

津波災害リスクを考慮した都市構造の持続可能性についての分析

Analysis of sustainability on urban structure considering tsunami disaster risk

奥嶋 政嗣*・山中 英生・渡辺 公次郎

Masashi OKUSHIMA*, Hideo YAMANAKA and Kojiro WATANABE

徳島大学 大学院社会産業理工学研究部

Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

摘 要

人口減少だけでなく、津波災害が懸念されている地方都市圏における持続可能な都市構造への再編の方向性を見出すことを目指し、都市構造の持続可能性に関わるリスクの計測方法を提案する。具体的には、津波災害の懸念のある徳島都市圏を事例として、将来の人口減少を推計した上で、津波による住宅全壊リスク、都市サービス低下の抑制に関わる商業施設撤退リスク、自動車利用による環境負荷リスクを計測した。その結果として、都市圏内の人口減少を補うように、想定浸水深 2 m 以下の区域に木造住宅居住者の移転を進めれば、津波災害リスクが軽減されるが、人口集積地からの撤退となり、自動車利用による環境負荷を高める推計結果となった。一方、想定浸水深 3m までの津波災害リスクを人口集中地区(DID, Densely Inhabited District)地区で許容すれば、温室効果ガス排出増加が抑制される推計結果を得た。

キーワード：温室効果ガス、自動車利用距離、人口分布、津波災害、都市構造

Key words : greenhouse gas, driving distance, population, tsunami disaster, urban structure

1. はじめに

地方都市圏では高齢化及び人口減少が大きな問題となっている。このため都市サービスの運営・維持が困難になり、都市サービス撤退に伴い、交通弱者の孤立・買い物難民などの問題が発生している¹⁾。また、地方都市圏では、モータリゼーションの進展の結果として、自動車利用に依存した生活行動が定着している。このため、一人あたりの自動車利用が多く、温室効果ガス排出量の削減が求められている。これらの問題を解決するために、集約型都市構造の実現が必要とされている。

これまでに、都市インフラ整備の評価に関しては、多元的な共同利益を表す QOL(Quality of Life)概念に基づいた評価手法が開発されている²⁾。そこでは、安心安全性、経済活動機会、生活文化機会、空間快適性及び環境持続性の観点からの評価方法が提案されている。しかしながら、都市圏の規模あるいは位置づけにより、交通機関、人口分布、災害リスクなど重視すべき観点が異なると考えられる。特に地方都市圏では、その特徴や問題点に応じた視点からの議論が必要である。また人口減少下においては、持続可能性の観点から都市構造のあり方を見出す必要

性が高い。

一方、我が国では多くの甚大な災害が発生しており、災害に強いまちづくりが求められている。東日本大震災の事例では、津波浸水深 2 m 以上の地域で、建物の流失や全壊などの大きな被害が報告されている³⁾。近い将来に南海トラフ巨大地震の発生が想定されており、被災想定地域では災害リスクを減少させる都市構造へ転換していく必要性が指摘されている。海外の研究事例では、Lovholt らが、津波災害のリスク削減には、警報システム・避難計画の導入が重要であると指摘している⁴⁾。また、インドネシアの事例では、災害リスク緩和と温室効果ガス排出削減の両面を考慮して持続可能な土地利用計画と交通計画についての提案がなされている⁵⁾。

そこで本研究では、津波災害リスクを考慮する必要性が高い地方都市圏である徳島東部都市圏を対象として、持続可能な都市構造への再編の方向性を見出すことを目的とする。対象都市圏では自動車保有率が高く、自動車依存型社会となっており、人口減少による都市サービスの撤退可能性が高まっている。また、対象都市圏の市街地は津波浸水想定 2 m 以上の範囲内にも広く存在しており、大きな被害が想定される。そこで、将来の人口減少を推計した上

受付：2017 年 7 月 10 日，受理：2017 年 10 月 10 日

* 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1, e-mail : okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

で、[1] 津波災害リスクの減少、[2] 都市サービス低下の抑制及び [3] 自動車利用による温室効果ガス排出などの環境負荷の削減の各観点から、都市構造の持続可能性について分析する。

2. 対象都市圏の人口分布

対象都市圏における現在人口について整理する。対象都市圏は、徳島東部都市計画区域(徳島市、鳴門市、阿南市、小松島市、吉野川市、石井町、松茂町、北島町)に藍住町、板野町及び上板町を加えたものである。2010 年度国勢調査に基づいて、1 km メッシュ単位で表された現在人口分布を図 1 に示す。対象都市圏の現在人口は 615 千人である。対象都市圏では、沿岸部及び吉野川流域において人口が集中している。

対象都市圏における年齢階層別現在人口の空間分布データに基づいて、1 km メッシュ単位でコーホー

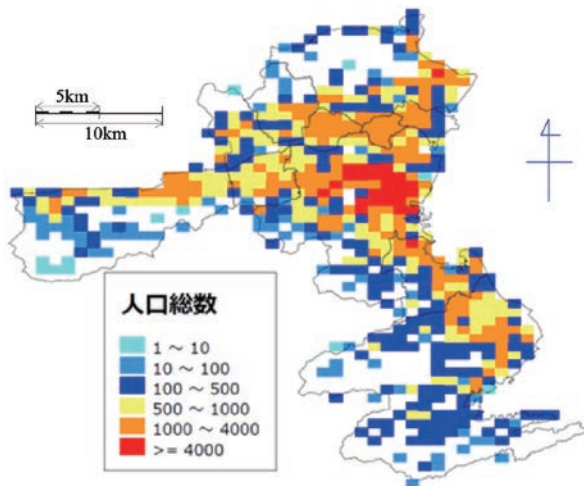


図 1 現在人口分布.

