

令和3年度自然災害研究協議会北海道地区共同開催シンポジウム開催報告

北海道大学大学院理学研究院

地震火山研究観測センター地震火山地域防災情報支援室

谷岡勇市郎

●はじめに

令和3年度自然災害協議会北海道地区公開シンポジウムは北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センターとの共同開催、さらに地震・火山噴火協議会の後援を得て2022年3月21日（月・祝日）にオンライン（ZOOMおよびYouTube）で実施しました。一般市民を対象として「巨大地震と津波―千島海溝沿いの巨大地震に備える―」と題して開催しました（別紙1チラシ）。

現在、全国の大学が連携して研究を進める「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」でも「千島海溝沿いで発生する巨大地震に対する総合研究」として位置づけ、理学・工学・歴史学・社会学を含む総合的研究を実施しています。さらに、国（内閣府）は2021年12月に「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について」を発表しました。それを受けて北海道でも詳細な被害想定を行うための議論を開始しています。北海道全体で太平洋沿岸の地震・津波防災への取り組む事が急務になっており、道民の関心も高くなっているトピックです。

●講演内容

まず、理学研究院地震火山研究観測センターの高橋浩晃教授により「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」により進められている「千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究」について分かり易く解説いただきました（要旨1参照）。

次に同じく地震火山研究観測センターの西村裕一准教授には、「地層から知る千島海溝沿いの巨大地震津波の履歴」と題して、オンラインを生かして青森県太平洋沿岸の津波堆積物調査地点からの中継により現場の雰囲気を生かした講演をいただきました（要旨2参照）。

さらに工学研究院の高井信雄准教授により、「千島海溝沿いの巨大地震による強震動災害」と題して、地震動による被害の特徴について講演をいただきました（要旨3参照）。

最後に文学研究院の橋本雄一教授により、「千島海溝沿い巨大地震による津波避難を科学する」と題して、実際に冬季に津波避難をする際に発生する問題点について科学的に分かり易く解説いただきました（要旨4参照）。

●配信受講状況

ZOOMでの配信には人数制限があるため、事前申し込みをお願いした。事前申し込み数は191名であった。実際のZOOMによる受講は100名程度、YouTubeによる受講は45-

50 名程度であった。各講演による受講者数に大きな差異はなかった。

●感想質問等（返信 41 名）まとめ

・橋本先生のお話が興味深かった。ビルへの避難を想定したシミュレーションなどは「地理総合」の授業でも利用できるのではと思った。

・1640 年に駒ヶ岳の山体崩壊によって噴火湾に生じた大津波で有珠地区の方々に被害が出たとの話も聞いています。西村先生の資料に出ていたので興味を持ちました。橋本先生の GIS の話にも興味が持てました。高校地理総合で「GSI と防災」、「防災教育の現地化」に弾みがつくといいですね。

・最新の研究成果を踏まえて、民間を含め大変分かりやすく、充実した内容で防災講演を開催いただき、大変感謝してまいります。防災は地域の問題であって他地域と共有できる課題と他地域とは共有し難い課題は明確に区別する必要がある、特に現実的な防災上の心得として公社に関する課題を深く掘り下げた研究とその成果を今後ともご紹介いただければと念願しております。

・石狩湾地震関連の津波災害予測資料はありますか？

・津波について知りたくてシンポジウムに参加しました。庶民ができることは避難訓練と準備だということがよくわかりました。高齢者やペットがいる家庭での避難は大変難しいと思います。知恵を集めて良い方法があるたびに公表していただけると助かります。

・防災教育の中で使う地理は、防災マップを普段の生活の中に、どう生かしていくのかという事になるでしょう。災害が起きてから地図を見ても遅いので、平時に防災地図を見て生活圏の状況を知り災害に備えておくことが大切なのだと思います。

