

積雪寒冷都市における津波避難困難地域に関する空間分析

—北海道釧路市を事例に—

内藤健裕・橋本雄一

A spatial analysis about difficult-to-evacuate area of tsunami disaster in a heavy snow and cold city: A case of Kushiro city, Hokkaido

Takehiro NAITO and Yuichi HASHIMOTO

Abstract: This study aimed to clarify the latest population on difficult-to-evacuate area of tsunami disaster in a heavy snow and cold region. The study area is Kushiro city, Hokkaido. Considering the tsunami arrival time, we demarcated the area whether people can evacuate within tsunami inundation assumption area and calculated the population of these areas. As a result, there was still many people in danger zone. Especially, snow and frozen road made the matter worse in winter.

Keywords: 避難困難地域 (difficult-to-evacuate area), 津波遡上データ (tsunami propagation data), 積雪寒冷都市 (heavy snow and cold city), 釧路市 (Kushiro city)

1. はじめに

東日本大震災以降、津波災害への関心はそれまでより高まり、これを踏まえた研究成果が地理学の分野でも蓄積されている。しかし、そこで用いられるデータは多くが 2010 年の国勢調査のものであり、東日本大震災後の、災害に対する行政の対策、備えを考察するには不十分な部分がある。

そこで、本研究は、北海道釧路市を事例に、利用可能な最新のデータを用いて津波発生時の避難困難地域を画定し、その人口を推定することを目的とする。釧路市は北海道の市町村の中で津波浸水想定域内人口が最も多く(橋本, 2014)、また、地震調査委員会(2018)は、釧路市について、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の地震が発生する確率を 47%から 69%に上昇させており、緊急性の

高い地域である。さらに、北海道は冬季に積雪や路面凍結があり、これは避難可能性に影響を与えることから、季節ごとに分析を行う。

また、今回は、津波遡上データを用いて、津波浸水の時間発展を考慮した分析を行う。これにより、従来よりも現実に即した分析が可能になる。

なお、釧路市は、2005 年に釧路市・阿寒町・音別町が合併し、旧音別町の地域が飛地となっている。今回は、このうち、旧釧路市の地域を対象として研究を行う(図-1)。2015 年時点で、夜間人口は 167,925 人、昼間人口は 168,214 人である。

2. 研究の方法

本研究では、津波発生時の避難困難地域について、「津波の到達までに、津波浸水想定域の外側にたどり着くことが出来ず、かつ避難場所への避難が不可能な地域」とする。避難困難地域の画定にあたり、次の方法で分析を行う。

内藤健裕 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 7 丁目

北海道大学文学研究科修士課程

E-mail: tnaito@eis.hokudai.ac.jp

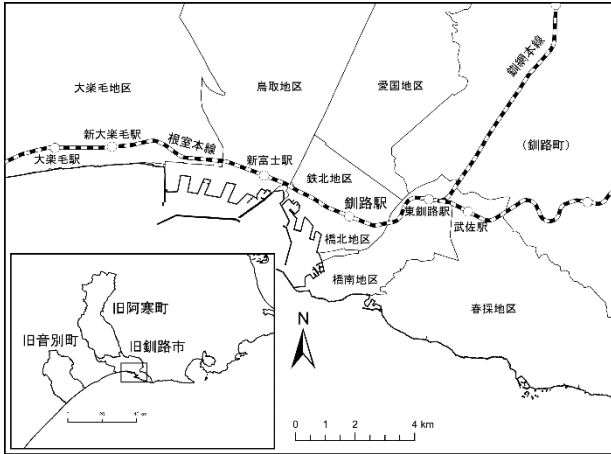


図-1：研究対象地域

2.1 避難可能経路の画定

まず、GISを用いて2015年時点の釧路市の道路ネットワークおよび避難場所をデータベース化する。避難場所については、『釧路市津波避難計画』に記載されているもののうち、旧釧路市の津波浸水想定域内に立地する63か所を対象とし、それぞれの避難場所に到達する津波の最大浸水深を『釧路市津波防災マップ』を基に入力する。

