



# 二維水理分析相關文獻導讀



報告人 劉維則  
2017/3/7



- 1.甚麼是河道動床分析？為了解決甚麼問題需要用到動床分析？
- 2.臺灣面臨到的甚麼問題？
- 3.目前常用的商業或是學界軟體有？
- 4.來個案例！



你想要操作一套軟體？還是了解一套軟體？  
你想要熟悉一套軟體？還是掌握這個問題？

- 更新版本，選項就更多了，或常用的功能不見了
- 參數都有預設值，跑出來能動就好了
- 萬一，順手的軟體改版或是收費的時候

國立臺灣大學土木工程學系

碩士論文

Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

二維水理輸砂模式於壩體移除分析應用之探討

The Application of Two Dimensional Hydraulic and  
Sediment Transport Modelling in Dam Removal  
Simulations

李文獻

Lee, Wen-Shien

指導教授：李鴻源 教授

Advisor: Lee, Hong-Yuan Ph.D.

中華民國 101 年 8 月

Aug. 2012

- ✓ 水庫集水區崩塌地潛勢分析及崩塌地土方量估算之研究(3/3)
- ✓ CCHE2D Sediment Transport Model
- ✓ 巴陵壩上下游河道斷面測量作業成果報告書
- ✓ 石門水庫上游主流攔砂壩淤積測量成果報告書

# 緣起

## □ 河川洪枯流量差距極大

- ✓ 蓄水不易

## □ 集水區上游構築攔砂壩等結構物避免泥砂進入庫區而減少水庫壽命

- ✓ 人類生活
- ✓ 河防安全
- ✓ 注重防洪、開發與利用
- ✓ 忽略了河川生物的棲息空間

## □ 適當時候進行壩體移除被視為一個生態復育可能性作法

- ✓ 壩體阻斷河川之生物連通性
- ✓ 壩體老舊
- ✓ 壩體結構是否安全
- ✓ 壩體是否喪失其功能
- ✓ 生態復育意識的提升



# 文獻回顧

## 河道隨時間變化模式 (Channel Evolution Models, CEM)

Doyle et.al (2002)、Simon and Hupp's (1986)

**第一階段A** 為潰壩前之河道斷面蓄滿水之初始狀態，河道斷面呈現潰壩前沖淤平衡之穩定狀態

**第二階段B** 為潰壩後的瞬間河道尚未產生任何沖刷或淤積行為，僅僅只有少部分的水流往下游傳遞

**第三階段C** 為潰壩後由於地形的突然改變使得河道底床迅速向下沖刷，開始產生溯源沖刷行為，底床坡度逐漸增加，新的主深槽逐漸產生

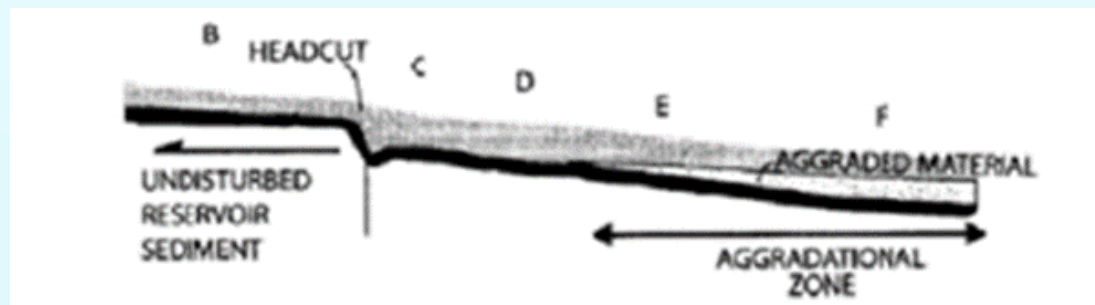
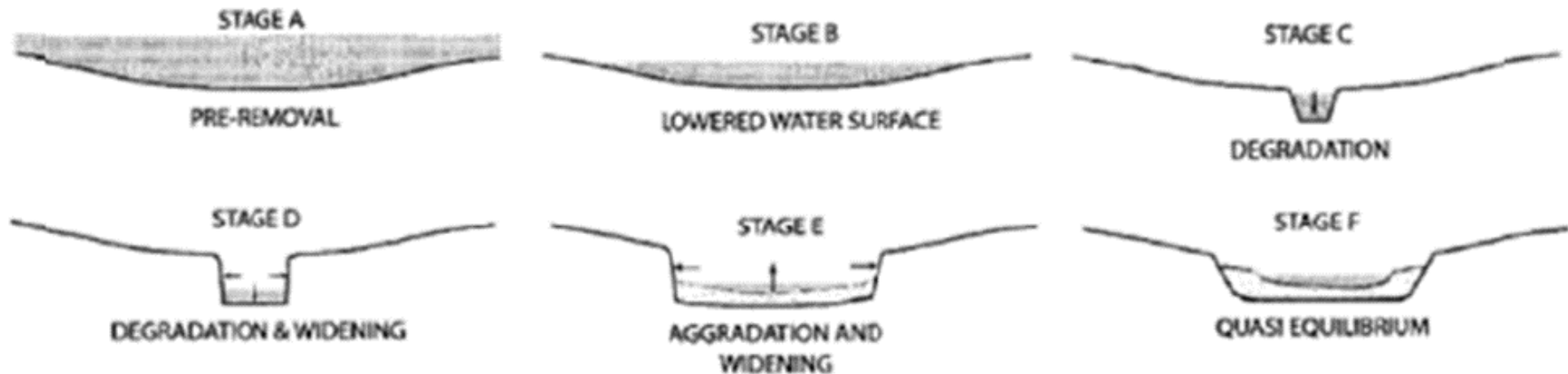
**第四階段D** 隨著潰壩後時間的增加，河道不僅往下沖刷，也開始往河岸兩旁開始掏刷，使得河道開始往旁邊拓展，河道開始變寬

**第五階段E** 隨著河道的逐漸加深與加寬，直到達到新的沖淤平衡後，上游河道的來砂逐漸使得河道底床開始產生淤積

**第六階段F** 最後當沖淤達到新的穩定平衡狀態產生新的河道

# ■ 潰壩過程中上游及下游縱斷面變化情形 (Channel Evolution Models)

縱剖面圖型來看，溯源沖刷主要發生在階段C 往上游延伸；而淤積段主要發生在階段E 至F。





# 文獻回顧

## 水槽試驗

Pizzuto(2002)、Doyle(2002)

□ 利用水槽試驗與概念性模試CEM將拆壩過程分為上、下游兩部分討論拆壩後的河像變化。

➤ 河道上游蓄積泥沙顆粒

1.  $10^0 \sim 10^{-1}$ 之間 朔源沖刷(Head-Cutting)為主要侵蝕機制
2.  $10^0$  以上 常流水無法將泥沙網下游運移，使河道產生淤積讓河床坡度不連續，產生跌水現象，必須等到**大洪水事件**時這些粗顆粒材料才會被往下游運移。

