

港湾都市の土地利用の空間パターンの変化と津波災害リスク

川村 壮*・橋本雄一**

Changes in Spatial Patterns of Land Use and Tsunami Disaster Risk of Port Cities

Takeshi KAWAMURA*, Yuichi HASHIMOTO**

Abstract: The purpose of this study is to clarify the relationship between changes in land use spatial patterns and tsunami disaster risks such as damage to buildings by spatial analysis. The study areas are Kushiro City, Tomakomai City, and Muroran City, which are the major port cities on the Pacific coast of Hokkaido. In order to understand the land use changes in the port cities, this study analyzed the basic urban planning survey data and tsunami inundation data with a viewpoint of spatial perspective. As a result, the study pointed out that the development of ports and suburban residential areas in Kushiro and Tomakomai may increase the risk of tsunami disasters. This study revealed that changes in land use spatial patterns have a certain effect on tsunami disaster risk.

Keywords: 港湾都市 (port city), 土地利用変化 (land use change), 都市計画基礎調査 (city planning basic survey data), 津波災害リスク (Tsunami disaster risk)

1. はじめに

1.1. 研究の背景と目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、東北から北関東にかけての太平洋沿岸の都市において津波による多数の建物の破壊等の甚大な被害が発生した。今後、北海道においても日本海溝・千島海溝沖の地震に伴う津波により太平洋沿岸の都市に被害が発生することが想定される。特に北海道の太平洋沿岸には苫小牧港、函館港、室蘭港、釧路港など貨物取扱量が多く重要性の高い港湾都市がある(図1)。このため、内閣府(2020)で指摘されるように、日本海溝・千島海溝沿いで巨大地震が起これば、最大で根室市からえりも町にかけての地域で10~20m、それより西の地域にかけて10m程度の津波の発生が予測され、これらの港湾都市において津波により大きな被害が生じる恐れがある。

Wrenn(1983)や林(2017)によれば港湾の役割は時代とともに変わり、それに伴い工業化の進展や港湾機能の離心化による元の港湾空間の再開発など、港湾都市全体で土地利用が変化している。酒井(2002)

や奥平(2009)は道内の港湾都市の土地利用変化について論じており、それによると、このような港湾機能と関係する土地利用の変化は主に海岸付近で起こっている。そのため、港湾都市の津波災害リスクに影響を与えられとされる。

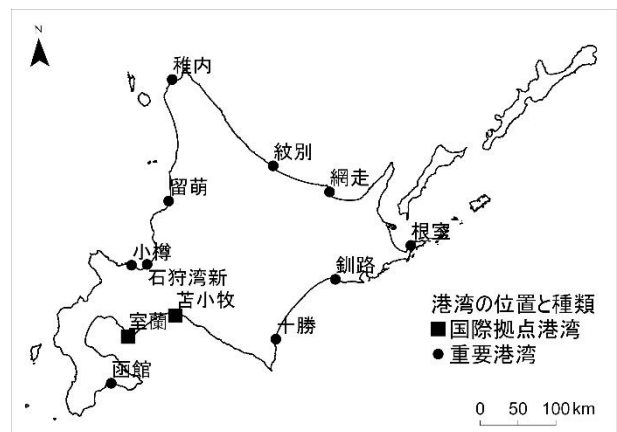


図1 北海道内の港湾の立地状況

そこで本研究では、北海道太平洋沿岸の主要港湾都市における土地利用の空間パターンの変化と建物被害等の津波災害リスクの関係を空間分析により解

* 学生会員 北海道大学大学院文学院 (Graduate School of Humanities and Human Sciences Hokkaido University) 〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西7丁目 E-mail : t_kawamura@eis.hokudai.ac.jp

** 正会員 北海道大学文学部 (School of Humanities and Human Sciences Hokkaido University)

明することを目的とする。なお、対象とするのは、道内で唯一国土交通省から国際バルク戦略港湾の指定を受けている釧路港を有する釧路市と、港湾法上の国際拠点港である苫小牧港と室蘭港を有する苫小牧市と室蘭市の3都市である。

1.2. 資料と研究方法

本研究では、建物立地状況のデータとして北海道建設部まちづくり局都市計画課より提供を受けた都市計画基礎調査を用いる。また、津波浸水想定範囲のデータとして北海道防災情報のホームページから入手した津波浸水結果 GIS データ (2012 年版および 2021 年版) を用いる。本稿では 2012 年版を旧想定、2021 年版を新想定と呼称する。

研究方法としては、まず各都市内部の都市機能分布の空間パターンを把握する。このために、都市計画基礎調査データを 4 分の 1 地域メッシュ (1 辺約 250m) に集約し、メッシュごとに延床面積が最大となる建物用途を示して地図化する。

次に、複数年次の都市計画基礎調査データの比較により各都市の土地利用の空間パターンの変化を把握する。このために、メッシュごとの延床面積やその変化を地図化するとともに、各鉄道駅からの距離帯ごとに延床指数 (延床面積 / メッシュ面積) と高層化指数 (延床面積 / 建築面積) を算出する。

最後に、土地利用の空間パターンの変化と津波災害リスクの関係を明らかにする。このために、中央防災会議 (2012) の建物被害率曲線を用いて 4 分の 1 地域メッシュごとの被害延床面積 (延床面積 × 全壊率 + 延床面積 × 半壊率 × 1/2) と被害率 (被害延床面積 / 延床面積) を算出・地図化し、前段で明らかにした土地利用の空間パターンとの関係を論ずる。津波浸水データは、旧想定と新想定の両方を用いる。

なお、被害率曲線では非 DID 地区の木造建物では概ね浸水深 3m、非木造建物では概ね浸水深 4m で全壊率が 90%程度となる。しかし、被害の実態は全壊と判定される建物の中でも様々であり、完全な流失に至る建物ばかりではなく、非構造部材の破壊にとどまる建物もある。東日本大震災の被害を調査した建築研究所 (2012) の報告からは、5 階建以上の非木造建築物では倒壊に至ったものは少なかったこと

が示唆される。このため、被害率の高い地域であっても一様に全ての建物が流出や倒壊に至るのではなく、特に大型の非木造建築物が立地する地域では垂直避難に活用可能な建物が残存すると考えられることに留意する必要がある。

2. 釧路市の土地利用変化と津波被害推計

2.1. 津波深水想定範囲

図 2 は釧路市の地域概観と津波浸水想定範囲である。釧路市は 2005 年に阿寒町、音別町と合併しているが、本研究では合併前の旧釧路市域を対象とする。釧路市には 1899 年に開港した釧路港東港区と、1978 年に供用が開始された釧路港西港区が立地する。現在では、コンテナターミナルや飼料コンビナートといった主要港湾機能は西港区に立地している。

