HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道における津波浸水想定域人口の推定
Author(s)	橋本, 雄一
Citation	北海道大学文学研究科紀要, 144, 31(左)-65(左)
Issue Date	2014-11-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57480
Type	departmental bulletin paper
File Information	144_05_hashimoto.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大文学研究科紀要 144 (2014)

北海道における津波浸水想定域人口の推定

橋 本 雄 一

1．はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は，大きな人的被害および経済的被害をもたらした(消防庁，2013)。この災害を教訓として，2012 年 3 月 27 日に閣議決定された新しい地理空間情報活用推進基本計画は，地理空間情報，GIS，衛星測位について，それぞれ活用推進に関する方針を定めながらも，統合的な目標として防災力の強化を取り上げた（橋本，2013a)。

この防災力を強化するにあたり，基礎的な情報として，災害で被害を受ける地域の特定が重要となり，特に東日本大震災で生起したような津波に対しては浸水想定域の推定が必須となる。推定された津波浸水想定域の情報は，通常ハザードマップなどの形で住民に提供される。このハザードマップは，単なる情報提供を行うだけでなく，行政と住民と間でリスク・コミュニケーションを行うツールとして有効である(片田ほか，2007；本間･片田，2009)。しかし，ハザードマップのように危険地域を示すだけではなく，当該地域の人口推定を行うことができれば，人口に対応した避難施設の適正配置計画や，避難困難地域の居住者数の推定などが可能となり，より効果的な避難計画を策定することができる。さらに，その人口を年齢別に推定できれば，年少者や高齢者など自主避難が困難な人口を推定し，地域の年齢構成を考慮した避難計画を考えることができる（橋本，2013bc)。

そこで本研究は，北海道における最新の津波浸水想定を用いて，浸水域に分布する人口の推定を行い，その分布および変化の詳細を明らかにする。そ

の際に，深度別・市町村別・年齢階級別に人口推定を行い，過去からの変化をみることで，北海道の津波浸水想定域において重点的な避難計画を必要とする地域について考察を行う。

本研究が分析対象とする北海道は積雪寒冷地であるため（山下・平川編，2011），路面の凍結，積雪による道路の幅員減少，吹雪による視程障害などにより，非積雪期より積雪期の方が避難に要する時間は長くなる（奥野ほか，2013）。この避難時間の差異によって，積雪期には避難困難地域が広くなり，そこに居住する人口も多くなる（橋本，2013de）。このように季節によって異なる避難困難地域の人口を把握し，自然条件に対応した避難計画を立案する上で基礎データとするためにも，津波浸水域の人口を詳細に推定する必要がある。また，2012 年に公表された北海道太平洋沿岸の新しい津波シミュレーション結果データは，それ以前のシミュレーション結果より浸水範囲が広くなっているため，この新たな想定に基づく津波の影響を明らかにすることは急務である。

本研究の方法は以下の通りである。まず，第 2 章では北海道における津波想定域の人口推定の方法を説明する。ここでは，現在，北海道で利用できる津波シミュレーション結果データの概要を解説し，それを用いた津波浸水想定域における人口の推定方法を述べる。次に，第 3 章では北海道全体における 2000 年および 2010 年の深度別人口推定を行う。ここでは，津波浸水想定域の人口を深度別および年齢別に推定し，その変化をみる。続く第 4 章では，津波浸水想定域人口を市町村別に推定し，2000～2010 年の変化について検討する。なお，北海道の市町村数は，2000 年には 212 市町村であったのが，その後の合併により 2010 年には 179 市町村になり，市町村界が変更されている。そこで，本研究では，2000 年の人口推定も 2010 年時点の市町村界に合わせて行う。さらに，津波浸水想定域人口が特に多い市町村を事例として取り上げ，深度別および年齢階級別に人口推定を行う。ここでも，2000～2010 年の変化について検討し，それによって津波浸水想定域における都市開発や市街地拡大などに関して考察を行う。最後に，以上の結果を統合して，北海道の津波浸水想定域における人口の分布および変化の詳細を明らかにする。ま

た，この想定域において重点的な避難計画を必要とする地域の解明を行う。

2．北海道における津波浸水想定域の人口推定の方法

2-1　北海道の津波シミュレーション結果データ

2014 年 10 月 1 日現在，北海道の津波シミュレーション結果データは，太平洋沿岸地域，日本海沿岸地域，オホーツク海沿岸地域の 3 地域に分けて提供されている。

まず，日本海沿岸地域のデータは 2009 年度に作成され，宗谷総合振興局から渡島総合振興局までの津波シミュレーション結果が，10 m メッシュおよび 50 m メッシュの 2 種類のメッシュデータとして作成されている。これらの座標系は世界測地系の平面直角座標系であり，宗谷総合振興局，留萌振興局，石狩振興局のデータは第 12 系，後志総合振興局，檜山振興局，渡島総合振興局のデータは第 11 系である。データの内容は，北海道北西沖（沖側）地震，北海道北西沖（沿岸側）地震，留萌沖地震，神威岬沖地震，北海道南西沖地震，青森県西方沖地震の 5 つの震源を想定し，それぞれ構造物の効果あり・なしの 2 種類の場合についてシミュレーションを行った津波浸水深（m）である。このデータには，任意の地域において複数の想定の中の最大値を記した最大浸水深データが収録されていないため，本研究では最大値を算出して分析に使用する。

次に，オホーツク海沿岸地域のデータは 2010 年度に作成され，宗谷総合振興局からオホーツク総合振興局までの津波シミュレーション結果が，5 m メッシュ，10 m メッシュ，50 m メッシュの 3 種類のメッシュデータとして作成されている。これらの座標系は世界測地系の平面直角座標系であり宗谷総合振興局（稚内市～枝幸町），オホーツク総合振興局（雄武町～湧別町）のデータは第 12 系，オホーツク総合振興局（佐呂間町～斜里町）のデータは第 13 系である。データの内容は，網走沖地震，紋別沖地震，北海道北西沖地震の 3 つの震源を想定し，それぞれ構造物の効果がある場合とない場合の 2 種類についてシミュレーションを行った津波浸水深（m）である。本研究では，これ

らの数値を比較し，最大の値を採用して分析に用いる。

最後に，太平洋沿岸地域のデータは 2012 年度に作成され，渡島総合振興局から根室振興局までの津波シミュレーション結果が，10 m メッシュ，50 m メッシュの 2 種類のメッシュデータとして作成されている。これらの座標系は世界測地系の平面直角座標系であり渡島総合振興局（松前町～長万部町），胆振総合振興局（豊浦町～伊達市）のデータは第 11 系，胆振総合振興局（室蘭市～むかわ町），日高振興局（日高町～えりも町）でデータは第 12 系，十勝総合振興局（広尾町～浦幌町），釧路総合振興局（白糠町～浜中町），根室振興局（根室市～羅臼町）のデータは第 13 系である。データの内容は，震源想定によるものではなく，太平洋沿岸における津波堆積物のデータを基に，構造物の効果がある場合とない場合の 2 種類についてシミュレーションを行った津波浸水深（m）である。なお，浸水深データは構造物の効果がある場合とない場合とを比較し，大きい方の数値が収納されている[1)]。

以上の津波シミュレーション結果データは，基本的に市街地を 10 m メッシュ，市街地以外を 50 m メッシュとして作成されており，日本海沿岸は 117,190 個，オホーツク海沿岸は 205,374 個，太平洋沿岸は 795,602 個のメッシュデータから構成されている。本研究では，これらのデータを GIS で空間的に結合して分析を行う。ただし，その際に，座標系を統一する必要があるため，すべてのデータの投影法を UTM 座標系 54 帯に交換して用いる。

2-2　津波浸水想定域における人口の推定方法

前述した津波シミュレーション結果データと人口データを用いて，本研究は津波浸水想定域に分布する人口の推定を行う。

人口データとしては，夜間人口と昼間人口の 2 種類を用いる。夜間人口のデータは，2000 年および 2010 年の国勢調査小地域データ（総人口，年齢階級別人口）である。また，昼間人口のデータは，株式会社日本統計センターが作成した 2000 年および 2010 年の推計昼間人口データ（総人口，年齢階級別人口）である。この推計昼間人口データは，国勢調査小地域データの通勤通学者数などから推計されたもので，2010 年の国勢調査の小地域を空間的単位

として整備されている。

本研究は，これら津波シミュレーション結果データと国勢調査小地域データを GIS に読み込み，橋本編（2014）を参考にして，以下の通りに津波浸水想定域の人口推定を行う（図 2-1）。（1）まず，津波シミュレーション結果データを津波深度 1 m 間隔で分類し，同じ深度帯のメッシュを結合して，新しい空間データを作成する[2)]。（2）次に，国勢調査の小地域ごとに人口密度を算出する。その際には，年齢別人口についても人口密度の計算を行う[3)]。（3）続いて，深度帯のメッシュを結合させた津波シミュレーション結果データと，国勢調査小地域データを重ね合わせて，両データの境界線を併せ持つ空間データを作成する（図 1）。（4）さらに，この新しい空間データの地区ごとに面積を計算し，これと人口密度との積から地区ごとの人口を算出する。（5）最後に，この地区別人口を津波深度ごと，もしくは市町村ごとに集計する。

以上の操作により，国勢調査人口を新しい空間単位に面積按分することで，1.0 m 間隔の津波深度ごとに人口を推定することができる（図 2）。なお，本研究で扱う津波浸水想定は，任意の地区において想定される複数の津波の中で，浸水深度が最大となる数値を採用したものであり，特定の津波による浸