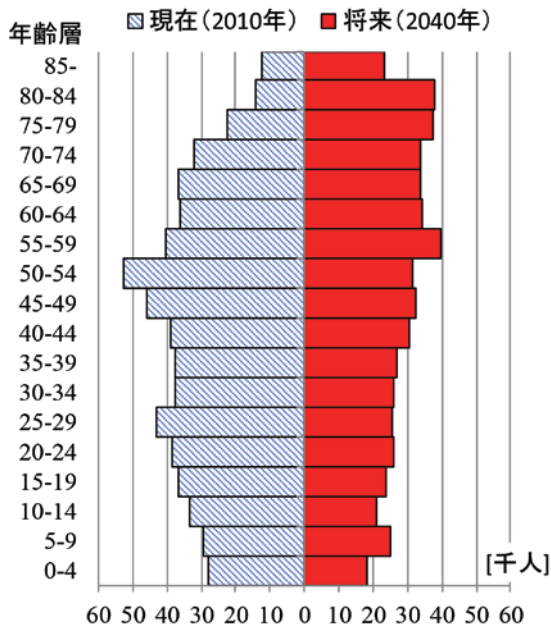


図 2 年齢階層別人口.

ト要因法⁶⁾を適用し、5 年単位で 30 年後までの年齢階層別人口を 1 km メッシュ単位で推計した。「現在」から 30 年後の 2040 年時点を「将来」として、対象都市圏全体における年齢階層別将来人口の推計結果を図 2 に示す。

現在の年齢階層別人口では、50~54 歳の人口が最も多く、30 歳未満の年齢階層では徐々に人口が減少傾向にあることがみてとれる。将来の人口推計では 527 千人となり、現在人口より 88 千人程度減少する結果となった。また現在人口と比較すると、後期高齢者人口が増加するとともに、40 歳未満の年齢階層での人口減少が顕著であり、現状のまま推移すれば、人口減少及び少子高齢化社会が形成されることがわかる。

3. 都市構造の持続可能性に関する現状把握

都市構造の持続可能性に関わるリスクとして、[1] 津波による住宅全壊リスク、[2] 都市サービス低下の抑制に関わる商業施設撤退リスク、[3] 自動車利用による環境負荷リスクについて、対象都市圏の現状と将来(現状のまま推移)を把握する。

3.1 津波による住宅全壊リスク

津波被災の影響を把握するために、最大クラスの津波による浸水想定地域における現在人口及び将来人口を求める。徳島県から公表されている南海トラフ巨大地震発生時の対象地域における津波浸水想定⁷⁾及び DID 地区を図 3 に示す。

対象地域の人口集中地区の大部分が想定浸水深 2 m 以上の区域に含まれている。また津波浸水想定地域には、対象都市圏の主要な市街地の大半が含まれている。

津波浸水想定地域内の現在人口及び将来人口を、想定浸水深別に集計した結果を図 4 に示す。現在における浸水想定地域人口は 326 千人であり、将来においては 285 千人である。また、想定浸水深 2 m 以上の地域の居住人口は、現在 193 千人、将来 168

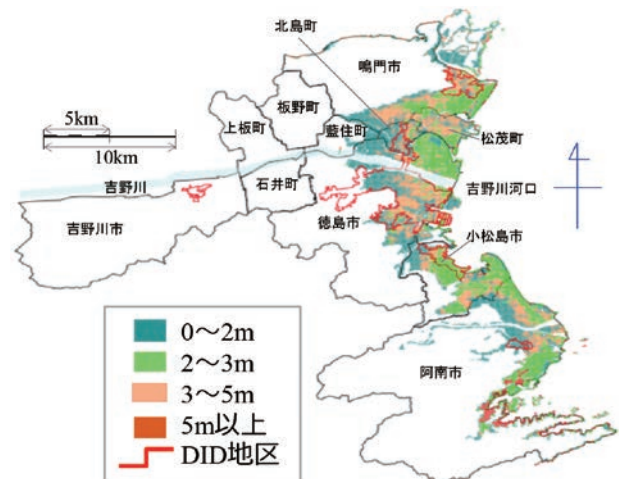


図 3 津波想定浸水地域と人口集中(DID)地区.

