

東日本大震災における遺体発見場所と最大浸水深の関係 -宮城県石巻市平野部の事例-

東北大学	工学研究科	学生会員	○芹川 智紀
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	門廻 充侍
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	Anawat SUPPASRI
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	今村 文彦

1. 序論

今後発生が懸念されている巨大津波災害において、過去の災害の犠牲者情報を分析し、人的被害を予測することは重要である。越村ら¹⁾は、2004年インド洋大津波におけるDesa(村)ごとの浸水深と死亡率の関係を検討し、人的被害関数を構築した。東日本大震災においても、牛山ら²⁾は、町丁目単位で、津波外力と人的被害率の関係を分析した。これらの検討は、犠牲者住所に基づいて行われた。しかし、Serikawaら³⁾は、宮城県石巻市において、溺死および焼死による犠牲者の空間分布とハザードの関係から、遺体発見場所は、犠牲者住所と比較して、ハザードとの関係が明瞭であることを示した。そこで本研究では、人的被害予測の高度化を目的として、犠牲者住所および遺体発見場所に基づく溺死による郵便番号ごとの犠牲者率と最大浸水深の関係性を比較および検討した。

2. 手法

対象地域は、東日本大震災における犠牲者数が宮城県内で最大であった宮城県石巻市の平野部とした。郵便番号ごとの犠牲者率の算出には、以下の式を用いた。

$$\text{犠牲者住所に基づく犠牲者率} = \frac{\text{溺死による犠牲者数}}{\text{夜間人口}}$$

$$\text{遺体発見場所に基づく犠牲者率} = \frac{\text{溺死による遺体発見数}}{\text{浸水域の推計昼間人口}}$$

各犠牲者数の算出には、宮城県警察本部から提供された犠牲者情報のうち、石巻市平野部に居住し死因が溺死の2,019名のデータと、遺体が石巻市平野部で発見され死因が溺死の2,019名のデータを用いた。浸水深の算出には、東日本大震災の再現津波数値計算結果を用いた。最小空間格子間隔は、石巻市平野部の5mで、相田⁴⁾の幾何平均Kおよび幾何標準偏差 κ は、 $K=1.09$, $\kappa=0.92$ であった。郵便番号ごとに浸水のあった区域の最大浸水深の平均を取り、郵便番号の浸水深の代表値とした。

3. 結果と考察

3.1 犠牲者住所および遺体発見場所に基づく犠牲者率と最大浸水深の関係

犠牲者住所に基づく郵便番号ごとの犠牲者率と最大浸水深の関係を図-1に示した。両変数間のスピアマンの順位相関係数は0.56であり、正の相関が確認された。図-2に遺体発見場所に基づく郵便番号ごとの犠牲者率と最大浸水深と関係を示した。両変数間のスピアマンの順位相関係数は0.74であった。したがって、遺体発見場所に基づいて人的被害発生率を検討することの有効性が示唆された。また、両図より浸水深が2.5mを超えると犠牲者率が上昇することが明らかになった。

しかし、図-2より、遺体発見場所に基づく犠牲者率と浸水深の関係性の傾向は、2つに分離していることがわかる。そこで、浸水深に対する犠牲者率が高かった郵便番号をグループA、低かった郵便番号をグループBとし、地図上に示した(図-3)。グループAに属する地域は、主に、門脇町、大街道南などのやや内陸に位置する住宅地、グループBに属する地域は、主に、魚町、雲雀野町などの沿岸部に位置する工業地域や港町であることが明らかになった。この要因として以下の2つの仮説が考えられる。

1. 沿岸部の工業地帯と内陸部の住宅地域では避難意識が異なり、工業地域が属するグループBでは避難が適切に行われ、犠牲者率が低かった。**2.** グループBで津波に曝露し、津波外力による移動で遺体がグループAの地区で発見された犠牲者が存在する。

以上より、遺体発見場所に基づく犠牲者の発生には、浸水深以外の要素が関連する可能性が示唆された。

3.2 土地利用形態を反映したGLMによる人的被害の説明

前節1.の仮説を検討するため、目的変数に、犠牲者住所および遺体発見場所に基づく犠牲者数、説明変数に、最大浸水深と土地利用形態、オフセット値に夜間または浸水域の昼間人口を用い、ポアソン分布を仮定した一般化

