

# 交互砂州の流下速度と流路形状の対応関係の把握

新潟大学災害・復興科学研究所  
新潟大学災害・復興科学研究所

○正会員 五十嵐 拓実  
正会員 安田 浩保

## 1 はじめに

交互砂州が形成された河川では洪水時に側岸侵食による大規模な流路変動が生じている。交互砂州と流路変動は密接に関係している<sup>1)</sup>ことが示唆されているものの、両者の対応関係についての定量評価には至っていない。このため、交互砂州が形成された河川において、いつ、どこで流路変動が発生するのかの予測はできない。

直線流路から蛇行流路への遷移過程は、侵食性側岸を有する直線流路を用いた模型実験により、自律的に形成された交互砂州が流水を偏心させることが明らかにされてきた<sup>2)</sup>。また、交互砂州の流下が緩慢になると、交互砂州の滞筋部で側岸侵食が生じて曲率の大きい蛇行流路を形成することが確認されている。一方で、交互砂州の流下が敏速な場合は、緩やかな曲率を有する蛇行流路を形成することがやはり模型実験で確認されている<sup>1)</sup>。このように交互砂州の流下速度は流路形状と密接に関係することが示唆される。しかし、両者を同時に定量評価した事例は少なく、流路変動の発生条件などの基本的性質は不明である。

本研究では、交互砂州の流下速度と流路形状との対応関係を明らかにするために模型実験を行なった。

## 2 移動床模型実験

### 2.1 実験条件と水理条件

実験に用いた模型水路は全長 12m、水路幅 45cm、水路床勾配 1/66 の直線矩形断面水路である。この水路中央に水路幅 20cm、深さが 3.0cm の侵食性側岸を有する直線複断面流路を設けた。河床材料粒径は代表粒径 0.76mm の東北珪砂 4 号を用いて均一に敷き詰めた。流下速度の異なる交互砂州の発生を狙い、流量が異なる 2 つの条件を実施した。流下速度の遅い条件は S-Bar、流下速度の速い条件は F-Bar とし、各水理条件を表-1 に示す。このとき、交互砂州の流下速度に影響することが示唆される無次元掃流力<sup>1)</sup>は 2 倍ほど異なる。また、初期の矩形断面時における水理条件は黒木・岸<sup>3)</sup>の領域区分図において交互砂州の発生領域である。通水は侵食性の側岸が水路側壁に到達するまでの 45 分間実施した。底面の計測は Stream Tomography (以下 ST に略す) を用いて 5 分間隔毎に計測した。ST による底面の空間分解能は縦横断方向ともに 1cm 間隔とし

表-1 水理条件の諸元

Case	流量 (L/s)	無次元掃流力	川幅水深比
S-Bar	0.3	0.06	10.1
F-Bar	0.6	0.10	15.2

た。ST の計測原理と計測精度は別紙を<sup>4)</sup>参照されたい。

### 2.2 底面の計測結果

図-1 に底面の計測結果を示す。同図中の底面高は水路床からの高さを表す。両条件ともに流路変動の発達が確認された上流端より 2.5m から 6.5m の計測結果を示す。

S-Bar の条件では通水開始から 15 分後には交互砂州が形成され、滞筋部で側岸侵食が生じた。その後は交互砂州の流下が急速に緩慢になり、通水開始から 30 分後には側岸侵食された箇所へ張り出すように砂州が横断方向に発達した。通水開始から 45 分後には先に側岸侵食が生じた箇所よりも上流側が側岸侵食された蛇行流路が形成された。

F-Bar の条件では通水開始から 15 分後に交互砂州が形成されたが、その後も交互砂州は流下を維持し続けた。通水開始から 30 分後には滞筋部で側岸侵食が活発になるが、交互砂州は流下を継続したため、その下流側で側岸侵食が進行した。通水開始から 45 分後には側岸侵食された箇所に向かって砂州が張り出し、S-Bar と比較すると波長の長い蛇行流路が形成された。

両条件とも最終的に蛇行形状となったが、異なる流路変動の発達過程が確認された。

### 2.3 流路形状と交互砂州の流下速度の対応関係

流路形状と交互砂州の流下速度の対応関係の把握を目的とした定量評価を実施した。図-2 に側岸位置の時間変化を示す。次に、図-3 に交互砂州の流下速度を初期条件の等流流速で除した無次元流下速度を示す。流下速度の算出方法は、図-1 の 1) 左図に示した交互砂州の前縁部を特徴点と定義し、その移動距離と移動時間から砂州毎の流下速度を算出し、その平均値を時刻毎に算出した。

流路形状について見ると、図-2 の矢印で示したように、S-Bar の条件では蛇行の頂部は、最初に側岸侵食が生じた箇所から上流方向へ向かって拡幅した。一方で、F-bar の条件では蛇行の頂部は下流方向へ向かって拡幅した。

