

西日本における気象津波の増幅過程に関する数値解析

広島工業大学 正会員 ○田中 健路
株式会社チモロ 伊藤 大樹

1. はじめに

気象津波 (Meteorological tsunami) とは、気圧などの海面における気象外力の空間分布によって生じる海洋長波のうち、地震津波と同程度の周期帯を持つもの[1]を表す。東シナ海に面する九州西岸では、中国大陸側からの大気重力波の長距離伝播により気象津波が発生し、長崎港などにおいて全振幅 1m を超える潮位副振動が度々観測されている[2]。また、2009 年 7 月 15 日には、梅雨前線北側からの乾燥空気の下降に伴う大規模な冷氣外出流により、長崎県対馬や山口県萩市などで浸水被害を伴う潮位副振動を観測している[2]。これまで気象津波に関する伝播計算研究は数多く行われてきているが、気圧波のライフサイクルをモデル化した計算研究は行われていない。本研究では、東シナ海スケールから内湾スケールの多重スケールに対応可能な海洋数値モデルを構築し、気圧波の発達・進行に伴う気象津波の伝播過程や内湾での振動特性に関する検討を行った。

2. 数値モデル

本研究では、Princeton Ocean Model [3]を基本モデルとして、多重ネスト計算に対応できるようにソースコードを改良した。ダウンスケール計算を行う際の方法として、子領域の側面境界からの水平距離に応じて、親領域の計算値と子領域の内部計算値との混合比 c を指数関数的に変化させて与えた(図-1)。

$$c(\Delta n) = \frac{\exp\left(\frac{\Delta n}{n_s}\beta\right) - 1}{e^\beta - 1} \quad 0 \leq \Delta n \leq n_s \quad (1)$$

子領域から親領域へのアップスケール計算は、上述で定義される混合比を逆転させることで与えた。

入力として与える気圧波は、個々の波の発生位置・周期・波形・進行速度をパラメータ化し、様々な波形・波数の気圧波を同時に与えることができるようにした。時間発展に関する関数は、最盛期の数値を 1 として、0 から 1 までの値を時間変化と共に変化する関数として与えた。

3. 単一の気圧ジャンプの進行に伴う気象津波の発達過程

単一の気圧ジャンプによる気象津波の例として、1979 年長崎港で発生した事例(第 3 波の最大全振幅

278cm)に関する計算を行った。計算領域は東シナ海全域規模(格子点間隔: 約 780m 間隔)、長崎・五島列島域(格子点間隔(約 130m 間隔)、長崎湾周辺域(格子点間隔約 33m)の 3 レベルのネスト計算を行った。気圧波は、図-2 の形状の線型的な単一気圧波を東経 121 度の中国沿岸から発生させ、その進行による波の発達を計算した。計算結果の一例として、気圧波の進行速度 31m/s、真西より約 10° 南側から気圧波が進行するパターンを例を図-3 に示す。中国側の水深 50m 前後の浅海域では、気圧波の進行速度 U が海洋長波の位相速度 $(gh)^{1/2}$ よりも大きい。そのため、正の気圧偏差の外に押し出されて波の前面で発達する押し波の進行が遅れ、正の気圧偏差域の内側で水位上昇を伴いながら進行する。沖縄トラフの西側から波が入射すると、トラフ上での気象津

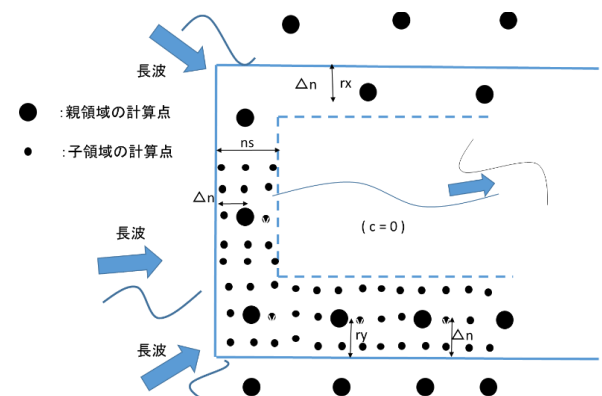


図-1 ダウンスケール計算の概要

キーワード 気象津波, 海洋モデル, 多重ネスティング, ライフサイクル, 沖縄トラフ

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区三宅2-1-1 広島工業大学環境学部地球環境学科

TEL 082-921-9426

波の位相速度の急増により、先行する押し波だけでなく気圧波の正偏差による海面下降域も気圧波に先行して進むようになる。その結果、長崎沿岸では気圧波よりも 30 分～50 分先行して気象津波が到達する。長崎湾内での振幅は、気圧波の進行方向によっても大きく左右され、北よりの場合には五島列島による遮蔽効果で 50cm 程度にとどまる一方、図-3 の事例では、長崎湾中部で第 3 波の振幅が 210cm を超え、実際の発生事例において第 3 波で最大となった結果とよく合致している。

