

2018年スラウェシ島地震・地すべりによるパル湾での津波の波源推定

東北大学	工学研究科	学生会員	○倉本 和俊
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	Anawat SUPPASRI
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	Kwanchai PAKOKSUNG
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	今村 文彦
常葉大学	社会環境学部社会環境学科	正会員	阿部 郁男
Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Indonesia		非会員	Abdul MUHARI

1. 序論

2018年9月28日にインドネシア，スラウェシ島でM7.5の地震が発生し，スラウェシ島パル湾では津波や液状化により大きな被害が生じた．本震は横すべり地震であるため，地震のみではパル湾に来襲した津波を再現することができず，SNS資料や衛星画像から湾内での地すべりにより津波が発生したと考えられている．しかし，地すべりの位置，規模を決定するのは容易ではなく，そのため正確な浸水分布を求めることができていない．いち早く復興計画を策定するために浸水分布を求める必要があり，正確な再現計算が必要である．そこで本研究では，浸水分布を求めるための第一段階として，検潮所の波形に注目して地すべりによる津波の波源を推定することを目的とした．

2. 手法

(1) 単位すべり量の断層モデルによる津波数値解析

計算負荷と波源設定の容易さから，初期水位はOkada(1985)に基づく断層モデルを用いて求めることとした．図-1に示すようにパル湾内に断層を設定し，単断層の津波伝播計算を行なった．各ケースの断層パラメータは表-1に示した値を用い，走向のみ岸に対して平行にするため区域ごとに変化させた．断層モデルでは一般的に水位の時間発展を考慮しないが，地すべりが徐々に進行することから時間発展を考慮した場合も計算した．また，地すべりは地震による津波とは異なるため，設定した断層による地形変化は考慮せず，水位のみ変化させて初期水位とした．地形データはインドネシア機関が公開するデータを30mにリサンプルしたデータを用いた．津波数値解析はGoto et al.(1997)のTUNAMI-N2

表-1 断層パラメータ

断層長さ [m]	断層幅 [m]	深さ [m]	すべり量 [m]	傾斜角 [°]	すべり角 [°]
1000.0	1000.0	150.0	10.0	45.0	-90.0

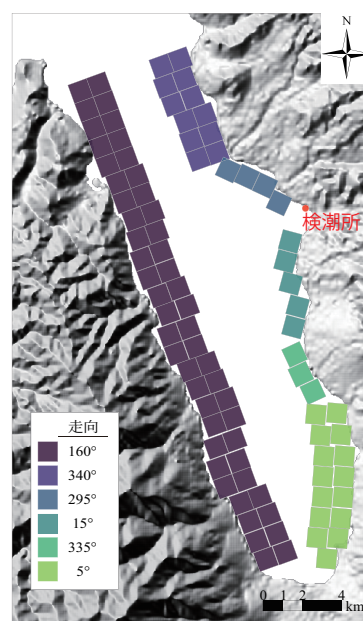


図-1 パル湾内に設定した断層の位置と走向

コードにより計算し，時間格子間隔は0.1秒，再現時間を第2波までが含まれる20分とした．

(2) 最小二乗法による逆解析手法

津波数値解析により得られた検潮所の計算波形を用いて，津波波源の逆解析を行った．観測波形は計算波形の重ね合わせで表現できると仮定し，以下の式のように誤差の二乗和が小さくなる係数を求める最小二乗法を用いた．

$$\min \|y - Ax\|^2$$

$$\text{subject to } x \geq 0.0$$

y は観測波形， A は計算波形行列， x は係数を表す．すべり量は負になることはないため，非負条件の制約のもと求めた．以上により求めた係数をすべり量に乗じた水位を，本研究での波源推定結果とする．