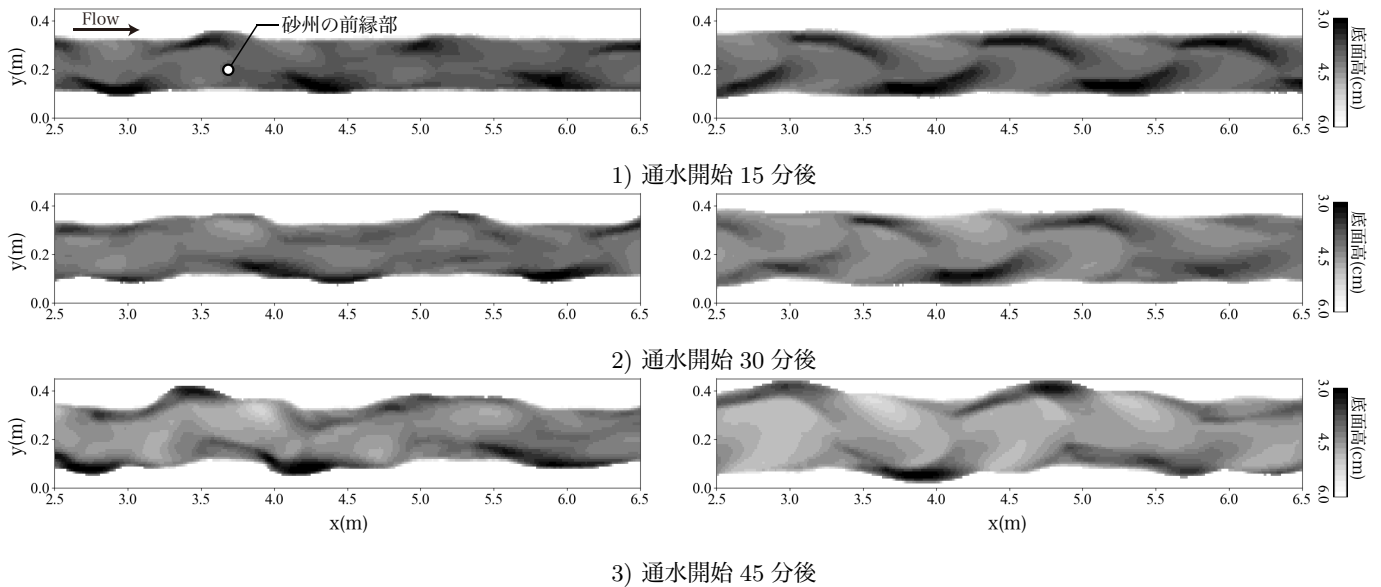


図-1 底面の計測結果 (左図：S-Bar, 右図：F-Bar)

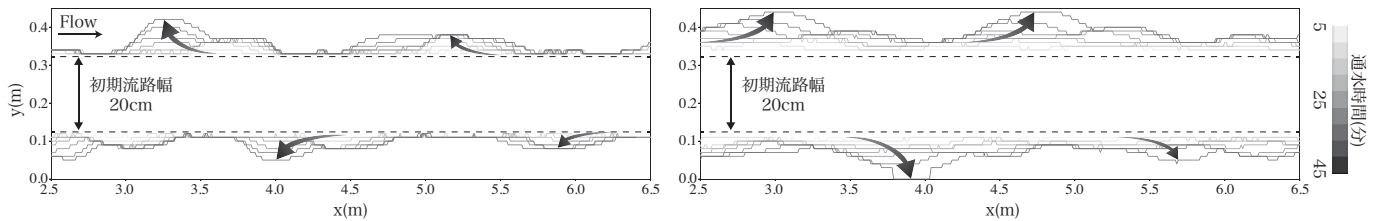


図-2 側岸位置の時間変化 (左図：S-Bar, 右図：F-Bar)

無次元流下速度については、通水時間を通して比較すると F-Bar の方が 2 から 3 倍ほど S-Bar よりも速いことがわかる。さらに、S-Bar の条件での砂州の流下速度は通水開始から 25 分後には緩慢となるが、F-Bar では通水開始から 40 分後までは大きな減速はなかった。

#### 2.4 側岸侵食の進行方向とその要因の考察

上述の結果を基に側岸侵食の進行方向とその要因について考察する。S-Bar のように流下が緩慢な交互砂州の場合、側岸侵食を引き起こす滞筋部が固定化され、砂州前縁部では上流方向かつ横断方向に緩やかに堆積部が拡大する。このため、側岸侵食が上流方向に進行したことが示唆される。一方で、F-Bar のように流下が速い状態を継続する交互砂州の場合、滞筋部が固定化されずに下流方向へ流下する。このため、交互砂州の流下に誘導されるような下流方向へ向かう側岸侵食が進行したことが推測される。

### 3 おわりに

本研究では交互砂州の流下速度と流路形状の対応関係の把握のために、2つの模型実験の計測結果の定量評価を実施した。最終的にはどちらの条件も蛇行形状に至るものの、交互砂州の流下速度の緩急の違いにより、流路変動の発達過程とその時の側岸侵食の進行方向が異なることが示唆さ

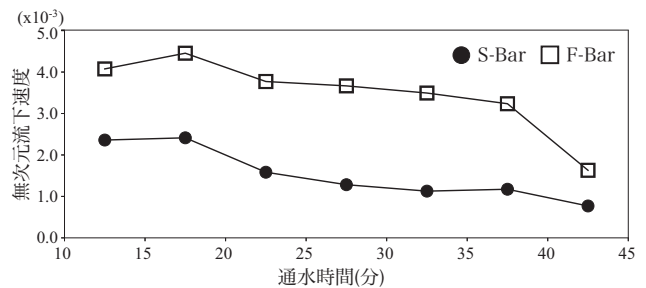


図-3 交互砂州の無次元流下速度の時間変化

れた。

### 4 謝辞

本研究は国交省北陸地整阿賀野川河川事務所と新潟県土木部の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) W.Bertoldi, M.Tubino: Bed and bank evolution of bifurcating channels, *Water Resource Res*, Vol.41, W07001, doi:10.1029/2004WR003333, 2005.
- 2) 藤田裕一郎, 村本嘉雄, 蛇行流路の形成過程に関する実験的研究, 京大防災研究所年報第 18 号 B, pp.551-564, 1975.
- 3) 黒木幹男, 岸力：中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告集, 第 342 号, pp.87-96, 1984
- 4) 星野剛, 安田浩保, 倉橋将幸：交互砂州の形成機構の解明に向けた水面と底面の同時計測手法の開発, 土木学会論文集 A2, 74 巻, 1 号, pp.63-74, 2018.