津波浸水想定範囲は、旧想定では釧路川左岸を除くほとんどの市街地が含まれるが、新想定では範囲が小さくなっており、市街地の北部が想定範囲外となっている。

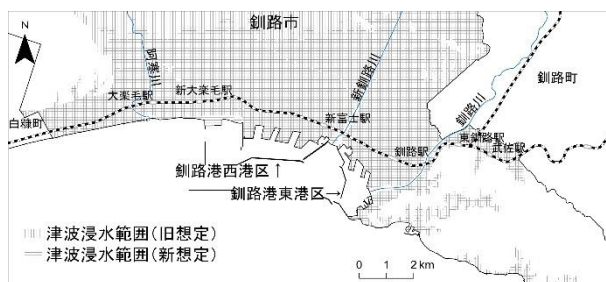


図 2 釧路市の地域概観と津波浸水想定範囲

2.2. 都市機能分布と土地利用変化の空間パターン

釧路市の都市計画基礎調査は 1979 年、1984 年、1993 年、2001 年、2010 年、2015 年の 6 年次分が存在する。このうち 1979 年と 1984 年は旧測地系 100m メッシュ、1993 年と 2001 年は小地域、2010 年と 2015 年は建物ごとの空間データが整備されている。これらは地図化や年次間比較を容易にするため 4 分の 1 地域メッシュに集約して使用するが、元データの精度が異なることに留意する必要がある。

図 3 は、1979 年および 2015 年の各メッシュで延床面積が最大となる建物用途を示したものである。どちらの年次でも釧路駅周辺に専用商業施設、港湾

周辺に工場施設や都市運営施設が集中しているが、2015年時点では釧路港西港区および市街地の西端に新たに工場施設や都市運営施設が進出している。

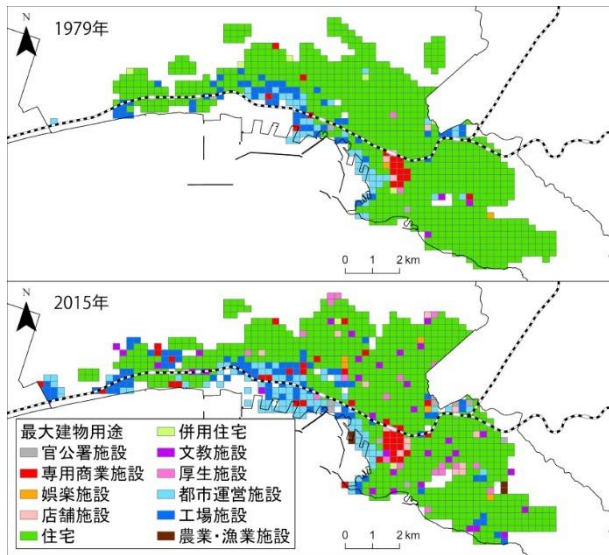


図3 釧路市のメッシュごと最大建物用途

図4は、1979年および2015年のメッシュごとの全建物の延床面積である。主に北部や西部に市街地が進出するとともに、全体的に延床面積の大きいメッシュが増加している。

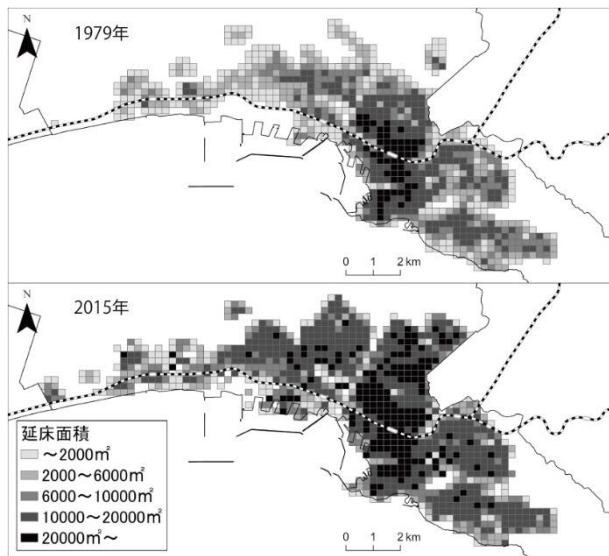


図4 釧路市のメッシュごと全建物延床面積

しかし、図5により1979年から2015年までの各年次間の延床面積の増減を確認すると、1979年から1993年までは全市的に延床面積が増加しているが、

1993年から2001年にかけては釧路駅周辺で延床面積の減少が始まっており、傾向が変化している。2001年から2010年にかけては増加メッシュと減少メッシュが混在しており、2010年から2015年にかけては市街地北部の郊外住宅地を除き大きな変化は見られなくなっている。

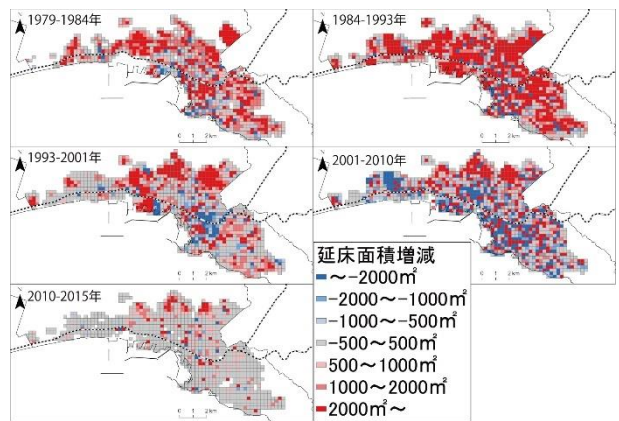


図5 釧路市のメッシュごと全建物延床面積変化

続いて、図6は1979年および2015年のメッシュごとの全建物の高層化指数である。1979年と比べ2015年は高層化指数が高いメッシュが増えているが、釧路港西港区周辺では1.25以下のメッシュ、市街地北部の郊外住宅地では1.75以下のメッシュが多い。

