

九州沿岸および南西諸島海域における津波の数値計算

鹿児島大学大学院 学生員 右田 健二
 鹿児島大学工学部 正会員 浅野 敏之
 鹿児島大学工学部 学生員 柳川 竜一

1. はじめに

南西諸島海域を含む南九州地域は、地震が多発している割には、他の地域と比較して津波防災対策に遅れが見られる。また、南九州地域では地震の発生原因であるプレートの境界が位置している。これらの条件を照らし合わせるだけでも、津波が発生する可能性が高いと言える。三陸地方や、東・南海道沿岸と比較してみると、この地域の津波の研究はあまりなされていないことは確かであり、島特有の津波増幅機構の存在等を併せて考えると、本課題の重要性が理解できよう。

本研究では、津波の伝播計算を行って、波の集中生じる地点を特定すると共に、到達時間の分布を求め、防災対策の基礎資料を取得することを目的とした。

2. 数値計算

この計算では、連続式と水深方向に積分した Navier-Stokes の運動方程式を基礎方程式とした。空間差分にはスタカード格子を、時間差分にはリーブフロッグ法を用いた。津波のように波長の長い波の運動は、浅水長波理論によって表される。波高と波長の比 H/L 、水深と波長の比 D/L はどちらも小さいものとして導かれるので、圧力は静水圧分布、水平流速は鉛直方向に一樣な分布となる。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{M^2}{H} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{MN}{H} \right] + (uv) = fM - gH \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{H}{\rho_w} \frac{\partial p_b}{\partial x} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_{sx} - \tau_{bx}) + A_h \left[\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right]$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{MN}{H} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{N^2}{H} \right] + (vw) = fN - gH \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{H}{\rho_w} \frac{\partial p_b}{\partial y} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_{sy} - \tau_{by}) + A_h \left[\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right]$$

ただし、 M は x 方向の流量、 N は y 方向の流量を表す。 f はコリオリパラメータ、 H は水深、 p_0 は海面の気圧、 τ はせん断応力で、それぞれ s が海面、 b が底面を表す。

この計算では、領域を289(x 方向)×332(y 方向)に分割した2kmメッシュの水深データを用いた。計算時間は、地震発生後2時間までである。

3. 計算条件

図の番号	図-3.1	図-3.2	図-3.3
走向 θ ($^\circ$)	210	180	240
震源地(北緯)	28.3 $^\circ$	28.3 $^\circ$	28.3 $^\circ$
震源地(東経)	130.3 $^\circ$	130.3 $^\circ$	130.3 $^\circ$
幅 (km)	30	30	30
深さ (km)	10	10	10
傾き ($^\circ$)	74	74	74
横ずれ (m)	0.835	0.835	0.835
縦ずれ (m)	-5.942	-5.942	-5.942

表-1 断層データ

今回の計算は、1995年奄美大島近海地震津波で得られた断層パラメータを入力条件として与えた。この断層データを表-1に示す。ただし、断層のすべり量は実際には2.4mであったが、計算では6.0mとした。

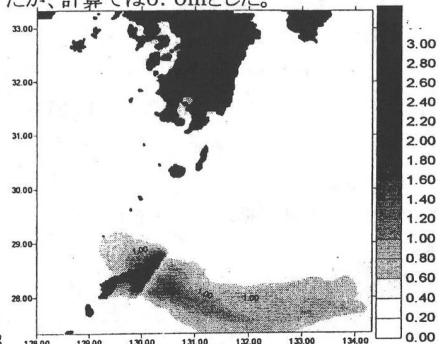


図-1. 最大波平面分布

4. 計算結果の考察

図-1は、津波の最大波の平面分布を、図-2は、初期波の到達時間分布を、図-3は、表-1の断層モデルにおいて、仮想的に走向を変化させて得られた最大波の到達時間分布を表している。図-1から、海底が隆起した部分で最大波が存在し、断層の走行方向には大きい波が存在しないことが分かる。

