

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 加藤 陽平 印

題 目 透過型砂防堰堤を有する流域の土砂流出予測に関する研究

学位論文の概要及び要旨

我が国では国土の7割を急峻な山地が占め、その下流の沖積平野に人口・資産が集中しており、多雨な気象条件と相まって、水害・土砂災害が発生しやすい状況にある。沖積平野での水・土砂の氾濫を防ぐため、あるいは土石流災害を防ぐために砂防事業が実施されてきた結果、水害・土砂災害は減少しつつあるが、一方で供給土砂の減少による下流河川の河床低下や海岸侵食が全国的に問題となっている。このような状況から、平成10年に「流砂系の総合的な土砂管理」が提言され、砂防事業においては有害な土砂流出を抑制しつつ、下流に必要な土砂を供給するいわゆる「流す砂防」が求められるようになり、その対策として透過型砂防堰堤が多用されるようになった。透過型砂防堰堤が流木・巨礫により閉塞する問題が昭和50年代に指摘されていたが、総合的な土砂管理の提言以降に既設堰堤の土砂流出状況を追跡した事例は見あたらなかった。また、総合的な土砂管理を検討するためには流砂系全体の長期的な土砂動態を把握する必要があるが、既往の研究において透過型砂防堰堤を物理的に表現し、大流域の長期的な土砂動態を予測した事例はなかった。このような背景から、本研究では透過型砂防堰堤を有する流域の土砂流出予測法を確立することを最終目標とし、現地に設置された透過型砂防堰堤の土砂動態特性を明らかにすること、および透過型砂防堰堤を有する小流域の長期的な土砂流出予測法を開発することを研究の目的とした。そのために、鳥取県中部の天神川水系小鴨川の支流赤岩川流域および赤岩川に設置された福原2号砂防堰堤を対象とし、土砂動態のモニタリング、および出水による河床高・河床材料の変化を再現し、長期的な土砂流出量を予測できる河床変動計算法の開発を行ったものである。

本論文の構成として、まず第1章において本研究の背景・目的および論文の構成について述べた。

続く第2章においては、天神川流砂系における土砂動態の現状について既往資料から整理し、天神川支川小鴨川の河床低下を抑制するためには、砂防領域を含めた礫の動態を今後検討していく必要があることを指摘した。

第3章においては、透過型砂防堰堤周辺の土砂動態を把握するためのモニタリング、および実現象を再現するための1次元不定流河床変動計算手法について述べ、それぞれの手法と結果、および課題について指摘した。土砂動態モニタリングでは、堰堤の越流部を連続撮影することにより2011年9月出水によって生じた洪水流量を推定するとともに、出水中に流木が捕捉される状況を把握した。また、砂防堰堤直上流の平面的な測量を実施することにより、河床高がスリット部の天端高よりも高くなっている現状を明らかにし、流木の影響により土砂流出が抑制されることを指摘した。また、モニタリングで得られた流量・河床高・河床材料のデータを1次元不定流河床変動計算モデルに与えることで、福原2号砂防堰堤周辺の河床高・河床材料の変化を概ね再現するとともに、出水時の土砂流出状況を推定することを明らかにした。次に、第3章で構築した1次元不定流河床変動モデルは、計算の安定化のため時間ステップ Δt を小さくする必要があり、数年単位の長期計算には不向きであることと、流木捕捉をモデル化していないために河床高の再現精度に影響が及ぶことを指摘した。

第4章においては、赤岩川流域を含めた小鴨川上流域（小鴨川 16.4kp 地点まで）の長期的な土砂流出・河床変動現象を迅速に計算し、透過型砂防堰堤による背水や流木の捕捉を物理的に表現できる新たな土砂流出予測モデルを考案した。その内容は次の①～③のようである。

- ① 降雨流出解析モデルにより赤岩川等の溪流の流量を推定した。また、近年公開されている国土地理院基盤地図情報標高モデルを用い、河床の縦横断形状の取得を試みた。
- ② 常射流の混在や支川合流など複雑な流れ場の計算を迅速に行い、かつ透過型砂防堰堤の背水を考慮するため、不等流方程式を用いた河床変動モデルを構築した。また溪岸・溪床・砂州などによる横断方向の水理量、河床高および粒度分布を表現できる新たな手法として、準2次元不等流河床変動計算モデルを提案した。
- ③ 流木の発生と捕捉に関して簡易な計算式を提案し、スリット部の水・土砂の流出への影響についてモデル化を試みた。

新たな土砂流出予測モデルにより、福原2号砂防堰堤直上流の10年間（2002年～2011年）の河床高の変化を概ね再現するとともに、小鴨川 16.4kp 地点までの溪流の流量、河床高および砂防堰堤の設置状況を考慮した土砂流出予測の試算を行った。ただし、河床の経年的な変化や堆積土砂の粒度分布についての再現精度に問題があり、精度向上のためには土砂生産現象および初期河床材料の設定方法が課題であることを指摘した。

最後に第5章では、本研究で得られた知見と課題について述べるとともに、構築した土砂流出予測モデルの天神川水系以外での適用性について述べた。すなわち、使用した水理・河床変動の計算式は一般的なものであるが、流木捕捉とその影響に関する実態が明確でないため、実態把握および流木の影響の一般化が重要であることを指摘した。