

海洋流動モデル POM を用いた高潮推算における計算領域サイズの影響について

九州大学大学院工学研究院
九州大学大学院工学研究院

正会員 ○木梨行宏 山城 賢
フェロー 橋本典明

1. はじめに

わが国は台風常襲地帯であり、特に九州地方は多くの台風が接近するため、これまで高潮、高波により大きな被害を受けてきた。加えて将来的には、地球温暖化により、これまで以上に強大な台風の来襲が懸念されている。強化する台風による高潮、高波災害に対する適応策を考える上で、より精度の高い高潮推算モデルの開発が急務となっている。

近年では、小林ら¹⁾、金ら²⁾、村上ら³⁾などにより大気・波浪・海洋相互結合モデルが開発され、日本海や有明海、周防灘、伊勢湾などで高度な計算モデルを用いた高潮の再現計算がなされている。一方、数値計算の信頼性を向上させる上では、上記にあるような推算モデルの高度化に加えて、計算領域等の種々の計算条件を適切に設定することが極めて重要となる。

以上の観点から、本研究では、高潮推算における計算領域の設定に着目し、領域の大きさが高潮の推算結果に及ぼす影響について検討した。

2. 研究の対象領域

本研究では、台風による被害が多い九州地方の中でも、特に、潮位差が大きく、過去に幾度も高潮災害が発生している有明海と八代海を検討の対象とする。

対象領域は図-1に示すように大小2つの領域（領域①、②）を設定する。領域①は南西端（30° 2′ 24″ N, 128° 48′ 0″ E）、北東端（33° 30′ 0″ N, 131° 0′ 0″ E）で、格子サイズは0.02° × 0.02° であり、同様に領域②は南西端（31° 48′ 0″ N, 129° 48′ 0″ E）、北東端（33° 12′ 0″ N, 130° 42′ 0″ E）で、格子サイズは0.004° × 0.004° とした。この2つの領域を用いて計算領域の大きさが異なる2ケースの高潮推算を行う。すなわち、領域②のみでの推算をケース1とし、領域①から領域②へネスティングしたケースをケース2とする。また図-2に示すとおり、推算結果の評価点として、有明海と八代海の内部に位置する4つの潮位観測地点（大浦、口之津、三角、八代）を選定した。

3. 推算モデル

本研究では、気象モデルと海洋流動モデルを用いて高潮の解析を行った。気象モデルは米国大気研究所（NCAR）とペンシルベニア州立大学（PSU）で開発したメソスケール気象モデル NCAR/PSU Fifth-Generation Mesoscale Model (MM5)を用いた。これにより気圧場と

風場を計算し、その結果を高潮推算の外力（入力値）とした。海洋モデルは、プリンストン大学で開発されたσ座標系準3次元流動モデルである Princeton Ocean Model (POM)を後述するように気圧と風の時空間変化を考慮できるよう改良して用いた。

