第Ⅱ部門　　高潮簡易予測における代表パラメータの選定に関する基礎的検討

大阪公立大学工学部都市学科　　学生員　○服部　瑞輝
大阪公立大学大学院工学研究科都市系専攻　　正会員　　中條　壮大

1．研究背景と目的

地球温暖化により，日本周辺において総台風数の低下とともに，強大な台風の比率が増加することが予測されている．台風特性の変化によって高潮リスクがどのように変化するかは関心が高いところであるが，低頻度から高頻度までの高潮イベントの変化を捉えるためには，膨大な数の台風シナリオに対し高潮解析を実施する必要がある．力学的数値シミュレーションとして，台風による風と気圧の場を外力とした長波方程式を解く手法が主であるが，鉛直断面平均の 2 次元解析であっても，例えば 1,000 年間相当の台風シナリオに対しては多大な計算時間が必要である．さらに将来予測については幾つものモデルアンサンブルで評価することが求められるため，さらに計算負荷が大きくなる．計算負荷の小さい簡易予測法として，台風特性値の代表パラメータを用いた回帰モデルを用いて最大潮位偏差を算定する方法がある．例えば気象庁 [1]は全国の代表地点において，中條ら [2]は大阪湾沿岸で以下のようなモデル式を提案している．

$$h = a(1010 - P) + b{W_{max}}^2 \cos(\theta_0 - \theta) \quad (1)$$

$$h = c\Delta P + dW^2 + eW_x + fW_y + gr_0 + hr + ir/r_0 \quad (2)$$

ここで，hは最大潮位偏差，PとW_{max}は現地の最低気圧と最大風速，θ_0は対象地で吹き寄せが最大潮位偏差をもたらす方位角，θは最大風速の方位角である．また式(2)の代表パラメータは全て台風最接近時の対象地における値が用いられており，ΔPは気圧深度，Wは最大風速，W_x, W_yは最大風速の東西・南北方向成分，rとr_0は台風中心までの距離と最大風速半径である．a~iは地点毎に求められる偏回帰係数である．

回帰モデルの代表パラメータにいつの，どの地点の，どのような台風特性値を用いるかは精度を高める上で重要である．最大風速などの代表パラメータが同じであっても，台風経路や移動速度が異なれば最大潮位偏差が変化する可能性はあるが，そういった視点で系統的な比較をした研究は見られない．本研究では代表パラメータが同じになる複数の台風シナリオに対し，経験的台風モデルで風と気圧場を生成し，非線形長波方程式で解析を行った．その結果から既往の簡易予測法に生じうる変動幅を評価するとともに，台風経路の違いが大阪湾内の高潮発達プロセスにどのような違いをもたらすのかを調べた．

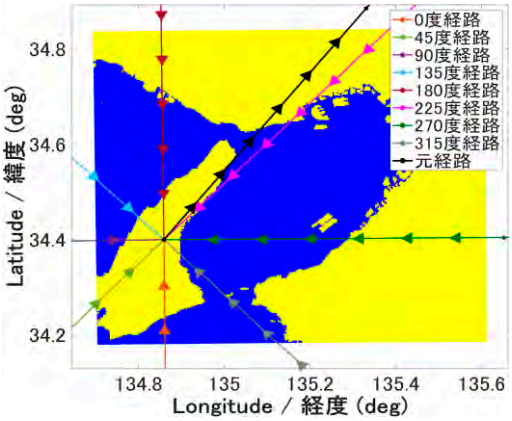


図-1　解析した台風経路

2．解析手法

非線形長波方程式の解法には SuWAT[3]を用いた．2430, 810, 270 m の 3 段階のネスティング計算を行い，九州から房総半島までの太平洋側を解析した．270 m の解析範囲は**図-1** に示すとおり大阪湾を包含している．大阪湾を囲む 56 地点で 1 分間間隔の水位を出力した．台風は中心気圧 910 hPa，最大風速半径 75 km，移動速度は 73 km/h で一定とした．台風経路は最終的に全て淡路島の北東部（E134.86°，N34.40°）を通過するが（**図-1** の黒線経路），そこに至るまでの経路は変化させている．凡例に示す方位角θはその分岐経路の進行方位を示し，北を 0 度，時計回りを正と定義した．θ= 40度の場合は大阪府港湾局の高潮浸水想定経路 [4]と一致する．このように経路設定をした理由は，台風接近時の回帰モデルの説明変数が同一になる条件で，直前の経路の違いが潮位に与える影響を評価するためである．

