

## モード維持した2列蛇行地形上の流れと粗粒土砂の動態に関する基礎的研究

宇都宮大学	学生会員	○添田 有香
宇都宮大学	正会員	池田 裕一
宇都宮大学	正会員	飯村 耕介

### 1. はじめに

近年、日本の礫床河川の多くは、築堤や護岸の設置、ダム建設等の人為的インパクトにより元来持つ河川環境が失われつつある。例えば鬼怒川中流域では、流路の単列化とそれに伴う比高差の拡大や外来植物の繁茂などにより、鬼怒川本来の礫河原の消失が進行している。

池田らは、鬼怒川複列蛇行区間の中州上での植生調査から、U字型の植生領域により（図-1参照）、出水時の土砂の堆積範囲が粒径ごとに異なり、それに応じて礫河原固有種や外来植物などがすみ分けしていることを見出し、流れと土砂堆積の特徴について室内実験と数値解析による検証を試みた<sup>1)2)</sup>。しかし、その際の中州形状は三角関数を用いて人為的に与えたものであり、現地の状況を十分に説明するには至らなかった。

そこで本研究では、実験水路上に自然な状態の2列蛇行地形を形成させ、その中州形状をもとに数値実験を実施することにする。ただし単純な直線水路では、当初は複数流路が形成されてもそのモードが時間とともに減少するので<sup>3)</sup>、拡張水路<sup>4)</sup>によりモードがおおよそ維持されるようにして実験を行うようにした。

### 2. 複列砂州の形成実験

実験には、幅30cm、高さ30cm、長さ8m、勾配1/30の直線水路を用いた。ここに平均粒径0.9mmの珪砂4号を約7.5cm厚で敷き詰め、上流側から給砂しながら流量0.00043m<sup>3</sup>/sで通水した。計測時間ごとに静かに止水してポイントゲージを用いて各横断面の砂州波高を測定した。拡張水路とする際には、両岸に上流端から1mおきに水制工<sup>4)</sup>を設置して、同様の実験を実施した。

図-2に直線水路における通水時間80分までの最大波高の時間変化を示す。通水後約40分まで安定していた波高がこれ以降増加していることがわかる。これは、

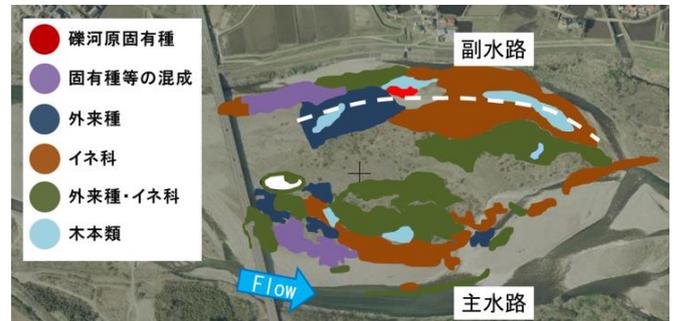


図-1 鬼怒川上平橋付近の植生図(平成25年度)

2列蛇行流路が形成されるモードであったものが、やがて単一流路と2列蛇行流路が混在するようになり、時間の経過とともに単一流路の割合が多くなりモード減少が起きていることに対応している。

次に、拡張水路における通水時間110分までの最大波高の時間変化を図-3に示す。直線水路での実験と比べて長時間に渡り砂州波高が安定しており、2列蛇行モードが安定して維持されていることがわかる。

そこで、この実験で形成された地形のうち、主水路と副水路が顕著な中州（半波長分の地形）を選定して、その形状を測定した。その長さ1.5m、砂州高さは1.4cm、主水路と副水路の最大比高は1.1cmであった。測定した形状を左右反転したものと組み合わせて1波長分の地形とし、これを周期的に配置して、数値解析のための地形データを作成した（図-4）。

### 3. 2列蛇行地形上での土砂動態に関する数値解析

数値解析では、iRICのNays2DHソルバーを用いて平面二次元流解析を行った。表-1に解析条件を示す。この流量は、現地スケールでは約1345m<sup>3</sup>/sとなり、3年に1度程度の中規模出水に相当する。Case1は、流砂のない状態で、2列蛇行地形上での流れの特徴を見るものである。Case2では、砂州形状の上に平均粒径0.5mmの粗粒土砂を2.0cm厚で敷き詰め、その動態を見ることとしたものである。このとき、砂州の構成材料の粒径は十分

