



National Cheng Kung University
Hydraulic & Ocean Engineering

農業部農村發展及水土保持署

113年度創新研究計畫
成果分享



計畫編號：113 保發-5.1-保-01-06-001(21)

不安定土砂改變河道寬度進而影響河川形貌及土砂運移之研究

執行單位：國立成功大學

執行期間：113.02.07至113.12.31

計畫主持人：賴悅仁 教授

報告日期: 2026.01.27

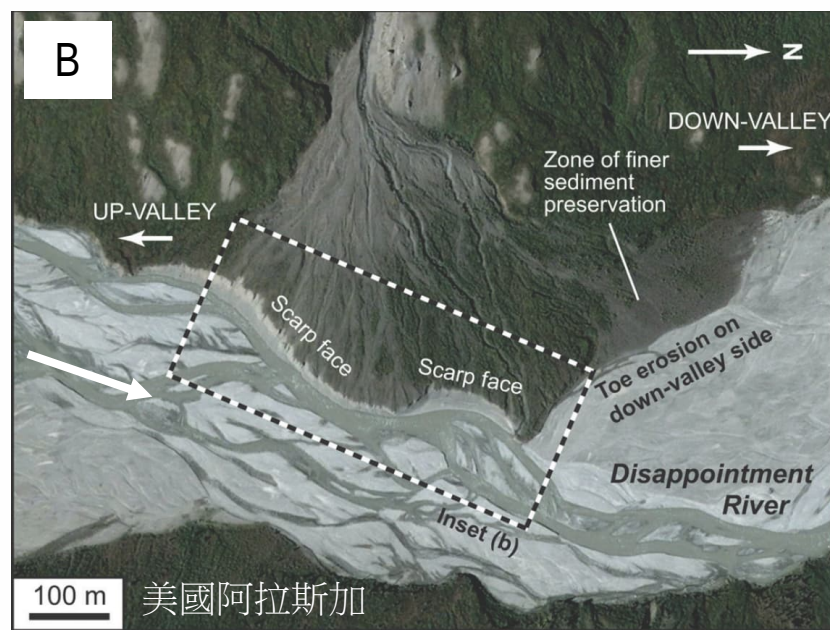
一、前言

1.1 擬解決問題

當不安定土砂進入河道時，若無法被河流帶往下游，便會在河道中堆積出未流出之土砂。當降雨誘發土砂災害時，可能導致河道束縮，形成河道瓶頸段。在部份受限制的河谷之中，當河道寬度及河岸形狀改變之後，可能會影響河道之流量、流速、河川形貌及土砂運移，甚至威脅鄰近地區安全。



影像來源：傅志男

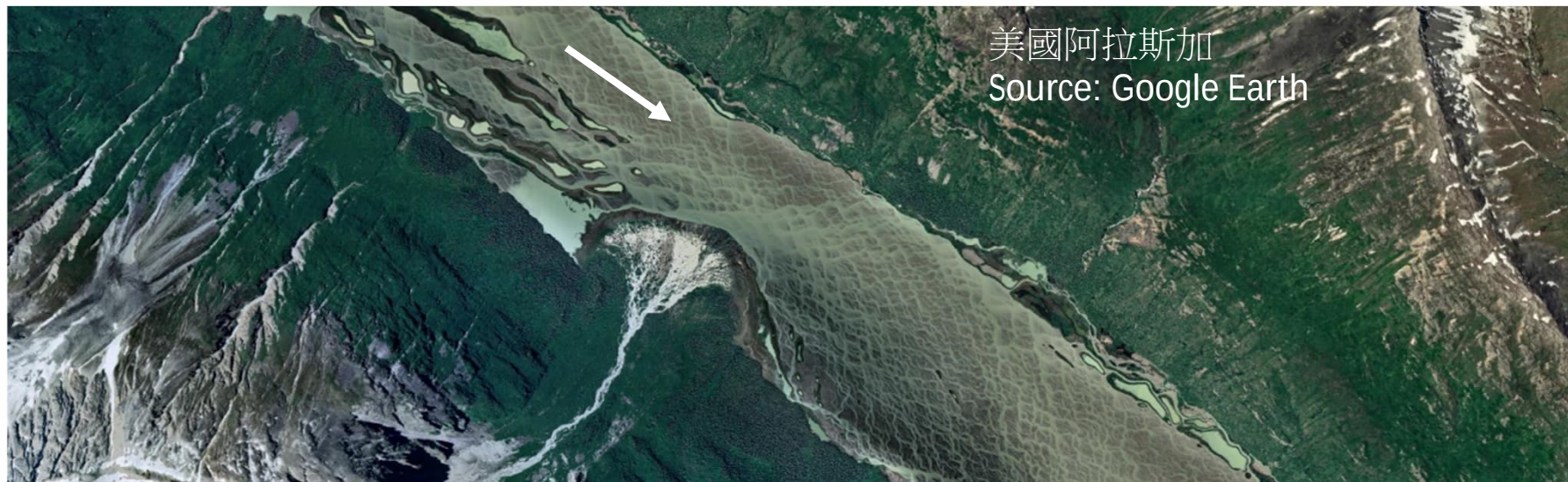


Source: Giles et al. (2016)

1.2 研究缺口及計畫目標

然而，過去的研究中少有學者**站在主河道的角度**，仔細探究「**不安定土砂改變河道寬度進而影響河道之河川形貌及土砂運移**」。如果我們能夠仔細觀察變化中的水砂資料及河相演化，並將其作為模式的科學驗證資料，我們便能更準確地推估河道中土砂的運移及災害影響範圍。

因此，本研究計畫擬透過**物理實驗及水理模式**，探究河道寬度及河岸形狀如何影響河道之**辮狀程度、沙洲型態及土砂運移**。究成果將有助於更好的理解不安定土砂影響河道的情況，並提出相應的防治措施，以確保河道的安全性和穩定性。



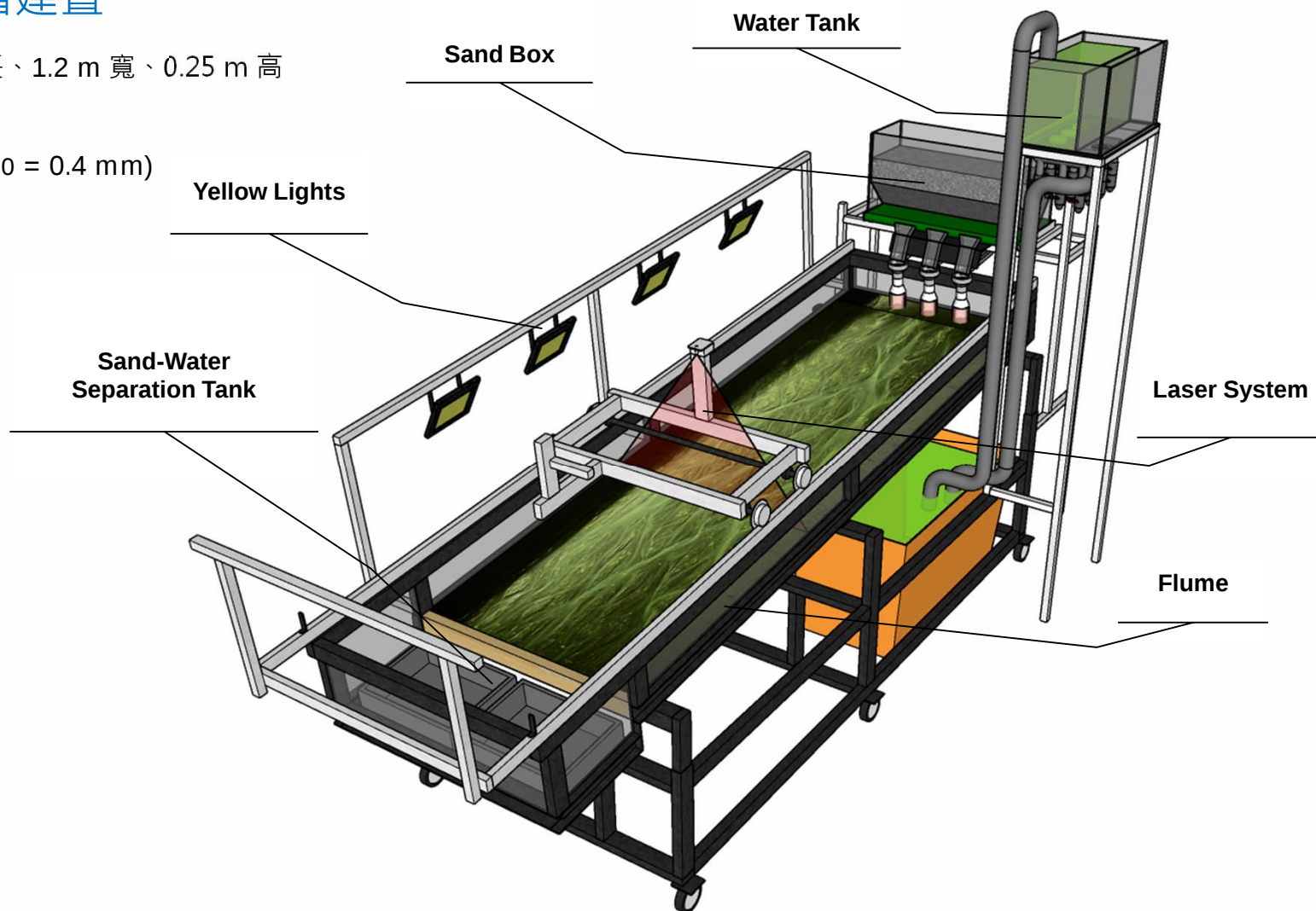
二、成果報告

實驗水槽建置

尺寸: 4.3 m 長、1.2 m 寬、0.25 m 高

坡度: 4 度

砂材: 河砂 ($d_{50} = 0.4 \text{ mm}$)

