

沿岸都市部津波ミュレーションに基づく地下シェルターの有用性の検証

長崎大学 学生会員 ○田中栄一 リイイン 石田純平
フェロー会員 蔣 宇静 正会員 大嶺 聖 杉本知史 李 博

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、東北地方から関東地方にかけて甚大な被害がもたらされた。特に岩手・宮城・福島などの太平洋沿岸部では場所によって波の高さが10mを越える大津波が発生したことで、市街地が壊滅的な被害を受けた地域もあった。本災害のような大規模な地震災害を研究することは、これから発生すると想定されている東海・東南海・南海地震の防災対策に大きく貢献できると考えられる。本研究では、GISを活用し津波の浸水シミュレーションを行い、海岸線より陸上への浸水の仕方を把握する。つぎに、災害が発生した際に有用な防災備蓄施設の一つとして地下シェルターを提案する。阪神・淡路大震災、東日本大震災の両災害において地下空間の被害が軽微であったことをふまえて、地下に避難場所を設けることにより避難・備蓄を行うことができ、また、通常時は集会場等にも利用できる地下シェルターの活用法を考える。本研究では大分市を対象に地質分布を調べるとともに、大分市での地下シェルターの適用性を検証することを目的とする。



図-1 対象地域¹⁾

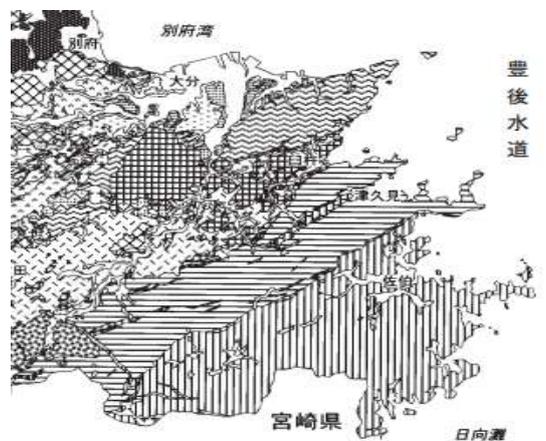


図-2 大分市の地質分布図⁴⁾

2. 大分市の概要

大分市は別府湾、臼杵湾に囲まれた沿岸地域である。過去に発生した地震の種類としては内陸部や別府湾地域の断層が動いて発生する活断層型地震と、南海地震のような南海トラフのプレート境界などで発生する海溝型地震の二つがある²⁾。沖合の日向灘を震源とした海溝型地震が過去何度も発生しており、これからも発生する確率が高いこと、また、大分市は沿岸域や市内全域が比較的低平地に位置していることから津波の被害を受けやすいことから、大分市を津波シミュレーションの対象とした。

3. 解析方法

本研究では、津波解析プログラム³⁾を使用して津波シミュレーションを行った。このプログラムは非線形浅水長波方程式から成り立っており、近々起きると考えられる東海・東南海・南海連動型地震による津波高さを算出できる。今回のシミュレーションの対象は、北緯30度から北緯36度、東経129度から東経141度までの東西方向1040km、南北方向668kmの範囲である。東海・東南海・南海連動型地震を想定して、すべり方向やすべり角などの値を設定した。空間格子の長さを1kmで計算し、地震発生から14400秒間(4時間)の津波の経時変化を導いた。津波高さを求めた後、国土地理院発行の大分市の数値地図(2006)のデータを用いて公共施設と標高の地図データをGISに表した。

表-1 大分市の65歳以上の人口⁵⁾

	地区合計(人)	65歳以上(人)	割合(%)
本庁地区	205,574	44,956	21.9
植田地区	83,458	24,178	29.0
鶴崎地区	76,398	15,803	20.7
大南地区	27,816	6,992	25.1
大在地区	27,773	4,230	15.2
明野地区	25,104	5,453	21.7
坂ノ市地区	18,305	4,379	23.9
佐賀関地区	9,717	4,666	48.0
野津原地区	4,676	1,900	40.6
大分市計	478,821	112,557	23.5

4. 解析結果

図-2 に地質図⁴⁾、表-1 に大分市の 65 歳以上の人口⁵⁾を示す。GIS を用いた津波シミュレーションにより、大分市には第一波が 35 分後、最大波が 2 時間 40 分後に到達し、最大津波高さは 3.5m であることがわかった。図-3 に最大波の様子（黄色枠は大分市）を示す。また、図-4 に数値地図のデータから得られた公共施設数と標高を示す。黒、灰色、赤枠はそれぞれ人口の多い本庁地区、鶴崎地区、植田地区を示している。公共施設は市内全域に分布しているが、その多くは海岸に近い場所に位置していることが分かる。また、公共施設が多い地域は図-2 の地質図によると、沖積層であり軟弱地盤である。