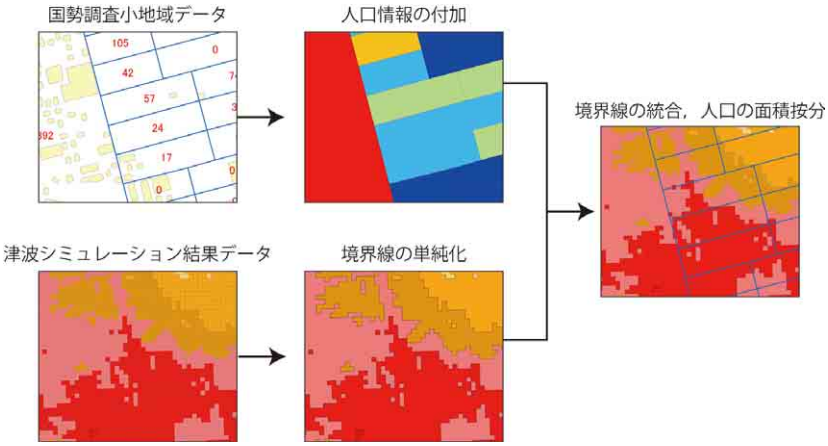

図 1　津波シミュレーション結果データと国勢調査小地域データの結合

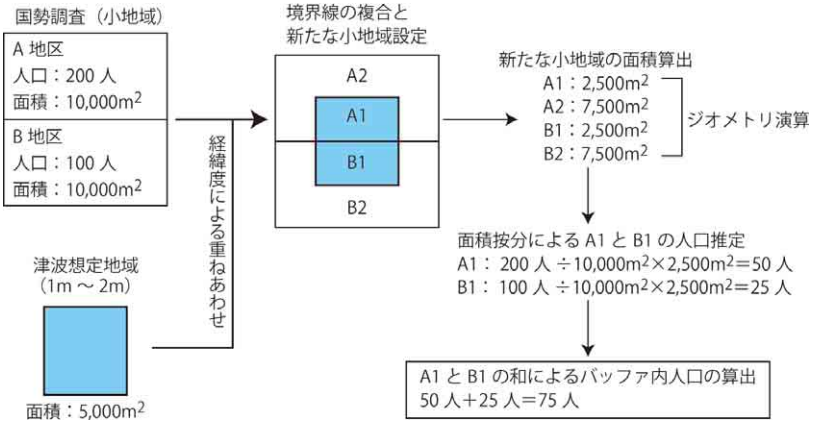

図 2　津波浸水想定域における人口推定の方法

水を示すものではない。また，本研究で求める推計人口は，この津波の浸水が想定される地域に分布する人口であり，被災予測人口とは異なる。

3．北海道における深度別人口推定

3-1　北海道における津波浸水想定域の人口推定

前述の方法で北海道全体の津波浸水想定域における 2010 年の人口を推定すると（図 3），夜間人口は 455,124 人，昼間人口は 513,400 人となり，夜間人口に対する昼間人口の比率は 112.8％となる。また，2010 年国勢調査における北海道全体の人口に占める割合を求めると，夜間人口は 5,506,419 の 8.3％，昼間人口は 5,504,418 の 9.3％である。いずれの人口も 2000～2010 年に減少しており，夜間人口は 40,446 人減で－8.2％，昼間人口は 49,365 人減で－8.8％となる。同期間における北海道全体の人口増減率は，夜間人口が－2.6％，昼間人口が－2.7％であり，海岸部の津波浸水想定域では，これら平均値を上回る人口減少がみられる。

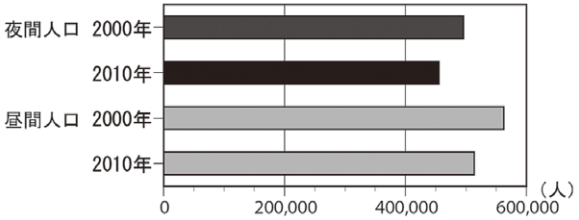

図 3　北海道の津波浸水想定域人口

北海道津波シミュレーション結果データおよび国勢調査小地域データにより推定。
図 4 ～図 19，図 23，図 27，図 28，表 1 も同様。

3-2　北海道における深度別人口推定

津波深度別に津波浸水想定域における 2010 年の人口を推定すると（図 4），夜間人口は深度 7.0 m 未満，昼間人口は 8.0 m 未満の浸水想定域（以後，深度のみ記す）で 2 万人以上の分布がみられる。夜間人口で最も推定人口が多いのは，深度 1.0 m 未満の 80,288 人であり，それに 1.0～2.0 m の 73,143 人，2.0～3.0 m の 72,165 人と続く。昼間の推定人口が最も多いのは，深度 1.0 m 未満の 91,872 人であり，それに続いて 2.0～3.0 m の 80,251 人，1.0～2.0 m の 78,658 人となる。このように，いずれの人口も深度が大きくなるにつれて推定人口は少なくなる傾向がある。なお，ほとんどの深度で昼間人口は夜間人口を上回り，最も差が大きいのは深度 1.0 m 未満の 11,584 人，続いて 2.0～3.0 m の 8,086 人，8.0～9.0 m の 7,924 人，7.0～8.0 m の 7,366 人というように，8.0 m 未満の深度で差が大きい。

2010 年における深度別推定人口の累積構成比率をみると（図 5），深度 3.0 m 未満で夜間人口が 49.6%，昼間人口が 48.8%となり，6.0 m 未満では夜間人口が 81.6%，昼間人口が 79.0%となる。両人口の比率を比較すると，深度 5.0～8.0 m で夜間人口が昼間人口を上回り，それ以上の深度では昼間人口が夜間人口より高くなる。

2000～2010 年の深度別人口増減率をみると（図 6），夜間人口も昼間人口もすべての深度で減少しており，特に深度 17.0 m 以上の深度で減少率が大きい。ただし，これは当該深度における推定人口が少ないため，わずかな減少

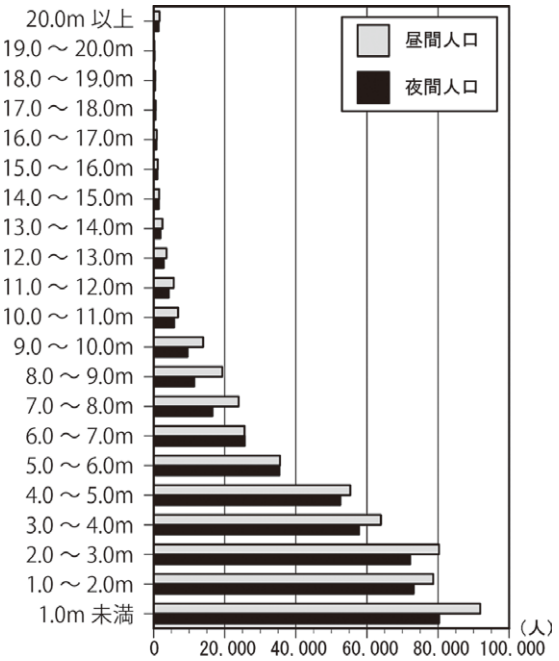

図 4　北海道の深度別津波浸水想定域人口（2010 年）

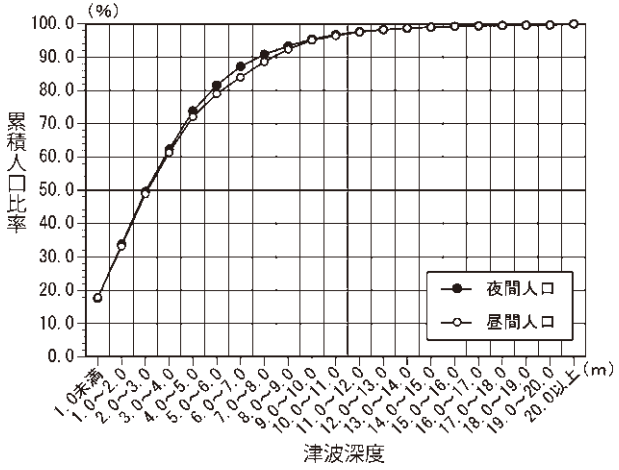

図 5　北海道における津波浸水想定域の深度別累積人口比率（2010 年）

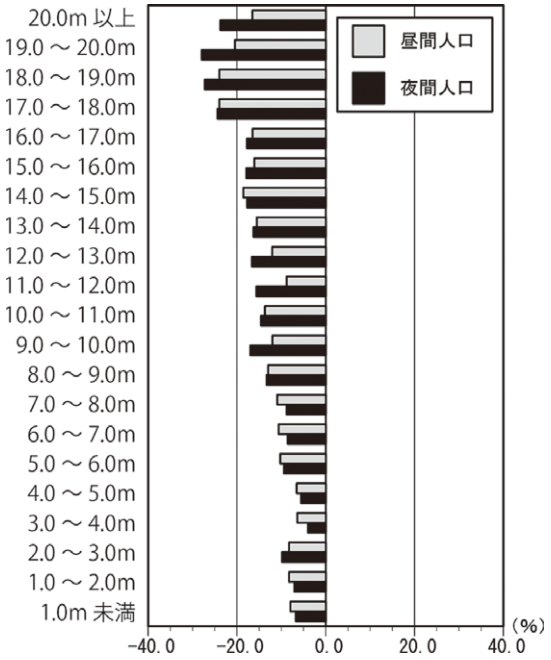

図 6　北海道の深度別津波浸水想定域人口の変化（2000～2010 年）

であっても大きな比率となることによる。深度 8.0 m 以上では，14.0～15.0 m を除く深度で夜間人口が昼間人口より大きな減少率を示す。しかし，多くの人口が分布する 8.0 m 未満の深度では，2.0～3.0 m を除いて昼間人口の方が高い減少率を示す。

以上のように，北海道沿岸部の津波浸水想定域には多くの人口が分布しており，夜間人口より昼間人口の方が多いこと，いずれの人口も 6.0 m 未満の深度に約 80.0%が含まれること，また両人口はすべての深度で減少していることがわかる。

3-3　北海道における深度別年齢別人口推定

次に，津波発生時に避難補助が必要となる可能性が高い年少人口（0 ～14

歳人口）と老年人口（65 歳以上人口）を対象とし，津波浸水想定域における人口を推定する（図 7）。2010 年の年少人口をみると，夜間人口は 54,693 人，昼間人口は 52,521 人であり，夜間人口に対する昼間人口の比率は 96.0％である。また，津波浸水想定域の人口に占める割合は，夜間人口が 12.0％，昼間人口が 10.2％である。2000～2010 年の変化をみると，夜間人口は－21.7％，昼間人口は－22.2％と減少している。