・最近の地震学や防災学の進化に感銘を受けました。コロナ感染防止の点から難しいとは思いますが、従来のような対面形式での開催をお願いします。

・Zoom の良さは、地層の細かいところまで、はっきり解り感動しました。

・（質問：高橋先生）千島海溝沿い巨大地震による北海道の太平洋沿岸部の地殻変動量は試算されるのでしょうか？東北地方太平洋沖地震の地殻変動から類推すると影響はロシア沿岸州やサハリンにもおよびますか？

・釧路市での歩行実験によって集団避難はかつて避難を遅延させてしまうことは新鮮でした。シンポジウムで学んだことを基に既存の学校での防災・集団避難指導について検討し、より最適な指導を考えたいと思います。

・（質問：西村先生）地層の堆積物から、過去の巨大地震の周期や地盤の隆起や沈降を推定するお話ですが、地震の痕跡がありそうな場所は多数存在すると思います。その中で、掘削場所はどのように決定するのでしょうか？

・太平洋側の地層ばかりではなく、日本海側の地層の状況や地震の可能性についても研究成果を聞きたい。

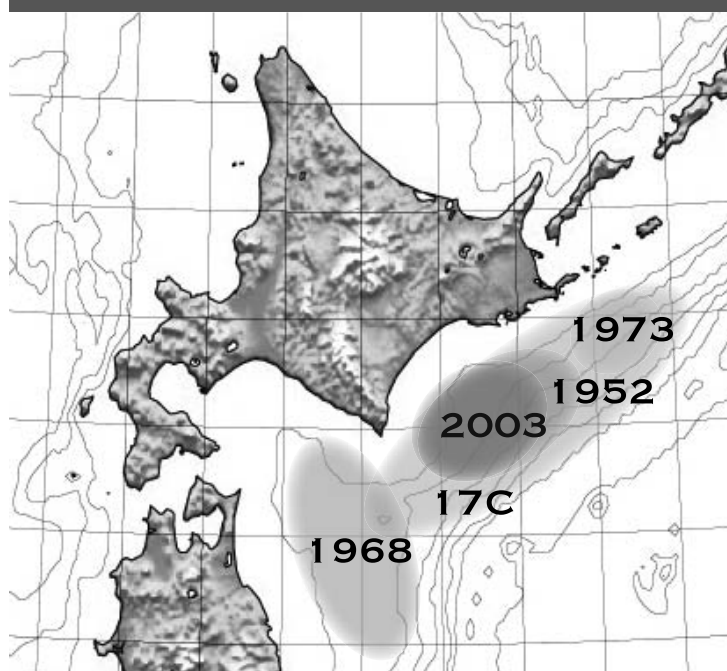
・地盤の性質から揺れ方の違いがあることが理解できた。

【別紙1】

3/21 月・祝
2022 21 祝
13:30-16:10
【受付開始 13:00-】

参加無料
事前予約制
定員約150名
先着順

申し込み〆切 3/15(火曜)



「zoom」「YouTube」を利用した
配信によるオンライン開催です。

「千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究」

高橋浩晃（北海道大学地震火山研究観測センター 教授）

「地層から知る千島海溝沿いの巨大地震津波の履歴」

西村裕一（北海道大学地震火山研究観測センター 准教授）

「千島海溝沿いの巨大地震による強震動災害」

高井伸雄（北海道大学大学院工学研究院 准教授）

「千島海溝沿い巨大地震による津波避難を科学する」

橋本雄一（北海道大学大学院文学研究院 教授）



ISV ホームページ

主催／北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、自然
災害研究協議会北海道地区部会 後援／地震・火山噴火予知研究協議会

2021年度
北海道大学地震火山研究観測センター／
自然災害研究協議会北海道地区部会
共催シンポジウム

定員
150名
先着順

参加無料
事前申込が
必要です

巨大地震と津波

—千島海溝沿いの巨大地震に備える—

「zoom」「YouTube」を利用した配信によるオンライン開催です。

主催／北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
自然災害研究協議会北海道地区部会
後援／地震・火山噴火予知研究協議会

