

奨励金No.1494

## 道路閉塞が地震・津波の人的被害に及ぼす影響の解明

高島 知行  
近畿大学 准教授



### Influence of road blockage on the number of casualties from an earthquake and tsunami

Tomoyuki Takabatake,  
Kindai University, Associate Professor

これまでに開発した地震・津波避難解析モデルを用いて、和歌山県美浜町・串本町を対象に地震動による道路閉塞を考慮した地震津波の人的被害算定を実施した。その結果、道路閉塞が人的被害の算定数に及ぼす影響は大きく、内閣府などで用いられている簡易的な人的被害の算定手法では、同状況下における被災者数を適切に算定することが難しいことを明らかにした。特に、閉塞道路が多く発生する個所で被災者数の算定誤差が大きくなることを示した。

Using the earthquake and tsunami evacuation simulation model, previously developed by the author, an estimation of potential human casualties resulting from the future Nankai-Tonankai earthquake and tsunami was conducted in Mihama Town and Kushimoto Town, Wakayama Prefecture, Japan, considering road blockages due to the seismic activity. The results demonstrated that road blockages significantly affected the calculated number of human casualties. Thus, the simplistic method typically used by Cabinet Office of Japan was shown to be insufficient, particularly in areas with multiple road blockages, leading to significant errors in the estimated number of casualties.

## 1. 研究内容

### 1.1 研究背景・目的

大規模な地震動を伴う地震・津波災害では、沿岸域に津波が来襲する前に数多くの建物が揺れにより倒壊する。建物倒壊によって狭隘な道路では道路閉塞が発生し、津波避難時に大きな障害となる。こうした道路閉塞は津波に巻き込まれる被災者の算定数に大きく影響されると考えられるが、内閣府などが実施している津波の人的被害算定では、一般的にこの影響は考慮されていない。

そこで本研究では、これまでに開発した道路閉塞の影響を考慮できる地震・津波避難解析モデルを用いて、人的被害の算定を高精度に行い、内閣府中央防災会議などの手法に基づき簡易的に算出した人的被害の算定数と比較する。また、算定し

た被災者の初期位置情報をもとに、被災者数に関するメッシュデータを作成する。道路閉塞数や建物倒壊数、津波浸水深、避難場所までの距離についてもメッシュデータ化し、それらを比較することにより、どのような地域で被災者が発生しやすいのかを空間的に分析する。さらに、解析モデルによる結果を元に、道路閉塞による人的被害の変化量を簡易的に算定可能な手法を開発する。本研究の目的は、(1) 道路閉塞が津波の人的被害算定に及ぼす影響を明らかにすることと、(2) その影響を簡易的に評価可能な手法を開発することである。

### 1.2 研究手法

本研究では、南海トラフ巨大地震津波により大

きな被害を受けることが予想される和歌山県的美浜町と串本町を対象地域とした。和歌山県で公表されている地震被害想定調査の結果によれば、これら2つの都市では震度7の最大震度が発生し、全建物の30～50%がこの揺れにより倒壊すると予想されている。

まず、著者が開発した地震・津波避難解析モデルを用いて、美浜町と串本町にて人的被害の算定を行った。具体的には、建物が倒壊した際の道路閉塞状況を倒壊建物の高さ情報から経験式を用いて再現し、その道路閉塞状況下で避難解析を行うことで、予想される人的被害量を算定した。次に、内閣府中央防災会議の手法を基にした簡易手法によっても人的被害を算定した。具体的には、避難者の初期位置と最寄りの避難場所を直線で結び、その距離の1.5倍を東日本大震災の際に観測された平均移動速度で除すことによって、避難時間を推定した。そして、その避難時間と避難場所周辺の浸水開始時刻を比較し、浸水開始時刻の方が早ければ被災すると仮定した。なお、どちらの手法でも避難者の初期位置は対象地域内の建物（すなわち、自身の自宅から避難開始することを仮定した）とし、避難開始時刻は地震発生から5分後とした。また、倒壊建物内に避難開始時に位置していた避難者の一部は、内閣府中央防災会議の手法に基づき、即座に死亡すると仮定した。

各手法にて算定を実施した後に、結果を比較した。ただし、単純に総被災者の数を比較するだけでなく、被災者数の空間分布を算出し、建物倒壊と道路閉塞に伴う被災者数の変化を空間的に把握することとした。具体的には、被災者の初期位置情報をもとに50m×50mの間隔で被災者数の算出結果をメッシュデータとして表現し、それぞれの手法で比較した。また、津波浸水深や倒壊建物数、道路閉塞数、避難場所までの距離などについてもメッシュデータ化し、人的被害の発生個所との比較を行った。最後に、50m×50mのメッシュ間隔でまとめた様々な都市パラメタ（津波浸水深

や倒壊建物数など）を独立変数に、地震・津波避難解析によって得られた各メッシュの人的被害算定数を従属変数として多変量回帰分析を実施し、都市パラメタのみから各メッシュの人的被害を算定可能な重回帰式の導出を試みた。

