



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道太平洋沿岸における津波浸水想定域の空間分析
Author(s)	橋本, 雄一
Citation	北海道大学文学研究院紀要, 165, 129(左)-166(左)
Issue Date	2021-12-08
DOI	https://doi.org/10.14943/bfhhs.165.1129
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/83550
Type	departmental bulletin paper
File Information	08_165_Hashimoto.pdf



北海道太平洋沿岸における 津波浸水想定域の空間分析

橋 本 雄 一

1. はじめに

2011年3月11日に発生し、大きな人的被害および経済的被害をもたらした東日本大震災を教訓として、2012年3月27日に閣議決定された地理空間情報活用推進基本計画（第2次）では、地理空間情報やGISを利用した防災力の強化が目標の1つとされている（橋本，2013a）。この防災力を強化として、津波災害では津波浸水想定域の推定や地理空間情報の提供が重要となる。

推定された津波浸水想定域の地理空間情報は、ハザードマップなどの形で住民に公開される。ハザードマップは、単なる危険範囲の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も有効である（片田ほか，2007；本間・片田，2009）。また、GISなどで津波浸水想定域の人口推定を行うことができれば、地域の人口特性に応じた効果的な避難計画の策定が可能となる（橋本，2014）。さらに、その人口を年齢別に推定できれば、幼児や高齢者など自主的避難が困難な年齢層に対する具体的な避難計画を考えることができる（橋本，2013bc）。特に津波浸水想定の変更があった場合には、住民の受ける影響を明確化し、新たな災害対策の基礎的データとするために、この情報は有効に活用できる（橋本編，2017）。このように津波浸水想定は防災に欠かせない重要な情報である。

現在の日本における津波浸水想定の設定は、2011年12月7日に成立した「津波防災地域づくりに関する法律」（平成23年法律第123号）（以後、津波

防災地域づくり法)により定められ、それによって多くの都道府県で津波浸水の区域や水深に関する情報公開が都道府県から公表されるようになった。この法律は、東日本大震災の発生後、2011年7月6日に国土交通大臣からの要請を受けて社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会から提出された緊急提言「津波防災まちづくりの考え方」(社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会、2011)を基に作られ、「津波による災害を防止し、又は軽減する効果が高く、将来にわたって安心して暮らすことのできる安全な地域の整備、利用及び保全(津波防災地域づくり)を総合的に推進することにより、津波による災害から国民の生命、身体及び財産の保護を図る」ために、「公共の福祉の確保及び地域社会の健全な発展に寄与すること」を目的としている(国土交通省、2012)。

津波防災地域づくり法は、それ以前の大規模地震対策特別措置法などと較べて、頻度の高い津波(L1)よりも最大クラスの津波(L2)を想定するようになり、特定の津波災害への対策から将来発生しうる津波災害全般への対策にシフトしている。また、各主体が実施する政策を組み合わせた総合的な計画を市が策定することや、防災に加え地域づくりの観点から計画を策定することなども示されている。

この法律で重要視されているのは、ハードとソフトの施策を組み合わせた「多重防御」による防災のための地域づくりである。そのためには、災害で被害を受ける可能性がある範囲を特定することが重要となり、特に東日本大震災で生じ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ことから、国土交通省は2012年に「津波浸水想定の設定の手引き」を作成して(国土交通省水管理・国土保全局海岸室、国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室、2019)、津波浸水シミュレーションやその活用方法を中心にとりまとめている。

北海道太平洋沿岸においては、この法律に基づき日本海溝及び千島海溝沿いの巨大地震で引き起こされる津波の浸水想定が行われている。日本海溝及び千島海溝沿いでは、プレート境界での地震や地殻内や沈み込むプレート内での地震などにより、過去に巨大地震や津波が発生していることから、中央

防災会議の日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会は 2006 年に報告書「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定について」を公表し（中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会, 2006）、同年、中央防災会議で決定された「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進基本計画」などに基づいた防災対策が推進されている。その後の検討で政府の地震調査研究推進本部は、2021 年 1 月 1 日の時点で、根室沖のプレート間巨大地震（マグニチュード 7.8～8.5 程度）について、30 年以内の発生確率を 80% 程度としている（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2021）。

北海道は、日本海溝及び千島海溝沿いの巨大地震についての対策についての検討を重ねて、独自の津波浸水シミュレーションによって、2012 年に津波浸水想定（以後、「旧想定」と呼ぶ）を公表した（北海道, 2012）。その後、北海道は国土交通省が定める「津波浸水想定の設定の手引き」の設定方法に従って、2021 年 7 月に津波防災地域づくり法の第 8 条第 1 項に基づき、新しい津波浸水想定（以後、「新想定」と呼ぶ）を公表した（北海道, 2021）。この新想定と旧想定とでは浸水範囲が大きく異なる市町村もあるため、新想定での津波の影響を明らかにすることは急務である。

そこで本研究は、北海道で新たに公表された太平洋沿岸の津波浸水想定について、地理空間情報と GIS を援用して浸水想定域の面積や人口を推定し、旧想定との比較を行うことで地域特性を明らかにする。それによって、津波浸水想定の変更による太平洋沿岸地域全体への影響を明確化するとともに、新想定に基づく災害対策のための基礎的資料を提示する。

研究方法は以下の通りである。まず、第 2 章では津波浸水想定の新旧データについて解説し、第 3 章では浸水想定域の人口推定を行う方法について説明を行う。次に、第 4 章では北海道太平洋沿岸における浸水想定面積について、市町村別および深度別で新旧想定と比較を行う。第 5 章では、浸水想定域における夜間人口と昼間人口を推定し、市町村別、深度別、年齢階級別に新旧想定と比較を行う。第 6 章では、北海道太平洋沿岸に位置する 8 市を取り上げ、各市の浸水想定域に関する面積と昼夜間人口を深度別に推定し、新

旧想定を比較する。第7章では、この8市について新想定 of 浸水域における人口変化を深度別および年齢階級別に見ることで、浸水想定域における人口特性について検討する。ここでは特に、浸水想定域における高齢者の分布に注目する。最後に、以上の結果を統合して、北海道太平洋沿岸の津波浸水想定域における旧想定と新想定の違いを明確化した上で、新想定 of 浸水域における人口特性を明らかにする。

2. 北海道太平洋沿岸における津波想定域 of 人口推定 of 方法

2-1 2012 年公表 of 津波浸水想定 (旧想定)

まず、本研究で用いる北海道太平洋沿岸 of 津波浸水想定データについて解説する。2012 年度に作成された北海道太平洋沿岸における津波浸水想定 (旧想定) は、渡島総合振興局から根室振興局までの範囲で (図1)、最大クラス of 津波が発生した場合に想定される浸水 of 区域 (浸水域) と水深 (浸水深) を設定したものである。

この設定は、東日本大震災 of 生起後に北海道が、中央防災会議 of 「あらゆる可能性を考慮した最大クラス of 巨大な地震・津波を検討していくべきである」という考え方に沿って、津波堆積物 of データを重視し、太平洋沿岸 of 最大クラス of 津波 of 浸水シミュレーションを行った結果である (北海道, 2012)。このシミュレーションでは、沈み込む太平洋プレートと陸側プレート of 境界にある幅 140 km, 長さ 420 km of 矩形断層が津波波源を発生させるものとして設定され、北海道沿岸側 of 断層面上に 30 m, 海溝側 of 断層面上に 35 m of 一様なすべり量が与えられた。推定 of 結果, 旧想定における沿岸部 of 波高は、津波堆積物から推計される波高をほぼすべて上回るものとなった。

なお、旧想定に関する GIS データは、福島町から羅臼町までの太平洋沿岸に関する推定結果を平面直交座標系 (世界測地系) of シェープファイル形式として記録したものであり、市街地部分は 10 m メッシュ、それ以外は 50 m メッシュを単位として 2021 年 7 月まで北海道ウェブサイトにおける防災 of ページで公表された。

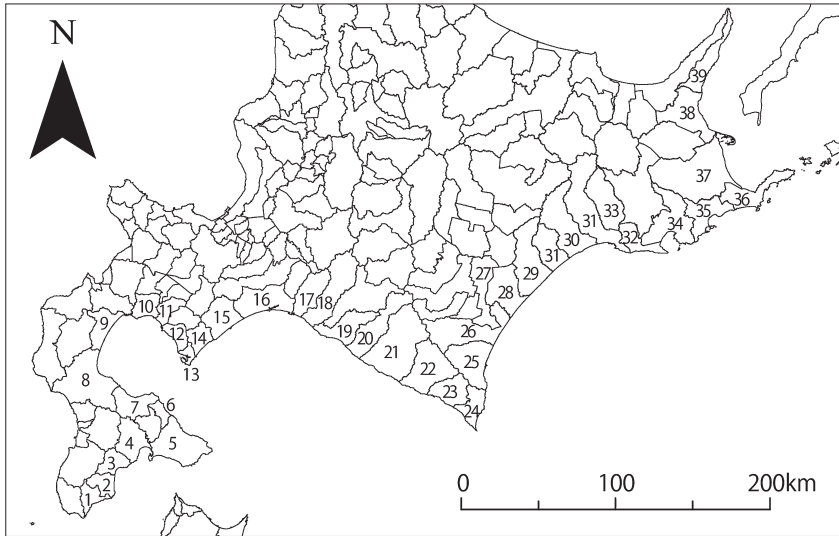


図1 北海道太平洋沿岸における津波浸水想定域の市町村

津波浸水想定が設定されているのは番号の付いている市町村。〈太平洋沿岸西部〉1. 福島町, 2. 知内町, 3. 木古内町, 4. 北斗市, 5. 函館市, 6. 鹿部町, 7. 森町, 8. 八雲町, 9. 長万部町, 10. 豊浦町, 11. 洞爺湖町, 12. 伊達市, 13. 室蘭市, 14. 登別市, 15. 白老町, 16. 苫小牧市, 17. 厚真町, 18. むかわ町, 19. 日高町, 20. 新冠町, 21. 新ひだか町, 22. 浦河町, 23. 様似町, 24. えりも町。〈太平洋沿岸東部〉25. 広尾町, 26. 大樹町, 27. 幕別町, 28. 豊頃町, 29. 浦幌町, 30. 白糠町, 31. 釧路市, 32. 釧路町, 33. 鶴居村, 34. 厚岸町, 35. 浜中町, 36. 根室市, 37. 別海町, 38. 標津町, 39. 羅臼町。

2-2 2021 年公表の津波浸水想定（新想定）

2021 年 7 月 19 日に公表された新しい北海道太平洋沿岸における津波浸水想定（新想定）は、津波防災地域づくり法の第 8 条第 1 項に基づいて、旧想定と同じ範囲で設定されたものである。

2020 年 4 月に、国が「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル」を公表したことを受け、北海道は北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会に「津波浸水想定設定ワーキンググループ」を設置し、国が示した考え方を基本として、太平洋沿岸で最大クラスの津波（L2 津波）が発生した場合の浸水想定を新たに設定した。

新算定の計算手法は、国土交通省の「津波浸水算定の設定の手引き

Ver.2.10」(2019年4月)によるものであり、推定結果が公表されている地震は千島海溝(十勝・根室沖)モデルと日本海溝(三陸・日高沖)モデルである。千島海溝モデルの破壊開始点としては十勝沖、釧路沖、根室沖の3地点、日本海溝(三陸・日高沖)モデルでの破壊開始点としては三陸沖、日高沖の2地点が設定されている。

新想定に関するGISデータも、旧想定と同様に福島町から羅臼町までの太平洋沿岸に関する推定結果を平面直交座標系(世界測地系)のシェープファイル形式で記録したものである。このデータは、2021年7月から北海道ウェブサイト(<https://www.constr-dept-hokkaido.jp/ks/ikb/sbs/tsunami/shinsuisoutei/index2.html>)において10mメッシュ単位で公表されている。

