

ダム排砂を想定した土砂供給による河床の粒度変動過程

早稲田大学理工学術院 正会員 関根 正人

早稲田大学大学院 学生会員 ○境 崇充

1. はじめに

ダム下流域の河床を調べると、河床から砂が流出してなくなり石礫が露出したような状態にあることに気づく。これは景観上のみならず河川本来の性質まで変わったことを意味し、河川生態学的に見ても望ましいものとは考えられない。この状況を改善するため、ダム直下に置き砂をしたり、あるいはダムに排砂ゲートを設けて土砂を排出することが試みられてきた。しかし、土砂をこのように供給することで河床にどのような変化が生じるかに関しては、それほど多くのことが理解されているわけではない。本研究では、かなり単純化した解析ではあるものの、ダム排砂により河川下流域の河床にどのような変化が引き起こされるかに注目した数値解析を行っており、ここではその結果について説明する。

2. 研究概要

本研究では、全長 2000m、幅 50m、勾配 1/100 のモデル河道を対象に、この上流端から人工洪水を流入させ、これに伴い大量の土砂を供給した場合の数値解析を行い、ダム排砂が下流域の河床状態の変化にどのような影響を与えるかを検討した。ここでは、河床が大礫と微細土砂の二粒径で構成されているものとし、礫の粒径を $D_G = 500$ (mm)、微細土砂の粒径を $D_S = 0.075$ (mm) とした。なお、本解析では大礫の移動は生じないものとし、河床の礫骨格の間隙に砂が堆積する、あるいはこの砂が巻き上げられることで生じる河床の粒度組成の変化に注目する。初期河床としては、十分な粗粒化が進行し、礫の間隙から砂が抜けでてなくなっている状態を対象とし、礫頂部から間隙中を充填した砂の面までの鉛直距離 Δ_S の初期値を D_G とした。上流端からの水ならびに土砂の供給については、時刻 0 から 2 時間にわたって $400\text{m}^3/\text{s}$ の水を流入させるとともに土砂を供給する。その後は、流量を 10 分間かけて $100\text{m}^3/\text{s}$ にまで低下させ、以後これを維持するとともに土砂の供給をストップさせた。供給土砂量に関しては、その土砂濃度 C を $C = \alpha \times Q$ の関係を適用して与えることにし、係数 α を 2.5×10^{-5} とした。この値は、実河川で洪水時に観測されている値よりも大きい。ここでは、土砂を強制的に排出しようとする目的から、河川で自然状態で輸送される土砂濃度よりも大きめの値を採用した。数値解析方法に関しては、河床の変動を解析する際に、著者¹⁾による「礫・シルト充填河床モデル」を適用し、浮遊土砂の巻き上げ速度式として芦田・藤田の式²⁾を適用したことを除けば、これまでも広く行われてきている非定常一次元解析である³⁾。ここでは、浮遊砂として輸送される微細土砂が礫骨格内あるいはその上部に堆積したり、あるいはそこから浸食されることによる河床への影響を調べることを目的としているため、このような解析とした。

3. 解析結果と考察

図-1 に数値解析結果をまとめて示した。図には排砂を継続している 120 分までの時間帯と、流量を低下させて土砂供給をストップしたその後の時間帯とに分けて結果が示されている。初期河床として大礫の間隙が空の状態であり、浮遊砂としての土砂の輸送がないとしていることに注意しながら、この結果を見ると、次のことが理解される。(1) 高濃度の砂を十分な時間にわたって供給したところ、上流から順に大礫の間隙が砂で充填されるように変化が進む。ここでの条件では、間隙を充填してあまりある土砂を供給したことから、上流側において礫の上面を被うように砂の層が形成された。(2) 次に、流量を低下させ、あわせて土砂供給をストップさせたところ、堆積した砂の浸食が生じ、礫間隙を充填するように存在していた砂までもが洗い出されることになった。この変化は間隙の砂をすべて運び出すように進むことになる。また、このような変化の波は上流からゆっくりと下流に向かって伝播するように進む。このことは、ひとたび河床に砂を堆積させたとしても、その後わずかな流量であっても通水が続

キーワード：ダム排砂、河床の粒度変化、礫・シルト充填河床モデル、浮遊砂、数値解析

連絡先：〒 169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1, TEL 03-5286-3401, FAX 03-5272-2915

