

実河川における流木観測データの空間的特性から見た流下機構の検討

愛知工業大学工学部都市環境学科
愛知工業大学工学部都市環境学科
愛知工業大学工学部都市環境学科
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所

正会員 ○赤堀 良介
学生会員 森山 湧也
学生会員 一色 隆平
正会員 川村 里実

1. はじめに

河川周辺の樹木は、大規模取水時に発生する土砂崩れや河岸の崩壊などによって流木化し、河道内を流下し橋脚や取水施設などに堆積する。流木の発生から流下・堆積までのプロセスは極めて複雑で、その解明は困難であるが、対象の重要性からこれまでも継続的に研究が進展してきた。このうち、流木の流れに対する挙動を検討した例として、流木に働く慣性と流れの構造に対する検討¹⁾、流木と流れ場の相対的な空間スケールに関する検討などが存在する²⁾。前者では流木が慣性の影響を受けることから渦度の高い領域を避けること、後者では流木の長さが乱れに対する空間的なフィルターとして働くことで流下時の拡散の度合いに影響することが判明している。しかしながら実河川における流れ場と流木の挙動に関して詳細に検討した例は少なく、水理実験や数値解析で得られた知見の適用性に関しては十分な検証が行われていないのが実情である。そこで、本研究では、既往の流木観測結果に対し、その有する空間的な情報に基づいて再検討を行い、同じ実河川を対象とした数値解析の結果と比較を行うことで、流れの影響を受けた流木が実河川においてどのような挙動を示すか検討を行った。

2. 研究方法

2.1. 現地観測データの再検討

本研究では既報³⁾における流木観測データを再検討する。ここでは観測の概要のみを示す。平成22年度に、寒地土木研究所による流木流下観測が実施された。期間中に小規模な出水が存在し、その間の流木の流下状況が記録された。調査対象地点は、沙流川水系額平川のアブシトエナイ橋(図-1)である。観測期間は8月12日-13日であった。流木流下状況は橋上のビデオカメラにより撮影された。撮影された画像を図-2のように準備されたモニターに映し、エリア別、流木のサイズ別に、10分間ごとの流下本数を計測した。また、上空から領域区分を示したものが図-3である。

2.2. 数値解析

アブシトエナイ橋周辺でのレーザー測量結果と国土地理院による5mメッシュ標高データを重ねたものを地形データとし、流木観測が行われた8月12-13日の流量の推測値を境界条件として、当日の流況の

再現を試みた。解析にはiRIC⁴⁾を用いた。流入する流量としては、同観測データの水位ピーク付近の時間帯における情報から推測した $370.9\text{m}^3/\text{s}$ という値を用いた。

流木の計算には、拘束条件モデル⁵⁾によるシミュレーションを適用した。流木は5点の球状要素で代表されるものとし、長さを5m、直径を0.279mとしたケース、長さを10m、直径を0.450mとした2ケースを検討した。これらの流木の直径に関しては、流木生産源での残存流木の調査結果³⁾を用いて算出した。すなわち、観測された流木の長さや直径をプロットしたデータに対して線形近似することで、流木長に対する直径の関係式を導き、これに上記の5m、10mの流木長を代入することで値を得た。これら流木要素を計算領域の上流側から横断方向に直線状に投入し、その流下の様子を確認した。流木は、図-4(図-3に対応)に示された領域ごとに、通過した本数を目視により計測し、実測の観測データとの比較を行った。

3. 結果と考察

3.1. 現地観測データの再検討による結果

図-5はアブシトエナイ橋観測地点での8月12-13日の観測時における、観測地点での水位と流木流下数変化を示したものである。図-5では、大きさごとの流木の流下数を縦軸とし、時間を横軸としてプロットした。全てのグラフでR領域での流木数が多いことがわかる。また、15:00-17:00の間で流木数が最大値になっている傾向が確認できる。

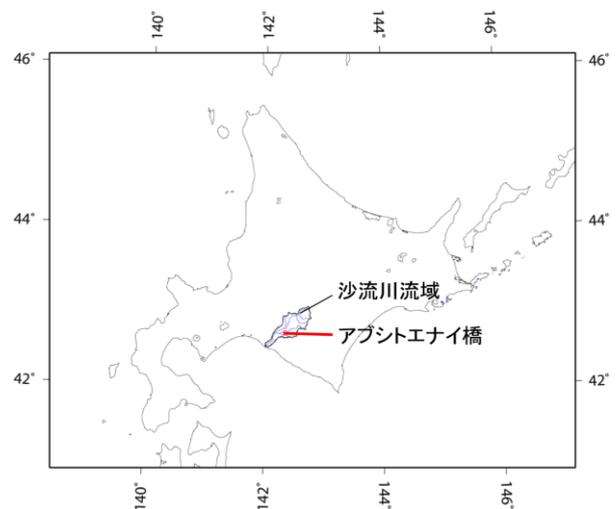


図-1 対象地域

3.2. 数値解析結果との比較

数値解析結果と観測データの流木計数値の比較を表-1 に示す。この表で、①は計算結果（ピーク流量時を想定）の流木のカウン、②は出水期間全体での観測値のカウン、③はピーク水位に近い時間帯のみ観測値をカウンした数となっている。なお図-3における領域A,B,Cを図-4と同様にすべてCと読み替えた。各領域を通過した割合を検討すると、全体的に、ピーク時を対象とした計算結果では流木長による結果の差異は少なく、R 領域を通過する流木数が最も多いことがわかる。また観測結果に関しては、②の全時間帯を対象とした結果では5m 以下とL=5.0m-10.0m の計数結果の傾向が異なり、5m 以下に関してはC 領域を、L=5.0m-10.0m に関してはR 領域を通過する数が多いものの、ピーク時のみを計数した③ではその傾向が変化し、両者共にR 領域を通過する割合が最も多くなった。これらのことから、対象河川ではピーク流量時には流木の長さによる挙動の差が少なく、ピーク以外の時間帯の流況では、比較的短い流木の挙動にのみ、ピーク時と差が生じると推測される。

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. 415-I. 422, 2012.
- 2) 赤堀良介, 初田直彦, 清水康行, 伊藤 丹: 水理構造物周辺の流れの構造に対する流木の応答, 土木学会論文集B1 (水工学) Vol.70, No.4, I_691-I_696, 2014.

