

日向灘地震津波の数値シミュレーション

鹿児島大学工学部 学生会員 戸川 愛
鹿児島大学大学院理工学研究科 正会員 柿沼太郎
鹿児島大学大学院理工学研究科 学生会員 山下 啓

1. 研究の目的: 日本は、地震多発地帯であり、プレート間地震は、津波を生成することが多い。九州地方沖もこの例外でなく、宮崎県沖では、マグニチュード7~7.6程度の日向灘地震が、十数年から数十年に一度といった比較的短い周期で発生している。そこで、本研究では、1968年と1970年の日向灘地震、そして、これらを参考にしたモデル地震を対象とし、生成される津波の数値解析を行ない、津波の伝播特性を調べる。

2. 基礎方程式系と数値解析法: 非粘性かつ非圧縮性である流体の非回転運動を対象とする。流体の密度 ρ は、流体内で一様、時間的に一定であるとする。速度ポテンシャルを $\phi(\mathbf{x}, z, t) = \sum_{\alpha=0}^{N-1} \{f_{\alpha}(\mathbf{x}, t) \cdot z^{\alpha}\} \equiv f_{\alpha} z^{\alpha}$ のように N 個のべき関数の重み付き級数に展開する。変分法を適用すると、非線形波動方程式系（柿沼ら, 2011）が得られる。本研究では、速度ポテンシャルの展開項数を $N = 1$ とし、速度ポテンシャルに関する非線形浅水方程式系を基礎方程式系として、これを陰的な差分法を適用して解く。

3. 日向灘地震津波の数値シミュレーション: 1968年4月1日に発生した日向灘地震は、宮崎県沖の日向灘で発生したプレート間地震である。震源位置は、北緯32.28°、東経132.53°であり、マグニチュードは、7.5であった。また、1970年7月26日の日向灘地震は、震源位置が北緯32.07°、東経132.03°であり、マグニチュードは、6.7であった。ここでは、これら両者の日向灘地震と、1970年日向灘地震の断層の食い違い量のみを1968年日向灘地震と等しくしたモデル地震に伴う津波の伝播解析を行なう。図-1に、計算対象領域の水深分布を示す。対象範囲は、北緯30.0°~33.0°、東経130.5°~134.0°の領域であり、直交座標系を適用する。計算格子間隔は、緯度方向0.79 km、経度方向0.92 kmとする。表-1及び2に、それぞれ、1968年及び1970年日向灘地震の静的断層パラメタを示す（佐藤ら, 1989）。また、表-3に、モデル地震の静的断層パラメタを示す。ここで、断層の西端点を断層基準点とし、Nは、その緯度、Eは、経度、 d は、深さを示す。また、 θ は、北から東回りに断層の走行方向を測った角度、 δ は、断層面の傾き角、 λ は、走行方向から反時計回りに断層の食い違い方向を測った角度、 L は、走行方向の長さ、 W は、傾斜方向の幅、そして、 U は、食い違い量である。海底面の変動量をMansinha・Smylie（1971）の理論により算定し、津波初期波形が海底面の永久変位に等しいと仮定して、初期水面形を時刻 $t = 0$ sにおいて与える。図-2に、1968年日向灘地震による津波初期波形の水位分布を示す。陸地と海域の境界を完全反射の鉛直壁とし、10 m以浅の水域の水深を10 mとして、津波の砕波減衰及び陸上遡上を考慮しない。他方、開境界には、Sommerfeldの放射条件を適用する。

図-3(a)に、1968年日向灘地震津波の場合の、図-1に示す静水深が30 m~70 mの各地点における水面変動の数値解析結果を示す。地震発生後、10,000 s経過しても、第1波の津波高さと同程度の水面変動が継続していることに注意する必要がある。九州東岸北部~中部沿岸では、引き波が先行しており、津波高さは、0.1 m~0.2 mである。地点④では、第2波が最大水位を示している。一方、九州東岸南部では、押し波が先行しており、津波高さは、0.1 m未満であるが、第1波の波高と同程度、もしくは、それ以上の水面変動が長時間にわたって継続している。これは、異なる2種類の経路を経て、九州南部に到達する津波が存在するためである。すなわち、波源から九州南部に直線的に到達する津波と、北部~中部の広範囲に到達した津波の反射波が陸棚上にトラップされながら南下して九州南部に到達する津波である。このように、九州東岸の広範囲に到達した津波は、最終的に九州南部に到達する傾向があるため、九州南部で周期性のある水面変動が継続し、また、津波の重合が生じて、局所的に大きな津波高さを示す可能性がある。

図-3(b)に、1970年日向灘地震津波の解析結果を示す。1968年日向灘地震津波と比較して、津波高さが小さいが、上述した特性は、ほぼ一致している。また、図-3(c)に、モデル地震に伴う津波の解析結果を示す。1970年日向灘地震津波と比較して、津波高さが大きい、位相がほぼ一致している。ただし、断層の深さ d

表-1 1968 年 4 月 1 日に発生した日向灘地震の静的断層パラメタ (佐藤ら, 1989)

N (°)	E (°)	d (km)	θ (°)	δ (°)	λ (°)	L (km)	W (km)	U (km)
32.45	132.82	27	207	17	90	56	32	160

表-2 1970 年 7 月 26 日に発生した日向灘地震の静的断層パラメタ (佐藤ら, 1989)

N (°)	E (°)	d (km)	θ (°)	δ (°)	λ (°)	L (km)	W (km)	U (km)
32.29	131.98	44	215	10	90	31	24	100

表-3 モデル地震の静的断層パラメタ

N (°)	E (°)	d (km)	θ (°)	δ (°)	λ (°)	L (km)	W (km)	U (km)
32.29	131.98	44	215	10	90	31	24	160

