

令和 3 年 2 月 22 日

1. 報告者

氏名（フリガナ）	四井 早紀（ヨツイ サキ）
生年月日（年齢）	平成 2 年 10 月 6 日（30 歳）
所属機関名	立命館大学理工学部環境都市工学科

※年齢は令和 3 年 3 月 11 日現在

2. 研究内容

研究テーマ	自然災害の人間被害推定モデルの構築に関する研究
研究分野	地震／津波／原子力災害／応急対策／復旧・復興 土木／社会／心理／政治／行政／ 応急救助／住民避難／被災者支援／公共インフラ整備／ 住まいとまちの復興／産業・生業の再生／地域振興 (例) ※複数回答可
研究概要（要約）	
2011 年東北地方太平洋沖地震を対象とした分析により，被害を予測する地域の状況を表現でき，人間被害を高い精度で予測できる新たな式を構築した．福島県と岩手県の死者を対象とした「避難経路別距離・標高推移の特性分析」を行った．その結果，地形的特徴の指標として取り上げた避難経路の起伏の激しさと地形の上り下り，避難経路の距離，浸水深，500 m メッシュ内人口，また，個人属性を表す性別の割合と 65 歳以上の割合の変数を用いて，500 m メッシュ内の死者数を算出する式を構築した．	
研究の背景	
自然災害の人間被害推定モデルの構築に関する研究は，2011 年東北地方太平洋沖地震が契機となった．なぜ 18,428 人（2020 年 3 月 10 日警察庁公表の死者・行方不明者数）もの方々が犠牲になったのかという問いに対して，工学的なアプローチで死者発生要因を明らかにすることが急務であった．したがって，国・社会・地域が自然災害のリスクを判断するのに有用な指標の一つとして用いられる死者数を，被害を予測する地域の状況をより詳細に表現できる式で予測するという構想に至った．	

具体的内容

・研究分野における当該研究テーマの位置付け

本研究では、地震・津波の自然現象を対象とした人間被害推定モデルの構築を行った。被害に影響を及ぼす地形の特徴や社会的要因それぞれに着目した式は提案されているものの、双方を組み込んだ予測式の研究例は少ない。さらに、国や県単位の予測式はあっても、地域レベルでの予測式はほとんど見当たらないのが現状である。地域の有する危険度を推定できるような予測手法が必要であることは論を俟たない。ここに、被害を予測する地域の状況を表現でき、人間被害をできるだけ正確に予測できる式を構築する意義が存在する。

・研究内容・特徴

2011 年東北地方太平洋沖地震を対象とした避難経路別距離・標高推移の特性分析を行い、その特性を地形的要因として定量表現した。死者の居住住所が番地レベルで得られている福島県と岩手県を対象として分析を行った（死者が亡くなった場所ではない点留意する必要がある）。平野部の地形であれば死亡率が高く、急峻な地形を有していれば、死亡率が低い傾向により、地形すなわち標高分布により、死亡率に特徴があることを明らかにした。避難距離分析では、福島県は避難距離 200m を超えると累積死亡率が 50%に達し、岩手県は避難距離 100m～200m で累積死亡率が 50%に達することが把握された（図）。岩手県の方が安全な場所までの距離が短かったことがいえる一方、短い距離でも死者が大勢いたことが確認された。この避難経路別距離・標高推移の特性を自己回帰移動平均過程を用いたモデルで定量化し、避難経路の起伏の激しさと地形の上り下りを表現した。地形的特徴の指標として取り上げた避難経路の特徴と避難距離を定量的に評価したことが特徴であり、さらに浸水深、個人属性を表す年齢と性別を組み込んだ式で死者数の予測が可能となった。

実際の死者数と本研究の予測式で算出した死者数にどれほどの差異が存在するのかを評価するために、平均予測誤差（人）を求めた。その結果、本研究の予測式は、中央防災会議の式（2003 年）で算出した予測誤差を大きく下回っていることがわかった。中央防災会議の式を用いると被災地全体で死者約 2,700 人と算出されるが、実際にはその約 7 倍にあたる死者が発生したという事実からも判断できるように、本研究の予測式は、中央防災会議の式よりも高い精度で死者数を評価できるものと考えられる。

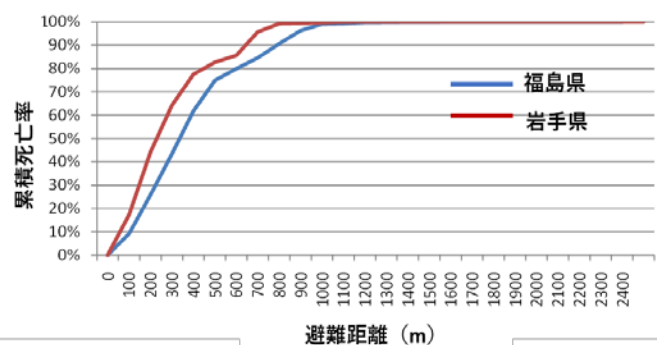


図 福島県と岩手県の避難距離に対する累積死亡率

期待される効果

近年の災害である 2018 年北海道胆振東部地震, 2020 年 7 月豪雨では, 土砂災害警戒区域や浸水区域を超えた自然現象により死者が発生した. したがって, 未曾有の災害と言われた東北地方太平洋沖地震で得た教訓を他の災害による人間被害推定にも応用していくことに意義がある. すなわち, 土砂災害警戒区域や浸水区域を大幅に超えた自然現象により発生する想定外の災害も考慮する必要がある. 今後の大規模災害への備えとして, 潜在的に危険となり得る箇所の地形的な特徴やその危険に曝される人口に着目し, 被害の程度を明らかにしていくことが急務である. その情報を人々に確実に届くように工夫することもまた重要な課題である.

自然災害による被害は, 自然現象の威力, それに曝される人口や財産となるもの, 脆弱性の相互作用によって生じる. 自然現象の威力を小さくすることは現状不可能にせよ, 雨量や津波浸水予測など, 近年の技術革新によりその予測精度は向上している. すなわち, 事前に自然現象の程度を知ることが可能である. 脆弱性への対策として, 兵庫県南部地震以降, 建物やインフラなどの構造物を壊れにくくするという技術的な面は, 急速に進歩してきた. したがって, 曝露量を構成する人々・地域が災害ごとの危険性を把握し, 人々・地域が十分にその危険性への対処方法を知ることにも求められている. 本研究の人間被害推定で用いた地形的な特徴や避難距離の指標は, 自然災害に対する危険性を把握する上で役割を果たすものと考えられる.

補足資料

- ・四井早紀・小山真紀・古川愛子・清野純史: 東日本大震災における福島県内市町村を対象とした避難ルート特性と死亡率の分析, 地域安全学会論文集, 27 巻, pp. 85-93, 2015 年
- ・四井早紀・清野純史: 地形的要因を取り入れた津波による人的被害予測式の構築, 自然災害科学, Vol. 36, 特別号, pp. 1-13, 2017 年
- ・Saki Yotsui and Junji Kiyono : INFLUENCE OF ENVIRONMENT SURROUNDING HUMAN SOCIETY ON LANDSLIDE CASUALTY: A CASE STUDY FROM THE 2018 HOKKAIDO EASTERN IBURI EARTHQUAKE, International Conference in Commemoration of 20th Anniversary of the 1999 Chi-Chi Earthquake, Taipei, Taiwan, September 15-19, 2019