

2016 年 8 月北海道豪雨災害時の実河川における流木流下状況の検討

愛知工業大学工学部都市環境学科

学生会員 ○黒柳 雅人

愛知工業大学工学部土木工学科

正会員 赤堀 良介

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 正会員 川村 里実

1.はじめに

2016 年 8 月北海道豪雨災害や 2017 年 7 月北九州豪雨災害など、わが国では近年大規模な出水が相次いで発生した。共通して問題となった災害として、流木災害がある。流木災害に関しては多くの既往研究が存在しているが、災害状況を包括的に数値化し検討した例や、単純化された水路を想定した局所的な集積現象を検討した例が多く、河道の改修や流木対策の構造物などの影響が現れるリーチスケール程度の流れの状況と流木の挙動の関連については十分な理解が得られていなかった。

これに対し、初田ら¹⁾は、流れ場における流木の挙動を画像解析および拘束条件モデルを用いて数値解析的に検討し、流木は基本的に自身の慣性の影響を受け、渦度の強い領域からはじかれ主流域に集中化することなどを示した。このような知見を現地に適応することは、実際に流木の流下現象自体が詳細に観測された事例が少なく困難を伴う。赤堀ら²⁾は北海道沙流川水系の額平川を対象として上記の特性の実河川における適用性について検討を行ったが、この際も対象として用いたデータは小規模な出水時のものであり、近年の大規模な出水での状況と比較し得るものではなかった。一方、航空レーザー測量（以後 LP）や、UAV による高所撮影画像を利用した Structure from Motion - Multi View Stereo (SfM-MVS) による地形解析が現在急速に普及しており、ごく近年の水害においては、被災直後の微地形を含んだ面的な情報が入手可能な状況となっている。本研究では、2016 年 8 月北海道豪雨災害時の各種データを用いて、流木集積が生じた箇所における流れおよび流木挙動を数値解析から検討し、大規模出水時の流木の挙動に関して考察を行なった。

2.既往対象

2016 年 8 月北海道豪雨災害において、十勝川水系の札内川と戸蔦別川との合流点において破堤による氾濫が生じ、大量の流木の集積が観察された³⁾。

ここでは、上流側（戸蔦別川右岸）と下流側（合流部）で 2 箇所の破堤が生じ、上流側からは農地への氾濫が、下流側では札内川への還流が生じた（図-1）。該当地域では 2013 年と、出水後の 2016 年 8 月に航空レーザー測量が実施されたほか、出水後に UAV による撮影などが実施された。これらにより面的な標高データ、オルソ画像データ等が十分に整備された状況となっており、当時の状況を推測するにあたって、情報が入手しやすい地域の一つである。

3.研究方法

流木堆積状況の概況を得るため、札内川と戸蔦別川の合流点での出水後の LP データ（北海道開発局帯広開発建設部提供）の結果を元に GIS（ESRI 社 ArcGIS10.2）を用いて検討を行った。ここでは、出水後 LP のオリジナルデータを用いて、表面高さ（植生などを含む）数値標高モデル（DEM）から地盤高を示す数値標高モデルを差し引くことで、流木の堆積や高さを検討した。また、上記の出水後 LP データを基に、iRIC⁴⁾に含まれる Nays2D を用いて流れの解析を行なった。まず復旧後の地盤高の堤防部分から、周囲の地盤高を参考に破堤部分のみ取り除き、氾濫時の地形を作成した。これを 5m メッシュで解像し計算時の格子として用いた。計算条件は、石田ら⁵⁾を参考に流量 1500m³/s とし、マンニングの粗度係数 0.03 を与え、固定床による解析を行なった。この際、最初の 1 時間を助走期間とし、残りの 2 時間でピーク流量



図-1 札内川・戸蔦別川合流点での
2016 年 8 月北海道豪雨災害後の被災状況

を継続する条件とした。さらに、その流れの結果を元に拘束条件モデル¹⁾を用いて流木の流下状況を検討した。この際の計算条件は、流木の長さ 13m、太さ 18cm、比重 0.5 (オノエヤナギを想定) とし、上流側破堤箇所直上流から河道を横断するように散布する条件とした。

4. 解析結果

図-2 に流れの数値解析結果における、ピーク流量時の水深コンターと流速ベクトルを示す。前述の流木堆積箇所と、水深コンターおよび流速ベクトルを比較した結果、流木の堆積していた場所がピーク時に水深が浅く流れが遅い箇所と一致することがわかった。また、オルソ画像と比較した結果、樹林域や水深の浅い箇所において、長い流木が堆積している傾向が見られた。

図-3 に拘束条件モデルによる流木計算結果の一例を同時刻における渦度のコンター図と共に示す。ここでは連続した画像から動画を作成し、それによる定性的な検討を行った。結果から、本川において流木が停滞していた主要な場所は、上流側破堤箇所の対岸 (左岸) 付近であることが示された。一方、農地での氾濫域において流木が停滞した状況は、図-1 に見られる集積箇所と類似し、また図-2 における水深が浅く流速の遅い箇所と一致していた。渦度との比較に関しては、渦度の高い領域を避けた流木は順調に

流下する様子が見られた。反対に、渦度が高い領域に引き込まれた流木に関しては、該当の箇所が水深の浅い領域と一致していることから、むしろ停滞を生じ、画像上では多くの流木が存在する状況となった。

