

三河湾における高潮発生時の水位変化特性の分析

豊橋技術科学大学

学生会員 ○中所雅裕

豊橋技術科学大学大学院

正 会 員

加藤 茂・岡辺拓巳

1. 概要

三河湾および伊勢湾では、風水害や津波などの災害の発生が数多く確認されている。1959年の伊勢湾台風による高潮災害では、記録的な被害を受け、我が国における防災への取り組みへの変曲点となった。2009年10月の台風18号による高潮では、三河湾においてT.P+3.15mの潮位（潮位偏差2.6m）が観測された。これは前述の伊勢湾台風による高潮の際に起こった潮位偏差に匹敵するもので、田原市を通る汐川は高潮堤防が整備されていたが越水し、住宅の全壊1棟、床上浸水46棟、床下浸水90棟の被害を出した。このような災害の発生に繋がるような急激な偏差の増大を、シミュレーションによって事前に正確な予測することは困難である。しかし、早い段階で潮位の上昇から高潮災害の可能性を示すことができれば、減災対策・対応に大きく貢献できると考えられる。そのためには、三河湾における高潮発生時の潮位変化の特性を分析し、異常な潮位上昇に繋がる水位変化の兆候を把握する必要がある。

そこで、本研究では、三河港における潮位観測データを分析することで、大きな高潮が発生する際の水位変化の特性を明らかにし、高潮発生時の兆候を把握することを目指す。また、三河湾内の他観測局（衣浦港、福江港）での水位変化と比較することで、三河湾の水位変化の特性を明らかにする。

2. 解析方法

本研究では、三河港において測定された潮位データの分析を行い、湾内の水位変化の特性を明らかにするため、三河港と同様の期間、間隔で測定された衣浦港と福江港との水位変化の比較も試みた。図1に各観測局の位置を示す。まず、最小自乗法による調和解析を行った。本研究では、2003年～2013年の各年1年間の観測潮位を用いて60分潮の調和解析を行い、その解析結果から天文潮位の推算を行った（推算潮位）。観測潮位からこの推算潮位を差し引くことで、潮位偏差を求めた。本研究では潮位偏差が60cm以上となる高潮イベントを解析の対象とした。

観測データの欠損等による異常値を除いた後、上記

の基準を超えた潮位偏差を確認したところ、2009年10月8日、2011年9月21日、2012年6月19日、2013年9月16日の4日が該当した。図2に2011年9月21日とその前後1日（計72時間）における潮位偏差を示す。2011年9月21日の高潮では、122.3cmの潮位偏差が発生した後、一度、偏差が減少し再び73.3cmの潮位偏差が生じた。また2013年9月21日においても同様の傾向を示す潮位偏差の変化が見られた。2011年9月21日のケースでは、再び上昇した際の2回目の潮位偏差が57.5cmと基準（60cm）を下回っていたが、2011年のイベントと同様の傾向が見られたため、それぞれ2回のイベントが発生したものとして、計6回のイベントを今回の解析対象とした。

3. 三河港の高潮発生時の水位変化特性

高潮発生時の三河港の潮位変化の様子を明らかにするために、潮位偏差と潮位偏差の変化速度の関係性を分析した。図3に、2011年9月21日14:20に最大潮位偏差が発生した高潮イベントにおける潮位偏差と潮位偏差の変化速度の対応関係と相互相関関数を示す。この図より、潮位偏差のピークは潮位偏差の変化速度に対して、約40分遅れて発生し、その変化傾向には0.8程度の高い相関があることが分かった。

