

台風シナリオの変化が八代湾奥の高潮偏差に及ぼす影響について

熊本大学工学部 社会環境工学科 学生会員 中尾光、中條壮大、金洙列、山田文彦

1. はじめに

台風等の移動性低気圧が引き起こす吸い上げおよび吹き寄せ作用によって高潮と呼ばれる海面上昇が生じる。過去に熊本県では1999年の18号台風によって八代海の松合地区で11名の人命が奪われ、多くの浸水被害も生じた。現在の熊本県の高潮ハザードマップは、伊勢湾台風と同程度の強さの台風（最接近時930hPa）が、過去に大きな被害をもたらした台風と同じ、あるいは東西／南北方向に水平移動した経路を辿ったと仮定した計算結果に基づき、それらがもたらす最大浸水深の情報を合成して作成されている。

現行のハザードマップには、住民に予めその地域の危険箇所を知らせる意味が強い。しかし、台風自体は毎年の気象現象であり、ハザードマップで示された被害が毎回生じるわけではない。そのため、ある特定の気圧変化と経路を有する台風情報（台風シナリオ）に基づく予測結果のみの情報では、住民に狼少年効果を与えてしまい、却って実際の避難に結びつかない危険性も考えられる。また、高潮の生起頻度について評価する際にも、湾スケール毎に台風シナリオの変化が及ぼす影響を見積もる必要がある。これらの状況を鑑み、本研究では台風シナリオの変化が高潮偏差に及ぼす影響について、八代湾奥を対象とした検討を行った。

2. 台風シナリオの設定と高潮の評価指標について

既に中條らは2012年台風16号（Sanba）が既往の台風経路を辿った場合の八代湾奥における高潮偏差について検討している（2013、土論B2）。Sanbaは最発達時に900hPa、八代への最接近時に935hPaの中心気圧を有していた。これは既往台風内でも有数の強い台風に相当する。図-1は既往研究で示された最大風速と最大高潮偏差 $h_{\max}$ の関係である。この図より、同程度の風速であっても台風経路によって高潮偏差が大きくばらつくことがわかる。その他にも同研究では台風の通過方位や台風中心からの距離が $h_{\max}$ に及ぼす影響が考察されている。しかし、台風の移動速度や規模の変化がもたらす

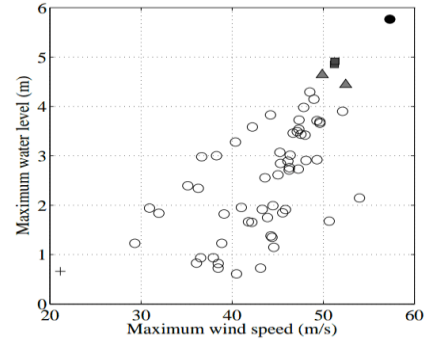


図-1 最大風速と最大高潮偏差の関係（中條ら(2013)）

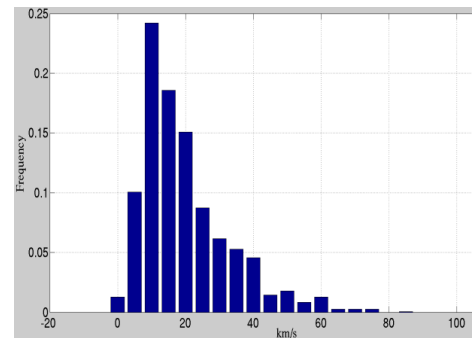


図-2 対象地付近における平均移動速度の頻度分布

影響については未解明であった。また、既往研究では高潮の評価指標として $h_{\max}$ のみを考慮していた。しかし実際には、ある堤防高さを超えている継続時間も、越流量を評価する際には重要な因子となる。

そこで、まず過去に九州地域を通過した台風の情報を全球台風データベースIBTrACS v03r04 (NOAA) より抽出し、接近時の台風特性の頻度分布を調べた。一例として移動速度の結果を図-2に示す。5km/hから85km/hの間に分布する中で10km/hから30km/hの比較的低速な台風が7割程度を占めている。高潮への影響として、移動速度は $h_{\max}$ と正の相関にあり、また逆に越流継続時間とは負の相関にあると考えられる。また、図は省略するが台風の規模に関し暴風半径の頻度分布、既往研究で設定されている $R_{\max}$ の変化幅についても検討した。越流量の間接的な評価に際して、以下の式で定義される越流量パラメーター V_{of} を用いた。

$$V_{of} = \int \max(0, (h - h_d)) dt \quad (1)$$

ここで h_d は護岸高さである。

3. 高潮計算の手法

本研究では、各台風シナリオを入力条件とした高潮計算のために、高潮・波浪・潮汐結合モデルSuWAT (Kimら、2008、App. Oce. Res.) を使用した。ただし、本研究ではモデルの精度検証時を除き、波浪と潮汐の影響を省いた計算を行った。SuWATでは、各時刻の台風中心位置、中心気圧、 $R_{\max}$ および移動速度の情報から藤井・光田の経験的台風モデルを用いて気圧と風速の空間分布を計算する。また、それらを非線形浅水方程式の圧力項および水面せん断応力項に与えて、leap frog法によって水面形と鉛直積分の流速の時間発展を計算する。今回、海底面の粗度係数は一律に0.025として与えた。北緯23.0-37.0度、東経121.0-141.0度の広範囲を効率的に計算するために、格子サイズの異なる(6000 m-270 m) 計算領域を3つ設け、ネスティング計算を行った。