千人となっており、対象都市圏人口の3割を占める。したがって、将来においても津波災害リスクのある地域に多数の居住者が存在することに留意する必要がある。

津波想定浸水深2m以上の場合には、木造住宅が全壊することが想定されている³⁾。中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループでは、東日本大震災において津波浸水深5m以上で非木造住宅を含む大半の建物が全壊しており、津波

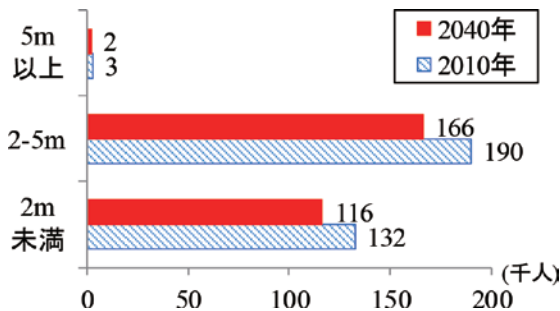


図4 浸水想定地域人口。

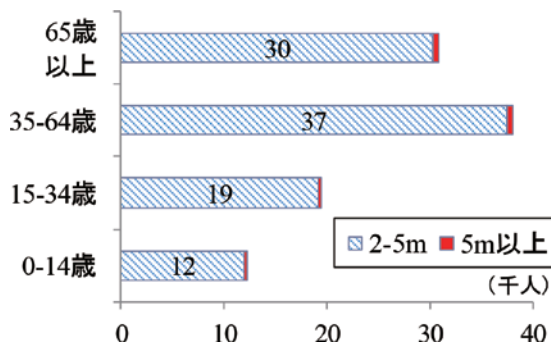


図5 浸水想定地域の将来木造住宅居住者数。

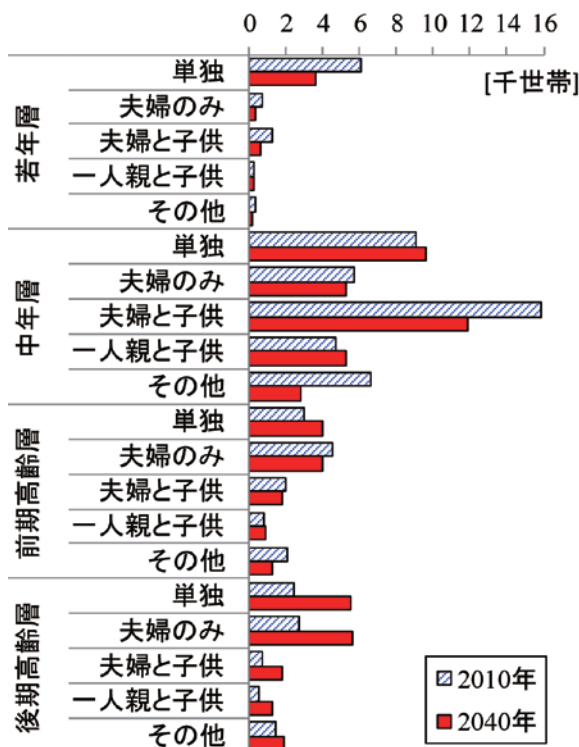


図6 津波による住宅全壊リスクのある世帯数。

浸水深2.0～2.5mでは木造住宅の全壊率が70%を上回っていることが報告されている⁸⁾。

そこで、想定浸水深2m以上の地域における木造住宅居住者数を、津波災害に関するリスク指標とする。木造住宅居住者数は、年齢階層別人口に、木造住宅率を乗じて算出する。木造住宅率については、平成25年度住宅・土地統計調査より構造別住宅数を用いて、市町別に設定した。想定浸水深2m以上の地域における将来の木造住宅居住者数を年齢階層別に推計した結果を図5に示す。木造住宅の全壊可能性がある想定浸水深2m以上のエリアに、将来も合計100千人程度の木造住宅居住者が推計された。したがって、L2津波発生により対象都市圏人口の約20%が住宅を喪失する可能性が示唆される。また、65歳以上の高齢者が30%を占める。東日本大震災時には津波による犠牲者の半数が65歳以上の高齢者であったことを鑑みると、高齢者の避難対策にも配慮が必要となる。

つぎに、将来において最大クラスの津波による住宅全壊リスクのある世帯数を推計する。将来の世帯数推計では、厚生労働省により示されている推計方法⁶⁾を適用する。性別年齢階層別人口に対応して設定されている世帯形態別(単独世帯、夫婦のみ世帯、夫婦と子供世帯、一人親と子供世帯、その他)の世帯主率⁶⁾を乗じて、1kmメッシュ単位での性別年齢階層別世帯形態別世帯主数(=世帯数)を算出した。この世帯数の推計結果に木造住宅率を乗じて、将来の世帯主年齢階層別世帯形態別木造住宅居住世帯数を算定した。想定浸水深2m以上の地域における木造住宅での居住世帯数を世帯主年齢階層別世帯形態別に分類して図6に示す。

将来においても想定津波浸水深2m以上に68千世帯の居住が推計されている。また、若年層の単独世帯あるいは中年層の夫婦と子供世帯での被災世帯数の減少が顕著であるのに対して、後期高齢層の単独世帯及び夫婦のみ世帯について被災世帯数の増加が顕著である。このように、現状のまま推移した場合には、将来においても多大な津波災害リスクが残存することがわかる。

3.2 商業施設撤退リスク

対象都市圏における人口減少に伴う商業施設の撤退可能性について分析する。対象とする商業施設は、日常生活での食品などの買物施設として、スーパーマーケット(経済センサス調査における総合スーパー及び専門スーパー)を取り上げる。したがって、コンビニエンスストア、非食品複合店、百貨店、ホームセンター、薬局薬店、大規模複合ショッピングセンターは含まれていない。対象地域においては、スーパーマーケットは139店舗が立地し、その内訳では徳島市内に59店舗が集中している。また、主要幹線道路に隣接して立地する店舗が多数である。

