

沿岸低平地域における統合型氾濫解析システムの構築

八千代エンジニアリング(株) 正会員 ○石徹白伸也
八千代エンジニアリング(株) 正会員 天方 匡純

西島 武 正会員 吉田 武司 山中健二郎
高橋 努 (財)気象業務支援センター 鈴木 基雄

1. はじめに

東日本大震災による甚大な被害の発生を背景に、人命を対象とした防災計画は、これまでの施設計画を超える外力を対象とした、漏れのない危機管理対応が求められている。

特に、沿岸低平地では、温暖化に伴う平均海面の上昇や熱帯低気圧の増大によって高潮外力や降雨強度が増加し、これまでの気候条件下では起こり得なかった高潮災害の発生が懸念されている。また、現行の高潮災害避難計画では、複数の台風ケースに応じた最大の高潮氾濫情報を基本としており、高潮氾濫と同時に発生するおそれのある洪水や内水等を考慮していない場合が多く、実際の避難時には想定外の支障が起こる可能性が拭えない。

したがって、沿岸低平地の危機管理対応は、高潮氾濫と同時に起こりうる複合的な氾濫被害の発生や過程を想定して避難行動計画を立案することが不可欠である。

2. 統合型氾濫システムの構築

上記を背景に、沿岸低平地における適切な避難計画を検討するためのツールとして、想定台風の接近に伴う気象物理の過程に応じた降雨や風等の災害外力予測、ならびに沿岸海域から生じる河川を含めた高潮及び洪水による複合的な氾濫事象とを、一連の流れで解析可能な統合型氾濫解析システムを構築した(図1)。

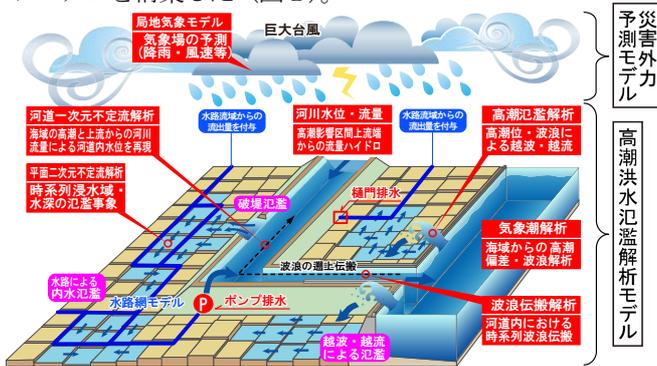


図1 統合型氾濫解析システムの構成・概要

高潮洪水氾濫解析モデルは、想定台風の接近に伴う沿岸・河川域での高潮位、豪雨による河川洪水や内水等の堤内地で起こりうる複合的な浸水過程を一体的かつ連続的に捉えて表現できるモデルである(3.1にて詳述)。

また、台風接近時の降雨量の推定は、治水計画にて一般に用いられる実績降雨の引伸ばし手法では、想定台風との気象学的な根拠が薄いことから、より現実的な降雨外力を予測するため、気象物理過程に基づいた災害外力予測モデルを導入した(3.2にて詳述)。

キーワード:高潮、内水、洪水、氾濫解析、局地気象モデル
連絡先:〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12 TEL03-5906-0700

3. 各モデルの概要と解析結果

3.1 高潮洪水氾濫解析モデル

高潮外力の予測は、沿岸域の細かな高潮偏差を捉えるため、二次元FEM解析(0.2~1km格子)による気象潮予測モデルを採用した。本モデルは経験台風モデル(気圧;Myersの式、海上風;傾度風成分と場の風成分を合成した風)より推算した気圧・場の風を入力条件とし、長波方程式に基づき気圧低下による海面の吸い上げ、風による吹き寄せに伴う高潮発生をメッシュ構成点で算出するものである。

モデル区域を対象に、伊勢湾台風規模の台風接近を想定し、気候変動(海面上昇0.6m、台風気圧深度15%増)を加味した高潮予測結果を図2に示す。高潮偏差約40cm、高潮位+1/2波高で約100cm高潮外力が上昇し、気候変動に応じた高潮外力の増大が表現できるモデルとなっている。

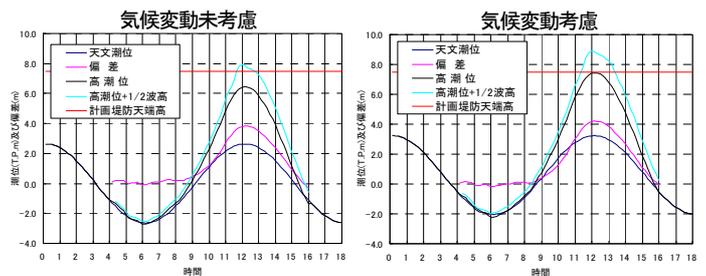


図2 高潮予測結果(潮位および偏差・波高の時系列変化)

