

東北地方太平洋沖地震津波における遡上距離と津波堆積物分布域の数値的検討

東北大学 学生会員 堀川 亮祐
千葉工業大学 非会員 後藤 和久
東北大学大学院 正会員 今村 文彦

1. 序論

沿岸地域での津波防災を考えるとき、津波の長期的なリスク評価が必要となる。過去の津波調査については、大きく分けて文献調査と地質学（津波堆積物）調査が挙げられる。文献調査においては、文献が残っている時代は津波の規模や被害の状況のある程度知ることができる。ただし、津波自体の記述が少ないことや、文献が残されていない地域や場所では当然のことながら情報がない。これらを補うものが地質学調査（例えば、菅原ら、2001）であり、主に陸上に残された津波堆積物などが科学的根拠として利用される。

一方で、津波堆積物をリスク評価の材料として用いようと、調査が活発に行われ、特に遡上距離と津波堆積物分布域の関係性が議論されてきた（例えば、MacInnes et al., 2009）。MacInnes et al. (2009) では、地形の起伏の大小に関わらず、一般的に津波堆積物分布は遡上境界の90%程度であることを示した。しかし、この結論は遡上距離が2 km以下の場合である。一方で、遡上距離が2 km以上の場合における遡上距離と津波堆積物の分布域の関係は、2 kmを超える遡上が非常に稀なため、ほとんど議論されてこなかった。しかし、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震津波では、2 km以上の津波遡上が見られた地域も多くあり、研究・議論の対象となっている（例えば、後藤ら、2011）。後藤ら（2011）やAbe et al. (submitted) の研究では、仙台平野を中心に海岸線と直交する9測線で、4月-6月の間に現地調査を行っている。この調査結果によれば、浸水距離が2 km以下の地点では、層厚5 mm以上の津波堆積物は浸水限界付近でも観察できるのに対して、浸水距離が2 kmを超える場所では、浸水距離と砂の到達距離に乖離が認められ、砂層の分布は最大でも3 kmが限界で、浸水距離の62-76%でしかないことが判明した。

後藤ら（2011）では、2011年津波によりもたらされた堆積物の特徴や分布は、貞観津波の規模や波源、再来周

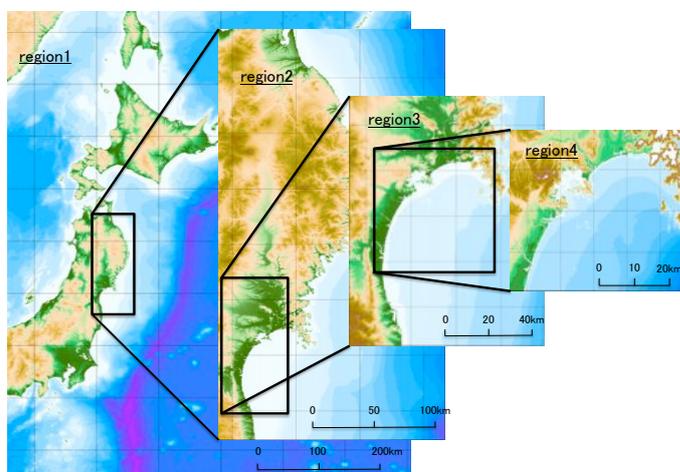


図-1 計算対象領域（メッシュサイズは、region1から順に、1215 m, 405 m, 135 m, 45 m.）

期を再評価するために重要であると同時に、今後津波堆積物を用いた日本全国の津波リスク評価を行う際の基礎情報となると考えられると指摘している。しかし、現状では遡上距離が2 km以上の場合における遡上距離と津波堆積物の分布域の関係が定量的に示されていない。以上のような背景から、本研究では東北地方太平洋沖地震津波の遡上距離と津波堆積物分布域の関係を津波数値計算を用いて定量的に評価することを目的とした。

2. 仙台平野を対象とした平面計算

東北地方太平洋沖地震津波の大局的な津波挙動の把握、および浸水深・流速の導出を目的として、平面計算を実施した。平面計算における計算条件および計算領域は表-1、図-1にそれぞれ示す。

表-1 計算条件

支配方程式	浅水理論
粗度係数	中央防災会議の粗度データを参照
潮位条件	T.P-0.60m
評価時間	津波発生後3時間
地盤変位量	Okada (1985) の方法
波源モデル	東北大モデルver.1.0
空間格子	1215 m-45 m

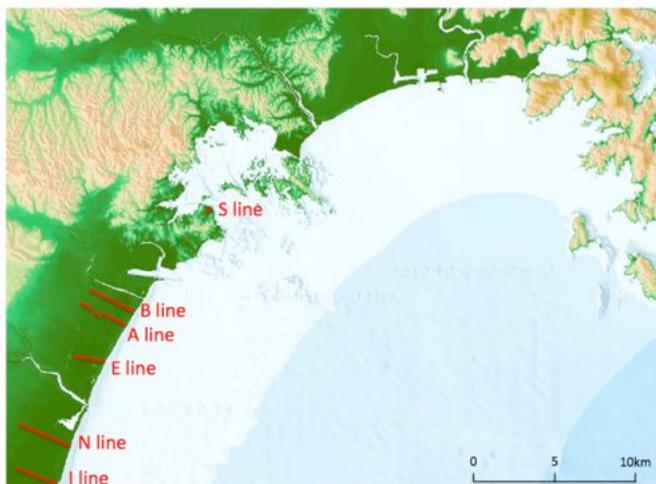


図-2 調査対象測線

表-2 層厚5 mmの堆積層分布限界における最大浸水深・最大流速・フルード数 (Fr) (後藤ら, 2011)

