

津波による沿岸海域の土砂移動現象解明の意義と研究方法：予測のための基礎データ取得

清水建設(株)技術研究所	正会員	○吉河 秀郎
ふじのくに地球環境史ミュージアム	非会員	菅原 大助
東北大学災害科学国際研究所	非会員	後藤 和久
(国研)海洋研究開発機構	非会員	金松 敏也
(国研)海洋研究開発機構	非会員	阪口 秀

1. はじめに

大規模な津波が発生すると沿岸域では、土砂移動により沿岸侵食、港湾の局所洗掘・堆積、航路の埋没、陸上への堆積などの災害が起きる。原子力施設など沿岸部の発電施設にとっては、取水設備の閉塞の可能性があるため、南海トラフ地震などによる今後の津波を想定した海底での土砂移動・地形変化の予測は重要な課題である。津波による海底での土砂移動評価は、高橋ほか¹⁾により提案された掃流砂層と浮遊砂層の交換砂量を考慮した津波移動床モデルを基に進展してきた。近年では、流況による変化を考慮した飽和浮遊砂濃度式²⁾を導入した数値モデル(TUNAMI-STM)³⁾の検証が実際の地形変化と空撮映像により行われている。数値モデルの妥当性検証や予測精度向上には、できる限り詳細な観測結果に基づく実現象の解釈との擦り合せが望ましい。例えば、地形変化だけでは説明することができない粒径の大小による移動プロセスの違いをフィールドデータから捉えることは重要である。

著者らは、仙台湾南部(図-1)を対象に2011年の地震津波(以下、3.11津波)による土砂移動現象解明のため、粒径の違いを考慮した移動プロセスを検討している^{4, 5)}。本発表では、今までの研究結果を概説するとともに、本調査手法の有効性について、数値モデル向上に資する基礎データ取得といった観点から述べる。

2. 調査域、研究方法

調査域は、海岸が著しく侵食された仙台湾南部の水深約30m以浅の海底(図-1)である。同域では、東北地方整備局による津波事前事後の深浅測量結果の解析から⁶⁾、水深5~10m付近において津波による顕著な土砂の堆積が起き、それにより海底地盤高は最大で1.1m上昇した。よって、海底堆積物から土砂移動を検討し、数値計算による検証を行うために適したフィールドと言える。

津波による土砂移動現象を解明するには、侵食作用と堆積作用の両者を知る必要がある。前者の調査のため、高分解能音波探査により海底下表層部の侵食面の分布や形状を捉えた。また、音波探査による侵食面の存在を検証すること、ならびに、津波により運搬された堆積物の特徴の把握を目的として、柱状試料を音波探査測線上において計19地点で採取した。いずれの調査も2013~2014年に実施した。これらに加えて、3.11津波前後の地形変動と、津波以外の影響すなわち台風や低気圧による暴波浪に起因した地形変動を比較し、音波探査記録と照らし合わせるため、東北地方整備局により取得された2010~2014年の深浅測量結果を解析した。

3. 研究成果と今後の課題

図-2に音波探査結果の一例を示す。侵食面(層理面)と判断できる2枚の明瞭な反射面が認められる。反射面R1は水深約8~15m(海岸線から約1.1kmの範囲内)に、R2は約10m以浅におもに分布し、海底面からの深度はそれぞれ0.3~1.2m, 0.4~2.1m程度である。その海底面~R1の厚さは、津波前後の地形変化量と概ね

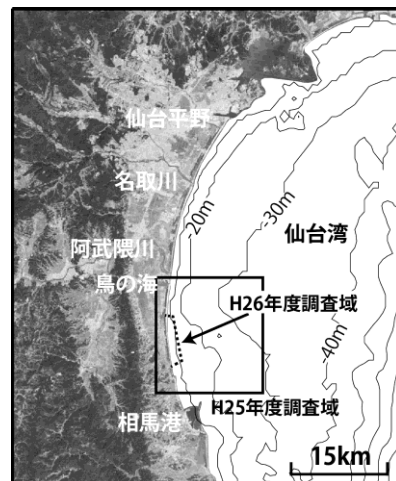


図-1 調査域

キーワード 3.11 津波, 沿岸侵食, 沖向き土砂移動, 仙台湾, 被害予測

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 地下技術グループ TEL 03-3820-8675

一致する。また、津波後にこれ以上の規模の地形変動がみられないこと（図-3），すなわち，台風の暴波浪では津波時に起きた変動量以上の地形変化は生じないと考えられること，さらに，津波による海岸侵食の規模を踏まえると，R1は津波による侵食面と判断される⁴⁾。R2は，R1より起伏が大きく，その地層境界は下位層の層界面をより明瞭に侵食していることが音波探査記録から判断できる。よって，R2はR1より強い侵食作用を受けた結果形成されたと考えられる。上記解釈に加えて柱状試料の解析結果を踏まえると（図-4），3.11 津波によるプロセスは以下のように推測される。調査域浅海底での土砂移動は主に引き波時に生じ，海浜起源の粗粒堆積物（中粒～粗粒砂）の移動に伴い水深8m以深の海底に侵食面R1が形成された。続いて，主に水深10m以浅を大規模に侵食する粗粒～細礫を主体とした海浜堆積物の移動・堆積が生じ反射面R2が形成された⁵⁾。