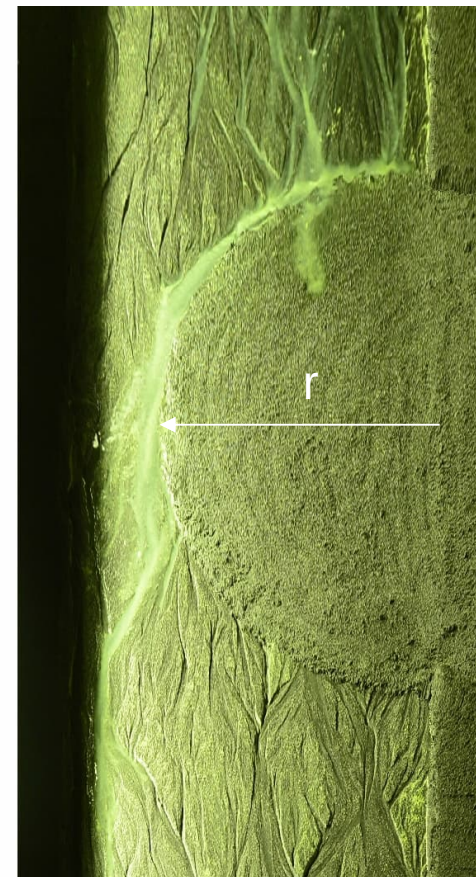
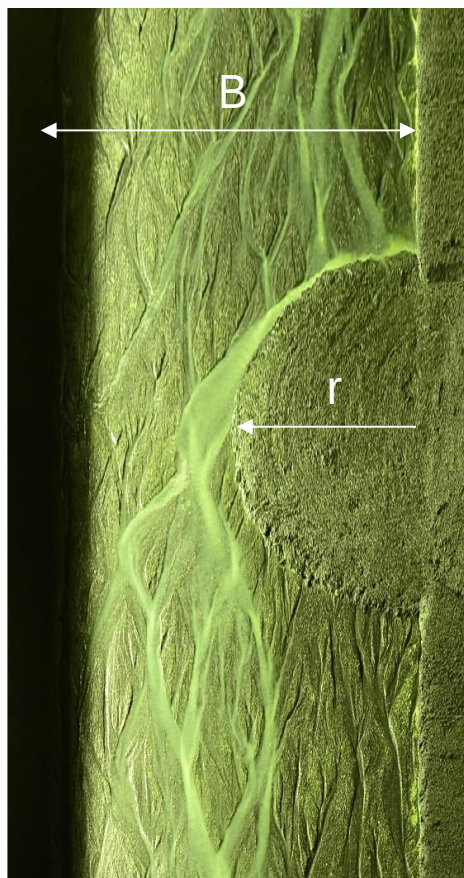
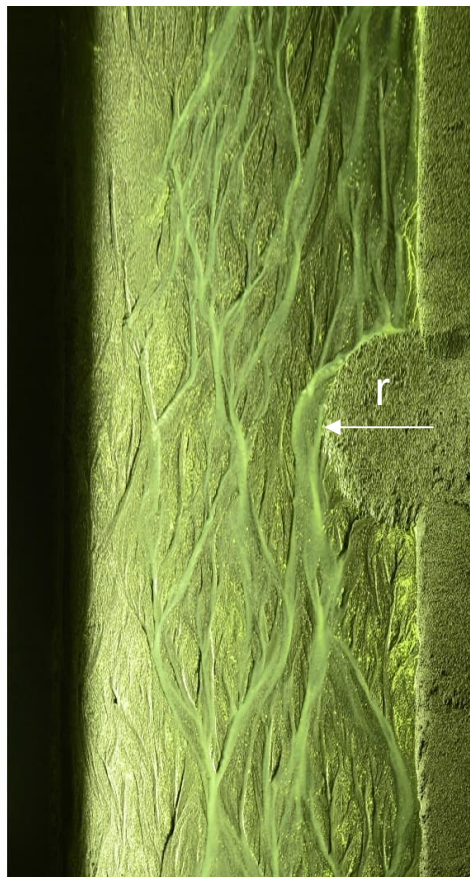


定水頭及供砂系統



關鍵參數: 沖積扇半徑/河寬比 (r/B) 及水沙比 (Q_w / Q_s)

$$Q_w / Q_s$$



實驗組數設計

Run	沖積扇半徑/河寬 (r/B)	Slope (Degree)	Q_w (cm ³ /s)	Q_s (cm ³ /s)	Q_w / Q_s
A1	25%	4	55.38	0.91	60.89
A2	50%	4	54.73	0.91	60.17
A3	75%	4	55.80	0.91	61.35
B1	25%	4	82.17	0.91	90.34
B2	50%	4	82.20	0.91	90.37
B3	75%	4	82.78	0.91	91.01

Video (Run A3)

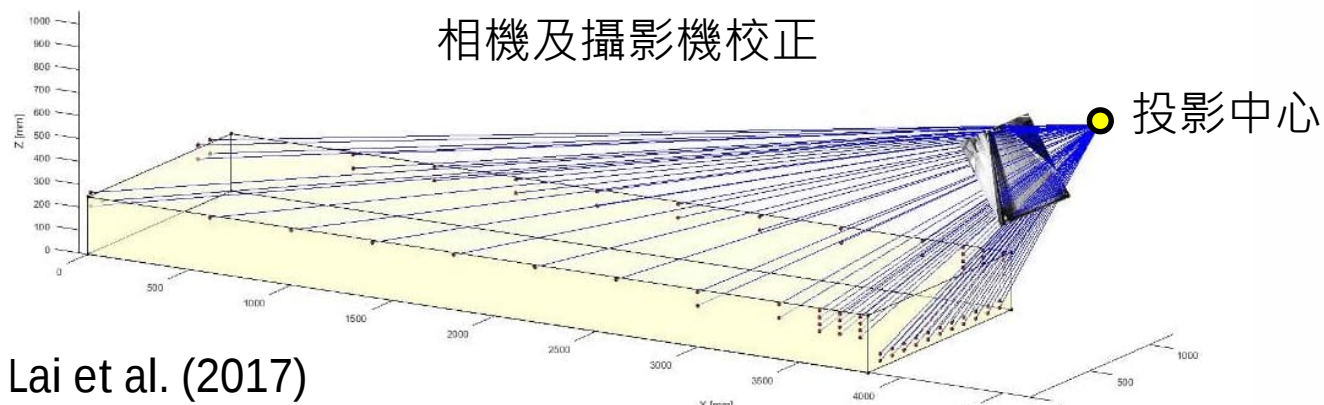


雷射地形掃描系統

正射影像圖

A

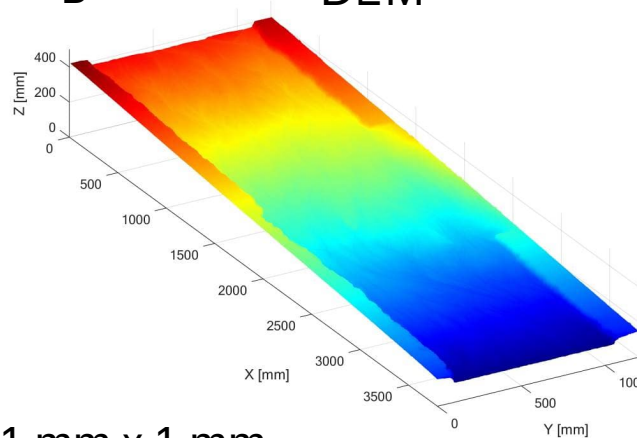
相機及攝影機校正



Lai et al. (2017)

