

氏 名	清家 拓哉
授 与 学 位	博士（工学）
学 位 記 番 号	博甲第 223 号
学位授与年月日	令和 7 年 3 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学位論文題目	軟岩が広く分布している流域における河川の土砂動態と河床低下対策に関する研究
論文審査委員	主査 教 授 渡邊 康玄 教 授 吉川 泰弘 教 授 駒井 克昭 准教授 白井 秀和 准教授 富山 和也

学位論文内容の要旨

近年、北海道では、河床低下に伴う表層砂礫の流失により、侵食抵抗の小さい岩盤(軟岩)が露出し急激に河床低下が進行する河川が増加している。この結果、低水護岸の機能喪失や橋脚の不安定化等など構造物への影響のみならず、河床砂礫の消失によるサケ科魚類の産卵環境劣化など河川環境への悪影響が顕在化している。

このような中、土砂動態特性を踏まえた適切な河床低下対策工が求められるが、軟岩層を有する流域における土砂動態と河床低下・露岩拡大の関係は明らかになっていない。また、全国の軟岩河川において、様々な河床低下対策の取組が実施されているが、いずれも現地実証の段階であり、最適な対策工法は確立されていない。本研究は、軟岩流域における土砂動態の実態解明と、その特性を踏まえた河床低下対策工を提案することを目的とする。

本研究により以下の研究成果が得られた。

- 1) 上流部の地質が異なる 2 流域を対象に現地調査を行った結果、上流部に軟岩が広く分布する流域では河床材料にも軟岩を多く含み、低強度の軟岩は下流に向かうほど粒径と存在割合が減少しやすい特性を有していることが明らかになった。また、軟岩は流下過程で破砕・摩耗作用を受けやすく、細粒化した軟岩は通常の砂礫よりも下流側に供給されるため、本来供給される位置において河床低下および露岩拡大が生じることが示唆された。以上のことから、軟岩流域における河床低下対策の実施にあたっては、上流から供給される礫の強度の把握、土砂を捕捉可能な工法の検討が重要であることを示した。
- 2) 軟岩流域の特性、既往研究における水路模型実験・現地試験施工結果に基づき、実際の軟岩河川を対象とした河床低下対策工を提案した。対策工は、土砂の捕捉を図るため帯工としたが、土砂堆積により軟岩が覆われると、侵食が防止されるとともに、粗度の増加により、軟岩では通過していた土砂が堆積しやすくなる。このため、恒久的なものではなく、経済性に優れかつ屈撓性や透水性の高い袋型根固めを用いた帯工とし、軟岩特有の局所侵食への追従や、サケ科魚類の産卵環境に重要な伏流環境の保全にも配慮した構造とした。また、帯工下流には巨礫を配置し、構造物直下流での局所洗掘を防止する構造とした。
- 3) 提案した構造の帯工について、実河川における帯工設置後の現地調査に基づき、平均年最大流量を上回る出水に対しても帯工の安定性が確保されること、帯工周辺の河床低下が抑制されること、帯工上流側には土砂堆積が生じることを明らかにした。また、帯工設置後はサケ科魚類の産卵床が集中して分布する平瀬環境が増加すること、帯工周辺にも産卵床が分布することを明らかにした。また、軟岩侵食を考慮した数値解析による評価を実施し、帯工による河床低下抑制効果およびサケ科魚類産卵適地の創出効果を定量的に明らかにした。以上から、提案した帯工が治水・環境面で有効であることを示した。

審査結果の要旨

近年、河床低下に伴う表層砂礫の流失により、侵食抵抗の小さい岩盤(軟岩)が露出し急激に河床低下が進行する河川が増加している。この結果、治水施設への影響のみならず、河川環境への悪影響が顕在化している。このような中、土砂動態特性を踏まえた適切な河床低下対策工が求められるが、軟岩層を有する流域における土砂動態と河床低下・露岩拡大の関係は明らかになっていないため、最適な対策工法が確立されておらず、早急な現象の解明が望まれている。

本研究では流域の地質に着目し、上流部に軟岩が広く分布する流域では河床材料にも軟岩を多く含み、低強度の軟岩は下流に向かうほど粒径と存在割合が減少しやすい特性を有していることを現地調査から明らかにするとともに、上流に存在する軟岩で構成される砂礫が、流下過程で細粒化して細粒化されない通常の砂礫よりも下流側に供給され、本来供給される位置において河床低下および露岩拡大の拡大を生じさせることを明らかにしている。さらに、この土砂輸送形態に適応した対策工法として袋型根固めと巨礫を組み合わせた帯工が効果的であることを示すとともに、試験施工の追跡調査からその検証を行っている。

これらの知見は、これまで侵食機構が明確でなかった軟岩が広く分布する流域における河床低下の対策手法の確立を図るうえで極めて重要な事項であり、河川研究の新しい展開に寄与するところ大なるものがある。よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。