

2 (3) 千島海溝沿いの巨大地震

「千島海溝沿いの巨大地震」総合研究グループリーダー 高橋浩晃
(北海道大学大学院理学研究院)

1. はじめに

太平洋プレートが沈み込む千島海溝南部では、過去約 6,500 年間の津波堆積物の解析から超巨大津波が繰り返し発生してきたことが明らかにされている。国の地震調査研究推進本部の長期評価では、千島海溝南部での M8.8 程度以上の平均発生間隔は約 340~380 年、最新発生時期は 17 世紀前半であり、30 年発生確率 7~40 %で発生が切迫しているとしている。内閣府による概要報告では、太平洋沿岸部では最大震度 7 の揺れとなり、地震発生後 20~30 分で高さ 20 m を超える津波が到達するとされており、大きな被害が予見される。一回り小さな根室沖の領域においては、M7.8~8.5 程度の巨大地震の 30 年以内発生確率が 80 %程度と極めて高い値となっている。

総合研究グループでは、千島海溝沿いの巨大地震をターゲットとした課題の成果に加え、建議研究で行われている汎用的なハザード評価手法や防災リテラシー研究の成果を有機的かつ総合的に取り入れることで、超巨大地震による地震動や津波による災害の軽減を目指す。総合研究グループが目指すアウトプットは、ハザードの事前情報とその振幅を適切に評価に取り込むために必要となる要素技術の検討から、最適な津波避難計画の評価手法に代表される地域の災害予防スキームを支えることで、地域防災力の向上を図ることである。

地域防災計画における津波避難計画は、ある 1 つの事前予測シナリオに基づいたものであるが、実際の地震動や津波浸水は必ず予測とは異なる形で発現する。津波避難計画策定に用いる事前予測シナリオは、想定の変れ幅が反映された形で検討されるべきであるが、その評価方法は確立されていない。ハザードの即時予測情報は、事前予測の不確実性を補完する情報と位置付けることができる。千島海溝南部でも運用が開始された S-net を最大限活用し、津波即時予測の技術開発を進展させることが重要である。

ハザード予測の変れ幅は、震源域での津波励起や強震動生成特性に大きく依存する。海底地殻変動観測によるプレート間固着分布の情報や、地震波速度構造・スローイベントの空間分布などの地震発生場に関する情報からは、地震時すべり分布の事前予測に関する知見が得られることが期待されている。一方、津波避難計画における避難時間の予測においても、地域の避難経路・住民の年齢構成・天候などの社会環境要因も大きな振幅を内包しており、ハザードと連関されたばらつきの検討が必要である。総合研究グループでは、自然ハザードと社会環境のパラメータを関係させて検討することで、冗長性が内包された災害対策につながる成果の提供を目指す。

2. 令和 2 年度の主な成果

千島海溝南部には S-net が運用されている。事前のハザード予測に基づいて計画された津波避難を実効的なものにするため、リアルタイム海底観測網のデータを活用した津波即時予測手法の開発は極めて重要な課題である。これまで実施してきた仮想的な海底津

波観測点分布を用いた実用可能性試験を進展させ、本年度は実際の十勝根室沖のS-net観測点分布を用いた新たな即時津波浸水予測手法の開発が行われた。データ同化による即時津波浸水予測を行うため、想定震源域に仮想グリッドを生成し、S-net観測点での観測津波波形に適切な距離重みをつけて外挿することで、各ノードでの津波波形を合成する手法を開発した。各グリッド点での合成津波波形と、事前にデータベース化された浸水パターンを利用することで、地震発生後数分以内に津波浸水の即時予測が可能であることが示された（北海道大学〔課題番号：HKD_09〕）。

プレート間固着の空間分布は津波励起特性に関係している可能性があり、津波浸水の事前予測の観点で重要な情報である。令和元年度に根室沖に設置された3か所の海底地殻変動基準局において2回目の測定が実施され、予察的な変位ベクトルの推定に成功した。来年度以降に3回目の測定が行われれば、誤差評価を含めた変位ベクトルの推定が可能となり、プレート間固着の空間分布に関する新たな情報が得られることが期待される（東北大学災害科学国際研究所〔課題番号：IRID02〕、東京大学地震研究所〔課題番号：ERI_05〕、北海道大学〔課題番号：HKD_09〕）。根室沖の陸側プレート前縁部の走時トモグラフィ解析から、低 V_p 堆積物のウェッジ構造が見いだされた。この構造の特徴は、2011年東北沖地震時に海溝軸に至る大すべりを起こした宮城沖と類似しており、その空間分布が17世紀初頭の超巨大地震の断層位置と概ね対応することから、超巨大地震時には海溝軸まですべりが到達する可能性がある（東京大学地震研究所〔課題番号：ERI_05〕）。

