

4. 全体成果概要

1. プロジェクトの概要で触れたように、森本・富樫断層帯における重点的な調査観測（以下、本調査観測）では、森本・富樫断層帯の地震規模及び長期的な発生時期の予測精度の高度化、周辺断層帯との関係、断層帯周辺における地殻活動の現状把握の高度化、強震動の予測精度の高度化等の調査観測研究を3ヵ年計画で実施する。今年度はその初年度にあたる。

本調査観測では、1) 活断層の詳細位置・形状・活動性及び周辺の地下構造解明のための調査として、1. 1) 活断層の詳細位置・形状・活動性解明のための調査、と、1. 2) 重力探査に基づく地下構造調査、2) 断層帯周辺の地殻活動の現状把握調査、3) 浅部・深部統合地盤構造モデルの構築と強震動予測として、3. 1) 浅部地盤構造モデルの構築、3. 2) 深部地盤構造モデルの構築と強震動予測、の5つのサブテーマ研究グループを構築して、調査観測を進めるとともに、これらの活断層調査の実施に際して、関係自治体等と連携を図るとともに、調査観測成果を地域へ普及・還元する観点から、4) 地域連携・地域の内在地震ハザード情報共有、のサブテーマを設定した。

以下、本年度（令和4年度）実施した調査観測の成果概要を記す。

1. 1) 活断層の詳細位置・形状・活動性解明のための調査では、航空レーザー測量データを収集・解析して作成した0.5 mグリッド DEMおよび基盤地図情報の5 m DEM、小～大縮尺空中写真等を用いた変動地形解析を行い、森本・富樫断層帯および隣接する邑知潟断層帯南西部との境界部の変動地形を再検討した。その結果、森本・富樫断層帯中央部では新たに沖積低地面や低位・中位段丘面に背斜・撓曲変形が認められたほか、森本丘陵基部にも西向き低断層崖・撓曲崖が断続的に分布するなど、既存研究よりも複雑な断層トレースを呈する可能性があることがわかった。また、邑知潟断層帯南西部との境界部では、森本・富樫断層帯北端部から、宝達丘陵西縁部に段丘地形や谷底平野の段丘化が断続的に認められ、位置不明瞭な活断層が従来よりも約2 km北に続く可能性が示唆された。

また、断層帯中央部において中型バイプロサイズ車4台を震源とする測線長約24 kmの深部構造探査（犀川-医王山測線）を実施し、新第三系～第四系が野町断層・長坂撓曲・野田山撓曲に対応する西急・東緩の非対称背斜構造に参加する構造が確認された。これらは東傾斜の伏在断層によって形成されたと考えられる。一方、測線西部の沖積低地面下に緩やかな背斜状の構造が認められた。

次年度は、各種DEM・空中写真等による変動地形解析・地表踏査・ボーリングDBの活用により、検討を続けるとともに、断層帯北部に分布する沖積低地面を累積的に変形させる完新世後期の撓曲崖において、断層活動時期・平均変位速度を推定する群列ボーリング等の掘削調査と高分解能極浅層反射法地震探査を行うこととする。深部の形態に関しては、基礎物理探査測線の再解析を実施して断面構造の対比を進める。

1. 2) 重力探査に基づく地下構造調査では、森本・富樫断層帯周辺における既往重力データを収集し、国土地理院基盤地図情報数値標高モデルの10 m DEM及びサブテーマ1.1で得られた0.5 m DEMを用いて、既往重力データの標高値の検証を行った。標高値の差が大きな既往重力測定点については、次年度以降に地形改変の可能性も考慮し、標高値の修正に取り組み、より正確な重力値を得るように努める。

北海道と南九州の一等重力点及び富士山検定ラインでの重力測定により、本調査で使用する金沢大学所有の Scintrex CG-3M 型重力計の測定精度に問題がないことを確認した。

既往の重力調査地点分布を踏まえ、今年度は森本断層北端部周辺（森本断層と邑知潟断層帯の間の領域）、野町断層中央部周辺、富樫断層南端部周辺において、重点的に重力測定を行った。これらの新規重力データを加えた重力異常図及びその勾配図を作成し、森本・富樫断層帯及び周辺の活断層に関する重力異常の特徴を抽出した。森本・富樫断層帯は全体としては重力異常には断層構造による明瞭な特徴はないが、堆積盆の構造を示す低重力異常域に断層帯が区画されている。また、森本・富樫断層帯の傾斜方向の重力異常の勾配からは森本断層及び野町断層については断層構造に起因する可能性のある重力異常が見られるが、富樫断層では不明瞭であった。これらのことは森本・富樫断層帯の基盤における鉛直方向の変位が小さいことを示唆する。一方、石動断層や高清水断層は断層の地表トレース付近で重力異常値の変化が大きく、地下の断層構造が重力異常に表れていると考えられる。また、断層帯間で連続する地下の断層構造の存在を示すような重力異常の特徴は見られなかった。今後の重力測定のさらなる充実により重力異常分布が本報告書に記載したものから変化する可能性もあるため、次年度以降の調査結果や他のサブテーマの結果を踏まえて検討を進める。

2) 断層帯周辺の地殻活動の現状把握調査では、森本・富樫断層帯周辺に、既往高感度地震観測網を補完するよう、11 点の観測点からなる臨時高感度地震観測網 (MTKV-net) を 2022 年 9 月に構築し、積雪期対応、連続地震観測データの蓄積を行った。これにより、これまで約 20 km 間隔であった観測点密度が約 10 km 程度に高まった。2022 年 11 月までの約 2 ヶ月間の MTKV-net データおよび同期間の既往地震観測網の連続地震観測データを用いて、深層学習を活用した地震検出を試行した。使用した学習モデルは海外の地震データを利用して構築されたものであるが、森本・富樫断層帯周辺において気象庁カタログと同数の地震を検知できた。今後は、観測データの蓄積に応じて地震検出と地震波検出を引き続き実施するとともに、結果の精査、ならびに日本のデータを使った転移学習などによる地震検出・検出の精度向上の検討を進める。

