

北海道開発協会では、北海道開発の推進に関わる社会科学分野の研究に助成を行い、これまでの助成研究から共通したテーマを選定して助成研究発表会\*を開催しています。

本発表会は、自然災害との関わりにおいて、各視点による研究報告を頂き、北海道に住む人たちの防災リテラシーの向上につながることを期待して行いました。

クローズアップ②

## 第15回助成研究発表会 「自然災害リスクと防災意識の向上」

(一財)北海道開発協会開発調査総合研究所

### 研究発表1〔平成27年度助成研究〕

#### 札幌圏における都市の拡大と地震リスクの変遷に関する研究

##### 札幌周辺に想定される3つの断層



中嶋 唯貴 氏  
北海道大学大学院工学研  
究院 准教授

2018年9月、最大震度7を記録した胆振東部地震は、死者44名、重・中等傷者59名、軽傷者726名の人的被害を出しました。その死亡要因は、土砂災害によるもので建物被害による死者は出ていません。胆振東部地震による札幌市内の最大震度は、東区で震度6弱を記録しましたが、札幌圏でも震度7を引き起こす西札幌断層、月寒断層、野幌丘陵断層の3つの断層が想定され、特に月寒断層による地震の影響は大きいと言われています。

##### 時代ごとに強くなる北海道の建物

札幌市の都市拡大に伴う人口分布と震度分布について1947年頃と1990年のデータを比較すると、震度7、6強、6弱が想定されるエリアの暴露人口\*が増えています。

一方、地震による建物被害想定では、全壊となる損傷度0.6以上の建物は、1947年に比べ1990年の割合が大きく下がります。この背景には、建築基準法や寒冷地であるが故、建替えやリフォームなどの建物の更新が他の地域より早いため、建物の耐震性が増し、結果

として昔の建物に比べ安全度が増しています。

月寒断層による死者数想定は、1947年頃の建物で約30,000人でしたが、1990年に約2,000人まで減少し、札幌市の人口増加に伴う強振動エリアへの人口増加はあるものの、建物の強度が増すスピードが速いため、結果として全壊率や建物被害を受ける確率、リスクは減少しています。

##### 室内被害対策と住宅の維持補修の重要性

月寒断層での建物被害による地理的な死傷者分布は、1947年と1990年では大きく変わりませんが、将来の死傷者を推定すると2015年の死亡1,344人に対し、2045年には785人まで減少します。しかし、家具の転倒やガラスなどの散乱物による怪我のほか、骨折以上の重傷者室内被害分布は、市全域に広がっております。加えて、推定負傷者数は、2015年の4,070人に対し、2045年でも3,541人と建物被害に比べ減少していない状況です。

室内被害の影響は、病院の受け入れ超過につながり、重傷者の受け入れや治療の遅延によって最悪の場合は、死に至る事態につながってしまいます。

##### 防災を考えた安全な町づくり

自然災害では、地震と同様に危惧されるのが水害です。水害危険度は、これまでの河川改修やダムなどの治水事業によって、昭和56年の水害以降、札幌市内において大きな被害は受けていません。

道内市町村の発展と洪水危険度について2005～2015

※ 本発表会は、2019年11月29日、札幌市内で行いました。各発表者の研究成果の詳細については、北海道開発協会ホームページに掲載する各助成年度の「研究助成の実績と研究成果」をご覧ください。

\* 暴露人口  
地震が発生したときにさらされる人口。震度分布と人口分布の重ね合わせた震災の可能性の指標。

年の総人口変化量と浸水深暴露人口率の変化量の関係から『洪水危険度が増加し、町は発展』、『洪水危険度が増加し、町は衰退』、『洪水危険度は減少し、町は発展』、『洪水危険度は減少し、町は衰退』とする4つの分類で評価をしました。町の発展、または衰退は、単純に人口の増減を意味します。

分類では、『洪水危険度は減少し、町は発展』に分類される地域が一番うまくいっている地域となりますが、122市区町村のうち約75%が『洪水危険度が増加し、町は衰退』に分類されました。

洪水危険度を減少させた地域とするため、内閣府や国土交通省が提案する立地適正化計画における防災も考え、安全な町を作っていくことが、現在の北海道では大変重要な状況となっています。

### 災害リスクを考慮した住まいの場所や対策

札幌圏の地震に伴う建物被害では、死者想定が減少傾向にある一方で、室内被害の減少スピードは遅く、このことが病院の受け入れ不足につながるものが危惧されます。病院の受け入れ態勢の検討と併せて、室内被害者をどのように減らしていくかが重要です。

水害に関しては、浸水危険地域の人口割合が増加する状況において、各世帯で水害の備えが必要です。さらに、水害危険度を購入者に伝え、自治体は、マスタープランや立地適正化計画、コンパクトシティの計画立案にハザードマップの情報や災害のリスク情報を入れた計画を立て、将来的に安全な町へ誘導するようなまちづくりが、今後必要になってきます。

