

2020年5月2日にクレタ島沖で発生した地震による津波の数値解析

阿部 郁男

1. 本研究の背景

2020年5月2日にギリシャのクレタ島沖で M6.6 の地震が発生し¹⁾、震源近傍の Ierapetra では津波による 0.2m 程度の水位上昇が観測されている²⁾。津波による被害は確認されていないものの当該周辺には Hellenic Trench や Pliny Trench, Strabo Trench などがあり、プレートの運動によってしばしば地震が発生する場所であり³⁾、今後のためにも、津波発生メカニズムの特徴を把握しておきたいと考え、データ収集および解析を行った。

2. 津波観測状況

地震発生後に UNESCO/IOC の SEA LEVEL STATION MONITORING FACILITY²⁾ で潮位変化の確認を行ったところ、震源近傍のギリシャの Ierapetra で明瞭な潮位変化が、また津波による潮位変化かどうかは不明瞭であるもののエジプトの Alexandria でも他の検潮所では見られないような潮位変化が確認できた。そこで、実測データから 30 分間の移動平均を算出して短周期成分を取り除き、その移動平均にフィットするような sin 関数の近似式を作成したものを図 1 に示した。さらに、作成した近似式と実測データとの偏差を図 2 に示し、図 3 は時間軸を 1 時間分とした図である。Alexandria についても同様の作業を行った。図 4 が実測と近似式との比較、図 5 が近似式と実測データとの差を描いたものである。なお経過時間の 0 分は地震発生時刻である 5 月 2 日 12:51 (UTC) としている。また、Alexandria については、津波ではなく波浪による影響も考えられるため、5 月 4 日のデー

タではあるが、ほぼ同時刻に満潮に向かう観測データと重ね合わせたものを図 6 に示した。

Ierapetra では、明らかに津波による潮位変化が確認できる。経過時間 18 分で 5cm 弱のピークが見られ、21 ~ 22 分には偏差が 10cm を超え、一度、20cm 程度下がるもののすぐに 15cm の上昇を確認することができる。これら 3 つのピークの間隔は 3 分半から 4 分である。

一方、Alexandria では津波による変動かど

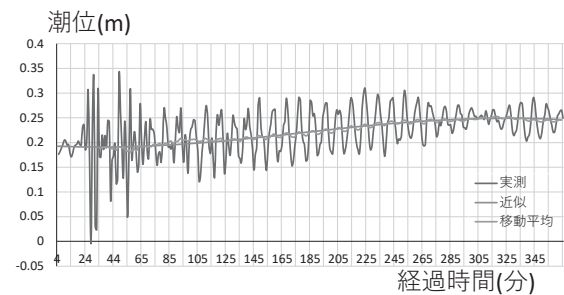


図 1 Ierapetraでの潮位観測データ

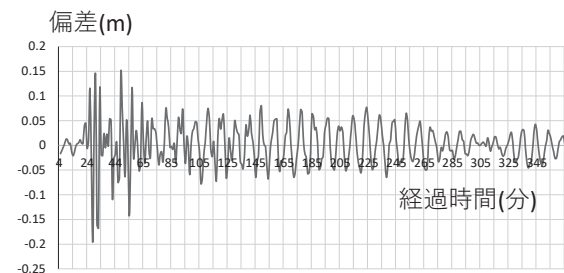


図 2 近似式からの偏差(Ierapetra)

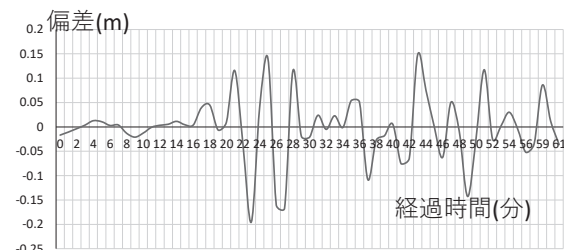


図 3 1時間分の偏差(Ierapetra)