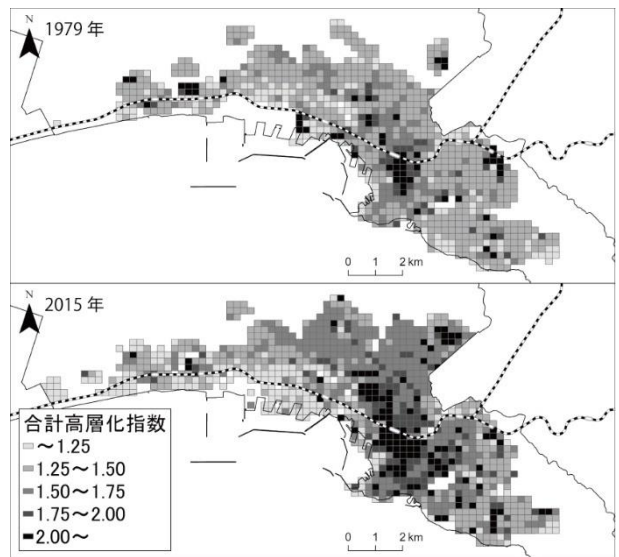


図6 釧路市のメッシュごと全建物高層化指数

図7は釧路駅からの距離帯ごとの全建物および専

用商業施設の延床指数である。メッシュの中心が JR 根室本線の南側に位置するメッシュは正の値，北側に位置するメッシュは負の値で距離を示している。延床指数は概ね上昇傾向にあるが，250m 圏の専用商業施設は 2001 年以降減少している。これは，釧路市における中心市街地の衰退を示していると考えられる。ただし高層化指数についてはこのような減少傾向はみられない。

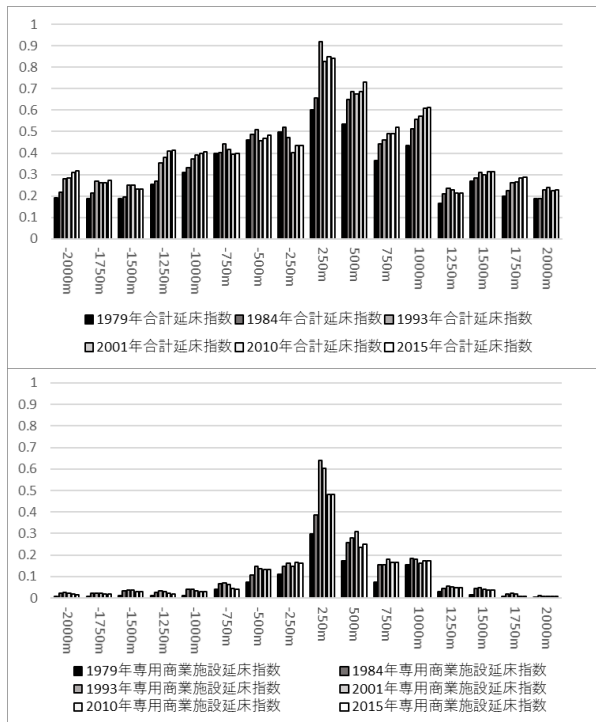


図 7 釧路駅からの距離別延床指数

港湾周辺の土地利用状況を確認するため新富士駅からの距離帯ごとの全建物の延床指数を図 8 に示す。新富士駅周辺は新釧路川を挟んで左岸が東港区，右岸が西港区であり，JR 根室本線の南側は大部分が臨港地区となっている。東港区と比べ西港区の方が延床指数が大きく増加しており，港湾機能の西港区への集中に伴って建物が増加していることが示されている。また新釧路川右岸では JR 根室本線の北側でも延床指数の増加がみられるが，これも西港区周辺の工業地域における建物の増加の結果であると考えられる。

図 9 は市街地西部の海岸付近にある大楽毛駅および新大楽毛駅周辺の延床指数である。1993 年までは大きく増加しているが，以降は増加が小さくなって

いる。これは，釧路市における郊外開発の中心が西部から北部に移ったことを示していると考えられる。

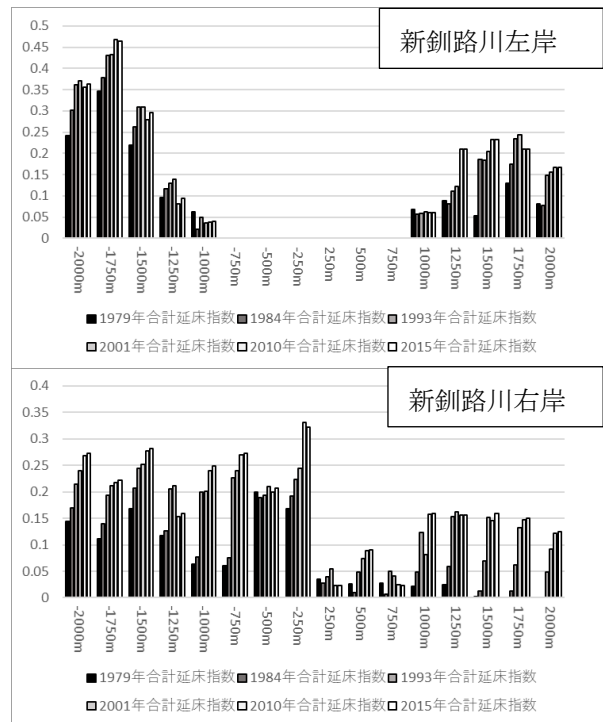


図 8 新富士駅からの距離別延床指数

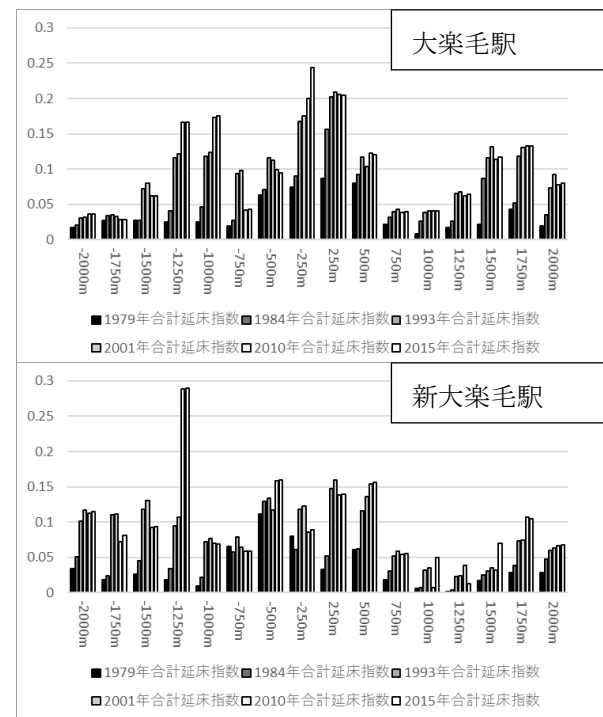


図 9 大楽毛駅・新大楽毛駅からの距離別延床指数

2.3. 津波による建物被害推計

図 10 は，2015 年の各メッシュの被害率の推計結

果を示したものである。釧路川左岸の地域を除き高い被害率となっているが、新想定では津波浸水地域が縮小し浸水深も低くなっていることから、市街地北部の郊外住宅地において被害率の低い地域がある。

