

平地河川分岐部での主流路交番現象に関する実験的研究

Experimental study on the mainstream alternation at a bifurcation in the flat plain rivers

北海道大学大学院 ○学生員 広瀬 健治 (Kenji HIROSE)
 北海道大学大学院 正員 長谷川和義 (Kazuyoshi HASEGAWA)
 北海道大学工学部 学生員 小林 賢也 (Kenya Kobayashi)

1. はじめに

山地河川では分岐部に土砂堆積を生じてその下流に廃棄河道が認められることがある。¹⁾ 場合によっては分岐部において主流路が交互に入れ替わる現象、流路交番現象を観察することができる。こういった流路の交番現象は、分岐部での閉塞や新流路の形成等と密接に関係しているうえに、下流域の谷形成や土砂流出に大きな影響を与えると考えられる。

交番現象の原因としては Bolla, Repetto and Tubino²⁾ が一様砂を使用して、直線水路の途中に仕切りを取り付けた直線分岐水路実験をおこない、時間とともに左右流路の流量が互いに逆相で変動していることを示している。彼らはこの現象が交互砂州の移動によるものと推察をしているが、理論的な検証はされていない。また川合³⁾ も交互砂州の移動が分岐部での流量・流砂量配分に影響するとして、砂州位置を順次変化させる固定床実験を行い検証している。

この流路交番現象に関しては、混合砂礫を使用して左右対称分岐水路による山地河川を想定した急勾配水路による実験を行ない、そのデータにより長谷川、目黒ら⁴⁾ が現象論的に減衰振動方程式を使って検証を行なった。その検証の結果、山地河川において流路交番現象は交互砂州の移動それ自体が原因となるのではなく、直線流路における流砂量の左右どちらかへの偏りが分岐流路の閉塞を誘発し、それが振動方程式の条件を満たし交番現象が発生することを明らかにした。

しかしながら、平地河川において類似の現象が観察されたという報告は著者が知る限りほとんど無いようである。そこで今回の研究は、平地河川を想定した緩勾配水路においても交番現象が起こるのかどうか、さらにその原因を河床形状から考察した。その原因を解明することで、複列砂州での主流路と中州の安定性、非安定性についての検証ができることになる。

2. 実験装置

実験装置は急勾配時の実験との比較のために分岐角は20度とし、勾配は1/190とした。直線水路幅は70cm、分岐水路幅はその半分の35cmとした。

また、分岐部の台形状の部分には砂州の中州を想定して砂を盛った。これは分岐部の側壁周辺が極度に掘れてしまうことを防ぐ事が目的である。実験砂礫は0.5mmの砂を使用した。この砂を水路全面に渡って10cmの厚さで敷き詰めた。分岐流路での流量と流砂量は、それぞれの

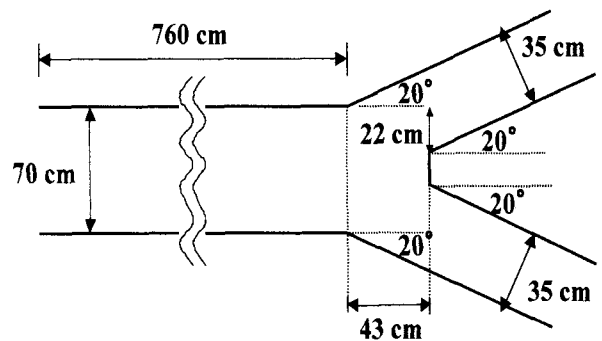


図-1 水路模式図

の下流端において、30分毎にコンテナによる採水、1時間ごとのサンドトラップによる採取を行って計測した。また、河床形状はレーザー変位センサにより1cm×10cmのメッシュに区切って砂州の形成した範囲全てを計測した。

3. 実験条件

緩勾配水路で形成される中規模河床形態において複列砂州形成条件を与えるために、今回の実験の際の条件は表-1のようにした。実験1, 2, 3全てこの条件の下でとりおこなった。

実験1: 流量と流砂量のみ計測した。

実験2: 右岸側に流量が偏るまで通水。40分間。

実験3: 右岸から左岸側に流量が偏るまで通水。6.5時間。

表-1 実験条件

流量 $Q=2.11/\text{sec}$	$\tau_* = 0.079$
勾配 1/190	$B/h = 56.5$
フルード数 0.629	常流条件

4. 実験1について

この実験で緩勾配水路でも交番現象が起こる事がわかった。流量、流砂量ともほぼ同じ周期で交番現象を起こすことがこのグラフからわかる。図-2は左右の分岐水路の下流端における流量・流砂量の全量に対する比の時間経過を示すものである。およそ4時間半で流量・流砂量の増減が逆転している。

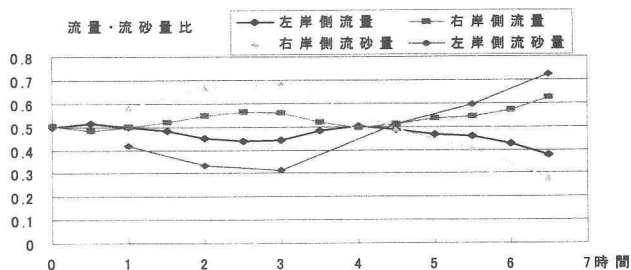


図-2 流量・流砂量配分比

5. 実験2について

流量を同じくして実験2を行なった。実験1と同じく流量が右岸側へと卓越して行った。下に示した写真-1は1回目の通水終了後の写真である。図-3は右岸側に流量が片寄り始めたときに通水を止めて河床形状を計測して描いたコンター図である。この図からわかるように「短対角砂州」と呼ばれるタイプの波長の短い砂州が複列的に形成されていることがわかる。その上流量が片寄った右岸側の分岐水路のほうが河床が低下して流れが片寄りやすくなっていることが見てとれる。