なお、新旧の津波浸水想定深度は、任意の地区において想定される複数の津波浸水の中で、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水の深度を示すものではない。

3. 津波浸水想定域における人口の推定方法

前述した新旧の津波浸水想定データと人口データを用いて、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2015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2015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、2015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。なお、推計昼間人口データでは14歳以下については1つの年齢階級として合計されており、夜間人口の年齢階級区分とは異なる。

本研究は、橋本編(2017)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)まず、新旧想定津波浸水想定データを、津波深度1m間隔で分類し、GISのディゾルブ(dissolve)機能を使って同じ深

度帯のメッシュを結合させ、新しい空間データを作成する。(2)次に、国勢調査小地域データおよび推計昼間人口データの小地域ごとに総人口と年齢階級別人口について人口密度を算出する。(3)続いて、深度帯のメッシュを結合させた津波浸水想定データと、国勢調査小地域データおよび推計昼間人口データを重ね合わせ、GISのインターセクト(intersect)機能を使って両データの境界線と属性を併せ持つ新しい地区単位 of データを作成する。(4)さらに、新しい地区単位ごとに面積を計算し、この面積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、地区ごとの人口を津波深度別、もしくは市町村別に集計する。

以上のように人口を新しい空間単位で面積按分し再集計することで、1m間隔の津波深度別、もしくは市町村別の津波浸水想定域人口を推定することができる。なお、本研究で示す推計人口は、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。

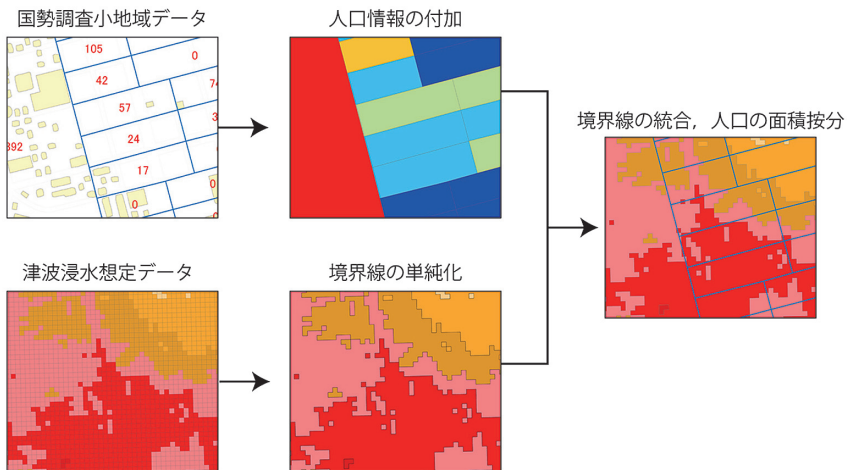


図2 津波浸水想定域における人口の推定方法

4. 北海道太平洋沿岸における津波浸水想定面積の比較

4-1 津波浸水想定域の市町村別面積

本研究で推定した福島町から羅臼町にかけての北海道太平洋沿岸における津波浸水想定面積を見ると、旧想定は約10万1千ヘクタール、新想定は約9万2千ヘクタールであり、新想定は旧想定面積の0.91倍になっている。

市町村別に新旧の想定面積を比較すると(図3)、旧想定で最も大きいのが釧路市の約1万4千ヘクタールであり、それに根室市、苫小牧市が続く。また、旧想定で浸水面積が5,000 ha以上の市町村は、これら3市に加え浦幌町、別海町、大樹町、浜中町である。

新想定で最も面積が大きいのは苫小牧市の約1万ヘクタールであり、それに釧路市、別海町が続く。新想定で浸水面積が5,000 ha以上の市町村は、これらに加え浦幌町、根室市、浜中町である。

旧想定面積を1.00とした場合の新想定面積として新旧面積比率を求めると、最も大きいのは福島町の1.87であり、それに北斗市の1.64、木古内町の1.52が続く。また、新想定になって浸水想定面積が最大となった苫小牧市の比率は1.40である。比率が最も小さいのは広尾町の0.58であり、それに根室市、豊浦町が続く。旧想定で面積が最大であった釧路市は0.65であり、新想定は旧想定面積の3分の2程度の面積となっている。釧路市における面積の縮小には、旧想定公表以降に釧路外環状道路が開通し、そのために市街地を囲む盛り土が行われたことなども影響していると思われる。

このように旧想定で比較的大きな浸水面積を示した太平洋沿岸東部の市町村は、新想定になって面積が小さくなり、逆に旧想定で浸水面積が小さかった西部の市町村では、新想定になって面積が大きくなっている。なお、苫小牧市は、新想定になって釧路市以西で突出して大きな浸水面積を示している。

4-2 津波浸水想定域の深度別面積

深度別に新旧の浸水想定面積を比較すると(図4)、いずれも深度が高いほ

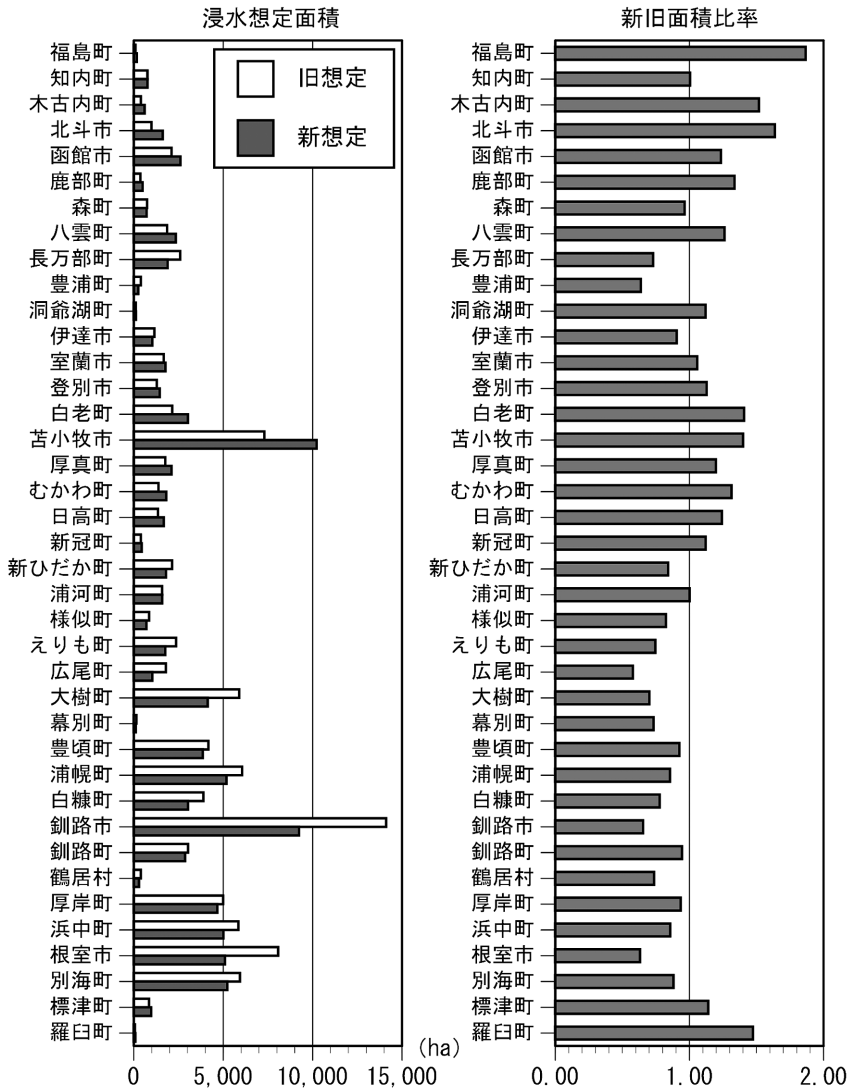


図3 新旧津波浸水想定在市町村別面積

新旧面積比率は旧想定を1.00とした場合の新想定の数値。旧想定は2012年、新想定は2021年に北海道が公表したデータ津波浸水想定GISデータにより作成。図4～図21も同様。

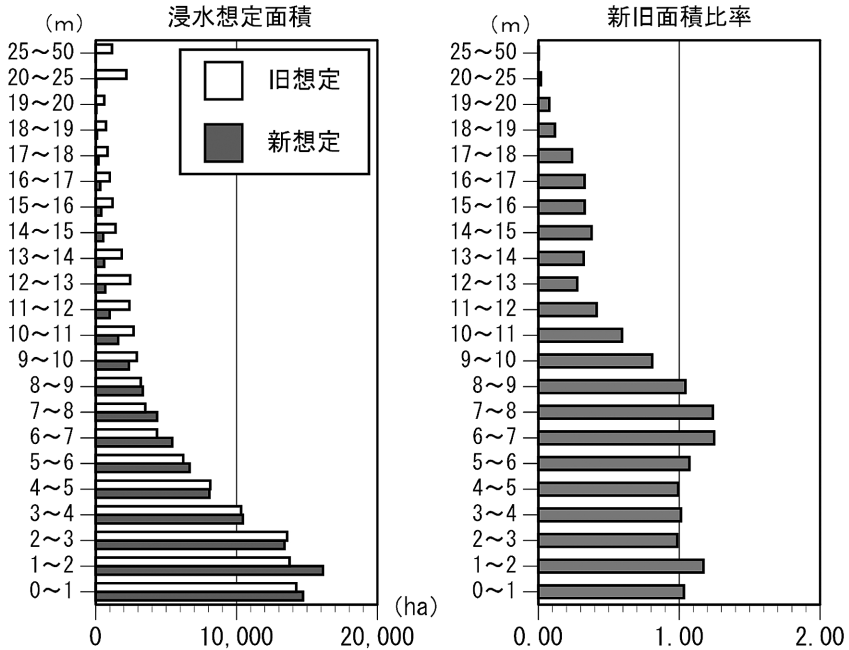


図4 新旧津波浸水想定の深度別面積

ど面積が小さくなる傾向がある。ただし、旧想定で最も面積が大きい深度は1 m未満であるが、新想定では深度1～2 mが最大となる。

新旧面積比率を見ると、深度 2 m 未満、3～4 m、5～9 m は 1.00 を超えており、新想定の方が面積は大きい。深度 2～3 m と 4～5 m は 0.99 であり、ほぼ同じ面積となっている。深度 9 m 以上では旧想定の方が大きく、特に 11 m 以上において新想定 of 面積は旧想定 of 半分以下になる。このように、新想定は旧想定と比較して、比較的低い深度の面積が大きく、逆に高い深度の面積が小さくなっていることがわかる。

5. 北海道太平洋沿岸における津波浸水想定人口の比較

5-1 津波浸水想定域の市町村別人口

(1) 新旧想定と比較

太平洋沿岸の津波浸水想定域に分布する夜間人口を、2015年国勢調査小地域データから推定すると、旧想定では約41万8千人、新想定では約48万人となり、6万2千人ほど新想定の方が多い。また、昼間人口は、旧想定では約45万7千人、新想定では約52万7千人となり、7万人ほど新想定の方が多くなる。前述のように新想定は浸水想定面積は旧想定より小さいが、新想定は昼夜間人口は旧想定より多い。これは東部で釧路湿原のような人口の少ない地域で浸水想定域が狭くなり、逆に西部では人口が多い市街地で想定域が広がったことによる。なお、昼間人口と夜間人口を比較すると、旧想定では3万9千人、新想定では4万6千人ほど昼間人口の方が多く、新旧想定とも昼間に浸水想定域へ流入する人口が、流出する人口を上回る。