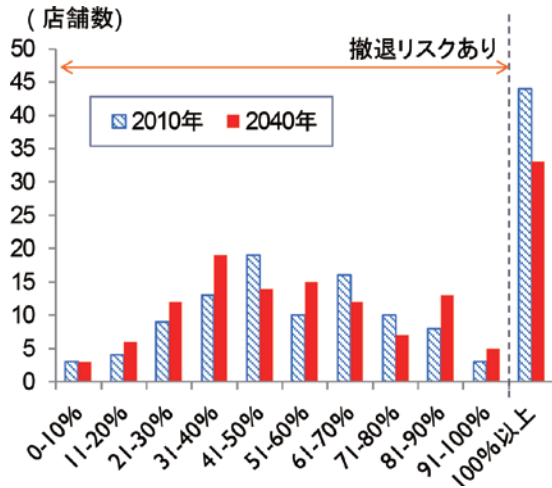


図7 近隣集客充足率別店舗数.

既存研究⁸⁾では、買物意識と行動に関するアンケート調査として、自宅から商業施設までの移動について、満足できる最大の距離を質問している。この回答結果として、食料品購入のための商業施設の立地に関して、自動車利用が可能な被験者についても、満足できる最大の距離の平均値は805mであるとしている。この距離を参考として、スーパーマーケットの利用圏を半径800mとする。

一方、都市構造リスクを扱った既存研究⁹⁾における撤退の判断基準を参考として、スーパーマーケットの店舗維持のために必要な集客数を5千人と設定する。そこで、必要な集客数5千人に対する利用圏人口の割合を近隣集客充足率と定義する。近隣集客充足率が100%を下回った場合に撤退リスクが生じると仮定する。この基準は人口密度2,488人/km²に相当する。

対象都市圏における全店舗について、近隣集客充足率を算出した結果として、近隣集客充足率別の店舗数を10%単位で区分して図7に示す。対象地域では、現在においても近隣集客充足率100%を下回るのは95店舗(約70%)ある。これらの店舗では、近隣だけでなく、遠方からの集客により店舗が維持されている状況であることがわかる。また、近隣集客充足率100%の店舗数が将来にかけて2割程度減少している。このように、現在リスクが顕在していない店舗において、人口減少により近隣集客充足率の低下が見られ、将来時点で撤退のリスクが高まることになる。

3.3 自動車利用による環境負荷リスク

環境負荷の低い持続可能な都市構造を目指して、都市のコンパクト性を測定するために、現況の居住地域別自動車利用距離を計測する。パーソントリップ調査結果データ(2000年)から、自動車利用トリップについて、すべてのトリップ目的を対象に、個人別に一日での自動車移動距離を算定した。これを居住地域別に小ゾーン単位で整理して、日平均自動車移動距離を算定した。この結果に基づいて、居住

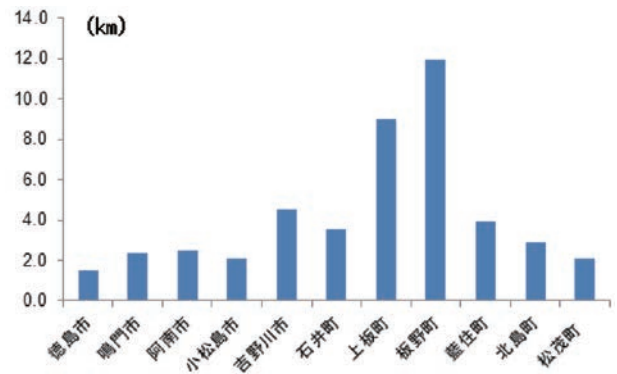


図8 日平均自動車移動距離.

市町別の一日一人当たりの自動車移動距離を算出した結果を図8に示す。ただし、自動車利用トリップのない居住者も含めて平日の平均値を算定した結果である点には留意する必要がある。自動車移動距離は板野町居住者で11.9km、上板町居住者で9.0kmと高く、最も低い徳島市居住者では1.5kmであった。このように、居住地域により自動車移動距離の差異が大きいことがわかる。

つぎに、将来の居住地域別自動車依存度を評価するために、自動車移動距離推計モデルを構築する。既存研究事例¹⁰⁾では、自動車移動に影響を与える要因として、人口密度、地形に加えて、都市における特性があることが示されている。また、自動車利用における温室効果ガス排出量を決める要因として、人口密度や都市構造以外に自動車保有率が強く影響を及ぼしていることも明らかになっている¹¹⁾。

ここでは、小ゾーン単位でデータを整理して、ゾーン*i*の一日一人当たりの自動車移動距離*L_i*を目的変数として、式(1)に示す非線形回帰モデルを適用して自動車移動距離推計モデルを構築する。

$$L_i = \exp(\beta_0) \cdot B_i^{\beta_1} \cdot A_i^{\beta_2} \quad (1)$$

説明変数は、事業所アクセシビリティ *A_i* 及び一人当たりの自動車保有台数 *B_i* としている。事業所アクセシビリティは通勤目的、業務目的及び通勤者の帰宅目的での自動車利用トリップに対応した指標であると考えられる。

