

河川から湾内に流入する流木群の模型実験と数値計算による挙動解析

株式会社エコー 正会員 ○長谷川 巖

株式会社エコー 正会員 宇野 喜之

国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所 正会員 西村 大司

国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所 長谷川雅弘

国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所 中出 浩靖

1. 目的

台風による集中豪雨が山間部にもたらした大量の雨により斜面崩壊を生じ、それにより発生した流木等が河川から海へと流入して、湾内の広範囲の海岸に漂着する災害が発生した¹⁾。近年では台風や集中豪雨が増加傾向にあることに加えて、山林の荒廃も進みつつあることから、同様な災害が今後も発生することが懸念される。湾内に大量の流木が流入すると、港湾機能の低下、航行船舶や漁業施設への影響など、様々な問題が発生する。そのため流木群の漂流を予測する手法の確立が重要であるので、水理模型実験と数値計算を実施して河川から湾内に流入する流木群の挙動解析を行い、整合性と現地再現性を検証した。

2. 再現対象事例

再現対象の事象は、2004年の台風21号による宮川から伊勢湾への流木群の流入¹⁾とした。この台風は9月28日から29日にかけて三重県宮川村に局地的豪雨をもたらし、斜面崩壊や土石流などの土砂災害を引き起こした。参考文献¹⁾によると、被害を受けた山林からの流木は宮川から伊勢湾に流れ出し、西風によって東に流され、愛知県美浜町から南知多町に至る知多半島の伊勢湾側に30日の朝7時頃から漂着したとされている。この台風による河川流量は、宮川の河口から上流に約11km地点で観測された最大流量が29日16時の7198m³/sで、宮川と上流域に近い櫛田川では29日15時に3614m³/sの流量が観測されている。

3. 水理模型実験

水理模型実験は名古屋港湾空港技術調査事務所の伊勢湾環境水槽で実施した。この水槽には伊勢湾及び三河湾が水平縮尺1/2000、鉛直縮尺1/159で設置されている。水槽の沖側境界には空気室式の起潮装置が設置されていて、任意振幅の正弦波形の潮汐を発生することができる。再現事象の潮汐振幅が大潮の振幅とほぼ同じであったので、今回の実験では大潮の潮汐振幅を連続して作用させた。年平均流量程度の河川流量を発生する装置も設置してあるが、台風時流量を発生することはできないので、水中ポンプを使用して宮川と櫛田川から前述の台風時流量を発生できるようにした。模型実験では外力として風を与えていない。流木模型は比重が0.92、直径約6mm、長さ50mmのビニールチューブとし、1潮汐周期の間に宮川河口部から5000本を流した。

4. 数値計算

漂流に関する数値計算は、後藤²⁾の提案したモデルにならって実施した。このモデルは津波の表層流に伴う流木の挙動を追跡するモデルであり、本研究への適用にあたり、潮流、河川流及び吹送流の数値計算を行った。流れ場は個々に計算した3つの流速成分をベクトル合成することにより求めた。漂流速度の成分には、流れの成分に加え、漂流物が風による圧力を受けて漂流する風圧流を考慮した。漂流物は、直径が0.4m、長さが5mの流木とし、単体での漂流を想定し計算した。

5. 実験結果及び数値計算結果

模型実験と同一外力条件で実施した数値計算と模型実験における漂流状況を図1に示す。実験結果は斜線部分が流木の分布範囲で、数値計算は黒色の点とその集団が流木である。実験と計算で湾外への流出状況などが概ね一致していることから、漂流の先端位置の予測結果は一致していると言える。図2に示すように実験では

キーワード 漂流実験, 漂流計算, 複数漂流物

連絡先 〒457-0833 愛知県名古屋市中区東又兵衛町1丁目57-3 名古屋港湾空港技術調査事務所 TEL052-612-9981

漂流の軌道上に流木模型が残るので、図1のように分布範囲が広がる。数値計算では流木単体の漂流を計算して出力時に重ね合わせてあるので、漂流の軌道上に流木が残らない。この結果の違いは、模型実験では流木群としての相互作用が考慮されるのに対し、数値計算では単体の漂流物として取り扱っているために生じたものである。このように模型実験では流木群の相互作用を考慮できる点で有意義な成果が得られた。一方、模型実験は風を外力として与えることや河川流に時間変化を持たせることが困難であるなどの弱点がある。

数値計算の利点を生かし、現地事象と同様に潮汐振幅、河川流量、風向・風速の時間変化を考慮した漂流計算結果を図3に示す。計算では風や潮流の作用力によって伊勢湾中央付近を通過し、30日6時に流木群が知多半島に到達した。前述の再現対象事例と比較すると、数値計算は知多半島への漂着開始時刻や漂着箇所について、再現事象の流木の挙動をよく再現していると言える。

6. まとめ

- (1) 同一外力条件で実施すると、流木群の漂流先端位置の予測結果は模型実験と数値計算で概ね一致する。
- (2) 模型実験では、流木が河川からの流れや潮流の影響を受け、振動や拡散をしながら湾口部で漂流する状況が確認された。また、流木群の相互作用により漂流軌道上に流木が残留する状況が確認できた。
- (3) 風や外力を考慮した数値計算では、平成16年に発生した漂着事例についてよく再現された。また、実験結果との比較により、数値計算においても流木の相互作用について今後検討する必要があることが示された。

