

岩手県宮古湾における河川起源土砂の堆積状況に関する数値解析

岩手大学 学生会員 ○田仲大悟

防災科学技術研究所 正会員 村上智一

岩手大学 正会員 小笠原敏記

はじめに

岩手県の中部に位置する宮古湾(図1)は、湾長約10km、幅約6km、湾口幅約3.5kmの湾であり、湾中部には閉伊川、湾奥部には津軽石川が流入している。この湾は水産資源が豊富な湾として知られており、ニシンやメバルの稚魚放流などの活動も行われてきた。しかしながら、2011年東北地方太平洋沖地震津波発生により、三陸海岸の生態系は大きな被害を受け、宮古湾でも海底地形の変化、アマモ場や稚魚の減少、透明度の悪化などの被害が生じた。

津波発生により宮古湾の何が変化し、どのように水産資源に被害が生じたのかを明らかにするため、川口ら(2013)が津波発生前後での宮古湾の流動・密度構造の解析を行った¹⁾。その結果、津波による海底地形の変化は、局所的な流動・密度構造に影響を与えるが、湾全体の流動・密度構造にはほとんど影響を与えないことが明らかとなった。

その一方で、透明度は、流入河川の土砂輸送の状況に大きく左右される。そのため、村上ら(2015)は、津波発生前後の閉伊川および津軽石川起源の土砂輸送の解析を実施した²⁾。その結果、地震津波は、宮古湾における河川起源の土砂輸送の状況に影響を及ぼしており、特に閉伊川起源の粒径 $8\mu\text{m}$ 以上の土砂が湾全体で増加していることが明らかとなった。しかしながら、この解析では、海底に到達した堆積土砂と水中に浮遊している土砂の区別が行われていないため、アマモなどの底生生物に大きな影響を与える堆積土砂の津波前後の変化は明らかになっていない。

そこで本研究では数値シミュレーションを用いて、津波発生前後における土砂の移動距離および堆積状況の解析、比較を実施し、これらの特性を明らかにする。

計算方法

本研究では、宮古湾の流動・密度場の再現に多重 σ 座標系沿岸海洋モデルCCM³を用いる。計算期間は、津波発生前の

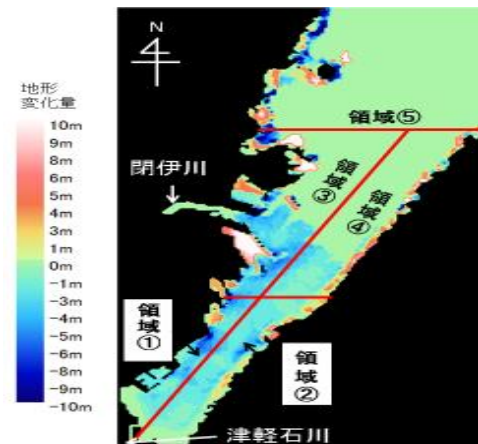


図-1 2011年東北地方太平洋沖地震津波発生での海底地形変化量：正值は堆積，負値は浸食されたことを示す。

計算として2010年8月16日～30日(夏季)および2010年12月1日～15日(冬季)とする。津波発生後の計算期間は、2011年8月16日～30日(夏季)および2011年12月1日～15日(冬季)とする。ただし、本研究では、津波発生による海底地形変化が流入土砂の輸送に与える影響を検討するため、気象、河川流量および潮汐の値は、津波前と同じとする。そのため、本研究での津波発生前後の計算の差異は、海底地形変化のみとなる。

また、本研究では、土砂輸送の解析にラグランジュ粒子追跡法を用いる。本研究で行う粒子追跡解析は、個々の土粒子をラグランジュ的に追跡するもので、①自重による沈降はRubeyの実験式より算出、②拡散効果は考えない、③海底面に到達した土粒子は限界シールス数を超えるとのみ掃流するといった条件を課している。本研究で検討する土粒子の粒径は、0.1, 0.5, 1, 3, 5, 8, 10および $15\mu\text{m}$ とする。それぞれの粒径の土粒子は、水面下0.5mから3秒間隔で津軽石川および閉伊川から海洋モデルで再現した海水流動場へ放出すると仮定し、粒子追跡解析を実施する。

