

津波災害リスクを考慮した持続可能な都市構造 についての基礎的分析

植野 洋介¹・奥嶋 政嗣²・渡辺 公次郎³・近藤 光男⁴

¹学生会員 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 知的力学システム工学専攻 博士前期課程

²正会員 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 エコシステムデザイン部門 准教授
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail:okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

³正会員 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 エコシステムデザイン部門 助教
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

⁴正会員 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 エコシステムデザイン部門 教授
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

本研究では、少子高齢化および人口減少が大きな問題となっている地方都市圏における持続可能な都市構造を実現するために、その評価方法を確立することを目指し、将来の人口減少を推計した上で、[1]津波災害リスクの減少、[2]都市サービス享受不可能な居住者数の抑制、[3]自動車移動距離削減による温室効果ガス削減の3点から、持続可能な都市構造を評価する。この結果として、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、現状においても多数の商業施設撤退リスクが存在すること、居住地により自動車依存度の差異があることが明確となった。対象都市圏内の人口減少を補うように、想定浸水深2m以上エリアにおける木造住宅居住者の移転を進めれば、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。

Key Words : tsunami disaster, population, compact city, daily driving distance

1. はじめに

地方都市圏では、少子高齢化およ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、撤退するリスクが指摘されている都市サービス撤退に伴い、交通弱者の孤立・買い物難民の発生などの問題が発生している。また、地方都市圏では自動車利用が増加しており、温室効果ガス排出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。

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2m以上の地域では、建物の流失や全壊などの大きな被害が報告されている。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が指摘されている。このように、都市により交通機関・人口分布・災害リスクなど重視すべき観点が異なり、それぞれの都市に適した持続可能な都市構造に再編していく必要がある。

本研究では、地方都市圏における持続可能な都市構造を実現するために、その評価方法を確立することを目指す。このため、徳島東部都市圏を対象として都市構造の再編を考える。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2m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で、[1]津波災害リスクの減少、[2]都市サービス享受不可能な居住者数の抑制、[3]自動車移動距離削減による温室効果ガス削減の3点から、持続可能な都市構造を評価する。

2. 対象都市圏の都市構造に関する現状把握

(1) 現在人口の把握

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に藍住町、板野町および上板町を加えたものである。徳島県の2010年度国勢調

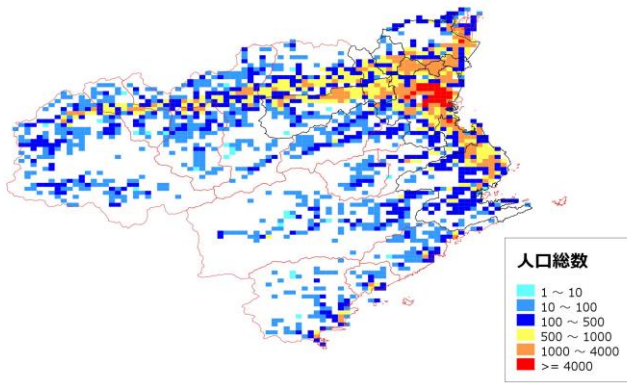


図-1 現在人口分布

査¹⁾による人口分布を1kmメッシュ単位で図-1に示す。対象都市圏では、沿岸部および吉野川流域において人口が集中している。

現在（2010年時点）の性別年齢階層別人口を図-2に示す。対象都市圏の現在人口は615千人である。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。

(2) 将来人口の推計

対象都市圏における現在人口に基づいて、コーホート要因法²⁾を用いて、将来人口を1kmメッシュ単位で年齢階層別に推計した。「現在」から30年後の2040年時点として、将来の性別年齢階層別人口の推計結果を図-3に示す。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。また現在の性別年齢階層別人口と比較すると、男性・女性とも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、人口減少および少子高齢化社会が形成されることがわかる。

3. 都市構造リスクの把握

ここでは、都市構造によるリスクとして、[1] 津波災害リスク、[2] 都市サービスを享受不可能な居住者数の抑制に関わる商業施設撤退リスク、[3] 自動車移動距離削減による温室効果ガス削減に関わる自動車依存リスクについて、対象都市圏の現状と将来（現状のまま推移）を評価する。

