

1. プロジェクトの概要

日本海側には、津波や強震動を引き起こす活断層が多数分布しているにもかかわらず、震源断層モデルや津波波源モデルを決定するための観測データが十分に得られていない。このため、日本海の沖合から沿岸域及び陸域にかけての領域で観測データを取得し、観測結果に基づく日本海の津波波源モデルや沿岸・陸域における震源断層モデルを構築する。また、これらのモデルを用いて津波・強震動シミュレーションを行い、防災対策をとる上での基礎資料を提供する。地震調査研究推進本部の実施する長期評価・強震動評価・津波評価に資する基礎データを提供するとともに、地域研究会を立ち上げ、調査・研究成果に基づいて防災リテラシーの向上を図る。本研究では、調査観測の進展に伴い、モデル精度及び予測精度が向上することが期待され、それらの結果を地域研究会に反映させる。このため、以下の三つのサブテーマと個別研究テーマ（サブサブテーマ）を設定し、運営委員会により統括管理することで効果的な連携を図りながらプロジェクトを推進する。

(1) 地域の防災リテラシー向上に向けた取組

理学的な調査によって得られる地震・津波についての情報を、工学・社会科学などの研究成果とともに伝達・検討し、地域防災のリテラシー向上に努めることが本サブテーマの目的である。このため、三つのサブサブテーマを設定し、以下の内容の調査・研究を推進する。

(1-1) 防災教育に対する知識構造的アプローチ

就業構造や防災意識レベル、社会移動、被災体験などから地域の類型化を行い、地域類型ごとに、地域行政課題および地域組織および地域住民が保有する知識体系を分析し、具備すべき知識体系との過不足を解明する。その上で、防災リテラシー向上手法を、地域に定着し永続的となりうる実践的手法へと転換する。

(1-2) 沿岸防災手法の工学的評価

日本海側の地域は、プレート境界での巨大地震に伴う大規模な津波に頻りに襲われる地域とは異なっており、沿岸防災を考える上では、高波・海岸侵食の問題とともに津波に対する防災手法の工学的な分析を行うことが重要な課題である。ここでは、津波に対する防災手法の工学的な分析を実施し、日本海側沿岸に最適な防災手法とその普及方法を検討する。

(1-3) 地域研究会・合同地域研究会の実施

日本海側の地域において、本プロジェクトでの成果や既存の学術的成果を伝達し、地域ごとの防災の問題について検討するために、防災関係者、ライフライン事業者、研究者等から構成される研究会を地域ごとに開催し、研究者参加の防災リテラシーの向上と地域還元に努める。防災教育の手法の開発のため、地域の大学等の研究者・専門家の積極的参加を求め、地域の自治体等との持続的連携体制を構築する。

(2) 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

日本海とその沿岸において、津波や強震動を発生させる波源および震源断層について直接的なデータに基づいて、津波波源モデル・震源断層モデルを構築することを目的として

調査を行う。また、海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価の準備として震源断層を含む数値モデルによる検討を行う。このため本サブテーマは、以下のサブサブテーマの調査・研究を行う。

(2-1) 歴史地震・古津波調査

日本海沿岸域での地震波形記録・歴史史料と津波堆積物の解析を進め、津波波源の推定と津波波源モデル構築の基礎資料を得る。

(2-1-1) 歴史文書・地震記録の調査

震源が知られている 20 世紀に発生した大地震 (M7 クラス) の地震記録の再解析と、北海道から九州に至る日本海沿岸域での歴史史料の解析を進め、津波波源域の推定に必要な基礎資料を得る。

(2-1-2) 津波堆積物の調査

北海道から九州に至る日本海沿岸域での津波堆積物の新たな認定手法も含めた検討と履歴・遡上範囲の解析を行い、歴史時代以前における津波波源の推定に必要な基礎資料を得る。

(2-2) 海域構造調査

制御震源による日本海海域の構造探査と、海底自然地震観測により、津波波源モデルの構築に必要な基礎資料を得る。

(2-2-1) 沖合構造調査

北海道北西沖～鳥取沖にかけての日本海の沿岸部から大和海盆・日本海盆に至る海域において、長大ストリーマケーブルを用いたマルチチャンネル反射法地震探査と海底地震計を用いた地震探査を実施し、日本海の地殻構造・断層の位置と形状を明らかにする。

(2-2-2) 海域プレート構造調査

日本海海域において海底地震観測を行い、プレート構造を明らかにし、津波波源モデル・震源断層モデルや数値構造モデルに必要な基礎資料を得る。

(2-3) 沿岸海域および海陸統合構造調査

震源断層・津波の波源断層の位置と形状を明らかにするために、北海道から九州北部にいたる日本海沿岸域において、マルチチャンネル反射法地震探査を行う。また、海陸統合地殻構造調査を行い日本海～陸域にいたる複雑な海陸接合部を含む基本的な地殻構造を明らかにし、津波波源モデル・震源断層モデルの高度化のための基礎資料を得る。