5. 考察

大分市の大分川は内陸部へなるほど狭くなるという地形的特徴を有しており、津波発生時には河川水位がさらに高くなると考えられる。解析により得られた津波高さより遡上高はさらに高くなると考えられるので内陸部はより高い津波が来ると予想できる。大分市指定の津波避難場所は市内に数多く存在するが、その多くは小学校や公園といった公共施設等であり、低平地部に位置していることが多い。また、図-4 に示すように人口が多い地域は低平地部・沿岸部に密集していることから、連動型地震が誘発した高い津波が来たときには危険性が高い。表-1 に示すように、人口の 23.5% が 65 歳以上であることから、長距離の移動が困難とされる人口の割合も高いと推測できる。例えば、高齢者は高層ビルに登ることは体力的にも困難であり、避難中の移動の際に怪我を負ってしまう可能性もある。避難の際に、なるべく負担を軽減することが重要である。低平地に地下シェルターがあれば、長距離の移動を省くことができ、短時間で多くの市民が同時に避難できるといった利点があると考えられる。現在、津波シミュレーションから算出した津波高さを用いて図-5 に示すような地下シェルターの数値モデルを用いて検討中である。津波による上載圧や底面せん断応力をモデルに与え、地下構造物への影響を評価し、具体的な設計案の検討を行っている。

6. おわりに

本研究では大分市の津波シミュレーションと地下シェルターの必要性を提案した。今後は津波シミュレーションのデータに基づき、地下シェルターの設計を行っていく予定である。また、今回は立地の選定については触れることができなかったため、アクセスとコスト面等も考慮しながら都市計画を視野に入れた提案を行っていきたい。

参考文献

- 1) Open Data Commons Open Database License : 「Open Street Map」, 2004
- 2) 防災対策室 : 「大分県の地震・津波」, 2012
- 3) 今村文彦 (2006) : 「TSUNAMI MODELING MANUAL (TSUNAMI MODEL)」, 2006
- 4) 九州地方土木地質図編纂委員会 (1986-3) : 「九州地方土木地質図解説書」, 1986
- 5) 総務部総務課統計調査担当班 : 「人口データ 地区別人口・世帯数」を元に作製, 2014-11



図-3 最大波の様子(単位 m)

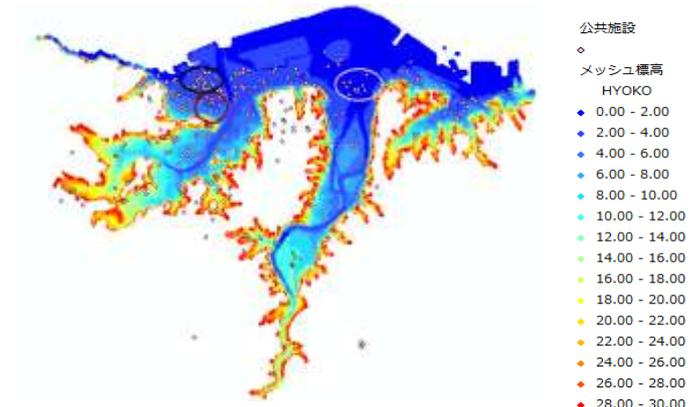


図-4 標高(単位 m)と公共施設の分布

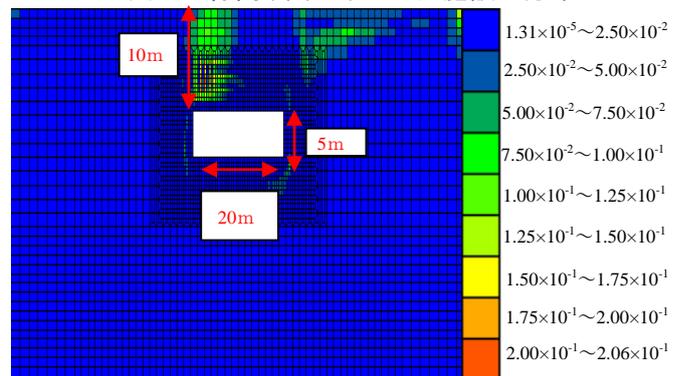


図-5 最大せん断ひずみ(単位 cm)