

4. 全体成果概要

平成 29 年度から 3 ヶ年計画で実施された「富士川河口断層帯における重点的な調査観測」では、以下の 6 つのサブテーマを設定し、調査観測・研究を実施した。サブテーマ 1：構造探査に基づく震源断層システムの解明、サブテーマ 2：活断層システムの分布・形状と活動性、サブテーマ 3：地震活動から見たプレート構造、サブテーマ 4：史料地震調査、サブテーマ 5：強震動予測、サブテーマ 6：地域研究会である。

サブテーマ 1：構造探査に基づく震源断層システムの解明での最も重要な課題は、富士川河口断層帯と南海トラフから延長されるフィリピン海プレートと陸側プレートの境界断層との関係を明らかにし、震源断層モデルを構築することである。このプレート境界の断層（メガスラスト）は、富士川河口断層帯のような衝突沈み込み境界では、大陸地殻同士が接するためプレート境界で明瞭な速度構造の差異を示さず、イメージングが難しい。さらにノイズの大きい陸域では、イメージングが難しいことから、南方延長の海域で駿河トラフを横断する約 60 km の区間で反射法ならびに屈折法による海陸統合地殻構造探査を実施した。海域ではエアガンで発震し、海底地震計と陸上の受振器で記録した。また陸上では 4 点の発破による発震を行った。屈折法による P 波速度構造解析や反射法地震探査解析を行い、西方に緩く沈み込むメガスラストの形状などを明らかにした。東京海洋大学によるストリーマ・ケーブルを曳航して得られたマルチチャネル反射法地震探査の結果とともに、浅部から地下 20 km 程度までの、プレート境界から海底の活断層までの構造が明らかになった。プレート境界に直接連続する断層は、トラフ軸西部に位置する海底面に達するスラストであり、この断層はほぼその姿勢を維持して、陸域の入山瀬断層に連続することが明らかになった。東海大学は、駿河トラフで海底地震観測を実施した。観測結果は、防災科学技術研究所の地震観測網のデータと共に解析され、駿河湾については陸域と連続した速度構造が明らかになった。サブテーマ 3 で明らかにされた地震学的データに基づくプレート境界の形状は、制御震源からの推定と調和的であり、サブテーマ 2 で得られた陸域活断層の浅部構造のデータも加えて富士川河口断層帯と駿河トラフのプレート境界のメガスラストを含めて、強震動予測のための震源断層モデルを構築した。

身延断層については、地質・変動地形的な検討により、高角度で左横ずれセンスを示す南部と、中角度の逆断層の北部から構成される。南部については地下延長が数 km の深さでプレート境界断層に収斂するため、独立した起震断層と考えることができない。そのため北部のみについて震源断層モデルを作成した。

サブテーマ 2：富士川河口断層帯において変動地形解析・高分解能反射法地震探査・トレンチ・ボーリング調査を行い、富士川河口断層帯の分布・形状・活動性・平均変位速度について検討した。計 5 測線、合計測線長 29.6 km に渡って高分解能反射法地震探査を行い、富士川河口断層帯の主要断層である安居山断層・芝川断層・大宮断層・入山瀬断層がいずれもプレート境界の先端部を構成する分岐スラストであること、一部の断層については市街地側に伏在すること等、形状に関する情報はかなりの程度明らかにすることが出来た。また、航空レーザー測量による高密度数値地形データ・航測図化・空中写真等を用いた変動地形解析に基づき、安居山断層・芝川断層・入山瀬断層などで完新世の極新时期変位地形を複数見出し、富士川河口部の群列ボーリング調査および由比川河口部の完新世後期海岸段丘での掘削調査から、複数回の歴史時代の地震イベントの可能性を指摘した。一方で用地が限定的であることなどから、トレンチ調査については詳細な活動履歴のデータを得ることが出来なかった。断層の地下形状が明らかになったことで、断層の実すべり速度が断層帯として 14 mm/年であることが判明した。また、身延断層

帯についてはこれまでの見解をおおよそ追認した一方で、確実な活断層と判断できるトレースは、既存研究に比べ限定的である。断層北部の姿勢は中角度西傾斜の逆断層で、南部の高角左横ずれ断層とは大きく異なる。