*常葉大学社会環境学部

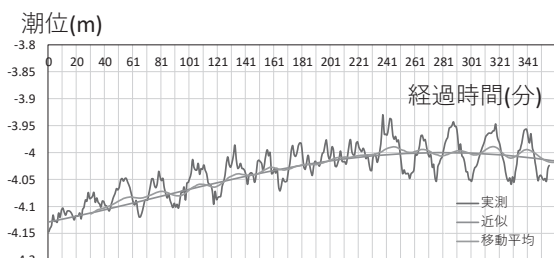


図4 Alexandriaでの潮位観測データ

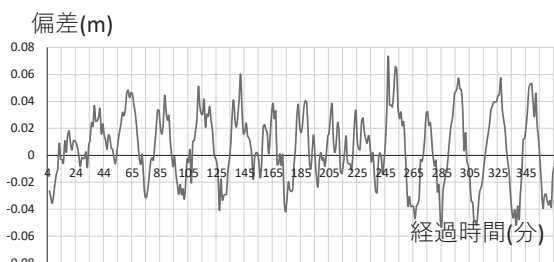


図5 近似式からの偏差 (Alexandria)

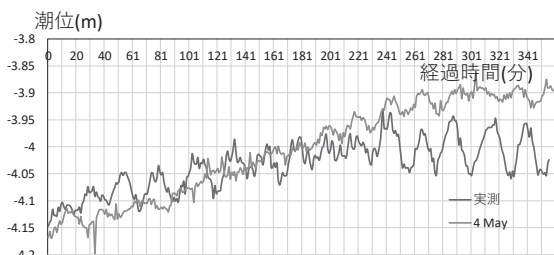


図6 津波発生時と5月4日の潮位比較 (Alexandria)

表1 Alexandriaの気象状況

月日	時刻	風速(km/h)	風向
5/2	12:00	17	NW
	15:00	18	NW
	18:00	15	NW
	21:00	12	NNW
5/4	9:00	9	W
	12:00	17	WNW
	15:00	21	NW
	18:00	21	NNW
	21:00	14	NNW

うかは明らかではないが、常時、4cm程度の上昇と下降を繰り返し、240分以降には潮位変動の状況が変わっているようにも見える。また、図6で比較した5月4日には同様の変動が見られない。WORLD WEATHER ONLINE4)により、該当日のAlexandriaの



図7 Alexandriaでの検潮所の位置

天候を調べたところ表1に示すように5月4日のほうが風は若干強めである。なお、Alexandriaの検潮所は、図7に示すように北側に入り口を向けた入江の内側にあるため、北寄りの風の場合は影響が大きくなると考えられる。

3. 地形データの作成

津波の数値解析にあたり、European Marine Observation and Data Network⁵⁾からDTM Tiles version 2018のF7, F8, G7, G8領域のデータをxyz形式でダウンロードを行った。Alexandriaに到達する津波の状況を解析したいと考え、図8に示す領域のポイントデータのみを抽出し、WGS84/UTM zone 35Nに変換した200m間隔のDEMを作成した。ただし、これではメッシュ数が膨大となり計算負荷がかかるため、クレタ島周辺のみ200m間隔のデータとして、そのほかは600m間隔に間引



図8 計算対象領域

いたデータを作成して数値シミュレーションを行った。なお、600m 間隔の領域は線形計算、200m 間隔の領域は非線形計算を行ったが、陸上遡上するような津波ではないと考えられるために、今回は陸域をすべて 99.0m のデータとして遡上しないように設定している。

4. 津波伝播状況の解析

津波伝播状況の数値解析では、USGS の Earthquake Catalog に掲載されたデータを参考に断層パラメータの設定を行った。

まず、余震分布状況を確認したところ、図 9 に示すように概ね幅 26km × 長さ 52km の範囲に分布している状況であった。同様に Depth の値は、Main とマグニチュード 5.4 の余震のみが 17km であり、そのほかは 10km であった。

また、長さ 20km × 幅 10km、すべり量 1.4m での解析結果が公開されている⁶⁾ ため、この解析結果も参考にして以下の 2 ケースについて数値解析を行った。

