

石垣島南部におけるサンゴ巨礫の運搬再現数値計算による先史時代の津波規模評価

東北大学大学院

学生会員 ○久松 明史

東北大学災害科学国際研究所

非 会 員 後藤 和久

東北大学災害科学国際研究所

正 会 員 今村 文彦

1. 序論

沖縄本島の南西にある先島諸島(図-1)のサンゴ礁上や海岸、内陸の低地には無数のサンゴ巨礫が存在する。巨礫は世界中の海岸に存在するが、先島諸島の巨礫は台風によって打ち上げられたものと津波によって打ち上げられたものの区別が可能な数少ない事例である(Goto et al., 2010)。また、巨礫の表面のサンゴの放射性炭素年代測定を行なうことで、巨礫の離水年代を推定することが可能である。先島諸島にある津波によって打ち上げられたハマサンゴ巨礫の表面のサンゴの放射性炭素年代値から、先島諸島ではBC350-100, AD100-400, AD400-700, AD700-900, AD900-1300, AD1300-1500, AD1500-1700, AD1700-1900(=1771年)に津波が来襲していたと推定されている(Araoka et al., 2012)。

一方、古文書の記録等から、1625年および1771年に津波があったと考えられ(Araoka et al., 2012)、中でも1771年の八重山地震津波(いわゆる明和津波)は、石垣島と宮古島での合わせて1万人以上の犠牲者が古文書に記録されており、石垣島で最大約30 m遡上したと推定されている(Goto et al., 2010)。しかしながら、明和津波以前の津波の規模は不明であり、明和津波と同等規模の津波が繰り返していたのかがわかっていない。そこで、石垣島南部にある島最大のサンゴ巨礫(通称、津波大石)に注目し、その巨礫の運搬堆積を数値計算によって再現することで、明和津波以前の古津波の規模を評価した。また、それぞれの津波波源モデルによる石垣島南部の津波遡上分布と明和津波の浸水遡上痕跡点を比較することで、津波規模の比較を行なった。

2. 手法

津波大石は石垣島最大のサンゴ巨礫であり、石垣島南部の海岸から約100 m内陸(標高約10 m)に堆積している、12.8×10.4×5.9 mの複数のサンゴが重なってできた巨礫である。最も新しい部分の放射性炭素年代値は1980+/-80

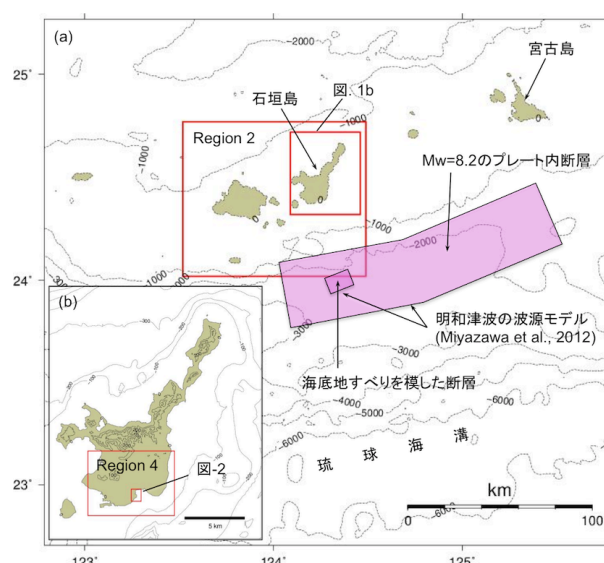


図-1 (a) 先島諸島と明和津波の波源モデル(Miyazawa et al. (2012)). (b) 石垣島と津波大石のある領域(図-2)。

yrBPを示す(河名・中田, 1994)。暦年校正の結果、BC210-AD70に離水したと考えられることから、BC350-100の津波イベント(第1章参照)とおおむね一致する。重さは空隙を考慮しても500トンを超えると考えられる。明和津波では動いていないと推定されている(Goto et al. 2010)。津波大石の初期位置は礁斜面水深10 m以浅であると推定されている(河名・中田, 1994)。サンゴは低潮位面より上に成長できないことから、津波大石がBC350-100の津波によって礁斜面水深7-10 mから離水し、巨礫全体が低潮位時に水上に露出する標高-1 m以上の位置まで打ち上げられたと考えられる。このとき、BC350-100の津波によって現在地に達し、その後の津波によっては移動させられなかった可能性、またはBC350-100の津波では現在地には到達しなかったものの、明和津波が来襲するまでの間の6回の津波のすべて、あるいはいくつかの津波の波力によって、最終的に現在地に堆積した可能性が考えられる。本研究では、この両方の過程を数値計算によって再現した。そして、津波大石が現在地に堆積するまでの約2000年間の津波シナリオを考えた。このとき、津波波源モデルとしてMiyazawa et al. (2012)による明和津波の

