

## 津波避難所と経路の最適割り当てに関する研究

著者	北村 福太郎
学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2019
学位授与番号	12614博甲第551号
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00001862/">http://id.nii.ac.jp/1342/00001862/</a>

博士学位論文内容要旨  
Abstract

専攻 Major	応用環境システム学専攻	氏名 Name	北村 福太郎
論文題目 Title	津波避難所と経路の最適割り当てに関する研究		

多くの被害を生んだ東日本大震災以降、ハード対策とソフト対策を総動員した津波対策に取り組むこととされている。ソフト対策の一つである避難を適切に行うことは、人的被害を最小限に留めるうえで重要である。避難経路や避難所の設定あるいは選択においては、これまで多くの場合、最寄りの避難所への最短経路が採用されているものの、津波の浸水特性を考慮して浸水を避けるように経路設定することで、被災者数を減少できる可能性がある。しかし、一般には対象地域に次に来る津波の詳細を予測できないため、津波浸水を避ける避難経路選択はあまり行われていない。また、地震発生後リアルタイムに津波浸水の予想と避難経路設定を行う研究もあるが、実際に津波が起こってから経路が指定されるのでは避難者が混乱する危険がある。また、あらかじめ経路が決まらないので、情報の遅れが避難の遅れにつながる事態となる。

そこで本研究では、避難中の津波遭遇者を最小化するために、想定される様々な津波について、津波に遭遇しにくい避難経路および避難所を、災害発生前に割り当てることのできる数値計算モデルを開発し、その効果を検証した。本研究の新規性は、津波遭遇までに最も時間的猶予を与える避難経路等を選択する点と、想定される多くの津波に対して有効な、一意の避難経路等を、災害発生前に割り当てる方法を示している点にある。

第1章では、本研究の背景や、目的、本論文の構成を示した。

第2章では、地震津波避難の実態と行政の基準を整理し、本研究の意義を示した。加えて、既往研究を整理し、本研究が目指す割り当てモデルは未だ開発されていないことを示した。

第3章では、避難所および避難経路の割り当てモデルの構築を行った。このモデルは、想定される様々な津波に対して高い確率で総被災者数を減少させる避難所と避難所への到達経路とを、避難者毎に求める。具体的には、ある特定の想定津波に対して、避難所の位置から順次、安全に避難するために避難開始が必要となる地震発生からの経過時間、すなわち猶予時間を計算していく。この与えられた猶予時間分布を避難開始地点から大きくなる方へ遡ることで、猶予時間を最大とする避難所と避難経路が設定できる。このとき求めた猶予時間分布上のすべての地点が避難開始地点となることから、短時間で地域全体の避難経路と避難所の設定が可能となる。この方法により、対象津波において、すべての避難者に対して実行地域全体の避難所および経路割り当てを行う。さらに、この操作を想定される複数の津波について実行し得られた割り当て群の中から、各想定津波の発生確率を考慮して、地域全体の被災者数の期待値を最小化する割り当てを求める。これを最適割り当てとし、この割り当ては、想定される様々な津波に対して高い確率で被災者数を減少させることを示した。

第4章では、モデル地形を用いて本方法により選択される避難所等の特徴を分析した。その結果、開発モデルにより、最短経路選択に比べて常に猶予時間を多く確保できる避難所等が選択されることなどを示した。

第5章では実在する3つの地域で本モデルの適用性の検証と、本モデルによる割り当て効果の高い地域の分析、最適割り当てを与える想定津波のもつ特徴などについて検討を行なった。従来の最短経路選択と比較した結果、最適割り当てを行うことで、想定するほぼすべての津波に対して、被災者を減少することを示した。また、浸水範囲のうち、周辺地域に比べて浸水開始時間が遅れるような地域や浸水範囲外となる場所が付近にある地域で特に効果が高くなることを示した。さらに、最適経路は、

広範囲に浸水を及ぼす津波シナリオで得られることを示した。以上の結果から、どのような地域でもシナリオ数を限定して最適割り当てを算出でき、その最適割り当てを採用することで多くの津波に対して被災者を減少できる可能性があることを示唆した。

第6章では、本研究の結論を述べるとともに、本モデルを河川洪水に適用できることや、経路をあらかじめ割り当てられることで地震対策を行うべき経路を選定できることなど、本モデルの有用性を示した。