表 2 で示した Case01 での初期水位分布の状況を図 10 に示した。この図には USGS の

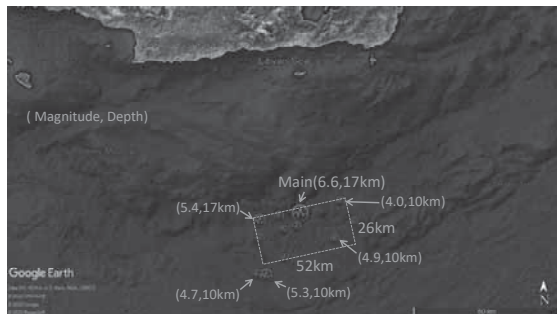


図 9 余震の発生状況

表 2 数値解析で設定したパラメータ

	Case01	Case02
長さ (km)	20.0	20.0
幅 (km)	10.0	10.0
上端深さ (km)	15.0	15.0
走向	98.0	229.0
傾斜角	68.0	31.0
すべり角	113.0	46.0
すべり量 (m)	1.4	1.4

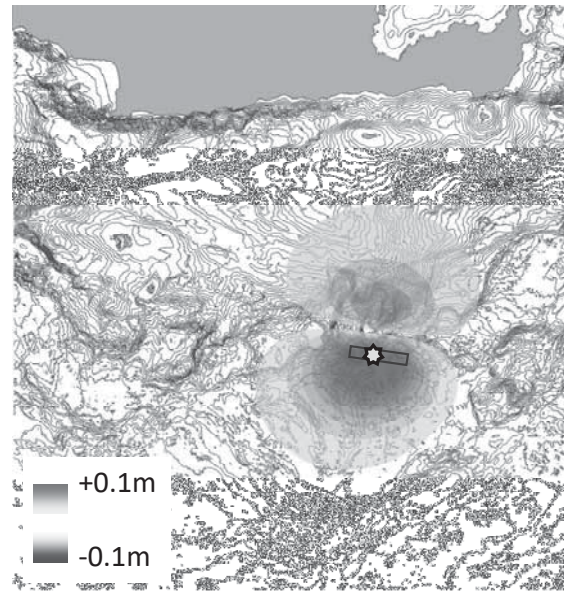


図 10 Case01での初期水位分布

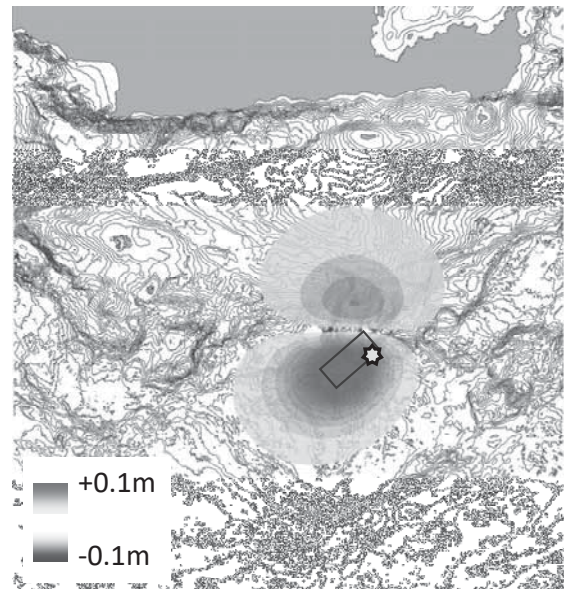


図 11 Case02での初期水位分布

震源の位置と断層を平面投影した矩形も示している。また、100m 間隔で描いた等深線も書き加えた。同様に図 11 には Case02 での初期水位分布の状況を示している。また、図 12 にはこれらの条件で求められた Ierapetra での水位変化と実際の観測データと比較を示した。

図 12 に示すように、Case01 および Case02 ともに計算から求められた水位変化の状況は概して同じではあるが、実測データで 18 分後に 5cm 程度の上昇があった後、一旦下がり、

