完新世の地形発達から明らかにする南海トラフ地震の多様性（第 4 年次）

実施期間　　平成 30 年度～令和 3 年度
地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室　中埜　貴元

1. はじめに

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震を機に，プレート境界における固有地震説の再検討の必要性が指摘されており，南海トラフにおいても同様の検討が必要と考えられる．そこで，地形形成速度の速い堆積性の海岸地形（浜堤及び海岸平野）の地形発達プロセスの類型化と地震性地殻変動の影響度の抽出を行い，完新世地形の発達史から地震時と地震間の地殻変動を復元することで，南海トラフ地震の多様性を明らかにする研究を遠州灘沿岸低地において実施している（JSPS 科研費 JP18H00765，研究代表者：松多信尚）．その一方で，海岸地形の地形発達過程は十分に明らかになっていないため，この地域の古地理を復元するためにこれまで菊川低地やその西方の浜堤平野においてボーリング調査や浅層反射法探査（稲崎ほか，2021），GPR 探査（中埜ほか，2020；中埜，2020）などを併用した調査が行われてきている．これらの調査により，複数の地点で埋没谷の存在を示唆する結果が得られており，令和 3 年度はその平面的な分布や地下 10m 以浅の極浅層地下構造を明らかにするために，GPR（地中レーダ）探査を実施した．

2. 研究内容

調査地域及び GPR 探査測線位置を図-1 に示す．GPR 探査は 2021 年 12 月 12～13 日にかけて実施した．GPR 探査には Sensors & Software 社製 Noggin Plus を用い，アンテナ中心周波数は 250MHz とした．データ解析には同社製 EKKO_Project5 を用いた．解析では基本的な処理（ノイズ低減処理，移動平均処理，ゲイン回復処理，マイグレーション処理，地形補正等）を行った．電磁波の伝搬速度は hyperbola fitting 法により推定し，往復走時を絶対深度に変換した．

調査地域は，菊川低地西方の浜堤平野に位置する大渕サイト（Site OB），菊川右岸の浜堤上に位置する大浜中学校サイト（Site OH），菊川と下小笠川に挟まれ基盤岩のシルト岩で構成された丘陵地の脇に位置する中サイト（Site NK）の 3 サイトである．大渕サイトでは，稲崎ほか（2021）による浅層反射法探査で埋没谷が確認されており，同一の測線やその周辺を対象に極浅部地下構造の検出を目的として 6 本の測線を設置した．なお，本探査における測線 OB-L1 と OB-L2 が稲崎ほか（2021）による浅層反射探査の測線 L1 と L2 にそれぞれ対応する．大浜中学校サイトでは，ボーリング調査で埋没谷の存在が示唆されており，その極浅部地下構造の検出と浜堤の内部構造把握を目的として 6 本の測線を設置した．1 本は埋没谷を横断する東西方向の測線，残りの 5 本は東西方向に伸びる浜堤を横断する南北方向の測線である．中サイトでは基盤岩の地下分布の検出を目的として 4 本の測線を設置した．2 本は集落を横切る道路に沿った主に東西方向の測線，残りの 2 本は集落から低地へと向かう主に南北方向の測線である．