2010 年の老年人口をみると，夜間人口は 118,249 人，昼間人口は 124,184 人であり，夜間人口に対する昼間人口の比率は 105.0％である。また，津波浸水想定域の人口に占める割合は，夜間人口が 26.0％，昼間人口が 24.2％と 4 分の 1 程度である。2000～2010 年の変化をみると，幼年人口とは逆に夜間人口は 27.8％，昼間人口は 28.2％と増加している。

津波深度別に 2010 年の年少人口を推定すると（図 8），夜間人口も昼間人口も 5.0 m 未満の深度で 5 千人以上の分布がみられる。これらの深度では 1.0 m 未満のみ昼間人口が夜間人口より多く，他の深度では夜間人口が昼間人口を上回る。2000～2010 年の深度別人口増減率をみると，夜間人口も昼間人口もすべての深度で減少しているが，多くの人口が分布する深度 5.0 m 未満では減少の比率は小さい。特に，深度 3.0～6.0 m では夜間人口も昼間人口も－20.0％より低い減少率を示している。

深度別に 2010 年の老年人口を推定すると（図 9），夜間人口も昼間人口も深度 5.0 m 未満で 1 万人以上の分布がみられ，いずれの深度でも昼間人口が夜間人口を上回る。2000～2010 年の深度別人口増減率をみると，夜間人口はすべての深度で，昼間人口は深度 18.0～19.0 m 以外で増加しており，12.0 m

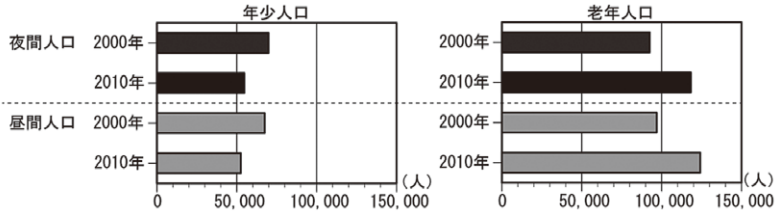

図 7　北海道の年齢別津波浸水想定域人口

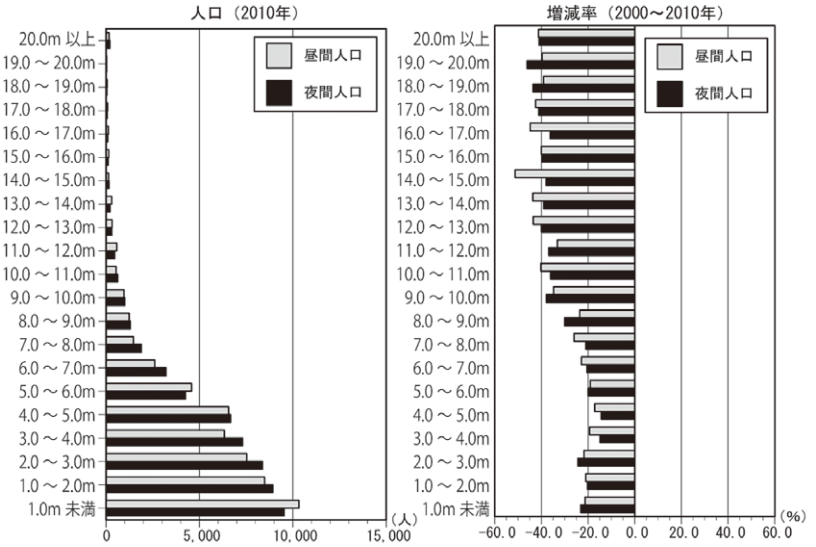

図 8　北海道の津波浸水想定域における年少人口および増減率

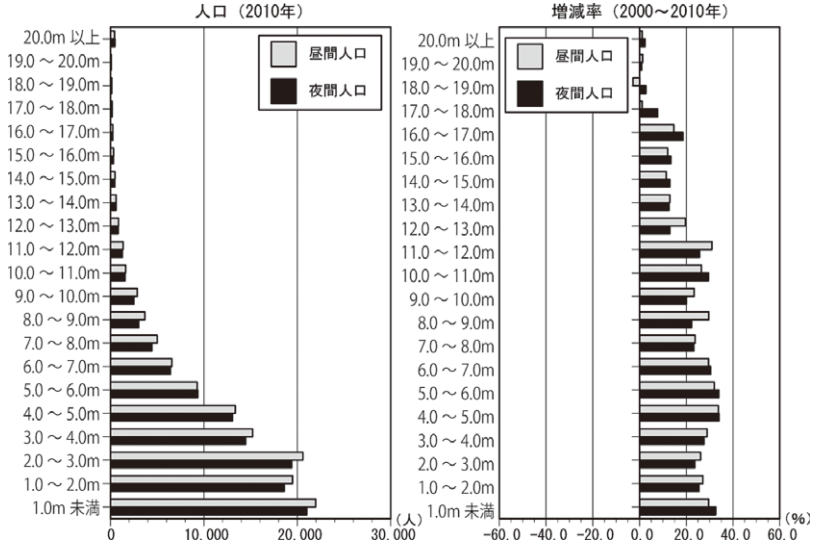

図 9　北海道の津波浸水想定域における老年人口および増減率

未満では両人口とも 20.0%以上の増加がみられる。

以上の結果から，年少人口も老年人口も深度 5.0 m 未満に多く分布していること，年少人口は全体的に減少傾向にあるが深度が小さい地域では減少率が低いこと，全体的に増加傾向にある老年人口は深度が大きい地域で増加率が高いことがわかる。年少者や高齢者に対する避難補助などは，このような分布や増減に応じて方策を考えることが必要である。

4．北海道における市町村別人口推定

4-1　北海道における市町村別人口推定

北海道で津波の浸水が想定される 89 市区町村を対象とし[4]，津波浸水想定域における 2010 年の夜間人口を推定すると（図 10），２万人以上が分布しているのは太平洋沿岸の 6 市であり，その中で最も多いのは釧路市の 128,273 人，続いて函館市の 59,390 人，苫小牧市の 57,302 人，登別市の 34,440 人，北斗市の 27,148 人，室蘭市の 22,528 人となる（表１）。2010 年の昼間人口で２万人以上が分布しているのは，夜間人口と同じ 6 市である（図 11）。最も多

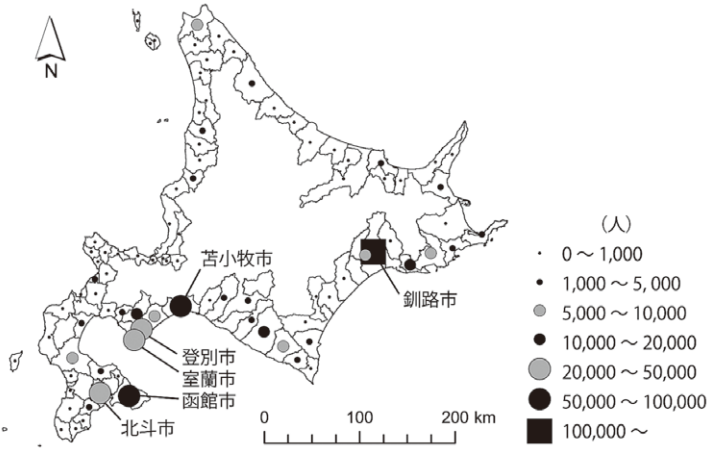

図 10　北海道の津波浸水想定域における市町村別夜間人口（2010 年）

表 1　北海道の津波浸水想定域における市町村別人口（2010 年）

夜間人口（2010 年）

順位	市区町村名	推定人口
1	釧路市	128,273
2	函館市	59,390
3	苫小牧市	57,302
4	登別市	34,440
5	北斗市	27,148
6	室蘭市	22,528
7	釧路町	14,243
8	伊達市	12,151
9	新ひだか町	11,898
10	白糠町	7,088
11	八雲町	7,051
12	厚岸町	6,602
13	白老町	6,119
14	浦河町	6,037
15	稚内市	5,378
16	根室市	4,207
17	森町	3,598
18	長万部町	3,409
19	浜中町	3,011
20	様似町	2,960

昼間人口（2010 年）

順位	市区町村名	推定人口
1	釧路市	135,817
2	函館市	79,876
3	苫小牧市	60,237
4	室蘭市	43,291
5	登別市	29,051
6	北斗市	23,142
7	釧路町	14,497
8	新ひだか町	14,151
9	伊達市	10,779
10	稚内市	8,299
11	厚岸町	7,746
12	八雲町	7,663
13	浦河町	7,254
14	白糠町	7,075
15	白老町	6,241
16	根室市	4,787
17	森町	4,109
18	長万部町	3,443
19	むかわ町	3,310
20	浜中町	2,984

上位 20 市町村のみ掲載。

いのは釧路市の 135,817 人であり，続いて函館市の 79,876 人，苫小牧市の 60,237 人と，夜間人口の推定人口と同じ順位となる。しかし 4 位は，夜間人口で 6 位であった室蘭市（43,291 人）であり，それに登別市（29,051 人），北斗市（23,142 人）が続く。夜間人口に対する昼間人口の比率を求めると，釧路市は 105.9%，函館市は 134.5%，苫小牧市は 105.1%，室蘭市は 192.2% となり，これら上位 4 市は昼間人口が夜間人口を上回る。特に，室蘭市の比率の高さは，標高の高い住宅地から標高の低い海岸付近の就業地へ通勤する者が多いことによると考えられる。なお，本研究では夜間人口も昼間人口も 5 万人以上が津波浸水想定域に分布する釧路市，函館市，苫小牧市を，主要 3 市と呼ぶ。