次に、このデータベースに津波遡上データを入力し、津波浸水想定域を画定する。このデータは、2016年度に北海道総務部危機対策課から公表されたもので、50mメッシュ毎に、1cm, 20cm, 30cm, 100cm, 200cm, 最大浸水深の到達時間が秒単位で記録されている。本研究では、内閣府(2012b)を参考に、30cm浸水深の津波が到達した時点で避難が不可能になるものとして分析する。

続けて、道路ネットワークデータより、浸水想定域内のすべての交差点にポイントを発生させ、これを津波発生時の出発点とする。また、『釧路市津波避難計画』を参考に、道路ネットワークデータと津波浸水想定域の交点にポイントを発生させ、津波発生時の脱出点とする。本研究では、30cm浸水深の津波が到達するまでに避難場所ないし脱出点にたどり着くことのできる出発点からの経路を、避難可能経路とする。

ここで、それぞれの出発点が、避難可能なものかどうかを判定する。はじめに、それぞれの出発

点から最寄りの脱出点への避難経路を画定し、その距離を算出する。次に、避難に必要な準備時間と移動速度を考慮し、避難の所要時間を算出する。避難に必要な準備時間は、内閣府(2012a)を参考に、昼間は5分、夜間は10分とする。移動速度は、消防庁(2013)および高西ほか(1993)を参考に、夏季は1m/秒、冬季は0.833m/秒とする。また、内閣府(2012a)より、夜間の移動速度は昼間の0.8倍とする。最後に、それぞれの避難経路が通過するすべての津波遡上データのメッシュ毎に、避難時の通過時間と津波の到達時間を比較し、避難可能な経路であるか判定する。また、同様の手順で、それぞれの出発点から最寄りの避難場所への避難経路を画定し、避難可能なものであるか判定する。その際、避難場所での垂直移動に必要な時間は、足立ほか(1980)を参考に、0.21m/秒とする。そして、上記の方法で避難可能と判定した避難経路を、津波発生時の避難可能経路とする。

2.2 避難困難人口の画定

前述の方法によって求めた「津波浸水想定域」および「避難可能経路」を基に、それぞれの域内の人口を算出する。釧路市は、郊外部に湿原が広がっていることから、国勢調査小地域データをそのまま面積按分した場合、人口を過大評価してしまう可能性がある。そこで、郭(2017)を参考に、道路の中心線から100mのバッファを生成し、国勢調査小地域データの夜間人口および昼間人口をここに入力する(図-2)。このようにすることで、市街地のほぼ全域を対象地域にしつつ、郊外部では湿原などの未開発地を取り除くことができ、実態に即した分析が可能になる。「避難可能経路」については、出発点に近い100mを削除し、残った経路の中心線から100mのバッファを生成することで、避難可能区域とする。この方法で得られる新たな人口データのうち、津波浸水想定域内の人口を津波浸水想定域内人口、避難可能区域内のものを避難可能人口とし、2つの数字の差分を避難困難人口としてそれぞれ算出する。

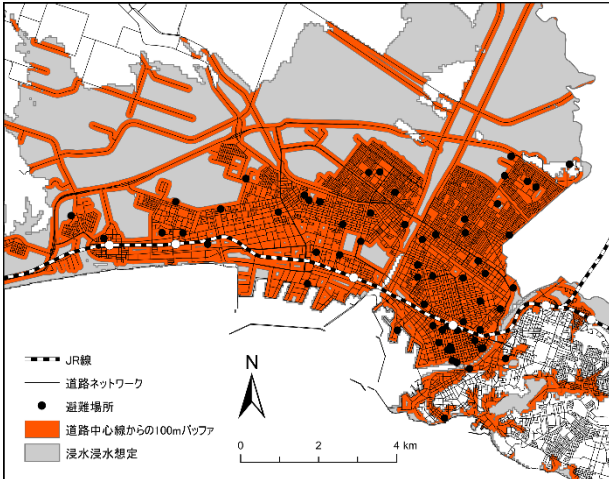


図-2：津波浸水想定域と道路中心線バッファ

3. 分析の結果

3.1 津波浸水想定域と人口分布

はじめに、津波浸水想定域を 30cm 浸水深の到達時間ごとに色分けし、可視化した (図-3)。ここから、沿岸部では 30 分以内に津波が到達し、釧路駅を含む市街地のほぼ全域が 30~40 分で浸水することがわかった。一方で市街地東部の橋南地区や春採地区は高台があるため浸水域はそれほど広がらないが、浸水域の津波到達時間は早かった。