➤ 上游淤積泥沙運移方式主要可分為

Dispersion、Translation、Combined Translation and Dispersion

決定泥沙運移方式主要和河床與泥沙顆粒本身組成和河道中泥沙交互作用等行為有密切關係，其中**Dispersion**運移行為較常出現於粗糙底質河道，如**砂粒質底床**



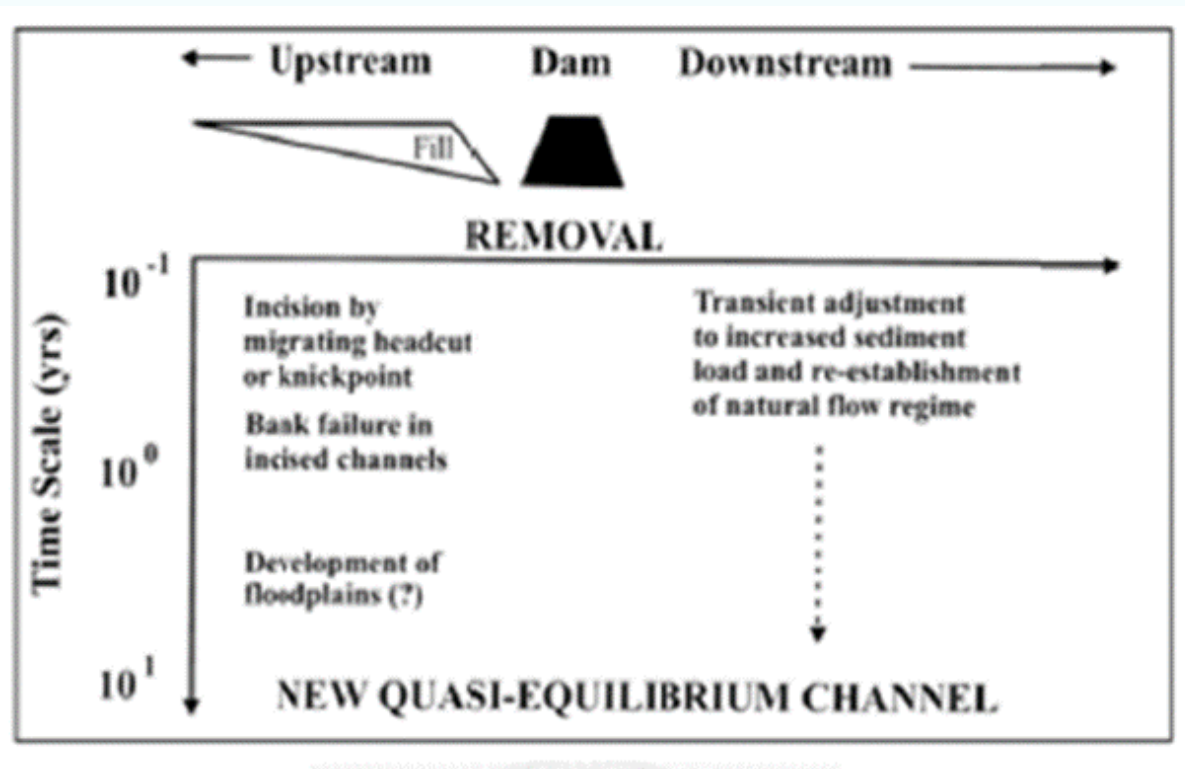


# 文獻回顧

## 水槽試驗

Pizzuto(2002)、Doyle(2002)

- ◆ 研究結果顯示潰壩後河道斷面發展過程符合Doyle所提出之六階段，其發展過程通常長達數十年之久。





# CCHE2D 初始條件設置

初始水位值  
(Initial Water Surface)

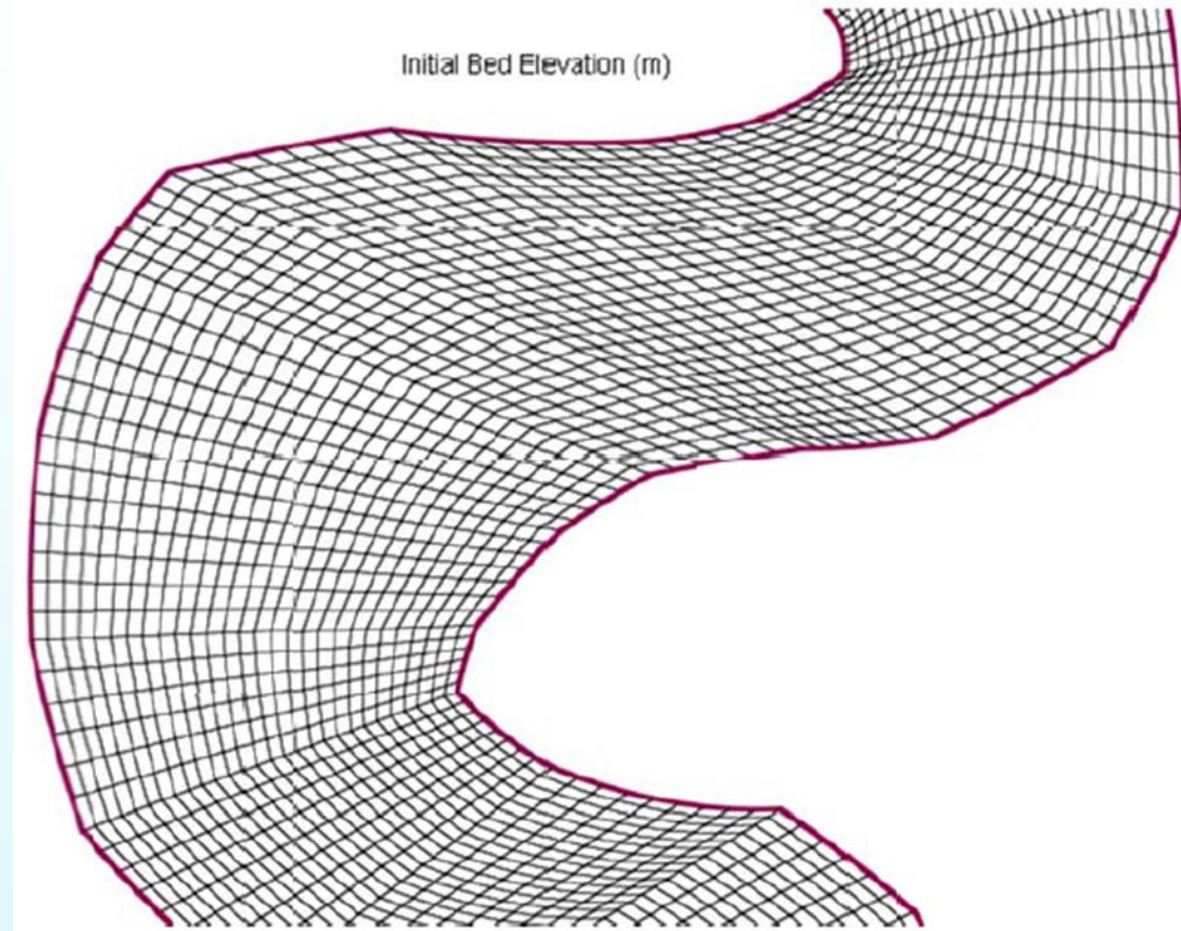
初始底床高程  
(Initial Bed Elevation)