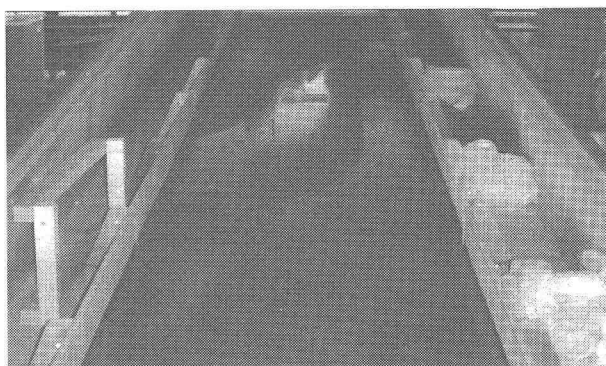


写真-1 実験2終了後の水路

6. 実験3について

実験2の終了後、河床形状を測り、引き続いて同じ流量を通水した。右岸から左岸へと流量が遷移して左岸側へと流量が片寄るまで通水を続けた。図-4は図-3と同

じく通水終了後に河床形状を計測して描いたコンター図である。矢印は砂州がこのような移動したことを示す。図-4と図-3を比べてみると、実験-3で観察された2つの砂州が移動して、右岸側分岐水路へと進入していることがわかる。また、右岸側分岐水路は左岸側分岐水路よりも広範囲にわたって、深く掘れているが、右岸側分岐水路の進入部においては左岸側よりも多くの砂が堆積しているを見ることができる。

このコンターグラフは左岸側の方が右岸側よりも流量が大きくなった瞬間に通水を止めて計測した河床形状なので、砂州が右岸側へと進入したときに流量が右岸側へ片寄ったことは重要な事実である。つまり、砂州の移動が直接交番現象に影響を与えたと言えるだろう。

7. まとめ

山地河川のような急勾配河川で起こる交番現象は、交互砂州の発生を必要条件としていた。しかし交互砂州が移動することが直接の原因となる訳ではなかった。

一方、緩勾配砂床河川における分岐流路では、砂州の移動が分岐部の河床上昇と反対側分岐水路の河床低下を引き起こし、流路交番現象に決定的影響を与えると考えられる。

8. 参考文献

- 1) 長谷川和義：分岐部跳水が引き起こす土砂移動停止による山地河道の突然変動機構の解明、平成5年度科学研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書
- 2) Bolla Pittaluga M., Repetto R. and Tubino M., Channel Bifurcation in One-dimensional Models: A Physically Based Nodal Point Condition, Symposium on RIVER, COASTAL AND ESTUARINE MORPHODYNAMICS, IAHR, pp305-314, 2001.
- 3) 川合茂：開水路分岐部における流量・流砂量配分に関する研究、京都大学学位論文、1991
- 4) 長谷川和義、広瀬健治、目黒嗣樹：山地河川における分岐部流路交番現象に関する抽出実験と解析、水工学論文集第47巻、pp679-684、2003

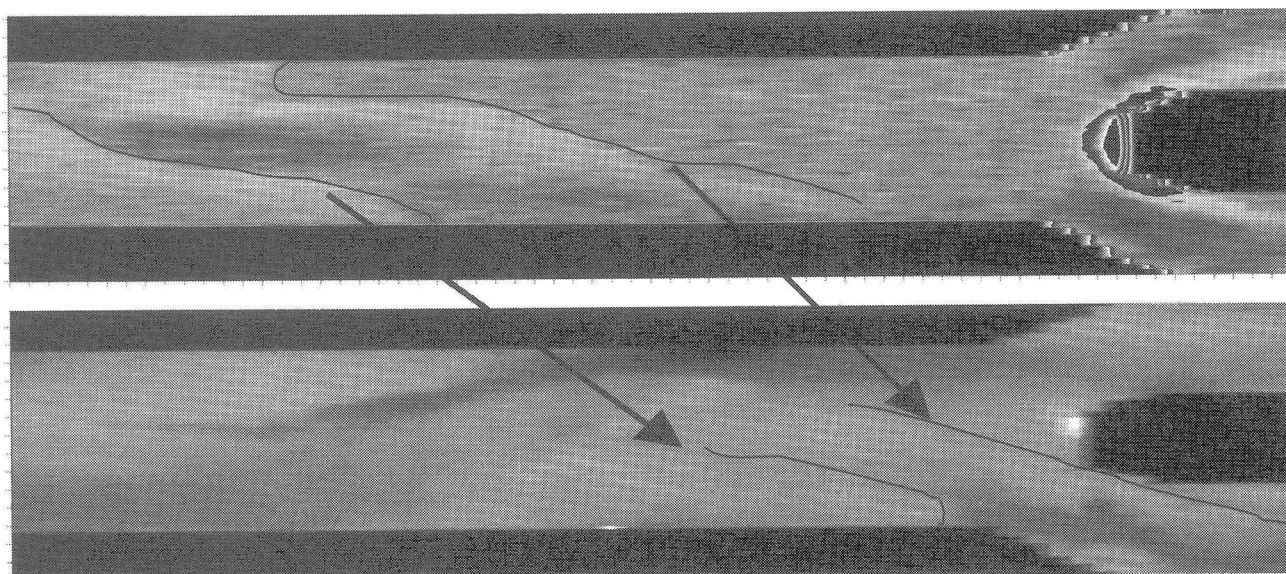


図-3、4 河床コンター図 上：実験2 下：実験3