表 1 の通り建物用途別の被害率をみると、工場施設や都市運営施設が高く港湾周辺の開発により被害率が高くなっていると考えられる。一方で新想定では住宅の被害率が比較的低くなっており、西港区周辺や市街地西部の開発が停滞し市街地北部が開発の中心となることは、津波災害の面からはリスクの低減につながる可能性がある。

なお実態として、中心市街地の高層建築物の中には利用されていない建物が多くなっている。この状況が進行すると、利用できない建物が増えたり取り壊されて低層の建物に置き換わったりすることで、垂直避難が可能な避難施設の設定が困難になる可能性がある。

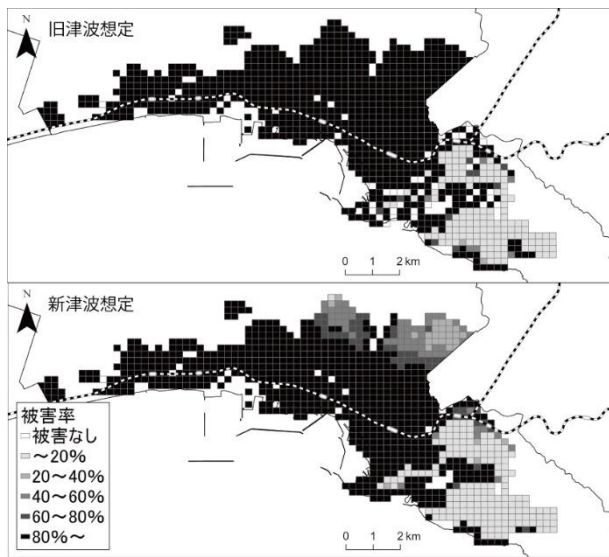


図 10 釧路市の建物被害率の推計

表 1 釧路市の建物用途別被害率の推計

建物用途	延床面積	被害面積 (旧想定)	被害率 (旧想定)	被害面積 (新想定)	被害率 (新想定)
官公署施設	130888㎡	104342㎡	79.7%	110277㎡	84.3%
専用商業施設	1009866㎡	960350㎡	95.1%	942417㎡	93.3%
店舗施設	540412㎡	479277㎡	88.7%	473964㎡	87.7%
住宅	7496911㎡	5854473㎡	78.1%	5144863㎡	68.6%
工場施設	1018346㎡	968599㎡	95.1%	982430㎡	96.5%
都市運営施設	790881㎡	769505㎡	97.3%	767878㎡	97.1%

3. 苫小牧市の土地利用変化と津波被害推計

3.1. 津波浸水想定範囲

図 11 は苫小牧市の地域概観と津波浸水想定範囲である。苫小牧市には 1963 年に開港した苫小牧港西港区と、1980 年に開港した苫小牧港東港区が立地する。コンテナターミナルは東港区に設置されているが、現在でも主要港湾機能は西港区に立地している。

津波浸水想定範囲は、旧想定と比べ新想定では範囲が広がっており、特に沼ノ端駅周辺や苫小牧市役所周辺、糸井駅や錦岡駅周辺の JR 室蘭本線より北側といった、旧想定では浸水地域外だった場所も浸水地域に含まれるようになっている。

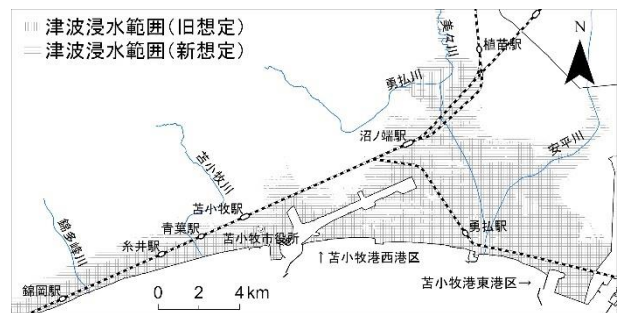


図 11 苫小牧市の地域概観と津波浸水想定範囲

3.2. 都市機能分布と土地利用変化の空間パターン

苫小牧市の都市計画基礎調査は 1986 年、1992 年、2010 年、2015 年の 4 年次分が存在する。このうち 1986 年は旧測地系 100m メッシュ、1992 年は小地域、2010 年と 2015 年は建物ごとの空間データが整備されている。

図 12 は、1986 年および 2015 年の各メッシュで延床面積が最大となる建物用途を示したものである。2015 年時点では苫小牧港西港区に広く工場施設が進出しているほか、苫小牧駅周辺で専用商業施設が最大となるメッシュが減少している。また、西港区の北側の地域では 1986 年時点では都市運営施設が卓越していたが、2015 年時点では専用商業施設が最大となるメッシュが多くなっている。これは、この地域にロードサイド型商業施設が進出したことを示していると考えられる。

