

# 津波痕跡高の取り扱いとその分布が波源推定に与える影響

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○堀内 滋人  
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 今井 健太郎  
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦

## 1. 序論

2011年東北地方太平洋沖地震によって東北地方を中心に激甚な津波被害が確認されている。津波被害軽減対策を行うためには、過去の地震発生履歴とその規模を正しく理解することが重要となる。現在の観測体制下で発生した地震に関しては、地震や津波の観測波形記録、地殻変動量、航空写真や現地調査による津波浸水域などに基づいて地震規模や波源規模が決定されている。一方で、過去に発生した地震規模の評価には、津波痕跡高や津波堆積物といった限定的・断片的な情報を用いて評価しているため、地震規模・津波規模は実現象とどの程度の偏差が含まれているのかは不明である。本研究では多くの観測データが取られている2011年東北地方太平洋沖地震津波を対象とし、歴史地震の波源を推定するための津波痕跡高を用いた手法の信頼性を把握することを目的として津波痕跡高の取り扱い方、その分布の空間的広がり方の影響について検討する。

## 2. 津波痕跡高を用いた波源推定法

### (1) 津波痕跡高の取り扱い

本研究では、波源推定に用いる津波高は沿岸津波高であるため、実際の痕跡高である遡上高を補正する必要がある。そこで、沿岸津波高を津波痕跡高と等しいとした場合(Case-a)、グリーンの定理を考慮した場合(Case-b)、陸域でのエネルギー減衰を考慮した場合(Case-c)を検討した。Case-cは汀線から垂直に位置した2点の痕跡点間でベルヌーイの式を考え以下の式(1)、で表現した。

$$H_0 = \left\{ Z + (fL - D) \frac{F_r^2}{2} \right\} \quad (1)$$

$$f = 0.58(L/D)^{-0.83} \quad (2)$$

$H_0$ は沿岸津波高さ、 $Z$ は遡上高、 $D$ は浸水深、 $H$ は浸水深、 $L$ は痕跡点間の距離、 $L'$ は浸水限界点から汀線ま

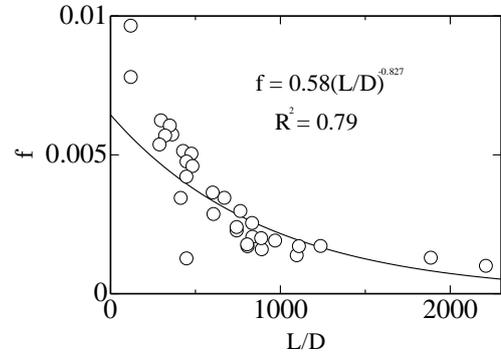


図1, 摩擦損失係数と遡上距離の関係

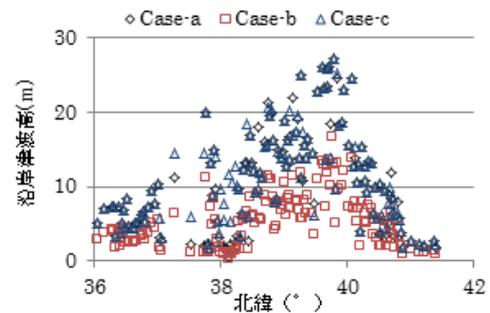


図2, 沿岸津波高

での距離である。 $F_r$ に関しては、松富・飯塚(1998)から1.35とし、式(2)を求めた(図1)。

波源長さに対してどれほどの痕跡高分布があればよいかを検討するために、ガウス関数で近似した分布を基準として波源長さに対して10~90%の5パターンの痕跡分布範囲で解析を行った。図2に各方法で補正した沿岸津波高を示す。Case-aと比較してCase-bは一律に低く、Case-cは38°付近で大きく補正されている。

### (2) 解析手法

今井ら(2013)の手法に基づいて解析を行った。各痕跡点におけるグリーン関数の計算には線形長波理論式を用い、空間格子間隔は270m、打ち切り水深を10mとし、計算時間は地震発生後3時間までとした。

