

II-70 断層モデルおよび波源域を考慮した数値解析による貞観津波の研究

東北学院大学大学院工学研究科 学生会員○高田 晋

東北学院大学大学院工学研究科 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い発生したとされる貞観津波の数値解析を行う。この津波の波源域を、仙台湾内、大陸棚付近、日本海溝付近の 3 つに分類し、発生させた津波の伝播状況および仙台・多賀城周辺における遡上範囲を考察する。また、その考察結果によって、設定した断層モデルおよび津波の波源域について、貞観津波としての信憑性を比較、検討する。

2 貞観津波

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 数値計算

数値モデルを作成するには、長波の運動方程式(1)、連続方程式(2)を Leap-frog 法により解く。以下の式が数値モデル化に用いる式である。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial N}{\partial t} + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \cdots (1) \quad \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \cdots (2)$$

ここで、

x, y : 水平座標、 D : 全水深、 u, v : (x, y) 方向の流速

t : 時間座標、 η : 水位上昇量、 g : 重力加速度

M, N : 流量フラックス を示す。

4 9 世紀頃の多賀城周辺の地形

本研究では、貞観津波が 9 世紀の多賀城地方に襲来するように作成するため、地形データを限りなく当時のものに近づける必要がある。そこで、現在の陸上・水深データと多賀城周辺の遺跡の地盤高データ等を比較、検討する。そこから、9 世紀頃の多賀城周辺の地形図が作成できる。(図 1 参照)

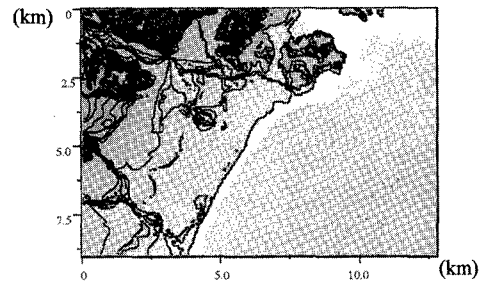


図 1 9 世紀頃の多賀城の地形

5 断層モデルの設定

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おり、それを使用することで数値モデルの作成が可能となる。パラメータは、断層の長さ L (length)、断層幅 W (width)、断層面の基準位置(緯度 N 、経度 E)、食い違い量 D (dislocation)、走行 θ (strike)、断層面の傾き δ (dip)、滑り角 λ (slip)、深さ H (depth) で表される。

本研究に使用する断層モデルは、仙台湾内説モデル(モデル A)、大陸棚説モデル(モデル B)、日本海溝説モデル(モデル C) の 3 つの波源域に分類する。使用する断層のパラメータの値は表 1 のようになる。これは、各波源域における津波の発生傾向や、その波源域周辺での貞観津波に関する伝承、また、地質調査、海底潜水調査などの調査結果を考慮して設定する。

表 1 断層パラメータの諸元

モデル	M	H(m)	L(km)	W(km)	D(m)
A-10-6	8.0	1000	83.7	41.8	10.00
A-10-8	8.2	1000	117.5	58.7	10.00
A-15-6	8.0	1000	68.3	34.2	15.00
A-15-8	8.2	1000	95.9	48.0	15.00
B-10-1	8.0	1000	83.7	41.8	10.00
B-10-3	8.2	1000	117.5	58.7	10.00
B-15-1	8.0	1000	68.3	34.2	15.00
B-15-3	8.2	1000	95.9	48.0	15.00
C-10-3	8.0	4000	83.7	41.8	10.00
C-10-5	8.2	4000	117.5	58.7	10.00
C-15-3	8.0	4000	68.3	34.2	15.00
C-15-5	8.2	4000	95.9	48	15.00

6. 数値解析結果および考察

通常地震であれば海底の地盤変動をそのまま海水の表面変動になるとみなし、断層モデルによる海底変動量をそのまま津波の初期設定として仮定することができる。そこで仮想断層パラメータを使用し、津波の数値計算のプログラムを実行することで次の結果が得られる。

