

数値モデルによる平成24年7月九州北部豪雨により有明海に流出した流木の動態の再現計算

九州大学大学院 学生員 ○北川洋平・西村圭右
正 員 矢野真一郎

1. 目的

平成24年(2012年)7月に発生した九州北部豪雨において、大量の流木や災害ゴミが有明海に流入した¹⁾。これらが有明海内で漂流し、海岸や港湾内へ漂着することにより、漁業操業の中止や船舶航行の障害、漁船のスクリュー損傷、海岸保全施設の機能阻害などの被害が発生した。加えて、9月上旬までに回収しなければノリ養殖に甚大な影響が出ることも懸念されたため、国、関係自治体や漁業者による懸命な回収作業が行われた。このように、洪水時に海域へ放出された流木などは沿岸域において多大な被害を発生させる。

一方、河川域では橋梁への流木集積に伴い、せき上げが発生して越流氾濫する被害が多数見られている。このように、河川流域とその出口である海域を一貫して見た流域圏全体にわたって流木のリスクが存在している。したがって、流木問題は流域圏全体でのリスク評価を行い、山林を含む河川上流～下流～河口域～海域までの関係者間で情報共有や対策の検討が行われる必要があると考えられる。

そこで、本研究では流域圏の流木リスク評価の中で海域部分の評価を行うために、今回の豪雨に伴い有明海に流出した流木の挙動に関する数値シミュレーションを行い、有明海での実際の漂流流木回収データから計算精度の検証を試みた。

2. 研究内容

2.1 数値モデルの概要

本研究では、汎用的な沿岸域3次元流動モデルであるDELFT3Dを用いて矢野ら²⁾が開発した有明海-八代海結合モデルを用いた。計算格子は水平方向が10"間隔($\Delta x=250\text{m}$ 程度)の直線直交座標系、鉛直方向は σ 座標系(上層から、5%×3、10%×4、15%×3の計10層)を適用した。水平渦動粘性係数はSGSモデル、鉛直渦動粘性係数は浮力効果を含む $k-\varepsilon$ モデルで評価している。開境界は鹿児島県の阿久根と長崎県の樺島水道を結んだ線上で計40分潮成分を与えた。本モデルの計算精度については、矢野ら²⁾や西村ら³⁾により検討されており、再現性は良好であると確認されている。

計算期間は、九州北部豪雨による出水が起こった2012年7月11日から14日の期間を含む7月1日から8月31日までの2ヶ月間とした。なお、助走計算として同年1月1日から6月末までの計算を行い、密度成層した状況を作っている。

河川流量は、8つの一級河川(筑後川、矢部川、嘉瀬川、六角川、菊池川、白川、緑川、球磨川)と9つの二級河川(塩田川、鹿島川、関川、坪井川、氷川、大坪川、佐敷川、湯ノ浦川、水俣川)を考慮した。一級河川では国交省水文水質データベースから非感潮域で河口に最も近い流量観測所の毎時流量を与えた。また、観測所より下流の流域(残流域)から流入する分を考慮するために、観測所の集水面積と全流域面積の比から補正係数を求め、観測所流量に乘じて補正した。二級河川については、直近の一級河川から比流量法により算出して与えた。風向、風速に関してはアメダス島原の10分データを海域全体に一樣に与えた。

計算格子のスケールと比べると流木の長さが概ね10m以下であり小さいことから、棒状の流木が回転する影響などは考慮する必要が無いと判断し、DELFT3Dに組み込まれている浮遊ブイの計算モジュールを利用して流木の動態を計算した。7月11日0時から7月19日0時までの期間に洪水が発生した一級河川の河口位置から1時間おきにブイを1つずつ放出した。本計算では、移流のみを考慮し乱流拡散の影響は無視している。また、矢部川・白川・菊池川・六角川では既往最大(または2位)規模の出水であり塩淡水成層が支配的であることから水温変化は考慮していない。さらに、流木は海岸や干潟域で捕捉されて漂流を止め、再度潮位が上昇した際に漂流を始めるなどの不連続な挙動をするものと考えられるが、それら効果も考慮していない。

2.2 計算結果

本研究では、風による吹送流を考慮していない計算と考慮した計算の2ケースを行った。流木の漂流軌道の計算結果の一例をFig.1に示す。図中には2時間毎の漂流位置も示した。Fig.2に示す風況と照らし合わせると、風の有無

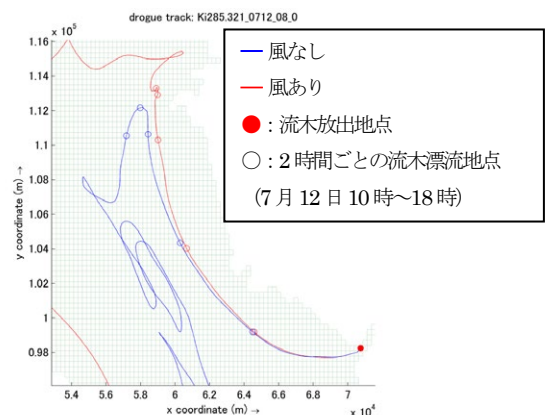


Fig.1 7月12日8時に菊池川から放出された流木の漂流経路

キーワード：流木、バロクリニック流れ、吹送流、洪水、淡水影響域

連絡先：〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744番地 九州大学 W2号館 1013号室 TEL：092-802-3412