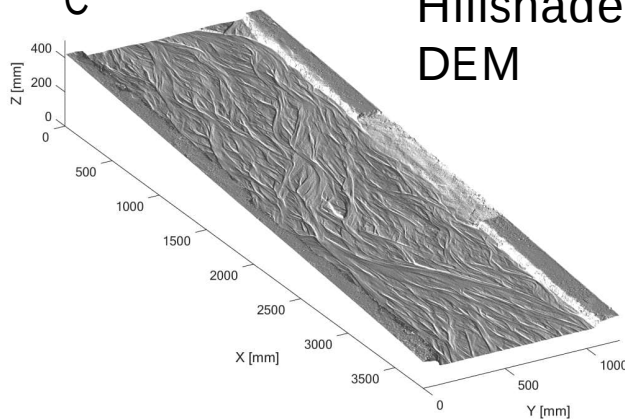
B

DEM

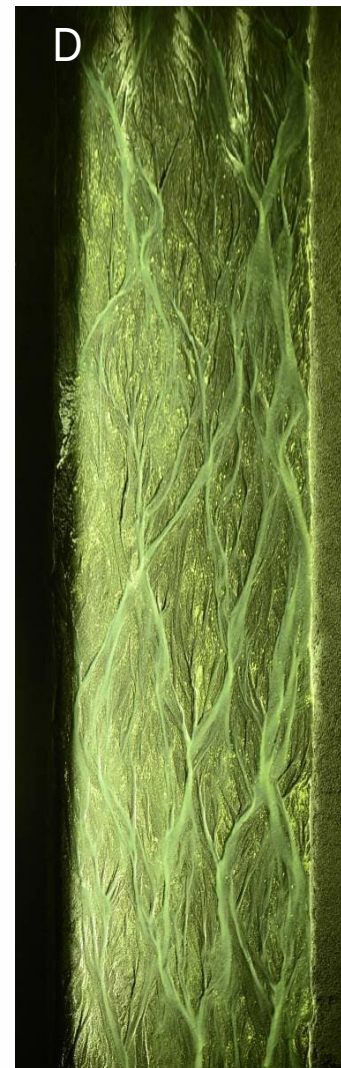


1 mm x 1 mm

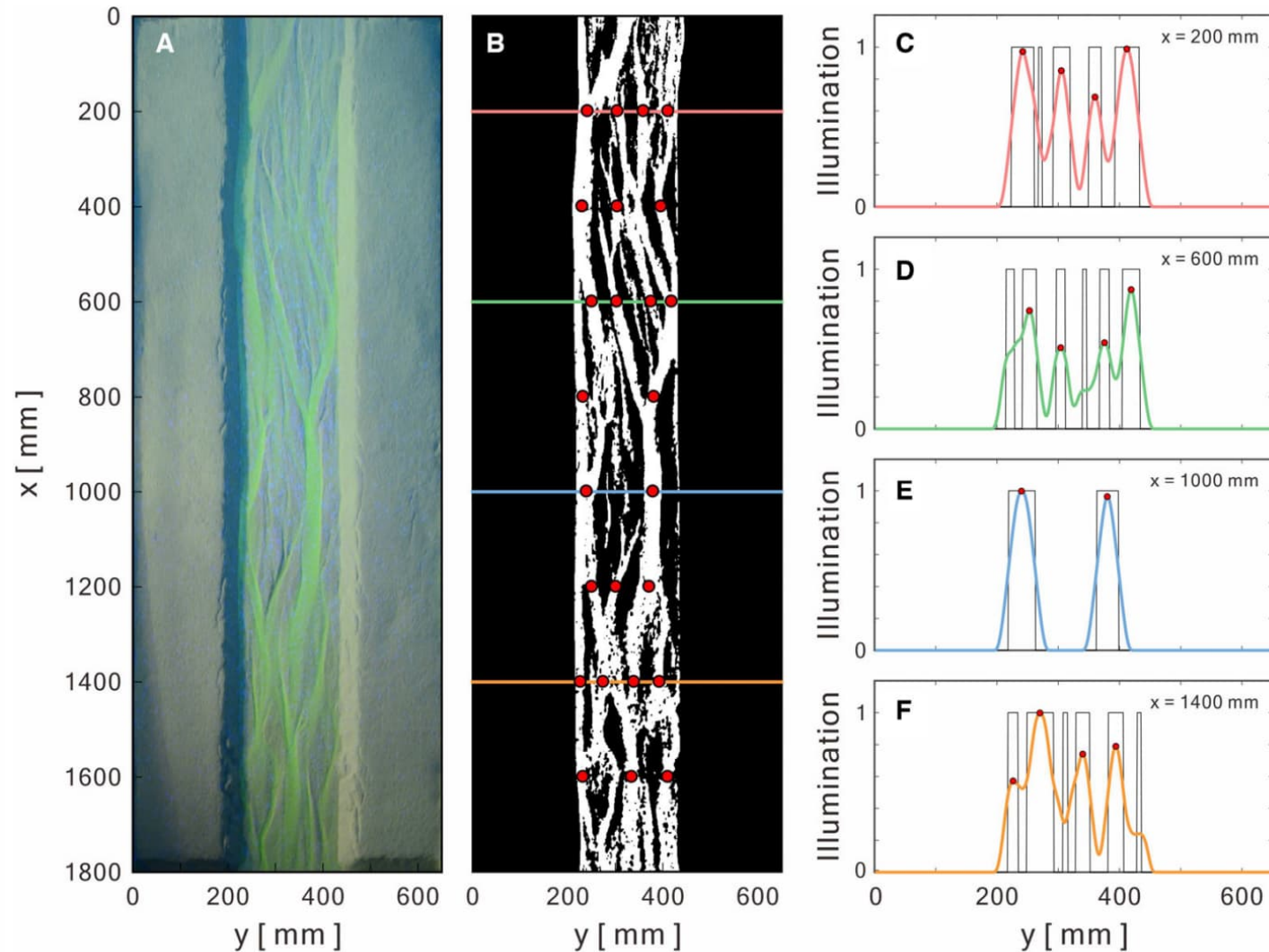
C

Hillshaded
DEM

D



活耀辮狀指數分析方法

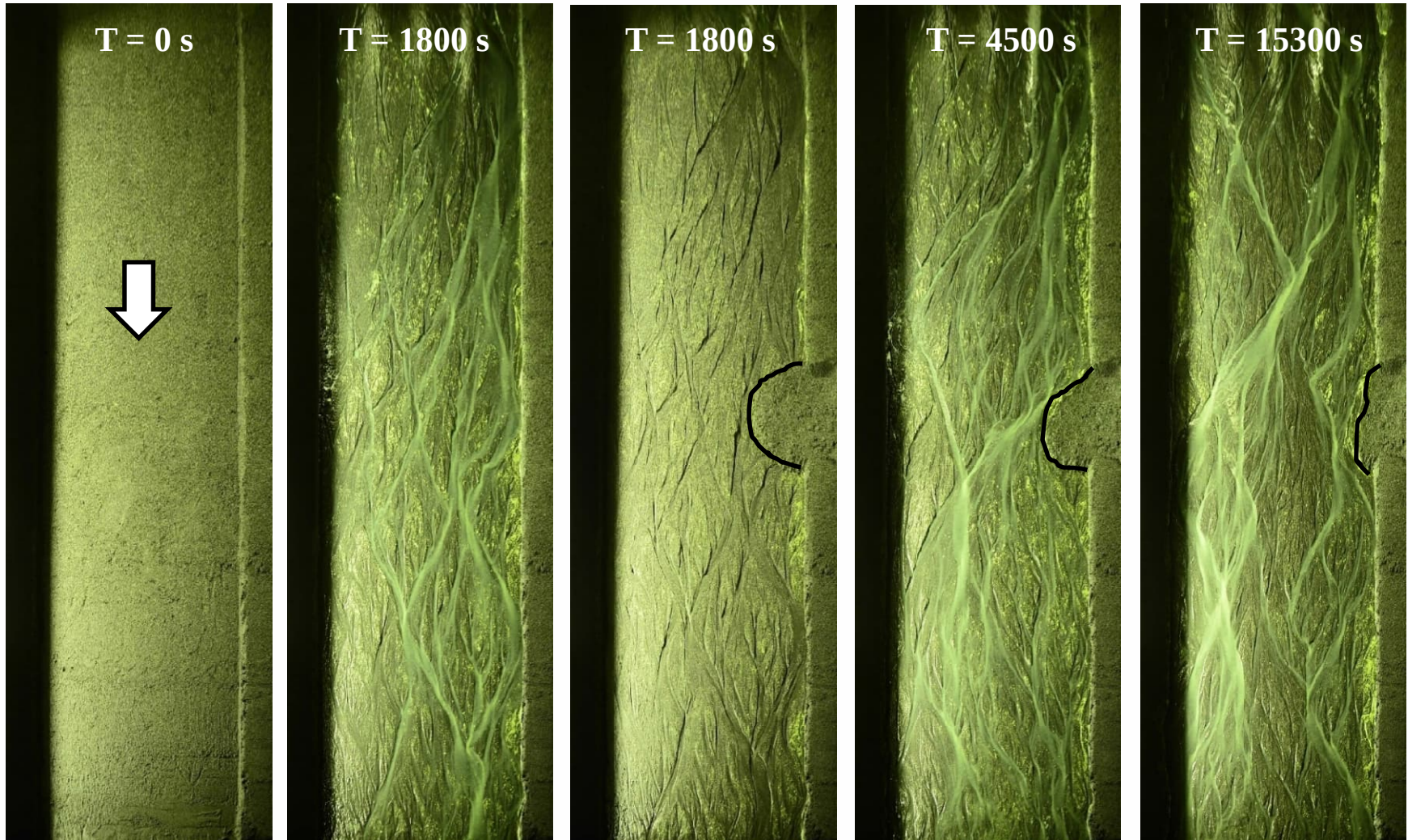


正射影像圖 (Orthophotos)

Run A1

動態平衡辮狀河道

沖積扇消失

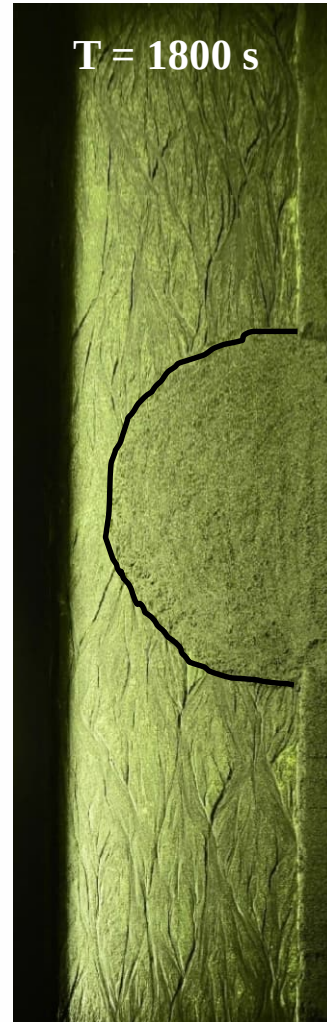
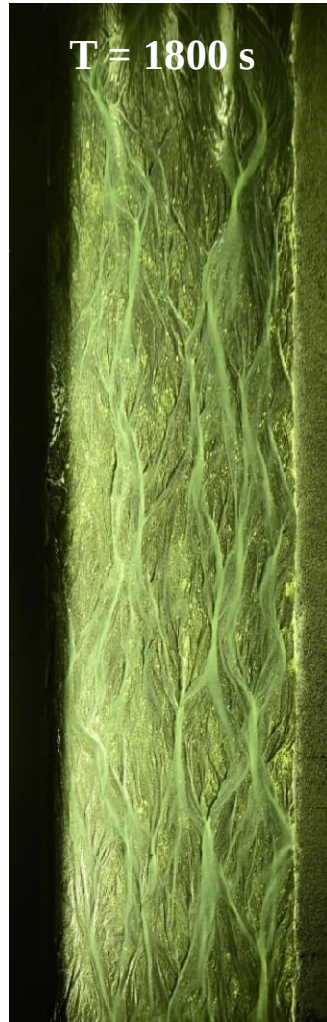
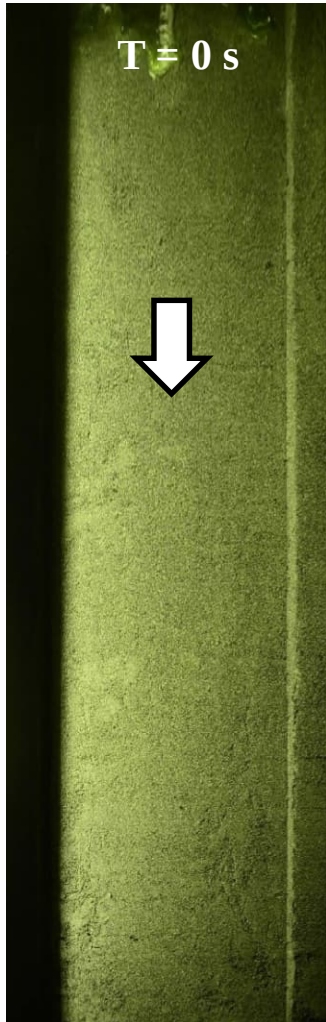


正射影像圖 (Orthophotos)

Run A3

動態平衡辮狀河道

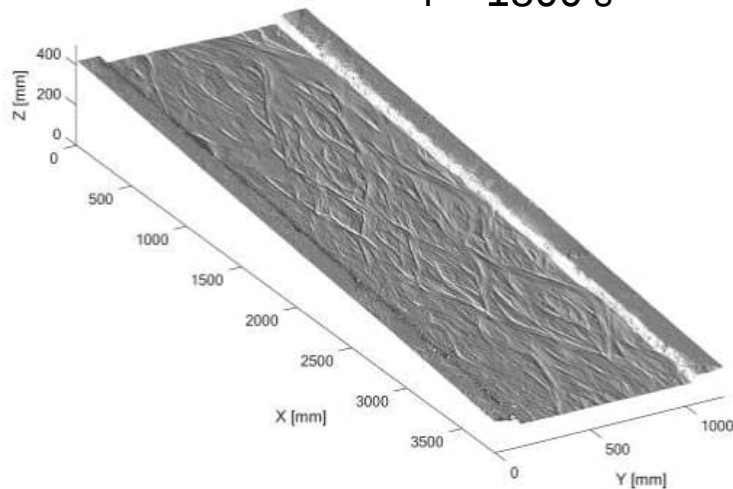
沖積扇變形



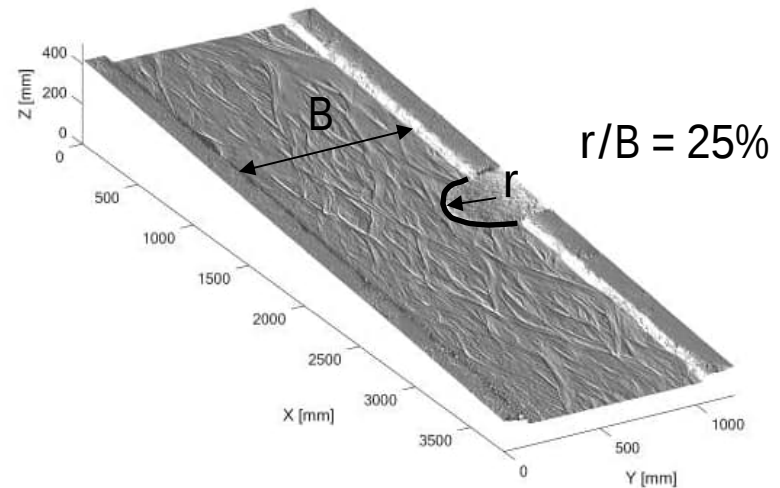
數值高程模型 (Digital Elevation Models)

