

河川遡上津波による粒径分布の異なる土砂の挙動に関する実験

秋田大学理工学部	学生会員	○高桑	充広
秋田大学地方創生センター	非会員	鎌滝	孝信
秋田大学大学院理工学研究科	正会員	齋藤	憲寿
秋田大学大学院理工学研究科	正会員	渡辺	一也
秋田大学理工学部	学生会員	網干	秀俊

1. はじめに

1983年5月26日に発生した日本海中部地震により、秋田県を中心とした日本海沿岸地域では大きな津波被害を受けた。被害を受けた県北部の八峰町峰浜沼田地区では、近年、鎌滝らによりボーリング調査が行われ、得られたイベント堆積物の分布を基に、過去の津波履歴に関する検討が行われた。一方、津波被害予測の高度化を図る上で、津波による土砂堆積を再現する実験は重要である。津波が河川を遡上する際には、海由来の土砂と川由来の土砂の混合が起きると想定されるが、当地を対象として津波による土砂堆積を再現する実験は行われていない。八峰町峰浜沼田地区は竹生川の河口部に位置するため、当地で得られたイベント堆積物の分布から津波等の浸水範囲を推定するためには、河川に遡上する津波を想定した土砂遡上実験を行うことが有用と考える。本研究では、津波の遡上に伴う土砂の混合状況を検討するため、粒径分布の異なる土砂、すなわち粗い砂と細かい砂を用いた水路実験を行った。

2. 対象地域

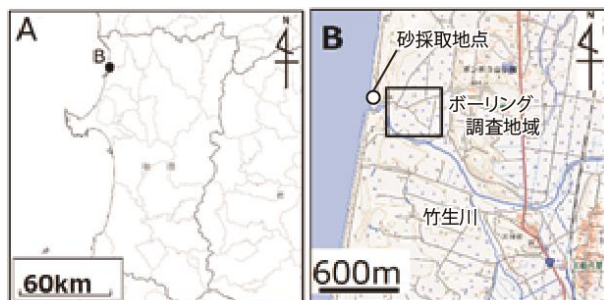


図-1 対象地域 A：全体図，B：秋田県八峰町竹生川付近。国土地理院地図を使用した。

研究対象地域は秋田県北部の八峰町峰浜沼田地区で、竹生川の河口付近に広がる沖積低地である。1983年の日本海中部地震では、竹生川に沿って津波が遡上し、上流1,100m付近の水田まで浸水し、さらに川沿いを1,800mまで遡上した²⁾。また、河口部における津波の打ち上げ高は10.36mである³⁾。過去に津波浸水履歴調査を目的としたボーリング調査¹⁾が行われた区域を図-1Bに示す。また、図-1Bの○の地点で砂を採取した。

3. 実験

3.1. 実験条件

水路実験の目的は、津波の河川遡上による粗い砂と細かい砂の混合様式を明らかにすることである。粗い砂は現地で採取したものを使用し、細かい砂は秋田大学水環境工学研究室で保有しているものを使用した。さらに粒径分布の重複しない2種類の砂として、東北硅砂株式会社の4号硅砂と7号硅砂を使用した。図-2

にそれぞれの砂の粒径分布を示す。中央粒径値はそれぞれ、粗い砂は0.564mm、細かい砂は0.264mm、4号硅砂は0.858mm、7号硅砂は0.193mmである。

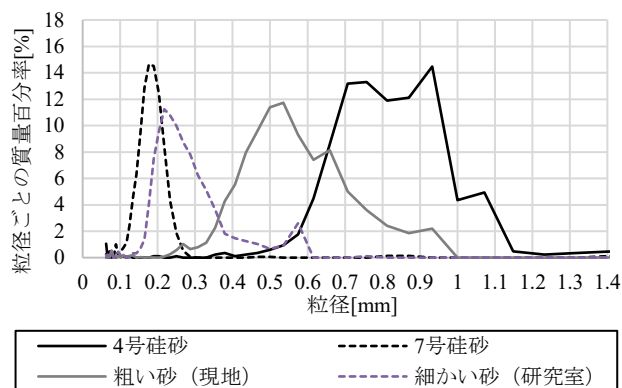


図-2 粒径分布

また、実験には既往研究⁴⁾で用いられた水路を用いる。この水路はフルード数の観点から津波氾濫流の再現性が確認されている。図-3に水路の概況を示す。水路は滑り台状の開水路とし、滑り台斜面の下端には1種類目の砂を敷く水平部(1)、その上流側には2種類目の砂を敷く傾斜部(2)と水平部(1)を設けた。

