

令和6年能登半島地震および令和6年奥能登豪雨における発生・流下流木量について

アジア航測株式会社 ○堀江祐希 戸谷千鶴 柏原佳明

国土交通省北陸地方整備局河川部 梅田ハルミ※ 四十谷朋子

※現 国土交通省 北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

1. はじめに

令和6年1月に発生した能登半島地震では、能登半島北部を中心に多数の斜面崩壊が発生し、多量の土砂および流木が生産された。その後、同年9月の奥能登豪雨により、地震時に形成された崩壊地の拡大や新規に崩壊が発生するとともに、河道内等に堆積していた流木の移動が確認された。

本稿では、鈴屋川流域、寺地川流域および塚田川流域を対象に、航空レーザ計測データ等を用いて、地震後および豪雨後における発生流木量および堆積流木量を算出することで、各災害の流木移動実態を把握した。

2 解析手法

対象流域を図1に示す。解析は、発生流木量および堆積流木量に区分して実施した。

2.1 発生流木量

発生流木量は、流木の発生が見込まれる範囲を設定し、その範囲内の樹木材積量を集計することで算出した。主な流木の発生要因は、斜面崩壊に伴う立木の滑落および土石流等の流下に伴う溪岸・溪床侵食による立木の流出であった。

地震後の流木発生範囲は、公開されている崩壊地判読データ¹⁾の崩壊主部および堆積域を用いて設定した。

豪雨後の流木発生範囲は、①豪雨前後のオルソ画像・赤色立体地図の判読、②豪雨前後のレーザ計測データの変化（地盤高、立木高さ）を参考に設定した。豪雨後の解析では、地震時の流木発生範囲を除外した。

樹木材積量は、林班ごとの単位面積あたりの材積量を10mメッシュ単位で整備した。材積データのない範囲については、追加で林相判読を実施し、森林資源解析業務で算出された関係式を用いて設定した。

発生流木量は以下の式により算定した。

$$\text{発生流木量(m}^3\text{)} = \text{流木発生範囲(m}^2\text{)} \times \text{平均樹木材積量(m}^3\text{/m}^2\text{)}$$



図1 対象流域

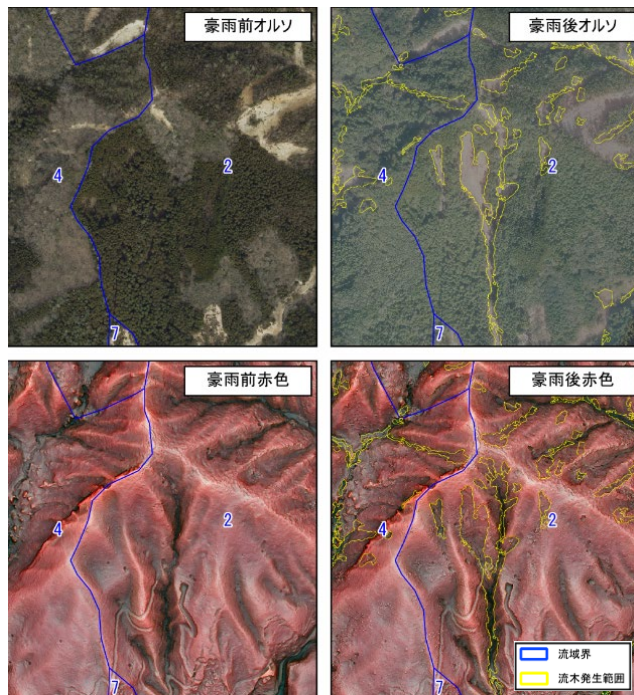


図2 豪雨前後のオルソ画像・赤色立体地図の比較

2.2 堆積流木量

堆積流木量は、流木の堆積範囲と堆積高さより算出した見かけの体積と実流木割合を乗じて算出した。

流木の堆積範囲は、地震後および豪雨後のオルソ画像および航空レーザ計測データを用いて判読した。堆積流木の見かけの体積は、設定した流木堆積範囲の面積に、当該範囲内における平均堆積高さを乗じることで算出した。平均堆積高さは、堆積範囲内のDSM（数値表層モデル）とDEM（数値標高モデル）の差分値の平均として算定した。

堆積流木の見かけの体積には、流木間の空隙が含まれることから、実際の流木量を推定するために実流木割合を設定した。

実流木割合は、既往の文献^{2)~7)}による手法を参考に設定した。現地にてUAVで撮影したフォトグラメトリ(SfM)の画像から、水平方向の流木部分を判読し、判読範囲の面積に対する流木の投影面積（流木長さ×幅）から流木の実流木割合を算出した。算出した流木の実流木割合の平均値0.20を採用した。

堆積流木量は以下の式により算定した。

$$\text{堆積流木量(m}^3\text{)} = \text{堆積流木の見かけ体積(m}^3\text{)} \times \text{実流木割合}$$

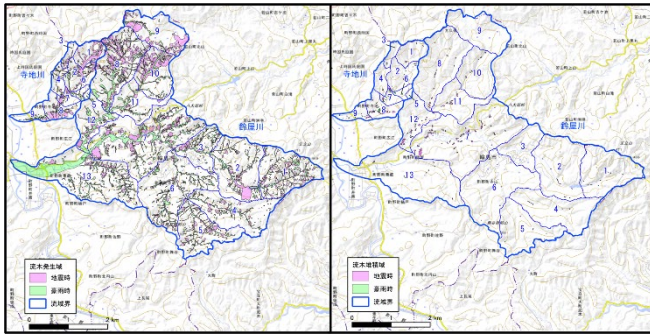


図3 流木発生範囲及び流木堆積範囲(鈴屋川・寺地川)