4. 移動速度の変化が高潮に及ぼす影響

既往研究(中條ら、2013)で得られた $h_{\max}$ の上位4つ(図-1参照)の既往台風経路に対し、台風の移動速度を一定(10、30、70 km/h)で与えた台風シナリオ(中心気圧変化はSanbaの変化を緯度の2次関数で近似、 $R_{\max}$ は80kmで一定)を計12ケース作成し、それらに基づく高潮計算を行った。台風の経路図は省略するが、いずれも八代湾の北西を通過している。図-3に移動速度を変化させた際の $h_{\max}$ および V_{of} の関係を示す。図中の各記号は移動速度が◇: 10km/h、○: 30km/h、□: 70km/hとなる際の結果を示し、同色は同一経路を示す。 $h_{\max}$ と移動速度には正の比例関係があり、10km/hから30km/hに増加すると $h_{\max}$ は1.2-1.7倍に、さらに70km/hに増加すると1.7-2.0倍になった。この増加傾向には経路依存のばらつきがあるが、概ね同じ傾向があるとみなせる。また、 V_{of} と移動速度には負の比例関係があり、10km/hか

ら30km/hに増加すると V_{of} は0.4-0.5倍に、さらに70km/hに増加すると0.2-0.3倍に低下する傾向がみられた。ただし、あるケース(図中の灰色)については移動速度が低い時にやや異なる傾向を示している。

5. 最大風速半径の変化が高潮に及ぼす影響

3と同じ既往台風経路に対し、 $R_{\max}$ を一定(30、80、160 km)で与えた台風シナリオ(中心気圧変化は3と同様、移動速度は30 km/hで一定)を計12ケース作成し、それらに基づく高潮計算を行った。その結果、 $h_{\max}$ に対して、 $R_{\max}$ は単純な正負の相関傾向を示さなかった。そこで、図-4および図-5に示すように、最接近時の台風中心と対象地間距離 $L_{\min}$ を $R_{\max}$ で正規化した指標で整理することを考えた。図中の記号は $R_{\max}$ がそれぞれ、○: 30km、◇: 80km、□: 160kmとなる際の結果を示す。これらの図より、 $L_{\min}/R_{\max}$ がある適度な値(0.4-0.6付近)を取る際に、 $h_{\max}$ は最も大きくなることがわかる。また、 V_{of} については、今回の検討範囲では $L_{\min}/R_{\max}$ が小さいほど($R_{\max}$ が大きいほど)大きくなる傾向にある。こうした結果は、台風規模が大きいほど陸側に輸送される量は大きいので V_{of} は $L_{\min}/R_{\max}$ が小さいほど大きくなるが、 $h_{\max}$ には吹き寄せと吸い上げの重ね合わせの結果、最も発達しやすい距離 $L_{\min}/R_{\max}$ が存在することを示していると考えられる。

6. 結論

$h_{\max}$ と移動速度には正の比例関係が、 V_{of} と移動速度には負の比例関係がある。ただし、経路によっては移動速度が低い時に V_{of} の変化はやや異なる傾向を示す。また、 V_{of} は $L_{\min}/R_{\max}$ が小さいほど大きくなるが、 $h_{\max}$ には吹き寄せと吸い上げの重ね合わせの結果、最も発達しやすい距離 $L_{\min}/R_{\max}$ が存在することが示された。

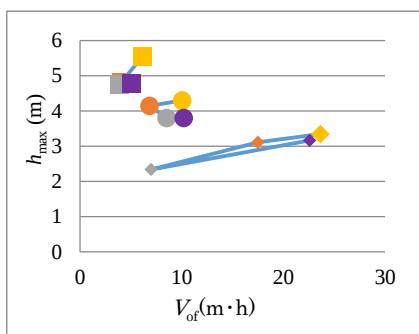


図-3 $h_{\max}$ および V_{of} の関係

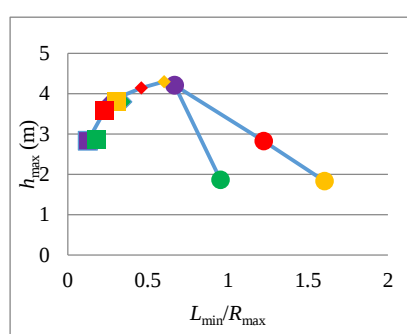


図-4 $L_{\min}/R_{\max}$ と $h_{\max}$ の関係

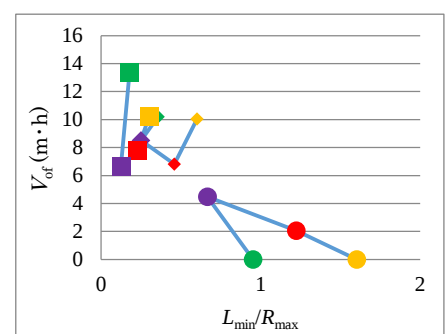


図-5 $L_{\min}/R_{\max}$ と V_{of} の関係