

津波に強いコンパクトな地域構造に関する研究

群馬工業高等専門学校 専攻科 環境工学専攻 学生会員 ○細川 良美
群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 森田 哲夫

1. 背景・目的

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震により大津波が発生し、東北地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。地震の揺れや液状化現象、地盤沈下などにより広域に被害がおよび各種ライフラインも寸断された。

自然災害を未然に防ぐことは困難であるが、日ごろから災害に対する十分な備えを行うと、災害発生直後の迅速かつ効果的な対応を図ることができ、被害を軽減することができるのではないかと考えた。

そこで、本研究では津波被害に着目し被害を軽減する方法として、コンパクトシティを利用することによって津波に強いまちができるかを検証することを目的とした。

2. 本研究の位置づけ

(1) コンパクトシティに考え方

図1に Peter Calthorpe が提唱したコンパクトシティの概念図を示す。これをもとに本研究の目的である津波に強いまちのイメージ図を図2に示す。

海沿いに港などの漁業施設や高層の建物を配置し、幹線道路を境とし内陸部に住宅地や商業地を配置する。さらに、住宅地・商業地を駅周辺に集中させ、区画整理を行うことで避難しやすい構造にする。津波は幹線道路により住宅地に流れ込むのを抑え、また、山沿いに農業地を配置することで土砂災害などの被害も抑えることができるのではないかと考えた。

(2) 既存研究の整理

日本は地震大国であり、昔から津波被害を受けている。今回の津波被害を受けこれまでも津波被害に対する都市の復興案の研究は多くされている。

既存研究として、石川²⁾の沿岸部に津波防災緑地帯を設置するというものや中島ら³⁾の過去の津波災害や復興案と今回発生した津波被害を考えた研究、高井⁴⁾の大震災の教訓を生かした災害に強いまちづくりなどの研究がある。

(3) 本研究の位置づけ

災害に強いまちづくりを行うための既存研究はあるが、研究のなかでコンパクトシティを利用しているものはない。そこで、本研究では持続可能とされるコンパクトシティを利用し、津波などの災害に強いまちづくりができないかを検討していく。