- ・初期波高：断層食い違い後の津波発生直前の波高
 - ・最大波高：津波発生後の三陸沿岸における津波の最大の波高
 - ・水位時系列変化：波高計測 3 地点における水位の時間的変化
 - ・遡上高：仙台・多賀城周辺における津波の遡上高
- これらの計算結果において、宮城県沿岸での津波の伝播状況を水位時系列変化により考察し、また、陸における津波の遡上領域を遡上高のデータで考察する。多賀城における考察結果としては、以下ようになる。

(1) 湾内説モデル

- 1) 津波初期波動が短時間での大きな引き波である。
- 2) モデルごとに地震の規模が増加しているのにもかかわらず、到達する津波の最高水位が 5m 前後で留まり、大きな水位変動がない。
- 3) 名取川からの遡上距離が 2km に達した時点で、遡上領域に変化が見られなくなるが、遡上領域が変化しなくなってからも、その領域内における遡上高は上昇している。

(2) 大陸棚説モデル

- 1) 津波の初期波動は緩やかな引き波である。
- 2) 水位時系列変化の水位波形が湾内モデルと比較して、大きな変化が見られない。
- 3) 湾内モデルと同様に、水位時系列変化において時間的に後半の水位上昇率が大きい。

(3) 日本海溝説モデル

- 1) 地震発生から第一波が到達するまでの時間が長い。
- 2) 大陸棚モデルと比較すると、全体的に水位時系列変化における水位が低くなっている。
- 3) 津波の浸水領域に関して、大陸棚モデルと比較すると、同規模のモデルであっても、全体的に小さくなっている。

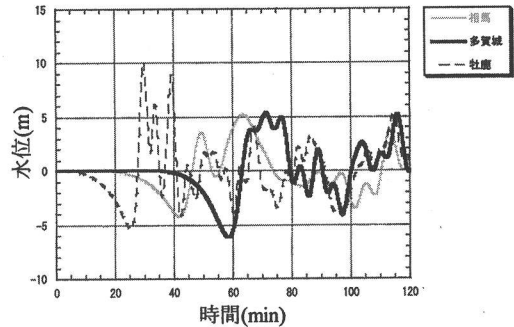


図2 大陸棚説(M8.2)における水位時系列変化

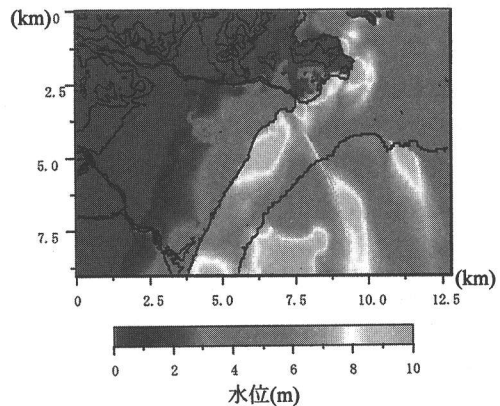


図3 大陸棚説(M8.2)における遡上高

7 結論

本研究の目的は、平安時代の大地震に伴って発生したとされる、貞観津波の波源域および断層モデルの推定であった。仙台湾内モデルにおいては、断層面の設定上、貞観津波的な波の遡上を考慮し選択していくと、断層の基準位置が仙台湾内より太平洋側にスライドした地点におけるモデルとなり、日本海溝モデルにおいて設定したものでは、地震の規模が大きいかに関わらず、若干、浸水領域およびその遡上高に関してやや過小評価となっている。そして大陸棚モデルでは、断層の食い違い量が 10m、15m 両モデルで、同規模の断層モデルに信憑性が視われる遡上領域が見られた。

以上のことを考慮した結果、貞観津波の波源域としては、仙台湾内より東側であり、日本海溝よりも西側にあたる、宮城県沖の大陸棚付近に推定することができる。

参考文献

- 1) 日本の地震断層パラメータ・ハンドブック(1989): 阿部勝征、岡田義光、島崎邦彦、鈴木保典 著