3/21 月・祝
2022
13:30-16:10
【受付開始 13:00-】

PROGRAM

- | | |
|-------------|--|
| 13:00- | オンライン受付開始 |
| 13:30-13:35 | 開会の挨拶 橋本武志
(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター長 教授) |
| 13:35-14:05 | 「千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究」 高橋浩晃
(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター 教授) |
| 14:05-14:35 | 「地層から知る千島海溝沿いの巨大地震津波の履歴」 西村裕一
(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター 准教授) |
| 14:35-14:50 | 休憩 |
| 14:50-15:20 | 「千島海溝沿いの巨大地震による強震動災害」 高井伸雄
(北海道大学大学院工学研究院 准教授) |
| 15:20-15:50 | 「千島海溝沿い巨大地震による津波避難を科学する」 橋本雄一
(北海道大学大学院文学研究院 教授) |
| 15:50-16:10 | 質疑応答 |

■申し込み方法

ご氏名、メールアドレスを記載の上、下記メールアドレスより **Eメールにて** お申し込みください。

isv-web@ml.hokudai.ac.jp

お申し込み後に確認のご連絡、開催数日前に配信URL等をご案内いたします。

■申し込み期限

2022年3月15日（火曜）

■お問い合わせ

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター 地震火山地域防災情報支援室
【HP】 <http://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/>
【FAX】 011-706-2899 【電話】 011-706-3591（火～木 10:00～16:30）

■事前登録・オンライン参加環境について

- ・受講にあたっては「Zoom」または「YouTube」が利用可能か、あらかじめ事前にご確認いただいた上で申し込みください。
- ・当日は、通信環境の安定した状態でご参加ください。
- ・一般参加者（聴講者）の映像はオフ、音声はミュート（無音）の設定とさせていただきます。
- ・設定や通信に関するお問い合わせには当方では対応できません。

■参加・視聴にあたってのお願い

- ・オンライン配信の録画、撮影、録音ならびにそれらの再配布等は遠慮ください。

千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

高橋浩晃

国の千島海溝南部での M8.8 程度以上の超巨大地震の発生確率は、30 年間で 7-40% と非常に高く、発生が切迫している状態である。この地震津波の災害軽減を目指し、北海道大学の理学・工学・文学研究院、北海道立総合研究機構、東北大学、海洋開発研究機構では、国の建議「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」での総合的な研究として、事前対策から復旧復興までの長短期的な対策で必要となる課題の検討を進めている。

国の被害想定では、高さ 20m を超える津波が内陸 5km 以上浸水し、北海道での死者は最大 85,000 人とされ、いのちを護る対策が最大の課題である。自治体財源は限られており、長短期的な最大財政効率化を満たしながら、確実な避難場所と方法を確保する必要がある。季節や身体的機能による避難速度の違いや、要支援者対策、車避難の可能性、車流密度等、時空間的に変化する多段的な動的パラメータと、避難施設の形態や、道路網、地形などの地域ごとに異なる地理条件を組み合わせ、地区単位で最適な避難方法を検討する必要があり、地理空間情報解析を活用した事例研究が進められている。

現在の被害想定は、あるつつの地震発生パターンによる結果であり、実際の揺れや津波は地震の起こり方次第で大きく変化する。社会合理性を持つ対策を進めるには、揺れや津波到達時間の振れ幅を検討し、現象の発生可能性を確率的に示したリスクカーブを参考にするのが望ましい。津波の多様性を示す津波堆積物や、強い揺れを示唆する遺跡の液状化痕跡、現在の観測から得られるデータを統合し、揺れや津波の振れ幅の予測や、地殻活動評価に向けた研究を進めている。また、十勝根室沖の海底観測網を活用した津波浸水の即時予測手法の開発を進めており、将来的には大津波警報高度化への貢献が期待されている。

