

平成 30 年 6 月 9 日現在

機関番号：82503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K05322

研究課題名(和文) 射流に伴う堆積物のGPR測定を用いた3次元解析

研究課題名(英文) Three-dimensional analysis with GPR(ground penetrating radar) of supercritical flow deposits

研究代表者

熊代 浩子(岡崎浩子)(KUMASHIRO (OKAZAKI), HIROKO)

千葉県立中央博物館・生態学・環境研究科・主任上席研究員

研究者番号：10250135

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：(一財)電力中央研究所の大型造波水路(長さ205m,幅60cm,深さ95cm)において津波堆積物実験が行い,1.6GHzアンテナを用いたGPR(Ground Penetrating Radar)探査を行った。実験は水路に混合砂(中央粒径:約0.2mm)をしき,中央部に高さ20cmの砂丘をつくり汀線とした。津波(波高約80cm)は砂丘をこえて陸側に遡上し層厚が1-3cm程度の津波堆積物を堆積した。砂丘背後のフルード数は1.6程度。探査では砂丘前後に凹地状反射面が,砂丘より陸側では緩やかに上に凸の平行する二層の反射面が認められ,これらは跳水によるものとantiduneの可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：A tsunami experiment was conducted in a wave flume (205 m in length, 60 cm in width, 95 cm in depth) in CRIEPI. GPR (Ground Penetrating Radar) scanning with a high frequency antenna (1.6 GHz) was performed for the experiment deposits. The used material was sand (median, 0.2 mm) and dune (20 cm in height) was formed in the center of flume. A tsunami (wave height, 80 cm) went over the dune, and run up to the landside, and deposited sand layer, 1-3 cm in thickness. GPR profiles show three-dimensional low basin-shaped reflection around the dune, and parallel reflection consisting of two levels that was a gently convex upward in the landside. The basin-shaped reflection was caused by the hydraulic jump at dune and the gently convex upward reflection might be formed from antidute.

研究分野：堆積学

キーワード：射流堆積物 GPR 3次元解析

1. 研究開始当初の背景

近年、水路実験による射流堆積物の解析が進められ、その水理条件と堆積構造の特徴が明らかになってきている。射流は流れの無次元数であるフルード数が1より大きく速くて浅い流れで、自然界では洪水や津波、斜面崩壊時などに多く発生する。このような高エネルギーの流れで生成する射流堆積物は、過去の地層の中にも残されていることが、再認識されている。このような過去の地層における洪水や津波などのイベント堆積物の認定は、そのイベント発生の地質条件や規模や再来間隔の推定につながり、防災の観点からも重要な事項となってきている。

しかしながら、従来の水路実験解析は水理条件の解明を主とする2次元解析であり、堆積物の3次元解析が十分に行われていない。応募者はH19-22年度基盤研究(C)研究代表者岡崎浩子「電磁反射法を用いた水路実験3次元モニタリングとその河川堆積相への適用」において、実験河川堆積物について高周波アンテナのGPRを用いて10~20cmの探查深度で3-5cm間隔の構造を初めて復元した(Okazaki et al., 2013)。GPRは、物体に電磁波を放ちその反射信号から内部構造を探查するもので、その探查深度と分解能はアンテナの中心周波数によって依存し、より高周波では探查深度は小さくなるが分解能が上がる。この特性を生かしてH23-26年度科研費「河川砂礫堆の3次元形成ダイナミクス：水路実験と現世堆積物のGPRによる融合」においては250MHzのGPRアンテナを用いて、自然河川砂礫州の内部構造探查から地形条件によって洪水時に射流堆積物が形成されることが推定された(Okazaki et al., 2014)。したがって射流堆積物の3次元内部構造(堆積構造)解析の必要性を認識し、実験堆積物のGPRを用いた3次元解析の着想を得た。また、応募者は地層の堆積相解析(科研費H7-9年度、H10-13年度、H14-17年度など)に

より射流堆積物の地層を報告している(岡崎ほか, 2000; 岡崎ほか, 2006など)。また、現世堆積物中では2011年の津波堆積物の調査でも射流堆積物と推定される堆積物を見いだしている(岡崎ほか, 2012)。

岡崎浩子・大木淳一. 2012. 東北地方太平洋沖地震にともなう九十九里浜の津波堆積物と海岸地形変化調査報告. 千葉県立中央博物館自然誌研究報告, 12(1), 1-16.

岡崎浩子・伊左治鎮司・中里裕臣. 2000. 更新統下総層群上泉層にみられるギルバート型粗粒三角州. 地質学雑誌, 106(7), 461-471.

岡崎浩子・中里裕臣・池田 宏. 2006. 下総層群清川層にみられる海水準上昇初期の洪水堆積物. 第四紀研究, 45(3), 157-167.

Okazaki H, Nakazato, H. and Kwak Y. 2013. Application of high-frequency ground penetrating radar to the reconstruction of 3D sedimentary architecture in a flume model of a fluvial system. *Sedimentary Geology*, 293, 21-29.

Okazaki, H., Kwak, Y., Tamura, T. 2014. Sedimentary processes inferred from 3D ground-penetrating radar analysis of braid bars (Abe River, central Japan). 19th International Sedimentological Congress Abstract, T1S2-O8.

