



# 農村水保署堰塞湖 調查、監測與處置案例

---

蔡元融

國立成功大學智慧水環境研究中心



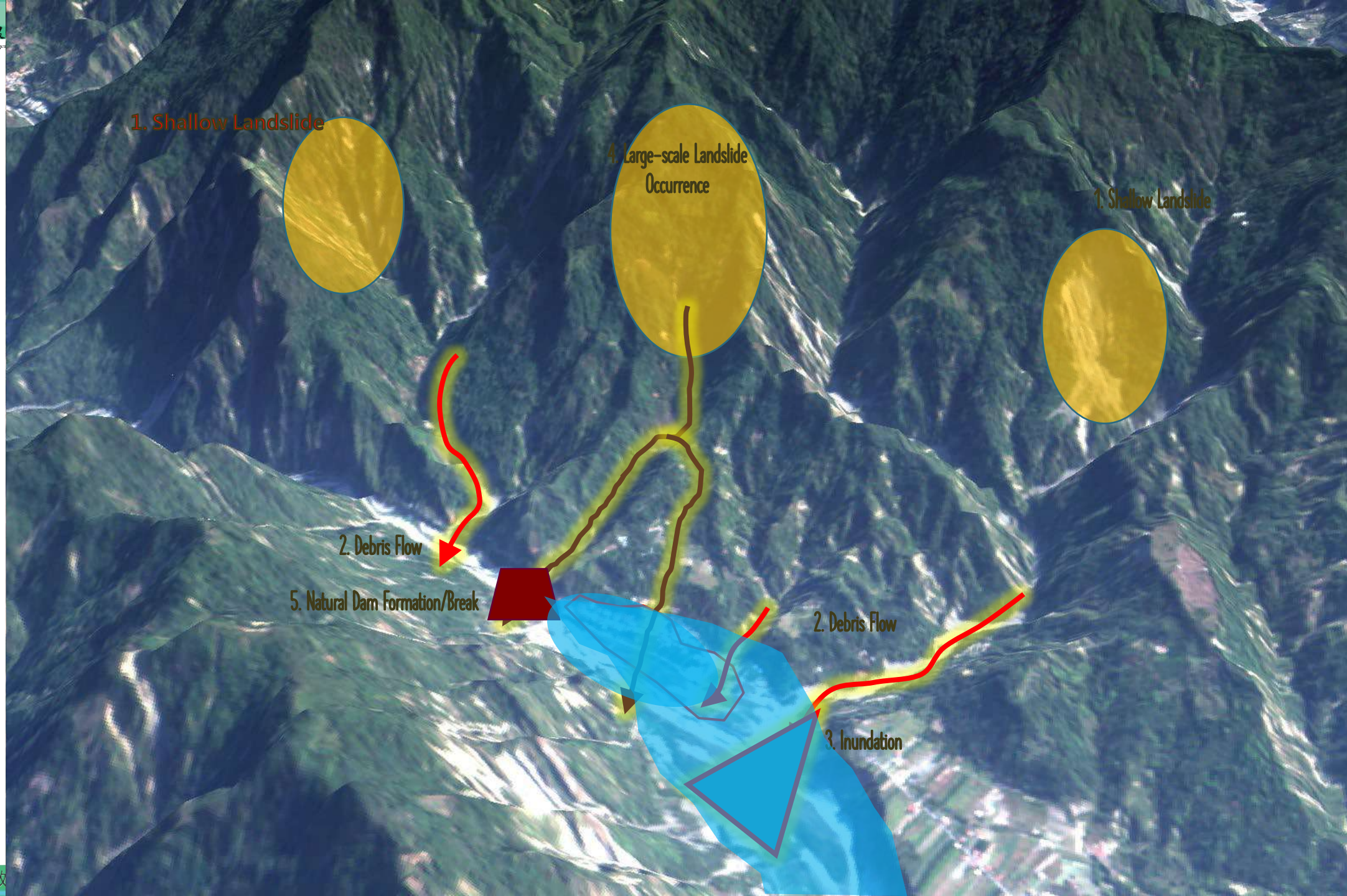
# 背景-小林村災害歷程



Before Typhoon Morakot in Hsiaolin Village  
(FORMOSAT-2)



After Typhoon Morakot in Hsiaolin Village  
(FORMOSAT-2)





HHKG

河形成了天然湖

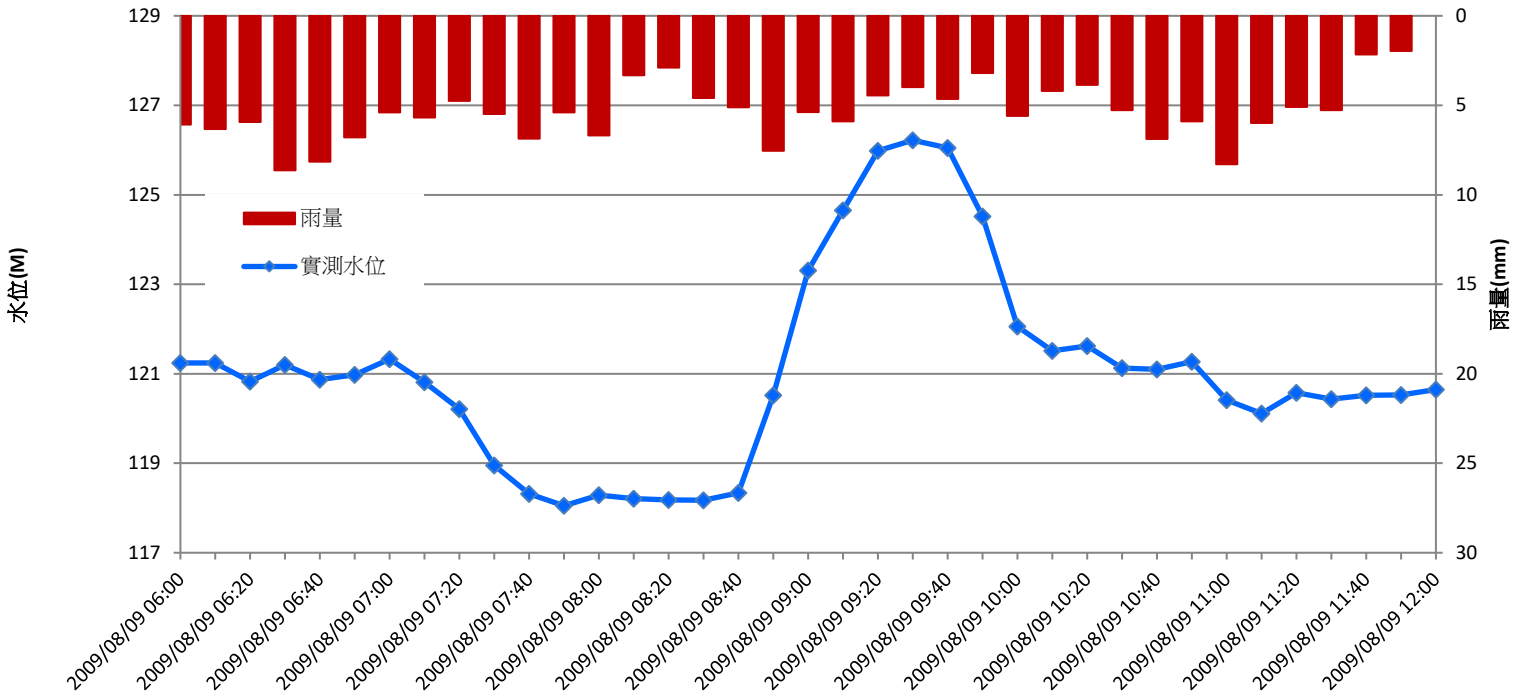
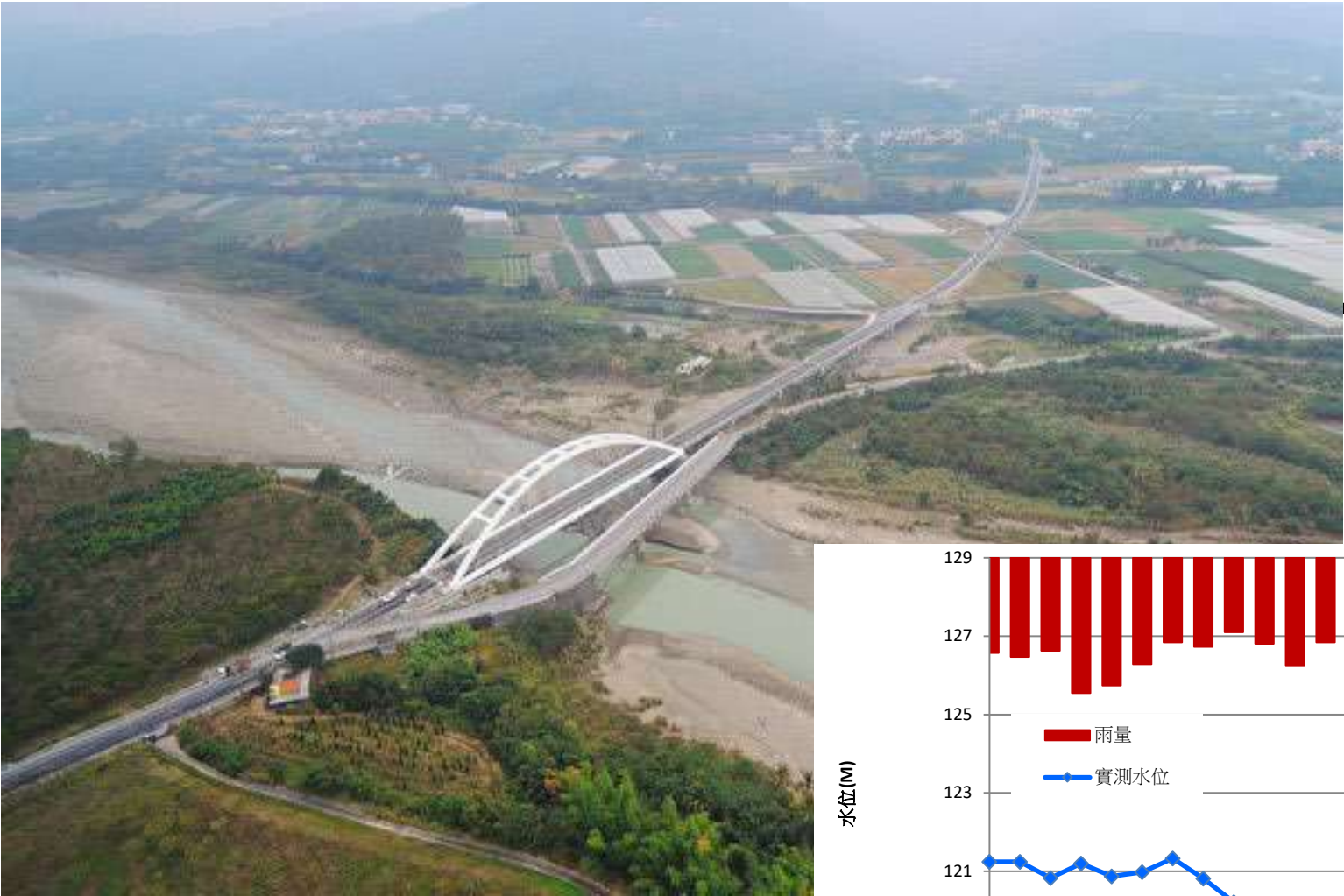