### 1.3 結果

図1に、地震・津波避難解析モデルおよび簡易手法のそれぞれによって算出した美浜町と串本町の被災率の算定結果を示す。青丸が建物倒壊とそれに伴う道路閉塞を考慮しない場合の結果であり、赤三角が考慮した場合の結果である。建物倒壊を考慮しない場合、美浜町では簡易手法による被災率が解析モデルよりも高いのに対し、串本町では被災率が低く算定された。一方、建物倒壊を考慮した場合、両方の地域で簡易手法による被災率が、解析モデルによる被災率を下回った。これは、簡易手法では道路閉塞による避難時間の増加を考慮できていないためと考えられる。図2に、美浜町について、各ケースによる被災者数と津波浸水深などの都市パラメタを50m×50mのメッシュ化して表示したものを示す。図2(a)(b)に示す通り、道路閉塞を考慮しない場合、簡易手法では美浜町の南東部で解析モデルよりも被災者数を多く算定していることがわかった。また、図2(c)(d)を見ると、道路閉塞を考慮した場合、解析モデル

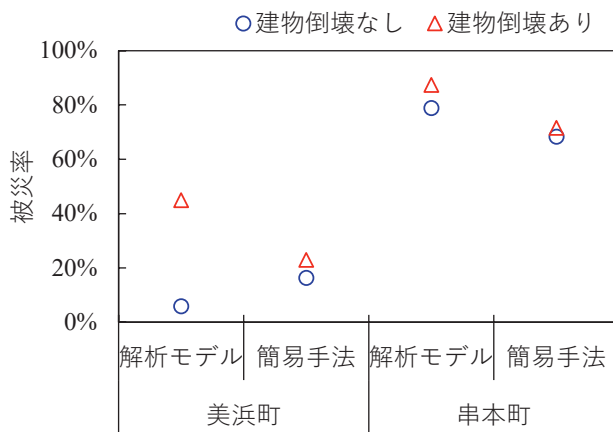


図1. 被災率の算定結果（避難解析モデルと簡易手法の比較）

の結果では美浜町中心部で比較的多くの被災者が発生しているが、簡易手法では被災者の発生は見られるものの、それほど多くの被災者が発生して

いないことがわかった。図2(i)(j)からわかるように、中心部では建物倒壊によって閉塞する道路が多く存在しているため、これらの影響を考慮で

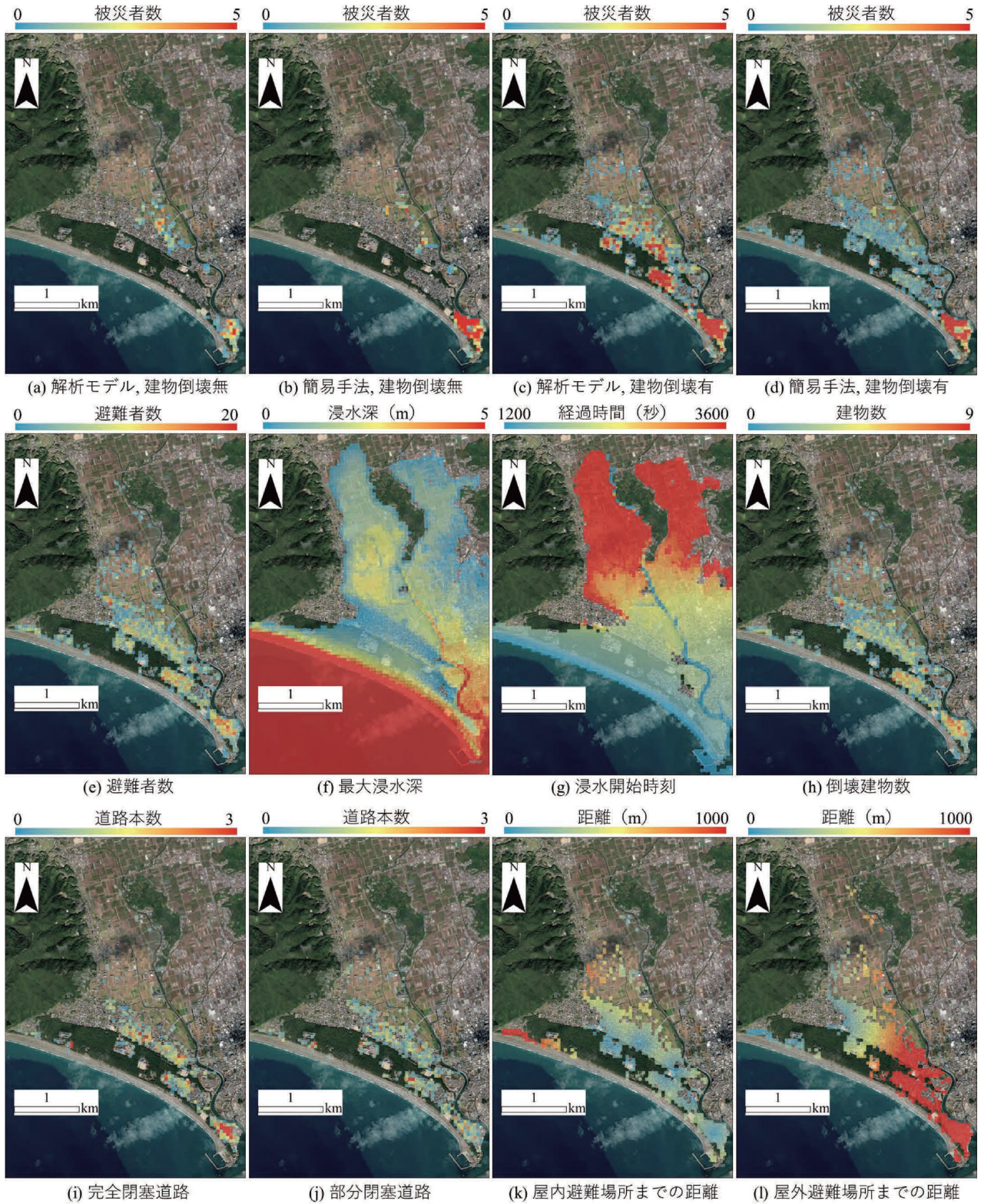


図2. 被災者数および都市パラメタに関するメッシュデータ (美浜町)

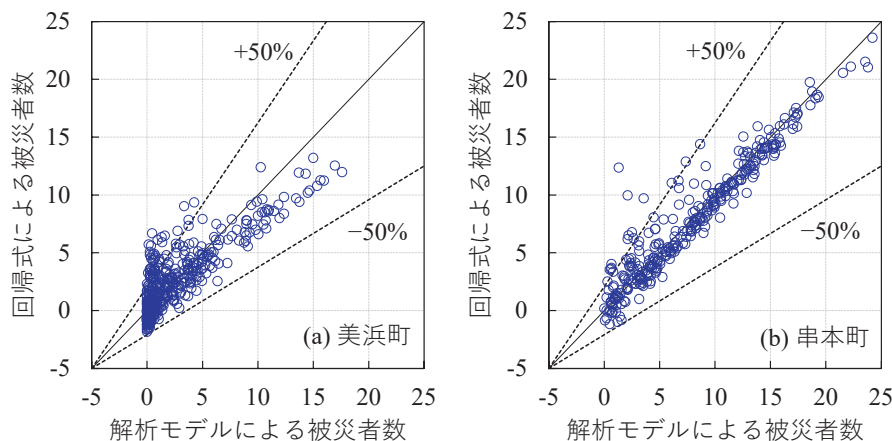


図3. 地震・津波避難解析モデルから算定した被災者数と回帰式から算定した被災者数の比較

きない簡易手法では、被災率を正しく算定できないことが確かめられた。