4. 連続的な小規模な気圧波の進行による湾内での振動特性

周期 20 分の連続した気圧波を東経 125 度北緯 30.2 度上の海上で与え、鹿児島県甬島上空を通過するように気圧波を進行させ、甬島浦内湾内での振動特性について計算を行った。図-4 は湾内の水位の計算値に対して連続 wavelet 変換を施したものである。計算開始 3 時間後以降、現地観測[4]で明らかとなっている周期 12 分, 24 分付近の振動が卓越し、それぞれの周期帯が交互に強弱を繰り返している。入力条件として与える気圧波の波数によってもそれぞれの強弱の入れ替わりが複雑に変化するため、今後更なる詳細な解析が必要である。

5. まとめ

九州西岸に接近する気象津波は沖縄トラフ通過時の位相速度の急増により、気圧波に 30 分～50 分程度先行して湾内での振動が発生する。そのため、離島での気圧微変動の早期検出だけでは予測が間に合わない可能性が考えられる。気圧波群が到来する場合、周期が同一であっても波の個数によっても特定の周期帯の強められ方が多少異なる。

参考文献

- [1] Defant A. (1961) Physical Oceanography, Oxford, London and Paris: Pergamon Press p.234-235.
- [2] Tanaka, K. (2012) On meteotsunami around Tsushima Straits generated by the baiu front, Natural Hazards, vol. 63, pp.805-822.
- [3] Mellor, G. L. (2004). Users guide for a three-dimensional, primitive equation numerical ocean model.
- [4] 浅野敏之, 山城徹, 竹下彰, 坂本裕昭, 西村規宏. (2011). 上甬島浦内湾における「あびき」の現地観測. 土木学会論文集. B2, 海岸工学, 67(2), 176-180.

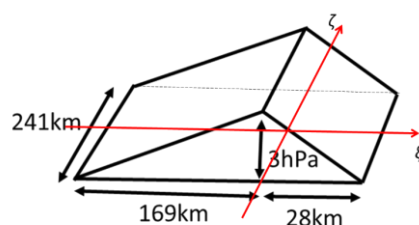


図-2 単一気圧波モデル

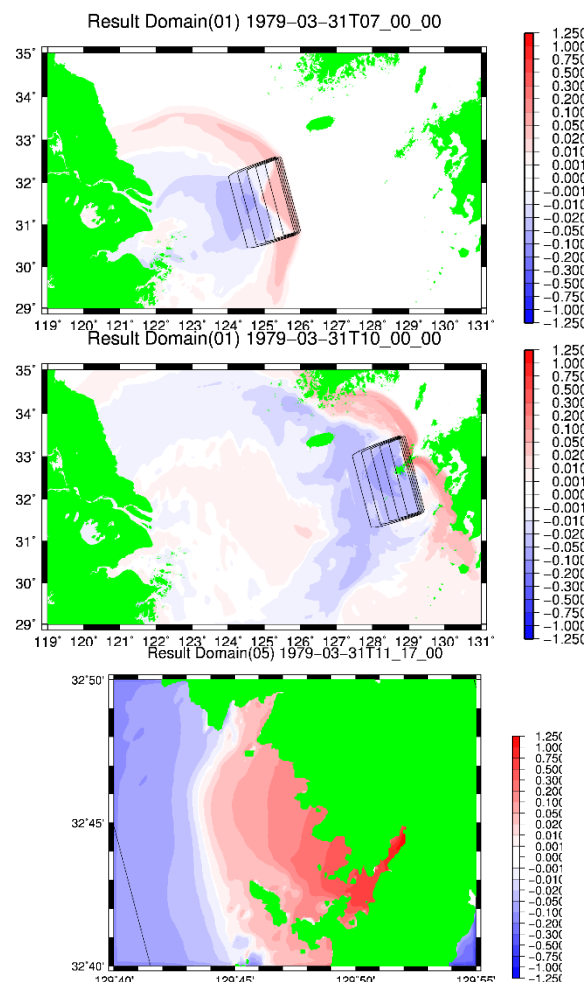


図-3 東シナ海上の単一気圧波の進行による水面変化量の分布

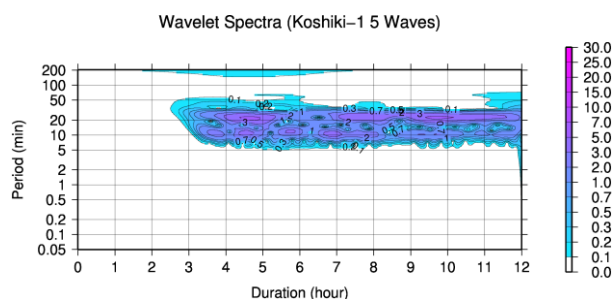


図-4 気圧波列(周期 20 分 15 波, 2hPa)が鹿児島県甬島を通過する際の甬島浦内湾内の水位時系列データに対する wavelet 変換による振動特性