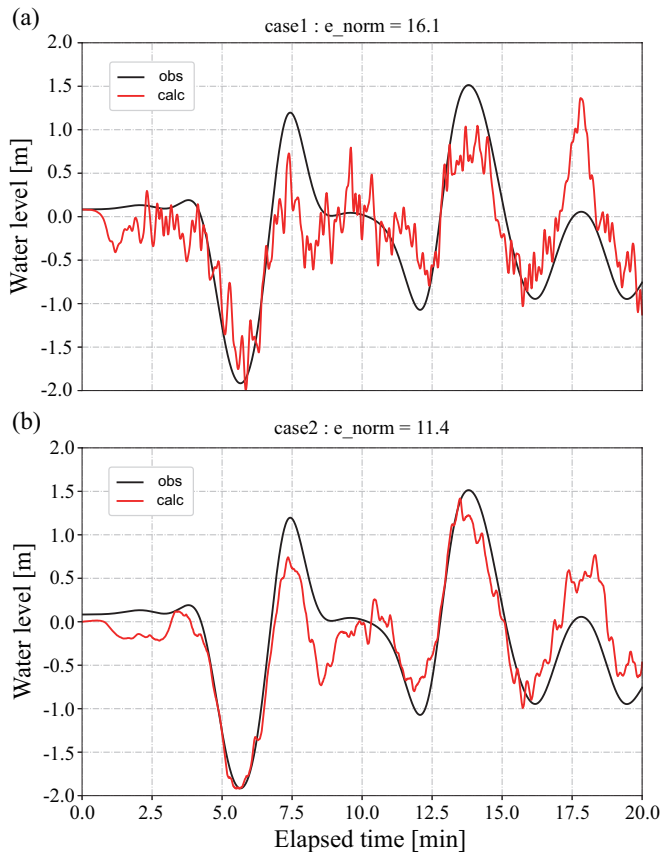


図-2 観測と逆解析の波形比較 (a) case1 (b) case2

3. 結果

断層破壊の時間発展を考慮しない場合をcase1, 考慮した場合をcase2として以降の結果を示す。case2の断層破壊時間は地震発生後0-60秒とした。逆解析により得られた波形を図-2に示す。図-2よりcase1, case2ともに第1, 2波の波形をある程度再現できていることが分かる。特に第1波の引き波はよく再現できていると言える。また, case1は波形にノイズが大きく含まれているが, case2は影響が小さくなり再現精度が向上している。これより時間発展を考慮したことにより, 波形の観点からのみであるが, 断層を仮定しても地すべりに近づけることができると考えられる。続いて, 逆解析による波源推定結果を図-3にそれぞれ示す。これより, 2ケース共に波源分布が類似しており, パル湾奥の東側において大きな地すべりが発生していることがわかる。これはパル湾奥に大きな津波を発生させる可能性のある分布と考えられ, Arikawa et al.(2018)で示された予測位置と概ね類似している。

しかし, 図-3での波源の水位について見てみると, 数十m単位の引き波が算出されており, 大きすぎるため実現象と異なると考えられる。これは, 津波数値解析の初期水位に断層モデルを用いたことや逆解析の条件設定に

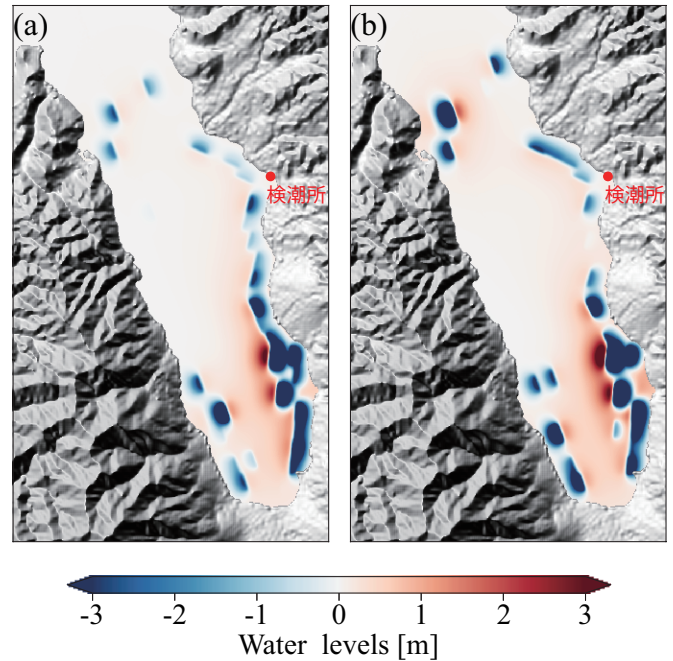


図-3 逆解析による波源推定結果 (a) case1 (b) case2

よるものだと考えられる。よって, 図-3に示した波源は正確ではないと考えられ, 精度向上のためには初期水位や逆解析の条件等, 手法の検討が必要と考えられる。

4. 結論

本研究では, 2018年スラウェシ島地震における地すべり性津波波源の推定を, 断層モデルによる津波数値解析と逆解析により行なった。その結果, 観測波形の再現, 波源位置はある程度の精度で出来たが, 波源の規模は正確に求められてない。今後は, 観測情報と合致する波源推定のため, 手法の改良を行う。

参考文献

- Arikawa, T., Muhari, A., Okumura, Y., Dohi, Y., Afriyanto, B., Sujatmiko, K., Imamura, F.: Coastal Subsidence Induced Several Tsunamis During the 2018 Sulawesi Earthquake, *J. Disaster Res.*, Vol. 13, Sci. Comn., sc20181204, 2018
- Badan Informasi Geospasial: Contour map of Palu Bay, <http://www.big.go.id>(最終閲覧2018/11/03)
- Goto, C., Ogawa, Y., Shuto, N. and Imamura, F.(IUGG/IOC TIME PROJECT): Numerical method of tsunami simulation with the leap-frog scheme No.35, 1997
- Okada, Y.: Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.75, No.4, pp.1135-1154, 1985.
- Sudibyo: Gempa dan Tsunami Donggala-Palu 2018 (2), Tsunami Tak-Biasa Itu dan Takdir Kebumian Kota Palu, <https://ekliptika.wordpress.com>(最終閲覧2018/12/03)