

平成 30 年 7 月豪雨における立川川流域周辺の土砂災害実態の分析

国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所 星野久史、奥山悠木^{※1}、藤澤芳信^{※2}
 一般財団法人砂防・地すべり技術センター 福池孝記、○本間哲郎、片岡宏介、安田勇次
 株式会社建設技術研究所 上杉大輔、向井綾子、日本ミクニヤ株式会社 森田雅子

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨により、高知県大豊町及び本山町に位置する吉野川水系立川川流域周辺では、多数の山腹崩壊や土石流が発生した。立川川流域、行川流域及び栗の木川流域における土砂移動実態については奥山ら(2019)¹⁾、横尾ら(2019)²⁾等が報告しており、本山観測所における 24 時間雨量は最大で 602mm³⁾、推定崩壊土砂量は約 155 万 m³¹⁾であった。この豪雨によって、多量の土砂及び流木が河道へ流出するとともに、崩壊地内や河道内では多くの流木が堆積していた。平成 29 年 7 月九州北部豪雨をはじめとする近年の土砂災害では、山腹崩壊に伴う流木の流出が下流域において甚大な被害を及ぼす事例が確認されている。

そのため、流木対策を考慮した施設配置計画の立案や施設改築が喫緊の課題となっている。その際に重要となるのが、流木発生量や流出量の想定である。しかし、現状では土石流区間から掃流区間までを含めた流木の発生・流出に関する知見や事例に基づく調査結果の蓄積が十分に実施されているとは言い難い状況である。

そこで、本検討では平成 30 年 7 月豪雨を対象として、代表的な崩壊地内の残存流木、主要河道内に堆積した流木に着目した調査を実施し、発生流木量や堆積・流出流木量を整理することで流域全体の流木流出率を算定した。

2. 流域概要

対象流域は、吉野川上流域左支川に位置する立川川流域(面積 73km²、流路延長 17km)、行川流域(面積 18km²、流路延長 9km)、栗の木川流域(面積 7km²、流路延長 5km)である。当該流域は、大半が人工林で構成される。当該地域の森林簿・林班図等により整理した植生状況では、スギ人工林が森林域全体の 60%程度を占める。次いで、ヒノキ人工林が 20%程度、広葉樹の天然林が 18%程度である。

3. 調査手法及び流木量の整理方法

現地調査と航空レーザ計測結果等を用いた机上調査により流木の発生・堆積・流出量を整理した。現地調査は、災害発生から約 1 年後の令和元年 7~8 月にかけて実施した。活用した航空レーザ計測データは、平成 21~22 年計測データと災害後の計測データを使用し、差分解析結果に基づく崩壊面積や土砂量を整理した。

3. 1 崩壊地からの流出流木量の整理

(1) 崩壊地からの発生流木量

崩壊地の発生流木量は、災害前後の航空レーザ計測より判読された崩壊地面積に、森林簿等より整理した

箇所毎の単位面積当たりの幹材積を乗じて算出した。

(2) 崩壊地内残存流木量

選定した代表崩壊地 6 箇所において、崩壊地隣接斜面での毎木調査と UAV を用いた空撮を実施した。UAV の空撮画像より SfM 処理ソフトを用いてオルソ画像を作成し、その画像から判読できる残存流木の長さや直径を GIS ソフトで計測した。残存流木を円柱とみなして、計測した長さや直径から残存流木量を算出した。

また、現地調査を行った 6 箇所の崩壊地の発生流木量は、毎木調査により把握した単位面積当たりの幹材積に崩壊地面積を乗じて算出した。崩壊地内残存流木量と崩壊地の発生流木量との比から崩壊地内残存流木率を算出した。