## 研究発表2〔平成29年度助成研究〕

### 自然災害が地域経済に与える影響に関する分野横断的研究

#### 十勝地方を襲った3つの台風

2016年8月、十勝地方を襲った台風は、道内では初めて1年間に3つの台風が上陸し、いずれも同じ様なルートを通過したことで、十勝地方の広い範囲で被害が発生しました。この影響によりJRの線路が寸断し、国道274号日勝峠は法面崩壊、落橋などの影響で長期通行止めになっています。また道東自動車道も切土法



大貝 健二 氏  
北海学園大学経済学部  
准教授

面の土砂流出によって被害を受けるなど、十勝周辺の広範囲で交通網が寸断されましたが、早期の応急復旧対応によって高速道路はいち早く通行が再開されています。十勝方面の交通網寸断は、地域経済に大きな影響を与えました。しかし、十勝や北海道各地の被害状況は、意外にも全国的報道が殆どされていません。

も全国的報道が殆どされていません。

### とかち886社のアンケート調査

本研究では、北海道中小企業家同友会とかち支部の協力を得て、当時の会員886社に全数調査として調査票を郵送・返送する形で行いました。対象理由としては、農業経営者が多く、製造業、物流流通、サービス業と横断的な把握ができ、また、十勝管内すべてに会員がいることで地域的な差異把握が可能と考えました。

アンケートは、7月の1カ月間で行い、886社の内207社（業種不明9社含む）からの回答がありました。業種別では、製造業、建設業からの回答が相対的に高い印象です。また自由記述で得た回答は、今後の貴重な資料になると考えています。

### 直接的被害の状況

直接的被害の有無に関する設問では、回答206件の内、直接的被害があったとする回答は全体の約2割で、業種別では農業が6割を占めています。また直接的被害のあった地域は、帯広市内より周辺地域が目立つ印象です。項目別では農地・農産物・家畜の農業分野に関する被害回答の割合が最も多く出ています。

また自由記述には、直接的被害に関する具体的な被害として、スイートコーンが倒伏し作付けの半分が全滅したことで、売上換算120万円の被害、ビートが冠水し1,000万円の被害、十勝川温泉では、大浴場が被害を受け完全復旧に1億2千万円かかるといった記述もありました。

再建の見通しでは、従来規模で再建する回答が圧倒的多数を占めていました。

## 製造業・流通産業への二次的被害の影響

二次的被害の有無に関する設問では、回答196件の内、二次的被害があったとする回答は全体の約4割でした。業種別で被害があったと回答した中では、農業32社の内、約5割で二次的被害があったと回答。また、製造業や流通商業では、直接的被害があった回答割合よりも高く出ていました。

二次的被害を受けた地域は、帯広市内中心部で被害割合が高く、売上高や客数の減少、資材や原材料不足、もしくは農産物不足による価格高騰、あるいは物流網・輸送網の寸断に伴う迂回<sup>うかい</sup>によって輸送コストが上昇したなど、一般的に言われていることが、形として現れてきたと捉えています。

二次的被害による売り上げや顧客の減少割合では、それぞれ10%~30%未満とする割合が全体の71.4%を占めました。中には50%以上も売上が減少した企業もみられました。

また、ヒアリング調査では、農地が土砂で流された、農地に土砂が堆積し1,000台分のダンプカーで搬出しても完全復旧には4、5年かかる見通し、などの意見がありました。しかし、災害の翌年に十勝管内の農畜産物の取扱高が過去最高額を記録するなど、十勝は豊作で自然災害を克服したような報道によって、被害が覆い隠された状況がありました。

その他の二次的被害では、流通網の寸断、農業被害を受けたことで、製造業へ被害が及んだ。あるいは観光客が十勝を回避するという風評被害も出ています。

### 今後の備えに向けて

二次的被害からの再建の方向性では、規模を縮小して再建や、被害から1年半後の調査ではあったが、殆ど改善していないとの回答が一定程度含まれていました。

2018年6月の国際学会での報告において、豪雨災害は局地的に起こりやすいため、地域レベルで見るとは実際は、まだら模様となって地域の中で災害が現れるとの意見があり、これからも自然災害が発生した時、どういう形で現れるのか記録し続けることで、今後の備えにつながると捉えています。

## 研究発表3〔平成30年度助成研究〕

### ICTを援用した津波防災教育システムの開発と実証研究

#### はじめに

1995年の阪神淡路大震災を契機として、国家的地理空間情報の整備が始まり、1999年国土地理院地図のデジタル化、2007年の地理空間情報活用推進基本法施行へと進み2010年には、GPS信号の精度向上のため準天頂衛星「みちびき」を打上げ、現在4機体制で運用しています。



