

## 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の堆積特性及び調査手法について

国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部 鈴木啓介 赤澤史顕 海老原友基  
八千代エンジニアリング株式会社 ○西尾陽介 宮田直樹 由永尚輝 小室知栄 宮本冬馬

## 1. はじめに

近年、土砂・洪水氾濫時に流出した流木によって、トラブルスポットでの閉塞や河積の阻害が発生し、氾濫被害が拡大する状況が確認されている（平成29年九州北部豪雨、令和6年奥能登豪雨等）。このため土砂・洪水氾濫災害発生時には、流出土砂による被害実態調査に加えて、流木による被害実態を明らかにすることが重要であると考えられる。しかし、流出堆積した流木は復旧活動に伴い、早期に撤去されてしまうため、土砂・洪水氾濫時における流木の堆積や被害に関する実態を明らかにした事例は少ない状況にある。

本報告では、以下に示す2災害を対象として土砂・洪水氾濫時に流出堆積した流木の被害実態、及び実態把握のために実施した調査手法について報告する。

## 2. 調査対象災害の概要

### 2.1 令和6年7月豪雨（山形県酒田市・遊佐町）

令和6年7月24日から27日にかけて、山形県酒田市及び遊佐町では梅雨前線に伴う記録的な大雨となり、崩壊、土砂流出、氾濫によって道路等のインフラや人家の被害が発生した。流出した流木は、複数の橋梁において集積・閉塞し、土砂とともに氾濫することで、甚大な浸水被害を引き起こした。

本報告の調査対象は、荒瀬川（酒田市）及び庄内熊野川（遊佐町）とし、災害発生から7日目に実態調査を実施した。流域面積は荒瀬川 95.1km<sup>2</sup>（日向川合流点）、庄内熊野川 13.2km<sup>2</sup>（月光川合流点）である。集落は下流域の河道沿いに形成されており、当該区間の河床勾配は1/40~1/200程度となっている。崩壊発生域の林相は、主に広葉樹（ブナ、ミズナラ）である。

### 2.2 令和6年9月奥能登豪雨（石川県輪島市）

令和6年9月20日から23日にかけて、台風から変わった低気圧及び線状降水帯の影響により、石川県輪島市、珠洲市、能登町では記録的な大雨となり、崩壊、土砂流出、氾濫によって大きな被害が発生した。奥能登地域各流域では、令和6年1月の能登半島地震の際に大量の土砂・流木が生産され、上流域に堆積していたことから、9月の出水ではこれらの土砂流木が流出し、河床上昇や流木による閉塞氾濫が多数発生した。

本報告の調査対象は、輪島市の3流域（塚田川、七見川、皆月川）とし、災害発生から8日目に実態調査を実施した。各流域とも谷出口から下流に集落が形成されており、下流端は海岸となっている。河口からの流域面積は、塚田川 7.9km<sup>2</sup>、七見川 6.0km<sup>2</sup>、皆月川

6.9km<sup>2</sup>であり、谷出口から河口までの河床勾配は1/30~1/45程度である。崩壊発生域の林相は、針葉樹（スギ）と広葉樹（コナラ）が混在している。

## 3. 土砂・洪水氾濫時の流木による被害実態<sup>1)</sup>

### 3.1 トラブルスポットの閉塞による被害

トラブルスポットでの流木閉塞のケースとしては、クリアランスが小さい橋の上流面への流木集積による閉塞（図-1,2）、河床上昇に伴うクリアランス低下による流木閉塞（図-3）が確認された。流木閉塞が発生した橋は、橋脚が多く径間長が短い橋や勾配変化点付近の河床上昇しやすい橋が多く、最大径間長が最大流木長より小さい橋での閉塞が多いことが確認された。

なお落差工直下の橋では、桁下のクリアランスが十分あっても、橋梁上流側の水面付近に流木が堆積することで、橋梁と落差工の間が閉塞し、周辺の氾濫につながるケース（図-4）も確認された。

流木閉塞による被害としては、閉塞による河道外への溢水（図-1）、堆砂による土砂流木の氾濫（図-2）、トラブルスポットの側岸及び直下の侵食（図-1,5）、水圧による橋梁や水道管の流失が確認された。

### 3.2 流木の流下堆積による被害

流木の流下堆積によって被害が発生したケースとしては、溢水による住宅地への流木流入衝突（図-6）、農地への氾濫堆積、河道内での堆積による河積阻害、頭首工や取水堰への堆積による取水機能の低下、海への流出による漁業への影響が確認された。

