

豪雨に起因する流木発生量評価モデルの開発

津末, 明義

<https://hdl.handle.net/2324/6787584>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 津 末 明 義

論 文 名 : 豪雨に起因する流木発生量評価モデルの開発

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

近年、気候変動の影響を受けたと考えられている豪雨災害が頻発している。それらの豪雨災害では、河川の氾濫に加えて、山地における斜面崩壊に起因する土砂の流出が起こった。加えて、山林での斜面崩壊では、土砂と併せて立木が流出し、河道にまで達して流木となっている。例えば、平成 29 年 7 月九州北部豪雨では前例のない規模で流木が発生し、河道閉塞による氾濫が起こり、人的被害・物的被害を拡大させた。溪流の単位面積当たり流木流出率は、過去の最大記録 $1,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ を大きく上回る最大 $20,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ を記録している。また、平成 30 年 7 月西日本豪雨では、広島県の太田川水系三條川などで流木に伴う橋梁被害が発生している。さらに、令和元年東日本台風では、宮城県丸森町を流れる阿武隈川水系の内川・五福谷川・新川の流域で大規模な斜面崩壊が多発し、大量の流木と土砂が下流の集落を埋め尽くした。このような今後も起こり続けると考えられる大規模豪雨や強大な台風における流木災害については、その防災・減災に向けた対策が急がれる。国が進めている気候変動の影響を踏まえた治水計画への展開においても、土砂と流木の影響を加味した河川計画への研究や技術開発の必要性が謳われている。

流木発生量の推定方法としては、林野庁による砂防施設設計のための計画流木量評価方法があるが、今次水害の様な河川流域全体からの流出量の推定はできない。一方、矢野ら(2016)は河川流域内に存在する豪雨時に斜面崩壊の可能性が見込まれる箇所と斜面の森林の状況、ならびに対象河川と各斜面との地形的な関係から推定される流木の可能最大発生量を「流木発生ポテンシャル」と定義し、河川流域を一貫した流木発生量の評価法を提案している。しかし、この方法では、斜面の地質情報は加味されておらず、降水量に応じた流木発生の変化などは評価できていなかった。そこで本研究では、流域一貫した流木総合管理の観点から、近年発生した大規模水害における土砂・流木災害事例を基に、GIS ベースの流域圏全体における流木総合管理を可能にするための流木災害リスク評価モデルの開発を試みた。さらに、流木集積に伴う氾濫による経済損失を計量し流木災害リスクの定量化を試みた。

第 1 章では、近年頻発する流木災害の事例、ならびに頻発化の要因等を取りまとめ、流木に関する既往研究を 8 つに分類して整理した。また、本研究の目的を述べ、論文全体の構成を示した。

第 2 章では、正垣ら(2019)が開発したロジスティック回帰分析を用いた流木発生量予測手法について、物理的整合性を加味した汎用的な流木リスク評価手法を確立することを試みた。その結果、公的機関において公開されている地形・地質・土壤被覆・C-X 合成レーダー雨量を組み合わせることで、平成 29 年九州北部豪雨における斜面崩壊および流木発生量の推定を高精度に行うことができた。次に、気候変動による降雨変化が流木発生量に与える影響を把握するため、九州北部豪雨発災

前後での確率雨量に基づき流木発生量の比較を試みた。その結果、発災前と発災後を含む確率雨量では、40万から90万 m³の予測流木量の相違があることが示された。

第3章では、平成30年西日本豪雨を対象として、林野庁が土石流・流木対策の手引きで使用している石川(1989)の経験式から流木発生量の推定を行った。その結果、九州北部豪雨以前の上限值である1,000 m³/km²の流木発生率を超える溪流は全体の約4%で、九州北部豪雨の1/4程度の規模であったことが示された。次に、第2章で提示したモデルを西日本豪雨に適用して、モデルの一般性についての評価を試みたが、再現性が悪いことが判明した。九州北部豪雨と西日本豪雨の降雨特性（継続時間、降雨強度）の違いが予測精度の低下に起因していると考え、西日本豪雨のような長時間降雨を対象としたモデルの再構築を試みた。その結果、誘因を1, 3, 6時間の最大累積雨量から6, 12, 24時間の最大累積雨量に変更することで、河川毎の崩壊地面積の分布は実績の±20%範囲で説明でき、改良モデルの有効性が示された。一方、流木発生量は、針広混合林の溪流内で樹種（広葉樹、果樹）が偏った崩壊が発生した宇和島地域では、予測値が実績値の約2倍となり予測精度が低下する結果となった。

第4章では、令和元年の東日本台風を対象に石川の経験式から流木発生量の推定を試みた。その結果、平成29年九州北部豪雨における赤谷川の約27,600 m³（山林起源のみ）の発生に対し、五福谷川は約9,600 m³と推定された。五福谷川では、斜面崩壊面積が赤谷川の0.57倍であったのに対し、流木発生量は0.35倍と異なっていた。このことは、両河川の地質の類似性より、流木発生における樹種への依存性が示されたと解釈された。次に、第2章で提示したモデルを東日本台風の被災地域に適用して、モデルの一般性についての評価を試みた。その結果、斜面崩壊を過大評価しており不十分な再現性が示された。そのため、当該水害への最適化により改良モデルを構築した。その分析結果から、斜面崩壊の発生が地質構造に大きく支配され、特に風化しやすい花崗岩や花崗閃緑岩が含まれる深成岩が分布していることが要因であったことが示された。

第5章では、矢野ら(2018)の花月川流域における橋梁の相対的流木災害リスク評価結果から、橋梁へ流木集積量の大きい4つの橋梁（夕田橋、日掛橋、岡本橋、西河内橋）を対象として、流木集積による氾濫に伴う経済損失の計量を試みた。その結果、市街部に架かる夕田橋の被害想定額が356億円と突出して大きく、次いで市街部の上流に架かる岡本橋の被害額の154億円、西河内橋や日掛橋の被害額は3億円程度で夕田橋の被害額の1%に満たないことを示した。流木集積に起因する被害想定額を算定可能になったことで、従前のように流木の集積傾向だけでは評価不可能であった橋梁の位置に依存した現実的な流木災害リスク評価が可能となり、さらに橋梁改修に伴う効果に流木リスク軽減の便益を組み込むことも可能となった。

最後に、第6章では、全体の研究成果を総括するとともに、今後の展望と課題について述べた。