

1771 年明和津波の波源推定におけるサンゴ礁地形の効果

東北大学 学生会員 宮澤 啓太郎
 東北大学大学院 後藤 和久
 東北大学大学院 正会員 今村 文彦

1. 序論

沖縄県宮古-八重山諸島を襲った 1771 年 4 月 24 日、明和津波が発生し、南琉球諸島の宮古-八重山諸島を襲った (図 1)。石垣島における最大遡上高は 30m と推定されており、津波による犠牲者は約 12,000 名であったと言われている (Nakata and Kawana, 1995)。気象庁により、地震のマグニチュードは $M_w=7.4$ と推定されているが、最近の研究によると、石垣島ではそれよりも強い揺れがあった可能性がある。現在も波源の特定には至っていないが、その理由としては、(1) 既往の研究では、ここ数年で進んだ歴史的、地質学的研究といった波源モデルを評価する上で重要な要素が考慮されていないこと、(2) 石垣島などでの高精度地形データが、最近になって使用可能になったこと、などが挙げられる。特に、宮古-八重山諸島には、海岸線から沖側に向かって、最大約 1.5km の幅で広がるリーフがあり、その水深は深いところでも 4m 程度である。したがって、リーフによる津波の減衰が考えられ、津波の波源モデルを推定する上で、このようなリーフを考慮する必要がある。本研究では、沖縄県のハザードマップ作成にも用いられた (山下ら, 2008)、宮古-八重山諸島における裾礁を含む高精度の地形データセット (セルサイズは 50, 100, 300m) を入手した。このデータセットを用いて津波の伝播及び遡上の数値計算を行うことで既往の津波波源モデルを再検証し、幅広い裾礁が数値計算結果にどのような影響を与えるのか確認する。

2. 数値計算条件

図 2(a), (b) はそれぞれ、石垣島の東海岸に位置する伊野田周辺の旧地形データ (以降 OBD と略する) 及び新地形データ (以降 NBD と略する) の 5 m コンター図である。両

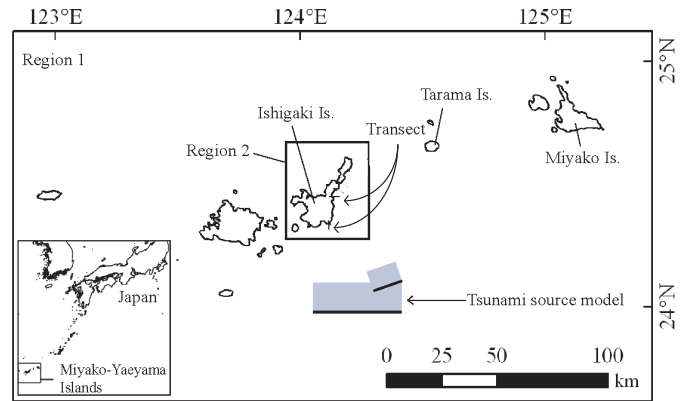


図-1 計算領域及び今村ら (2001) による波源の位置

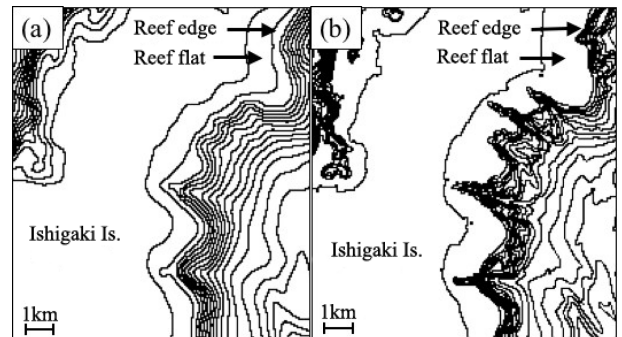


図-2 石垣島東海岸での (a)OBD 及び (b)NBD の 5m コンター図

者では、リーフフラットの幅や水路の形状が大きく異なることが分かる。特に、航空写真から得られたリーフフラットや水路、そしてリーフエッジの形状が、新地形データに含まれている。

明和津波に関しては現在までにいくつかの波源モデルが提案されている。その中で、今村ら (2001) によって提案された断層及び地すべりを考慮したモデルは、石垣島での遡上高を良く再現出来ている。本研究では、OBD と NBD を用いて、このモデルの再評価を行う。

外海での津波の伝播を計算するために、Region 1 では球面上での浅水波を記述する線形長波方程式 (Goto et al., 1997) を、コリオリ力を考慮して用いた。さらに、沿岸域及び遡上