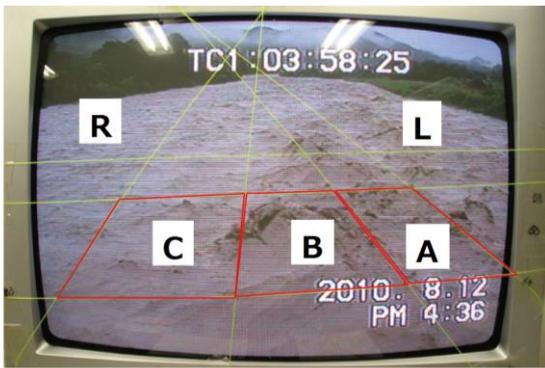


図-2 ビデオ撮影画像解析時の領域区分

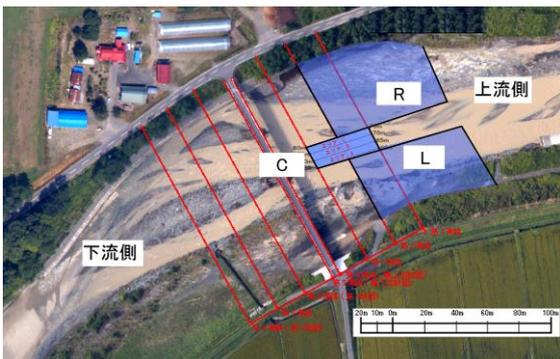


図-3 上記解析時の領域区分を上空から示したものの

- 3) 赤堀良介, 村上泰啓, 土田宏一, 白井博彰: 簡易型システムによる橋脚周辺および発生源における流木挙動の観測調査, 河川技術論文集, 第17巻, 2011.
- 4) iRIC Project : <http://i-ric.org/ja/>

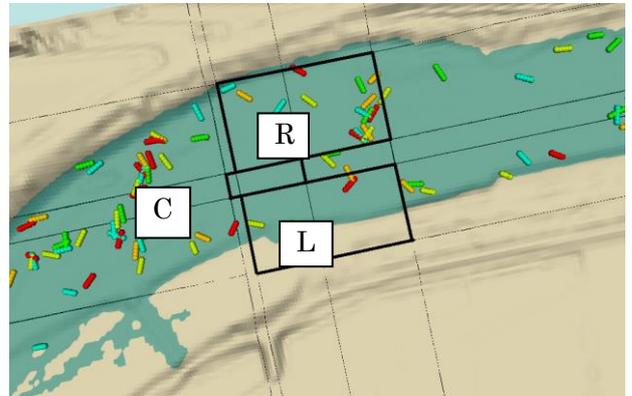


図-4 流木モデルを適用した数値解析結果 (L=10.0m)の瞬間値と計数時領域分割を示したもの
図-3 での領域A, B, CをすべてCとした

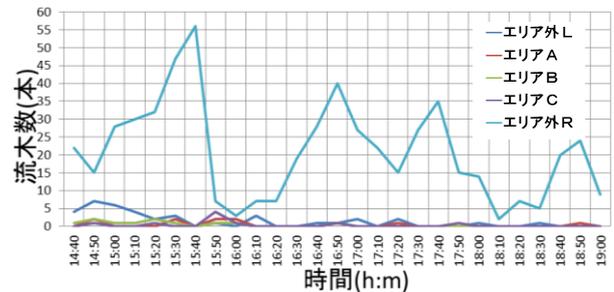
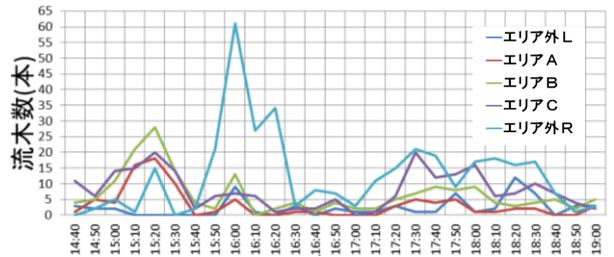


図-5 2010年8月12-13日の流木流下数変化
上: 流木の長さ5m以下
下: 流木の長さ5m-10m

表-1 各領域の計数結果

流木の長さ L(m)	各項目	計測区域		
		R	C	L
①計算値				
L=5.0	流木本数(本)	120	38	51
	割合(%)	57.42	18.18	24.40
L=10.0	流木本数(本)	118	31	58
	割合(%)	57.00	14.98	28.02
②2010年8月12日14:40~2010年8月12日19:00(実測)				
L=5.0以下	流木本数(本)	343	481	64
	割合(%)	38.63	54.17	7.21
L=5.0~10.0	流木本数(本)	563	31	38
	割合(%)	89.08	4.91	6.01
③2010年8月12日16:00~2010年8月12日18:00(実測、最高水位時)				
L=5.0以下	流木本数(本)	235	182	30
	割合(%)	52.57	40.72	6.71
L=5.0~10.0	流木本数(本)	253	9	10
	割合(%)	93.01	3.31	3.68