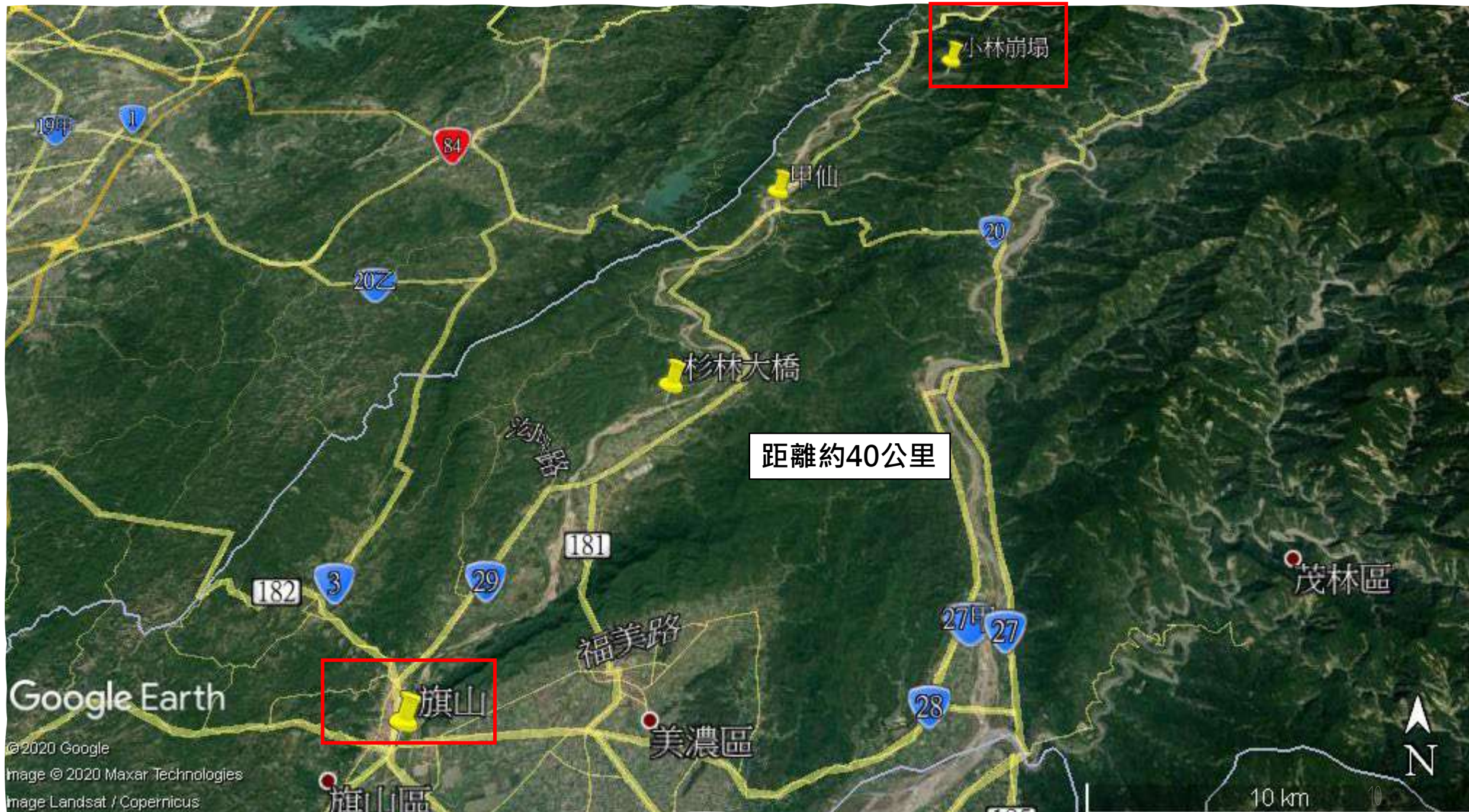




Google Earth

© 2020 Google  
Image © 2020 Maxar Technologies  
Image Landsat / Copernicus





Google Earth

© 2020 Google  
Image © 2020 Maxar Technologies  
Image Landsat / Copernicus



# Blatten村 堰塞湖事件



環境新聞

GREENPEACE 綠色和平



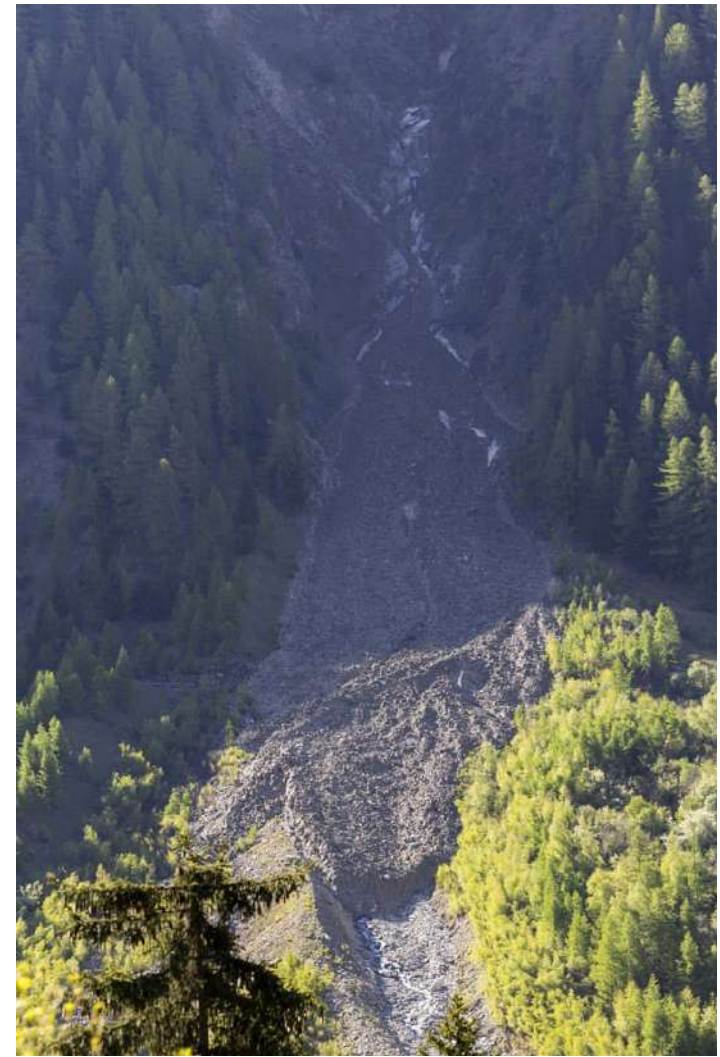
阿爾卑斯山脈冰川崩塌  
村莊慘遭土石流掩埋！

一起了解冰川融化原因與事故細節

影片來源：X @PleasingRj

# 事件歷程

- 5月14日，布拉滕村發生了未預期的小型山崩，誘發了土石流發生，土砂流出至村莊邊界約500公尺。
  - 事件後該坡面開始出現明顯移動(推估量體500萬立方公尺)，因此開始進行相關監測(至少有攝影機)。根據監測成果，該區域運動速度從每天數公分，加速到每天數十公分，再到每天數公尺。
  - 5月17日，有92名居民及16名遊客進行撤離。
- 5月18日時，坡面觀測位移量超過10公尺。
- 5月19日11:30，布拉滕村居民(約300名)被下令撤離，須等該地區被確認為安全才可解除。



