HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	流域における土砂・流木の流出現象把握と対策評価に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	加藤, 一夫
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第7131号
Issue Date	2021-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/82324
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kazuo_Kato_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　加藤　一夫

審査担当者　主　査　教　授　清水 康行
副　査　教　授　泉 典洋
副　査　特任教授　山下 俊彦
副　査　准教授　岩崎 理樹

学位論文題名

流域における土砂・流木の流出現象把握と対策評価に関する研究
(Study on Understanding Runoff Phenomena of Sediment and Driftwood in Basins and Evaluation of Countermeasures)

近年, 台風や豪雨による河川の氾濫により, 土砂や流木のほか有害物質や油等が流出する事象が度々発生している. さらに, 地球温暖化に伴う気候変動の影響により, 大雨や短時間強雨の発生頻度や大雨の降水量などが増大することが予測されているほか, 降雨の時空間特性の変化を引き起こし, 大規模な水災害が発生する懸念が高まっている.

中でも大量の土砂や流木の流出により, 甚大な被害が発生している事例が多いことから, 土砂災害の防止・軽減を含む流域の土砂動態の予測や流木挙動の把握と対策は重要である. さらに流木の流下範囲も本川河道に到達し災害が拡大していることから, 河道内における流木対策が求められている. これらのことから著者は, 河川流域の土砂と流木に関する動態を解明し, 土砂と流木それぞれの対策の効果を検証・評価することを目的に研究が進められている.

本論文は, 上記のような背景を踏まえ, ①流域の土砂動態を予測するための崩壊地面積の変化を組み込んだ土砂流出モデルが提案されている. また, 河床低下対策の効果を把握するため着色砂を用いた水理模型実験で効果が検証されている. ②河川の湾曲部に設置する流木捕捉施設の施設形状を設定するため水理模型実験が実施され, 実験で観られた湾曲部の流木挙動を解明するための準 3 次元河川流れの計算と流木モデルを併用した流木追跡モデルが提案されている.

第 1 章では, 本研究の背景, 既往研究における課題及び研究の目的・概要が述べられている.

第 2 章では, 豊平川を対象に流域一貫の総合土砂管理の考えに基づき利水ダム・砂防ダム及び河道の土砂動態を分析し, 中流部で問題が顕在化している河床低下との関係が示されている. また, 既往の土砂流出モデルに崩壊地面積に着目した流域条件の変化を組み込んだ土砂流出モデルが提案され直轄砂防区域の渓流に適用している. 計算結果から, 砂防ダムを有する渓流の再現検証として砂防ダムや藻岩取水堰の実績堆砂量との関係を定量的に評価し, モデルの妥当性が検証されている.

第 3 章では, 豊平川中流の河床低下が顕著な区間の対策として現在計画されている石組帯工群と樹林化した砂州の切り下げによる効果を把握するため水理模型実験が実施されている. 実験では対策工の影響範囲を直接把握するため対策毎に異なる色の着色砂を敷設し追跡調査している. 着色砂は, 時間経過に伴い徐々に下流へ分散・移動・堆積し, また, 砂州切り下げ区間の着色砂の流出量は少なく, 上流から流れてきた無着色の砂の堆積が確認されている. さらに構造物周辺の安全性を評価するため, 実験後に石組帯工直下の着色砂を掘削し, 洪水ピーク時の最大洗掘深と洪水減水時における埋

め戻し厚さが把握されている.
第 4 章では, 岩盤床における橋脚周辺の侵食抑制対策工として, 予防保全を念頭においた工法のネットに着目しその効果を水理模型実験により把握し, 従来工法 (根固めブロック, 袋型根固め) と比較し評価されている. 実験結果から, 従来工法は, 対策工と岩盤床の境界に流砂が集中するため侵食量が多く, 一方ネットは施工高が低く流砂を集中させることなく流すことができることから侵食量が最少となり侵食抑制効果が期待できる工法であることが確認されている.
第 5 章では, 小本川の湾曲部外岸に設置する流木捕捉施設に流木を効果的に取り込むための流入口の位置や形状に着目し, 水理模型実験が実施されている. 当初計画した形状で比重 1.1 の模擬流木は, 大多数が底面に潜り込んで内岸側へ輸送された. このため, 流入口の位置を二次流の影響が及びにくく流木が表面に浮上する湾曲上流部にすることで捕捉率が向上した. また, 捕捉地に多くの流木が流入するとスリット工が閉塞して水位上昇を招き捕捉効率が悪化した. この水位上昇は, スリット区間を延長し流木を分散して集積することで捕捉率が向上した. このように試行錯誤を繰り返し効果的な流入口の位置と施設形状が設定されている.
第 6 章では, 河川湾曲部の流木の挙動を把握するため, 準 3 次元河川流れの計算と個別要素法による流木モデルを併用した流木追跡モデルを第 5 章で示す流木捕捉施設に適用し, モデルの有効性が確認されている. 計算結果から, 流入口上流付近を流れる流木は, 主に河道中央から左岸側の表面流速の影響を多く受けて捕捉地に輸送されることが確認されている. また, 捕捉地内では, 表面流速を流れる流木は捕捉地の外岸に沿ってスリット工に到達し, 底面を流れる流木は内岸側の囲繞堤周辺に集積する結果が得られ水理実験で見られた流木挙動が表現されている. このことから, 湾曲部における流木の挙動を把握する手法としてモデルの有効性が検証されている.
第 7 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られている.
以上, 筆者は本研究において豊平川直轄砂防区域の土砂流出と小本川湾曲部の流木挙動に着目し, それぞれの流出や移動現象解明と対策効果の検証を目的として取り組み, 河川流域における土砂と流木対策を行う上での極めて有効な手法の提案を行い, 今後の河川工学発展に寄与するところ大である。よって, 筆者は北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める.