さらに潮位偏差と潮位変化速度の関係性を明らかにするために潮位偏差と40分前の潮位偏差変化速度の関係性を解析した。図4に2011年9月21日の高潮イベント

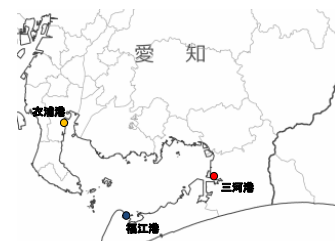


図1 各観測局の位置

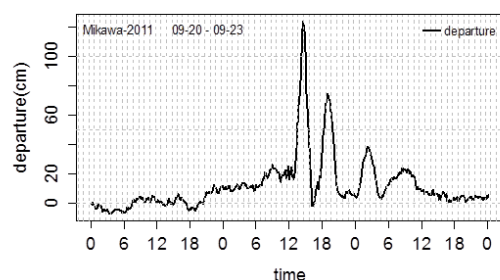


図2 2011年9月20日～23日の三河港の潮位偏差

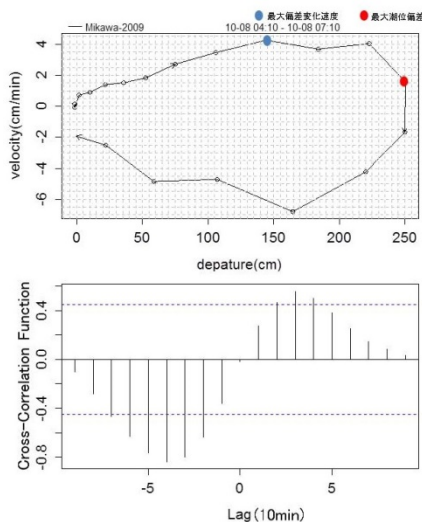


図3 高潮発生時の潮位偏差と潮位変化速度の関係，相互相関

の潮位偏差と40分前の潮位偏差変化速度の対応関係を示す．この図より，潮位偏差と40分前の潮位偏差の変化速度の間に線形性が見られた．上記の潮位偏差と偏差変化速度の対応関係は，他の高潮イベントにおいても同様の傾向が確認された．

三河港の潮位偏差と40分前の潮位偏差変化速度の間に線形性の関係が見られたことに着目し，単回帰分析による簡易的な潮位偏差の推算を行った．図5に潮位偏差推算の概念図を示す．求めたい推算値の40分～60分前（3点）の偏差と，それに対応する40分前の変化速度（3点）を用いて，単回帰分析により，偏差の推定式を求める．この推算により2009年の台風18号での観測潮位による最大潮位偏差250.5cmに対し推算値258.3cmとなり，誤差は7.8cmとなった．他のイベントでも同様に推算値を求めたところ，誤差の絶対値の平均は26.6cm，標準偏差は16.9cmとなった．

4. 三河港と衣浦港・福江港の高潮発生時の水位変化特性の比較

三河港と同様の分析を三河湾内に位置する衣浦港，福江港の観測潮位を用いて行うことで，高潮発生時の

水位変化特性を分析した．図6は2011年9月20日～23日の衣浦港，福江港と三河港の潮位偏差の比較を示している．解析対象の4日の高潮イベントにおいて，三河港と比較して福江港，衣浦港共に最大潮位偏差は小さく，緩やかな上昇を示した．また，衣浦港においては三河港に対し，潮位偏差のピークの発生が1時間50分～1時間前に発生しており，福江港では，30分前～同時刻に発生していることが明らかとなった．

衣浦港，福江港のデータを用いた潮位偏差と潮位偏差変化速度の関係性に関する分析では，三河港のような対象のイベント全てで一貫する特徴は見られなかった．これより潮位偏差と40分前の潮位偏差の変化速度の線形性は三河港のみの特徴であることが明らかになった．

5. 結論

三河港では高潮イベント発生時に，潮位偏差と40分前の潮位偏差変化速度の間に線形性を持った関係が見られた．さらに潮位偏差と潮位偏差の変化速度から40分後の潮位偏差の簡易的な推算が可能であることが示された．また，衣浦港，福江港での水位変化と比較し，三河港での潮位偏差の変化は両港での変化に比べて急激に上昇していることが明らかとなった．さらに，同じ高潮イベントであっても三河港での最大潮位偏差の発生時刻が最も遅く，潮位偏差の値は他の港より大きい．三河港にのみ，潮位偏差と40分前の潮位偏差の変化速度の間に線形性が見られることが明らかになった．これは三河湾における高潮の発生は台風の接近が主な原因であり，三河港が湾奥に位置するため，吹き寄せ効果による潮位の上昇の影響が強く，三河湾内の他の港と比較して潮位偏差が大きくなりやすいことが要因だと思われる．以上より三河湾内において，三河港が他の港に比べ高潮発生時に特徴的な上昇の特性を示すことが明らかとなった．

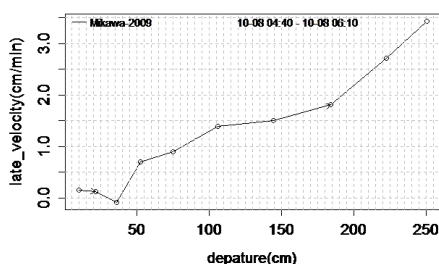


図4 潮位偏差と潮位変化速度（40分前）の関係

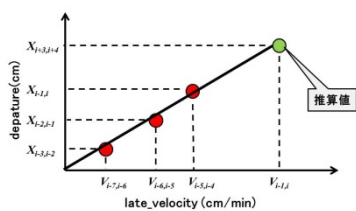


図5 単回帰分析による潮位偏差の推算の概略図

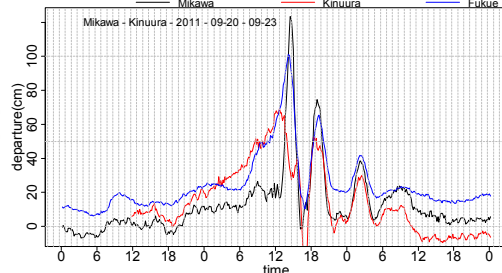


図6 2011年9月20日～23日の衣浦港と三河港の潮位偏差の比較