次に，市区町村の全人口に占める津波浸水想定域人口の比率を求めると（図

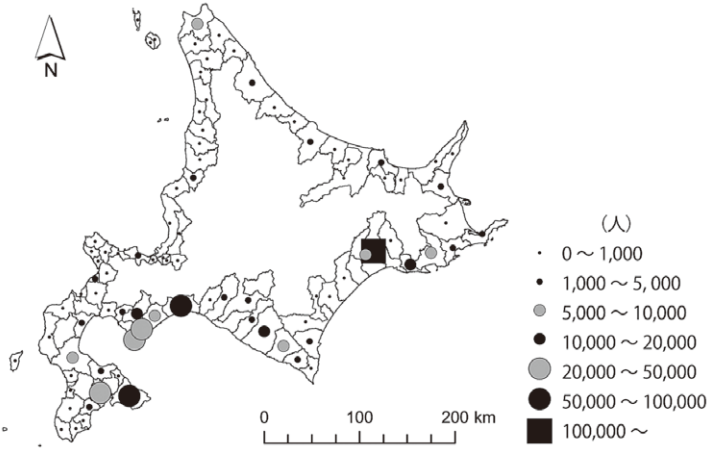

図 11　北海道の津波浸水想定域における市町村別昼間人口（2010 年）

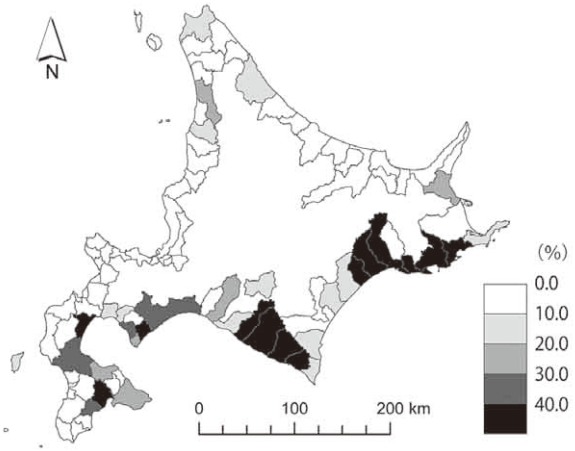

図 12　北海道の市町村別夜間人口に占める津波浸水想定域人口の比率（2010 年）

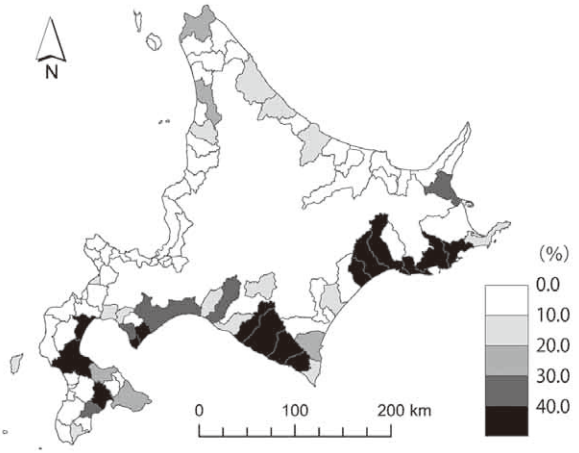

図 13　北海道の市町村別昼間人口に占める津波浸水想定域人口の比率（2010 年）

12)，2010 年の夜間人口で 10.0%以上は 35 カ所，そのうち 12 カ所が 40.0%以上を示す。最も比率が高いのは，白糠町（79.2%）であり，それに釧路市（70.8%），釧路町（69.7%），登別市（67.0%），厚岸町（62.1%），様似町（57.9%），北斗市（56.5%）長万部町（53.3%）が続く。2010 年における昼間人口の比率は(図 13)，2010 年の昼間人口で 10.0%以上は 39 カ所，そのうち 14 カ所が 40.0%以上を示す。最も比率が高いのは，釧路町 (75.9%) であり，それに釧路市（74.6%），厚岸町（73.3%），釧路町（69.7%），白糠町（73.0%），登別市（65.2%），様似町（61.2%）が続く。夜間人口も昼間人口も太平洋沿岸にある主要 3 市の周辺町村が高い比率を示している。

さらに，2000～2010 年の市区町村別に夜間人口増減率をみると（図 14），増加しているのは鶴居村(23.8%)，札幌市手稲区(13.4%)，猿払村(11.7%)，泊村（2.6%），北斗市（0.8%），鹿部町（0.3%），新冠町（0.1%）の 7 カ所だけであり，残りの 82 カ所は減少している。また，昼間人口の増減率をみると（図 15），増加しているのは当別町 (43.8%)，雄武町 (29.9%)，札幌市北区（27.0%），猿払村（20.1%），上ノ国町（3.2%），湧別町（0.1%）の 6 カ所だけであり，残りの 83 カ所は減少している。主要 3 市をみると，夜間人口

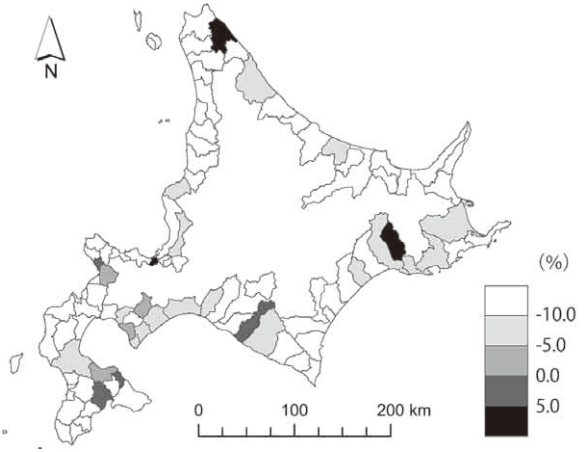

図 14　北海道の津波浸水想定域における市町村別夜間人口の変化（2000～2010 年）

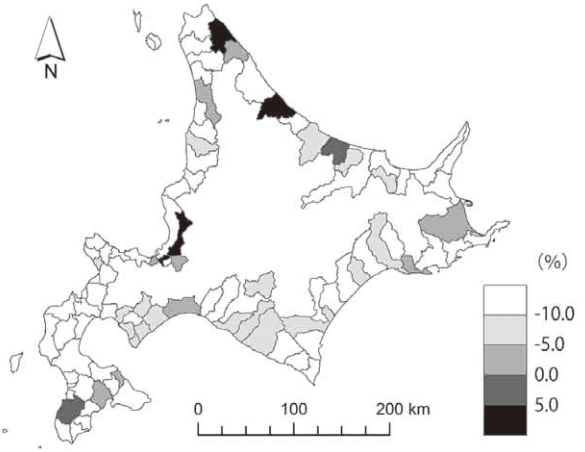

図 15　北海道の津波浸水想定域における市町村別昼間人口の変化（2000～2010 年）

では釧路市が－7.1%，函館市が－11.3%，苫小牧市が－5.7%，昼間人口では釧路市が－8.9%，函館市が－10.3%，苫小牧市が－4.3%と，いずれも減少している。

4-2　北海道における市町村別年少人口推定

津波浸水想定域において2010年の夜間人口に占める年少人口の比率を求めると(図16),57カ所が10.0%以上を示しており,そのうち5カ所が15.0%以上を示す。最も比率が高いのは，幕別町（25.0%）であり，それに鶴居村(18.2%)，別海町（17.0%)，共和町（16.4%)，厚真町（15.4%）が続く。主要3市をみると，釧路市が12.7%，苫小牧市が12.3%，函館市が9.2%と，いずれも10.0%程度になっている。また，2010年の昼間人口に占める年少人口をみると，38カ所が10.0%以上となり，そのうち14カ所が15.0%以上を示す。最も比率が高いのは，札幌市東区（54.6%）であり，それに鶴居村(28.9%)，礼文町（26.5%）などが続く。主要3市では，釧路市が11.7%，苫小牧市が12.2%，函館市が6.6%となり，特に函館市の比率が低い。

2000～2010年における年少人口の市区町村別増減率をみると（図17)，夜間人口が増加しているのは幕別町（99.6%)，札幌市手稲区（97.7%)，鶴居村（23.6%)，増毛町（11.4%)，泊村（9.8%）の5カ所だけであり，残りは減少している。これら市町村の増加率が高いのは，人口が少ないため，わず

図16　北海道の津波浸水想定域における年少人口率（2010年）

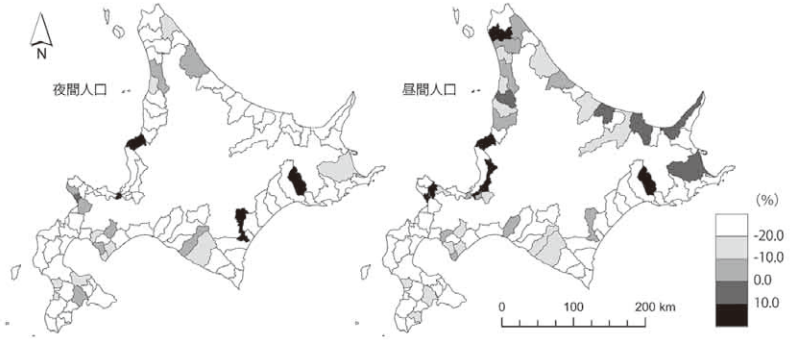

図 17　北海道の津波浸水想定域における年少人口の増減率（2000〜2010 年）

かな変化でも大きな数値となるためである。なお，主要 3 市である釧路市（−20.4%），函館市（−22.8%），苫小牧市（−23.3%）は，すべて減少している。また，昼間人口の増減率をみると，増加しているのは増毛町，当別町，古平町，鶴居村，豊富町など 14 カ所であり，主要 3 市は，函館市で−24.5%，苫小牧市で−23.0%，釧路市で−21.6%と減少率が大きい。

4-3　北海道における市町村別老年人口推定

津波浸水想定域において 2010 年の夜間人口に占める老年人口の比率を求めると（図 18），71 カ所が 25.0%以上となり，そのうち 7 カ所が 40.0%以上を示す。最も比率が高いのは，当別町（68.1%）であり，それに蘭越町（48.5%），札幌市東区（43.7%），積丹町（41.8%），松前町（41.2%），木古内町（40.3%），島牧村（40.2%）が続く。主要 3 市では，函館市が 30.5%と最も比率が高く，次いで苫小牧市の 24.1%，釧路市の 23.2%となる。また，2010 年の昼間人口に占める老年人口比率を求めると，57 カ所が 25.0%以上となり，そのうち 13 カ所が 40.0%以上を示す。比率が高いのは幕別町（69.9%），古平町（68.4%），利尻富士町（67.0%）などである。主要 3 市をみると，函館市（24.8%），釧路市（22.5%），苫小牧市（22.5%）は，いずれも 20.0%台前半の比率となっている。

