

## 地震津波防災研究部門

# 地震津波予測技術の 戦略的高度化

## 観測データ・岩石摩擦実験・シミュレーションの統合

地震津波防災研究部門 部門長

青井 真



### はじめに

防災科研では、陸域における地震や火山の全国的な基盤観測網を整備し運用してきましたが、東日本大震災を契機に観測網を海域にまで広げ、陸海統合地震津波火山観測網(MOWLAS)として地震や津波をリアルタイムに観測することが可能になりました。本稿では、これらのデータを地震動や津波の即時予測や長期評価に最大限活用するための手法開発に関する研究や、大規模岩石摩擦実験やシミュレーションなどを駆使して巨大地震発生メカニズムの解明やシナリオ構築など、第4期中長期計画で取り組んできた研究の成果を紹介します。

### 陸海統合地震津波火山観測網 (MOWLAS)

地震の観測が全国規模で稠密に実施されるようになった契機は1995年兵庫県南部地震で、2000年代前半までに陸域では現在とほぼ同等な観測体制が確立していました。一方で、2011年東北地方太平洋沖地震発生時、海域、特に東日本の太平洋沖合における地震や津波の観測はごく僅かしか行われていませんでした。東日本大震災を契機に、海域における観測の重要性が認識され、防災科研では震災発生直後から進めた世界最大規模の日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の整備を2016年度末に完了しました。陸域の地震火山観測網に加え、海域の観測網であるS-netやJAMSTECから移管を受けた地震・津波観測監視システム(DONET)により、全国の陸域から海域までを網羅するMOWLASとして本格的な統合運用を2017年11月より開始しました。MOWLASの観測データは、学術研究の重要なデータ基盤であるとともに、気象庁や自治体、民間企

業などにリアルタイムで提供され、緊急地震速報や津波警報、新幹線における地震早期検知など、防災に直結する情報として活用されています。

### 地震動即時予測技術の高度化

全国に設置したMOWLASの観測点からリアルタイムで送られてくるデータから地震動を即時に予測する様々な手法を開発しました。巨大地震の発生直後に正確な震源情報を得ることは難しく予測が過小になるという問題の克服のため、防災科研の特許技術であるリアルタイム震度演算法を活用し、今の「揺れ」から未来の「揺れ」を震源情報を用いず直接予測することで、過小となることを避けるシステムを開発しました。特に陸域のデータに加え、海域のデータも活用できるように高度化したことで、地震動の検知及び成長を数秒早く把握できるようになり、地震発生時に新幹線をより早く減速・停止させるシステムにも活用されています。また、これまでは緊急地震速報では扱われていなかった長周期地震動を即時推定可能な手法を開発し、予測及び配信システムを構築し、気象庁と共に実証実験を行いました。これらの取り組みにより、本年2月より長周期地震動が気象庁の緊急地震速報に追加されるなどの社会実装に大きく貢献しています。

### 津波即時予測技術の高度化

本中長期計画期間に、S-netとDONETという二つの海底地震津波観測網が新たに加わり、海域に稠密に設置された地震計や水圧計のデータがリアルタイムで入手出来るようになったことで、津波の即時予測研究の幅は格段に広がりました。防災科研がSIPプロジェクトとして従来から取