(1) 津波災害リスク

津波災害リスクを把握するために、津波浸水想定地域における現在人口および将来人口を求める。対象地域における津波浸水想定地域およびDID地区を図-4に示す。対象地域の人口集中地区の大部分が想定浸水深2m以上の区域に含まれている。また、津波浸水想定地域には、

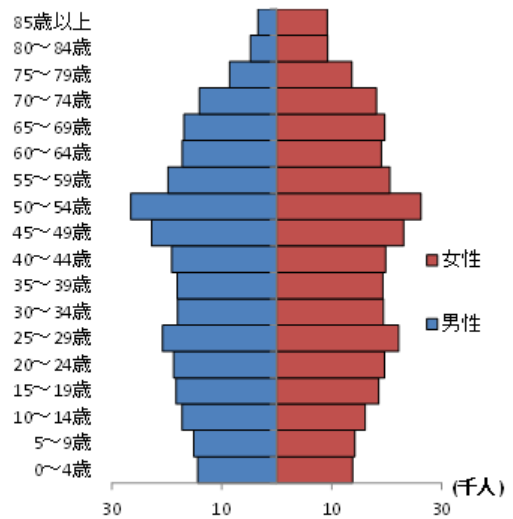


図-2 現在の性別年齢階層別人口

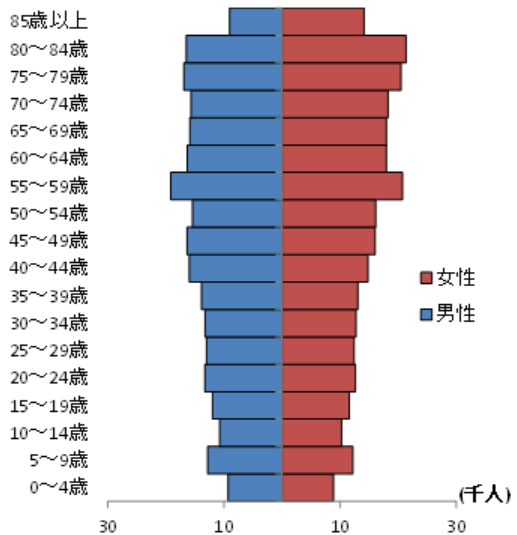


図-3 将来の性別年齢階層別人口

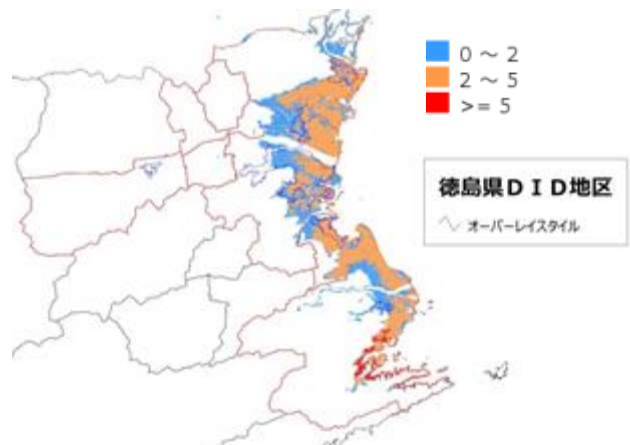


図-4 津波浸水想定地域とDID地区

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および将来人口を、想定浸水深別に集計した結果を図-5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2m以上の地域の居住人口は、現在193千人、将来168千人となっており、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。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、津波災害リスクの評価指標とする。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22年度国勢調査より、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-6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100千人程度の木造住宅居住者が推計された。また、65歳以上の高齢者が30%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。

(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。商業施設としては、スーパーを対象として撤退リスクを判断する。既存研究³⁾における撤退の判断基準を参考として、スーパーの利用圏を半径800m、必要集客数を5千人と設定し、利用圏内の人口がこの値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撤退リスクを評価し、判定結果を市町村単位で集計した結果を図-7に示す。対象都市圏全体では約70%の店舗に撤退リスクが存在する結果となった。徳島市では、現在4割程度の店舗で撤退リスクがみられ、将来には約半数までに至る。鳴門市、小松島市、石井町では、現在では撤退リスクのない店舗も存在しているが、将来時点では人口減少により、撤退リスクのない店舗は極めて少数となる。それら以外の市町では、全店舗で現在において撤退リスクがある。

