

九州北部地域における時系列解析による流木流出特性の解明

東北大学工学部 学生会員 ○横山 光

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

東北大学大学院環境科学研究科 学生会員 市場 昭裕

大成建設株式会社 正会員 助川 友斗

東北大学大学院工学研究科 正会員 小森 大輔

1. はじめに

河川流域における流木は、流下過程において建造物損傷などの洪水氾濫被害の助長の原因になりうる¹⁾。したがって流木被害を想定した河川管理を行う為、各流域における流木の流出特性を解明することは重要である。

Seo *et al.*²⁾は、日本における流木流出の傾向について、南日本においては台風や豪雨などによって頻繁に流木が流出するために、南日本は北日本に比べて流域内の流木堆積量が限られ、流木発生量が制限要因となりうることを示した。助川ら³⁾は、流木流出には降水イベント時の流木発生を伴う早い流出と、通常時の流域内に堆積した流木が再移動する遅い流出の2種類の流出特性が存在することを明らかにした。さらに2段のタンクを用いてその流出特性を反映させた流出流木量を再現する貯留関数モデルを構築し、岩手県内の5つのダム流域において検証を行った。

現在、流木流出モデルを用いた流木流出特性の解明は南日本においてされていない。したがって本研究では、九州北部を対象として助川らのモデルを用いて流木流出特性の解明を行うことを目的とする。

2. 対象地域

平成29年九州北部豪雨により甚大な被害を受けた筑後川流域、および山国川流域に位置する3つのダム（寺内ダム、耶馬溪ダム、下笠ダム）を対象として検証を行った。

3. 手法

3. 1 流木発生量

Thapthai *et al.*⁴⁾に倣い斜面崩壊発生箇所を特定し、現地調査から得た土質パラメータおよび単位流木体積 $0.56\text{m}^3/\text{piece}$ を用いて発生流木量を算出した。助川らに倣い、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、各ダムに隣接する複数の AMeDAS 観測所より得た1時間降水量を平均した平均1時間降水量を用いて平均24時間降水量を作成した。年最大の平均24時間降水量を記録した降雨イベント時における各観測所の24時間降水量を用いて逆距離加重法を行うことにより、流域内の各地点（50mメッシュ）の24時間降水量を求めた。

3. 2 貯留関数モデル

以下に貯留関数モデル²⁾で用いた式を示す。

1 段目

$$q_1(m) = S_1(m) - Z \quad [S_1(m) \geq Z] \quad (1)$$

$$P_{inf}(m) = b \cdot S_1(m)$$

$$q_1(m) = 0 \quad [S_1(m) < Z] \quad (2)$$

$$P_{inf}(m) = b \cdot S_1(m)$$

$$S_1(m+1) = S_1(m) + P - P_{inf}(m) \quad (3)$$

2 段目

$$\frac{dS_2}{dt} = P_{inf} - q_2 \quad (4)$$

$$S_2 = k \cdot q_2^p \quad (5)$$

ここで、 q_1 は1段目からの流出流木量（ m^3/y ）、 S_1 は1段目の貯留量（ m^3 ）、 Z は1段目のタンクの容量（ m^3 ）、 P_{inf} は1段目から2段目への輸送量（ m^3 ）、 m は離散時刻、 q_2 は2段目からの流出流木量（ m^3/y ）、 S_2 は2段目の貯留量（ m^3 ）、 b, k, p は係数である。

q_1 でイベント発生時、 q_2 で平常年における流木流出量を表現する。流木発生量を入力値として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2017年までの流出流木量（国土交通省提供）を比較検討した。

