

積雪地域での地震災害とその防災に関する研究

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

雪氷防災研究センター 特別研究員 上石勲

1. 研究概要

1.1. 研究の背景・必要性

2024年1月1日に発生した能登半島地震は積雪地域で積雪期に発生したが、12月20日前後に降った雪は消雪しており、被災後も大量の降雪には見舞われなかった。地震によって損傷をうけた家屋の積雪荷重によるさらなる被害拡大や除雪機能の低下、地震による消雪パイプ被災の影響等は少なく、地震後の雪による住民生活や普及活動への大きな影響は免れた。本事業では、能登半島地震による被災や公費解体や液状化対策等の遅延などの復旧活動の現状を踏まえ、積雪期2か月前に発生した新潟県中越地震（2004年10月23日）や融雪期に発生した長野県北部地震（2011年3月12日）における研究の経験を活かし、過疎高齢化が進む地域、住宅の密集する地方都市部での地震への雪による影響を想定する。さらに、復旧活動が2024年12月以降も継続するであろう能登半島地震被災地での雪の影響を考慮した今後の対応や、積雪地域での地震災害とその防災に関して継続的に研究を進めることは、災害が頻発する北陸地域の復旧・復興、積雪地域の今後の災害対応のあり方などにも関連する重要な視点となる。

1.2. 研究組織と分担

本研究への参加者である上石、上村、河島は、「新潟県中越地震・雪氷災害調査検討委員会」において地震2か月後の積雪期に備えるための被害想定とその対応に関する提言を作成した活動メンバーである。また、上記3名と中村、杉原、新屋は能登半島地震の現状について調査しており、その現状と課題について把握している。早急に現地調査や既存資料の整理を実施し、能登半島地震被災地での今後の安心安全な復旧とその活動に役立つ情報を提供することとした（表1）。また、研究協力者として、日本雪氷学会や日本雪工学会の災害担当の研究者、さらに北陸融雪技術協会や富山大学の研究者にも研究に参画することとし、多くの機関と専門家の知見も活かせるよう体制を組織した。また、事務局機能も設け、円滑な研究推進と活動を図ることとした。

表1 研究参加者

防災科学技術研究所	特別研究員	上石勲
雪氷防災研究センター	センター長	中村一樹
長岡技術科学大学	教授	上村靖司
技術研究院 機械系	助教	杉原幸信
新潟大学	教授	河島克久
災害・復興科学研究所	准教授	新屋啓文



図1 委員会実施状況

研究を進めるにあたっては、異なる所属の関係者が、研究の進捗状況等の情報交換のために、定期的に意見交換ができる委員会を計12回開催した（図1）。また、令和7年9月2日には、「地震や大雨災害の能登半島被災地における大雪時の複合災害への対応策の検討」をテーマに地元関係団体にも参加いただき、報告会を開催した。

2. 研究実施内容

2.1. 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

防災科学技術研究所雪氷防災研究センターでは、能登半島地震被災地域での雪の影響を把握するために、降雪期前と融雪期2回の3回に分けて現地調査を行った（図2）。現地には計5台の簡易監視カメラを設置して雪崩や融雪災害の発生が危惧される斜面と道路、市街地の屋根雪の影響などの雪害状況をリアルタイムで把握できるようにした。また、2004年10月の新潟県中越地震後に組織された新潟県中越地震・雪氷災害調査検討委員会がまとめた「新潟県中越地震後の雪氷災害軽減のために」をもとに、能登半島の実情に合わせた注意喚起情報を、後述の能登半島地震雪氷災害対応検討委員会で重ねて議論して整理し、HP等に掲載するなどして、住民や関係機関に対し情報を発信した。中越地震でも本能登半島地震でも、雪に対して、道路や屋根雪、雪崩・融雪災害、広報などが重要であることが認識されたため、現地でも重点的に調査することとし、注意喚起情報も、現地の状況に合わせて適宜改訂追加した（図3）。さらに、地元新聞への掲載、能登半島地震の土砂災害関係の委員会での発表など、マスコミやその他の活動も通じての発信も、国土交通省北陸地方整備局などの協力も得ながら、積極的に行った。

（<https://www.hrr.mlit.go.jp/bosai/R6notojishin/pdf/250120kasenbukaigishiryou.pdf>）。

（<https://www.bosai.go.jp/seppyo/disaster/SnowDisasterAE2024.html>）。

防災科学技術研究所で5年前から開発を進めていて、ほぼ、リアルタイムで道路上の雪の種類や深さを判別して地図上に示すことができるAIスマート路面判定システムを関係機関のパトロールカーに設置し、路面状況観測を実施して、情報収集と解析を行った（図4）。