3. 研究の構成・フロー

以下に、本研究の流れ(図3)を示す。

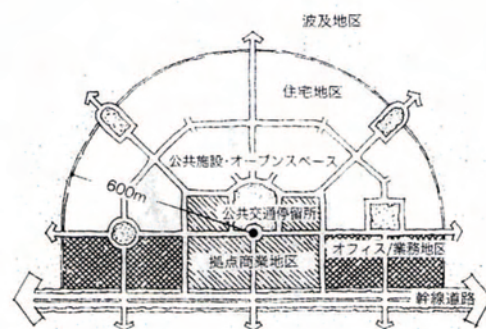


図1 Peter Calthorpe が提唱した概念図¹⁾

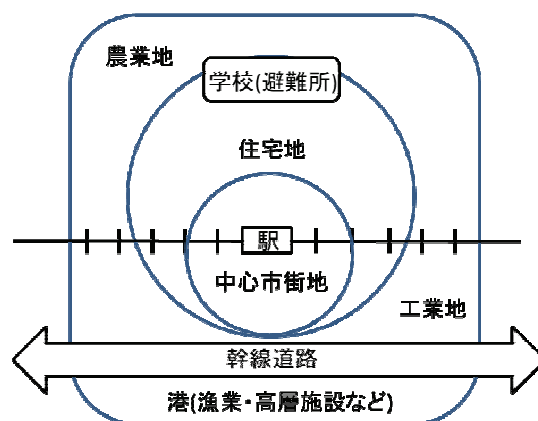


図2 イメージ図

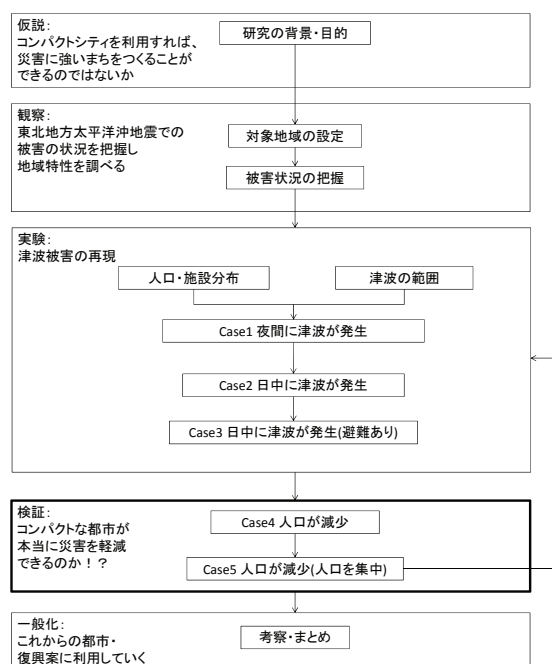


図3 研究の流れ

キーワード 東北地方太平洋沖地震, 津波, コンパクトシティ, 南三陸町, GIS

連絡先 〒371-8530 前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校環境都市工学科 TEL027-254-9179 E-mail : tmorita@cvt.gunma-ct.ac.jp

4. 研究方法

(1) 研究対象地域

東北地方太平洋沖地震により大きな被害を受けた地域を対象に調査を行い⁵⁾分布図に示した. 図 4 に人口密度による人口に対する死者・行方不明者の割合の分布, 図 5 に高齢化による人口増減率の分布, 図 6 に高齢化による人口に対する死者・行方不明者の分布を示す.

これらのデータから本研究では人的被害が比較的大きく, 人口の減少も大きく高齢化率も高い宮城県の南三陸町(図 7)を対象地域とする. また, 人口密度が高いほうが人的被害は少ないということが読み取れるため, コンパクトなまちが災害による被害を軽減できる可能性を示唆していると考えられる.

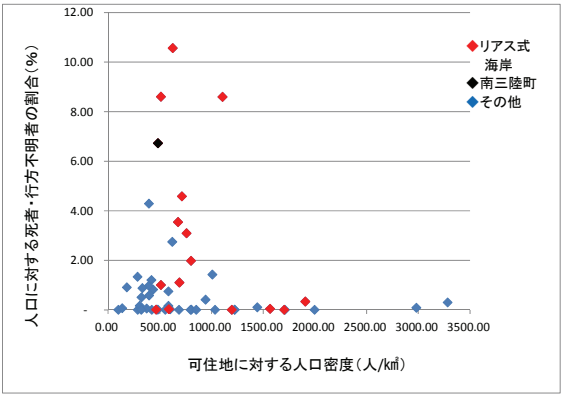


図 4 人口密度による人口に対する死者・行方不明者の割合の分布

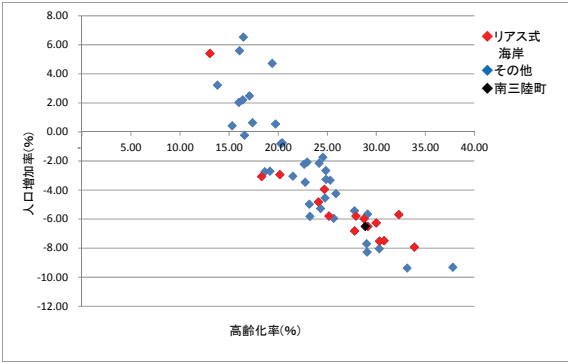


図 5 高齢化(2005-2010)による人口増減率の分布

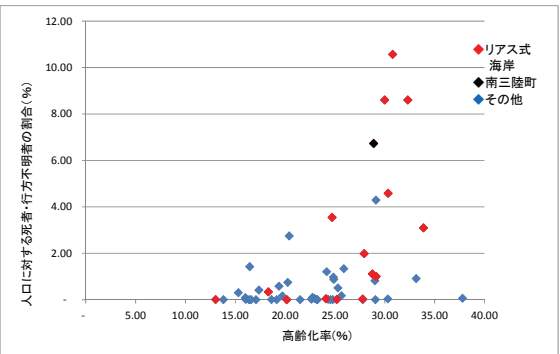


図 6 高齢化(2005-2010)による人口に対する死者・行方不明者の分布



図 7 宮城県南三陸町

出典：国土地理院

(2) 宮城県南三陸町の被害状況

〈人的被害・住宅被害〉

宮城県南三陸町の総人口は 17,666 人であり今回の地震災害による死者・行方不明者の数⁶⁾は 876 人(2012 年 1 月現在), 避難者の数⁷⁾は 8719 人(2011 年 4 月現在)となっている. 以下に地区別人口及び被災前と被災した世帯数を表 1 に示す.