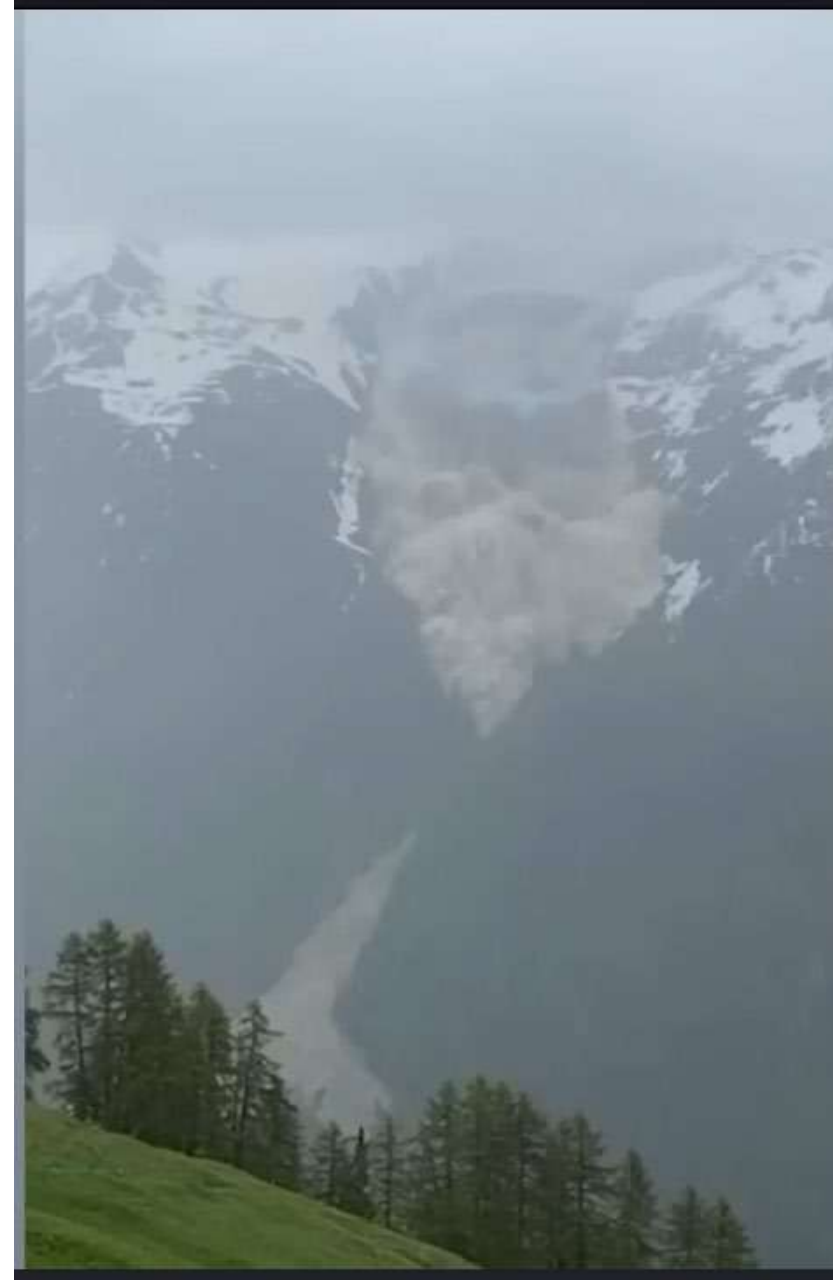
A landslide above Blatten on 18 May had prompted the evacuation order.

Photograph: Cyril Zingaro/AP

<https://www.theguardian.com/world/2025/may/28/swiss-glacier-collapse-village-switzerland-blatten>

# 事件歷程

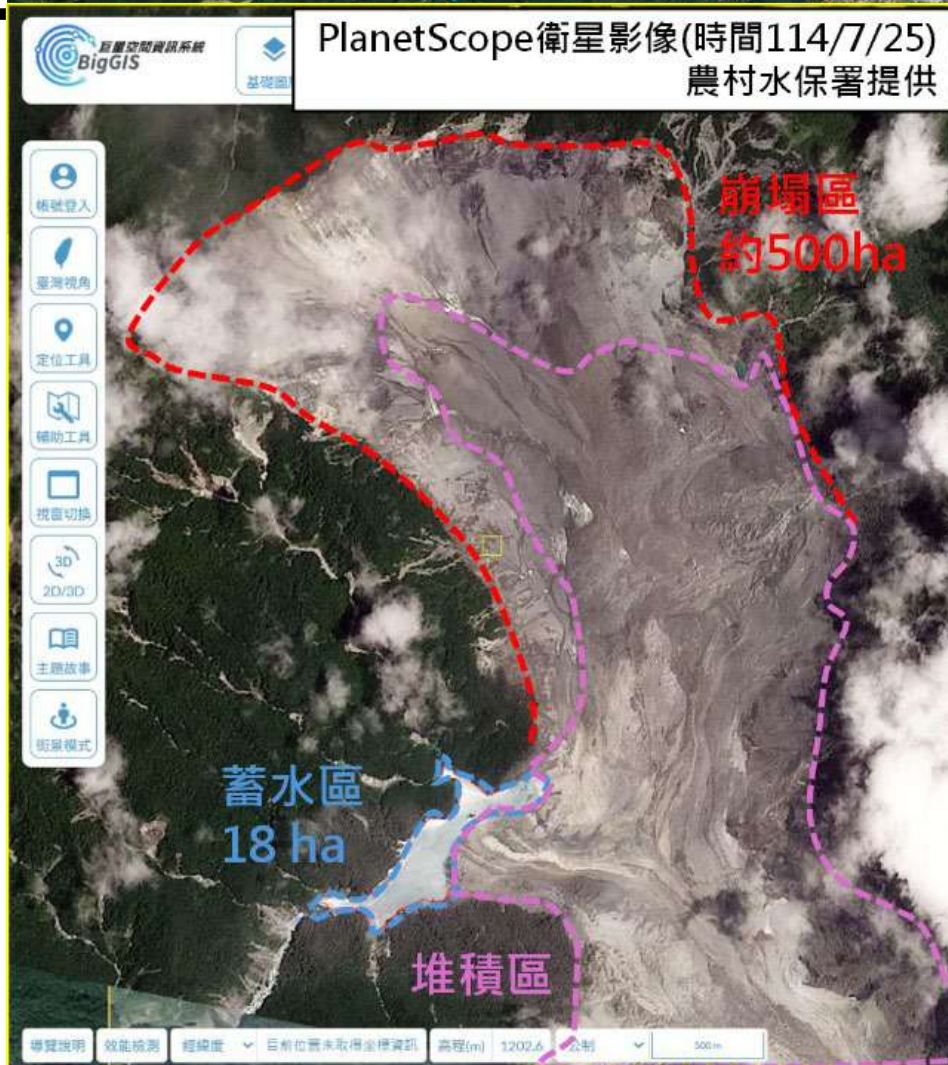
- 居民撤離後坡面仍持續活動
  - 5/19上午，滑移塊體局部破壞，約有25萬方之材料崩落，移動距離超過1公里。
  - 5/19下午，另一處發生局部破壞，材料移動距離達2900公尺，距離坡趾住宅約265公尺。
  - 5/19晚間，仍有多起小型崩塌事件發生，但都未影響現有住宅。
- 5月28日下午，崩塌發生，初估崩塌區量體約300萬立方公尺。