2015年における市町村別の夜間人口を推定すると（図5）、旧想定で最も人口が多いのは釧路市の約12万5千人であり、それに函館市、苫小牧市が続く。新想定では釧路市の約11万6千人が最も多く、苫小牧市は2位に上がり、函館市は3位となっている。上位3市の浸水想定人口が全体に占める比率は、旧想定が56.51%、新想定が59.76%であり、浸水想定域に分布する人口の半分以上が、これらの市に集中していることがわかる。なお、新想定の方が旧想定より若干高いのは、苫小牧市と函館市の浸水想定域が広がり、約6万人の夜間人口が新たに浸水範囲に含まれたことによる。

2015年の昼間人口を推定すると、夜間人口と同じく、旧想定で最も人口が多いのは釧路市の約13万1千人であり、それに函館市、苫小牧市が続く。新想定では釧路市の約11万9千人が最も多く、それに苫小牧市、函館市が続く。上位3市の浸水想定人口が全体に占める比率は、旧想定で57.01%、新想定で60.05%と全体の半分以上であり、苫小牧市や函館市の浸水想定域に7万人近くの昼間人口が含まれたため、新想定は3市への集中が高くなっている。

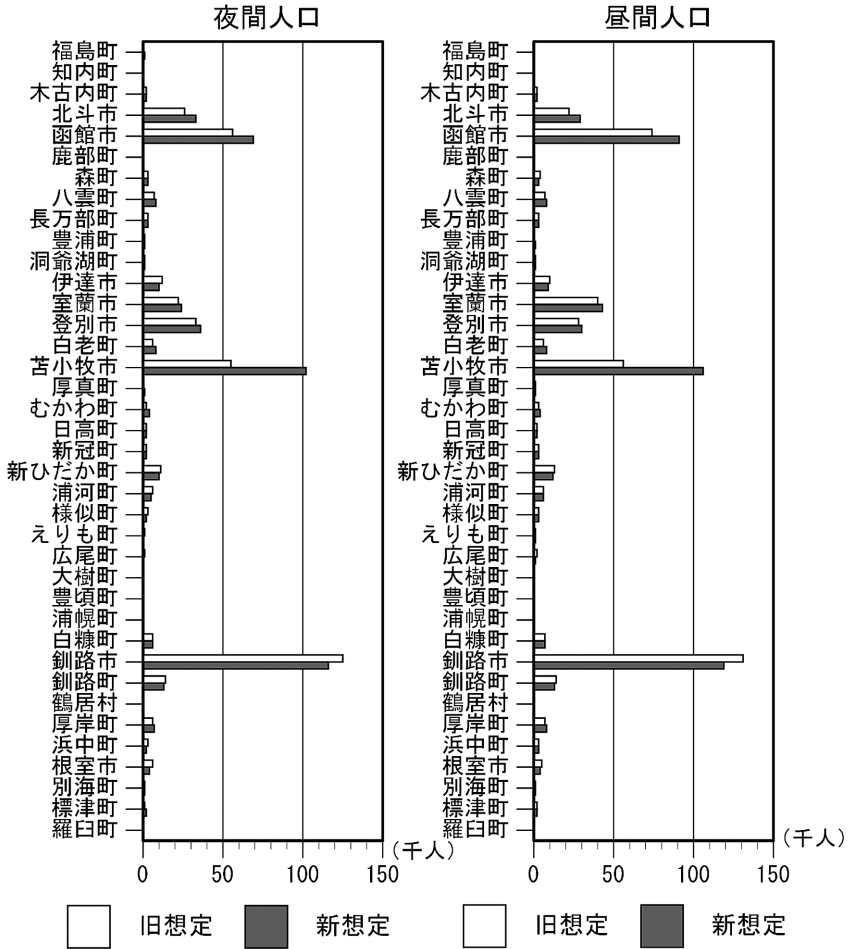


図5 津波浸水想定域における市町村別人口の新旧比較

国勢調査小地域データ，昼間人口は株式会社日本統計センターの推計昼間人口データにより推定。市町村の境界は国土地理院基盤地図情報を使用。図6～図21も同様。

(2) 新想定による人口変化

新想定 of 浸水想定域に分布する 2000 年と 2015 年の夜間人口を推定すると (図 6), 2000 年には約 53 万 9 千人であったのが, 2015 年には約 48 万人となり, 人口増減率は -10.80% である。

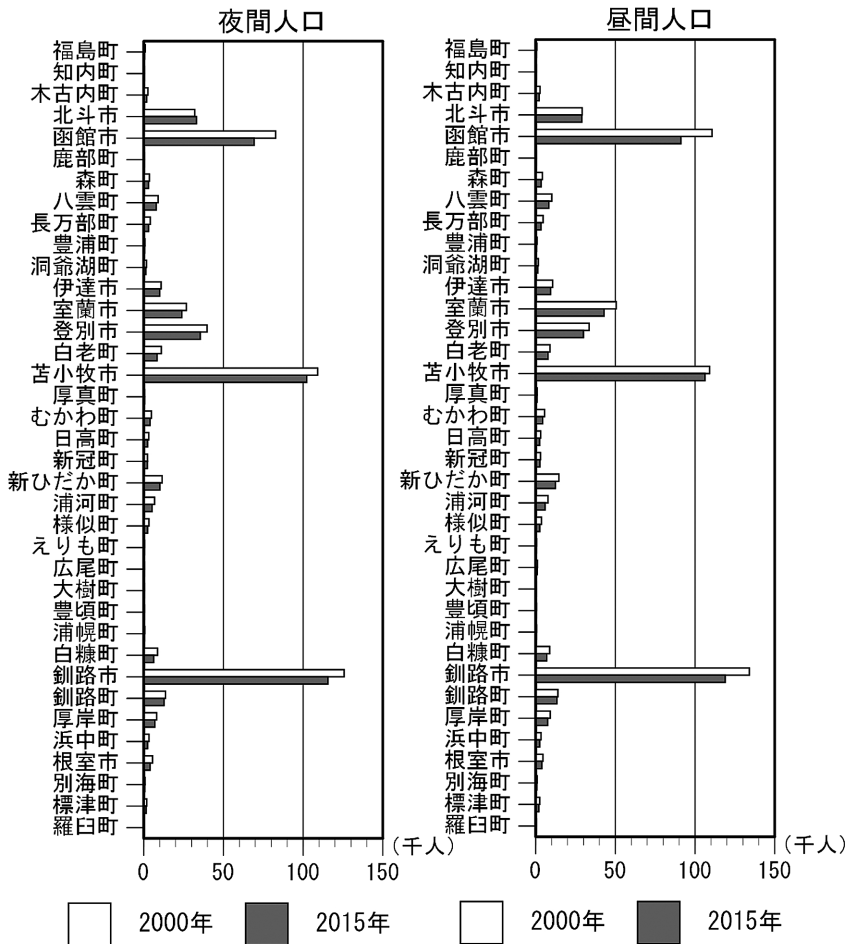


図 6 津波浸水想定域における市町村別人口の変化 (新想定)

市町村別の夜間人口で 2000～2015 年に増加が見られるのは、北斗市と厚真町の 2 箇所のみであり、他はすべて減少している。特に浸水想定域人口の多い釧路市は約 1 万人、苫小牧市は約 7 千人、函館市は約 1 万 3 千人と合計で約 3 万人が減少しており、減少数の 52.34%を占めている。

昼間人口は、2000～2015 年に、すべての市町村で減少している。苫小牧市の減少数は約 3 千人と夜間人口より少ないが、釧路市は約 1 万 5 千人、函館市は約 2 万人と、夜間人口よりも減少幅が大きい。これら 3 市の減少数の合計は約 3 万 8 千人であり、浸水想定域全体の減少数に占める割合は、夜間人口とほぼ同様の 52.54%となる。

なお、市部の人口増減率は夜間人口が-8.97%、昼間人口が-10.57%であり、町村部は夜間人口が-18.25%、昼間人口が-17.63%であることから、減少の比率としては町村部の方が大きい。

5-2 津波浸水想定域の深度別人口

(1) 新旧想定と比較

津波浸水想定域の夜間人口を深度別に見ると(図7)、旧想定で最も人口が多い深度は 1m 未満の約 6 万 7 千人であり、深度が低いほど浸水想定域人口が多くなる傾向がある。それが新想定では、深度 2～3m の約 9 万人が最大で、続いて 1m 未満、1～2m と、旧想定よりも若干高い深度で人口が多くなる。

新旧想定とも人口の多い深度 3m 未満に注目すると、旧想定は約 19 万 4 千人、新想定は約 25 万 1 千人となり、新想定の方が 5 万 7 千人ほど多い。また、この深度の人口が浸水想定域人口全体に占める割合では、旧想定が 47.94%、新想定が 52.30%となり、新想定の方が低い深度に人口が集中している。

深度別の昼間人口を見ると、深度 7m 未満では新想定の方が多く、7m 以上では旧想定の方が多い。深度 7m 未満の人口を見ると、旧想定は約 34 万 9 千人、新想定は約 45 万 6 千人となり、新想定の方が 10 万 7 千人ほど多い。この 7m 未満の人口が全体に占める割合は、旧想定が 86.34%、新想定が

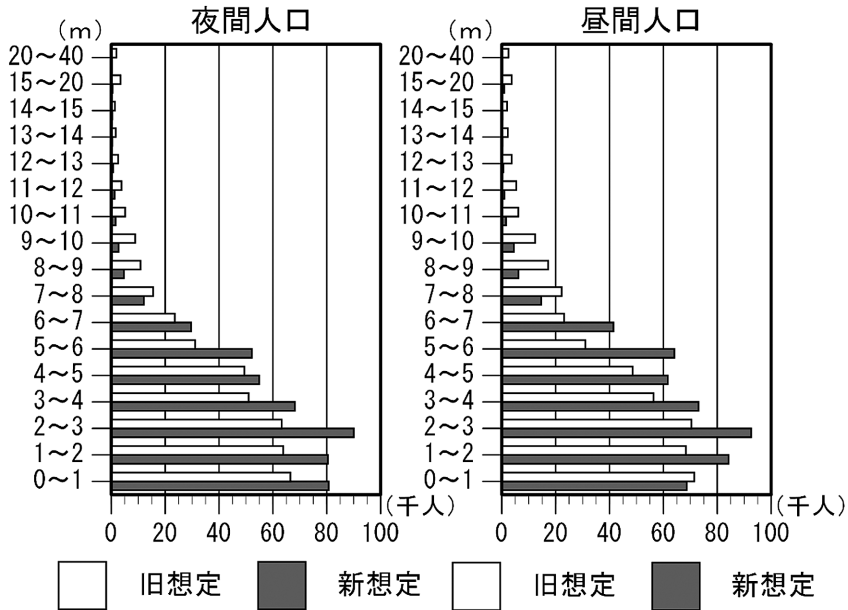


図7 津波浸水想定域における深度別人口の新旧比較

94.96%であり、いずれの想定でも人口の大部分が、この深度に分布している。

(2) 新想定による人口変化

新想定 of 浸水域について 2000～2015 年における夜間人口の深度別変化を見ると (図8)，すべての深度で人口が減少している。特に減少数が多いのは深度 2～6m であり，2m 未満の深度では減少幅は小さい。

深度 3m 未満の人口を見ると，2000 年には約 26 万 7 千人であったのが，2015 年には約 25 万 1 千人となっている。全体に占める割合は，2000 年には 49.71%，2015 年には 52.30%と，低い深度における人口の割合が高まっている。

