

II-69

日本海溝モデルによる貞観津波の数値解析

東北学院大学工学部 学生会員 ○大石 貴幸
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

1. 研究目的

本研究は、西暦 869 年に多賀城周辺での大地震に伴ない発生したとされる貞観津波について、この津波が宮城県沖の日本海溝付近から発生したものと想定し、津波発生の数値モデル化プログラムを使用して数値解析を行う。日本海溝付近における地震の発生状況を考慮した上で、貞観津波としての地震の断層モデルの信頼性を検討する。

2. 貞観津波について

平安時代の貞観 11 年 5 月 26 日（869 年 7 月 13 日）、宮城県多賀城下を襲った貞観津波は、東北日本で最古に記録された地震津波である。この地震により多賀城では、城郭、倉庫、門、櫓、築地塀などが倒壊して大きな被害を出し、民家も倒れて多くの人が死亡した。また津波の被害は大きく、海水が城下に押し寄せ、1000 人余の溺死者が出たと伝えられている。

3. 日本海溝型地震の発生状況および特徴

日本海溝付近における地震は、主にプレート間の地震によるものであり、海溝から海側のプレートが陸側のプレートへ、ゆるい角度で斜め下方へ潜り込むその境界面で起きる。プレート間の相対運動によって起きる断層運動であり、海洋プレートは相対的に滑り込み、大陸プレートはその上に載りあがる抵角逆断層である。北アメリカプレートと太平洋プレートの境界面があり、地震・津波が多々起こっている場所である。日本海溝型の地震の特徴には以下のものが挙げられる。

- ① 断層はそのほとんどが抵角逆断層型であってプレート間のすべりに伴う地震発生の様式を示している。
- ② M8 クラスの巨大地震が多く、その断層面の大きさは 100~200km の広がりをもっている。
- ③ 食い違いベクトルの地表投影の方向はほぼ揃っており東北日本の沖合いではおおむね西北西―東南東の向きに整列している。これは日本列島に潜り込む太平洋プレートの運動方向を反映している。

- ④ 例外的な地震断層として、1933 年の三陸地震のように高角正断層のものが存在する。これは①に述べた一般の抵角逆断層型の地震よりも東側に位置しており、沈み込むプレートの自重による海側プレートの破断を示すものとして考えられる。

4. 数値計算方法

解析における数値モデル化では、長波の運動方程式(1)、連続方程式(2)を中央差分を使用した Leap-frog 法により解く。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial N}{\partial t} + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \dots (2)$$

これらの式が数値モデルに使われる式であり、ここで、 x, y ; 水平座標、 t ; 時間座標、 η ; 水位上昇量、 g ; 重力加速度、 M, N ; (x, y) 方向の流量フラックス、 D ; 全水深 である。

5. 仮想断層パラメーターの設定

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設定して数値解析を行う。

表 1 日本海溝モデルによる断層パラメータ

モデル	M	長さ L(km)	幅 W(km)	食い違い量 D(km)
A-1	8.1	99	49.5	10
A-2	8.2	117.5	58.7	10
A-3	8.3	139.3	69.6	10
A-4	8.4	166.1	83.1	10
B-1	8.1	80.8	40.4	15
B-2	8.2	95.9	48.0	15
B-3	8.3	113.7	56.9	15
B-4	8.4	135.6	67.8	15

波源域は仙台平野から東へおよそ 200 km 離れた深度 4000m の地点とする。断層モデルは低角逆断層により、傾き δ を 20° 、滑り角 λ を 90° とし、日本海溝に平行で仙台平野に進行方向をとるように、走向 θ は 210° と設定する。表 1 におけるパラメータとしては、

M: 名取川河口付近から 3km 上流の仙台市郡山付近との間で遡上が確認できる規模を設定する。

D: 宮城県沖合いの海底潜水調査により、海底の地盤が 10~15m 程度沈下しているという結果にもとづく。

L, W: 地震のメカニズムについて記載している参考文献における経験式より設定する。

6. 解析結果および考察

(1) 水位時系列変化

仮想断層パラメータを設定し、津波の数値モデル化プログラムを使用して数値計算を行うことで、各モデルにおける水位時系列変化のデータが得られる。

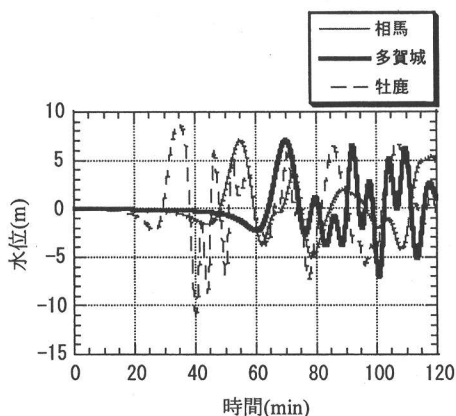


図 1 モデル B-4 (D15, M8.4) における水位時系列変化

・考察

地盤が隆起する逆断層型のモデルであるが、断層に押し上げられた海面の上昇に伴い、波源周辺の海水が若干引き込まれることにより、どの地点においても引き波へと変動を始めている。

断層面の拡大に比例して、どの地点でも水位変動開始までの時間が短くなり、相馬では断層長さの拡大が影響し、津波第一波到達までの時間も早くなっている。

多賀城についてモデル A と B を比較すると、M が同規模であれば、最大水位の差が小さく、食い違い量の影響は小さい。

(2) 遡上高

(1) の水位時系列変化における多賀城のデータ使用し、津波の遡上計算プログラムを実行することで、9 世紀の仙台・多賀城周辺における遡上高のデータが得られる。

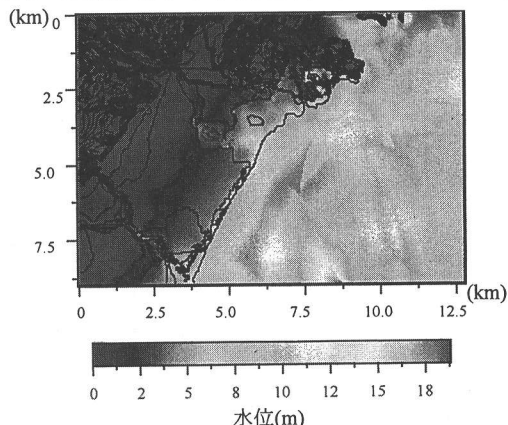


図 2 モデル B-4 (D15, M8.4) における遡上高

・考察

砂押川および名取川から遡上を始めた波は地震の規模の拡大に伴い、海岸線全体からの遡上となり、さらに拡大し海岸線からの遡上距離が平均で 1km を超えると、松島湾に入り込んだ波の遡上と砂押川からの遡上が結びつき、多賀城付近では大きく浸水していくようになる。また、名取川河口付近からの遡上距離は最大で 2.5km となっている。モデル A と B を比較する上では、多賀城での水位時系列変化における最大水位の差が小さいように、浸水領域の大きさに関しても大きな差はみられない。

7. 結論

遡上範囲について検討するにあたっては、名取川の地質調査により、貞観津波が河口付近からおよそ 3km 上流の二股付近（仙台市郡山手前）まで遡上したという痕跡がみられたことを考慮する。そこで、本研究における貞観津波としての信憑性が視られるものとしては、名取川の遡上距離が 2.5km となっているモデル A-4, B-7 (M8.4) が挙げられる。しかし、断層モデル A, B の比較上、食い違い量の影響が小さいものとなったため、波源域を換えるなど、他のモデルとの比較、検討が必要であると考えられる。

参考文献

・日本の地震断層パラメーターハンドブック 佐藤良輔 著