表 1 地区別人口及び世帯数⁷⁾

	人口(※1)	世帯数(※1)	被災世帯数(※2)
戸倉地区	2,411	680	520
志津川地区	8,213	2,723	2,020
入谷地区	1,898	518	10
歌津地区	5,144	1,441	780
計	17,666	5,362	3,330

※1 2011 年 2 月 ※2 2011 年 4 月

5. 津波による人的被害再現のケース設定案

今回の地震による津波の人的被害の再現とまちをコンパクトにした場合の効果を検証するためのケース設定を行う. 表 2 にケース設定案を示す. case1 から case3 にかけて実際の被害状況に近づくように設定した.

表 2 ケース設定案

		分析方法
case1	夜間に津波が発生	・夜間を想定し、居住地ベースで津波が到達した範囲の夜間人口、世帯数を集計
case2	日中に津波が発生(避難なし)	・case1に対し、以下を想定 1)児童・生徒・学生が学校にいる 2)就業者が従業地にいる ・昼間人口ベースで、津波が到達した範囲の人口を集計
case3	日中に津波が発生(避難あり)=被害の再現	・case2に対し、避難行動を想定する ・昼間人口ベースで、避難行動を考慮し、津波が到達した範囲の人口を集計
case4	人口が減少する場合	・case3に対し、町域の全体の人口が減少する場合を想定する ・昼間人口ベースで、避難行動を考慮し、津波が到達した範囲の人口を集計
case5	人口が減少し人口分布がコンパクトになる場合	・case4に対し、人口を集中させた場合 ・昼間人口ベースで、避難行動を考慮し、津波が到達した範囲の人口を集計

case 2 で集計した人口と case3 で集計した人口の差をとることで、津波の際に避難した人口も推定することができる。さらに、case 4 と case 5 による復興後のシミュレーションを行い、両者を比較することでコンパクトなまちが実際に津波に強いまちに有効であるかを検証する。case 5 は現在南三陸町で提案されている復興案をもとに具体案を決める。

ここで、case 3 を再現するにあたり、南三陸町と比較的地形も似ていて、位置も近い石巻市でのヒアリング調査の結果⁸⁾をもとに避難の条件を設け集計を行う。

6. ケース別の被害予測

(1) シミュレーション方法

対象地域は津波により浸水した地域とする。津波により被災（死亡）したとするのは、津波来襲時に一定以上の浸水の範囲に存在した人とする。一定以上の浸水の範囲とは、家屋が全壊する程度の浸水深の範囲とした。分析単位は町丁・大字とし、一部の町丁・大字については、一定以上の浸水の範囲により面積比で分割した。

(2) 現況再現

5. のケース設定案をもとに GIS を利用して集計を行っていくと以下のような結果が得られた(表 3) . 表 4 には津波による実際の被災人数を示す。

地震が夜間に発生し避難行動が遅れ、避難ができなかったとしたら、昼間に発生した時の何倍もの人が被害を受けていたと推測される。

今回の津波による実際の死者・行方不明者の数と推定被災人数を比べると多少の差はあるが、推定被災人数を集計した際に買い物や通院などの私的な移動は考慮していないので誤差の範囲内として考えると、GIS を用いた推計は実際の状況と近いものを再現することができることになる。このことから復興計画のシミュレーションを行う際には GIS を利用することとした。

表 3 ケース別の推定被災人数

	推定被災人数(人)
case1	7623
case2	9040
case3	813

表 4 実際の被災人数

	被災人数(人)
避難者	8719
死者・ 行方不明者	876

(3) コンパクトな地域構造の場合

南三陸町では、2007 年に策定された「南三陸町総合計画」⁷⁾の人口推計によると人口は減少するとされている。また、震災直前の 2 月末時点での人口は 17,666 人と推計

(17,944 人)を下回っていることや、今回の津波による死者数および町外への転出者を考えると人口の減少が続いていくことが見込まれる。

以上のことを踏まえて case4 と case5 の具体的な計画案を表 5 にそれぞれ示す。case5 については、現在南三陸町で出されている「南三陸町震災復興計画」⁷⁾を参考にして設定を行った。図 8 には先の復興計画に示されていたまちづくりの断面イメージを表す。

表 5 case4、case5 の計画案

	計画内容	計画が実行された場合
case4	新しいまちをつくるのではなく、もともとあったまちに復興する。人口は減少するが、住民は以前住んでいた場所に戻る。	⇒人口密度が低くなる。
case5	南三陸町の復興案をもとに・津波から「逃げる」を基本としながらもハード面で津波を「防ぐ」のほか、「安全な場所(高台)に住む」という考え。・津波やそれ以外の災害についての防災・減災対策については「逃げやすいまちづくり」を行う。	⇒今回の津波の浸水範囲を考え高台へ居住ゾーンを移転するとなると、土地が限られてくるので人口はおのずと集中し人口密度は高くなる。各ゾーン別の配置が重要となってくる。