昼間人口でも，2000～2015 年には，すべての深度で人口が減少している。特に減少数が多いのは深度 2～7m であり，夜間人口よりも若干高い深度に

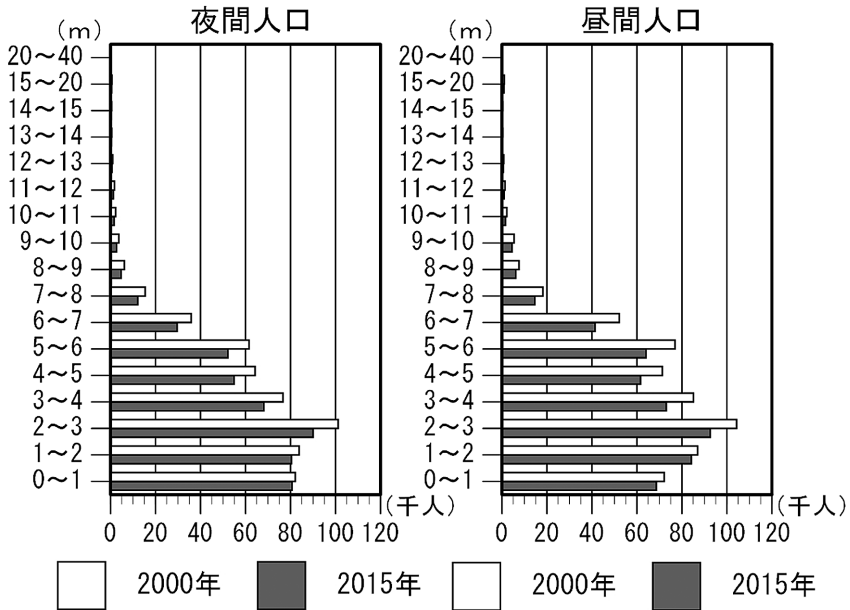


図8 津波浸水想定域における深度別人口の変化（新想定）

なっている。なお、夜間人口と同様に、2m未満の深度では減少幅が小さい。

深度3m未満では、2000年には約26万3千人であったのが、2015年には約24万5千人となっている。全体に占める割合は2000年が44.93%，2015年が47.61%と、低い深度における人口の割合が高まっているものの、夜間人口よりは、この深度への集中度が低い。そのため、いずれの年次でも昼間には高い浸水深での人口比率が高いことがわかる。

5-3 津波浸水想定域の年齢階級別人口

(1) 新旧想定と比較

2015年の夜間人口を年齢階級別に見ると（図9）、旧想定でも新想定でも75歳以上の人口が最大であり、30歳代以下は若いほど人口が少なくなる傾向にある。65歳以上の高齢者に注目すると、旧想定では約12万5千人、新

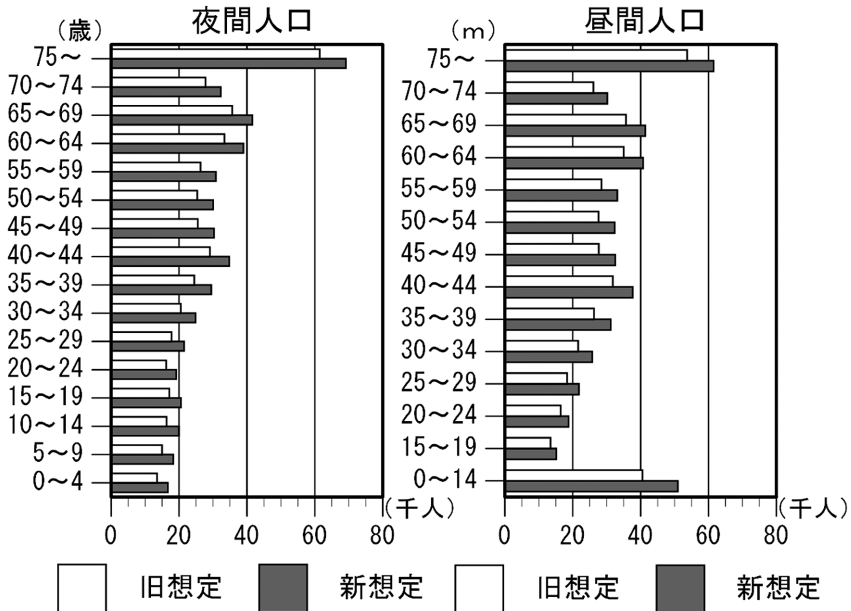


図9 津波浸水想定域における年齢別人口の新旧比較

想定では約14万3千人であり、新想定の方が1万8千人ほど多い。しかし、全体に占める高齢者の割合は、旧想定が30.80%、新想定が29.89%と同程度である。

2015年の昼間人口を年齢階級別に見ると、夜間人口と同じく75歳以上が新旧想定で最大であり、30歳代以下では若いほど人口が少なくなる。なお、前述したように、本研究で用いる昼間人口のデータでは、14歳以下の人口が合計されている。65歳以上を見ると、旧想定では約11万5千人、新想定では約13万3千人であり、新想定の方が1万8千人ほど多い。しかし、全体に占める高齢者の割合は旧想定が28.68%、新想定が28.13%と大きな差は見られない。

(2) 新想定による人口変化

新想定 of 浸水域に関して夜間人口の年齢階級別変化を見ると (図 10), 2000~2015 年には, 39 歳以下と 45~59 歳の人口が減少しており, 特に 25~29 歳は -44.74%, 20~24 歳は -32.26% と高い減少率を示す。逆に増加しているのは 40~44 歳と 60 歳以上であり, 75 歳以上の増減率が 81.58% と著しく高い。65 歳以上を見ると, 2000 年に約 9 万 7 千人であったのが 2015 年には約 14 万 3 千人と 47.42% の増減率を示す。浸水想定域の人口全体に占める高齢者の割合は, 2000 年の 18.03% から 2015 年の 29.92% へと高まっている。

次に昼間人口を見ると, 39 歳以下と 45~59 歳の人口が減っており, 特に 25~29 歳は -45.34%, 20~24 歳は -40.46% と減少が著しい。増加しているのは 40~44 歳と 60 歳以上であり, 特に 75 歳以上の増減率は 81.59% と高

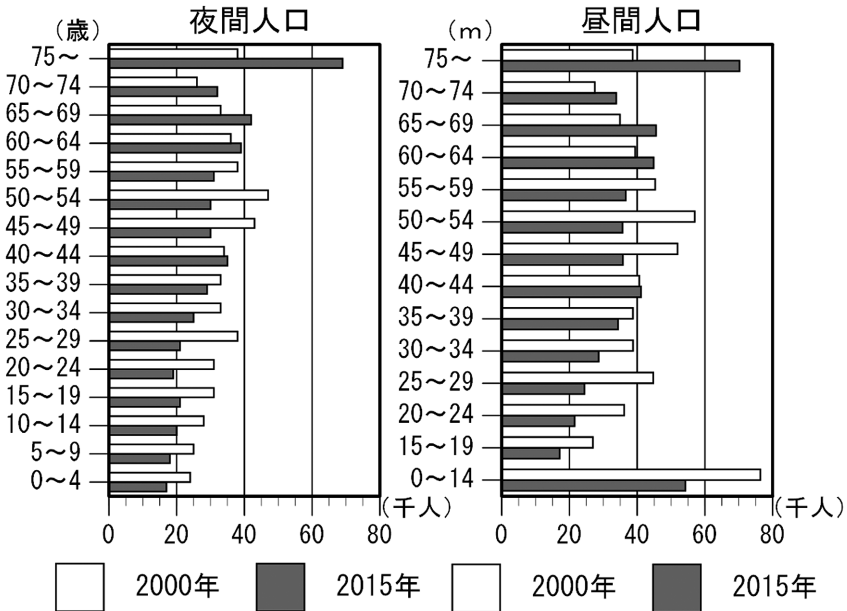


図 10 津波浸水想定域における年齢別人口の変化 (新想定)

い。65 歳以上の高齢者を見ると、2000 年に約 10 万 1 千人であったのが、2015 年には約 15 万人となり、増減率は 48.01%である。全体に占める高齢者の割合は夜間人口と同様に高まっており、2000 年には 16.93%、2015 年には 28.55%である。

6. 市部における津波浸水想定面積と人口の比較

6-1 津波浸水想定域の深度別面積

北海道太平洋沿岸に位置する 8 市（北斗市、函館市、伊達市、室蘭市、登別市、苫小牧市、釧路市、根室市）に注目し、より詳細に津波浸水想定域の面積と人口に関する分析を進める。まず、深度別の範囲を新旧想定で比較すると（図 11）、東部の釧路市や根室市では旧想定に較べて新想定は浸水範囲が狭くなっており、特に釧路市では釧路湿原の一部が浸水範囲から外れている。逆に西部の市では旧想定よりも新想定は浸水範囲が広がっており、特に苫小牧市、函館市、北斗市では、拡大した範囲に市街地が含まれる。

8 市について深度別の面積を新旧想定で比較すると（図 12）、太平洋沿岸東部にある釧路市はすべての深度で、根室市は深度 2 m 未満と 10～15 m を除く深度で、新想定は面積が旧想定よりも小さくなる。逆に、西部の 6 市では、高い深度ほど新想定は面積が旧想定よりも大きくなる。特に、北斗市と苫小牧では深度 3～7 m、函館市では 4～6 m、室蘭市では 3～6 m、登別市では 5 m 以上で、新想定は面積が旧想定は 2 倍以上となる。

