



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_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



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 田鍋 颯一

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)

流量・土砂供給をはじめとした外力条件の変化は、河川地形や河床材料分布を変化させる要因となる。特に、砂州や蛇行の形状に誘発される平面的な河床・流路変動は、河岸や堤防の侵食を引き起こすため、出水時の被害を大規模化させる。これは、砂州や蛇行といった平面的な河床形状が外力変化に敏感であるため、これらを含めた河道応答の特性を把握することは防災の観点から非常に重要である。一方、流量や土砂供給がこれら河床・流路変動に影響する範囲は、外力が生じるイベントの時間スケールに強く依存する。実河川においては、様々な時間スケールの外力変化の影響が混在しているため、各時間スケールによる地形や河床材料へ与える影響を明らかにすることは、適切な河道設計や地形変化予測を行う上で重要であると考えられる。

そこで本研究では、短期間で起こる流量・土砂供給条件の変化による河道の応答を明らかにし、砂州が存在する条件下での外力の影響範囲を把握することを目的とした検討を行った。まずは、近年、地形変化を伴う水害が発生しやすいことが明らかになってきている knickpoint(勾配や川幅が急変する箇所)に焦点を絞り、knickpoint における砂州動態を含めた河床変動メカニズムを解明した後に、出水時の流量パターンの違いが地形変動に与える影響の把握を行った。次に、長期的な視点から見て平衡状態が維持された水路を対象に、上流での短期的な非平衡土砂供給が、交互砂州が発達した下流区間へ与える影響、およびその影響の伝播過程を明らかにした。

本論文は全 6 章から構成されており、各章の要旨を以下に述べる。

1 章では、本研究の背景・目的を述べるとともに、本研究の内容との要約と構成について記述した。

2 章では、河床変動は動的平衡状態を満たす方向に起こるとのコンセプトの下で、出水時に大規模な河床・河道変動が生じやすい勾配や川幅が急変する箇所 (knickpoint) における河床変動特性を明らかにすることを目的とした二次元河床変動計算を実施した。この結果、砂州や蛇行といった平面形状は、動的平衡時の河床の縦断形状に大きく影響を及ぼすことが明らかになった。これは、砂州によって流れが局所的に集中することで、同じ条件下の平坦床時よりも土砂流下能力が高くなるためである。さらに、流量が少ないほど流れの集中が顕著になるため、砂州による土砂流下能力の増加効果が強く表れる。このように本章では、knickpoint での河床変動特性や動的平衡形状を検討する際に、砂州や蛇行といった平面形状の影響について考慮する必要があることを示した。

3 章では、knickpoint を有する実際の河川(北海道十勝川水系ペケレベツ川)を対象に、出水時に発生しうるハイドログラフを複数ケース与えて、ピーク流量やハイドログラフ形状が流路形態および河岸侵食に与える影響について検討した。本研究では、二次元河床変動計算モデルを用いてこれらの検討を行っている。この結果、河岸侵食量を決定するパラメータは knickpoint の上流と下流で異なっていた。土砂堆積傾向が顕著な上流側では総流量が支配的なパラメータであったのに対し、巨視的に見て堆積量と侵食量が釣り合っていた下流側ではピーク流量が支配的なパラメータとなった。つまり、knickpoint を対象に河岸侵食特性を検討する際には、その場の土砂輸送状態を考慮する必要

がある。また、出水中に Chute cut-off(蛇行内岸をショートカットする流れ) が形成される場合、複数のピークを有するハイドログラフにおいては、ピークの訪れる順番も重要なパラメータとなる。これは、Chute cut-off をはじめとした各流路形態が形成されるタイミングを考慮する必要性を示すものである。

4 章では、3 章で取り扱ったような短期的な流量・土砂供給条件の変化による影響が下流に伝わる過程およびその影響範囲に着目し、混合粒径を考慮した二次元河床変動計算を実施した。非平衡給砂の影響が及ぶ範囲は、均一粒径条件においては Hydrograph Boundary Layer(以下 HBL) と呼ばれる限定的な区間にとどまることが知られている。一方、混合粒径条件下では HBL を越えて分級波が進行するため、HBL より下流の河床にまで外力変化の影響が到達し得ることが指摘されている。本研究は、これまで一次的に取り扱われてきた既往研究を二次元に拡張することで、分級波が HBL より下流に位置する砂州へ与える影響に関して検討した。この結果、HBL を越えて進行する分級波は、交互砂州動態に影響を及ぼしていた。具体的には、細粒土砂成分を集団として運搬する分級波の到達は、砂州表面の粒径分布に影響を及ぼし、波長をはじめとした砂州の形状特性を不規則にすることが明らかとなった。ただし、分級波の構造は砂州構造よりも十分に小さいため、砂州内部を進行する過程で完全に消滅した。本研究では、交互砂州をはじめとした移動性の大規模河床形状が支配的な河川において、非平衡給砂の影響は HBL より下流の砂州動態にまで及ぶものの、その影響範囲は限定的となることを示した。

5 章では、各章で明らかとなった結論をとりまとめ、以下に示す総括を行った。本研究では、これまで着目されてこなかった knickpoint での河床変動特性を明らかにするとともに、砂州のような平面形状が存在する場での外力変化による影響範囲について検討を進めてきた。気候変動が進行することにより外力変化はより一層激しくなるため、今後は河川地形の変化が活発になると予想される。このような中、基礎的な河床変動特性に着目した本研究の結果は、地形変化を伴う水害原因の把握だけでなく、将来的な地形変化予測を踏まえた河道設計・管理に対しても有益な知見を与えるものである。