これらの結果より、本対象では流木の主要な流下域は渦度の低い領域に依存するが、停滞や集積が進行している箇所では、水深や流速のような要因が支配的であることが推測された。

参考文献

- 1) 初田直彦, 赤堀良介, 清水康行: 蛇行流路の流体場と流木の挙動に関する実験と数値解析, 応用力学論文集, 第15巻, pp. I. 451-I. 422, 2012.
- 2) 赤堀良介, 川村里実, 土田宏一, 白井博彰: 実河川における流木観測データを用いた流れの空間構造と流木流下機構の検討, 河川技術論文集, 第21巻, pp.159-164, 2015.
- 3) 土木学会 水工学委員会, 2016年8月北海道豪雨災害調査報告書, <http://committees.jsce.or.jp/report/taxonomy/term/50>
- 4) iRIC Project, <http://i-ric.org/ja/>
- 5) 石田義明, 山口市実, 久加朋子, 岩崎理樹, 清水康行, 川村育男, 泉 典洋: 札内川・戸蔭別川合流地点における堤防決壊と氾濫原からの還流による被害特性の検証 河川技術論文集, 第23巻, p.1-6, 2017.

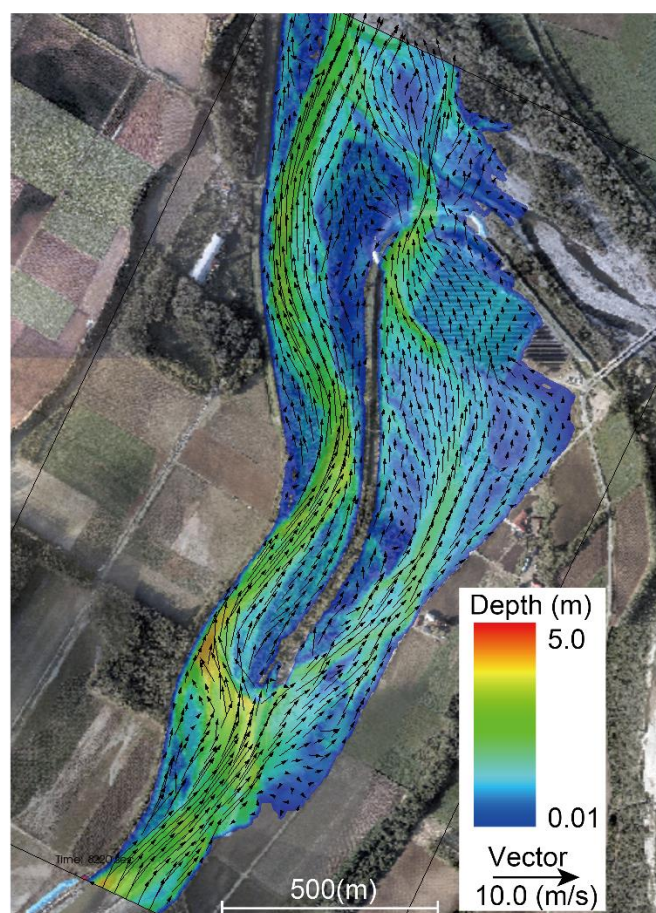


図-2 数値解析結果における 1500m³/s 時の水深および流速ベクトル

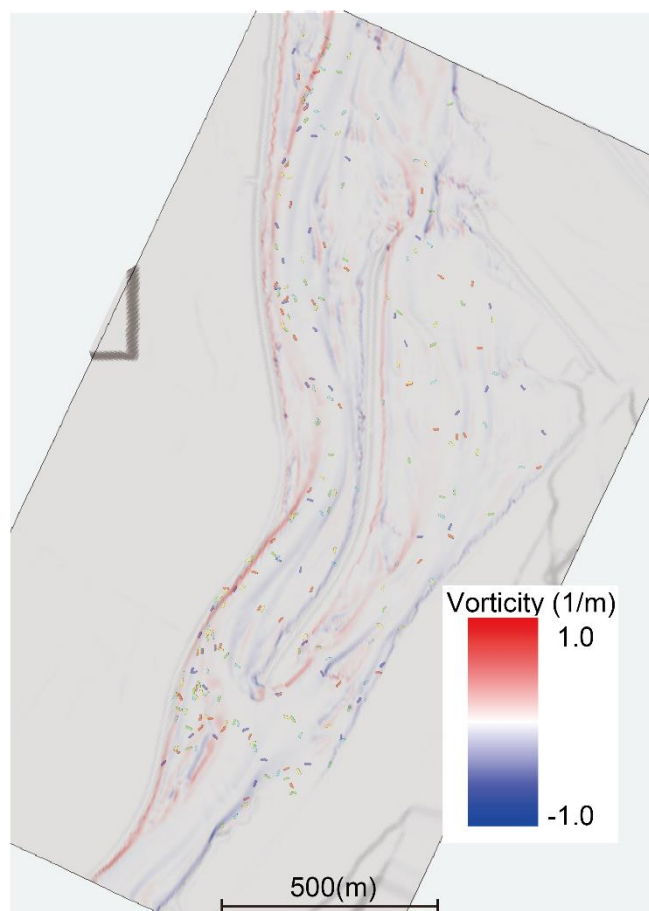


図-3 拘束条件モデルによる流木の流下状況と流れの解析から得られた同時刻の渦度コンター図