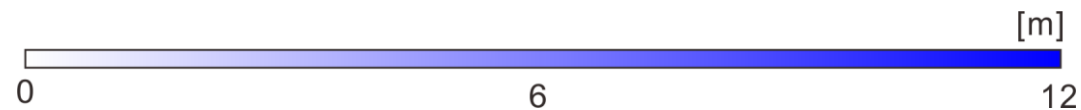
$Q_p = 5387 \text{ cms}$



$Q_p = 3713 \text{ cms}$



$Q_p = 248 \text{ cms}$



結論與建議

- 在序率模式的部分，成功的透過計算將不同的情境進行考慮
- 在潰決模式的部分，透過事件的證明在台灣考慮堰塞湖潰決時應將上游一併納入，並且透過計算後得到一非線性疊加的洪峰歷線
- 在運動波傳遞的部分，本研究研發出對地形資料需求甚低，但能準確地描述洪峰變化之簡化模式
- 本研究成功的將三種模式結合，並繪製出在不同情境下的堰塞湖影響範圍

An aerial photograph of a volcanic landscape. In the foreground, a wide, greyish-brown ash flow field stretches across the valley. A river flows through the center of the valley, surrounded by green vegetation. In the background, rugged, dark volcanic mountains rise against a blue sky with scattered white clouds. The image is framed by a white diagonal overlay with a grid of dashed lines in various colors (green, yellow, blue, red).

Thank you for your attention!