塩崎 大輔 氏  
北海道大学大学院文学院  
博士後期課程

地理空間情報は、GIS（地理情報システム）で分析した結果として得られる情報ですが、近年、地理空間情報は位置情報に紐づいた情報として存在し、そこに「みちびき」を活用した衛生測位のインフラ整備が整い、その活用方法の一つとして防災があげられています。

#### 急務となった北海道の防災・減災への対応

東日本大震災以降、最大の津波浸水想定エリアとするハザードマップが作成され、北海道では、沿岸部に接しない札幌市を除くと、8人に1人が津波浸水想定域に住んでいます。

また、津波浸水想定域の市町村別人口（2010年）で、上位となる釧路市では浸水想定は夜間人口は12.8万人、昼間人口13.5万人となり、人的な防災・減災をどう考えるのが急務です。

これらを踏まえ本研究において、津波避難訓練を支援する"津波避難訓練可視化システム"と"疑似津波避難訓練システム"を開発し、システムの効果および課題を検証します。

#### 津波避難訓練支援のシステム開発

津波避難訓練可視化システムは、津波浸水に対応した避難訓練結果を可視化するため、Webアプリケーションを中心に津波浸水シミュレーション可視化システムを開発しました。避難訓練では、参加者のスマートフォンに位置情報送信アプリを入れます。

Webアプリケーションには、災害関連情報を可視化する機能、軌跡情報や浸水情報を管理する機能、位置情報送信アプリから送信された位置情報を収集する機能が組み込まれています。可視化機能は、パソコンで閲覧すると、避難訓練の様子が地図上に標示できる仕組みになっています。

### 津波集団避難実験の実施と可視化学習前後の意識変化

避難訓練の実験は、学生30人弱の協力によって、釧路市内の主要観光施設から津波避難ビルまで避難します。実験後、避難訓練結果のフィードバック学習を行うことで、学習前後の意識変化を把握するためのアンケートと併せて、津波防災教育として参加者にどのような効果がでるかを検証します。

避難行動結果では、赤信号により先頭と後方の集団に分かれ、後方集団は遅れて津波避難ビルに到着しています。ここに津波浸水想定と避難行動結果を重ねて表示させた際、後方集団は津波に遭う、という状況が分かります。

この結果をフィードバック学習として、参加者に可視化結果を見せることで参加者の21%が自分の意見を改め、避難行動速度の重要性や避難行動時の心得、留意点を自身の記憶と併せて学習しました。

稚内市内では、津波浸水データに加え、土砂災害エリアを追加した複合災害による避難訓練を行いました。

### WebVR技術を用いた疑似避難訓練システム

疑似津波避難訓練システムでは、VPS(仮想専用サーバー)上にWebアプリケーションを設置し運用を行いました。

全国的な整備を可能とするため周辺画像が整備されているGoogle Street View APIを利用し、再現できない夜間や積雪期は、360°カメラで撮影した画像を取り込み対応しました。

プロトタイプのVR(仮想現実)疑似避難訓練実験は、厚岸町の街なかをGoogle Street Viewで再現し、VRディスプレイを着けた学生が疑似避難体験を行い、2回目以降の疑似避難体験は、函館市内の疑似避難訓練として行いました。

VR疑似避難訓練の避難行動の様子は、パソコンに表示させ記録のため録画します。疑似避難体験では実際の大津波警報サイレンを流し、VRディスプレイを着けた体験者の首の動きに連動して周囲の景色が動くことで、状況を判断しながら避難行動を体験します。

### 参加者の避難行動の特徴

函館市内を想定したVR疑似津波避難訓練の避難先は、津波避難ビルに指定されている「ラビスタ函館ベイホテル」と「函館西高等学校」を設定しました。しかし、避難先が海側に位置していたため、スタート地点からラビスタ函館ベイホテルへと向かう人は45.9%で、37.8%は海とは反対に進んでしまいました。

また避難ビルが混雑で入れないため、函館山へ避難する想定として行った際にも、T字交差点では全体の87.5%の人が最短経路となる海側ではなく、海から離れた内陸に進むことを選択しています。函館湾から反対の内陸に向かう避難行動では、結果的に大森浜の浸水開始地点に近づく結果となり、特に夜間は周囲が見づらく、目印がないため、函館山を目指すことが難しくなると考えています。

### フィードバック学習で知る災害時の危機感・警戒感

最後に端末とサーバーが、リアルタイムに連携する津波避難訓練可視化システムは、訓練結果を参加者に周知するフィードバック学習によって、訓練時では感じない災害に対する危機感や警戒感を改めて知る契機になることが期待できます。

VRを使った疑似津波避難訓練システムでは、参加者の滞留ポイントや交差点での状況が再現でき、また積雪期や夜間を再現した疑似避難訓練では、視認できない高台より視認しやすい近隣の津波避難ビルや内陸、さらには海から離れようとする行動を示す傾向が明らかとなっています。

今後、実験を繰り返し、避難行動を検証して防災・減災に役立てたいと考えております。