森本・富樫断層帯周辺の連続観測データ (MTKV-net、サブテーマ 3. 2 の加賀平野内連続観測データ、および既往地震観測網データ) を用いて、当地域における雑微動解析による表面波の抽出試行を実施した。その結果、地震基盤に対応すると考えられる伝播速度 3 km/s 程度の波群の伝播、加賀平野内の堆積層に対応すると考えられる伝播速度 0.5 km/s 程度の波群の伝播を確認することができた。今後はより長期間のデータを用いた解析および速度構造の推定を進める。

森本・富樫断層帯周辺の応力場の既往情報として、全国内陸部ストレスマップの情報を収集した。当該地域では水平圧縮軸は概ね南東—北西方向であり、森本・富樫断層帯に逆断層運動を発生させやすい場であることが確認された。今後は、発震機構解の蓄積による地殻応力場の精緻化、ならびに、深部断層形状と組み合わせた断層すべり方向解析を進める。

3. 1) 浅部地盤構造モデルの構築では、森本・富樫断層帯における強震動評価を実施するために、震度 5 強以上が想定される、石川県・富山県を中心とした地域のうち、石川県南部（加賀・金沢・羽咋地域）の低地・台地において、小アレイの探査と解析、および、

ボーリングデータ等の既往の地質情報を収集・整理等を実施し、令和5年度以降にサブテーマ3.2と協働で実施する浅部・深部統合地盤構造モデル構築のための準備を行った。今年度実施した、石川県南部の低地・台地における小アレイ探査の結果、浅部地盤構造モデル作成に必要となる、工学的基盤相当層までのS波速度構造の3次元分布が概ね把握できた。また、推定した浅部S波速度構造から求められるAVS30と既往のJ-SHIS微地形区分及び微地形区分等によるAVS30を比較した結果、地形・地質との相関はある程度認められるものの、既往モデル(J-SHISのAVS30)と本結果のAVS30が大きく異なる地域があることが確認できた。

3.2) 深部地盤構造モデルの構築と強震動予測では、3.1)と同じく森本・富樫断層帯の地震で強い揺れに見舞われることが想定される石川県や富山県西部を主な対象として、深部地盤構造モデル高度化のための観測や調査、資料収集等を実施した。臨時地震観測点の新規設置や微動観測の現地調査のほか、深部地盤構造モデル構築と強震動予測のための基礎データ収集に重点的に取り組んだ。堆積平野が広がり、想定震源域にあたる金沢市及び白山市の計11地点において、強震計を用いた臨時地震観測点を設置し、連続観測を開始した。臨時地震観測で新たに得られた地震波形記録に加えて、既存の各機関の震度計や強震計観測点で記録された対象地域の有感地震等の波形記録を取得し、観測された波形の特徴等を分析した。これらの地震動増幅特性等の分析を引き続き行うとともに、連続波形記録をサブテーマ2にも提供し、サブテーマ2で実施している課題にも活用できるように連携して取り組む。

既往調査観測情報を踏まえ、盆地基盤面深度程度までを目標探査対象範囲とした微動アレイ観測を金沢市内2地点で実施し、堆積層部分のS波速度構造を推定した。また、金沢市の犀川沿いの測線に沿って、概ね1～2km間隔で単点微動観測を実施し、森本・富樫断層帯の下盤側と上盤側での地盤構造の違いを調査した。また、石川県全域と富山県西部の震度観測点及び強震観測点において、単点微動観測を実施し、広域的な深部地盤構造の特徴把握を進めた。今年度の調査結果も踏まえて、次年度に新たに微動アレイ観測や単点微動観測を行うべき箇所を検討し、深部地盤構造モデル高度化のためのS波速度構造に関する物理探査情報を充実させていく。

更に、既往の調査資料の収集として、関係機関の協力のもと、深いボーリングの地質情報資料及び強震動予測における非線形応答計算に必要となる動的変形特性を求めるための土質試験結果資料を収集し、整理した。整理した資料は他のサブテーマとも共有した。これらの情報を踏まえて、次年度に新たに実施するボーリング試料掘削及び得られる供試体を用いた動的変形特性試験を実施するための調査候補地点を絞り込んでいく。

4) 地域連携・地域の内在地震ハザード情報共有では、森本・富樫断層帯が活動した場合に強い揺れに見舞われる地域と考えられる石川県、富山県、福井県等における自治体及びこの地域のインフラストラクチャ事業者等の関連部局等と共有を図り、地震ハザード対策の必要性に関する理解を深めることを目的として地域勉強会を行った。今年度は本調査観測の初年度にあたることから、キックオフを兼ねて令和4年8月5日(金)に金沢市において対面で実施し、事後にアンケートをとった。当日は豪雨災害が発生したことから、出席者は限られたが、当該断層帯の長期評価、強震動評価に関する疑問や期待を知ることができた。なにより、こういった情報共有と意見交換の場を対面で実施するきっかけができたことは今後の本重点観測を進める上でも重要であると考えている。今年度の地域勉強

会及びアンケートの実施と結果を踏まえて、次年度以降の取り組みを考えていく。

本重点調査の各調査実施にあたっては、石川県、富山県の調査対象地域の方々に大変お世話にあった。詳細は3章の各項目に記載させていただいた。また、石川県危機管理監室危機対策課には地域勉強会等の周知連絡をはじめとして様々お世話になった。記して感謝する。