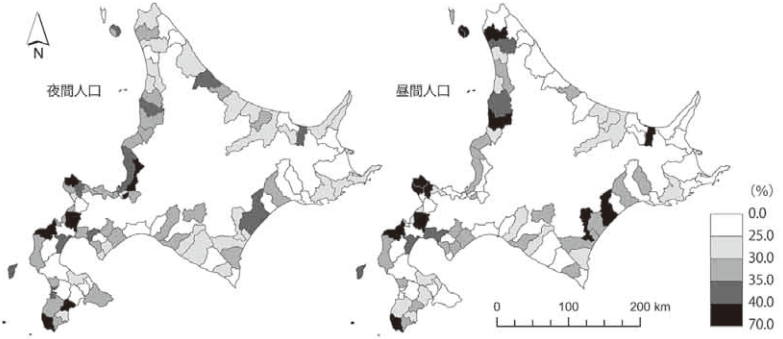

図 18　北海道の津波浸水想定域における老年人口率（2010 年）

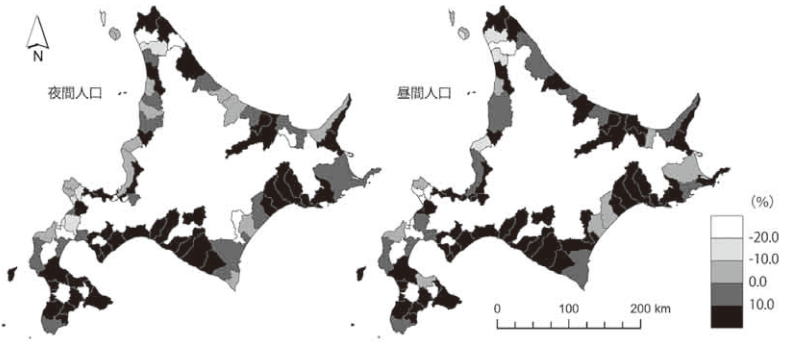

図 19　北海道の津波浸水想定域における老年人口の増減率（2000～2010 年）

2000～2010 年における老年人口の市区町村別増減率をみると（図 19），夜間人口は 63 カ所で増加しており，減少しているのは幕別町（－45.4%），大空町（－40.7%），札幌市手稲区（－40.0%）など 26 カ所である。特に増加が著しいのは，鹿部町（64.6%），鶴居村（60.9%），釧路町（57.5%），苫小牧市（43.6%），釧路市（39.9%）などである。また，函館市（14.5%）は増加しているものの，比率は比較的低い。また，昼間人口の増減率をみると，増加しているのは 70 カ所であり，19 カ所が減少している。増加が著しいのは札幌市北区，手稲区，江別市など札幌市とその周辺であり，主要 3 市は，苫

小牧市で 41.6%，釧路市で 39.9%，函館市で 19.4%となる。

以上のように，北海道の津波浸水想定地域に位置する市町村では，年少人口が減少し，老年人口が増加する傾向にある。その中で主要 3 市は，他の市町村と比較して，年少人口の比率は高く，逆に老年人口の比率は低い。しかし，これらの市では老年人口の増加率が高く，高齢化が急速に進行しつつあるため，高齢者の避難補助の重要性が高まりつつあると考えられる。

5．主要 3 市における深度別人口推定

5-1　主要 3 市における津波浸水想定域

ここで，主要 3 市の内部における津波深度別人口の分析を行う。まず，主要 3 市に津波浸水想定域の分布を概観すると，昼夜間人口とも津波浸水想定域人口が全市区町村の中で最多である釧路市は，2005 年 10 月に旧釧路市，阿寒町，音別町の 3 市町が合併し，現在の市域になった。2014 年現在の市域面積は 1362.7 km² であり，本研究の推定によると津波浸水想定域面積は 10.4%の 141.4 km² である。なお，2010 年国勢調査の人口は 181,169 人であり，津波浸水想定域には，その 70.8%である 128,273 人が分布している。釧路市では，海岸に沿って深度 10.0 m 以上の津波浸水想定域が連続しており，音別地区では JR 根室本線の駅周辺で，旧釧路市では新釧路川から西側で広く分布している（図 20）。深度 4.0 m 以下の浸水想定域は，市街地北方の湿原周辺と，その付近の新市街地に分布している。なお，釧路駅より東方の台地では，津波浸水は想定されない。

昼夜間人口とも津波浸水想定域人口が 2 番目である函館市は，2004 年 12 月に旧函館市，戸井町，恵山町，南茅部町，椴法華村の 5 市町村が合併し，現在の市域になった。2014 年現在の市域面積は 678.0 km² で，推定によると津波浸水想定域面積は 3.1%の 21.1 km² である。なお，　2010 年国勢調査の人口は 279,127 人であり，津波浸水想定域には 21.3%である 59,390 人が分布している。函館市では，函館山から北斗市にかけての海岸に沿って津波浸水想定域が連続しており，函館駅周辺，市電沿線の湯ノ川駅周辺や谷地頭駅

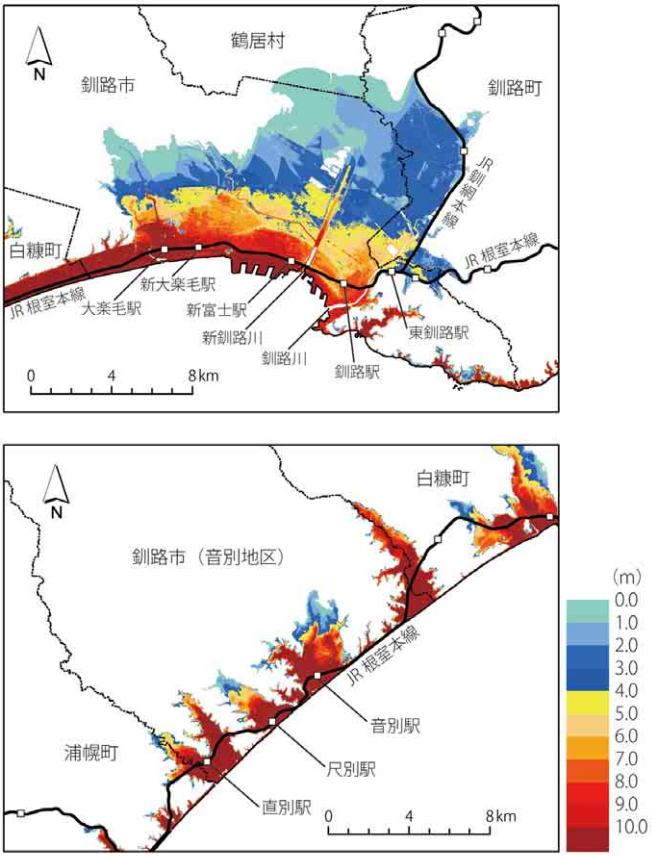

図 20　釧路市の津波浸水想定域

北海道津波シミュレーション結果データにより作成。図 21，図 22，図 24～図 26，図 29～図 31 も同様。

周辺では深度 4.0 m 以上の津波が想定されている（図 21）。特に，市電の函館駅前駅から十字街駅にかけては，想定域が広く分布している。なお現在，業務施設や商業施設の集積が進む五稜郭公園前駅周辺などでは，津波浸水は想定されない。

昼夜間人口とも津波浸水想定域人口が 3 番目である苫小牧市は，近年における市町村合併はなく，苫小牧港は 1981 年に特定重要港湾に指定されてい

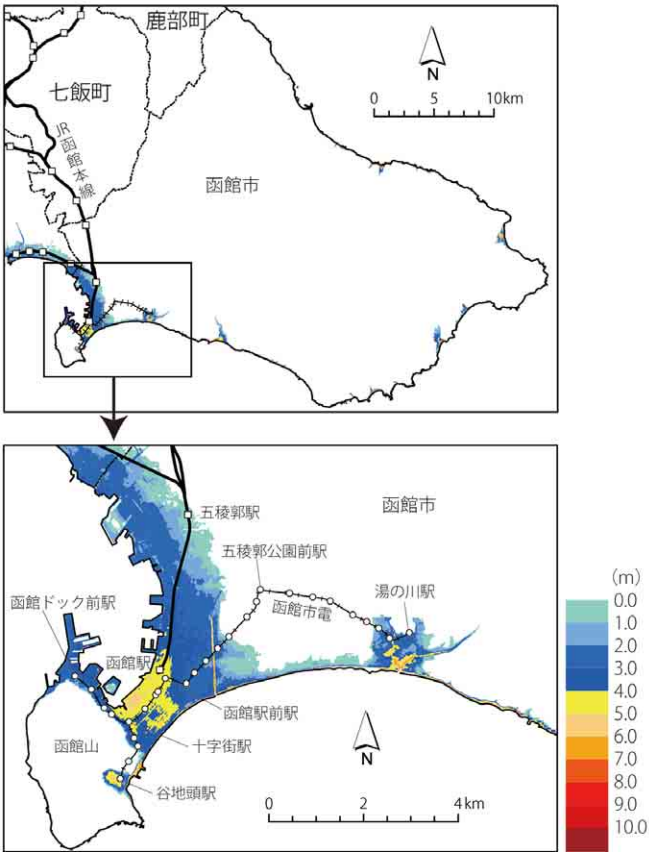

図 21　函館市の津波浸水想定域

る。2014 年現在の市域面積は 561.5 km² で，津波浸水想定域面積は 13.0％の 73.0 km² である。なお 2010 年国勢調査の人口は 173,320 人であり，津波浸水想定域には 33.1％である 57,302 人が分布している。苫小牧市では，海岸に沿って主に深度 4.0 m 未満の津波浸水想定域が連続しており，苫小牧港（西港）の東側では内陸まで想定域が広がっている（図 22）。その中で勇払駅周辺では深度 4.0 m 以上の津波が想定されている。なお，JR 室蘭本線の北側で青葉駅から沼ノ端駅にかけての市街地では，津波浸水は想定されない。