実験水路の諸元を表-1に示す。また、流れの波形を把握するため、水平部(1)及び水平部(2)の上部に超音波式水位計 (KEYENCE社製、UD-500)を設置した。さらに、ポイントゲージおよび微小角柱によりマッハ角を生じさせ、フルード数を求めることで津波氾濫流を再現していることを確認した。

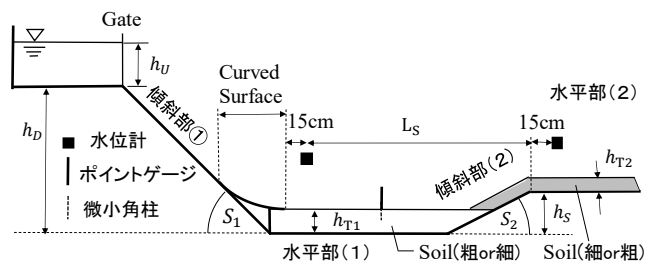


図-3 実験水路 側面図

実験は以下の4ケース実施した。

- Case 1: 水路上流側（海側）に粗い砂を層厚6cm、水路下流側（川側）に細かい砂を層厚3cmで敷く。
- Case 2: 海側に細かい砂を層厚6cm、川側に粗い砂を層厚3cmで敷く。
- Case 3: 海側に粗い4号硅砂を層厚6cm、川側に細かい7号硅砂を層厚3cmで敷く。
- Case 4: 海側に細かい7号硅砂を層厚6cm、川側に粗い4号硅砂を層厚3cmで敷く。

キーワード：河川遡上津波、水路実験、土砂、津波堆積物、粒径分布

連絡先（〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町1番1号）TEL 018-889-2892

表-1 実験水路 諸元

h_D	貯水槽高さ	38 cm
h_U	貯水深	25 cm
S_1	滑り台斜面の勾配	7°
S_2	上り勾配斜面の勾配	6°
L_S	波高計の間隔	357 cm
h_{T1}	初期土砂層厚(水路上流側)	6 cm
h_{T2}	初期土砂層厚(水路下流側)	3 cm
h_S	上り勾配斜面の高さ	9.5 cm

3.2. 実験方法

貯水槽に水を溜め、ゲートを急開し放水することで津波氾濫流を模擬した。水路には図-4のように、水平部(1)の土砂域の端部を0として、傾斜部(2)に向かって15 cm ずつ目盛りを振った。また、水平部(2)の水路上流端を0として水路端部に向かって15 cm ずつの目盛りを振った。水路横断方向については、水路左端から1,2,3と番号を振った。深さについては表層から深さ方向に約5 mm 間隔で「深さ1」、「深さ2」及び「深さ3」と定義した。例えば、Case 1 において水平部(1)の土砂域端部から285 cm の水路中央部で1段階目の深さの試料は「Case1_285_2_深さ1」と、Case 1 において水平部(2)の水路上流端部から15 cm の水路中央部で1段階目の深さの試料は「Case1_2_15_2_深さ1」と表現した。

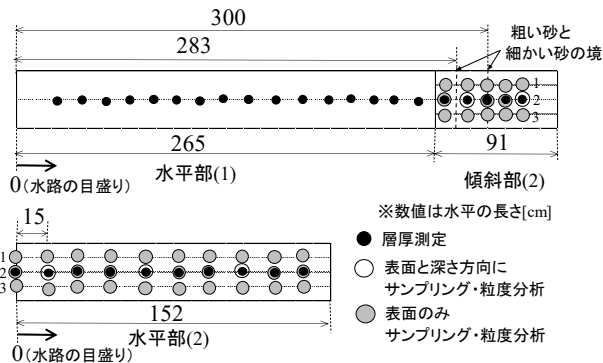


図-4 実験水路 上面図

層厚測定はポイントゲージを用い、水路中央部で約15 cm おきに行った。サンプリングは図-4 に示す黒丸の点で約15 cm おきに行った。白丸で囲った点では深さ方向に3段階、灰丸の点では表面のみ、砂のサンプリングを行った。サンプリングした砂は、沈降管天秤法⁵⁾によって粒度分析を行った。