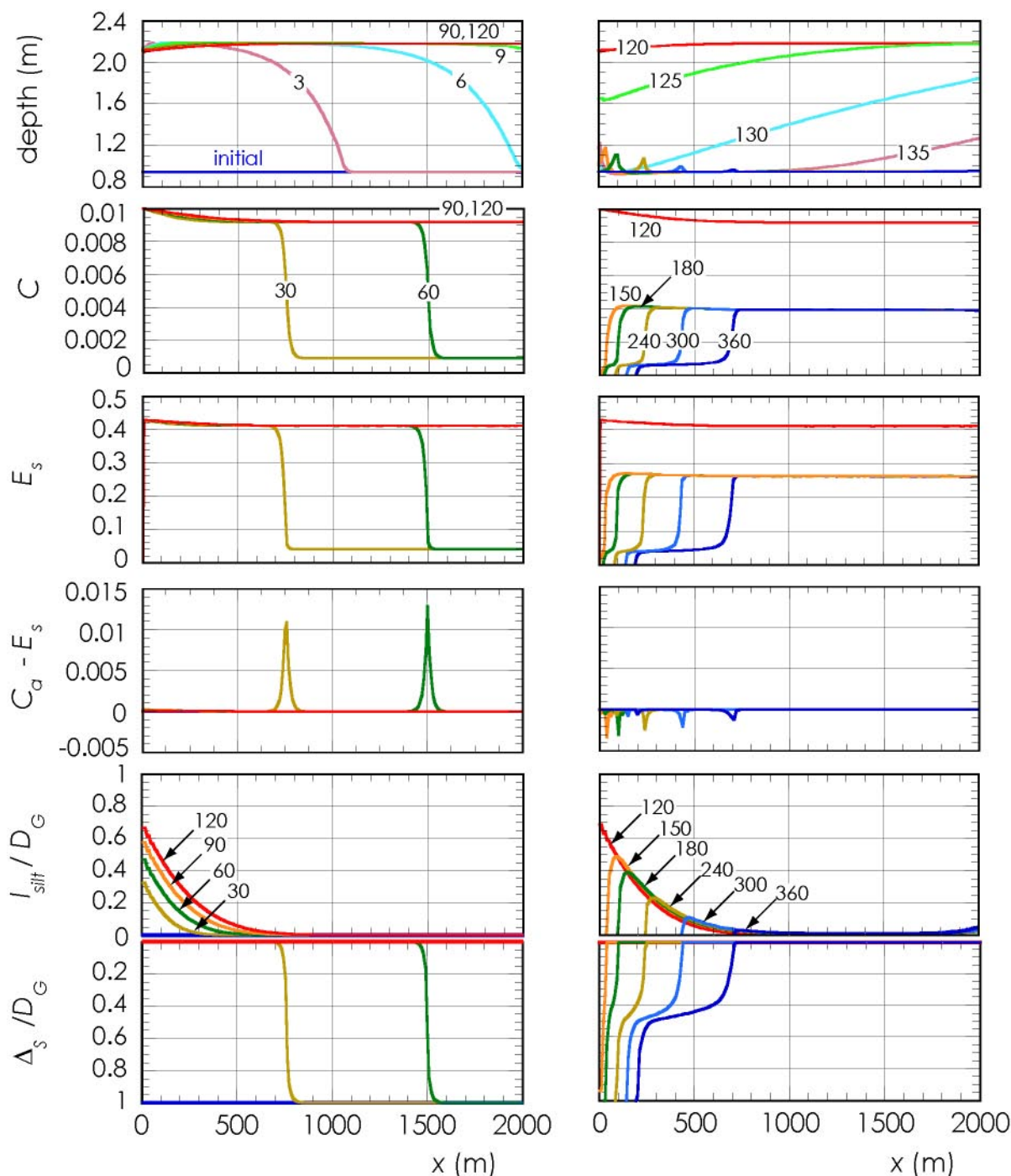


図-1 数値解析結果：図の左側の列がダムからは排砂が続いている120分後までの変化を、右側の列が120分以降の変化を、それぞれ表す。図中の C は水深平均の土砂濃度、 E_s は河床からの砂の巻き上げ速度の無次元値、 C_a は基準点濃度、 I_{silt} は礫の間隙が充填された時に礫面を被うように形成される砂の層の厚さである。また、図中の数字は経過時間である。

けば、ゆっくりと砂の流失が進むため、長期的に砂を維持し続けるわけにはいかないことを意味している。

4. おわりに

本研究では、ダム排砂現象をかなり単純化して数値的に検討し、ダム直下の河床の状態に着目してその結果をとりまとめた。今後に残された課題も多く、今後引き続き検討していく必要がある。

参考文献：

- 1) 関根正人・矢島英明：礫・シルト充填河床モデルを用いた植生を伴う流路の変動解析，水工学論文集，第49巻，991-996，2004.
- 2) 芦田和男・藤田正治：平衡および非平衡浮遊砂量算定の確率モデル，土木学会論文集，第375号，106-116，1986.
- 3) 小久保鉄也・板倉正和・原田稔：貯水池の排砂実績と予測手法，大ダム，Vol. 162，43-54，1998.