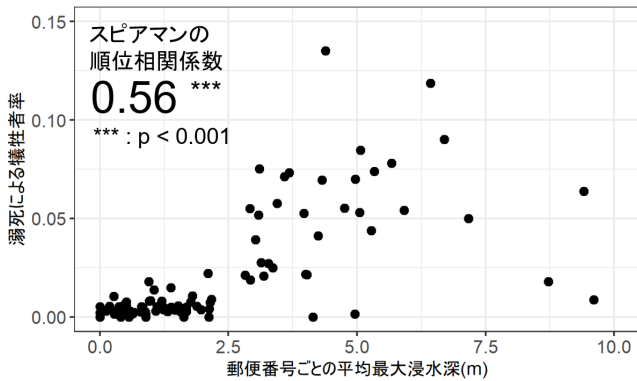


図-1 犠牲者住所に基づく犠牲者率と浸水深の関係

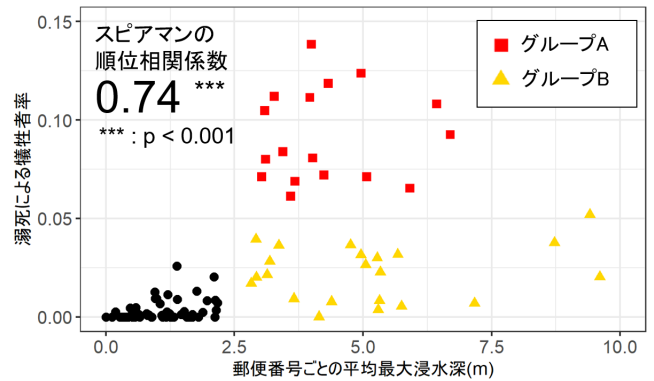


図-2 遺体発見場所に基づく犠牲者率と浸水深の関係

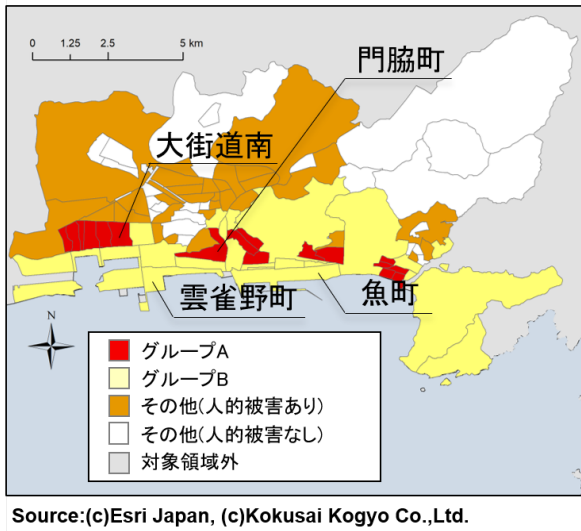


図-3 遺体発見場所に基づく人的被害率の分類

線形モデル(GLM)を作成した。土地利用形態の変数の作成には、国土数値情報の用途地域、農業地域、森林地域データを使用した。このデータを農業地域、森林地域、低層住宅地域、中高層住宅地域、商業地域、工業地域の6区分に集約し、推計昼間人口が郵便番号内で最大である地点の土地利用形態を、郵便番号の代表とした。

その結果、前節の結果とは異なり、犠牲者住所に基づくモデル適合度が、遺体発見場所を上回った(表-1)。この要因として、犠牲者住所のデータ特性が考えられる。犠牲者は、昼間の人口移動や避難行動により、居住地から津波曝露地点に移動したと考えられる。犠牲者の行動は、高齢化率などの居住地の性質を受けると考えられるため、土地利用形態を反映したことで、犠牲者住所に基づくモデル精度が遺体発見場所を上回ったと考えられる。遺体発見場所に基づくモデル精度の向上には、前節2.で言及した、遺体発見場所が持つ不確実性である、津波来襲時の人体および遺体の挙動に関する検討が必要である。

4. 結論

本研究では、犠牲者住所および遺体発見場所に基づく

表-1 GLMによる最尤推定結果

最尤推定量	犠牲者住所	遺体発見場所
切片	-6.139 ***	-0.871 ***
浸水深	0.340 ***	0.352 ***
森林地域	1.165 ***	3.776 ***
低層住宅地域	1.769 ***	4.525 ***
中高層住宅地域	0.679 ***	3.338 ***
商業地域	1.172 ***	4.030 ***
工業地域	0.657 **	2.356 ***
AIC(赤池情報量基準)	979.3	1820.8
残渣逸脱度	618.6	1518.0
予測値と観測値の相関係数	0.890	0.754

***: p<0.001, **: p<0.01
※推定値は指数変換前の値とし、農業地域は基準値として扱っている

溺死による人的被害率と最大浸水深の関係を検討した。その結果、人的被害の詳細な検討には、浸水深以外の要因を反映する必要性が示された。そこで、土地利用形態を反映した人的被害予測関数を作成した結果、遺体発見場所に基づく予測精度の向上には、人体および遺体の挙動に関する検討が重要であることが示された。

謝辞: 本研究は、東北大学(指定国立大学)における災害科学世界トップレベル研究拠点により実施し、JSPS科研費20K14999の助成を受けた。また、本研究は、東北大学内に設置された災害科学国際研究所倫理委員会[受付番号:2017013]、医学系研究科倫理委員会[受付番号:20201275]により審査および承認され、研究機関長により実施が許可されている。最後に、宮城県警察本部の多大な協力に対し、ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 越村俊一, 行谷佑一, 柳澤英明: 津波被害関数の構築, 土木学会論文集B, Vol.65, No. 4, pp320-pp331, 2009.
- 2) 牛山素行, 本間基寛, 横幕早季, 杉村晃一: 三陸地方における東北地方太平洋沖地震による津波犠牲者率と素因の関係, 自然災害科学, Vol.33, No.3, pp233-247, 2014.
- 3) Tomoki Serikawa, Shuji Seto, Anawat Suppasri and Fumihiko Imamura, Spatial Distribution of Causes of Death in the 2011 Tohoku Tsunami at Ishinomaki City, Miyagi Prefecture, Journal of Disaster Research, Vol.15 No.7, pp943-958, 2020.
- 4) 相田 勇: 三陸沖の古い津波のシミュレーション, 東京大学地震研究所彙報, Vol.52, pp.71-101, 1977.