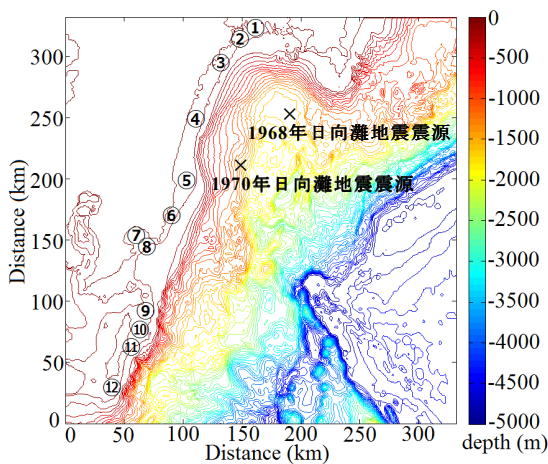


図-1 計算対象領域の静水深分布

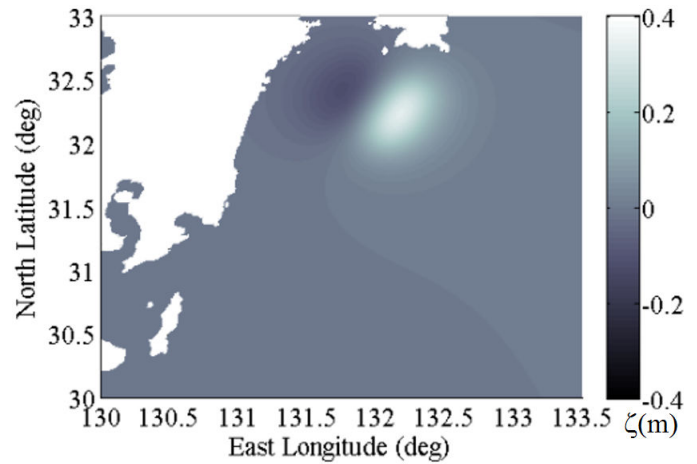


図-2 1968 年日向灘地震津波の津波初期波形

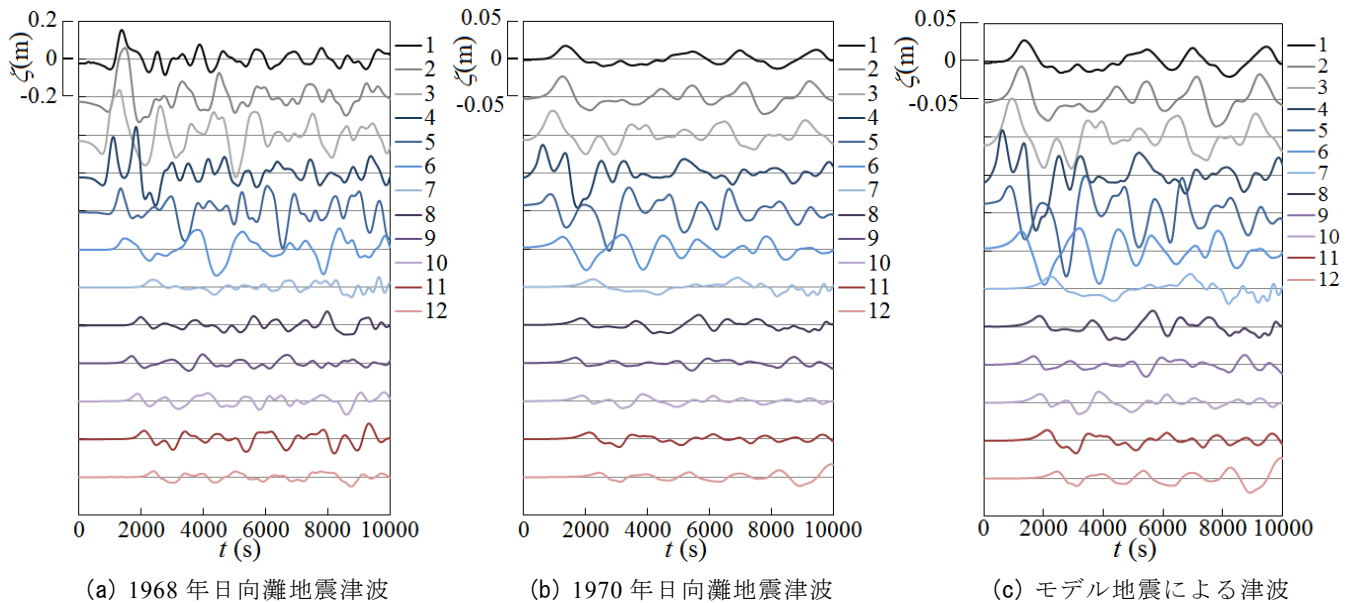


図-3 図-1 に示す①～⑫の各地点における水面変動 (対象地点の水深は, 30 m～70 m である.)

が浅い 1968 年日向灘地震の方が, 海底面の変動量が大きく, 津波高さが総じて大きい。

参考文献

- 柿沼太郎・山下 啓・帖佐繁明・藤間功司・中山恵介: 津波の生成や伝播に対する流速分布及び密度成層の影響, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 67, No. 2, pp. 553-558, 2011.
- 佐藤良輔・岡田義光・鈴木保典・阿部勝征・島崎邦彦: 日本の地震断層パラメター・ハンドブック, 鹿島出版会, pp. 47-48, 262, 1989.
- Mansinha, L. and Smylie, D. E.: The displacement fields of inclined faults, Bull. Seismological Society of America, Vol. 61, No. 5, pp. 1433-1440, 1971.