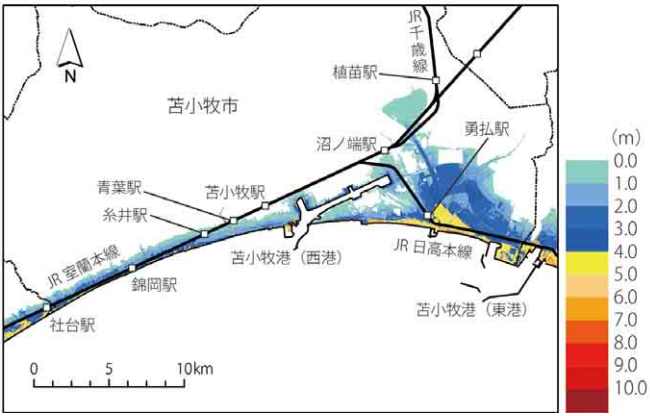

図 22　苫小牧市の津波浸水想定域

5-2　主要 3 市の深度別人口推定

釧路市の津波深度別人口をみると，夜間人口も昼間人口も深度 20.0 m 以上にまで人口が分布しており，両人口とも 4.0〜5.0 m が最多で 2 万人を超えている（図 23）。1 万人を超える深度は，夜間人口が 2.0〜8.0m，昼間人口は 3.0〜10.0 m であり（図 24），これら深度の人口が津波浸水想定域の全人口に占める割合は，夜間人口が 80.0%，昼間人口が 83.7%となる。夜間人口に対する昼間人口の比率を深度ごとにみると，100.0%を大きく超えるのは深度 7.0〜14.0 m であり，昼間は深度の大きい地域に人口が移動していることがわかる。2000〜2010 年の人口増減率をみると，ほとんどの深度で人口は減少しているが，深度 3.0〜4.0 m のみ夜間人口が 13.8%，昼間人口が 7.3%と増加している。この深度の地域は JR 根室本線より内陸にあって東西に広がっており，市街地が北方に拡大したことにより，津波浸水想定域での人口が増加したと考えられる。

函館市をみると，夜間人口も昼間人口も 12.0 m 未満の深度に人口が分布している。両人口とも深度 2.0〜3.0 m が最多で，昼間人口は 2 万人を超えている。1 万人を超えるのは夜間人口も昼間人口も深度 1.0〜4.0 m であり（図 25），この地域における人口が想定域人口に占める割合は，夜間人口が

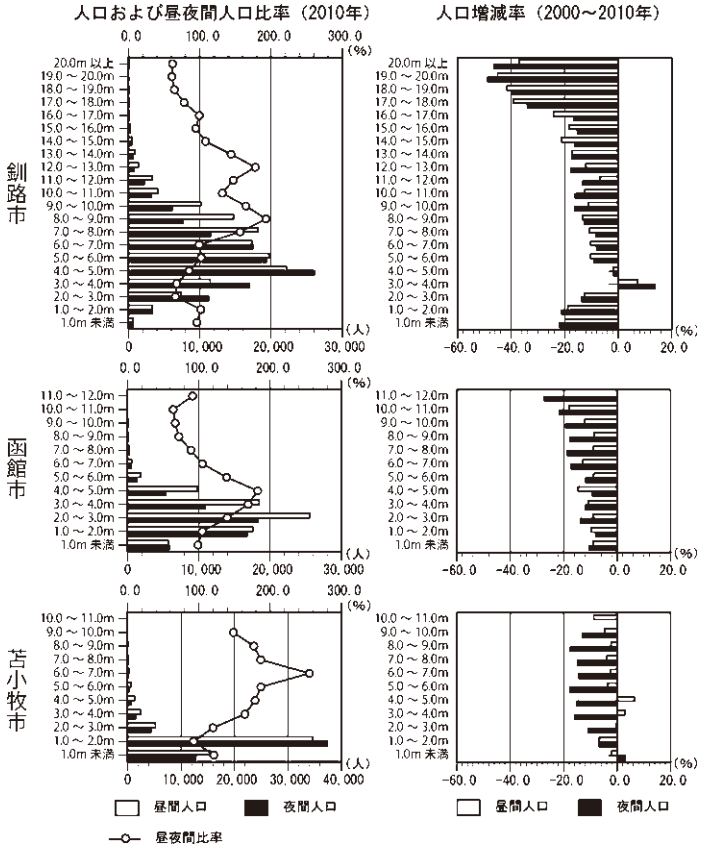

図 23　主要 3 市における津波深度別人口および増減率

昼夜間比率は夜間人口に対する昼間人口の割合（%）。

77.3%，昼間人口が 77.1%となる。夜間人口に対する昼間人口の比率を深度ごとにみると，100.0%を大きく超えるのは深度 2.0～7.0 m であり，昼間は当該深度の地域に人口が移動していることがわかる。2000～2010 年の増減率をみると，ほとんどの深度で人口は減少しており，深度 11.0～12.0 m の昼間人口のみ，わずかに増加がみられる程度である。特に，津波想定域で人口が最も多く分布する深度 2.0～3.0 m では，夜間人口も昼間人口も大きく減少

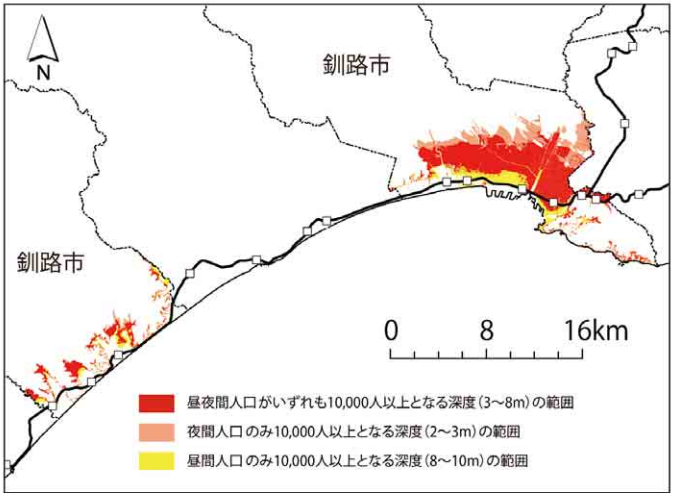

図 24　釧路市における人口 10,000 人以上の津波深度の範囲（2010 年）

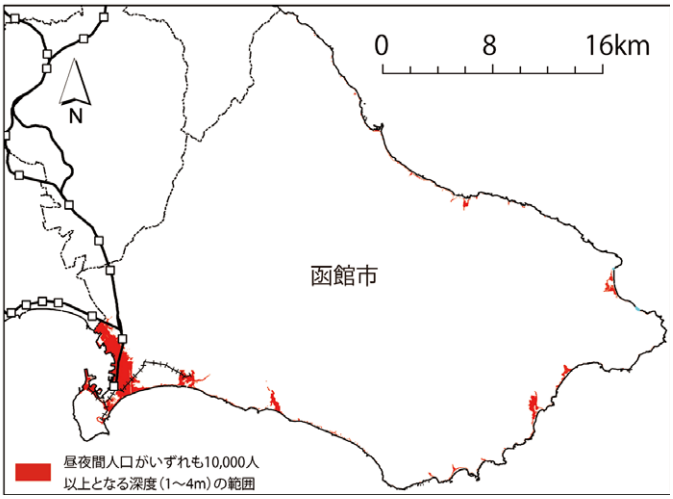

図 25　函館市における人口 10,000 人以上の津波深度の範囲（2010 年）

昼間人口もしくは夜間人口の一方だけが 10,000 人以上となる津波深度はない。

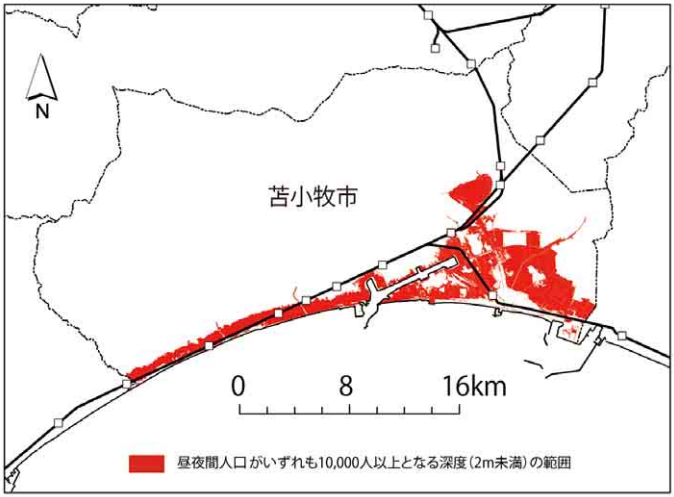

図 26　苫小牧市における人口 10,000 人以上の津波深度の範囲（2010 年）
昼間人口もしくは夜間人口の一方だけが 10,000 人以上となる津波深度はない。

している。

苫小牧市の津波深度別人口をみると，夜間人口は 10.0 m 未満，昼間人口は 11.0 m 未満の深度に人口が分布している。両人口とも深度 1.0〜2.0 m が最多で 3 万人を超えており，1 万人を超えるのは両人口とも 2.0 m 未満である（図 26）。この 2.0 m 未満の深度における人口が想定域人口に占める割合は，夜間人口が 43.8%，昼間人口が 41.6%となる。夜間人口に対する昼間人口の比率を深度ごとにみると，深度 1.0〜2.0 m 以外は 100%を超えており，夜間から昼間にかけて，この深度で人口が増加している。2000〜2010 年の増減率をみると，夜間人口は 1.0 m 未満，昼間人口は 3.0〜5.0 m の深度で人口が増加しており，これは JR 日高本線の勇払駅周辺の開発によると考えられる。

