



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	急流礫床河川における非平衡土砂輸送場での河床・流路変動に関する研究
Author(s)	田鍋, 颯一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16847号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16847
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99692
Type	doctoral thesis
File Information	Soichi_Tanabe_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 田鍋 颯一

審査担当者 主 査 准教授 岩崎 理樹
副 査 教 授 泉 典洋
副 査 教 授 渡部 靖憲

学位論文題名

急流礫床河川における非平衡土砂輸送場での河床・流路変動に関する研究

(Morphological response of gravel-bed rivers under non-equilibrium sediment transport condition)

洪水時に見られる砂州の変化や蛇行の発達といった河川地形の動的な変動は、河道内において顕著な土砂の堆積と侵食を引き起こし、堤防や護岸といった河川管理上重要な構造物の変状や破壊を誘発する直接的な要因となる。こうした大規模な河床・河道変化は、局所的な土砂の流下能力と上流からの供給土砂量との間に不均衡が生じる非平衡土砂輸送場において特に顕著となることが知られており、今後予期される気候変動に伴う極端豪雨時にはさらに被害が増大することが懸念されている。本研究は、河川管理上きわめて重要となるこれらの課題に対し、特に土砂の非平衡性が顕著に現れやすい急流礫床河川を対象として、非平衡土砂輸送場における河床および河道変動特性を検討したものである。土砂の非平衡性は多様な場や境界条件によって生じるため、本研究では特徴的な土砂供給条件や河川地形を設定することで、実河川で生じうる複雑な現象をモデル化・単純化し、土砂の非平衡性が河床・河道変動へ与える影響について基礎的かつ重要な知見を得ることを目的としている。

第一章では、本研究の背景、関連する既往研究の整理、および本研究の目的について詳述されている。

第二章では、山地から沖積平野部へと貫流する急流河川において、典型的な土砂非平衡性を生じさせる勾配・川幅急変点 (Knickpoint) において生じる顕著な堆積と河床変動といった河道応答に関して検討している。本章では、このような大規模な河床・河道変化が、勾配や川幅の変化に伴う土砂非平衡場において、出水時の流れと土砂輸送を経て平衡状態へと遷移する過程で生じると捉え、実際に勾配変化点を有する実河川であるペケレベツ川をモデル化した水理・河道条件にて河床変動解析を実施した。従来行われてきた一次元解析では、山地から平野への遷移部で勾配が減少することにより土砂輸送能力が低下し、顕著な堆積を伴うことが指摘されてきた。これに対し、本研究では砂州などの二次元河床地形を陽的に表現して解析を行うことで、砂州の形成に起因して土砂輸送量が増加し、それが河道の土砂輸送能力を全体として上昇させるため、結果として堆積そのものは抑制されることを明らかにしている。

第三章では、前章と同様にペケレベツ川を対象とし、河川災害に直結する河岸侵食量に対するハイドログラフの影響について検討している。大規模な河道変動を引き起こすハイドログラフは、発生頻度が極めて低い極端事象であるため、限られた観測データのみではその特性を十分に評価できない。そこで本章では、気候変動研究によって創出された大規模アンサンブル降雨データから得られた大量のハイドログラフ群を系統的に分類し、これを境界条件とした多数の河床変動解析を実施した。解

析の結果、堆積が卓越する区間では、堆積量がハイドログラフの総流量に強く依存するため、河岸侵食量も総流量によって特徴づけられる。一方、砂州や蛇行の発達により堆積が抑制される区間では、河床形態がピーク流量により規定されるため、河岸侵食量はピーク流量に強く依存することが明らかとなった。

第四章では、非平衡土砂輸送場が生み出す影響が、さらに下流の地形にどのような変化を与えるかについて検討している。土砂輸送量と給砂量に不均衡がある場合、河床高の変化だけでなく、粒径分布にも顕著な変動が生じ、これが下流へと伝播する。従来の一次元モデルを用いた研究では、地形変化の影響は Hydrograph Boundary Layer (HBL) と呼ばれる限定的な区間に留まる一方、粒径分布変化に伴う分級波は HBL を超えて長距離伝播することが示されてきたが、下流への程度影響するかは不明であった。本章では、混合粒径河床変動モデルを用いた解析により、分級波は砂州の変動に一定の影響を与えるものの、砂州自体が動的に大きく変動している場合、その影響は限定的であることが明らかとなった。これは、供給土砂の非平衡性により形成された分級波が、動的に変動する砂州成分によって消失し、それより下流への影響が減衰することを示唆している。

第五章では、得られた結果をまとめて結論とし、今後必要である研究の方向性について述べている。

以上を要するに、本研究は強い非平衡土砂輸送場における河床変動過程について詳細な数値解析を実施し、特に急流礫床河川における土砂の非平衡性が河道に与える影響の度合いや範囲について、実河川への適用性を念頭に置いた複数のケーススタディを通じて明らかにしたものである。本研究の成果は、気候変動下における河川災害リスクの予測精度の向上や、より適切な河川管理手法の構築に寄与するものであり、河川工学分野の今後の進展に大きく貢献するところが大である。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。