

愛知県三河湾における台風進路が河口部での複合氾濫リスクへ与える影響評価

豊橋技術科学大学 ○学生会員 春山和輝 豊橋技術科学大学 正会員 豊田将也
 豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂 京都大学 正会員 森 信人
 熊本大学 正会員 金 洙列 岐阜大学 正会員 吉野 純

1. はじめに

河口域は台風による洪水・波浪・高潮の影響により水位が上昇しやすい特徴を持つ。特に中小河川ではこれらのピークが重複することで甚大な外水氾濫（複合氾濫）に繋がること懸念され、そのリスクを適切に評価することが求められている。しかし、既往研究では、力学モデルを用いて台風・河川・海洋をすべて考慮したものは少ない。

以上の背景の中、豊田ら (2022)¹⁾は、波浪・高潮結合モデルに河道を組み込み、河川流を考慮したモデルを開発し、愛知県東三河地方の豊川、柳生川および梅田川を対象に複合氾濫発生リスクについて定量評価を実施した。その結果、一級河川に比べ二級河川では高潮・洪水のピーク時刻が近く、規模の小さい河川ほど危険度は高いことを報告している。一方で様々な台風経路を用いた統一的な評価には至っていない。

本研究では、同地域を対象に大気-海洋-河川結合モデルを用いて、経路アンサンブル実験を実施し、複合氾濫発生リスクの最も高い河口域について検出する。また東三河においてハイリスクな経路についても評価する。

2. 数値計算手法

本研究では気象モデル (HTM)、波浪・高潮結合モデル (SuWAT) と降雨流出氾濫モデル (RRI) を用いて検証を行う。

まず台風気象場は、吉野ら (2021)²⁾による 2019 年台風 19 号 (Hagibis) をベースとした経路アンサンブル実験の結果を使用する。先行研究では計 60 通りの経路を考慮しているが、本研究はその中の伊勢湾・三河湾に高潮をもたらす計 20 ケースの結果を用いる (図-1)。水平解像度は 3km で、HTM による降水・気圧・風場を用いて RRI および SuWAT の計算を実施する。

次に RRI については、HTM による降水分布を入力条件とし、解像度約 30 m で各流域での降雨流出を計算する。ここで対象とする河川は三河湾の 5 河川 (豊川、音羽川、佐奈川、柳生川、梅田川) である (図-2)。

豊川のみ一級河川であり、その他は二級河川である。

最後に SuWAT については、6 段階ネスティングで計算し、D6 は解像度 30m である。ここでは HTM による気象場と RRI による洪水流量を入力・境界条件として使用する。計算期間は、2019 年 10 月 10 日 0 時 UTC-2019 年 10 月 13 日 0 時 UTC であり、本計算前に一日分の spin-up 計算を実施する。ここでは仮想条件の台風経路を考慮しているため、潮汐は含めず水位偏差の値に着目して議論する。

3. 計算結果

まずケース別に三河湾の最大高潮偏差と RRI による河口での最大流量を比較する。最大流量は豊川でケー

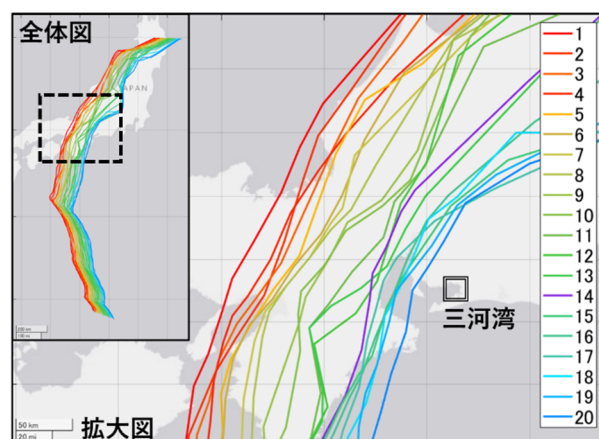


図-1 台風経路 (凡例はケース No.)