5-3　主要 3 市における年齢別人口推定

まず，津波深度別の年少人口をみると（図 27），釧路市では夜間人口も昼間人口も深度 4.0〜5.0 m が最多である。両人口とも 1 千人を超えるのは深度

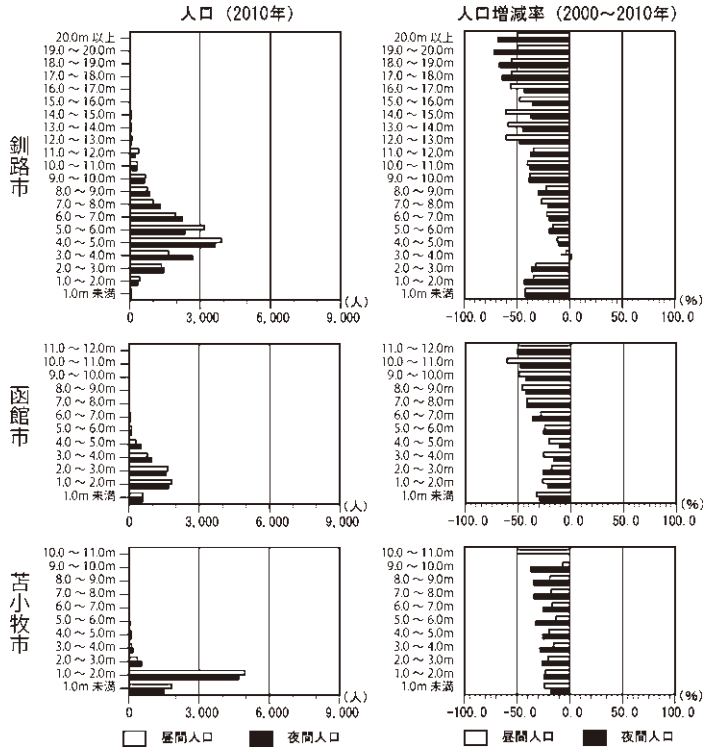

図 27　主要 3 市における津波深度別年少人口および増減率

2.0～8.0 m であり，総人口のように昼間人口が夜間人口より深度が大きい地域で多いということはない。2000～2010 年の増減率をみると，ほとんどの深度で人口は減少しているが，深度 3.0～4.0 m の夜間人口のみが 2.0%増加している。この深度における人口増加は，総人口の増加に対応している。

函館市では，夜間人口も昼間人口も深度 2.0～3.0 m が最多であり，1 千人を超えるのは両人口とも 1.0～3.0 m である。年少人口で最大となる深度が，全年齢で最大となる深度より小さいのは，年少人口が函館駅付近の都心部ではなく，その周辺に多く分布していることによる。2000～2010 年の増減率をみると，すべての深度で人口が減少しており，特に津波深度が大きい地域で

減少率が高い。

苫小牧市では，夜間人口も昼間人口も深度 1.0～2.0 m が最多であり，1 千人を超えるのは両人口とも 2.0 m 未満の地域である。2000～2010 年の増減率をみると，すべての深度で人口が減少しており，夜間人口は深度の小さい地域で，昼間人口は深度の大きい地域で減少率が高い傾向がある。

次に，津波深度別の老年人口をみると(図 28)，釧路市では夜間人口も昼間人口も深度 4.0～5.0 m が最多であり，両人口とも 1 千人を超えるのは 2.0～10.0 m である。2000～2010 年の増減率をみると，ほとんどの深度で人口は増加しているが，深度 17.0 m 以上の地域では両人口が減少している。両

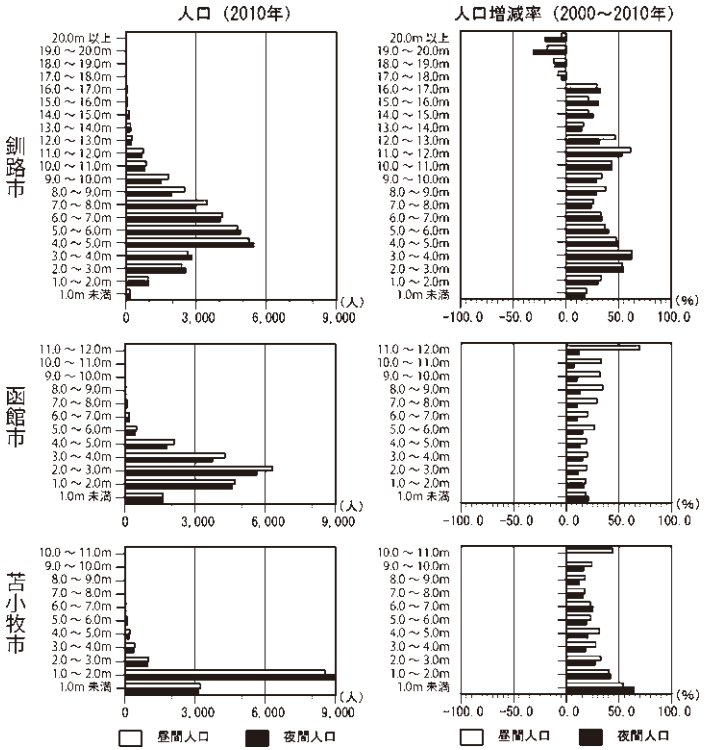

図 28　主要 3 市における津波深度別老年人口および増減率

人口とも 50%以上の増加を示すのは，深度 2.0～4.0 m と 11.0～12.0 m の地域であり，市街地が北方に拡大した地域と，海岸付近の旧市街地で当該年齢人口の増加が著しい。

函館市では，夜間人口も昼間人口も，総人口と同じく深度 2.0～3.0 m が最多であり，1 千人を超えるのは両人口とも 5.0 m 未満の地域である。2000～2010 年の増減率をみると，すべての深度で人口が増加しており，夜間人口は深度の小さい地域で，昼間人口は深度の大きい地域で増加率が高い傾向がある。

苫小牧市では，夜間人口も昼間人口も深度 1.0～2.0m が最多であり，1 千人を超えるのは両人口とも 2.0 m 未満の地域である。2000～2010 年の増減率をみると，両人口とも，すべての深度で増加しており，特に，深度 1.0 m 未満では夜間人口が 64.1%，昼間人口が 53.7%と著しく高い比率を示している。

このように，主要 3 市の年齢別人口をみると，深度別分布でも増減率でも類似した傾向がみられる。ただし，函館市のように，年少人口と全年齢人口とで最大となる深度が異なる場合もあり，これは年少人口が函館駅付近の都心部ではなく，その周辺に拡大した新市街地に多く分布することによる。このように年齢別人口では，市街地の変化に応じた分布の特徴がみられる。

5-4　主要 3 市における津波浸水想定域の深度特性

最後に，主要 3 市について深度ごとの特性を概観し，重点的な避難計画を必要とする地域について検討する。避難計画は津波の浸水が想定される全域で必要となるが，その中で特に 2000～2010 年に人口が増加している地域と，2010 年における年少・老年人口の比率が高い地域を抽出する。なお，抽出する地域の単位は，1.0 m ごとの津波深度の範囲である。

釧路市をみると（図 29），夜間人口も昼間人口も深度 2.0～3.0 m の地域でのみ増加している。その地域は，主に JR 根室本線と釧路湿原の間で東西に伸びており，そこは拡大しつつある市街地の外縁部にあたる。この地域を中心として南北に，昼間人口の年少・老年人口率が 50.0%以上となる地域（深度

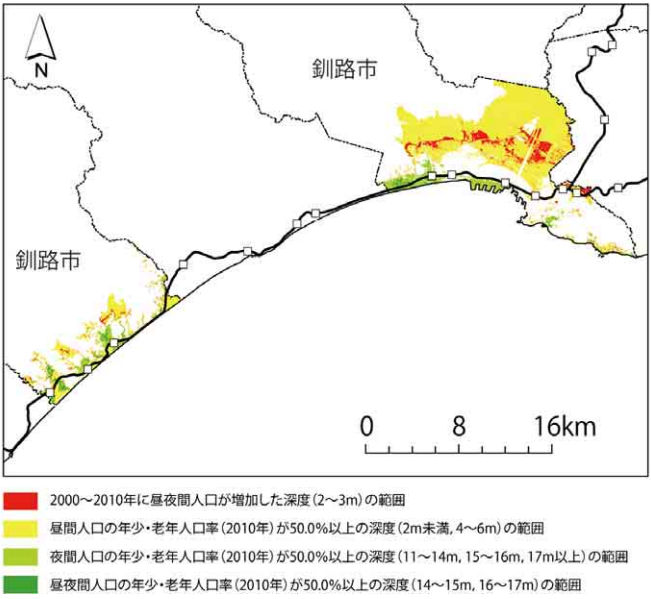

図 29　釧路市における津波浸水想定域の深度特性

2.0 m 未満，4.0～6.0 m）が広がっている。それに対して，夜間人口の年少・老年人口率が 50.0%以上となる地域（深度 11.0～14.0 m，15.0～16.0 m，17.0 m 以上）は，JR 根室本線の南側の海岸部にあり，それに含まれるように，昼夜間いずれも年少・老年人口率が 50.0%以上の地域（深度 14.0～15.0 m，16.0～17.0 m）が分布している。このように釧路市において，市街地の周辺で年少・老年人口率が高く，特に北側の内陸部では昼間人口に占める比率が，南側の海岸部では夜間人口に占める比率が高いため，時間帯に応じた避難補助のあり方を検討する必要がある。加えて，市街地北部では人口が増加しつつあるため，現状よりも多くの人口を想定した避難計画を立案する必要があると考えられる。

函館市をみると（図 30），夜間人口も昼間人口もすべての津波深度で減少しており，増加している深度はない。函館駅周辺，市電沿線の湯ノ川駅周辺や谷地頭駅周辺，さらに合併前の戸井町，恵山町，南茅部町，椴法華村の中心

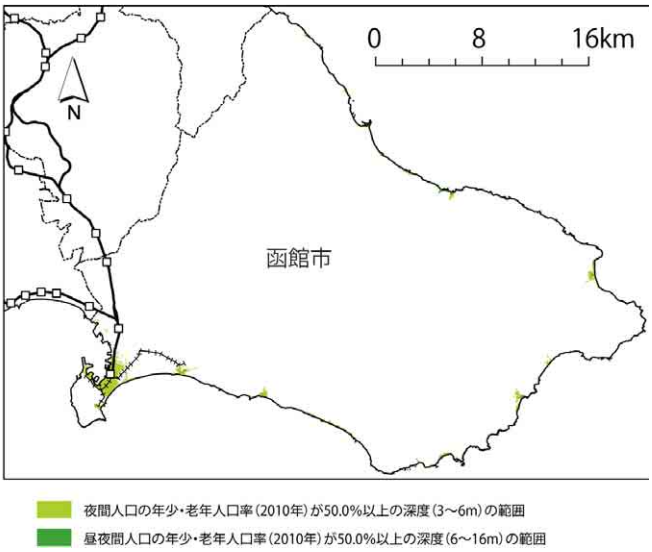

図 30　函館市における津波浸水想定域の深度特性

2000～2010 年に人口が増加している深度，年少・老年人口率（2010 年）で昼間人口のみ 50.0%以上となる深度はない。

集落周辺で，夜間人口の年少・老年人口率が 50.0%以上の地域（深度 3.0～6.0 m）が分布し，それに隣接した海岸沿いの狭い範囲に昼夜間とも年少・老年人口率が 50.0%以上の地域（深度 6.0～16.0 m）がみられる。このように函館市においては，中心市街地や中心集落で夜間人口の年少・老年人口率が高く，その一部では昼間人口に占める当該年齢人口の比率も高くなっている。当市では，人口は減少していることから，人口増加を想定した避難計画よりも，年少者や高齢者の避難補助に重点を置いた避難計画を検討することが重要になると思われる。