# 事件歷程

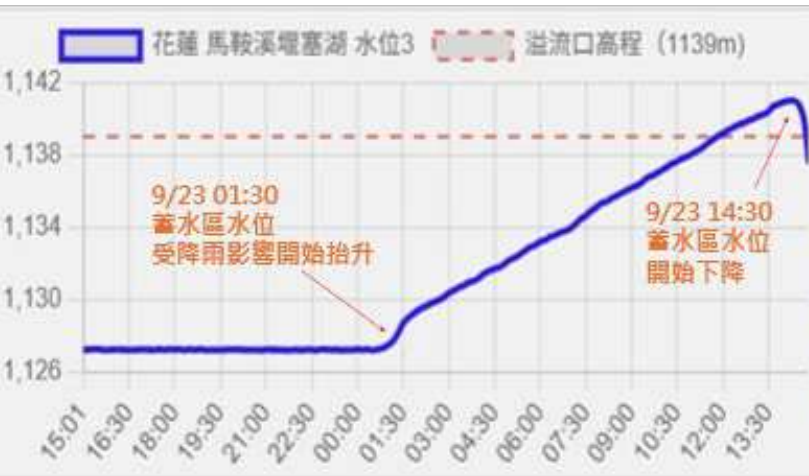
- 根據現場調查成果，村莊幾乎全部遭材料掩埋。
- 材料運動速度達時速124.9公里，最遠運動距離達2.9公里。
- 堆積區面積約150公頃，材料量體達1296萬立方公尺
- 現場堆積厚度約8~20公尺，已有蓄水發生。





空勤總隊攝於 114/7/27 上午 (林業保育署花蓮分署提供)

空勤總隊攝於 114/7/27 上午 (林業保育署花蓮分署提供)



# 什麼是堰塞湖？

山谷之河道受自然因素影響而阻塞，上游來水蓄積形成湖泊。

阻塞河道之物體稱為天然壩  
(Natural Dam)

上游形成的湖泊稱為堰塞湖  
(Barrier Lake)



台東龍泉溪堰塞湖 (地震)

# 堰塞湖形成的類型

阻斷河道之材料  
可以有多種來源，  
其中最常發生的  
為山崩引致之堰  
塞湖。

海狸築成的壩



斷層形成的壩



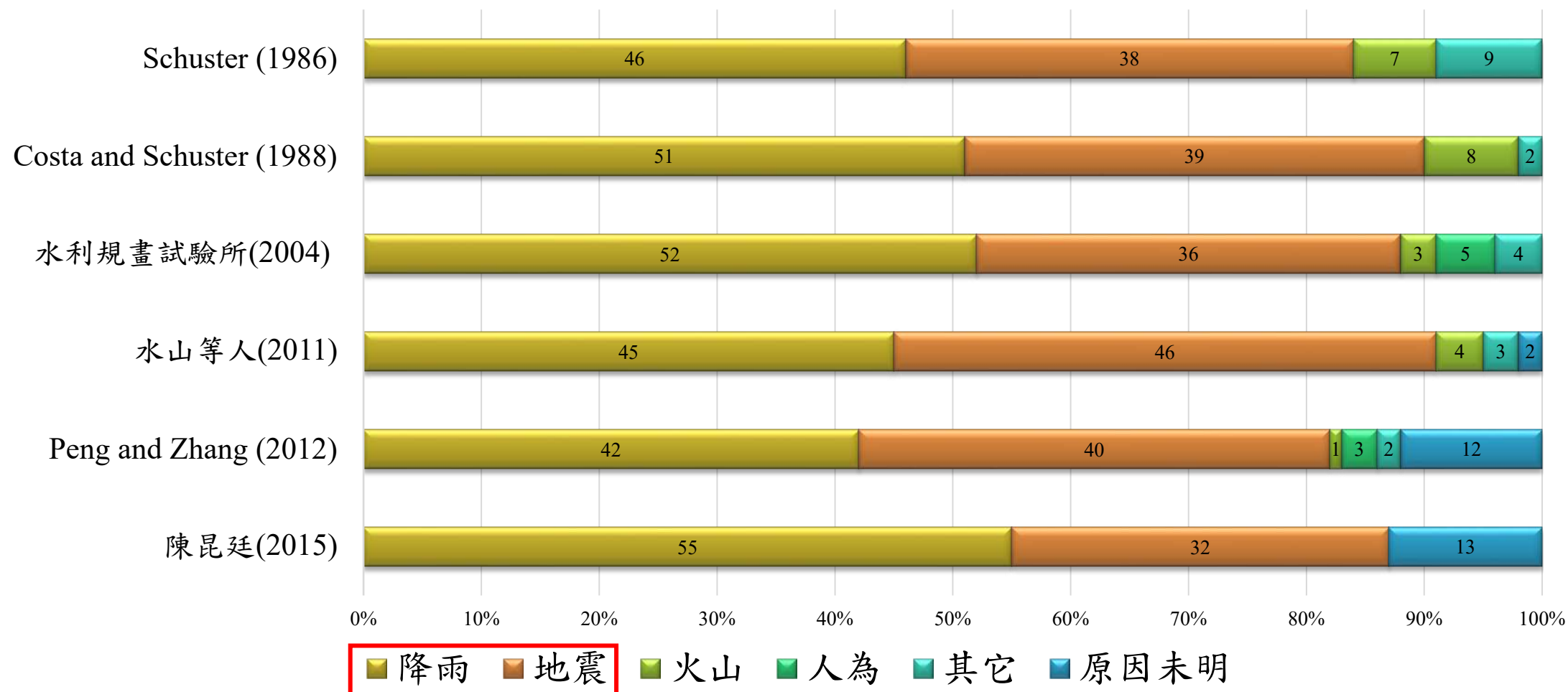
山崩形成的壩



火山形成的壩



# 誘發堰塞湖的原因



## 草嶺堰塞湖

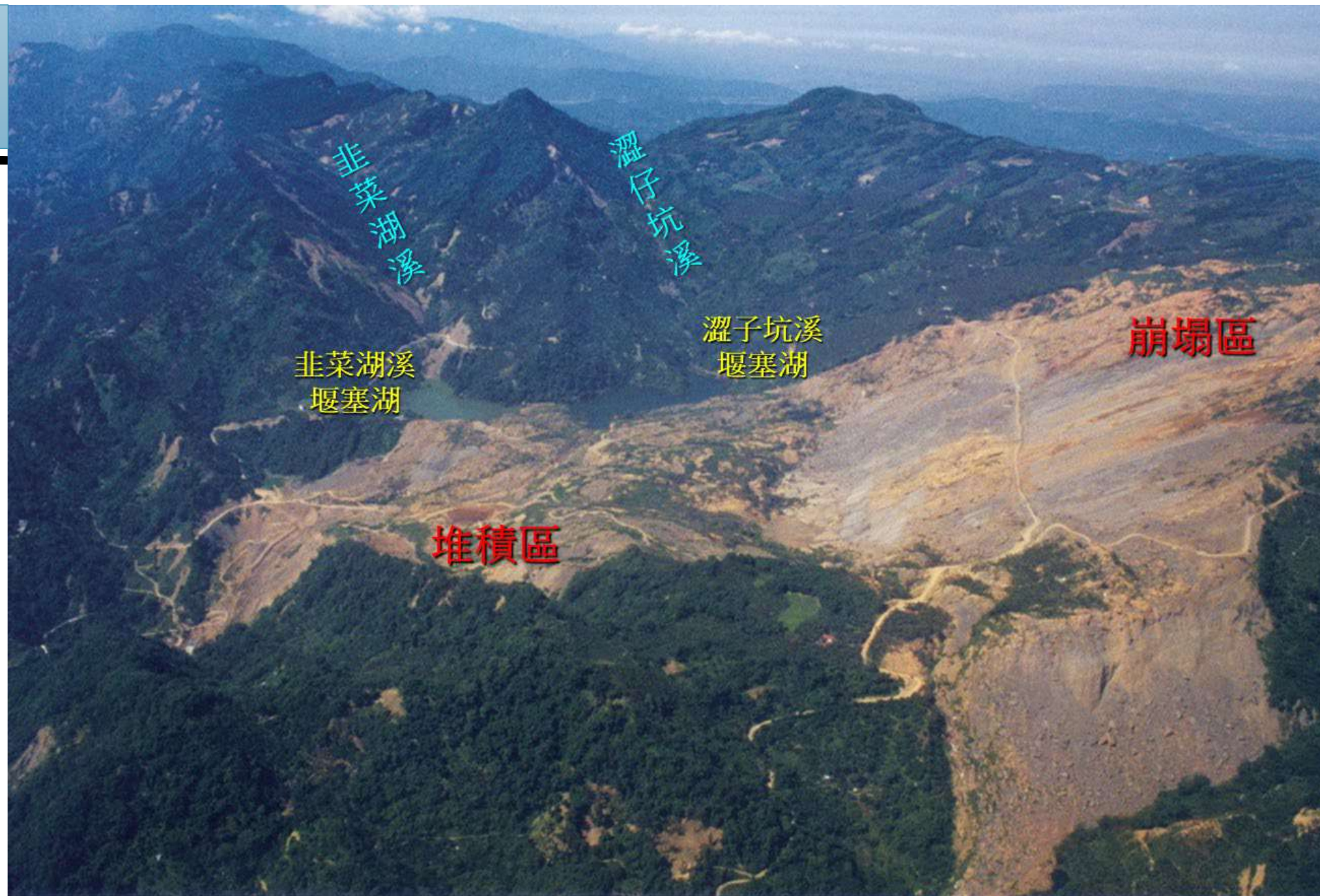
1999年9月21日發生921地震後造成草嶺地區發生大規模崩塌，崩落材料阻斷草嶺溪形成堰塞湖。  
本案例歷史上共阻斷四次。