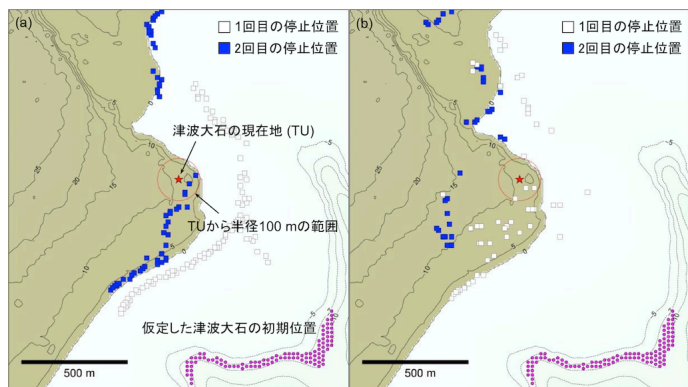


図-2 (a) 津波大石の現在地，仮定した初期位置およびLv. 4 による津波の1回目の停止位置と2回目の停止位置. (b) Lv. 7による津波の1回目の停止位置と2回目の停止位置. モデルを参考に，津波大石の現在地（地点TU）での浸水深が1-8 mになるようなLv. 1-8までの8段階の津波波源モデルを想定し，その組み合わせを消去法によって制約した．なお，巨礫移動数値計算には，Imamura et al. (2008) が提案したBTTモデルを用いた．

3. 結果

石垣島南部での明和津波の浸水遡上痕跡点との比較の結果，Lv. 4-6のモデルが概ね明和津波と同規模であることが分かった．Lv. 1-3のモデルは過小評価な点が多く，Lv. 7-8のモデルは過大評価の点が多いことがわかった．

Lv. 1-3の津波は，1回目で巨礫を標高-1 m以上に移動できなかったため，放射性炭素年代値を説明できない．Lv. 1-2は，7回発生しても巨礫を現在地付近（地点TUから半径100 m以内）まで移動することができなかったが，Lv. 3の場合，4回目で巨礫は現在地付近に到達し，その後は全く動かなかった．Lv. 4-6の津波は1回目で巨礫を標高-1 m以上に移動させることができた．さらに，2回目で巨礫は現在地付近まで移動し（図-2a），その後の津波では多少移動するものの現在地付近に留まった．一方，Lv. 7の津波が1回発生すると巨礫は現在地まで移動し，2回目には現在地付近からさらに移動し，遠ざかった（図-2b）．Lv. 8の津波が発生すると，巨礫は大きく移動し現在地を通過した．

4. 議論

今回の数値計算の結果から，津波大石の堆積過程は大きく分けて2つのシナリオが考えられる．Lv. 7の津波がBC350-100に発生し，その後明和津波までにLv. 6以下の津波が6回発生したというシナリオ（シナリオ1）と，Lv. 4-6の津波がBC350-100に発生し，その後明和津波までの

6回のうち1回以上Lv. 4-6の津波が発生し，Lv. 7以上の津波は発生しないというシナリオ（シナリオ2）である．

一方，津波大石の数値計算以外の条件によって，古津波の規模をさらに制約できる可能性がある．例えば，Sato et al. (2013)による古地磁気学的研究から，津波大石が2回の津波によって回転させられたことが示唆されている．このことから，シナリオ1および2における2回目から7回目の津波のうち，1回はLv. 4-6でそれ以外の5回はLv. 1-3であったと言える．また，Araoka et al. (2012)は石垣島北東部の海岸線付近にあるハマサンゴ巨礫（通称，バリ石）が現在の大きさ（長軸9 m）に成長して津波で打ち上げられるまでの間に，この巨礫を移動させる津波は発生していないと仮定し，AD1300-1500，AD1500-1700の津波はこの巨礫への影響が小さいものであったと述べている．ゆえに，シナリオ1および2における6回目と7回目の津波の影響範囲を制約することができる．

5. 結論

津波大石の運搬過程の数値計算から，明和津波よりも前に少なくとも一度，明和津波相当の津波が発生していたことがわかった．ひとつの巨礫のみから過去の津波履歴シナリオを特定することは困難であるが，複数の巨礫や，古地磁気等の複数の情報を加えることで，過去の津波規模をさらに推定できると期待される．

参 考 文 献

- Araoka, D., Yokoyama, Y., Suzuki, A., Goto, K., Miyagi, K., Miyazawa, K., Matsuzaki, H., Kawahata, H. (2013) Tsunami recurrence revealed by Porites coral boulders in the southern Ryukyu Islands, Japan. *Geology*, 41, p.919-922.
- Goto, K., Kawana, T., Imamura, F. (2010) Historical and geological evidence of boulders deposited by tsunamis, southern Ryukyu Islands, Japan. *Earth-Science Reviews*, 102, p.77-99.
- Imamura, F., Goto, K., Ohkubo, S. (2008) A numerical model for the transport of a boulder by tsunami. *Journal of Geophysical Research*, 113, C01008, doi:10.1029/2007JC004170.
- Miyazawa, K., Goto, K., Imamura, F. (2012) Re-evaluation of the 1771 Meiwa Tsunami source model, southern Ryukyu Islands, Japan. *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Springer, 31, p.497-506.
- Sato, T., Nakamura, N., Goto, K., Minoura, K., Nagahama, Y. (2013) Viscous remanent magnetization of individual boulders in Ishigaki Island and its application to estimate the paleo-tsunami histories. *American Geophysical Union Fall Meeting abstract*, GP41A-1104.
- 河名俊男・中田高 (1994) サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期，*地学雑誌*，103，p.352-376.