Run A1

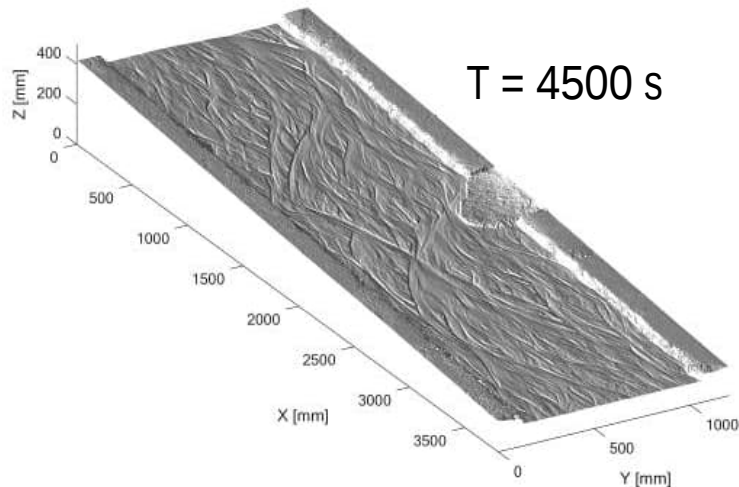
$T = 1800 \text{ s}$



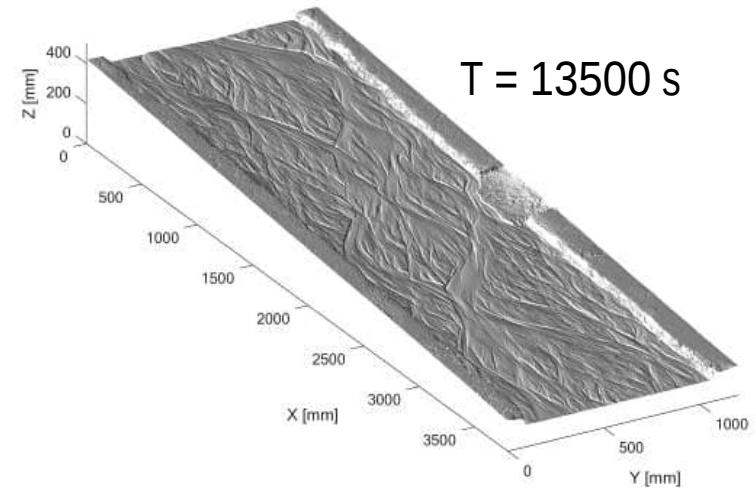
$T = 1800 \text{ s}$



$T = 4500 \text{ s}$



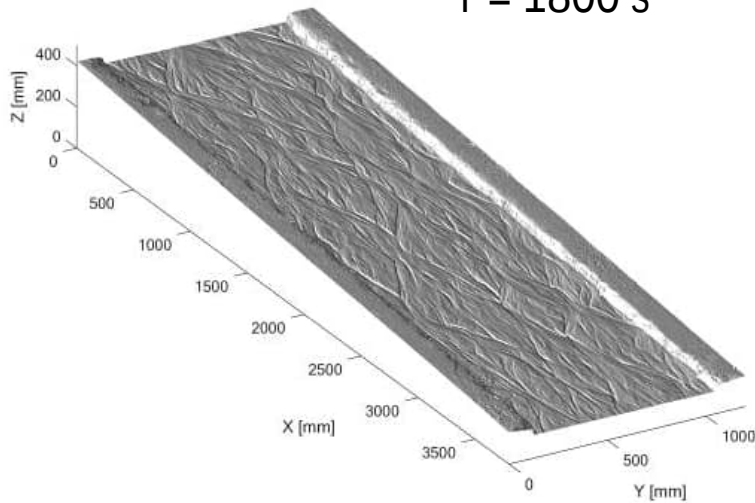
$T = 13500 \text{ s}$



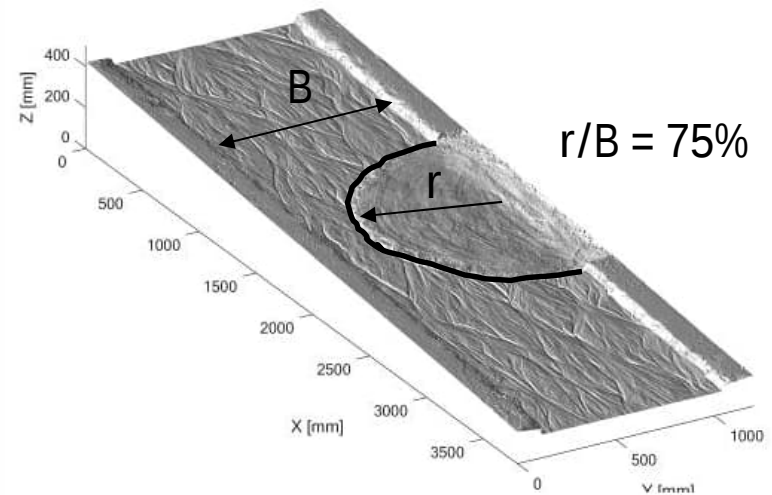
數值高程模型 (Digital Elevation Models)