## 4. 被害実態把握のための調査手法

### 4.1 流木の発生及び堆積の判読

災害発生直後は、得られるデータが限られる中で流木による被害の全体像を把握することが重要である。

本報告の調査では、災害直後に撮影された空中写真等を活用して流木の発生箇所、堆積箇所、氾濫状況を判読した。堆積流木の諸元（長さ、径）を判読した結果はGISデータとしてとりまとめられた。また国土数値情報や全国道路施設点検DB<sup>2)</sup>等からトラブルスポットを抽出し、垂直写真及び航空機等からの斜め写真を活用して、流木による閉塞の有無を確認した。合わせて監視カメラ等の災害時に撮影された画像を収集し、水位上昇や流木の流下閉塞タイミングを推定した。

### 4.2 現地調査実施のタイミング

今回の2災害の調査は、発災後約1週間で実施した。発災から数日間は道路が不通となっており、被災者の



図-1 流木閉塞による溢水及び側岸侵食  
(酒田市 荒瀬川)



図-2 流木閉塞による土砂堆積及び氾濫  
(輪島市 塚田川)



図-3 河床上昇によるクリアランスの低下  
(酒田市 荒瀬川支川)



図-4 橋梁上流側と落差工の間での閉塞  
(遊佐町 庄内熊野川)



図-5 流木閉塞箇所下流での侵食  
(輪島市 七見川)



図-6 溢水による流木の衝突堆積  
(輪島市 皆月川)

捜索や道路の復旧を目的とした必要最低限の変化のみであったため、それほど現地が改変されていない状況で流木堆積状況や被害状況を調査することができた。その後、道路復旧や捜索活動が終了すると、重機による土砂や流木の撤去が本格化し、流木堆積状況や流下痕跡を把握することが難しくなった。

このことから今回の災害における現地調査実施タイミングは妥当であったと考えられ、土砂・洪水氾濫時の流木による被害実態を把握するための調査実施タイミングは、発災後1週間程度が妥当と考えられた。

#### 4.3 現地調査による実態把握

現地調査では、以下に示す流木閉塞堆積状況、氾濫による被害状況、流木収支作成に必要な情報、流木による閉塞特性検討に必要な情報を収集した。

流木閉塞箇所や堆積箇所では、堆積流木群の堆積形状や流木諸元、空隙率等を計測するとともに、橋梁のクリアランス調査を実施した。また集落内の流木堆積状況、流下痕跡、住宅や構造物の破損状況を調査した。

なお流木閉塞箇所では、流木は複雑に絡みあっており、流水も多かったことから、調査手法は安全面に配慮して直接計測だけでなく、RTK ドローン等を活用した遠隔からの計測も組み合わせた。

#### 4.4 シミュレーションを用いた被害実態の把握

土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害は、土砂流出による氾濫状況と土砂と流木が流出した場合の氾濫状況の違いを明らかにすることが重要である。

今回の調査では、災害調査結果に基づき地形、流量、土砂量、粒径等を設定した一次元河床変動計算モデルを作成し、流木閉塞が発生した橋について閉塞無と閉

塞有の2ケースでの計算を行った。計算では、閉塞有のケースのほうが橋梁地点での流動深、堆積深とも高くなり、災害時に撮影された画像からも再現性が高いことが確認された。このような流木閉塞の有無による氾濫状況の違いが、土砂・洪水氾濫時に流出した流木による被害のひとつに相当すると考えられる。

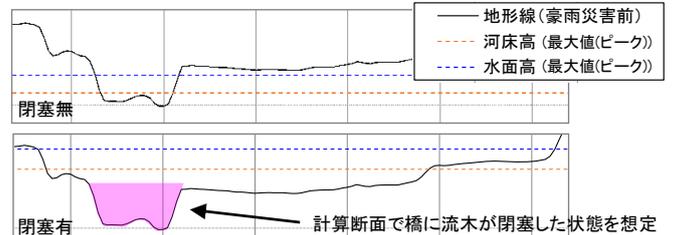


図-7 一次元河床変動計算結果  
【輪島市 塚田川】(上:閉塞無、下:閉塞有)

### 5. おわりに

今回の調査により、土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害実態の調査事例が蓄積されたものと考えられる。しかし、土石流災害と比較して土砂・洪水氾濫災害での流木調査事例はいまだに少ない。したがって、今後も土砂・洪水氾濫災害発生時には流木災害の実態調査を継続して実施し、データを蓄積することが現象や被害の実態解明につながっていくものとする。

なお本調査では、山形県、石川県及び北陸地方整備局等の関係機関が災害直後から調査された結果を活用した。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考資料

- 1) 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の基本的な考え方(試行版) 令和6年2月 国土交通省水管理・国土保全局 砂防部
- 2) 全国道路施設点検データベース~損傷マップ~ 国土交通省