

土砂・洪水氾濫時に流出した流木の流木流出率の把握事例

国土交通省国土技術政策総合研究所 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 ○宮田直樹 西尾陽介 小室知栄 由永尚暉 大庭稜平

1. はじめに

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画では、流木流出率の設定が必要となる。一方、土砂・洪水氾濫対策の対象となるような比較的広域な流域において、流木流出率の実態が整理されている事例は多くない。そこで、平成29年7月九州北部豪雨において、多量の土砂及び流木の流出が生じ、流域下流に位置する寺内ダムへの流入流木量が明らかとなっている佐田川流域を対象として、小流域単位で発生流木量及び流出流木量を求め、流域全体の流木収支や流木流出率を求めた。また、集水面積や勾配等の地形要因に応じた流木流出率の違いについて考察した。本発表では、これらの調査結果について報告する。

2. 検討対象流域

本検討では、福岡県朝倉市に位置する筑後川水系佐田川流域内寺内ダム上流域（約50km²）を検討対象とした。この流域では、平成29年7月九州北部豪雨によって多数の斜面崩壊や土石流が発生している。豪雨前は平成29年1月、豪雨後は平成29年7月13日～8月2日に航空レーザ計測が行われており、この2時期の差分解析に基づく土砂収支の算定が行われている^{*1}。また、当該流域の大部分がスギ・ヒノキの植林地となっている。



図1 検討対象流域(佐田川)

3. 検討方法

3.2. 流域区分

流域を斜面域（河床勾配10度以上の範囲）と河道域（河床勾配10度未満の範囲）に分割した。斜面域は土石流の発生・流下区間、河道域は土石流の堆積区間及び掃流区間に相当する。流域の分割数は、斜面域506流域、河道域147流域の計653流域である。

3.1. 流木の発生・堆積箇所の判読

LP差分解析や災害前後の空中写真をもとに、流木の発生・堆積箇所を判読した。流木の発生箇所は、斜面崩壊や溪床・溪岸侵食等の土砂移動範囲のうち、立木の流失している範囲とした。また、流木の堆積箇所は、災害発生後の空中写真から流木が集積して堆積している範囲（堆積流木群）の判読と、単木で堆積している流木の本数を分割流域毎に集計した。

3.2. 発生流木量の算定

発生流木量は、流木発生箇所として判読した範囲の面積に、当該範囲の材積量を乗じることで算定した。ここで、材積量は、当該地域の大部分が地域森林計画対象民有林となっており、小班のデータ（樹種・林齢等が属性として付与されたGISデータ）が公開^{*2}されていることから、このデータと福岡県材積表^{*3}を用いて、林齢に応じた材積量を設定した。

3.3. 堆積流木量の算定

堆積流木量は、堆積流木群の範囲（底面積）と堆積高から見かけの容積（角錐形状を想定）を求め、これに容積率を乗じて実容積を算定した。なお、堆積高は、堆積流木群の頂部と底部（地面）の差として、堆積範囲内の標高値（災害後のLPデータ）の最大値と最小値の差を適用した。また、容積率は、他地域における複数箇所の堆積流木

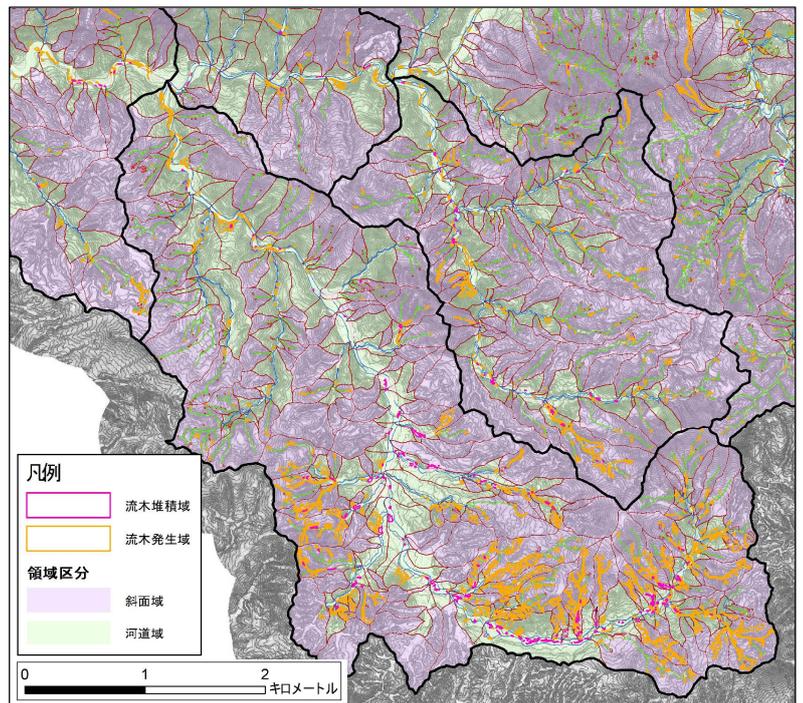


図2 流木の発生・堆積箇所の判読結果(黒川・疣目川)

群の調査において、容積率0.20~0.30^{※4}という結果が得られていることから、これを参考とした。ただし、場の条件によって取り得る値の範囲が異なると考えられたため、0.20、0.25、0.30の3ケースで算定した。また、単木で堆積している流木は、分割流域毎に集計した本数に平均的な長さ、直径を乗じて堆積量を算定した。

3.4. 流出流木量の算定

斜面域からの流出流木量は、発生流木量に流出率を乗じることで算定した。土石流における谷出口での流木流出率は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」では0.8~0.9程度と示されているが、不確実性を考慮して0.6~0.9（0.1刻み）の4ケースで算定した。なお、河道域における発生流木量は、溪岸崩壊や河岸侵食等の流木発生箇所が河道に面していることから、全量が河道に流出するものとした。

