

岩手県北上川流域における時系列解析による流木流出メカニズムの解明

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○助川 友斗

東北大学大学院環境科学研究科 正 会 員 小森 大輔

東北大学大学院環境科学研究科 学生会員 Thapthai Chaithong

1. はじめに

河川における流木は主に、枯死、風倒、河岸侵食、斜面崩壊、土石流及び森林施業といった生物的・物理的・人為的要因が複合的に作用し発生する¹⁾。これらの要因は単独で作用するよりも、複合的に作用することがほとんどである。発生した流木は有機物の供給機能を有する。また、土砂や栄養塩の貯留を行う。集合状態を形成した流木群は、魚類や底生生物の種多様性に貢献し、微生物群集に生活基盤を与え、有機物分解を促進する。網状・蛇行河川においては多くの流木が河川内ではなく、砂礫堆や氾濫原に堆積し、河畔植生の種多様性に貢献している²⁾。一方で、流下過程において衝突による橋脚や堤防などの構造物の損傷や、堰止めによる洪水氾濫被害が生じている。2016年に東北に初上陸した台風10号により甚大な被害を受けた岩手県小本川流域で行った踏査では、発生した土石流や大量の流木により橋脚の損傷や、落橋が確認された。更に、橋脚や氾濫原に大量の流木が堆積し洪水氾濫被害の助長に繋がっていることが伺えた。また、港に到達した流木は、係留中の船舶に多大な被害を与えるだけでなく船舶の着岸に支障をきたし、更に海洋まで到達した場合、設置されている養殖魚用の生簀、定置網等を損傷させ、船舶の運航障害が起きるなど多岐にわたる被害を発生させる³⁾。流木の発生源である日本の森林資源量は安定し、森林蓄積量は着実に増加している。しかし、林業の衰退等から森林の荒廃が進んでいる⁴⁾。流木の流出過程や発生要因、生態系に与える影響、流木により堆積する土砂など流木に関する様々な研究はこれまでに進められてきた。上流での崩壊による流木発生量と下流の調査区域での堆積流木量の差から、途中の山間部において相当量の流木堆積があることが推測されることを示した⁵⁾。鈴木ら⁶⁾、佐藤ら⁷⁾は、共に2003年に北海道に被害をもたらした台風10号を対象としていた。鈴木らは河畔林の倒伏状況や流木堆積状況の踏査、航空写真と踏査による流木発生源の推定を行い、発生源が特定可能な流木は河畔林や山腹斜面を発生源とするものが河畔林由来と比較して3倍程度多いことを示した。佐藤らは流木の堆積状況や流出した樹種、発生

源の推定を行い、山腹崩壊由来の流木が河岸林由来に比べて2倍程度多いことを示した。これらより斜面崩壊により多くの流木が発生すると考え、Thapthai *et al.*⁸⁾の作成した斜面崩壊モデルを基に対象地域である小本川流域でサンプリングした土砂から得たパラメータを用いて流木発生量を算出し、タンクモデルを用いて対象流域内の流木堆積量を評価し、流木流出量との関係を解明することを試みた。

2. 対象地域

平成28年度8月に発生した台風10号により甚大な被害を受けた岩手県小本川流域において現地踏査⁹⁾¹⁰⁾を行い様々な知見を得た。それらを活かすために、同県に位置する北上川流域の5つのダム（十四田ダム、田瀬ダム、湯田ダム、石淵ダム（現・胆沢ダム）、御所ダム）を対象とした。

3. 手法

3.1 流木発生量

Thapthai *et al.*⁸⁾⁹⁾に倣い（図-1）、斜面崩壊発生箇所を特定し、現地踏査で測定した森林密度を用いて流木発生量を算出した。流木が発生する時の降雨イベントは各ダム流域内での年最大降雨イベントであると仮定した。各ダムに隣接する複数のAMeDAS観測所より得た毎時の時間降水量を平均し、流域平均時間降水量を用いた24時間降水量を作成した。流域平均時間降水量を用いた最大の24時間降水量を記録した降雨イベント時の各観測所の時間降水量を用いて算出した各地点の24時間降水量をGIS（Geographic Information System）によりIDW（逆距

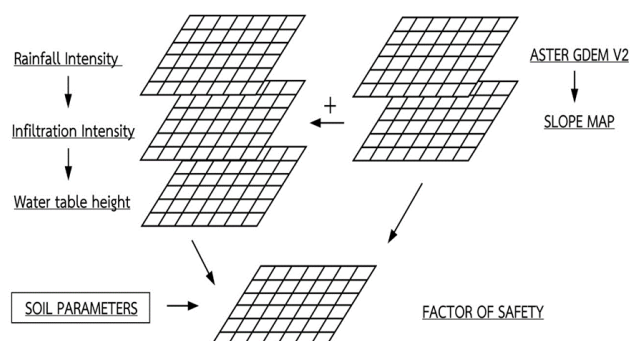


図-1 斜面崩壊発生モデルの概念
(Thapthai *et al.*⁸⁾より抜粋)