## 九份二山 堰塞湖

921地震時，崁斗山發生大規模順向坡崩塌，崩塌面積約102.5公頃，土石滑動長度超過一公里，淹沒堵塞韭菜湖溪及澀子坑溪形成兩個堰塞湖。



# 大安溪 堰塞湖

受地震斷層影響，  
大安溪河床隆起  
形成堰塞湖



# 龍泉溪堰塞湖

2006年7月15日  
地震造成龍泉溪上游開始發生多次大規模崩塌，崩落石土阻塞河道，形成堰塞湖。



## 士文溪 堰塞湖

2009年8月8日  
，莫拉克颱風挾西南氣流在中南部山區降下超大豪雨，  
共造成16個堰塞湖。

士文溪溪右岸原住民保留地因降雨引致大規模地滑崩塌，  
土石阻斷士文溪主河道，溪水逐漸蓄積並形成堰塞湖。



## 旗山溪 堰塞湖

強降雨引發大規模崩塌，崩塌土石與水充分混和後形成土石流並朝下游輸送，流至旗山溪後形成大型沖積扇並阻斷旗山溪主河道，溪水逐漸蓄積並形成堰塞湖。



## 包盛社 堰塞湖

豐沛雨量使得太麻里溪上游 (包盛社附近) 之河岸右岸邊坡發生大規模崩塌，崩塌土體阻塞河道使溪水蓄積而形成堰塞湖。



## 小林村 堰塞湖

小林村堰塞湖為旗山溪左岸獻度山崩塌導致，造成超過400人死亡。



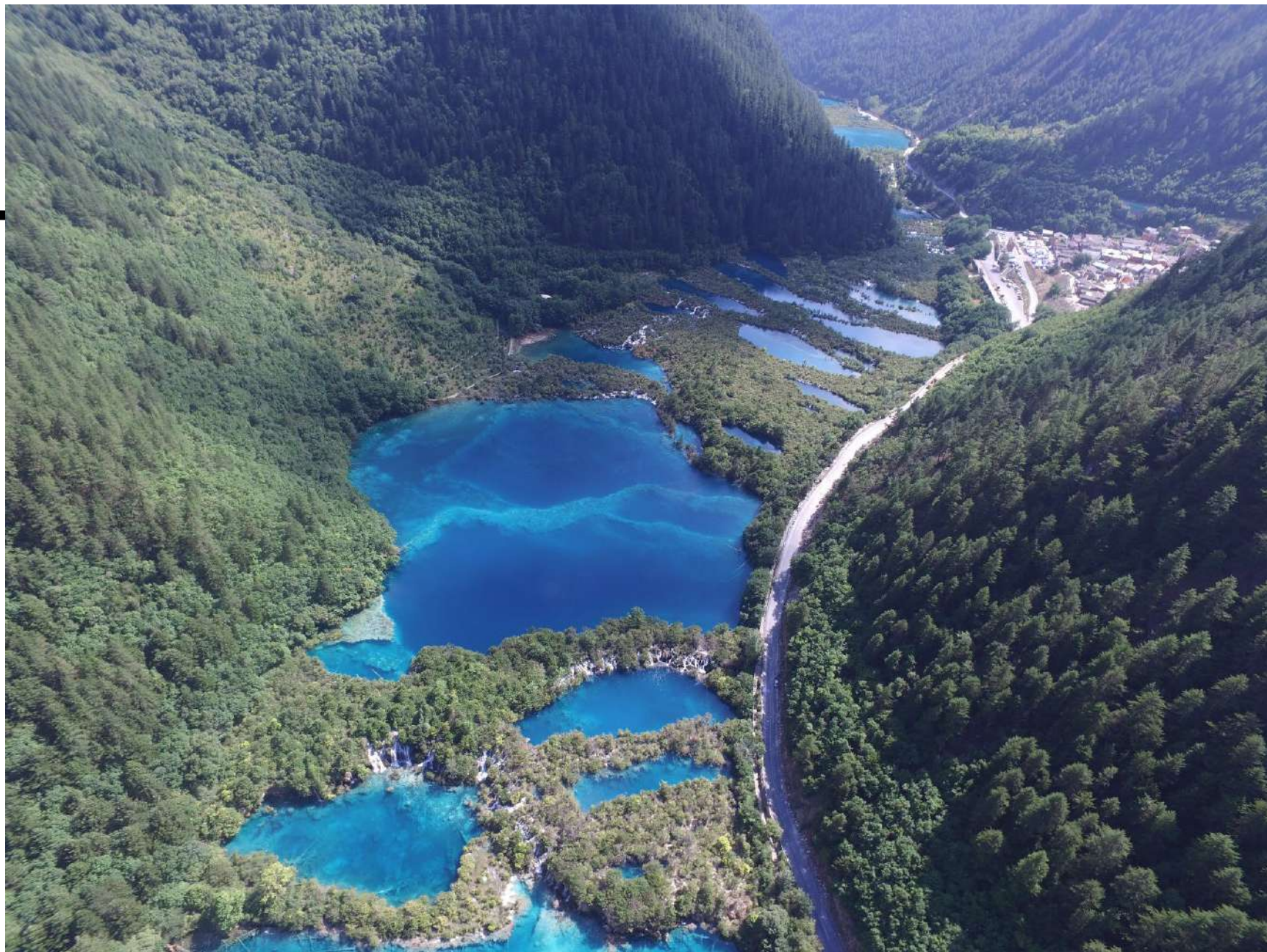
