

土砂供給量が中規模河床波の形成に及ぼす影響について

新潟大学大学院 自然科学研究科 学生員○山口 晃広
新潟大学 災害・復興科学研究所 正員 星野 剛
新潟大学 災害・復興科学研究所 正員 安田 浩保

1. はじめに

移動床の模型実験や水理解析においては、土砂が平衡に供給されている状態が前提とされている場合が多く、土砂供給量が及ぼす影響についての十分な検討をしているものは少ない。しかし実河川では必ずしも土砂供給量が平衡に供給されているわけではなく、河床低下やダム設置後のダム下流河道の土砂輸送量の減少¹⁾などの問題が生じている。

土砂供給量に対する既往の研究の例としては、寺本ら²⁾は、平坦床からの砂州の発達速度に対して土砂供給量が及ぼす影響を検討している。また、三輪ら³⁾とVendittiら⁴⁾は、発達した中規模河床波の土砂供給の打切りに対する応答の把握を試みている。いずれの研究も、土砂供給量の減少と樹林化に代表される滞筋の固定化・単調化との間の相関を示唆していることから、土砂供給量が中規模河床波の形成に与える影響を把握することは、河道を計画・管理するうえで重要である。一方、土砂供給量の増加が固定化した中規模河床波に及ぼす影響を考察した研究は少ない。Podolakら⁵⁾は増加した土砂供給量が中規模河床波の更新を引き起こすことを指摘しているが、得られている知見は少なく、さらに検討を深める必要がある。

本研究では、樹林化などの問題を引き起こすと考えられている固定化・単調化した滞筋の解消を目的とし、土砂供給量の増加が中規模河床波に及ぼす影響について、模型実験から得られた成果を中心に考察を行う。

2. 模型実験

(1) 実験方法

実験は土砂供給量が異なる2段階のステージから構成されており、基準となる土砂供給量に対して、最初のステージでは1倍給砂、次のステージでは3倍給砂を水路の上流端から与えることにした。基準の土砂供給量は初期の河床勾配を概ね一定に保つものを予備実験によって決定したところ、1.15 g/sとなった。

初期の川幅水深比と無次元掃流力の組み合わせは、黒木・岸の領域区分図における単列砂州の発生領域に設定し、1倍給砂で通水したときに、固定化・単調化した単列砂州が形成されることを期待した。次にその地形を初期河床として3倍給砂を行うことで、安定した砂州地形にどのような変化がもたらされるかを観察した。

使用した水路は全長が10 m、全幅が0.3 mで、水路床全体に平均粒径0.76 mmの4号珪砂を敷き、初期の河床勾配を1/200に設定した。流量は1.3 L/sで定常とした。通水時間は、水面勾配と河床形状の変化が中規模河床波の発生・発達段階に比べて概ね落ち着いたと判断した時間までとし、

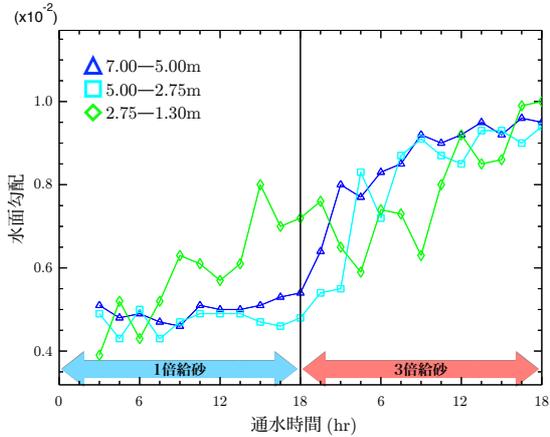


図-1 各区間の水面勾配の時間変化

各ステージで18時間ずつ、合計で36時間とした。

水路の数箇所ポイントゲージによる水位計測を実施し、水路全体の平均的な水面勾配を算出した。水位計測後、通水を停止させて現れた河床形状を水路全体に渡って写真撮影した後、再び通水を開始した。以降、この一連の流れを1.5時間毎に最終時刻まで繰り返した。