内陸部での直接被害は限定的と考えるが、北海道物流の 8 割以上を担う太平洋側港湾が津波被災し内地との物流網が遮断されるため、道全体で間接被害の拡大が予見される。救助救援隊や緊急プッシュ物資輸送など内地からの受援が困難となり、搜索救助や避難所支援、物資不足により全道民の生活に大きな支障が予見される。石油製品は発災と同時に欠品となり、北海道の基幹産業である農業をはじめ、直接被害がない内陸部のすべての産業への間接被害が懸念される。搜索救助や物流機能の早急な復旧に必要な、綿密な道路港湾啓開計画と、代替港湾、多重冗長性のある道路網の整備が必要である。

事前対策により死者数を最小限に抑えたとしても、津波でマチは壊滅的な被害となる。急速な人口減少と高齢化が進む北海道では、迅速な復旧復興が地域社会と産業構造の維持に必須の条件であり、復興放棄とならない事前準備が必要である。北大・東北大・釧路高専・赤十字北海道看護大では、復興まちづくり事前計画と生活復興支援計画を 2 本柱とした事前復興計画の検討を始めた。国の政策である立地適正化計画のコンパクト・プラス・ネットワークまちづくりの中で、長期的にマチの防災機能拡充を図っていくことが望ましい。

地層から知る千島海溝沿いの巨大地震津波の履歴

西村裕一

北海道大学地震火山研究観測センター

北海道と北方領土では、いま、歴史時代に起きた地震の規模をはるかに超える巨大地震の発生が懸念されています。その根拠は、津波堆積物という津波によって陸に運ばれた海底や海岸の砂などがそのまま残ってできた地層です。地震や津波はずっと昔から、起きるたびにその痕跡を記してきました。津波堆積物は北海道太平洋岸に広く、場所によっては何層も認められています。こうした地域では、巨大津波の繰り返し間隔は 400 年から 500 年、一番新しい砂層は約 400 年前です。

一般に、地震や津波の長期にわたる活動評価は2つの方法で行われています。一つは、最大規模の地震や津波を想定してハザードマップを作成すること。もう一つは、過去の履歴から繰り返し間隔と規模を予測して確率的な評価をすることです。千島海溝に沿った地域では、どちらの評価にも津波堆積物の情報が主に使われています。釧路市では、2000 年代前半に「500 年間間隔地震津波のハザードマップ」が公表されました。地層を元に地震を想定してハザードマップが作られたのは世界初で、津波による死者がこれまで一人もいない釧路市で進められたこともあって注目されました。想定地震のモデルは、その後、津波堆積物データの蓄積や再評価がなされて何度か更新されています。確率予測については、「M8.8 以上の巨大地震が、今後 30 年以内に 7~40%の発生確率で起きる」という評価を国の地震調査研究推進本部が 2017 年 12 月に公表しました。根拠とされたデータは、厚岸町と浜中町の津波堆積物から推測された平均発生間隔です。

このように、千島海溝沿いでは津波堆積物を根拠にした長期評価が進められており、こうした情報を防災に生かす取り組みが重要と思います。一方で、データを蓄積したり再検討することで、長期評価を見直したり再確認したりする研究は常に続ける必要があります。今回の講演では、いま私たちが取り組んで来る課題を2つ紹介したいと思います。一つは、津波が起きた年代をできるだけ精度良く特定することです。津波堆積物の堆積年代は、一般に上下の有機物層の年代から推定します。年代がわかれば、異なる地点の津波堆積物を繋げたり、津波の発生間隔を精度良く決めたりすることができます。一例として、17 世紀の巨大津波の年代を太平洋岸の広い範囲で比べると、胆振地方のものは 17 世紀初め、一方十勝地方や根室地方では 17 世紀半ばであることがわかりました。胆振地方の痕跡は 1611 年慶長三陸地震のものと考えてよさそうです。この地震記録は松前藩の古文書にも記されています。もう一つは、地層から地殻変動の履歴も読み取ることです。地震が繰り返し起きる際、地震前、地震時、地震後に地盤が隆起したり沈降したりするパターンを示します。変動量が大きいと、例えば、隆起によって湿地だった場所が乾いた土地に変わるので環境変化が地層にも現れます。十勝地方では、12 世紀の地震では地震時と地震後の変動を合わせて 50cm ほど隆起、17 世紀には 2m ほど隆起したことがわかりました。17 世紀のイベントの方が津波も大きかったので、地震が繰り返したといっても、大きさや破壊域に大きなバラツキがあった可能性があります。さらに、現在はこの隆起沈降サイクルのどこにいるのか、これを認識することは将来の予測にとって、とても重要だと考えています。