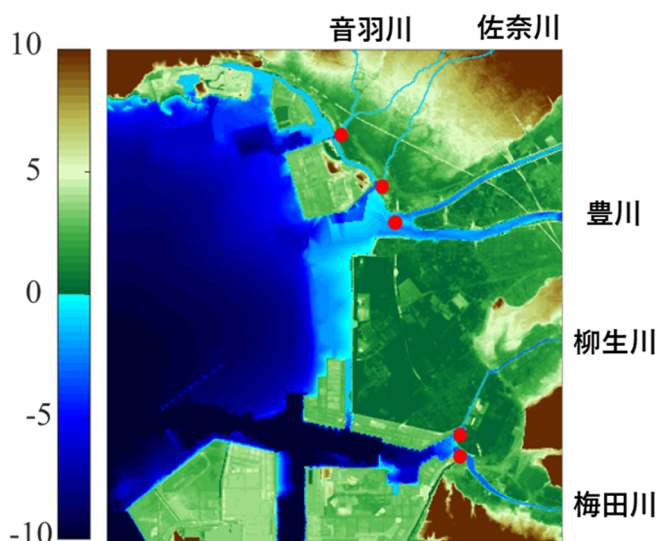


図-2 SuWAT の D6 計算範囲

ス1が最も大きく1439.5 m³/sであった。一方で柳生川、音羽川、佐奈川ではケース20、梅田川ではケース19が最大だった。また河川毎にピーク流量の値も大きく異なっており、豊川と柳生川の間には約12倍の差がある。一級河川では流域面積が広いから、三河湾に直撃しない台風であっても流量が大きくなるが、二級河川では流域に近い地点を通過する場合に最も流量が大きくなるといえる。また、Hagibisでは、台風本体の降水よりも先行性の降水が多いため洪水のピークが比較的早く、台風の最接近時付近には既に河口で洪水が発生するケースが散見された。

SuWATによる最大高潮偏差は全ての河口においてケース14が最も大きく、三河港で1.96 mに達した。ケース14では流量の値も比較的大きくなっており、危険な台風経路であると考えられる。それ以外の河口地点においても概ね同様の高潮偏差となっており、河口地点における高潮に大きな違いはないといえる。ケース14の台風経路は、三重県沿岸部を北上する経路であり、台風の接近前は北寄りの風が吹いており、外洋から湾に向かって海水が押し寄せられている。それが台風の通過とともに東寄りになることで三河湾の湾奥に対して吹き寄せが卓越する状況となり、高潮偏差が大きくなったものと推察される。

次に最大高潮偏差と最大流量の重複度に関して議論する。全ケースにおいて河口地点における高潮ピークと流量ピークの到達時刻差を求めた。図-3は各ケースでの時刻差（縦軸）と流路延長（横軸）の散布図で、プロットの大きさは最大流量を反映している。各河川での平均時刻差は、豊川で184分、音羽川で119分、梅田川で117分、佐奈川で100分、柳生川で93分とな

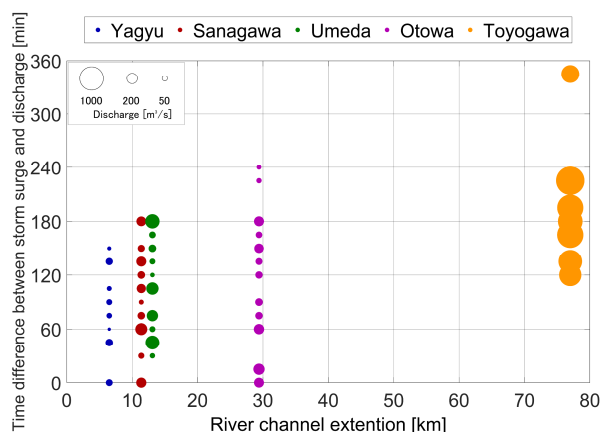


図-3 高潮と洪水のピークの時刻差と流路延長の散布図

った。またピーク時刻の差の標準偏差は、柳生川が最も小さく39分となっている。このことから、対象5河川において最も高潮と洪水のピークが重なりやすいのは柳生川であるといえる。また高潮・洪水のピーク時刻差は概ね河川規模に対応しているといえ、中小河川では大河川に比べて極めてリスクが高いといえる。また音羽川ではややばらつきが大きくなっているものの、豊川に比べてその他の中小河川の方が台風進路に関する標準偏差も小さい傾向にあり、いかなる台風経路であっても高潮・洪水が河口において重なりやすい特徴を示している。

最後に三河湾の河口域で、高潮・洪水の規模とその時刻差の両方を比較して、最も複合氾濫の発生リスクが高い台風経路について議論する。発生する高潮の規模が最も大きく、また高潮・洪水のピーク時刻差が最も短かったのはケース14の台風であり、5河川の平均で2.01 m、および48分であった。特にこのケースでは柳生川、佐奈川、音羽川では高潮・洪水が同時発生している。以上より、東三河地域においては三重県東部を北上する台風進路（ケース14）が最も危険なシナリオであることが明らかになった。

4. まとめ

本研究では大気-海洋-河川結合モデルを用いて東三河における複合氾濫リスクの評価を実施した。その結果、三重県沿岸部を北上する台風経路において、最も複合氾濫リスクが大きいことが明らかとなった。今回はHagibisを対象に経路アンサンブル実験を実施したが、異なる降水分布の台風でも同様の計算を実施することで、より頑健な複合氾濫リスク評価につながることを期待される。

参考文献

1. 豊田将也, 森信人, 金洙列, 澁谷容子: 大気-海洋-河川結合モデルを用いた中小河川の複合氾濫モデリング, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.78, No. 2, I_193-I_198, 2022.
2. 吉野純, 栗野優真, 豊田将也, 小林智尚: 2019年台風19号の大雨に関する擬似温暖化進路アンサンブル実験, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.77, No.2, I_1249-I_1254, 2021.