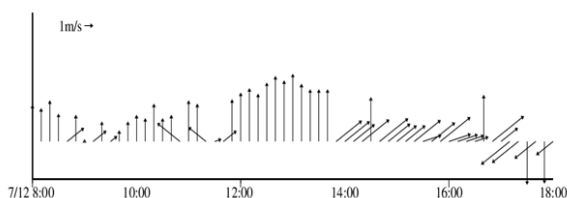


Fig.2 7月12日8時以降の風況

Table 1 風条件による計算と回収データとの一致度

条件	一致度
風なし	12.7%
風あり	35.2%

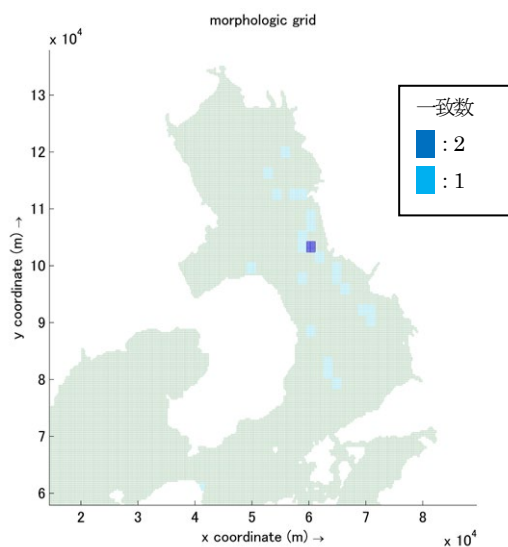


Fig.3 計算流木と回収が一致した箇所の分布

Table 2 河川毎の一致した流木数

河川	一致した流木数(個)	一致した流木の割合(%)	本出水での最大流量(m ³ /s)
筑後川	4	12	3,666
矢部川	10	30	5,623
六角川	1	3	2,564
嘉瀬川	5	15	722
菊池川	7	21	3,321
白川	4	12	2,264
緑川	2	6	3,178
合計	33	100	-

により 14 時頃から軌道が大きく変動したことが分かる。

流木の挙動についての再現性の検討には、国土交通省九州地方整備局所有の海洋環境整備船「海輝」・「海煌」により同年 7 月 12 日から 8 月 31 日に有明海で回収された漂流流木についての記録を用いて行った。記録は、回収時刻と回収地点のデータセットとなっている。回収された漂流流木全て($n=71$)について、それに相当する流木の計算結果が存在するかを確認した。その結果、Table 1 に示す通り

風ありの条件では風なしに比べて一致度が約 2.8 倍上昇した。計算流木が回収流木と一致した場所の空間分布を Fig.3 に示す。出水が起こった河川の河口に近い海域での一致度が高いことが分かる。

さらに、一致度が高い風ありの条件について、流木放出の時間間隔を 10 分に狭めた計算を行ったところ、一致度は 46.5%(33 個)へと上昇した。流木放出数を増やすことにより一致度は 10%程度上昇したが、大幅な上昇は見られなかった。この理由としては、二級河川からの流木流出を考慮していないこと、風を海域で一様に与えていること、さらに流木が海岸や干潟域で捕捉される効果を考慮していないこと、などによると考えられる。これらの問題点の解決により計算精度の向上が見込まれると期待される。

最後に、一致した各流木が放出された河川について確認した。最も一致度が高かった風あり条件で放出間隔 10 分の場合について、Table 2 に各河川から放出した流木のうち回収データと一致した個数、一致した総流木数(33 個)のうちの割合、ならびに今回の出水における最大時間流量を示す。使用した漂流流木回収データは、実際に各河川から流出した流木のごく一部であり、表中の河川毎の比率が実際に流出した流木量に比例するものではないと考えられるが、一定の傾向性は示されていた。例えば、今回の出水で支川の沖端川も含め 3 箇所が堤防決壊した矢部川が流量規模も最大であったが、一致した流木は 3 割であり最も大きかった。一方、有明海に注ぐ河川で最も大きい筑後川については、上流にダム群があるなど流木を捕捉する施設が多いこともあり、一致数はそれほど大きくはない。このように、本計算によりこれまで不明であった流木のソースについての情報が一応得られたことになる。これらの情報は、今後の流木リスク管理において有益なものとなる。

3. 結論

平成 24 年 7 月九州北部豪雨により有明海へ流出した流木の挙動に関する数値シミュレーションを行い、漂流流木回収データから精度検証を行った。その結果、風を考慮することで、流木のソースが 46%程度明らかになった。今後は、考慮していない現象をモデルに組み込み、より精度の高い計算を行う予定である。

謝辞：本研究は科研費基盤研究(B)(24360200)により実施された。

参考文献

- 1) 土木学会九州北部豪雨災害調査団：平成 24 年 7 月九州北部豪雨災害調査団報告書，2013。
- 2) 矢野真一郎，Winterwerp, J.C., 田井明，齋田倫範：有明海・八代海における非線形潮汐の特性とその底質輸送への影響に関する数値実験，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，66(1)，pp.341-345, 2010。
- 3) 西村圭右，久野彰大，矢野真一郎，田井明：有明海における筑後川から流入する淡水の動態に関する数値解析による検討，土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集，pp.II-283-II-284, 2013。