Run A3

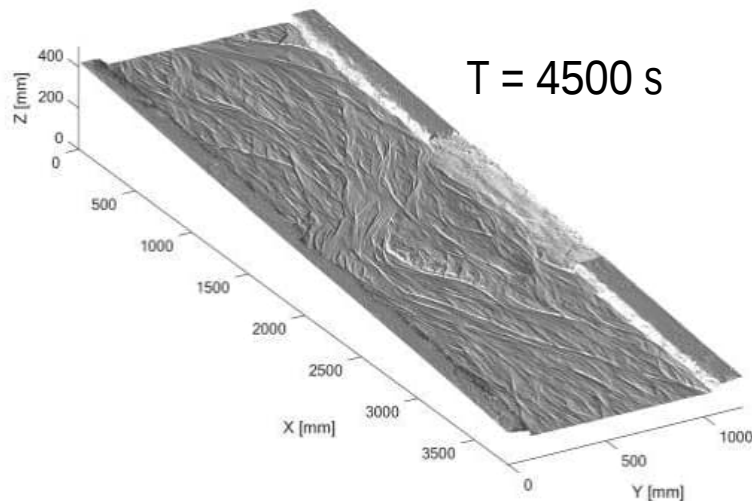
$T = 1800 \text{ s}$



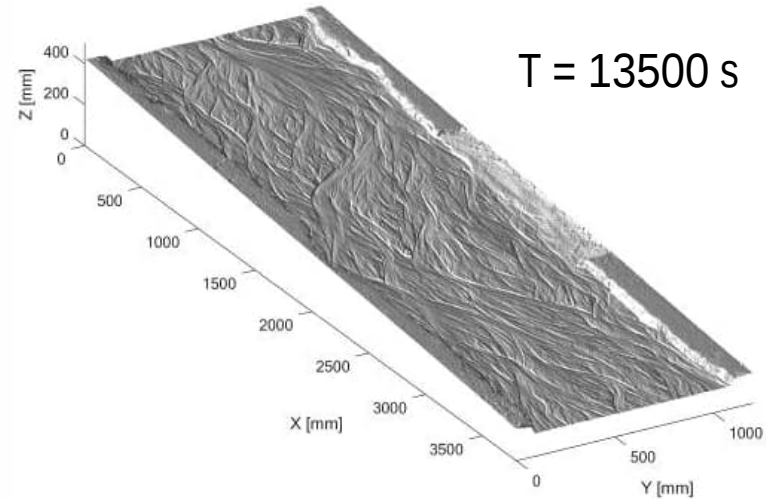
$T = 1800 \text{ s}$



$T = 4500 \text{ s}$

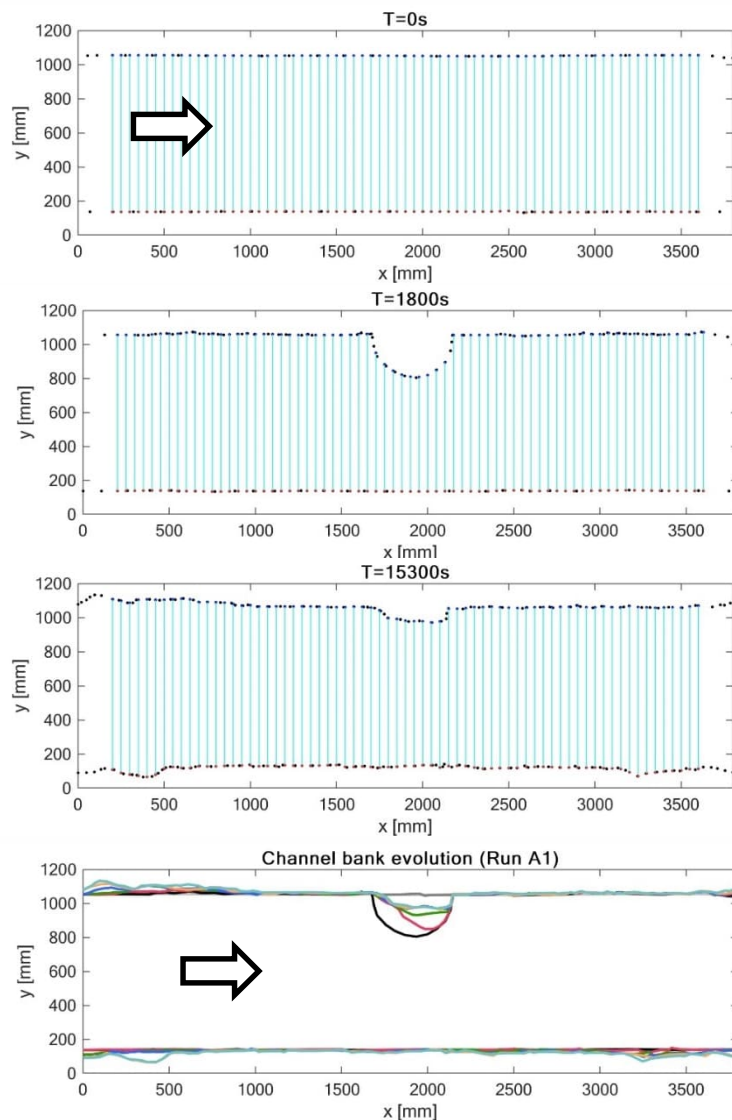


$T = 13500 \text{ s}$

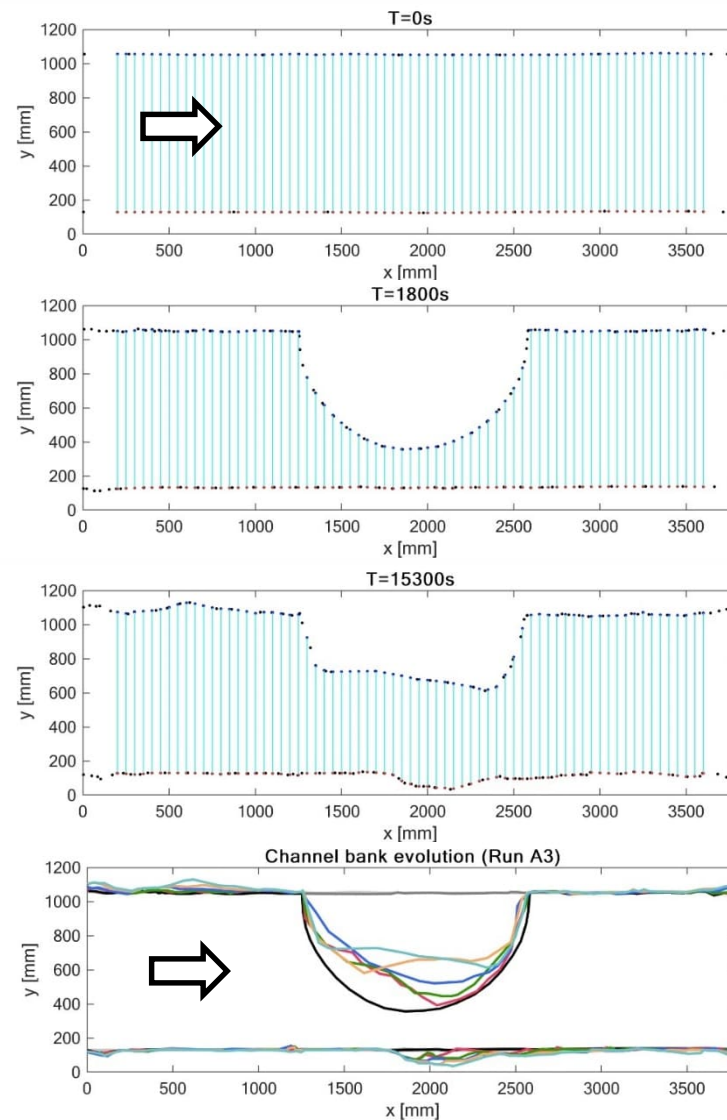


河寬演化分析

Run A1



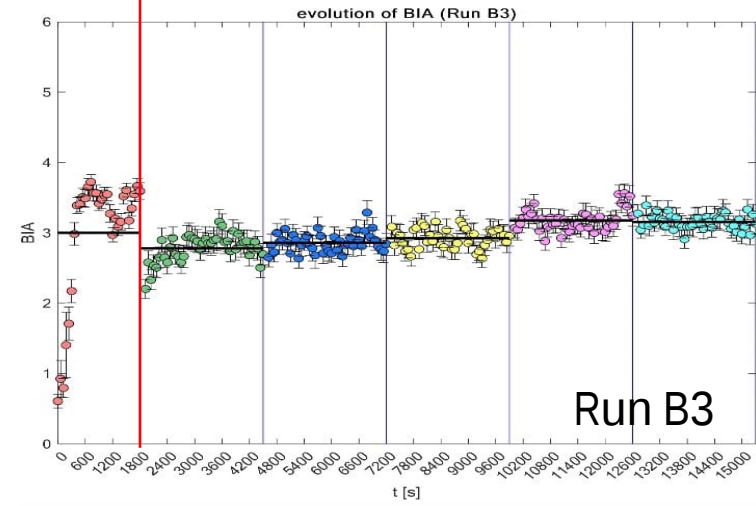
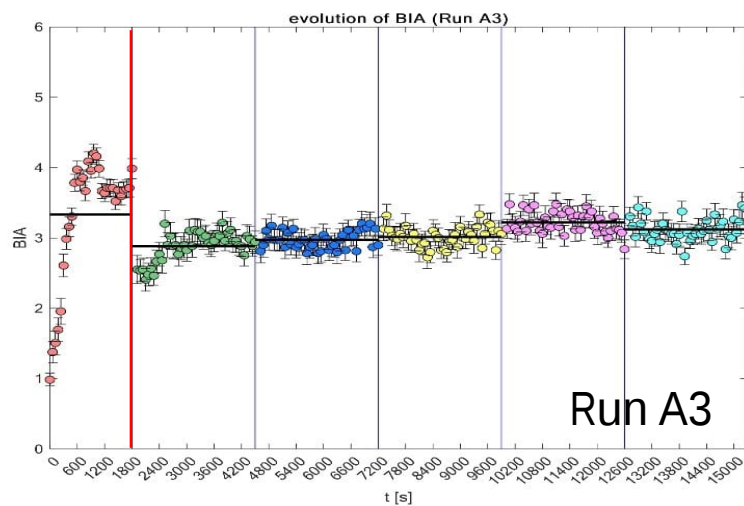
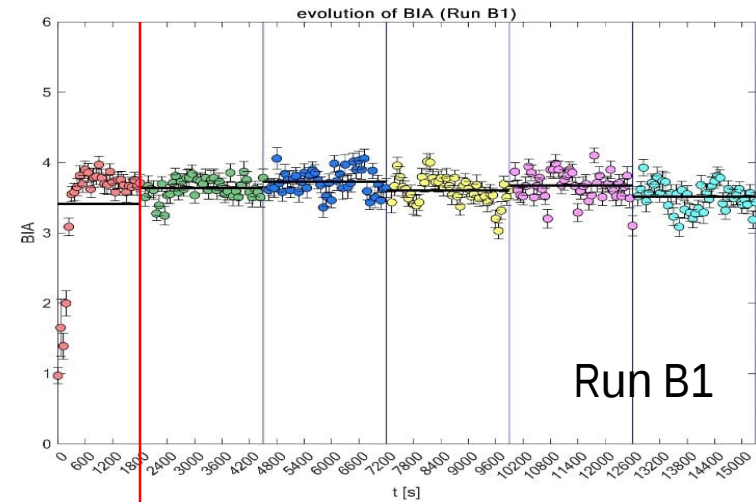
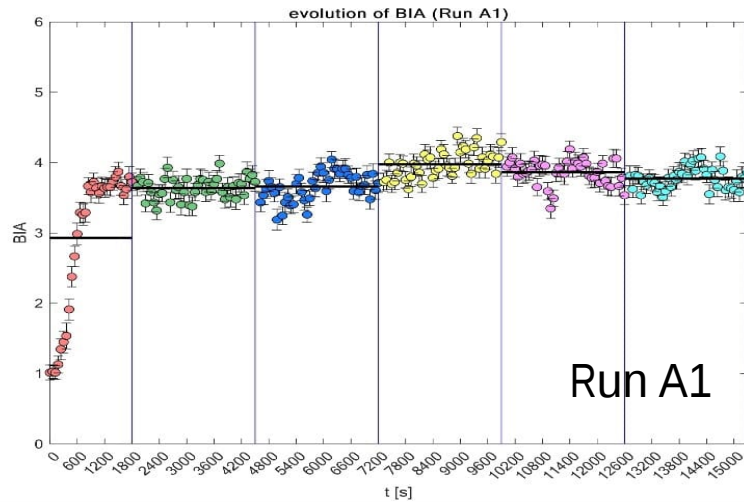
Run A3