(3) 自動車依存リスク

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依存リスクを評価する。パーソントリップ調査結果(2000年)から居住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。自動車依存度を表す自動車移動距離は板野町で11.9km、上板町で9.0kmと高く、最も低い徳島市では1.5kmであった。このように、居住地により自動車依存度の差異があることがわかる。

つぎに、将来の居住地域別自動車依存リスクを評価するために、自動車移動距離推計モデルを構築する。小ゾ

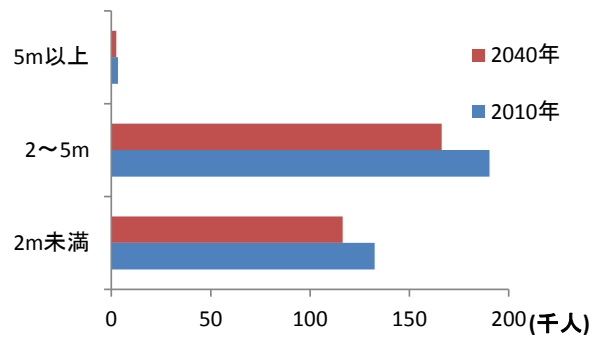


図-5 浸水想定地域人口

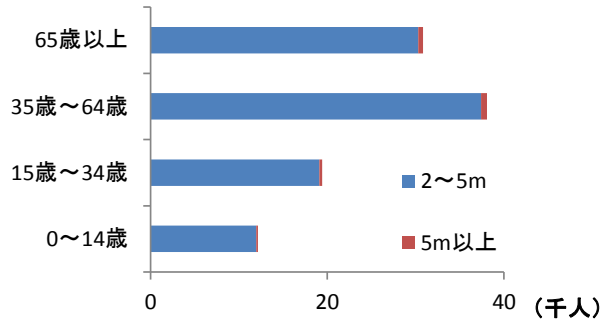


図-6 浸水想定地域の将来木造住宅居住者数

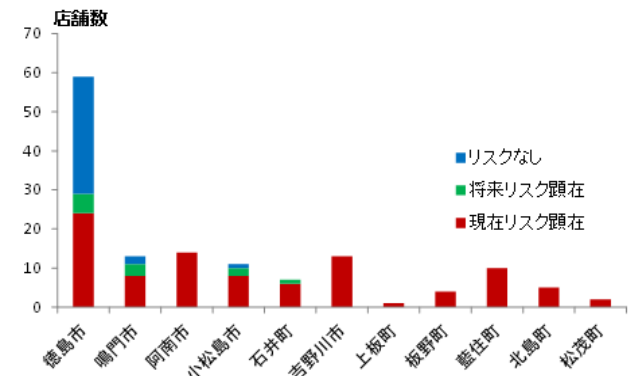


図-7 商業施設撤退リスク

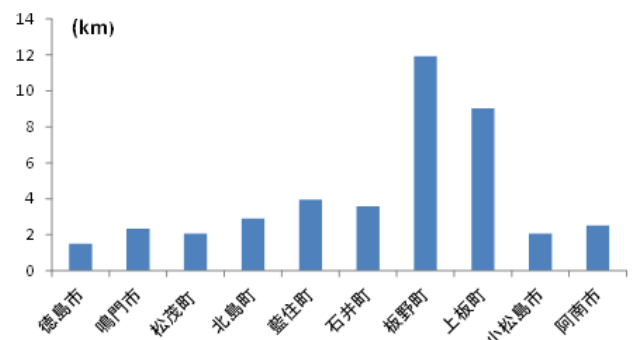


図-8 日平均自動車移動距離

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、事業所アクセシビリティ*A_i*および一人当たりの自動車保有台数*B_i*を説明変数として、式(1)に示す非線形回帰モデルを適用する。

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

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の推定結果を表-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妥当であると判断した。