キーワード：東北地方太平洋沖地震津波、宮古湾、堆積土砂

岩手大学工学部社会環境工学科 岩手県盛岡市上田4丁目3-5

mail:togasa@iwate-u.ac.jp

結果・考察

表1は、土砂の放出地点と最初に海底に到達した地点の水平距離を津波前後の夏季および冬季それぞれの全土粒子で平均して示したものである。表1より、津波前後の夏季と比較すると、粒径 $0.5\mu\text{m}$ 以下の土砂は移動距離が減少し、粒径 $1\mu\text{m}$ 以上の土砂は移動距離が増加している。また、冬季と比較すると、粒径 $3\mu\text{m}$ 以下および粒径 $10\mu\text{m}$ 以上の土砂は増加している。一方で粒径 $5\mu\text{m}$ の土砂には大きな変化はなく、粒径 $8\mu\text{m}$ の土砂は大きく減少している。津波前の夏季と冬季の比較では、すべての粒径において移動距離が増加しているが、粒径 $3\mu\text{m}$ の土砂は大きく減少している。津波後の夏季と冬季においても同様の傾向がある。夏季と冬季の移動距離の違いは、夏季の流量 $7.0\text{m}^3/\text{s}$ に比べて、冬季の流量が $21.0\text{m}^3/\text{s}$ と3倍以上になっていることが原因であると考えられる。

図2および3は津波発生前後の冬季の各領域(図1参照)における閉伊川起源の時間積算堆積土粒子数である。流入部である湾口全体では津波の前後ともに多くの土砂が堆積している。津波前では湾奥部に粒径 $3\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の土砂が多くなっている。これは、津波後も同様の傾向を示しているが、特に津波後では湾奥全体で粒径 $15\mu\text{m}$ の大きな土砂が多く堆積している。川口ら(2013)の結果より、湾口東側において津波前と比較して津波後では湾口から湾奥に向かう流れが強

表-1 津波前後の夏季および冬季における土砂が海底に到達する地点までの水平移動距離の平均値

粒径 (μm)	津波前 夏季	津波前 冬季	津波後 夏季	津波後 冬季
0.1	1,582m	3,548m	1,496m	3,883m
0.5	1,577m	2,418m	1,545m	3,116m
1	1,136m	2,123m	1,623m	2,677m
3	965m	583m	1,527m	924m
5	208m	319m	342m	308m
8	204m	475m	263m	374m
10	193m	288m	250m	326m
15	213m	227m	230m	234m
平均	760m	1,248m	910m	1,480m

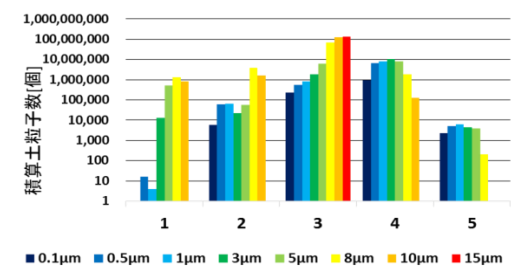


図-2 津波発生前の冬季に各領域における閉伊川起源の時間積算堆積土粒子数

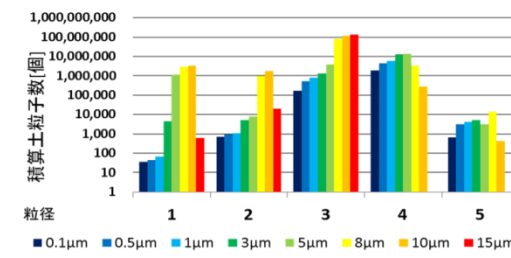


図-3 津波発生後の冬季に各領域における閉伊川起源の時間積算堆積土粒子数

くなっていることが明らかとなっている。その流れに起因して、粒径の大きな土砂が湾奥へと運ばれ、湾奥の時間積算堆積土粒子数が増加していると考えられる。

まとめ

本研究の結果、津波後では全ての粒径で移動距離が増加しており、土砂が湾の広範囲に堆積することがわかった。また、閉伊川起源の粒径 $8\mu\text{m}$ 以上の土砂が津波後では流動・密度場の変化の影響を受け、湾奥全体に広がることが明らかとなった。

今後、堆積土砂の変化が底生生物に与える影響も明らかにしていきたい。

参考文献

1) 川口ら：岩手県宮古湾における気象および津波地形変化に影響される流動・密度場造の数値解析，土木学会論文集B3（海洋開発），第69巻，pp.I_718-I_723，2013

2) 村上ら：岩手県宮古湾における河川起源の土砂輸送に関する数値解析，土木学会論文集B2（海岸工学），第71巻，pp.I_1213-I_1218，2015

3) 村上ら：気象場と結合させた湾内海水流動計算のための多重 σ 座標モデルの開発，海岸工学論文集，第51巻，pp.366-370，2004