ここで、事業所アクセシビリティ *A_i* は、ゾーン*i*から各事業所までの平均距離として、事業所まで距離をゾーン間距離 *d_{ij}* で代用し、各ゾーン*j*の事業所数 *s_j* より、式(2)を用いて算出する。

$$A_i = \frac{\sum_j s_j \cdot d_{ij}}{\sum_j s_j} \quad (2)$$

最小二乗法による係数パラメータ推定結果を表1に示す。決定係数 *r*² は0.44となり、一定のモデルの適合度が確保できている。また、いずれのパラメー

タについても統計的に有意である。したがって、仮定したモデル構造が概ね妥当であると判断した。すなわち、自動車移動距離は居住地域と事業所との位置関係に依存すると言える。しかしながら、買物目的などの自由目的トリップなどには対応できていない。そのため、モデルの推計精度の向上には説明変数として商業施設アクセシビリティなどの導入を検討することが今後の課題と言える。

つぎに、自動車利用による環境負荷リスクの具体的な指標として居住ゾーン別の日平均自動車移動距離に基づき、温室効果ガス排出量を推計する。ガソリン消費による二酸化炭素排出原単位は約 2.3 kg/L である。ここでは交通渋滞による速度低下の影響などは考慮せず、乗用車の平均燃費は約 15.7 km/L (2007 年 10・15 モード) として、ガソリン乗用車の単位距離当たりの二酸化炭素排出係数を約 0.146 kg/km と設定した。この値を日平均自動車移動距離に乗じて、居住ゾーン別の一人一日あたりの温室効果ガス排出量を算定した。さらに、居住人口に乗じて、居住ゾ

表 1 自動車移動距離推計モデルの推定結果。

要因	係数	t値
β_0 : 定数項	0.62	3.34
β_1 : 自動車保有台数(台/人)	1.07	5.90
β_2 : 各ゾーンから事業所までの平均距離	0.47	7.06

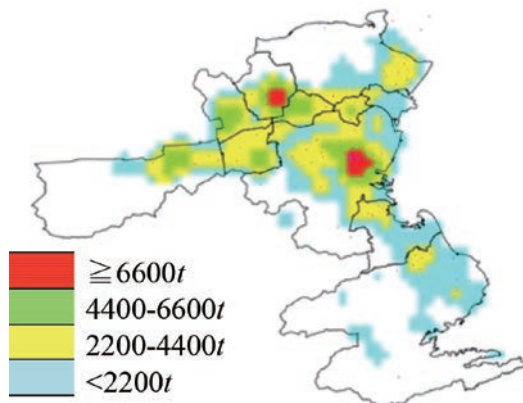


図 9 温室効果ガス排出量分布の推計結果。

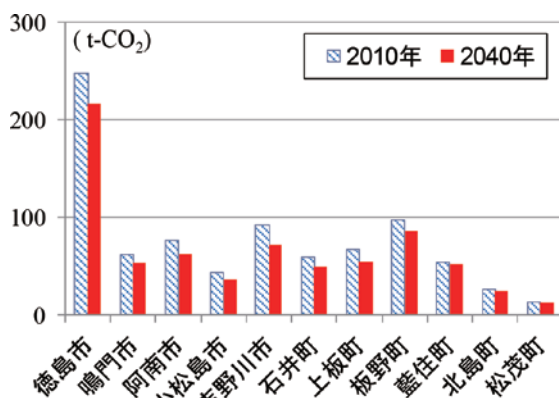


図 10 温室効果ガス日排出量の推計結果。

ーン別の自動車利用による一日当たり温室効果ガス総排出量を算出した。将来時点では、乗用車の平均燃費は改善されていることが期待できる。しかしながら、2040 年時点の平均燃費には多様な要因が関与し、想定が単純でないため、現状と同一と置いている。したがって、将来の温室効果ガス排出量は平均燃費改善による低減を考慮できていない点に留意する必要がある。

この居住ゾーン別の算出結果に基づいて、ゾーン中心点での排出量推定値を求め、ゾーン中心点以外についてはカーネル密度推定により排出量を推定した。このように推定した温室効果ガス排出量分布の推計結果を図 9 に示す。人口の集中する徳島市中心部だけでなく郊外付近においても、温室効果ガス排出量が多いことがわかる。

つぎに、居住ゾーン別の温室効果ガス日排出量を市町別に集計した結果を図 10 に示す。将来においても対象地域で人口が最も多いことから徳島市の総排出量が最も高い。しかしながら、一人一日当たりの排出量は板野町で 4.3 kg、上板町で 4.1 kg と高く、最も低い徳島市では 1.0 kg であった。このように、自動車依存せざる得ない郊外部の居住環境では、自動車移動距離が長く、一人あたりの温室効果ガス排出量が高くなっている。

4. 津波災害リスクを考慮したシナリオの評価

対象都市圏における持続可能な都市構造への方向性を見出すことを目指して、津波災害リスクを考慮して居住地域を移転するシナリオを想定し、持続可能性の観点から比較分析する。

4.1 都市構造についてのシナリオの想定

津波災害リスクを考慮して、想定浸水深 2 m 以上の地区を津波災害リスクの高いエリアとして、津波による住居全壊可能性がある木造住宅の居住者が長期的(30 年間)に徐々に移転していくことを想定する。このため想定浸水深 2 m 未満のエリアで移転先を検討する。就業地及び家族との近居を考慮すると、対象都市圏外への移転は適当ではない。