Mizuki HATTORI, Sota NAKAJO
sy23481r@st.omu.ac.jp, nakajo@omu.ac.jp

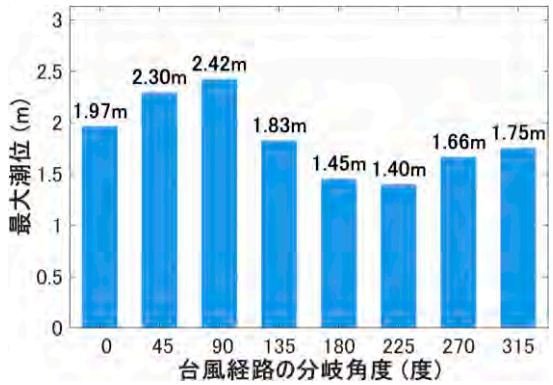


図-2　明石での最大潮位偏差の比較

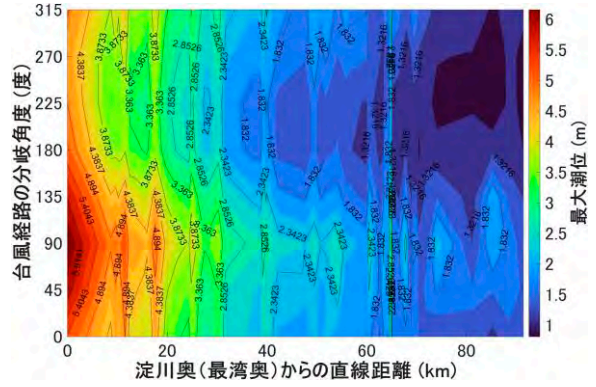


図-3　湾奥からの距離と方位角度が最大潮位に及ぼす影響

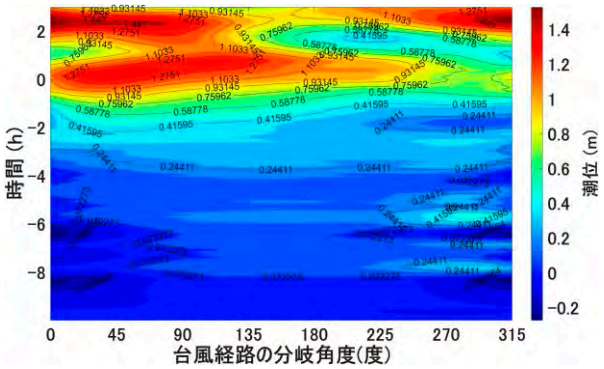


図-4　紀淡海峡での経路別の時系列潮位

3．計算結果

最大潮位偏差の変化について，明石を例として**図-2**に示す．式(1)および(2)の説明変数の値がいずれの経路でも同一である．すなわち回帰モデルではいずれも同じ最大潮位偏差を予測する．しかし実際には解析で得られた潮位が大きく異なるという結果が示されており，その変動幅は明石において 1.0 m ほどである．大阪湾内の他地点においても同様の傾向が見られた．この違いは最大潮位偏差を，ある一時刻におけるパラメータのみで決定することの難しさを示している．今回は経路差のみによる影響であるため，実際には中心気圧や移動速度といった台風諸元の接近前の違いが潮位に与える影響も考えられる．

4．経路変化による最大潮位偏差の特性

湾内 56 地点の湾奥からの直線距離および経路の分岐方位角が最大潮位偏差に及ぼす影響を**図-3** に示す．なお，大阪湾の東岸と西岸の区別はしておらず，作図に際しては内挿補間が行われている．図より，分岐方位角が 90 度となる経路では，湾奥からの距離の変化に対して潮位の等高線が尾根状に分布し，他経路よりも潮位が大きい．一方で 180-225 度付近では谷状に分布し，他経路よりも潮位が小さい．これらの経路では台風が北側から接近し，紀伊水道上の南風の作用時間が短いため，潮位が小さくなったと考えられる．90 度の経路と比較して，室戸台風の経路に類似する 45 度経路では最大潮位偏差がやや低い．これは明石海峡付近で生じる強い南東風により，湾内の海水が播磨灘方向へ流出しやすくなるためと考えられる．

紀淡海峡付近（湾奥距離 63-69 km）ではやや違った傾向が見られる．**図-4** に経路が転換する時刻を 0 時刻とした紀淡海峡での時系列潮位と分岐方位角の関係を示す．図より，0-315 度の経路で最大潮位を取ることや，分岐角度によっては揺れ戻しにより生じたと考えられる潮位の方が大きくなっていることが分かる．これは紀淡海峡付近で共通した傾向であることを確認している．

5．まとめ

回帰モデルの説明変数の値が同一となる条件での最大潮位偏差の変化幅を定量化した．また，室戸台風に近い経路より，直前まで 90 度で接近する経路で潮位がやや大きくなることが示された．ただし，その傾向は地点によって異なる．また，経路の変換点がどの程度遡及しても類似の作用が生じるかや，台風特性値との関係については，今後検討したい．

参考文献

1) 宮崎正衛：高潮の研究　その実例とメカニズム，成山堂書店，pp. 90-91，2003.
2) 中條壮大，迫間悠志：極端高潮を引き起こす台風抽出方法の検討と大阪湾における高潮リスクの将来変化，土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol. 78, No.2, pp.I_979-I_984, 2022.
3) S. Kim, T. Yasuda, H. Mase：Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves，*Applies Ocean Research*，No.30，pp. 311-322，2008
4）大阪府港湾局，高潮浸水想定区域図について，R2 年 8 月