キーワード 礫床河川 礫河原保全事業 2列蛇行地形 モード維持 拡張水路

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 地域デザイン科学部 TEL028-689-6214

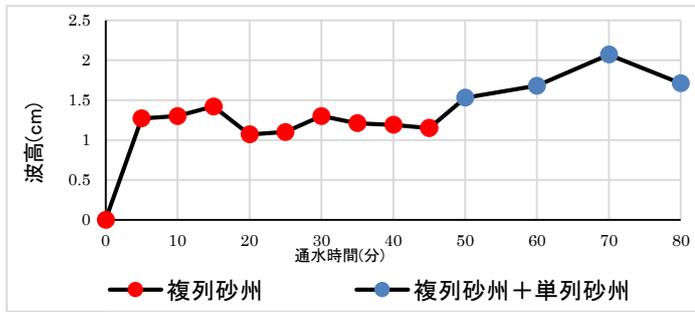


図-2 直線水路における砂州波高の推移

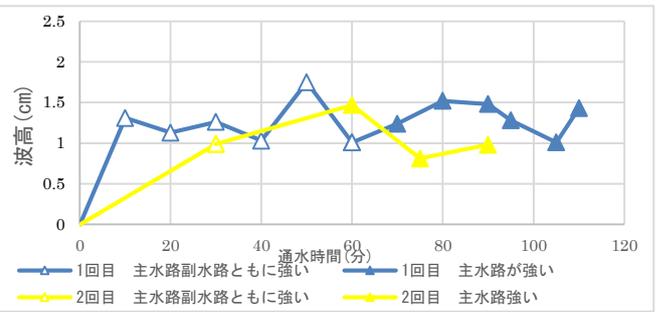


図-3 拡縮水路における砂州波高の推移

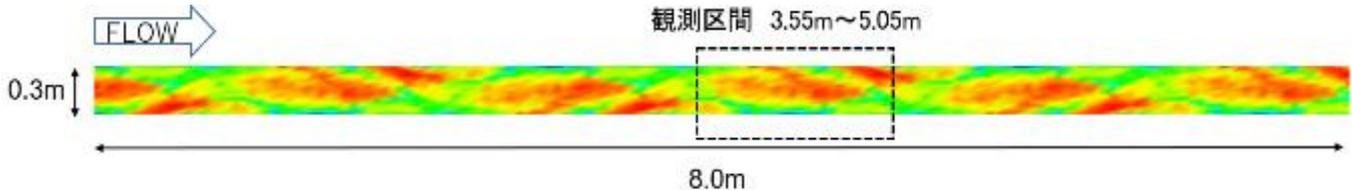


図-4 解析に使用する河床地形

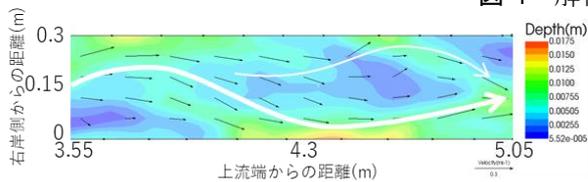


図-5 Case1 における流速ベクトルと水深

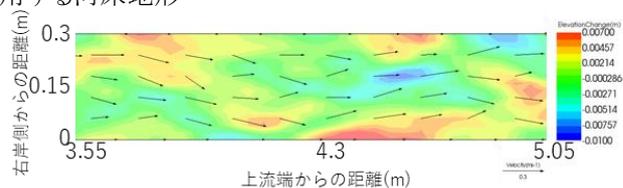


図-6 Case2 における流速ベクトルと流砂の堆積・洗堀

表-1 解析条件

	流砂	流量 (l/s)	河床勾配	河床粗度 (底面)
Case 1	無	0.33	1/30	0.028
Case 2	有			

大きく、設定された流量規模では砂州形状は変化しないものとして解析を行った。

図-5はCase1の流速ベクトルを示したものである。主水路地形に沿って、観測区間上流部の左岸側から、区間中央部の右岸側へ、そして下流部の水路中央へと主流部が蛇行しているのがわかる。また副水路地形に沿って区間中央部で主流から分岐した流れが、下流部でまた主流と合流しているように見受けられる。

図-6はCase2で1時間通水させて、動的平衡状態を確認した時点での粗粒土砂の堆積・洗堀状況をコンター図で示したもので、堆積は正として赤色で、洗堀は負として青色で表している。主流に沿って粗粒土砂の堆積状況を見ると、まず上流側左岸で流れが右岸側へと折り返す地点と下流側右岸で左岸側に折り返す地点で大きな堆積が見られる。これは、そこで水深が深くなるとともに、流れが折り返し後に分散することで、流勢が弱まるためと考えられる。副水路上でも、下流部左岸で右岸側に折り返す地点で同様な堆積傾向が

現れている。主水路と副水路に挟まれた中州部分では、総じてやや洗堀傾向にあることがわかる。以上より、U字型植生領域がない場合には、粗粒土砂は2列流路を維持するように堆積し、中州上には堆積しにくい、つまりこの地形が維持されやすいことがわかる。

今後は、図-1にあるようなU字型植生領域を配置して、粗粒土砂の動態を検討していくつもりである。

謝辞:本研究を実施するにあたり、公益財団法人河川財団の運用する河川基金の助成をいただきました。ここに記して謝意を評します。

参考文献

- 1) 池田ら:鬼怒川における礫河原再生事業後の植生遷移に関する基礎的研究,第43回環境システム研究論文発表会講演集,pp.117-122,2015.
- 2) 池田ら:礫河原保全事業後の植生繁茂が粗粒土砂の動態に及ぼす影響に関する基礎的研究,第46回環境システム研究論文発表会講演集,pp.229-236,2018.
- 3) 渡邊ら:複列砂州のモード減少過程に関する水理実験,水工学論文集,第48巻, pp.997-1002, 2004
- 4) 安田ら:複列砂州の維持条件に関する一考察,土木学会論文集 B1(水工学), Vol.68, No.4, pp.I\_961-I\_966, 2012