図-2からは、通常、断層の短軸方向の伝播が卓越するとされているが、深海部が長軸方向に沿っているため、ほぼ同心円の分布をしていることが分かる。また、東方向に速く、西方向には遅く到達することが分かる。この理由は、東側には琉球海溝に連なる深海部が諸島沿いに存在するためである。図-3からは、3ケースとも東側には速く到達している。鹿児島湾の湾口部は、屋久島・種子島にさえぎられ、到達時間の遅れが結果として得られる。また、島背後の全時間を通じて静穏域となる領域では、到達時間で表すと特異な結果がでる場合もある。

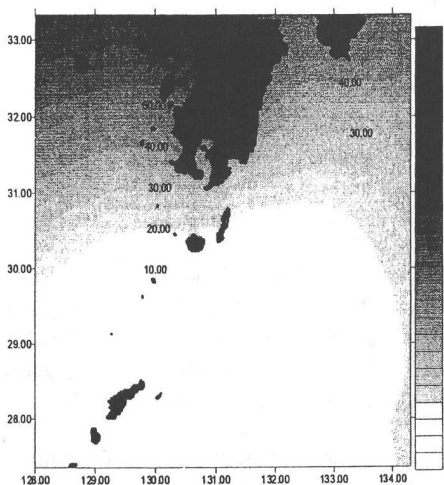


図-2 初期波到達時間分布

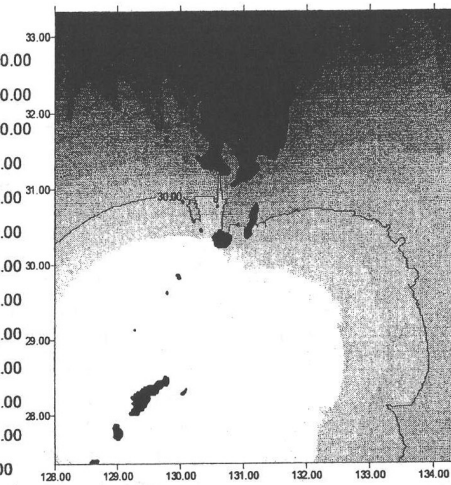


図-3.1 最大波の到達時間分布 ($\theta = 210^\circ$)

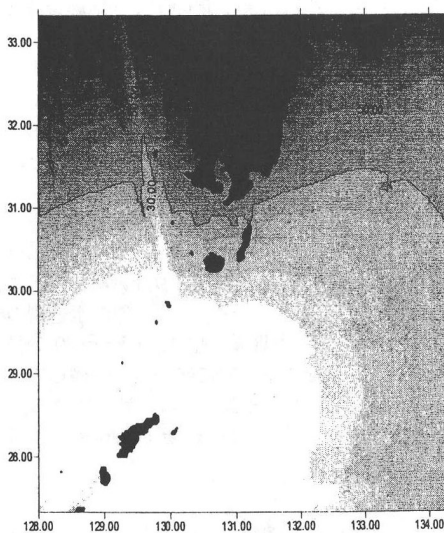


図-3.2 最大波の到達時間分布 ($\theta = 180^\circ$)

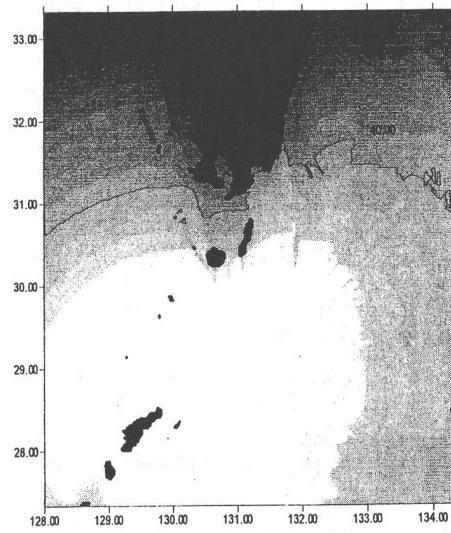


図-3.3 最大波の到達時間分布 ($\theta = 240^\circ$)

5. おわりに

投稿時点では、単領域での計算しかできず、沿岸部での波高を精度良く求めるに至っていない。今後は、多領域接合を行って精度の向上を図りたい。また、今回は1995年奄美大島近海地震津波をもとに計算を行ったが、このプレート境界上で震源が移ることも考えられ、様々な震源条件のもとでの計算から信頼性の高い危険度予測にまでつなげたい。