河床糙度  
(Bed Roughness)

底床可沖刷與否  
(Bed Erodibility)

最大可淤積厚度  
(Maximum Deposition  
Thickness)

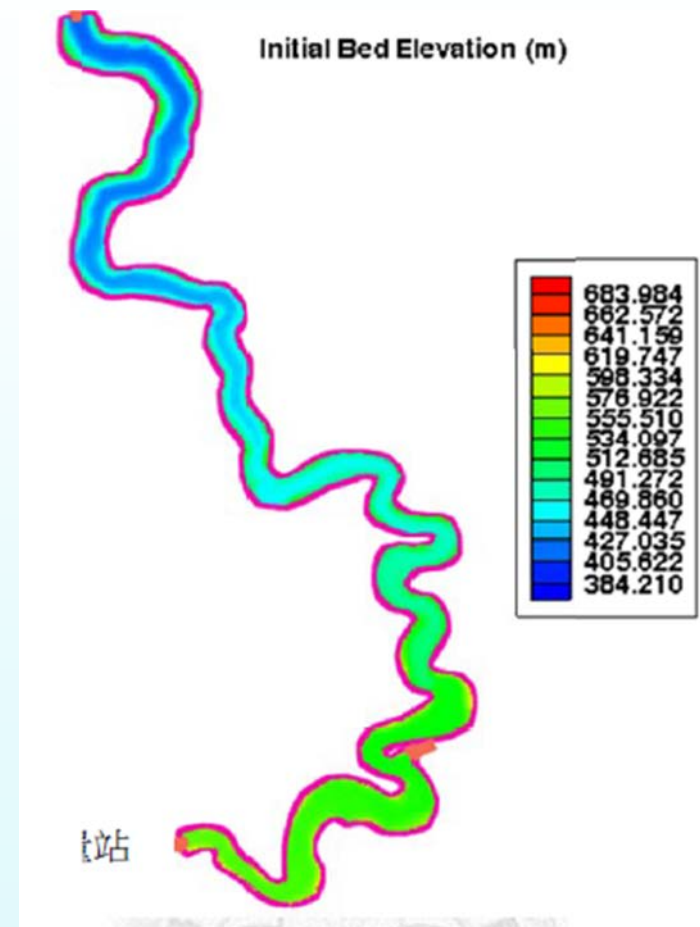
最大可侵蝕厚度  
(Maximum Erosion Thickness)





# CCHE2D 上下游邊界條件設置

| 水理邊界                           |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| 上游邊界<br>(流量)                   | 下游邊界<br>(水位)           |
| 總流量<br>(Total Discharge)       | 開邊界<br>(Open Boundary) |
| 流量歷線<br>(Discharge Hydrograph) | 水位                     |
|                                | 率定曲線                   |
|                                | 觀測歷線                   |
| 輸砂邊界                           |                        |
| 懸浮質入砂歷線                        |                        |
| 底床質入砂歷線                        |                        |





# 巴陵壩資料彙整

- 巴陵壩於民國66 年6 月完工
- 預估淤砂量1047 萬立方公尺，主壩採格籠式混凝土重力壩
- 壩高38 公尺，壩長80公尺，壩頂高程為528 公尺位於石門水庫上游35.5 公里處（約為榮華壩上游11公里處）
- 功能主要為攔砂及穩定水流，減少砂石下移至石門水庫，以減緩水庫之淤積量



照片來源

[http://www.abohome.org.tw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1907%22](http://www.abohome.org.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=1907%22)

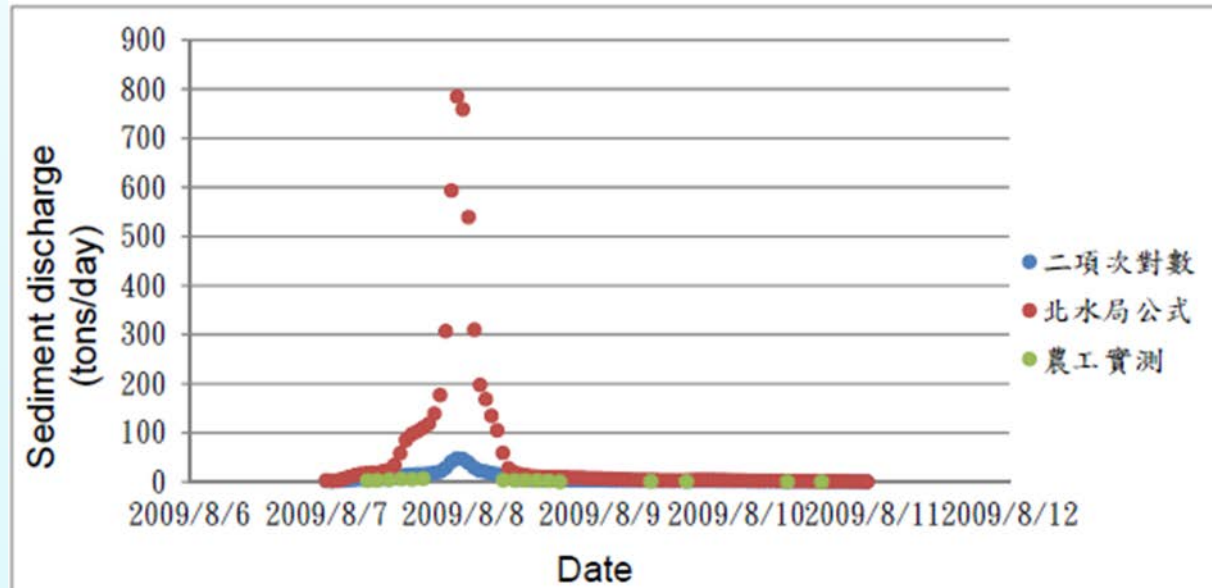




# 上游入砂濃度

- ◆ 二維數值模式 (CCHE2D) 執行疏砂演算時，不論以總書砂量法或是各別算河床載及懸浮載都是必須利用上游土砂量計算。
- ✓ 水庫集水區崩塌地潛勢分析及崩塌地土方量估算之研究(3/3) ，北水局

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 玉峰站率定曲線 | $Q_s = 79.49Q^{1.989}$ |
| 稜角站率定曲線 | $Q_s = 97.63Q^{1.908}$ |