サブテーマ3：制御震源による地殻構造探査によって、富士川河口断層帯は、フィリピン海プレート上面のメガスラストと一致することが明らかになった。三次元地震波速度構造や三次元地震波速度構造を用いて再決定された微小地震の震源や発震機構等を総合的に考慮して、フィリピン海プレート上面境界モデルを新たに構築した。メガスラストは、駿河トラフから富士川河口断層帯へと連続する。プレート境界における小繰り返し地震を三次元地震波速度構造により再決定した結果震源の深さは浅くなり、フィリピン海プレート境界モデルと調和的であった。フィリピン海プレート上面境界で発生していると考えられる深部低周波地震の分布など、富士川河口断層帯とその南方のプレート境界における震源断層モデルの固着域を推定するための基礎データを明らかにした。

サブテーマ4：史料地震学的検討によって、1854年安政東海地震時の駿河湾奥部周辺における震動被害による震度分布図を作成した。各地点の位置精度も地盤補正に対応可能な状態で改訂された。作業にあたっては、火災等の効果や二次史料の混入によって過大な震度を与えないように注意し、史料に書かれた地点の精度が可能な場合は100 m未満まで絞り込んである。安政東海地震の震源域が富士川河口断層帯まで及んでいたとすれば、震源断層までの距離に応じた震度分布図のパターン出現が期待されるが、湾奥部全体で地盤条件の方が、断層帯までの距離の近さよりも震度との相関が大きい。1854年安政東海地震の震源域の北端の位置は、震度分布から、駿河湾奥部には達していなかったと判断できる。

地殻変動に関して史料地震学的調査を行い、地震時隆起が見られた北端は、蒲原ではなく、南西の由比であること、由比よりさらに南にある清水湊の隆起が1 m未満であり、地震から4年後には地震前と同等程度に回復していたことを明らかにした。地震時地殻変動からも、1854年安政東海地震の震源域の北端の位置は、清水港よりも南側である可能性が高い。

浮島ヶ原の開発史の検討から、気象起源の頻繁な排水環境変化によって、堆積環境が大きく影響を受けきた経緯が明らかになり、この地域は地震の履歴調査対象としては適していないことが半明した。

サブテーマ5：富士川河口断層帯周辺地域において臨時強震観測を実施し、強震動予測の高度化のために既存の強震観測点での記録も含めて、地震記録を蓄積した。同地域で深部地盤と浅部地盤を対象とした微動探査を実施した。観測結果からレイリー波の位相速度を求め、その逆解析から一次元S波速度構造モデルを推定した。臨時地震観測による連続観測記録から地震波干渉法によって、2地点間のグリーン関数を評価し、その表面波部分の群速度を抽出し、既存の地下構造モデルによる理論値では、観測群速度が説明できないことを指摘した。これらの地下構造情報を用いて、既存の深部地盤のモデルを修正した。修正した深部地盤のモデルによって、表面波の理論群速度がより説明できることを示した。さらに、上述の強震観測によって得られた地震記録を用いて、周波数0.5~20 Hzの帯域の地盤増幅特性を評価した。修正した地下構造モデルの理論増幅特性は、多くの地点で観測増幅スペクトルの形状と類似しており、地下構造モデルの修正が妥当であることを明らかにした。最後に、本研究の活断層や地殻構造探査地質構造に関する研究の成果を踏まえて、南海トラフの東海セグメントと富士川河口断層帯のセグメントが連動した場合の想定地震による強震動の評価を行った。富士川河口断層帯のセグメントが連動した場合には、同セグメントの東側の平野部では大きな強震動になると考えられる

サブテーマ6：富士川河口断層帯の周辺地域における、特に静岡県・山梨県の地方自治体の担当者、国の関係機関の担当者、ライフライン業者などを対象とした地域研究会を計3回開催した。参加機関は25

から 32、参加者は最大 55 名であった。この中で活断層についての防災的な対策の他、本事業で得られた富士川河口断層帯から生じる地震像、地表トレースの位置、発生する強震動などについての成果について広報・議論した。今後も、相互に情報を共有し、対策を検討することが重要であることが共有できた。