図3 現地定点カメラ画像と注意喚起について



図2 地震・水害・降雪に見舞われた市街地（左）
雪の中の復旧工事・排雪作業（右）



図4 AI 路面判定システム
観測による（2025/2/8）

2.2. 新潟大学災害・復興科学研究所

新潟大学災害・復興科学研究所では、能登半島地震及び奥能登豪雨による被害状況を積雪期前に調査するとともに、2024/25年冬期の大雪や融雪による複合災害の発生状況を調べることを目的として、現地確認とタイムラプスカメラを用いた崩壊斜面の雪崩監視を実施した。その結果、積雪期前の現地確認から、地震後の豪雨による被害の拡大が各所で極めて顕著であったことが明らかになった（図5）。一方で、2024/25年冬期の雪や融雪の影響はほとんど認められなかった。崩壊斜面の雪崩監視の結果からも、寒波襲来時に雪崩は発生していたものの、被害をもたらすような規模の雪崩ではなかった（図6）。このように地震・豪雨と大雪との複合災害が顕著ではなかったのは、2024/25年冬期の降雪量や積雪量が冬期間全体としては必ずしも多くなかったことによるものだと考えられる。しかし、図7に示したアメダス珠洲における1981～2025年の年最深積雪の推移から分かるように、過去（昭和末期）には積雪深が160 cmに達するような豪雪年も出現していることから、復旧・復興過程においては地震・豪雨と大雪との複合災害に対して十分注意する必要がある。特に、温暖化進行時には、本州山間部などの一部地域では極端な大雪時の降雪量が増える可能性があることが指摘されており、大雪との複合災害に対する備えや監視の継続が強く求められる。



図5 豪雨後
(2024年12月)

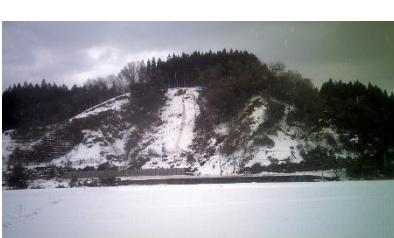


図6 能登町鴨川のタイムラプスカメラによる雪崩画像
(左：2025/02/11 16:00, 右：2025/02/22 11:00)

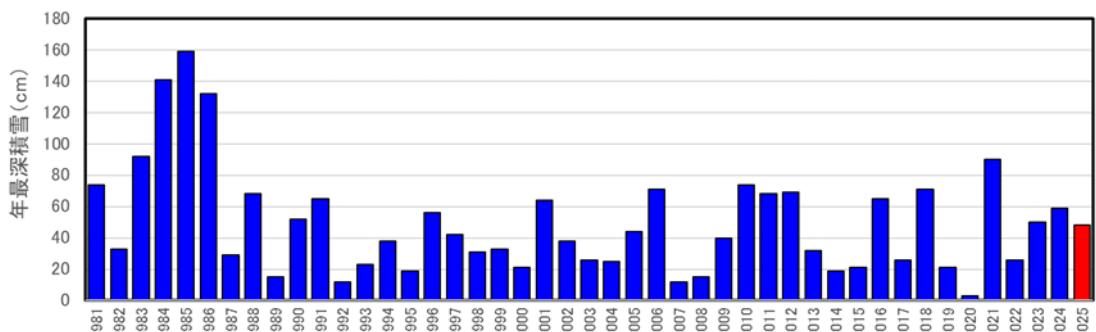


図7 アメダス珠洲における1981～2025年の年最深積雪の推移

2.3. 長岡技術科学大学

(1) 中越地震における地震発生後の雪害想定

2004年10月23日に発生した中越地震に際し、2ヶ月後に入る冬季の雪水災害への懸念から、11月2日には日本雪水学会と日本雪工学会が合同で「中越地震・雪水災害調査検討委員会」を発足させ、現地踏査と関係者の協議を重ね、11月14日に報告会、12月3日には住民向けの注意喚起文書を配布する、という経験があった。詳細は文献（上村、2005）を参照して頂きたい。

(2) 輪島市町野地区における雪害の懸念

2004年1月1日の能登半島地震、そして同年9月21日の豪雨災害によって、被災地は甚大な被害を受けていた。輪島市町野地区は震災により周辺地域につながる道路がすべて寸断されて孤立状態に陥ったが、仮復旧により能登町柳田地区につながる県道6号線のみが辛うじて繋がっていた。そして9月の水害により接続道路において土砂が崩れ再び孤立した。10月25日に現地を訪問し、町野支所を訪れた際にホワイトボードに書かれた。住民の中から、「冬になったら3度目の孤立に陥るのでは」との懸念の声が上がり、それを受けて関係者で冬の懸念について整理した事項のことであった。