# 水理/疏砂參數設置

- ◆ 曼寧N 值

- ◆ 紊流模式：

分別為Mixing length model、Paraboliceddy viscosity model 與 K- $\epsilon$  model。

對於大部分問題來說，前兩者已足夠描述一般較大尺度之紊流流場問題且參數的設定上較為簡便，因此在模擬上較有效。

- ◆ 時間間距

- ◆ 輸砂公式：

CCHE2D 輸砂公式採用推移載與懸浮載分離演算法

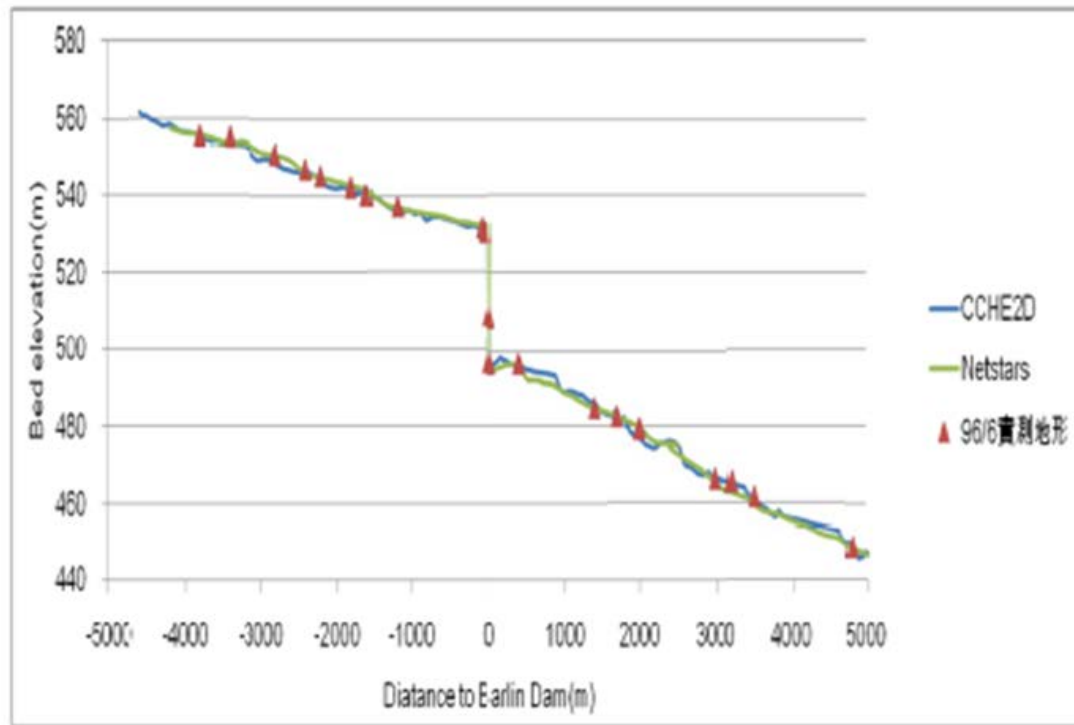
- ◆ 混合層厚度：

Wu and Vieira(2002)建議混合層厚度約為沙丘高度之一半或是兩倍河床質之D50。



# 巴陵壩案例結果分析

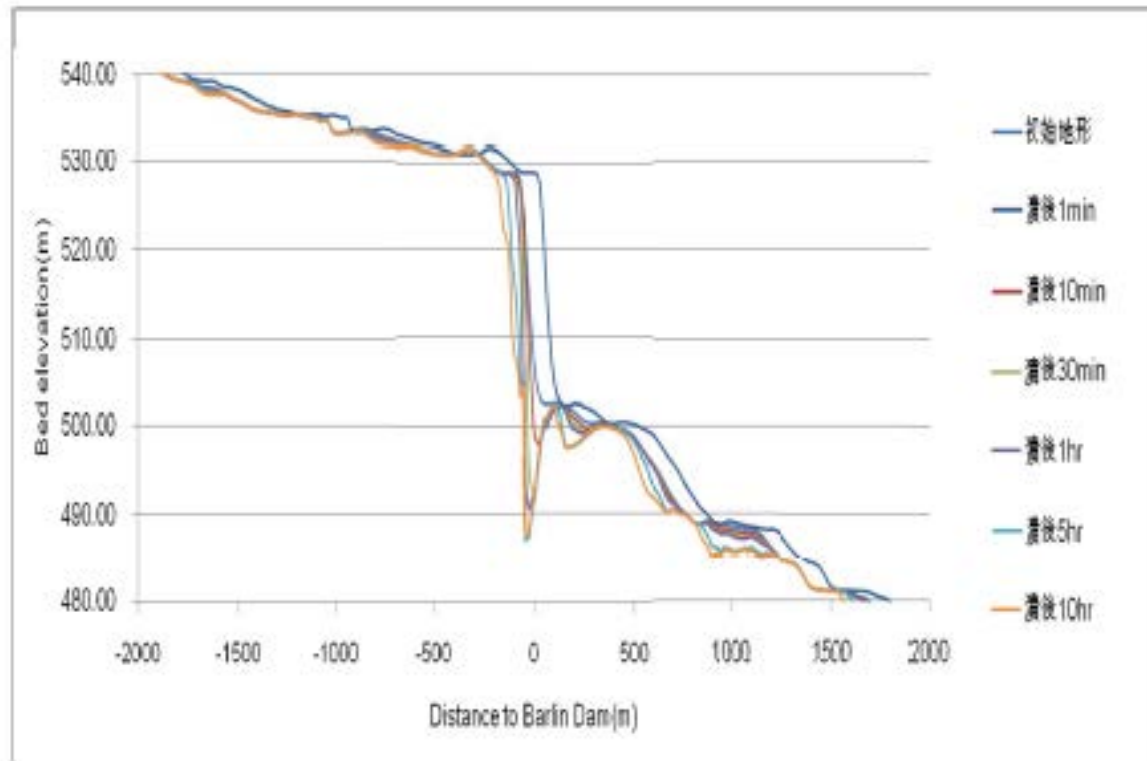
- ◆ CCHE2D 所建置的初始地形與實測資料幾乎一致，利用數值高程地形配合實測斷面進行彎道部分的斷面建置。