3. 得られた成果

本稿では，良好な結果が得られた大渕サイトと大浜中学校サイトの代表的な結果を報告する．

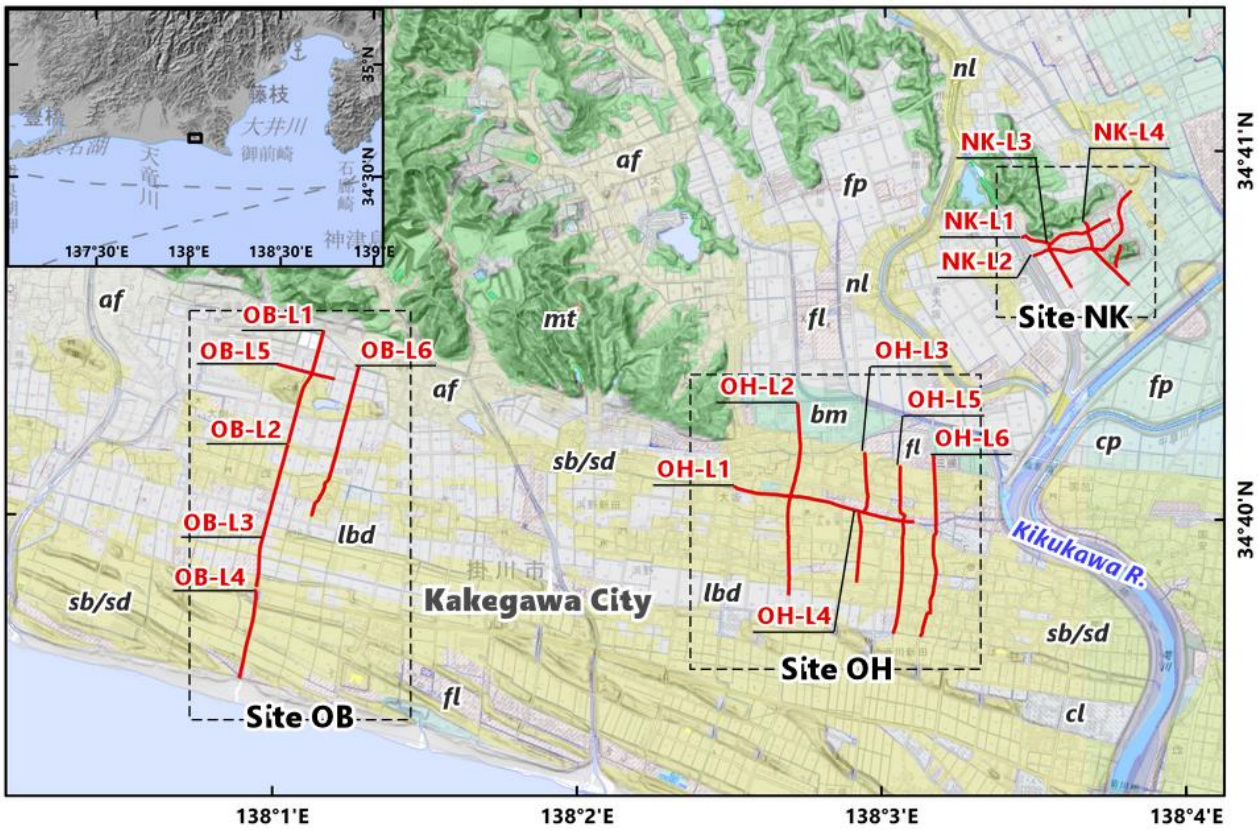

図-1　GPR 探査サイト及び探査測線位置図．赤線が GPR 探査測線，赤字が探査測線名．探査測線名が指す地点が探査測線始点．背景は地理院地図で，着色部は数値地図 25000（土地条件）の地形分類を示す．地形分類の凡例は次のとおり（一部は解釈を追加）．mt：山地，af：扇状地，nl：自然堤防，sb/sd：砂州・砂丘，fp：谷底平野・氾濫平野，cp：海岸平野・三角州，bm：後背湿地，lbd：砂州間・砂丘間低地，fl：盛土地，cl：切土地．

大渕サイトの測線 OB-L1 においては，浅層反射法探査により水平距離 150～250m の範囲で埋没谷の横断形が確認されていたが，GPR 探査でも水平距離 155～205m の範囲で凹型の反射面が確認でき（図-2 青色線），埋没谷を埋める堆積層の構造を捉えたと考えられる．反射面の北側は水平距離 120m 付近まで続いているようにも見える．また，水平距離 245m 付近では北側（埋没谷側）に落ち込む明瞭な反射面が見られ（図-2 青色線），埋没谷南縁の肩部の落ち込みを捉えたと考えられる．その他，水平距離 400～420m，485～505m においても，地下 2m（標高 9～10m）付近を上端とする深さ 2～3m 程度の U 字状の反射面が確認でき（図-2 青色線及び水色部），規模の小さな埋没谷を捉えたと考えられる．同測線は水平距離 250～390m において浜堤を横断しているが，この浜堤部では地下 1.8m（標高 11m）付近に明瞭な反射面が見られる（図-2 緑色線）．この反射面は浜堤南側の堤間低地まで続いているようにも見え，地下水面あるいは物性（土質等）の異なる面を捉えた可能性がある．また，浜堤の頂部付近よりも北側（山側）では北側に，南側（海側）では南側にやや高角に傾く多数の反射構造が見られ（図-2 黄色線群），浜堤の堆積構造を示していると考えられる．浜堤の南縁辺部では北側と南側に傾斜する反射面が交差する部分もあり，クロスラミナ構造を捉えている可能性もある．さらに，水平距離 510～520m にかけては，地下 5～6m（標高 6～5m）付近で南側（海側）に落ち込む段差状の弱い反射面が得られている（図-2 茶色線）．稲崎ほか（2021）による浅層反射探査断面でも同じ場所に同様の構造が見られており，埋没した離水ベンチなどを捉えた可能性もある．