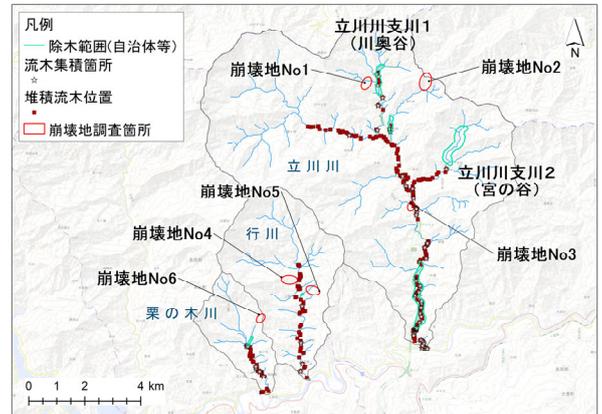


図-1 崩壊地内残存流木及び河道内堆積流木調査箇所
 (3) 崩壊地からの流出流木量

調査箇所以外の崩壊地からの流出流木量は、前項の現地調査結果による崩壊地内残存流木率を用いて算出した。

3. 2 河道内堆積流木量の整理

現地調査により、対象流域の主要河道内において確認できた堆積流木を現地で計測(計測項目:本数、長さ、直径)した。ただし、複数の流木が複雑に絡み合い目視による計測が困難な流木集積箇所は、その容積を計測した。実材積はその容積と現地でのサンプル調査で把握した空隙率を用いて算出した。サンプル調査における空隙率は 78%であった。また、前記の崩壊地調査 6 箇所の崩壊土砂流下区間における堆積流木量は崩壊地内残存流木と同様の手法で把握した。

また、現地調査以前に自治体等により回収・撤去された流木量があるため、ヒアリング調査等により、除木量を把握した。

4. 流木量の整理結果

調査を行った崩壊地の崩壊土砂流出率と流木流出率の関係を図-2 に示す。流木流出率は、平均で 90%であ

※1 現 国立研究開発法人土木研究所雪崩・地すべり研究センター ※2 現 肱川緊急治水対策河川事務所

った。土砂流出率よりも流木流出率が若干高い傾向が確認されたが、一部の箇所では流木流出率が土砂流出率よりも低くなる結果となった。

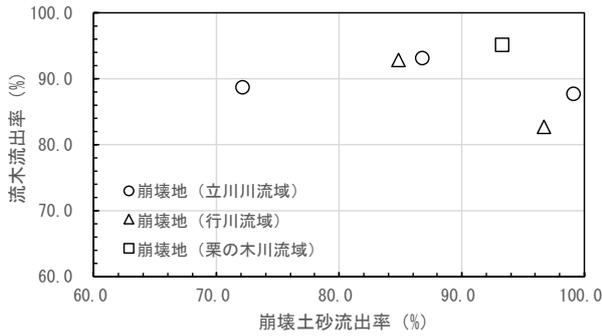


図-2 崩壊地における土砂流出率と流木流出率の関係
河道内における残存流木量と除木量の整理結果は表-1のとおりであった。

表-1 河道内堆積流木量の整理結果

		流木量 (m ³)		
		立川川	行川	栗の木川
崩壊地 (6箇所)	発生量	3,348	3,399	292
	残存量	335	327	14
崩壊地 (6箇所) 流下区間①	堆積量	133	328	90
	徐木量	0	358	153
主要河道②	堆積量	2,994	56	72
	徐木量	1,617	0	0
河道内堆積流木総量 ③=①+②		4,743	741	314

次に、崩壊地における発生・残存・流出流木量と河道内の堆積・除木流木量の整理結果から、流域全体における流木流出率を検討した。立川川については、堆積流木量が把握できた3次谷区間2支川を対象とし、4次谷への流出率は、2支川の平均値を流域全体に適用した。

表-2 流木流出率の試算

(上表：3次谷区間、下表：4次谷区間)

流域名	崩壊地からの発生流木量 ① (m ³)	崩壊地流出流木率 ②	崩壊地からの流出流木量 ③=①×② (m ³)
立川川支川1	7,162	0.9	6,445
立川川支川2	2,969	0.9	2,672
行川	4,838	0.9	4,354
栗の木川	997	0.9	897
流域名	本川区間の堆積流木量調査結果 ④ (m ³)	4次谷区間または吉野川本川への流出流木量 ⑤=③-④ (m ³)	3次谷区間の流木流出率 ⑥=⑤/③
立川川支川1	967	5,479	0.85
立川川支川2	146	2,526	0.95
行川	741	3,613	0.83
栗の木川	314	583	0.65

