

## 東日本大震災での建物被害に基づく推計曝露人口と人的被害の関係

東北大学大学院工学研究科  
東北大学災害科学国際研究所  
東北大学災害科学国際研究所  
東北大学大学院工学研究科

学生会員 ○長谷川 夏来  
正 会 員 サッパシー アナワット  
正 会 員 今村 文彦  
学生会員 牧野嶋 文泰

## 1. はじめに

津波による人的被害量の推計により起こりうる被害の大きさを知ることは、防災対策立案や、防災意識の啓発を行う上で重要であり、震災以降、人的被害推計のための統計モデルが開発されているが、人的被害実態の説明に、多くの説明要因を用いており、実用に向かないという課題がある。また、震災の人的被害を説明した多数の要因が、他地域での将来推計に有用とは限らない。実用的なモデルとして越村ら<sup>1)</sup>や今井ら<sup>2)</sup>があるが、いずれも一つの対象地域のデータに基づいており、外力—人的被害の関係には避難行動など対象地域の地域性が非常に強く反映されると想定され、他地域への適用性に疑問がある。

そこで本研究では、東日本大震災で広域に、かつ詳細に集計された建物被害と人的被害データの分析を行い、津波数値計算と建物被害推計から人的被害の推計をする、実用的でより汎用性の高い人的被害推計モデルの構築を目的とする。

## 2. 使用データ

本研究では、国土交通省が提供する復興支援調査アーカイブのデータを使用し分析を行った。対象とした地域は岩手県、宮城県沿岸部の被災した12市町村で、人的被害、建物面積および建物被害率を952の町丁目ごとに集計し分析に用いた。なお、建物の被害データは浸水域内のみ調査されている。

## 3. 被害特性係数

長谷川ら（2016）<sup>3)</sup>では、東日本大震災による石巻市中心部での被害状況について、建物被害率で津波による犠牲者率を説明できると分かった。そこで本研究では、建物被害と人的被害の関係から津波による人的被害量を推計する手法を提案する。

東日本大震災の被災状況を表すパラメータとして、

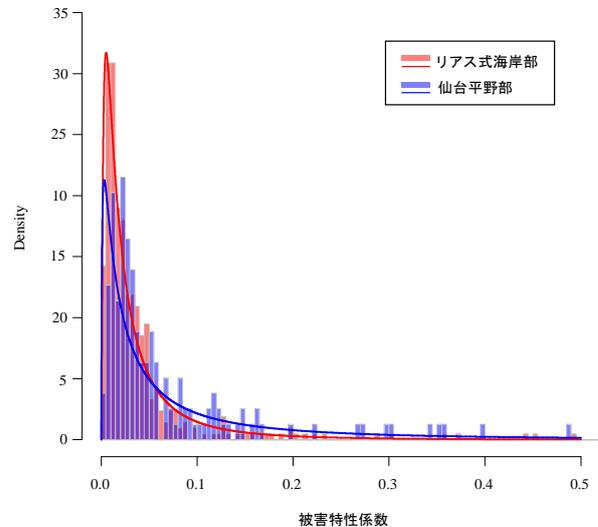


図-1 リアス式海岸部と仙台平野部の被害特性係数

式(1)のように被害特性係数  $C$  を定義する。

$$C = \frac{F_A}{P \times P_D} \quad (1)$$

ここで、 $P$  は建物面積から推計した地域内人口であり、 $P_D$  は羽鳥（1984）<sup>4)</sup>にならぬ算出した建物被害率である。これらを掛け合わせたものを、推計曝露人口と考える。 $F_A$  は地域内死者数である。実際の人的被害は、避難行動などの影響で推計曝露人口に対して人的被害量は少なくなると推定されるため、被害特性係数は地域の被害低減率を代表するようなパラメータであると考えられる。

まず、東日本大震災での被害データから、被害特性係数の導出を行った。対象地域のうち、石巻市以南の地域を仙台平野部、気仙沼市以北の地域をリアス式海岸部とし、それぞれ被害特性係数を算出し、整理した。この結果をヒストグラムに整理したものを図-1に示す。図より、仙台平野のほうがリアス式海岸部より被害特性係数の値が大きい地域が多いことが確認できる。このことから、仙台平野ではリアス式海岸部よりも、推計曝露人口に対する実際の人的被害が大きかったとわかる。