# 水漾森林

水漾森林

ETtoday新聞雲

# 四川九寨溝

九寨溝大多數湖泊的形成源於水中所含碳酸鈣。



# 日本大正池

大正池是由燒岳的火山噴發所形成的火山湖。



## 2. 堰塞湖引發之災害

---



# 堰塞湖造成的災害

---

上游-迴水淹沒

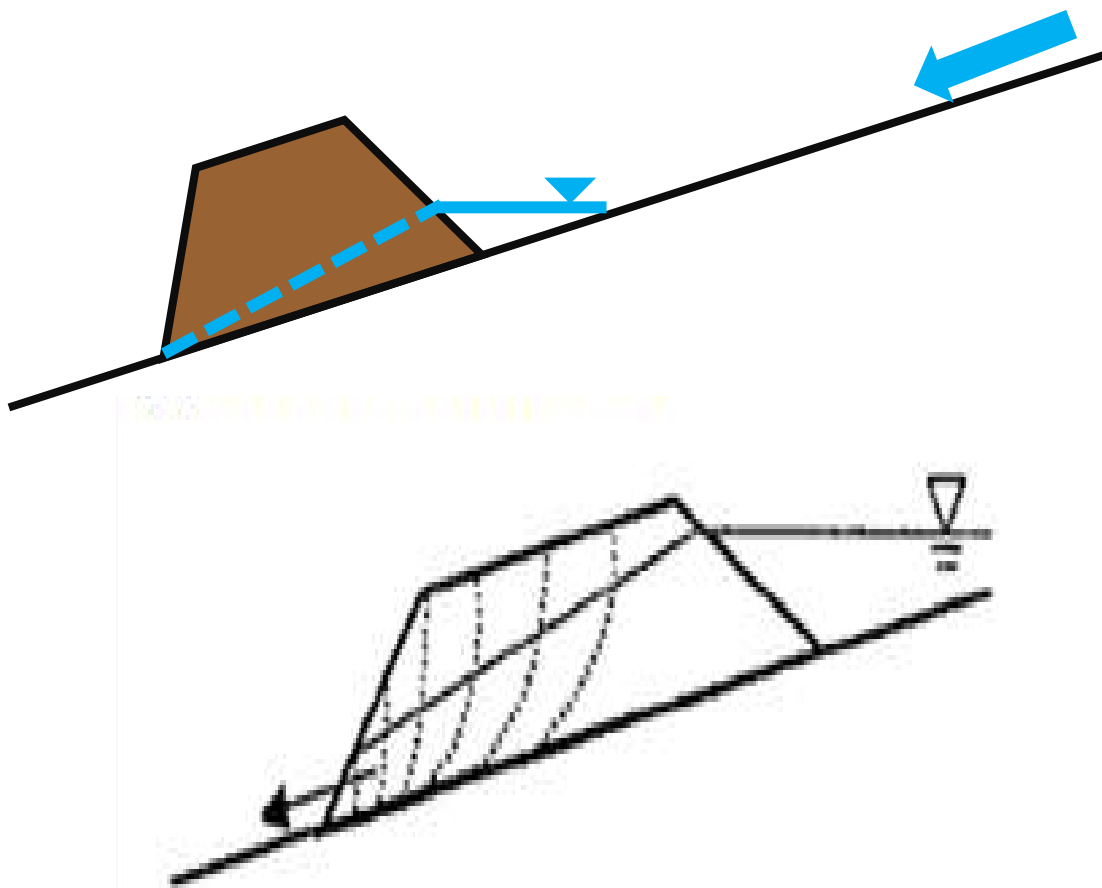


## 下游-潰壩洪水

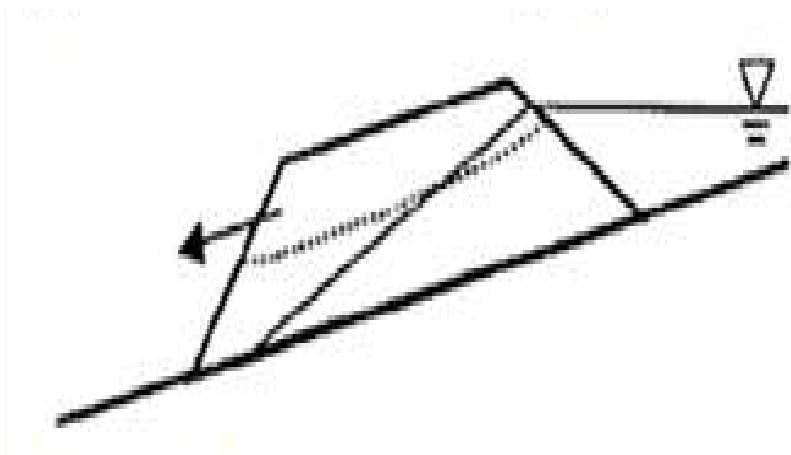
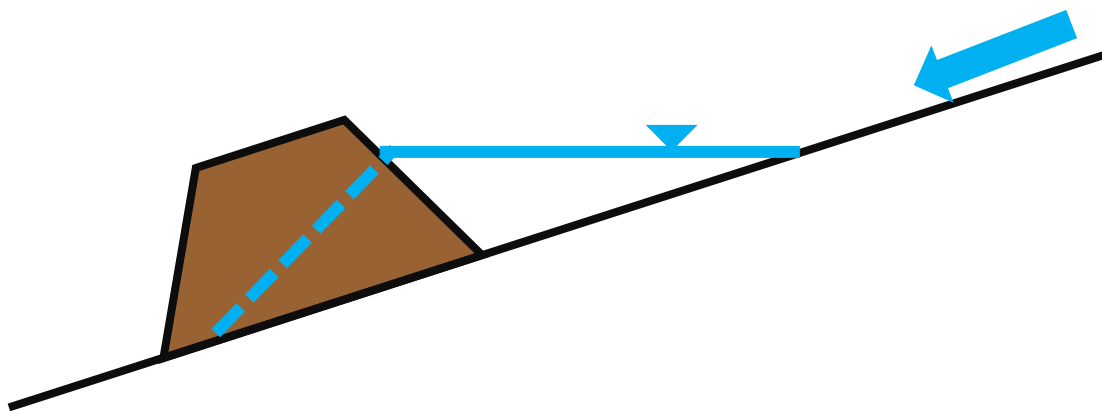
---



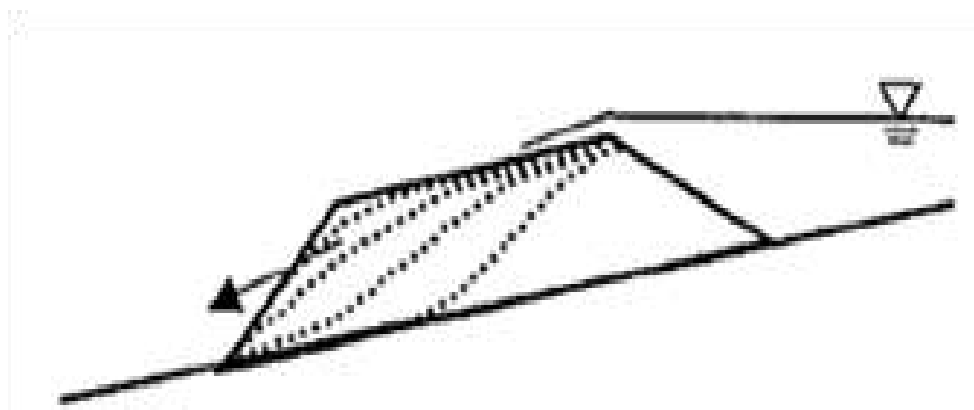
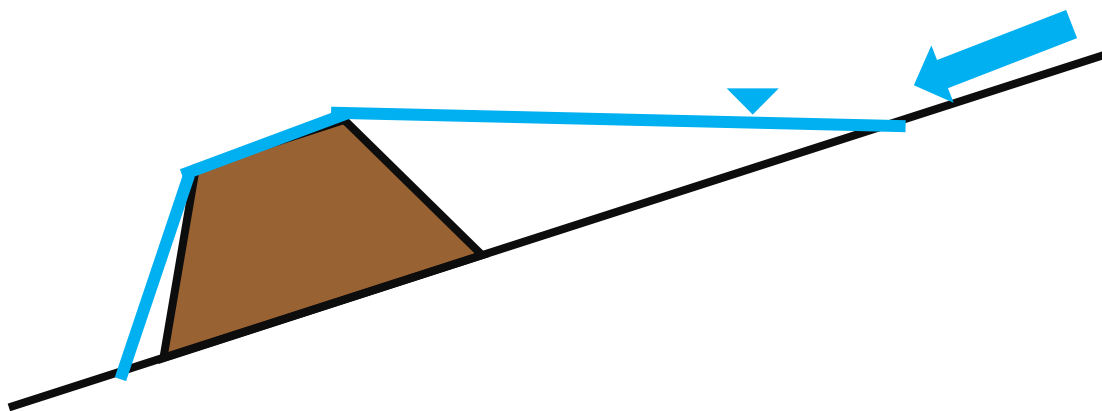
# 堰塞湖潰壩原因



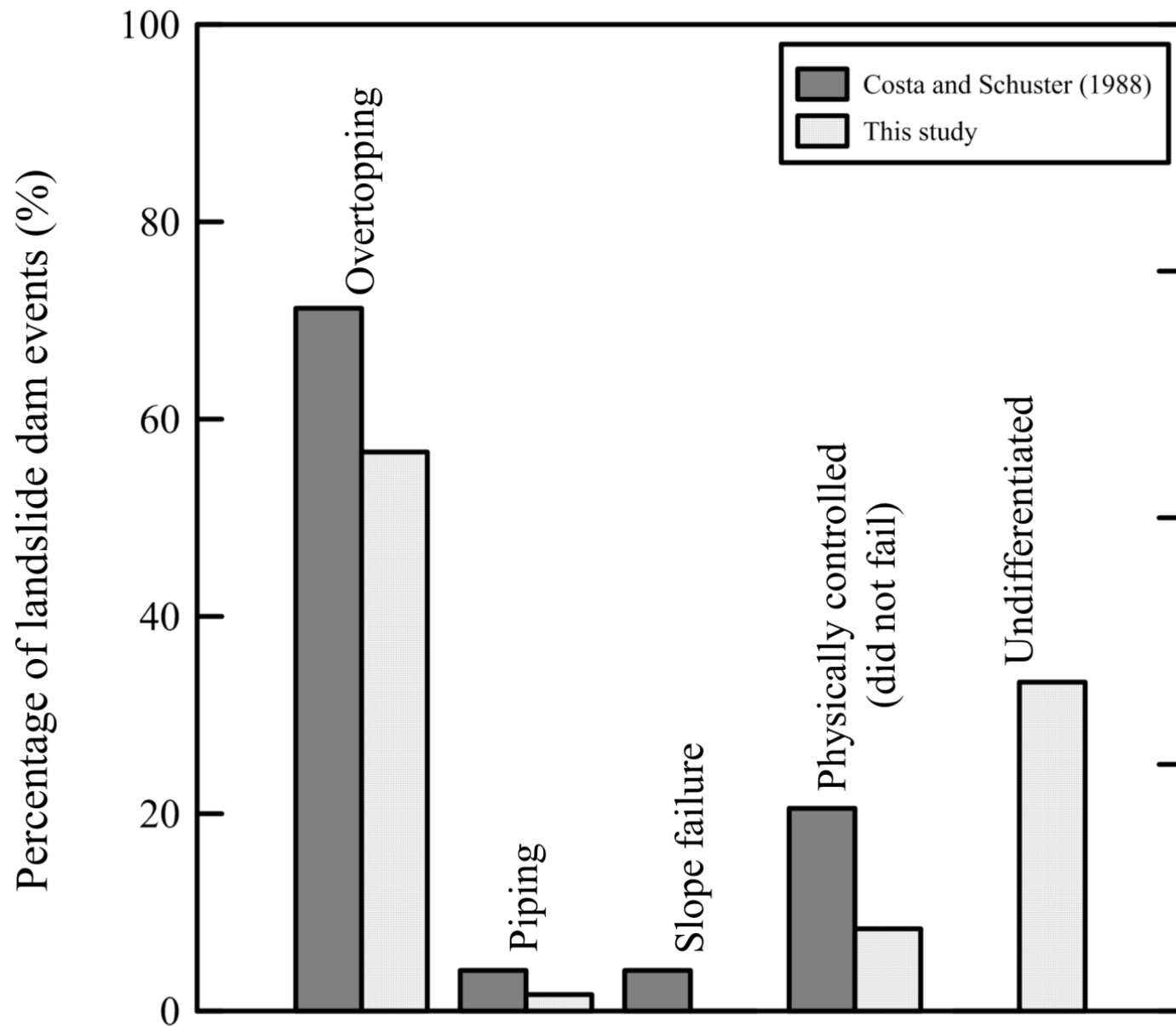
- 當材料阻斷河道後，水流受到材料之阻擋，開始於壩後蓄積。
- 若壩體材料透水性高，水流容易入滲，形成滲流從壩體表面流出。
- 隨著滲流的發生，壩體表面會有侵蝕現象發生而開始破壞。
- 當侵蝕現象持續後壩體失穩而發生破壞。