流域名	崩壊地からの発生流木量 ① (m ³)	山腹内流出流木率 ②	崩壊地からの流出流木量 ③=①×② (m ³)	3次谷区間の流木流出率 ④
立川川	25,723	0.90	23,151	0.85
流域名	4次谷区間(本川区間)への流出流木量 ⑤=③×④ (m ³)	本川区間の堆積流木量調査結果 ⑥ (m ³)	吉野川本川への流出流木量 ⑦=⑤-⑥ (m ³)	4次谷区間の流木流出率 ⑧=⑦/⑤
立川川	19,678	2,993	16,686	0.85

既往の流木災害実績では、流木流出率は流域面積(数～数十 km²)に応じて変化することが報告されている(例えば、板野ら(2019) 4)。これは、流木の流出形態が土石流区間と掃流区間で異なるためであると考えられる。本稿では、流木の流出率は土石流区間では概ね一定の値を示し、掃流区間においてばらつきが生じるものと仮定して現地調査範囲外も含めた流域全体での流

木流出量の推定を試みた。対象流域の2次谷以下を土石流区間、3次谷を土石流から掃流に遷移する区間、4次谷を掃流区間と仮定して分類し、現地調査に基づく主要河道内の堆積流木量より谷次数別の流木流出率を算出した。その結果、流木流出率は3次谷区間、4次谷区間ともに概ね85%前後となった(表-2、図-3)。

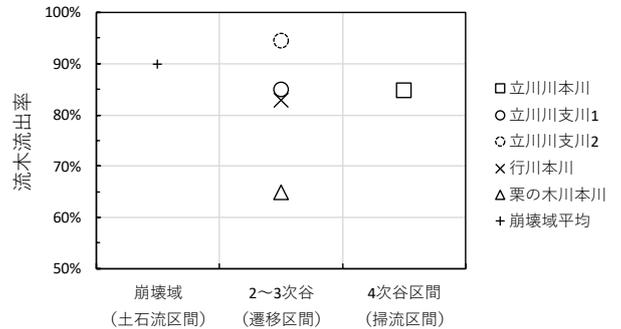


図-3 領域ごとの流木流出率

5. おわりに

平成30年7月豪雨後に現地調査等を実施し、土石流区間から掃流区間における流木流出率について検討を行った。検討の結果、崩壊域では約90%、土石流区間～掃流区間への遷移区間では約85%(65～95%)、掃流区間では約85%の流木流出率となった。なお、区間ごとの流木流出率は85～90%であるが、図-4に示す通り、発生流木量に対する流域全体での流木流出率は65%である。ただし、本検討における現地調査は、災害発生から1年以上経過していることや調査範囲が流域全体に及んでいないことが課題である。災害発生から調査実施までの期間には、中小出水も発生しており短期現象での流出率は今回の算定値よりも低いと予想されることにも留意する必要がある。掃流区間における流木流出率については知見が少ないため、今後も事例を抽出し、分析を行うことが望まれる。

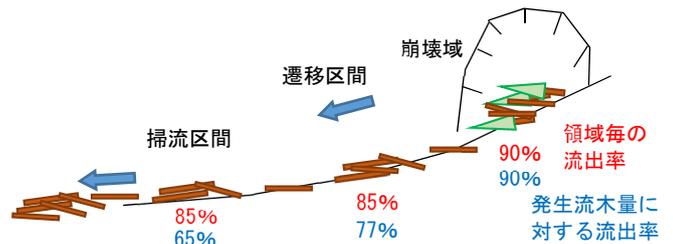


図-4 本事例における流木流出率の推移

【参考文献】

- 1) 奥山ら、平成30年7月豪雨における立川川流域の土砂移動実態、平成31年度砂防学会研究発表会概要集(以下、概要集)、p.511-512、2019
- 2) 横尾ら、2018年7月豪雨に伴う立川川流域における土砂流出実態調査、平成31年度概要集、p.165-166、2019
- 3) 四国山地砂防事務所、平成30年7月豪雨土砂災害対応の記録、2019
- 4) 板野ら、水系砂防における流木流出率に関する事例整理、平成31年度概要集、p.467-468、2019