

## 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・研究成果にもと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、以下の四つのサブテーマと、計十一の個別研究テーマを設定し、効果的な連携を図りながらプロジェクトを推進する。

### 3. 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、以下の内容の調査・研究を推進する。

#### 3. 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。

#### 3. 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繁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。

#### 3. 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。

### 3. 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もとづいて、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。このため本サブプロジェクトは、以下の個別研究テーマの調査・研究を行う。

### 3. 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。

#### 3. 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。

#### 3. 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。

### 3. 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。

#### 3. 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。

#### 3. 2. 2. 2 海域プレート構造調査

日本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。

### 3. 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地域において、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。

### 3. 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。

### 3. 2. 5 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

サブテーマ 3. 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。

#### 3. 2. 5. 1 断層モデルの構築

サブテーマ 3. 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。3. 3 の津波予測・強震動予測の結果と、3. 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。

#### 3. 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。

### 3. 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压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。

### 3. 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（3. 2. 2、3. 2. 3）や、構成岩石モデル（3. 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（3. 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. 3 津波および強震動の予測

3. 2の津波波源モデル・震源断層モデルに基づいて、津波予測、強震動予測を行う。

### 3. 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3. 1で実施する。

### 3. 3. 2 強震動予測

サブテーマ3. 2で構築された沿岸地域の断層形状モデルにもとづいて、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すすめる。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。

## 3. 4 「日本海地震・津波調査プロジェクト」の管理運営など

サブプロジェクト、個別研究課題相互の協力・連携を図るため、3つのサブプロジェクト、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、サブプロジェクト・個別研究課題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

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

### 3. 1 地域の防災リテラシー向上に向けた取組

#### 3. 1. 1 防災教育に対する知識構造的アプローチ

次年度以降に対象とする地域と比較する基準を設定するために、対象地域の中から、先進的な地域を取り上げ、地域行政課題と地域組織・地域住民が具備している知識体系とをより精緻かつ深く解明するために、質的調査を行い、地域の防災リテラシー向上手法の関係を予備的に解明する。

#### 3. 1. 2 沿岸防災手法の工学的評価

平成 25 年度に断面水路に整備した津波発生装置と波力・波圧計測装置などを用いて、海岸堤防等の構造物による津波減殺機能に関する実験を行う。さらに、平面水槽で津波を発生させる装置を導入し、海岸堤防の法線形状が津波エネルギーの局所集中に及ぼす影響を確認するための予備実験を実施するとともに、数値計算で再現することを目指している沿岸部における津波の分裂現象に関する検証データを取得する。

#### 3. 1. 3 地域研究会・合同地域研究会の開催

北海道地域、東北地域、北陸地域、山陰・九州地域の 4 地域において、地域研究会を立ち上げ、各地区、年度内に 2 回の地域研究会を開催する。

### 3. 2 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

#### 3. 2. 1 歴史地震・古津波調査

##### 3. 2. 1. 1 歴史文書・地震記録の調査

平成 25 年度に引き続き新潟・北陸地域を対象として、20 世紀に発生した地震について、地震記録に基づく余震の再決定や断層モデルの推定などの地震学的解析を実施する。平成 25 年度に解析した地震の津波波形記録の再現を検討し、断層パラメータの検証を行う。また、江戸時代以前に日本海で発生した地震・津波について、歴史資料を収集・デジタル化する。昨年度収集した史料に関しては、校訂作業に取り掛かる。

##### 3. 2. 1. 2 津波堆積物の調査

石川・富山地域の日本海沿岸や海岸平野において、浅層を対象としたボーリング調査や深度 5m 程度までを対象とした定方位地層抜き取り装置による調査を行う。礫質海岸については、露頭調査や現有の簡易ボーリング機器による調査を行う。試料は層相、年代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履歴を明らかにする。

#### 3. 2. 2 海域構造調査

##### 3. 2. 2. 1 沖合構造調査

石川沖から福井沖にかけての海域において、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。

### 3. 2. 2. 2 海域プレート構造調査

日本海大和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計6台程度を回収・再設置し、長期海底地震観測を継続する。プレート構造を明らかにする解析を実施すると共に、国内外の学会において、情報収集を行う。

### 3. 2. 3 沿岸および海陸統合構造調査

福井沖～鳥取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、富山県富山平野南縁から石川県羽咋沖に至る約53kmの陸上および海底ケーブル区間からなり、大和海盆を横断し、大和碓にいたる沖合構造調査測線と連続する。この測線では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。

### 3. 2. 4 陸域活構造調査

昨年度・今年度の海陸統合測線および沿岸調査海域周辺の陸域部の主要活構造について、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、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、得られた地形および浅部地下構造について変動地形・構造地質学的な解析を行う。

### 3. 2. 5 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

#### 3. 2. 5. 1 断層モデルの構築

平成25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(2-5-2)、構成岩石モデル(2-5-3)の成果とともに、断層モデルを更新する。

#### 3. 2. 5. 2 沿岸域の地震活動の把握

日本海沿岸域における地震発生層深度の改善を図ることを目的に、使用する速度モデルを信頼性のある三次元速度構造を考慮した震源再決定を行う。これによって震源の精度(特に深さ方向)が向上することから、得られた結果より地震発生層深度を推定し直し、前年度に推定した震源断層毎のモデルパラメータ更新を行う。

#### 3. 2. 5. 3 構成岩石モデルの構築

岩石と鉱物の弾性波速度およびレオロジーに関する既存データを整理する。主要造岩鉱物の多結晶焼結体を作成する。岩石の弾性波速度測定実験を行なう。万能試験機による高温変形実験の準備段階として予備実験を行う。

### 3. 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

日本海および沿岸域の断層形状モデル(2-5-1)と構成岩石の初期モデル(2-5-3)にもとづいて、日本海域周辺の粘弾性モデル(初期モデル)を作成し、東北地方太平洋沖地震後の応力緩和に対応した断層面に作用するクーロン応力変化を求める。

## 3. 3 津波および強震動の予測

### 3. 3. 1 津波予測

北陸沖海域を中心とする海底活断層・沿岸伏在断層について、シナリオ型津波シミュレーションを実施する。また、当該沿岸に影響を及ぼす断層をリストアップし、確率論的津波予測のための準備を進める。

### 3. 3. 2 強震動予測

近年発生している内陸被害地震の震源モデルを収集し、強震動生成の観点に立った震源モデル特性化を継続する。地下速度構造モデルの集約情報に基づいて、探査が必要な地域（富山等の北陸地方）において微動アレイ探査、単点微動調査等を行う。対象地域における地震波形記録の収集を継続する。

### 3. 4 「日本海地震・津波調査プロジェクト」の管理運営など

サブプロジェクト、個別研究課題相互の協力・連携を図るため、3つのサブプロジェクト、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。