キーワード：タンクモデル，斜面崩壊

水環境システム学研究室：<http://kaigan.civil.tohoku.ac.jp/kaigan/>

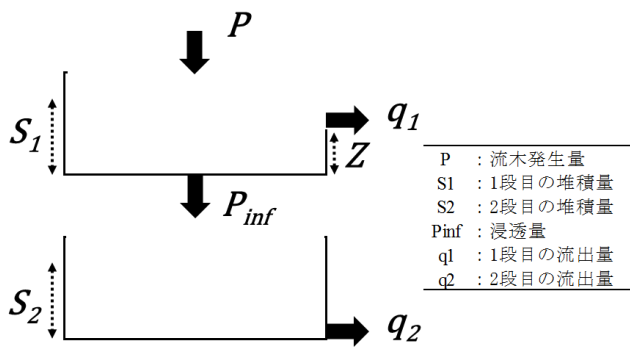


図-2 タンクモデル概念図

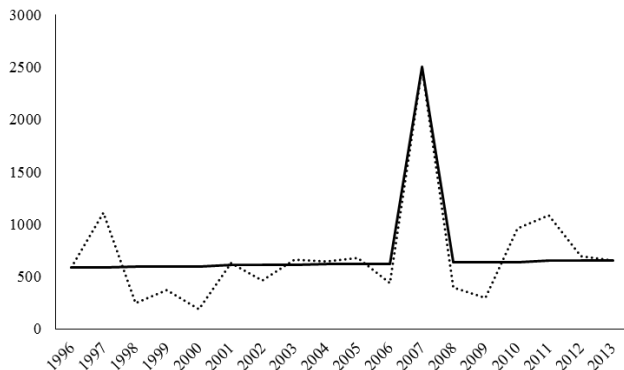


図-3 湯田ダムの流木流出量
観測値（破線）と計算値（実線）

離加重法) で内挿した値を採用した。土砂パラメータは小本川流域の現地踏査でサンプリングした土砂から得た表-1 を用いた。

3.2 タンクモデル

用いたタンクモデルの概念図を図-2 に示す。 q_1 を用いてイベント発生時の流木のピーク量を表現し、 q_2 で平常年における流木流出量を表現する。 q_1 は S_1 と Z の差より算出し、 q_2 は一価非線形の貯留関数式より算出する。流木発生量を入力値として、タンクモデルのパラメータの最適化を行い、算出された流出流木量と各ダムにおいて観測された 1996 年から 2013 年までの 18 年間の流木流出量（国土交通省提供）を比較検討し、各流域における流木の堆積量の評価を行った。

4. 結果・考察

図-3 に湯田ダムにおける流木流出量の観測値と計算値の比較を示す。2007 年に発生したイベントにより観測された流木流出量と計算値のピークが一致している。小さな流木流出量の変動の表現はできていないものの、年スケールでの傾向は表現できている。流域内に堆積した流木は腐敗する個体や砂防ダムに捕捉される個体、氾濫原や橋脚に堆積し人為的に処理される個体等があり、全てが次イベント時に流出する可能性を持った個体となることはない。湯田ダムの流域面積は 583km^2 と広大であることから

算出した堆積量と同程度の堆積量が湯田ダム流域内に存在していることは十分に考えうる。以上より、現在相当量の未流出の流木が流域内に堆積している事が予想される。

5. 結論

本研究から以下の結論を得た。

1. タンクモデルの概念を用いたモデルより、流木流出量の傾向を表現することが可能である。
2. 今現在、ダム流域内に相当量の未流出の流木の堆積があると予想される。

謝辞

本研究の一部は、気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT)、公益財団法人河川財団 河川基金、一般財団法人 建設工学研究振興会、株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北の援助を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 芳賀弘和, 坂本康, 小川滋: 森林流域からの倒木や流木の流出, 日本水環境学会, Vol.29, No.4, pp.207-213, 2006.
- 2) Alexander K. Fremier, Jung II Seo, Futoshi Nakamura: Watershed controls on the export of large wood from stream corridors, Geomorphology 117, pp-33-43, 2010.
- 3) 牧孝憲, 高橋正人, 落修一, 三宅且仁, 尾崎正明: 全国のダム流木発生量調査, 土木学会論文集 G, Vol.63, No.1, pp.22-29, 2007.
- 4) 今井久: わが国の森林・林業の現状に関する調査研究, ハザマ研究年報, 2006.
- 5) 清水収: 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, 砂防学会誌, Vol.62, No.3, p.3-13, 2009.
- 6) 鈴木優一, 渡邊康玄: 沙流川での台風 10 号における流木の挙動, 水工学論文集, Vol.48, 2004.
- 7) 佐藤創, 長坂有, 浅井達弘, 寺澤和彦: 2003 年台風 10 号災害における厚別川流域の流木の堆積量と組成, 砂防学会誌, Vol.58, No.6, pp.11-17, 2000.
- 8) Thaiptai Chaithong, Daisuke Komori: Hydrological-Geotechnical Model to Assess the Extreme Rainfall-Induced Shallow Landslides, 地球環境研究論文集, Vol.73, No.3, p.1_223-1_228, 2017.
- 9) Thaiptai Chaithong, Daisuke Komori, Yoshiya Touge, Yuta Mitobe, Yuto Sukegawa, Satoshi Anzai: Landslides and precipitation characteristics during the typhoon lionrock in iwate prefecture, Japan, Seventh International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, ISBN: 978-4-9905958-8-3 C3051, 2017.
- 10) 平成 28 年台風第 10 号水害 土木学会・地盤工学会合同調査団: 平成 28 年台風第 10 号による岩手県災害調査報告書