域 (Region 2) での津波の伝播を推定するために、直交座標系での浅水波を記述する非線形長波方程式を、底面摩擦を考慮して用いた。そして staggered leap-frog 法を用いて上記の方程式を差分化した (Goto et al., 1997)。計算は、広領域 (Region1) と狭領域 (Region 2) の 2 領域を接続して数値計算を行なった。また、地形データの違いによって水位や遡上高にどのような差が生じるのかを確認するために、石垣島南海岸の白保と東海岸の桃里において、沖側から裾礁を通過し内陸へと向かう側線を設定し (図 1)、この側線上において、津波の第一波の時系列水位及び各地域での最大遡上高を出力した。白保は幅広いリーフフラットが広がる地域であり、桃里は水路が大きく切れ込んでいる地域である。

3. 結果と考察

図 3, 図 4 は NBD と OBD を用いた計算の結果得られた、白保と桃里付近の測線上での第一波到来時 (点線) と通過直後 (実線) の水位を示している。NBD を用いた白保でのリーフフラット上の水位は、到来時に比べ通過直後は約 30% 低くなっている。それに対し OBD では、この減少率は約 17% である。また、白保における NBD, OBD での遡上高はそれぞれ 23.3 m, 35 m である。一方桃里では、NBD は水位が約 10% 増加し、OBD では約 15% 減少しており、NBD, OBD での遡上高はそれぞれ 22.1 m, 20.4 m である。NBD は、白保での幅広いリーフフラットや、桃里付近での水深の深い水路を良く再現している。そのため、白保では底面摩擦の効果がより大きくなり水位が減少した結果、遡上高が小さくなったと考えられる。一方、桃里では水路で水深が急激に浅くなることで波高が大きくなり、リーフフラットも狭いために水位があまり減少せず、遡上高が大きくなったと考えられる。

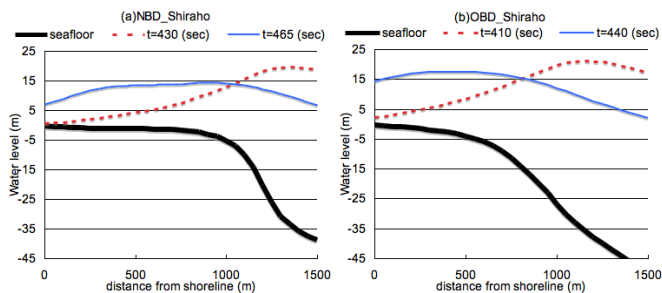


図-3 石垣島の白保及び桃里付近の測線上における第一波の水位変化

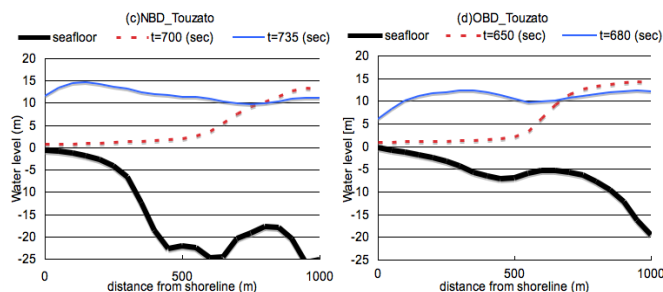


図-4 石垣島の白保及び桃里付近の測線上における第一波の水位変化

4. 結論

今回の結果は、津波の遡上過程において、幅広い裾礁 (<1.5 km) が津波エネルギーの減衰に大きな影響を与えることを示している。この結果から、OBD を用いた既往の波源モデルは津波遡上高を過大評価、もしくは過小評価している可能性がある。したがって、これらのモデルは、NBD を用いて再評価する必要がある。

5. 参考文献

Goto, C., Ogawa, Y., Shuto, N. and Imamura, F. (1997): IUGG/IOC Time Project, Numerical Method of Tsunami Simulation with the Leap-Frog Scheme. IOC Manuals and Guides 35, pp. 130, UNESCO.

今村文彦, 吉田功, アンドリュー・ムーア (2001): 沖縄県石垣島における 1771 年明和大津波と津波石移動の数値解析, 海岸工学論文集, 第 48 巻, pp. 346-350

Nakata, T., and Kawana, T. (1995): Historical and prehistorical large tsunamis in the southern Ryukyus, Japan. In Y. Tsuchiya and N. Shuto (eds.), Tsunami: Progress in Prediction, Disaster Prevention and Warning, pp. 211-222, Kluwer Acad., Dordrecht, Netherlands.

山下隆男, 中村佳輝, 宮城栄喜, 岡秀行, 西岡陽一, 竹内仁, 喜屋武昂, 星宗博 (2008): 沖縄沿岸域における津波・高潮の浸水・被害予測, 海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.306-310