千島海溝沿いの巨大地震による強震動災害

高井 伸雄

(北海道大学大学院工学研究院, 建築都市空間デザイン部門)

□ 強震動とは

世界でも有数の地震国である我が国は、これまでに多くの地震により尊い人命が多く失われてきました。正確に言うと多くの場合「強い地震動により壊された建物」によって人命が失われています。建物を含む構造物に被害を及ぼすような強い地震動を「強震動」と呼びます。ご存じの通り、地震は断層破壊によって発生し（震源）、地球内部を伝わり（伝播経路）、我々の足下にやってきます。その足下の地盤の硬軟により、強く増幅したり（地盤増幅）、さほど増幅しなかったりと違いがでます。このように震源・伝播経路・地盤増幅の3つの特性により、地震が発生したときのある地点の地震動が決まります。一般に震度という指標で地震動の強さは表されていますが、構造物によって影響を受ける周期が異なり、超高層ビル等に影響を与える長周期地震動などの特徴的な地震動も取り上げられることも多くなりました。3つの特性を正確に知り、将来どのような強震動に襲われるかをできる限り正確に把握することで、事前の対策を行い、被害を減らすことができると考えられます。

□ 海溝付近で発生する地震

以前このシンポジウムで内陸地殻内地震に関して話をさせて頂きましたが、強震動からみて、海溝沿いのプレート境界で発生する地震と内陸の地殻内で発生する地震でどちらが安全かという事はありません。プレート境界で発生する地震は都市部から比較的遠方の場合が多く、震源断層近傍特有の地震動の影響は、都市の近くで発生する内陸地殻内地震のように大きく受けませんが、震源から出る地震波の違いは強震動に影響します。「千島海溝沿いの巨大地震」は沈み込む太平洋プレートと北アメリカの境界で発生するプレート境界地震を指します。このプレート間の断層面で地震波を強く出す場所は異なります。これまでの研究により、震源の深さが深くなると、短周期の地震動が震源から強く出ることも確認されています。一方、長周期地震動に関係する表面波を出しやすいのは浅い地震です。巨大地震となれば、震源断層は非常に大きく、広い範囲から発生した地震波が伝播していきます。また、海溝付近ではプレート境界地震だけではなく、例えば、深刻な被害が発生した先日の2022年3月16日福島県沖の地震（Mw 7.3）は、太平洋プレート内部で発生した地震で、このようなプレート内地震はプレート境界地震よりも短周期の地震動が強く励起します。2011年東北地方太平洋沖地震では本震の直後にプレート内地震も発生しており、巨大地震が発生すると、様々なタイプの地震が周辺で発生するため、十分な注意が必要です。

□ 強震動災害を減らすためには

将来発生する強震動を事前に正確に知ることは非常に困難です。しかし、先述の3つの特性の把握に努力し、当該地域の強震動の特徴を理解しておくことは、対策立案のための重要な基礎情報となります。その上で、既存不適格と言われる古い構造物の耐震改修はもとより、北海道の自然環境を踏まえた地震防災対策を公的、個人的に講じることが必要です。

千島海溝沿い巨大地震による津波避難を科学する

橋本雄一（北海道大学大学院文学研究院）

日本では 1995 年の阪神・淡路大震災以降、国策としての地理空間情報が整備され、2007 年には地理空間情報活用推進基本法が制定された。それ以降、地理空間情報活用推進基本計画の基で GIS（地理情報システム）、衛星測位、地理空間情報を連携させた活用が社会全体で進められている。この GIS や地理空間情報は千島海溝沿い巨大地震の対策でも活用されており、その中で本発表では津波からの避難に関する研究事例を紹介する。