氾濫事象の解析は、高潮・河川洪水・内水等による浸水を複合的に捉えるため、氾濫原には微地形や連続盛土、水路・排水機場等の排水施設を組み込んだ氾濫原モデルを構築した。また、高潮や洪水外力に応じた河川域や沿岸域からの越波・越流量に加え、氾濫原に降雨分布を直接与えることが可能なモデルである(図3)。

表1 高潮洪水氾濫解析モデルの構成概要

	高潮予測	氾濫解析
解析手法	二次元FEM解析(長波方程式)	河道;一次元不定流(波浪遡上考慮;高山の方式) 氾濫原;平面二次元不定流
メッシュサイズ	0.2~1km非構造格子	250m直交格子
初期値境界値	気圧;Myersの式 海上風;傾度風成分と場の風成分の合成	降雨;メッシュ直接入力 越流量;本間の越流公式 越波量;合田越波量推定図

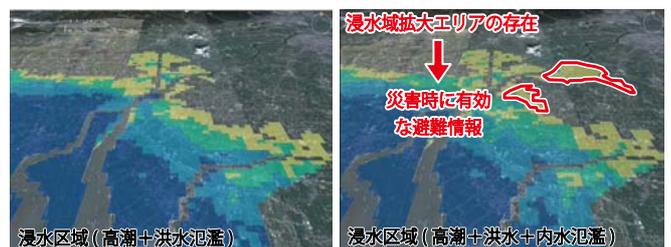


図3 氾濫解析結果例(内水氾濫考慮有無による比較)

3.2 災害外力予測モデル

最大外力の信頼性を高めるため、台風と総観気象場の相互作用や海面と地上地形等の影響を考慮した局地気象モデルWRFを導入した。気象場の境界値には気象庁GSM、海面温度にはNEAR-GOOSが公開している全球日別海面水温データを用いている。計算領域には日本と東南アジアの一部を網羅する領域Ⅰ(45km格子)と西日本を含む領域Ⅱ(15km格子)を設定し、2-wayNesting細分計算により台風進路・外力の予測精度を確保した。なお、台風中心付近における気圧示度の落ち込みを精度良く表現するため、台風ボーガス機能を併用して中心低圧部の再現性を高めている。

表2 モデル概要一覧

	内容
解析手法	WRF-Weather Research and Forecast
対象領域	北緯 0~50° 東経100~160° :45km格子 北緯22~37° 東経120~140° :15km格子
鉛直層数	27層(地上~100hpa)
物理過程	地表・大気間のエネルギー交換過程, 乱流輸送過程, 放射過程, 凝結・降水過程, 地表温度予測
初期値 境界条件	・気象場: 気象庁GSM-GPV ・海面温度: 全球日別海面水温データ(北東アジア地域全球海洋観測システム) ・台風ボーガス: ベストトラックデータにより台風を再設定
予報時間	84時間

領域Ⅰ(45km格子)

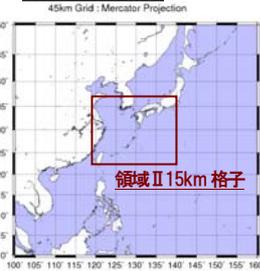


図4 解析領域図

当該地での発生台風から気象庁の台風情報ベストトラックを用いて中心気圧、最大風速、暴風域半径の3要素で得点化(順位付け)を行い、巨大台風(2004年18号台風、同年16号台風)を抽出した。

再現検証は巨大台風を対象に、台風の進路・中心気圧、降水量等の時系列変化を比較した。図5は台風進路と中心気圧の時系列変化を推算値とベストトラックとで比較したものである。台風は、ほぼ同様な進路で九州に接近しており、上陸時の中心気圧も概ね一致している。

図6には、上陸付近(長崎地点)での推算値と観測雨量との比較結果を示す。全体的な傾向やピーク値を概ね捉えており、モデルの妥当性が確認された。

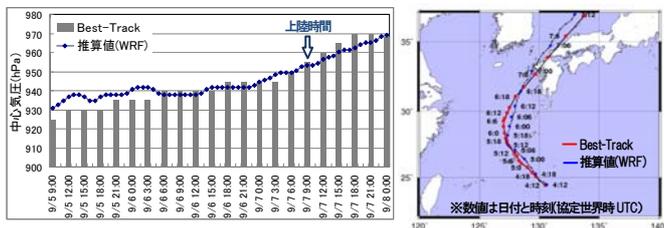


図5 再現結果(1) [左:中心気圧、右:台風経路]