図3に示したのは、津波浸水深や倒壊建物数などの都市パラメタ（図2(e)～図2(l)）を独立変数に、地震・津波避難解析モデルによる被災者数の算定結果を従属変数として多変量回帰分析を実施し、得られた回帰式から算出した被災者数と地震・津波避難解析モデルによる被災者数を、メッシュ毎に比較したものである。美浜町、串本町ともに、回帰式は解析モデルよりも被災者数を過小もしくは過大に算定する傾向はあるが、概ね解析モデルと同程度の精度で被災者数を算定できていることがわかった。ただし、得られた回帰式の係数は、美浜町と串本町で異なっており、汎用的に使用できる（多くの沿岸都市に適用できる）簡易予測式の構築のためには、更に多くの都市で同様の分析を行う必要があることが示唆された。

#### 1.4 まとめ

地震・津波避難解析モデルを用いて、美浜町・串本町を対象に地震動による道路閉塞を考慮した地震津波の人的被害算定を実施した。その結果、道路閉塞が人的被害の算定数に及ぼす影響は大きく、内閣府の手法を基にした簡易的な手法では、被災者数を適切に算定することが難しいことを明らかにした。被災者数の空間分布を確認すると、

特に閉塞道路が多く発生する個所で被災者数の算定誤差が大きくなることがわかった。また、都市パラメタと解析結果から回帰式を導出し、それを用いることによって、美浜町・串本町で発生する被災者数を、建物倒壊による道路閉塞が発生する状況下でも解析モデルによる算定精度と概ね同じ精度で算定できることを示した。ただし、全国の沿岸都市に適用できるような回帰式を構築するためには、解析対象とする都市を増やし回帰式の精度を向上する、もしくは都市の特徴によって分類して式を使用する必要があることが研究結果から示唆された。

#### 2. 発表（研究成果の発表）

Takabatake, T., Yamaguchi, K., and Hasegawa, N. (2023), Influence of Road Blockage on Loss of Lives from a Tsunami, *11th International Conference on Asian and Pacific Coasts 2023*, Kyoto, Japan.