4. 結果・考察

図1に寺内ダムでの計算結果と観測値との比較を示す。発生量については、降水量の多い年で多くな

キーワード 流木, 斜面崩壊, 堆積, 流出, 貯留関数モデル

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

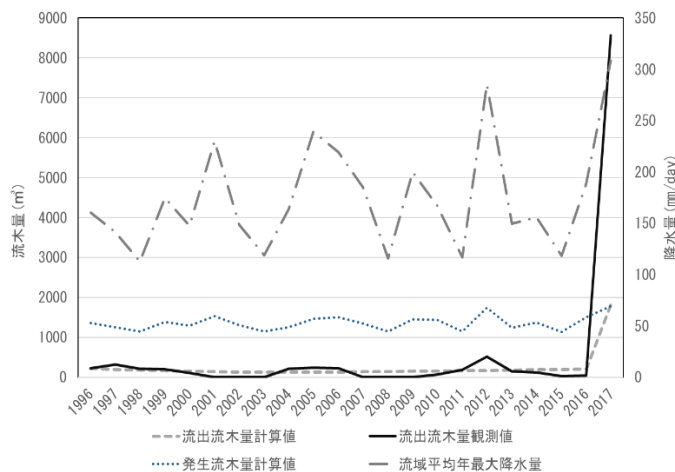
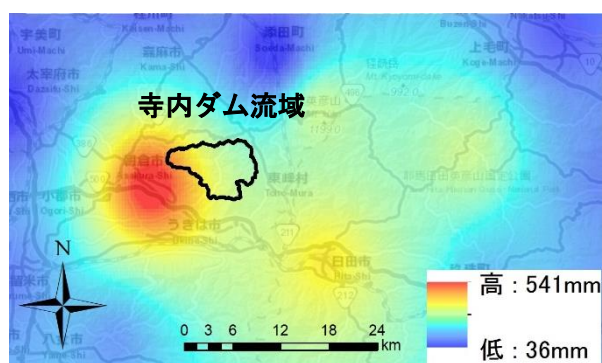
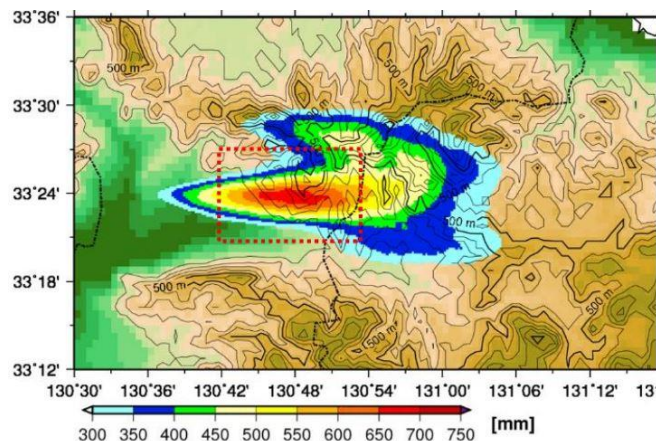


図 1 寺内ダム計算結果と流出量観測値との比較

図 2 本研究の手法により求めた 24 時間降水量分布
(2017/7/5 9:00~2017/7/6 8:00)図 3 雨量レーダー解析により求めた降水量分布⁵⁾
(2017/7/5 4:00~2017/7/5 21:00)

る傾向が見られたが、最も発生量の多かった 2017 年において 1783m^3 、もっとも少なかった 2015 年において 1132m^3 であり、その差は 700m^3 と小さな値となった。流出量については、2016 年までは観測値、計算値共に低い値が見られ、大きな差は見られない。しかし、2017 年においては観測値が 8563m^3 と高い値を示しているのに対し、計算値はわずか 1825m^3 となった。

このように、高い再現性が得られなかった原因としては、第一に入力値として用いた発生量が不正確であった可能性が考えられる。図 2 に今回の手法を用いて採用した 2017 年 7 月 5 日 9 時からの寺内ダム周辺 24 時間降水量分布を示す。一方、図 3 は参考として図 2 と同範囲の同日 4 時から 21 時における雨量レーダー解析による積算雨量分布⁵⁾である。両者を比較すると、時間にずれはあるものの降水分布の傾向に差異が認められ、今回用いた降水量の精度に問題があった可能性が示唆された。再現性が低かった第二の原因としては、寺内ダム流域が助川の貯留関数モデルでは説明できない流木流出特性を有していたことが考えられる。助川の貯留関数モデルでは、流木流出特性としてイベント時の流木発生を伴う早い流出 q_1 と通常時の遅い流出 q_2 の 2 種類を表現しており、 q_1 は 1 段目のタンク容量 z を上回った分が発生する。2017 年の寺内流域での流出流木観測量をこのモデルで再現するには 2017 年の高い発生量はもちろん、 z が小さくある必要がある。前年までの観測量が小さい寺内流域では、 q_1 を発生させないためにパラメータ最適化にあたって z が大きく設定され、それにより 2017 年の流出量計算値が低くなったことが考えられる。したがって寺内流域においては、助川の貯留関数モデルで表現できない流出特性が存在する可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、一般財団法人河川情報センター (FRICS) の支援により行われた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 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.
- 2) Jung II Seo, Futoshi Nakamura, Kun Woo Chun, Suk Woo Kim, Gordon E. Grant: Precipitation patterns control the distribution and export of large wood at the catchment scale, Hydrol. Processes, Vol. 29, pp. 5044-5057, 2015
- 3) 助川友斗, 小森大輔, 風間総: タンクモデルを用いた流木流出メカニズムの解明, 東北大学大学院工学研究科修士論文, 2018. (未刊行)
- 4) Thaipthai 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. 223-228, 2017.
- 5) 京都大学防災研究所: 2017年九州北部豪雨災害調査報告書, 2018