このように旧想定と比較して新想定では、東部の市では高い深度ほど新想定は面積が小さくなり、逆に西部の市では高い深度ほど新想定は面積が大きくなる傾向にある。

6-2 津波浸水想定域の深度別人口

（1）夜間人口

8 市の夜間人口を深度別に見ると（図 13）、太平洋沿岸東部の釧路市は深度 2 m 以上で、根室市は 3～9 m と 15 m 以上で、旧想定より新想定の方が

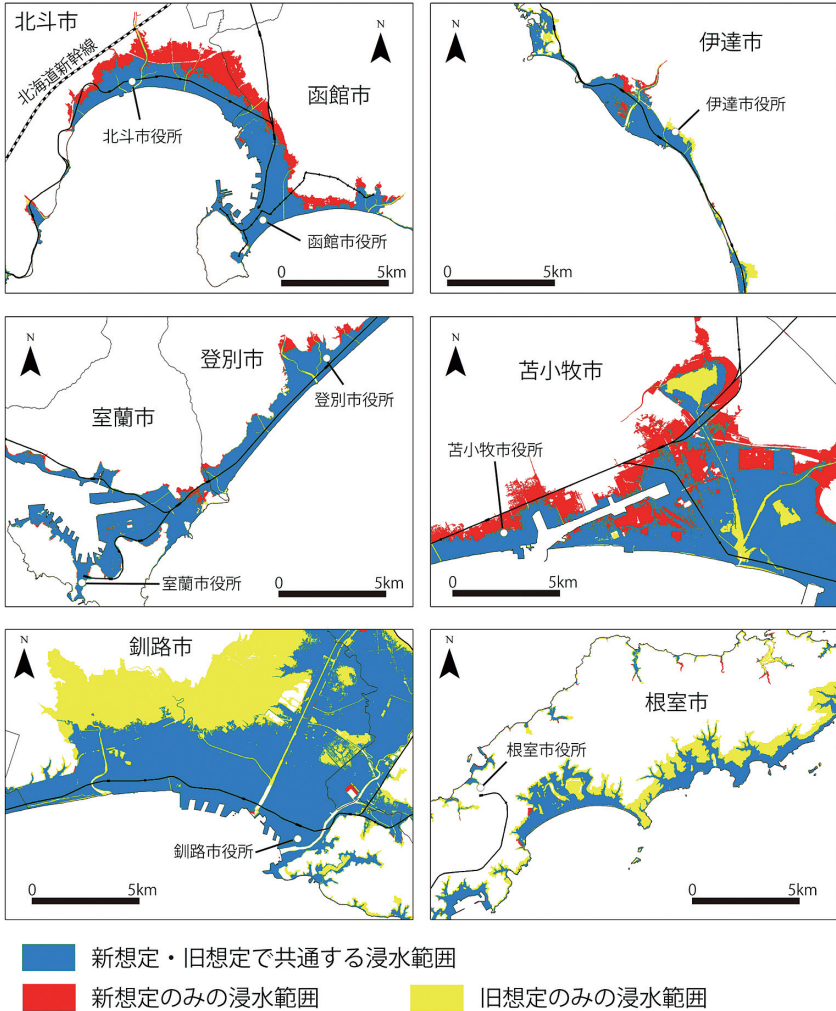


図 11 北海道太平洋沿岸の市部における新旧津波浸水想定範囲

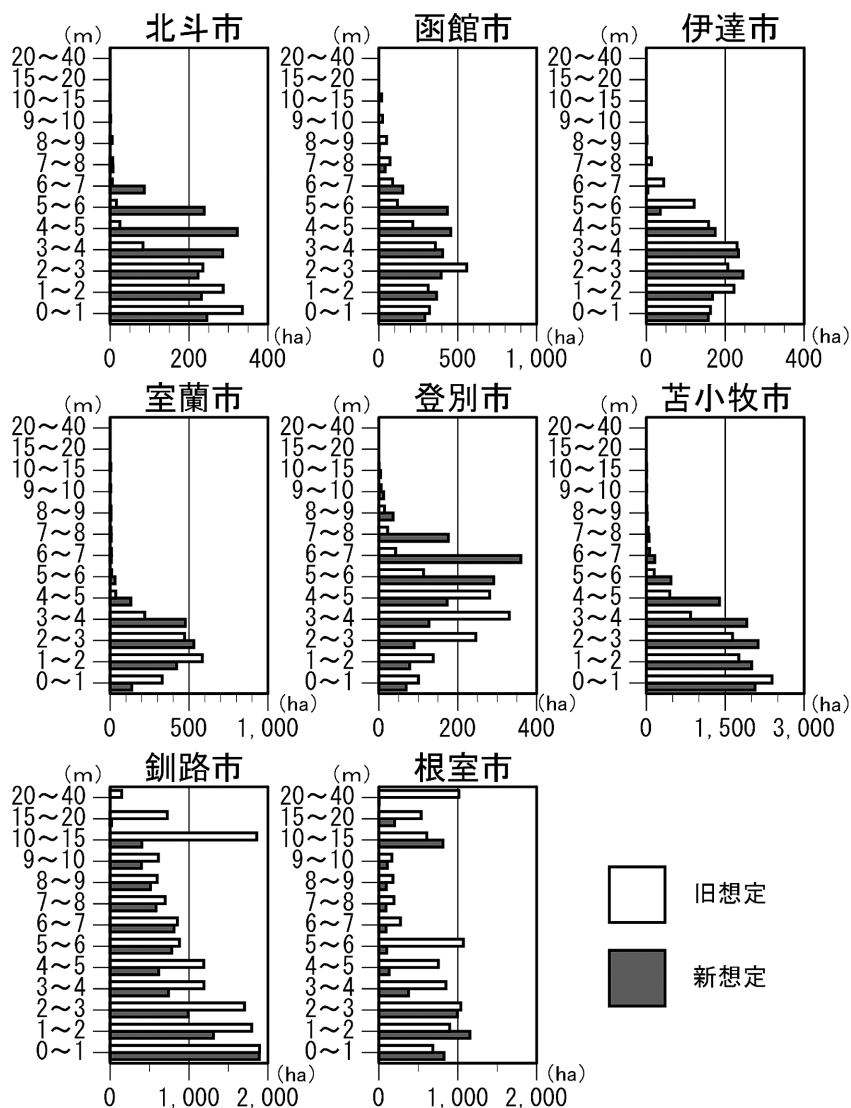


図 12 新旧津波浸水想定の市部における深度別面積

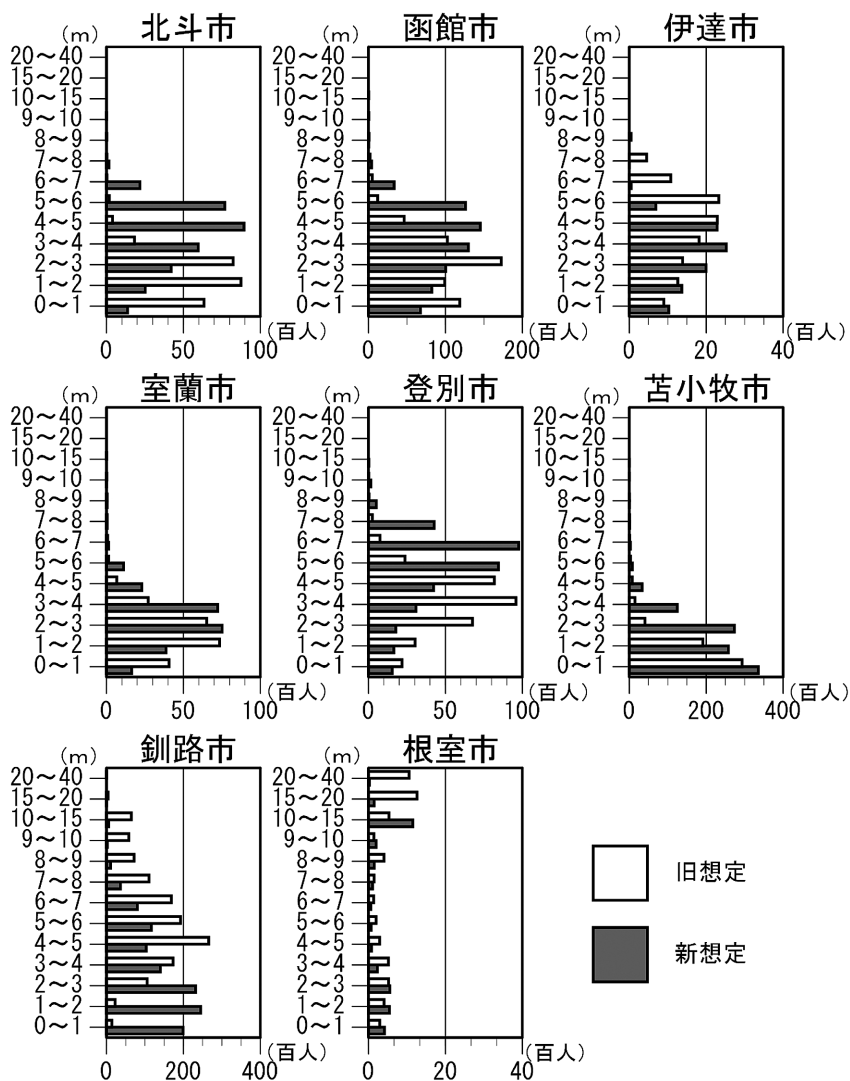


図 13 新旧津波浸水想定の市部における深度別夜間人口

小さくなる。釧路市の新想定の人口は、深度 5 m 未満で旧想定の人口の 1.58 倍なのに対し、5 m 以上の範囲では 0.38 倍である。また、根室市では深度 5 m 未満の範囲で 0.90 倍なのに対し、5 m 以上の範囲では 0.49 倍である。

西部では、ほとんどの市で、比較的高い深度で旧想定より新想定の人口が多くなる。新想定が旧想定の人口の 2 倍以上を示すのは、北斗市では深度 3 ～ 8 m、函館市では 4 ～ 8 m、室蘭市では 3 ～ 6 m 以上、登別市では 5 m 以上、苫小牧市では 2 ～ 7 m である。深度 5 m 以上を見ると、旧想定と較べて新想定の人間人口は、北斗市で 34.28 倍、函館市で 8.10 倍、登別市で 6.74 倍、室蘭市で 3.75 倍、苫小牧市で 2.28 倍と大きくなっている。なお、深度 5 m 未満の人口については、苫小牧市が 1.87 倍と特に大きく増加しているが、登別市は 0.41 倍と減少しており、その他の市では人口に大きな変化はない。

このように旧想定から新想定になって、太平洋沿岸東部の市では高い深度で夜間人口が減り、逆に西部の市では高い深度で夜間人口が増える傾向にある。

(2) 昼間人口

8 市の深度別昼間人口を新旧想定で比較すると (図 14)、東部の釧路市は深度 4 m 以上で、根室市は 1 m 未満と 3 m 以上で、新想定の方が旧想定より小さくなる。釧路市の新想定の人口は、深度 5 m 未満で旧想定の人口の 1.76 倍なのに対し、5 m 以上の範囲で 0.51 倍である。また、根室市は、深度 5 m 未満で 0.81 倍、5 m 以上で 0.46 倍である。

西部の市を見ると、旧想定と較べて新想定では、比較的高い深度の人人口が多くなる。新想定の人人口が旧想定の人人口の 2 倍以上となるのは、北斗市では深度 3 ～ 8 m、函館市では 4 ～ 8 m、室蘭市では 3 ～ 6 m 以上、登別市では 5 ～ 10 m、苫小牧市では 2 ～ 8 m および 10 ～ 15 m である。5 m 以上の深度を見ると、旧想定と較べて新想定の人間人口は、北斗市で 31.52 倍、函館市で 11.85 倍、登別市で 6.13 倍、苫小牧市で 2.57 倍、室蘭市で 2.37 倍と大きくなっている。なお、5 m 未満の人人口については、苫小牧市が 1.77 倍と特に大きくなるが、登別市は 0.40 倍と減少しており、その他の市では人口に大きな変化