(2-4) 陸域活構造調査

陸域の変動地形学的調査と地下構造調査を組み合わせ、沿岸域の震源断層モデルの高度化に資する資料を得る。

(2-5) 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

サブテーマ (2) で得られる資料を総合させて、日本海とその沿岸地域の津波波源モデル・強震動モデルに必要な断層の形状と断層面上のすべり角についてのモデルを構築する。

(2-5-1) 断層モデルの構築

サブテーマ (2) で得られる成果と日本海とその沿岸における既存の資料を総合させて、津波及び強震動の予測に必要な断層の形状モデルを構築する。初年度に初期モデルを構築し、調査の進展に従い逐次更新する。サブテーマ (3) の津波予測・強震動予測の結果と、サブサブテーマ (2-1) の歴史地震・古津波調査の結果を総合に検討し、妥当な震源断層モ

デルを構築する。

(2-5-2) 沿岸域の地震活動の把握

陸域の自然地震観測網のデータを基に、詳細な震源分布を明らかにし、地震発生層の下限をもとに断層面の深さについて推定する。また、発震機構解をもとに断層面上の滑り角を推定する。

(2-5-3) 構成岩石モデルの構築

天然および焼結資料を基に高温高圧下での弾性波速度を測定し、観測された弾性波速度と比較し日本海および沿岸域の地殻およびマンツルの構成岩石モデルを作成する。高温での変形試験を行い、レオロジーモデルを作成し、断層面の下限について基礎資料を得る。

(2-6) 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備

海域・海陸統合構造調査などによって得られるデータ(サブサブテーマ(2-2)、(2-3))や、構成岩石モデル(サブサブテーマ(2-5-3))から得られるレオロジー特性を反映させ、より現実的な日本海周辺域の構造を反映した構造モデルを構築する。この構造モデル内に、断層の形状モデル(サブサブテーマ(2-5-1))を取り入れ、プレート境界での変位に伴う内陸の断層面上での応力変化を求めることにより、海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備を行う。

(3) 津波及び強震動の予測

サブテーマ(2)の津波波源モデル・震源断層モデルに基づいて、津波波高予測、強震動予測を行う。

(3-1) 津波予測

陸域・海域での構造調査や古地震・古津波・活構造調査などに基づいて得られた断層モデルから、日本海沿岸における津波シミュレーションにより、沿岸での津波波高を予測する。個々の断層モデルに基づく確定論的シナリオモデルの他に、各地に影響を及ぼす可能性のある断層からのシナリオを組み合わせた確率論的な津波予測も行う。なお、本サブテーマでは日本海沿岸の全域について、沿岸での津波の高さを予測し、特定の港湾における浸水・遡上・構造物の影響については、波の分散性も考慮してサブテーマ(1)で実施する。

(3-2) 強震動予測

サブテーマ(2)で構築された沿岸地域の断層形状モデルに基づいて、強震動予測のための震源断層モデルに必要なパラメータを検討し、震源モデルの特性化を行う。従来の速度構造モデルや必要な微動観測などを行って、対象地域の地下速度構造モデルの高度化を進める。これらの情報を組み合わせて、対象断層帯が活動した場合の強震動予測を行い、地震動分布の特徴を調べる。

「日本海地震・津波調査プロジェクト」の管理運営など

サブテーマ、サブサブテーマ相互の協力・連携を図るため、三つのサブテーマ、十五のサブサブテーマの研究者等からなるプロジェクト全体を統括運営する運営委員会を設ける。運営委員会を年2回程度開催して、プロジェクト全体の進捗を管理するとともに、サブテーマ・サブサブテーマの研究の進展に対する相互理解を深め、これらの協力・連携による

発展的研究成果の創出に努めるとともに、研究成果の社会還元を推進する。このため運営委員会は、プロジェクトを実施する研究者の他、地震・津波及び防災研究の有識者及び日本海側自治体関係者から構成されるものとする。なお、日本海側自治体関係者については、データの集積および断層モデルの構築がある程度進んだ段階での参加とし、それまでは地域研究会においてプロジェクトの内容について説明と議論の場を設けることとする。

当該年度における成果の目標及び業務の方法

(1) 地域の防災リテラシー向上に向けた取組

(1-1) 防災教育に対する知識構造的アプローチ

平成 29 年度の業務に引き続き、類型に基づく防災リテラシー向上手法を実践的に開発する。

(1-2) 沿岸防災手法の工学的評価

平成 29 年度の業務に引き続き、津波氾濫モデルの検証・改良を行う。また日本海海域の代表的な海岸において津波氾濫予測を行い、その被害を評価する。

(1-3) 地域研究会・合同地域研究会の実施

北海道地域、東北地域、北陸地域、近畿・山陰地域の 4 地域において、年度内に 6 回の地域研究会を開催する。

(2) 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

(2-1) 歴史地震・古津波調査

(2-1-1) 歴史文書・地震記録の調査

主に東北地方北部を対象として、過去に日本海で発生した地震・津波に関する史資料の収集・解析ならびに地震・津波波形記録を用いた解析を実施する。

(2-1-2) 津波堆積物の調査

東北地方北部から北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、海岸露頭の調査や浅層を対象としたボーリング調査を行う。採取した試料は、層相、年代、微化石や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定とその履歴を明らかにする。