3.6. 流木収支の算定

河道域における流出流木量は、「上流域からの流入流木量+当該区間での発生流木量-当該区間での堆積流木量」により算定した。計算上、下流への流出流木量がマイナスとなる場合は、その地点の流出流木量をゼロに補正した。

4. 結果と考察

4.1. 流出流木量及び流木流出率の算定結果

流木収支に基づき、寺内ダム貯水池への流出流木量を推定した結果を表1に示した。平成29年九州北部豪雨時の貯水池への流入流木量は約1万m³とされている^{※5}。流出流木量の算定にあたっては、斜面域からの流出率や堆積流木群の容積率のほかにも誤差要因（材積量、発生・堆積箇所の判読精度等）を含んでいると考えられるが、本検討事例では斜面域からの流出率0.6、堆積流木群の容積率0.25とした場合に実績値に最も近似する結果となった。このケースにおいて、佐田川流域の下流端での流木流出率は0.32である。土砂・洪水氾濫時に流出した流木の他流域での調査事例^{※6}によると、登川流域（H23新潟・福島豪雨）と赤谷川流域（H29九州北部豪雨）において流出率は0.37と算定されており、本検討事例と同程度である。

佐田川流域内の主要支川の流木流出率（表2）には違いが見られ、佐田川上流に対して、疋目川や黒川の流木流出率は低い。黒川は比較的上流まで谷底低地が広がっており、このような河道特性が流木流出率の違いに関与していることが示唆される。

4.2. 地形指標と及び流木流出率の関係分析

地形指標として、平均勾配（当該流域の最下流と最上流地点の平均勾配）、集水面積（当該流域より上流部の面積）、流下幅（当該流域の流下範囲を流路延長で除した平均幅）を対象とし、流木流出率との関係性を整理した（図3）。平均勾配が大きくなるほど流出率が大きくなり、集水面積が大きくなるほど流出率は小さくなる傾向が見られた。また、流下幅が大きくなるほど流出率は小さくなる傾向が見られ、黒川や疋目川は流下幅が比較的大きいことから、佐田川上流に比べて流出率が小さくなっているものと推測される。

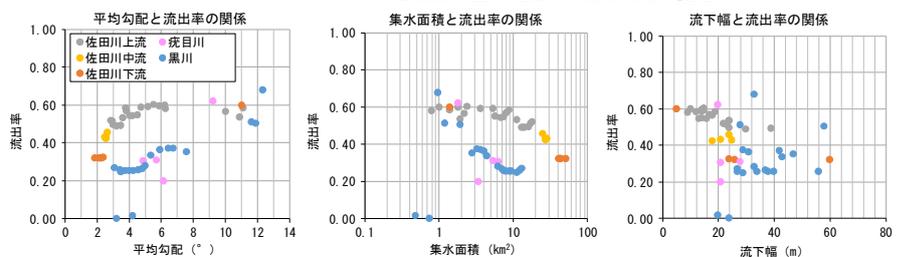


図3 地形指標と流木流出率の関係(4次谷流域を対象としてプロット)

5. おわりに

広域流域を対象とした流木収支を検討するにあたり、今回は斜面域からの流木流出率や堆積流木群の容積率を変化させたケースで流木収支を算定し、ダム貯水池への流入流木量との比較検証を行った。広域流域では全域を精緻に調査することは困難であるため、今回のように航空レーザ測量データを用いつつ、既知となっている流出流木量との検証を行うことは有効であると考えられる。広域流域での流木収支の検討事例は多くないことから、今回のような事例の蓄積を進めて、より合理的な流木対策計画の立案に繋げていきたいと考える。

【参考・引用文献】

- 1) 西脇彩人他：豪雨時における土砂移動の実態把握のための高精度な土砂収支図作成の試み，令和3年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) ふくおか森林オープンデータ（福岡県HP）
- 3) 福岡県材積表（福岡県HP）
- 4) 由永尚暉他：フォトグラメトリを活用した堆積流木群の計測，令和6年度砂防学会研究発表会概要集
- 5) 独立行政法人水資源機構筑後河川局：平成29年7月九州北部豪雨における寺内ダムの流木処理について
- 6) 板野友和他：水系砂防における流木流出率に関する事例整理，令和元年度砂防学会研究発表会概要集

表1 寺内ダムへの流出流木量及び流木流出率

寺内ダムへの流出流木量(m ³)	斜面域からの流出率			
	0.90	0.80	0.70	0.60
堆積流木群の容積率 0.30	14,983	13,137	11,166	9,255
0.25	16,485	14,450	12,480	10,524
0.20	18,049	16,093	14,122	11,984

寺内ダムへの流木流出率	斜面域からの流出率			
	0.90	0.80	0.70	0.60
堆積流木群の容積率 0.30	0.46	0.40	0.34	0.28
0.25	0.50	0.44	0.38	0.32
0.20	0.55	0.49	0.43	0.36

表2 主要支川の流木流出率

(斜面域の流出率0.6、堆積流木群の容積率0.25のケース)

流域名	流域面積 (km ²)	発生流木量 (m ³)	流出流木量 (m ³)	流木流出率
佐田川上流	18.0	6,157	3,194	0.52
疋目川	6.2	3,321	1,018	0.31
佐田川中流 ^{※1}	28.0	10,793	4,634	0.43
黒川	13.0	21,567	5,816	0.27
佐田川下流 ^{※2}	51.0	32,842	10,524	0.32

※1:発生流木量には佐田川上流と疋目川のものを含む
 ※2:発生流木量には佐田川中流と黒川のものを含む