地震サイクルを超えた地殻変動の情報は、断層モデルや長期的な地震間地殻変動モデルの評価に重要な示唆を与える。十勝管内沿岸河口域での淡水汽水珪藻比率プロファイル時系列から、1,000年間に及ぶ地殻上下変動の連続的な変化が解明された。12-13世紀超巨大地震の後から続いた隆起が14-15世紀頃から沈降に転じ、17世紀超巨大地震後は現在まで隆起が続いていることが示された。現在観測されている地殻変動の評価や、粘弾性構造を用いた地震サイクルシミュレーションの妥当性など、地震発生予測に関する幅広い分野に影響を与える重要な成果である。また、17世紀地震時には顕著な地殻上下変動が見られておらず、海岸線付近が超巨大地震発生時の断層下端部に相当している可能性がある（北海道大学〔課題番号：HKD_01〕）。

超巨大地震発生時は北海道全域で強い揺れとなることが予想され、札幌都市圏をはじめとする広域的かつ広帯域な地震動予測を進める必要がある。本年度は、過去に千島海溝南部で発生した中規模地震を用いた地震動の距離減衰特性が検討された。プレート境界地震では現有の減衰式とほぼ同等の振幅特性が見られたが、スラブ内地震では1 Hz以上の高周波数帯域でプレート境界地震に比べ数倍から10倍程度の振幅を有していた。2011年東北沖地震では、スラブ内を震源とする余震も多く発生している。超巨大地震発生後のスラブ内余震が、本震よりも強い短周期レベルの地震動をもたらすことで、構造物に本震時以上の被害を引き起こす可能性がある。

根室・釧路管内の縄文以降の遺跡報告を網羅的に調査した結果、過去1万年に最大8回の液状化痕跡が認められた。この回数は、津波堆積物から推定されているイベント数の半分程度である（北海道大学〔課題番号：HKD_09〕）。津波堆積物の詳細な年代測定からは、17世紀と12世紀のイベントの年代が十勝地域と釧路根室地域で異なる可能性が示唆されており（北海道大学〔課題番号：HKD_01〕）、液状化痕跡と津波堆積物の年代を比

較することで、地震動と津波規模の関連性が明らかになる可能性がある。

地域防災力の向上を目指し、釧路・室蘭・函館地方気象台等と連携して自治体職員向けの勉強会を実施した。自治体の防災担当者は数年ごとに異動する。新たな担当者が効率的に基礎知識を得られる仕組みの1つとして、今般急速に普及し親和性が高まったオンライン・オンデマンド方式での試行をした。北海道太平洋沿岸のほぼすべての自治体が参加し、オンデマンド版では1か月間の視聴期間中に累計1万アクセス以上を記録し、多くのニーズがあることが実証できた（北海道大学〔課題番号：HKD_09〕）。オンライン・オンデマンド方式は、従来の講習会のような参集時間の制約を受けにくく、北海道のような広域自治体や、緊急対応が必要となる防災部局では特に効果が大きい。地域防災力向上の有効なツールとして活用していくことが重要である。

3. これまでの課題と今後の展望

内閣府では、千島海溝南部の超巨大地震による最大の地震動とL2津波の浸水予測を概要報告として2020年4月に公表した。一方、基礎自治体では、財政や人的資源の関係から、最大ハザード対策は困難な場合が多く、最頻ハザード予測への要望がある。ハザードの規模別発生確率評価や、事前予測の信頼区間の評価方法について、検討を始める必要がある。実際の社会システムでの不確実性の取り扱いも未解決な課題であり、今後の研究の進展を適切に取り込んでいくことが必要である。

ハザードの事前予測の振れ幅を検討する材料として、地殻活動データの活用や震源特性の多様性の統計的検討が挙げられる。来年度以降、海底地殻変動観測によるプレート間固着の空間分布が明らかになることが期待されているが、これを先験情報として津波浸水推定に取り入れる手法の検討が予定されている。

津波避難計画では、徒歩速度と津波避難場所との関係から避難困難地区の検討が行われる。釧路市の平野部では高台避難が困難なことから、緊急避難場所として津波避難ビルの指定が進められている。津波避難ビルの入り口に集まってきた多様な年齢構成の住民が、基準水位以上の高さへ階段を順番に上っていくのには多くの時間を要することが予想される。ハザードの不確実性の検討とともに、避難時の集団行動に伴って発生する遅れ時間など、避難計画を構成する社会的要素の評価も今後検討すべき課題である。また、大規模災害は低頻度であり、その発現までには相当の時間を要する場合がある。ハザード評価をリスク評価につなげるには、地方で急速に進行する人口減少など、長期的な社会素因の変動も考慮する必要がある。

基礎自治体では、職員数の削減に比して膨大な業務量の増加があり、地域の災害対策に投入されるべき人的資源を圧迫している現実がある。防災リテラシーの向上を目指すには、今般急速に普及したオンライン・オンデマンド等を積極的に導入して定型業務の革新的な効率化を図るとともに、研究成果や施策を網羅かつ俯瞰した統合化された情報を共有する方法を検討することが必要である。

成果リスト

Tanioka, Y., 2020, Improvement of near-field tsunami forecasting method using ocean-bottom pressure sensor network (S-net), Earth Planet. Space, 72, 132, doi: 10.1186/s40623-020-01268-1.