津波浸水想定域内人口は、夜間人口で 124,794 人、昼間人口で 129,866 人であった。これを 30cm 浸水深の津波の到達時間別にわけると (図-4)、到達時間 30~40 分の人口が突出していた。特に、この到達時間帯の人口は、昼間人口が夜間人口よりも 16,000 人ほど大きな値を示した。

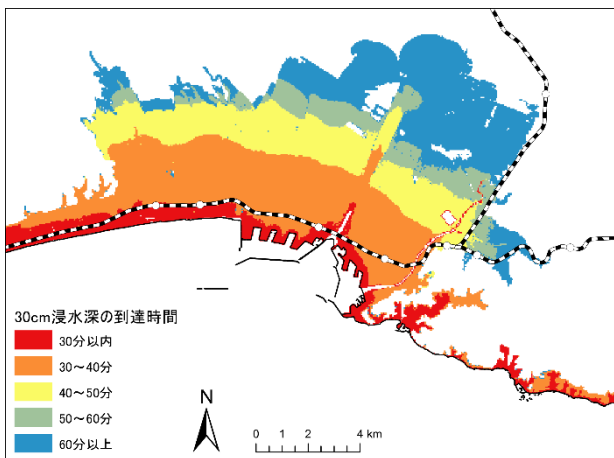


図-3：北海道釧路市における津波浸水想定域

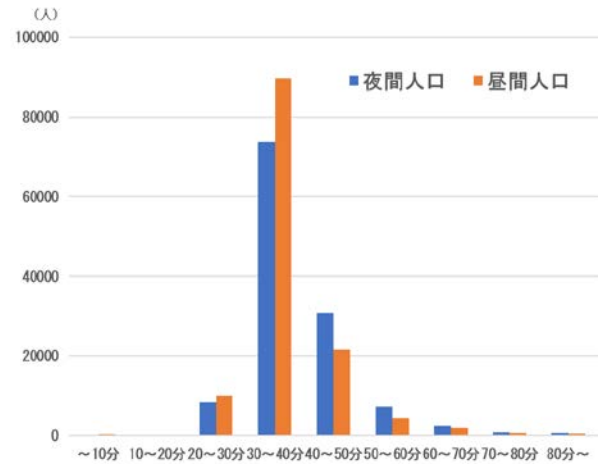


図-4：津波の到達時間別人口分布

3.2 避難困難地域とその人口

続けて、前述の方法により、避難困難地域を画定し、その人口を算出した。このとき、津波の時間発展を考慮したものに加え、避難可能距離の上限を 1,000m および 500m としたのもを作成した¹⁾。

まず、避難可能区域や避難困難区域の分布を地図上に表示すると (図-5)、避難場所が密に設置されている橋北地区や、高台のある橋南地区の周辺をはじめ、多くの区域が避難可能であった。しかし、避難可能距離の上限を設定すると、市街地西部の鳥取地区や大楽毛地区などで避難可能区域が狭まった。特に、避難可能距離を 500m としたものは、釧路市が要支援者の避難可能距離の上限として想定しているものでもあり、季節や時間帯によらず、大きなリスクが明らかになった。

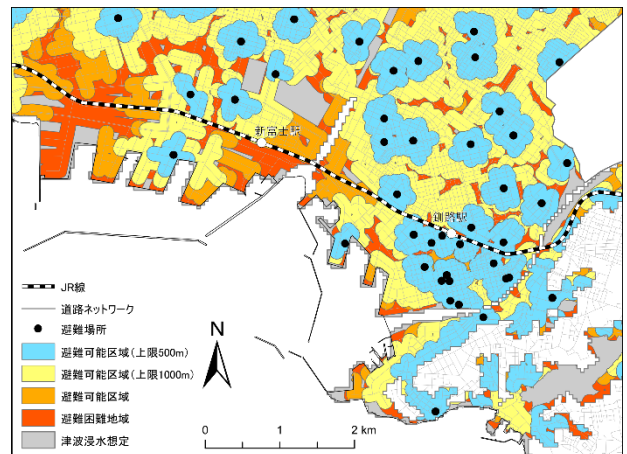


図-5：避難可能区域と避難困難地域

(夏季・昼間のものを表示)