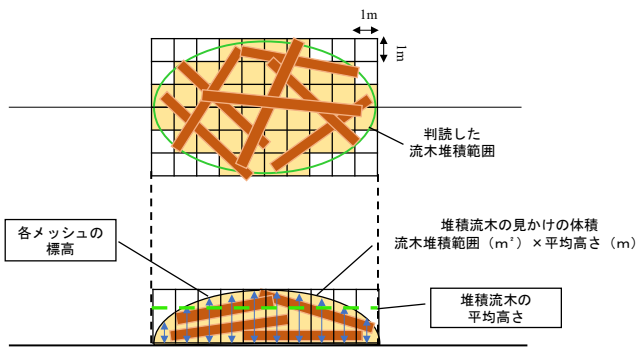


図4 堆積流木の見かけの体積算出イメージ

3 検討結果

3.1 地震後

地震後の解析結果より、鈴屋川流域、寺地川流域および塚田川流域のいずれにおいても、斜面崩壊の発生域および溪流沿いを中心に流木の発生が確認された。

地震後の発生流木量は、塚田川流域で 3,157m³、寺地川流域で 7,578m³、鈴屋川流域で 32,520m³であった。単位面積当たりの発生流木量は、塚田川流域で 473m³/km²、寺地川流域で 3,558m³/km²、鈴屋川流域で 1,610m³/km² と寺地川流域が一番多い結果となった。

発生した流木の一部は、渓床部や河道内に堆積しており、地震後に確認された堆積流木量は、塚田川流域で 2,092m³、寺地川流域で 6,999m³、鈴屋川流域で 28,666m³であり、大半が流出せず流域内に堆積していることを確認した。

3.2 豪雨後

豪雨後の解析結果では、新規崩壊に伴う流木の発生に加え、地震後に堆積していた流木の移動が確認された。豪雨後に新たに発生した流木量は、塚田川流域で 14,665m³、寺地川流域で 3,515m³、鈴屋川流域で 38,711m³であった。

単位面積当たりの発生流木量は、塚田川流域で 2,199m³/km²、寺地川流域で 1,650m³/km²、鈴屋川流域で 1,916m³/km² と塚田川が最も多い結果となった。

豪雨後の堆積流木量は、塚田川流域で 4,091m³、寺地川流域で 5,688m³、鈴屋川流域で 37,897m³と算出された。また、地震時に発生した流木と比べ、豪雨時に発生した流木は、流域内に堆積せず、流域外への流出が確認された。

豪雨後の流木流出率は、豪雨後に発生した流木量と、地震後に残存していた流木量の合計に対して、流域外へ流出した流木量の割合として算定した。その結果、流出率は塚田川流域で 75.6%、寺地川流域で 45.9%、鈴屋川流域で 43.8%となった。

また、豪雨後に応急対策等で除木されているため、R7年8月のレーザオルソ画像で流域内に残存している流木を判読したところ、塚田川流域で 3,615m³、寺地川流域で 5,251m³、鈴屋川流域で 36,343m³であった。

4 おわりに

本稿では、鈴屋川流域、寺地川流域および塚田川流域を対象として、地震後および豪雨後における発生流木量、堆積流木量ならびに流木流出率を整理した。あわせて、豪雨後およびR7.8時点における残存流木量についても確認した。

参考文献

- 1) G空間情報センターHP : <https://front.geospatial.jp/>
- 2) 森田ら：岐阜県の土石流災害における流木について(2002)
- 3) 佐藤ら：2003年台風10号における厚別川流域の流木の堆積量と組成(2006) 砂防学会誌、Vol.58, No.6
- 4) 清水：山地流域における流木天然ダムの形成・破壊と流木の流出過程(2009) 北海道開発局室蘭開発建設部
- 5) 楠窪ら：2013年7月島根県津和野町名賀川流域で発生した流木氾濫に関する調査(2014) 第7回土砂災害に関するシンポジウム論文集
- 6) 工藤ら：平成28年8月豪雨による北海道戸蔭別川流域の流木実態と流木量の推定(2021) 砂防学会誌、Vol.73, No.6
- 7) 鈴木ら：フォトグラメトリを活用した堆積流木群の計測
- 8) (2025) R7年度砂防学会研究発表会概要集, 2025年5月

表1 流域別発生・堆積流木量(地震後・豪雨後)

流域名	流域面積 (km ²)	下流部平均溪床勾配 (度)	地震後			豪雨後			流出率 [※] (%)	R7年8月時点残存堆積流木量 (m ³)
			発生流木量 (m ³)	単位面積当たりの発生流木量 (m ³ /km ²)	堆積流木量 (m ³)	発生流木量 (m ³)	単位面積当たりの発生流木量 (m ³ /km ²)	堆積流木量 (m ³)		
塚田川	6.67	1.90	3,157	473	2,092	14,665	2,199	4,091	75.6	3,615
寺地川	2.13	1.41	7,578	3,558	6,999	3,515	1,650	5,688	45.9	5,251
鈴屋川	20.2	0.41	32,520	1,610	28,666	38,711	1,916	37,897	43.8	36,343

※流出率：{(地震後の堆積流木量+豪雨後の発生流木量) - 豪雨後の堆積流木量} / (地震後の堆積流木量+豪雨後の発生流木量)