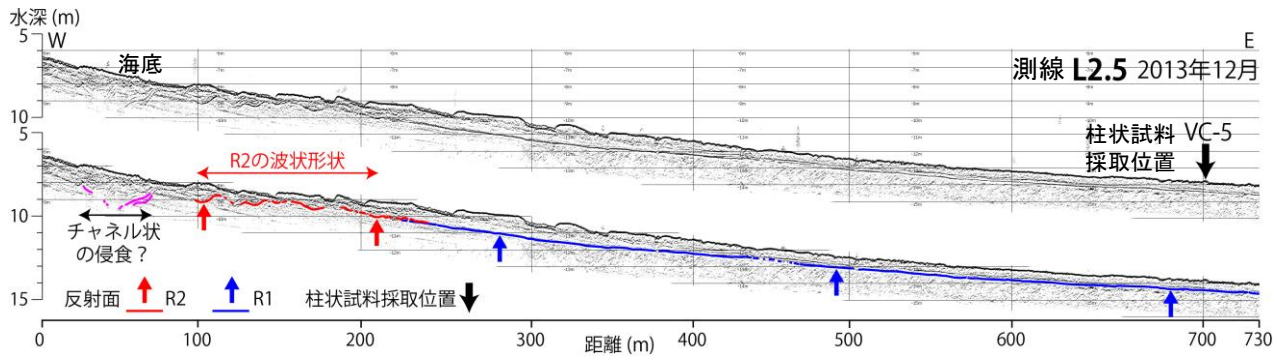


図-2 2013年12月の音波探査結果の一例（上：記録，下：解釈，青線：反射面R1，赤線：反射面R2，横軸：測線開始地点（汀線から約200m）からの距離，縦軸：水深）。Yoshikawa et al. (2015)⁴⁾から編集。

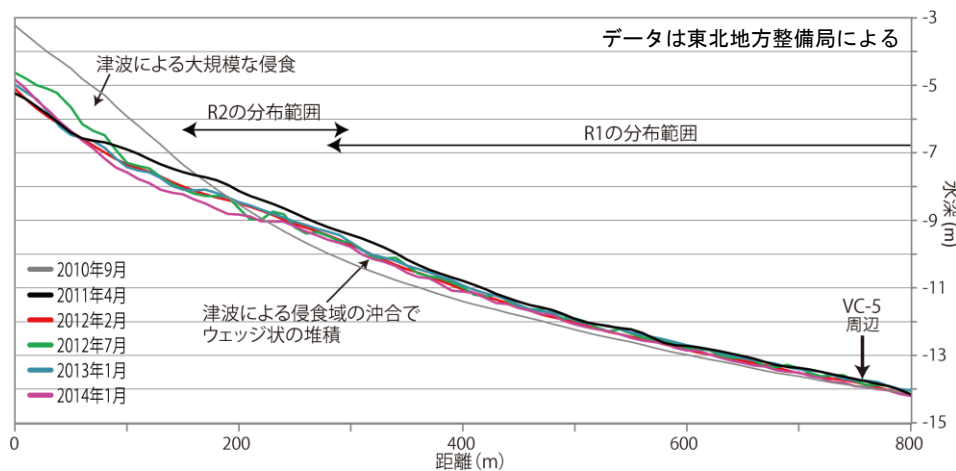


図-3 測線 L2.5 付近における深浅測量による海底地形断面の変化⁵⁾。

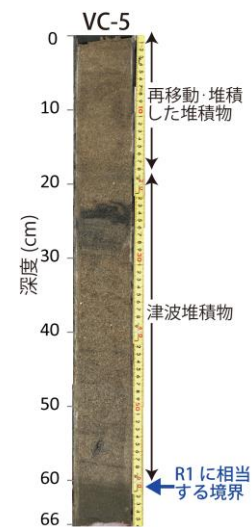


図-4 柱状試料の一例⁴⁾。採取位置は図-2を参照。

本論では，音波探査データ解析と柱状試料分析を取り入れることにより，従来の地形変化や空撮画像解析のみでは検討することが難しかった粒径の違いを考慮した土砂移動プロセスの研究方法を述べた。津波による侵食の直後に土砂の堆積は生じ，その侵食基底面は測量することができないため，実際の侵食量や様式を再現する意味でも本手法（海底下侵食面の調査）は有効である。また，津波堆積物の層厚分布を算出することにより，移動プロセスだけでなく，数値計算による堆積土量（移動量）との比較も可能である。今後は，上記のフィールドデータの更なる解析も踏まえて数値モデルの検証を進め，予測精度向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 高橋ほか (1999) 土木学会 海岸工学論文集，第46巻，pp.606-610
- 2) 菅原ほか (2014) 日本堆積学会 2014年山口大会講演要旨，O27，pp.62-63
- 3) Yamashita et al. (2016) Coastal Engineering Journal, Vol. 58, No. 4, 1640015 (28 pages)
- 4) Yoshikawa et al. (2015) Geo-Marine Letters, Vol. 35, pp.315-328
- 5) 吉河ほか (2017) 土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 73, No. 2, I_823-I_828
- 6) 有働ほか (2013) 土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 69, No. 2, I_1391-I_1395