4. 津波災害リスクを考慮したシナリオの評価

津波災害リスクを考慮して、想定浸水深 2m 以上の地区を津波災害リスクの高いエリアとし、全壊可能性がある木造住居の居住者が長期的（30 年間）に徐々に移転していくことを想定する。移転機会の現実性を考慮して、将来時点で 65 歳未満（現在 35 歳未満）の木造住宅居住者 69,664 人を移転の対象とする。

つぎに、想定浸水深 2m 未満のエリアで移転先を検討する。就業地およ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、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。

想定浸水深 2m 以上のエリアを除き、1km メッシュ単位で、将来における減少人口を推計した結果を図-9 に示す。対象都市圏における津波浸水想定外のエリア [A] では 44,882 人、想定浸水深 1m 未満を含むエリア[B]では 53,173 人、2m 未満を含むエリア[C]では 70,973 人の人口が減少すると推計された。したがって、それぞれのエリア[A]-[C]での人口減少分に相当する人口が、津波浸水想定エリアから移転できるとするシナリオ[A] ~[C]を評価することとした。

各シナリオの津波災害リスクについての評価として、移転を行わない場合（現状推移）と比較して、浸水想定エリア内の高齢者を除く木造住居居住者数を図-10 に示す。この結果から、高齢者を除くすべての木造住居居住者を、対象都市圏内の津波浸水想定外のエリアに収容できないが、想定浸水深 2m 未満のエリアには収容可能であることがわかった。

表-1 自動車移動距離推計モデルのパラメータ推定結果

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

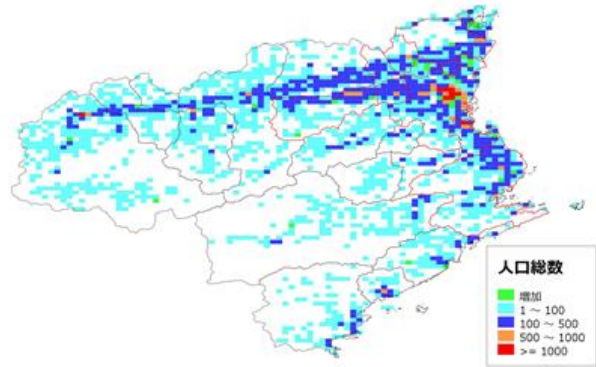


図-9 将来の人口減少状況

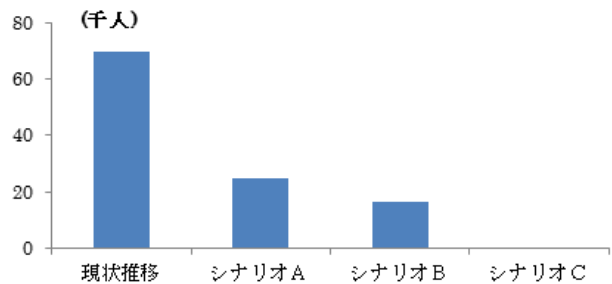


図-10 浸水想定地域内の将来木造住宅居住者数(65歳未満)

5. おわりに

本研究では、津波災害リスクを考慮する必要がある地方都市圏における持続可能な都市構造の評価方法について、徳島東部都市圏を対象に具体的に検討した。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シナリオを提示した。この結果として、対象都市圏内の人口減少を補うように、想定浸水深2m以上エリアにおける木造住宅居住者の移転を進めれば、市街化調整区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。

参考文献

- 1) 平成22年度国勢調査(1kmメッシュデータ)
- 2) 厚生労働省：地域行動計画策定の手引き(人口推計), <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/seisaku/syousika/030819/2b.html>, (2015年7月29日 最終閲覧) .
- 3) 安立光陽, 鈴木勉, 谷口守：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(土木計画学), Vol.68, No.2, pp.70-83, 2012.

FUNDAMENTAL ANALYSIS FOR LAYOUT OF SUSTAINABLE CITY
CONSIDERING WITH RISK OF TSUNAMI DISASTER

Yosuke UENO, Masashi OKUSHIMA, Kojiro WATANABE and Akio KONDO