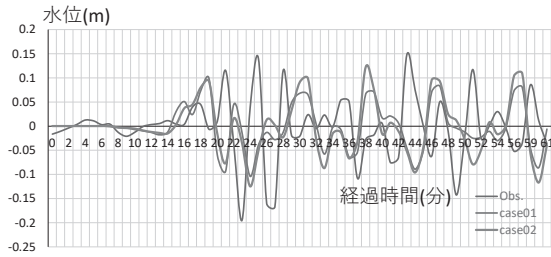


図 12 Case01, Case02と実測の比較

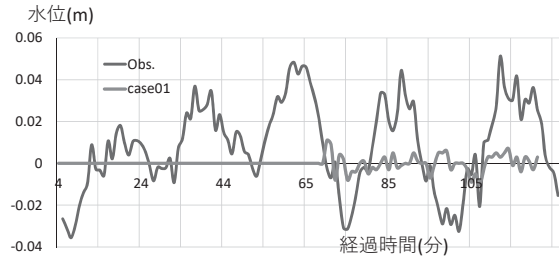


図 15 Alexandriaでの水位変化の比較

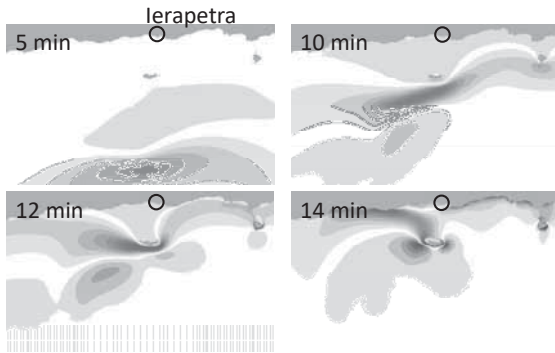


図 13 Ierapetra周辺の津波の伝播状況(Case01)

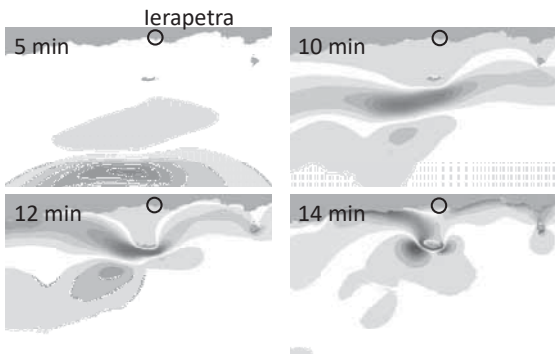


図 14 Ierapetra周辺の津波の伝播状況(Case02)

再び上昇に転じる状況は Case01 の方がより合致しているように思われる。ただし、到達時間が計算の方が 2 分程度早いことや後続波がまったく一致していない状況である。

また、図 13 および図 14 には、Ierapetra 周辺の津波の伝播状況を示した。

Ierapetra の南方には Chrisi 島があり、この Chrisi 島によって東側から回り込む津波が Ierapetra の第一波となり、その後続いて西側から回り込む波が第二波となる状況が分かった。つまり、断層の配置を修正することで Chrisi 島の東西から回り込む波のタイミングと規模を変えられると思われるので、より

実測データに近い断層パラメータを推定することが可能と思われる。

5. Alexandria での水位変化

図 4 から図 6 で示したように地震発生当日に他の観測地点とは異なる比較的大きな潮位変化が見られた Alexandria の水位変化の状況を図 15 に示した。Ierapetra での比較によって、Case01 でも Case02 でも大きな傾向は変わらないと思われたため、図 15 では Case01 のみを示している。

Ierapetra での比較から、今回の津波は地震の規模相応とも考えられるため、その点を考慮すると Alexandria に到達する津波の規模はせいぜい 1～2cm 程度であり、津波が潮位変化に与える影響は小さいものと推察される。

謝辞：

今回の研究にあたり、東北大学災害科学国際研究所のサッパシー・アナワット先生から、論文やデータ等の様々な情報を提供いただきました。また、UNESCO/IOC, USGS, EMODnet などの様々な機関が提供するデータを活用させて頂きました。ここに記して厚く感謝申し上げます。

参考文献：

- 1) USGS Search Earthquake Catalog, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>, (参照 2020.5.4)
- 2) UNESCO/IOC SEA LEVEL STATION MONITORING FACILITY, <http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/index.php>, (参

- 照 2020.5.4)
- 3) Andy Howell, James Jackson, Alex Copley, Dan McKenzie, Ed Nissen : Subduction and vertical coastal motions in the eastern Mediterranean, *Geophysical Journal International*, 211, pp.593–620, 2017.
 - 4) WORLD WEATHER ONLINE, <https://www.worldweatheronline.com>, (参照 2020.5.5)
 - 5) European Marine Observation and Data Network, <https://www.emodnet.eu/bathymetry>, (参照 2020.5.6)
 - 6) Corinth Rift Laboratory, <https://nfo.crlab.eu/crete-2020-05-02>, (参照 2020.5.10)