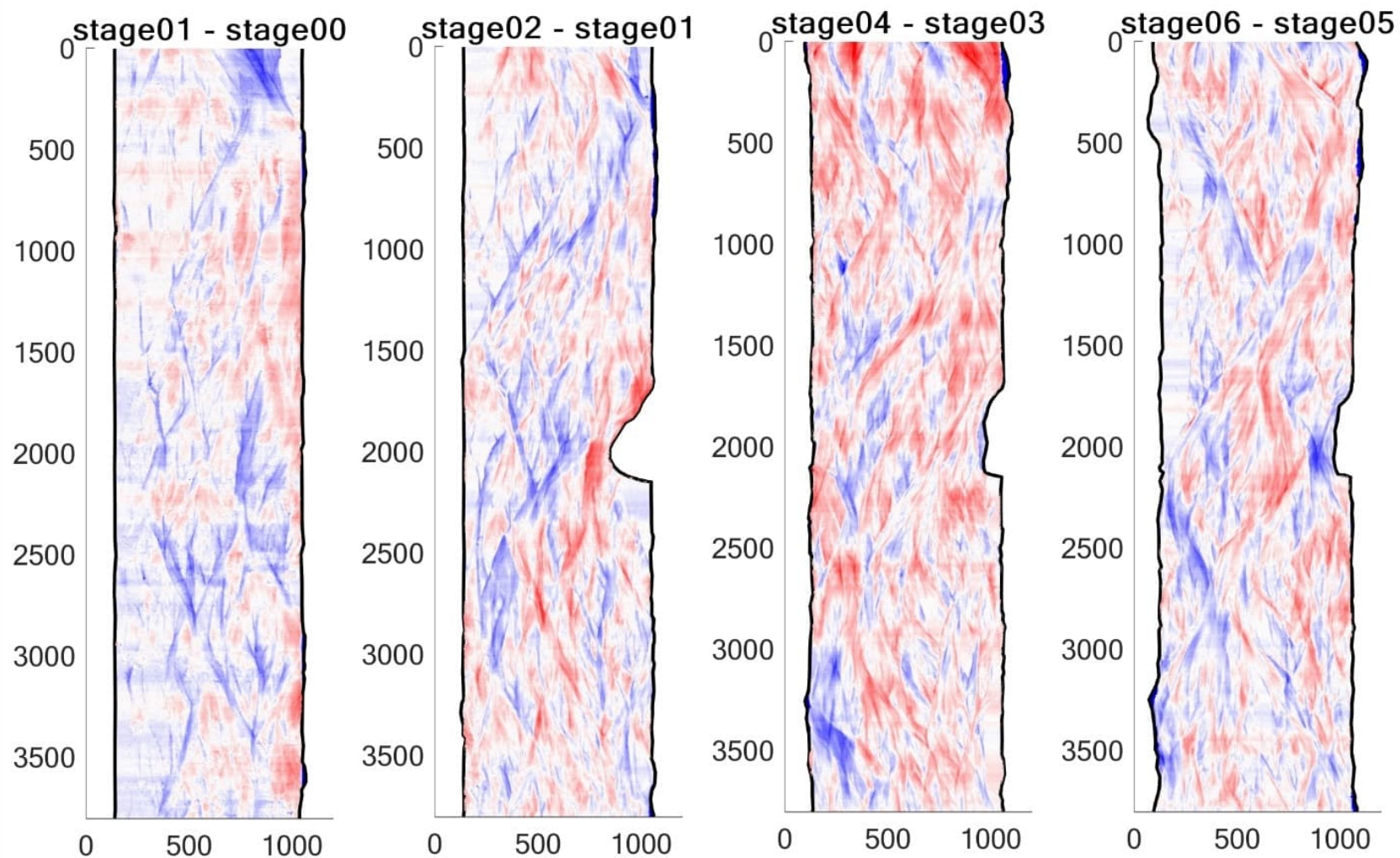
活耀辦狀指數(BIA)分析

$Q_w/Q_s = 60$

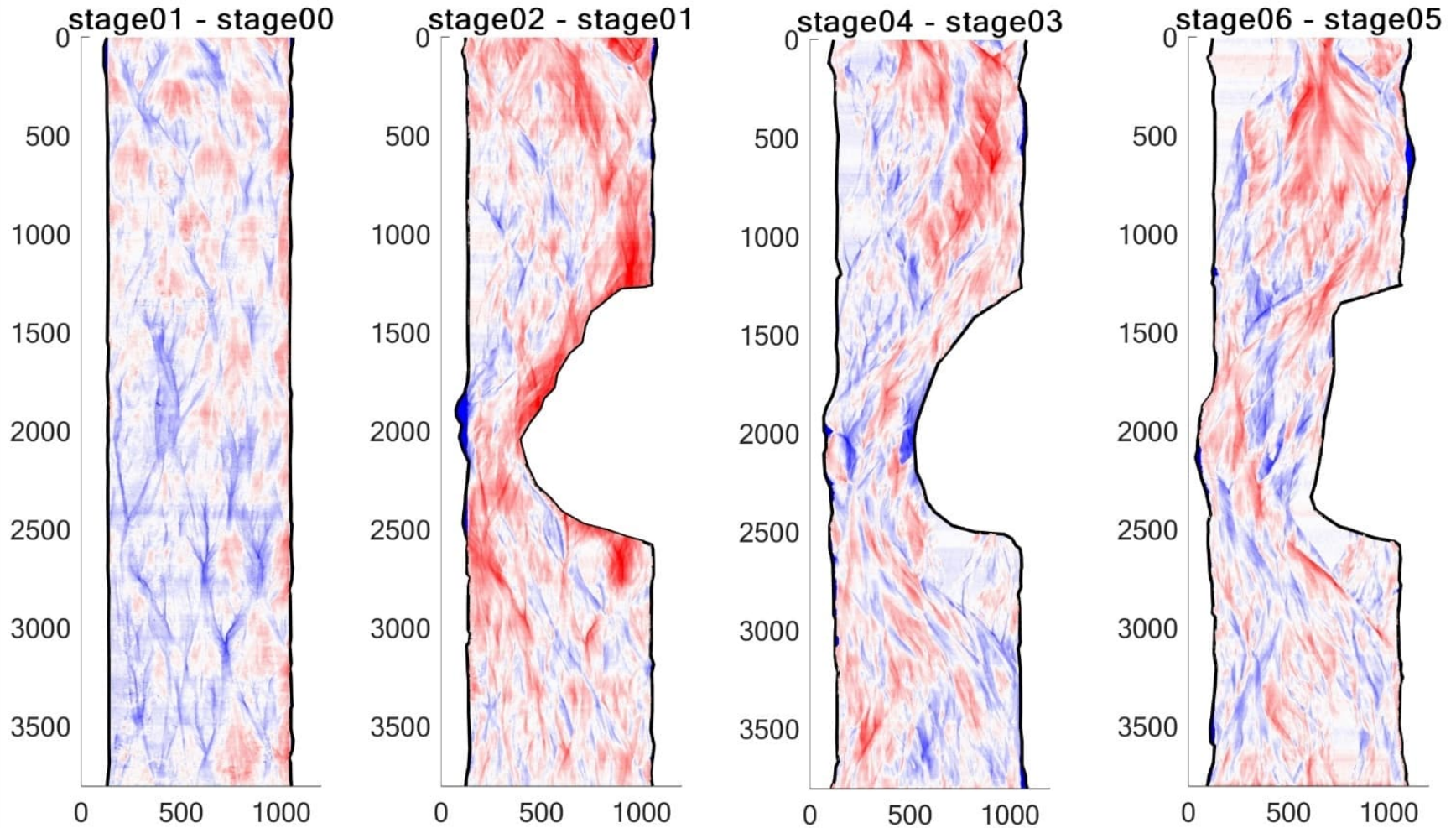
$Q_w/Q_s = 90$



泥砂沖淤分佈 (Run A1)

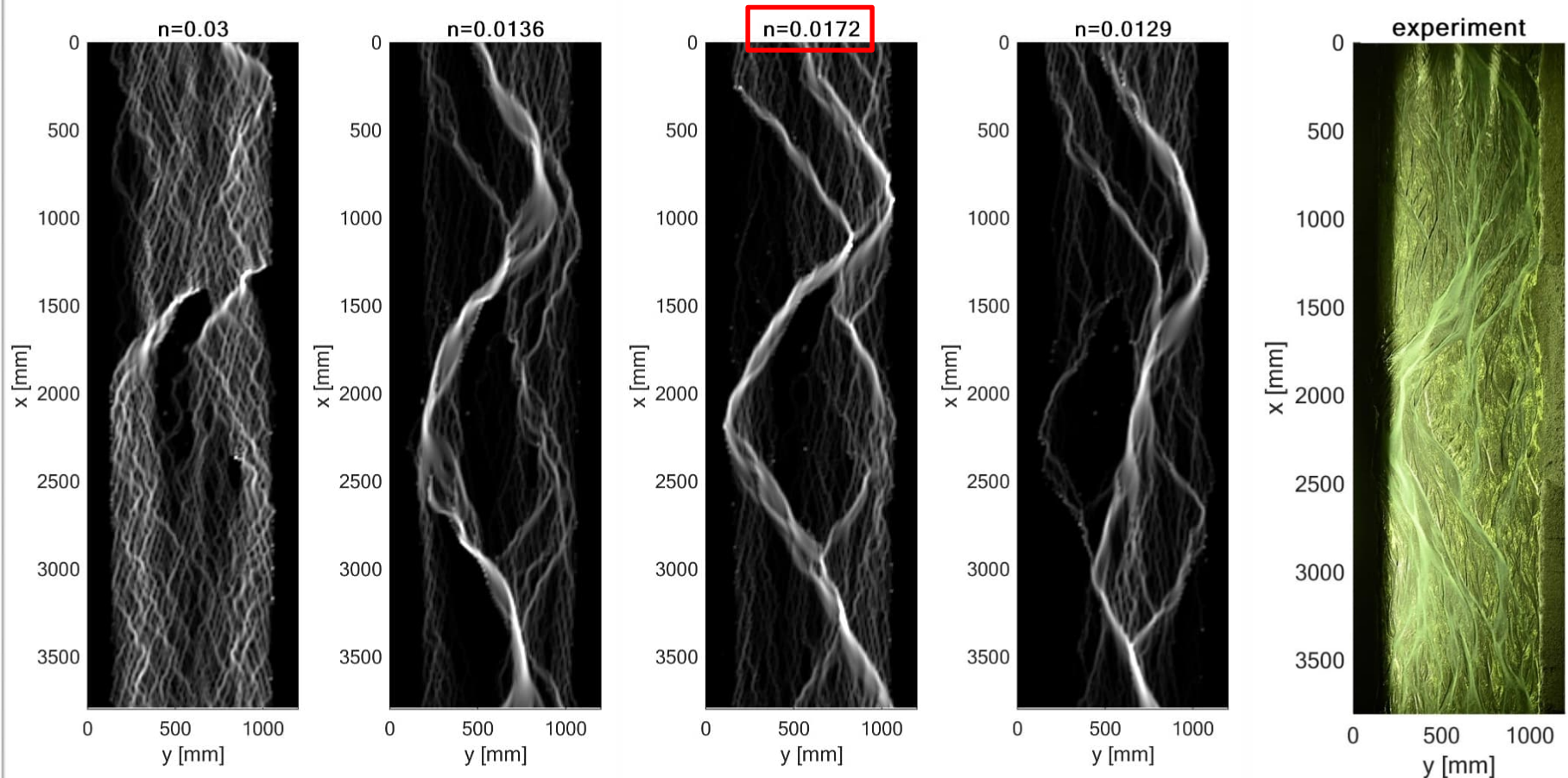


泥砂沖淤分佈 (Run A3)



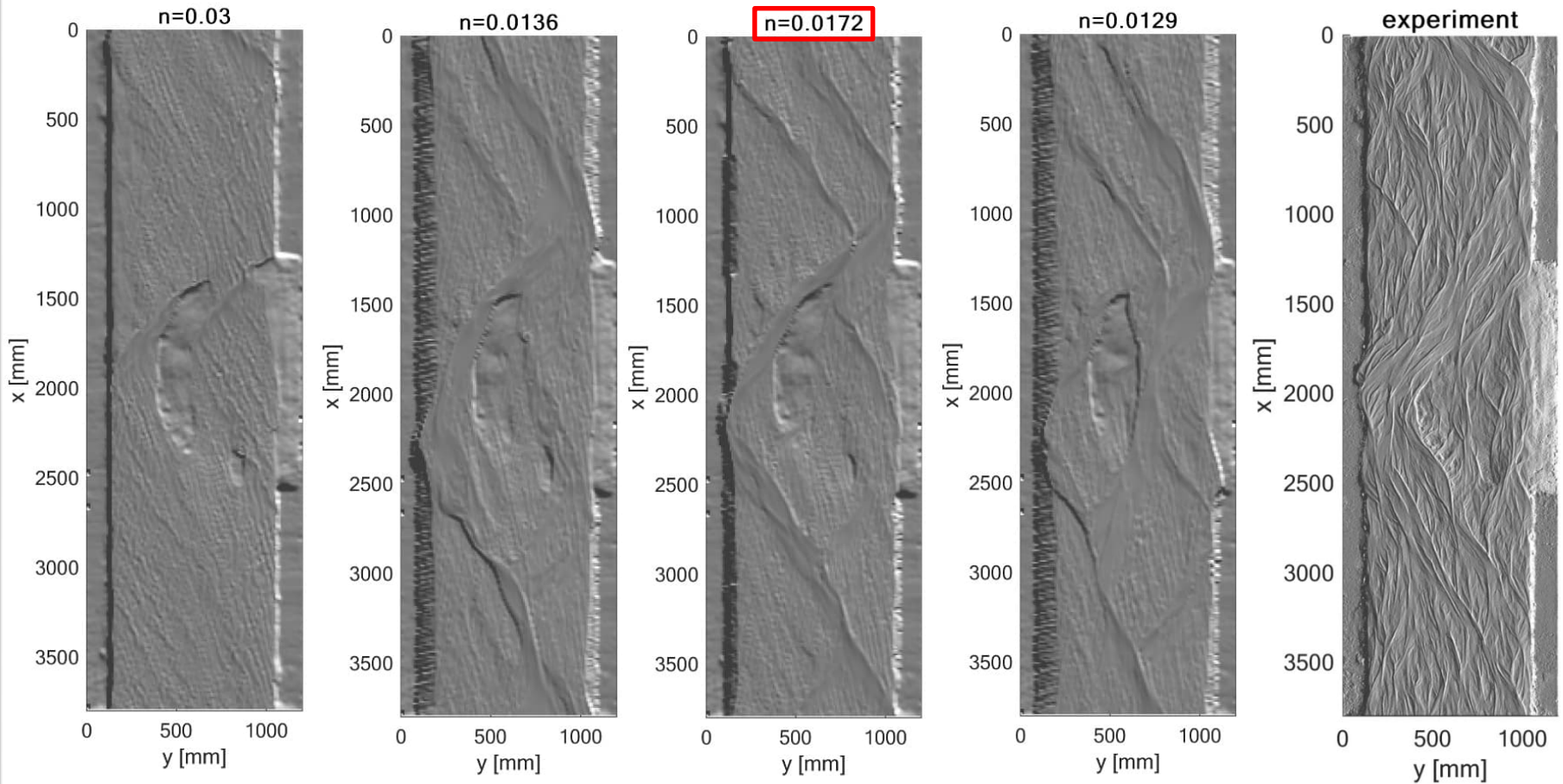
數值模式之參數敏感度分析 (曼寧粗糙係數)