住民が特に懸念したのは「3度目の孤立」であった。10月25日の時点で地区外へつながる道は能登町につながる県道6号線のみであったが、この道路でも各所で崩落した斜面が多数あり、ここで雪崩が発生する、あるいは融雪や大雨で再び崩れれば確かに孤立するということは容易に推測できた。仮に被害が発生せずとも、崩落の懸念が高まれば道路管理者としては通行止めにせざるを得ないということも考えられた（図8）。

(3) NHKとの連携による住民への注意喚起

中越地震に際して行った住民への注意喚起の経験を基礎として、NHKと連携し輪島市町野地区での現地踏査を踏まえて、能登半島地震被災地で想定される被害を検討し、注意喚起をすることとした。

(4) 複合災害の発生シナリオ

能登半島地震被災地は特別豪雪地帯指定を受けている地域ではないので、新潟県中越地方のような建物被害拡大や除雪中の事故の増加などの懸念は優先度が低く、不安定化した斜面や広域避難によって人的リソースが減っていることへの影響などの影響が大きいものと考えられる。やはり同じ震災と雪害の複合災害でもその態様は、気象条件、社会条件等によって異なる点も多い。

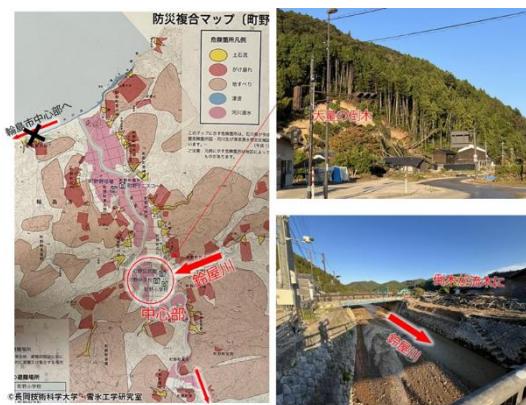


図8 町野地区のハザードマップと中心部付近の被害状況（2024/10/25）

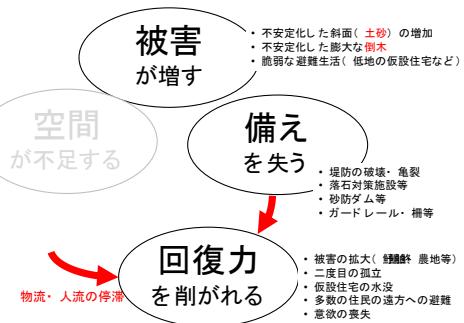


図9 能登半島地震被災地における地震、豪雨、大雪の複合災害のシナリオ

3. 能登半島地震雪水災害対応検討委員会報告会

報告会は、「地震や大雨災害の能登半島被災地における大雪時の複合災害への対応策の検討」をテーマに輪島市や珠洲市など地元関係団体にも参加いただき、関係者 50 名の WEB 会議となった。関係機関から現地の状況の報告として、国土交通省北陸地方整備局能登復興事務所と石川県土木部道路整備課から地震・豪雨による複合災害対応について具体的な資料を基に現地の状況や復旧作業について発表をしていただいた。報告会のまとめでは、長岡技術科学大学の上村教授より、つぎのような挨拶をいただいている。

「能登復興事務所の杉本所長、石川県の紺谷様はじめ現場で対応されている皆さんには、数多くの現場があり、その現場を着実に復興していただいている。地震・大雨災害に続き、小雪といえども身構えていた心労も想像を絶するものだと思われる。その中だからこそ、新しい災害復旧の技術が進展していったと前向きな意見も聞くことができた。また復興を見据えて、被害の大きかった海沿いの道を復旧するという力強いメッセージを受け止めることができた。研究者にもできる事の限界があり、忸怩たる思いで報道等を見ていた。雪で大きな問題にならなかつたが、今後同様な事象が発生する可能性もあるので、引き続き研究者サイドも行政の皆さんと協力しながら総合的な防災力を高めていければと思う。」