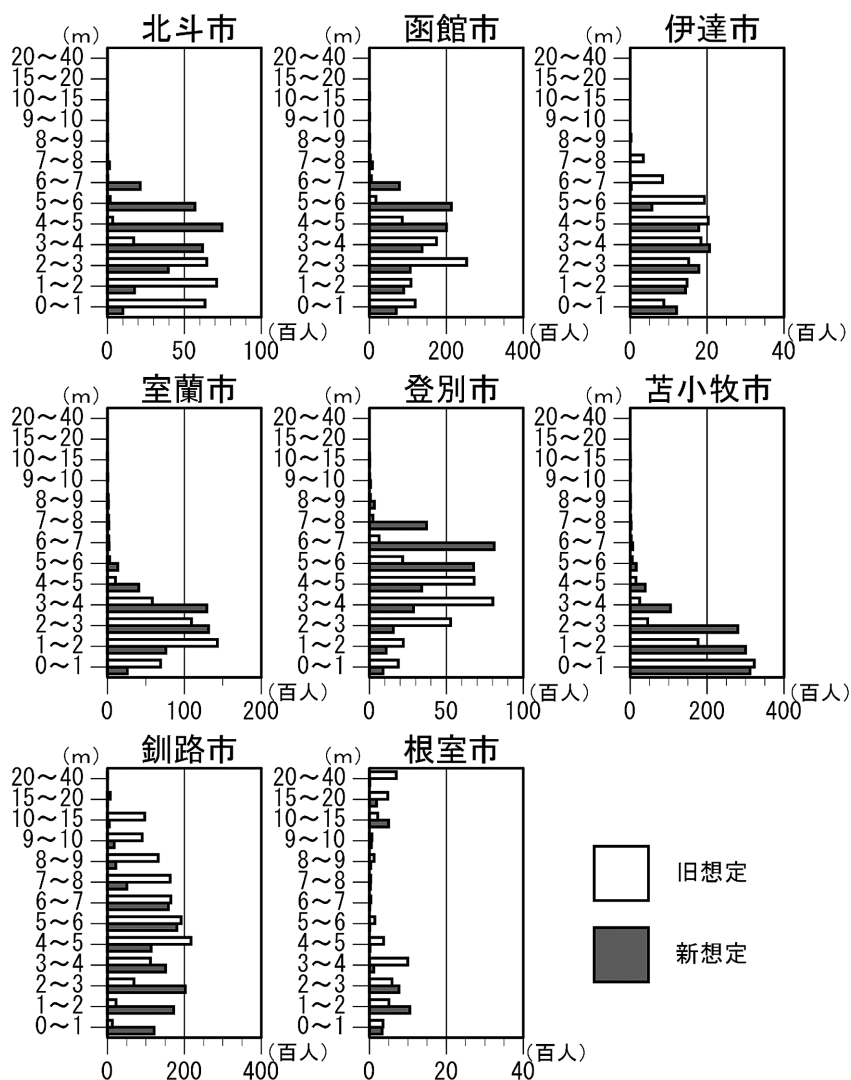


図 14 新旧津波浸水想定の市部における深度別昼間人口

はない。

このように昼間人口も夜間人口と同様に、旧想定から新想定になって、太平洋沿岸東部の市では高い深度で人口が減り、逆に、西部の市では高い深度で人口が増える傾向にある。

7. 市部における新想定での深度別人口の変化

7-1 深度別夜間人口の変化

ここまでは浸水想定域の面積や人口を新旧想定で比較した。ここからは新想定 of 浸水域において、2000～2015 年における深度別人口の変化を見る。

8 市の中で浸水想定域の夜間人口が増加しているのは北斗市のみである。他の 7 市の人口は減少しており、特に根室市では人口減少が著しい。

深度別に夜間人口の変化を見ると（図 15）、いずれの市でも、ほとんどの深度で人口が減少している。しかし、北斗市や苫小牧市など低い深度では人口が増加しており、中でも北斗市では、1 m 未満が 54.20%、1～2 m が 38.98%と増加率が大きい。

深度 5 m 未満の人口変化に注目すると、北斗市のみ 8.20%増加しており、他の 7 市は減少している。深度 5 m 以上では、すべての市で人口が減少しており、特に根室市が-28.19%、苫小牧市が-21.85%、室蘭市が-21.60%、釧路市が-21.07%と減少が著しい。なお、減少率では、すべての市で 5 m 未満より 5 m 以上の方が大きくなっている。

このように 15 年の間に、内陸部のような浸水深の低い範囲より、海岸部のような浸水深の高い範囲で夜間人口の減少が進んでいる。

7-2 深度別昼間人口の変化

新想定 of 浸水域における昼間人口を見ると、すべての市で減少している。減少率が大きいのは、函館市の-17.71%、根室市の-16.07%、室蘭市の-15.48%である。

深度別に人口変化を見ると（図 16）、各市ではほとんどの深度で人口が減

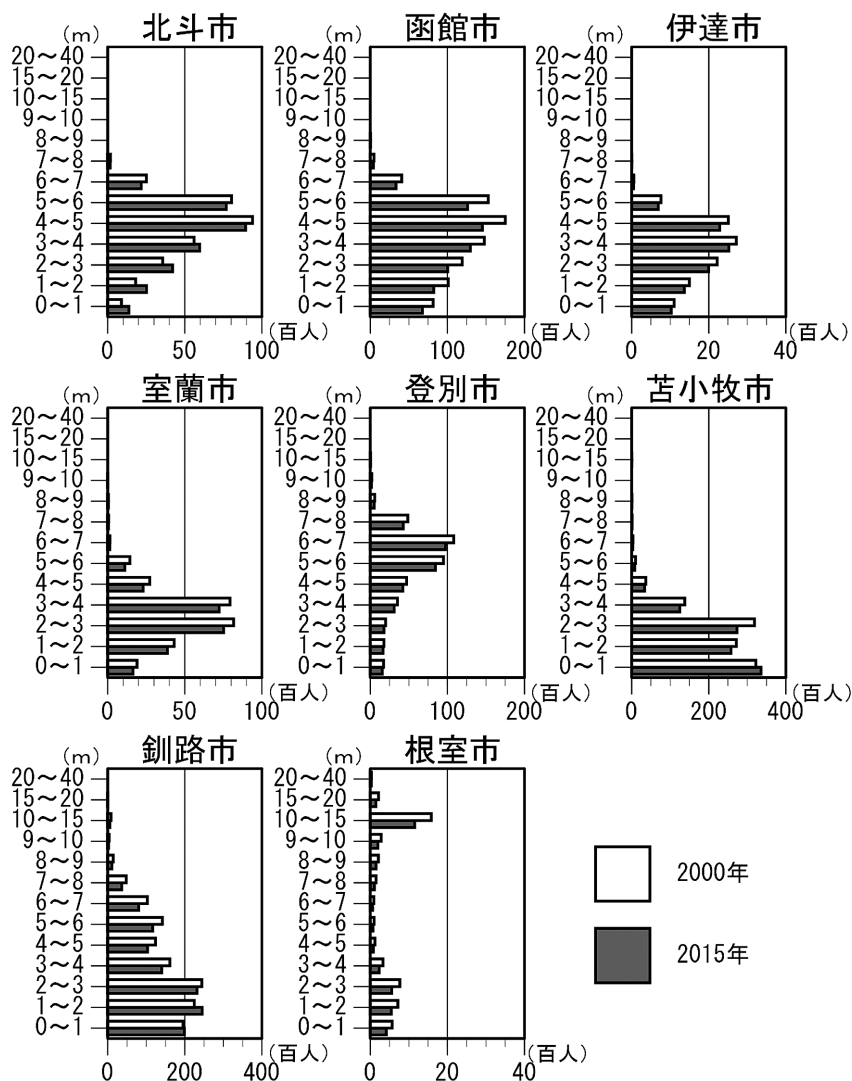


図 15 市部における夜間人口の深度別変化 (新想定)

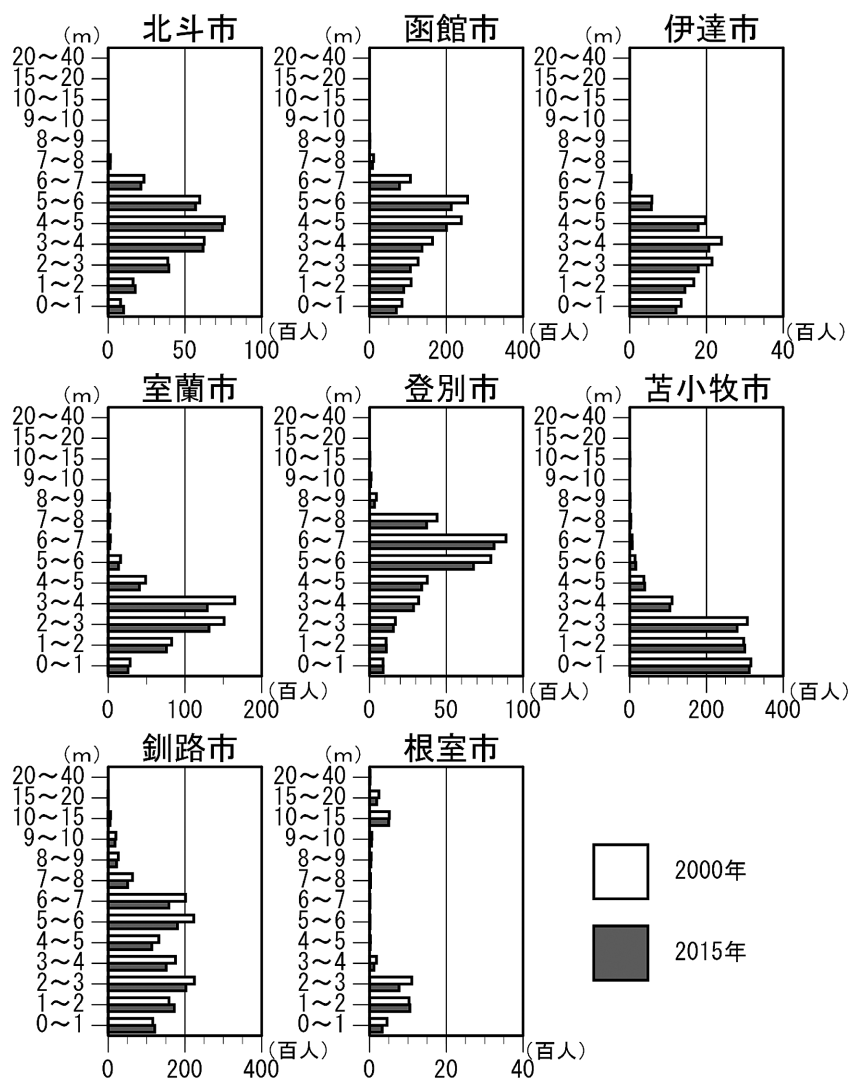


図 16 市部における昼間人口の深度別変化 (新想定)

少している。しかし、北斗市、登別市、釧路市、根室市では低い深度で昼間人口が増加している。また、苫小牧市だけは、深度1～2m、4～7m、10～15mと高い深度でも昼間人口が増えている。

深度5m未満の人口変化を見ると北斗市のみ僅かに増加するが、他の7市は減少している。また、深度5m以上では苫小牧市のみ増加しており、他の7市は減少している。

このように、昼間人口も夜間人口と同様に、15年間で内陸部のような浸水深度の低い範囲より、海岸部のような浸水深の高い範囲で減少が進んでいる。ただし、苫小牧市だけは高い深度でも昼間人口が増加しており、これは新たに浸水想定に組み込まれた範囲には、昼間に人口が集中する業務地区などが含まれることによると考えられる。

7-3 深度別人口の昼夜間比較

新想定 of 浸水域において2015年の昼夜間人口を比較すると(図17)、業務地区の規模が大きい室蘭市や函館市で昼間人口の方が多い。室蘭市は深度9m未満、函館市は深度4m未満で昼間人口の方が多く、これは高い深度の浸水想定域で昼間に通勤通学などの流入が多いことによる。

函館市や室蘭市に隣接する市を見ると、登別市ではすべての深度で、北斗市では深度3～4m以外、伊達市では2m以上で夜間人口が昼間人口を上回る。これは昼間に通勤通学などで浸水想定域内からの流出が多いことによる。

苫小牧市、釧路市、根室市では、昼間人口の多い深度と、夜間人口の多い深度が異なる。苫小牧市では、深度1～3mで昼間人口が多く、1m未満で夜間人口が多い。釧路市では、深度5～7mで昼間人口が多く、3m未満で夜間人口が多い。根室市では深度1～3mで昼間人口が多く、10～15mで夜間人口が多い。これらの市では浸水想定域に住宅地区と業務地区の両方が含まれ、その範囲内で通勤通学などの流動が起こるため、浸水想定域人口の総数として昼夜間の差は小さいが、深度ごとの昼夜間の差は大きくなる。