# 巴陵壩案例結果分析

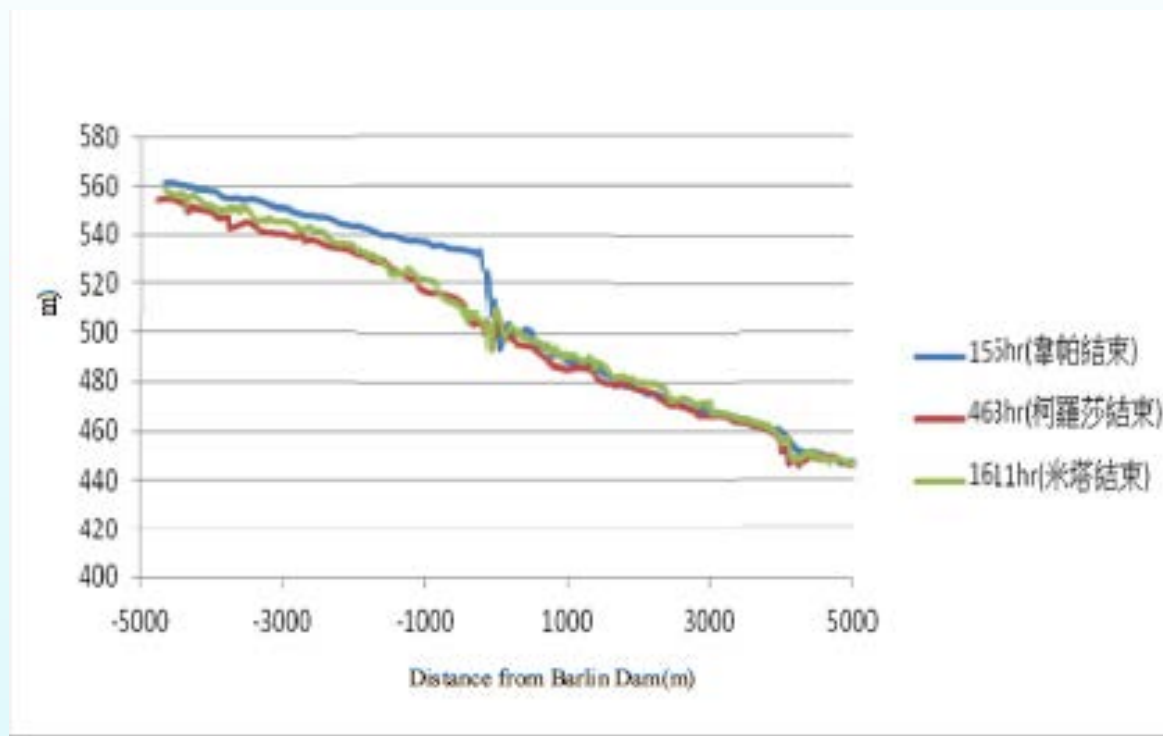
- ◆ 潰壩初始為大批土石의 滑落(Sliding)後轉變為類似於土石流流動之型態(Debris flow)，最後才與一般認知的泥砂運移行為類似(Sediment Transport)，導致一般模式往往僅能夠模擬瞬間全潰的現象