Rice (1998) $n = 0.029S^{0.147}d_{50}^{0.147}$

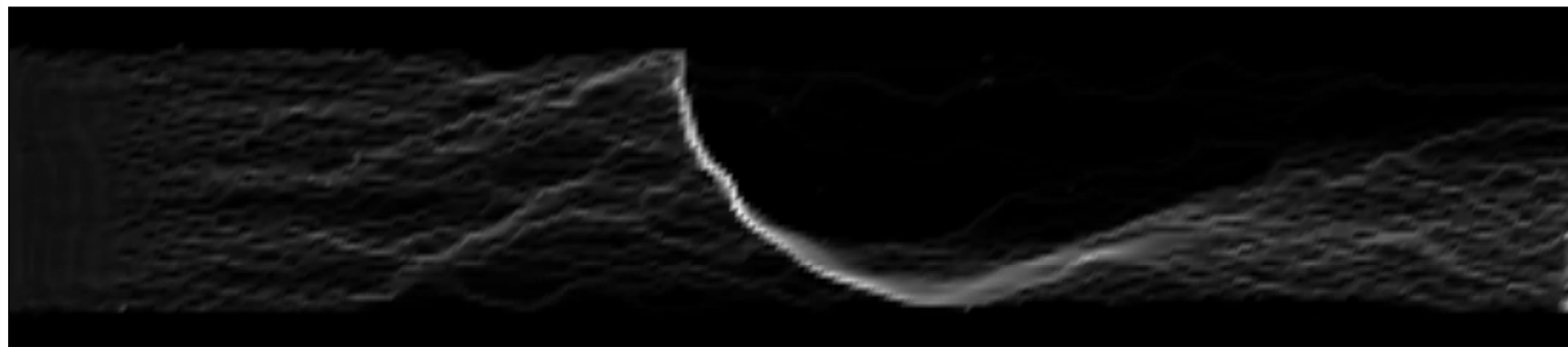


動床模式模擬之地形

$$\text{Rice (1998)} \quad n = 0.029 S^{0.147} d_{50}^{0.147}$$



Video (iRIC Nays2DH, Run A3)



Depth(m)

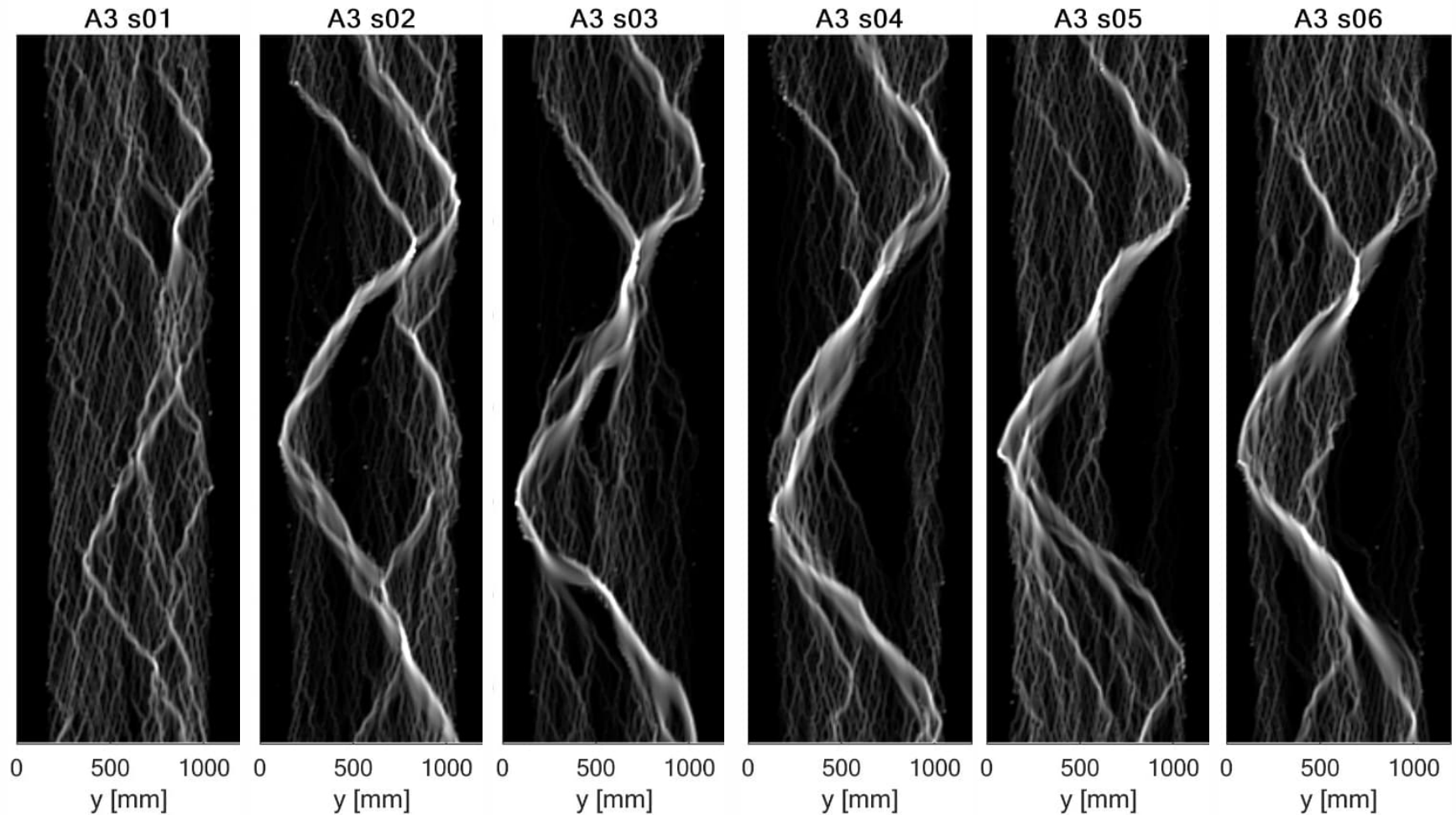
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.01 0.01 0.01