図 13 は、1986 年および 2015 年のメッシュごとの全建物の延床面積である。主に苫小牧港西港区、錦

岡駅周辺などの西部，沼ノ端駅周辺などの北東部に市街地が進出するとともに，全体的に延床面積の大きいメッシュが増加している。

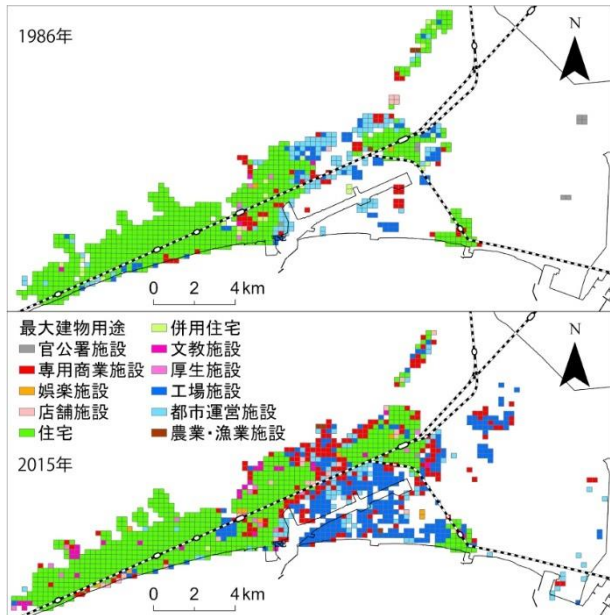


図 12 釧路市のメッシュごと最大建物用途

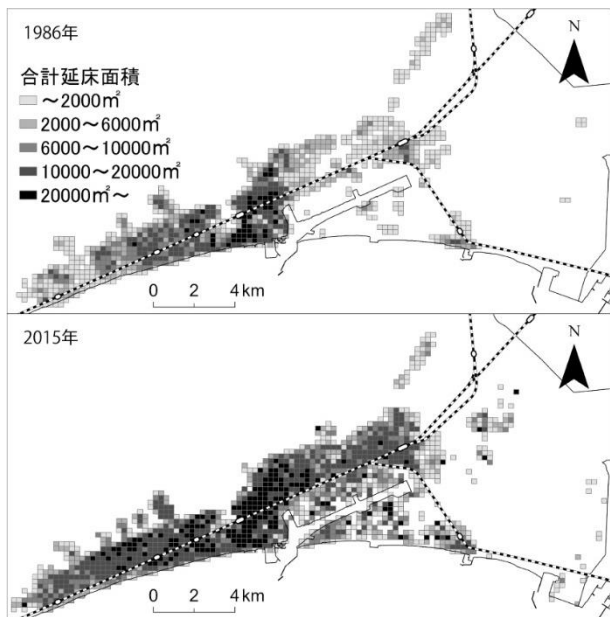


図 13 苫小牧市のメッシュごと全建物延床面積

図 14 は年次間の延床面積の増減であるが，1986年から 1992 年では西港区周辺，苫小牧駅周辺の中心市街地，市街地の西部において増加がみられるが，1992 年から 2010 年では沼ノ端駅周辺でも増加がみられるようになり，反対に苫小牧駅周辺の中心市街

地では減少がみられるようになってきている．2010 年から 2015 年では全体的に変化が少なくなっているが，沼ノ端駅周辺では増加が続いている。

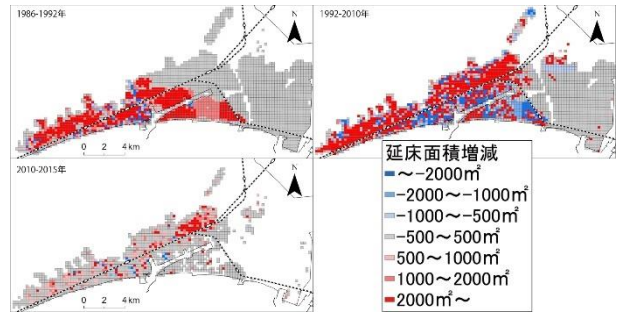


図 14 苫小牧市のメッシュごと全建物延床面積変化

図 15 は，1986 年および 2015 年のメッシュごとの全建物の高層化指数である．1986 年と比べ 2015 年は高層化指数が高いメッシュが増えているが，苫小牧港西港区周辺や西港区の北側のロードサイド型店舗が立地する地域では 1.25 以下のメッシュ，市街地西部の錦岡駅や糸井駅の周辺，市街地北東部の沼ノ端駅周辺では 1.75 以下のメッシュが多い。

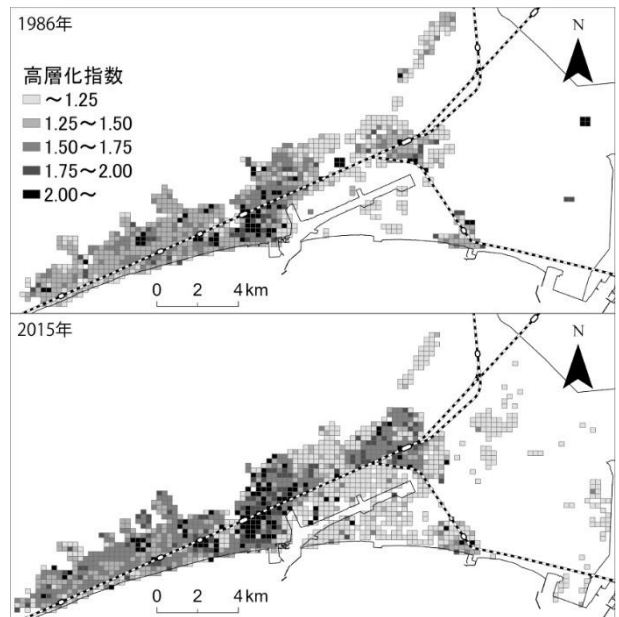


図 15 苫小牧市のメッシュごと全建物高層化指数

図 16 は，中心市街地に位置する苫小牧駅と，郊外に位置する錦岡駅および沼ノ端駅からの距離帯別の全建物の延床面積である．JR 室蘭本線より南側を正の値，北側を負の値で距離を表現している．苫小牧駅周辺ではあまり延床指数が上昇していないが，錦

岡駅と沼ノ端駅の周辺では 1992 年から 2010 年にかけて延床指数が大きく上昇している。特に西港区に近い沼ノ端駅周辺では住宅だけでなく工場施設や専用商業施設の延床指数の上昇もみられる。このように苫小牧市では郊外での開発が進展し、西港区周辺では工場やロードサイド型店舗の建設も進んでいる。

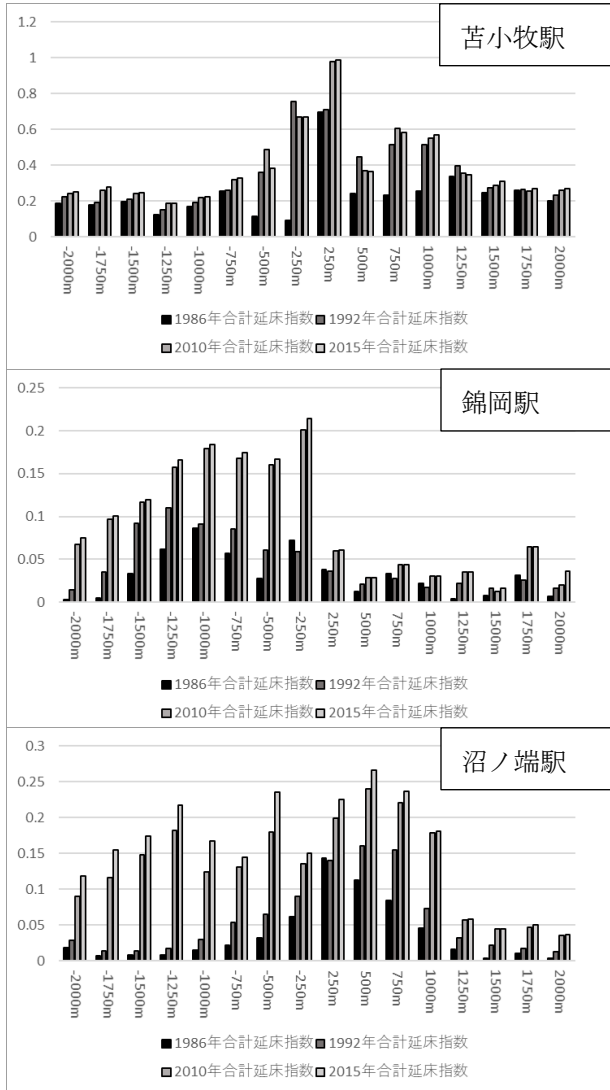


図 16 各駅からの距離別延床指数

3.3. 津波による建物被害推計

図 17 は、2015 年の各メッシュの被害率の推計結果を示したものである。沿岸部を中心に被害率の高いメッシュが分布するが、新想定では沼ノ端駅の南側や苫小牧駅の南側といった地域も旧想定と比べ被害率が高くなっている。