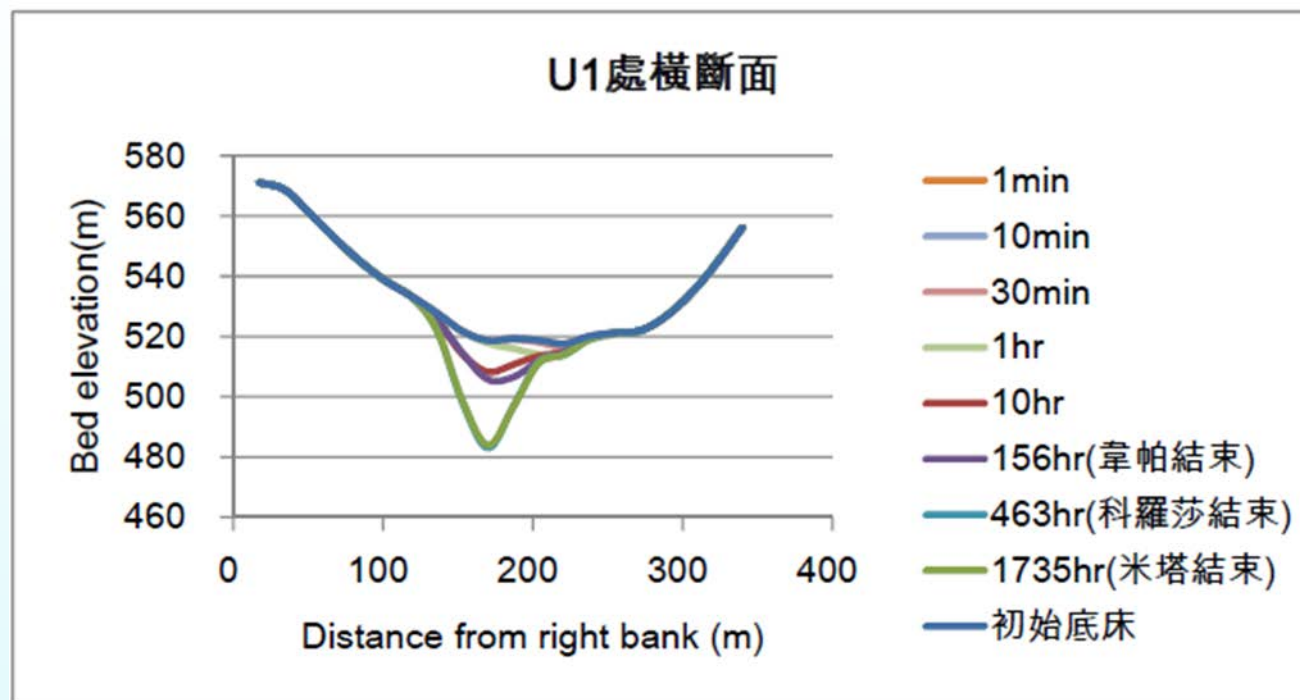
# 長期趨勢

- ◆ 發現主要的底床縱剖面變化發生在柯羅莎颱風結束之後，由於其帶來的尖峰流量為**3300cms**，為韋帕颱風的**2.12** 倍左右。



# 斷面檢驗結果

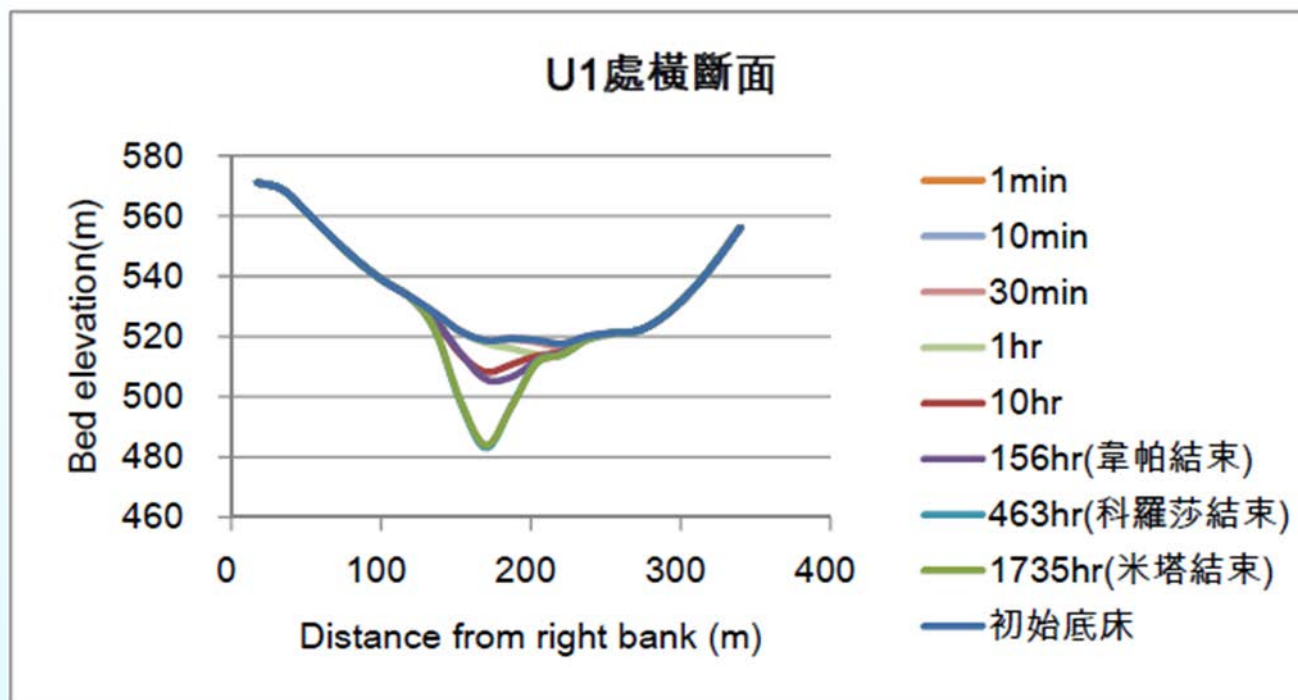
- ◆ 距巴陵壩上游41m 處的斷面(U1)之橫斷面觀察溯源侵蝕的發展行為。



- ◆ 潰壩初期由於溯源侵蝕之影響尚未達到此斷面，因此在1min 時斷面高程並未產生任何變化；直到10hr 時，溯源沖刷以開始影響此斷面而導致斷面開始下降

# 斷面檢驗結果

- ◆ 距巴陵壩上游41m 處的斷面(U1)之橫斷面觀察溯源侵蝕的發展行為。



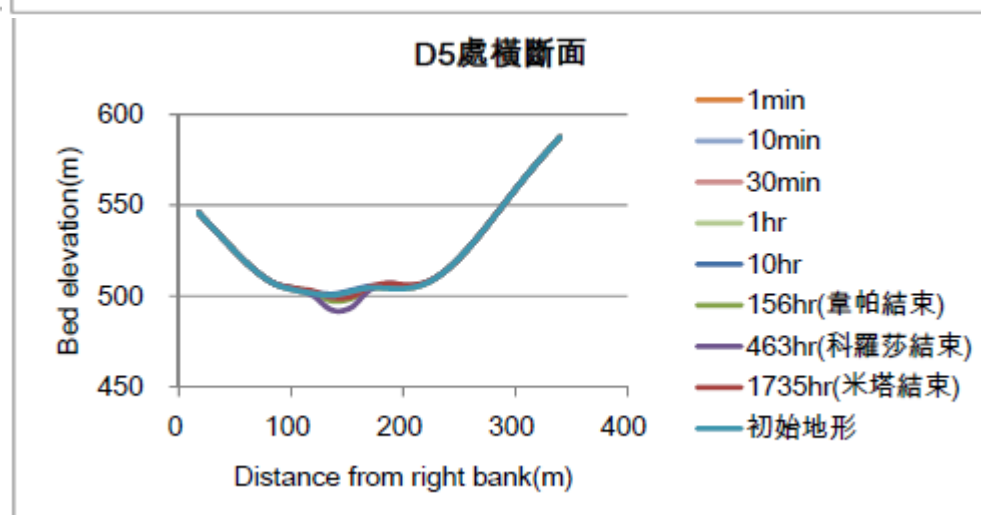
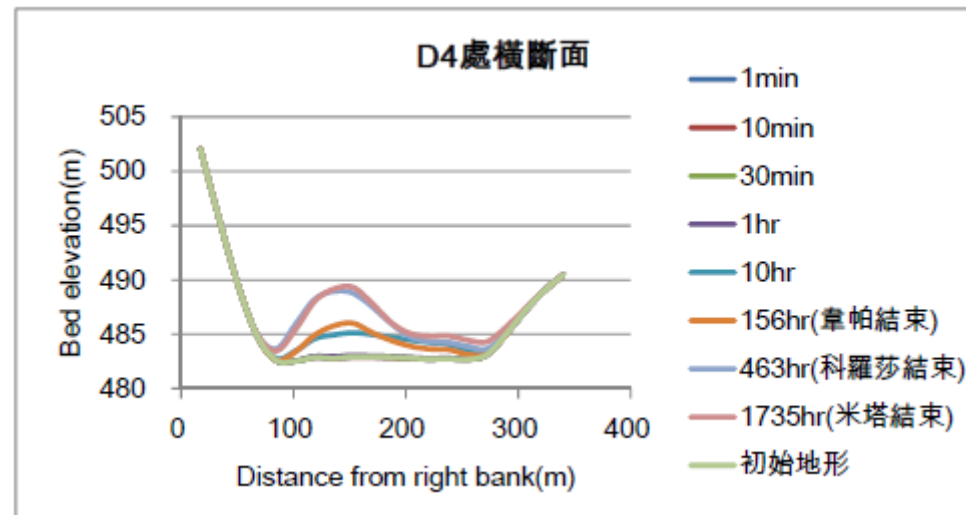
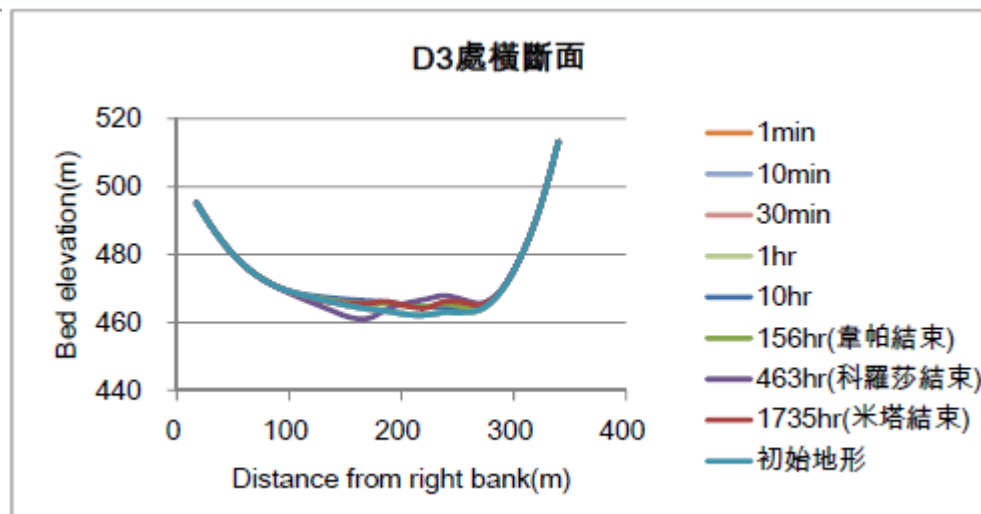
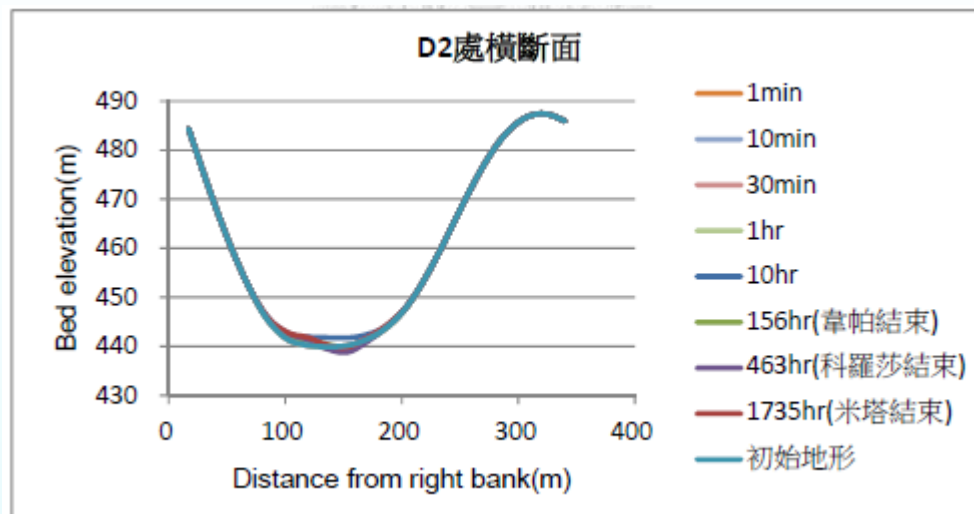
- ◆ 潰壩初期由於溯源侵蝕之影響尚未達到此斷面，因此在1min 時斷面高程並未產生任何變化；直到10hr 時，溯源沖刷以開始影響此斷面而導致斷面開始下降