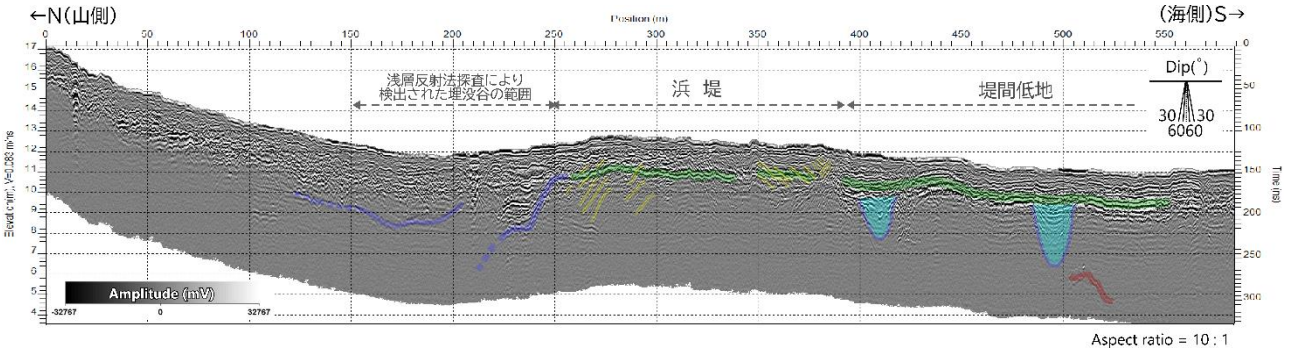

図-2　測線 OB-L1 の GPR 探査プロファイル

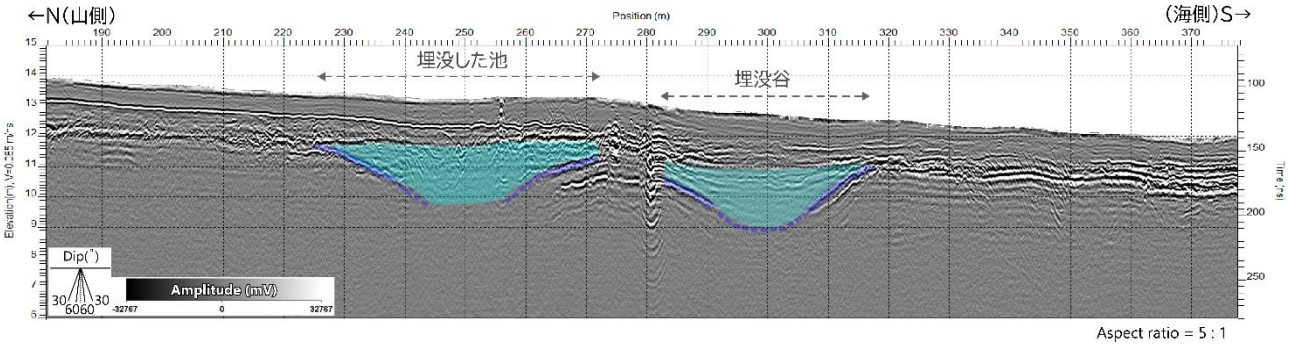

図-3　測線 OB-L6 の GPR 探査プロファイル

測線 OB-L1 から水田等を挟んで 240m ほど東側に位置する測線 OB-L6 においては，水平距離 225～270m と 280～315m の隣り合う 2 か所の範囲で小規模な埋没谷を示す反射構造が得られた（図-3）．この測線のすぐ西側には中新井池があるが，1962 年の空中写真ではこの池は探査測線の位置まで伸びており（図-4），水平距離 225～270m の埋没谷構造は埋め立てられた池を捉えたものと考えられる．同空中写真の立体視判読では，測線 OB-L1 の水平距離 150～250m 付近の埋没谷の位置で東西方向に伸びる浅い谷が確認でき，その浅い谷の上流側（東側）は南東方向に折れて中新井池へとつながっている（図-4）．中新井池の南東側では，さらに東側から流下する浅い谷が分岐しており，水平距離 280～315m の埋没谷は分岐した南側の谷を捉えた可能性がある．さらにその浅い谷は浜堤の南側に沿って西流しながら複数筋に分岐し，また，中新井池からも谷が西流して測線 OB-L1 と交差するが，測線 OB-L1 の水平距離 400～420m や 485～505m で見られた規模の小さな埋没谷は，これらの浅い谷に該当するものと考えられる．なお，測線 OB-L1 や OB-L6 と交差する浅い谷は他にも見られるが，その位置ではそれらを示す構造は検出できていない．