表 2 の通り建物用途別の被害率をみると、どの用途も大きな差がない。これは工場施設や都市運営施設

設といった港湾周辺の開発だけでなく、住宅地やロードサイド型店舗の開発が海岸付近で行われていることによっても、一定の津波災害リスクが生じていることを示していると考えられる。このような郊外型の開発が実施された地域は高層の建物が少なく、避難施設の設定が困難になる可能性がある。

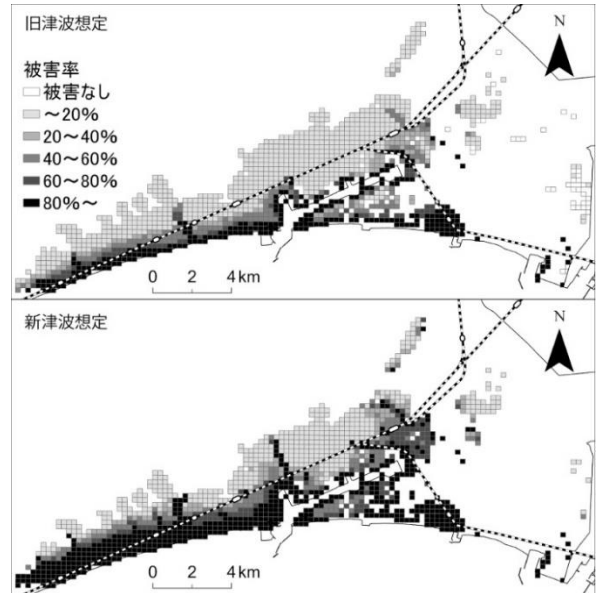


図 17 苫小牧市の建物被害率の推計

表 2 苫小牧市の建物用途別被害率の推計

建物用途	延床面積	被害面積 (旧想定)	被害率 (旧想定)	被害面積 (新想定)	被害率 (新想定)
官公署施設	30338㎡	15738㎡	51.9%	23905㎡	78.8%
専用商業施設	1425265㎡	439756㎡	30.9%	670024㎡	47.0%
店舗施設	553349㎡	179682㎡	32.5%	282009㎡	51.0%
住宅	7939186㎡	2437491㎡	30.7%	4541644㎡	57.2%
工場施設	2306676㎡	850631㎡	36.9%	1420596㎡	61.6%
都市運営施設	761838㎡	296881㎡	39.0%	385995㎡	50.7%

4. 室蘭市の土地利用変化と津波被害推計

4.1. 津波浸水想定範囲

図 18 は室蘭市の地域概観と津波浸水想定範囲である。室蘭市には 1899 年に開港した室蘭港が立地する。室蘭港では他の北海道内の港湾と比べ、民間企業が所有する専用埠頭が多いのが特徴である。津波浸水想定範囲は旧想定と新想定で範囲はさほど変わらないが、東室蘭駅周辺等で新想定の方が浸水深が大きい。

4.2. 都市機能分布と土地利用変化の空間パターン

室蘭市の都市計画基礎調査は 1994 年、2000 年、

2010年、2015年の4年次分が存在する。このうち1994年と2000年は小地域、2010年と2015年は建物ごとの空間データが整備されている。

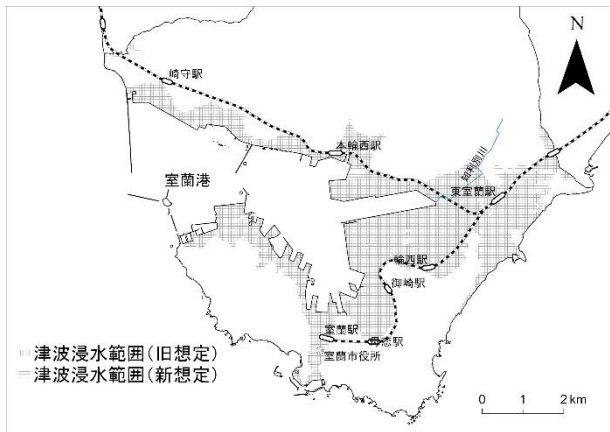


図18 室蘭市の地域概観と津波浸水想定範囲

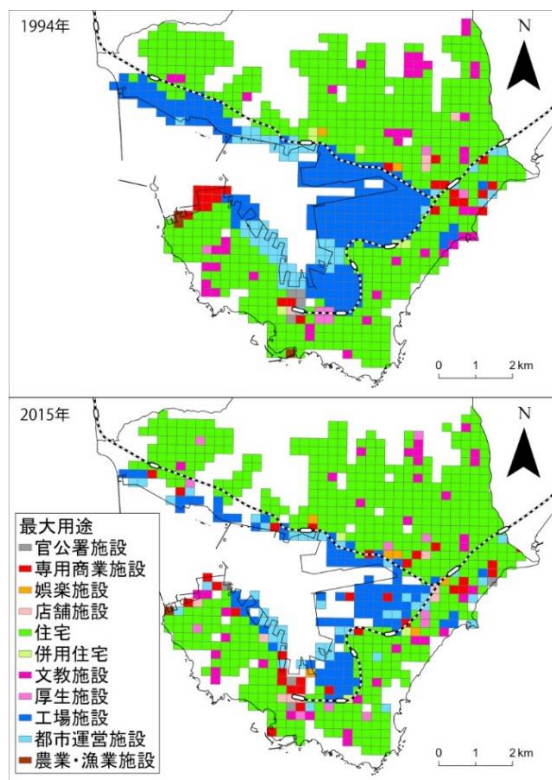


図19 室蘭市のメッシュごと最大建物用途

図19は、1994年および2015年の各メッシュで延床面積が最大となる建物用途を示したものである。全市的な傾向としては両者に大きな違いは無く、大規模な市街地の拡大や最大用途の変化は見られない。

