

II-58

正断層モデルによる貞観津波の数値解析

東北学院大学工学部 学生員○高田 晋
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫
東北大学工学部 正会員 今村 文彦

1. 目的

本研究は、西暦 869 年多賀城周辺で大地震が発生し、それに伴い起きたとされる貞観津波の再現を数値解析により行う。まず、この津波が三陸海岸から起きたものと想定し、津波の数値モデルを作成する。津波発生プログラムを用いることで、多賀城地方に來襲させるようにし、どのように波が伝播するかを検討する。次に、津波が発生したとされる波源域を宮城県沖と仮定し、9 世紀の多賀城の地形で、どのぐらい遡上して被害を起こしたのか考察する。

2. 数値計算

津波は、地震により海底地形が変動することによって発生する波として扱う。流体変動として長波とし、理論では、水深と波長の比で相対水深が小さい時に得られた近似的なものである。

数値モデル化においては、長波の運動、連続方程式を用いて Leap-frog 法による中央差分を使用し、連立方程式を解くことによって線形長波を可能にすることができる。

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

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

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

これらの式が数値モデルとして使われる式である。

3. 数値モデル

本研究では、海溝付近ではなく、仙台から東におよそ 100km ほどの宮城県沖で地震が発生すると仮定してみる。

太平洋プレートの変動により、ユーラシアプレート上にあたる宮城県沖の海底では、逆断層型の地震ではなく、

層型の地震が発生すると考えられる。その地震発引張力による亀裂が生じプレートが落ちる、正断層の原因となる断層のずれは、貞観津波の史実などから、10m を超える大きなものであったのではないかと推測する。

地震の断層モデルは、いくつかのパラメータで構成されている。その断層パラメータを用いることで数値モデルを作成することができる。本研究では以下の断層モデルを仮定して数値解析を行う。

表 1 正断層モデルパラメータ

断層モデル (宮城県沖型)	マグニチュード (M)	断層の長さ L (km)	断層の幅 W (km)	食い違い量 D (m)	地震エネルギー LWD (km ³)
1	8.0	83.7	41.8	10.0	35
2	8.2	117.5	58.7	10.0	69
3	8.4	166.1	83.1	10.0	138

※他の共通条件：水深 d=10km, 走向 θ=210°, 傾き δ=45°, 滑り角 λ=90°

4. 9 世紀頃の高賀城の地形について

数値解析によって貞観津波を復元させるために、条件として、当時の多賀城の地形データを使用する。これは現在の地形（地図）からデジタイザ及びスパングラスを用いて作成した地形データを、遺跡の地盤高データ等と比較検討することで、限りなく当時の地形に近くなるように調整されたものである。比較材料とした 9 世紀の地表面レベルの数値は、後生の畑などの耕作によって、本来の層の上面は失われている可能性がある。そのため地形によっては誤差を生じてしまうが、多賀城の平均地盤高は現在より、多少低かったようだ。

5. 数値解析結果

地震による海底変動量をそのまま津波の初期設定とする。仮想断層パラメータを用いて、波が伝播する計算プログラムを作動させた結果、最大波形分布図が表示され

る。そこで、実際の地図と照らし合わせて特定の都市に注目する。

貞観津波が来襲した多賀城の地点に着目してみると、やはり波源域が同じなためか、マグニチュードと津波の水位が比例した形となっている。どの断層モデルで考えても多賀城周辺は大きな被害を受けることになる。

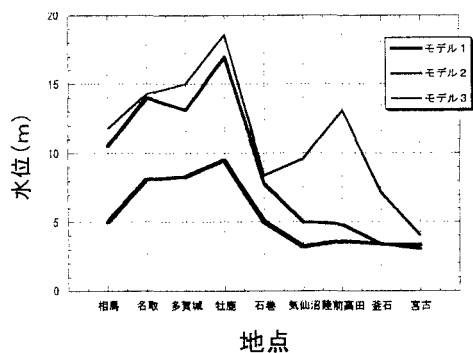


図1 モデル化による最大波形分布

6. 遡上高について

数値解析の結果から、どれも貞観津波のモデルとして有力なため、これらの水位時系列変化を使用し、9世紀の多賀城の地形において、どこまで津波が遡上するかを判定する。

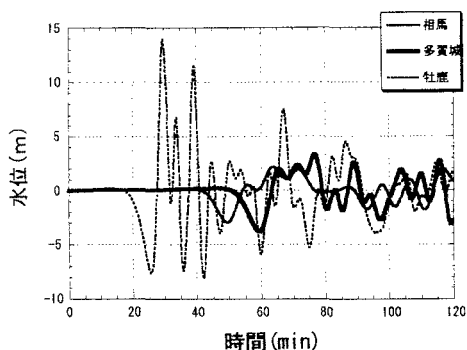


図2 モデル1によるM=8.0の水位時系列変化

計算領域の東側は、強制的にモデルの水位時系列変化を強制入力波として入射させる。

地形の北側、西側、南側については自由透過させ、波の反射は影響しないものとする。

浸水領域の結果として、以下のようになった。

(モデル1) 多賀城では砂押川からの遡上により、1.5mの水位高であり、名取周辺では河口付近で高く、3～4m、七ヶ浜海岸には5mの津波が押し寄せてきた。

(モデル2) 多賀城では遡上する量が増し、それが塩釜まで及んでいる。高さでは3～4mである。七ヶ浜には10mを越す津波が到達している。またここでは、遡上範囲が海岸線と平行に広がりはじめていることがわかる。

(モデル3) 多賀城には5m、七ヶ浜には12、3mもの波が押し寄せ、特に高いのは名取周辺で、遡上した波が仙台市郡山をも超える勢いである。

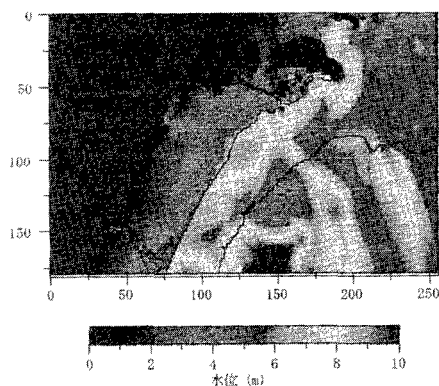


図3 モデル2による貞観津波の遡上範囲

7. 結論

貞観津波で一番被害を受けた多賀城を基準に数値解析を行ったが、比較的、牡鹿の水位が高かったようだ。これは断層モデルがやや北寄りだったためと考える。仙台湾周辺にはどれも高い波が到達し遡上範囲も広いので、波源域に関しては妥当と判断する。断層モデルとして挙げるのはモデル2と考える。どのモデルも最大波形は大きいのだが、遡上高に関して、史実、文献と比較すると、1では名取河口付近とやや小さく、3では仙台市郡山を越えることになり多少大きすぎると考えたからである。今後も正断層モデルを中心に数値解析を行い、文献に沿った貞観津波の断層モデルの特定を目標に、研究を進める必要がある。

参考文献

・日本の地震断層パラメータハンドブック

佐藤良輔 著