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_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　加藤　一夫

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)

1998 年に流域を一貫した総合的な土砂管理の概念が提唱され, 総合土砂管理の考えに基づく流域一貫の対策が求められている. その中でも山地流域で生産され輸送される土砂量を予測することは, 治水, 利水, 河川及び海岸保全等を検討する上で極めて重要である. 高度成長期以降, 治山・砂防事業, 治水事業, 水資源開発事業等により上流域からの土砂供給量の減少, 砂利採取や河道掘削による直接的な改変により河床低下傾向となっている河川が増加しており, さらに河床低下が進行することで治水安全度低下 (低水護岸の機能喪失等) や河川環境への悪影響 (産卵床減少等) 等が顕在化しており, 早急な対応が求められている.

一方, 近年各地で経験したことがない異常豪雨に伴う河川災害が頻発している. 河川災害の特徴としては, 大量の流木を流下させることである. 市街地に流下した流木群が橋脚や欄干で堰き止められ橋梁被害が生じ, また, 低内地に流入した流木群によって洪水氾濫が拡大し家屋の流失等の被害の事例が多くみられる. 従来, 流木対策の多くは透過型砂防としてなされているが, 近年の異常豪雨では, 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.

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流域条件として崩壊地面積を組み込んだ土砂流出モデルを構築した. 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を実施した.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を実施した. また, 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モデルと個別要素法を用いた流木モデルを併用した流木追跡モデルを構築した.

第 1 章では, 本論文の序論として本研究の背景, 既往研究における課題及び研究の目的・概要を整理した.

第 2 章では, 豊平川流域を対象に流域一貫の総合土砂管理の考えに基づきダム・砂防ダム・本川河道の土砂動態を分析し, 豊平川中流部で問題が顕在化している河床低下との因果関係を示した. 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を構築し, 豊平川の渓流に適用した. 計算結果から, 砂防ダムを有する渓流の流域間での流出土砂量の差異や藻岩取水堰の実績堆砂量との関係性を定量的に評価した.

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帯工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を実施した. 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た. 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, 砂州切り下げ区間では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を確認した. さらに構造物周辺の安全性を評価するには洪水時の最大洗掘深の把握が重要と考え, 実験後に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を直接的に把握した.

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対策工としてネットに着目して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・評価した. 実験結果から, 従来工法の対策は, 対策工と岩盤床の境界に流砂が集中することで, 無対策よりも侵食量が多かった. 一方, ネットは施工高が流砂の粒径程度であり, 流砂を阻害することなく流すことができた. このため侵食量は, 全ケースの中で最小となり侵食抑制が期待できる工法であることを確認した.

第 5 章では, 河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, 水理模型実験を実施した. 実験結果から, 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移動した. このため, 流入口の位置を二次流の影響が及びにくい湾曲上流部にすることで捕捉率が向上した. また, 捕捉池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抑制でき, 捕捉率が向上した. このことから, 効果的な流入口の位置と施設形状が設定できた.

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モデル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, モデルの有効性を確認した. 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水深平均流速の影響を多く受けて捕捉池に輸送され, 底面を流れる流木は捕捉池には流入せず内岸側を流下した. また, 捕捉池内では, 水深平均流速を流れる流木は捕捉池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となり第 5 章の流木の挙動を再現できた. 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本モデルの有効性を検証することできた.

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結論とした.