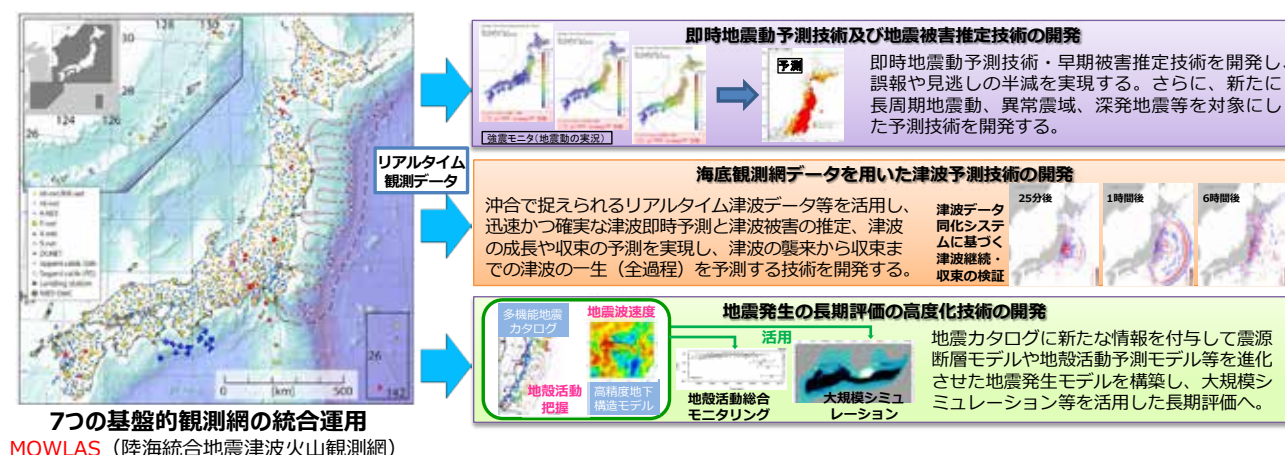


図1 (左) MOWLASの観測点地図と、(右) そこから得られる観測データを活用した三つの研究テーマ

り組んできた手法に加え、水圧計データから直接津波波源を求めたりデータ同化により津波予測を行うシステム、さらには、震源情報に基づき津波伝播を自動計算するシステムや沖合における津波波高と沿岸での津波波高の関係に注目したシステムなどを開発・高度化しました。陸海様々なデータと複数の手法を組み合わせることで、津波を早く確実に捉え、予測の信頼性を高めることが出来ました。また、海底水圧計を用いた津波浸水予測システムは千葉県など複数の自治体に導入され、将来津波が発生した際には避難後の住民の支援や救助などに活躍することが期待されます。

### 地震発生長期評価の高度化技術

将来どこでどのような地震が発生するかを予測する地震発生長期予測は、地震や津波のハザード評価を行う出発点となる重要な研究です。陸海域の観測データを統合的に解析可能とするため、高精度な震源決定技術や海域を含めた日本列島周辺の三次元地下構造モデルなど、様々な解析手法の開発・高度化やモデルの構築を行いました。東北地方太平洋沖に設置されたS-netのデータを解析することでスロー地震が大地震の震源域の周囲に分布していることが解明され、日本海溝・千島海溝沿いで発生が危惧される大地震の震源域のより正確な事前把握など、将来発生しうる巨大地震の震源域想定につながる成果をあげてきました。

### 巨大地震発生メカニズムの解明とシナリオ構築

南海トラフなどにおける巨大地震の発生様式は多様であることが知られていますが、発生頻度が低いことから、将来どのような地震が発生するかを予測するには、観測データだけでは十分ではありません。経験したことのない地震

で想定外の被害が発生することを抑えるため、シミュレーションの力を借りて、まだ経験していないものも含めた、今後発生する可能性のある地震シナリオを構築しました。シミュレーションを行うためには、断層が破壊する際に働く摩擦の性質(摩擦構成則)を知る必要があります。これまでも摩擦構成則を研究するために岩石摩擦の室内実験が行われてきましたが、多くは数センチメートルの小さな岩石を用いたものでした。我々は、大型震動台を利用してメートル級の大型岩石試料を使った摩擦実験を実現し、センチメートルとメートルの規模で岩石の摩擦特性が変わることや、断層面の不均質性が断層の破壊過程に大きな影響を与えることを示しました。これらの成果をもとに、南海トラフで今後起こる可能性のある10タイプの地震破壊シナリオを作成しました(図2)。

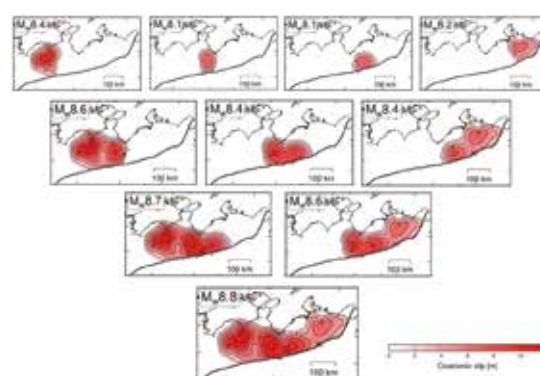


図2 シミュレーションにより得られた将来起こる可能性のある10タイプの地震破壊シナリオ

### おわりに

観測データや室内実験、シミュレーションなどにより、津波の即時予測手法や将来起こる可能性のある地震に関する研究などを進めてきました。今後も、科学の力で震災を軽減することを目指して研究を進めていきたいと考えています。