

平成29年九州北部豪雨に伴う朝倉市奈良ヶ谷川流域における流木収支の推定

九州大学農学部 ○森晴香

九州大学大学院生物資源環境科学府 江藤稚佳子 塩崎将司

九州大学大学院農学研究院 久保田哲也 水野秀明

1. はじめに

近年、豪雨に伴う土砂災害、流木災害が頻発に起こっている。中でも、流木は流水、土砂と一体となり災害を拡大させる主な要因の一つである。流木災害を効率的に防止・軽減するためには、流木の生産、堆積、流出の機構を明らかにしなければならない。ところが、その機構は非常に複雑な物理的プロセスで構成されるため、未だ十分に解明されていない。そのため、過去の流木災害を分析して、流木の生産、堆積、流出の実態を収集し、傾向を明らかにしていく必要がある。

過去の流木災害を見ると、平成25年10月台風26号による伊豆大島豪雨災害では、約3700tの流木が発生し、そのほとんどが橋桁で堆積したことが報告された。また、平成23年9月台風12号による和歌山県那智川災害では、599~5177 m³/km²の流木が発生し、流木流出率は50.4~90.5%であることが報告された。昭和62年8月山形県温海町における豪雨では、流木流出率が一次谷出口では40~48%、二次谷出口では4~52%であることが報告された。

平成29年7月九州北部豪雨は、甚大な被害をもたらした。その中でも福岡県朝倉市奈良ヶ谷川流域では、土砂と流木を多く含んだ洪水が発生し、流木による被害が顕著であった。しかし、今後の流木災害の対策を検討する上で重要である流木収支が、本流域では未だに明らかにされていない。そこで、本研究の目的は、平成29年7月九州北部豪雨における朝倉市奈良ヶ谷川流域のうち上流域での流木収支を明らかにすることとする。

2. 奈良ヶ谷川流域の概要と流木の計測

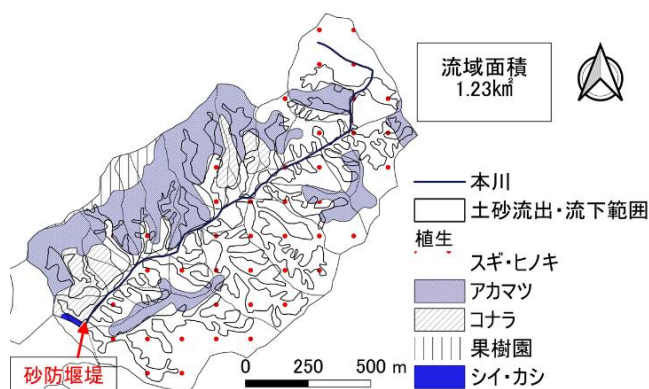


図1 奈良ヶ谷川流域 上流域

奈良ヶ谷川は朝倉市内を流れる、筑後川支流である。植生の構成は、スギ・ヒノキで63.3%、アカマツで27.4%、コナラで6.7%、果樹園で2.5%、シイ・カシで0.1%であった。なお、果樹園での崩壊面積は他の植生より著しく少ないため、本研究では果樹園を対象から外した。また、奈良ヶ谷川の砂防堰堤より上流の流域を33の小流域に分割した(図1)。

まず、流域全体の流木生産量 $Y(m^3)$ を求める式を以下に示す。

$$Y = \sum_{i=1}^{n_B} \left\{ \sum_{j=1}^{n_V} (W_j \cdot A_{ij} \cdot V_j) \right\} \quad \dots (1)$$

ここで、 i は小流域番号、 j は植生番号、 n_B は小流域の総数(=33)、 n_V は植生の総数(=4)、 W_j は植生 j の立木密度(本/m²)、 A_{ij} は小流域 i の崩壊・流下範囲のうち植生 j の占める面積(m²)、 V_j は植生 j の立木材積量(m³/本)である。 A_{ij} は2017年7月13日撮影の航空写真より作成したオルソ画像(朝日航洋株式会社提供)から読み取った。 V_j は、立木幹材積表(日本林業調査会)の材積式を用いて計算した。材積式中の胸高直径は現地調査の結果を、樹高は朝日航洋株式会社所有のsoftplotterを使用して、航空写真測量より求めた平均樹高を用いた(表1、図3)。また、 W_j はオルソ画像からQGISを用いて計測した。

表1 流木生産量推定のための諸元

j	植生	崩壊・ 流下面積(m ²)	立木密度(本/ m ²)	胸高直径(cm)	平均 樹高(m)	1本当たり の材積(m ³ / 本)
1	スギ・ ヒノキ	267384	0.053	30~40	22.5	0.66~1.28
2	コナラ	22827	0.036	18	27.9	0.35
3	アカマツ	69181	0.055	30~40	18.6	0.58~1.00
4	シイ・ カシ	1246	0.025	18	18.0	0.23

次に流域全体の流木堆積量 $D(m^3)$ を求める式を以下に示す。

$$D = \sum_{i=1}^{n_B} \left(\frac{T_i}{H_i} \cdot V_i \right) \quad \dots (2)$$

ここで、 T_i は小流域 i に堆積した流木の長さの総和(m)、 H_i は小流域 i における代表植生の平均樹高(m)、

V_i は小流域*i*における代表植生の立木材積量(m^3 /本)である。代表植生は、小流域*i*内において最も多い植生とした。 T_i は、QGISでオルソ画像から流木を線分化して求めた(表2)。