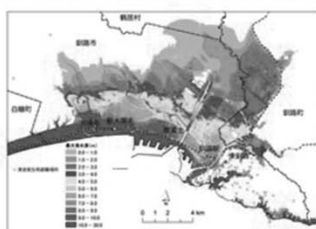
まず、北海道沿岸津波浸水想定を 2012 年公表のものと 2021 年公表のものとで比較すると、北海道西部で拡大し、東部で縮小している。しかし、浸水想定域内の人口は増加し、多くの住民に対して新たな避難対策が必要となる。

次に、最も多くの津波浸水域人口を持つ釧路市について、避難圏や到達圏について GIS で分析すると、比較的新しい市街地周辺部で避難場所の収容能力が不足しており、冬季における避難が心配される。また、歩行速度が遅くなる冬季（特に豪雪期）には、避難場所に到達することが難しい範囲が広く、いかに避難速度を高めるかが課題である。この課題を明確化するため、歩行避難実験を行った結果、夏季と冬季で歩行の障害となる物が異なることがわかり、季節に合わせた避難対策が重要と思われる。

釧路市のように、津波浸水想定域が広く、高台への避難に時間がかかる場合、津波避難ビルが有効な対策となる。しかし、階段上昇シミュレーションの結果、階段を昇ることができる人数が限られるため、津波が来襲するまでに安全階へ到達できるのは限られた人数であった。このため、津波避難ビルを過信することなく、様々な避難方法の検討を行うことが望まれる。

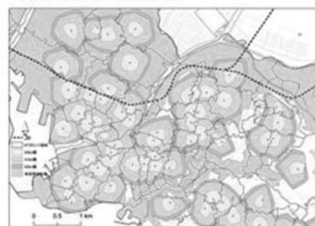
2022 年度から高校では「地理総合」が必修科目となり、この科目では GIS や防災を学ぶ。高校の地理総合で教育を受けた人材が、そこで培われた GIS や地理空間情報の技術と災害の知識とを結びつけ、地域特性を考慮した防災計画策定に貢献するようになることを期待したい。

1. 津波想定域の可視化技術開発



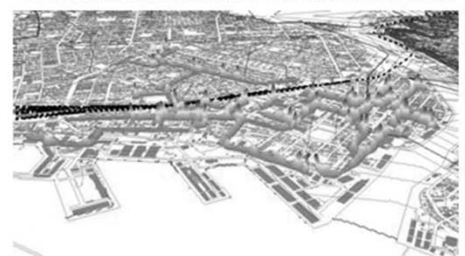
北海道が発表している津波想定データをGISにより可視化。低コストでハザードマップを作成する技術を開発し自治体に提供。

2. ネットワーク空間でのボロノイ領域分割とバッファ生成による避難困難地域の抽出法開発



GISで避難スペースが不足する地域や避難場所への到達困難な地域を抽出。

4. 避難行動の障害に関する空間分析技術開発

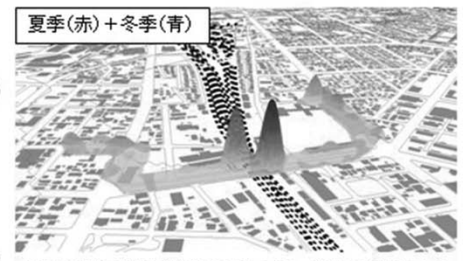


GISによるログ解析によりミクロスケールでの避難行動における障害を特定。

3. スタンドアローン避難ナビ・システムの開発および避難行動ログ収集



ネットワークへの接続なしでも機能する避難ナビをタブレット端末で開発。これを冬季と夏季の疑似避難訓練で使用し、衛星測位による避難行動ログを収集。



冬季と夏季の結果を比較することで、積雪の有無による避難行動の障害の相違を明確化。

図 津波浸水想定域からの歩行避難実験