苫小牧市をみると（図 31），人口増減率で高い値を示す深度は夜間人口と昼間人口とで異なっている。海岸に近い深度 3.0～5.0 m の地域では昼間人口のみが増加し，それより内陸にある深度 1.0 m 未満の地域では夜間人口が増加している。この深度の違いは，苫小牧港（西港）から東側の新市街地で明確となり，JR 室蘭本線沿線に夜間人口が増加している深度 1.0 m 未満の地

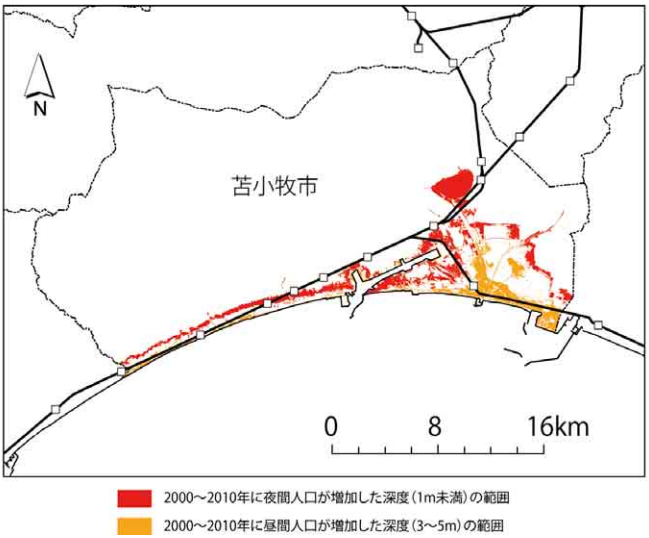

図 31　苫小牧市における津波浸水想定域の深度特性
昼夜間人口で年少・老年人口率（2010 年）が 50.0%以上となる深度はない。

域が，JR 日高本線沿線に昼間人口が増加している 3.0～5.0 m の地域が分布し，特に勇払駅周辺の開発が昼間人口の増加に寄与していると思われる。このように苫小牧市においては，鉄道に沿って夜間人口の増加している地域（深度 1.0 m 未満）と昼間人口の増加している地域（深度 3.0～5.0 m）が分かれている。なお，苫小牧市では，いずれの深度でも昼夜間人口の年少・老年人口率が高くない。当市では人口の増加を想定し時間帯に応じた避難計画を立案する方が重要になると考えられる。

以上のように，主要 3 市では津波浸水想定域の深度特性に違いがみられるため，それに応じた避難計画の立案を行う必要がある。

6．おわりに

本研究の目的は，北海道における最新の津波浸水想定を用いて，浸水域に

分布する人口の推定を行い，その分布および変化の詳細を明らかにした。本研究の結果は以下の通りである。

まず，北海道の津波シミュレーション結果データと国勢調査小地域データから北海道全体の津波浸水想定域人口を推定すると，2010 年には夜間人口 455,124 人，昼間人口 513,400 人となり，これらは 2000～2010 年にかけて減少していた。

次に，北海道の津波深度別人口を推定すると，深度 6.0 m 未満の地域に夜間人口の 81.6%，昼間人口の 79.0%が分布していた。年齢別に人口推定を行うと，年少人口も老年人口も深度 5.0 m 未満に多く分布し，すべての深度で年少人口は減少，老年人口は増加する傾向にあった。また，年少人口は深度が小さい地域で減少率が低く，老年人口は深度が大きい地域で増加率が高かった。

さらに，津波浸水想定域人口を市町村別に推定すると，釧路市，函館市，苫小牧市の主要 3 市で夜間人口も昼間人口も 5 万人以上が津波浸水想定域に分布しており，これらに続いて，登別市，北斗市，室蘭市など太平洋沿岸で多くの人口が浸水域に分布することがわかった。また，これらの市と周辺町村では，夜間人口も昼間人口も，市区町村の全人口に占める津波浸水想定域人口の比率が高いことも明らかになった。2000～2010 年の変化をみると，夜間人口も昼間人口も多くの市区町村で減少していた。なお，年齢別にみると，主要 3 市を含む多くの市区町村で年少人口は減少し，逆に老齢人口は増加していた。

最後に，津波浸水想定域人口が特に多い主要 3 市を取り上げ，深度別および年齢階級別に人口推定を行うと，釧路市は，いずれの人口も深度 4.0～5.0 m が最多であり，市街地が北方に拡大したことにより，JR 根室本線より内陸の深度 3.0～4.0 m で人口が増加していた。函館市は，昼夜間人口とも深度 2.0～3.0 m が最多であり，市電の函館駅前駅から十字街駅にかけて想定域が広く分布しているが，ほとんどの深度で人口は減少していた。苫小牧市は，昼夜間人口とも深度 1.0～2.0 m が最多であり，夜間人口は市街地周辺で，昼間人口は JR 日高本線の勇払駅周辺で増加していた。なお，年少人口と老年人

口は，全年齢の人口と類似した傾向を示すが，年齢別人口では，市街地の変化に応じた分布の特徴がみられた。

これら主要 3 市の津波浸水想定における深度特性として，2000～2010 年に人口が増加している深度と，2010 年における年少・老年人口の比率が高い深度に注目すると，これらの特性に応じた避難計画の立案を行う必要があると思われた。具体的には，釧路市は時間帯に応じた避難補助のあり方と，現状よりも多くの人口を想定した避難計画を両方立案する必要がある。それと比較して，函館市は年少者や高齢者の避難補助に重点を置いた避難計画が，苫小牧市は人口の増加を想定し時間帯に応じた避難計画が重要になると考えられた。

以上のように，北海道の津波浸水想定域には，減少しつつあるとはいえ多くの人口が分布しており，津波発生時の被害が懸念される。この状況に対応するためには，新たな津波シミュレーション結果に基づいて，安全な避難場所や経路の確保を義務化するなど津波被害を減少させるような方策を講じることが重要である。また，多くの人口が津波浸水想定域内で居住する状況は高いリスクがあるため，浸水想定域に対する土地利用規制や情報開示についても検討を行うべきと考える。

なお，本研究で用いた人口の推定方法において，国勢調査小地域データの単位地区面積が大きくなる市の縁辺部や町村部では，実際に津波浸水想定域に分布する人口との差が大きくなる。そのため，より精密な推定を行うためのデータ整備や推定方法の開発を行うことが今後の課題である。

付記

本研究は，科学研究費助成金（基盤研究（C）「ジオマイクロデータを用いた積雪寒冷地都市内部における積雪期災害時避難の地理学的研究」，2452088302，代表者：橋本雄一）の成果の一部であり，文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の支援を受けている。

注

1）北海道の津波シミュレーション結果データは，北海道総務部危機対策局危機対策課防災グループの Web サイト（http://www.bousai-hokkaido.jp/BousaiPublic/html/common/sim_tsunami/rep/00_gis/00_gis_ichiran.html）で公開されている。
2）本研究では，津波シミュレーション結果データを GIS に読み込み，津波浸水高ごとにディソルブ処理して境界線を単純化し，計算にかかる負荷を減少させる。
3）国勢調査小地域データにおいて，同じ地区番号をもち複数の閉鎖曲線から構成される地区があると，人口推定を行う際に当該地区の人口が何重にも加算される可能性がある。そこで，本研究は地区番号ごとに国勢調査小地域データをディソルブ処理してから，人口の推定を行う。
4）津波浸水想定域には札幌市の北区，東区，手稲区の一部が含まれる。

参考文献

奥野祐介，橋本雄一，深田秀実（2013）：積雪寒冷地における GPS を援用した津波避難に関する行動分析 ── 北海道釧路市を事例として ──．地理情報システム学会講演論文集，22，CD-ROM．

片田敏孝，木村秀治，児玉真（2007）：災害リスク・コミュニケーションのための洪水ハザードマップのあり方に関する研究．土木学会論文集 D，Vol.63，No.4，498-508．

消防庁（2013）：『東日本大震災記録集』消防庁．

橋本雄一（2013a）：国家基本計画における地理空間情報の災害対策．北海道大学文学研究科紀要，140，131-174．

橋本雄一（2013b）：『GIS とジオマイクロデータを用いた臨海都市における冬季災害時避難の地理学的研究』一般財団法人第一生命財団　平成 24 年度研究助成調査研究報告書．

橋本雄一（2013c）：ネットワークボロノイによる北海道太平洋沿岸地域の積雪期津波避難圏に関する空間分析．地理情報システム学会講演論文集，22，CD-ROM．

橋本雄一（2013d）：GIS を援用した北海道沿岸都市における積雪期の津波災害時避難に関する地理学的研究．北海道開発協会　平成 24 年度助成研究論文集，163-183．

橋本雄一（2013e）：GIS を援用した北海道沿岸都市の積雪期津波避難に関する空間分析．開発こうほう，600，54-58．

橋本雄一編（2014）：『三訂版　GIS と地理空間情報 ── ArcGIS10.2 とダウンロードデータの活用 ──』古今書院．

本間基寛，片田敏孝（2009）：津波予報と連動した津波ハザードマップに関する研究．土木学会論文集 B2，Vol.65，No.1，1321-1325．

山下克彦，平川一臣（2011）：『日本の地誌 3　北海道』朝倉書店．