4. まとめ

本研究では、2024 年 1 月 1 日発生の能登半島地震被災地での雪の影響を考慮した今後の対応や、地震や大雨災害の被災地における大雪による複合災害とその防災に関して継続的に研究を進め、災害が頻発する北陸地域の復旧・復興、積雪地域の今後の災害対応のあり方などを検討した。その際、積雪期 2 か月前に発生した新潟県中越地震（2004 年 10 月 23 日）等の災害の知見や経験を参考に活動した。

図 10 にコミュニケーションのサイクルによる研究と被害軽減活動の推進模式図を示す。本研究では、北陸地域づくり協会からの支援を受け、防災科学技術研究所雪氷防災センター、長岡技術科学大学上村研究室、新潟大学災害・復興科学研究所を中心に、北陸融雪技術協会や全国の大学などの機関の皆様に協力いただきながら、積雪地域地震防災研究チームを構築した。研究チームは、現地調査や能登半島ほか被災地の関係機関との情報交換によって現場の状況に合わせたニーズを得て、過去の地震の経験や教訓を踏まえた復旧・復興段階に合わせた情報提供を行った。地元自治体や国土交通省北陸地方整備局能登復興事務所などに向けて実施した対面・オンラインによる情報提供のほか、地域住民や工事関係者、ボランティアなどに、Web・SNS・メディアを通じて情報を提供した。このように研究チ

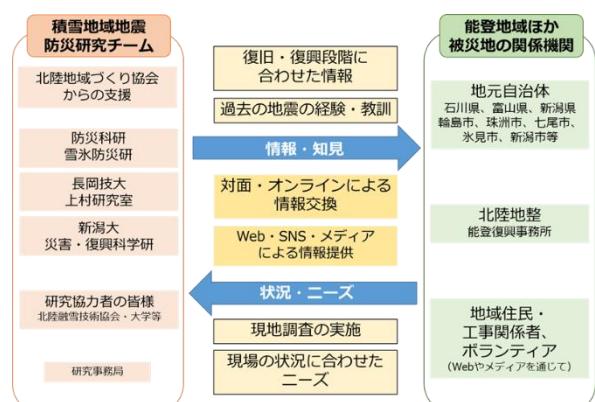


図 10 コミュニケーションのサイクルによる研究と被害軽減活動の推進模式図

ムと被災地の関係機関がお互いにフィードバックし合う関係で対応と研究を同時に行う方法は、今後の積雪地域での地震災害とその防災に関する複合災害対応を行う際に有効であると考えられる。

日本の国土の約 51%は豪雪地帯/特別豪雪地帯、約 60%が積雪寒冷地域に指定されている。能登半島地震のような豪雪地帯、積雪寒冷地域における冬期の地震発生時には、雪氷災害や水害、土砂災害等との複合災害による被害を低減するため、近年の降積雪の変化と豪雪地帯、積雪寒冷地域の生活スタイルを踏まえた視点からの情報発信や対策が必要になるのではないかと考えられる。冬期に積雪寒冷地で大規模災害が発生した場合、応急、復旧、復興のフェーズ毎に、現地の情報とニーズを踏まえた情報提供や支援を実施する必要があり、上記模式図に示したコミュニケーションのサイクルによる課題やニーズを把握しながら研究と被害軽減活動を実施する方法が有効であろう。そのためにも、日本雪氷学会、日本雪工学会などの学会や自治体、関係機関が、豪雪地帯、積雪寒冷地域での複合災害時の支援体制の構築の準備を平時から実施しておく必要がある。

また、今回の調査結果を見ても、能登半島地域では、しばらくは雪氷災害による複合災害の発生が危惧される状態が続くと考えられる。研究代表機関である防災科学技術研究所雪氷防災研究センターとしては、構築した関係を活かし、研究チームの皆様とともに能登半島地域における活動を継続したいと考えている。

5. 謝辞

本研究を進めるに当たり、活動をご支援いただいた、北陸地域づくり協会に深く感謝します。また、被災地の関係機関である石川県、富山県、新潟県、輪島市、珠洲市、七尾市、氷見市、新潟市の皆様、国土交通省北陸地方整備局能登復興事務所の皆様には大変お世話になりました。ありがとうございました。積雪地域地震防災研究チームを構成した3機関のスタッフの皆様、北陸融雪技術協会や富山大学、北海道教育大学、福井大学等の研究協力機関、研究協力者、事務局（シルソナ）の皆様ほか、関わっていただいた皆様に感謝します。

引用文献

上村 靖司, 中越地震後の雪氷災害の軽減のためにー「新潟県中越地震・雪氷災害調査検討委員会」の発足と活動状況（中間報告）ー, 雪氷, 67(1), 33-38. (2005)