Transect	実測値	計算値	計算値	Fr
A	0.92m	1.45m	2.27m/s	0.60
B	1.41m	1.96m	2.62m/s	0.59
E	2.57m	0.69m	1.34m/s	0.52
I	1.36m	1.38m	1.78m/s	0.48
N	1.14m	2.42m	2.74m/s	0.56

3. 遡上距離と津波堆積物分布域の関係

後藤ら (2011) や Abe et al. (submitted) の研究では、仙台平野を中心に海岸線と直交する9測線を考え、測線上で約50-400 m間隔で地表に堆積した津波堆積物の層厚や堆積学的特徴、構成物の特徴などの現地調査を行っている。この現地調査における調査測線の一部を図-2に示す。さらに、MacInness et al. (2009)、東北地方太平洋沖地震津波の津波堆積物調査結果 (後藤ら, 2011; Abe et al., submitted)、および菅原ら (2010) の貞観津波調査結果をまとめたグラフを図-3に示す。MacInness et al. (2009) では、浸水限界と津波堆積物分布限界がほぼ一致していることがわかる。しかし、東北地方太平洋沖地震津波において、遡上距離の長い仙台平野などでは、浸水限界付近の砂の層厚は1 mm以下の厚さしかない (後藤ら, 2011) ことが報告されており、貞観津波のような歴史津波を対象とした津波堆積物調査において、このような薄い層を地層中から見つけるのは困難だと推測される。実際に、菅原ら (2010) による貞観津波調査では、層厚5 mm以上を津波堆積物として認定しており、津波堆積物分布限界を約2.7 kmとしている。東北地方太平洋沖地震津波における層厚5 mm以

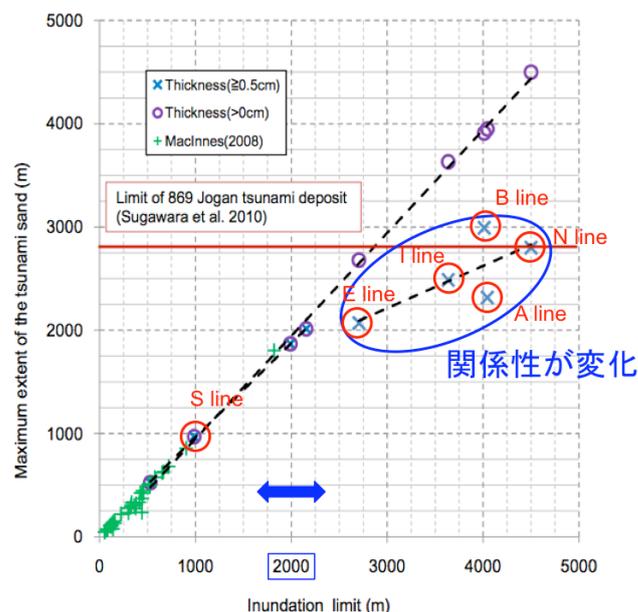


図-3 浸水限界と津波堆積物の最大到達点の関係 (Abe et al. (submitted) に基づく。)

上の津波堆積層に着目すると、海岸線から2.0-2.5 kmで両者の関係性が変化していることがわかる。

ここで、浸水限界と層厚5 mmの堆積物層分布限界に乖離が見られた5つの測線 (A, B, E, I, N) において、現地調査および津波数値計算により最大浸水深と最大流速、およびフルード数 (Fr) を導出した (表-2)

4. 結論

本研究の結果、層厚5 mm以上の堆積層形成限界では、実測に基づく最大浸水深がおおよそ0.9-2.6 m、計算に基づく最大流速が1.3-2.8 m/s、Frが0.48-0.60の範囲となった。今後は、シールズ数やラウス数などの無次元数を用いて、詳細な検討していく必要がある。

参考文献

- 後藤和久, 西村裕一, 菅原大助, 阿部朋弥, 中村有吾, 藤野滋弘, 原口強 (2011): 仙台平野を中心とする津波被害実態と堆積物調査報告, 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, pp.57-62.
- 菅原大助, 箕浦幸治, 今村文彦 (2001): 西暦869年貞観津波による堆積作用とその数値復元, 津波工学研究報告, Vol.18, pp.1-10.
- 菅原大助, 今村文彦, 松本秀明, 後藤和久, 箕浦幸治 (2010): 過去の津波像の定量的: 貞観津波の痕跡調査と古地形の推定について, 津波工学研究報告, Vol.27, pp.103-132.
- MacInnes, B.T., Bourgeois, J., Pinegina, T.K and Kravchunovskaya, E.A (2009): Tsunami geomorphology: Erosion and deposition from the 15 November 2006 Kuril island tsunami, Geology, Vol. 37, pp.995-998.