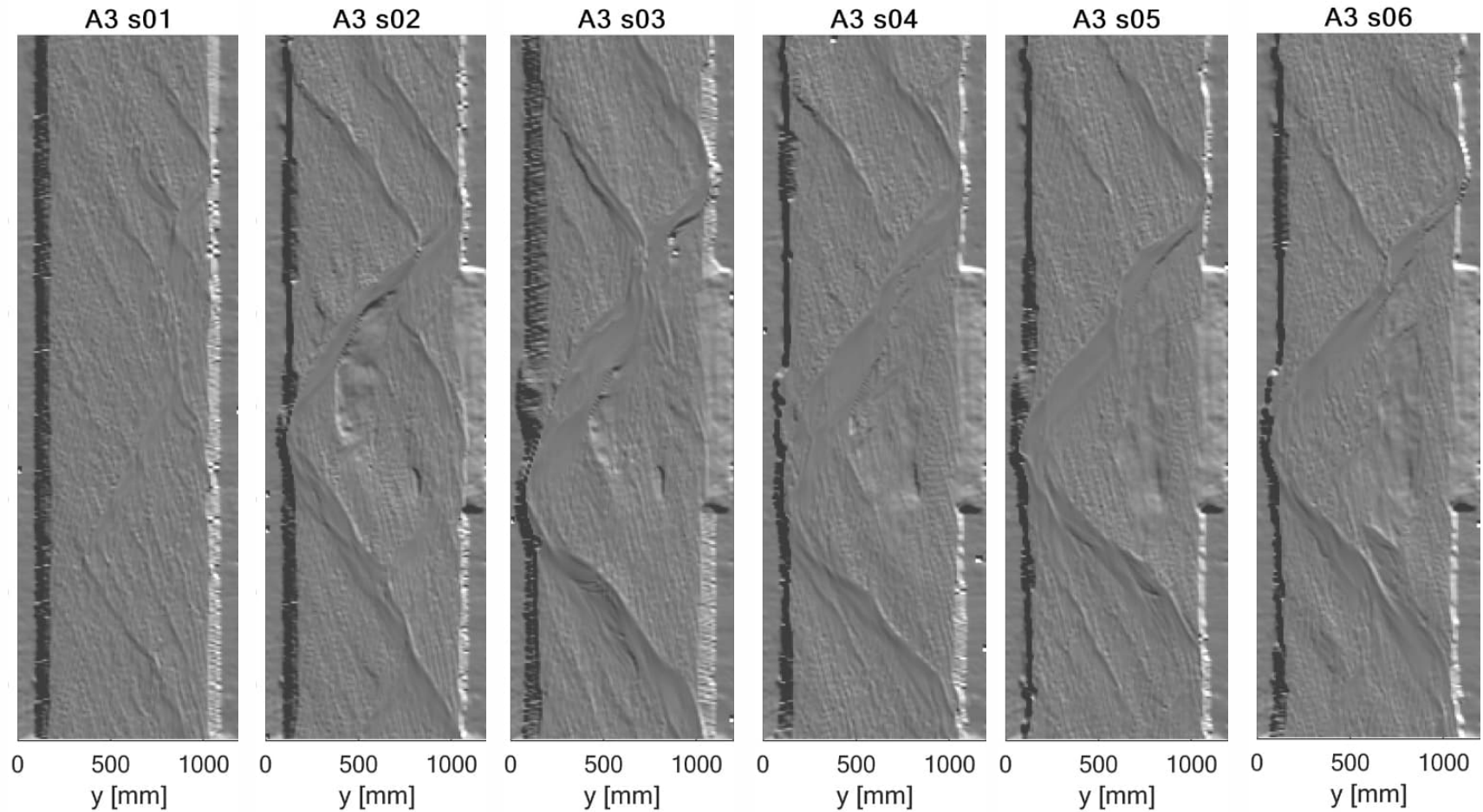
Time: 260 sec



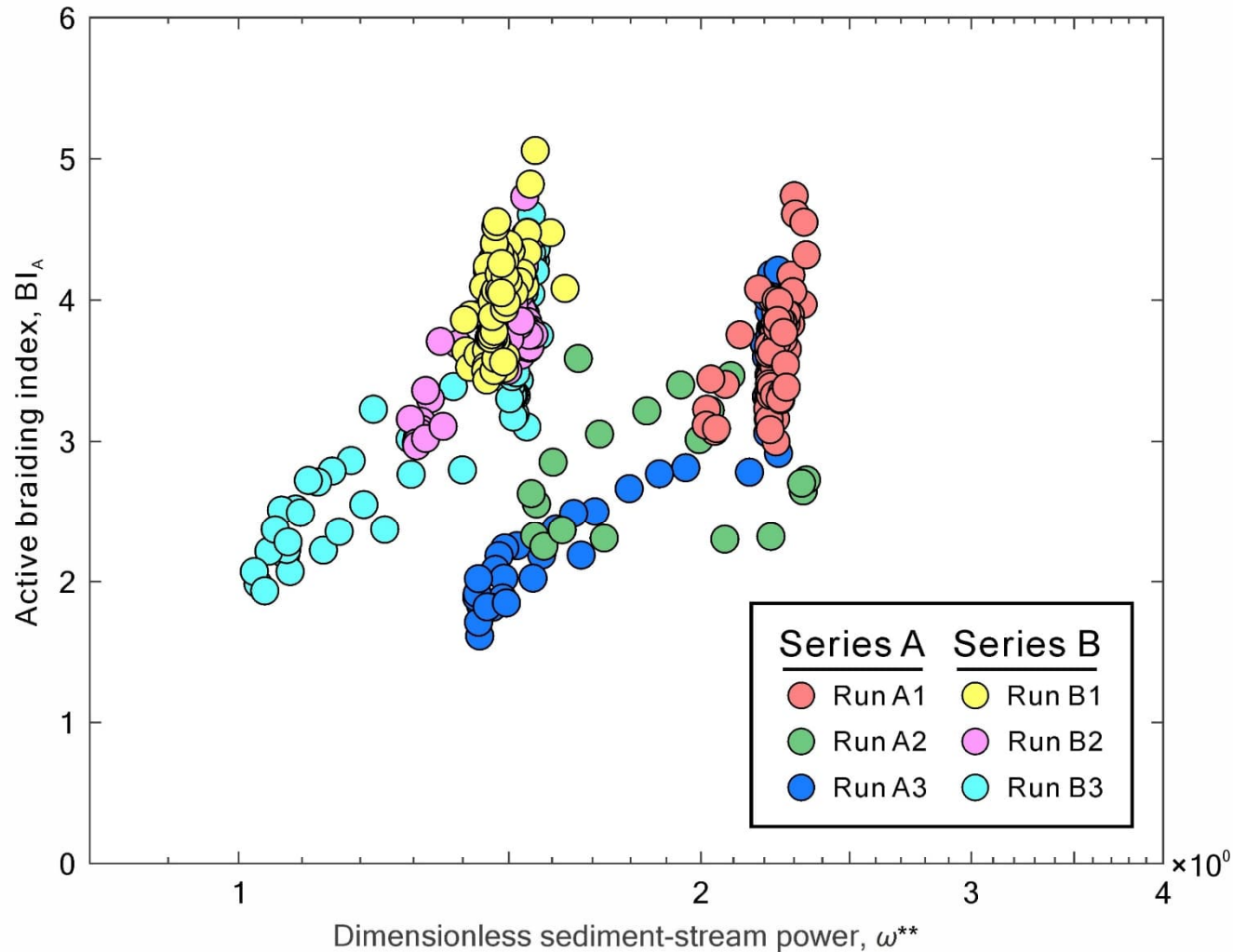
iRIC之Nays2DH模擬之水流演化過程



Nays2DH模擬之地形演化過程

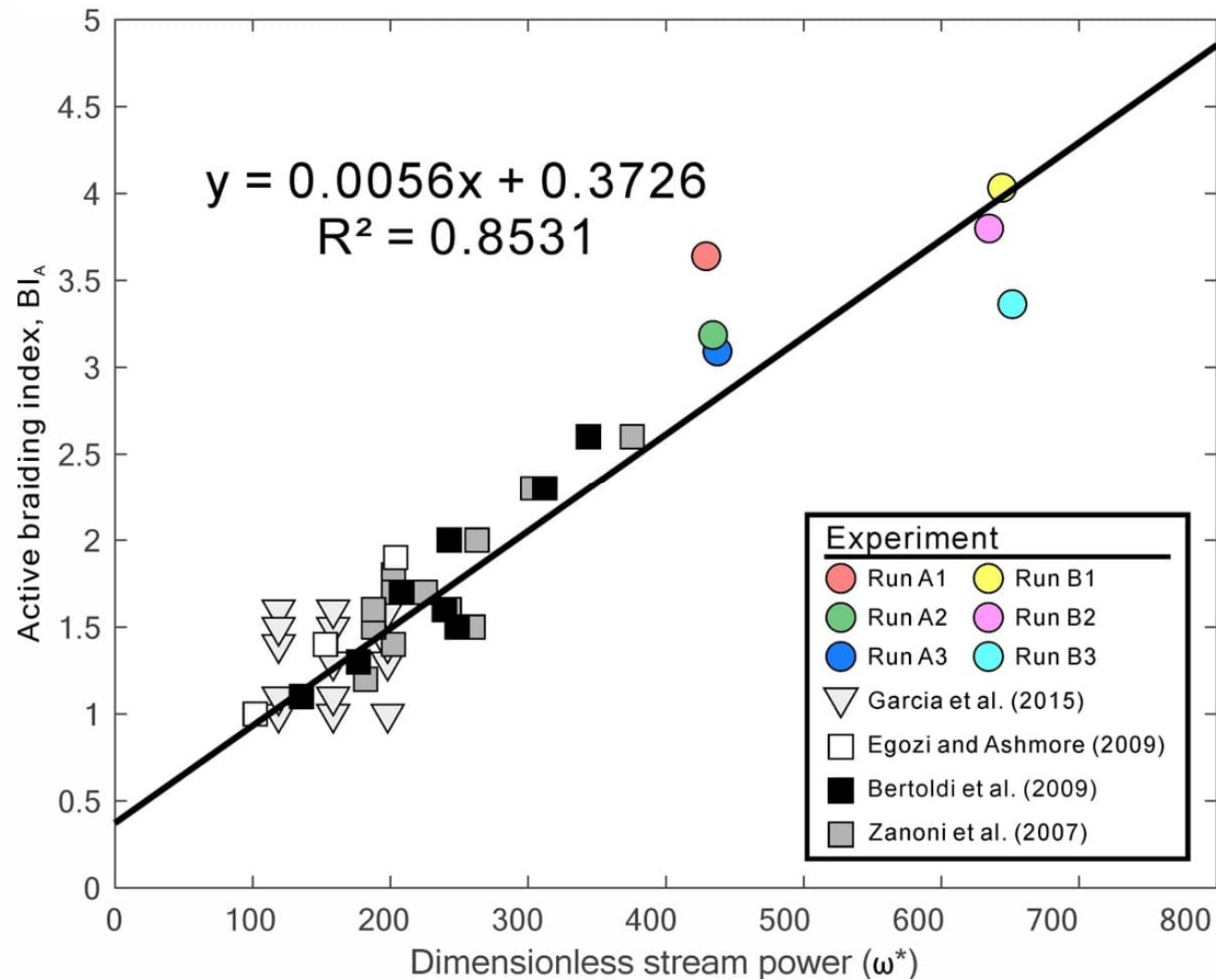


Dimensionless sediment-stream power vs Bl_A

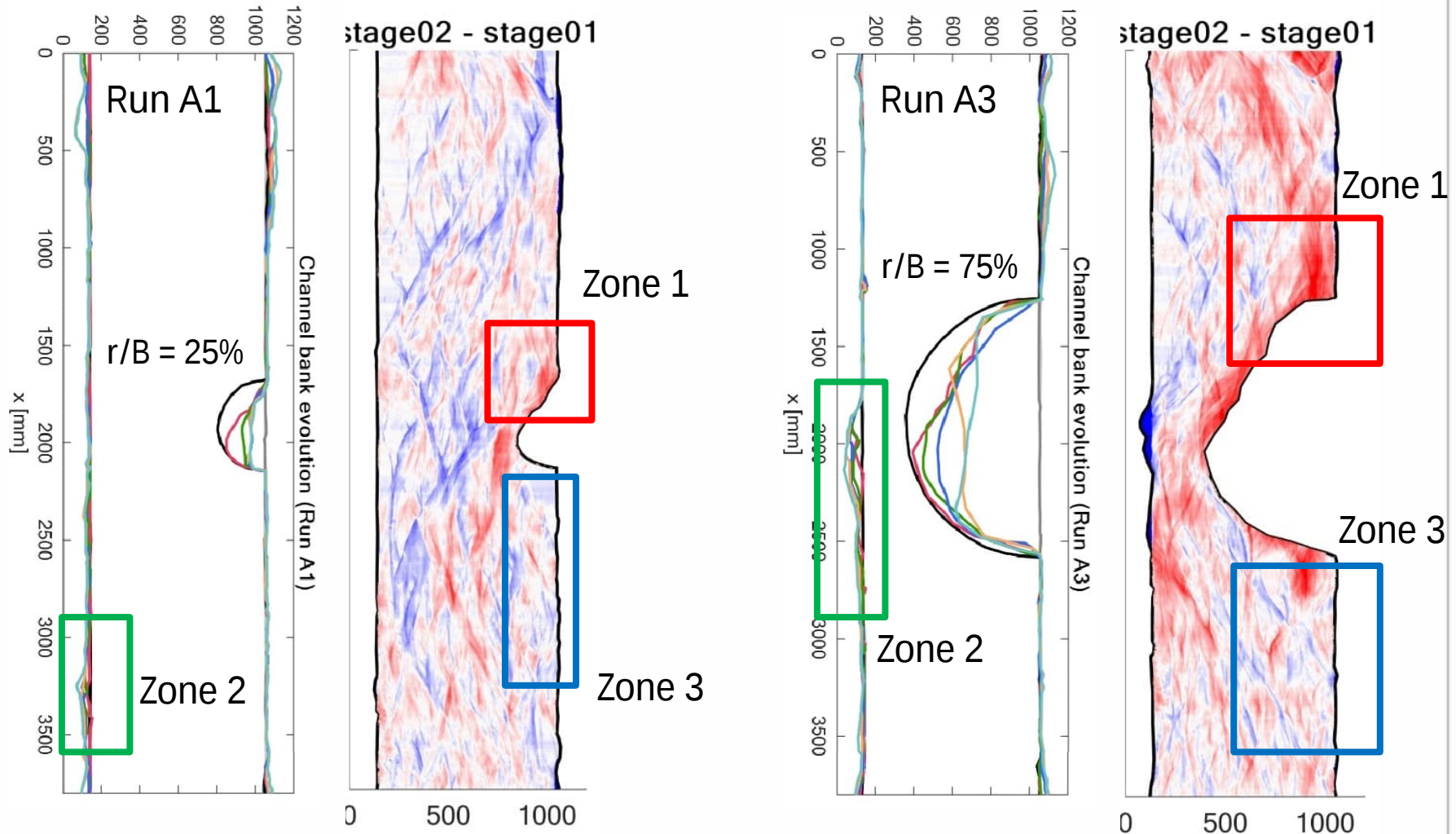


$$\omega^{**} = \left(\frac{B}{h}\right) \left(\frac{Q_s}{Q_{in}}\right) S^{0.2}$$

Dimensionless stream power vs Bl_A



推估土砂災害影響範圍



三、結論及建議

5.1 結論

透過本計畫能仔細觀察並探討不安定土砂進入河道後，河道本身的河相變化以及土砂隨時間的運移之過程，藉此推估下游之災害影響範圍，以提供水保相關計畫的科學參考依據。目前計畫皆按照規劃進度執行。

5.2 建議

- 未來若能有機會執行水保分署特定河段之相關計畫，更能結合實際土砂防治工程，也將有助於精準設計物理實驗及數值模式。
- 此外，本計畫所獲得之物理實驗結果，非常適合用來檢視數值模式之適用性。也將有助於應用至其它相關不安定土砂浸入河道的案例，以模擬出規劃之流深、流速等水理重要參數，是具有相當程度的應用價值。
- 未來，應考慮研提相關計畫進行更深入的研究，包含：上游變流量、沖積扇厚度、側向沖積扇數量變多或位置改變等。