(2) 実験結果

区間ごとの水面勾配の時間変化を図-1に、河床形状の時間変化の主要なものを図-2に示す。1倍給砂開始から3.0 hrでは、左右交互に規則的に並ぶ明瞭な単列砂州が形成され、その波長は平均で1.5 mほどであった。その後徐々に波長を伸ばしながら流下していったが、10.5 hr付近でほとんど停止し、このときの波長は平均で3.5 mほどであった。その後18.0 hrまで通水したが、波長も勾配もほぼ変化しなかった。この後も砂州の形状が大きく変わらずに固定化したまま維持されると見込み、1倍給砂を終了した。

次に、3倍給砂時の河床の変化について説明する。1.5 hrでは5 mよりも上流の区間において、それまで右岸側に固定していた波長が3 mほどの砂州地形が、波長が1 mほどの砂州地形へと変化している。1.5-3.0 hrの4-3 m付近に注目すると、砂州の位置が左岸から右岸へと変化している。また4.5 m付近では左岸と右岸の両方に深掘れがあり、主流路が1本である単列砂州が解消されている。3.0 hrの8-6 m付近で左右岸交互に形成されていた砂州は、6.0 hrでは左岸側のみに形成されている。

3倍給砂から12.0 hr、7.5-5.5 mでは左岸側に砂州が張り出しているのに対し、5.5 mより下流では1 mほどの間隔で砂州が交互に形成されている。またこのときから上流区間で側壁の間を横切るような斜線が刻まれることが確認された。15.0 hrでは4 m付近の砂州の中央に深掘れが生