一方で、前述したように、対象都市圏では将来の人口減少が推計されている。そこで、対象都市圏内の人口減少を補うように、移転を進めることができるならば、都市のコンパクト性を保持しつつ、人口減少による都市サービスの撤退も抑止できると考えられる。

以上の点を考慮して、住居全壊回避シナリオ及び都心部温存シナリオを想定する。住居全壊回避シナリオでは、移転機会を考慮して、65 歳未満の木造住宅居住者全員を想定浸水深 2 m 未満のエリアへの転出を誘導することを想定する。都心部温存シナリオでは、津波浸水リスクはあるが DID 地区については転出誘導の対象外とすることを想定する。こ

れら2種類の長期的シナリオについて、その想定内容を表2に整理する。

これらのシナリオにおいて、現実的には如何なる転出誘導に対しても長期的にも転居を行わない世帯が残存することは十分に想定される。しかしながら、ここでは持続可能な都市構造への方向性を見出すことのみを目的として、シナリオの想定どおりに長期的に転居が行われると仮定する。これら2種類の想定シナリオと移転を行わない場合(現状推移シナリオ)とを比較する。

表2 津波災害リスク軽減のための長期的シナリオ。

想定シナリオ			住居全壊回避	DID温存
対象地域	想定浸水深	DID	2m以上	3m以上
		その他	2m以上	
	現状推移での将来木造住宅居住者数	DID	[65歳未満] 34,595人	
		温存地区	[65歳以上] 14,908人	
		その他対象地域	[65歳未満] 35,069人	
対象者	住宅建築構造		木造住宅	
	想定浸水深	DID	2m以上	3m以上
		その他	2m以上	
	将来年齢2040年	65歳未満	対象	
		65歳以上	非対象	対象
	対象者数2040年	65歳未満	69,664	35,069
		65歳以上	0	15,938
転居先地域			計	69,664
				51,007
	想定浸水深		2m未満	
	許容地域		都市計画区域内	
	メッシュ内許容上限人口		ピーク人口2000年	現在人口2010年
	ピークからの人口減少		70917人	
	現在からの人口減少		60618人	
	許容受入者数		70,917	60,618

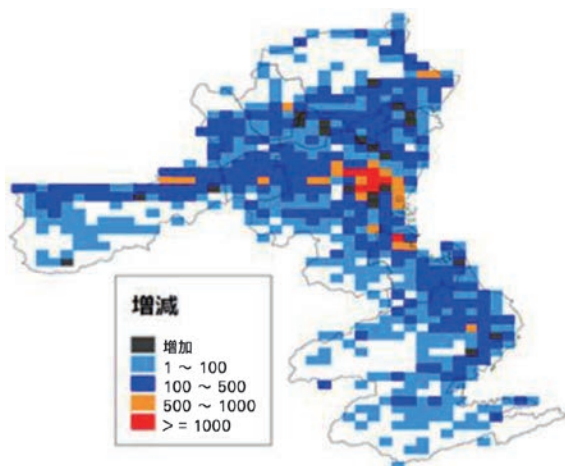


図11 2010年から2040年までの人口減少。

ここで、現状推移シナリオでの地域別の人口減少規模を把握することを目的として、現在から将来における人口減少を1km単位メッシュで推計した結果を図11に示す。想定浸水深2m以上の地域を除いた対象都市圏の人口減少は60,618人と推計された。

住居全壊回避シナリオでは、想定浸水深2m以上で65歳未満の木造住宅居住者69,664人を移転対象者として、想定浸水深2m未満のエリアに移転することを想定する。その結果として、現況からの人口減少より移転対象者数が多くなる。しかしながら、想定浸水深2m以上の地域を除いた人口ピーク時(2000年)からの人口減少は70,917人と推計される。したがって、想定浸水深2m未満の地域を人口ピーク時(2000年)の人口レベルまで人口減少を補うように移転を促進することとすれば、すべての移転対象者の転居を想定しても人口ピーク時よりも過密となることはない。

都心部温存シナリオでは、想定浸水深2m以上の木造住宅居住者から、DID地区内における浸水想定深2~3mの地域の木造住宅居住者を除いた50,453人を移転対象者として、想定浸水深2m未満のエリアに移転することを想定する。これらの移転対象者は、想定浸水深2m未満のエリアにおいて、現況人口の多い地域より順に、人口減少を補うように移転が進められていくと想定する。

一方、対象都市圏における人口分布を除いて、自動車利用による環境負荷リスクに影響を与える要因である事業所分布及び自動車保有率分布については、現状推移シナリオだけでなく2種類の想定シナリオにおいても、将来も維持されていると仮定する。

4.2 想定シナリオの持続可能性に関する分析

持続可能性の観点として、将来における[1]津波による住宅全壊リスク、[2]都市サービス低下に関わる商業施設撤退リスク、[3]自動車利用による温室効果ガス排出などの環境負荷リスクに関して、想定シナリオについて現状推移シナリオと比較する。