下游斷面都會產生淤積  
升高的現象？

# 下游斷面結果

D2 至D5 可以發現當斷面位置距離巴陵壩越遠其淤積現象就越小，且有斷面不均勻的沖淤現象而形成一條明顯的主深槽(Channelize)現象。





# 不同重現期流量對生態影響

- 二維圖形呈現適合度在縱向及橫向上的變化。

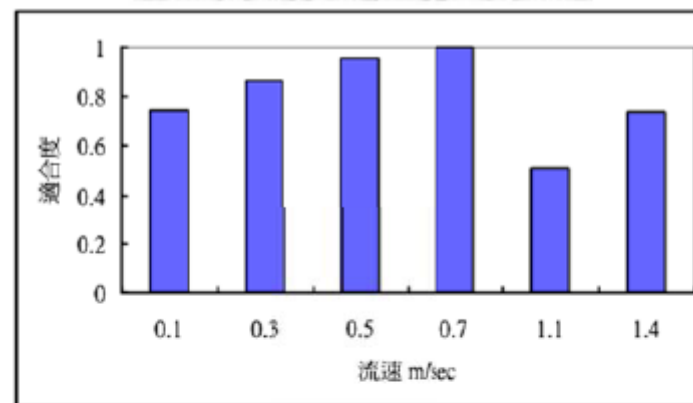
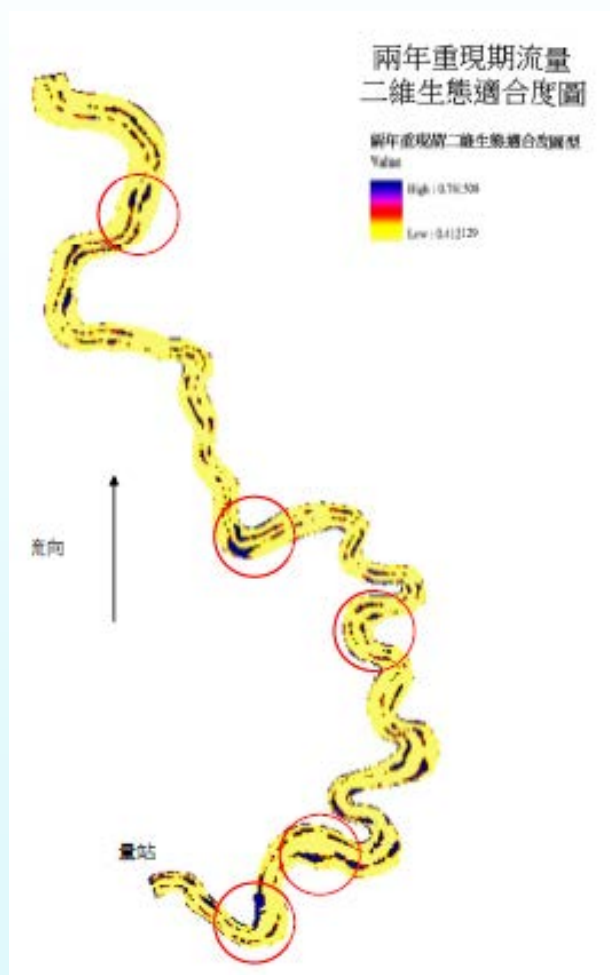


圖 4-33 鮭魚流速適合度指數圖(胡，2010)