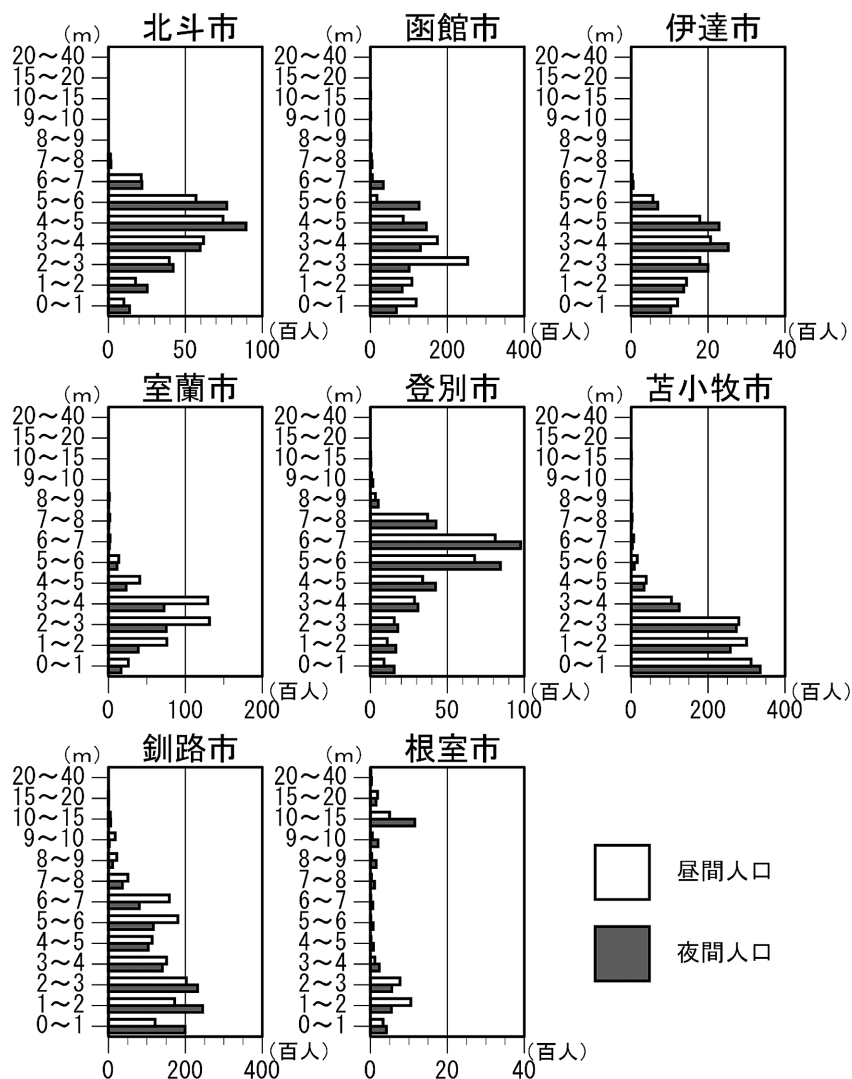


図 17 市部における深度別昼夜間人口（新想定，2015 年）

8. 市部における新想定での年齢階級別人口の変化

8-1 年齢階級別夜間人口の変化

太平洋沿岸の8市について、新想定 of 浸水想定域における2000～2015年の夜間人口の年齢階級別増減率を見ると（図18）、すべての市で65歳以上の高齢者が増加しており、中でも苫小牧市は75.75%、釧路市は69.12%、北斗市は58.27%、登別市は52.01%と高い値を示す。また、すべての市で最も増加率が高い年齢階級は75歳以上となり、苫小牧市は115.66%、釧路市は115.23%、北斗市は101.33%と2倍以上に増加している。

64歳以下の人口は、いずれの市でも減少が目立ち、特に根室市は-39.98%と減少率が高い。逆に北斗市の減少率は-6.87%と低く、他の6市は-20～-30%程度である。

8-2 年齢階級別昼間人口の変化

新想定 of 浸水域で2000～2015年にかけての昼間人口の年齢階級別変化を見ると（図19）、すべての市で65歳以上の高齢者が増加しており、中でも苫小牧市は77.05%、釧路市は69.11%、北斗市は55.90%、登別市は55.02%と増加率が高い。また、いずれの市でも増加率が最も高い年齢階級は75歳以上であり、苫小牧市は121.76%、釧路市は117.30%、伊達市は102.88%、北斗市は101.48%と2倍以上に増加している。さらに伊達市と登別市を除く6市では60～64歳も増加している。

64歳以下では人口の減少が目立ち、登別市では-31.82%、伊達市は-31.10%となる。逆に北斗市では-12.90%、苫小牧市では-16.77%と減少率は低く、他の4市は-20～-30%程度である。

8-3 年齢階級別人口の昼夜間比較

新想定 of 浸水域において2015年の昼夜間人口を年齢階級別に見ると（図20）、函館市では20～74歳、室蘭市では15～74歳で昼間人口が夜間人口を上

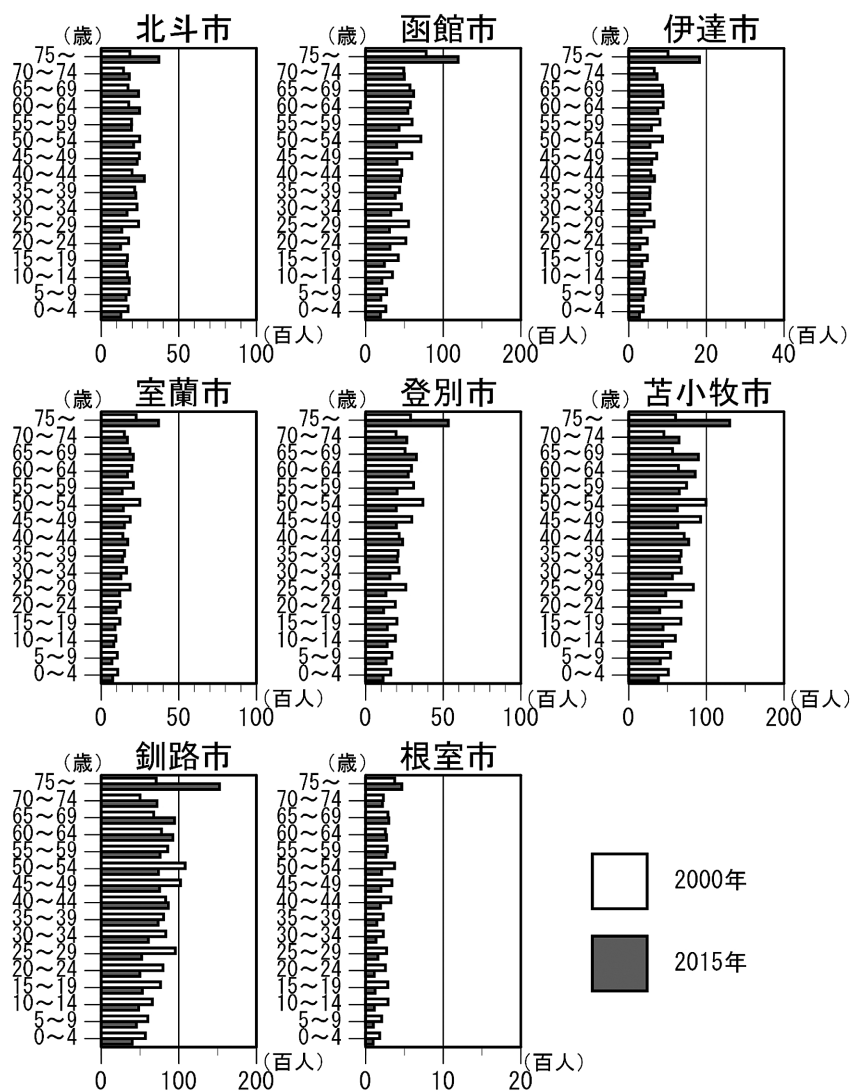


図 18 市部における年齢別夜間人口の変化 (新想定)

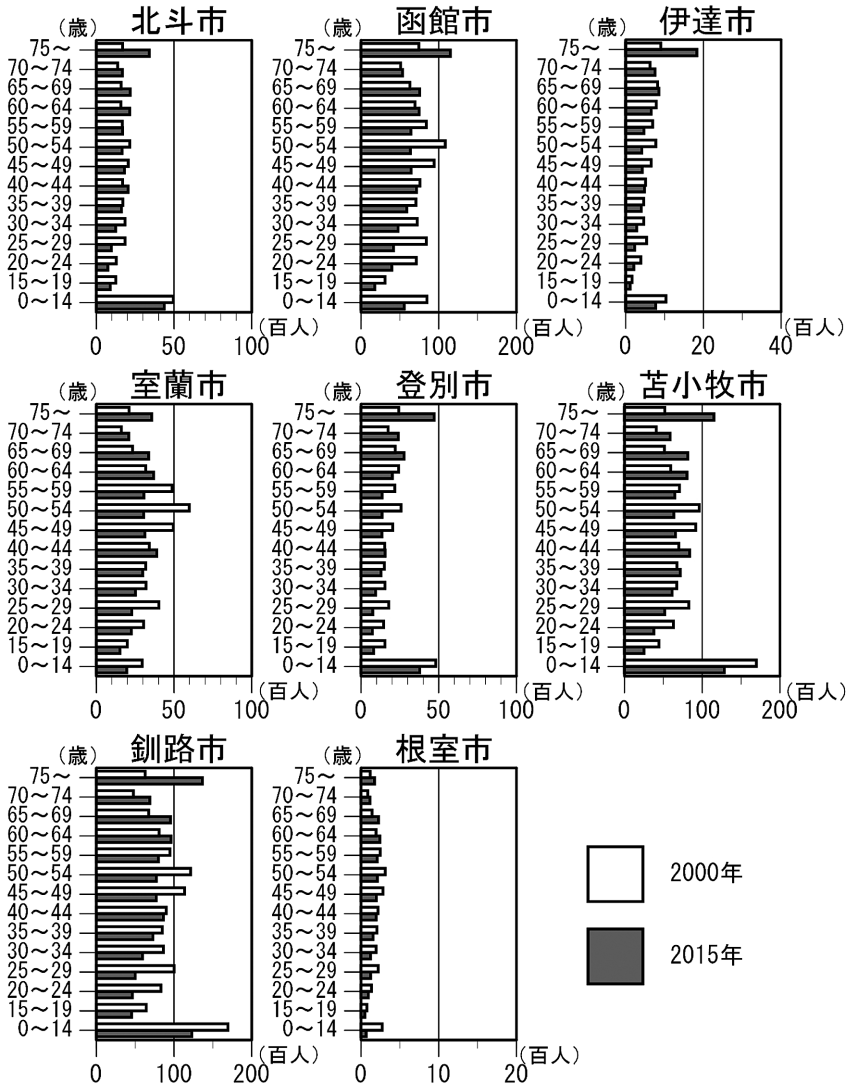


図 19 市部における年齢別昼間人口の変化 (新想定)