想定シナリオにおける想定浸水深2m以上の地区における将来の木造住宅居住者数を図12に示す。これらは津波による住宅全壊リスクを保有する人口

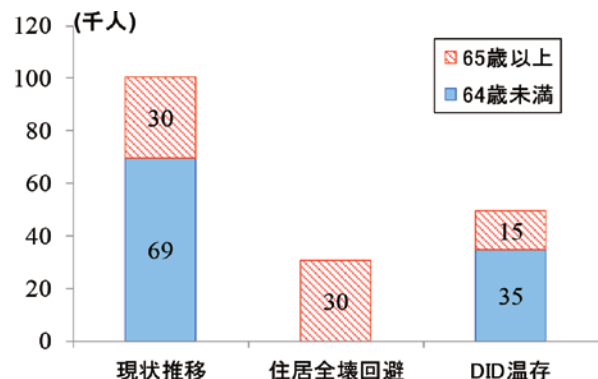


図12 津波による将来の住宅全壊リスク保有人口。

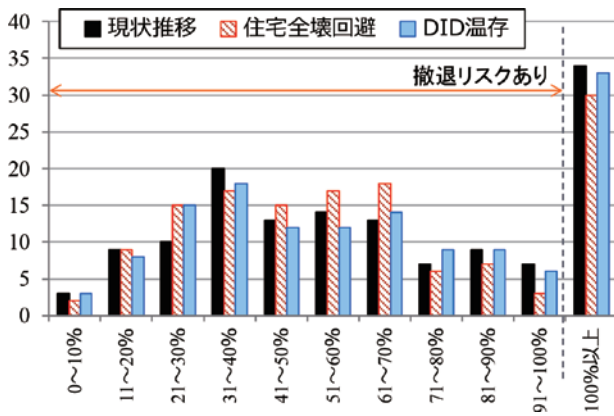


図 13 近隣集客充足率別店舗数推計値.

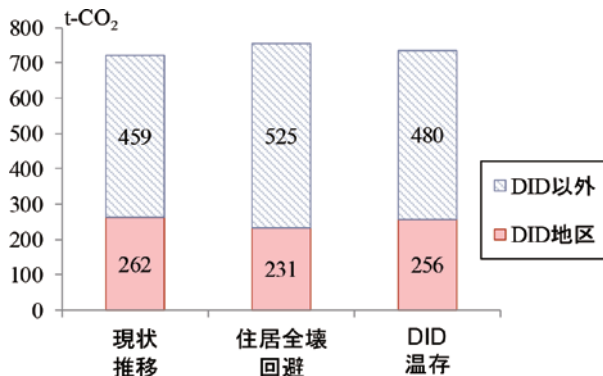


図 14 自動車温室効果ガス排出量推計値.

の推計値に相当する。

つぎに、各シナリオにおける商業施設撤退リスクについて比較する。商業施設の近隣集客充足率別店舗数を図 13 に示す。住居全壊回避シナリオでは集客充足率 70% 以上の店舗数が減少している。これは津波浸水エリアに多くの人口及び店舗が集中しているためである。

一方、都心部温存シナリオでは、現状推移と比較して集客充足率 70% 以上の店舗数の減少は少ない。これは、人口及び店舗が集中する DID 地区の想定浸水深 2～3 m の移転を回避したためであると考えられる。

最後に、各シナリオにおける環境負荷リスクについて比較する。各シナリオにおける自動車利用による温室効果ガス排出量を図 14 に示す。

住居全壊回避シナリオにおいては、自動車依存度の高い郊外への移転を行うことにより、現状推移シナリオと比較すると 40 トン(t)増加する。都心部温存シナリオにおいては、DID 地区の一部について移転制限したことにより、移転による温室効果ガス排出量の増加を 15 トン(t)に抑えることが可能であった。

5. おわりに

本研究では、津波災害リスクを考慮する必要性が高い地方都市圏における都市構造の持続可能性について分析した。具体的には、徳島東部都市圏を対象

に、将来の人口減少を推計した上で、津波災害リスク、商業施設撤退リスク及び環境負荷リスクについて指標化し、現状の都市構造のまま推移した状態を把握した。また、集約型都市構造の理念に対応した津波災害リスク削減のためのそれぞれシナリオに応じた都市構造について、提案した指標により持続可能性について分析した。本研究の成果は、以下のように整理できる。

- 1) 現況の人口分布に基づいて、コーホート要因法により、30 年後の将来における 1 km メッシュ単位での人口分布を推計した。この将来人口分布と想定津波浸水深を重ね合わせることで、将来における津波災害リスクを明確にした。対象都市圏においては、人口減少が想定される将来においても、現状のまま推移した場合では、多大な津波災害リスクが残存することがわかった。
 - 2) 対象都市圏の商業施設に関しては、半径 800 m の利用圏外からの集客に依存する構造となっている店舗が多数である。人口減少が想定される将来には、近隣集客充足率の低下が見られ、撤退リスクが高まる可能性が示された。
 - 3) 将来の居住地分布と事業所分布の関係から、自動車移動距離及び温室効果ガス排出量を推計する方法を提案した。この結果として、事業所アクセシビリティと一人当たりの自動車保有台数が自動車移動距離に影響を与えていることを統計的に検証した。
 - 4) 都市圏内の人口減少を補うように、想定浸水深 2 m 以下の区域に木造住宅居住者の移転を進めれば、市街化調整区域の緩和あるいは新規の都市開発を伴わず、津波災害リスクを軽減することが可能であることを示した。一方、人口集積地からの撤退となり、商業施設撤退リスク及び自動車利用による環境負荷リスクをより高める推計結果となった。
 - 5) 想定浸水深 3 m までの津波災害リスクを DID 地区で許容すれば、津波災害への対策は必要となるが、商業施設撤退リスク及び自動車利用による環境負荷リスクが抑制される推計結果を得た。
- 今後の課題としては、[1] 都心部温存シナリオでの津波災害リスク軽減のためのインフラ整備費用に関する評価及びリスクファイナンスの可能性の検討、[2] 対象都市における DID 地区の歴史的な展開の経緯に基づく、温存すべき範囲の妥当性の検証、[3] 都市サービス享受不可能な居住者数の抑制の観点からの評価などが挙げられる。