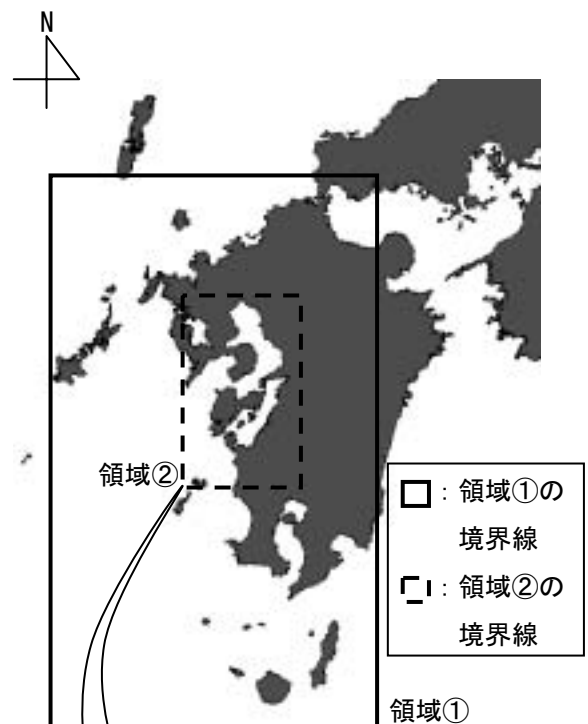


図-1 対象領域

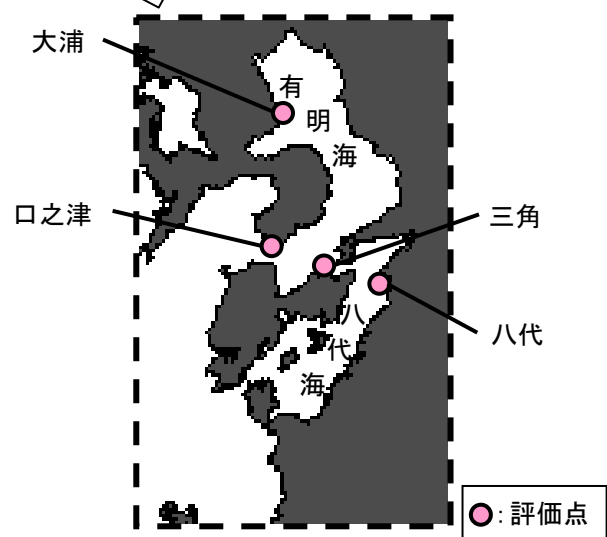


図-2 高潮解析の評価点

4. 境界条件

POMにおける潮位, 気圧, 風の入力について述べる.

4.1 潮位

開境界における潮位変化は, 国立天文台の全球海洋潮汐モデル (NAO.99b) による潮汐主要 16 分潮の外洋潮汐 (matsumoto ら⁴⁾) を境界値として与えた.

4.2 気圧場

気圧は, 静力学平衡を仮定し, 以下の式により, 気圧低下量を水位上昇量に変換した.

$$\Delta\eta = 0.991(1013 - P)$$

ここで, P : 気圧 (気象モデルの解析結果), $\Delta\eta$: 水位上昇量を示す. この水位変化量を POM の運動方程式に取り入れることにより, 気圧の効果を高潮推算に考慮した. また, 潮位を与える境界面では, 上式による水位上昇量を直接, 境界条件として潮位に上乗せした.

4.3 風場

海上風は, バルク式により海面の接線応力として POM の運動方程式に組み込む.

$$\tau_x = \rho_a C_f U_{10} \sqrt{u^2 + v^2} \quad (\text{東西成分})$$

ここで, ρ_a : 空気の密度, C_f : 海面抵抗係数, U_{10} : 海上 10m での風速の東西成分, u : 風速の東西成分, v : 風速の南北成分を示す. 海面抵抗係数 C_f は以下に示す本多・光易の式により算定した.

$$C_f(U_{10}) = \begin{cases} (1 - 1.890 \times 10^{-2}) \times 1.28 \times 10^{-3} & (U_{10} \leq 8.0 \text{ m/s}) \\ (1 + 1.078 \times 10^{-1}) \times 5.81 \times 10^{-3} & (U_{10} \geq 8.0 \text{ m/s}) \end{cases}$$

5. 検討結果

上記に示した解析方法をもとに高潮推算を行った. 対象とする台風は, 九州地方だけでなく日本各地に甚大な被害を与えた平成 17 年台風 14 号 (以下 T0514 号) とする. 推算期間は T0514 号が九州に接近した 9 月 5 日 0 時~8 日 0 時までとした.

図-3 に各評価地点における高潮偏差の観測結果と推算結果の比較を示す. まず, 観測結果と推算結果を比較すると, 高潮偏差が大きくなる 9 月 6 日 12 時~7 日 0 時付近において, 大浦を除いて概ね高潮偏差の波形は一致しており, 最大偏差の起時もほぼ一致している. つぎに, 計算領域の大きさが異なるケース 1 と 2 を比較すると, 全ての評価地点において, 高潮偏差の波形は概ね一致しているが, 高潮偏差の立ち上がりは, 計算領域が小さいケース 1の方が大きく, 高潮偏差の最大値もケース 1 が 0.05m 程度高くなった. また, ケース 1の方がより観測値に近い結果となった.