表2 立木堆積量推定のための諸元

j	植生	流木長の 総和(m)	平均 樹高 (m)	推定本 数(本)	1本当たり の材積(m^3 /本)	堆積量 (m^3)
1	スギ・ ヒノキ	22562.6	22.5	1000	0.66~1.28	660~1300
2	コナラ	2951.2	27.9	110	0.35	37
3	アカマ ツ	2253.1	18.6	120	0.58~1.00	70~120
4	シイ・ カシ	0.0	18.0	0	0.23	0

流出量は、発生量と堆積量の差とし、各小流域で整理した。図2には、流域全体の流木収支図を示す。

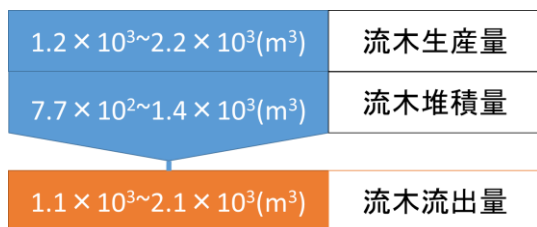


図2 奈良ヶ谷川上流域の流木収支

3. 考察

流出流木率(発生した流木の谷の出口への流出率)は、流木生産量に対する流木流出量として算出した。最大値と最小値の2通りで計算したが、どちらも0.94だった。材積量が固定値である広葉樹の割合が針葉樹に比べて非常に小さかったため、流出率には大きな影響を与えなかったのではないかと考えられる。流木流出率は、土石流・流木対策施設が無い場合で一般的に0.8~0.9程度、今回の災害時の赤谷川上流の流域では0.83であった。これらの値より大きい値であることから、本流域では過去の事例よりも多くの流木が流出し、被害が甚大であったことが考えられる。流出量が多かった理由は、集中豪雨による本川の流量の急激な増加で、水深が深くなり、流木が水面に浮いたことが推測される。さらに、流木が最も堆積しやすいのは 5° 付近であり、それより小さいと流木は浮力で流されやすい傾向にある。本流域の水路勾配は、約 3.7° であるため、地形の観点からも浮力で流されやすい状況であった。これらの流木の動きについては、更なる検討が必要だ。

また、航空写真測量の結果に考慮すべき値がある。現地調査で、一部の広葉樹において樹幹が湾曲しているものがみられた(図3)。この場合、実際の樹高よりも大きい値が算出されるため、材積量が本来の値より大きくなった可能性がある。

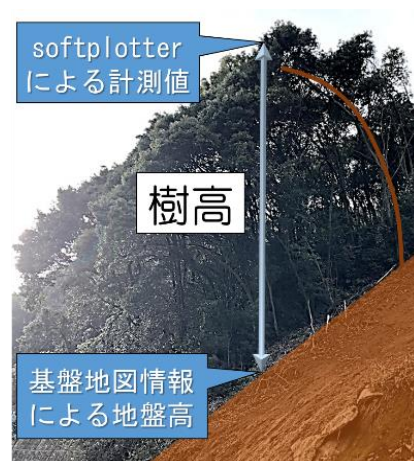


図3 樹幹が湾曲した広葉樹

4. まとめ

以上をまとめると、奈良ヶ谷川流域のうち上流域における流木生産量 $1.2 \times 10^3 \sim 2.2 \times 10^3 (m^3)$ 、流木堆積量 $7.7 \times 10^2 \sim 1.4 \times 10^3 (m^3)$ 、流木流出量 $1.1 \times 10^3 \sim 2.1 \times 10^3 (m^3)$ であったことが分かった。今後、地形条件に注目し、発生から流出までのメカニズムについて解明したいと考えている。さらに、奈良ヶ谷川下流域、隣接する妙見川についても同様に解析を行う予定である。

本研究を進めるにあたり、現地調査や調査方法等のご指導を賜った森林保全学研究室、久保田哲也教授及び水野秀明准教授に心より御礼申し上げます。また、航空写真とsoftplotterの使用をご快諾いただいた朝日航洋株式会社横溝和則氏、安海高明氏をはじめ関係諸氏に対し感謝致します。

本研究はJSPS科研費JP18H04152, JP19H00812の助成を受けたものです。

引用文献

- 平成25年10月台風26号による伊豆大島豪雨災害緊急調査団(2014):平成25年10月台風26号による伊豆大島豪雨災害緊急調査報告書
- 黒岩、藤村ら(2016):平成23年台風12号土砂災害における和歌山県那智川支流の流木の発生と流出実態
- 石川芳治(1994):溪流における流木の発生、流下と災害
- 福岡県(2018):平成29年7月九州北部豪雨における災害対応に関する検証結果報告書
<https://www.bousai.pref.fukuoka.jp/spc/images/H29hokubugouu.pdf>
- 国土交通省九州地方整備局(2018):6.3 赤谷川流域の被災状況
http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/bousai_joho/tecforce/H29hokubugouu_data/171122houkokusyo2.pdf
- 小松利光(2009):流木と災害, p37~39
- 日本林業調査会(1970):立木幹材積表 西日本編, p197~200