(2-2) 海域構造調査

(2-2-1) 沖合構造調査

1993 年北海道南西沖地震 (M7.8) 震源域を含む北海道南西沖の沿岸部から日本海盆の海域において、マルチチャンネル反射法地震 (MCS) 探査および海底地震計 (OBS) による地震探査を実施し、地殻構造を明らかにする。特に、断層に関連した変形構造、およびそれらと地殻構造の関係を明らかにし、日本海の地殻形成過程も考慮した震源断層モデルを構築し、津波波源モデル作成のための基礎資料とする。

(2-2-2) 海域プレート構造調査

日本海盆の領域において、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計を回収し、観測を継続するために、計 7 台程度を再設置する。また、これまでに得られたデータから、プレート構造を明らかにする解析を実施する。

(2-3) 沿岸海域および海陸統合構造調査

北海道南西部沖の沿岸海域において、反射法地震探査を実施する。海陸統合測線は、渡島半島を横断して実施し、活断層の深部形状の他、島弧・背弧海盆の基本的な地殻構造を把握する。

(2-4) 陸域活構造調査

平成 30 年度実施の海陸統合測線および沿岸調査海域周辺の陸域部である北海道中南部日本海沿岸域の主要活構造について、調査地域の活断層の活動性や浅部形状を明らかにするために、変動地形や浅層反射法地震探査などの活構造調査を実施し、変動地形・構造地質学的な解析を行う。

(2-5) 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

(2-5-1) 断層モデルの構築

平成 29 年度に実施した沿岸および海陸統合構造調査の成果を、日本海と沿岸域の断層の初期モデルに反映させる。地震活動の情報（サブサブテーマ (2-5-2)）、構成岩石モデル（サブサブテーマ (2-5-3)）の成果とともに、断層モデルを更新する。

(2-5-2) 沿岸域の地震活動の把握

近年発生した日本海沿岸での大地震について地震発生層の厚さを抽出するとともに、地震時すべり域や温度構造と比較する。平成 29 年度に読み取られた北海道・中国地方の読み取りデータを取り入れ、三次元地震波速度構造モデルを改良する。その構造に基づいて震源再決定を実施し、地震発生層深度を更新するとともに微小地震のメカニズム解の決定を行い、応力場を推定する。沿岸域での地震活動の詳細な把握に資する日本海沿岸の速度構造の高精度化のため、既存の観測網で観測された九州沿岸地域で発生した地震の直達波の読み取りを行う。

(2-5-3) 構成岩石モデルの構築

下部地殻・マントル岩の弾性波速度と地震波速度構造を比較することで地殻構成岩石と上部地殻・下部地殻境界を推定する。断層について地震発生層の下限と地殻構成の関係について比較検討する。岩石物性の視点から地震発生層の下限モデルを検討する。本震の深さが明瞭で、滑り分布が明らかにされている断層を選別し、平成 30 年度以降の研究対象地域を検討する。地殻深部を構成する岩石の弾性波速度測定実験、主要造岩鉱物の多結晶体の焼結実験、多結晶焼結体の高温変形実験を行い、岩石物性に関する基礎データを得る。

(2-6) 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備

平成 29 年度までに作成した粘弾性モデルに基づいて、千島海溝のプレート境界プロセスによる日本海北部および北海道沿岸に分布する震源断層面上のクーロン応力変化を検討する。

(3) 津波及び強震動の予測

(3-1) 津波予測

主に北海道・東北地方海域を中心とする海底活断層・沿岸伏在断層について、海域構造調査や海陸統合構造調査により得られた断層モデルに基づき、シナリオ型津波シミュレーションを行う。また、当該沿岸に影響を及ぼす断層をリストアップする。

(3-2) 強震動予測

平成 29 年度に引き続き、日本海沿岸域の強震動予測に資する地下速度構造モデルの集約を進めるとともに、青森県日本海側の地下速度構造情報の不足している地域で微動アレイ観測などの地下構造調査を行い、モデルの検証・改良を継続する。日本海沿岸の対象地域の地震波形記録の収集を継続し、観測サイトの地盤震動特性を分析する。これまでに収集した地殻内地震の震源モデルに基づき、特性化震源モデルの改訂版プロトタイプを提案する。平成 29 年度までにサブサブテーマ(2-5)で構築された震源断層モデルに基づいて、シナリオ地震想定と強震動予測を行う。

「日本海地震・津波調査プロジェクト」の管理運営など

サブテーマ、個別研究課題相互の協力・連携を図るため、3つのサブテーマ、個別研究課題の研究者等からなるプロジェクト全体を統括運営する運営委員会を2回程度開催する。