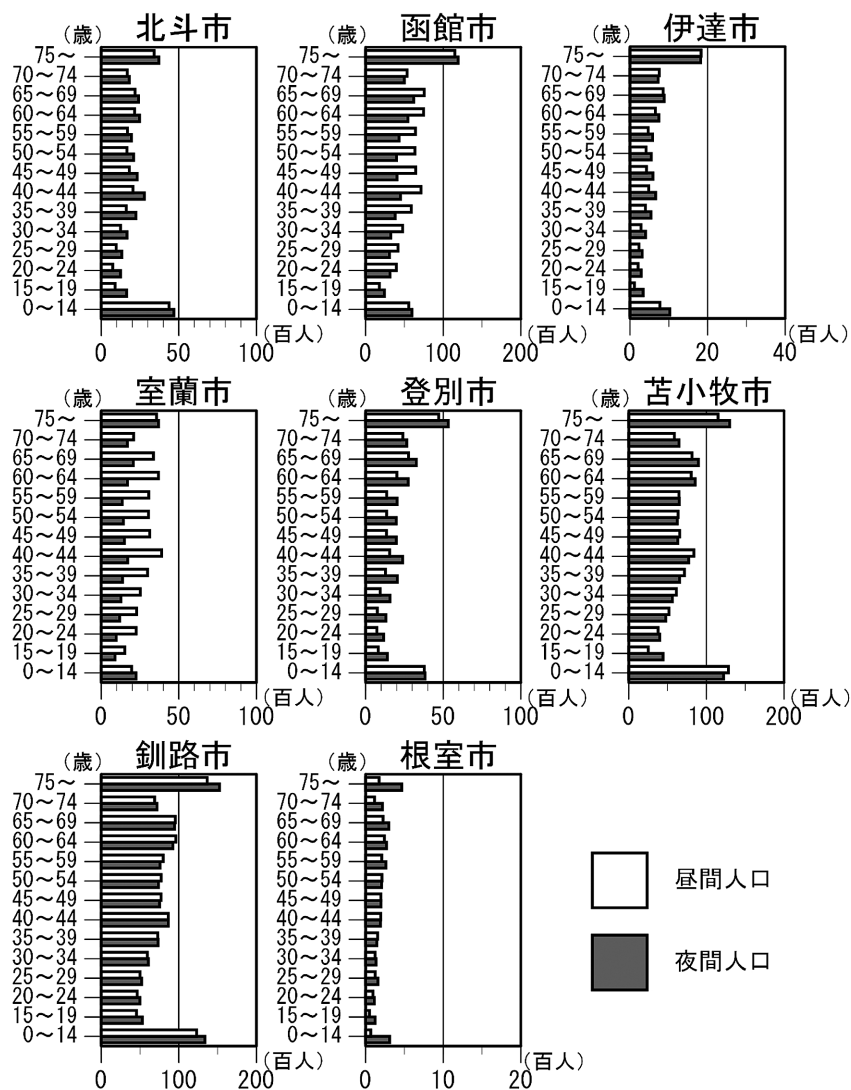


図 20 市部における年齢別昼夜間人口 (新想定, 2015 年)

回る。特に室蘭市では、20～24 歳と 35～64 歳の昼間人口が夜間人口の 2 倍以上となる。逆に、北斗市と登別市は、すべての年齢階級で夜間人口の方が多く、伊達市も 69 歳以下において夜間人口の比率が高い。また、苫小牧市、釧路市、根室市では、いずれの年齢階級でも夜間と昼間の人口に大きな差はない。

このように昼夜間の人口の差が大きい市では、生産年齢人口が大きく変化していることから、通勤通学などによる流入や流出が、前述したような深度間の昼夜間人口の差に関係すると考えられる。

8-4 深度別高齢者数の昼夜間比較

ここで新想定 of 浸水域に関し、2015 年における 65 歳以上の人口を見ると(図 21)、昼夜間とも最大なのは釧路市(夜間人口は約 3 万 2 千人、昼間人口は約 3 万人)であり、それに苫小牧市、函館市が続く。浸水想定域の夜間人口に占める 65 歳以上の比率を見ると、最大は伊達市の 36.69%であり、函館市、根室市、登別市、室蘭市も 30%以上となる。昼間人口でも最大なのは伊

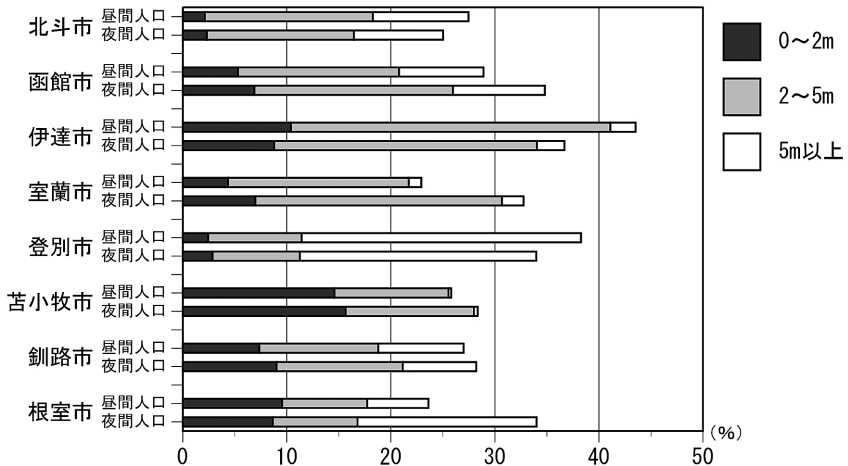


図 21 市部における深度別高齢者率 (新想定, 2015 年)

達市の 43.53%であり、他には登別市のみが 30%以上となる。

この 65 歳以上の比率を深度別に見ると、夜間人口では北斗市、函館市、伊達市、室蘭市、釧路市の 5 市が 2～5 m で最大となる。5 m 以上が最大となるのは登別市と根室市であり、逆に 2 m 未満が最大となるのは苫小牧市のみである。また、昼間人口でも北斗市、函館市、伊達市、室蘭市、釧路市の 5 市が 2～5 m で最大の比率となる。根室市と苫小牧市は 2 m 未満が最大となり、5 m 以上が最大となるのは登別市のみとなる。

このように浸水想定域における高齢者の人数や比率、深度別の分布状況は市ごとに異なる。多くの高齢者数が比較的低い深度に分布している苫小牧市、高齢者数は少ないものの高い深度に分布している登別市、多くの高齢者が高い深度に分布している釧路市や函館市というように、それぞれの特性に応じた高齢者の津波避難対策が必要となる。

9. おわりに

本研究は、2021 年 7 月に公表された北海道太平洋沿岸の新しい津波浸水想定について、地理空間情報と GIS を援用して浸水想定域の面積や人口を推定し、旧想定との比較を行うことで地域特性を明らかにした。分析結果は以下の通りである。

(1) 浸水想定面積を見ると、東部の市町村では旧想定より新想定で浸水面積が小さく、逆に西部の市町村では旧想定より新想定で面積が大きい。深度別面積では、新想定 of 面積は旧想定よりも比較的低い深度で大きく、高い深度の面積は小さい。

(2) 浸水想定域における人口推定の結果、昼夜とも新想定の方が大きい。旧想定では昼夜間とも釧路市の浸水域人口が突出して大きかったが、新想定では苫小牧市の昼夜間人口も釧路市に近い数値となる。なお、新想定 of 浸水想定域では、2000～2015 年に市町村の大部分で昼夜間人口が減少しており、低い深度に人口が集中する傾向が強まっている。また、昼夜間とも高齢者が増加し、浸水想定域全体に占める高齢者比率が高くなっている。

(3) 北海道太平洋沿岸の8市に注目し、深度別の浸水想定面積を求めると、新想定は旧想定よりも東部で小さく、逆に西部で大きくなり、この傾向は高い深度で顕著となる。また、浸水想定域の昼夜間人口は、旧想定から新想定になって東部の高い深度で減り、逆に西部の高い深度で増える傾向にある。

(4) 新想定 of 浸水想定域では、2000年からの15年間で、内陸部のような深度の低い所より、海岸部のような浸水深の高い所で人口減少が進んでいる。2015年の浸水想定域を見ると昼夜間で人口の差が大きい市があり、大規模な業務地区が海岸近くの浸水想定域に含まれる函館市や室蘭市では、比較的高い深度で昼間人口が夜間人口を上回る。逆に、通勤通学者の居住地が海岸近くにある北斗市、伊達市、登別市では昼間人口が夜間人口を上回っている。苫小牧市、釧路市、根室市では業務地区と住宅地区の両方を浸水想定域が含んでいるため域外への人口流出が小さく、昼夜間人口の総数の差は小さくなるが、深度ごとの昼夜間の差は大きくなる。

(5) 新想定 of 浸水想定域における8市の年齢階級別人口を推定すると、2000～2015年には、いずれの市でも高齢者が増加している。各市において昼夜間の差が大きいのは生産年齢人口であり、この年齢階級が昼間に増えるのは函館市や室蘭市、夜間に増えるのは北斗市や登別市である。また苫小牧市、釧路市、根室市では大きな違いはない。この年齢階級の通勤通学などによる流入や流出が、前述したような深度間の昼夜間人口の差に関係すると考えられる。

(6) 8市における深度別高齢者比率を見ると、高齢者数は多いが比較的深度の低い範囲に分布している苫小牧市と、高齢者数は少ないものの高い深度の範囲に分布している登別市、高い深度の範囲に多くの高齢者数が分布している釧路市や函館市というように、高齢者の分布状況が大きく異なるため、それぞれの特性に応じた高齢者の津波避難対策が必要となる。

以上のように、新想定に関しては、範囲が旧想定より東部での縮小し、西部で拡大したこと、それにより西部では浸水想定 of 深度が高い範囲 of 人口が多くなったことが分かった。また、この範囲では、2000年以降に人口が減少し、高齢化が進んだことも明らかになった。さらに、津波浸水想定 of 範囲に

住宅地区と業務地区のいずれが含まれるかにより、昼夜間で大きな人口の違いが生じることも確認できた。これにより、昼間に生産年齢人口が流入して避難時に混雑が起きる場合や、昼間に生産年齢人口が流出して高齢者や幼児の避難の補助が不足する場合などが考えられる。このような地域特性を考慮した各自治体における津波防災計画の策定が必要であり、そのために、浸水想定域における津波深度別の到達時間など詳細な空間データの利用と成果の公表が望まれる。

本研究で用いた津波浸水想定データは、避難を中心とした津波防災対策を進めるためのものであり、被害の発生範囲を示すものではない。そのため本研究の分析結果である津波浸水想定域の人口は被災人口とは異なる。なお、津波浸水想定は現在の科学的知見を基に、過去に実際に発生した津波や今後発生が想定される津波から設定したものであるが、これよりも大きな津波が発生する可能性が否定されているわけではない（北海道，2021）。さらに、津波のような自然現象は不確実性を伴うため、条件設定により結果が異なる場合もある。そのため、新想定になって旧想定よりも浸水想定面積が小さくなった太平洋沿岸西部でも、油断なく防災対策を進めることが重要である。

本研究で用いた浸水想定域人口は、北海道から公表された津波浸水想定 of GIS データと国勢調査小地域データを用いて算出したものである。国勢調査については、市街地以外の集計単位の面積が大きいため、それによって誤差が生じる可能性がある。また、本研究では、両データを重ね合わせた上で、面積按分により人口推定を行っているが、この手法に関しても内藤・橋本（2018）や工藤・橋本（2020）のように、近年では新しい手法が提案されている。このデータと手法の改良については、今後の課題としたい。

付記

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（第二次）」及び JSPS 科研費 19K01166「千島海溝地震による津波の避難行動モデル化と情報統合システム構築」における成果の一部である。

文献

- 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.
- 工藤由佳, 橋本雄一 (2020): 積雪寒冷都市における複合災害時の避難困難地域に関する空間分析—北海道留萌市の津波浸水想定域の事例—. 地理情報システム学会講演論文集, 29, B24-2-4.
- 国土交通省 (2012): 『津波防災地域づくりに関する法律について』国土交通省.
- 国土交通省水管理・国土保全局海岸室, 国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室 (2019): 『津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.10』国土交通省水管理・国土保全局海岸室, 国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2021): 『長期評価による地震発生確率値の更新について』地震調査研究推進本部地震調査委員会.
- 社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会 (2011): 『緊急提言「津波防災まちづくりの考え方」』社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会.
- 中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 (2006): 『日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定について』中央防災会議.
- 内藤健裕, 橋本雄一 (2018): 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一. 地理情報システム学会講演論文集, 27, B-5-3.
- 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): 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 (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.
- 橋本雄一編 (2017): 『二訂版 QGIS の基本と防災活用』古今書院.
- 北海道 (2012): 『北海道に津波被害をもたらす想定地震の再検討のためのワーキンググループ「太平洋沿岸の見直し」報告書』北海道.
- 北海道 (2021): 『北海道太平洋沿岸の津波浸水想定について (解説)』北海道.
- 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.