

礫床河道における流量及び土砂供給を考慮した数値解析に関する基礎的研究

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○森田 梓
 名城大学理工学部 正会員 溝口 敦子
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 辻本 哲郎

1. はじめに

ダム建設により、人間の生活は豊かになった。しかしながら、ダム建設という人為的インパクトによる環境への影響は年々大きくなっている。例えば、長野県・静岡県を流域とする天竜川ではダムによって、上流からの土砂供給が減少し、河口の遠州海岸の砂浜が後退してきている。これらの問題を解決するために、現在、ダム再編事業によりダムに排砂機能を持たせて、土砂の移動に連続性を持たせることが計画されている。ダムから土砂を排砂するにあたって、供給土砂がダム下流へどのような影響を与えるか等の影響評価が求められている。

本研究では、土砂の移動過程に着目し、礫床河道の砂州における変遷過程を流量の違いにより考察する。また、上流からの土砂の供給条件の違いによる河道の変化の伝播特性を数値解析によって明らかにする。

2. 数値解析について

(1) 研究の概要

数値解析を行うにあたって、ダム建設及び土砂供給再開時のインパクトを想定した、図1のようなシナリオを設定し、研究を進めていく。本報告では図1のA.Bの現地モデルの作成及びCについて述べる。なお、変遷過程を検討するにあたり、実河川のスケールを意識するため、天竜川を参考河川とし、天竜川の河床材料・流況特性を解析で用いる。

本研究では、北村らが開発したNHSED2Dモデル¹⁾を用いて河床変動計算解析を行う。このモデルは水深方向平面2次元解析モデルで、複雑な流れを比較的安定的に解くことができ、河床変動計算と連動して計算することができる。流砂の形態として掃流砂のみを対象とする。

数値解析を用いて砂州形成を記述する手法として、以下の二つの手法を用いる。寺本・辻本ら²⁾が提案する、以下の二つの手法をシナリオごとに組み合わせて用いる。

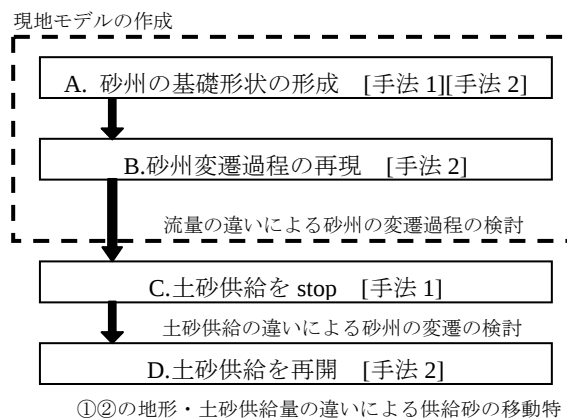


図1 研究のシナリオ

【手法1】上流に微小攪乱を与え続ける手法：上流から与える流量に時間的・空間的にランダムな微小攪乱を与え続ける手法を用いて砂州を再現する。非平衡状態の場合に用いられる。計算領域に砂州が発達するための助走区間が必要となる。

【手法2】周期境界条件を与える手法：河床に初期攪乱を与え、流量、水深、流砂量の境界条件に周期境界条件を用いて砂州を再現する。周期性を持つ現象の解析に適しているが、その特徴から最初に与える計算領域の長さによって現象の周期が決まってしまう。

(2) 計算条件

河床材料・流況は天竜川下流域(河口から15.0km付近)を参考にして設定する。河床材料は直径 $d=0.024[m]$ 一様砂を用いる。また、流量は表1に示す4パターンを与え、それぞれが河床形状に与える影響を検討する。天竜川下流域はmode2以上の複列砂州が形成されている。数値解析で高modeの複列砂州を再現すると現象が複雑になってしまう。そこで、本研究では単純に現象を把握するために単列砂州とmode2の複列砂州を対象とし、各川幅で表2の条件を組み合わせる解析を行う。なお、川幅は流量の違いによりモード数が変化するように、予想される初期卓越モード数³⁾を考慮して設定した。

数値解析は図1研究のシナリオに沿って、以下のように行い、比較・検討を行う。

【A. 砂州基礎形状の形成】 $Q=10000[m^3/s]$ の際に基礎地形が形成されると仮定し、手法1を用いて解析を行い、形成された砂州の波長を読み取る。次に1波長分の計算領域を設定して手法2で計算をし、安定した砂州を形成させ、砂州の基礎形状とする。

【B. 砂州変遷過程の再現】Aで形成した砂州に表1に示す4パターンの流量を与え、手法1で解析を行い、それぞれの流量が与える影響を考察する。

【C. 土砂供給を止めた時の影響】Aで形成した砂州の上流端からの土砂供給を止めて解析を行い、その影響を検討する。なお、地形はAで形成した砂州を10波長分並べ、手法1（ただし、上流端に微小攪乱を与えない）で行う。