図20は、1994年および2015年のメッシュごとの

全建物の延床面積である。ここでも大きな変化はみられないが、東室蘭駅周辺では延床面積の大きなメッシュがやや増加している。

図21は1994年から2015年までの各年次間の延床面積の変化である。1994年から2000年までは全市的に増加しているが、2000年から2010年は全市的に減少に転じており大きな傾向の変化がある。2010年から2015年は変化が小さくなっているが、室蘭駅周辺では減少メッシュがやや集中している。

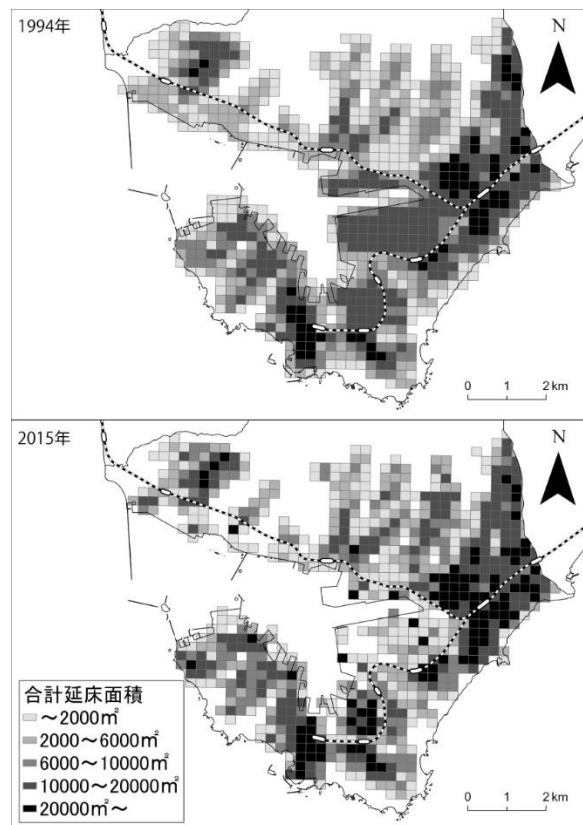


図20 室蘭市のメッシュごと全建物延床面積

図22は1994年および2015年のメッシュごとの全建物の高層化指数である。室蘭駅や東室蘭駅の周辺で高層化指数の高いメッシュが分布する一方で、JR室蘭本線より海側の臨港地区では大部分が高層化指数1.5以下となっている。

図23は、市役所等の官公署施設が立地する室蘭駅と、商業施設が集積する東室蘭駅からの距離別の延床指数である。室蘭駅ではJR室蘭本線(支線)および室蘭駅前通より南側を正の距離、北側を負の距離で表現している。東室蘭駅では室蘭本線(本線)より南側を正の値、北側を負の値で距離を表現して

いる。室蘭駅周辺では 2000 年以降やや減少がみられる。また、東室蘭駅周辺では JR 室蘭本線（本線）より南側で住宅がやや増加している。しかし、どちらも全体的には大きな変化は無い。

