



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	河川の流砂トレーサーモデルによる土砂還元の評価技術について [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	濱木, 道大
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第7110号
Issue Date	2020-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/80250
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Michihiro_Hamaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 濱木 道大

学 位 論 文 題 名

河川の流砂トレーサーモデルによる土砂還元の評価技術について

(Tracking Method of the Effect of Sediment Supply on Rivers by Using Bedload Transport Model)

近年, 全国的に河床低下傾向となっている河川が増加しており, 総合土砂管理の考え方に基づく流域一貫の対策が求められている. 河床低下の要因の一つである土砂供給量減少を解消する方策として, ダム堆積土や河道掘削土砂を下流河川に置土し, 洪水時にフラッシュさせる土砂還元が実施されている. しかし, 還元した土砂がどのように流送され, どこに堆積するか等の流送課程把握については, モニタリング手法が確立されていない.

このため, 置土の効果を把握する手法としては, 数値解析による手法が有効と考えられるが, 一般的な河床変動解析モデルでは, 流出した土砂が移動分散しながら流下・堆積する過程を直接的に追跡・表現しているわけではない. ある地点の粒度構成に対する置土材料の寄与率や到達時間等を把握するためには, 流砂の流下過程を直接的に表現できるモデルを併用することが有効である.

本論文は, 上記のような背景を踏まえ, 数値解析により土砂還元の効果を把握するため, 土砂トレーサーモデルによる土砂還元の追跡技術の開発を行ったものである. 土砂トレーサーモデルの構築にあたり, 室内湾曲水路を用いた着色流砂実験による流砂の移動分散状況の把握, 鉛直方向の分散を考慮した土砂トレーサーモデルの改良, 実河川における IC タグ砂礫トレーサーを用いたモデルの精度検証を行った.

第 1 章では, 本論文の序論として本研究の背景, 既往研究における課題, 研究の目的・概要を整理した.

第 2 章では, 流砂の移動分散状況を把握するため, 室内湾曲水路を用いて蛍光塗料で着色した流砂 (以下, トレーサー) の追跡実験を行った. 把握手法は, ブラックライト下で連続撮影した垂直写真からトレーサーの表層濃度 (占有率) を数値化して評価することとした. 実験結果から, トレーサーが徐々に下流側に移動分散する状況や湾曲に起因する外岸側と内岸側の移動速度の差などが観測できた. また, 河床波に起因するトレーサーの鉛直方向の分散 (上流からの流砂と交換することで, 一度低下した表層濃度が時間経過とともに再度上昇する現象) なども確認できた. また, 数値化した表層濃度から, 平均濃度移動距離 (平均濃度位置の上流端からの移動距離) と分散 (標準偏差), 平均的な流砂の移動速度を求めた.

第 3 章では, トレーサー実験結果を再現対象として, 一般的な交換層モデルを改良しトレーサー濃度を考慮した平面 2 次元河床変動解析モデル (以下, 土砂トレーサーモデル) を構築し, トレーサーの移動分散状況の再現を試みた. トレーサー実験結果から得られた平均的な流砂の移動速度から逆算した交換層厚を用い再現計算を行ったところ, 表層濃度の平均移動速度は概ね再現できたが, 分散状況は十分な精度の結果を得ることができなかった. これは, 一般的な交換層モデルでは, 平衡流砂量式をもとにモデル化されているため, 土粒子移動のバラツキや掃流層と遷移層の鉛直方向の土砂移動 (巻き上げと沈降) の影響などが考慮されず, トレーサーの移動速度が交換層厚の設定に依存してしまうことによるものである.

一方、交換層内の土砂移動は、河床変動がない動的平衡状態においても、下層と交換しながら移動していくことが知られており、実験でも同様の現象が観測されている。このことを踏まえ、鉛直方向の分散に起因する移動速度変化と分散拡大に着目し、モデルの改良を行った。モデル改良は、水平方向のトレーサー粒子の質量保存に加え、交換層を流砂が移動することによって生じる交換層と遷移層間の鉛直方向のトレーサー粒子の交換を考慮することとした。鉛直方向の分散のモデル化及びモデル定数の設定に課題は残っているが、鉛直方向の分散を考慮することにより、トレーサーの移動分散状況にある程度表現可能とした。

さらに、直線水路における 1 次元計算と 2 次元計算により交互砂州の有無がトレーサーの鉛直方向の分散に与える影響について比較検討した。これにより、トレーサーの移動分散は、交互砂州の移動など川幅スケールの動的な河床変動過程が大きく影響し、粒子スケールの鉛直分散を考慮した場合の影響は相対的に小さいことがわかった。

第 4 章では、実河川において IC タグ技術を用いた置き土土砂の追跡調査を実施し、土砂移動に対し支配的な流量と言われる平均年最大流量以上の出水時における土砂移動状況、特に 1 洪水あたりの移動距離や分布などの貴重なデータを得ることができた。また、調査結果から、最大粒径程度の河床材料はみお筋を移動し、平均粒径程度の礫はみお筋だけでなく砂州上を含め低水路全体にわたり移動した形跡が伺えた。

さらに、構築した土砂トレーサーモデルによる再現計算を試み、これらの土砂移動状況にある程度予測可能であることも確認した。このことから、土砂還元効果の検証手法として本モデルの有用性を検証することができた。

第 5 章では、本論文で得られた成果をまとめ、今後の課題と展望について述べ結論とした。