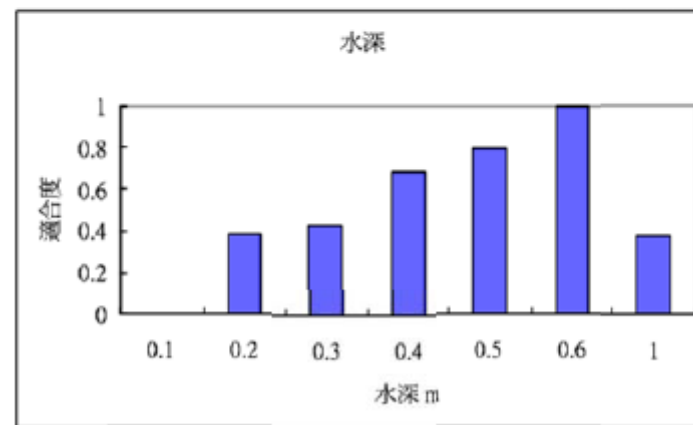
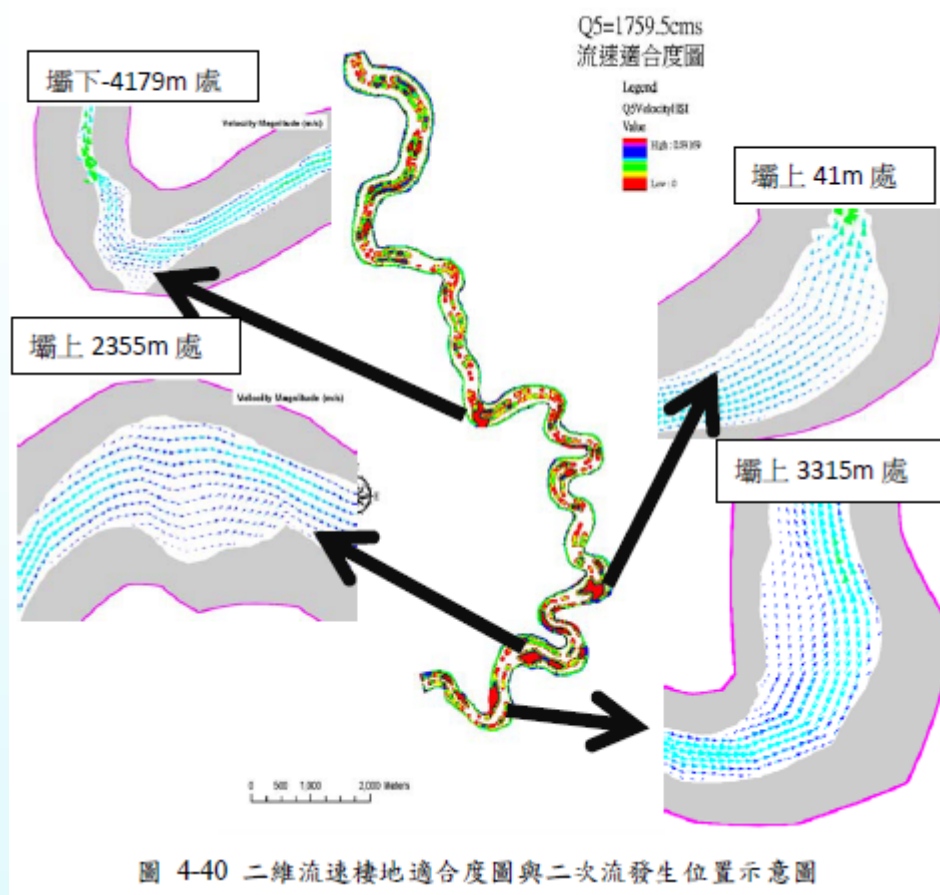
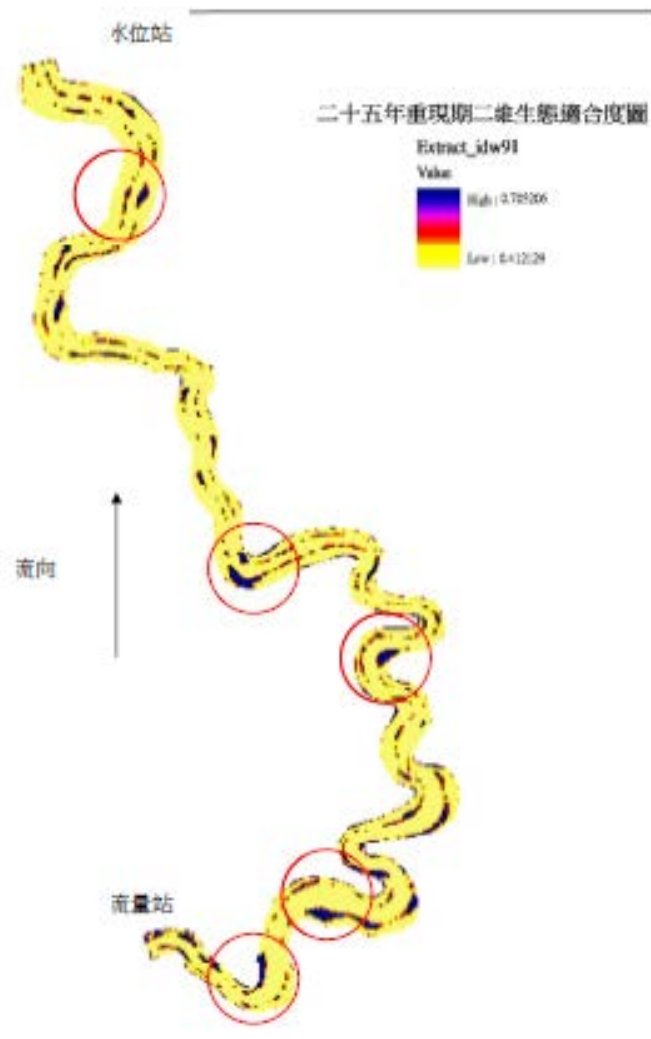


圖 4-34 鮭魚水深適合度指數圖(胡，2010)

# 二維流速棲地適合度



- 流速適合度越高的地方在彎道區域，與二次流發生的位置一致，二次流位置流速往往教主深槽河道流速慢。



# 結論

- 透過水理模擬之結果與二維棲地適合度圖的結合，可以更精確的看出適合提供指標性魚種棲息的區域，且可發現發生二次流之區域的適合度明顯比沒產生二次流之區域適合度高。
- 潰壩後之上下游斷面並非呈現上游沖刷、下游淤積的趨勢，而是根據斷面距離壩體之位置遠近及主流偏向凹岸或是凸岸而產生斷面不一致之沖淤行為，但整體來說上游斷面底床下切；下游斷面底床升高。





# 建議

□ 數值模式不論是一維或是二維在模擬初期的短時間內都會產生劇烈的震盪，且數值模式對於壩體附近的地形突變段容易產生誤差，雖然如此，卻仍然可以看出其潰壩後的地形發展趨勢並非全無參考價值。

## □ 資料蒐集

實測資料不論是大斷面測量、水文資料或是底床質粒徑採樣等等，對於二維模式之模擬正確與否佔有重大的影響，資料量上的蒐集必須更多、更複雜，才能夠完整的重現潰壩後的水理及輸砂上的行為。



- ◆ 河道動床數值模式是一種工具，不同的問題要選定合適的工具來處理
- ◆ 分析前，使用者仍須建立正確的物理觀念與現場經驗，避免不合常理之模擬成果出現
- ◆ 數值模式沒有好壞，只有使用者如何給定正確的目標與模擬的參數，並賦予成果意義
- ◆ 單一種模式常常無法解決問題，有時仍需多種模式之搭配



THANK YOU  
FOR YOUR  
ATTENTION!!