- 若壩體材料透水性略低，在滲流過程中上游水位也會持續上升。
- 當蓄水位超過臨界水位時，壩體持續受到水壓與重力之共同作用。
- 當壩體本身受力達到不穩定狀態時，發生驟然潰決。



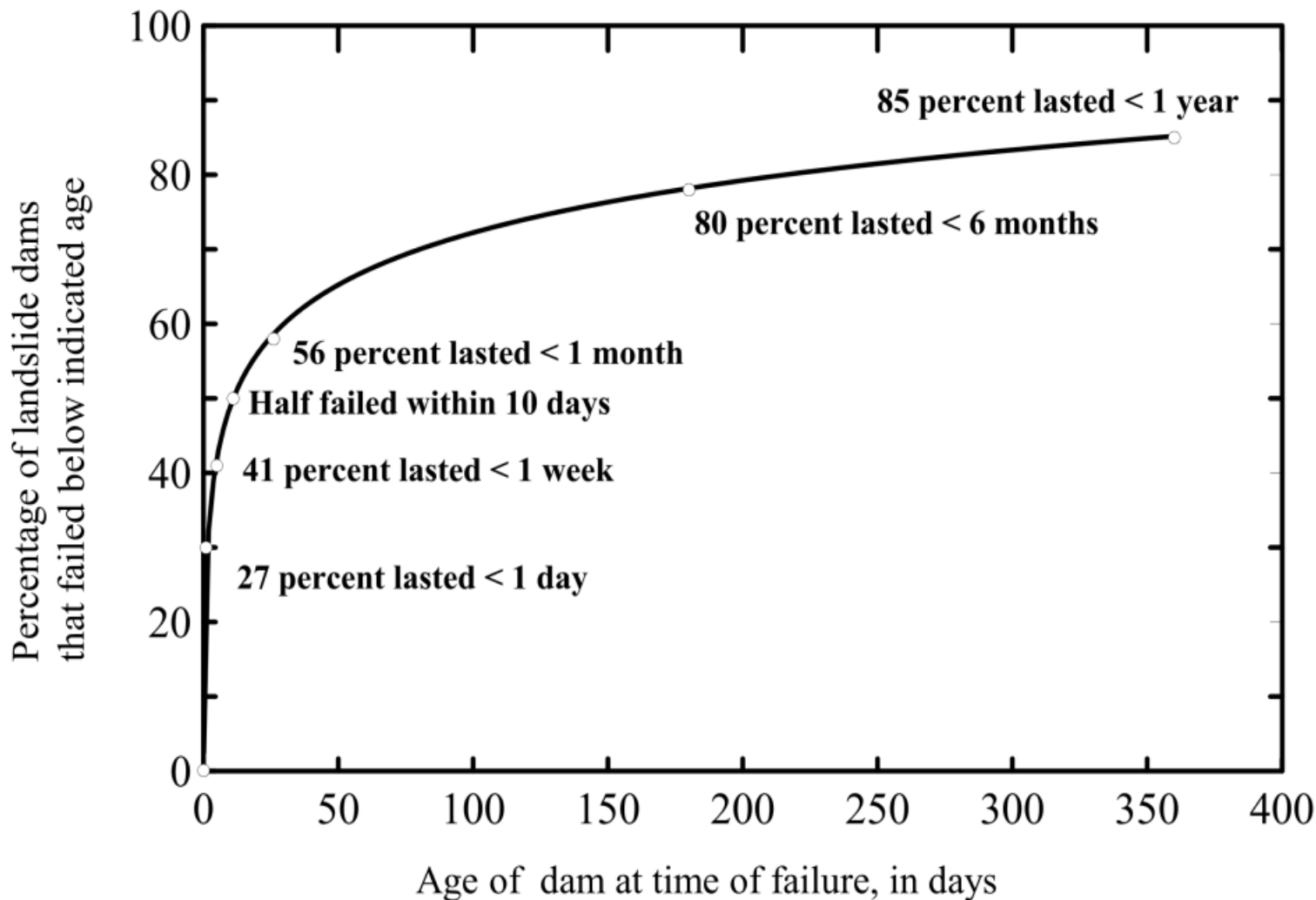
- 若壩體材料透水性低，加上上游持續入流，蓄水區水位持續上升，直到溢流發生。
- 溢流發生後，水流即對壩體產生沖刷。
- 持續沖刷條件下，壩體則可能失穩而發生潰決。



陳昆廷(2015)延續Costa等之研究，蒐集既有潰壩案例並予以分類，結果顯示溢流破壞為最主要之潰壩型式。

# 堰塞湖的壽命

- 因為堰塞湖的發生是由材料阻斷河道造成，相對來說是極不穩定的。
- 超過一半的堰塞湖會在7天內潰決，能存活超過1年的堰塞湖僅有13%。





# 堰塞湖應變作業

| 階段   | 內容說明                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 通報查證 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>接獲堰塞湖形成之通報</b>：主動釐清重要概況資訊，以利後續查證及緊急應變作業</li><li>2. <b>查證</b>：堰塞湖情資查證確認通報資訊真實性，依據新生堰塞湖所在位置判定權屬機關</li><li>3. <b>通報處理權責機關</b>：進行縱橫向通報，包含中央災害應變中心、農委會、林務局、水利署、地方政府等其它相關單位</li></ol>                                   |
| 緊急應變 | <ol style="list-style-type: none"><li>4. <b>緊急調查</b>：基本資料蒐集、天然壩及湖區概況調查、保全對象調查</li><li>5. <b>危險度評估</b>：天然壩體安定性評估、上下游保全對象安全性初步評估、發生度評估、保全危害度評估等</li><li>6. <b>擬定緊急處理對策</b>：緊急疏散避難計畫、緊急工程處理 (緊急抽水、挖降、河道整治、崩塌堆積土石移除)</li><li>7. <b>堰塞湖警戒與守視</b>：警戒發布與解除</li></ol> |