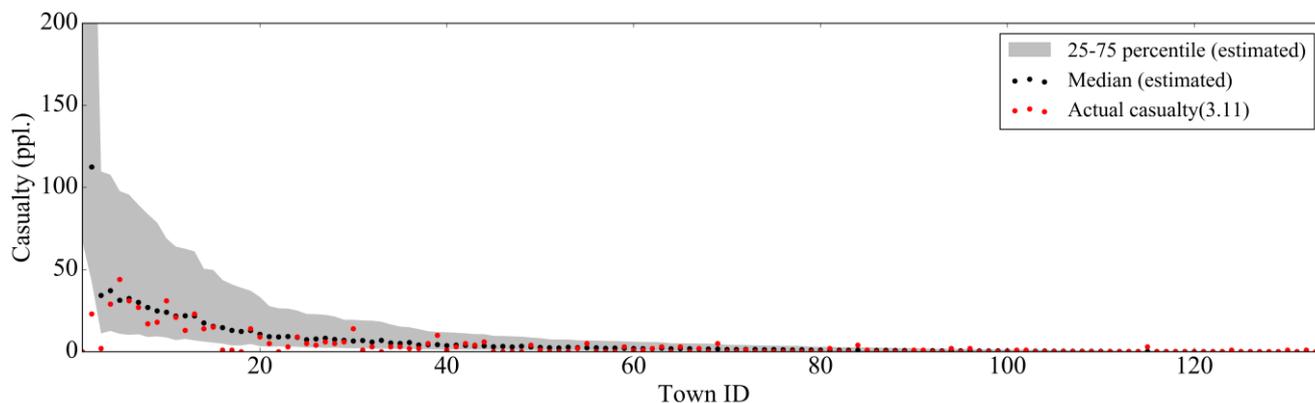


図-2 仙台市 134 町丁目での推計被害量分布と実際の被害量との比較

#### 4. 東日本大震災の被害状況との照合

被害特性係数を用いた、津波による人的被害推計手法として次のモデルを検討する。

$$F_E = P \times P_D \times C \quad (2)$$

ここで、 $F_E$ は推計死者数、 $P$ は地域内建物面積から推計した人口、 $P_D$ は推計建物被害率、 $C$ は被害特性係数である。以降、仙台市 134 町丁目の被害実績データを用いて、このモデルの震災時の人的被害への適用性を検討した。

図-1 の仙台平野の被害特性係数分布から、最尤法を用いて確率分布関数を求めたものを図-1 に実線で示す。本検討では、町丁目単位で集計した  $P$ 、 $P_D$  を震災の実績値で与え、被害特性係数を図-1 の仙台平野部の分布関数に基づいてランダムに与える。今回は、繰り返し試行を 1 万回行い、推定人的被害量の分布を算出した。仙台平野部の特性係数分布は仙台市以外のデータも含まれて構築されているため、平均化された分布で特定の地域の被害を説明し得るかを確認することになる。

推計人的被害量分布と実際の人的被害量の関係を降順に整理したものを図-2 に示す。図中の黒色の点は各町丁目の推計被害量の中央値を、灰色で示す部分は 25% から 75% 値の範囲を示す。検討の結果、仙台平野部の分布を用いて、一部過大評価のところがあるものの、仙台市の実際の人的被害の傾向を概ね再現できると分かった。推計量と実績値が大きく異なっている地域については、今後考察を行う必要がある。

#### 5. おわりに

本研究では、東日本大震災の被害実績から建物被害量と人的被害の関係を整理し、地域ごとの被害量を表す新たな係数として被害特性係数を提案し、これを用いた人的被害を推計するモデルの構築を行った。さらに、東日本大震災での仙台市の被害状況にこのモデルを適用し、実際の人的被害の傾向を概ね再現できた。今後は、リアス部を含め、震災実績との検証をすすめるほか、南海トラフなど今後巨大津波が予想される地域での適用性の検討および、その際に用いる適当な被害特性係数分布の構築が必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) Koshimura, S., Oie, T., Yanagisawa, H., Imamura, F.: Developing Fragility functions for tsunami damage estimation using numerical model and post-tsunami data from Banda Aceh, Indonesia, *Coastal Engineering Journal*, 51(3), pp. 243-273, 2009.
- 2) 今井健太郎, 今村文彦, 岩間俊二, サッパシー アナワット: 人的・物的被害軽減に向けた実用的な津波ハザード・被害予測評価手法の提案, *自然災害科学, J.JSNDS* 33, 特別号, 2014.
- 3) 長谷川夏来, サッパシー アナワット, 牧野嶋文泰, 今村文彦: 浸水深と建物被害率を考慮した東日本大震災における石巻市での人的被害要因の分析, *土木学会論文集 B2 (海岸工学)*, Vol. 72, No. 2, I\_1627—I\_1632, 2016.
- 4) 羽鳥徳太郎: 津波による家屋の破壊率, *地震研究所彙報*, Vol.59, pp.433-439, 1984.