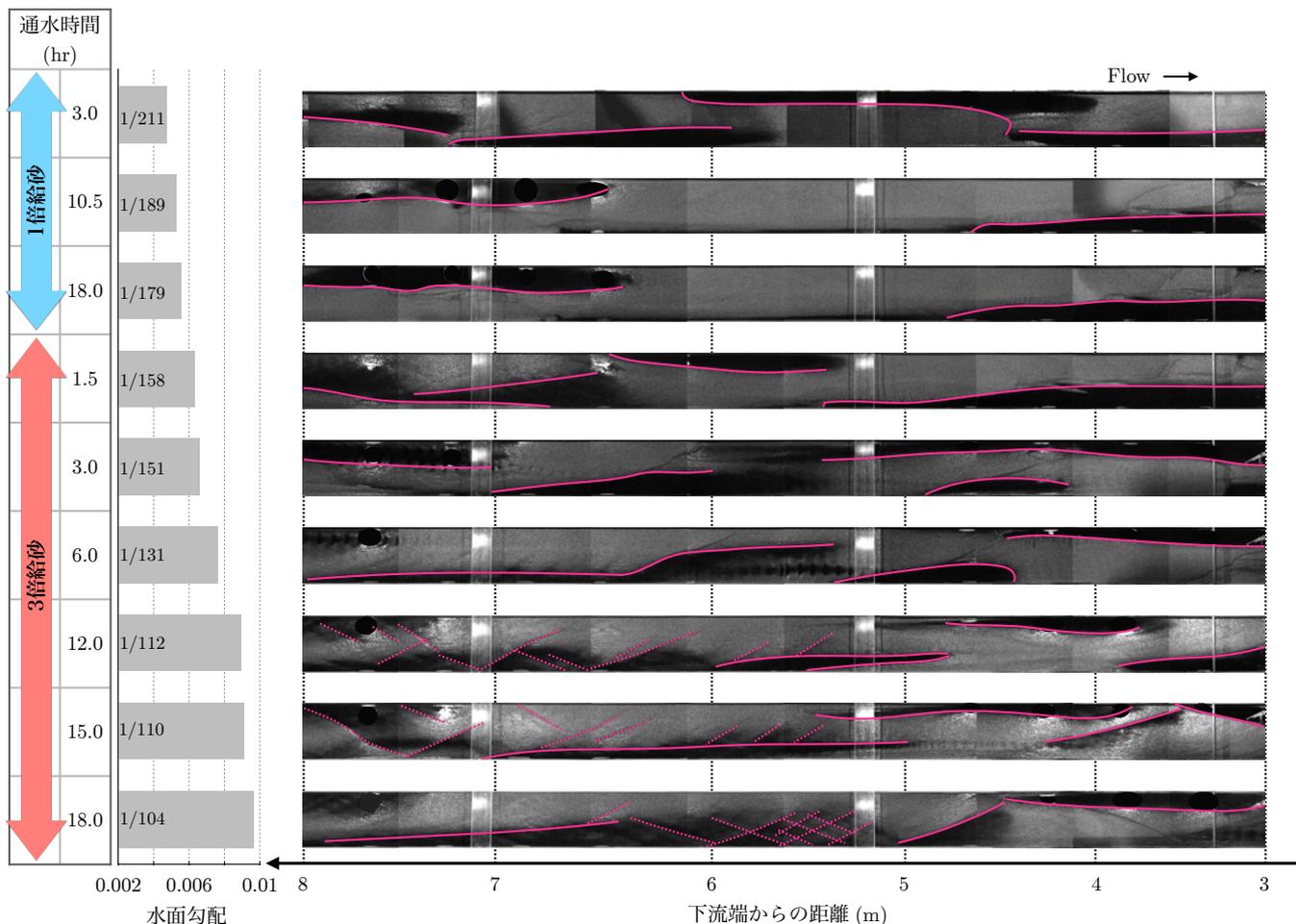


図-2 水路全体の水面勾配と河床形状の時間変化(通水を停止すると非冠水域(灰色)と冠水域(黒色)が混在した地形が現れる。砂州の前縁を実線で、網目模様を破線で示している。)

じるなど、砂州同士の境界が不明瞭になり、全体的に不規則的な地形が形成されている。18.0 hrでは5.5 m付近に幾つもの斜線が重なった網目模様が生じている。5 m付近には新しい砂州の前縁が形成されている。

(3) 考察

河床の更新が生じた箇所と時間を追従すると、3倍給砂1.5 hrでは上流のみで河床の更新が確認できるのに対して3.0 hrでは下流でも河床の更新が確認できる。同様に図-1の3倍給砂開始から数時間後に注目すると、7.00-5.00 mでの水面勾配の増加から少し遅れて5.00-2.75 mでの水面勾配の増加が生じていることから、河床の更新が上流から下流に向けて伝播していることが推察される。

図-2の水路全体の水面勾配の時間変化に注目すると、1倍給砂時は長時間ほぼ一定であったが3倍給砂を開始した直後から急激に増加している。このことから、河道の輸送能力を超えた土砂が上流に堆積したことで河床勾配が増加し、掃流力の変化とそれに伴う流砂量の変化を引き起こし、その変化に見合うような河床形状へと上流から下流へ更新されていったものと考えられる。

12 hr以降、水路全体の平均的な水面勾配は概ね一定であったにも関わらず、河床形状は安定せず絶えず変化し続けていた。このとき、それまでは確認できなかった網目模様が生じていたことから、河床形状の変化に何らかの形で寄与していた可能性がある。18.0 hrで通水を打切ったがま

だ網目模様が残っていたことから、なおも平衡状態に至っていない可能性が示唆される。

3. おわりに

本研究では、固定化した中規模河床波に対する土砂供給量の増加の影響を検討するため、模型水路を用いた移動床の実験を行った。その結果、一定の土砂供給量で長時間安定していた砂州地形であったが、土砂供給量の増加のみで砂州が再形成され、河床の活発な更新が生じることが明らかになった。このことは流路が単調化・固定化した河川への対策の立案に寄与する可能性があることを示唆している。

参考文献

- 1) 国土交通省, 水管理・国土保全局: 河川砂防技術基準 調査編, 2014
- 2) 寺本敦子, 辻本哲郎: 流量, 土砂流入条件が砂州の変動に及ぼす影響の一考察, 河川技術論文集, 第10巻, pp.273-278, 2004.
- 3) 三輪浩, 大同淳之, 横川純: 交互砂州河床における水みちの形成過程に及ぼす土砂供給と砂礫の分級の影響, 水工学論文集, 第49巻, pp.949-954, 2005.
- 4) J. G. Venditti, P. A. Nelson, J. T. Minear, J. Wooster, W. E. Dietrich: Alternate bar response to sediment supply termination, Journal of Geophysical Research, Vol. 117(F2), 2012.
- 5) Charles Joseph Pena Podolak, Peter R. Wilcock: Experimental study of the response of a gravel streambed to increased sediment supply, Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 38, pp.1748-1764, 2013.