堰塞湖在山坡地並非罕見之災害，但多處規模不大，近年水保局處理之堰塞湖案例，除九份二山外，多數案例在形成後都因後續颱風豪雨影響而潰決。



近年山坡地範圍內堰塞湖案例



105年 台東-松葉溪



近年山坡地範圍內堰塞湖案例





近年山坡地範圍內堰塞湖案例

110年新竹－秀巒

大規模崩塌堰塞湖

①

②

③

④

近年山坡地範圍內堰塞湖案例

111年台東－霧鹿



111年 基隆 — 暖暖

近年山坡地範圍內堰塞湖案例



111年新北－鵠鵠崙

近年山坡地範圍內堰塞湖案例





近年山坡地範圍內堰塞湖案例

112年 南投－東眼溪





113年 屏東－率芒溪

近年山坡地範圍內堰塞湖案例





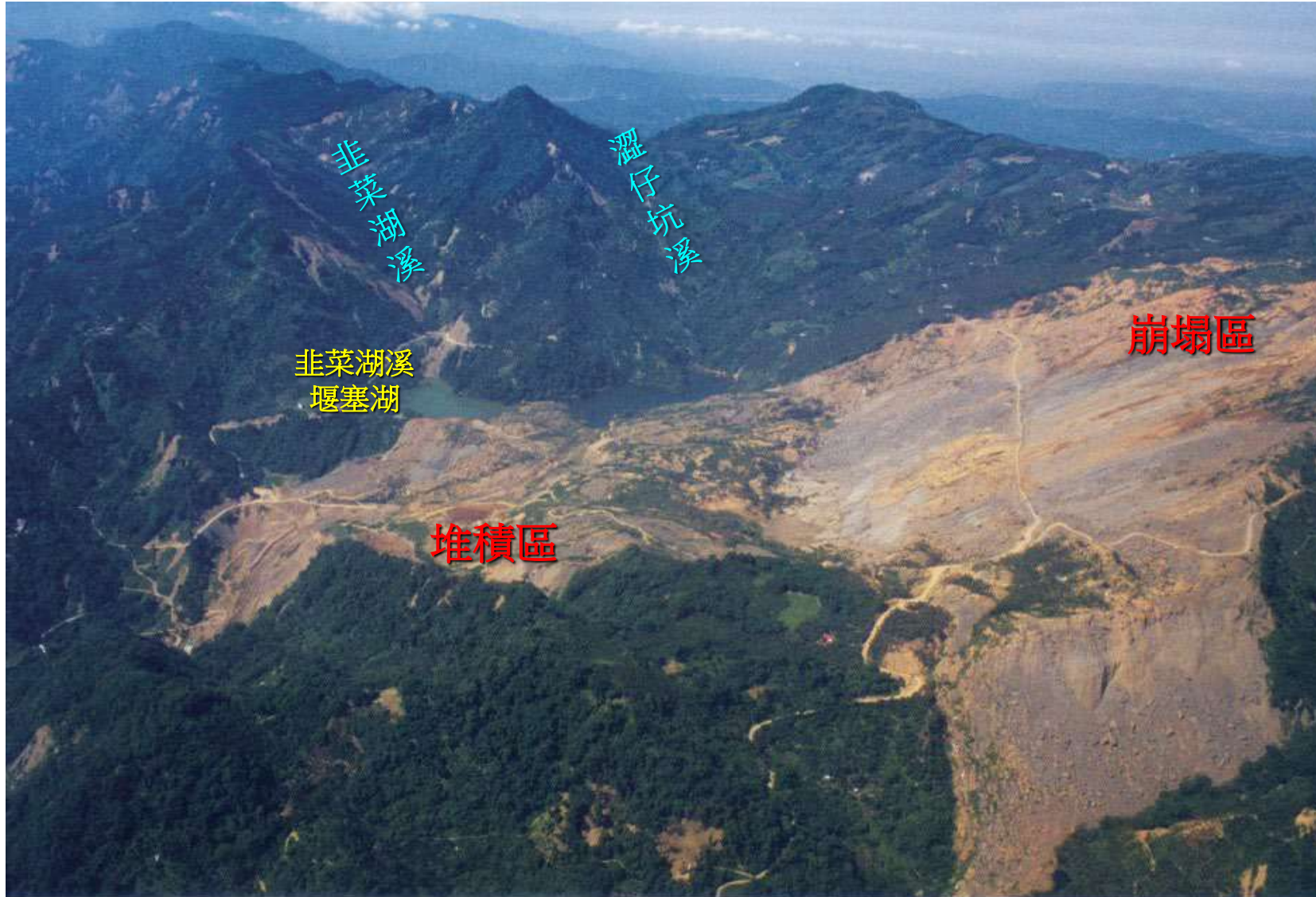
114年 屏東－率芒溪

近年山坡地範圍內堰塞湖案例





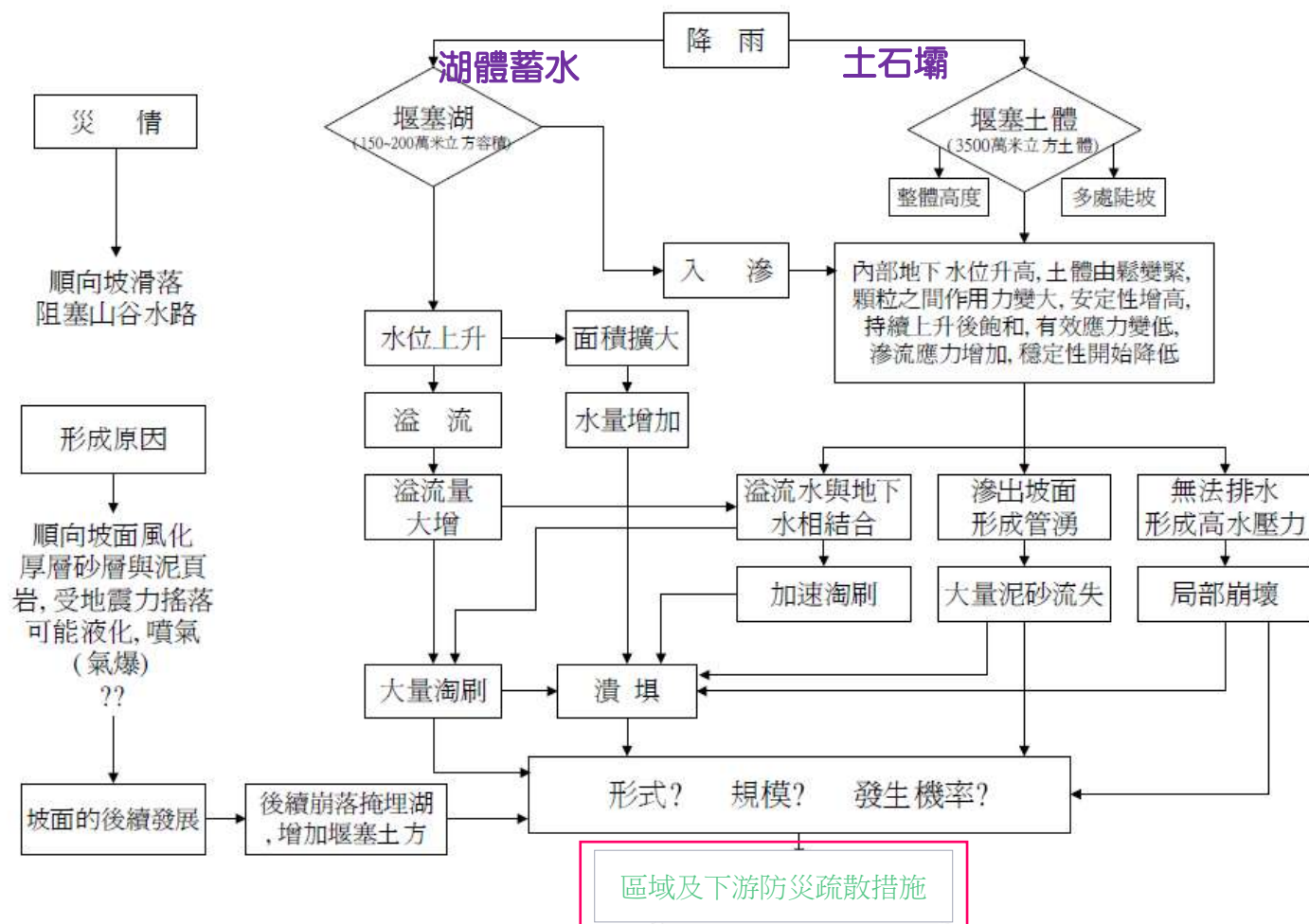
# 九份二山堰塞湖處置回顧



# 九份二山堰塞湖處置流程

## □堰塞湖安全性評估

- 順向坡再滑落阻塞？
- 堰塞土體崩塌及發生管湧致潰壩？
- 堰塞湖溢流發生時，造成水壓力過大及淘刷作用致潰壩？
- 堰塞土體飽合後，溢流水與地下滲流水雙重作用下，發生加速淘刷致潰壩？



1999/9/21  
地震造成崩塌  
形成韭菜湖溪  
及澀仔坑溪兩  
個堰塞湖



2000/3/30  
以空貨櫃內填充  
現場砂石，完成  
貨櫃加載工程



2000/6/30  
完成溢流道加  
強工程



2001/4/30  
完成溢流水道  
挖降工程



2003/01/30  
完成柱狀透過性潛  
壩工程

1999/12/30  
完成緊急溢流  
水道1400公尺



2000/5  
植生綠化工程  
防災演練



2000/8/30  
完成堰塞湖下  
游梳子壩及潛  
壩興建工程



2002  
建置崩塌地及堰塞湖監測系統





## 5. 結語

- 堰塞湖之形成是地形、地質與水文條件交互作用下的結果，其發生頻率相對較低，但一旦形成，往往就是與時間的競賽，在有限時間下，讓業務相關人員**有規則可循**更形重要，目前水土保持局針對堰塞湖災害完成工作包含
  - **堰塞湖潛勢分析與追蹤**
    - 針對堰塞湖可能發生地點，已針對已知之大規模崩塌潛勢區進行堰塞湖形成潛勢之評估，並於潛勢區坡面建置觀測系統，掌握坡面變形情形。
  - **堰塞湖緊急應變與處置作業建立**
    - 針對堰塞湖資害之緊急應變，完成堰塞湖處置權責分工機制建立，率定堰塞湖事件發生時所需要之通報查證、緊急調查與處置等不同工作之作業流程，爭取緊急處置之操作時間。
  - **資訊交流平台維運**
    - 透過水土林堰塞湖聯合演練平台，平時辦理教育訓練、演練操作等課程，於應變期間則可提供堰塞湖災害之情資研判、處置情形追蹤與各類資訊交流，可加速業務相關人員對於堰塞湖資訊之掌握。

簡報結束，謝謝聆聽

---