3.3. 実験結果とその解釈

Case 3 における代表的な実験結果を示す。図-5 に水平部(1)の端部から285 cm、図-6 に水平部(1)の端部から330 cm、図-7 に水平部(2)の端部から15 cm のそれぞれ水路横断方向の中央部における粒径分布を示す。測点285_2では、深さにかかわらず海側に敷いた砂が多く混合しているように見える（図-5）。測点330_2では、スペースの関係でグラフの縦軸を18%でカットしているが、深さ1と2（表層から約10 mm まで）で二種類の砂が混合している様子がわかる。一方、それより深くなると海側に敷いた砂はほとんどみられない（図-6）。測点2_15_2では、深さ1（表層から約5 mm まで）では海側に敷いた砂が多くみられるが、深さ2（表層から約5~10 mm）ではそれがかなり減少し、深さ3（表層から約10~15 mm）ではみられなくなる（図-7）。この結果は、本実験条件にて遡上津波の氾濫流による砂の侵食、

運搬、堆積作用という一連の過程において、明らかに砂の混合が起きていることを示す。

講演では、実験ケースの違いによる砂の混合様式や堆積厚の変化に関する詳細について紹介する予定である。

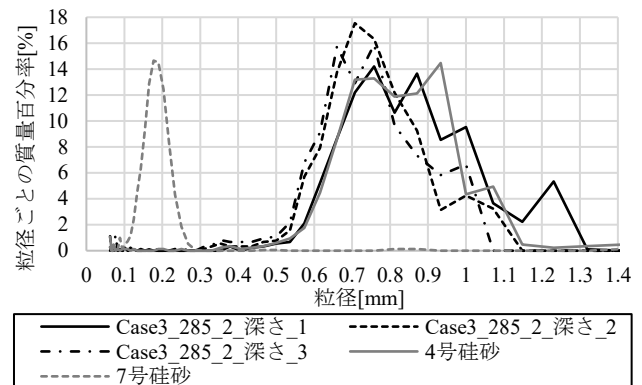


図-5 Case 3 測点 285_2 における粒径分布

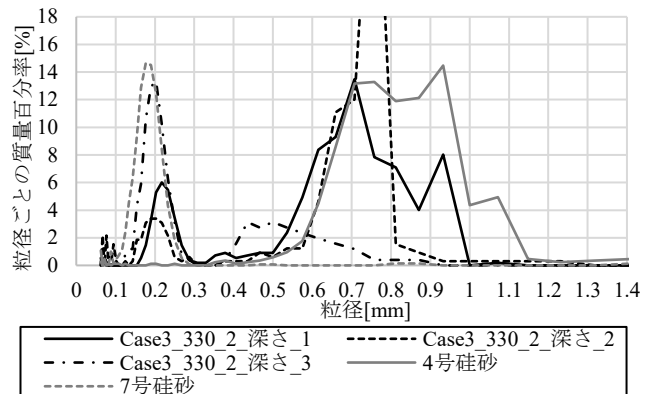


図-6 Case 3 測点 330_2 における粒径分布

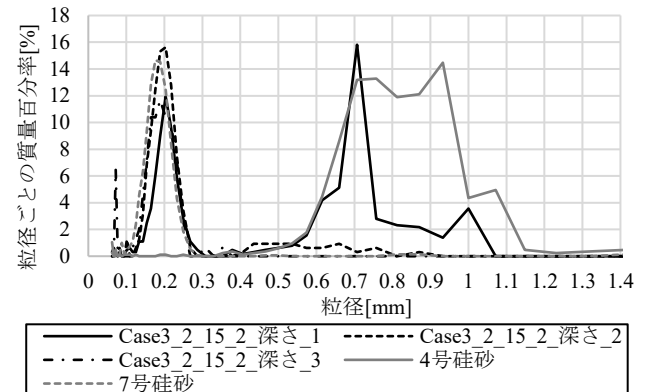


図-7 Case 3 測点 2_15_2 における粒径分布

謝辞：本研究には平成31年度秋田県ジオパーク研究助成金を使用した。秋田大学理工学部水環境工学研究室の皆様には砂の採取及び水路実験に協力いただいた。ここに記して関係各位に深く謝意を表します。

参考文献：1) 鎌滝孝信ほか：土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.74, No.2, pp.I 529-I 534, 2018. 2) 土木学会：1983 年日本海中部地震震害調査報告書，pp.157-158, 1986. 3) 乗富一雄：1983 年日本海中部地震による災害の総合的調査研究，pp.90,91,97, 1984. 4) 松富英夫ほか：土木学会論文集 B2，Vol.75, No2, pp.I 397-I 402, 2019. 5) 成瀬元：堆積学研究，No.62, pp.55-61, 2005.