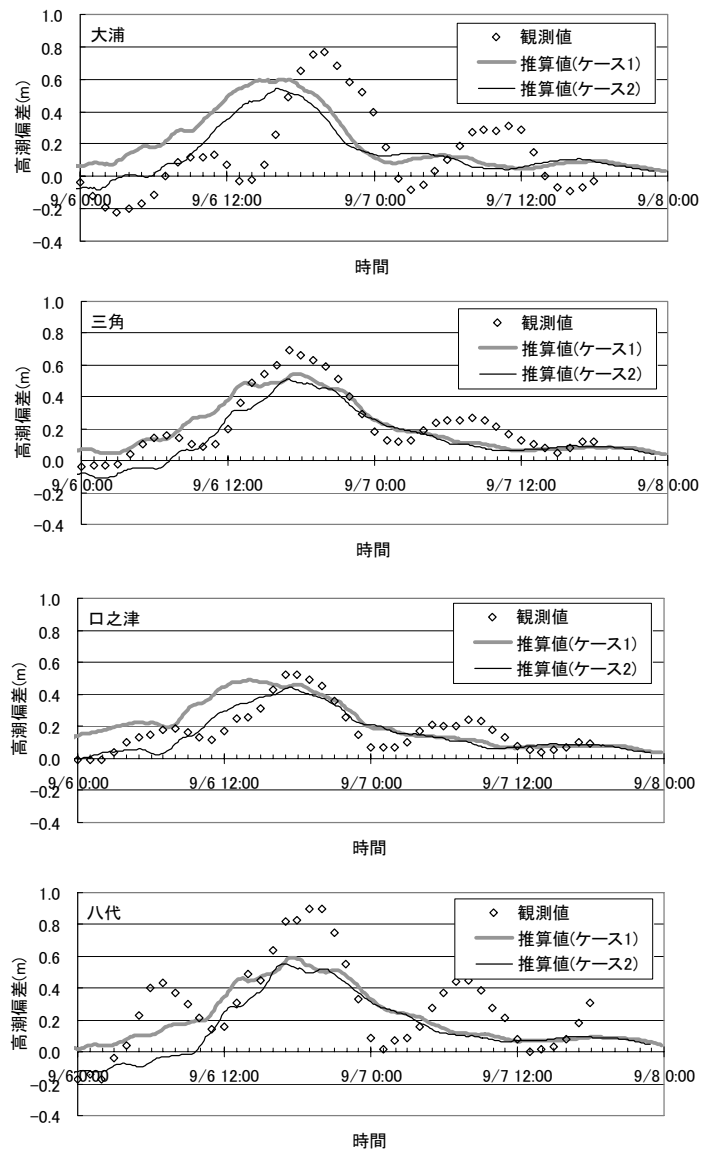


図-3 T0514 号来襲時における
各評価地点での高潮偏差の比較
(2005 年 9 月 6 日 0 時~8 日 0 時)

6. あとがき

高潮推算における計算領域の大きさの影響について有益な知見を得た. より詳細な検討結果については講演時に述べる予定である.

参考文献

- 1) 小林智尚・足立忠行・水谷英朗・安田孝志: 大気・波浪・海洋相互結合モデルの構築, 海岸工学論文集, vol.48, pp.221-225 (2001)
- 2) 金 庚玉・山下隆男: 大気・波浪・海洋相互結合モデルによる台風 9918 号の高潮・高波の追算, 海岸工学論文集, vol.51, pp.236-240 (2004)
- 3) 村上智一・安田孝志・大澤輝夫: 気象場と結合させた湾内海水流動計算のための多重 σ 座標モデルの開発, 海岸工学論文集, vol.51, pp.366-370 (2004)
- 4) Matsumoto, K., T. Takanezawa and M. Ooe(2000): Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan, Journal of Oceanography, Vol.56, pp.567-581