最後に、条件別に避難困難人口を算出した(表)。昼間よりも夜間の避難困難人口が多いが、これは、津波浸水想定域内人口とは反対の傾向であった。釧路駅周辺の避難場所の整備が進んでいる区域に、昼間は人が集まっているためと考えられる。また、冬季は歩行速度が夏季よりも低下するため、避難困難人口が増加した。特に、避難可能距離の上限を設けない場合、夏季に比べて冬季の避難困難人口が大きく増加し、冬季の積雪や路面凍結といった積雪寒冷地特有の現象が、依然として避難を困難にすることが明らかになった。

表：津波災害時の避難困難人口

	夏季		冬季	
	昼間	夜間	昼間	夜間
避難困難人口	9,921	11,058	11,010	14,594
釧路市(1,000m)	22,609	22,636	22,625	22,940
消防庁(500m)	72,995	81,721	72,995	81,721

(単位：人)

4. おわりに

本研究では、利用可能な最新のデータを用いて、北海道釧路市における津波発生時の避難困難人口の推定を行った。その結果、昼間よりも夜間に、夏季よりも冬季に避難困難人口が増加し、リスクが残されていることが明らかになった。

なお、津波発生時に利用可能な避難場所は、釧路市全体で、2010年時点では114か所であったのが2015年時点で145か所と大きく増加しており、また、釧路市全体の人口も、5年間で約6,500人減少している。これらは災害リスクを低下させるものではあるが、今回、多くの避難困難人口が算出された。ゆえに、本研究の結果は、東日本大震災を踏まえた新たな津波浸水想定に対して、行政が避難場所の整備を進めたこと結果の、現時点での防災の限界を示したと言える。

今回使用した津波遡上データのような規模の津波は、実際は根室沖および十勝沖の沿岸に同時に到達すると考えられる。今後は、釧路市にとどまらず、沿岸地域を俯瞰した分析、研究を行って

いきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、北海道総務部危機対策課からは津波遡上データに関する貴重なデータを提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。なお、本研究は、文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」における成果の一部である。

注釈

- 1)『釧路市津波避難計画』では、一般住民の徒歩避難の避難可能距離を最大で1,000m、要支援者の避難可能距離を最大で500mとしている。また、消防庁(2013)は、避難できる限界の距離は最大でも500mとしている。津波の到達時間のみを考慮した場合、避難距離が2,000m以上の出発点が多数存在し、注意が必要である。

参考文献

- 足立 啓, 小松和郎, 荒木兵一郎, 1980. 障害者を考慮した住宅団地の研究:(その1)歩行行動からみた障害の分析, 学術講演梗概集, 計画系, 55, 1233-1234.
- 釧路市総務部防災危機管理課, 2017a. 「釧路市津波避難計画」.
- 釧路市総務部防災危機管理課, 2017b. 「釧路市津波防災マップ」.
- 地震調査委員会, 2018. 全国地震動予測地図2018年版.
- 消防庁国民保護・防災部防災課, 2013. 「津波避難対策推進マニュアル検討会報告書」.
- 高西義光, 城戸 寛, 高宮則夫, 原文宏, 1993. 冬季の歩行と気象に関する基礎研究, 寒地技術シンポジウム'93 講演論文集, 238-243.
- 内閣府, 2012a. 「南海トラフ巨大地震の被害想定について(第一次報告)」.
- 内閣府, 2012b. 「南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)追加資料」.
- 橋本雄一, 2014. 北海道における津波浸水想定域人口の推定. 北海道大学文学研究科紀要, 144, 31-65.