謝 辞

本研究は、戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発)研究開発プログラム「コミュニティがつなぐ安全・安心な都市・地域の創造」研究開発プロジ

エクト「持続可能な津波防災・地域継承のための土地利用モデル策定プロセスの検討」の研究成果の一部に基づいて、平成29年度環境研究総合推進費「再生可能都市への転換戦略：気候変動と巨大自然災害にシナヤカに対応するために」の研究成果の一部として執筆したものです。ここに記し、感謝の意を表する次第です。

引用文献

- 1) 谷口 守・橋本成仁・藤井啓介・金井太志・落合淳太(2011) 都市サービス撤退に伴う都市構造リスクの発生パターンに関する一考察. 土木学会論文集 D3, 67-5, 263-269.
- 2) 土井健司・中西仁美・杉山郁夫・柴田 久(2006) QOL 概念に基づく都市インフラ整備の多元的評価手法の開発. 土木学会論文集 D, 62, 288-303.
- 3) 中央防災会議(2011) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告.
- 4) Lovholt, F., N. J. Setiadi, J. Birkmann, C. B. Harbitz, C. Bach, N. Fernando, G. Kaiser and F. Nadim (2014) Tsunami risk reduction: are we prepared today than in 2004? *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 127-142.
- 5) Fahmi, F., P. Timms and S. Shepherd (2014) Integrating disaster mitigation strategies in land use and transport plan interaction, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 111, 488-497.
- 6) 厚生労働省(2003) 地域行動計画策定の手引き. 〈<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/seisaku/syousika/030819/2b.html>〉(2017年10月31日最終確認)
- 7) 徳島県とくしまゼロ作戦課(2012) 徳島県津波浸水想定公表について. 〈<https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2012121000010/>〉(2017年10月31日最終確認)
- 8) 丁育華・近藤光男・渡辺公次郎(2009) 地方都市における商業施設に対する消費者の買物意識の分析. 日本建築学会計画系論文集, 74, 417-422.
- 9) 安立光陽・鈴木 勉・谷口 守(2012) コンパクトシティ形成過程における都市構造リスクの予見. 土木学会論文集 D3, 68-2, 70-83.
- 10) 谷口 守・村川威臣・森田哲夫(1999) 個人行動データを用いた都市特性と自動車利用量の関連分析. 都市計画論文集, 34, 967-972.
- 11) 谷口 守・肥後洋平・落合淳太(2013) 地方分権時代における自動車 CO₂ 排出量低減政策の可能性：都市計画マスタープランを対象に. 土木学会論文集 D3, 69(5), 613-620.

奥嶋 政嗣 / Masashi OKUSHIMA



徳島大学大学院社会産業理工学研究部准教授。交通解析の実務経験を活かし、交通需要推計、交通行動分析、交通流解析、交通シミュレーションなどの研究に主に取り組んできたが、2008年頃より「自動車交通からの温室効果ガス削減シナリオの検討」など、交通政策による温室効果ガス排出削減に関する研究に取り組んでいる。東日本大震災発災以後は、災害に強いまちづくりに資する研究にも着手し、「社会的相互作用を考慮した持続可能な都市構造と交通システムの評価に関する研究」に取り組んでいる。

山中 英生 / Hideo YAMANAKA



京都市生まれ。京都大学大学院交通土木工学専攻修了。1983年より京都大学助手、1989年徳島大学工業短期大学部助教授を経て、1997年徳島大学教授。車と人の共存を図るコミュニティ道路が研究の始まり、以後、地区交通計画、交通安全、都市交通戦略、ITS、市民合意形成、自転車利用環境、事前防災まちづくりを研究。2014年より副理事(地域連携担当)。徳島県や県内市町村と連携して、地域課題解決や地域創生にも取り組んでいる。

渡辺 公次郎 / Kojiro WATANABE



1974年生まれ。2001年3月豊橋技術科学大学大学院工学研究科博士後期課程環境生命工学専攻修了、博士(工学)。日本学術振興会特別研究員PD、徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻助手、理工学研究部助教を経て、2017年4月より徳島大学大学院社会産業理工学研究部助教。専門は都市計画学、空間情報科学。大学院ではアジアの途上国、その後は、徳島を中心とする地方都市を対象に、ICTを用いて、安全で安心して暮らすことができる、美しく楽しいまちを実現するための計画支援技術に関する研究を進めている。