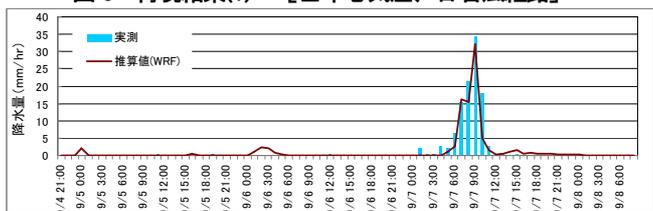


図6 再現結果(2) [降水量]

次に、現時点で起こりうる最大外力を試算するため、当該地で観測された台風諸元(中心気圧、最大風速、暴風域半

径)の最大値を組合せた最大級のモデル台風を発生させ、その上で台風発達に起因する海面温度を上昇させた最悪の気象場シナリオによるシミュレーションを行った。

表3に推算条件、図7、図8に2004年台風18号をベースとした推算結果を示す。モデル台風は北上途中で高い海面温度に伴う水蒸気の供給により勢力を増し、上陸時の中心気圧は917hpa(観測値945hpa)まで低下している。また、中心気圧の低下に伴い暴風圏が拡大し、特に台風の縁辺部にあたる長崎県対馬近傍や熊本県方面で降雨強度が増している。また、モデル台風の北上速度は速く、2004年台風18号の上陸時間よりも8時間ほど早くなる結果となった。

表3 推算条件一覧表

中心気圧	: 895hpa	8305台風実績値
最大風速	: 120kt	8613台風実績値
暴風域半径	: SE300nm×150nm	9713台風実績値
海面温度	近年での最高年; 2010年9月海面水温分布	

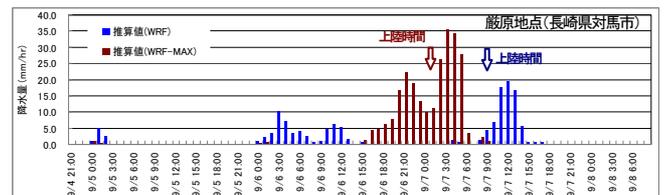
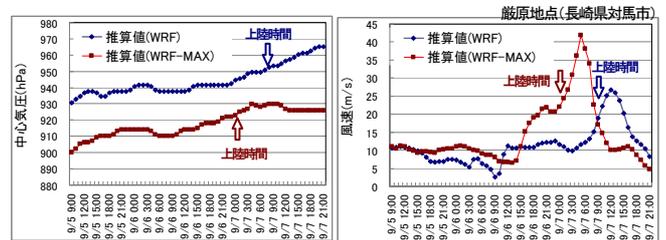


図7 推算結果 [上段左:中心気圧、上段右:風速、下段:降水量]

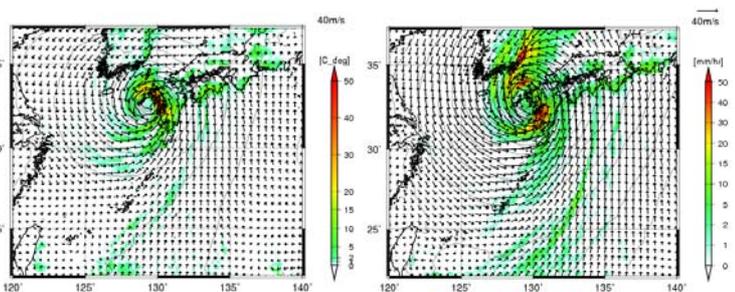


図8 風速・降水量分布 [左:現況、右:最大シナリオ]

4. 結論及び今後の課題

外力予測では、気象学的手法の導入により台風規模や気象場の変化に応じた外力強度の定量評価が可能となり、既往最大台風を上回る巨大台風の発生や、今後の温暖化に伴う最大外力の増加が明らかとなった。また、当該地の高潮に対するハザードとしては、内水氾濫による高潮避難経路の途絶に加え、台風接近に伴う暴風雨によって早期に避難が困難となる可能性が示唆される結果が得られた。

今後、これら統合的解析のさらなる再現性を高めるとともに、将来起こりうる最大外力の被災推定を実施して、人命被害ゼロに向けた危機管理対応を展開する必要がある。