大浜中学校サイトの浜堤を横断する南北方向の 5 測線では，浜堤頂部付近及び南側斜面において地下 2～3m（それぞれ標高 5～6m と 4～5m）付近に概ね平坦な明瞭な反射面が断続的に検出された．測線 OH-L4 に近いボーリングデータでは，地表から深さ 5m（標高 3m）付近までは細砂で，深さ 1.5m（標高 6.5m）前後と 2.1m（標高 5.9m）前後にシルトが混じる薄層を挟んでいる．このボーリング地点の地表は測線 OH-L4 の最近接地点の地表よりも 0.7m ほど標高が低いことを考慮すると，GPR 探査で捉えた浜堤頂部付近における地下 2～3m（標高 5～6m）付近の明瞭な反射面は，細砂中に挟在するシルト混じり砂層を捉えた可能性がある．その他，測線 OH-L2 の水平距離 900m 付近から測線終点の 969m 付近にかけて，地下 4.5～5m（標高 4～3m）付近に南側（海側）にわずかに傾き下がる明瞭な反射面が断続的に確認できた．この区間は浜堤南側の堤間低地に位置し，埋没した何らかの地形を捉え

ている可能性があるが，測線全体で見ると，水平距離 530～650m 付近に明瞭に現れている，先述の標高 5～6m 付近に見られる明瞭な反射面の延長のようにも見え，砂層内の土質の違いを反映したものである可能性もある．

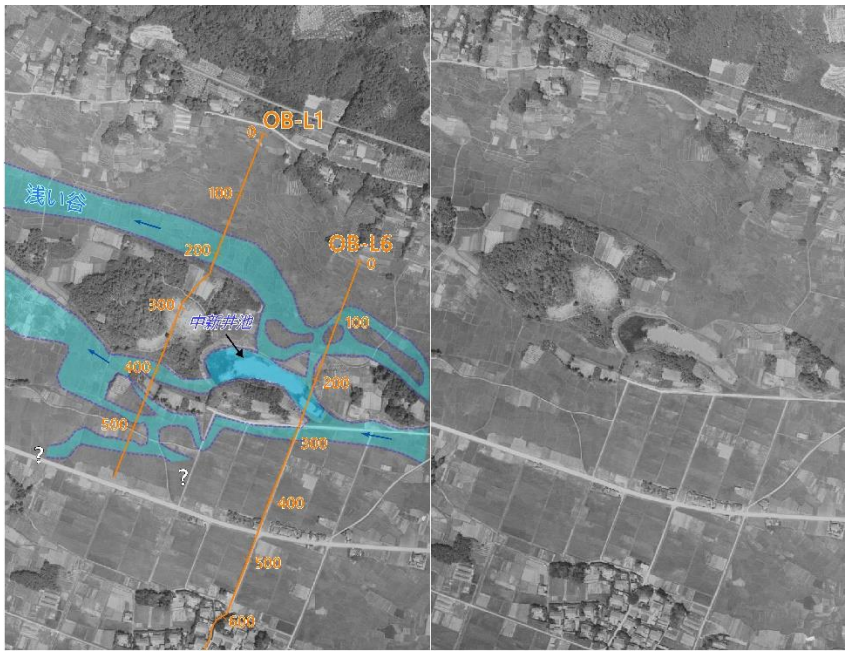

図-4　測線 OB-L1，OB-L6 周辺の 1962 年空中写真（MCB627-C18-4,5．実体視可）と判読結果．

4．結論

浜堤平野及び浜堤上での GPR 探査により，浅層反射法探査では識別が難しい極浅層の構造を捉えることができ，小規模な埋没谷や埋没池を検出した．また，浜堤部においてはその発達過程を示すクロスラミナなどの構造や細砂中に挟在する土質の異なる薄層の分布も捉えることができた．今後は他の調査結果と併せて調査地域の古地理の復元を試みたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18H00765 の助成を受けたものである．調査に使用した GPR 探査装置は名古屋大学の鈴木康弘教授より借用した．現地調査においては，研究代表者の岡山大学・松多信尚教授のほか，同研究室の西山弘祥氏にご助力頂いた．

参考文献

稲崎富士，楮原京子，岡田真介，中埜貴元，松多信尚（2021）：高分解能 S 波反射法地震探査による海岸平野下の浅部地下構造イメージング，日本地球惑星科学連合 2021 年大会予稿．

中埜貴元（2020）：完新世の地形発達から明らかにする南海トラフ地震の多様性（第 2 年次），国土地理院令和元年度調査研究年報，206-208．

中埜貴元，松多信尚，堀和明，廣内大助，杉戸信彦，佐藤義輝，石山達也（2020）：遠州灘沿岸低地に形成された浜堤の内部構造把握に向けた GPR 探査，JpGU-AGU Joint Meeting 2020 予稿，HGM03-P09．