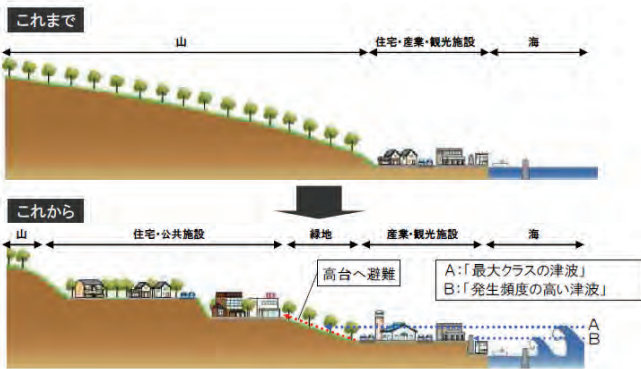


図 8 まちづくり断面イメージ

出典：南三陸町震災復興計画

7. おわりに

(1) まとめ

南三陸町では以前から津波被害を経験しており、特に志津川では防潮堤や水陸門の整備を行ってきた。これにより、昭和 43 年の十勝沖地震津波は市街地を浸水せず、水産関係の被害にとどまった。しかし、今回の東北地方太平洋沖地震による津波は過去経験してきた津波の中でも最大級で、想定されていた津波の規模をはるかに超えていた。

本研究を通じ、ケース別 (case1～3) のシミュレーションを行うことで、津波来襲が夜間であった場合の被害規模、南三陸町の住民が避難を行ったことによる被害の軽減を確認できた。大震災後の居住意向、将来的な人口動向を考慮し人口が減少するケース 4、南三陸町の復興案を評価するケース 5 については、発表会において報告する。

(2) 今後の課題

南三陸町で行われた住民の意向調査⁷⁾では約 8 割の人がまた南三陸町に住みたいという意向を示している。また、この被災経験を生かし高台への移転を視野に入れた復興案が計画されている。限られた場所の中で高台へ移転することにより人口の集中は予想できる。さらに、公共施設や商業施設、漁業施設などのそれぞれのゾーンの配置をコンパクトにした津波に強いまちづくりを提案していきたいと考えている。

コンパクトな地域構造は、従来から、地球環境問題への対応、中心市街地の活性化、人口減少への対応、少子・高齢社会への対応等の様々なメリットがあるとされている。一方で、我が国において、コンパクトシティ、集約型都市構造といえる都市は生まれていない。今後の課題は、従来のコンパクトシティのメリットに、「防災性の向上」を加えられるよう、研究を進めていくことである。そのためには、被災地の復興案をコンパクトシティの観点から検討していく必要がある。

謝辞:本研究の避難シミュレーションは、科学技術振興機構の国際緊急共同研究・調査プログラム (J-RAPID)、土木学会の支援を受けた東日本大震災津波避難調査団による調査結果を使用している。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- 1) Peter Calthorpe, 「次世代のアメリカの都市づくり—ニューアーバニズムの手法」, 学芸出版社, pp.68-75, 2004
- 2) 東京大学大学院工学研究科 石川幹子, 「岩沼市(仙台平野南部)の復興計画策定の実態報告: 愛と希望の復興」, 都市計画 291, pp.36-38
- 3) 慶應義塾大学環境情報学部 中島直人, 東京市政調査会 田中暁子, 「三陸の過去の津波災害と復興計画」, 都市計画 291, pp.45-48
- 4) 高井広行, 「大震災の教訓と災害に強いまちづくり」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(1995 年)
- 5) 平成 22 年 3 月 31 日住民基本台帳年齢別人口, 総務省統計局, 地域別統計データベース
- 6) 宮城県ホームページ「地震被害等状況及び避難状況」:
<http://www.pref.miyagi.jp/>
- 7) 南三陸町ホームページ「南三陸町総合計画 2007～2016」, 「南三陸町震災復興計画」:
<http://www.town.minamisanriku.miyagi.jp/>
- 8) 東日本大震災津波避難合同調査団「想定を超える大津波からの避難に関する国際ワークショップ資料」, 2011.12.18