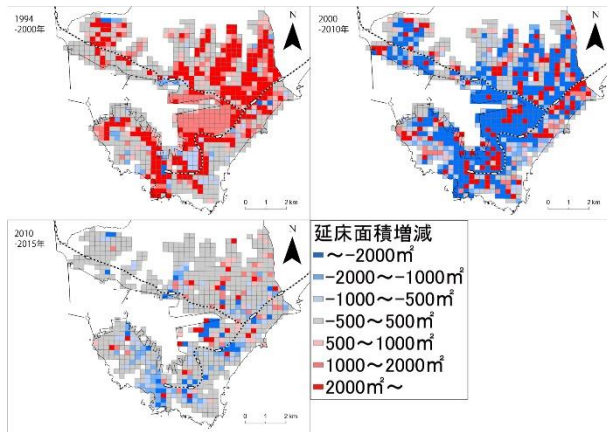


図 21 室蘭市のメッシュごと全建物延床面積変化

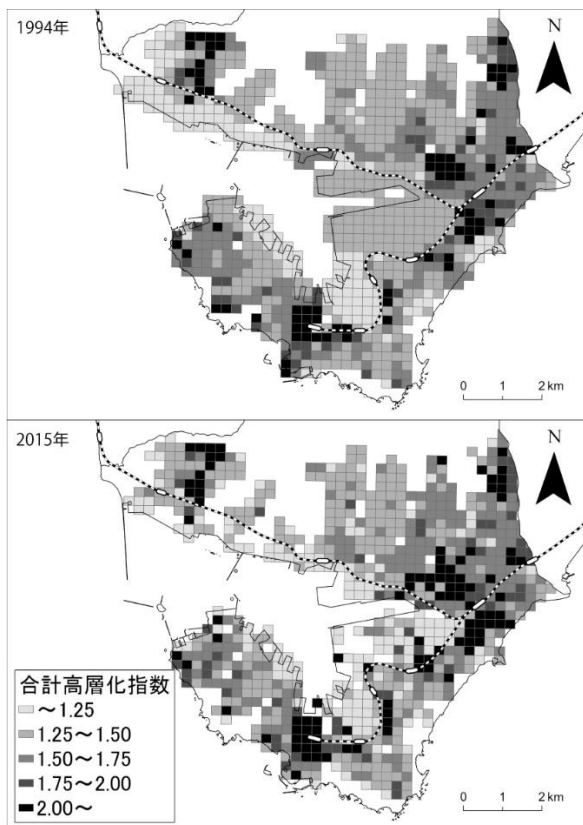


図 22 室蘭市のメッシュごと全建物高層化指数

4.3. 津波による建物被害推計

図 24 は、2015 年の各メッシュの被害率の推計結果である。沿岸部を中心に被害率の高いメッシュが分布するが、新想定では東室蘭駅周辺において旧想

定と比べやや被害率が高くなっている。

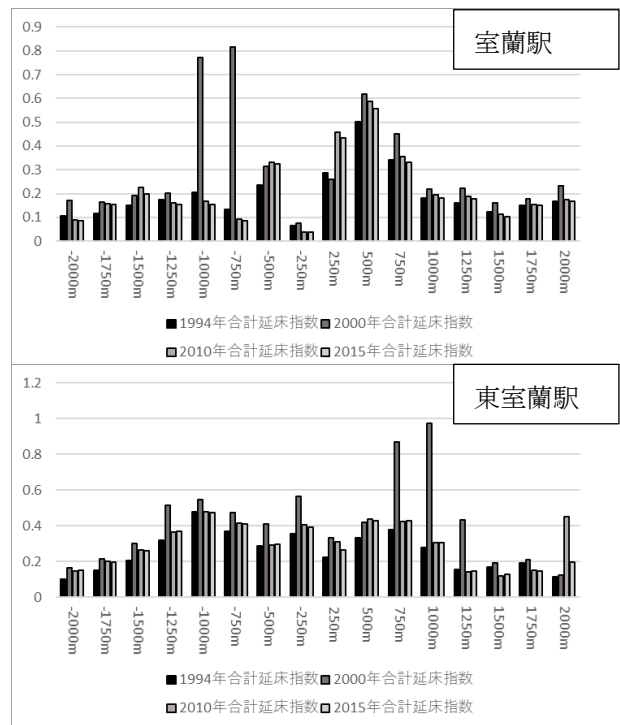


図 23 各駅からの距離別延床指数

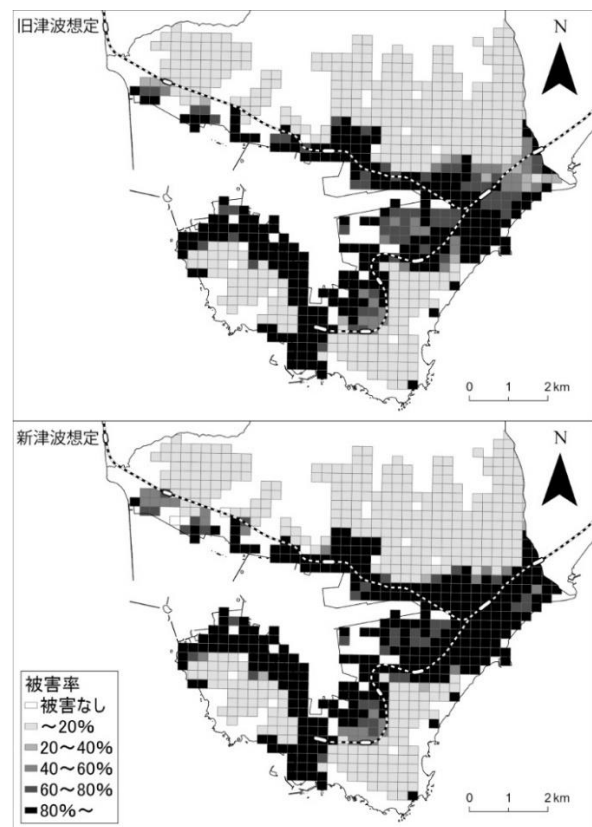


図 24 室蘭市の建物被害率の推計

表 3 の通り建物用途別の被害率をみると、住宅は

被害率が低く商業系や工業系の建物用途では被害率が高くなっている。これは、住宅は市の北部等の高台も含め郊外に広く分布しているが、商業系の建物は東室蘭駅や室蘭駅周辺の低地、工業系の建物は海岸付近に集中して立地しているためと考えられる。

表3 室蘭市の建物用途別被害率の推計

建物用途	延床面積	被害面積 (旧想定)	被害率 (旧想定)	被害面積 (新想定)	被害率 (新想定)
官公署施設	50615㎡	43212㎡	85.4%	45575㎡	90.0%
専用商業施設	529526㎡	420728㎡	79.5%	465481㎡	87.9%
店舗施設	283775㎡	227556㎡	80.2%	247209㎡	87.1%
住宅	4068505㎡	1627146㎡	40.0%	1841473㎡	45.3%
工場施設	955811㎡	741746㎡	77.6%	794161㎡	83.1%
都市運営施設	328381㎡	275759㎡	84.0%	296138㎡	90.2%

5. おわりに

本研究では、北海道太平洋沿岸の代表的な港湾都市である釧路市、苫小牧市、室蘭市を対象に、港湾開発や郊外化、都心の衰退等による土地利用の空間パターンの変化を明らかにした。また、日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震による最大規模の津波を想定し、港湾都市の土地利用の変化が津波災害リスクに与えた影響を解明することを試みた。

結果は次の通りである。釧路市では、中心市街地の商業系の建物で延床面積が減少し、かつては港湾開発や郊外住宅地の開発が進んだ釧路港西港区周辺や市街地西部でも延床面積の増加が停滞する一方で、市街地北部では住宅の延床面積が増加している。市全体としては建物被害率が高いが、開発の中心は津波災害リスクの低い地域に移りつつある。

苫小牧市でも、中心市街地の延床面積の増加が停滞する一方で市街地の北東部で延床面積の増加が続いているが、市街地の北東部は津波浸水地域内であり、一定の建物被害の発生が想定される。ただし、JR 室蘭本線より北側の既存の市街地の大部分では、建物被害はほとんど想定されない。

室蘭市では、資料が入手できた期間では、釧路市や苫小牧市のような中心市街地と郊外の延床面積増減の大きな違いはみられない。港湾周辺に立地する工業系建物、中心市街地の平地を中心に立地する商業系建物、郊外の高台に立地する住宅といった建物

用途ごとの立地箇所の違いにより、建物用途ごとの建物被害率の違いが大きくなっている。

以上のとおり本研究では、北海道太平洋沿岸の港湾都市において、港湾開発や郊外化、都心の衰退等による土地利用の空間パターンの変化が、津波災害リスクに一定の影響を与えていることを指摘した。特に港湾開発や郊外型の開発は高層化指数の低い地域を形成し、津波避難施設の設定が困難となる可能性がある。北海道においては太平洋沿岸に重要性の高い港湾や都市が集中して立地しており、本研究の分析結果が示すような被害が発生した場合、港湾機能や都市機能の低下により北海道に大きな経済的影響を及ぼすと考えられる。

また、釧路市と苫小牧市の分析結果から、市街地の拡大方向の違いにより津波災害リスクへの影響が異なることが示唆された。このような違いは、地形などの自然条件による制約や都市計画等の行政施策のほか、港湾機能の拡大による周囲の工業化や港湾の離心化等も影響していると考えられる。この点を明らかにすることは今後の課題である。

謝辞

本研究の実施にあたり、都市計画基礎調査データを北海道建都市計画課から提供いただきました。ここに記して厚く御礼申し上げます。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(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。

参考文献

- 内閣府(2020) 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告)。
- Wrenn, D. M. (1983) 『Urban Waterfront Development』 Urban Land Institute.
- 林上(2017) 『都市と港湾の地理学』 風媒社。
- 酒井多加志(2002) 釧路港における港湾空間の発達過程。「地学雑誌」, 111, 100-117.
- 奥平理(2009) 苫小牧港における土地利用変化と港湾開発。「函館工業高等専門学校紀要」, 43, 81-89.
- 中央防災会議(2012) 南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要。
- 建築研究所(2012) 平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震調査研究(速報)。