2. 研究の目的

本研究は 実験堆積物の3次元堆積構造をGPRにより求め堆積構造の可視化を行う。その結果から、射流堆積物の水理条件と3次元堆積構造の関係を明らかにすることを目的とするものである。

また、実験堆積物と上記の地層・現世堆積物の射流堆積物の比較検討によりその発生の地形・地質条件を明らかにするものである。

3. 研究の方法

(1) 平面実験水路を用いて、射流堆積物の形成を行う。

(2) 実験で形成した射流堆積物の内部構造の3次元解析をGPRにより行う。

(3) 実験堆積物の断面剥ぎ取り資料を取り、GPR反射面物性の確認を行う。

(4) 剥ぎ取り資料写真による粒子ファブ

リックの解析を行い，GPR によって明らかになった 3 次元構造との検討を行う。

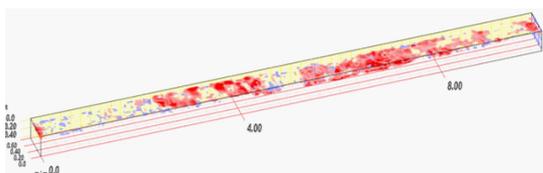
- (5) 地層の射流堆積物と実験堆積物結果との比較を行い，射流堆積物が地層の中に残る水理条件，地質条件を検討する。

4. 研究成果

主な研究成果は次のようである。

(1) (一財)電力中央研究所の大型造波水路(長さ205m,幅60cm,深さ95cm)において津波堆積物実験を行った。実験は水路に混合砂(中央粒径:約0.2mm)をしき,中央部に高さ20cmの砂丘をつくり汀線としている。津波(波高約80cm)は砂丘をこえて陸側に遡上し層厚が1-3cm程度の津波堆積物を堆積した。砂丘背後のフルード数は1.6程度であった。

(2) GPR探査を1.6 GHzアンテナで砂丘前後の10m区間で行った。探査結果からは砂丘付近に凹地状反射面が,砂丘より陸側では緩やかに上に凸の平行する二層からなる反射面が認められた(図)(岡崎ほか,2017b)。



(3)探査後に水路に平行な剥ぎ取り資料を作成した。その断面からは遡上した津波堆積物は粒径の異なる二層(下部の細礫を含む粗粒砂層と上部の細粒砂層)からなり,これらの境界面が反射面となっていることが明らかになった(岡崎ほか,2017b)。

(4)剥ぎ取り資料に対して写真画像を用いての粒子ファブリック解析法(宮田・花本,2016)を適用した。粒径は,全体的に見ると砂丘より沖側の凹地堆積物が最も粗く,陸側の遡上堆積物はより粗い下部層と細かい上部層からなり,陸向きには凸状の頂部付近で粗粒化し,さらに陸側で細粒化することが確認された。また,粒子のインプリケーションには陸傾斜と沖傾斜の2方向があり高角度(20-30度)

で傾くものも見られた(岡崎ほか,2017a)。従って,実験堆積物のGPR探査で認められた砂丘前後の3次元凹地堆積物は砂丘による跳水でできた凹地を埋積したもの,陸側の遡上堆積物はantiduneにより形成された可能性が考えられ,現在検討中である。

宮田雄一郎,花本夏輝(2016)写真画像を用いた3D砂粒子ファブリックの計測.日本堆積学会2016年福岡大会P19.

(5)現世津波堆積物の観察事例との比較を行った。九十九里浜平野東端の刑部岬の海食崖下とその前にある消波堤の間には約55cmと厚い津波堆積物が堆積した。津波堆積物は侵食面上に貝殻片や泥岩偽礫を多く含む粗粒砂層と,その上に緩やかに上に凸の葉理もつ細粒-中粒砂層がのり逆級化するものも見られた(岡崎・大木,2012)。

(6)現世津波堆積物と実験堆積物の比較からは砂丘や堤防の越流による侵食と射流による砂の移動埋積が考えられた(岡崎ほか,2018)。

このような大型水路での津波実験は例がなく,津波堆積物のGPR探査により3次元形態が推定されたことは意義がある。今後は,この成果をもとに現世堆積物や地層で推定された射流堆積物の解析を進めていく。

5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 3 件)

- ・ 岡崎浩子・吉井 匠・宮田雄一郎(2018) 大型造波水路津波堆積物と現世津波堆積物観察例.日本堆積学会,秋田大学。
- ・ 岡崎浩子・吉井 匠・宮田雄一郎(2017a) 津波実験堆積物の形状と内部構造の解析例.日本地質学会,愛媛大学。
- ・ 岡崎浩子・吉井匠・秋山大地(2017b) 津波実験堆積物のGPR(地中レーダ)三

次元解析・日本地球惑星科学連動2017年
大会（国際学会），幕張メッセ。

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

熊代 浩子（岡崎 浩子）

（KUMASHIRO HIROKO (OKAZAKI HIROKO)

千葉県立中央博物館，生態学・環境研究科，
主任上席研究員

研究者番号：10250135

(2)研究分担者

（ ）

研究者番号：

(3)連携研究者

宮田 雄一郎（MIYATA YUICHIRO）

山口大学，創成科学研究科，教授

研究者番号：60250

吉井 匠（YOSHII TAKUMI）

（一財）電力中央研究所，主任上席研究員

(4)研究協力者