### (3) 津波痕跡高分布と計算津波高分布の整合性評価

各痕跡点における計算津波高は、以下で表現した。

$$H_j = \left( \sum_{i=1}^{i_{max}} a_i \eta_{ij} \right)_{max} \quad (3)$$

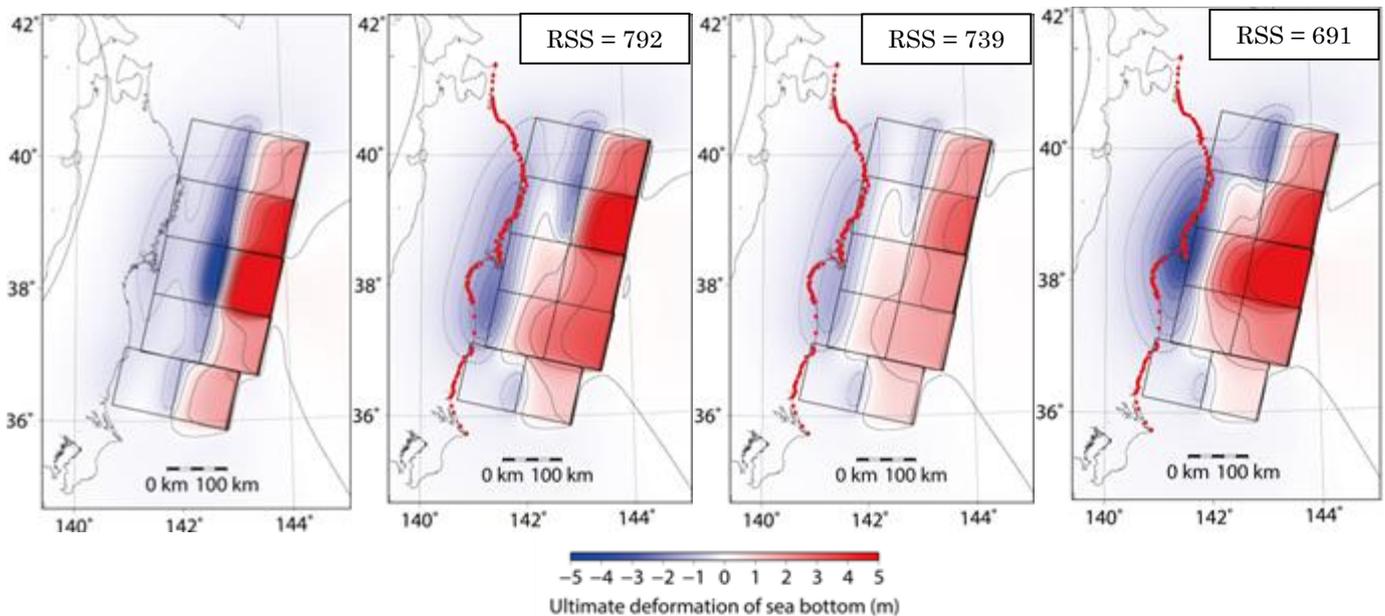


図3, 推定波源 (左から東北大学モデル Ver.1.2, Case-a, b, c)

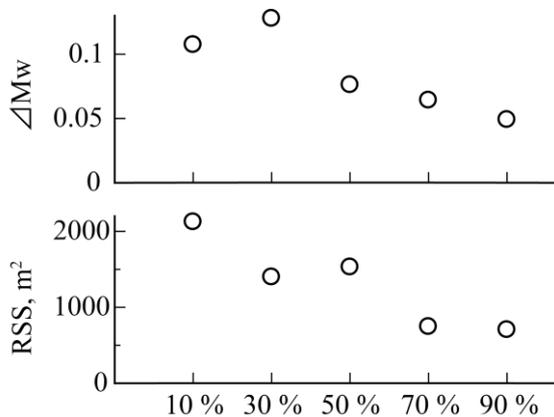


図4, 分布範囲の違いによる $\Delta Mw$ とRSSの変化

ここで、 $H_j$ は痕跡地点 $j$ における計算最大津波高、 $\eta_{ij}$ は痕跡地点 $j$ における断層 $i$ によるグリーン関数、 $a_i$ は断層 $i$ のすべり量である。計算津波高分布が痕跡津波高分布と整合するようにAida(1978)の $K$ 、 $\kappa$ と $c$ -AIC (Sugiura, 1978)が最適となる各小断層のすべり量をグリッドサーチ法で決定した。

### 3. 解析結果

#### (1) 津波痕跡高の取り扱いが推定波源に与える影響

各沿岸津波高分布で最適となった波源を図3に示す。Case-bをみるとCase-aよりも小断層のすべり量が小さく変化していることが分かるが、すべり量の分布の様子は大局的に等しいといえる。一方で、Case-cは高い水位上昇を示す位置が変化し、これは真値と整合性が取れている。これは図2より遡上距離が大きい仙台平野でCase-cの沿岸津波高が大きく補正されているこ

とが一つの原因として考えられる。このことから、浸水範囲の地形が推定波源に影響していることがわかる。

また、図3のRSSは東北大学モデルを基準とした小断層のすべり量の残差平方和を示しているが、RSSの変化からもCase-cの再現性が高いということが言える。

#### (2) 痕跡分布が推定波源に与える影響

波源長さに対する津波痕跡高分布範囲が各割合で最適となった波源規模と真値との偏差( $\Delta Mw$ )及びRSSを図4に示す。分布範囲が広がるほど $\Delta Mw$ 、RSSが小さくなるという傾向がみられ、分布範囲が70%以上ではそれらの減少が小さくなることから、解析には少なくとも70%以上の分布範囲が必要であるといえる。

### 4. 結論

本解析条件では陸域におけるエネルギー減少を考慮したCase-cの沿岸津波高分布が最も再現性が高いことが分かった。また、波源に対して津波痕跡高分布が70%以上あることが必要であるということを示した。地形の効果が推定波源に大きく影響することから、他の地震津波にも成立するかを検証することが課題である。

### 参考文献

- 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ現地調査結果：オンライン, <http://www.coastal.jp/tjtj/>  
 今村ら：オンライン, <http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp>  
 松富・飯塚(1998)：海岸工学論文集, 第45巻, pp.361-365.  
 今井ら(2013)：海岸工学論文集, 第69号, pp.431-435  
 Aida, I.(1978)：J. Phys. Earth, 26, pp. 57-73.  
 Sugiura, N.(1978)：Communications in Statics – Theory and Methods, 7(1), pp.13-26.