3. 結果・考察

本報告では、川幅 $B=280[m]$ の結果について考察する。なお、Aの解析の結果、 $Q=10000[m^3/s]$ の条件では、図2(a)に示すような波長 $\lambda=2765[m]$ 、波高 $8.190[m]$ の砂州が形成された。

(1) 砂州変遷過程

図2(b)に $Q=5000[m^3/s]$ のBの解析の結果を示す。解析結果より、現地の時間スケールで40[h]までは基礎の地形をほぼ維持したまま砂州が移動した。40[h]を超えると地形が急激に変化していった。天竜川では $Q=5000[m^3/s]$ の規模の出水時間は平均して10時間程度であるので、この規模の出水は単独では地形にあまり影響を与えないと考えられる。 $Q=1000[m^3/s]$ の条件では、図2に示すように、砂州自体の移動はなかった。しかし、滞筋に流れが集中したため、水の流れに沿って局所的な洗掘が生じた。 $1000[m^3/s]$ 規模の出水は現地でも長時間にわたるため、河床の表層環境に大きな影響を与えると思われる。

(2) 土砂供給条件の変化

上流からの土砂供給を止めた場合、 $1000[m^3/s]$ 規模の出水では他の流量の場合より、より局所的な洗掘の発達が早くなった。これらを踏まえると、砂州表層に着目すると、ダム再編事業による土砂供給は年最大流量に限らずに、検討する必要があると考えられる。

4. まとめ

現地の時間スケールの概念を取り入れる事により、地形の形成に時間と流量規模が大きく影響してくることがわかった。今後は、流量履歴を与えた地形への土砂供給再開モデルの検討、実際の河床構成に近

表1 条件設定

川幅	流量 $[m^3/s]$			
	10000	5000	1000	160
280	①	④	⑦	⑩
410	②	⑤	⑧	⑪
560	③	⑥	⑨	⑫

初期卓越mode数
mode1 mode2 mode3以上

(a)砂州の基礎形状($Q=10000[m^3/s]$)

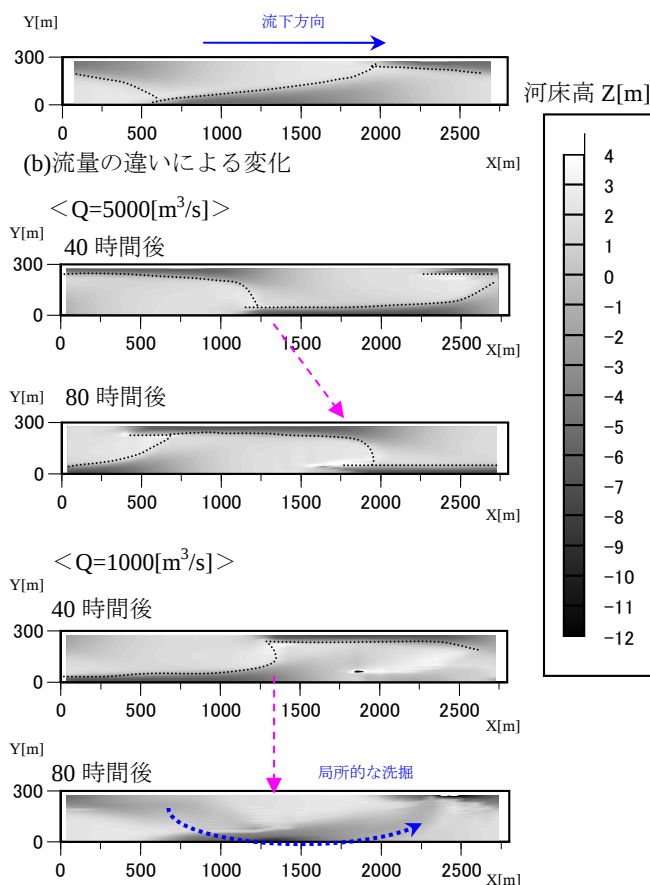


図2 河床形状の時間変化 (砂州前縁線を参考に描く)

くするために、粒径を2粒径に拡張して礫床砂州の土砂の供給条件の違いによる河道の変化の伝播特性を検討していく。

参考文献

- 1) Adichai ら: NH2D モデルを用いた直線河道の砂州形成数値シミュレーション, 応用力学論文集, Vol5, pp.629-638, 2002
- 2) 寺本敦子, 辻本哲郎: 砂州の形成過程に関する数値計算手法, 応用力学論文集, 第7巻, 土木学会, pp.975-983, 2003
- 3) 寺本敦子, 辻本哲郎: 卓越砂州モード数へ及ぼす河床の流動構成の影響, 水工学論文集, 第48巻, pp. 1003-1008, 2004