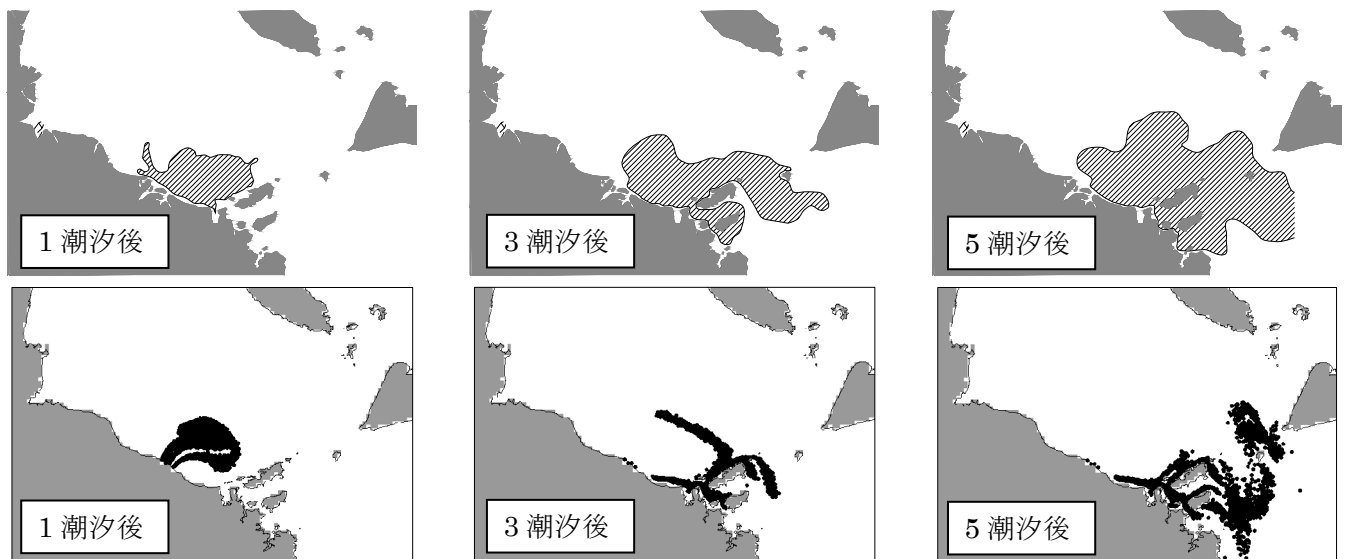


図1 河川流量一定で風なしの漂流状況（上段；模型実験，下段；数値計算）

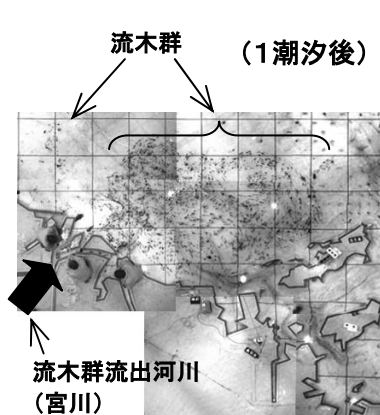


図2 模型実験の漂流状況

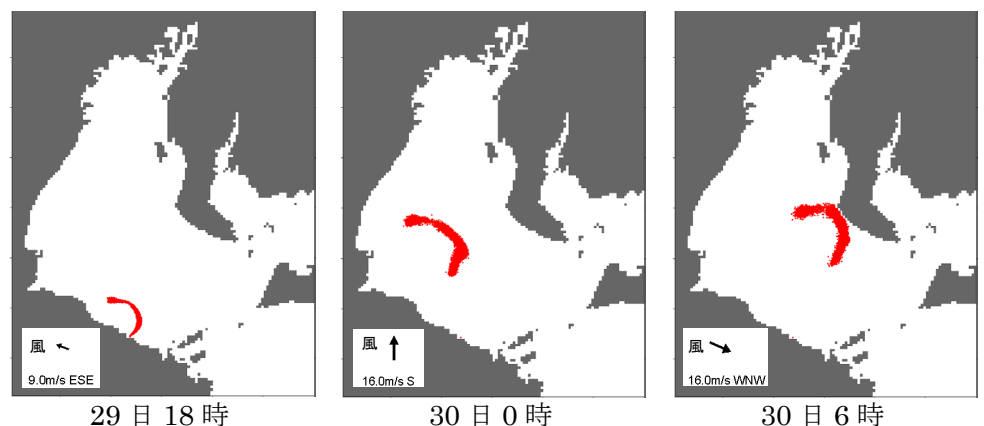


図3 時間変化を考慮した河川流量、風向・風速、潮汐による計算結果

参考文献

- 1) 国土交通省河川局ホームページ： <http://www.mlit.go.jp/river/saigai/2005/26.pdf>
- 2) 後藤智明：津波による木材の流出に関する計算，第30回海岸工学講演会論文集，pp.594-597.